

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-補-023-04 改 07
提出年月日	2023年6月14日

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する
検討について

2023年6月

中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

目 次

1. 検討の目的
 2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動
 - 2.1 島根原子力発電所の基準地震動
 - 2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動
 3. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果
 - 3.1 建物・構築物
 - 3.2 機器・配管系
 - 3.3 屋外重要土木構造物等
 - 3.4 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備
-
- 別紙 1 建物・構築物における評価部位の抽出に関する説明資料
 - 別紙 2 原子炉建物 3 次元 F E M モデルを用いた精査
 - 別紙 3 原子炉建物 3 次元 F E M モデルによる地震応答解析
 - 別紙 4 機器・配管系に関する影響検討
 - 別紙 5 方向性を考慮しない水平地震動における位相の異なる模擬地震波の作成

1. 検討の目的

平成 25 年に制定された「実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則(平成 25 年 6 月 28 日原子力規制委員会規則第 6 号)」(以下「技術基準」という。)は、従前の耐震設計審査指針から充実が図られている。

そのうち、新たに要求された水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せについて、耐震設計に係る工認審査ガイドにおいて、以下の内容が示されている。

耐震設計に係る設工認審査ガイド(抜粋)

3.5.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せ(4.5.2 及び 5.5.2 も同様)

水平 2 方向及び鉛直方向の地震力による応力の組合せを適切に行っていることを確認する。

(1) 動的な地震力の組合せ

水平 2 方向及び鉛直方向の地震力による応力の組合せを簡易的に行う際には、各方向の入力地震動の位相特性や建物・構築物の構造、応答特性に留意し、非安全側の評価にならない組合せ方法を適用していること。

なお、各方向の入力地震動の位相特性や建物・構築物の三次元応答特性により応答の同時性を考慮する必要がある場合は、各方向の各時刻歴での応答値を逐次重ね合わせる等の方法により、応答の同時性を考慮していること。

上記審査ガイドを踏まえ、従来の設計手法における水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた耐震計算に対して、施設の構造特性から水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性があるものを抽出し、施設が有する耐震性に及ぼす影響を評価する。

2. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響評価に用いる地震動

2.1 島根原子力発電所の基準地震動

島根原子力発電所の基準地震動 S_s は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」及び「震源を特定せず策定する地震動」を評価して、これらの評価結果に基づき策定している。「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」としては、応答スペクトルに基づく地震動評価及び断層モデルを用いた手法による地震動評価を実施し、その結果を踏まえ、応答スペクトルに基づく地震動として基準地震動 S_s-D 、断層モデルを用いた地震動として基準地震動 S_s-F1 及び S_s-F2 を策定している。また、「震源を特定せず策定する地震動」として基準地震動 S_s-N1 及び S_s-N2 を策定している。

基準地震動 S_s の応答スペクトル図(水平方向)を図 2-1-1 に、基準地震動 S_s の応答スペクトル図(鉛直方向)を図 2-1-2 に示す。

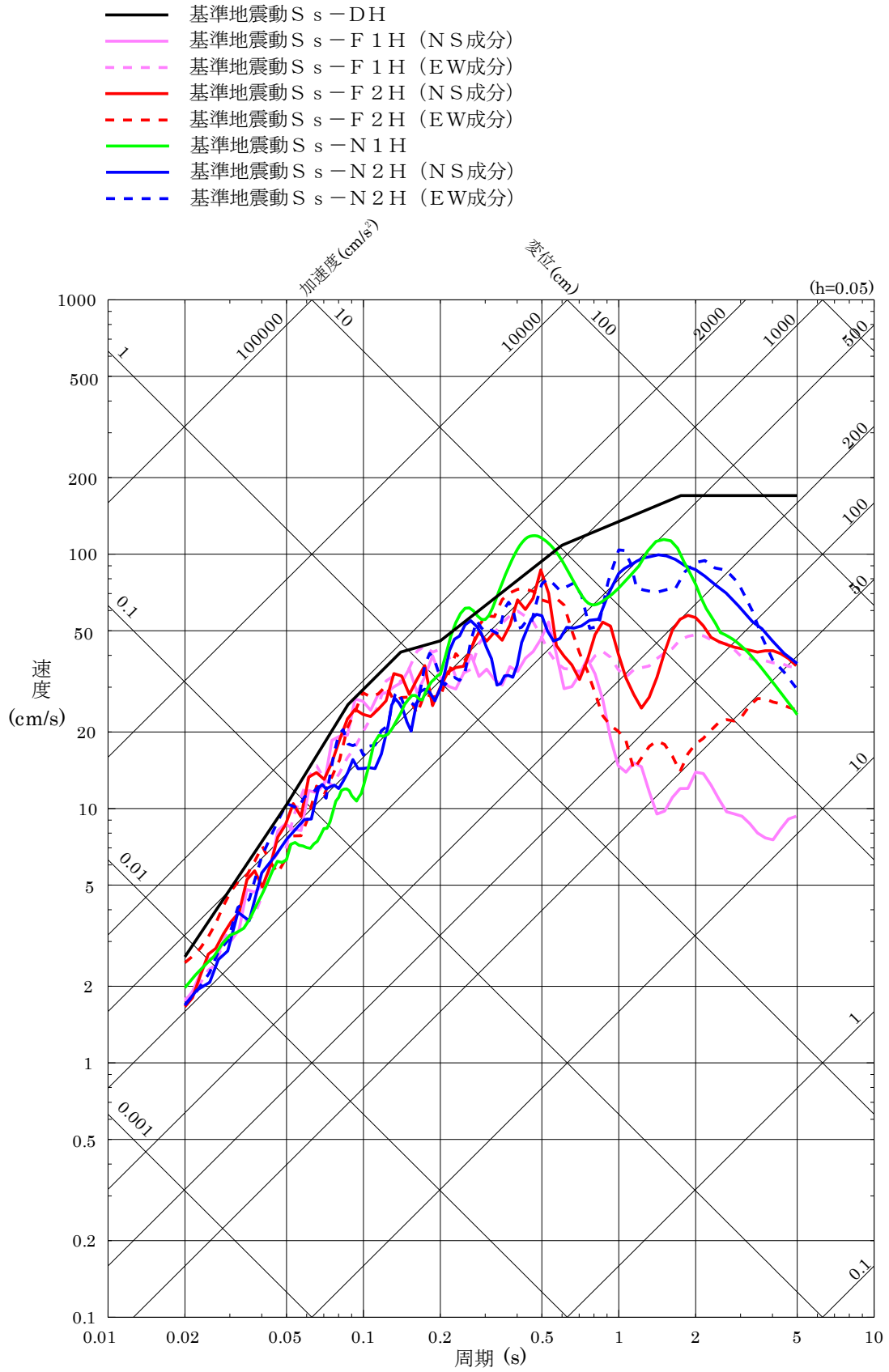


図 2-1-1 基準地震動 S_s の応答スペクトル (水平方向)

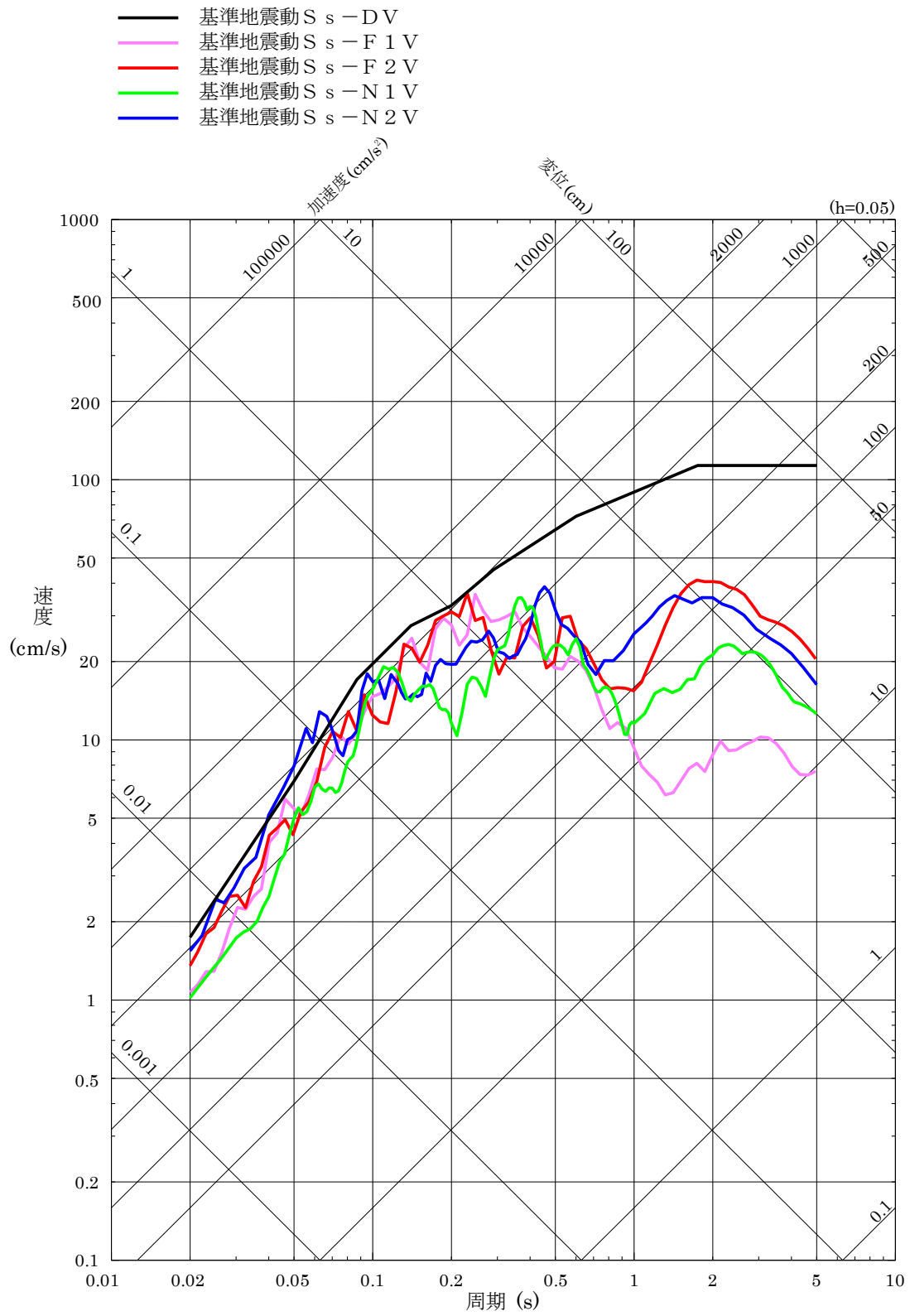


図 2-1-2 基準地震動 S_s の応答スペクトル (鉛直方向)

2.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる地震動

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価に用いる基準地震動 S_s は、複数の基準地震動における地震動の特性及び包絡関係を施設の特性による影響も考慮したうえで確認し、本影響評価に用いる。

3. 各施設における水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討結果

本資料では VI-2-1-8「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「2. 基本方針」に記載の対象について建物・構築物、機器・配管系、屋外重要土木構造物等、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備に分類し検討した結果を示す。

なお、VI-2「耐震性に関する説明書」の別添として整理している火災防護設備、溢水防護に係る施設、可搬型重大事故等対処施設、地下水位低下設備に係る施設、代替淡水源を監視するための設備及び漂流防止装置については下記資料にて水平 2 方向及び鉛直地震力の組合せに関する検討を行う。

- ・ VI-2-別添 1-4

「火災防護設備の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価」

- ・ VI-2-別添 2-8

「溢水防護に係る施設の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」

- ・ VI-2-別添 3-7

「可搬型重大事故等対処施設の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」

- ・ VI-2-別添 4-4

「地下水位低下設備に係る施設の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価」

- ・ VI-2-別添 5-3

「代替淡水源を監視するための設備の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」

- ・ VI-2-別添 6-3

「漂流防止装置の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価」

3.1 建物・構築物

3.1.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

従来の設計手法では、建物・構築物の地震応答解析において、各水平方向及び鉛直方向の地震動を質点系モデルにそれぞれの方向ごとに入力し解析を行っている。また、原子炉施設における建物・構築物は、全体形状及び平面レイアウトから、地震力を主に耐震壁で負担する構造であり、剛性の高い設計としている。

水平方向の地震力に対しては、せん断力について評価することを基本とし、建物・構築物に作用するせん断力に対して、地震時に生じる力の流れが明解となるように、直交する 2 方向に釣合いよく配置された鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。地震応答解析は、水平 2 方向の耐震壁に対して、それぞれ剛

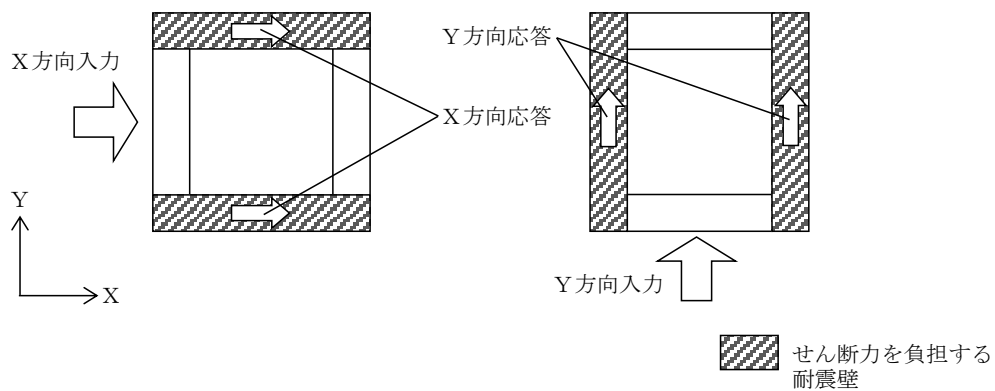
性を評価し、各水平方向に対して解析を実施している。したがって、建物・構築物に対し、水平2方向の入力がある場合、各方向から作用するせん断力を負担する部位が異なるため、水平2方向の入力がある場合の評価は、水平1方向にのみ入力がある場合と同等な評価となる。

鉛直方向の地震力に対しては、軸力について評価することを基本としている。建物・構築物に作用する軸力に対して、鉄筋コンクリート造耐震壁を主な耐震要素として構造計画を行う。

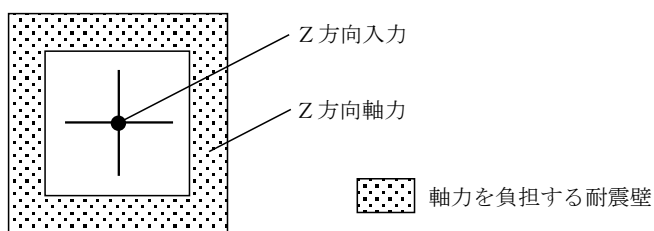
入力方向ごとの耐震要素について、図3-1-1及び図3-1-2に示す。

また、VI-2-2「耐震設計上重要な設備を設置する施設の耐震性に関する説明書」、VI-2-3～VI-2-10の申請設備の耐震性に関する説明書及びVI-2-11「波及的影響を及ぼすおそれのある施設の耐震性に関する説明書」のうち、建物・構築物の局部評価は、地震応答解析により算出された応答を水平1方向及び鉛直方向に組み合わせて行っている。

排気筒については、「原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1 -2008((社)日本電気協会)」を参考に、斜め方向に作用する地震力に対して隅柱(主柱材)の軸力が大きくなる場合を想定した検討も実施している。

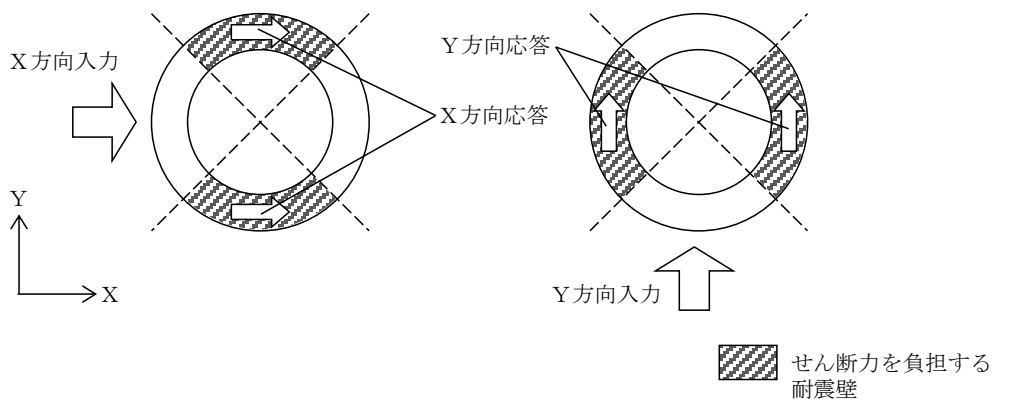


(a) 水平方向

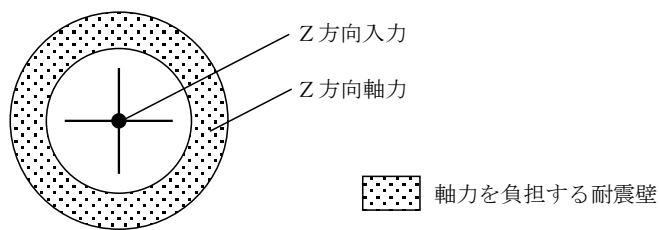


(b) 鉛直方向

図 3-1-1 入力方向ごとの耐震要素 (矩形)



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

図 3-1-2 入力方向ごとの耐震要素 (円筒形)

3.1.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方法

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した場合に影響を受ける可能性がある部位の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設及びその間接支持構造物、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備又は常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）が設置される重大事故等対処施設並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する施設の部位とする。

対象とする部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性から、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性がある部位を抽出する。

応答特性から抽出された水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性がある部位は、従来の評価結果の荷重又は応力の算出結果等を水平2方向及び鉛直方向に組み合わせ、各部位に発生する荷重や応力を算出し、各部位が有する耐震性への影響を確認する。

各部位が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たな設計上の対応策を講じる。

影響評価のフローを図3-1-3に示す。

(1) 影響評価部位の抽出

① 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位を整理し、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認する。

② 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性を整理する。

なお、隣接する上位クラスの建物・構築物への波及的影響防止のための建物・構築物の評価は、上位クラスの建物・構築物との相対変位による衝突の有無の判断が基本となる。そのため、せん断及び曲げ変形評価を行うこととなり、壁式構造では耐震壁（ラーメン構造では柱、はり）を主たる評価対象部位とし、その他の構成部位については抽出対象に該当しない。

③ 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

整理した耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される応答特性のうち、荷重の組合せによる応答特性を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力に対し、荷重の組合せによる応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

④ 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位のうち、3次元的な応答特性が想定される部位を検討する。水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、3次元的な応答特性により、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

⑤ 3次元FEMモデルによる精査

3次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位について、3次元FEMモデルを用いた精査を実施し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

また、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位についても、局所応答の観点から、3次元FEMモデルによる精査を実施し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、有する耐震性への影響が想定される部位を抽出する。

局所応答に対する3次元FEMモデルによる精査は、施設の重要性、建物規模及び構造特性を考慮し、原子炉建物について地震応答解析又は応力解析を行う。

原子炉建物の3次元FEMモデルの概要図を図3-1-4に示す。

(2) 影響評価手法

⑥ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価において、水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる局部評価の荷重又は応力の算出結果を組み合わせることにより評価を行う場合は、米国 Regulatory Guide 1.92*の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として、組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)に基づいて地震力を設定する。

評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、構造部材の発生応力等を適切に組み合わせることで、各部位の設計上の許容値に対する評価を実施し、各部位が有する耐震性への影響を評価する。

注記* : Regulatory Guide 1.92 “Combining modal responses and spatial components in seismic response analysis”

⑦ 機器・配管系への影響検討

③及び⑤で、施設が有する耐震性への影響が想定され、評価対象として抽出された部位において、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備又は常設重大事故防止設備(設計基準拡張)(当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの)が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系の間接支持機能を有する場合、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響を確認する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響が確認された場合、機器・配管系の影響評価に反映する。

なお、⑤の精査にて、建物・構築物の影響の観点から抽出されなかった部位であっても、3次元FEMモデルによる地震応答解析結果から、機器・配管系への影響の可能性が想定される部位について検討対象として抽出する。

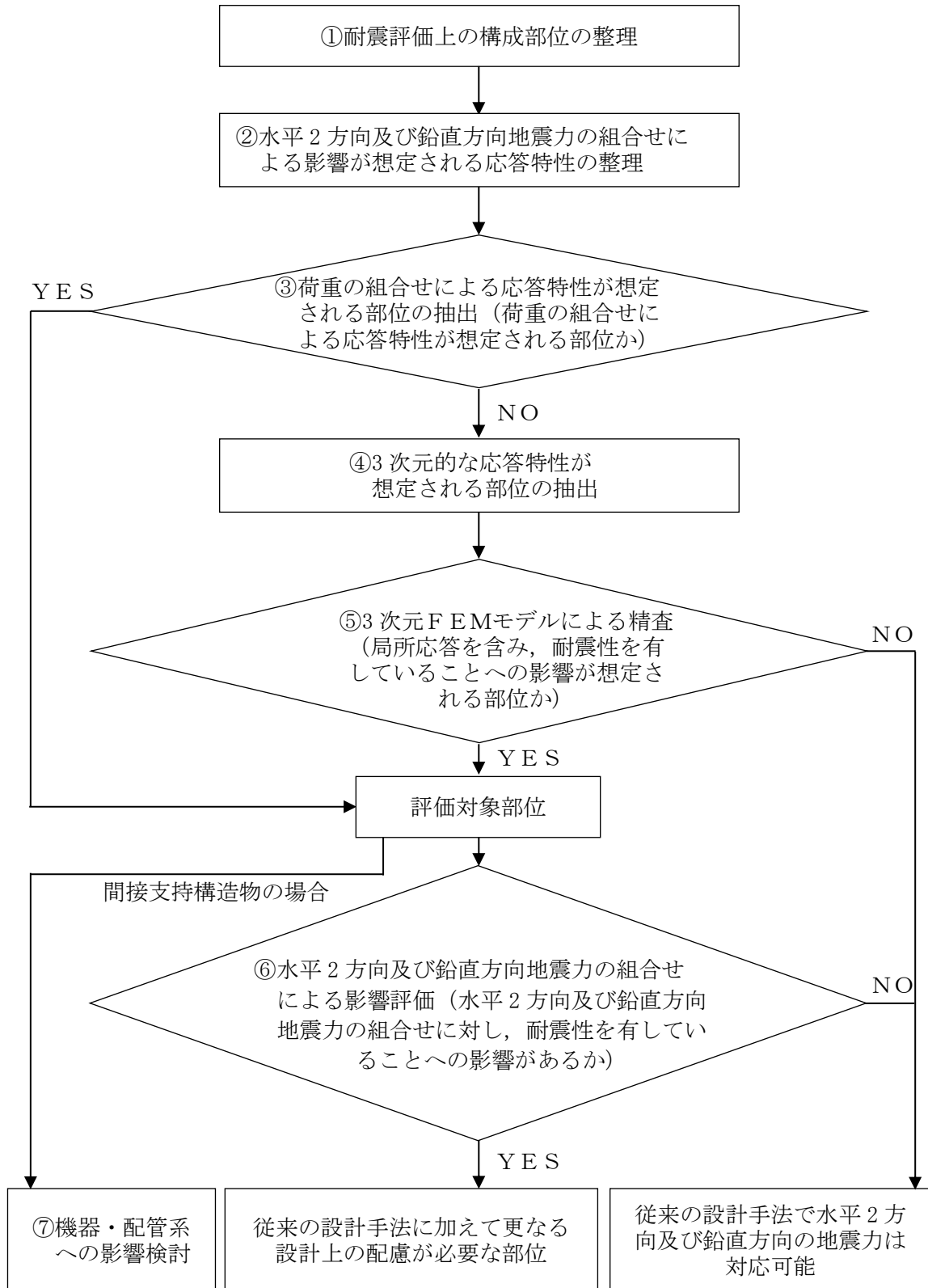


図 3-1-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価のフロー（建物・構築物）

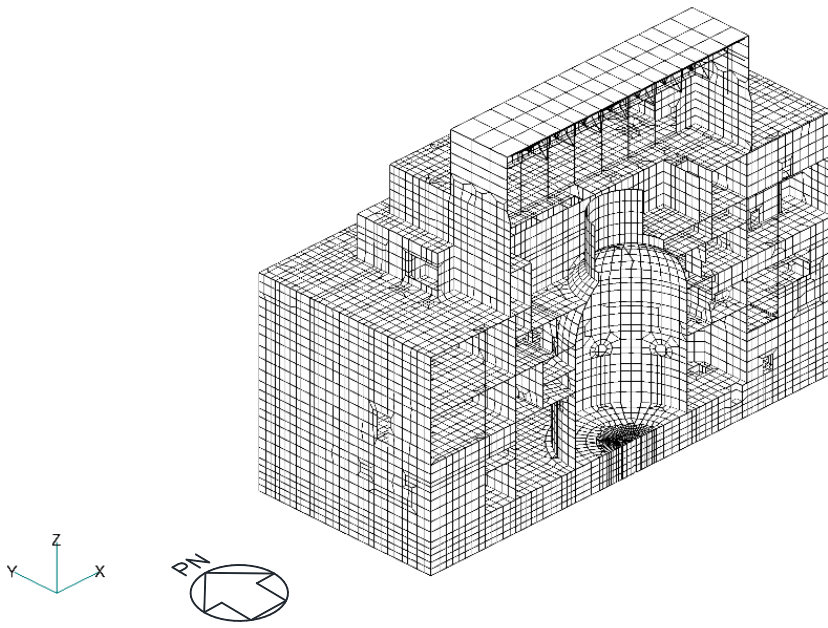


図 3-1-4 原子炉建物の 3 次元 F E Mモデルの概要図 (断面図)

3.1.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出

対象とする部位について、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性から、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を受ける可能性のある部位を抽出する。影響評価部位の抽出の詳細について別紙 1 に示す。

(1) 耐震評価上の構成部位の整理

建物・構築物の耐震評価上の構成部位を整理し、各建物・構築物において、該当する耐震評価上の構成部位を網羅的に確認した。確認した結果を表 3-1-1 に示す。

表 3-1-1(1) 各建物・構築物における耐震評価上の構成部位

耐震性評価部位	原子炉建物		制御室建物	タービン建物		廃棄物 処理建物	排気筒	緊急時 対策所	ガスタービン 発電機建物	屋外配管ダクト (排気筒) *
	燃料 プール	上部鉄骨		上部鉄骨	上部鉄骨					
柱	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	S 造, RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造
	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-
	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-
はり	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-
	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-
壁	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
床・ 屋根	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
基礎	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり，-：対象の構造部材なし

注記*：屋外配管ダクト（排気筒）は排気筒基礎上に設置されており，排気筒基礎と一体構造であることから，建物・構築物に分類する。

表 3-1-1(2) 各建物・構築物における耐震評価上の構成部位

耐震性評価部位	1号機原子炉建物		1号機タービン建物		1号機 廃棄物 処理建物	サイトバンカ 建物	サイトバンカ 建物(増築部)	1号機 排気筒	排気筒 モニタ室	ディーゼル燃料 移送ポンプエリア 防護対策設備	ディーゼル燃料 貯蔵タンク室*
	RC造	上部鉄骨	RC造	上部鉄骨							
柱	一般部	○	○	○	○	S造, SRC造, RC造	RC造	S造, RC造	RC造	S造	RC造
	隅部	○	○	○	○	○	○	○ (筒身)	-	○	-
	地下部	○	-	○	-	-	-	○ (主柱材)	-	○	-
はり	一般部	○	○	○	○	○	○	○ (水平材)	○	○	-
	地下部	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-
	鉄骨 トラス	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-
壁	一般部	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○
	円筒部	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	地下部	○	-	○	-	-	-	-	-	-	○
床・ 屋根	鉄骨 ブレース	-	○	-	-	-	-	○ (斜材)	-	○	-
	一般部	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○
基礎	矩形	○	-	○	○	○	○	○	○	-	-
	杭基礎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり，-：対象の構造部材なし

注記*：ディーゼル燃料貯蔵タンク室は排気筒基礎上に設置されており，排気筒基礎と一体構造であることから，建物・構築物に分類する。

(2) 応答特性の整理

建物・構築物における耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性を整理した。応答特性は、荷重の組合せによる影響が想定されるもの及び3次元的な建物挙動から影響が想定されるものに分けて整理した。

整理した結果を表3-1-2及び表3-1-3に示す。また、応答特性を踏まえ、耐震評価上の構成部位に対する水平2方向入力のを考え方を表3-1-4に示す。

表 3-1-2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性
(荷重の組合せによる応答特性)

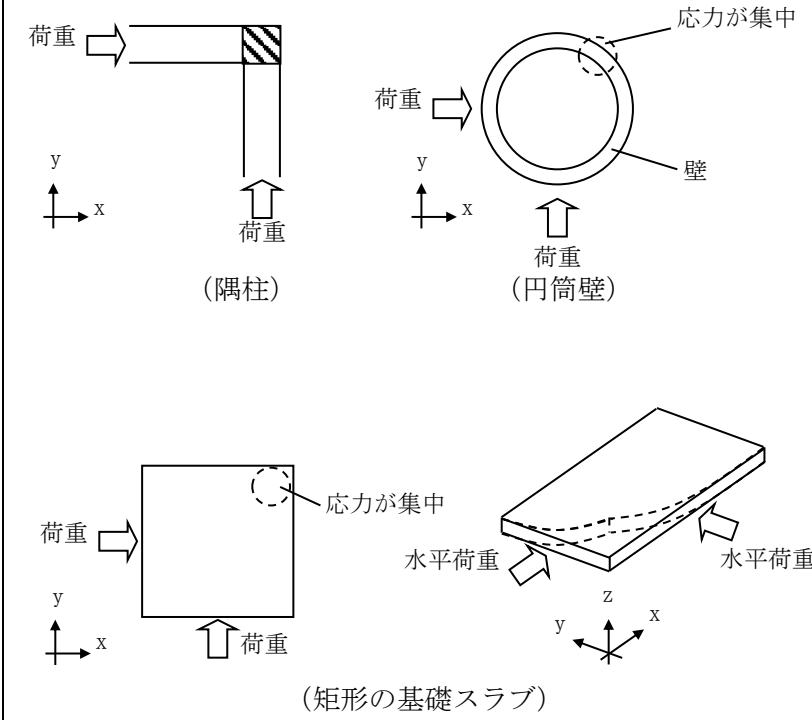
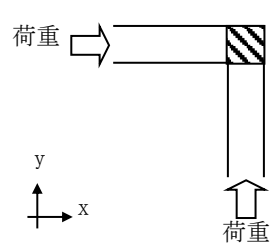
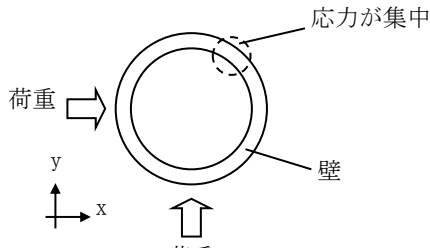
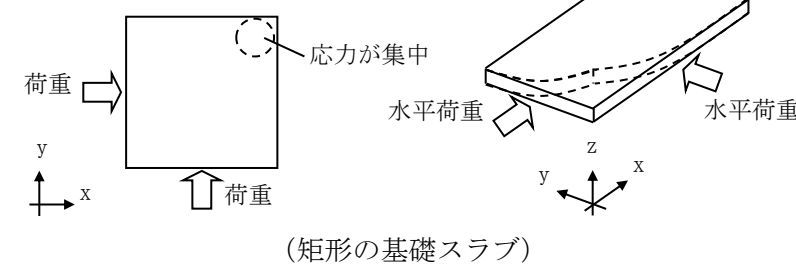
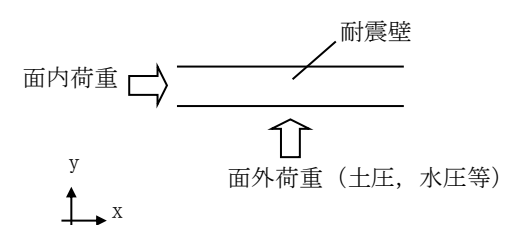
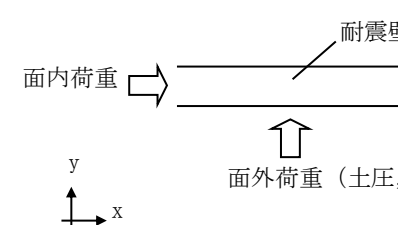
荷重の組合せによる 応答特性	影響想定部位
<p>①-1</p> <p>直交する水平 2 方向の荷重 が、応力とし て集中</p>	<p>応力の集中する隅柱等 (例)</p>  <p>荷重 →  (隅柱)</p> <p>荷重 →  (円筒壁)</p> <p>荷重 →  (矩形の基礎スラブ)</p> <p>応力が集中</p> <p>壁</p> <p>水平荷重</p> <p>水平荷重</p>
<p>①-2</p> <p>面内方向の 荷重を負担 しつつ、 面外方向の 荷重が作用</p>	<p>土圧を負担する地下耐震壁等 水圧を負担するプール壁等 (例)</p>  <p>面内荷重 →  耐震壁</p> <p>↑ 面外荷重 (土圧, 水圧等)</p>

表 3-1-3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される応答特性
(3 次元的な応答特性)

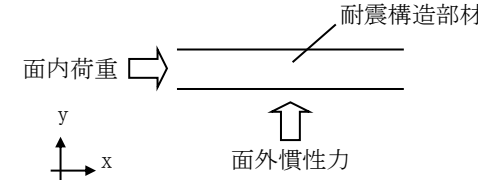
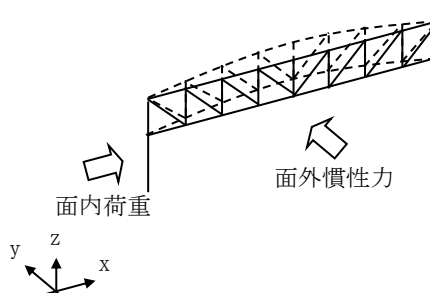
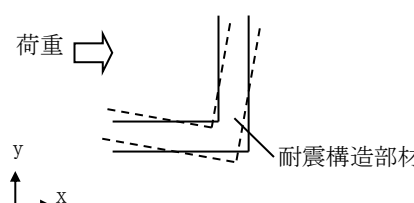
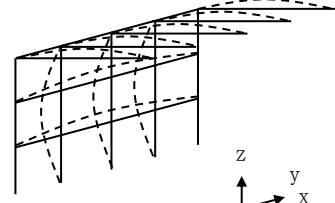
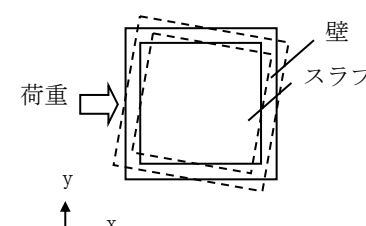
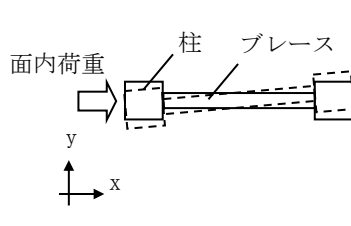
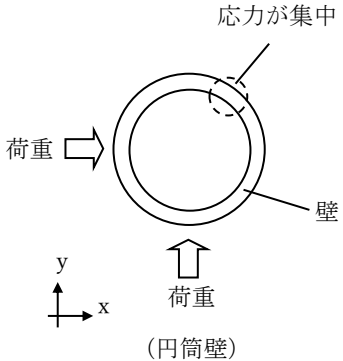
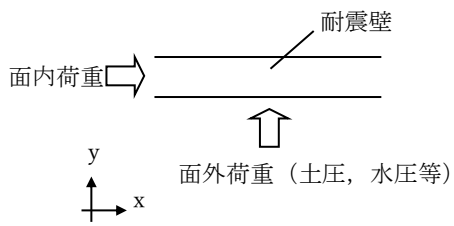
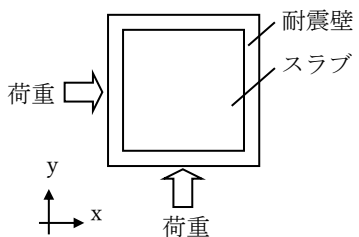
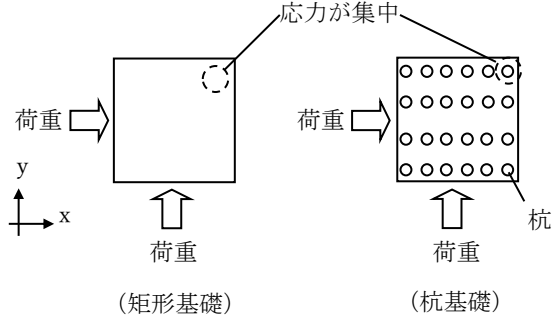
3 次元的な応答特性	影響想定部位
<p>②-1</p> <p>面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい</p>	<p>大スパン又は吹き抜け部に設置された部位 (例)</p>  <p>面内荷重 →</p> <p>↑ 面外慣性力</p> <p>(耐震構造部材)</p>  <p>面内荷重 →</p> <p>← 面外慣性力</p> <p>(鉄骨トラス)</p>
<p>②-2</p> <p>加振方向以外の方向に励起される振動</p>	<p>塔状構造物等を含む、ねじれ挙動が想定される建物・構築物 (例)</p>  <p>荷重 →</p> <p>(壁)</p>  <p>(鉄骨架構)</p>  <p>荷重 →</p> <p>壁 スラブ</p> <p>(床・屋根)</p>  <p>面内荷重 →</p> <p>柱 ブレース</p> <p>(ブレース)</p>

表 3-1-4(1) 耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力のおえ方

耐震評価上の構成部材	水平 2 方向入力のおえ方	
柱	一般部	耐震壁付構造の場合、水平入力による影響は小さい。
	隅部 (端部含む)	<p>独立した隅柱は、直交する地震荷重が同時に作用する。ただし、耐震壁付きの隅柱は、軸力が耐震壁に分散されることで影響は小さい。</p> <p style="text-align: center;">【平面図】 【立面図】</p>
地下部	地下部	<p>地下外周柱は面内方向の荷重を負担しつつ面外方向の荷重(土圧)が作用する。ただし、外周部は耐震壁付きのため、水平入力による影響は小さい。</p> <p>また、土圧が作用する方向にあるはり及び壁が応力を負担することで、水平面外入力による影響は小さい。</p>
はり	一般部	<p>大スパンや吹抜け部では面内方向の荷重に加え、面外慣性力が作用する。ただし、1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、また、床及び壁の拘束により面外荷重負担による影響は小さい。</p>
	地下部	地下部
鉄骨トラス	鉄骨トラス	<p>大スパンや吹抜け部では面内方向の荷重に加え、面外慣性力が作用する。ただし、1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり、また、床による拘束があるため、面外荷重負担による影響は小さい。</p>

表 3-1-4(2) 耐震評価上の構成部位に対する水平 2 方向入力の方

耐震評価上の構成部材		水平 2 方向入力の方
壁	一般部	<p>1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり, 円筒壁は直交する水平 2 方向の地震力により, 集中応力が作用する。</p>  <p>(円筒壁)</p>
	地下部 プール壁	<p>地下部分の耐震壁は, 直交する方向からの地震時面外土圧荷重も受ける。同様にプール部の壁については水圧を面外方向から受ける。</p>  <p>(耐震壁)</p> <p>面外荷重 (土圧, 水圧等)</p>
	鉄骨 ブレース	<p>1 方向のみ地震荷重を負担することが基本であり, ねじれによる荷重増分は軽微と考えられ影響は小さい。</p>
床 屋根	一般部	<p>スラブは四辺が壁及びはりで拘束され, 水平方向に変形しにくい構造となっており, 水平地震力の影響は小さい。</p>  <p>(耐震壁)</p> <p>(スラブ)</p>
基礎	矩形 杭基礎	<p>直交する水平 2 方向の地震力により, 集中応力が作用する。</p>  <p>(矩形基礎)</p> <p>(杭基礎)</p>

(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される部位の抽出

表 3-1-1 に示す耐震評価上の構成部位のうち、表 3-1-2 に示す荷重の組合せによる応答特性により、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される部位を抽出した。抽出した結果を表 3-1-5 に示す。

応答特性①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位として、排気筒及び 1 号機排気筒の柱（隅部）並びに原子炉建物、制御室建物、タービン建物、廃棄物処理建物、排気筒、緊急時対策所、ガスタービン発電機建物及び屋外配管ダクト（排気筒）の基礎（矩形）を抽出した。

また、応答特性①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位としては、燃料プールの壁（一般部）並びに原子炉建物、タービン建物、廃棄物処理建物、屋外配管ダクト（排気筒）、1 号機原子炉建物、1 号機タービン建物、1 号機廃棄物処理建物及びディーゼル燃料貯蔵タンク室の壁（地下部）を抽出した。

a. 柱

柱は、①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位として、隅柱が考えられる。

対象の建物・構築物の鉄筋コンクリート造部並びに原子炉建物、タービン建物、1 号機原子炉建物及び 1 号機タービン建物の上部鉄骨の隅柱は、耐震壁又は鉄骨ブレース付きの隅柱であり、軸力が耐震壁等に分散されることから、応力が集中することはなく、該当しない。

排気筒及び 1 号機排気筒については、隅柱（主柱材）が①-1 に該当するものとして抽出した。

①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位としては、土圧が作用する地下外周柱が考えられるが、対象の建物・構築物の地下外周柱は、耐震壁に囲まれており、面内の荷重を負担しないこと、また、地下外周柱はすべてはりに接続しており、土圧はそのままはりに伝達されることから、該当しない。

b. はり

はりの一般部、地下部及び鉄骨トラス部については、地震力の負担について方向性を持っており、①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位に該当しない。

①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位としては、土圧が作用する地下外周はりが考えられるが、対象の建物・構築物の地下外周はりは直交する床及び壁が存在し、これらによる面外方向の拘束があるため、該当しない。

c. 壁

矩形の壁は、地震力の負担について方向性を持っており、①-1「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」する部位に該当しない。

独立した円筒壁は応力の集中が考えられる。ただし、原子炉建物のドライウエル外側壁のように、建物中央付近に位置し、その外側にあるボックス型の壁とスラブで一体化されている場合は、①-1 に該当しない。

①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位としては、土圧や水圧が作用する地下部やプール部が考えられ、対象の建物・構築物の地下外壁及び燃料プールの壁（一般部）を、①-2 に該当するものとして抽出した。

d. 床及び屋根

床及び屋根については、地震力の負担について方向性を持っており、①-1「直交する水平2方向の荷重が、応力として集中」する部位及び①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位に該当しない。

e. 基礎

①-1「直交する水平2方向の荷重が、応力として集中」する部位としては、矩形の基礎が考えられる。

各建物・構築物の基礎（矩形）を①-1 に該当するものとして抽出した。

また、基礎は①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位に該当しない。

表 3-1-5(1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位	原子炉建物		制御室建物	タービン建物		廃棄物 処理建物	排気筒	緊急時 対策所	ガスタービン 発電機建物	屋外配管ダクト (排気筒)
	燃料 プール	上部鉄骨		上部鉄骨	上部鉄骨					
柱	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造	S 造, RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	要①-1	該当なし	該当なし	-
はり	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造	S 造, RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	要①-1	該当なし	該当なし	-
壁	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造	S 造, RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	要①-1	該当なし	該当なし	-
床・ 屋根	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造	S 造, RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	要①-1	該当なし	該当なし	-
基礎	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造	S 造, RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	要①-1	該当なし	該当なし	-

凡例 ・要：評価必要

・不要：評価不要

・「①-1」：応答特性「直交する水平2方向の荷重が、応力として集中」

・「①-2」：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

表 3-1-5(2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位	1号機原子炉建物		1号機タービン建物		1号機 廃棄物 処理建物	サイトバンカ 建物	サイトバンカ 建物(増築部)	1号機 排気筒	排気筒 モニタ室	ディーゼル燃料 移送ポンプエリア 防護対策設備	ディーゼル燃料 貯蔵タンク室
	上部鉄骨	S造, RC造	RC造	S造, SRC造, RC造							
柱	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	RC造	該当なし	該当なし	S造, RC造	RC造	S造	RC造
	隅部	該当なし	該当なし	該当なし	RC造	該当なし	該当なし	要①-1	-	該当なし	-
	地下部	該当なし	該当なし	該当なし	RC造	該当なし	該当なし	-	-	該当なし	-
はり	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	RC造	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-
	地下部	該当なし	該当なし	該当なし	RC造	該当なし	該当なし	-	-	該当なし	-
	鉄骨 トラス	-	該当なし	該当なし	RC造	該当なし	該当なし	-	-	該当なし	-
壁	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	RC造	該当なし	該当なし	-	該当なし	-	該当なし
	円筒部	該当なし	-	-	RC造	-	-	-	-	-	-
	地下部	要①-2	-	-	RC造	-	-	-	-	-	要①-2
床・ 屋根	鉄骨 ブレース	-	該当なし	-	RC造	-	-	該当なし	-	該当なし	-
	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	RC造	該当なし	該当なし	-	該当なし	-	該当なし
基礎	矩形	不要*	-	不要*	RC造	不要*	不要*	不要*	不要*	-	-
	杭基礎	-	-	-	RC造	-	-	-	-	-	-

凡例 ・要：評価必要

・不要：評価不要

・「①-1」：応答特性「直交する水平2方向の荷重が、応力として集中」

・「①-2」：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

注記*：上位クラスの建物・構築物への波及的影響防止のための評価対象建物及び1号機排気筒は、上部躯体を評価対象としているため、基礎は対象外とする。

(4) 3次元的な応答特性が想定される部位の抽出

表 3-1-1 に示す耐震評価上の構成部位のうち、荷重の組合せによる応答特性が想定される部位として抽出されなかった部位について、表 3-1-3 に示す 3 次元的な応答特性により、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定される部位を抽出した。抽出した結果を表 3-1-6 に示す。

応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位として、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）を抽出した。

応答特性②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位として、抽出する部位はなかった。

a. 柱

(3)で抽出されている以外の各建物の柱は各部とも、両方向に対して断面算定を実施しており、面外慣性力の影響も考慮済みであるため、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位に該当しない。

また、各建物は、鉄筋コンクリート造耐震壁又は鉄骨造ブレースを主な耐震要素として扱っており、地震力のほとんどを耐震壁又はブレースが負担する。ねじれ振動の影響が想定される部位についても、ねじれを加味した構造計画を行っており、②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位に該当しない。

排気筒及び1号機排気筒は、地震力のほとんどを鉄塔が負担しており、筒身は②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力が大きい」可能性がある部位に該当しない。また、釣合いよく鉄塔に支持される構造計画を行っており、②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位にも該当しない。

b. はり

対象の建物・構築物のはり一般部及び地下部は、剛性の高い床や耐震壁が付帯し、面外方向の変形を抑制することから、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位及び②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位に該当しない。

鉄骨トラス部は、1方向トラスの場合には、面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きいと考えられるが、各建物の鉄骨トラスは直交方向にもトラスが存在し、面外慣性力を負担するため、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位に該当しない。

排気筒及び1号機排気筒の水平材は、鋼管のトラス部材で構成されており、面外慣性力の影響が小さいことから、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位に該当しない。

c. 壁

(3)で抽出されている以外の建物・構築物の壁について、②-1「面内方向の荷重に

加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位及び②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位の検討を行う。原子炉建物の上部階の壁は、複数スパンにまたがって直交方向に壁及び大ばりがなく（以下「大スパン部」という。）、面内方向荷重に加え、面外慣性力の影響が大きいと考えられることから、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位として抽出する。タービン建物の上部階の大スパン部については、下部に上位クラス施設がないため、抽出しない。

d. 床及び屋根

各建物の床及び屋根については、釣合いよく壁が配置されているため、②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位及び②-2「加振方向以外の方向に励起される振動」が発生する可能性がある部位に該当しない。

e. 基礎

矩形の基礎は、(3)の荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニングで抽出されている。

表 3-1-6(1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出

(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位	原子炉建物		制御室建物	タービン建物		廃棄物 処理建物	排気筒	緊急時 対策所	ガスタービン 発電機建物	屋外配管ダクト (排気筒)
	燃料 プール	上部鉄骨		上部鉄骨	上部鉄骨					
柱	RC 造	RC 造, SRC 造, RC 造	RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造	S 造, RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造
	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	-
	不要	不要	不要	不要	不要	不要	要①-1	不要	不要	-
はり	不要	-	-	不要	-	不要	-	-	-	-
	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	-
	不要	-	-	不要	-	不要	-	-	-	-
壁	-	-	-	-	不要	-	-	-	-	-
	要②-1	要①-2	不要	不要	不要	不要	-	不要	不要	不要
	不要	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	要①-2	-	-	要①-2	-	要①-2	-	-	-	要①-2
床・ 屋根	-	-	-	-	-	-	不要	-	-	-
	不要	不要	不要	不要	不要	不要	-	不要	不要	不要
基礎	要①-1	-	要①-1	要①-1	-	要①-1	要①-1	要①-1	要①-1	要①-1
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

凡例 ・要：評価必要又は荷重の組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み

・「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」

・「②-1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」

・不要：評価不要

・「①-2」：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

・「②-2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

表 3-1-6(2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出

(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位	1号機原子炉建物		1号機タービン建物		1号機廃棄物処理建物	サイトバンカ建物	サイトバンカ建物(増築部)	1号機排気筒	排気筒モニタ室	ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備	ディーゼル燃料貯蔵タンク室
	上部鉄骨	RC造	上部鉄骨	S造, SRC造, RC造							
柱	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	RC造	S造, RC造	不要	不要	RC造
	隅部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	要①-1	不要	不要	—
	地下部	不要	不要	不要	不要	不要	—	—	—	—	—
はり	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	—
	地下部	不要	不要	不要	不要	不要	—	—	—	—	—
	鉄骨トラス	—	不要	不要	—	—	—	—	—	—	—
壁	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	—	不要
	円筒部	不要	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	地下部	要①-2	要①-2	—	要①-2	—	—	—	—	—	要①-2
	鉄骨ブレース	—	不要	—	—	—	—	不要	—	不要	—
床・屋根	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	—	不要	—	不要
	矩形	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	—	—
基礎	杭基礎	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

凡例 ・要：評価必要又は荷重の組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み

・不要：評価不要

・「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」

・「①-2」：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

・「②-1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」

・「②-2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

注記*：上位クラスの建物・構築物への波及的影響防止のための評価対象建物及び 1 号機排気筒は、上部躯体を評価対象としているため、基礎は対象外とする。

(5) 3次元FEMモデルによる精査

3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した部位について、3次元FEMモデルにより精査を行った。

応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位については、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）に対して3次元FEMモデルによる精査を行った。

また、原子炉建物の耐震評価部位全般に対し、局所的な応答について、3次元FEMモデルによる精査を行った。

局所的な応答と併せてねじれ挙動についても確認を行った。精査は、地震応答解析により水平2方向及び鉛直方向入力時の影響を評価することで行った。その結果、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）の応答が増幅する傾向が確認されたため、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）の面外応答増幅による影響検討を行った。応答増幅を考慮しても原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）の耐震性への影響は小さいことを確認した。

3次元FEMモデルを用いた精査の結果、有している耐震性への影響が小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価を実施する部位は抽出されなかった。

3次元FEMモデルを用いた精査の結果を表3-1-7に示す。また、3次元FEMモデルによる精査の詳細については別紙2に示す。

表 3-1-7 3次元FEMモデルによる精査

耐震評価部位	対象 建物・構築物	3次元的な応答特性	3次元FEMモデルによる 精査方法	3次元FEMモデルによる 精査結果
壁 (一般部)	原子炉建物 (燃料取替階レベル)	②-1 「面内方向の荷重に加え、面外慣 性力の影響が大きいい」	水平2方向及び鉛直方向入力時 の応答の水平1方向入力時の応 答に対する増分が小さいことを 確認する。	水平2方向及び鉛直方向地震力 の組合せによる左記の対象の耐 震性への影響が想定されないうた め抽出しない。
耐震評価部位 全般	原子炉建物	局所的な応答	同上	水平2方向及び鉛直方向地震力 の組合せによる左記の対象の耐 震性への影響が想定されないうた め抽出しない。

3.1.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出結果

(1) 建物・構築物における影響評価部位の抽出結果

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響が想定されるとして抽出した部位を表3-1-8に示す。

応答特性①-1「直交する水平2方向の荷重が、応力として集中」する部位のうち、重要設備である非常用ガス処理系用排気筒を支持する排気筒の支柱材及び建物規模が比較的大きく、重要な設備を多く内包している等の留意すべき特徴を有している原子炉建物の基礎を代表として、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。

応答特性①-2「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」する部位として施設の重要性、建物規模及び構造特性を考慮し、上部に床等の拘束がなく、面外荷重（水圧）が作用する原子炉建物（燃料プール）の壁（一般部）を代表として、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。

(2) 機器・配管系への影響が考えられる部位の抽出結果

建物・構築物において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価対象として抽出した耐震評価上の構成部位について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響の観点から、機器・配管系への影響の可能性がある部位について検討した。

原子炉建物の基礎及び排気筒の支柱材については、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せにより応力集中する部位であり、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響がないため、機器・配管系への影響の可能性はない。

原子炉建物（燃料プール）の壁（一般部）については、面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用する部位であり、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響がないため、機器・配管系への影響の可能性はない。

なお、上記のとおり、建物・構築物の影響の観点から機器・配管系への影響は抽出されなかったが、別紙2「原子炉建物3次元FEMモデルを用いた精査」を踏まえて、面外加速度の機器・配管系への影響を検討した。また、別紙3「原子炉建物3次元FEMモデルによる地震応答解析」において、3次元FEMモデルの応答スペクトルが質点系モデルの応答スペクトルを上回る箇所があることを踏まえて、機器・配管系への影響を検討する。これらの機器・配管系への影響については、別紙4「機器・配管系に関する影響検討」において検討を行う。

表 3-1-8 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価部位の抽出結果

応答特性	耐震評価部位		対象 建物・構築物	代表評価部位
	柱	隅部		
①-1	柱	隅部	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>排気筒</u> ・ 1号機排気筒 	重要設備である非常用ガス処理系用排気筒を支持する排気筒の隅柱（主柱材）を代表として評価する。
	基礎	矩形	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>原子炉建物</u> ・ 制御室建物 ・ タービン建物 ・ 廃棄物処理建物 ・ 排気筒 ・ 緊急時対策所 ・ ガスタービン発電機建物 ・ 屋外配管ダクト（排気筒） 	建物規模が比較的大きく、重要な設備を多く内包している等の留意すべき特徴を有している原子炉建物の基礎を代表として評価する。
①-2	壁	一般部 地下部	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>燃料プール</u> ・ 原子炉建物 ・ タービン建物 ・ 廃棄物処理建物 ・ 屋外配管ダクト（排気筒） ・ 1号機原子炉建物 ・ 1号機タービン建物 ・ 1号機廃棄物処理建物 ・ ディーゼル燃料貯蔵タンク室 	上部に床等の拘束がなく、面外荷重（水圧）が作用する燃料プールの壁を代表として評価する。

凡例 ①-1：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」

①-2：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

注：下線部は代表として評価する建物・構築物を示す。

3.1.5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価部位として抽出された部位について、基準地震動 S_s を用い、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を評価する。評価にあたっては、従来設計手法に基づいた各部位の解析モデルによる水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果を用いることとする。評価に用いる地震動を表3-1-9に示す。また、影響評価は、水平2方向及び鉛直方向を同時入力する時刻歴応答解析による評価又は基準地震動 S_s の各方向地震成分により個別に計算した最大応答値を用い、水平2方向及び鉛直方向地震力の組み合わせる方法として、米国Regulatory Guide 1.92の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に、組合せ係数法(1.0:0.4:0.4)等の最大応答の非同時性を考慮した評価により実施した。

表3-1-9 評価に用いる地震動

応答特性 耐震評価部位		対象建物・構築物	評価に用いる地震動
柱	隅部	・排気筒	基準地震動 S_s を用いる。 基準地震動 S_s-D 及び S_s-N1 の直交方向の地震動は、模擬地震波を用いる。
基礎	矩形	・原子炉建物	VI-2-9-3-4の評価結果を用いるため、基準地震動 S_s による動的地震力を包絡した地震力とする。
壁	水圧作用部	・燃料プール	VI-2-4-2-1の評価結果を用いるため、基準地震動 S_s による動的地震力を包絡した地震力とする。

3.1.6 排気筒の検討

(1) 検討の概要

隅柱は、直交する水平2方向の荷重が応力として集中する部位である。排気筒の鉄塔部支柱材は、応力集中の影響が大きいと想定されるため、立体架構モデルを用いて、基準地震動 S_s を水平2方向及び鉛直方向に同時入力した場合の検討を実施する。

排気筒は、地盤からの高さ120mである内径3.3mの鋼板製筒身（空調換気系用排気筒）を鋼管四角形鉄塔で支えた鋼製鉄塔支持型排気筒である。

また、筒身外部には非常用ガス処理系用排気筒が筒身に支持されている。

筒身は第4支持点位置（EL 113.5m*）にて制震装置（粘性ダンパ）を介して鉄塔と接合されている。

排気筒の設置位置を図3-1-5に、概要図を図3-1-6に、主要レベルの概略平面図を図3-1-7に示す。

構造概要

構造形状	鋼製鉄塔支持型（制震装置（粘性ダンパ）付）
排気筒高さ	筒身 120.0m (EL 128.5m)
鉄塔高さ	105.0m (EL 113.5m)
鉄塔幅	頂部 6.5m 根開き 26.0m
筒身支持点位置	EL 34.5m, EL 62.2m, EL 89.2m, EL 113.5m
基礎	鉄筋コンクリート造

注記*：「EL」は東京湾平均海面（T.P.）を基準としたレベルを示す。

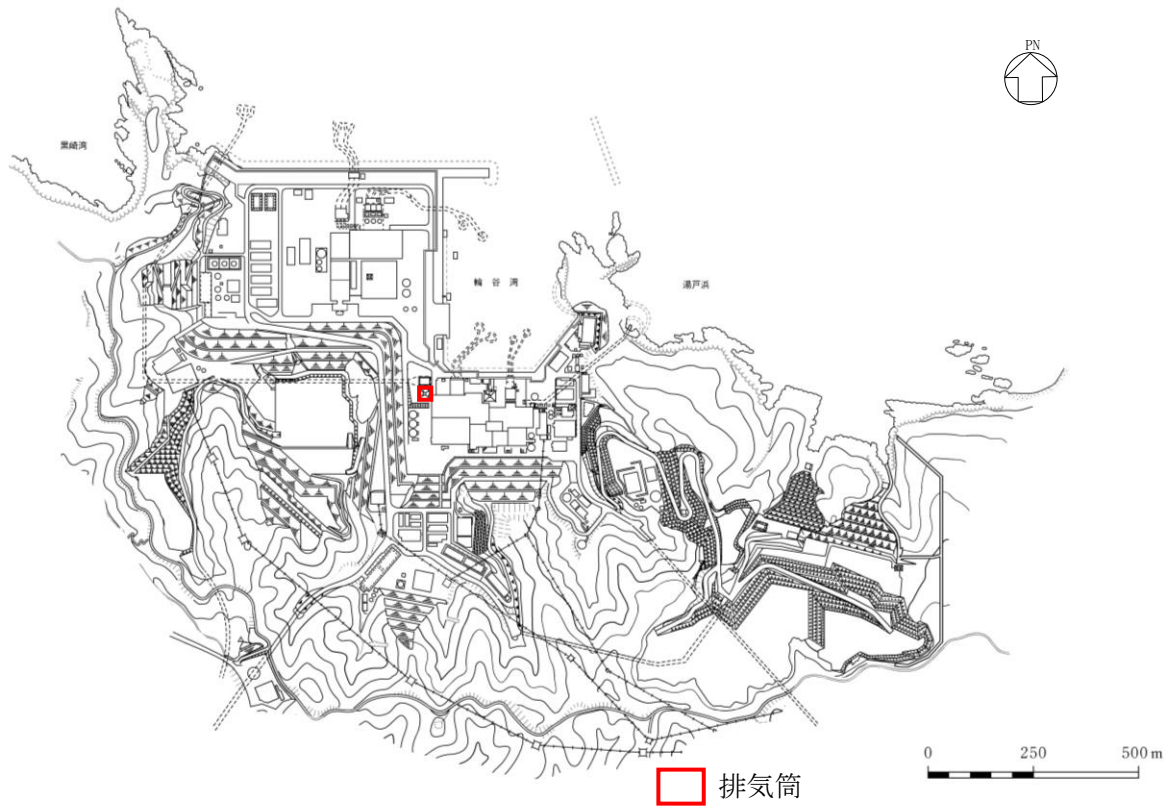
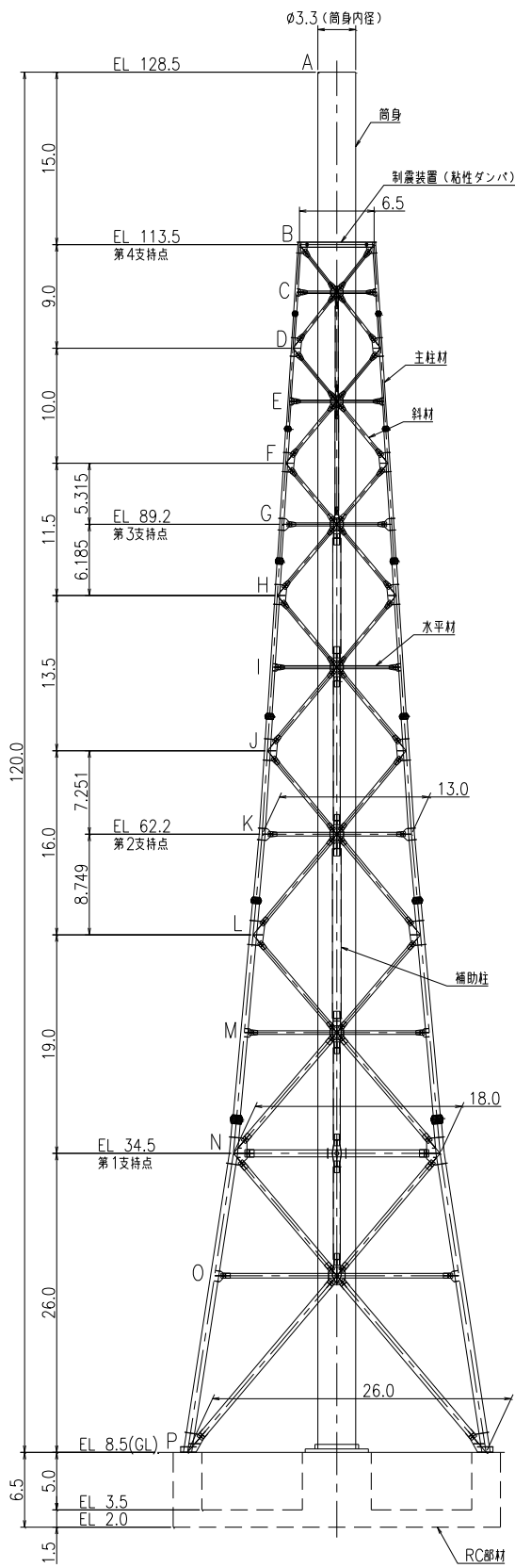


図 3-1-5 排気筒の設置位置



部材リスト (単位:mm)				
主柱材	斜材	水平材	筒身	補助柱
-	-	-	10	-
φ267.4×6.6	φ216.3×5.8	H-450×300 x10×15*2	12	-
φ355.6×6.4	φ267.4×6.6	φ216.3×5.8	10	φ267.4×6.0
φ406.4×7.9	φ267.4×6.6	φ267.4×6.6	12	φ318.5×6.0
φ508.0×9.5	φ318.5×6.9	φ267.4×6.6	10	φ711.2×7.9
φ609.6×12.7	φ355.6×7.9	φ318.5×6.9	12	φ609.6×12.7
φ711.2×12.7 8PLs-22x100*1	φ457.2×9.5	φ318.5×6.9	10	φ609.6×12.7*3
φ558.8×9.5	φ609.6×9.5	φ406.4×9.5	12	φ609.6×12.7*3
φ406.4×9.5	φ609.6×9.5	φ406.4×9.5	t=10	φ609.6×12.7*3
STK41 (STK400相当)				STK400

注記*1: SS400材を示す。
 *2: SS41材 (SS400相当) を示す。
 *3: STK490材を示す。

図 3-1-6 排気筒の概要図 (単位:m)

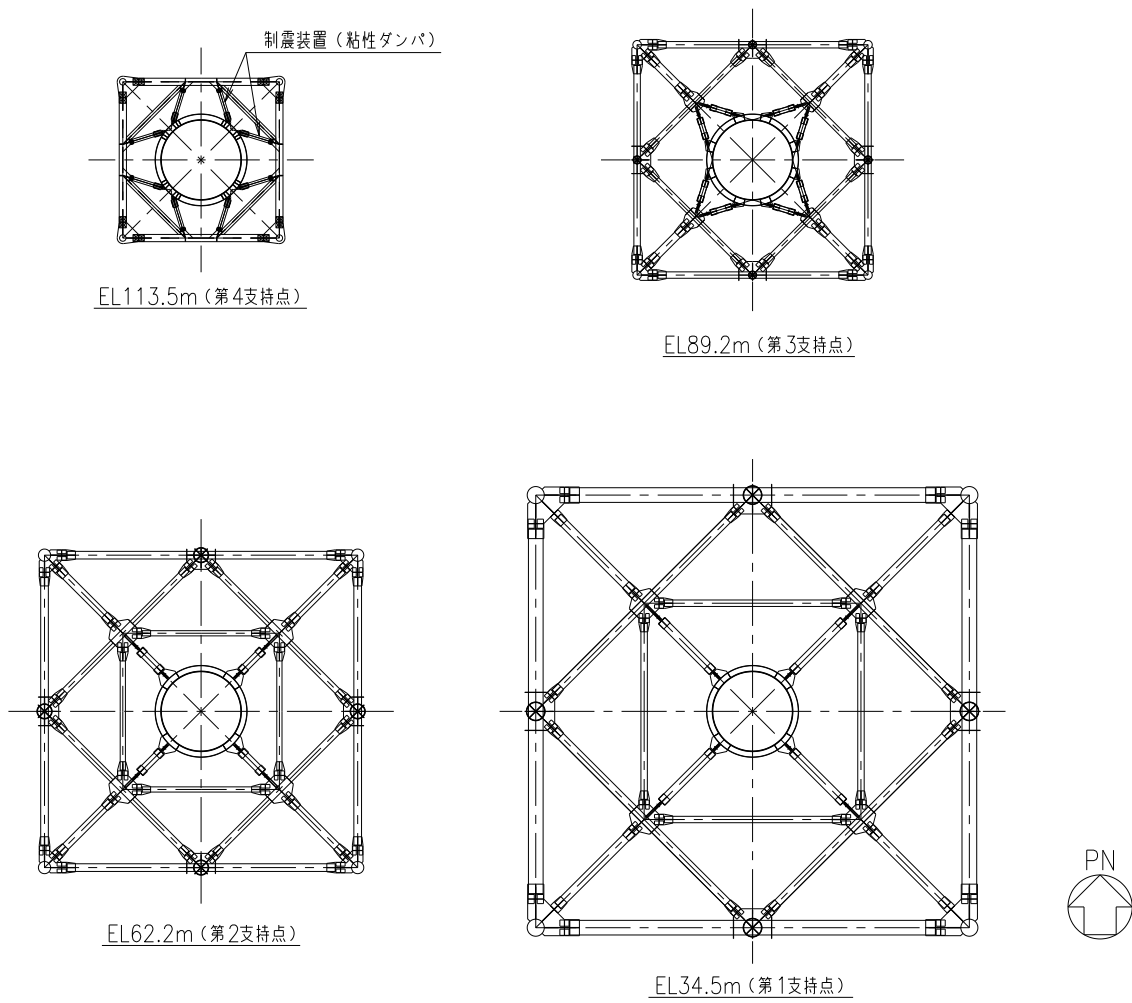


図 3-1-7 主要レベルの概略平面図

(2) 検討方針

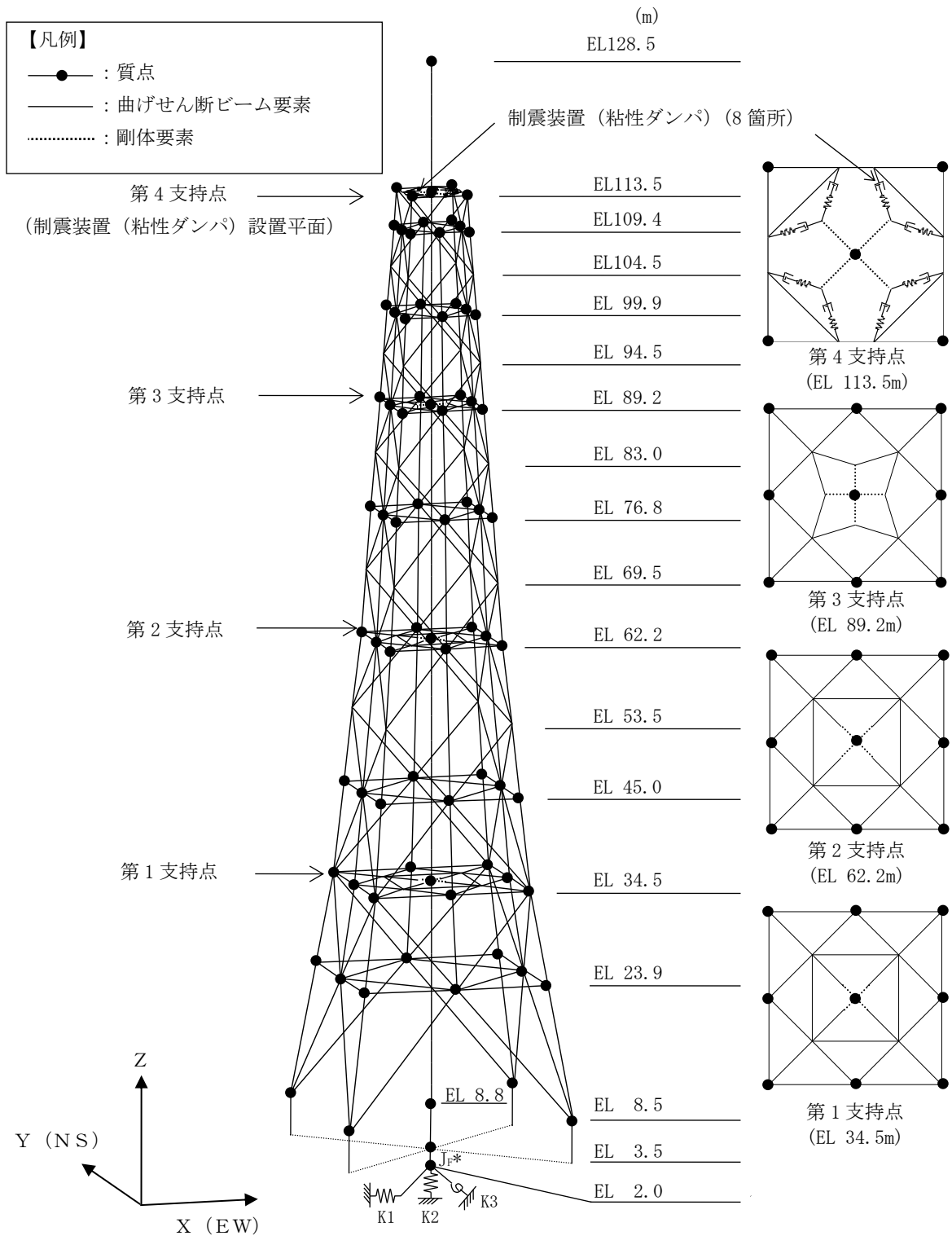
水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価として、直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中する部位である排気筒のうち、鉄塔部支柱材（鉄塔脚部を含む）について評価を行う。

評価にあたっては、基準地震動 S_s を用い、水平 2 方向及び鉛直方向を同時に入力（以下「3 方向同時入力」という。）する時刻歴応答解析を行い、排気筒が有する耐震性に影響しないことを確認する。支柱材（鉄塔脚部を含む）の耐震性への影響については、基準地震動 S_s を 3 方向同時入力した地震応答解析の結果による各断面算定結果（検定値）が、1.0 を超えないことにより確認する。

なお、上記評価において、排気筒は、屋外に設置されており、風荷重の影響が地震力と比べて相対的に無視できないような構造、形状及び仕様の施設であるため、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき、風荷重との組合せを行う。

解析モデルの詳細及び許容値については、VI-2-2-13「排気筒の地震応答計算書」（以下「排気筒の地震応答計算書」という。）及びVI-2-2-14「排気筒の耐震性についての計算書」（以下「排気筒の耐震計算書」という。）に示すものと同一である。

解析モデルを図 3-1-8 に示す。



注記* : 回転慣性重量 ($8407.5 \times 10^3 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

図 3-1-8 排気筒の地震応答解析モデル

(3) 入力地震動

排気筒の地震応答解析モデルへの入力地震動は、基準地震動 S_s を用いる。

排気筒の地震応答計算書及び排気筒の耐震計算書による評価では、立体架構モデルを用いた上で、水平1方向及び鉛直方向同時入力（以下「2方向同時入力」という。）

（ S_s-D 及び S_s-N1 ）並びに3方向同時入力（ S_s-F1 、 S_s-F2 及び S_s-N2 ）を行っている。そのため、3方向同時入力を行っていない S_s-D 及び S_s-N1 については、水平方向成分に直交する方向の地震動に位相特性の異なる模擬地震波を入力する。

3方向同時入力する場合の地震動の組合せを表3-1-10に示す。

表3-1-10 3方向同時入力する場合の地震動の組合せ

地震動	NS方向	EW方向	鉛直方向
S_s-D	S_s-DH	S_s-Dp^*	S_s-DV
S_s-F1	S_s-F1NS	S_s-F1EW	S_s-F1V
S_s-F2	S_s-F2NS	S_s-F2EW	S_s-F2V
S_s-N1	S_s-N1H	S_s-N1p^*	S_s-N1V
S_s-N2NS	S_s-N2NS	S_s-N2EW	S_s-N2V
S_s-N2EW	S_s-N2EW	S_s-N2NS	S_s-N2V

注記*： S_s-D 及び S_s-N1 については、位相特性の異なる模擬地震波を入力する。模擬地震波の作成方針については、別紙5「方向性を考慮しない水平地震動における位相の異なる模擬地震波の作成」に示す。

(4) 使用材料の許容応力度

鋼材，コンクリート及びボルトの許容応力度は，排気筒の耐震計算書の「3.2 使用材料及び材料の許容応力度」に示す内容と同一である。

(5) 解析諸元

使用材料の物性値は，排気筒の地震応答計算書の「3.2 地震応答解析モデル」に示す内容と同一である。

(6) 評価方法

立体架構モデルを用いた3方向同時入力による地震応答解析を行い，支柱材（鉄塔脚部含む）の断面算定結果（検定値）が1.0を超えないことを確認する。参考に排気筒の耐震計算書に記載のケース（以下「工認ケース」という。）との比較を行う。

断面算定の方法は，排気筒の耐震計算書の「3.5.2 断面の評価方法」及び「6.2 鉄塔脚部の評価」に示す方法と同一である。

なお，3方向同時入力時の場合は風荷重との組合せを考慮する。

(7) 評価結果

3方向同時入力時及び工認ケースにおける鉄塔部支柱材の評価結果を表3-1-11に，鉄塔脚部の評価結果を表3-1-12に示す。

評価の結果，3方向同時入力時の支柱材及び鉄塔脚部の検定値が1.0を超えないことを確認した。

以上より，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し，排気筒の支柱材が有する耐震性への影響がないことを確認した。

表 3-1-11 主柱材の評価結果

高さ EL (m)	区間	使用部材 (mm)	検定値	
			工認ケース	3方向同時入力* ¹
113.5-104.5	B-D	φ 267.4 × 6.6	0.18	<u>0.20</u>
104.5- 94.5	D-F	φ 267.4 × 6.6	0.48	<u>0.52</u>
94.5- 83.0	F-H	φ 355.6 × 6.4	0.49	<u>0.56</u>
83.0- 69.5	H-J	φ 406.4 × 7.9	0.48	<u>0.65</u>
69.5- 53.5	J-L	φ 508.0 × 9.5	0.50	<u>0.77</u>
53.5- 34.5	L-N	φ 609.6 × 12.7	0.42	<u>0.65</u>
34.5- 8.5	N-P	φ 711.2 × 12.7* ²	0.34	<u>0.52</u>

注：下線部は検定値が最大となる値を示す。

注記*1：風荷重との組合せを考慮する。

*2：補強リブ8PLs-22×100付きの鋼管とする。

表 3-1-12 鉄塔脚部の評価結果

評価部位	応力分類	検定値	
		工認ケース	3方向同時入力*
コンクリート（せん断プレート側面）	圧縮	0.39	<u>0.55</u>
せん断プレート	曲げ	0.18	<u>0.25</u>
コンクリート（ベースプレート下面）	圧縮	0.18	<u>0.25</u>
フランジプレート、ベースプレート及び ウェブプレートから成る合成断面	曲げ	0.19	<u>0.32</u>
	せん断	0.23	<u>0.41</u>
	組合せ	0.30	<u>0.52</u>
ベースプレート	曲げ	0.46	<u>0.66</u>
リブプレート	圧縮	0.20	<u>0.29</u>
アンカー部（アンカー材）	引張	0.09	<u>0.15</u>
アンカー部（アンカーボルト）	せん断	0.27	<u>0.47</u>

注：下線部は検定値が最大となる値を示す。

注記*：風荷重との組合せを考慮する。

(8) 検討のまとめ

隅柱は直交する水平2方向の荷重が応力として集中する部位である。

応力集中の影響が大きいと考えられる排気筒の鉄塔部支柱材（鉄塔脚部含む）について、排気筒の立体架構モデルに対し、基準地震動 S_s を3方向同時入力した場合の検討を行った。

検討の結果、支柱材及び鉄塔脚部の検定値が1.0を超えないことを確認した。

以上のことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、隅柱が有する耐震性への影響がないことを確認した。

3.1.7 燃料プールの壁の検討

(1) 検討の概要

燃料プールの壁は、面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の水圧等の荷重が作用する部位であり、水平2方向の地震力を受けることから、S s地震時を対象として水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を検討する。

燃料プール及びキャスク置場は原子炉建物の燃料取替階 (EL 42.8m) 付近に位置する鉄筋コンクリート構造物で、使用済燃料、制御棒及び使用済燃料輸送容器が収容される。

燃料プール内には、収容される機器の遮蔽及び冷却のため常時水が張られている。

燃料プール内面はステンレス鋼でライニングされており、漏水を防ぐとともに、保守、点検についても考慮されている。

燃料プールの大きさは、内面寸法で平面 14.00m×13.50m、深さ 8.90m～11.97m、主要な壁厚 2.00m、底面スラブ厚 2.03m である。

燃料プールを含む原子炉建物の概略平面図及び概略断面図を図 3-1-9 及び図 3-1-10 に、燃料プール周りの概略平面図及び概略断面図を図 3-1-11 に示す。

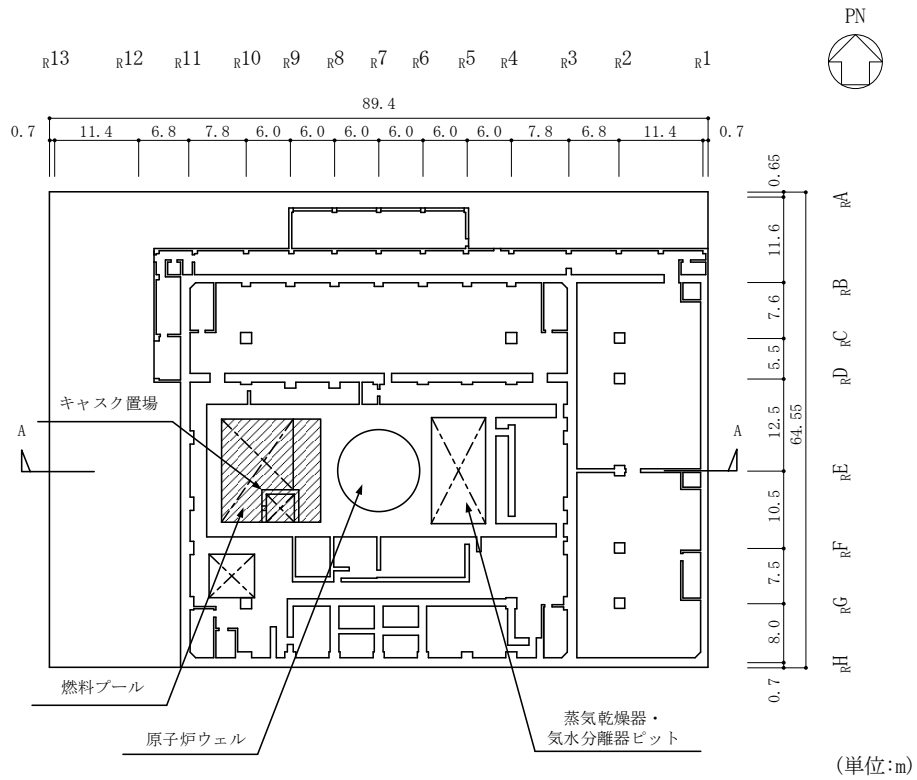


図 3-1-9 燃料プール及びキャスク置場を含む原子炉建物の概略平面図
(EL 34.8m)

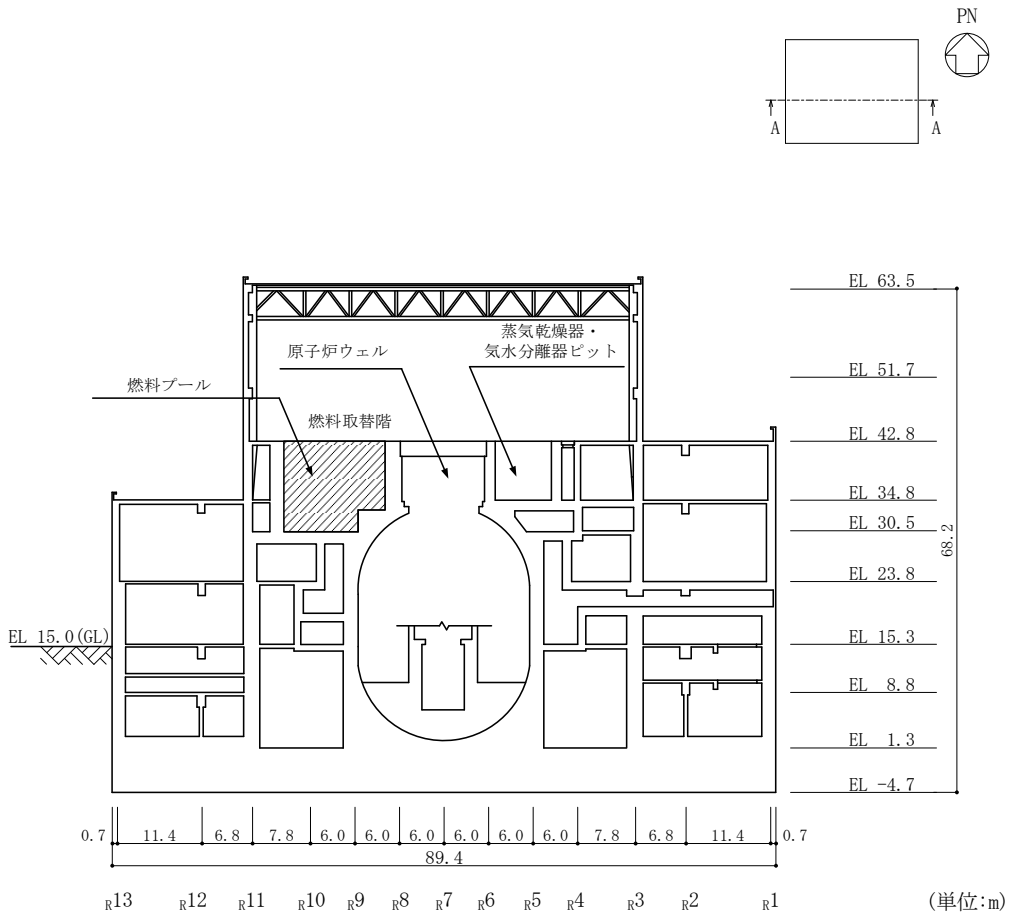
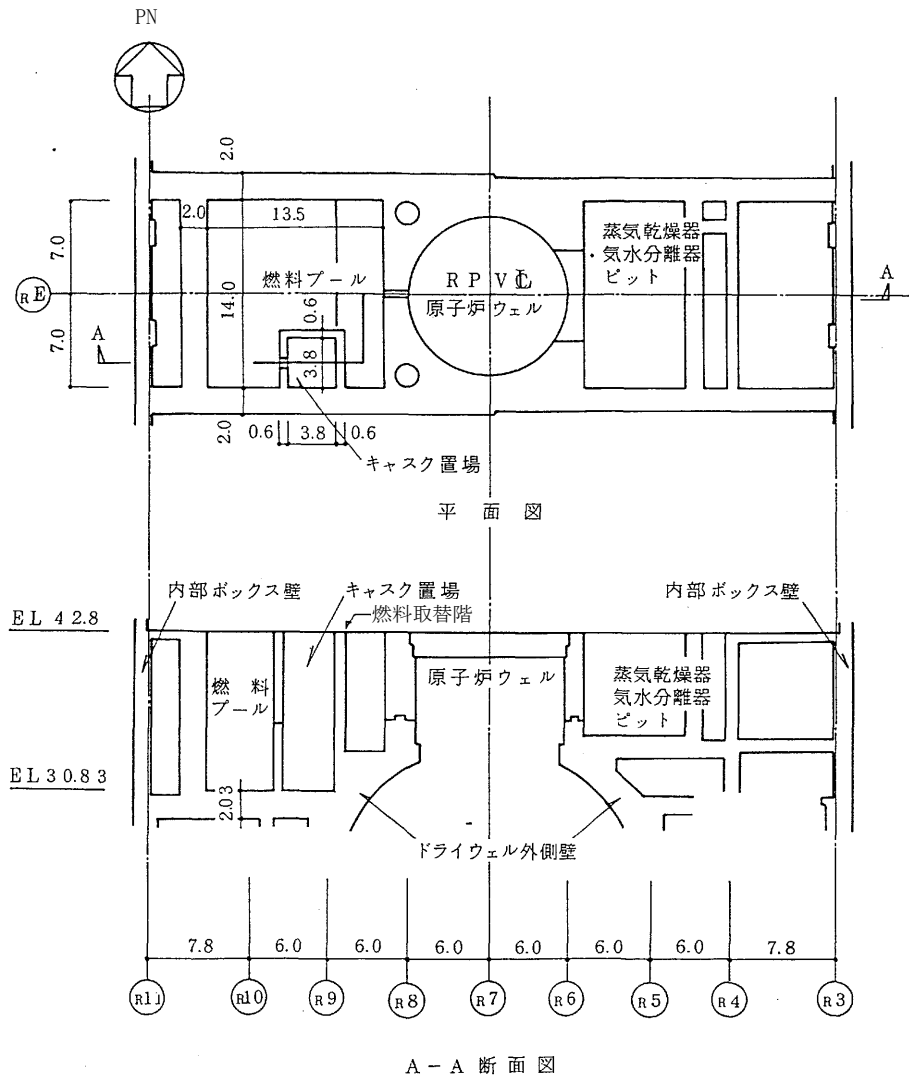


図 3-1-10 燃料プール及びキャスク置場を含む原子炉建物の概略断面図 (A-A断面)



(単位:m)

図 3-1-11 燃料プール及びキャスク置場周りの概略平面図及び概略断面図

(2) 検討方針

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価として、面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用する燃料プールの壁について評価を行う。

評価にあたっては、S s 地震時に対して、3次元FEMモデルの応力解析結果を用いた断面の評価について、許容値を超えないことを確認する。

解析モデルの詳細及び許容値については、VI-2-4-2-1「燃料プール（キャスク置場を含む）の耐震性についての計算書」（以下「燃料プールの耐震計算書」という。）に示すものと同一である。

(3) 荷重及び荷重の組合せ

荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重の組合せを表 3-1-13 に示す。荷重の詳細は、燃料プールの耐震計算書の「3.2.1 荷重」に示す固定荷重（G）、積載荷重（P）及び地震荷重（S s）と同一である。

表 3-1-13 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S s 地震時	G + P + S s

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S s : 地震荷重（地震時動水圧荷重を含む）

(4) 使用材料の許容限界

コンクリート及び鉄筋の許容限界は、燃料プールの耐震計算書の「3.3 許容限界」に示す内容と同一である。

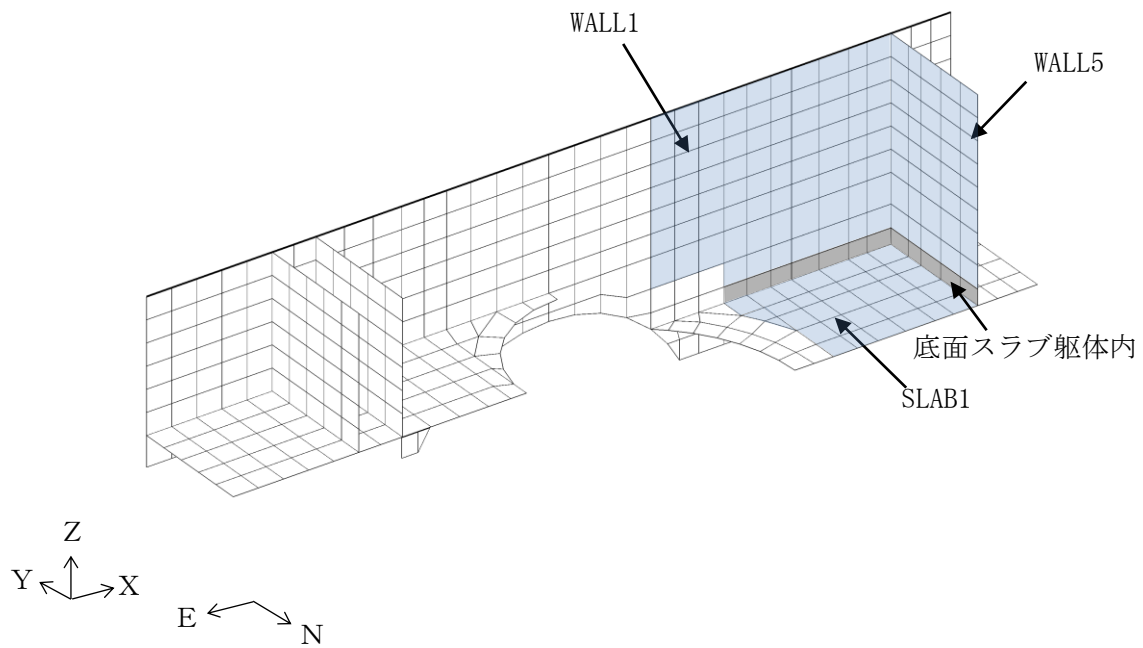
(5) 応力解析

解析モデルの概要図を図 3-1-12 に示す。解析モデルの詳細は、燃料プールの耐震計算書の「3.4 解析モデル及び諸元」に示す内容と同一である。

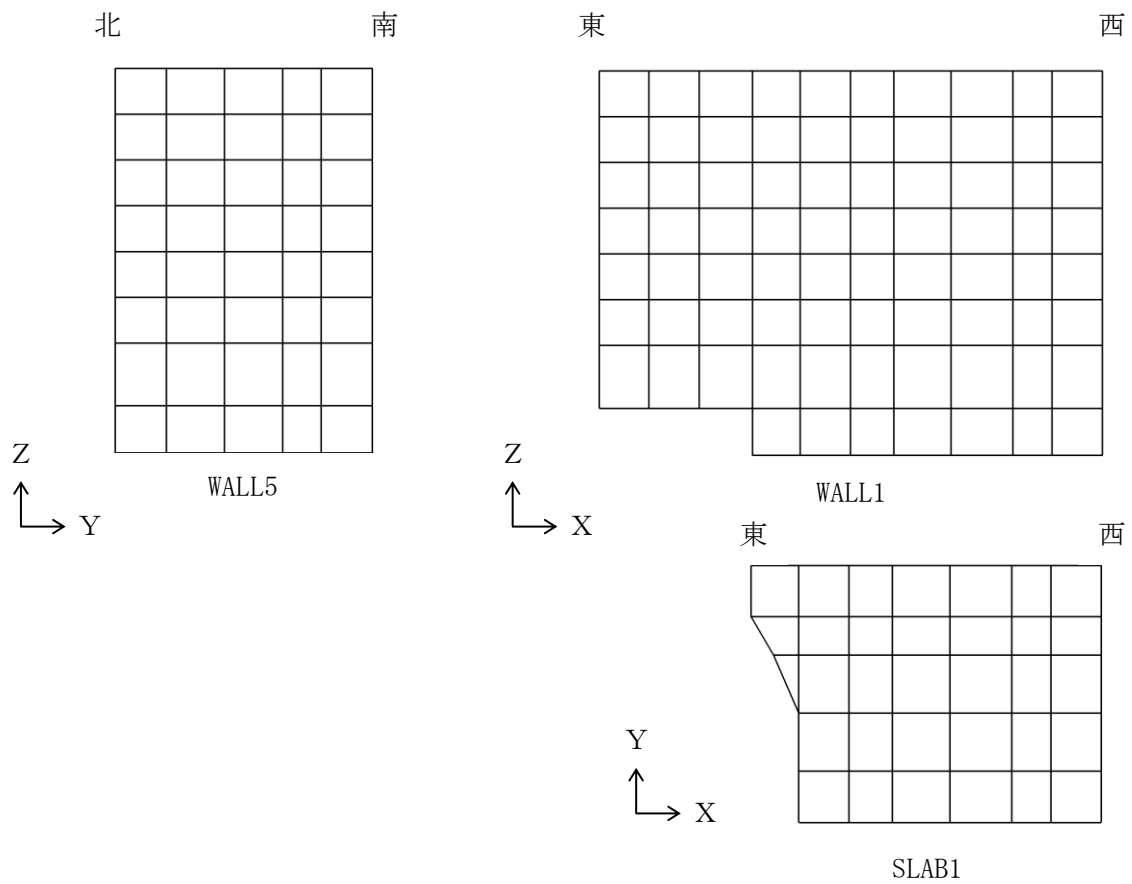
S s 地震時の応力は、燃料プールの耐震計算書の「3.5.1 応力解析方法」に示す次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

G	: 固定荷重
P	: 積載荷重
S s _{SN}	: S→N方向 S s 地震荷重 (S s 地震時動水圧荷重を含む)
S s _{WE}	: W→E方向 S s 地震荷重 (S s 地震時動水圧荷重を含む)
S s _{UD}	: 鉛直方向 (下向き) S s 地震荷重

水平地震力と鉛直地震力による応力の組合せは、米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に、組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) に基づいて評価する。荷重の組合せケースを表 3-1-14 及び表 3-1-15 に示す。



(a) 全体鳥瞰図



(b) 燃料プール要素分割図

図 3-1-12 解析モデルの概要図

表 3-1-14 荷重の組合せケース (水平 2 方向)

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	3-1	$G + P + 1.0 S_{SN} - 0.4 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-2	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-3	$G + P - 1.0 S_{SN} - 0.4 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-4	$G + P - 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-5	$G + P + 0.4 S_{SN} - 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-6	$G + P - 0.4 S_{SN} - 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-7	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-8	$G + P - 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-9	$G + P + 1.0 S_{SN} - 0.4 S_{WE} - 0.4 S_{UD}$
	3-10	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{WE} - 0.4 S_{UD}$
	3-11	$G + P - 1.0 S_{SN} - 0.4 S_{WE} - 0.4 S_{UD}$
	3-12	$G + P - 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{WE} - 0.4 S_{UD}$
	3-13	$G + P + 0.4 S_{SN} - 1.0 S_{WE} - 0.4 S_{UD}$
	3-14	$G + P - 0.4 S_{SN} - 1.0 S_{WE} - 0.4 S_{UD}$
	3-15	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{WE} - 0.4 S_{UD}$
	3-16	$G + P - 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{WE} - 0.4 S_{UD}$
	3-17	$G + P + 0.4 S_{SN} - 0.4 S_{WE} + 1.0 S_{UD}$
	3-18	$G + P + 0.4 S_{SN} + 0.4 S_{WE} + 1.0 S_{UD}$
	3-19	$G + P - 0.4 S_{SN} - 0.4 S_{WE} + 1.0 S_{UD}$
	3-20	$G + P - 0.4 S_{SN} + 0.4 S_{WE} + 1.0 S_{UD}$
	3-21	$G + P + 0.4 S_{SN} - 0.4 S_{WE} - 1.0 S_{UD}$
	3-22	$G + P + 0.4 S_{SN} + 0.4 S_{WE} - 1.0 S_{UD}$
	3-23	$G + P - 0.4 S_{SN} - 0.4 S_{WE} - 1.0 S_{UD}$
	3-24	$G + P - 0.4 S_{SN} + 0.4 S_{WE} - 1.0 S_{UD}$

表 3-1-15 荷重の組合せケース (水平 1 方向)

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	2-1	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{UD}$
	2-2	$G + P - 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{UD}$
	2-3	$G + P - 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	2-4	$G + P + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	2-5	$G + P + 1.0 S_{SN} - 0.4 S_{UD}$
	2-6	$G + P - 1.0 S_{SN} - 0.4 S_{UD}$
	2-7	$G + P - 1.0 S_{WE} - 0.4 S_{UD}$
	2-8	$G + P + 1.0 S_{WE} - 0.4 S_{UD}$
	2-9	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{UD}$
	2-10	$G + P - 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{UD}$
	2-11	$G + P - 0.4 S_{WE} + 1.0 S_{UD}$
	2-12	$G + P + 0.4 S_{WE} + 1.0 S_{UD}$
	2-13	$G + P + 0.4 S_{SN} - 1.0 S_{UD}$
	2-14	$G + P - 0.4 S_{SN} - 1.0 S_{UD}$
	2-15	$G + P - 0.4 S_{WE} - 1.0 S_{UD}$
	2-16	$G + P + 0.4 S_{WE} - 1.0 S_{UD}$

(6) 評価方法

燃料プールの壁の評価は、燃料プールの耐震計算書の「3.5.2 断面の評価方法」に示す方法と同一である。

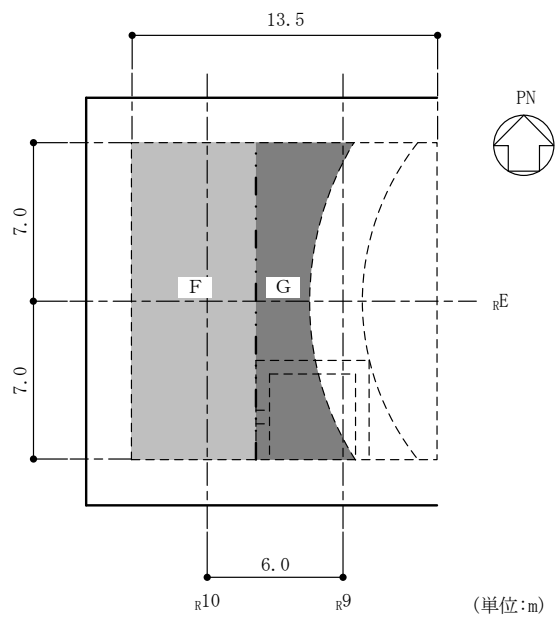
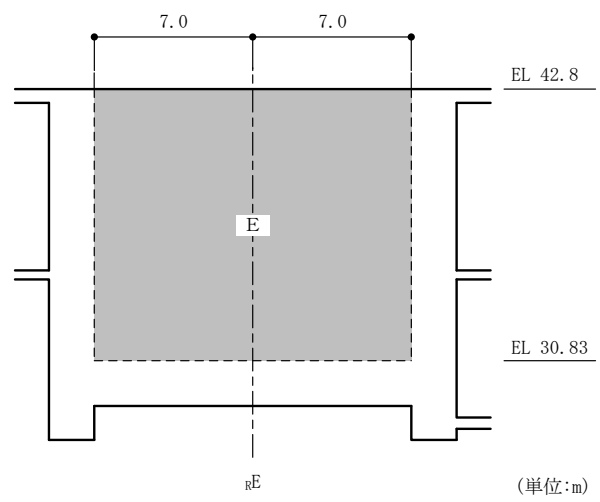
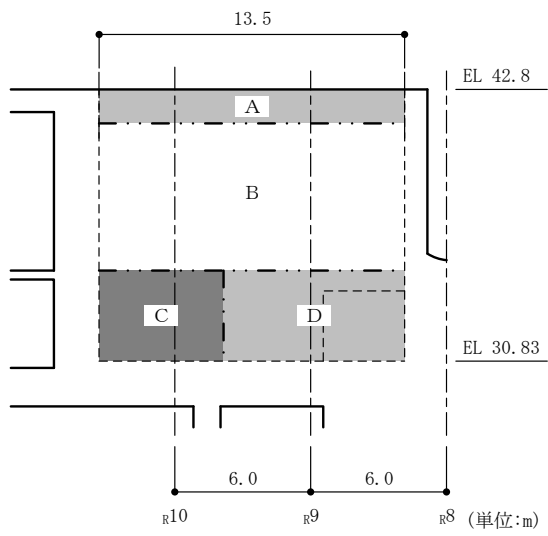
(7) 評価結果

断面の評価結果を以下に示す。また、3次元FEMモデルの配筋領域図を図3-1-13に、配筋一覧を表3-1-16に示す。

断面の評価結果を記載する要素は、軸力、曲げモーメント及び面内せん断力による鉄筋及びコンクリートのひずみ、軸力による圧縮応力度、面内せん断力及び面外せん断力に対する評価において、発生値に対する許容値の割合が最小となる要素とする。

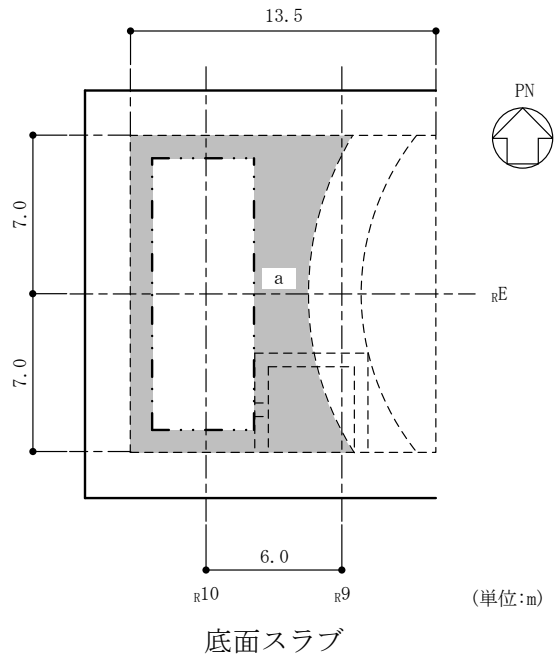
選定した要素の位置を図3-1-14及び図3-1-15に、評価結果を表3-1-17及び表3-1-18に示す。

Ss地震時における水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果と水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果を比較すると、水平2方向の地震力の影響により発生値は増加傾向にあり、一部最大となる要素が変わるものもあるが、軸力、曲げモーメント及び面内せん断力による鉄筋及びコンクリートのひずみ、軸力による圧縮応力度、面内せん断力及び面外せん断力が各許容値を超えないことを確認した。



(a) 主筋

図 3-1-13(1) 配筋領域図



(b) せん断補強筋

図 3-1-13(2) 配筋領域図

表 3-1-16 配筋一覧

(a) 南側壁主筋

領域	タテ方向	ヨコ方向
A	(内側) D38@200+D38@400 (外側) 3-D38@200	(内側) 2-D38@200 (外側) 3-D38@200
B	(内側) D38@200+D38@400 (外側) 2-D38@200	(内側) 2-D38@200 (外側) 2-D38@200+D38@400
C	(内側) 2-D38@200 (外側) 2-D38@200	(内側) 2-D38@200 (外側) 2-D38@200+D38@400
D	(内側) 2-D38@200 (外側) 2-D38@200+D38@400	(内側) 2-D38@200 (外側) 2-D38@200+D38@400

(b) 西側壁主筋

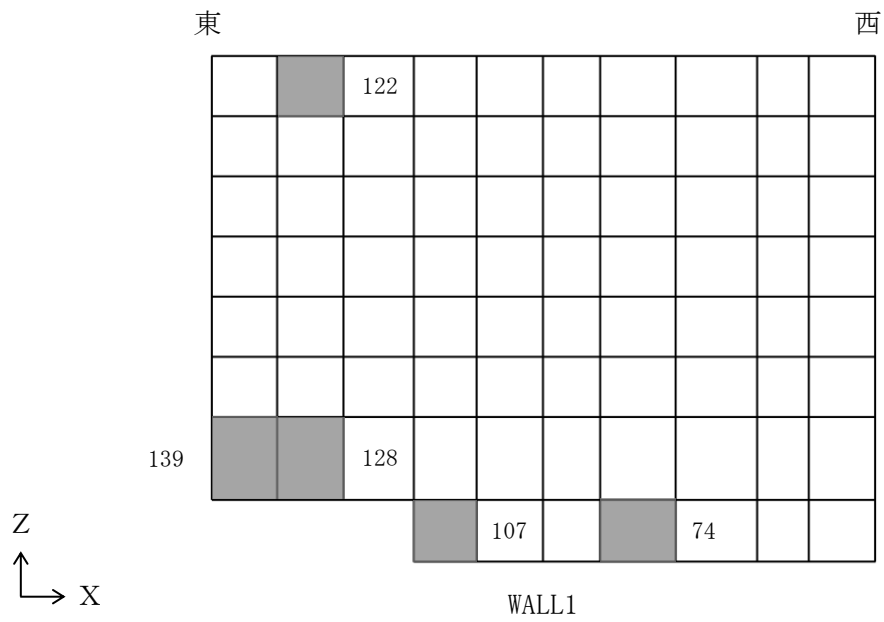
領域	タテ方向	ヨコ方向
E	(内側) D38@200+D38@400 (外側) D38@200+D38@400	(内側) D38@200+D38@400 (外側) D38@200+D38@400

(c) 底面スラブ主筋

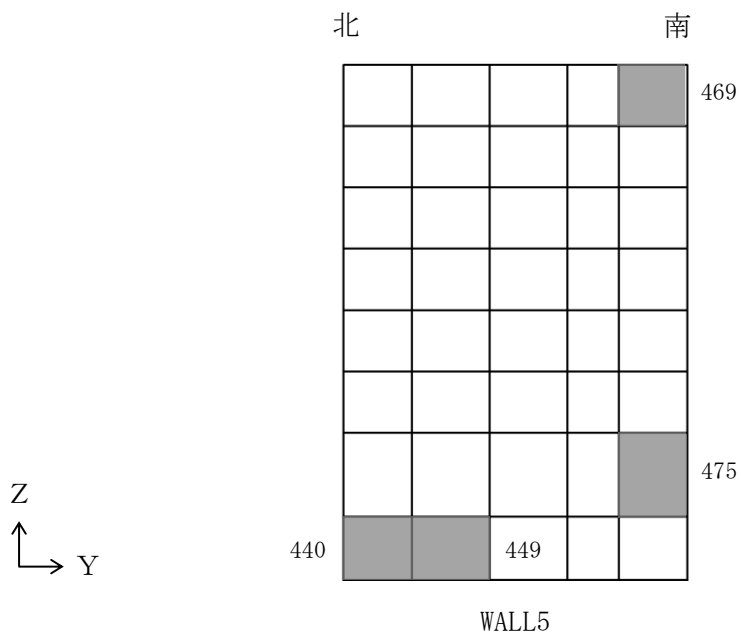
領域	N S方向	E W方向
F	(上ば筋) D38@200+D38@400 (下ば筋) 2-D38@200	(上ば筋) 2-D38@200 (下ば筋) 2-D38@200+D38@400
G	(上ば筋) D38@200+D38@400 (下ば筋) 2-D38@200+D38@400	(上ば筋) 2-D38@200 (下ば筋) 2-D38@200+D38@400

(d) 底面スラブせん断補強筋

領域	配筋
a	D19@400×200

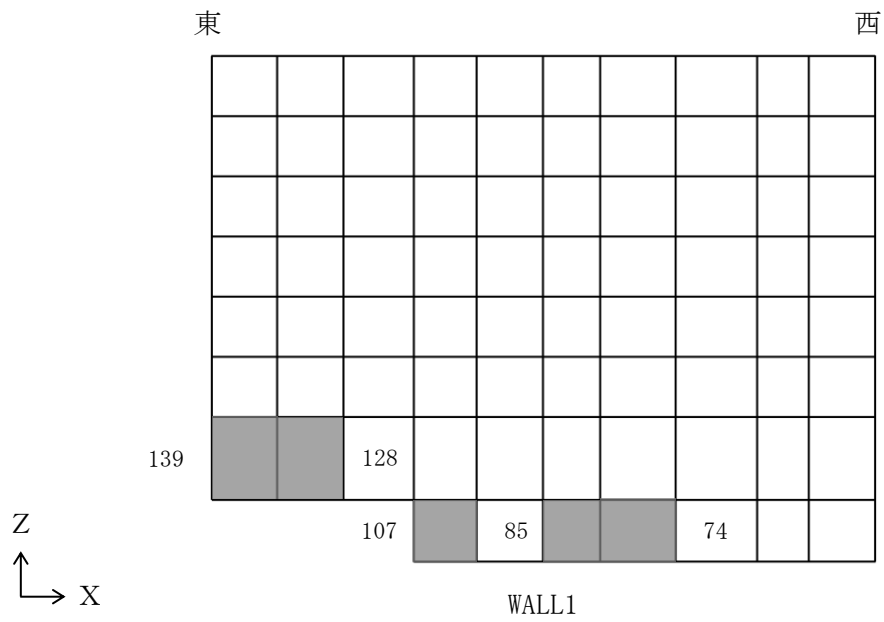


(a) 南側壁

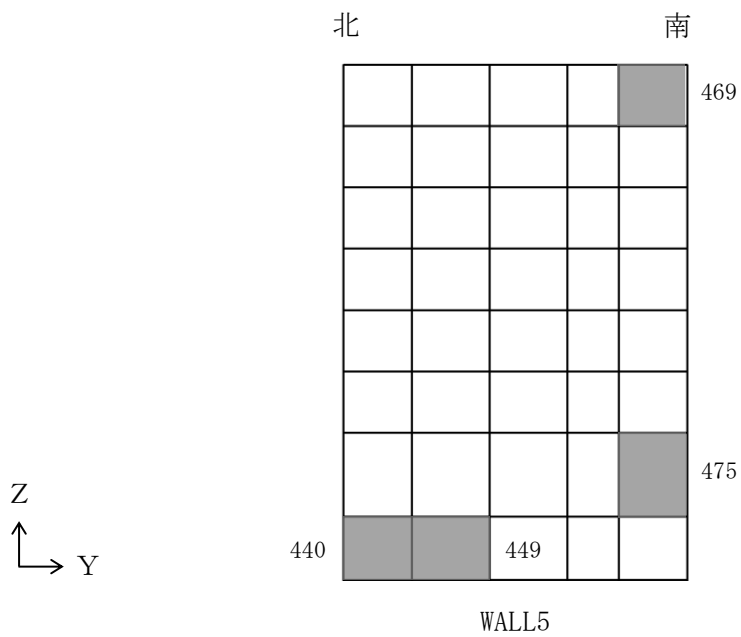


(b) 西側壁

図 3-1-14 選定した要素の位置
(水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ)



(a) 南側壁



(b) 西側壁

図 3-1-15 選定した要素の位置
(水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せ)

表 3-1-17 燃料プールの壁の評価結果
(水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ)

部位	評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
南側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート 圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	128	3-20	0.180	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	水平	122	3-8	1.46	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	139	3-8	3.55	15.6
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	—	107	3-20	2.58	4.39
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	74	3-17	0.557	1.41
西側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート 圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	449	3-19	0.270	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	449	3-19	1.78	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	水平	469	3-12	1.38	15.6
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	—	475	3-19	1.34	3.04
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	440	3-17	0.695	1.22

表 3-1-18 燃料プールの壁の評価結果
(水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せ)

部位	評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
南側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート 圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	128	2-12	0.170	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	85	2-10	1.40	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	鉛直	139	2-4	3.31	15.6
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	—	107	2-12	2.37	4.39
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	74	2-9	0.550	1.42
西側壁	軸力 + 曲げモーメント + 面内せん断力	コンクリート 圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	449	2-11	0.261	3.00
		鉄筋引張ひずみ ($\times 10^{-3}$)	鉛直	449	2-11	1.68	5.00
	軸力	圧縮応力度 (N/mm^2)	水平	469	2-6	1.38	15.6
	面内せん断力	面内せん断応力度 (N/mm^2)	—	475	2-9	1.31	3.02
	面外せん断力	面外せん断応力度 (N/mm^2)	鉛直	440	2-11	0.694	1.22

(8) 検討のまとめ

燃料プールの壁は、面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の水圧等の荷重が作用する部位であるため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、3次元 F E Mモデルを用いた応力解析を実施した。

検討の結果、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果と水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果を比較すると、水平 2 方向の地震力の影響により発生値は増加傾向にあり、一部最大となる要素が変わるものもあるが、軸力、曲げモーメント及び面内せん断力による鉄筋及びコンクリートのひずみ、軸力による圧縮応力度、面内せん断応力度並びに面外せん断応力度が各許容値を超えないことを確認した。

以上より、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、燃料プールの壁が有する耐震性への影響がないことを確認した。

3.1.8 原子炉建物基礎スラブの検討

(1) 検討の概要

原子炉建物基礎スラブは、矩形であり直交する水平 2 方向の荷重が隅部に応力として集中する可能性があることから、S s 地震時を対象として水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を検討する。

原子炉建物基礎スラブは、その上部構造である原子炉本体の基礎、原子炉格納容器、その周囲の壁（以下「ドライウエル外側壁」という。）、原子炉棟の外壁（以下「内部ボックス壁」という。）及び付属棟の外壁（以下「外部ボックス壁」という。）を支持する鉄筋コンクリート造の基礎スラブである。

原子炉建物基礎スラブの平面寸法は、70.0m (N S) × 89.4m (E W) の矩形であり、厚さは 6.0m である。

原子炉建物基礎スラブの概略平面図及び概略断面図を図 3-1-16 及び図 3-1-17 に示す。

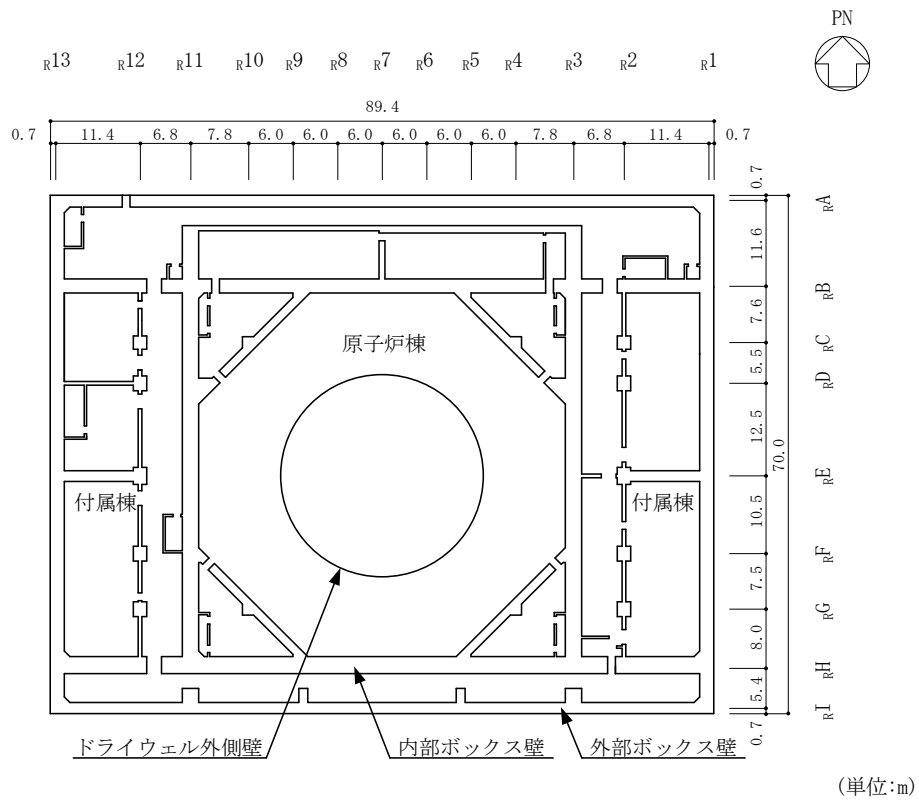
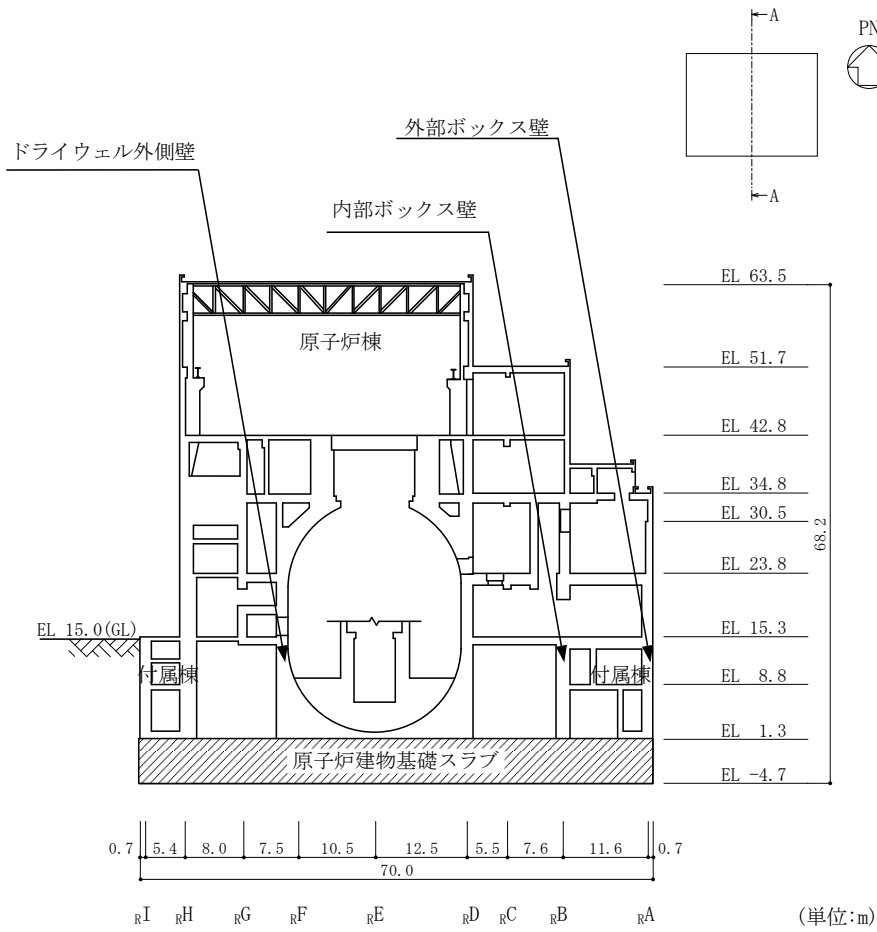
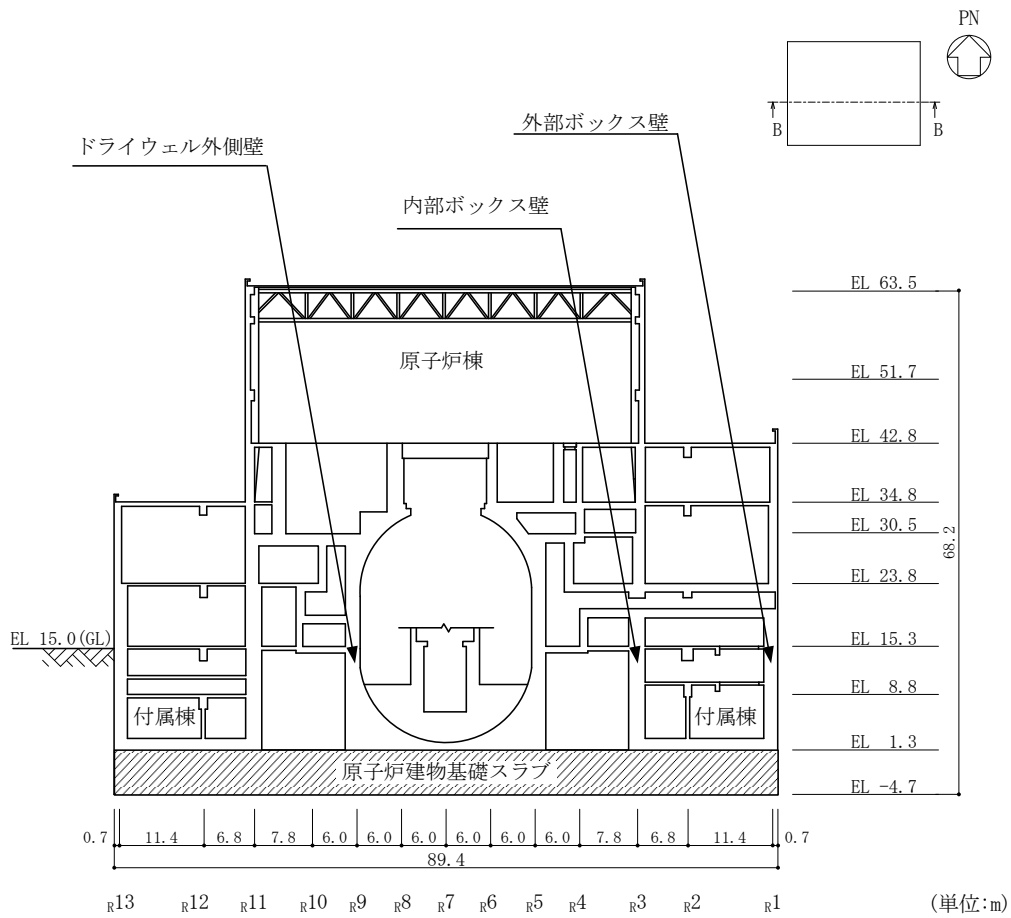


図 3-1-16 原子炉建物基礎スラブの概略平面図 (EL 1.3m)



(a) A-A断面, NS方向

図 3-1-17(1) 原子炉建物基礎スラブの概略断面図



(b) B-B断面, EW方向

図3-1-17(2) 原子炉建物基礎スラブの概略断面図

(2) 検討方針

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価として、直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中する部位である原子炉建物基礎スラブについて評価を行う。

評価にあたっては、S s 地震時に対して、3 次元 F E M モデルの応力解析結果を用いた断面の評価について、許容値を超えないことを確認する。

解析モデルの詳細及び許容値については、VI-2-9-3-4「原子炉建物基礎スラブの耐震性についての計算書」（以下「基礎スラブの耐震計算書」という。）に示すものと同様である。

(3) 荷重及び荷重の組合せ

荷重の組合せは、VI-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。また、荷重の組合せを表 3-1-19 に示す。荷重の詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.2.1 荷重」に示す固定荷重 (G)、積載荷重 (P) 及び地震荷重 (S s) と同一である。

表 3-1-19 荷重の組合せ

外力の状態	荷重の組合せ
S s 地震時	G + P + S s

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S s : 地震荷重 (地震時土圧荷重を含む)

(4) 使用材料の許容限界

コンクリート及び鉄筋の許容限界は、基礎スラブの耐震計算書の「4.3 許容限界」に示す内容と同一である。

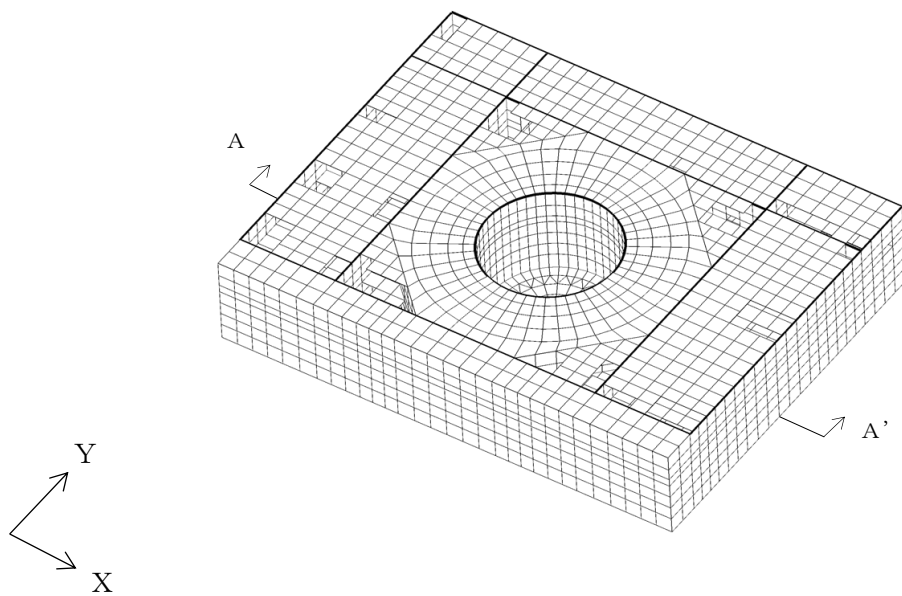
(5) 応力解析

解析モデルの概要図を図 3-1-18 に示す。解析モデルの詳細は、基礎スラブの耐震計算書の「4.4 解析モデル及び諸元」に示す内容と同一である。

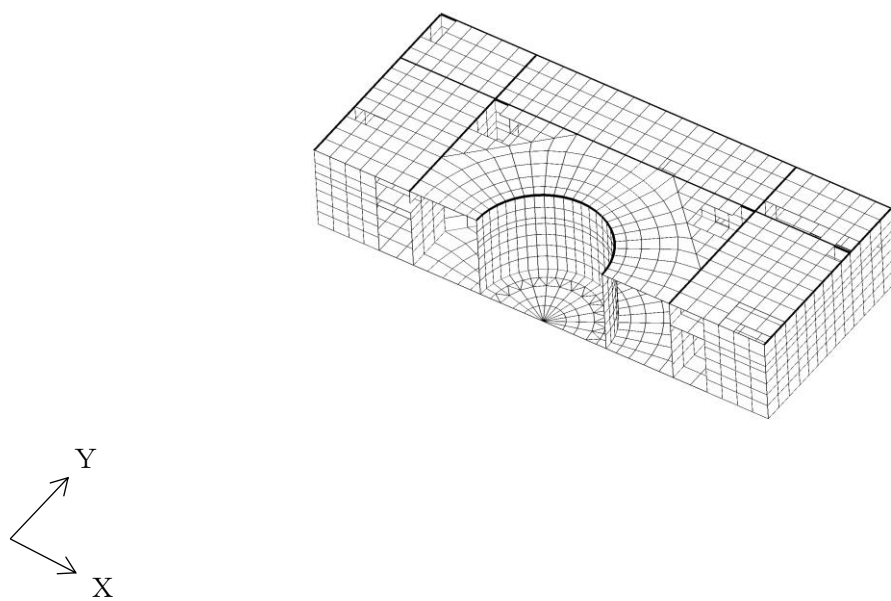
S s 地震時の応力は、基礎スラブの耐震計算書の「4.5.1 応力解析方法」に示す次の荷重ケースによる応力を組み合わせて求める。

G	: 固定荷重
P	: 積載荷重
S _s S _{SN}	: S→N方向 S _s 地震荷重 (地震時土圧を含む)
S _s S _{NS}	: N→S方向 S _s 地震荷重 (地震時土圧を含む)
S _s S _{EW}	: E→W方向 S _s 地震荷重 (地震時土圧を含む)
S _s S _{WE}	: W→E方向 S _s 地震荷重 (地震時土圧を含む)
S _s S _{UD}	: 鉛直方向 (下向き) S _s 地震荷重
S _s S _{DU}	: 鉛直方向 (上向き) S _s 地震荷重

水平地震力と鉛直地震力による応力の組合せは、米国 Regulatory Guide 1.92 の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考に、組合せ係数法 (1.0 : 0.4 : 0.4) に基づいて評価する。なお、水平 2 方向と鉛直方向の組合せにおいては、水平 1 方向と鉛直方向の組合せの結果を考慮して鉛直方向地震力に 0.4 を乗じるケースに対して実施する。荷重の組合せケースを表 3-1-20 及び表 3-1-21 に示す。

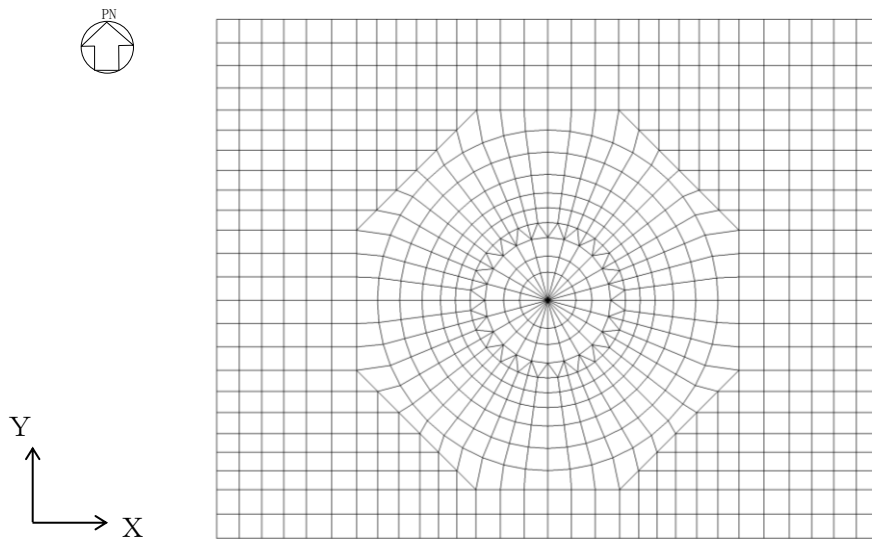


(a) 全体鳥瞰図



(b) 全体鳥瞰断面図 (A-A' 断面)

図 3-1-18(1) 解析モデルの概要図



(c) 基礎スラブ要素分割図
 図 3-1-18(2) 解析モデルの概要図

表 3-1-20 荷重の組合せケース (水平 2 方向)

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	3-1	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{EW} + 0.4 S_{UD}$
	3-2	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-3	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{EW} + 0.4 S_{UD}$
	3-4	$G + P + 0.4 S_{NS} + 1.0 S_{EW} + 0.4 S_{UD}$
	3-5	$G + P + 1.0 S_{NS} + 0.4 S_{EW} + 0.4 S_{UD}$
	3-6	$G + P + 1.0 S_{NS} + 0.4 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-7	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-8	$G + P + 0.4 S_{NS} + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	3-9	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{EW} + 0.4 S_{DU}$
	3-10	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{WE} + 0.4 S_{DU}$
	3-11	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{EW} + 0.4 S_{DU}$
	3-12	$G + P + 0.4 S_{NS} + 1.0 S_{EW} + 0.4 S_{DU}$
	3-13	$G + P + 1.0 S_{NS} + 0.4 S_{EW} + 0.4 S_{DU}$
	3-14	$G + P + 1.0 S_{NS} + 0.4 S_{WE} + 0.4 S_{DU}$
	3-15	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{DU}$
	3-16	$G + P + 0.4 S_{NS} + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{DU}$

表 3-1-21 荷重の組合せケース (水平 1 方向)

外力の状態	ケース No.	荷重の組合せ
S s 地震時	1-1	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{UD}$
	1-2	$G + P + 1.0 S_{SN} + 0.4 S_{DU}$
	1-3	$G + P + 1.0 S_{NS} + 0.4 S_{UD}$
	1-4	$G + P + 1.0 S_{NS} + 0.4 S_{DU}$
	1-5	$G + P + 1.0 S_{EW} + 0.4 S_{UD}$
	1-6	$G + P + 1.0 S_{EW} + 0.4 S_{DU}$
	1-7	$G + P + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{UD}$
	1-8	$G + P + 1.0 S_{WE} + 0.4 S_{DU}$
	1-9	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{UD}$
	1-10	$G + P + 0.4 S_{SN} + 1.0 S_{DU}$
	1-11	$G + P + 0.4 S_{NS} + 1.0 S_{UD}$
	1-12	$G + P + 0.4 S_{NS} + 1.0 S_{DU}$
	1-13	$G + P + 0.4 S_{EW} + 1.0 S_{UD}$
	1-14	$G + P + 0.4 S_{EW} + 1.0 S_{DU}$
	1-15	$G + P + 0.4 S_{WE} + 1.0 S_{UD}$
	1-16	$G + P + 0.4 S_{WE} + 1.0 S_{DU}$

(6) 評価方法

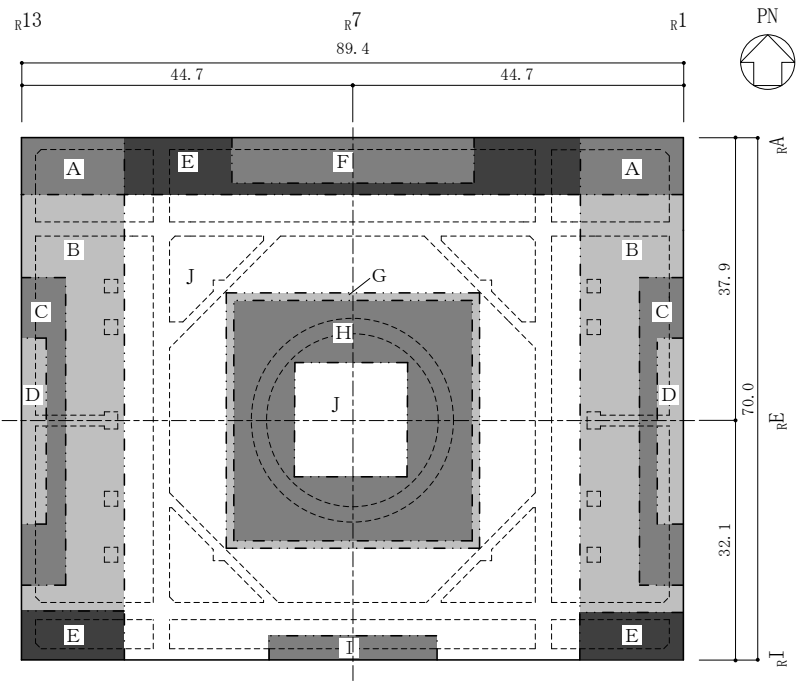
基礎スラブの断面評価は、基礎スラブの耐震計算書の「4.5.2 断面の評価方法」に示す方法と同一である。

(7) 評価結果

断面の評価結果を以下に示す。また、3次元FEMモデルの配筋領域図及び配筋一覧を図3-1-19及び表3-1-22に示す。断面の評価結果を記載する要素は、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力に対する評価において、発生値に対する許容値の割合が最小となる要素とする。

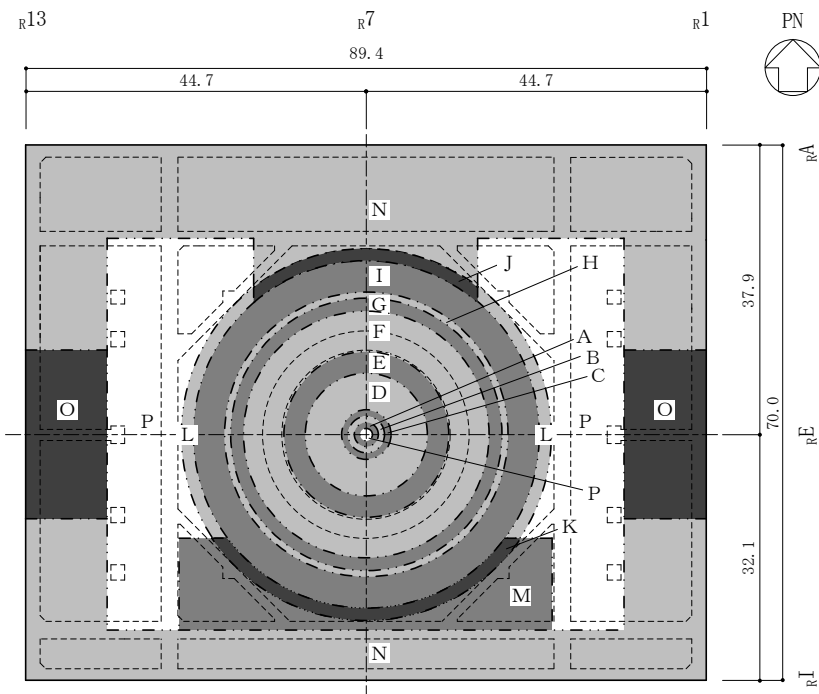
選定した要素の位置を図3-1-20及び図3-1-21に、評価結果を表3-1-23及び表3-1-24に示す。

Ss地震時における水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果と水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果を比較すると、水平2方向の地震力の影響により発生値は増加傾向にあり、一部最大となる要素が変わるものもあるが、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が各許容値を超えないことを確認した。



(単位:m)

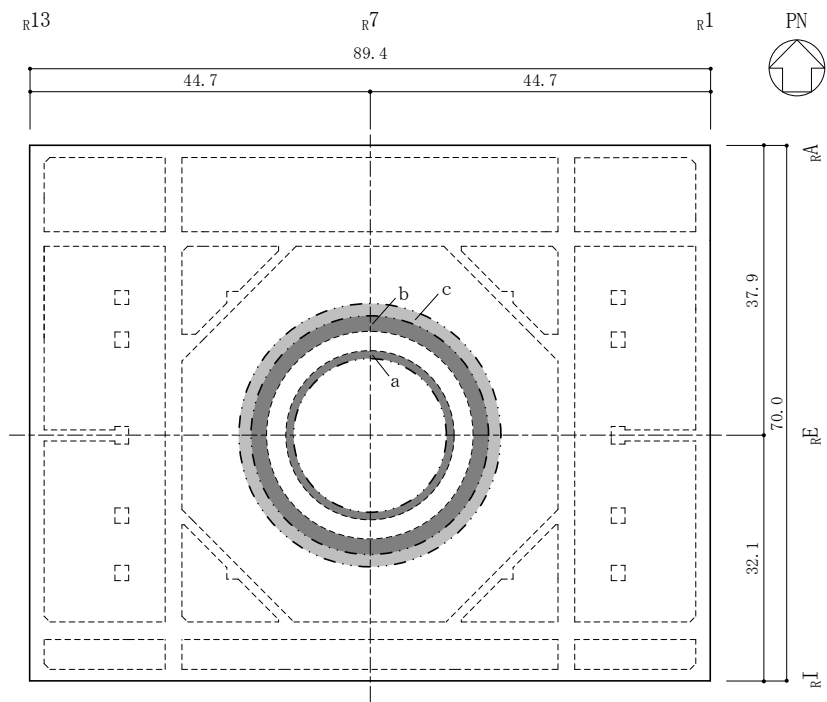
(a) 主筋 (下ば筋)



(単位:m)

(b) 主筋 (上ば筋)

図 3-1-19(1) 配筋領域図



(単位:m)

(c) せん断補強筋

図 3-1-19(2) 配筋領域図

表 3-1-22(1) 配筋一覧

(a) 主筋 (下ば筋)

領域	方向	配筋
A	N S	D38@200+D38@400
	E W	D38@200+D38@400
B	N S	2-D38@200
	E W	D38@200+D38@400
C	N S	2-D38@200+D38@400
	E W	D38@200+D38@400+D32@400
D	N S	3-D38@200+D38@400
	E W	D38@200+D38@400+2-D32@400
E	N S	D38@200+D38@400
	E W	2-D38@200
F	N S	D38@200+D38@400+D32@400
	E W	2-D38@200+D38@400
G	N S	2-D38@200+D38@400
	E W	2-D38@200+D38@400
H	N S	3-D38@200+D32@400
	E W	3-D38@200+D32@400
I	N S	2-D38@200+D32@400
	E W	2-D38@200+D38@400
J	N S	2-D38@200
	E W	2-D38@200

表 3-1-22(2) 配筋一覧

(b) 主筋 (上ば筋) (1/2)

領域	方向	配筋
A	放射	48-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
	N S	D38@200
	E W	D38@200
B	放射	96-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
	N S	D38@200
	E W	D38@200
C	放射	96-D38 + 48-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
D	放射	192-D38 + 96-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
E	放射	384-D38 + 192-D35 / 周
	円周	D38@200 + D32@400
F	放射	384-D38 + 2 × 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
G	放射	384-D38 + 384-D35 + 192-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
H	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 + 192-D35 / 周
	円周	2-D38@200 + D32@400
I	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
J	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35 / 周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200 + D32@400
	E W	D38@200 + D32@400

表 3-1-22(3) 配筋一覧

(c) 主筋（上ば筋）(2/2)

領域	方向	配筋
K	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35/周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200
L	放射	384-D38, 384-D35 交互 + 384-D35/周
	円周	2-D38@200
	N S	D38@200
	E W	D38@200
M	N S	D38@200 + D32@400
	E W	2-D38@200
N	N S	D38@200 + D32@400
	E W	D38@200 + D32@400
O	N S	D38@200 + D38@400
	E W	D38@200 + D32@400
P	N S	D38@200
	E W	D38@200

(d) せん断補強筋

領域	配筋
a	D29@400 × 96/周
b	D35@200 × 192/周
c	D29@400 × 192/周

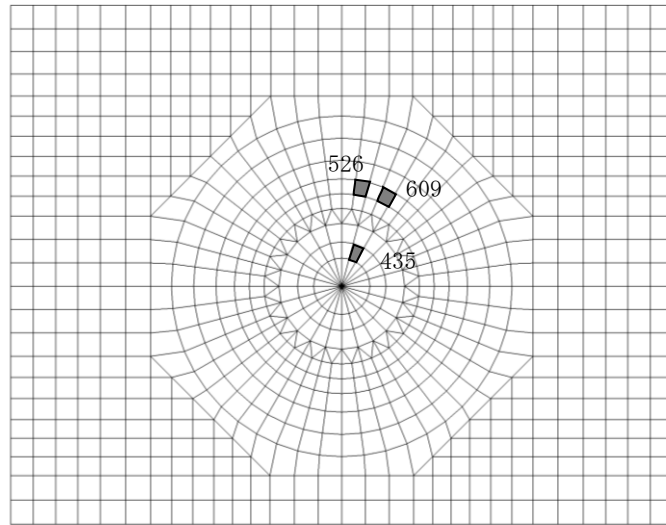


図 3-1-20 選定した要素の位置
(水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ)

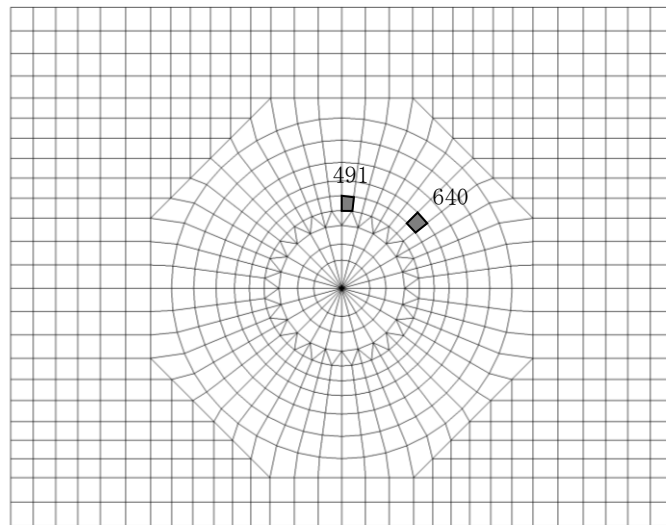


図 3-1-21 選定した要素の位置
(水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せ)

表 3-1-23 原子炉建物基礎スラブの評価結果
(水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ)

評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	N S	609	3-9	0.376	3.00
	鉄筋圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	435	3-10	0.317	5.00
面外せん断力	面外せん断力 ($\times 10^3\text{kN/m}$)	N S	526	3-10	13.0	16.7

表 3-1-24 原子炉建物基礎スラブの評価結果
(水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せ)

評価項目		方向	要素 番号	組合せ ケース	発生値	許容値
軸力 + 曲げモーメント	コンクリート圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	N S	640	1-2	0.297	3.00
	鉄筋圧縮ひずみ ($\times 10^{-3}$)	放射	491	1-2	0.221	5.00
面外せん断力	面外せん断力 ($\times 10^3\text{kN/m}$)	N S	491	1-1	7.79	10.4

(8) 検討のまとめ

矩形の基礎は、直交する水平 2 方向の荷重が隅部に応力として集中する可能性があることから、原子炉建物基礎スラブについて、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、3次元FEMモデルを用いた応力解析を実施した。

検討の結果、水平 1 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果と水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する評価結果を比較すると、水平 2 方向の地震力の影響により発生値は増加傾向にあり、一部最大となる要素が変わるものもあるが、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋及びコンクリートのひずみ並びに面外せん断力が各許容値を超えないことを確認した。

以上より、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、原子炉建物基礎スラブが有する耐震性への影響がないことを確認した。

3.2 機器・配管系

3.2.1 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せによる従来設計手法の考え方

機器・配管系における従来の水平方向及び鉛直方向の組合せによる設計手法では、建物・構築物の振動特性を考慮し、変形するモードが支配的となり応答が大きくなる方向（応答軸方向）に基準地震動を入力して得られる各方向の地震力（床応答）を用いている。

応答軸（強軸・弱軸）が明確となっている設備の耐震評価においては、水平各方向の地震力を包絡し、変形モードが支配的となる応答軸方向に入力するなど、従来評価において保守的な取り扱いを基本としている。

一方、応答軸が明確となっていない設備で3次元的な広がりを持つ設備の耐震評価においては、基本的に3次元のモデル化を行っており、建物・構築物の応答軸方向の地震力をそれぞれ入力し、この入力により算定される荷重や応力のうち大きい方を用いて評価を実施している。設備配置及び応答軸の概念図を図3-2-1に示す。

さらに、応答軸以外の振動モードが生じにくい構造の採用、応答軸以外の振動モードが生じにくいサポート設計の採用といった構造上の配慮など、水平方向の入力に対して配慮した設計としている。

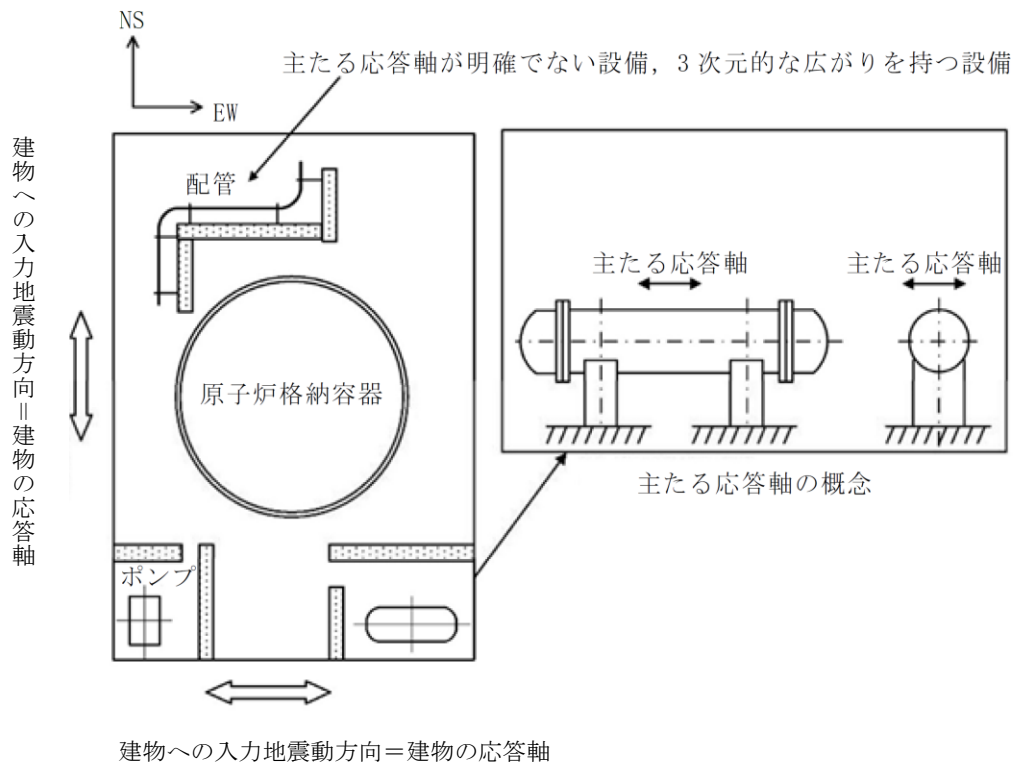


図 3-2-1 設備配置及び応答軸の概念図

3.2.2 水平方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価方針

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合に影響を受ける可能性がある設備の評価を行う。

評価対象は、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備とする。

対象とする設備を機種ごとに分類し、それぞれの構造上の特徴をもとに荷重の伝達方向、その荷重を受ける構造部材の配置及び構成等により水平2方向の地震力による影響を受ける可能性がある設備を抽出する。

構造上の特徴により影響の可能性がある設備は、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の検討を実施する。水平各方向の地震力が1：1で入力された場合の発生値を従来の評価結果の荷重又は算出応力等を水平2方向及び鉛直方向に整理して組み合わせる又は新たな解析等により高度化した手法を用いる等により、水平2方向の地震力による設備に発生する荷重や応力を算出する。

これらの検討により、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた荷重や応力の結果が、従来の発生値と同等である場合は影響のない設備とし、評価対象として抽出せず、従来の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される場合は、設備が有する耐震性への影響を確認する。

設備が有する耐震性への影響が確認された場合は、詳細な手法を用いた検討等、新たに設計上の対応策を講じる。

水平2方向及び鉛直方向地震力による影響評価は、基準地震動 S_s-D 、 $F1$ 、 $F2$ 、 $N1$ 及び $N2$ を対象とするが、複数の基準地震動 S_s における地震動の特性及び包絡関係、地震力の包絡関係を確認し、代表可能である場合は代表の基準地震動 S_s にて評価する。また、水平方向の地震動は、それぞれの位相を変えた地震動を用いることを基本とするが、保守的な手法を用いる場合もある。

スロッシング評価については、水平2方向の影響が考えられることから、水平2方向による影響を確認する。燃料プール等のスロッシングによる溢水量評価は、添付書類「VI-1-1-9-3 溢水評価条件の設定」に記載のとおり、水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた場合の溢水量として、保守的に水平1方向＋鉛直方向の溢水量に、直交する水平1方向＋鉛直方向の溢水量を足し合せ、影響を確認している。

3.2.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ影響評価方法

機器・配管系において、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した評価*又は水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せで評価した上で、その計算結果に基づき水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響の可能性のある設備を構造及び発生値の増分の観点から抽出し、影響を評価する。影響評価は従来設計で用いている質点系モデルによる評価結果を用いて行うことを基本とする。影響評価のフローを図3-2-2に示す。

なお、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を検討する際は、地震時に水平2方向及び鉛直方向それぞれの最大応答が同時に発生する可能性は極めて低いとした考え方であるSquare-Root-of-the-Sum-of-the-Squares法（以下「最大応答の非同時性を考慮したSRSS法」という。）を適用する。この組合せ方法については、現状の耐震評価は基本的に概ね弾性範囲でとどまる体系であることに加え、国内と海外の機器の耐震解析は、基本的に線形モデルにて実施している等類似であり、水平2方向及び鉛直方向の位相差は機器の応答にも現れることから、米国Regulatory Guide 1.92の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考としているものである。

注記*：耐震計算書において水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した評価を実施している設備を表3-2-1に示す。なお、表3-2-1に示した設備についても本項以降に検討結果を記載する。

表 3-2-1 耐震計算書において水平 2 方向及び鉛直方向地震力を
考慮した評価を実施している設備 (1/2)

設 備		水平 2 方向を考慮した評価部位	
		全評価部位	一部評価部位*
圧力容器 原子炉	ノズル	○	
	ブラケット類 (蒸気乾燥器支持ブラケット, 炉心スプレイブラケット, 給水スパーチャブラケット)	○	
原子炉圧力容器 内部構造物	ジェットポンプ計測配管貫通部シール	○	
	差圧検出・ほう酸水注入系配管 (ティーより N11 ノズルまでの外管)	○	
	蒸気乾燥器		○
	スパーチャ炉内配管	○	
	ジェットポンプ	○	
燃料プール水位・温度 (SA)		○	
燃料プール水位 (SA)		○	
ECCS ストレーナ 原子炉隔離時冷却系 ストレーナ		○	
ECCS ストレーナ部ティー 原子炉隔離時冷却系 ストレーナ部ティー		○	
ECCS ストレーナ取付部コネクタ		○	
ECCS ストレーナ取付部サポート		○	
水圧制御ユニット		○	
ダクト本体・サポート			○
中央制御室待避室遮蔽		○	
原子炉格納容器	サブプレッションチェンバ	○	
	サブプレッションチェンバサポート	○	
	ハッチ類	○	
	原子炉格納容器配管貫通部	○	
	原子炉格納容器電気配線貫通部	○	
真空破壊装置		○	
ダウンカマ		○	
ベント管		○	
ベント管ベローズ		○	
ベントヘッド		○	
ドライウェルスブレイ管		○	
サブプレッションチェンバスブレイ管		○	
遠隔手動弁操作設備		○	
配管本体, サポート (多質点はりモデル解析)		○	
水密扉 (建物内, 燃料移送ポンプエリア)			○
防水壁 (ディーゼル燃料移送ポンプエリア)		○	

表 3-2-1 耐震計算書において水平 2 方向及び鉛直方向地震力を
考慮した評価を実施している設備 (2/2)

設 備	水平 2 方向を考慮した評価部位	
	全評価部位	一部評価部位*
建物開口部竜巻防護対策設備（竜巻防護ネット対策設備）	○	
建物開口部竜巻防護対策設備（竜巻防護鋼板対策設備）	○	
原子炉建物天井クレーン		○
燃料取替機		○
中央制御室天井照明	○	
主排気ダクト	○	
取水槽ガントリクレーン		○

注記*：一部の部位に対して水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した評価を実施している設備に「○」を記載する。

① 評価対象となる設備の整理

耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備を評価対象とし、機種ごとに分類し整理する（図3-2-2①）。

② 構造上の特徴による抽出

機種ごとに構造上の特徴から水平2方向の地震力が重複する観点、若しくは応答軸方向以外の振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点にて検討を行い、水平2方向の地震力による影響の可能性のある設備を抽出する（図3-2-2②）。

③ 発生値の増分による抽出

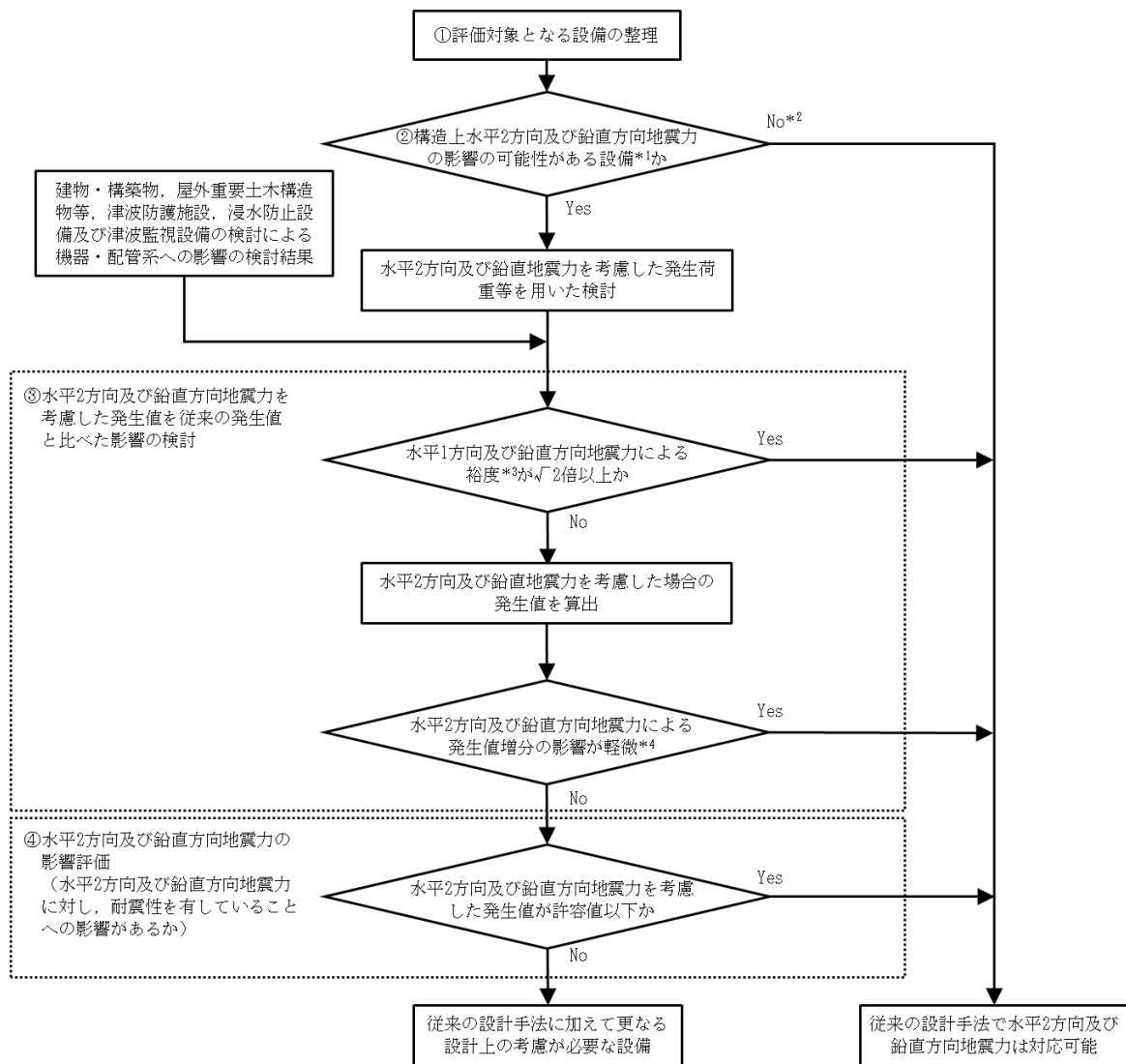
水平2方向の地震力による影響の可能性のある設備に対して、水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力を考慮した発生値の増分を用いて影響を検討し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

また、建物・構築物、屋外重要土木構造物等、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の検討により、機器・配管系への影響の可能性のある部位が抽出された場合は、機器・配管系への影響を評価し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出する。

影響の検討は、機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備を対象とする（図3-2-2③）。

④ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価

③の検討において算出された荷重や応力を用いて，設備が有する耐震性への影響を確認する（図3-2-2④）。



注記*1：水平1方向及び鉛直方向による裕度が1.1未満の設備を含む。

*2：工認耐震計算書において水平2方向を考慮した評価を行っているものを含む。

*3：評価結果の裕度（＝許容値／発生値）及び評価条件における裕度（＝耐震計算に用いる耐震条件／設計用条件I）を考慮する。

*4：発生値の増分（水平2方向/水平1方向） ≤ 1.00

なお、水平1方向の発生値は今回工認耐震計算書における発生値であり、設計用条件Iに対して余裕のある条件で評価を行った場合を含む。

図3-2-2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価フロー（機器・配管系）

3.2.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備の抽出

評価対象設備を機種ごとに分類した結果を表3-2-2に示す。機種ごとに分類した設備の各評価部位、応力分類に対し構造上の特徴から水平2方向の地震力による影響を水平2方向の地震力が重畳する観点より検討し、影響の可能性のある設備を抽出した。

(1) 水平2方向の地震力が重畳する観点

水平1方向の地震力に加えて、さらに水平直交方向に地震力が重畳した場合、水平2方向の地震力による影響を検討し、影響が軽微な設備以外の影響検討が必要となる可能性があるものを抽出する。以下の場合、水平2方向の地震力により影響が軽微な設備であると整理した（別紙4.1表1及び表2参照）。

なお、ここでの影響が軽微な設備とは、構造上の観点から発生応力への影響に着目し、その増分が1割程度以下となる機器を分類しているが、水平1方向地震力及び鉛直方向による裕度（許容応力／発生応力）が1.1未満の機器については、個別に検討を行うこととする。

A. 水平2方向の地震力を受けた場合でも、その構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの

制御棒・破損燃料貯蔵ラックのサポートや横置き容器等は、水平2方向の地震力を想定した場合、水平1方向を拘束する構造であることや水平各方向で振動性状及び荷重の負担断面が異なる構造であることにより、特定の方向の地震力の影響を受ける部位であるため、水平1方向の地震力しか負担しないものとして分類した。その他の設備についても同様の理由から水平1方向の地震力しか負担しないものを分類した。

B. 水平2方向の地震力を受けた場合、その構造により最大応力の発生箇所が異なるもの

一様断面を有する容器類の胴板等は、水平2方向の地震力を想定した場合、それぞれの水平方向地震力に応じて応力が最大となる箇所があることから、最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものとして分類した。その他の設備についても同様の理由から最大応力の発生箇所が異なり、水平2方向の地震力を組み合わせても影響が軽微であるものを分類した。

C. 水平2方向の地震力を組み合わせても水平1方向の地震による応力と同等といえるもの

原子炉圧力容器スタビライザ及び原子炉格納容器スタビライザは、周方向8箇所を支持する構造で配置され、水平1方向の地震力を6体で支持する設計としており、水平2方向の地震力を想定した場合、地震力を負担する部位が増え、ま

た、最大反力を受けもつ部位が異なることで、水平1方向の地震力による荷重と水平2方向の地震力を想定した場合における荷重が同等になるものであり、水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等のものと分類した。その他の設備についても、同様の理由から水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震による応力と同様のものと分類した。

D. 工認耐震計算書において、水平2方向を考慮した評価を行っているもの

蒸気乾燥器支持ブラケットは、工認耐震計算書において、水平2方向地震を考慮した評価を行っているため、水平2方向の影響を考慮しても影響がないものとして分類した。その他の設備についても、同様の理由から水平2方向の影響を考慮しても影響がないものを分類した（別紙4.1表3参照）。

水平2方向の考慮方法についての詳細は別紙4.1（補紙）に示す。

(2) 水平方向とその直交方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点

水平方向とその直交方向が相関する振動モードが生じることで有意な影響が生じる可能性のある設備を抽出する。

機器・配管系設備のうち、水平方向の各軸方向に対して均等な構造となっている機器は、評価上有意なねじれ振動は発生しない。

一方、3次元的な広がりを持つ配管系等は、系全体として考えた場合、有意なねじれ振動が発生する可能性がある。しかし、水平方向とその直交方向が相関する振動モードが想定される設備は、3次元のモデル化を行っており、その振動モードは適切に考慮した評価としているため、この観点から抽出される設備はなかった（別紙4.1表1及び表2参照）。

(3) 水平1方向及び鉛直方向地震力に対する水平2方向及び鉛直方向地震力の増分の観点

(1)、(2)において影響の可能性のある設備について、水平2方向の地震力が各方向1:1で入力された場合に各部にかかる荷重や応力を求め、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の設計手法による発生値を比較し、その増分により影響の程度を確認し、耐震性への影響が懸念される設備を抽出した（別紙4.2表1及び表2参照）。

水平1方向に対する水平2方向の地震力による発生値の増分の検討は、機種ごとの分類に対して地震力の寄与度に配慮し耐震裕度が小さい設備を対象とする。別紙4.5に対象の考え方を示し、別紙4.1表1及び表2に(1)、(2)において抽出された設備のうち対象とした部位や応力分類の詳細を示す。水平2方向の地震力の組合せは米国Regulatory Guide 1.92の「2. Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として最大応答の非同時性を考慮したSRSS法により組み合わせ、発生値の増分を算出する。増分の算出は、耐震計算書で考慮している保守性により増分が低減又は包絡されることも考慮する。算

出の方法を以下に示す。

- ・耐震計算書のデータを用いた簡易的な算出では、地震・地震以外の応力に分離可能なものは地震による発生値のみ組み合わせた後、地震以外による応力と組み合わせで算出する。
- ・設備によっては解析等で求められる発生荷重より大きな設計荷重を用いているものもあるため、上記組合せによる発生値を設計荷重が上回ることを確認したものは、水平2方向の地震力による発生値の増分はないものとして扱う。
- ・応答軸が明確な設備で、設備の応答軸の方向あるいは厳しい応力が発生する向きへ地震力を入力している場合は、耐震性への影響が懸念されないものとして扱う。

3.2.5 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価設備の抽出結果

3.2.4項(1)及び(2)による影響を整理した結果を別紙4.1に、3.2.4項(3)による影響を整理した結果を別紙4.2に示す。なお、別紙4.2では、別紙4.1にて影響ありとされた設備、又は裕度が1.1未満の設備を抽出して記載しているが、応答軸が明確な設備については耐震性への影響が懸念されないものとして整理している。また、水平2方向の地震力を組み合わせる場合、発生応力は最大応答の非同時性を考慮したSRSS法では最大 $\sqrt{2}$ 倍、組合せ係数法で最大1.4倍となるため、裕度（許容応力／発生応力）が $\sqrt{2}$ 以上ある設備については、水平2方向の地震力による影響の評価は不要とし、別紙4.2で裕度が $\sqrt{2}$ 以上あるか確認している。

3.2.6 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価

別紙4.1において抽出された設備について、水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値（発生荷重、発生応力、応答加速度）を以下の方法により算出する。

発生値の算出における水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せは、米国Regulatory Guide 1.92の「Combining Effects Caused by Three Spatial Components of an Earthquake」を参考として非同時性を考慮したSRSS法を適用する。

(1) 耐震計算書のデータを用いた算出

耐震計算書の水平1方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた評価結果を用いて、以下の条件により水平2方向及び鉛直方向の地震力に対する発生値を算出することを基本とする。

- ・水平各方向及び鉛直方向地震力をそれぞれ個別に用いて耐震計算書の発生値を算出している設備は、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせで水平2方向を考慮した発生値の算出を行う。

水平2方向発生値

$$= \sqrt{(\text{NS方向地震力による発生値})^2 + (\text{EW方向地震力による発生値})^2 + (\text{UD方向地震力による発生値})^2}$$

- ・水平1方向と鉛直方向の地震力を組み合わせたうえで耐震計算書の発生値を各方向で算出している設備は、鉛直方向を含んだ水平各方向別の発生値を組み合わせることで水平2方向を考慮した発生値の算出を行う。

水平2方向発生値

$$= \sqrt{(\text{NS + UD 方向地震力による発生値})^2 + (\text{EW + UD 方向地震力による発生値})^2}$$

- ・水平方向を包絡した地震力と鉛直方向地震力を組み合わせたうえで耐震計算書の発生値を算出している設備は、鉛直方向を含んだ水平各方向同一の発生値を組み合わせることで水平2方向を考慮した発生値の算出を行う。

水平2方向発生値

$$= \sqrt{(\text{水平方向包絡 + 鉛直方向地震力による発生値})^2 + (\text{水平方向包絡 + 鉛直方向地震力による発生値})^2}$$

- また、算出に当たっては必要に応じて以下も考慮する。
- ・発生値が地震以外の応力成分を含む場合、地震による応力成分と地震以外の応力成分を分けて算出する。

3.2.7 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果

別紙4.2において水平2方向での発生値の増分の影響が無視できないと整理した設備について、3.2.6項の影響評価条件において算出した発生値に対して設備の耐震性への影響を確認する。評価した内容を設備ごとに示し、その影響評価結果については重大事故等の状態も考慮した結果について別紙4.3に示す。

3.2.8 まとめ

機器・配管系において、水平2方向の地震力の影響を受ける可能性がある設備について、従来設計手法における保守性も考慮した上で抽出し、従来の水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を評価した。その結果、耐震計算書の発生値を超えて耐震性への影響が懸念される設備については、水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値が許容値を満足し、設備が有する耐震性に影響のないことを確認した。

本影響評価は、水平2方向及び鉛直方向地震力により設備が有する耐震性への影響を確認することを目的としている。そのため、耐震計算書の発生値をそのまま用いて水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを評価しており、以下に示す保守側となる要因を含んでいる。

- ・耐震計算書の発生値（水平1方向及び鉛直方向地震力による応力成分と圧力等の地震以外の応力成分の組合せ）に対して、係数（ $\sqrt{2}$ ）を乗じて水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値として算出しているため、係数を乗じる必要のない

い鉛直方向地震力による応力成分と圧力等の地震以外の応力成分についても係数を乗じている。

- ・耐震計算書において水平各方向を包絡した床応答スペクトルを各方向に入力している設備は各方向の大きい方の地震力が水平2方向に働くことを想定した発生値として算出している。

以上のことから、水平2方向及び鉛直方向地震力については、機器・配管系が有する耐震性に影響がないことを確認した。また、建物・構築物、屋外重要土木構造物等、津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の検討により、機器・配管系への影響の可能性がある部位は抽出されなかった。

なお、3次元FEMモデルを用いた精査（別紙2）を踏まえて面外応答による影響検討対象として、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁及び床に設置される機器・配管系の設備を抽出し、影響を検討した結果、面外応答による影響を考慮しても機器・配管系の耐震評価に影響がないことを確認した。また、3次元FEMモデルによる地震応答解析（別紙3）において、3次元FEMモデルの応答スペクトルが質点系モデルの応答スペクトルを上回る箇所があることを踏まえて機器・配管系への影響を検討した結果、機器・配管系の耐震評価に影響がないことを確認した（別紙4）。

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (1/12)

設備		部位
燃料集合体		燃料被覆管
炉心支持構造物	炉心シュラウド	上部胴 下部胴
		中間胴
		上部格子板支持面 炉心支持板支持面
		レグ
	シュラウドサポート	シリンダ プレート 下部胴
		グリッドプレート
	上部格子板	補強ビーム 支持板 スタッド
	炉心支持板	中央燃料支持金具 周辺燃料支持金具
燃料支持金具	下部溶接部 長手中央部	
制御棒案内管		
原子炉圧力容器	円筒胴	円筒胴
	下鏡	下鏡 下鏡と円筒胴の接合部 原子炉圧力容器支持スカートと円筒胴の接合部
		ハウジング スタブチューブ
	制御棒貫通孔	原子炉中性子計装ハウジング
	原子炉中性子計装孔	
	ノズル	各部位
	ブラケット類	スタビライザブラケット 蒸気乾燥器支持ブラケット 炉心スプレイブラケット 給水スパーチャブラケット
原子炉圧力容器支持構造物	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト
	原子炉圧力容器支持スカート	支持スカート

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (2/12)

設備		部位
原子炉圧力容器付属構造物	原子炉圧力容器スタビライザ	ロッド
		ブラケット
	原子炉格納容器スタビライザ	パイプ
		フランジボルト
		ガセットプレート
	制御棒駆動機構ハウジング支持金具	レストレントビーム一般部 レストレントビーム端部 レストレントビーム結合ボルト
ジェットポンプ計測配管貫通部シール	貫通部シール	
差圧検出・ほう酸水注入系配管（ティ ーよりN11ノズルまでの外管）	差圧検出管	
原子炉圧力容器内部構造物	蒸気乾燥器	蒸気乾燥器ユニット
		耐震用ブロック
	気水分離器及びスタンドパイプ シュラウドヘッド 原子炉中性子計装案内管	各部位
	スパージャ 炉内配管	各部位
	ジェットポンプ	ライザ ディフューザ ライザブレース
使用済燃料貯蔵ラック	ラック部材 （板、シートプレート及びラックベー ス）	
	ラック取付ボルト 基礎ボルト	
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	ラック	
	サポート	
	底部基礎ボルト	
	サポート部基礎ボルト	
燃料プール水位・温度（SA）	架構	
	ワークテーブルフック	
	基礎ボルト	
燃料プール水位（SA）	検出器保護管	
	検出器架台基礎ボルト	

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (3/12)

設備	部位
燃料プール監視カメラ	基礎ボルト
	取付ボルト
燃料プール監視カメラ用冷却設備	基礎ボルト
	取付ボルト
アキュムレータ	胴板
	脚
残留熱除去系熱交換器	胴板
	ラグ
	基礎ボルト
	追設基礎ボルト
立形ポンプ	コラムパイプ バレルケーシング
	基礎ボルト
	取付ボルト
ECCSストレーナ 原子炉隔離時冷却系ストレーナ	各部位（フランジ，取付ボルト以外）
	フランジ
	ボルト
ECCSストレーナ部ティー 原子炉隔離時冷却系ストレーナ部ティー	ティー
	フランジ
ECCSストレーナ取付部コネクタ	コネクタ
	フランジ
ECCSストレーナ取付部サポート	サポートパイプ
	サポートパイプ溶接部
	サポートプレート
	サポートボルト
横形ポンプ 補機海水ストレーナ ポンプ駆動用タービン 空調ファン 空調ユニット	基礎ボルト
	取付ボルト
原子炉補機冷却系熱交換器	胴板
	脚
	基礎ボルト
	連結板

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (4/12)

設備	部位
横置円筒形容器	胴板
	脚
	基礎ボルト
たて置円筒形容器 (スカート支持)	胴板
	スカート
	基礎ボルト
制御棒駆動機構	フランジ
水圧制御ユニット	フレーム
	取付ボルト
平底たて置円筒形容器	胴板
	基礎ボルト
核計測装置	各部位
伝送器 (矩形床置)	基礎ボルト
	取付ボルト
伝送器 (矩形壁掛)	基礎ボルト
	溶接部
伝送器 (サポート鋼材固定)	基礎ボルト
	溶接部
制御盤, 電気盤 (矩形床置)	基礎ボルト
	取付ボルト
制御盤, 電気盤 (矩形壁掛)	基礎ボルト
	取付ボルト
	溶接部
モニタリング設備 (矩形床置)	取付ボルト
モニタリング設備 (矩形壁掛)	基礎ボルト 取付ボルト
通信連絡設備 (アンテナ類) (矩形床置)	基礎ボルト
通信連絡設備 (アンテナ類) (矩形壁掛)	基礎ボルト
	取付ボルト
ダクト本体, サポート	ダクト本体 (矩形)
	ダクト本体 (円形)
	サポート

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (5/12)

設備		部位
中央制御室待避室遮蔽		構造フレーム（鉄骨，鋼板）
		基礎ボルト 遮蔽パネル接合部ボルト
		構造フレーム接合部高力ボルト
		遮蔽パネル 気密用鋼板
原子炉格納容器	ドライウエル	ドライウエル上ふた球形部とナックル部の接合部 円筒部とナックル部の接合部 ナックル部と球形部の接合部 球形部の板厚変化部 球形部と円筒部の接合部 円筒部と球形部の接合部
		円筒部
		基部
	サプレッションチェンバ	サプレッションチェンバ胴中央部上部 サプレッションチェンバ胴中央部下部 サプレッションチェンバ胴中央部内側 サプレッションチェンバ胴中央部外側
		サプレッションチェンバ胴エビ継部上部 サプレッションチェンバ胴エビ継部下部 サプレッションチェンバ胴エビ継部内側 サプレッションチェンバ胴エビ継部外側 サプレッションチェンバ胴と内側サポート補強板との接合部 サプレッションチェンバ胴と外側サポート補強板との接合部
	シヤラグ	内側メイルシヤラグ 外側メイルシヤラグ 内側フィメイルシヤラグ 内側フィメイルシヤラグリブ付根部 外側フィメイルシヤラグ

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (6/12)

設備		部位
原子炉格納容器	シヤラグ	内側メイルシヤラグ接触部
		外側メイルシヤラグ接触部
		内側フィメイルシヤラグ接触部
		外側フィメイルシヤラグ接触部
		コンクリート (ベースプレート部, シヤプレート部)
		基礎ボルト
	サブプレッションチェンバサポート	ベースプレート
		シヤプレート
		内側シヤラグサポート
		シヤラグ取付部
		サポート
		ベースとベースプレートの接合部
	ハッチ類	シアキー
		ベースプレート
		シアプレート
		コンクリート
		ボルト
	原子炉格納容器配管貫通部	基礎ボルト
		原子炉格納容器胴とスリーブとの結合部
	原子炉格納容器電気配線貫通部	スリーブ
スリーブ		
真空破壊装置	スリーブ	
	スリーブとベント管との結合部	
ダウンカマ	ダウンカマ	
	ベントヘッダとダウンカマの結合部	
ベント管	ヘッダ接続部	
	ベント管円筒部	
	ベント管とドライウェルとの接合部	
ベント管ベローズ	ベント管ベローズ	

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (7/12)

設備	部位
ベントヘッダ	ベントヘッダ
	ベントヘッダ補強リング取付部
	ベントヘッダサポート
	サプレッションチェンバ補強リング
	ボルト
ドライウェルスプレイ管	上部スプレイ管案内管
	上部スプレイ管ティー部
	上部スプレイ管案内管サポート
	下部スプレイ管
	下部スプレイ管案内管
	下部スプレイ管ティー部
	下部スプレイ管サポート
サプレッションチェンバスプレイ管	スプレイ管
	スプレイ管えび状の管部
	スプレイ管ティー部
	スプレイ管案内管
	スプレイ管サポート
ブローアウトパネル閉止装置	シャフト
	コネクタ
	軸受取付ボルト
	駆動部取付ボルト
	取付ボルト
	基礎ボルト
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	ブレース
	ベース取付溶接部
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	基礎ボルト
静的触媒式水素処理装置	静的触媒式水素処理装置本体
	架台
	取付ボルト
	基礎ボルト
遠隔手動弁操作設備	基礎ボルト
	取付ボルト
ディーゼル発電機	基礎ボルト
	取付ボルト
ガスタービン発電機	基礎ボルト
	取付ボルト

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (8/12)

設備	部位
その他電源設備	基礎ボルト 取付ボルト
配管本体, サポート (多質点はりモデル解析)	配管, サポート
防波壁通路防波扉 (1号機北側, 2号機北側)	ヒンジ部 (ヒンジ板)
	ヒンジ部 (ヒンジピン)
	ヒンジ部 (ヒンジボルト)
	カンヌキ部
	アンカーボルト
1号機取水槽流路縮小工	縮小板
	固定ボルト
	取水管 (フランジ部)
	取水管 (管胴部)
屋外排水路逆止弁	扉体部
	固定部
取水槽除じん機エリア水密扉 (北)	ヒンジ部
	カンヌキ部
	アンカーボルト
取水槽除じん機エリア水密扉 (東) 取水槽除じん機エリア水密扉 (西)	扉板
	芯材
	外部縦柱
	水密扉戸当り用支柱
	固定プレート
	締付ボルト
水密扉 (建物内, 燃料移送ポンプエリア)	外部縦柱固定ボルト
	アンカーボルト
	ヒンジ部
	カンヌキ部
	アンカーボルト
	パネル部 (パネル板)
	パネル部 (パネル芯材)
	パネル部 (柱, はり)
パネル部 (アンカーボルト)	
防水壁 (取水槽除じん機エリア)	鋼板
	はり
	柱
	アンカーボルト

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (9/12)

設備	部位
防水壁（ディーゼル燃料移送ポンプエリア）	鋼板
	胴縁
	はり 柱
	ブレース
	アンカーボルト
堰（柱支持型）	鋼板
	はり材 柱材
	アンカーボルト
堰（鋼板折曲げ型）	鋼板
	アンカーボルト
堰（鉄筋コンクリート製）	アンカー筋
	主筋
	堰底部のコンクリート
防水板	鋼板
	芯材
	アンカーボルト
床ドレン逆止弁	弁本体
	フローとガイド
	基礎ボルト
貫通部止水処置	モルタル
	電路貫通部金属ボックスのアンカーボルト
津波監視カメラ	架台
	架台溶接部
	取付ボルト
	架台基礎ボルト
取水槽水位計	取付ボルト
原子炉本体の基礎	円筒部
	たてリブ
	基礎ボルト
	ベースプレート
建物開口部竜巻防護対策設備（竜巻防護ネット対策設備）	フレーム
	アンカーボルト

表 3-2-2 水平 2 方向入力の影響検討対象設備 (10/12)

設備	部位
建物開口部竜巻防護対策設備 (竜巻防護鋼板対策設備)	フレーム
	アンカーボルト
取水槽循環水ポンプエリア防護対策設備	鋼板
	架構
	ベースプレート
	アンカーボルト
取水槽海水ポンプエリア竜巻防護対策設備	鋼板
	はり
	柱
	架構
	ベースプレート
	アンカーボルト
原子炉建物天井クレーン	クレーン本体ガーダ
	落下防止ラグ
	トロリストッパ
	トロリ
	吊具
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム
	ブリッジ脱線防止ラグ (本体)
	トロリ脱線防止ラグ (本体)
	走行レール
	横行レール
チャンネル着脱装置	ブリッジ脱線防止ラグ (取付ボルト)
	トロリ脱線防止ラグ (取付ボルト)
	吊具 (ワイヤロープ)
	吊具 (先端金具)
チャンネル着脱装置	ガイドレール
	カート
	固定ボルト
	ローラチェーン
チャンネル取扱ブーム	ブーム
	回転ポスト
	固定ポスト
	基礎ボルト
制御棒貯蔵ハンガ	制御棒落下防止ポール
	ポール支持金具
	基礎ボルト

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (11/12)

設備	部位
原子炉浄化系補助熱交換器	胴板
	脚
	基礎ボルト
	追設基礎ボルト
中央制御室天井照明	補強材
	支持鋼材
	補強斜材
	取付ボルト (照明ボルト)
	継手ボルト
防煙垂れ壁	基礎ボルト
	溶接部
タービン補機冷却系熱交換器	フレーム部材
	脚
	基礎ボルト
主排気ダクト	追設基礎ボルト
	ダクト本体
	支持構造物部材
取水槽ガントリクレーン	支持装置
	クレーン本体ガーダ
	脚
	転倒防止装置アーム
	トロリストッパ
	トロリ
	吊具
	単軸粘性ダンパ
	ブレース
クレビス	
除じん機	フレーム取付ボルト
	フレーム耐震サポート
	フレーム耐震ピン
	アジャストボルト
	尾軸受取付ボルト

表3-2-2 水平2方向入力の影響検討対象設備 (12/12)

設備	部位
循環水ポンプ渦防止板	鋼板
	支持梁
	ブラケット
	取付ボルト
	基礎ボルト
原子炉ウェルシールドプラグ	シールドプラグ本体
	支持部
耐火障壁	フレーム部材
	基礎ボルト
ガンマ線遮蔽壁	胴基部
	開口集中部

3.3 屋外重要土木構造物等

3.3.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出

(1) 構造形式の分類

図3-3-1に屋外重要土木構造物等*の配置図を示す。

屋外重要土木構造物等は、その構造形式より 1)箱型構造物、2)線状構造物、3)円筒状構造物、4)直接基礎、5)管路構造物及び6)鉄骨構造の6つに大別される。

屋外重要土木構造物等の構造形式を表3-3-1に示す。

注記*：屋外重要土木構造物、重大事故等対処施設のうち土木構造物、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設のうち土木構造物及び1号機取水槽北側壁を「屋外重要土木構造物等」という。

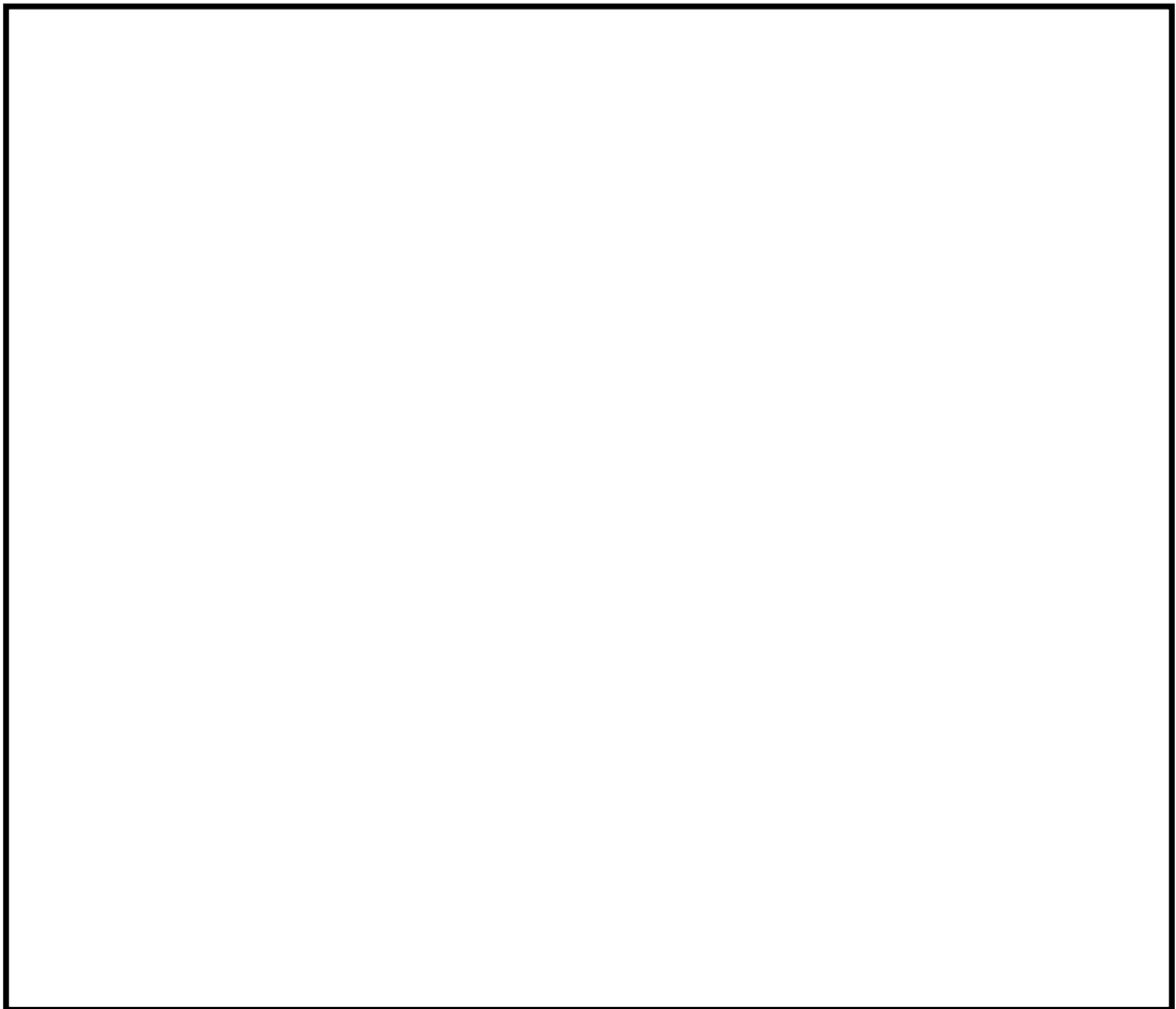


図3-3-1 屋外重要土木構造物等 配置図

表 3-3-1 屋外重要土木構造物等の構造形式

構造物名称	要求機能					
	1)箱型 構造物	2)線状 構造物	3)円筒状 構造物	4)直接 基礎	5)管路 構造物	6)鉄骨 構造
取水槽	○					
屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒)		○				
B-ディーゼル燃料 貯蔵タンク格納槽	○					
屋外配管ダクト (B-ディ ーゼル燃料貯蔵タンク ～原子炉建物)		○				
屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽)		○				
取水管					○	
取水口			○			
第1ベントフィルタ格納槽	○					
低圧原子炉代替 注水ポンプ格納槽	○					
緊急時対策所用 燃料地下タンク	○					
ガスタービン発電機用 軽油タンク基礎				○		
屋外配管ダクト (ガスター ビン発電機用軽油タンク ～ガスタービン発電機)		○				
免震重要棟遮蔽壁		○				
復水貯蔵タンク遮蔽壁			○			
1号機取水槽ピット部及び 1号機取水槽漸拡ダクト部 底版並びに1号機取水槽北 側壁*	○					
仮設耐震構台						○
土留め工 (親杭)		○				

注記* : 「3.4 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備」より, 1号機取水槽流路縮小工の間接支持構造物である1号機取水槽北側壁の影響評価を整理する。

(2) 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

表 3-3-2 に従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を示す。
 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重として、動土圧、動水圧、
 摩擦力及び慣性力が挙げられる。

表 3-3-2 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重

作用荷重		作用荷重のイメージ*
①動土圧及 び動水圧	従来設計手法における評価対象断面に対して、平行に配置される構造部材に作用する動土圧及び動水圧	
②摩擦力	周辺の埋戻土と躯体間で生じる相対変位に伴い発生する摩擦力	
③慣性力	躯体に作用する慣性力	

注記*：作用荷重のイメージ図は平面図を示す。

(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式の抽出

評価対象構造物の地震時の挙動は、躯体が主に地中に埋設されることから、周辺地盤の挙動に大きく影響される。3.3.1(2)で整理した荷重のうち「②摩擦力」や「③慣性力」は、「①動土圧及び動水圧」と比較するとその影響は小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響検討の対象とする構造物の抽出では、「①動土圧及び動水圧」による影響を考慮する。ただし、「3)円筒状構造物」及び「4)直接基礎」のうち、地上に設置されている構造物の場合、「③慣性力」の影響が大きくなることから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響検討の対象とする構造物の抽出では、「③慣性力」による影響を考慮する。

表3-3-3に、3.3.1(1)で整理した構造形式ごとに、3.3.1(2)で整理した荷重作用による影響程度を示す。

「1)箱型構造物」は、妻壁（評価対象断面に対して平行に配置される壁部材）等を有することから、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する「①動土圧及び動水圧」が作用する。

「2)線状構造物」は、その構造上の特徴として、妻壁等を有さない若しくは妻壁（小口）の面積が小さいことから、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する「①動土圧及び動水圧」は作用しない。

なお、土留め工（親杭）は、等間隔に線状に配置されたH形鋼とグラウンドアンカで構成され、施設背後斜面からの動土圧に対して抵抗するが、斜面と直交する方向の「①動土圧及び動水圧」の影響は有意に小さいことから、線状構造物に準ずるものとして整理する。

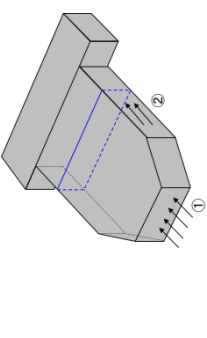
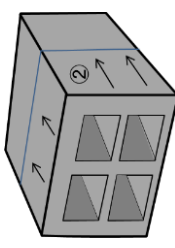
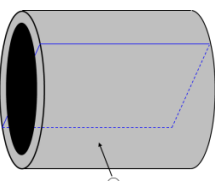
「3)円筒状構造物」及び「4)直接基礎」は、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する「①動土圧及び動水圧」が作用し、図3-3-2に示すように水平2方向入力による応力の集中が考えられる。同様に、「3)円筒状構造物」及び「4)直接基礎」のうち地上に設置されている構造物については、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する「③慣性力」が作用することによる応力の集中が考えられる。

「5)管路構造物」は、その構造上の特徴として、妻壁等を有さない若しくは妻側（小口）の面積が小さいことから、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する「①動土圧及び動水圧」は作用しない。一方、取水管は延長が長い構造であることから、従来設計手法において、管軸方向と管軸直角方向の応力を合成した応力評価を実施しており、水平2方向及び鉛直方向の地震力を同時に作用させて評価を行っている。

「6)鉄骨構造」は、その構造上の特徴として、直交する水平2方向の荷重が応力として集中する部位として支持杭が考えられる。

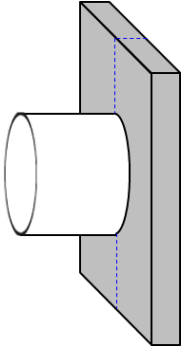
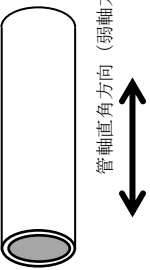
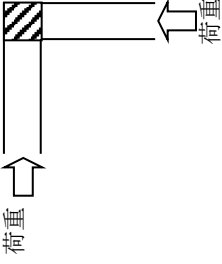
以上のことから、荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式として、「1)箱型構造物」、「3)円筒状構造物」、「4)直接基礎」、「5)管路構造物」及び「6)鉄骨構造」を抽出する。

表 3-3-3-3(1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

構造形式の分類	1) 箱型構造物		2) 線状構造物		3) 円筒状構造物															
	構造形式の分類	<ul style="list-style-type: none"> 取水槽 B-デーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 第1ベントフィルタ格納槽 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 緊急時対策用燃料地下タンク 1号機取水槽ピット部及び1号機取水槽漸拡ダクト部底版並びに1号機取水槽北側壁 	<ul style="list-style-type: none"> 屋外配管ダクト (タービン建物~排気筒) 屋外配管ダクト (B-デーゼル燃料貯蔵タンク~原子炉建物) 屋外配管ダクト (タービン建物~放水槽) 屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク~ガスタービン発電機) 免震重要棟遮蔽壁 土留め工 (親杭) 	<ul style="list-style-type: none"> 取水口 復水貯蔵タンク遮蔽壁 																
荷重の作用状況	 <p>従来設計手法における評価対象断面</p> <p>注：③慣性力は全ての構造部材に作用</p>	 <p>従来設計手法における評価対象断面</p> <p>注：③慣性力は全ての構造部材に作用</p>	 <p>従来設計手法における評価対象断面</p> <p>注：③慣性力は全ての構造部材に作用</p>																	
	抽出結果	<table border="1"> <tr> <td>①動土圧及び動水圧</td> <td>妻壁に作用</td> <td>①動土圧及び動水圧</td> <td>作用しない</td> </tr> <tr> <td>②摩擦力</td> <td>側壁に作用</td> <td>②摩擦力</td> <td>側壁、頂版に作用</td> </tr> <tr> <td>③慣性力</td> <td>全ての部材に作用</td> <td>③慣性力</td> <td>全ての部材に作用</td> </tr> </table> <p>従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材(妻壁)を有し、「①動土圧及び動水圧」による荷重が作用するため影響大。</p>	①動土圧及び動水圧	妻壁に作用	①動土圧及び動水圧	作用しない	②摩擦力	側壁に作用	②摩擦力	側壁、頂版に作用	③慣性力	全ての部材に作用	③慣性力	全ての部材に作用	<table border="1"> <tr> <td>①動土圧及び動水圧</td> <td>作用する*</td> </tr> <tr> <td>②摩擦力</td> <td>作用しない</td> </tr> <tr> <td>③慣性力</td> <td>全ての部材に作用</td> </tr> </table> <p>従来設計手法における評価対象断面に対して、直交する荷重として「①動土圧及び動水圧」又は「③慣性力」による荷重が作用するため影響大。</p>	①動土圧及び動水圧	作用する*	②摩擦力	作用しない	③慣性力
①動土圧及び動水圧	妻壁に作用	①動土圧及び動水圧	作用しない																	
②摩擦力	側壁に作用	②摩擦力	側壁、頂版に作用																	
③慣性力	全ての部材に作用	③慣性力	全ての部材に作用																	
①動土圧及び動水圧	作用する*																			
②摩擦力	作用しない																			
③慣性力	全ての部材に作用																			
従来設計手法における評価断面に対する荷重の影響程度	○	×	○																	

注記*：「3)円筒状構造物」のうち地上に設置されている構造物については、「①動土圧及び動水圧」は作用しない。

表 3-3-3-3(2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

構造形式の分類	4) 直接基礎 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎	5) 管路構造物 取水管	6) 鉄骨構造 仮設耐震構台
荷重の作用状況	 <p>従来設計手法における評価対象断面</p> <p>注：③慣性力は全ての構造部材に作用</p>	 <p>管軸方向 (強軸方向)</p> <p>管軸直角方向 (弱軸方向)</p> <p>注：③慣性力は全ての構造部材に作用</p>	 <p>応力の集中する支持杭</p> <p>荷重</p>
従来設計手法における評価断面に対して直交する荷重の影響程度	<p>①動土圧及び動水圧 作用する*</p> <p>②摩擦力 作用しない</p> <p>③慣性力 全ての部材に作用</p> <p>従来設計手法における耐震評価に対して、直交する荷重として「①動土圧及び動水圧」又は「③慣性力」による荷重が作用するため影響大。</p>	<p>①動土圧及び動水圧 作用しない</p> <p>②摩擦力 側壁、頂版に作用</p> <p>③慣性力 全ての部材に作用</p> <p>従来設計手法における評価対象断面に対して平行に配置される構造部材を有さず、①動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響小。</p> <p>ただし、取水管は延長が長い構造であることから、管軸方向と管軸直角方向の応力を合成した応力評価を実施しており、従来設計手法において水平 2 方向及び鉛直方向の地震力の組合せが考慮されている。</p>	<p>①動土圧及び動水圧 作用しない</p> <p>②摩擦力 作用しない</p> <p>③慣性力 全ての部材に作用</p> <p>従来設計手法における耐震評価に対して、直交する荷重として「③慣性力」による荷重が作用するため影響大。</p>
抽出結果	○	○	○

注記*：「4) 直接基礎」のうち地上に設置されている構造物については、「①動土圧及び動水圧」は作用しない。

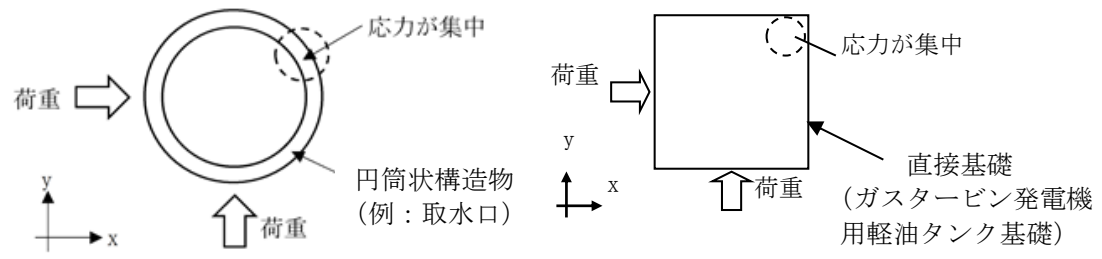


図 3-3-2 円筒状構造物及び直接基礎にかかる応答特性

- (4) 従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

(3)で抽出しなかった構造形式である線状構造物について、構造物ごとの平面図及び断面図を以下に示す。各構造物の構造、地盤条件等を考慮したうえで、従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性が想定される箇所を抽出する。

線状構造物として分類した屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）、屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）、屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）、屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）、免震重要棟遮蔽壁及び土留め工（親杭）について、各構造物の構造、地盤条件等を考慮したうえで、従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性が想定される箇所を確認した。

その結果、これらの構造物については、従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性が想定される箇所がないことを確認した。

- a. 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）

図 3-3-3～3-3-7 に屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の平面図及び断面図を示す。屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）は、構造目地を設けるため、独立した線状構造物が接しているのみであるが、一部の範囲においては、3 次元的な応答特性が想定されるため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響について、「(5) 従来設計手法の妥当性の確認」に示す。

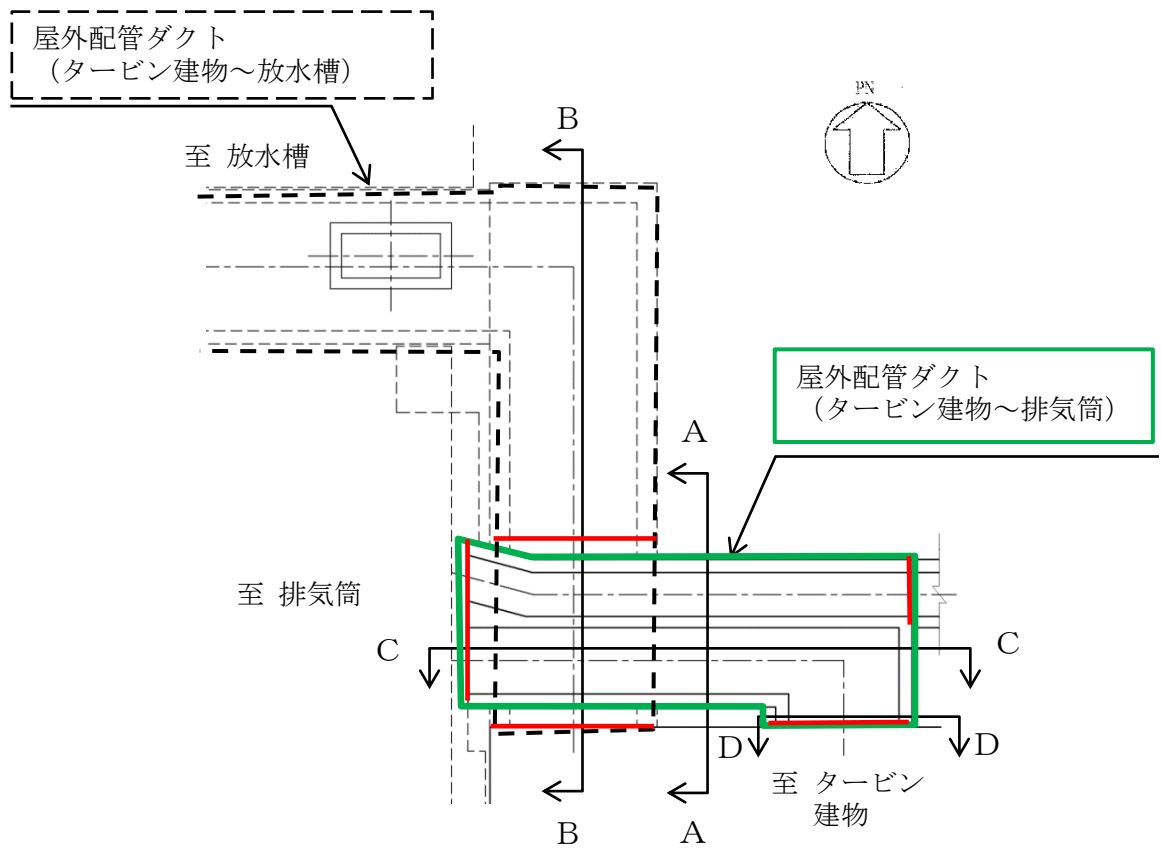


図 3-3-3 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) 平面図

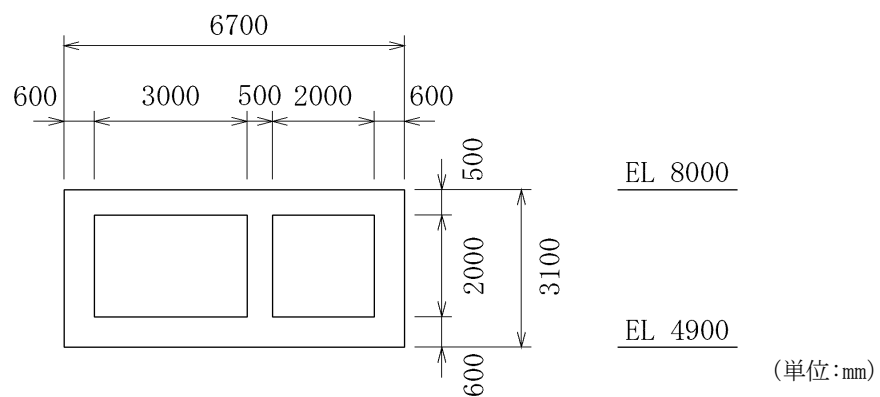


図 3-3-4 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒） 断面図（A-A断面）

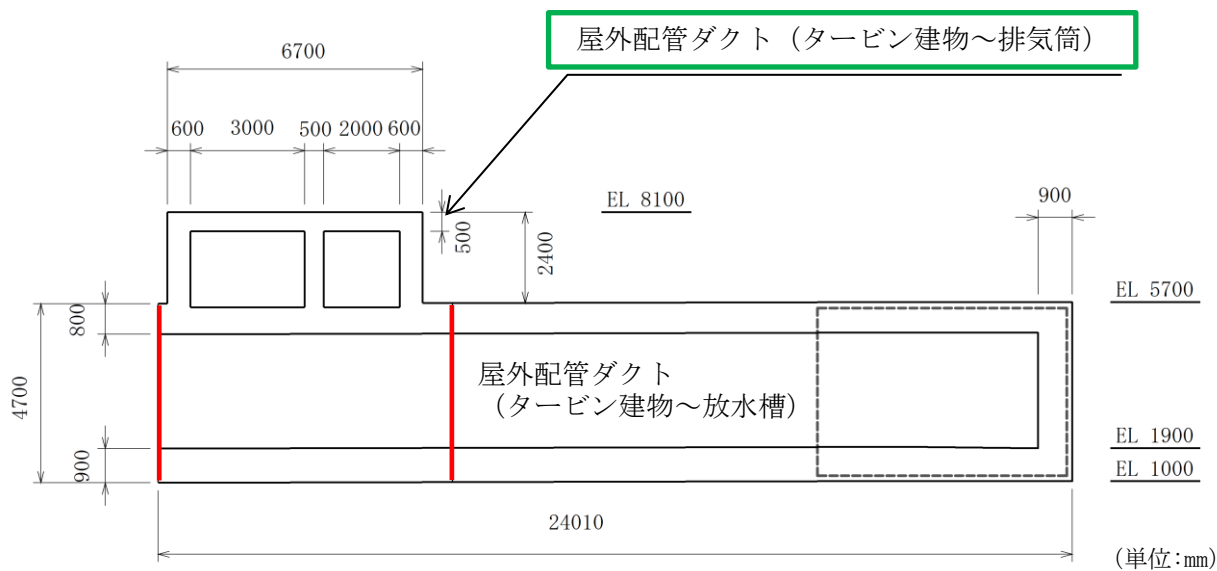


図 3-3-5 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒） 断面図（B-B断面）

b. 屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）

図 3-3-8～3-3-13 に屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）の平面図及び断面図を示す。屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）は、構造目地を設けるため、独立した線状構造物が接しているのみであり、3次元的な応答特性は想定されず、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

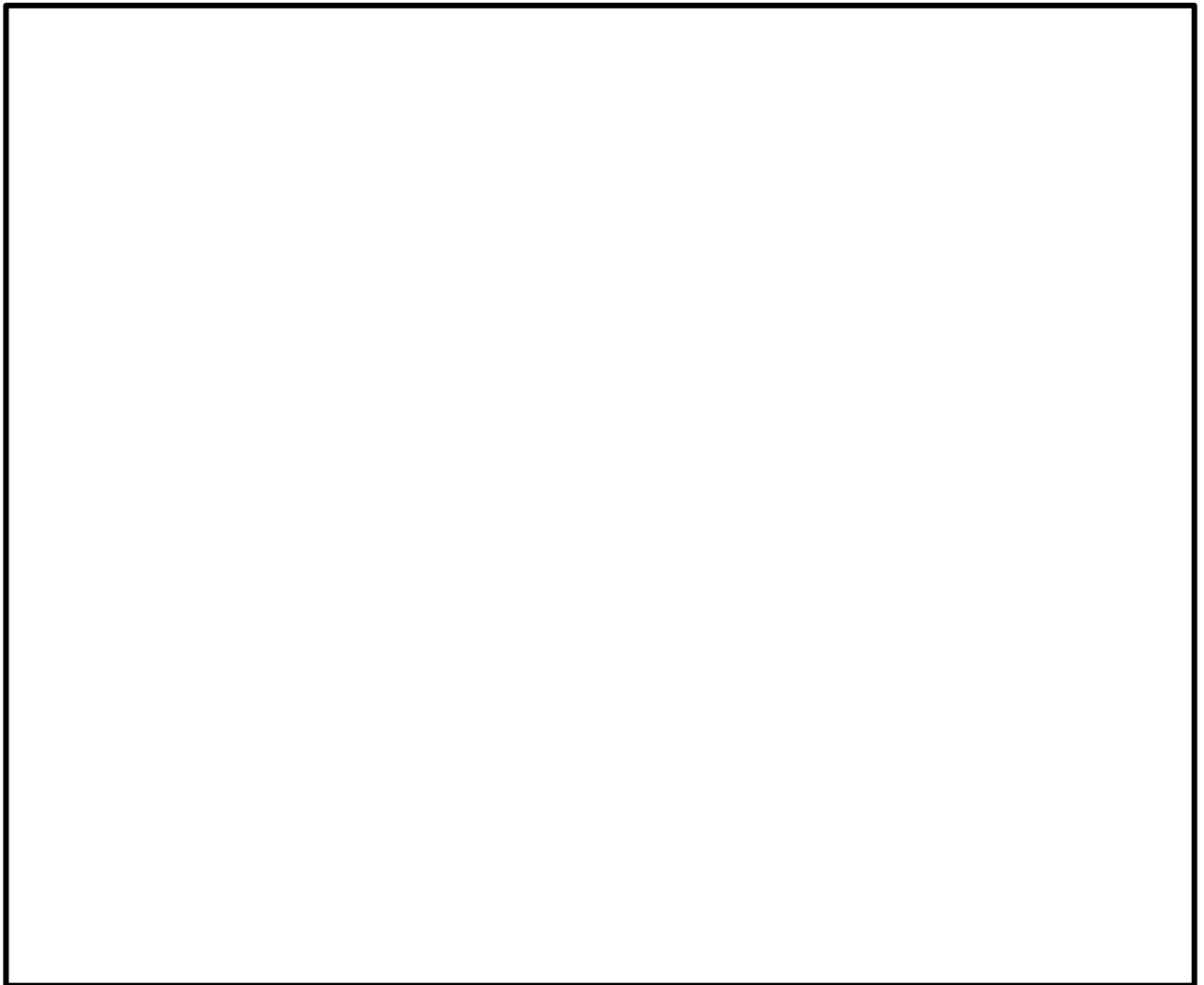


図 3-3-8 屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）
平面図



図 3-3-9 屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物)
断面図 (A-A 断面)



図 3-3-10 屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物)
断面図 (B-B 断面)



図 3-3-11 屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物)
断面図 (C-C 断面)

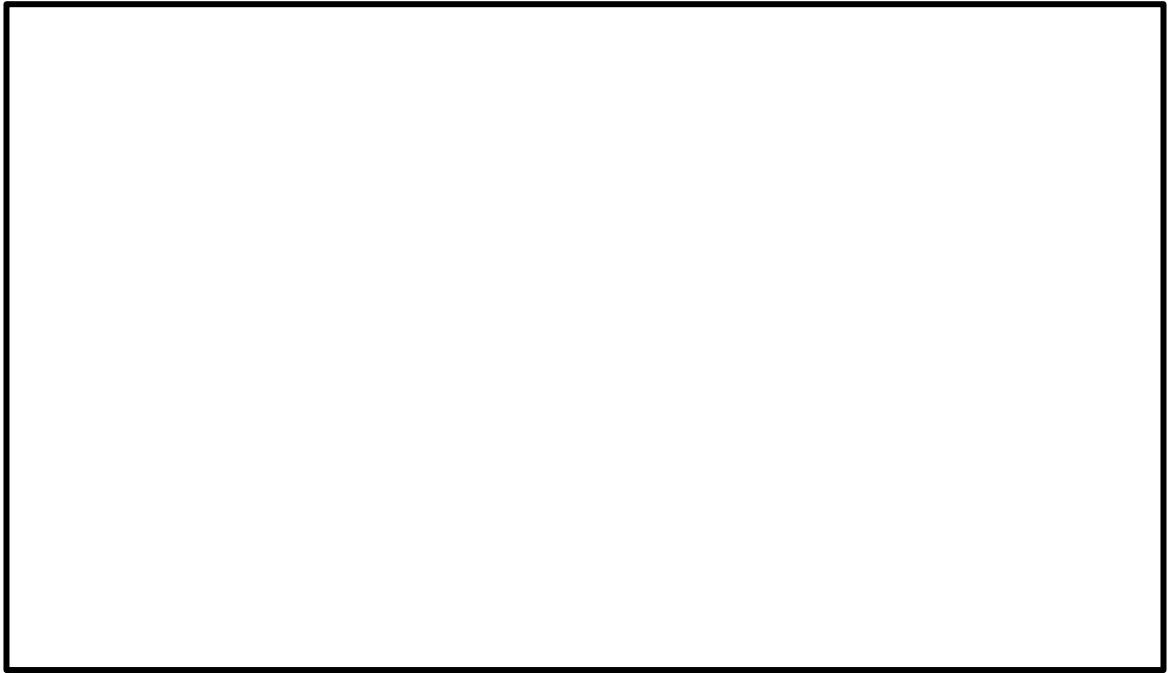
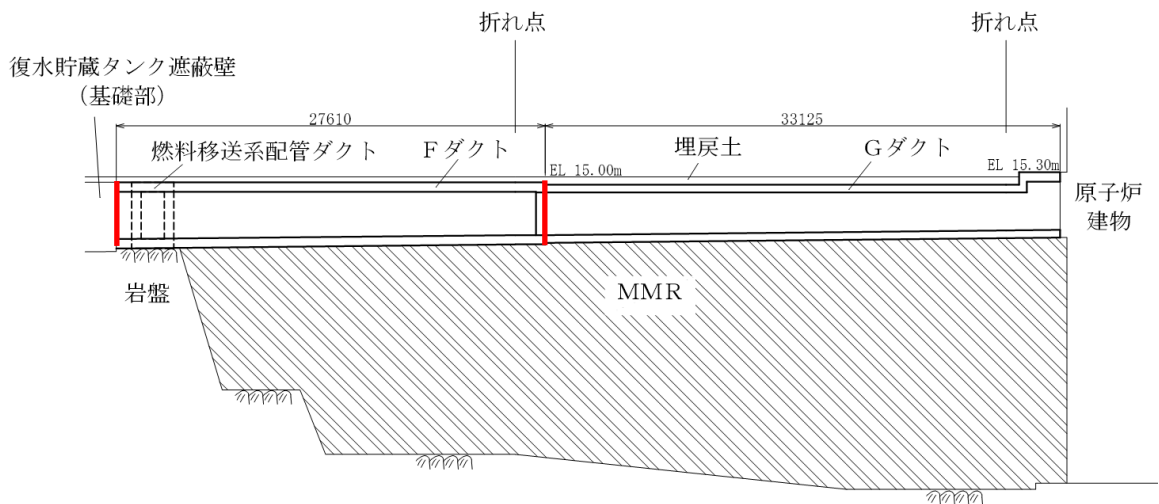


図 3-3-12 屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物)
断面図 (D-D断面)



(単位:mm)

図 3-3-13 屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物)
断面図 (E-E断面)

c. 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）

図 3-3-14～3-3-18 に屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の平面図及び断面図を示す。屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）は、構造目地を設けるため、独立した線状構造物が接しているのみであり、3 次元的な応答特性は想定されず、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

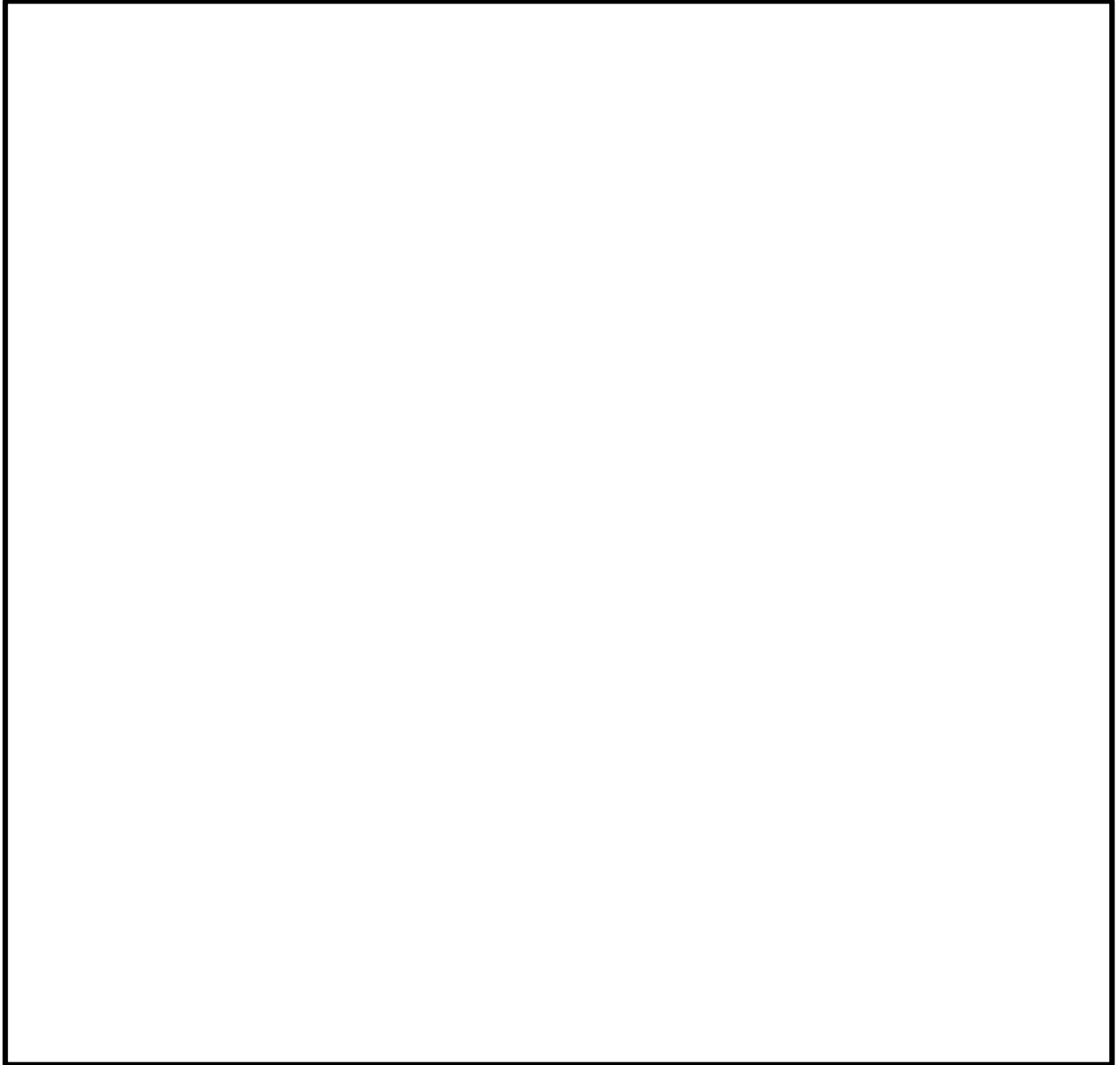


図 3-3-14 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽） 平面図

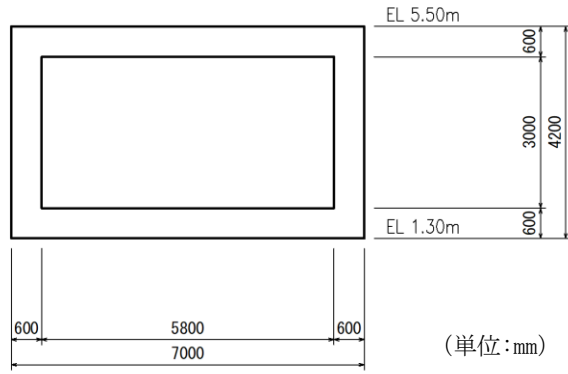


図 3-3-15 屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) 断面図 (A-A 断面)

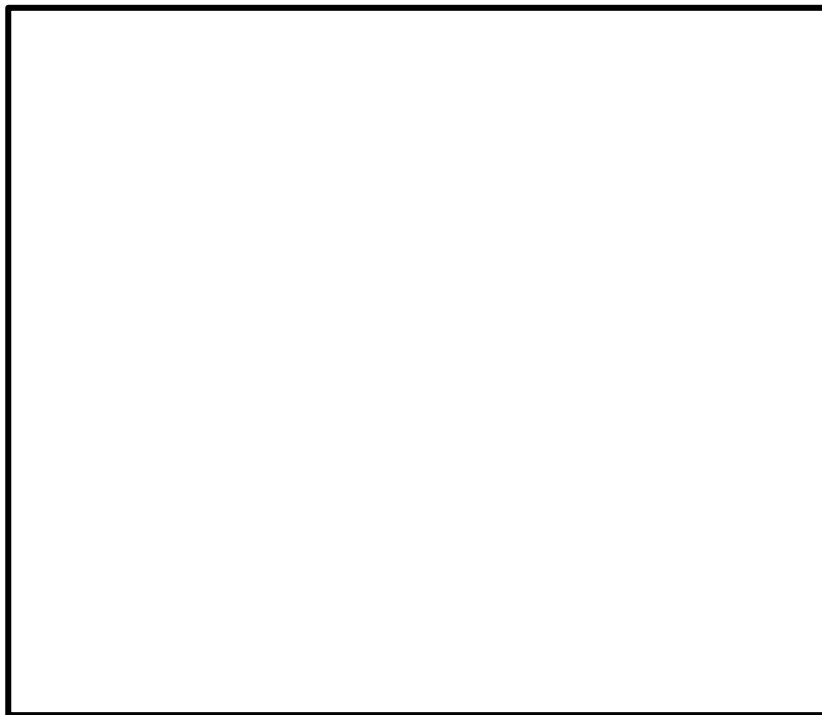


図 3-3-16 屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) 断面図 (B-B 断面)

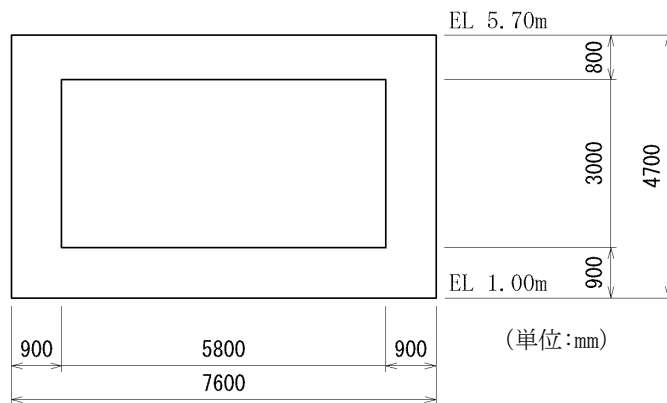


図 3-3-17 屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) 断面図 (C-C 断面)

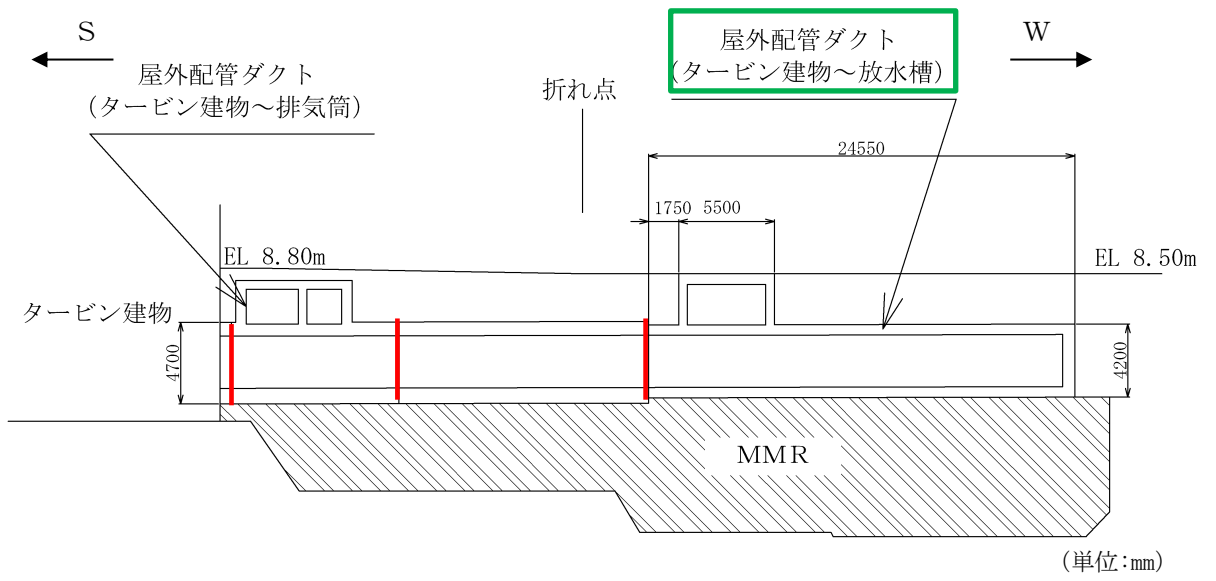


図 3-3-18 屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) 断面図 (D-D断面)

d. 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）

図 3-3-19 及び図 3-3-20 に屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の平面図及び断面図を示す。屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）は、構造目地を設けるため、独立した線状構造物が接しているのみであり、3 次元的な応答特性は想定されず、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

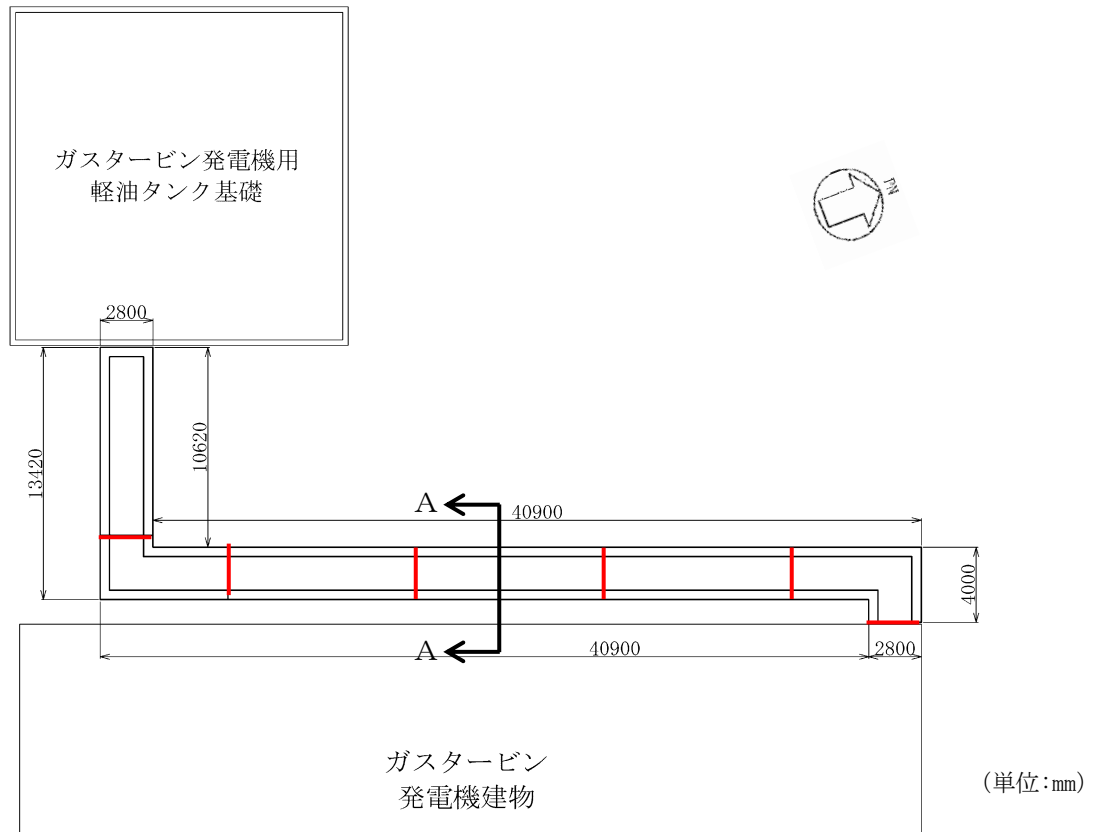
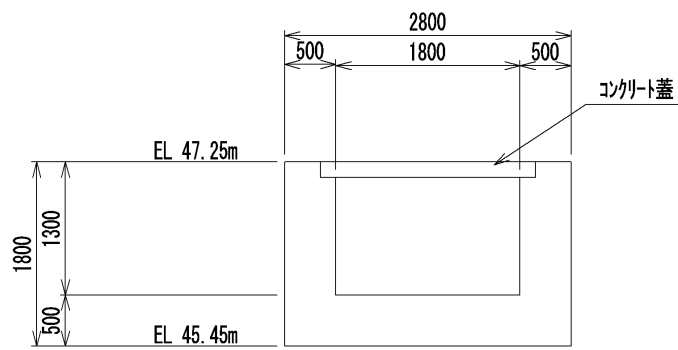


図 3-3-19 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）
平面図



(単位:mm)

図 3-3-20 屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機)
断面図 (A-A断面)

e. 免震重要棟遮蔽壁

免震重要棟遮蔽壁については，図 3-3-21 の平面図に示すとおり，屋外の上位クラスの施設である緊急時対策所に波及的影響を及ぼす範囲に屈曲部や隅角部は存在しないことから，3 次元的な応答特性が想定される箇所としては対象外である。

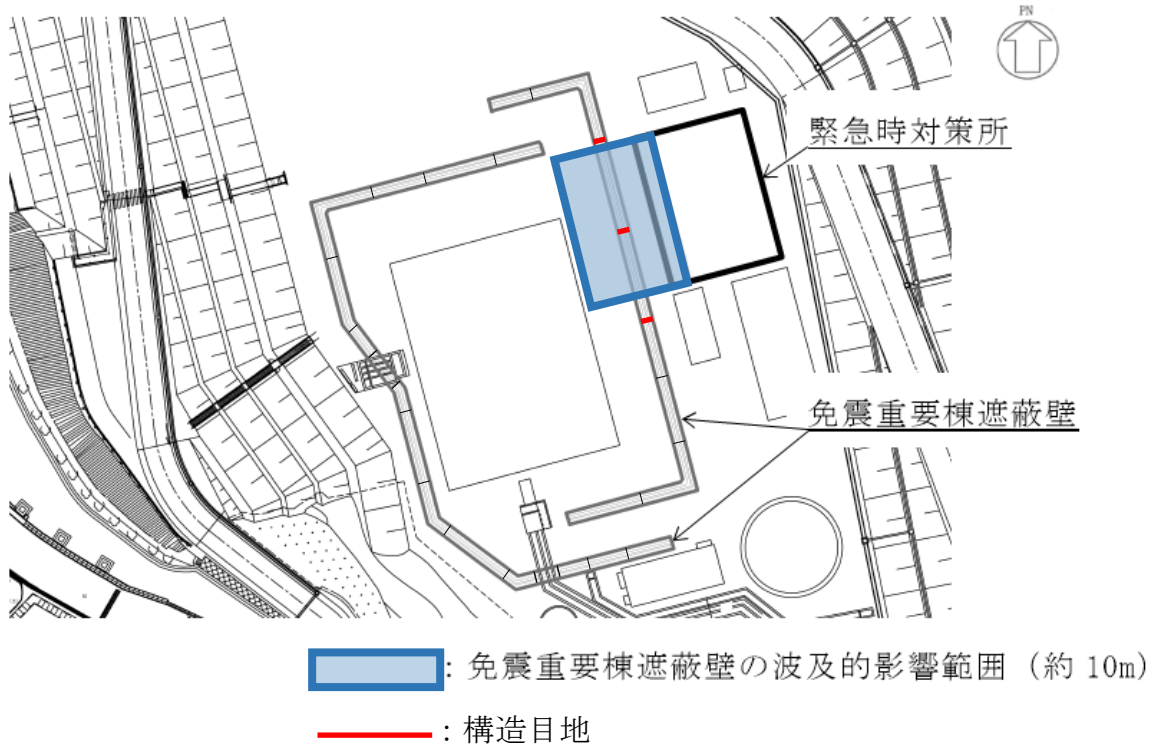


図 3-3-21 免震重要棟遮蔽壁 平面図

f. 土留め工（親杭）

図 3-3-22 及び図 3-3-23 に土留め工（親杭）の平面図及び断面図を示す。波及的影響を及ぼす範囲に、平面上の折点が 2 箇所あるが、図 3-3-24 のとおり評価対象である親杭は等間隔に配置された H 形鋼であり、それぞれが独立した構造となっていることから、3 次元的な応答特性は想定されず、水平 2 方向及び鉛直地震動の組合せの影響は小さい。

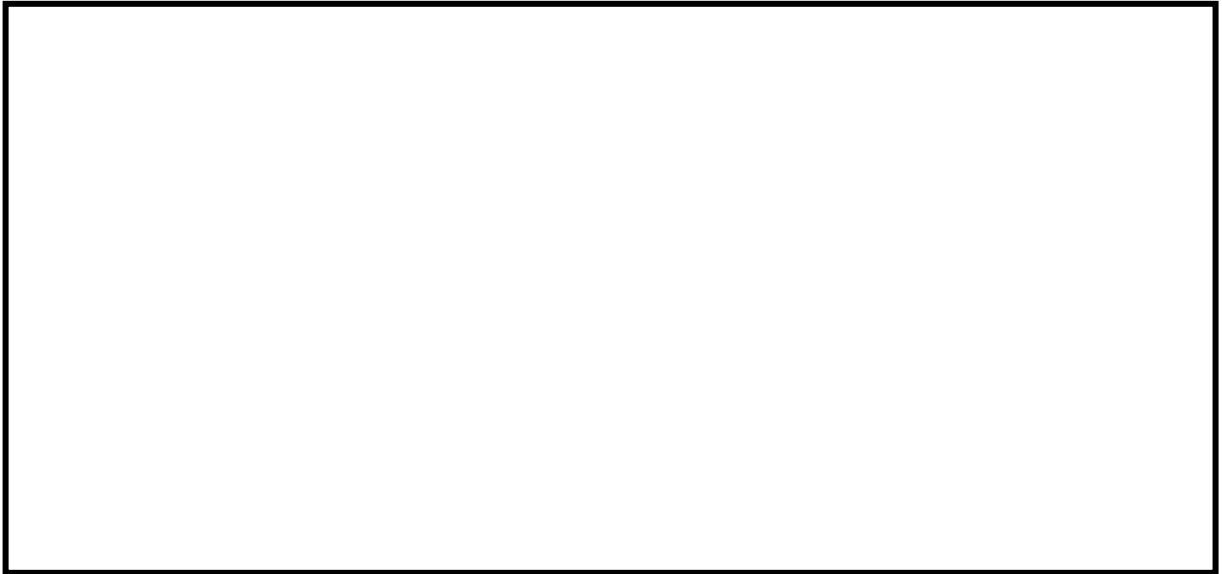


図 3-3-22 土留め工（親杭） 平面図

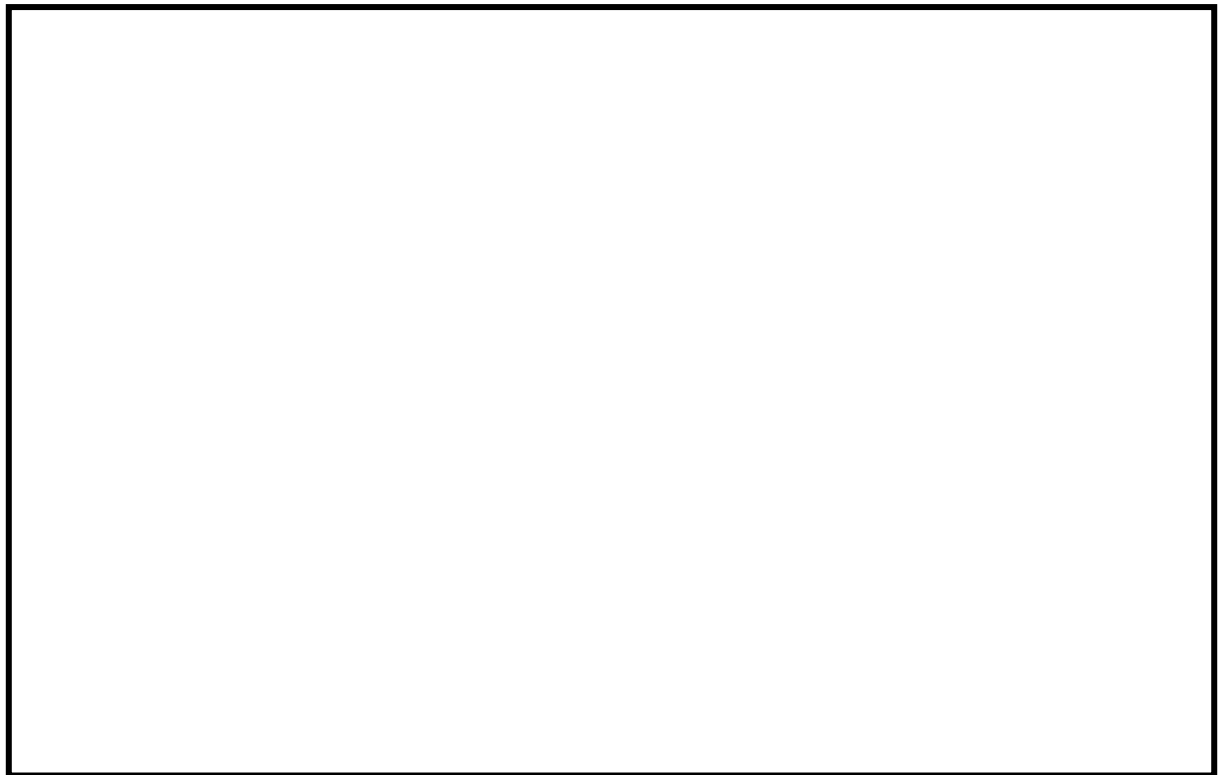


図 3-3-23 土留め工（親杭） 断面図（A-A 断面）

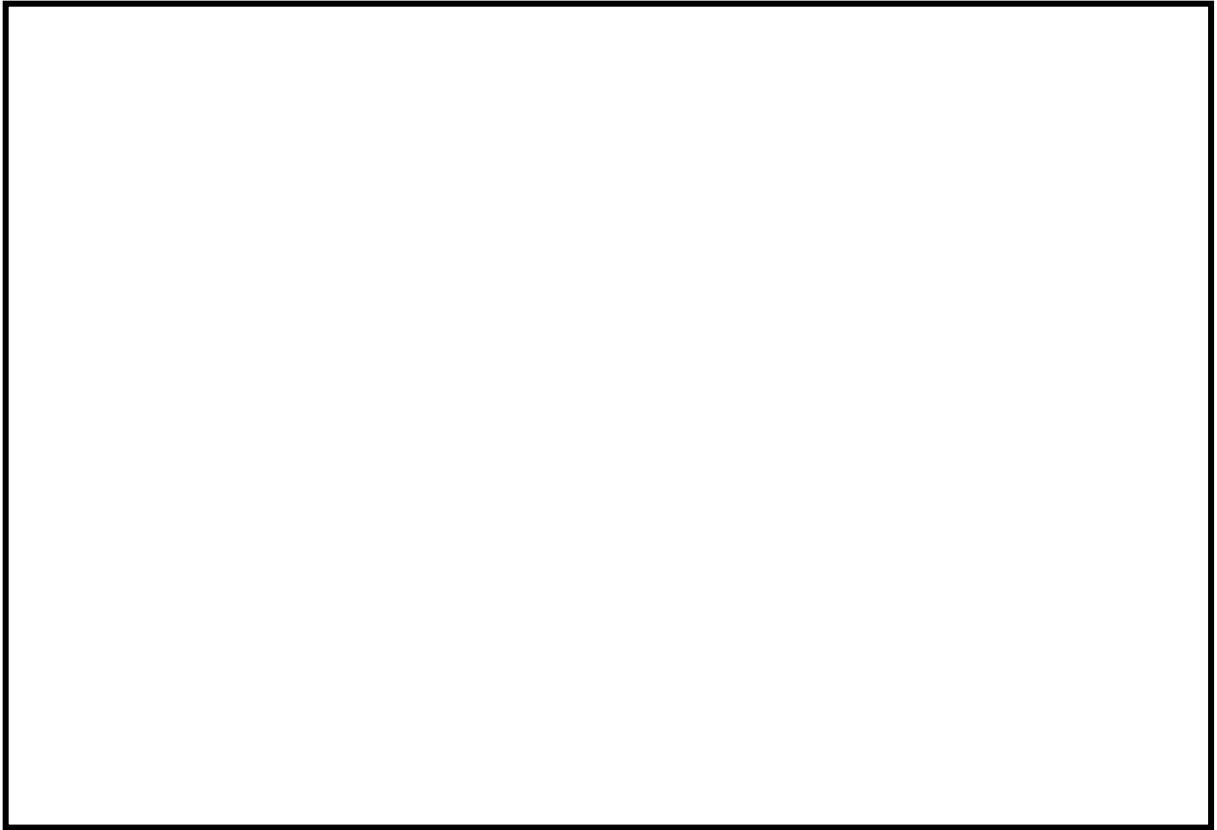


図 3-3-24 土留め工(親杭) 正面図 (A-A断面付近)

(5) 従来設計手法の妥当性の確認

図 3-3-25 に示すとおり，屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の底版の一部が屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の頂板の一部と一体化している部位については，妻壁に相当する部位があり，3次元的な拘束効果が発生するため，従来設計では評価していない配力鉄筋への影響を確認する必要がある。よって，屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）と屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）との一体化部については，弱軸方向への変形により発生する軸方向の引張力が配力鉄筋に与える影響を確認するため，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を実施する。

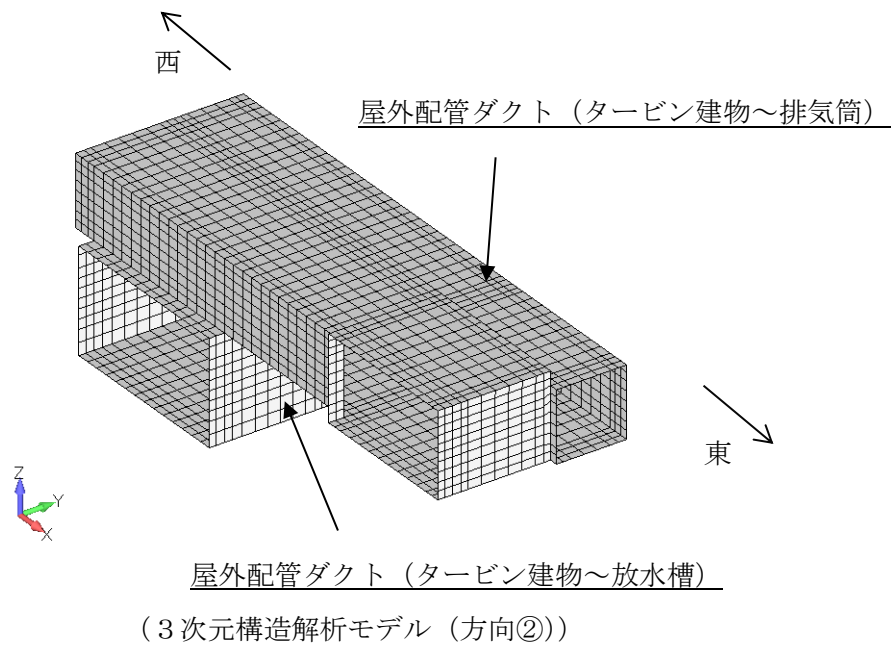
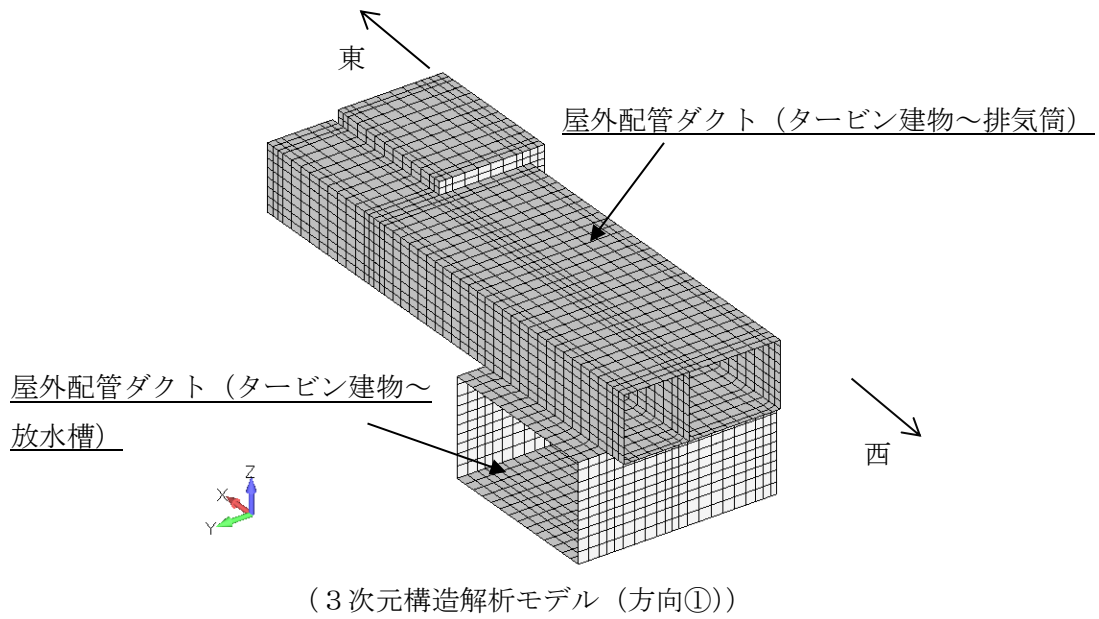
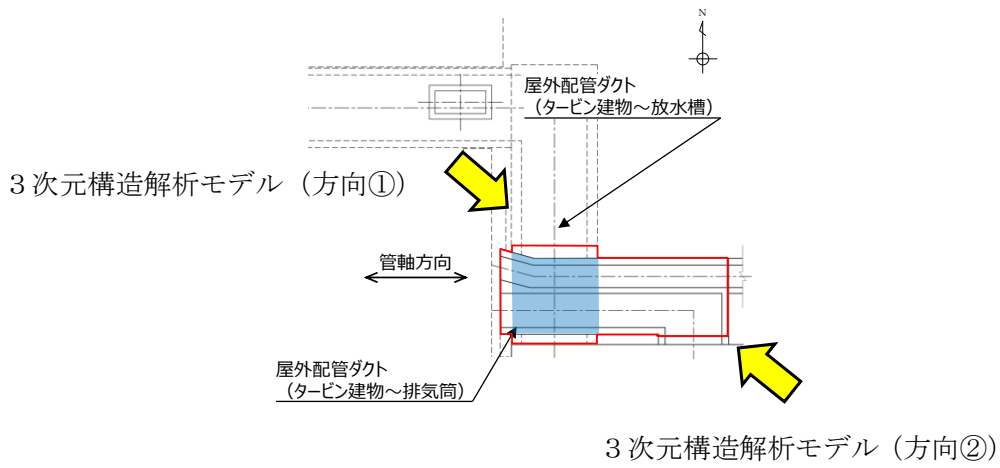


図 3-3-25 屋外配管ダクト(タービン建物～排気筒)と屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) との一体化部イメージ

3.3.2 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

3.3.1の検討を踏まえ、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を検討すべき構造形式を、構造及び作用荷重の観点から抽出した。

表3-3-4に、評価対象構造物の抽出結果を示す。

また、以降に構造形式ごとの選定結果を示す。

表3-3-4 (1) 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

構造形式	評価対象構造物	評価部位	従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の有無	従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響の有無	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価の有無
箱型構造物	取水槽	中床版, 側壁, 隔壁, 底版, 妻壁, 控壁	○	○	○
	B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	頂版, 側壁, 隔壁, 底版			
	第1ベントフィルタ格納槽	頂版, 床版, 側壁, 隔壁, 底版			
	低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽	頂版, 床版, 側壁, 底版			
	緊急時対策所用燃料地下タンク	頂版, 側壁, 底版			
	1号機取水槽ピット部及び1号機取水槽漸拡ダクト部底版並びに1号機取水槽北側壁	側壁, 中床版, 底版, 漸拡ダクト部充填コンクリート			

表 3-3-4 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

構造形式	評価対象構造物	評価部位	従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の有無	従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の影響の有無	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価の有無
線状 構造物	屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）	頂版，側壁， 隔壁，底版	○	○*1	○
	屋外配管ダクト（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）	頂版，側壁，底版	○	×*2	×
	屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）	頂版，側壁，底版			
	屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）	頂版，側壁， 底版			
	免震重要棟遮蔽壁	遮蔽壁			
	土留め工（親杭）	鋼材			
円筒状 構造物	取水口	鋼材			
	復水貯蔵タンク遮蔽壁	遮蔽壁	○	○	○
直接 基礎	ガスタービン発電機用 軽油タンク基礎	軽油タンク基礎， 防油堤	○	○	○
管路 構造物	取水管	鋼管	○	○	○
鉄骨 構造	仮設耐震構台	支持杭	○	○	○

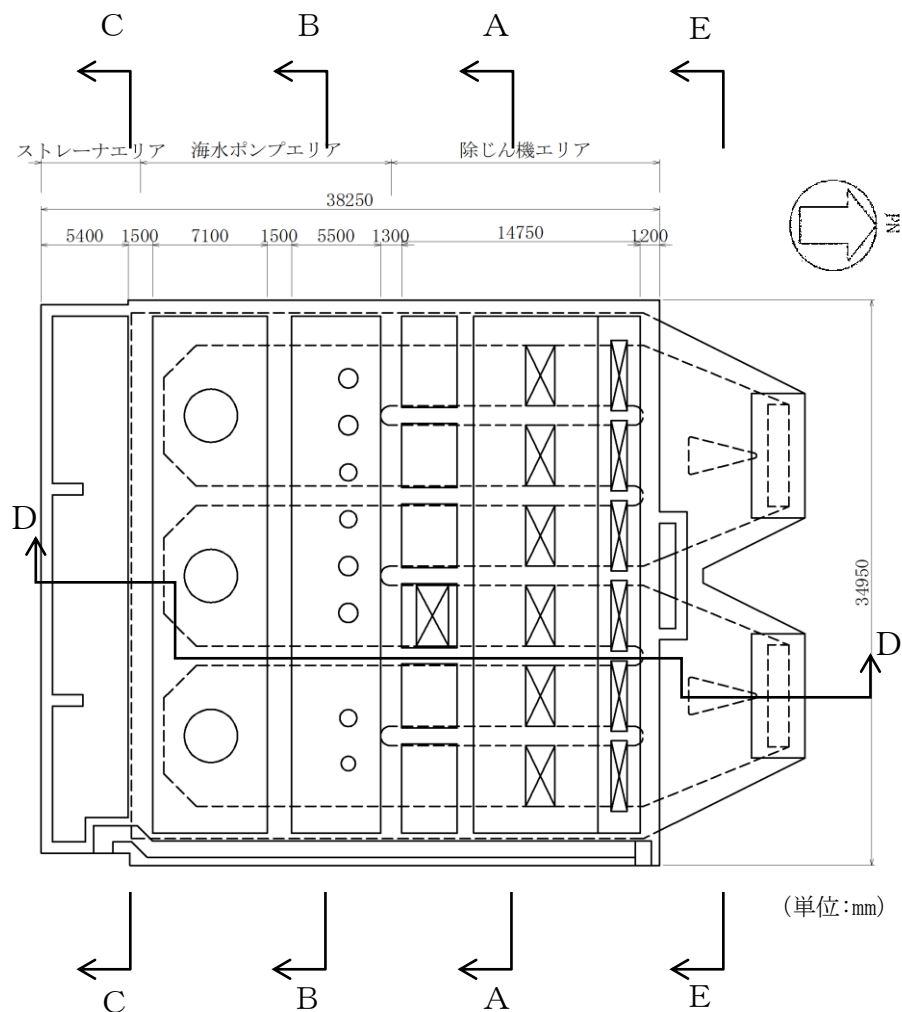
注記*1：屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の底版の一部が屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の頂板の一部と一体化している箇所については、妻壁に相当する部位があり、3次元的な拘束効果が発生するため、従来設計では評価していない配力鉄筋への影響を確認する必要がある。

*2：構造上の特徴として、妻壁等を有さない若しくは妻壁（小口）の面積が小さいことから、従来設計手法における評価対象断面に対して直交する「動土圧及び動水圧」が作用しないため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響検討を実施しない。

(1) 箱型構造物

箱型構造物については、取水槽，B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽，第1ベントフィルタ格納槽，低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽，緊急時対策所用燃料地下タンク，1号機取水槽ピット部及び1号機取水槽漸拡ダクト部底版並びに1号機取水槽北側壁の全ての構造物に対して，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。

箱形構造物の平面図及び断面図を図3-3-26～図3-3-50に示す。



3-3-26 取水槽 平面図

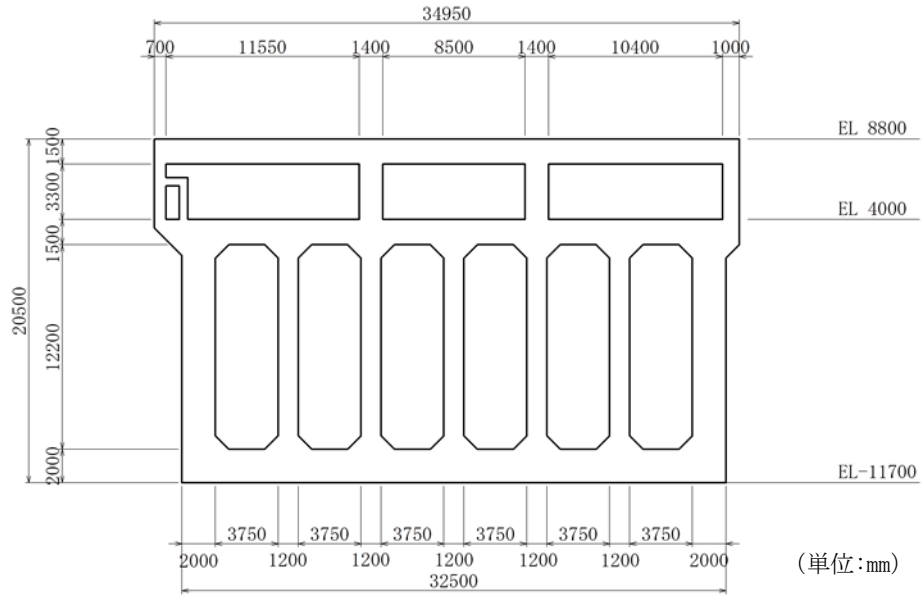


图 3-3-27 取水槽 断面图(A-A断面)

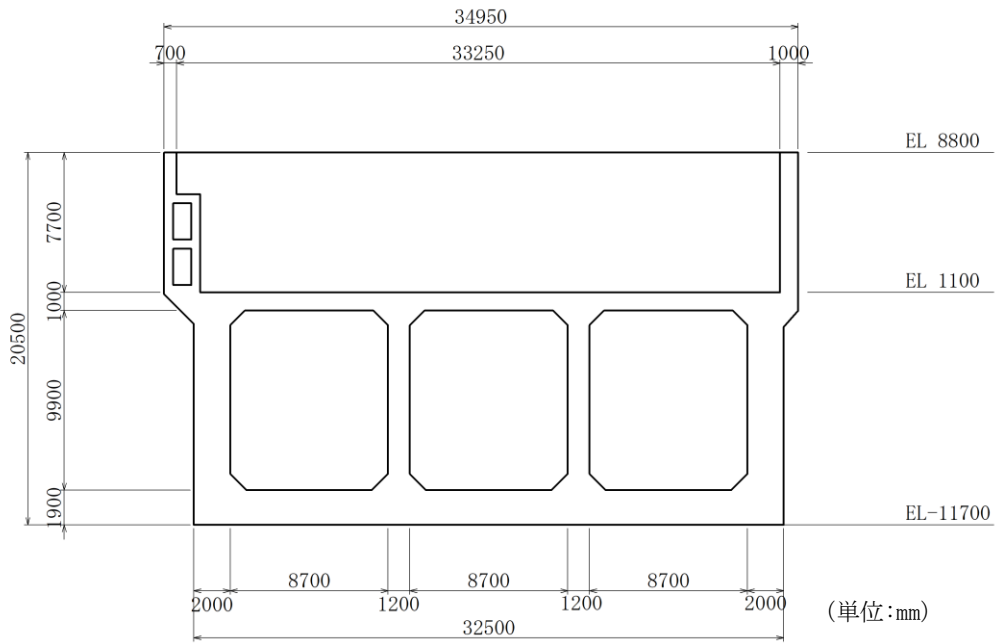


图 3-3-28 取水槽 断面图(B-B断面)

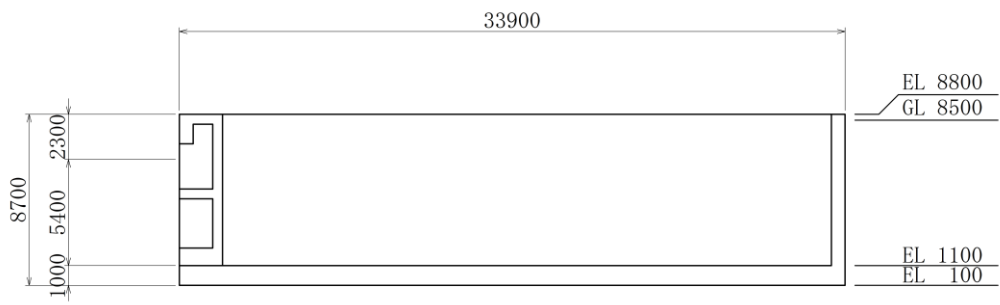


図 3-3-29 取水槽 断面図(C-C断面) (単位:mm)

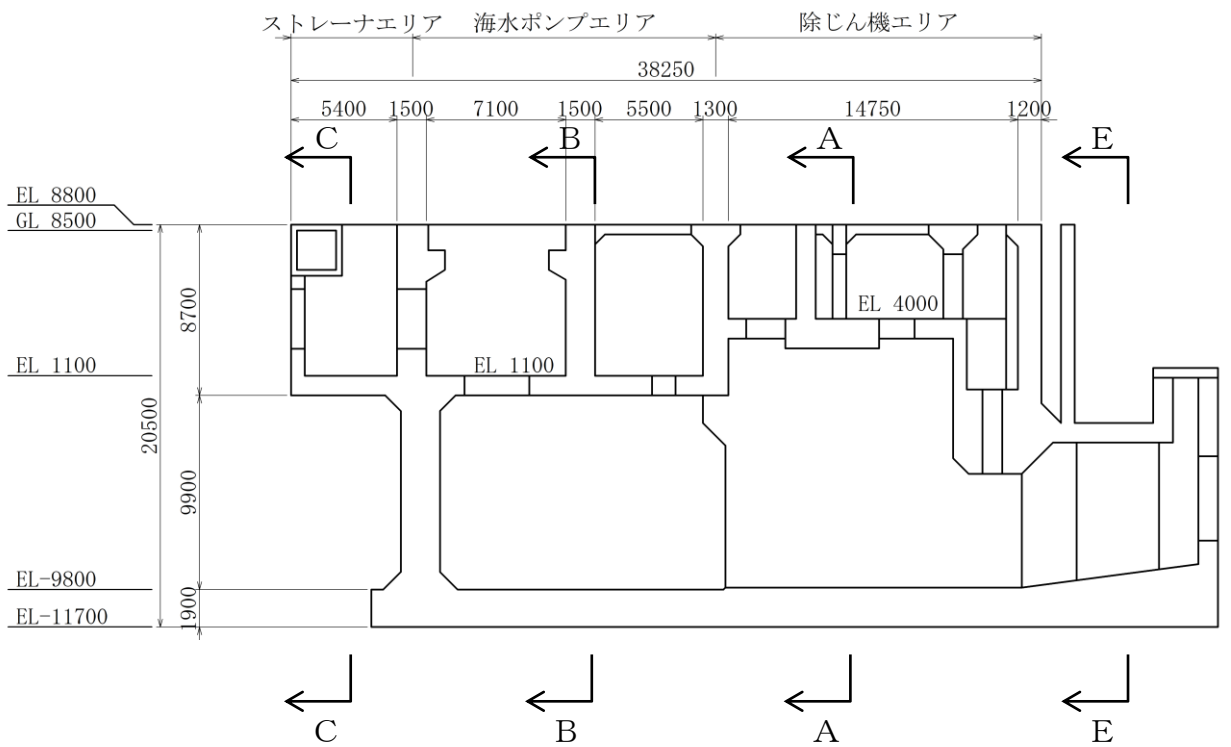


図 3-3-30 取水槽 断面図(D-D断面)

(単位:mm)

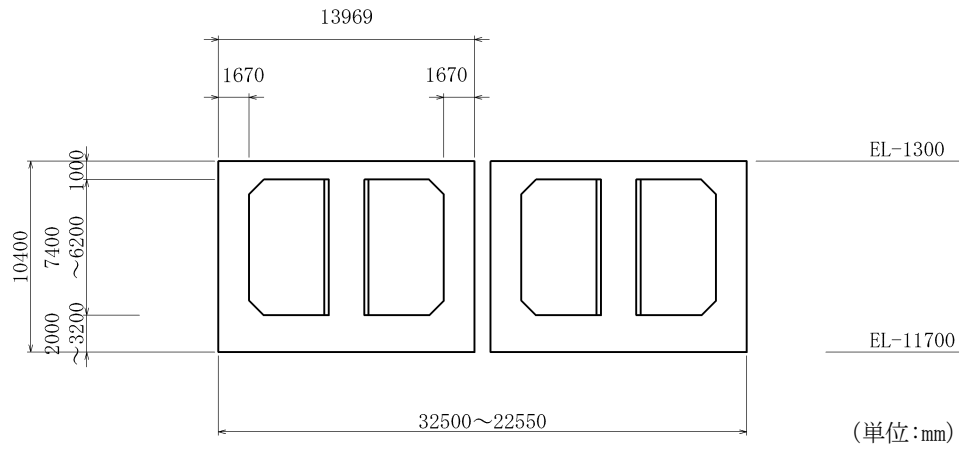


图 3-3-31 取水槽 断面图(E-E断面)

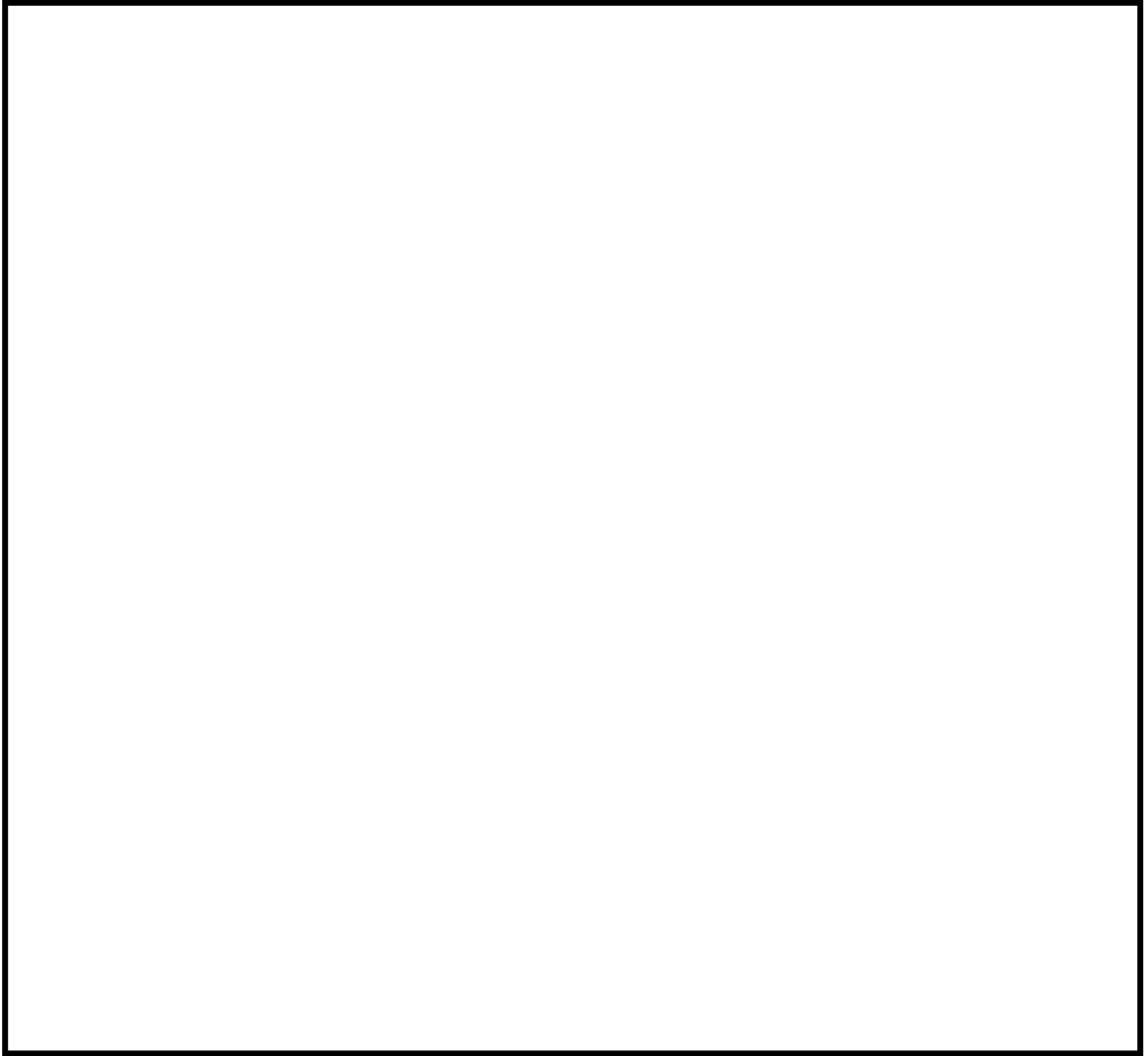


図 3-3-32 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 平面図



図 3-3-33 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 断面図 (A-A断面)



図 3-3-34 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 断面図 (B-B断面)

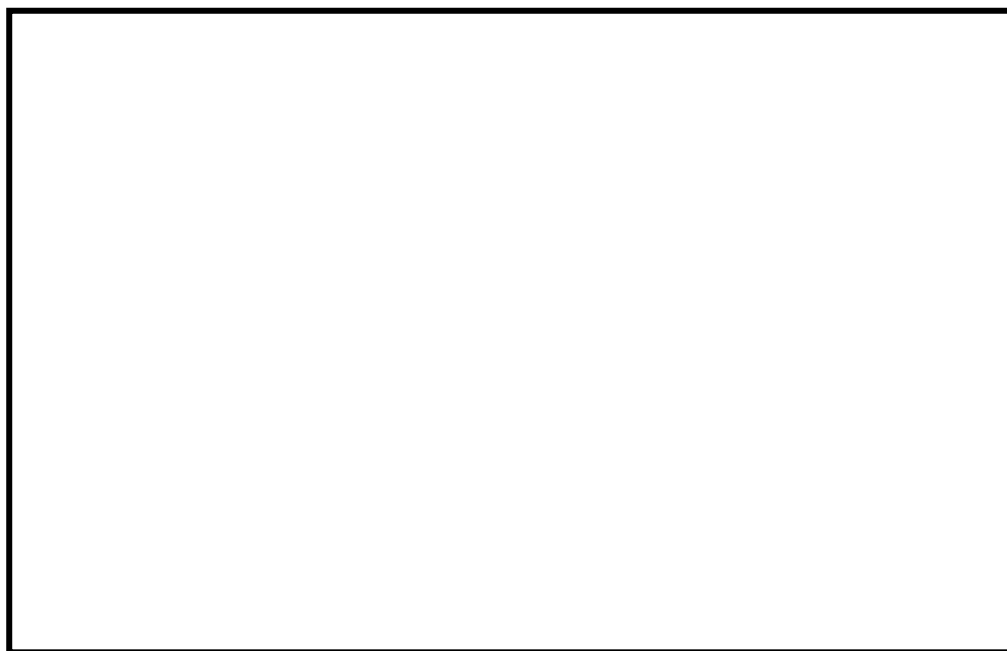


図 3-3-35 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽 断面図 (C-C断面)

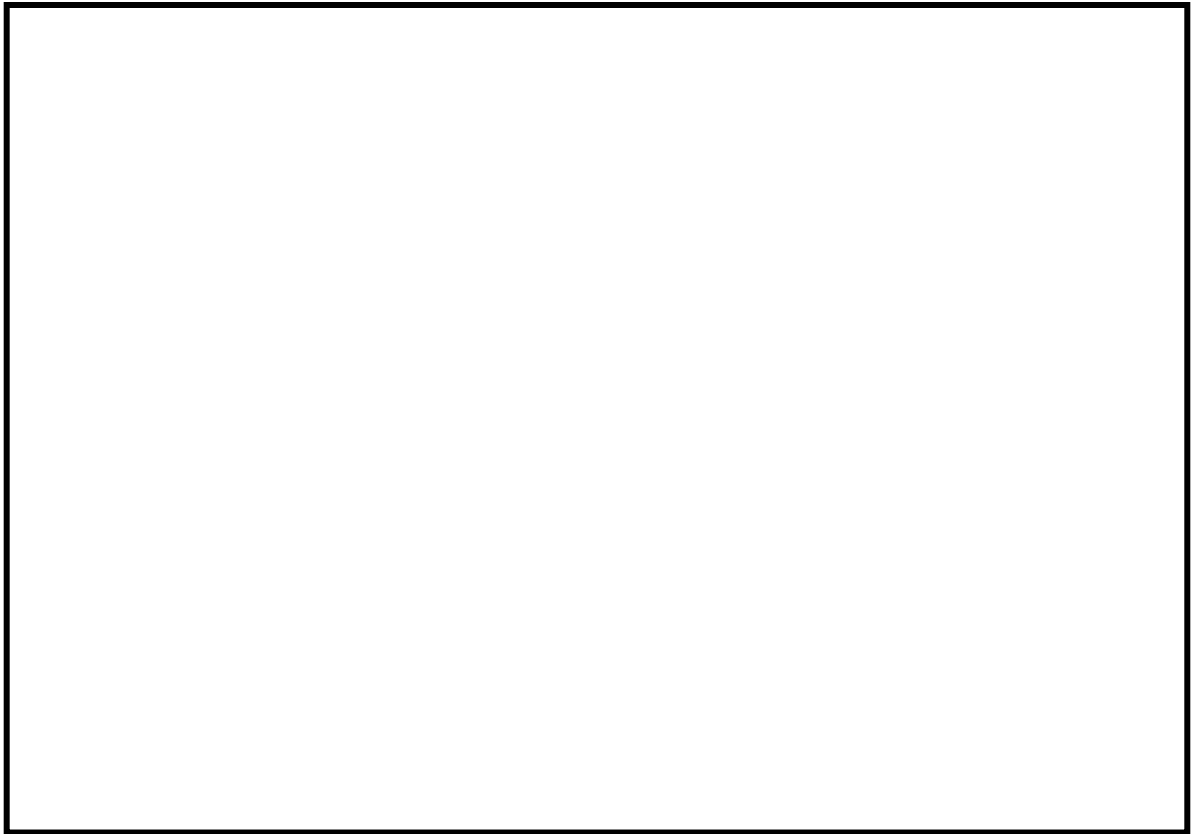


図 3-3-36 第1 ベントフィルタ格納槽 平面図

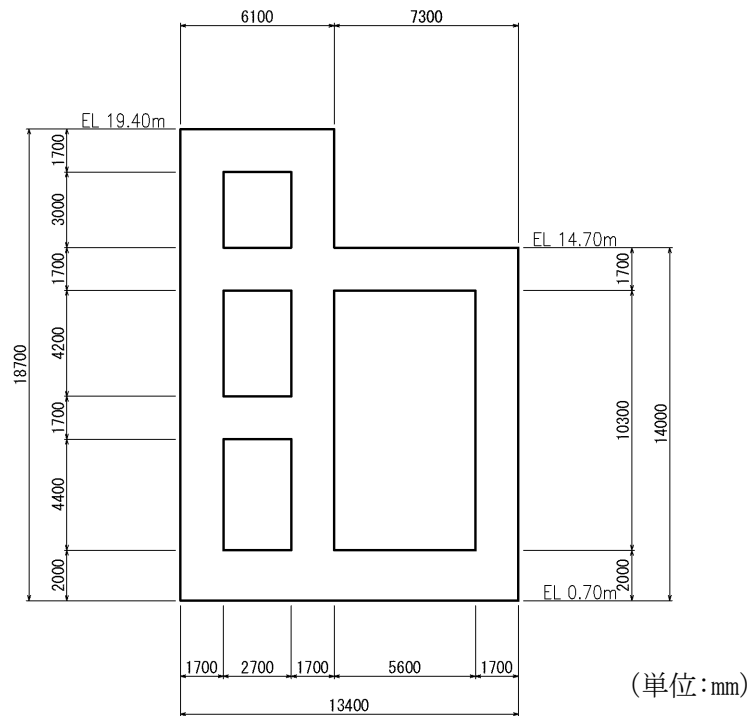


図 3-3-37 第1 ベントフィルタ格納槽 断面図 (A-A断面)

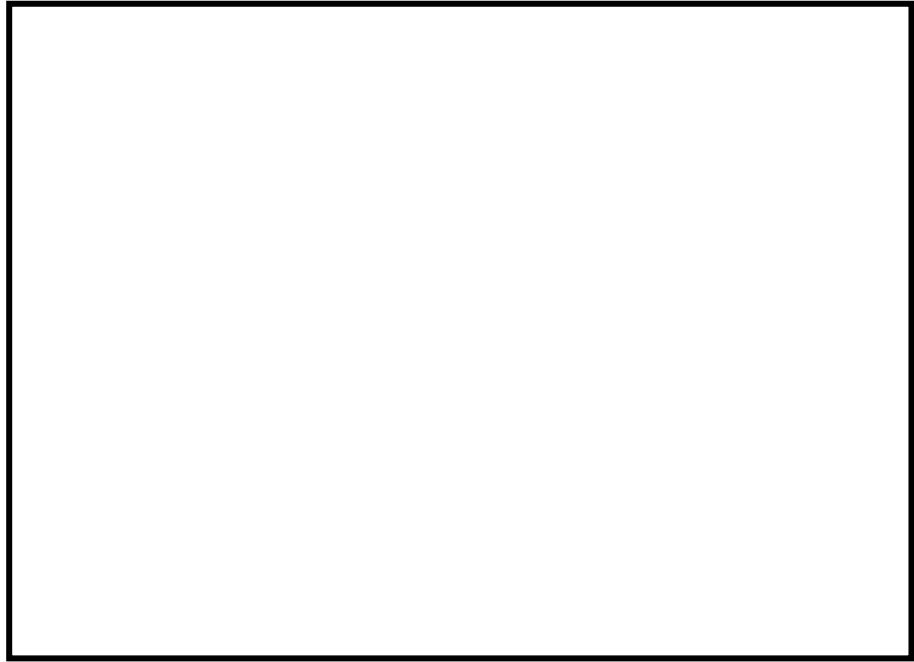


図 3-3-38 第 1 ベントフィルタ格納槽 断面図 (B-B 断面)

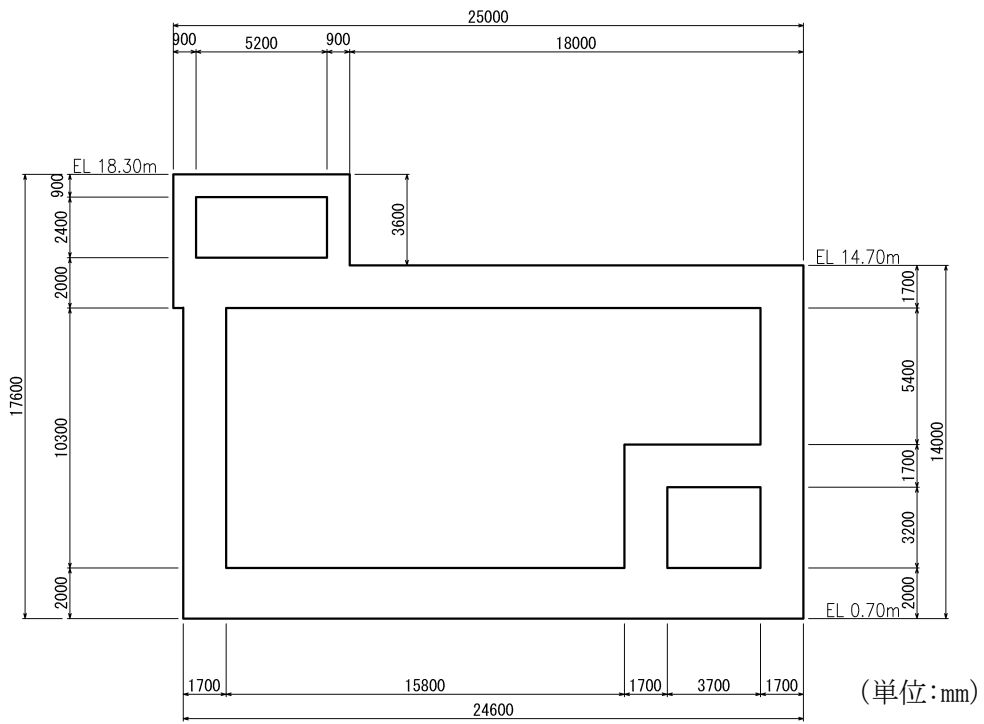


図 3-3-39 第 1 ベントフィルタ格納槽 断面図 (C-C 断面)

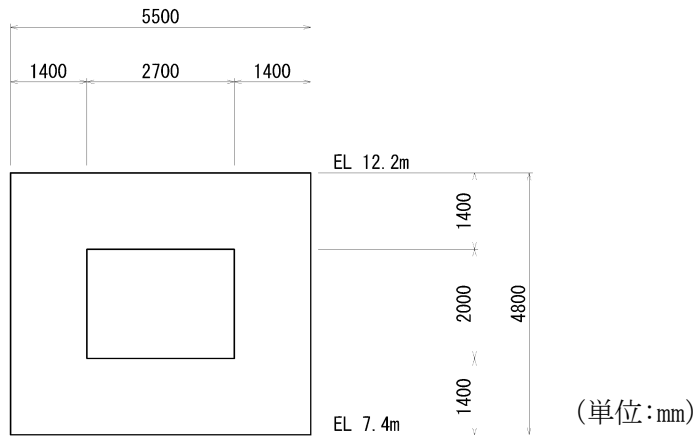


図 3-3-40 第 1 ベントフィルタ格納槽 断面図 (D-D断面)

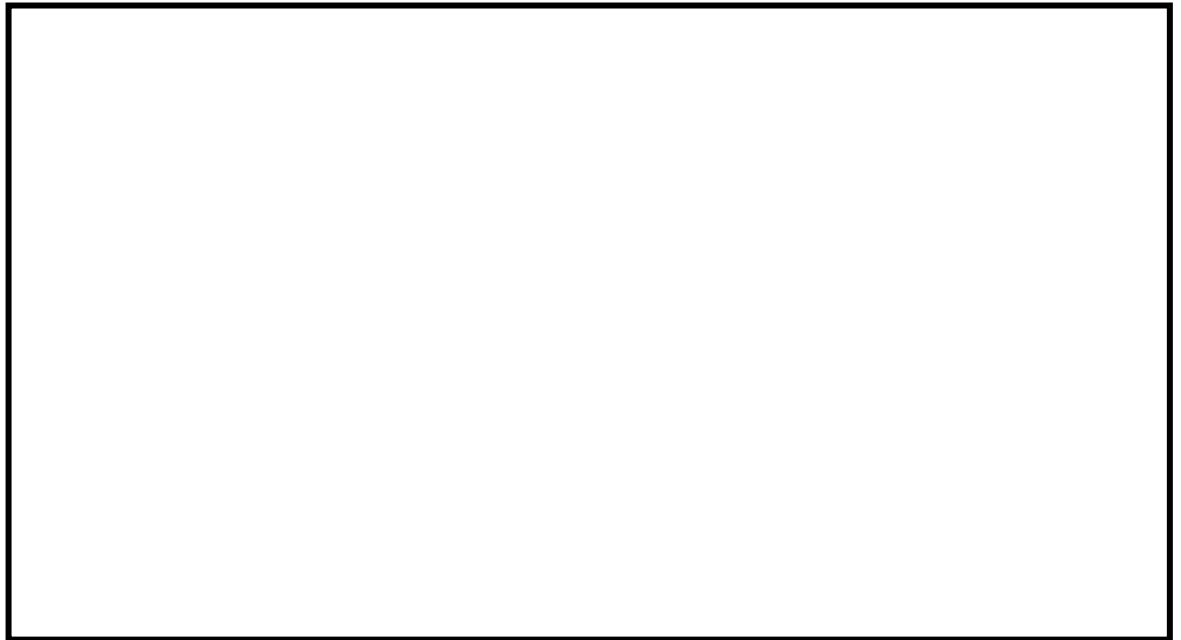


図 3-3-41 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 平面図

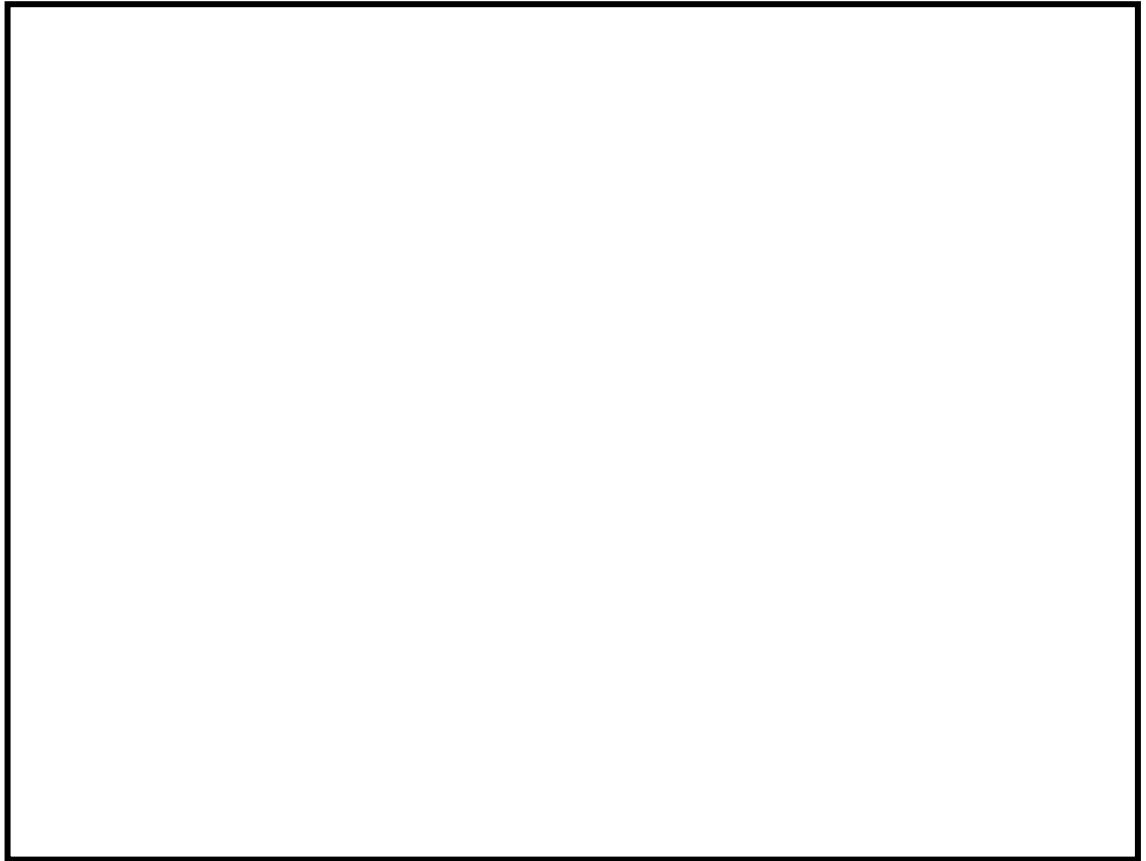


図 3-3-42 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 断面図 (A-A断面)

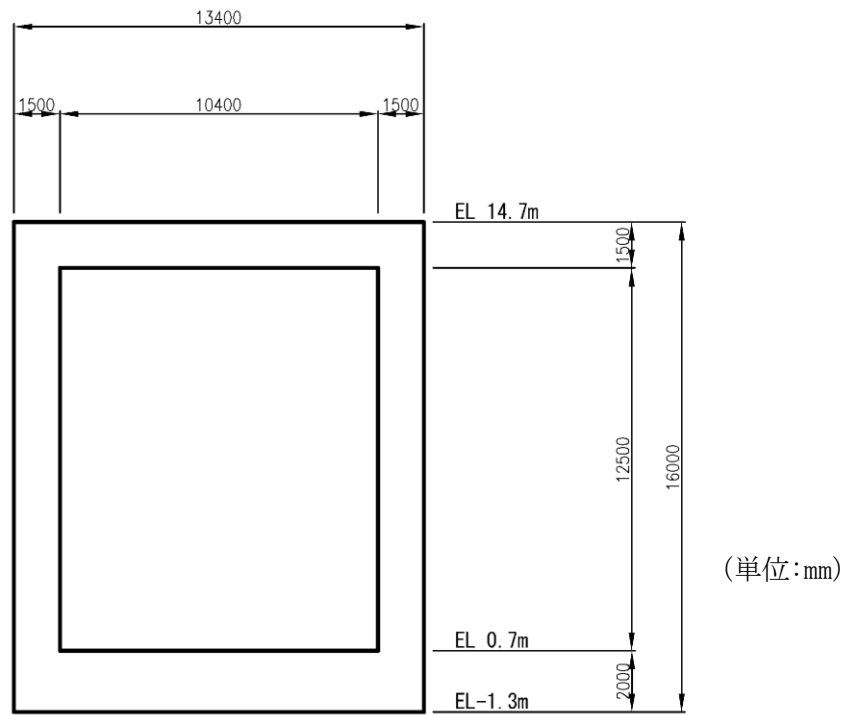


図 3-3-43 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 断面図 (B-B断面)

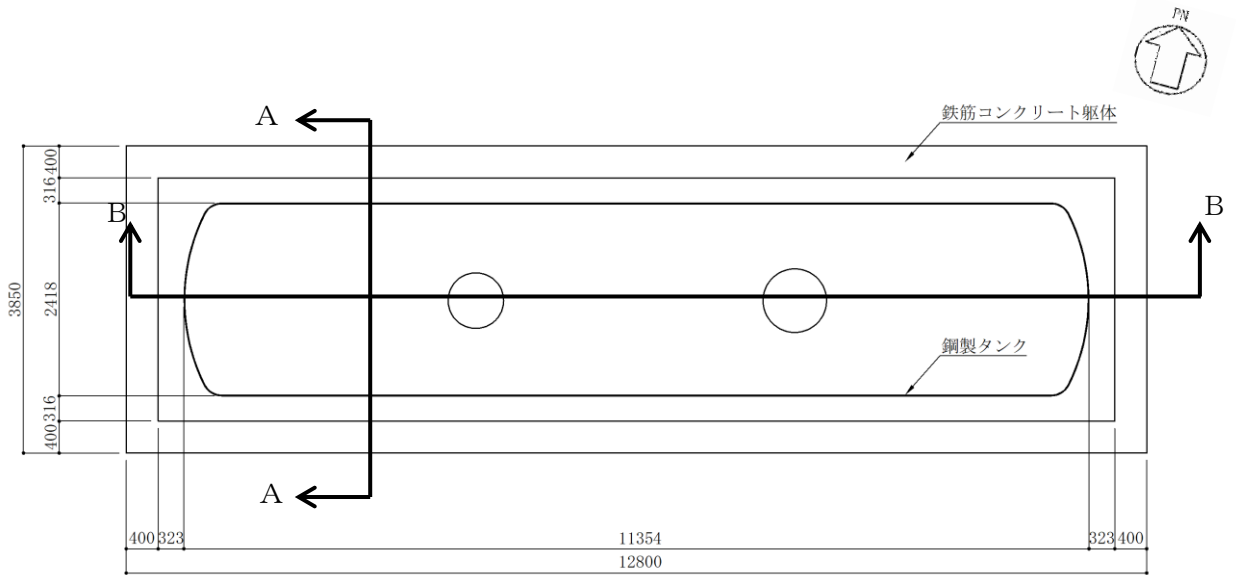


図 3-3-46 緊急時対策所用燃料地下タンク 平面図 (単位:mm)

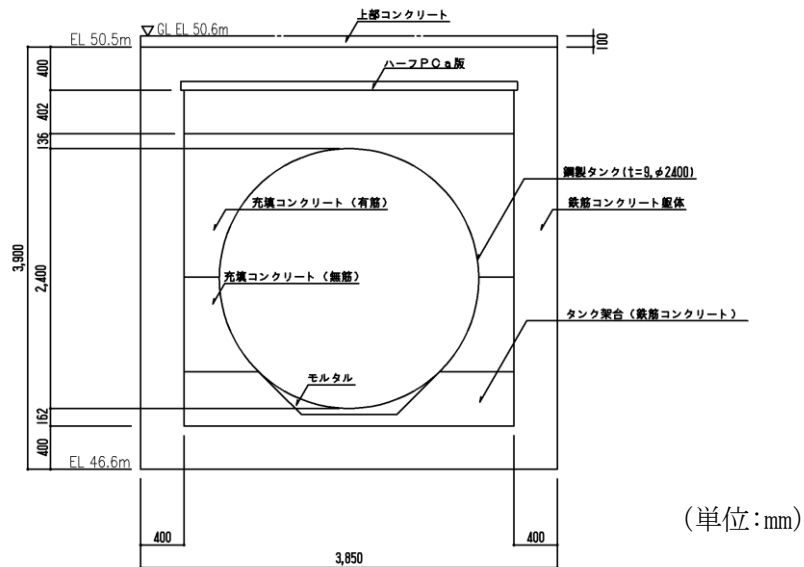


図 3-3-47 緊急時対策所用燃料地下タンク 断面図 (A-A断面)

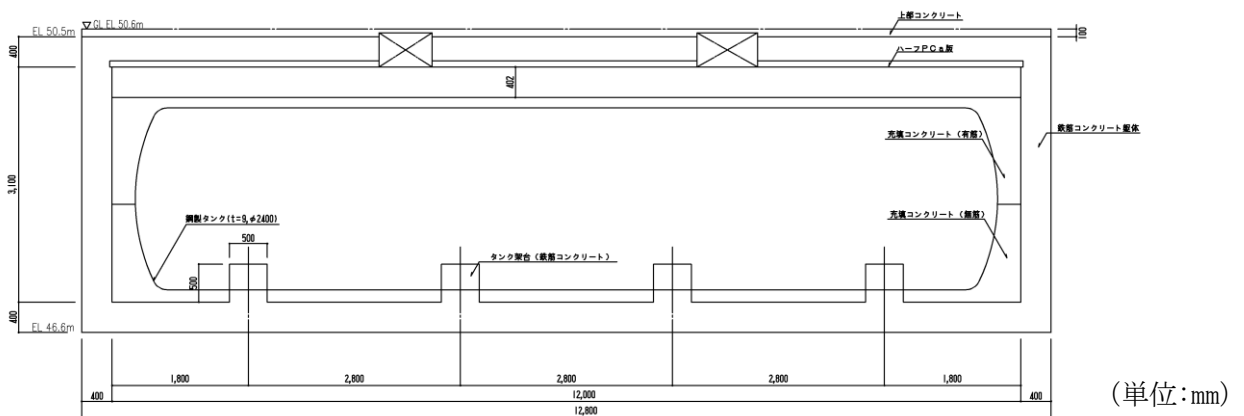


図 3-3-48 緊急時対策所用燃料地下タンク 断面図 (B-B断面)

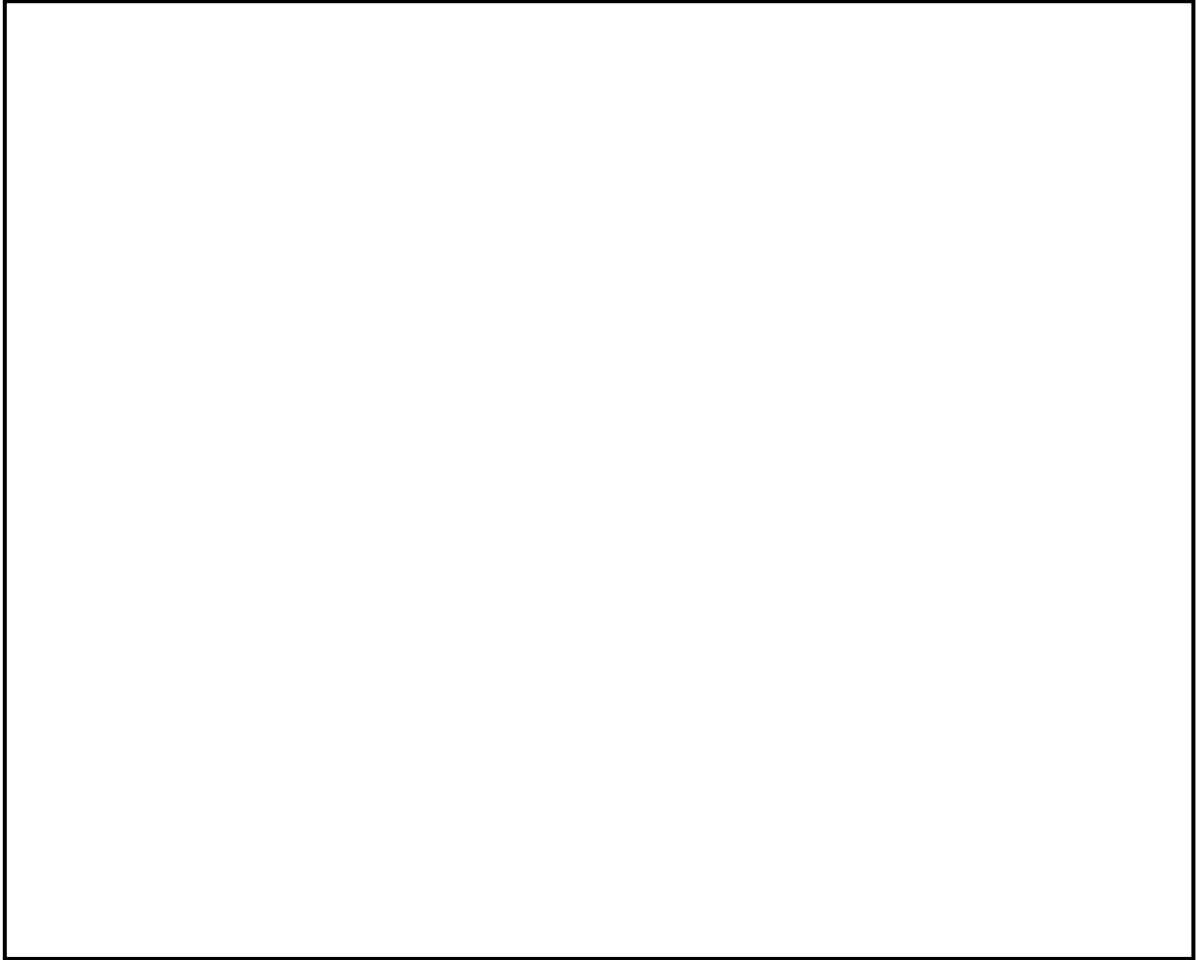


図 3-3-49 1号機取水槽ピット部及び1号機取水槽漸拡ダクト部底版
並びに1号機取水槽北側壁 平面図



図 3-3-50 1号機取水槽ピット部及び1号機取水槽漸拡ダクト部底版
並びに1号機取水槽北側壁 断面図 (A-A断面)

(2) 線状構造物

線状構造物については、屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の底版の一部が屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の頂板の一部と一体化している部位に、妻壁に相当する部位があり、3次元的な拘束効果が発生するため、一体化部に対して水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の平面図及び断面図を図3-3-51～図3-3-53に示す。断面図は一体化部が関係するB-B断面及びC-C断面のみ示す。断面図には、一体化部として影響評価を行う屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の底版を示す。

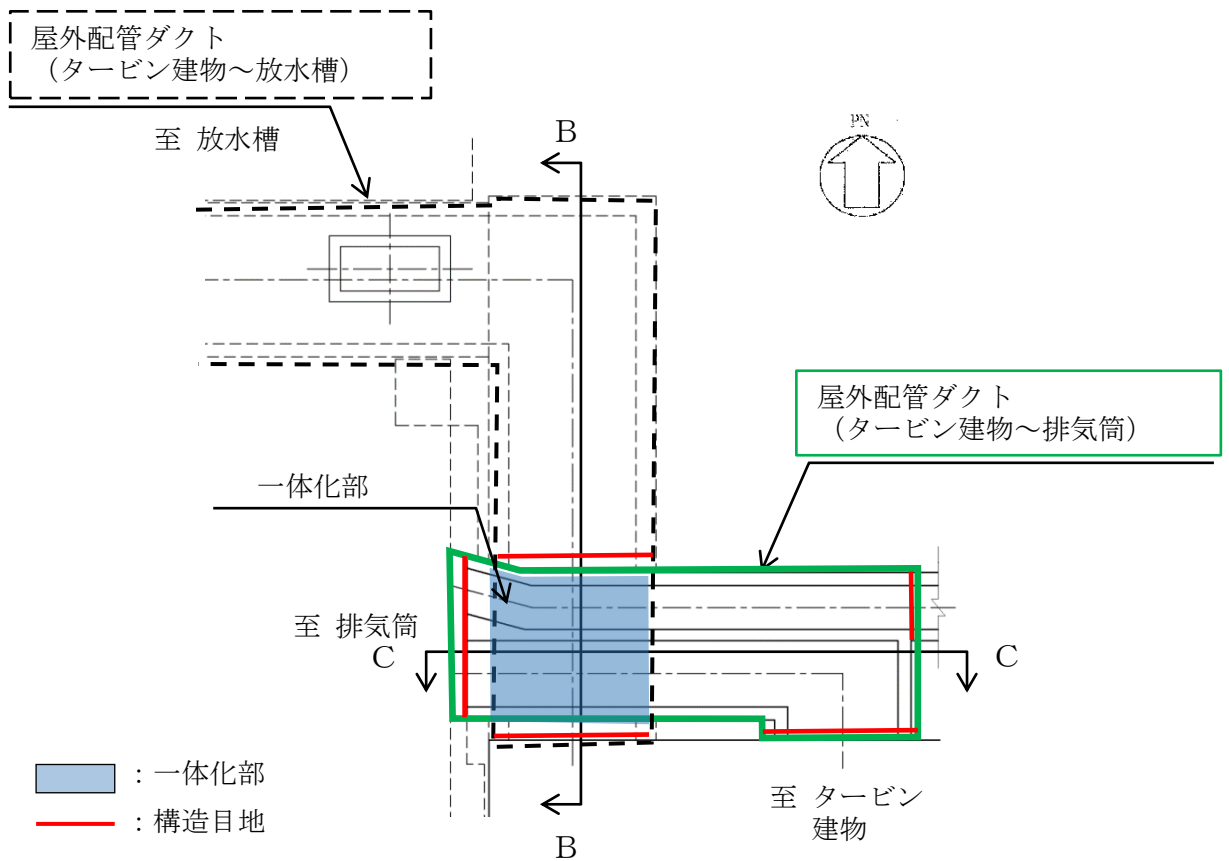


図3-3-51 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒） 平面図

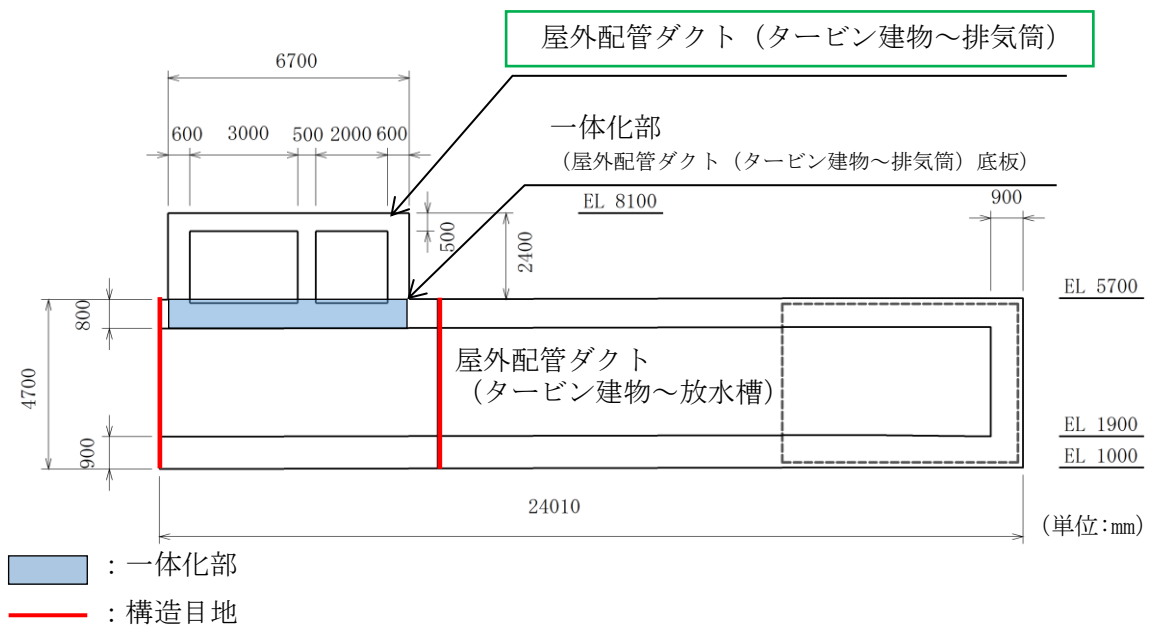


図 3-3-52 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) 断面図 (B-B断面)

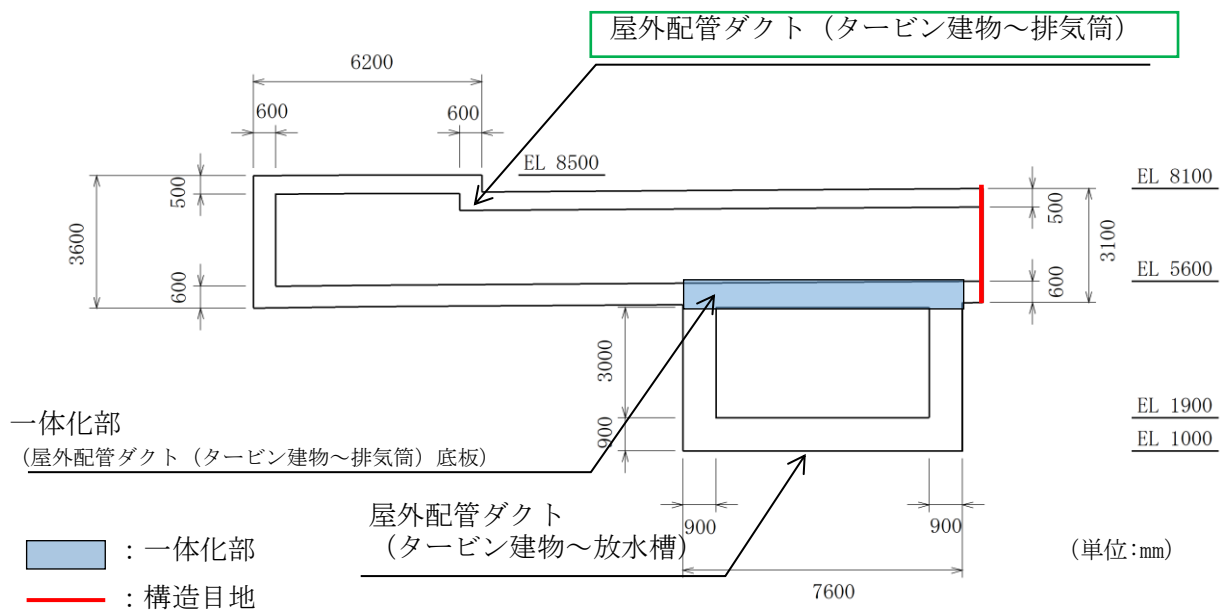


図 3-3-53 屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒) 断面図 (C-C断面)

(3) 円筒状構造物

円筒状構造物については、取水口及び復水貯蔵タンク遮蔽壁に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。円筒状構造物の平面図及び断面図を図3-3-54～図3-3-58に示す。

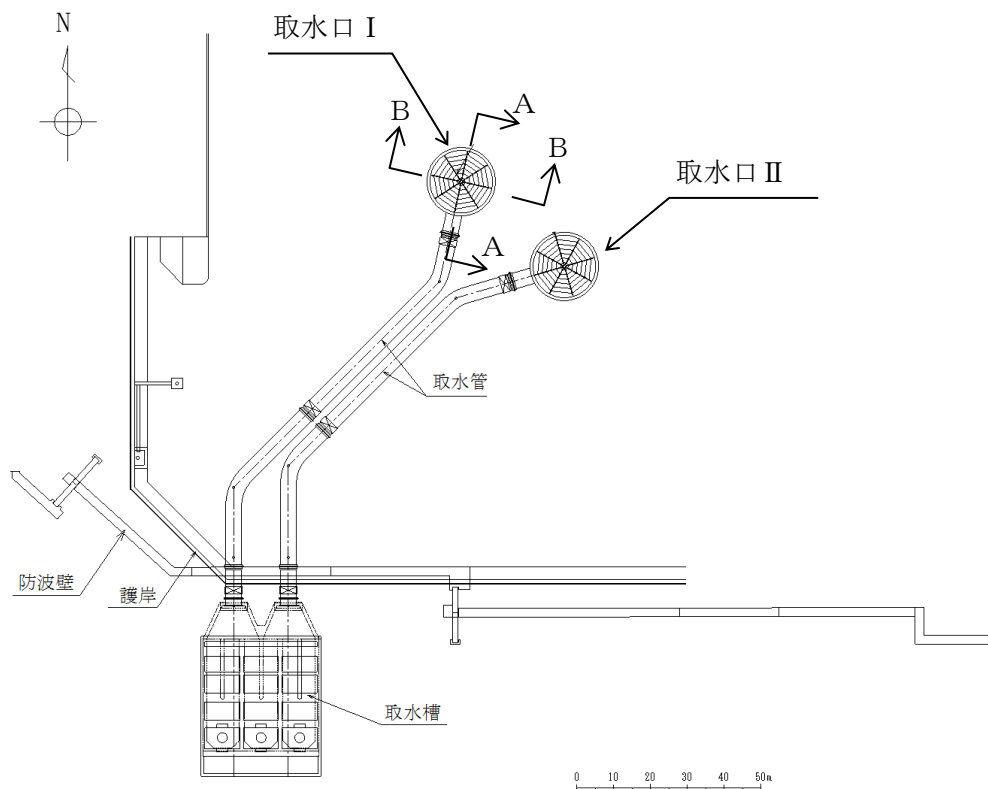


図3-3-54 取水口 平面図

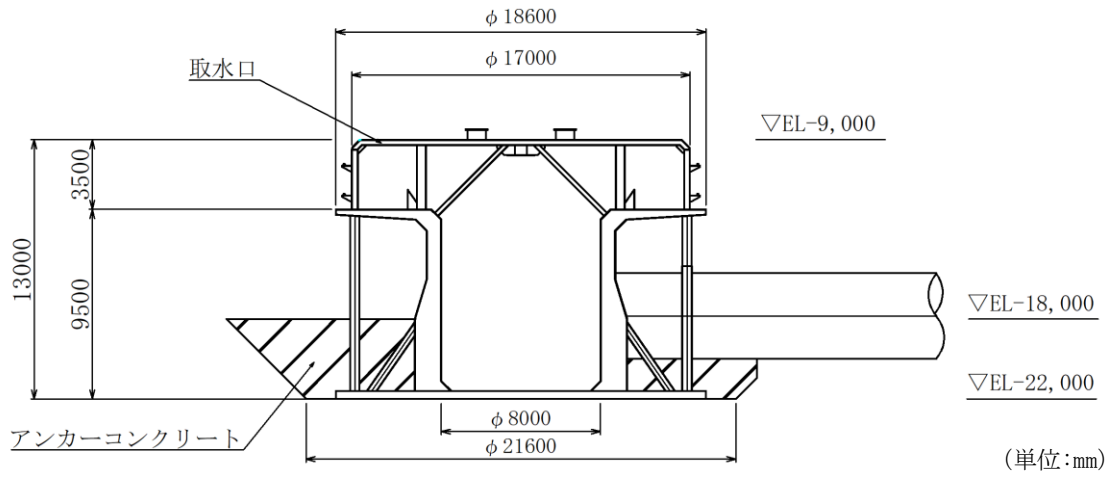


図 3-3-55 取水口 断面図 (A-A断面)

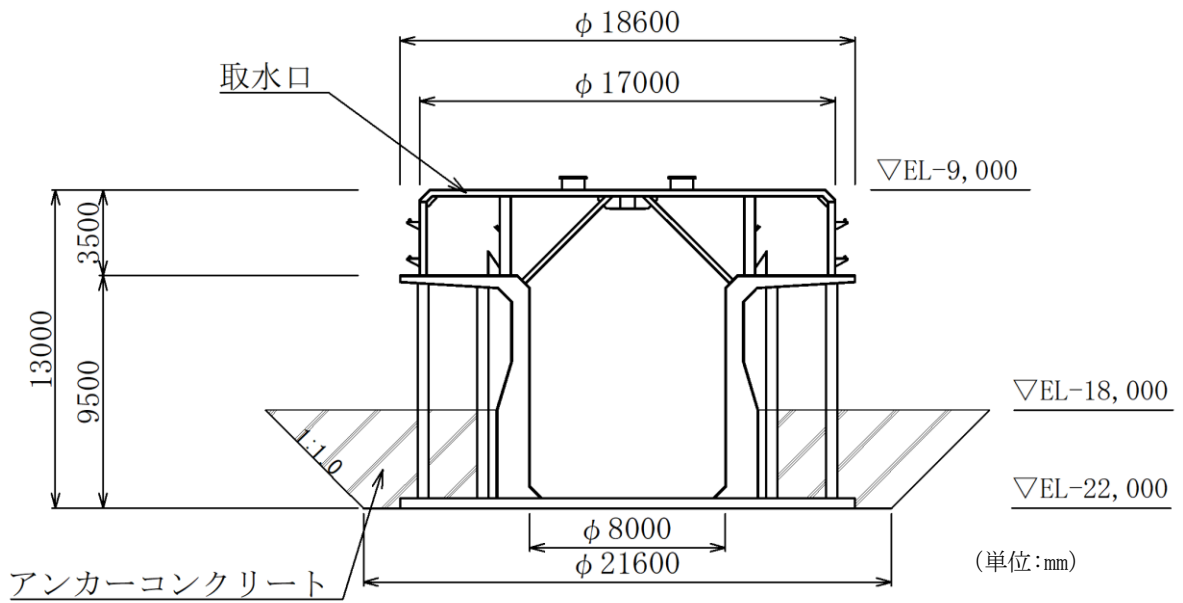


図 3-3-56 取水口 断面図 (B-B断面)

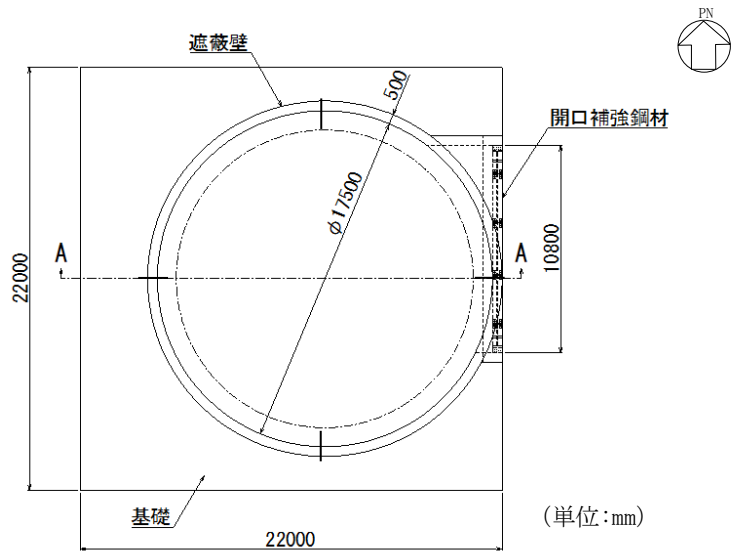


図 3-3-57 復水貯蔵タンク遮蔽壁 平面図

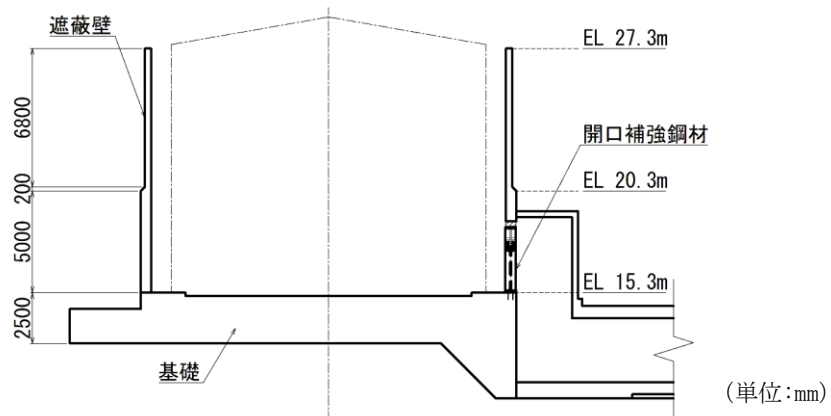


図 3-3-58 復水貯蔵タンク遮蔽壁 断面図 (A-A断面)

(4) 直接基礎

直接基礎については、ガスタービン発電機用軽油タンク基礎に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の平面図及び断面図を図3-3-59及び図3-3-60に示す。

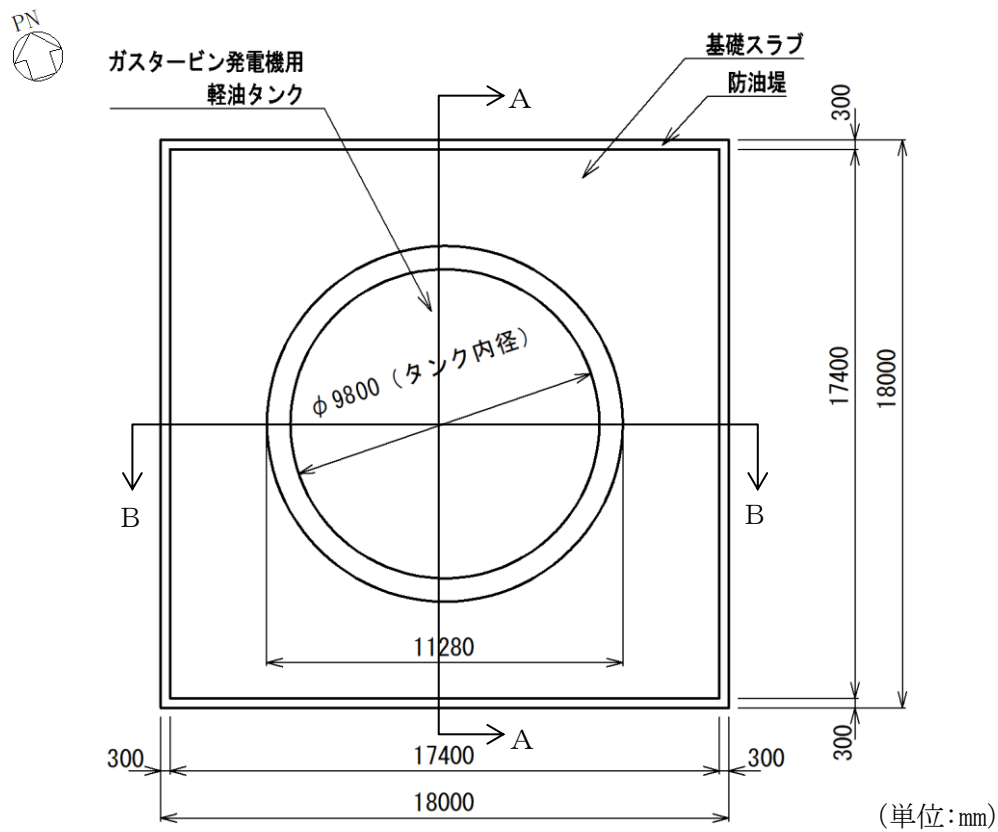


図3-3-59 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎 平面図

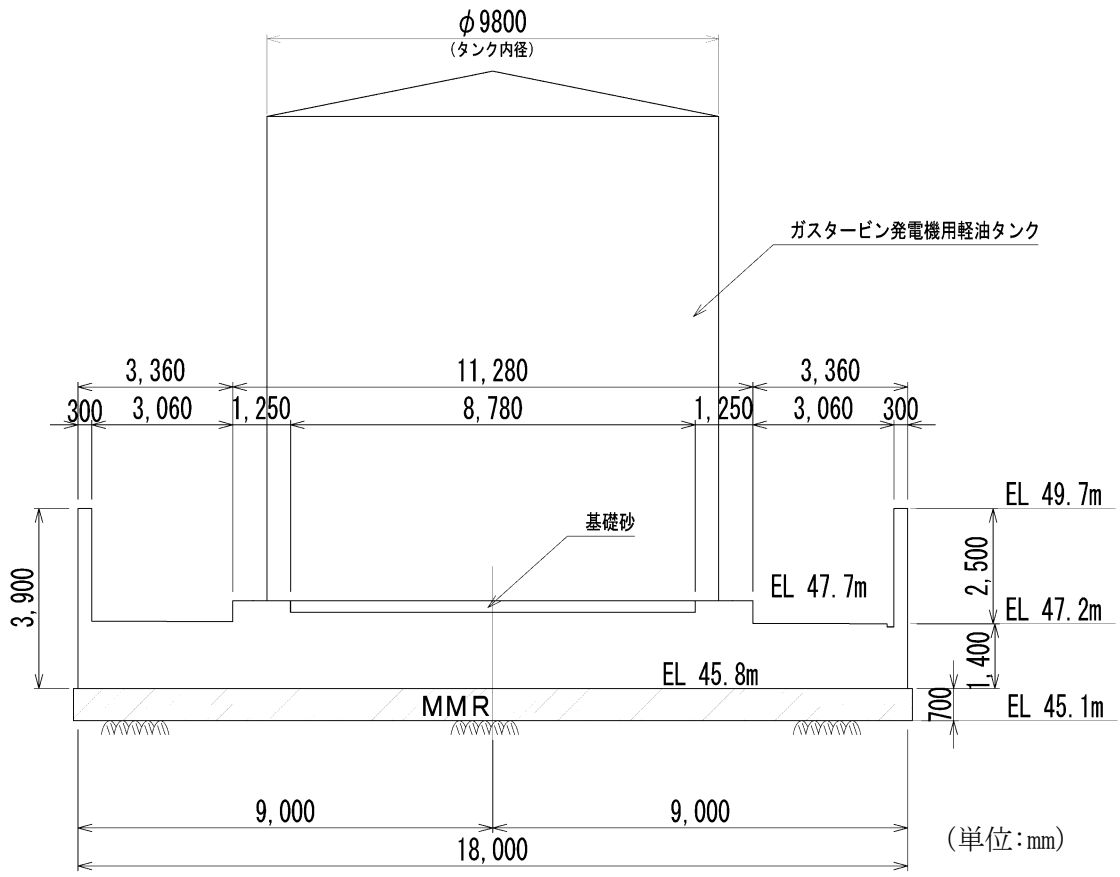


図 3-3-60 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎 断面図
 (A-A断面及びB-B断面)

(5) 管路構造物

管路構造物については、取水管に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。取水管の平面図及び断面図を図3-3-61～図3-3-63に示す。

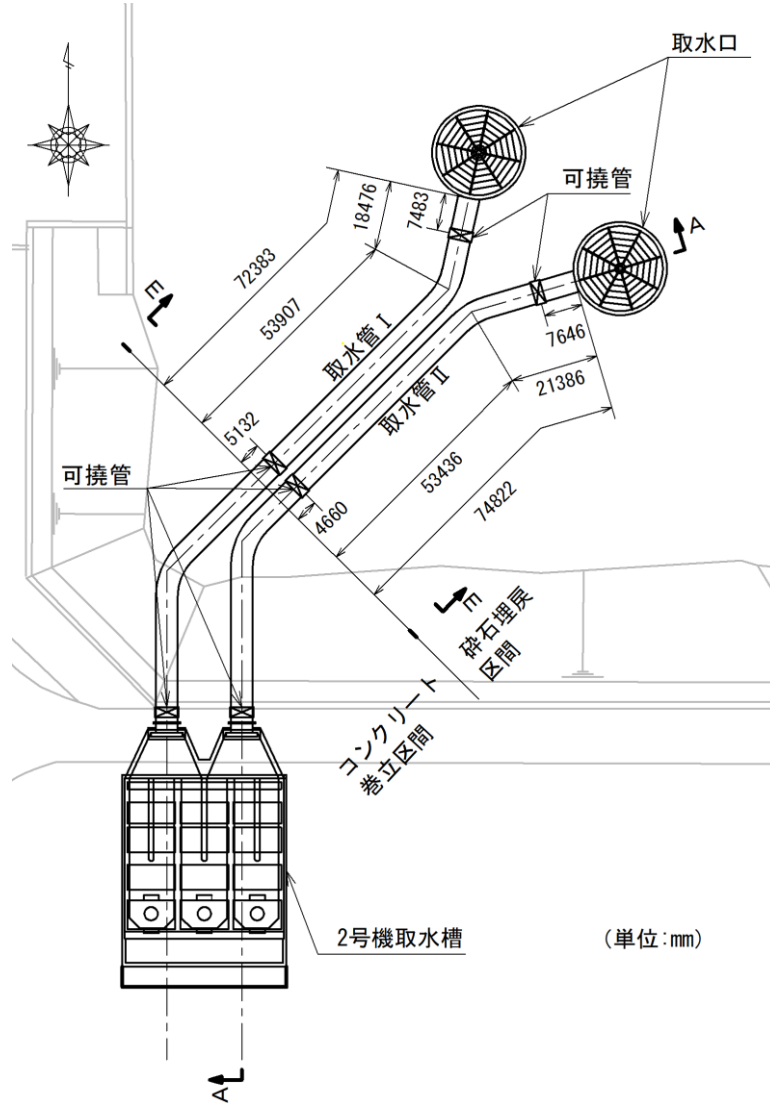


図3-3-61 取水管 平面図

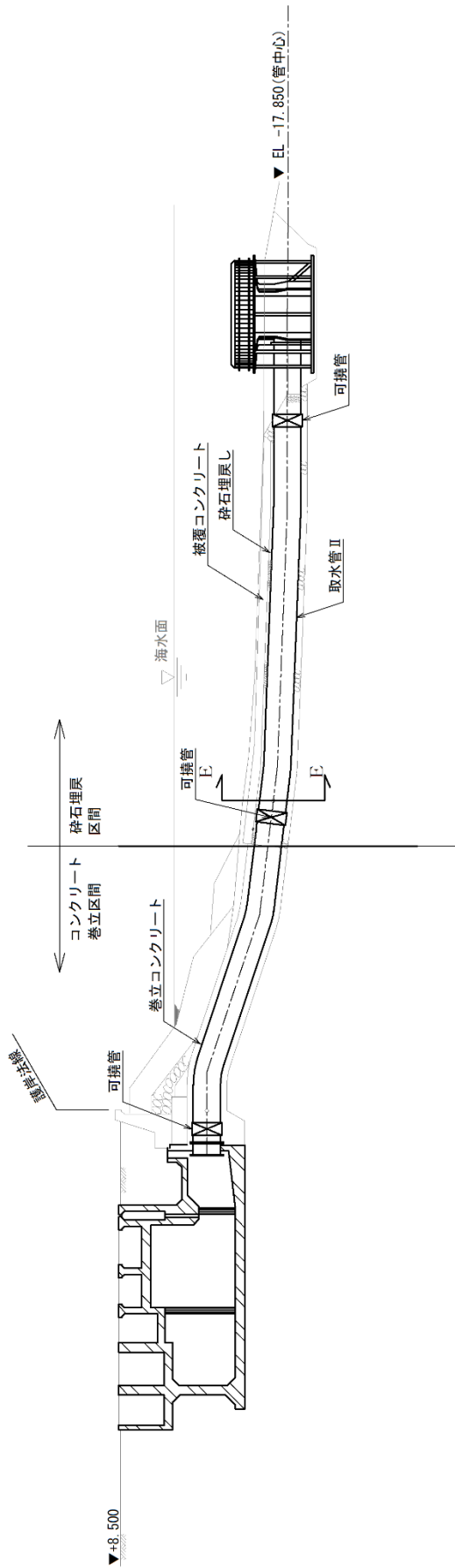


図 3-3-62 取水管 断面図 (A-A断面)



图 3-3-63 取水管 断面图 (E-E 断面)

(6) 鉄骨構造

鉄骨構造については、仮設耐震構台の支持杭に対して、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行う。仮設耐震構台の平面図及び断面図を図3-3-64～図3-3-66に示す。

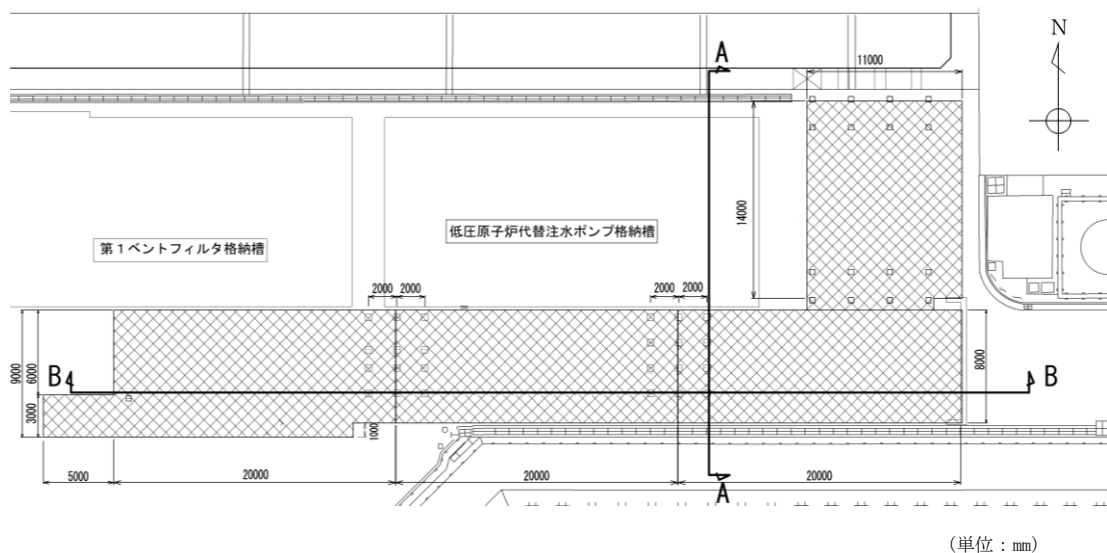


図3-3-64 仮設耐震構台 平面図



図3-3-65 仮設耐震構台 断面図 (A-A断面)

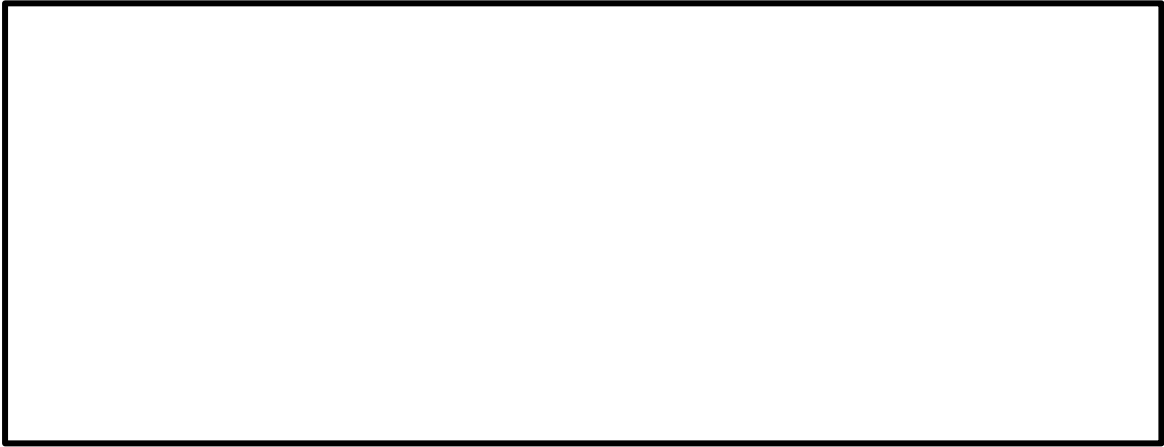


图 3-3-66 仮設耐震構台 断面図 (B-B断面)

3.3.3 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果

(1) 2次元断面で耐震評価を行っている箱型構造物

a. 評価方法

箱型構造物のうち、矩形の構造物のうち構造が単純で水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価が明確なB-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽、第1ベントフィルタ格納槽、低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽及び緊急時対策所用燃料地下タンクの評価結果を示す。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、箱型構造物の弱軸方向断面及び強軸方向断面におけるそれぞれの2次元地震応答解析にて、互いに干渉し合う断面力や応力を選定し、弱軸方向加振における部材照査において、強軸方向加振の影響を考慮し評価する。

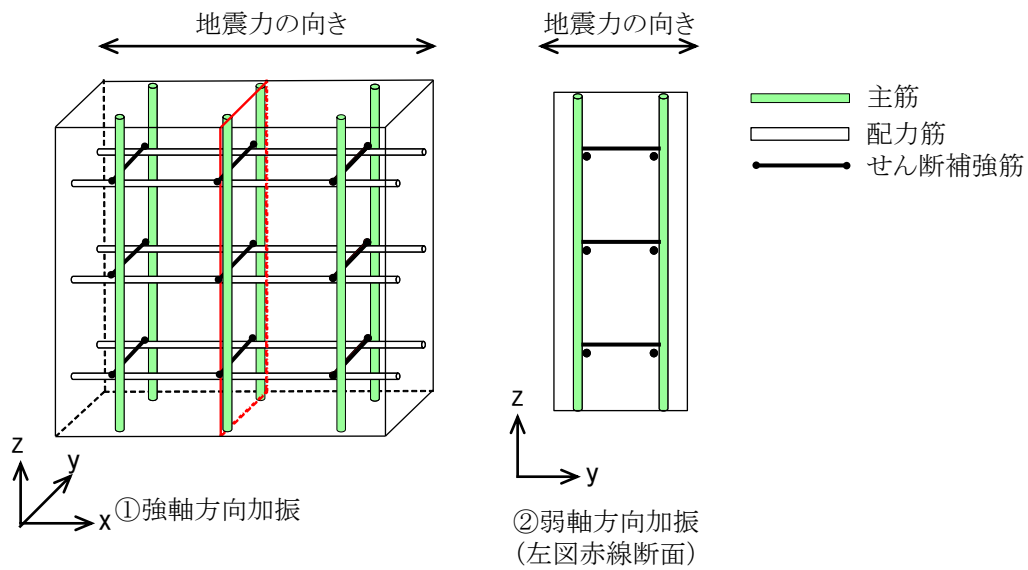
強軸方向加振については、箱型構造物の隔壁・側壁が、強軸方向加振にて耐震壁としての役割を担うことから、当該構造部材を耐震壁と見なし、「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—（日本建築学会，1999）」（以下「RC規準」という。）に準拠し耐震評価を実施する。

RC規準では、耐震壁に生じるせん断力（面内せん断）に対して、コンクリートのみで負担できるせん断耐力と、鉄筋のみで負担できるせん断耐力のいずれか大きい方を鉄筋コンクリートのせん断耐力として設定する。したがって、壁部材に生じるせん断力がコンクリートのみで負担できるせん断力以下であれば、鉄筋によるせん断負担はなく鉄筋には応力が発生しないものとして取り扱う。

一方、強軸方向加振にて生じるせん断力を、箱型構造物の隔壁・側壁のコンクリートのみで負担できず、鉄筋に負担させる場合、図3-3-67に示すとおり、強軸方向加振にて発生する側壁・隔壁の主筋の発生応力が、弱軸方向における構造部材の照査に影響を及ぼす可能性がある。したがって、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価においては、強軸方向加振にて発生する応力を、弱軸方向における構造部材の照査に付加することで、その影響の有無を検討する。

弱軸方向及び強軸方向の地震応答解析では、保守的に両方とも基準地震動 S_s を用いる。

図3-3-68に水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価フローを示す。



		①強軸方向加振	②弱軸方向加振	備考
断面力	M_y (y軸まわりの曲げモーメント)	△	×	
	M_x (x軸まわりの曲げモーメント)	×	○	
	N_z (鉛直方向軸力)	○	○	互いに干渉する可能性あり
	N_{zx} (zx平面内せん断)	○	×	
	Q_z (z方向面外せん断)	×	○	
応力	主筋	○	○	互いに干渉する可能性あり
	配力筋	○	×	
	せん断補強筋	×	○	

(○：発生する可能性あり，△：発生する可能性があるが極めて軽微，×：発生しない)

図 3-3-67 強軸方向加振及び弱軸方向加振において発生する断面力・応力

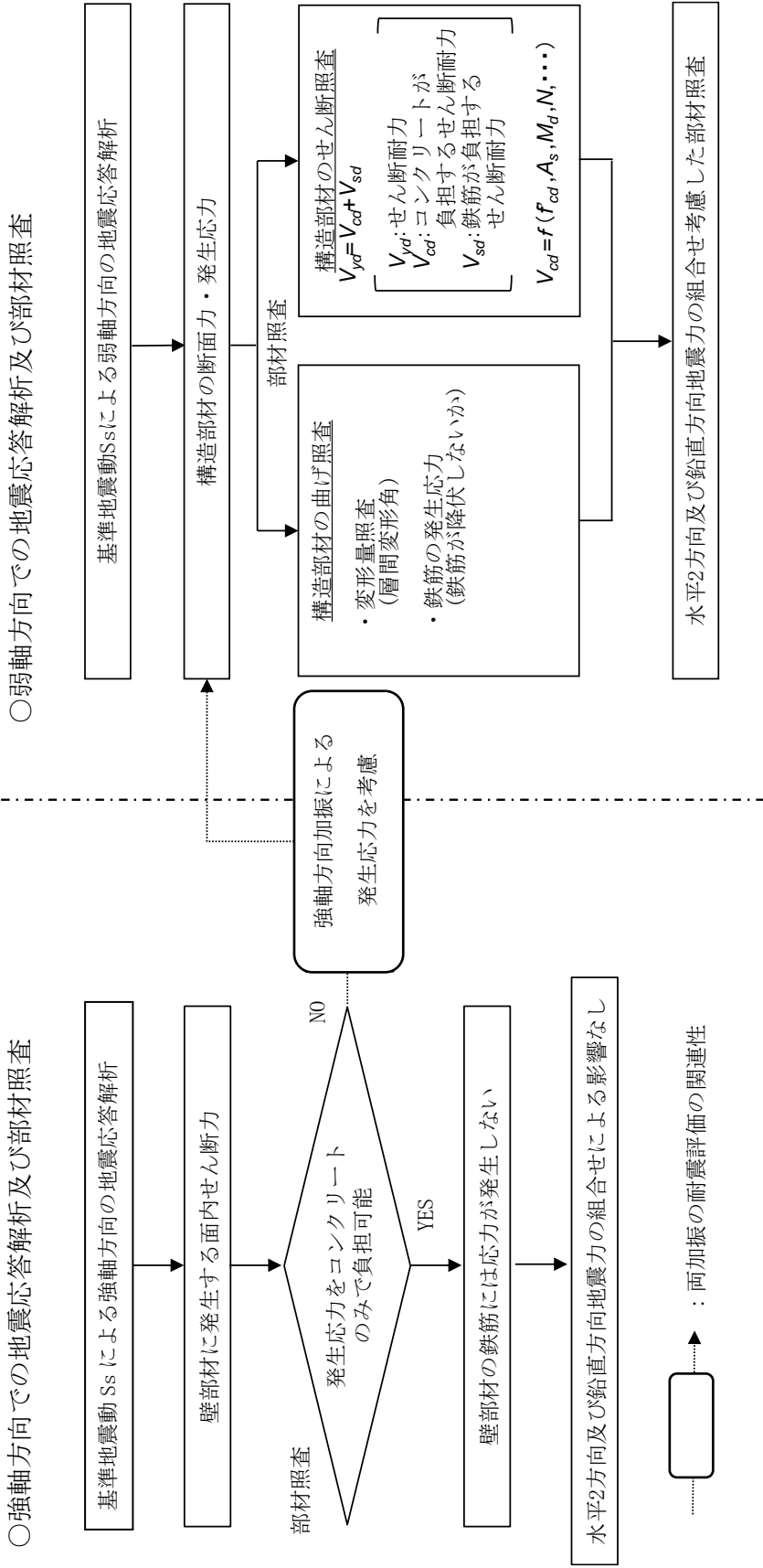


図 3-3-68 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価フロー

b. 評価条件

箱型構造物の評価条件については、各構造物それぞれに対応する地震応答計算書に記載の解析手法、解析モデル、解析ケース及び地震動とする。

c. 許容限界

許容限界は、RC規準を参考に、コンクリートの短期許容せん断応力度 f_s とする。表 3-3-5 に各構造物におけるコンクリートの短期許容せん断応力度を示す。

表 3-3-5 コンクリートの短期許容せん断応力度

対象構造物	設計基準強度 F_c (N/mm ²)	短期許容 せん断応力度 f_s (N/mm ²)	備考
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	24.0	1.11	($F_c/30$ かつ $0.5 + F_c/100$ 以下) の 1.5 倍
第 1 ベントフィルタ格納槽			
低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽			
緊急時対策所用燃料地下タンク			

d. 評価結果

(a) B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽

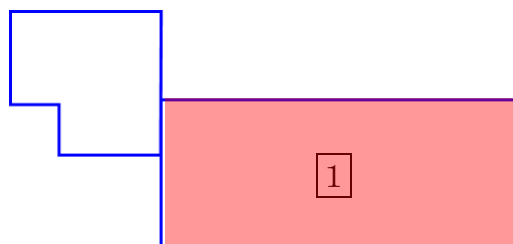
強軸方向断面（B-B断面）にて発生する面内せん断応力度は、表3-3-6に示すとおり最大で0.47（N/mm²）である。一方で、RC規準による許容限界である短期許容せん断応力度は1.11（N/mm²）であり、照査値は1.0を下回ることから強軸方向加振にて壁部材に生じるせん断応力は、弱軸方向断面の耐震評価に影響を与えることはない。

なお、B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の強軸方向断面については、一部耐震壁を考慮しない弱軸方向断面が存在することから、強軸方向断面となる範囲については、対象部位①のみを耐震壁とみなし、耐震壁に生じるせん断力（面内せん断）に対して評価を行った。

表3-3-6 面内せん断に対する照査結果（対象部位①）

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度	短期許容 せん断応力度	照査値
			τ_{max} (N/mm ²)	f_s (N/mm ²)	τ_{max} / f_s
①	S s - D	++	0.39	1.11	0.36
		-+	0.34		0.31
		+-	0.40		0.37
		--	0.34		0.31
	S s - F 1	++	0.26		0.24
	S s - F 2	++	0.29		0.27
	S s - N 1	++	0.25		0.23
		-+	0.33		0.30
	S s - N 2 (NS)	++	0.25		0.23
		-+	0.28		0.26
	S s - N 2 (EW)	++	0.25		0.23
		-+	0.28		0.25
②	S s - D	+-	0.37	0.34	
③	S s - D	+-	0.47	0.43	

注：評価位置を図3-3-69に示す。



(B-B断面)

図3-3-69 対象部位

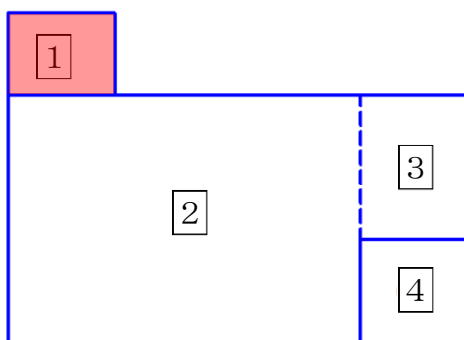
(b) 第1ベントフィルタ格納槽

強軸方向断面（C-C断面）にて発生する面内せん断応力度は、表3-3-7～表3-3-10に示すとおり最大で0.71（N/mm²）である。一方で、RC規準による許容限界である短期許容せん断応力度は1.11（N/mm²）であり、照査値は1.0を下回ることから強軸方向加振にて壁部材に生じるせん断応力は、弱軸方向断面の耐震評価に影響を与えることはない。

表3-3-7 面内せん断に対する照査結果（対象部位¹）

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度 τ_{max} (N/mm ²)	短期許容 せん断応力度 f_s (N/mm ²)	照査値 τ_{max}/f_s
④	S _s -D	++	0.21	1.11	0.19
		-+	0.19		0.17
		+ -	0.21		0.19
		--	0.18		0.16
	S _s -F1	++	0.15		0.14
	S _s -F2	++	0.15		0.14
	S _s -N1	++	0.15		0.14
		-+	0.15		0.14
	S _s -N2 (NS)	++	0.14		0.13
		-+	0.12		0.11
	S _s -N2 (EW)	++	0.13		0.12
		-+	0.12		0.12
⑤	S _s -N1	++	0.15	0.14	
⑥	S _s -N1	++	0.16	0.15	
⑦	S _s -N1	++	0.15	0.14	
⑧	S _s -N1	++	0.16	0.15	

注：評価位置を図3-3-70に示す。



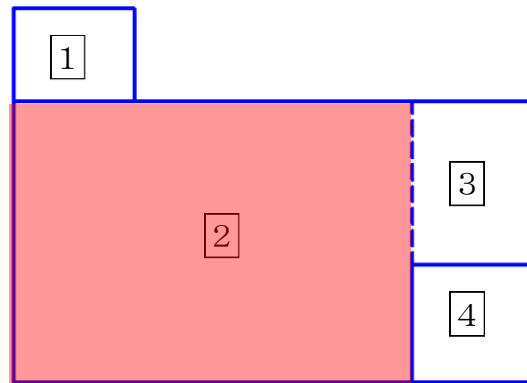
(C-C断面)

図3-3-70 対象部位

表3-3-8 面内せん断に対する照査結果（対象部位²）

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度 τ_{max} (N/mm ²)	短期許容 せん断応力度 f_s (N/mm ²)	照査値 τ_{max}/f_s
④	S _s -D	++	0.52	1.11	0.48
		-+	0.51		0.46
		+ -	0.54		0.49
		--	0.49		0.44
	S _s -F 1	++	0.41		0.37
	S _s -F 2	++	0.43		0.39
	S _s -N 1	++	0.47		0.43
		-+	0.48		0.43
	S _s -N 2 (NS)	++	0.39		0.36
		-+	0.35		0.32
	S _s -N 2 (EW)	++	0.36		0.33
		-+	0.32		0.29
⑤	S _s -N 1	++	0.47	0.43	
⑥	S _s -N 1	++	0.46	0.42	
⑦	S _s -N 1	++	0.47	0.43	
⑧	S _s -N 1	++	0.47	0.43	

注：評価位置を図 3-3-71 に示す。



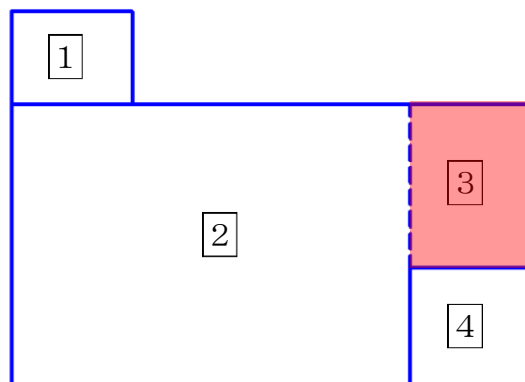
(C-C断面)

図 3-3-71 対象部位

表 3-3-9 面内せん断に対する照査結果 (対象部位³⁾)

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度 τ_{max} (N/mm ²)	短期許容 せん断応力度 f_s (N/mm ²)	照査値 τ_{max}/f_s
④	S _s -D	++	0.48	1.11	0.43
		-+	0.43		0.39
		+ -	0.55		0.50
		--	0.56		0.50
	S _s -F 1	++	0.36		0.33
	S _s -F 2	++	0.35		0.32
	S _s -N 1	++	0.39		0.36
		-+	0.40		0.37
	S _s -N 2 (NS)	++	0.36		0.33
		-+	0.34		0.31
	S _s -N 2 (EW)	++	0.39		0.36
		-+	0.36		0.33
⑤	S _s -N 1	++	0.39	0.36	
⑥	S _s -N 1	++	0.39	0.35	
⑦	S _s -N 1	++	0.46	0.42	
⑧	S _s -N 1	++	0.46	0.41	

注：評価位置を図 3-3-72 に示す。



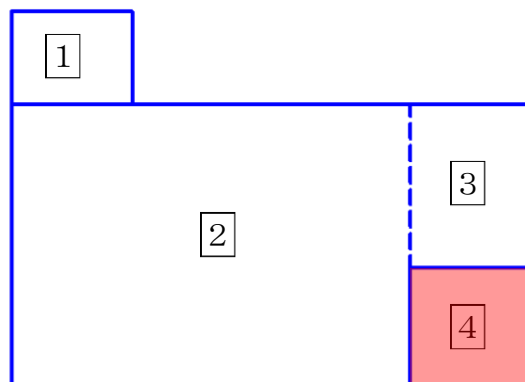
(C-C断面)

図 3-3-72 対象部位

表 3-3-10 面内せん断に対する照査結果 (対象部位④)

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度 τ_{max} (N/mm ²)	短期許容 せん断応力度 f_s (N/mm ²)	照査値 τ_{max}/f_s
④	S _s -D	++	0.62	1.11	0.56
		-+	0.71		0.64
		+ -	0.61		0.55
		--	0.70		0.63
	S _s -F 1	++	0.43		0.39
	S _s -F 2	++	0.65		0.59
	S _s -N 1	++	0.55		0.50
		-+	0.49		0.45
	S _s -N 2 (NS)	++	0.51		0.47
		-+	0.41		0.38
	S _s -N 2 (EW)	++	0.46		0.42
		-+	0.45		0.41
⑤	S _s -N 1	++	0.55	0.50	
⑥	S _s -N 1	++	0.54	0.49	
⑦	S _s -N 1	++	0.54	0.49	
⑧	S _s -N 1	++	0.53	0.48	

注：評価位置を図 3-3-73 に示す。



(C-C断面)

図 3-3-73 対象部位

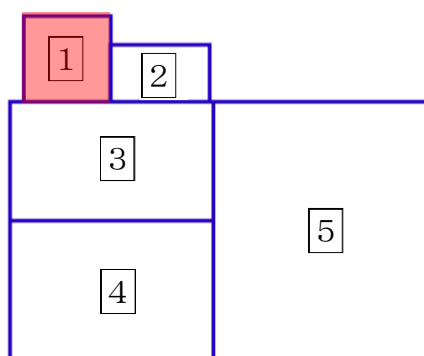
(c) 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽

強軸方向断面（C-C断面）にて発生する面内せん断応力度は、表 3-3-11～表 3-3-15 に示すとおり最大で 0.92 (N/mm²) である。一方で、RC規準による許容限界である短期許容せん断応力度は 1.11 (N/mm²) であり、照査値は 1.0 を下回ることから強軸方向加振にて壁部材に生じるせん断応力は、弱軸方向断面の耐震評価に影響を与えることはない。

表 3-3-11 面内せん断に対する照査結果 (対象部位¹)

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度 τ_{max} (N/mm ²)	短期許容 せん断応力度 f_s (N/mm ²)	照査値 τ_{max}/f_s
①	S s - D	++	0.50	1.11	0.45
		-+	0.51		0.47
		+ -	0.48		0.44
		--	0.49		0.45
	S s - F 1	++	0.36		0.33
	S s - F 2	++	0.39		0.36
	S s - N 1	++	0.25		0.23
		-+	0.26		0.24
	S s - N 2 (NS)	++	0.26		0.23
		-+	0.31		0.29
	S s - N 2 (EW)	++	0.33		0.30
-+		0.30	0.27		
②	S s - N 1	++	0.25	0.23	
③	S s - N 1	++	0.26	0.24	

注：評価位置を図 3-3-74 に示す。



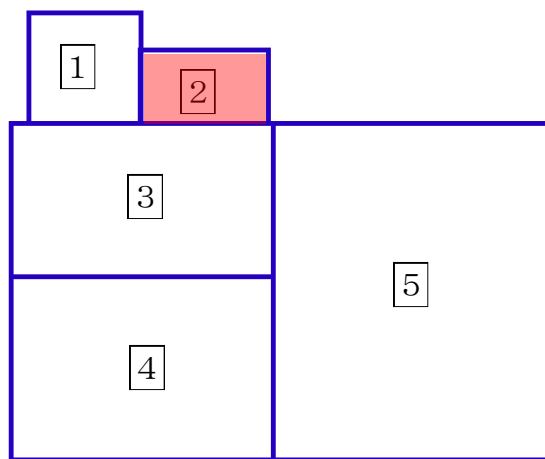
(C-C断面)

図 3-3-74 対象部位

表 3-3-12 面内せん断に対する照査結果 (対象部位²)

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度	短期許容 せん断応力度	照査値 τ_{max}/f_s
			τ_{max} (N/mm ²)	f_s (N/mm ²)	
①	S _s -D	++	0.15	1.11	0.14
		-+	0.16		0.15
		+ -	0.15		0.14
		--	0.15		0.14
	S _s -F 1	++	0.10		0.09
	S _s -F 2	++	0.11		0.11
	S _s -N 1	++	0.08		0.08
		-+	0.09		0.08
	S _s -N 2 (NS)	++	0.08		0.08
		-+	0.09		0.08
	S _s -N 2 (EW)	++	0.08		0.08
		-+	0.09		0.09
②	S _s -N 1	++	0.08	0.08	
③	S _s -N 1	++	0.08	0.08	

注：評価位置を図 3-3-75 に示す。



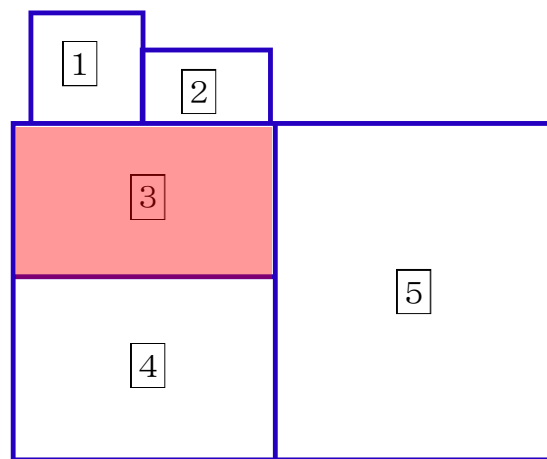
(C-C断面)

図 3-3-75 対象部位

表 3-3-13 面内せん断に対する照査結果 (対象部位³)

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度	短期許容 せん断応力度	照査値 τ_{max}/f_s
			τ_{max} (N/mm ²)	f_s (N/mm ²)	
①	S _s -D	++	0.67	1.11	0.61
		-+	0.55		0.50
		+ -	0.69		0.63
		--	0.58		0.53
	S _s -F 1	++	0.43		0.39
	S _s -F 2	++	0.49		0.44
	S _s -N 1	++	0.34		0.31
		-+	0.46		0.42
	S _s -N 2 (NS)	++	0.38		0.35
		-+	0.45		0.41
	S _s -N 2 (EW)	++	0.40		0.36
		-+	0.46		0.42
②	S _s -N 1	++	0.34	0.31	
③	S _s -N 1	++	0.34	0.31	

注：評価位置を図 3-3-76 に示す。



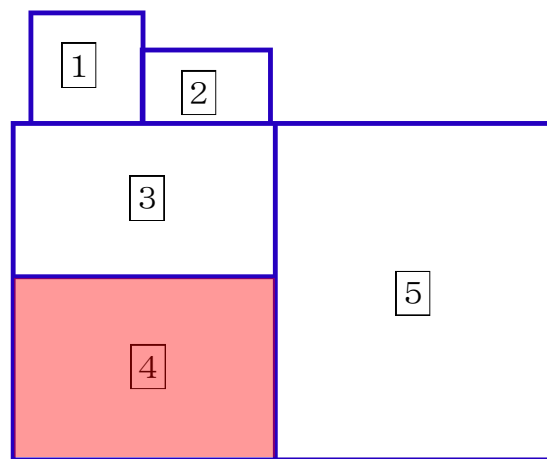
(C-C断面)

図 3-3-76 対象部位

表 3-3-14 面内せん断に対する照査結果 (対象部位⁴)

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度	短期許容 せん断応力度	照査値 τ_{max}/f_s
			τ_{max} (N/mm ²)	f_s (N/mm ²)	
①	S _s -D	++	0.88	1.11	0.80
		-+	0.89		0.81
		+ -	0.92		0.84
		--	0.87		0.79
	S _s -F 1	++	0.64		0.58
	S _s -F 2	++	0.74		0.67
	S _s -N 1	++	0.57		0.51
		-+	0.60		0.55
	S _s -N 2 (NS)	++	0.57		0.52
		-+	0.54		0.49
	S _s -N 2 (EW)	++	0.56		0.51
		-+	0.62		0.56
②	S _s -N 1	++	0.57	0.52	
③	S _s -N 1	++	0.56	0.51	

注：評価位置を図 3-3-77 に示す。



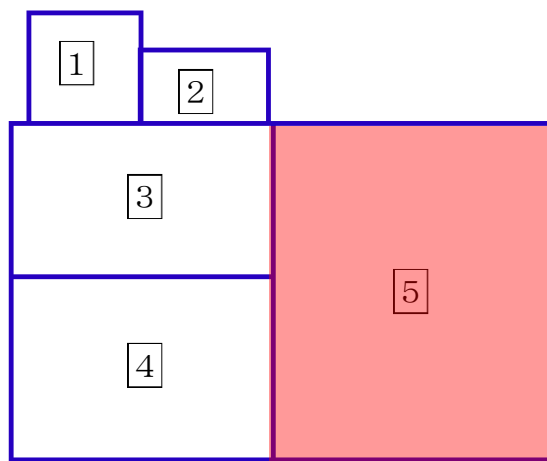
(C-C断面)

図 3-3-77 対象部位

表 3-3-15 面内せん断に対する照査結果 (対象部位⁵)

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度	短期許容 せん断応力度	照査値 τ_{max}/f_s
			τ_{max} (N/mm ²)	f_s (N/mm ²)	
①	S _s -D	++	0.69	1.11	0.63
		-+	0.85		0.77
		+ -	0.70		0.64
		--	0.88		0.80
	S _s -F 1	++	0.59		0.54
	S _s -F 2	++	0.75		0.68
	S _s -N 1	++	0.59		0.54
		-+	0.44		0.40
	S _s -N 2 (NS)	++	0.54		0.49
		-+	0.45		0.41
	S _s -N 2 (EW)	++	0.57		0.52
		-+	0.48		0.43
②	S _s -N 1	++	0.58	0.53	
③	S _s -N 1	++	0.60	0.55	

注：評価位置を図 3-3-78 に示す。



(C-C断面)

図 3-3-78 対象部位

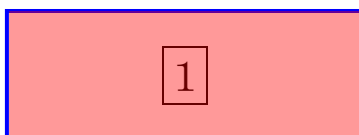
(d) 緊急時対策所用燃料地下タンク

強軸方向断面（B-B断面）にて発生する面内せん断応力度は、表3-3-16に示すとおり最大で0.23（N/mm²）である。一方で、RC規準による許容限界である短期許容せん断応力度は1.11（N/mm²）であり、照査値は1.0を下回ることから強軸方向加振にて壁部材に生じるせん断応力は、弱軸方向断面の耐震評価に影響を与えることはない。

表3-3-16 面内せん断に対する照査結果（対象部位①）

解析 ケース	地震動		面内せん断 応力度 τ_{\max} (N/mm ²)	短期許容 せん断応力度 f_s (N/mm ²)	照査値 τ_{\max} / f_s
①	S s - D	++	0.22	1.11	0.20
		-+	0.20		0.18
		+-	0.23		0.21
		--	0.20		0.18
	S s - F 1	++	0.01		0.01
	S s - F 2	++	0.01		0.01
	S s - N 1	++	0.19		0.17
		-+	0.20		0.19
	S s - N 2 (NS)	++	0.15		0.14
		-+	0.18		0.17
	S s - N 2 (EW)	++	0.14		0.13
		-+	0.16		0.14
②	S s - D	+-	0.23	0.20	
③	S s - D	+-	0.22	0.20	

注：評価位置を図3-3-79に示す。



(B-B断面)

図3-3-79 対象部位

(2) 箱型構造物 ((1) 箱型構造物と構造的特徴が異なるもの)

a. 評価方法

1号機取水槽ピット部及び1号機取水槽漸拡ダクト部底版並びに1号機取水槽北側壁については、部材の補強を目的として漸拡ダクト部に充填コンクリートによる対策工を実施しているため、一般的な箱型構造物と構造的特徴が異なる。1号機取水槽評価対象部材の平面図を図3-3-80に、断面図を図3-3-81に示す。

対策工を実施することにより、内空部分を充填コンクリートで閉塞するため、水平2方向及び鉛直方向地震力の影響については、表3-3-17のとおり漸拡ダクト部充填コンクリートを対象とする。

評価方法については、「補足-027-10 1号機取水槽ピット部及び1号機取水槽漸拡ダクト部底版の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載のせん断破壊及び引張破壊に対する局所安全係数を用いた照査において、最も厳しい局所安全係数に対し、水平2方向の地震力を考慮した基準値として、 $\sqrt{2}$ (≈ 1.42) 以上であることを確認する。

表3-3-17 水平2方向加振時の評価対象部材選定の考え方

	評価対象部材選定の考え方	
	(参考) 水平1方向加振	水平2方向加振
1号機取水槽北側壁	面外方向の荷重を北側壁で負担することから、北側壁を選定する。	面外直交の荷重は、北側壁と比較して剛性の大きい漸拡ダクト部充填コンクリートで負担することから、 <u>漸拡ダクト部充填コンクリートを選定する。</u>
1号機取水槽ピット部及び1号機取水槽漸拡ダクト部底版	面外方向の荷重を漸拡ダクト部充填コンクリートで負担することから、漸拡ダクト部充填コンクリートを選定する。	面外直交方向の荷重を漸拡ダクト部充填コンクリートで負担することから、 <u>漸拡ダクト部充填コンクリートを選定する。</u>

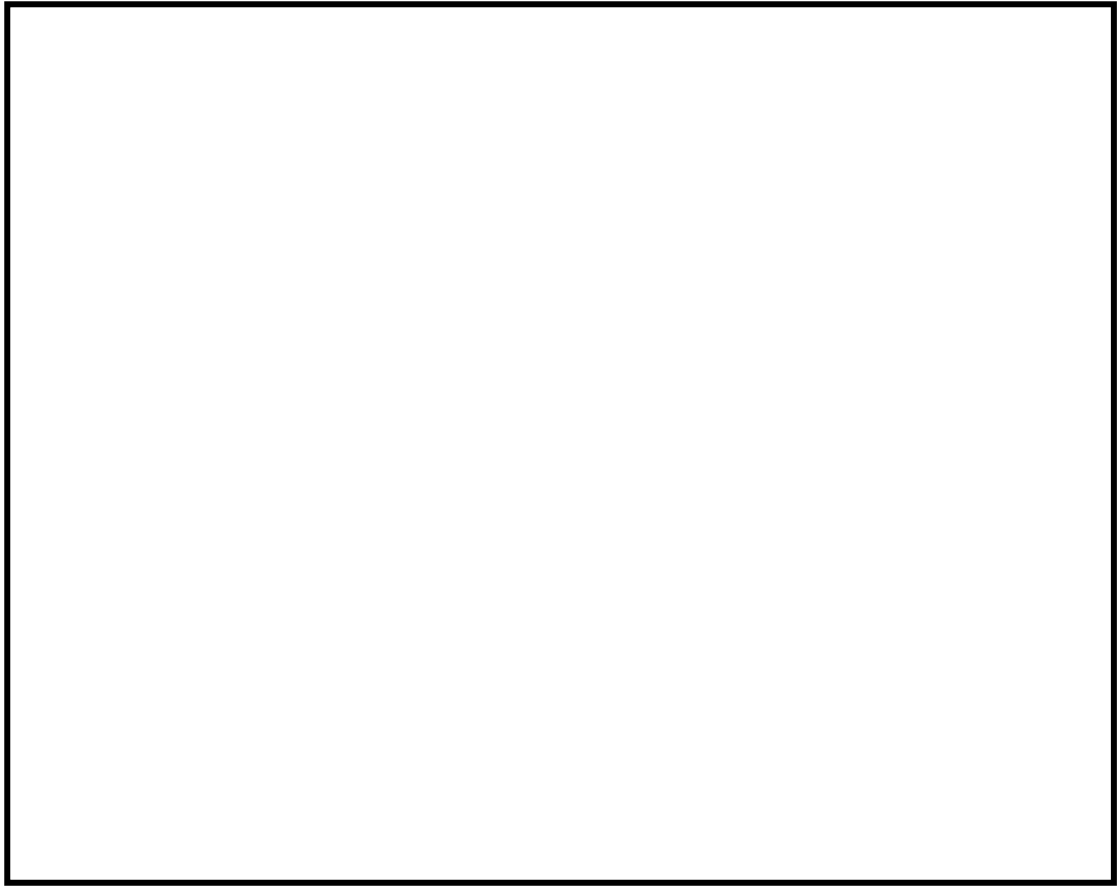


图 3-3-80 1号機取水槽評価対象部材 平面図

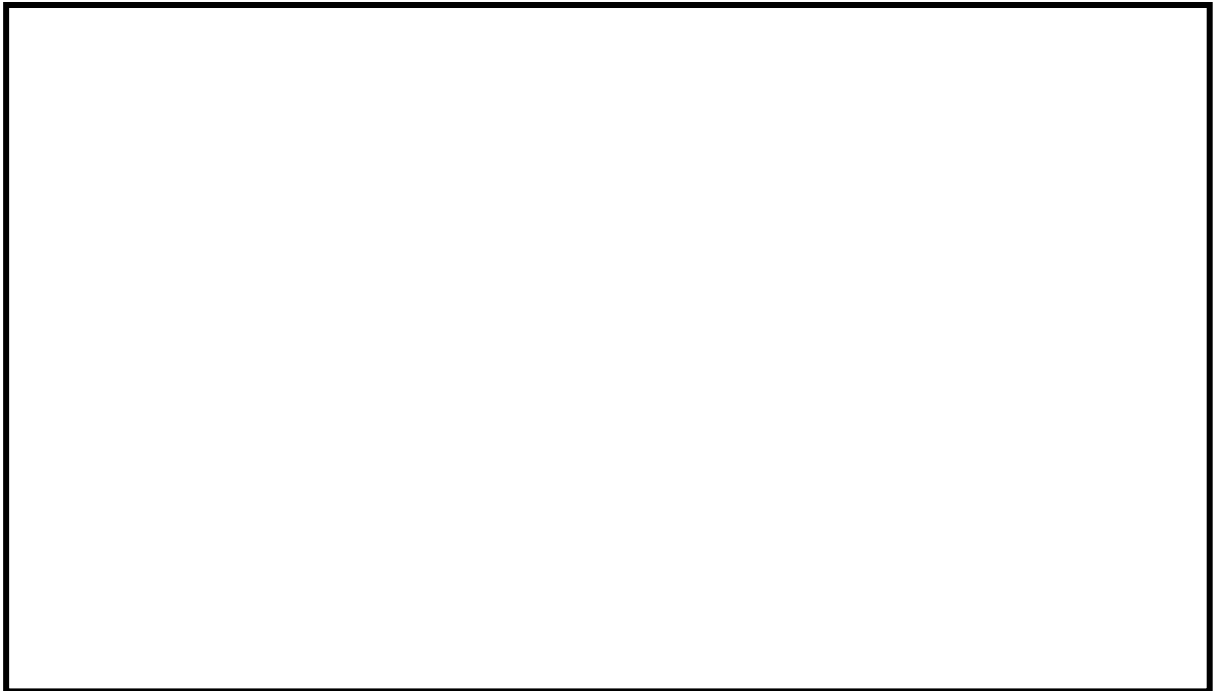


图 3-3-81 1号機取水槽評価対象部材 断面図

b. 評価条件

「補足-027-08 浸水防護施設の耐震性に関する説明書の補足説明資料」及び「補足-027-10 1号機取水槽ピット部及び1号機取水槽漸拡ダクト部底版の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の解析手法，解析モデル，解析ケース及び地震動とする。

c. 許容限界

許容限界は，「補足-027-10 1号機取水槽ピット部及び1号機取水槽漸拡ダクト部底版の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載のせん断破壊及び引張破壊に対する局所安全係数を用いた照査において，最も厳しい局所安全係数に対し，水平2方向の地震力を考慮した基準値として， $\sqrt{2}$ （ ≈ 1.42 ）以上であることを確認する。

d. 評価結果

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく漸拡ダクト部充填コンクリートの評価結果を表3-3-18及び表3-3-19に示す。

漸拡ダクト部充填コンクリートのせん断破壊及び引張破壊に対する局所安全係数は，基準値1.42を上回ることを確認した。

表3-3-18 漸拡ダクト部充填コンクリートのせん断破壊に対する局所安全係数

解析 ケース	地震動	せん断応力 S (N/mm ²)	せん断強度 R (N/mm ²)	局所安全係数 f _s
①	S s - D (--)	1.79	4.12	1.42 < 2.30

表3-3-19 漸拡ダクト部充填コンクリートの引張破壊に対する局所安全係数

解析 ケース	地震動	引張応力 S (N/mm ²)	引張強度 R (N/mm ²)	局所安全係数 f _s
①	S s - D (-+)	0.74	1.72	1.42 < 2.32

(3) 3次元構造解析で耐震評価を行っている箱型構造物

a. 評価方法

妻壁を耐震要素として考慮する箱型構造物である取水槽は、3次元構造解析モデルを用いて水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響を考慮して耐震評価を行った。

「補足-026-02 取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の評価結果を示す。

b. 評価条件

「補足-026-02 取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の解析手法、解析モデル、解析ケース及び地震動とする。

c. 許容限界

「補足-026-02 取水槽の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の許容限界とする。

d. 評価結果

(a) 取水槽

水平2方向載荷による評価に用いる解析ケースと地震動の組合せを表3-3-20に示す。

水平2方向載荷に対する評価結果について、各部材において最も厳しい照査値となる解析ケース及び地震動の組合せを表3-3-21～表3-3-25に示す。同表より、コンクリートの圧縮縁ひずみ、主筋ひずみ及びせん断力及び面内せん断ひずみが、それぞれの許容限界を下回ることを確認した。

表 3-3-20 水平 2 方向載荷による評価に用いる解析ケースと地震動

	解析ケース		地震動
	主方向	従方向	
曲げ・軸力系の破壊に対する照査 (主筋ひずみ)	ケース①	ケース⑥	S s - D (++)
せん断破壊に対する照査	ケース②	ケース⑦	S s - D (-+)

表 3-3-21 曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果 (コンクリートの圧縮縁ひずみ)

評価部材	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ				
	評価位置*	解析ケース		地震動	照査値 ϵ_d / ϵ_R
		主方向	従方向		
底版	1	②	⑦	S s - D (-+)	0.07
中床版	11	①	⑥	S s - D (++)	0.24
側壁	44	②	⑦	S s - D (-+)	0.43
隔壁	131	①	⑥	S s - D (++)	0.12
導流壁	61	②	⑦	S s - D (-+)	0.18
妻壁	81	①	⑥	S s - D (++)	0.07
分離壁	70	①	⑥	S s - D (++)	0.02
控壁	71	①	⑥	S s - D (++)	0.10

注記*1：評価位置は図 3-3-82～図 3-3-84 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 3-3-22 曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果（コンクリートの圧縮ひずみ）

評価部材	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ				
	評価位置*	解析ケース		地震動	照査値 ϵ_d / ϵ_R
		主方向	従方向		
底版	—	—	—	—	—
中床版	29	①	⑥	S s - D (++)	0.82
側壁	43	②	⑦	S s - D (-+)	0.81
隔壁	131	①	⑥	S s - D (++)	0.58
導流壁	—	—	—	—	—
妻壁	—	—	—	—	—
分離壁	70	①	⑥	S s - D (++)	0.06
控壁	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 3-3-82～図 3-3-84 に示す。

*2：照査用ひずみ＝発生ひずみ×構造解析係数 γ_α (=1.2)

表 3-3-23 曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果（主筋ひずみ）

評価部材	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ				
	評価位置*1	解析ケース		地震動	照査値 ϵ_d / ϵ_R
		主方向	従方向		
底版*3	—	—	—	—	—
中床版	28 (23)*2	② (①)*2	⑦ (⑥)*2	S s - D (-+) (S s - D (++))*2	0.94 (0.70)*2
側壁	43	②	⑦	S s - D (-+)	0.90
隔壁	131 (121)*2	① (①)*2	⑥ (⑥)*2	S s - D (++) (S s - D (++))*2	0.95 (0.36)*2
導流壁*3	—	—	—	—	—
妻壁*3	—	—	—	—	—
分離壁	66	①	⑥	S s - D (++)	0.06
控壁*3	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 3-3-82～図 3-3-84 に示す。

*2：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*3：おおむね弾性範囲内となる許容限界に対する照査が必要でない部材

表 3-3-24 せん断破壊に対する照査結果

評価部材	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ				
	評価位置*1	解析ケース		地震動	照査値 V_d / V_{yd}
		主方向	従方向		
底版	1	②	⑦	S s - D (-+)	0.62
中床版	34 (34)*2	② (②)*2	⑦ (⑦)*2	S s - D (-+) (S s - D (-+))*2	0.92 (0.92)*2
側壁	41 54*2 (41)*3	② (ケース①)*2 [ケース①]*3	ケース⑦ (ケース⑥)*2 [ケース⑥]*3	S s - D (-+) (S s - D (++))*2 [S s - D (++)]*3	0.99 (0.87)*2 [0.82]*3
隔壁	141 (141)*2	② (②)*2	⑦ (⑦)*2	S s - D (-+) (S s - D (-+))*2	0.73 (0.73)*2
導流壁	62	①	⑥	S s - D (-+)	0.39
妻壁	81	①	⑥	S s - D (++)	0.50
分離壁	66	①	⑥	S s - D (++)	0.17
控壁	71	①	⑥	S s - D (++)	0.43

注記*1：評価位置は図 3-3-82～図 3-3-84 に示す。

*2：要素の平均化を実施した要素のうち、最大の照査値を括弧内に示す。

*3：線形被害則による照査結果を角括弧内に示す。

表 3-3-25 壁部材の面内せん断に対する照査

評価部材	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ				
	評価位置*1	解析ケース		地震動	照査値 γ_d / γ_R
		主方向	従方向		
底版	—	—	—	—	—
中床版	—	—	—	—	—
側壁	—	—	—	—	—
隔壁	106	①	⑥	S s - D (++)	0.81
導流壁	—	—	—	—	—
妻壁	94	②	⑦	S s - D (-+)	0.21
分離壁	—	—	—	—	—
控壁	—	—	—	—	—

注記*1：評価位置は図 3-3-82～図 3-3-84 に示す。

*2：照査用面内せん断ひずみ＝発生面内せん断ひずみ×構造解析係数 γ_a (=1.2)

【底版, 中床版】

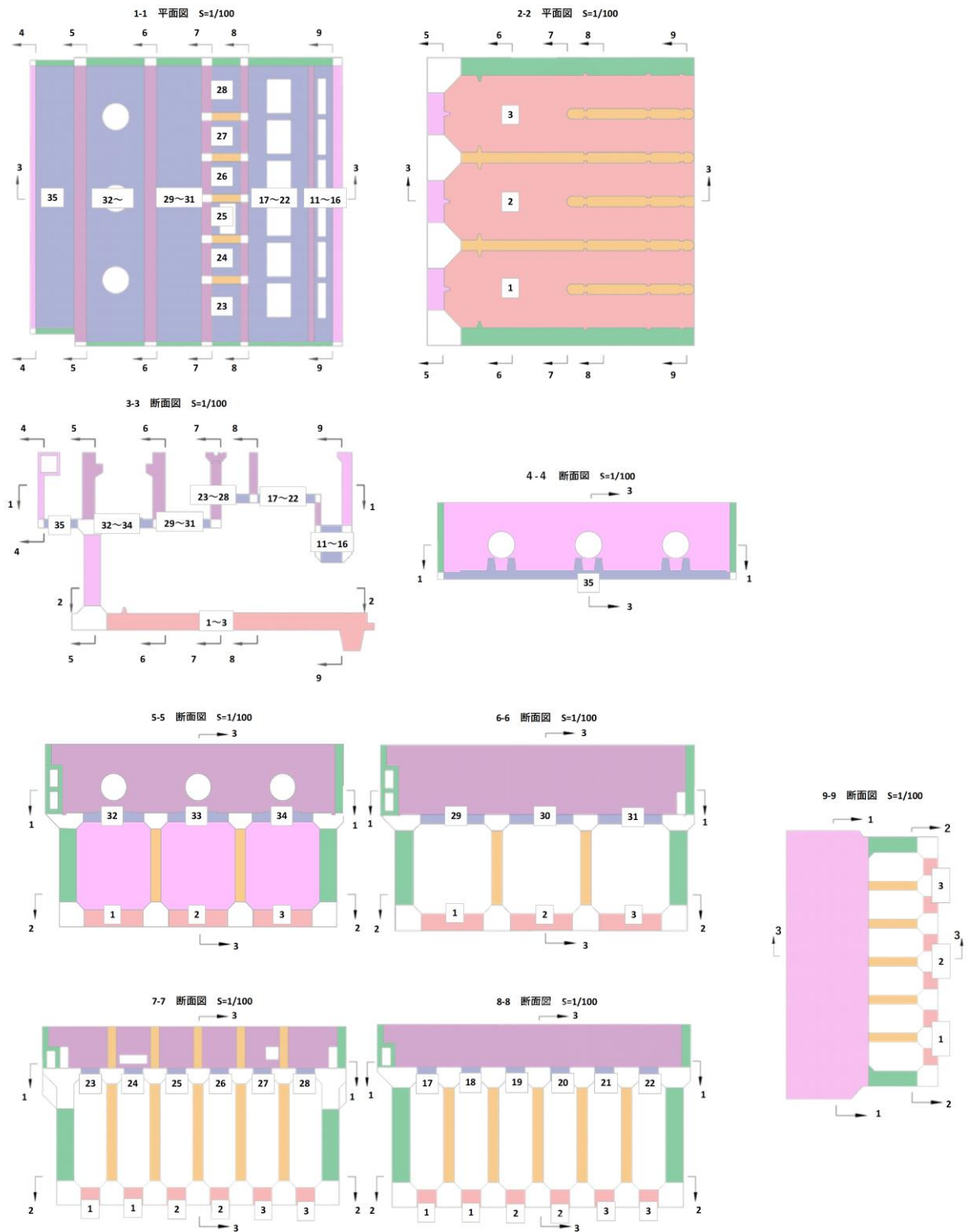


図 3-3-82 評価位置図 (底版, 中床版)
(曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

【側壁，導流壁，分離壁，控壁】

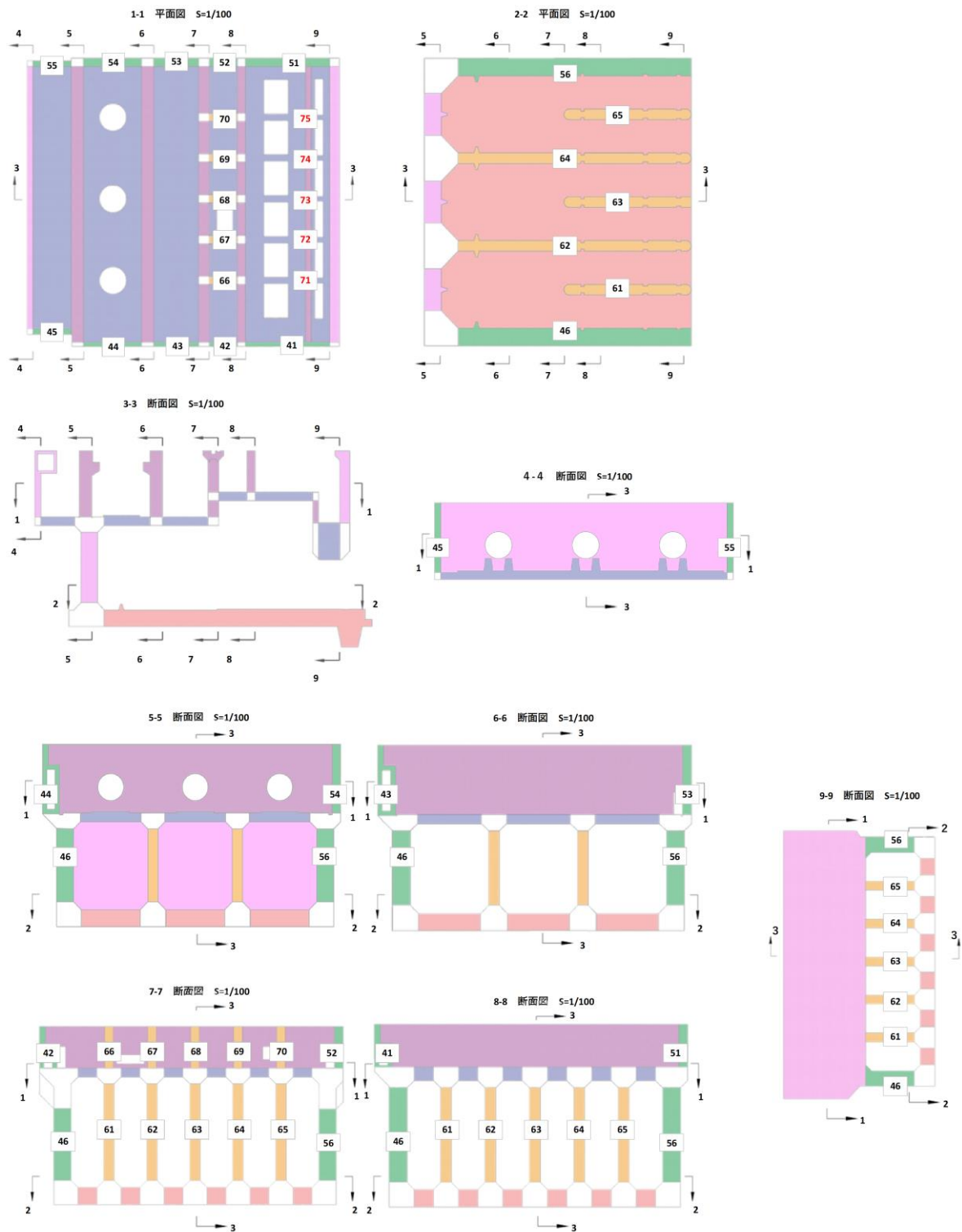


図 3-3-83 評価位置図（側壁，導流壁，分離壁，控壁）
（曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊）

【隔壁，妻壁】

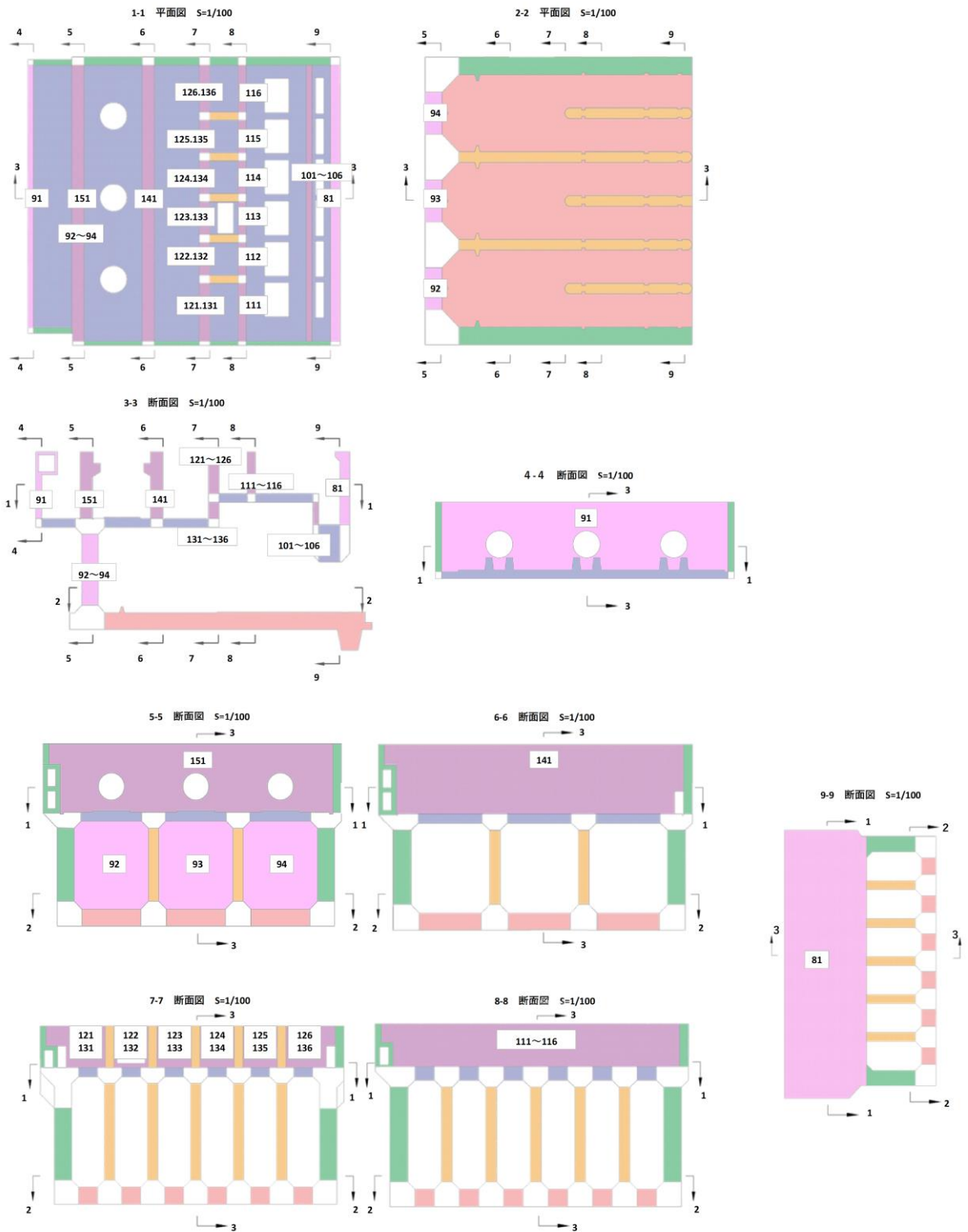


図 3-3-84 評価位置図 (隔壁，妻壁)
(曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

(4) 線状構造物

a. 評価方法

「補足-26-3 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の評価結果を示す。

b. 評価条件

「補足-26-03 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の解析手法，解析モデル，解析ケース及び地震動とする。

c. 許容限界

「補足-026-3 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の許容限界とする。

d. 評価結果

水平2方向載荷による評価に用いる解析ケースと地震動の組合せを表 3-3-26 に示す。

水平2方向載荷に対する評価結果について，各部材において最も厳しい照査値となる解析ケース及び地震動の組合せを表 3-3-27 及び表 3-3-28 に示す。同表より，コンクリート圧縮縁ひずみ及びせん断力が，それぞれの許容限界を下回ることを確認した。

表 3-3-26 水平 2 方向载荷による評価に用いる解析ケースと地震動

	解析ケース		地震動
	主方向	従方向	
曲げ・軸力系の破壊に対する照査 (コンクリート圧縮縁ひずみ)	ケース②		S s - D (++)
せん断破壊に対する照査	ケース②		

表 3-3-27 曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果 (コンクリート圧縮縁ひずみ)

評価部材*		水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ			
		解析ケース		地震動	照査値 $\varepsilon_d / \varepsilon_R$
		主方向	従方向		
頂版	9	ケース②		S s - D (++)	0.03
側壁	7				0.05
隔壁	8				0.04
底版	4				0.03

注記* : 評価位置は図 3-3-85 及び図 3-3-86 に示す。

表 3-3-28 せん断破壊に対する照査結果

評価部材*1		水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ			
		解析ケース		地震動	照査値 $V_d / V_{y d}$
		主方向	従方向		
頂版	9	ケース②		S s - D (++)	0.77
側壁	7				1.36 [0.60] *2
隔壁	8				0.994*3
底版	4				1.24 [0.52] *2

注記*1 : 評価位置は図 3-3-85 及び図 3-3-86 に示す。

*2 : 線形被害則による結果であり, 詳細については「補足-026-3 屋外配管ダクト (タービン建物~排気筒) の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に示す。

*3 : 小数点以下第 4 位を切り上げ

【頂版，底版】

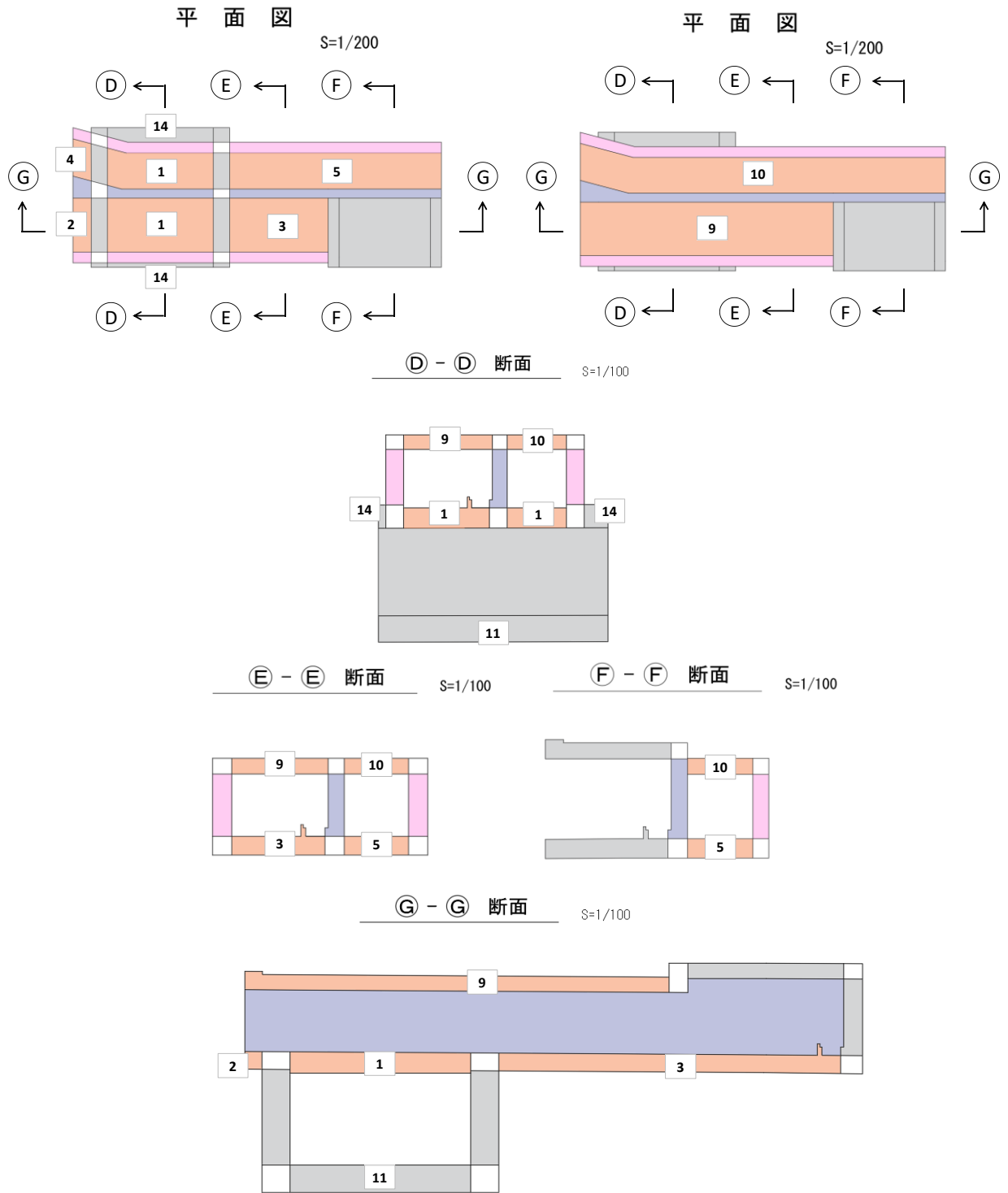


図 3-3-85 評価位置図 (頂版, 底版)
(曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

【側壁，隔壁】

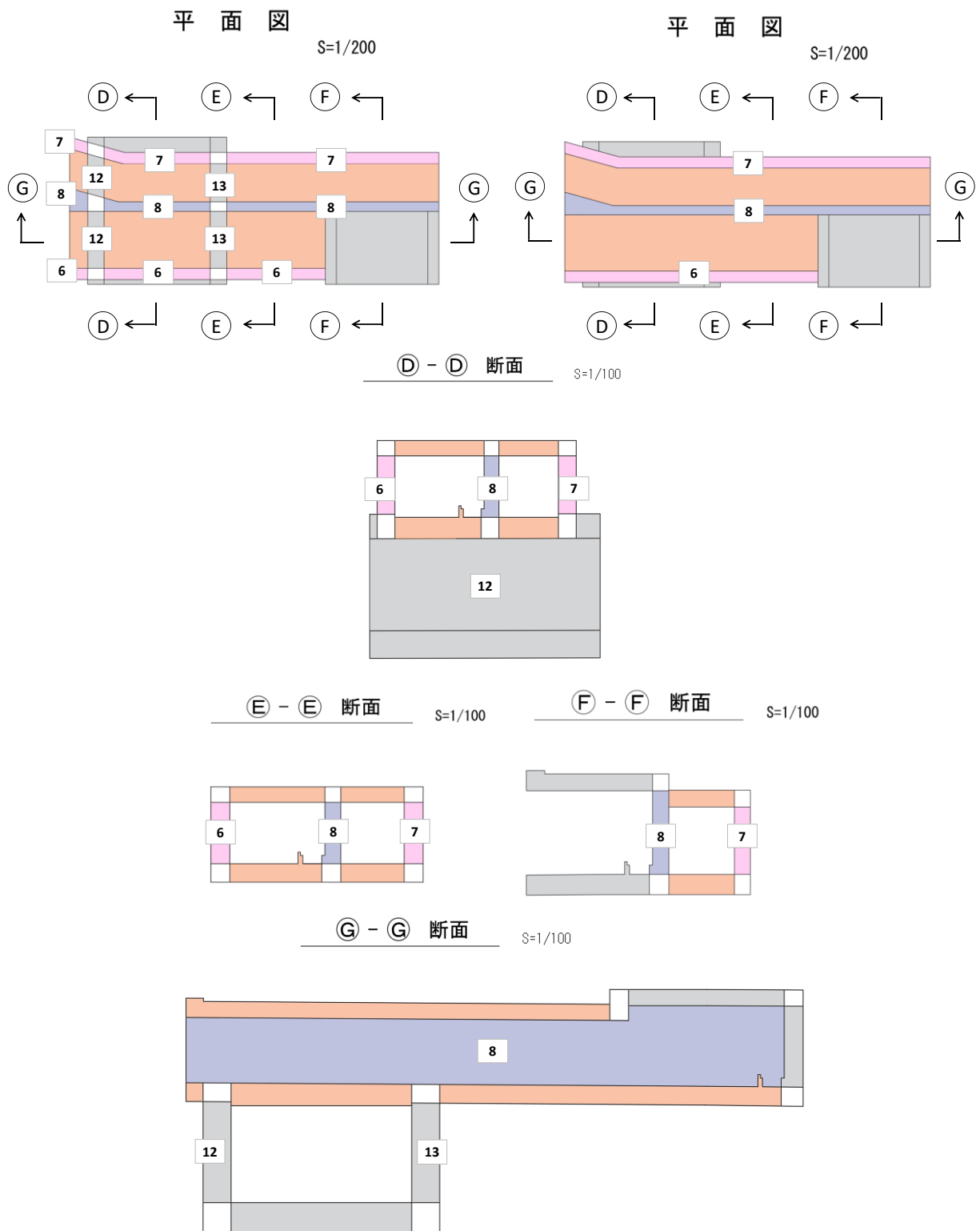


図 3-3-86 評価位置図 (側壁，隔壁)
(曲げ・軸力系の破壊及びせん断破壊)

(5) 円筒状構造物

a. 評価方法

取水口については、「補足-26-08 取水口の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に、復水貯蔵タンク遮蔽壁は、「補足-27-10-94 溢水源としないB、Cクラス機器の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の評価結果を示す。

b. 評価条件

取水口の評価条件は、「補足-026-8 取水口の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に、復水貯蔵タンク遮蔽壁の評価条件は、「補足-27-10-94 溢水源としないB、Cクラス機器の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の解析手法、解析モデル、解析ケース及び地震動とする。

c. 許容限界

取水口の許容限界は、「補足-026-8 取水口の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に、復水貯蔵タンク遮蔽壁の許容限界は、「補足-27-10-94 溢水源としないB、Cクラス機器の耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の許容限界とする。

d. 評価結果

(a) 取水口

取水口の評価結果を表 3-3-29 及び表 3-3-30 に、取水口部材のうち評価対象となる構造部材の位置を図 3-3-87 に示す。表 3-3-29 及び表 3-3-30 より、全ての評価対象部材に対して発生する応力度が許容限界以下であることを確認した。

表 3-3-29 解析ケース③ (S s - D (++)) ケース C

応力度に対する各評価位置での最大照査値

(水平 2 方向, シェル要素)

評価位置	地震動	応力 σ (N/mm ²)	照査値
Uデッキ デッキプレート	S s - D (++)	28.2	0.13
Uデッキ ビーム交差部		73.6	0.32
Uデッキ 主桁		115.2	0.50
Uデッキ 斜材交差部		65.4	0.28
Uデッキ クロスビーム		19.4	0.09
メインスクリーン		74.5	0.32
補助スクリーン		20.7	0.09
Lデッキ デッキプレート		38.0	0.17
Lデッキ デッキ外縁材		19.0	0.09
Lデッキ クロスビーム		34.7	0.15
砂止め		25.9	0.12
Lデッキ~鉛直管主桁		80.6	0.35
サイドポール		37.9	0.17
鉛直管		143.3	0.61
接続管		186.2	0.80
接続管 スティフナー		187.2	0.80
アンカーフレーム 底板		1.3	0.01
アンカーフレーム 主桁		4.3	0.02
アンカーフレーム 接続管位置桁		3.0	0.02
アンカーフレーム クロスビーム		2.5	0.02

表 3-3-30 解析ケース③ (S s - D (++)) ケース C
 応力度に対する各評価位置での最大照査値
 (水平 2 方向, はり要素)

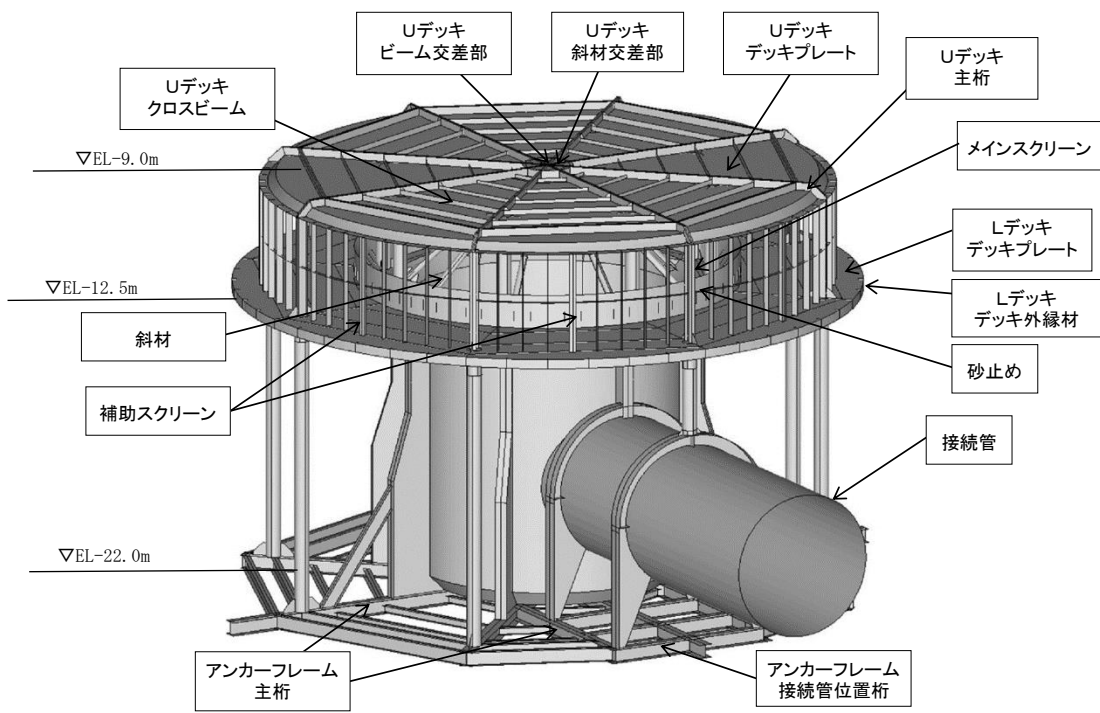
評価位置	地震動	照査値				
		圧縮と曲げ		引張と曲げ		せん断
		*1	*2	*3	*4	
ストラット	S s - D (++)	0.20	0.15	0.15	0.14	0.04
斜材		0.58	0.15	0.50	0.17	0.21
サイドポール (一般部)		0.13	0.09	0.11	0.10	0.02
サイドポール (接続管部)		0.19	0.15	-	-	0.03

注記*1 : 圧縮軸応力及び曲げ応力を受ける部材で, $\sigma_c/f_c + \sigma_b/f_b$

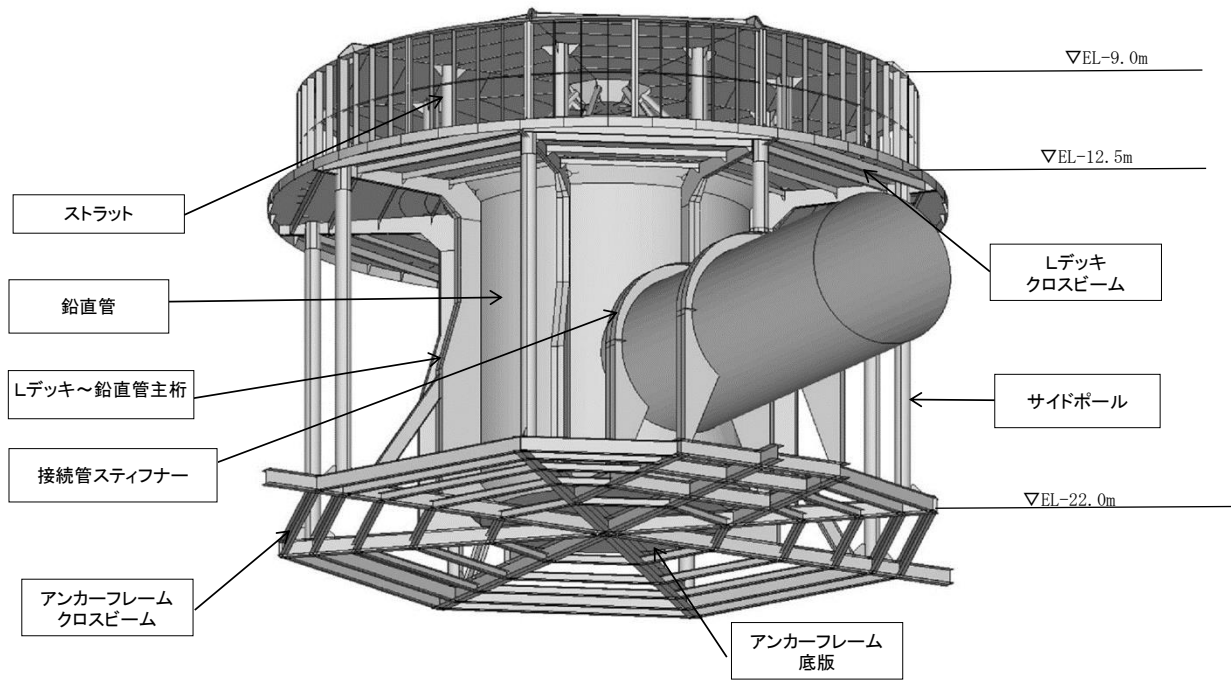
*2 : 圧縮軸応力及び曲げ応力を受ける部材で, $(\sigma_b - \sigma_c)/f_t$

*3 : 引張軸応力及び曲げ応力を受ける部材で, $(\sigma_t + \sigma_b)/f_t$

*4 : 引張軸応力及び曲げ応力を受ける部材で, $(\sigma_b - \sigma_t)/f_b$



(取水口上方から望む)



(取水口下方から望む)

図 3-3-87 取水口の評価対象部材位置図

(b) 復水貯蔵タンク遮蔽壁

復水貯蔵タンク遮蔽壁の評価結果を表 3-3-31～表 3-3-34 に、復水貯蔵タンク遮蔽壁のうち評価対象となる構造部材の位置を図 3-3-88 に示す。表 3-3-31～表 3-3-34 より、全ての評価対象部材に対して発生する応力度が許容限界以下であることを確認した。

(1) 遮蔽壁

表 3-3-31 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値

地震応答解析		応力解析	曲げ モーメント M_d (kN・m/m)	軸力 N_d (kN/m)	曲げ耐力 M_u (kN・m/m)	照査値 M_d/M_u
解析 ケース	地震動	解析 ケース				
①	S s - D (-+)	ケースA	101	-1070	139	0.73

表 3-3-32 せん断破壊に対する最大照査値

地震応答解析		応力解析	せん断力 V_d (kN/m)	許容せん断力 V_a (kN/m)	照査値 V_d/V_a
解析 ケース	地震動	解析 ケース			
①	S s - D (-+)	ケースA	91	241	0.38

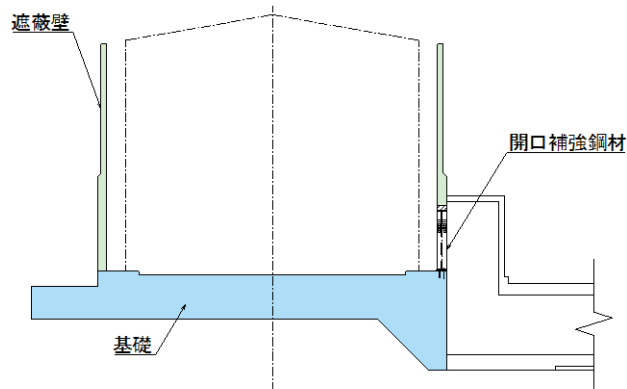
(2) 開口補強鋼材

表 3-3-33 曲げ・軸力系の破壊に対する最大照査値

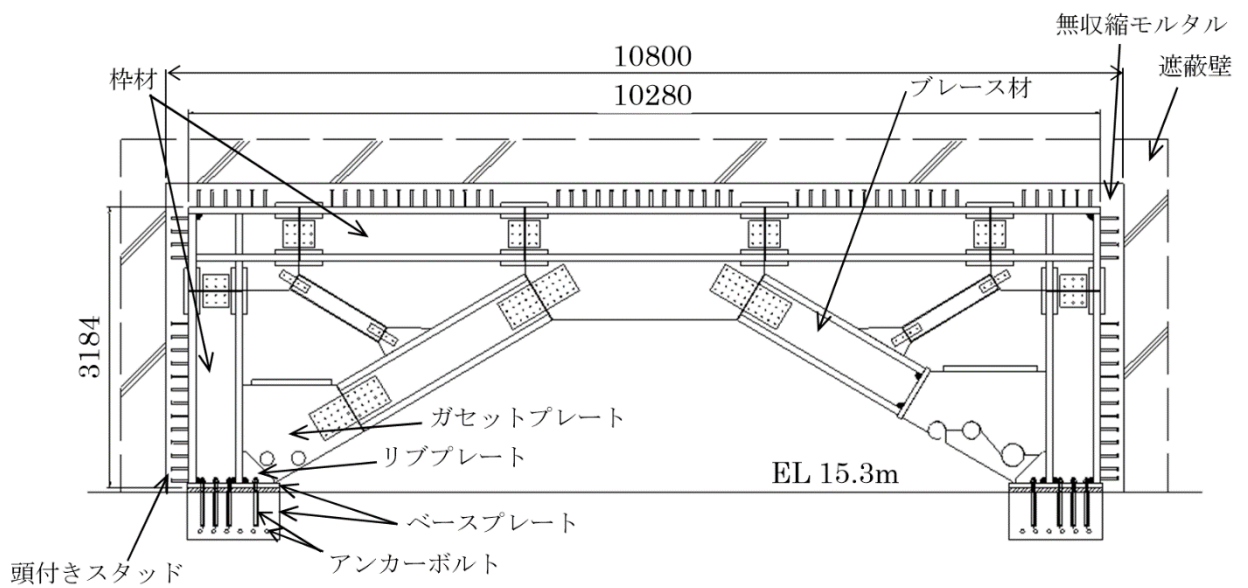
地震応答解析			応力解析	発生応力度 σ (N/mm ²)	許容応力度 σ_a (N/mm ²)	照査値 σ / σ_a
評価位置	解析 ケース	地震動	解析 ケース			
枠材	①	S s - D (-+)	ケース A	53	215	0.25
ブレース材				21	183	0.12
ガセットプレート				148	215	0.69
ベースプレート				165	248	0.67

表 3-3-34 せん断破壊に対する最大照査値

地震応答解析			応力解析	発生せん断 応力度 τ (N/mm ²)	許容せん断 応力度 τ_a (N/mm ²)	照査値 τ / τ_a
評価位置	解析 ケース	地震動	解析 ケース			
枠材	①	S s - D (-+)	ケース A	10	124	0.09
リブプレート				26	136	0.20
ベースプレート				22	124	0.18
アンカーボルト				1792	2924	0.62



(遮蔽壁, 基礎及び開口補強鋼材)



(開口補強鋼材)

図 3-3-88 復水貯蔵タンク遮蔽壁の評価対象部材位置図

(6) 直接基礎

a. 評価方法

「補足-026-12 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の評価結果を示す。

b. 評価条件

「補足-026-12 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の解析手法，解析モデル，解析ケース及び地震動とする。

c. 許容限界

「補足-026-12 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の許容限界とする。

d. 評価結果

水平2方向による構造部材の曲げ・軸力系の破壊に対する各評価位置での最大照査値を表3-3-35に，せん断破壊に対する各評価位置での最大照査値を表3-3-36に示す。

同表より，ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の照査用曲げモーメント及び照査用せん断力が許容限界以下であることを確認した。

表 3-3-35 曲げ・軸力系の破壊に対する照査結果

解析 ケース	地震動	照査用曲げ モーメント M_d (kN・m)	終局曲げ モーメント* M_{ud} (kN・m)	照査値 M_d/M_{ud}
③	S s - D	1201	2329	0.52

注記* : 終局曲げモーメント M_{ud} =断面終局に相当する曲げモーメント M_d /部材係数
 $\gamma_b (=1.15)$

表 3-3-36 せん断破壊に対する照査結果

解析 ケース	地震動	照査用 せん断力 V_d^* (kN)	せん断耐力 V_{yd} (kN)	照査値 V_d/V_{yd}
③	S s - D	793	1245	0.64

注記* : 照査用せん断 V_d 力=発生せん断力 V ×構造解析係数 $\gamma_a (=1.00)$

(7) 管路構造物

a. 評価方法

「補足-026-7 取水管の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の評価結果を示す。

なお、取水管は、管周方向の地震応答解析に基づく管周方向曲げ応力と、管軸方向の応力解析に基づく管軸方向合成応力及びせん断応力を組み合わせた合成応力を用いて、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を行った。

b. 評価条件

「補足-026-7 取水管の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の解析手法，解析モデル，解析ケース及び地震動とする。

c. 許容限界

「補足-026-7 取水管の地震応答計算書及び耐震性についての計算書に関する補足説明資料」に記載の許容限界とする。

d. 評価結果

取水管における合成応力度を表 3-3-37 に示す。

取水管に発生する合成応力は，許容限界以下であることを確認した。

表 3-3-37 合成応力による評価結果

管周方向	解析 ケース	地震動	曲げ応力度 σ_c (N/mm ²)		合成応力度*2 σ (N/mm ²)	短期許容 応力度 σ_a (N/mm ²)	照査値 σ / σ_a
	③	S s - F 2 (++)	27.6				
管軸方向	解析 ケース	地震動	合成応力度*1 σ_L (N/mm ²)	せん断応力度 τ_s (N/mm ²)	87.8	235	0.38
	③	S s - D	44.3	35.4			

注記*1：管軸方向の検討で得られた曲げ応力と軸応力を合成した合成応力度

*2：管周方向曲げ応力 σ_c と管軸方向合成応力 σ_L と管軸方向せん断応力 τ_s を合成した合成応力度

(8) 鉄骨構造

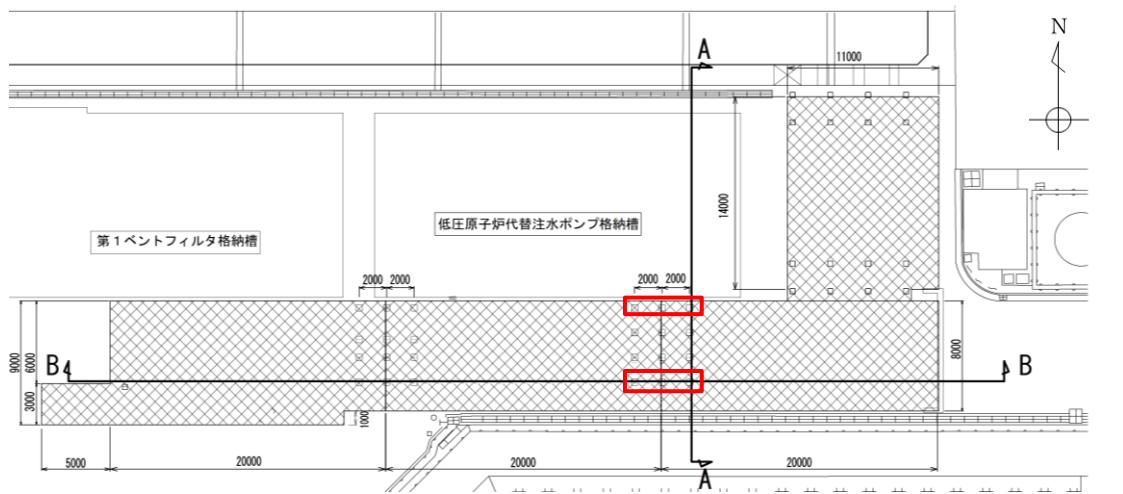
a. 評価方法

仮設耐震構台の支持杭の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、橋軸直交方向及び橋軸方向における構造解析にて評価した断面力を用いることで、照査値が基準値以下であることを確認する。評価対象は、「補足 027-10-93 仮設耐震構台の耐震性に係る補足説明資料」に示す評価対象部位として抽出した主要な構造部材（主桁、受桁、水平材、斜材及び支持杭）のうち、直交する水平 2 方向の荷重が応力として集中する部位である南側、北側、東側及び西側の支持杭を対象とする。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した照査は、従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力が各方向 1 : 1 で入力された場合に、評価対象部位である支持杭に作用する荷重や応力を考慮し、「c. 許容限界」に示す値を用いて影響を検討する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した照査方法、解析ケースについては、「補足 027-10-93 仮設耐震構台の耐震性に係る補足説明資料」に示す方法と同様とする。

仮設耐震構台の支持杭の評価対象部位を図 3-3-89 に示す。



(単位：mm)

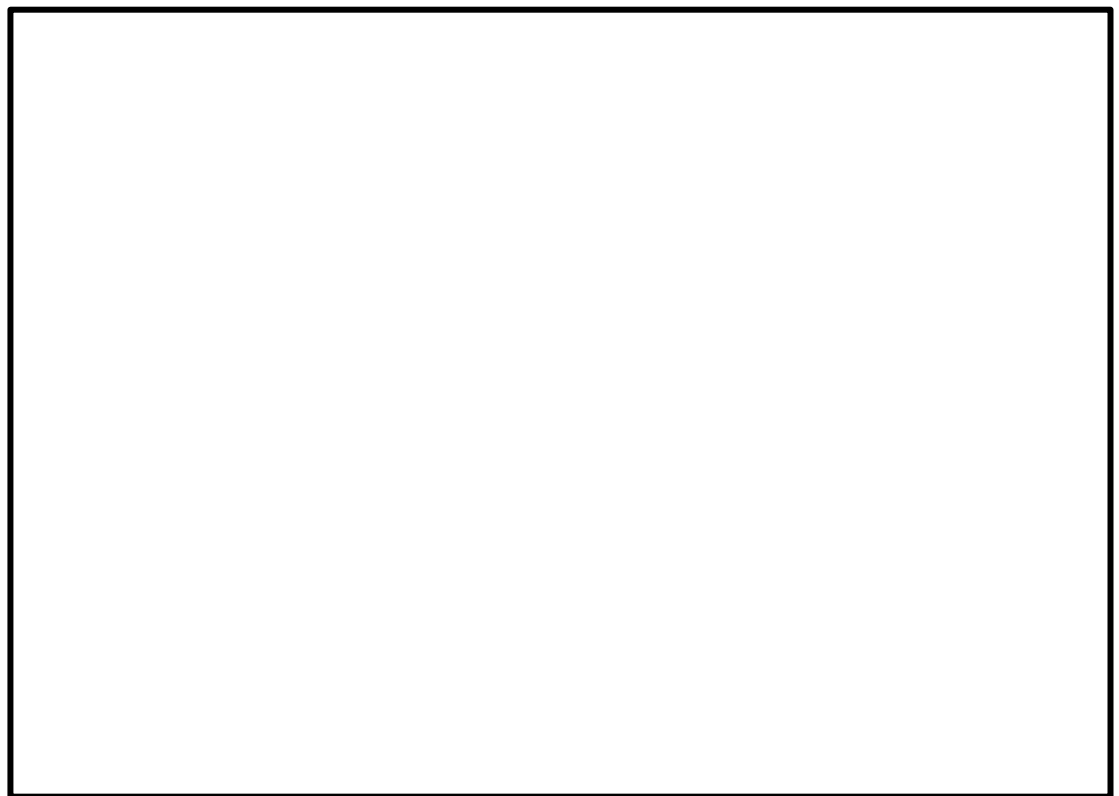
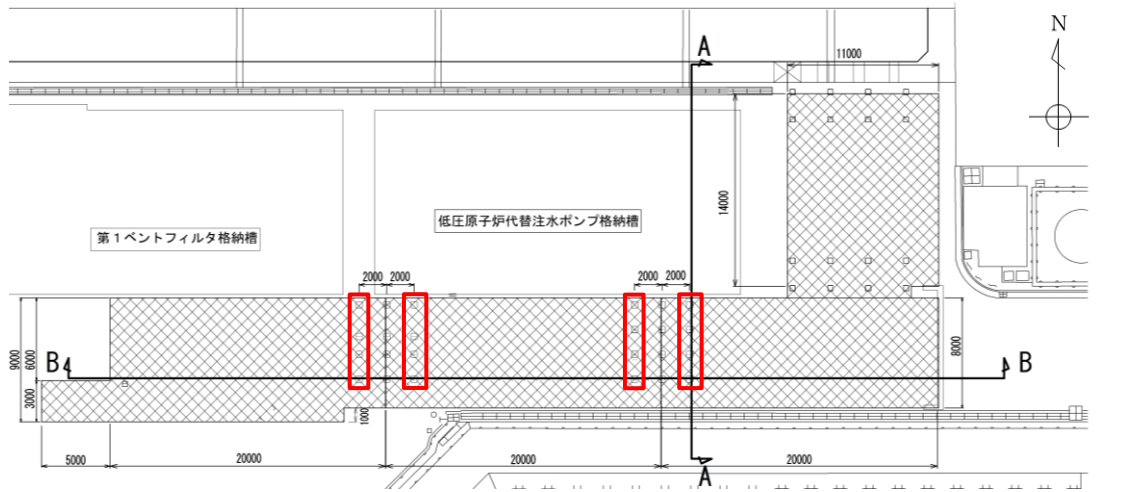


図 3-3-89 (1) 仮設耐震構台の支持杭の評価対象部位 (A-A断面)



(単位：mm)



図 3-3-89 (2) 仮設耐震構台の支持杭の評価対象部位 (B-B断面)

b. 評価条件

仮設耐震構台の評価条件については、「補足 027-10-93 仮設耐震構台の耐震性に係る補足説明資料」に記載の解析手法，解析モデル，解析ケース及び地震動とする。

c. 許容限界

許容限界は、「補足 027-10-93 仮設耐震構台の耐震性に係る補足説明資料」に示す発生応力度／許容限界の照査値 1.0 以下に対し，水平 2 方向の地震力を考慮した基準値として $1/\sqrt{2}$ (≈ 0.70) 以下とする。

d. 評価結果

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく影響評価結果を表 3-3-38 に示す。支持杭に発生する曲げ軸力及びせん断力の照査値は基準値 0.70 以下であることを確認した。

表 3-3-38(1) 影響評価結果 (曲げ軸力に対する照査値)

断面	地震動*		部位	断面力		照査値
				曲げモーメント (kN・m)	軸力 (kN)	
A-A断面	S s -D	++	支持杭 (南側)	333	-1814	0.49 < 0.7
B-B断面	S s -D	++	支持杭 (東側)	417	-2448	0.63 < 0.7

注記*：発生応力度が最大となる地震動を示す。

表 3-3-38(2) 影響評価結果 (せん断力に対する照査値)

断面	地震動*		部位	発生応力度 (N/mm ²)	許容応力度 (N/mm ²)	照査値
A-A断面	S s -D	++	支持杭 (南側)	28	120	0.24 < 0.7
B-B断面	S s -D	++	支持杭 (東側)	34	120	0.29 < 0.7

注記*：発生応力度が最大となる地震動を示す。

3.3.4 機器・配管系への影響

屋外重要土木構造物等において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価対象として抽出した構造物について、機器・配管系への影響の可能性について検討した。

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる応答値への影響については、構造物にねじれが発生する場合、応答に影響を与えと考えられる。

(1) 箱型構造物

箱型構造物については、鉄筋コンクリート部材の底版や側壁が厚く、全体の剛性が大きいことから、地震力によるねじれが発生し難い構造となる。そのため、直交するそれぞれの方向の加振の影響は互いに顕著な影響を及ぼさないと考えられる。

(2) 線状構造物

線状構造物のうち、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価対象として抽出した屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の一体化部については、直交するダクトが交差する箇所であり、剛性が大きいことから、地震力によるねじれが発生し難い構造となる。そのため、直交するそれぞれの方向の加振の影響は互いに顕著な影響を及ぼさないと考えられる。

(3) 円筒状構造物

円筒状構造物である取水口及び復水貯蔵タンク遮蔽壁については、機器・配管系を支持していないことから影響はない。

(4) 直接基礎

直接基礎であるガスタービン発電機用軽油タンク基礎については、鉄筋コンクリート部材の底版が厚く、全体の剛性が大きい。また、鉛直部材が左右対称に配置されており、地震力によるねじれが発生し難い構造となる。そのため、直交するそれぞれの方向の加振の影響は互いに顕著な影響を及ぼさないと考えられる。

(5) 管路構造物

管路構造物である取水管については、機器・配管系を支持していないことから影響はない。

(6) 鉄骨構造

鉄骨構造である仮設耐震構台については、機器・配管系を支持していないことから影響はない。

3.3.5 まとめ

屋外重要土木構造物等において、水平2方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性がある施設（部位）について、従来設計手法における保守性も考慮したうえで抽出し、水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を評価した。その結果、水平2方向及び鉛直方向地震力を想定した発生応力が許容値を満足し、施設が有する耐震性に影響のないことを確認した。

3.4 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備

3.4.1 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価を実施する対象設備は，津波防護施設である防波壁，防波壁通路防波扉及び1号機取水槽流路縮小工，浸水防止設備である防水壁，屋外排水路逆止弁，水密扉，床ドレン逆止弁，隔離弁，貫通部止水処置，ポンプ及び配管，津波監視設備である津波監視カメラ及び取水槽水位計とする。各構造物の位置図を図3-4-1に，評価対象施設を表3-4-1に示す。

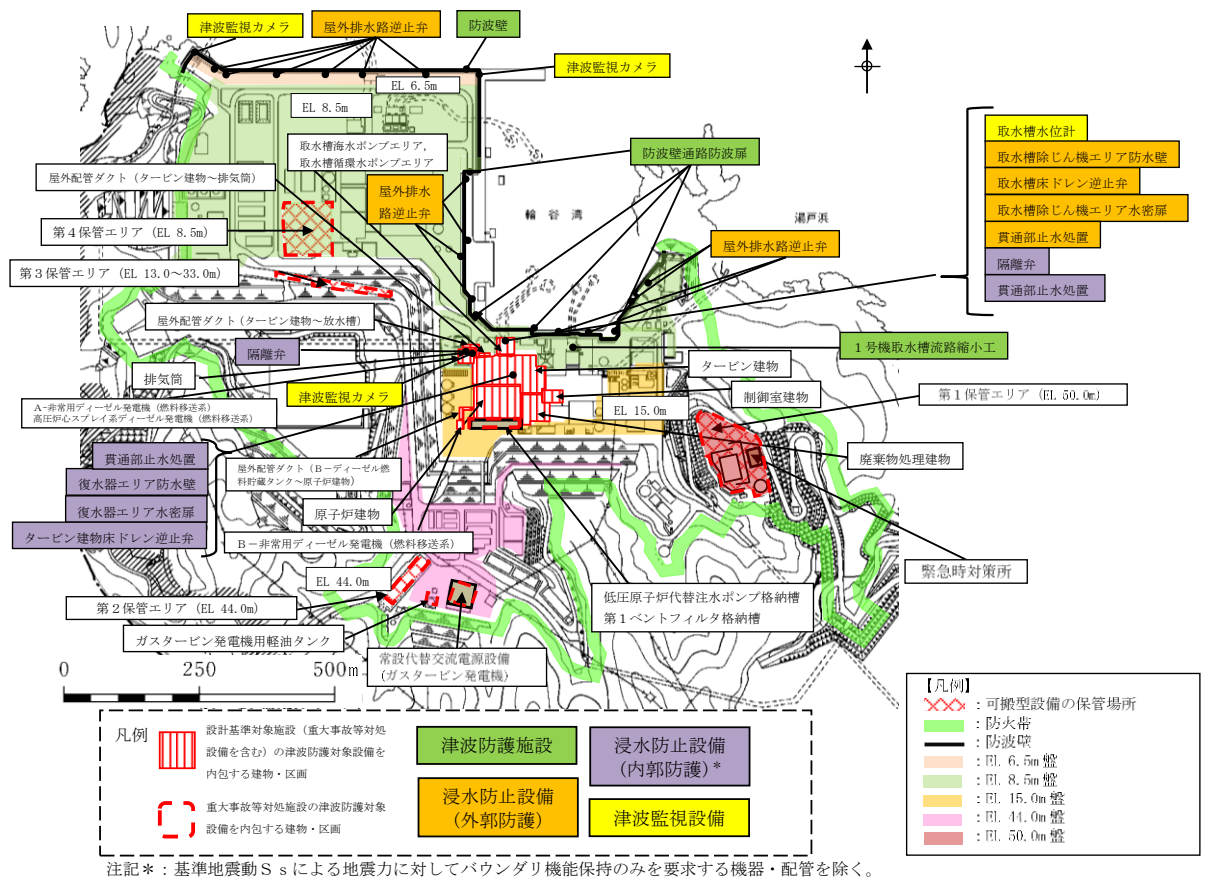
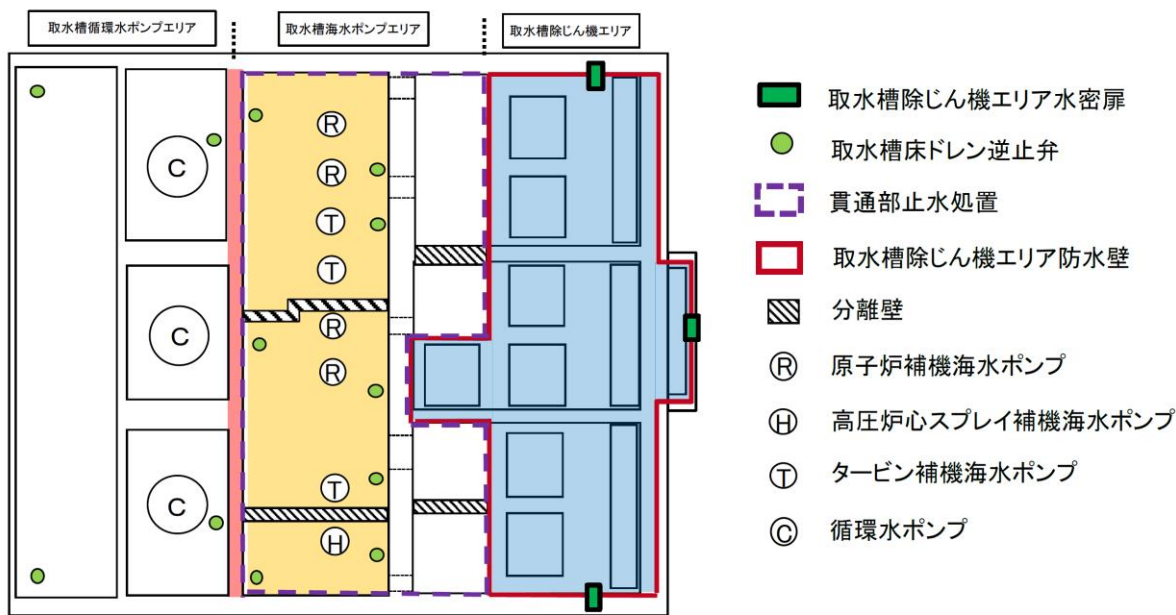


図3-4-1 (1) 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備位置図



原子炉補機海水ポンプ等を設置する床面で漏水が継続した場合の浸水想定範囲

防水区画境界

(津波が到達する範囲)

図 3-4-1 (2) 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備位置図

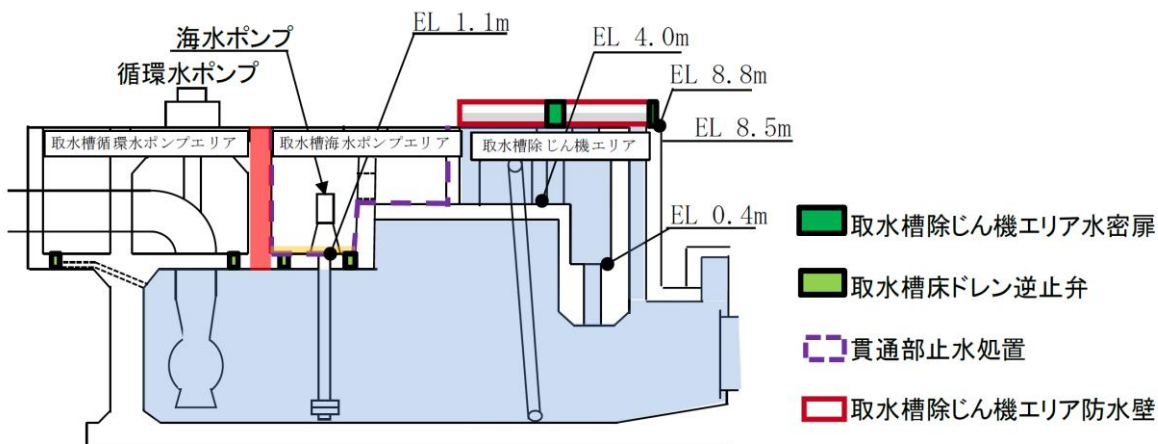


図 3-4-1 (3) 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備位置図

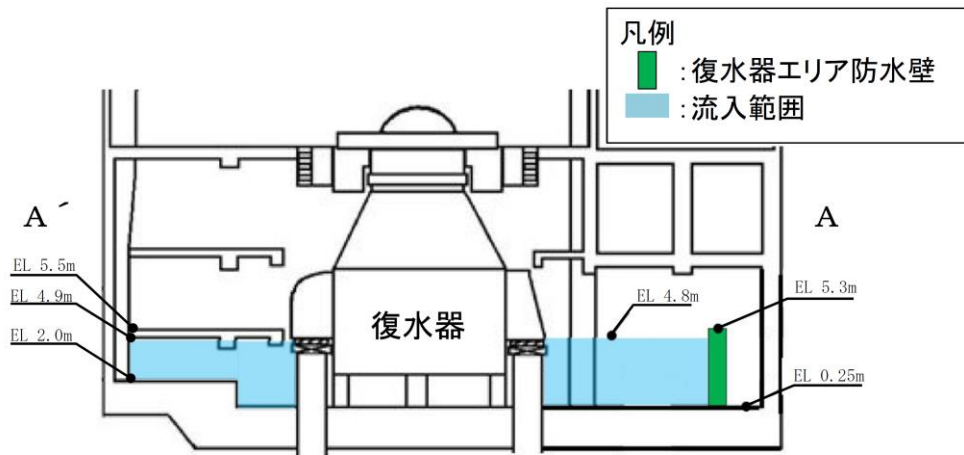
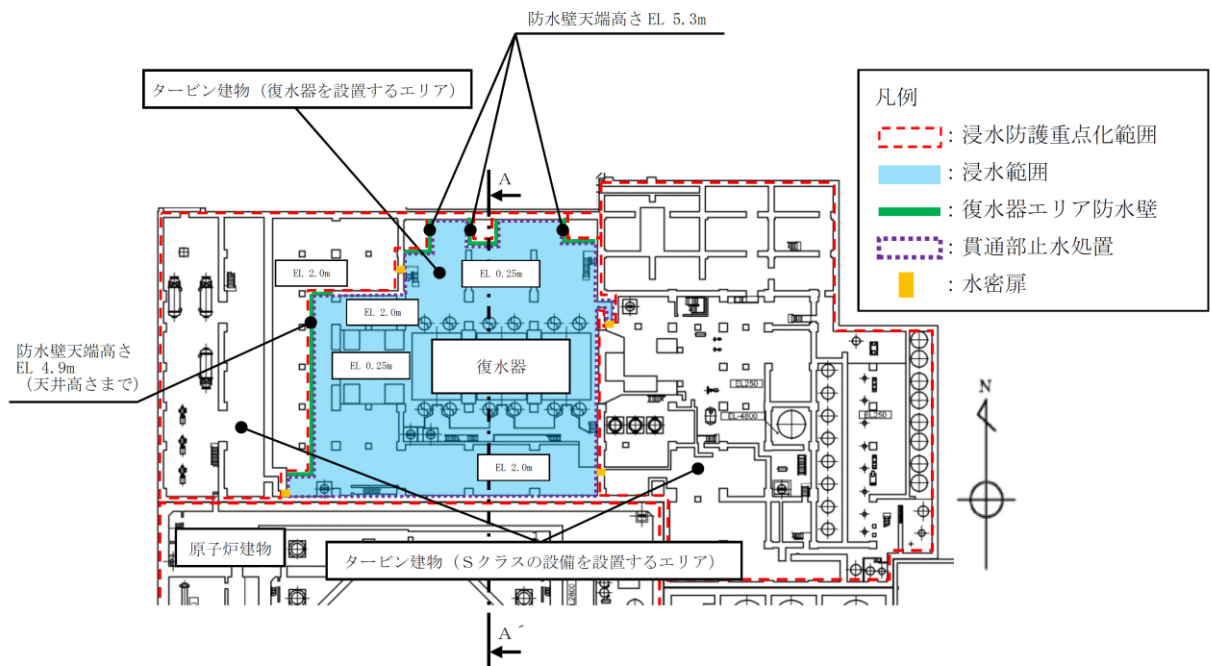
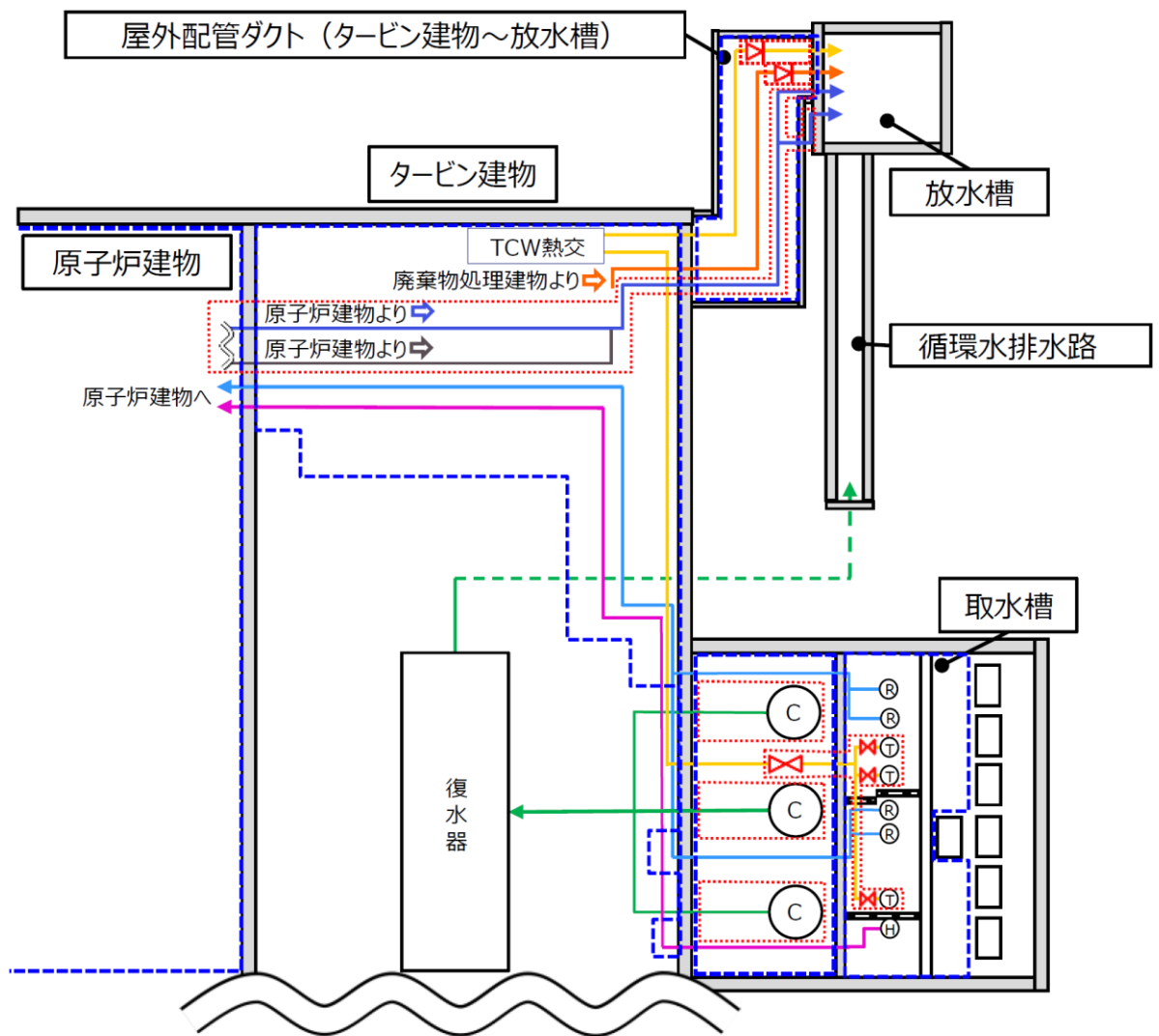


図 3-4-1 (4) 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備位置図



【凡例】

- ⋯: Sクラスとする範囲
 - ⊗: 隔離弁(電動弁, 逆止弁)
 - ⋯: 浸水防護重点化範囲
 - ←: 原子炉補機海水系配管(Sクラス)
 - ←: 高圧炉心スプレイ補機海水系配管(Sクラス)
 - ←: 原子炉補機海水系放水配管(Cクラス)
 - ←: 高圧炉心スプレイ補機海水系放水配管(Cクラス)
 - ←: タービン補機海水系配管(Cクラス)
 - ←: 循環水系配管(Cクラス)(点線部は埋設配管を示す)
 - ←: 液体廃棄物処理系配管(Cクラス)
 - Ⓡ: 原子炉補機海水ポンプ(Sクラス)
 - Ⓡ: 高圧炉心スプレイ補機海水ポンプ(Sクラス)
 - Ⓡ: タービン補機海水ポンプ(Cクラス)
 - Ⓢ: 循環水ポンプ(Cクラス)
- 注) 浸水防護機能を除く耐震クラスを記載

図 3-4-1 (5) 津波防護施設, 浸水防止設備及び津波監視設備位置図

表 3-4-1 評価対象施設

設備名称		施設分類	
防波壁	防波壁（多重鋼管杭式擁壁）	津波防護施設	
	防波壁（逆T擁壁）		
	防波壁（波返重力擁壁）		
防波壁通路防波扉	防波壁通路防波扉（1号機北側）		
	防波壁通路防波扉（2号機北側）		
	防波壁通路防波扉（荷揚場南）		
	防波壁通路防波扉（3号機東側）		
1号機取水槽流路縮小工			
防水壁	取水槽除じん機エリア防水壁		浸水防止設備
	復水器エリア防水壁		
屋外排水路逆止弁			
水密扉	取水槽除じん機エリア水密扉		
	復水器エリア水密扉		
床ドレン逆止弁	取水槽床ドレン逆止弁		
	タービン建物床ドレン逆止弁		
隔離弁	タービン補機海水系隔離システム （電動弁，漏えい検知器，制御盤）		
	逆止弁		
ポンプ及び配管			
貫通部止水処置			
津波監視カメラ		津波監視設備	
取水槽水位計			

津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価は、VI-2-1-8「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4.2 機器・配管系」、 「4.3 屋外重要土木構造物等」に分類し評価を行っていることから、その分類を表 3-4-2 に示す。

浸水防止設備及び津波監視設備のうち、VI-2-1-8「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針」の「4.2 機器・配管系」に基づき、「3.2 機器・配管系」にて評価結果を示している施設については、本章では評価は省略する。浸水防止設備の間接支持構造物のうち、「3.1 建物・構築物」及び「3.3 屋外重要土木構造物等」にて評価結果を示している施設についても、本章では評価は省略する。

表 3-4-2 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備の分類

分類	名称	区分	
津波防護施設	防波壁	「3.3 屋外重要土木構造物等」の設計方針に基づく。影響評価については「3.4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果」に整理する。	
	防波壁通路 防波扉	1号機北側	「3.2 機器・配管系」の設計方針に基づく。なお，間接支持構造物の影響評価は，「3.4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果」に整理する。
		2号機北側	
		荷揚場南	「3.3 屋外重要土木構造物等」の設計方針に基づく。影響評価については「3.4.6」に整理する。
		3号機東側	
1号機取水槽流路縮小工	「3.2 機器・配管系」の設計方針に基づく。なお，間接支持構造物の影響評価は，「3.3 屋外重要土木構造物等」に整理する。		
浸水防止設備	防水壁	「3.3 屋外重要土木構造物等」の設計方針に基づく。影響評価については「3.4.6」に整理する。なお，間接支持構造物の影響評価は，「3.1 建物・構築物」及び「3.3 屋外重要土木構造物等」に整理する。	
	屋外排水路逆止弁	「3.2 機器・配管系」の設計方針に基づく。なお，間接支持構造物の影響評価は，「3.1 建物・構築物」，「3.3 屋外重要土木構造物等」又は「3.4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果」に整理する。	
	水密扉		
	床ドレン逆止弁		
	隔離弁		
	ポンプ及び配管		
	貫通部止水処置		
津波監視設備	津波監視カメラ	「3.2 機器・配管系」の設計方針に基づく。なお，間接支持構造物の影響評価は，「3.3 屋外重要土木構造物等」又は「3.4.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果」に整理する。	
	取水槽水位計		

3.4.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出

(1) 構造形式の分類

本章における評価対象構造物である津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備並びにその間接支持構造物の構造形式の分類を表 3-4-3 に示す。構造形式により線状構造物及び鋼管杭基礎の 2 つの構造形式に分類される。

表 3-4-3 津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備
並びにその間接支持構造物の構造形式の分類

分類	構造物		線状構造物	鋼管杭基礎	箱型構造物
津波防護施設	防波壁	多重鋼管杭式擁壁	○ (上部工)	○ (下部工)	
		逆T擁壁	○ (上部工)		
		波返重力擁壁	○ (上部工・下部工)		
	防波壁通路 防波扉	1号機北側	○ (防波壁(多重鋼管杭式擁壁)* ¹)		
		2号機北側	○ (防波壁(多重鋼管杭式擁壁)* ¹)		
		荷揚場南	○ (上部工* ²)	○ (下部工)	
		3号機東側	○ (上部工* ²)		
浸水防止設備	防水壁	取水槽除じん機エリア防水壁	○ (防水壁)		
		復水器エリア防水壁	○ (防水壁)		
	屋外排水路逆止弁				○ (集水柵* ¹)
津波監視設備	津波監視カメラ		○ (防波壁(波返重力擁壁)* ¹)		

注記*1：間接支持構造物を示す。なお，本表に示している設備以外の浸水防止設備及び津波監視設備の間接支持構造物については「3.1 建物・構築物」及び「3.3 屋外重要土木構造物等」にて評価結果を示していることから，本章では評価は省略する。

*2：防波扉（鋼製扉体）及び漂流物対策工（鋼製扉体）については，従来設計手法における評価対象断面に対して直交方向（強軸方向）の断面係数が相対的に大きいため，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さいことから評価は省略する。一方，防波扉（鋼製扉体）及び漂流物対策工（鋼製扉体）を支持する左右のRC支柱については，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定されるため，評価対象とする。

(2) 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重の整理

表 3-4-4 に従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重を示す。従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重として、動土圧、動水圧、摩擦力及び慣性力が挙げられる。

表 3-4-4 従来設計手法における評価対象断面に対して直交する荷重

作用荷重		作用荷重のイメージ
①動土圧 及び 動水圧	従来設計手法における評価対象断面に対して、平行に配置される構造部材に作用する動土圧及び動水圧	
②摩擦力	周辺の埋戻土と躯体間で生じる相対変位に伴い発生する摩擦力	
③慣性力	躯体に作用する慣性力	

(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される箇所

表 3-4-5 に、3.4.2(1)で整理した構造形式、3.4.2(2)で整理した荷重作用による影響程度と、各構造物の概略図と特徴を示す。

また、荷重の組合せによる応答特性が想定される箇所として、鋼管杭基礎の防波壁（多重鋼管杭式擁壁）及び防波壁通路防波扉（荷揚場南）の下部工を抽出する。

表 3-4-5(1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

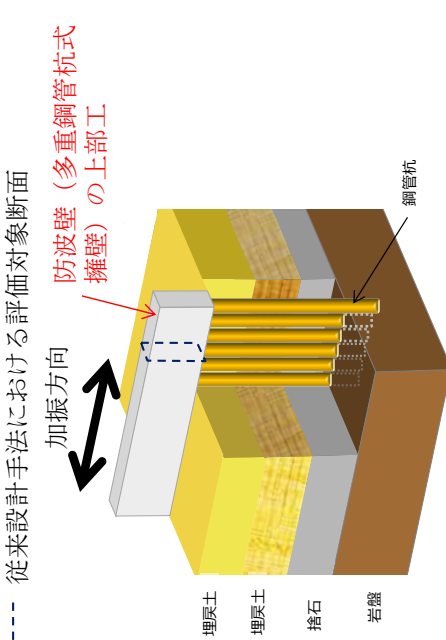
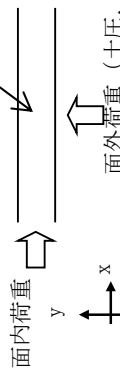
構造形式の分類	線状構造物 (防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 上部工)	
従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の作用状況		
従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の影響程度	<ul style="list-style-type: none"> ①動土圧及び動水圧 	作用しない
水平2方向及び鉛直方向地震力の 影響が想定される応答特性	<ul style="list-style-type: none"> ②摩擦力 	作用しない
抽出結果	<ul style="list-style-type: none"> ③慣性力 	全ての部材に作用
<ul style="list-style-type: none"> 従来設計手法における評価対象断面に対して直交方向 (強軸方向) に①動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響の程度が小さい。 		
水平2方向及び鉛直方向地震力の 影響が想定される応答特性	<ul style="list-style-type: none"> 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の上部工 	<ul style="list-style-type: none"> 防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の上部工には、左記に示すような水平2方向入力による面内荷重及び面外荷重の作用が考えられる。 上部工には土圧及び水圧等の荷重が作用しないこと及び面内荷重として強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。
抽出結果		
×		

表 3-4-5 (2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

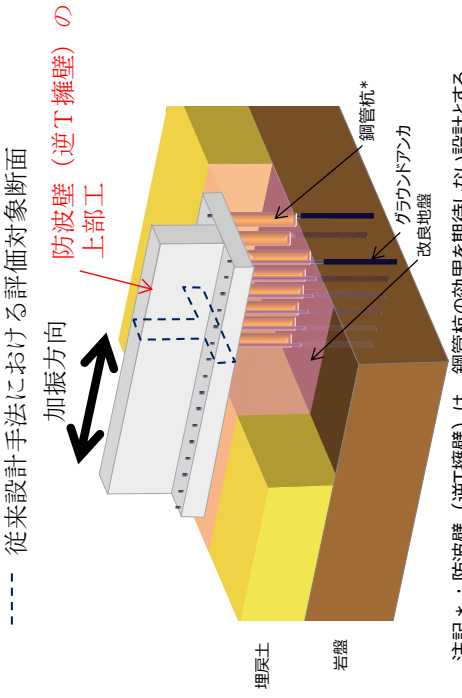
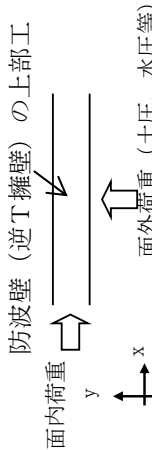
構造形式の分類	線状構造物 (防波壁 (逆T擁壁) 上部工)	
<p>従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の作用状況</p>	<div style="text-align: center;">  <p>注記*: 防波壁 (逆T擁壁) は, 鋼管杭の効果を期待しない設計とする。</p> </div>	
<p>従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の影響程度</p>	<p>① 動土圧及び動水圧</p>	<p>作用しない</p>
<p>水平2方向及び鉛直方向地震力の 影響が想定される応答特性</p>	<p>② 摩擦力</p>	<p>作用しない</p>
<p>抽出結果</p>	<p>③ 慣性力</p>	<p>全ての部材に作用</p>
<p>防波壁 (逆T擁壁) の上部工</p> 		<ul style="list-style-type: none"> 防波壁 (逆T擁壁) の上部工には, 左記に示すような水平2方向入力による面内荷重及び面外荷重の作用が考えられる。 上部工には土圧及び水圧等の荷重が作用しないこと及び強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから, 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。
抽出結果		×

表 3-4-5 (3) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

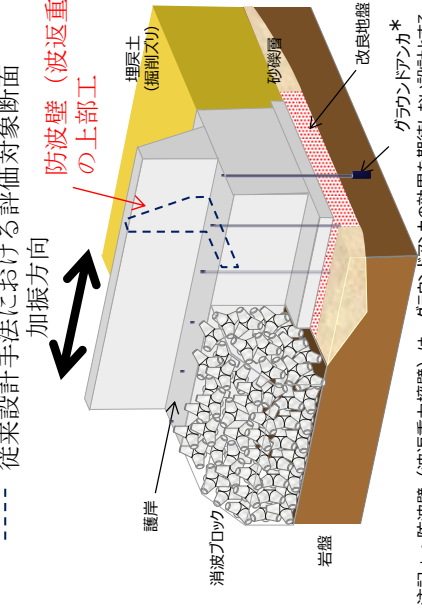
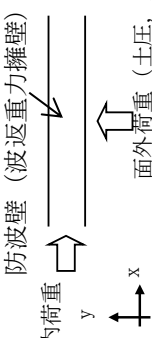
構造形式の分類	線状構造物 (防波壁 (波返重力擁壁) 上部工)	
従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の作用状況	 <p>----- 従来設計手法における評価対象断面 加振方向 防波壁 (波返重力擁壁) の上部工</p> <p>注記* : 防波壁 (波返重力擁壁) は, グラウンドアンカの効果を期待しない設計とする。</p>	
従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の影響程度	<p>① 動土圧及び動水圧</p> <p>② 摩擦力</p> <p>③ 慣性力</p>	<p>作用しない</p> <p>従来設計手法における評価対象断面に対して直交する側面に作用する</p> <p>全ての部材に作用</p>
水平2方向及び鉛直方向地震力の 影響が想定される応答特性	<p>防波壁 (波返重力擁壁) の上部工</p> 	<ul style="list-style-type: none"> 防波壁 (波返重力擁壁) の上部工には, 左記に示すような水平2方向入力による面内荷重及び面外荷重の作用が考えられる。 上部工には土圧及び水圧等の荷重が作用しないこと及び強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから, 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。
抽出結果	X	

表 3-4-5(4) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

構造形式の分類	線状構造物 (防波壁 (波返重力擁壁) 下部工)	
従来設計手法における評価断面に対して直交する荷重の作用状況	<div style="text-align: center;"> </div>	
従来設計手法における評価断面に対して直交する荷重の影響程度	<p>① 動土圧及び動水圧</p> <p>② 摩擦力</p> <p>③ 慣性力</p>	<p>作用しない</p> <p>従来設計手法における評価対象断面に対して直交する側面に作用する</p> <p>全ての部材に作用</p>
水平2方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性	<p>防波壁 (波返重力擁壁) の下部工</p>	<ul style="list-style-type: none"> 防波壁 (波返重力擁壁) の下部工には、左記に示すような水平2方向入力による面内荷重及び面外荷重の作用が考えられる。 下部工は強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。
抽出結果	×	

表 3-4-5(5) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

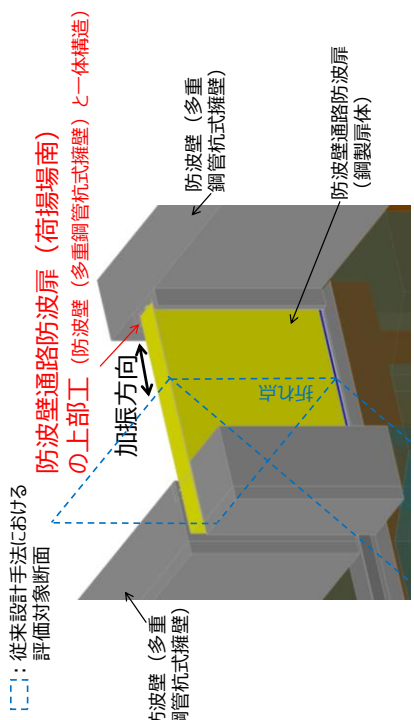
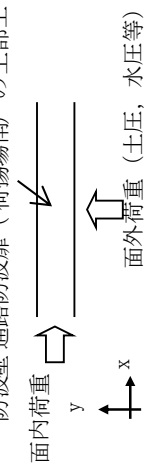
構造形式の分類	線状構造物 (防波壁通路防波扉 (荷揚場南) 上部工)	
従来設計手法における評価断面に対して直交する荷重の作用状況		
従来設計手法における評価断面に対して直交する荷重の影響程度	①動土圧及び動水圧	作用しない
水平2方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性	②摩擦力	作用しない
抽出結果	③慣性力	全ての部材に作用
<p>防波壁 通路防波扉 (荷揚場南) の上部工</p> 		<ul style="list-style-type: none"> 防波壁通路防波扉 (荷揚場南) の上部工には、左記に示すような水平2方向入力による面内荷重及び面外荷重の作用が考えられる。 上部工には土圧及び水圧等の荷重が作用しないこと及び面内荷重として強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。
抽出結果		×

表 3-4-5(6) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

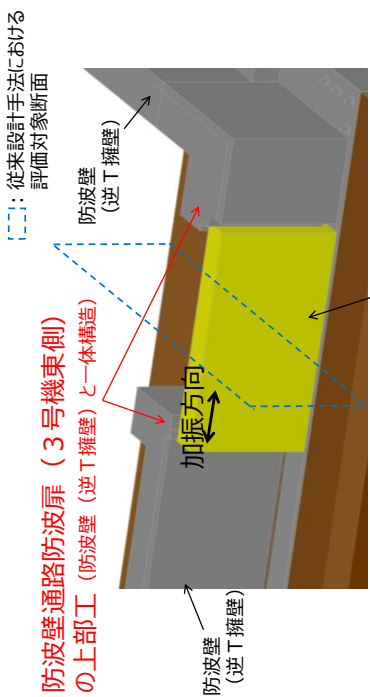
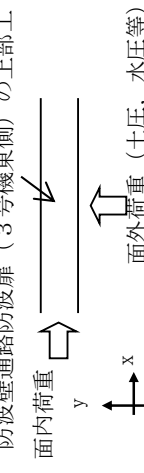
構造形式の分類	線状構造物 (防波壁通路防波扉 (3号機東側) 上部工)	
従来設計手法における評価断面に対して直交する荷重の作用状況	 <p>従来設計手法における評価対象断面</p> <p>防波壁 (逆T擁壁)</p> <p>防波壁通路防波扉 (鋼製扉体)</p> <p>加振方向</p> <p>防波壁 (逆T擁壁)</p> <p>防波壁通路防波扉 (鋼製扉体)</p>	
従来設計手法における評価断面に対して直交する荷重の影響程度	<p>① 動土圧及び動水圧</p> <p>② 摩擦力</p> <p>③ 慣性力</p>	<p>作用しない</p> <p>作用しない</p> <p>全ての部材に作用</p>
水平2方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性	<p>防波壁通路防波扉 (3号機東側) の上部工</p>  <p>面内荷重 y</p> <p>面外荷重 (土圧, 水圧等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 防波壁通路防波扉 (3号機東側) の上部工には、左記に示すような水平2方向入力による面内荷重及び面外荷重の作用が考えられる。 上部工には土圧及び水圧等の荷重が作用しないこと及び強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。
抽出結果	X	

表 3-4-5(7) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

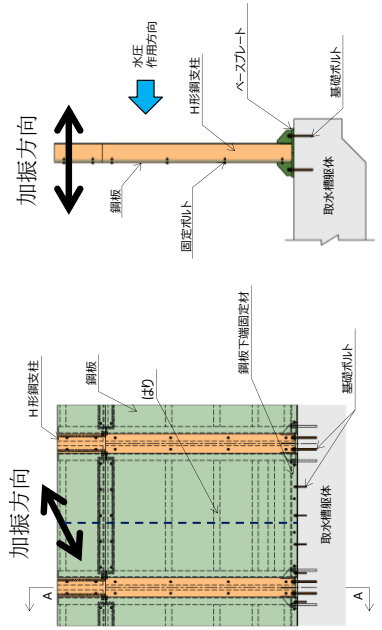
構造形式の分類	線状構造物 (取水槽除じん機エリア防水壁)	
従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の作用状況	<p>----- 従来設計手法における評価対象断面</p> 	
従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の影響程度	<p>① 動土圧及び動水圧</p> <p>作用しない</p>	作用しない
水平2方向及び鉛直方向地震力の 影響が想定される応答特性	<p>② 摩擦力</p> <p>作用しない</p>	作用しない
抽出結果	<p>③ 慣性力</p> <p>全ての部材に作用</p>	<p>全ての部材に作用</p>
<p>・ 従来設計手法における評価対象断面に対して直交方向 (強軸方向) に①動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響の程度が小さい。</p>		<p>・ 防水壁には、左記に示すような水平2方向入力による面内荷重及び面外荷重の作用が考えられる。</p> <p>・ 防水壁には土圧及び水圧等の荷重が作用しないこと及び強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。</p>
抽出結果		×

表 3-4-5 (8) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

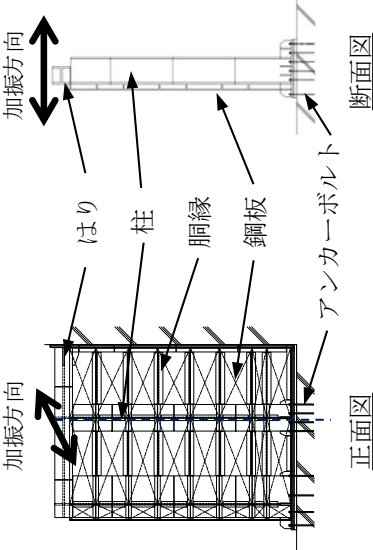
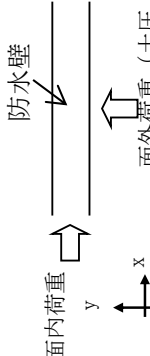
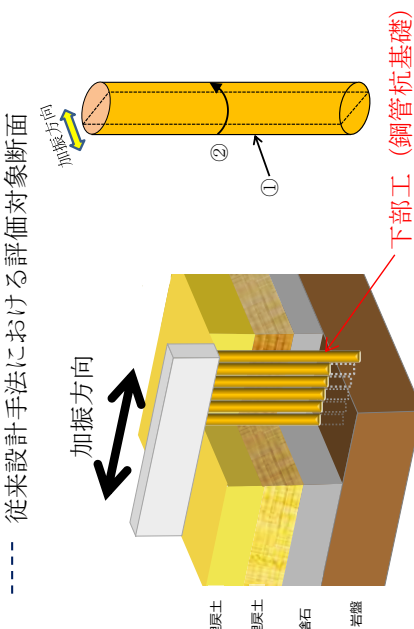
構造形式の分類	線状構造物 (復水器エリア防水壁)	
<p>従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の作用状況</p>	<p>----- 従来設計手法における評価対象断面</p> 	
<p>従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の影響程度</p>	<p>①動土圧及び動水圧</p>	<p>作用しない</p>
<p>水平2方向及び鉛直方向地震力の 影響が想定される応答特性</p>	<p>②摩擦力</p>	<p>作用しない</p>
<p>抽出結果</p>	<p>③慣性力</p>	<p>全ての部材に作用</p>
<p>・従来設計手法における評価対象断面に対して直交方向 (強軸方向) に①動土圧及び動水圧による荷重が作用しないため影響の程度が小さい。</p>		<p>①動土圧及び動水圧</p>
<p>水平2方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性</p> 		<p>・防水壁には、左記に示すような水平2方向入力による面内荷重及び面外荷重の作用が考えられる。 ・防水壁には土圧及び水圧等の荷重が作用しないこと及び強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。</p>
<p>抽出結果</p>		<p>X</p>

表 3-4-5(9) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

構造形式の分類	鋼管杭基礎 (防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) 下部工)	
従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の作用状況	<p>----- 従来設計手法における評価対象断面</p> 	
従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の影響程度	<p>① 動土圧及び動水圧</p> <p>作用する</p>	
水平2方向及び鉛直方向地震力の 影響が想定される応答特性	<p>② 摩擦力</p> <p>作用する</p>	
抽出結果	<p>③ 慣性力</p> <p>全ての部材に作用</p>	<p>○</p>

・ 胴体部において、①動土圧及び動水圧による荷重、③慣性力による荷重が作用するため影響の程度が大きい。

- ・ 鋼管杭基礎である防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) の下部工には、左記に示すような水平2方向入力による応力の集中が考えられる。
- ・ 下部工では、上部工法線方向の水平地震力による動土圧及び動水圧と上部工からの荷重による発生応力、並びに上部工法線直交方向の水平地震力による動土圧及び動水圧による発生応力が足し合わされるため、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される。

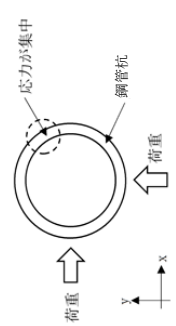


表 3-4-5(10) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

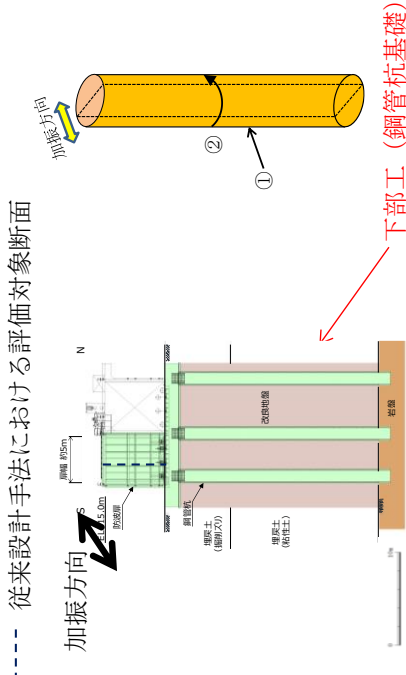
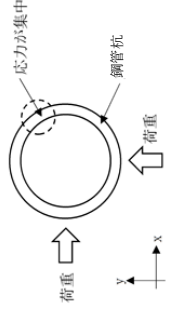
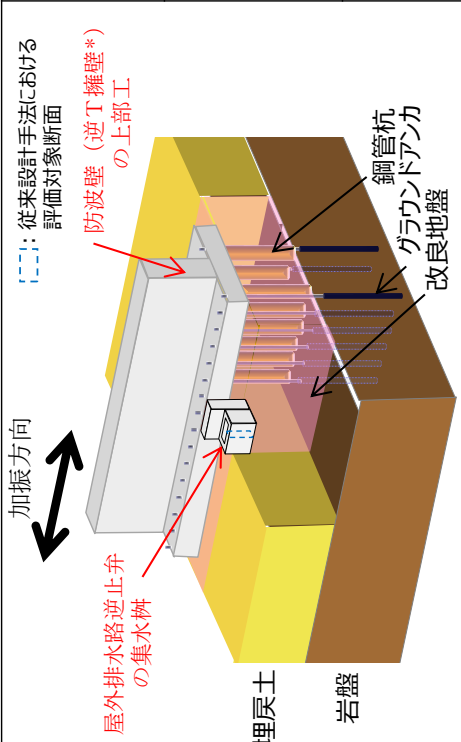
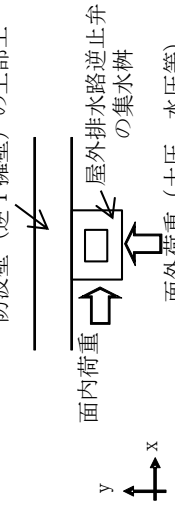
構造形式の分類	鋼管杭基礎 (防波壁通路防波扉 (荷揚場南) 下部工)	
従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の作用状況	<p>----- 従来設計手法における評価対象断面</p> 	
従来設計手法における評価断面に 対して直交する荷重の影響程度	<p>① 動土圧及び動水圧</p>	作用する
水平2方向及び鉛直方向地震力の 影響が想定される応答特性	<p>② 摩擦力</p>	作用する
抽出結果	<p>③ 慣性力</p>	全ての部材に作用
<p>• 胴体部において、①動土圧及び動水圧による荷重，上部工からの荷重が作用するため影響の程度が大きい。</p>		
 <p>• 鋼管杭基礎である防波壁通路防波扉 (荷揚場南) の下部工には、左記に示すような水平2方向入力による応力の集中が考えられる。</p> <p>• 下部工では、上部工法線方向の水平地震力による動土圧及び動水圧と上部工からの荷重による発生応力，並びに上部工法線直交方向の水平地震力による動土圧及び動水圧による発生応力が足し合わされるため，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響が想定される。</p>		
○		

表 3-4-5(11) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

<p>構造形式の分類</p> <p>従来設計手法における評価断面に対して直交する荷重の作用状況</p>	<p>箱型構造物 (屋外排水路逆止弁 集水桝)</p>  <p>従来設計手法における評価対象断面</p> <p>防波壁 (逆T擁壁*) の上部工</p> <p>注記*: 逆T擁壁を代表として示す。</p>	<p>防波壁及び周辺の改良地盤と一体となって挙動するため作用する動土圧及び動水圧は小さい</p> <p>従来手法における評価対象断面に対して直交する側面に作用する</p> <p>全ての部材に作用</p>
<p>従来設計手法における評価断面に対して直交する荷重の影響程度</p>	<p>①動土圧及び動水圧</p> <p>②摩擦力</p> <p>③慣性力</p> <p>・従来設計手法における評価対象断面に対して直角方向 (強軸方向) に作用する動土圧及び動水圧は小さいため影響の程度が小さい。</p>	
<p>水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響が想定される応答特性</p>	<p>防波壁 (逆T擁壁) の上部工</p>  <p>・屋外排水路逆止弁の集水桝には、左記に示すような水平 2 方向入力による面内荷重及び面外荷重の作用が考えられる。</p> <p>・集水桝は強軸方向の慣性力により発生する応力の影響は小さいことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。</p>	
<p>抽出結果</p>	<p>×</p>	

(4) 従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性が想定される箇所の抽出

「(3) 荷重の組合せによる応答特性が想定される構造形式」で抽出しなかった線状構造物のうち、防波壁（多重鋼管杭式擁壁、逆 T 擁壁、波返重力擁壁）の上部工及び防波壁（波返重力擁壁）の下部工は、構造物の配置上、屈曲部や隅角部を有する。また、浸水防止設備のうち取水槽除じん機エリア防水壁及び復水器エリア防水壁は隅角部を有する。

以上の構造物の構造等を考慮したうえで、従来設計手法における評価対象断面以外の 3 次元的な応答特性を以下に示す。

a. 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工

図 3-4-2 に、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の構造目地の平面図を示す。防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工の屈曲部及び隅角部では、妻壁に相当する部位を有する。

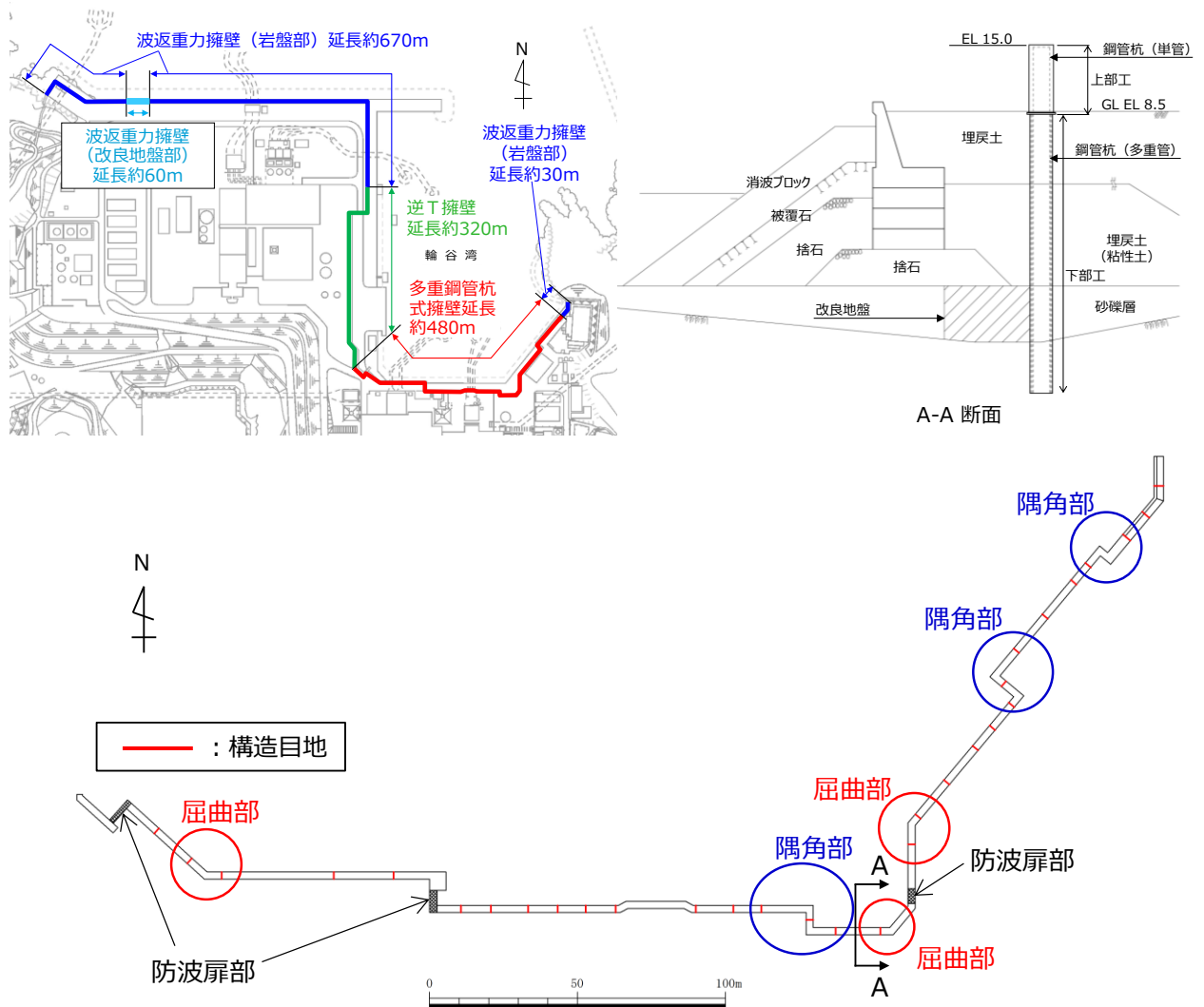
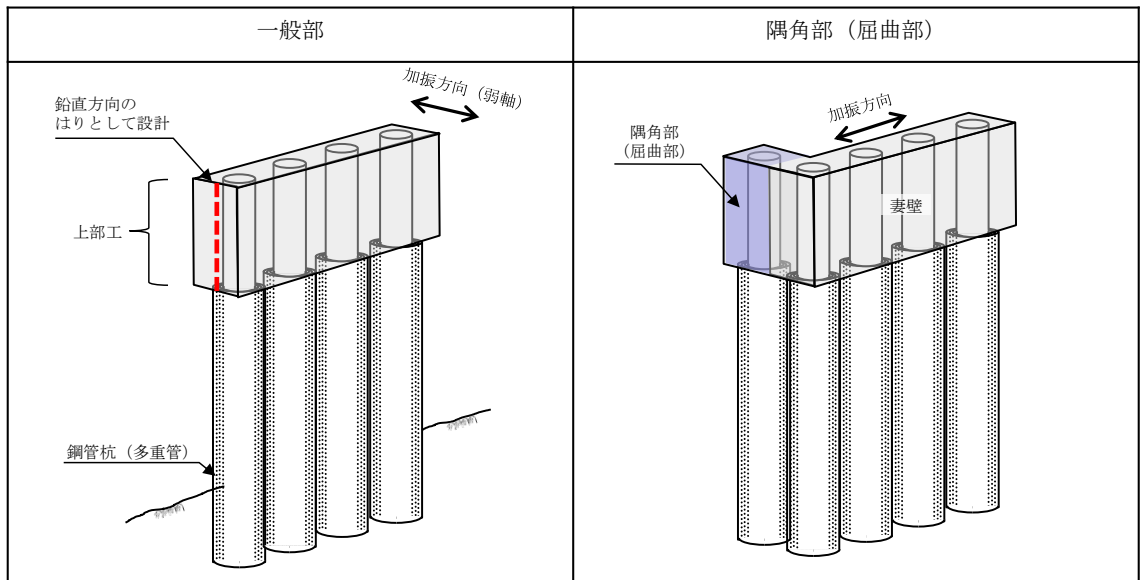


図 3-4-2 防波壁(多重鋼管杭式擁壁)の構造目地(平面図)

表 3-4-6 に示すとおり，防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工は下部工と一体構造であることから，これを適切にモデル化し，上部工を鉛直方向のはりとして設計する。屈曲部や隅角部では，妻壁と交差する壁の延長が妻壁と比較して短くなるよう構造目地を設けており，妻壁と交差する壁は妻壁側に拘束されるため，妻壁の強軸方向の応答による影響は軽微となる。また，屈曲部や隅角部に弱軸方向の応答を用いて設計することから，加振方向に対して十分な裕度を有する設計となる。防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工の屈曲部や隅角部について，水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響は軽微と考えられるが，念のため，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する従来設計の妥当性を確認する。

表 3-4-6 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工の設計概要図



b. 防波壁（逆T擁壁）の上部工

図3-4-3に、防波壁（逆T擁壁）の構造目地の平面図を示す。

防波壁（逆T擁壁）の上部工の屈曲部では、妻壁に相当する部位の面積が小さく、慣性力の影響も小さいことから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

隅角部については、隅角部に構造目地を設けるため、独立した線状構造物が接しているのみであり、3次元的な応答特性は想定されず、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

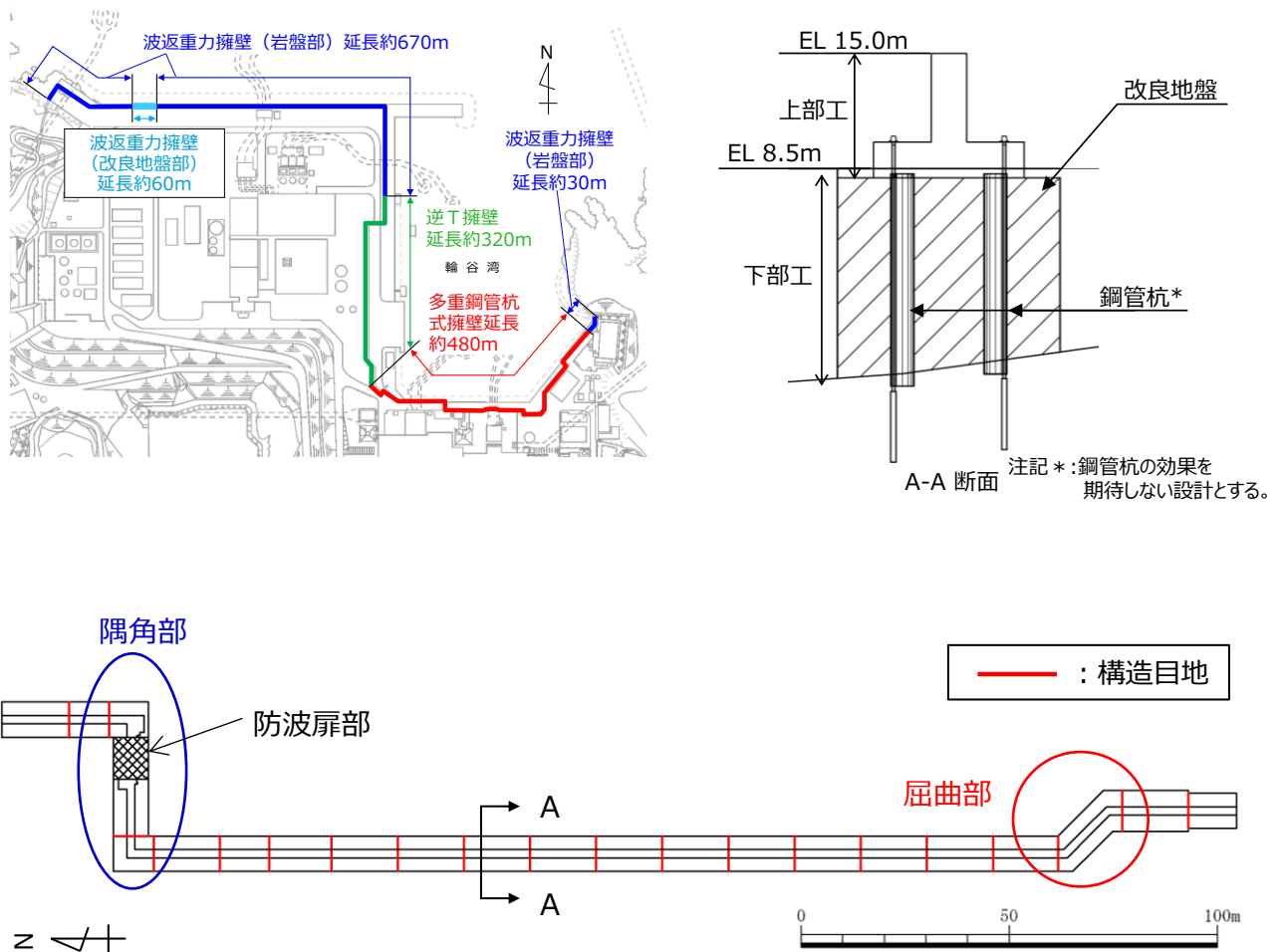


図3-4-3 防波壁（逆T擁壁）の構造目地（平面図）

c. 防波壁（波返重力擁壁）の上部工及び下部工

図 3-4-4 に，防波壁（波返重力擁壁）の構造目地の平面図を示す。

防波壁（波返重力擁壁）の上部工の屈曲部では，妻壁に相当する部位の面積が小さく，慣性力の影響も小さいことから，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

隅角部については，隅角部に構造目地を設けるため，独立した線状構造物が接しているのみであり，3 次元的な応答特性は想定されず，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

また，防波壁（波返重力擁壁）の下部工の屈曲部や隅角部では，独立した線状構造物が接しているのみであり，3 次元的な応答特性は想定されず，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響は小さい。

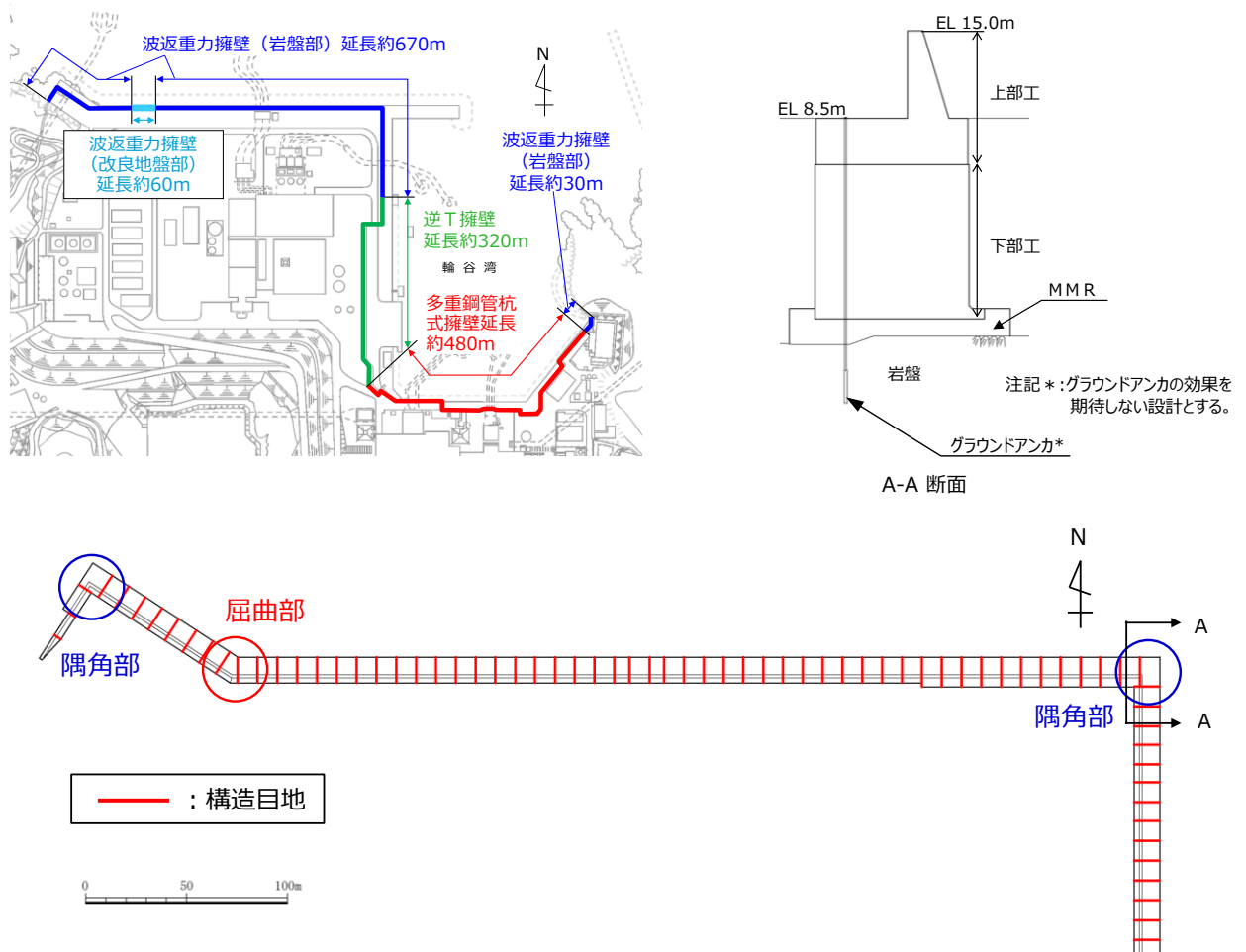
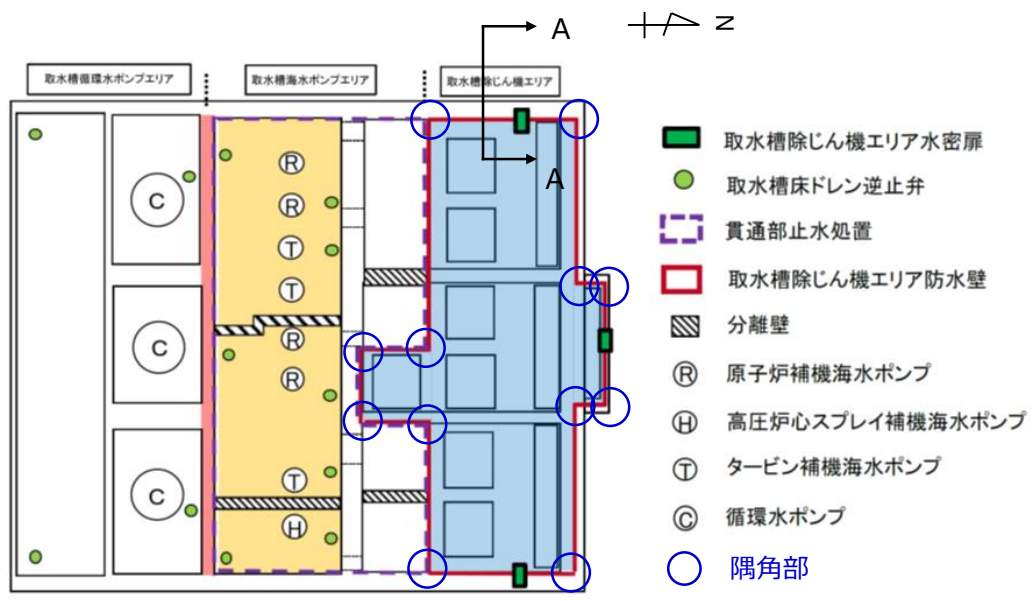


図 3-4-4 防波壁（波返重力擁壁）の構造目地（平面図）

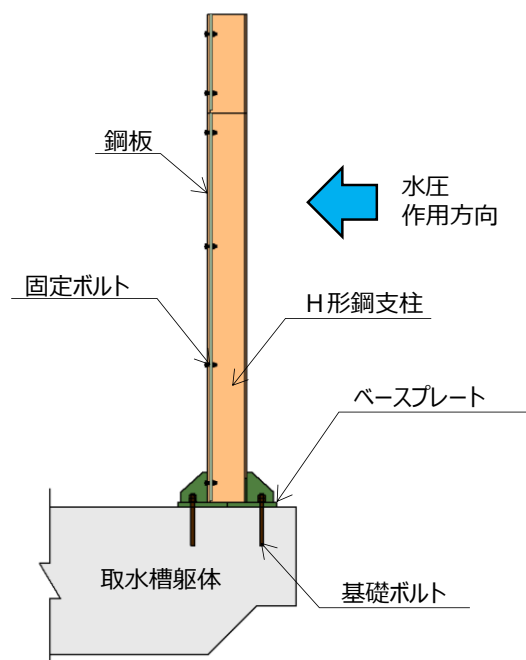
d. 取水槽除じん機エリア防水壁の隅角部

図 3-4-5 に，取水槽除じん機エリア防水壁の平面図及び断面図を示す。

防水壁の隅角部では，妻壁に相当する部位を有することから，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響として，弱軸方向のせん断変形や強軸方向の曲げ変形への影響が懸念される。



平面図



A-A 断面図

図 3-4-5 取水槽除じん機エリア防水壁平面図及び断面図

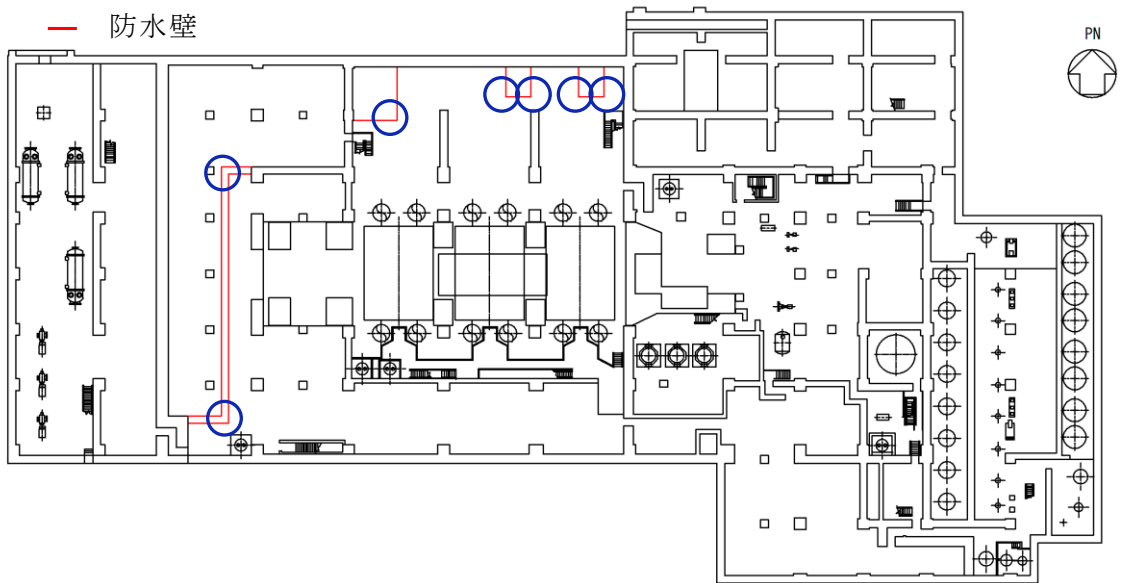
e. 復水器エリア防水壁の隅角部

図 3-4-6 に、復水器エリア防水壁の設置位置図及び断面図を示す。

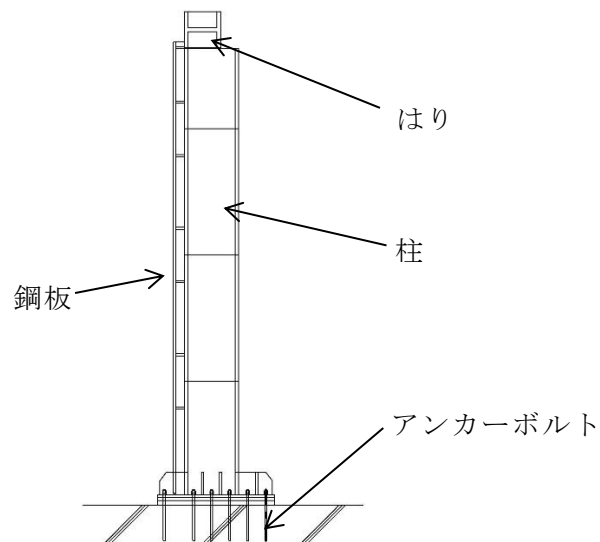
復水器エリア防水壁の隅角部では、妻壁に相当する部位を有することから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響として、弱軸方向のせん断変形や強軸方向の曲げ変形への影響が懸念される。

凡例

- 隅角部
- 防水壁



設置位置図



断面図

図 3-4-6 復水器エリア防水壁の設置位置図及び断面図

3.4.3 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果

「3.4.2 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出」の検討を踏まえ、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの評価対象構造物の抽出結果を以下に示す。

(1) 線状構造物

構造及び作用荷重の観点から、取水槽除じん機エリア防水壁及び復水器エリア防水壁の隅角部を抽出する。また、従来の設計手法で対応している防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工についても、その妥当性を確認する。

(2) 鋼管杭基礎

構造及び作用荷重の観点から、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）及び防波壁通路防波扉（荷揚場南）の下部工を抽出する。

ここで、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工は防波壁通路防波扉（荷揚場南）の上部工よりも重量があり慣性力がより大きくなることで相対的に影響が大きいと考えられることから、鋼管杭基礎は防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の下部工を代表に評価する。

3.4.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価結果

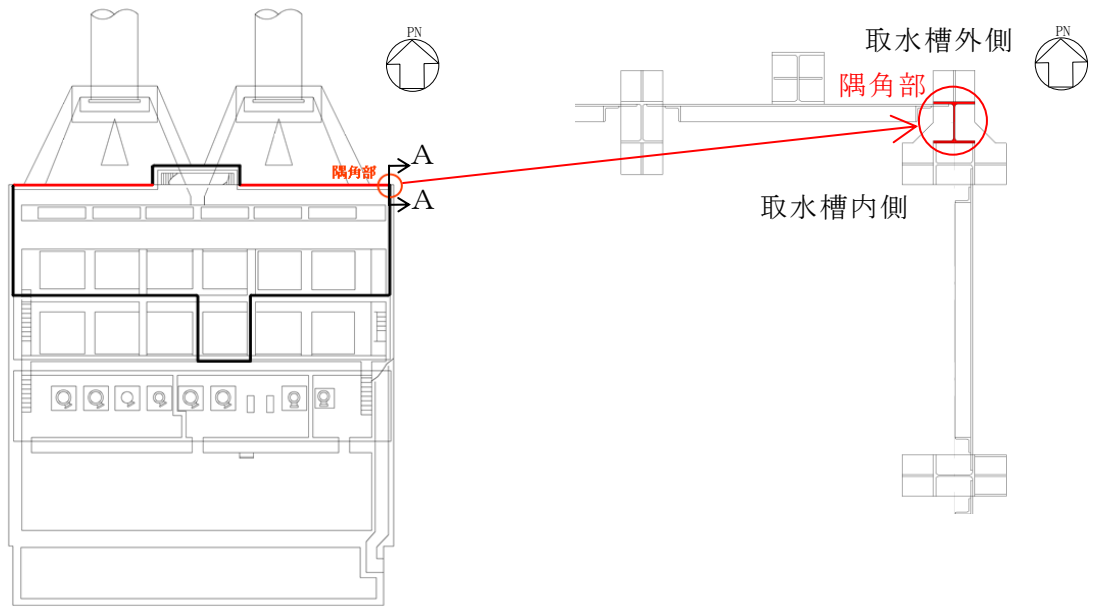
(1) 取水槽除じん機エリア防水壁の隅角部

a. 評価内容

取水槽除じん機エリア防水壁の隅角部の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、弱軸方向における構造解析にて評価した断面力を用いることで、照査値が基準値以下であることを確認する。評価対象は、VI-2-10-2-8「防水壁の耐震性についての計算書」に示す全区間の鋼板、柱、水平材及びアンカーボルトの発生値／許容限界値のうち、最も厳しい区間の隅角部に位置する柱及びアンカーボルトを選定する。

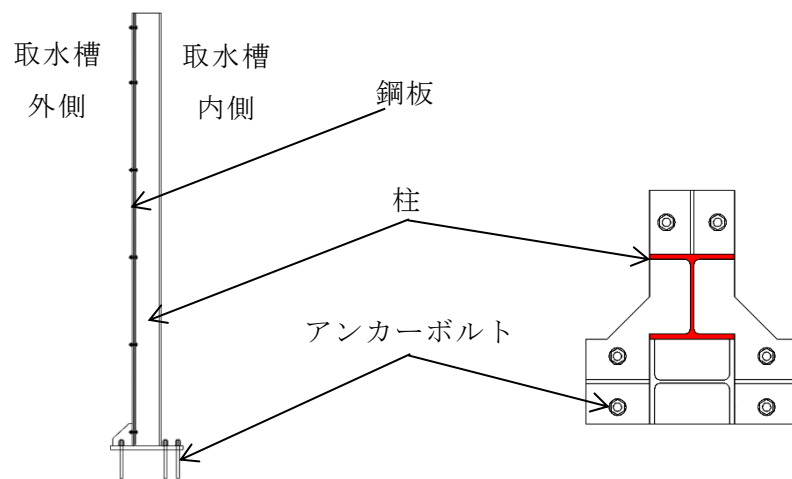
水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した照査は、従来の水平 1 方向及び鉛直方向地震力が各方向 1 : 1 で入力された場合に、評価対象部位である柱及びアンカーボルトに作用する荷重や応力を考慮し影響を検討する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した照査方法、解析ケースについては、VI-2-10-2-8「防水壁の耐震性についての計算書」に示す方法と同様とする。取水槽除じん機エリア防水壁の評価対象を図 3-4-7 に示す。



隅角部位置図

隅角部拡大図



柱断面図 (A-A断面)

アンカーボルト配置図

図 3-4-7 取水槽除じん機エリア防水壁 構造概要図 (隅角部)

b. 評価条件

地震応答解析は、VI-2-10-2-8「防水壁の耐震性についての計算書」に記載の解析手法、解析モデルの設置、解析ケース及び地震動とする。

c. 許容限界

許容限界は、VI-2-10-2-8「防水壁の耐震性についての計算書」に示す発生応力度/許容限界の照査値 1.0 以下に対し、水平 2 方向の地震力を考慮した基準値として $1/\sqrt{2}$ (≈ 0.70) 以下とする。

d. 評価結果

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく影響評価結果を表3-4-7に示す。柱及びアンカーボルトに発生する曲げ軸力及びせん断力の照査値は基準値0.70以下であることを確認した。

表3-4-7 耐震評価結果（取水槽除じん機エリア防水壁）

評価対象部位		発生値 (応力度又は荷重)		許容限界値		発生値/ 許容限界値
柱	曲げ	45	N/mm ²	235	N/mm ²	0.20 < 0.70
	せん断	10	N/mm ²	135	N/mm ²	0.08 < 0.70
	組合せ（上向き） （曲げ+引張）	—	—	—	—	0.19 < 0.70
	組合せ（下向き） （曲げ+圧縮）	—	—	—	—	0.20 < 0.70
	組合せ （曲げ+せん断）	48	N/mm ²	235	N/mm ²	0.21 < 0.70
	組合せ（上向き） （曲げ+引張 +せん断）	49	N/mm ²	235	N/mm ²	0.21 < 0.70
	組合せ（下向き） （曲げ+圧縮 +せん断）	50	N/mm ²	235	N/mm ²	0.22 < 0.70
アンカーボルト	引張	21	kN	40	kN	0.53 < 0.70
	せん断	3	kN	35	kN	0.09 < 0.70
	組合せ （引張+せん断）	—	—	—	—	0.26 < 0.70

(2) 復水器エリア防水壁の隅角部

a. 評価内容

復水器エリア防水壁の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については，VI-2-10-2-8「防水壁の耐震性についての計算書」に示す水平 1 方向及び鉛直方向地震力に対する発生値／許容限界値が基準値 $1/\sqrt{2}$ (0.70) 以下であることを確認する。

b. 評価対象

評価対象は，VI-2-10-2-8「防水壁の耐震性についての計算書」に示す復水器エリア防水壁のうち，発生値／許容限界値が最も大きい柱及びアンカーボルトを選定する。

c. 評価結果

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく影響評価結果を表 3-4-8 に示す。発生値／許容限界値は基準値 0.70 以下であることを確認した。

表 3-4-8 耐震評価結果（復水器エリア防水壁）

評価対象部位		発生値 (応力度又は荷重)		許容限界値		発生値／ 許容限界値
柱	曲げ（強軸）	6	N/mm ²	304	N/mm ²	0.02 < 0.70
	曲げ（弱軸）	42	N/mm ²	325	N/mm ²	0.13 < 0.70
	せん断	4	N/mm ²	187	N/mm ²	0.03 < 0.70
	圧縮	2	N/mm ²	217	N/mm ²	0.01 < 0.70
	組合せ (曲げ＋軸力)	—	—	—	—	0.16 < 0.70
	組合せ (曲げ＋せん断＋ 軸力)	51	N/mm ²	325	N/mm ²	0.16 < 0.70
アンカーボルト	引張	24	kN	71	kN	0.34 < 0.70
	せん断	1	kN	49	kN	0.03 < 0.70
	組合せ (引張＋せん断)	—	—	—	—	0.12 < 0.70

(3) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工

a. 確認内容

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）は複数の構造ブロックに分割されており，水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対しては各ブロックが独立して挙動すると考えられる。図3-4-8に示す通り，一般部の設計においては弱軸方向の地震力を考慮するが，屈曲部や隅角部では，妻壁と交差する壁の延長が妻壁と比較して短くなるよう構造目地を設けており，妻壁と交差する壁は妻壁側に拘束されるため，妻壁の強軸方向の応答による影響は軽微である。

水平2方向及び鉛直方向地震力による影響は軽微と考えられるが，念のため，一般部の弱軸方向の地震力と強軸方向の地震力の組合せによる設計の妥当性を確認する。

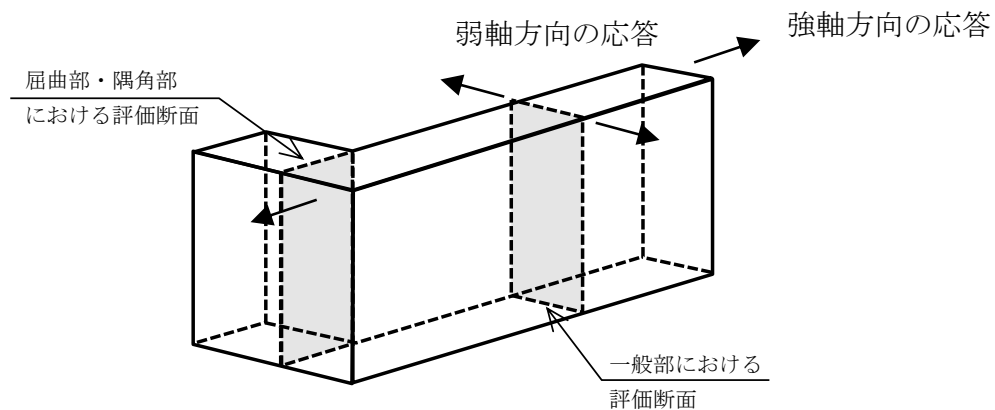


図3-4-8 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工における
屈曲部や隅角部の設計イメージ

b. 対象断面

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する設計の妥当性確認では，評価対象は，VI-2-10-2-3-3「防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の耐震性についての計算書」に示す評価対象断面のうち，被覆コンクリート壁の照査値が最も厳しく，隣接するブロックに隅角部を有する改良地盤部（②-②断面）を選定する。また，強軸方向の評価対象断面は②-②断面に直交する⑦-⑦断面とする。図3-4-9に評価対象断面位置図を示す。

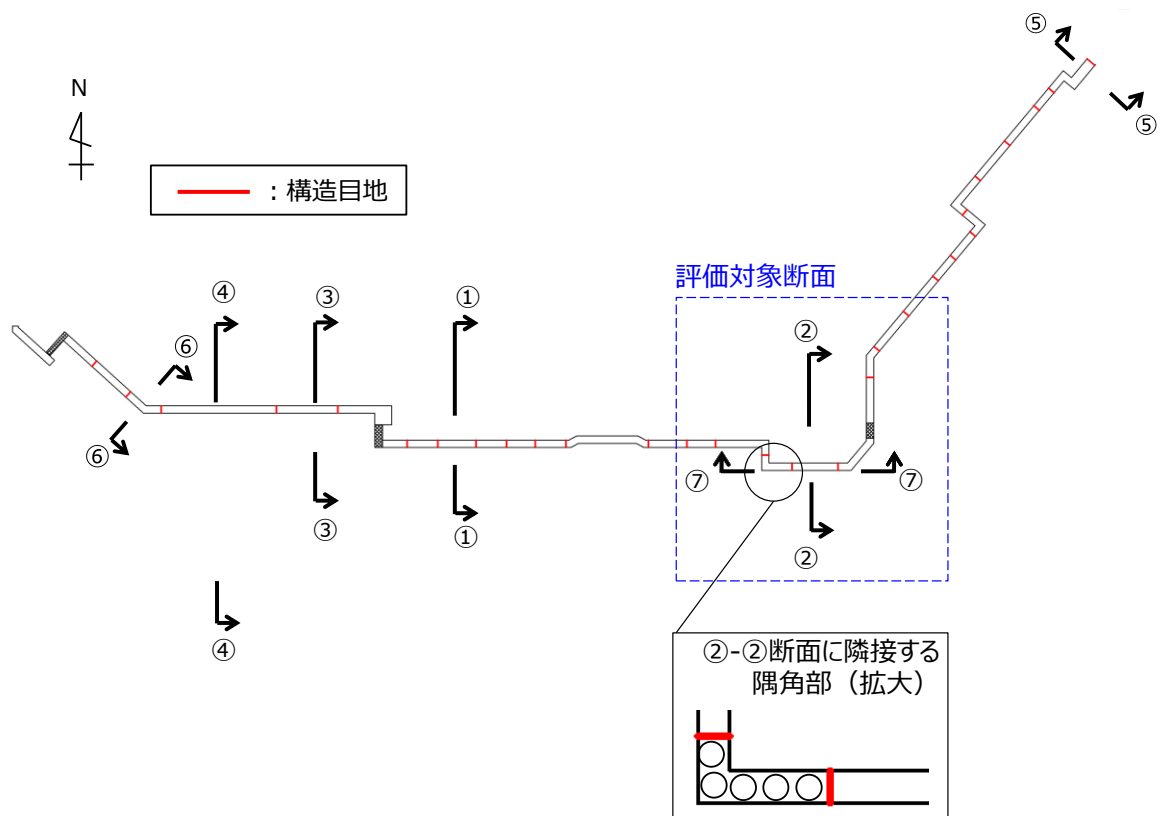


図 3-4-9 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工における評価対象断面位置図

c. 確認結果

弱軸方向及び強軸方向の最大加速度を表 3-4-9 に示す。ここで、防波壁（多重鋼管杭式擁壁）のいずれの屈曲部や隅角部においても、一般部に対して交差部である屈曲部や隅角部の延長は短く、ブロック全体の応答は一般部の応答が支配的であることから、最大加速度は一般部をモデル化した 2 次元動的有限要素法により算定した。なお、一般部の応答は弱軸方向をモデル化した解析から、交差部の応答は強軸方向をモデル化した解析からそれぞれ算定した。最大加速度は強軸方向と比較して弱軸方向が大きい。また、VI-2-10-2-3-3「防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の耐震性についての計算書」に示す被覆コンクリート壁の照査で最も厳しい照査値は 0.28（評価断面：②-②断面，照査項目：曲げ軸力，地震動：S_s-D（-+））であり，十分な裕度を有している。したがって，屈曲部または隅角部を有するブロックに対して一般部に作用する慣性力と交差部に作用する慣性力を同時に作用させ，かつ，それらの慣性力により発生する被覆コンクリート壁の断面力を保守的に足し合わせた場合においても，被覆コンクリート壁の健全性は保持されるものと考えられる。以上より，防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工の従来設計手法による設計結果は，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せを考慮した設計となっていることを確認した。

表 3-4-9 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における
弱軸方向及び強軸方向の最大加速度

	地震動	弱軸方向 加速度 (m/s ²)	強軸方向 加速度 (m/s ²)
防波壁 (多重鋼管杭式擁壁) (②-②断面)	S _s -D (-+)	24.78	13.83

(4) 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の下部工

a. 評価内容

鋼管杭基礎の水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、弱軸方向（評価対象断面）と強軸方向（評価対象断面に直交する断面）におけるそれぞれの 2 次元動的有限要素法（有効応力解析）にて評価した同部位及び同時刻の断面力を組み合わせて用いる。これにより算定した水平 2 方向及び鉛直方向地震力による発生応力が許容限界以下であることを確認する。

b. 評価対象

評価対象は、VI-2-10-2-3-3「防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の耐震性についての計算書」に示す評価対象断面のうち、ブロック長が短く、強軸方向の地震力に対する応答が大きくなる改良地盤部（②-②断面）及びその強軸方向断面（⑦-⑦断面）の地震応答解析結果より、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の程度を確認する。

また、鋼管杭の照査値が最も厳しい施設護岸前出し部（③-③断面）において、上述の影響の程度を踏まえ、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を実施する。

なお、改良地盤部の強軸方向断面（⑦-⑦断面）において、図 3-4-10 に示すように隣接するブロックは屈曲部又は隅角部の妻壁による効果を考慮せず強軸方向断面をモデル化することで、強軸方向断面の応答を保守的に算定し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の程度を安全側に算定した。

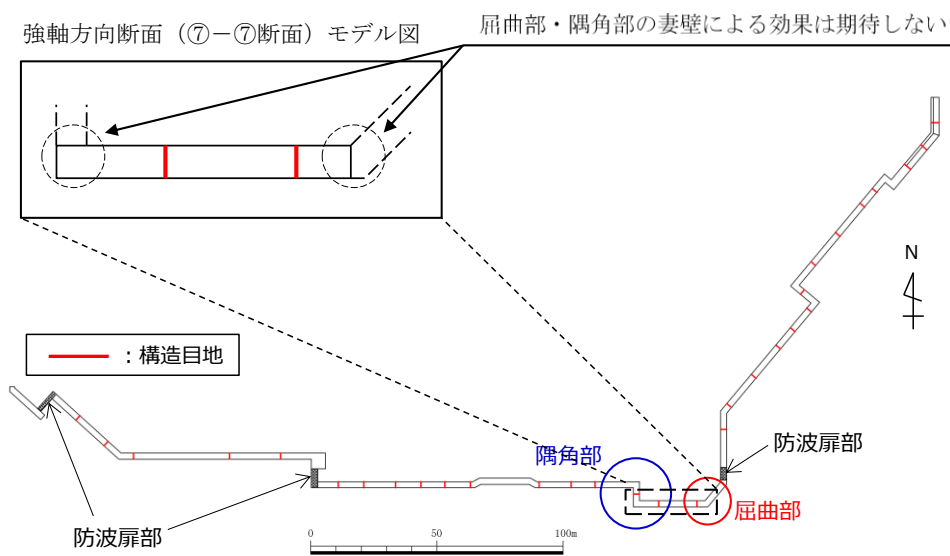


図 3-4-10 防波壁（多重鋼管杭式擁壁）改良地盤部の強軸方向断面（⑦-⑦断面）のモデル化範囲

c. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した照査値の評価方法

本評価においては、鋼管杭基礎の水平 1 方向照査において最も厳しい結果であった曲げ軸力照査にて水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価を検討する。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した曲げ軸力照査の算定式を以下に示す。

曲げモーメントは次式により算定する。

$$M(t) = \sqrt{M(t)_{弱}^2 + M(t)_{強}^2}$$

ここで

$M(t)$: 水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した時刻 t における曲げモーメント (kN・m)

$M(t)_{弱}$: 時刻 t における弱軸方向の曲げモーメント (kN・m)

$M(t)_{強}$: 時刻 t における強軸方向の曲げモーメント (kN・m)

許容限界である降伏モーメントは次式により算定する。

$$M_y = \sum (f_{yi} - \frac{|N_i|}{A_i}) Z_{ei}$$

ここで、

M_y : 多重鋼管杭の降伏モーメント (kN・m)

f_{yi} : 多重鋼管杭を構成する各鋼管の降伏基準点 (N/mm²)

Z_{ei} : 多重鋼管杭を構成する各鋼管の断面係数 (mm³)

N_i : 多重鋼管杭を構成する各鋼管に発生する軸力 (kN)

A_i : 多重鋼管杭を構成する各鋼管の断面積 (mm²)

d. 評価条件

① 地震応答解析

地震応答解析は、VI-2-10-2-3-3「防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の耐震性についての計算書」に示す方法と同様とする。

② 検討ケース

水平1方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく耐震評価において、最も照査値が厳しい地震動を対象に、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対する検討を行う。

表3-4-10に示す改良地盤部（②-②断面）の曲げ軸力照査結果より、地震動はS_s-D（-+）を選定する。

表3-4-10 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せを実施する地震動の選定（②-②断面）

評価部位	地震動	照査値 (曲げ軸力照査)	選定結果
鋼管杭	S _s -D（++）	0.62	
	S _s -D（-+）	0.85	○
	S _s -D（+-）	0.68	
	S _s -D（--）	0.81	
	S _s -F1（++）	0.19	
	S _s -F2（++）	0.23	
	S _s -N1（++）	0.51	
	S _s -N1（-+）	0.51	
	S _s -N2（NS）（++）	0.31	
	S _s -N2（NS）（-+）	0.48	
	S _s -N2（EW）（++）	0.46	
	S _s -N2（EW）（-+）	0.34	

③ 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）鋼管杭に対する水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した曲げ軸力照査結果を表 3-4-11 に示す。なお，許容限界である降伏曲げモーメントの算定に当たっては，弱軸方向断面及び強軸方向断面の軸力を用いた。

表 3-4-11 より，水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合でも鋼管杭の発生応力が許容限界以下であることを確認した。また，水平 1 方向及び鉛直方向地震力において最も厳しい照査値 0.85 に対し，水平 2 方向及び鉛直方向地震力では照査値が 0.87 となることから，水平 2 方向及び鉛直方向地震力による鋼管杭への影響は，水平 1 方向及び鉛直方向地震力の照査と比較して約 2.0%となった。

表 3-4-11 鋼管杭の曲げ軸力照査結果（改良地盤部（②-②断面））

地震動	解析ケース	発生断面力		降伏曲げ モーメント (kN・m)	照査値
		曲げ モーメント (kN・m)	軸力 (kN)		
S s - D (- +)	弱軸方向の軸力を用いた場合	75873	810	89060	0.86
	強軸方向の軸力を用いた場合	75873	2819	88118	0.87

e. 評価結果

防波壁（多重鋼管杭式擁壁）における評価対象断面のうち，最も照査結果が厳しい施設護岸前出し部（③-③断面）において水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響を確認する。施設護岸前出し部（③-③断面）の鋼管杭における水平 1 方向及び鉛直方向地震力の照査値に，水平 2 方向及び鉛直方向地震力による影響を考慮しても照査値は許容限界以下であることを確認した（表 3-4-12）。

表 3-4-12 鋼管杭の曲げ軸力照査結果（施設護岸前出し部（③-③断面））

	水平 1 方向及び 鉛直方向地震力 (a)	水平 2 方向及び 鉛直方向地震力 (a) × 1.02
照査値	0.94	0.96

(5) 防波壁通路防波扉（荷揚場南，3号機東側）の上部工

a. 評価内容

防波壁通路防波扉（荷揚場南，3号機東側）の上部工の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、「3.4.4 評価対象構造物の抽出」において、防波壁通路防波扉（荷揚場南，3号機東側）の浸水防護としての役割から鋼製扉体を主な部材として抽出・評価している。ここでは念のため、防波壁通路防波扉（荷揚場南，3号機東側）の漂流物対策工の上部工について評価を示す。

防波壁通路防波扉（荷揚場南，3号機東側）の漂流物対策工の上部工の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価については、VI-2-10-2-4「防波壁通路防波扉の耐震性についての計算書」に示す水平1方向及び鉛直方向地震力に対する発生値／許容限界値が基準値 $1/\sqrt{2}$ (0.70) 以下であることを確認する。

b. 評価対象

評価対象は、VI-2-10-2-4「防波壁通路防波扉の耐震性についての計算書」に示す防波壁通路防波扉（荷揚場南，3号機東側）のうち、漂流物対策工戸当り（RC支柱）を選定する。

c. 評価結果

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに基づく影響評価結果を表3-4-13及び表3-4-14に示す。発生値／許容限界値は基準値0.70以下であることを確認した。

表 3-4-13 防波壁通路防波扉（荷揚場南）の耐震評価結果

評価対象部位		発生値 (応力度)		許容限界値		発生値/ 許容限界値
漂流物対策工 戸当り (RC支柱)	曲げ	46	N/mm ²	294	N/mm ²	0.16 < 0.70
	せん断	0.37	N/mm ²	0.82	N/mm ²	0.46 < 0.70

表 3-4-14 防波壁通路防波扉（3号機東側）の耐震評価結果

評価対象部位		発生値 (応力度)		許容限界値		発生値/ 許容限界値
漂流物対策工 戸当り (RC支柱)	曲げ	35	N/mm ²	294	N/mm ²	0.13 < 0.70
	せん断	0.36	N/mm ²	0.82	N/mm ²	0.44 < 0.70

3.4.5 機器・配管系への影響

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響に対する評価対象構造物のうち、間接支持構造物である防波壁（多重鋼管杭式擁壁）の上部工について、隅角部又は屈曲部に支持される機器・配管系を支持していないことから影響はない。

3.4.6 まとめ

津波防護施設，浸水防止設備及び津波監視設備において，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響を受ける可能性がある施設（部位）について，従来設計手法における保守性も考慮したうえで抽出し，水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる設計に対して影響を評価した。その結果，水平 2 方向及び鉛直方向地震力を想定した発生応力が許容値を満足し，施設が有する耐震性に影響のないことを確認した。

別紙 1 建物・構築物における評価部位の
抽出に関する説明資料

目 次

1. 構成部位の整理及び水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響確認が必要な部位の抽出に関する整理表	別紙 1-1
2. 対象建物の図面	別紙 1-8
2.1 原子炉建物	別紙 1-9
2.2 制御室建物	別紙 1-19
2.3 タービン建物	別紙 1-25
2.4 廃棄物処理建物	別紙 1-32
2.5 排気筒	別紙 1-42
2.6 緊急時対策所	別紙 1-43
2.7 ガスタービン発電機建物	別紙 1-45
2.8 屋外配管ダクト（排気筒）	別紙 1-48
2.9 1号機原子炉建物	別紙 1-50
2.10 1号機タービン建物	別紙 1-53
2.11 1号機廃棄物処理建物	別紙 1-56
2.12 サイトバンカ建物	別紙 1-59
2.13 サイトバンカ建物（増築部）	別紙 1-62
2.14 1号機排気筒	別紙 1-65
2.15 排気筒モニタ室	別紙 1-66
2.16 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備	別紙 1-68
2.17 ディーゼル燃料貯蔵タンク室	別紙 1-72
3. 代表部位の選定プロセス	別紙 1-77
3.1 柱-隅部	別紙 1-77
3.2 基礎	別紙 1-77
3.3 壁（面外荷重）	別紙 1-77

1. 構成部位の整理及び水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響確認が必要な部位の抽出に関する整理表

VI-2-12「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」において、「3. 1 建物・構築物」における「3. 1. 1 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出」に関する整理表を表 1-1～表 1-3 に示す。

表 1-1-1(1) 各建物・構築物における耐震評価上の構成部位

耐震性評価部位	原子炉建物		制御室建物	タービン建物		廃棄物 処理建物	排気筒	緊急時 対策所	ガスタービン 発電機建物	屋外配管ダクト (排気筒) *
	燃料 プール	上部鉄骨		上部鉄骨	上部鉄骨					
柱	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	S 造, RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造
	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-
	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-
はり	○	-	○	○	○	○	○	○	○	-
	○	-	-	○	○	○	-	-	-	-
	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
壁	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○
	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	○	-	-	○	○	○	-	-	-	○
床・ 屋根	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○
基礎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり，-：対象の構造部材なし

注記*：屋外配管ダクト（排気筒）は排気筒基礎上に設置されており，排気筒基礎と一体構造であることから，建物・構築物に分類する。

表 1-1 (2) 各建物・構築物における耐震評価上の構成部位

耐震性評価部位	1号機原子炉建物		1号機タービン建物		1号機 廃棄物 処理建物	サイトバンカ 建物	サイトバンカ 建物(増築部)	1号機 排気筒	排気筒 モニタ室	ディーゼル燃料 移送ポンプエリア 防護対策設備	ディーゼル燃料 貯蔵タンク室*
	RC造	上部鉄骨 S造, RC造	RC造	上部鉄骨 S造, SRC造, RC造							
柱	一般部	○	○	○	○	S造, SRC造, RC造	RC造	S造, RC造	RC造	S造	RC造
	隅部	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	地下部	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-
はり	一般部	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	地下部	○	-	○	-	-	-	-	-	-	-
	鉄骨 トラス	-	○	-	○	-	-	-	-	-	-
壁	一般部	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○
	円筒部	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	地下部	○	-	○	-	-	-	-	-	-	○
	鉄骨 ブレース	-	○	-	-	-	-	○(斜材)	-	○	-
床・ 屋根	一般部	○	○	○	○	○	○	-	○	-	○
	矩形 杭基礎	○	-	○	-	○	○	○	○	-	-
基礎	一般部	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	杭基礎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

凡例 ○：対象の構造部材あり，-：対象の構造部材なし

注記*：ディーゼル燃料貯蔵タンク室は排気筒基礎上に設置されており，排気筒基礎と一体構造であることから，建物・構築物に分類する。

表 1-2(1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位	原子炉建物		制御室建物	タービン建物		廃棄物 処理建物	排気筒	緊急時 対策所	ガスタービン 発電機建物	屋外配管ダクト (排気筒)
	燃料 プール	上部鉄骨		上部鉄骨	上部鉄骨					
柱	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造	S 造, RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	要①-1	該当なし	該当なし	-
はり	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-
壁	-	-	-	-	該当なし	-	-	-	-	-
	要①-2	要①-2	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし
	要①-2	-	-	要①-2	-	要①-2	-	-	-	要①-2
床・ 屋根	-	-	-	-	-	-	該当なし	-	-	-
	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	-	該当なし	該当なし	該当なし
	要①-1	-	要①-1	要①-1	-	要①-1	要①-1	要①-1	要①-1	要①-1
基礎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

凡例 ・ 要：評価必要

・ 不要：評価不要

・ 「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」

・ 「①-2」：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

表 1-2(2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出
(荷重の組合せによる応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位	1号機原子炉建物		1号機タービン建物		1号機 廃棄物 処理建物	サイトバンカ 建物	サイトバンカ 建物(増築部)	1号機 排気筒	排気筒 モニタ室	ディーゼル燃料 移送ポンプエリア 防護対策設備	ディーゼル燃料 貯蔵タンク室
	上部鉄骨	RC造	上部鉄骨	S造, SRC造, RC造							
柱	一般部	RC造	S造, RC造	RC造	RC造	S造, SRC造, RC造	RC造	S造, RC造	RC造	S造	RC造
	隅部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	—	該当なし	—
	地下部	該当なし	該当なし	—	該当なし	—	—	—	—	—	—
はり	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	—
	地下部	該当なし	—	該当なし	—	—	—	—	—	—	—
	鉄骨 トラス	—	該当なし	—	—	—	—	—	—	—	—
壁	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	—	該当なし	—	該当なし
	円筒部	該当なし	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	地下部	要①-2	—	—	要①-2	—	—	—	—	—	要①-2
床・ 屋根	鉄骨 ブレース	—	該当なし	—	—	—	—	該当なし	—	該当なし	—
	一般部	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	該当なし	—	該当なし	—	該当なし
基礎	矩形	不要*	—	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	—	—
	杭基礎	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

凡例 ・ 要：評価必要

・ 不要：評価不要

・ 「①-1」：応答特性「直交する水平2方向の荷重が、応力として集中」

・ 「①-2」：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

注記*：上位クラスのもの・構築物への波及的影響防止のための評価対象建築物及び1号機排気筒は、上部躯体を評価対象としているため、基礎は対象外とする。

表 1-3(1) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位	原子炉建物		制御室建物	タービン建物		廃棄物 処理建物	排気筒	緊急時 対策所	ガスタービン 発電機建物	屋外配管ダクト (排気筒)
	燃料 プール	上部鉄骨		上部鉄骨	上部鉄骨					
柱	RC 造	RC 造	RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造	S 造, RC 造	RC 造	S 造, SRC 造, RC 造	RC 造
	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	-
	不要	不要	不要	不要	不要	不要	要①-1	不要	不要	-
はり	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	-
	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	-
	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	-
壁	要②-1	要①-2	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
	不要	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	要①-2	-	-	要①-2	-	要①-2	-	-	-	要①-2
床・ 屋根	-	-	-	-	-	-	不要	-	-	-
	不要	不要	不要	不要	不要	不要	-	不要	不要	不要
	要①-1	-	要①-1	要①-1	-	要①-1	要①-1	要①-1	要①-1	要①-1
基礎	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

凡例 ・ 要：評価必要又は荷重の組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み

・ 不要：評価不要

・ 「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」

・ 「②-1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」

・ 「①-2」：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

・ 「②-2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

表 1-3(2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認が必要な部位の抽出
(3 次元的な応答特性を踏まえたスクリーニング)

耐震性評価部位	1号機原子炉建物		1号機タービン建物		1号機 廃棄物 処理建物	サイトバンカ 建物	サイトバンカ 建物(増築部)	1号機 排気筒	排気筒 モニタ室	ディーゼル燃料 移送ポンプエリア 防護対策設備	ディーゼル燃料 貯蔵タンク室
	上部鉄骨	RC造	上部鉄骨	S造, SRC造, RC造							
柱	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	RC造	S造	RC造
	隅部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	要①-1	不要	不要	不要
	地下部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
はり	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
	地下部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
	鉄骨 トラス	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
壁	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
	円筒部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
	地下部	要①-2	要①-2	要①-2	要①-2	不要	不要	不要	不要	不要	要①-2
	鉄骨 ブレース	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
床・ 屋根	一般部	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要
	矩形	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	不要*	不要
基礎	杭基礎	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要	不要

凡例 ・要：評価必要又は荷重の組合せによる応答特性でのスクリーニングで抽出済み

・不要：評価不要

・「①-1」：応答特性「直交する水平 2 方向の荷重が、応力として集中」

・「①-2」：応答特性「面内方向の荷重を負担しつつ、面外方向の荷重が作用」

・「②-1」：応答特性「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」

・「②-2」：応答特性「加振方向以外の方向に励起される振動」

注記*：上位クラスの建物・構築物への波及的影響防止のための評価対象建物及び 1号機排気筒は、上部躯体を評価対象としているため、基礎は対象外とする。

2. 対象建物の図面

VI-2-12「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」の「3.1 建物・構築物」における「3.1.1 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響評価部位の抽出」のプロセスに用いた対象建物の概略図面を図 2-1～図 2-32 に記載する。

なお、上記にて評価部位として抽出されなかった部位の考え方を表 2-1 に示す。

2.1 原子炉建物

原子炉建物の概略図面を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

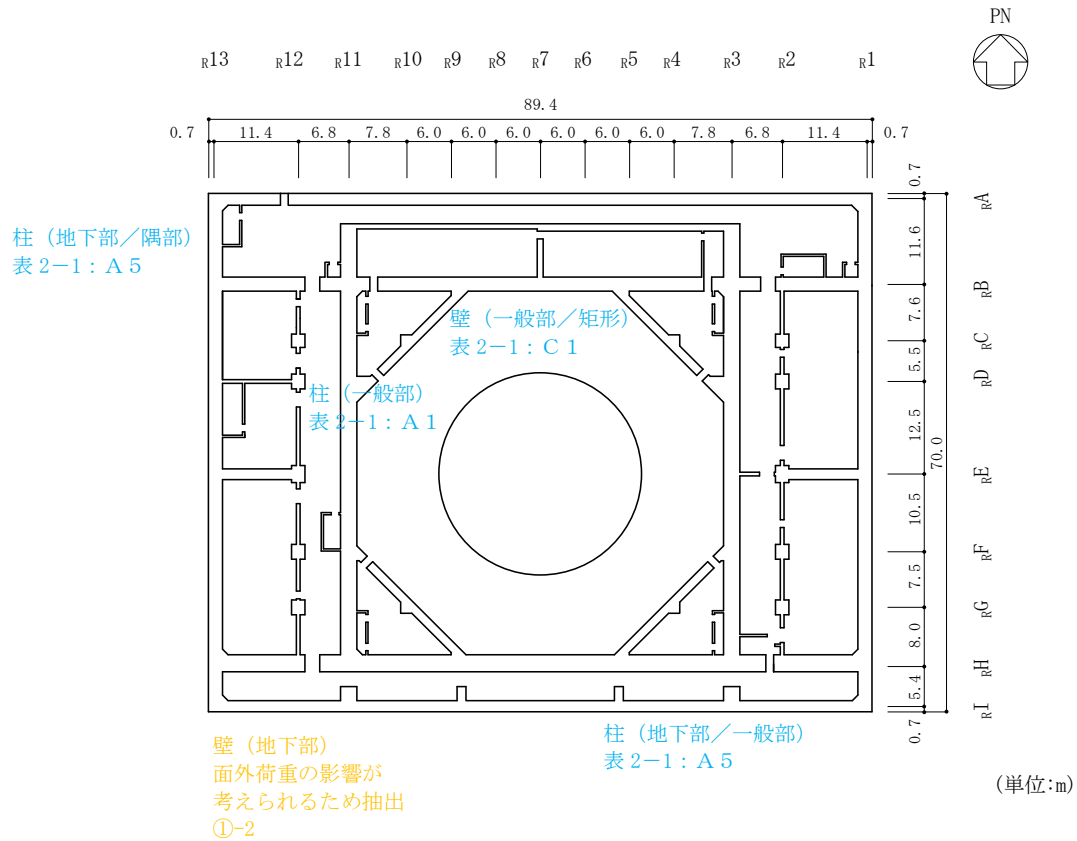


図 2-1(1) 原子炉建物の概略平面図 (EL 1.3m*)

注記*：「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

赤字：①-1 で抽出された部位
 橙字：①-2 で抽出された部位
 緑字：②-1 で抽出された部位
 紫字：②-2 で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

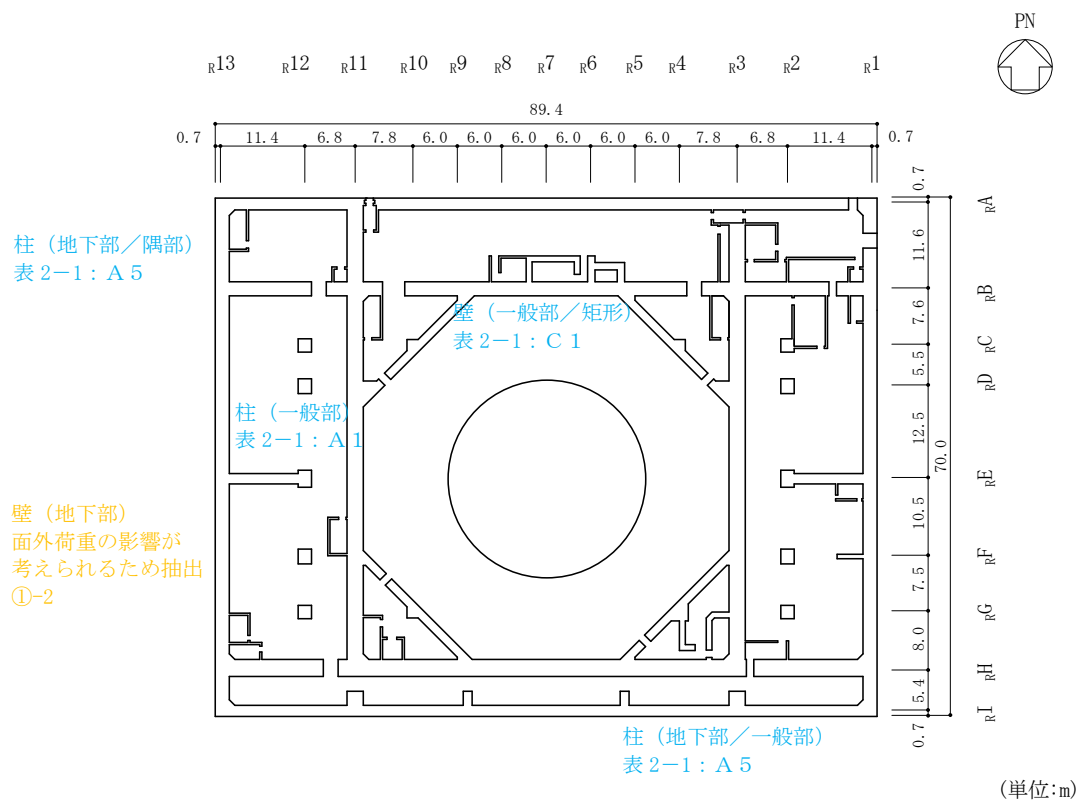


図 2-1(2) 原子炉建物の概略平面図 (EL 8.8m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

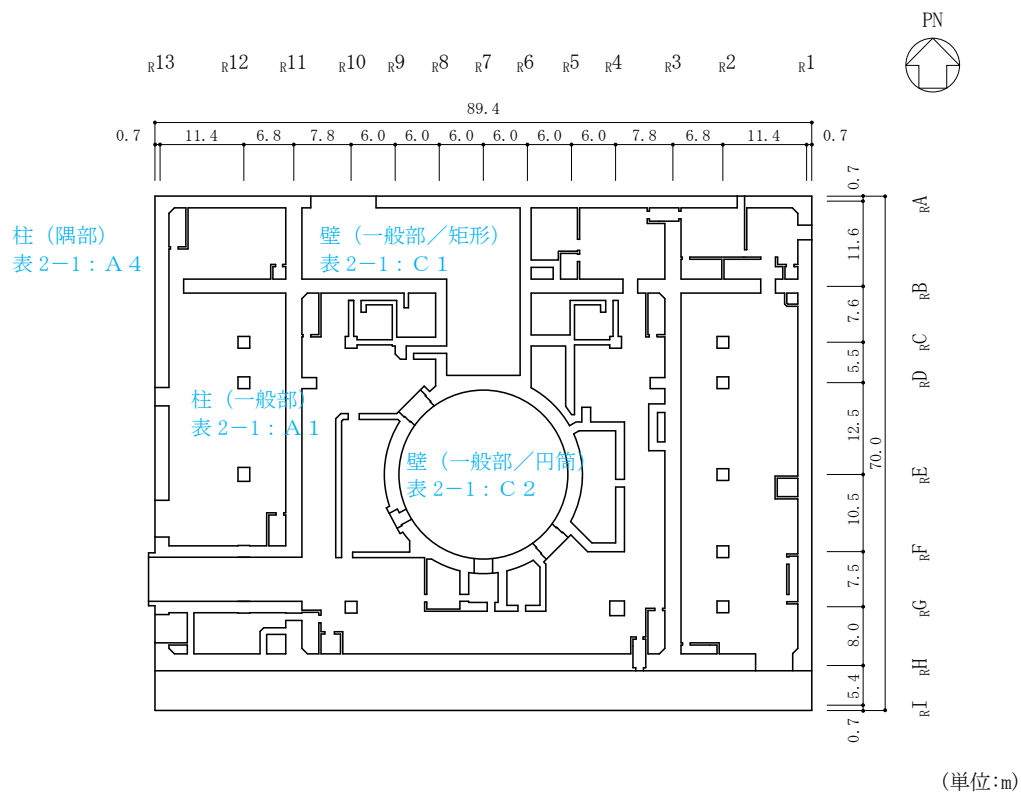


図 2-1 (3) 原子炉建物の概略平面図 (EL 15.3m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

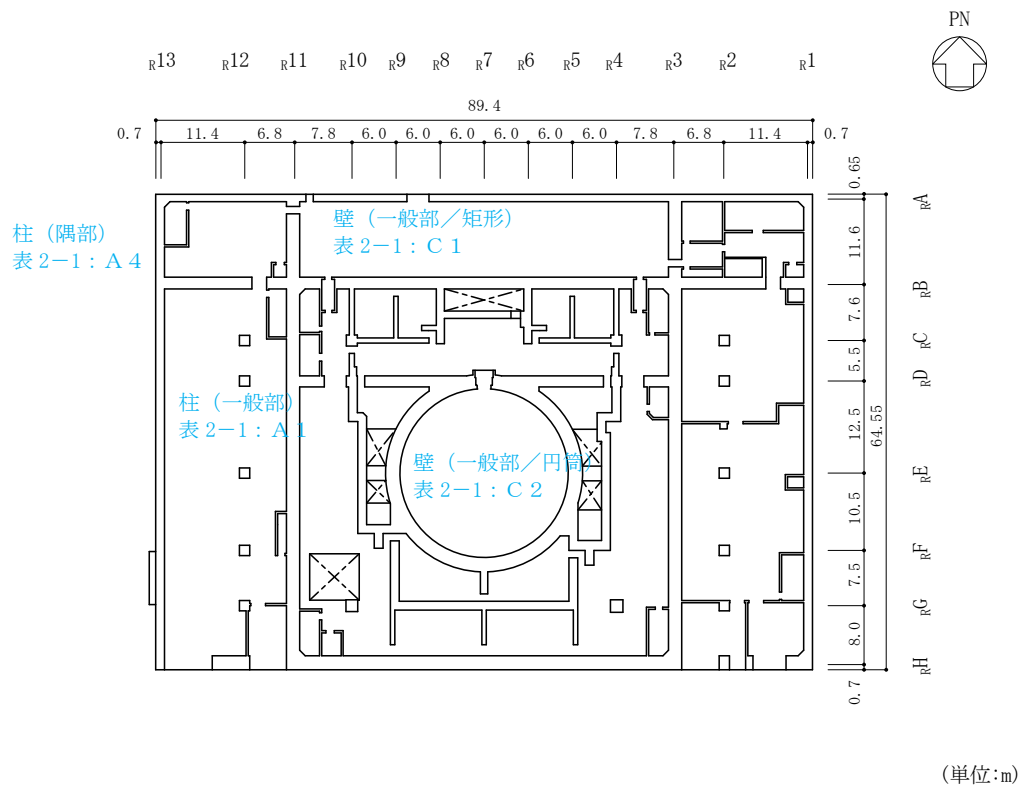


図 2-1(4) 原子炉建物の概略平面図 (EL 23.8m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

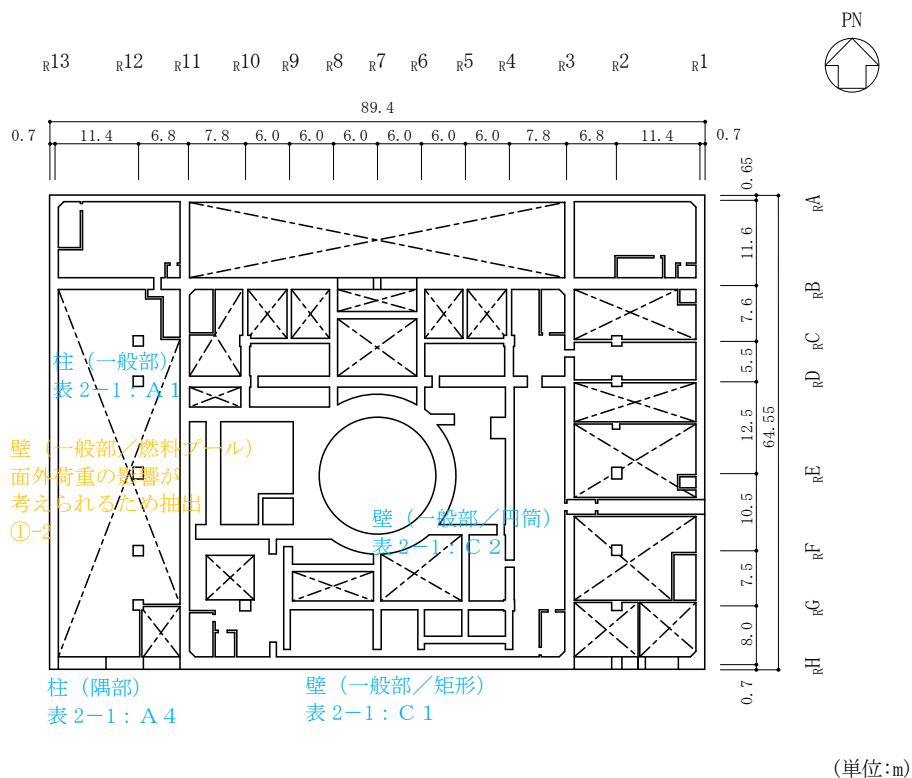


図 2-1(5) 原子炉建物の概略平面図 (EL 30.5m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

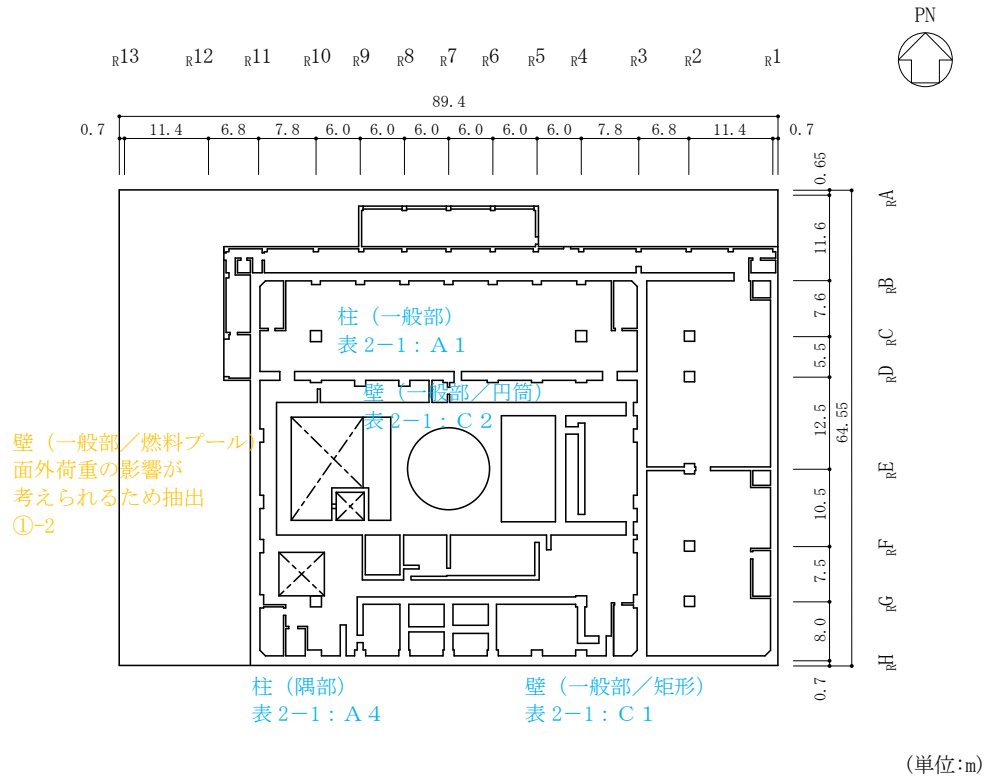


図 2-1(6) 原子炉建物の概略平面図 (EL 34.8m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

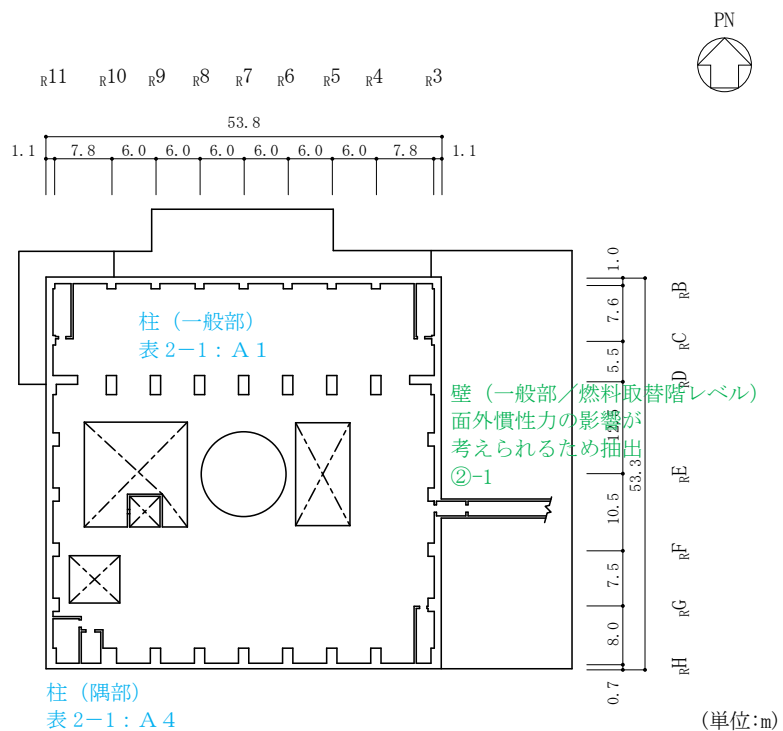


図 2-1(7) 原子炉建物の概略平面図 (EL 42.8m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

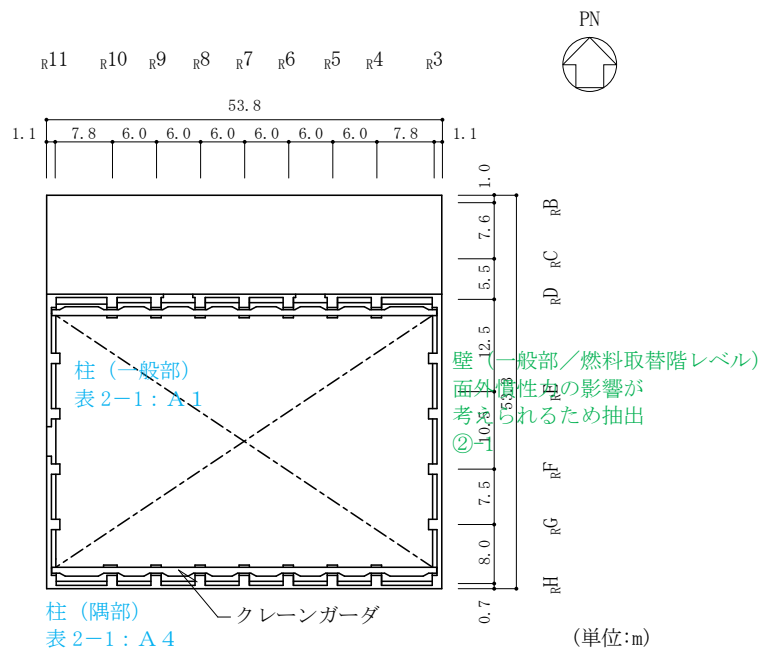


図 2-1 (8) 原子炉建物の概略平面図 (EL 51.7m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

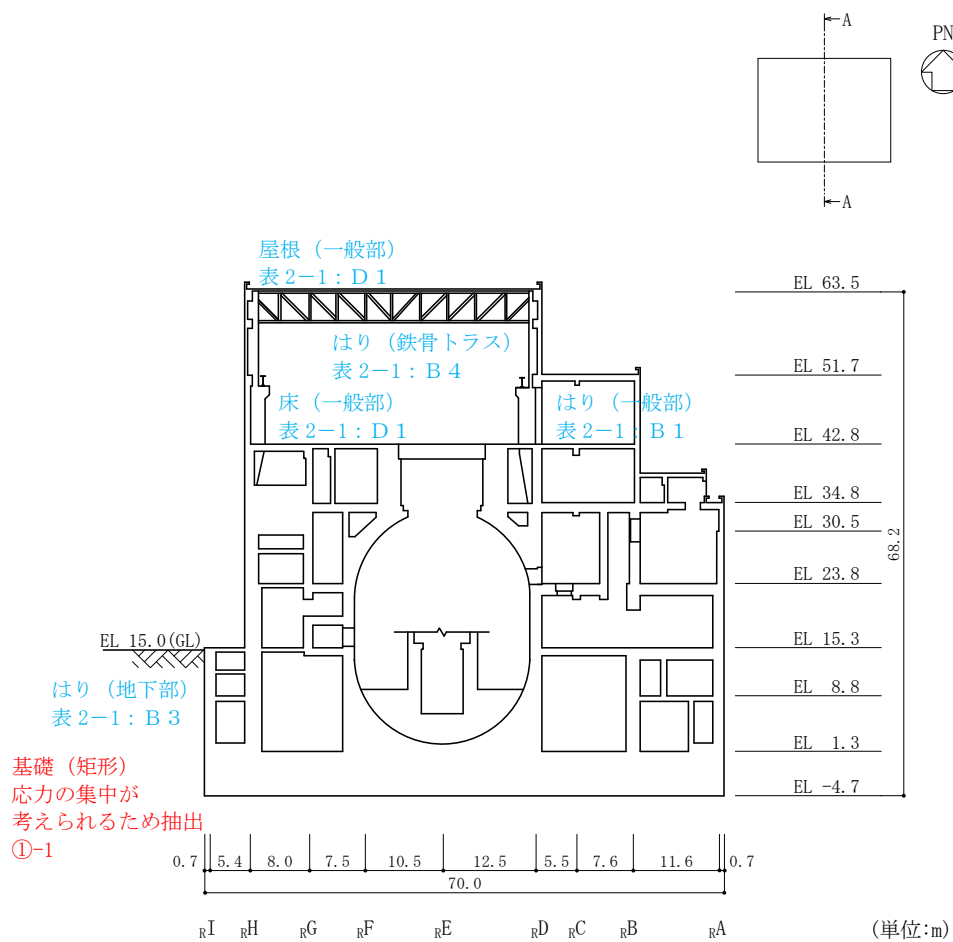


図 2-2(1) 原子炉建物の概略断面図 (A-A 断面, N S 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

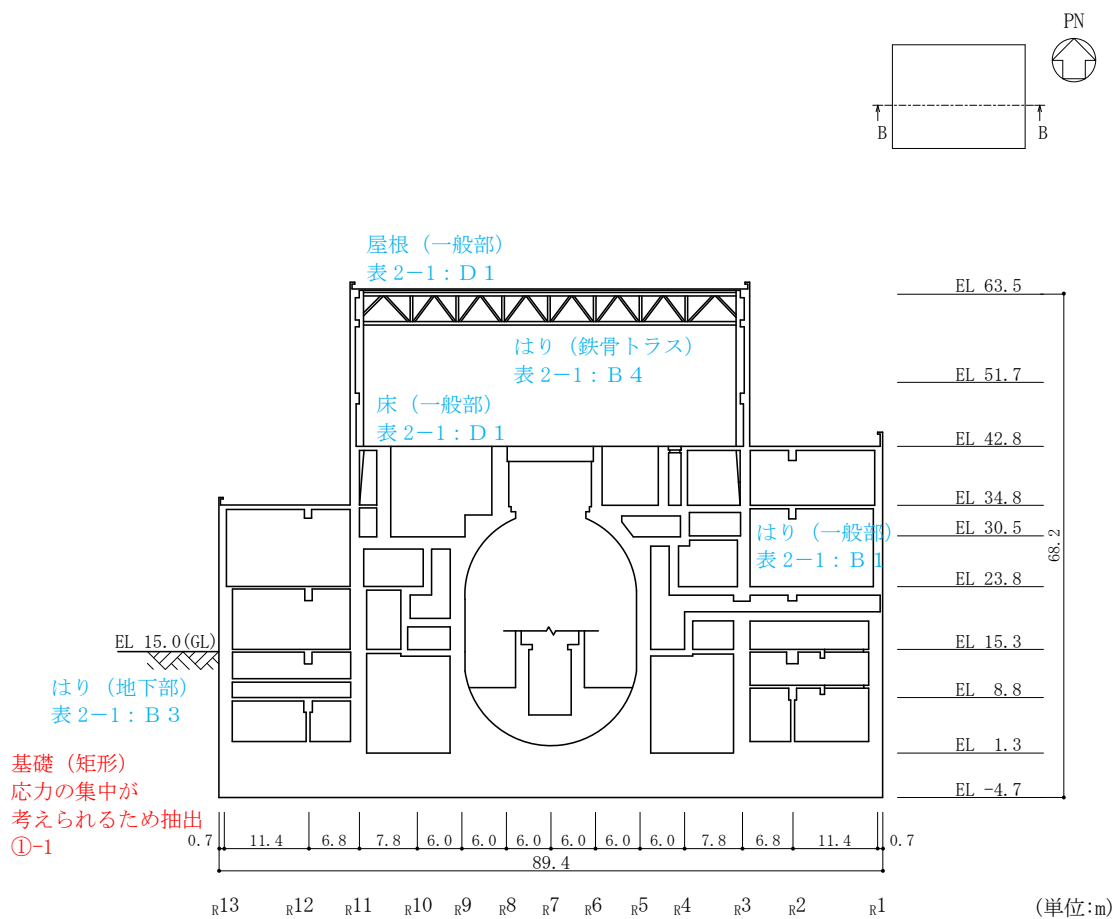


図 2-2(2) 原子炉建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.2 制御室建物

制御室建物の概略図面を図 2-3 及び図 2-4 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

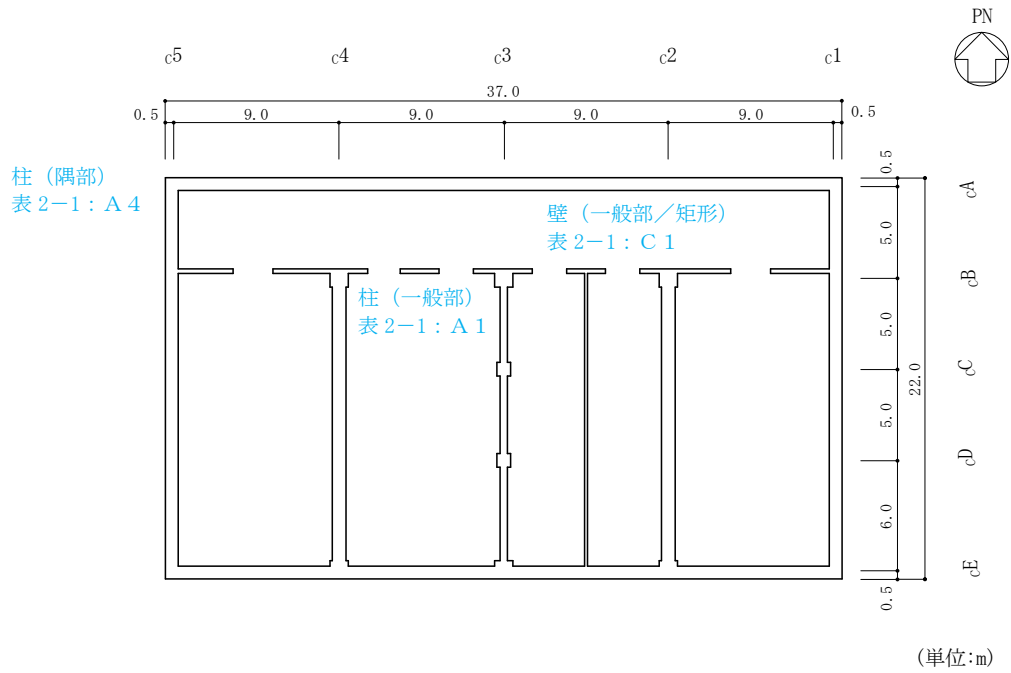


図 2-3(1) 制御室建物の概略平面図 (EL 1.6m)

赤字：①-1 で抽出された部位
 橙字：①-2 で抽出された部位
 緑字：②-1 で抽出された部位
 紫字：②-2 で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

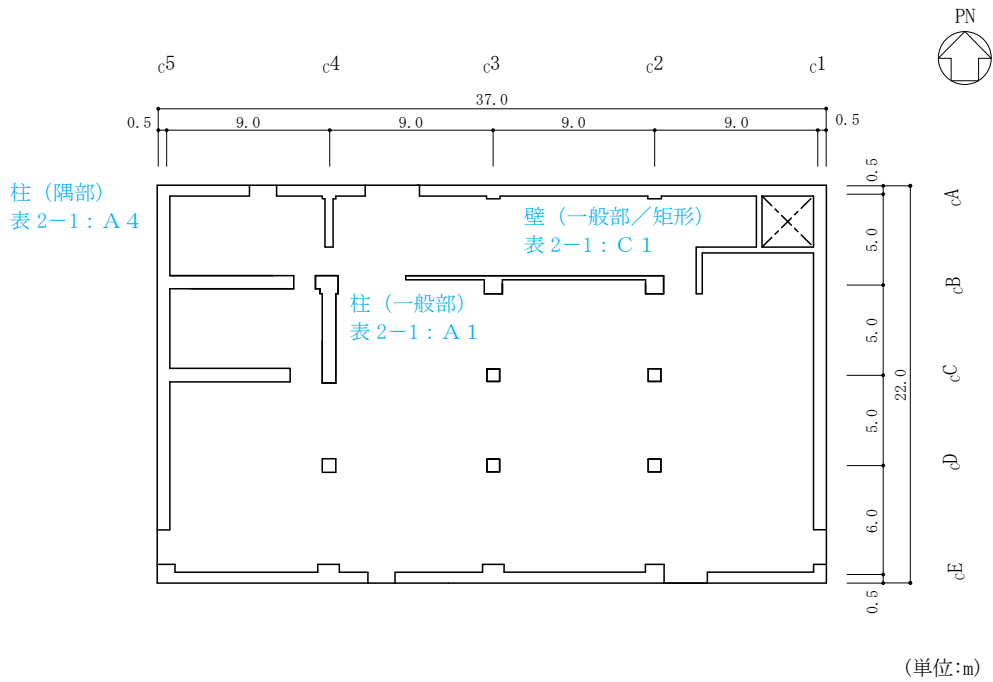


図 2-3(2) 制御室建物の概略平面図 (EL 8.8m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

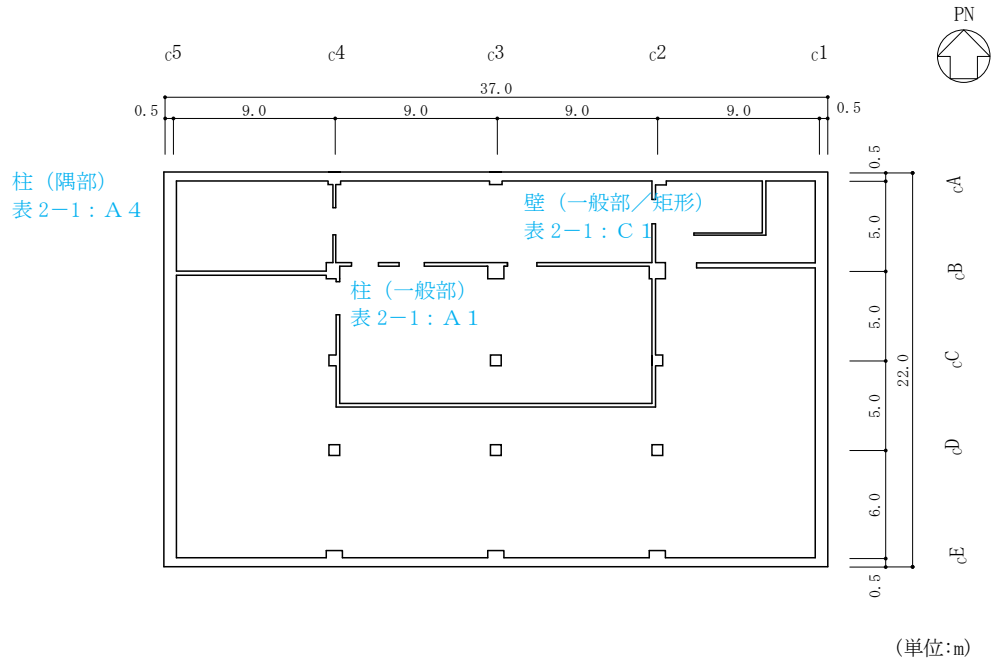


図 2-3(3) 制御室建物の概略平面図 (EL 12.8m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

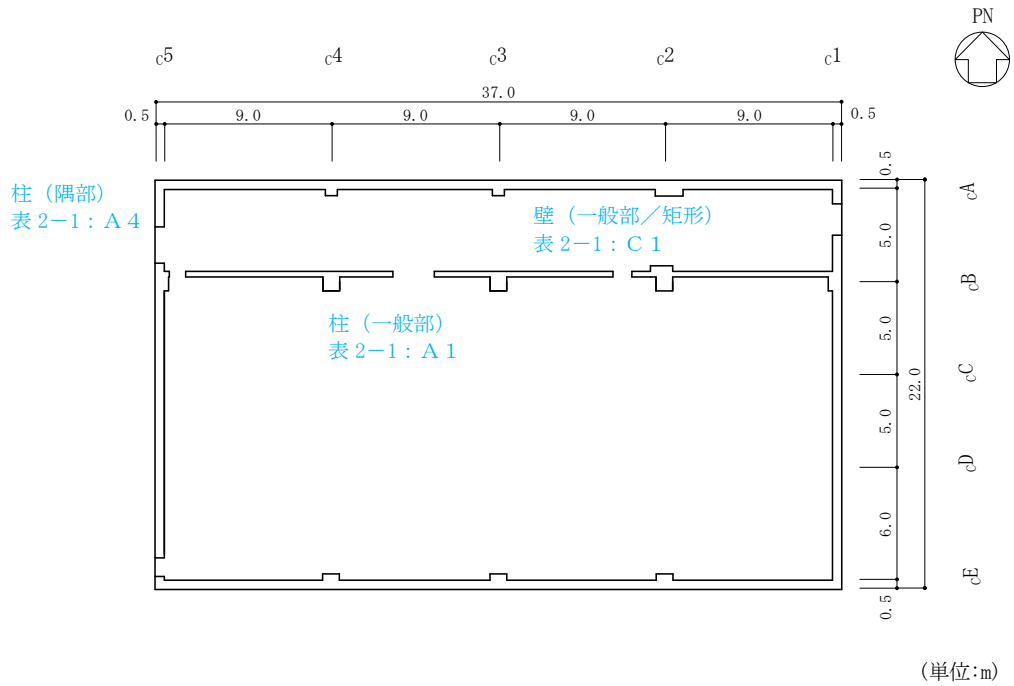


図 2-3(4) 制御室建物の概略平面図 (EL 16.9m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

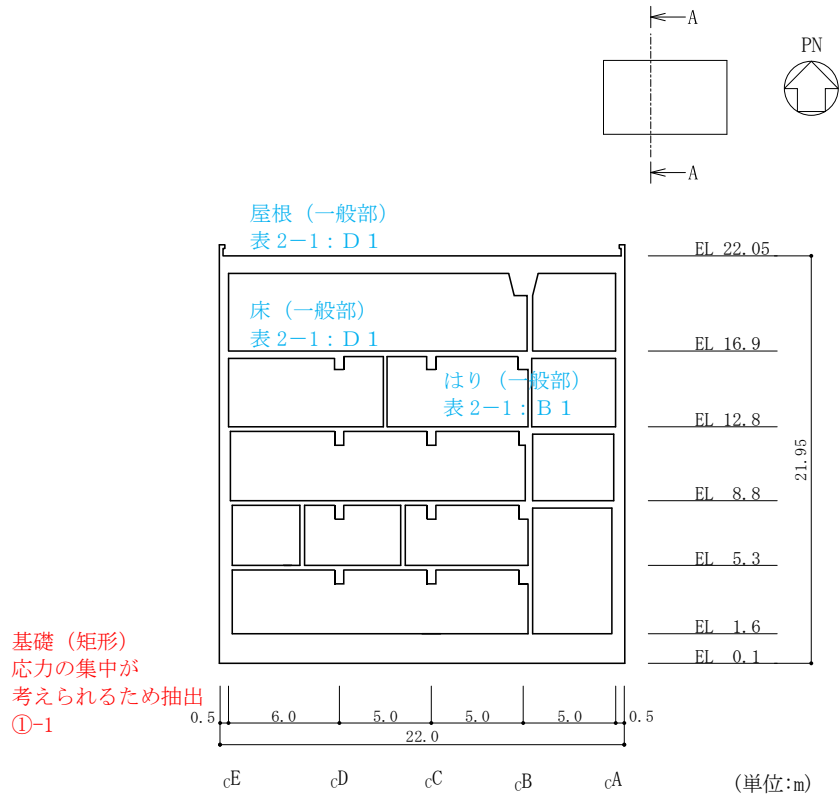


図 2-4(1) 制御室建物の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

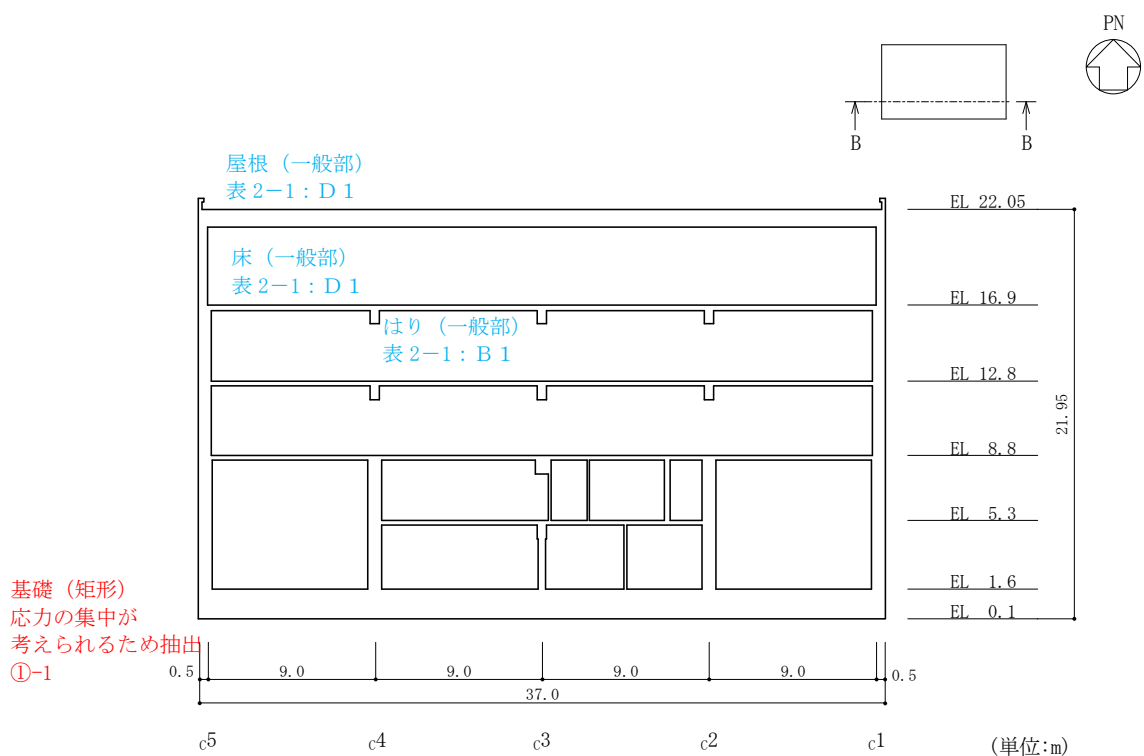


図 2-4(2) 制御室建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

2.3 タービン建物

タービン建物の概略図面を図 2-5 及び図 2-6 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

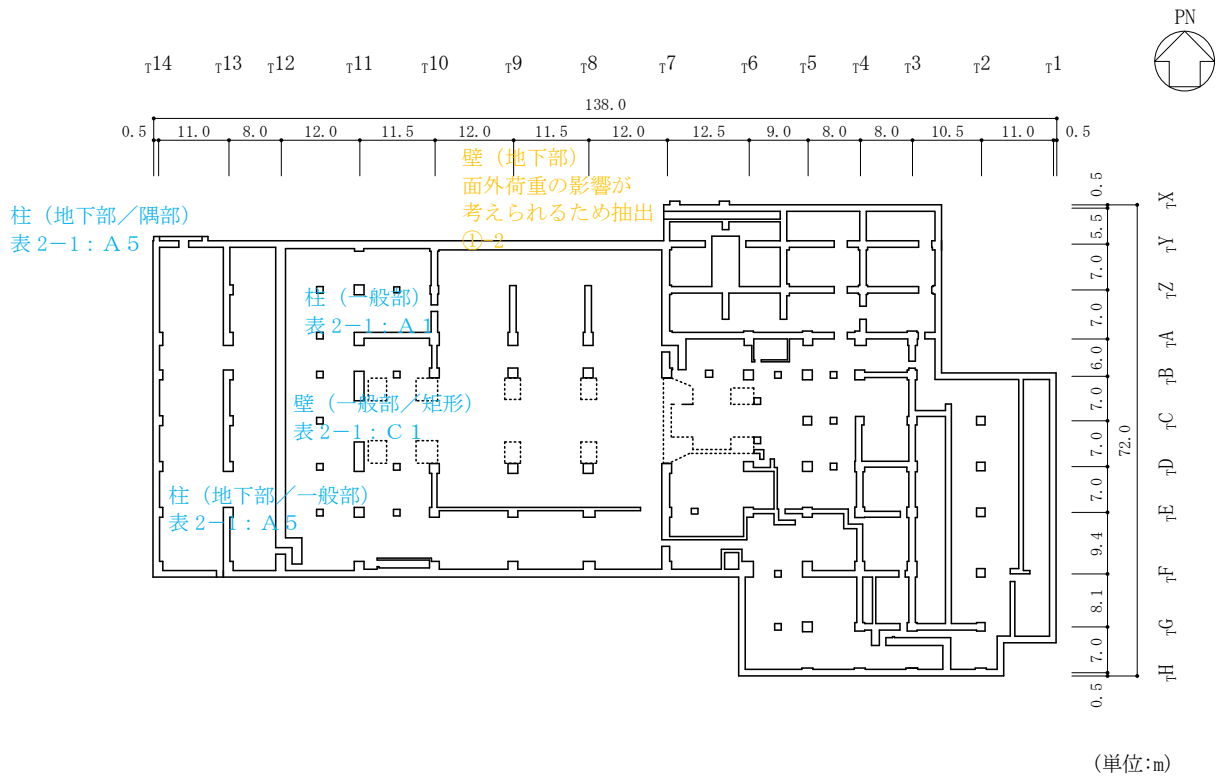


図 2-5(1) タービン建物の概略平面図 (EL 2.0m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

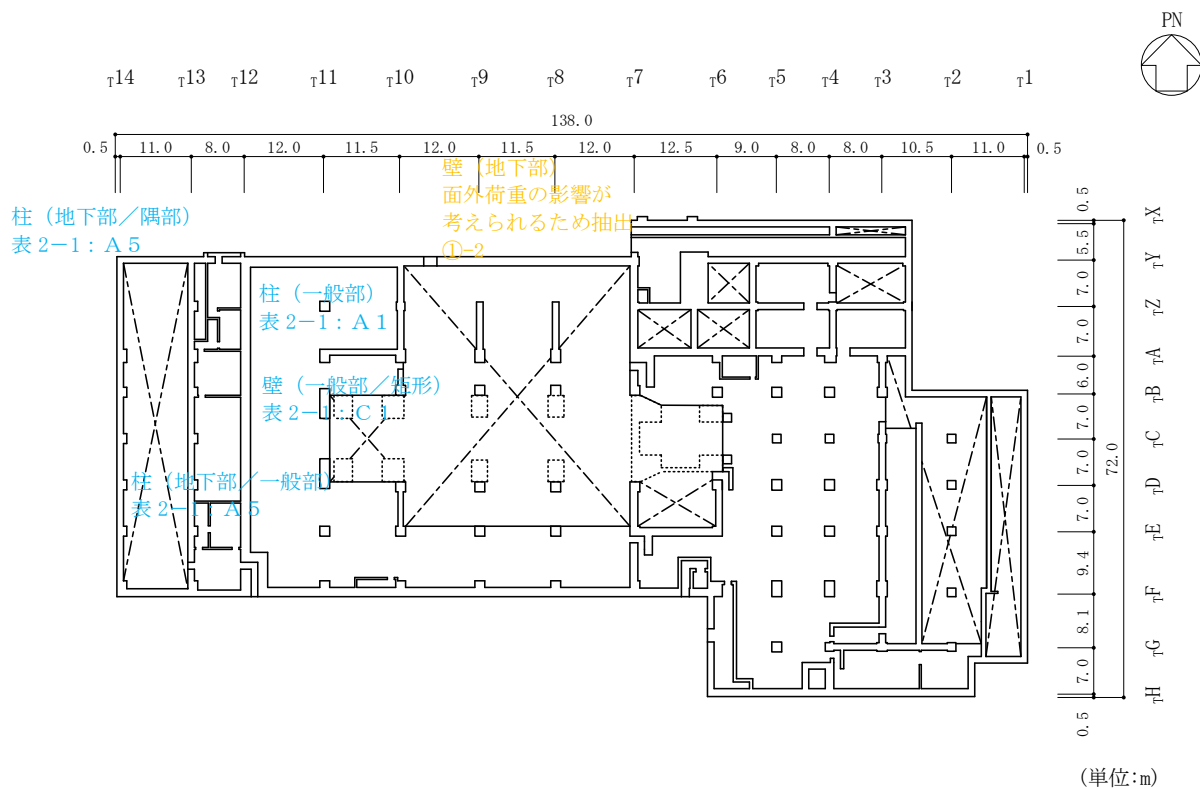


図 2-5(2) タービン建物の概略平面図 (EL 5.5m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

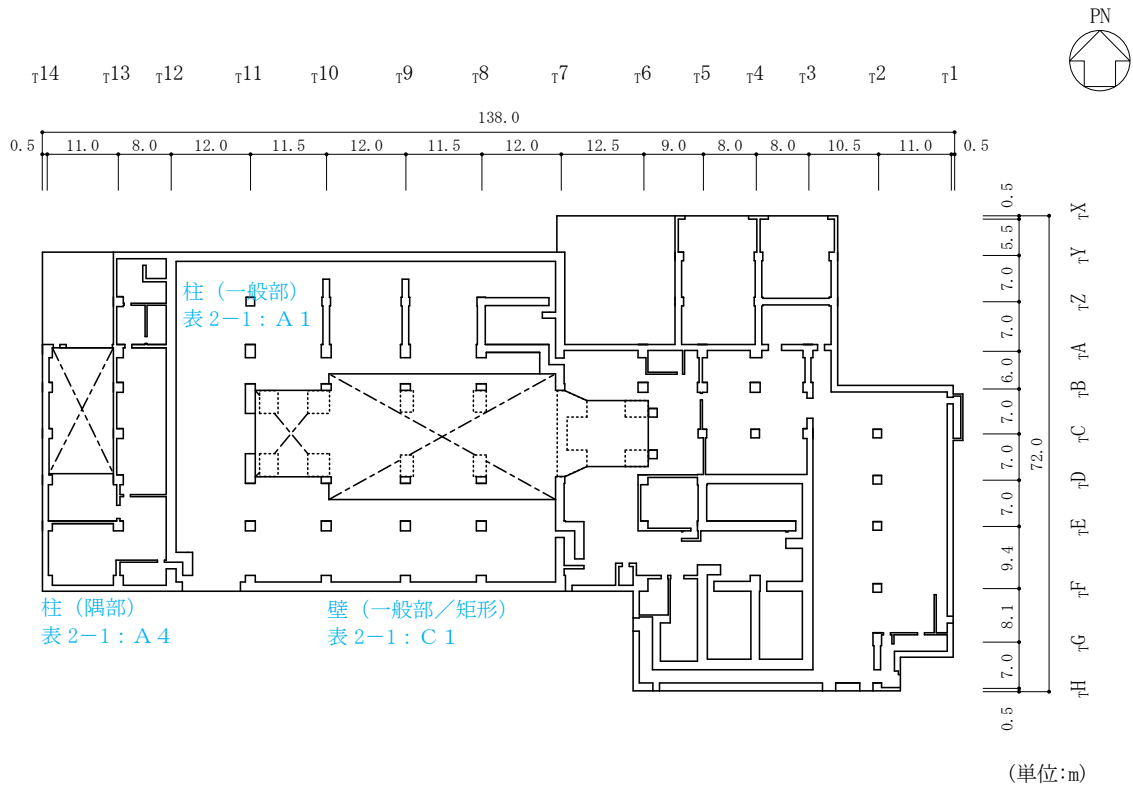


図 2-5(3) タービン建物の概略平面図 (EL 12.5m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

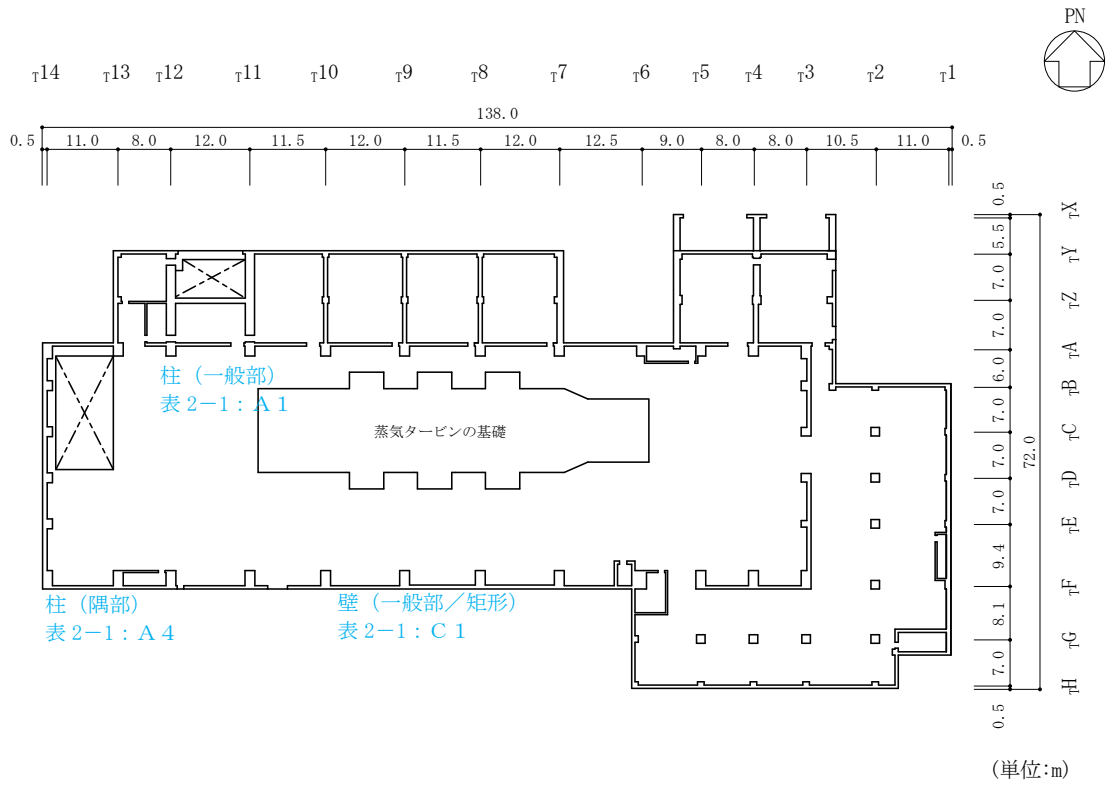


図 2-5(4) タービン建物の概略平面図 (EL 20.6m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

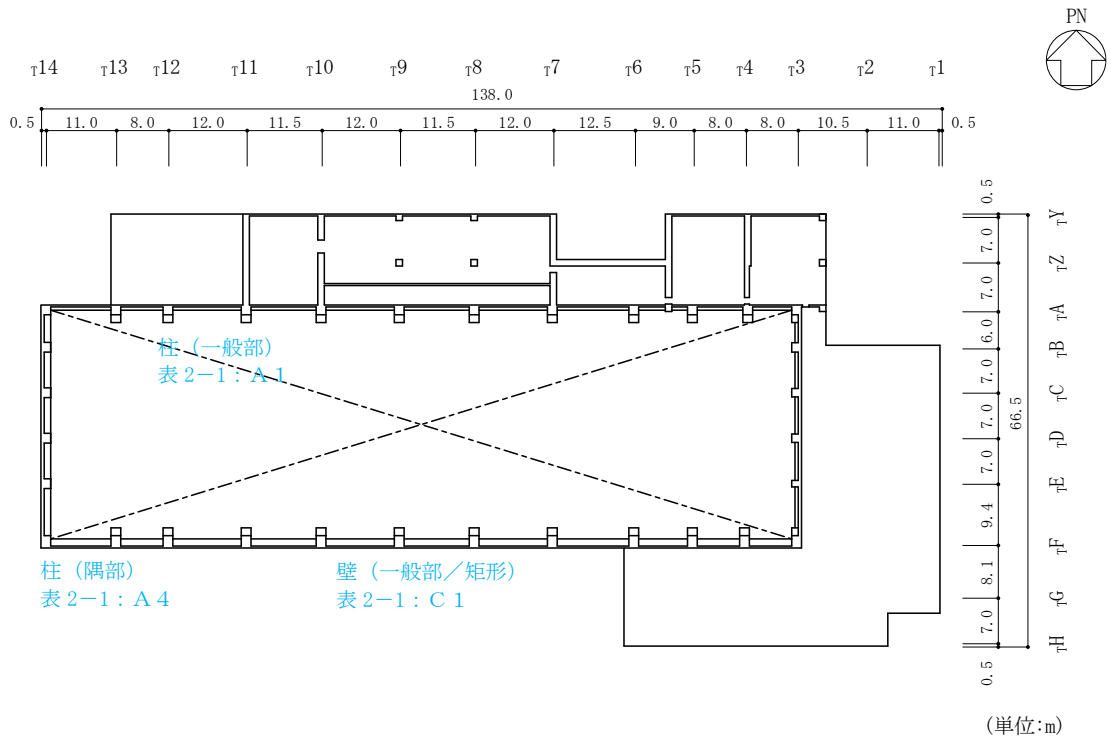


図 2-5(5) タービン建物の概略平面図 (EL 32.0m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

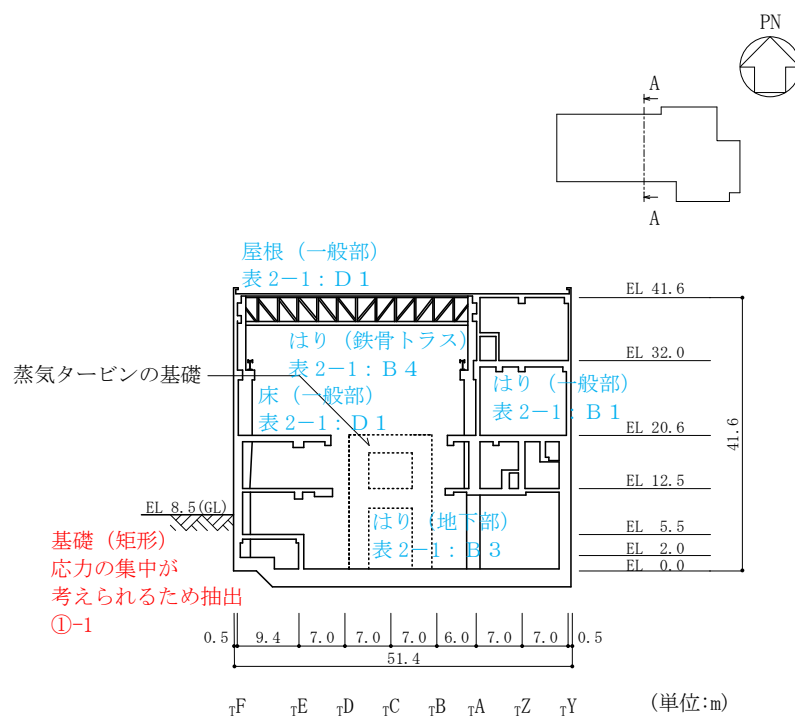


図 2-6(1) タービン建物の概略断面図（A-A断面，N S 方向）

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

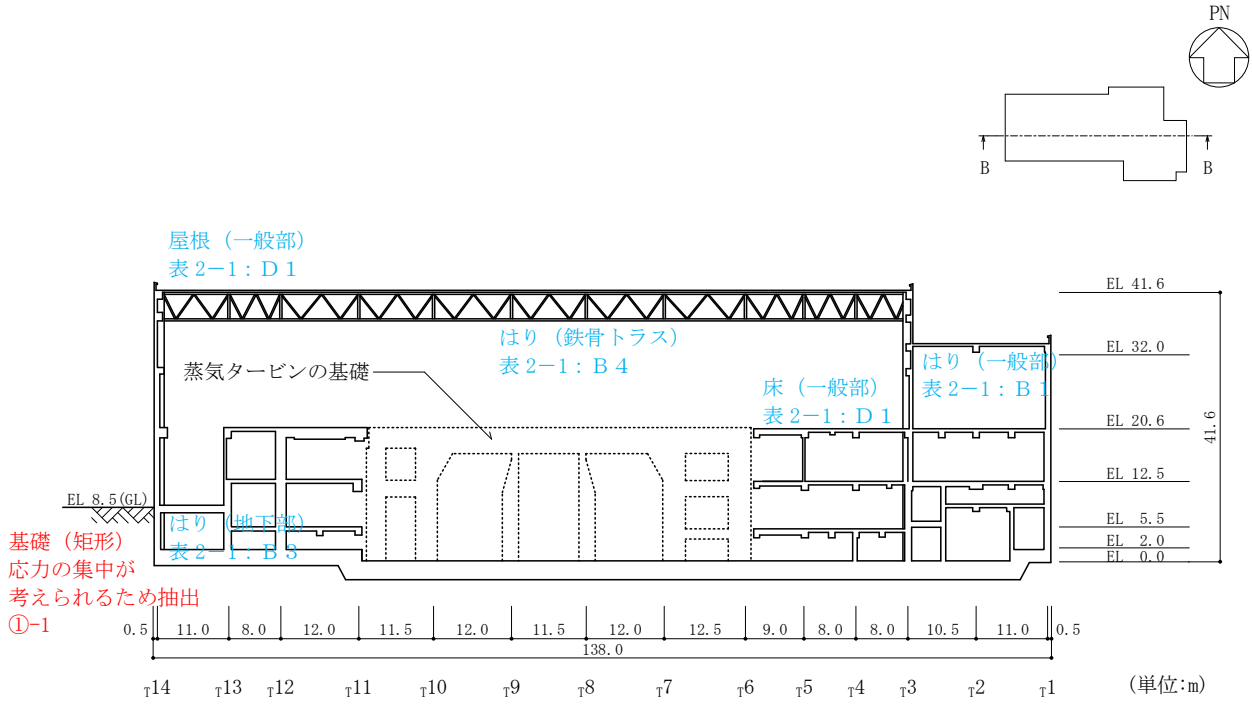


図 2-6 (2) タービン建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.4 廃棄物処理建物

廃棄物処理建物の概略図面を図 2-7 及び図 2-8 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

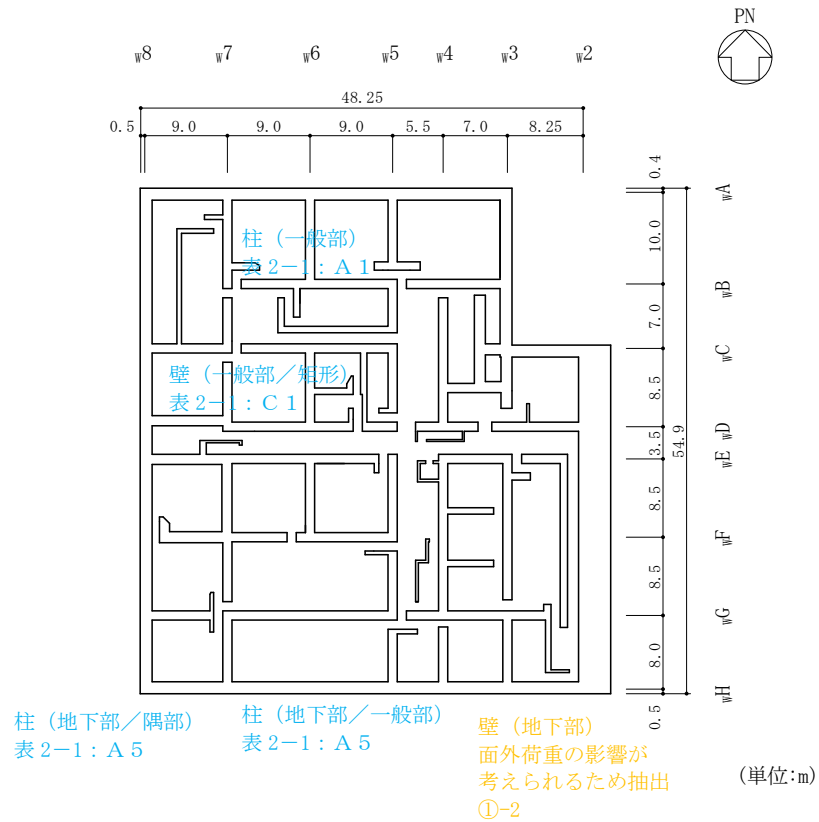


図 2-7(1) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 3.0m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

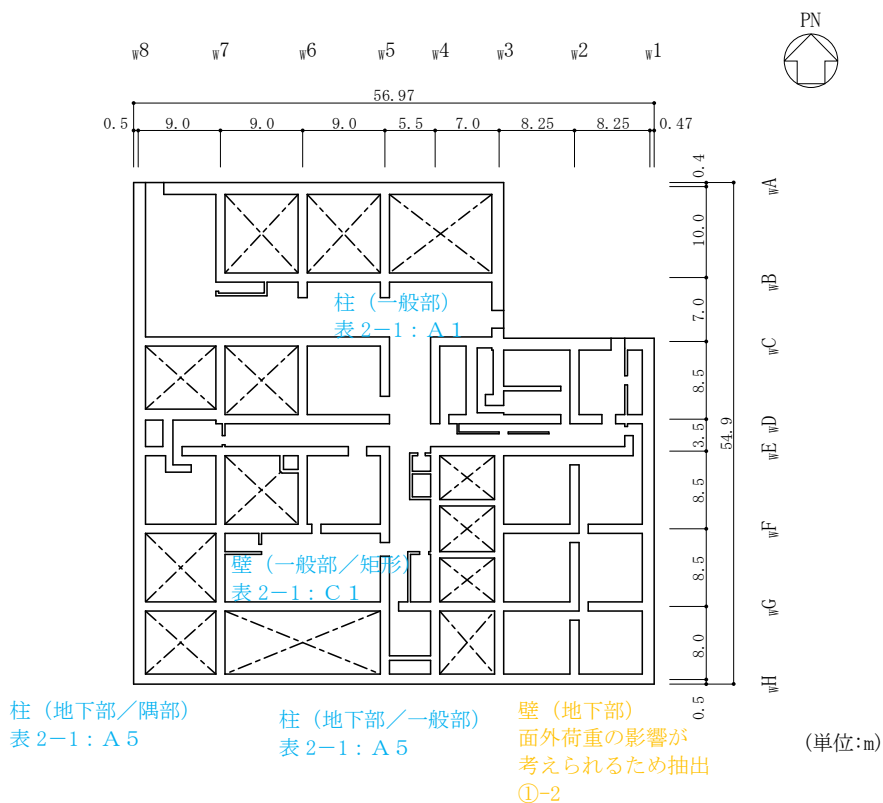


図 2-7(2) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 8.8m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

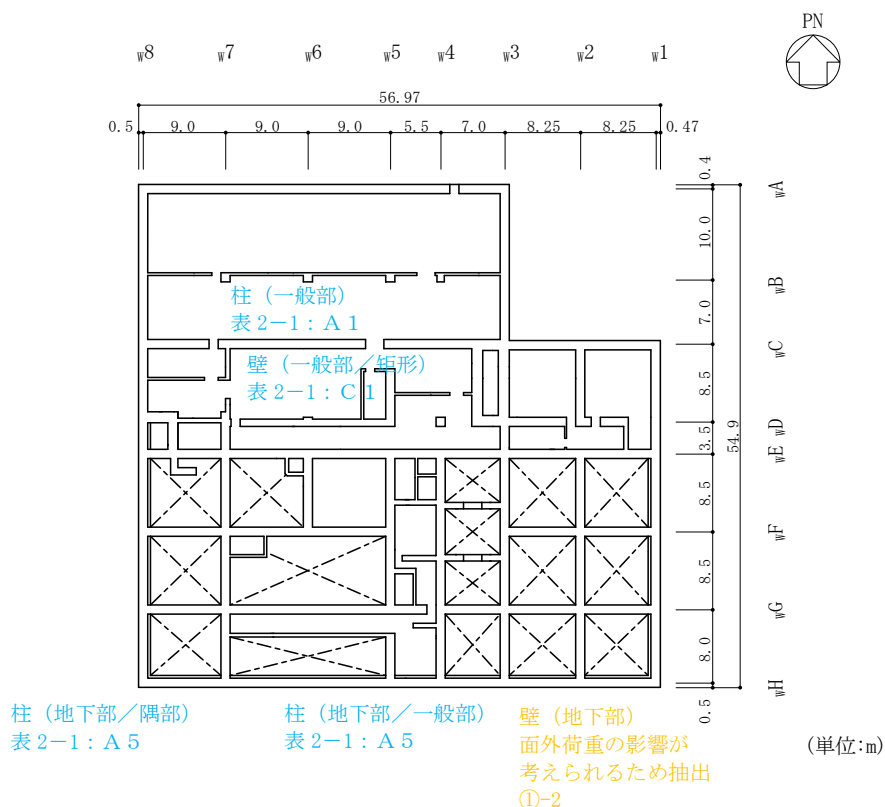


図 2-7(3) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 12.3m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

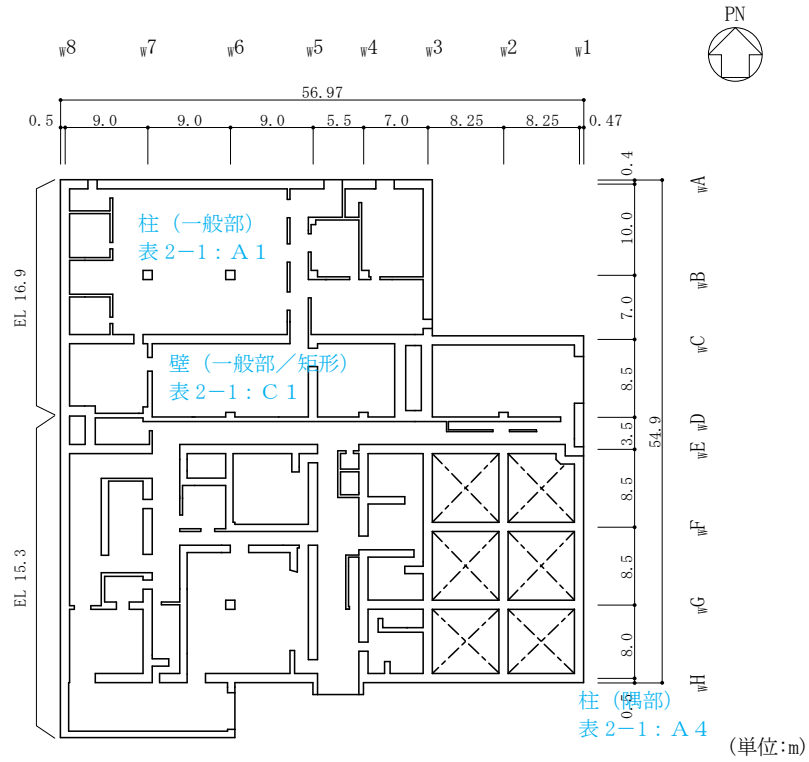


図 2-7(4) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 15.3m, EL 16.9m)

赤字：①-1 で抽出された部位
 橙字：①-2 で抽出された部位
 緑字：②-1 で抽出された部位
 紫字：②-2 で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

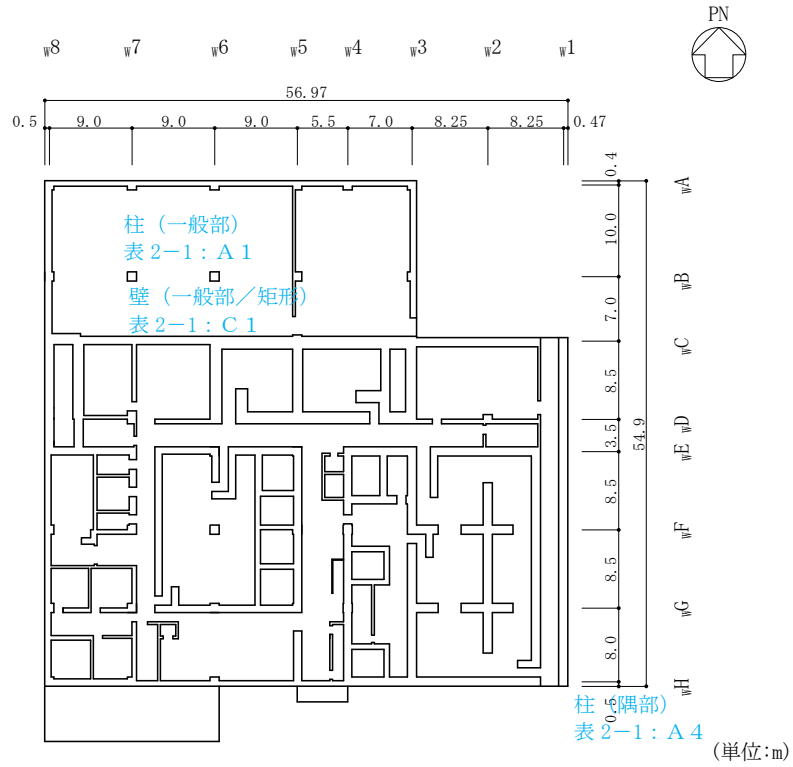


図 2-7(5) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 22.1m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

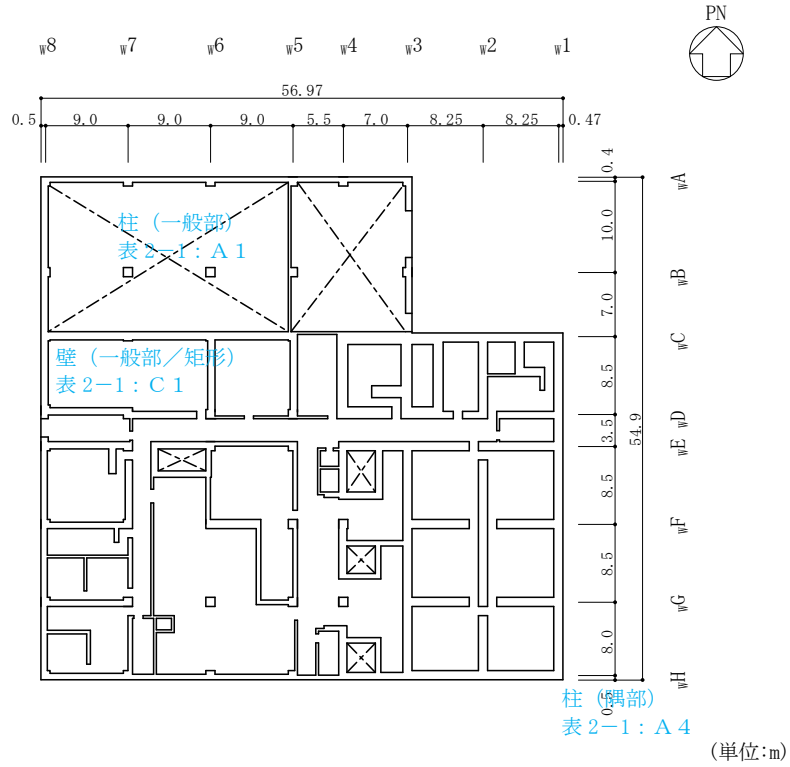


図 2-7(6) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 26.7m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

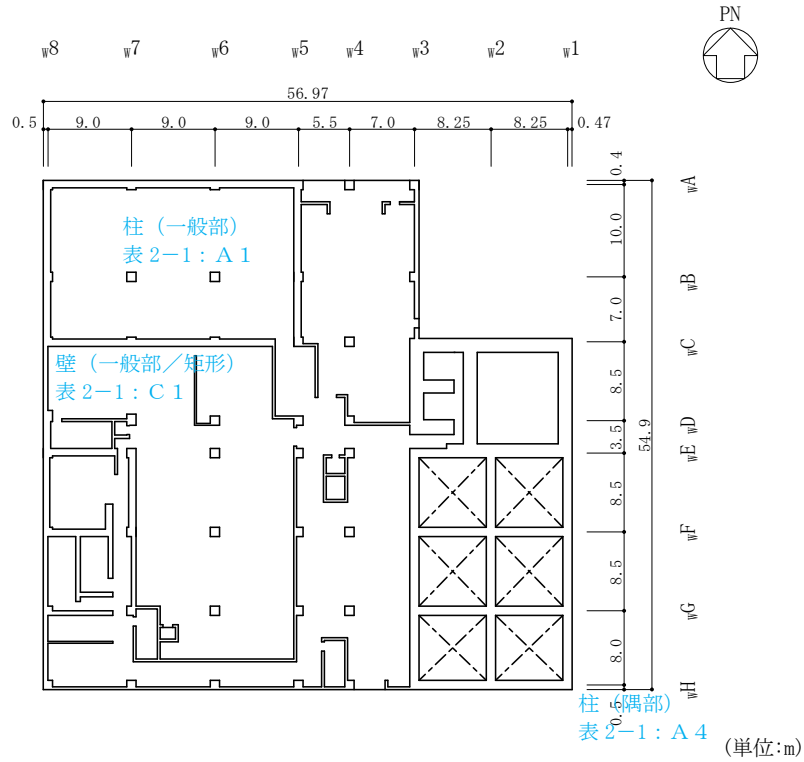


図 2-7(7) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 32.0m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

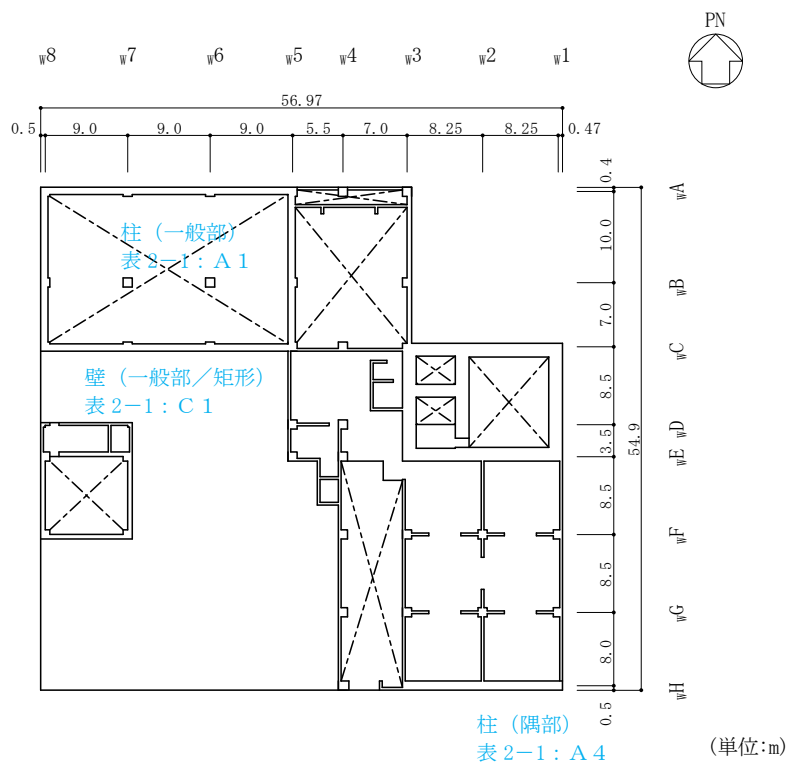


図 2-7(8) 廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 37.5m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

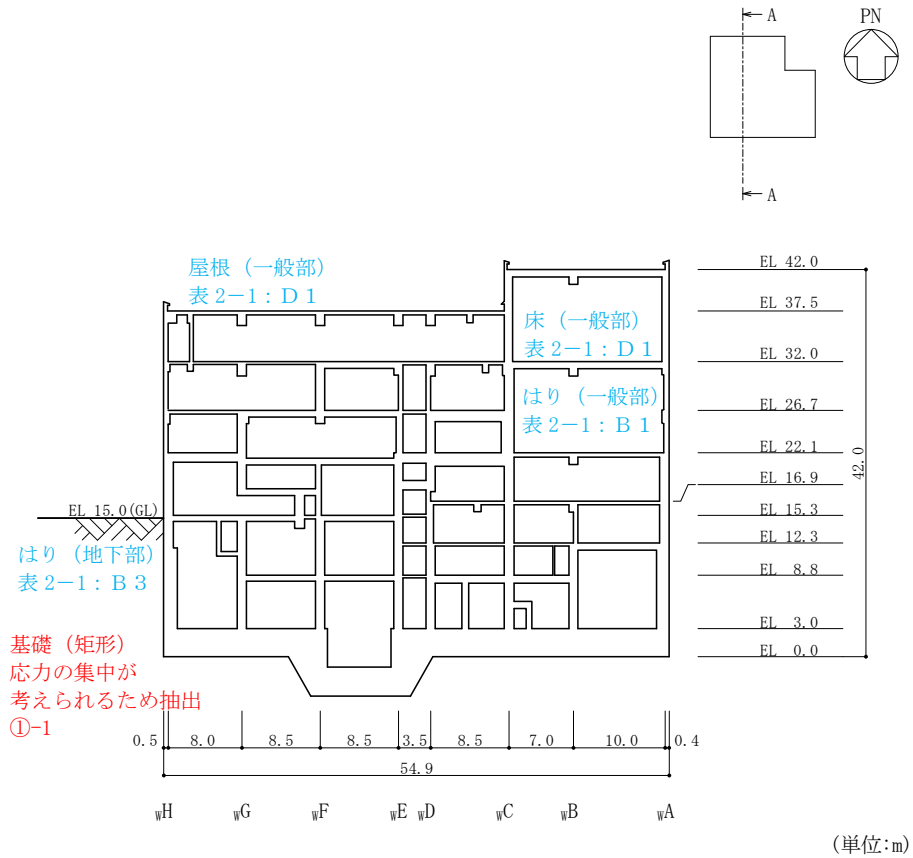


図 2-8(1) 廃棄物処理建物の概略断面図 (A-A断面, N S 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

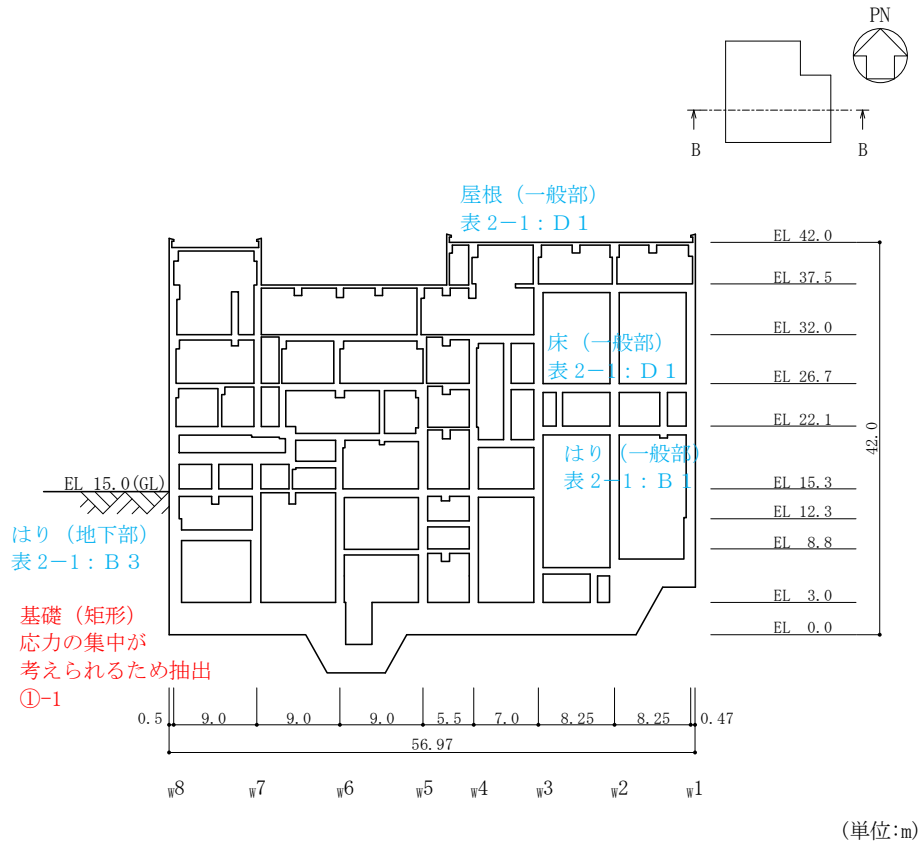


図 2-8(2) 廃棄物処理建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.5 排気筒

排気筒の概略図面を図 2-9 に示す。

赤字：①-1 で抽出された部位

橙字：①-2 で抽出された部位

緑字：②-1 で抽出された部位

紫字：②-2 で抽出された部位

青字：抽出されなかった部位及びその考え方

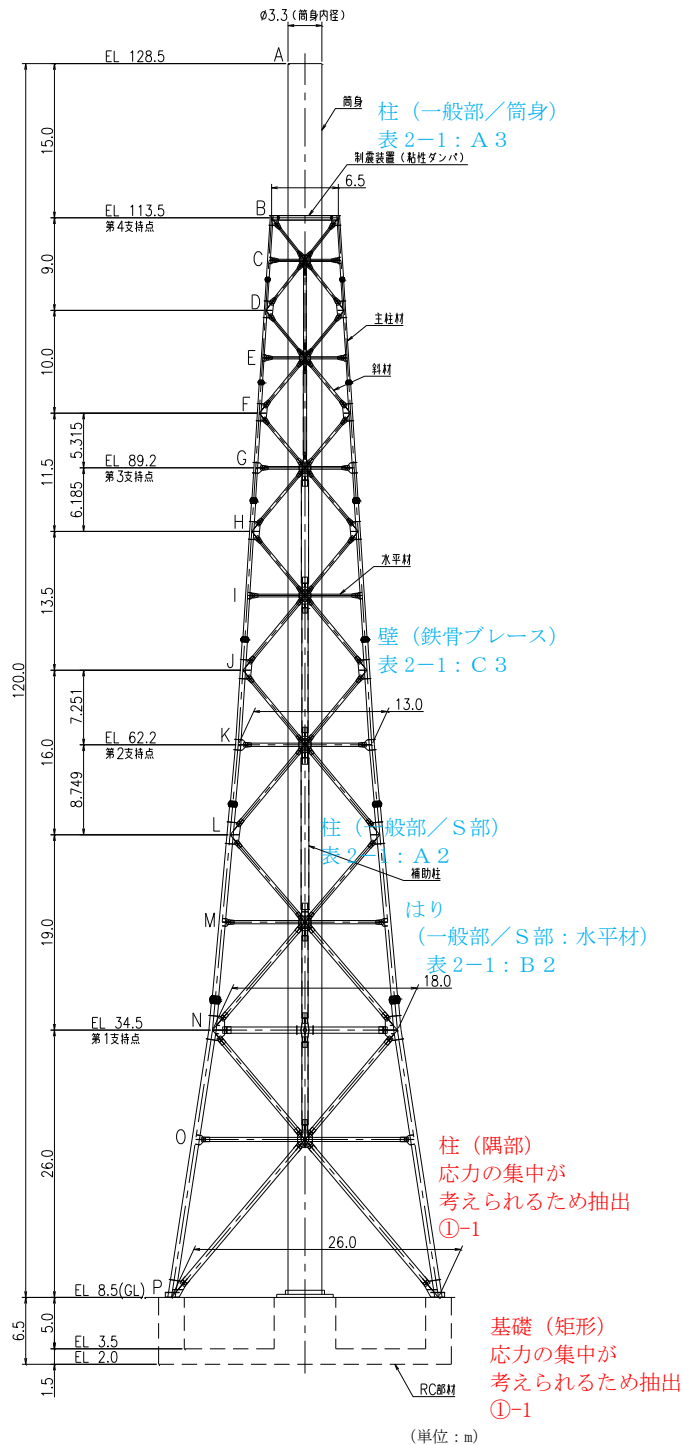


図 2-9 排気筒の概略図

2.6 緊急時対策所

緊急時対策所の概略図面を図 2-10 及び図 2-11 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

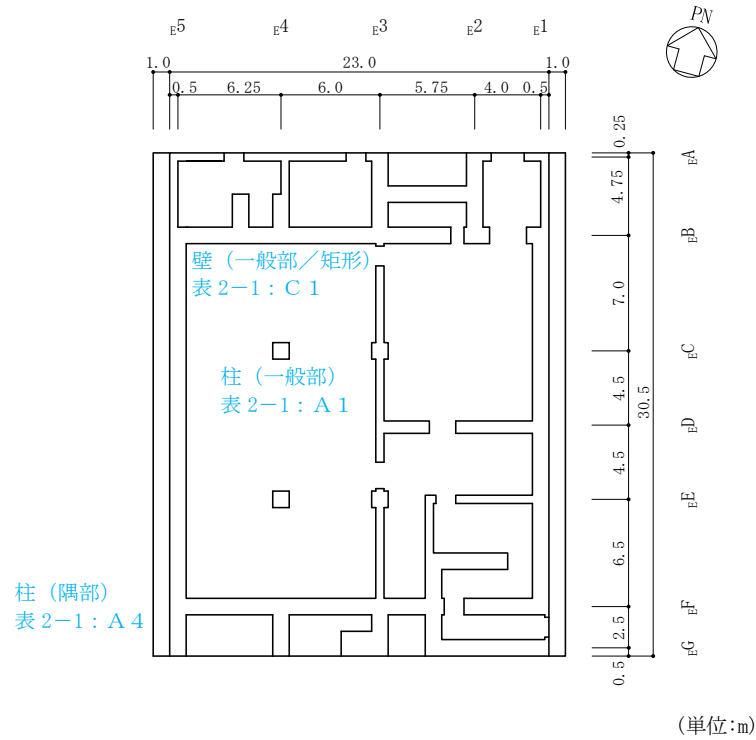


図 2-10 緊急時対策所の概略平面図 (EL 50.25m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

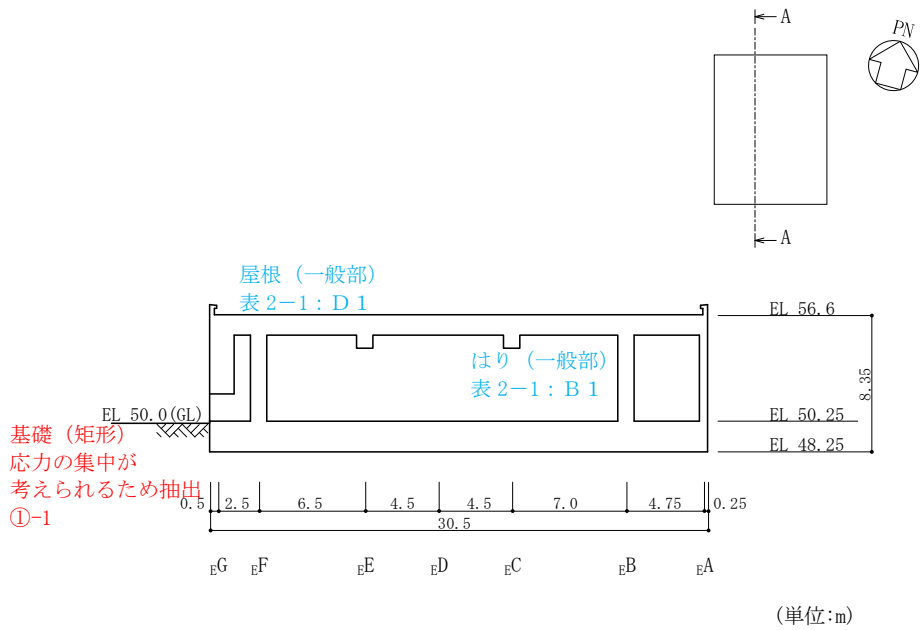


図 2-11(1) 緊急時対策所の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

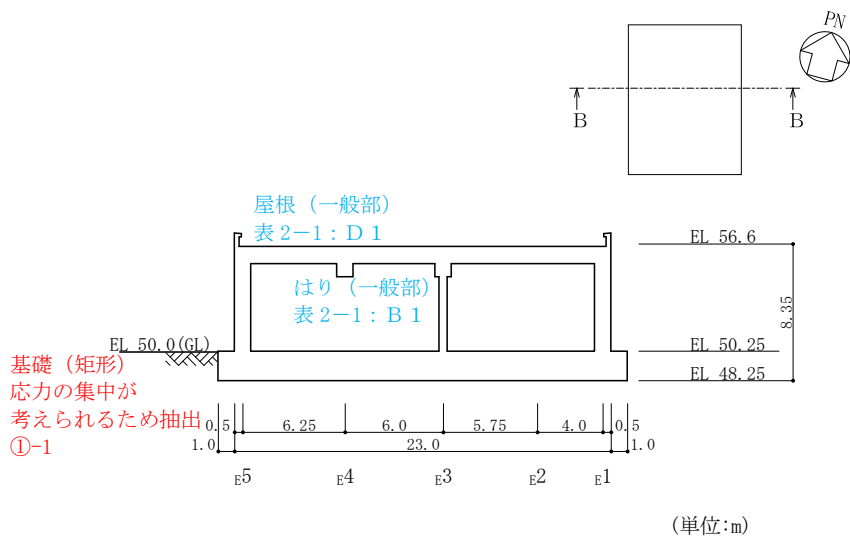


図 2-11(2) 緊急時対策所の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

2.7 ガスタービン発電機建物

ガスタービン発電機建物の概略図面を図 2-12 及び図 2-13 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

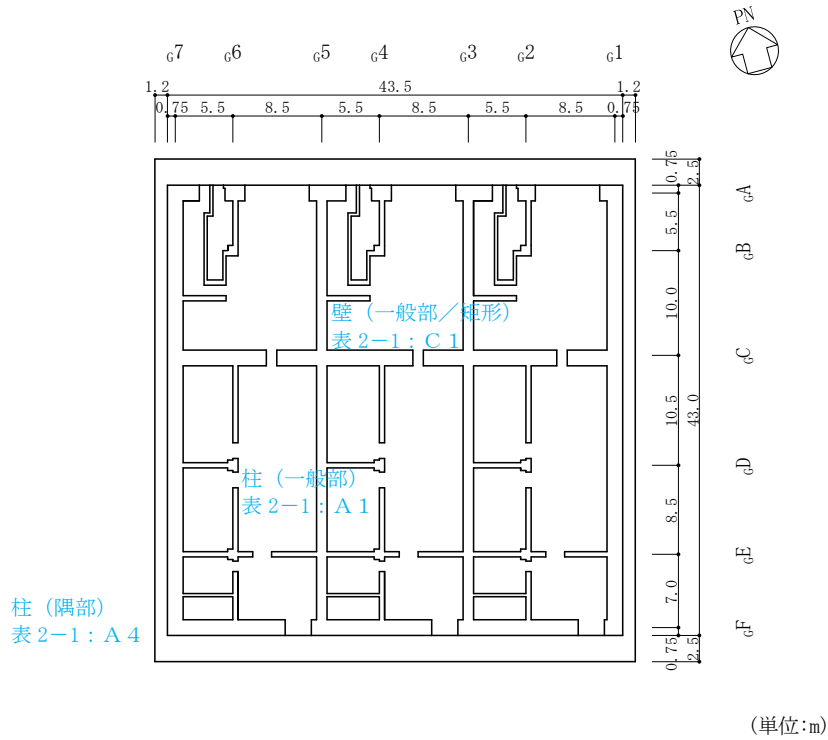


図 2-12(1) ガスタービン発電機建物の概略平面図 (EL 47.5m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

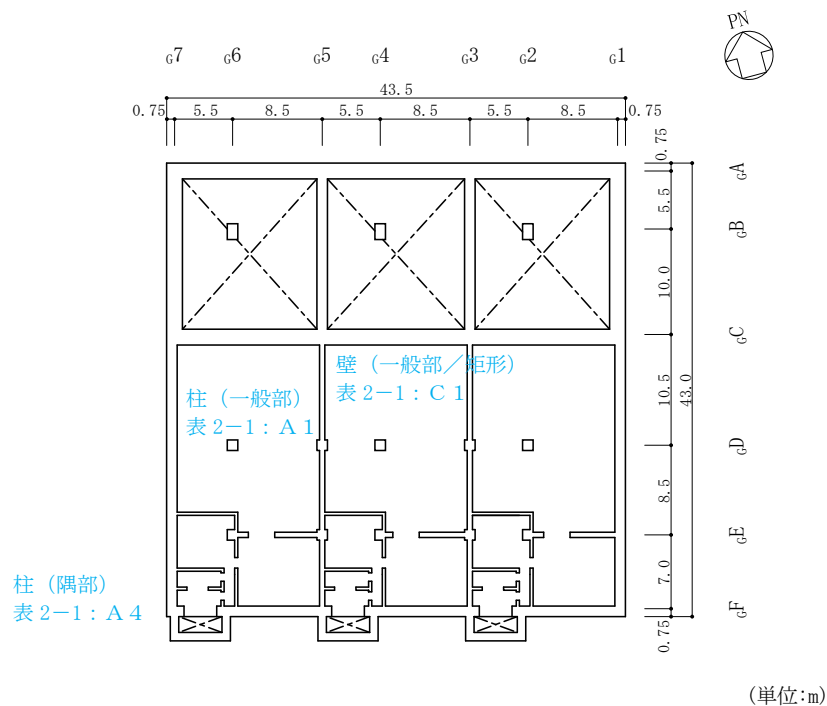


図 2-12(2) ガスタービン発電機建物の概略平面図 (EL 54.5m)

赤字：①-1 で抽出された部位
 橙字：①-2 で抽出された部位
 緑字：②-1 で抽出された部位
 紫字：②-2 で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

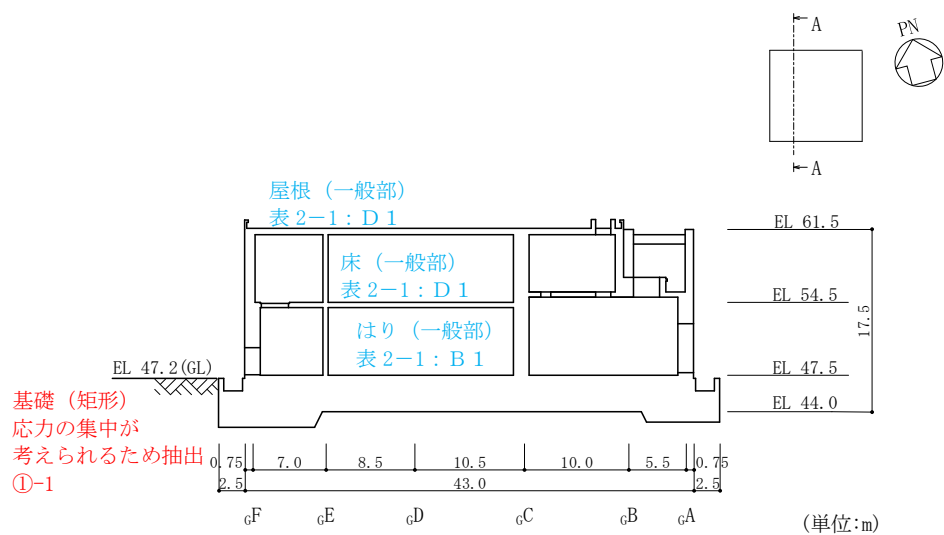


図 2-13(1) ガスタービン発電機建物の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

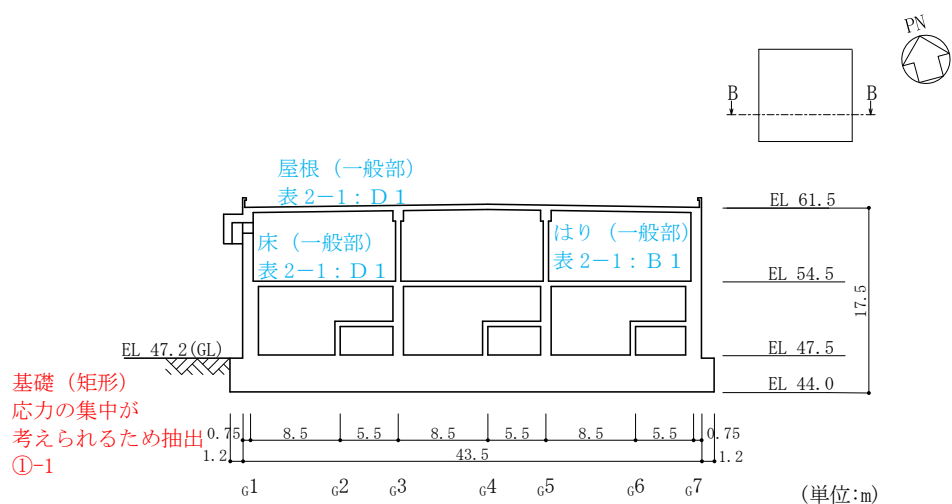


図 2-13(2) ガスタービン発電機建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.8 屋外配管ダクト（排気筒）

屋外配管ダクト（排気筒）の概略図面を図 2-14 及び図 2-15 に示す。

赤字：①-1 で抽出された部位

橙字：①-2 で抽出された部位

緑字：②-1 で抽出された部位

紫字：②-2 で抽出された部位

青字：抽出されなかった部位及びその考え方

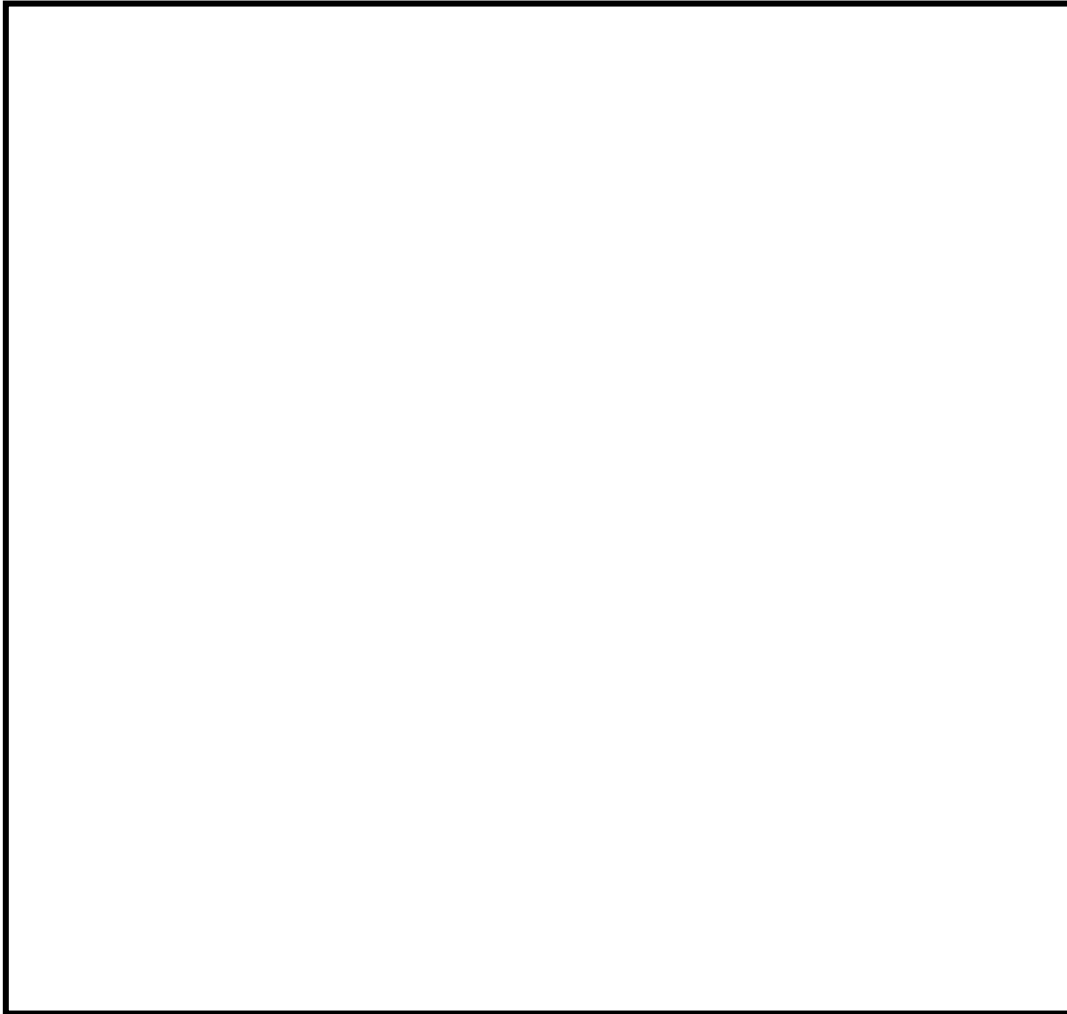


図 2-14 屋外配管ダクト（排気筒）の概略平面図

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方



図 2-15 屋外配管ダクト（排気筒）の概略断面図（A-A断面，NS方向）

2.9 1号機原子炉建物

1号機原子炉建物の概略図面を図2-16及び図2-17に示す。

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

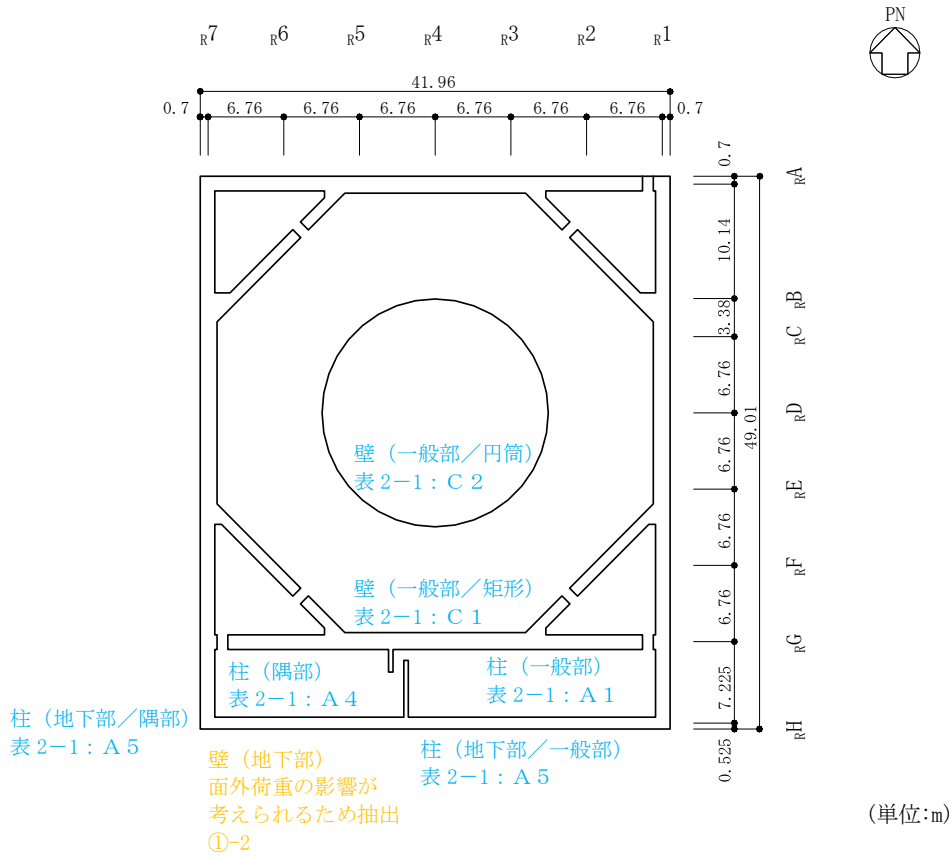


図2-16 1号機原子炉建物の概略平面図 (EL 3.1m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

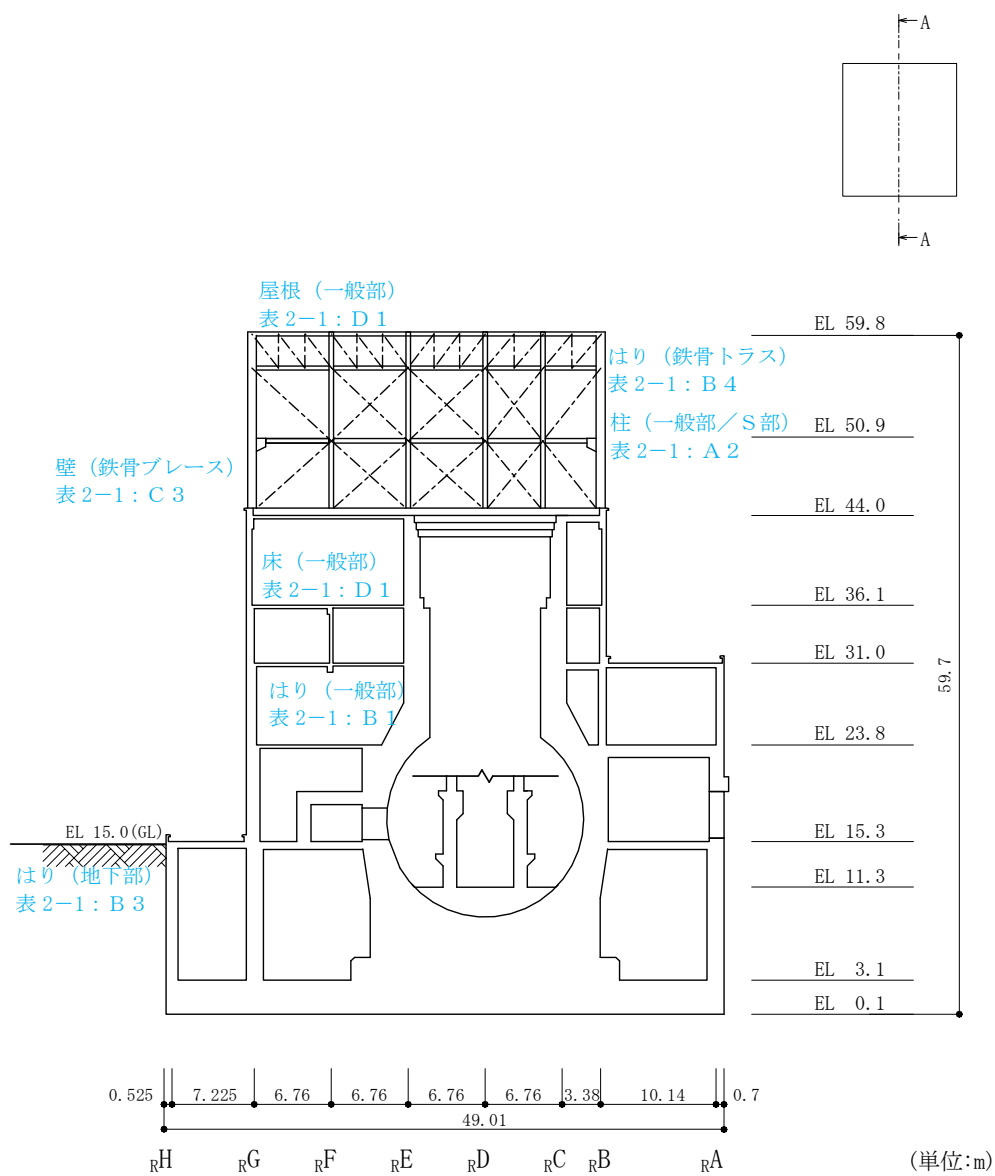


図 2-17(1) 1号機原子炉建物の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

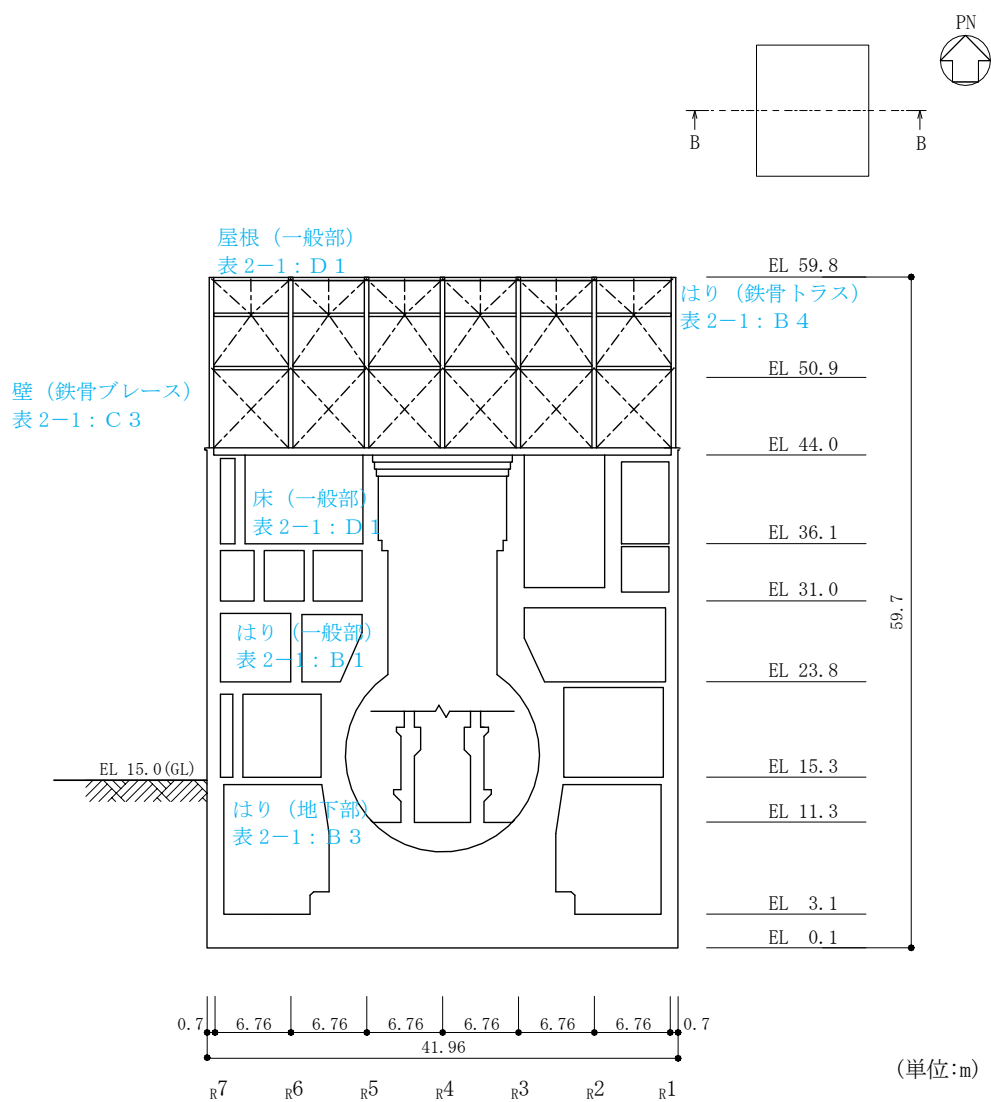


図 2-17(2) 1号機原子炉建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

2.10 1号機タービン建物

1号機タービン建物の概略図面を図2-18及び図2-19に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

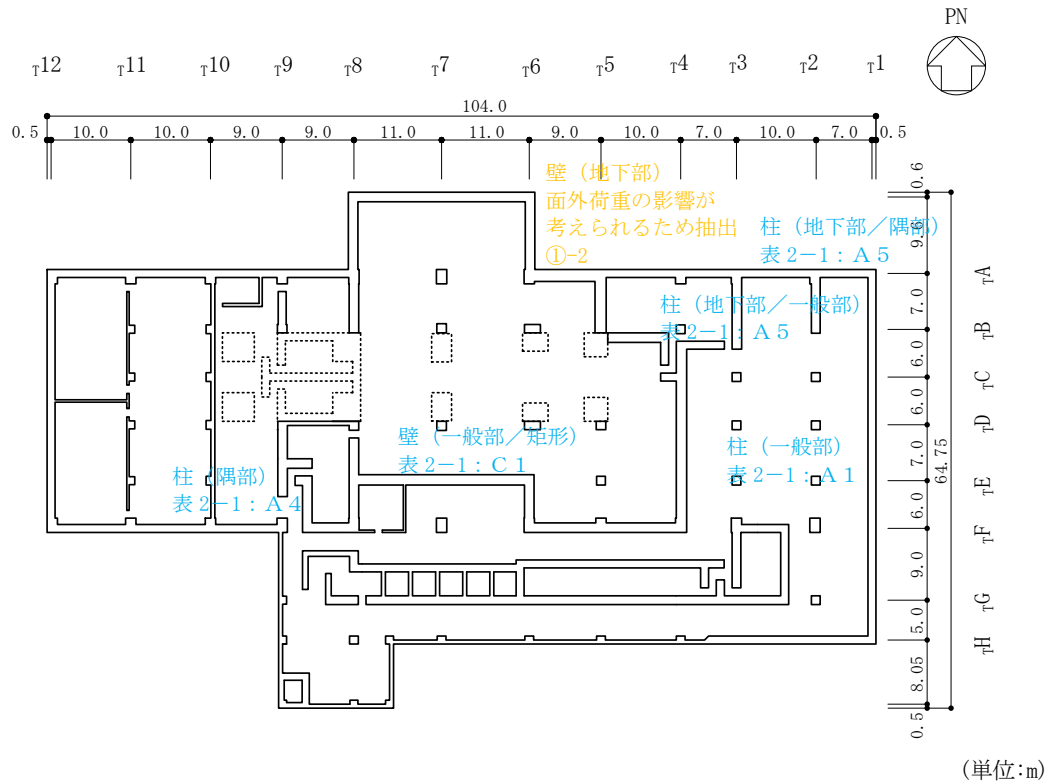


図2-18 1号機タービン建物の概略平面図 (EL 1.8m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

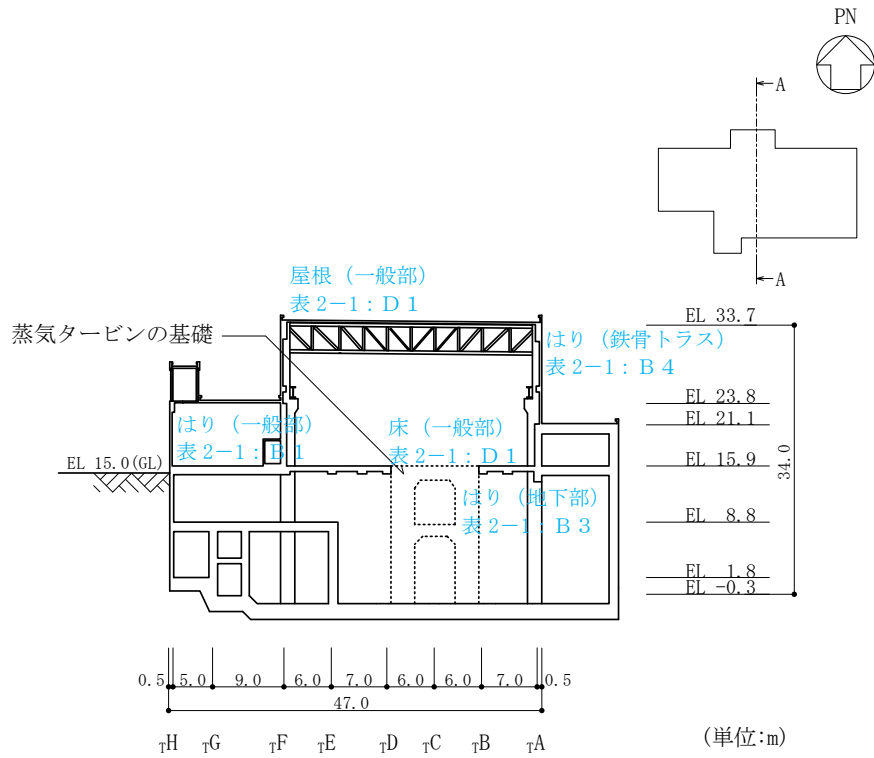


図 2-19(1) 1号機タービン建物の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

赤字：①-1 で抽出された部位
 橙字：①-2 で抽出された部位
 緑字：②-1 で抽出された部位
 紫字：②-2 で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

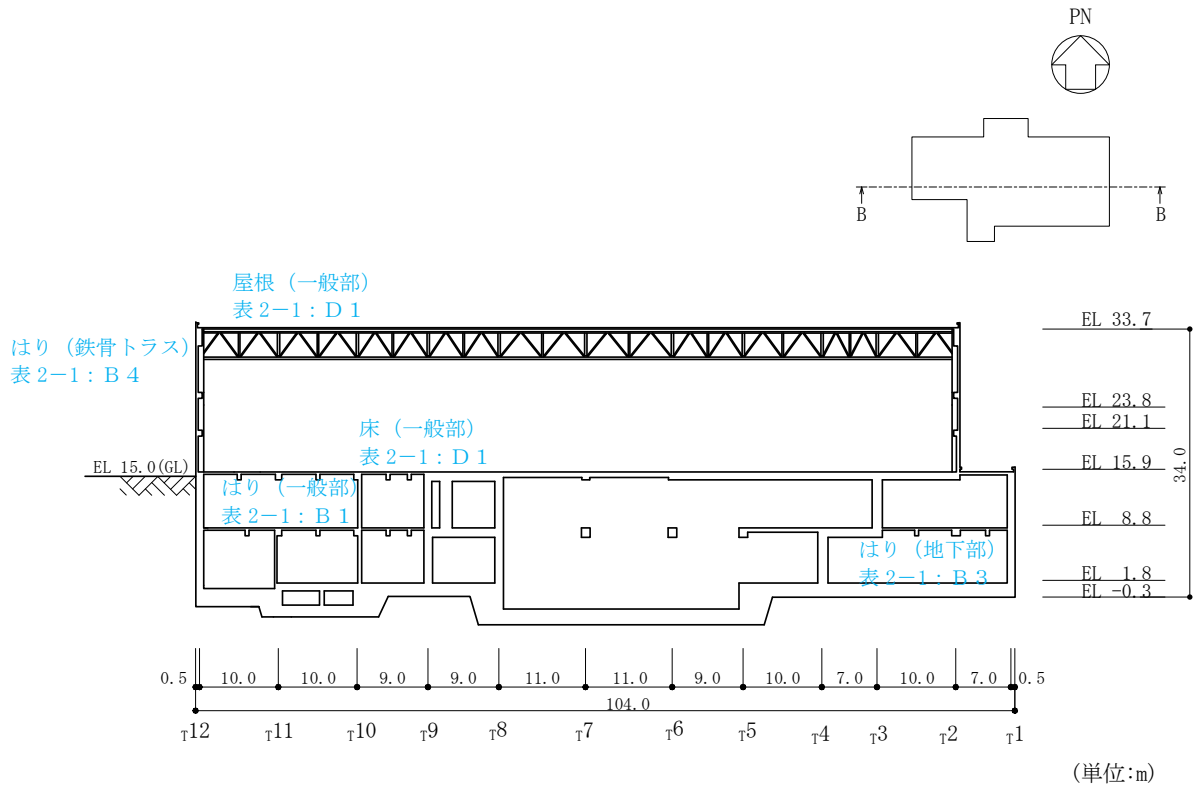


図 2-19(2) 1号機タービン建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

2.11 1号機廃棄物処理建物

1号機廃棄物処理建物の概略図面を図2-20及び図2-21に示す。

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

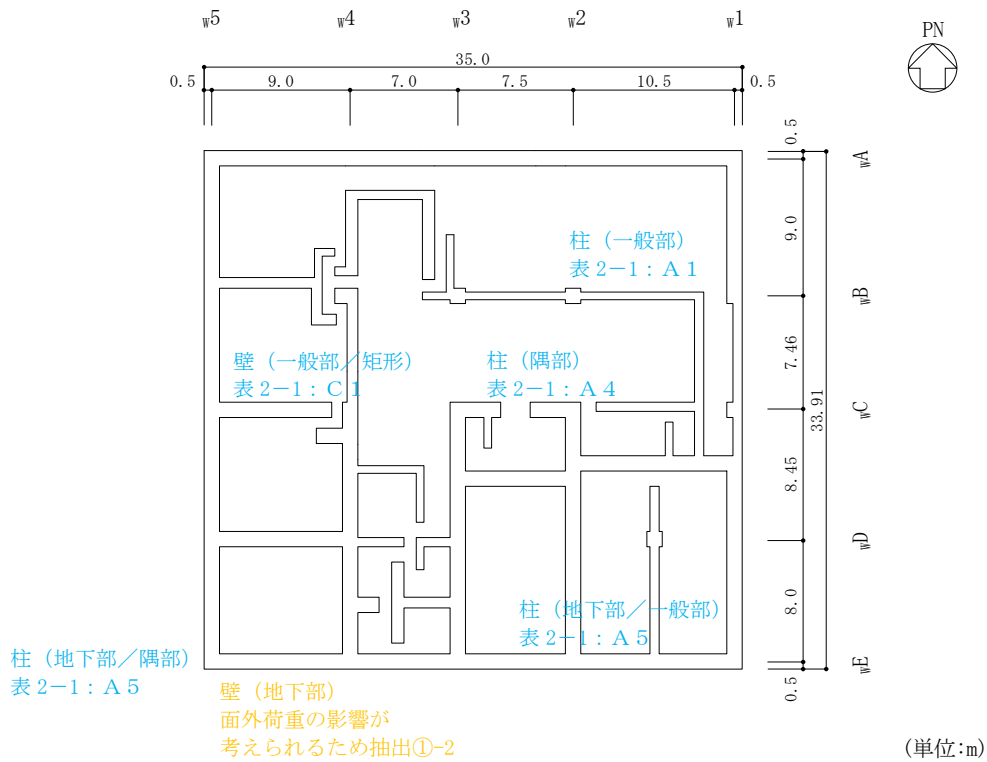


図 2-20 1号機廃棄物処理建物の概略平面図 (EL 6.5m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

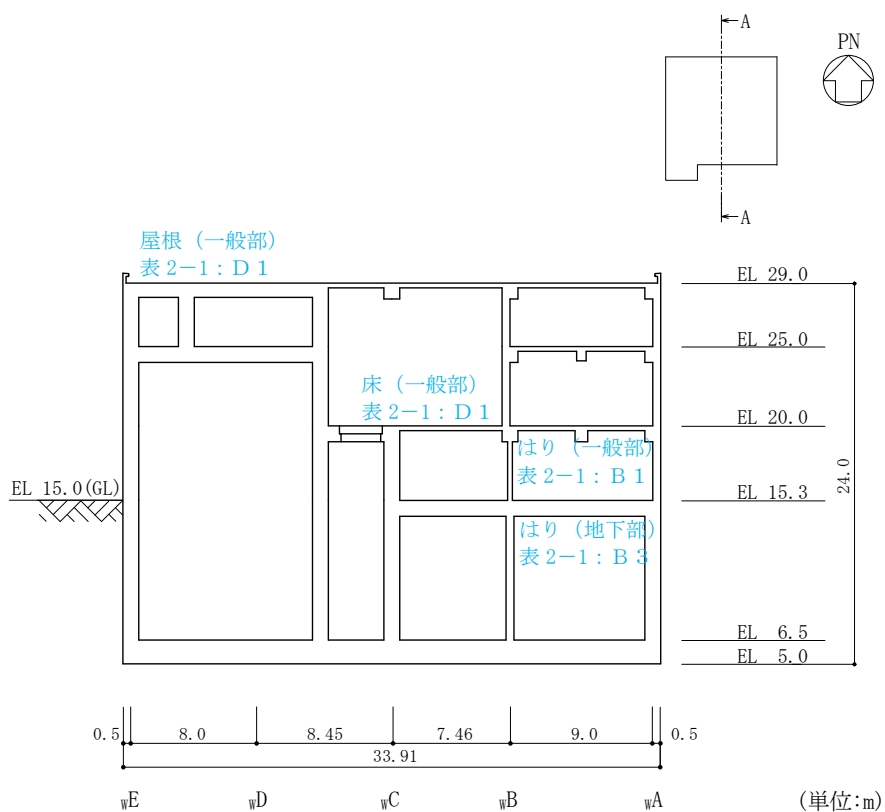


図 2-21 (1) 1 号機廃棄物処理建物の概略断面図 (A-A 断面, N S 方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

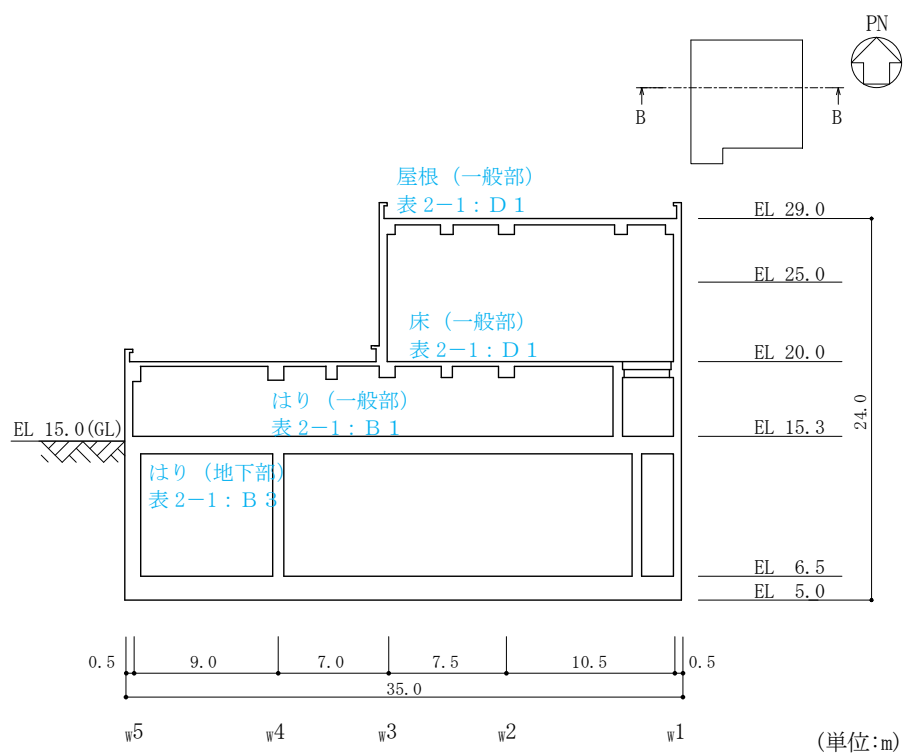


図 2-21 (2) 1 号機廃棄物処理建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.12 サイトバンカ建物

サイトバンカ建物の概略図面を図 2-22 及び図 2-23 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

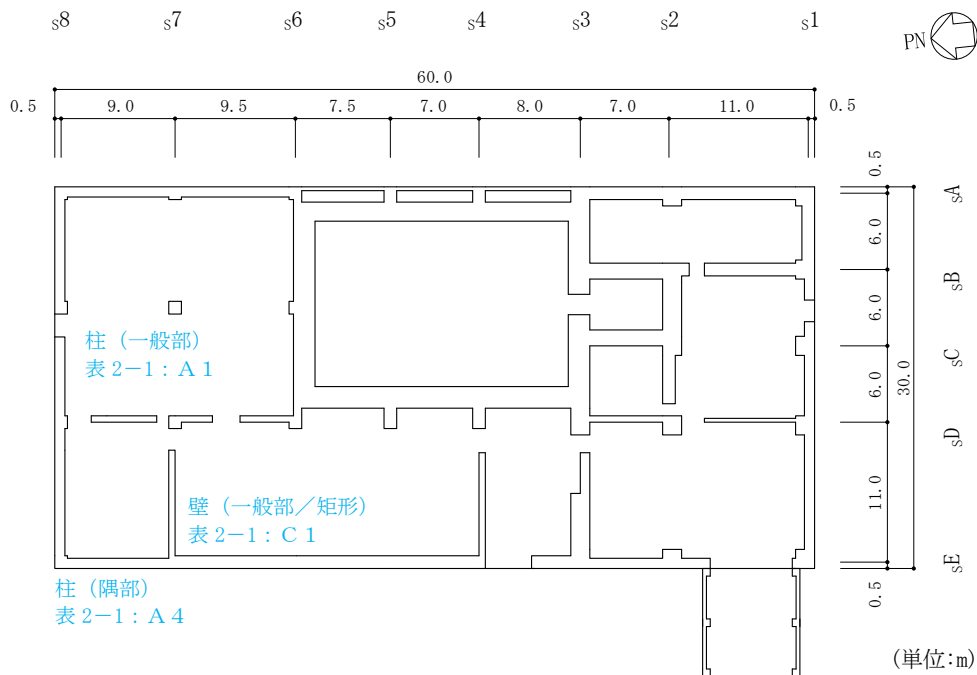


図 2-22 サイトバンカ建物の概略平面図 (EL 8.8m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

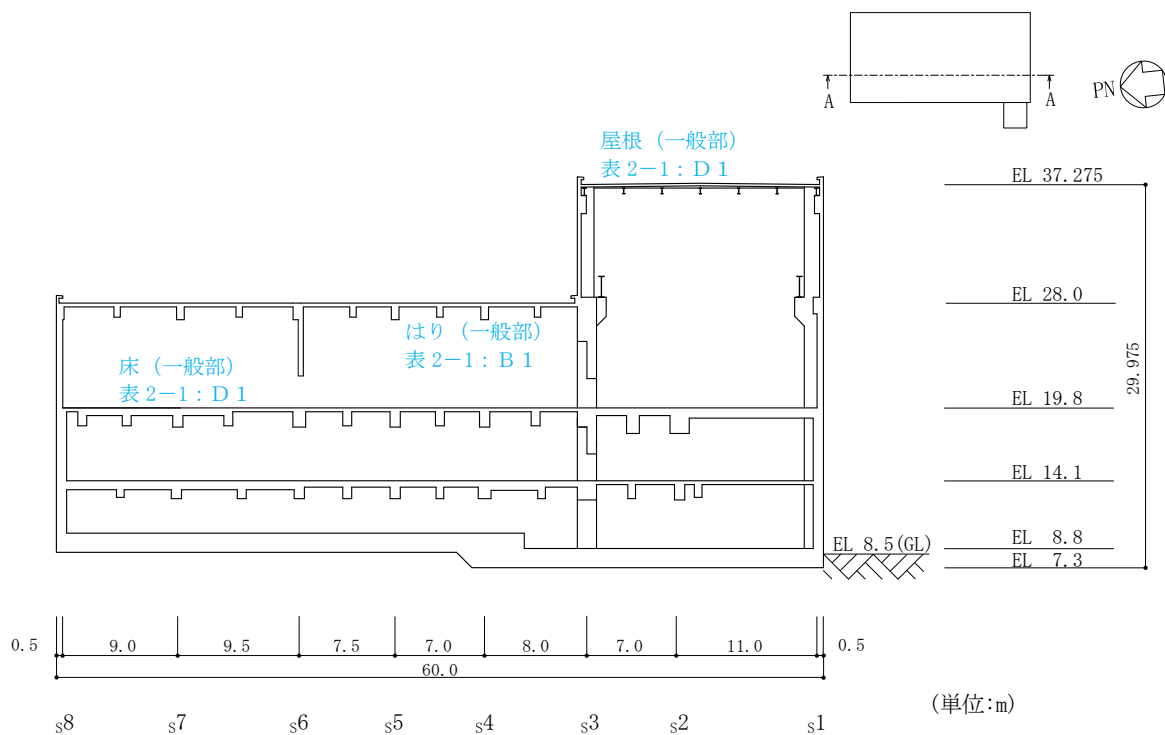


図 2-23(1) サイトバンカ建物の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

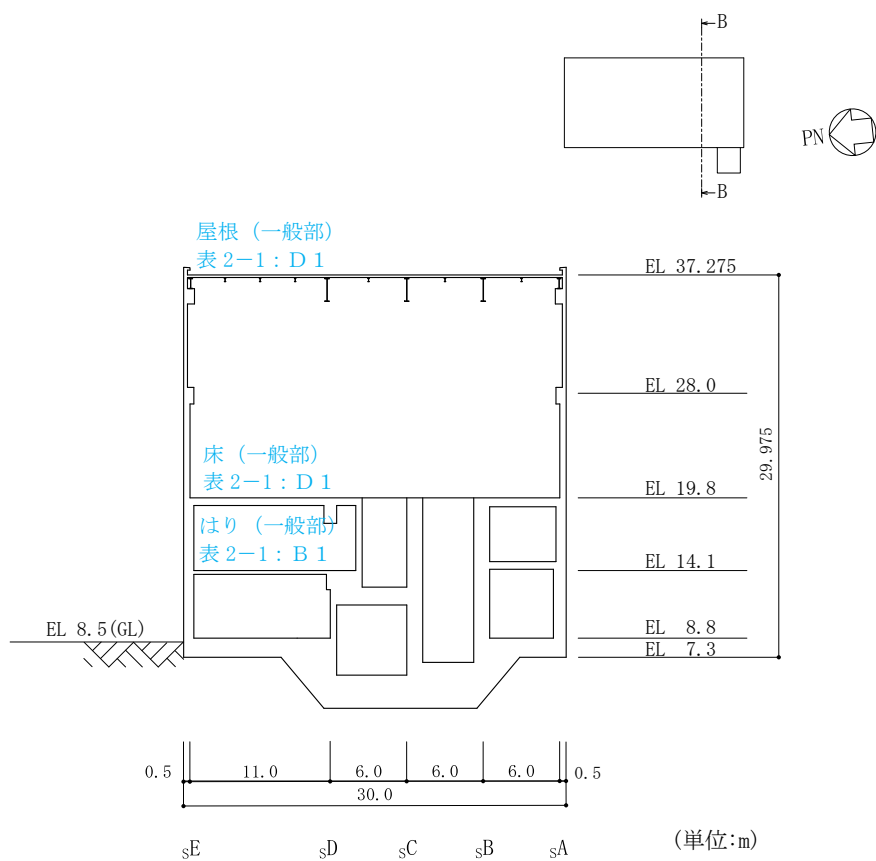


図 2-23(2) サイトバンカ建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.13 サイトバンカ建物（増築部）

サイトバンカ建物（増築部）の概略図面を図 2-24 及び図 2-25 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

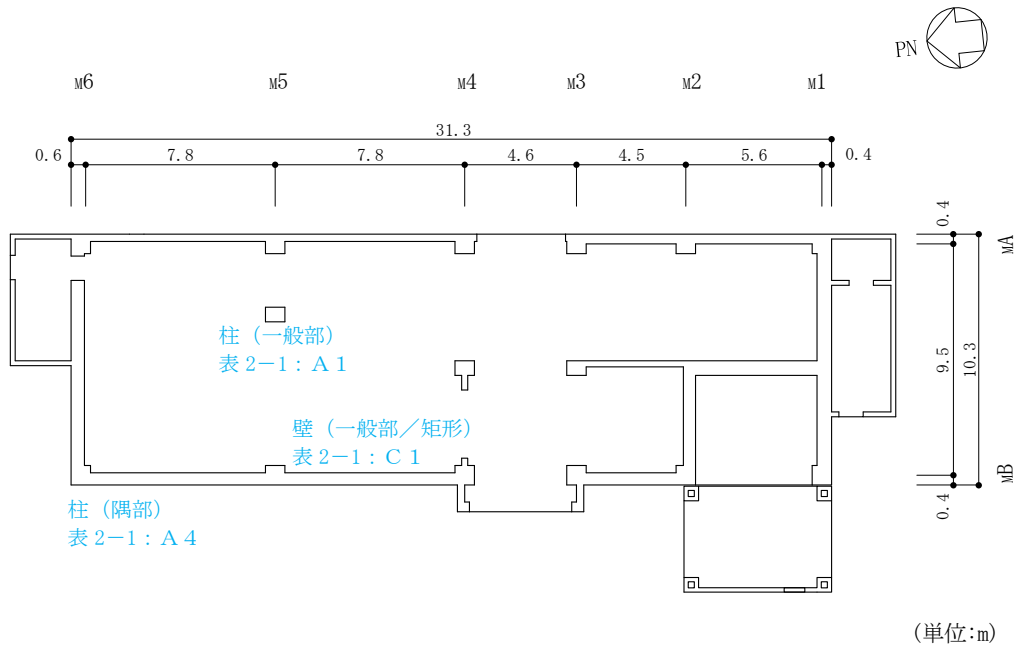


図 2-24 サイトバンカ建物（増築部）の概略平面図（EL 8.8m）

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

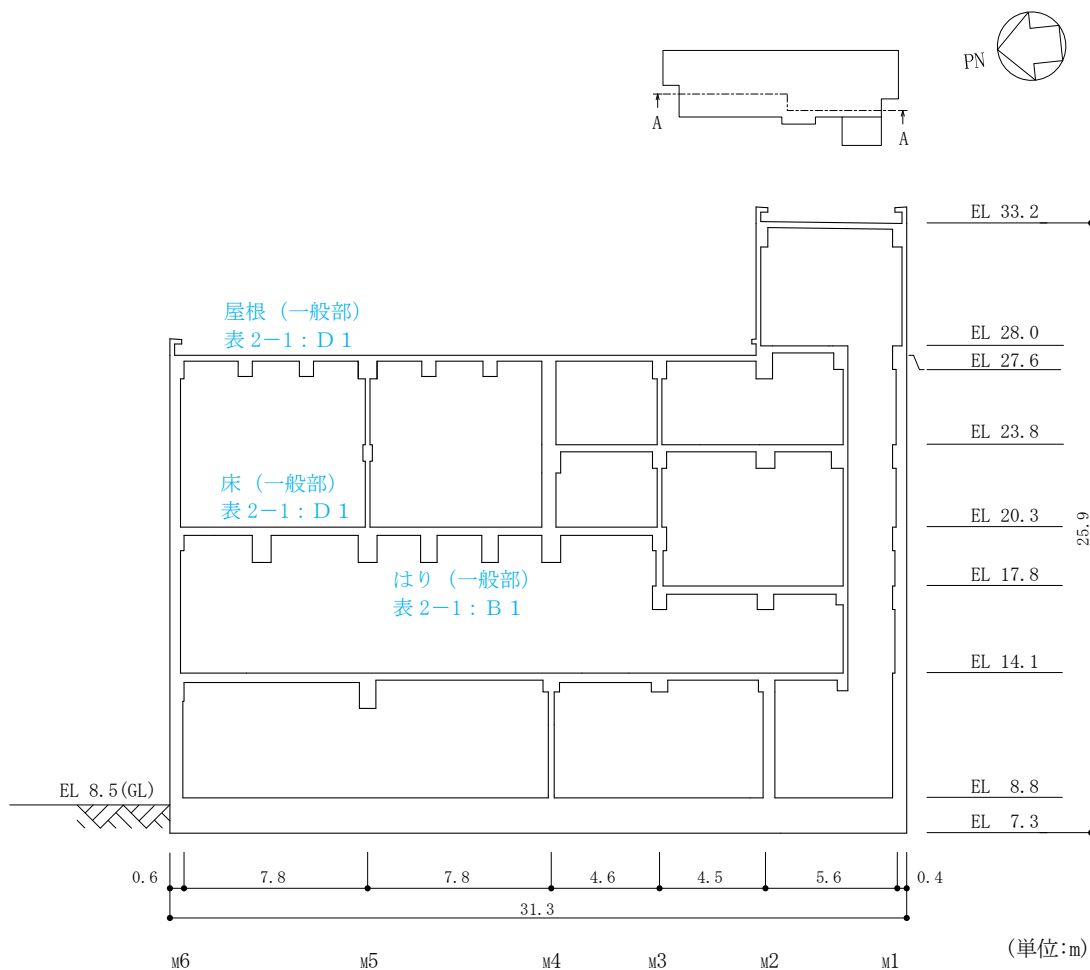


図 2-25(1) サイトバンカ建物 (増築部) の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

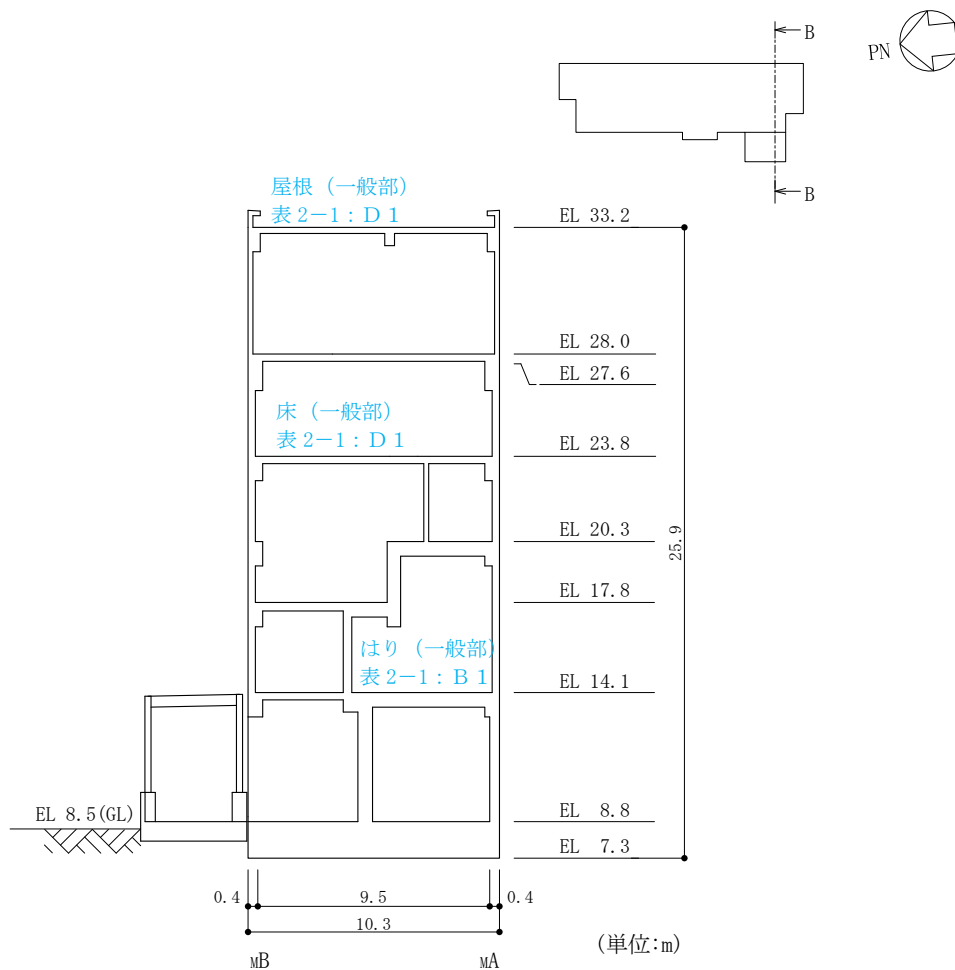


図 2-25(2) サイトバンカ建物 (増築部) の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.14 1号機排気筒

1号機排気筒の概略図面を図2-26に示す。

- 赤字：①-1で抽出された部位
- 橙字：①-2で抽出された部位
- 緑字：②-1で抽出された部位
- 紫字：②-2で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

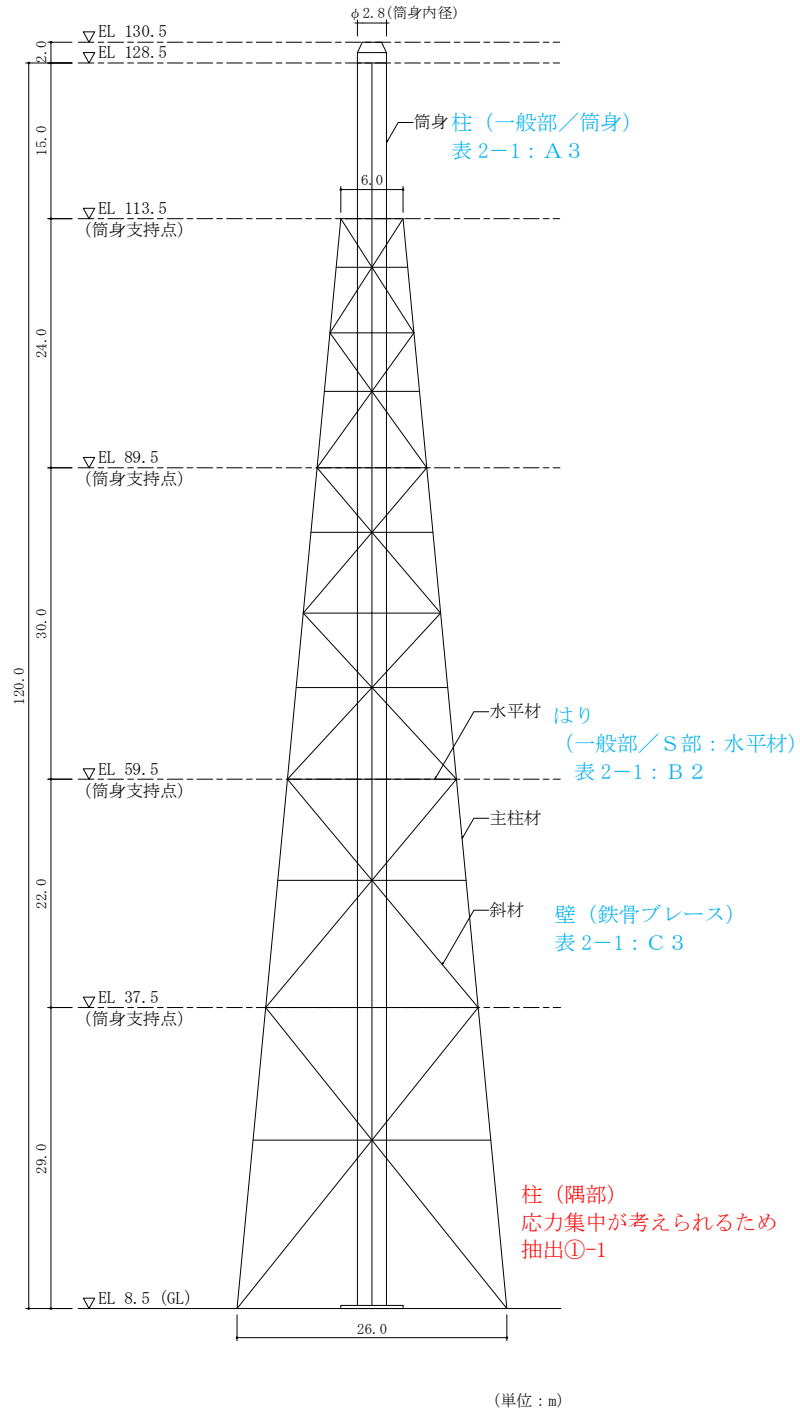


図2-26 1号機排気筒の概略図

2.15 排気筒モニタ室

排気筒モニタ室の概略図面を図 2-27 及び図 2-28 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

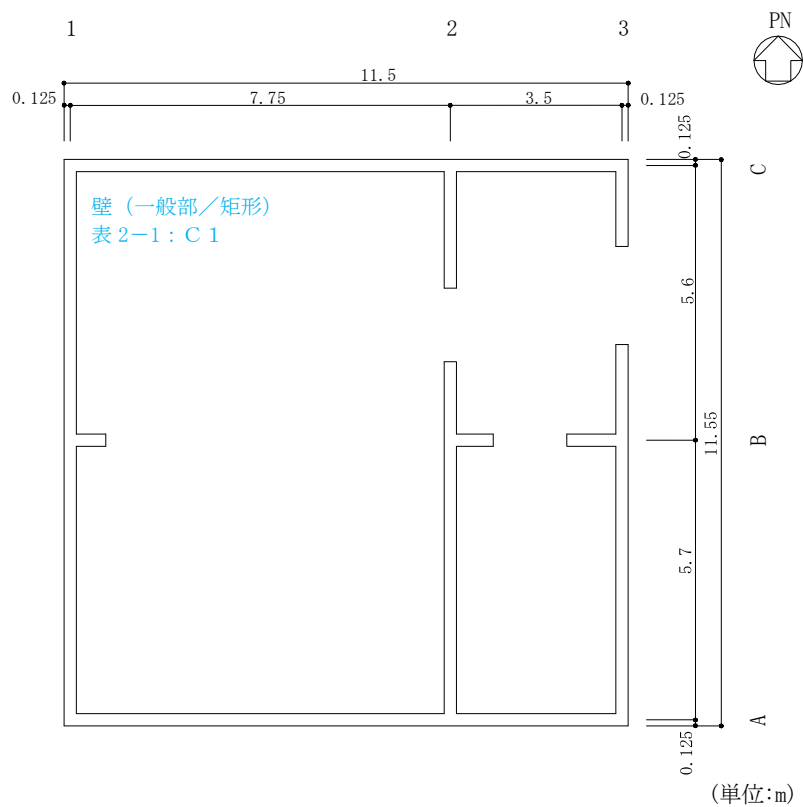


図 2-27 排気筒モニタ室の概略平面図 (EL 8.8m)

赤字：①-1 で抽出された部位
 橙字：①-2 で抽出された部位
 緑字：②-1 で抽出された部位
 紫字：②-2 で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

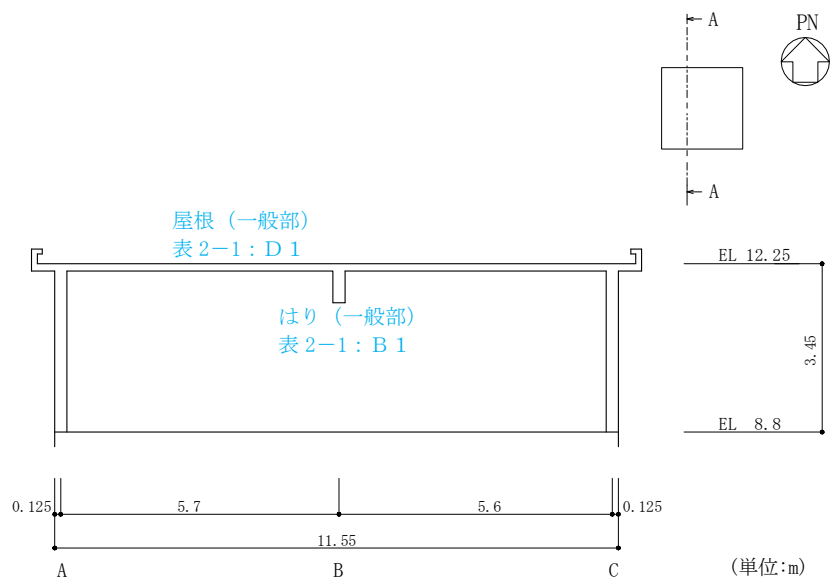


図 2-28(1) 排気筒モニタ室の概略断面図 (A-A 断面, NS 方向)

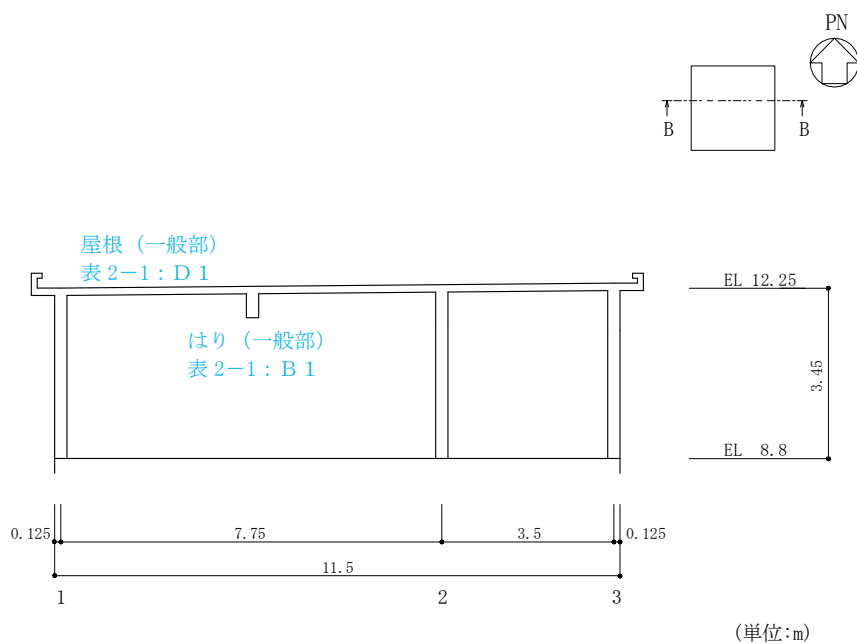


図 2-28(2) 排気筒モニタ室の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

2.16 ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備

ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備の概略図面を図 2-29 及び図 2-30 に示す。

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

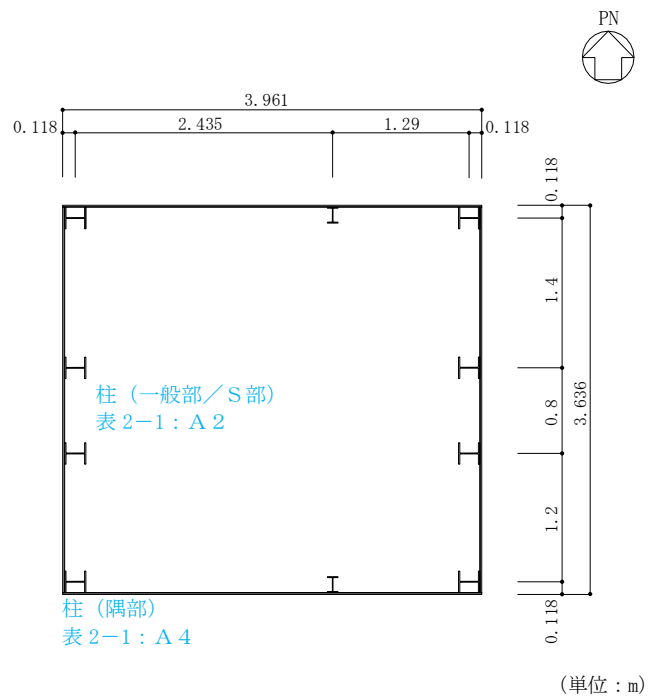


図 2-29(1) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側) の概略平面図 (EL 8.7m)

- 赤字：①-1 で抽出された部位
- 橙字：①-2 で抽出された部位
- 緑字：②-1 で抽出された部位
- 紫字：②-2 で抽出された部位
- 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

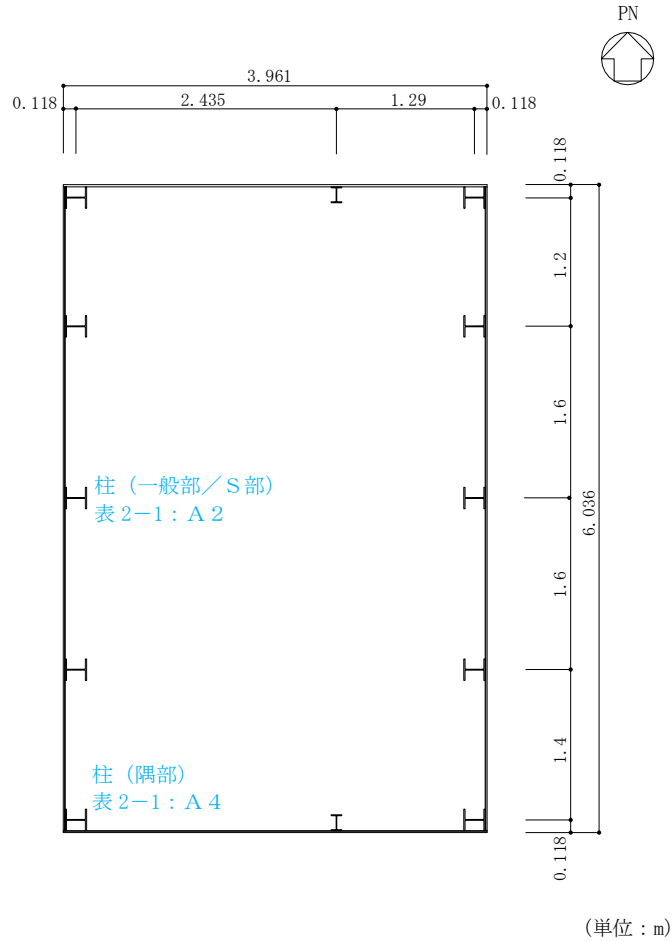


図 2-29(2) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側) の概略平面図 (EL 8.7m)

赤字：①-1 で抽出された部位
 橙字：①-2 で抽出された部位
 緑字：②-1 で抽出された部位
 紫字：②-2 で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

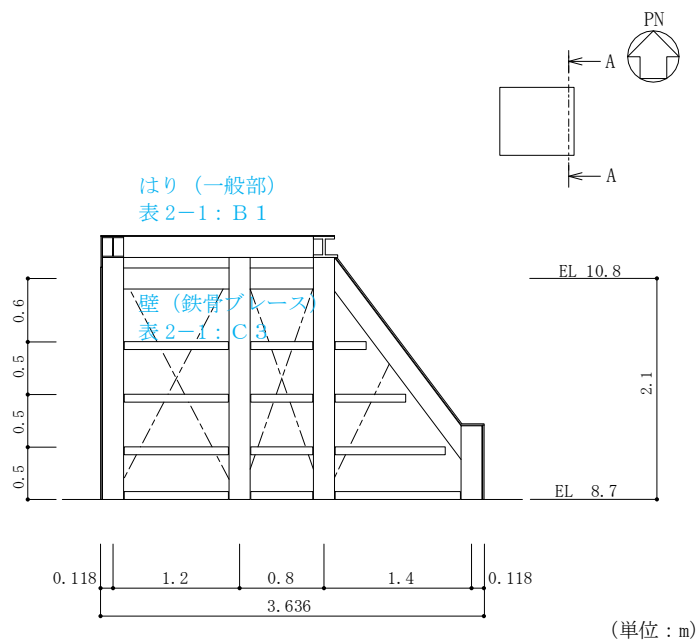


図 2-30(1) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側) の概略断面図
 (A-A断面, NS方向)

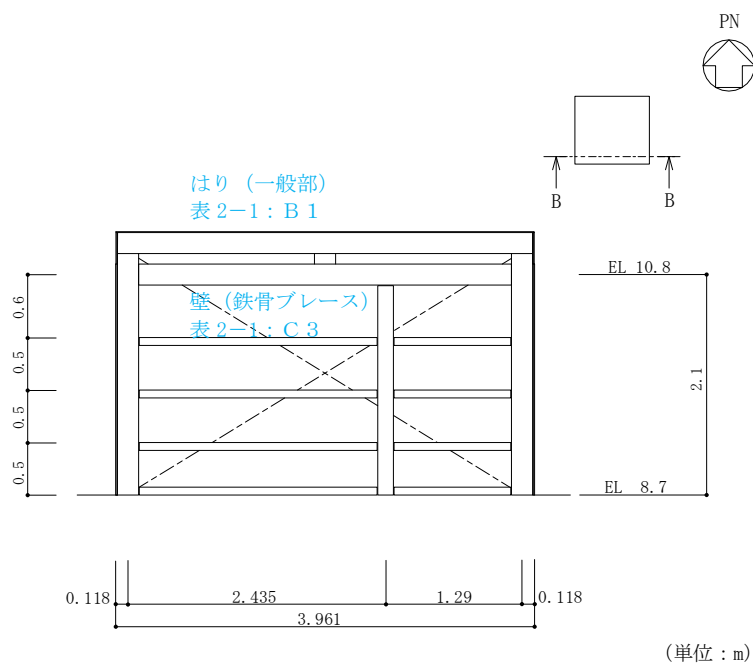


図 2-30(2) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (北側) の概略断面図
 (B-B断面, EW方向)

赤字：①-1 で抽出された部位
 橙字：①-2 で抽出された部位
 緑字：②-1 で抽出された部位
 紫字：②-2 で抽出された部位
 青字：抽出されなかった部位及びその考え方

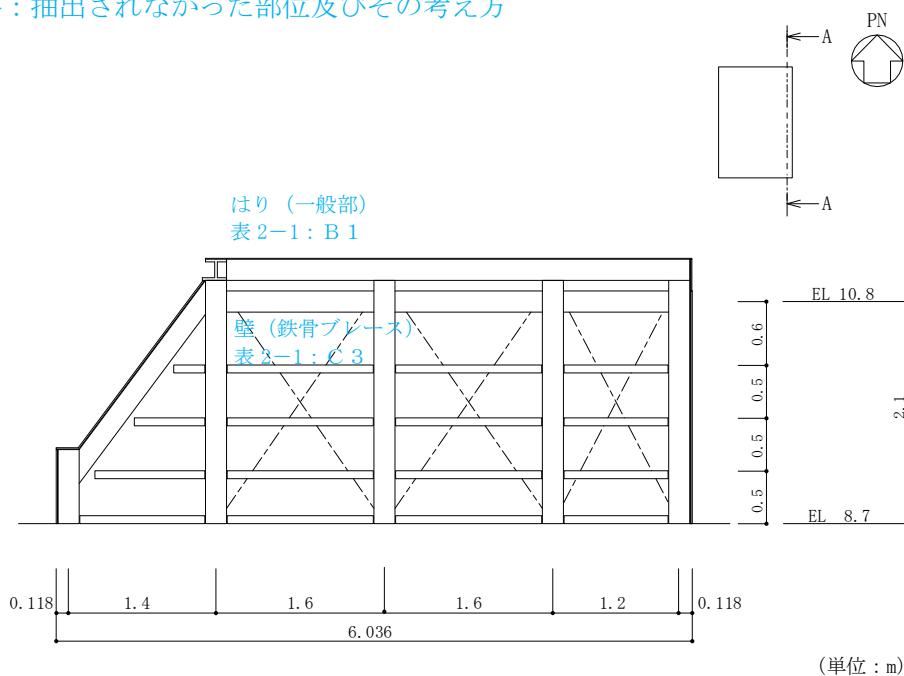


図 2-30(3) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側) の概略断面図
 (A-A断面, NS方向)

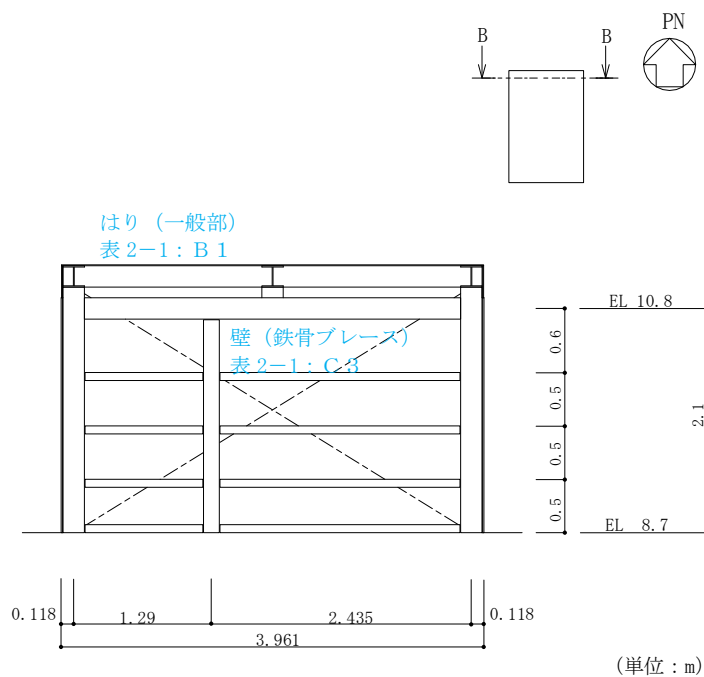


図 2-30(4) ディーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 (南側) の概略断面図
 (B-B断面, EW方向)

2.17 ディーゼル燃料貯蔵タンク室

ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略図面を図 2-31 及び図 2-32 に示す。

赤字：①-1 で抽出された部位

橙字：①-2 で抽出された部位

緑字：②-1 で抽出された部位

紫字：②-2 で抽出された部位

青字：抽出されなかった部位及びその考え方

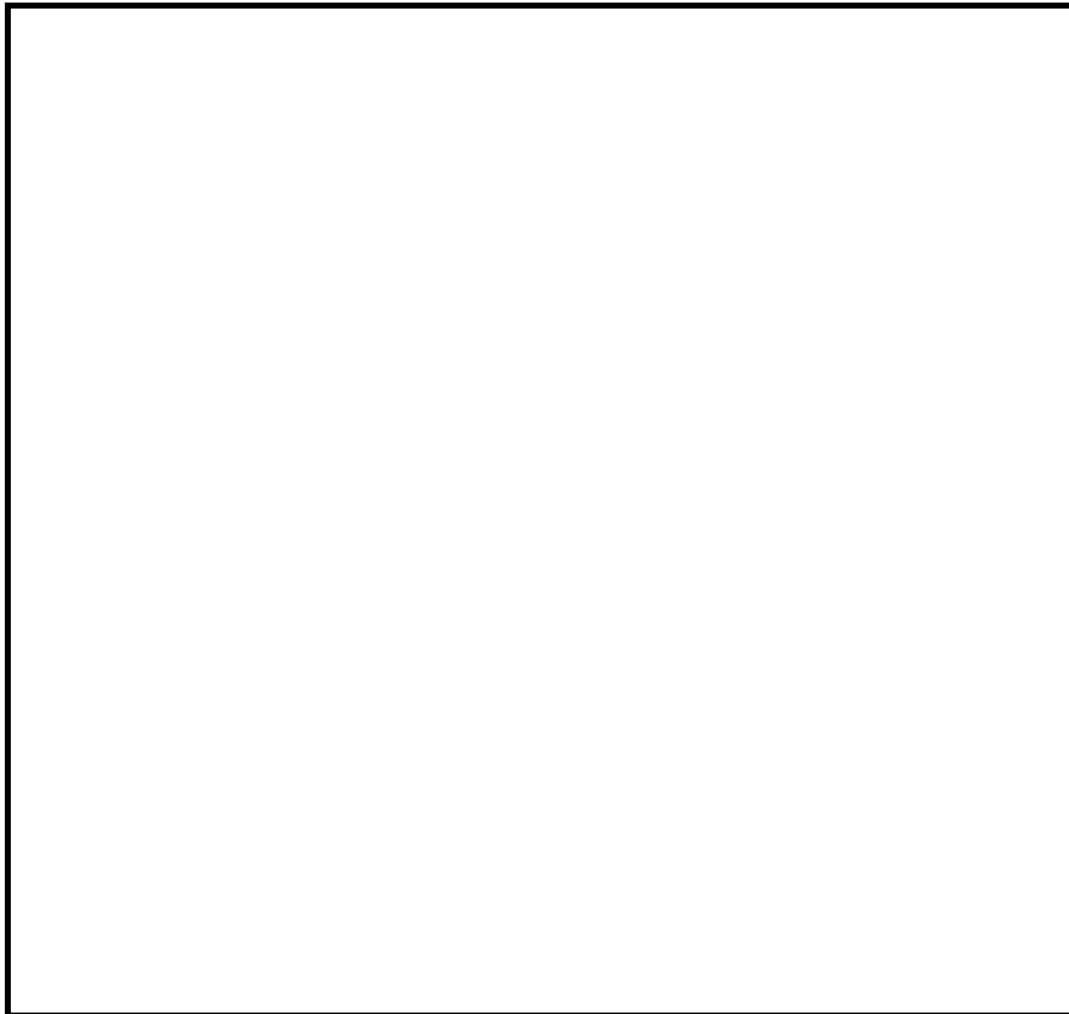


図 2-31 ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略平面図

赤字：①-1 で抽出された部位
橙字：①-2 で抽出された部位
緑字：②-1 で抽出された部位
紫字：②-2 で抽出された部位
青字：抽出されなかった部位及びその考え方

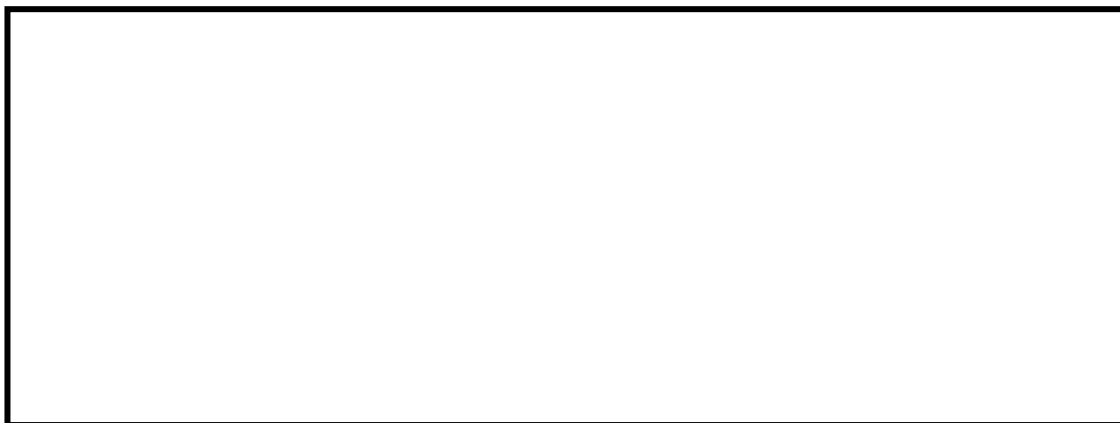


図 2-32(1) ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略断面図（A-A断面，NS方向）



図 2-32(2) ディーゼル燃料貯蔵タンク室の概略断面図（B-B断面，EW方向）

表 2-1(1) 評価部位として抽出されなかつた部位の基本的な考え方

記号	部位	①-1 応力集中	①-2 面外荷重	②-1 面外慣性力	②-2 ねじれ	除外する部位
A 1	柱 一般部 (RC部)	<ul style="list-style-type: none"> 中柱は応力が集中することなく、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 面外荷重が作用する地下部ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> 壁付き柱は地震力のほとんどを耐震壁が負担しており、該当しない。 独立柱自身の慣性力により影響が生じるような階高を有する柱はないため、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 釣合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建物 制御室建物 タービン建物 廃棄物処理建物 緊急時対策所 ガスタービン発電機建物 1号機タービン建物 1号機廃棄物処理建物 サイトバンカ建物 サイトバンカ建物 (増築部)
A 2	柱 一般部 (S部) ブレース構造	<ul style="list-style-type: none"> 中柱は応力が集中することなく、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 面外荷重が作用する地下部ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震力のほとんどをブレースが負担しており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 釣合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 排気筒 1号機原子炉建物 ディーズル燃料移送ポンプエリア防護対策設備
A 3	柱 一般部 筒身	<ul style="list-style-type: none"> 筒身は鉄塔の中央で支持されており、応力が集中することなく、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 面外荷重が作用する地下部ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震力のほとんどを鉄塔が負担しており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 釣合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 排気筒 1号機排気筒
A 4	柱 隅部	<ul style="list-style-type: none"> 耐震壁付きの柱は、応力集中が懸念される軸力が耐震壁に分散されることで影響が小さいと考えられるため、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 面外荷重が作用する地下部ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震力のほとんどを耐震壁が負担しており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 釣合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建物 制御室建物 タービン建物 廃棄物処理建物 緊急時対策所 ガスタービン発電機建物 1号機原子炉建物 1号機タービン建物 1号機廃棄物処理建物 サイトバンカ建物 サイトバンカ建物 (増築部) ディーズル燃料移送ポンプエリア防護対策設備
A 5	柱 地下部 (一般部, 隅部)	<ul style="list-style-type: none"> 中柱は応力が集中することなく、該当しない。 耐震壁付きの隅柱は、応力集中が懸念される軸力が耐震壁に分散されることで影響が小さいと考えられるため、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下外周部が考えられるが、外周部柱は全てはり等に接続しており、土圧はそのままはり等に伝達されるため、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地震力のほとんどを耐震壁が負担しており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 釣合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建物 タービン建物 廃棄物処理建物 1号機原子炉建物 1号機タービン建物 1号機廃棄物処理建物

表 2-1 (2) 評価部位として抽出されなかつた部位の基本的な考え方

記号	部位	①-1 応力集中	①-2 面外荷重	②-1 面外慣性力	②-2 ねじれ	除外する部位
B 1	一般部	<ul style="list-style-type: none"> 地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 面外荷重が作用する地下部ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> 剛性の高い床や耐震壁が付帯するため、面外方向の変形を抑制することから、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 剛性の大きい床が付帯しているため、該当部位は存在しない。 	原子炉建物 制御室建物 タービン建物 廃棄物処理建物 緊急時対策所 ガスタタービン発電機建物 1号機原子炉建物 1号機タービン建物 1号機廃棄物処理建物 サイトバンカ建物 (増築部) サイトバンカ建物 排気筒モニタ室 デイジーゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備 排気筒 1号機排気筒
B 2	一般部 (S部:水平材)	<ul style="list-style-type: none"> 地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 面外荷重が作用する地下部ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> 軽量なトラス部材で構成されており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 釣合いよく水平材、平面材が配置された構造計画を行っており、該当しない。 	
B 3	地下部	<ul style="list-style-type: none"> 地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下外周部が考えられるが、吹抜けがないことから、外周部は完全に剛性が高いスラブに接続しており、土圧はそのままスラブに伝達されるため、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 剛性の高い床や耐震壁が付帯するため、面外方向の変形を抑制することから、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 剛性の大きい床が付帯しているため、該当部位は存在しない。 	原子炉建物 タービン建物 廃棄物処理建物 1号機原子炉建物 1号機タービン建物 1号機廃棄物処理建物
B 4	鉄骨トラス	<ul style="list-style-type: none"> 地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 面外荷重が作用する地下部ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> 直交方向にもトラスが存在し、面外慣性力を負担するため、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 剛性の大きい床が付帯しているため、該当部位は存在しない。 	原子炉建物 タービン建物 1号機原子炉建物 1号機タービン建物

表 2-1(3) 評価部位として抽出されなかつた部位の基本的な考え方

記号	部位	①-1 応力集中	①-2 面外荷重	②-1 面外慣性力	②-2 ねじれ	除外する部位
C 1	一般部 (矩形)	<ul style="list-style-type: none"> 地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 面外荷重が作用する地部下では無い。 	<ul style="list-style-type: none"> 水平及び鉛直方向に大スパンの壁がないため、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 釣合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っている。 	原子炉建物 制御室建物 タービン建物 廃棄物処理建物 緊急時対策所 ガスタタービン発電機建物 屋外配管ダクト (排気筒) 1号機原子炉建物 1号機タービン建物 1号機廃棄物処理建物 サイトバンカ建物 (増築部) 排気筒モニタ室 デイゼル燃料貯蔵タンク室
	壁	<ul style="list-style-type: none"> 建物の中心付近に位置し、その外側にあるボックス型の壁とスラブで一体化され念される軸力がスラブ等に分散されることで影響が小さいと考えられるため、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 面外荷重が作用する地部下では無い。 	<ul style="list-style-type: none"> 水平及び鉛直方向に大スパンの壁がないため、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 釣合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っている。 	原子炉建物 1号機原子炉建物
C 3	鉄骨ブレース	<ul style="list-style-type: none"> 地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 面外荷重が作用する地部下では無い。 	<ul style="list-style-type: none"> 軽量の鉄骨トラス部材で構成されており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 釣合いよく斜材、鉄骨ブレースが配置された構造計画を行っている。 	排気筒 1号機原子炉建物 1号機排気筒 デイゼル燃料移送ポンプエリア防護対策設備
	床・ 屋根	<ul style="list-style-type: none"> 地震力の負担について方向性を持っており、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 積載荷重等従来から面外荷重を考慮しており、今回の抽出プロセスで該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 大スパンの床及び屋根がないため、該当しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 釣合いよく耐震壁が配置された構造計画を行っている。 	原子炉建物 制御室建物 タービン建物 廃棄物処理建物 緊急時対策所 ガスタタービン発電機建物 屋外配管ダクト (排気筒) 1号機原子炉建物 1号機タービン建物 1号機廃棄物処理建物 サイトバンカ建物 (増築部) 排気筒モニタ室 デイゼル燃料貯蔵タンク室

3. 代表部位の選定プロセス

3.1 柱-隅部

応力集中が考えられる隅柱を有し、重要な設備である非常用ガス処理系用排気筒を支持している排気筒を代表して評価する。

3.2 基礎

応力集中が考えられる矩形基礎の規模を表 3-1 に示す。

建物規模が比較的大きく、重要な設備を多く内包している等の留意すべき特徴を有している原子炉建物の基礎を代表して評価する。

表 3-1 矩形基礎の規模

項目	部位	対象*	平面形状 (m)	
①-1	基礎	<u>原子炉建物</u>	70.0	89.4
		制御室建物	22.0	37.0
		タービン建物	72.0	138.0
		廃棄物処理建物	54.9	56.97
		排気筒	28.5	28.5
		緊急時対策所	30.5	25.0
		ガスタービン発電機建物	48.0	45.9
		屋外配管ダクト (排気筒)	8.3	12.5

注記*：下線部は代表を示す。

3.3 壁 (面外荷重)

面外荷重の影響が考えられる部位について、面外荷重が作用する壁の規模等 (壁の高さ及び床等の拘束の有無) を表 3-2 に示す。

施設の重要性、建物規模及び構造特性を考慮し、上部に床等の拘束がなく、面外荷重 (水圧) が作用する燃料プールの壁を代表して評価する。

表 3-2 壁の規模等

項目	部位	対象*	高さ (m)	床等の拘束 の有無
①-2	壁	<u>原子炉建物（燃料プール）</u>	11.97	無
		原子炉建物（地下部）	7.5	有
		タービン建物（地下部）	8.5	有
		廃棄物処理建物（地下部）	12.0	有
		屋外配管ダクト（排気筒）（地下部）	2.5	有
		1号機原子炉建物（地下部）	11.9	有
		1号機タービン建物（地下部）	10.0	有
		1号機廃棄物処理建物（地下部）	8.5	有
		ディーゼル燃料貯蔵タンク室（地下部）	5.0	有

注記*：下線部は代表を示す。

別紙2 原子炉建物3次元FEMモデルを用いた精査

目 次

1. 3次元FEMモデルを用いた精査の概要	別紙 2-1
2. 原子炉建物の壁の面外慣性力による影響検討	別紙 2-2
2.1 検討の概要	別紙 2-2
2.2 検討方針	別紙 2-10
2.3 解析モデル	別紙 2-12
2.4 地震応答解析の概要	別紙 2-16
2.5 地震応答解析結果	別紙 2-23
2.6 面外慣性力に対する壁の断面の評価	別紙 2-60
2.6.1 解析モデル及び荷重条件	別紙 2-60
2.6.2 応答補正比率の算出	別紙 2-63
2.6.3 断面の評価部位の選定	別紙 2-66
2.6.4 断面の評価方法	別紙 2-69
2.6.5 断面の評価結果	別紙 2-71
2.7 面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の壁の断面の評価	別紙 2-73
2.7.1 解析モデル及び荷重条件	別紙 2-73
2.7.2 応答補正比率の算出	別紙 2-77
2.7.3 断面の評価部位の選定	別紙 2-80
2.7.4 断面の評価方法	別紙 2-83
2.7.5 断面の評価結果	別紙 2-85
2.8 検討のまとめ	別紙 2-87
3. 局所応答による影響検討	別紙 2-88
4. 3次元FEMモデルを用いた精査のまとめ	別紙 2-89

別紙 2-1 3次元的な応答特性を考慮した燃料取替階ブローアウトパネルの評価について

1. 3次元FEMモデルを用いた精査の概要

VI-2-12「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」において、応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」という特性より、3次元応答特性が想定される部位として抽出した原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）について、3次元FEMモデルによる精査を行う。

面外応答の影響については質点系モデルでは評価できない応答のため、「NS2-補-023-13地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、3次元FEMモデルによる詳細評価を実施し、耐震性への影響を確認するとともに、評価結果をVI-2-12「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に反映することとした。

本資料では、精査の概要及び精査の結果を示す。

3次元FEMモデルによる精査に用いる地震動を表1-1に示す。

表1-1 評価に用いる地震動

対象			評価に用いる地震動
耐震評価部位		建物・構築物	
壁	一般部 (燃料取替階レベル)	原子炉建物	基準地震動 S_s^*

注記*：3次元FEMモデルによる応答補正比率の算出は、線形解析のため弾性設計用地震動 S_d を用いることとし、入力地震動の組合せは、表2-3に示すとおりとする。

2. 原子炉建物の壁の面外慣性力による影響検討

2.1 検討の概要

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の評価として、面内方向の荷重に加え面外慣性力の影響の可能性のある原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）について、地震動を水平 2 方向及び鉛直方向に入力した場合の検討を実施する。

原子炉建物は、中央部に地上 4 階、地下 2 階建てで平面寸法が 53.3m*（NS）×53.8m*（EW）の原子炉棟があり、その周囲に地上 2 階（一部 3 階）、地下 2 階建ての原子炉建物付属棟（以下「付属棟」という。）を配置した鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物である。

原子炉棟と付属棟は、一体構造で同一基礎スラブ上に設置され、本建物の平面寸法は、70.0m*（NS）×89.4m*（EW）の矩形を成している。基礎スラブ底面からの高さは 68.2m である。また、原子炉建物は隣接する他の建物と構造的に分離している。

原子炉建物の基礎は厚さ 6.0m のべた基礎で、岩盤に直接設置している。

原子炉棟の中央部には、原子炉圧力容器を収容している原子炉格納容器があり、これらの周囲は鉄筋コンクリート造の原子炉一次遮蔽壁（以下「ドライウエル外側壁」という。）で囲まれている。

原子炉棟の外壁（以下「内部ボックス壁」という。）は基礎スラブ上から屋根面まで連続しており、壁厚は地下部分で 1.9m～2.3m、地上部分では 0.45m～2.3m である。また、付属棟の外壁（以下「外部ボックス壁」という。）の壁厚は地下部分で 1.5m～1.9m、地上部分では 0.9m～1.9m である。これらの壁は建物の中心に対してほぼ対称に配置されており、開口部も少なく、建物は全体として非常に剛性の高い構造となっている。建物に加わる地震時の水平力はすべてこれらの耐震壁（ドライウエル外側壁、内部ボックス壁及び外部ボックス壁）に負担させている。

原子炉建物の概略平面図及び概略断面図を図 2-1 及び図 2-2 に示す。

注記*：建物寸法は壁外面寸法とする。

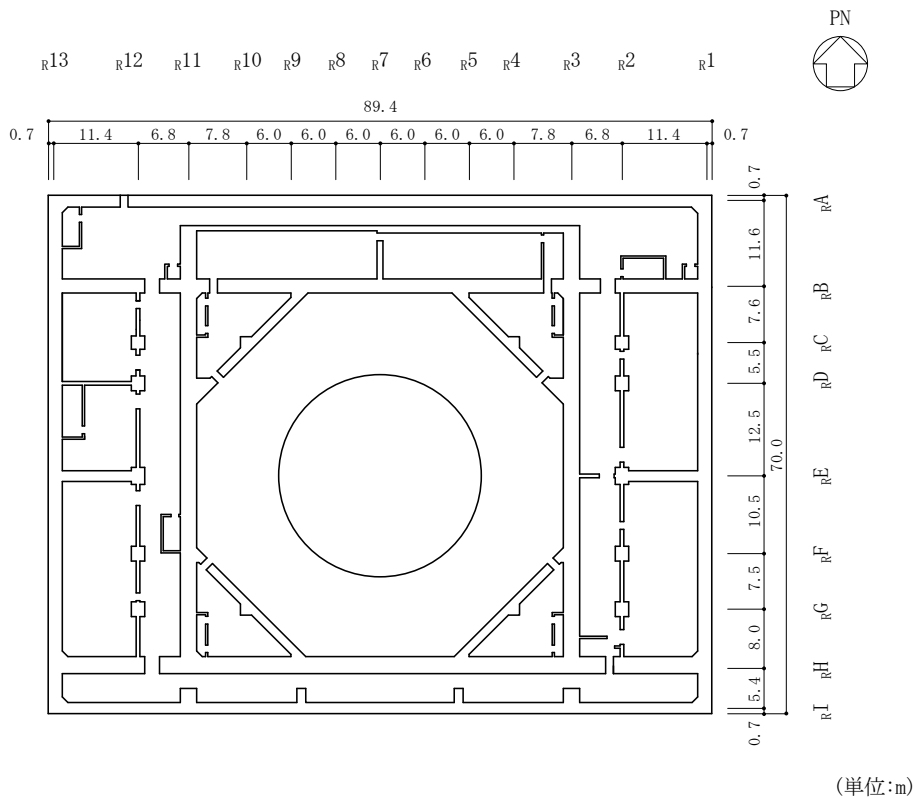


図 2-1(1) 原子炉建物の概略平面図 (EL 1.3m*)

注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

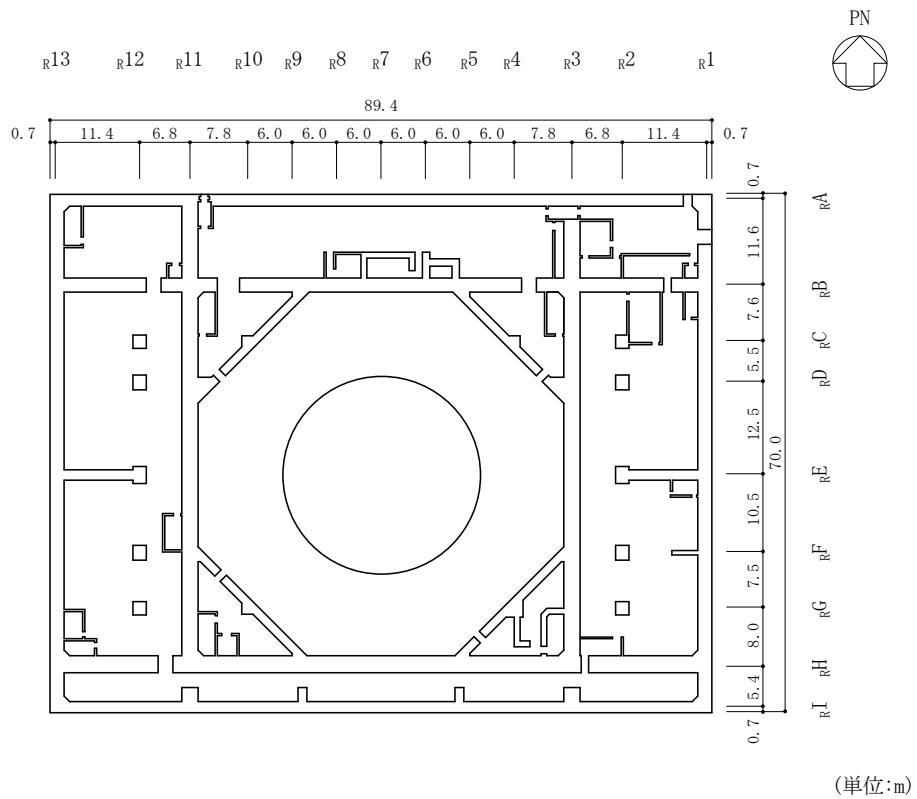


図 2-1(2) 原子炉建物の概略平面図 (EL 8.8m)

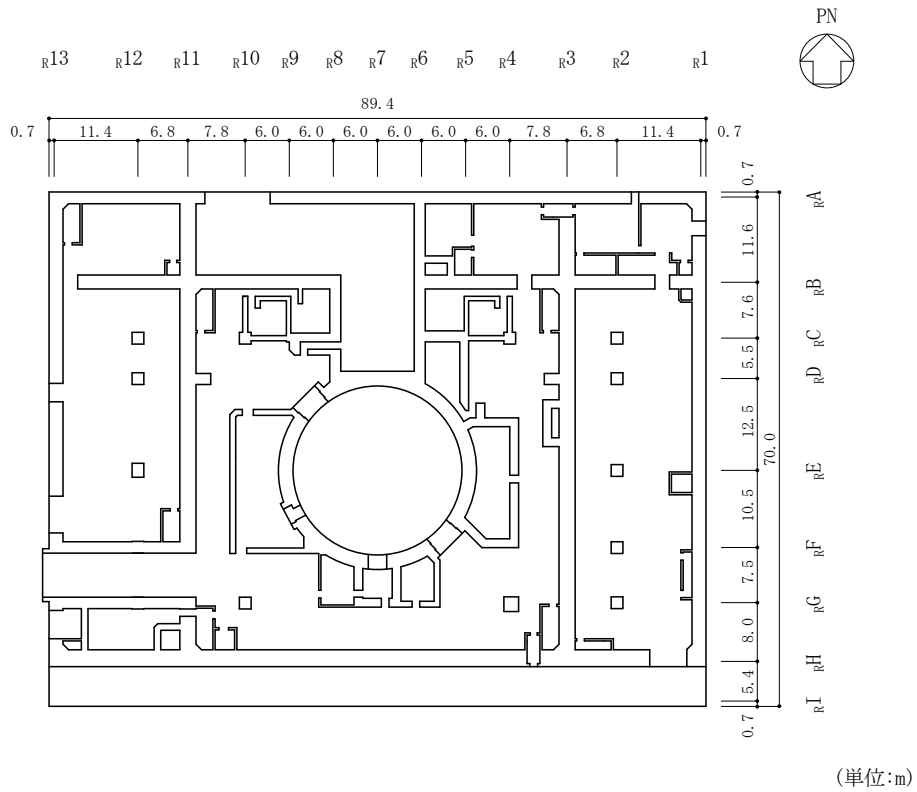


図 2-1(3) 原子炉建物の概略平面図 (EL 15.3m)

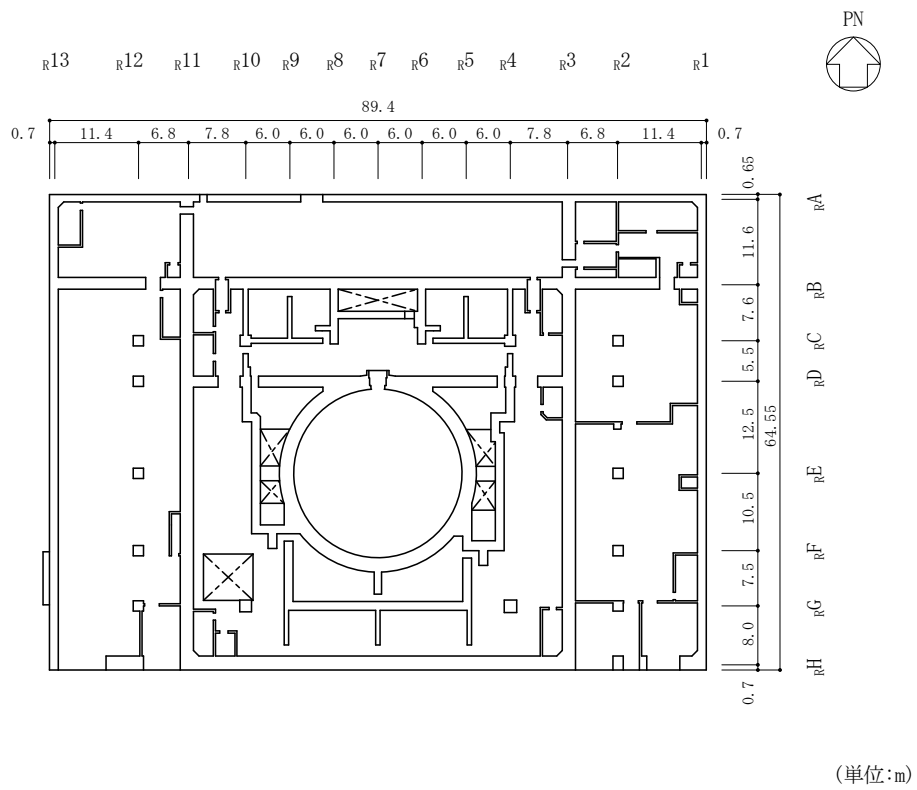


図 2-1(4) 原子炉建物の概略平面図 (EL 23.8m)

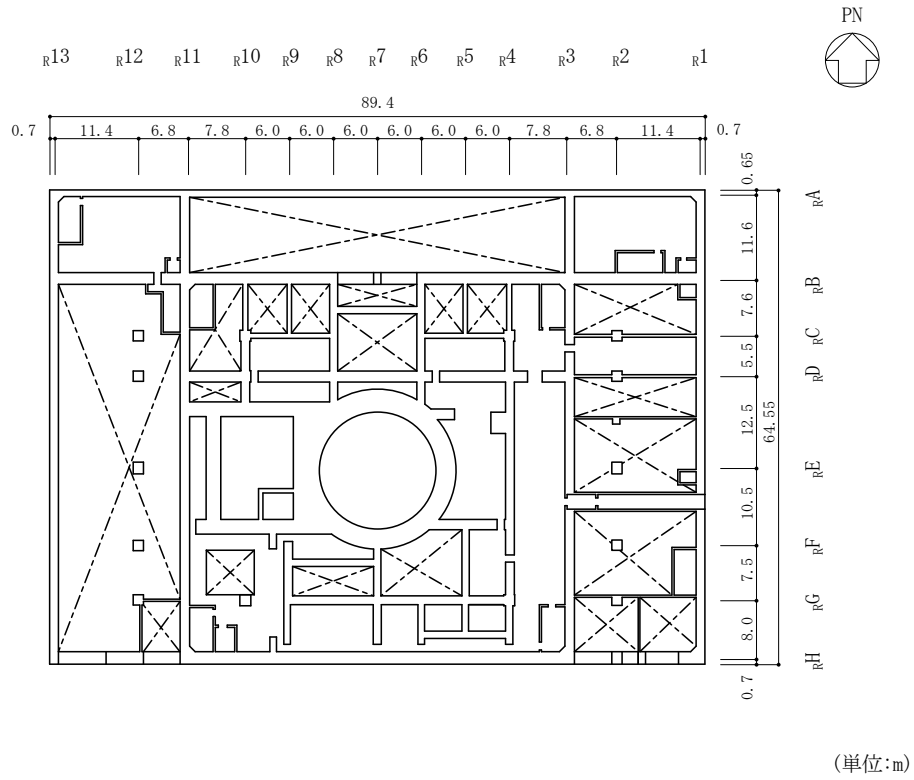


図 2-1(5) 原子炉建物の概略平面図 (EL 30.5m)

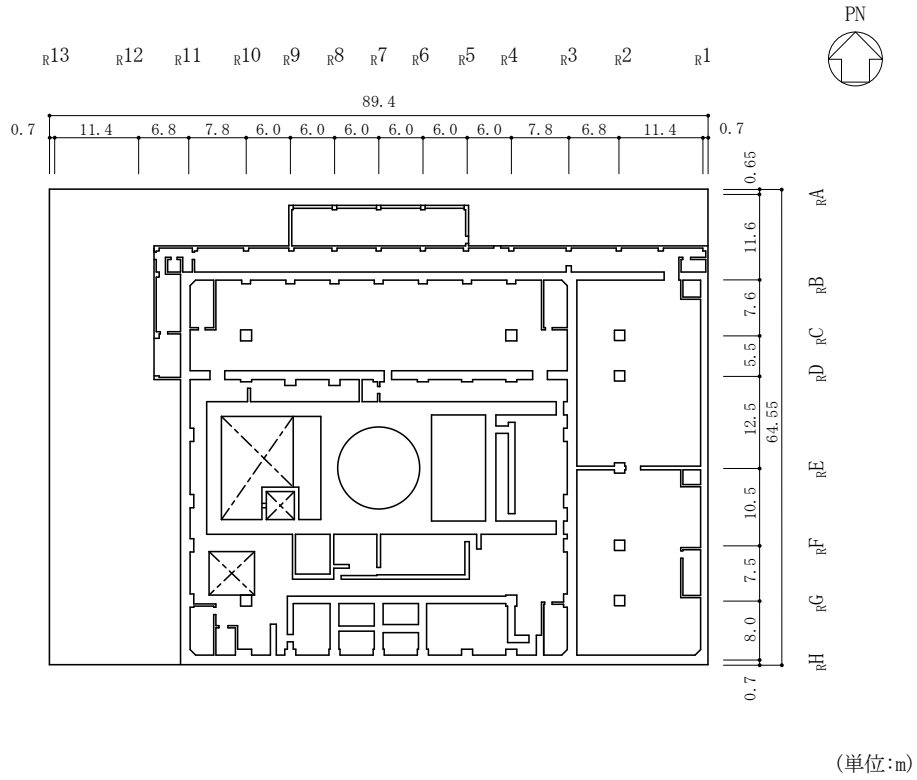


図 2-1(6) 原子炉建物の概略平面図 (EL 34.8m)

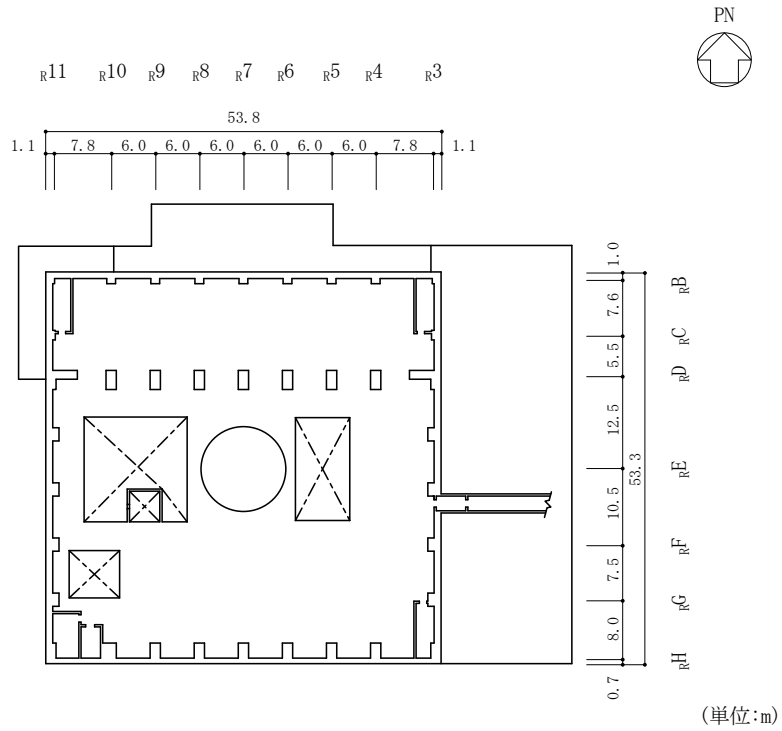


図 2-1(7) 原子炉建物の概略平面図 (EL 42.8m)

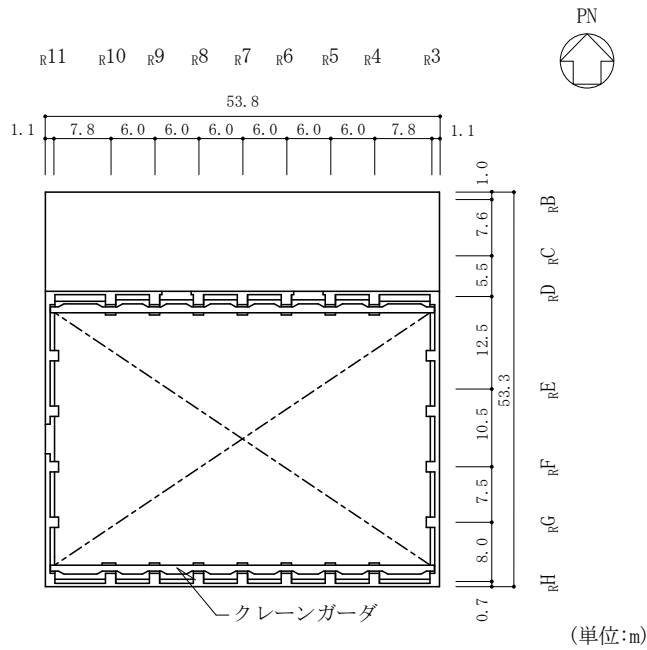


図 2-1(8) 原子炉建物の概略平面図 (EL 51.7m)

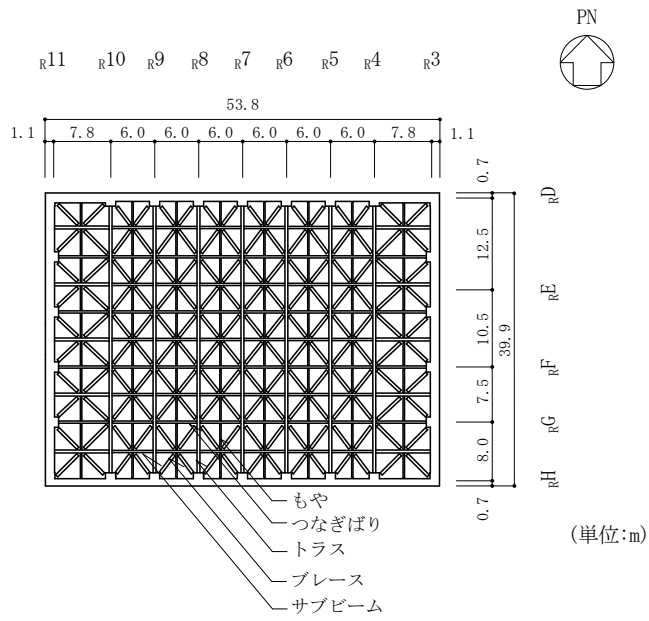


図 2-1(9) 原子炉建物の概略平面図 (EL 63.5m)

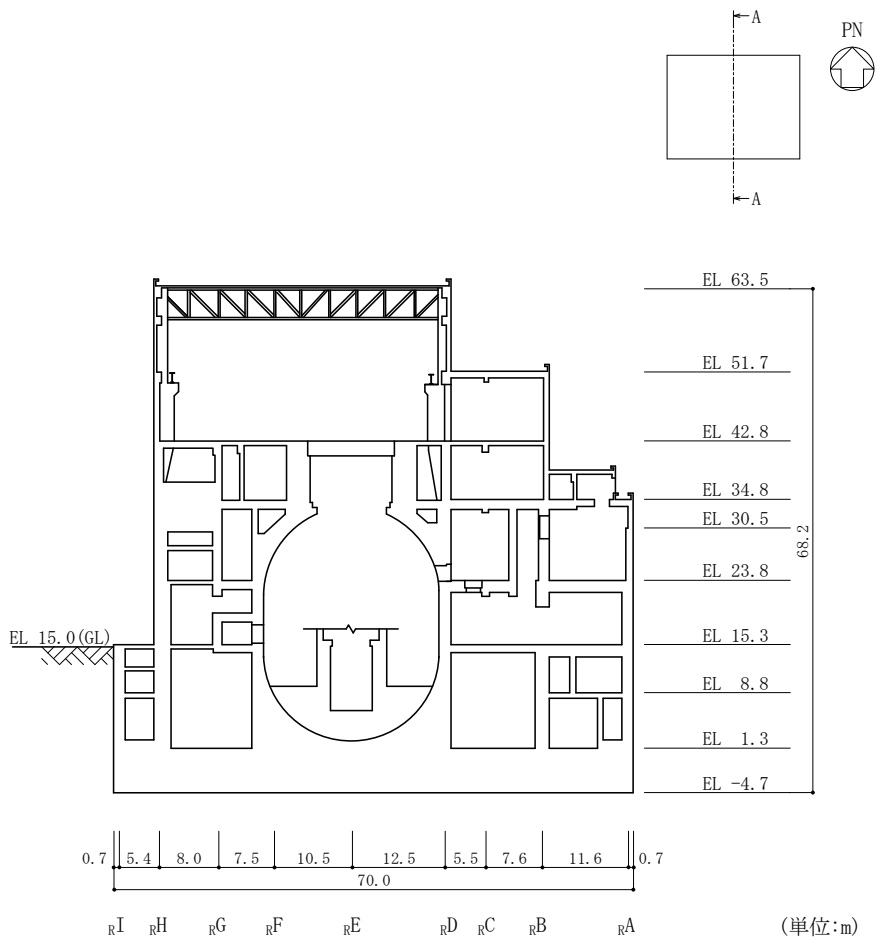


図 2-2(1) 原子炉建物の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

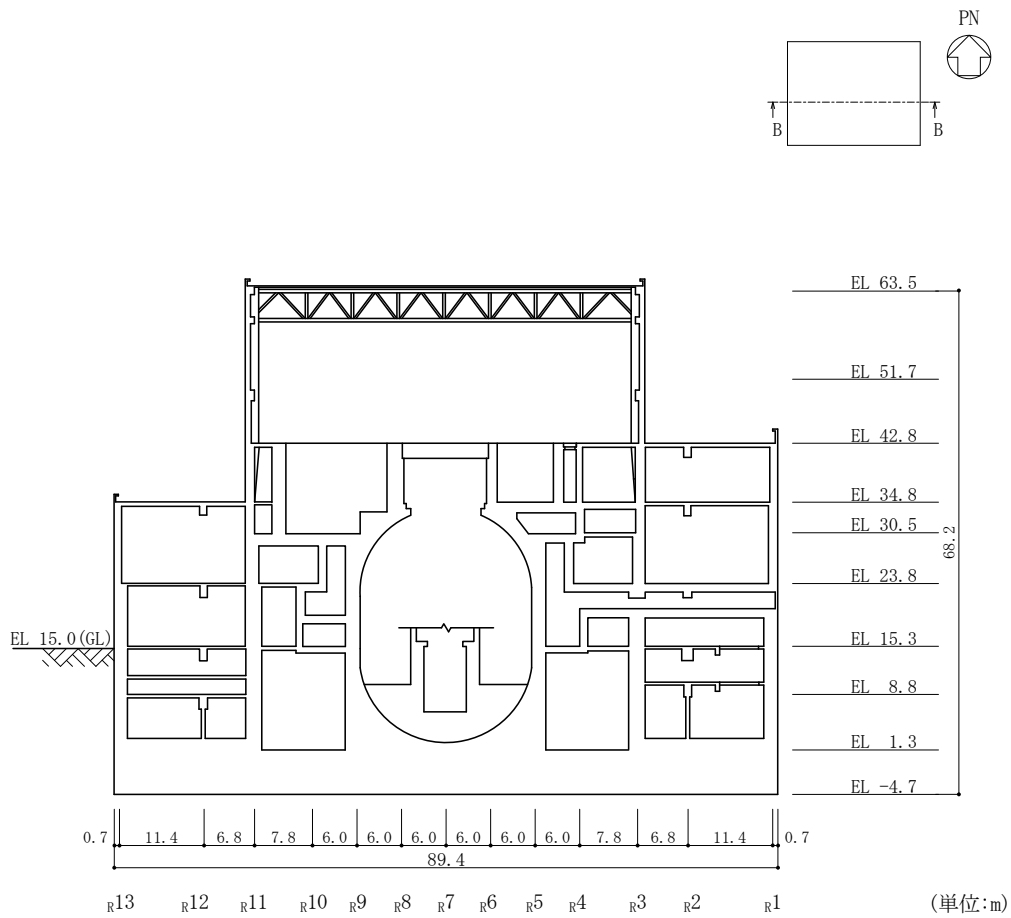


図 2-2(2) 原子炉建物の概略断面図 (B-B断面, EW方向)

2.2 検討方針

原子炉建物について、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対し、3次元FEMモデルによる地震応答解析を実施する。

原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）について、弾性設計用地震動S_dに対する地震応答解析により得られた最大応答加速度の分布から、面外慣性力の影響を確認する。また、水平1方向の入力に対する最大応答加速度と3方向同時入力による最大応答加速度を比較し、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を確認する。

3次元FEMモデルによる最大応答加速度の分布から面外慣性力の影響を把握したうえで、原子炉建物の壁を部分的に抽出し、保守的な静的応力解析モデルに置き換える。面外慣性力による面外応力に対して断面の評価を行い、面外慣性力の影響を確認する。

S_s地震時の評価については、S_s地震時の面外慣性力に対して鉄筋に生じる応力度が弾性範囲内であることを確認することで、面内に生じるせん断ひずみの評価に対して面外慣性力の影響が小さいことを確認する。

S_d地震時の評価については、S_d地震時に生じる面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合に発生する応力が許容限界を超えないことを確認する。

許容限界については、面外曲げモーメントにより生じる壁主筋の発生応力が、「平12建告第2464号」に基づきF値に1.1倍の割増しを考慮した弾性限強度を超えないこととする。また、面外せん断力については、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 制定）」に基づく短期許容面外せん断力を超えないこととする。

3次元FEMを用いた精査の評価フローを図2-3に示す。

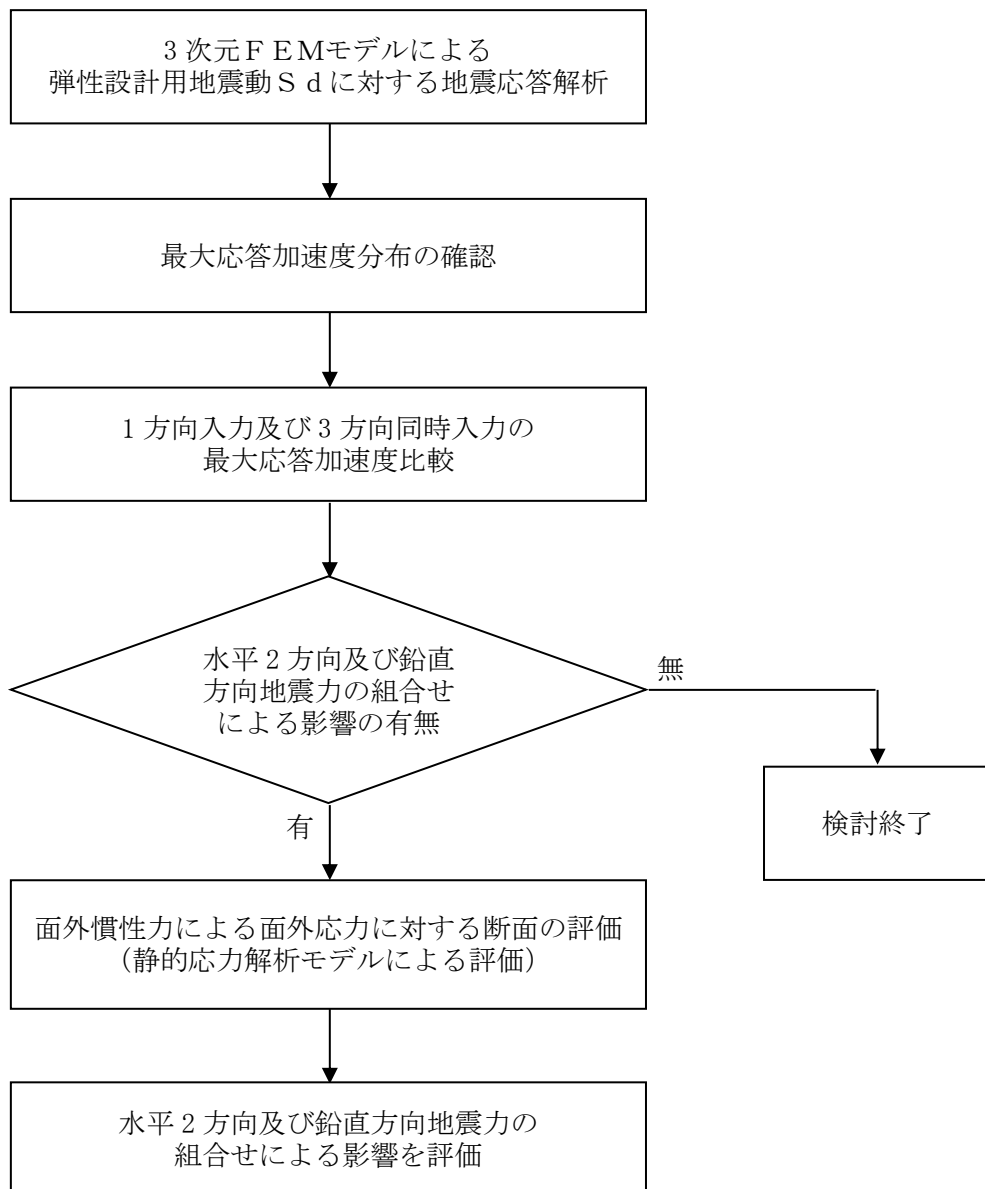


図 2-3 3次元FEMを用いた精査の評価フロー

2.3 解析モデル

原子炉建物の3次元FEMモデル図を図2-4に示す。

3次元FEMモデルで設定する各部材の要素タイプは、以下のとおりである。

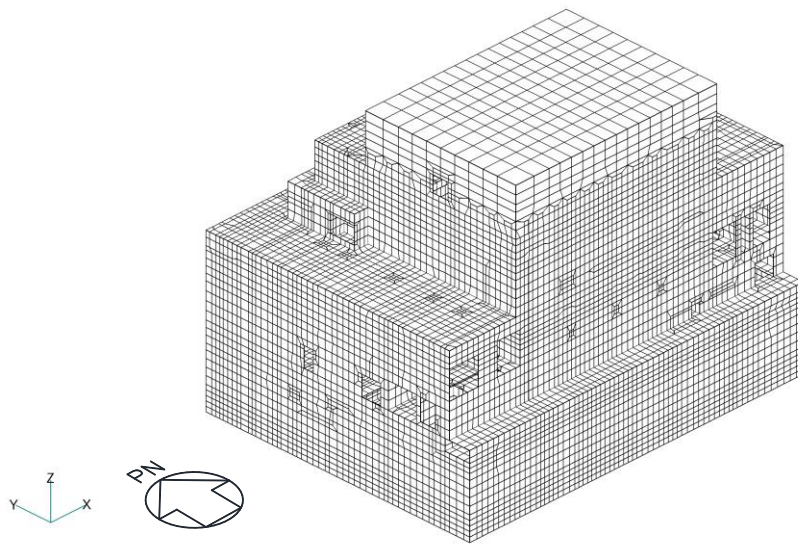
床スラブ・壁はシェル要素（約43700要素）とし、基礎スラブは、ソリッド要素（約19400要素）とする。柱、はり、屋根トラスのうち主トラス及びサブトラスの上下弦材、母屋並びにサブビームについてははり要素（約5200要素）とする。屋根トラスのうち主トラス及びサブトラスの斜材・束材並びに水平ブレースはトラス要素（約400要素）とする。

また、壁・床の開口部については、主要な部分のみモデル化する。

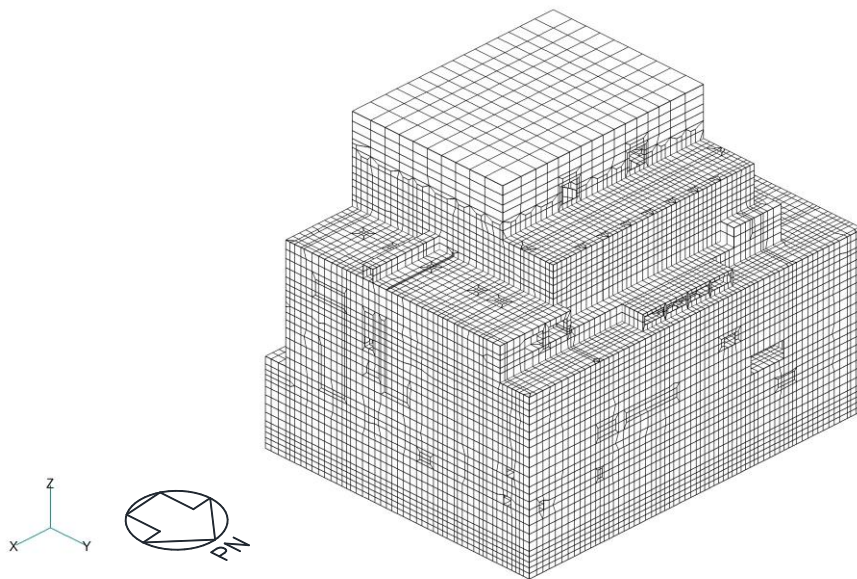
要素の大きさは、各スラブの上面レベルと対応する位置に節点を設け、鉛直方向にはフロア間を3分割以上、水平方向は通り芯間の3分割以上を目安とする。（解析モデルの詳細は、別紙3「原子炉建物3次元FEMモデルによる地震応答解析」に示す。）

検討に用いる解析モデルの諸条件は、表2-1に示すとおり、建物模擬モデル（3次元FEM）とし、使用材料の物性値を表2-2に示す。

地震応答解析には、解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。

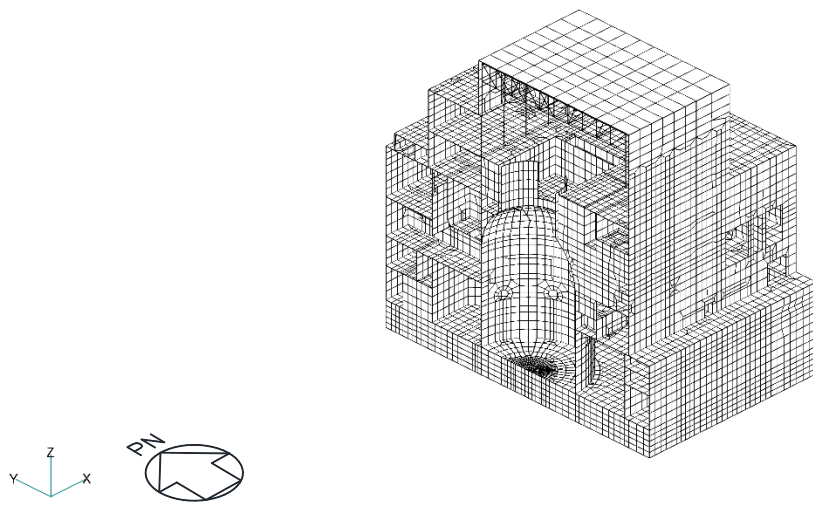


(a) 建物全景（南西面）

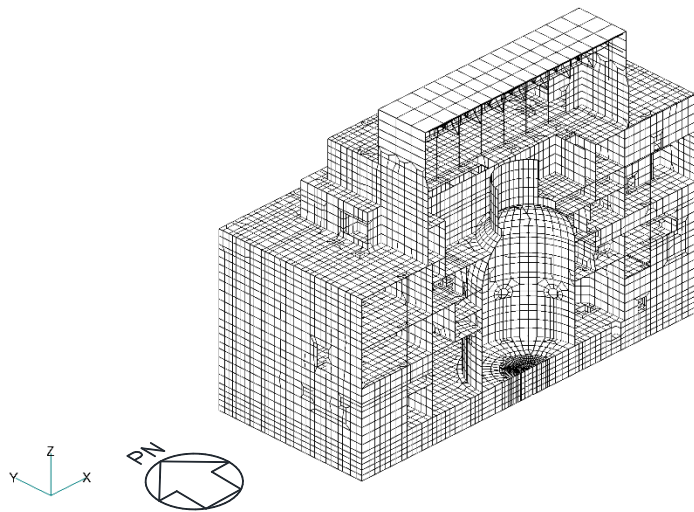


(b) 建物全景（北東面）

図 2-4(1) 3次元FEMモデル図



(c) N S断面図



(d) E W断面図

図 2-4(2) 3次元FEMモデル図

表 2-1 解析モデルの諸条件

モデル	床のモデル化	コンクリート剛性の設定	地盤のモデル化
建物模擬モデル	床柔	実強度	相互作用考慮

表 2-2 使用材料の物性値

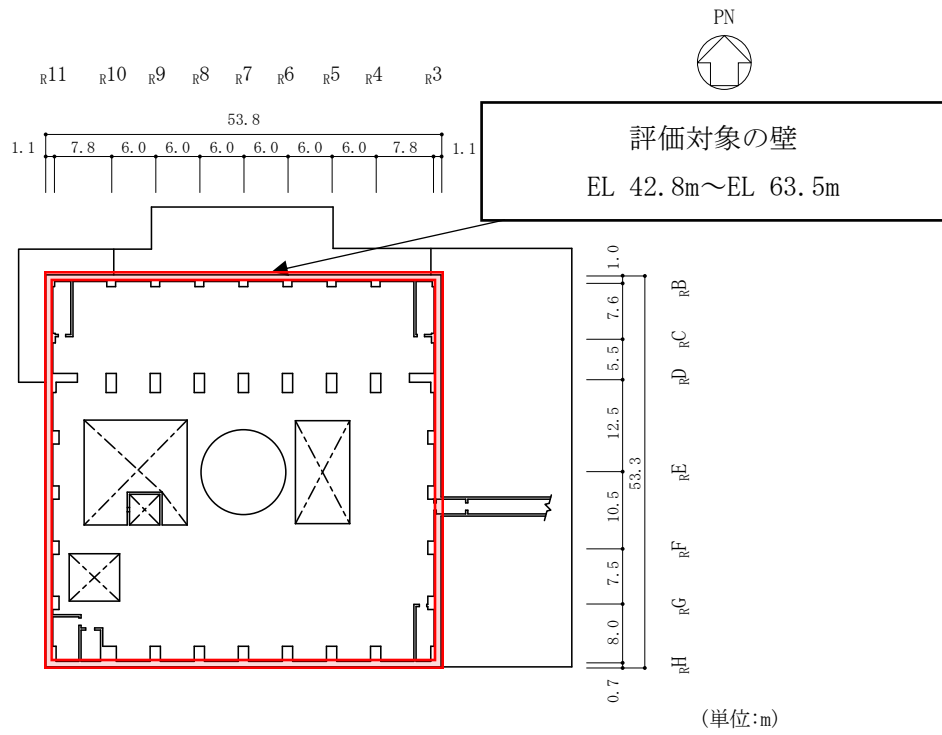
使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断 弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： 実強度 1.6Fc (37.6 (N/mm ²)) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.63×10 ⁴	1.10×10 ⁴	5	—
鉄骨： SS41 (SS400 相当) SM50A (SM490 相当)	2.05×10 ⁵	7.90×10 ⁴	2	屋根トラス

2.4 地震応答解析の概要

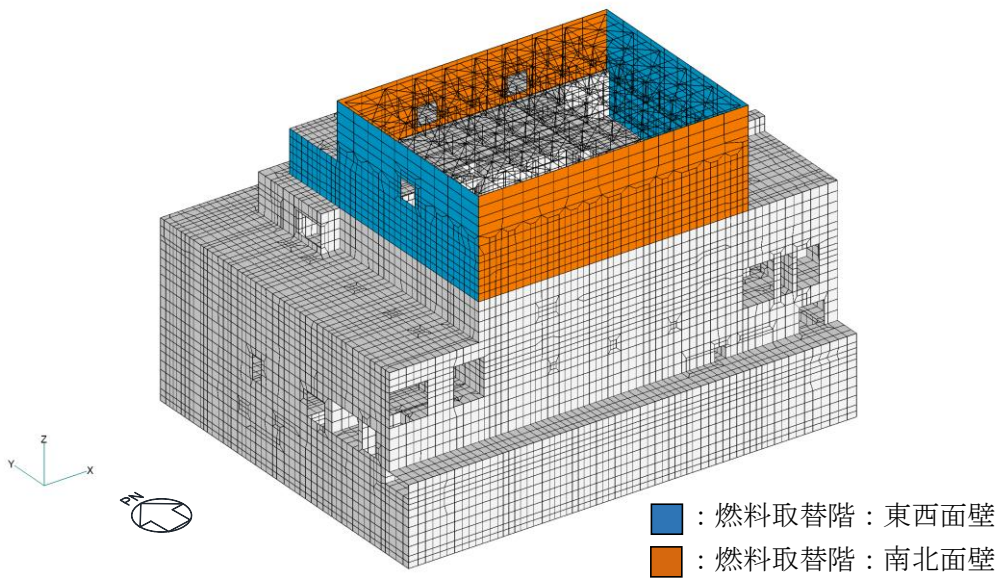
3次元FEMモデルを用いて、弾性設計用地震動S_dに対する地震応答解析を実施する。地震応答解析は線形解析とし、周波数応答解析とする。

床応答評価位置は、原子炉建物のEL 42.8m～EL 63.5mとする。応答評価部位を図2-5に、応答評価対象位置及び節点番号図を図2-6に示す。

3次元FEMモデルは線形解析モデルであることから、入力する地震動は弾性設計用地震動S_dとし、水平2方向の地震力による影響評価は、弾性設計用地震動S_dを水平2方向に入力して算定した地震力に基づき実施する。地震動の組合せを表2-3に示す。

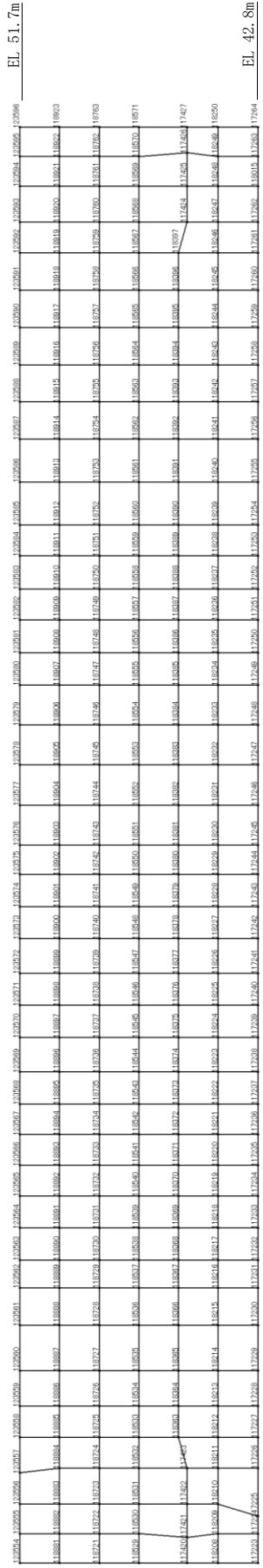


(a) 概略平面図

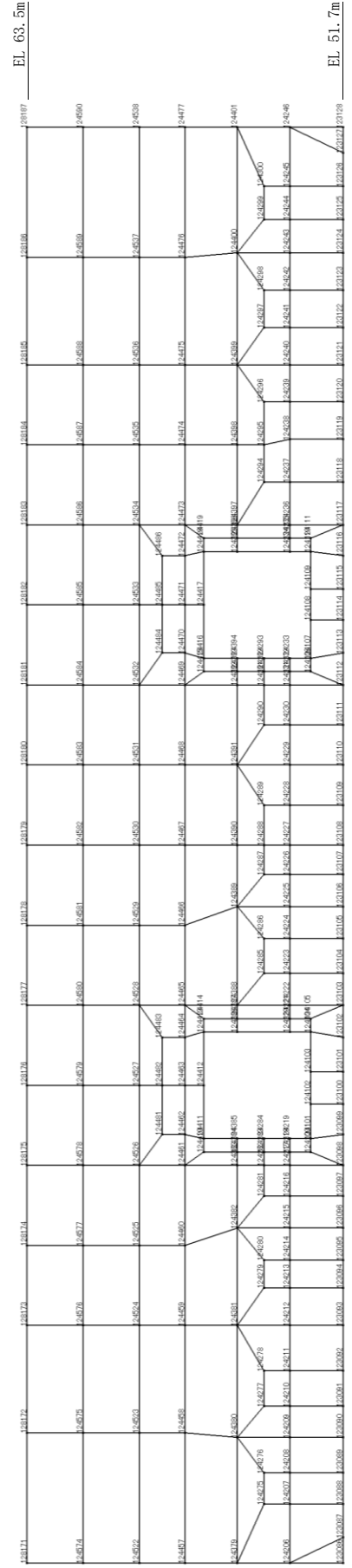


(b) 3次元FEMモデル

図2-5 応答評価部位

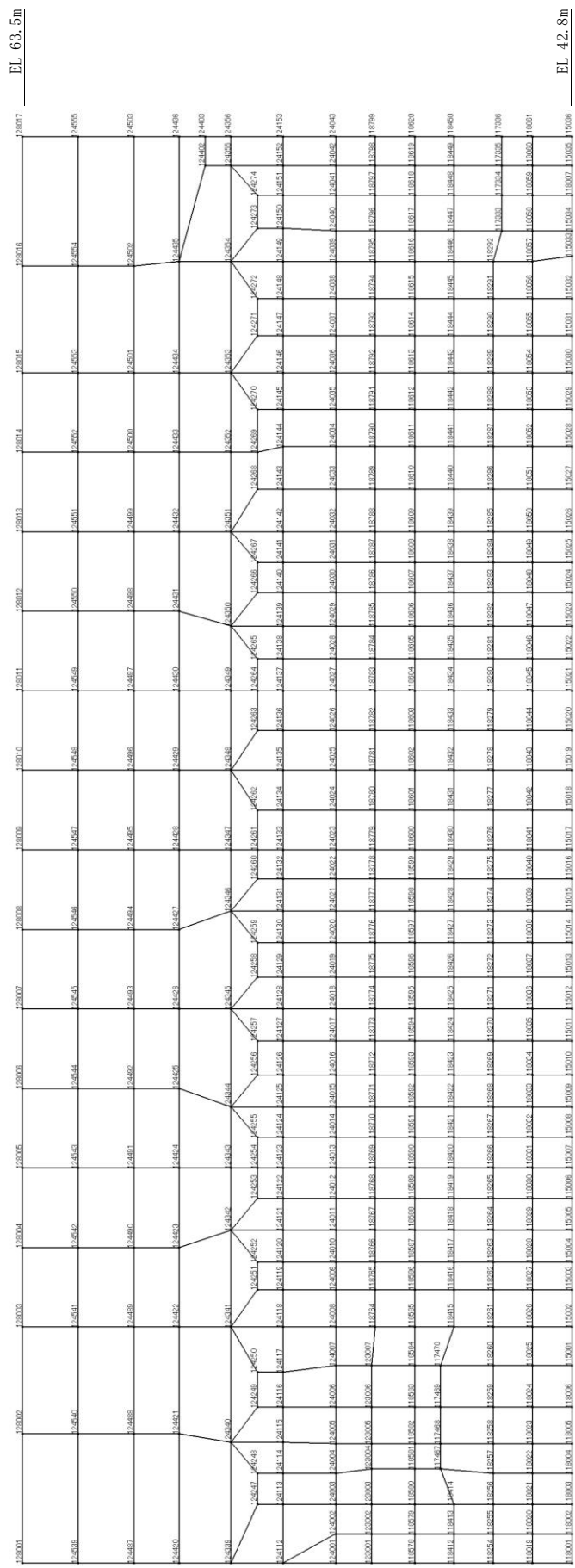


(a) 北面壁 (R B通り)



(b) 北面壁 (R D通り)

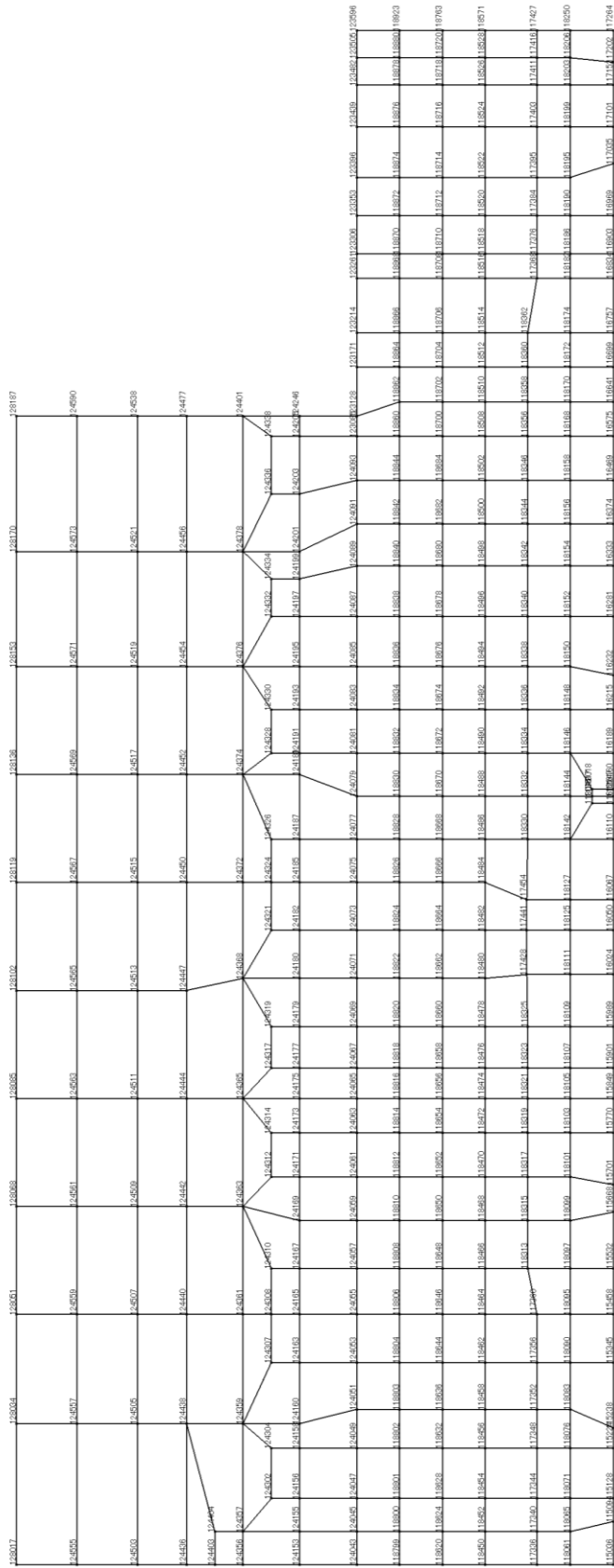
図 2-6(1) 心答評価対象位置及び節点番号図



(c) 南面壁 (RH通り)

図 2-6(2) 応答評価対象位置及び節点番号図

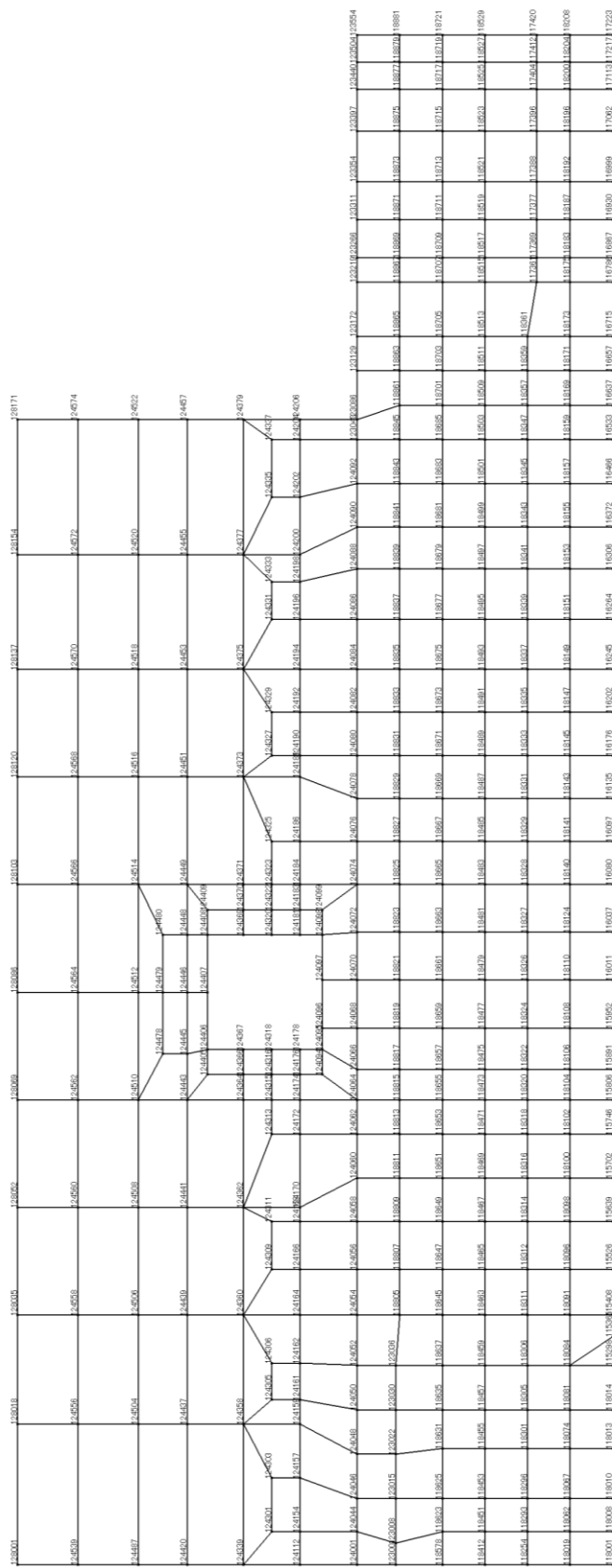
EL. 63.5m



(d) 東面壁 (R 3 通り)

図 2-6(3) 応答評価対象位置及び節点番号図

EL. 63.5m



EL. 51.7m

(e) 西面壁 (R 1 1 通り)

図 2-6(4) 応答評価対象位置及び節点番号図

EL. 42.8m

表 2-3 入力地震動の組合せ

(a) 北面壁及び南面壁の応答評価時

地震動	地震動の入力方法	NS方向	EW方向	鉛直方向
S d - D	水平1方向入力	S d - DH	-	-
	3方向同時入力	S d - DH	S d - D p ^{*1}	S d - DV
S d - F 1	水平1方向入力	S d - F 1 NS	-	-
	3方向同時入力	S d - F 1 NS	S d - F 1 EW	S d - F 1 V
S d - F 2	水平1方向入力	S d - F 2 NS	-	-
	3方向同時入力	S d - F 2 NS	S d - F 2 EW	S d - F 2 V
S d - N 1	水平1方向入力	S d - N 1 H	-	-
	3方向同時入力	S d - N 1 H	S d - N 1 p ^{*2}	S d - N 1 V
S d - N 2 NS	水平1方向入力	S d - N 2 NS	-	-
	3方向同時入力	S d - N 2 NS	S d - N 2 EW	S d - N 2 V
S d - N 2 EW	水平1方向入力	S d - N 2 EW	-	-
	3方向同時入力	S d - N 2 EW	S d - N 2 NS	S d - N 2 V
S d - 1	水平1方向入力	S d - 1 H	-	-
	3方向同時入力	S d - 1 H	S d - 1 p ^{*3}	S d - 1 V

(b) 東面壁及び西面壁の応答評価時

地震動	地震動の入力方法	NS方向	EW方向	鉛直方向
S d - D	水平1方向入力	-	S d - D p ^{*1}	-
	3方向同時入力	S d - DH	S d - D p ^{*1}	S d - DV
S d - F 1	水平1方向入力	-	S d - F 1 EW	-
	3方向同時入力	S d - F 1 NS	S d - F 1 EW	S d - F 1 V
S d - F 2	水平1方向入力	-	S d - F 2 EW	-
	3方向同時入力	S d - F 2 NS	S d - F 2 EW	S d - F 2 V
S d - N 1	水平1方向入力	-	S d - N 1 p ^{*2}	-
	3方向同時入力	S d - N 1 H	S d - N 1 p ^{*2}	S d - N 1 V
S d - N 2 NS	水平1方向入力	-	S d - N 2 NS	-
	3方向同時入力	S d - N 2 EW	S d - N 2 NS	S d - N 2 V
S d - N 2 EW	水平1方向入力	-	S d - N 2 EW	-
	3方向同時入力	S d - N 2 NS	S d - N 2 EW	S d - N 2 V
S d - 1	水平1方向入力	-	S d - 1 p ^{*3}	-
	3方向同時入力	S d - 1 H	S d - 1 p ^{*3}	S d - 1 V

注記*1：基準地震動S s - Dの設計用応答スペクトルに適合するよう、位相を変えた模擬地震波に0.5を乗じて設定した地震波。

*2：2004年北海道留萌支庁南部地震の記録を用いて求めた基盤地震動（NS方向）を0.5倍した地震波。

*3：弾性設計用地震動S d - 1の設計用応答スペクトルに適合するよう、位相を変えた模擬地震波。

2.5 地震応答解析結果

3次元FEMモデルを用いて、弾性設計用地震動S_dに対する地震応答解析を実施した。

原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）について、3方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布を図2-7及び図2-8に示す。3方向同時入力における壁面外方向最大応答加速度は、平面的に中央部で面外にはらむような加速度分布となっている。高さ方向については、東西面壁では、EL 53.68mが、南北面壁ではEL 57.60mがおおむね最大となっている。

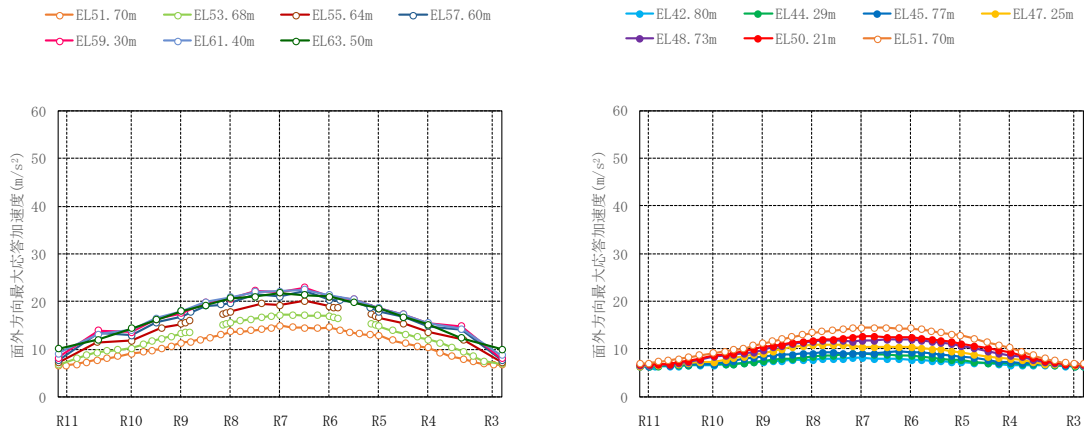
水平1方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布を図2-9及び図2-10に示す。水平1方向入力についても、3方向同時入力と同様に、平面的に中央部で面外にはらむような加速度分布となっており、高さ方向については、東西面壁ではEL 53.68mが、南北面壁ではEL 57.60mがおおむね最大となっている。

また、水平1方向入力及び3方向同時入力の最大応答加速度の比較を図2-11に示す。応答スペクトルによる地震動であるS_{d-D}及びS_{d-1}において、3方向同時入力は、水平1方向入力とおおむね同等の最大応答加速度を示し、多少の大小はあるものの、おおむね同様の分布となっている。この結果は、壁面外方向の地震動が主な影響を与えており、水平直交方向及び鉛直方向地震動は面外応答に与える影響が小さいことを示している。水平1方向入力に対する3方向同時入力の最大応答加速度の比率は、0.8~1.2程度である。

また、3方向同時入力及び水平1方向入力ともに、壁の面外方向の加速度は、南北面壁と比較して、東西面の壁に対して影響が見られる。これは、図2-12に示す3次元FEMモデルの固有値解析結果からも確認できる。全体1次（4.49Hz）は南北面の壁が全体として弓なりに変形するモード、全体3次（4.69Hz）は東西面の壁が全体として弓なりに変形するモードであり、全体3次のモードで、東西面の壁が特に面外方向にはらむようなモードとなっている。弾性設計用地震動による面外方向の最大応答加速度分布はこのようなモードの影響を含む分布形状になっていると考えられる。

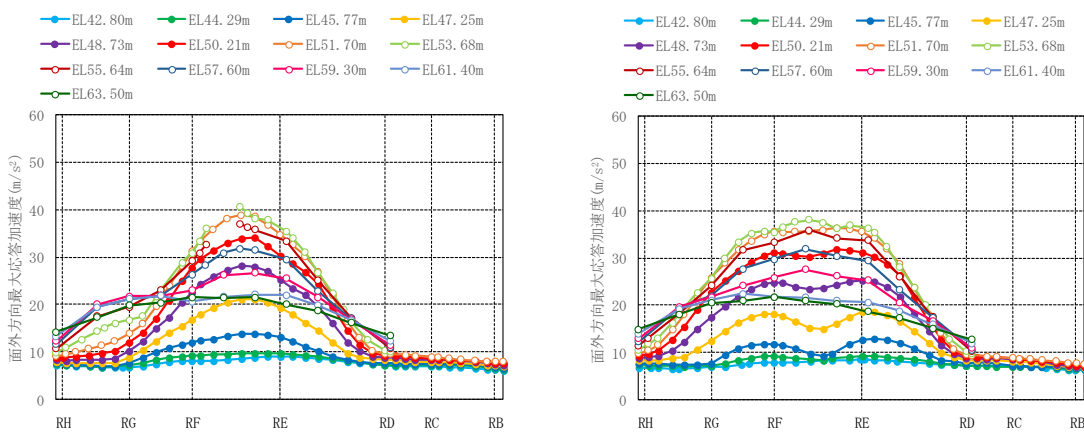
以上のことから、東西面壁を代表部位として、面外慣性力による面外応力に対する断面算定を行い、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を評価する。

なお、面外方向加速度の機器・配管系への影響については、別紙4「機器・配管系に関する影響検討」において検討を行う。



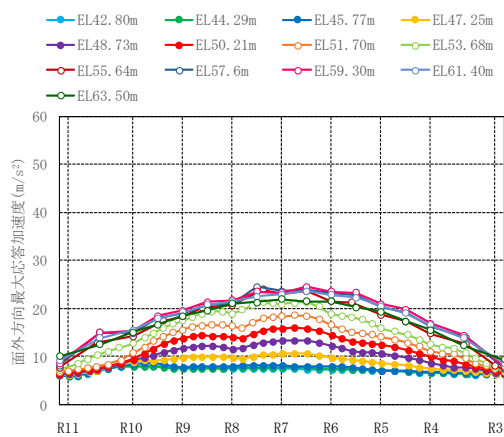
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



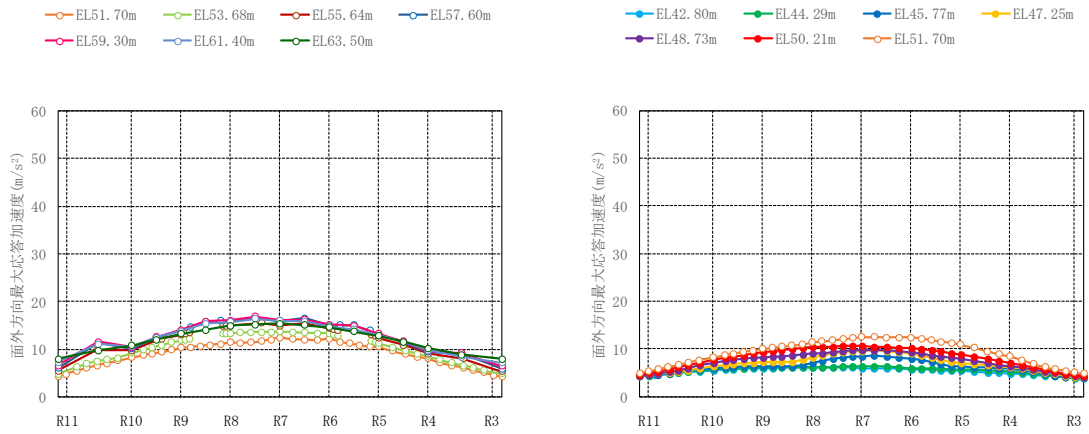
(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



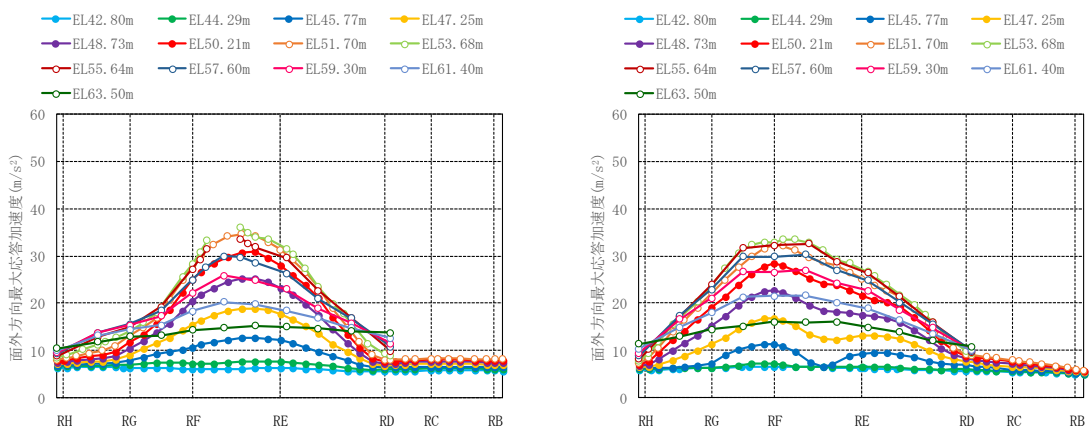
(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-7(1) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - D, 平面分布)



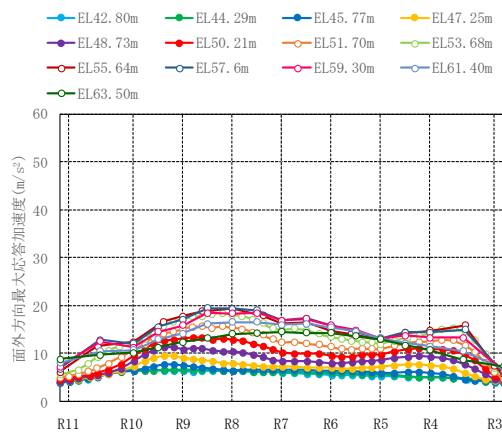
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



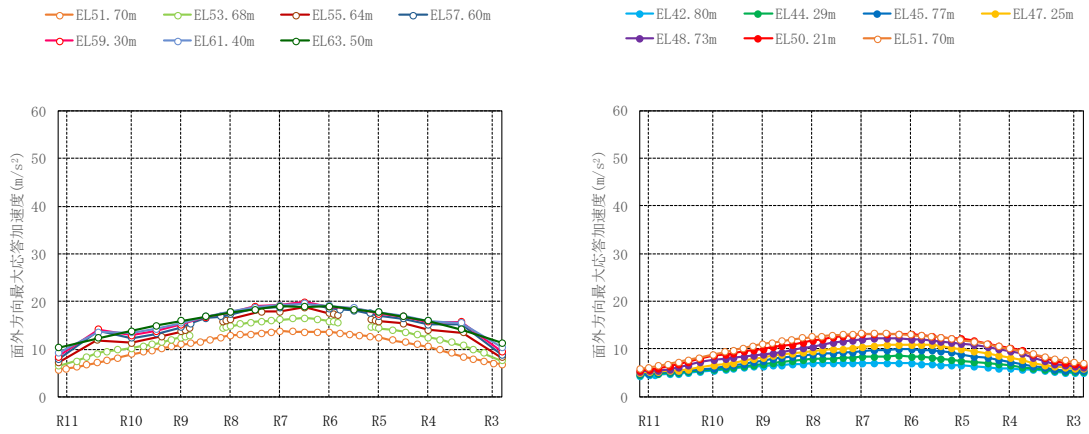
(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



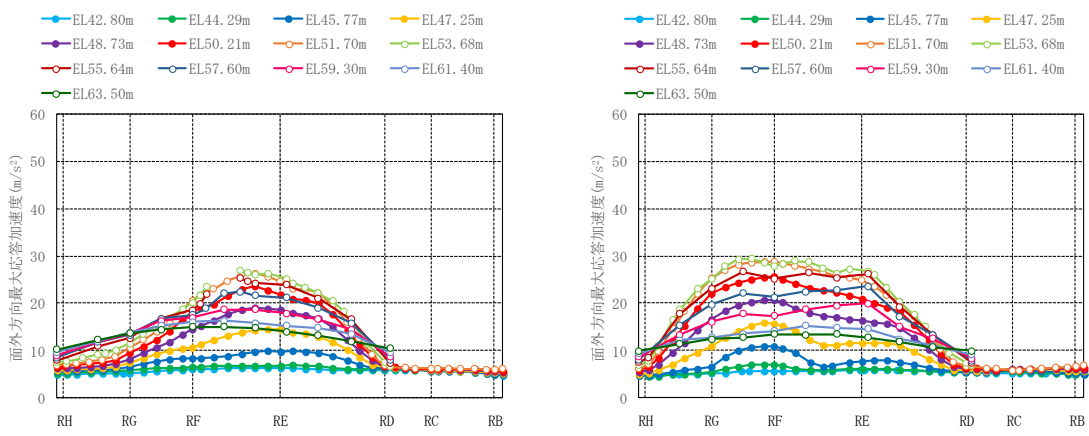
(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-7(2) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - F 1, 平面分布)



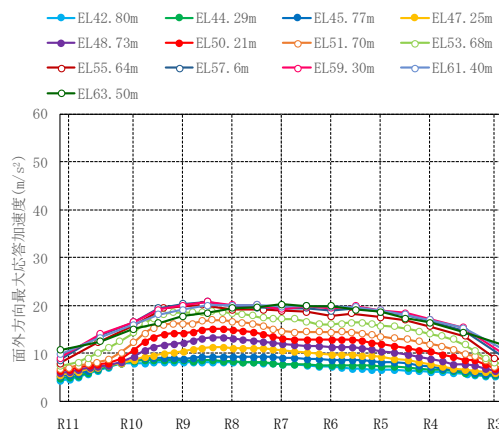
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-7(3) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - F 2, 平面分布)

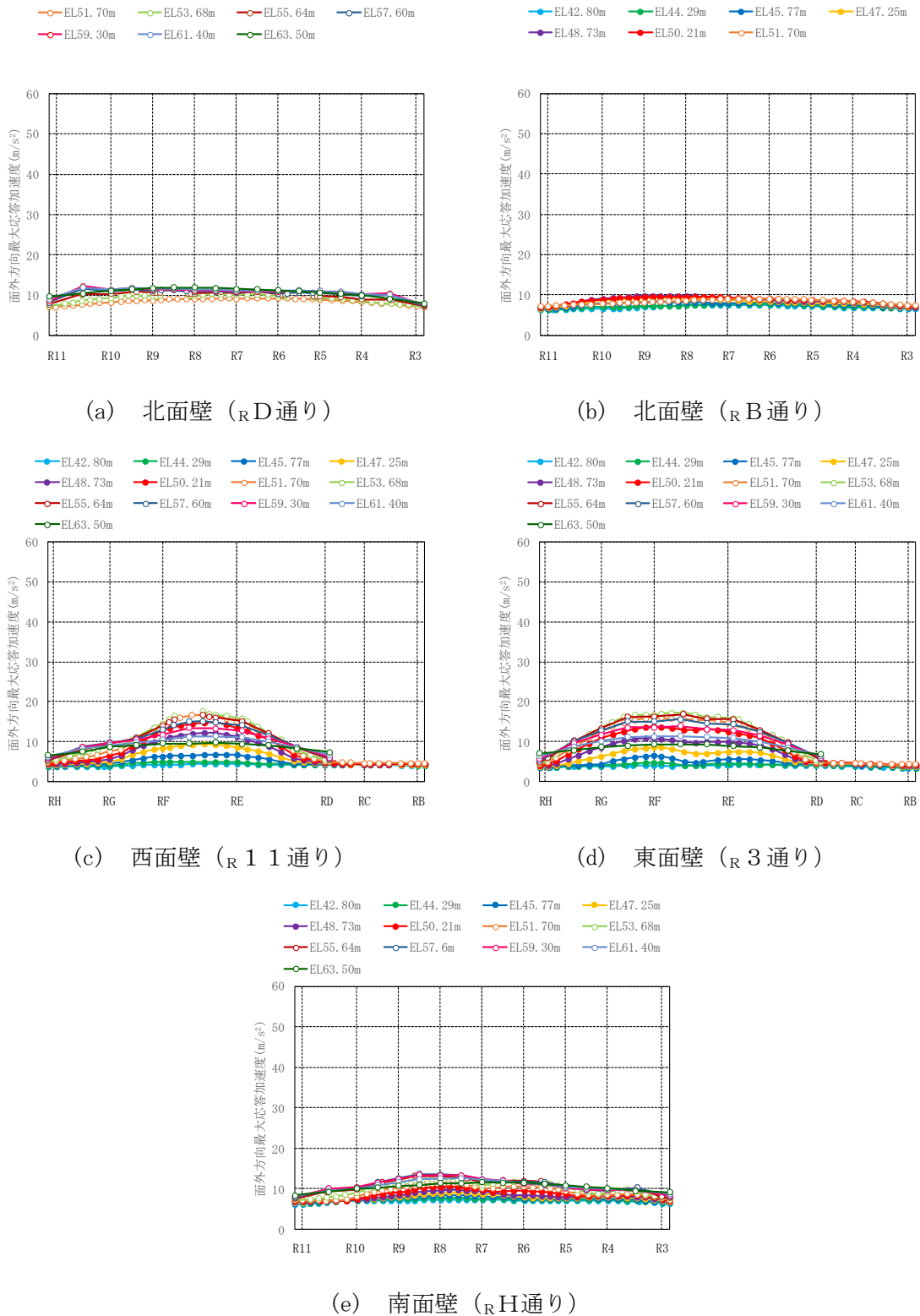


図 2-7(4) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 1, 平面分布)

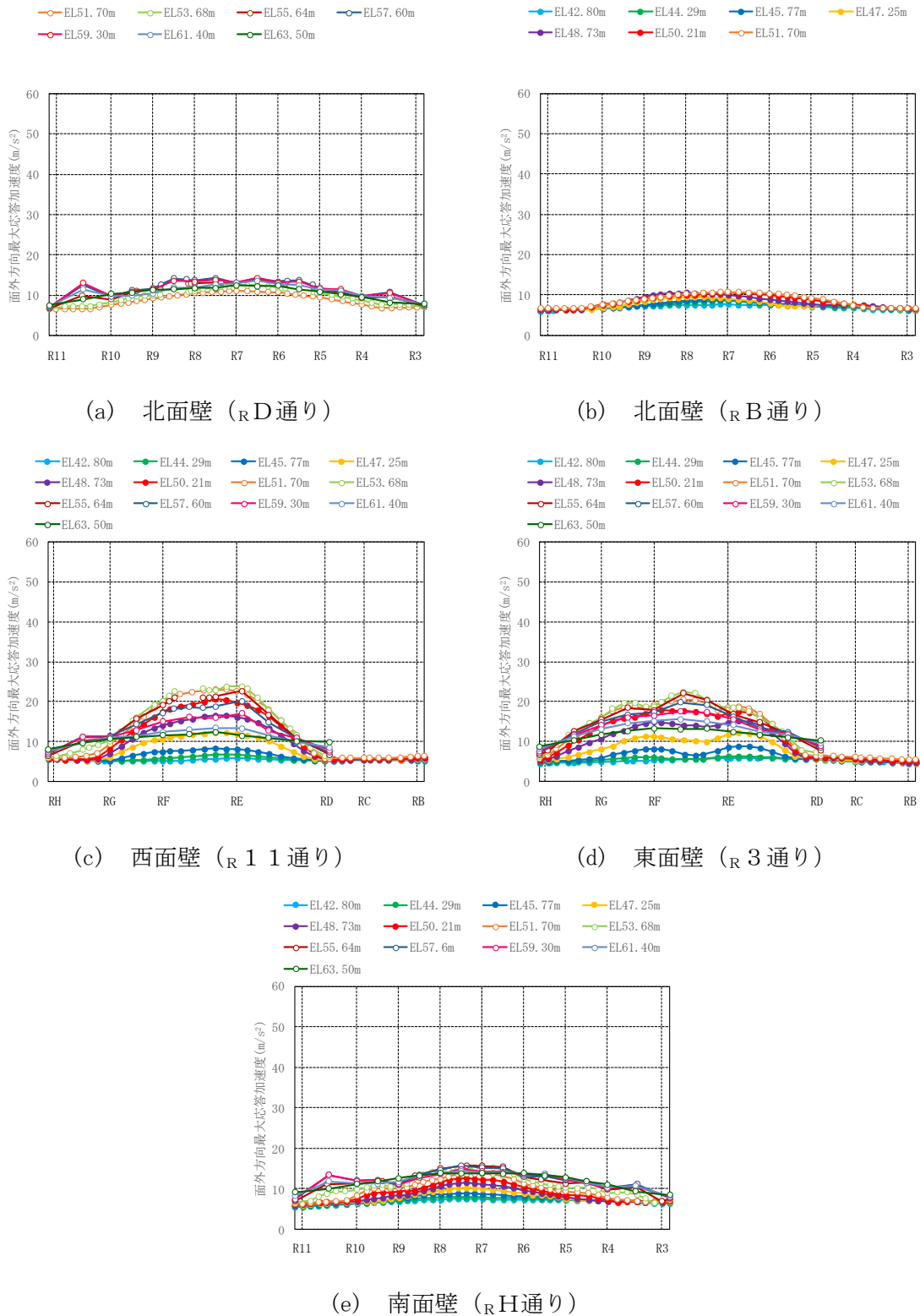
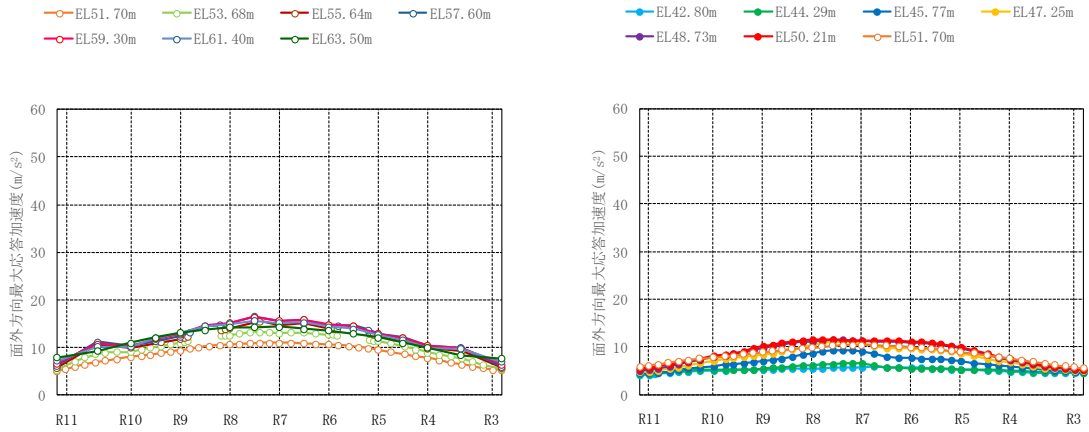
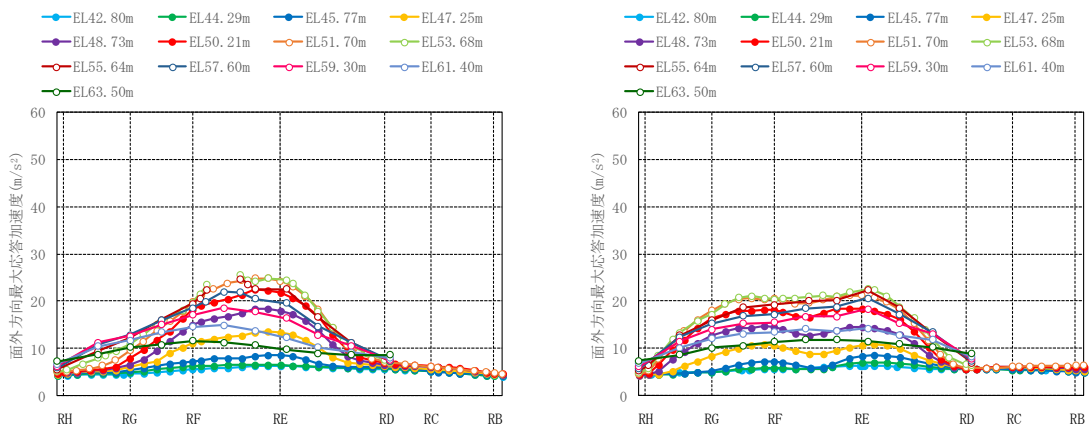


図 2-7(5) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 2 N S, 平面分布)



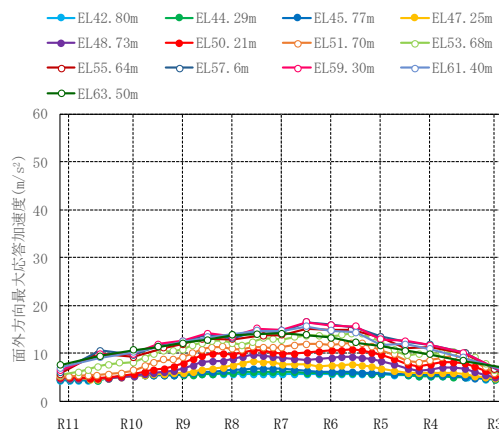
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



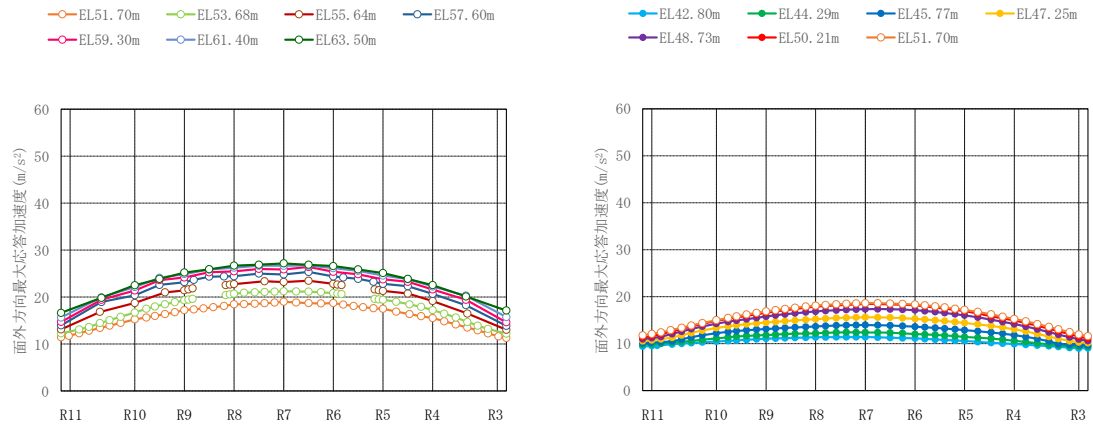
(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



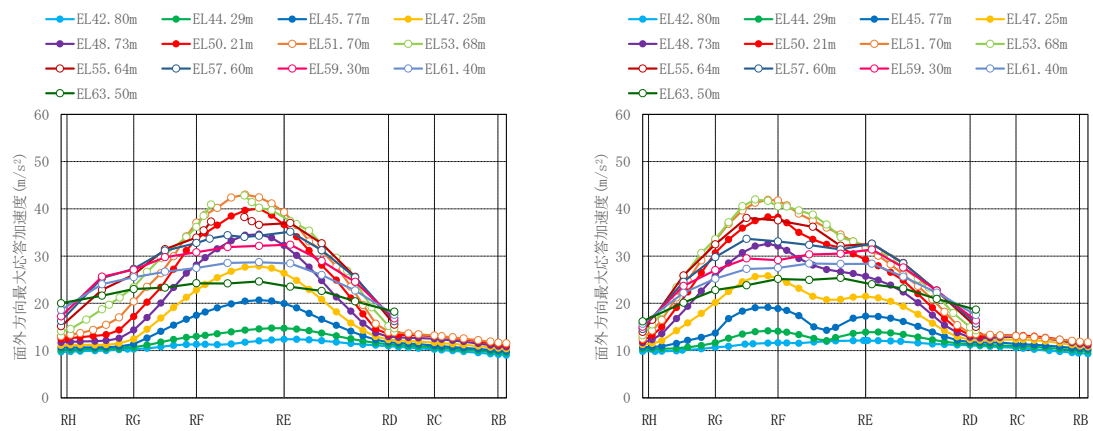
(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-7(6) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 2 EW, 平面分布)



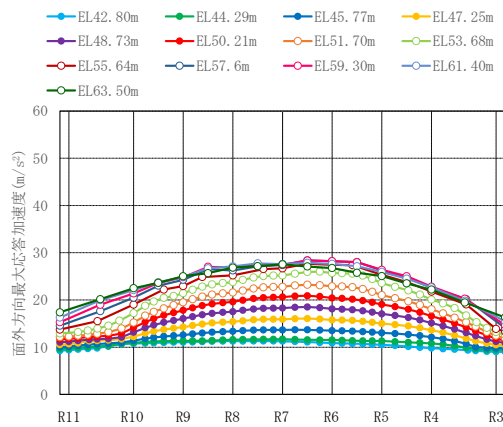
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



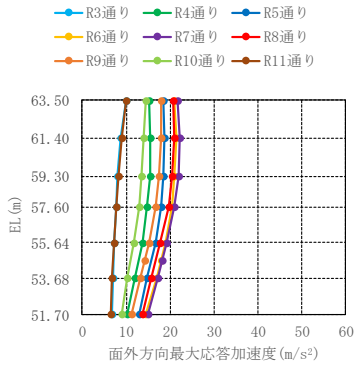
(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)

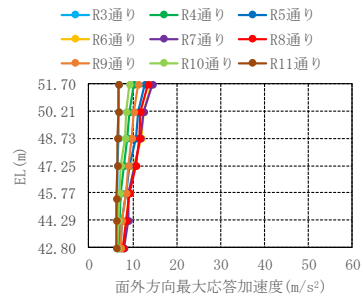


(e) 南面壁 (R H 通り)

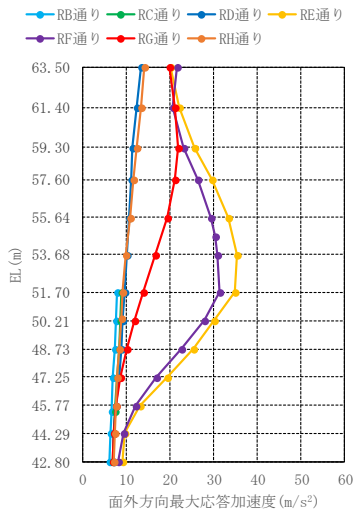
図 2-7(7) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布
(S d - 1, 平面分布)



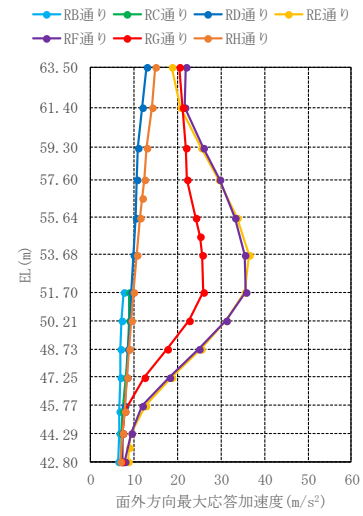
(a) 北面壁 (RD通り)



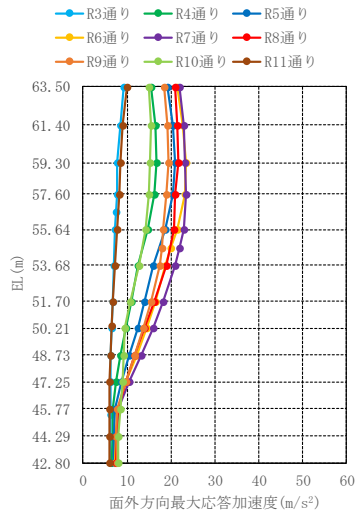
(b) 北面壁 (RB通り)



(c) 西面壁 (R11通り)

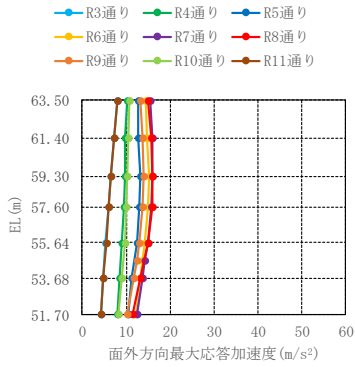


(d) 東面壁 (R3通り)

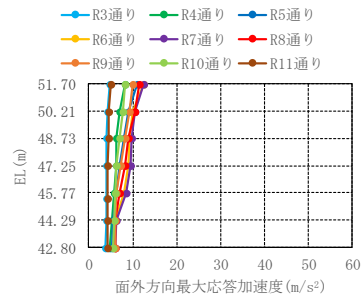


(e) 南面壁 (RH通り)

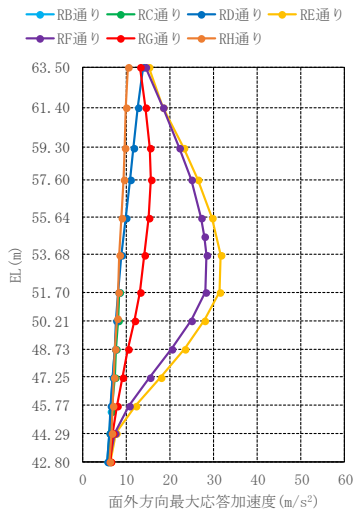
図 2-8(1) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - D, 断面分布)



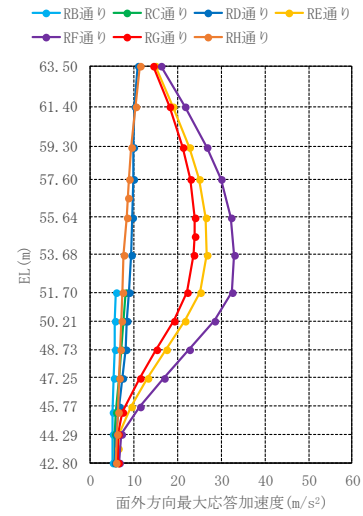
(a) 北面壁 (RD通り)



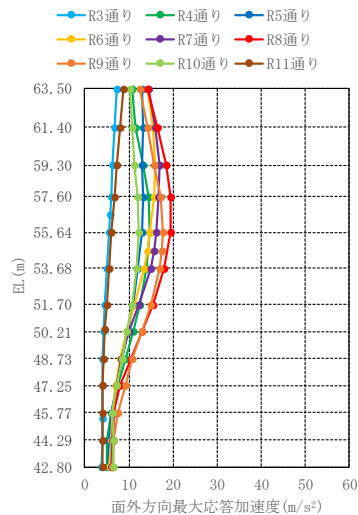
(b) 北面壁 (RB通り)



(c) 西面壁 (R11通り)

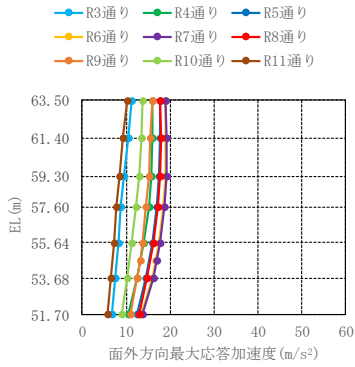


(d) 東面壁 (R3通り)

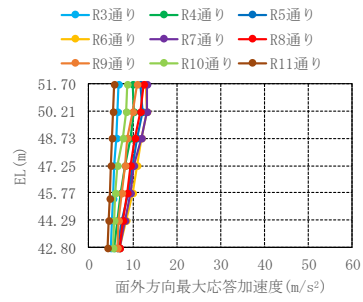


(e) 南面壁 (RH通り)

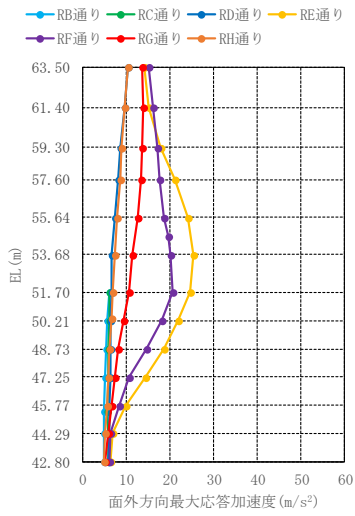
図 2-8(2) 3方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - F 1, 断面分布)



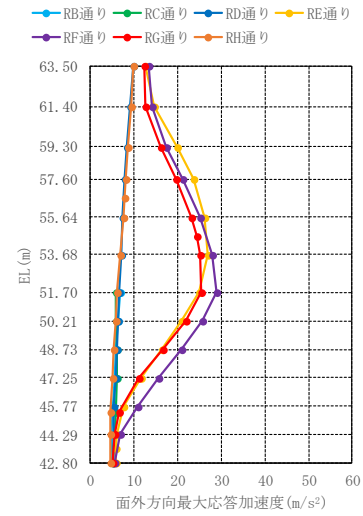
(a) 北面壁 (R D 通り)



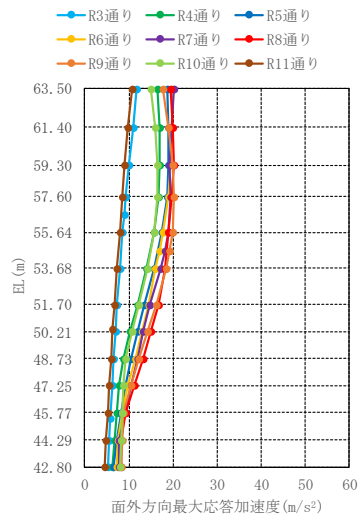
(b) 北面壁 (R B 通り)



(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

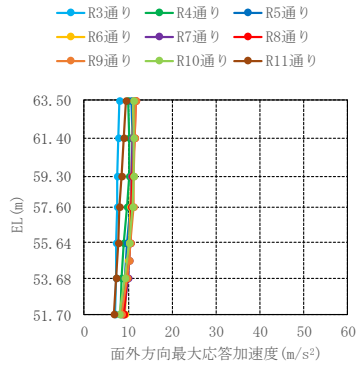


(d) 東面壁 (R 3 通り)

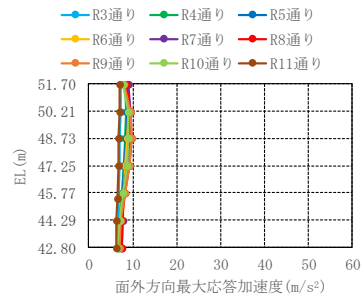


(e) 南面壁 (R H 通り)

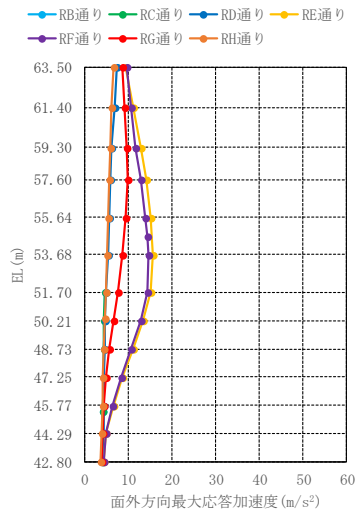
図 2-8(3) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - F 2, 断面分布)



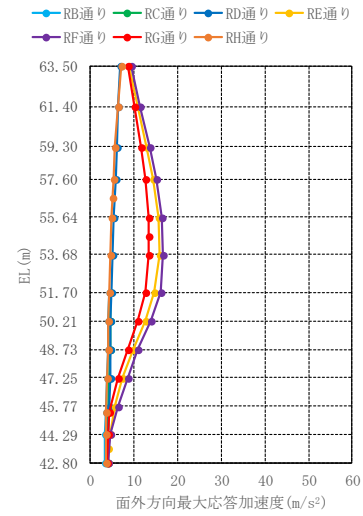
(a) 北面壁 (R_D通り)



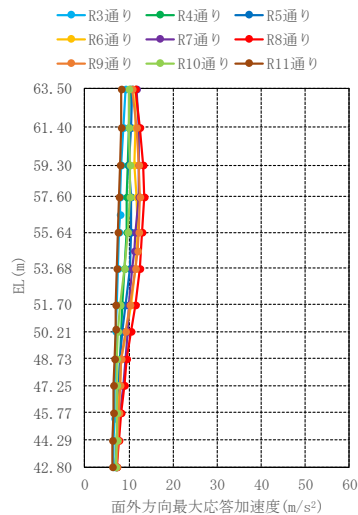
(b) 北面壁 (R_B通り)



(c) 西面壁 (R₁₁通り)

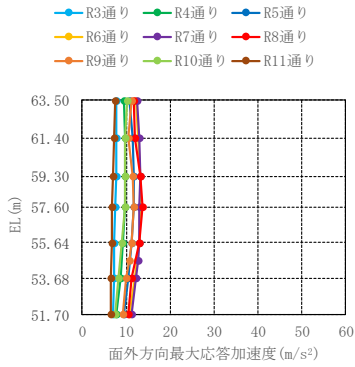


(d) 東面壁 (R₃通り)

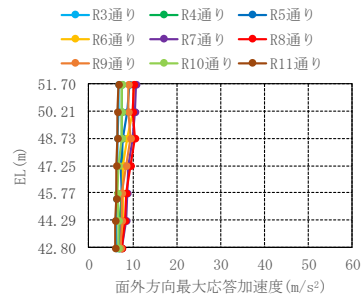


(e) 南面壁 (R_H通り)

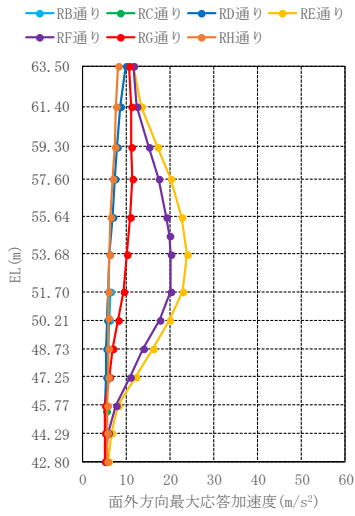
図 2-8(4) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 1, 断面分布)



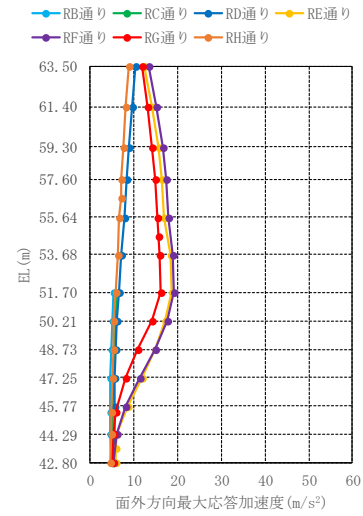
(a) 北面壁 (R_D通り)



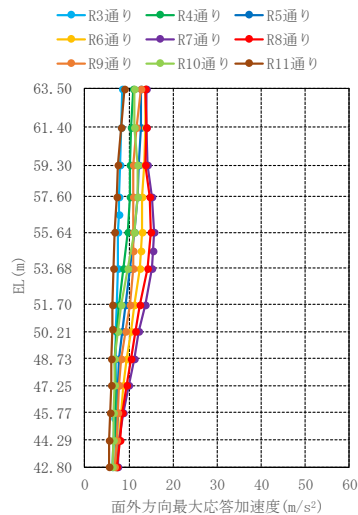
(b) 北面壁 (R_B通り)



(c) 西面壁 (R₁₁通り)

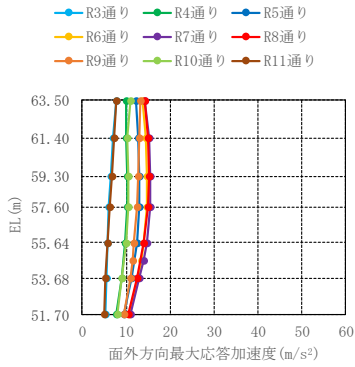


(d) 東面壁 (R₃通り)

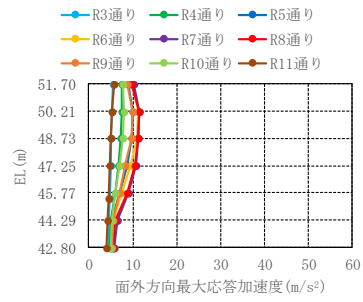


(e) 南面壁 (R_H通り)

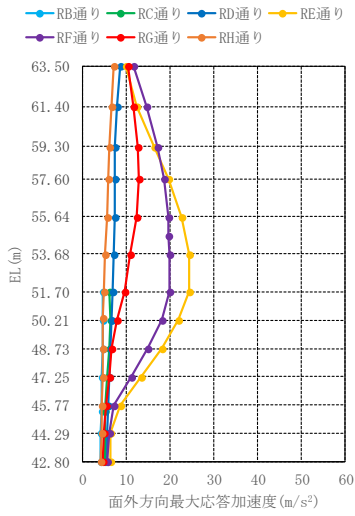
図 2-8(5) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 2 N S, 断面分布)



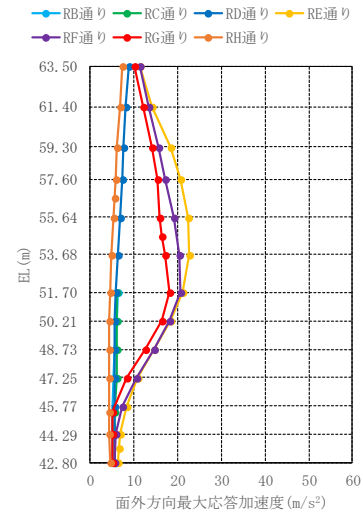
(a) 北面壁 (R_D通り)



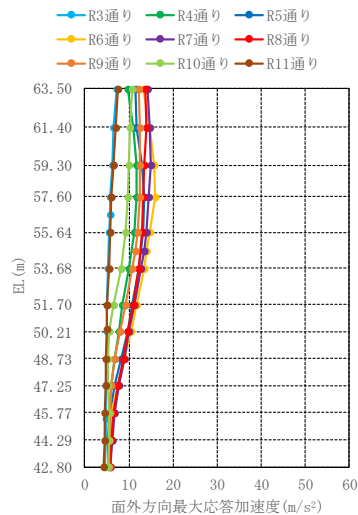
(b) 北面壁 (R_B通り)



(c) 西面壁 (R₁₁通り)

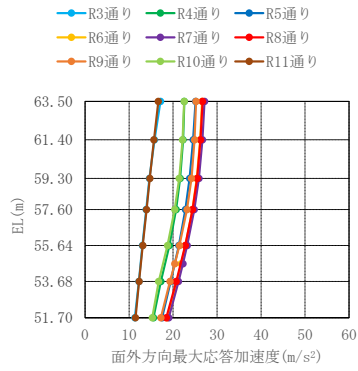


(d) 東面壁 (R₃通り)

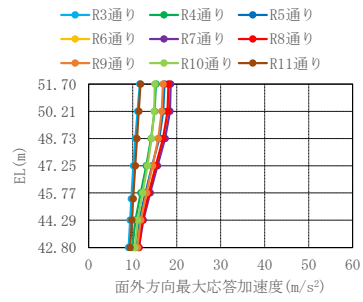


(e) 南面壁 (R_H通り)

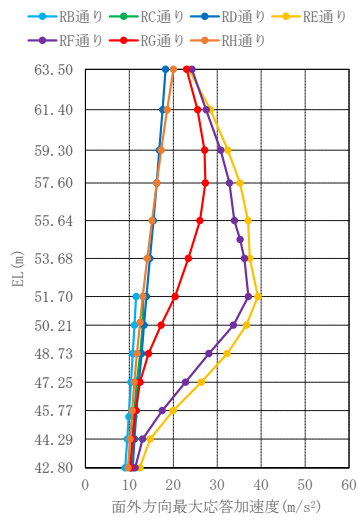
図 2-8(6) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 2 EW, 断面分布)



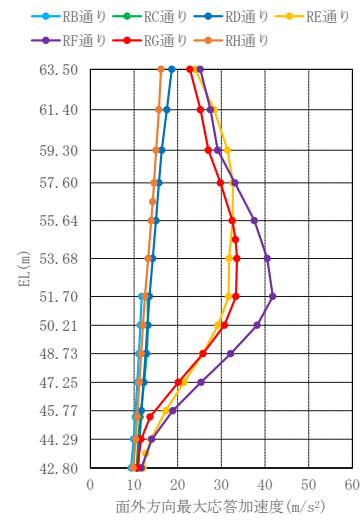
(a) 北面壁 (RD通り)



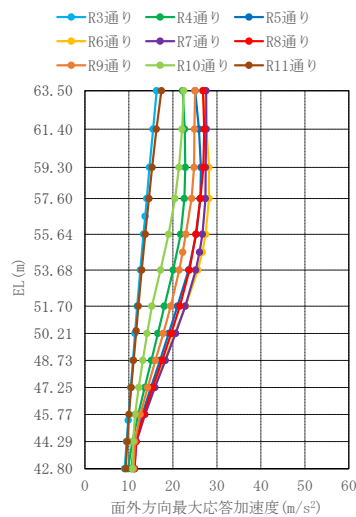
(b) 北面壁 (RB通り)



(c) 西面壁 (RH通り)

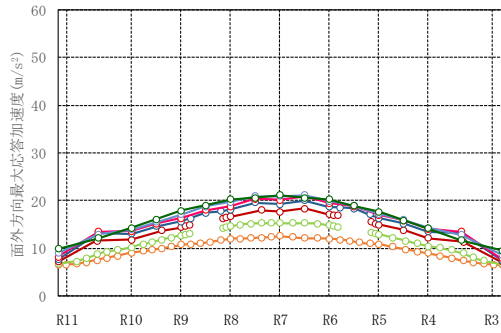


(d) 東面壁 (R3通り)

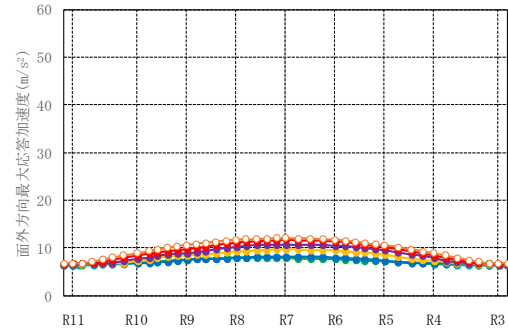


(e) 南面壁 (RH通り)

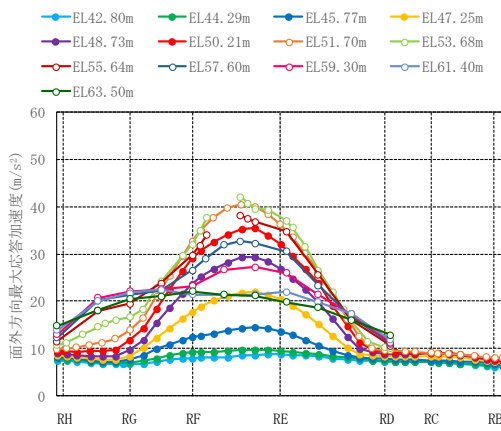
図 2-8(7) 3 方向同時入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - 1, 断面分布)



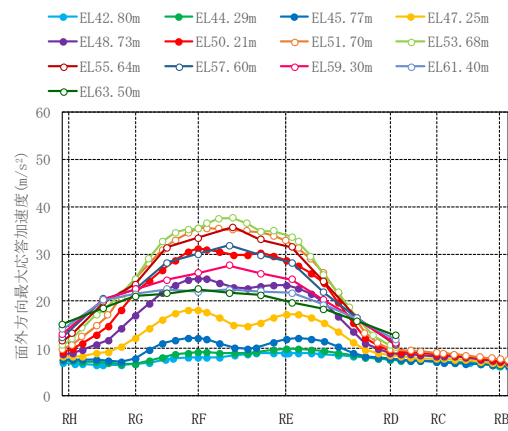
(a) 北面壁 (R D 通り)



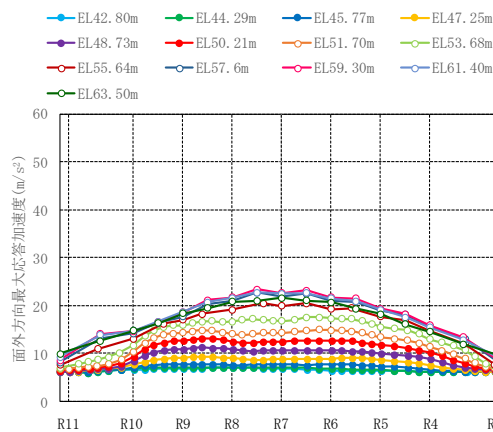
(b) 北面壁 (R B 通り)



(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

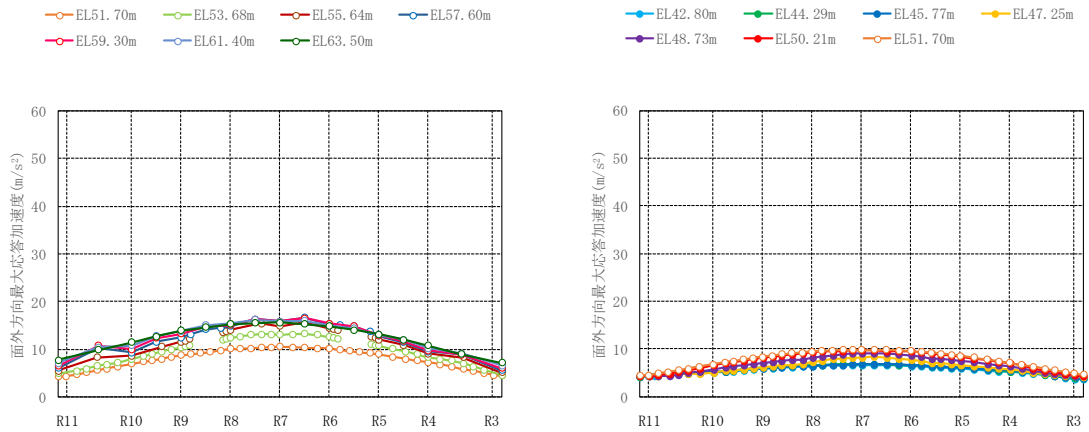


(d) 東面壁 (R 3 通り)



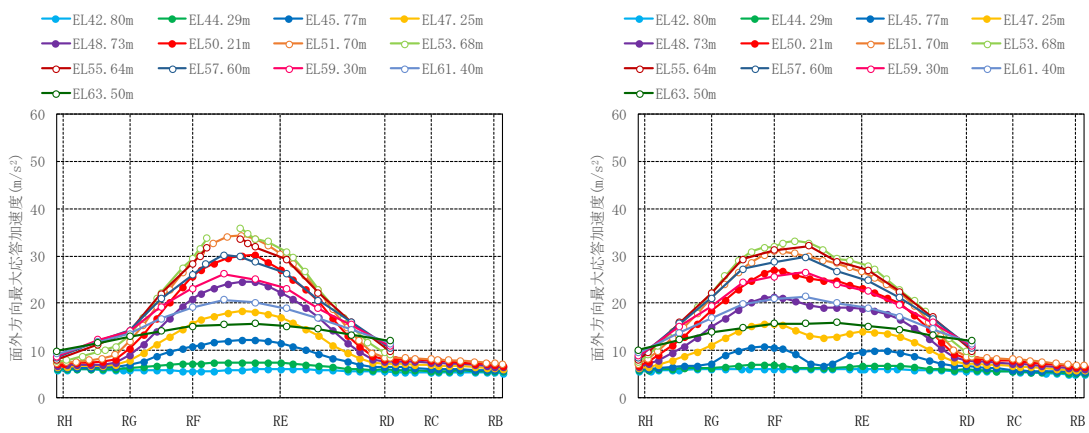
(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-9(1) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - D, 平面分布)



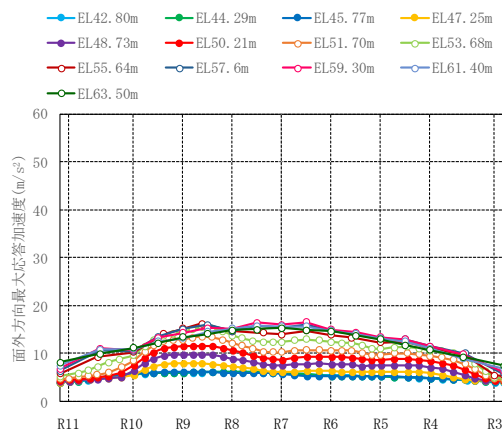
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-9(2) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - F 1, 平面分布)

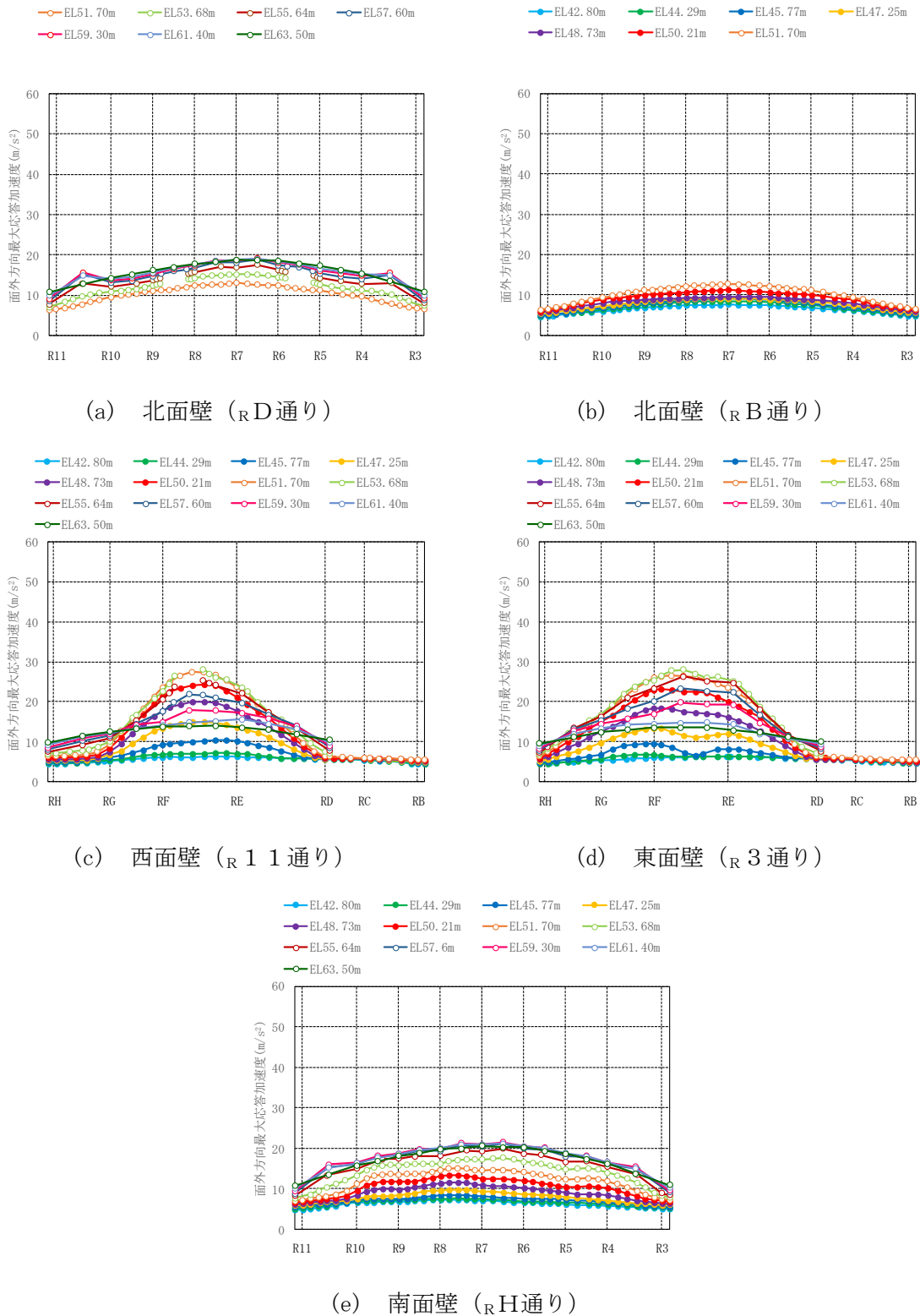


図 2-9(3) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - F 2, 平面分布)

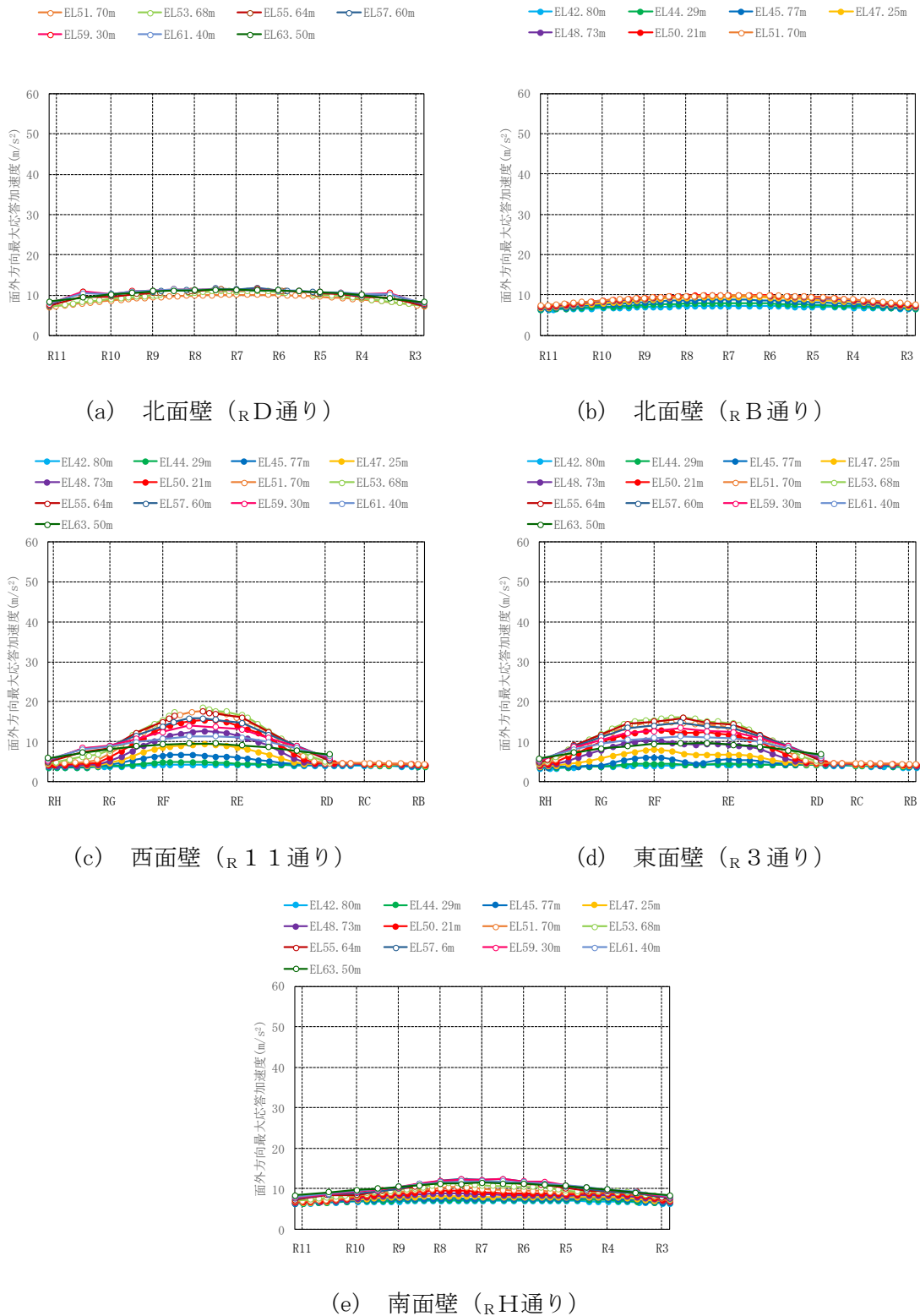
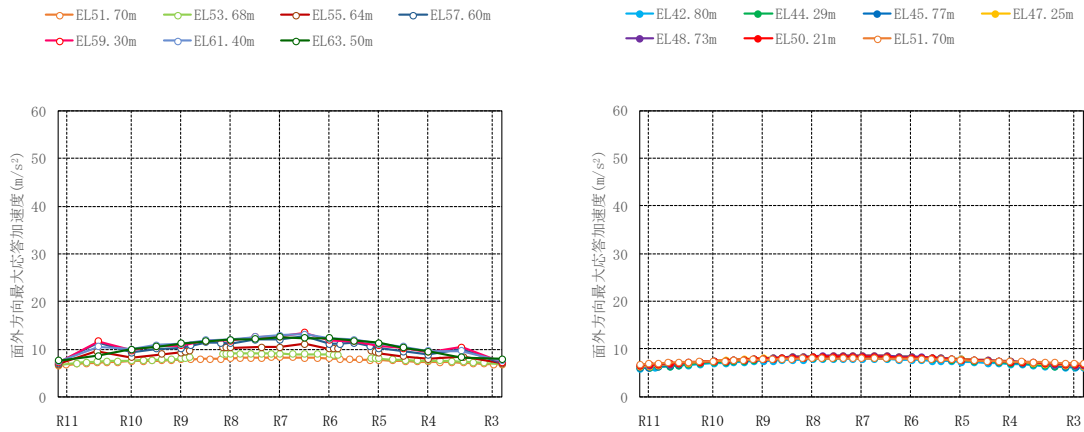
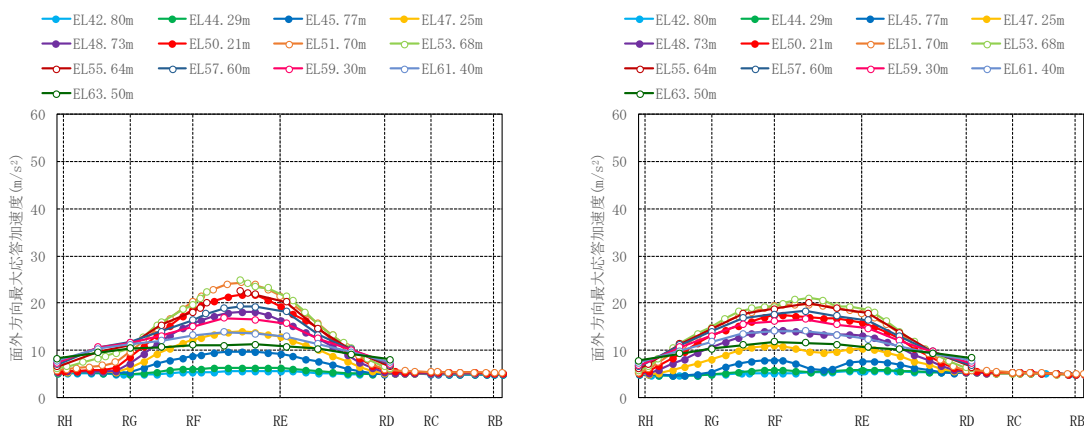


図 2-9(4) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 1, 平面分布)



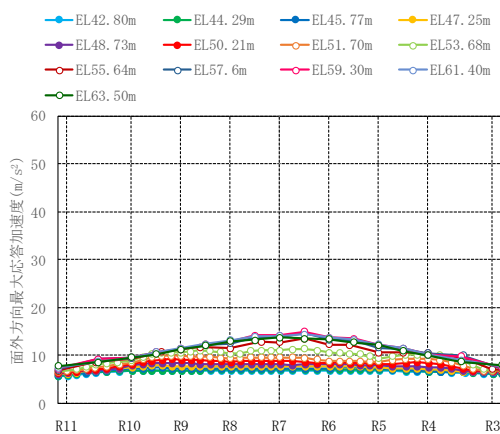
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



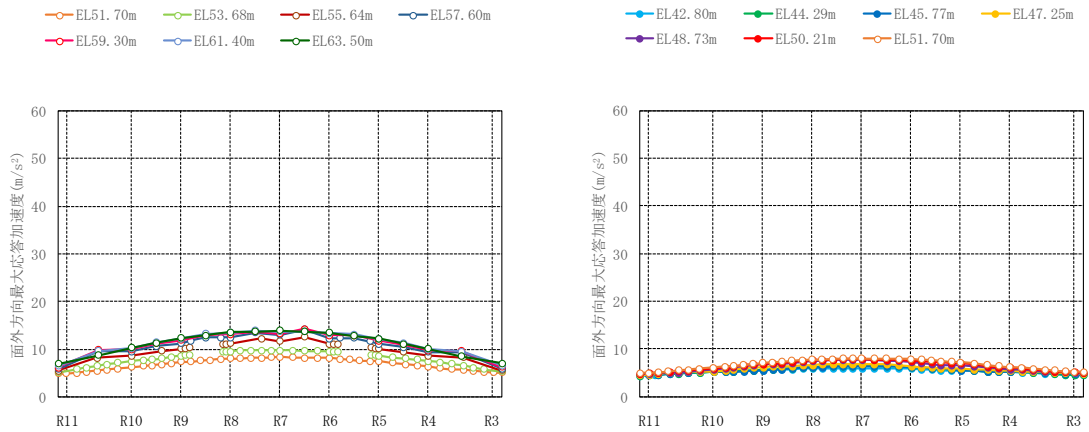
(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



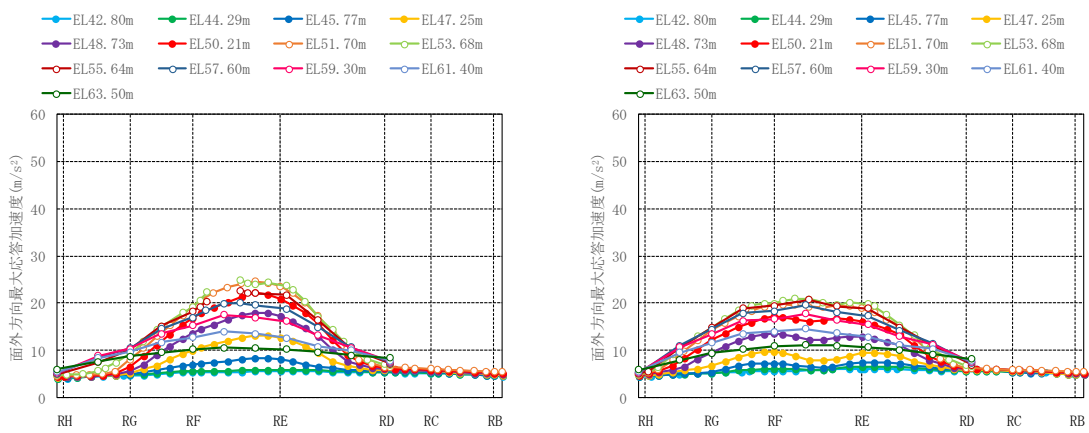
(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-9(5) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 2 N S, 平面分布)



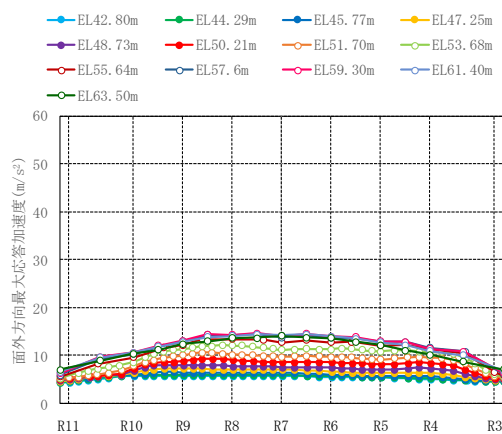
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



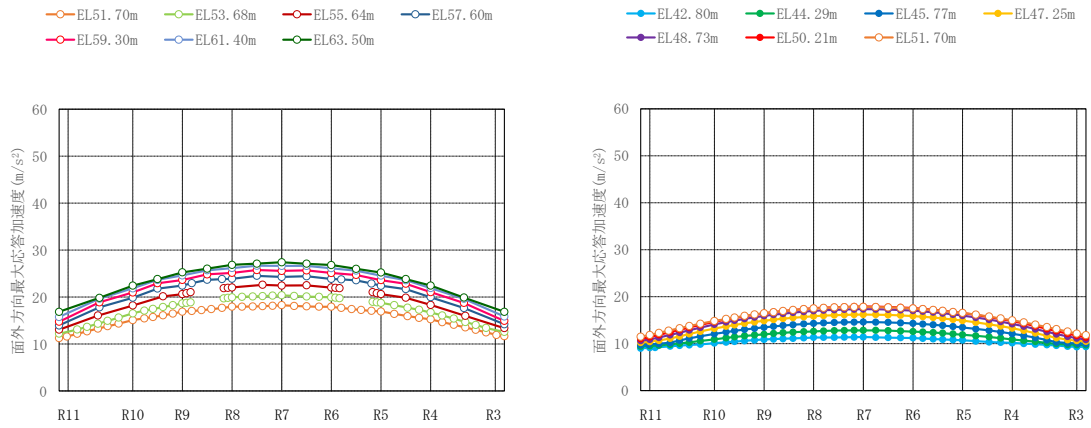
(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



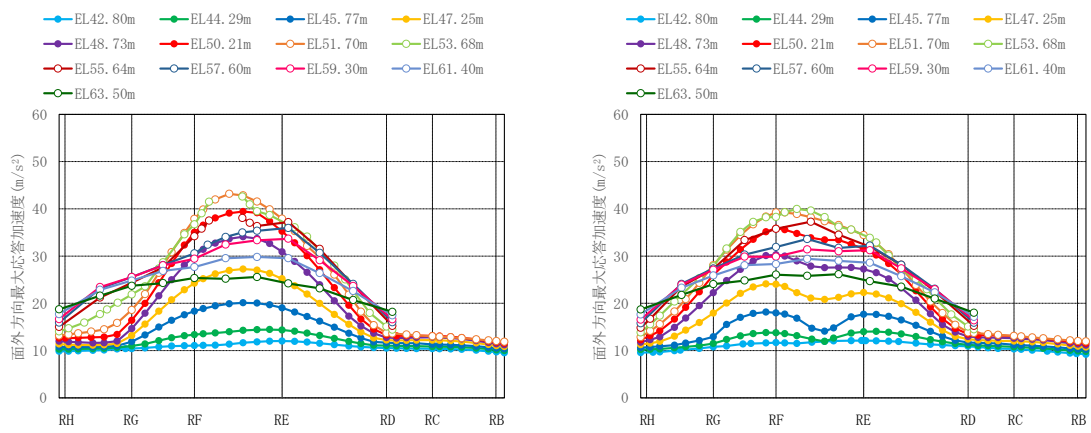
(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-9(6) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 2 E W, 平面分布)



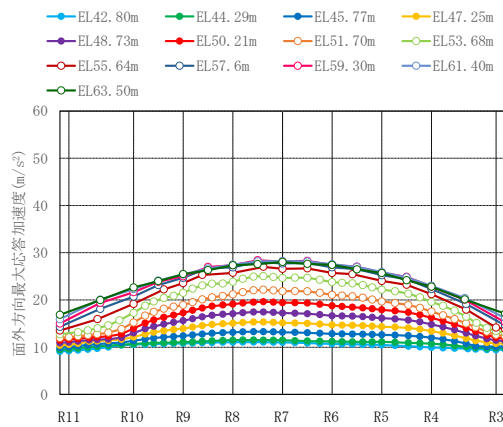
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



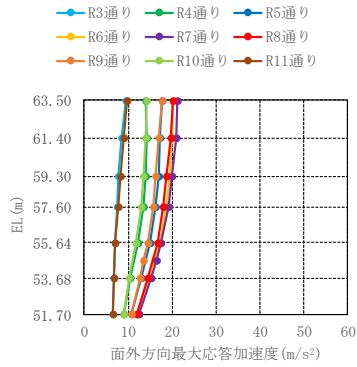
(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)

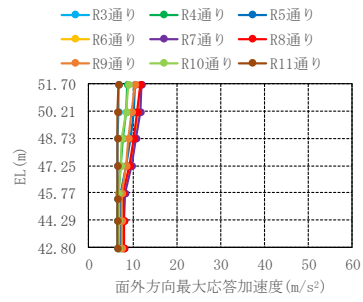


(e) 南面壁 (R H 通り)

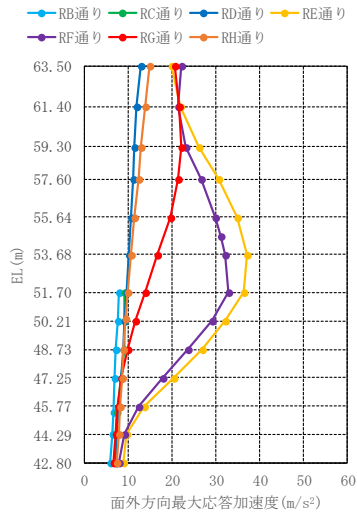
図 2-9(7) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - 1, 平面分布)



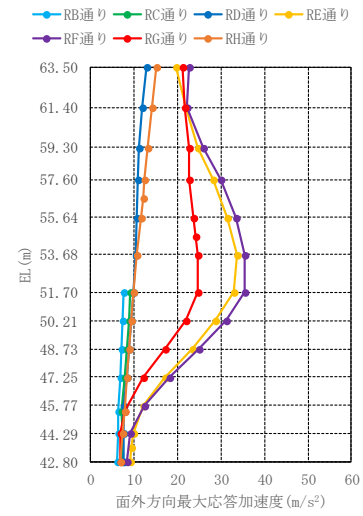
(a) 北面壁 (RD通り)



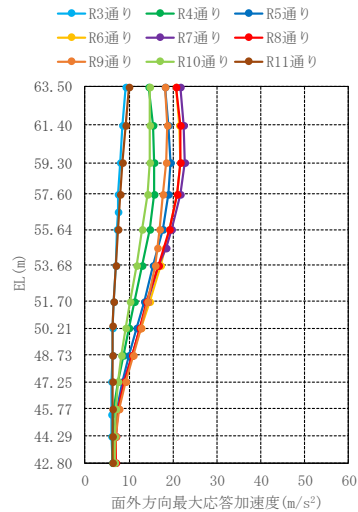
(b) 北面壁 (RB通り)



(c) 西面壁 (R11通り)

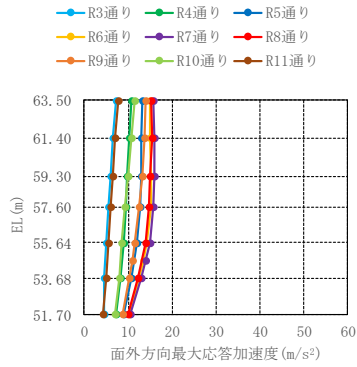


(d) 東面壁 (R3通り)

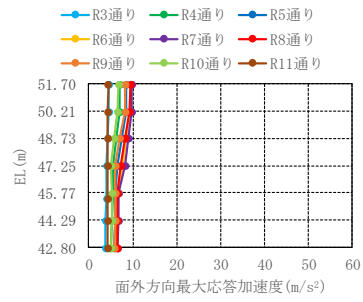


(e) 南面壁 (RH通り)

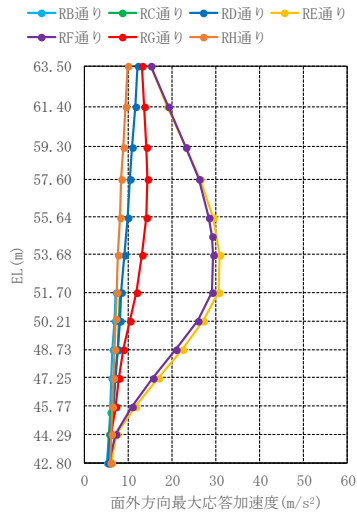
図 2-10(1) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - D, 断面分布)



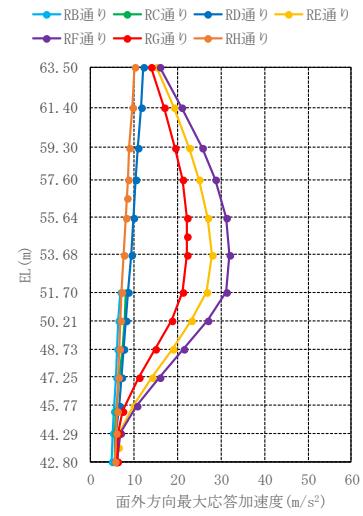
(a) 北面壁 (R_D通り)



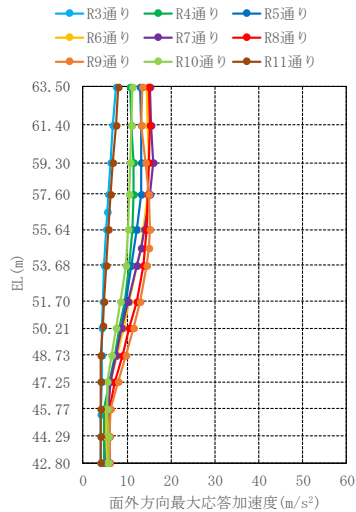
(b) 北面壁 (R_B通り)



(c) 西面壁 (R_H通り)

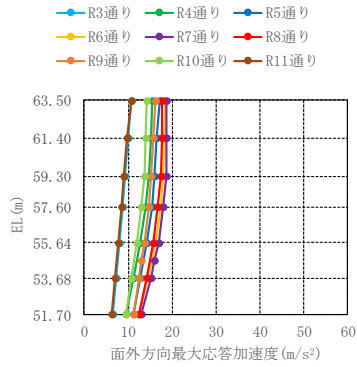


(d) 東面壁 (R₃通り)

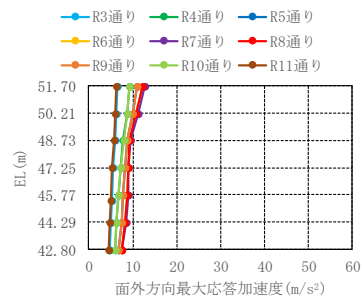


(e) 南面壁 (R_H通り)

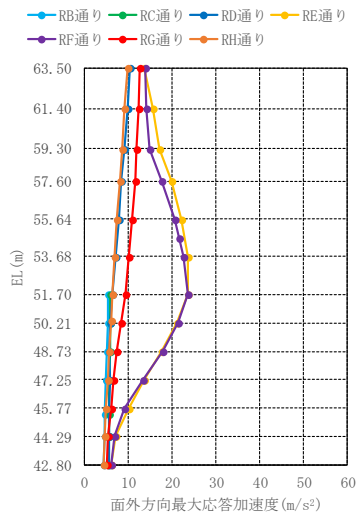
図 2-10(2) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - F 1, 断面分布)



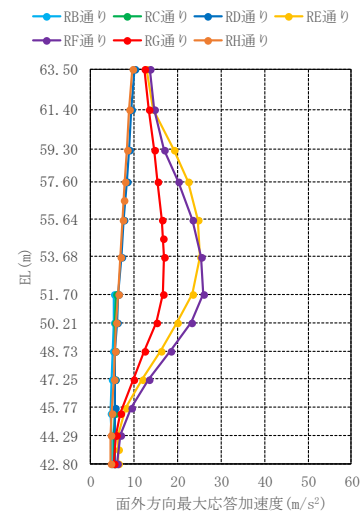
(a) 北面壁 (RD通り)



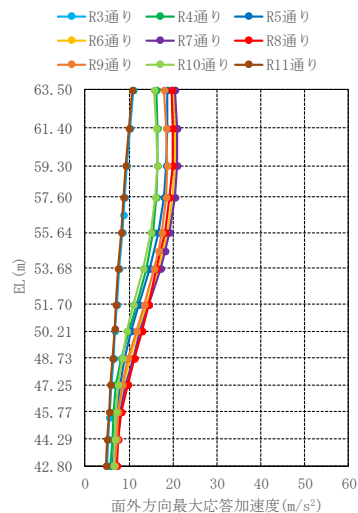
(b) 北面壁 (RB通り)



(c) 西面壁 (R11通り)

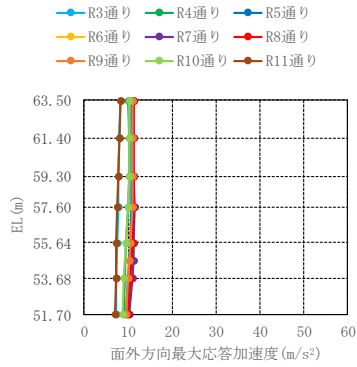


(d) 東面壁 (R3通り)

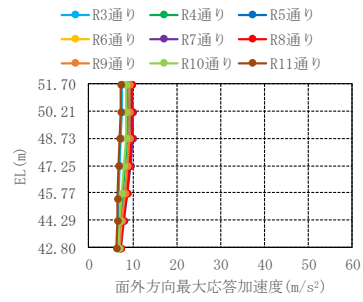


(e) 南面壁 (RH通り)

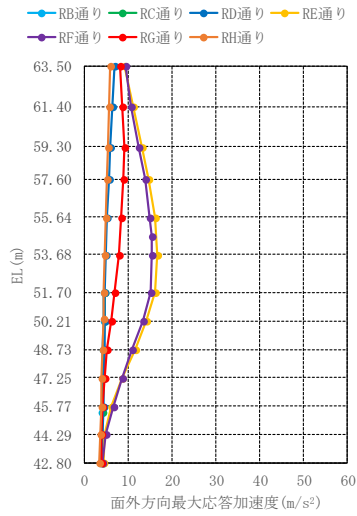
図 2-10(3) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - F 2, 断面分布)



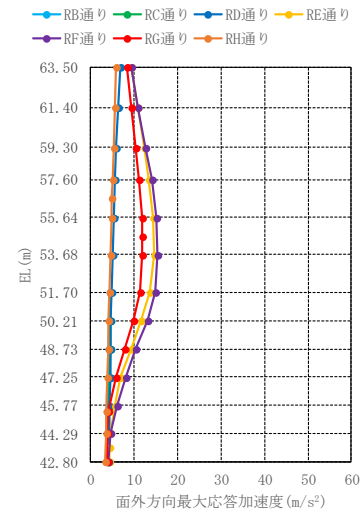
(a) 北面壁 (R_D通り)



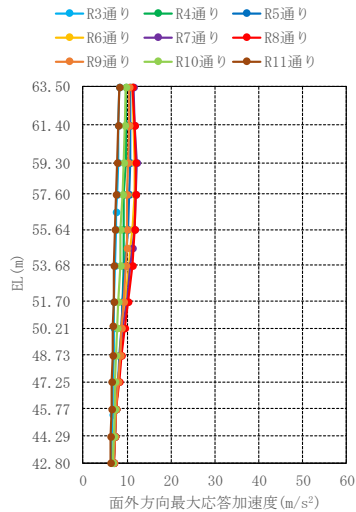
(b) 北面壁 (R_B通り)



(c) 西面壁 (R_H通り)

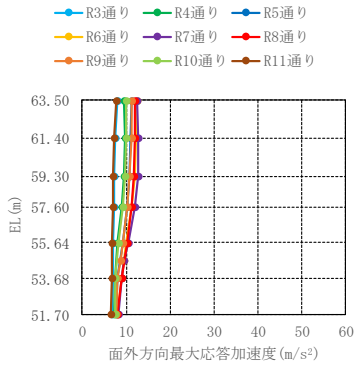


(d) 東面壁 (R₃通り)

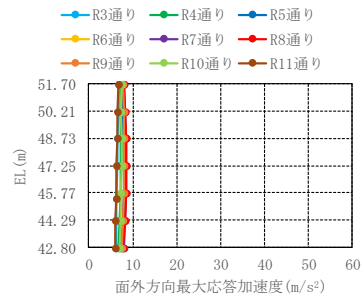


(e) 南面壁 (R_H通り)

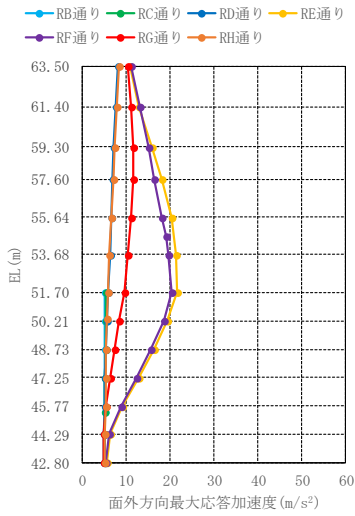
図 2-10(4) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 1, 断面分布)



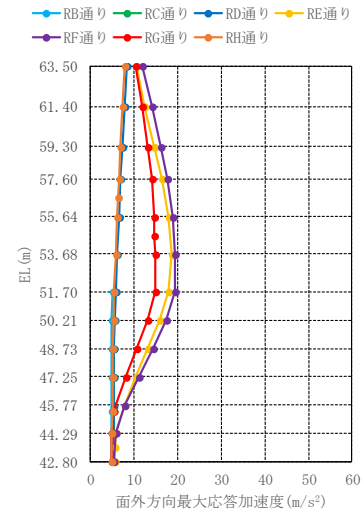
(a) 北面壁 (R_D通り)



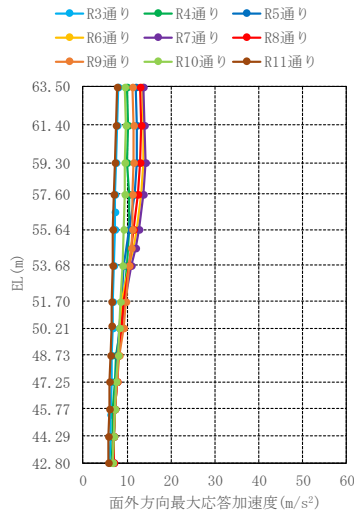
(b) 北面壁 (R_B通り)



(c) 西面壁 (R₁₁通り)

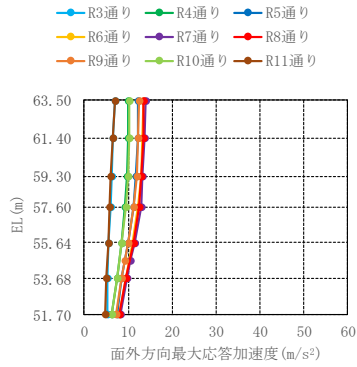


(d) 東面壁 (R₃通り)

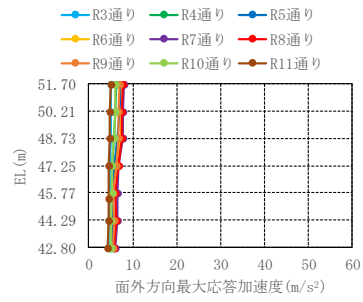


(e) 南面壁 (R_H通り)

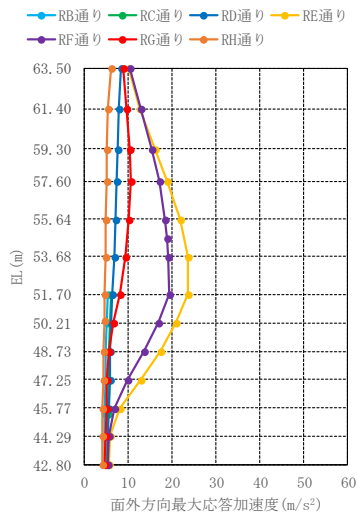
図 2-10(5) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 2 N S, 断面分布)



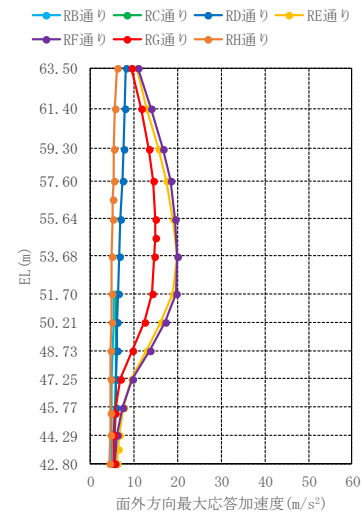
(a) 北面壁 (R_D通り)



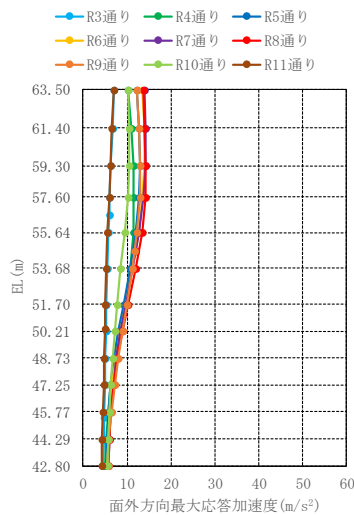
(b) 北面壁 (R_B通り)



(c) 西面壁 (R_H通り)

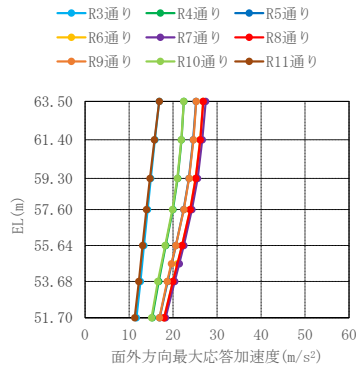


(d) 東面壁 (R₃通り)

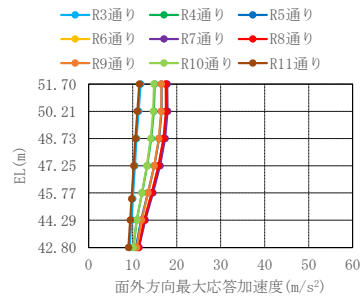


(e) 南面壁 (R_H通り)

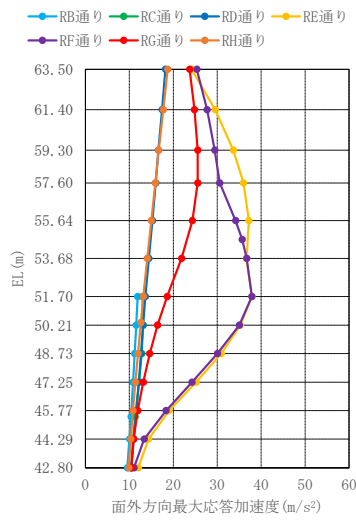
図 2-10(6) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - N 2 EW, 断面分布)



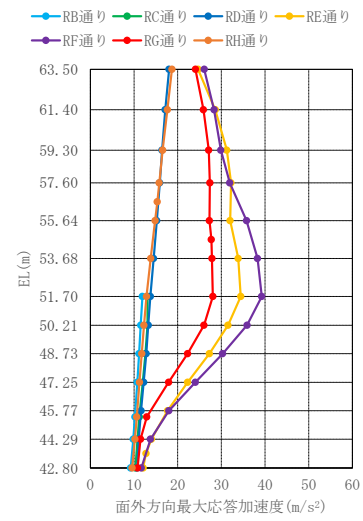
(a) 北面壁 (RD 通り)



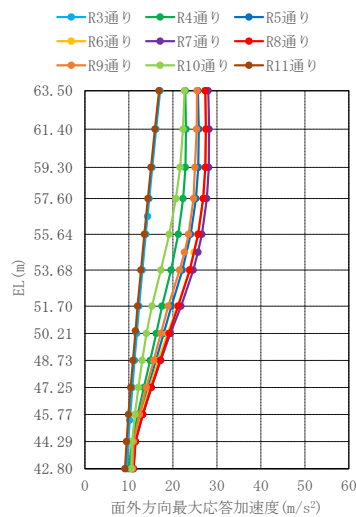
(b) 北面壁 (RB 通り)



(c) 西面壁 (RH 通り)

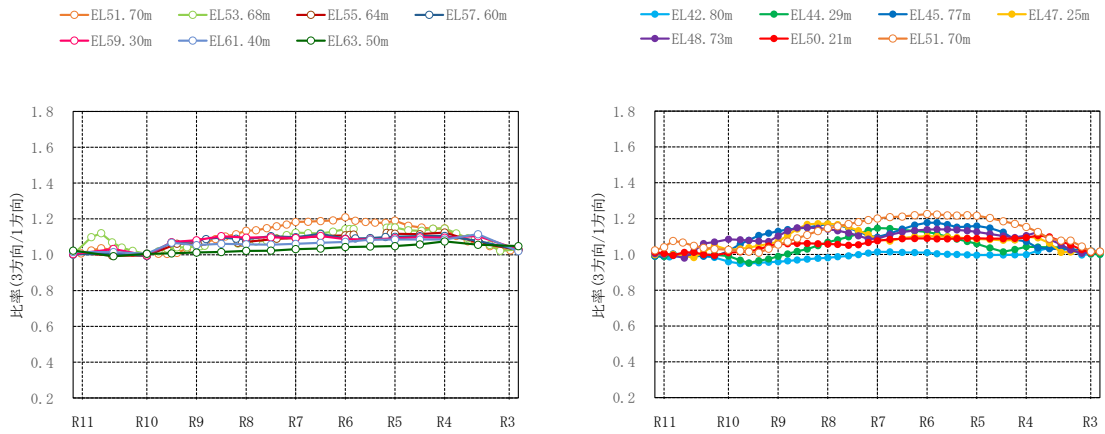


(d) 東面壁 (R3 通り)



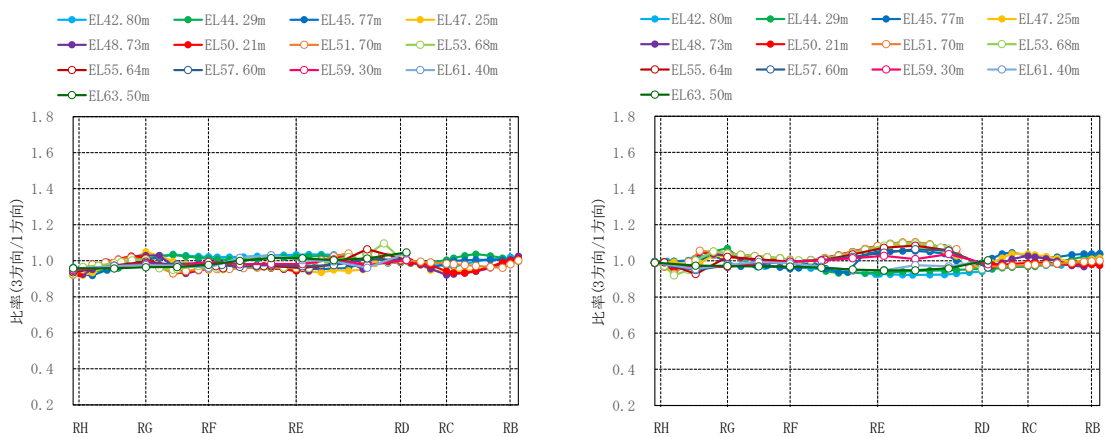
(e) 南面壁 (RH 通り)

図 2-10(7) 水平 1 方向入力における壁面外方向の最大応答加速度分布 (S d - 1, 断面分布)



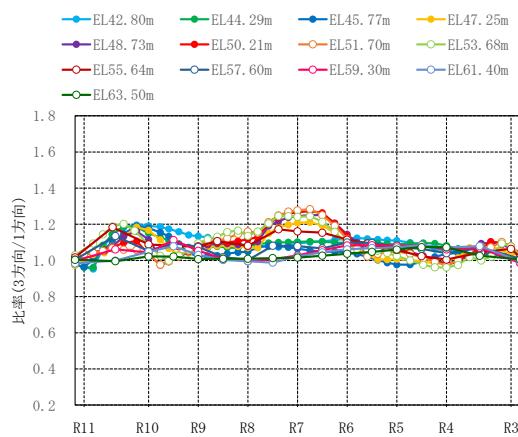
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



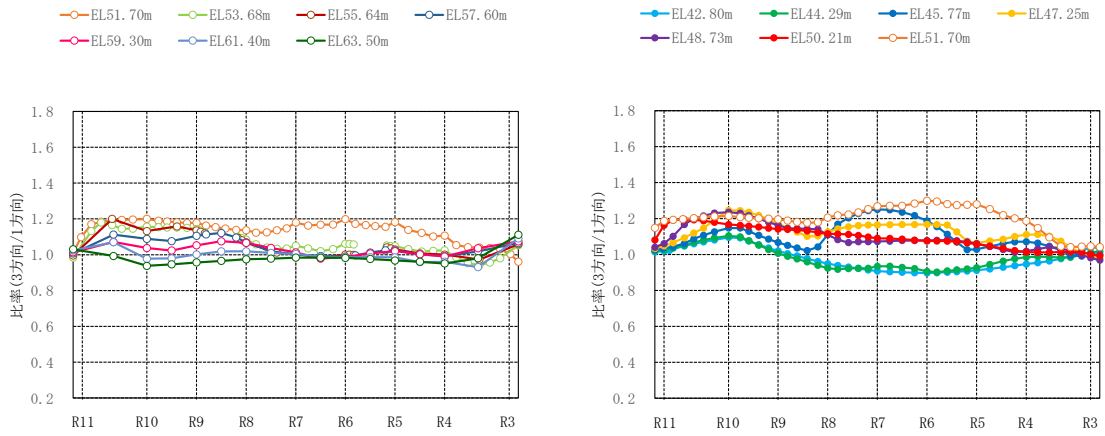
(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



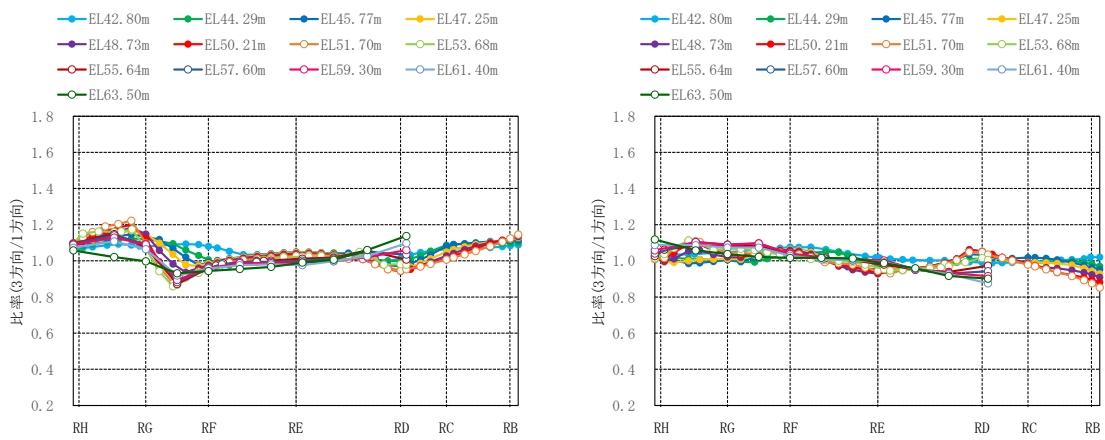
(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-11(1) 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (S d - D)
(水平 1 方向入力に対する 3 方向同時入力の最大応答加速度の比率)



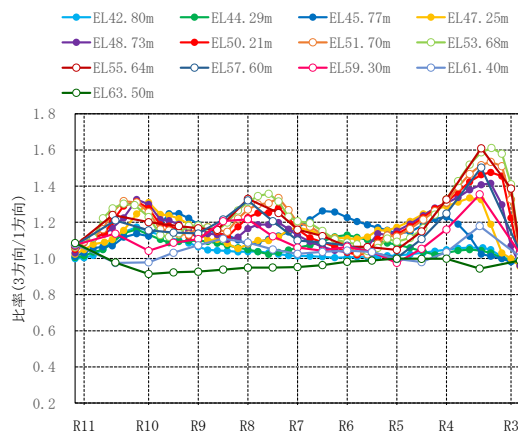
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



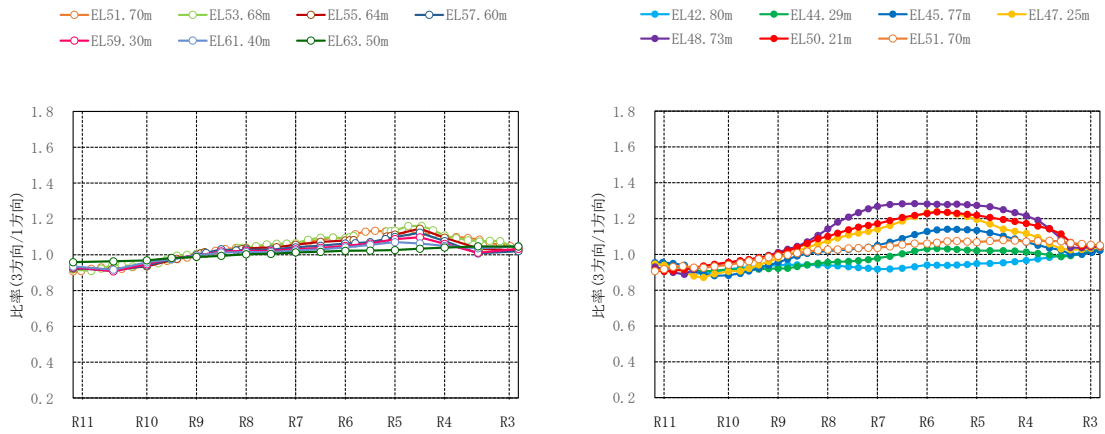
(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



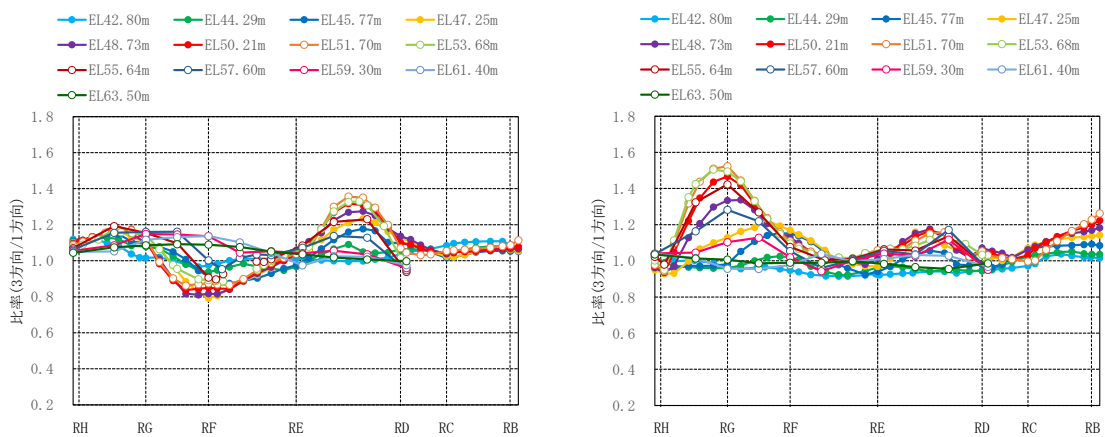
(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-11(2) 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (S d - F 1)
(水平 1 方向入力に対する 3 方向同時入力の最大応答加速度の比率)



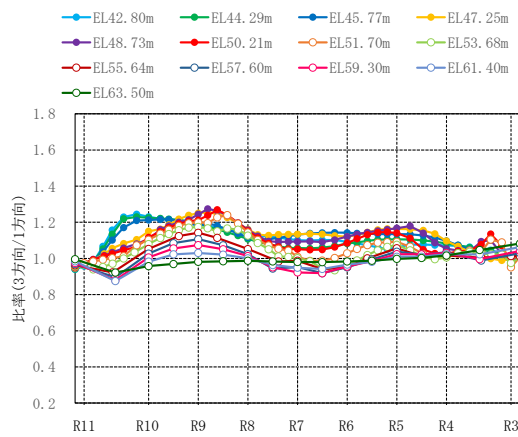
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-11(3) 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (S d - F 2)
(水平 1 方向入力に対する 3 方向同時入力の最大応答加速度の比率)

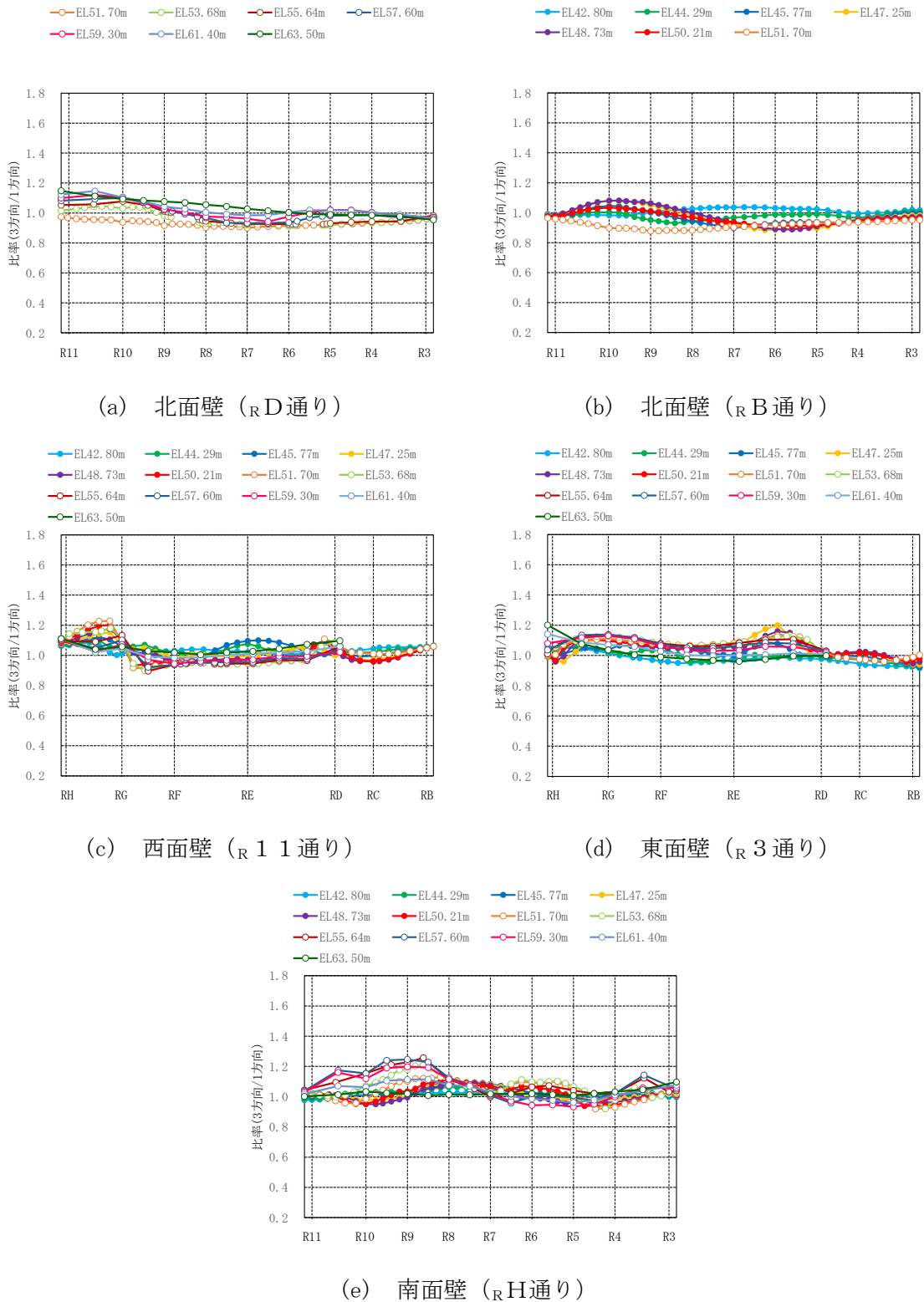
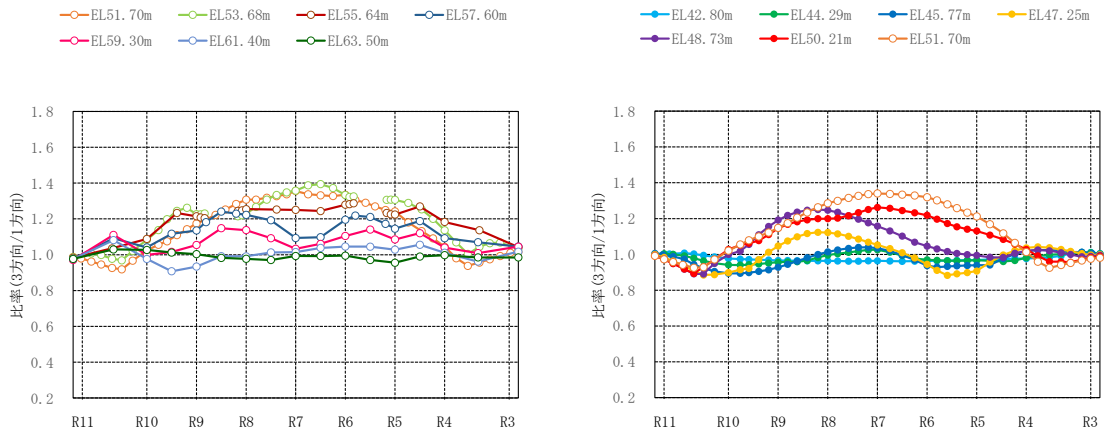
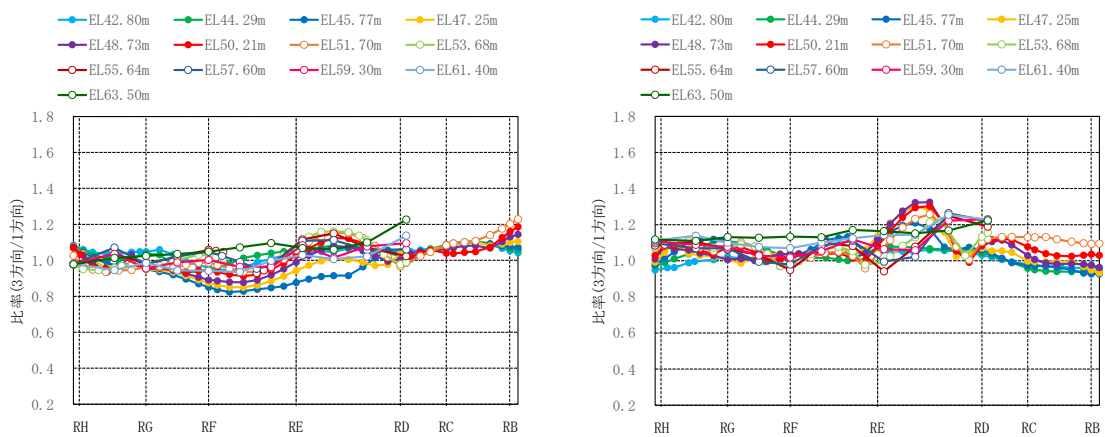


図 2-11(4) 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (S d - N 1)
(水平 1 方向入力に対する 3 方向同時入力の最大応答加速度の比率)



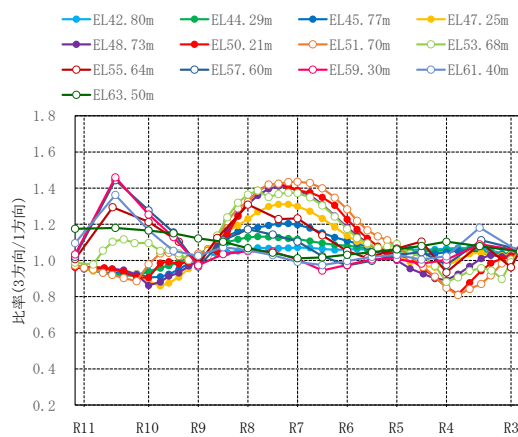
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-11 (5) 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (S d - N 2 N S)
(水平 1 方向入力に対する 3 方向同時入力の最大応答加速度の比率)

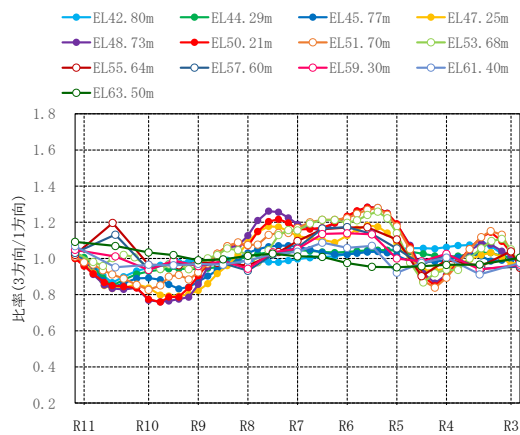
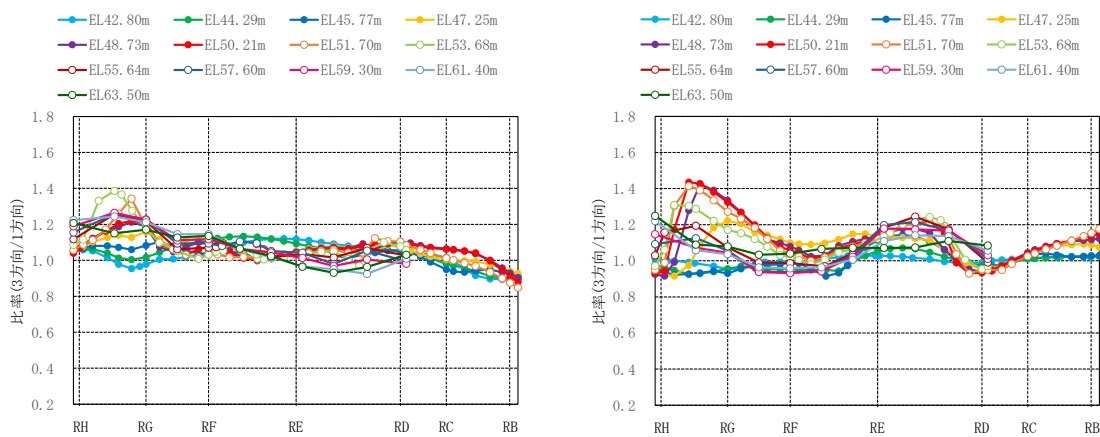
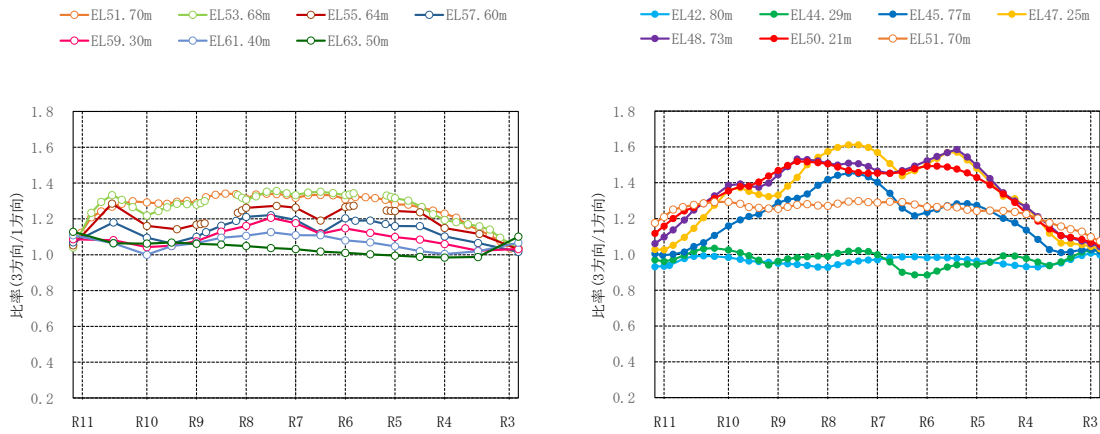
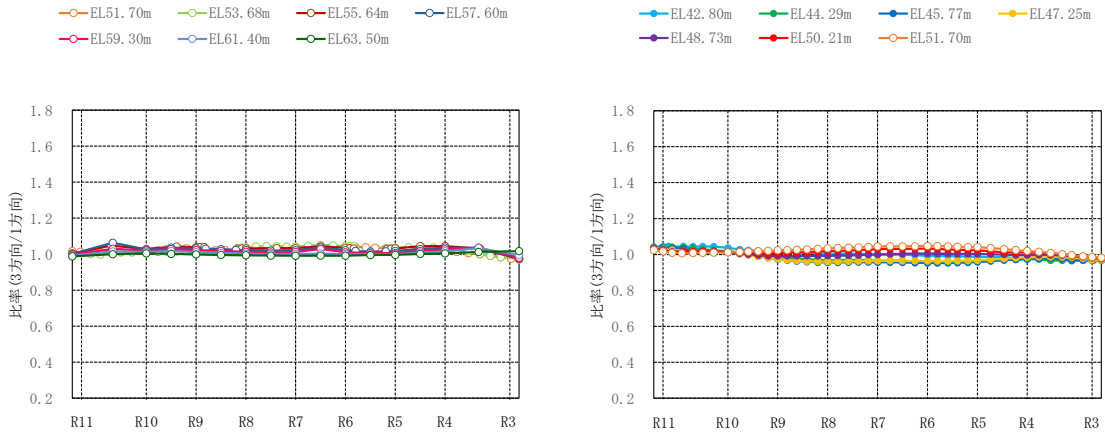
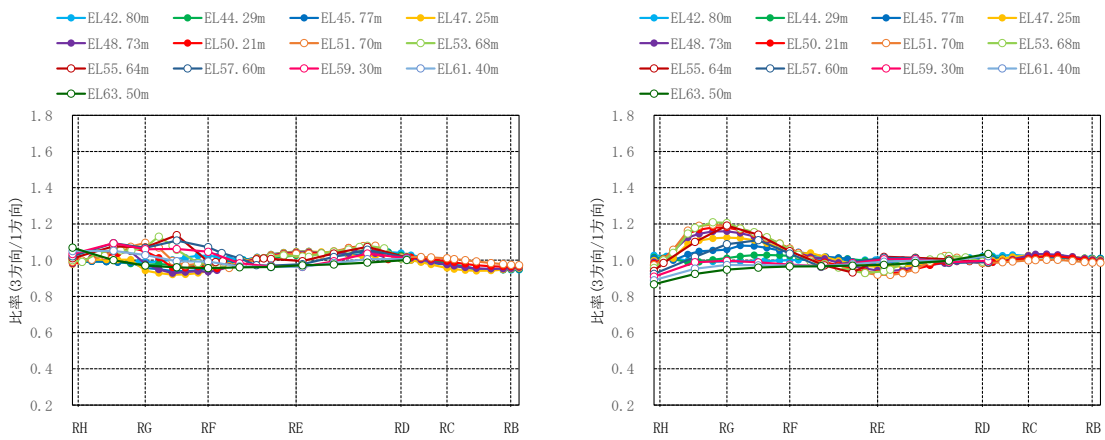


図 2-11 (6) 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (S d - N 2 E W)
(水平 1 方向入力に対する 3 方向同時入力の最大応答加速度の比率)



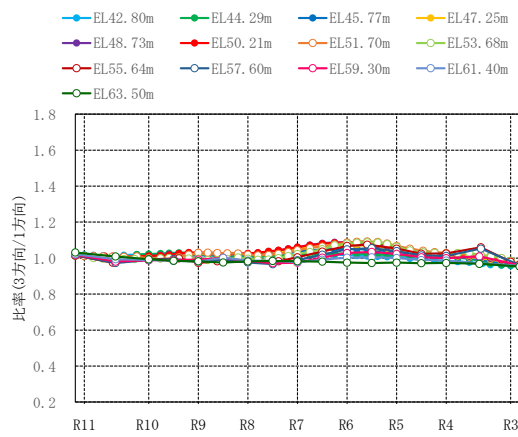
(a) 北面壁 (R D 通り)

(b) 北面壁 (R B 通り)



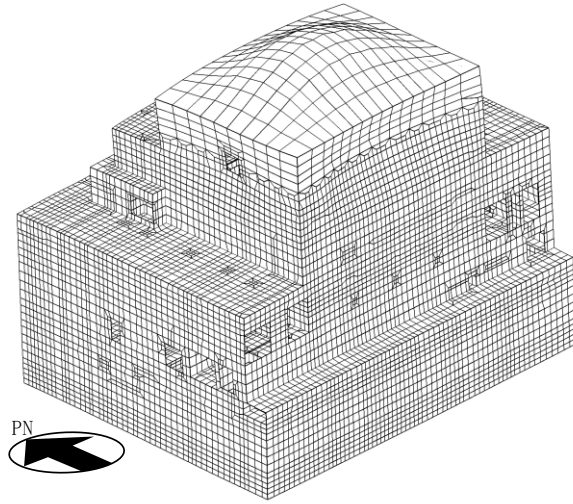
(c) 西面壁 (R 1 1 通り)

(d) 東面壁 (R 3 通り)



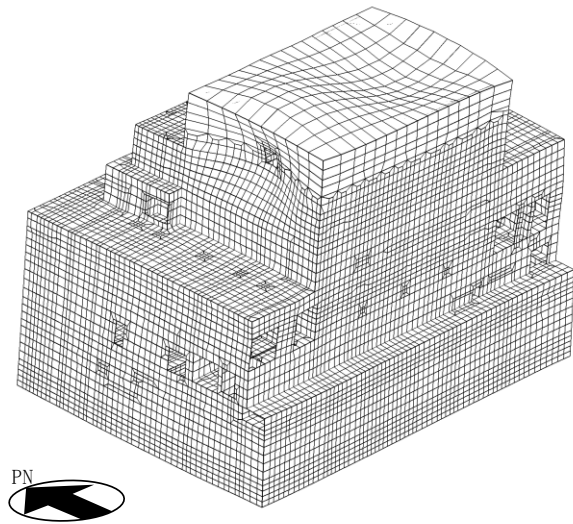
(e) 南面壁 (R H 通り)

図 2-11(7) 水平 1 方向入力及び 3 方向同時入力の最大応答加速度の比較 (S d - 1)
(水平 1 方向入力に対する 3 方向同時入力の最大応答加速度の比率)



4.49Hz (0.22s)

(a) 全体 1 次



4.69Hz (0.21s)

(c) 全体 3 次

図 2-12 3次元FEMモデル（建物模擬モデル）の固有値解析結果

2.6 面外慣性力に対する壁の断面の評価

面外慣性力の影響として、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）について、面外慣性力に対する検討を行う。検討は、「2.5 地震応答解析結果」より、壁の面外方向への加速度の影響が出ている東西面の壁を対象として、静的応力解析モデルに置き換えて、面外慣性力による面外応力に対する断面の評価を行い、面外慣性力の影響を評価する。

評価結果を記載する部位は、面外慣性力によって生じる曲げモーメント及び面外せん断力が最大となる部位とする。

2.6.1 解析モデル及び荷重条件

解析モデルを図 2-13 に示す。

解析モデルは静的応力解析モデルとし、スパン端部の柱及びはりまたは屋根スラブを境界条件として、四辺固定版に置き換える。

荷重は、基準地震動 S_s （以下「 S_s 地震時」という。）による面外方向慣性力を考慮する。 S_s 地震時の応答加速度は、弾性設計用地震動 S_d （以下「 S_d 地震時」という。）による応答加速度に対して補正を行い、質点系モデルによる地震応答解析における最大応答加速度比で係数倍して定めるものとし、係数の算出は基準地震動 S_s による応答を用いる。

S_d 地震時による応答加速度の補正は、弾性設計用地震動 S_d による面外方向の最大応答加速度（絶対加速度）に対し、材料物性による不確かさを考慮するための応答補正比率を乗じることで保守的に評価したものである。また、応答補正比率は、質点系モデルによる地震応答解析における最大応答加速度より算出する。

面外慣性力の算出方法は以下のとおりである。

S_s 地震時の面外方向加速度（面外慣性力）

$$= 3 \text{ 次元 FEMモデルの } S_d \text{ 地震時の面外方向最大応答加速度} \times \text{応答補正比率}$$

検討対象である東西面の壁について、算出した S_s 地震時の面外方向加速度（面外慣性力）コンター図を図 2-14 に示す。

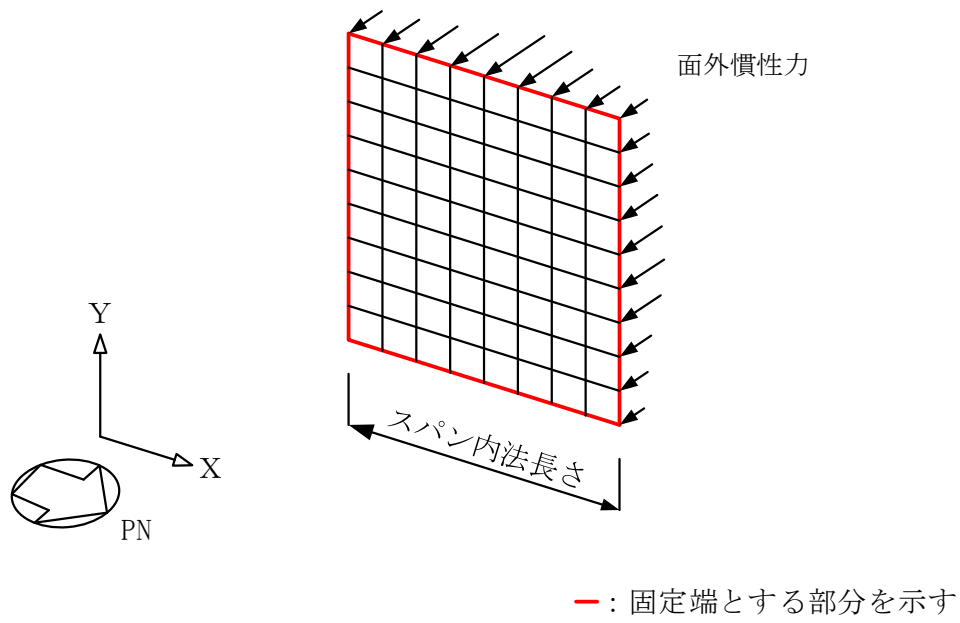
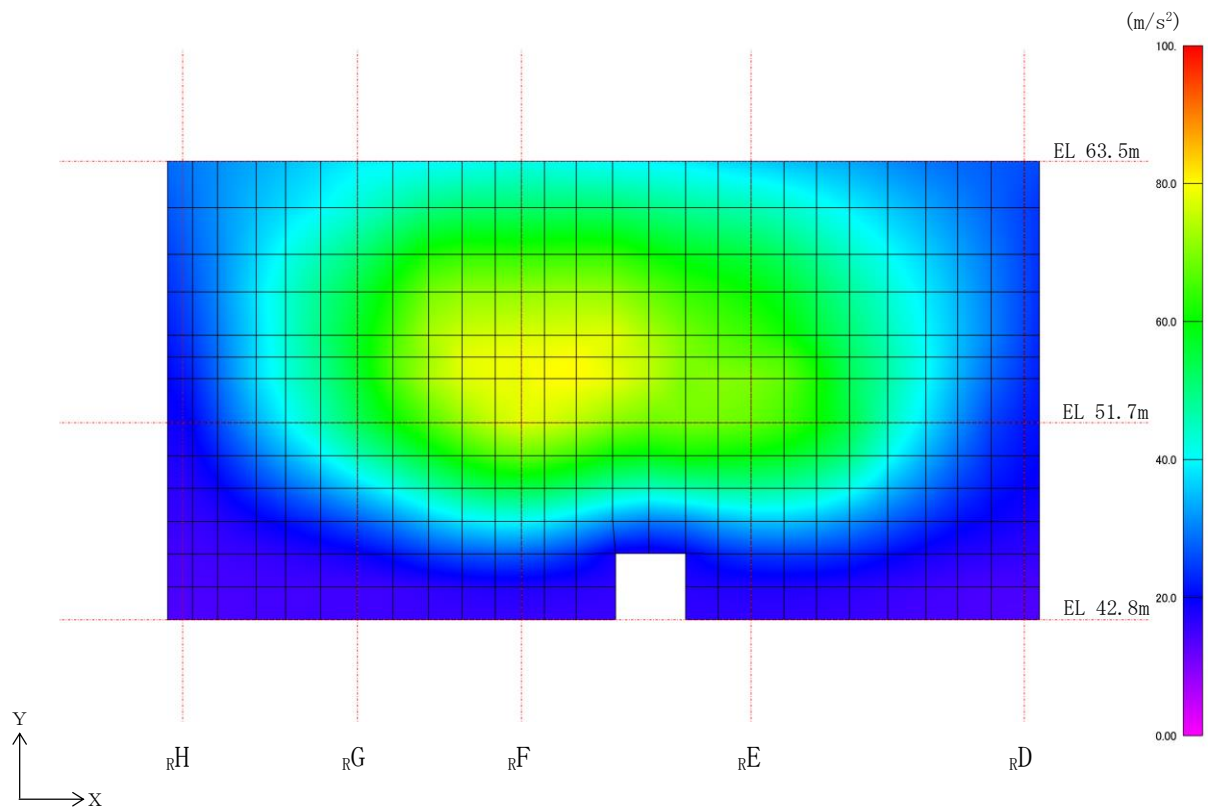
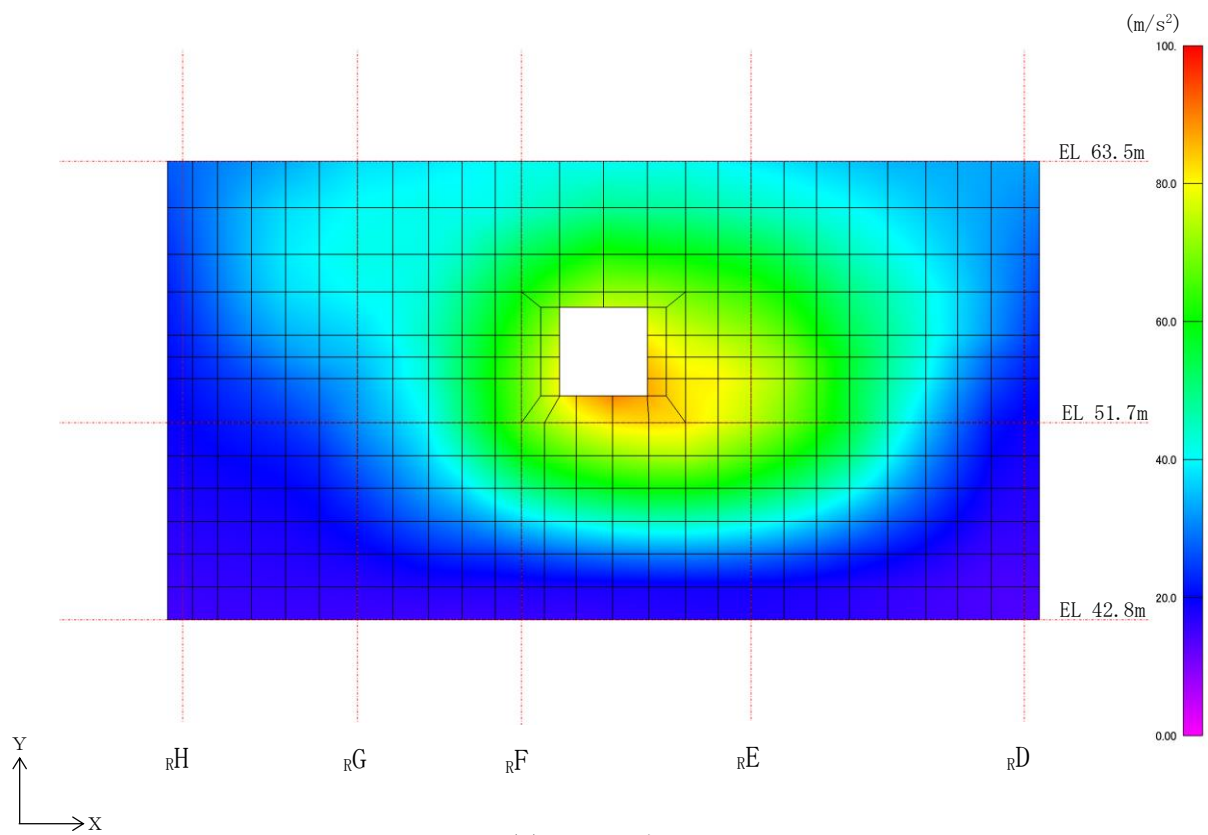


図 2-13 解析モデル



(a) 東面壁



(b) 西面壁

図 2-14 S s 地震時の面外方向加速度（面外慣性力）コンター図

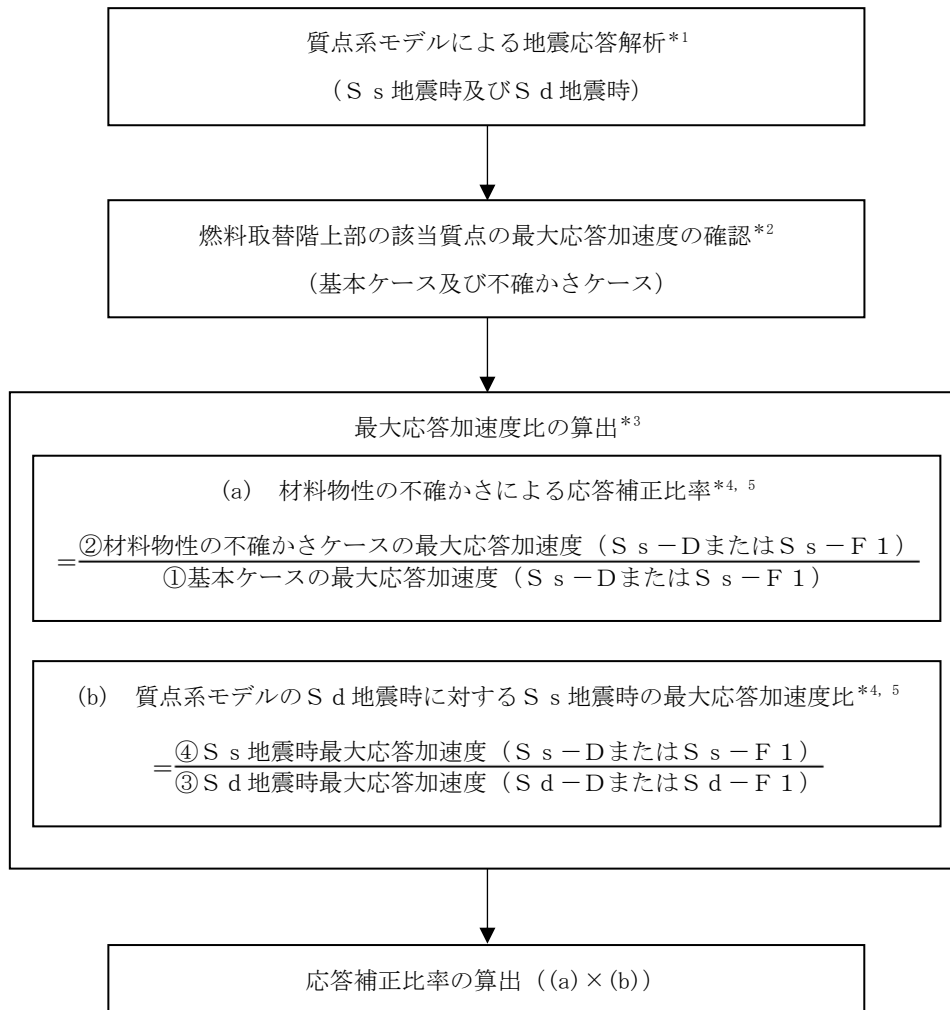
2.6.2 応答補正比率の算出

材料物性の不確かさによる応答補正比率は、S s 地震時における基本ケースの質点系モデルの最大応答加速度に対する材料物性の不確かさを考慮した質点系モデルの最大応答加速度の比により算出する。

S s 地震時に用いる質点系モデルによる最大応答加速度比は、S d 地震時の基本ケースと S s 地震時の基本ケースの比により算出する。なお、S d 地震時による応答加速度を用いて、S s 地震時に対する評価を行うことから、S d - 1 以外の S d 地震時による応答加速度を用いることとし、面外方向の応答加速度が最大となる S d - D 及び S d - F 1 による応答を用いる。

また、東面及び西面の外壁の面外振動を評価するため、算出に用いる最大応答加速度は、EW方向モデルの EL 63.5m の質点（質点番号 3）、EL 51.7m の質点（質点番号 4、質点番号 18）及び EL 42.8m の質点（質点番号 5）の最大応答加速度とする。

応答補正比率の算出フローを図 2-15 に、算出した応答補正比率を表 2-4 に示す。



注記*1：VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」による。

*2：EW方向モデルのEL 63.5mの質点（質点番号3）、EL 51.7mの質点（質点番号4、質点番号18）及びEL 42.8mの質点（質点番号5）の最大応答加速度とする。

*3：3次元FEMモデルの地震応答解析結果のうち、面外方向の応答加速度が最大となるSd-D及びSd-F1の応答を用いて面外慣性力を算定することから、最大応答加速度比の算出はSs-D、Ss-F1、Sd-D及びSd-F1の最大応答加速度を用いる。

*4：該当質点ごとに最大応答加速度比を算出し、それらを包絡したものを採用応答補正比率とする。

*5：最大応答加速度比が1を下回る場合は保守的に1.00とする。

図2-15 応答補正比率の算出フロー（Ss地震時の面外方向加速度（面外慣性力））

表 2-4 応答補正比率

(a) 材料物性の不確かさによる応答補正比率

地震波	S s - D				S s - F 1				備考
	63.5	51.7		42.8	63.5	51.7		42.8	
		H通り側 (IW-H)	D通り側 (IW-D)			H通り側 (IW-H)	D通り側 (IW-D)		
①基本ケース 最大応答加速度 (cm/s ²)	2700	1789	1717	1373	2563	1911	1852	1372	
②材料物性の不確かさ 最大応答加速度 (cm/s ²)	2700 (ケース1)	1806 (ケース4)	1811 (ケース2)	1393 (ケース2)	2596 (ケース2)	1961 (ケース2)	1852 (ケース1)	1426 (ケース2)	・ケース1は基本ケース, ケース2は地盤物性+σ, ケース4は積雪を示す。
②/① 最大応答加速度比	1.00	1.01	1.06	1.02	1.02	1.03	1.00	1.04	
採用応答補正比率	1.06				1.04				・保守的に最大の応答補正比率を設定

(b) 質点系モデルのS d地震時に対するS s地震時の最大応答加速度比

地震波	S s - D				S s - F 1				備考
	63.5	51.7		42.8	63.5	51.7		42.8	
		H通り側 (IW-H)	D通り側 (IW-D)			H通り側 (IW-H)	D通り側 (IW-D)		
③S d地震時 最大応答加速度 (cm/s ²)	1762	996	981	813	1458	899	807	697	・基本ケース
④S s地震時 最大応答加速度 (cm/s ²)	2700	1789	1717	1373	2563	1911	1852	1372	・基本ケース
④/③ 最大応答加速度比	1.54	1.80	1.76	1.69	1.76	2.13	2.30	1.97	
採用応答補正比率	1.80				2.30				・保守的に最大の応答補正比率を設定

2.6.3 断面の評価部位の選定

代表部位とした東面壁及び西面壁における単位幅あたりの曲げモーメント及び面外せん断力を表 2-5 に示す。断面の評価部位は曲げモーメント及び面外せん断力が最大となる位置を壁厚ごとに選定する。

選定した断面の評価部位の応力コンター図を表 2-6 及び表 2-7 に示す。

表 2-5 単位幅あたりの曲げモーメント及び面外せん断力 (S_s地震時)

位置		曲げモーメント (kN・m/m)		面外せん断力 (kN/m)		
		M _x	M _y	Q _x	Q _y	
東 面 壁	壁厚 □ mm	R _D - R _E	202.7	100.0	262.1	171.4
		R _E - R _F	283.8	115.0	368.2	192.6
		R _F - R _G	252.5	112.3	348.5	186.6
		R _G - R _H	180.3	96.2	215.6	131.6
	壁厚 □ mm	R _D - R _E	138.5	120.7	214.7	249.2
		R _E - R _F	124.4	105.8	219.4	237.9
		R _F - R _G	155.5	120.9	257.4	249.1
		R _G - R _H	94.9	91.6	137.6	158.4
西 面 壁	壁厚 □ mm	R _D - R _E	217.9	112.1	279.0	188.1
		R _E - R _F	213.7	82.5	304.3	139.3
		R _F - R _G	171.0	72.0	246.1	119.4
		R _G - R _H	163.7	80.1	176.0	116.6
	壁厚 □ mm	R _D - R _E	157.2	136.8	233.4	278.0
		R _E - R _F	195.8	140.5	286.0	288.0
		R _F - R _G	122.2	91.5	207.0	177.7
		R _G - R _H	88.1	75.8	115.8	117.9

注：ハッチングは、東面壁及び西面壁における壁厚ごとの曲げモーメント及び面外せん断力の最大値を示す。

表 2-6 断面の評価部位の選定に関する応力コンター図 (東面壁)

壁厚	応力	コンター図
□ mm	M _x	<p>(_RE - _RF)</p> <p>□ : 最大応力 283.8kN·m/m</p>
	Q _x	<p>(_RE - _RF)</p> <p>□ : 最大応力 368.2kN/m</p>
□ mm	M _x	<p>(_RF - _RG)</p> <p>□ : 最大応力 155.5kN·m/m</p>
	Q _x	<p>(_RF - _RG)</p> <p>□ : 最大応力 257.4kN/m</p>

表 2-7 断面の評価部位の選定に関する応力コンター図 (西面壁)

壁厚	応力	コンター図
□ mm	M_x	<p>($R_D - R_E$)</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>Y ↑</p> <p>X →</p> <p>□ : 最大応力 217.9kN·m/m</p>
	Q_x	<p>($R_E - R_F$)</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>Y ↑</p> <p>X →</p> <p>□ : 最大応力 304.3kN/m</p>
□ mm	M_x	<p>($R_E - R_F$)</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>Y ↑</p> <p>X →</p> <p>□ : 最大応力 195.8kN·m/m</p>
	Q_y	<p>($R_E - R_F$)</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>Y ↑</p> <p>X →</p> <p>□ : 最大応力 288.0kN/m</p>

2.6.4 断面の評価方法

基準地震動 S_s による面外慣性力により耐震壁に生じる面外方向の曲げモーメント及びせん断力が、許容限界を超えないことを確認する。許容限界については、面外曲げモーメントにより生じる壁主筋の発生応力が、「平 12 建告第 2464 号」に基づき F 値に 1.1 倍の割増しを考慮した弾性限強度を超えないこととする。また、面外せん断力については、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 制定）」に基づく短期許容面外せん断力を超えないこととする。

断面力成分を図 2-16 に示す。

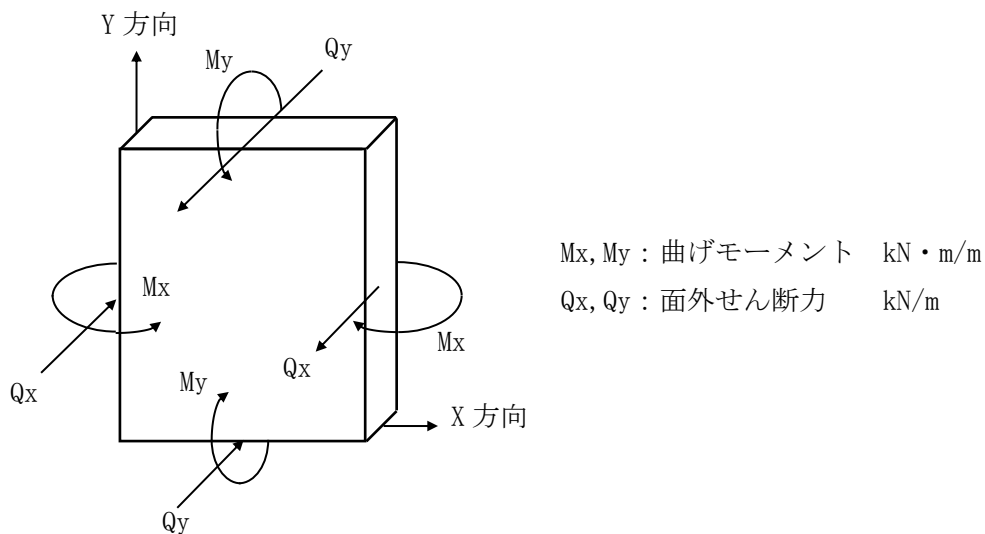


図 2-16 断面力成分

曲げモーメントについては、評価対象部位に生じる曲げモーメント M が次式で算出する許容曲げモーメント M_A を超えないことを確認する。

$$M_A = a_t \cdot f_t \cdot j$$

ここで、

M_A : 許容曲げモーメント (N・mm)

a_t : 引張鉄筋断面積 (mm^2)

f_t : 鉄筋の許容引張応力度で基準強度 F 値の 1.1 倍 (N/mm^2)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの $7/8$ 倍の値 (mm)

また、面外せん断力については、面外せん断力 Q が次式で算出する許容面外せん断力 Q_A を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

b : 断面の幅 (mm)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

α : 許容せん断力の割増し係数

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

$$\alpha = \frac{4}{M / (Q \cdot d) + 1}$$

M : 曲げモーメント (N・mm)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm²)

2.6.5 断面の評価結果

断面の評価結果を表 2-8 に示す。

S s 地震時において、面外方向の曲げモーメントに対する検定値が 0.62、面外せん断力に対する検定値が 0.43 となり、許容限界を超えないことを確認した。

面外慣性力として、応答補正比率を考慮したうえで最大応答加速度の絶対値を用いていることや解析モデルとして保守的なモデルを用いていることなど、保守的な検討をしているため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せにより、原子炉建物の壁が有する耐震性への影響はないと判断できる。

ただし、面外方向に大きな加速度が生じていることを踏まえ、「2.7 面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の壁の断面の評価」において、面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の評価を行う。

表 2-8 断面の評価結果

検討ケース		S s 地震時			
検討位置		東面壁 (R3 通り)		西面壁 (R11 通り)	
厚さ t (mm) ×幅 b (mm)		□×1000	□×1000	□×1000	□×1000
有効せい d (mm)		□	□	□	□
配筋	縦筋 (鉄筋断面積)	D29@200 (3210 mm ² /m)	D35@200 (4785 mm ² /m)	D29@200 (3210 mm ² /m)	D35@200 (4785 mm ² /m)
	横筋 (鉄筋断面積)	D25@200 (2535 mm ² /m)	D32@200 (3970 mm ² /m)	D25@200 (2535 mm ² /m)	D32@200 (3970 mm ² /m)
曲げモーメント	方向	X 方向	X 方向	X 方向	X 方向
	発生曲げ モーメント M (kN・m/m)	283.8	155.5	217.9	195.8
	許容限界 (kN・m/m)	462.3	1105.9	462.3	1105.9
	検定値	0.62	0.15	0.48	0.18
面外せん断力	方向	X 方向	X 方向	X 方向	Y 方向
	発生せん断力 Q (kN/m)	368.2	257.4	304.3	288.0
	許容限界 (kN/m)	867.9	1587.6	956.3	1587.6
	検定値	0.43	0.17	0.32	0.19
判定		可	可	可	可

2.7 面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の壁の断面の評価

「2.5 地震応答解析結果」に示すとおり、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）の東西面の壁には面外方向に大きな加速度が生じていることから、当該壁を静的応力解析モデルに置き換えて、面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の断面の評価を行う。

原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）についてはVI-2-9-3-1「原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の耐震性についての計算書」（以下「二次格納施設の耐震性についての計算書」という。）において、二次格納施設バウンダリの機能設計上の性能目標である構造強度を有することの確認として、S d地震時に生じる応力に対し「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（(社)日本建築学会，2005 制定）」に基づく短期許容応力度を超えないことを確認している。そこで、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）に対する面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の断面評価にあたっては、S d地震時の応答に材料物性の不確かさを考慮した地震力を用いる。

評価結果を記載する部位は、面外慣性力及び面内せん断力によって生じる鉄筋応力度及び面外せん断力が最大となる部位とする。

なお、S s地震時の耐震壁の評価については「二次格納施設の耐震性についての計算書」において、面内に生じるせん断ひずみが許容限界である 2.0×10^{-3} を超えないことを確認しているが、「2.6 面外慣性力に対する壁の断面の評価」においては、S s地震時の面外慣性力に対し、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）の断面評価の結果、鉄筋に生じる応力度が弾性範囲内であることを確認していることから、面内に生じるせん断ひずみの評価に対する影響は小さいと考えられる。また、面内に生じるせん断ひずみが許容値の 2.0×10^{-3} に対して十分小さいこと及び面外せん断耐力が面外せん断力に対して十分な裕度を有していることを確認していることから、面外せん断の評価に対する面内に生じるせん断ひずみの影響は小さいと考えられる。

2.7.1 解析モデル及び荷重条件

解析モデルを図2-17に示す。

解析モデルについては「2.6 面外慣性力に対する壁の断面の評価」と同様に、静的応力解析モデルとする。

境界条件については、モデルの上端に水平方向せん断力を与えるため、下端を固定端とし、その他の三辺は面内水平方向のみ自由とする。

評価にあたっては、面内方向のせん断力及び面外方向の曲げモーメントにより生じる鉄筋応力度及び面外せん断力が許容限界を超えないことを確認することで、面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合でも原子炉建物の壁に対する二次格納施設バウンダリとして要求される機能への影響がないことを確認する。

荷重としては、S d地震時による面外方向慣性力及び面内方向せん断力を考慮する。

S d地震時による応答加速度及び応答せん断力の補正は、弾性設計用地震動S dによる面外方向及び面内方向の最大応答加速度（絶対加速度）に対し、材料物性による不確かさを考慮するための応答補正比率を乗じることで保守的に評価したものであ

る。また、応答補正比率は、質点系モデルによる地震応答解析における最大応答加速度より算出する。

面外慣性力及び面内せん断力の算出方法は以下の通りである。

S d 地震時の面外方向加速度（面外慣性力）

=3次元FEMモデルのS d 地震時の面外方向最大応答加速度×応答補正比率

S d 地震時の面内せん断力

=3次元FEMモデルのS d 地震時の面内方向最大応答せん断力×応答補正比率

検討対象である東西面の壁について、算出したS d 地震時の面外方向加速度（面外慣性力）コンター図を図2-18に、S d 地震時の面内せん断力荷重図を図2-19に示す。

面外慣性力と面内せん断力の組合せは、「原子力発電所耐震設計技術規程 J E A C 4 6 0 1-2008（（社）日本電気協会）」を参考に、組合せ係数法（組合せ係数は1.0と0.4）を用いるものとする。 S d 地震時の面外方向加速度

（面外慣性力）

=3次元FEMモデルの

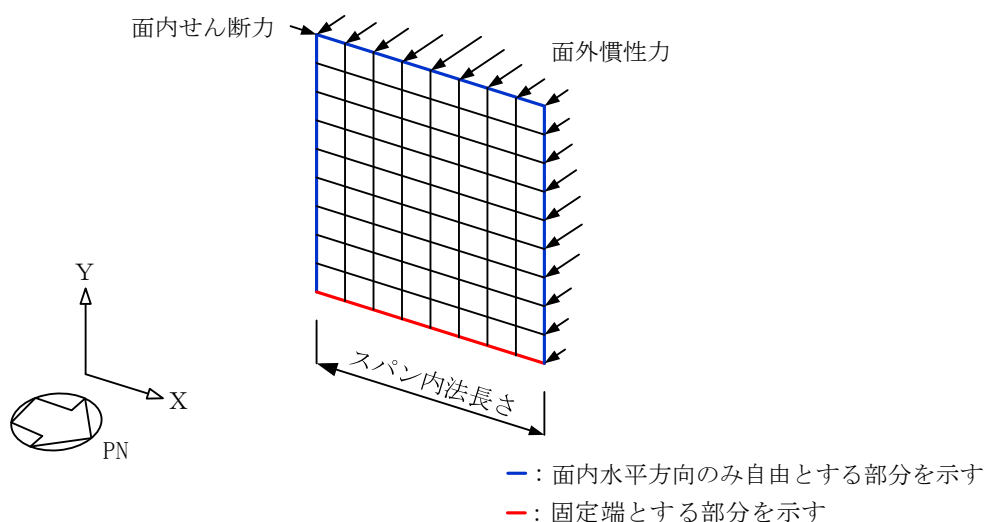
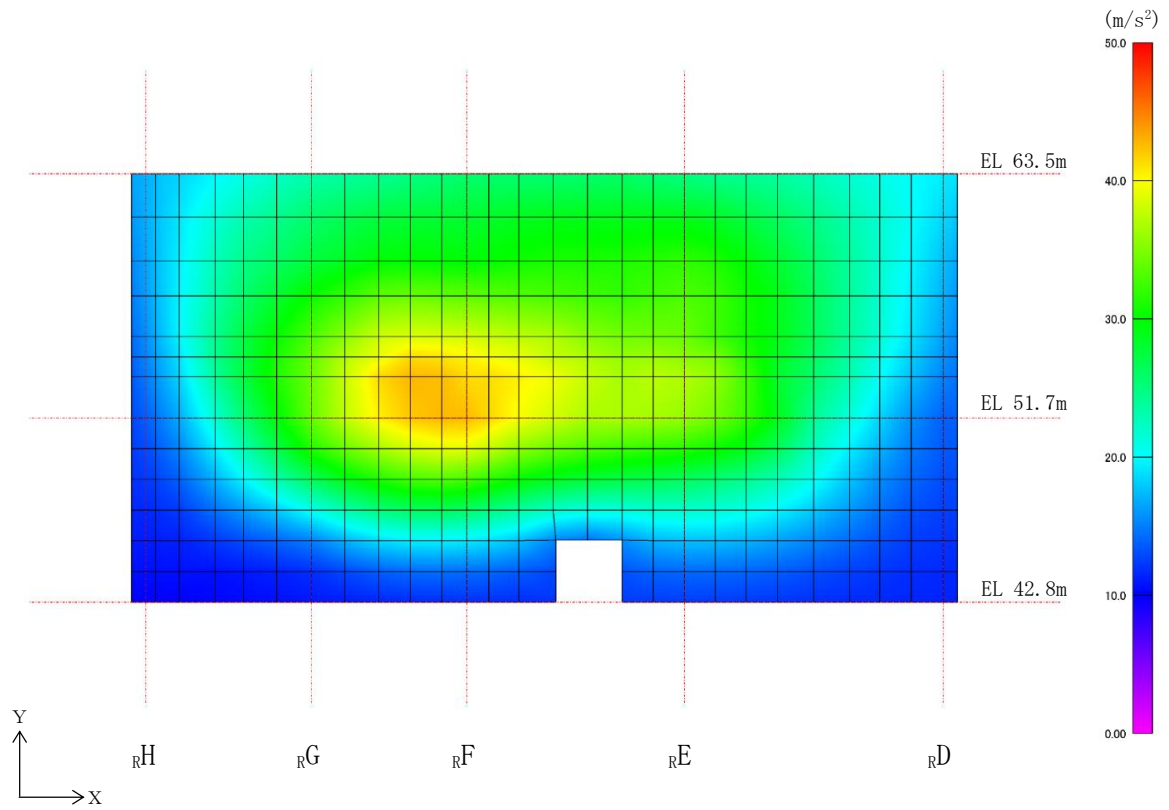
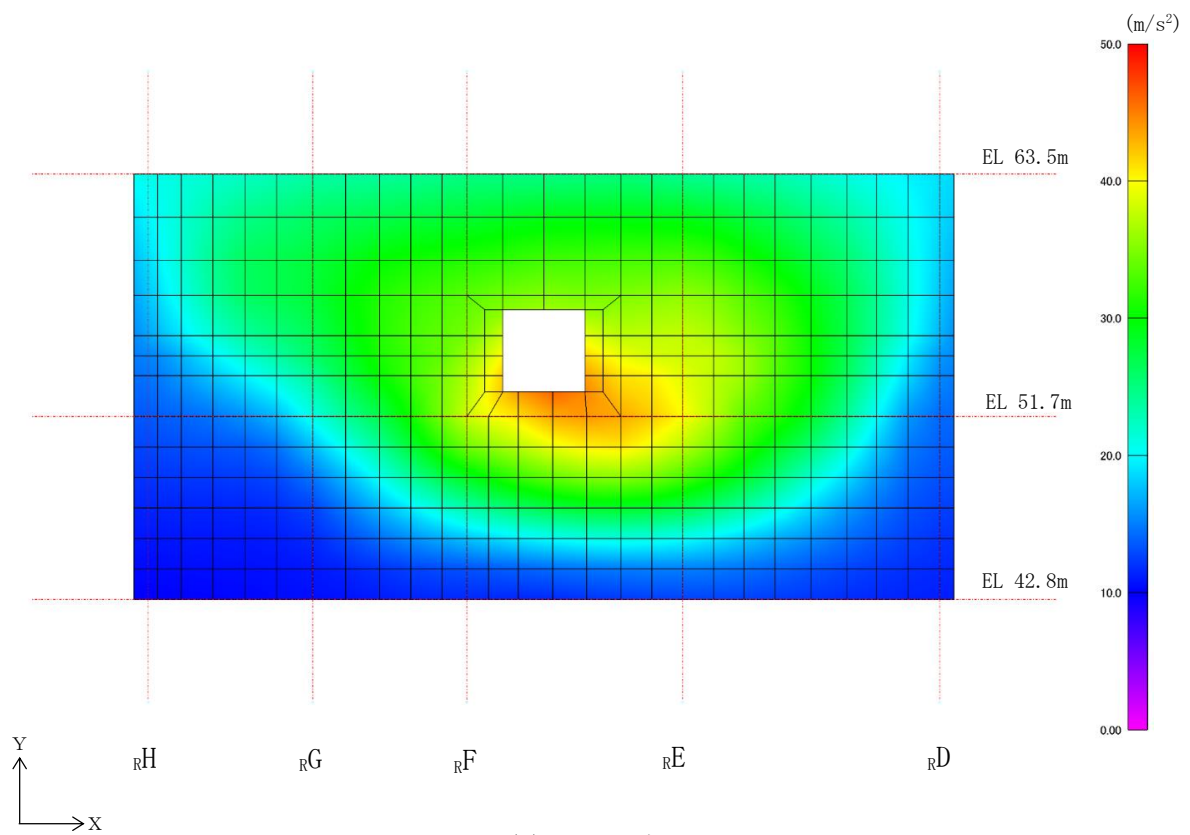


図2-17 解析モデル

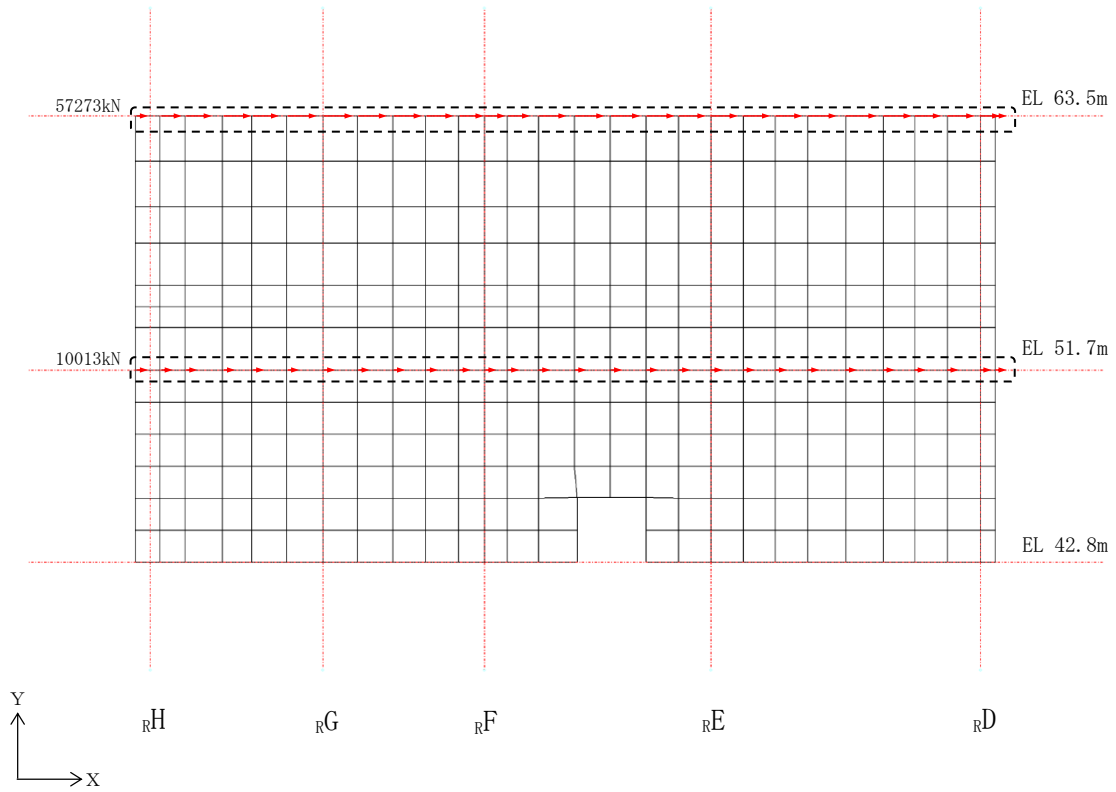


(a) 東面壁

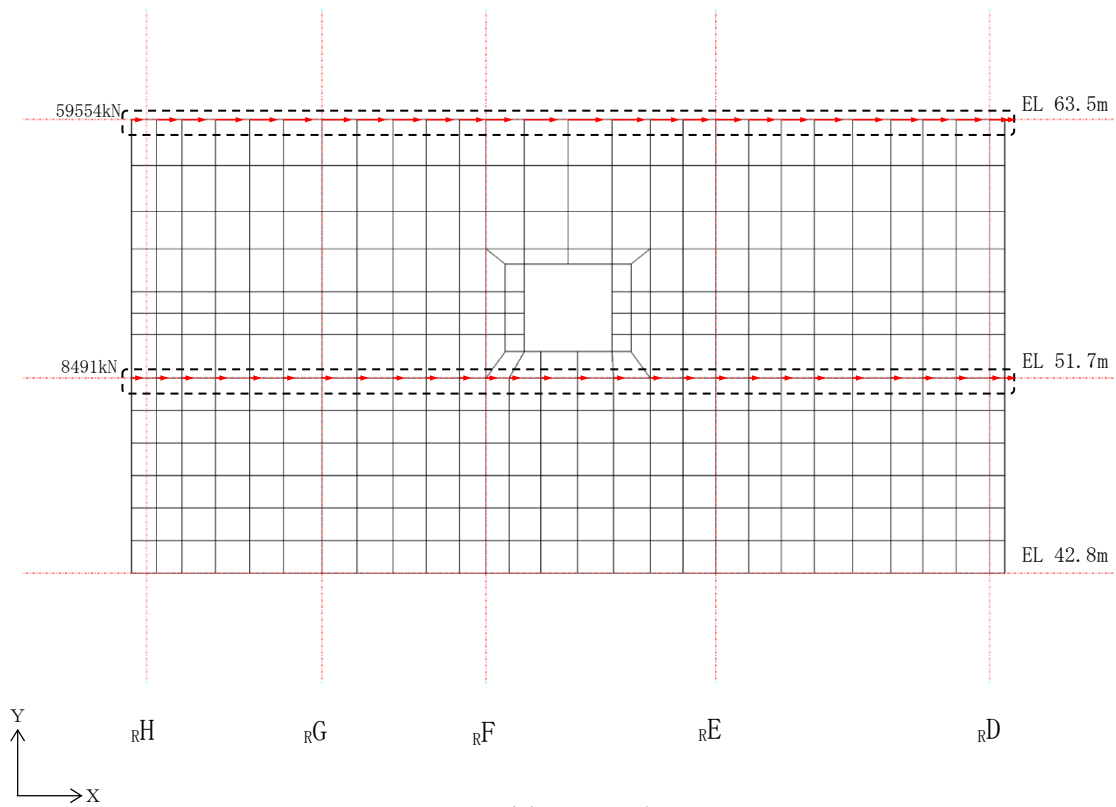


(b) 西面壁

図 2-18 S d 地震時の面外方向加速度（面外慣性力）コンター図



(a) 東面壁



(b) 西面壁

図 2-19 S d 地震時の面内せん断力荷重図

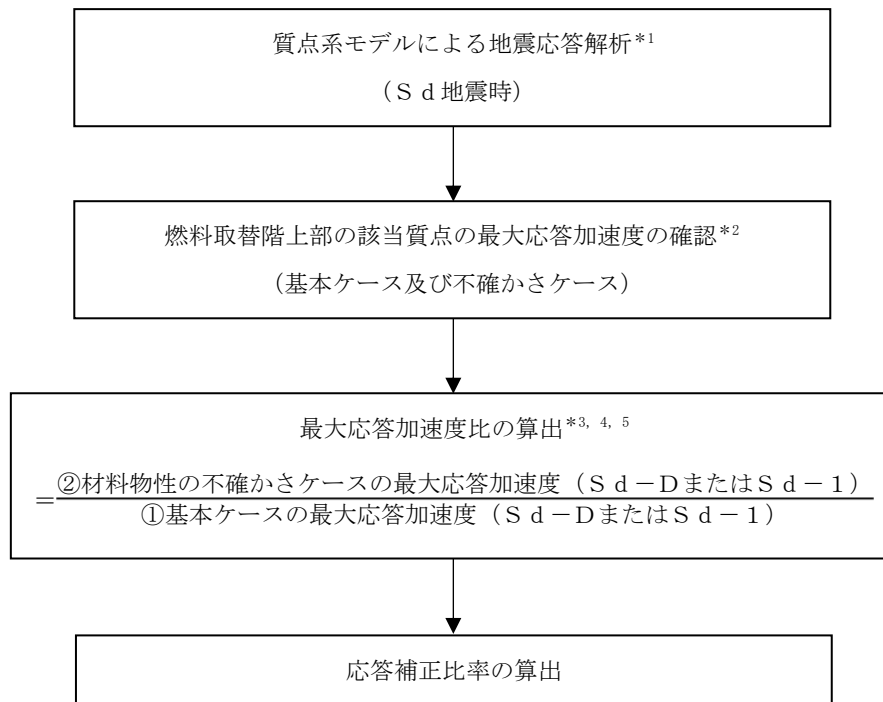
2.7.2 応答補正比率の算出

材料物性の不確かさによる応答補正比率は、S d地震時における基本ケースの質点系モデルの最大応答加速度に対する材料物性の不確かさを考慮した質点系モデルの最大応答加速度の比により算出する。なお、面外方向の応答加速度が最大となるS d-D及びS d-1による応答を用いる。

面外慣性力に乗じる応答補正比率は、東面及び西面の外壁の面外振動を評価するため、算出に用いる最大応答加速度は、EW方向モデルのEL 63.5mの質点（質点番号3）、EL 51.7mの質点（質点番号4、質点番号18）及びEL 42.8mの質点（質点番号5）の最大応答加速度とする。

面内せん断力に乗じる応答補正比率は、東面及び西面の外壁の面内応答を評価するため、算出に用いる最大応答加速度は、NS方向モデルのEL 63.5mの質点（質点番号6）、EL 51.7mの質点（質点番号7、質点番号21）及びEL 42.8mの質点（質点番号8）の最大応答加速度とする。

応答補正比率の算出フローを図2-20に、算出した応答補正比率を表2-9に示す。



注記*1：VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」による。

*2：面外慣性力に乘じる応答補正比率は、EW方向モデルのEL 63.5mの質点（質点番号3）、EL 51.7mの質点（質点番号4、質点番号18）及びEL 42.8mの質点（質点番号5）の最大応答加速度とし、面内せん断力に乘じる応答補正比率は、NS方向モデルのEL 63.5mの質点（質点番号6）、EL 51.7mの質点（質点番号7、質点番号21）及びEL 42.8mの質点（質点番号8）の最大応答加速度とする。

*3：3次元FEMモデルの地震応答解析結果のうち、面外方向の応答加速度が最大となるSd-D及びSd-1の応答を用いて面外慣性力及び面内せん断力を算定することから、最大応答加速度比の算出はSd-D及びSd-1の最大応答加速度を用いる。

*4：該当質点ごとに最大応答加速度比を算出し、それらを包絡したものを採用応答補正比率とする。

*5：最大応答加速度比が1を下回る場合は保守的に1.00とする。

図2-20 応答補正比率の算出フロー

(S d地震時の面外方向加速度（面外慣性力）及び面内せん断力）

表 2-9 応答補正比率

(a) 面外方向加速度 (面外慣性力) に乗じる材料物性の不確かさによる応答補正比率

地震波	S d - D				S d - I				備考
	51.7		42.8		51.7		42.8		
	H通り側 (IW-H)	D通り側 (IW-D)	H通り側 (IW-H)	D通り側 (IW-D)	H通り側 (IW-H)	D通り側 (IW-D)	H通り側 (IW-H)	D通り側 (IW-D)	
EL (m)	63.5		42.8		63.5		42.8		
①基本ケース 最大応答加速度 (cm/s ²)	1762	996	981	813	1914	1474	1514	1111	
②材料物性の不確かさ 最大応答加速度 (cm/s ²)	1771 (ケース4)	996 (ケース1)	981 (ケース1)	813 (ケース1)	1938 (ケース2)	1474 (ケース1)	1526 (ケース4)	1111 (ケース1)	ケース1は基本ケース, ケース2は 地盤物性+σ, ケース4は積雪を示 す。
②/① 最大応答加速度比	1.01	1.00	1.00	1.00	1.02	1.00	1.01	1.00	
採用応答補正比率	1.01				1.02				・保守的に最大の応答補正比率を設定

(b) 面内せん断力に乗じる材料物性の不確かさによる応答補正比率

地震波	S d - D				S d - I				備考
	東面: R3 通り (IW-3)		西面: R11 通り (IW-11)		東面: R3 通り (IW-3)		西面: R11 通り (IW-11)		
	51.7	42.8	63.5	51.7	51.7	42.8	63.5	51.7	
対象部位									
EL (m)	63.5	51.7	42.8	63.5	51.7	42.8	63.5	51.7	42.8
①基本ケース 最大応答加速度 (cm/s ²)	1456	884	663	1456	867	663	1635	1305	1048
②材料物性の不確かさ 最大応答加速度 (cm/s ²)	1516 (ケース2)	912 (ケース2)	703 (ケース2)	1516 (ケース2)	918 (ケース2)	703 (ケース2)	1657 (ケース2)	1307 (ケース4)	1066 (ケース2)
②/① 最大応答加速度比	1.05	1.04	1.07	1.05	1.06	1.07	1.02	1.02	1.02
採用応答補正比率	1.07				1.02				・保守的に最大の応答補正比率を設定

2.7.3 断面の評価部位の選定

代表部位とした東面壁及び西面壁における鉄筋応力度及び単位幅あたりの面外せん断力を表 2-10 に示す。断面の評価部位は鉄筋応力度及び面外せん断力が最大となる位置を壁厚ごとに選定する。

選定した断面の評価部位の応力コンター図を表 2-11 及び表 2-12 に示す。

表 2-10 鉄筋応力度及び単位幅あたりの面外せん断力 (S d 地震時)

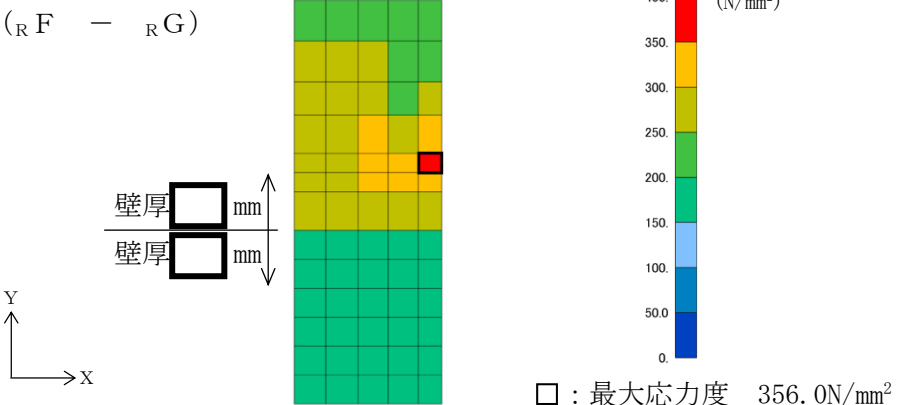
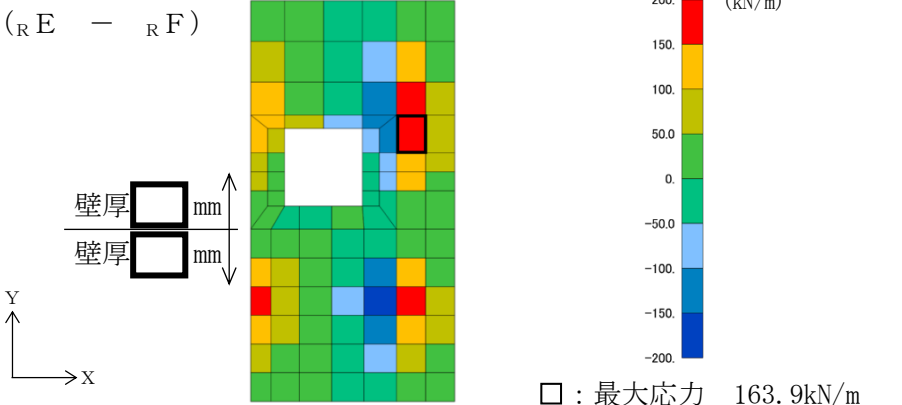
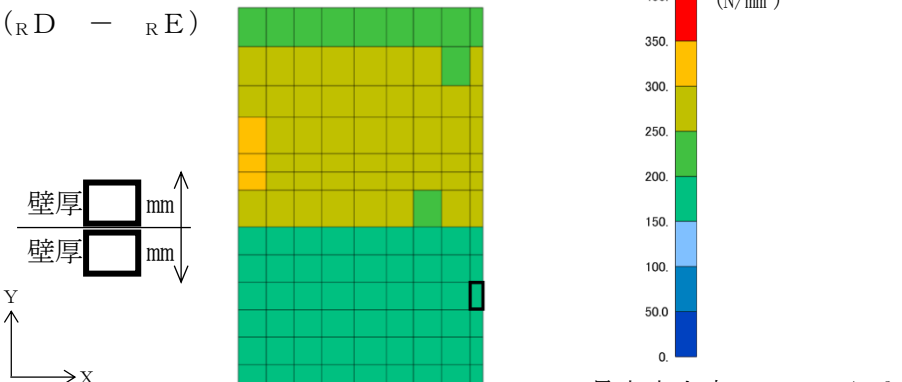
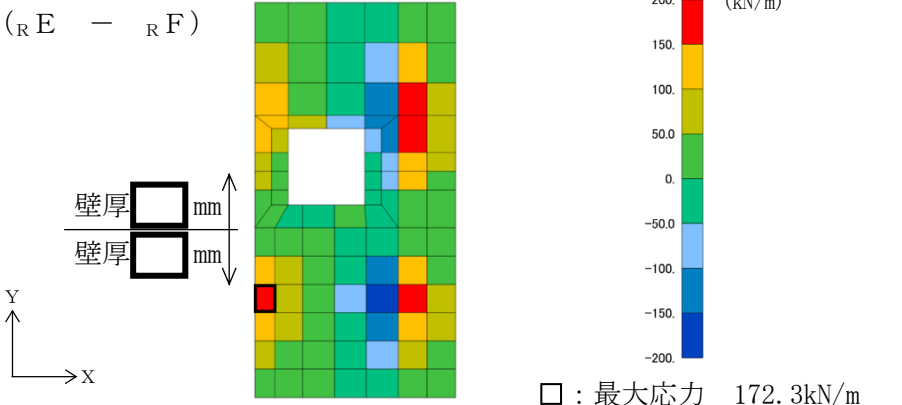
位置		鉄筋応力度 (N/mm ²)		面外せん断力 (kN/m)		
		σ_{tx}	σ_{ty}	Q _x	Q _y	
東面壁	壁厚 □mm	R D — R E	263.7	199.0	146.2	90.6
		R E — R F	264.3	196.1	176.9	95.6
		R F — R G	262.6	199.0	174.4	101.9
		R G — R H	258.2	200.7	130.9	84.3
	壁厚 □mm	R D — R E	196.2	180.8	125.0	135.1
		R E — R F	231.1	198.8	134.9	138.0
		R F — R G	192.6	168.4	169.4	160.5
		R G — R H	185.1	159.4	101.8	111.2
西面壁	壁厚 □mm	R D — R E	315.8	256.5	159.4	97.6
		R E — R F	353.7	272.4	163.9	71.3
		R F — R G	356.0	274.7	156.6	78.6
		R G — R H	281.0	223.0	120.8	78.8
	壁厚 □mm	R D — R E	192.1	168.2	144.5	160.3
		R E — R F	182.0	161.0	172.3	163.0
		R F — R G	187.1	164.9	130.5	111.4
		R G — R H	187.9	163.4	75.1	74.9

注：ハッチングは、東面壁及び西面壁における壁厚ごとの鉄筋応力度及び面外せん断力の最大値を示す。

表 2-11 断面の評価部位の選定に関する応力コンター図（東面壁）

壁厚	応力	コンター図
□ mm	σ_{tX}	<p>($R_E - R_F$)</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>Y ↑</p> <p>X →</p> <p>□ : 最大応力度 264.3N/mm²</p>
	Q_x	<p>($R_E - R_F$)</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>Y ↑</p> <p>X →</p> <p>□ : 最大応力 176.9kN/m</p>
□ mm	σ_{tX}	<p>($R_E - R_F$)</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>Y ↑</p> <p>X →</p> <p>□ : 最大応力度 231.1N/mm²</p>
	Q_x	<p>($R_F - R_G$)</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>壁厚 □ mm</p> <p>Y ↑</p> <p>X →</p> <p>□ : 最大応力 169.4kN/m</p>

表 2-12 断面の評価部位の選定に関する応力コンター図 (西面壁)

壁厚	応力	コンター図
<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> mm	σ_{tX}	<p>($R_F - R_G$)</p>  <p>□ : 最大応力度 356.0N/mm²</p>
	Q_x	<p>($R_E - R_F$)</p>  <p>□ : 最大応力 163.9kN/m</p>
<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; display: inline-block;"></div> mm	σ_{tX}	<p>($R_D - R_E$)</p>  <p>□ : 最大応力度 192.1N/mm²</p>
	Q_x	<p>($R_E - R_F$)</p>  <p>□ : 最大応力 172.3kN/m</p>

2.7.4 断面の評価方法

弾性設計用地震動 S_d による面外慣性力及び面内せん断力により耐震壁に生じる鉄筋応力度が、許容限界を超えないことを確認する。許容限界については、「平 12 建告第 2464 号」に基づき F 値に 1.1 倍の割増しを考慮した弾性限強度を超えないこととする。また、面外せん断力については、「原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説（（社）日本建築学会，2005 制定）」に基づく短期許容面外せん断力を超えないこととする。

断面力成分を図 2-21 に示す。

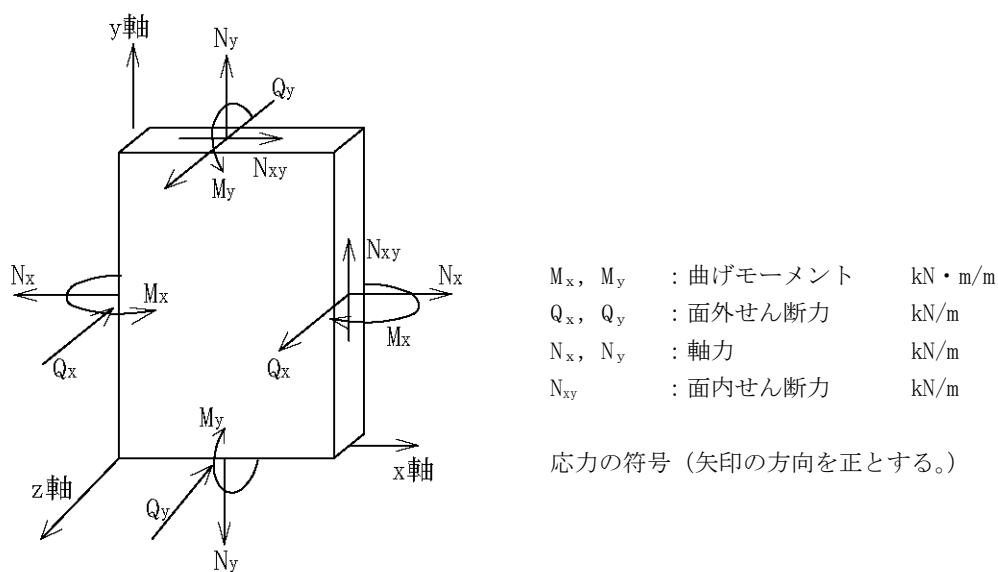


図 2-21 断面力成分

面外せん断力については、面外せん断力 Q が次式で算出する許容面外せん断力 Q_A を超えないことを確認する。

$$Q_A = b \cdot j \cdot \alpha \cdot f_s$$

ここで、

Q_A : 許容面外せん断力 (N)

b : 断面の幅 (mm)

j : 断面の応力中心間距離で、断面の有効せいの 7/8 倍の値 (mm)

α : 許容せん断力の割増し係数

(2 を超える場合は 2, 1 未満の場合は 1 とする。)

$$\alpha = \frac{4}{M / (Q \cdot d) + 1}$$

M : 曲げモーメント (N・mm)

Q : せん断力 (N)

d : 断面の有効せい (mm)

f_s : コンクリートの短期許容せん断応力度 (N/mm²)

2.7.5 断面の評価結果

断面の評価結果を表 2-13 に示す。

S d 地震時において、壁の鉄筋に発生する応力度に対する検定値が 0.94、面外せん断力に対する検定値が 0.21 となり、許容限界を超えないことを確認したことから、面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合においても、原子炉建物の壁に対する二次格納施設バウンダリとして要求される機能への影響はないと判断できる。

表 2-13 断面の評価結果

検討ケース		S d 地震時			
検討位置		東面壁 (R3 通り)		西面壁 (R11 通り)	
厚さ t (mm) ×幅 b (mm)		□×1000	□×1000	□×1000	□×1000
有効せい d (mm)		□	□	□	□
配筋	縦筋 (鉄筋断面積)	D29@200 (3210 mm ² /m)	D35@200 (4785 mm ² /m)	D29@200 (3210 mm ² /m)	D35@200 (4785 mm ² /m)
	横筋 (鉄筋断面積)	D25@200 (2535 mm ² /m)	D32@200 (3970 mm ² /m)	D25@200 (2535 mm ² /m)	D32@200 (3970 mm ² /m)
曲げモーメント 面内せん断力及び	方向	X 方向	X 方向	X 方向	X 方向
	鉄筋応力度 σ_t (N/mm ²)	264.3	231.1	356.0	192.1
	許容限界 (N/mm ²)	379	379	379	379
	検定値	0.70	0.61	0.94	0.51
面外せん断力	方向	X 方向	X 方向	X 方向	X 方向
	発生せん断力 Q (kN/m)	176.9	169.4	163.9	172.3
	許容限界 (kN/m)	862.7	1587.6	945.9	1587.6
	検定値	0.21	0.11	0.18	0.11
判定		可	可	可	可

2.8 検討のまとめ

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認として、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）に対し、面外慣性力の影響について検討を行った。

3 次元 FEM モデルを用いて、弾性設計用地震動 S_d に対する地震応答解析を実施し、壁の面外方向の最大応答加速度分布を確認した結果、面外にはらむような加速度分布となっており、面外慣性力が発生していることを確認した。また、水平 1 方向入力による最大応答加速度分布に対し、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる最大応答加速度分布は、地震動によっては入力直交方向の応答が大きくなるため、最大応答加速度のばらつきが比較的大きい部位があるものの、おおむね同様な傾向であることを確認した。この結果は、壁の面外応答に与える影響は面外方向の地震動が支配的であり、水平直交方向及び鉛直方向地震動は面外応答に与える影響が小さいことを示している。

一方で、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）に対する面外慣性力が発生していることから、加速度の比較的大きい原子炉建物東西面の壁を部分的に抽出し、保守的な静的モデルに置き換えて、面外慣性力による面外応力に対する断面の評価を行った。その結果、 S_s 地震時における壁の曲げモーメント及び面外せん断力が許容限界を超えないことを確認した。面外慣性力として、応答補正比率を乗じたうえで最大応答加速度の絶対値を用いていることや解析モデルとして保守的なモデルを用いていることも踏まえると、面外慣性力により原子炉建物の壁が有する耐震性への影響はないと判断できる。

さらに、同様のモデルを用いて面外慣性力及び面内せん断力を組み合わせた場合の原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）に対する断面の評価を行い、 S_d 地震時においても壁の鉄筋応力度及び面外せん断力が許容限界を超えないことを確認したことから、原子炉建物の壁に対する二次格納施設のバウンダリとして要求される機能への影響はないと判断できる。

以上のことから、3 次元的な応答特性が想定される部位として抽出した原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）については、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価を行う部位として抽出しない。

3. 局所応答による影響検討

VI-2-12「水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」において応答特性②-1 及び②-2 により抽出されなかった原子炉建物の耐震評価部位全般に対し、局所的な応答による影響の有無について、3次元FEMモデルを用いた精査を行った。

精査にあたっては、3次元FEMモデルで構築した原子炉建物の地震応答解析モデルを用いて、水平 2 方向及び鉛直方向入力時の最大応答加速度を算出し評価することで行った。精査の内容は、別紙 3「原子炉建物 3次元FEMモデルによる地震応答解析」に示す。

3次元FEMモデルによる精査の結果、原子炉建物が有する耐震性への影響が小さいことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価が必要な部位は抽出されなかった。

したがって、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を適切に算定するにあたっては、質点系モデルの地震応答解析結果を用いることで、簡易的かつ保守的に評価を行うことが可能であることを確認した。

4. 3次元FEMモデルを用いた精査のまとめ

VI-2-12「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」において、応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」可能性がある部位として、3次元的な応答特性が想定される部位のうち、抽出した原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）について、3次元FEMモデルを用いた精査を行った。3次元FEMモデルを用いた精査の結果、原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁（一般部）において、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して、発生応力が許容値を満足し、有している耐震性への影響が小さいことを確認した。

さらに、応答特性②-1及び②-2により抽出されなかった原子炉建物の耐震評価部位全般に対し、原子炉建物を対象とした3次元FEMモデルにより、水平2方向及び鉛直方向入力時の最大応答加速度を算出し検討することで、局所的な応答について精査を行った。3次元FEMモデルを用いた精査の結果、原子炉建物が有する耐震性への影響が小さいことを確認した。

以上のことから、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位については、有する耐震性への影響が小さいと判断できることから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価を行う部位として抽出しない。

別紙 2-1 3次元的な応答特性を考慮した燃料取替階ブローアウト
パネルの評価について

目 次

1. 概要	別紙 2-1-1
2. オペフロ BOP の S d 閉機能維持の評価	別紙 2-1-5
2.1 検討方針	別紙 2-1-5
2.2 応答補正比率の算出	別紙 2-1-5
2.3 3次元 F E Mモデルの応答を用いた面外方向地震荷重の算定	別紙 2-1-7
2.4 S d 閉機能維持の評価	別紙 2-1-9

1. 概要

別紙 2「原子炉建物 3次元 FEMモデルを用いた精査」では、応答特性②-1「面内方向の荷重に加え、面外慣性力の影響が大きい」という特性より、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁について、3次元 FEMモデルによる精査を行った。詳細には、原子炉建物の壁の面外慣性力による影響検討として、面外慣性力による面外応力に対する断面算定を行い、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響を評価した。評価の結果、面外慣性力により原子炉建物の壁が有する耐震性への影響は無いことを確認した。

ここで、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した原子炉建物（燃料取替階レベル）の壁には、燃料取替階ブローアウトパネル（以下「オペフロ BOP」という。）を設置している。

VI-2-9-3-1-1「原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルの耐震性についての計算書」における評価のうち、面外慣性力の影響を受けると考えられる『弾性設計用地震動 S d による地震力に相当する荷重でオペフロ BOP が開放しないこと』（以下「S d 閉機能維持」という。）について、3次元 FEMモデルによる応答を用いた評価を行う。

オペフロ BOP の設置位置図を図 1-1 に、構造計画を表 1-1 に、固有周期を表 1-2 に示す。

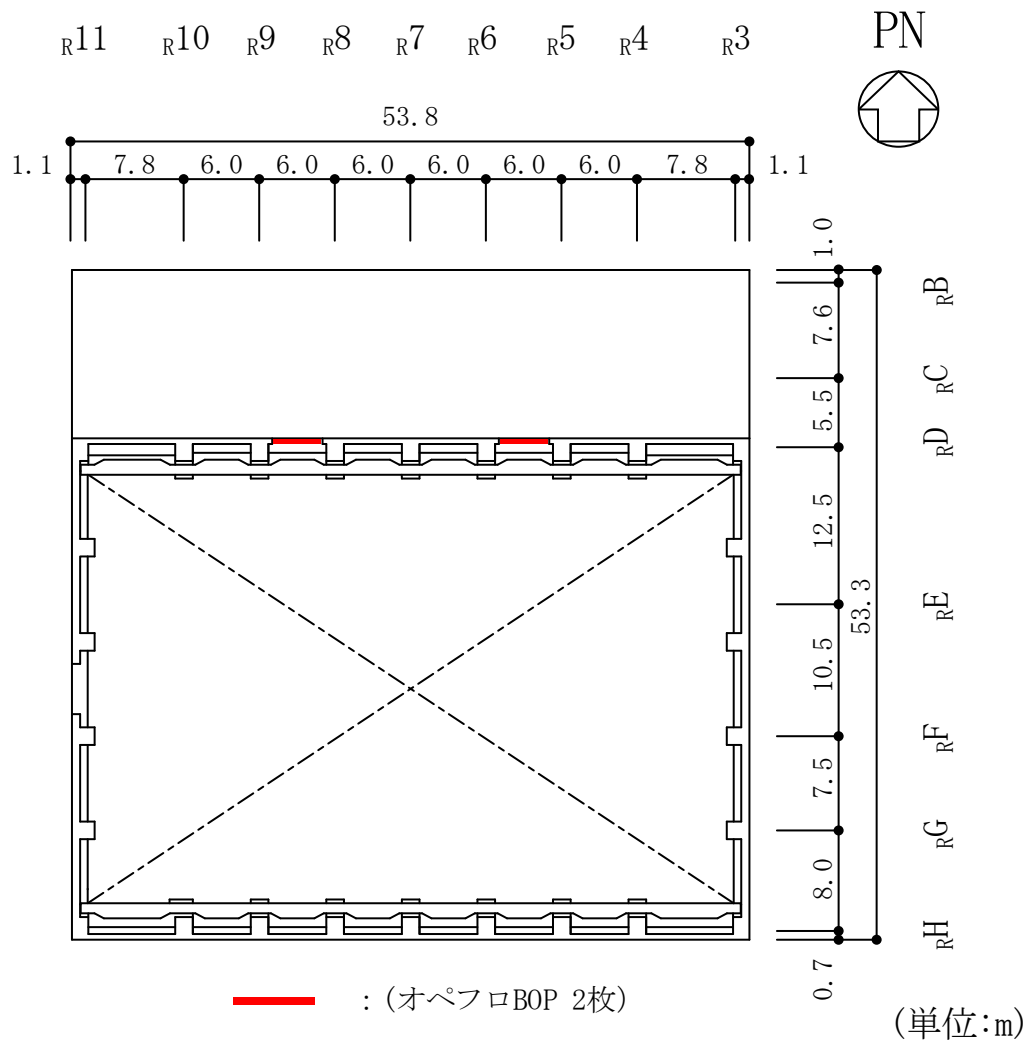


図 1-1 オペフロ BOP の設置位置図 (EL 51.7m)

表 1-1 オペフロ BOP の構造計画

計画の概要	
主体構造	支持構造
<ul style="list-style-type: none"> ・ パネル本体部 ・ 枠部 <p>オペフロ BOP は、パネル本体部、パネルを原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の壁に設置する枠部より構成される設備である。</p>	<p>オペフロ BOP は、十分な強度を有する構造とし、原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の壁に枠部とクリップにより据付けられる。</p>
材料	SS400 及び SUS304
作動方式	クリップ式（16 個）
クリップ仕様	材質 SUS304
概略構造図（単位：m）	
<p>The diagram illustrates the structure of the Operflo BOP. On the left, a vertical cross-section (A-A) shows the height from EL 52.9 to EL 56.9, with a total height of 4.00m and a lower section of 3.92m. On the right, a plan view shows a width of 4.00m and a section of 3.94m. Section lines A-A and B-B are indicated.</p>	

表 1-2 オペフロ BOP の固有周期

方向	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)
NS 方向	□	□

注：固有周期は，VI-2-9-3-1-1「原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルの耐震性
 についての計算書」に基づきモックアップ試験体の振動試験による。

2. オペフロ BOP の S d 閉機能維持の評価

2.1 検討方針

S d 閉機能維持の評価では、3次元FEMモデルの応答を用いた面外方向地震荷重が許容値である開放荷重を下回ることを確認する。

3次元FEMモデルによるS d閉機能維持の評価フローを図2-1に示す。

別紙3「原子炉建物3次元FEMモデルによる地震応答解析」における建物模擬モデル(3次元FEM)を対象とした弾性設計用地震動S dに対する地震応答解析結果を用い、オペフロBOPに対する材料物性の不確かさを考慮した面外方向地震荷重を算定する。

具体的には、オペフロBOPにおける3次元FEMモデルによる面外応答に対し、材料物性の不確かさによる応答補正比率を乗じ、面外応答を算定する。ここで、面外応答には、保守的な評価のため3次元FEMの応答として3方向同時入力時の面外応答を用いるものとする。オペフロBOPの面外応答に基づく応答加速度より面外方向地震荷重を算定し、許容値である開放荷重を下回ることを確認する。ここで、開放荷重は保守的な評価のため、VI-2-9-3-1-1「原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルの耐震性についての計算書」に示す実機大モックアップ試験で得られた最小値を用いる。

2.2 応答補正比率の算出

材料物性の不確かさによる応答補正比率は、基本ケースの質点系モデルの最大応答加速度に対する材料物性の不確かさを考慮した質点系モデルの最大応答加速度の比により算出する。

なお、算出に用いる最大応答加速度はNS方向モデルのEL 63.5mの質点(質点番号6, 20)及びEL 51.7mの質点(質点番号7, 21)の最大応答加速度とする。

算出した応答補正比率を表2-1に示す。

表2-1 応答補正比率(材料物性の不確かさによる応答補正比率)

地震波	Sd-1				備考
	63.5		51.7		
EL (m)	6	20	7	21	
質点番号	6	20	7	21	
①基本ケース 最大加速度応答 (m/s ²)	16.35	16.35	13.05	12.96	
②材料物性の不確かさ 最大加速度応答 (m/s ²)	16.57	16.57	13.07	12.97	質点6, 20は地盤剛性+σ, 質点7, 21は積雪荷重考慮の応答
②/① 最大加速度応答比	1.02	1.02	1.01	1.01	
採用応答補正比率	<u>1.02</u>				保守的に最大の応答補正比率を設定

3次元FEMモデルによる弾性設計用地震動Sdに対する地震応答解析
(別紙3「原子炉建物3次元FEMモデルによる地震応答解析」, 建物模擬モデル)



3次元FEMモデルの応答を用いた地震荷重の算定
各オペフロBOPの面外応答(3方向同時入力)に基づく
最大応答加速度より地震荷重を算定する。

地震荷重(kN)

=NS方向加速度応答値(m/s²)

×オペフロBOPの質量(2.0t)

×材料物性の不確かさによる応答補正比率(1.02)



Sd閉機能維持の評価

地震荷重<開放荷重(□kN)*であることを確認する。

注記* : VI-2-9-3-1-1「原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルの耐震性についての計算書」に示す実機大モックアップ試験で得られた最小値を用いる。

図2-1 3次元FEMモデルによるSd閉機能維持の評価フロー

2.3 3次元FEMモデルの応答を用いた面外方向地震荷重の算定

オペフロ BOP は、EL 56.9m 及び EL 52.9m において、原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の壁に粹部とクリップにより据付けられていることから、3次元FEMモデルにおけるオペフロ BOP 相当の開口のうち、上下7節点の面外応答（3方向同時入力）について、支配幅を考慮した重み付け平均によりオペフロ BOP 一枚当たりの面外応答に基づく最大応答加速度を設定する。ここで、最大応答加速度は、弾性設計用地震動 Sd（Sd-D, F1, F2, N1, N2NS, N2EW, 1）のうち応答加速度が最も大きい Sd-1 の応答値を用いる。

面外応答の算出方法の概要を図 2-2 に示す。

材料物性の不確かさによる応答補正比率は、基本ケースの質点系モデルの最大応答加速度に対する材料物性の不確かさを考慮した質点系モデルの最大応答加速度の比により算出した最大の応答補正比率(1.02)を用いるものとする。

オペフロ BOP に対する面外方向地震荷重の算定方法は以下の通りである。

$$\begin{aligned} \text{面外方向地震荷重 (kN)} &= \text{NS 方向加速度応答値 (m/s}^2\text{)} \\ &\quad \times \text{オペフロ BOP の質量 (2.0t)} \\ &\quad \times \text{材料物性の不確かさによる応答補正比率 (1.02)} \end{aligned}$$

面外方向地震荷重の算定結果を表 2-2 に示す。

面外方向地震荷重は、北面壁 R8-R9 間において最大となる。別紙 2「原子炉建物 3次元FEMモデルを用いた精査」では、平面的に中央部がはらむような加速度分布であり、同一傾向であることを確認した。

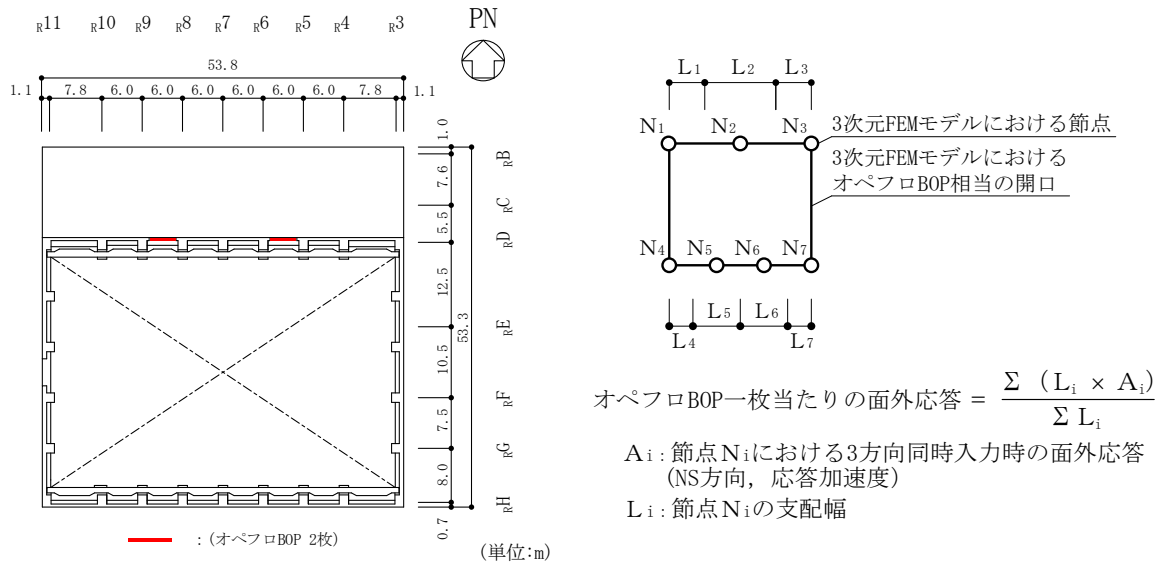


図 2-2 面外応答の算出方法の概要

表 2-2 材料物性の不確かさを考慮した面外方向地震荷重

奥ペフロ BOP		応答加速度 (m/s ²)	奥ペフロ BOP 質量 (t)	材料物性の 不確かさ による 応答補正比率	面外方向 地震荷重 (kN)	評価用 地震荷重 (kN)
北面壁	R5 - R6	21.2	2.0	1.02	43.2	43.5
	R8 - R9	21.3			<u>43.5</u>	

注：下線部は、評価用地震荷重に用いた面外方向地震荷重を示す。

2.4 S d 閉機能維持の評価

オペフロ BOP の評価用地震荷重と開放荷重を比較した評価結果を表 2-3 に示す。

3次元的な応答特性を考慮した評価用地震荷重は開放荷重を下回り、オペフロ BOP は、弾性設計用地震動 S d による地震力に対して、開放しないことを確認した。

なお、評価用地震荷重の算定には 3 方向同時入力時の応答を用いていること、許容値である開放荷重は最小値を用いていることなど、保守的な検討をしていることから、オペフロ BOP における S d 閉機能維持への影響はないと判断できる。

表 2-3 評価結果

評価用 地震荷重 (kN)	開放荷重* (kN)	検定値 (評価用地震荷重/開放荷重)	判定
43.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	○

注記*：VI-2-9-3-1-1「原子炉建物燃料取替階ブローアウトパネルの耐震性についての計算書」に示す実機大モックアップ試験で得られた最小値。

別紙 3 原子炉建物 3 次元 F E Mモデルによる地震応答解析

目 次

1. 検討概要	別紙 3-1
1.1 構造概要	別紙 3-1
1.2 3次元FEMモデルによる耐震性評価の方針	別紙 3-9
2. 3次元FEMモデルの構築	別紙 3-11
2.1 原子炉建物の3次元FEMモデル	別紙 3-11
2.1.1 モデル化の基本方針	別紙 3-11
2.1.2 荷重	別紙 3-18
2.1.3 建物-地盤の相互作用	別紙 3-18
2.2 固有値解析	別紙 3-20
2.3 観測記録を用いた検討	別紙 3-23
2.3.1 観測記録を用いた検討の概要	別紙 3-23
2.3.2 観測記録による解析結果	別紙 3-27
2.3.3 観測記録と解析結果の比較及び考察	別紙 3-27
2.3.4 結論	別紙 3-27
3. 3次元FEMモデルによる評価	別紙 3-37
3.1 地震応答解析の概要	別紙 3-37
3.2 建物応答性状の把握	別紙 3-48
3.2.1 基礎のロッキング振動による鉛直方向応答への影響	別紙 3-48
3.2.2 鉛直軸回りのねじれ振動の影響	別紙 3-51
3.2.3 床柔性の影響	別紙 3-55
3.2.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響	別紙 3-67
3.2.5 まとめ	別紙 3-81
3.3 建物耐震性評価への影響検討	別紙 3-82
3.3.1 検討方針	別紙 3-82
3.3.2 建物模擬モデル及び質点系モデルの最大応答値の比較検討	別紙 3-82
3.3.3 3次元的な応答特性（応答補正比率）を考慮した建物影響検討	別紙 3-109
3.4 床応答への影響検討	別紙 3-155
4. まとめ	別紙 3-308

別紙 3-1 補助壁の考慮有無による建物応答への影響について

1. 検討概要

本資料では、VI-2-12「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」において応答特性②-1及び②-2により抽出されなかった原子炉建物の耐震評価部位全般に対し、質点系モデルでは評価できない建物の3次元応答性状の把握及び建物の3次元応答に対する質点系モデルによる地震応答解析の妥当性の確認の観点から、「NS2-補-023-13地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、原子炉建物について3次元FEMモデルによる地震応答解析を行い、建物の局所的な応答を検討する。また、3次元FEMモデルによる挙動が、建物及び機器・配管系の有する耐震性に及ぼす影響を検討する。

1.1 構造概要

原子炉建物は、中央部に地上4階、地下2階建てで平面寸法が53.3m*（NS）×53.8m*（EW）の原子炉棟があり、その周囲に地上2階（一部3階）、地下2階建ての原子炉建物付属棟（以下「付属棟」という。）を配置した鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物である。

原子炉棟と付属棟は、一体構造で同一基礎スラブ上に設置され、本建物の平面寸法は、70.0m*（NS）×89.4m*（EW）の矩形を成している。基礎スラブ底面からの高さは68.2mである。また、原子炉建物は隣接する他の建物と構造的に分離している。

原子炉建物の基礎は厚さ6.0mのべた基礎で、岩盤に直接設置している。

原子炉棟の中央部には、原子炉圧力容器を収容している原子炉格納容器があり、これらの周囲は鉄筋コンクリート造の原子炉一次遮蔽壁（以下「ドライウエル外側壁」という。）で囲まれている。

原子炉棟の外壁（以下「内部ボックス壁」という。）は基礎スラブ上から屋根面まで連続しており、壁厚は地下部分で1.9m～2.3m、地上部分では0.45m～2.3mである。また、付属棟の外壁（以下「外部ボックス壁」という。）の壁厚は地下部分で1.5m～1.9m、地上部分では0.9m～1.9mである。これらの壁は建物の中心に対してほぼ対称に配置されており、開口部も少なく、建物は全体として非常に剛性の高い構造となっている。建物に加わる地震時の水平力はすべてこれらの耐震壁（ドライウエル外側壁、内部ボックス壁及び外部ボックス壁）に負担させている。

原子炉建物の概略平面図及び概略断面図を図1-1及び図1-2に示す。

注記*：建物寸法は壁外面寸法とする。

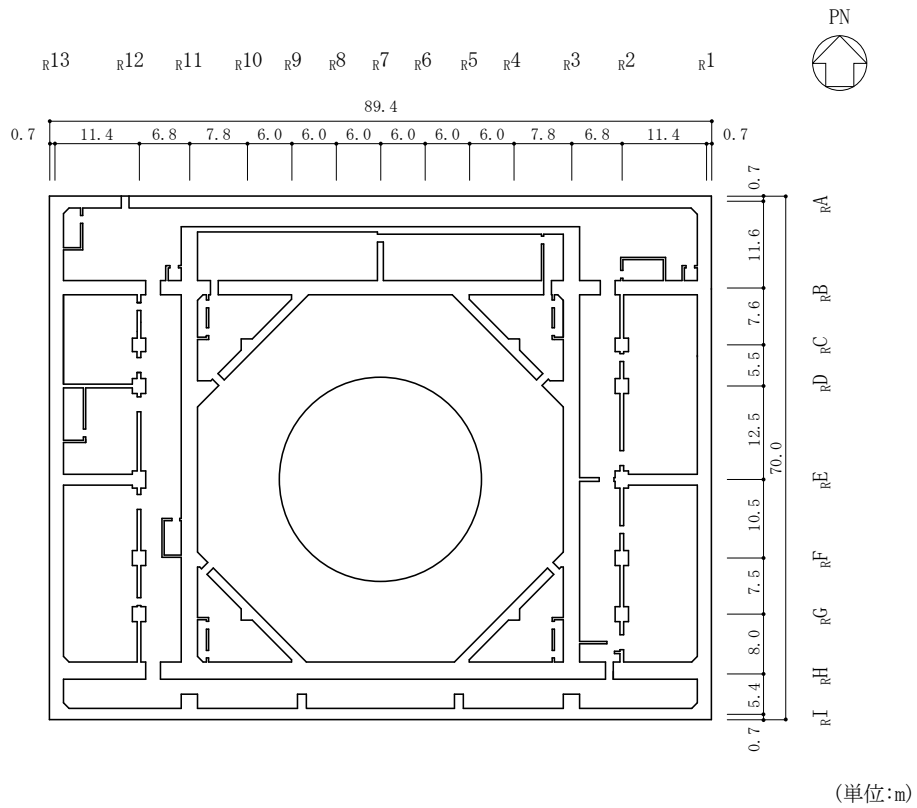


図 1-1(1) 原子炉建物の概略平面図 (EL 1.3m*)

注記* : 「EL」は東京湾平均海面 (T.P.) を基準としたレベルを示す。

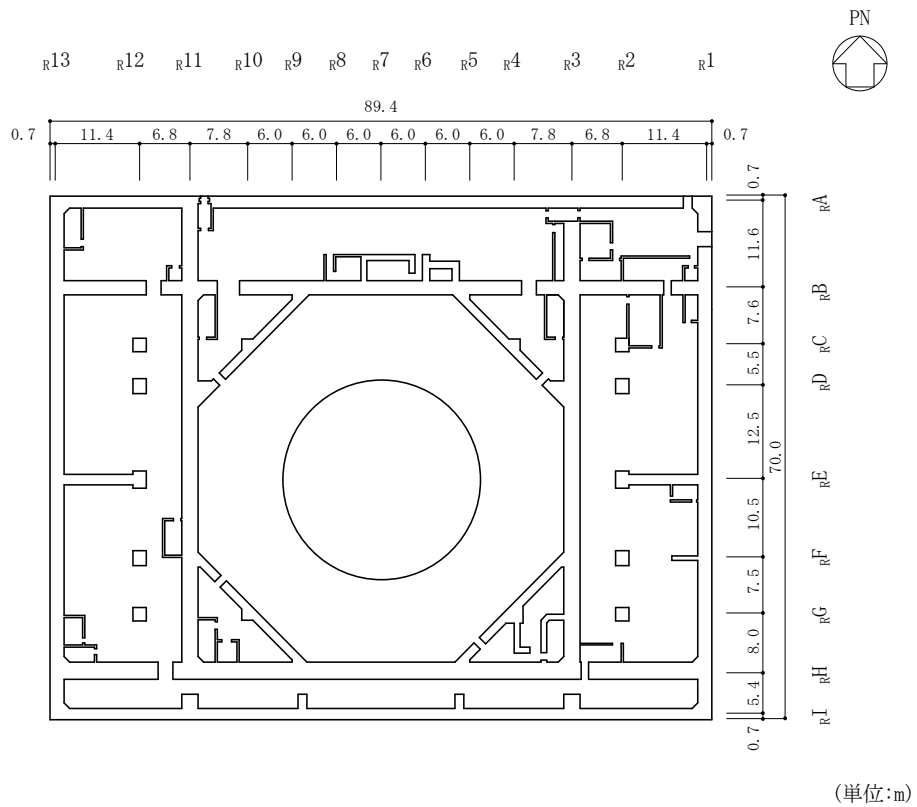
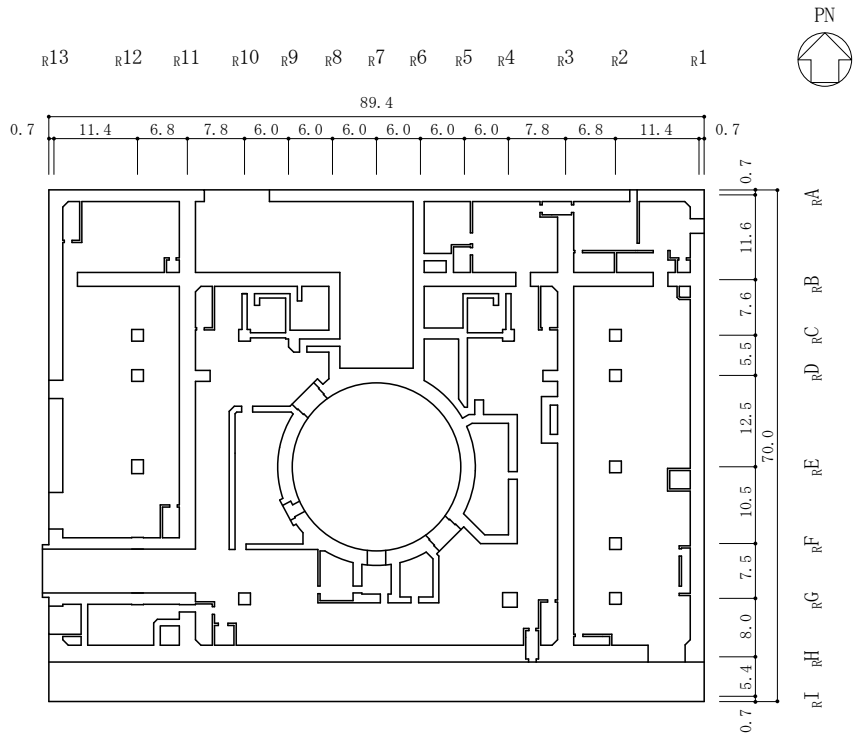
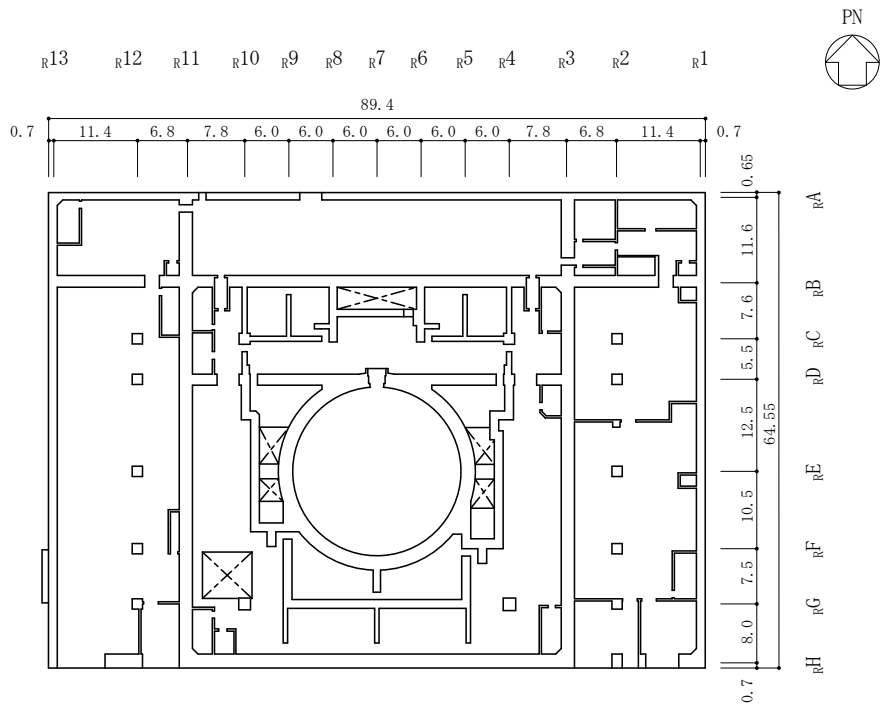


図 1-1(2) 原子炉建物の概略平面図 (EL 8.8m)



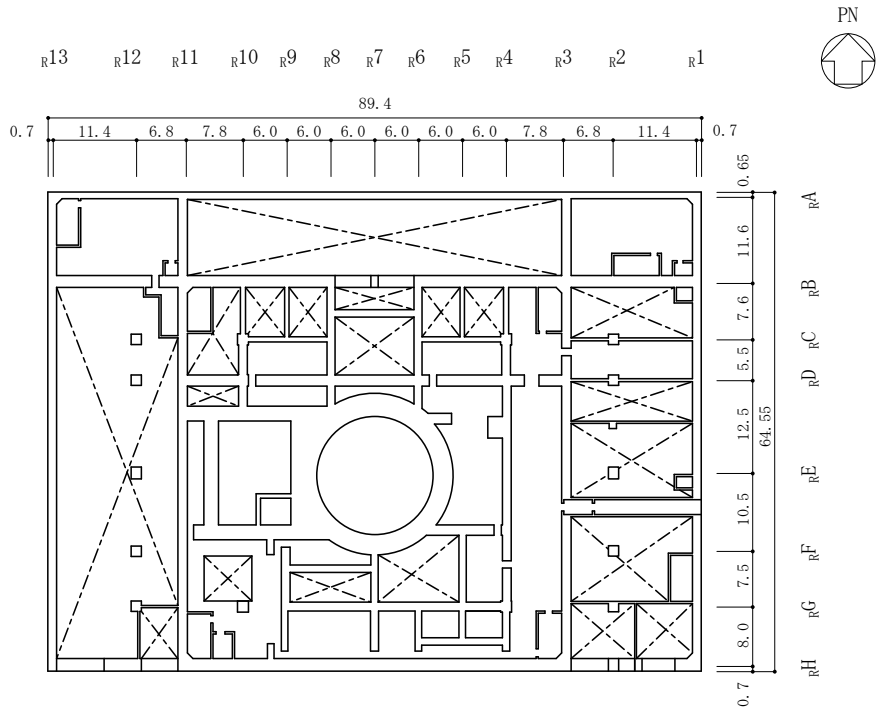
(単位:m)

図 1-1(3) 原子炉建物の概略平面図 (EL 15.3m)



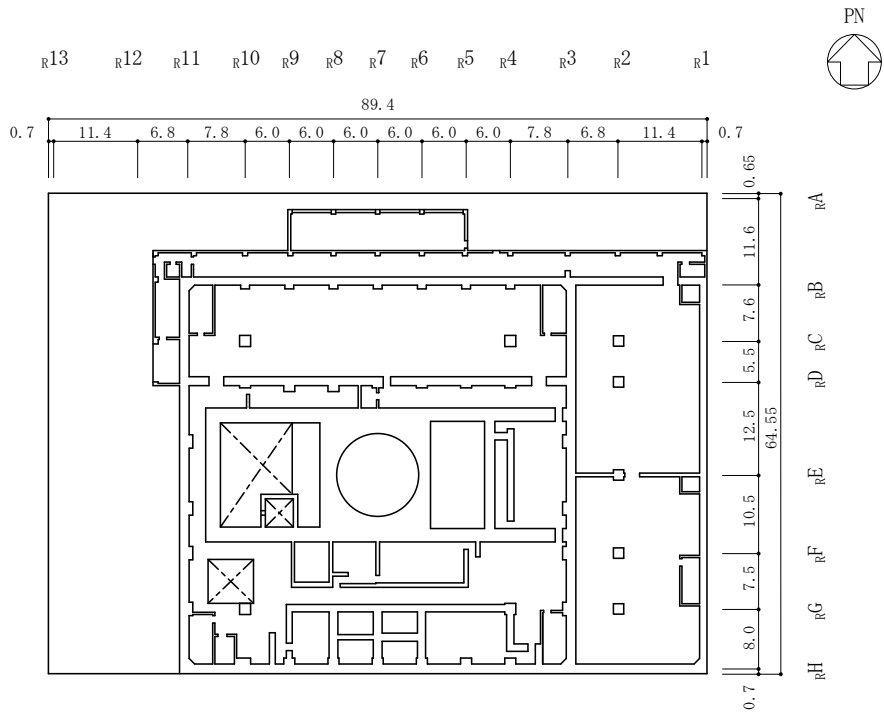
(単位:m)

図 1-1(4) 原子炉建物の概略平面図 (EL 23.8m)



(単位:m)

図 1-1(5) 原子炉建物の概略平面図 (EL 30.5m)



(単位:m)

図 1-1(6) 原子炉建物の概略平面図 (EL 34.8m)

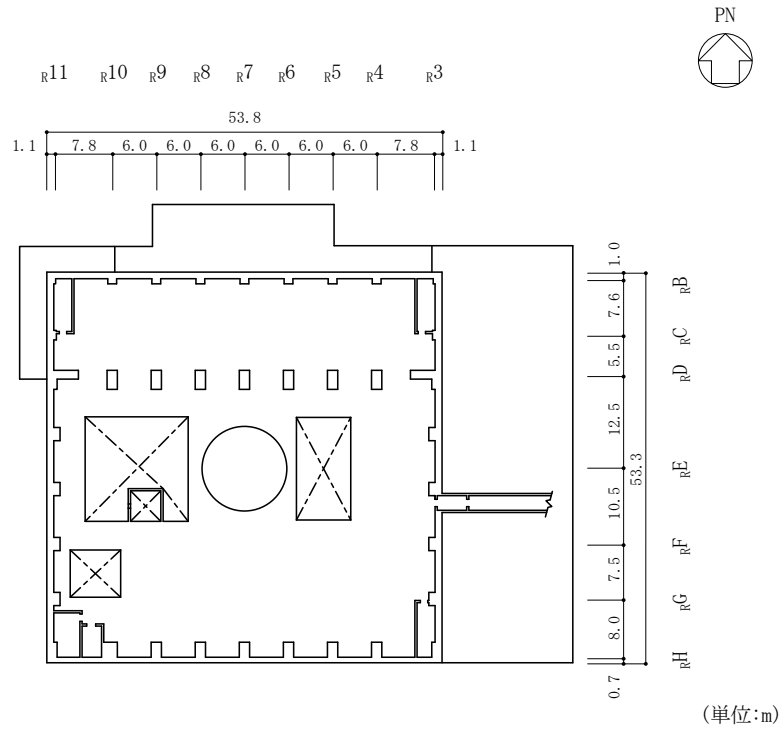


図 1-1(7) 原子炉建物の概略平面図 (EL 42.8m)

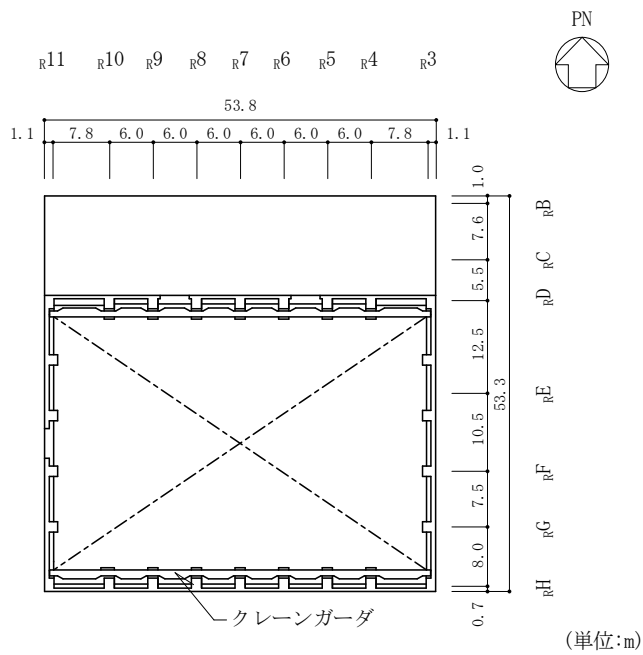


図 1-1(8) 原子炉建物の概略平面図 (EL 51.7m)

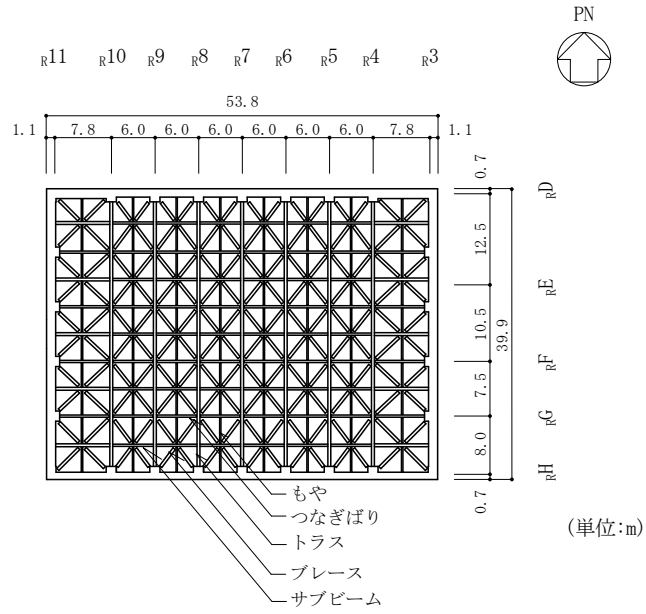


図 1-1(9) 原子炉建物の概略平面図 (EL 63.5m)

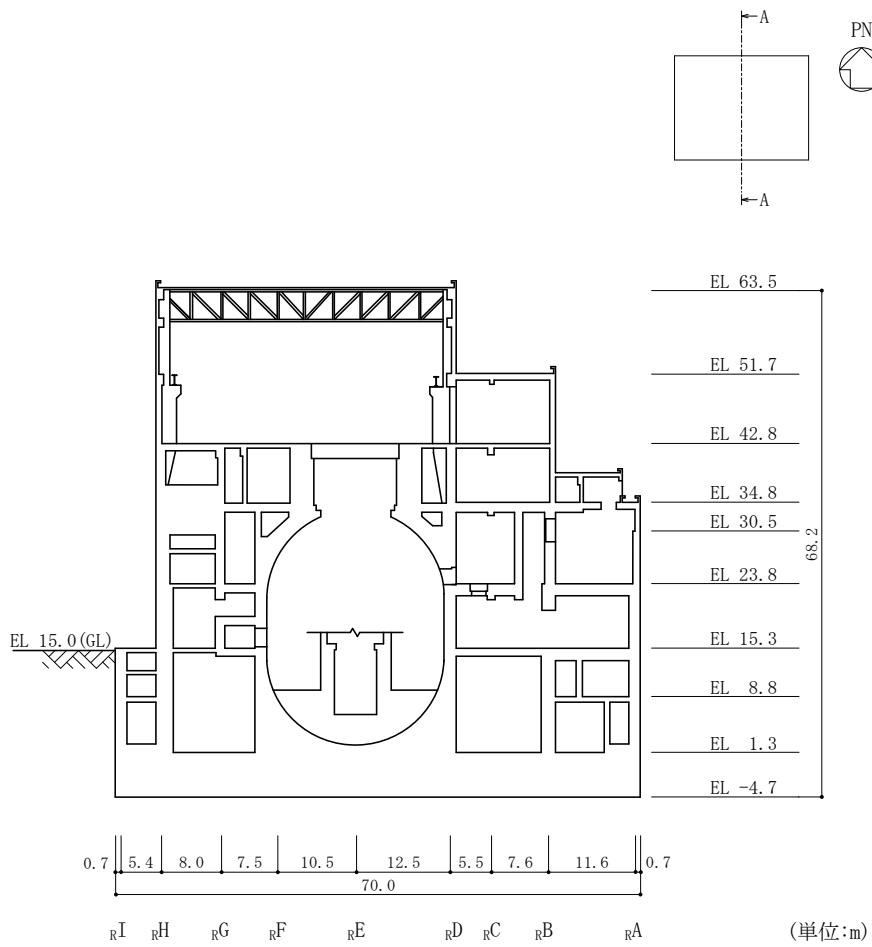


図 1-2(1) 原子炉建物の概略断面図 (A-A断面, NS方向)

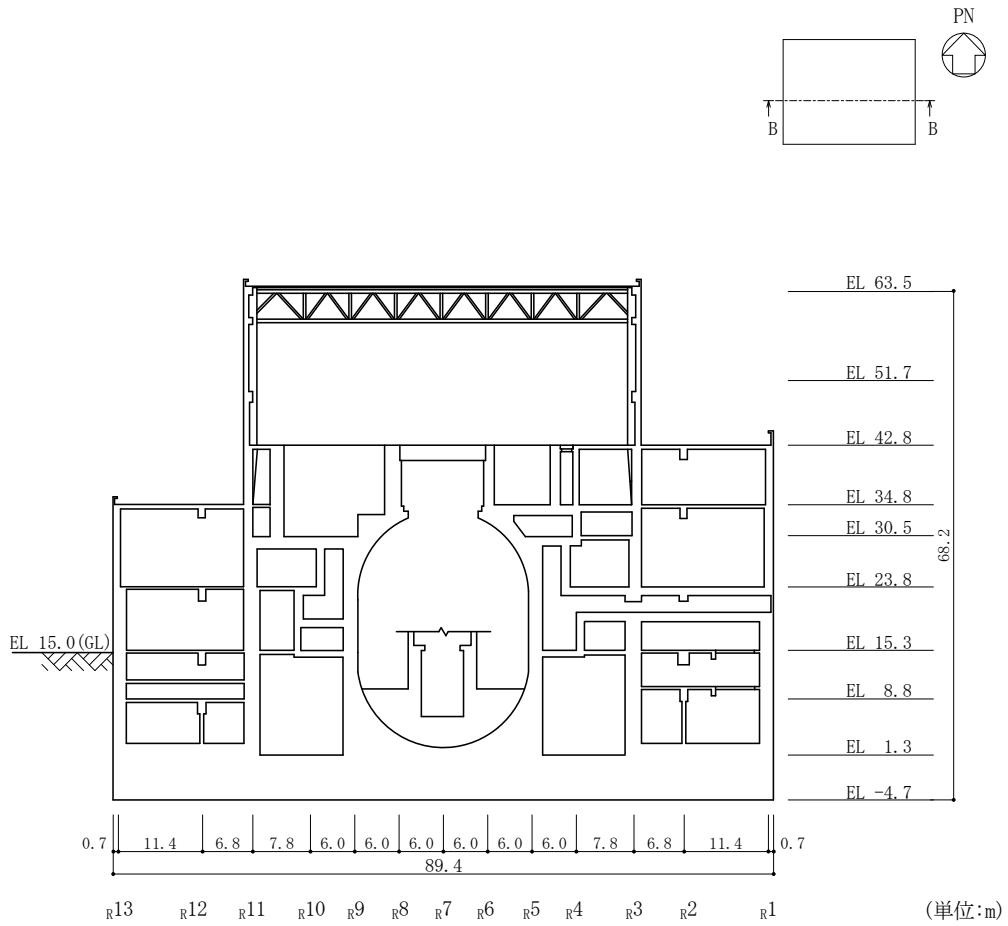


図 1-2 (2) 原子炉建物の概略断面図 (B-B 断面, EW 方向)

1.2 3次元FEMモデルによる耐震性評価の方針

原子炉建物について3次元FEMモデルを構築し、固有値解析や観測記録を用いた解析結果から、同モデルの妥当性を確認する。そのうえで、3次元的な応答特性を把握する。また、弾性設計用地震動 S_d による地震応答解析を行い、建物の平均的な応答や局所的な応答を把握する。さらに、3次元的な応答特性から建物及び機器・配管系の耐震評価への影響を確認する。

3次元FEMモデルのモデル化条件を表1-1に示す。3次元FEMモデルは、床の柔性及びコンクリート剛性を変動要因とする以下の3ケースとした。

表1-1 3次元FEMモデルのモデル化条件

モデル	床のモデル化	コンクリート剛性の設定	地盤のモデル化
建物模擬モデル	床柔	実強度	相互作用考慮
比較用モデル	床柔	設計基準強度	相互作用考慮
質点系対応モデル	床剛	設計基準強度	相互作用考慮

建物模擬モデルは、床の柔性及び底面地盤の相互作用を考慮し、コンクリート剛性の設定を実強度とすることで、建物の実情を模擬したモデルとしている。

比較用モデルは、建物模擬モデルにおけるコンクリート剛性の設定を「実強度」から「設計基準強度」に変更している。

質点系対応モデルは、建物模擬モデルにおける床のモデル化を「床柔」から「床剛」、コンクリート剛性の設定を「実強度」から「設計基準強度」に変更することにより、原子炉建物の地震応答解析に用いている質点系モデルと対応したモデルとなっている。なお、床剛の設定は、多点拘束により行っている。

これら3ケースについて、固有値解析及び地震応答解析を実施し、その結果を比較することにより、全体的な3次元的な応答特性、ロッキング振動の影響、ねじれ振動の影響及び床の剛性の影響について検討を実施する。

3次元FEMモデルによる耐震性評価フローを図1-3に示す。

3次元FEMモデルによる地震応答解析は、1方向入力により行う。また、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響検討として3方向同時入力による応答評価もあわせて実施する。なお、3方向同時入力による各方向の応答は、1方向入力における各成分の応答を時刻歴で足し合わせるにより算出しており、詳細は「3.2.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響」にて示す。

また、解析には解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。

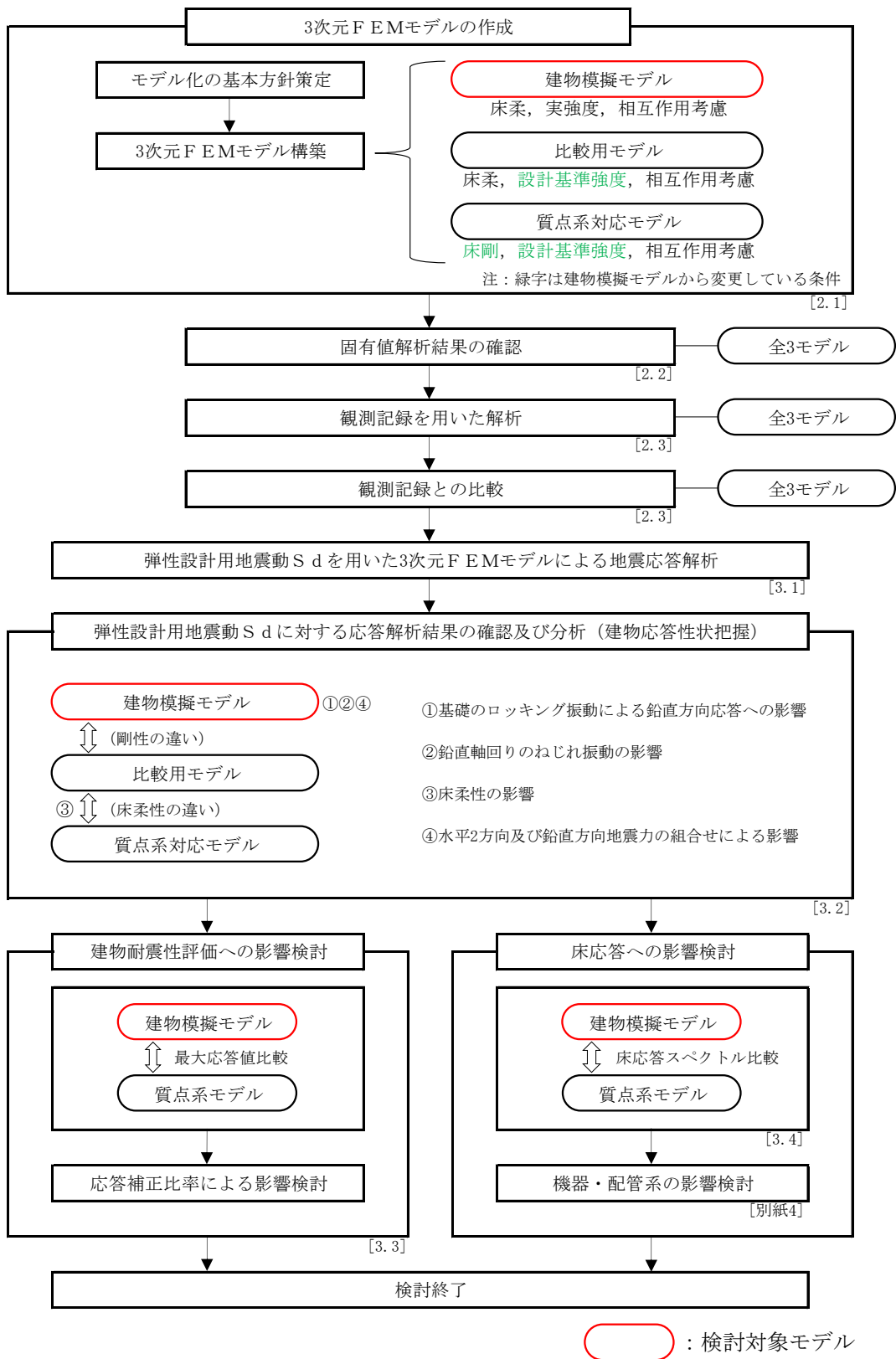


図 1-3 3次元FEMモデルによる耐震性評価フロー

2. 3次元FEMモデルの構築

2.1 原子炉建物の3次元FEMモデル

2.1.1 モデル化の基本方針

原子炉建物の3次元FEMモデルを図2-1に、各階のモデル図を図2-2に示す。

モデル化の範囲は、原子炉建物、燃料プール、蒸気乾燥器・気水分離器ピット及び基礎スラブとする。

3次元FEMモデルで設定する各部材の要素タイプは、以下のとおりである。

床スラブ・壁はシェル要素（約43700要素）とし、耐震壁以外の主要な壁*もモデル化する。基礎スラブは、ソリッド要素（約19400要素）とする。柱、はり、屋根トラスのうち主トラス及びサブトラスの上下弦材、母屋並びにサブビームについてははり要素（約5200要素）とする。屋根トラスのうち主トラス及びサブトラスの斜材・束材並びに水平ブレースはトラス要素（約400要素）とする。

また、壁・床の開口部については、主要な部分のみモデル化する。

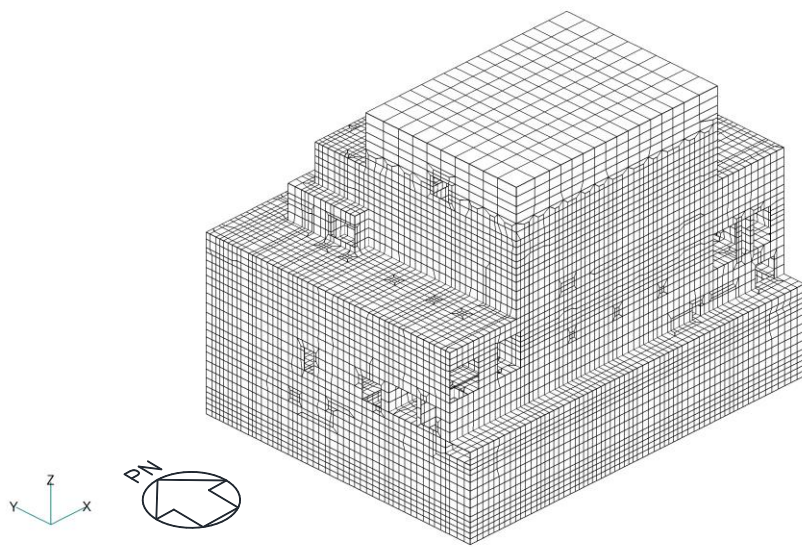
要素の大きさは、各スラブの上面レベルと対応する位置に節点を設け、鉛直方向にはフロア間を3分割以上、水平方向は通り芯間の3分割以上を目安とする。

部材の接合部における剛域の設定は行わない。また、はり要素は柱・はりの壁・床と重複する部分は考慮しない。

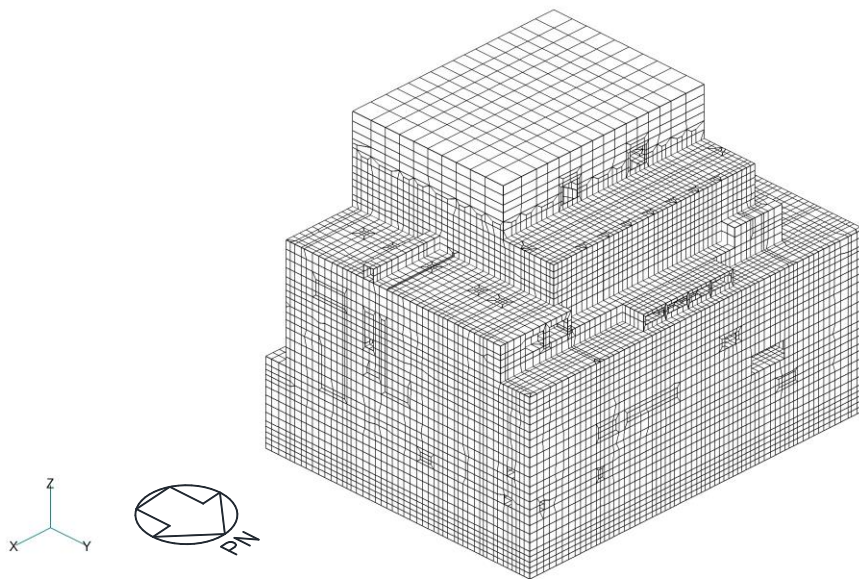
使用材料の物性値を表2-1に示す。

比較用モデル及び質点系対応モデルのコンクリートの強度及びヤング係数については、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」における原子炉建物の設定値と同一である。また、建物模擬モデルのコンクリートの強度及びヤング係数については、「NS2-補-024-01 原子炉建物の地震応答計算書に関する補足説明資料」の別紙3「地震応答解析における材料物性の不確かさに関する検討」における原子炉建物の実強度の設定値と同一である。

注記*：VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に示す水平方向の質点系モデルでは、補助壁は考慮していないが、補助壁の考慮有無による応答への影響が小さいことを確認しているため、3次元FEMモデルのうち、質点系対応モデルについても補助壁を考慮したモデルを用いて検討を行う。（別紙3-1「補助壁の考慮有無による建物応答への影響について」参照）

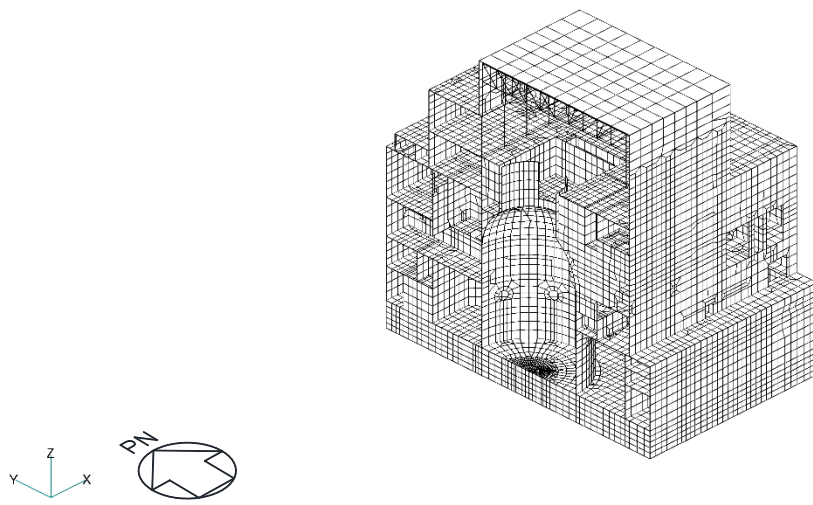


(a) 建物全景（南西面）

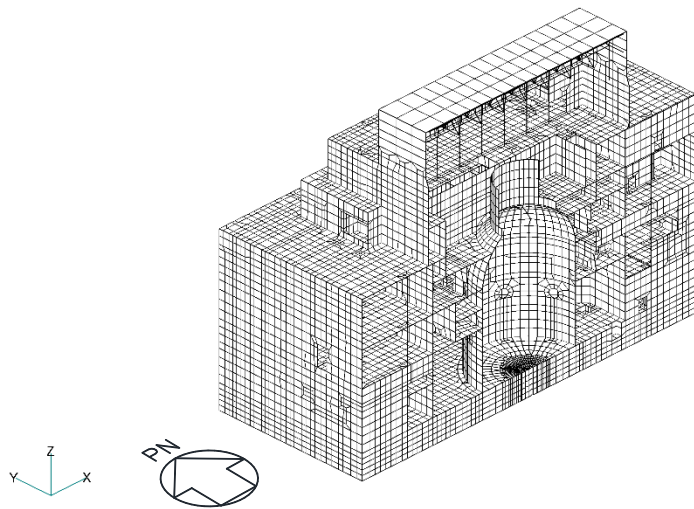


(b) 建物全景（北東面）

図 2-1(1) 3次元FEMモデル図

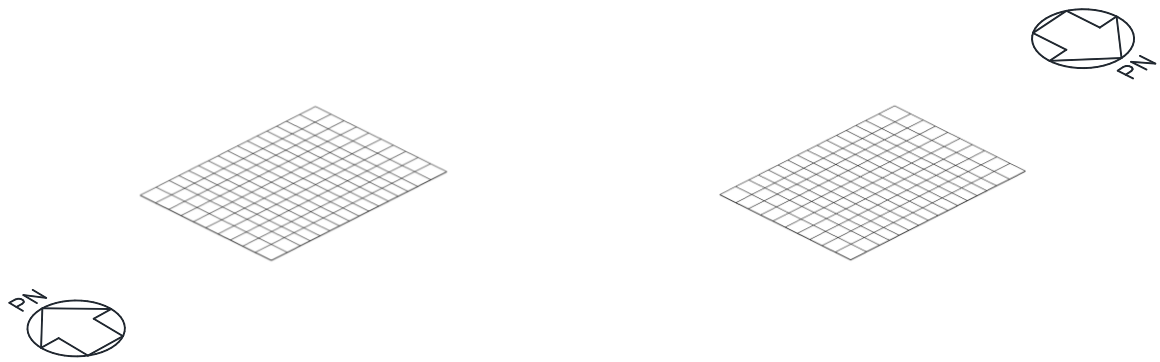


(c) NS断面図

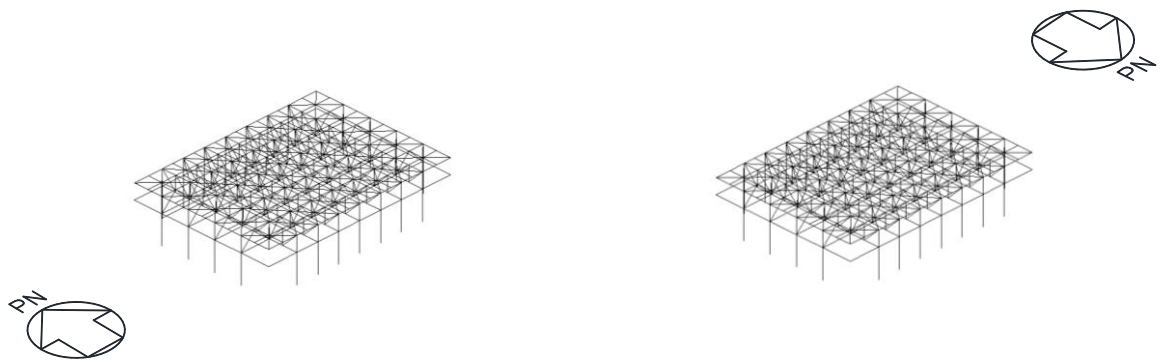


(d) EW断面図

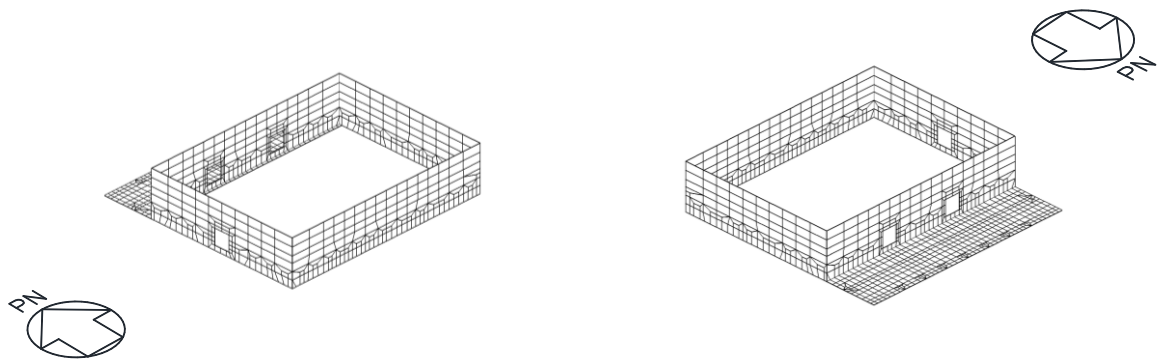
図 2-1(2) 3次元FEMモデル図



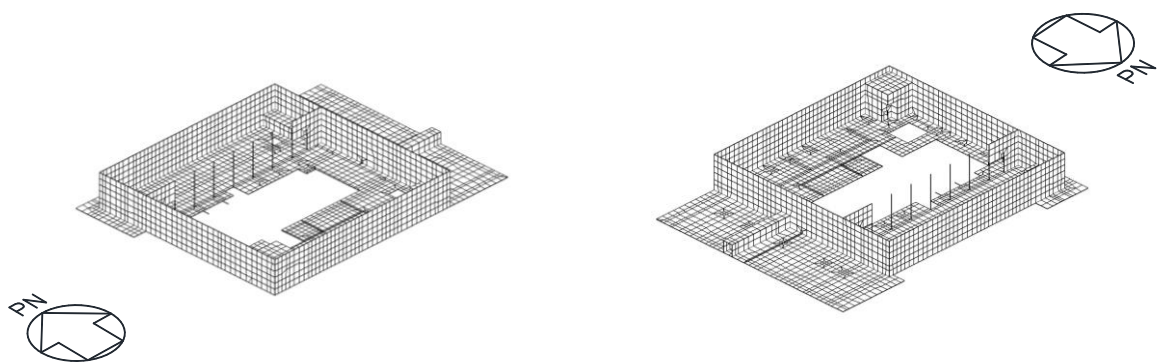
(a) EL 63.5m (屋根スラブ)



(b) EL 42.8m~EL 63.5m (柱, はり及び屋根トラス)

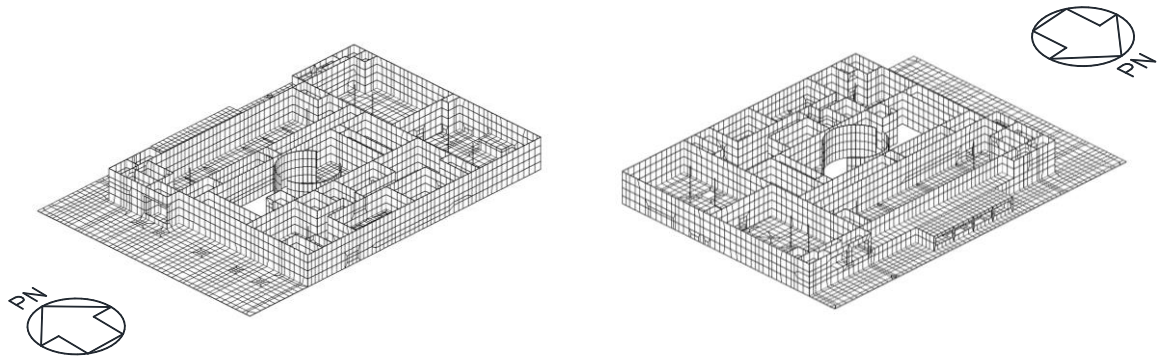


(c) EL 51.7m~EL 63.5m

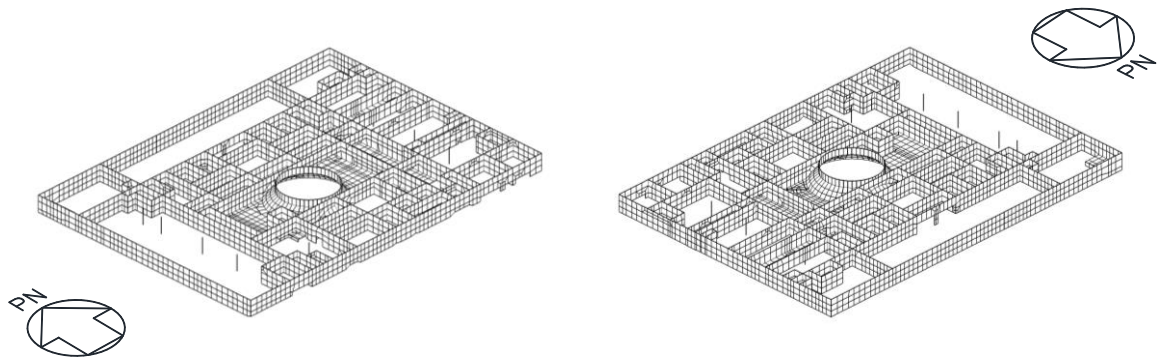


(d) EL 42.8m~EL 51.7m

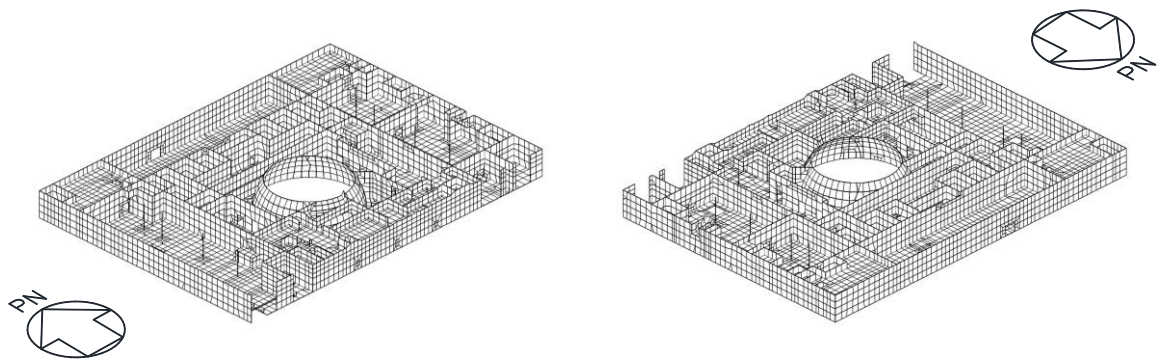
図2-2(1) 各階の3次元FEMモデル図



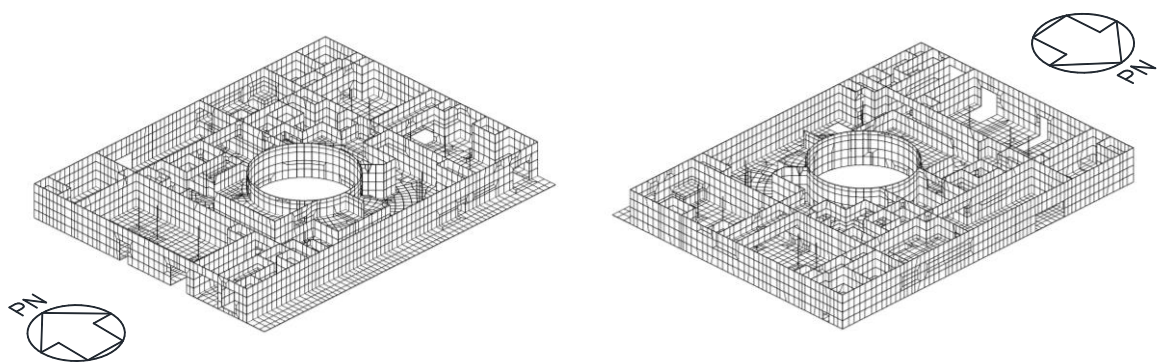
(e) EL 34.8m~EL 42.8m



(f) EL 30.5m~EL 34.8m

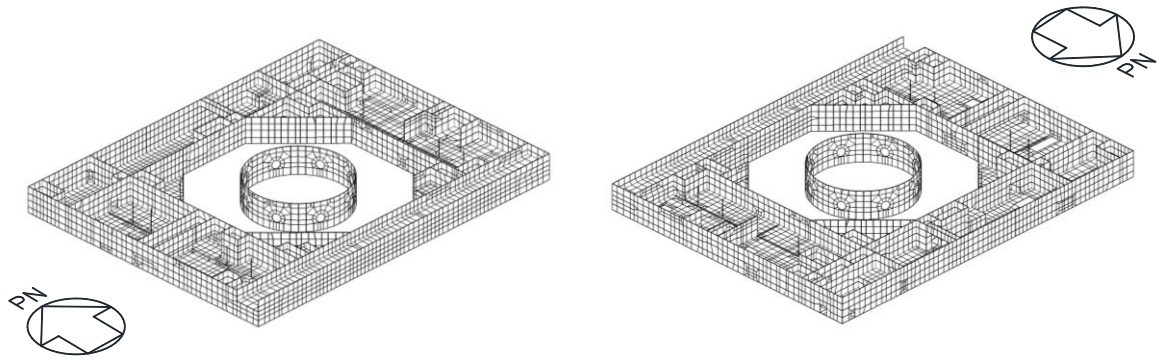


(g) EL 23.8m~EL 30.5m

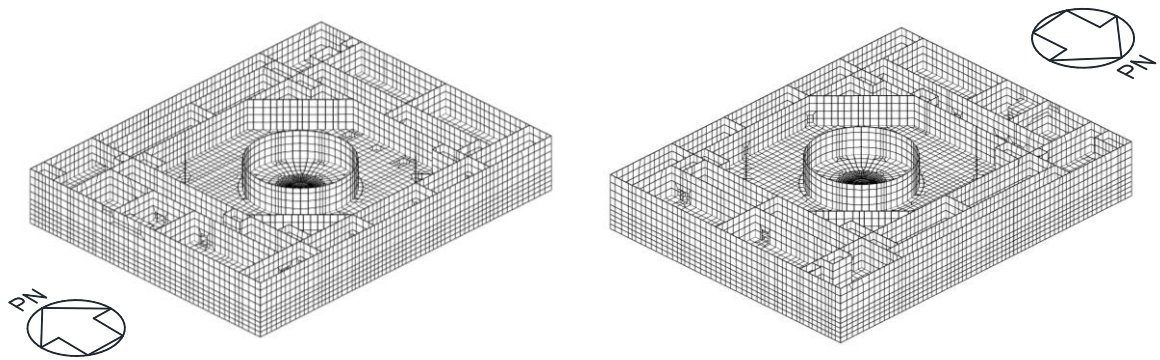


(h) EL 15.3m~EL 23.8m

図 2-2(2) 各階の 3次元 FEMモデル図



(i) EL 8.8m~EL 15.3m



(j) EL -4.7m~EL 8.8m

図 2-2(3) 各階の 3次元 FEMモデル図

表 2-1 使用材料の物性値

(a) 建物模擬モデル

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断 弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： 実強度 1.6F _c (37.6 (N/mm ²)) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.63×10 ⁴	1.10×10 ⁴	5	—
鉄骨： SS41 (SS400 相当) SM50A (SM490 相当)	2.05×10 ⁵	7.90×10 ⁴	2	屋根トラス

(b) 比較用モデル及び質点系対応モデル

使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断 弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)	備考
鉄筋コンクリート コンクリート： F _c =23.5 (N/mm ²) (F _c =240 (kgf/cm ²)) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.25×10 ⁴	9.38×10 ³	5	—
鉄骨： SS41 (SS400 相当) SM50A (SM490 相当)	2.05×10 ⁵	7.90×10 ⁴	2	屋根トラス

2.1.2 荷重

固定荷重、積載荷重及び機器・配管荷重を考慮する。各部について、質点系モデルの重量と整合するように重量を調整する。このうち、炉内構造物については、質点系モデルでは重量として考慮しており、建物の3次元FEMモデルにおいても重量として考慮する。

2.1.3 建物－地盤の相互作用

建物－地盤の相互作用は、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」における質点系モデルの基礎底面地盤ばねと整合するよう、地盤をばね要素でモデル化することで考慮する。

基礎底面地盤ばねについては、質点系モデルで考慮したスウェイ、ロッキング及び鉛直ばねの値を基に、3次元FEMモデルの基礎底面の各節点位置に、節点の支配面積に応じて離散化した値で割り当てる。水平方向入力時のロッキングばねは、鉛直ばねとして設定する。詳細な離散化方法を以下に示す。

地盤ばね成分が底面・水平及び底面・鉛直の場合は、各方向の地盤ばね定数を基礎底面積で除した地盤反力係数に対し、各節点の支配面積を乗じた値のばねを各節点に離散化したばねとして設定する。また、地盤ばね成分が底面・回転の場合（水平方向入力時のみ）は、水平2方向の地盤ばね定数を基礎底面の断面二次モーメントで除した鉛直方向の地盤反力係数に対し、各節点の支配面積を乗じた値のばねを各節点に離散化したばねとして設定する。一般に、水平2方向の回転ばねに等価な鉛直ばねの値は異なる値となるが、2方向同時入力解析を行うため、2方向の等価な鉛直ばねの平均値を設定値とする。

減衰係数は地盤ばね定数と同様の方法で各節点に離散化した減衰要素としてモデル化する。

各地盤ばね諸元を表2-2に示す。

表 2-2 地盤ばね定数と減衰係数

(a) 底面・水平

方向	ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
N S	1.55×10^9	2.23×10^7
E W	1.51×10^9	2.13×10^7

(b) 底面・回転

方向	ばね定数 (kN・m/rad)	減衰係数 (kN・m・s/rad)
N S	2.13×10^{12}	4.32×10^9
E W	3.02×10^{12}	9.01×10^9

(c) 底面・鉛直

ばね定数 (kN/m)	減衰係数 (kN・s/m)
2.41×10^9	4.45×10^7

2.2 固有値解析

建物模擬モデル、比較用モデル及び質点系対応モデルの3つの3次元FEMモデルについて、固有値解析を実施した。

各モデルの建物-地盤連成の1次モードにおける固有振動数を表2-3に、各モデルの固有モード比較を表2-4に示す。なお、参考としてVI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」における質点系モデルの結果についてもあわせて示す。

建物模擬モデルと比較用モデルでは、モデル設定において、コンクリート剛性の設定を実強度とするか設計基準強度とするかに差異がある。両モデルの固有値解析結果を比較すると、実強度とした建物模擬モデルの方が、比較用モデルよりも固有振動数が大きくなる傾向である。

比較用モデルと質点系対応モデルでは、床のモデル化を床柔とするか床剛とするかに差異がある。両モデルの固有値解析結果を比較すると、床剛とした質点系対応モデルの方が、比較用モデルよりも固有振動数が大きくなる傾向である。

質点系対応モデルと質点系モデルでは、補助壁のモデル化に差異がある。両モデルの固有値解析結果を比較すると、主要な補助壁をモデル化している質点系対応モデルの方が、質点系モデルよりも固有振動数が大きくなる傾向である。

上記のモデル設定の差と固有振動数の関係については、工学的に類推される結果と対応しており、各モデルの設定は妥当なものと考えられる。

表2-3 固有値解析結果

方向	振動数 (Hz)			
	3次元FEMモデル			質点系モデル
	建物模擬モデル	比較用モデル	質点系対応モデル	
NS	4.49	4.22	4.98	4.55
EW	4.69	4.41	5.19	4.94
鉛直	9.28	8.82	9.08	9.48

表 2-4(1) 質点系モデル及び3次元FEMモデルの固有モード比較

(a) 水平方向

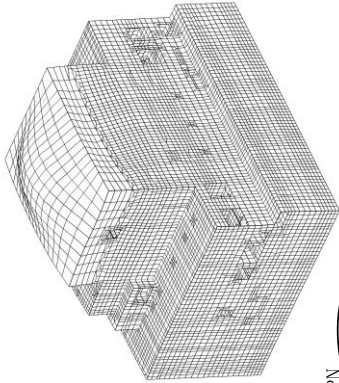
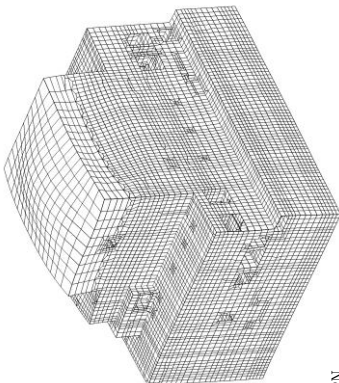
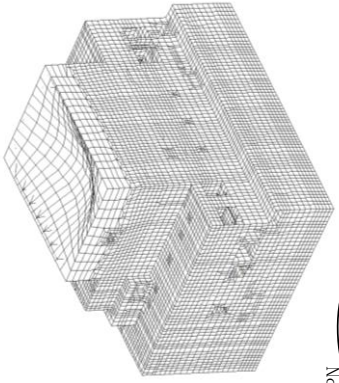
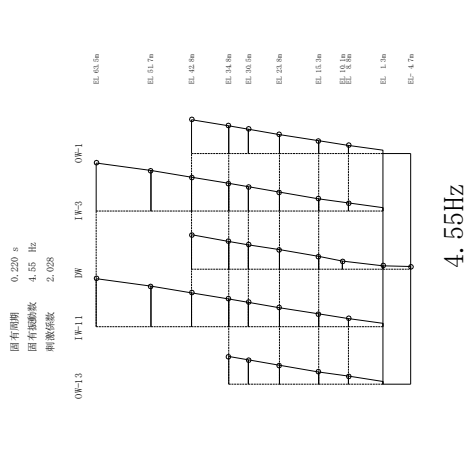
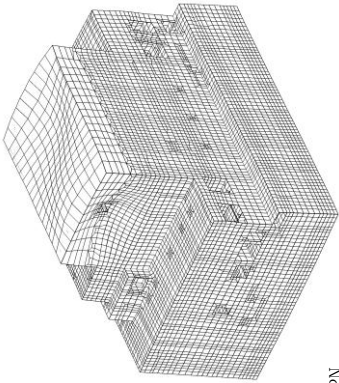
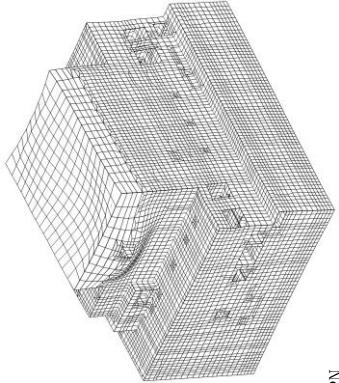
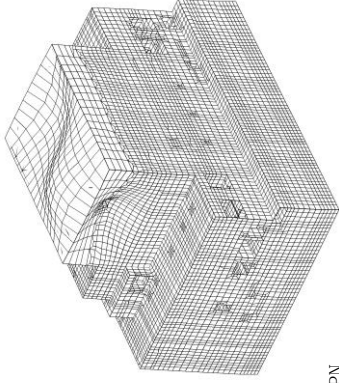
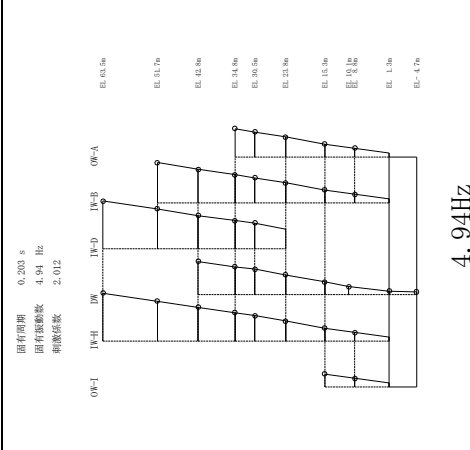
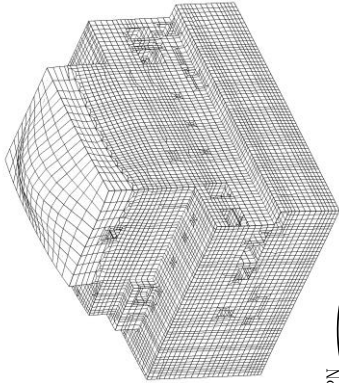
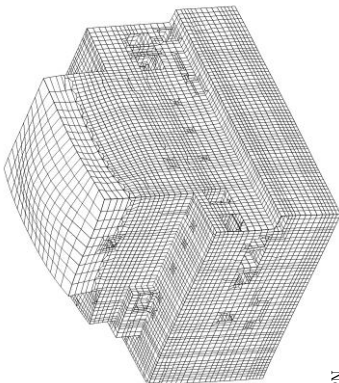
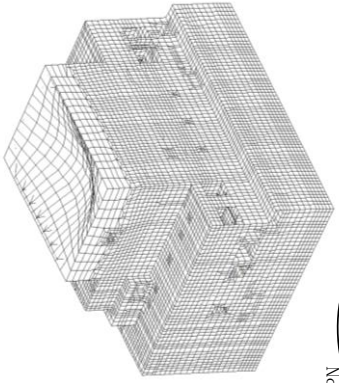
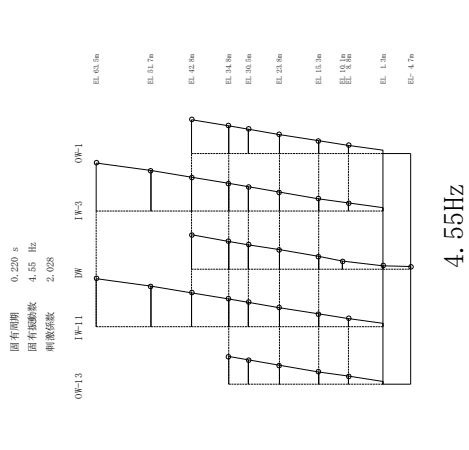
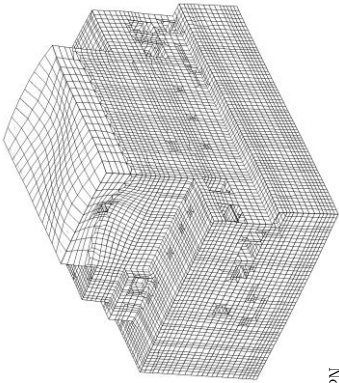
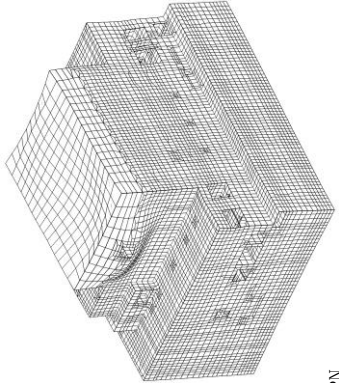
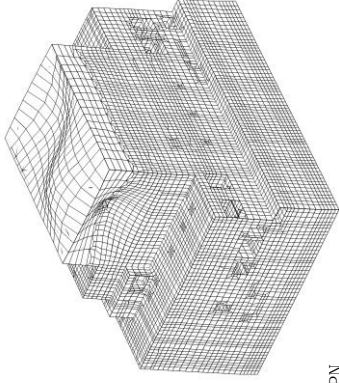
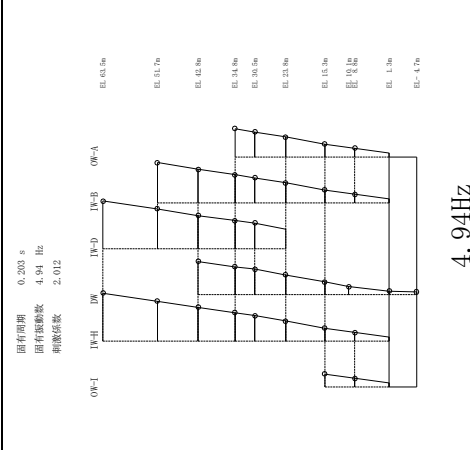
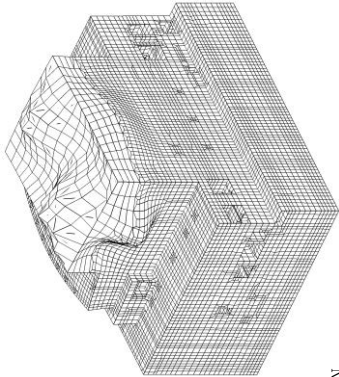
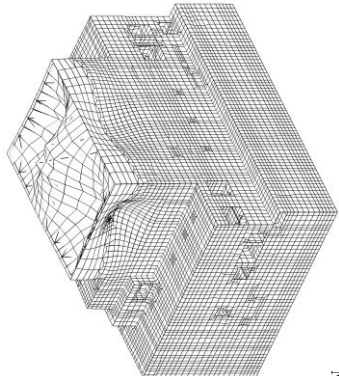
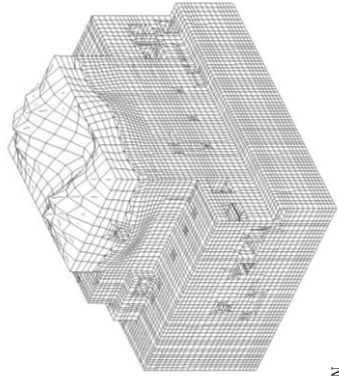
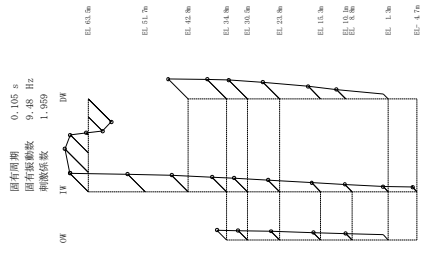
方向		3次元FEMモデル				質点系モデル
		建物模擬モデル	比較用モデル	質点系対応モデル		
N S		 <p>4.49Hz</p>	 <p>4.22Hz</p>	 <p>4.98Hz</p>	 <p>固有周期 0.220 s 固有振動数 4.55 Hz 相対振幅 2.028</p> <p>0.0F-3 1.0F-11 1.0F-0 0.0W-1</p> <p>0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7</p> <p>4.55Hz</p>	
		 <p>4.69Hz</p>	 <p>4.41Hz</p>	 <p>5.19Hz</p>	 <p>固有周期 0.203 s 固有振動数 4.94 Hz 相対振幅 2.022</p> <p>0.0F-1 1.0F-11 1.0F-10 1.0F-9 1.0F-8 1.0F-7 1.0F-6 1.0F-5 1.0F-4 1.0F-3 1.0F-2 1.0F-1 0.0W-1 0.0W-2 0.0W-3 0.0W-4</p> <p>0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7</p> <p>4.94Hz</p>	
E W		 <p>4.49Hz</p>	 <p>4.22Hz</p>	 <p>4.98Hz</p>	 <p>固有周期 0.220 s 固有振動数 4.55 Hz 相対振幅 2.028</p> <p>0.0F-3 1.0F-11 1.0F-0 0.0W-1</p> <p>0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7</p> <p>4.55Hz</p>	
		 <p>4.69Hz</p>	 <p>4.41Hz</p>	 <p>5.19Hz</p>	 <p>固有周期 0.203 s 固有振動数 4.94 Hz 相対振幅 2.022</p> <p>0.0F-1 1.0F-11 1.0F-10 1.0F-9 1.0F-8 1.0F-7 1.0F-6 1.0F-5 1.0F-4 1.0F-3 1.0F-2 1.0F-1 0.0W-1 0.0W-2 0.0W-3 0.0W-4</p> <p>0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5 1.6 1.7</p> <p>4.94Hz</p>	

表 2-4(2) 質点系モデル及び 3 次元 FEM モデルの固有モード比較

(b) 鉛直方向

方向	3 次元 FEM モデル			質点系モデル
	建物模擬モデル	比較用モデル	質点系対応モデル	
鉛直	 <p>9.28Hz</p>	 <p>8.82Hz</p>	 <p>9.08Hz</p>	 <p>9.48Hz</p>

2.3 観測記録を用いた検討

2.3.1 観測記録を用いた検討の概要

2000年10月6日鳥取県西部地震（以下「鳥取県西部地震」という。）に対して、3次元FEMモデルを用いたシミュレーション解析を実施する。

シミュレーション解析における地震応答解析の概略図を図2-3に示す。

シミュレーション解析は、地震時に観測した基礎スラブ上における水平方向及び鉛直方向の地震観測記録を用いた周波数応答解析により行う。

建物各部における固定点基準の伝達関数を、基礎スラブ上における固定点基準の伝達関数で除すことにより、建物各部における基礎スラブ上基準の伝達関数を計算する。

また、建物各部における基礎スラブ上基準の伝達関数に、入力地震波を周波数領域で乗じることで、建物各部の応答を算定する。

本検討においては、地震計を設置している位置での応答解析結果と観測記録とを比較し、傾向を確認する。

観測記録を用いた検討では、表2-1及び表2-2に示す使用材料の物性値及び地盤ばねの物性値を用いる。

解析に用いる地震の諸元を図2-4に、地震計位置を図2-5に示す。また原子炉建物の基礎スラブ上で得られた観測記録を図2-6に示す。

なお、シミュレーション解析に用いた基礎スラブ上の観測記録は、図2-5の基礎スラブ上（EL 1.3m）に示す地震計においてNS方向、EW方向及び鉛直方向の3成分の記録が観測されている北西部及び南東部の観測記録のうち、上階のほぼ同位置に地震計が設置されている北西部の地震計の観測記録を用いることとする。

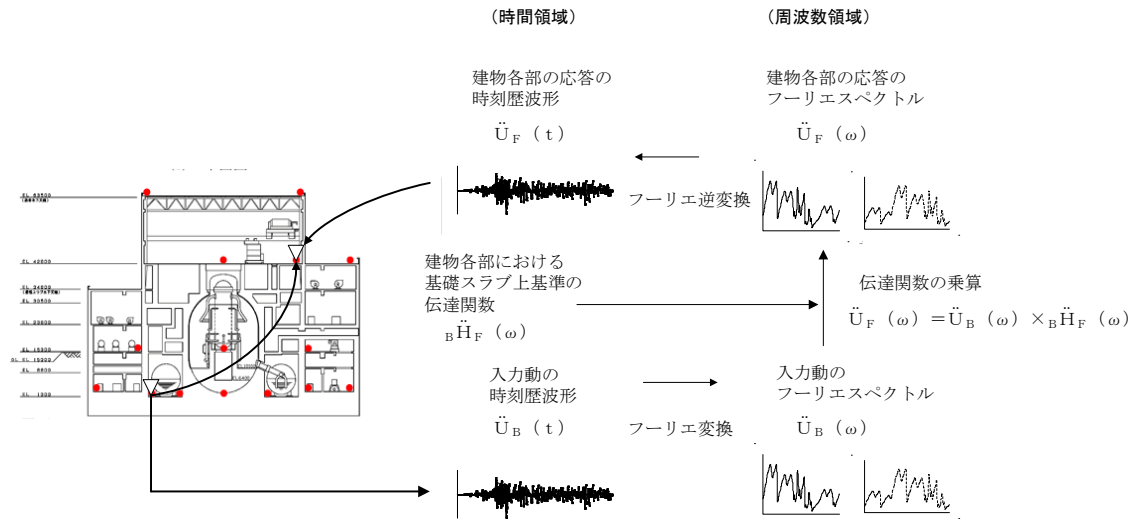


図 2-3 シミュレーション解析における地震応答解析の概略図

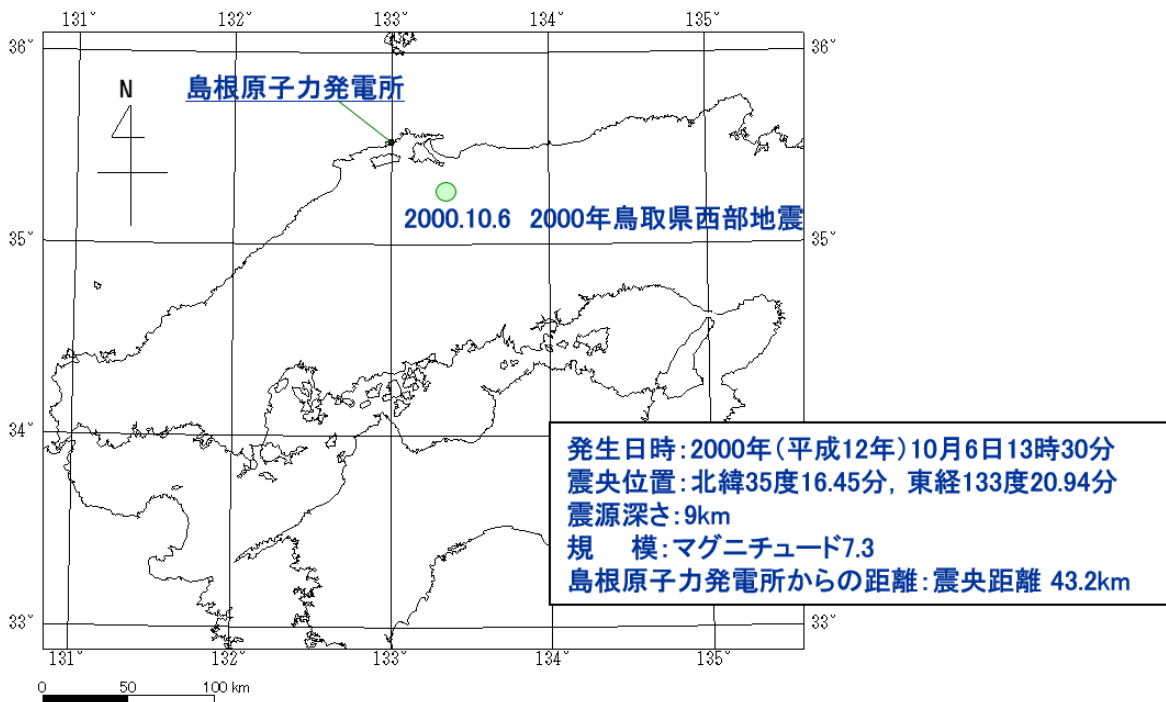
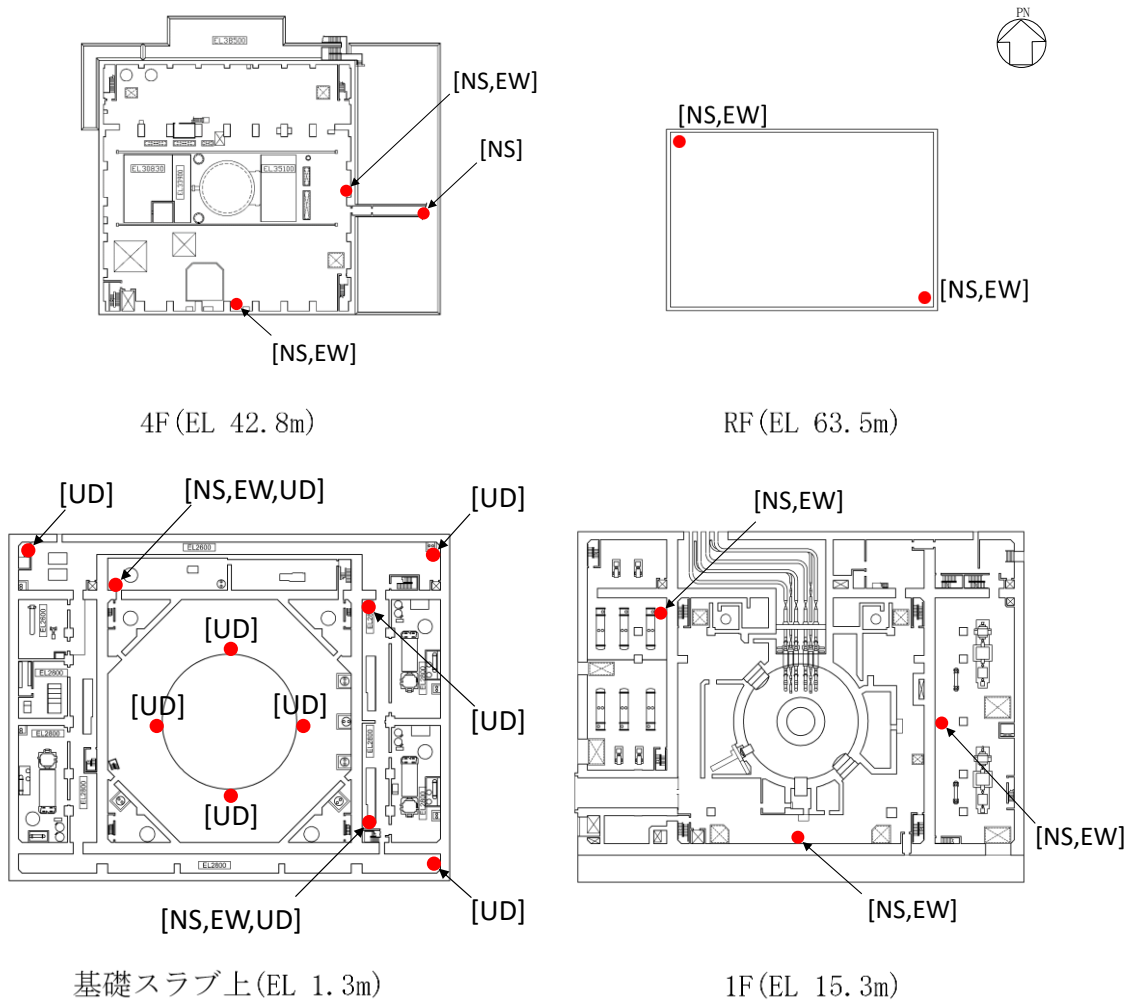
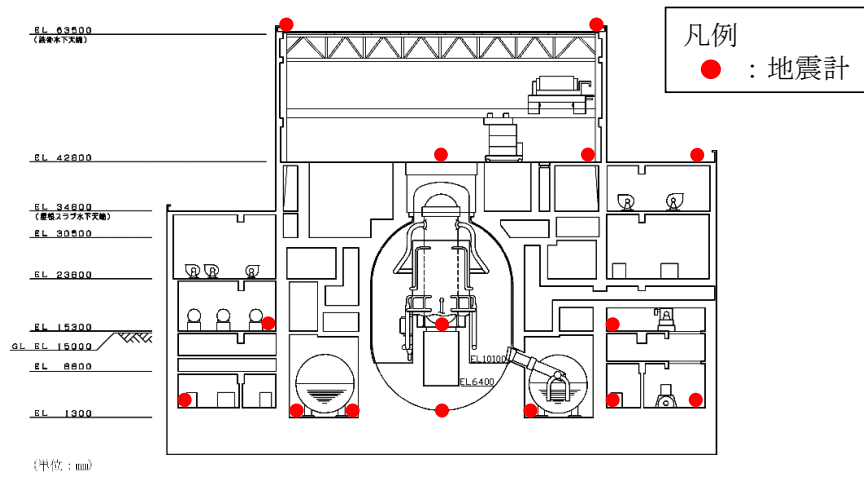


図 2-4 鳥取県西部地震の諸元

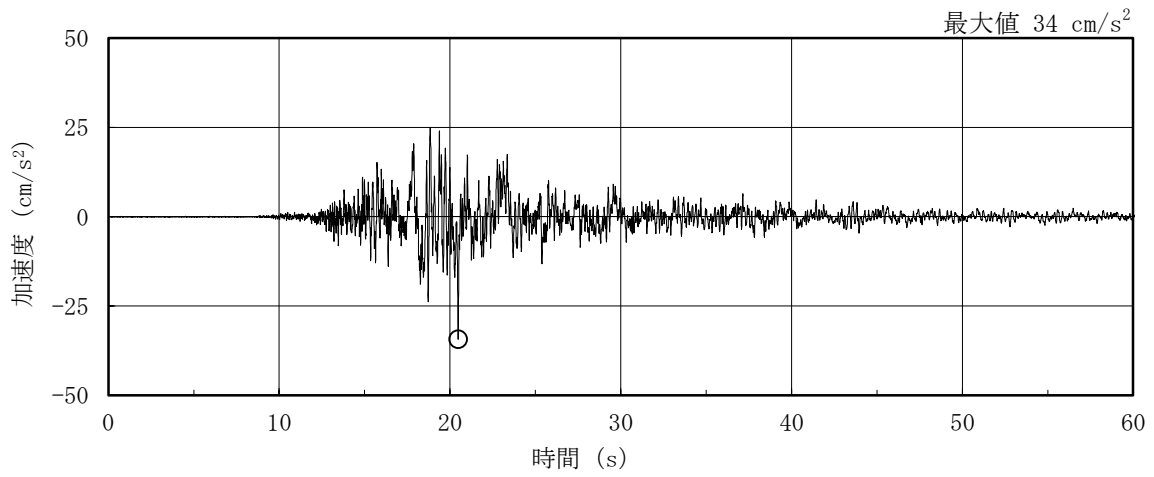


(a) 平面図

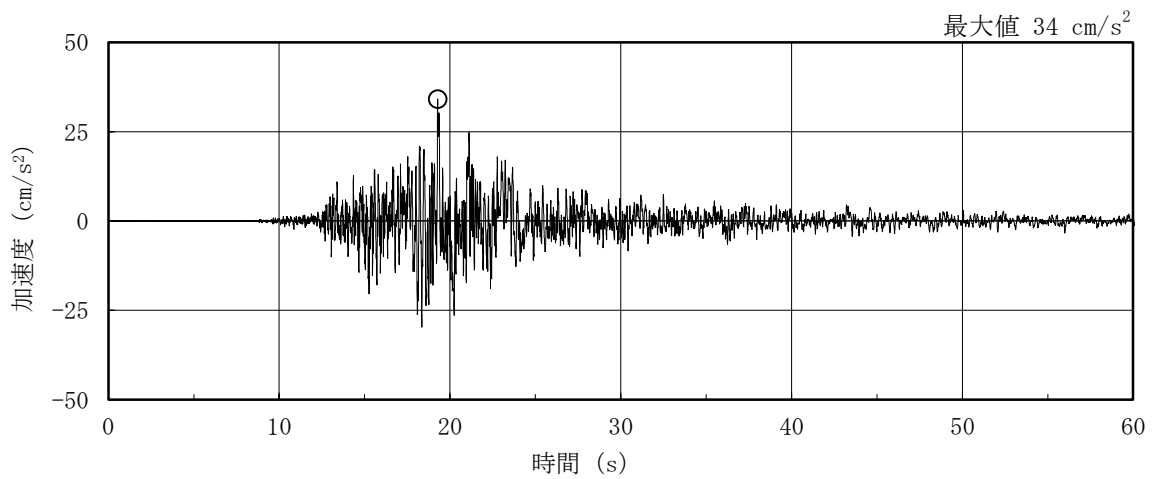


(b) 断面図

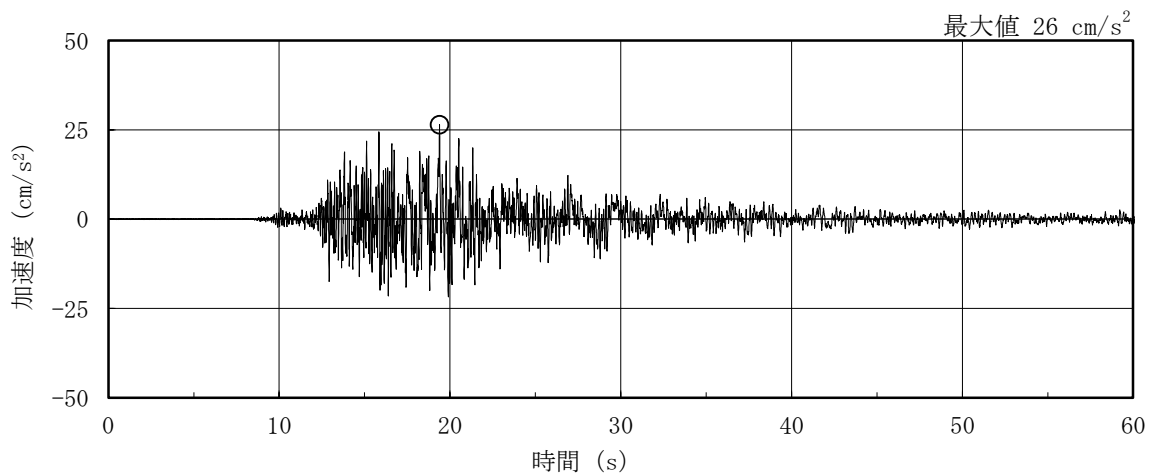
図 2-5 地震計位置



(a) N S方向



(b) E W方向



(c) 鉛直方向

図 2-6 原子炉建物の基礎スラブ上 (EL 1.3m) の観測記録 (鳥取県西部地震)

2.3.2 観測記録による解析結果

鳥取県西部地震の観測記録を用いて3次元FEMモデルによる解析を実施する。

建物模擬モデル、比較用モデル及び質点系対応モデルについて、各地震計位置での観測記録及び解析結果の加速度応答スペクトルの比較を図2-7～図2-9に示す。なお、観測記録と比較するための解析結果は、3方向同時入力による結果とし、地震計位置近傍の節点のものを用いる。

2.3.3 観測記録と解析結果の比較及び考察

建物模擬モデルによる解析結果と観測記録を比較すると、水平方向について、周期0.2～0.3秒の間にある観測記録のスペクトルのピークに対して、解析結果は、ピークの値及びピークの周期についてよく対応している。

コンクリート剛性の設定として設計基準強度を用いた比較用モデルによる解析結果については、スペクトルのピークの値は、観測記録に対して大きくなる傾向が見られるものの、ピークの周期についてはよく対応している。

床のモデル化を床剛としコンクリート剛性の設定として設計基準強度を用いた質点系対応モデルによる解析結果については、スペクトルのピークの値は観測記録に対して若干小さくなっている箇所はあるものの、ピークの周期についてはよく対応している。

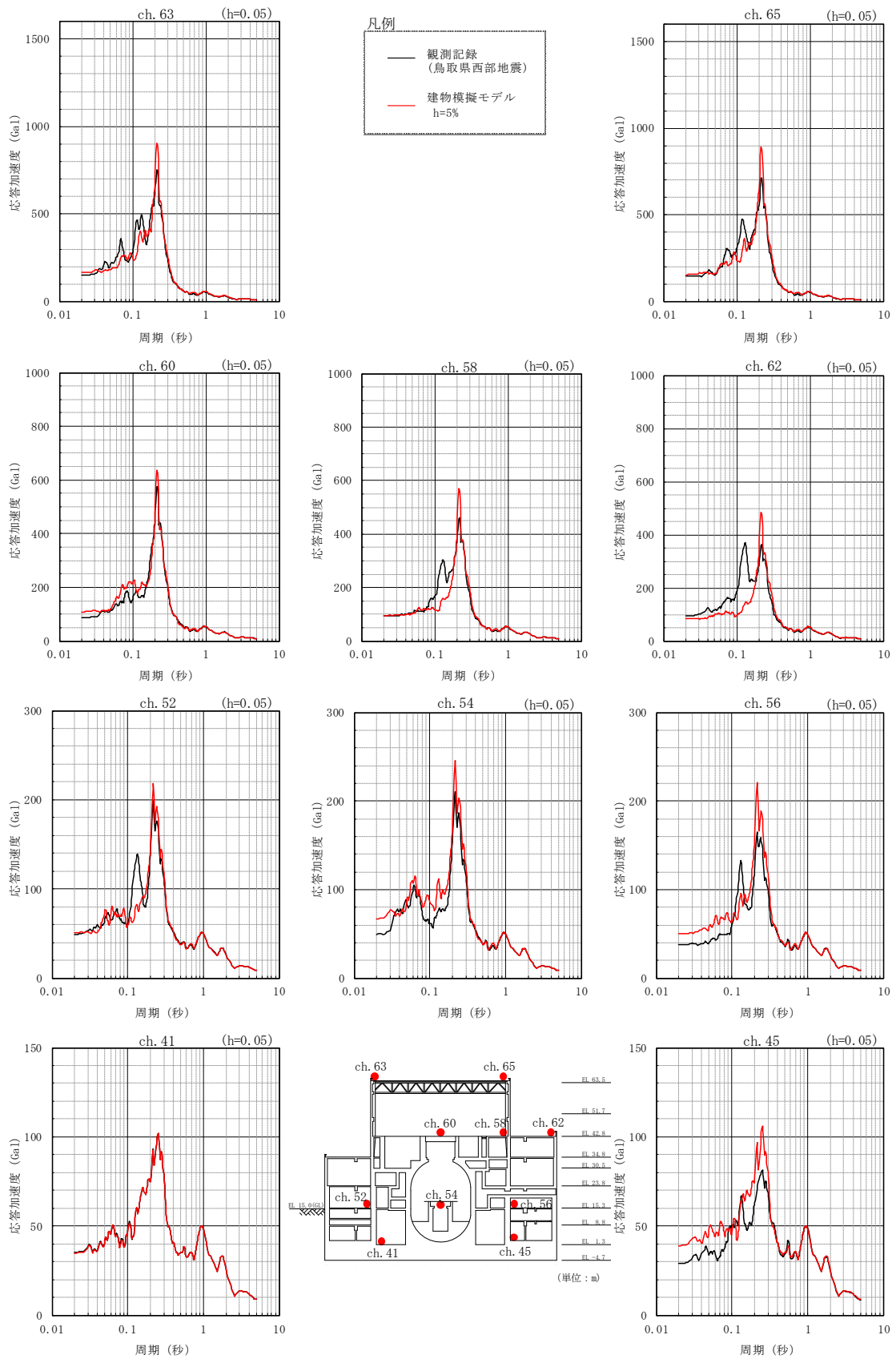
鉛直方向について、いずれのモデルにおいても、解析結果は地震計の設置されている基礎スラブ上の観測記録とよく対応している。

なお、水平方向については、各モデルにおいてEL 42.8m及びEL 15.3mに設置された一部の地震計位置における解析結果（例. NS方向 Ch. 52）について周期0.1～0.15秒付近で観測記録を下回っているが、「3.4 床応答への影響検討」の表3-25～表3-41（表中のEL 42.8m及びEL 15.3mにおける水平方向応答参照）に示すとおり、質点系モデルの応答スペクトルは3次元FEMモデルの応答スペクトルを概ね包絡しており、質点系モデルの応答を用いた評価が保守的であることを確認していることから機器・配管系への影響は軽微であると考えられる。

2.3.4 結論

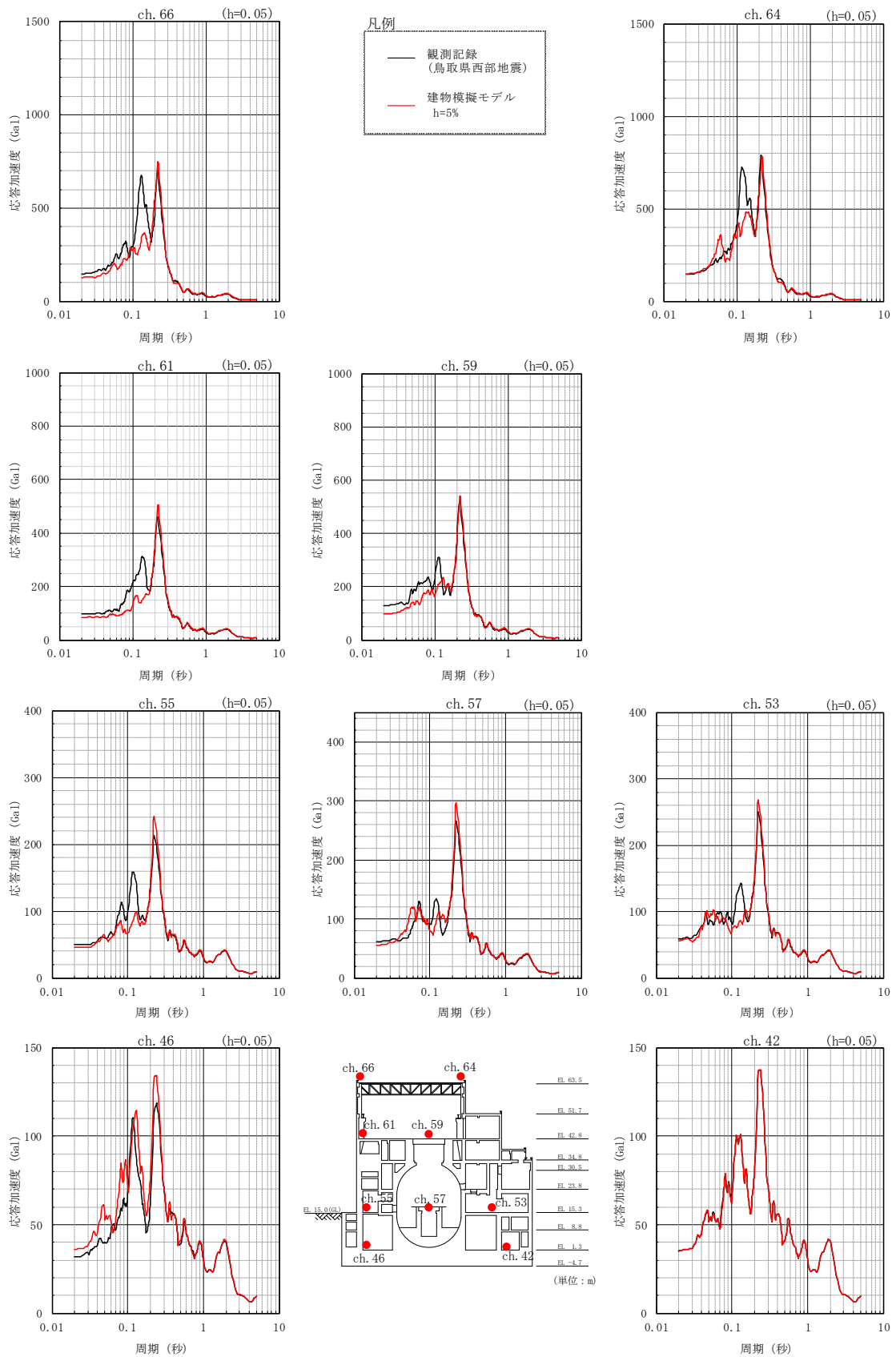
以上から、3次元FEMモデルによる解析結果は、各ケースとも全体として観測記録とよく対応しており、建物の実挙動を再現できているといえる。特に建物模擬モデルは、ピークの値及びピークの周期とも観測記録によく対応している。

よって、以降の原子炉建物の3次元応答性状の影響検討については、建物模擬モデルを用いた検討を行う。



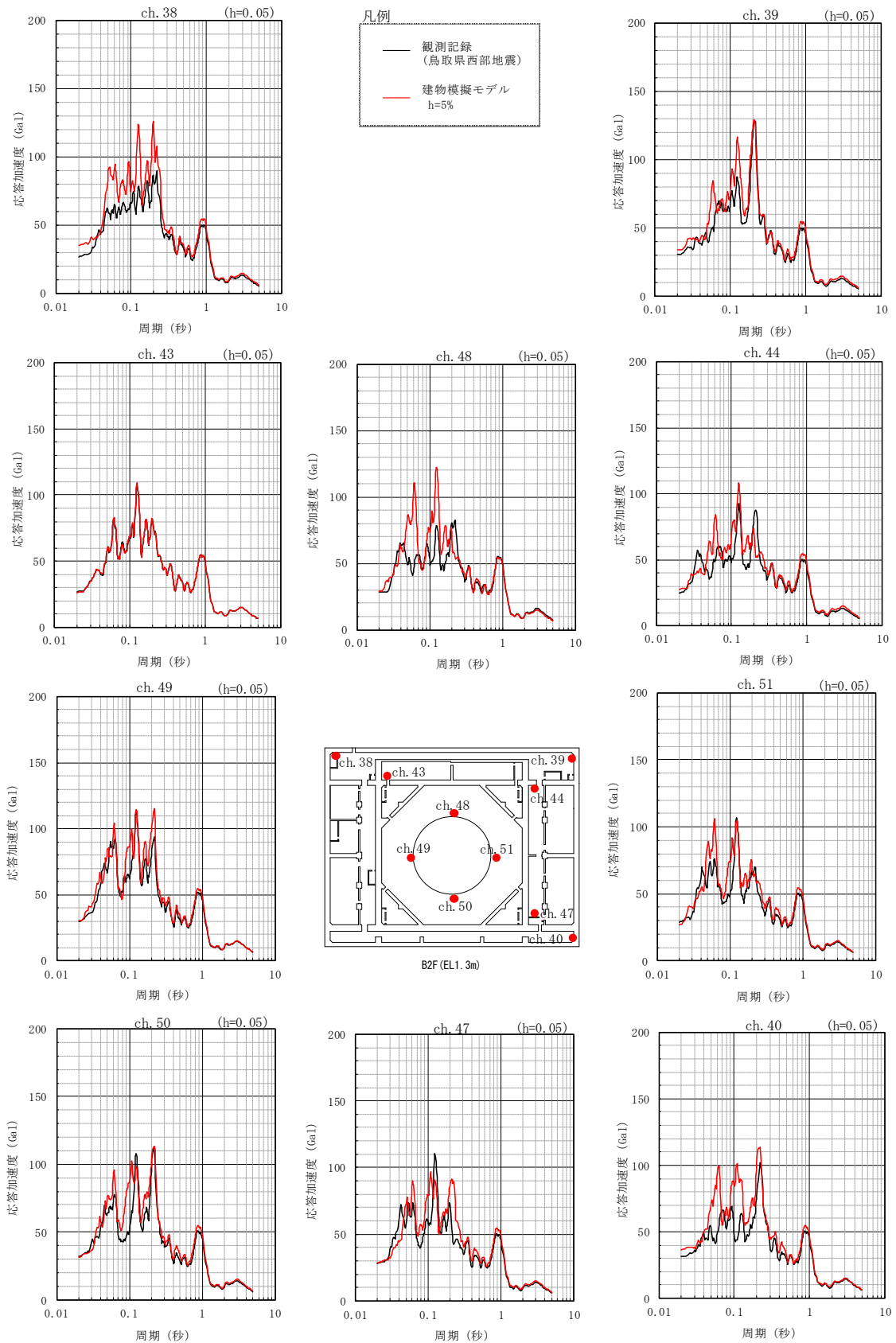
(a) NS方向

図2-7(1) 観測記録と解析結果の比較 (建物模擬モデル)



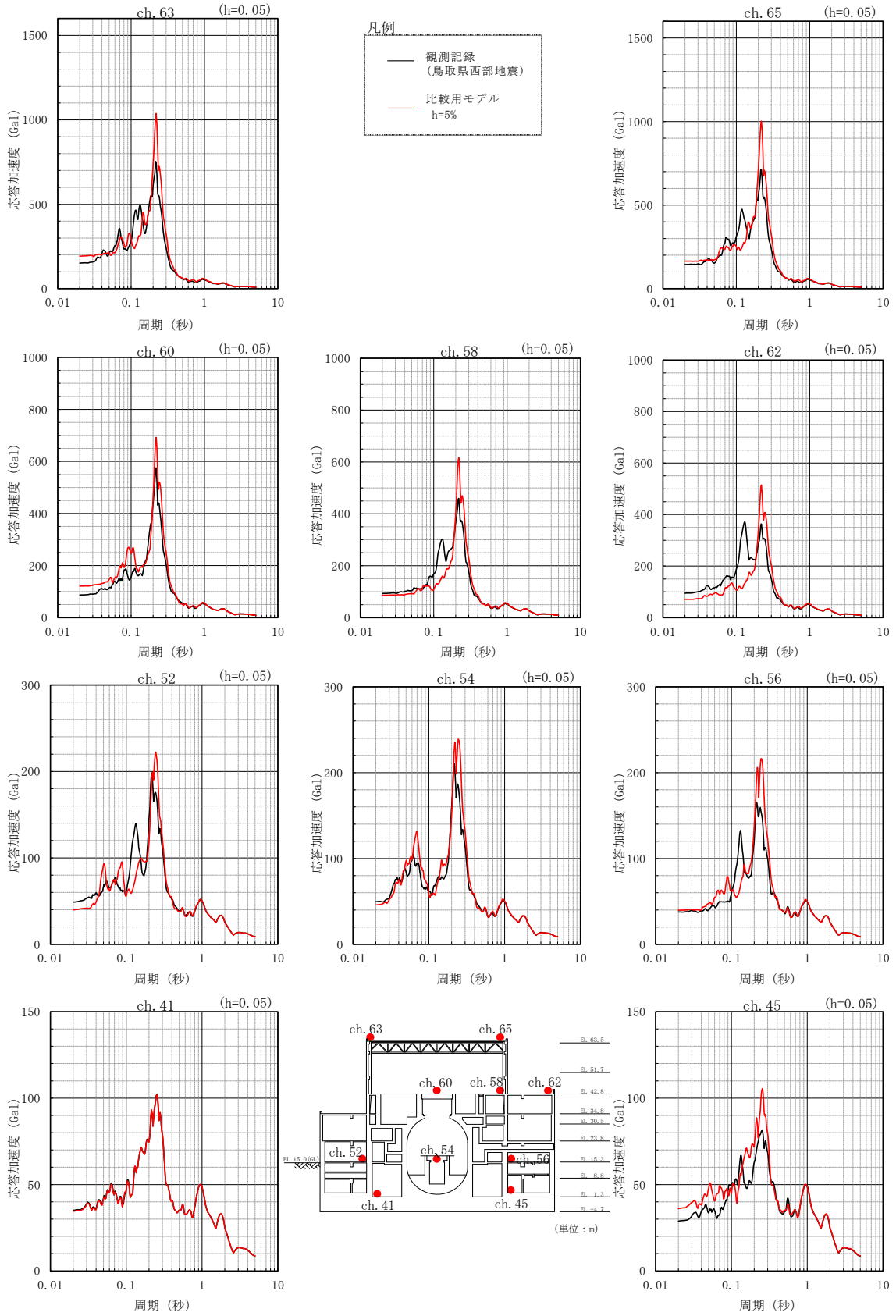
(b) EW方向

図2-7(2) 観測記録と解析結果の比較 (建物模擬モデル)



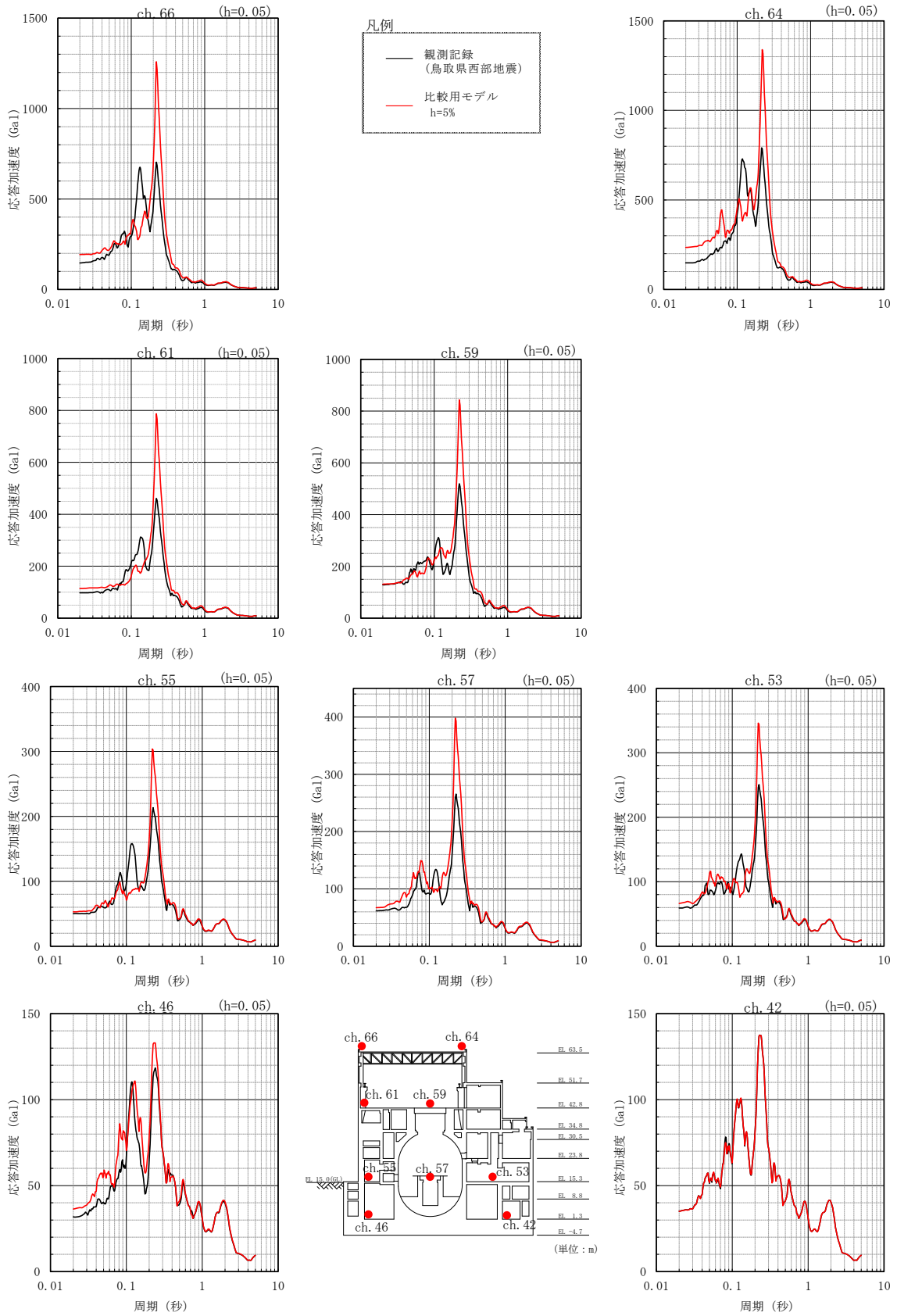
(c) 鉛直方向

図 2-7(3) 観測記録と解析結果の比較 (建物模擬モデル)



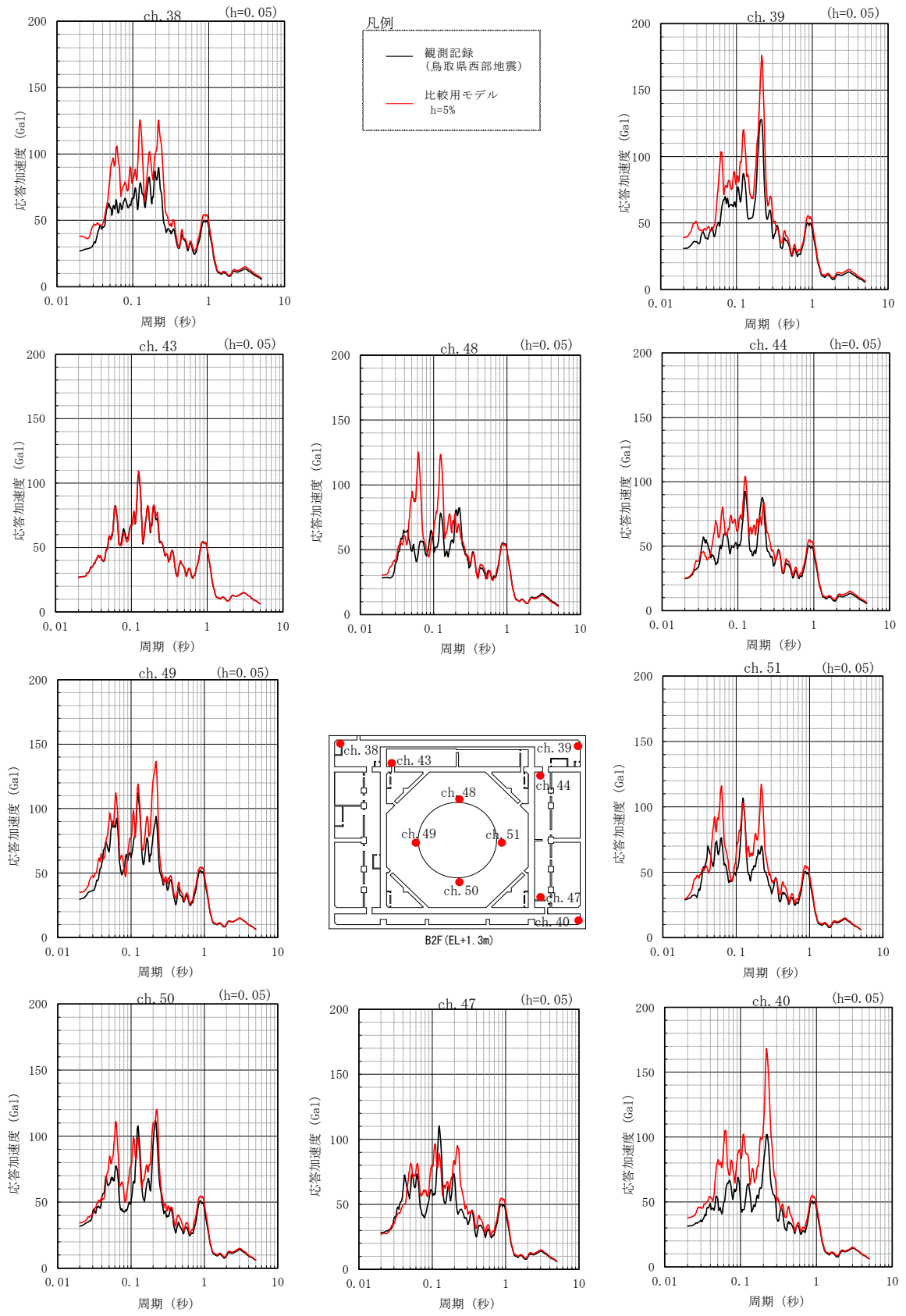
(a) NS方向

図 2-8(1) 観測記録と解析結果の比較 (比較用モデル)



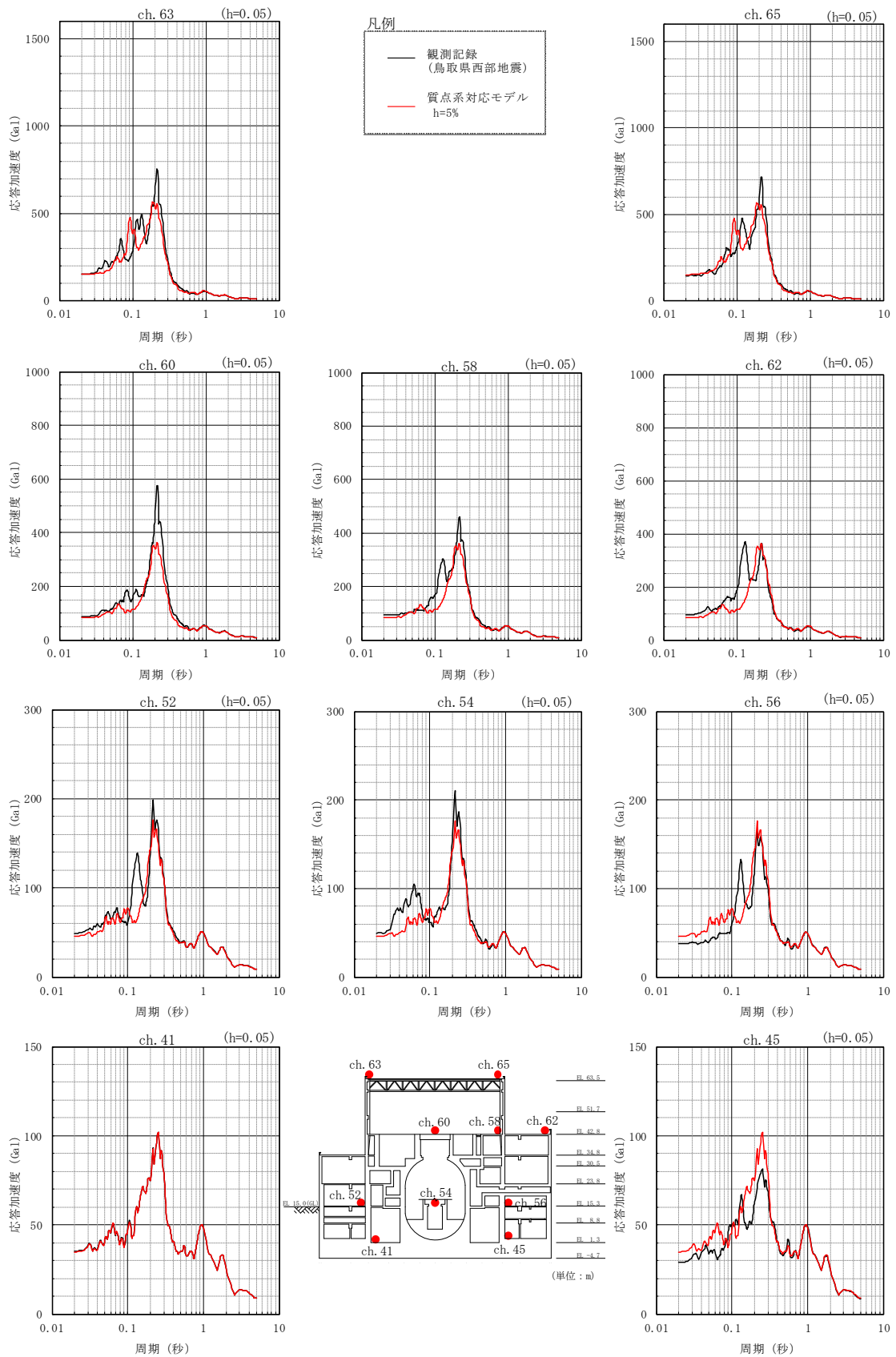
(b) EW方向

図 2-8(2) 観測記録と解析結果の比較 (比較用モデル)



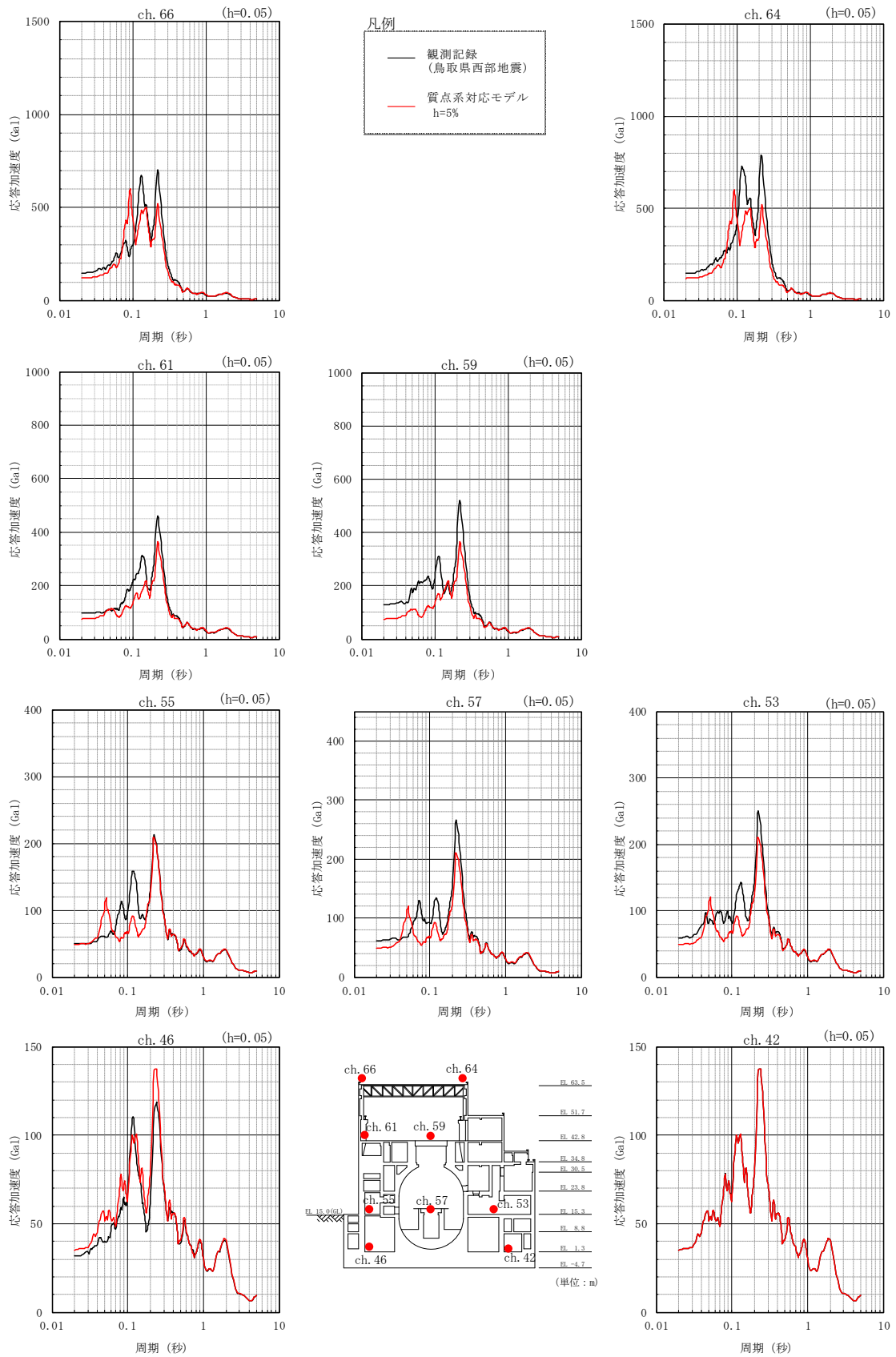
(c) 鉛直方向

図 2-8(3) 観測記録と解析結果の比較 (比較用モデル)



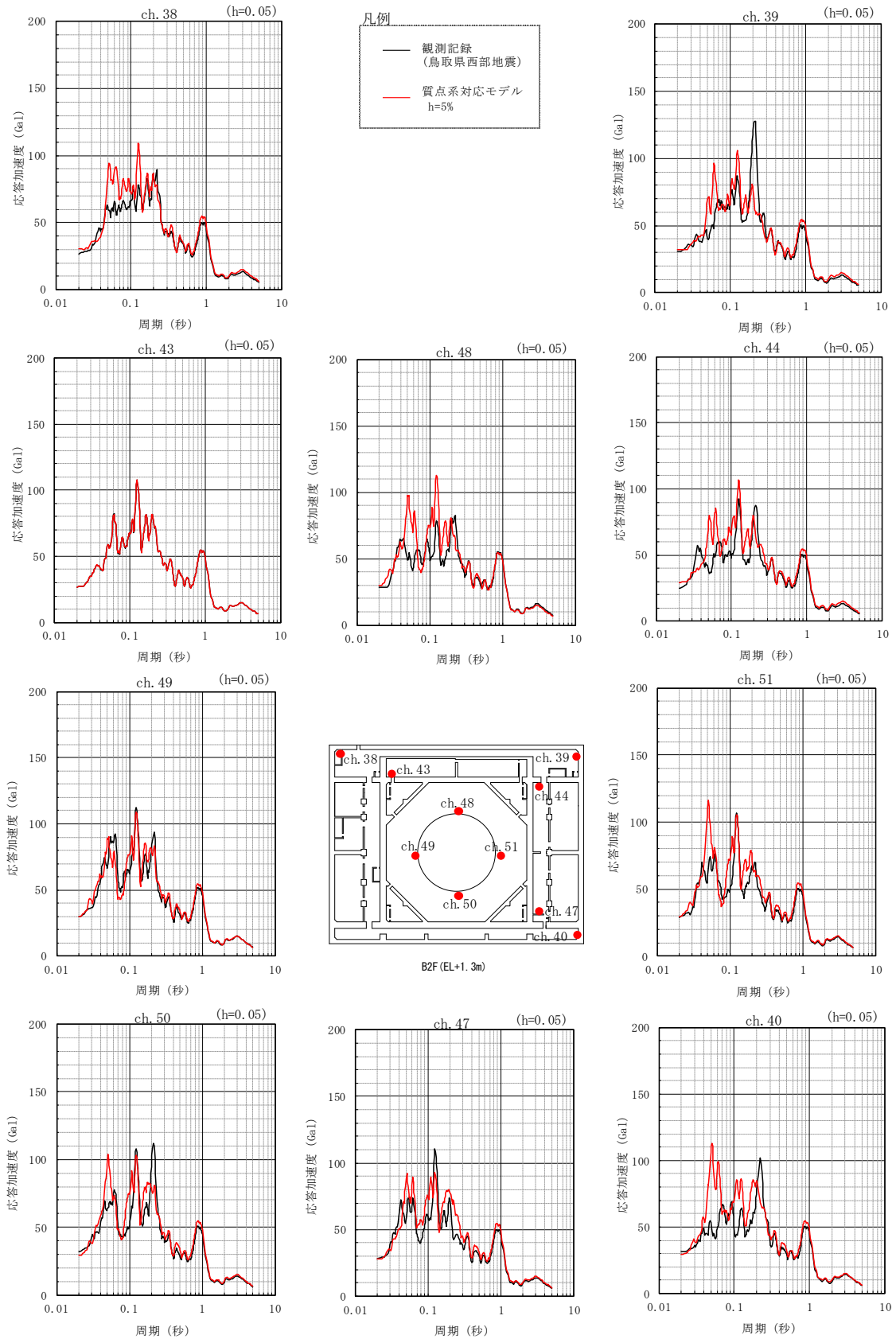
(a) NS方向

図2-9(1) 観測記録と解析結果の比較 (質点系対応モデル)



(b) EW方向

図2-9(2) 観測記録と解析結果の比較 (質点系対応モデル)



(c) 鉛直方向

図 2-9(3) 観測記録と解析結果の比較 (質点系対応モデル)

3. 3次元FEMモデルによる評価

3.1 地震応答解析の概要

原子炉建物の3次元的な応答性状を把握し、それらが建物耐震性評価及び床応答へ及ぼす影響を検討するため、3次元FEMモデルを用いて、弾性設計用地震動 S_d に対する地震応答解析を実施する。

3次元FEMモデルによる地震応答解析は、周波数応答解析としていること及び基準地震動 S_s による評価を行うことから、地震動は弾性設計用地震動 S_d とし、弾性設計用地震動 S_d-D 、 S_d-F1 、 S_d-F2 、 S_d-N1 及び S_d-N2 を用いる。(VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」参照)

弾性設計用地震動 S_d に対する建物基礎底面の地盤応答を、地盤ばねを介して入力し、3次元的な応答性状の把握を行う。3次元FEMモデルによる地震応答解析の概念を図3-1に示す。また、弾性設計用地震動 S_d の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図3-2～図3-7に示す。

3次元FEMモデルによる地震応答解析は、NS方向、EW方向及び鉛直方向の各々に対して行う。また、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認として、NS方向、EW方向及び鉛直方向の3方向同時入力による応答評価もあわせて実施する。

3次元FEMモデルの応答評価位置を図3-8に示す。

3次元FEMモデルの応答評価位置は、B2F(基礎スラブ上, EL 1.3m)、1F(EL 15.3m)及び4F(燃料取替階, EL 42.8m)において、対称性及び建物形状を考慮して抽出した。

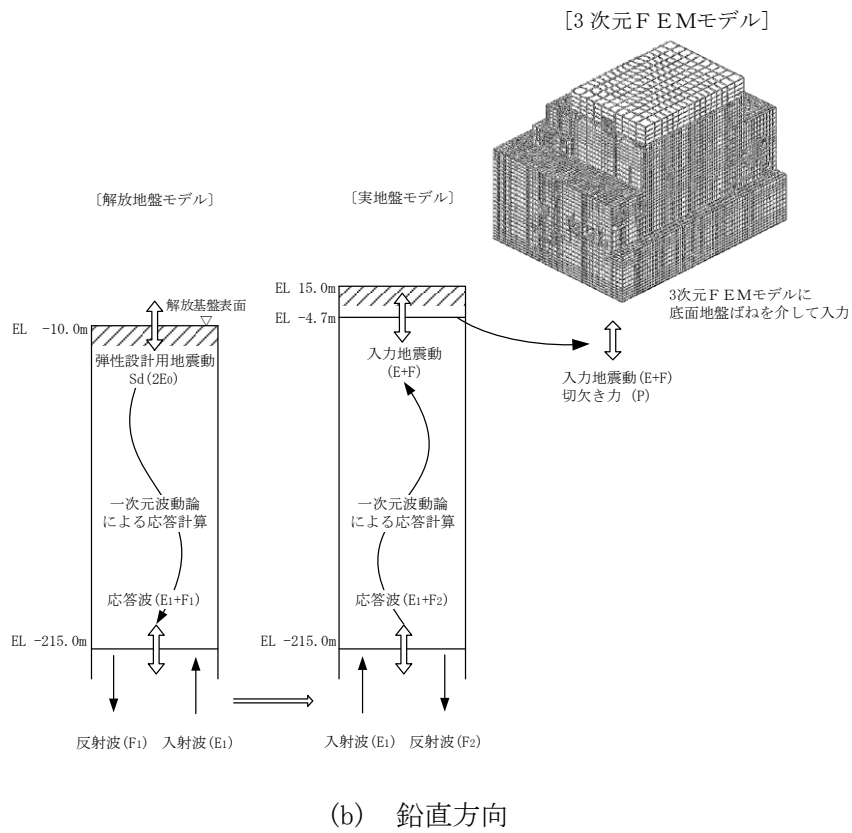
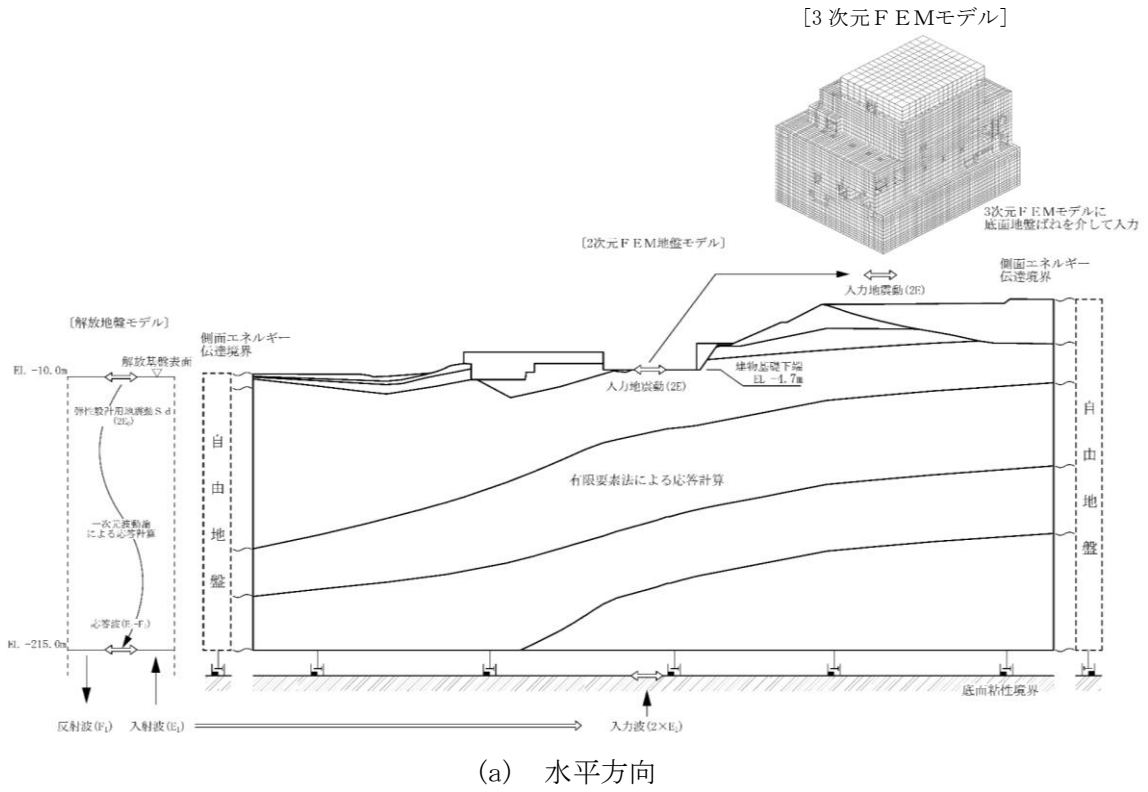
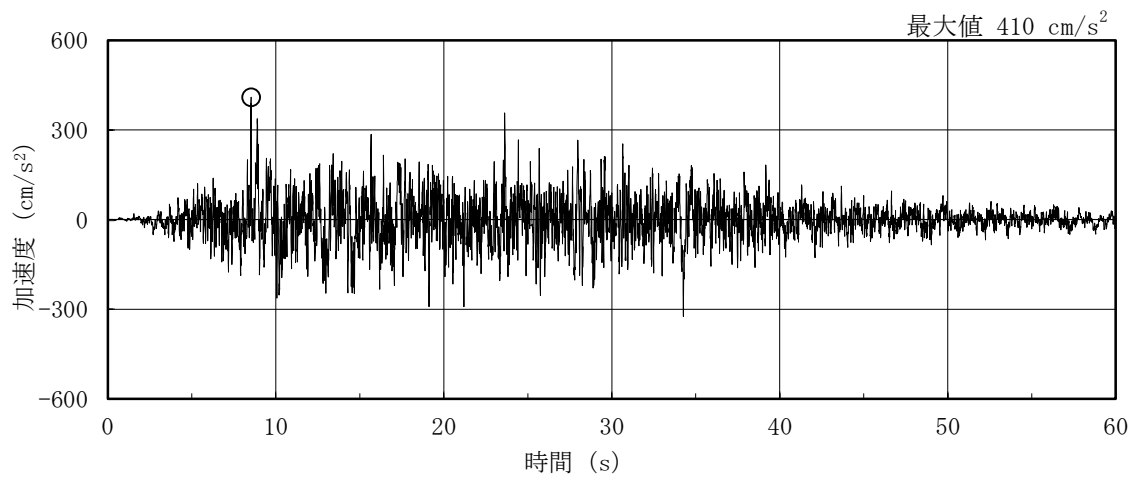
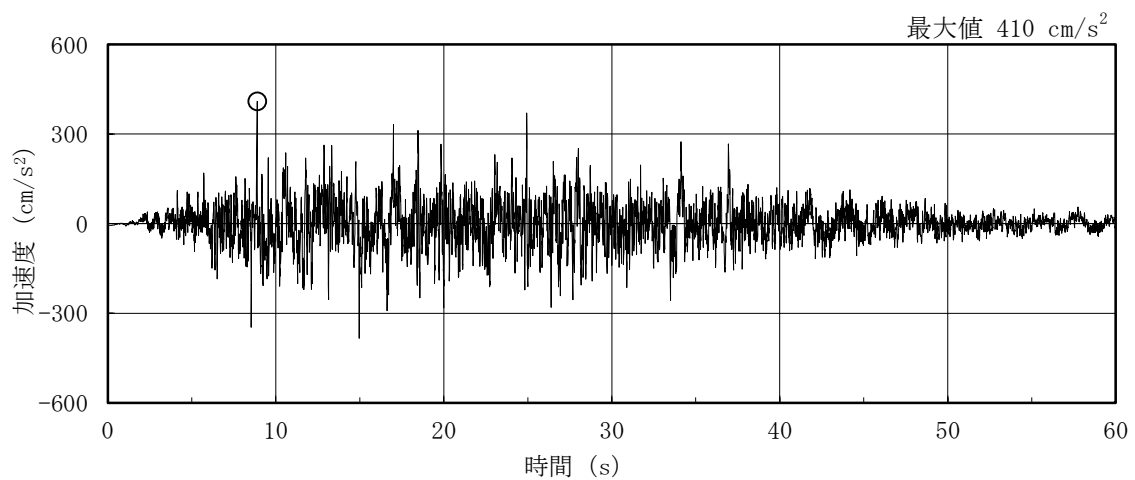


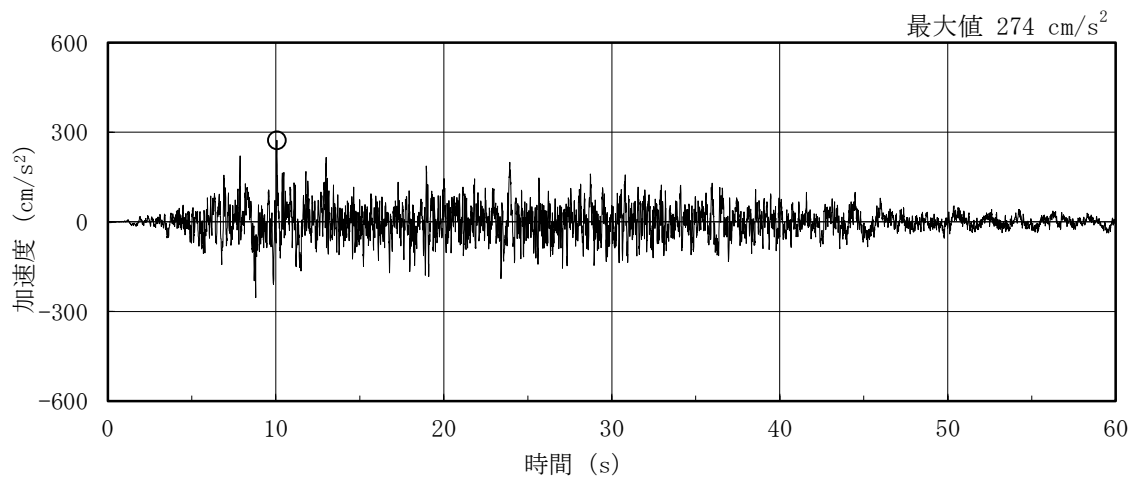
図 3-1 3次元FEMモデルによる地震応答解析の概念



(a) NS方向



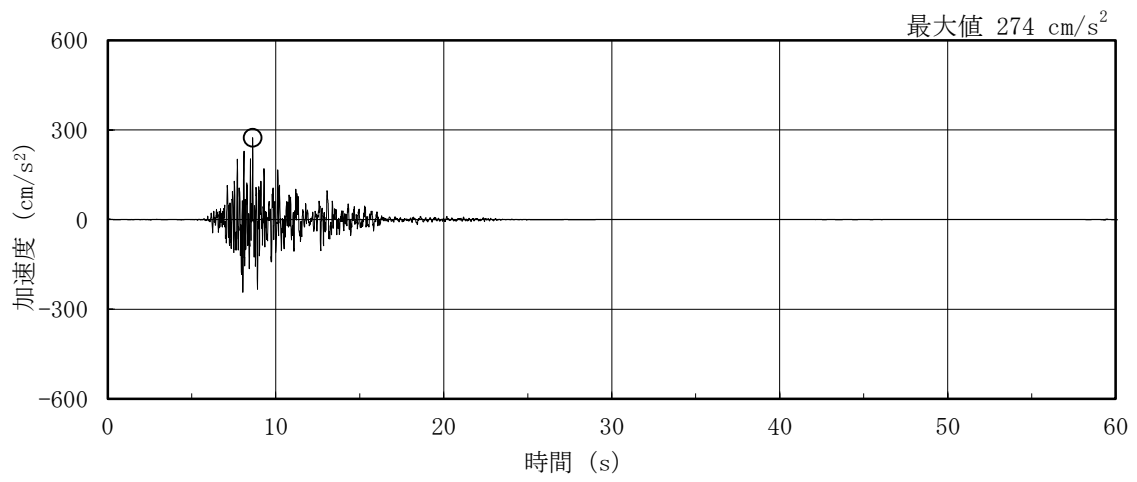
(b) EW方向*



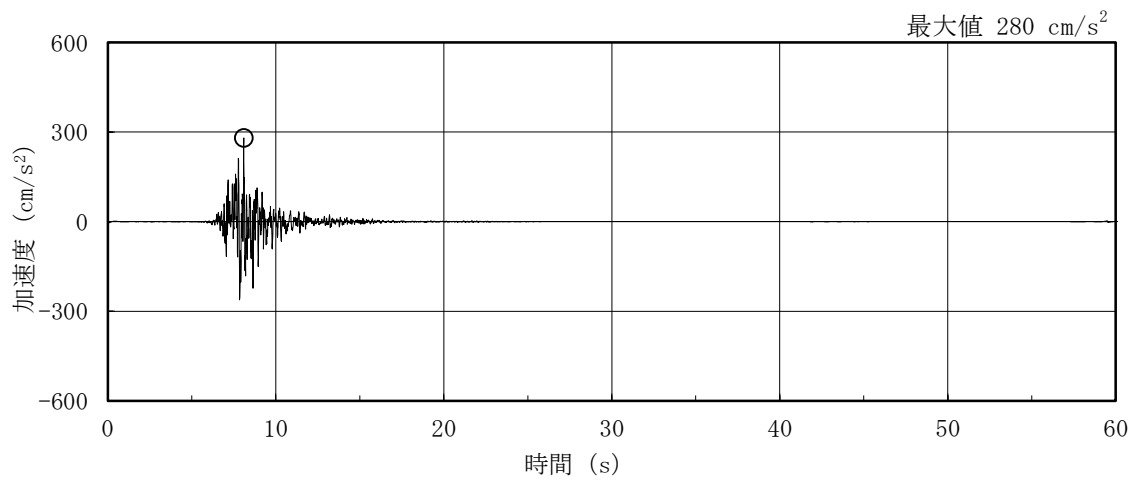
(c) 鉛直方向

注記* : 基準地震動S_s-Dの設計用応答スペクトルに適合するよう、位相を変えた模擬地震波に0.5を乗じて設定した地震波。

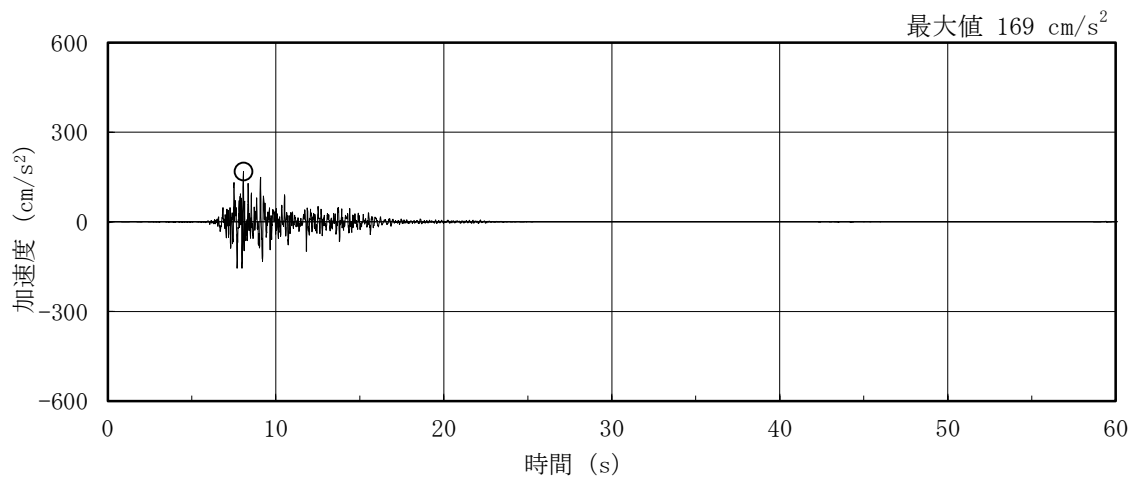
図3-2 検討に用いる地震波の加速度時刻歴波形 (S_d-D)



(a) NS方向

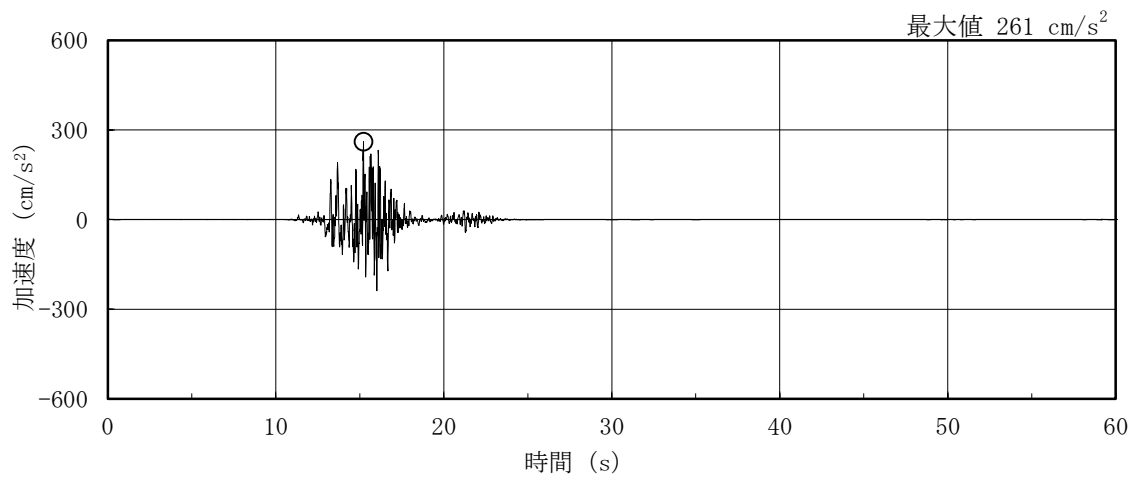


(b) EW方向

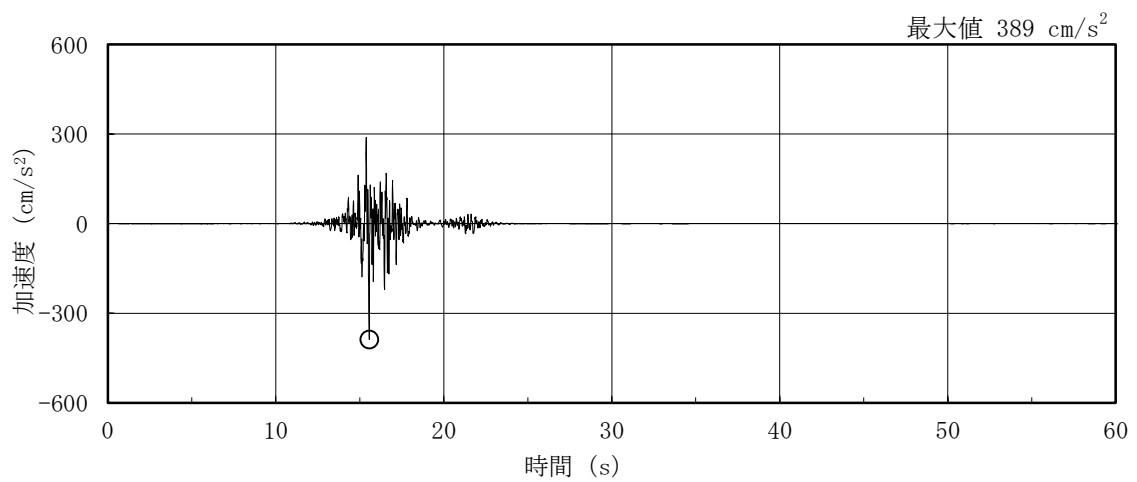


(c) 鉛直方向

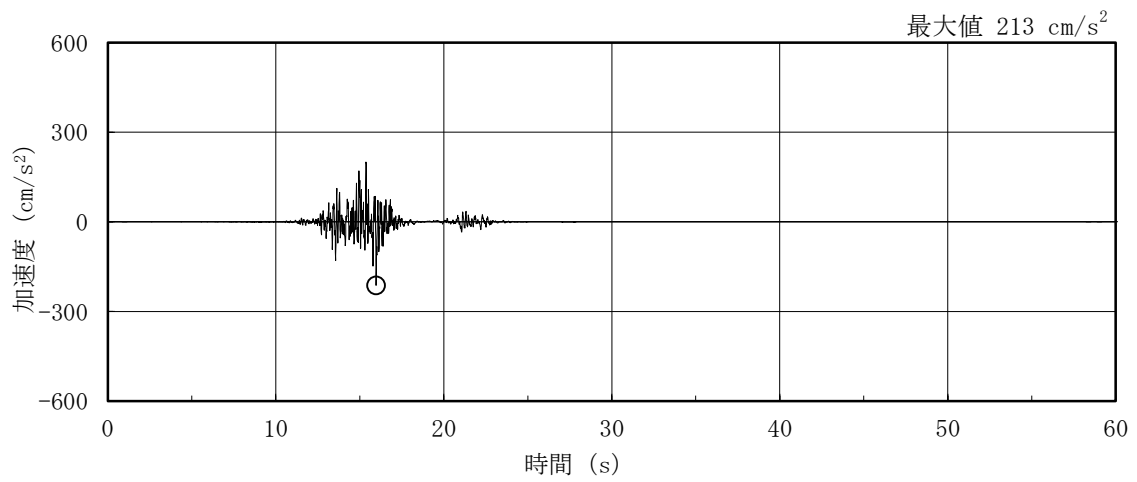
図3-3 検討に用いる地震波の加速度時刻歴波形 (S d - F 1)



(a) NS方向

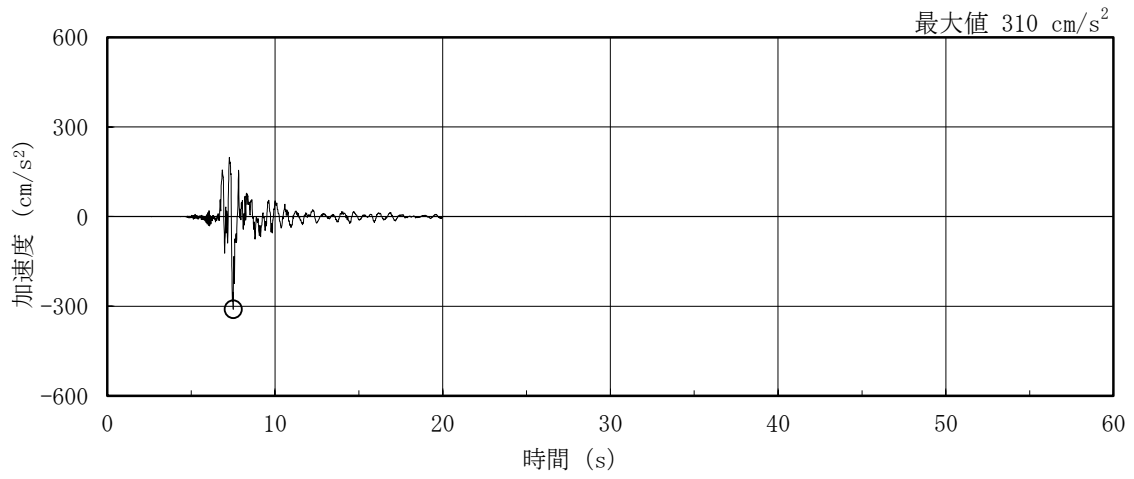


(b) EW方向

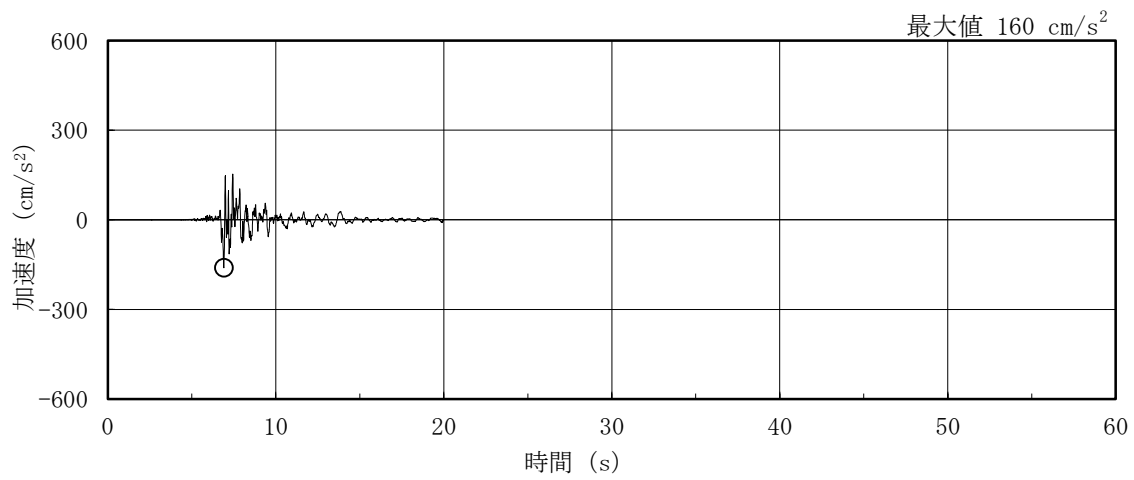


(c) 鉛直方向

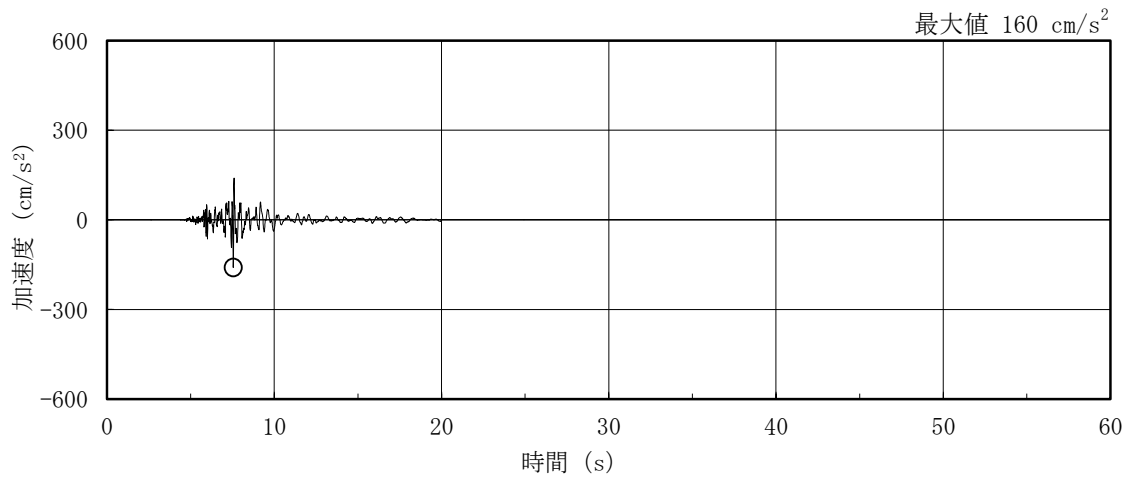
図 3-4 検討に用いる地震波の加速度時刻歴波形 (S d - F 2)



(a) NS方向



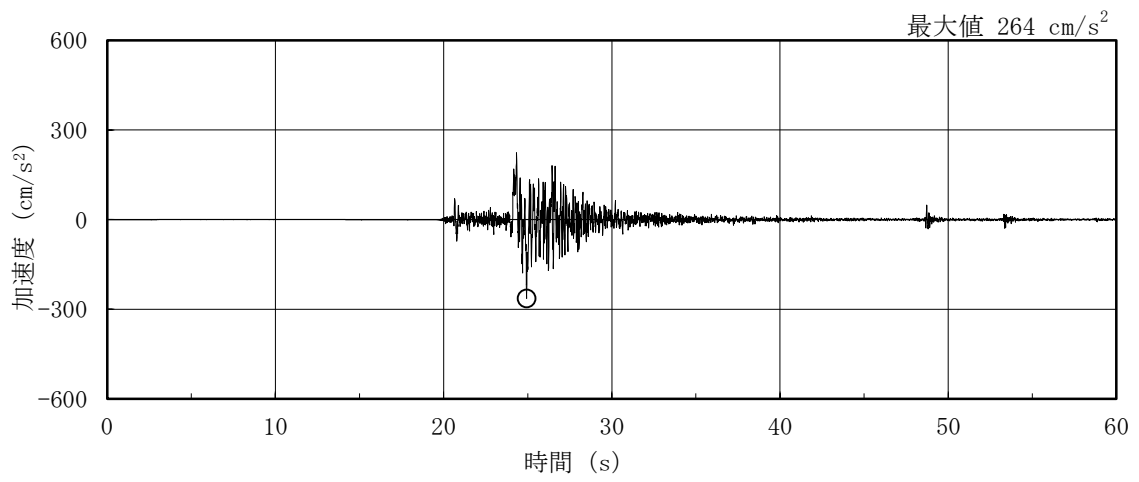
(b) EW方向*



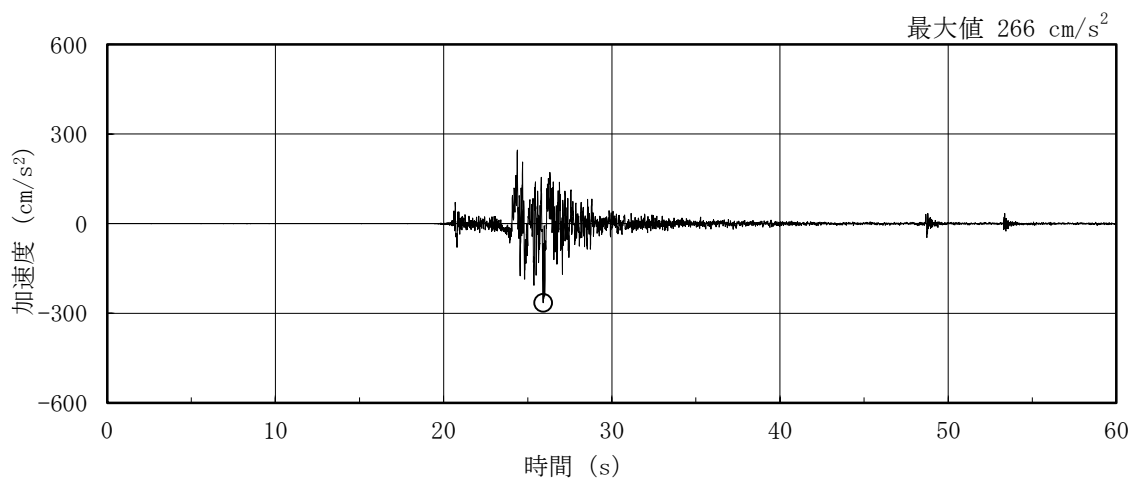
(c) 鉛直方向

注記* : 2004年北海道留萌支庁南部地震の記録を用いて求めた基盤地震動(NS方向)を0.5倍した地震波。

図3-5 検討に用いる地震波の加速度時刻歴波形(Sd-N1)

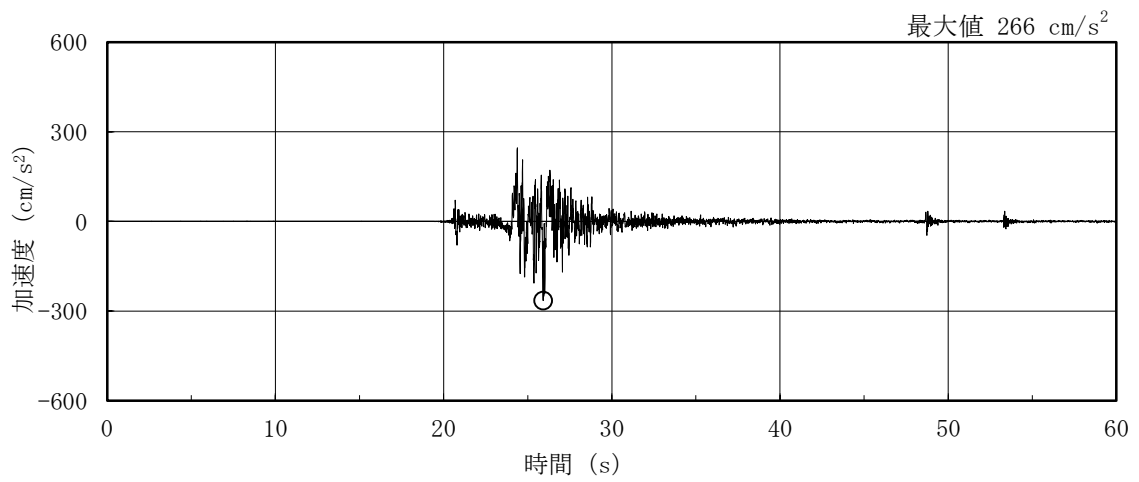


(a) NS方向 (S d - N 2 NS)

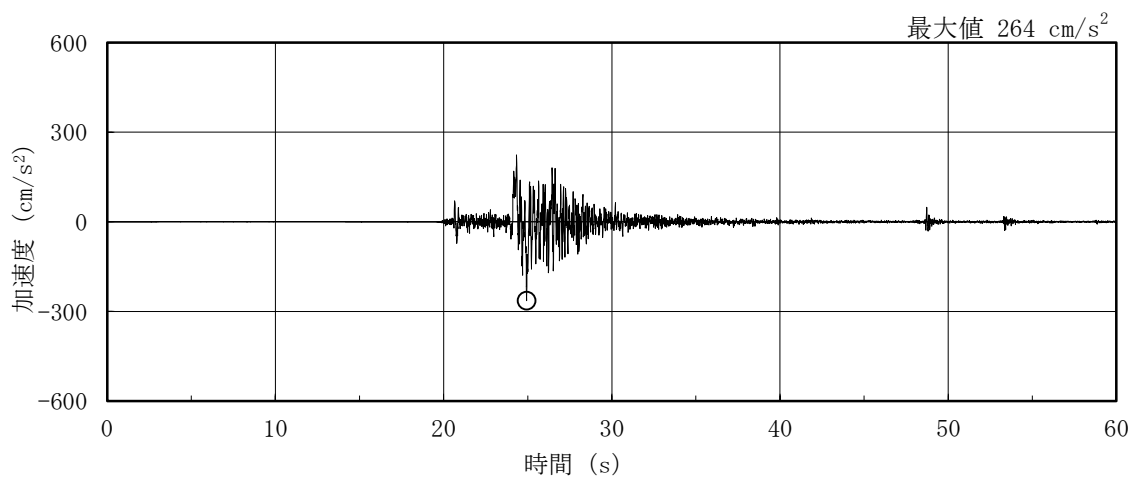


(b) EW方向 (S d - N 2 EW)

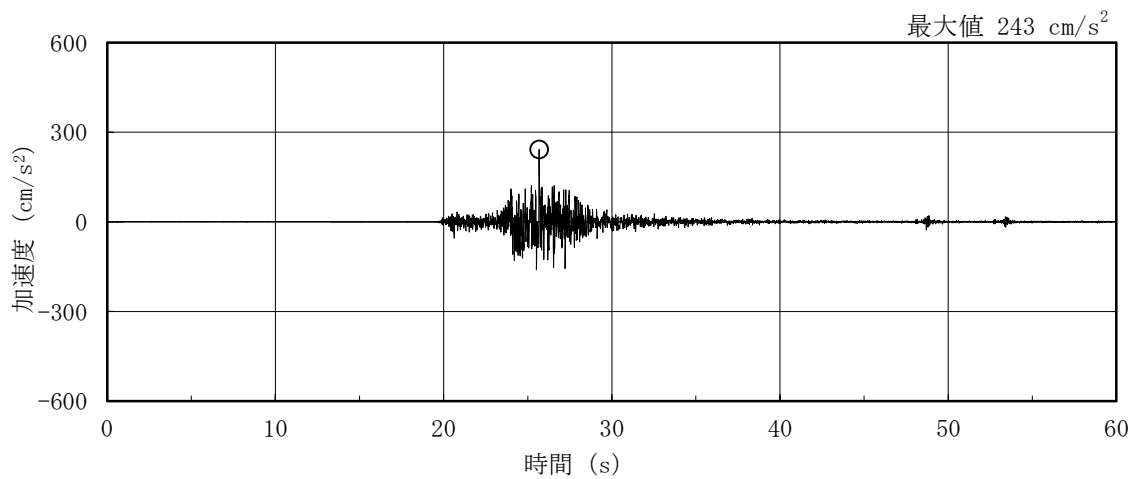
図 3-6(1) 検討に用いる地震波の加速度時刻歴波形 (S d - N 2)



(c) NS方向 (S d - N 2 EW)

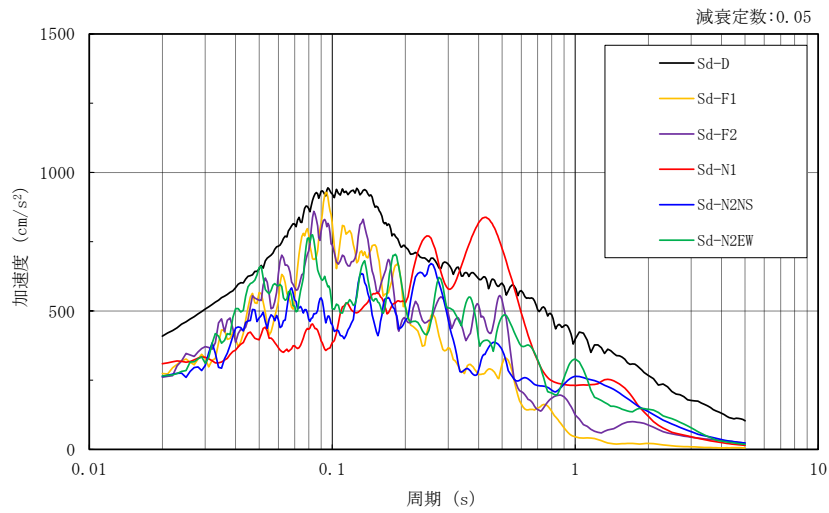


(d) EW方向 (S d - N 2 NS)

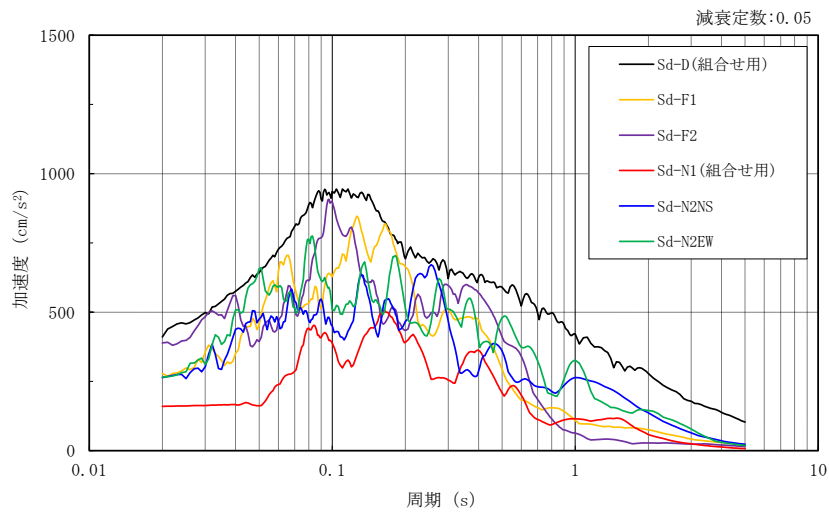


(e) 鉛直方向

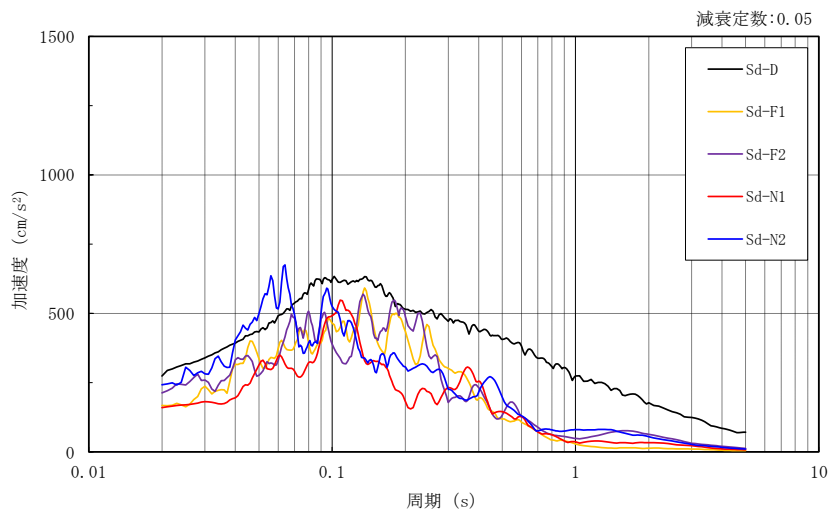
図 3-6(2) 検討に用いる地震波の加速度時刻歴波形 (S d - N 2)



(a) NS方向

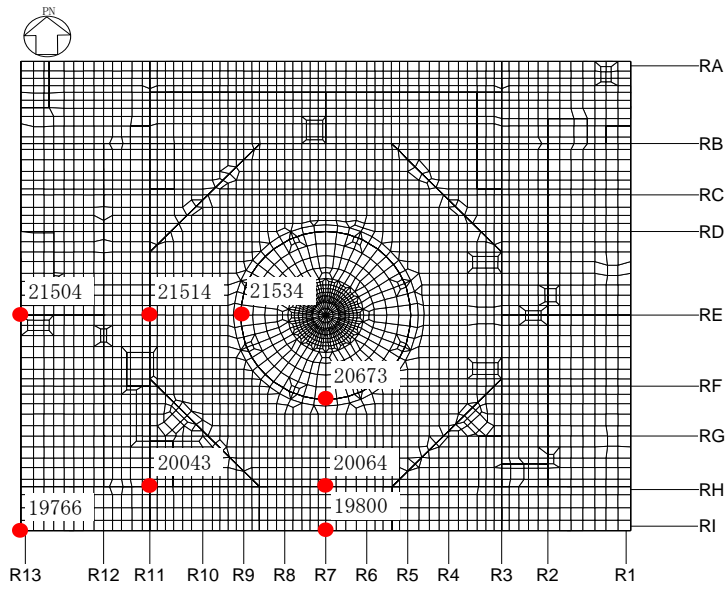


(b) EW方向

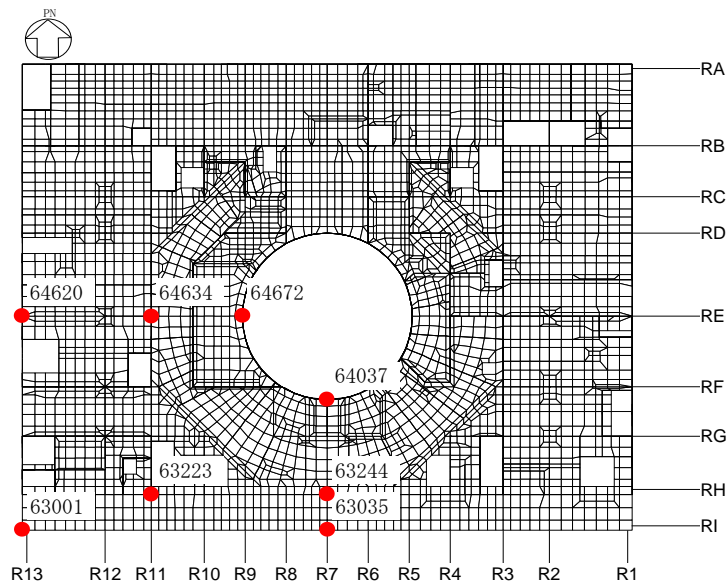


(c) 鉛直方向

図 3-7 検討に用いる地震波の加速度応答スペクトル

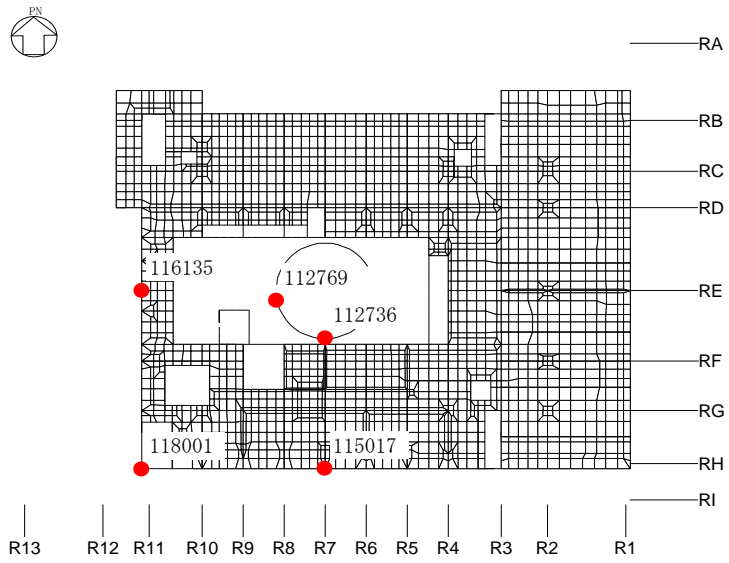


(a) B2F (EL 1.3m)



(b) 1F (EL 15.3m)

図 3-8(1) 応答評価位置



(c) 4F (EL 42.8m)

図 3-8(2) 応答評価位置

3.2 建物応答性状の把握

3次元FEMモデルを用いて、図1-3の評価フローに基づき、建物応答性状の把握を行う。具体的には、以下の4点の応答特性について、3次元FEMモデルを用いた分析・考察を行う。

なお、検討においては、建物応答性状の把握であることを踏まえ、代表として弾性設計用地震動Sd-Dによる地震応答解析結果を用いて検討を行う。

- ・基礎のロッキング振動による鉛直方向応答への影響
建物模擬モデルの水平1方向+鉛直方向入力時と鉛直方向入力時の基礎スラブ端部の鉛直応答で比較する。
- ・鉛直軸回りのねじれ振動の影響
建物模擬モデルの入力方向及び直交方向の応答で比較する。
- ・床柔性の影響
比較用モデルー質点系対応モデル間で比較する。
- ・水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響
建物模擬モデルの水平1方向入力と3方向同時入力で比較する。

3.2.1 基礎のロッキング振動による鉛直方向応答への影響

基礎のロッキング振動による鉛直方向応答への影響は、建物模擬モデルの鉛直方向入力時の鉛直方向応答と、水平方向と鉛直方向の同時入力による鉛直方向応答を比較することで検討する。

図3-8に示す評価点のうち、評価点No.1980は、NS方向入力時にロッキングの影響が表れ、EW方向入力時はロッキング振動の影響がほとんど表れない部位と考えられる。また、評価点No.21504は、EW方向入力時にロッキングの影響が表れ、NS方向入力時はロッキング振動の影響がほとんど表れない部位と考えられる。

以上のことから、基礎のロッキング振動を確認するための応答評価点は、ロッキング振動の影響が表れやすいと考えられる建物端部の評価点No.1980及びNo.21504(EL 1.3m)を抽出することとし、これらの2点について、NS方向入力時とEW方向入力時の鉛直応答を比較することにより、基礎のロッキング振動の影響について検討する。

検討結果を表3-1に示す。表3-1より、評価点No.1980のNS+鉛直方向入力時及び評価点No.21504のEW+鉛直方向入力時の鉛直応答において、ロッキングによる影響がわずかに見られるが、いずれの評価点においてもNS方向入力時及びEW方向入力時の応答にほとんど差は見られない。したがって、ロッキング振動の影響はほとんどないことを確認した。

表 3-1(1) 基礎スラブ端部評価点の鉛直成分の応答スペクトルの比較 (S d - D)

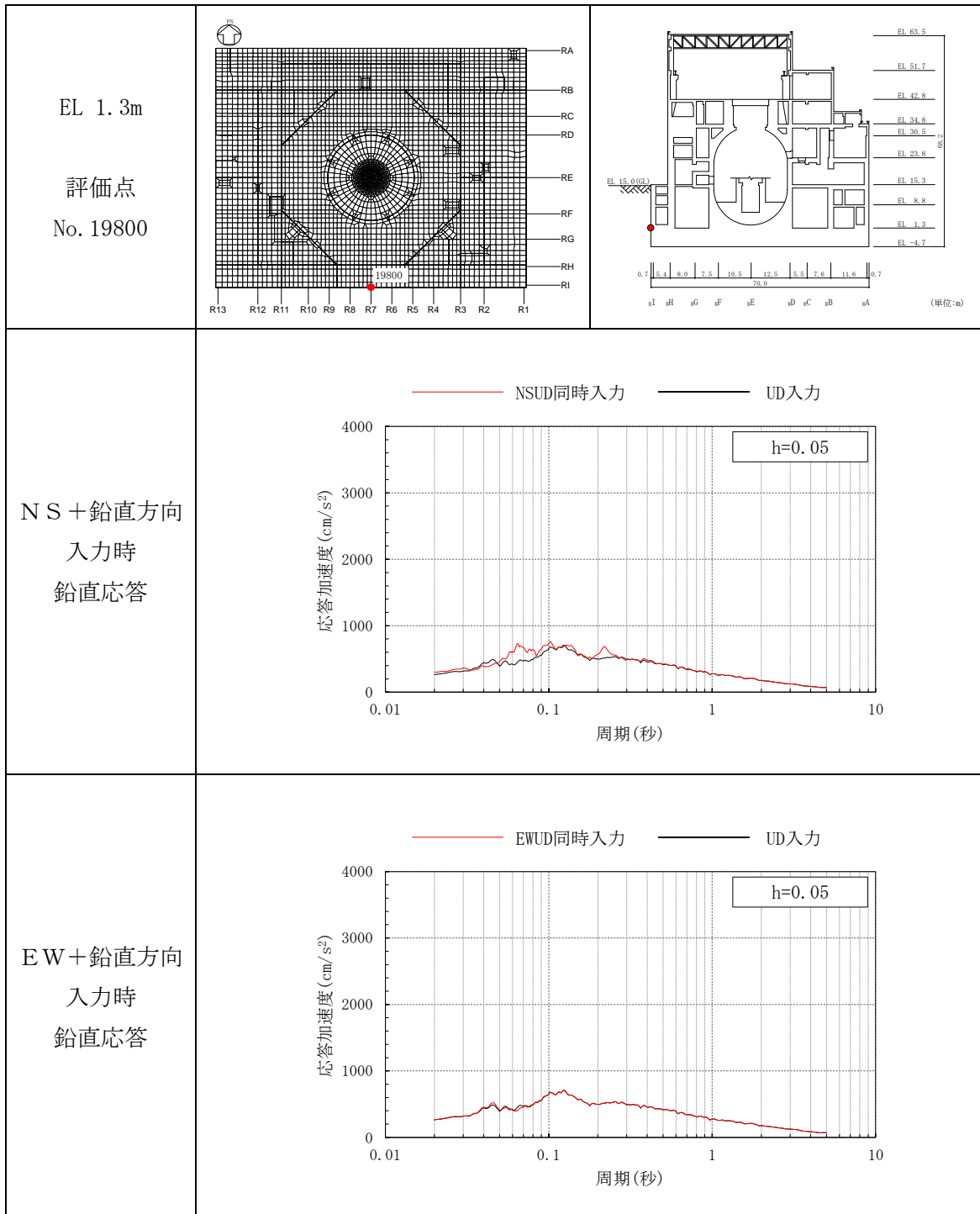
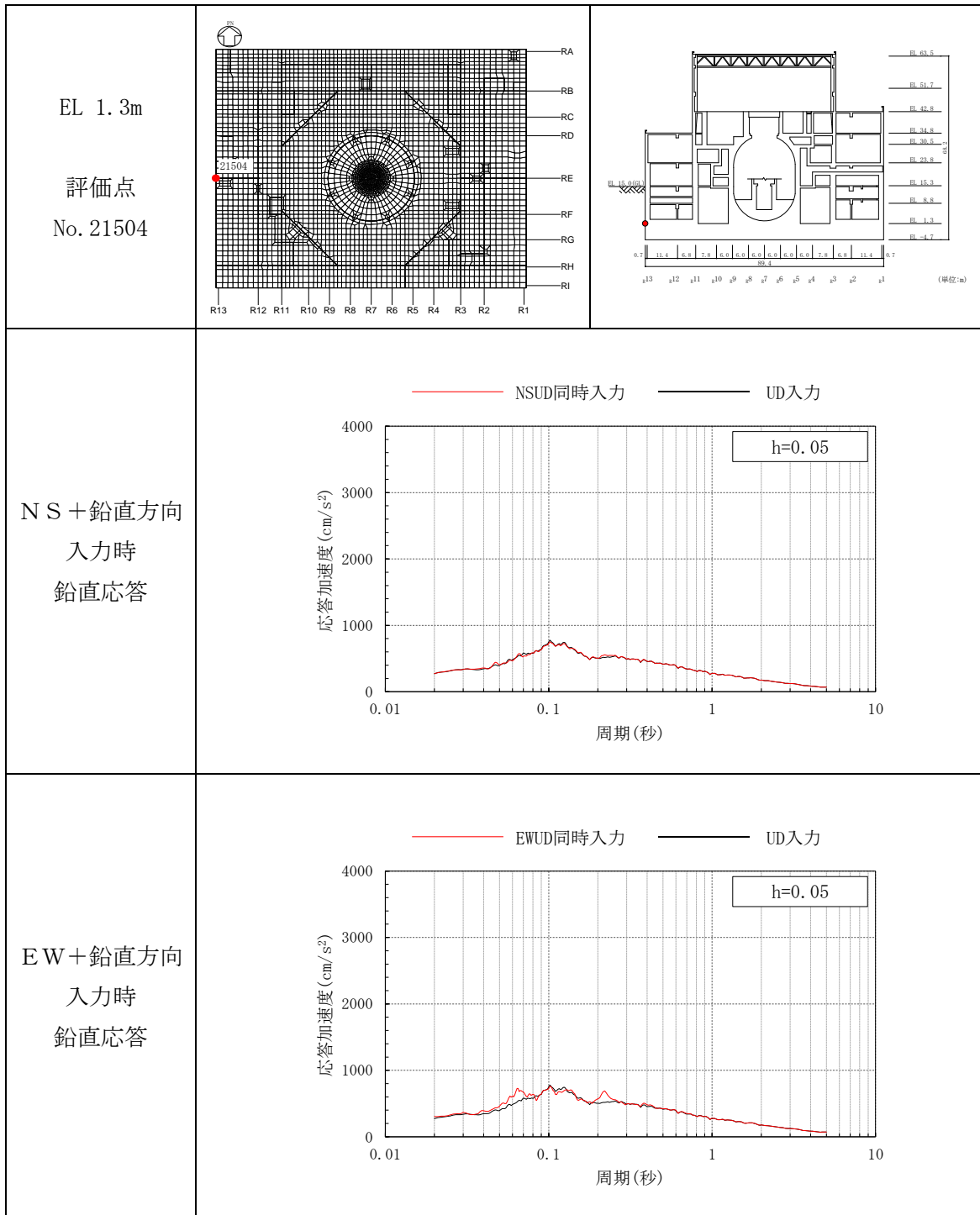


表 3-1(2) 基礎スラブ端部評価点の鉛直成分の応答スペクトルの比較 (S d - D)



3.2.2 鉛直軸回りのねじれ振動の影響

鉛直軸回りのねじれ振動の影響を建物模擬モデルの地震応答解析により確認する。

原子炉建物は、整形な平面形状であるため、ねじれ振動の影響は受けにくいと考えられるが、その中でも隅部にねじれ振動の影響が出やすいと考えられるため、応答評価点は、No.19766 (EL 1.3m)、No.63001 (EL 15.3m) 及びNo.118001 (EL 42.8m) を抽出し、入力方向と入力直交方向の応答を比較する。

水平入力時の応答比較を表 3-2 に示す。表 3-2 より、選定した全ての評価点において、入力直交方向の応答は発生しているものの、入力方向の応答と比較して十分に小さくなっている。したがって、水平 1 方向入力を考慮する場合、入力方向の応答に対して設計を行えば、耐震性に問題はないと考えられる。ただし、水平 2 方向の入力を考慮する場合については、水平 2 方向の入力地震動の位相の組合せによって、ねじれ振動の影響による応答が増幅する可能性がある。

以上より、水平 2 方向の入力によるねじれ振動の影響は、「3.2.4 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響」において確認する。

表 3-2(1) 建物模擬モデルの水平方向入力時の応答比較 (S d - D)

(a) EL 1.3m

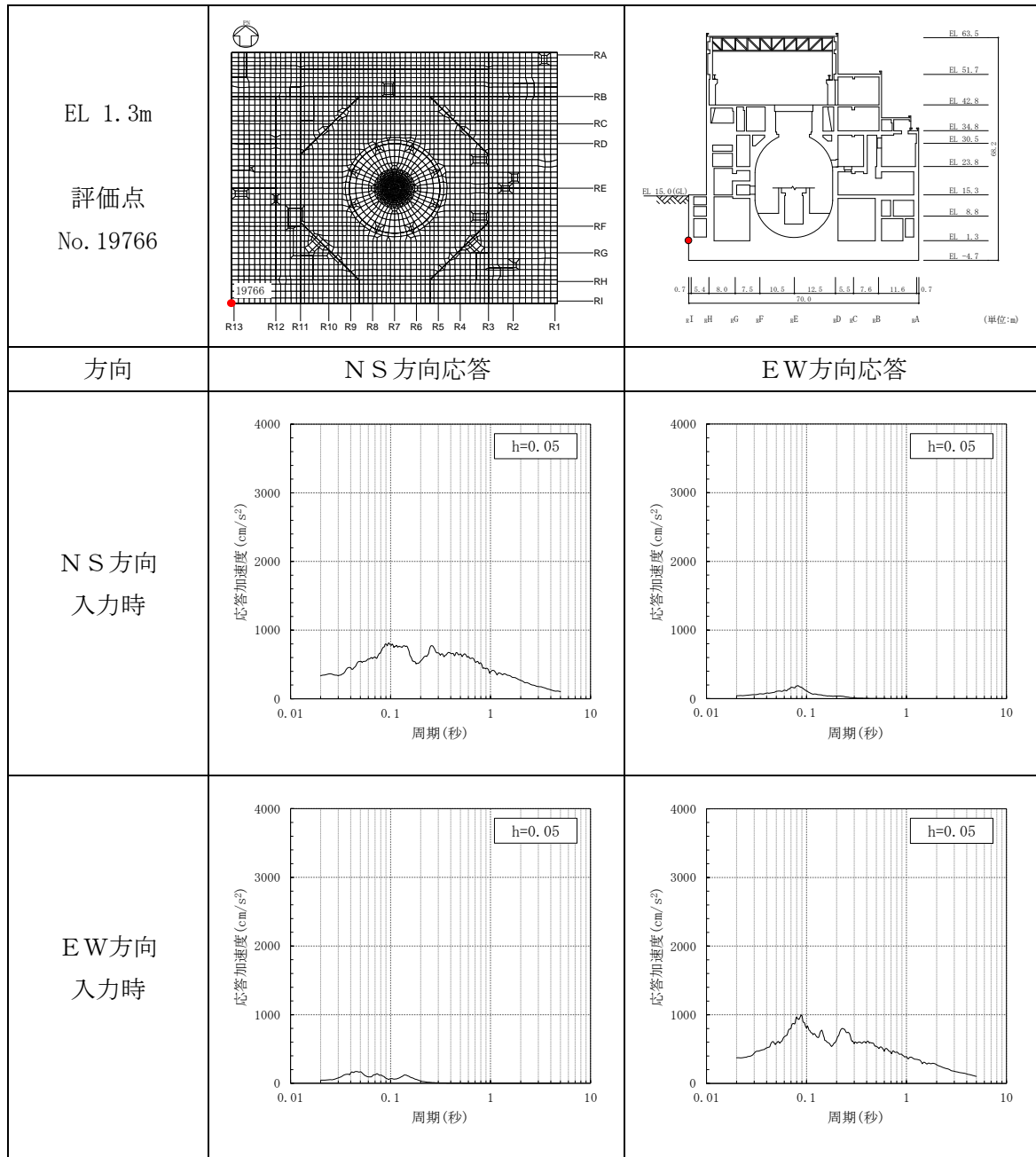


表 3-2(2) 建物模擬モデルの水平方向入力時の応答比較 (S d - D)

(b) EL 15.3m

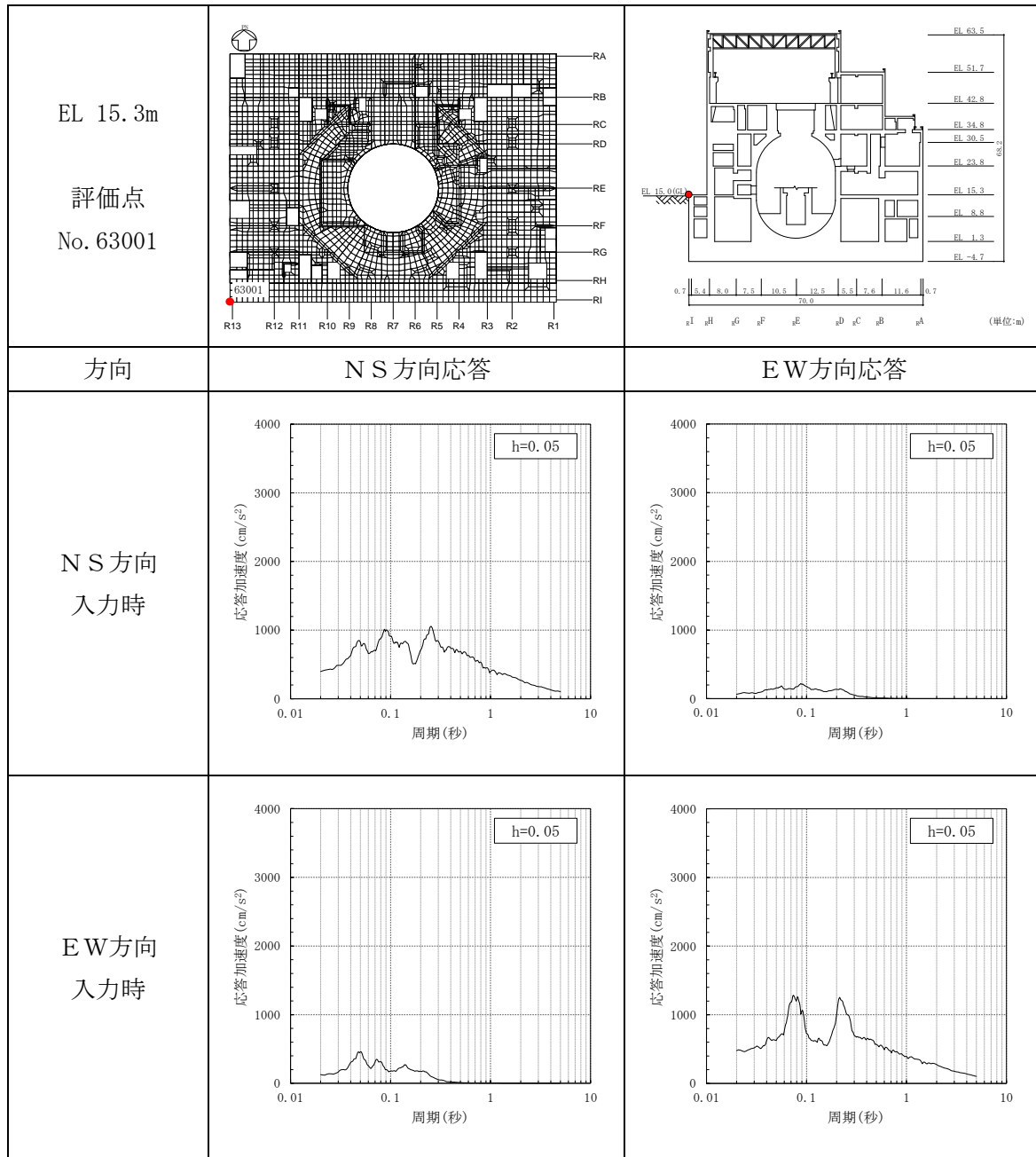
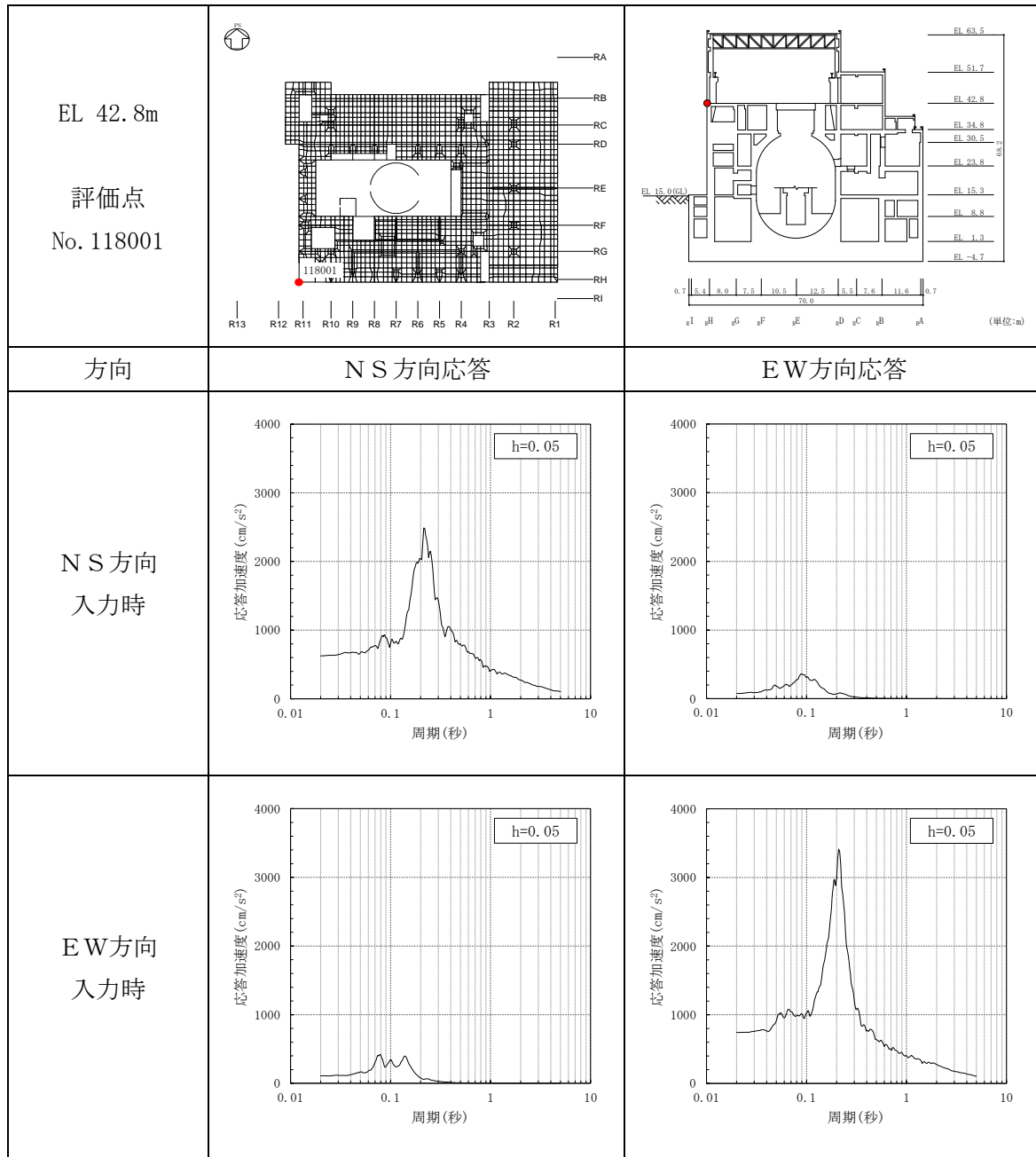


表 3-2(3) 建物模擬モデルの水平方向入力時の応答比較 (S d - D)

(c) EL 42.8m



3.2.3 床柔性の影響

床柔性の影響は、床の柔性を考慮した比較用モデルと床を剛とした質点系対応モデルを比較することにより確認する。応答を比較する評価点は、図 3-8 に示した評価点とする。

比較用モデル及び質点系対応モデルの比較結果を表 3-3 に示す。

表 3-3 より、比較用モデル及び質点系対応モデルの応答は、ピーク位置に若干のずれが生じているものの、応答スペクトル全体の形状はよく対応しており、応答の差は小さく、床柔性の影響はほとんどないことを確認した。

表 3-3(1) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(a) EL 1.3m

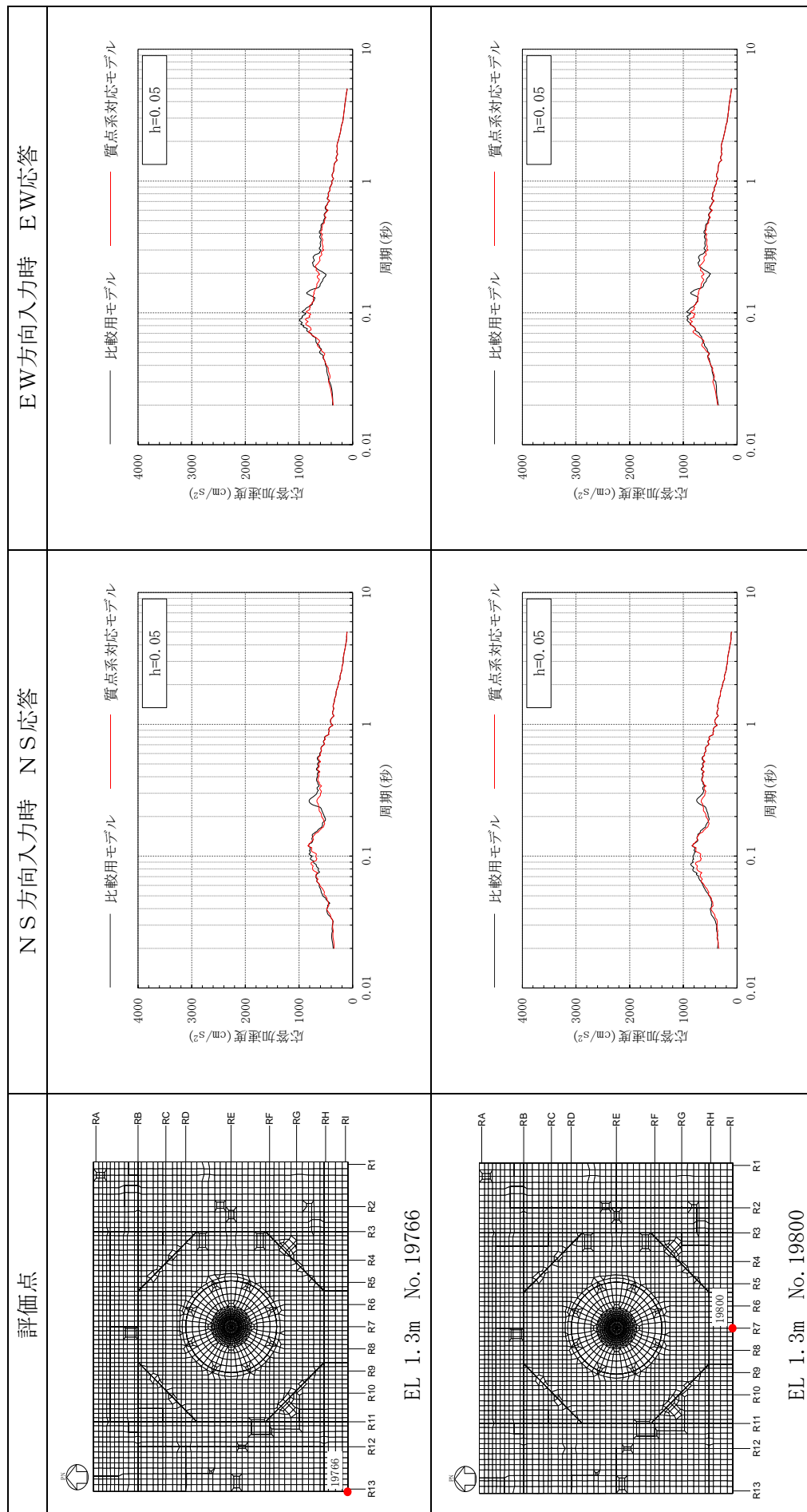


表 3-3(2) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(a) EL 1.3m

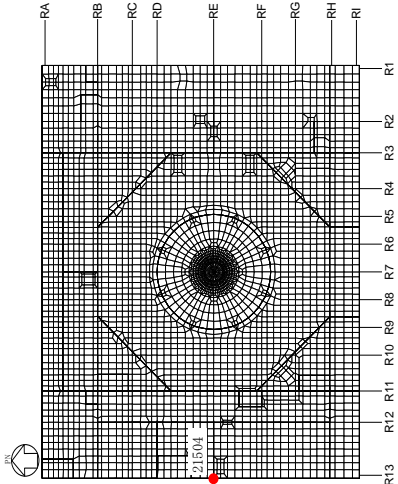
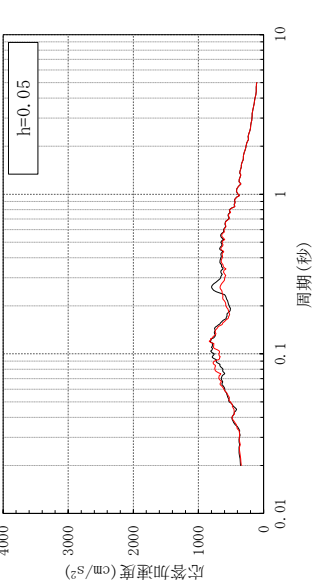
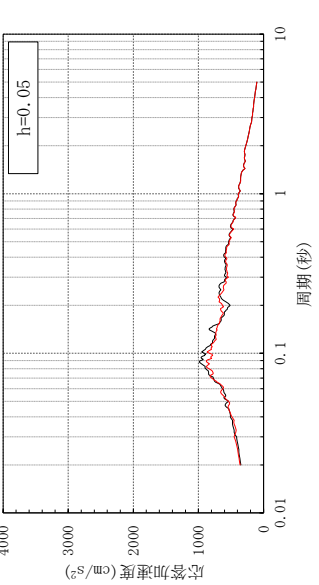
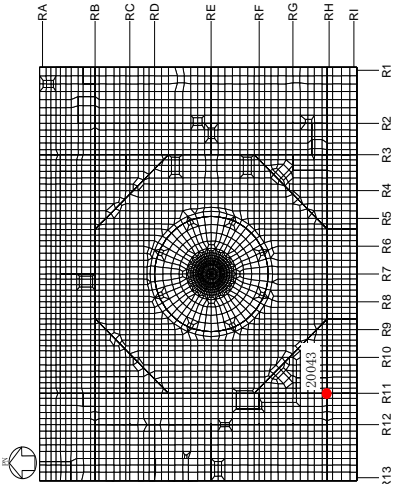
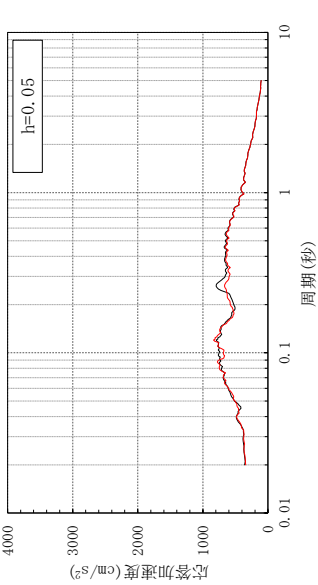
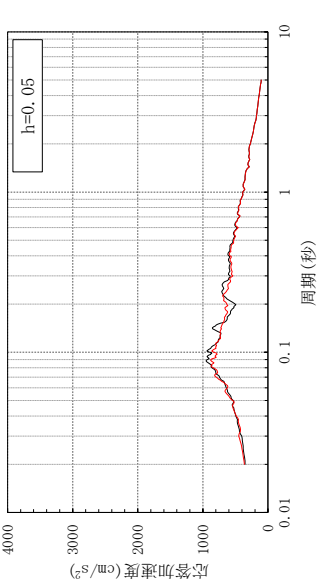
評価点	NS 方向入力時 NS 応答	EW 方向入力時 EW 応答
 <p style="text-align: center;">EL 1.3m No. 21504</p>		
 <p style="text-align: center;">EL 1.3m No. 20043</p>		

表 3-3(3) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(a) EL 1.3m

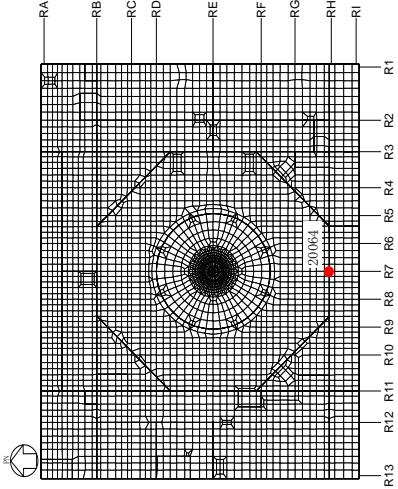
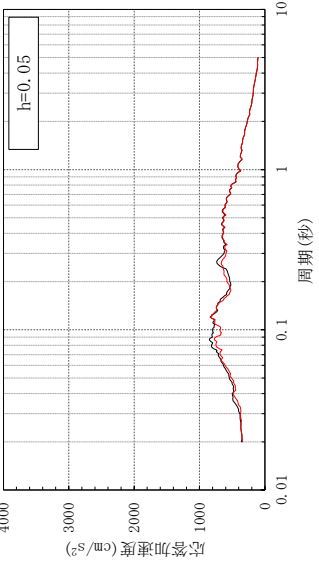
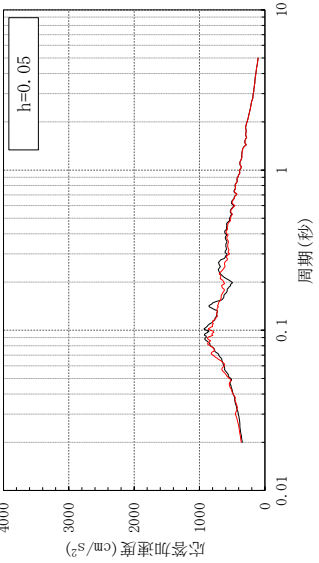
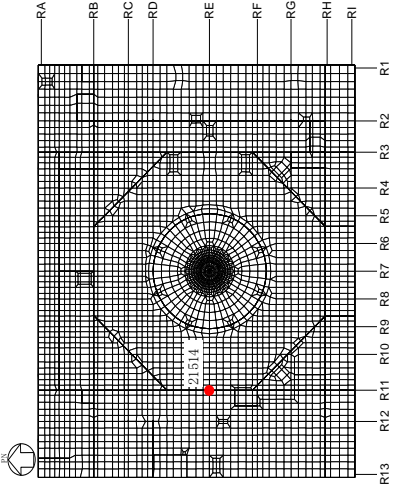
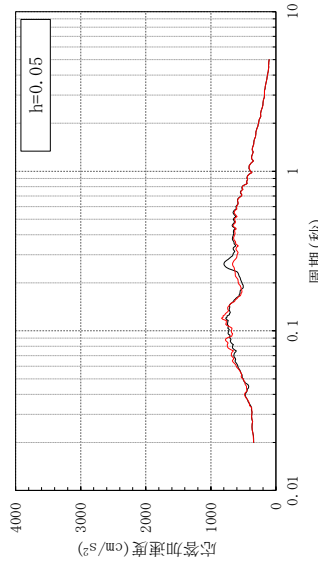
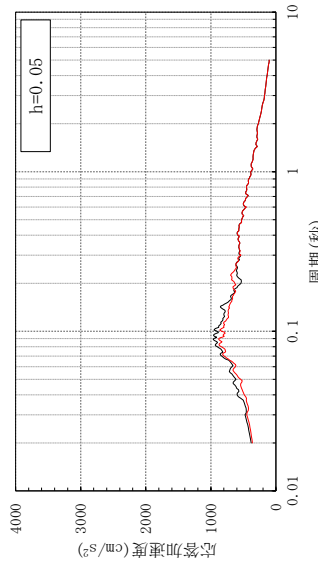
評価点	NS 方向入力時 NS 応答	EW 方向入力時 EW 応答
 <p style="text-align: center;">EL 1.3m No. 20064</p>		
 <p style="text-align: center;">EL 1.3m No. 21514</p>		

表 3-3(4) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(a) EL 1.3m

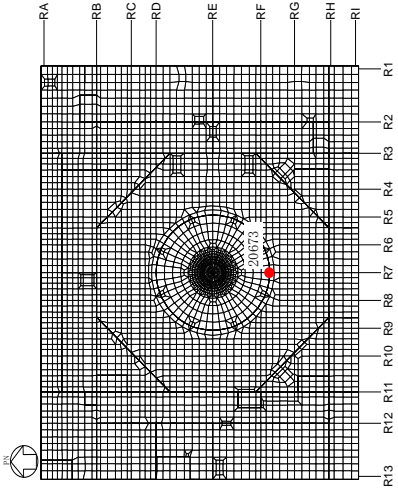
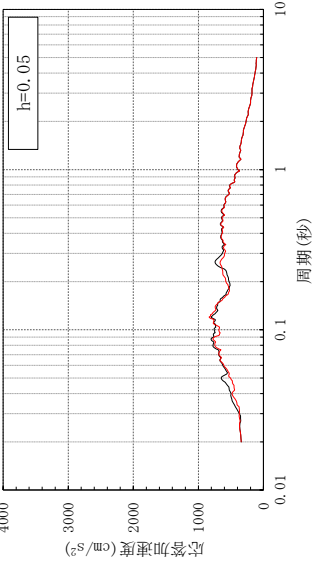
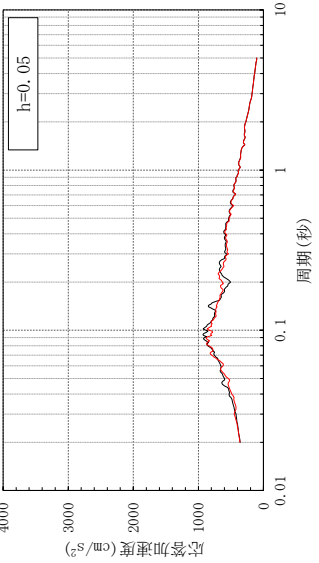
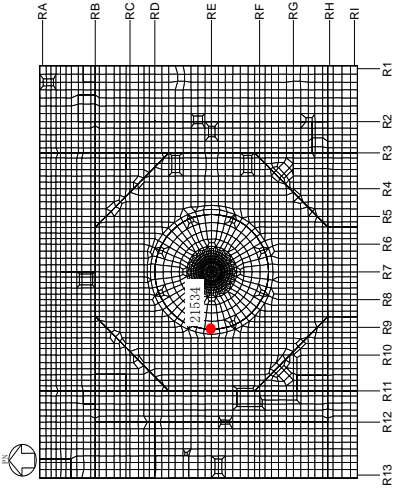
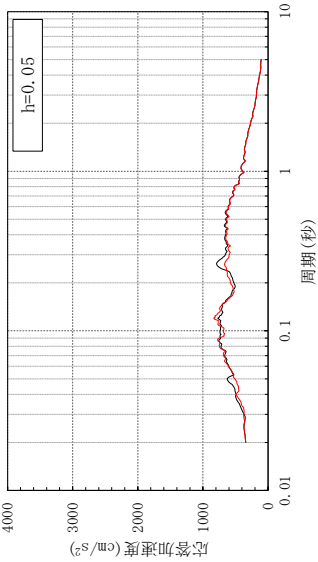
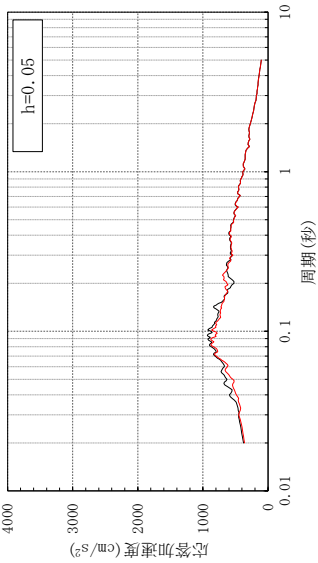
評価点	NS 方向入力時 NS 応答	EW 方向入力時 EW 応答
 <p style="text-align: center;">EL 1.3m No. 20673</p>		
 <p style="text-align: center;">EL 1.3m No. 21534</p>		

表 3-3(5) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(b) EL 15.3m

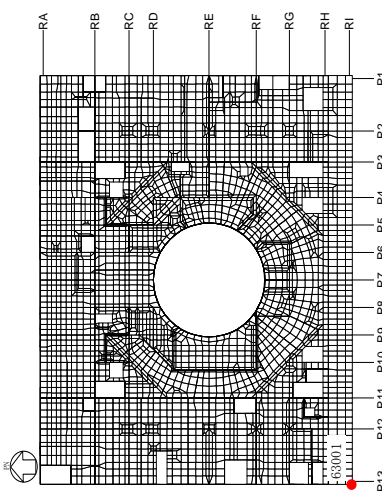
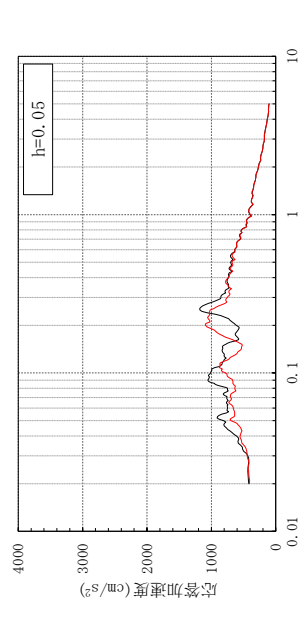
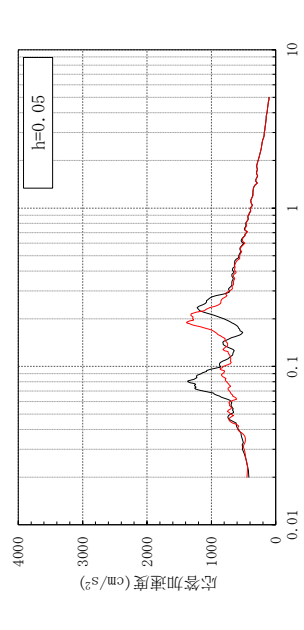
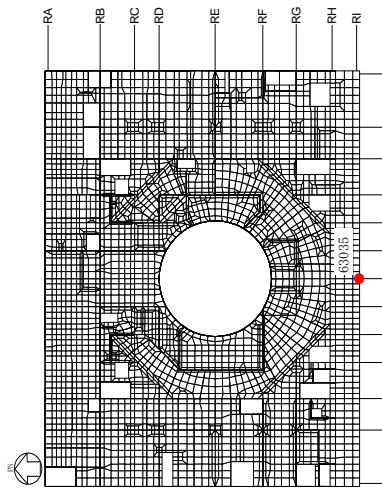
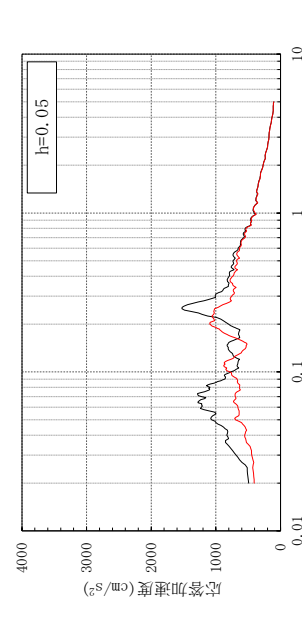
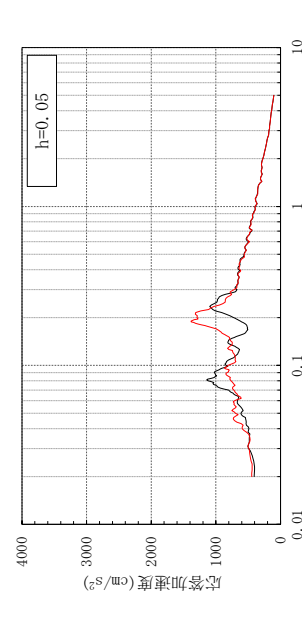
評価点	NS 方向入力時 NS 応答	EW 方向入力時 EW 応答
 <p>EL 15.3m No. 63001</p>		
 <p>EL 15.3m No. 63035</p>		

表 3-3(6) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(b) EL 15.3m

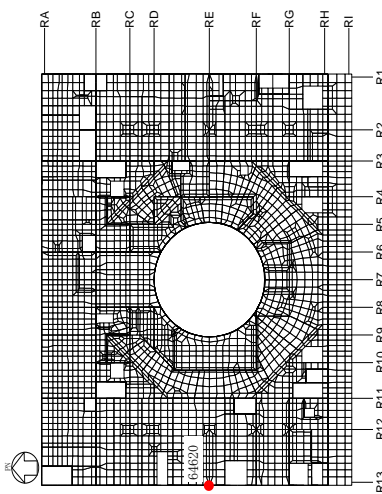
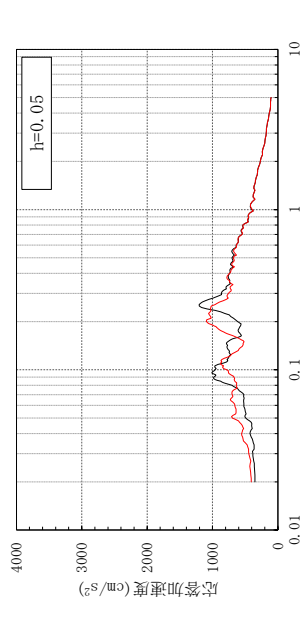
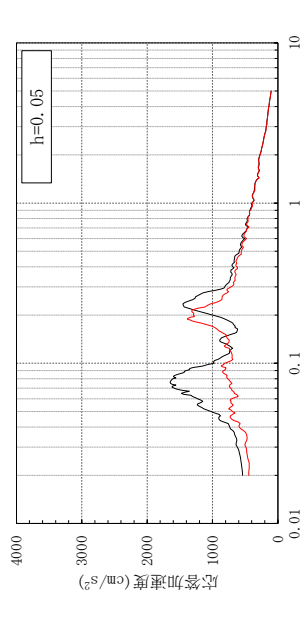
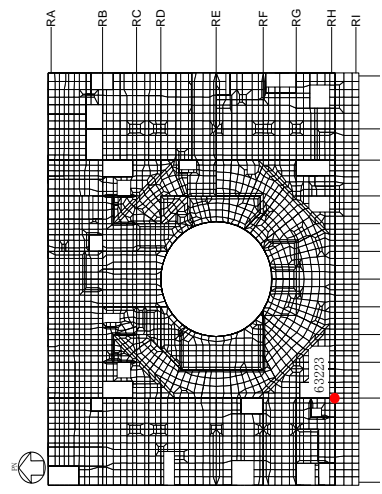
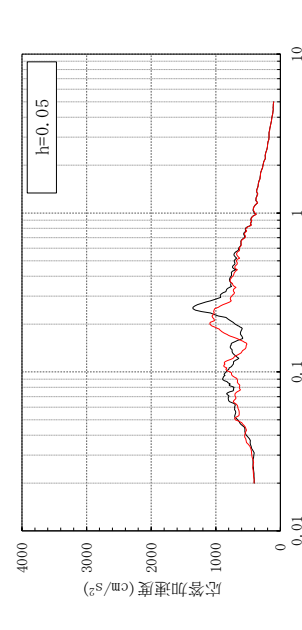
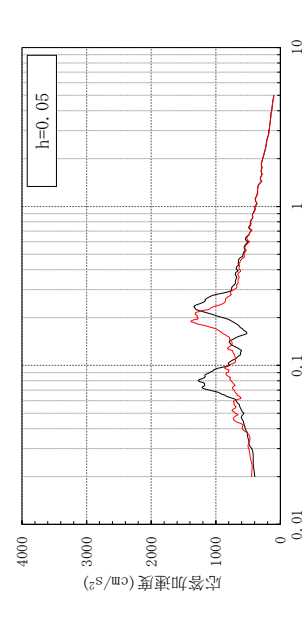
評価点	NS 方向入力時 NS 応答	EW 方向入力時 EW 応答
 <p>EL 15.3m No. 64620</p>		
 <p>EL 15.3m No. 63223</p>		

表 3-3(7) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(b) EL 15.3m

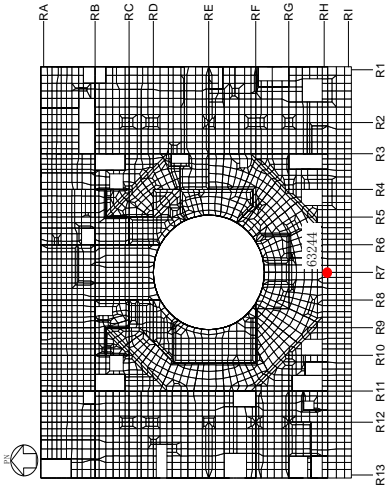
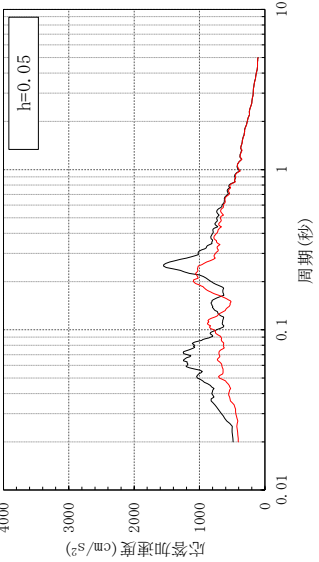
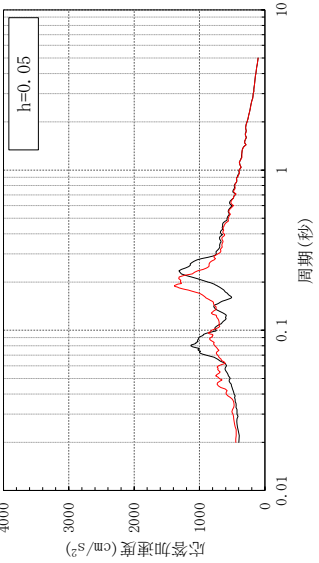
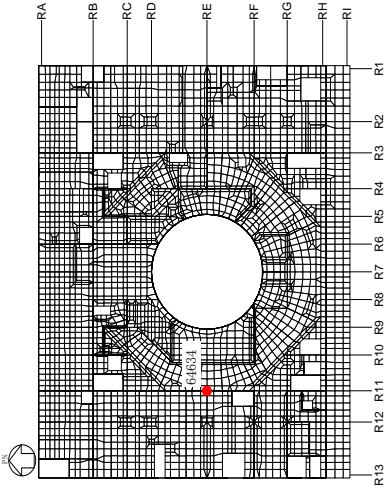
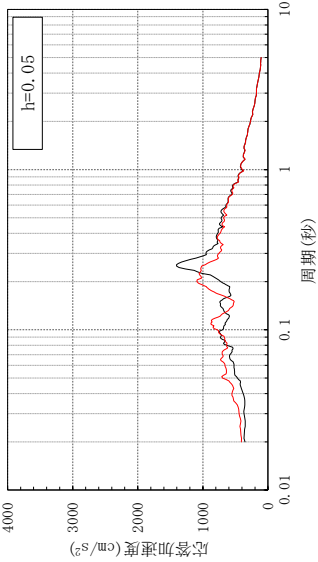
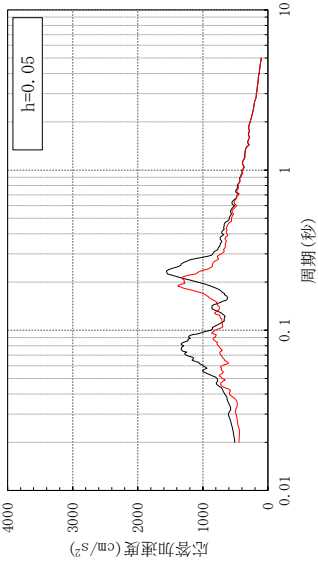
評価点	NS 方向入力時 NS 応答	EW 方向入力時 EW 応答
 <p style="text-align: center;">EL 15.3m No. 63244</p>		
 <p style="text-align: center;">EL 15.3m No. 64634</p>		

表 3-3(8) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(b) EL 15.3m

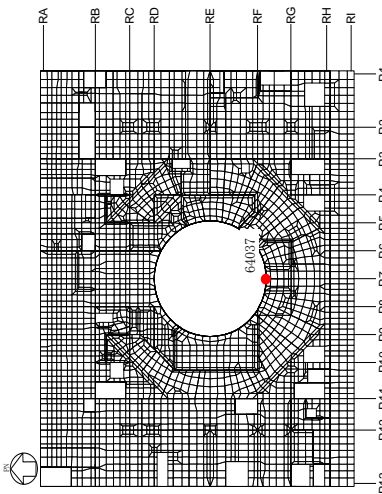
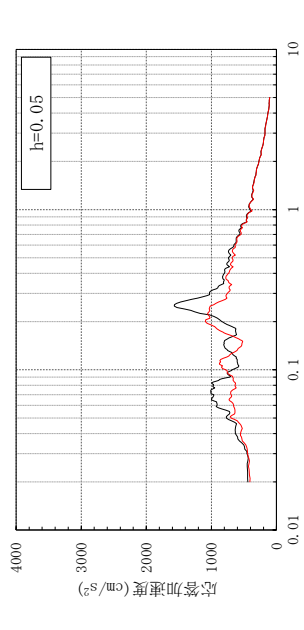
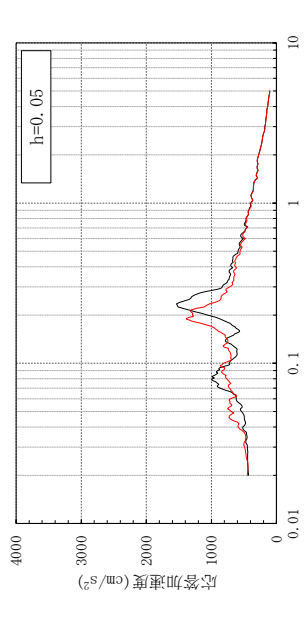
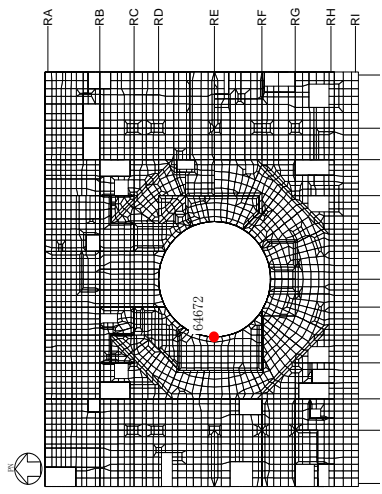
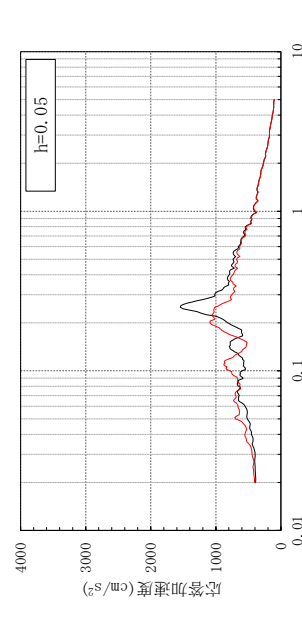
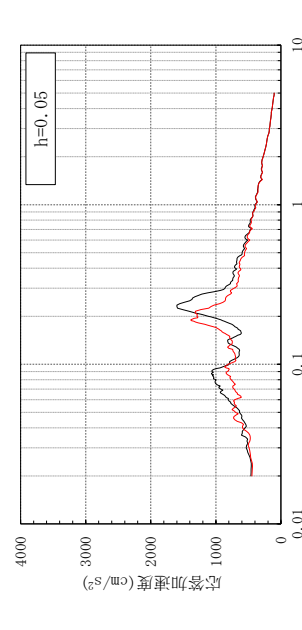
評価点	NS 方向入力時 NS 応答	EW 方向入力時 EW 応答
 <p style="text-align: center;">EL 15.3m No. 64037</p>		
 <p style="text-align: center;">EL 15.3m No. 64672</p>		

表 3-3(9) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(c) EL 42.8m

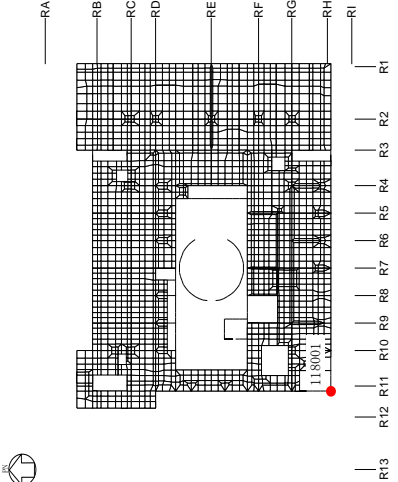
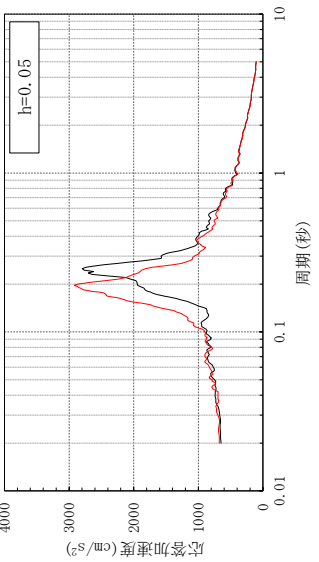
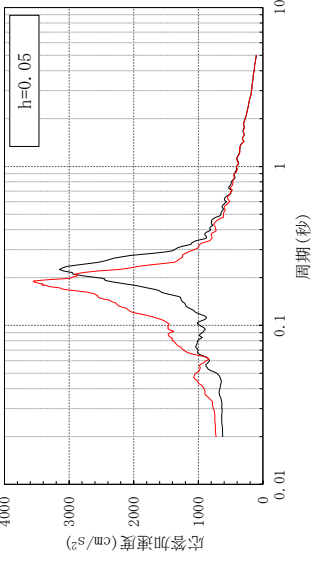
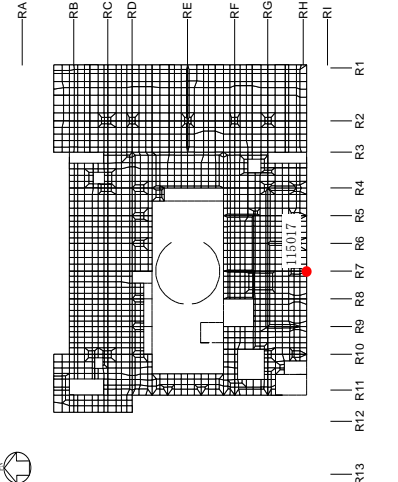
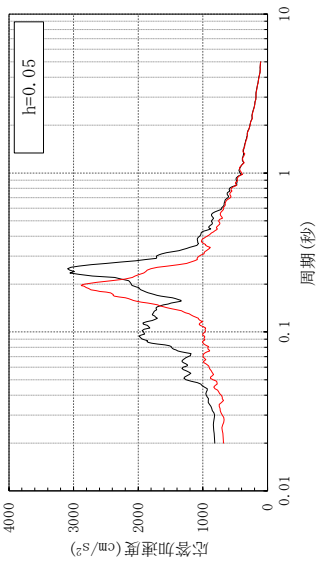
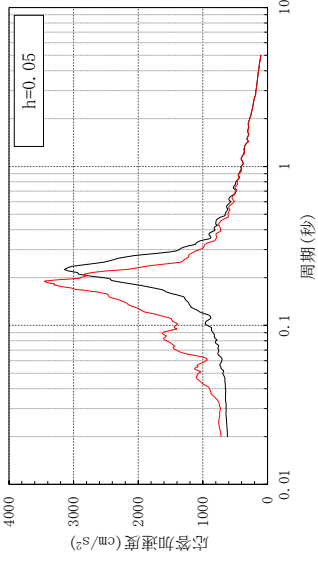
評価点	NS 方向入力時 NS 応答	EW 方向入力時 EW 応答
 <p>EL 42.8m No. 118001</p>		
 <p>EL 42.8m No. 115017</p>		

表 3-3(10) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(c) EL 42.8m

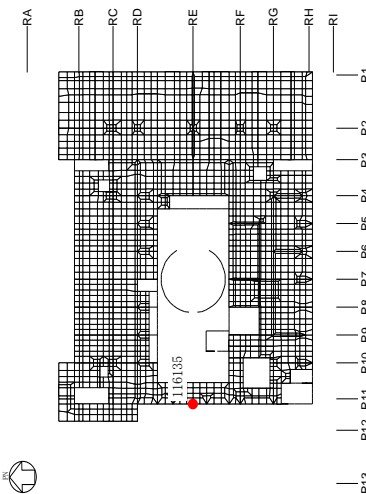
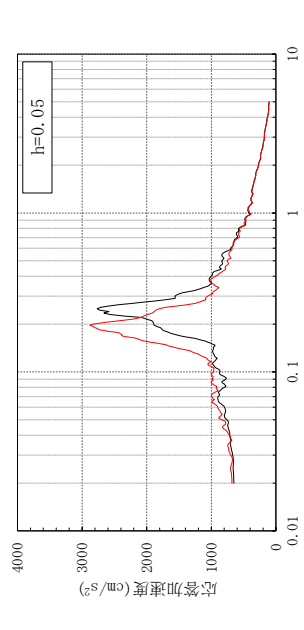
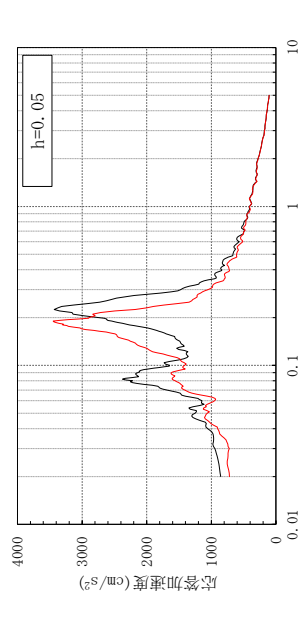
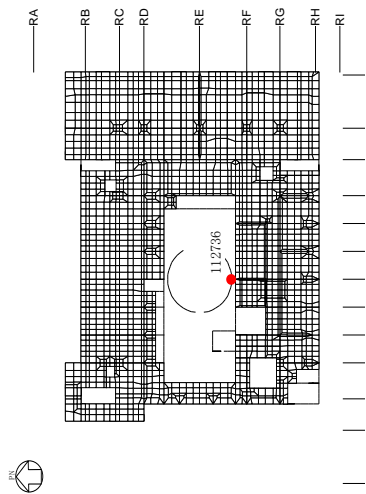
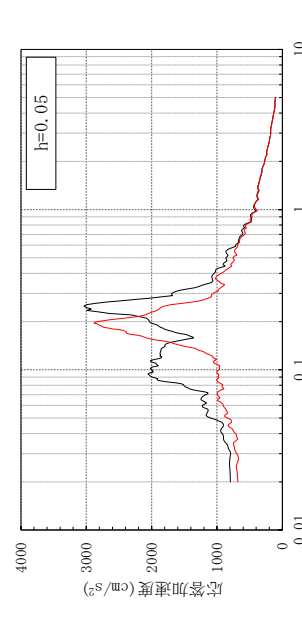
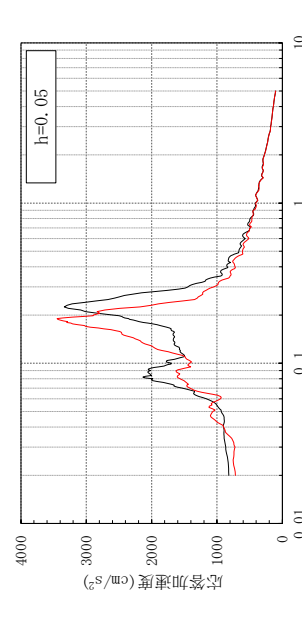
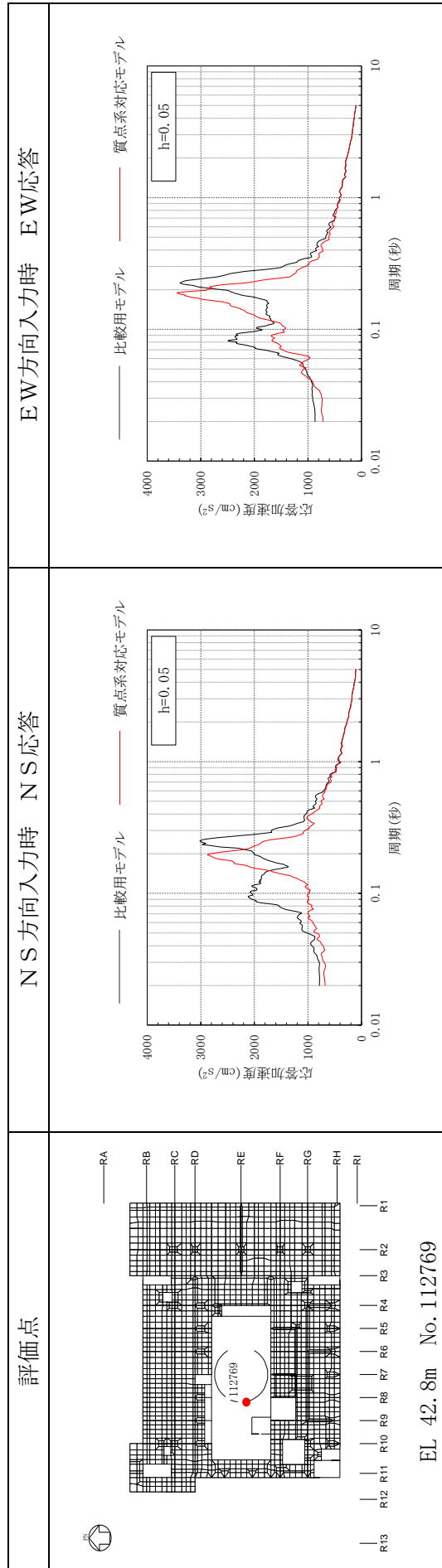
評価点	NS 方向入力時 NS 応答	EW 方向入力時 EW 応答
 <p>EL 42.8m No. 116135</p>		
 <p>EL 42.8m No. 112736</p>		

表 3-3(11) 比較用モデルと質点系対応モデルの応答比較 (S d - D)

(c) EL 42.8m



3.2.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響

(1) 地震動の入力方法

水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認として、建物模擬モデルに弾性設計用地震動S_dを水平2方向及び鉛直方向に同時に入力(3方向同時入力)した場合について検討する。

地震動の組合せを表3-4に示す。水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響検討は、弾性設計用地震動S_dを水平2方向及び鉛直方向に組み合わせた地震力に対して実施する。

3方向同時入力による各方向の応答は、水平2方向及び鉛直方向の地震動を入力して算出された各成分の応答を、時刻歴上で足し合わせるにより算出する。

応答算出の考え方を図3-9に示す。

表 3-4 地震動の組合せ (S d - D)

地震動の入力方向		NS方向	EW方向	鉛直方向
1方向入力	NS方向 評価時	S d - DH	-	-
	EW方向 評価時	-	S d - D p *	-
3方向 同時入力	NS方向 評価時	S d - DH	S d - D p *	S d - DV
	EW方向 評価時			

注記* : 基準地震動 S s - D の設計用応答スペクトルに適合するように、位相を変えた模擬地震波に 0.5 を乗じて設定した地震波。

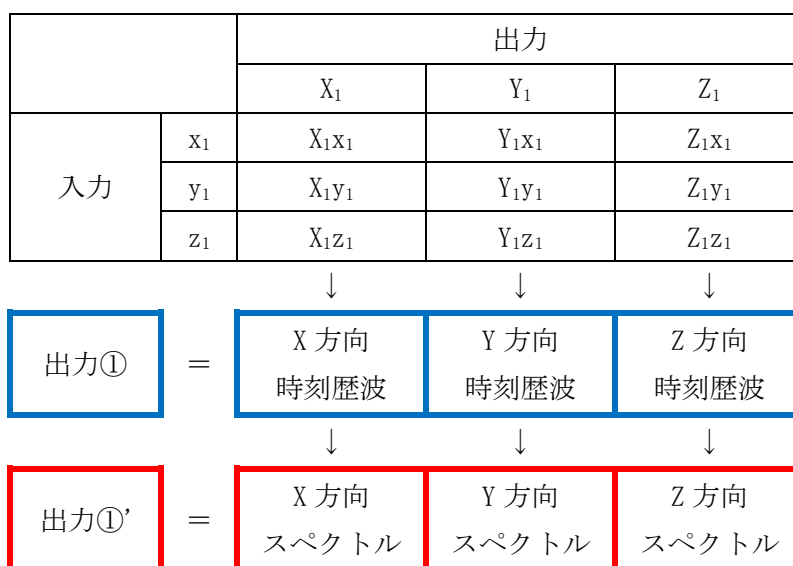


図 3-9 3次元 FEMモデルによる応答算出の考え方

(2) 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認

水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の確認は、表 3-4 の地震動を対象に、NS 方向及びEW方向にそれぞれ 1 方向入力した場合の応答と、3 方向同時入力した場合の応答を比較することにより実施する。

応答は図 3-8 に示す評価点について比較するものとし、比較した結果を表 3-5 に示す。

表 3-5 より、いずれの評価点においても、1 方向入力時及び 3 方向同時入力時の応答の差は小さく、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響はほとんどないことを確認した。

「3.2.2 鉛直軸回りのねじれ振動の影響」では、水平 2 方向の入力を考えた場合に、ねじれの影響によって相互に応答増幅する可能性が示唆されたが、ねじれ振動の影響による応答増幅は見られなかった。

原子炉建物の質点系モデルを用いた耐震検討では、ねじれ振動を考慮せず、水平 1 方向入力時の入力方向の応答に対する検討を行っているが、本検討結果により、ねじれを考慮しないことは妥当と考える。

表 3-5(1) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d - D)

(a) EL 1.3m

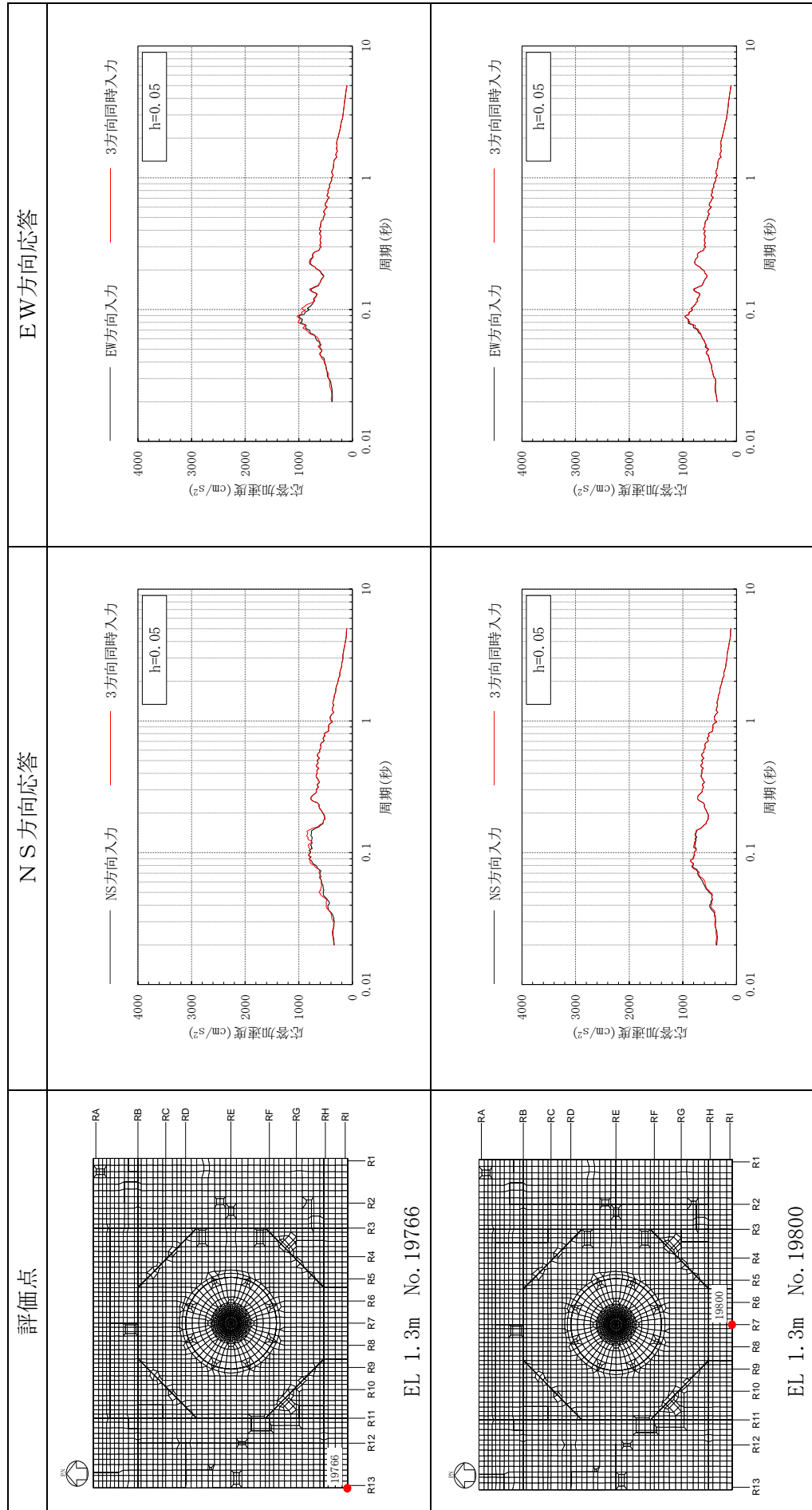


表 3-5(2) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d - D)

(a) EL 1.3m

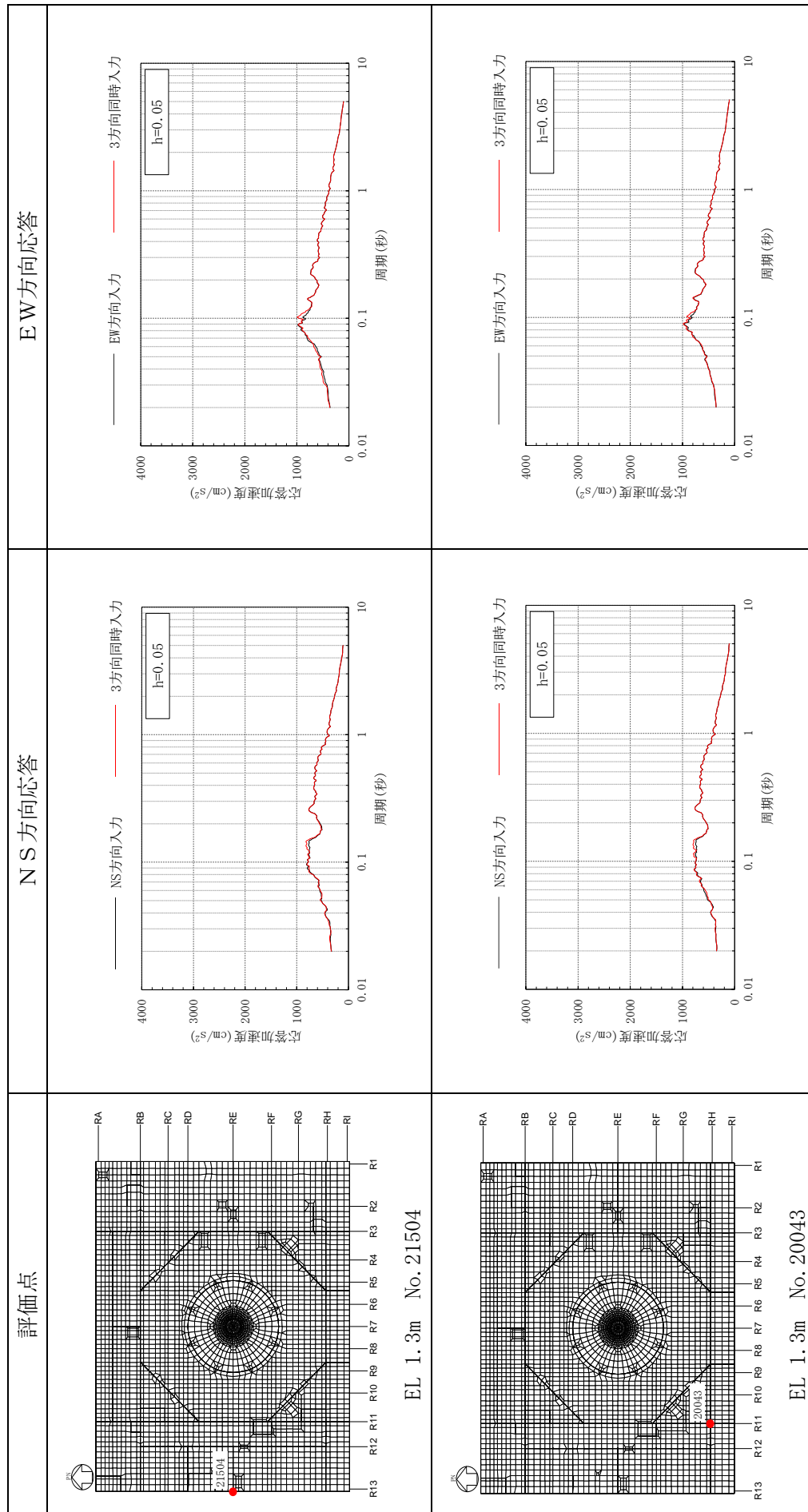


表 3-5(3) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d - D)

(a) EL 1.3m

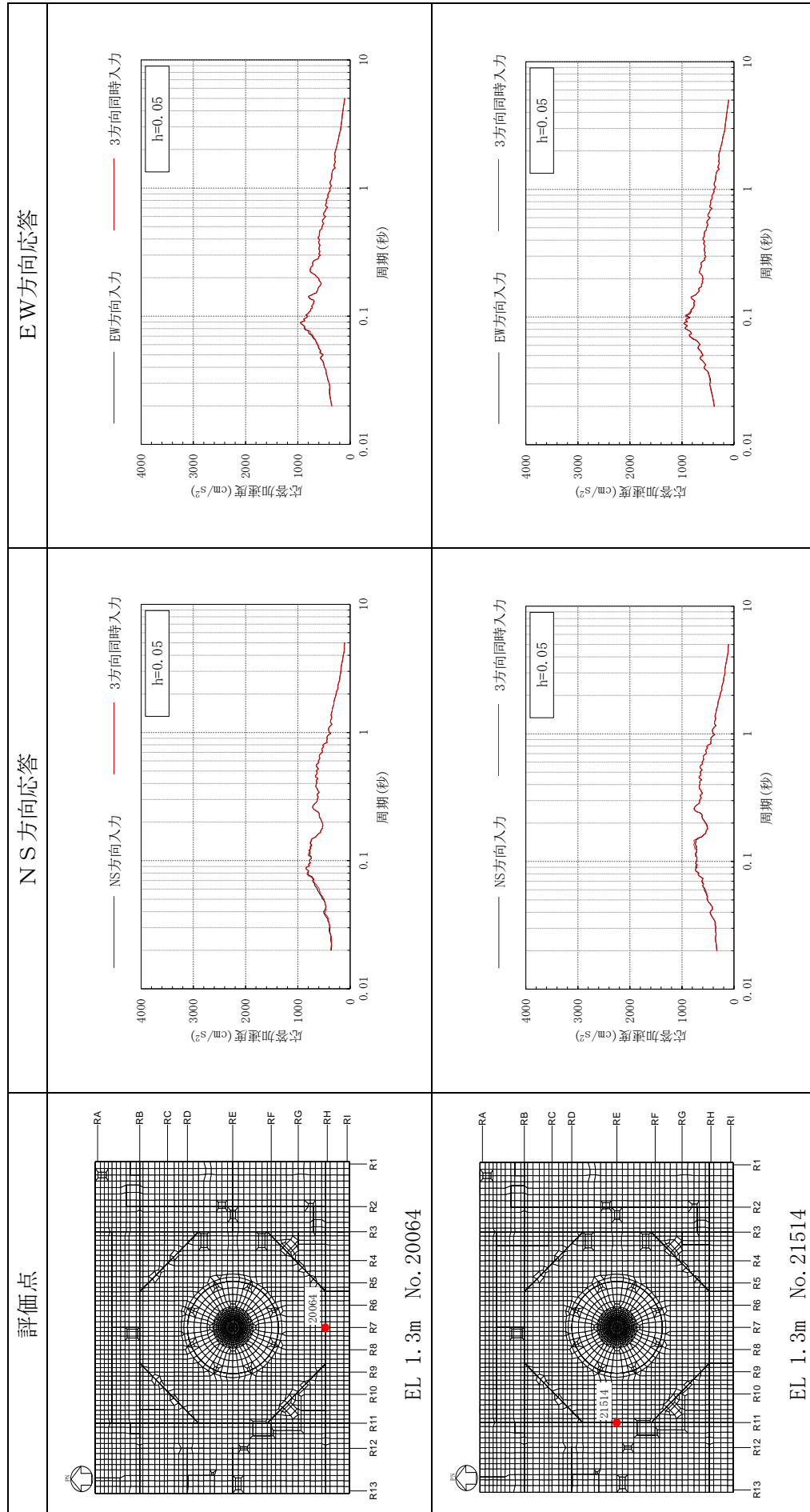


表 3-5(4) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d - D)

(a) EL 1.3m

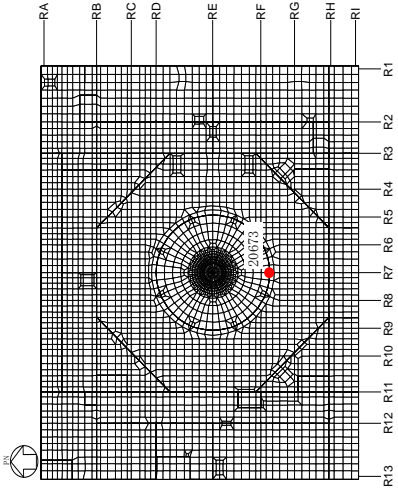
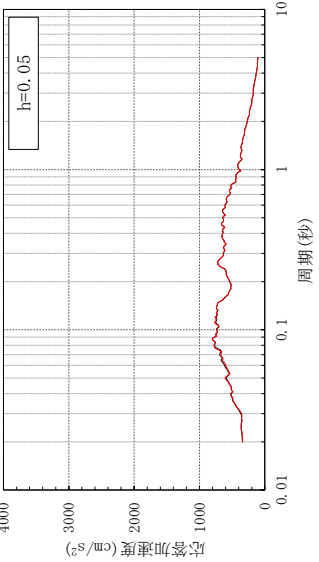
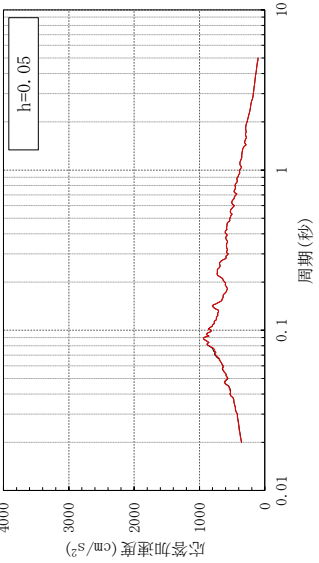
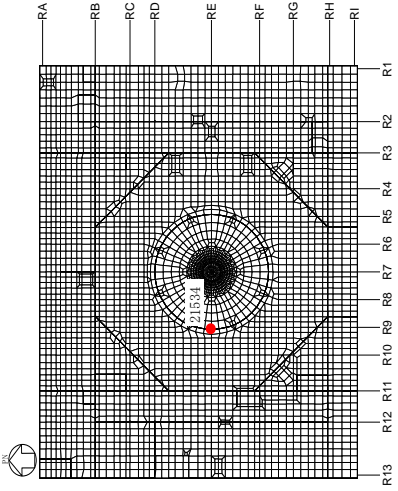
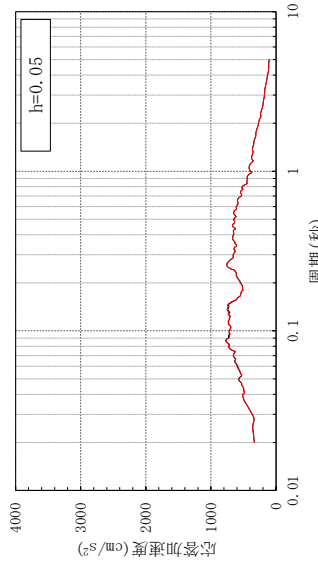
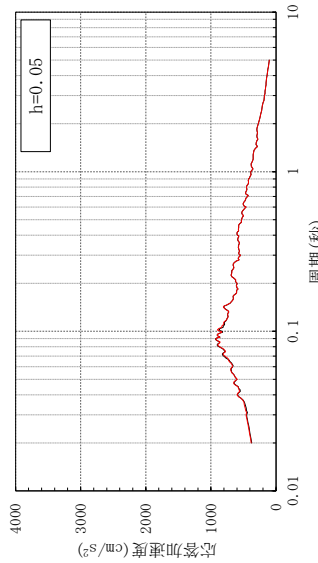
評価点	NS 方向応答	EW 方向応答
 <p style="text-align: center;">EL 1.3m No. 20673</p>		
 <p style="text-align: center;">EL 1.3m No. 21534</p>		

表 3-5(5) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d -D)

(b) EL 15.3m

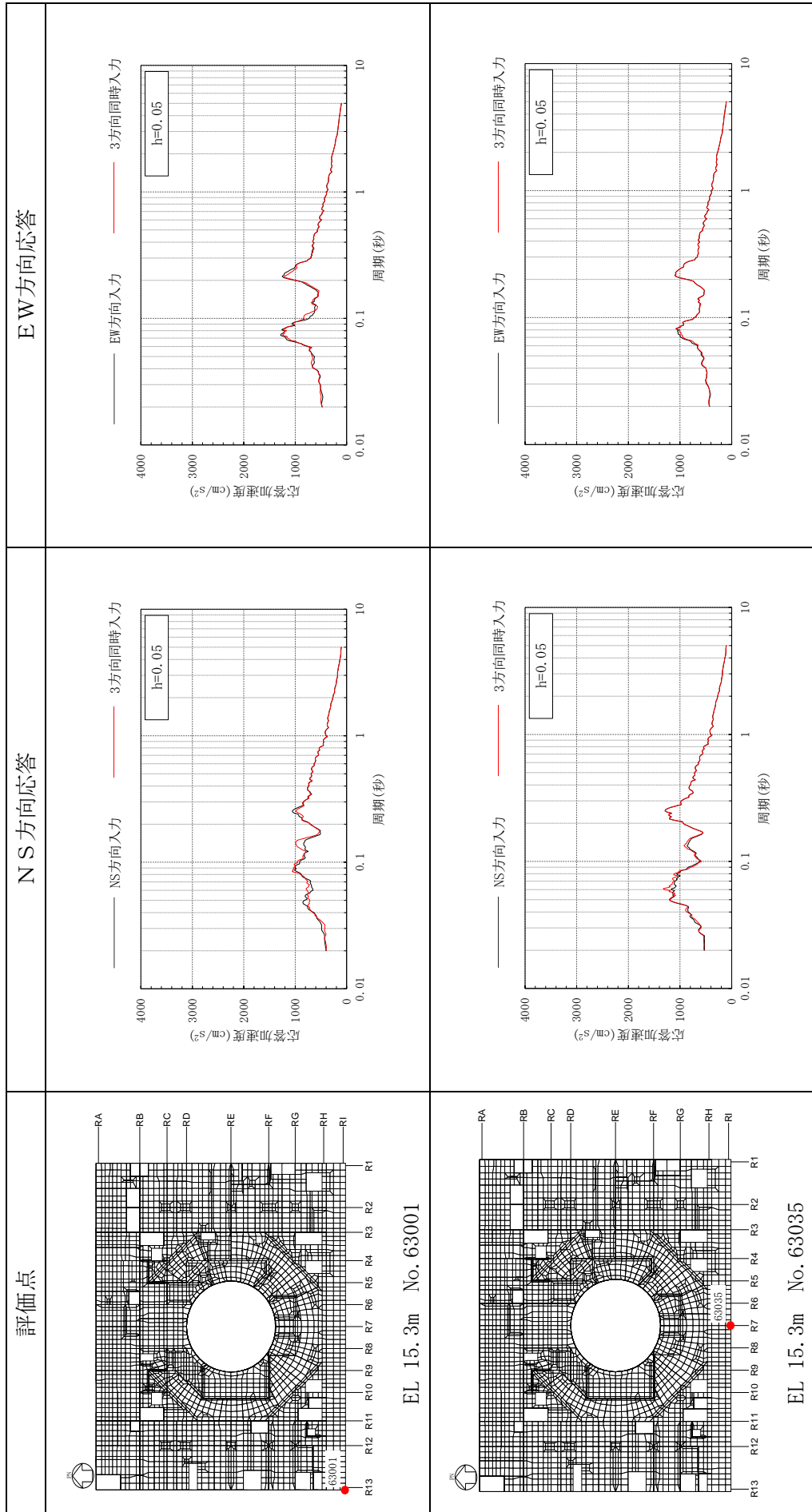


表 3-5(6) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d -D)

(b) EL 15.3m

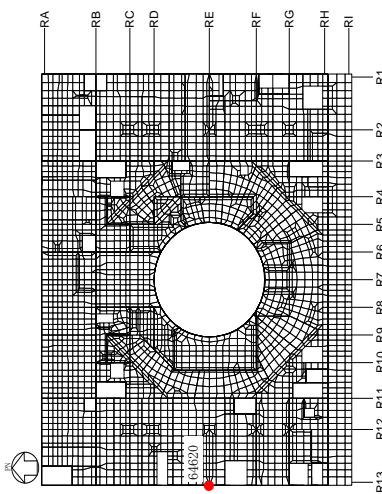
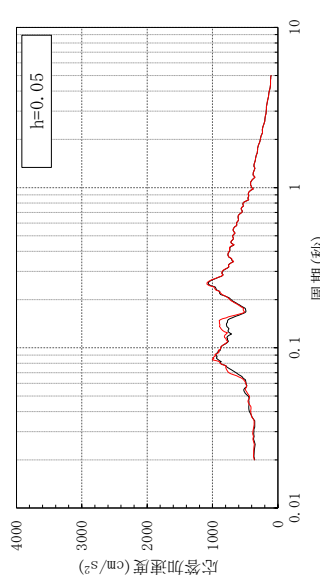
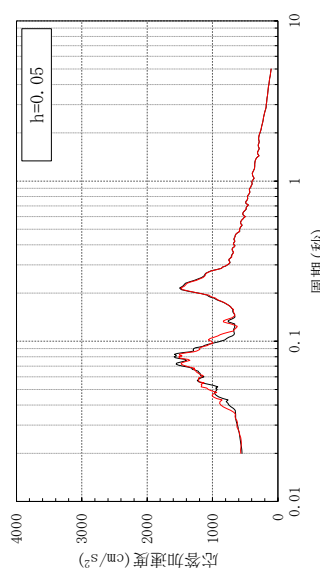
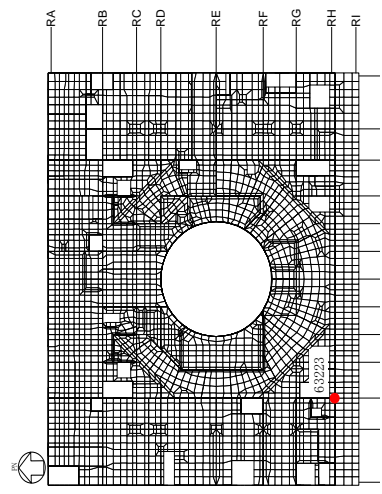
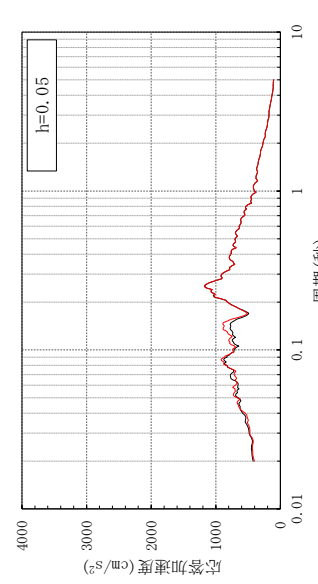
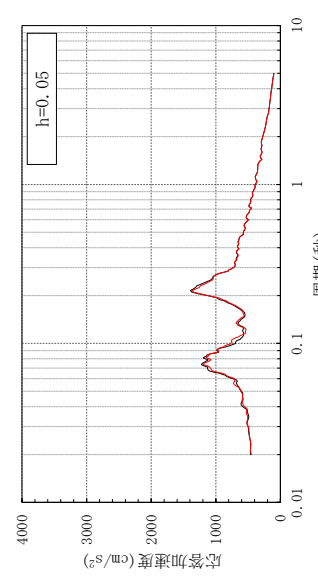
評価点	NS 方向応答	EW 方向応答
 <p>EL 15.3m No. 64620</p>		
 <p>EL 15.3m No. 63223</p>		

表 3-5(7) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d - D)

(b) EL 15.3m

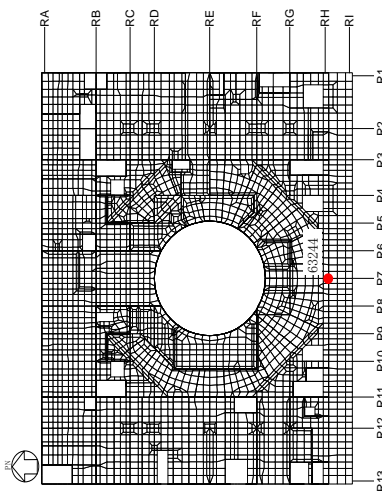
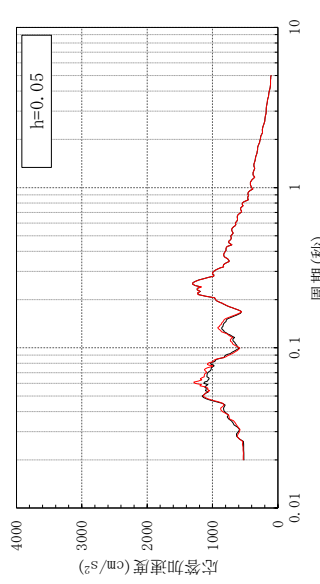
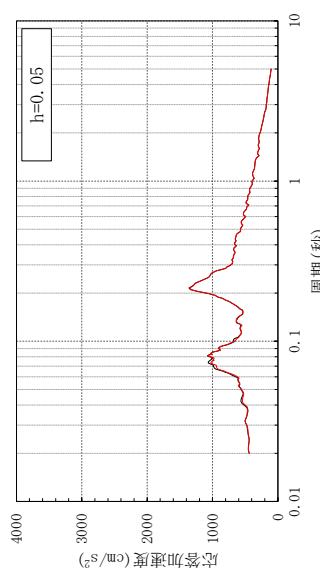
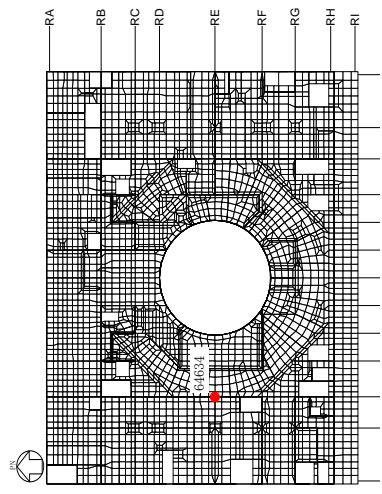
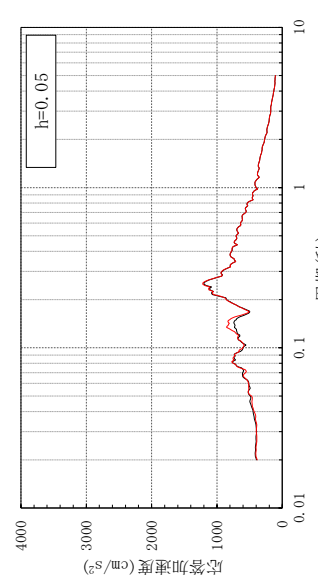
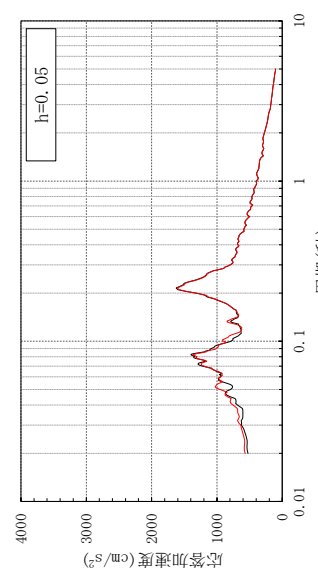
評価点	NS 方向応答	EW 方向応答
 <p>EL 15.3m No. 63244</p>		
 <p>EL 15.3m No. 64634</p>		

表 3-5(8) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d -D)

(b) EL 15.3m

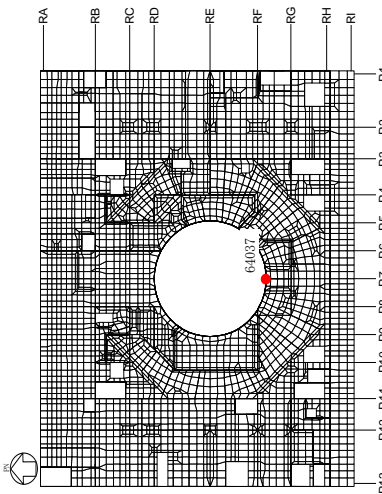
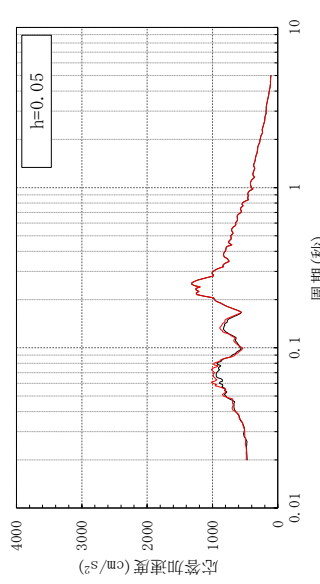
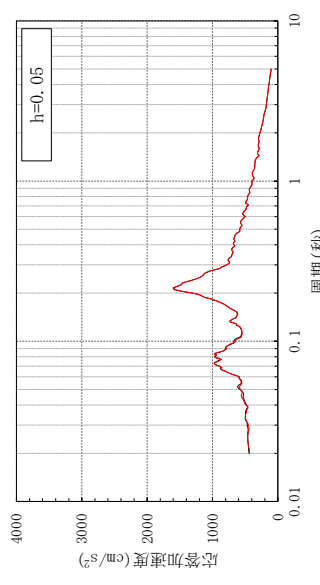
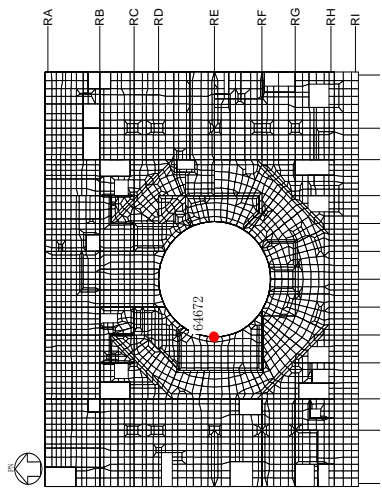
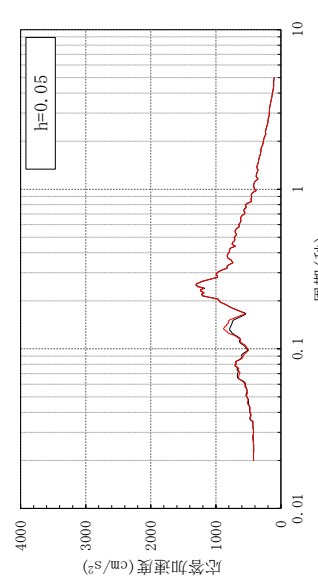
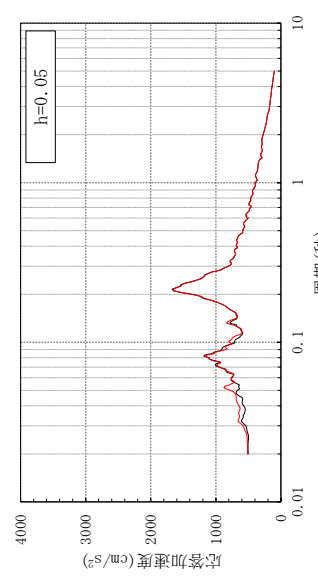
評価点	NS 方向応答	EW 方向応答
 <p>EL 15.3m No. 64037</p>		
 <p>EL 15.3m No. 64672</p>		

表 3-5(9) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d -D)

(c) EL 42.8m

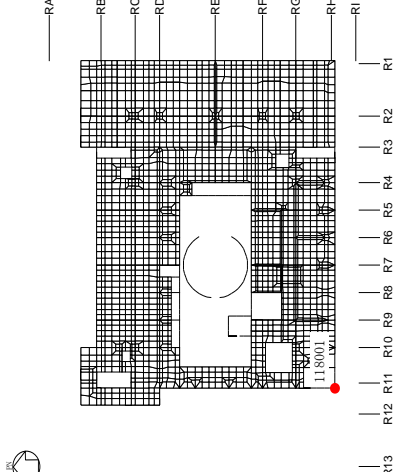
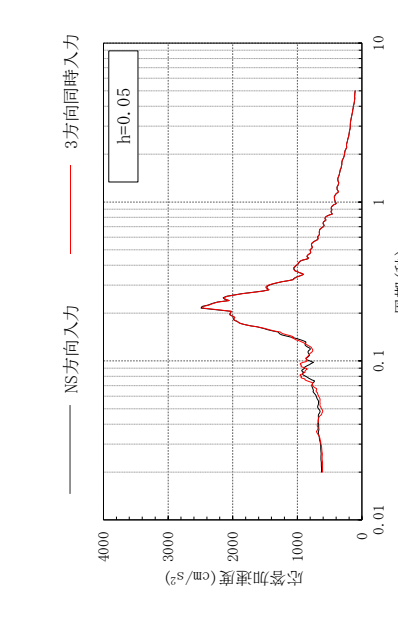
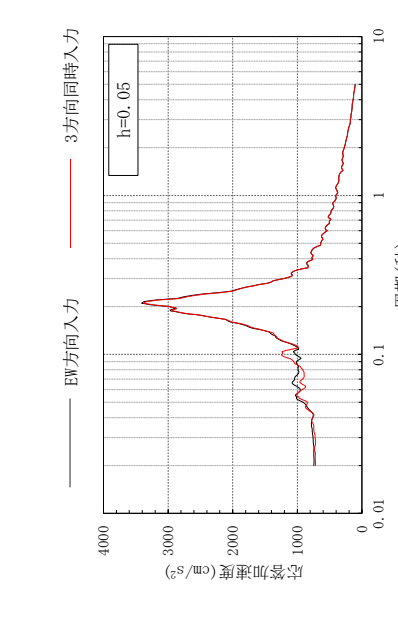
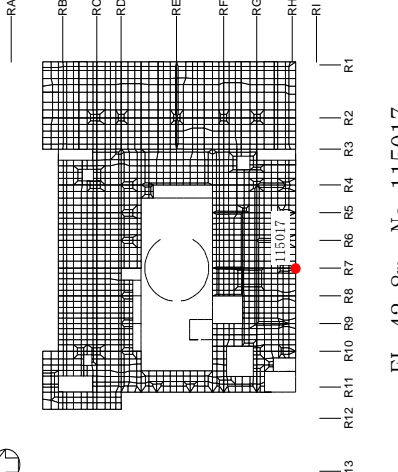
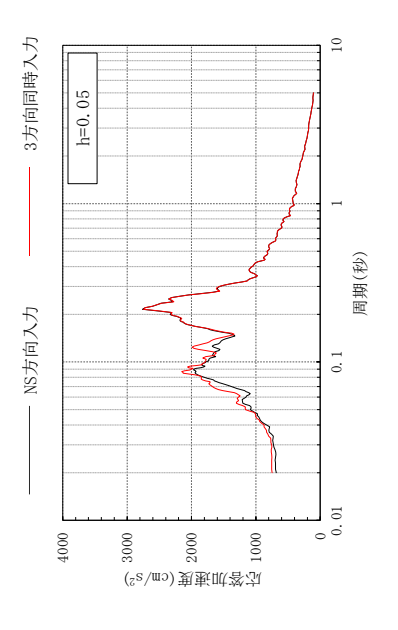
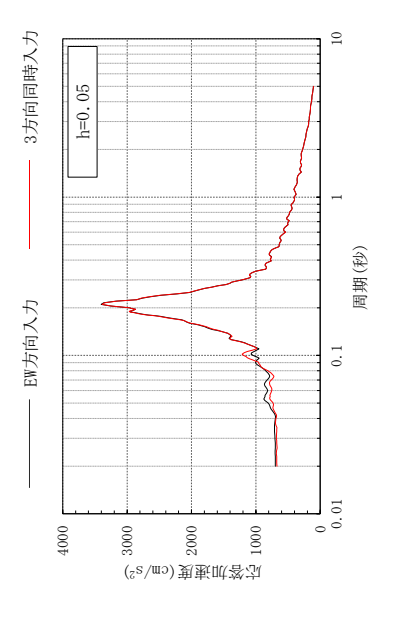
評価点	NS 方向応答	EW 方向応答
 <p>EL 42.8m No. 118001</p>		
 <p>EL 42.8m No. 115017</p>		

表 3-5(10) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d - D)

(c) EL 42.8m

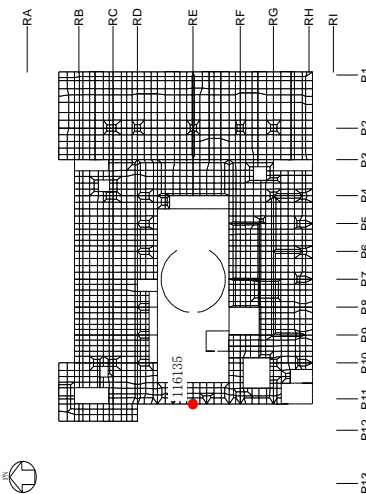
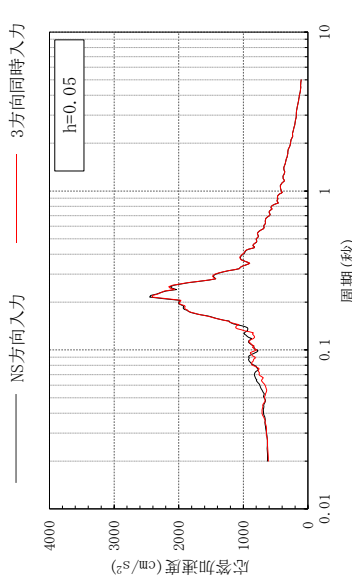
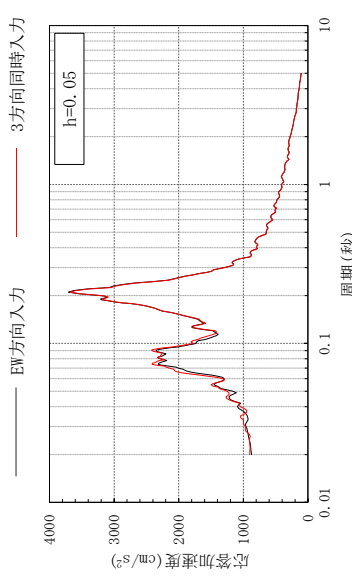
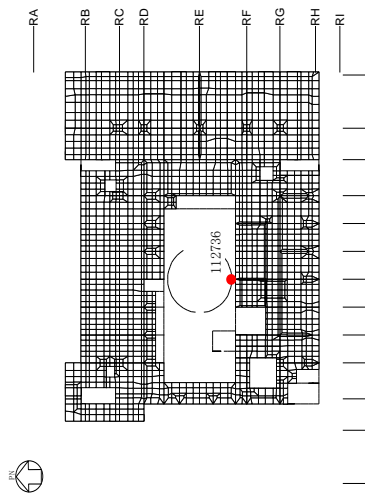
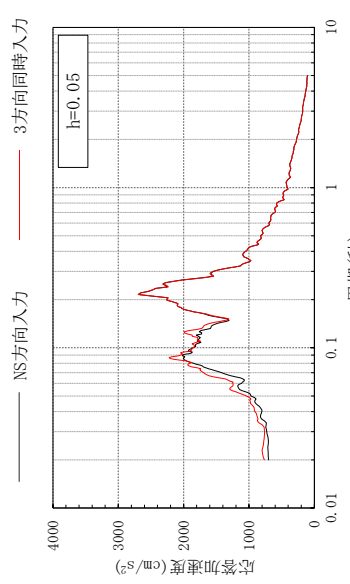
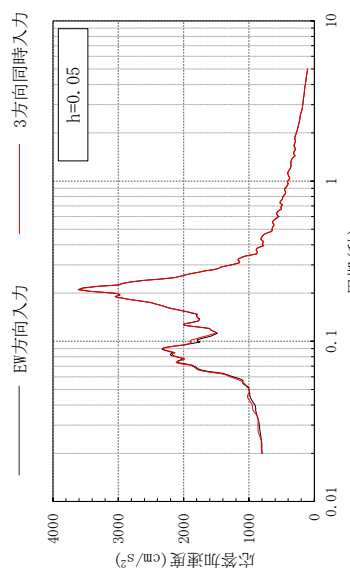
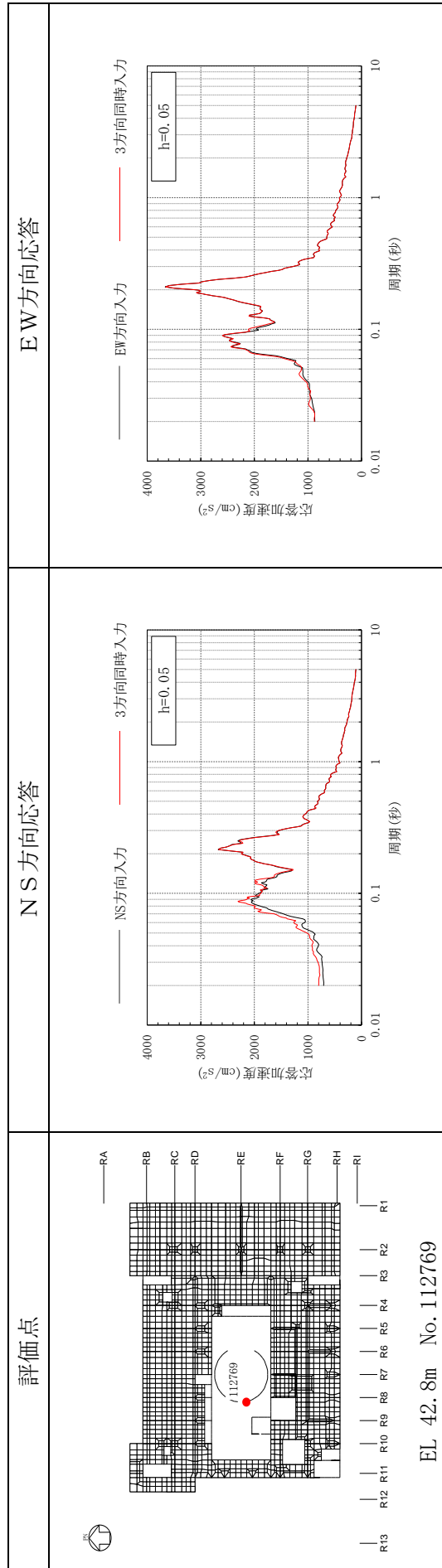
評価点	NS 方向応答	EW 方向応答
 <p>EL 42.8m No. 116135</p>		
 <p>EL 42.8m No. 112736</p>		

表 3-5(11) 建物模擬モデルの 3 方向同時入力及び 1 方向入力の応答比較 (S d - D)

(c) EL 42.8m



3.2.5 まとめ

3次元FEMモデルを用いて地震応答解析を実施し、応答性状について分析・考察を行った。

基礎のロッキング振動による鉛直方向応答への影響について、ロッキング振動の影響はほとんどないことを確認した。

床柔性の影響について、比較用モデルと質点系対応モデルの応答を比較した結果、応答の差は小さく、床柔性の影響がほとんどないことを確認した。

鉛直軸回りのねじれ振動の影響並びに水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せの影響について、建物模擬モデルを用いて検討した結果、3方向同時入力と1方向入力時での応答の差異がほとんどないことから、1方向入力時の応答に対し、これらの影響がほとんどないことを確認した。

以上の3次元的な応答特性に関する分析・考察を踏まえて、次節以降では、局所的な応答による建物耐震性評価及び床応答への影響を検討する。

3.3 建物耐震性評価への影響検討

3.3.1 検討方針

建物耐震性評価への影響検討として、建物模擬モデルの応答及び質点系モデルの応答を比較する。両モデルともに弾性設計用地震動 S_d に対する地震応答解析を実施し、以下の2つの項目について検討を行う。

なお、質点系モデルはVI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に記載の原子炉建物の地震応答解析モデルと同じである。

- ①建物模擬モデル及び質点系モデルの最大応答値（最大応答加速度）の比較検討
- ②3次元的な応答特性（応答補正比率）を考慮した建物影響検討

3.3.2 建物模擬モデル及び質点系モデルの最大応答値の比較検討

建物模擬モデル及び質点系モデルの最大応答値（最大応答加速度）の比較を行い、3次元的な影響について確認する。

評価にあたっては、質点系モデルの全質点での応答を評価対象とし、質点系モデルの各質点に対応する建物模擬モデルの応答評価位置を図3-10に示す節点とした。

比較した結果を図3-11～図3-22及び表3-6～表3-17に示す。なお、図3-11～図3-22及び表3-6～表3-17における建物模擬モデルの最大応答加速度は、図3-10に示す節点における最大応答加速度を各質点に対応する範囲で平均した値である。

両モデル間で、建物下層部の最大応答加速度はおおむね対応しているが、建物上部では質点系モデルの応答が大きくなる傾向が見られる。

したがって、質点系モデルによる応答評価は保守性を有していると考えられるが、「3.3.3 3次元的な応答特性（応答補正比率）を考慮した建物影響検討」により、建物への影響検討を実施する。

● : 応答評価用節点

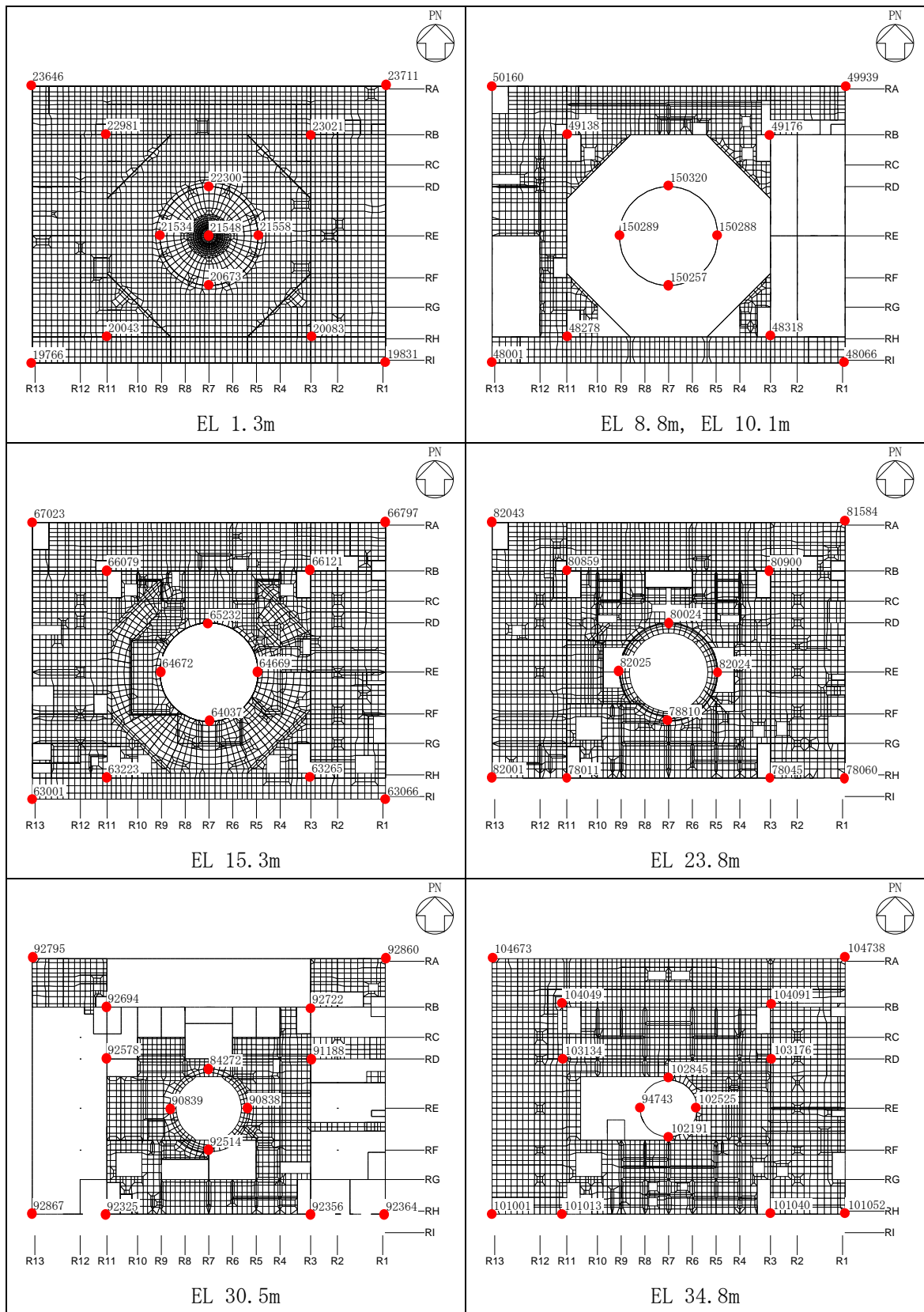


図 3-10(1) 応答評価位置

● : 応答評価用節点

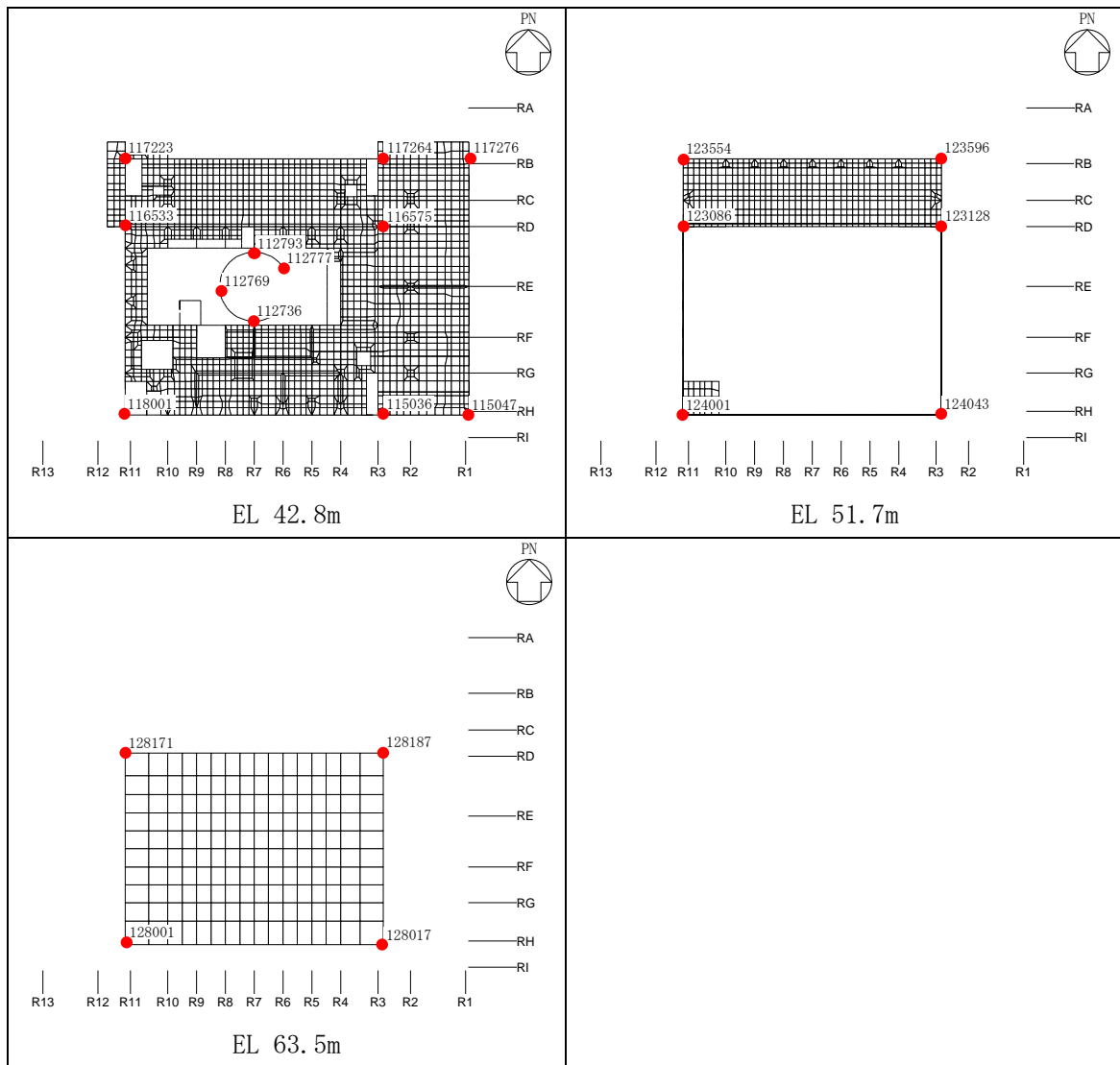


図 3-10(2) 応答評価位置

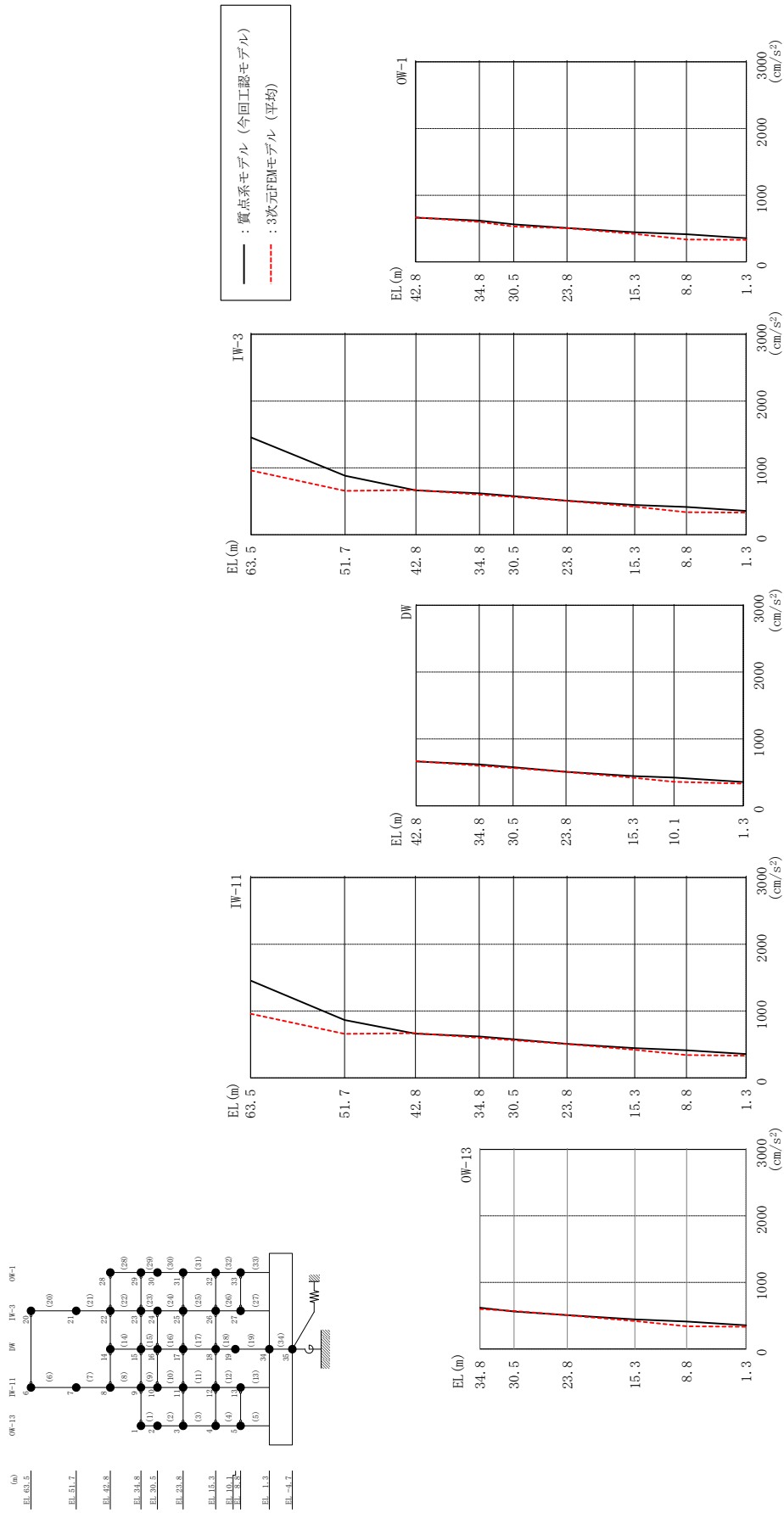
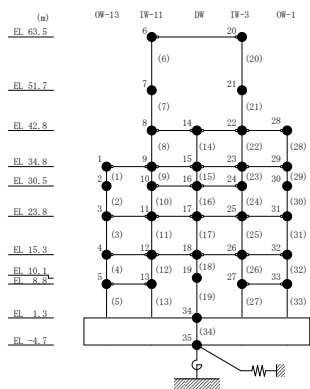


図 3-11 最大応答加速度の比較 (S d - D, N S 方向)

表 3-6 最大応答加速度一覧 (S d - D, N S 方向)

部位	EL (m)	質点番号	最大応答加速度 (cm/s ²)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-13	34.8	1	619	600
	30.5	2	561	569
	23.8	3	509	506
	15.3	4	444	420
	8.8	5	412	341
IW-11	63.5	6	1456	961
	51.7	7	867	659
	42.8	8	663	669
	34.8	9	619	600
	30.5	10	578	564
	23.8	11	509	506
	15.3	12	444	420
DW	42.8	14	663	669
	34.8	15	619	600
	30.5	16	578	564
	23.8	17	509	506
	15.3	18	444	420
	10.1	19	421	358
	1.3	34	356	332
IW-3	63.5	20	1456	961
	51.7	21	884	657
	42.8	22	663	669
	34.8	23	619	600
	30.5	24	578	564
	23.8	25	509	506
	15.3	26	444	420
	8.8	27	414	336
OW-1	42.8	28	663	669
	34.8	29	619	600
	30.5	30	562	530
	23.8	31	509	506
	15.3	32	444	420
8.8	33	414	336	



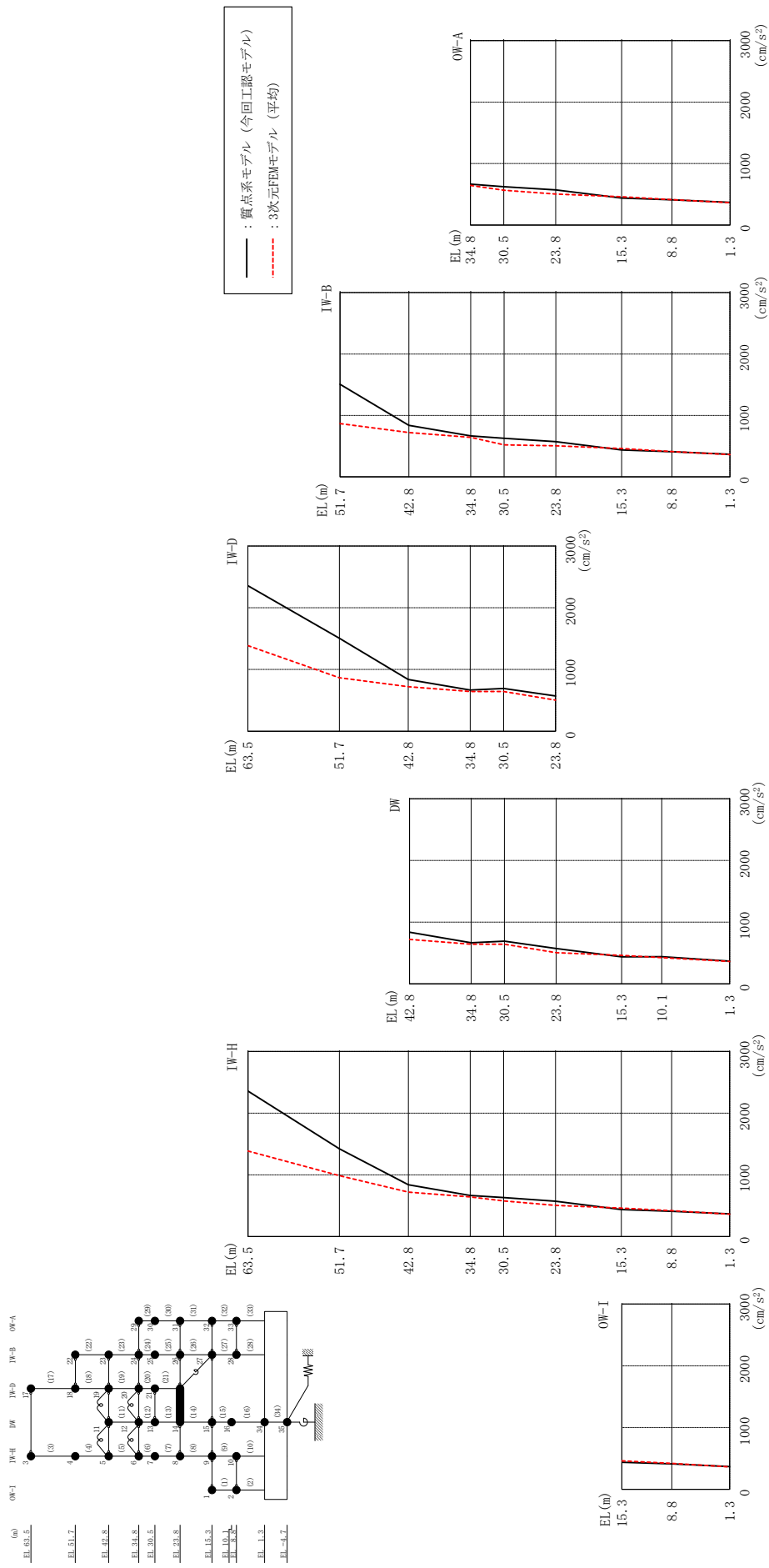
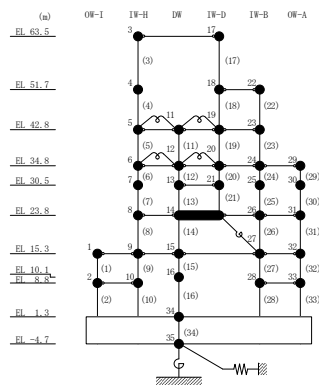


図 3-12 最大応答加速度の比較 (Sd-D, EW方向)

表 3-7 最大応答加速度一覧 (S d-D, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-I	15.3	1	439	461
	8.8	2	411	419
IW-H	63.5	3	2358	1386
	51.7	4	1423	986
	42.8	5	839	722
	34.8	6	666	644
	30.5	7	631	579
	23.8	8	572	505
	15.3	9	439	461
	8.8	10	411	419
DW	42.8	11	839	722
	34.8	12	666	644
	30.5	13	692	644
	23.8	14	572	505
	15.3	15	439	461
	10.1	16	440	427
	1.3	34	368	363
IW-D	63.5	17	2358	1386
	51.7	18	1507	868
	42.8	19	839	722
	34.8	20	666	644
	30.5	21	692	644
IW-B	51.7	22	1507	868
	42.8	23	839	722
	34.8	24	666	644
	30.5	25	628	520
	23.8	26	572	505
	15.3	27	439	461
	8.8	28	410	412
OW-A	34.8	29	666	644
	30.5	30	623	566
	23.8	31	572	505
	15.3	32	439	461
	8.8	33	410	412



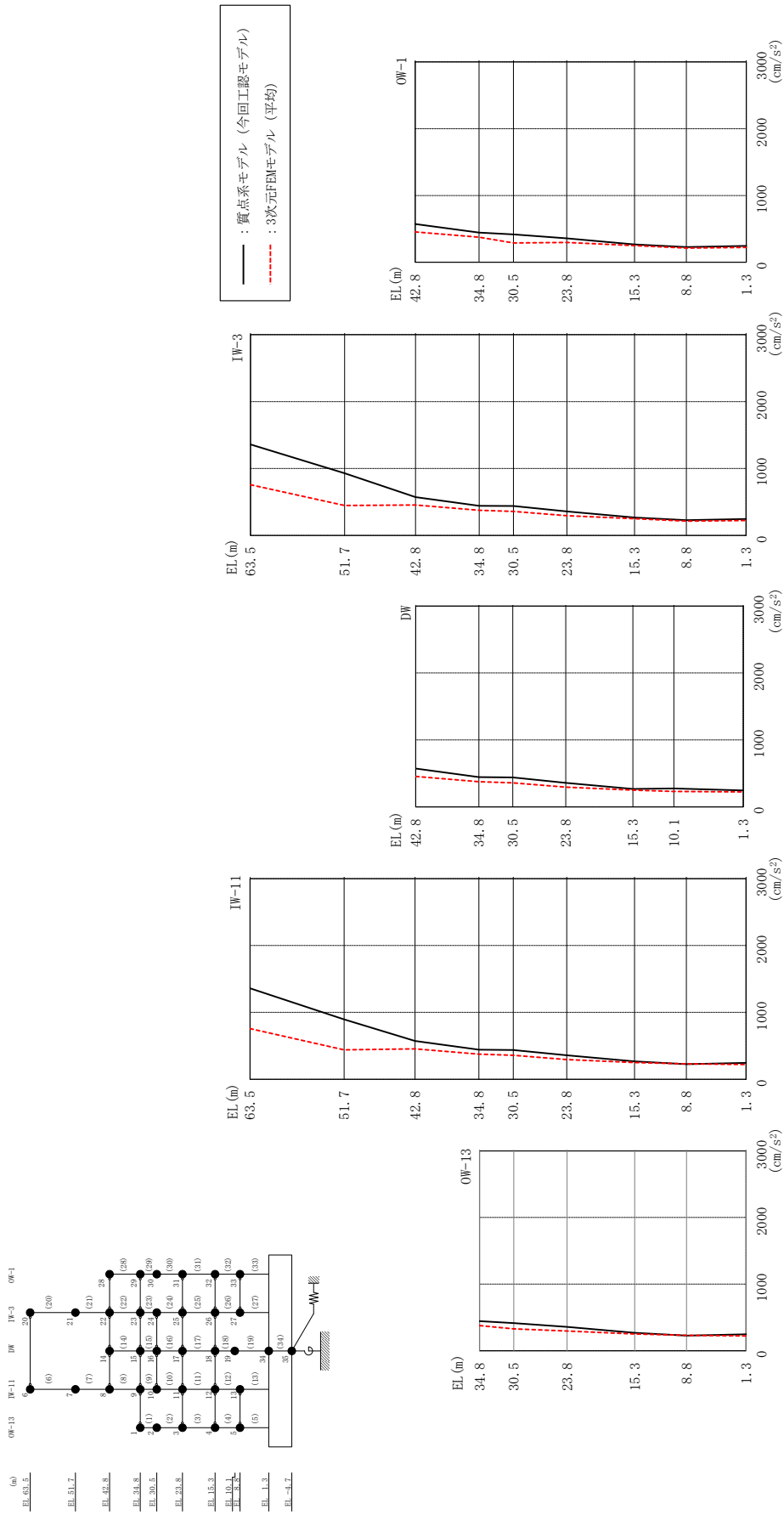
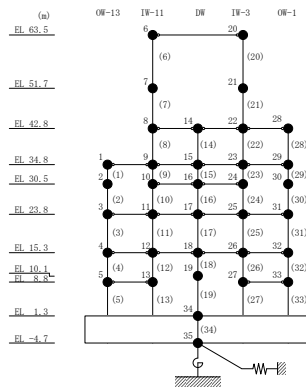


図 3-13 最大応答加速度の比較 (S d - F 1, N S 方向)

表 3-8 最大応答加速度一覧 (S d - F 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-13	34.8	1	443	376
	30.5	2	415	327
	23.8	3	358	295
	15.3	4	268	250
	8.8	5	227	231
IW-11	63.5	6	1360	758
	51.7	7	896	441
	42.8	8	572	455
	34.8	9	443	376
	30.5	10	439	358
	23.8	11	358	295
	15.3	12	268	250
DW	42.8	14	572	455
	34.8	15	443	376
	30.5	16	439	358
	23.8	17	358	295
	15.3	18	268	250
	10.1	19	275	231
	1.3	34	245	222
IW-3	63.5	20	1360	758
	51.7	21	928	448
	42.8	22	572	455
	34.8	23	443	376
	30.5	24	439	358
	23.8	25	358	295
	15.3	26	268	250
	8.8	27	228	213
OW-1	42.8	28	572	455
	34.8	29	443	376
	30.5	30	416	289
	23.8	31	358	295
	15.3	32	268	250
8.8	33	228	213	



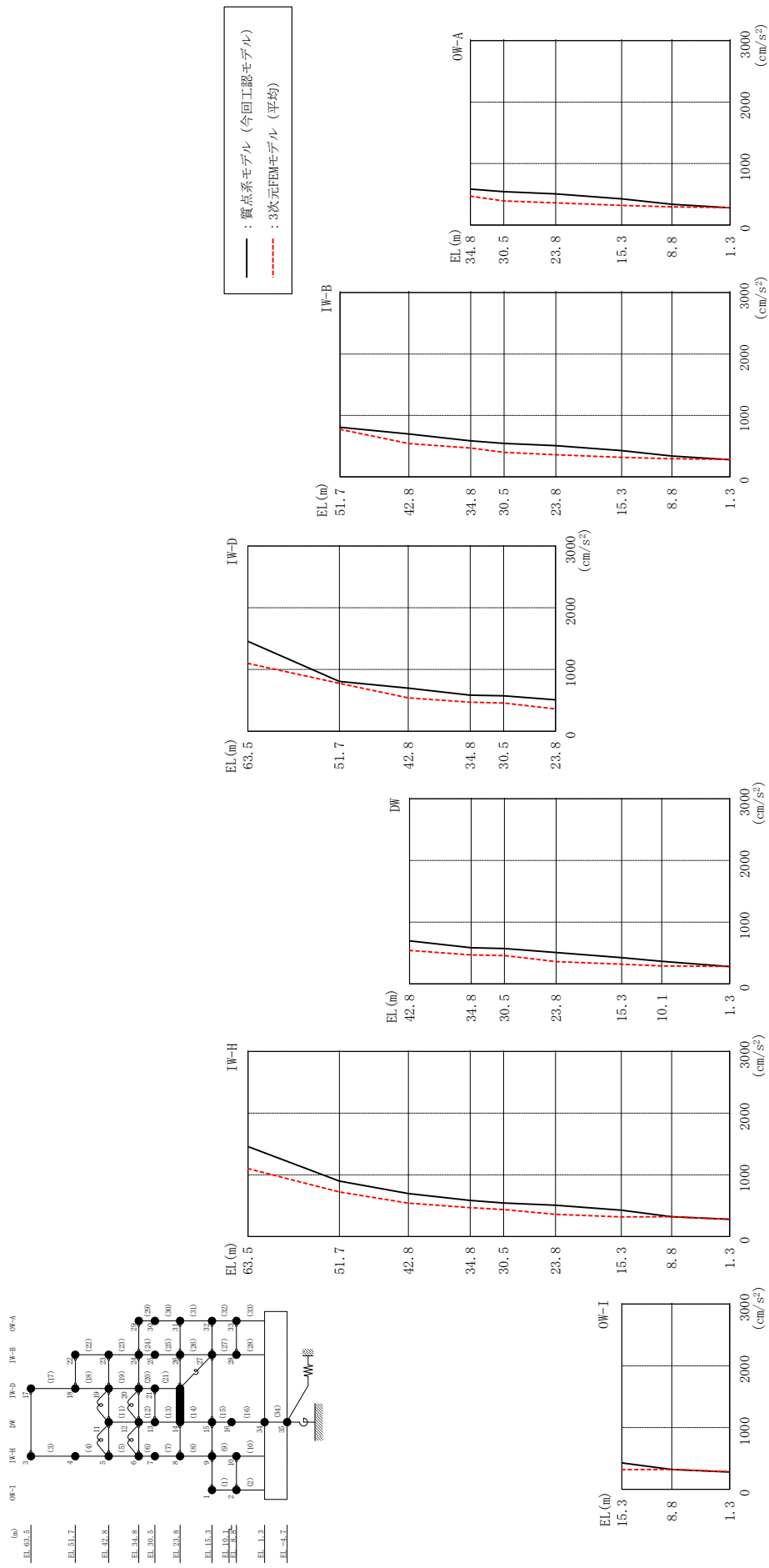
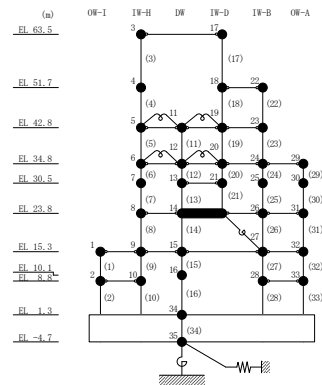


図3-14 最大応答加速度の比較 (Sd-F1, EW方向)

表 3-9 最大応答加速度一覧 (S d - F 1, EW方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-I	15.3	1	427	319
	8.8	2	321	321
IW-H	63.5	3	1458	1101
	51.7	4	899	722
	42.8	5	697	541
	34.8	6	585	469
	30.5	7	545	438
	23.8	8	508	361
	15.3	9	427	319
	8.8	10	321	321
DW	42.8	11	697	541
	34.8	12	585	469
	30.5	13	575	459
	23.8	14	508	361
	15.3	15	427	319
	10.1	16	365	292
	1.3	34	279	284
IW-D	63.5	17	1458	1101
	51.7	18	807	775
	42.8	19	697	541
	34.8	20	585	469
	30.5	21	575	459
IW-B	51.7	22	807	775
	42.8	23	697	541
	34.8	24	585	469
	30.5	25	544	399
	23.8	26	508	361
	15.3	27	427	319
	8.8	28	338	295
OW-A	34.8	29	585	469
	30.5	30	544	393
	23.8	31	508	361
	15.3	32	427	319
	8.8	33	338	295



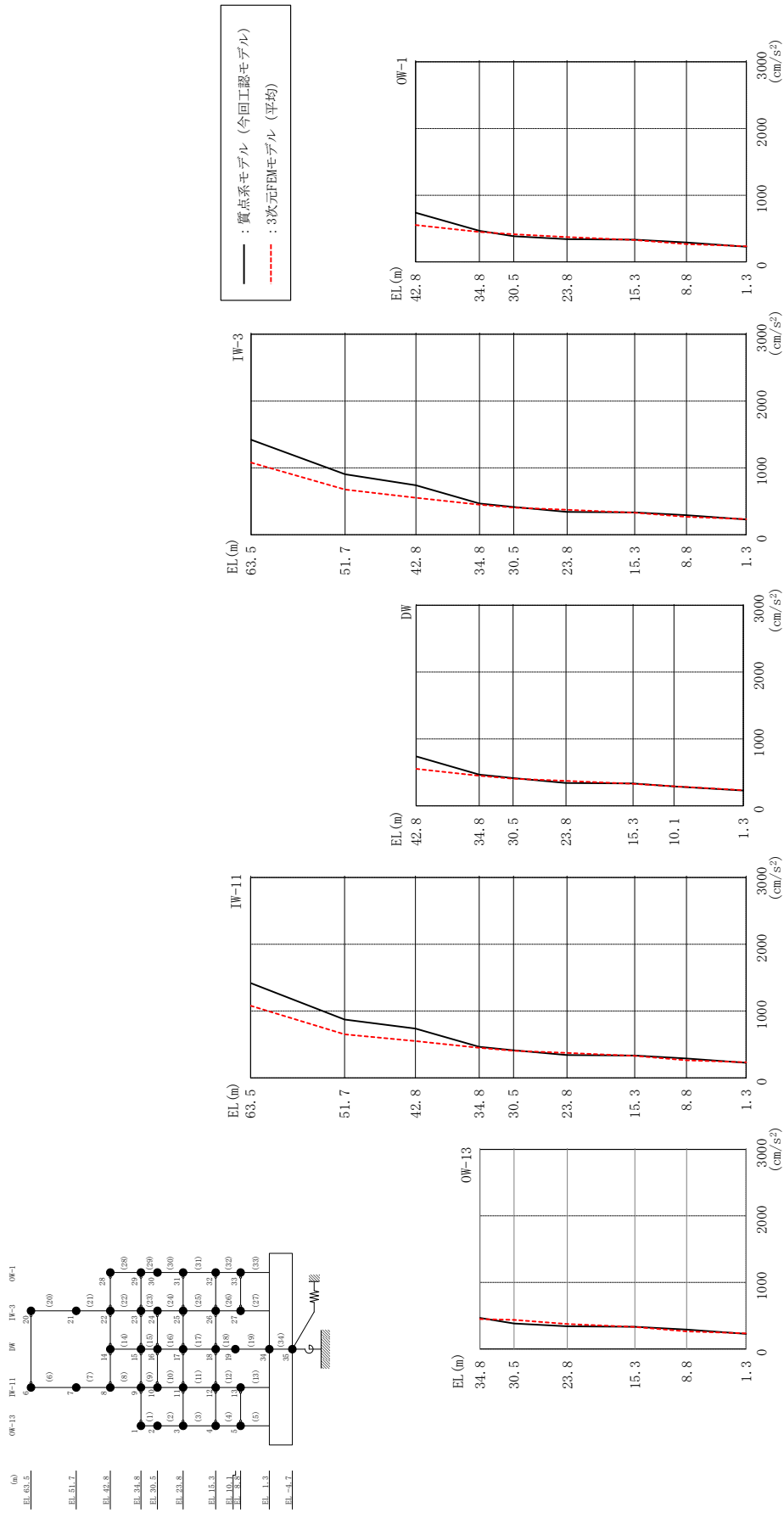
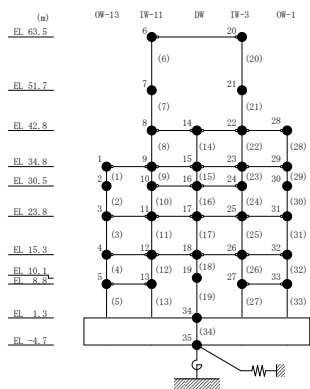


図 3-15 最大応答加速度の比較 (Sd-F2, NS方向)

表 3-10 最大応答加速度一覧 (S d - F 2, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-13	34.8	1	466	450
	30.5	2	383	437
	23.8	3	341	374
	15.3	4	333	330
	8.8	5	290	264
IW-11	63.5	6	1420	1079
	51.7	7	872	653
	42.8	8	739	552
	34.8	9	466	450
	30.5	10	414	406
	23.8	11	341	374
	15.3	12	333	330
DW	42.8	14	739	552
	34.8	15	466	450
	30.5	16	414	406
	23.8	17	341	374
	15.3	18	333	330
	10.1	19	290	292
	1.3	34	227	234
IW-3	63.5	20	1420	1079
	51.7	21	905	677
	42.8	22	739	552
	34.8	23	466	450
	30.5	24	414	406
	23.8	25	341	374
	15.3	26	333	330
	8.8	27	292	268
OW-1	42.8	28	739	552
	34.8	29	466	450
	30.5	30	384	414
	23.8	31	341	374
	15.3	32	333	330
8.8	33	292	268	



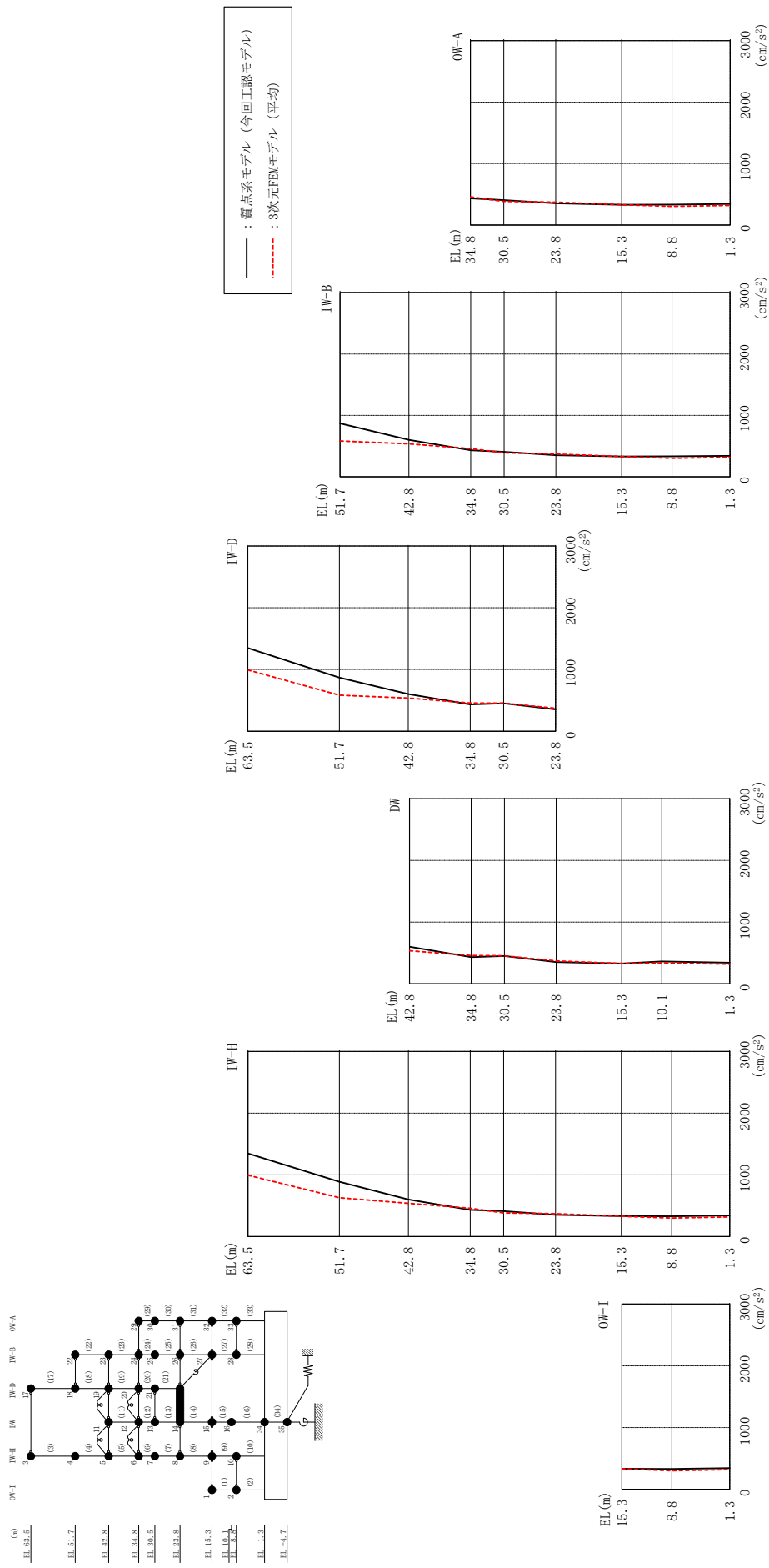
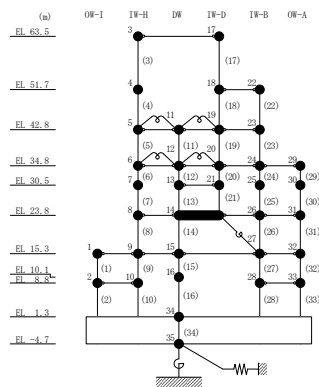


図3-16 最大応答加速度の比較 (Sd-F2, EW方向)

表 3-11 最大応答加速度一覧 (S d - F 2, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-I	15.3	1	331	331
	8.8	2	329	301
IW-H	63.5	3	1347	994
	51.7	4	890	630
	42.8	5	602	538
	34.8	6	434	459
	30.5	7	411	384
	23.8	8	353	371
	15.3	9	331	331
	8.8	10	329	301
DW	42.8	11	602	538
	34.8	12	434	459
	30.5	13	451	455
	23.8	14	353	371
	15.3	15	331	331
	10.1	16	363	339
	1.3	34	343	319
IW-D	63.5	17	1347	994
	51.7	18	869	584
	42.8	19	602	538
	34.8	20	434	459
	30.5	21	451	455
IW-B	51.7	22	869	584
	42.8	23	602	538
	34.8	24	434	459
	30.5	25	408	392
	23.8	26	353	371
	15.3	27	331	331
	8.8	28	333	303
OW-A	34.8	29	434	459
	30.5	30	404	386
	23.8	31	353	371
	15.3	32	331	331
	8.8	33	333	303



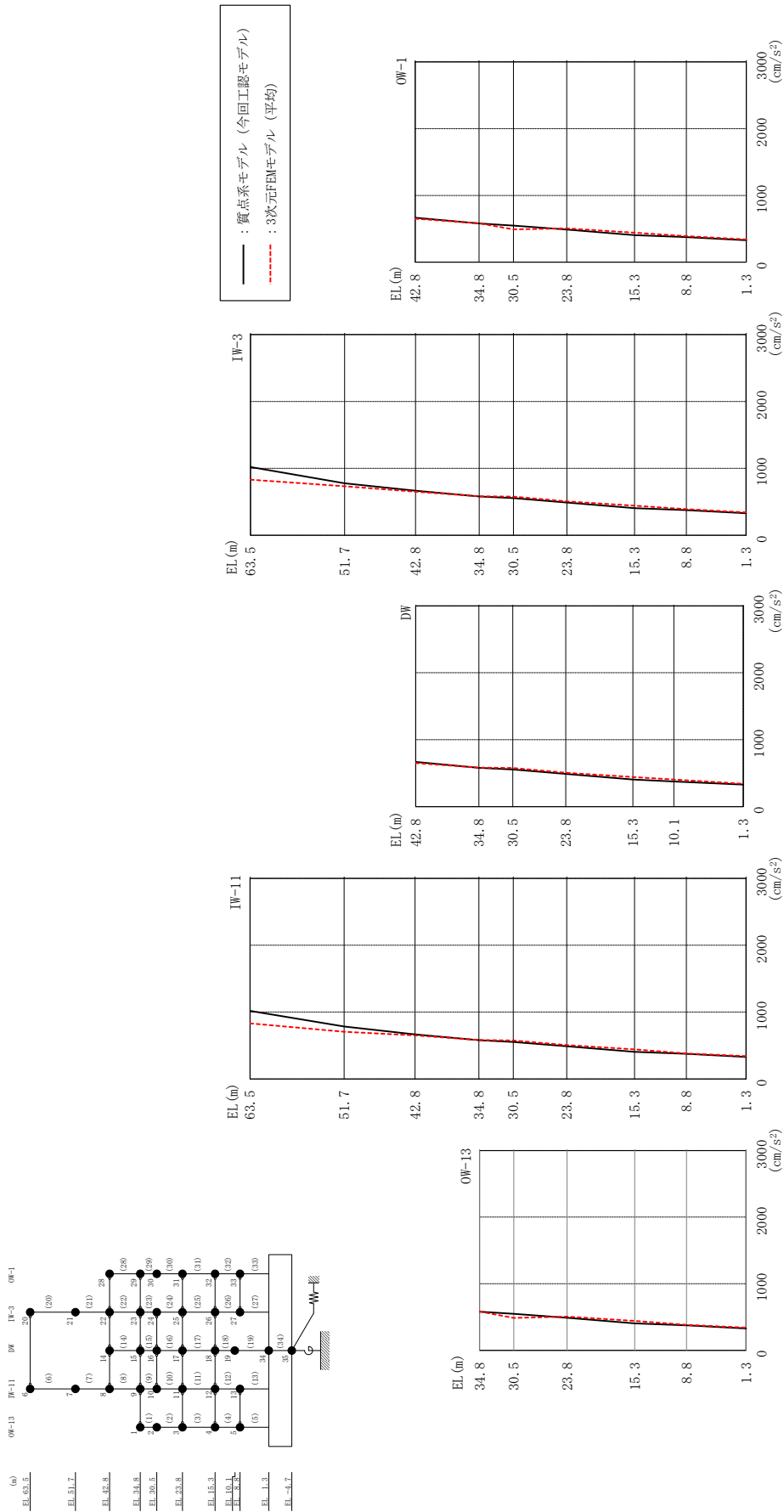
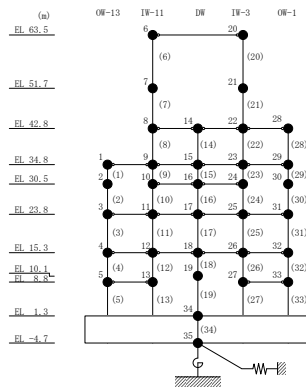


図 3-17 最大応答加速度の比較 (Sd-N1, NS方向)

表 3-12 最大応答加速度一覧 (S d - N 1, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-13	34.8	1	581	582
	30.5	2	547	487
	23.8	3	489	506
	15.3	4	405	442
	8.8	5	375	381
IW-11	63.5	6	1020	832
	51.7	7	784	707
	42.8	8	667	652
	34.8	9	581	582
	30.5	10	554	576
	23.8	11	489	506
	15.3	12	405	442
DW	42.8	14	667	652
	34.8	15	581	582
	30.5	16	554	576
	23.8	17	489	506
	15.3	18	405	442
	10.1	19	374	406
	1.3	34	328	341
IW-3	63.5	20	1020	832
	51.7	21	778	734
	42.8	22	667	652
	34.8	23	581	582
	30.5	24	554	576
	23.8	25	489	506
	15.3	26	405	442
	8.8	27	375	390
OW-1	42.8	28	667	652
	34.8	29	581	582
	30.5	30	547	491
	23.8	31	489	506
	15.3	32	405	442
8.8	33	375	390	



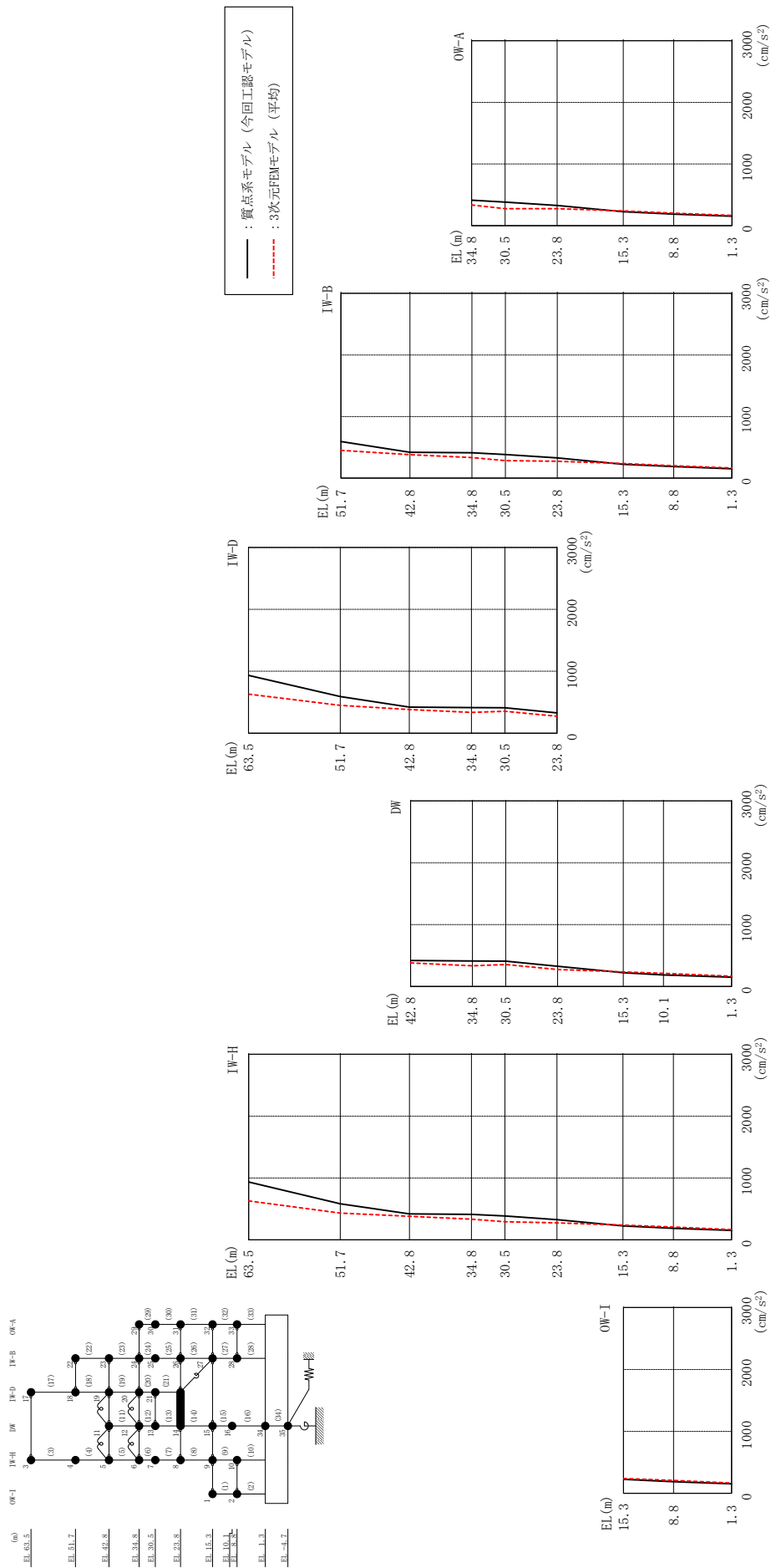
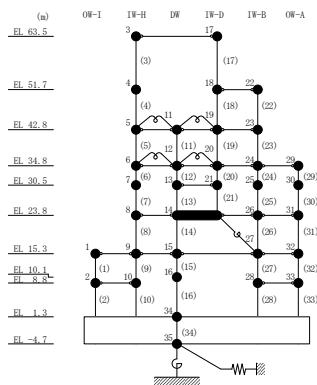


図3-18 最大応答加速度の比較 (Sd-N1, EW方向)

表 3-13 最大応答加速度一覧 (S d - N 1, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-I	15.3	1	225	238
	8.8	2	187	208
IW-H	63.5	3	935	631
	51.7	4	584	432
	42.8	5	421	381
	34.8	6	412	334
	30.5	7	387	294
	23.8	8	328	274
	15.3	9	225	238
	8.8	10	187	208
	DW	42.8	11	421
34.8		12	412	334
30.5		13	410	355
23.8		14	328	274
15.3		15	225	238
10.1		16	188	213
1.3		34	152	166
IW-D		63.5	17	935
	51.7	18	593	451
	42.8	19	421	381
	34.8	20	412	334
	30.5	21	410	355
IW-B	51.7	22	593	451
	42.8	23	421	381
	34.8	24	412	334
	30.5	25	385	284
	23.8	26	328	274
	15.3	27	225	238
	8.8	28	188	202
OW-A	34.8	29	412	334
	30.5	30	382	276
	23.8	31	328	274
	15.3	32	225	238
	8.8	33	188	202



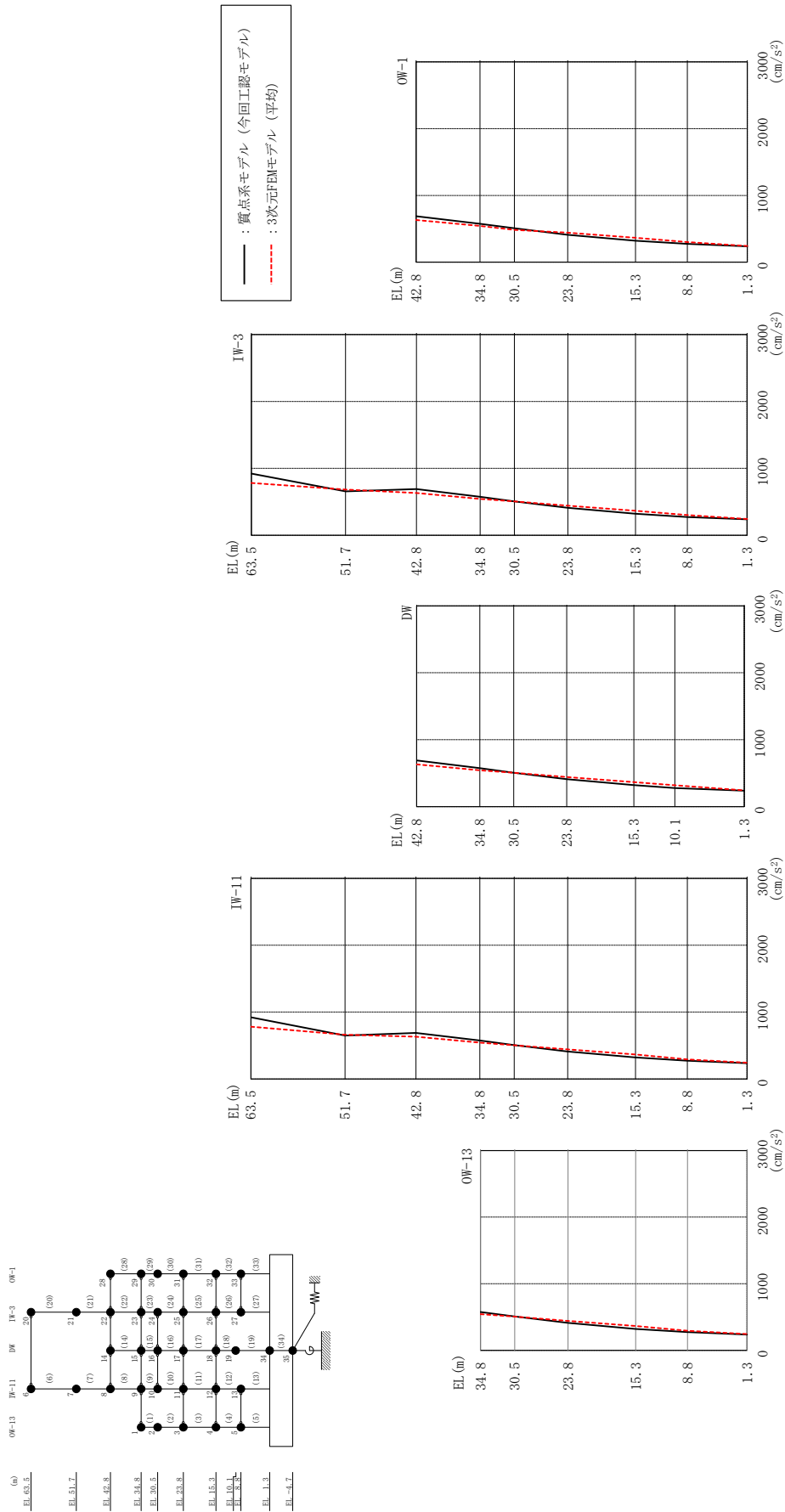
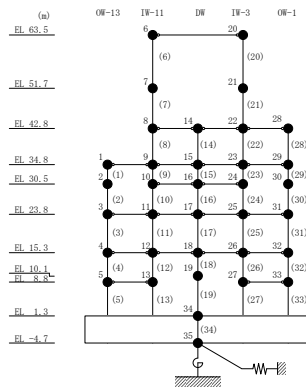


図 3-19 最大応答加速度の比較 (S d - N 2 N S, N S 方向)

表 3-14 最大応答加速度一覧 (S d - N 2 N S, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-13	34.8	1	575	542
	30.5	2	508	505
	23.8	3	411	442
	15.3	4	321	365
	8.8	5	273	293
IW-11	63.5	6	922	782
	51.7	7	649	662
	42.8	8	689	632
	34.8	9	575	542
	30.5	10	506	505
	23.8	11	411	442
	15.3	12	321	365
DW	8.8	13	273	293
	42.8	14	689	632
	34.8	15	575	542
	30.5	16	506	505
	23.8	17	411	442
	15.3	18	321	365
	10.1	19	277	320
IW-3	1.3	34	237	243
	63.5	20	922	782
	51.7	21	656	683
	42.8	22	689	632
	34.8	23	575	542
	30.5	24	506	505
	23.8	25	411	442
OW-1	15.3	26	321	365
	8.8	27	273	302
	42.8	28	689	632
	34.8	29	575	542
	30.5	30	508	484
	23.8	31	411	442
OW-1	15.3	32	321	365
	8.8	33	273	302



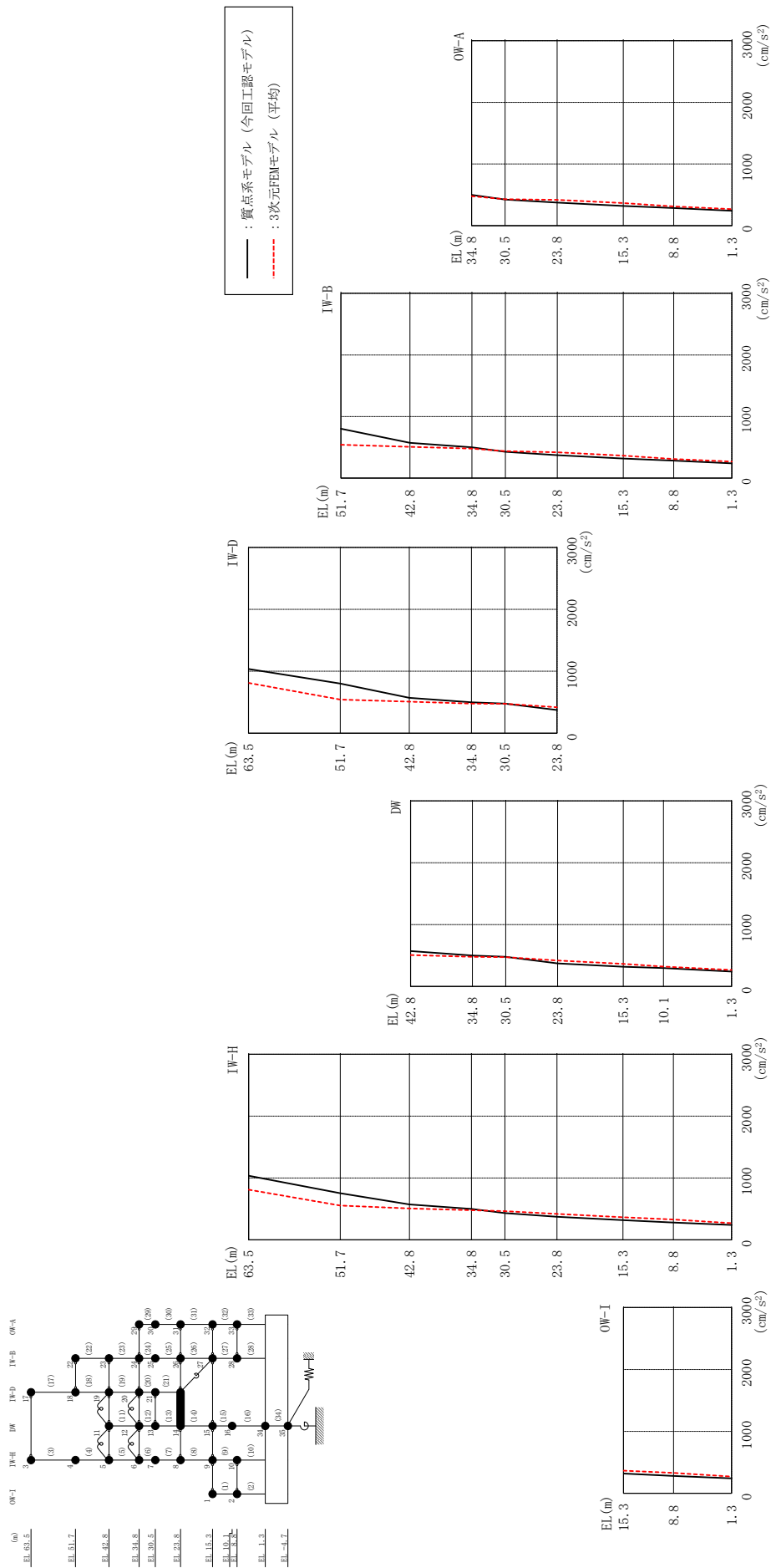
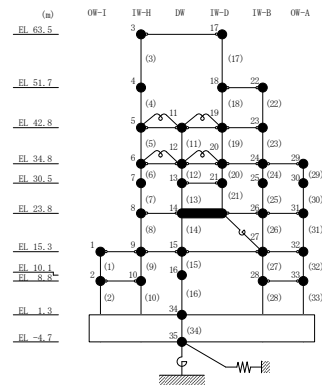


図 3-20 最大応答加速度の比較 (S d - N 2 N S, EW方向)

表 3-15 最大応答加速度一覧 (S d - N 2 N S, E W 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-I	15.3	1	318	366
	8.8	2	280	328
IW-H	63.5	3	1037	811
	51.7	4	754	554
	42.8	5	573	508
	34.8	6	500	479
	30.5	7	434	464
	23.8	8	373	420
	15.3	9	318	366
	8.8	10	280	328
DW	42.8	11	573	508
	34.8	12	500	479
	30.5	13	479	476
	23.8	14	373	420
	15.3	15	318	366
	10.1	16	299	323
	1.3	34	241	269
IW-D	63.5	17	1037	811
	51.7	18	802	543
	42.8	19	573	508
	34.8	20	500	479
	30.5	21	479	476
IW-B	51.7	22	802	543
	42.8	23	573	508
	34.8	24	500	479
	30.5	25	428	439
	23.8	26	373	420
	15.3	27	318	366
	8.8	28	286	311
OW-A	34.8	29	500	479
	30.5	30	424	430
	23.8	31	373	420
	15.3	32	318	366
	8.8	33	286	311



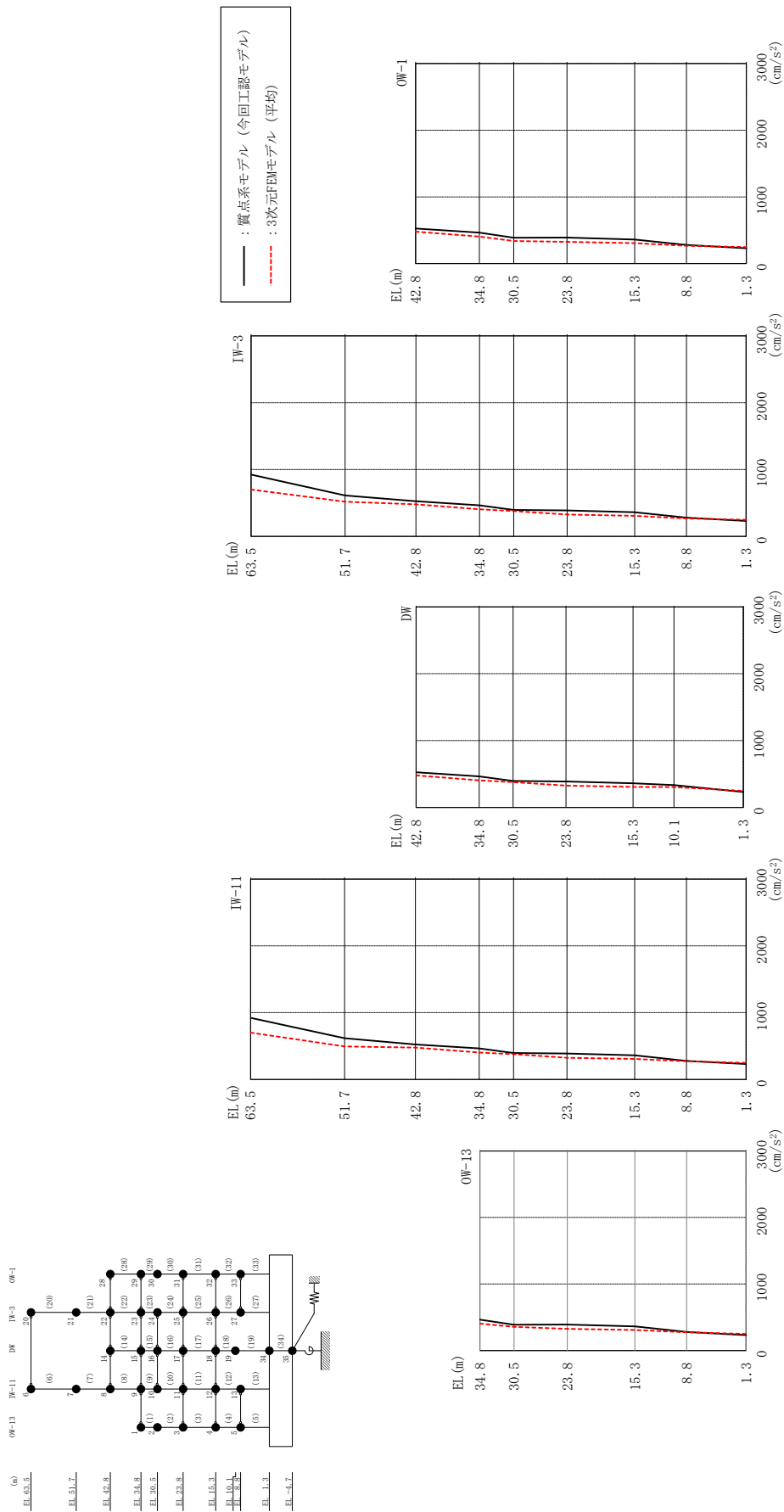
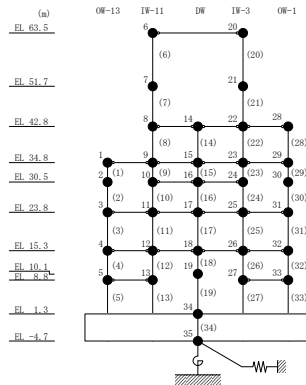


図 3-21 最大応答加速度の比較 (Sd-N2EW, NS方向)

表 3-16 最大応答加速度一覧 (S d - N 2 E W, N S 方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-13	34.8	1	464	404
	30.5	2	387	355
	23.8	3	389	325
	15.3	4	361	307
	8.8	5	279	272
IW-11	63.5	6	923	700
	51.7	7	617	493
	42.8	8	525	478
	34.8	9	464	404
	30.5	10	396	378
	23.8	11	389	325
	15.3	12	361	307
DW	42.8	14	525	478
	34.8	15	464	404
	30.5	16	396	378
	23.8	17	389	325
	15.3	18	361	307
	10.1	19	335	303
	1.3	34	230	247
IW-3	63.5	20	923	700
	51.7	21	611	518
	42.8	22	525	478
	34.8	23	464	404
	30.5	24	396	378
	23.8	25	389	325
	15.3	26	361	307
	8.8	27	280	267
OW-1	42.8	28	525	478
	34.8	29	464	404
	30.5	30	387	339
	23.8	31	389	325
	15.3	32	361	307
8.8	33	280	267	



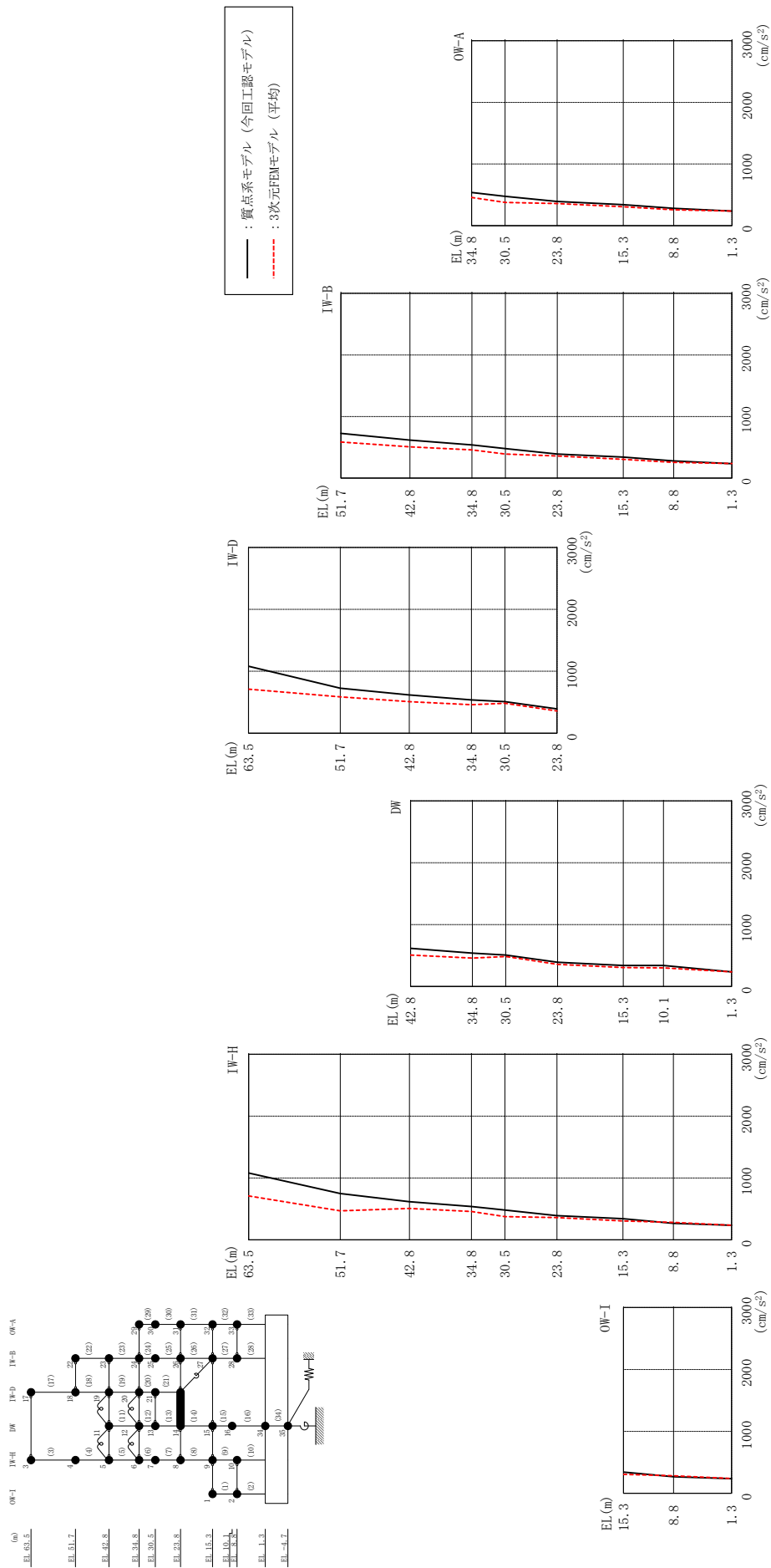
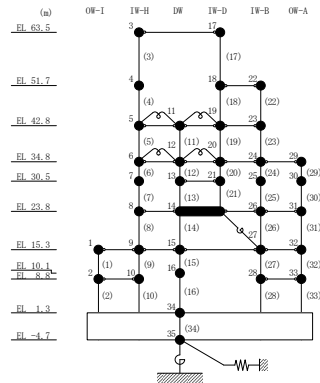


図 3-22 最大応答加速度の比較 (S d - N 2 E W, E W 方向)

表 3-17 最大応答加速度一覧 (S d - N 2 E W, E W方向)

部位	EL (m)	質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)	
			質点系モデル (今回工認モデル)	3次元FEMモデル (平均)
OW-I	15.3	1	341	305
	8.8	2	268	282
IW-H	63.5	3	1081	710
	51.7	4	748	469
	42.8	5	617	508
	34.8	6	539	459
	30.5	7	483	376
	23.8	8	392	360
	15.3	9	341	305
	8.8	10	268	282
DW	42.8	11	617	508
	34.8	12	539	459
	30.5	13	508	484
	23.8	14	392	360
	15.3	15	341	305
	10.1	16	341	301
	1.3	34	236	237
IW-D	63.5	17	1081	710
	51.7	18	728	586
	42.8	19	617	508
	34.8	20	539	459
	30.5	21	508	484
IW-B	51.7	22	728	586
	42.8	23	617	508
	34.8	24	539	459
	30.5	25	479	392
	23.8	26	392	360
	15.3	27	341	305
	8.8	28	280	256
OW-A	34.8	29	539	459
	30.5	30	475	376
	23.8	31	392	360
	15.3	32	341	305
	8.8	33	280	256



3.3.3 3次元的な応答特性（応答補正比率）を考慮した建物影響検討

「3.3.2 建物模擬モデル及び質点系モデルの最大応答値の比較検討」の結果を踏まえて、質点系モデルに対して、3次元FEMモデルを用いた3次元的な応答補正を考慮し、建物耐震性評価への影響検討を実施する。

評価にあたっては、質点系モデルにおいて、基準地震動 S_s に対する層レベルでの評価を行う部位を対象とし、3次元FEMモデルにおける当該部での代表的な節点を複数選定する。

図3-23に検討フローを示す。

選定した3次元FEMモデルでの評価点において、弾性設計用地震動 S_d に対する最大応答加速度を基に、3次元的な応答補正比率 ζ を算出し、質点系モデルの基準地震動 S_s に対する応答補正を行い、耐震評価への影響検討を行う。

なお、VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」では、基準地震動 S_s による質点系モデルを用いた地震応答解析を行い、耐震壁のせん断ひずみを検討している。ここでは耐震壁のせん断ひずみについてのみ検討を行う。

具体的には、質点系モデルの基準地震動 S_s に対する最大応答のうち、せん断応力度 τ に応答補正比率 ζ を乗じて、3次元的な応答特性を踏まえたせん断応力度を算定する。得られたせん断応力度を質点系モデルの各層各軸のせん断スケルトン曲線上にプロットし、せん断ひずみが評価基準値 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。ここで、第1折点を超える場合は、エネルギー一定則によりせん断ひずみを評価する。エネルギー一定則によるせん断ひずみの評価方法を図3-24に示す。せん断ひずみを確認した結果、せん断ひずみが評価基準値を超えるものは詳細検討を実施する。

評価において選定した3次元FEMモデルにおける代表節点は図3-10に示した節点と同一である。質点系モデルでの評価部位を図3-25に示す。

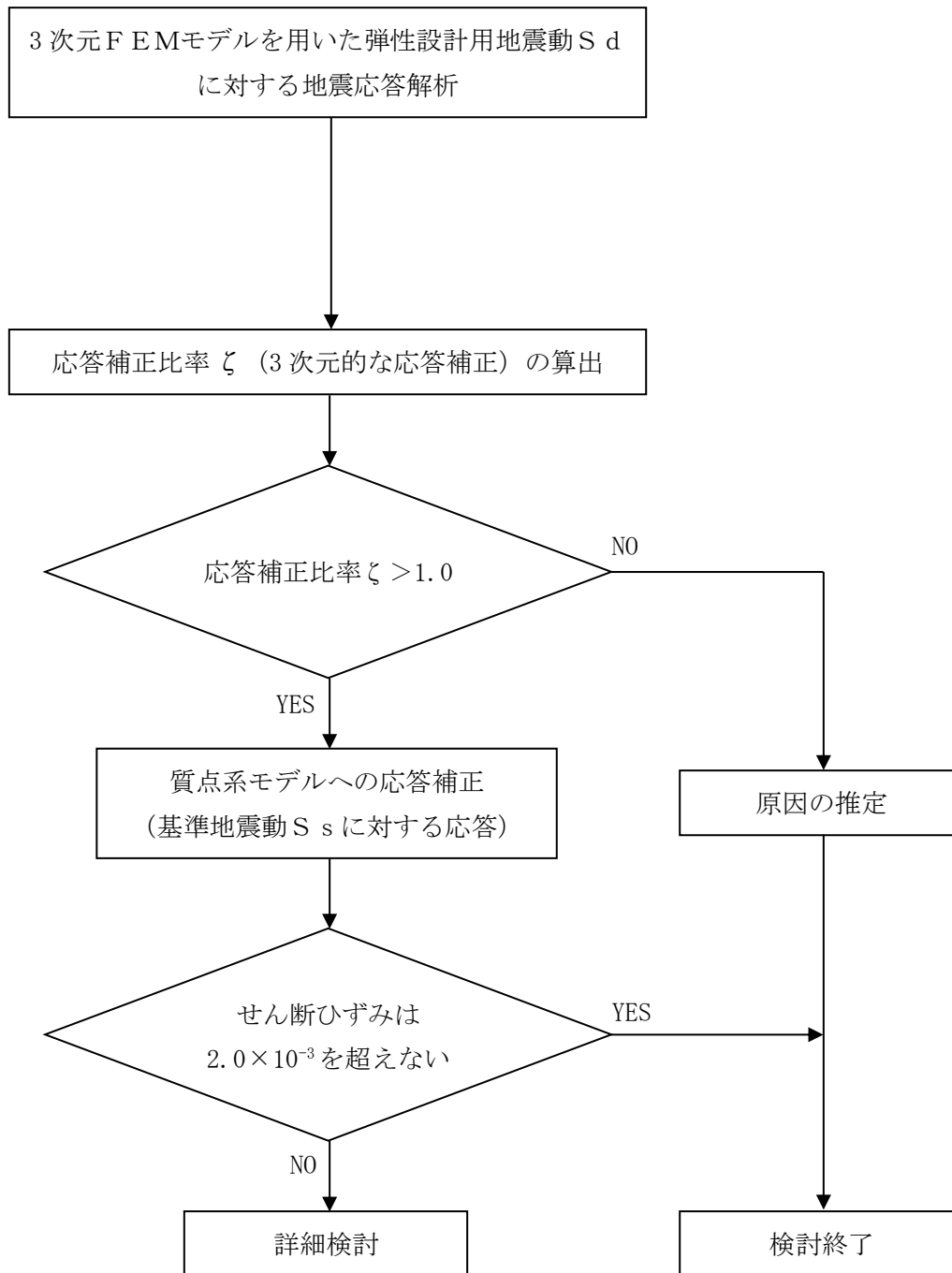
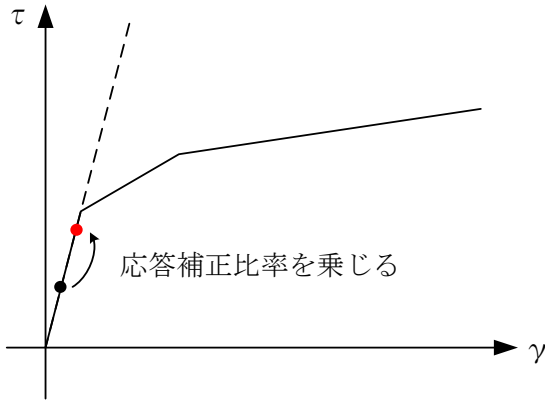
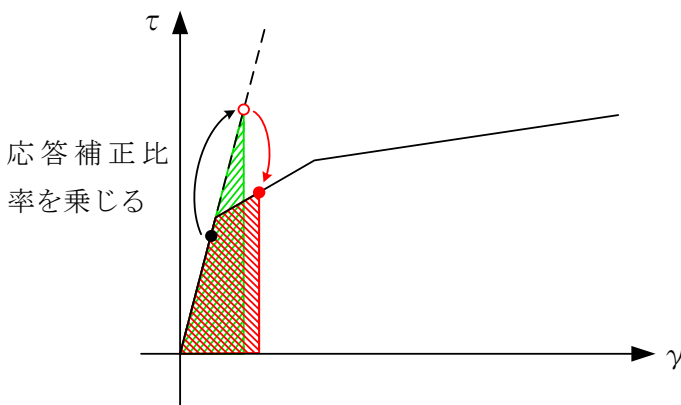


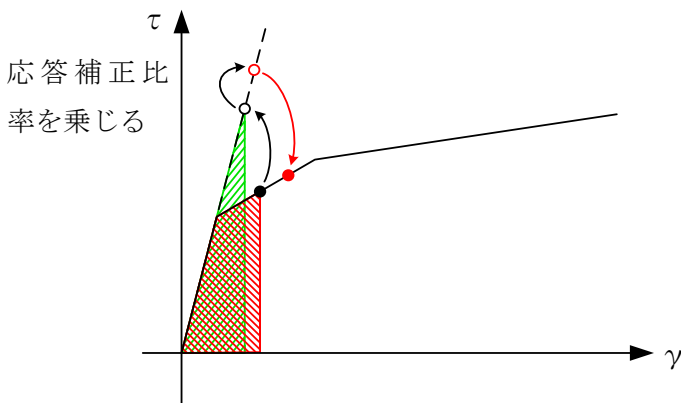
図 3-23 検討フロー



弾性直線上において，質点系モデル（今回工認モデル）による応答結果に応答補正比率を乗じる。

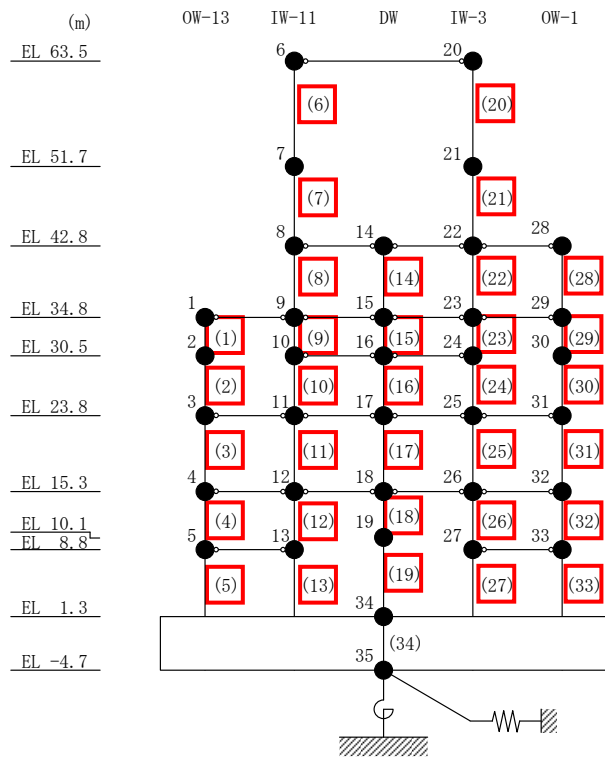


応答補正比率を乗じた際，第1折点を超える場合，弾性直線の延長線上に補正後の評価結果をプロットする。その後，エネルギー一定則で，評価線上にプロットする。

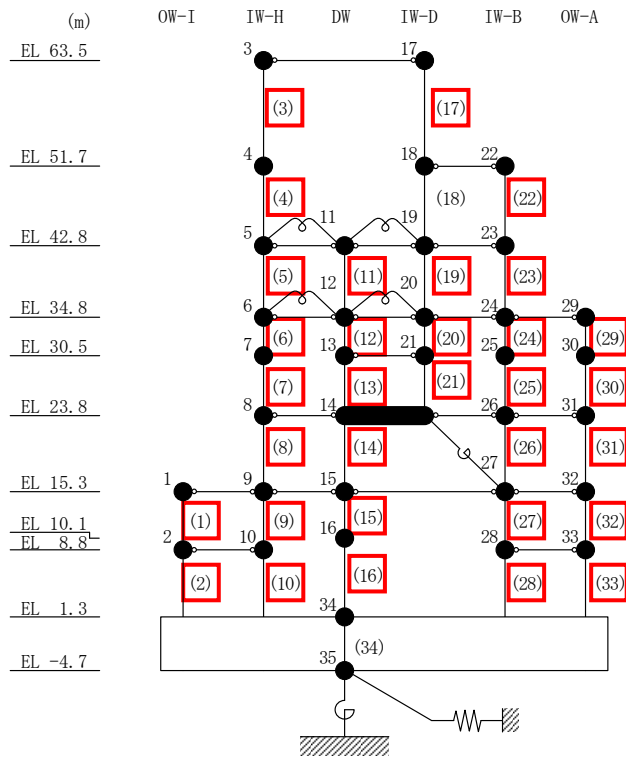


今回工認モデルにおいて第1折点を超えている場合は，エネルギー一定則で弾性直線の延長線上に戻した後，応答補正比率を乗じる。（以下，上記に準じる）

図 3-24 エネルギー一定則によるせん断ひずみの評価方法



(a) NS方向



(b) EW方向

注 1 : は評価部位を示す。

注 2 : EW方向モデルの要素番号 18 は線形部材。

図 3-25 質点系モデルの評価部位

(1) 応答補正比率の算出

3次元FEMモデルによる3次元的な応答性状を踏まえた定量的な耐震評価を行うため、質点系モデルの応答を補正する応答補正比率 ζ を算出する。

耐震性評価に用いる質点系モデルにおいて、3次元的な応答性状を考慮した3方向同時入力の解析ができないことから、建物模擬モデルにおいて、1方向及び3方向同時入力の最大応答加速度を比較し、応答補正比率 α を算出する。

また、床剛としてモデル化している質点系モデルを用いて耐震性評価を行うことから、建物模擬モデル及び質点系モデルと諸条件を整合させた質点系対応モデルの最大応答加速度を比較し、応答補正比率 β を算出する。

得られた α 及び β を乗じて、建物評価用の応答補正比率 ζ を以下のように算出する。

- ① 応答補正比率 α 及び β はそれぞれ評価点ごとに定める。
- ② 応答補正比率 α 及び β は保守的な評価を実施するため、それぞれ 1.0 以上とする。
- ③ 応答補正比率 ζ は、各質点に対応する範囲における各評価点の $\alpha \times \beta$ の最大値を用いて定め、局所的な応答を踏まえたものとなるよう設定する。

応答補正比率 ζ の算出式を以下に示す。

$$\text{建物評価用の応答補正比率 } \zeta = \text{Max}(\alpha \times \beta) \cdots \cdots \cdots (3.1)$$

(Max($\alpha \times \beta$) : 各質点に対応する範囲における各評価点の $\alpha \times \beta$ の最大値)

ここで、

$$\text{応答補正比率 } \alpha = \frac{\text{3方向同時入力による最大応答加速度}}{\text{1方向入力による最大応答加速度}} \cdots \cdots \cdots (3.2)$$

(ただし、 ζ を算出する場合は、 $\alpha \geq 1.0$)

$$\text{応答補正比率 } \beta = \frac{\text{建物模擬モデルの最大応答加速度}}{\text{質点系対応モデルの最大応答加速度}} \cdots \cdots \cdots (3.3)$$

(ただし、 ζ を算出する場合は、 $\beta \geq 1.0$)

応答補正比率 α 、 β 、 ζ の算定結果を表 3-18～表 3-23 に示す。応答補正比率 ζ は 1.10～1.86 の範囲にある。

表 3-18 (1) 建物耐震性評価用の応答補正比率 α の算定 (N S 方向)

評価点		最大応答加速度 (cm/s^2)																		
EL (m)	質点 番号	F E M 節点	① 1方向入力						② 3方向入力						α ②/①					
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW
63.5	6	128001	992	808	1067	827	774	694	996	878	1062	829	909	758	1.01	1.09	1.00	1.01	1.18	1.10
		128017	924	739	1093	834	804	711	929	731	1184	915	843	714	1.01	0.99	1.09	1.10	1.05	1.01
		128171	980	767	1070	835	762	696	1003	790	1025	958	744	786	1.03	1.03	0.96	1.15	0.98	1.13
51.7	7	128187	946	716	1086	831	788	698	992	796	1135	794	776	768	1.05	1.12	1.05	0.96	0.99	1.11
		123086	649	425	625	704	659	483	652	430	567	686	651	510	1.01	1.02	0.91	0.98	0.99	1.06
		123554	670	430	631	730	676	492	685	493	572	705	671	578	1.03	1.15	0.91	0.97	1.00	1.18
42.8	21	124001	658	467	703	687	651	505	674	495	671	708	632	511	1.03	1.06	0.96	1.04	0.98	1.02
		123128	649	442	655	730	677	514	665	425	680	706	687	533	1.03	0.97	1.04	0.97	1.02	1.04
		123596	669	458	653	761	687	511	680	477	686	725	673	549	1.02	1.05	1.06	0.96	0.98	1.08
42.8	8	124043	653	443	722	709	684	529	674	454	729	723	720	503	1.04	1.03	1.01	1.02	1.06	0.96
		112736	699	590	684	708	677	574	765	610	760	702	710	560	1.10	1.04	1.12	1.00	1.05	0.98
		112769	707	599	677	715	668	571	798	647	788	695	681	565	1.13	1.09	1.17	0.98	1.02	0.99
		112777	764	627	705	702	757	563	765	569	652	739	727	546	1.01	0.91	0.93	1.06	0.97	0.97
		112793	772	622	688	695	754	571	777	589	656	744	732	557	1.01	0.95	0.96	1.08	0.98	0.98
		115036	612	388	507	642	605	454	636	387	516	641	633	455	1.04	1.00	1.02	1.00	1.05	1.01
		115047	654	340	513	590	575	418	677	382	453	624	617	444	1.04	1.13	0.89	1.06	1.08	1.07
		116533	629	408	453	627	586	430	621	412	434	617	581	405	0.99	1.01	0.96	0.99	1.00	0.95
		116575	626	373	489	650	608	444	627	386	400	655	610	442	1.01	1.04	1.03	1.01	1.01	1.00
		117223	637	413	459	628	597	435	631	418	434	622	596	405	1.00	1.02	0.95	1.00	1.00	0.94
117264	643	369	481	650	614	446	643	383	506	661	617	445	1.00	1.04	1.06	1.02	1.01	1.00		
117276	657	343	498	590	587	402	695	375	506	583	527	526	1.06	1.10	1.02	0.99	0.90	1.31		
118001	624	390	468	629	562	427	611	390	440	615	547	436	0.98	1.00	0.95	0.98	0.98	1.03		

注: α が 1 を下回る場合, ζ 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-18 (2) 建物耐震性評価用の応答補正比率 α の算定 (N S 方向)

評価点		最大応答加速度 (cm/s^2)																	
EL(m)	FEM 節点 番号	① 1方向入力						② 3方向入力						α ②/①					
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW
34.8	1	94743	478	485	653	567	461	595	475	495	645	575	440	1.01	1.00	1.03	0.99	1.02	0.96
		101001	352	479	516	522	405	643	367	494	517	474	471	1.02	1.05	1.04	1.01	0.91	1.17
		101013	361	414	583	517	386	596	347	416	562	503	395	0.99	0.97	1.01	0.97	0.98	1.03
		101040	336	387	585	531	395	602	347	392	587	551	397	1.04	1.04	1.02	1.01	1.04	1.01
		101052	305	436	524	510	367	595	312	405	546	515	369	1.04	1.03	0.93	1.05	1.01	1.01
		102191	484	503	661	570	461	628	476	515	647	591	440	1.07	0.99	1.03	0.98	1.04	0.96
		102525	440	483	657	561	441	617	433	489	659	581	435	1.03	0.99	1.02	1.01	1.04	0.99
		102845	470	460	648	584	466	624	468	495	656	595	487	1.03	1.00	1.08	1.02	1.02	1.05
		103134	362	417	573	533	381	593	360	388	575	518	384	0.99	1.00	0.94	1.01	0.98	1.01
		103176	332	415	587	537	389	586	340	419	597	537	387	1.00	1.03	1.01	1.02	1.00	1.00
104049	355	431	562	540	380	595	353	400	571	520	397	0.98	1.00	0.93	1.02	0.97	1.05		
104091	325	445	586	541	383	601	336	437	595	535	404	0.99	1.04	0.99	1.02	0.99	1.06		
104673	337	474	498	544	374	592	437	467	522	516	437	0.97	1.30	0.99	1.05	0.95	1.17		
104738	326	466	521	537	376	621	337	490	551	526	399	1.02	1.04	1.06	1.06	0.98	1.07		
92795	321	420	484	506	348	525	411	448	498	476	419	0.96	1.29	1.07	1.03	0.95	1.21		
92867	333	455	489	504	363	604	372	454	494	462	408	1.04	1.12	1.00	1.02	0.92	1.13		
84272	435	437	627	539	422	591	430	455	642	544	458	1.00	0.99	1.05	1.03	1.01	1.09		
90838	400	427	619	525	397	587	388	424	624	545	403	1.02	0.97	1.00	1.01	1.04	1.02		
90839	425	427	614	521	413	565	419	430	608	533	402	0.99	0.99	1.01	1.00	1.03	0.98		
91188	301	386	551	487	344	553	307	377	560	494	364	1.02	1.02	0.98	1.02	1.02	1.06		
92325	338	371	552	483	361	549	316	402	529	471	354	0.98	0.94	1.09	0.96	0.98	0.99		
92356	305	379	551	480	351	585	314	381	564	505	366	1.07	1.03	1.01	1.03	1.06	1.05		
92514	443	465	637	531	436	600	418	475	621	563	393	1.04	0.95	1.03	0.98	1.07	0.91		
92578	324	364	535	482	344	533	320	354	543	469	357	0.98	0.99	0.98	1.02	0.98	1.04		
92694	319	382	529	499	355	537	319	379	546	476	378	0.98	1.00	1.00	1.04	0.96	1.07		
92722	288	418	550	504	352	571	311	410	560	510	381	1.02	1.08	0.99	1.02	1.02	1.09		
92364	277	394	488	470	333	529	274	392	501	464	323	1.03	0.99	1.00	1.03	0.99	0.97		
92860	301	434	495	499	345	552	316	461	534	495	376	1.01	1.05	1.07	1.08	1.00	1.09		

注: α が 1 を下回る場合, ζ 算定時には保率的に 1.00 とする。

表 3-18 (3) 建物耐震性評価用の応答補正比率 α の算定 (N S 方向)

評価点	最大応答加速度 (cm/s^2)																										
	① 1方向入力									② 3方向入力									α ②/①								
	FEM 節点	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW		
23.8	78011	515	290	365	490	434	328	501	270	398	474	427	335	0.98	0.94	1.10	0.97	0.99	0.99	0.98	0.94	1.10	0.97	0.99	0.99	1.03	
	78045	504	265	366	490	418	341	540	289	367	498	425	369	1.08	1.10	1.01	1.02	1.02	1.02	1.08	1.10	1.01	1.02	1.02	1.09		
	78060	459	242	355	462	401	305	466	238	367	467	396	289	1.02	0.99	1.04	1.02	0.99	0.99	1.02	0.99	1.04	1.02	0.99	0.95		
	78810	565	369	404	595	468	365	559	337	398	583	492	405	0.99	0.92	0.99	0.98	1.06	1.06	0.99	0.99	0.92	0.99	0.98	1.11		
	80024	539	328	381	560	470	335	529	348	363	599	491	382	0.99	1.07	0.96	1.07	1.05	1.05	0.99	0.99	1.07	1.07	1.05	1.15		
	80859	496	263	360	487	447	303	486	329	359	515	435	325	0.98	1.26	1.00	1.06	0.98	0.98	0.98	0.98	1.00	1.06	1.06	1.08		
	80900	517	250	386	495	447	325	529	270	384	519	460	326	1.03	1.08	1.00	1.05	1.03	1.03	1.03	1.03	1.00	1.05	1.03	1.01		
	81584	475	251	375	468	432	294	492	285	404	507	450	322	1.04	1.14	1.08	1.09	1.05	1.05	1.04	1.04	1.14	1.08	1.09	1.10		
	82001	513	313	413	465	452	333	522	363	372	473	420	380	1.02	1.16	0.91	1.02	0.93	0.93	1.02	1.02	1.16	0.91	1.02	0.93	1.15	
	82024	525	322	360	551	453	331	530	318	356	560	467	335	1.01	0.99	0.99	1.02	1.04	1.04	1.01	1.01	0.99	0.99	1.02	1.04	1.02	
	82025	516	338	347	548	449	328	506	328	345	549	451	331	0.99	0.98	1.00	1.01	1.01	1.01	0.99	0.99	0.98	1.00	1.01	1.01	1.01	
	82043	447	313	374	462	437	315	452	384	395	468	417	366	1.02	1.23	1.06	1.02	0.96	0.96	1.02	1.02	1.23	1.06	1.02	0.96	1.17	
63001	397	288	341	419	325	333	408	294	318	416	281	427	1.03	1.03	0.94	1.00	0.87	0.87	1.03	1.03	1.03	0.94	1.00	0.87	1.29		
63066	393	273	337	431	333	323	398	256	355	438	340	314	1.02	0.94	1.06	1.02	1.03	1.03	1.02	1.02	0.94	1.06	1.02	1.03	0.98		
63223	422	250	333	420	358	314	402	250	366	416	351	322	0.96	1.00	1.10	1.00	0.99	0.99	0.96	0.96	1.00	1.10	1.00	0.99	1.03		
63265	437	247	355	439	368	335	449	244	358	435	363	361	1.03	0.99	1.01	1.00	0.99	0.99	1.03	1.03	0.99	1.01	1.00	0.99	1.08		
64037	469	270	370	476	410	358	486	300	395	474	423	375	1.04	1.12	1.07	1.00	1.04	1.04	1.04	1.04	1.12	1.07	1.00	1.04	1.05		
64669	440	221	318	457	386	294	455	226	329	463	403	301	1.04	1.03	1.04	1.02	1.05	1.05	1.04	1.04	1.03	1.04	1.02	1.05	1.03		
64672	421	231	299	446	372	290	422	225	302	454	367	298	1.01	0.98	1.02	1.02	0.99	0.99	1.01	1.01	0.98	1.02	1.02	0.99	1.03		
65232	493	252	357	476	419	319	495	277	364	519	447	306	1.01	1.10	1.02	1.10	1.07	1.07	1.01	1.01	1.10	1.02	1.10	1.07	0.96		
66079	403	243	308	446	353	288	413	310	330	469	359	272	1.03	1.28	1.08	1.06	1.02	1.02	1.03	1.03	1.28	1.08	1.06	1.02	0.95		
66121	420	210	314	440	365	296	435	227	347	470	392	282	1.04	1.09	1.11	1.07	1.08	1.08	1.04	1.04	1.09	1.11	1.07	1.08	0.96		
66797	387	232	308	430	353	278	404	246	360	460	389	287	1.05	1.07	1.17	1.07	1.11	1.11	1.05	1.05	1.07	1.17	1.07	1.11	1.04		
67023	352	285	316	427	343	261	361	356	315	434	340	298	1.03	1.25	1.00	1.02	1.00	1.00	1.03	1.03	1.25	1.00	1.02	1.00	1.15		

注: α が 1 を下回る場合, ζ 算定時には保率的に 1.00 とする。

表 3-18 (4) 建物耐震性評価用の応答補正比率 α の算定 (N S 方向)

評価点		最大応答加速度 (cm/s^2)																								
EL (m)	質点 番号	F E M 節点	① 1方向入力									② 3方向入力									α ②/①					
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW
8.8	5	48001	350	228	263	375	284	295	348	235	289	374	255	338	1.00	1.04	1.10	1.00	0.90	1.15						
		48278	379	230	265	372	303	278	381	233	286	368	293	260	1.01	1.02	1.08	0.99	0.97	0.94						
		49138	330	215	251	394	295	264	341	272	271	424	298	277	1.04	1.27	1.08	1.08	1.02	1.05						
		50160	304	248	275	384	288	252	326	309	279	393	293	248	1.08	1.25	1.02	1.03	1.02	0.99						
		150257	386	255	296	405	331	298	416	266	286	382	345	306	1.08	1.05	0.97	0.95	1.05	1.03						
27	19	150288	331	220	278	404	312	287	339	212	284	410	324	302	1.03	0.97	1.03	1.02	1.04	1.06						
		150289	321	224	281	395	303	295	318	220	284	400	300	307	1.00	0.99	1.02	1.02	1.00	1.05						
		150320	394	226	313	422	333	333	409	259	319	457	349	366	1.04	1.15	1.02	1.09	1.05	1.10						
		48066	333	212	268	388	290	277	360	212	277	395	293	281	1.09	1.00	1.04	1.02	1.02	1.02						
27	19	48318	366	214	282	384	310	265	368	221	281	382	302	289	1.01	1.04	1.00	1.00	0.98	1.10						
		49176	328	209	256	401	306	269	358	206	288	426	328	269	1.10	0.99	1.13	1.07	1.08	1.00						
		49939	319	217	266	388	301	259	325	221	283	408	332	263	1.02	1.02	1.07	1.06	1.11	1.02						

注： α が 1 を下回る場合， α 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-19 (1) 建物耐震性評価用の応答補正比率 α の算定 (E-W方向)

評価点		最大応答加速度 (cm/s^2)																		
EL (m)	質点 番号	F E M 節点	① 1方向入力						② 3方向入力						α ②/①					
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW
63.5	3	128001	1480	984	979	592	827	597	1418	1041	1023	657	809	721	0.96	1.06	1.05	1.11	0.98	1.21
		128017	1508	1012	954	581	780	592	1493	1131	988	698	872	739	1.00	1.12	1.04	1.21	1.12	1.25
		128171	1282	1208	1045	675	801	834	1341	1375	1043	741	983	860	1.05	1.14	1.00	1.10	1.23	1.04
51.7	4	128187	1273	1199	999	674	838	817	1277	1081	985	673	1026	886	1.01	0.91	0.99	1.00	1.23	1.09
		124001	987	733	633	437	576	464	910	804	689	477	590	490	0.93	1.10	1.09	1.10	1.03	1.06
		124043	985	712	627	427	533	475	977	719	613	426	571	451	1.00	1.01	0.98	1.00	1.08	0.95
42.8	5	123086	955	846	627	466	586	640	957	806	655	494	578	694	1.01	0.96	1.05	1.07	0.99	1.09
		123128	973	861	631	467	573	620	942	890	650	475	643	589	0.97	1.04	1.04	1.02	1.13	0.95
		123554	792	718	543	437	521	544	793	822	605	463	640	461	1.01	1.15	1.12	1.06	1.23	0.85
42.8	5	123596	751	675	536	432	493	541	752	575	676	433	539	636	1.01	0.86	1.27	1.01	1.10	1.18
		112736	796	539	633	419	525	552	802	563	613	416	490	552	1.01	1.05	0.97	1.00	0.94	1.00
		112769	869	553	671	441	548	599	879	558	628	437	505	597	1.02	1.01	0.94	1.00	0.93	1.00
		112777	799	545	611	414	523	574	779	528	640	424	533	589	0.98	0.97	1.05	1.03	1.02	1.03
		112793	788	536	604	414	518	566	766	524	614	422	529	577	0.98	0.98	1.02	1.02	1.03	1.02
		115036	685	558	459	330	479	437	682	577	459	350	454	441	1.00	1.04	1.00	1.07	0.95	1.01
		115047	648	562	480	338	475	449	664	574	484	370	468	450	1.03	1.03	1.01	1.10	0.99	1.01
		116533	718	547	560	407	503	528	719	555	580	413	527	554	1.01	1.02	1.04	1.02	1.05	1.05
		116575	771	567	562	412	532	558	726	561	532	402	549	552	0.95	0.99	0.95	0.98	1.04	0.99
		117223	596	520	442	369	493	453	610	566	474	393	514	406	1.03	1.09	1.08	1.07	1.05	0.90
		117264	609	488	485	350	487	484	630	498	493	321	468	496	1.04	1.03	1.02	0.92	0.97	1.03
		117276	637	501	512	339	502	502	641	522	524	329	483	519	1.01	1.05	1.03	0.98	0.97	1.04
118001	743	582	437	343	512	398	718	620	489	364	555	418	0.97	1.07	1.12	1.07	1.09	1.06		

注: α が 1 を下回る場合, ζ 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-19 (2) 建物耐震性評価用の応答補正比率 α の算定 (E-W方向)

評価点		最大応答加速度 (cm/s^2)																			
EL(m)	F.E.M 節点	① 1方向入力						② 3方向入力						α ②/①							
		Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW		
34.8	6	94743	728	501	526	384	495	530	724	497	509	380	486	562	1.00	1.00	0.97	0.99	0.99	1.07	
		101001	635	478	441	312	487	431	668	496	514	327	554	497	1.06	1.04	1.17	1.05	1.14	1.16	
		101013	620	472	402	306	479	395	632	478	450	322	532	427	1.02	1.02	1.12	1.06	1.12	1.09	
		101040	598	474	397	308	469	389	578	486	440	338	470	386	0.97	1.03	1.11	1.10	1.01	1.00	
		101052	609	498	423	318	475	410	599	530	467	357	488	399	0.99	1.07	1.11	1.13	1.03	0.98	
		102191	678	497	520	373	471	503	679	679	525	494	371	477	498	1.01	1.06	0.95	1.00	1.02	1.00
		102525	728	511	551	387	502	529	699	529	529	537	388	522	514	0.97	1.04	0.98	1.01	1.04	0.98
		102845	713	497	504	376	503	519	693	491	491	510	377	511	527	0.98	0.99	1.02	1.01	1.02	1.02
		103134	706	486	475	373	504	508	707	707	495	510	382	502	479	1.01	1.02	1.08	1.03	1.00	0.95
		103176	698	479	495	366	503	523	667	465	465	485	363	507	546	0.96	0.98	0.98	1.00	1.01	1.05
		104049	576	422	422	303	473	424	607	442	442	425	305	435	388	1.06	1.05	1.01	1.01	0.92	0.92
		104091	549	422	425	301	450	420	564	425	425	429	292	451	454	1.03	1.01	1.01	0.98	1.01	1.09
104673	623	421	420	296	469	434	677	463	463	418	305	404	419	1.09	1.10	1.00	1.04	0.87	0.97		
104738	553	414	418	276	431	407	570	425	425	424	277	452	488	1.04	1.03	1.02	1.01	1.05	1.20		
92325	562	417	356	292	459	362	578	428	428	406	304	500	375	1.03	1.03	1.15	1.05	1.09	1.04		
92356	537	425	354	288	450	357	540	434	434	397	306	458	359	1.01	1.03	1.13	1.07	1.02	1.01		
92364	579	449	382	293	468	374	604	501	501	439	332	497	383	1.05	1.12	1.15	1.14	1.07	1.03		
92867	638	463	445	303	478	412	667	512	512	538	331	561	474	1.05	1.11	1.21	1.10	1.18	1.16		
84272	641	452	443	356	481	478	624	447	447	446	355	484	486	0.98	0.99	1.01	1.00	1.01	1.02		
90838	663	473	498	359	482	498	627	485	485	488	371	505	483	0.95	1.03	0.98	1.04	1.05	0.97		
90839	680	479	464	367	481	504	692	484	484	482	352	463	511	1.02	1.02	1.04	0.96	0.97	1.02		
91188	633	437	446	346	479	482	607	437	437	440	346	489	503	0.96	1.00	0.99	1.00	1.03	1.05		
92514	589	454	441	346	446	453	593	475	475	458	343	454	452	1.01	1.05	1.04	1.00	1.02	1.00		
92578	654	457	439	355	484	489	646	460	460	461	355	473	470	0.99	1.01	1.06	1.00	0.98	0.97		
92694	534	397	384	289	448	395	568	415	415	385	281	408	364	1.07	1.05	1.01	0.98	0.92	0.93		
92722	506	400	400	280	429	389	524	405	405	391	278	439	426	1.04	1.02	0.98	1.00	1.03	1.10		
92795	593	391	373	283	439	389	621	418	418	399	283	375	358	1.05	1.07	1.07	1.00	0.86	0.93		
92860	538	396	398	270	420	363	521	393	393	390	273	441	437	0.97	1.00	0.98	1.02	1.05	1.21		

注: α が 1 を下回る場合, ζ 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-19 (3) 建物耐震性評価用の応答補正比率 α の算定 (E-W方向)

評価点	最大応答加速度 (cm/s^2)																				
	EL (m)	質点 番号	F.E.M 節点	① 1方向入力						② 3方向入力						α ②/①					
				Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW
23.8	8	78011	487	342	360	275	347	487	346	418	275	440	352	1.00	1.02	1.17	1.00	1.04	1.02		
		78045	481	349	352	260	348	507	339	325	259	429	349	1.06	0.98	0.93	1.00	1.03	1.01		
		78060	507	370	378	263	364	561	365	355	262	455	382	1.11	0.99	0.94	1.00	1.06	1.05		
		78810	498	376	374	289	363	485	372	382	291	438	366	0.98	0.99	1.03	1.01	1.03	1.01		
		80024	513	380	389	307	429	507	381	388	308	419	401	0.99	1.01	1.00	1.01	0.98	1.00		
		80859	494	350	345	260	404	543	365	316	251	357	325	1.10	1.05	0.92	0.97	0.89	1.00		
		80900	485	356	368	251	396	471	359	357	260	422	357	0.98	1.01	0.98	1.04	1.07	1.09		
		81584	488	346	347	253	330	447	359	346	261	413	355	0.92	1.04	1.00	1.04	1.06	1.08		
		82001	524	351	386	284	441	508	365	460	275	453	373	0.97	1.04	1.20	0.97	1.03	1.02		
		82024	519	384	404	279	443	513	396	399	305	495	409	0.99	1.04	0.99	1.10	1.12	1.05		
		82025	542	379	427	311	427	562	398	445	285	379	420	1.04	1.06	1.05	0.92	0.89	1.05		
		82043	521	344	324	259	399	562	368	391	254	319	308	1.08	1.07	1.21	0.99	0.80	0.92		
		63001	476	325	318	236	363	470	335	383	235	371	341	0.99	1.04	1.21	1.00	1.03	1.08		
		63066	484	333	330	226	351	469	326	286	232	385	284	0.97	0.98	0.87	1.03	1.10	0.92		
63223	462	307	327	241	376	451	307	403	245	389	328	0.98	1.00	1.24	1.02	1.04	1.07				
63265	468	305	323	230	363	467	302	279	229	390	283	1.00	1.00	0.87	1.00	1.08	0.94				
64037	441	304	326	249	380	431	298	311	249	387	313	0.98	0.99	0.96	1.00	1.02	1.04				
64669	480	349	364	247	405	485	343	360	259	452	341	1.02	0.99	0.99	1.05	1.12	1.00				
64672	504	344	327	268	405	517	341	314	252	373	304	1.03	1.00	0.97	0.95	0.93	0.97				
65232	462	329	347	242	358	473	331	337	241	348	305	1.03	1.01	0.98	1.00	0.98	1.04				
66079	443	312	328	233	354	498	323	332	217	301	326	1.13	1.04	1.02	0.94	0.86	1.10				
66121	428	309	322	228	351	437	314	322	236	379	281	1.03	1.02	1.00	1.04	1.08	0.96				
66797	438	308	334	228	344	437	315	323	238	367	284	1.00	1.03	0.97	1.05	1.07	0.94				
67023	444	298	322	227	343	504	327	383	217	296	291	1.14	1.10	1.19	0.96	0.87	1.06				

注: α が 1 を下回る場合, ζ 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-19 (4) 建物耐震性評価用の応答補正比率 α の算定 (E-W方向)

評価点 EL (m)	質点 番号	F E M 節点	最大応答加速度 (cm/s^2)																							
			① 1方向入力									② 3方向入力									α ②/①					
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW
8.8	2	48001	424	325	294	210	332	288	420	342	329	210	323	306	1.00	1.06	1.12	1.00	0.98	1.07						
		48066	429	329	311	205	326	283	441	312	306	211	356	259	1.03	0.95	0.99	1.03	1.10	0.92						
		48278	408	315	295	211	332	281	403	321	328	215	323	294	0.99	1.02	1.12	1.02	0.98	1.05						
		48318	415	317	303	206	323	276	429	314	305	205	342	259	1.04	1.00	1.01	1.00	1.06	0.94						
		150257	411	283	329	210	323	276	411	288	327	210	321	267	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	0.97						
28	16	150288	439	309	362	214	322	312	475	311	359	224	347	316	1.09	1.01	1.00	1.05	1.08	1.02						
		150289	440	310	340	223	344	316	445	310	339	213	321	334	1.02	1.00	1.00	0.96	0.94	1.06						
		150320	417	266	326	204	303	301	433	266	317	201	296	308	1.04	1.00	0.98	0.99	0.98	1.03						
		49138	405	297	301	201	311	255	430	315	308	187	276	273	1.07	1.07	1.03	0.94	0.89	1.08						
28	28	49176	412	298	303	204	314	248	426	292	314	210	328	242	1.04	0.99	1.07	1.04	1.05	0.98						
		49939	417	298	303	204	313	263	435	289	324	214	319	264	1.05	0.97	1.07	1.05	1.02	1.01						
		50160	413	288	314	201	306	258	444	318	349	190	287	288	1.08	1.11	1.12	0.95	0.94	1.12						

注： α が1を下回る場合， α 算定時には保守的に1.00とする。

表 3-20 (1) 建物耐震性評価用の応答補正比率 β の算定 (N S 方向)

評価点	最大応答加速度 (cm/s^2)																			
	① 質点系対応モデル								② 建物模擬モデル								β ②/①			
	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW		
63.5	128001	1404	1244	1027	774	706	893	992	808	1067	827	774	694	0.71	0.65	1.04	1.07	1.10	0.78	
	128017	1404	1244	1027	774	706	893	924	739	1093	834	804	711	0.66	0.60	1.07	1.08	1.14	0.80	
	128171	1404	1244	1027	774	706	893	980	767	1070	835	762	696	0.70	0.62	1.05	1.08	1.08	0.78	
	128187	1404	1244	1027	774	706	893	946	716	1086	831	788	698	0.68	0.58	1.06	1.08	1.12	0.79	
51.7	123086	821	755	824	629	658	639	649	425	625	704	659	483	0.80	0.57	0.76	1.12	1.01	0.76	
	123554	815	745	815	626	653	638	670	430	631	730	676	492	0.83	0.58	0.78	1.17	1.04	0.78	
	124001	785	667	629	606	496	642	658	467	703	687	651	505	0.84	0.71	1.12	1.14	1.32	0.79	
	123128	802	709	742	615	610	637	649	442	655	730	677	514	0.81	0.63	0.89	1.19	1.11	0.81	
21	123596	814	744	815	626	653	638	669	458	653	761	687	511	0.83	0.62	0.81	1.22	1.06	0.81	
	124043	793	665	634	603	489	638	653	443	722	709	684	529	0.83	0.67	1.14	1.18	1.40	0.83	
	112736	681	498	481	488	434	553	699	590	684	708	677	574	1.03	1.19	1.43	1.46	1.56	1.04	
	112769	680	500	484	481	487	553	707	599	677	715	668	571	1.04	1.20	1.40	1.47	1.55	1.02	
42.8	112777	681	498	481	488	435	553	764	627	705	702	757	563	1.13	1.26	1.47	1.44	1.75	1.02	
	112793	681	498	481	488	434	553	772	622	688	695	754	571	1.14	1.25	1.44	1.43	1.74	1.04	
	115036	681	498	481	488	434	553	612	388	507	642	605	454	0.90	0.78	1.06	1.32	1.40	0.83	
	115047	678	496	480	487	433	551	654	340	513	590	575	418	0.97	0.69	1.07	1.22	1.33	0.76	
	116533	681	498	481	488	434	553	629	408	453	627	586	430	0.93	0.82	0.95	1.29	1.36	0.78	
	116575	681	498	481	488	434	553	626	373	439	650	608	444	0.92	0.75	1.02	1.34	1.41	0.81	
	117223	681	498	481	488	434	553	637	413	459	628	597	435	0.94	0.83	0.96	1.29	1.38	0.79	
	117264	681	498	481	488	434	553	643	369	481	650	614	446	0.95	0.75	1.00	1.34	1.42	0.81	
117276	680	498	481	488	434	552	657	343	343	498	590	587	402	0.97	0.69	1.04	1.21	1.36	0.73	
	118001	675	480	455	494	421	541	624	390	468	629	562	427	0.93	0.82	1.03	1.28	1.34	0.79	

注： β が 1 を下回る場合、 ζ 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-20 (2) 建物耐震性評価用の応答補正比率 β の算定 (N S 方向)

評価点	最大応答加速度 (cm/s^2)																β ②/①				
	① 質点系対応モデル								② 建物模擬モデル												
	EL(m)	質点 番号	FEM 節点	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW
34.8		94743	557	392	421	420	364	446	590	478	485	653	567	461	1.06	1.22	1.16	1.56	1.56	1.56	1.04
		101001	558	397	429	420	366	451	635	352	479	516	522	405	1.14	0.89	1.12	1.23	1.23	1.43	0.90
		101013	560	399	430	421	367	453	605	361	414	583	517	386	1.09	0.91	0.97	1.39	1.41	1.41	0.86
		101040	560	399	428	421	367	453	566	336	387	585	531	395	1.02	0.85	0.91	1.39	1.45	1.45	0.88
		101052	560	399	430	421	367	453	575	305	436	524	510	367	1.03	0.77	1.02	1.25	1.39	1.39	0.82
		102191	560	399	430	421	367	453	589	484	503	661	570	461	1.06	1.22	1.17	1.58	1.56	1.56	1.02
		102525	560	399	430	421	367	453	602	440	483	657	561	441	1.08	1.11	1.13	1.57	1.53	1.53	0.98
		102845	560	399	430	421	367	453	607	470	460	648	584	466	1.09	1.18	1.07	1.54	1.60	1.60	1.03
		103134	560	399	430	421	367	453	605	362	415	573	533	381	1.09	0.91	0.97	1.37	1.46	1.46	0.85
		103176	560	399	430	421	367	453	586	332	417	587	537	389	1.05	0.84	0.97	1.40	1.47	1.47	0.86
		104049	560	399	430	421	367	453	608	355	431	562	540	380	1.09	0.89	1.01	1.34	1.48	1.48	0.84
		104091	560	399	430	421	367	453	609	325	445	586	541	383	1.09	0.82	1.04	1.40	1.48	1.48	0.85
		104673	556	396	426	420	366	449	616	337	474	498	544	374	1.11	0.86	1.12	1.19	1.49	1.49	0.84
		104738	560	399	430	421	367	453	611	326	466	521	537	376	1.10	0.82	1.09	1.24	1.47	1.47	0.84
30.5		92795	495	333	383	404	338	394	552	321	420	484	506	348	1.12	0.97	1.10	1.20	1.50	1.50	0.89
		92867	500	343	382	404	344	397	586	333	455	489	504	363	1.18	0.98	1.20	1.22	1.47	1.47	0.92
		84272	487	328	391	401	340	398	591	435	437	627	539	422	1.22	1.33	1.12	1.57	1.59	1.59	1.07
		90838	498	338	383	402	343	400	576	400	427	619	525	397	1.16	1.19	1.12	1.54	1.54	1.54	1.00
		90839	498	338	383	402	343	400	572	425	427	614	521	413	1.15	1.26	1.12	1.53	1.52	1.52	1.04
		91188	498	338	383	402	343	400	544	301	386	551	487	344	1.10	0.90	1.01	1.38	1.42	1.42	0.86
		92325	503	345	386	406	344	402	563	338	371	552	483	361	1.12	0.98	0.97	1.36	1.41	1.41	0.90
		92356	502	342	383	405	343	399	549	305	379	551	480	351	1.10	0.90	0.99	1.37	1.40	1.40	0.88
		92514	535	363	414	409	357	424	582	443	465	637	531	436	1.09	1.23	1.13	1.56	1.49	1.49	1.03
		92578	483	328	382	402	336	386	546	324	364	535	482	344	1.14	0.99	0.96	1.34	1.44	1.44	0.90
		92694	484	328	384	403	337	388	553	319	382	529	499	355	1.15	0.98	1.00	1.32	1.49	1.49	0.92
		92722	489	331	385	404	339	392	564	288	418	550	504	352	1.16	0.88	1.09	1.37	1.49	1.49	0.90
		92364	492	338	379	402	340	393	514	277	394	488	470	333	1.05	0.82	1.04	1.22	1.39	1.39	0.85
		92860	496	336	382	404	341	395	547	301	434	495	499	345	1.11	0.90	1.14	1.23	1.47	1.47	0.88

注: β が 1 を下回る場合, ζ 算定時には保率的に 1.00 とする。

表 3-20 (3) 建物耐震性評価用の応答補正比率 β の算定 (N S 方向)

評価点	最大応答加速度 (cm/s^2)																			
	EL (m)	① 質点系対応モデル				② 建物模擬モデル				β ②/①										
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	
23.8	FEM 節点	78011	466	300	378	392	312	385	515	290	365	490	434	328	1.11	0.97	0.97	1.25	1.40	0.86
		78045	466	299	377	392	312	385	504	265	366	490	418	341	1.09	0.89	0.98	1.25	1.34	0.89
		78060	463	297	374	391	311	384	459	242	355	462	401	305	1.00	0.82	0.95	1.19	1.29	0.80
		78810	466	299	377	392	312	385	565	369	404	595	468	365	1.22	1.24	1.08	1.52	1.50	0.95
		80024	466	299	377	392	312	385	539	328	381	560	470	335	1.16	1.10	1.02	1.43	1.51	0.88
		80859	465	299	377	392	312	385	496	263	360	487	447	303	1.07	0.88	0.96	1.25	1.44	0.79
		80900	466	299	377	392	312	385	517	250	386	495	447	325	1.11	0.84	1.03	1.27	1.44	0.85
		81584	464	297	375	392	311	385	475	251	375	468	432	294	1.03	0.85	1.00	1.20	1.39	0.77
		82001	469	302	379	394	313	386	513	313	413	465	452	333	1.10	1.04	1.09	1.19	1.45	0.87
		82024	453	290	366	389	309	379	525	322	360	551	453	331	1.16	1.12	0.99	1.42	1.47	0.88
		82025	457	293	370	390	310	380	516	338	347	548	449	328	1.13	1.16	0.94	1.41	1.45	0.87
	15.3		82043	456	292	369	390	309	382	447	313	374	462	437	315	0.99	1.08	1.02	1.19	1.42
		63001	409	243	319	354	304	359	397	288	341	419	325	333	0.98	1.19	1.07	1.19	1.07	0.93
		63066	409	243	319	354	304	359	393	273	337	431	333	323	0.97	1.13	1.06	1.22	1.10	0.90
		63223	409	243	319	354	304	359	422	250	333	420	358	314	1.04	1.03	1.05	1.19	1.18	0.88
		63265	409	243	319	354	304	359	437	247	355	439	368	335	1.07	1.02	1.12	1.25	1.22	0.94
		64037	409	243	319	354	304	359	469	270	370	476	410	358	1.15	1.12	1.16	1.35	1.35	1.00
		64669	409	243	319	354	304	359	440	221	318	457	386	294	1.08	0.91	1.00	1.30	1.27	0.82
		64672	409	243	319	354	304	359	421	231	299	446	372	290	1.03	0.96	0.94	1.26	1.23	0.81
		65232	409	243	319	354	304	359	493	252	357	476	419	319	1.21	1.04	1.12	1.35	1.38	0.89
		66079	409	243	319	354	304	359	403	243	308	446	353	288	0.99	1.00	0.97	1.26	1.17	0.81
		66121	409	243	319	354	304	359	420	210	314	440	365	296	1.03	0.87	0.99	1.25	1.21	0.83
		66797	408	243	318	354	304	358	387	232	308	430	353	278	0.95	0.96	0.97	1.22	1.17	0.78
	67023	402	241	315	354	301	351	352	285	316	427	343	261	0.88	1.19	1.01	1.21	1.14	0.75	

注： β が 1 を下回る場合、 ζ 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-20 (4) 建物耐震性評価用の応答補正比率 β の算定 (N S 方向)

評価点		最大応答加速度 (cm/s^2)														β ②/①						
EL (m)	質点 番号	F E M 節点	① 質点系対応モデル							② 建物模擬モデル												
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW		
8.8	5	48001	368	208	241	312	279	286	350	228	263	375	284	295	0.96	1.10	1.10	1.21	1.02	1.04		
		48278	369	210	245	315	281	288	379	230	265	372	303	278	1.03	1.10	1.09	1.19	1.08	0.97		
		49138	369	210	245	315	281	288	330	215	251	394	295	264	0.90	1.03	1.03	1.26	1.05	0.92		
		50160	364	208	242	314	278	285	304	248	275	384	288	252	0.84	1.20	1.14	1.23	1.04	0.89		
		150257	401	253	281	323	297	340	386	255	296	405	331	298	0.97	1.01	1.06	1.26	1.12	0.88		
8.8	19	150288	371	206	249	311	281	290	331	220	278	404	312	287	0.90	1.07	1.12	1.30	1.12	0.99		
		150289	372	206	247	311	281	289	321	224	281	395	303	295	0.87	1.09	1.14	1.28	1.08	1.03		
		150320	385	252	289	325	293	335	394	226	313	422	333	333	1.03	0.90	1.09	1.30	1.14	1.00		
		48066	368	208	241	313	279	286	333	212	268	388	290	277	0.91	1.02	1.12	1.24	1.04	0.97		
8.8	27	48318	369	210	245	315	281	288	366	214	282	384	310	265	1.00	1.02	1.16	1.22	1.11	0.93		
		49176	369	209	242	313	279	286	328	209	256	401	306	269	0.89	1.00	1.06	1.29	1.10	0.95		
		49939	369	210	245	314	280	287	319	217	266	388	301	259	0.87	1.04	1.09	1.24	1.08	0.91		

注： β が 1 を下回る場合， ζ 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-21 (1) 建物耐震性評価用の応答補正比率 β の算定 (E-W方向)

評価点		最大応答加速度 (cm/s^2)																							
EL (m)	質点 番号	① 質点系対応モデル								② 建物模擬モデル								β ②/①							
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW						
63.5	3	128001	1911	1221	1141	943	934	913	1480	984	979	592	827	597	0.78	0.81	0.86	0.63	0.89	0.66					
		128017	1911	1221	1141	943	934	913	1508	1012	954	581	780	592	0.79	0.83	0.84	0.62	0.84	0.65					
		128171	1911	1221	1141	943	934	913	1282	1208	1045	675	801	834	0.68	0.99	0.92	0.72	0.86	0.92					
51.7	4	128187	1911	1221	1141	943	934	913	1273	1199	999	674	838	817	0.67	0.99	0.88	0.72	0.90	0.90					
		124001	1170	841	788	612	622	702	987	733	633	437	576	464	0.85	0.88	0.81	0.72	0.93	0.67					
		124043	1099	862	741	592	621	686	985	712	627	427	533	475	0.90	0.83	0.85	0.73	0.86	0.70					
42.8	5	123086	1138	773	697	557	667	690	955	846	627	466	586	640	0.84	1.10	0.90	0.84	0.88	0.93					
		123128	1140	775	699	557	668	695	973	861	631	467	573	620	0.86	1.12	0.91	0.84	0.86	0.90					
		123554	1125	772	692	553	661	686	792	718	543	437	521	544	0.71	0.94	0.79	0.80	0.79	0.80					
42.8	5	123596	1127	773	692	553	661	685	751	675	536	432	493	541	0.67	0.88	0.78	0.79	0.75	0.79					
		112736	718	595	478	374	441	600	796	539	633	419	525	552	1.11	0.91	1.33	1.13	1.20	0.92					
		112769	718	592	478	378	441	604	869	553	671	441	548	599	1.22	0.94	1.41	1.17	1.25	1.00					
		112777	711	592	473	373	439	599	799	545	611	414	523	574	1.13	0.93	1.30	1.11	1.20	0.96					
		112793	713	594	475	373	440	599	788	536	604	414	518	566	1.11	0.91	1.28	1.11	1.18	0.95					
		115036	719	596	479	374	442	600	685	558	459	330	479	437	0.96	0.94	0.96	0.89	1.09	0.73					
		115047	715	590	472	371	440	596	648	562	480	338	475	449	0.91	0.96	1.02	0.92	1.08	0.76					
		116533	719	596	479	374	442	600	718	547	560	407	503	528	1.00	0.92	1.17	1.09	1.14	0.88					
		116575	719	596	479	374	442	600	771	567	562	412	532	558	1.08	0.96	1.18	1.11	1.21	0.93					
		117223	719	596	479	374	442	600	596	520	442	369	493	453	0.83	0.88	0.93	0.99	1.12	0.76					
		117264	719	596	479	374	442	600	609	488	485	350	487	484	0.85	0.82	1.02	0.94	1.11	0.81					
		117276	718	595	477	373	441	599	637	501	512	339	502	502	0.89	0.85	1.08	0.91	1.14	0.84					
118001	727	621	519	396	451	598	743	582	437	343	512	398	1.03	0.94	0.85	0.87	1.14	0.67							

注： β が 1 を下回る場合、 ζ 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-21 (2) 建物耐震性評価用の応答補正比率 β の算定 (E-W方向)

評価点		最大応答加速度 (cm/s^2)												β ②/①					
EL(m)	評価点 番号	① 質点系対応モデル						② 建物模擬モデル						②/①					
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW						
34.8	FEM 節点	94743	519	423	338	374	551	728	501	526	384	495	530	1.17	0.97	1.25	1.14	1.33	0.97
		101001	514	414	336	373	543	635	478	441	312	487	431	1.05	0.93	1.07	0.93	1.31	0.80
		101013	515	414	336	376	543	620	472	402	306	479	395	0.92	0.92	0.98	0.92	1.28	0.73
		101040	518	410	337	376	542	598	474	397	308	469	389	0.98	0.92	0.97	0.92	1.25	0.72
		101052	612	515	414	336	376	609	498	423	318	475	410	1.00	0.97	1.03	0.95	1.27	0.76
		102191	612	515	414	336	376	678	497	520	373	471	503	1.11	0.97	1.26	1.12	1.26	0.93
		102525	612	515	414	336	376	728	511	551	387	502	529	1.19	1.00	1.34	1.16	1.34	0.98
		102845	612	515	414	336	376	713	497	504	376	503	519	1.17	0.97	1.22	1.12	1.34	0.96
		103134	612	515	414	336	376	706	486	475	373	504	508	1.16	0.95	1.15	1.12	1.35	0.94
		103176	612	515	414	336	376	698	479	495	366	503	523	1.15	0.94	1.20	1.09	1.34	0.97
		104049	612	515	414	336	376	576	422	422	303	473	424	0.95	0.82	1.02	0.91	1.26	0.79
		104091	612	515	414	336	376	549	422	425	301	450	420	0.90	0.82	1.03	0.90	1.20	0.78
	104673	611	513	414	336	373	623	421	420	296	469	434	1.02	0.83	1.02	0.89	1.26	0.81	
	104738	612	515	414	336	376	553	414	418	276	431	407	0.91	0.81	1.01	0.83	1.15	0.75	
7		92325	563	472	383	311	492	562	417	356	292	459	362	1.00	0.89	0.93	0.94	1.41	0.74
		92356	568	474	390	315	499	537	425	354	288	450	357	0.95	0.90	0.91	0.92	1.36	0.72
		92364	584	493	393	320	510	579	449	382	293	468	374	1.00	0.92	0.98	0.92	1.39	0.74
		92867	588	499	392	326	365	638	463	445	303	478	412	1.09	0.93	1.14	0.93	1.31	0.81
		84272	568	466	395	312	336	641	452	443	356	481	478	1.13	0.97	1.13	1.15	1.44	0.96
		90838	579	476	403	319	348	663	473	498	359	482	498	1.15	1.00	1.24	1.13	1.39	0.97
30.5		90839	579	476	403	319	680	479	464	367	481	504	1.18	1.01	1.16	1.16	1.39	0.98	
		91188	579	476	403	319	633	437	446	346	479	482	1.10	0.92	1.11	1.09	1.38	0.94	
		92514	589	484	407	322	589	454	441	346	446	453	1.00	0.94	1.09	1.08	1.27	0.87	
		92578	581	476	406	318	654	457	439	355	484	489	1.13	0.97	1.09	1.12	1.41	0.95	
25		92694	566	472	387	312	534	397	384	289	448	395	0.95	0.85	1.00	0.93	1.36	0.80	
		92722	564	471	387	312	506	400	400	280	429	389	0.90	0.85	1.04	0.90	1.31	0.79	
30		92795	570	475	390	312	593	391	373	283	439	389	1.05	0.83	0.96	0.91	1.35	0.79	
		92860	562	469	386	310	538	396	398	270	420	363	0.96	0.85	1.04	0.88	1.29	0.74	

注: β が 1 を下回る場合, ζ 算定時には保率的に 1.00 とする。

表 3-21 (3) 建物耐震性評価用の応答補正比率 β の算定 (E-W方向)

評価点	最大応答加速度 (cm/s^2)																				
	EL (m)	質点番号	① 質点系対応モデル				② 建物模擬モデル				β ②/①										
			Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	
23.8	8	FEM 節点	78011	493	381	366	258	262	415	487	342	360	275	427	347	0.99	0.90	0.99	1.07	1.63	0.84
		78045	497	383	367	260	263	419	481	349	352	260	417	348	0.97	0.92	0.96	1.00	1.59	0.84	
		78060	504	390	366	265	266	424	507	370	378	263	432	364	1.01	0.95	1.04	1.00	1.63	0.86	
		78810	502	388	367	263	266	423	498	376	374	289	428	363	1.00	0.97	1.02	1.10	1.61	0.86	
		80024	502	388	367	263	266	423	513	380	389	307	429	401	1.03	0.98	1.06	1.17	1.62	0.95	
		80859	502	388	367	263	265	423	494	350	345	260	404	335	0.99	0.91	0.95	0.99	1.53	0.80	
		80900	502	388	367	263	266	423	485	356	368	251	396	328	0.97	0.92	1.01	0.96	1.49	0.78	
		81584	500	386	367	262	265	422	488	346	347	253	391	330	0.98	0.90	0.95	0.97	1.48	0.79	
		82001	488	374	371	253	266	409	524	351	386	284	441	369	1.08	0.94	1.05	1.13	1.66	0.91	
		82024	508	400	363	272	268	433	519	384	404	279	443	392	1.03	0.96	1.12	1.03	1.66	0.91	
		82025	505	401	364	269	268	431	542	379	427	311	427	402	1.08	0.95	1.18	1.16	1.60	0.94	
		82043	496	388	367	262	264	420	521	344	324	259	399	337	1.06	0.89	0.89	0.99	1.52	0.81	
		63001	446	297	365	185	272	323	476	325	318	236	363	316	1.07	1.10	0.88	1.28	1.34	0.98	
		63066	446	297	365	185	272	323	484	333	330	226	351	311	1.09	1.13	0.91	1.23	1.30	0.97	
		63223	446	297	365	185	272	323	462	307	327	241	376	308	1.04	1.04	0.90	1.31	1.39	0.96	
		63265	446	297	365	185	272	323	468	305	323	230	363	302	1.05	1.03	0.89	1.25	1.34	0.94	
64037	446	297	365	185	272	323	441	304	326	249	380	301	0.99	1.03	0.90	1.35	1.40	0.94			
64669	446	297	365	185	272	323	480	349	364	247	405	344	1.08	1.18	1.00	1.34	1.49	1.07			
64672	446	297	365	185	272	323	504	344	327	268	405	316	1.14	1.16	0.90	1.45	1.49	0.98			
65232	446	297	365	185	272	323	462	329	347	242	358	296	1.04	1.11	0.96	1.31	1.32	0.92			
66079	446	297	365	185	272	323	443	312	328	233	354	297	1.00	1.06	0.90	1.26	1.31	0.92			
66121	446	297	365	185	272	323	428	309	322	228	351	293	0.96	1.05	0.89	1.24	1.30	0.91			
66797	445	297	365	185	272	323	438	308	334	228	344	304	0.99	1.04	0.92	1.24	1.27	0.95			
67023	444	300	364	188	271	324	444	298	322	227	343	276	1.00	1.00	0.89	1.21	1.27	0.86			

注: β が 1 を下回る場合, ζ 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-21 (4) 建物耐震性評価用の応答補正比率 β の算定 (E-W方向)

評価点 EL (m)	F E M 節点 質点 番号	最大応答加速度 (cm/s^2)																			
		① 質点系対応モデル									② 建物模擬モデル									β ②/①	
		Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW		
8.8	48001	380	255	343	174	262	284	424	325	294	210	332	288	1.12	1.28	0.86	1.21	1.27	1.02		
	48066	381	255	343	174	262	284	429	329	311	205	326	283	1.13	1.30	0.91	1.18	1.25	1.00		
	48278	382	256	343	174	263	284	408	315	295	211	332	281	1.07	1.24	0.87	1.22	1.27	0.99		
	48318	382	256	343	174	263	284	415	317	303	206	323	276	1.09	1.24	0.89	1.19	1.23	0.98		
	150257	385	259	360	173	265	282	411	283	329	210	323	276	1.07	1.10	0.92	1.22	1.22	0.98		
16	150288	437	292	405	183	316	326	439	309	362	214	322	312	1.01	1.06	0.90	1.17	1.02	0.96		
	150289	440	290	402	184	316	332	440	310	340	223	344	316	1.00	1.07	0.85	1.22	1.09	0.96		
	150320	381	259	359	173	263	283	417	266	326	204	303	301	1.10	1.03	0.91	1.18	1.16	1.07		
	49138	382	256	343	174	263	284	405	297	301	201	311	255	1.07	1.17	0.88	1.16	1.19	0.90		
28	49176	381	255	344	174	262	283	412	297	295	202	314	248	1.09	1.17	0.86	1.17	1.20	0.88		
	49939	381	255	343	174	263	284	417	298	303	204	313	263	1.10	1.17	0.89	1.18	1.20	0.93		
	50160	380	259	342	174	262	284	413	288	314	201	306	258	1.09	1.12	0.92	1.16	1.17	0.91		

注： β が 1 を下回る場合， ζ 算定時には保守的に 1.00 とする。

表 3-22 (1) 建物耐震性評価用の応答補正比率 ζ の算定 (NS 方向)

評価点		α										β										$\zeta = \alpha \times \beta$										NS 方向 応答補正 比率 ζ
EL (m)	質点 番号	FEM 節点	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW						
63.5	6	128001	1.01	1.09	1.00	1.01	1.18	1.10	1.00	1.00	1.04	1.07	1.10	1.00	1.01	1.09	1.04	1.08	1.30	1.10	1.10	1.01	1.01	1.00	1.04	1.08	1.10	1.30				
		128017	1.01	1.00	1.09	1.10	1.05	1.01	1.00	1.00	1.00	1.07	1.08	1.14	1.00	1.01	1.00	1.17	1.19	1.20	1.00	1.00	1.03	1.03	1.05	1.20	1.01					
		128171	1.03	1.03	1.00	1.15	1.00	1.13	1.00	1.00	1.00	1.05	1.08	1.08	1.00	1.03	1.03	1.05	1.24	1.08	1.00	1.00	1.03	1.03	1.05	1.08	1.13					
		128187	1.05	1.12	1.05	1.00	1.00	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.08	1.12	1.00	1.05	1.12	1.11	1.08	1.12	1.00	1.00	1.05	1.12	1.08	1.12	1.11					
51.7	7	123086	1.01	1.02	1.00	1.00	1.00	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.12	1.01	1.00	1.01	1.02	1.00	1.12	1.01	1.00	1.00	1.01	1.02	1.00	1.01	1.06	1.32				
		123554	1.03	1.15	1.00	1.00	1.00	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	1.04	1.00	1.03	1.15	1.00	1.17	1.04	1.00	1.00	1.03	1.15	1.00	1.17	1.04					
		124001	1.03	1.06	1.00	1.04	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.12	1.14	1.32	1.00	1.03	1.06	1.12	1.19	1.32	1.00	1.00	1.03	1.06	1.12	1.19	1.04					
		123128	1.03	1.00	1.04	1.00	1.02	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.19	1.11	1.00	1.03	1.00	1.04	1.19	1.13	1.00	1.00	1.03	1.00	1.04	1.19	1.04					
42.8	8	1233596	1.02	1.05	1.06	1.00	1.00	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.22	1.06	1.00	1.02	1.05	1.06	1.22	1.06	1.00	1.00	1.02	1.05	1.06	1.22	1.08	1.48				
		124043	1.04	1.03	1.01	1.02	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.14	1.18	1.40	1.00	1.04	1.03	1.15	1.20	1.48	1.00	1.00	1.04	1.03	1.15	1.20	1.00					
		112736	1.10	1.04	1.12	1.00	1.05	1.00	1.00	1.03	1.19	1.43	1.46	1.56	1.04	1.13	1.24	1.60	1.46	1.64	1.00	1.00	1.13	1.24	1.60	1.46	1.04					
		112769	1.13	1.09	1.17	1.00	1.02	1.00	1.00	1.04	1.20	1.40	1.47	1.55	1.04	1.18	1.31	1.64	1.47	1.58	1.00	1.00	1.18	1.31	1.64	1.47	1.04					
42.8	8	112777	1.01	1.00	1.00	1.06	1.00	1.00	1.00	1.13	1.26	1.47	1.44	1.75	1.02	1.14	1.26	1.47	1.53	1.75	1.00	1.00	1.14	1.26	1.47	1.53	1.02	1.75				
		112793	1.01	1.00	1.00	1.08	1.00	1.00	1.00	1.14	1.25	1.44	1.43	1.74	1.04	1.15	1.25	1.44	1.54	1.74	1.00	1.00	1.15	1.25	1.44	1.54	1.04					
		115036	1.04	1.00	1.02	1.00	1.05	1.01	1.00	1.00	1.00	1.06	1.32	1.40	1.00	1.04	1.00	1.08	1.32	1.47	1.00	1.00	1.04	1.00	1.08	1.32	1.01					
		115047	1.04	1.13	1.00	1.06	1.08	1.07	1.00	1.00	1.00	1.07	1.22	1.33	1.00	1.04	1.13	1.07	1.29	1.44	1.00	1.00	1.04	1.13	1.07	1.29	1.07					
		116533	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.29	1.36	1.00	1.00	1.01	1.00	1.29	1.36	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.29	1.00					
		116575	1.01	1.04	1.03	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	1.34	1.41	1.00	1.01	1.04	1.05	1.35	1.42	1.00	1.00	1.01	1.04	1.05	1.35	1.00					
		117223	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.29	1.38	1.00	1.00	1.02	1.00	1.29	1.38	1.00	1.00	1.00	1.02	1.00	1.29	1.00					
		117264	1.00	1.04	1.06	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.34	1.42	1.00	1.00	1.04	1.06	1.37	1.43	1.00	1.00	1.00	1.04	1.06	1.37	1.00					
117276	1.06	1.10	1.02	1.00	1.00	1.31	1.00	1.00	1.00	1.04	1.21	1.36	1.00	1.06	1.10	1.06	1.21	1.36	1.00	1.00	1.06	1.10	1.06	1.21	1.36							
118001	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.00	1.00	1.00	1.03	1.28	1.34	1.00	1.00	1.00	1.03	1.28	1.34	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.28	1.03							

注 1：各質点の応答補正比率として採用する ζ は、各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値とする。

注 2：ハッチングは各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値を示す。

表 3-22 (3) 建物耐震性評価用の応答補正比率 ζ の算定 (NS方向)

評価点		α										β										$\zeta = \alpha \times \beta$										NS方向 応答補正 比率 ζ
EL(m)	質点 番号	FEM 節点	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW						
23.8	3	78011	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.03	1.11	1.00	1.00	1.25	1.40	1.00	1.11	1.00	1.10	1.25	1.40	1.00	1.11	1.00	1.10	1.25	1.40	1.03						
		78045	1.08	1.10	1.01	1.02	1.02	1.09	1.09	1.09	1.00	1.00	1.25	1.34	1.00	1.18	1.10	1.01	1.28	1.37	1.09	1.18	1.10	1.01	1.28	1.37	1.09					
		78060	1.02	1.00	1.04	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.19	1.29	1.00	1.02	1.00	1.04	1.21	1.29	1.00	1.02	1.00	1.04	1.21	1.29	1.00					
		78810	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06	1.11	1.11	1.22	1.24	1.08	1.52	1.50	1.00	1.22	1.24	1.00	1.52	1.59	1.11	1.22	1.24	1.00	1.52	1.59	1.11					
		80024	1.00	1.07	1.00	1.07	1.05	1.15	1.15	1.16	1.10	1.02	1.43	1.51	1.00	1.16	1.18	1.02	1.53	1.59	1.15	1.16	1.18	1.02	1.53	1.59	1.15					
		80859	1.00	1.26	1.00	1.06	1.00	1.08	1.08	1.07	1.00	1.00	1.25	1.44	1.00	1.07	1.26	1.00	1.33	1.44	1.08	1.07	1.26	1.00	1.33	1.44	1.08					
		80900	1.03	1.08	1.00	1.05	1.03	1.01	1.01	1.11	1.00	1.03	1.27	1.44	1.00	1.14	1.08	1.03	1.33	1.48	1.01	1.14	1.08	1.03	1.33	1.48	1.01					
		81584	1.04	1.14	1.08	1.09	1.05	1.10	1.03	1.03	1.00	1.00	1.20	1.39	1.00	1.07	1.14	1.08	1.31	1.46	1.10	1.07	1.14	1.08	1.31	1.46	1.10					
		82001	1.02	1.16	1.00	1.02	1.00	1.15	1.10	1.10	1.04	1.09	1.19	1.45	1.00	1.12	1.21	1.09	1.21	1.45	1.15	1.12	1.21	1.09	1.21	1.45	1.15					
		82024	1.01	1.00	1.00	1.02	1.04	1.02	1.04	1.16	1.12	1.00	1.42	1.47	1.00	1.17	1.12	1.00	1.45	1.53	1.02	1.17	1.12	1.00	1.45	1.53	1.02					
15.3	4	82025	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01	1.01	1.13	1.16	1.00	1.41	1.45	1.00	1.13	1.16	1.00	1.42	1.46	1.01	1.13	1.16	1.00	1.42	1.46	1.01						
		82043	1.02	1.23	1.06	1.02	1.00	1.17	1.00	1.00	1.08	1.02	1.19	1.42	1.00	1.02	1.33	1.08	1.21	1.42	1.01	1.02	1.33	1.08	1.21	1.42	1.01					
		63001	1.03	1.03	1.00	1.00	1.00	1.29	1.00	1.00	1.19	1.07	1.19	1.07	1.00	1.03	1.03	1.07	1.19	1.07	1.29	1.03	1.03	1.07	1.19	1.07	1.29					
		63066	1.02	1.00	1.06	1.02	1.03	1.00	1.00	1.00	1.13	1.06	1.22	1.10	1.00	1.02	1.13	1.12	1.24	1.13	1.00	1.02	1.13	1.12	1.24	1.13	1.00					
		63223	1.00	1.00	1.10	1.00	1.00	1.03	1.03	1.04	1.03	1.05	1.19	1.18	1.00	1.04	1.03	1.16	1.19	1.18	1.03	1.04	1.03	1.16	1.19	1.18	1.03					
		63265	1.03	1.00	1.01	1.00	1.00	1.08	1.08	1.07	1.02	1.12	1.25	1.22	1.00	1.10	1.02	1.13	1.25	1.22	1.08	1.10	1.02	1.13	1.25	1.22	1.08					
		64037	1.04	1.12	1.07	1.00	1.04	1.05	1.05	1.15	1.12	1.16	1.35	1.35	1.00	1.20	1.25	1.24	1.35	1.40	1.05	1.15	1.25	1.24	1.35	1.40	1.05					
		64669	1.04	1.03	1.04	1.02	1.05	1.03	1.08	1.08	1.00	1.00	1.30	1.27	1.00	1.12	1.03	1.04	1.33	1.33	1.03	1.12	1.03	1.04	1.33	1.33	1.03					
		64672	1.01	1.00	1.02	1.02	1.00	1.03	1.03	1.03	1.03	1.00	1.26	1.23	1.00	1.04	1.00	1.02	1.29	1.23	1.03	1.04	1.00	1.02	1.29	1.23	1.03					
		65232	1.01	1.10	1.02	1.10	1.07	1.00	1.00	1.21	1.04	1.12	1.35	1.38	1.00	1.22	1.14	1.14	1.49	1.48	1.00	1.22	1.14	1.14	1.49	1.48	1.00					
66079	1.03	1.28	1.08	1.06	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.26	1.17	1.00	1.03	1.28	1.08	1.34	1.19	1.00	1.03	1.28	1.08	1.34	1.19	1.00							
66121	1.04	1.09	1.11	1.07	1.08	1.00	1.00	1.03	1.00	1.00	1.25	1.21	1.00	1.07	1.09	1.11	1.34	1.31	1.00	1.03	1.09	1.11	1.34	1.31	1.00							
66797	1.05	1.07	1.17	1.07	1.11	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.22	1.17	1.00	1.05	1.07	1.17	1.31	1.30	1.04	1.00	1.07	1.17	1.31	1.30	1.04							
67023	1.03	1.25	1.00	1.02	1.00	1.15	1.00	1.00	1.19	1.01	1.21	1.14	1.00	1.03	1.49	1.01	1.23	1.14	1.15	1.03	1.49	1.01	1.23	1.14	1.15							

注1：各質点の応答補正比率として採用する ζ は、各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値とする。

注2：ハッチングは各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値を示す。

表 3-22 (4) 建物耐震性評価用の応答補正比率 ζ の算定 (NS方向)

評価点		α						β						$\zeta = \alpha \times \beta$						NS方向 応答補正 比率 ζ		
EL (m)	質点 番号	F.E.M 節点	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-F1	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS		Sd-N2EW	
			8.8	5	48001	1.00	1.04	1.10	1.00	1.00	1.15	1.00	1.10	1.10	1.21	1.02	1.04	1.00	1.14	1.21	1.21	1.02
48278	1.01	1.02			1.08	1.00	1.00	1.00	1.03	1.10	1.09	1.19	1.08	1.00	1.04	1.12	1.18	1.19	1.08	1.00		
49138	1.04	1.27			1.08	1.08	1.02	1.05	1.00	1.03	1.03	1.26	1.05	1.00	1.04	1.31	1.11	1.36	1.07	1.05		
50160	1.08	1.25			1.02	1.03	1.02	1.00	1.00	1.20	1.20	1.14	1.23	1.04	1.00	1.50	1.16	1.27	1.26	1.06	1.00	
150257	1.08	1.05			1.00	1.00	1.05	1.03	1.00	1.01	1.01	1.06	1.26	1.12	1.00	1.06	1.06	1.06	1.26	1.18	1.03	
19		150288	1.03	1.00	1.03	1.02	1.04	1.06	1.00	1.07	1.12	1.30	1.12	1.00	1.03	1.07	1.15	1.33	1.16	1.06	1.42	
		150289	1.00	1.00	1.02	1.02	1.00	1.05	1.00	1.09	1.14	1.28	1.08	1.03	1.00	1.09	1.16	1.31	1.08	1.08		
		150320	1.04	1.15	1.02	1.09	1.05	1.10	1.03	1.00	1.09	1.09	1.30	1.14	1.00	1.07	1.11	1.42	1.20	1.10		
27		48066	1.09	1.00	1.04	1.02	1.02	1.02	1.00	1.02	1.12	1.24	1.04	1.00	1.09	1.02	1.16	1.26	1.06	1.02	1.38	
		48318	1.01	1.04	1.00	1.00	1.00	1.10	1.00	1.02	1.16	1.22	1.11	1.00	1.01	1.06	1.16	1.22	1.11	1.10		
		49176	1.10	1.00	1.13	1.07	1.08	1.00	1.00	1.00	1.06	1.06	1.29	1.10	1.00	1.10	1.20	1.38	1.19	1.00		
		49939	1.02	1.02	1.07	1.06	1.11	1.02	1.00	1.04	1.04	1.09	1.24	1.08	1.00	1.02	1.06	1.17	1.31	1.20		1.02

注 1：各質点の応答補正比率として採用する ζ は、各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値とする。

注 2：ハッチングは各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値を示す。

表 3-23 (1) 建物耐震性評価用の応答補正比率ζの算定 (E-W方向)

評価点		α										β										ζ = α × β										E-W方向 応答補正 比率 ζ		
EL(m)	質点 番号	FEM 節点	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-NI	Sd-N2NS	Sd-N2EW								
63.5	3	128001	1.00	1.06	1.05	1.11	1.00	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06	1.05	1.11	1.00	1.21	1.00	1.06	1.05	1.11	1.00	1.21	1.25	
		128017	1.00	1.12	1.04	1.21	1.12	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.12	1.04	1.21	1.12	1.25	1.00	1.12	1.04	1.21	1.12	1.25		
		128171	1.05	1.14	1.00	1.10	1.23	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.05	1.14	1.00	1.10	1.23	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
51.7	4	128187	1.01	1.00	1.00	1.00	1.23	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	
		124001	1.00	1.10	1.09	1.10	1.03	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.10	1.09	1.10	1.03	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
		124043	1.00	1.01	1.00	1.00	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
42.8	5	123128	1.00	1.04	1.04	1.02	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.16	1.04	1.02	1.13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.27	
		123554	1.01	1.15	1.12	1.06	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.15	1.12	1.06	1.23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
		123596	1.01	1.00	1.27	1.01	1.10	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.27	1.01	1.10	1.18	1.00	1.00	1.27	1.01	1.10	1.18		
42.8	5	112736	1.01	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.13	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.12	1.05	1.33	1.01	1.05	1.00	1.13	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.13	1.20	1.00	1.41	
		112769	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.24	1.01	1.41	1.02	1.01	1.00	1.17	1.25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.17	1.25	1.00		
		112777	1.00	1.00	1.05	1.03	1.02	1.03	1.03	1.00	1.00	1.00	1.11	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.13	1.00	1.37	1.00	1.00	1.00	1.11	1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11	1.20		1.00
		112793	1.00	1.00	1.02	1.02	1.03	1.02	1.02	1.00	1.00	1.00	1.11	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11	1.00	1.31	1.00	1.00	1.00	1.11	1.18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11	1.18		1.00
		115036	1.00	1.04	1.00	1.07	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.00	1.00	1.04	1.00	1.00	1.09	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.09		1.00
		115047	1.03	1.03	1.01	1.10	1.00	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.02	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.03	1.03	1.03	1.03	1.00	1.02	1.08	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	1.08		1.00
		116533	1.01	1.02	1.04	1.02	1.05	1.05	1.05	1.00	1.00	1.00	1.09	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02	1.22	1.01	1.02	1.00	1.09	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.02		1.00
		116575	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.00	1.04	1.00	1.00	1.00	1.11	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.08	1.00	1.18	1.00	1.00	1.00	1.11	1.21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11	1.21		1.00
		117223	1.03	1.09	1.08	1.07	1.05	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.09	1.08	1.03	1.09	1.00	1.00	1.12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.12		1.00
		117264	1.04	1.03	1.02	1.00	1.00	1.03	1.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04	1.03	1.04	1.04	1.03	1.00	1.00	1.11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.11		1.00
117276	1.01	1.05	1.03	1.00	1.00	1.04	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.05	1.11	1.01	1.05	1.00	1.00	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.14	1.00			
118001	1.00	1.07	1.12	1.07	1.09	1.06	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.07	1.12	1.00	1.07	1.00	1.00	1.14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.14	1.00			

注1：各質点の応答補正比率として採用するζは、各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値とする。

注2：ハッチングは各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値を示す。

表 3-23 (2) 建物耐震性評価用の応答補正比率ζの算定 (EW方向)

評価点		α										β										ζ = α × β										EW方向 応答補正 比率 ζ
EL (m)	質点 番号	FEM 節点	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW	Sd-D	Sd-FI	Sd-F2	Sd-N1	Sd-N2NS	Sd-N2EW						
34.8	6	94743	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.07	1.17	1.00	1.25	1.14	1.33	1.00	1.17	1.00	1.25	1.14	1.33	1.00	1.17	1.00	1.25	1.14	1.33	1.00						
		101001	1.06	1.04	1.17	1.05	1.14	1.16	1.09	1.05	1.00	1.07	1.00	1.28	1.00	1.11	1.04	1.25	1.05	1.49	1.00	1.16	1.00	1.25	1.05	1.16	1.00					
		101013	1.02	1.02	1.12	1.06	1.12	1.09	1.09	1.02	1.00	1.00	1.00	1.28	1.00	1.04	1.02	1.12	1.06	1.43	1.00	1.09	1.00	1.12	1.06	1.43	1.00					
		101040	1.00	1.03	1.11	1.10	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.25	1.00	1.00	1.03	1.11	1.10	1.26	1.00	1.00	1.00	1.03	1.01	1.26	1.00					
		101052	1.00	1.07	1.11	1.13	1.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.00	1.27	1.00	1.00	1.07	1.14	1.13	1.31	1.00	1.00	1.00	1.07	1.13	1.31	1.00					
		102191	1.01	1.06	1.00	1.00	1.02	1.00	1.00	1.11	1.00	1.26	1.12	1.26	1.00	1.12	1.06	1.26	1.12	1.29	1.00	1.00	1.00	1.06	1.12	1.29	1.00					
		102525	1.00	1.04	1.00	1.01	1.04	1.00	1.00	1.19	1.00	1.34	1.16	1.34	1.00	1.19	1.04	1.34	1.16	1.39	1.00	1.00	1.00	1.04	1.17	1.39	1.00					
		102845	1.00	1.00	1.02	1.01	1.02	1.02	1.02	1.17	1.00	1.22	1.12	1.34	1.00	1.17	1.00	1.24	1.13	1.37	1.00	1.00	1.00	1.17	1.13	1.37	1.00					
		103134	1.01	1.02	1.08	1.03	1.00	1.00	1.00	1.16	1.00	1.15	1.12	1.35	1.00	1.17	1.02	1.24	1.15	1.35	1.00	1.00	1.00	1.17	1.15	1.35	1.00					
		103176	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01	1.05	1.05	1.15	1.00	1.20	1.09	1.34	1.00	1.15	1.00	1.20	1.09	1.35	1.00	1.00	1.00	1.15	1.09	1.35	1.00					
		104049	1.06	1.05	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.02	1.00	1.26	1.00	1.06	1.05	1.03	1.01	1.26	1.00	1.00	1.06	1.01	1.26	1.00					
		104091	1.03	1.01	1.01	1.01	1.01	1.09	1.00	1.00	1.00	1.03	1.00	1.20	1.00	1.03	1.01	1.04	1.00	1.21	1.00	1.00	1.00	1.03	1.01	1.21	1.00					
		104673	1.09	1.10	1.00	1.04	1.00	1.00	1.00	1.02	1.00	1.02	1.00	1.26	1.00	1.11	1.10	1.02	1.04	1.26	1.00	1.00	1.00	1.11	1.04	1.26	1.00					
104738	1.04	1.03	1.02	1.01	1.05	1.20	1.00	1.00	1.00	1.01	1.00	1.15	1.00	1.04	1.03	1.03	1.01	1.21	1.00	1.00	1.00	1.04	1.01	1.21	1.00							
30.5	7	92325	1.03	1.03	1.15	1.05	1.09	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.41	1.00	1.03	1.03	1.15	1.05	1.54	1.00	1.00	1.00	1.03	1.05	1.54	1.00						
		92356	1.01	1.03	1.13	1.07	1.02	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.36	1.00	1.01	1.03	1.13	1.07	1.39	1.00	1.00	1.01	1.07	1.39	1.00						
		92364	1.05	1.12	1.15	1.14	1.07	1.03	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.39	1.00	1.05	1.12	1.15	1.14	1.49	1.00	1.00	1.05	1.14	1.49	1.00						
		92867	1.05	1.11	1.21	1.10	1.18	1.16	1.09	1.00	1.00	1.14	1.00	1.31	1.00	1.14	1.11	1.38	1.10	1.55	1.00	1.00	1.11	1.10	1.55	1.00						
		84272	1.00	1.00	1.01	1.00	1.01	1.02	1.00	1.13	1.00	1.13	1.15	1.44	1.00	1.13	1.00	1.14	1.15	1.45	1.00	1.00	1.13	1.15	1.45	1.00						
		90838	1.00	1.03	1.00	1.04	1.05	1.00	1.00	1.15	1.00	1.24	1.13	1.39	1.00	1.15	1.03	1.24	1.18	1.46	1.00	1.00	1.15	1.18	1.46	1.00						
		90839	1.02	1.02	1.04	1.00	1.00	1.02	1.00	1.18	1.00	1.16	1.16	1.39	1.00	1.20	1.03	1.21	1.16	1.39	1.00	1.00	1.20	1.16	1.39	1.00						
25	13	91188	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.05	1.10	1.00	1.11	1.09	1.38	1.00	1.10	1.00	1.11	1.09	1.42	1.00	1.00	1.10	1.09	1.42	1.00							
		92514	1.01	1.05	1.04	1.00	1.02	1.00	1.00	1.00	1.09	1.08	1.27	1.00	1.01	1.05	1.13	1.08	1.30	1.00	1.00	1.01	1.05	1.13	1.08	1.00						
		92578	1.00	1.01	1.06	1.00	1.00	1.00	1.00	1.13	1.00	1.09	1.12	1.41	1.00	1.13	1.01	1.16	1.12	1.41	1.00	1.00	1.13	1.12	1.41	1.00						
		92694	1.07	1.05	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.36	1.00	1.07	1.05	1.01	1.00	1.36	1.00	1.00	1.07	1.00	1.36	1.00						
		92722	1.04	1.02	1.00	1.00	1.03	1.10	1.00	1.00	1.00	1.04	1.00	1.31	1.00	1.04	1.02	1.04	1.00	1.35	1.00	1.00	1.04	1.00	1.35	1.00						
30	30	92795	1.05	1.07	1.07	1.00	1.00	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	1.35	1.00	1.10	1.07	1.07	1.00	1.35	1.00	1.00	1.10	1.07	1.00	1.35	1.00						
		92860	1.00	1.00	1.00	1.02	1.05	1.21	1.00	1.00	1.04	1.00	1.29	1.00	1.00	1.00	1.04	1.02	1.35	1.00	1.00	1.00	1.04	1.02	1.35	1.00						

注1：各質点の応答補正比率として採用するときは、各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値とする。

注2：ハッチングは各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値を示す。

表 3-23 (4) 建物耐震性評価用の応答補正比率 ζ の算定 (E-W方向)

評価点		α						β						$\zeta = \alpha \times \beta$						E-W方向 応答補正 比率 ζ						
EL (m)	質点 番号	F.E.M 節点	Sd-D		Sd-F1		Sd-F2		Sd-N1		Sd-N2NS		Sd-N2EW		Sd-D		Sd-F1		Sd-F2		Sd-N1		Sd-N2NS		Sd-N2EW	
			8.8	2	48001	1.00	1.06	1.12	1.00	1.00	1.07	1.12	1.28	1.00	1.21	1.27	1.02	1.12	1.12	1.36	1.12	1.21	1.12	1.27	1.09	1.38
48066	1.03	1.00			1.00	1.03	1.10	1.00	1.13	1.30	1.00	1.18	1.25	1.00	1.16	1.16	1.30	1.00	1.22	1.00	1.38	1.00				
48278	1.00	1.02			1.12	1.02	1.00	1.05	1.07	1.24	1.00	1.22	1.27	1.00	1.07	1.26	1.26	1.24	1.24	1.27	1.05	1.00				
48318	1.04	1.00			1.01	1.00	1.06	1.00	1.09	1.24	1.00	1.19	1.23	1.00	1.13	1.24	1.24	1.19	1.30	1.01	1.30	1.00				
150257	1.00	1.02			1.00	1.00	1.00	1.00	1.07	1.10	1.10	1.22	1.22	1.00	1.07	1.12	1.12	1.22	1.22	1.22	1.22	1.00				
8.8	16	150288	1.09	1.01	1.00	1.05	1.08	1.02	1.01	1.06	1.00	1.17	1.02	1.00	1.10	1.07	1.07	1.10	1.23	1.00	1.10	1.02	1.23			
		150289	1.02	1.00	1.00	1.00	1.00	1.06	1.00	1.07	1.00	1.22	1.09	1.00	1.02	1.07	1.00	1.22	1.09	1.02	1.09	1.06				
		150320	1.04	1.00	1.00	1.00	1.00	1.03	1.10	1.03	1.00	1.18	1.16	1.07	1.14	1.03	1.00	1.18	1.16	1.00	1.16	1.10				
		49138	1.07	1.07	1.03	1.00	1.00	1.08	1.07	1.17	1.00	1.16	1.19	1.00	1.14	1.25	1.03	1.16	1.19	1.03	1.16	1.08				
		49176	1.04	1.00	1.07	1.04	1.05	1.00	1.09	1.17	1.00	1.17	1.20	1.00	1.13	1.17	1.07	1.17	1.22	1.07	1.26	1.00				
8.8	28	49939	1.05	1.00	1.07	1.05	1.02	1.01	1.10	1.17	1.00	1.18	1.20	1.00	1.16	1.17	1.17	1.24	1.07	1.24	1.22	1.01	1.26			
		50160	1.08	1.11	1.12	1.00	1.12	1.12	1.09	1.12	1.00	1.16	1.17	1.00	1.18	1.24	1.24	1.16	1.16	1.12	1.17	1.12				

注 1：各質点の応答補正比率として採用する ζ は、各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値とする。

注 2：ハッチングは各質点に対応する範囲において地震動ごとに算定した応答補正比率の中で最大の値を示す。

(2) 評価結果

質点系モデルの各層の最大応答値に応答補正比率を乗じて算出した 3 次元的な応答特性を踏まえた最大せん断応力度及び最大せん断ひずみを表 3-24 に示す。

補正後の応答をプロットしたせん断スケルトン曲線を図 3-26 及び図 3-27 に示す。質点系モデルの最大応答せん断応力度に応答補正比率 ζ を乗じて、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響及び 3 次元的な応答特性を踏まえたせん断ひずみを評価した結果、NS 方向及びEW方向ともにすべての層において、評価基準値 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認した。

以上のことから、原子炉建物については、3 次元的な応答特性による応答補正を考慮しても、原子炉建物が有する耐震性への影響はないことを確認した。

表 3-24(1) 3 次元的な応答特性を踏まえた最大せん断応力度及び最大せん断ひずみ

(a) NS 方向

部位	要素番号	質点系モデルの最大応答値 (基準地震動 S_s , NS 方向)			NS 方向 応答補正 比率 ζ	応答補正後 (最大応答値 $\times \zeta$)	
		τ (N/mm^2)	γ ($\times 10^{-3}$)	地震動		τ (N/mm^2)	γ ($\times 10^{-3}$)
OW-13	1	1.80	0.28	$S_s - D$	1.63	2.19	0.55
	2	1.98	0.35	$S_s - D$	1.50	2.34	0.62
	3	2.05	0.36	$S_s - D$	1.59	2.46	0.68
	4	2.16	0.40	$S_s - N1$	1.49	2.56	0.70
	5	2.36	0.50	$S_s - N1$	1.50	2.76	0.89
IW-11	6	1.91	0.30	$S_s - F1$	1.30	2.09	0.43
	7	1.99	0.29	$S_s - F1$	1.32	2.13	0.43
	8	2.02	0.32	$S_s - D$	1.75	2.49	0.71
	9	2.02	0.32	$S_s - D$	1.63	2.45	0.62
	10	2.14	0.32	$S_s - D$	1.62	2.62	0.62
	11	2.23	0.36	$S_s - D$	1.59	2.68	0.67
	12	2.37	0.40	$S_s - N1$	1.49	2.80	0.69
DW	13	2.57	0.49	$S_s - N1$	1.50	3.01	0.88
	14	1.08	0.11	$S_s - D$	1.75	1.67	0.20
	15	1.42	0.15	$S_s - F2$	1.63	1.92	0.25
	16	1.46	0.16	$S_s - D$	1.62	2.11	0.26
	17	2.04	0.22	$S_s - D$	1.59	2.50	0.36
	18	3.18	0.71	$S_s - N1$	1.49	3.75	1.26
IW-3	19	2.01	0.21	$S_s - N1$	1.42	2.45	0.31
	20	1.81	0.26	$S_s - F1$	1.30	1.98	0.37
	21	2.09	0.36	$S_s - D$	1.48	2.43	0.63
	22	2.03	0.33	$S_s - D$	1.75	2.50	0.72
	23	2.14	0.32	$S_s - D$	1.63	2.58	0.62
	24	2.14	0.32	$S_s - D$	1.62	2.62	0.62
	25	2.24	0.36	$S_s - D$	1.59	2.71	0.67
	26	2.34	0.40	$S_s - N1$	1.49	2.78	0.69
OW-1	27	2.58	0.50	$S_s - N1$	1.38	2.95	0.78
	28	1.95	0.33	$S_s - D$	1.75	2.40	0.73
	29	1.84	0.26	$S_s - D$	1.63	2.22	0.50
	30	2.05	0.34	$S_s - D$	1.47	2.41	0.57
	31	2.09	0.35	$S_s - D$	1.59	2.54	0.66
	32	2.18	0.39	$S_s - N1$	1.49	2.59	0.68
33	2.40	0.50	$S_s - N1$	1.38	2.72	0.78	

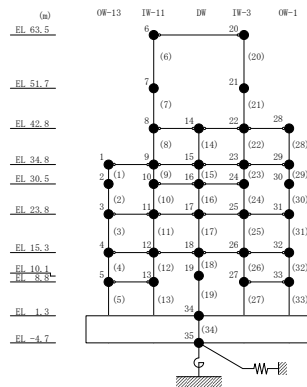
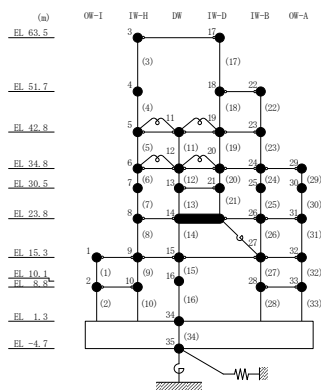


表 3-24(2) 3 次元的な応答特性を踏まえた最大せん断応力度及び最大せん断ひずみ

(b) EW方向

部位	要素番号	質点系モデルの最大応答値 (基準地震動 S_s , EW方向)			EW方向 応答補正 比率 ζ	応答補正後 (最大応答値 $\times \zeta$)	
		τ (N/mm^2)	γ ($\times 10^{-3}$)	地震動		τ (N/mm^2)	γ ($\times 10^{-3}$)
OW-I	1	1.86	0.32	$S_s - D$	1.67	2.28	0.67
	2	1.76	0.23	$S_s - D$	1.38	1.92	0.34
IW-H	3	1.98	0.29	$S_s - D$	1.25	2.07	0.40
	4	2.13	0.37	$S_s - D$	1.10	2.15	0.42
	5	1.74	0.19	$S_s - F1$	1.41	1.91	0.27
	6	1.69	0.18	$S_s - D$	1.49	1.98	0.28
	7	2.23	0.39	$S_s - D$	1.55	2.67	0.72
	8	2.40	0.48	$S_s - D$	1.86	3.09	1.18
	9	2.16	0.31	$S_s - D$	1.67	2.65	0.62
	10	2.06	0.22	$S_s - D$	1.38	2.21	0.32
DW	11	0.83	0.09	$S_s - F1$	1.41	1.16	0.12
	12	0.61	0.06	$S_s - D$	1.49	0.91	0.10
	13	2.13	0.25	$S_s - D$	1.46	2.36	0.41
	14	2.52	0.35	$S_s - D$	1.86	3.18	0.80
	15	2.50	0.29	$S_s - D$	1.67	2.90	0.54
	16	1.53	0.16	$S_s - D$	1.23	1.88	0.20
IW-D	17	1.86	0.23	$S_s - D$	1.25	1.92	0.31
	19	1.58	0.17	$S_s - D$	1.41	1.89	0.24
	20	1.61	0.17	$S_s - D$	1.49	2.02	0.26
	21	2.38	0.39	$S_s - D$	1.46	2.79	0.65
IW-B	22	2.18	0.46	$S_s - D$	1.27	2.33	0.65
	23	1.78	0.20	$S_s - F1$	1.41	1.93	0.30
	24	1.87	0.26	$S_s - D$	1.49	2.16	0.44
	25	2.12	0.35	$S_s - D$	1.36	2.39	0.54
	26	2.40	0.48	$S_s - D$	1.86	3.06	1.19
	27	2.01	0.22	$S_s - D$	1.67	2.31	0.40
	28	2.22	0.30	$S_s - D$	1.26	2.39	0.41
OW-A	29	1.88	0.32	$S_s - D$	1.49	2.23	0.57
	30	1.95	0.32	$S_s - D$	1.35	2.17	0.48
	31	2.26	0.48	$S_s - D$	1.86	2.92	1.20
	32	1.89	0.22	$S_s - D$	1.67	2.20	0.41
	33	2.11	0.30	$S_s - D$	1.26	2.28	0.41

注：要素番号 18 は線形部材。



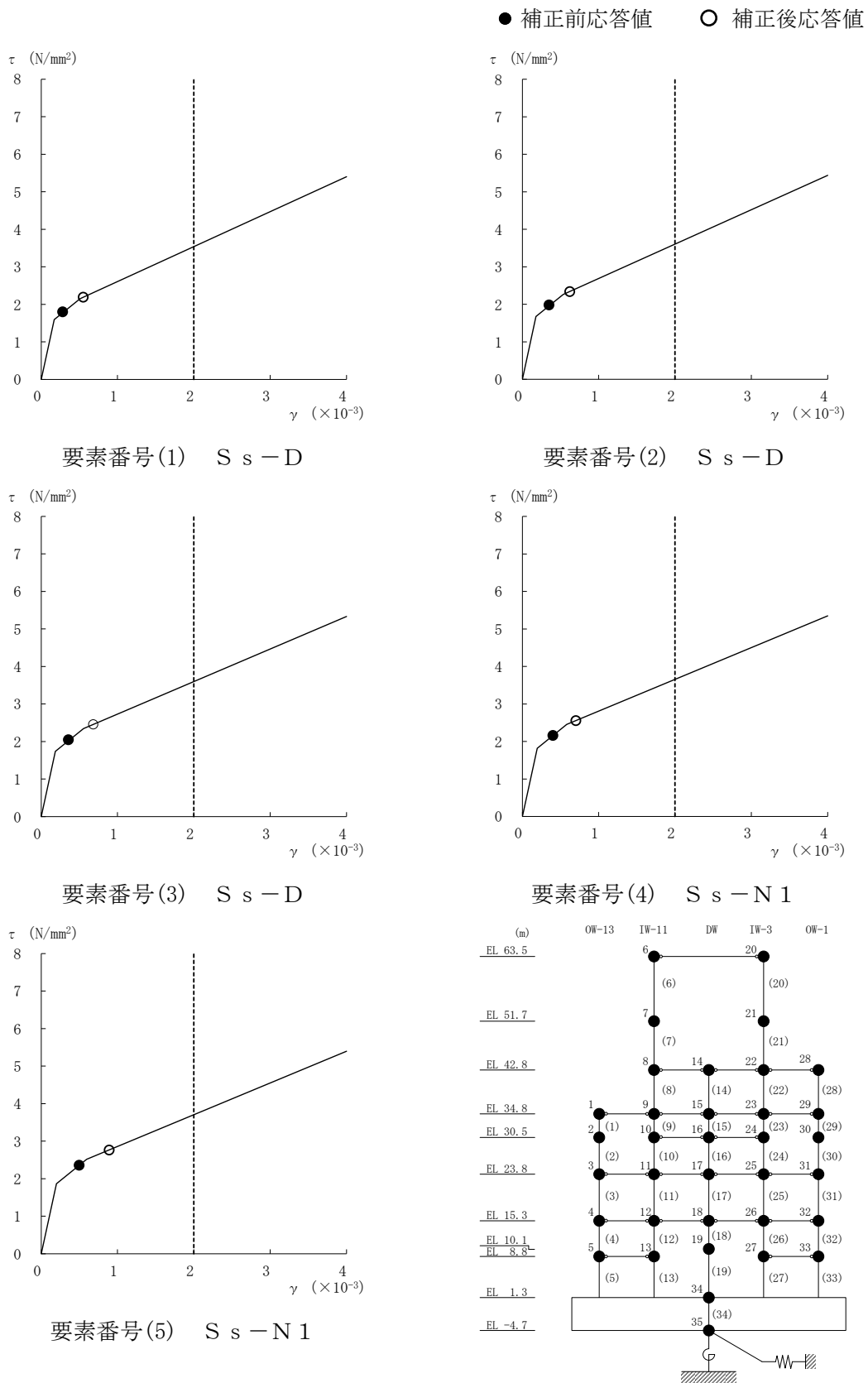


図 3-26(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (N S 方向)

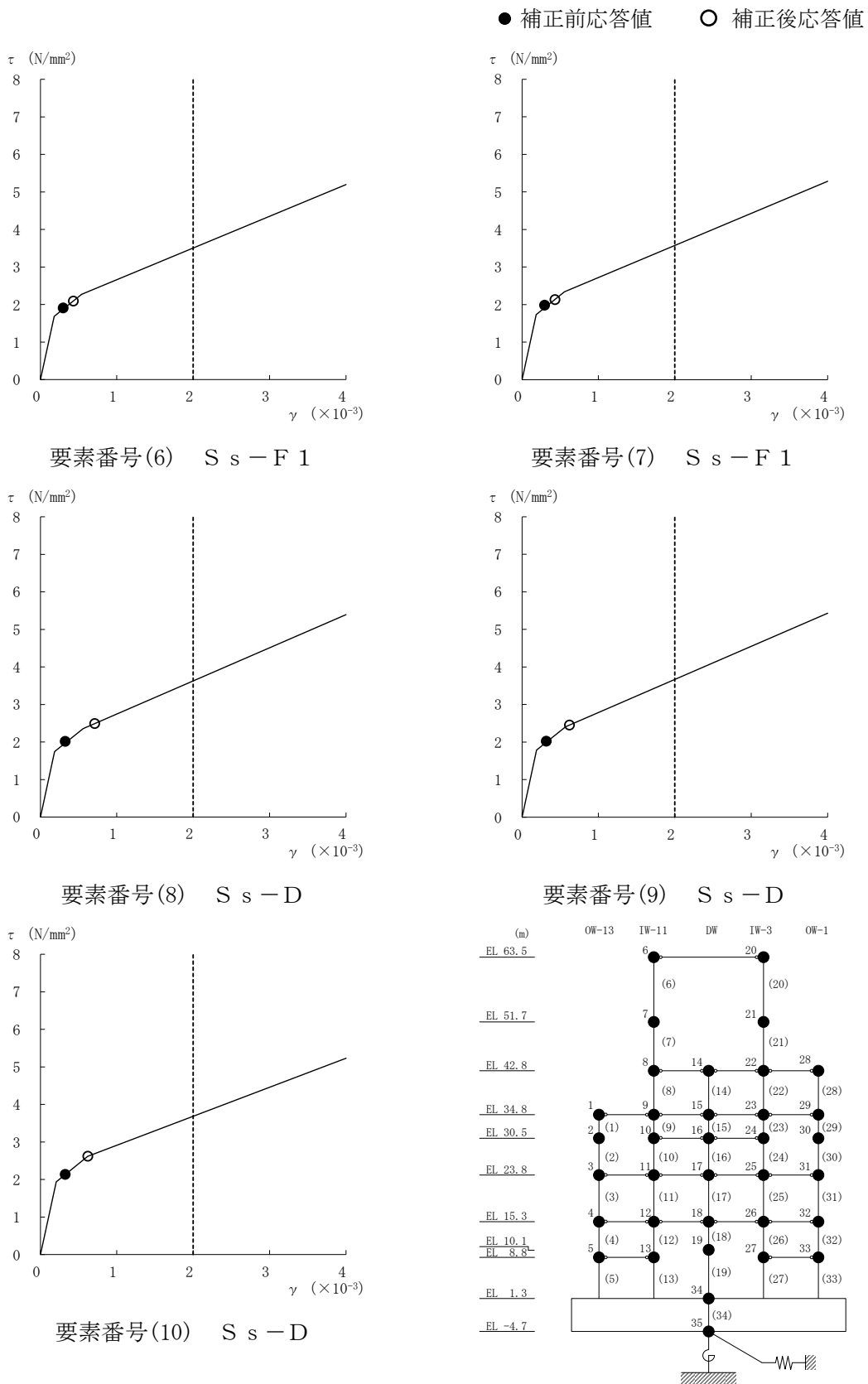


図 3-26(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (N S 方向)

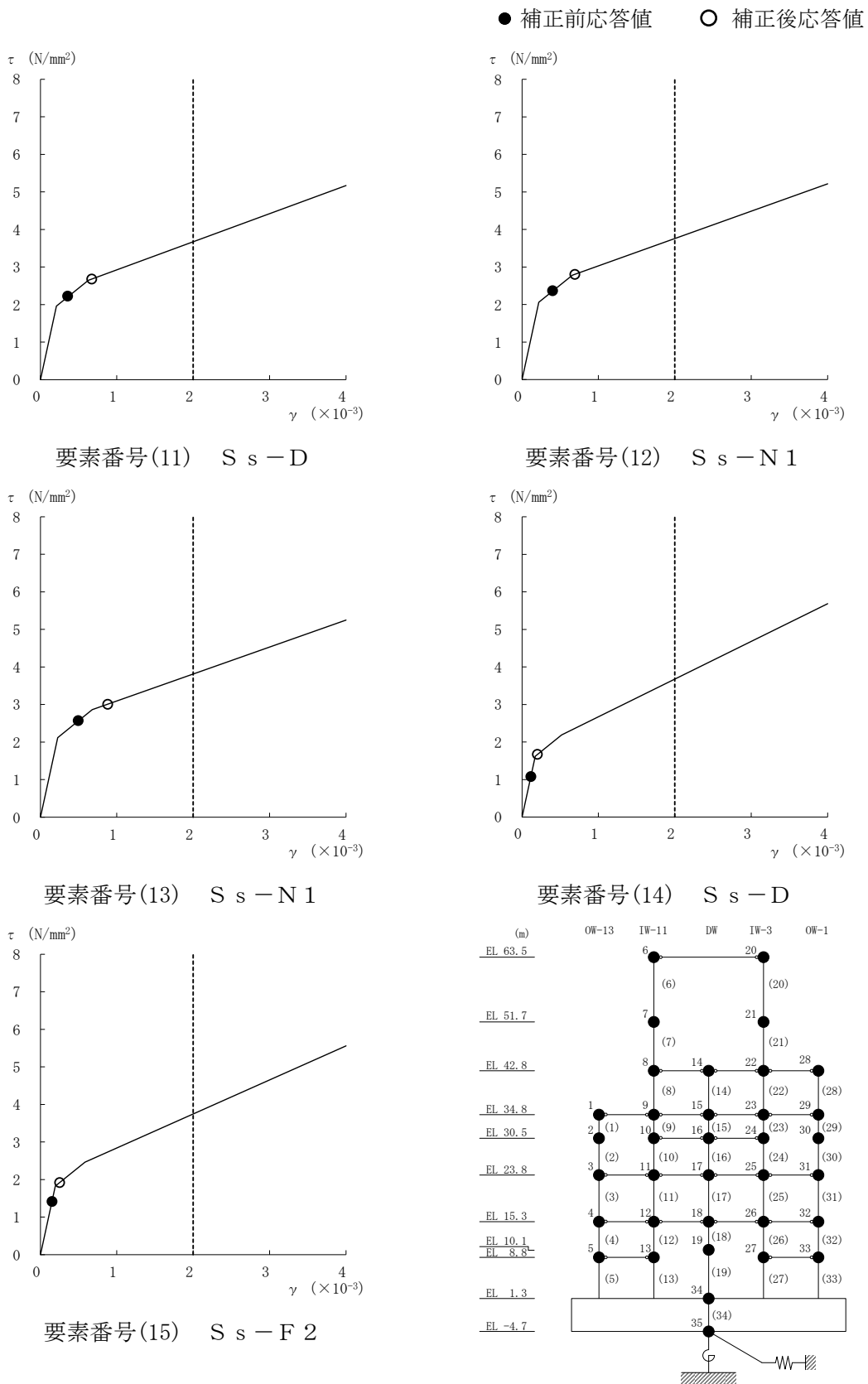


図 3-26(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (N S 方向)

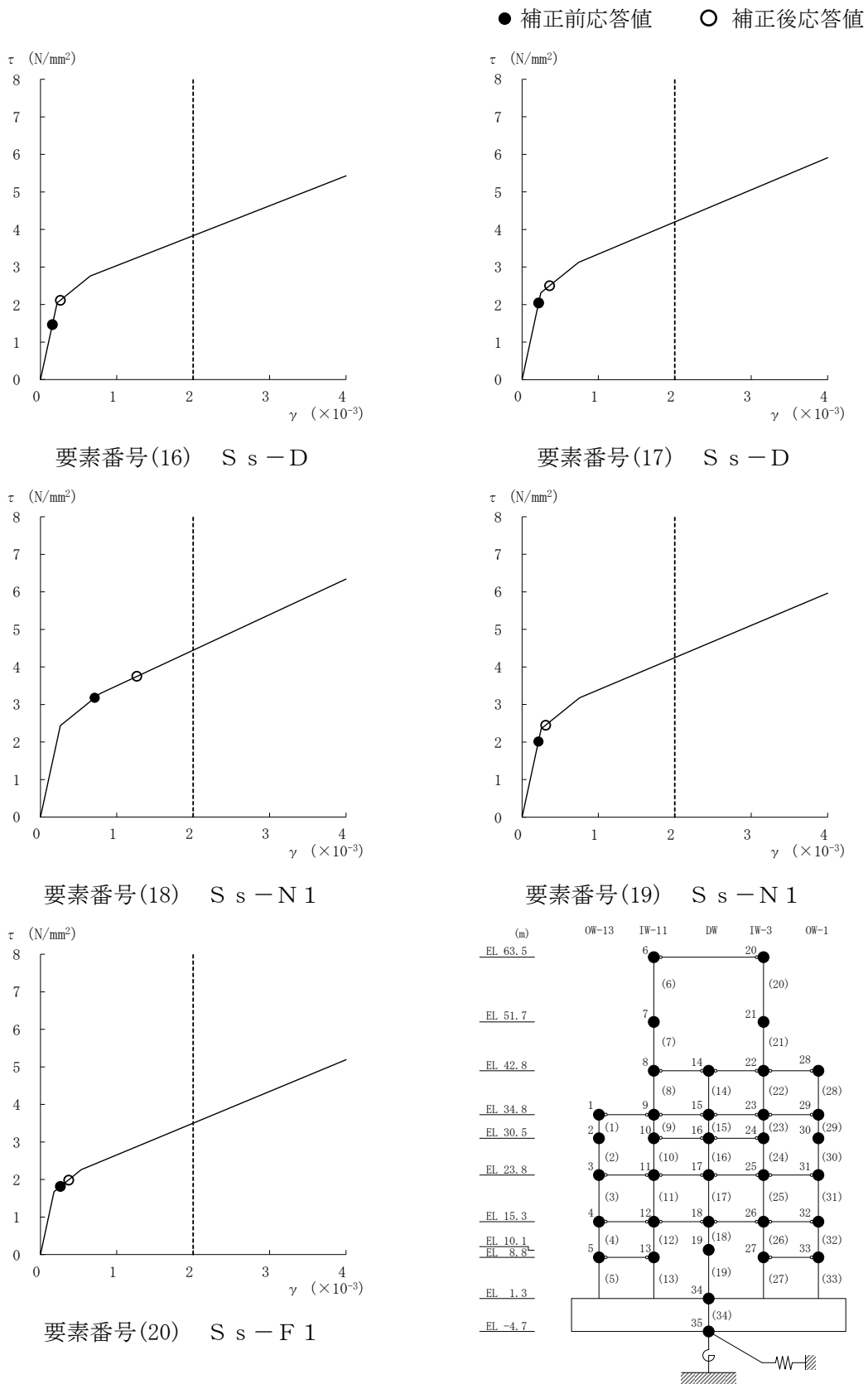


図 3-26(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (N S 方向)

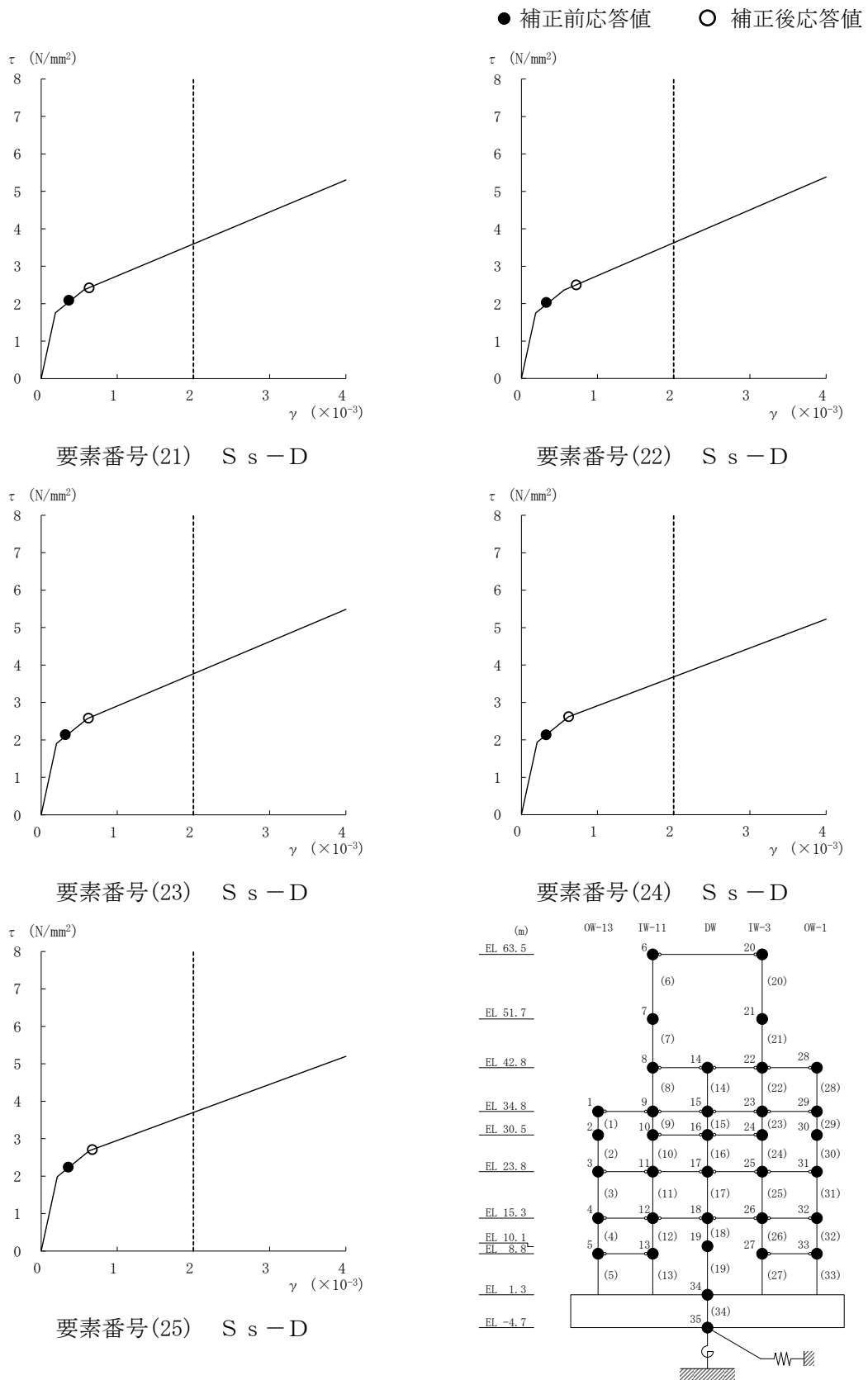


図 3-26(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (N S 方向)

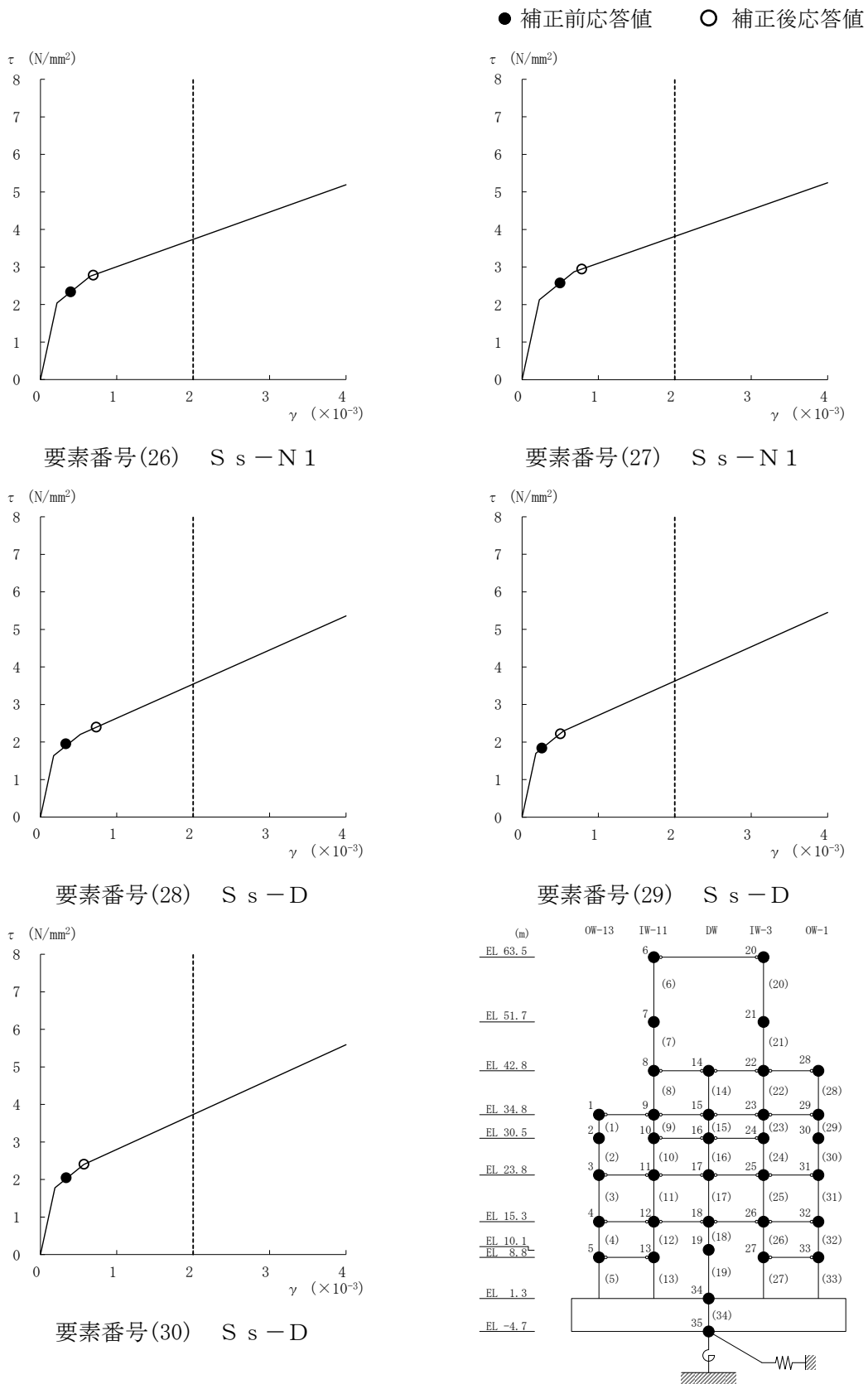
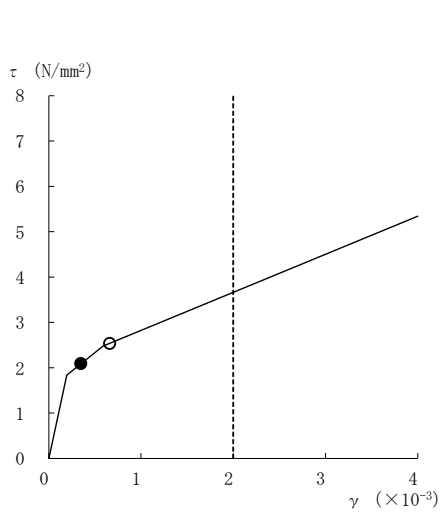
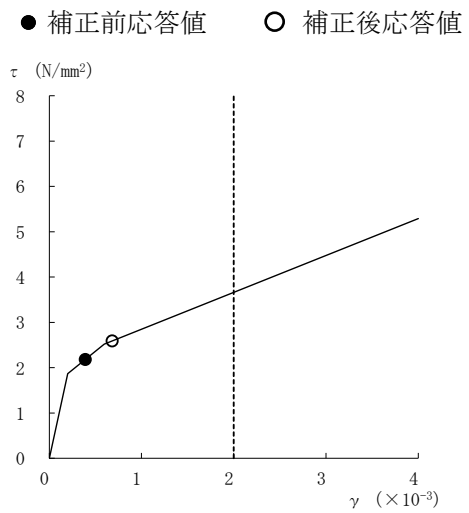


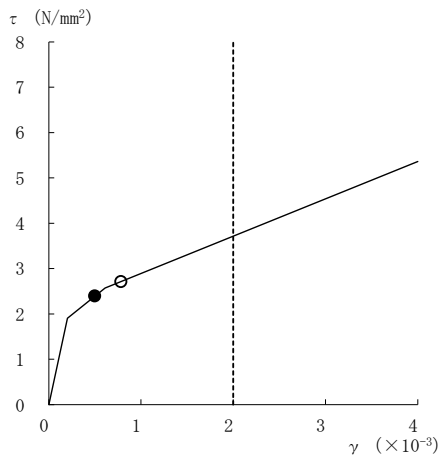
図 3-26(6) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (N S 方向)



要素番号(31) S s - D



要素番号(32) S s - N 1



要素番号(33) S s - N 1

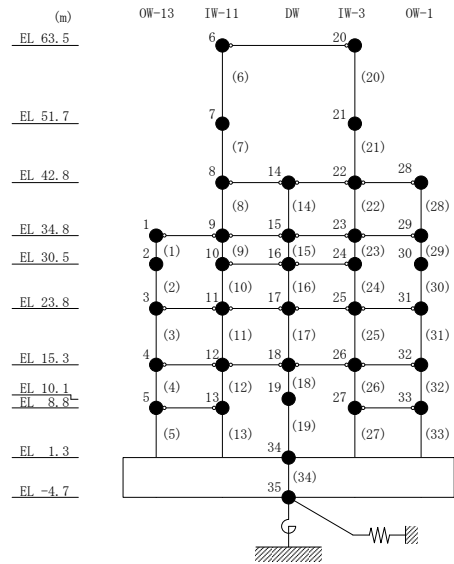


図 3-26(7) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (NS方向)

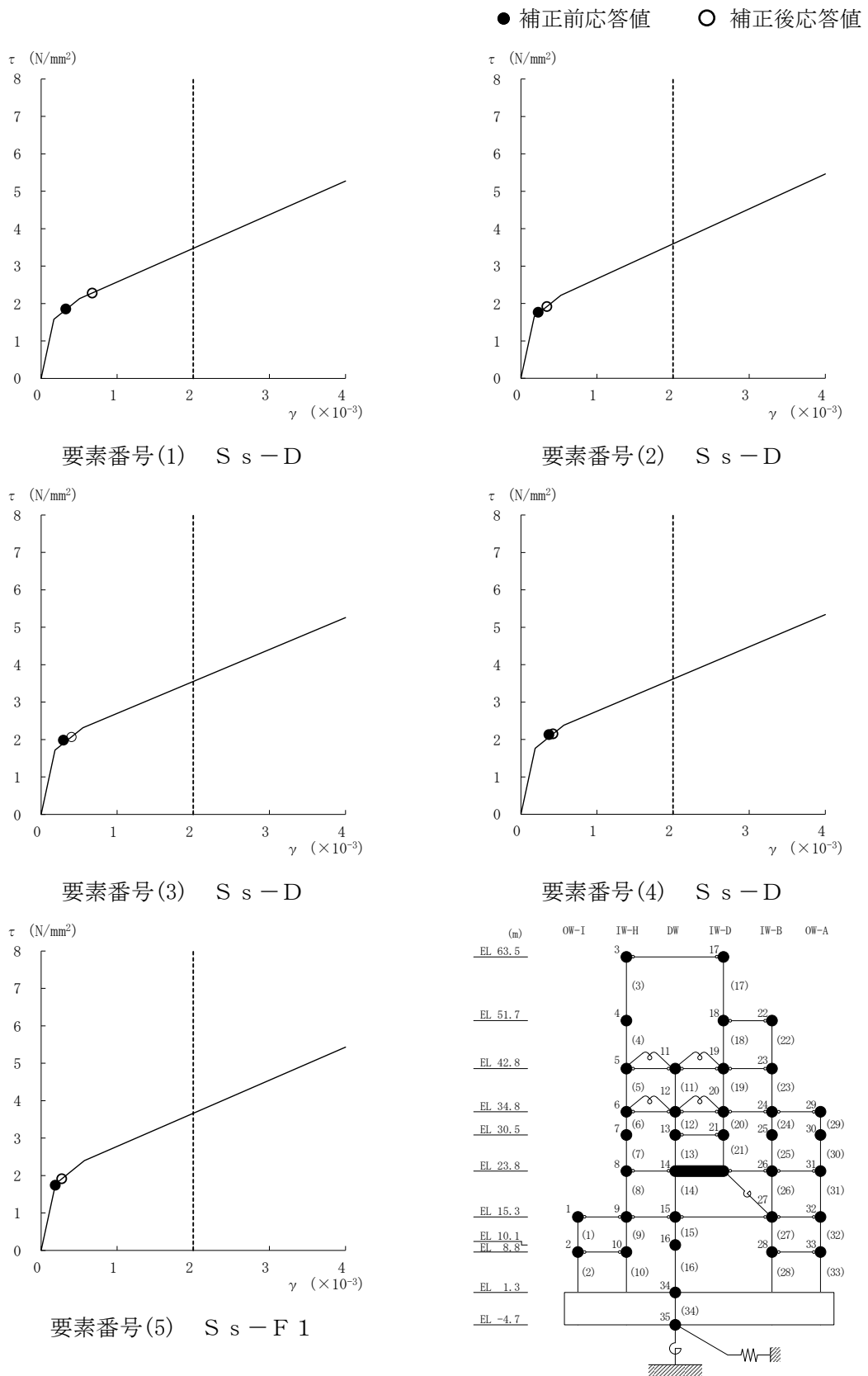


図 3-27(1) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (E W方向)

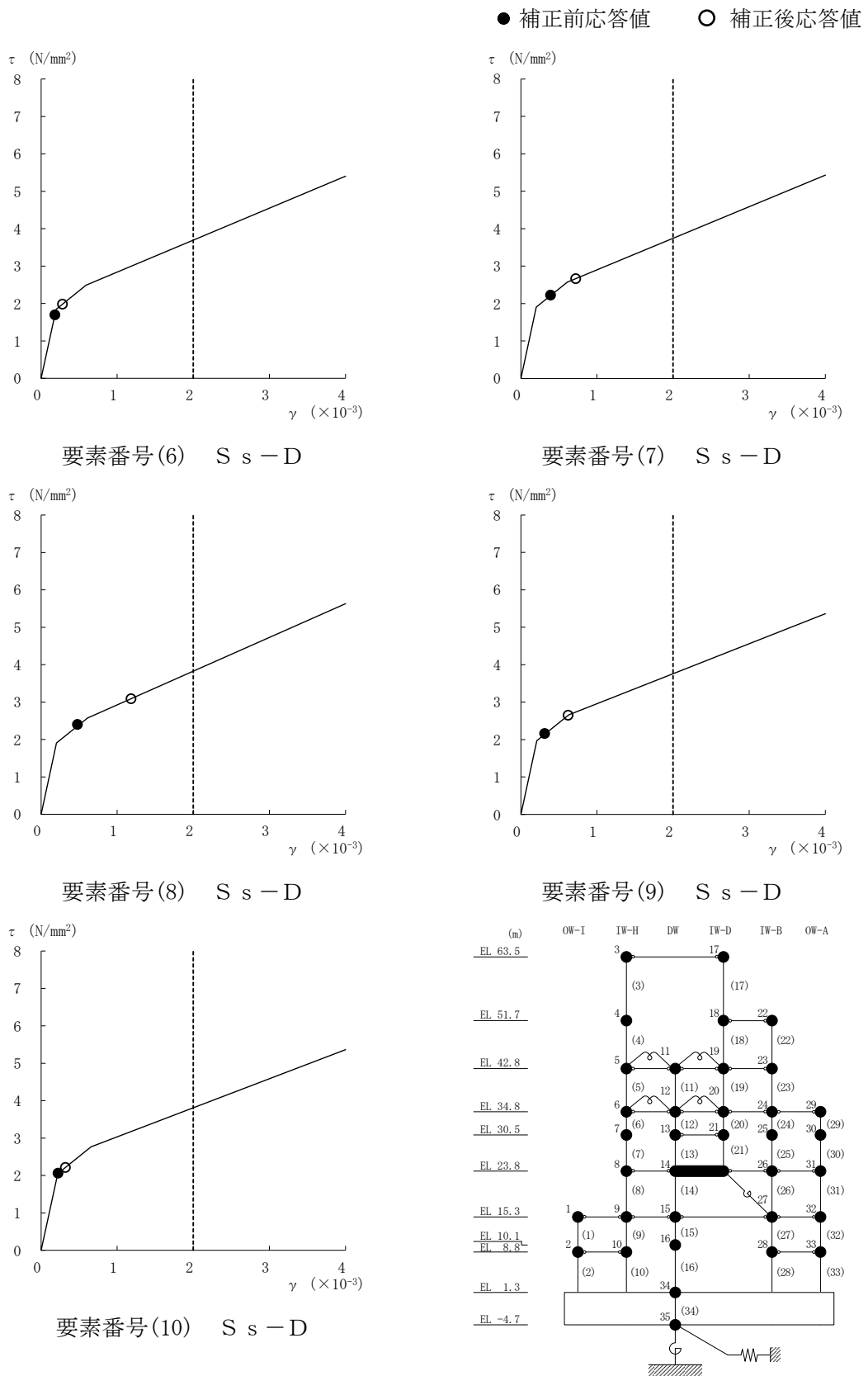


図 3-27(2) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (E W方向)

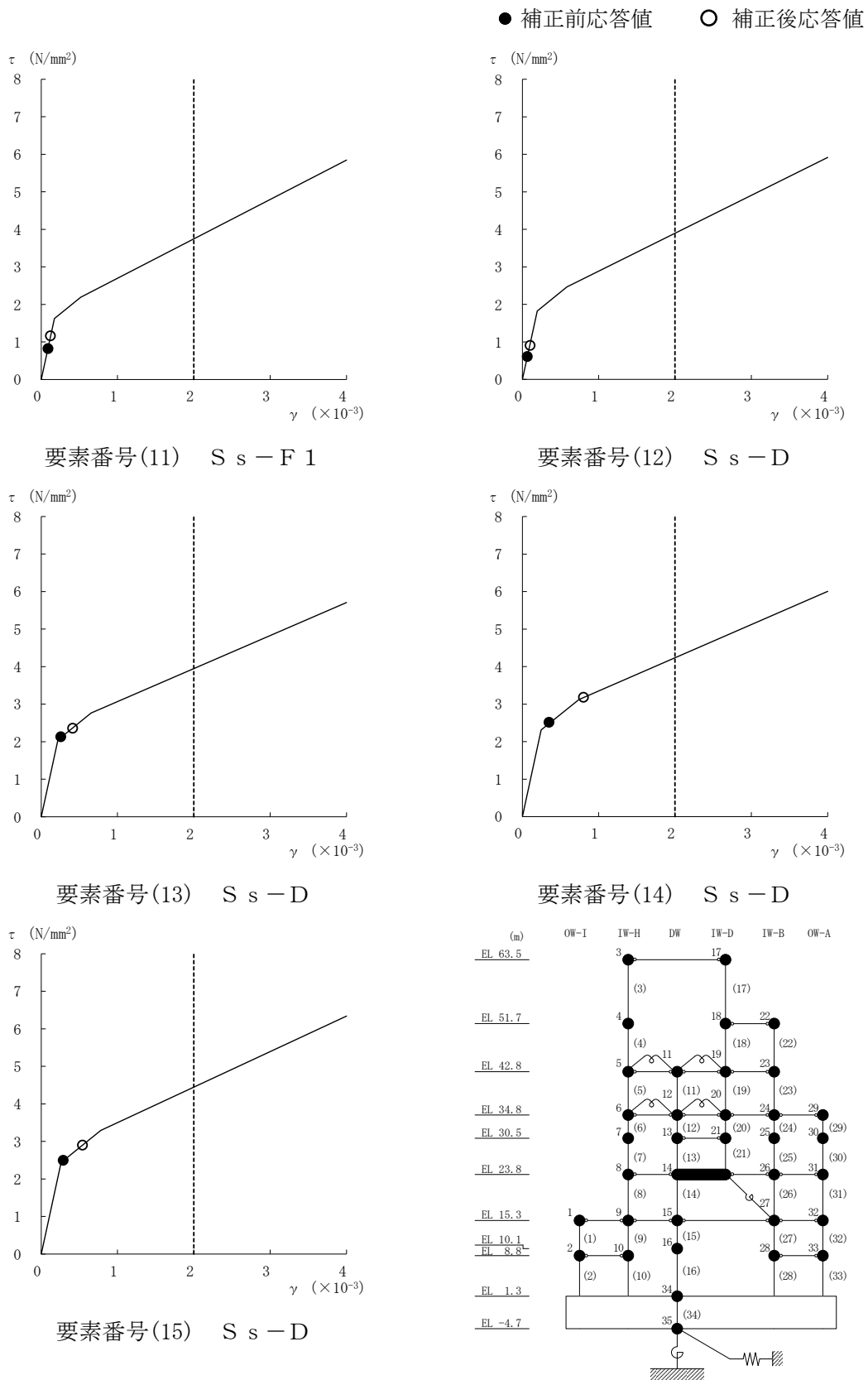
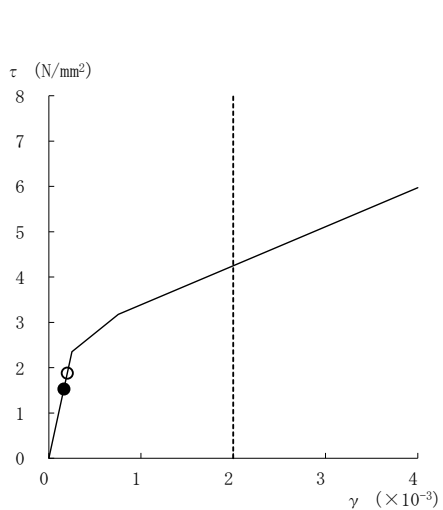
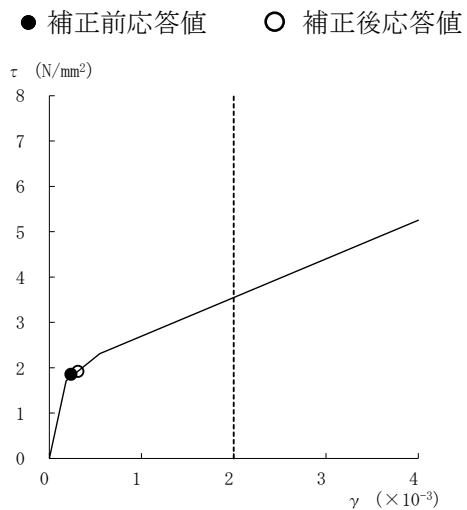


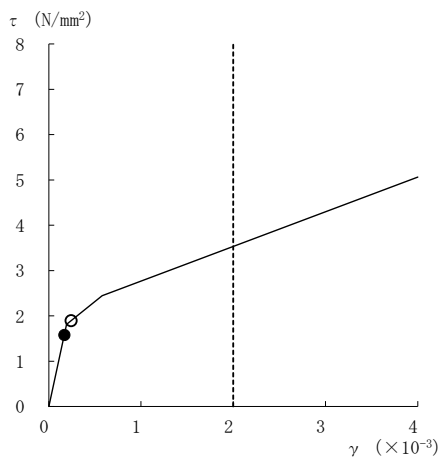
図 3-27(3) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (E W方向)



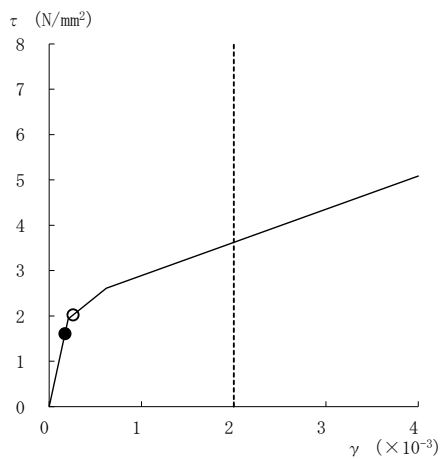
要素番号(16) S s - D



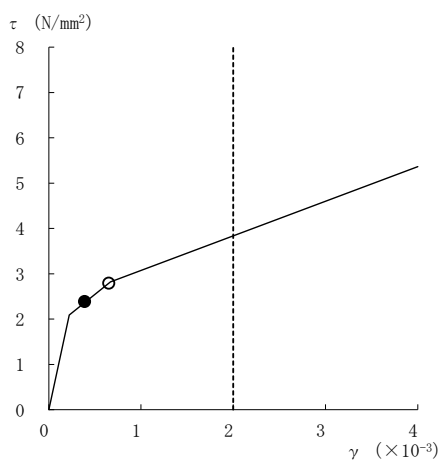
要素番号(17) S s - D



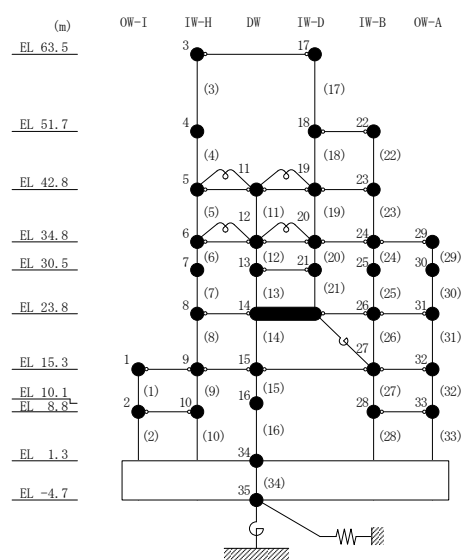
要素番号(19) S s - D



要素番号(20) S s - D



要素番号(21) S s - D



注：要素番号 18 は線形部材。

図 3-27(4) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (EW方向)

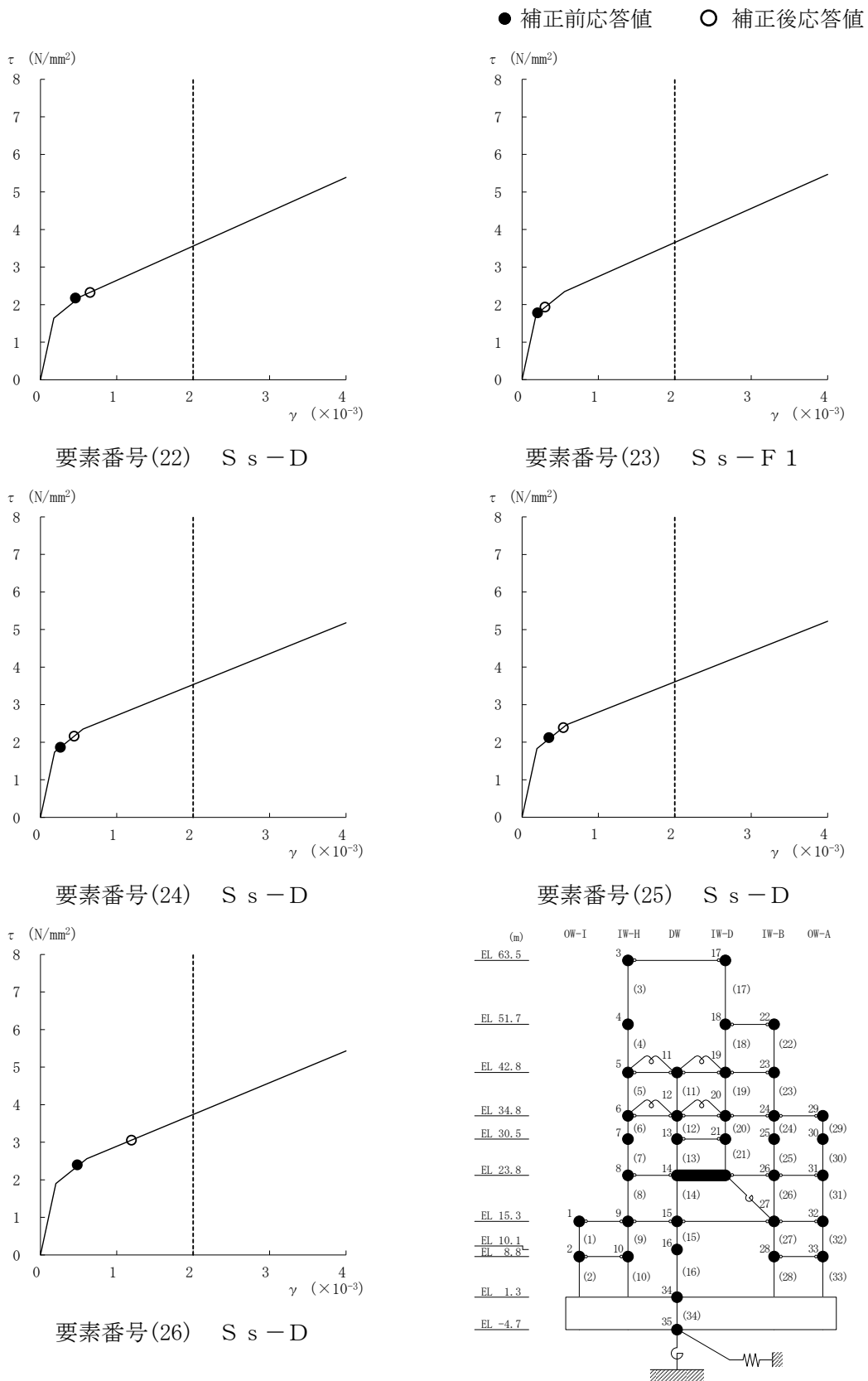
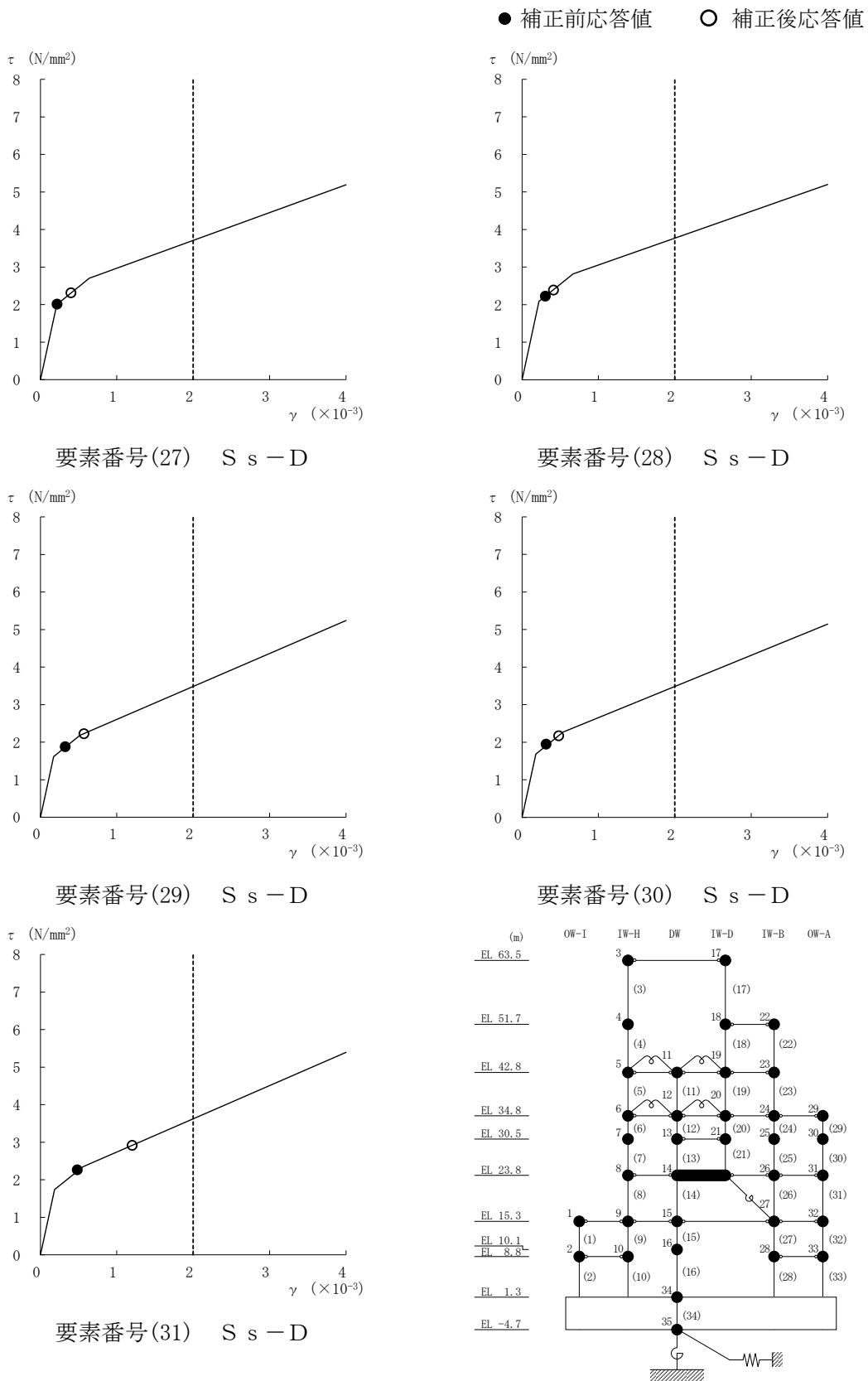
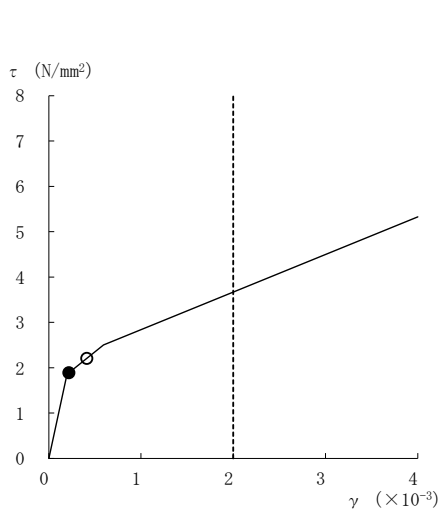
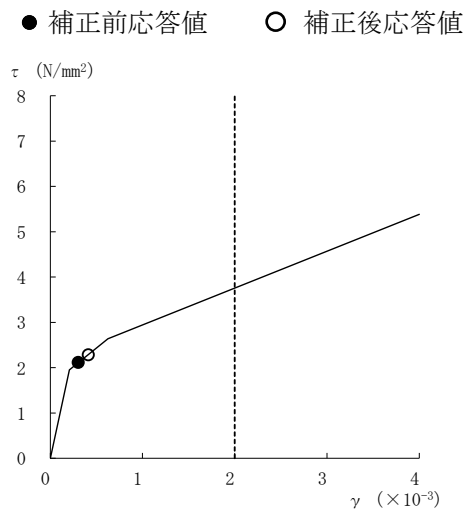


図 3-27(5) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (E W方向)





要素番号(32) S s - D



要素番号(33) S s - D

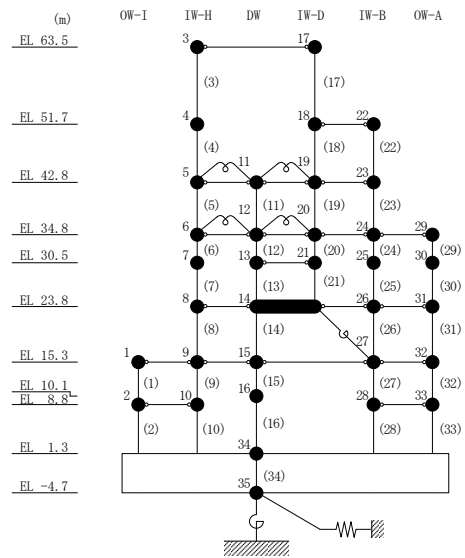


図 3-27(7) せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (E W方向)

3.4 床応答への影響検討

3次元FEMモデルによる地震応答解析結果から、3次元挙動が床応答に及ぼす影響について検討する。

評価部位は、質点系モデルが多軸の床剛条件でモデル化していることを踏まえ、EL 1.3m～63.5mにおける質点系モデルと対応する耐震壁上の節点とする。なお、建物全体の応答性状を比較できるよう、質点系モデルの各質点に対応する代表節点の応答波形を時刻歴で平均した波形の応答スペクトルを比較した。3次元FEMモデルにおいて選定した代表節点の位置と、応答波形を平均化した節点の範囲を図3-28に示す。

評価に当たっては、3次元FEMモデルである建物模擬モデルにおける1方向入力及び3方向同時入力時の床応答の比較、並びに質点系モデル及び3次元FEMモデルの床応答を比較し、3次元的な応答特性の影響を確認する。

ここで、3次元FEMモデルにおける1方向入力及び3方向同時入力時の床応答の比較については、「3.2.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響」にて検討しており、各レベルにおいて3方向同時入力による影響はほとんどないことを確認している。

質点系モデル及び3次元FEMモデルの床応答の比較について、地震動の入力は質点系モデルで1方向入力していることから、3次元FEMモデルにおいても1方向入力と比較する。

比較結果を表3-25～表3-41に示す。水平方向については、3次元FEMモデルの応答スペクトルが質点系モデルの応答スペクトルを上回る箇所が一部の周期にあるものの、その他の周期帯では、3次元FEMモデルのみに顕著なピークが表れる箇所は認められず、質点系モデルの応答を用いた評価が保守的であることが確認できた。鉛直方向については、おおむねすべての周期帯で、質点系モデルの応答スペクトルが3次元FEMモデルの応答スペクトルを上回った。

以上のことから、3次元的な応答特性を踏まえても、原子炉建物における質点系モデルの応答は、妥当であることが確認できた。

また、3次元FEMモデルの応答スペクトルが質点系モデルの応答スペクトルを上回る箇所があることを踏まえ、「別紙4 機器・配管系に関する影響検討」において機器・配管系への影響について検討を行う。

なお、表3-25(2)、(3)、表3-26(1)～(3)、表3-28(2)、(3)、表3-29(1)～(3)、表3-31(2)、(3)、表3-32(1)～(3)、表3-34(2)、(3)、表3-35(1)～(3)、表3-37(2)、(3)、表3-38(1)～(3)、表3-40(2)、(3)及び表3-41(1)～(3)に示すEL 42.8mより上部の応答については、面内方向の荷重に加え面外慣性力の影響が想定されることから、「別紙2 原子炉建物3次元FEMモデルを用いた精査」において、面外方向加速度による面外方向の慣性力に対して、原子炉建物の燃料取替階レベルの壁の耐震性に影響がないことを確認しており、機器・配管系に対する面外方向加速度への影響については、「別紙4 機器・配管系に関する影響検討」において影響を検討している。また、EL 63.5mに位置する屋根トラスについては、水平方向の地震動に加え、鉛直方向の地震動の影響を受けやすいと考えられることから、VI-2-9-3-1「原子炉建物原子炉棟（二次格納施設）の耐震性についての計算書」において、3次元FEMモデルを用いた時刻歴応答解析により、基準地震

動 S_s により生じる各部材の断面の応力が許容限界を超えないことを確認している。

表 3-42～表 3-58 に各代表節点の平均化を行う前の応答スペクトルと、平均化した応答スペクトルとの比較結果を示す。各節点の平均化前後の応答スペクトルの比較を見ると、一部、応答にばらつきが見られる節点があるものの、全体として各節点の平均化前の応答スペクトルについては周期全体にわたって比較的ばらつきが小さく、建物全体の応答性状を示していることを確認したことから、平均化した 3 次元 FEM モデルの応答スペクトルを質点系モデルの応答スペクトルと比較することは妥当と判断した。

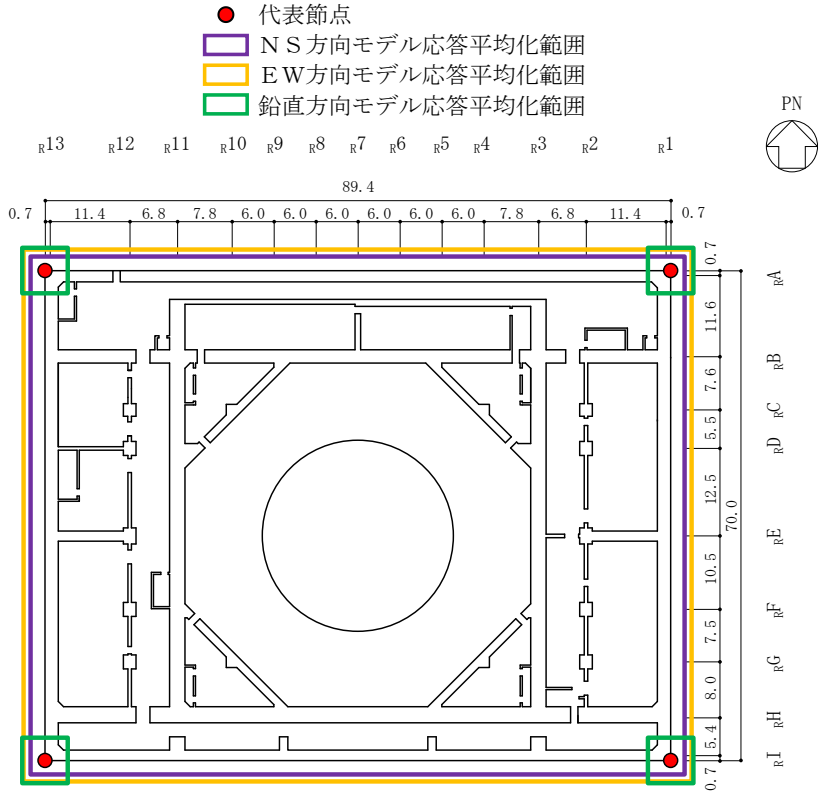


図 3-28(1) 代表節点の位置と応答平均化範囲 (EL 1.3m)

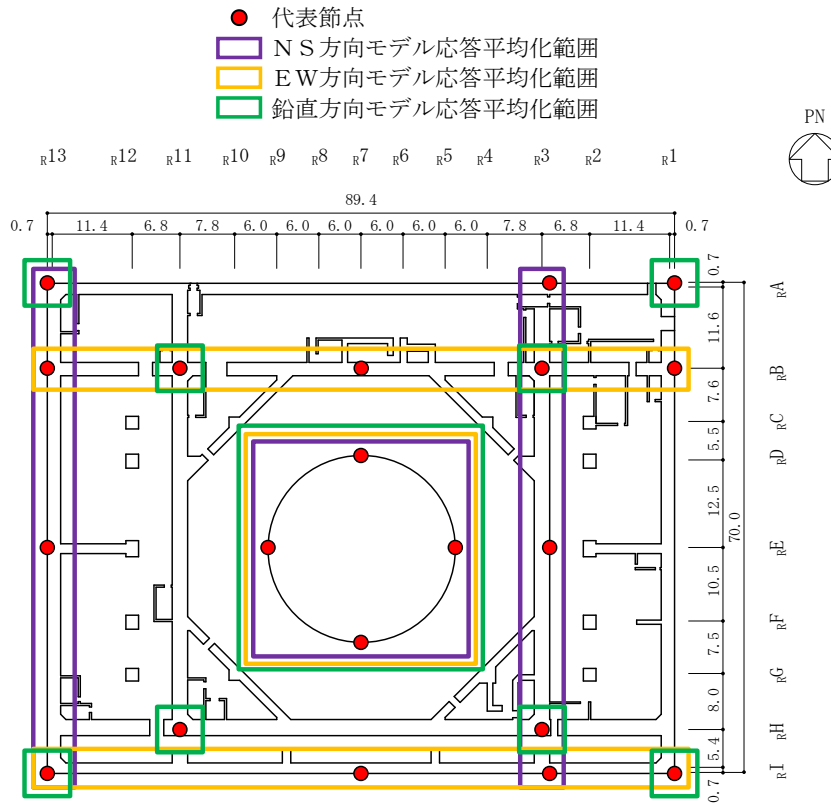


図 3-28(2) 代表節点の位置と応答平均化範囲 (EL 8.8m)

注：平均化を行う各代表節点については、表 3-42～表 3-58 に示す。

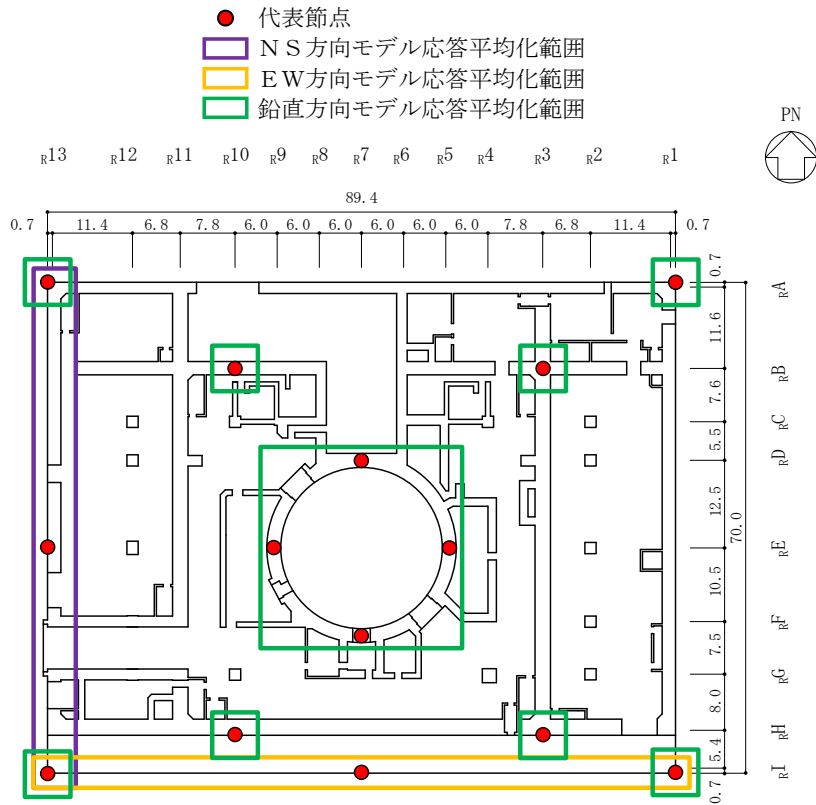


図 3-28(3) 代表節点の位置と応答平均化範囲 (EL 15.3m)

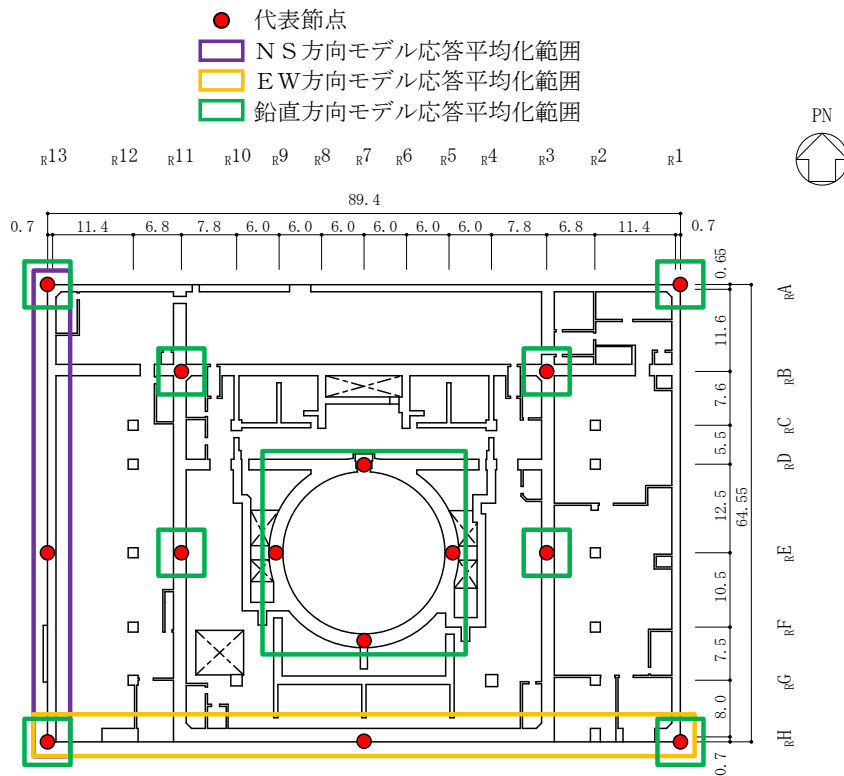


図 3-28(4) 代表節点の位置と応答平均化範囲 (EL 23.8m)

注：平均化を行う各代表節点については、表 3-42～表 3-58 に示す。

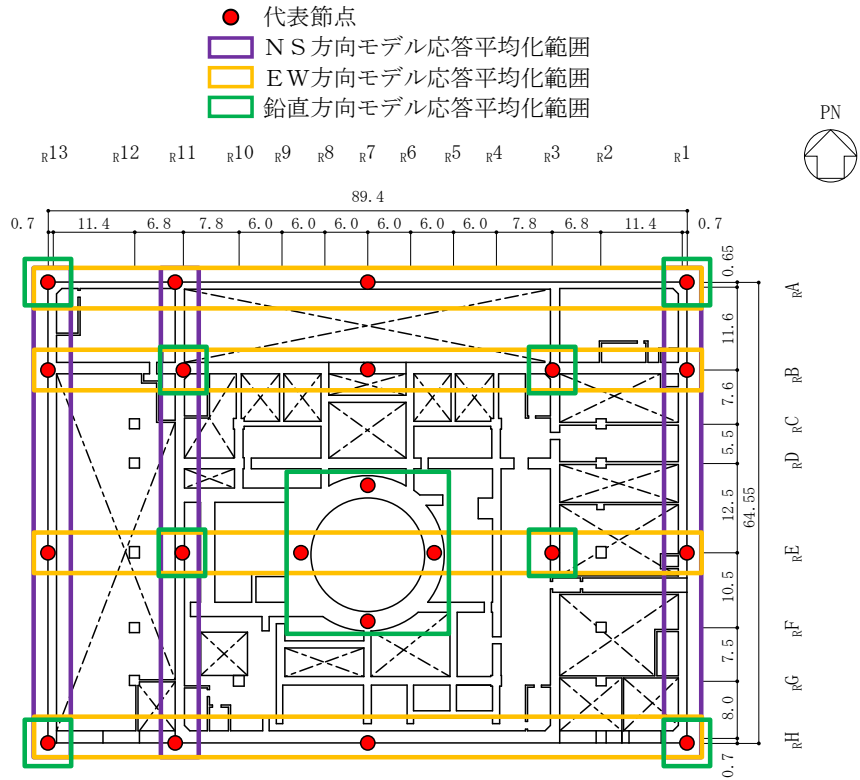


図 3-28(5) 代表節点の位置と応答平均化範囲 (EL-28.5m)

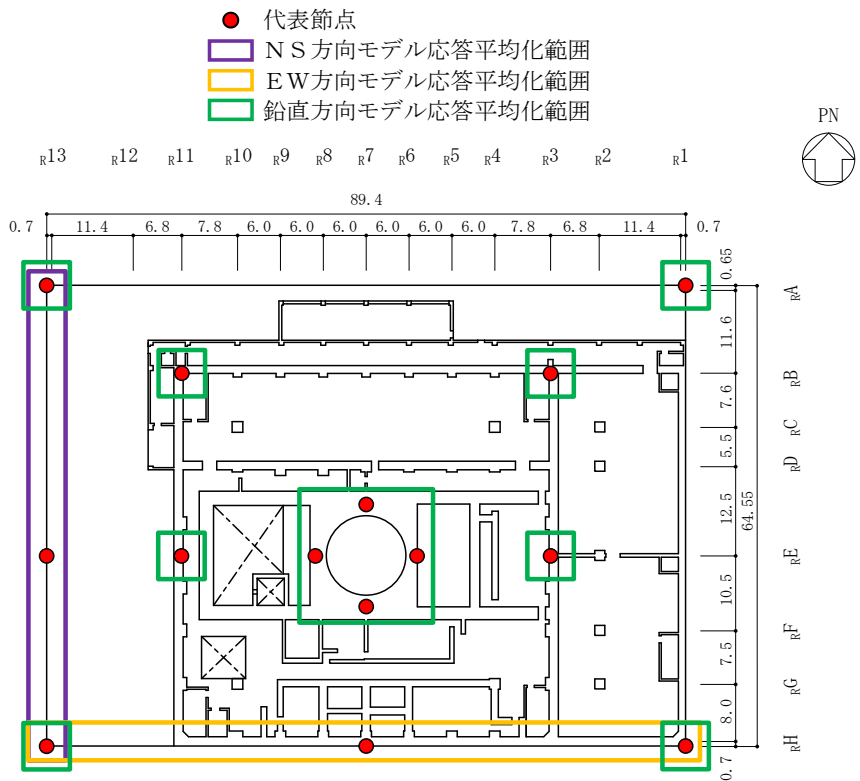


図 3-28(6) 代表節点の位置と応答平均化範囲 (EL 34.8m)

注：平均化を行う各代表節点については、表 3-42～表 3-58 に示す。

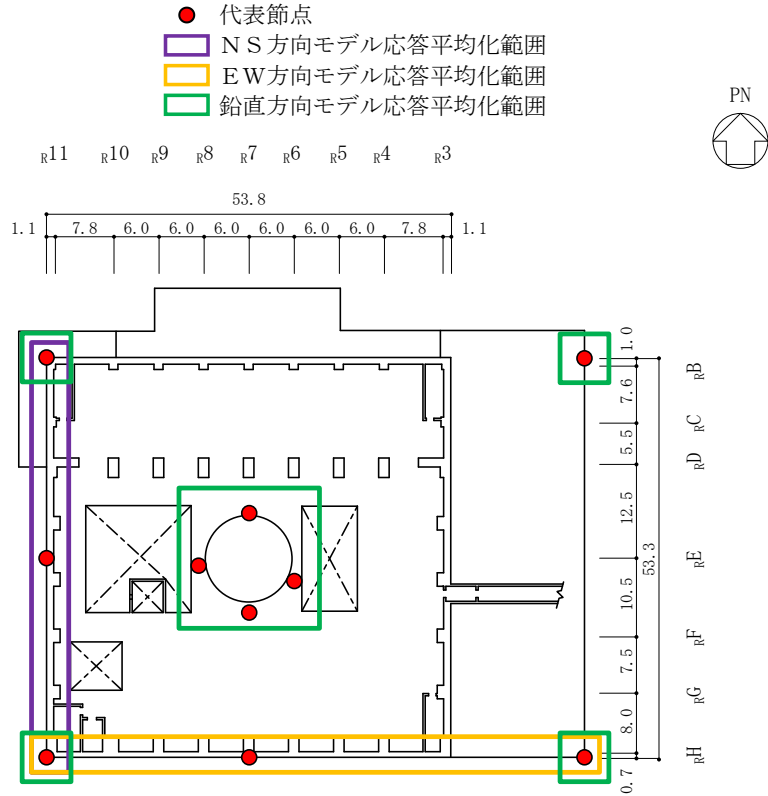


図 3-28(7) 代表節点の位置と応答平均化範囲 (EL 42.8m)

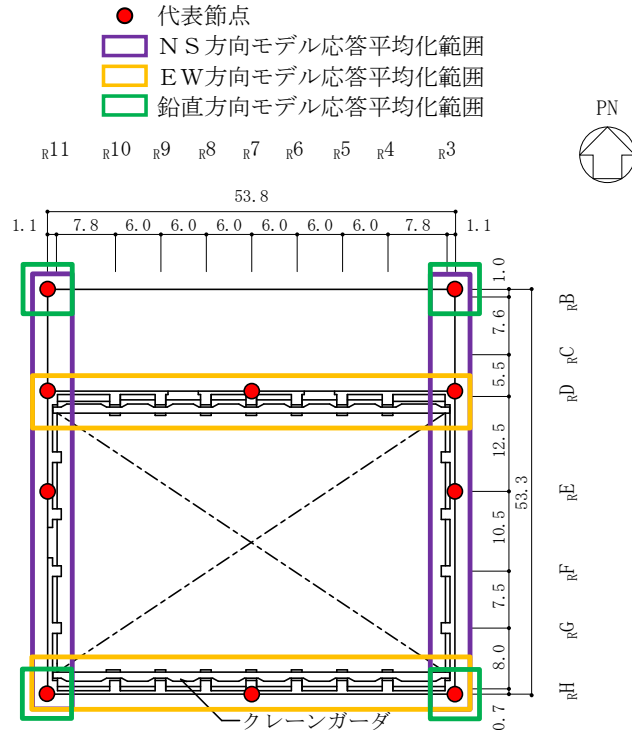


図 3-28(8) 代表節点の位置と応答平均化範囲 (EL 51.7m)

注：平均化を行う各代表節点については、表 3-42～表 3-58 に示す。

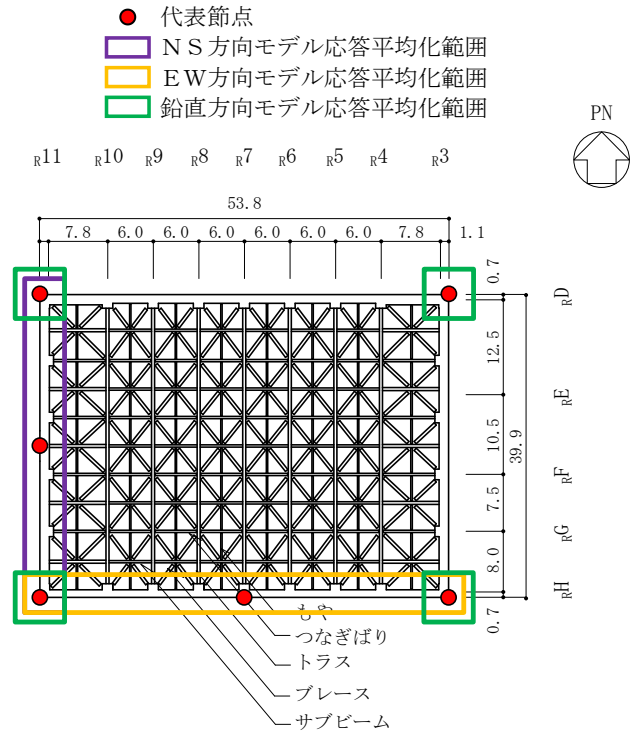
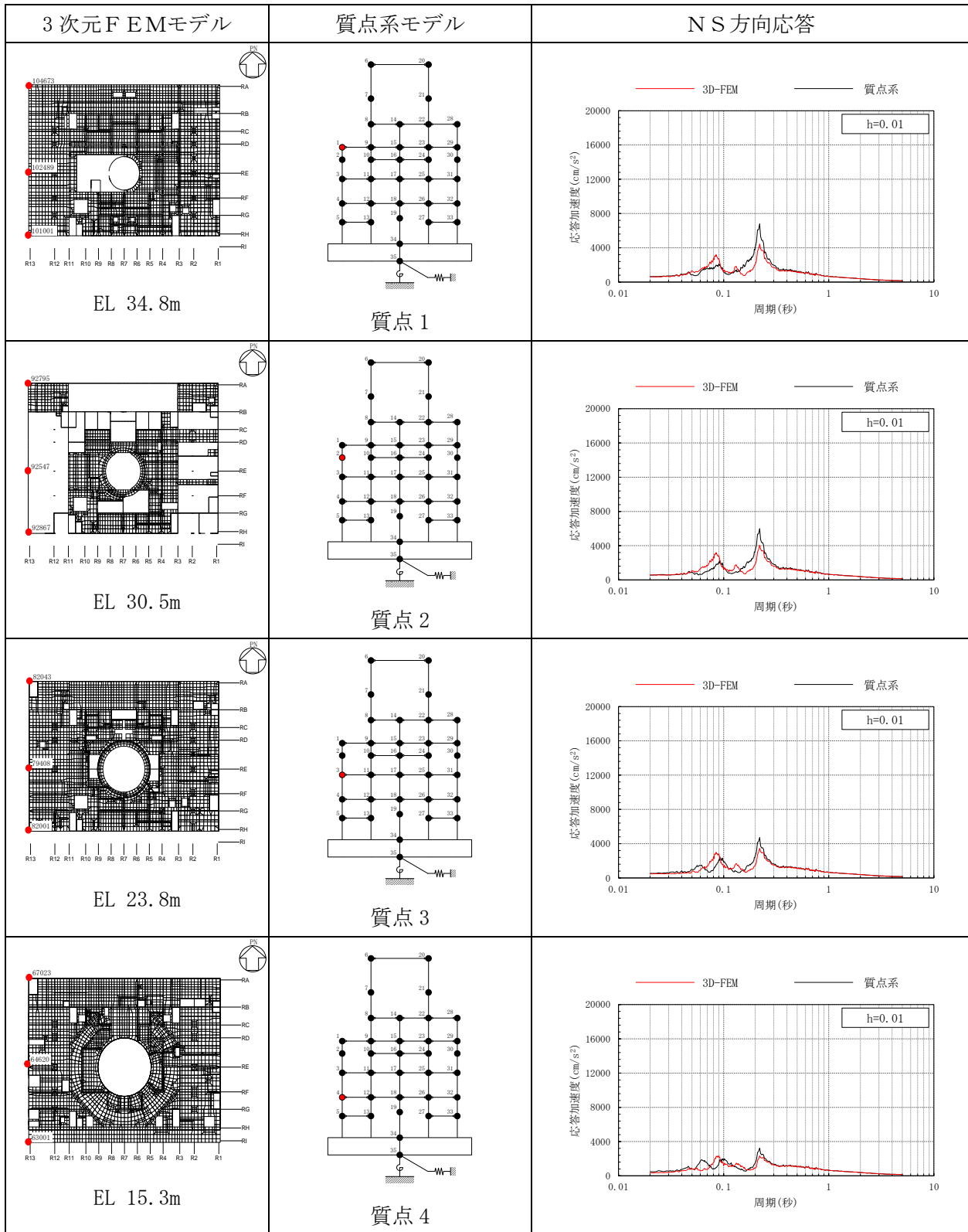


図 3-28(9) 代表節点の位置と応答平均化範囲 (EL 63.5m)

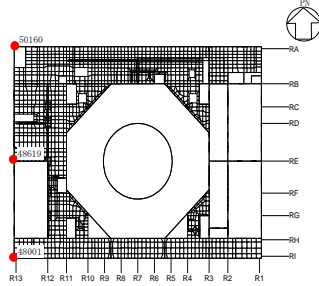
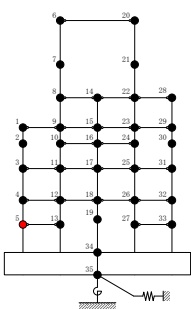
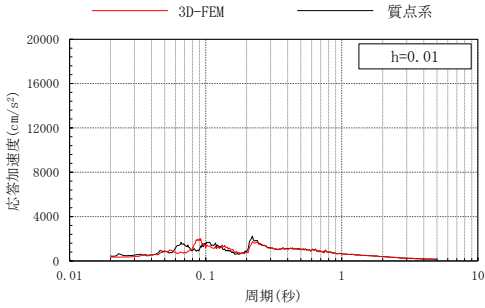
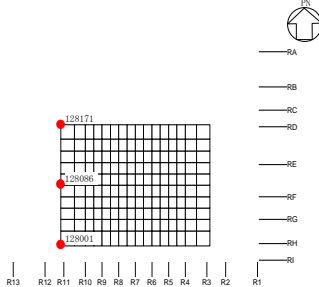
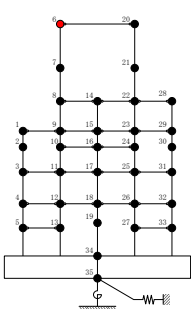
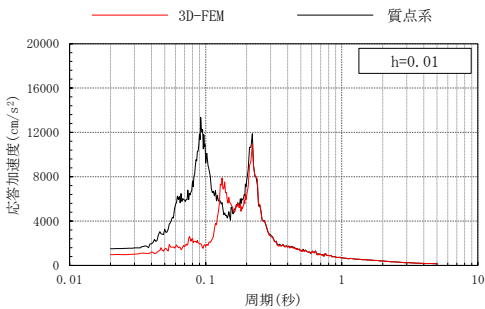
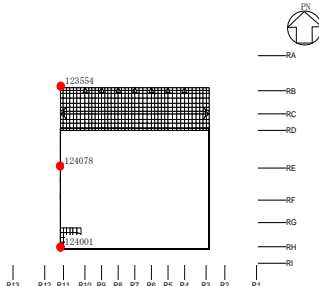
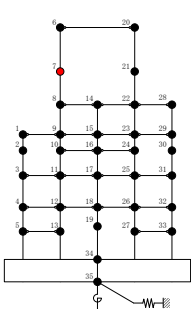
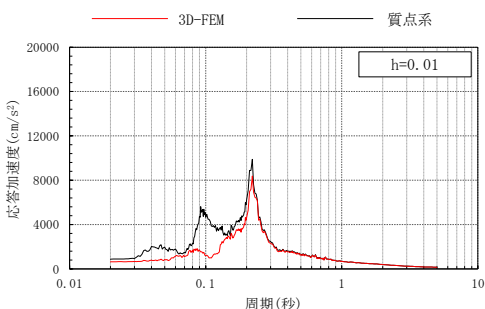
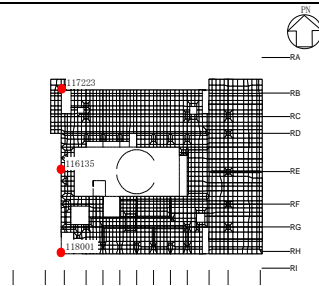
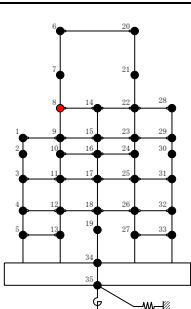
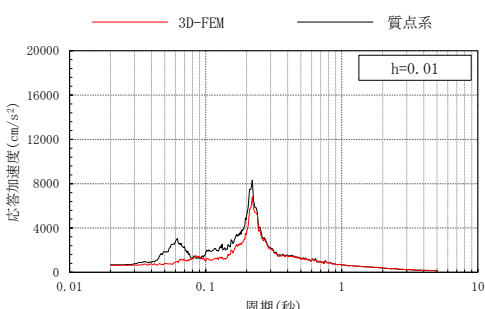
注：平均化を行う各代表節点については，表 3-42～表 3-58 に示す。

表 3-25(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d-D, NS方向)



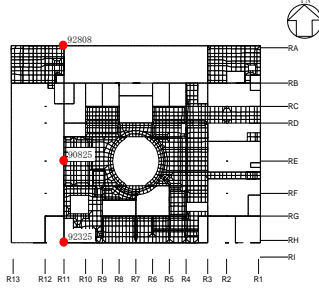
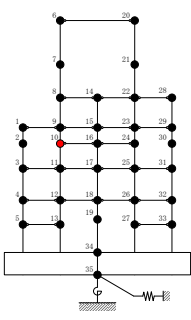
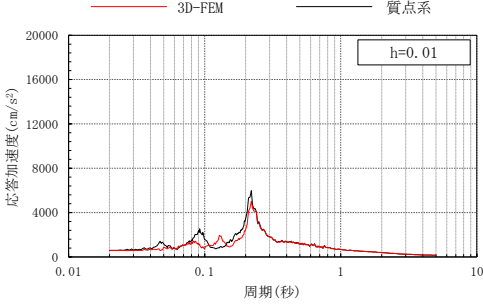
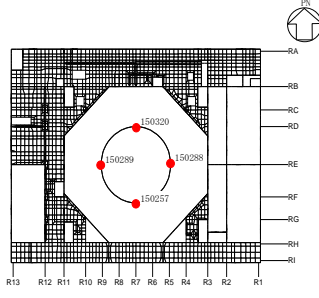
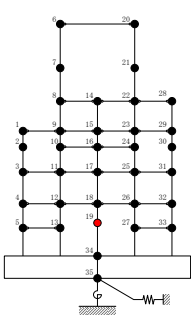
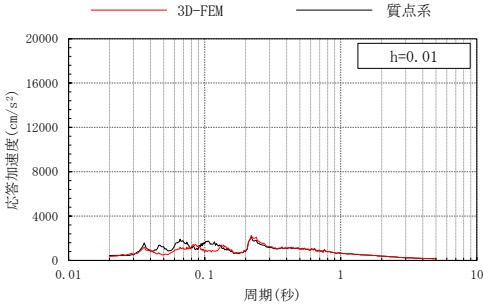
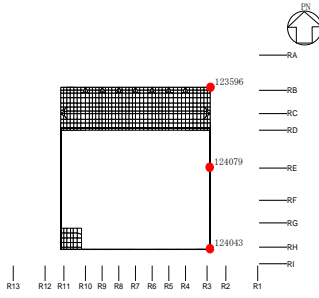
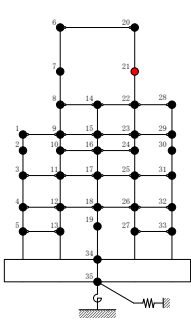
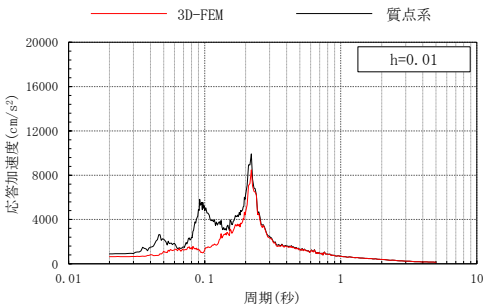
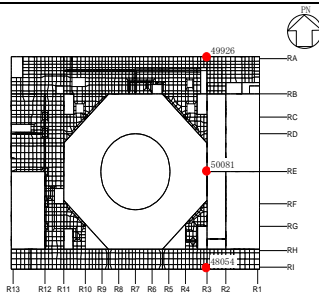
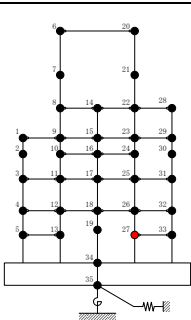
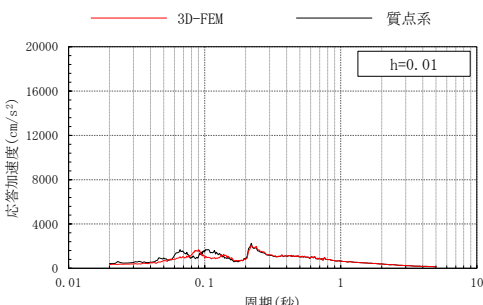
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-25(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d-D, NS方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	NS方向応答
 <p>EL 8.8m</p>	 <p>質点 5</p>	
 <p>EL 63.5m</p>	 <p>質点 6</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点 7</p>	
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点 8</p>	

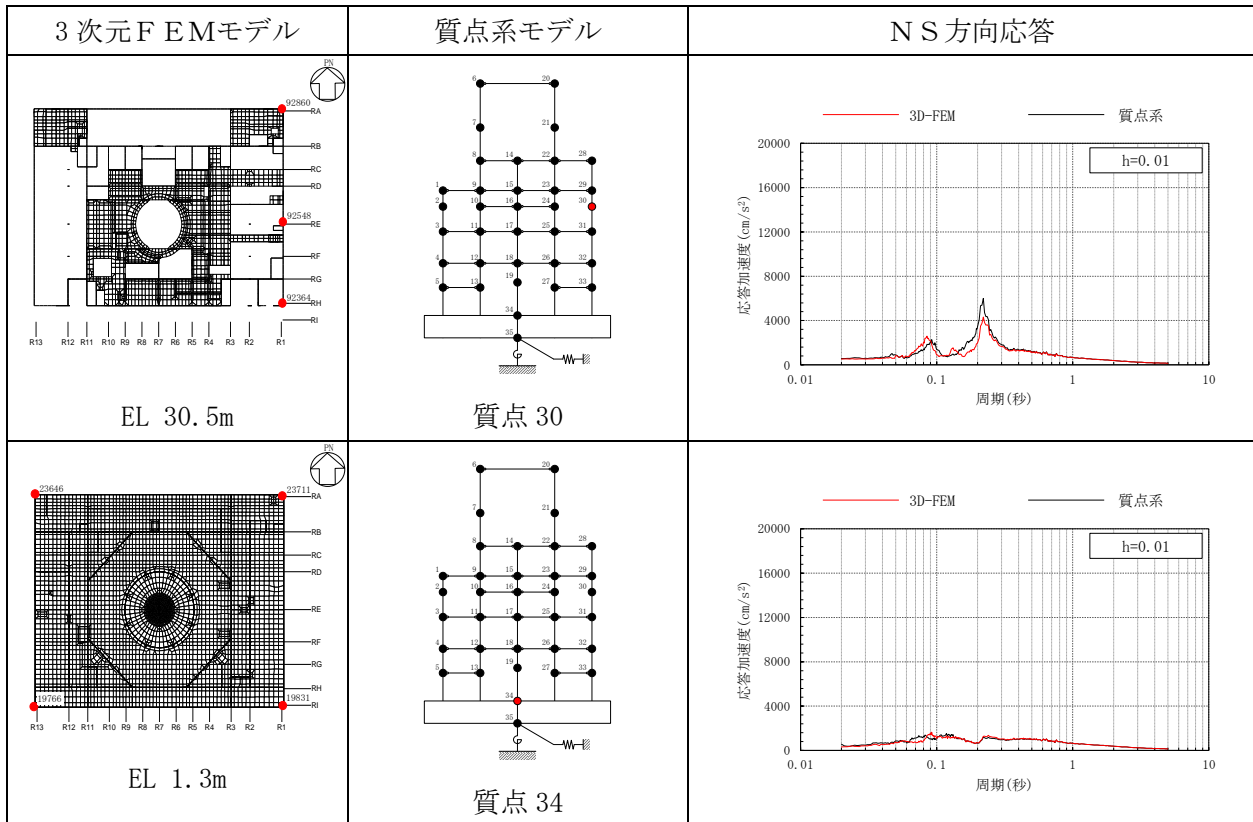
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-25(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d-D, NS方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	NS方向応答
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 10</p>	
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点 19</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点 21</p>	
 <p>EL 8.8m</p>	 <p>質点 27</p>	

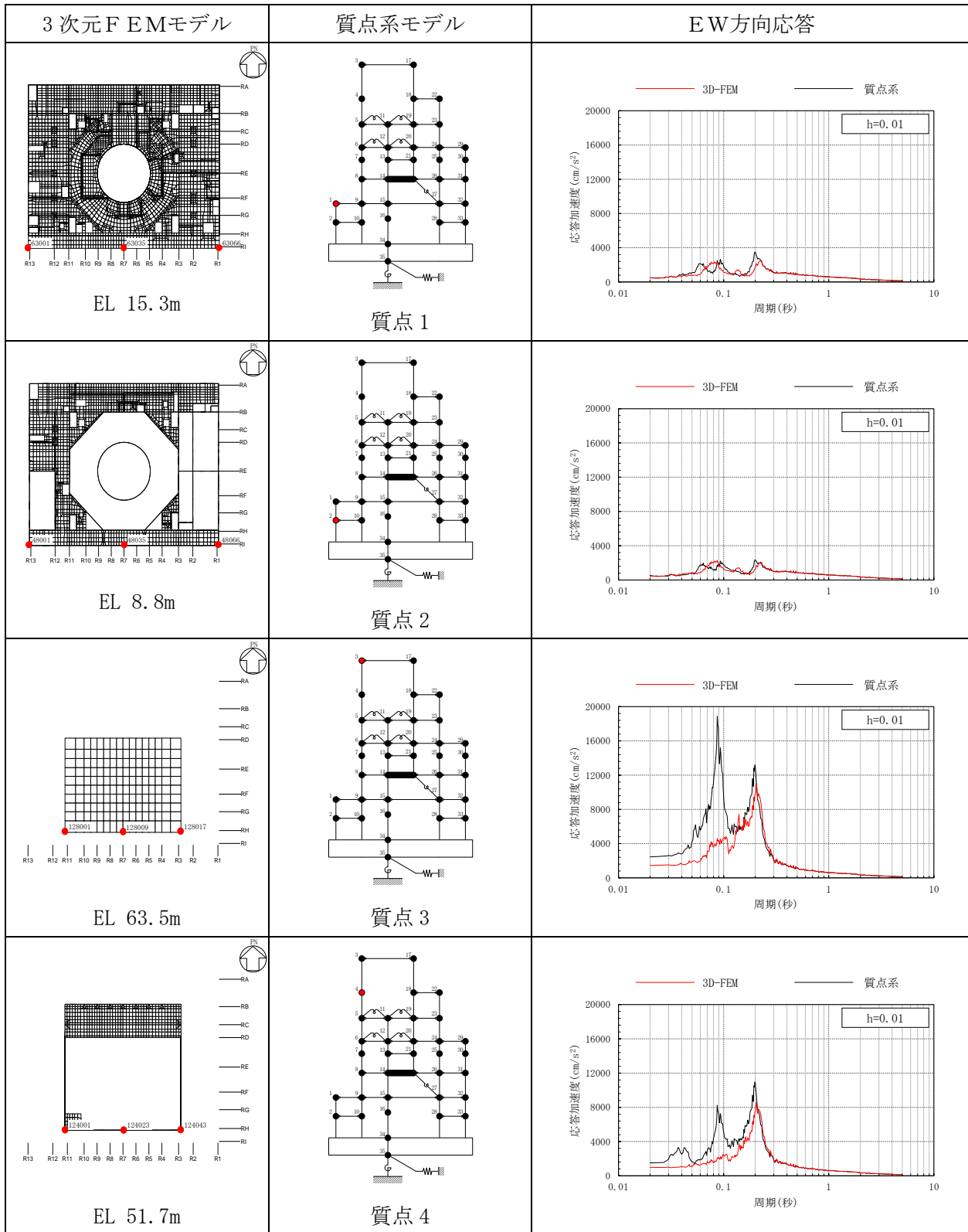
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-25(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-D, NS方向)



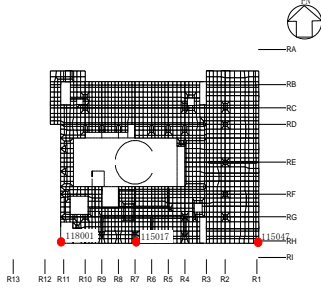
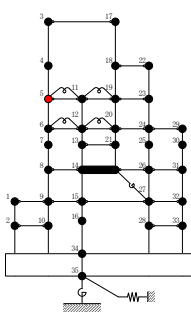
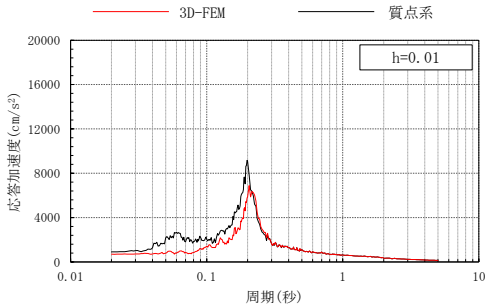
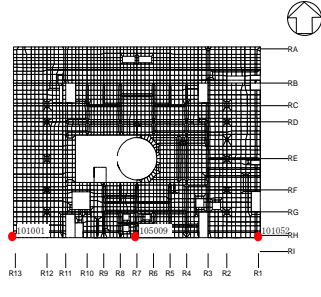
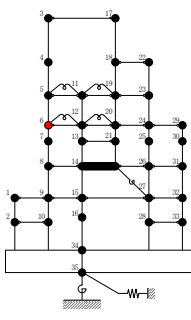
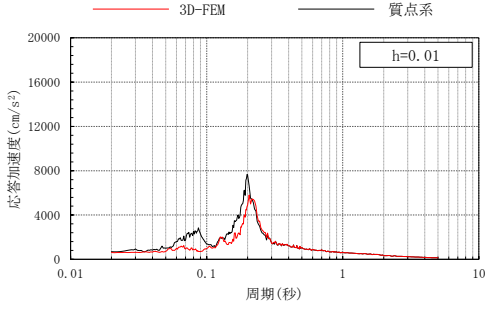
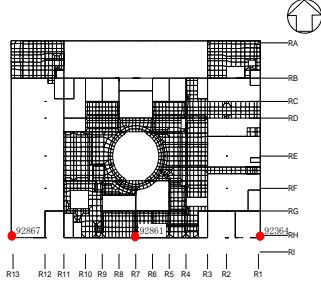
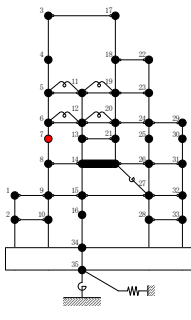
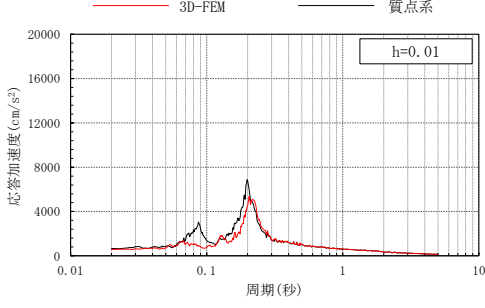
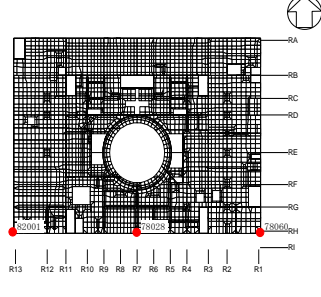
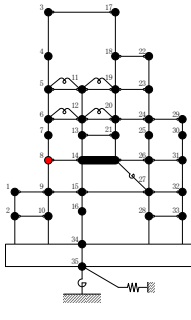
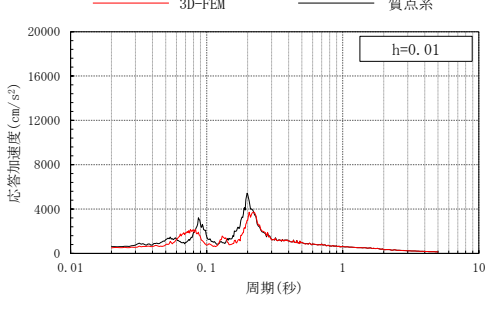
注：3D-FEM の加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-26(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d - D (組合せ用), EW方向)



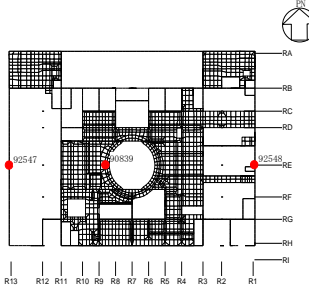
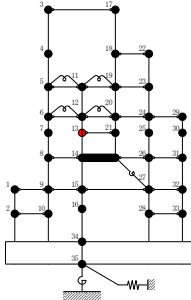
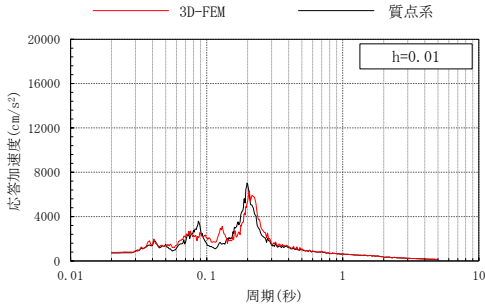
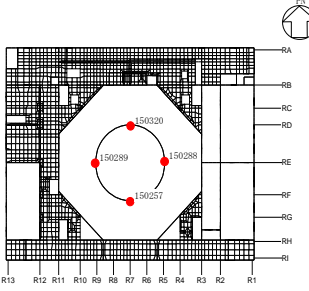
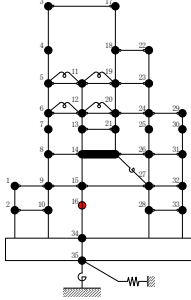
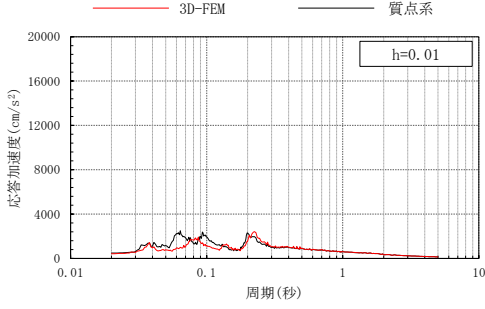
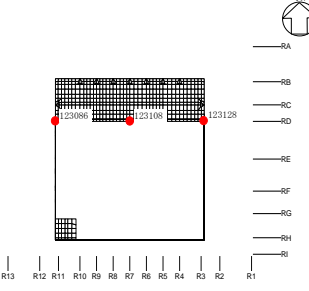
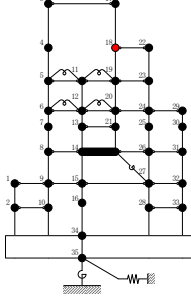
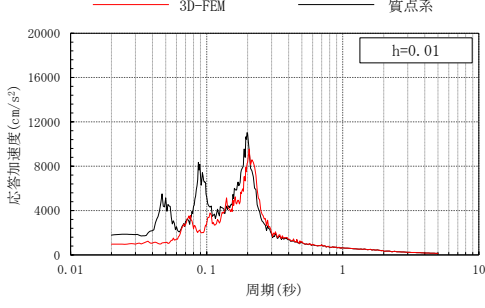
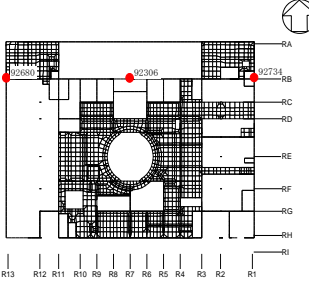
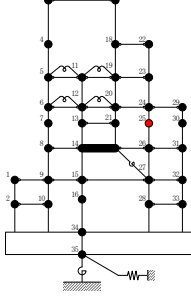
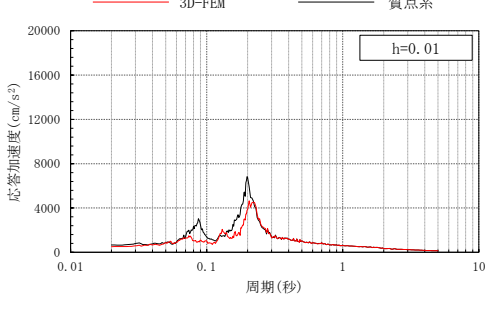
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-26(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d - D (組合せ用), EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点 5</p>	
 <p>EL 34.8m</p>	 <p>質点 6</p>	
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 7</p>	
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点 8</p>	

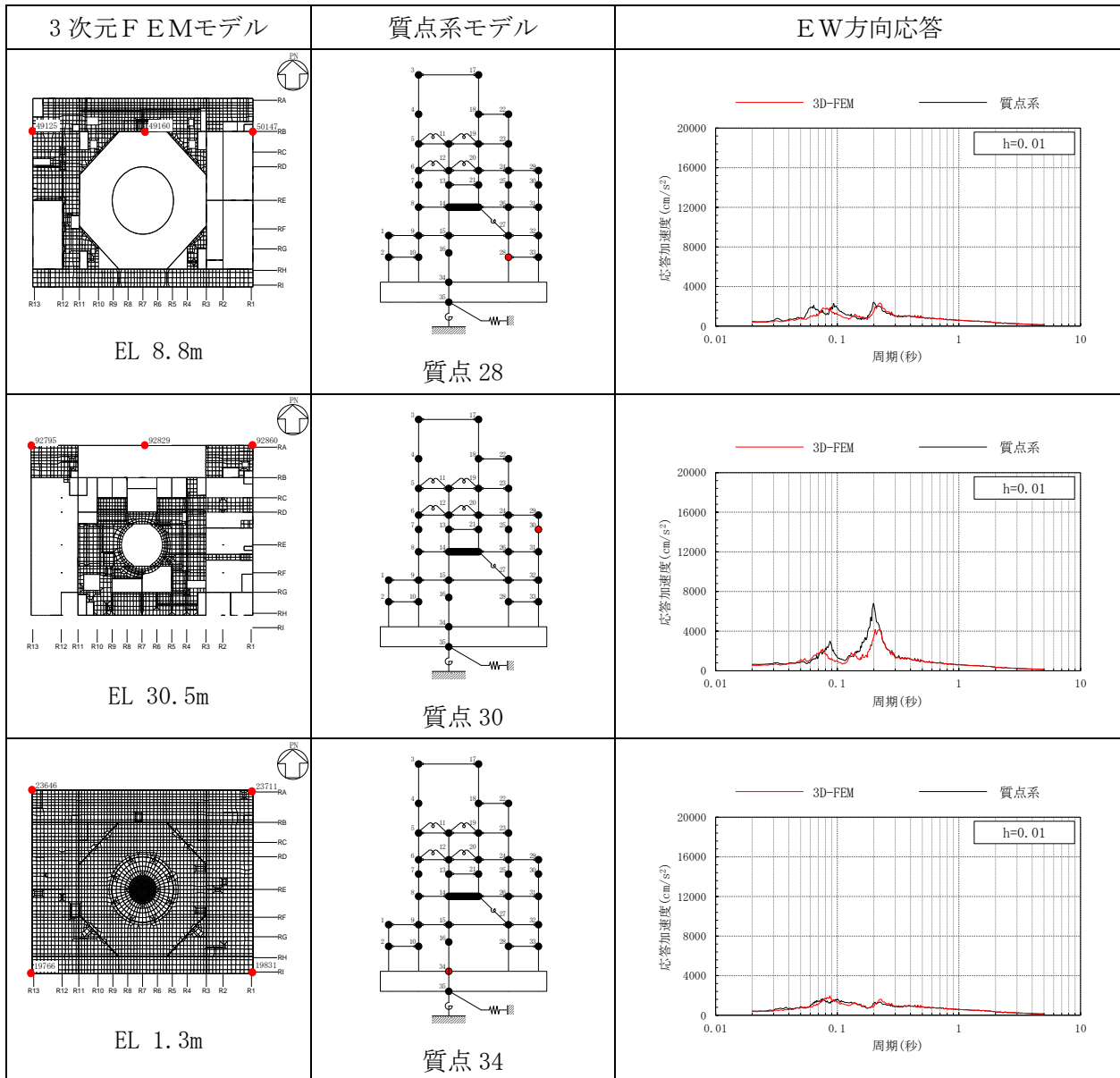
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-26(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d - D (組合せ用), EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点13</p>	
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点16</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点18</p>	
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点25</p>	

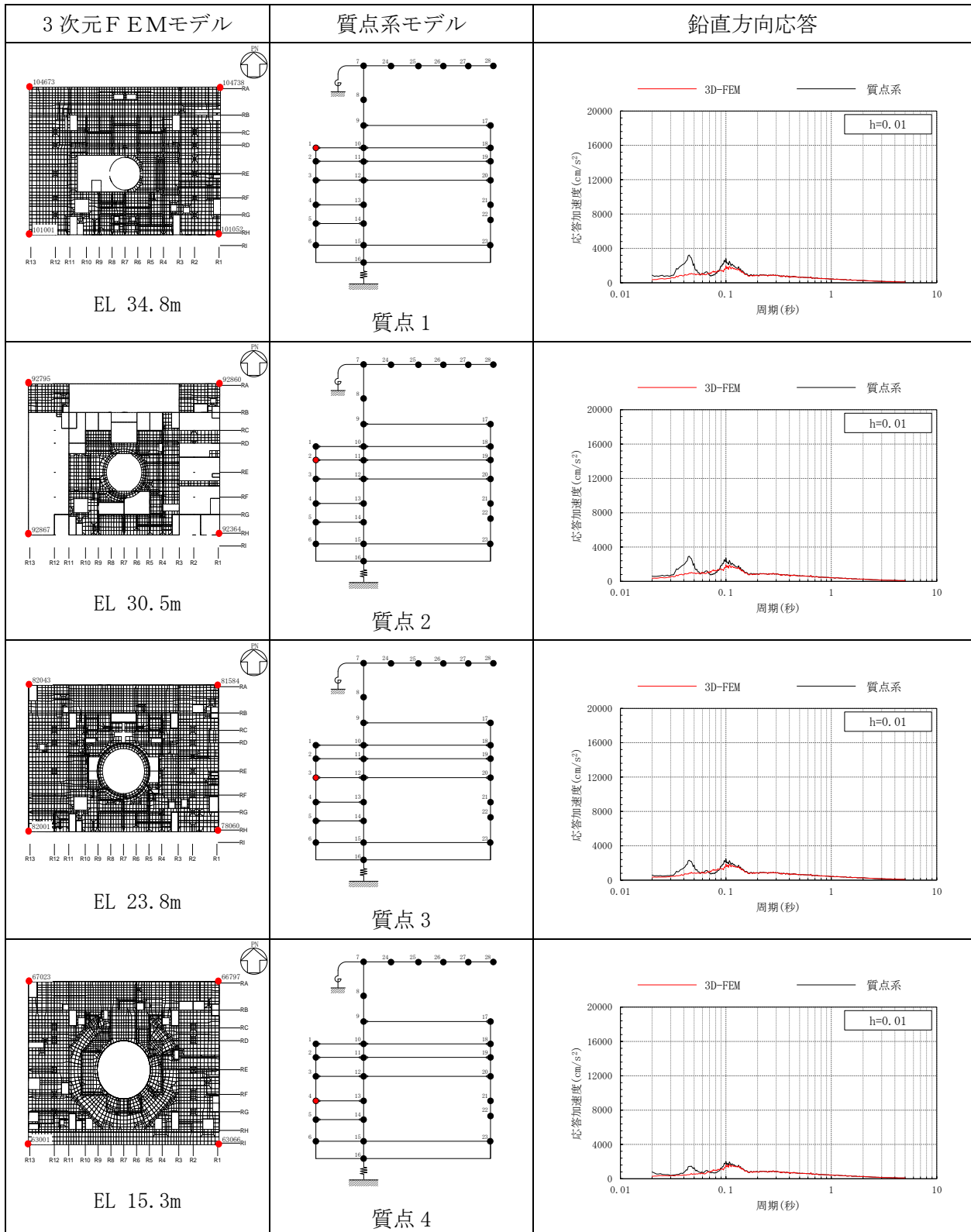
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-26(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d - D (組合せ用), EW方向)



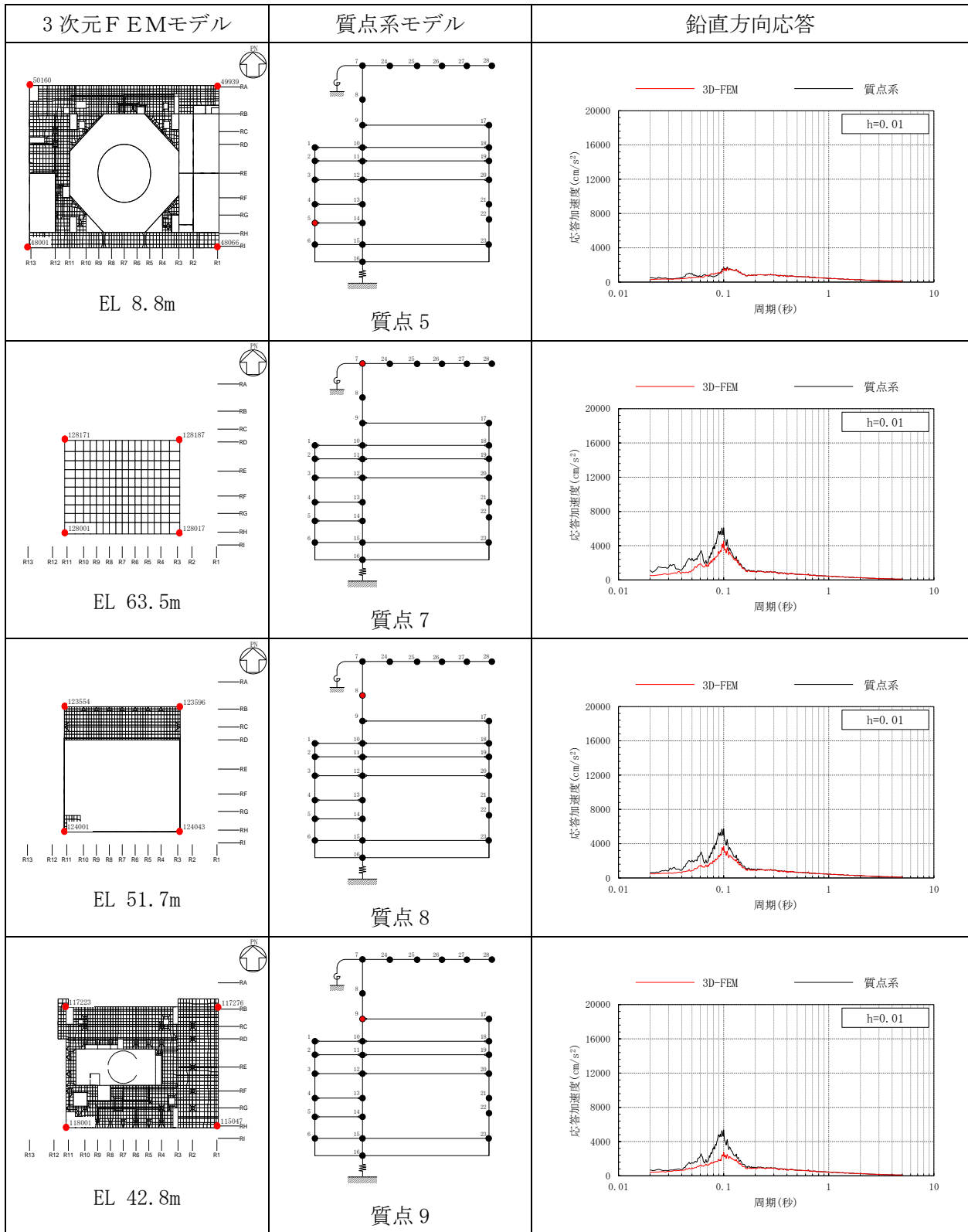
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-27(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-D, 鉛直方向)



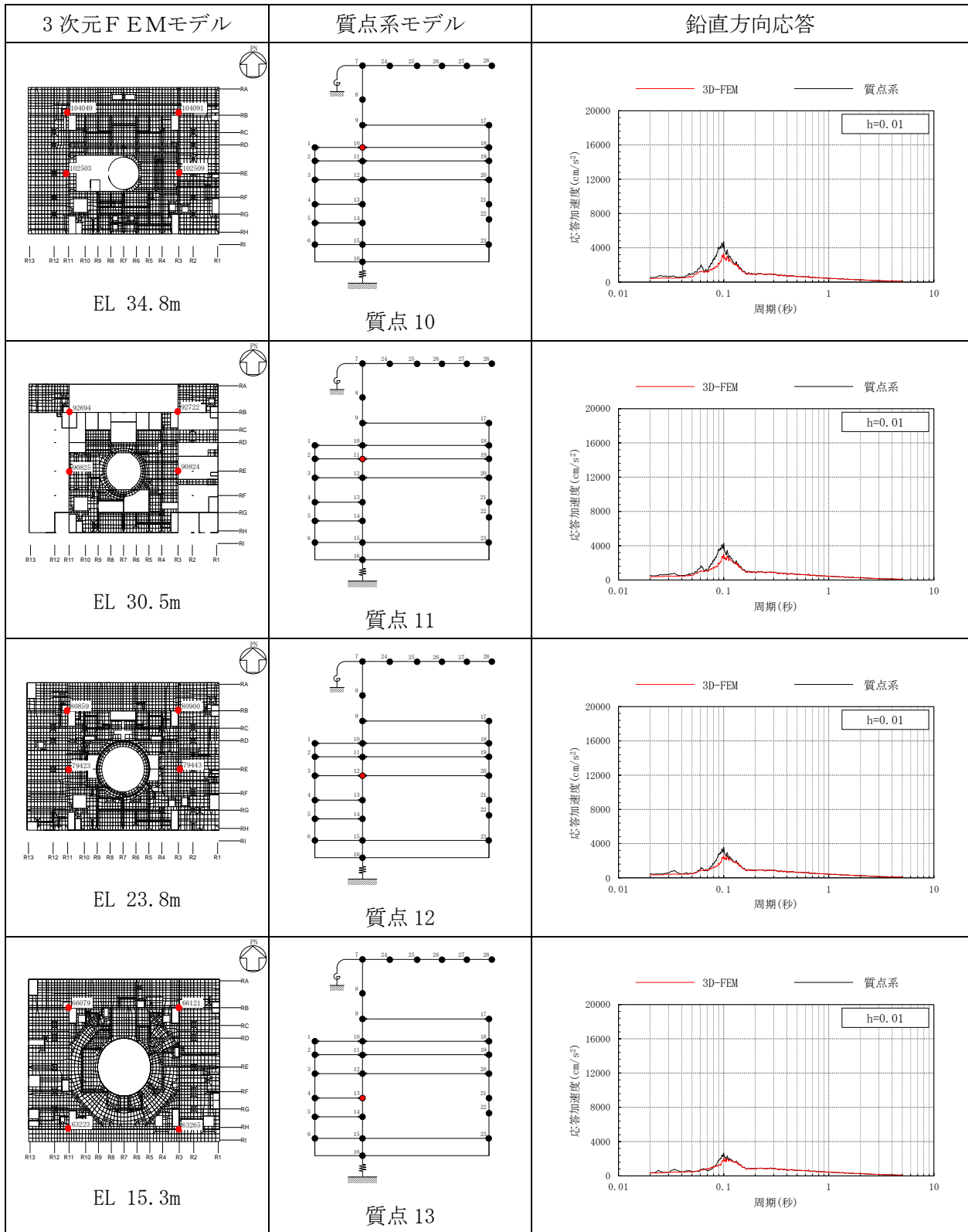
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-27(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-D, 鉛直方向)



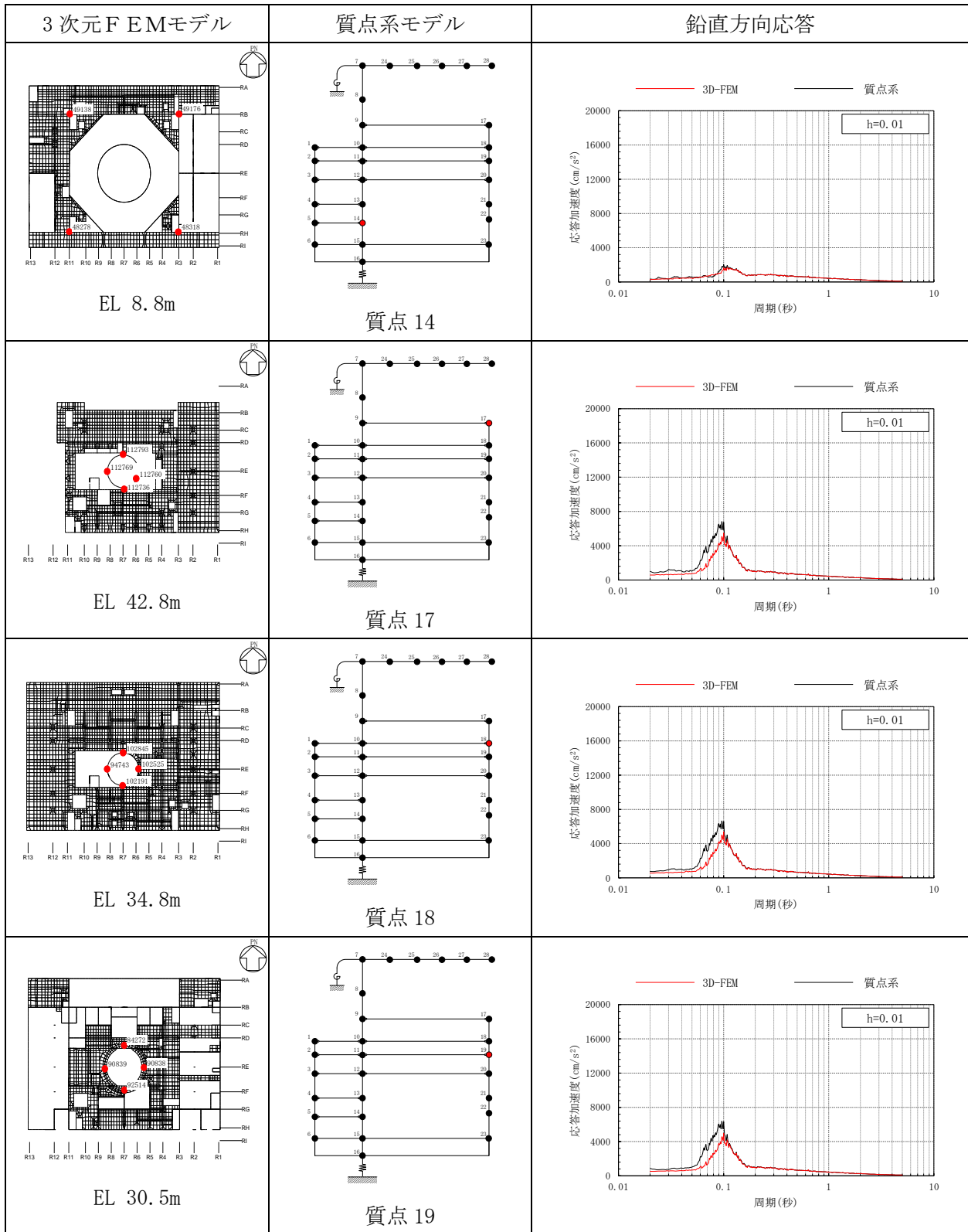
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-27(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-D, 鉛直方向)



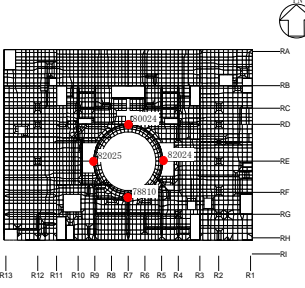
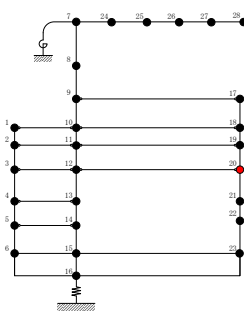
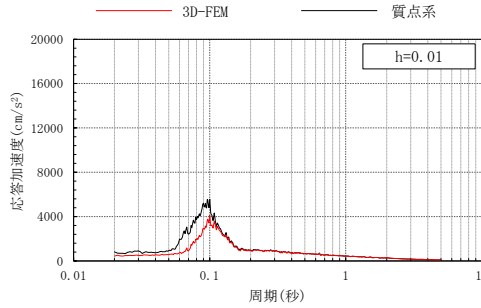
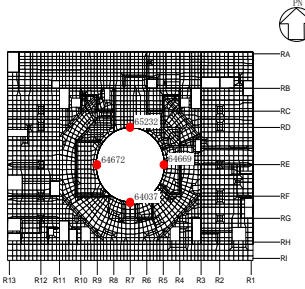
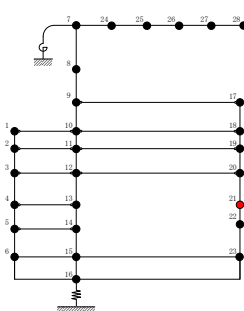
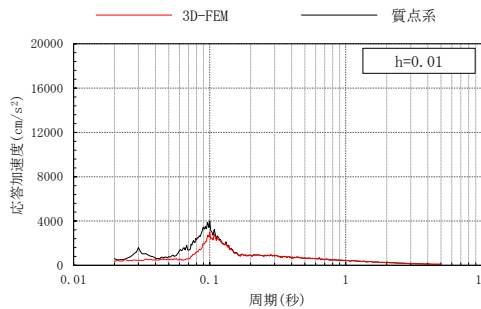
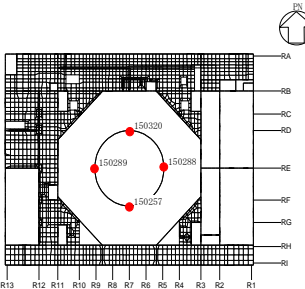
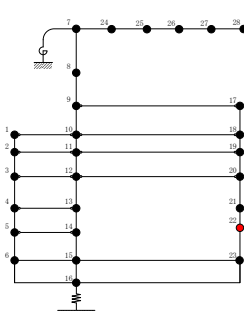
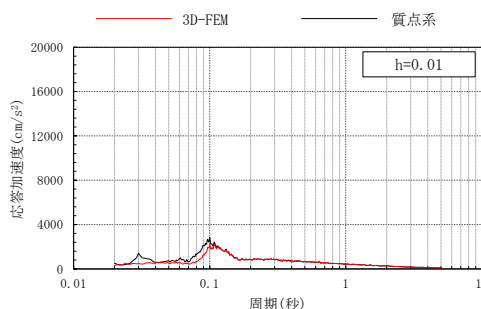
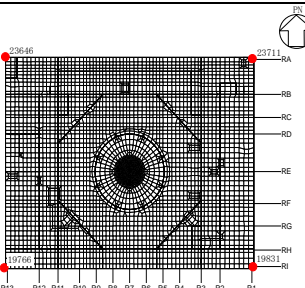
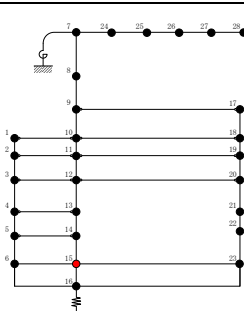
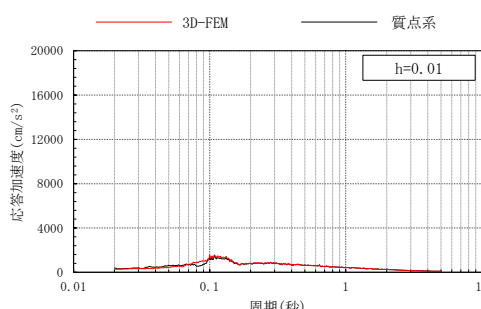
注：3D-FEM の加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-27(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-D, 鉛直方向)



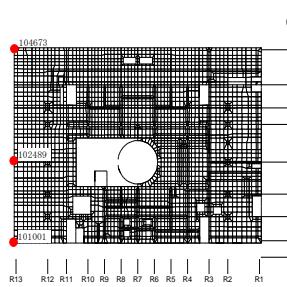
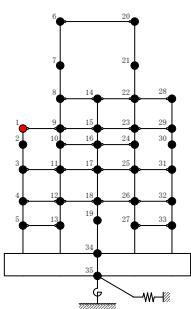
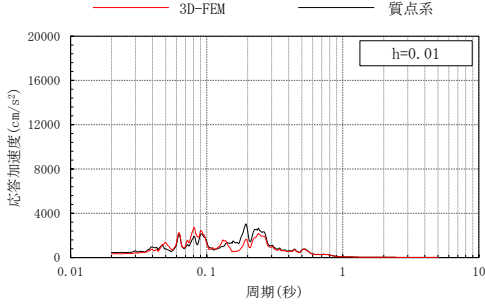
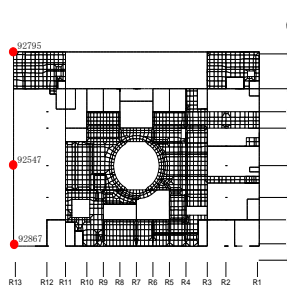
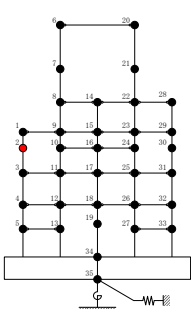
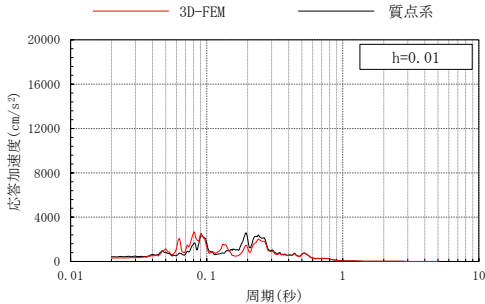
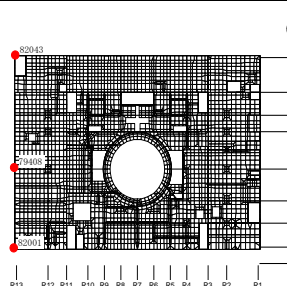
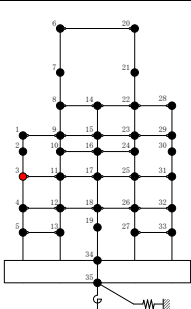
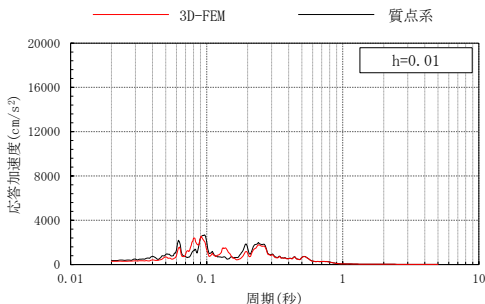
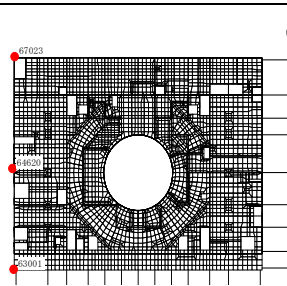
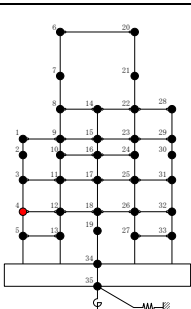
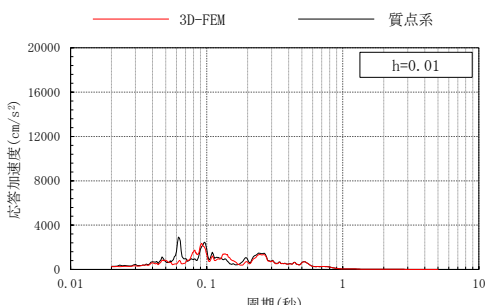
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-27(5) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-D, 鉛直方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	鉛直方向応答
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点 20</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 15.3m</p>	 <p>質点 21</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点 22</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 1.3m</p>	 <p>質点 15</p>	 <p>h=0.01</p>

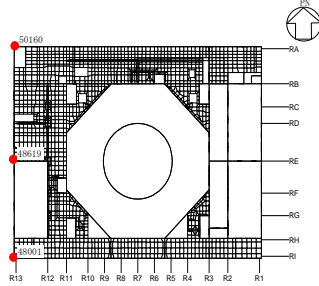
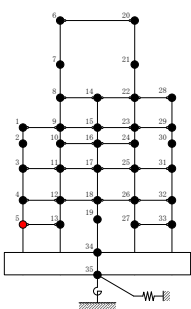
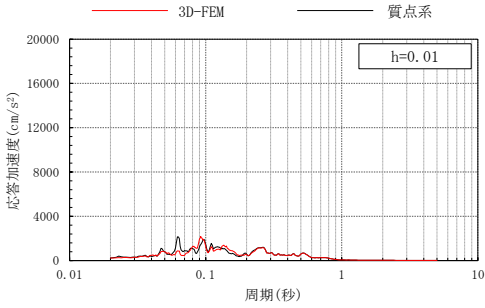
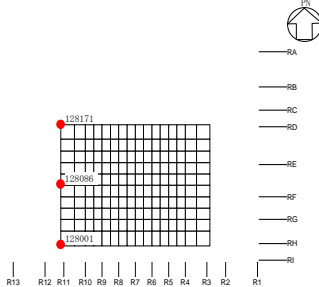
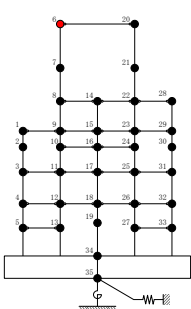
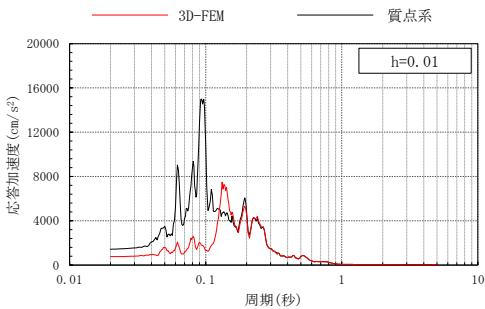
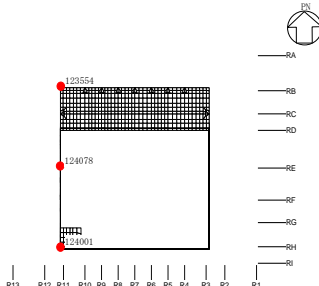
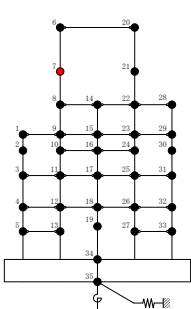
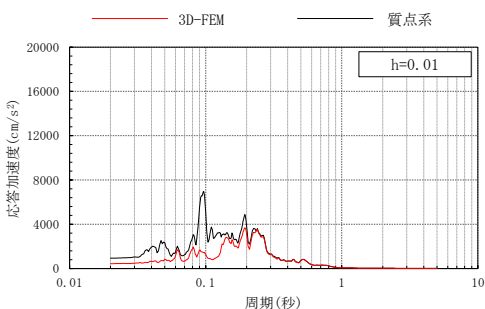
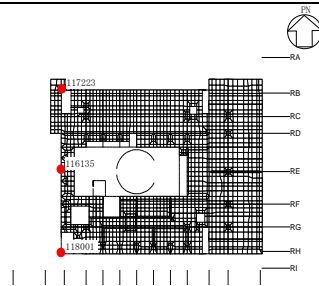
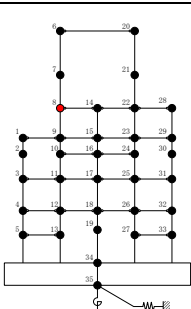
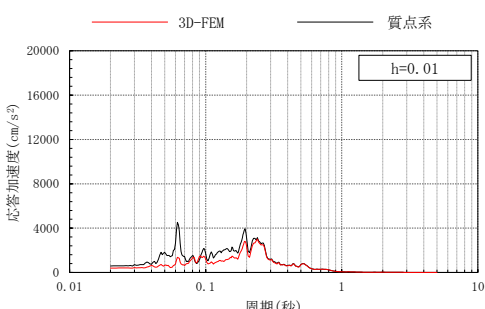
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-28(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F1, NS方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	NS方向応答
 <p>EL 34.8m</p>	 <p>質点1</p>	
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点2</p>	
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点3</p>	
 <p>EL 15.3m</p>	 <p>質点4</p>	

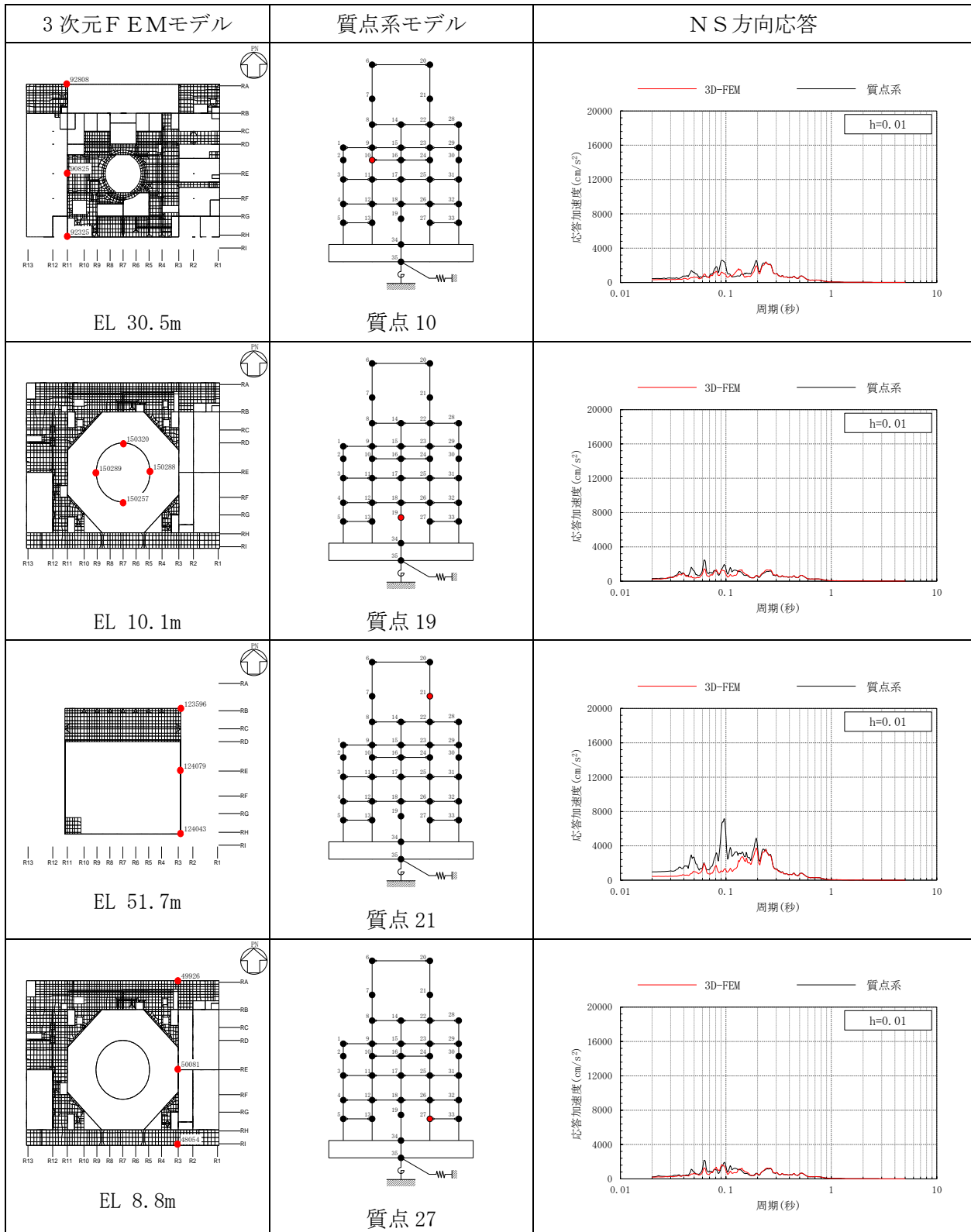
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-28(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F1, NS方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	NS方向応答
 <p>EL 8.8m</p>	 <p>質点5</p>	
 <p>EL 63.5m</p>	 <p>質点6</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点7</p>	
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点8</p>	

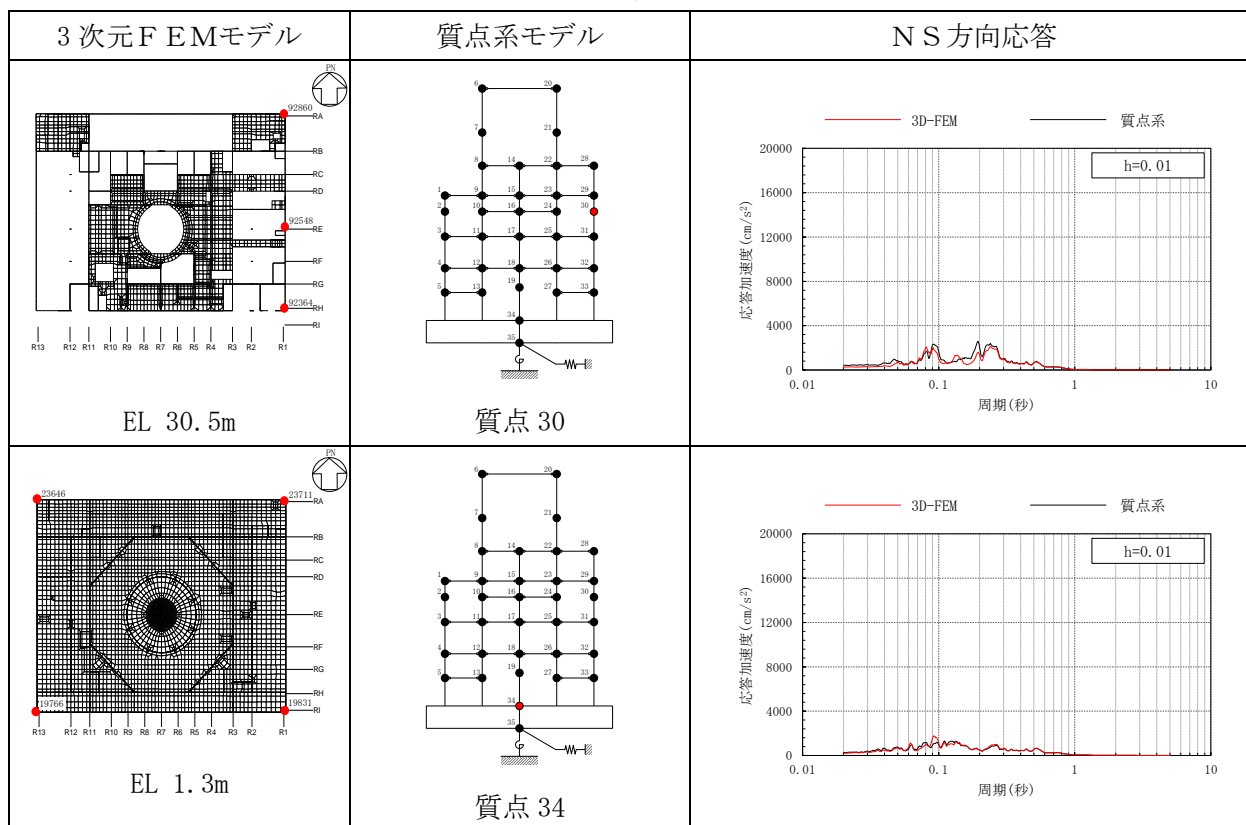
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-28(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F1, NS方向)



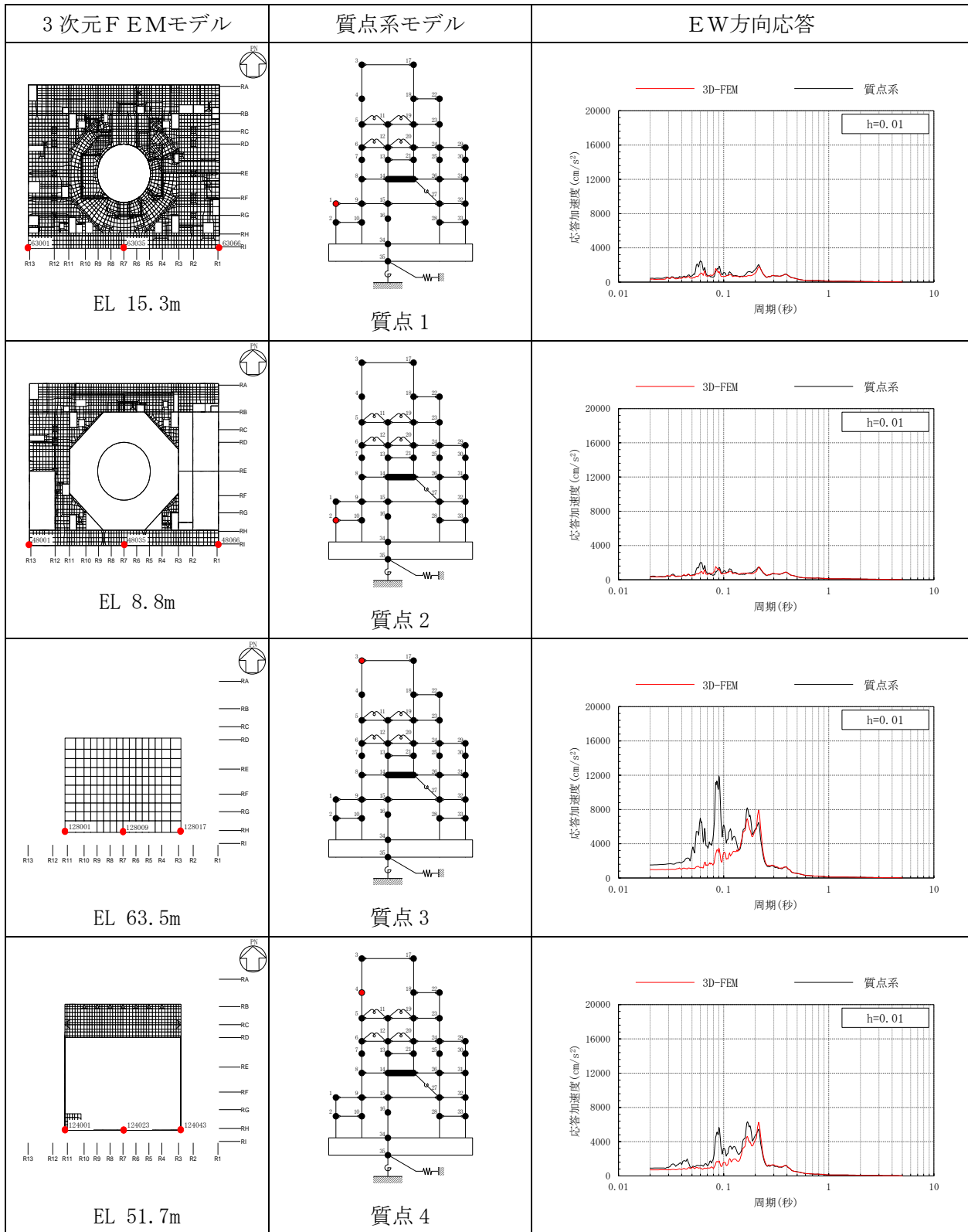
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-28(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F1, NS方向)



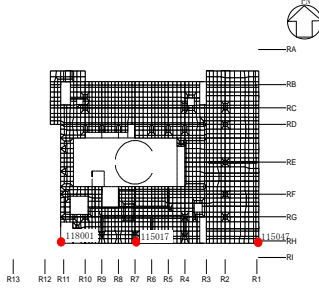
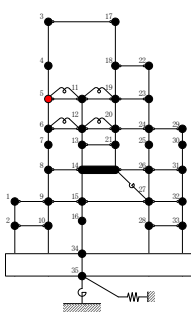
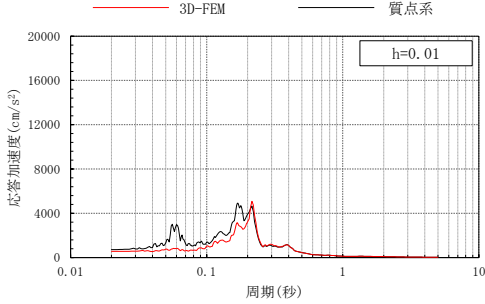
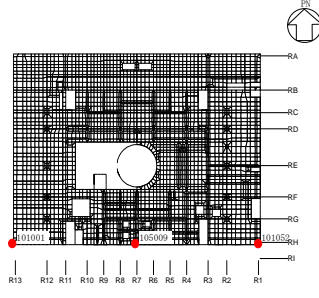
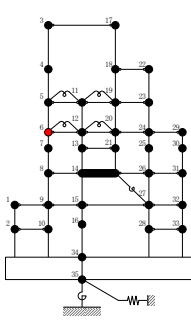
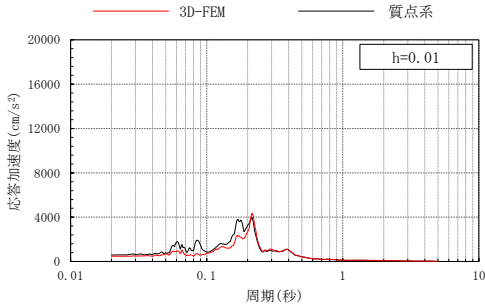
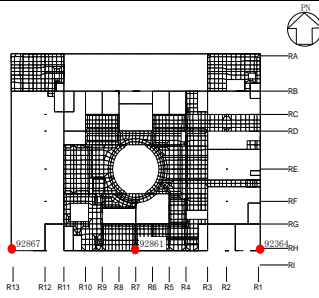
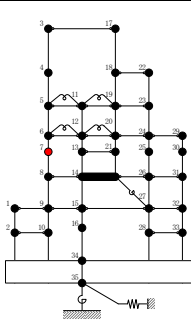
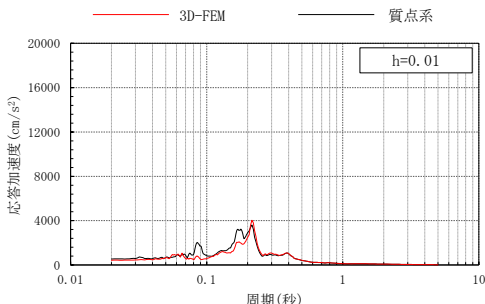
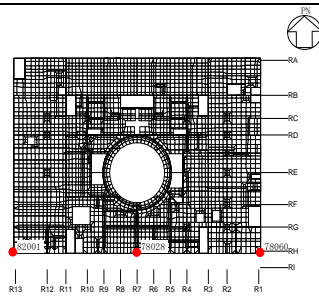
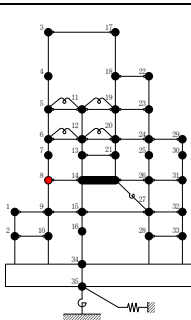
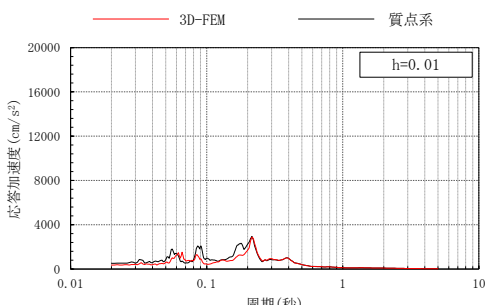
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-29(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F1, EW方向)



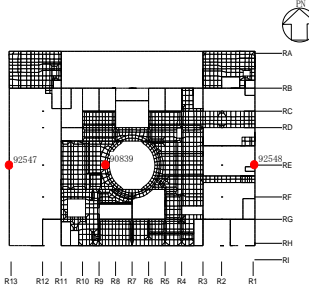
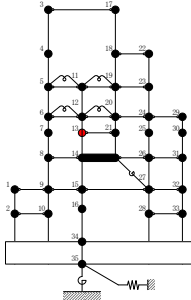
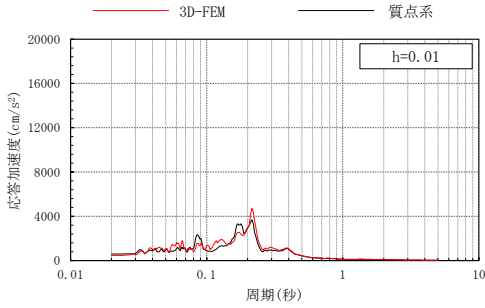
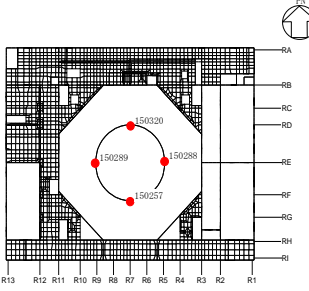
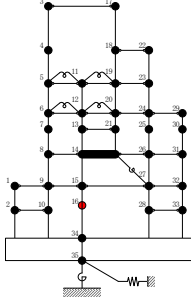
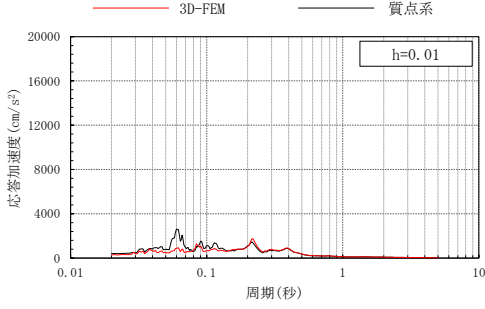
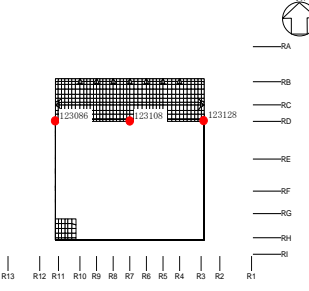
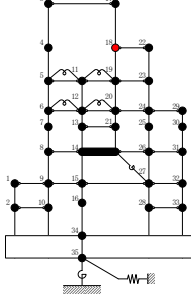
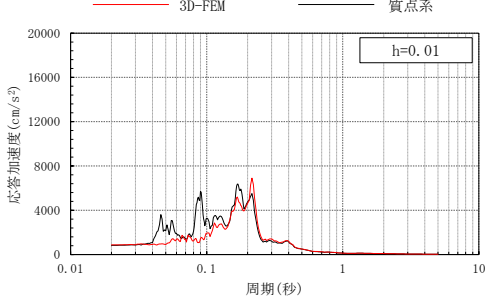
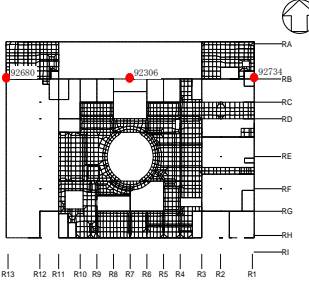
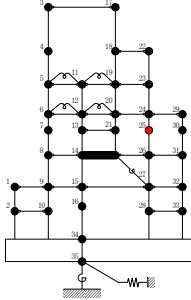
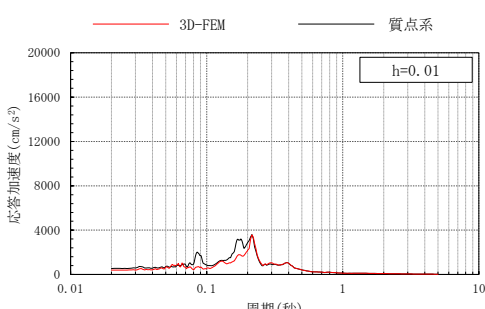
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-29(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F1, EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点5</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 34.8m</p>	 <p>質点6</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点7</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点8</p>	 <p>h=0.01</p>

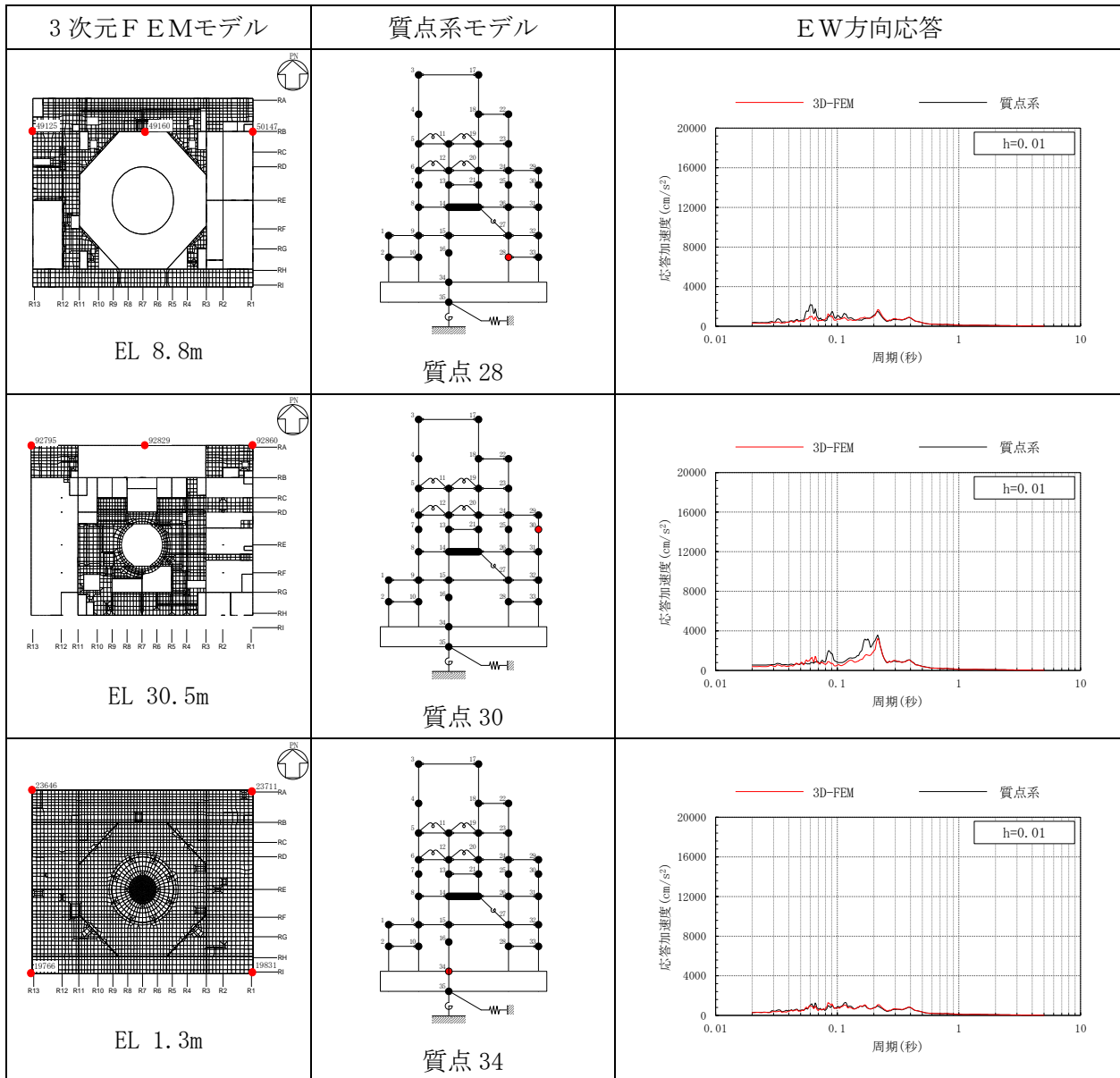
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-29(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F1, EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 13</p>	
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点 16</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点 18</p>	
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 25</p>	

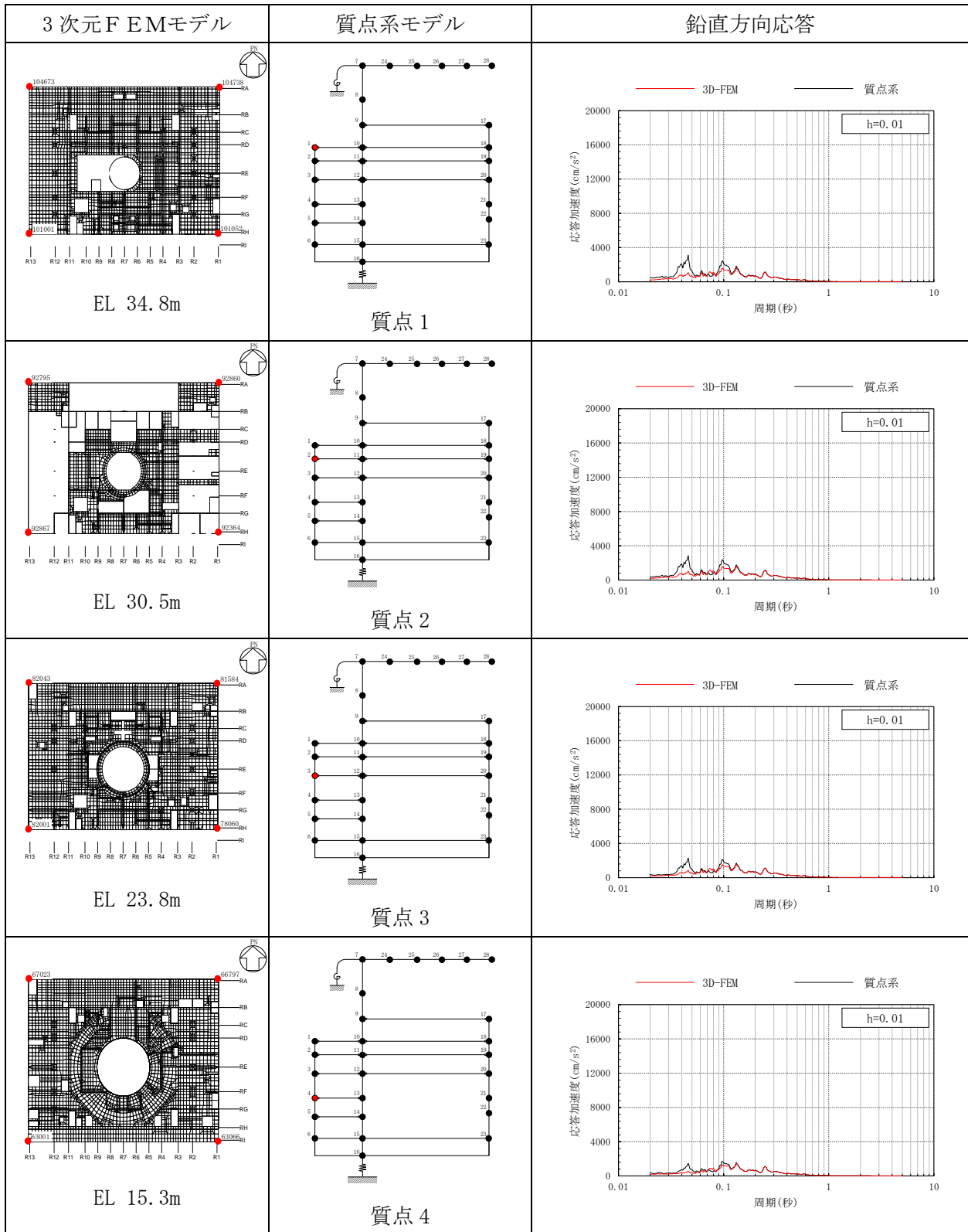
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-29(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F1, EW方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

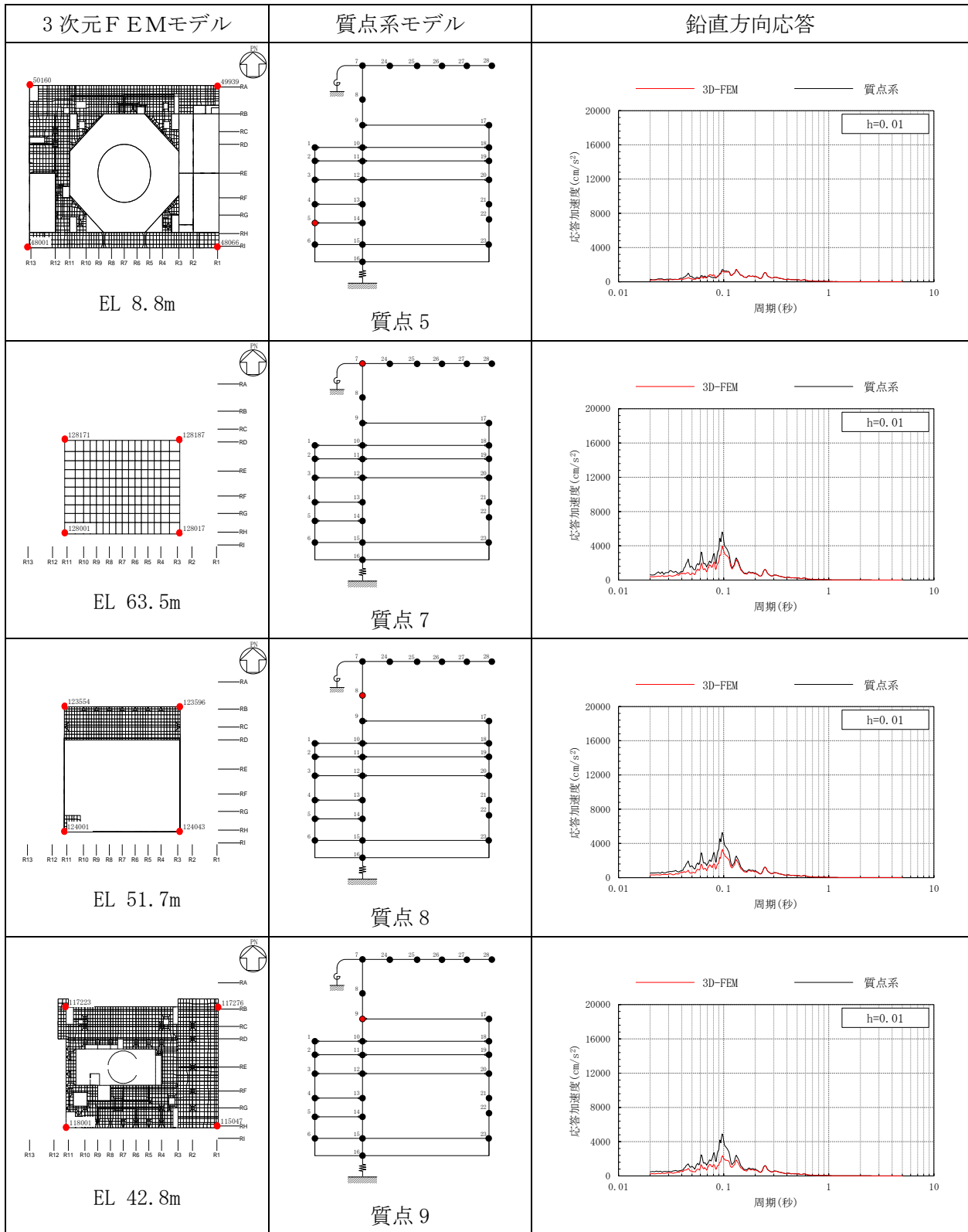
表 3-30(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F1, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

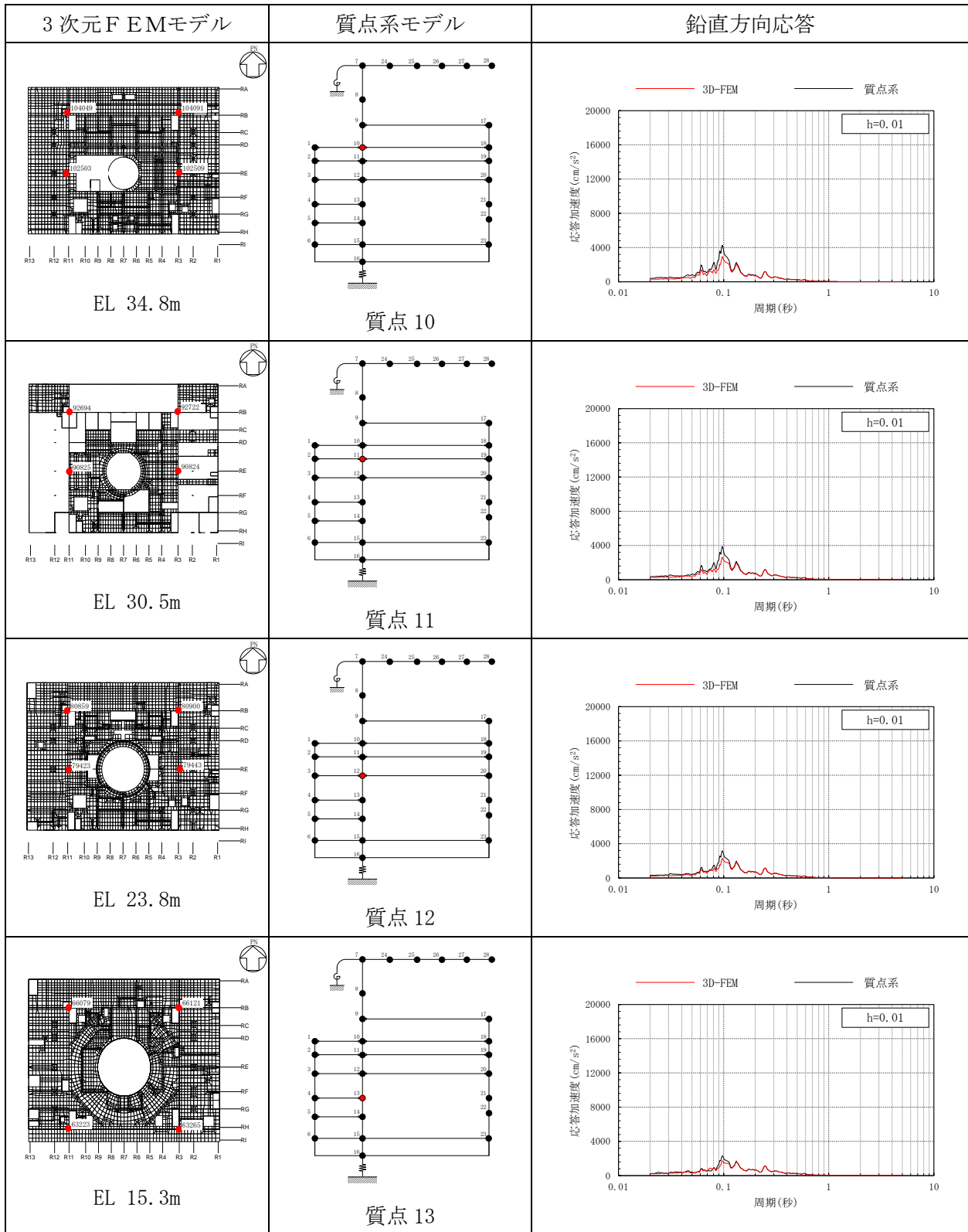
表 3-30(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

(S d - F 1, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

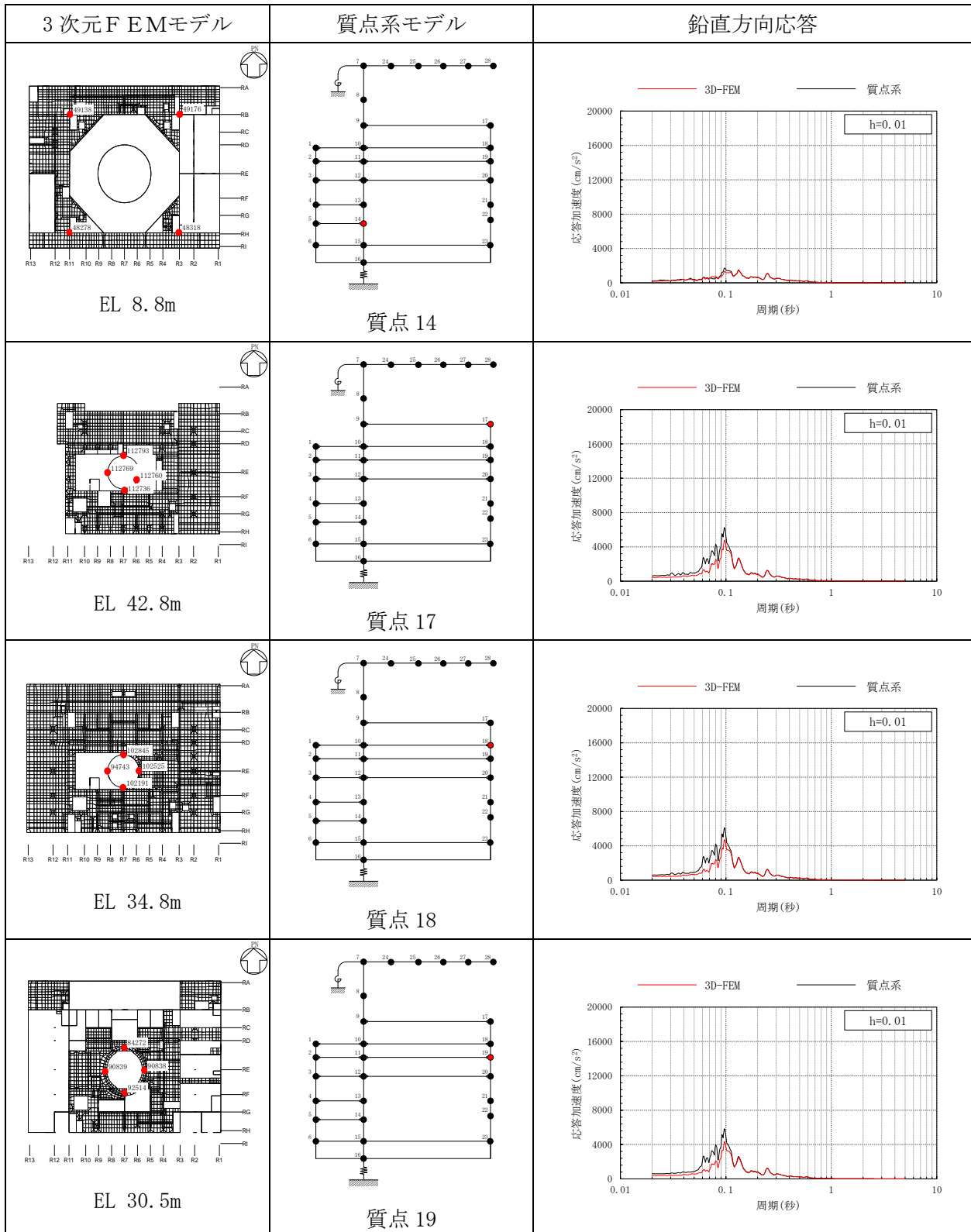
表 3-30(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F1, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-30(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

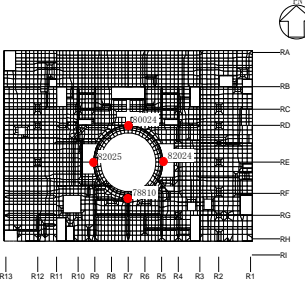
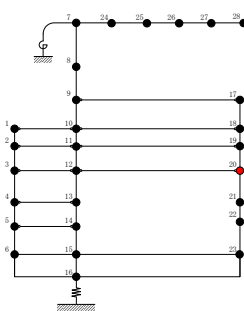
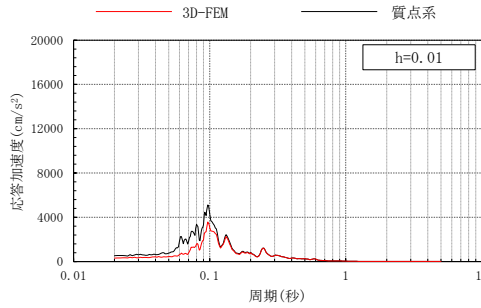
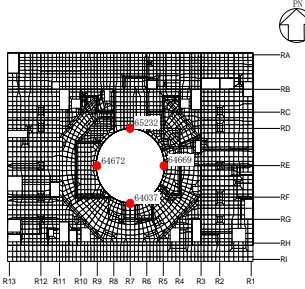
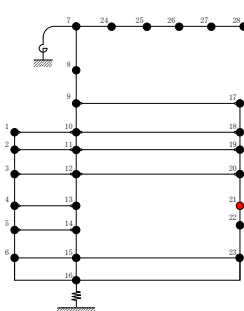
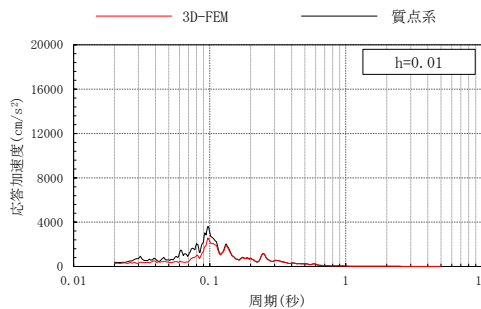
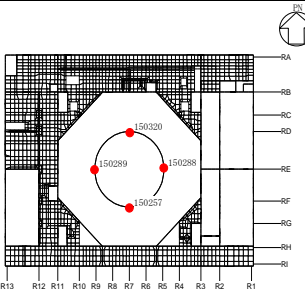
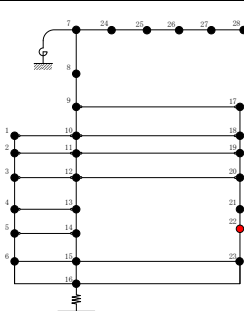
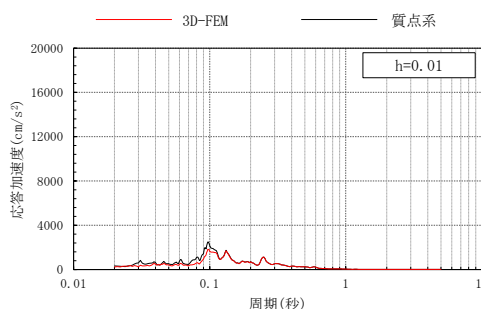
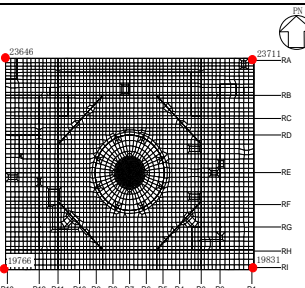
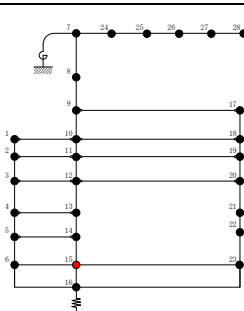
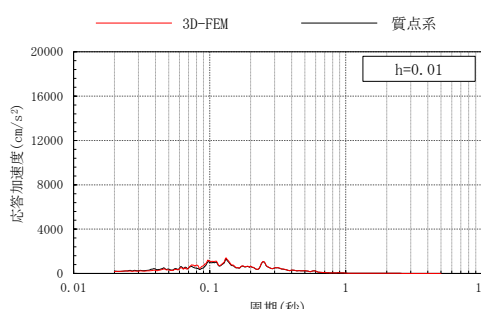
(Sd-F1, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

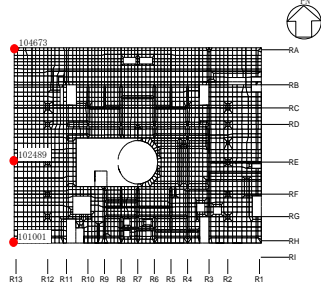
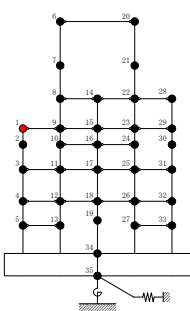
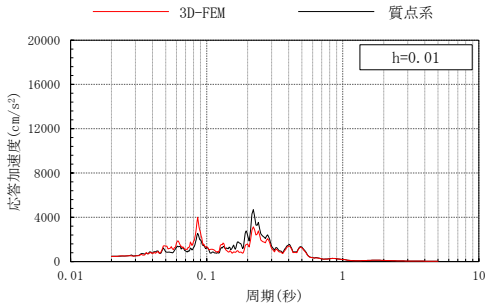
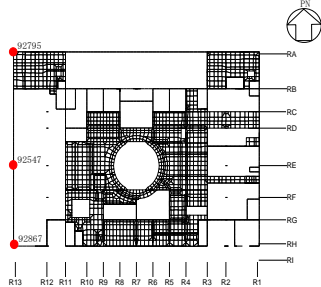
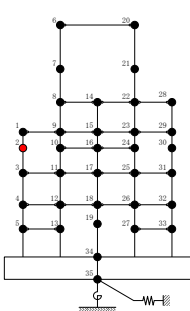
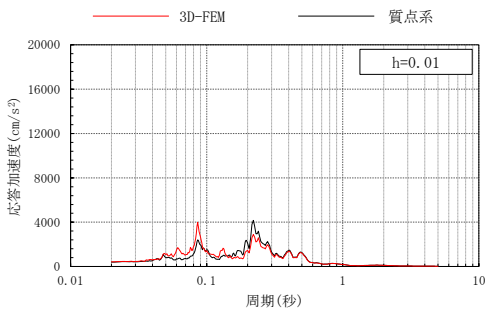
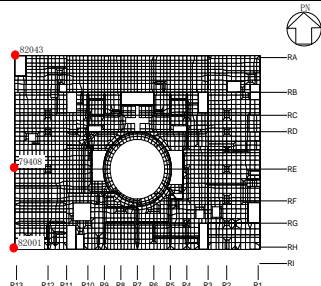
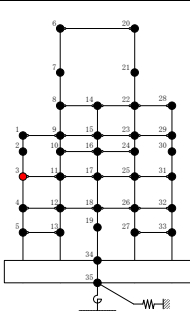
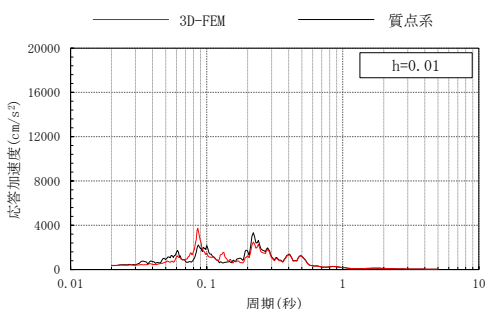
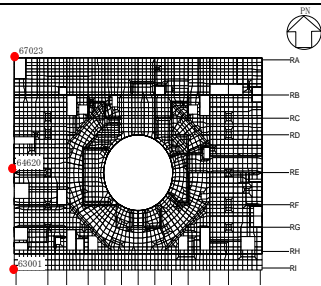
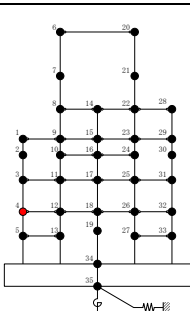
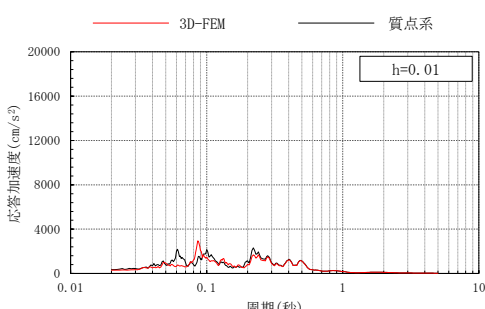
表 3-30(5) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

(S d - F 1, 鉛直方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	鉛直方向応答
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点 20</p>	
 <p>EL 15.3m</p>	 <p>質点 21</p>	
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点 22</p>	
 <p>EL 1.3m</p>	 <p>質点 15</p>	

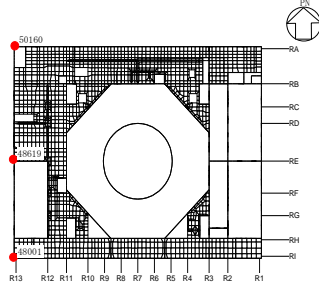
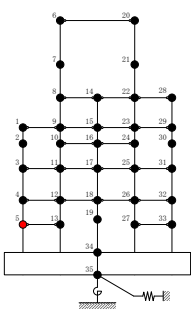
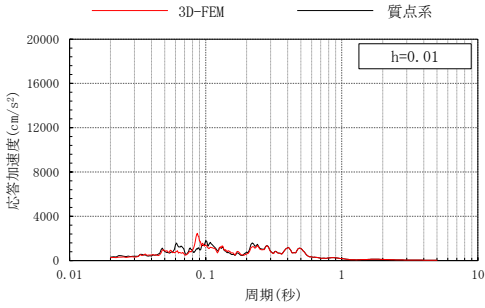
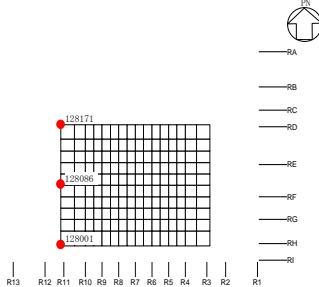
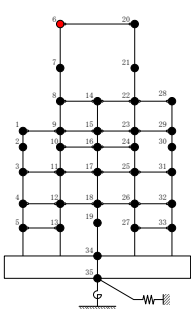
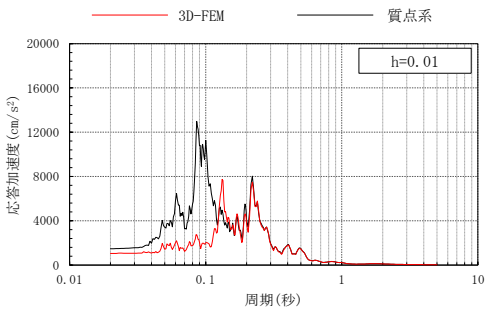
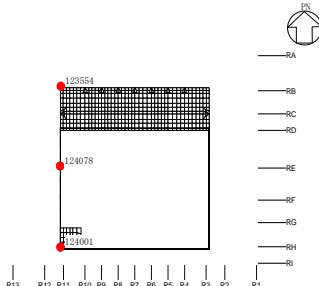
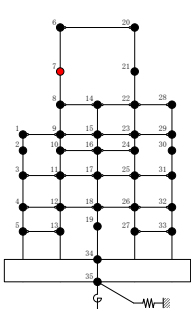
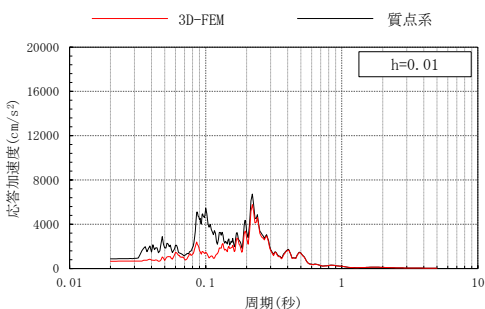
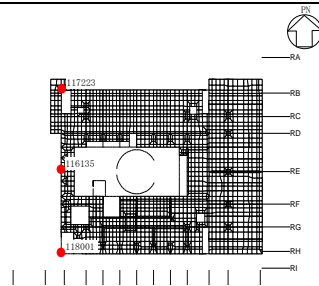
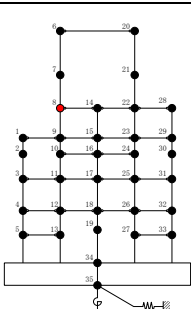
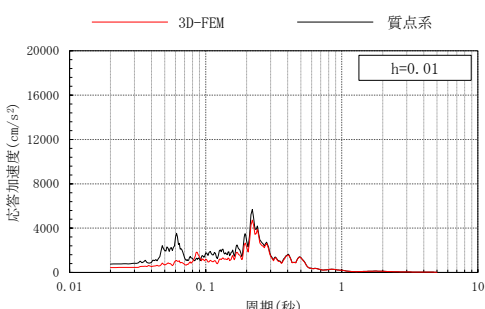
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-31(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F2, NS方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	NS方向応答
 <p>EL 34.8m</p>	 <p>質点1</p>	
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点2</p>	
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点3</p>	
 <p>EL 15.3m</p>	 <p>質点4</p>	

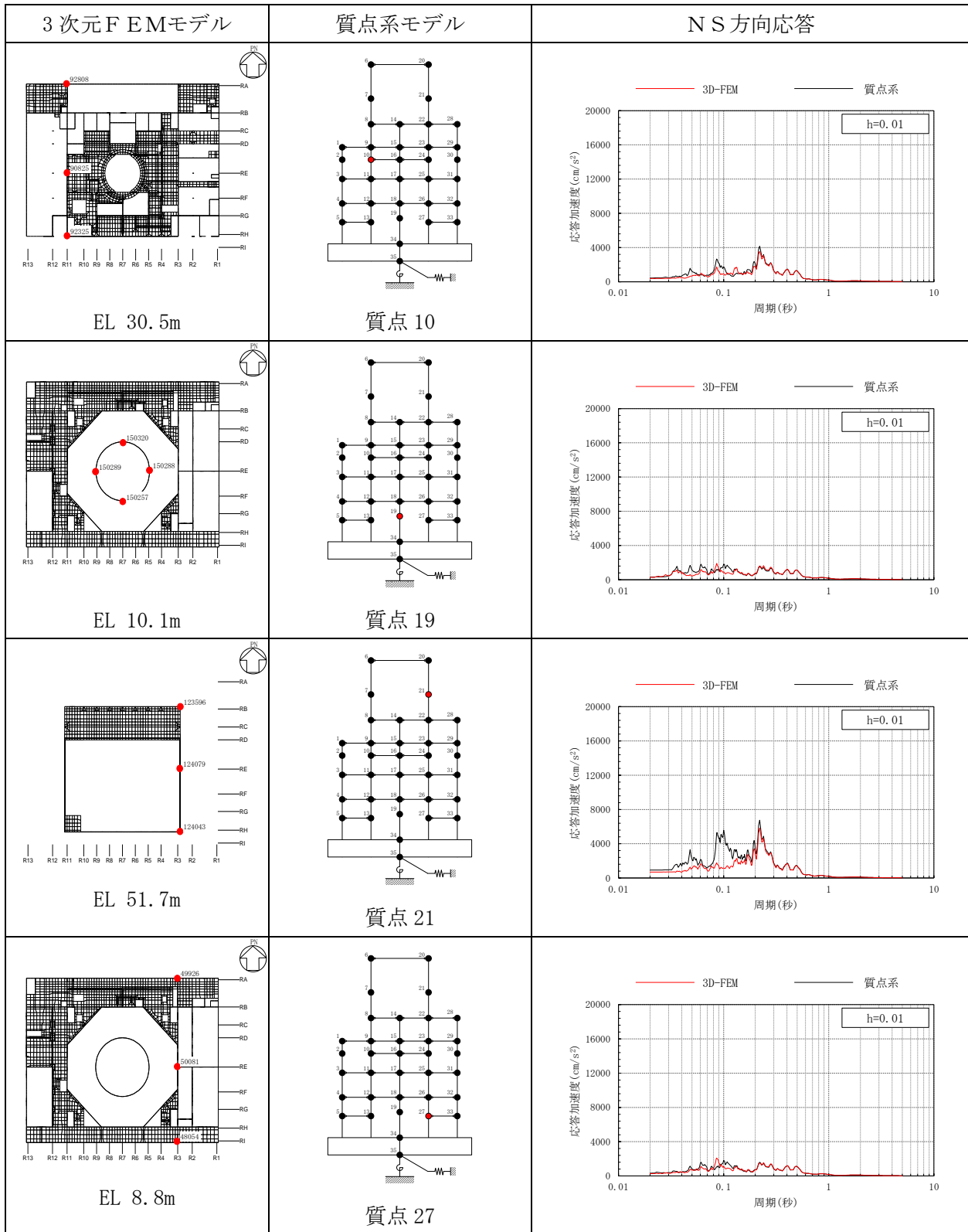
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-31(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F2, NS方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	NS方向応答
 <p>EL 8.8m</p>	 <p>質点 5</p>	
 <p>EL 63.5m</p>	 <p>質点 6</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点 7</p>	
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点 8</p>	

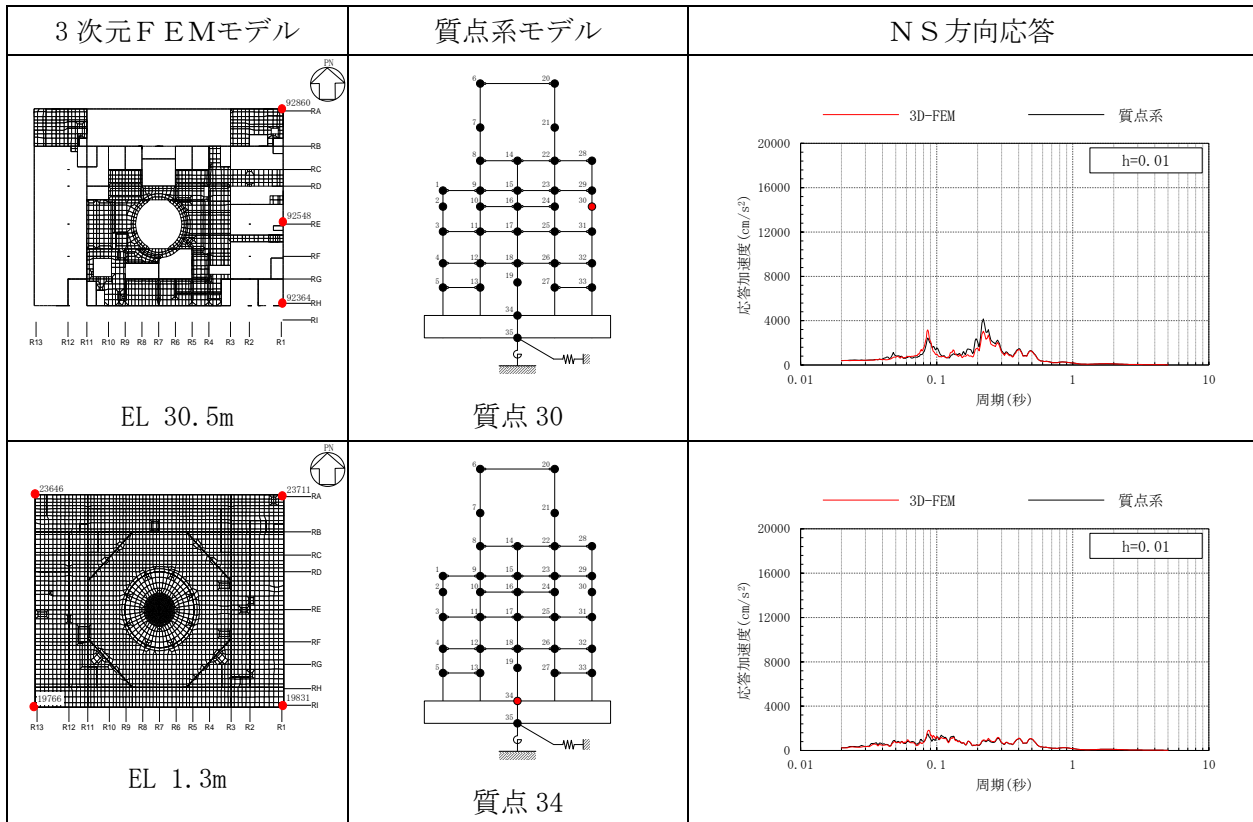
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-31(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F2, NS方向)



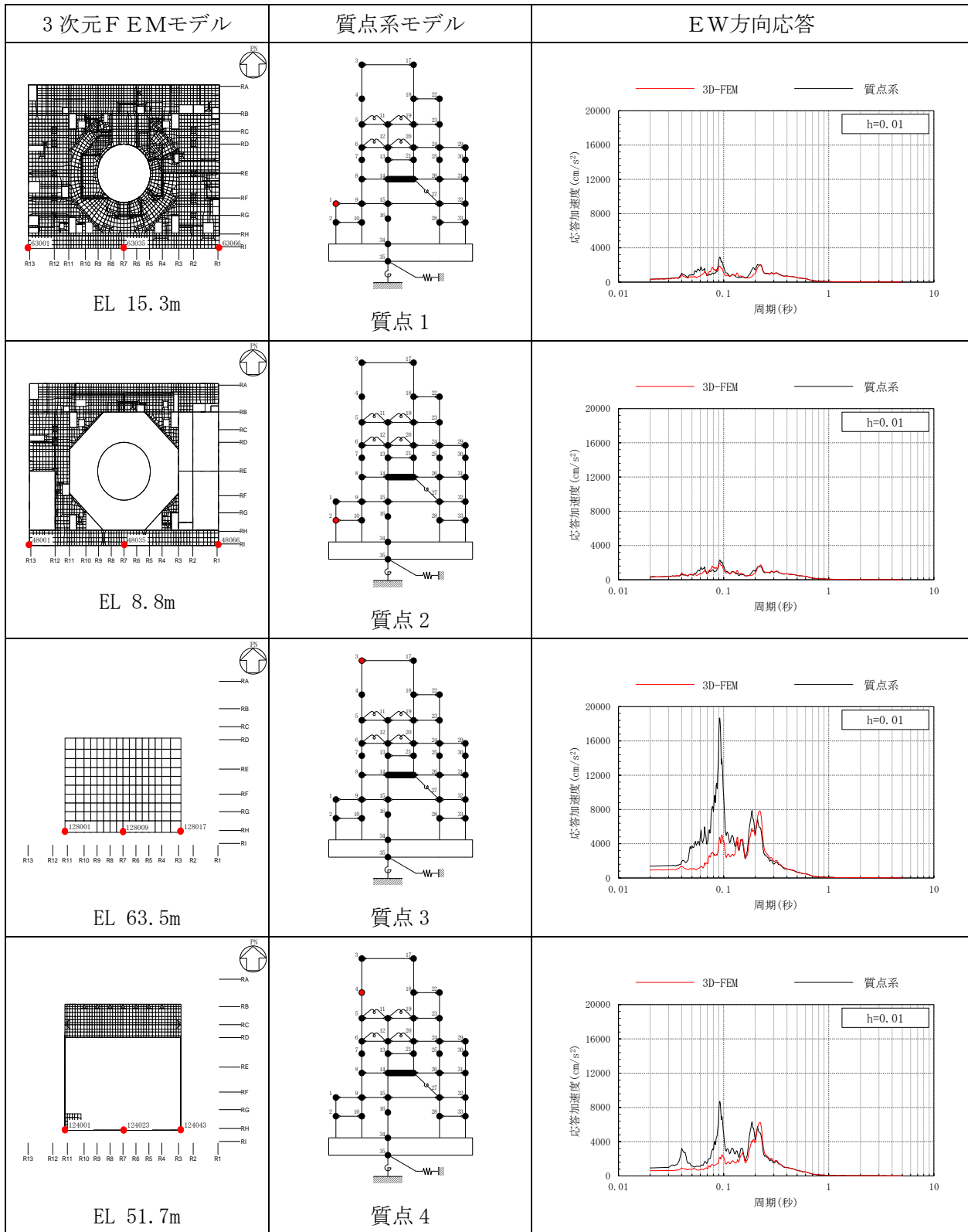
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-31(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F2, NS方向)



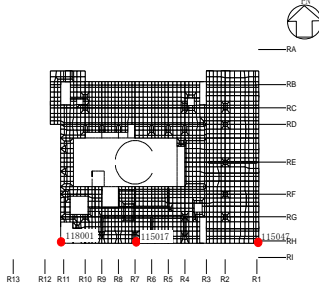
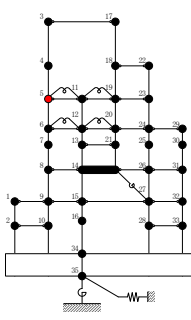
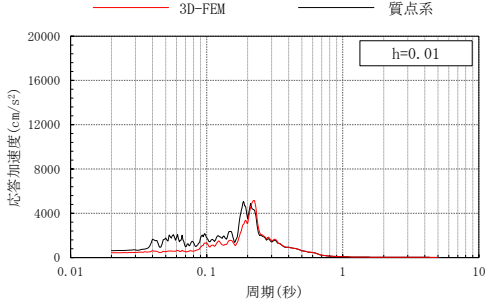
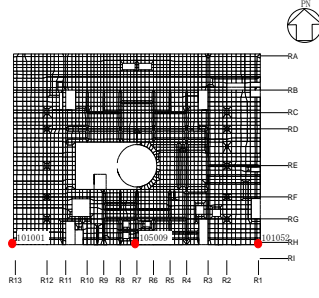
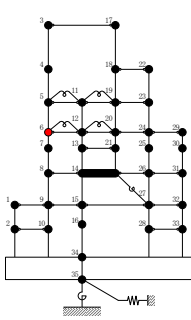
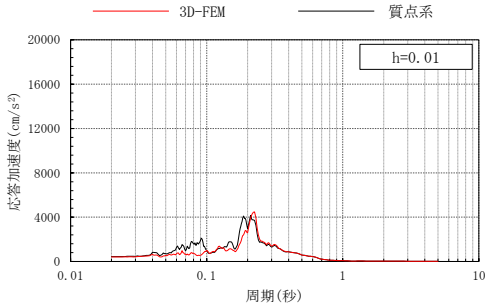
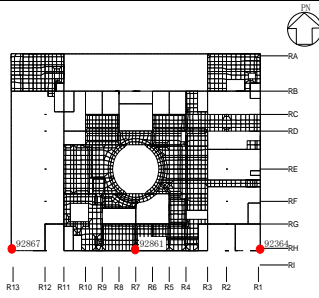
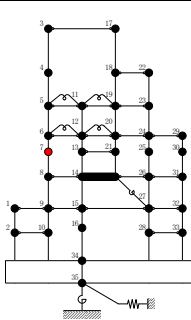
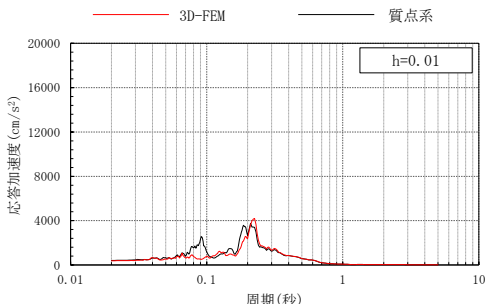
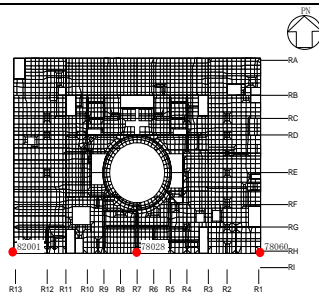
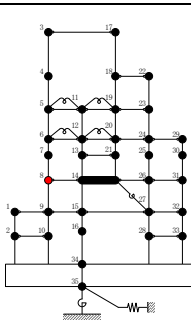
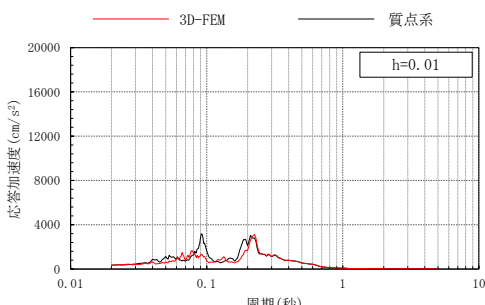
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-32(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F2, EW方向)



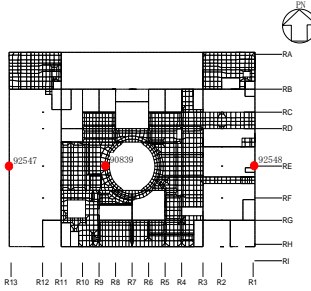
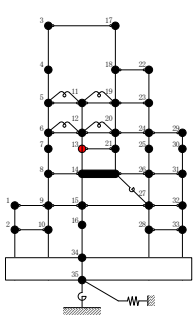
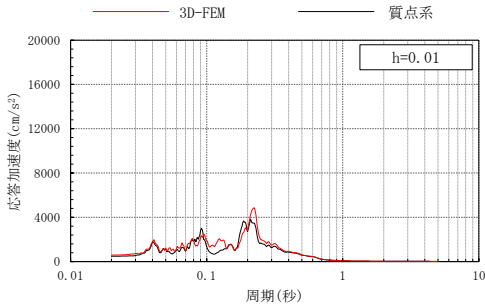
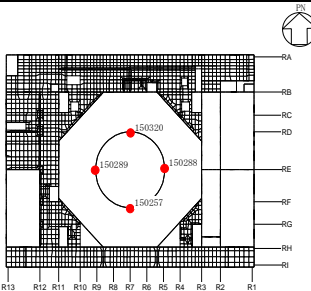
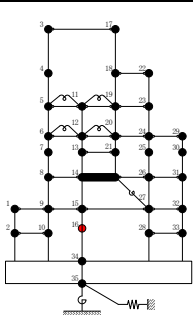
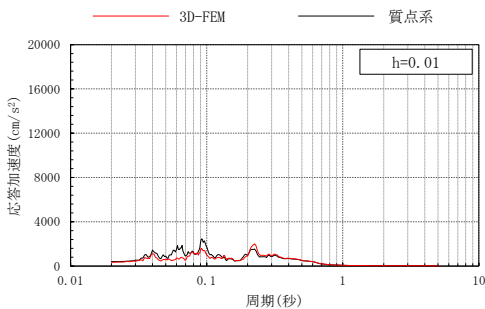
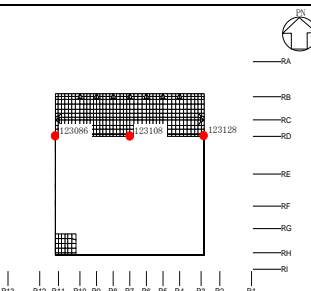
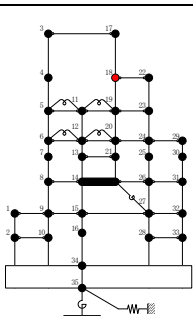
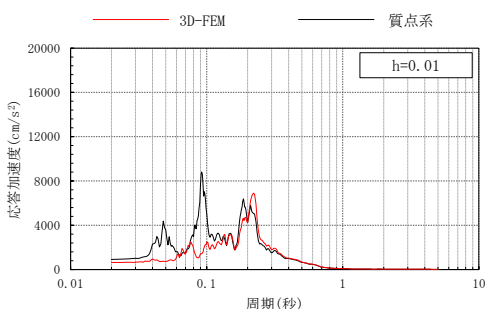
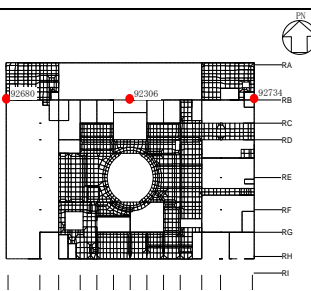
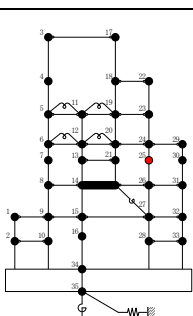
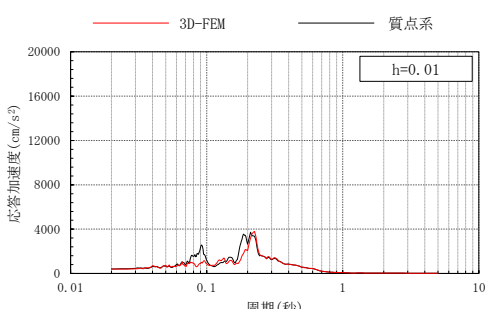
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-32(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F2, EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点5</p>	
 <p>EL 34.8m</p>	 <p>質点6</p>	
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点7</p>	
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点8</p>	

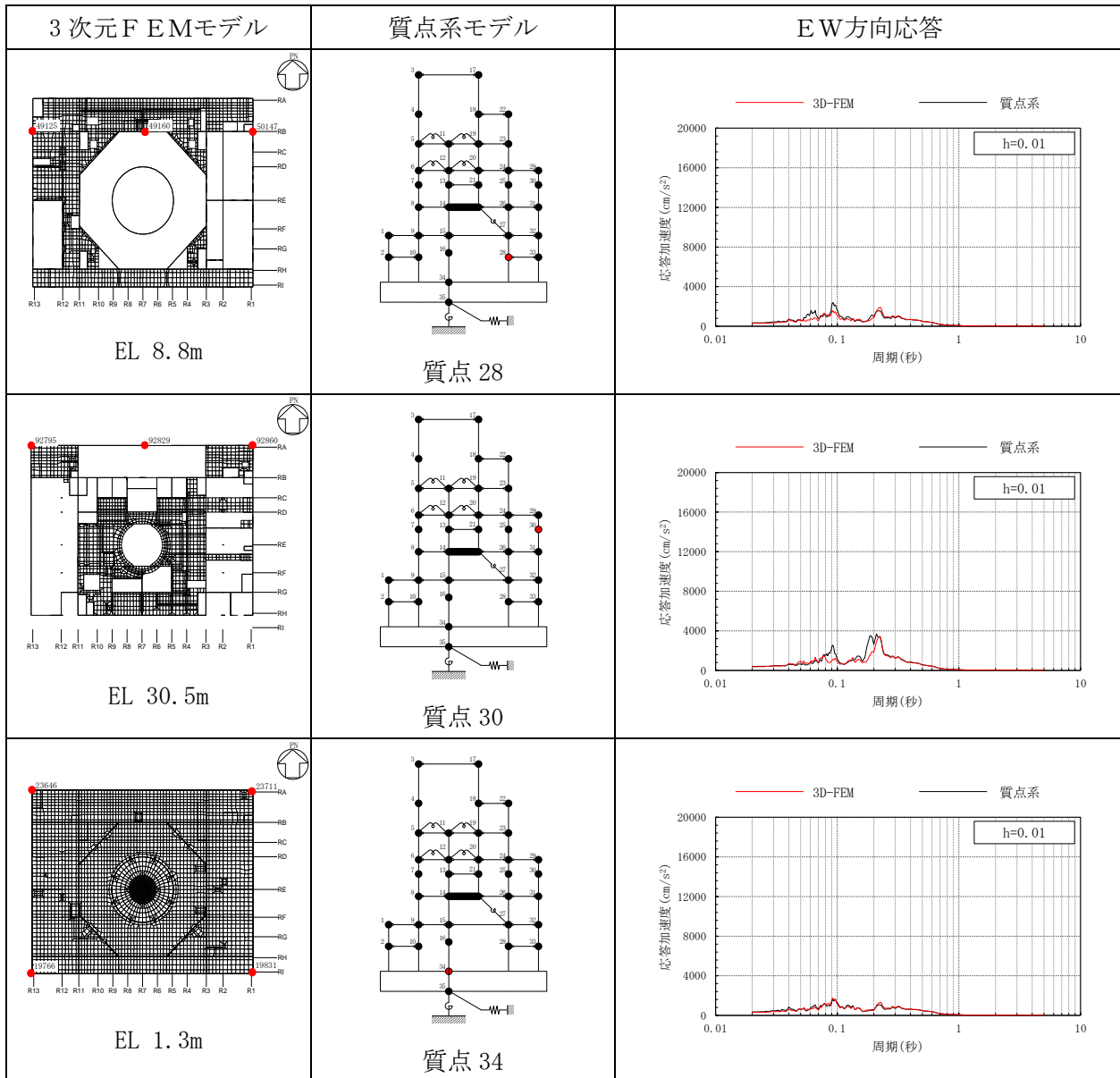
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-32(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F2, EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 13</p>	
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点 16</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点 18</p>	
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 25</p>	

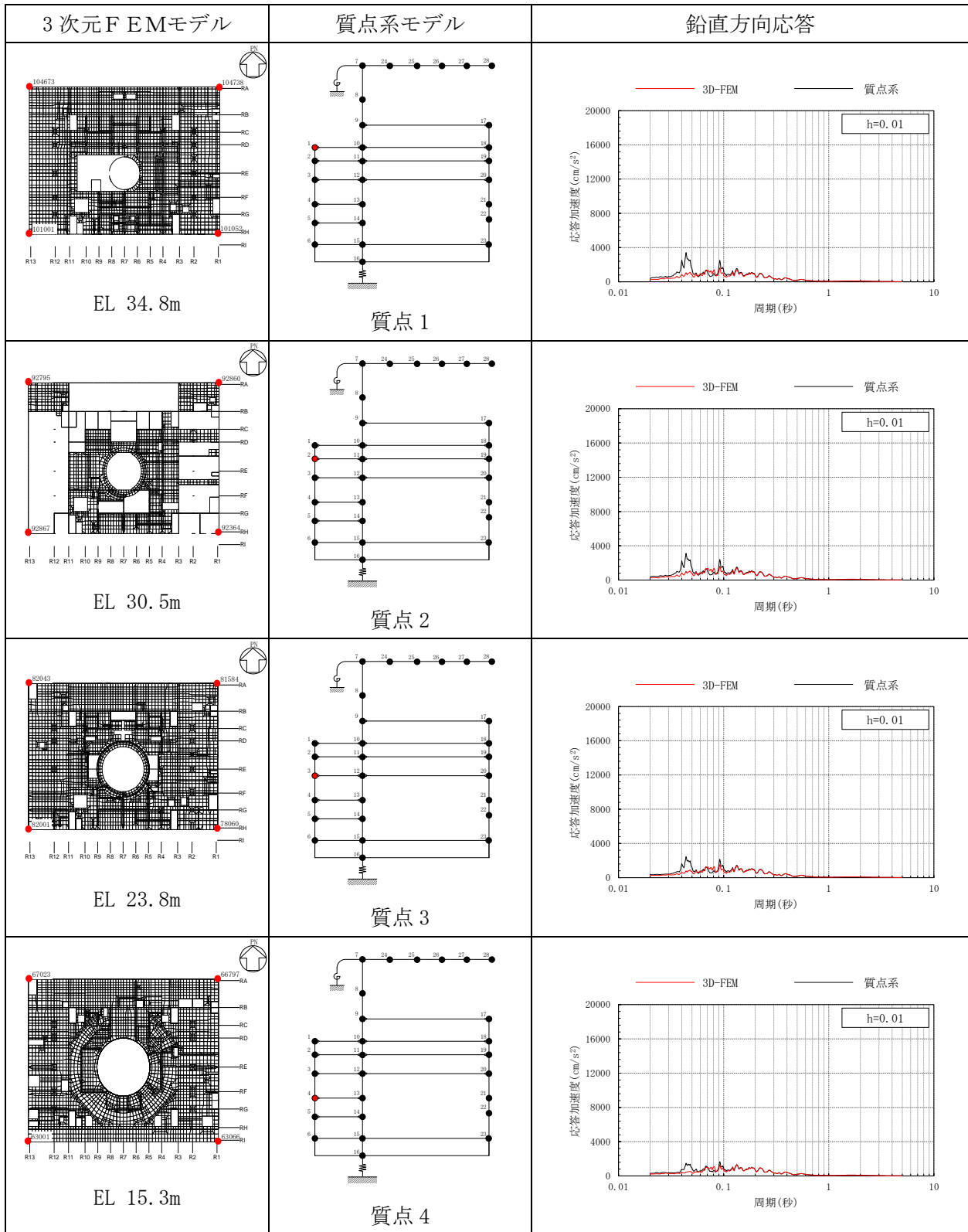
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-32(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F2, EW方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

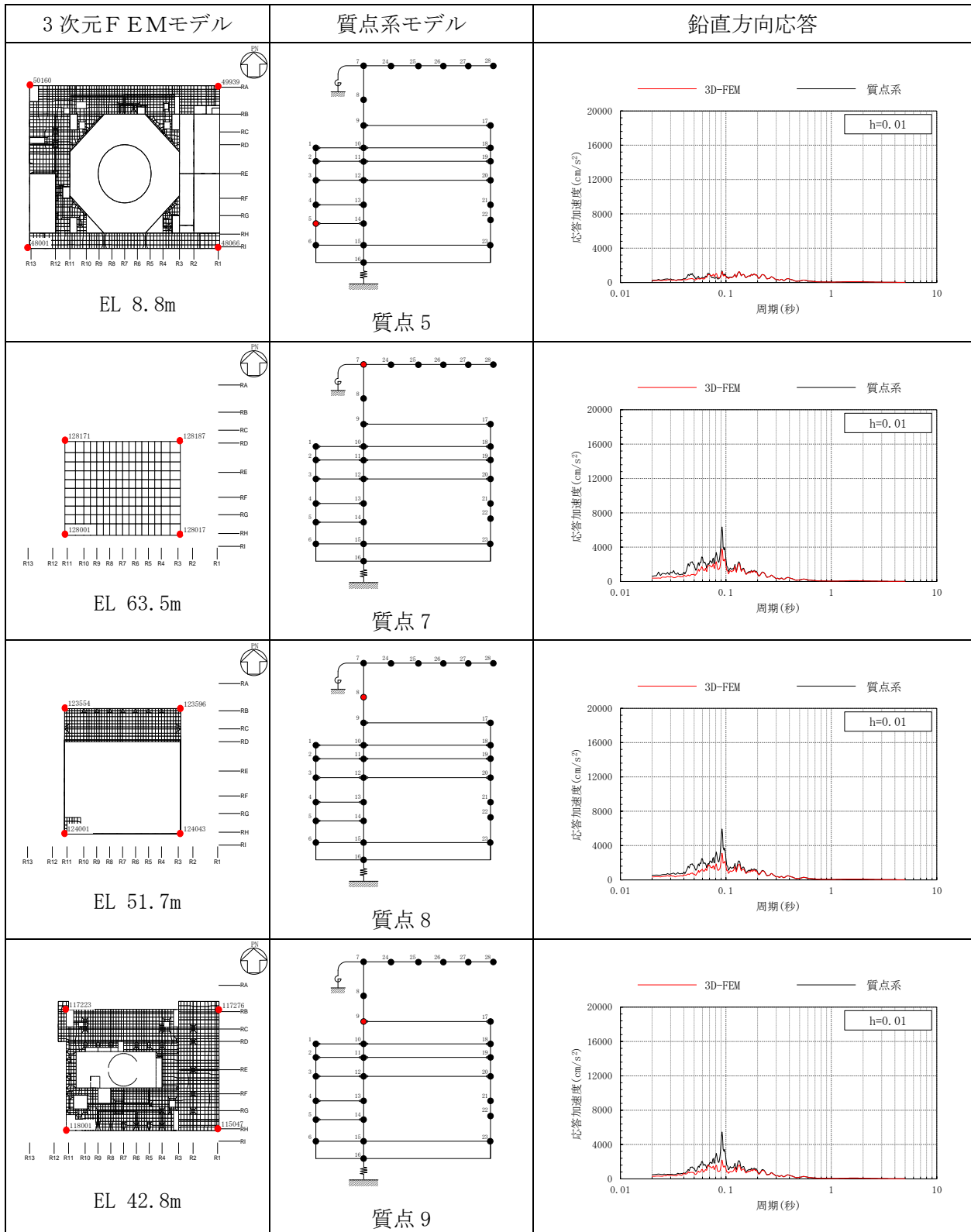
表 3-33(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-F2, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-33(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

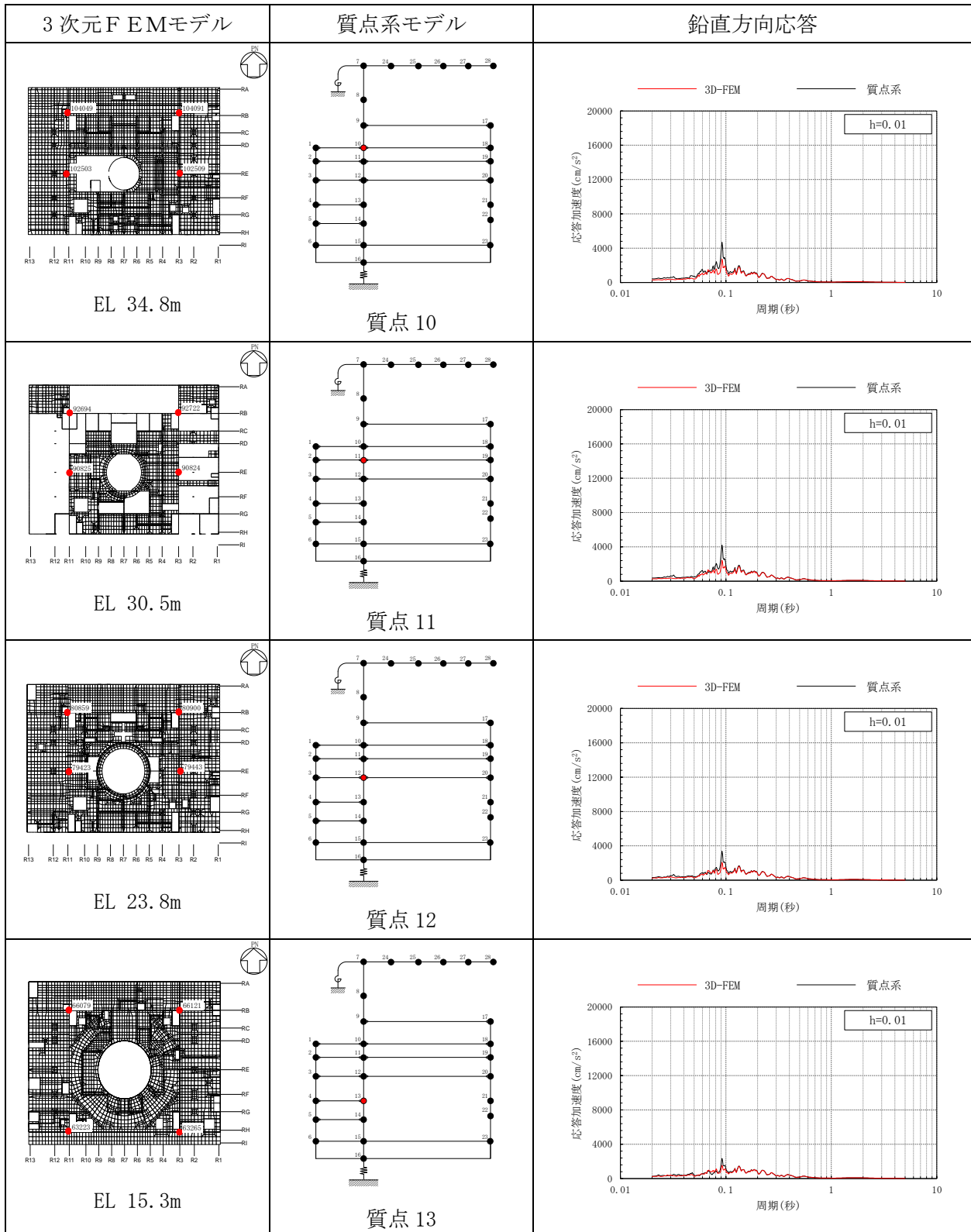
(Sd-F2, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-33(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

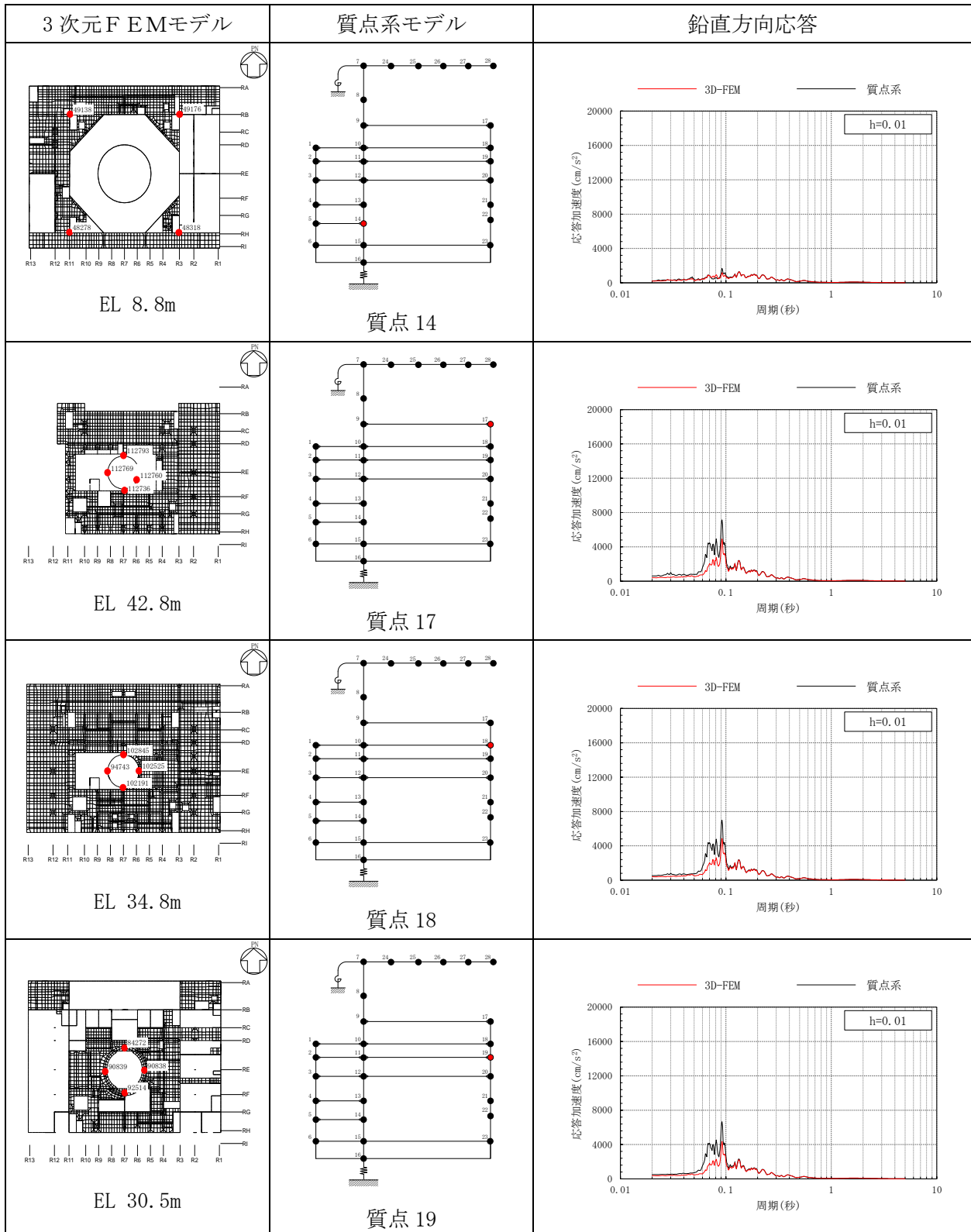
(Sd-F2, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-33(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

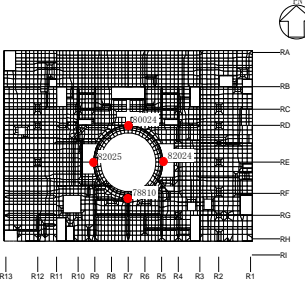
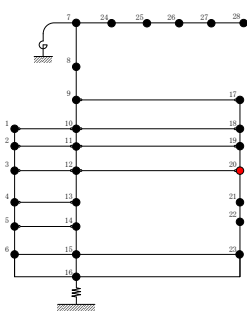
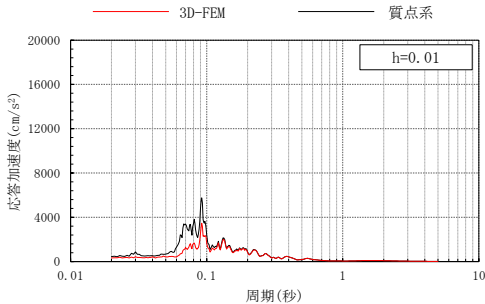
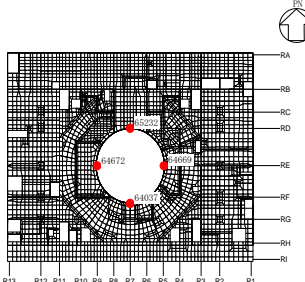
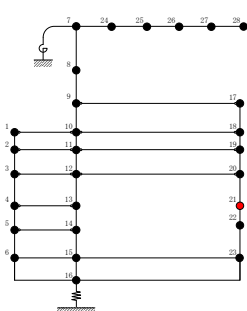
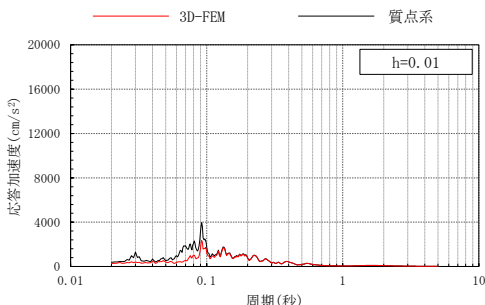
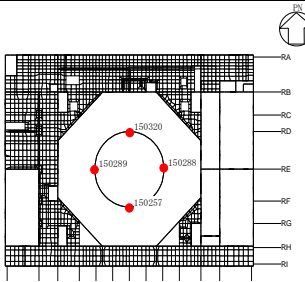
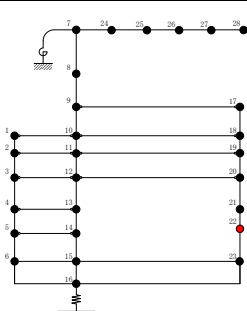
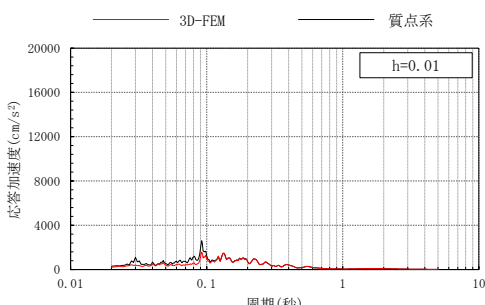
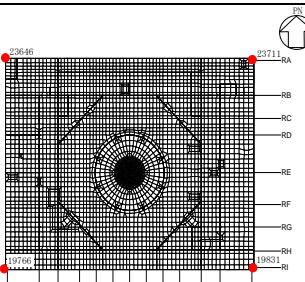
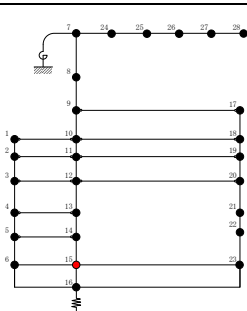
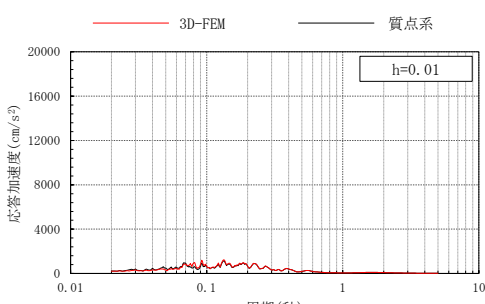
(Sd-F2, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

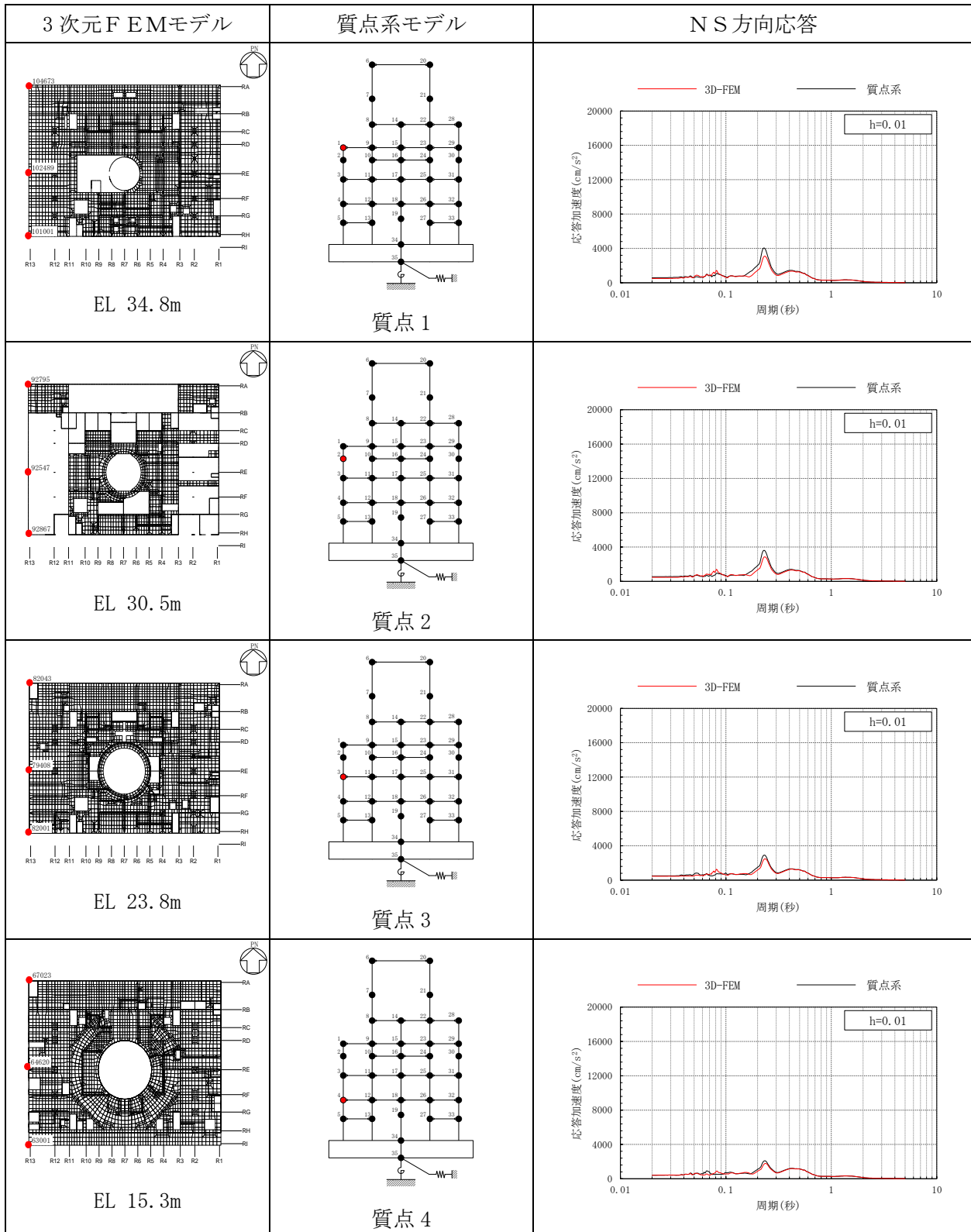
表 3-33(5) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

(S d - F 2, 鉛直方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	鉛直方向応答
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点 20</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 15.3m</p>	 <p>質点 21</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点 22</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 1.3m</p>	 <p>質点 15</p>	 <p>h=0.01</p>

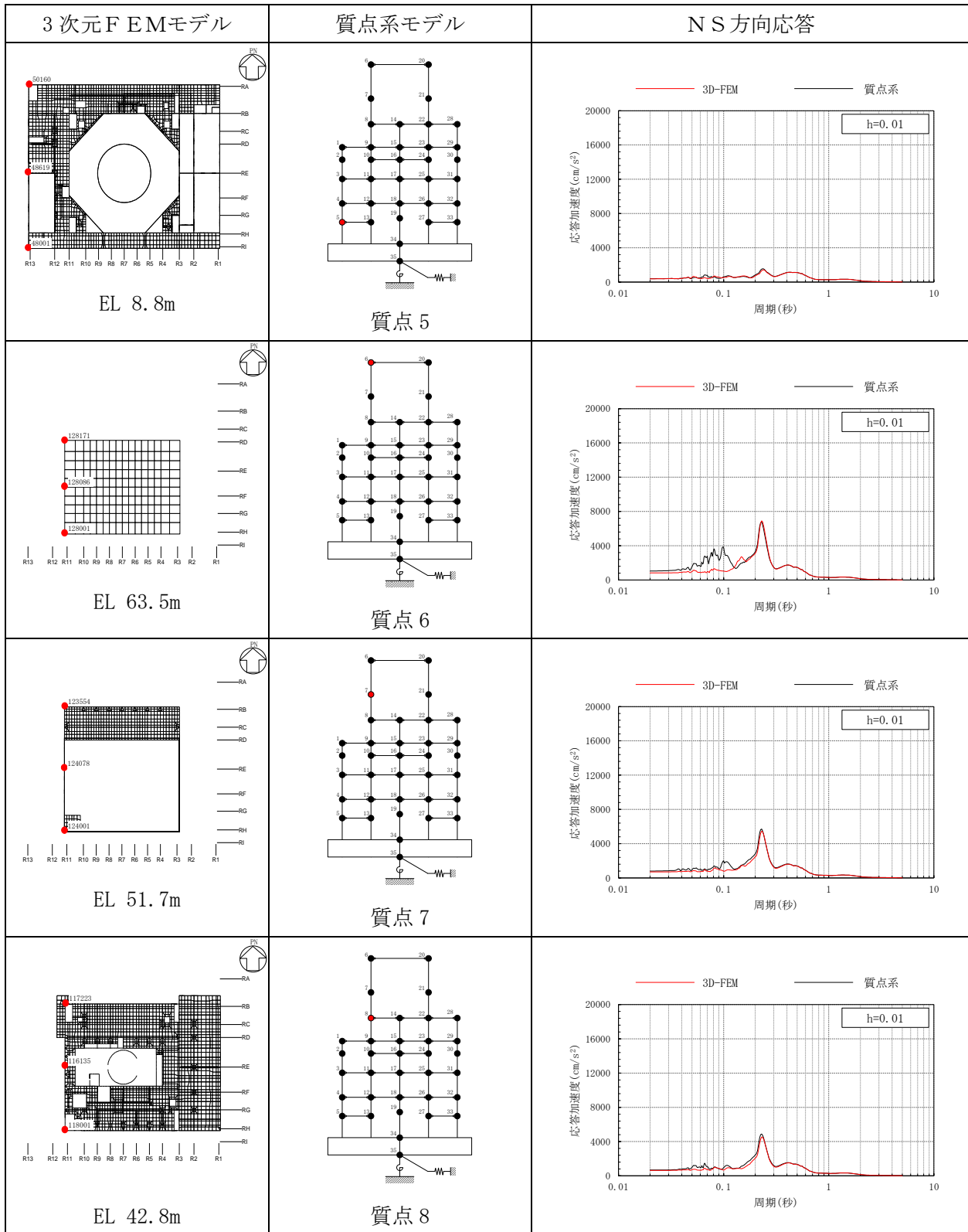
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-34(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N1, NS方向)



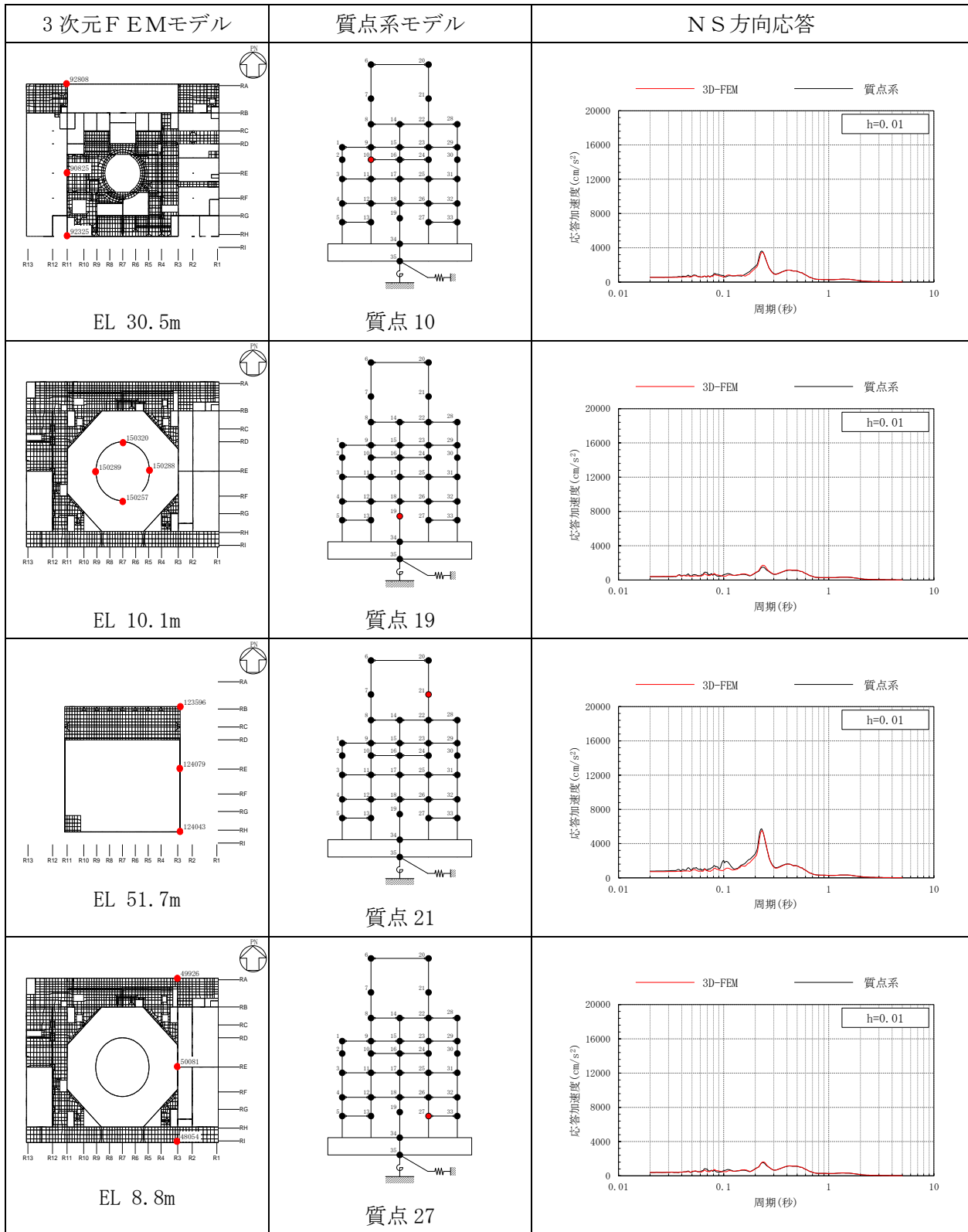
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-34(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N1, NS方向)



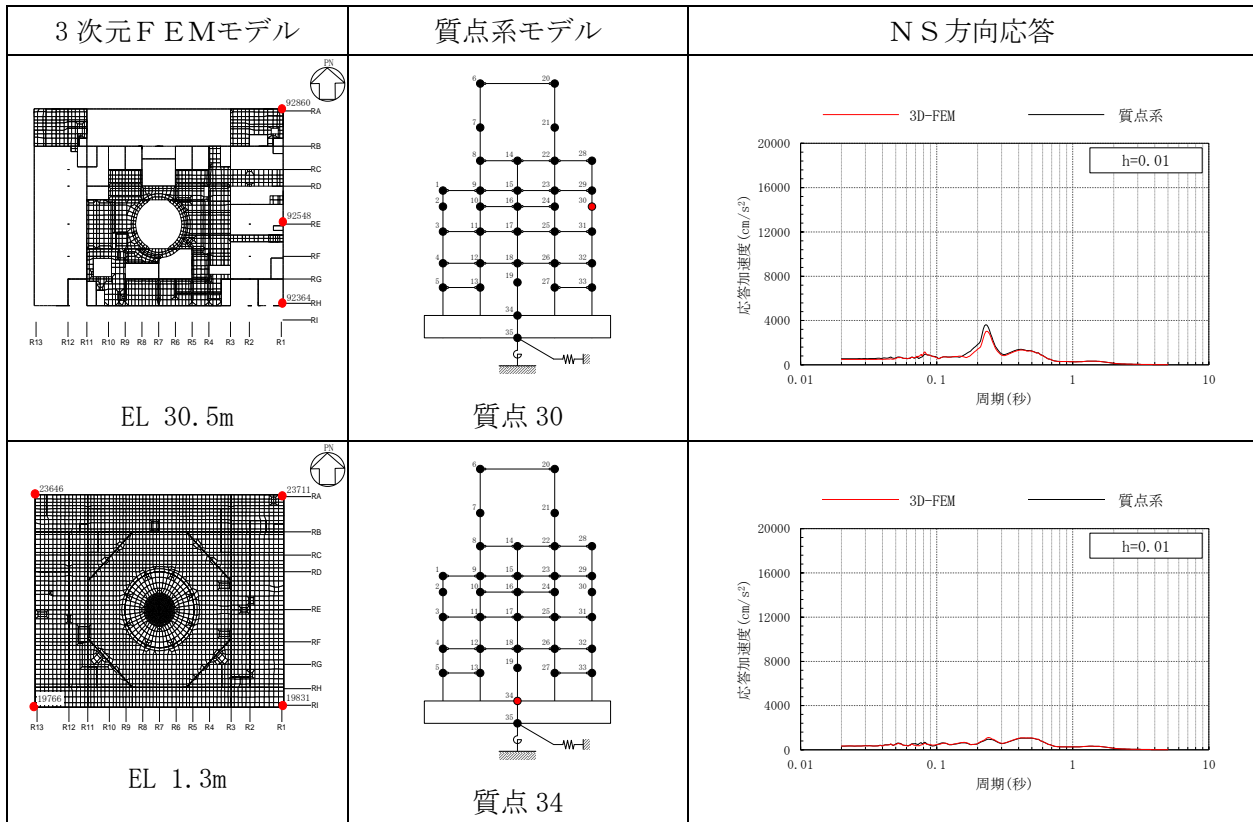
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-34(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N1, NS方向)



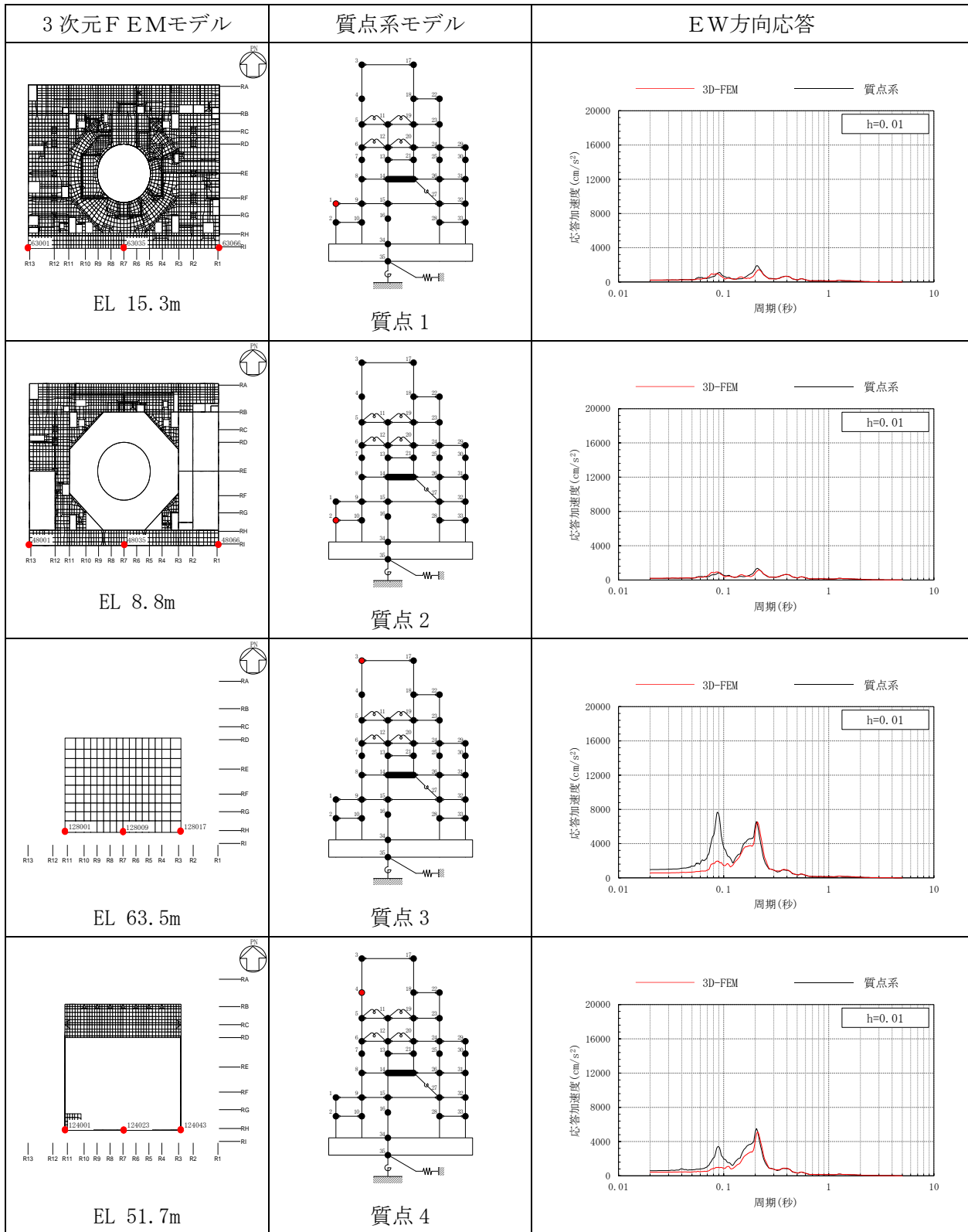
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-34(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d-N 1, NS方向)



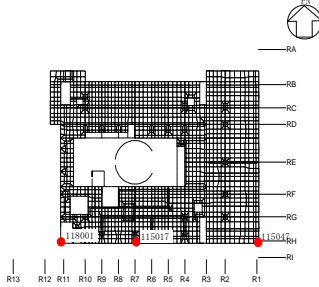
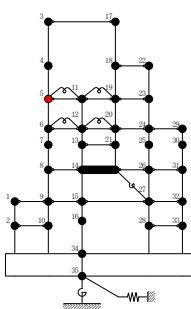
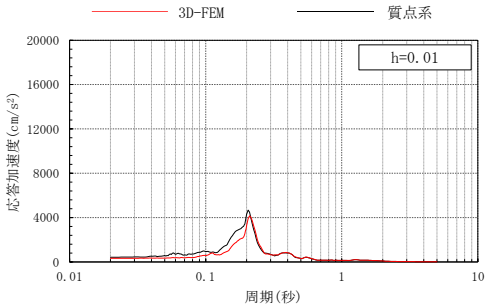
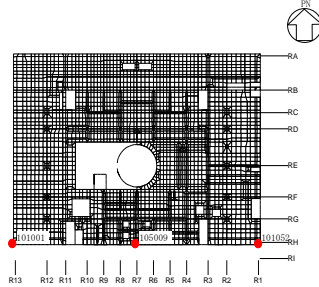
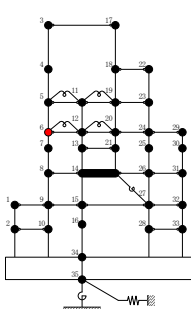
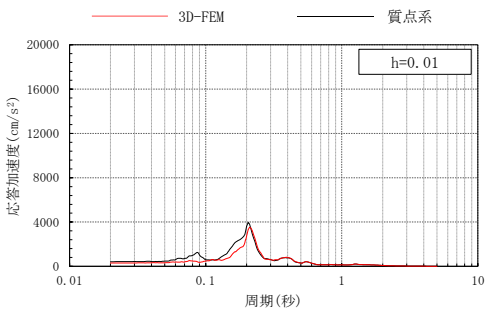
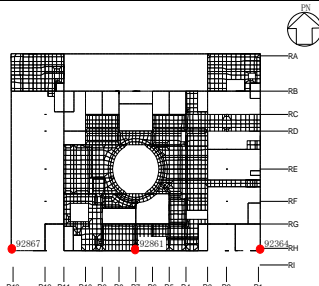
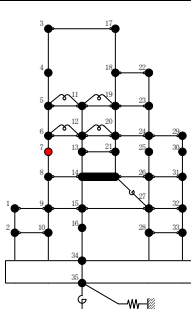
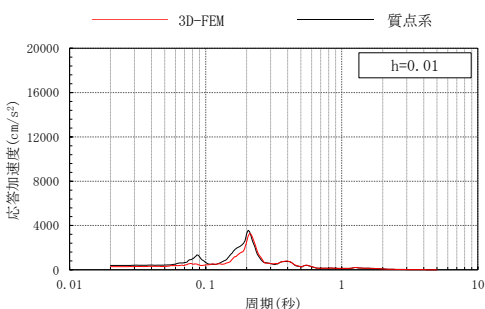
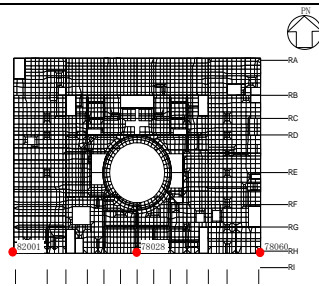
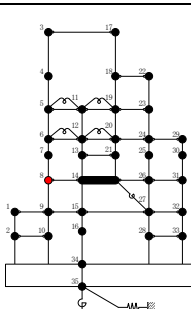
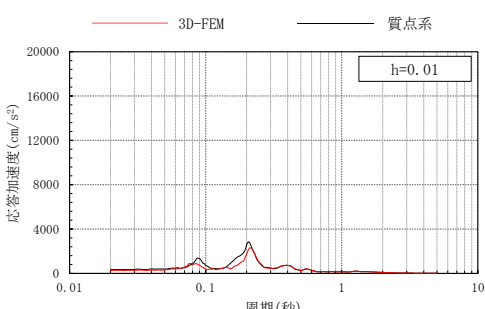
注：3D-FEM の加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-35(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N1 (組合せ用), EW方向)



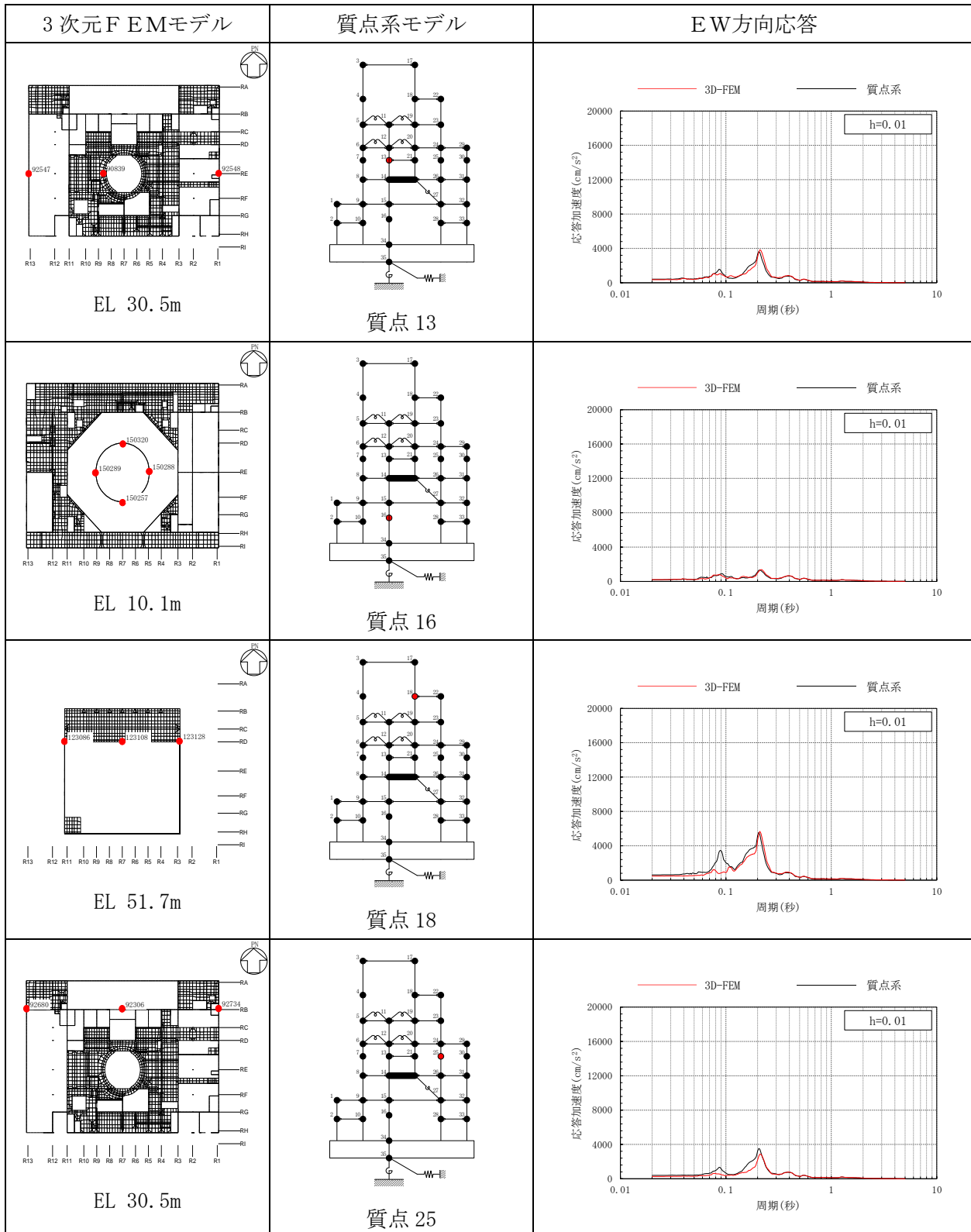
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-35(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N1 (組合せ用), EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点 5</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 34.8m</p>	 <p>質点 6</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 7</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点 8</p>	 <p>h=0.01</p>

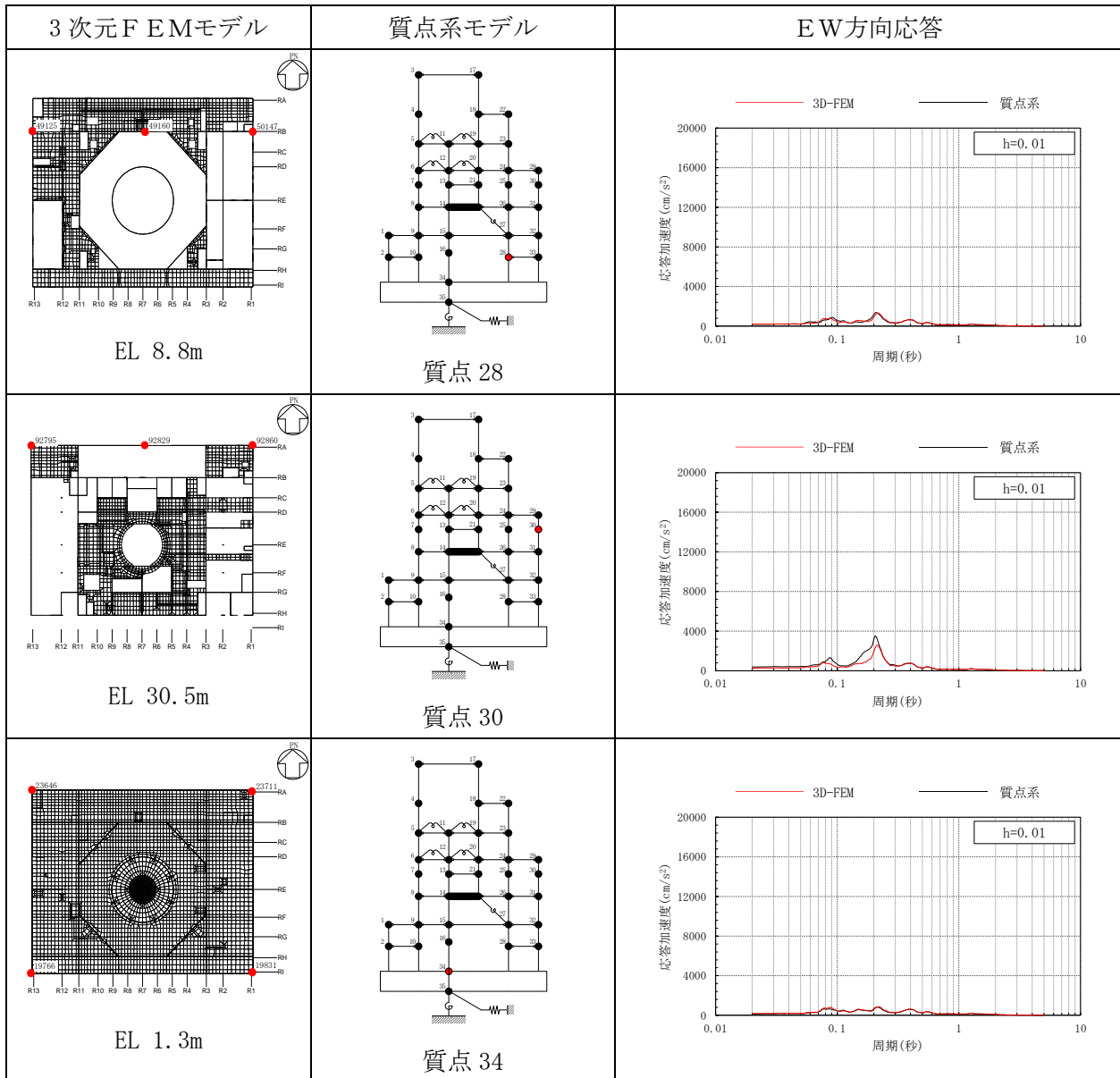
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-35(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N1 (組合せ用), EW方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

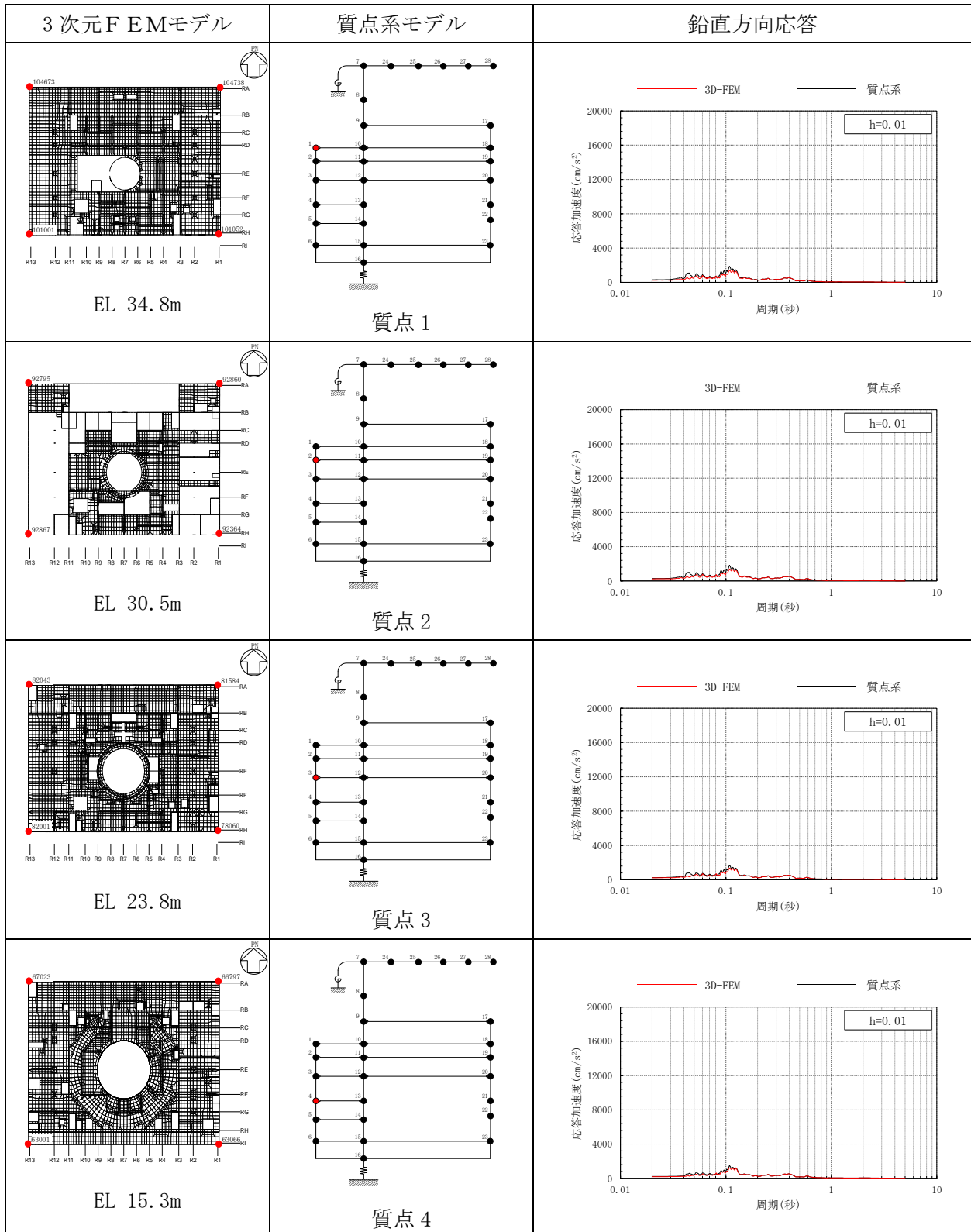
表 3-35(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N1 (組合せ用), EW方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-36(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

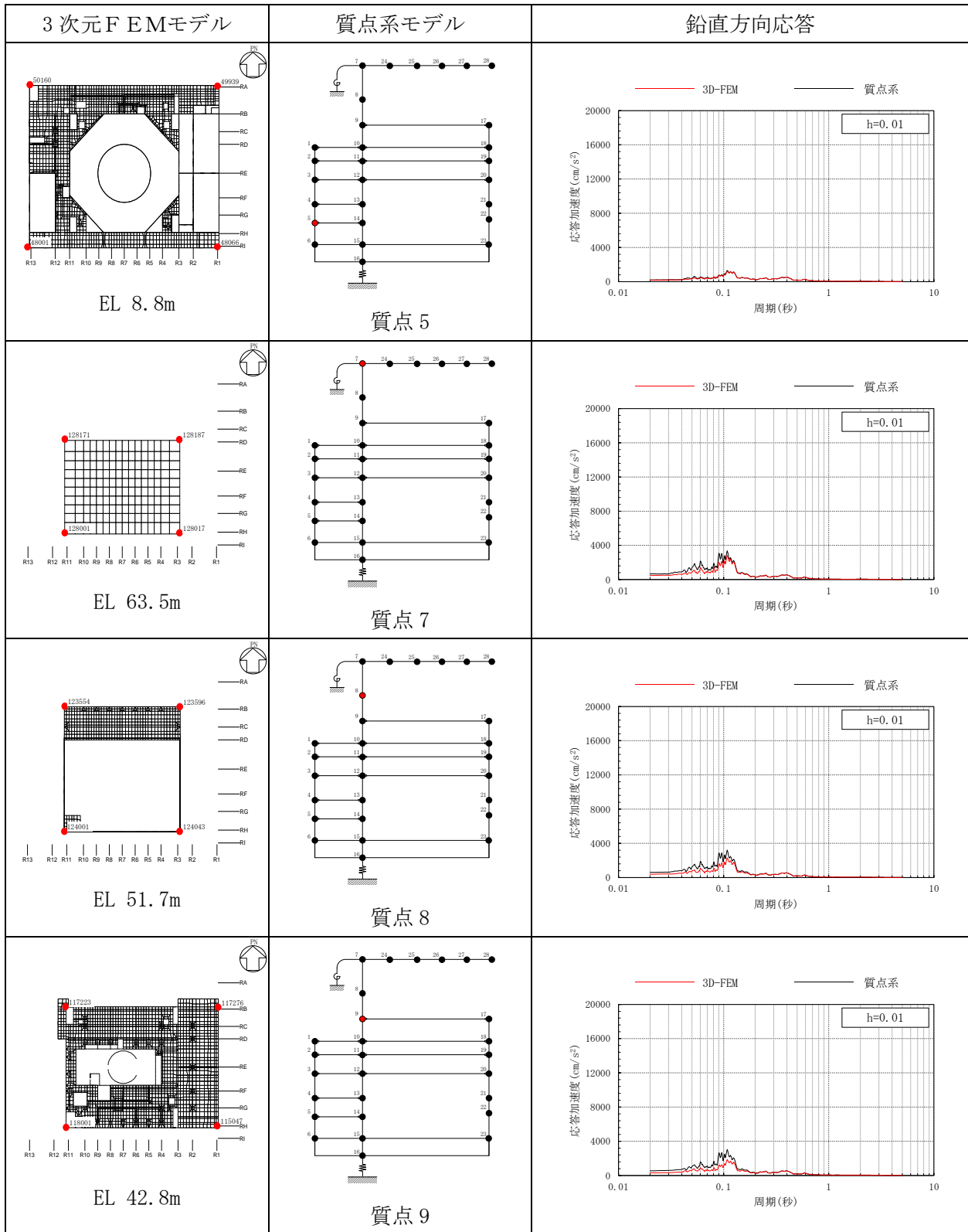
(Sd-N1, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-36(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

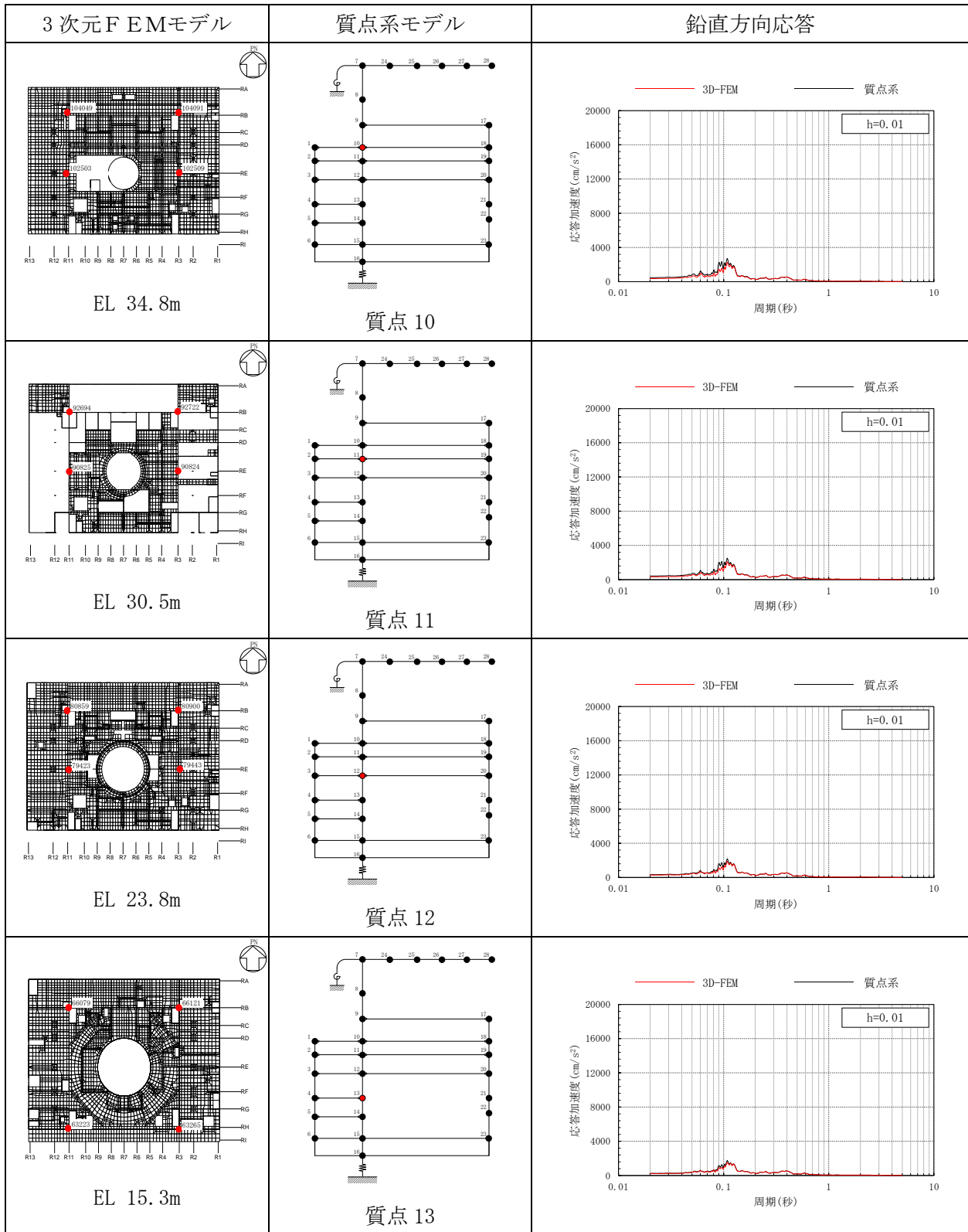
(Sd-N1, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

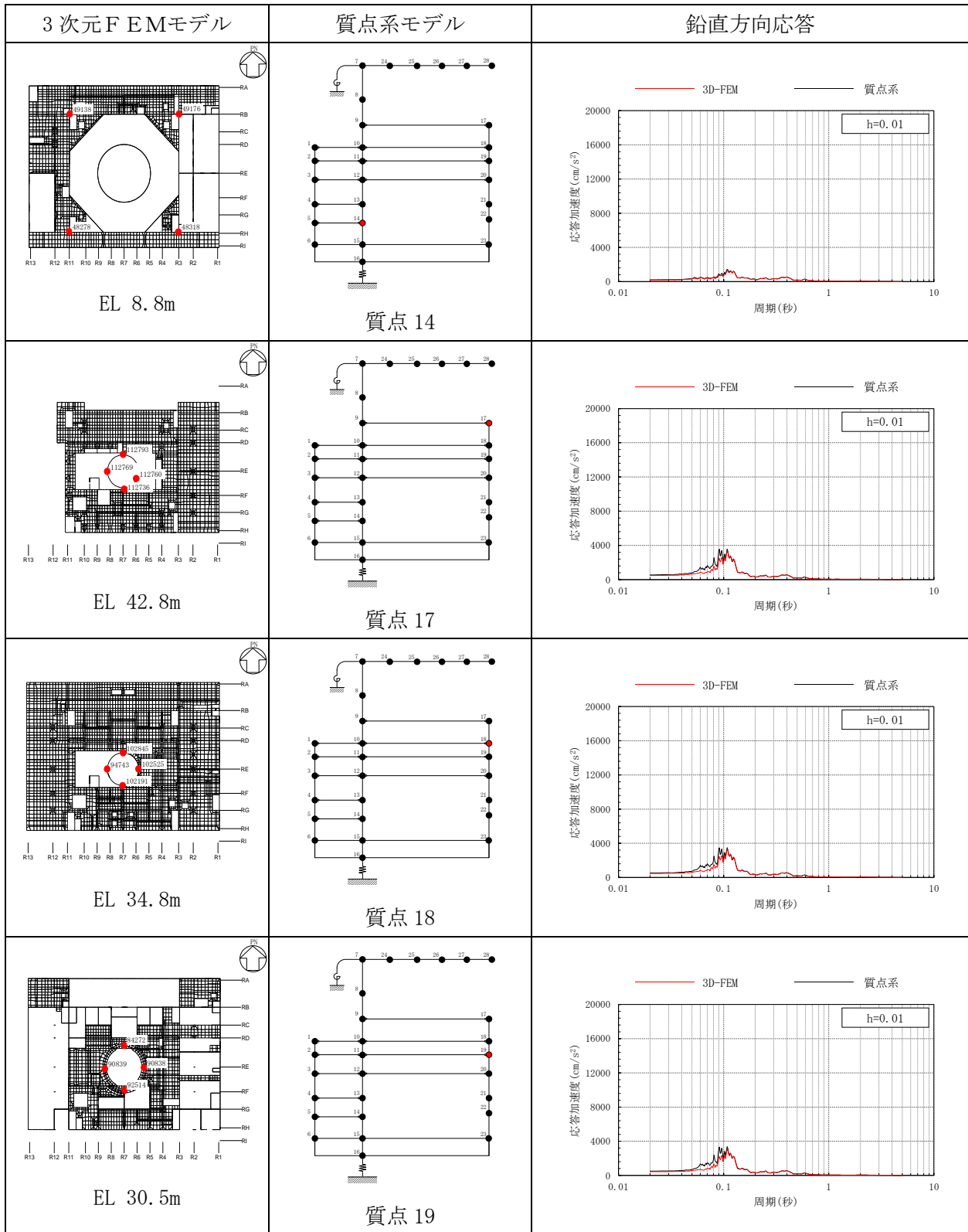
表 3-36(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

(Sd-N1, 鉛直方向)



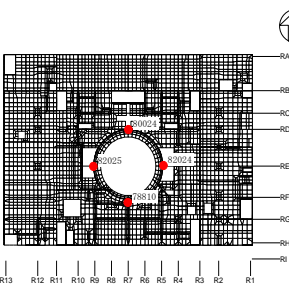
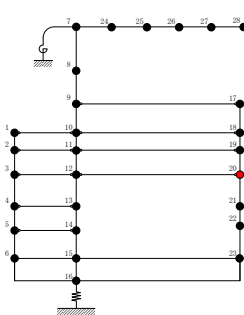
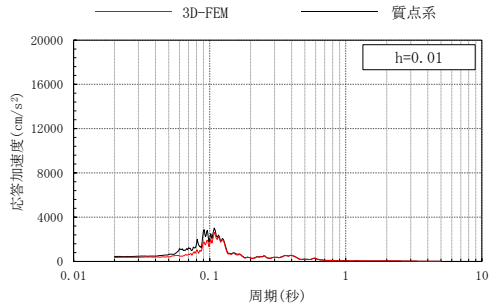
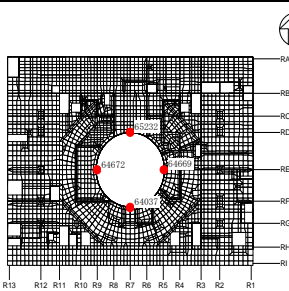
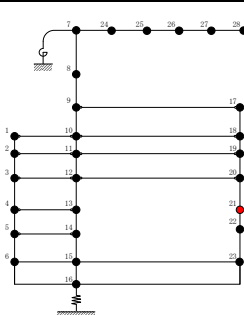
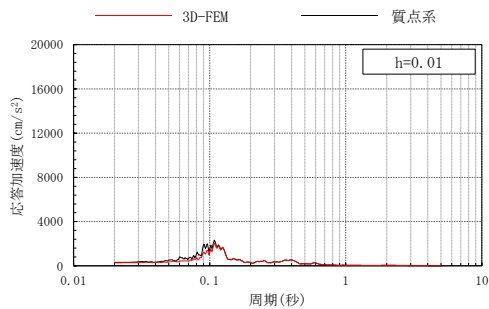
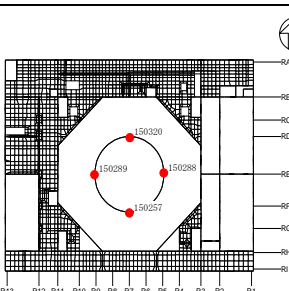
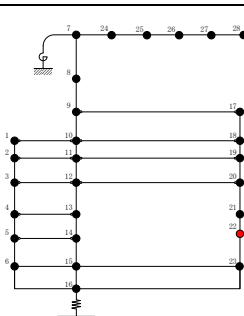
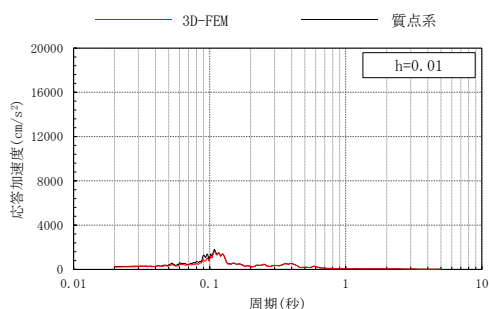
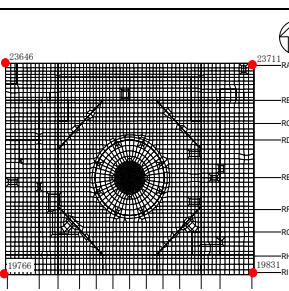
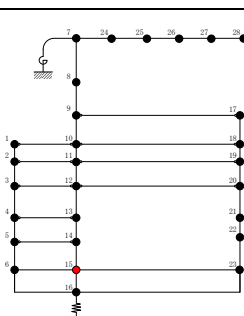
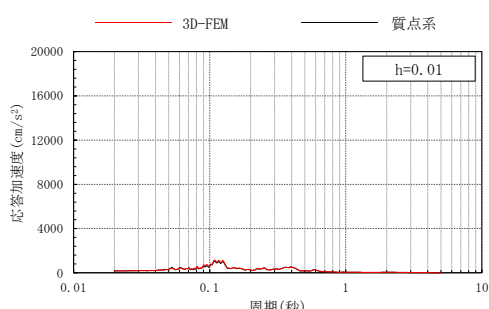
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-36(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N1, 鉛直方向)



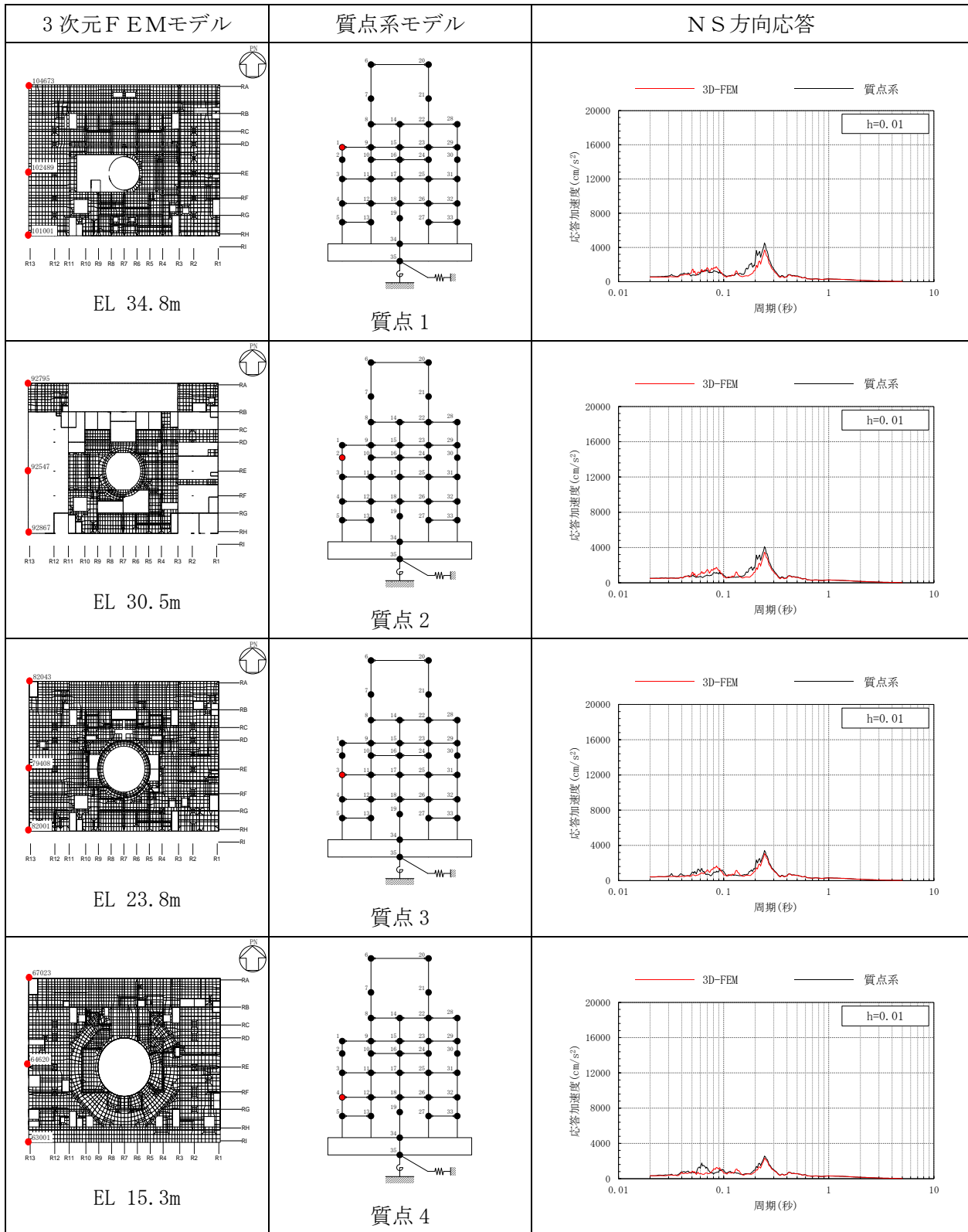
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-36(5) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N1, 鉛直方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	鉛直方向応答
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点 20</p>	
 <p>EL 15.3m</p>	 <p>質点 21</p>	
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点 22</p>	
 <p>EL 1.3m</p>	 <p>質点 15</p>	

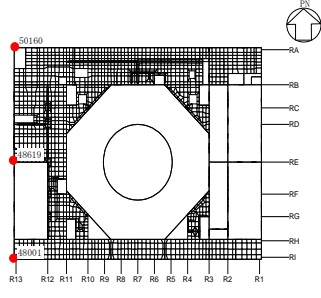
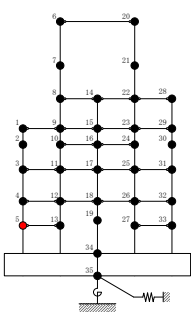
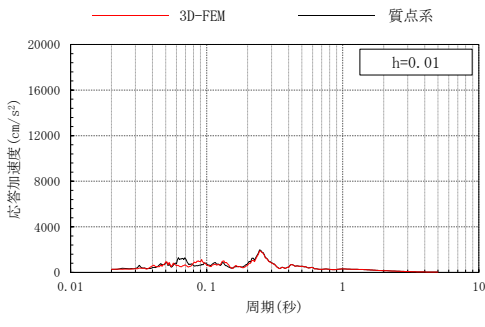
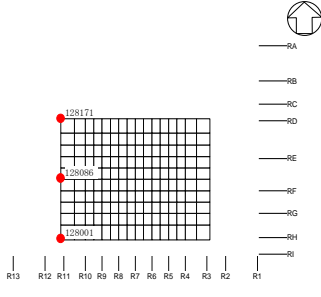
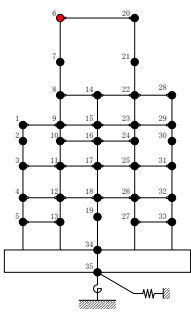
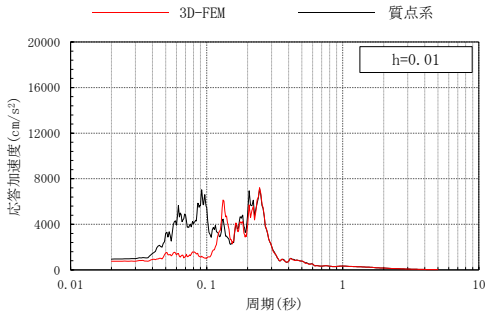
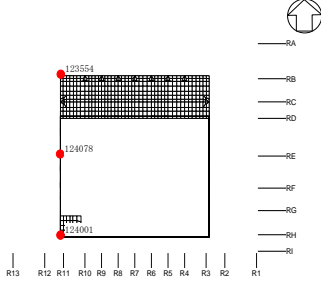
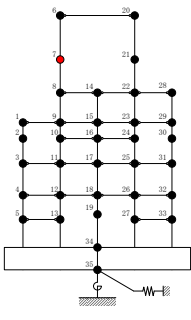
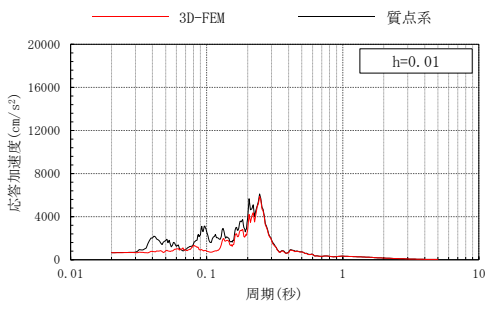
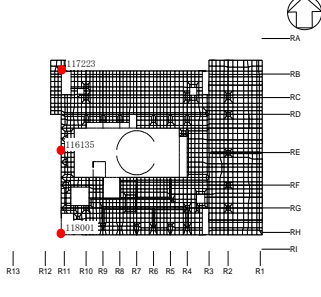
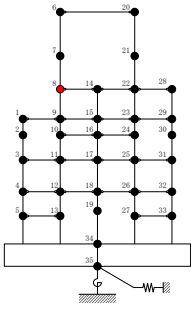
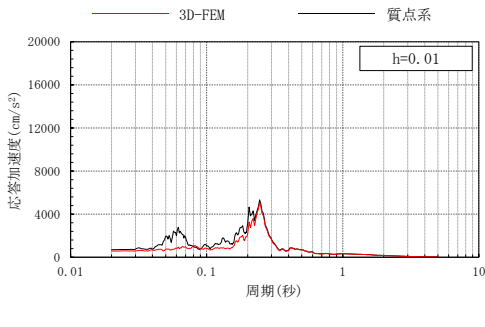
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-37(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N2NS, NS方向)



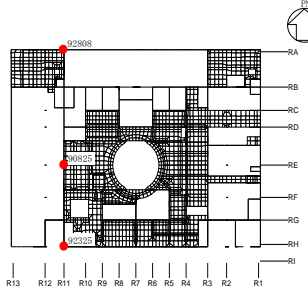
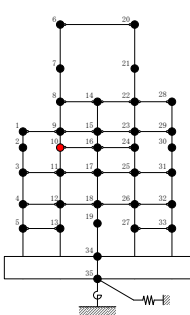
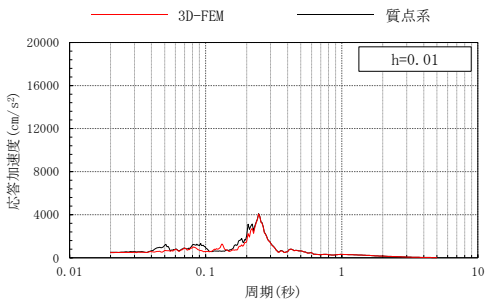
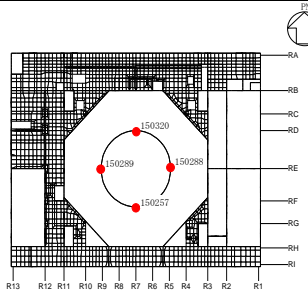
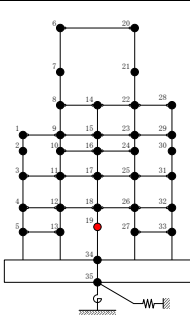
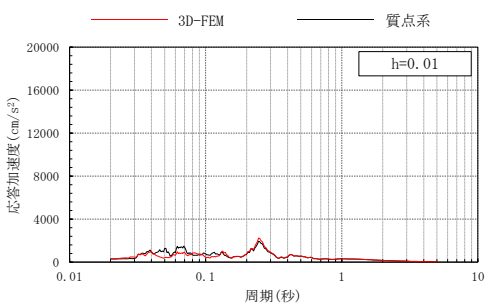
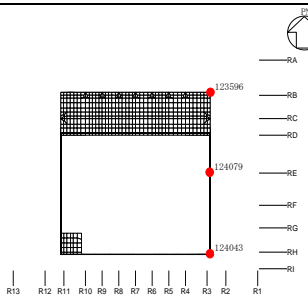
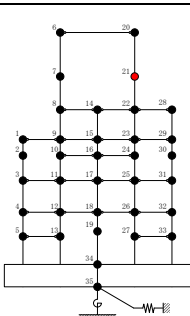
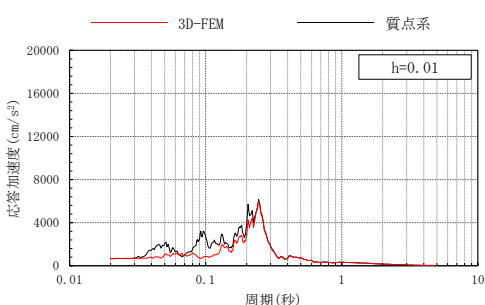
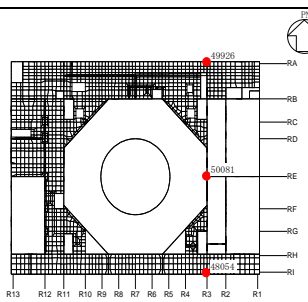
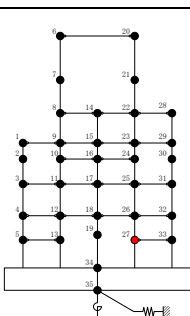
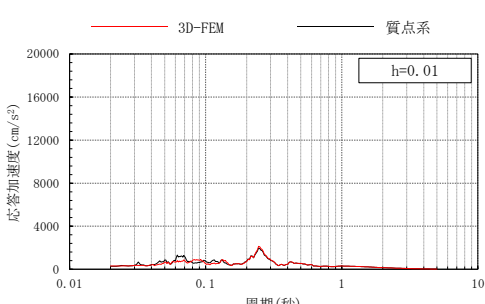
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-37(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d - N 2 NS, NS方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	NS方向応答
 <p>EL 8.8m</p>	 <p>質点 5</p>	
 <p>EL 63.5m</p>	 <p>質点 6</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点 7</p>	
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点 8</p>	

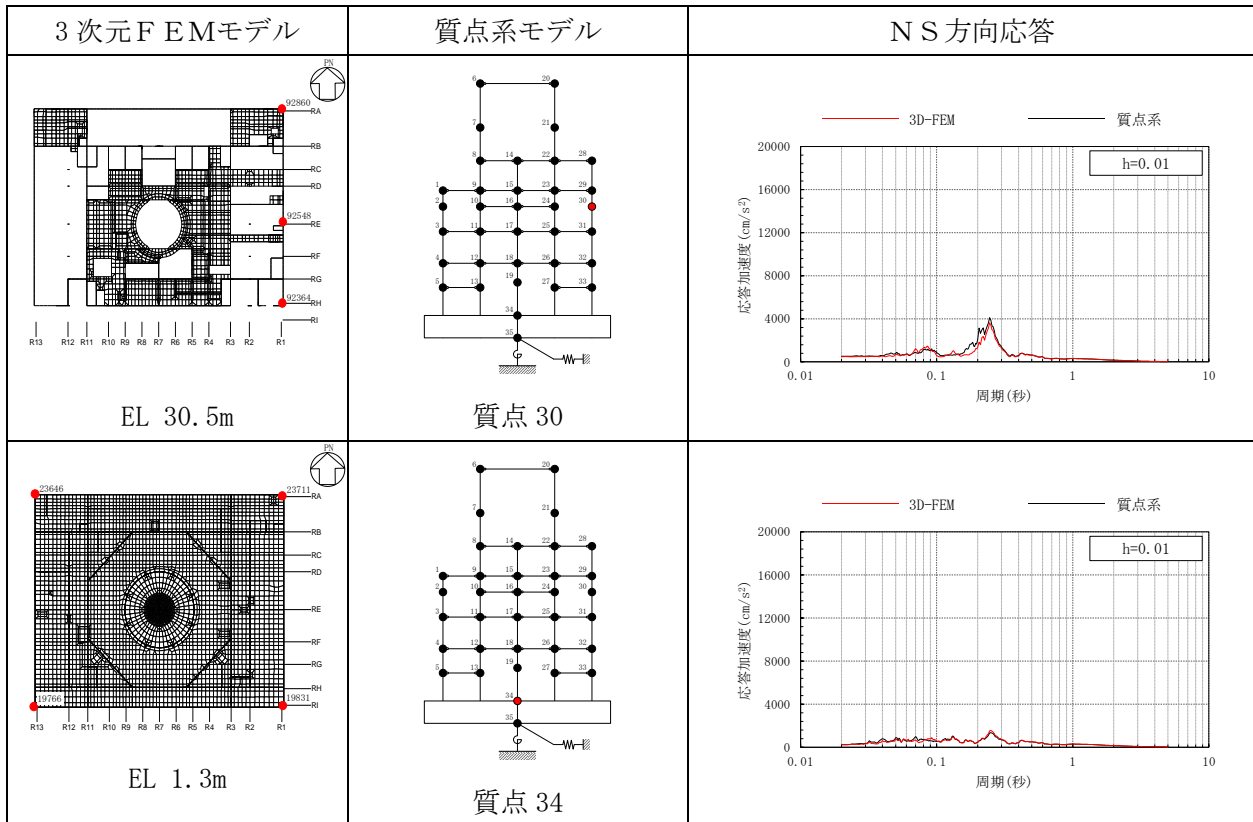
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-37(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d-N 2 NS, NS方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	NS方向応答
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点10</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点19</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点21</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 8.8m</p>	 <p>質点27</p>	 <p>h=0.01</p>

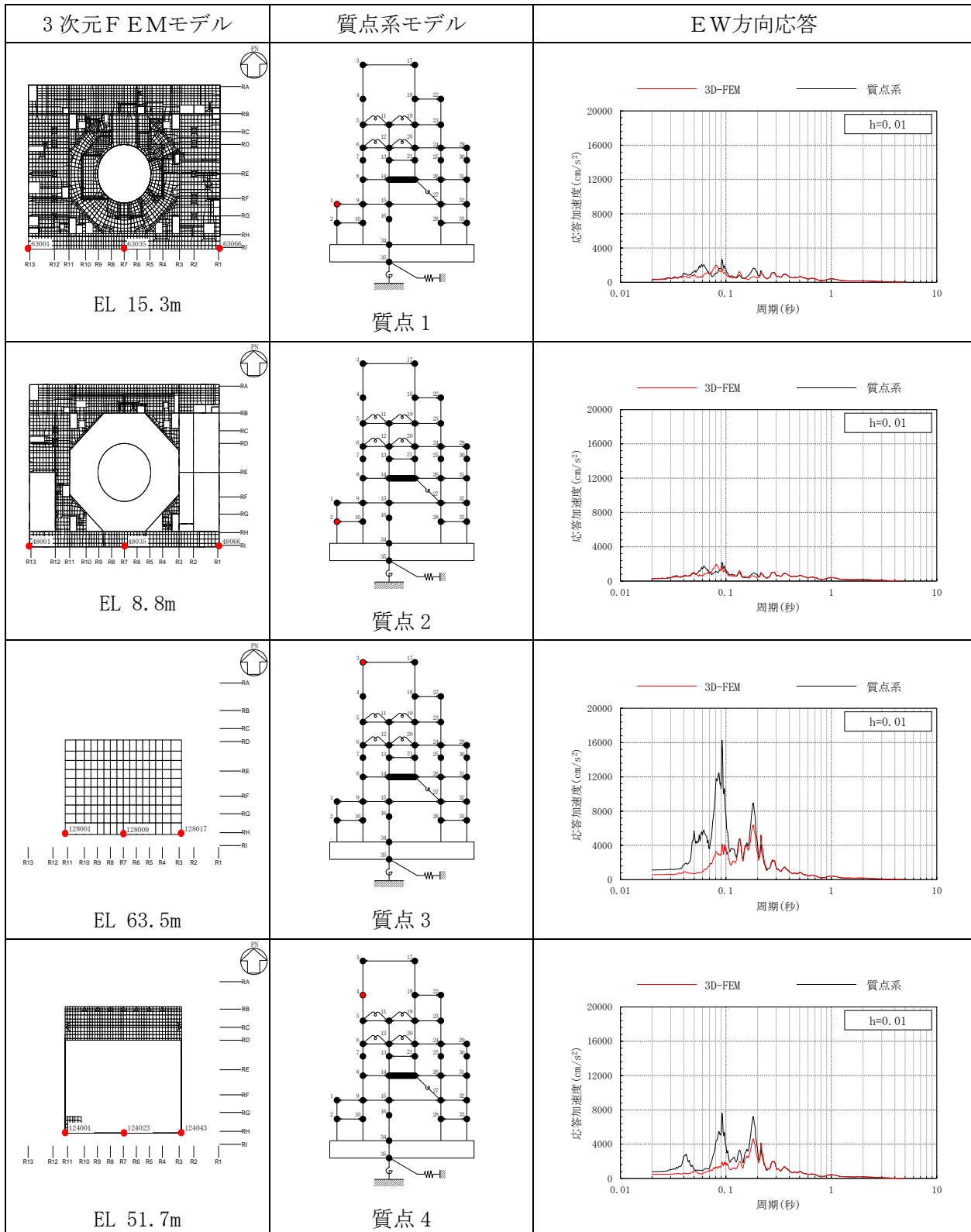
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-37(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N2NS, NS方向)



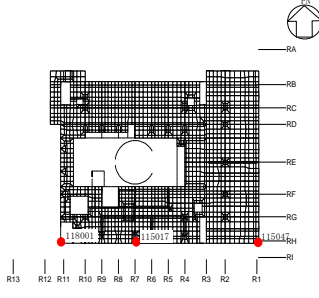
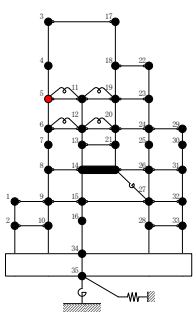
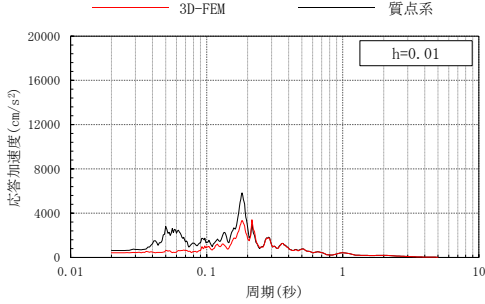
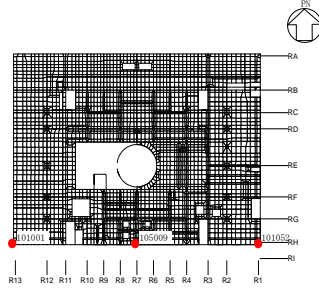
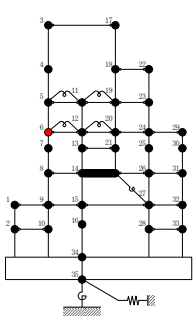
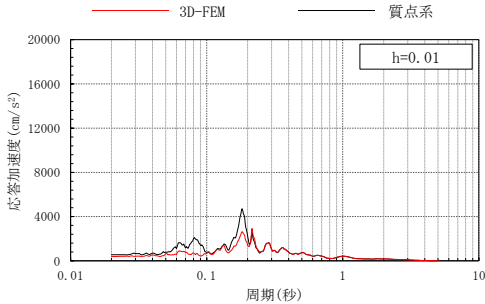
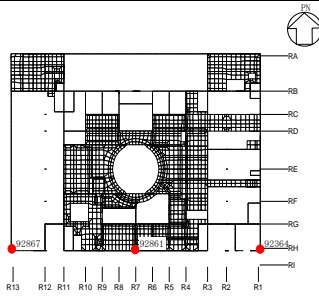
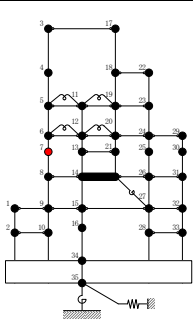
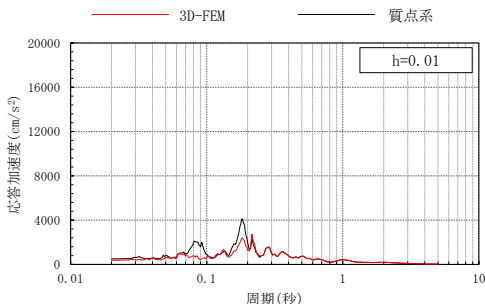
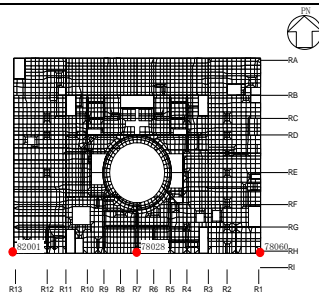
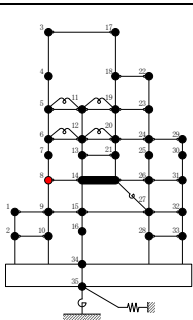
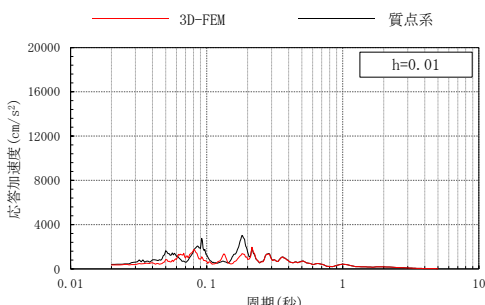
注：3D-FEM の加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-38(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N2EW, EW方向)



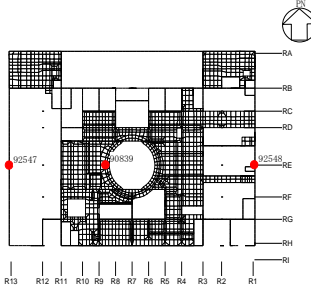
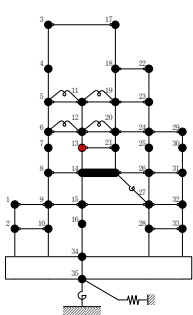
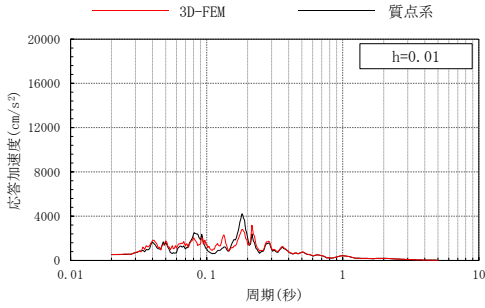
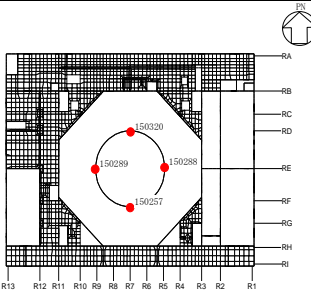
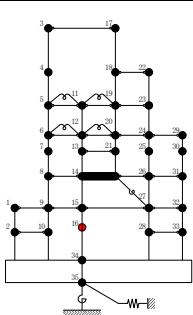
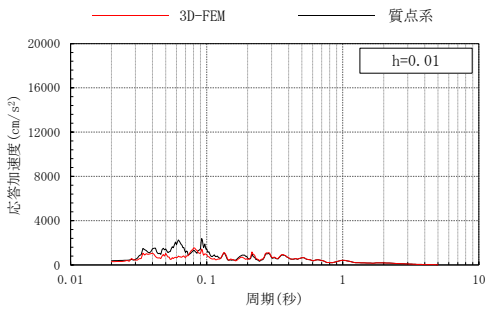
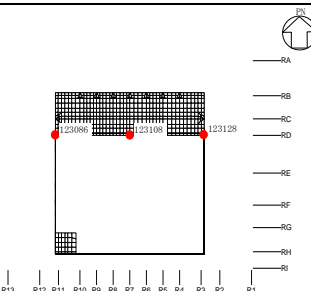
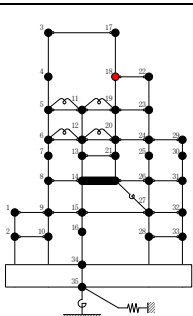
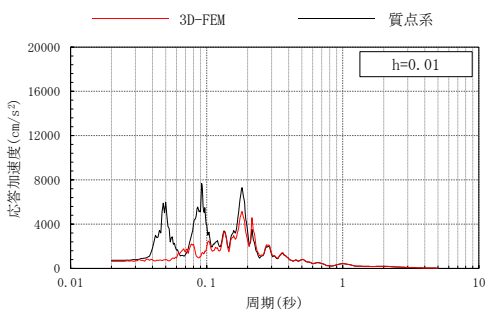
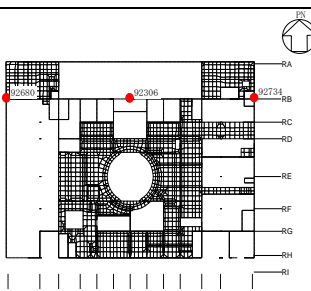
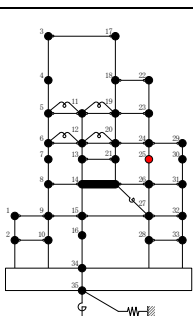
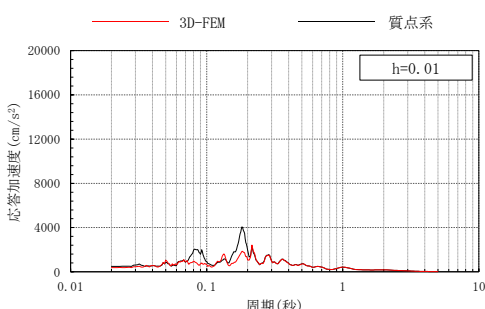
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-38(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N2EW, EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点 5</p>	
 <p>EL 34.8m</p>	 <p>質点 6</p>	
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 7</p>	
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点 8</p>	

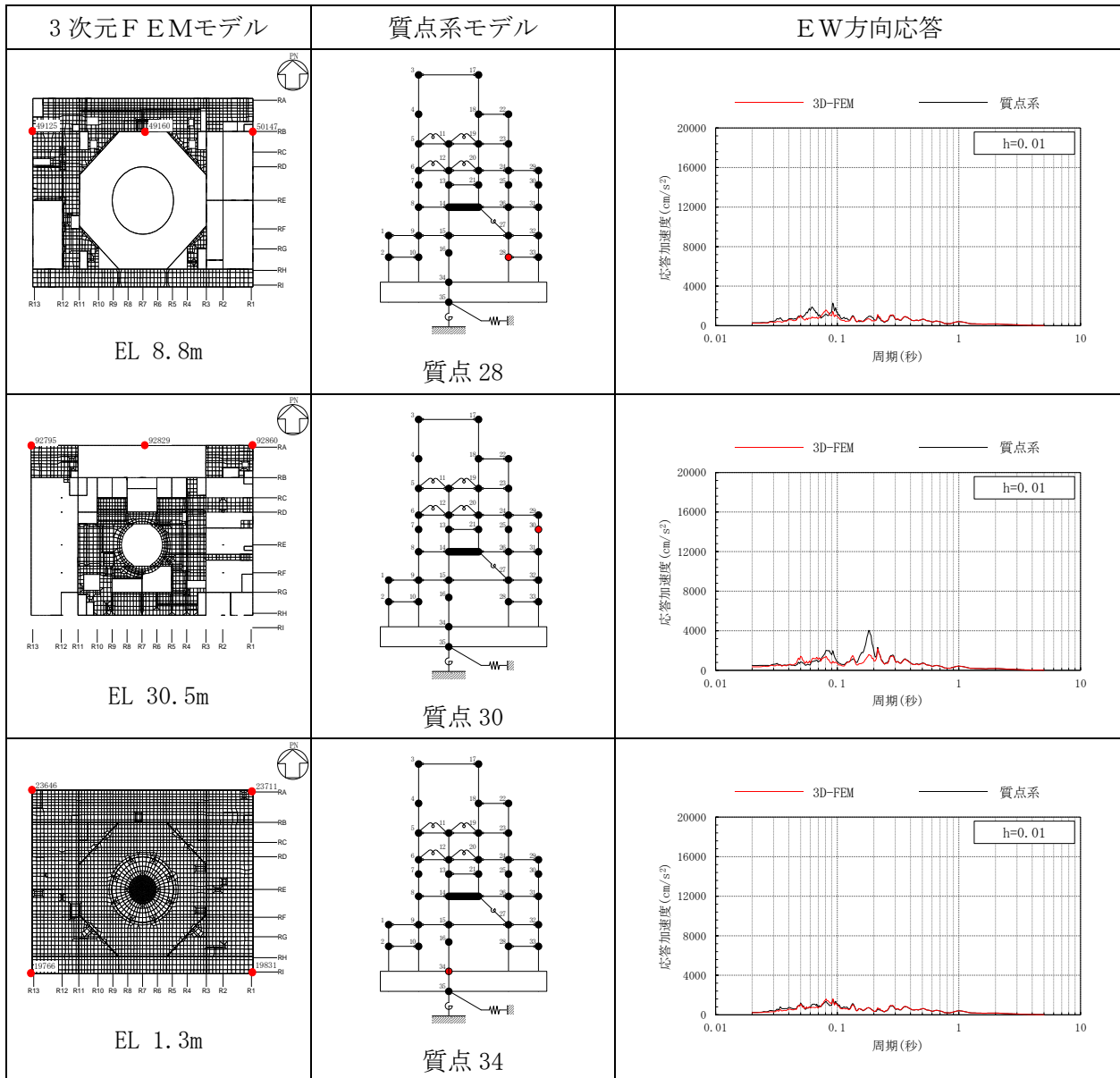
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-38(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d-N 2EW, EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 13</p>	
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点 16</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点 18</p>	
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 25</p>	

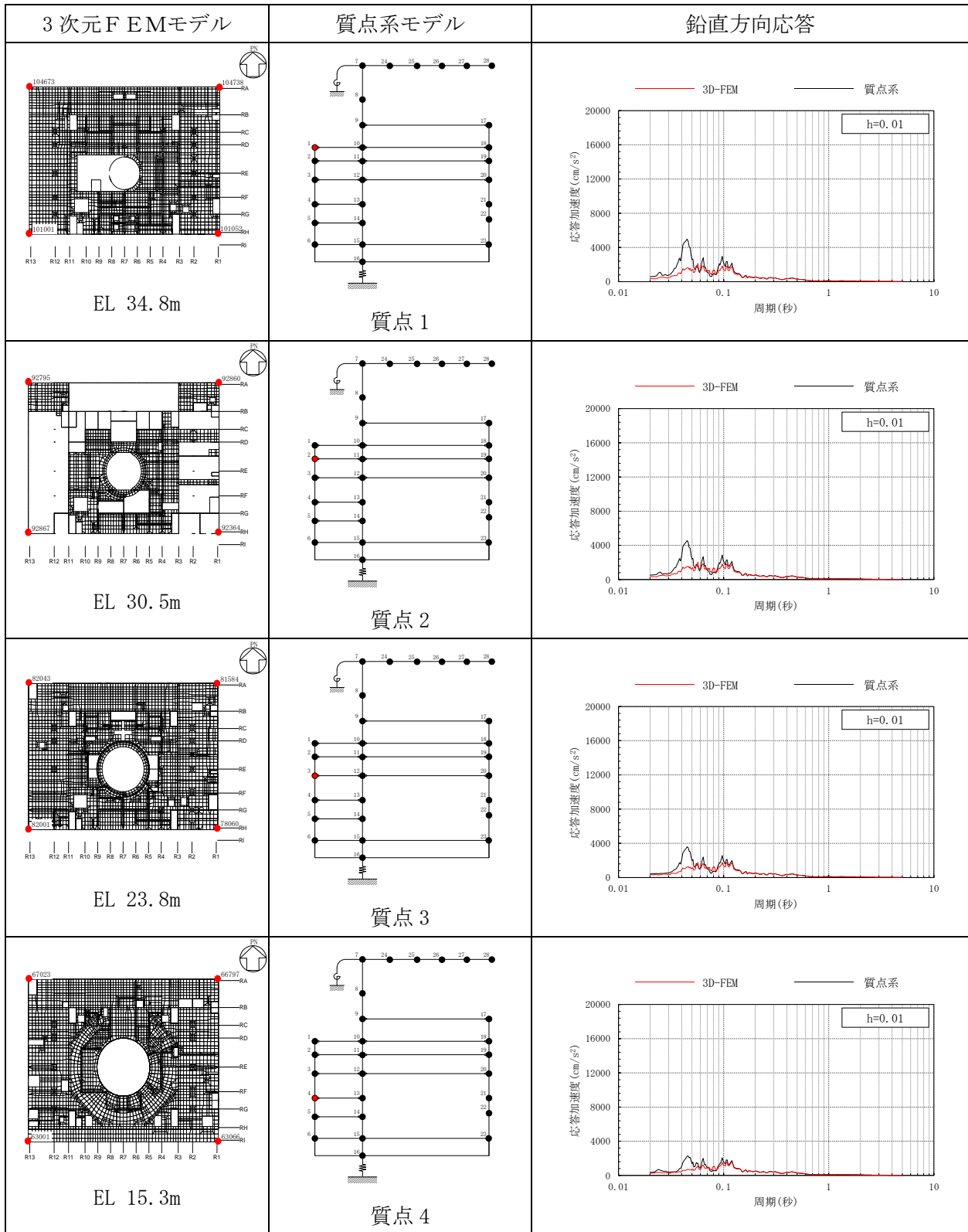
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-38(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d-N 2EW, EW方向)



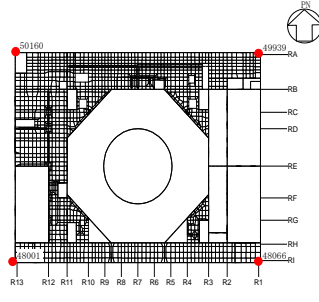
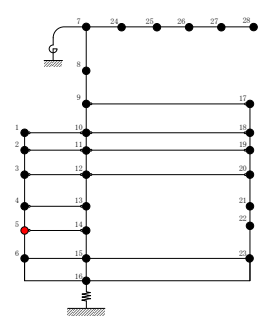
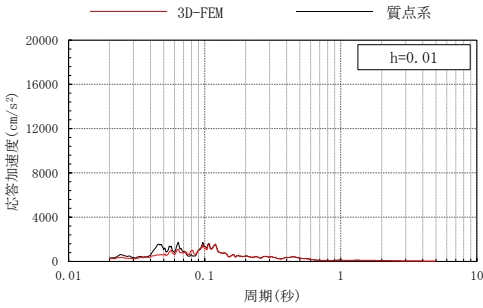
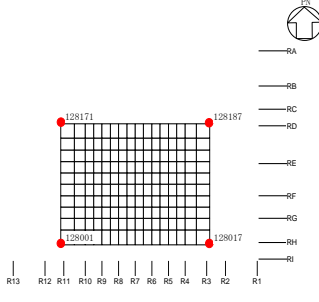
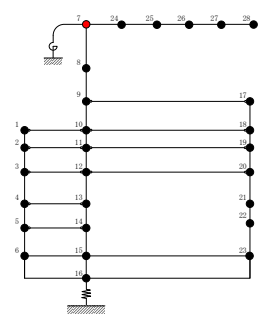
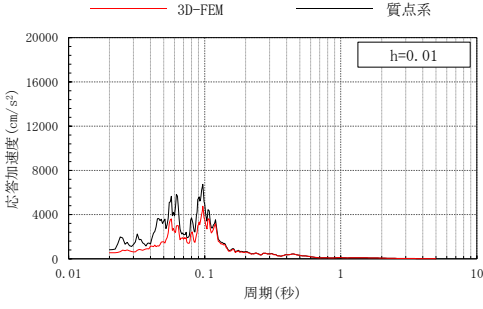
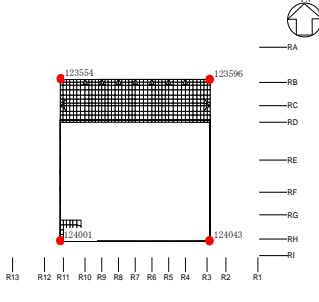
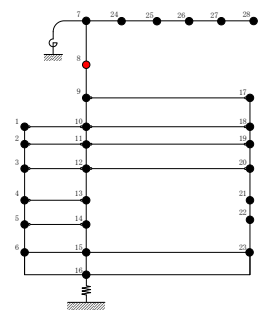
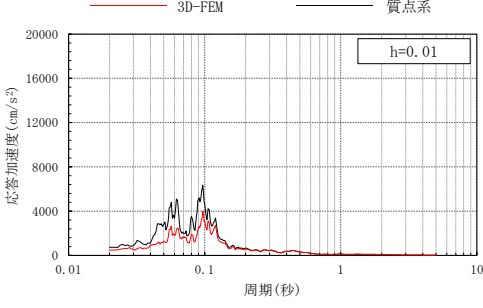
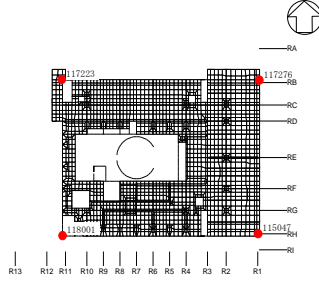
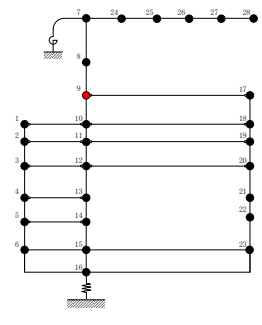
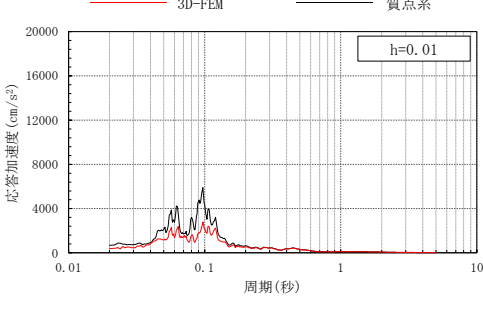
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-39(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N2, 鉛直方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

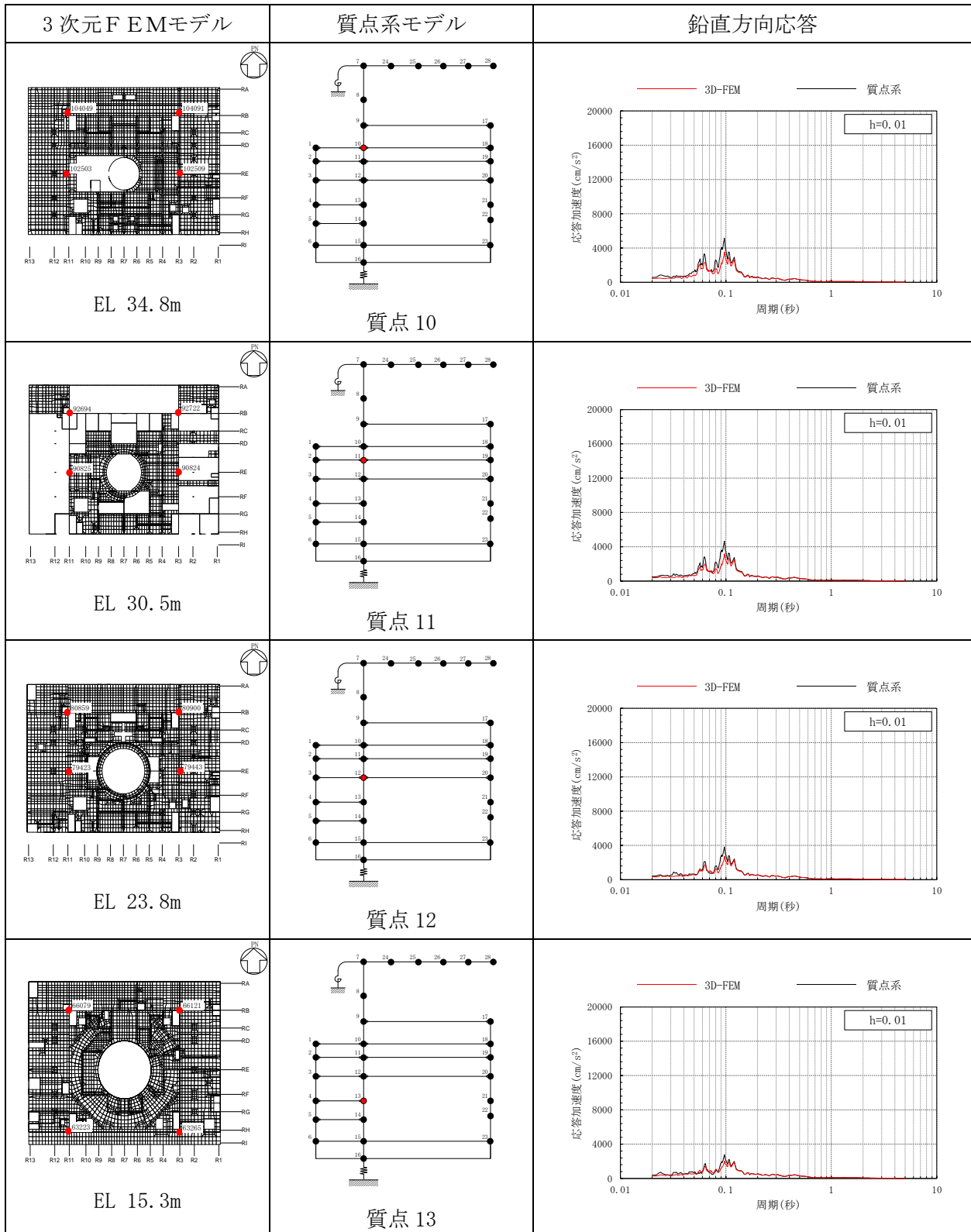
表 3-39(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N2, 鉛直方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	鉛直方向応答
 <p>EL 8.8m</p>	 <p>質点5</p>	
 <p>EL 63.5m</p>	 <p>質点7</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点8</p>	
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点9</p>	

注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

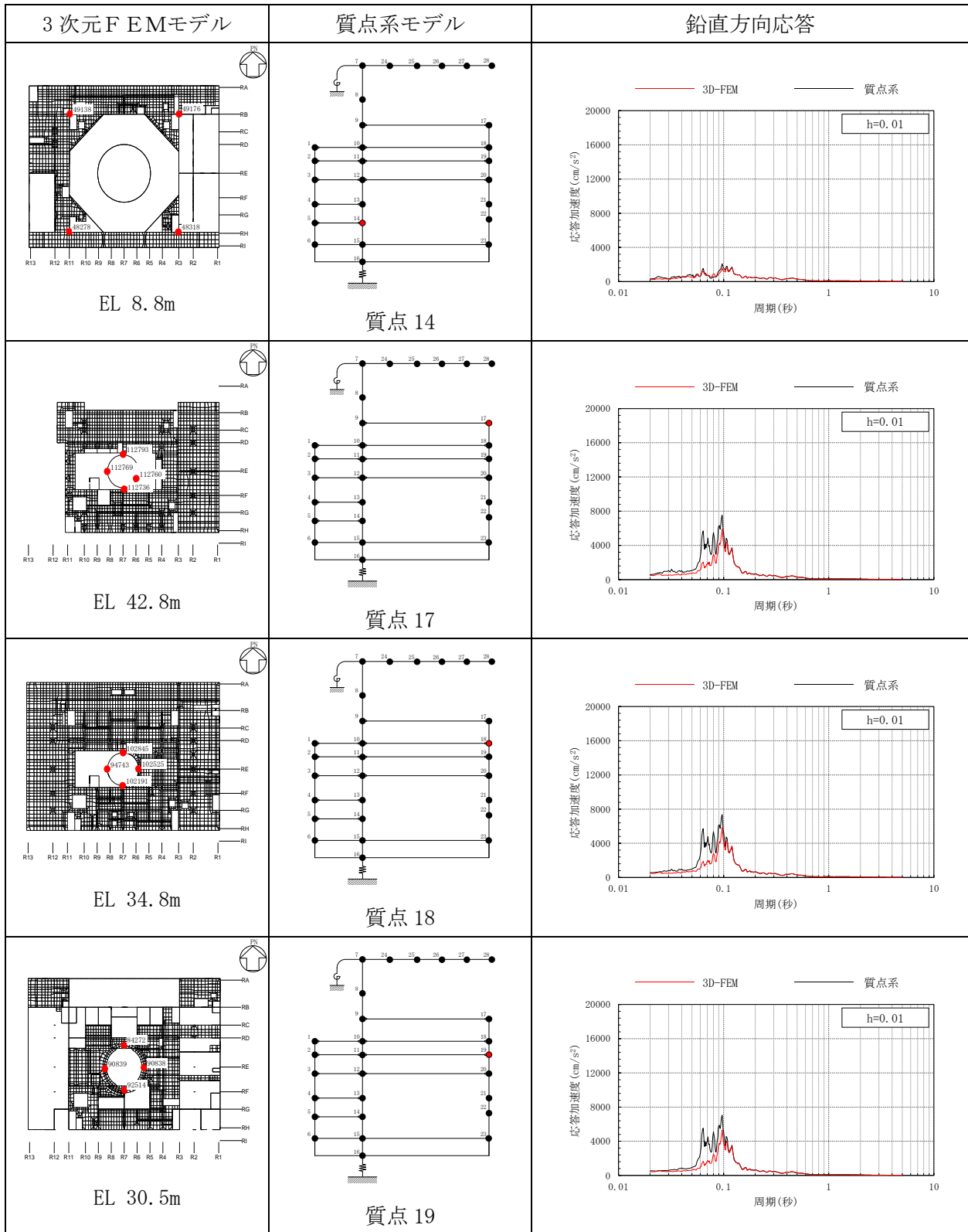
表 3-39(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較

(Sd-N2, 鉛直方向)



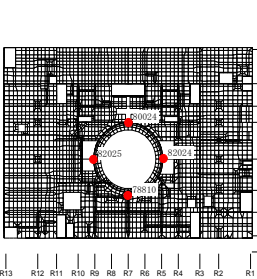
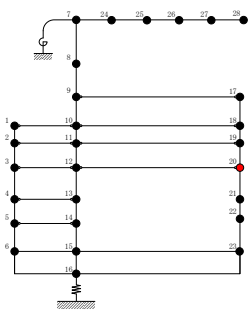
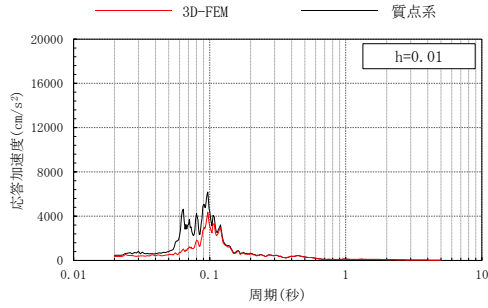
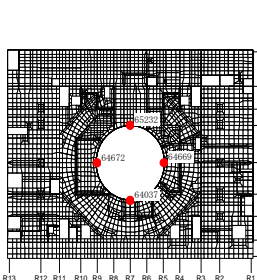
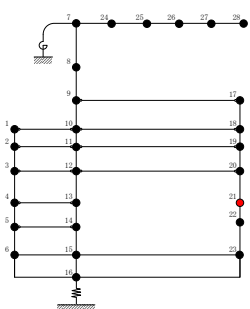
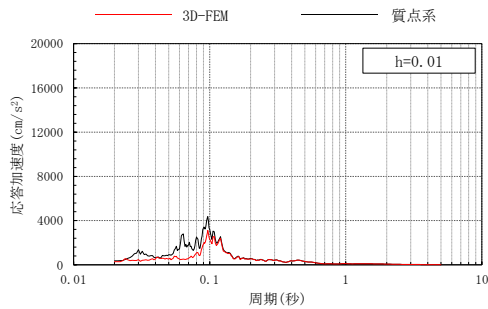
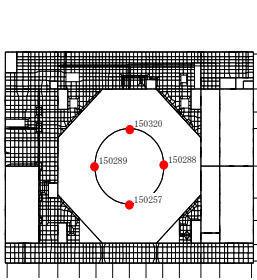
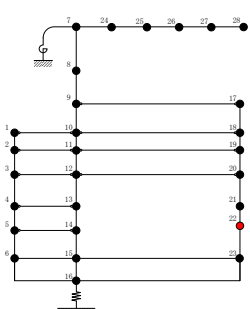
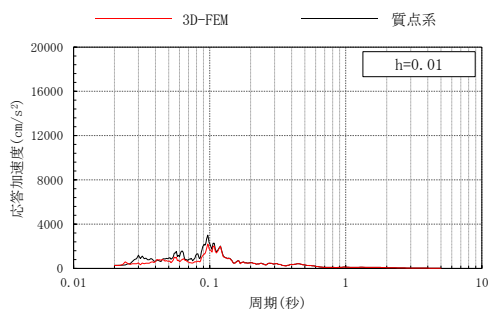
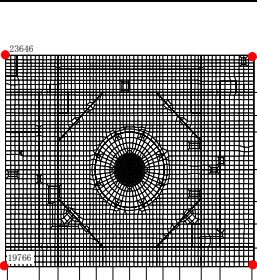
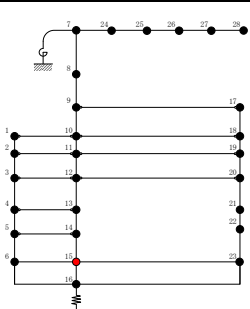
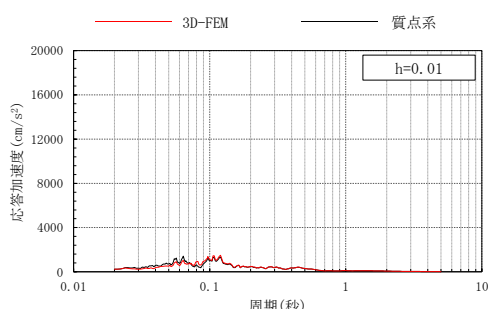
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-39(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N2, 鉛直方向)



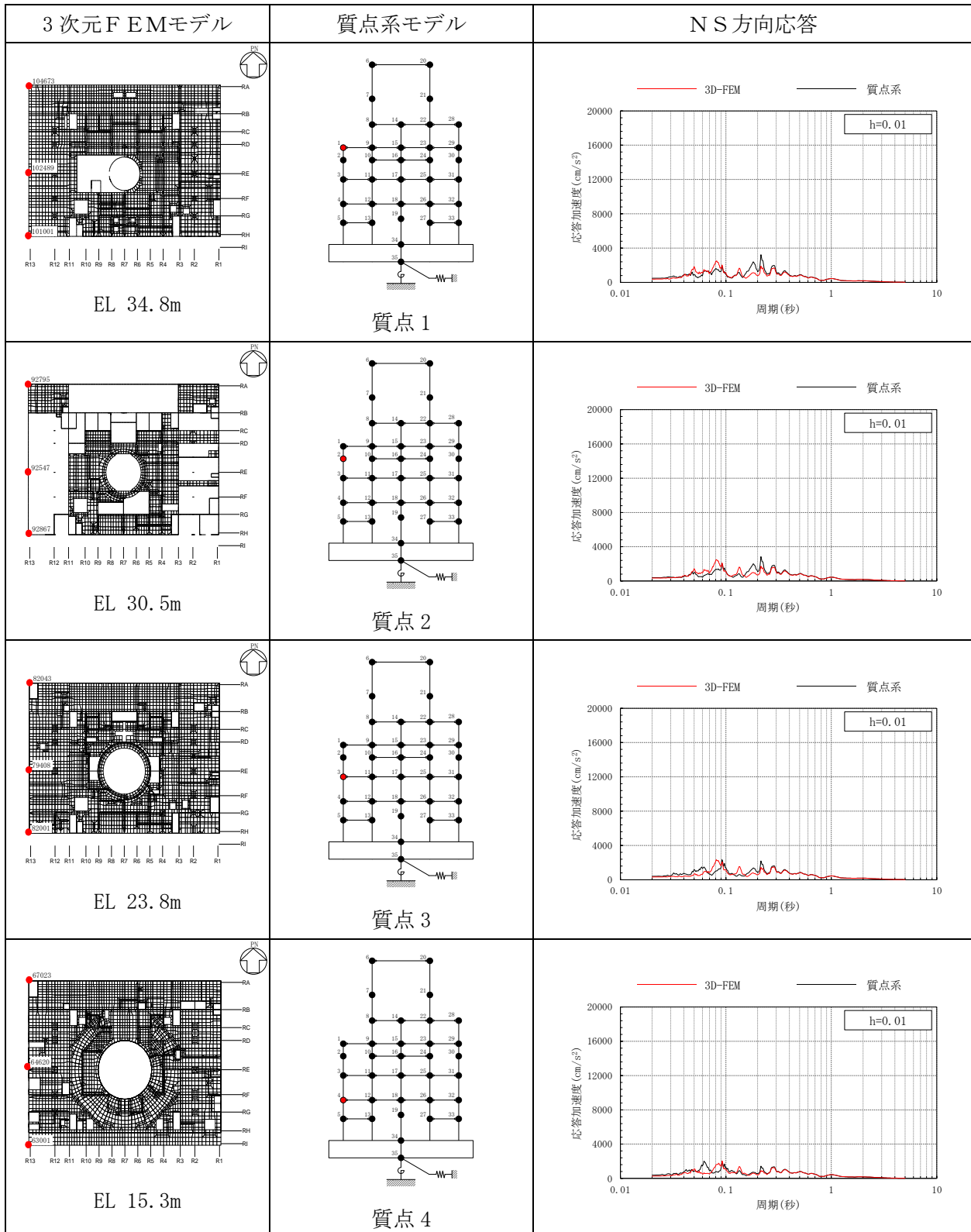
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-39(5) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d - N 2, 鉛直方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	鉛直方向応答
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点 20</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 15.3m</p>	 <p>質点 21</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点 22</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 1.3m</p>	 <p>質点 15</p>	 <p>h=0.01</p>

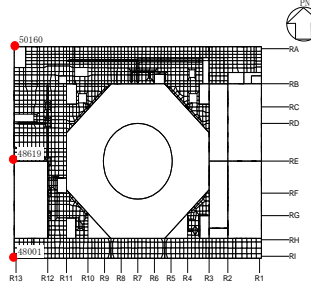
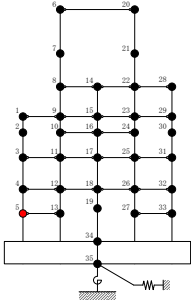
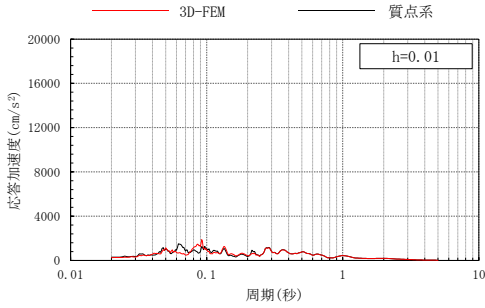
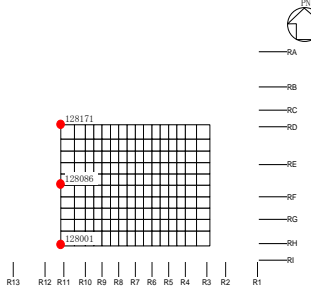
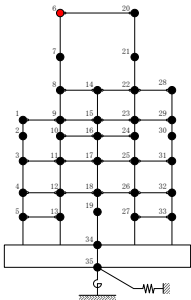
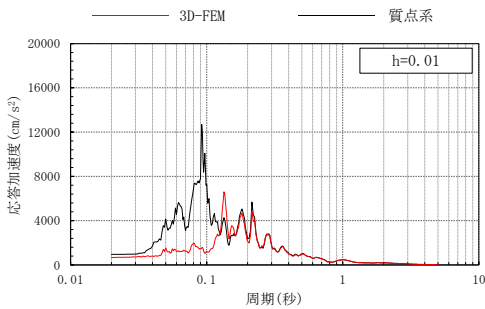
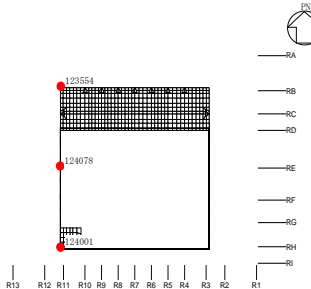
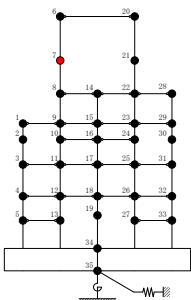
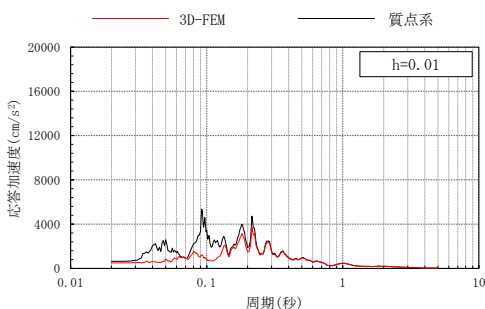
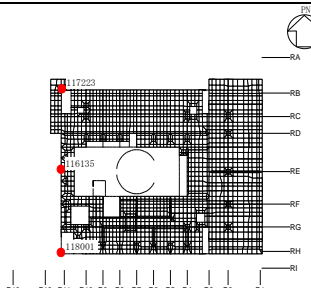
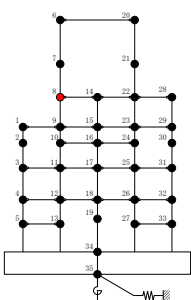
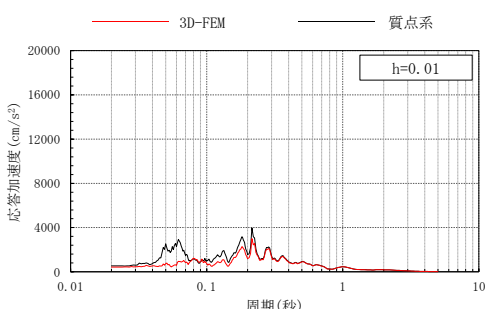
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-40(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d-N 2EW, NS方向)



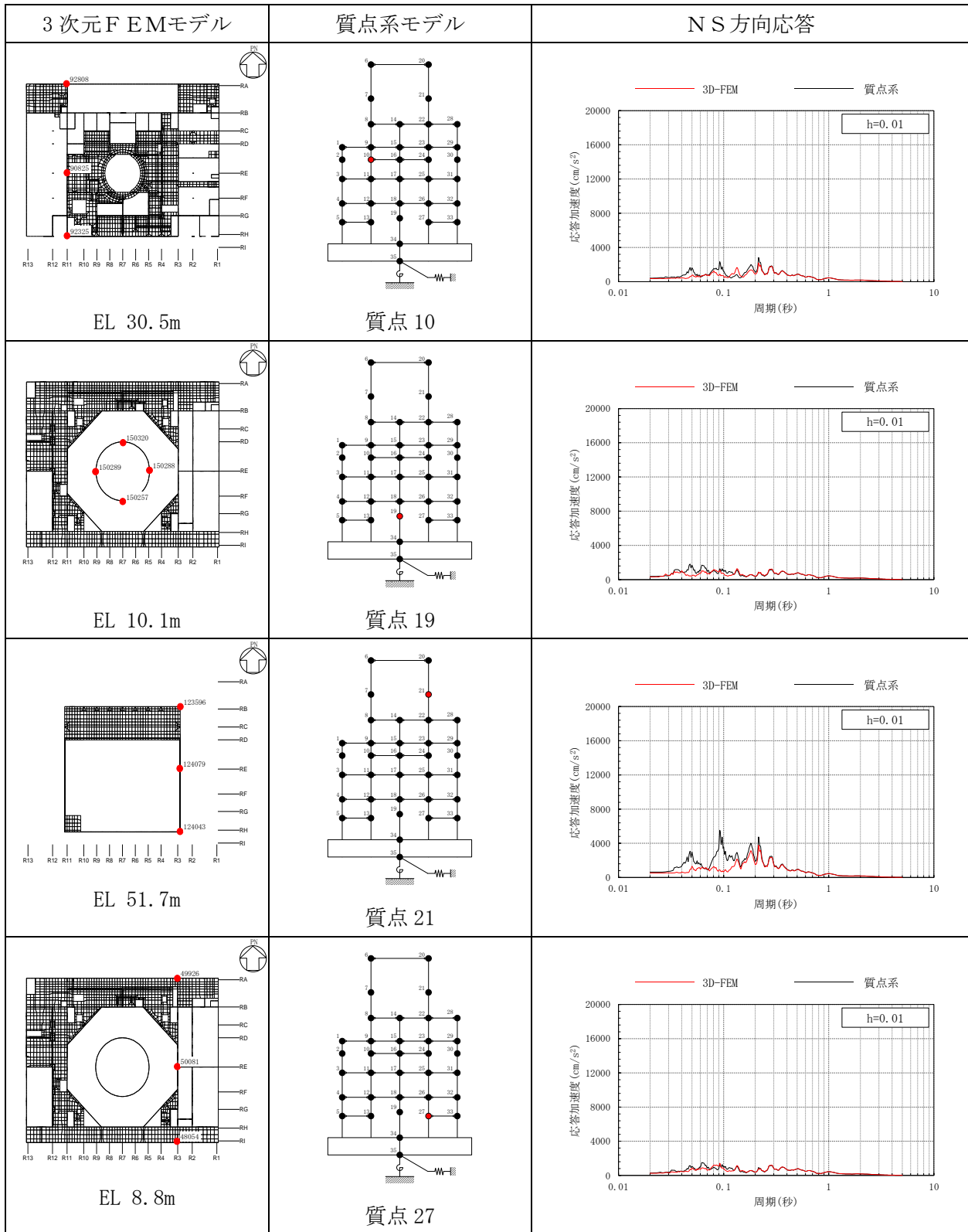
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-40(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d-N 2EW, NS方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	NS方向応答
 <p>EL 8.8m</p>	 <p>質点 5</p>	
 <p>EL 63.5m</p>	 <p>質点 6</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点 7</p>	
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点 8</p>	

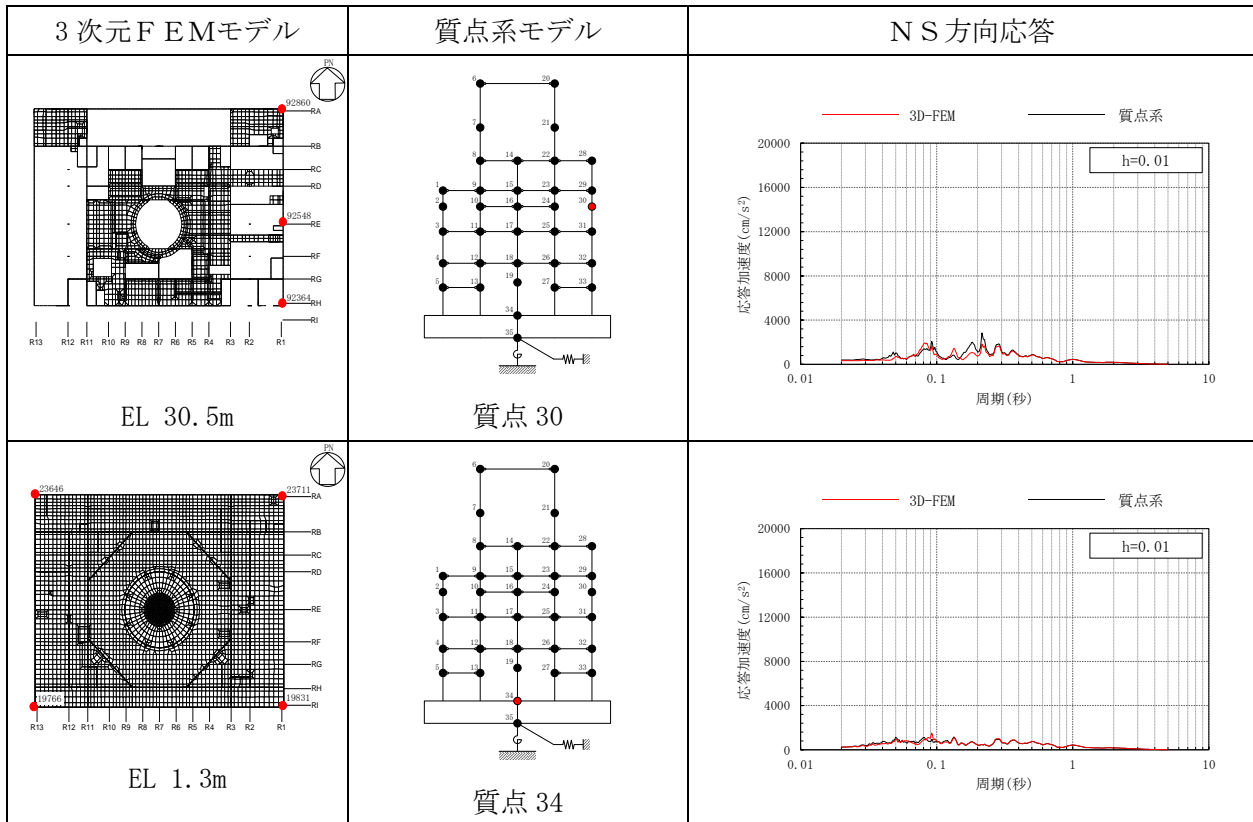
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-40(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d-N 2EW, NS方向)



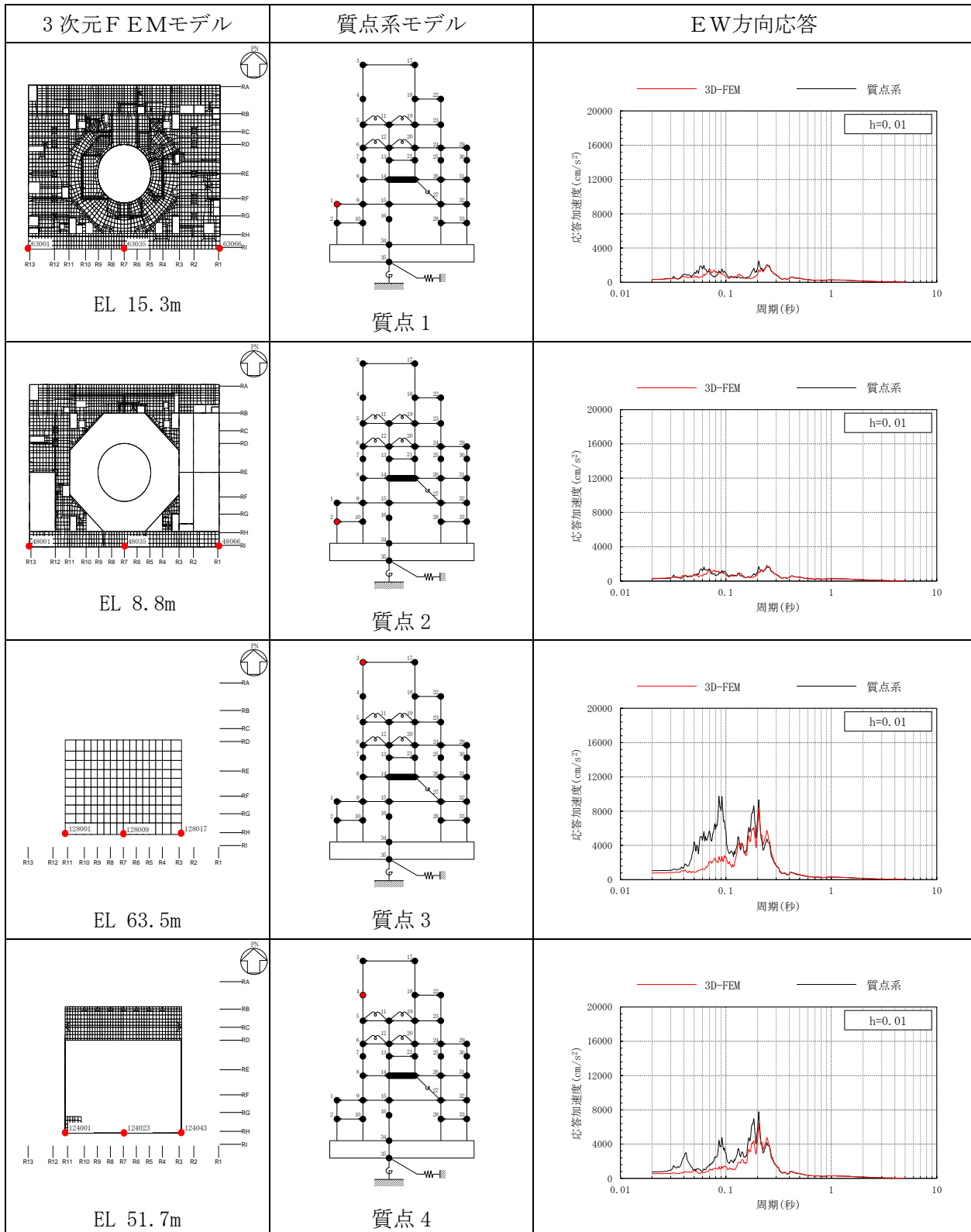
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-40(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(Sd-N2EW, NS方向)



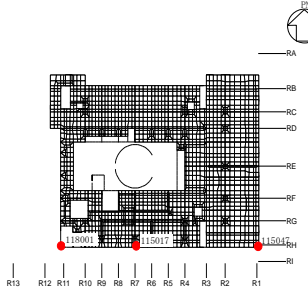
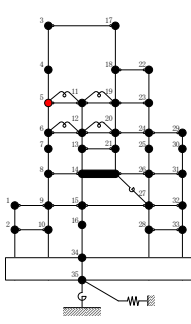
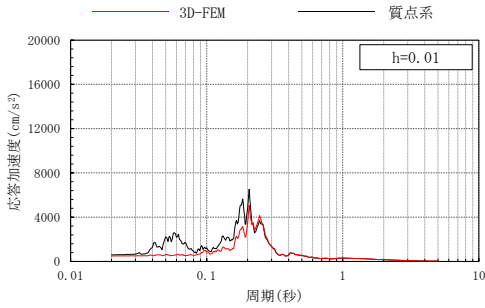
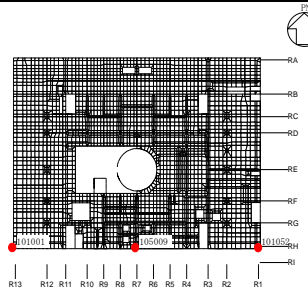
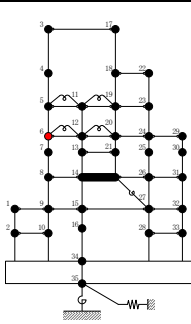
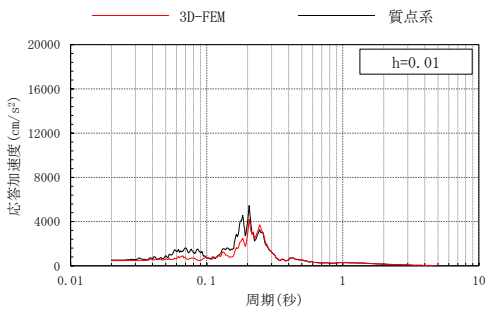
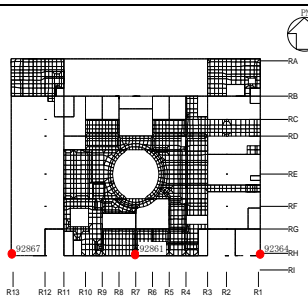
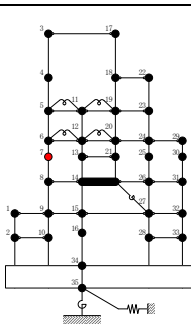
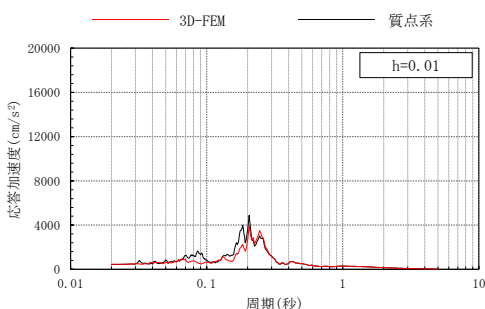
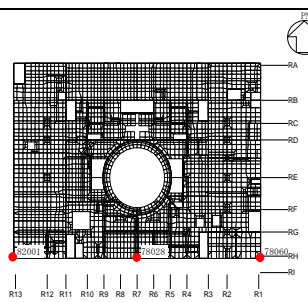
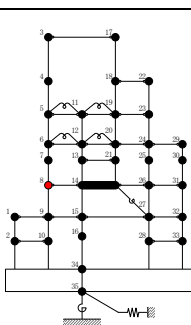
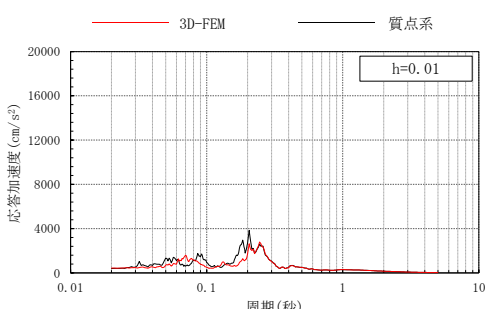
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-41(1) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d - N 2 NS, EW方向)



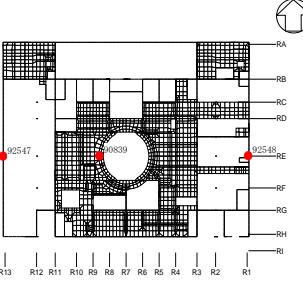
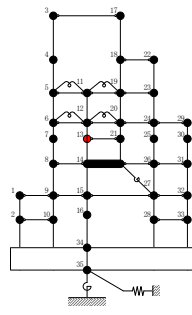
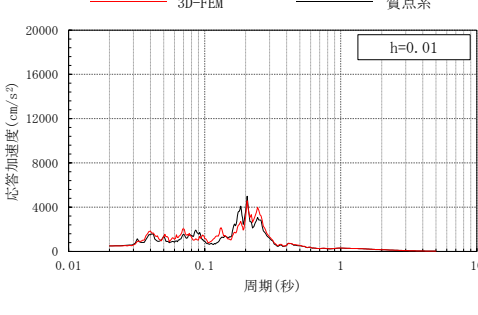
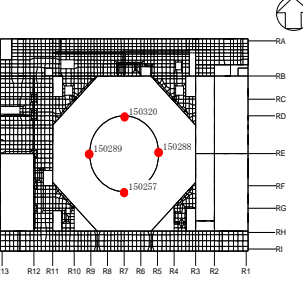
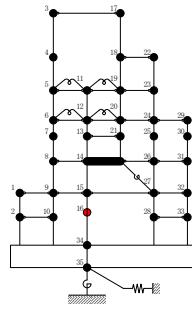
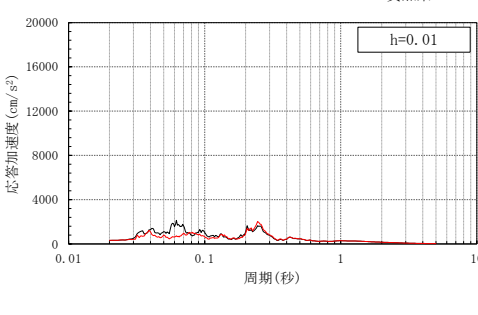
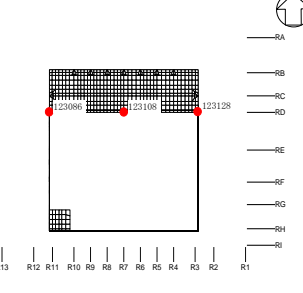
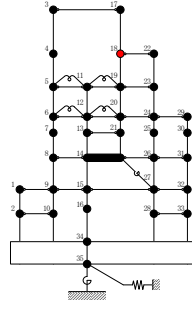
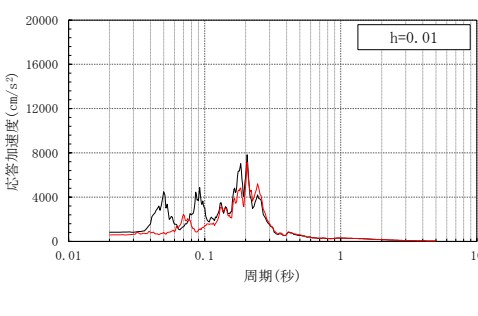
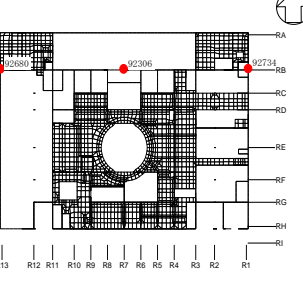
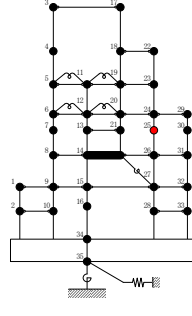
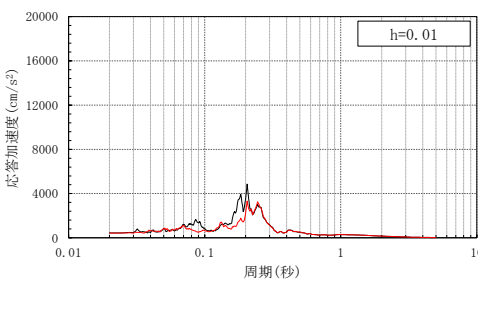
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-41(2) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d - N 2 NS, EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 42.8m</p>	 <p>質点 5</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 34.8m</p>	 <p>質点 6</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 7</p>	 <p>h=0.01</p>
 <p>EL 23.8m</p>	 <p>質点 8</p>	 <p>h=0.01</p>

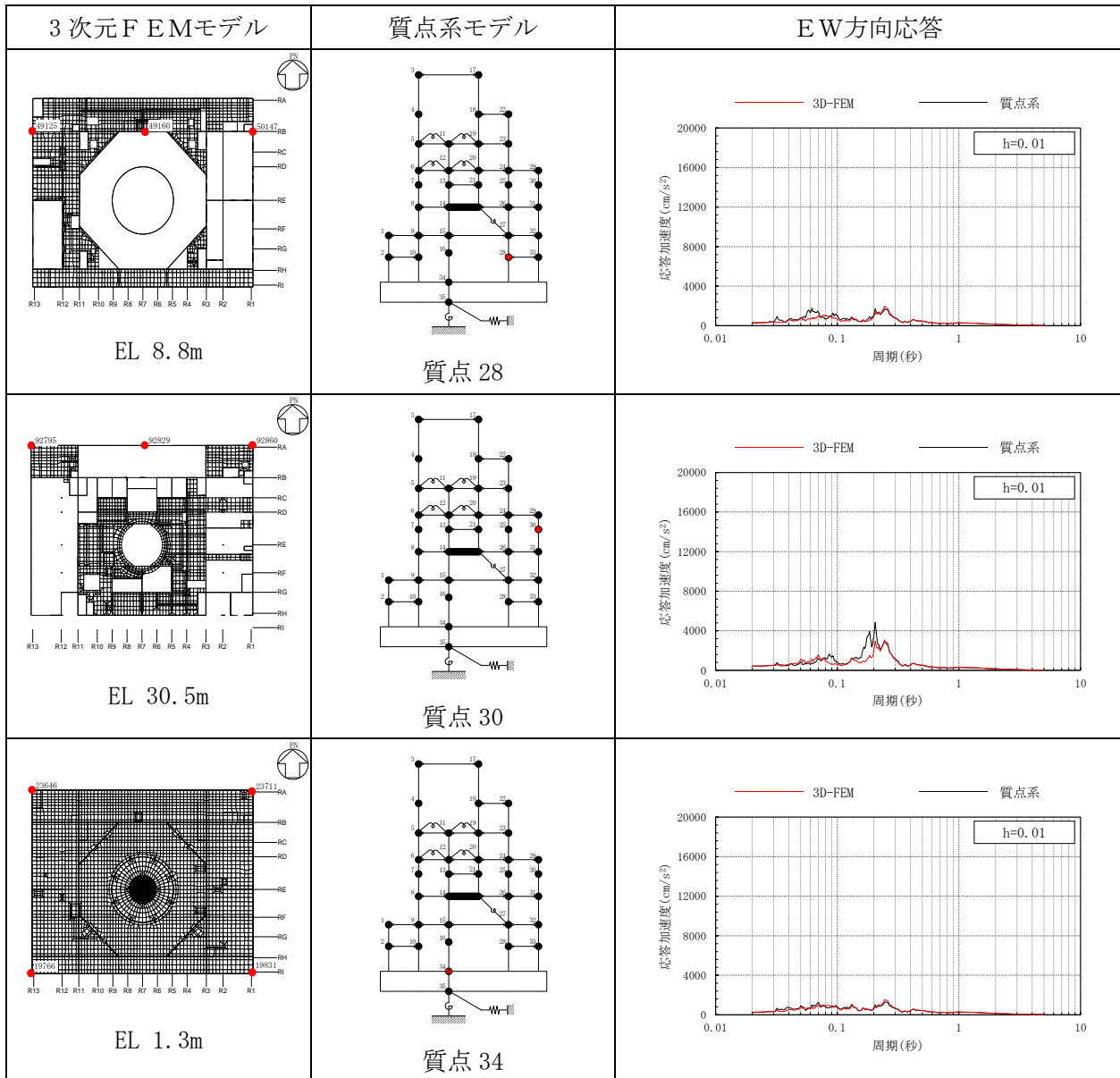
注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-41(3) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d - N 2 NS, EW方向)

3次元FEMモデル	質点系モデル	EW方向応答
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 13</p>	
 <p>EL 10.1m</p>	 <p>質点 16</p>	
 <p>EL 51.7m</p>	 <p>質点 18</p>	
 <p>EL 30.5m</p>	 <p>質点 25</p>	

注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-41(4) 3次元FEMモデルと質点系モデルの応答比較
(S d - N 2 NS, EW方向)



注：3D-FEMの加速度応答スペクトルは平均化後の加速度応答スペクトル

表 3-42(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-D, NS方向)

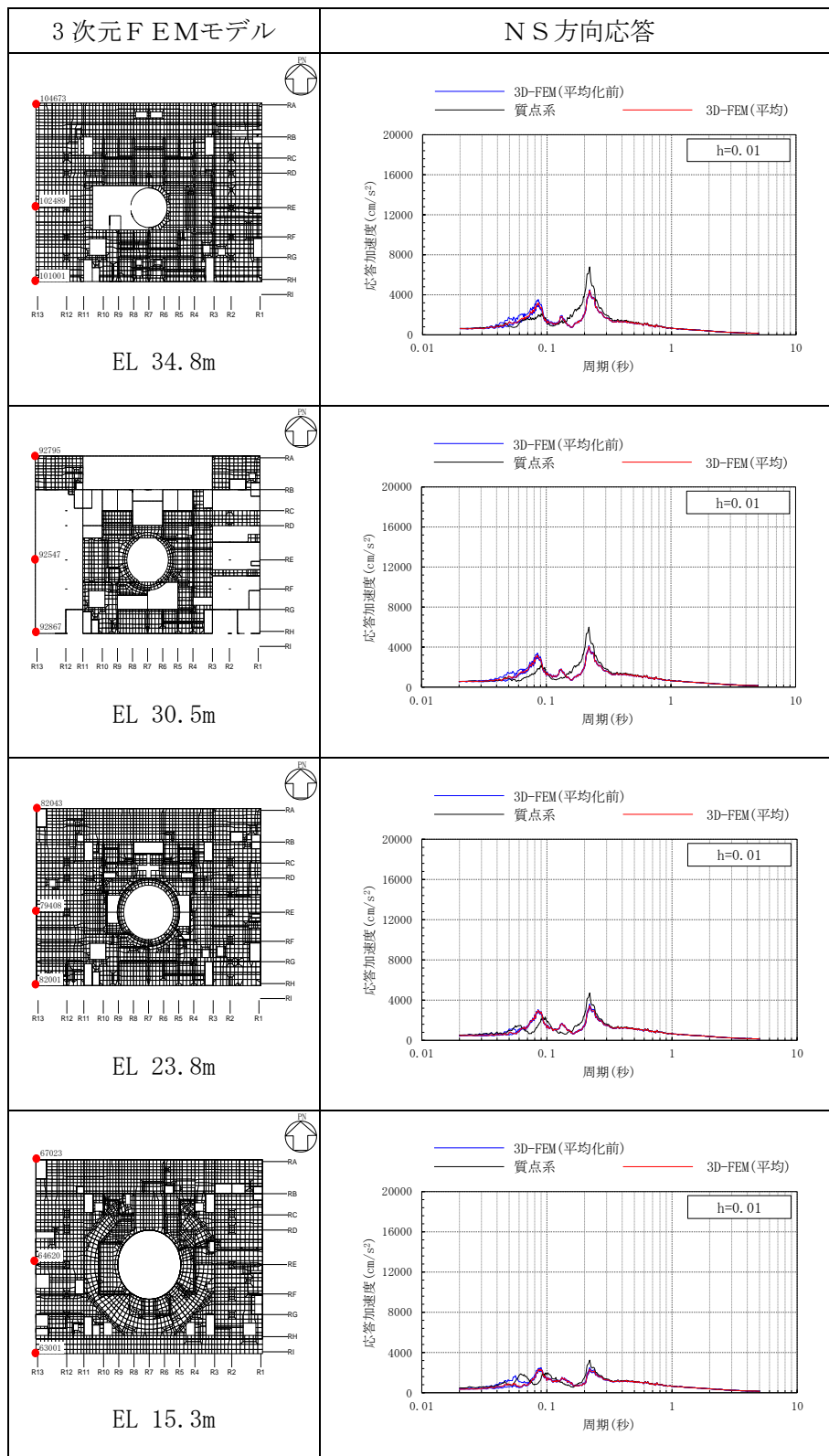


表 3-42(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-D, NS方向)

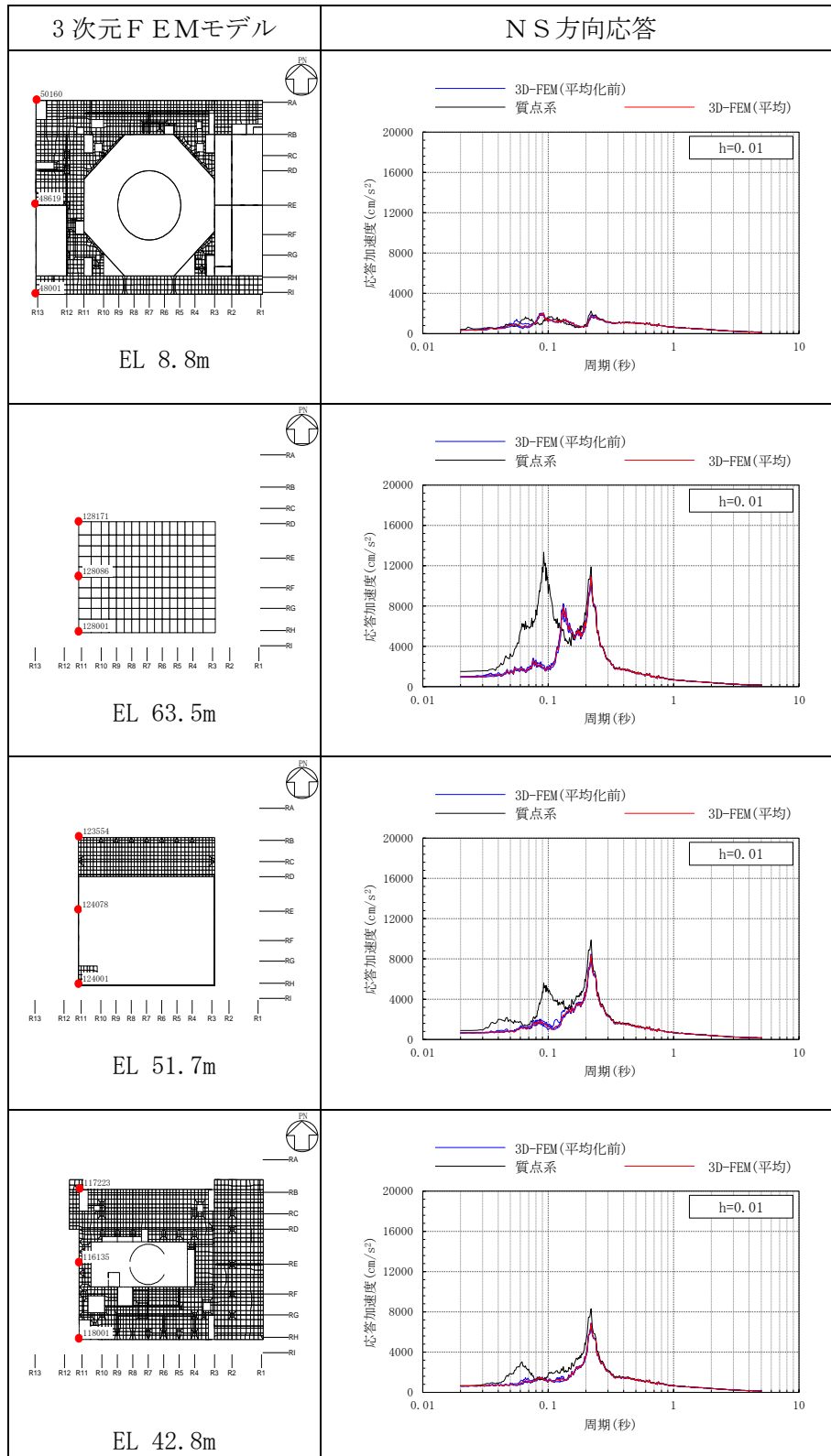


表 3-42(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-D, NS方向)

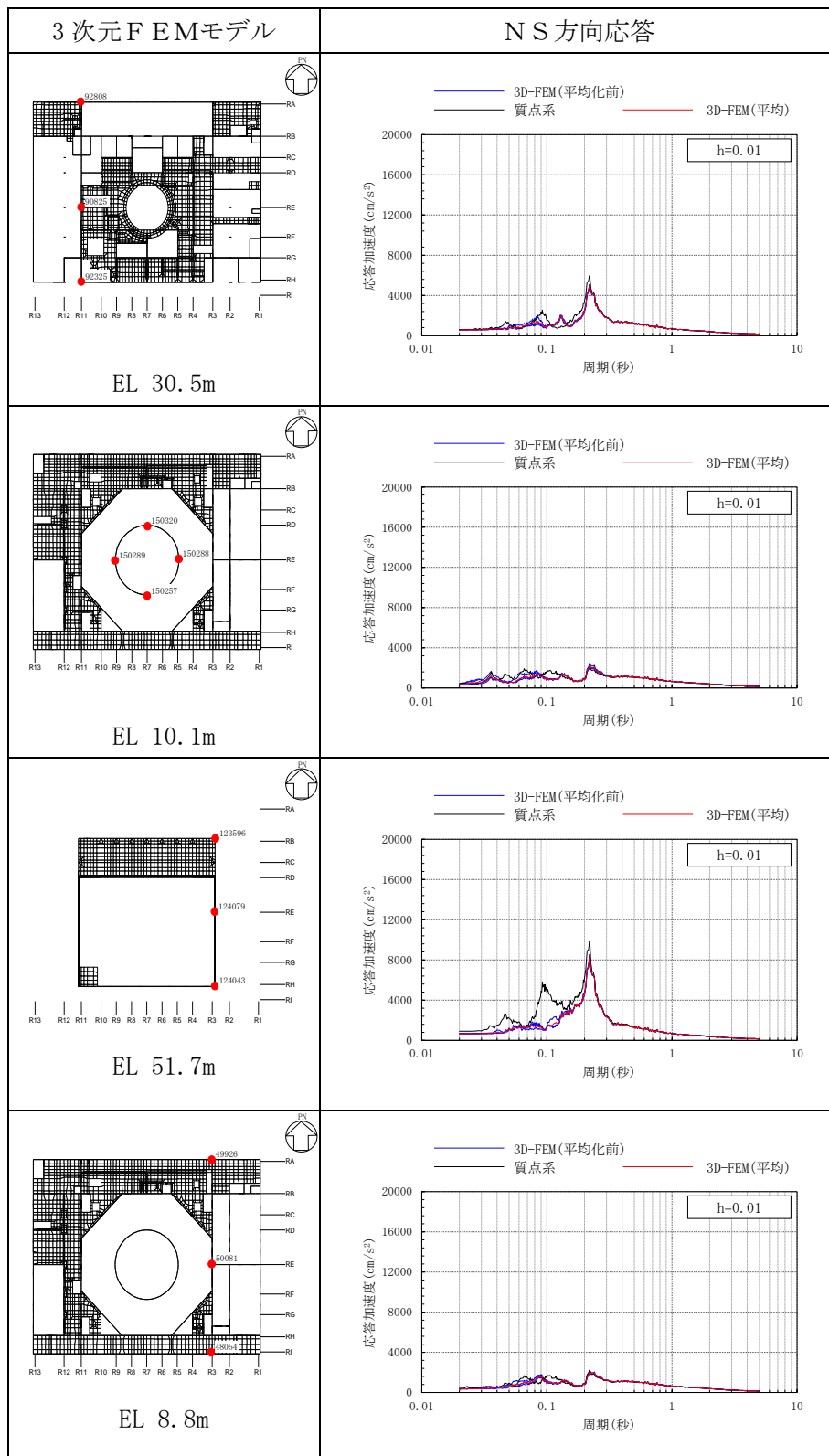


表 3-42(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-D, NS方向)

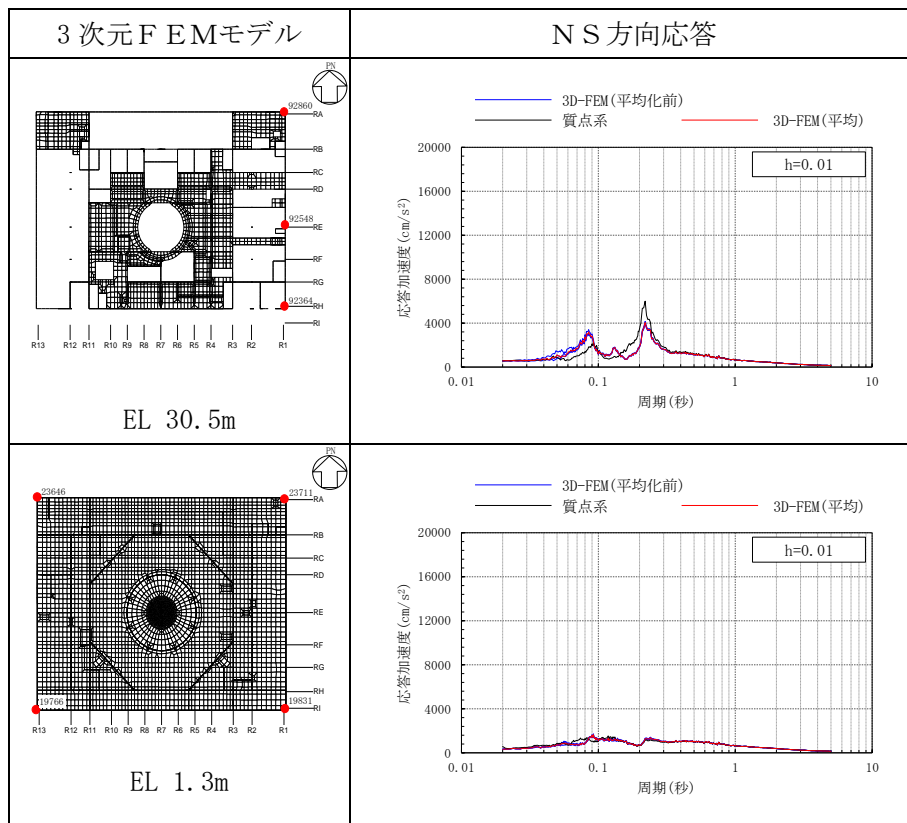


表 3-43(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-D (組合せ用), EW方向)

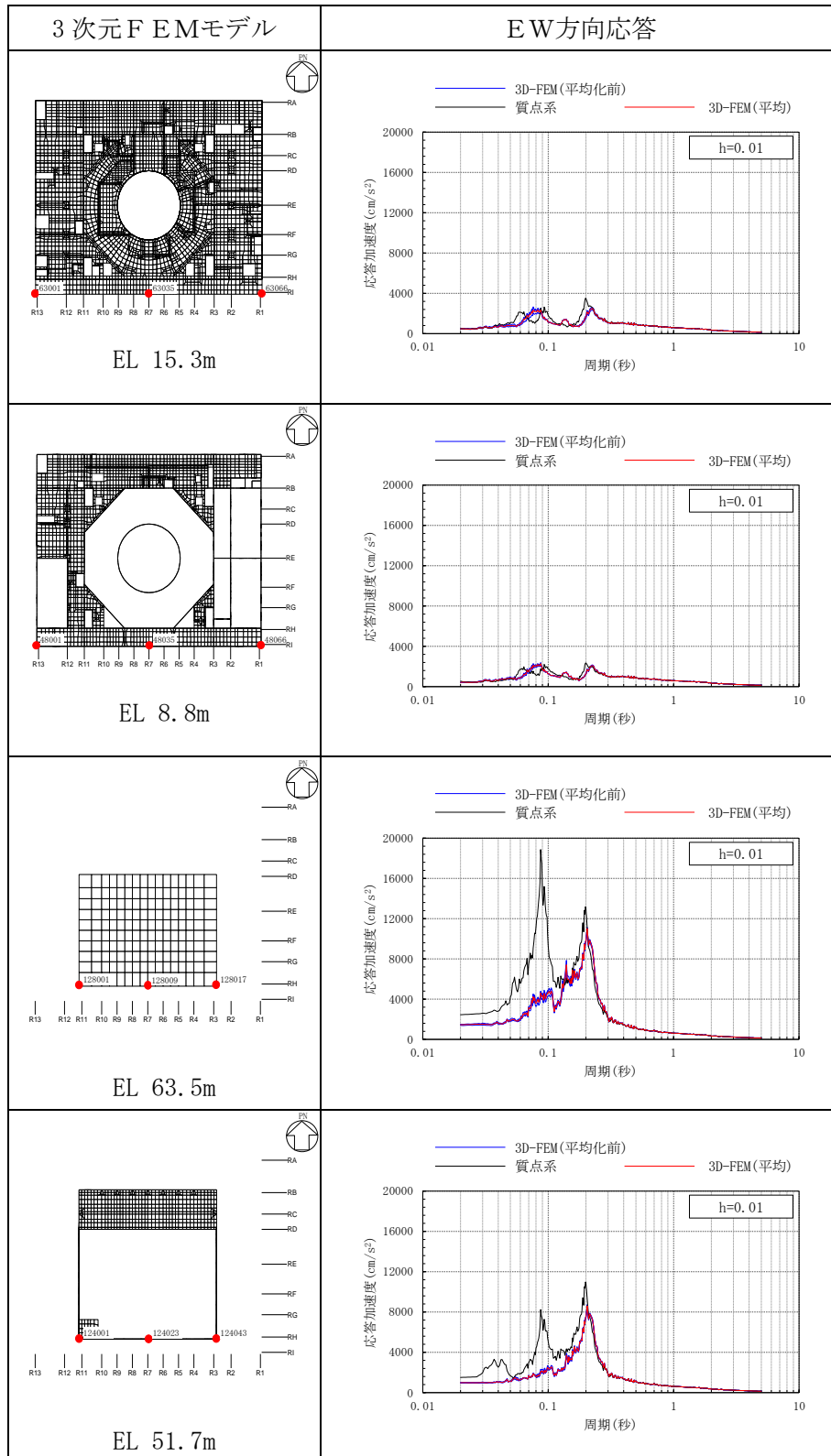


表 3-43(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-D (組合せ用), EW方向)

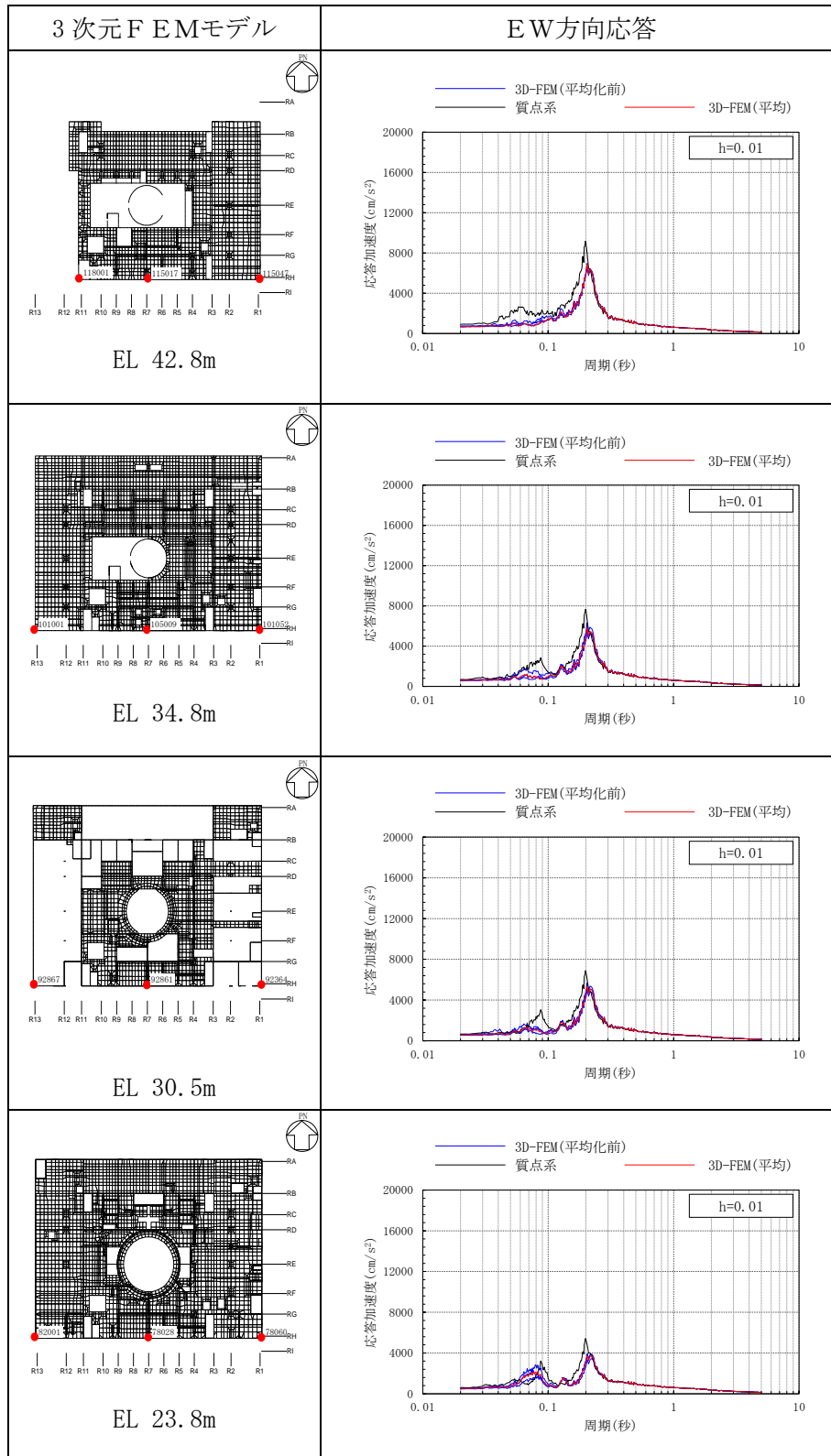


表 3-43(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較

(S d - D (組合せ用), EW方向)

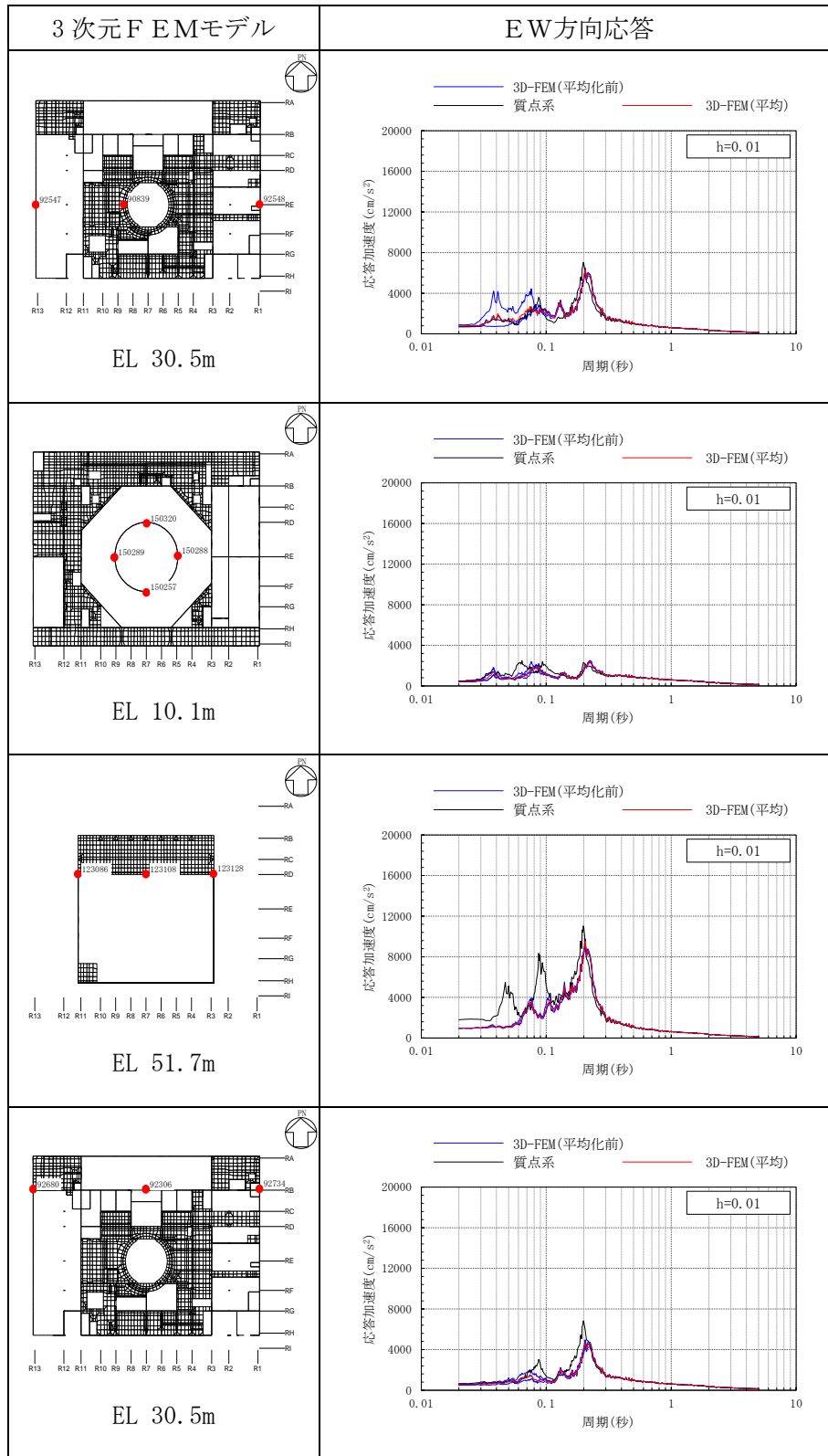


表 3-43(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-D (組合せ用), EW方向)

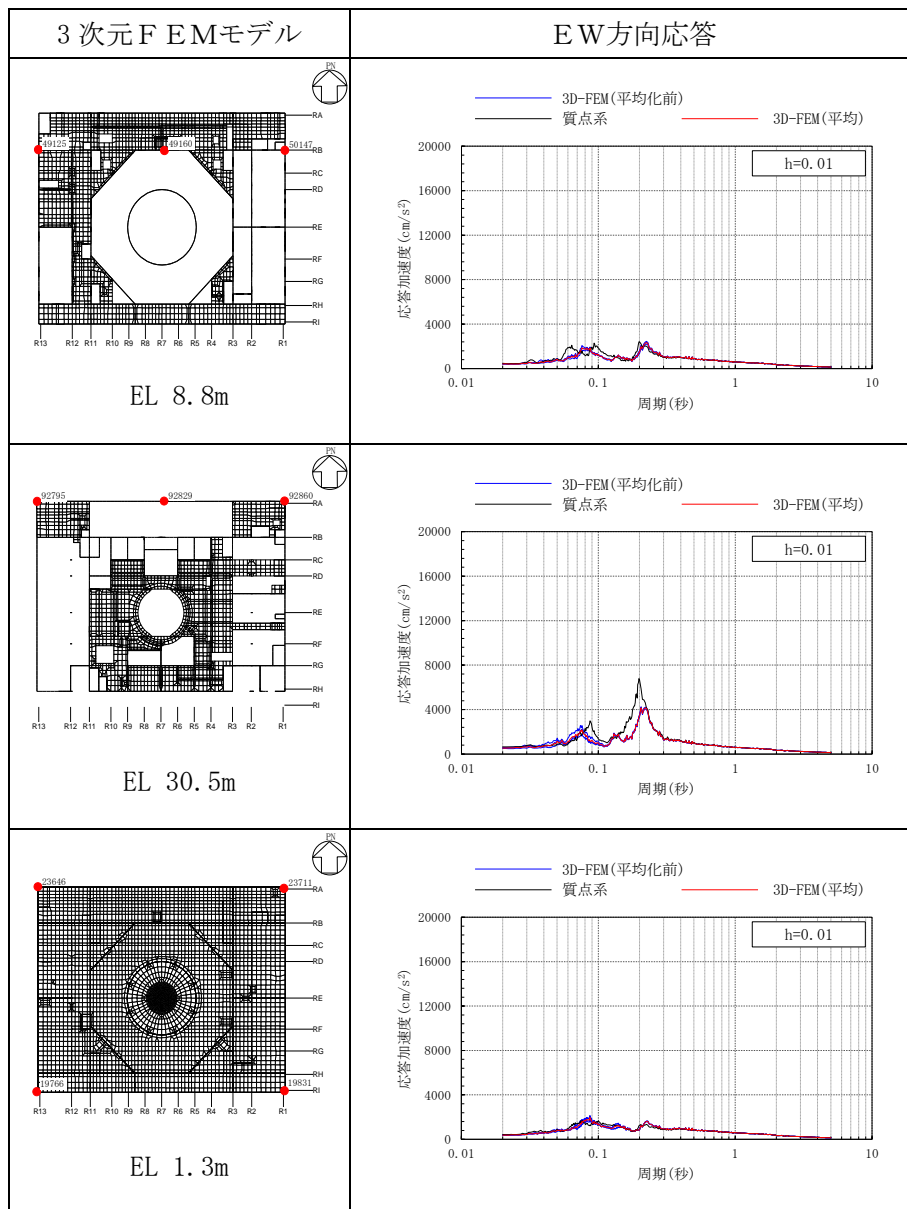


表 3-44(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-D, 鉛直方向)

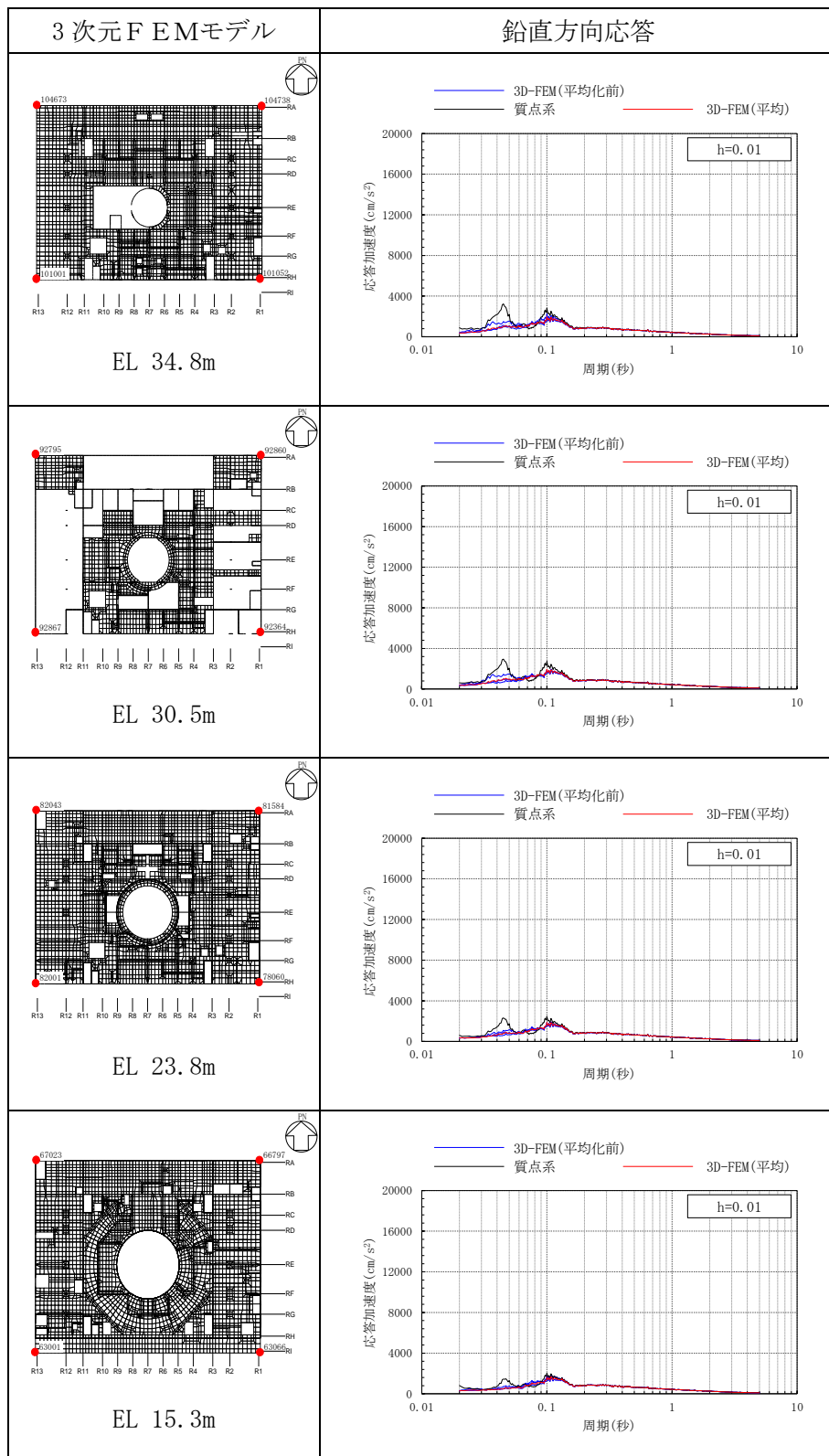


表 3-44(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-D, 鉛直方向)

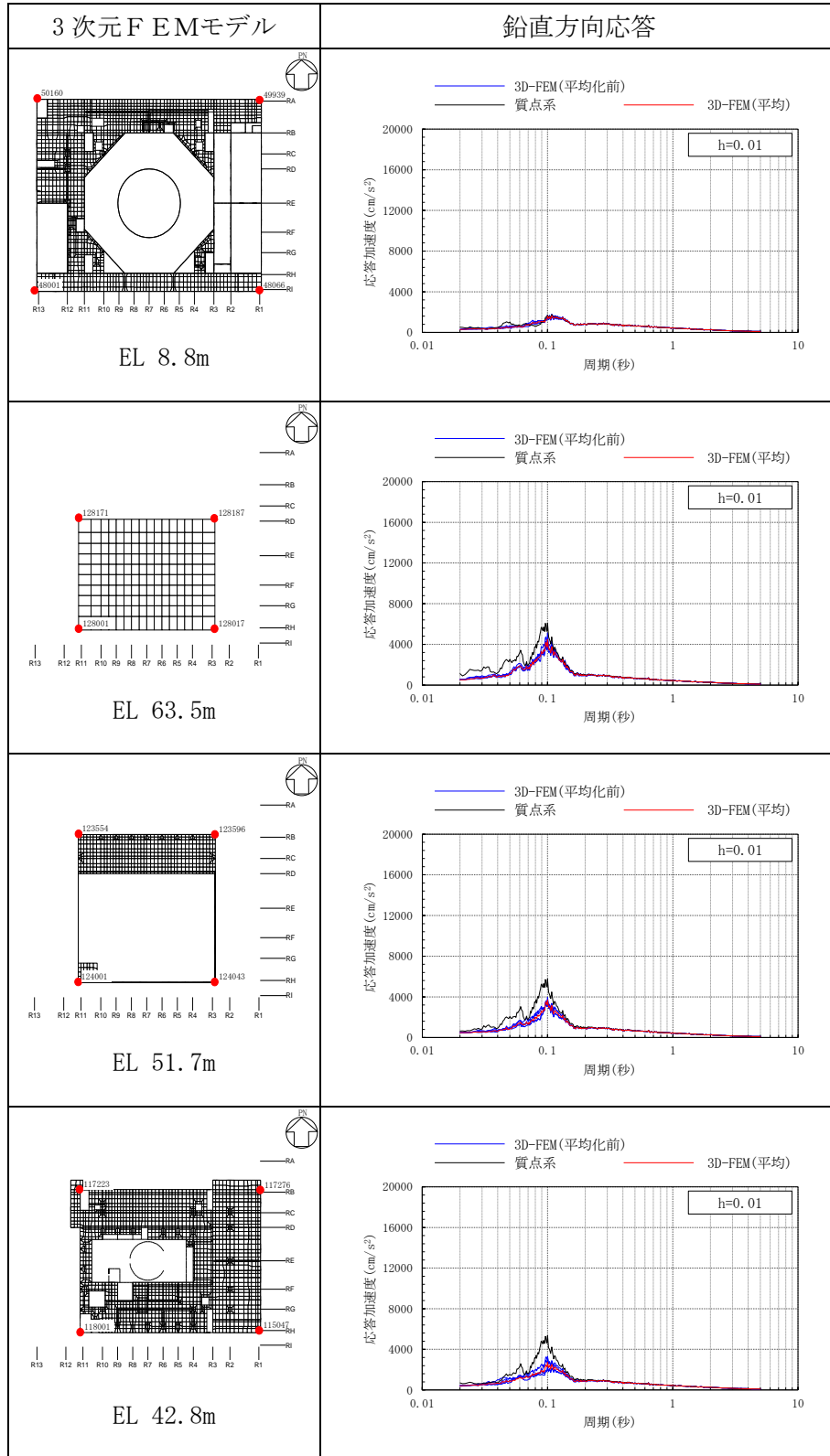


表 3-44(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-D, 鉛直方向)

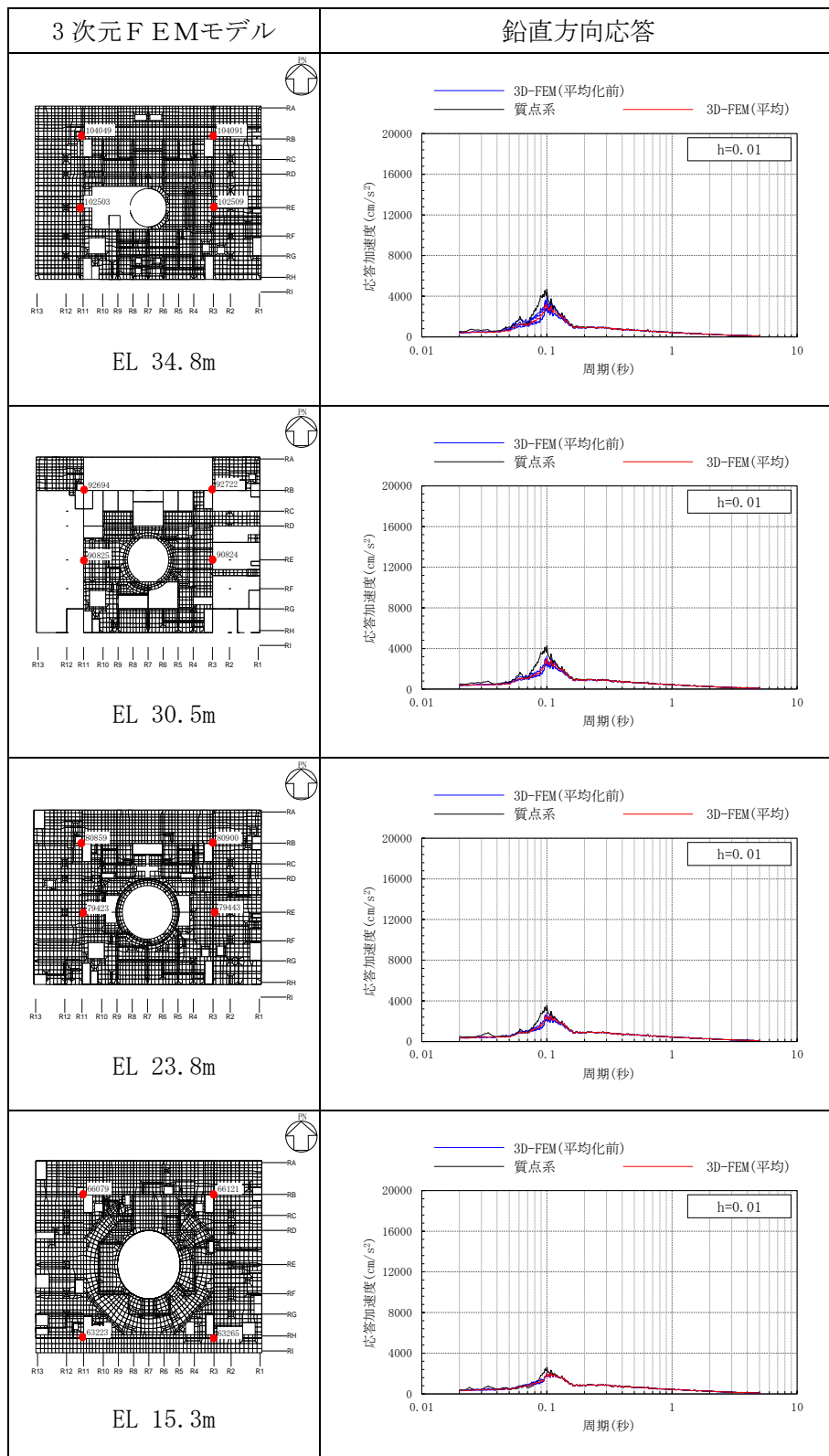


表 3-44(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-D, 鉛直方向)

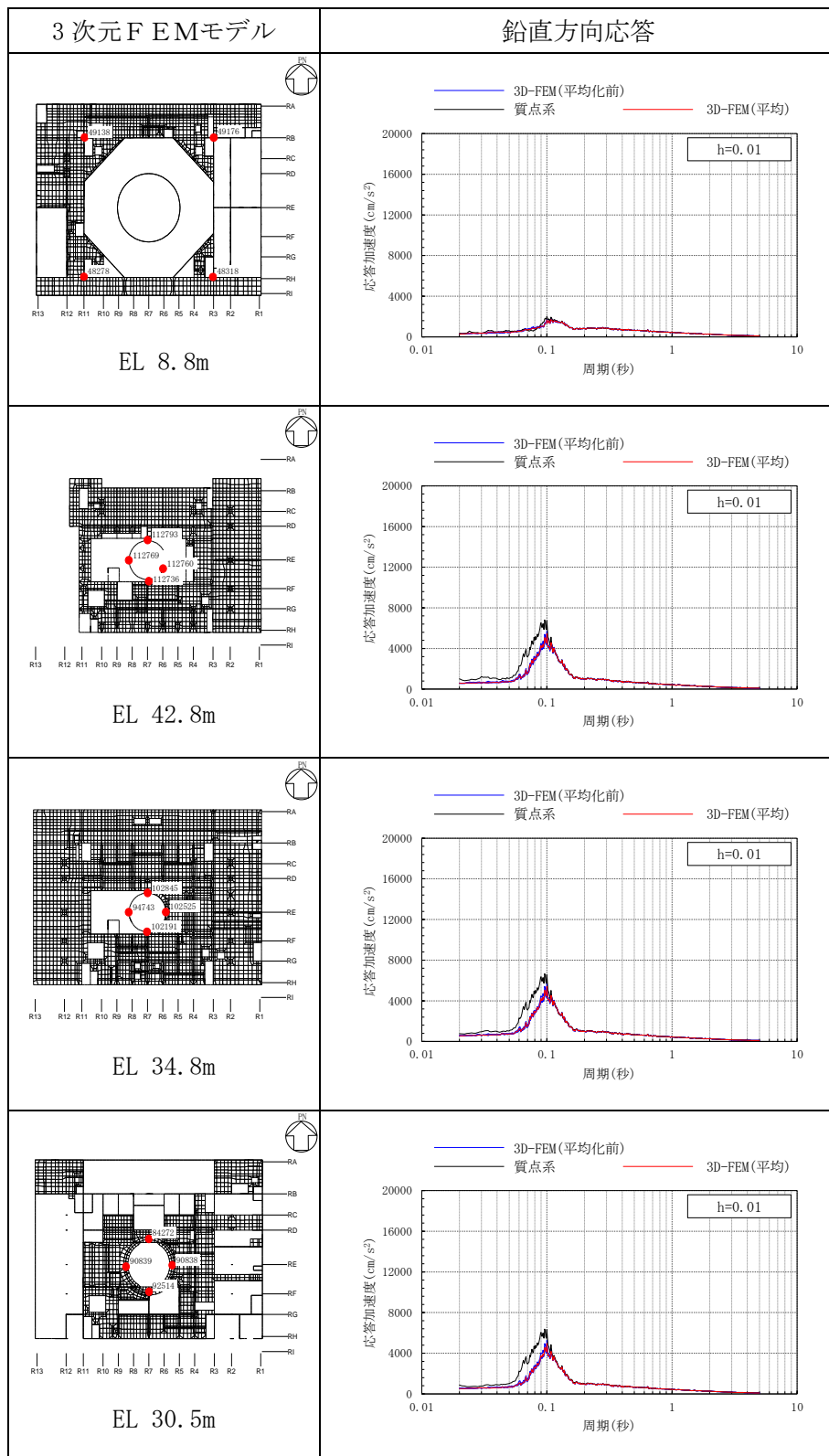


表 3-45(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - F 1, NS方向)

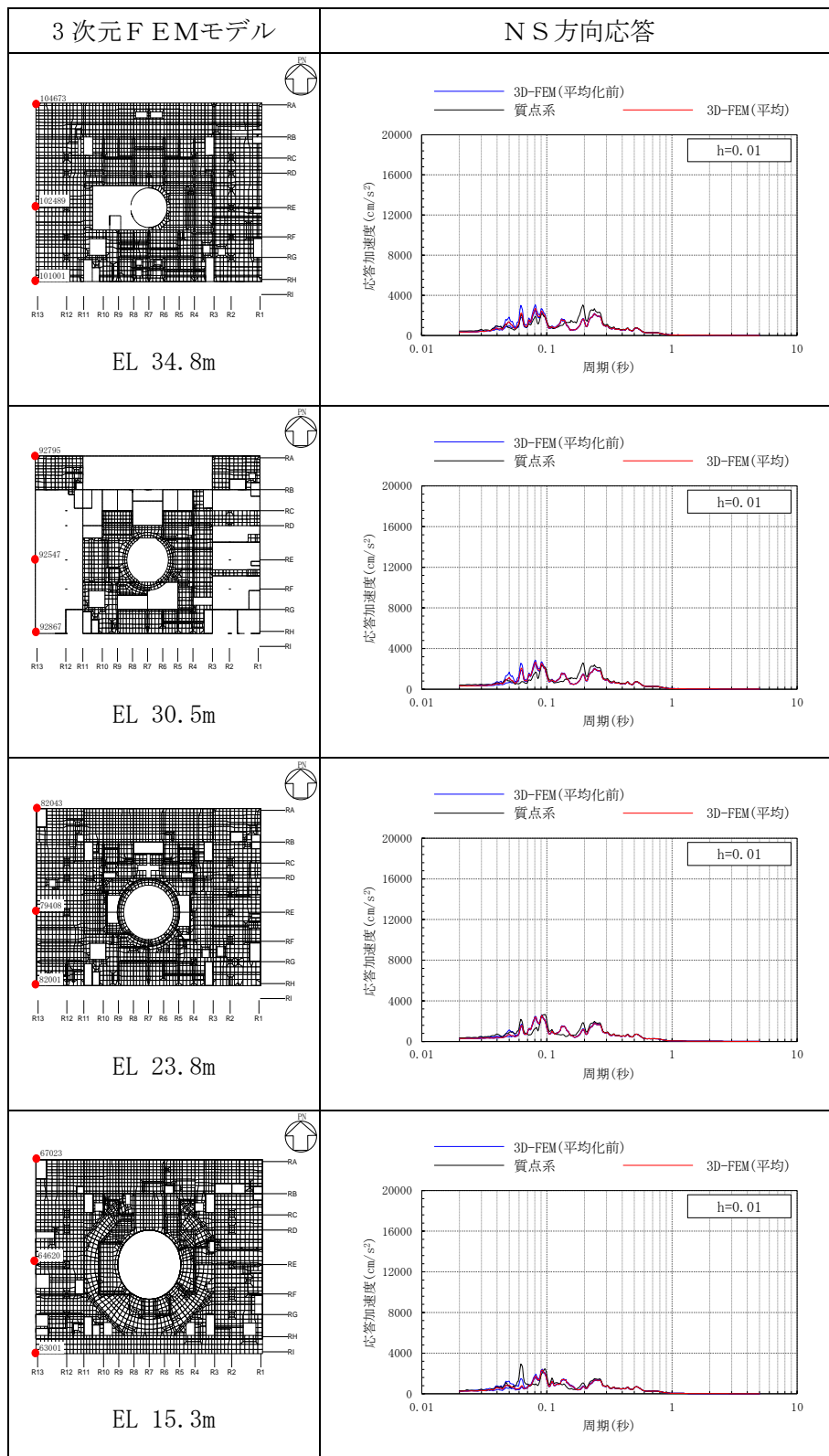


表 3-45(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F1, NS方向)

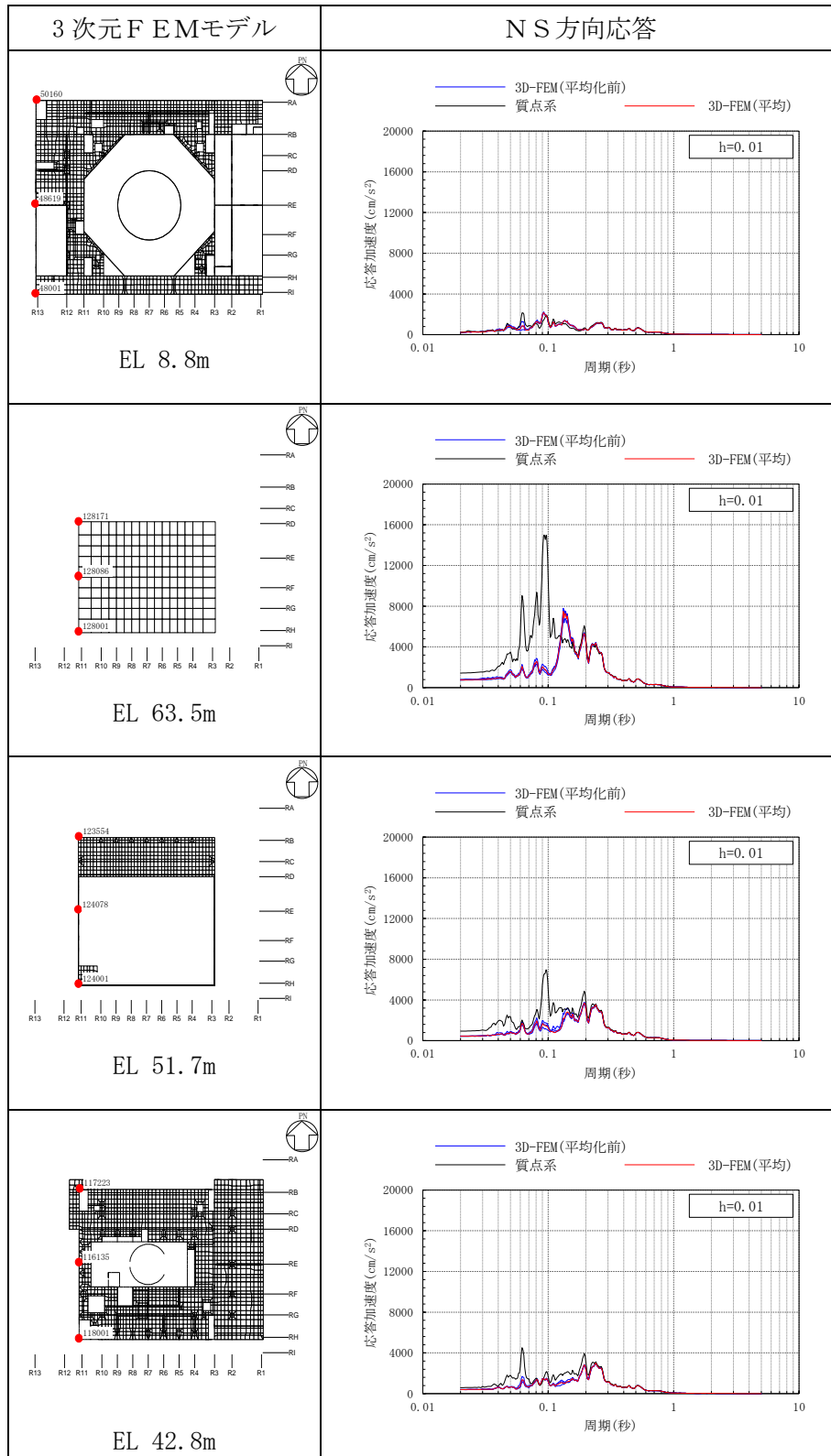


表 3-45(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - F 1, NS方向)

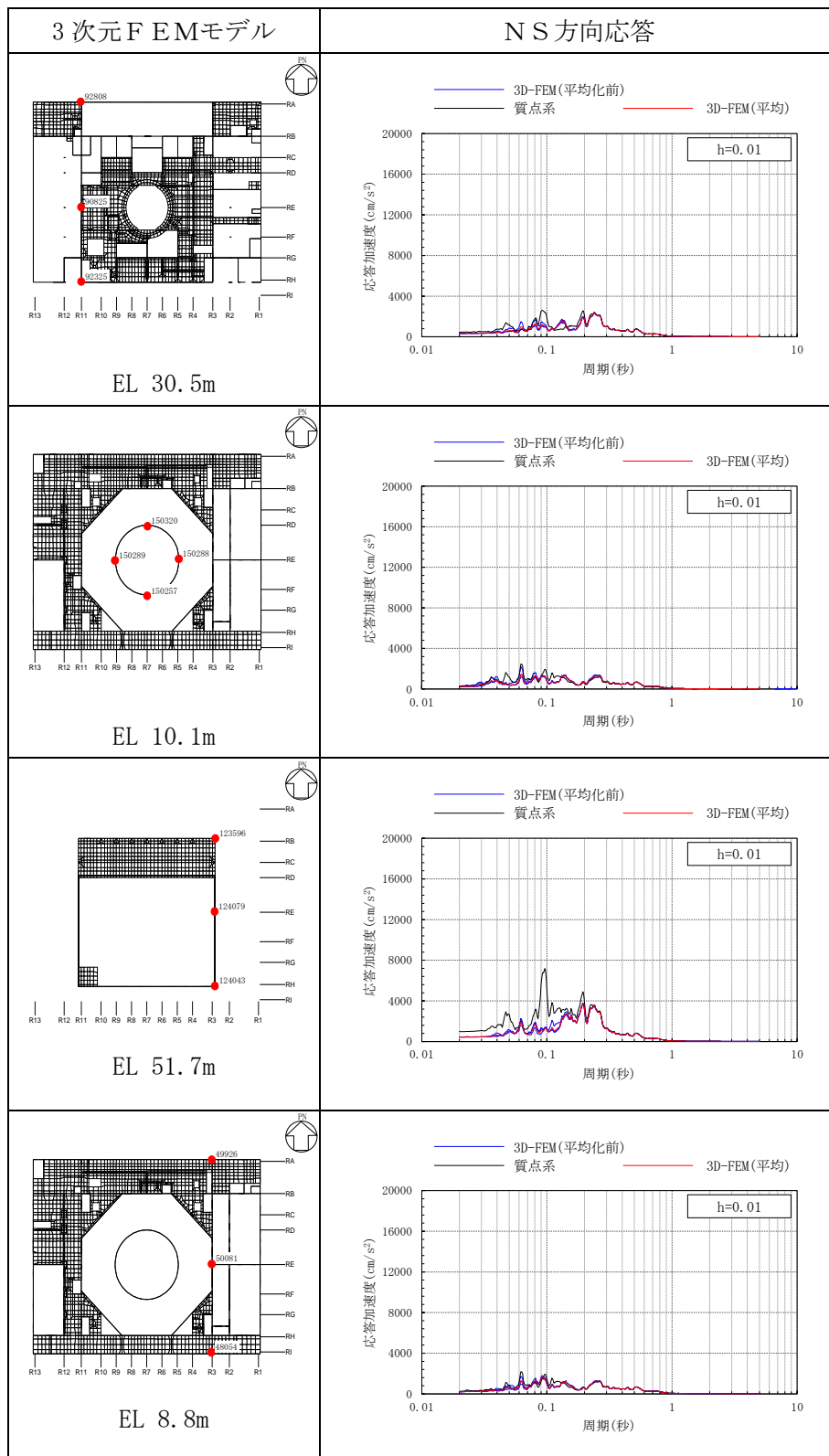


表 3-45(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F1, NS方向)

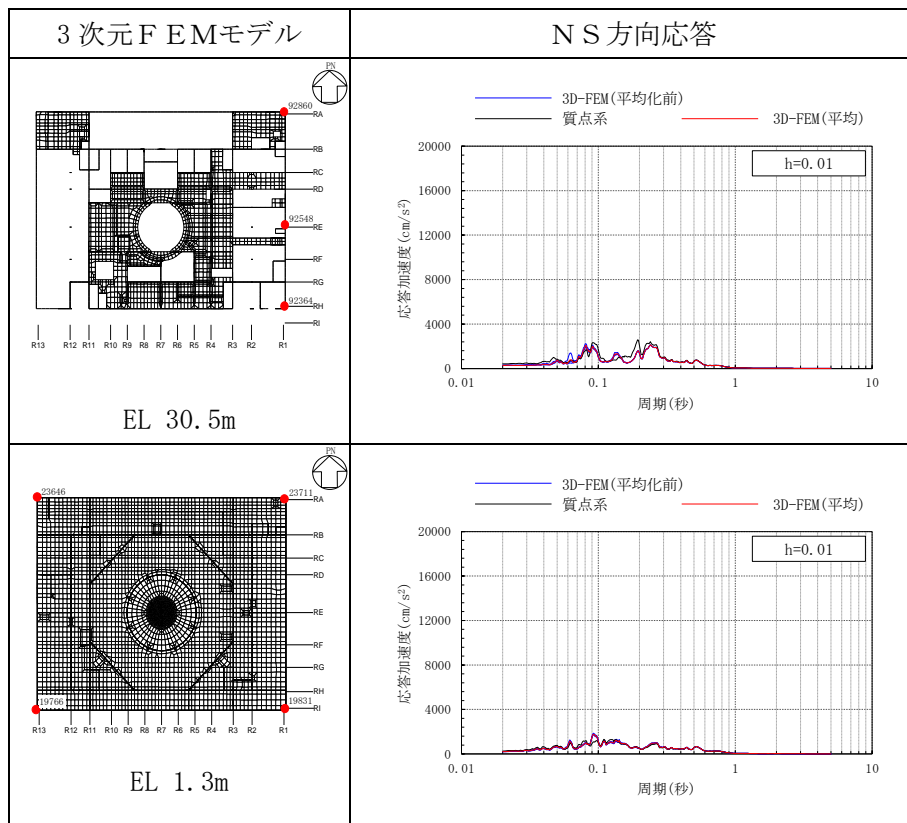


表 3-46(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F1, EW方向)

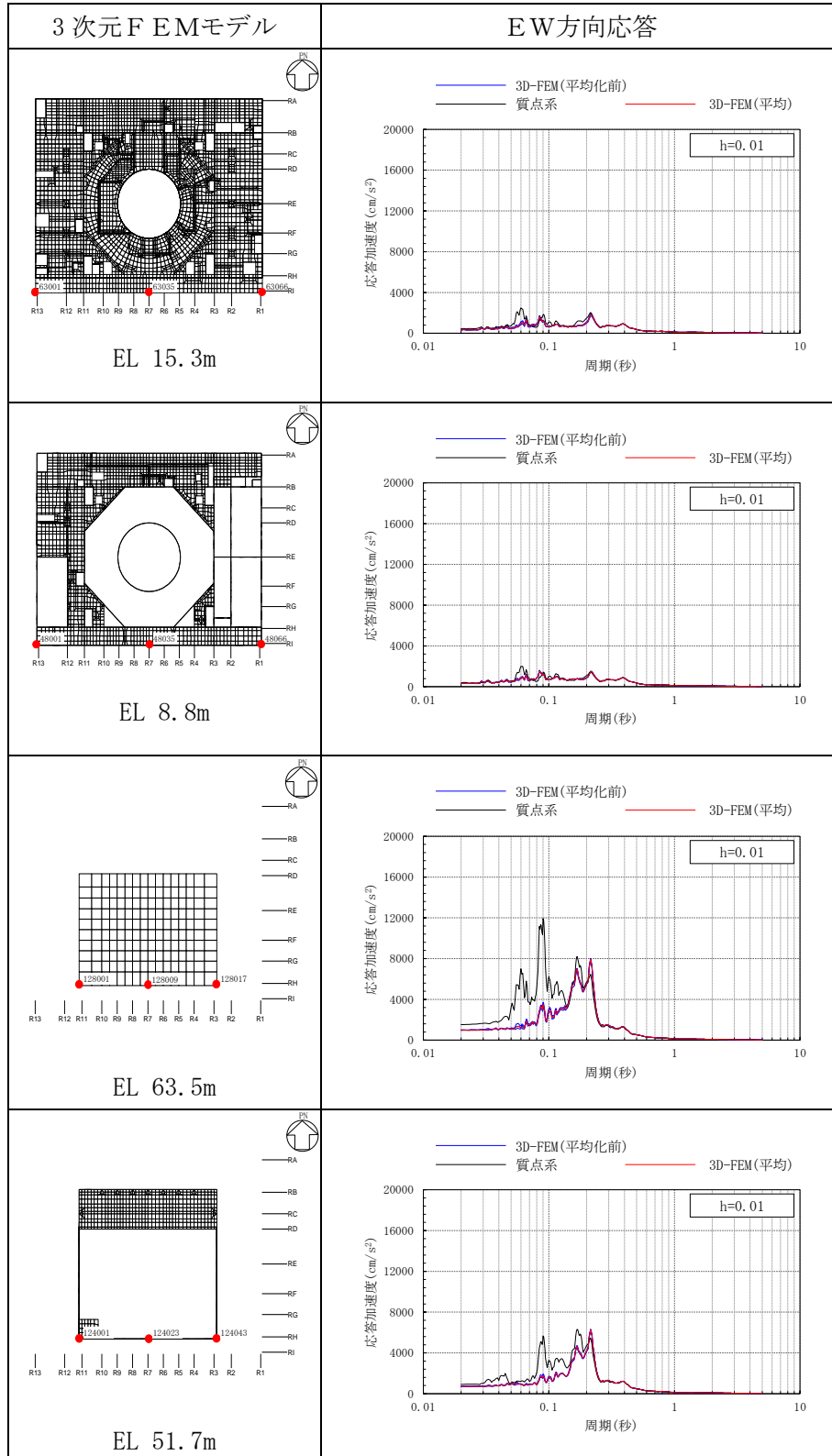


表 3-46(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F1, EW方向)

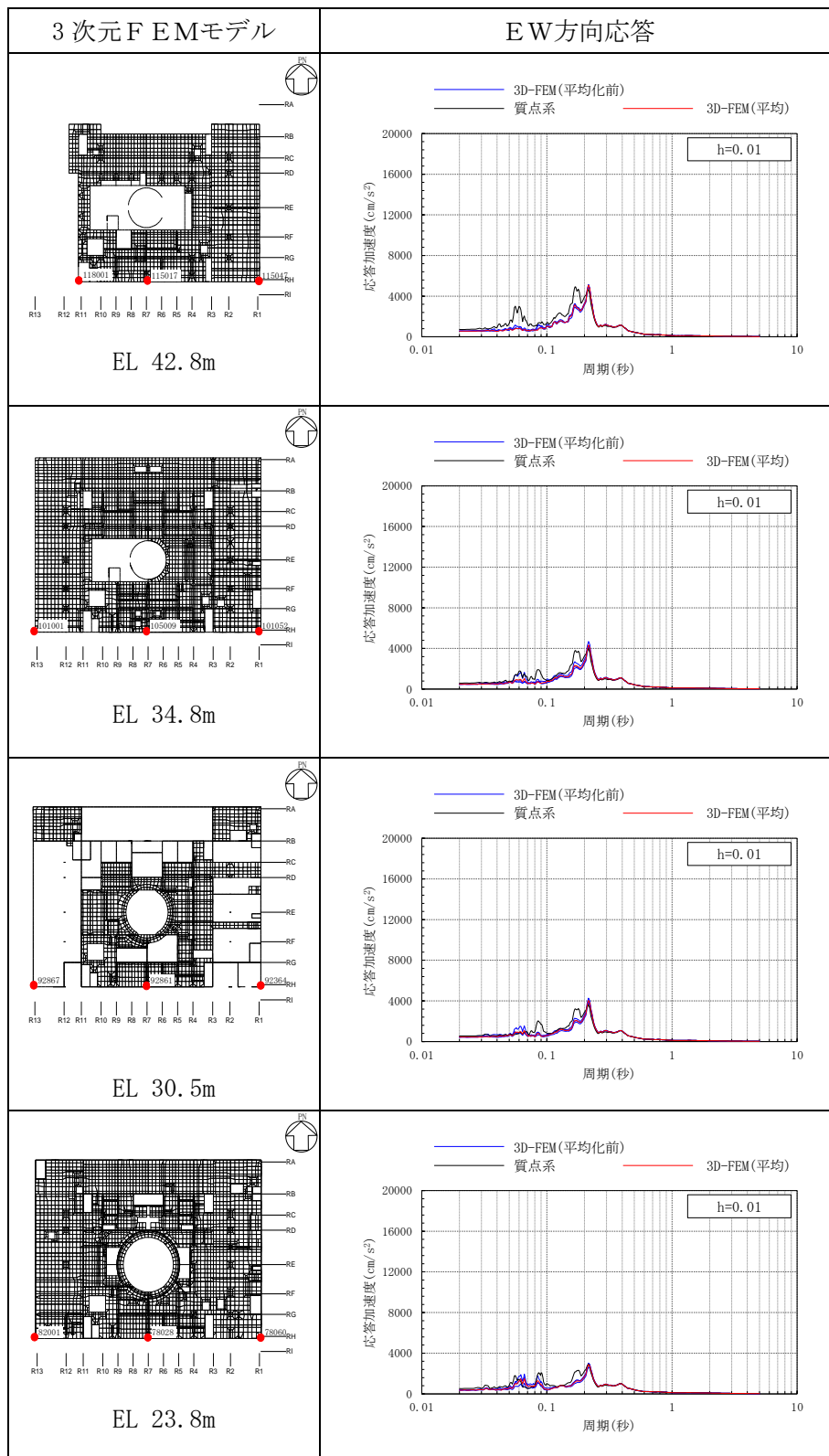


表 3-46(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F1, EW方向)

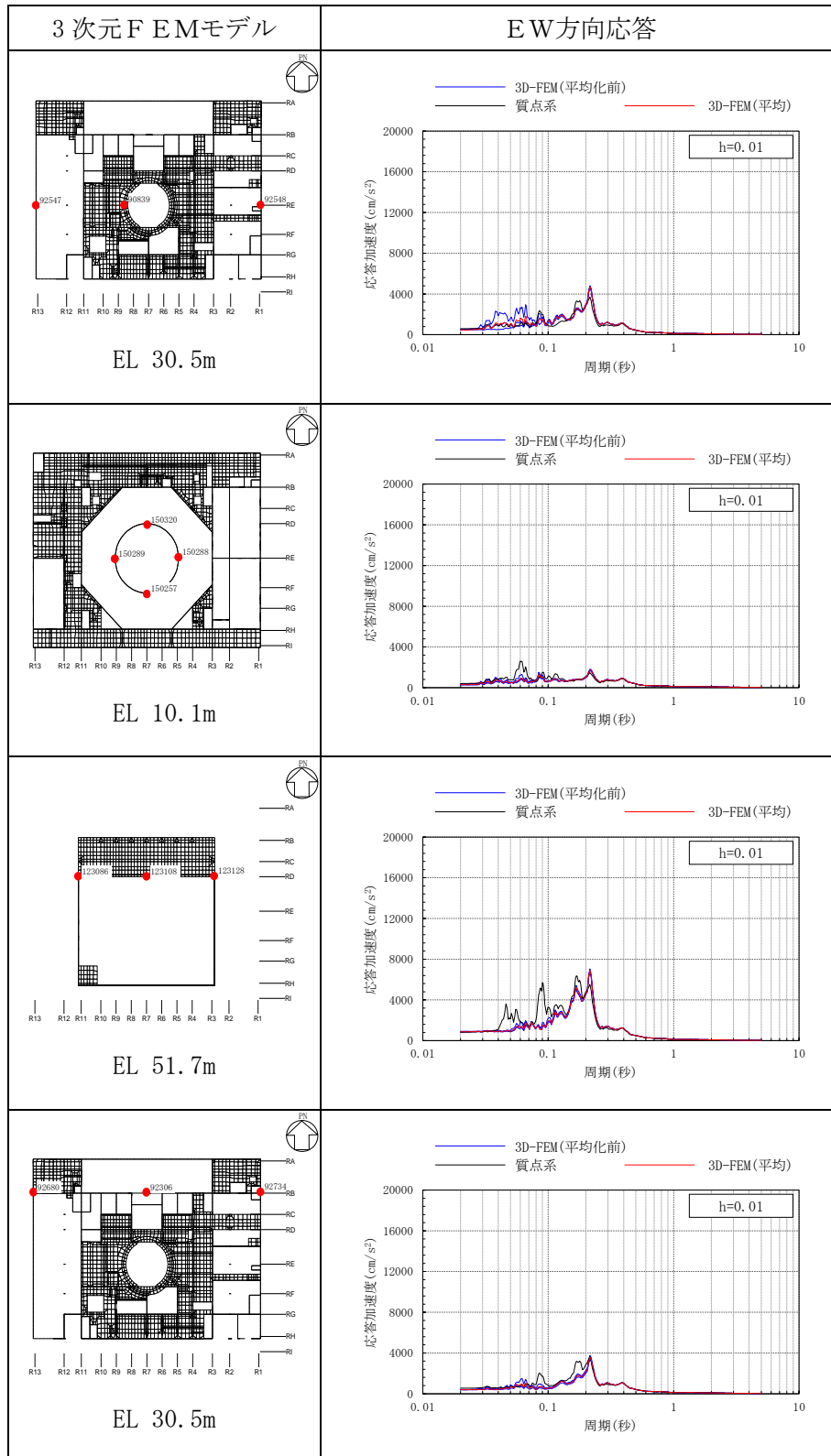


表 3-46(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F1, EW方向)

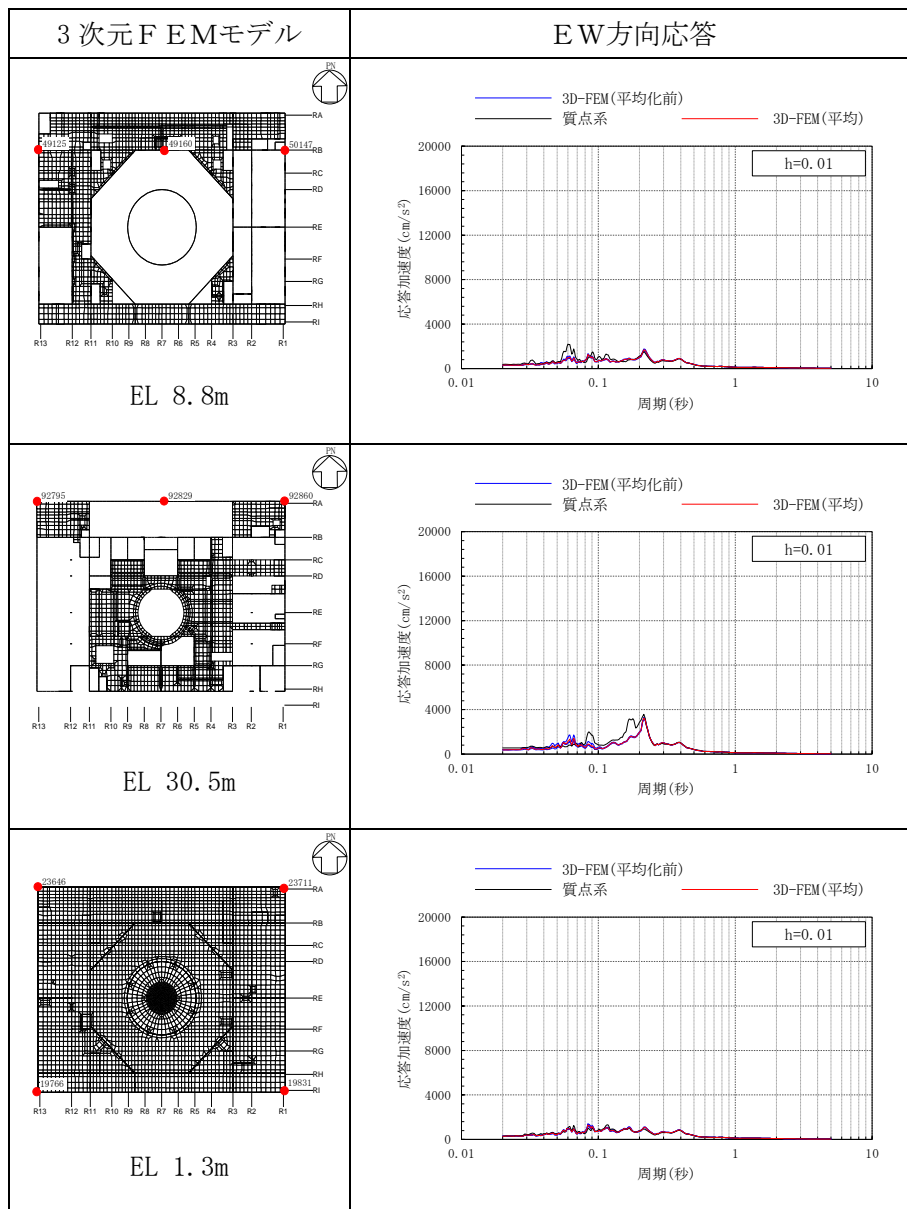


表 3-47(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F1, 鉛直方向)

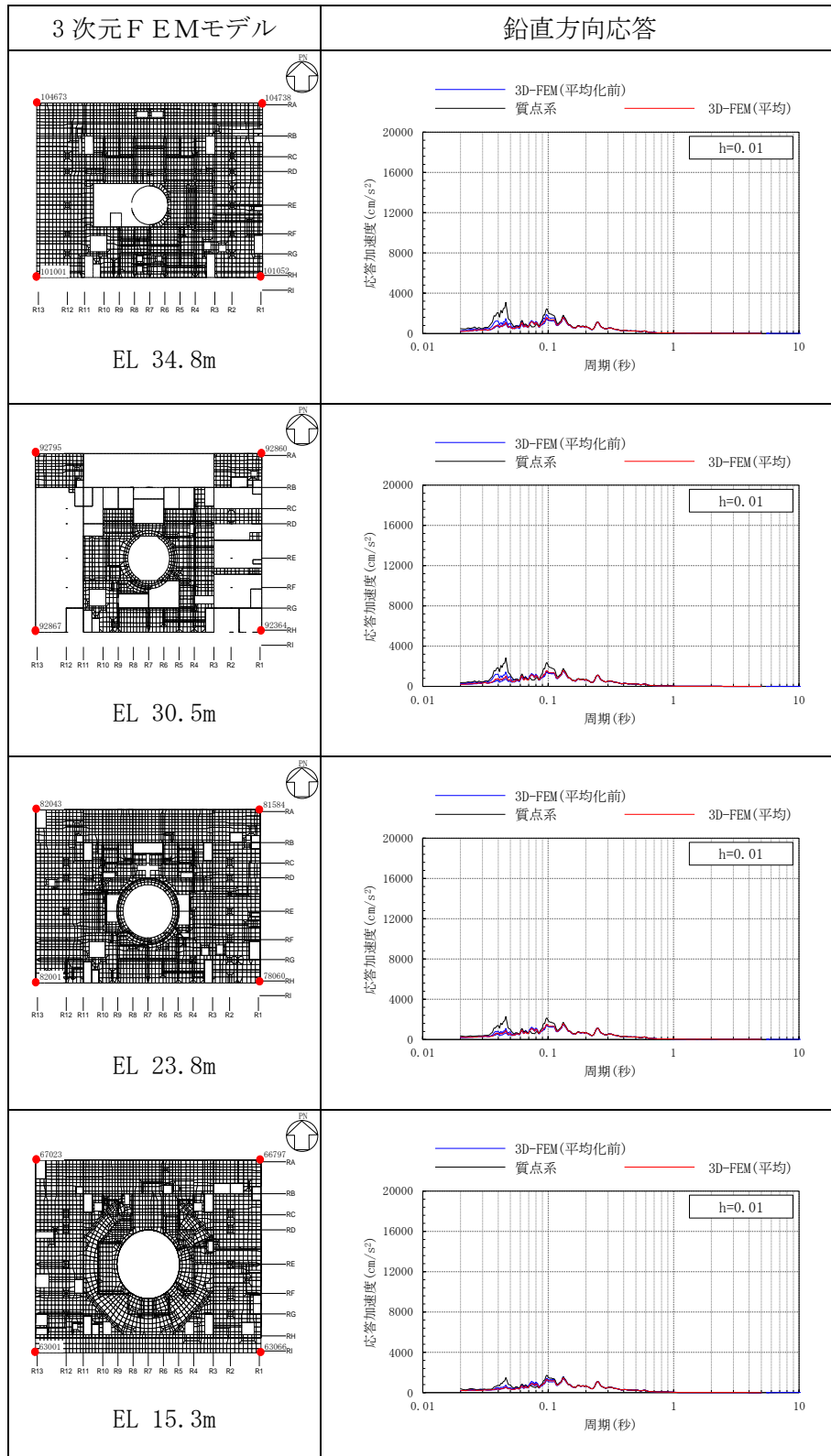


表 3-47(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F1, 鉛直方向)

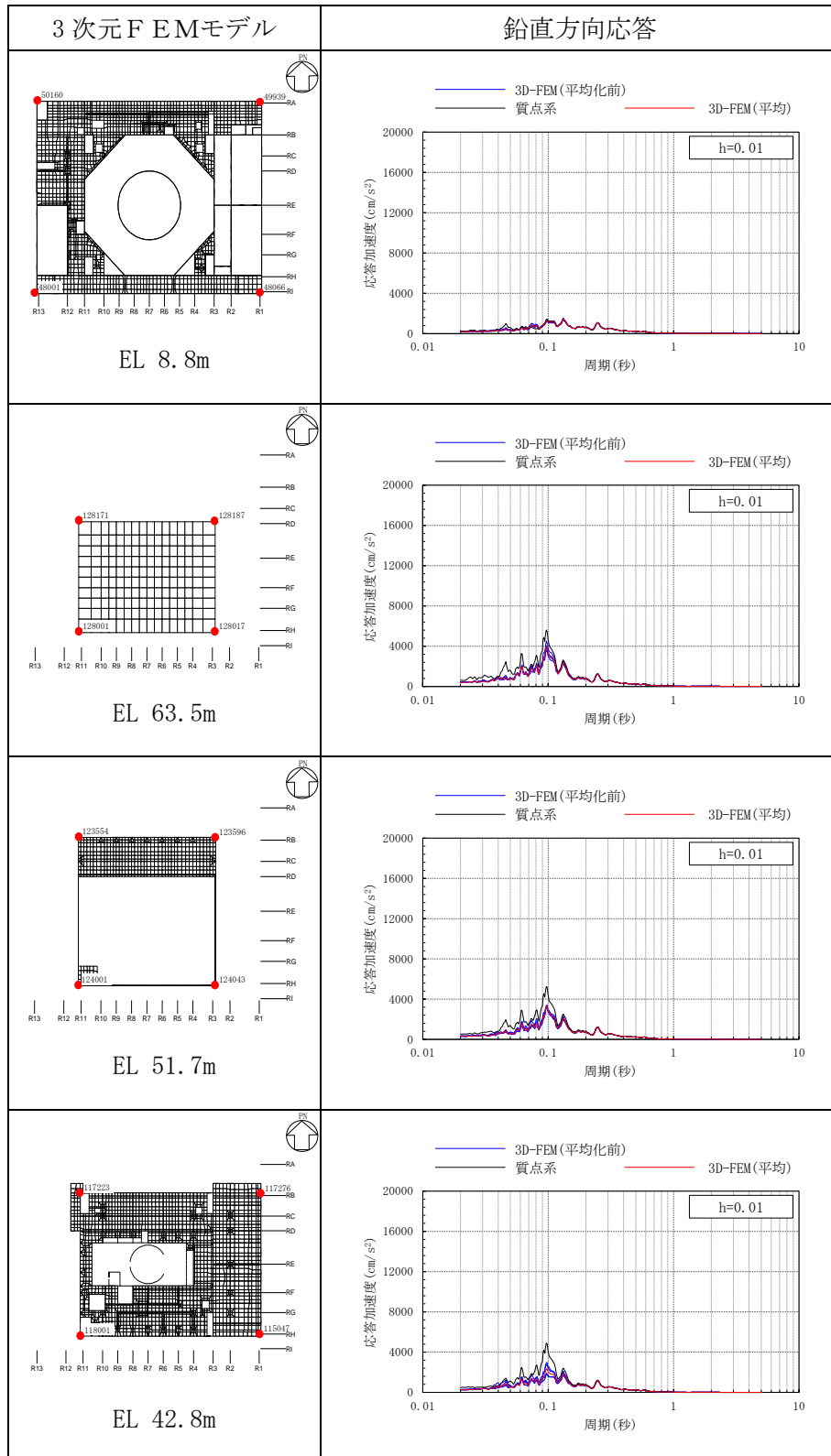


表 3-47(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F1, 鉛直方向)

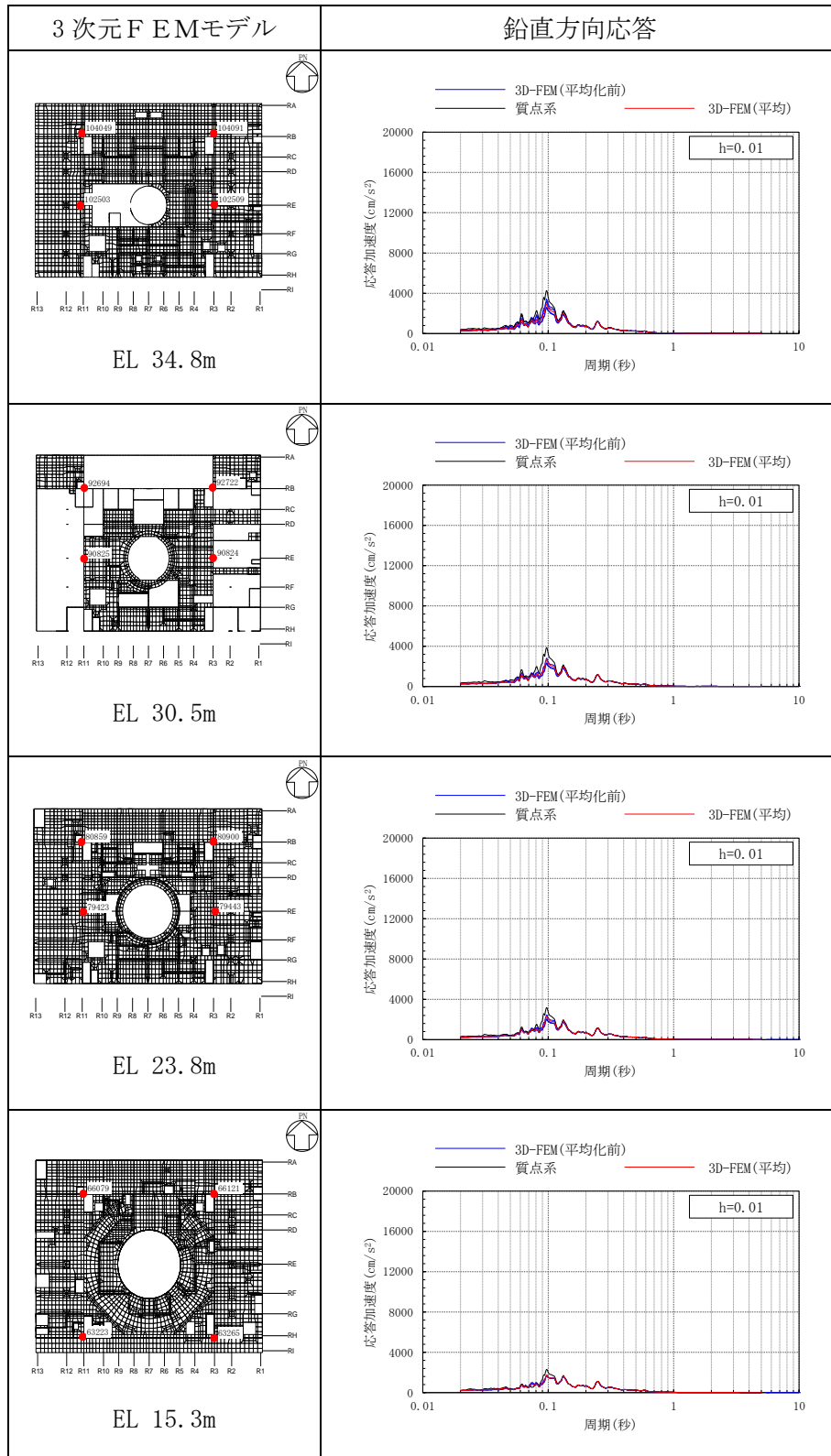


表 3-47(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F1, 鉛直方向)

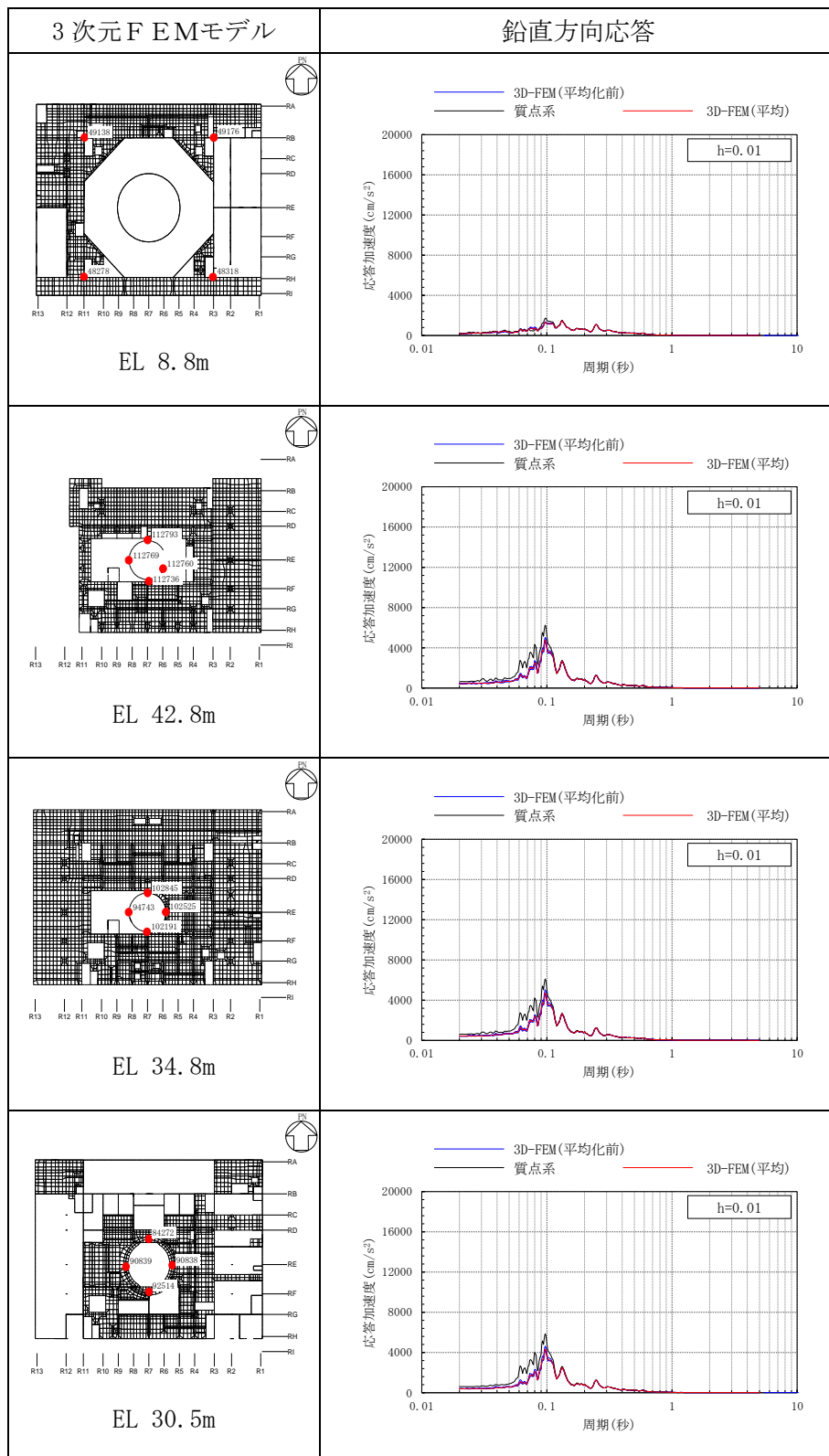


表 3-47(5) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - F 1, 鉛直方向)

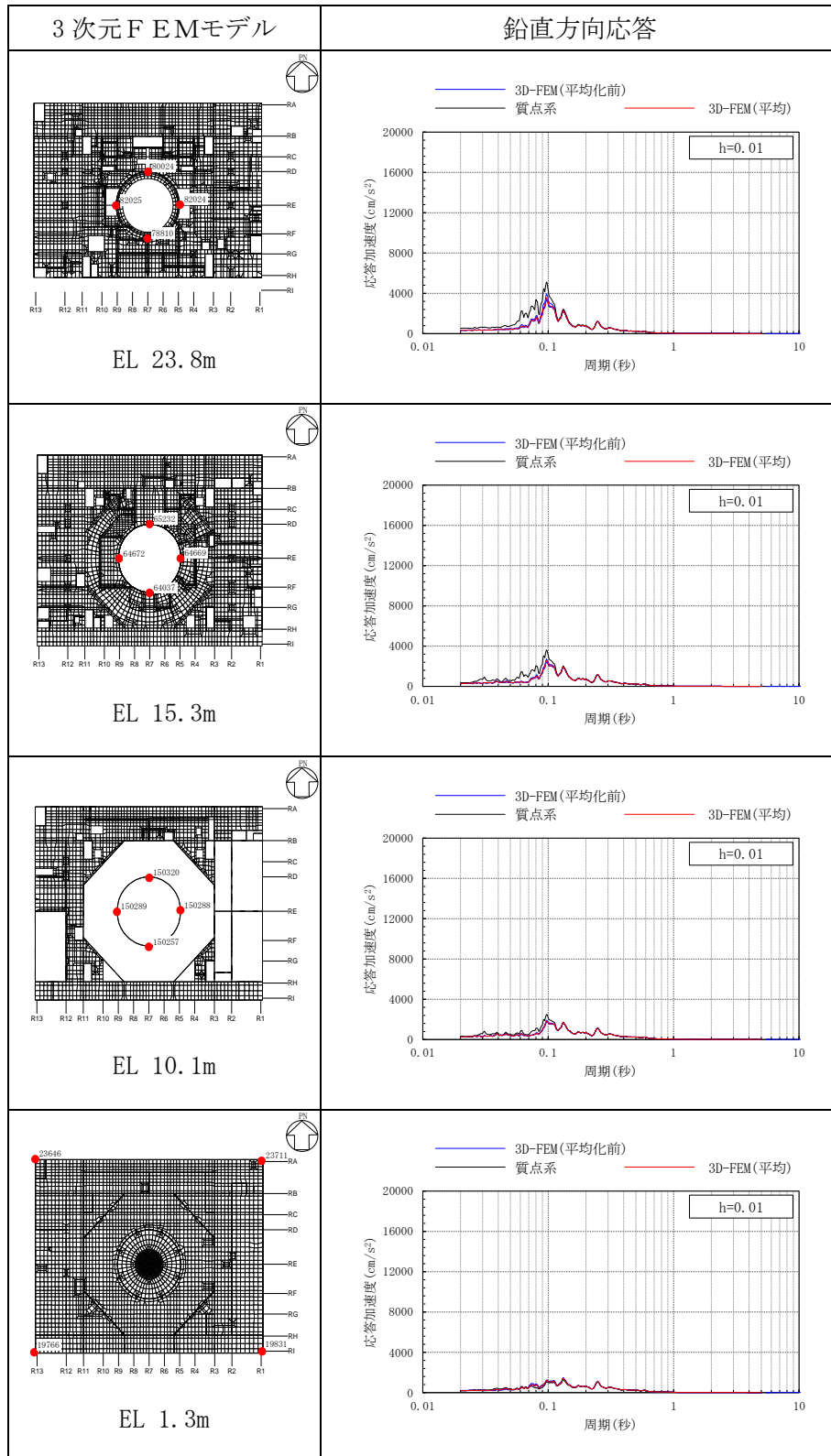


表 3-48(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - F 2, NS方向)

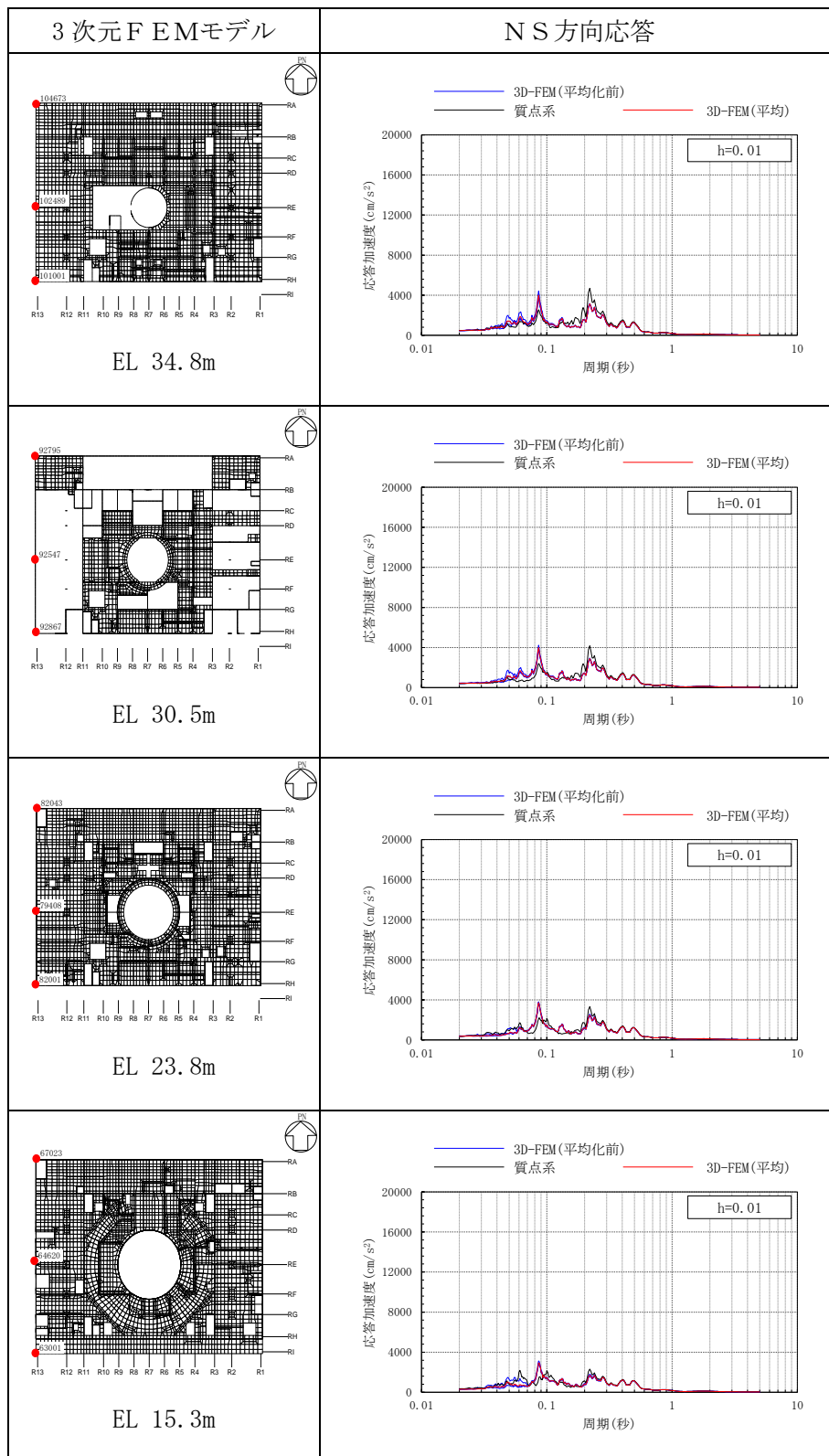


表 3-48(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F2, NS方向)

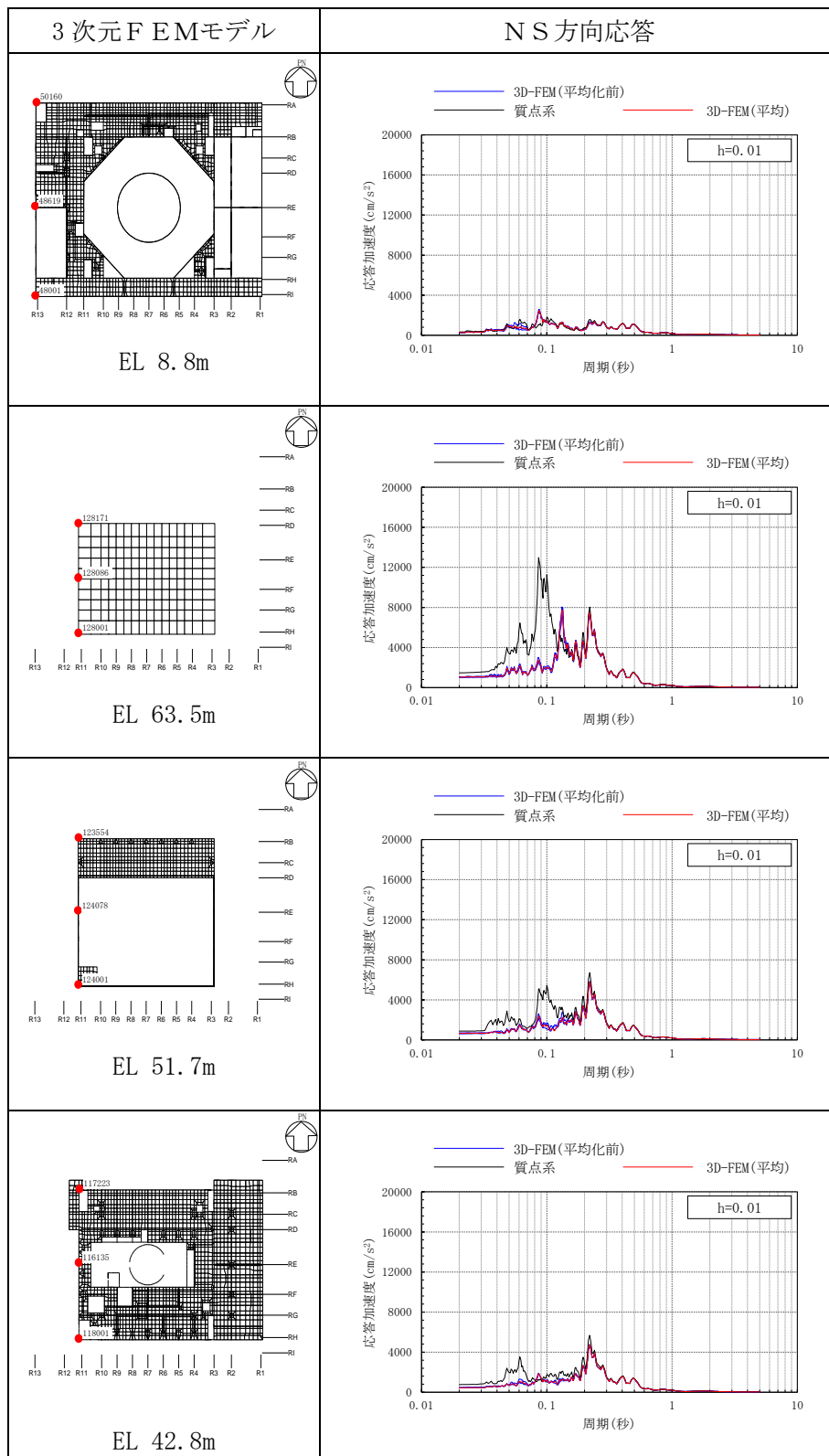


表 3-48(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - F 2, NS方向)

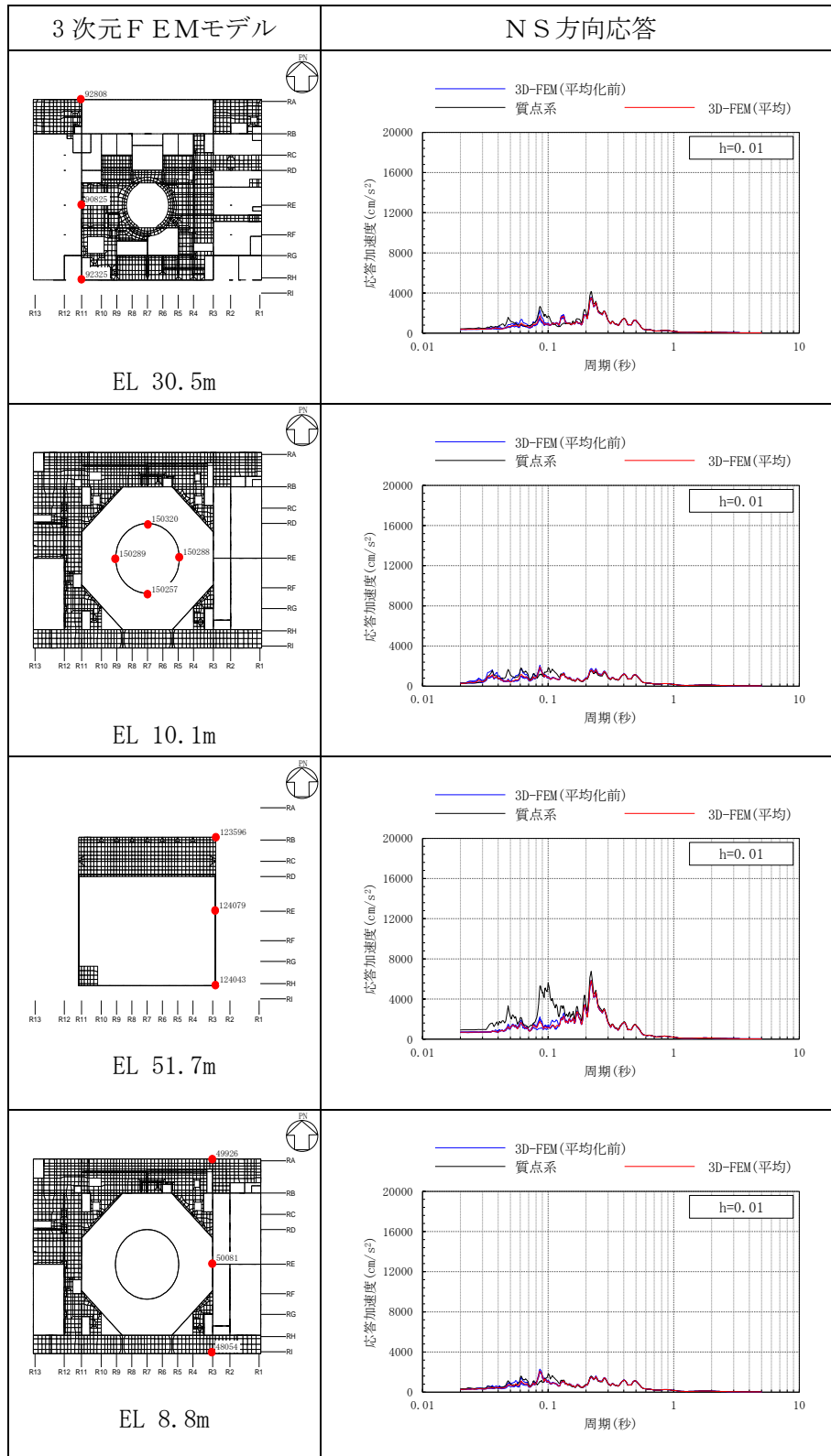


表 3-48(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F2, NS方向)

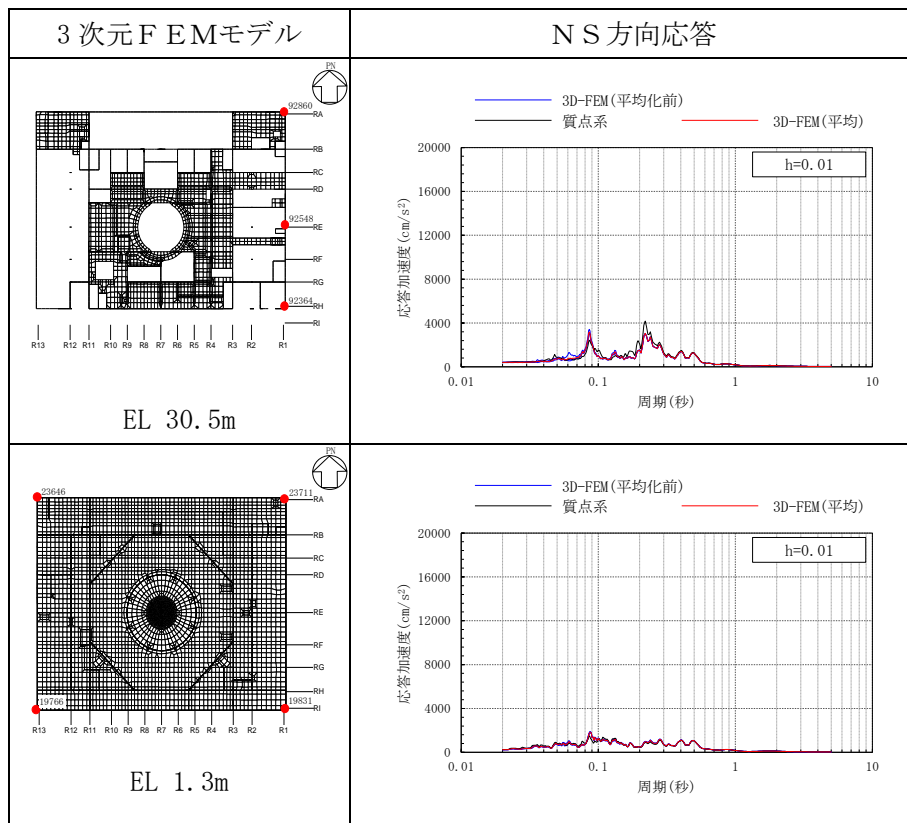


表 3-49(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F2, EW方向)

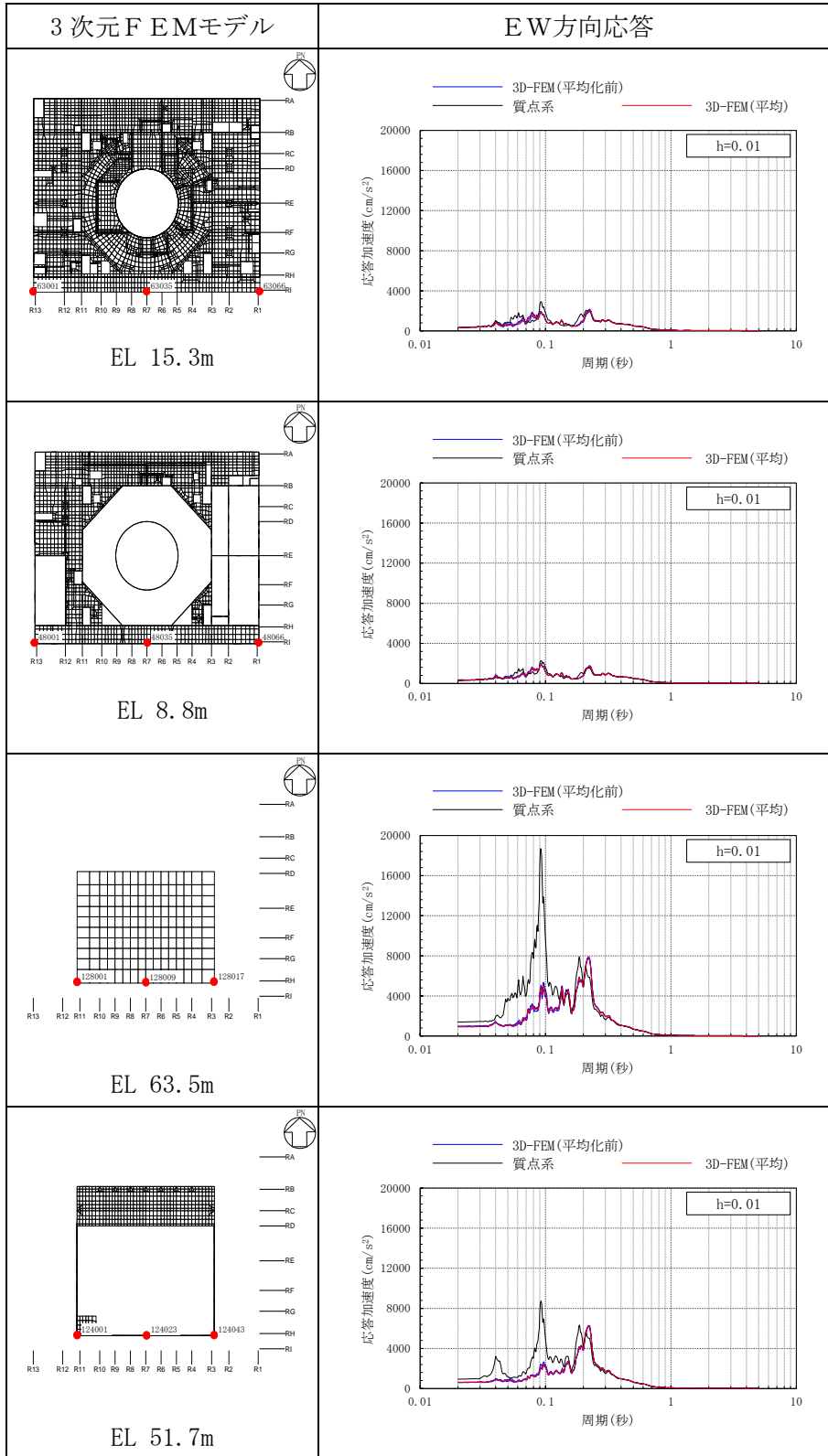


表 3-49(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F2, EW方向)

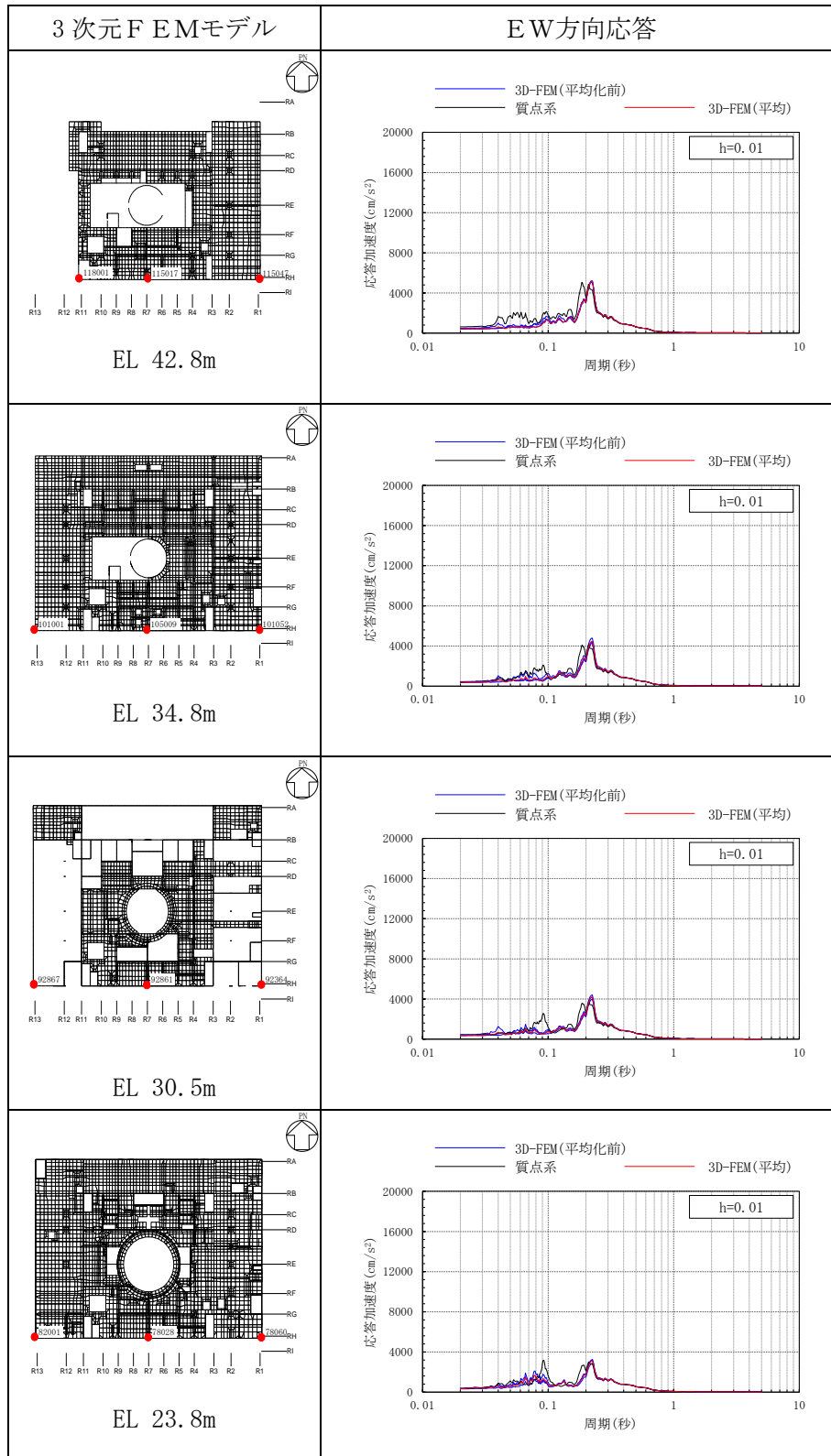


表 3-49(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F2, EW方向)

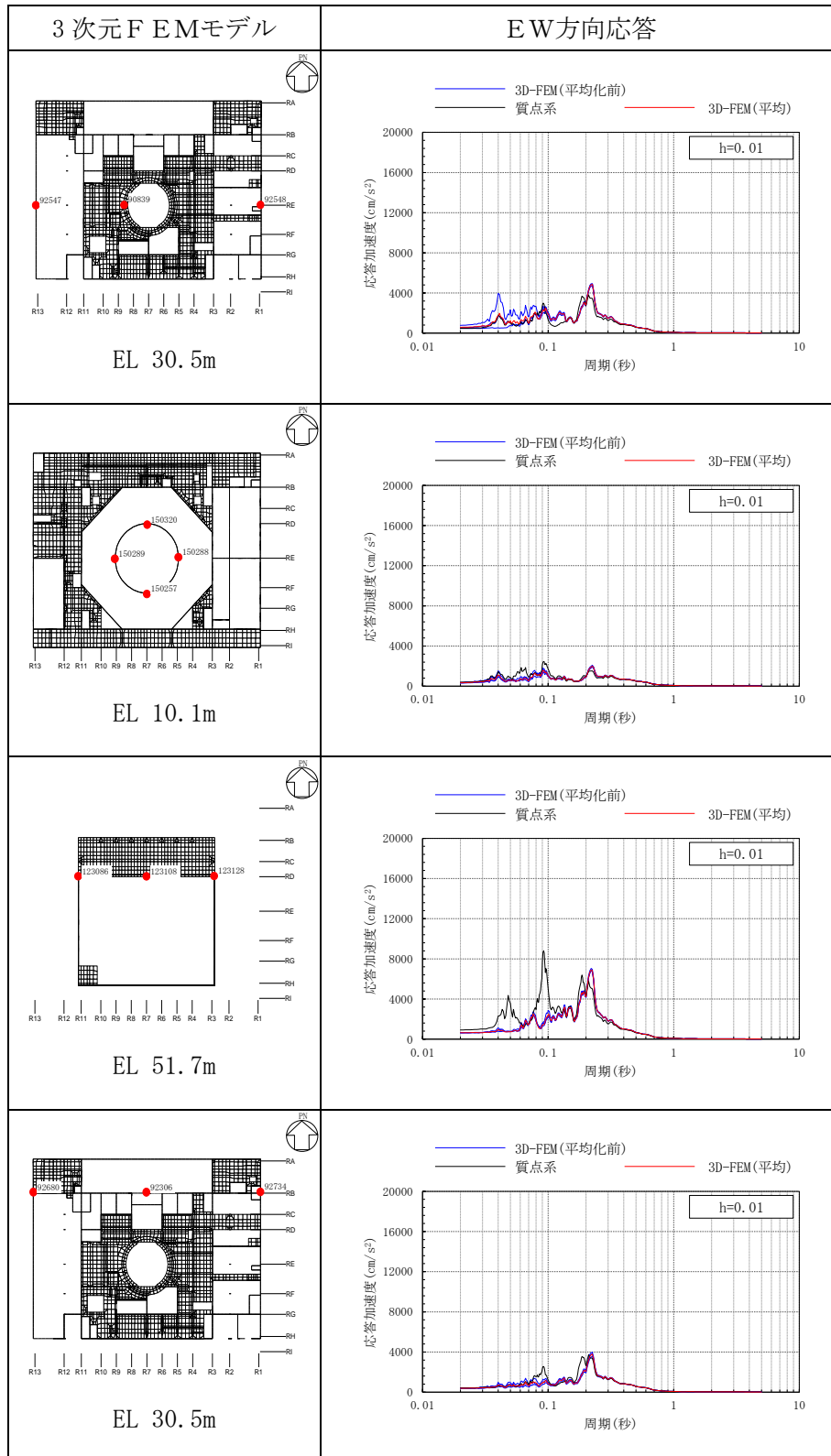


表 3-49(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F2, EW方向)

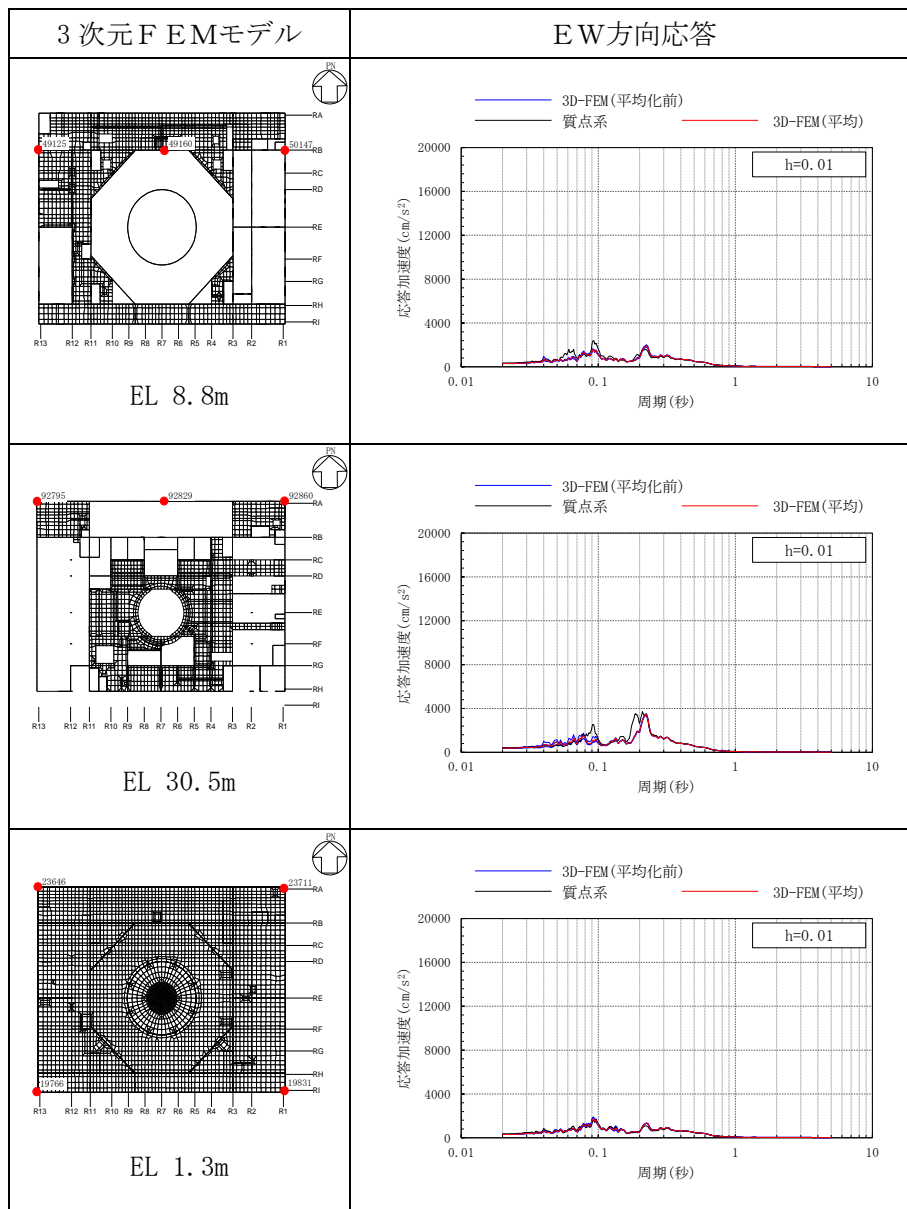


表 3-50(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - F 2, 鉛直方向)

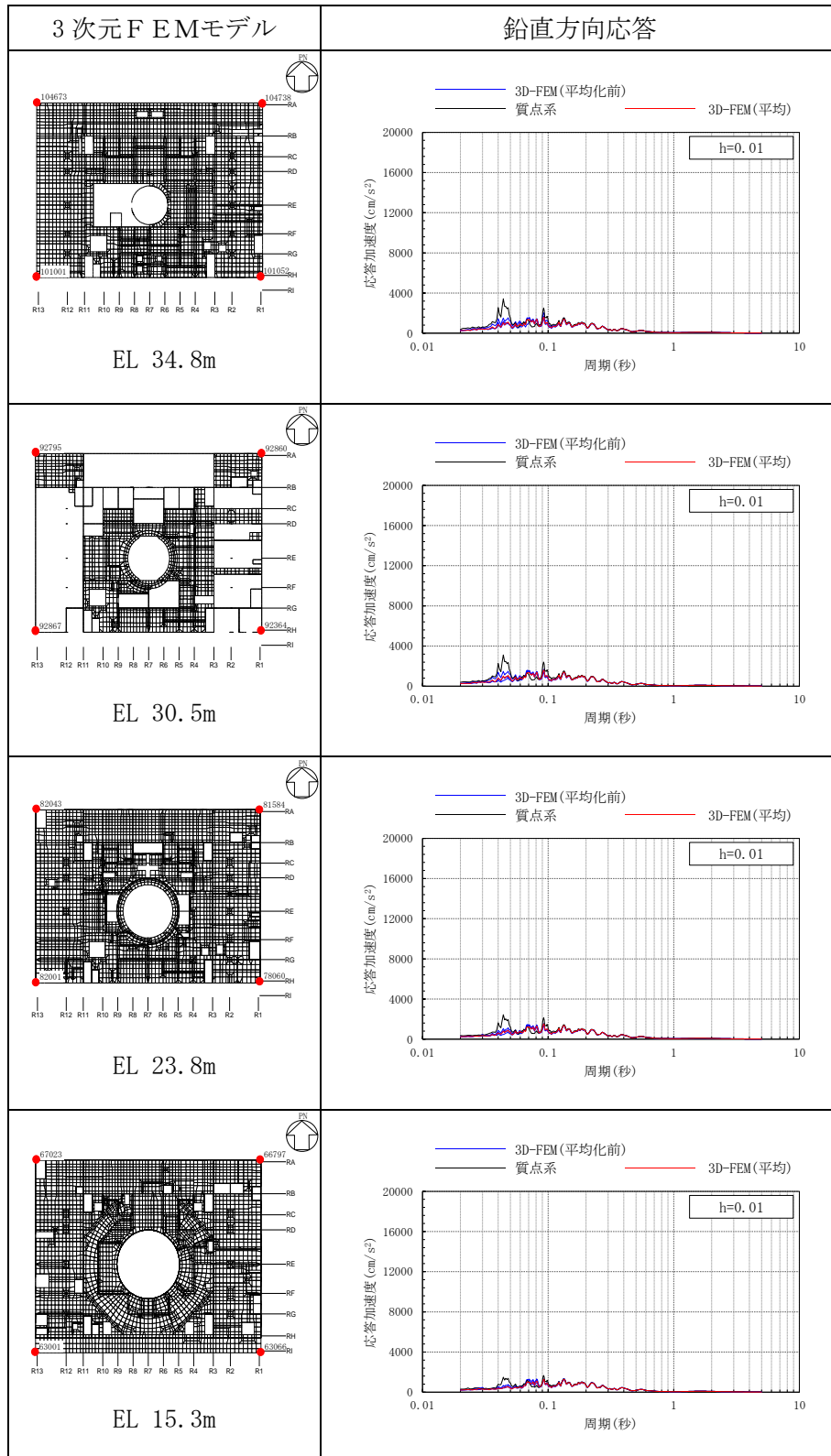


表 3-50(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - F 2, 鉛直方向)

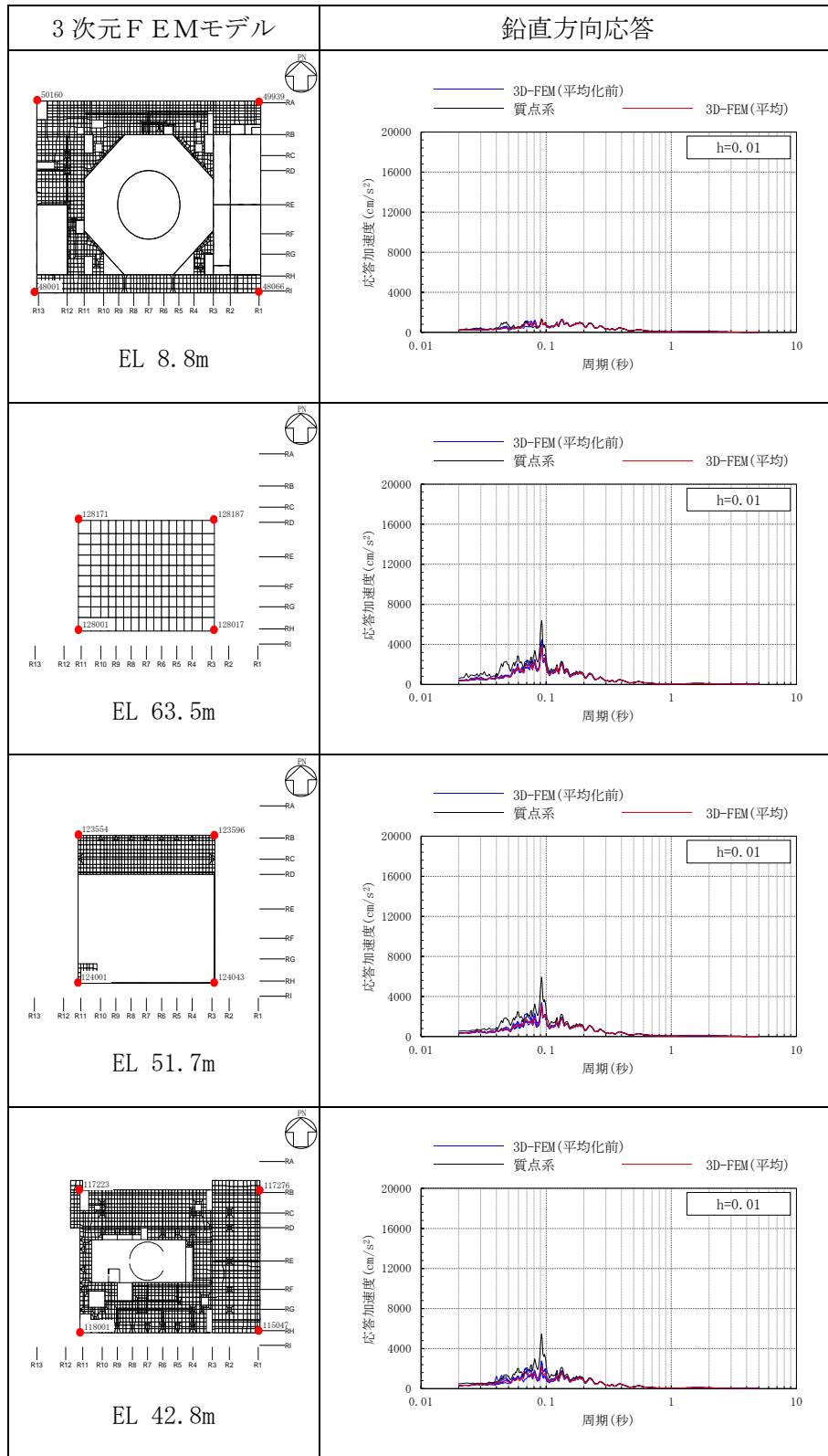


表 3-50(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F2, 鉛直方向)

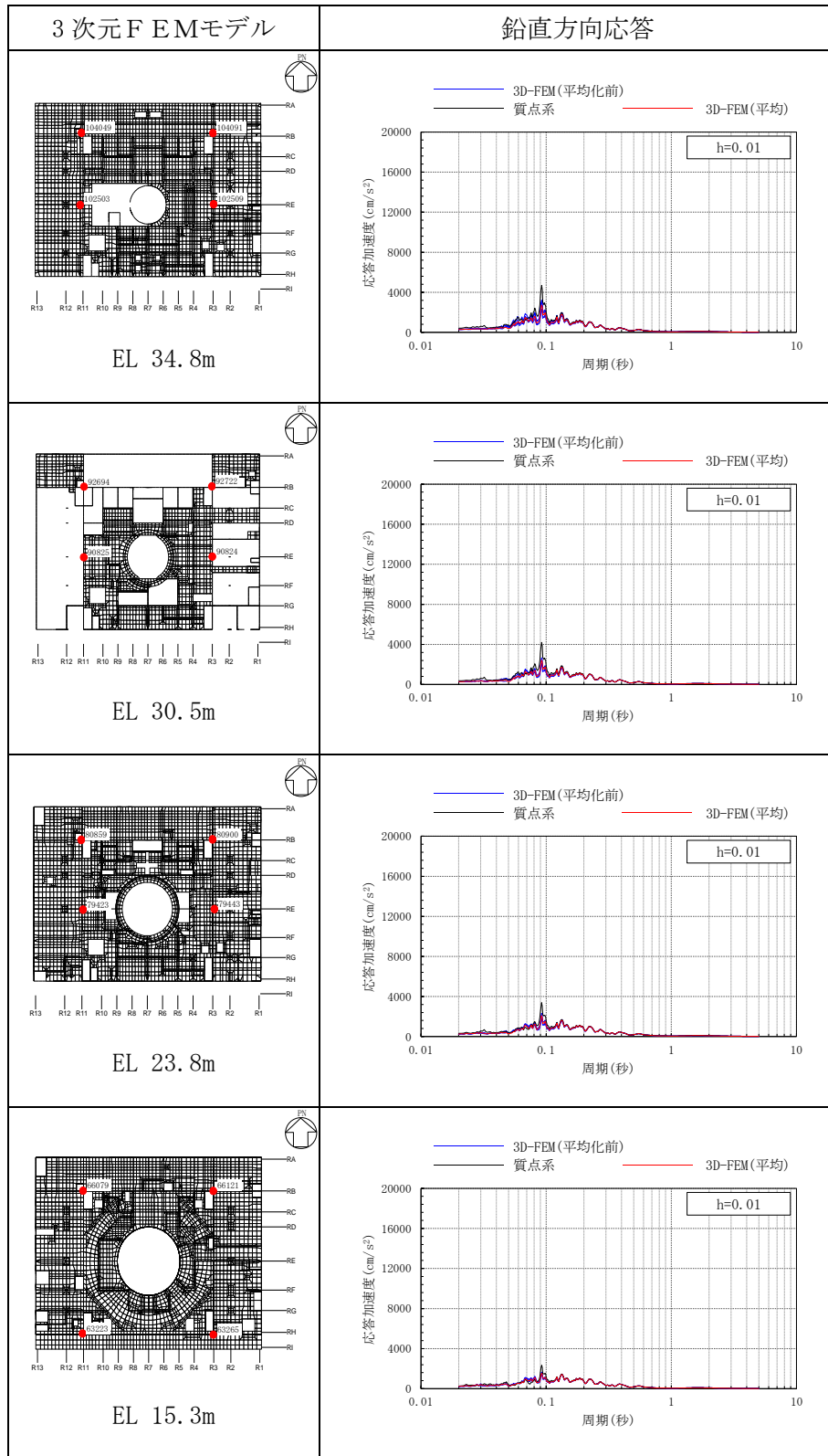


表 3-50(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F2, 鉛直方向)

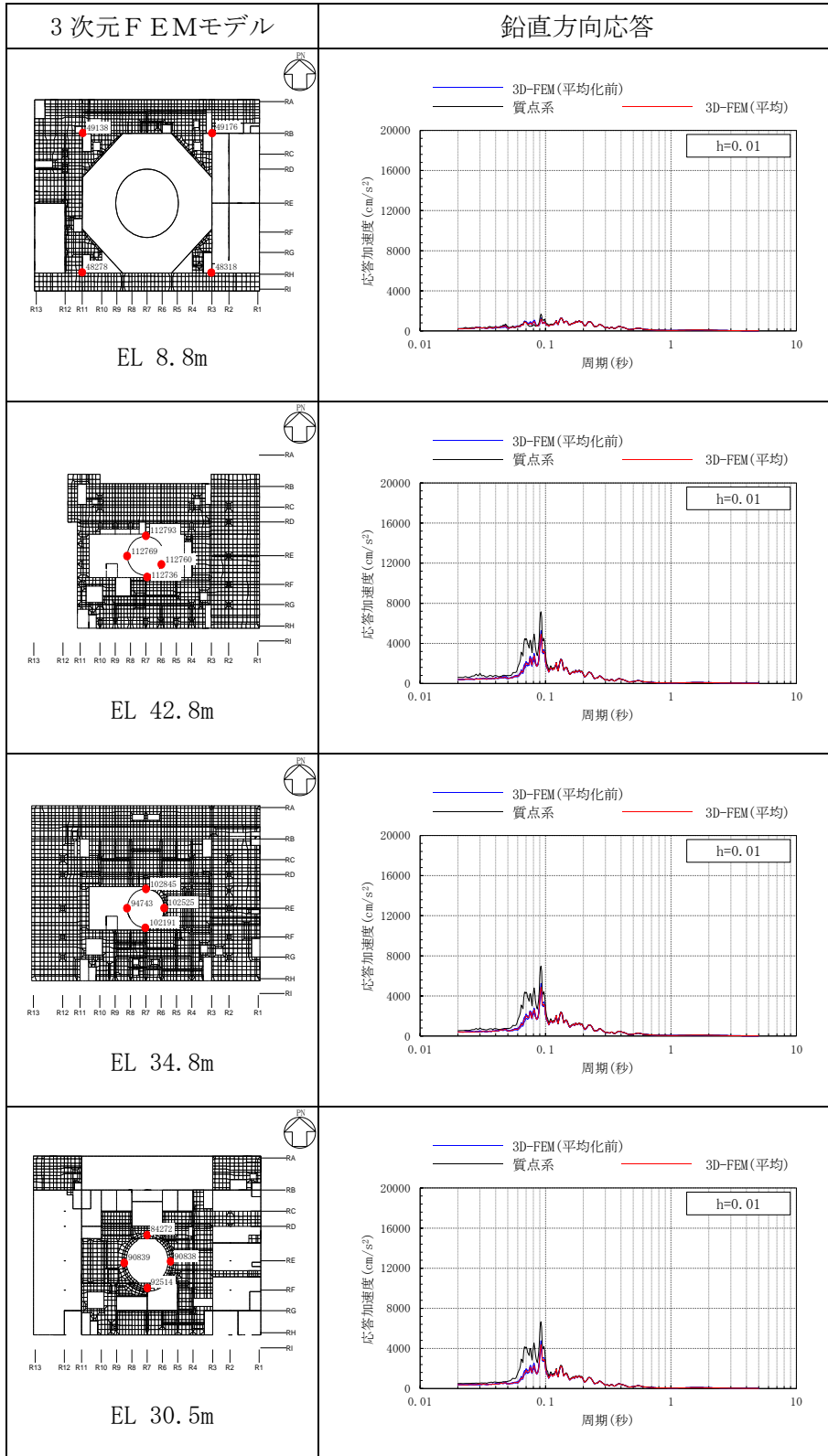


表 3-50(5) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-F2, 鉛直方向)

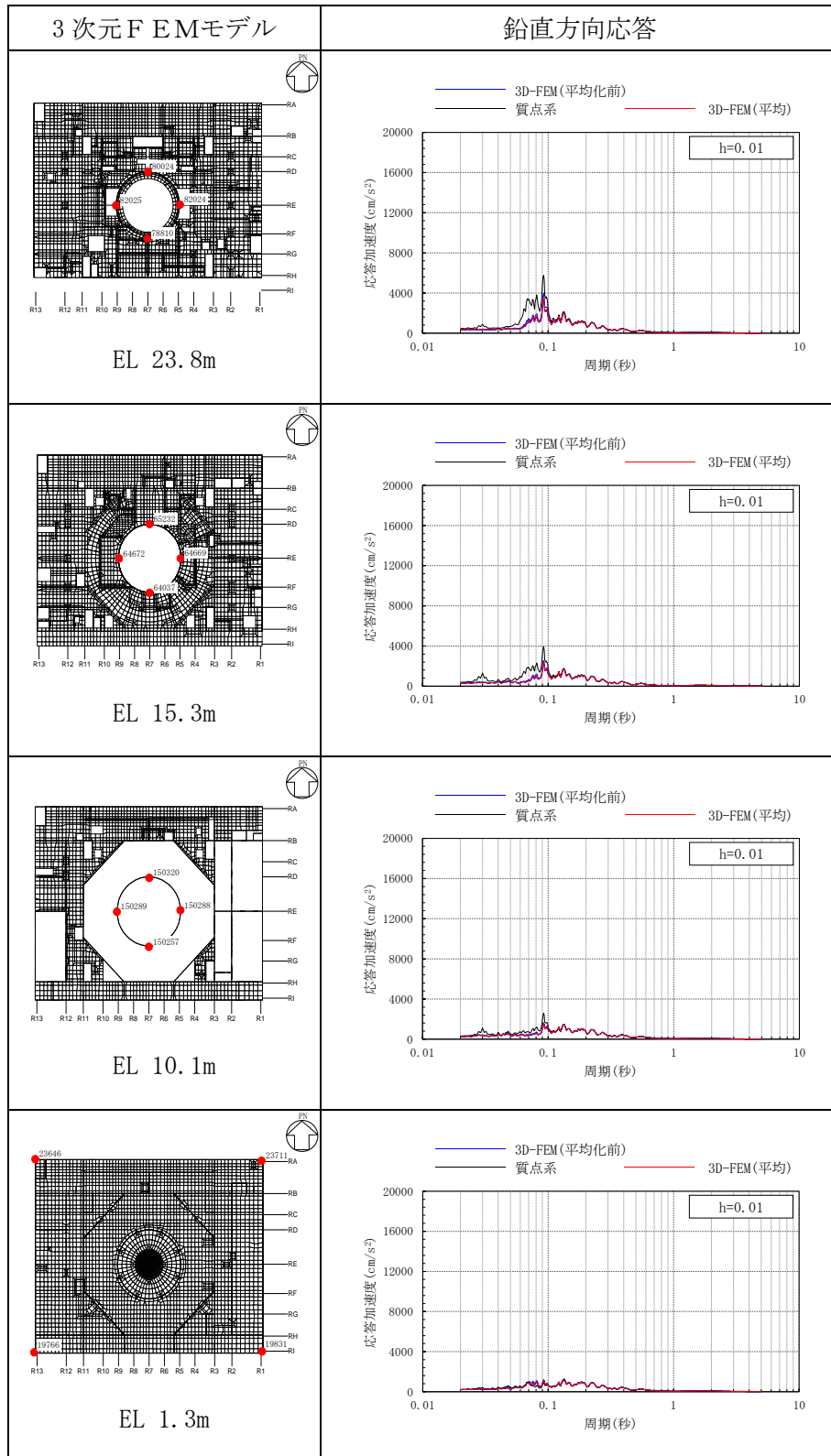


表 3-51(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 1, N S 方向)

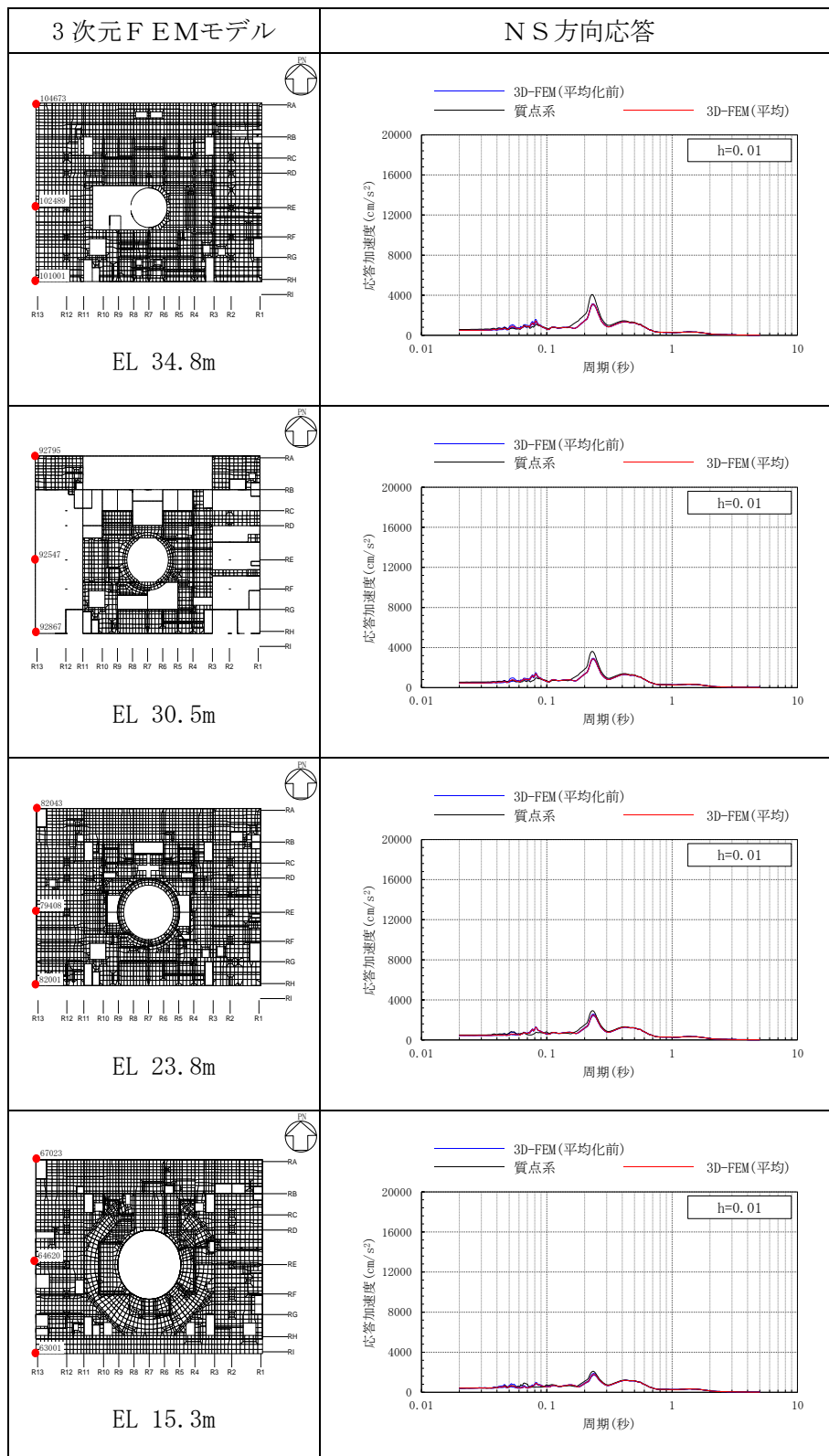


表 3-51(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-N 1, NS方向)

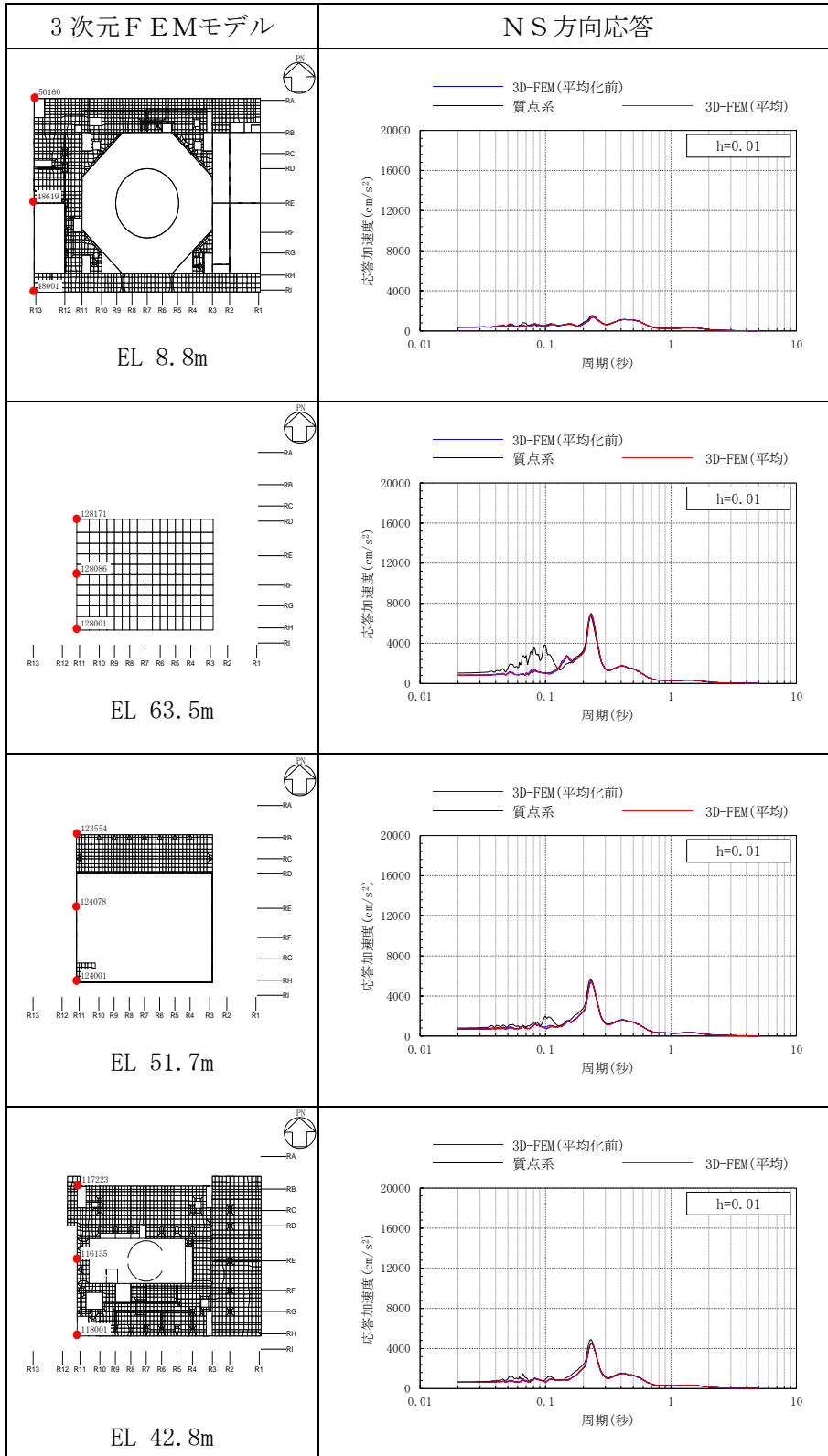


表 3-51(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-N1, NS方向)

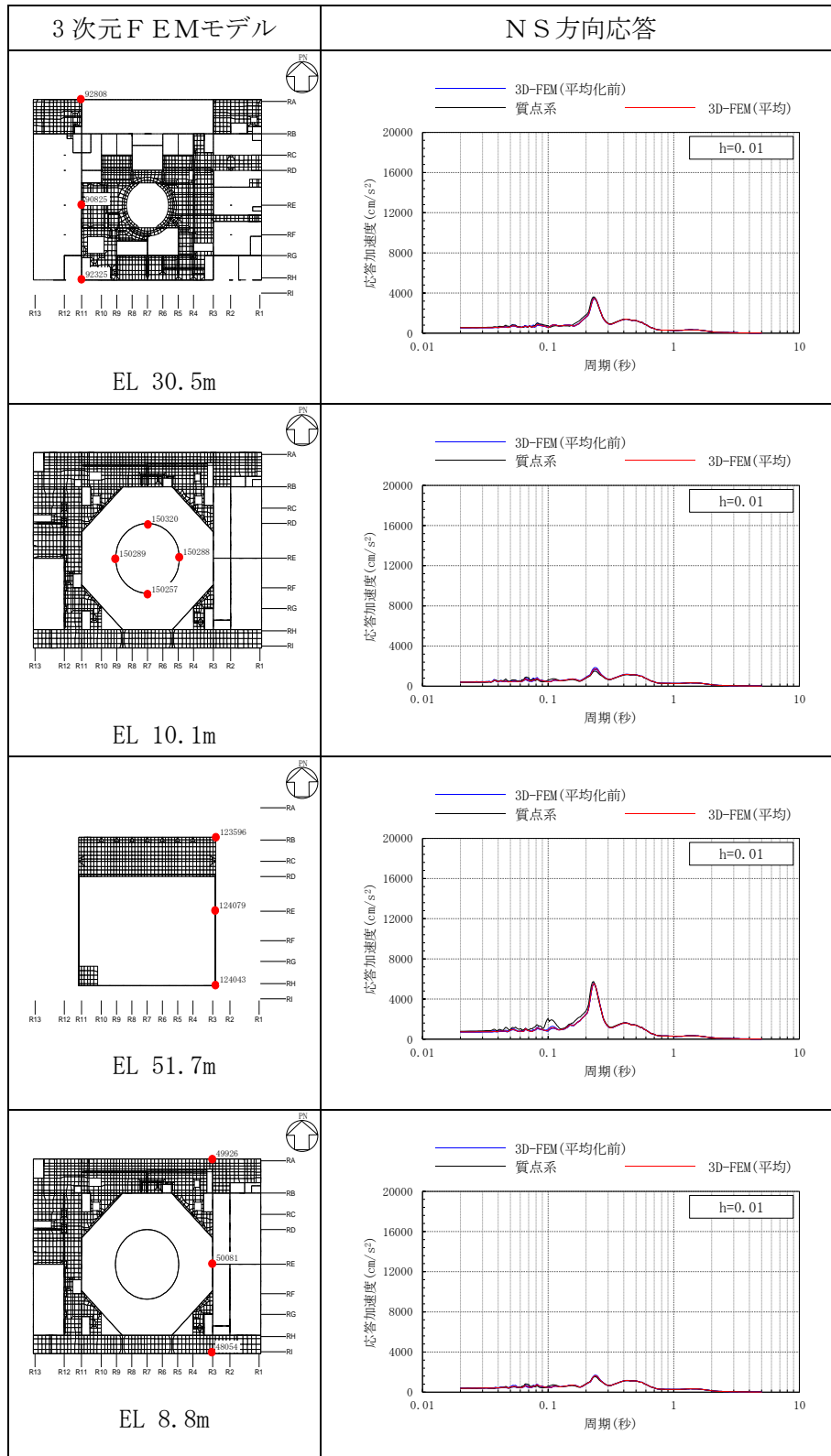


表 3-51(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-N 1, NS方向)

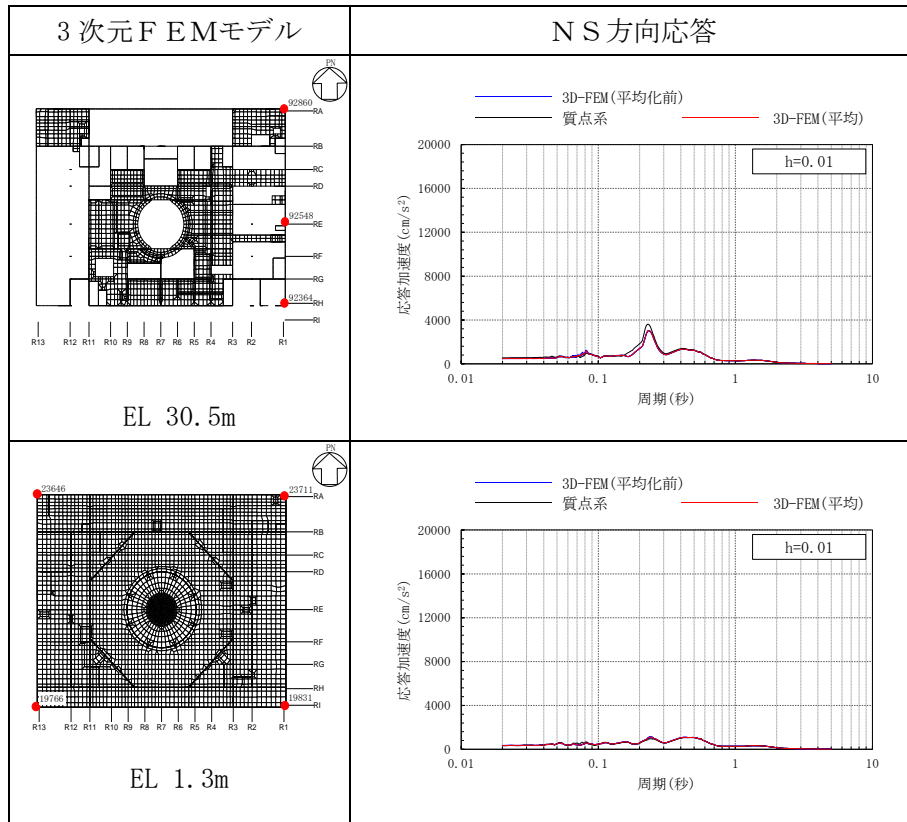


表 3-52(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N1 (組合せ用), EW方向)

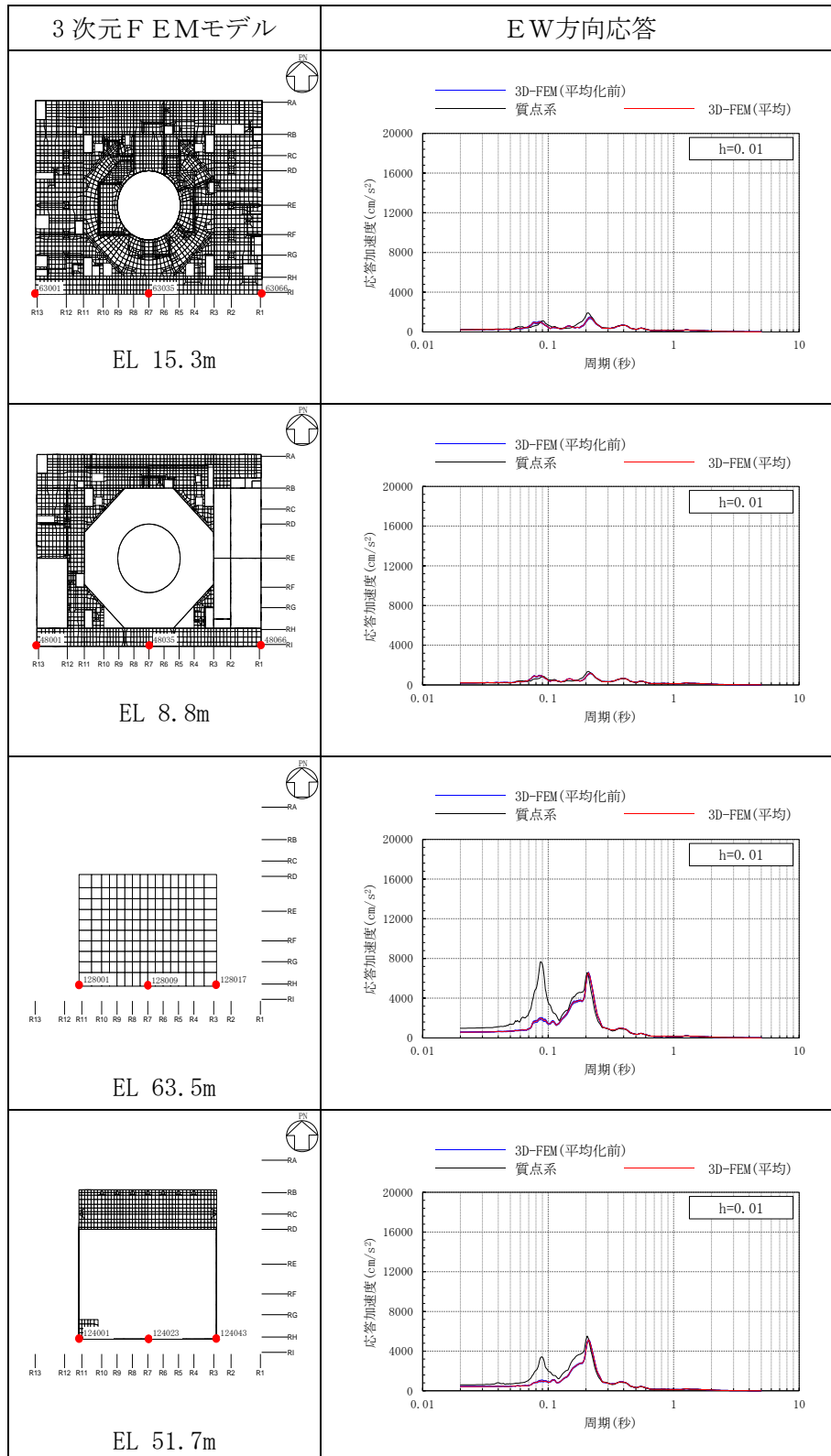


表 3-52(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N1 (組合せ用), EW方向)

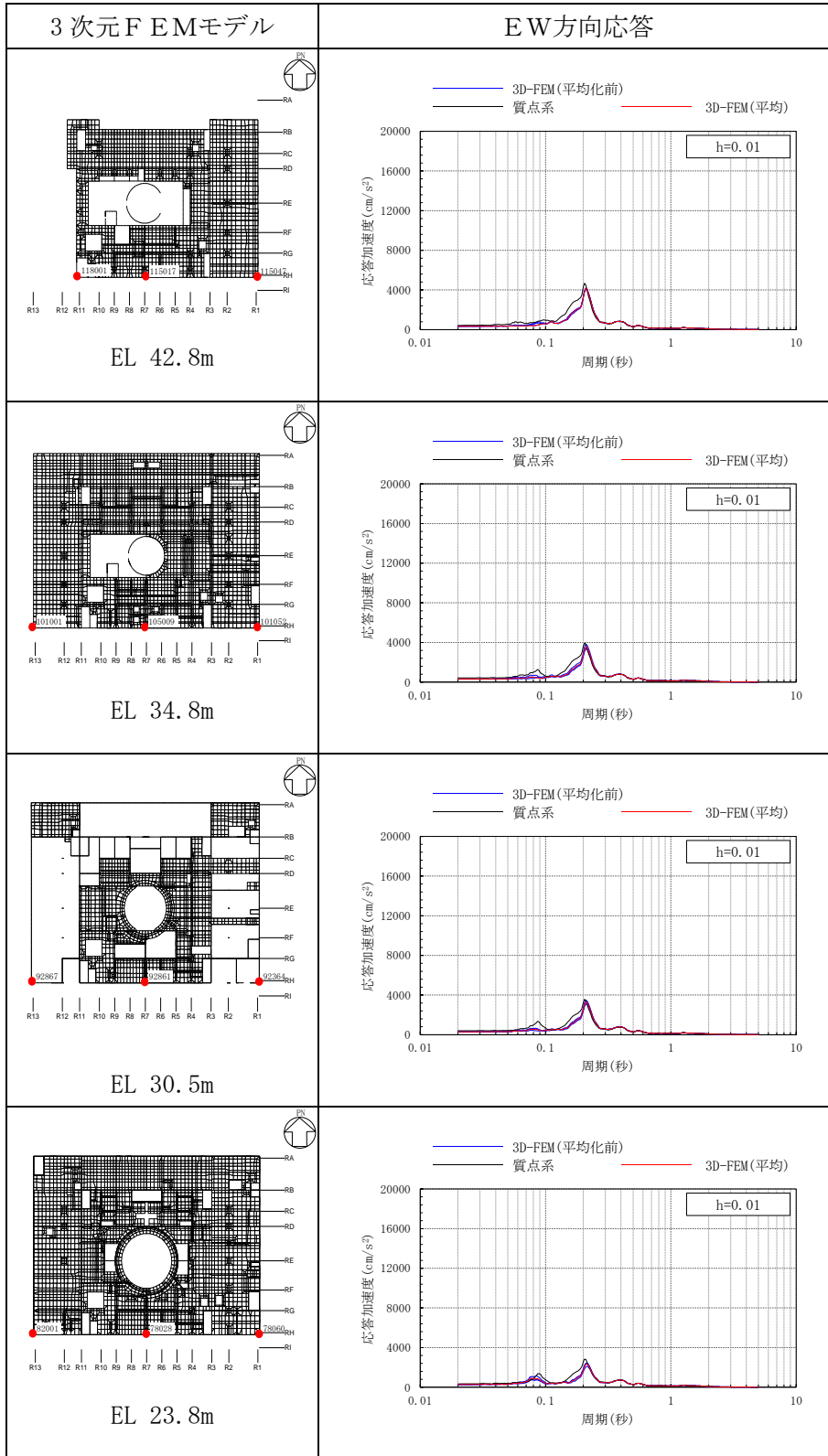


表 3-52(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較

(Sd-N1 (組合せ用), EW方向)

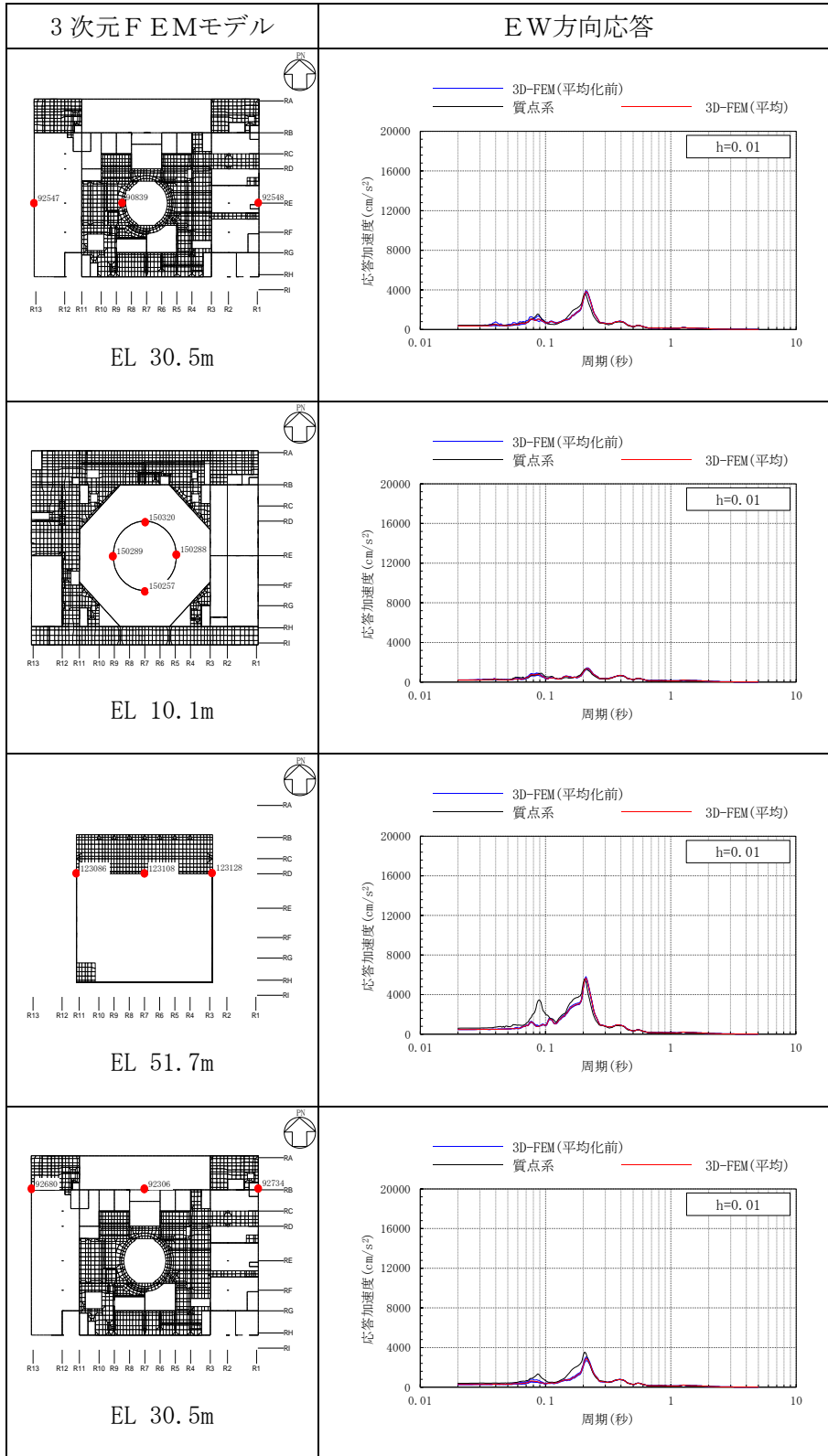


表 3-52(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N1 (組合せ用), EW方向)

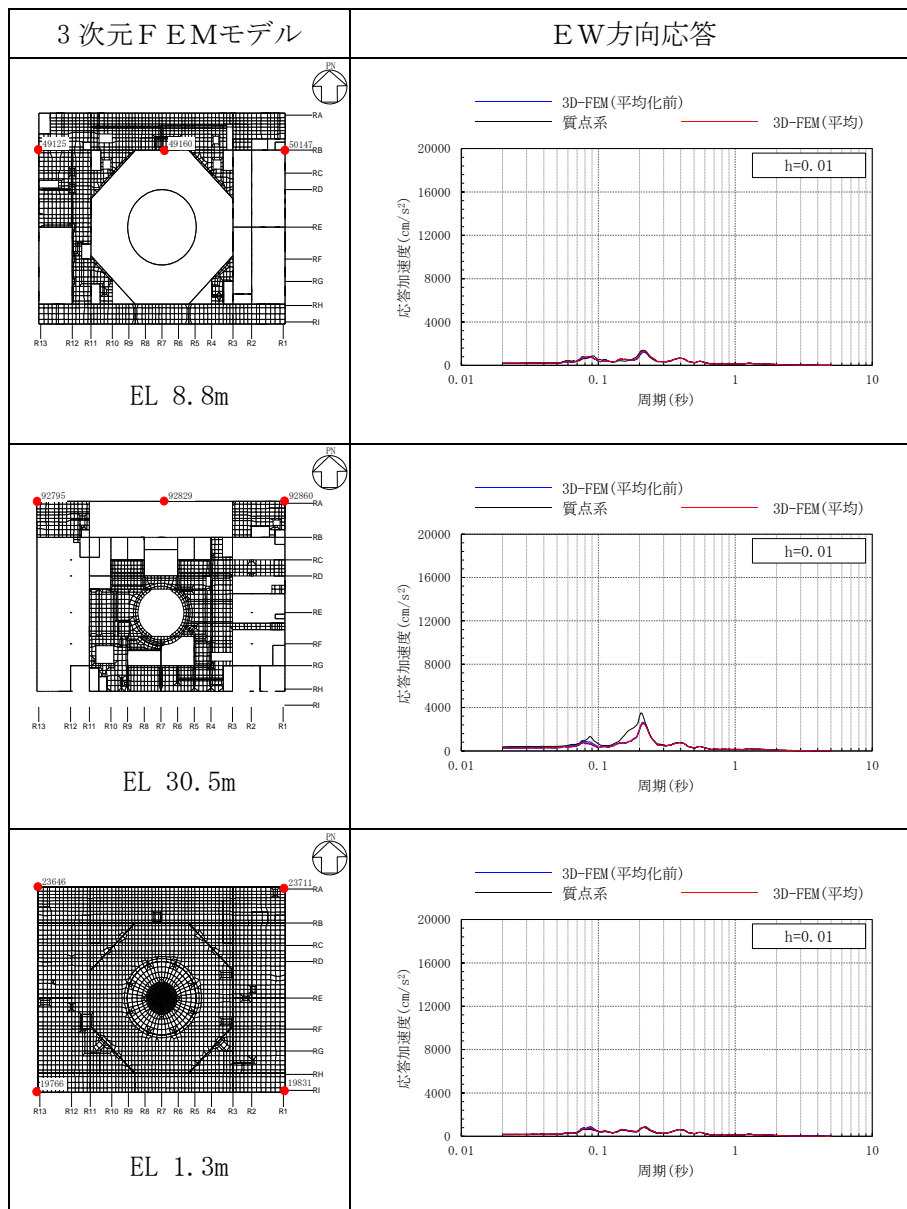


表 3-53(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N1, 鉛直方向)

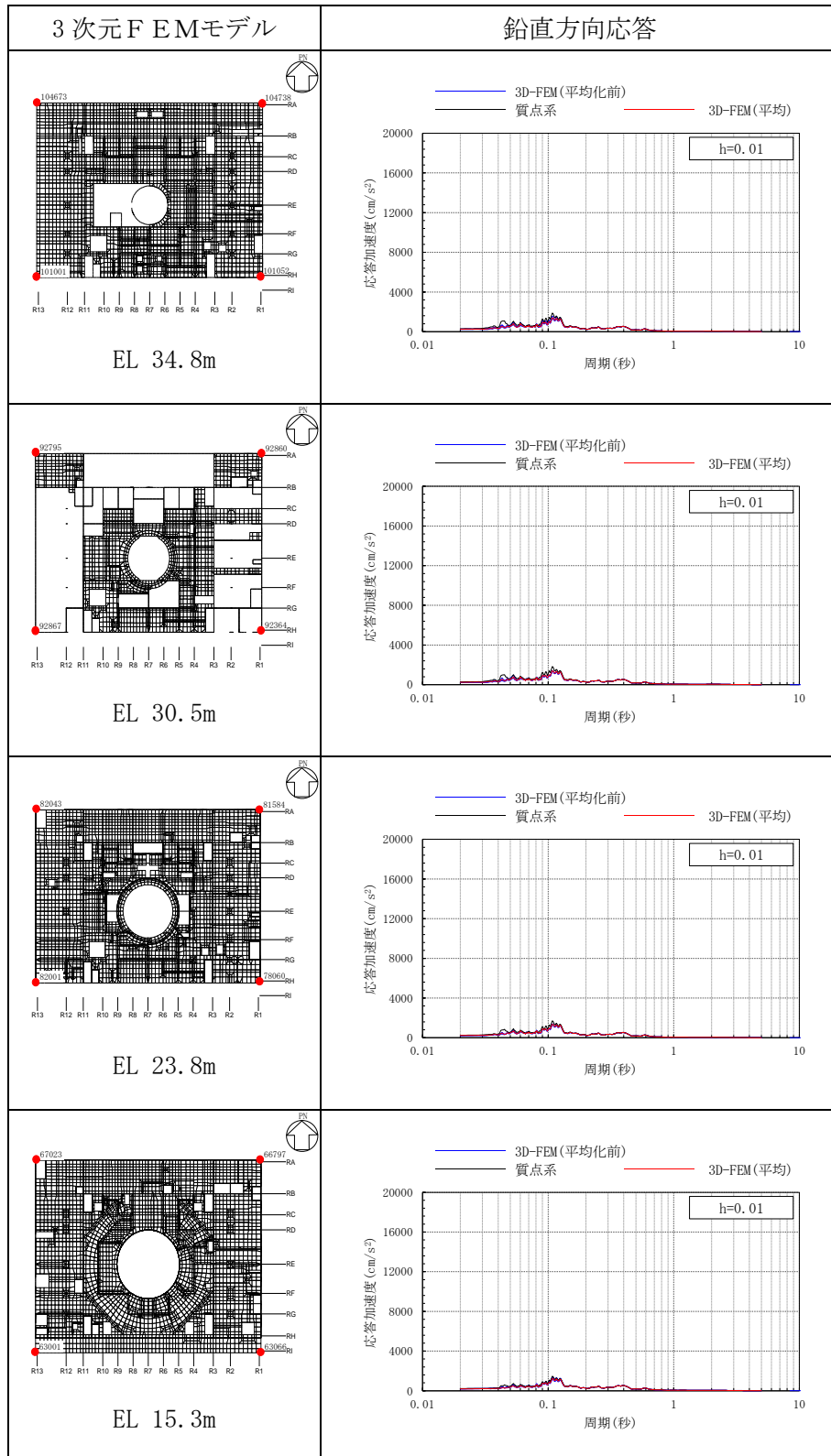


表 3-53(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N1, 鉛直方向)

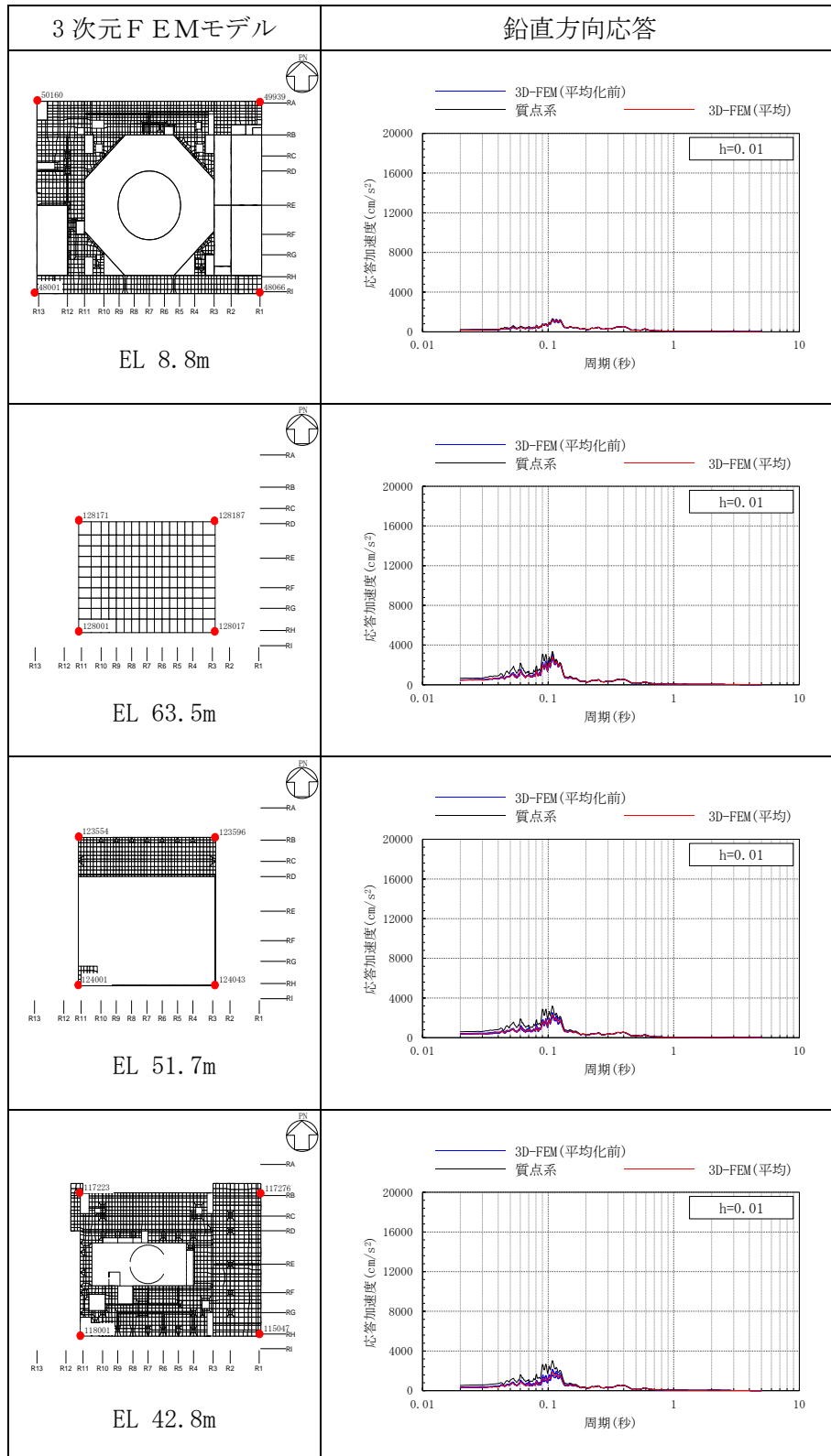


表 3-53(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 1, 鉛直方向)

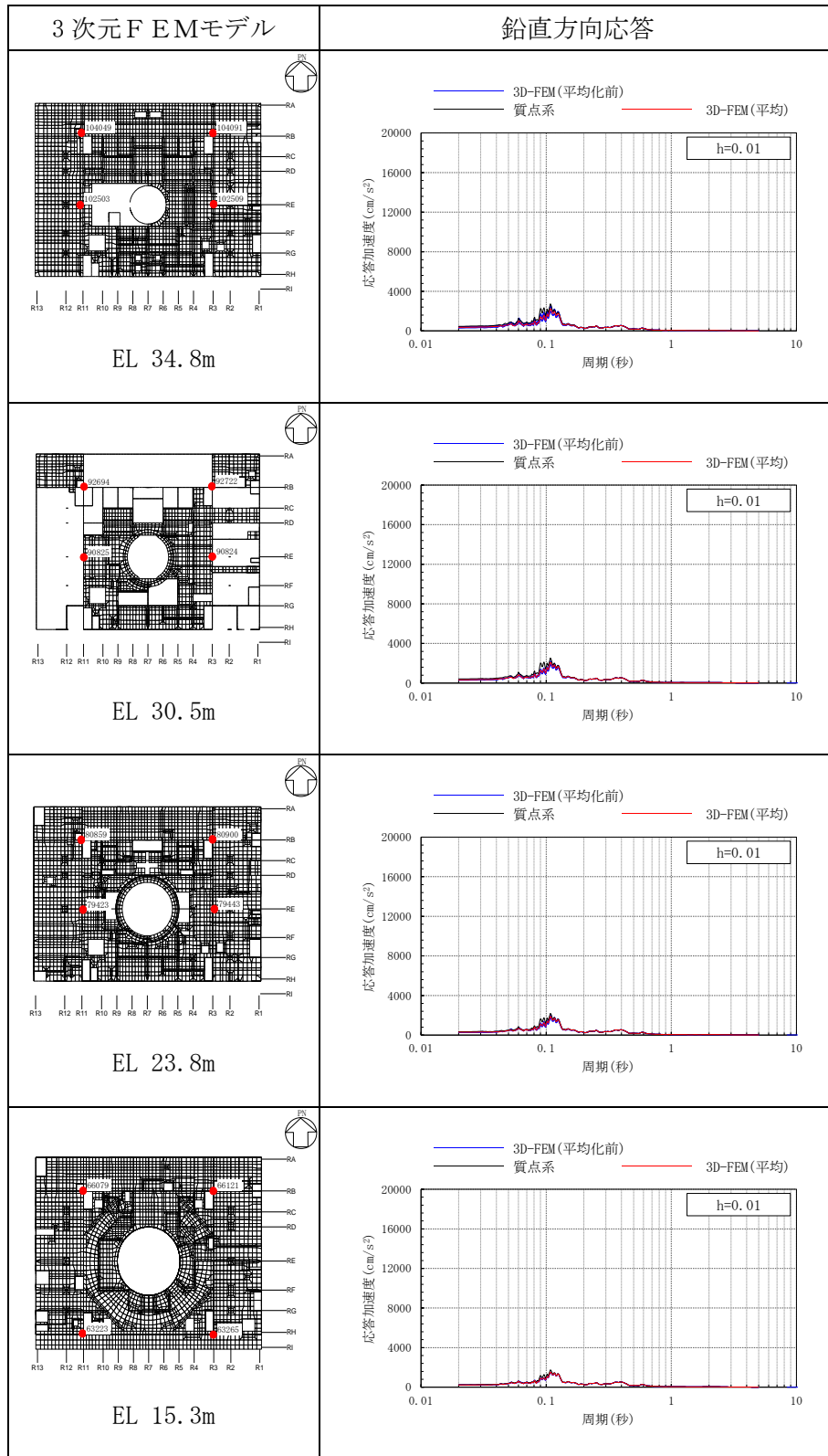


表 3-53(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N1, 鉛直方向)

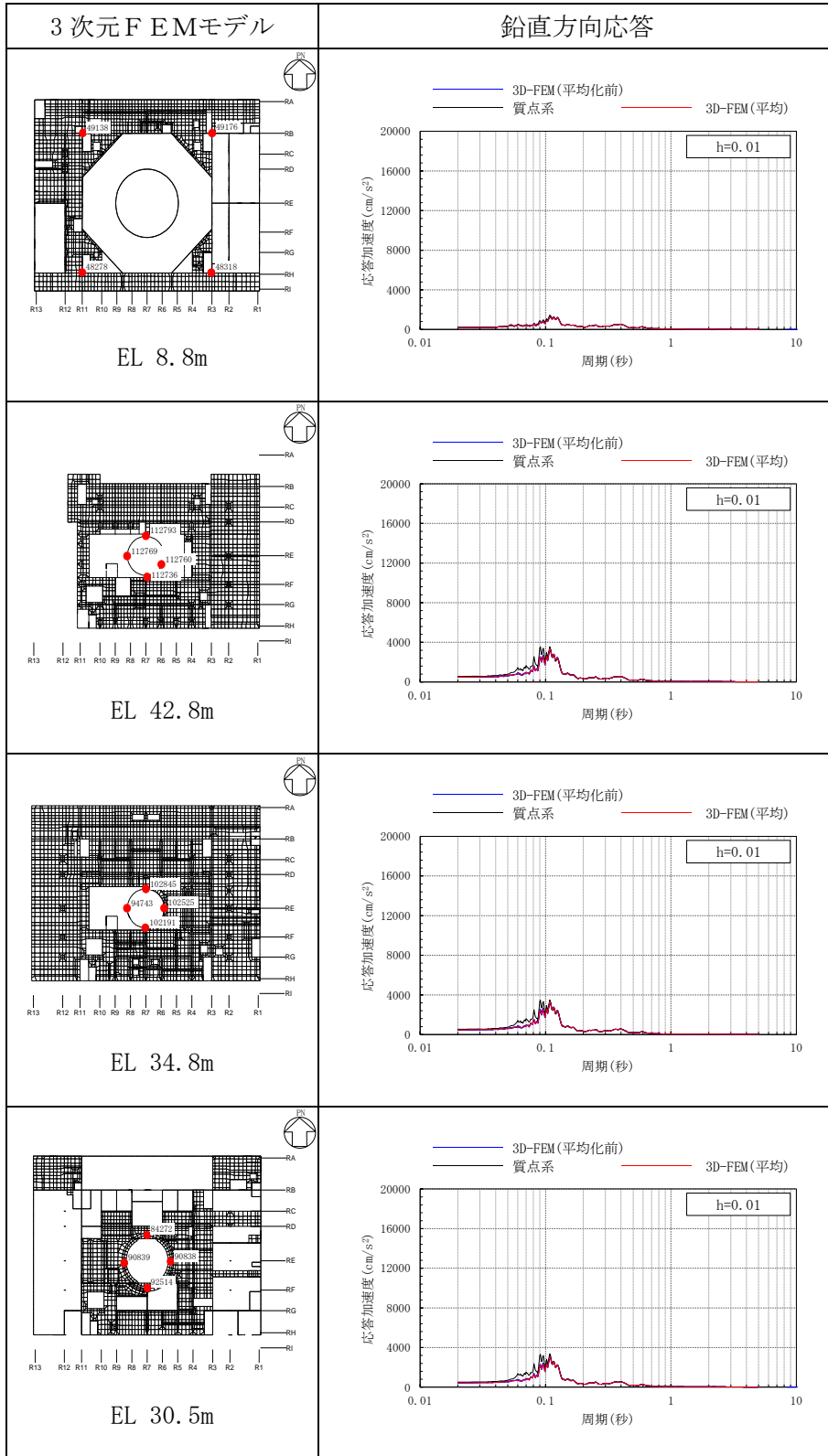


表 3-53(5) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 1, 鉛直方向)

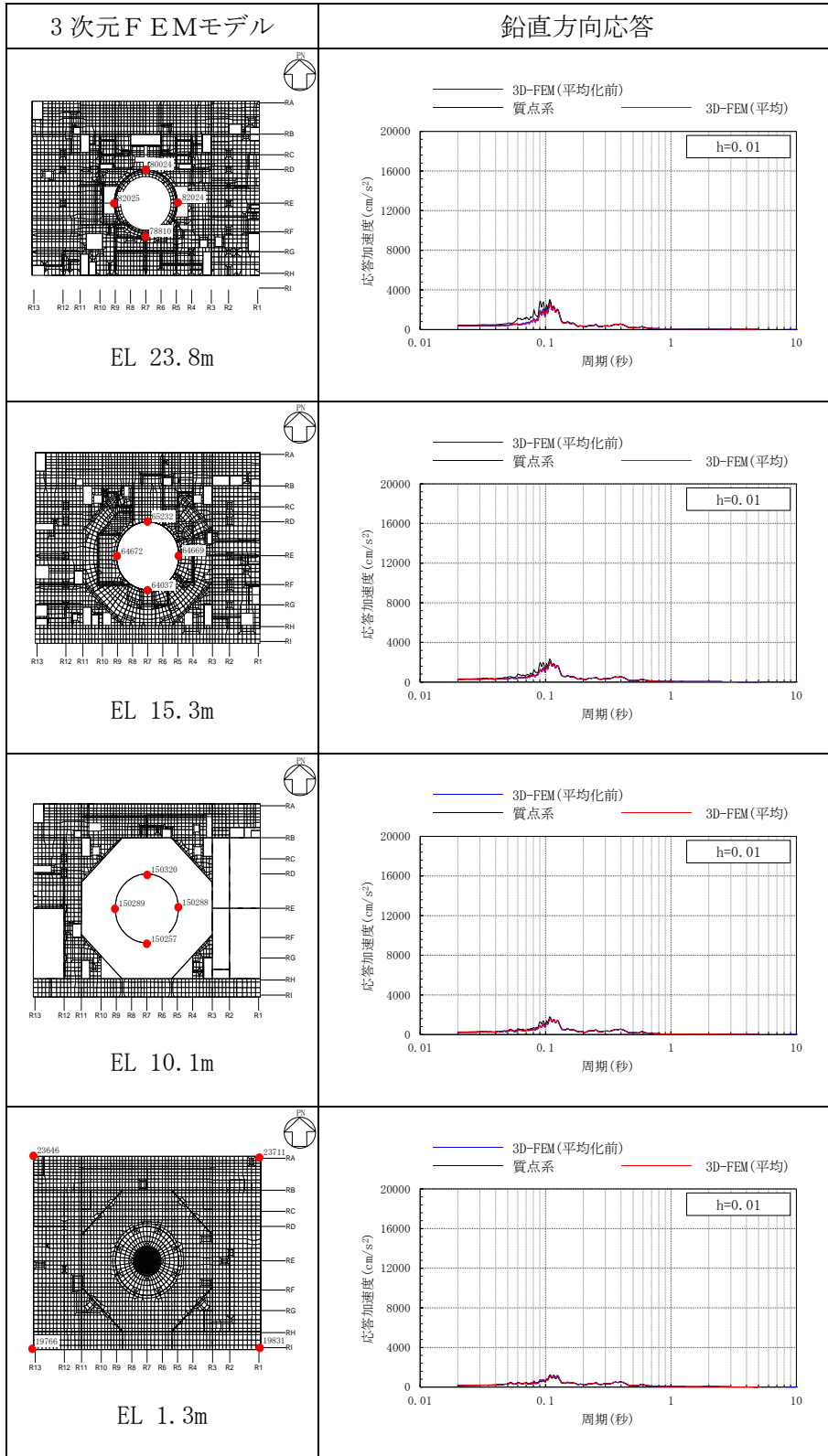


表 3-54(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N2NS, NS方向)

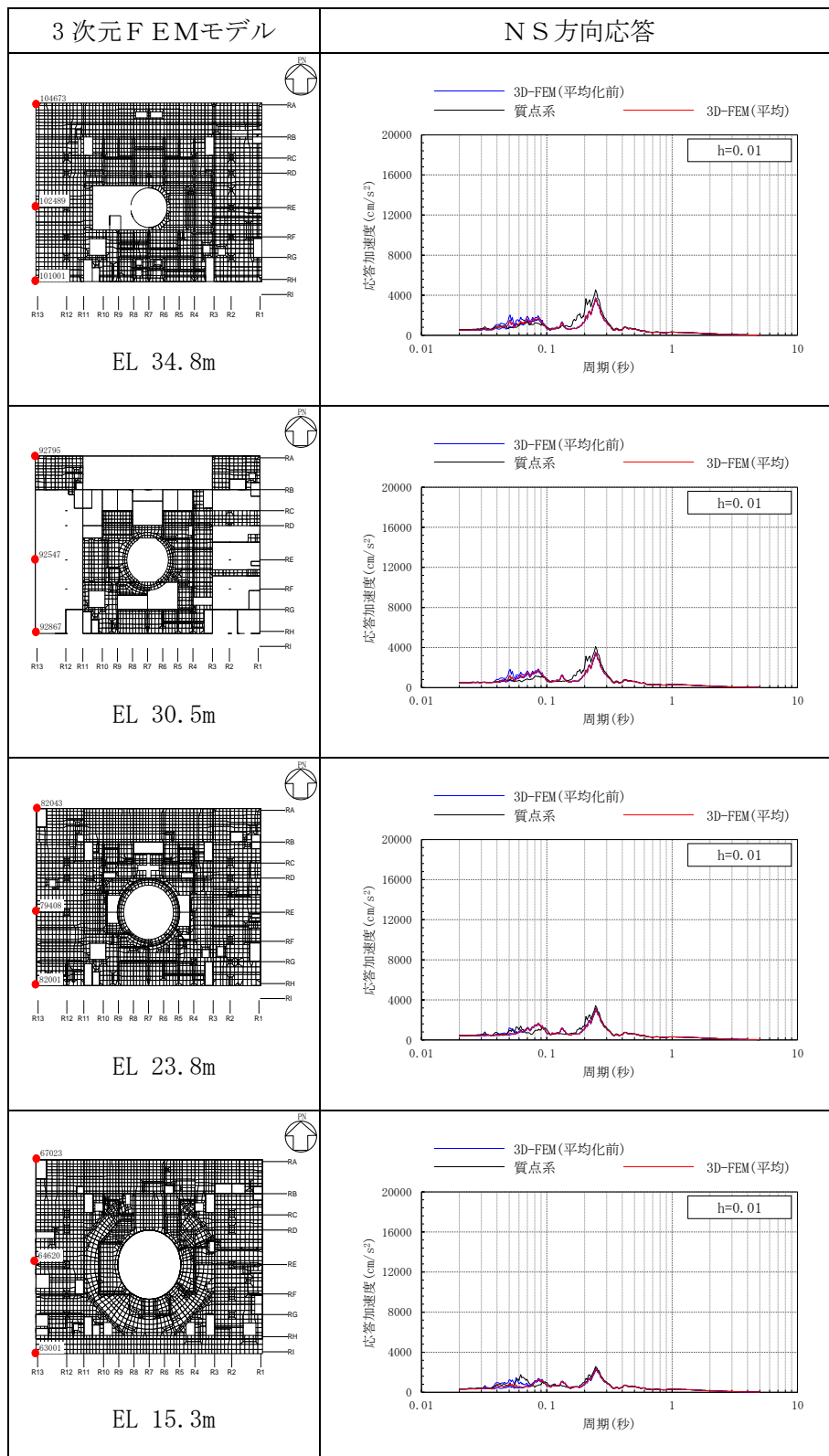


表 3-54(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2 NS, NS方向)

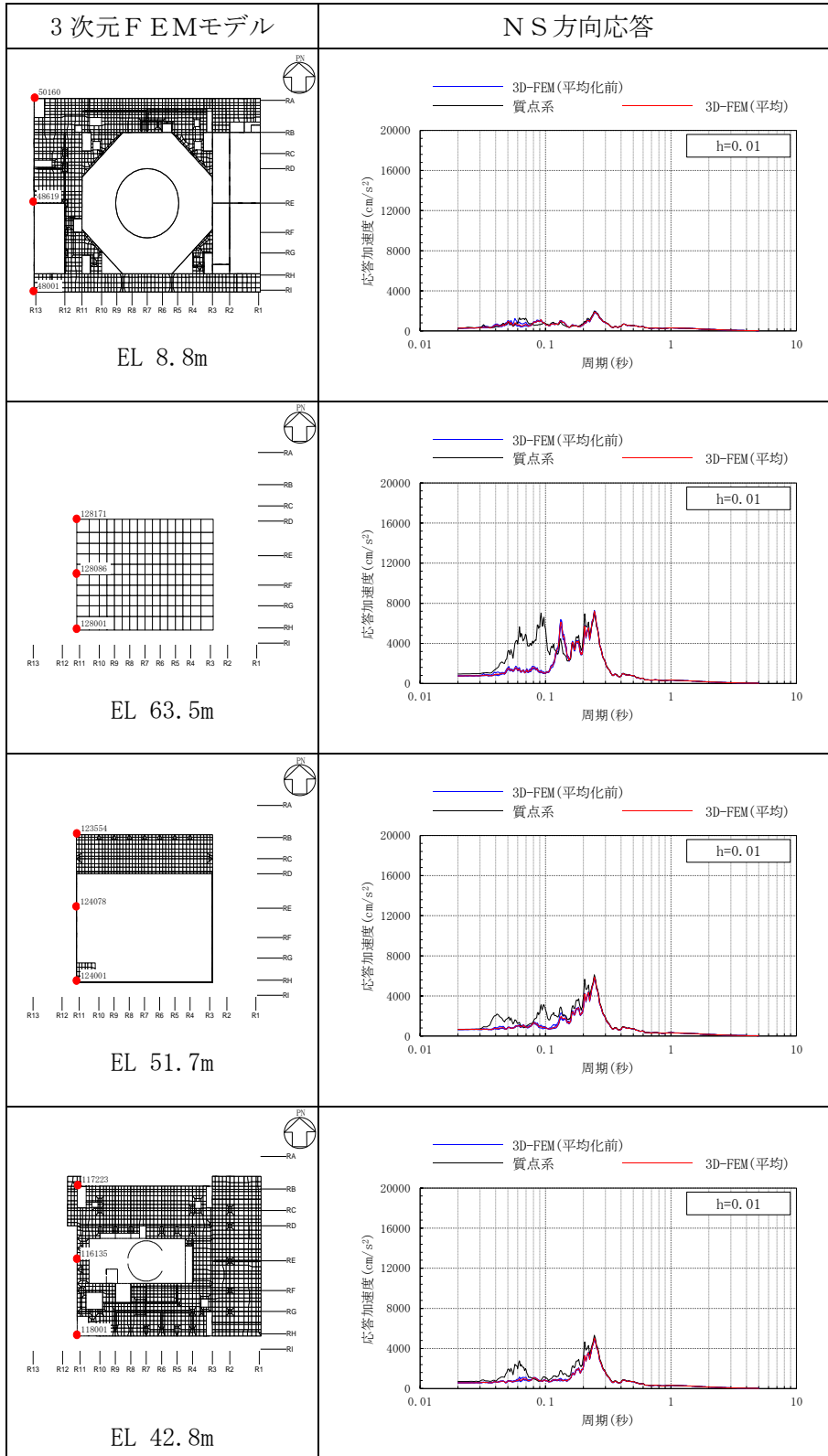


表 3-54(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N2NS, NS方向)

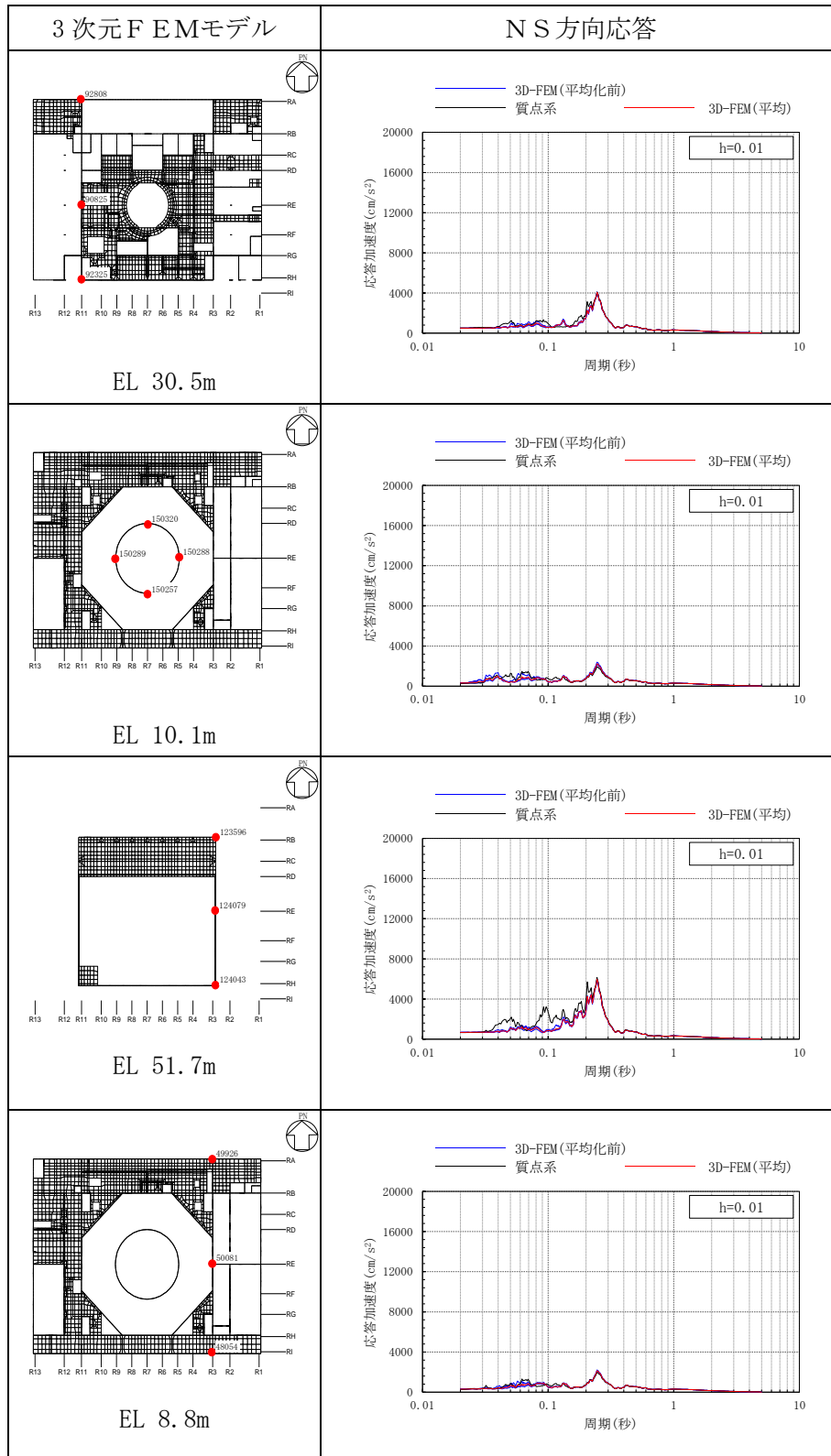


表 3-54(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2 N S, N S方向)

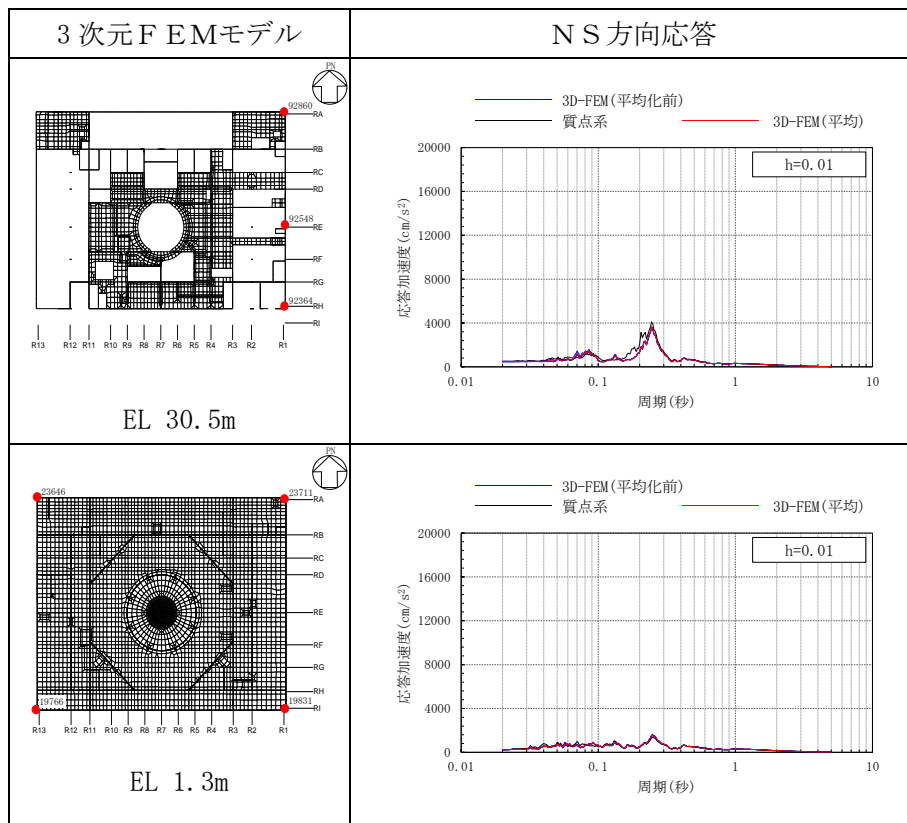


表 3-55(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N2EW, EW方向)

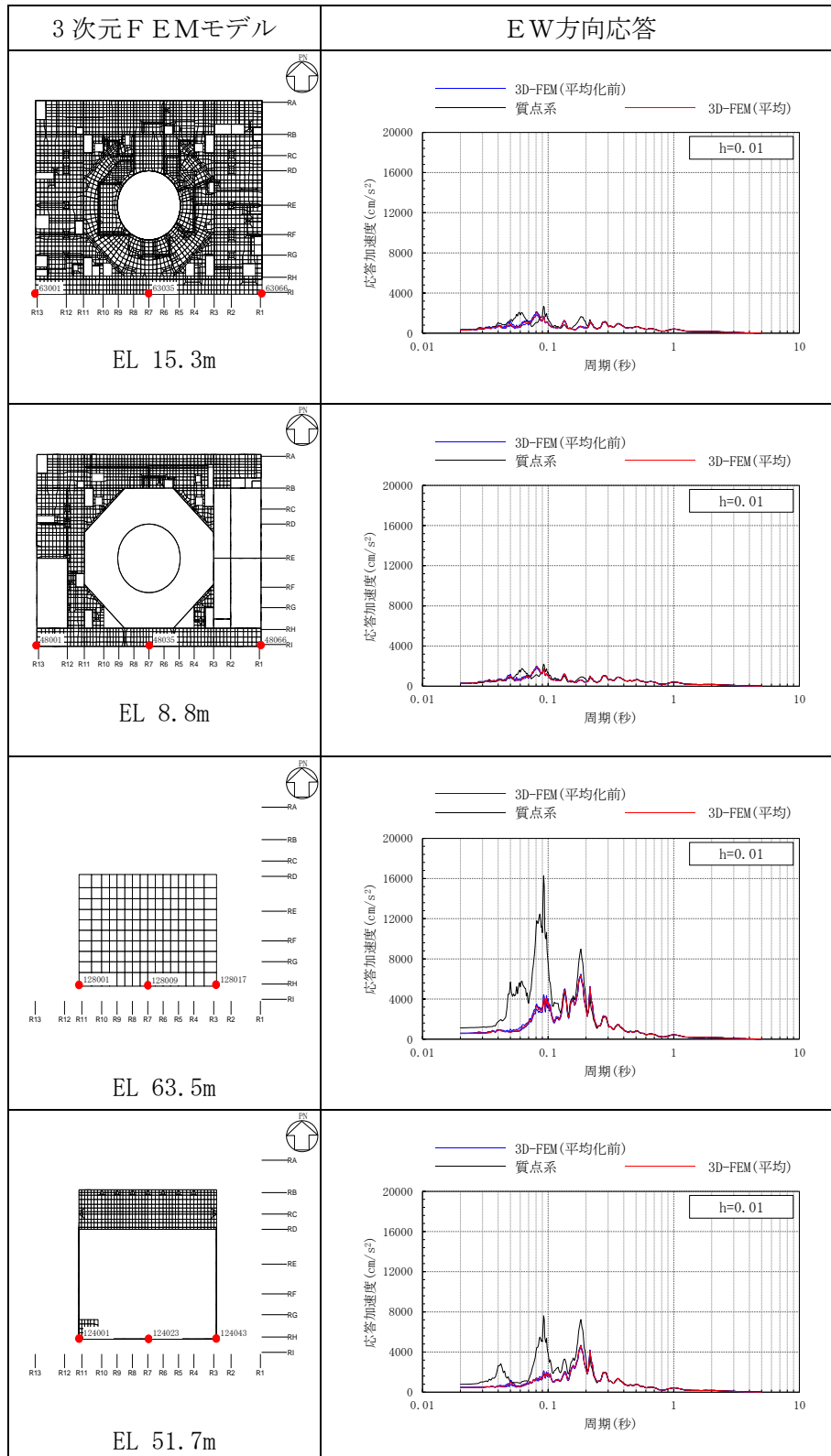


表 3-55(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2 EW, EW方向)

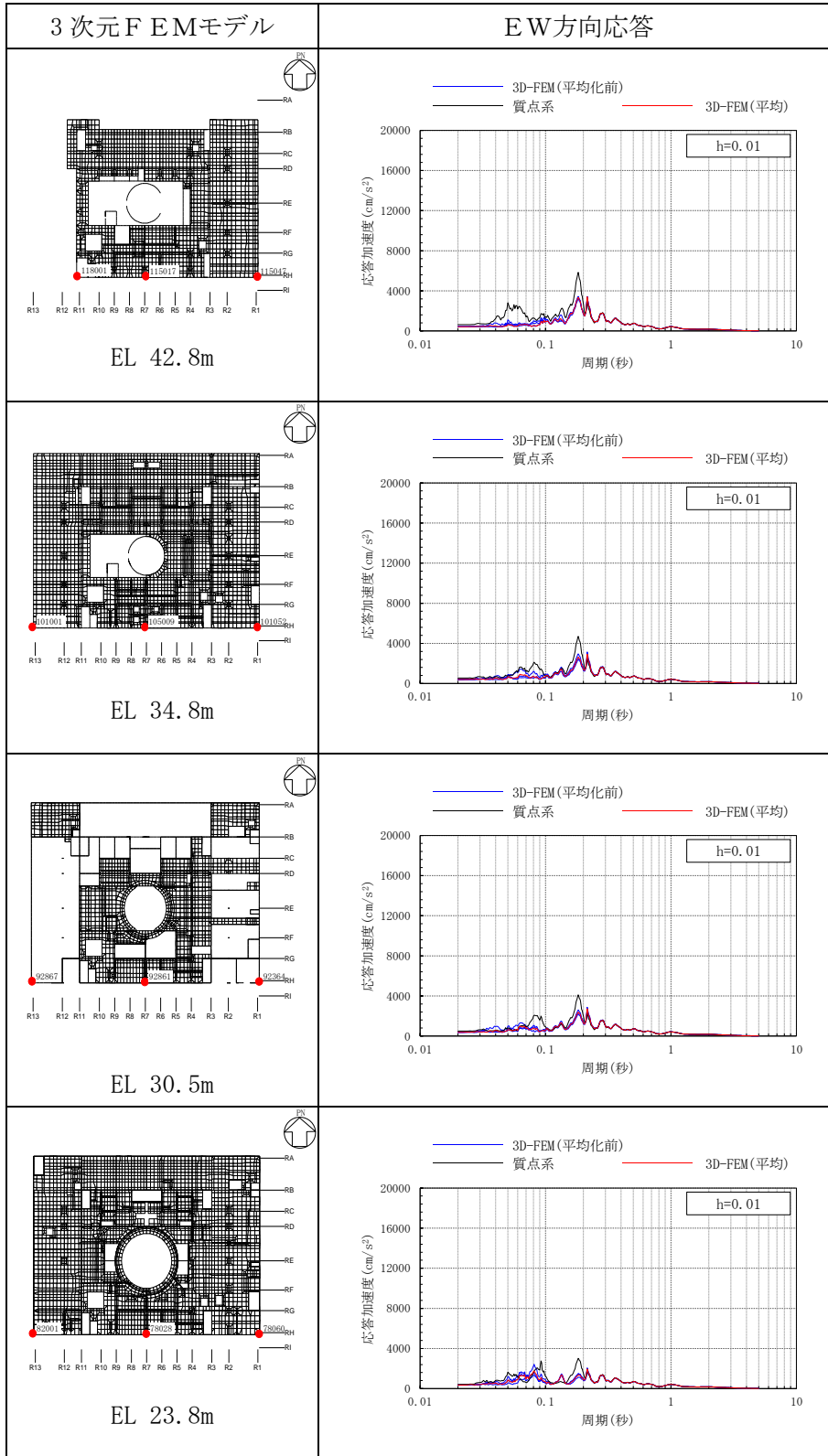


表 3-55(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N2EW, EW方向)

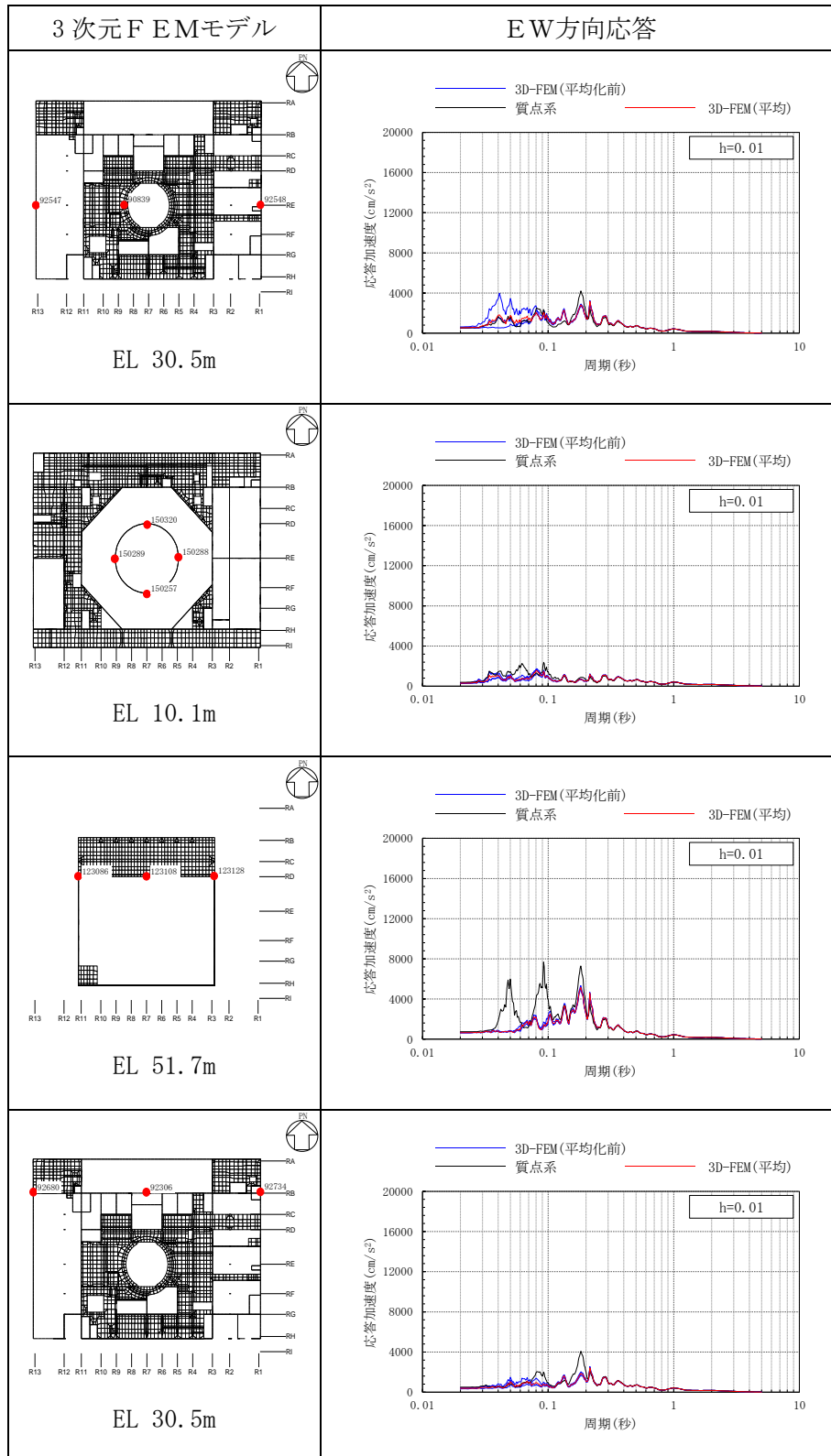


表 3-55(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N2EW, EW方向)

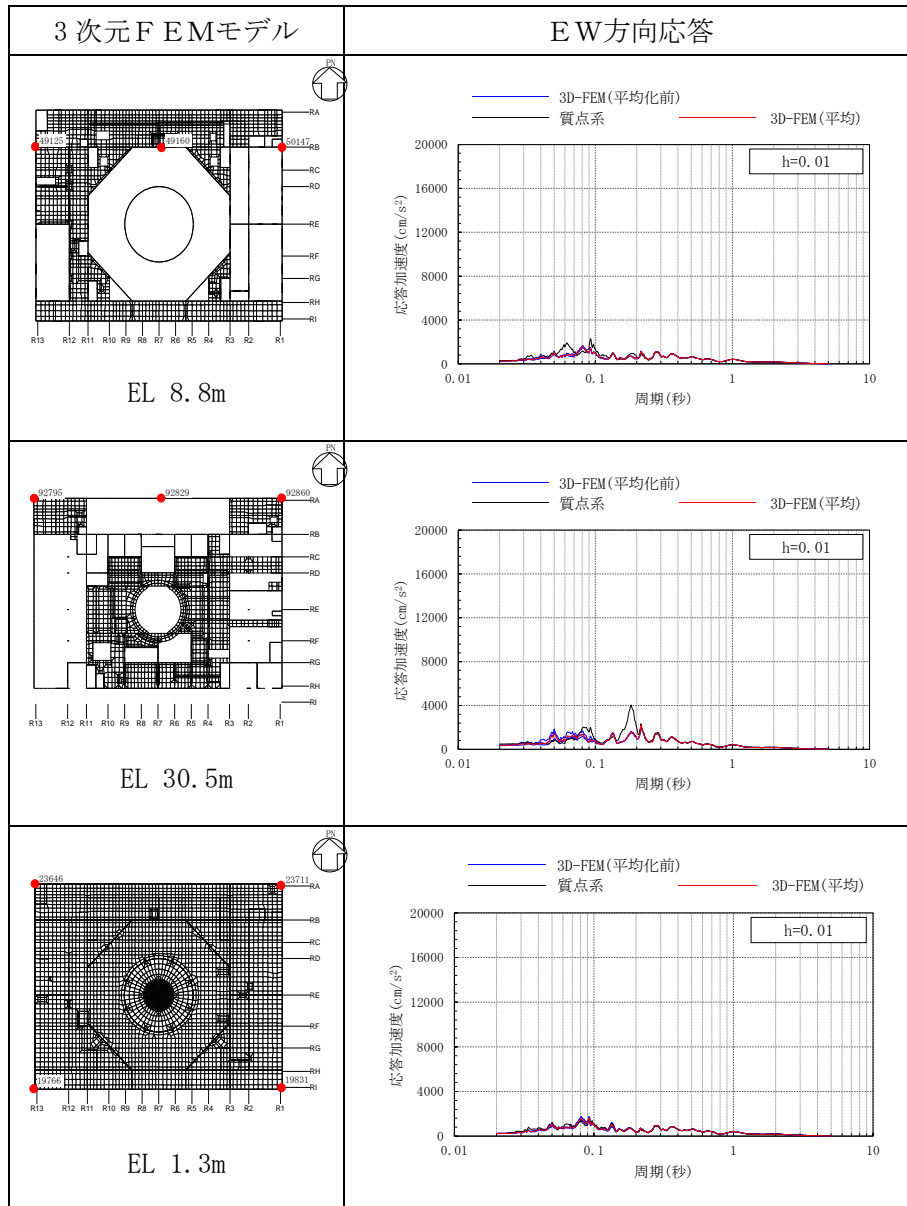


表 3-56(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2, 鉛直方向)

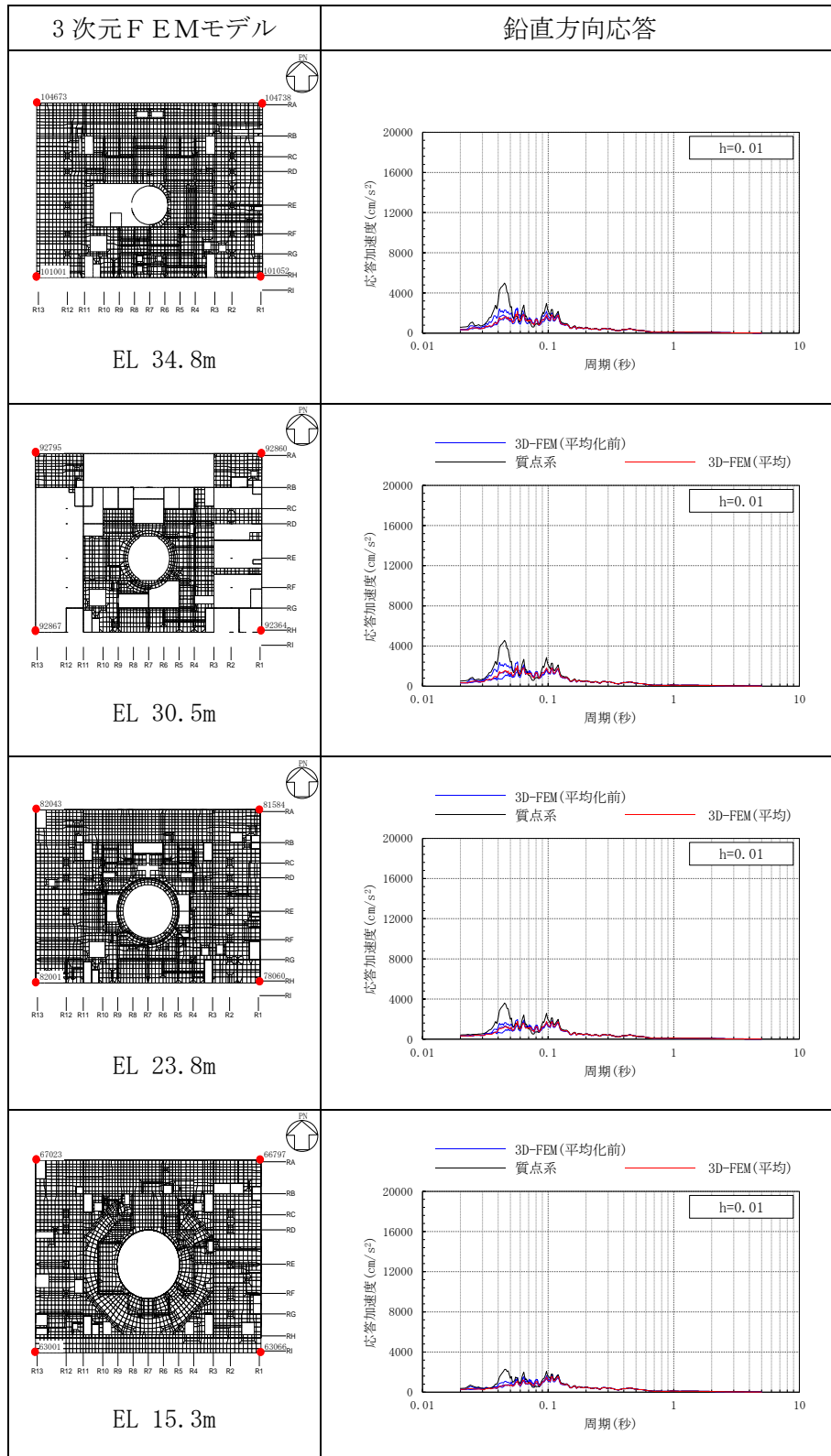


表 3-56(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2, 鉛直方向)

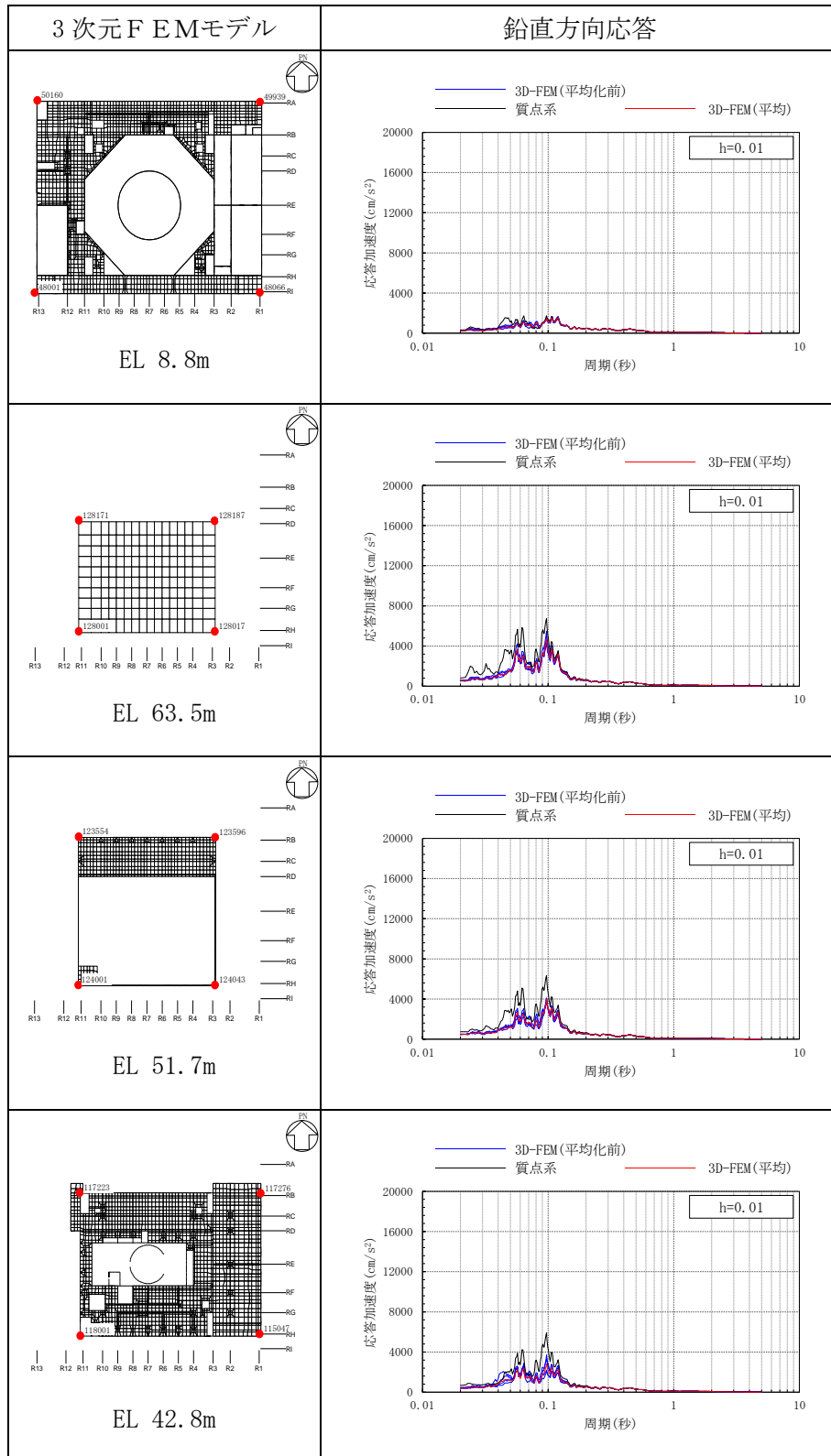


表 3-56(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2, 鉛直方向)

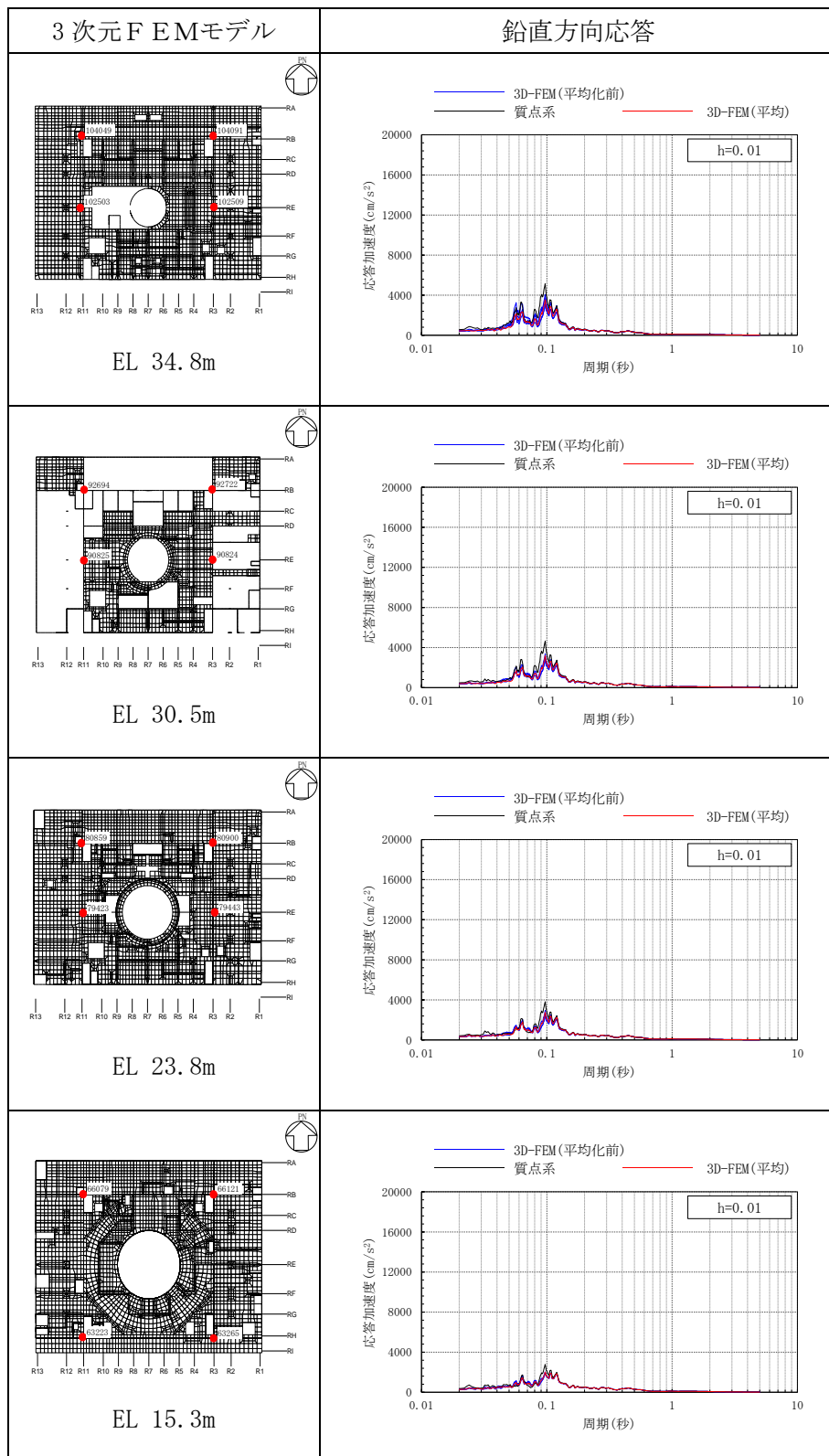


表 3-56(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2, 鉛直方向)

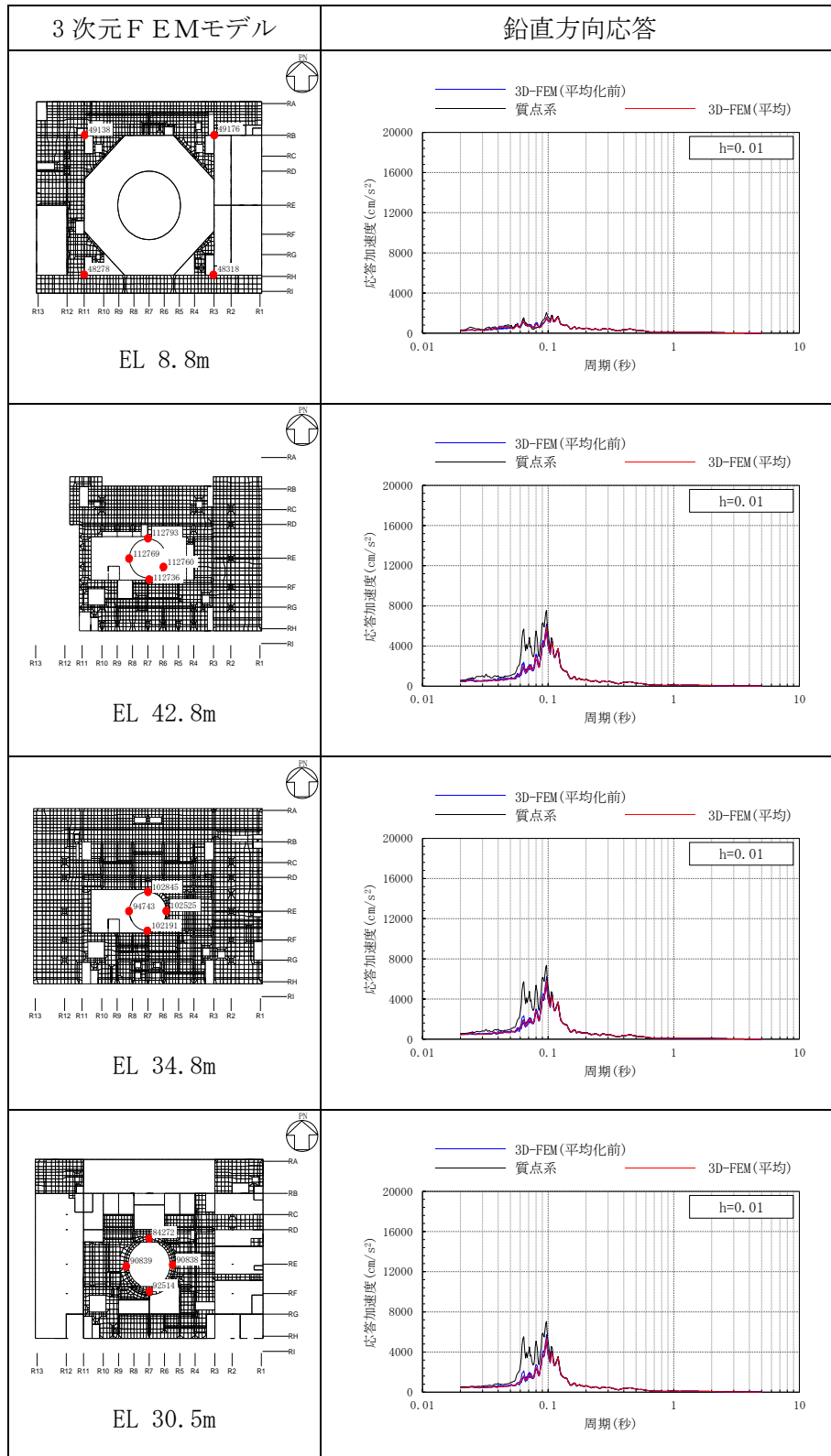


表 3-56(5) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2, 鉛直方向)

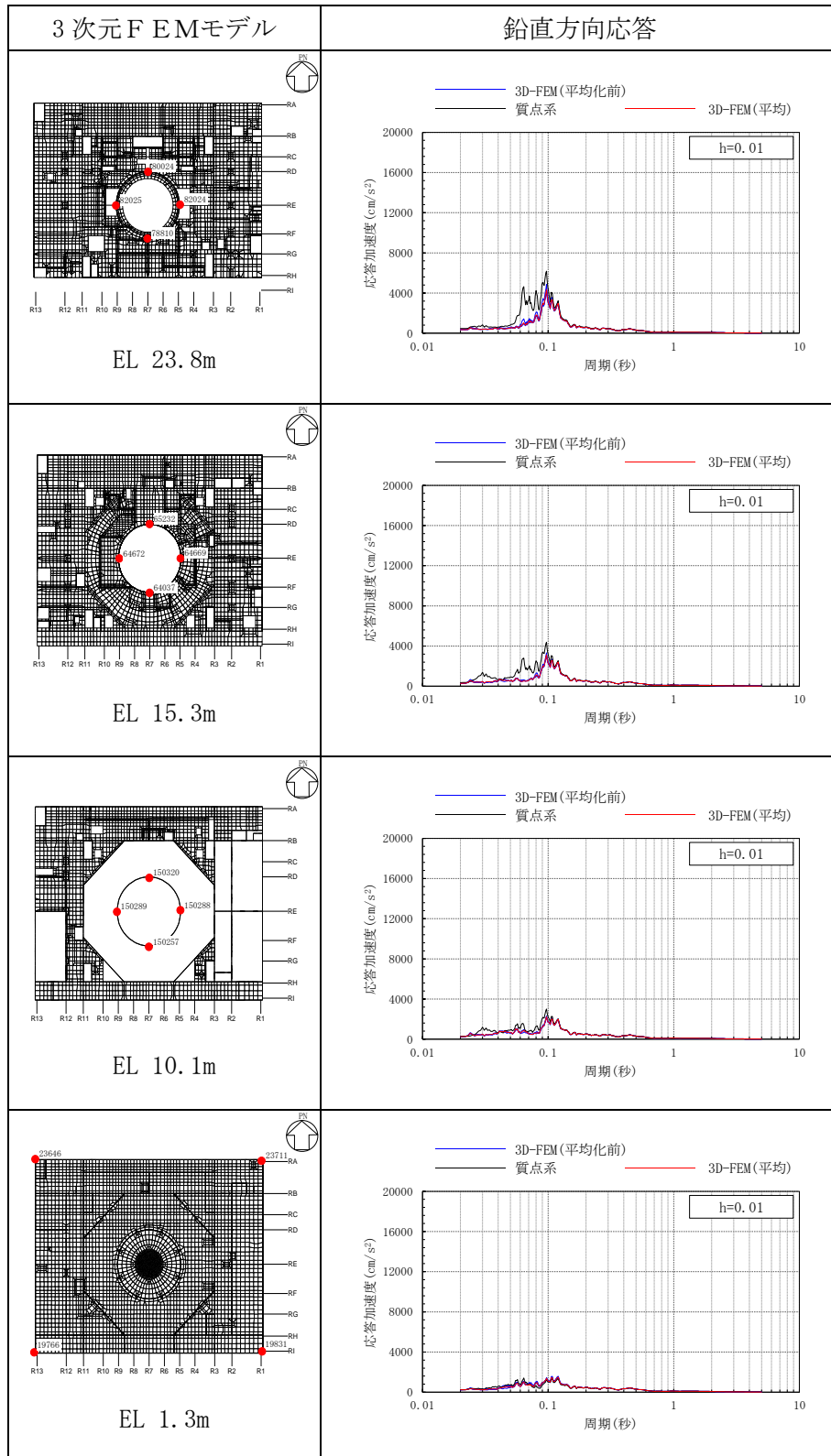


表 3-57(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N2EW, NS方向)

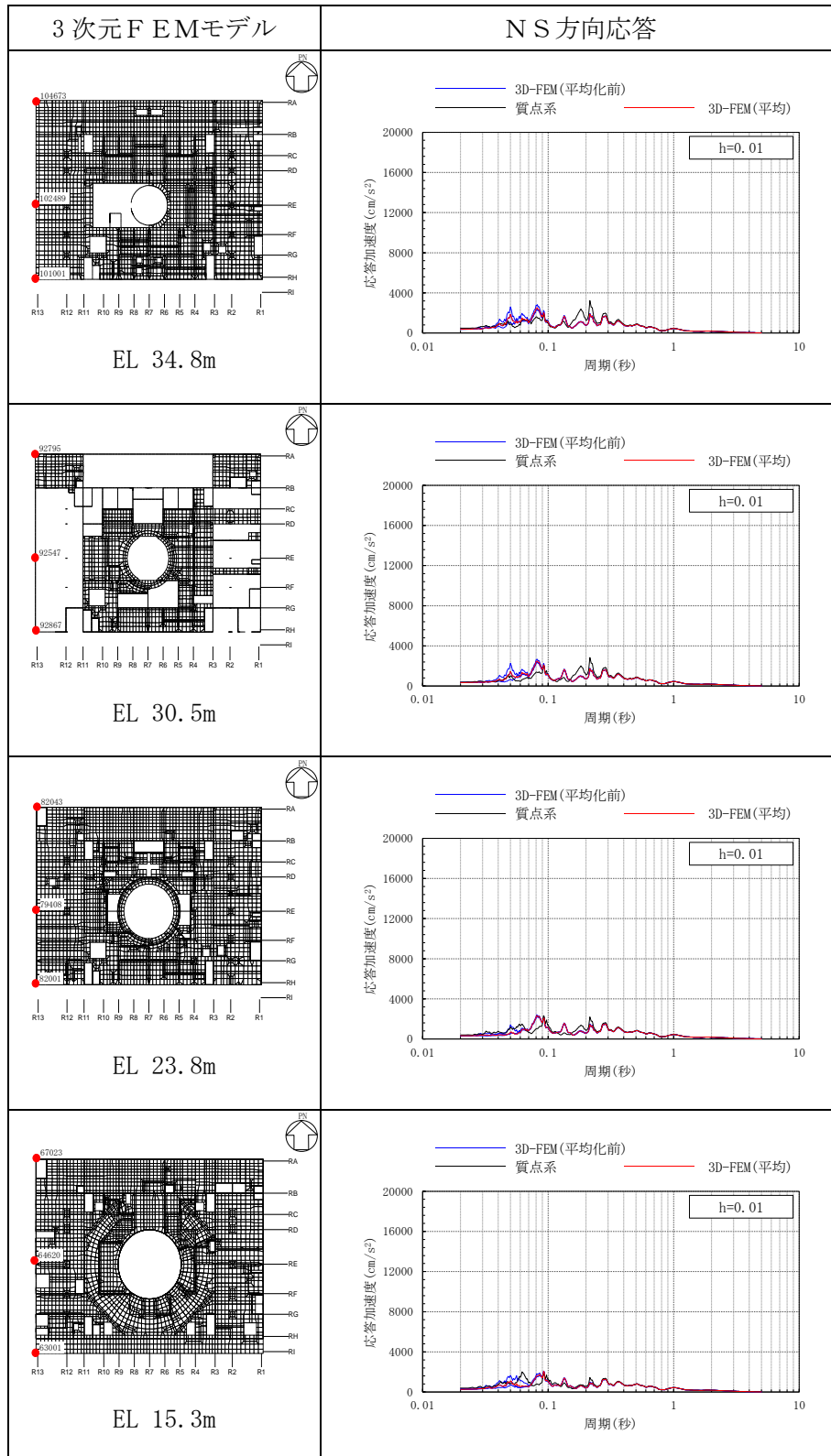


表 3-57(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-N 2 EW, NS方向)

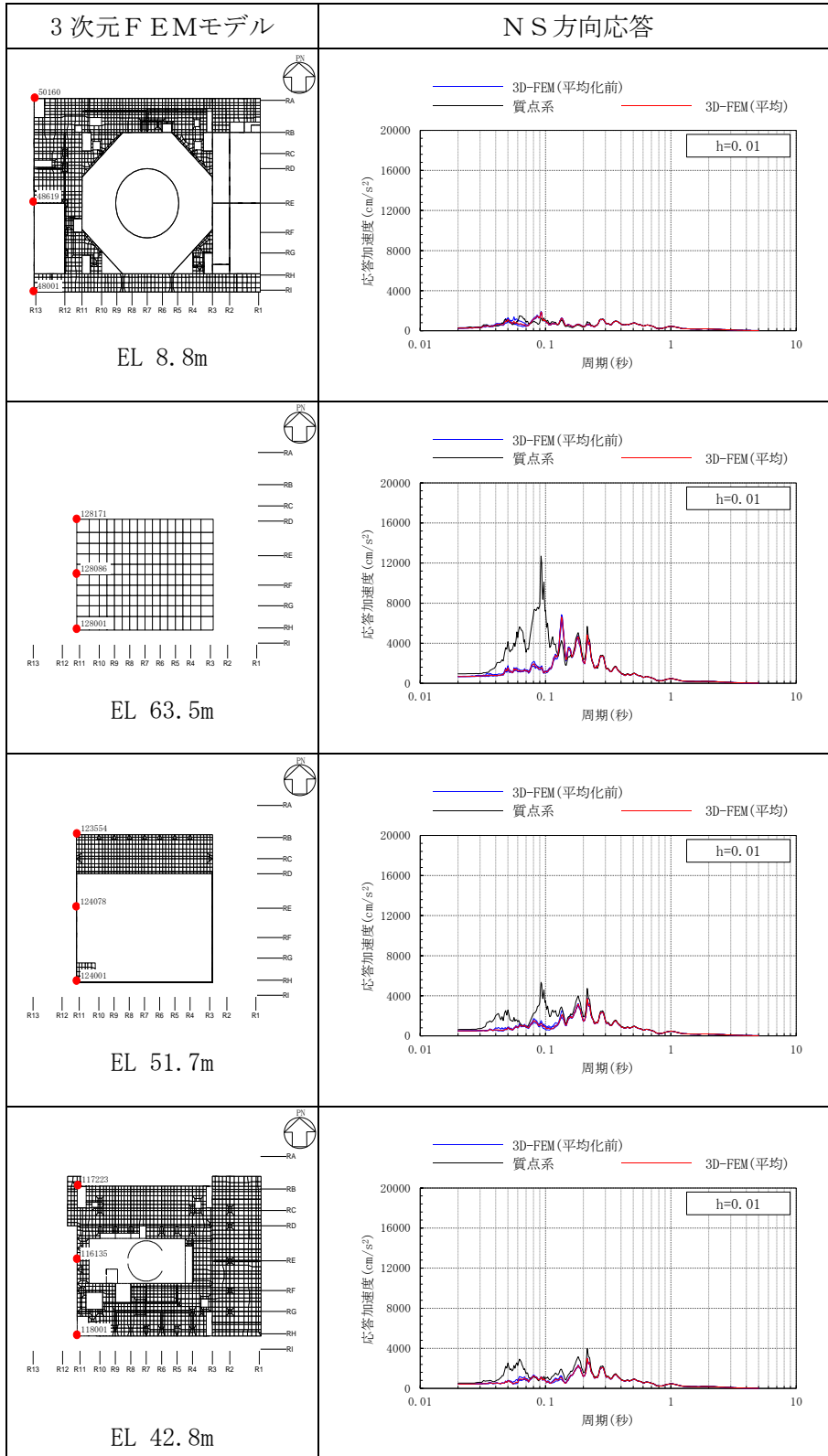


表 3-57(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N2EW, NS方向)

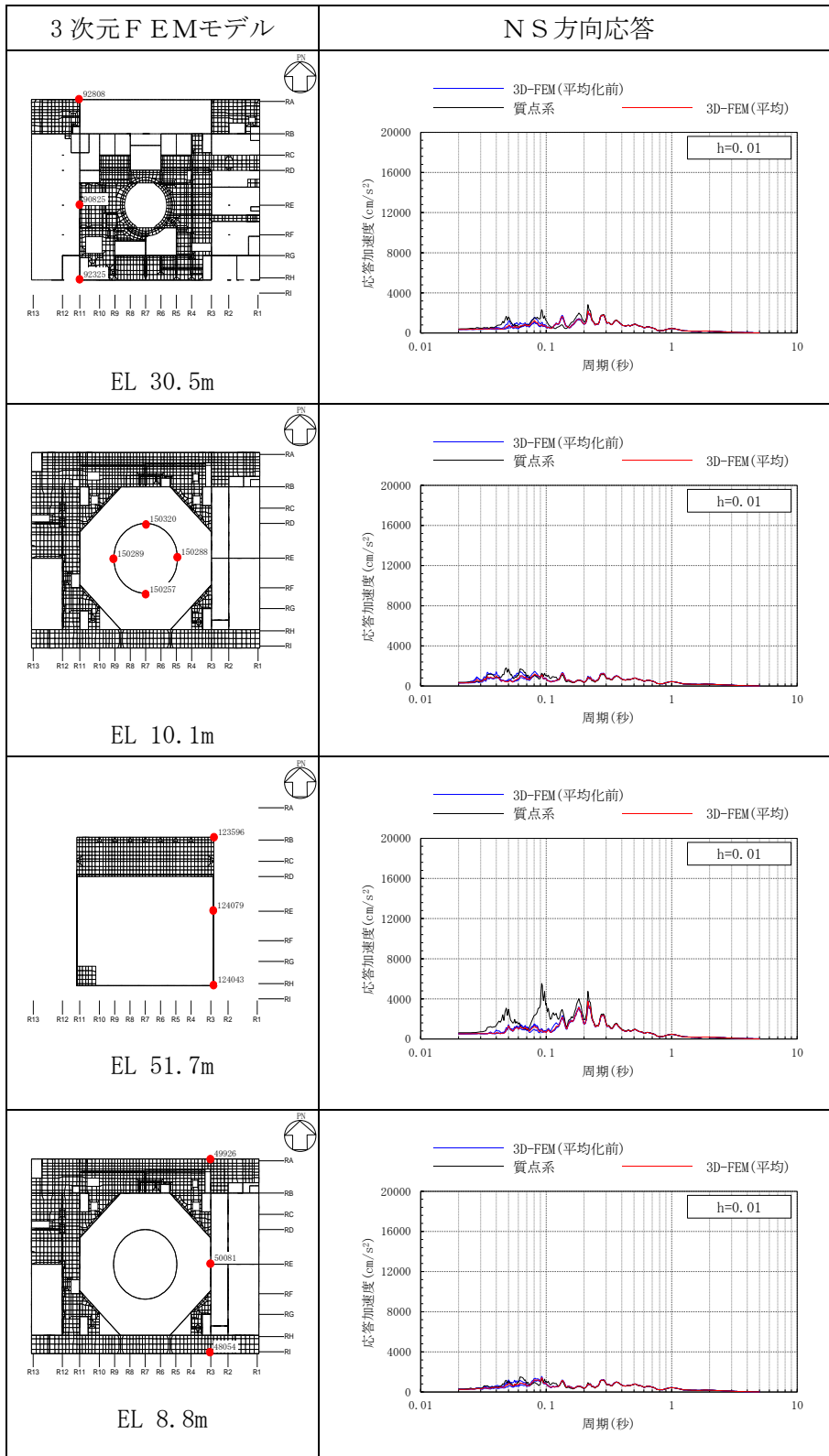


表 3-57(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d-N 2EW, NS方向)

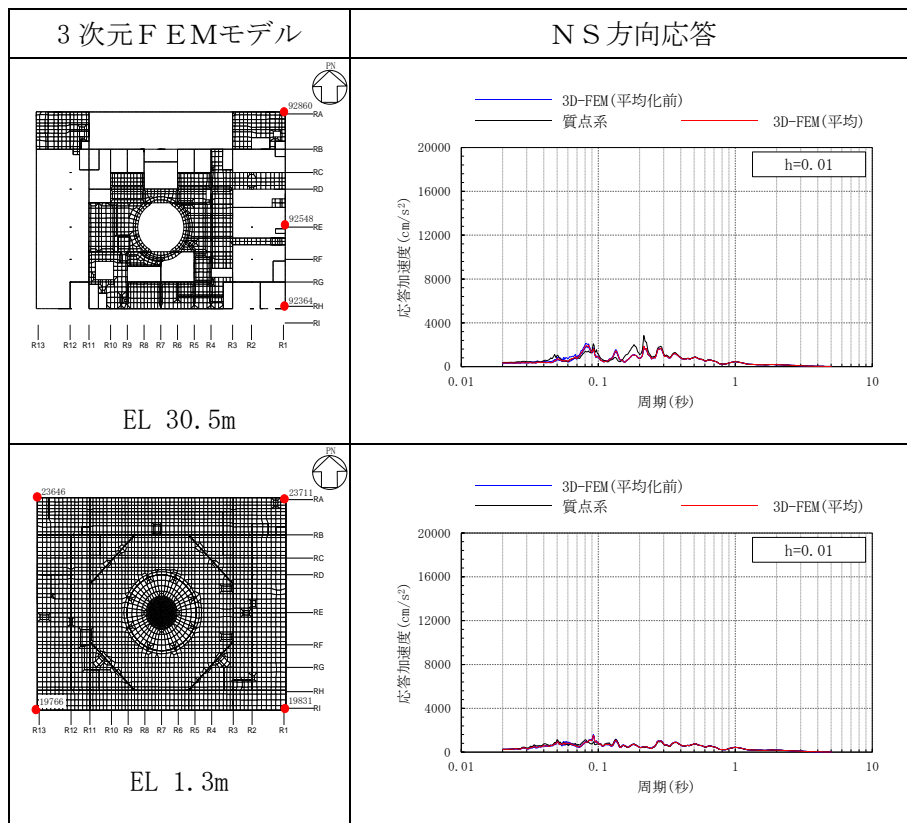


表 3-58(1) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2 NS, EW方向)

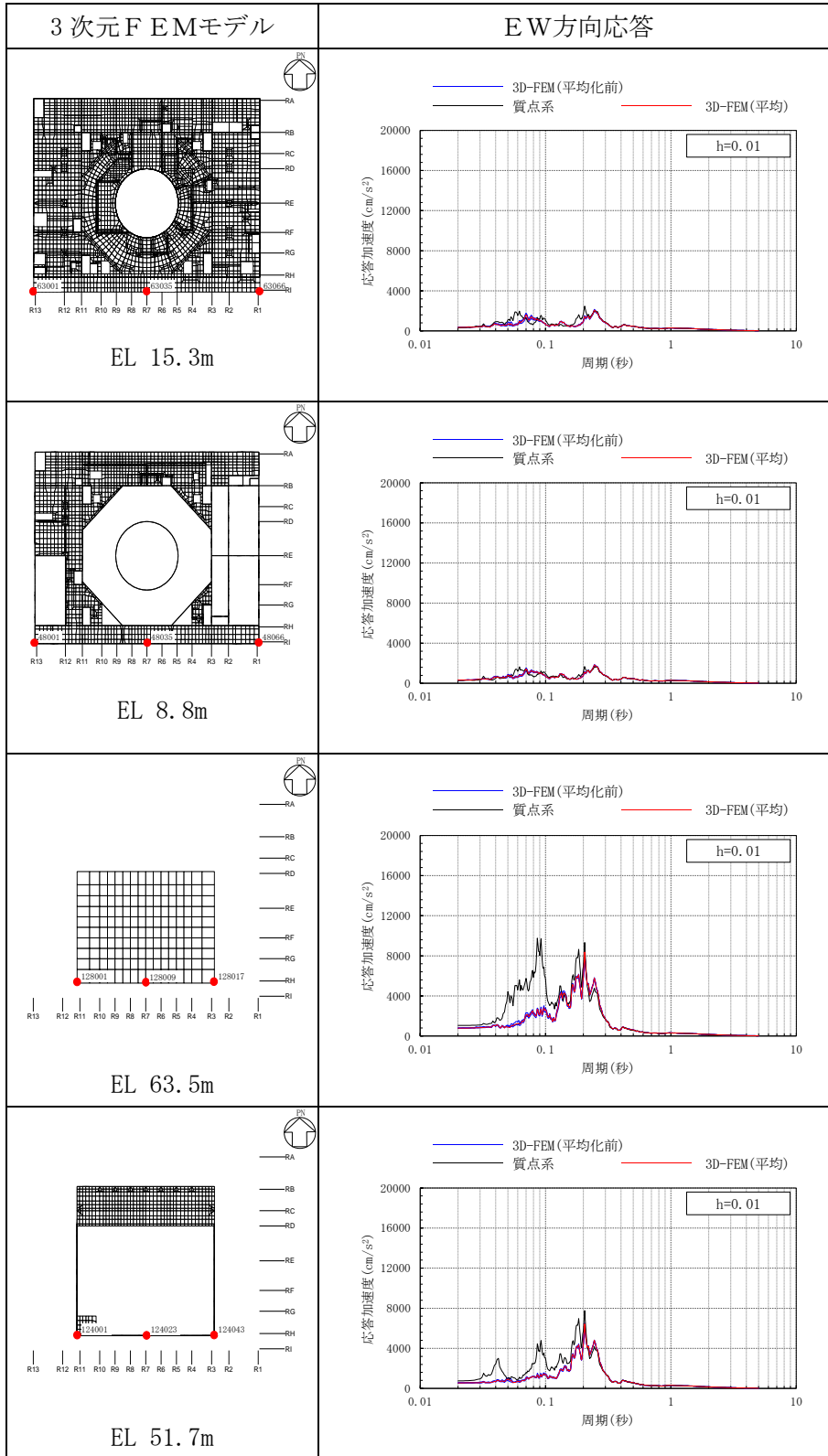


表 3-58(2) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2 NS, EW方向)

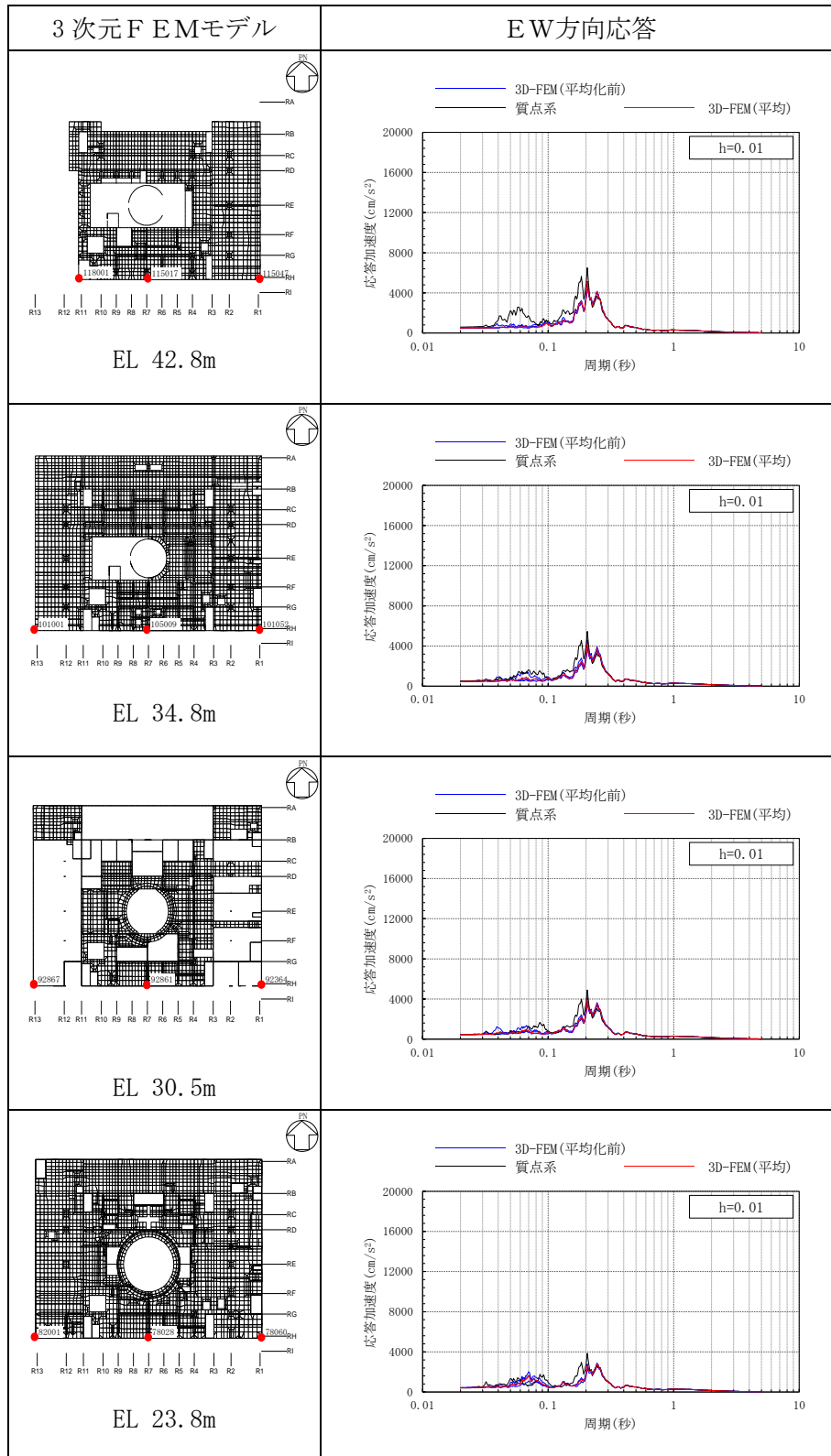


表 3-58(3) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(Sd-N2NS, EW方向)

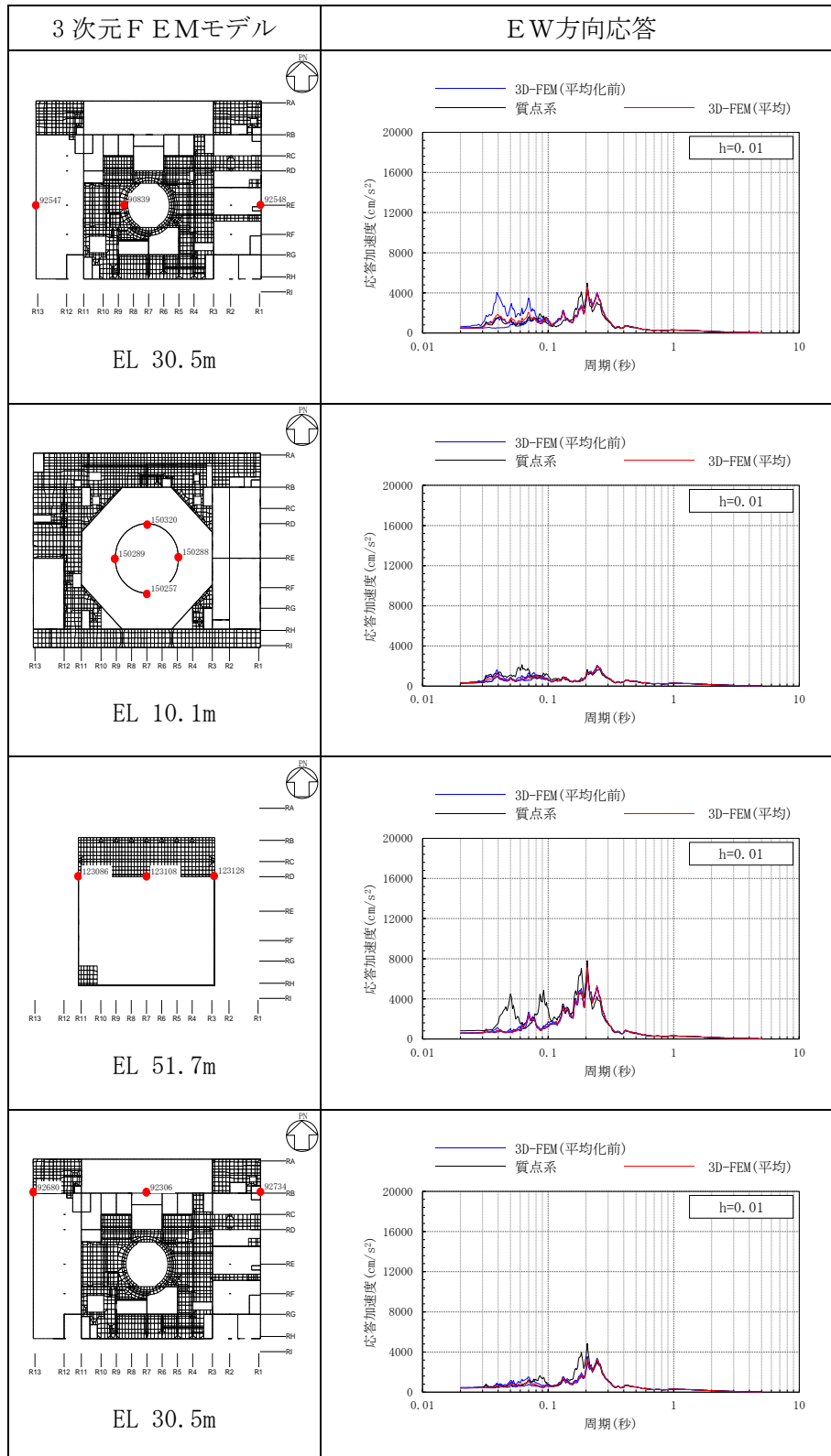
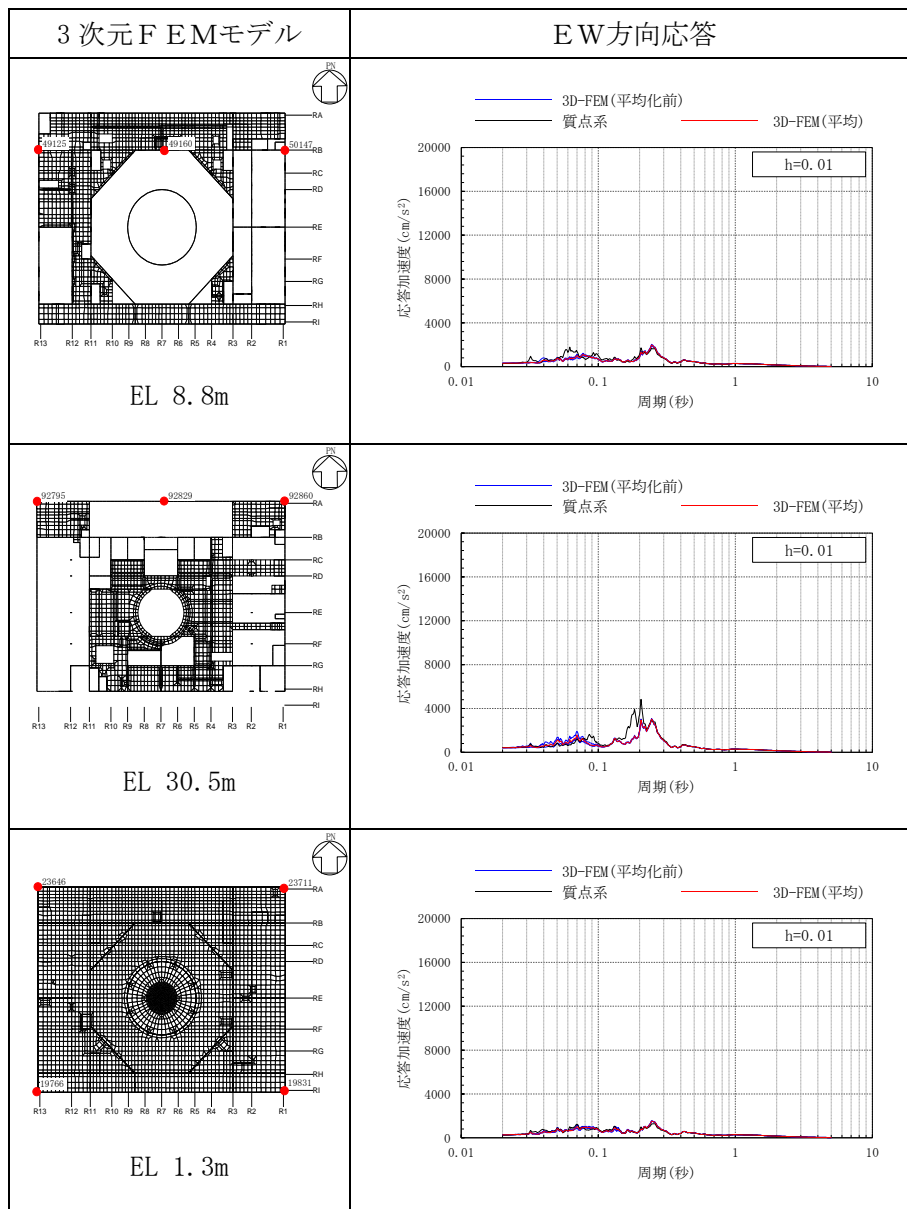


表 3-58(4) 3次元FEMモデルの加速度応答スペクトルの平均化前後の比較
(S d - N 2 N S, EW方向)



4. まとめ

別紙2「原子炉建物3次元FEMモデルを用いた精査」においては、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出した原子炉建物(燃料取替階レベル)の壁(一般部)について、3次元FEMモデルにより精査を行い、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の考慮が必要な部位は抽出されなかったことを確認した。

本資料では、建物評価部位全般に対し、原子炉建物を対象とした3次元FEMモデルより、水平2方向及び鉛直方向入力時の最大応答加速度を算出し検討することで、局所的な応答についての精査を行った。精査の結果、有している耐震性への影響が小さいと判断できることから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価が必要な部位は抽出されなかった。

以上のことから、3次元的な応答特性が想定される部位として抽出された部位については、有する耐震性への影響が小さいと判断できることから、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる評価を行う部位として抽出しない。

別紙 3-1 補助壁の考慮有無による建物応答への影響
について

目 次

1. 概要.....	別紙 3-1-1
1.1 検討概要.....	別紙 3-1-1
2. 解析モデル.....	別紙 3-1-2
3. 検討結果.....	別紙 3-1-5
3.1 固有値解析結果.....	別紙 3-1-5
4. まとめ.....	別紙 3-1-10

1. 概要

1.1 検討概要

VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に示す原子炉建物の質点系モデル（以下「今回工認モデル」という。）では、耐震要素として耐震壁を考慮している。一方で、別紙3に示す3次元FEMモデルでは、耐震壁以外の主要な壁（以下「補助壁」という。）についてもモデル化している。

本資料では、3次元FEMモデルのうち質点系対応モデルと今回工認モデルで補助壁の考慮の有無に差異があるため、今回工認モデルと耐震壁及び補助壁の剛性を考慮した質点系モデル（以下「補助壁考慮モデル」という。）を比較することにより、補助壁の考慮有無による建物応答への影響を確認する。

なお、影響検討は、別紙3において3次元的な応答特性による応答補正比率を用いた耐震影響評価を実施する際に、質点系対応モデルの水平方向の応答を用いることから、水平方向を対象とする。

地震応答解析モデルにおける剛性の評価範囲を表1-1に示す。

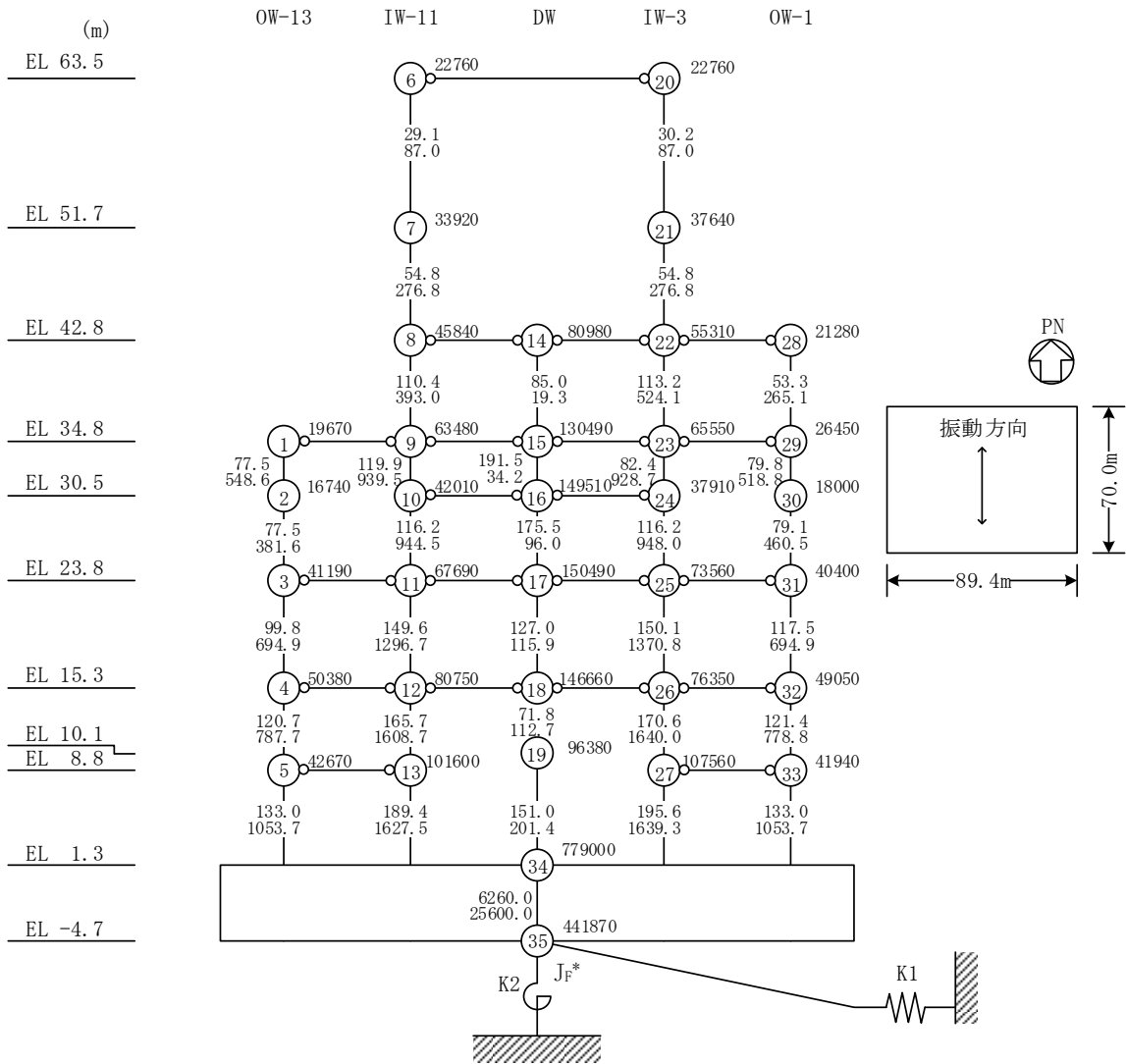
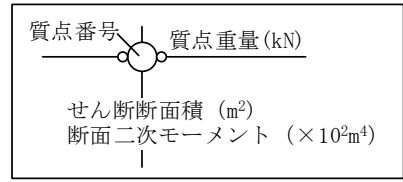
表1-1 地震応答解析モデルにおける剛性の評価範囲

地震応答解析モデル	剛性の評価範囲	備考
質点系モデル (今回工認モデル)	耐震壁を考慮	VI-2-2-2の今回工認モデル
3次元FEMモデル (質点系対応モデル)	耐震壁及び補助壁を考慮	別紙3の質点系対応モデル
質点系モデル (補助壁考慮モデル)	耐震壁及び補助壁を考慮	別紙3-1において今回工認モデルと比較

2. 解析モデル

補助壁考慮モデルの水平方向の地震応答解析モデルを図 2-1 に示す。

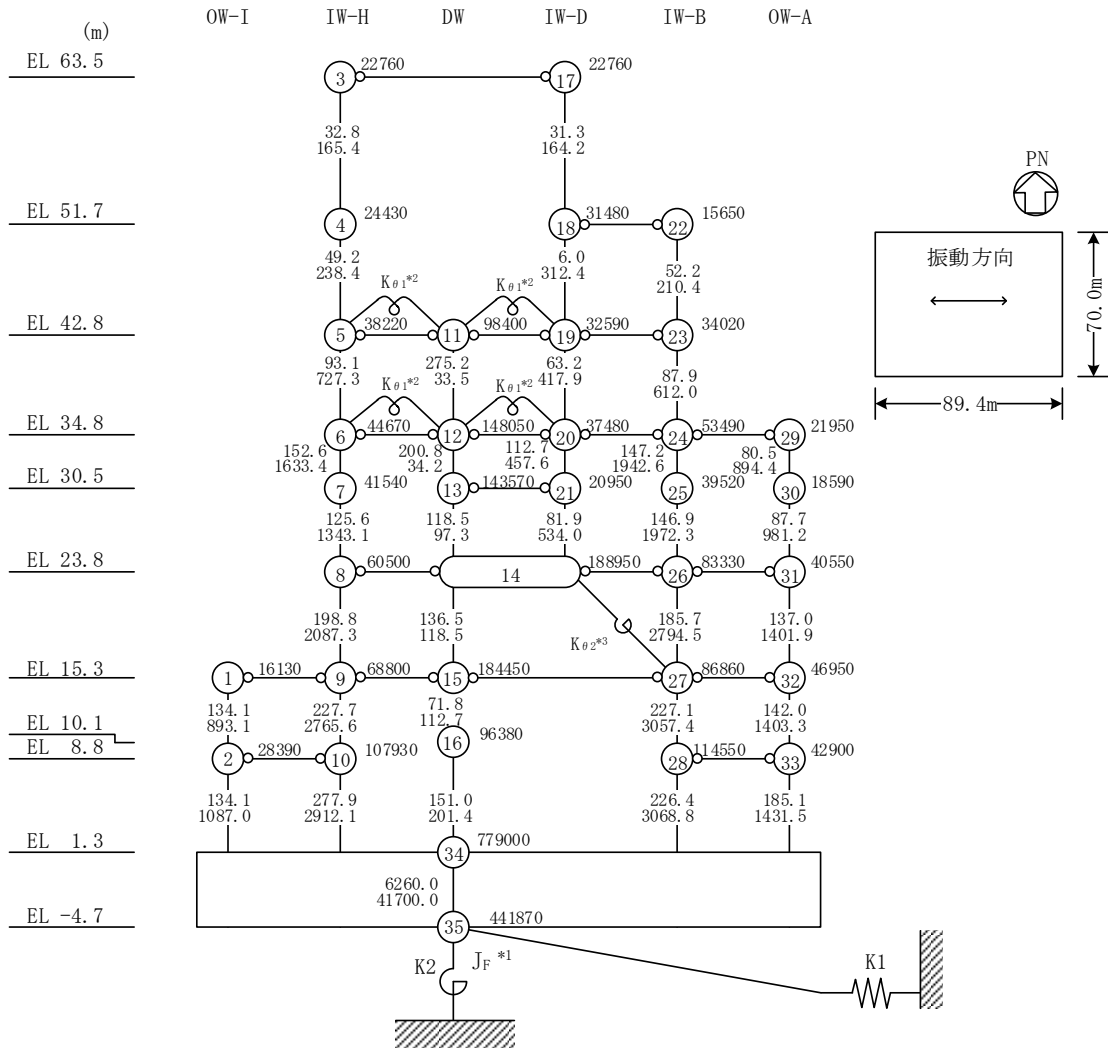
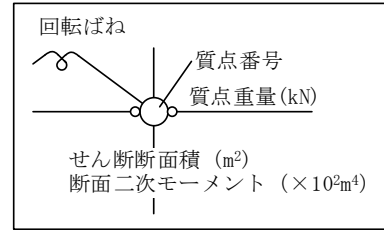
なお、補助壁考慮モデルにおける補助壁の考慮範囲やモデル化の考え方は、「NS2-補-024-01 原子炉建物の地震応答計算書に関する補足説明資料」の別紙 3「地震応答解析における不確かさに関する検討」に示す原子炉建物の地震応答解析モデル（ケース 5～ケース 7）と同様としており、今回工認モデルからの地震応答解析モデルの諸元の変更箇所はせん断断面積のみである。



注記* : 回転慣性重量 ($12.25 \times 10^8 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

ばね番号	地盤ばね成分	ばね定数 K c
K1	底面・水平	$1.55 \times 10^9 \text{ (kN/m)}$
K2	底面・回転	$2.13 \times 10^{12} \text{ (kN} \cdot \text{m/rad)}$

図 2-1(1) 原子炉建物の地震応答解析モデル (補助壁考慮モデル) (N S 方向)



注記*1：回転慣性重量 ($20.88 \times 10^6 \text{kN} \cdot \text{m}^2$)

*2：燃料プール壁の回転ばね ($2.567 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

*3：内部ボックス壁の軸抵抗を考慮した回転ばね ($158.1 \times 10^9 \text{kN} \cdot \text{m/rad}$)

ばね番号	地盤ばね成分	ばね定数 K c
K1	底面・水平	$1.51 \times 10^9 \text{ (kN/m)}$
K2	底面・回転	$3.02 \times 10^{12} \text{ (kN} \cdot \text{m/rad)}$

図 2-1(2) 原子炉建物の地震応答解析モデル (補助壁考慮モデル) (EW方向)

3. 検討結果

3.1 固有値解析結果

今回工認モデルと補助壁考慮モデルの固有値解析結果の比較を表 3-1 に示す。

また、刺激関数図の比較を図 3-1 及び図 3-2 に示す。

補助壁考慮モデルの固有振動数は、補助壁の剛性の影響により今回工認モデルに比べて僅かに大きくなるものの、おおむね同程度となることを確認した。

表 3-1 固有値解析結果の比較

(a) NS方向

(単位：Hz)

次数	今回工認モデル	補助壁考慮モデル
1	4.55	4.67 (1.02)
2	10.10	10.37 (1.03)
3	14.39	14.66 (1.02)
4	19.23	20.39 (1.06)
5	21.71	21.77 (1.00)
6	23.28	23.32 (1.00)

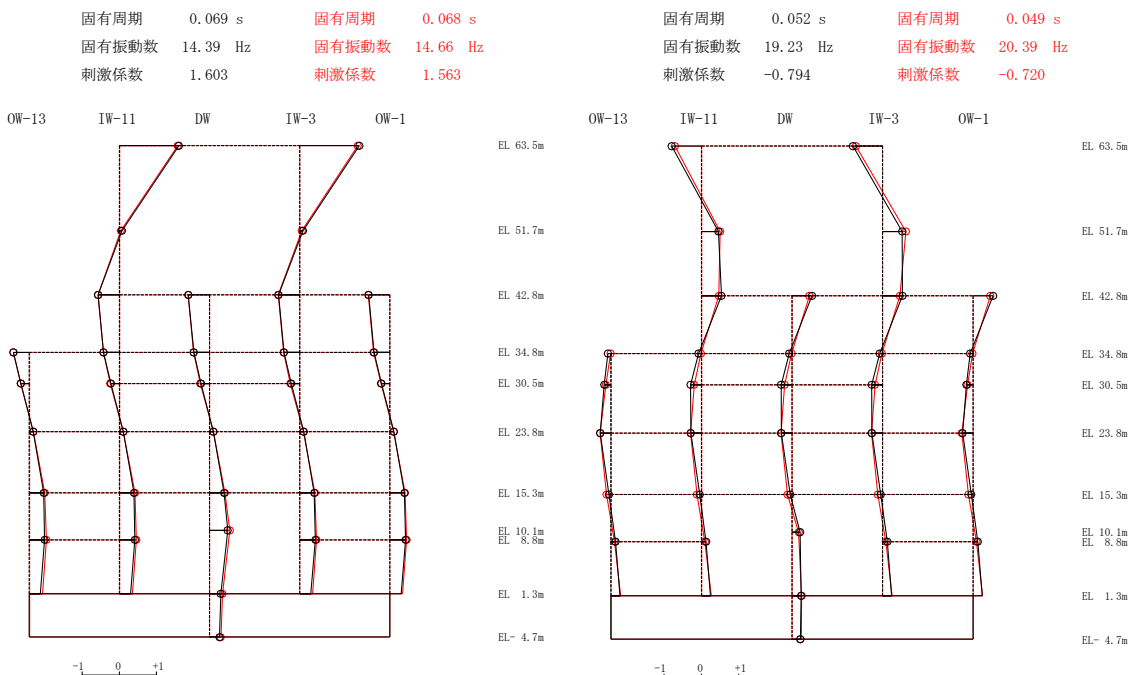
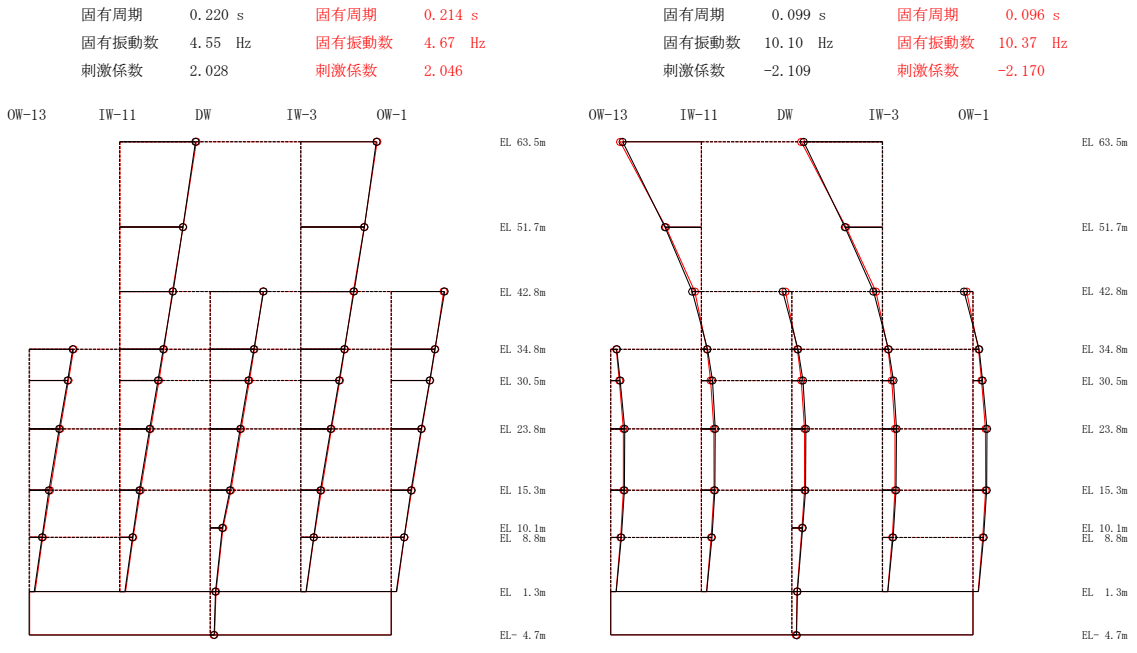
(b) EW方向

(単位：Hz)

次数	今回工認モデル	補助壁考慮モデル
1	4.94	5.07 (1.03)
2	10.72	10.91 (1.02)
3	14.84	15.11 (1.02)
4	19.63	19.68 (1.00)
5	20.14	20.76 (1.03)
6	22.60	23.04 (1.02)

注：() 内は今回工認モデルに対する比率

○—今回工認モデル
○—補助壁考慮モデル



注：今回工認モデルを黒，補助壁考慮モデルを赤で示す。

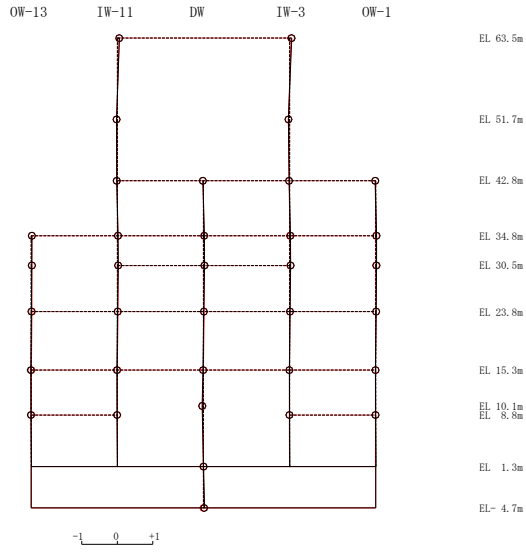
図 3-1(1) 刺激関数図の比較 (NS 方向)

—○— 今回工認モデル

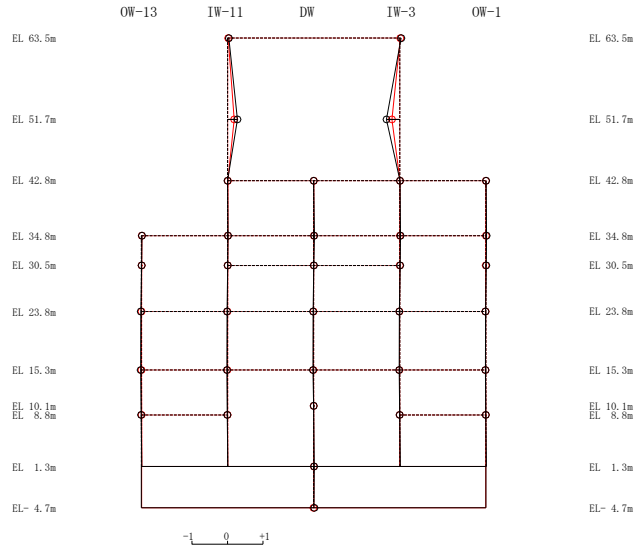
—○— 補助壁考慮モデル

固有周期	0.046 s	固有周期	0.046 s
固有振動数	21.71 Hz	固有振動数	21.77 Hz
刺激係数	0.059	刺激係数	0.047

固有周期	0.043 s	固有周期	0.043 s
固有振動数	23.28 Hz	固有振動数	23.32 Hz
刺激係数	-0.375	刺激係数	-0.219



5次 モード



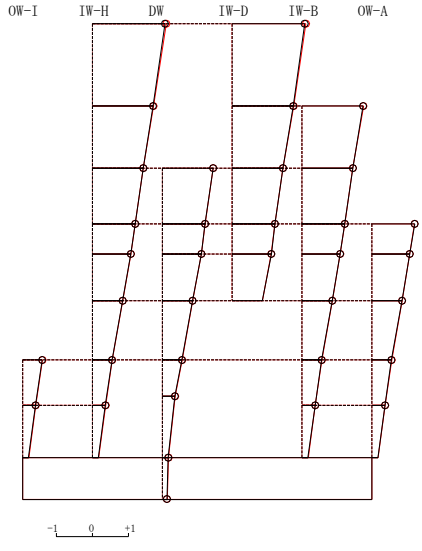
6次 モード

注：今回工認モデルを黒，補助壁考慮モデルを赤で示す。

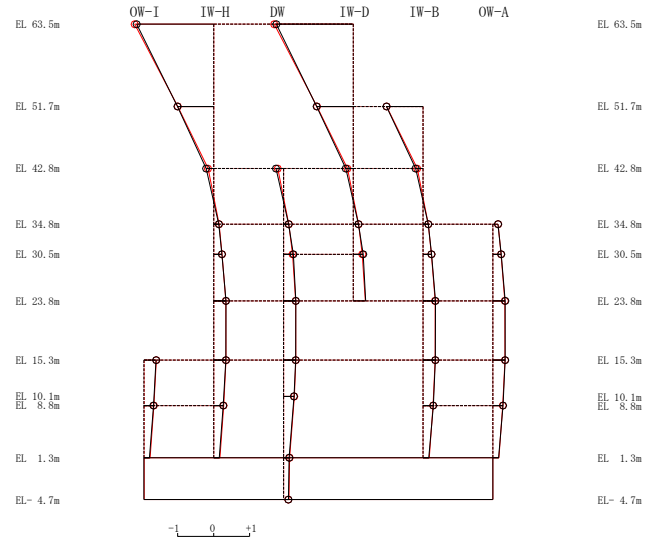
図 3-1(2) 刺激関数図の比較 (NS 方向)

○—今回工認モデル
○—補助壁考慮モデル

固有周期	0.203 s	固有周期	0.197 s	固有周期	0.093 s	固有周期	0.092 s
固有振動数	4.94 Hz	固有振動数	5.07 Hz	固有振動数	10.72 Hz	固有振動数	10.91 Hz
刺激係数	2.012	刺激係数	2.051	刺激係数	-2.137	刺激係数	-2.204

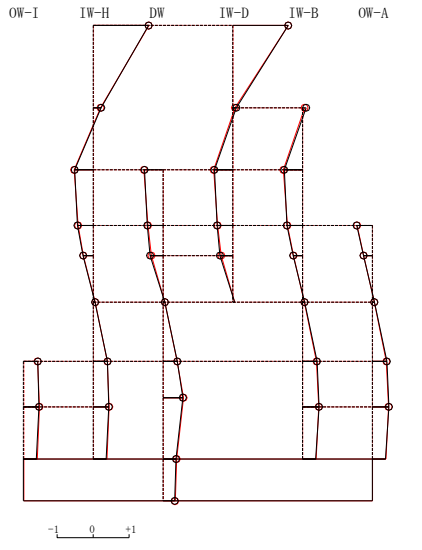


1次モード

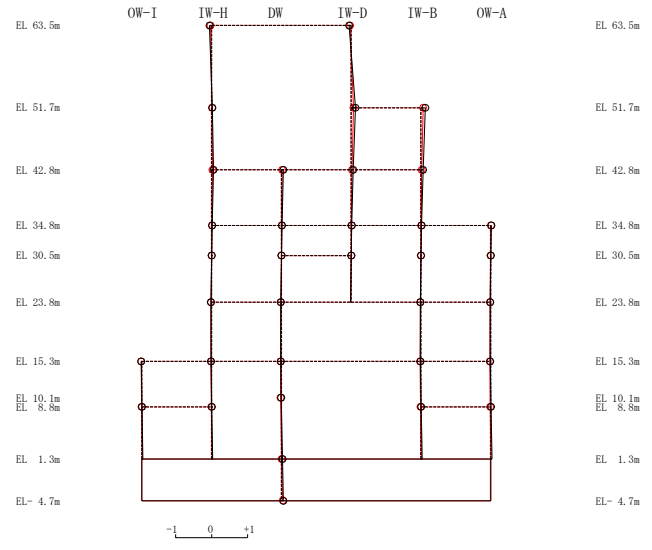


2次モード

固有周期	0.067 s	固有周期	0.066 s	固有周期	0.051 s	固有周期	0.051 s
固有振動数	14.84 Hz	固有振動数	15.11 Hz	固有振動数	19.63 Hz	固有振動数	19.68 Hz
刺激係数	1.542	刺激係数	1.536	刺激係数	0.118	刺激係数	0.072



3次モード



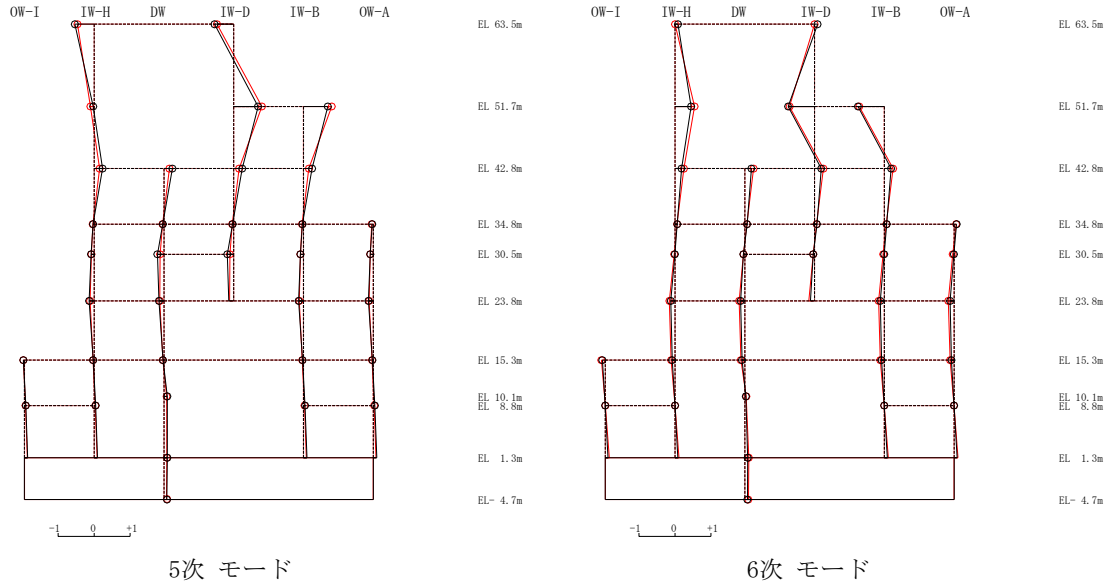
4次モード

注：今回工認モデルを黒，補助壁考慮モデルを赤で示す。

図 3-2(1) 刺激関数図の比較 (EW方向)

—○— 今回工認モデル
—●— 補助壁考慮モデル

固有周期	0.050 s	固有周期	0.048 s	固有周期	0.044 s	固有周期	0.043 s
固有振動数	20.14 Hz	固有振動数	20.76 Hz	固有振動数	22.60 Hz	固有振動数	23.04 Hz
刺激係数	0.674	刺激係数	0.786	刺激係数	-0.736	刺激係数	-0.695



注：今回工認モデルを黒，補助壁考慮モデルを赤で示す。

図 3-2(2) 刺激関数図の比較 (EW方向)

4. まとめ

今回工認モデルと補助壁考慮モデルの固有値解析結果の比較を行い、固有振動数は両モデルでおおむね同程度の結果となったことから、補助壁の考慮の有無が建物の応答性状に与える影響が小さいことを確認した。

別紙 4 機器・配管系に関する影響検討

目 次

別紙 4.1	機器・配管系の耐震評価における水平 2 方向入力の影響有無整理結果	別紙 4.1-1
別紙 4.2	水平 2 方向の地震による代表設備の増分影響結果	別紙 4.2-1
別紙 4.3	水平 2 方向の地震による発生値と許容値の比較結果	別紙 4.3-1
別紙 4.4	個別設備に関する補足説明	別紙 4.4-1
別紙 4.5	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の影響評価における代表性	別紙 4.5-1
別紙 4.6	水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せ方法の検討	別紙 4.6-1
別紙 4.7	原子炉建物 3 次元 FEM モデルの面外応答に係る 機器・配管系への影響検討	別紙 4.7-1
別紙 4.8	原子炉建物 3 次元 FEM モデルの応答解析結果に係る 機器・配管系への影響検討	別紙 4.8-1

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無(3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの(考慮方法を表3に示す。)	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点(3.2.4項(2)に対応)			
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由		
燃料集合体	燃料被覆管	一次応力	○	-	水平2方向の影響がある。	×	-		
		一次+二次応力	○	-	同上				
		一次+二次+ピーク応力	○	-	同上				
炉心支持構造物	炉心シュラウド	上部胴 下部胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
		中間胴	一次一般膜応力	△	B				同上
			一次一般膜応力+一次曲げ応力 座屈	△ △	B B				同上 同上
	シュラウドサポート	レグ	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円周配置であるため、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。	×	-	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
			座屈	△	B				同上
	上部格子板	グリッドプレート	一次一般膜応力	△	B	評価部位は格子構造であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。	×	-	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
	炉心支持板	補強ビーム 支持板	一次一般膜応力	△	B	水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。	×	-	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
		スタッド	一次一般膜応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。			
一次一般膜応力+一次曲げ応力			△	C	同上				
燃料支持金具	中央燃料支持金具 周辺燃料支持金具	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-		
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上	
炉心支持構造物	制御棒案内管	下部溶接部 長手中央部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
原子炉圧力容器	円筒胴	円筒胴	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
			一次+二次応力	△	B				同上
			一次+二次+ピーク応力	△	B				同上
	下鏡	下鏡 下鏡と円筒胴の接合部 原子炉圧力容器支持スカートと 円筒胴の接合部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせる場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
			一次+二次応力	△	B				同上
			一次+二次+ピーク応力	△	B				同上

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)			
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由		
原子炉圧力容器	制御棒貫通孔	ハウジング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				
			一次+二次応力	△	B				
			一次+二次+ピーク応力	△	B				
		スタブチューブ	一次一般膜応力	△	B				同上
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
			一次+二次応力	△	B				同上
			一次+二次+ピーク応力	△	B				同上
	原子炉中性子計装孔	原子炉中性子計装ハウジング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				
			一次+二次応力	△	B				
			一次+二次+ピーク応力	△	B				
	ノズル	各部位	一次一般膜応力	△	D	評価においては3次的に配置されている接続配管の応答を使用しており、この配管応答は水平2方向を考慮した評価を実施していることから、ノズルについても水平2方向を考慮した評価となっている。	○	3次元はリモデルの応答解析結果(配管反力)を用い、耐震評価を実施している。	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	D				同上
			一次+二次応力	△	D				同上
			一次+二次+ピーク応力	△	D				同上
ブラケット類	スタビライザブラケット	一次一般膜応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】	×	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	C				同上	
	蒸気乾燥器支持ブラケット	一次一般膜応力	△	D	水平2方向入力時の地震力を4つのブラケットのうち2つで分担した荷重を方向ごとに考慮した評価を行っている。【補足説明資料2】	×	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D				同上	
	炉心スプレイブラケット	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D				同上	
	給水スパーチャブラケット	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D				同上	
		純せん断応力	△	D	同上				
原子炉圧力容器支持構造物	原子炉圧力容器基礎ボルト	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】	×	-	
			せん断応力	△	C				水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】
原子炉圧力容器支持構造物	原子炉圧力容器支持スカート	支持スカート	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
			一次+二次応力	△	B				同上
			一次+二次+ピーク応力	△	B				同上
			座屈	△	B				同上

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
原子炉圧力容器付属構造物	原子炉圧力容器スタビライザ	ロッド	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】	×	-
		ブラケット	せん断応力 曲げ応力	△ △	C C	同上 同上		
	原子炉格納容器スタビライザ	パイプ	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】	×	-
			せん断応力	△	C	同上		
			圧縮応力	△	C	同上		
			曲げ応力	△	C	同上		
			組合せ応力	△	C	同上		
		フランジボルト	引張応力	△	C	同上		
		ガセットプレート	せん断応力	△	C	同上		
			曲げ応力	△	C	同上		
	組合せ応力		△	C	同上			
	制御棒駆動機構ハウジング支持金具	レストレントビーム一般部 レストレントビーム端部	曲げ応力	△	B	水平方向地震が作用する際に、加振軸上に最大応力が発生する。水平2方向の地震力が同時に作用した場合においても、それぞれの方向の加振軸上に最大応力が発生する。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
		レストレントビーム結合ボルト	引張応力	△	B	水平方向地震が作用する際に、加振軸上に最大応力が発生する。水平2方向の地震力が同時に作用した場合においても、それぞれの方向の加振軸上に最大応力が発生する。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
			せん断応力	△	B	同上		
	ジェットポンプ計測配管貫通部シール	貫通部シール	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上		
			一次+二次応力	△	D	同上		
			一次+二次+ピーク応力	△	D	同上		
	差圧検出・ほう酸水注入系配管 (ティールよりN11ノズルまでの外管)	差圧検出管	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	従来より、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施しており、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上		
一次+二次応力			△	D	同上			
一次+二次+ピーク応力			△	D	同上			
蒸気乾燥器	蒸気乾燥器ユニット	一次一般膜応力	△	C	従来評価で評価が厳しくなる方向に地震荷重を与えているため、水平2方向入力を考慮しても水平1方向の地震荷重と同等となる。したがって水平2方向の影響は軽微である。	×	-	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	C	同上			
	耐震用ブロック	純せん断応力	△	D	水平2方向入力時の地震力を4つの耐震用ブロックのうち2つで分担した荷重を方向ごとに考慮した評価を行っている。【補足説明資料2】			
	気水分離器及びスタンドパイプ シュラウドヘッド 原子炉中性子計装案内管	各部位	一次一般膜応力	△	B			評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】
一次一般膜応力+一次曲げ応力			△	B	同上			
スパーージャ 炉内配管	各部位	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	従来より、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施しており、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由	
原子炉 構造力 物容器 内	ジェットポンプ	ライザ ディフューザ ライザブレース	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	従来より、3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施しており、ねじれる状態についても耐震評価に用いる同種の荷重として算出される。
		一次一般膜応力＋一次曲げ応力	△	D	同上			
使用済燃料貯蔵ラック	ラック部材 (板、シートプレート及びラックベース)	引張応力	○	-	水平それぞれの方向における評価において、最大応力発生箇所は異なるものの、円形状の一樣断面でないため、発生応力は積算される。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	3次元FEMモデルを作成し、耐震評価を実施している。	
		せん断応力	○	-	同上			
		組合せ応力	○	-	同上			
	ラック取付ボルト 基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	-	
せん断応力		△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】				
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	ラック	引張応力	○	-	水平それぞれの方向における評価において、最大応力発生箇所は異なるものの、円形状の一樣断面でないため、発生応力は積算される。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	-	
		せん断応力	○	-	同上			
		組合せ応力	○	-	同上			
	サポート	引張応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料3】	×		
		せん断応力	△	A	水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しない構造となっている。したがって、水平2方向入力の影響はない。【補足説明資料3】			
		組合せ応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料3】			
	底部基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	○		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
	サポート部基礎ボルト	引張応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料3】	○		
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。			
燃料プール水位・温度 (SA)	架構	引張(圧縮)応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。	
		せん断応力	○	-	同上			
		曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
	ワークテーブルフック	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。			
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
燃料プール水位 (SA)	検出器保護管	曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		組合せ応力	△	D	同上		
	検出器架台基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
燃料プール監視カメラ	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
燃料プール監視カメラ用冷却設備	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
アキュムレータ	胴板	一次一般膜応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		一次応力	○	—	同上		
		一次+二次応力	○	—	同上		
	脚	組合せ応力	○	—	同上		
残留熱除去系熱交換器	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	—
		一次応力	△	B	同上		
		一次+二次応力	△	B	同上		
	ラグ	組合せ応力	△	B	水平2方向が同時に作用した場合においても、応力評価点が区別されるため、2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	B	同上		
追設基礎ボルト	せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
立形ポンプ	コラムパイプ パレルケーシング	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	○	現在考慮しているX,Y方向振動モードではねじれ振動は現れない。よって、ねじれ振動モードが高次に現れる可能性があるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。
	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
ECCSストレナ 原子炉隔離時冷却系ストレナ	各部位 (フランジ、取付ボルト以外)	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	—
	フランジ	曲げ応力	△	D	同上		
	ボルト	引張応力	△	D	同上		
ECCSストレナ部ティー 原子炉隔離時冷却系ストレナ部ティー	ティー フランジ	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	—

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
ECCS ストレーナ取付部コネクタ	コネクタ フランジ	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	—
ECCS ストレーナ取付部サポート	サポートパイプ サポートパイプ溶接部 サポートプレート サポートボルト	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	—
横形ポンプ 補機海水ストレーナ ポンプ駆動用タービン 空調ファン 空調ユニット	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
原子炉補機冷却系熱交換器	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】	×	—
		一次応力	△	A	同上		
		一次+二次応力	△	A	同上		
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】		
		基礎ボルト	引張応力	△	A		
連結板	引張応力	△	A	水平方向の地震荷重を分散して負担する構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。			
横置円筒形容器	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】	×	—
		一次応力	△	A	同上		
		一次+二次応力	△	A	同上		
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】		
		基礎ボルト	引張応力	△	A		
	せん断応力		△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
	組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由	
たて置円筒形容器（スカート支持）	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
		一次+二次応力	△	B				同上
	スカート	組合せ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】			
		座屈	△	B				同上
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】			
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】			
組合せ応力		△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。				
制御棒駆動機構	フランジ	一次応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
		一次+二次応力	△	B				同上
		一次+二次+ビーク応力	△	B				同上
		引張応力	△	D				水平2方向を考慮した評価を実施している。
水圧制御ユニット	フレーム	せん断応力	△	D	同上	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。	
		圧縮応力	△	D				
		曲げ応力	△	D				
		組合せ応力	△	D				
		引張応力	△	D				
	取付ボルト	引張応力	△	D	同上	×	-	
		せん断応力	△	D				
平底たて置円筒形容器	胴板	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
		一次+二次応力	△	B				同上
		座屈	△	B				同上
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】			
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】			
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。			
核計測装置	各部位	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	B				同上
伝送器（矩形床置）	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	-	
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由
伝送器（矩形壁掛）	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	溶接部	せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
伝送器（サポート鋼材固定）	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	溶接部	せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
制御盤、電気盤（矩形床置）	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
制御盤、電気盤（矩形壁掛）	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	溶接部	せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
モニタリング設備（矩形床置）	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
モニタリング設備（矩形壁掛）	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
通信連絡設備（アンテナ類）（矩形床置）	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由	
通信連絡設備（アンテナ類）（矩形壁掛）	基礎ボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—	
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。			
		組合せ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。			
	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—	
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。			
ダクト本体、サポート	ダクト本体（矩形）	座屈	△	A	弱軸の有効断面に対し、最大応答を示す方向の地震力により評価を実施しており、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—	
	ダクト本体（円形）	座屈	△	D	水平2方向を考慮したモーメント基準で設計したビッチスパンよりも振動数基準で設計したビッチスパンの方が短いスパンとなることを確認した上で、設計は振動数基準で実施していることから水平2方向を考慮した評価となっている。			
	サポート	一次応力（組合せ）	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
中央制御室待避室遮蔽	構造フレーム（鉄骨、鋼板）	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元FEMモデルを作成し、耐震評価を実施している。	
		せん断応力	△	D	同上			
		圧縮応力	△	D	同上			
		曲げ応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
	基礎ボルト 遮蔽パネル接合部ボルト	引張応力	△	D	同上			
		せん断応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
	構造フレーム接合部高力ボルト	せん断応力	△	D	同上			
	遮蔽パネル 気密用鋼板	組合せ応力	△	D	同上			
原子炉格納容器	ドライウエル	ドライウエル上ふた球形部とナックル部の接合部 円筒部とナックル部の接合部 ナックル部と球形部の接合部 球形部の板厚変化部 球形部と円筒部の接合部 円筒部と球形部の接合部	一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	—
		一次＋二次応力	△	B	同上			
	円筒部	一次一般膜応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】			
		一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	同上			
		一次＋二次応力	△	B	同上			
	基部	一次膜応力＋一次曲げ応力	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】			
		一次＋二次応力	△	B	同上			
		座屈	△	B	同上			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)						
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由					
サブプレッションチェンバ	サブプレッションチェンバ胴中央部上部	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-					
	サブプレッションチェンバ胴中央部下部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上							
	サブプレッションチェンバ胴中央部内側	一次+二次応力	△	D	同上							
	サブプレッションチェンバ胴中央部外側	一次+二次応力	△	D	同上							
サブプレッションチェンバ	サブプレッションチェンバ胴エビ継部上部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-					
	サブプレッションチェンバ胴エビ継部下部	一次+二次応力	△	D	同上							
原子炉格納容器	シヤラグ	内側メイルシヤラグ	せん断応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】	×	-				
		外側メイルシヤラグ							曲げ応力	△	C	同上
		内側フィメイルシヤラグ							組合せ応力	△	C	同上
	シヤラグ	内側メイルシヤラグ接触部	支圧応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】						
		外側メイルシヤラグ接触部										
	シヤラグ	基礎ボルト	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】						
		シヤラグ							ベースプレート	せん断応力	△	C
	シヤプレート		曲げ応力	△	C	同上						
	シヤプレート		組合せ応力	△	C	同上						
	シヤラグ	内側シヤラグサポート	引張応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】						
			圧縮応力	△	C	同上						
	シヤラグ	シヤラグ取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	C	水平方向の地震荷重を分散して負担する多角形配置の構造となっているため、水平2方向の地震荷重が同時に作用した場合においても方向ごとにその地震荷重は分担される。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料1】						
			一次+二次応力	△	C	同上						
	サブプレッションチェンバサポート	サポート	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			×	-		
ベースとベースプレートの接合部			せん断応力	△	D	同上						
			圧縮応力	△	D	同上						
			曲げ応力	△	D	同上						
			組合せ応力	△	D	同上						
シヤキー		せん断応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。							
		支圧圧力	△	D	同上							
ベースプレート		せん断応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。							
		曲げ応力	△	D	同上							
		組合せ応力	△	D	同上							
コンクリート		圧縮応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。							
ボルト		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。							
基礎ボルト												

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由	
原子炉格納容器	ハッチ類	ハッチ円筒胴	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上		
			一次+二次応力	△	D	同上		
	原子炉格納容器配管貫通部	ハッチ本体と補強板との結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
			一次+二次応力	△	D	同上		
			一次+二次+ピーク応力	△	D	同上		
		原子炉格納容器とスリーブとの結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
			一次+二次応力	△	D	同上		
			一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
	原子炉格納容器電気配線貫通部	スリーブ	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
			一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上		
			一次+二次応力	△	D	同上		
ドライウエルとスリーブとの結合部		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次+二次応力	△	D	同上			
		一次+二次+ピーク応力	△	D	同上			
真空破壊装置	スリーブ	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
		一次+二次応力	△	D	同上			
	スリーブとベント管との結合部	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
		一次+二次+ピーク応力	△	D	同上			
ダウンカマ	ダウンカマ	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
		一次+二次応力	△	D	同上			
	ベントヘッドとダウンカマの結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次+二次応力	△	D	同上			
		一次+二次+ピーク応力	△	D	同上			
ベント管	ヘッド接続部 ベント管円筒部 ベント管とドライウエルとの接合部	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
		一次+二次応力	△	D	同上			
		一次+二次+ピーク応力	△	D	同上			
ベント管ペローズ	ベント管ペローズ	疲労	△	D	評価においては、水平2方向を考慮したサブプレッションチェンバ及びベント管の地震応答解析結果(変位)を使用していることから、水平2方向を考慮した評価となっている。	○	3次元はりモデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施している。	
ベントヘッド	ベントヘッド	一次一般膜応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。	
		一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	同上			
		一次+二次応力	△	D	同上			
	ベントヘッド補強リング取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
		一次+二次応力	△	D	同上			
		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
	ベントヘッドサポート	圧縮応力	△	D	同上			
		曲げ応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
	サブプレッションチェンバ補強リング	サブプレッションチェンバ補強リング	引張応力	△	D			水平2方向を考慮した評価を実施している。
			せん断応力	△	D			同上
			圧縮応力	△	D			同上
		ボルト	曲げ応力	△	D			同上
			組合せ応力	△	D			同上
せん断応力			△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
ボルト	ボルト	曲げ応力	△	D	同上			
		支圧圧力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
		せん断応力	△	D	同上			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
ドライウェルスプレイ管	上部スプレイ管案内管	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	上部スプレイ管ティー部	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	上部スプレイ管案内管サポート	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
		せん断応力	△	D	同上		
	下部スプレイ管	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	下部スプレイ管案内管	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	下部スプレイ管ティー部	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
一次+二次応力		△	D	同上			
下部スプレイ管サポート	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。	
	一次+二次応力	△	D	同上			
	組合せ応力	△	D	同上			
サブプレッションチェンバスプレイ管	スプレイ管	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
		一次+二次+ピーク応力	△	D	同上		
	スプレイ管えび状の管部	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	スプレイ管ティー部	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
サプレッションチェンバースプレイ管	スプレイ管案内管	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
	スプレイ管サポート	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次+二次応力	△	D	同上		
		せん断応力	△	D	同上		
	ブローアウトパネル閉止装置	シャフト	組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×
コネクタ		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
軸受取付ボルト 駆動部取付ボルト 取付ボルト 基礎ボルト		引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロウ	ブレース	圧縮応力	△	A	ブレースはブロウの重心とサポートプレート設置位置のずれによる軸方向転倒防止のため設置している。そのためブレースが受け持つ荷重は現在評価対象としている軸方向の転倒モーメント分のみと考えられ、軸直方向の水平地震荷重はベース溶接部のせん断で受け持つと考えられる。したがって、水平2方向入力の影響は受けない。	×	-
	ベース取付溶接部	せん断応力	○	-	ベース溶接部で水平方向のそれぞれの水平荷重を負担する。したがって、水平2方向入力の影響がある。		
可燃性ガス濃度制御系再結合装置	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	-
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
静的触媒式水素処理装置	静的触媒式水素処理装置本体	組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
	架台	組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
	取付ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	基礎ボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	△	A	水平1方向及び鉛直方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
組合せ応力	○	-	引張応力は水平2方向入力の影響があるため、組合せ応力も水平2方向入力の影響がある。				
遠隔手動弁操作設備	基礎ボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により耐震評価を実施している。
		せん断応力	△	D	同上		
		組合せ応力	△	D	同上		
	取付ボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により耐震評価を実施している。
		せん断応力	△	D	同上		
		組合せ応力	△	D	同上		
ディーゼル発電機	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	-
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
ガスタービン発電機	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	×	—
その他電源設備	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。	×	—
配管本体、サポート（多質点はモデル解析）	配管、サポート	一次応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		一次＋二次応力	△	D	同上	○	
防波壁通路防波扉 (1号機北側、2号機北側)	ヒンジ部（ヒンジ板）	曲げ応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		引張応力	○	—	同上	×	—
		組合せ応力	○	—	同上	×	—
	ヒンジ部（ヒンジピン）	曲げ応力	○	—	同上	×	—
		せん断応力	○	—	同上	×	—
		圧縮応力	○	—	同上	×	—
	ヒンジ部（ヒンジボルト）	せん断応力	○	—	同上	×	—
		引張応力	○	—	同上	×	—
	カンヌキ部	曲げ応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	—
		せん断応力	△	A	同上	×	—
		組合せ応力	△	A	同上	×	—
	アンカーボルト	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
せん断応力		○	—	同上	×	—	
1号機取水槽流路縮小工	縮小板	曲げ応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
		せん断応力	△	C	同上	×	—
	固定ボルト	引張応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
	取水管（フランジ部）	曲げ応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
		せん断応力	△	C	同上	×	—
	取水管（管胴部）	曲げ応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
		せん断応力	△	C	同上	×	—

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)		
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないこと の理由 新たな応力成分が発生しないこと の理由	
屋外排水路逆止弁	扉体部	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		せん断応力	○	-	同上	×	-	
		組合せ応力	○	-	同上	×	-	
	固定部	せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		支圧応力	○	-	同上	×	-	
		引張応力	○	-	同上	×	-	
取水槽除じん機エリア水密扉（北）	ヒンジ部	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-	
		せん断応力	○	-	同上	×	-	
		組合せ応力	○	-	同上	×	-	
	カンスキ部	引張応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
		せん断応力	△	A	同上	×	-	
	アンカーボルト	引張応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
		せん断応力	△	A	同上	×	-	
		組合せ応力	△	A	同上	×	-	
	取水槽除じん機エリア水密扉（東） 取水槽除じん機エリア水密扉（西）	扉板 芯材	曲げ応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-
せん断応力			△	A	同上	×	-	
外部縦柱 水密扉戸当り用支柱 固定プレート		曲げ応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
		せん断応力	△	A	同上	×	-	
		組合せ応力	△	A	同上	×	-	
締付ボルト		軸応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
		引張応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
外部縦柱固定ボルト		せん断応力	△	A	同上	×	-	
		引張応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない	×	-	
アンカーボルト		せん断応力	△	A	同上	×	-	
		組合せ応力	△	A	同上	×	-	
		引張応力	△	A	同上	×	-	
水密扉（建物内、燃料移送ポンプエリア）		ヒンジ部	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
			せん断応力	○	-	同上		
			組合せ応力	○	-	同上		
	カンスキ部	曲げ応力	△	A	水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しない			
		せん断応力	△	A	同上			
		組合せ応力	△	A	同上			
		引張応力	△	A	同上			
	アンカーボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
		組合せ応力	○	-	同上			
	パネル部（パネル板）	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
	パネル部（パネル芯材）	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。			
		せん断応力	○	-	同上			
		軸応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
	パネル部（柱、はり）	せん断応力	△	D	同上			
		軸応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。			
	パネル部（アンカーボルト）	せん断応力	△	D	同上			
		組合せ応力	△	D	同上			
引張応力		△	D	同上				

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無(3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの(考慮方法を表3に示す。)	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点(3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
防水壁(ディーゼル燃料移送ポンプエリア)	鋼板	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
	胴縁	曲げ応力	○	-	同上		
		せん断応力	○	-	同上		
	はり柱	曲げ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
		せん断応力	△	D	同上		
		圧縮応力	△	D	同上		
		組合せ応力	△	D	同上		
	ブレース	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
	アンカーボルト	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
		せん断応力	△	D	同上		
組合せ応力		△	D	同上			
堰(柱支持型)	鋼板	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
	はり材柱材	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
		引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
	アンカーボルト	せん断応力	○	-	同上		
組合せ応力		○	-	同上			
堰(鋼板折曲げ型)	鋼板	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
	アンカーボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
堰(鉄筋コンクリート製)	アンカー筋主筋	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
		せん断応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	堰底部のコンクリート	せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		圧縮応力	○	-	同上		
防水板	鋼板	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
	芯材	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
		引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
	アンカーボルト	せん断応力	○	-	同上		
組合せ応力		○	-	同上			
床ドレン逆止弁	弁本体 フロントガイド	引張応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。	×	-
		曲げ応力	△	B	円筒形状であり水平地震の方向ごとに最大応力発生箇所が異なるため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及び曲げ応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
貫通部止水処置	モルタル	付着荷重	△	A	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。	×	-
		圧縮荷重	△	A	水平2方向を考慮した評価を実施している。		
	電路貫通部金属ボックスのアンカーボルト	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
津波監視カメラ	架台	引張応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
		せん断応力	○	—	同上		
		圧縮応力	○	—	同上		
		曲げ応力	○	—	同上		
		組合せ応力	○	—	同上		
	架台溶接部	せん断応力	○	—	水平2方向入力の影響がある。		
	取付ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
	架台基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
せん断応力		△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			
組合せ応力		△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。			
取水槽水位計	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	—
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。		
原子炉本体の基礎	円筒部	組合せ応力度	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
	たてリブ	組合せ応力度	△	B	支配的な応力は水平地震による曲げ応力であり、曲げ応力の最大点は地震方向で異なる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力度	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		
		引抜き力	△	C	同上		
	ベースプレート	曲げ応力度	△	C	ボルトは円周状に配置され、水平地震の方向ごとに最大応力の発生点異なる。水平2方向の入力を想定した場合にも水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料7】		

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)					
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由				
建物開口部竜巻防護対策設備（竜巻防護ネット対策設備）	フレーム	引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-				
		圧縮応力	△	D							
		せん断応力	△	D							
		曲げ応力	△	D							
		組合せ応力	△	D							
	アンカーボルト	引張応力	△	D							
せん断応力		△	D								
組合せ応力		△	D								
建物開口部竜巻防護対策設備（竜巻防護鋼板対策設備）	フレーム	せん断応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	×	-				
		曲げ応力	△	D							
		組合せ応力	△	D							
	アンカーボルト	引張応力	△	D							
		せん断応力	△	D							
		組合せ応力	△	D							
取水槽循環水ポンプエリア防護対策設備	鋼板	曲げ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-				
		せん断応力	○	-							
	架構	曲げ応力	○	-							
		せん断応力	○	-							
	ベースプレート	曲げ応力	○	-							
		せん断応力	○	-							
		組合せ応力	○	-							
	アンカーボルト	引張応力	○	-							
		せん断応力	○	-							
		組合せ応力	○	-							
	取水槽海水ポンプエリア防護対策設備	鋼板 はり	曲げ応力	○				-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
			せん断応力	○				-			
柱		曲げ応力	○	-							
		圧縮応力	○	-							
		せん断応力	○	-							
		組合せ応力	○	-							
架構		曲げ応力	○	-							
		曲げ応力	○	-							
		せん断応力	○	-							
ベースプレート		せん断応力	○	-							
		組合せ応力	○	-							
		組合せ応力	○	-							
アンカーボルト		引張応力	○	-							
		せん断応力	○	-							
		組合せ応力	○	-							
原子炉建物天井クレーン	クレーン本体ガード	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。				
		曲げ応力	△	D							
		浮上り量	△	D							
	落下防止ラグ	圧縮応力	△	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれの水平方向地震を受けた場合の挙動が異なるため、方向ごとに発生応力が異なる。したがって、水平2方向の影響は軽微である。	×	-				
		せん断応力	△	A							
	トロリストッパ	曲げ応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。				
		組合せ応力	△	D							
		浮上り量	△	D							
	トロリ	浮上り量	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○					
	吊具	吊荷荷重	△	C				鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震力による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム ブリッジ脱線防止ラグ (本体) トロッコ脱線防止ラグ (本体) 走行レール 横行レール	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、従来よりねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		曲げ応力	△	D	同上		
		組合せ応力	△	D	同上		
	ブリッジ脱線防止ラグ (取付ボルト) トロッコ脱線防止ラグ (取付ボルト)	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	×	-
	吊具 (ワイヤロープ)	支持荷重	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。		
吊具 (先端金具)	引張応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。			
チャンネル着脱装置	ガイドレール	せん断応力	○	-	3次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向ごとに異なる。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		曲げ応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	カート	せん断応力	○	-	3次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向ごとに異なる。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		曲げ応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	固定ボルト	引張応力	○	-	3次元モデルを用いた解析を行っており、水平地震力に対する発生応力が入力方向ごとに異なる。したがって、水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		せん断応力	△	A	壁掛けのボルトは、壁と平行方向の水平地震力と鉛直地震力のみによりせん断力が発生するため、水平2方向入力の影響はない。		
	ローラチェーン	吊荷荷重	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。	×	-
チャンネル取扱ブーム	ブーム 回転ポスト 固定ポスト	組合せ応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】	×	-
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
制御棒貯蔵ハンガ	制御棒落下防止ボール	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		せん断応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	ボール支持金具	せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-
	基礎ボルト	引張応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】		
せん断応力		△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】			

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)				
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由			
原子炉浄化系補助熱交換器	胴板	一次一般膜応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】	×	-			
		一次応力	△	A	同上					
		一次+二次応力	△	A	同上					
	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】					
		基礎ボルト	引張応力	△	A			水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】		
			せん断応力	△	C			水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】		
	組合せ応力		△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。					
	追設基礎ボルト	引張応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】					
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】					
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。					
	中央制御室天井照明	補強材	引張応力	△	D			水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
			せん断応力	△	D			同上		
支持鋼材 補強斜材		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		圧縮応力	△	D	同上					
		せん断応力	△	D	同上					
		曲げ応力	△	D	同上					
取付ボルト（照明ボルト） 継手ボルト 基礎ボルト		引張応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
		せん断応力	△	D	同上					
		組合せ応力	△	D	同上					
溶接部		せん断応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。					
防煙垂れ壁	フレーム部材	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	×	-			
		せん断応力	○	-	同上					
		曲げ応力	○	-	同上					
		組合せ応力	○	-	同上					
	基礎ボルト	引張応力	△	C	ボルトは矩形配置であり、水平2方向の入力による対角方向への転倒を想定し検討した結果、水平2方向地震力の最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】					
		せん断応力	△	C	同上					

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)			
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由		
タービン補機冷却系熱交換器	脚	組合せ応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】	×	-		
	基礎ボルト	引張応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】				
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】				
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。				
	追設基礎ボルト	引張応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、強軸と弱軸の関係が明確であり、斜め方向に変形するのではなく、支持構造物の強軸側と弱軸側に変形するため、最大応力発生部位は変わらず影響は軽微である。【補足説明資料5】				
		せん断応力	△	C	水平2方向入力時のボルトに発生するせん断応力を検討した結果、水平2方向地震における最大応答の非同時性を考慮することにより、影響は軽微である。【補足説明資料6】				
		組合せ応力	△	C	上記の引張応力及びせん断応力は、水平2方向の影響が軽微のため、組合せ応力も水平2方向の影響は軽微である。				
主排気ダクト	ダクト本体	座屈	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により耐震評価を実施している。		
	支持構造物部材 支持装置	組合せ応力	△	D	水平2方向を考慮した評価を実施している。				
取水槽ガントリクレーン	クレーン本体ガード 走行車輪 走行レール	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。		
		曲げ応力	△	D	同上				
		組合せ応力	△	D	同上				
	脚 脚下部継ぎ ガード継ぎ	引張応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。				
		圧縮応力	△	D	同上				
		せん断応力	△	D	同上				
		曲げ応力	△	D	同上				
	転倒防止装置アーム	組合せ応力	△	D	同上				
		組合せ応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。				
	トロリストッパ	圧縮応力	△	A	すべり方向とすべり直交方向では、それぞれの水平方向地震を受けた場合の挙動が異なるため、方向ごとに発生応力が異なる。したがって、水平2方向の影響は軽微である。			×	-
	トロリ	浮上り量	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。			○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
	吊具	吊荷荷重	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。			×	-
	単軸粘性ダンパ	荷重	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。			○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		変位	△	D	同上				
ブレース	圧縮応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。					
クレビス	せん断応力	△	D	水平2方向及び鉛直方向の地震力を組み合わせた評価を実施している。					
	曲げ応力	△	D	同上					
	組合せ応力	△	D	同上					
	回転角度	△	D	同上					

②機器・配管系の耐震評価における水平2方向入力の影響整理結果
表1 構造強度評価

設備	部位	応力分類	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震力による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの（考慮方法を表3に示す。）	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード(ねじれ振動等)が生じる観点 (3.2.4項(2)に対応)	
						振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないことの理由 新たな応力成分が発生しないことの理由
除じん機	フレーム取付ボルト	せん断応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、フレーム取付ボルトは水流方向のせん断力のみ負担するため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
	フレーム耐震サポート	せん断応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、せん断力を負担する断面が水流方向、水流直角方向で異なるため、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	フレーム耐震ピン	せん断応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		曲げ応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	アジャストボルト	圧縮応力	△	C	鉛直荷重のみ作用し、水平荷重が作用しないため、水平2方向入力の影響はない。		
尾軸取付ボルト	せん断応力	△	A	水平2方向が同時に作用した場合においても、尾軸取付ボルトは水流方向のせん断力のみ負担するため、水平2方向入力の影響は軽微である。			
循環水ポンプ渦防止板	鋼板	せん断応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	-
		曲げ応力	△	C	同上		
		組合せ応力	△	C	同上		
	支持梁	せん断応力	△	C	同上		
		曲げ応力	△	C	同上		
		組合せ応力	△	C	同上		
	ブラケット	せん断応力	△	C	同上		
		曲げ応力	△	C	同上		
		組合せ応力	△	C	同上		
	取付ボルト (①, ②)	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。		
		せん断応力	△	C	水平1方向の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向の地震力が作用した場合においても水平1方向の応答が支配的となる。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
	基礎ボルト	引張応力	△	C	同上		
		せん断応力	△	C	同上		
	原子炉ウェルシールドプラグ	シールドプラグ本体	曲げモーメント	△	C		
せん断力			△	C	同上	×	-
支持部		圧縮力	△	C	同上	×	-
耐火障壁	フレーム部材	引張応力	○	-	水平2方向入力の影響がある。	○	3次元のモデルを用いた解析により、ねじれモードを考慮した耐震評価を実施している。
		圧縮応力	○	-	同上		
		せん断応力	○	-	同上		
		曲げ応力	○	-	同上		
		組合せ応力	○	-	同上		
	基礎ボルト	引張応力	○	-	同上		
		せん断応力	○	-	同上		
ガンマ線遮蔽壁	胴基部 開口集中部	せん断応力度	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】	×	-
		圧縮応力度	△	C	鉛直方向荷重のみ作用し、水平方向荷重が作用しない。したがって、水平2方向入力の影響は軽微である。		
		曲げ応力度	△	B	評価部位は円形の一様断面であることから、水平地震の方向ごとに最大応力点が異なる。したがって、水平2方向の地震力を組み合わせた場合でも水平2方向の影響は軽微である。【補足説明資料4】		
		組合せ応力度	△	B	同上		

表2 動的／電氣的機能維持評価

機種	①-1 水平2方向の地震力の重複 による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震力による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
				振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないこと、理由 新たな応力成分が発生しないこと、理由
立形ポンプ	○	—	軸受は円周に均等に地震力を受け持つため、水平2方向入力の影響を受ける。	○	X又はY方向振動モードではねじれ振動モードは現れない。水平2方向入力によって、ねじれ振動モードが高次にて現れる可能性はあるが、有意な応答ではないため、影響がないと考えられる。
横形ポンプ	△	A	現行の機能確認済加速度における詳細評価※で最弱部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
ポンプ駆動用タービン	△	B	現行の機能確認済加速度における詳細評価※で最弱部である弁箱（主蒸気止め弁ヨーク部（立置き））に対して、水平2方向による最大応力の発生箇所が異なるため影響は軽微である。	×	—
立形機器用原動機	△	D	最弱部であるフレームに対して、現行の機能維持確認済加速度における詳細評価※において十分な裕度が確認されており、水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	×	—
横形機器用原動機	△	D	最弱部である軸受けに対して、現行の機能維持確認済加速度における詳細評価※において十分な裕度が確認されており、水平2方向入力による応答増加の影響は軽微である。	×	—
空調ファン	△	A	現行の機能確認済加速度における詳細評価※で最弱部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
ディーゼル発電設備（機関本体）	△	A	現行の機能確認済加速度における詳細評価※で最弱部である軸系に対して、曲げに対して軸直角方向の水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
ディーゼル発電設備（ガバナ）	○	—	ガバナについては水平2方向合成による応答増加の影響がある。ただし、JEAG4601に記載の機能維持確認済加速度は1.8Gであるが、旧JNES試験より4Gまで機能維持を確認しているため、2方向合成加速度が4G未満であれば問題ない。	×	—
弁	△	D	工認耐震計算書で水平2方向を考慮した評価を実施し、応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認している。	×	—
制御棒駆動水圧系スクラム弁	○	—	制御棒駆動水圧系スクラム弁については水平2方向合成による応答増加の影響がある。	×	—
制御棒挿入性	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
盤	△	A	電気盤、制御盤等に取付けられているリレー、遮断器等の電気品は、基本的に1次元的な接点のON-OFFに関わる比較的単純な構造をしている。加えて、基本的には全て梁、扉等の強度部材に強固に固定されているため、器具の非線形応答はないと考えられる。したがって、電気品は水平1方向の地震力のみを負担し、他の水平方向の地震力は負担しないため、水平2方向入力の影響は軽微である。【補足説明資料8】	×	—
伝送器・指示計	△	A	伝送器・指示計の掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。よって、X、Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
燃料プール水位・温度（SA）	△	D	工認耐震計算書で水平2方向を考慮した評価を実施し、応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認している。	○	3次元モデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施していることから、ねじれる状態についても耐震評価に用いる荷重として算出される。

表2 動的／電氣的機能維持評価

機種	①-1 水平2方向の地震力の重複による影響の有無 (3.2.4項(1)に対応) ○：影響あり △：影響軽微	影響軽微とした分類 A：水平2方向の地震力を受けた場合でも、構造により水平1方向の地震力しか負担しないもの B：水平2方向の地震力を受けた場合、構造により最大応力の発生箇所が異なるもの C：水平2方向の地震力を組み合わせても1方向の地震による応力と同等といえるもの D：工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮しているもの	①-1の影響有無の説明	①-2 水平方向とその直行方向が相関する振動モード（ねじれ振動等）が生じる観点（3.2.4項(2)に対応）	
				振動モード及び新たな応力成分の発生有無 ○：発生する ×：発生しない	左記「○」の場合、振動モードの影響がないこと、理由 新たな応力成分が発生しないこと、理由
燃料プール水位（SA）	△	D	工認耐震計算書で水平2方向を考慮した評価を実施し、検出器保護管に生じる応力が、弾性範囲内となることを確認している。	○	3次元モデルの応答解析結果を用い、耐震評価を実施していることから、ねじれる状態についても耐震評価に用いる荷重として算出される。
燃料プール監視カメラ	△	A	水平2方向の入力で対角方向に応答することはないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
燃料プール監視カメラ用冷却設備	△	A	水平2方向の入力で対角方向に応答することはないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
モニタリング設備	△	A	掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。よって、X、Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
通信連絡設備（アンテナ類）	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
原子炉建物ブローアウトパネル	△	D	3方向同時加振試験結果により水平2方向入力による影響が軽微であることを確認している。	×	—
ガスタービン発電機	△	A	水平2方向の入力で対角方向に応答することはないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
床ドレン逆止弁	△	A	掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。よって、X、Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
津波監視カメラ	△	A	水平2方向の入力で対角方向に応答することはないため、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
取水槽水位計	△	A	掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。よって、X、Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
地下水位低下設備揚水ポンプ	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—
地下水位低下設備水位計	△	A	掃引試験結果において、X、Y各成分に共振点はなく、出力変動を生じないことを確認していることから、X、Y2方向成分にも共振点はないものと考えられる。よって、X、Y2方向入力に対しても応答増加は生じないものと考えられることから、水平2方向入力の影響は軽微である。	×	—
遠隔手動弁操作設備（貫通シャフト、中間ギア）	△	D	工認耐震計算書で2方向同時加振試験による機能維持を確認している。	×	—
遠隔手動弁操作設備（L型ジョイント）	△	D	工認耐震計算書で水平2方向を考慮した評価を実施し、応答加速度が機能確認済加速度以下であることを確認している。	×	—
遠隔手動弁操作設備（フレキシブルシャフト連結部）	○	—	水平2方向入力の影響がある。	×	—

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備		部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS法) ①-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和) ①-3：発生荷重を組み合わせているもの (組合せ係数法) ②-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS法) ②-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和) ②-3：発生応力を組み合わせているもの (組合せ係数法) ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
原子炉圧力容器	ノズル	各部位	一次一般膜応力	①-1	—	VI-2-3-3-1-2
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	—	
			一次+二次応力	①-1	—	
			一次+二次+ピーク応力	①-1	—	
	ブラケット類	蒸気乾燥器支持ブラケット	一次一般膜応力	③	水平2方向入力時の地震力を4つのブラケットのうち2つで分担した荷重を方向ごとに考慮した評価を行っている。	VI-2-3-3-1-2
			一次膜応力+一次曲げ応力	③	同上	
		炉心スプレイブラケット	一次一般膜応力	①-1	—	
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	—	
		給水スパージャブラケット	一次一般膜応力	①-1	—	
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	—	
			純せん断応力	①-1	—	
			一次一般膜応力	①-1	—	
原子炉圧力容器附属構	ジェットポンプ計測配管貫通部シール	貫通部シール	一次一般膜応力	①-1	—	VI-2-3-3-2-4
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	—	
			一次+二次応力	①-1	—	
			一次+二次+ピーク応力	①-1	—	
	差圧検出・ほう酸水注入系配管(ティーよりN11ノズルまでの外管)	差圧検出管	一次一般膜応力	①-1	—	VI-2-3-3-2-5
			一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	—	
			一次+二次応力	①-1	—	
			一次+二次+ピーク応力	①-1	—	
原子炉圧力容器内部構造物	蒸気乾燥器	耐震用ブロック	純せん断応力	①-1	—	VI-2-3-3-3-2
	スパージャ炉内配管	各部位	一次一般膜応力	①-1	—	VI-2-3-3-3-6 VI-2-3-3-3-7
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	①-1	—	VI-2-3-3-3-8 VI-2-3-3-3-9 VI-2-3-3-3-10
	ジェットポンプ	ライザ ディフューザ ライザブレース	一次一般膜応力	①-1	—	VI-2-3-3-3-5
			一次一般膜応力+一次曲げ応力	①-1	—	
	燃料プール水位・温度 (SA)	架構	曲げ応力	②-2	—	VI-2-4-2-4
ワークテーブルフック		引張応力	②-2	—		
		組合せ応力	②-2	—		
燃料プール水位 (SA)	検出器保護管	曲げ応力	①-2	—	VI-2-4-2-5	
ECCSストレナ 原子炉隔離時冷却系ストレナ	各部位 (フランジ, 取付ボルト以外)	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	—	VI-2-5-4-1-3	
	フランジ	曲げ応力	①-1	—	VI-2-5-5-1-2 VI-2-5-5-2-2	
	ボルト	引張応力	①-1	—	VI-2-5-5-4-1	
ECCSストレナ部ティー 原子炉隔離時冷却系ストレナ部ティー	ティー フランジ	一次応力	①-1	—	VI-2-5-4-1-5 VI-2-5-5-1-4 VI-2-5-5-2-4 VI-2-5-6-1-4	
ECCSストレナ取付部コネクタ	コネクタ フランジ	一次応力	①-1	—	VI-2-5-4-1-6 VI-2-5-5-1-5 VI-2-5-5-2-5	
ECCSストレナ取付部サポート	サポートパイプ サポートパイプ溶接部 サポートプレート サポートボルト	一次応力	①-1	—	VI-2-5-4-1-7 VI-2-5-5-1-6 VI-2-5-5-2-6	

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS法) ①-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和) ①-3：発生荷重を組み合わせているもの (組合せ係数法) ②-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS法) ②-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和) ②-3：発生応力を組み合わせているもの (組合せ係数法) ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
水圧制御ユニット	フレーム	引張応力	②-1	—	VI-2-6-3-2-1-1
		せん断応力	②-1	—	
		圧縮応力	②-1	—	
		曲げ応力	②-1	—	
		組合せ応力	②-1	—	
	取付ボルト	引張応力	②-1	—	
せん断応力		②-1	—		
ダクト本体, サポート	ダクト本体 (円形)	座屈	③	水平2方向地震動による各方向最大荷重をベクトル和で組み合わせダクトに生じる曲げモーメントを算出している。	VI-2-8-3-1-1
	サポート	一次応力 (組合せ)	①-1	—	
中央制御室待避室遮蔽	構造フレーム (鉄骨, 鋼板)	引張応力	①-3	—	VI-2-8-4-4
		せん断応力	①-3	—	
		圧縮応力	①-3	—	
		曲げ応力	①-3	—	
		組合せ応力	①-3	—	
	基礎ボルト 遮蔽パネル接合部ボルト	引張応力	①-3	—	
		せん断応力	①-3	—	
		組合せ応力	①-3	—	
構造フレーム接合部高力ボルト	せん断応力	①-3	—		
遮蔽パネル 気密用鋼板	組合せ応力	①-3	—		
原子炉格納容器	サブプレッションチェンバ	サブプレッションチェンバ胴中央部上部	一次一般膜応力	②-1	VI-2-9-2-2
		サブプレッションチェンバ胴中央部下部	一次膜応力+一次曲げ応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴中央部内側	一次+二次応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴中央部外側	一次+二次応力	②-1	
	サブプレッションチェンバサポート	サブプレッションチェンバ胴エビ継部上部	一次膜応力+一次曲げ応力	②-1	VI-2-9-2-4
		サブプレッションチェンバ胴エビ継部下部	一次+二次応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴エビ継部内側	一次+二次応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴エビ継部外側	一次+二次応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴と内側サポート 補強板との接合部	一次+二次応力	②-1	
		サブプレッションチェンバ胴と外側サポート 補強板との接合部	一次+二次応力	②-1	
サブプレッションチェンバサポート	サポート ベースとベースプレートの接合部	引張応力	①-1	—	VI-2-9-2-4
		せん断応力	①-1	—	
		圧縮応力	①-1	—	
		曲げ応力	①-1	—	
		組合せ応力	①-1	—	
	シアキー	せん断応力	①-1	—	
		支圧圧力	①-1	—	
	ベースプレート シアプレート	せん断応力	①-1	—	
		曲げ応力	①-1	—	
	コンクリート	組合せ応力	①-1	—	
圧縮応力		①-1	—		
ボルト 基礎ボルト	引張応力	①-1	—		

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備		部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS法) ①-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和) ①-3：発生荷重を組み合わせているもの (組合せ係数法) ②-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS法) ②-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和) ②-3：発生応力を組み合わせているもの (組合せ係数法) ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
原子炉格納容器	機器搬入口 逃がし安全弁搬出ハッチ 制御棒駆動機構搬出ハッチ	ハッチ円筒胴	一次一般膜応力	②-2	-	VI-2-9-2-6 VI-2-9-2-7 VI-2-9-2-8
			一次膜応力+一次曲げ応力	②-2	-	
			一次+二次応力	②-2	-	
		ハッチ本体と補強板との結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1, ②-2	-	
			一次+二次応力	①-1, ②-2	-	
			一次+二次+ピーク応力	①-1, ②-2	-	
	サブプレッションチェンバアクセス ハッチ	アクセスハッチスリーブ	一次一般膜応力	③	サブプレッションチェンバの地震応答解析において水平2方向の震度をベクトル和で組み合わせ、その震度を入力としている。	VI-2-9-2-9
			一次膜応力+一次曲げ応力	③	同上	
			一次+二次応力	③	同上	
		アクセスハッチ本体とサブプレッションチェンバ胴との結合部 アクセスハッチスリーブと補強リブとの結合部 補強リブとサブプレッションチェンバ胴との結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	③	同上	
			一次+二次応力	③	同上	
	補強リブ	組合せ応力	③	同上		
	所員用エアロック	ハッチ円筒胴	一次一般膜応力	②-3	-	VI-2-9-2-10
			一次膜応力+一次曲げ応力	②-3	-	
			一次+二次応力	②-3	-	
		ハッチ本体と補強板との結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1, ②-3	-	
			一次+二次応力	①-1, ②-3	-	
			一次+二次+ピーク応力	①-1, ②-3	-	
	原子炉格納容器配管貫通部	原子炉格納容器とスリーブとの結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-	VI-2-9-2-11
			一次+二次応力	①-1	-	
		スリーブ	一次一般膜応力	①-1	-	
	スリーブ	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-		
		一次+二次応力	①-1	-		
		一次+二次+ピーク応力	①-1	-		
原子炉格納容器電気配線貫通部	ドライウェルとスリーブとの結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	①-1, ②-2	-	VI-2-9-2-12	
		一次+二次応力	①-1, ②-2	-		
		一次+二次+ピーク応力	①-1, ②-2	-		
真空破壊装置	スリーブ	一次一般膜応力	①-2	-	VI-2-9-4-1	
		一次膜応力+一次曲げ応力	①-2	-		
		一次+二次応力	①-2	-		
	スリーブとベント管との結合部	一次一般膜応力	①-2, ②-1	-		
		一次膜応力+一次曲げ応力	①-2, ②-1	-		
		一次+二次+ピーク応力	①-2, ②-1	-		
ダウンカマ	ダウンカマ	一次一般膜応力	①-1	-	VI-2-9-4-2	
		一次膜応力+一次曲げ応力	①-1	-		
		一次+二次応力	①-1	-		
	ベントヘッドとダウンカマの結合部	一次膜応力+一次曲げ応力	②-1	-		
		一次+二次応力	②-1	-		
		一次+二次+ピーク応力	②-1	-		

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの（SRSS法） ①-2：発生荷重を組み合わせているもの（絶対値和） ①-3：発生荷重を組み合わせているもの（組合せ係数法） ②-1：発生応力を組み合わせているもの（SRSS法） ②-2：発生応力を組み合わせているもの（絶対値和） ②-3：発生応力を組み合わせているもの（組合せ係数法） ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
ベント管	ヘッダ接続部	一次一般膜応力	②-1	-	VI-2-9-2-3
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	②-1	-	
		一次+二次応力	②-1	-	
		一次+二次+ピーク応力	②-1	-	
	ベント管円筒部	一次一般膜応力	①-1	-	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
		一次+二次+ピーク応力	①-1	-	
	ベント管とドライウェルとの接合部	一次一般膜応力	①-1	-	
		一次一般膜応力+一次曲げ応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
		一次+二次+ピーク応力	①-1	-	
ベント管ベローズ	ベント管ベローズ	疲労	①-2	-	VI-3-3-7-1-19
ベントヘッダ	ベントヘッダ	一次一般膜応力	②-1	-	VI-2-9-4-3
		一次膜応力+一次曲げ応力	②-1	-	
		一次+二次応力	②-1	-	
	ベントヘッダ補強リング取付部	一次膜応力+一次曲げ応力	②-1	-	
		一次+二次応力	②-1	-	
	ベントヘッダサポート	引張応力	①-1	-	
		圧縮応力	①-1	-	
		曲げ応力	①-1	-	
		組合せ応力	①-1	-	
	サブプレッションチェンバ補強リング	引張応力	①-1	-	
		せん断応力	①-1	-	
		圧縮応力	①-1	-	
		曲げ応力	①-1	-	
	ボルト	せん断応力	①-1	-	
		曲げ応力	①-1	-	
		支圧圧力	①-1	-	
組合せ応力		①-1	-		
ドライウェルスブレイ管	上部ブレイ管案内管	一次応力	①-2	-	VI-2-9-4-4-1-1
		一次+二次応力	①-2	-	
	上部ブレイ管ティー部	一次応力	①-2	-	
		一次+二次応力	①-2	-	
	上部ブレイ管案内管サポート	一次応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
		せん断応力	①-1	-	
	下部ブレイ管	一次応力	①-2	-	
		一次+二次応力	①-2	-	
	下部ブレイ管案内管	一次応力	①-2	-	
		一次+二次応力	①-2	-	
	下部ブレイ管ティー部	一次応力	①-2	-	
		一次+二次応力	①-2	-	
	下部ブレイ管サポート	一次応力	①-1	-	
一次+二次応力		①-1	-		
		組合せ応力	①-1	-	

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの（SRSS法） ①-2：発生荷重を組み合わせているもの（絶対値和） ①-3：発生荷重を組み合わせているもの（組合せ係数法） ②-1：発生応力を組み合わせているもの（SRSS法） ②-2：発生応力を組み合わせているもの（絶対値和） ②-3：発生応力を組み合わせているもの（組合せ係数法） ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
サプレッションチェンバースプレイ管	スプレイ管	一次応力	①-1	-	VI-2-9-4-4-1-2
		一次+二次応力	①-1	-	
		一次+二次+ピーク応力	①-1	-	
	スプレイ管えび状の管部	一次応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
	スプレイ管ティー部	一次応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
	スプレイ管案内管	一次応力	①-1	-	
		一次+二次応力	①-1	-	
	スプレイ管サポート	一次応力	①-1	-	
一次+二次応力		①-1	-		
せん断応力		①-1	-		
遠隔手動弁操作設備	基礎ボルト	引張応力	①-2	-	VI-2-9-4-7-1-4
		せん断応力	①-2	-	
		組合せ応力	①-2	-	
	取付ボルト	引張応力	①-1	-	
		せん断応力	①-1	-	
		組合せ応力	①-1	-	
配管本体、サポート（多質点はモデル解析）	配管、サポート	一次応力	①-1	-	VI-2-4-3-1-3 VI-2-4-3-2-1 VI-2-5-2-1-1 VI-2-5-3-1-2 VI-2-5-3-2-1 VI-2-5-4-1-4 VI-2-5-5-1-3 VI-2-5-5-2-3 VI-2-5-5-3-2 VI-2-5-5-5-2 VI-2-5-6-1-3 VI-2-5-7-1-6 VI-2-5-7-2-6 VI-2-5-7-3-1 VI-2-5-8-1-1 VI-2-6-3-2-1-2 VI-2-6-4-1-3 VI-2-6-6-1-1
		一次+二次応力	①-1	-	VI-2-7-2-1-1 VI-2-8-3-2-1 VI-2-8-3-3-1 VI-2-9-4-4-2-1 VI-2-9-4-4-3-1 VI-2-9-4-4-4-2 VI-2-9-4-5-1-1 VI-2-9-4-5-2-1 VI-2-9-4-5-4-1 VI-2-9-4-6-1-1 VI-2-9-4-7-1-1 VI-2-10-1-2-1-9 VI-2-10-1-2-2-7 VI-2-10-1-2-3-6 VI-2-11-2-8 VI-2-10-2-11

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS法) ①-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和) ①-3：発生荷重を組み合わせているもの (組合せ係数法) ②-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS法) ②-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和) ②-3：発生応力を組み合わせているもの (組合せ係数法) ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
水密扉 (建物内, 燃料移送ポンプエリア)	パネル部 (柱, はり)	曲げ応力	②-3	—	VI-2-10-2-9
		せん断応力	②-3	—	
		軸応力	②-3	—	
	パネル部 (アンカーボルト)	組合せ応力	②-3	—	
		引張応力	②-3	—	
		せん断応力	②-3	—	
防水壁 (ディーゼル燃料移送ポンプエリア)	はり 柱	組合せ応力	③	水平2方向及び鉛直方向の震度を組合せ係数法により組合せたものを入力震度として3次元静的線形応力解析を行い、各部位の発生応力を算出している。	VI-2-10-2-8
		せん断応力	③		
		圧縮応力	③		
	ブレース	引張応力	③		
		せん断応力	③		
		組合せ応力	③		
建物開口部竜巻防護対策設備 (竜巻防護ネット対策設備)	フレーム	引張応力	②-3	—	VI-2-11-2-6
		圧縮応力	②-3	—	
		せん断応力	②-3	—	
	アンカーボルト	曲げ応力	②-3	—	
		組合せ応力	②-3	—	
		引張応力	②-3	—	
建物開口部竜巻防護対策設備 (竜巻防護鋼板対策設備)	フレーム	せん断応力	②-3	—	VI-2-11-2-6
		曲げ応力	②-3	—	
		組合せ応力	②-3	—	
	アンカーボルト	引張応力	②-3	—	
		せん断応力	②-3	—	
		組合せ応力	②-3	—	
原子炉建物天井クレーン	クレーン本体ガーダ	せん断応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	VI-2-11-2-7-1
		曲げ応力	③		
		浮上り量	③		
	トロリストoppa	曲げ応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
		組合せ応力	③		
	トロリ	浮上り量	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、浮上り量を算出している。	
燃料取替機	燃料取替機構造物フレーム ブリッジ脱線防止ラグ (本体) トロリ脱線防止ラグ (本体) 走行レール 横行レール	せん断応力	①-2	—	VI-2-11-2-7-2
		曲げ応力	①-2	—	
		組合せ応力	①-2	—	
	ブリッジ脱線防止ラグ (取付ボルト) トロリ脱線防止ラグ (取付ボルト)	せん断応力	①-2	—	

表3 工認耐震計算書にて、水平2方向の地震力を考慮している設備の整理結果

設備	部位	応力分類	水平2方向の考慮方法 ①-1：発生荷重を組み合わせているもの (SRSS法) ①-2：発生荷重を組み合わせているもの (絶対値和) ①-3：発生荷重を組み合わせているもの (組合せ係数法) ②-1：発生応力を組み合わせているもの (SRSS法) ②-2：発生応力を組み合わせているもの (絶対値和) ②-3：発生応力を組み合わせているもの (組合せ係数法) ③：その他	設備の具体的な考慮方法	工認耐震計算書図書番号
中央制御室天井照明	補強材	引張応力	①-1	—	VI-2-11-2-7-10
		せん断応力	①-1	—	
	支持鋼材 補強斜材	引張応力	①-1	—	
		圧縮応力	①-1	—	
		せん断応力	①-1	—	
		曲げ応力	①-1	—	
	取付ボルト (照明ボルト) 継手ボルト 基礎ボルト	引張応力	①-1	—	
		せん断応力	①-1	—	
		組合せ応力	①-1	—	
		溶接部	せん断応力	①-1	
主排気ダクト	ダクト本体	座屈	①-1	—	VI-2-11-2-7-13
	支持構造物部材 支持装置	組合せ応力	①-1	—	
取水槽ガントリクレーン	クレーン本体ガード 走行車輪 走行レール	せん断応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	VI-2-11-2-7-14
		曲げ応力	③		
		組合せ応力	③		
	脚 脚下部継ぎ ガード継ぎ	引張応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
		圧縮応力	③		
		せん断応力	③		
		曲げ応力	③		
	転倒防止装置アーム	組合せ応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
		浮上り量	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、浮上り量を算出している。	
	単軸粘性ダンパ	荷重	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、荷重を算出している。	
		変位	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、変位を算出している。	
	ブレース	圧縮応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
	クレビス	せん断応力	③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、各部位の荷重を求めている。 この荷重を用いて各部位の発生応力を算出している。	
		曲げ応力	③		
組合せ応力		③			
回転角度		③	水平2方向及び鉛直方向同時入力による非線形時刻歴解析を行い、回転角度を算出している。		

水平 2 方向及び鉛直方向の動的地震力の具体的な考慮方法について

1. 概要

耐震評価における水平 2 方向及び鉛直方向の動的地震力の組合せにあたっては、各方向の動的地震力により発生する荷重又は応力を同等に組み合わせて評価を実施するが、本書にて組合せ方法について具体例を用いて説明する。

水平 2 方向及び鉛直方向の動的地震力を荷重又は応力の段階で組み合わせる方法の分類は表 1 に示す 6 通りであり、今回水圧制御ユニットの取付ボルトの耐震評価を代表例とし、各分類の組合せ方法を適用した場合の評価式について説明する。

なお、水圧制御ユニットの取付ボルトの耐震評価に実際に適用している組合せ方法は表 1 における②-1 である（評価内容の詳細は VI-2-6-3-2-1-1 「水圧制御ユニットの耐震性についての計算書」参照）。

表 1 水平 2 方向及び鉛直方向の動的地震力の組合せ方法*

組合せ段階	組合せ方法		
	SRSS 法	絶対値和	組合せ係数法
発生荷重	①-1	①-2	①-3
発生応力	②-1	②-2	②-3

注記*：表中の分類番号（①-1 他）は別紙 4.1 表 3 における分類番号を示す。

2. 水平 2 方向及び鉛直方向の動的地震力の考慮方法

2.1 荷重の段階で組合せを行う場合

水圧制御ユニットの底部取付ボルトの引張応力の評価を例とする。

底部取付ボルトに対する引張応力は、図 1 に示すフレームのせん断力 F_y 及び曲げモーメント M_z を考え、これを保守的に片側のボルトで受けるものとして計算する。

(1) 引張力

$$F_b = |F_y| + \frac{|M_z|}{\ell_1} \dots\dots\dots (1)$$

(2) 引張応力

$$\sigma_{tb} = \frac{F_b}{N_f \cdot A_{b1}} \dots\dots\dots (2)$$

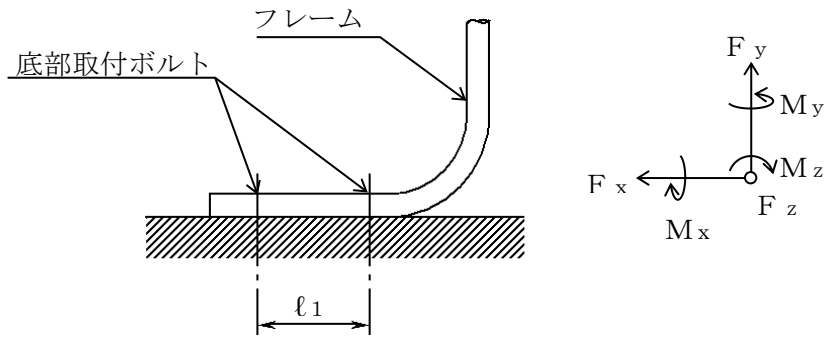


図1 フレームの底部を支持架構に取付けるボルト部の概要

(1)式を踏まえ、水平2方向及び鉛直方向の動的地震力を考慮した場合の引張力 F_b の算出式を以下に示す。なお、引張応力 σ_{tb} の算出方法は(2)式による。

【絶対値和】 (分類①-2)

$$F_b = \left| F_{y(\text{自重})} \right| + \left| F_{y(\text{x軸入力})} \right| + \left| F_{y(\text{y軸入力})} \right| + \left| F_{y(\text{z軸入力})} \right| + \frac{\left| M_{z(\text{自重})} \right| + \left| M_{z(\text{x軸入力})} \right| + \left| M_{z(\text{y軸入力})} \right| + \left| M_{z(\text{z軸入力})} \right|}{l_1} \dots (3)$$

【S R S S法】 (分類①-1)

$$F_b = \left| F_{y(\text{自重})} \right| + \sqrt{\left| F_{y(\text{x軸入力})} \right|^2 + \left| F_{y(\text{y軸入力})} \right|^2 + \left| F_{y(\text{z軸入力})} \right|^2} + \frac{\left| M_{z(\text{自重})} \right| + \sqrt{\left| M_{z(\text{x軸入力})} \right|^2 + \left| M_{z(\text{y軸入力})} \right|^2 + \left| M_{z(\text{z軸入力})} \right|^2}}{l_1} \dots (4)$$

【組合せ係数法】（分類①-3）

$$\begin{aligned}
 F_b = & \max \left(\left| F_y (\text{自重}) \right| + 0.4 \left| F_y (\text{x軸入力}) \right| + 0.4 \left| F_y (\text{y軸入力}) \right| + 1.0 \left| F_y (\text{z軸入力}) \right| \right. \\
 & + \frac{\left| M_z (\text{自重}) \right| + 0.4 \left| M_z (\text{x軸入力}) \right| + 0.4 \left| M_z (\text{y軸入力}) \right| + 1.0 \left| M_z (\text{z軸入力}) \right|}{\ell_1}, \\
 & \left| F_y (\text{自重}) \right| + 0.4 \left| F_y (\text{x軸入力}) \right| + 1.0 \left| F_y (\text{y軸入力}) \right| + 0.4 \left| F_y (\text{z軸入力}) \right| \\
 & + \frac{\left| M_z (\text{自重}) \right| + 0.4 \left| M_z (\text{x軸入力}) \right| + 1.0 \left| M_z (\text{y軸入力}) \right| + 0.4 \left| M_z (\text{z軸入力}) \right|}{\ell_1}, \\
 & \left| F_y (\text{自重}) \right| + 1.0 \left| F_y (\text{x軸入力}) \right| + 0.4 \left| F_y (\text{y軸入力}) \right| + 0.4 \left| F_y (\text{z軸入力}) \right| \\
 & \left. + \frac{\left| M_z (\text{自重}) \right| + 1.0 \left| M_z (\text{x軸入力}) \right| + 0.4 \left| M_z (\text{y軸入力}) \right| + 0.4 \left| M_z (\text{z軸入力}) \right|}{\ell_1} \right) \cdot \cdot (5)
 \end{aligned}$$

ここで、

- A_{b1} : フレームの底部を支持架構に取付けるボルトの軸断面積 (mm²)
- F_b : 底部取付ボルトに作用する引張力 (N)
- F_y : フレームのせん断力 (y 方向) (N)
- $F_y (\text{自重})$: 自重によるフレームのせん断力 (y 方向) (N)
- $F_y (\text{x軸入力})$: x 軸方向動的地震力によるフレームのせん断力 (y 方向) (N)
- $F_y (\text{y軸入力})$: y 軸方向動的地震力によるフレームのせん断力 (y 方向) (N)
- $F_y (\text{z軸入力})$: z 軸方向動的地震力によるフレームのせん断力 (y 方向) (N)
- ℓ_1 : フレームの底部を支持架構に取付けるボルト間の距離 (mm)
- M_z : フレームの曲げモーメント (z 軸) (N・mm)
- $M_z (\text{自重})$: 自重によるフレームの曲げモーメント (z 軸) (N・mm)
- $M_z (\text{x軸入力})$: x 軸方向動的地震力によるフレームの曲げモーメント (z 軸) (N・mm)
- $M_z (\text{y軸入力})$: y 軸方向動的地震力によるフレームの曲げモーメント (z 軸) (N・mm)
- $M_z (\text{z軸入力})$: z 軸方向動的地震力によるフレームの曲げモーメント (z 軸) (N・mm)
- N_f : 評価上引張力を受けるとして期待する底部取付ボルトの本数
- σ_{tb} : 底部取付ボルトに生じる引張応力の最大値 (MPa)

である。

2.2 応力による組合せを行う場合

2.1と同様、水圧制御ユニットの底部取付ボルトの引張応力の評価を例とする。

(1)式より、自重及び各方向の動的地震力により発生する引張力は(5)(6)式のとおり示される。

$$F_{b(自重)} = \left| F_{y(自重)} \right| + \frac{|M_{z(自重)}|}{\ell_1} \dots \dots \dots (5)$$

$$F_{b(x(y,z)軸入力)} = \left| F_{y(x(y,z)軸入力)} \right| + \frac{|M_{z(x(y,z)軸入力)}|}{\ell_1} \dots \dots \dots (6)$$

(2)(5)(6)式を踏まえ、水平2方向及び鉛直方向の動的地震力を考慮した場合の引張応力 σ_{tb} の算出式を以下に示す。

【絶対値和】 (分類②-2)

$$\sigma_{tb} = \frac{|F_{b(自重)}| + |F_{b(x軸入力)}| + |F_{b(y軸入力)}| + |F_{b(z軸入力)}|}{N_f \cdot A_{b1}} \dots \dots (7)$$

【S R S S法】 (分類②-1)

$$\sigma_{tb} = \frac{|F_{b(自重)}| + \sqrt{|F_{b(x軸入力)}|^2 + |F_{b(y軸入力)}|^2 + |F_{b(z軸入力)}|^2}}{N_f \cdot A_{b1}} \dots \dots (8)$$

【組合せ係数法】 (分類②-3)

$$\sigma_{tb} = \max \left(\frac{|F_{b(自重)}| + 0.4|F_{b(x軸入力)}| + 0.4|F_{b(y軸入力)}| + 1.0|F_{b(z軸入力)}|}{N_f \cdot A_{b1}}, \right. \\ \frac{|F_{b(自重)}| + 0.4|F_{b(x軸入力)}| + 1.0|F_{b(y軸入力)}| + 0.4|F_{b(z軸入力)}|}{N_f \cdot A_{b1}}, \\ \left. \frac{|F_{b(自重)}| + 1.0|F_{b(x軸入力)}| + 0.4|F_{b(y軸入力)}| + 0.4|F_{b(z軸入力)}|}{N_f \cdot A_{b1}} \right) \dots (9)$$

ここで、

- $F_{b(自重)}$: 自重により底部取付ボルトに作用する引張力 (N)
- $F_{b(x軸入力)}$: x軸方向動的地震力により底部取付ボルトに作用する引張力 (N)
- $F_{b(y軸入力)}$: y軸方向動的地震力により底部取付ボルトに作用する引張力 (N)
- $F_{b(z軸入力)}$: z軸方向動的地震力により底部取付ボルトに作用する引張力 (N)

である。

③水平2方向の地震による代表設備の増分影響検討結果（基準地震動 S s）

表1 構造強度評価

設備	応答軸が明確か（補足説明資料 に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕度が√2以上か ○：√2以上 ×：√2未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④その他（算出方法を記載）
燃料集合体	×	燃料被覆管	一次応力	燃料集合体	○	-	-	-	-	-
			一次+二次応力		○	-	-	-	-	-
			一次+二次+ピーク応力		○	-	-	-	-	-
使用済燃料貯蔵ラック	×	ラック部材 (板, シートプレート及びラックベース)	引張応力	使用済燃料貯蔵ラック	○	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
制御棒・破損燃料貯蔵ラック	×	ラック	引張応力	制御棒・破損燃料貯蔵ラック	○	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
燃料プール水位・温度 (SA)	×	架構	引張(圧縮)応力	燃料プール水位・温度 (SA)	○	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
燃料プール監視カメラ	×	基礎ボルト	引張応力	燃料プール監視カメラ	○	-	-	-	-	-
アキュムレータ	×	胴板	一次一般膜応力	アキュムレータ	○	-	-	-	-	-
			一次応力		○	-	-	-	-	-
			一次+二次応力		○	-	-	-	-	-
伝送器 (矩形壁掛)	×	基礎ボルト	引張応力	低圧炉心スプレイポンプ出口圧力	○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
			溶接部		引張応力	○	-	-	-	-
伝送器 (サポート鋼材固定)	×	基礎ボルト	引張応力	スクラム排水容器水位	○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
			溶接部		引張応力	○	-	-	-	-
制御盤, 電気盤 (矩形壁掛)	×	基礎ボルト 取付ボルト	引張応力	1・2号SPDS伝送用アンテナ用中継器盤	○	-	-	-	-	-
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-
			溶接部		引張応力	○	-	-	-	-
組合せ応力	○	-		-	-	-	-			
モニタリング設備 (矩形壁掛)	×	基礎ボルト 取付ボルト		引張応力	燃料取替階放射線モニタ	○	-	-	-	-
			組合せ応力	○		-	-	-	-	-
			通信連絡設備 (アンテナ類) (矩形壁掛)	×		基礎ボルト	引張応力	衛星電話設備用アンテナ (中央制御室)	○	-
組合せ応力	○	-			-		-		-	-
ブローアウトパネル閉止装置	×	シャフト			ブローアウトパネル閉止装置		○		-	-
		軸受取付ボルト 駆動部取付ボルト 取付ボルト 基礎ボルト	引張応力	○		-	-	-	-	-
			○	-		-	-	-	-	
可燃性ガス濃度制御系再結合装置 ブロワ	×	ベース取付溶接部	せん断応力	可燃性ガス濃度制御系再結合装置ブロワ	○	-	-	-	-	-
静的触媒式水素処理装置	×	静的触媒式水素処理装置本体	組合せ応力	静的触媒式水素処理装置	○	-	-	-	-	-
			○		-	-	-	-	-	
		架台	組合せ応力		○	-	-	-	-	-
			取付ボルト		引張応力	○	-	-	-	-
					せん断応力	○	-	-	-	-
基礎ボルト	組合せ応力	○	-	-	-	-	-			
	引張応力	○	-	-	-	-	-			
組合せ応力	○	-	-	-	-	-				

③水平2方向の地震による代表設備の増分影響検討結果（基準地震動S s）

表1 構造強度評価

設備	応答軸が明確か（補足説明資料 に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕度が√2以上か ○：√2以上 ×：√2未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④その他（算出方法を記載）		
防波壁通路防波扉 (1号機北側, 2号機北側)	×	ヒンジ部 (ヒンジ板)	曲げ応力	防波壁通路防波扉 (1号機北側, 2号機北側)	○	-	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
			引張応力		○	-	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-		
	×	ヒンジ部 (ヒンジピン)	曲げ応力		○	-	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
			圧縮応力		○	-	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-		
	×	ヒンジ部 (ヒンジボルト)	せん断応力		○	-	-	-	-	-	-	
			引張応力		○	-	-	-	-	-		
	×	アンカーボルト	引張応力		○	-	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	-	
屋外排水路逆止弁	×	扉体部	曲げ応力	屋外排水路逆止弁	○	-	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-		
	×	固定部	せん断応力		○	-	-	-	-	-	-	
			支圧応力		○	-	-	-	-	-		
			引張応力		○	-	-	-	-	-		
取水槽除じん機エリア水密扉 (北)	×	ヒンジ部	曲げ応力	取水槽除じん機エリア水密扉 (北)	○	-	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-		
水密扉 (建物内, 燃料移送ポンプエリア)	×	ヒンジ部	曲げ応力	水密扉 (建物内, 燃料移送ポンプエリア)	×	265N/mm ²	275N/mm ²	1.04	○	②		
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
			組合せ応力		×	268N/mm ²	278N/mm ²	1.04	○	②		
	×	アンカーボルト	引張応力		○	-	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-		
	×	パネル部 (パネル板)	曲げ応力		○	-	-	-	-	-	-	
			×		パネル部 (パネル芯材)	曲げ応力	○	-	-	-	-	-
せん断応力	○	-		-		-	-	-				
せん断応力	○	-		-		-	-	-				
防水壁 (ディーゼル燃料移送ポンプエリア)	×	鋼板	曲げ応力	防水壁 (ディーゼル燃料移送ポンプエリア)	○	-	-	-	-	-		
			×		胴縁	曲げ応力	○	-	-	-	-	-
						せん断応力	○	-	-	-	-	-
堰 (柱支持型)	×	鋼板	曲げ応力	堰 (柱支持型)	○	-	-	-	-	-		
			×		はり材 柱材	曲げ応力	○	-	-	-	-	-
						せん断応力	○	-	-	-	-	-
	組合せ応力	○				-	-	-	-			
	×	アンカーボルト	引張応力		○	-	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
組合せ応力			○	-	-	-	-	-				
堰 (鋼板折曲げ型)	×	鋼板	曲げ応力	堰 (鋼板折曲げ型)	○	-	-	-	-	-		
			×		アンカーボルト	引張応力	○	-	-	-	-	-
	せん断応力	○				-	-	-	-	-		
堰 (鉄筋コンクリート製)	×	アンカー筋 主筋	引張応力	堰 (鉄筋コンクリート製)	○	-	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-		
	×	堰底部のコンクリート	せん断応力		○	-	-	-	-	-	-	
			圧縮応力		○	-	-	-	-	-		

③水平2方向の地震による代表設備の増分影響検討結果（基準地震動S s）

表1 構造強度評価

設備	応答軸が明確か（補足説明資料 に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕度が√2以上か ○：√2以上 ×：√2未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値 の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④その他（算出方法を記載）		
防水板	×	鋼板	曲げ応力	防水板	○	-	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
	×	芯材	せん断応力		○	-	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	-	
			引張応力		○	-	-	-	-	-	-	
	×	アンカーボルト	せん断応力		○	-	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	-	
引張応力			○	-	-	-	-	-	-			
貫通部止水処置	×	電路貫通部金属ボックスのアンカーボルト	引張応力	貫通部止水処置	○	-	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
津波監視カメラ	×	架台	引張応力	2号機排気筒津波監視カメラ	○	-	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
			圧縮応力		○	-	-	-	-	-		
			曲げ応力		○	-	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-		
	×	架台溶接部	引張応力		○	-	-	-	-	-	-	
			圧縮応力		○	-	-	-	-	-		
取水槽循環水ポンプエリア防護対策設備	×	鋼板	曲げ応力	取水槽循環水ポンプエリア防護対策設備	○	-	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
	×	架構	曲げ応力		○	-	-	-	-	-		
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
	×	ベースプレート	曲げ応力		○	-	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-		
	×	アンカーボルト	引張応力		○	-	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-		
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-		
	取水槽海水ポンプエリア防護対策設備	×	鋼板はり		曲げ応力	取水槽海水ポンプエリア防護対策設備	○	-	-	-	-	-
					せん断応力		○	-	-	-	-	-
×		柱	曲げ応力	○	-		-	-	-	-	-	
			圧縮応力	○	-		-	-	-	-		
			せん断応力	○	-		-	-	-	-		
			組合せ応力	○	-		-	-	-	-		
×		架構	曲げ応力	○	-		-	-	-	-	-	
			せん断応力	○	-		-	-	-	-		
×		ベースプレート	曲げ応力	○	-		-	-	-	-	-	
			せん断応力	○	-		-	-	-	-		
			組合せ応力	○	-		-	-	-	-		
×		アンカーボルト	引張応力	○	-		-	-	-	-	-	
	せん断応力		○	-	-	-	-	-				
	組合せ応力		○	-	-	-	-	-				

③水平2方向の地震による代表設備の増分影響検討結果（基準地震動Ss）

表1 構造強度評価

設備	応答軸が明確か（補足説明資料 に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	部位	応力分類	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕度が√2以上か ○：√2以上 ×：√2未満	① 発生値 (水平1方向)	② 発生値 (水平2方向)	発生値 の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	発生値（水平2方向）の算出方法 ①地震・地震以外に分離し、地震による応力をSRSS ②NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③地震・地震以外に分離し、NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④その他（算出方法を記載）	
チャンネル着脱装置	×	ガイドレール	せん断応力	チャンネル着脱装置	○	-	-	-	-	-	
			曲げ応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
	×	カート	せん断応力		○	-	-	-	-	-	
			曲げ応力		○	-	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-	-	
×	固定ボルト	引張応力	○	-	-	-	-	-			
チャンネル取扱ブーム	×	ブーム 回転ポスト 固定ポスト	組合せ応力	チャンネル取扱ブーム	○	-	-	-	-		
制御棒貯蔵ハンガ	×	制御棒落下防止ポール	引張応力	制御棒貯蔵ハンガ	○	-	-	-	-	-	
			せん断応力		○	-	-	-	-	-	
組合せ応力	○	-	-		-	-	-				
×	ポール支持金具	せん断応力	○		-	-	-	-	-		
防煙垂れ壁	×	フレーム部材	引張応力		防煙垂れ壁	○	-	-	-	-	-
			せん断応力			○	-	-	-	-	
			曲げ応力	○		-	-	-	-		
			組合せ応力	○		-	-	-	-		
除じん機	×	フレーム耐震ピン	せん断	除じん機		○	-	-	-	-	-
			曲げ応力			○	-	-	-	-	
			組合せ応力		○	-	-	-	-		
循環水ポンプ渦防止板	×	取付ボルト (①, ②)	引張応力		循環水ポンプ渦防止板	○	-	-	-	-	
耐火障壁	×	フレーム部材	引張応力		耐火障壁（格納容器ガスサ ンプリング装置冷却器）	○	-	-	-	-	-
			圧縮応力			○	-	-	-	-	
			せん断応力	○		-	-	-	-		
			曲げ応力	○		-	-	-	-		
			組合せ応力	○		-	-	-	-		
	×	基礎ボルト	引張応力	耐火障壁（中央制御室送風 機）		○	-	-	-	-	-
			せん断応力		○	-	-	-	-		

表2(1) 動的／電氣的機能維持評価

機種	応答軸が明確か（補足説明資料に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕が $\sqrt{2}$ 以上か ○： $\sqrt{2}$ 以上 ×： $\sqrt{2}$ 未満	① 応答加速度 (水平1方向) [G]	② 応答加速度 (水平2方向) [G]	発生値の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	応答加速度（水平2方向）の算出方法 ①：応答加速度（水平1方向）を $\sqrt{2}$ 倍 ②：NS・EW方向別々の応答加速度をベクトル和 ③：その他（算出方法を記載）
立形ポンプ	×	原子炉補機海水ポンプ	○	—	—	—	—	—
ディーゼル発電設備（ガバナ）	×	非常用ディーゼル発電設備（ガバナ）	○	—	—	—	—	—
制御棒駆動水圧スクラム弁	×	制御棒駆動水圧スクラム弁	○	—	—	—	—	—
通信連絡設備（アンテナ類）	×	衛星電話設備用アンテナ（緊急時対策所）	○	—	—	—	—	—
地下水位低下設備揚水ポンプ	×	地下水位低下設備揚水ポンプ	○	—	—	—	—	—
遠隔手動弁操作設備（フレキシブルシャフト連結部）	×	遠隔手動弁操作設備（フレキシブルシャフト連結部）	○	—	—	—	—	—

表2(2) 動的／電氣的機能維持評価

機種	応答軸が明確か（補足説明資料に対応） ○：応答軸が明確 ×：応答軸が明確でない	代表設備	水平1方向及び鉛直方向地震力における余裕が $\sqrt{2}$ 以上か ○： $\sqrt{2}$ 以上 ×： $\sqrt{2}$ 未満	① 相対変位 (水平1方向) [mm]	② 相対変位 (水平2方向) [mm]	発生値の増分 =②÷①	増分の判定 ○：影響が無視できない △：影響が軽微	相対変位（水平2方向）の算出方法 ①：相対変位（水平1方向）を $\sqrt{2}$ 倍 ②：NS・EW方向別々の相対変位をベクトル和 ③：その他（算出方法を記載）
制御棒挿入性	×	—	×	35.0	35.8	1.02	○	③燃料集合体の相対変位が最大となる基準地震動 $S_s - F1$ （地盤物性- σ ケース）におけるNS方向の最大相対変位18.6mm、EW方向の最大相対変位35.0mmに組合せ係数法を適用し、ベクトル和にて算出 $\sqrt{((35.0 \times 1.0)^2 + (18.6 \times 0.4)^2)} \approx 35.8\text{mm}$

④水平2方向の地震による発生値と許容値の比較結果（基準地震動S_s）

表1 構造強度評価

設備	代表設備	部位	応力分類	発生値 (水平1方向)	発生値 (水平2方向)	許容値	判定	発生値（水平2方向）の算出方法 ①：地震・地震以外に分離し，地震による応力をSRSS ②：NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③：地震・地震以外に分離し，NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④：その他（算出方法を記載）
水密扉（建物内，燃料移送ポンプエリア）	—	ヒンジ部	曲げ応力	265N/mm ²	275N/mm ²	345N/mm ²	○	②
			組合せ応力	268N/mm ²	278N/mm ²	345N/mm ²	○	

④水平2方向の地震による発生値と許容値の比較結果（基準地震動 S s）

表2 動的／電氣的機能維持評価

設備	代表設備	相対変位 (水平1方向)	相対変位 (水平2方向)	確認済相対変位	判定	発生値（水平2方向）の算出方法 ①：地震・地震以外に分離し，地震による応力をSRSS ②：NS・EW方向別々の応力をSRSS（地震・地震以外は分離せず） ③：地震・地震以外に分離し，NS・EW方向別々の地震による応力をSRSS ④：その他（算出方法を記載）
制御棒挿入性	—	35.0mm	35.8mm	40mm	○	④燃料集合体の相対変位が最大となる基準地震動 S s - F 1（地盤物性-σケース）におけるNS方向の最大相対変位18.6mm，EW方向の最大相対変位35.0mmに組合せ係数法を適用し，ベクトル和にて算出 $\sqrt{((35.0 \times 1.0)^2 + (18.6 \times 0.4)^2)} \approx 35.8\text{mm}$

個別設備に関する補足説明資料

目次

1. 水平 2 方向同時加振の影響評価（原子炉圧力容器スタビライザ，原子炉格納容器スタビライザ及びシヤラグ）	1
2. 水平 2 方向同時加振の影響評価（蒸気乾燥器支持ブラケット）	6
3. 水平 2 方向同時加振の影響評価（制御棒・破損燃料貯蔵ラック）	8
4. 水平 2 方向同時加振の影響評価（円筒形容器）	10
5. 水平 2 方向同時加振の影響評価（応答軸が明確である設備）	25
6. 水平 2 方向同時加振の影響評価（矩形配置されたボルト）	28
7. 水平 2 方向同時加振の影響評価（円周配置されたボルト）	33
8. 水平 2 方向同時加振の影響評価（電気盤）	37
9. 水平 2 方向同時加振の影響評価（動的機能維持）	59
10. 水平 2 方向同時加振の影響評価（疲労評価）	60
11. 制御棒挿入性評価に対する水平 2 方向地震力の組合せ方法	63
12. 水平 2 方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価（水密扉）	77

1. 水平2方向同時加振の影響評価（原子炉压力容器スタビライザ，原子炉格納容器スタビライザ及びシヤラグ）

1.1 はじめに

本項は，原子炉压力容器スタビライザ（以下「RPV スタビライザ」という。）（図1-1），原子炉格納容器スタビライザ（以下「PCV スタビライザ」という。）（図1-2）及びシヤラグ（図1-3）に対する水平2方向同時加振の影響についてまとめたものである。

RPV スタビライザ，PCV スタビライザ及びシヤラグは，地震時の水平方向荷重を周方向45° 間隔で8体の構造部材にて支持する同様の設計であるため，以下水平2方向同時加振の影響については，RPV スタビライザを代表に記載する。

1.2 現行評価の手法

RPV スタビライザは，周方向45° 間隔で8体配置されており，図1-4に地震荷重と各RPV スタビライザが分担する荷重の関係を示す。

水平方向の地震荷重に関して現行評価では，RPV スタビライザ6体に各水平方向地震力（X方向，Y方向）の最大地震力が付加されるものとしている。

$$f = \text{MAX} \left(\frac{F_X}{4}, \frac{F_Y}{4} \right)$$

ここで，

f : RPV スタビライザ1個が受け持つ最大地震荷重

F_X : X方向地震よりスタビライザ全体に発生する荷重

F_Y : Y方向地震よりスタビライザ全体に発生する荷重

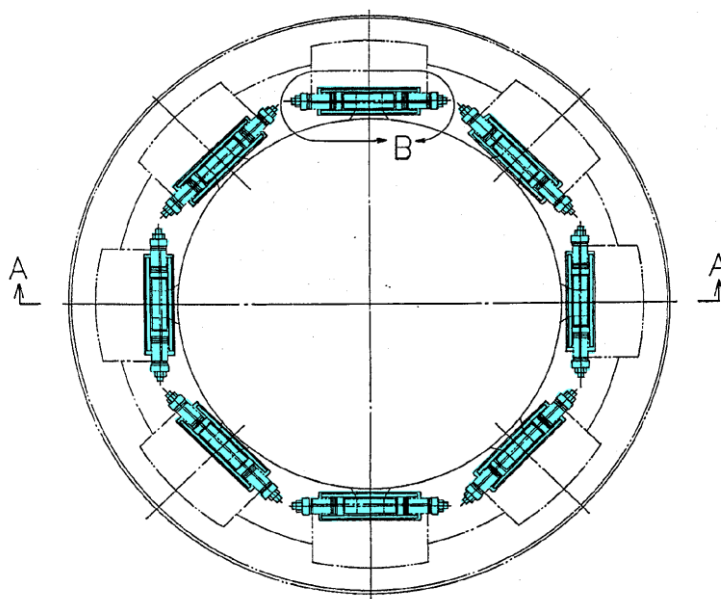


図1-1 原子炉压力容器スタビライザ

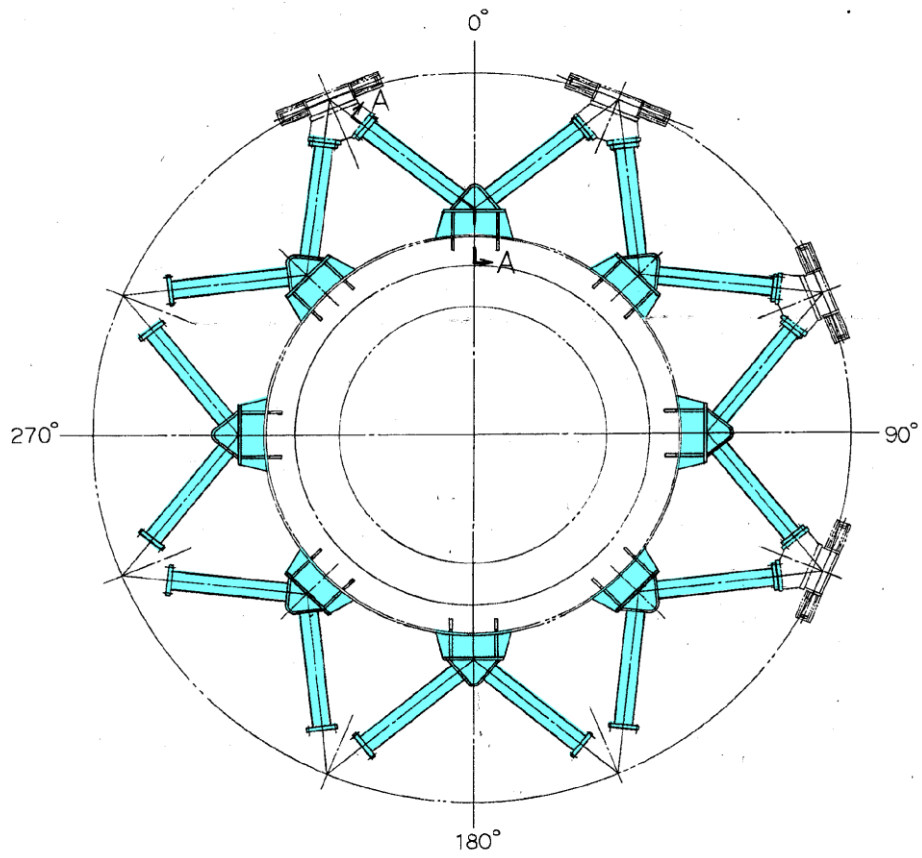


図 1-2 原子炉格納容器スタビライザ

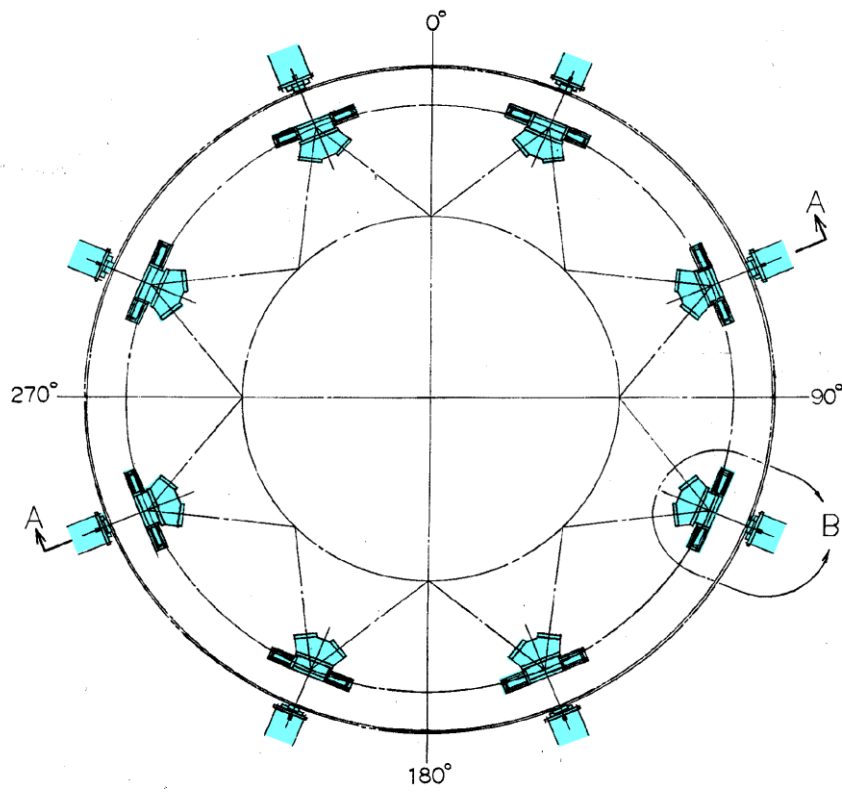


図 1-3 シヤラゲ

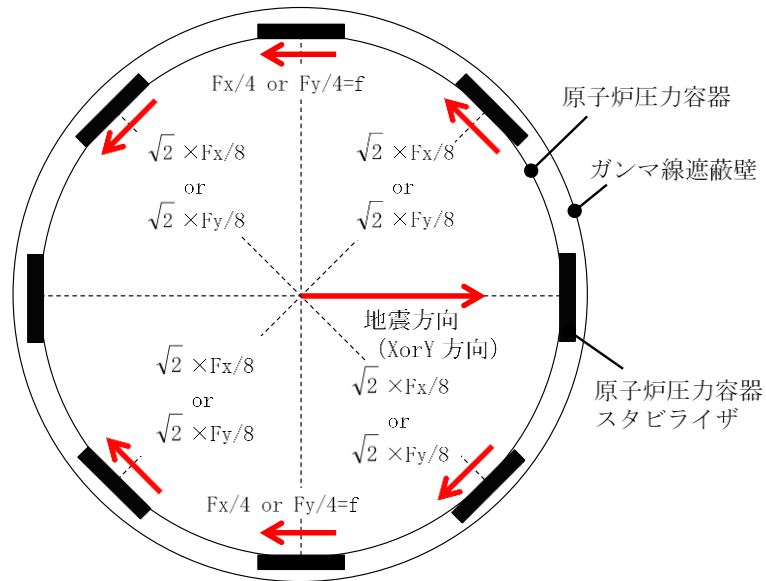


図1-4 原子炉压力容器スタビライザの水平地震荷重の分担（水平1方向）

1.3 水平2方向同時加振の影響

RPV スタビライザは、水平2方向の地震力を受けた場合においても、図1-5及び表1-1に示すとおり方向別地震荷重 F_x 又は F_y に対する最大反力を受け持つ部位が異なる。

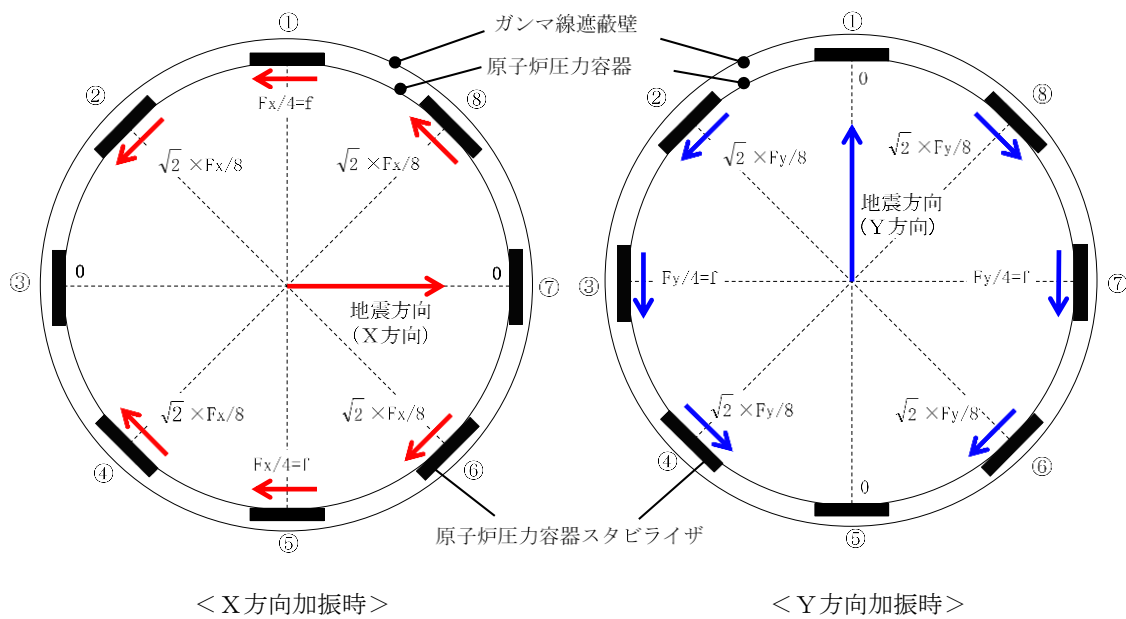


図1-5 原子炉压力容器スタビライザの水平地震荷重の分担

表 1-1 原子炉压力容器スタビライザ各点での分担荷重

位置		方向別地震力 F に対する反力	
		X 方向	Y 方向
①	0°	$\frac{F_x}{4}$	0
②	45°	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_x$	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_y$
③	90°	0	$\frac{F_y}{4}$
④	135°	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_x$	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_y$
⑤	180°	$\frac{F_x}{4}$	0
⑥	225°	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_x$	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_y$
⑦	270°	0	$\frac{F_y}{4}$
⑧	315°	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_x$	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_y$
最大		$\frac{F_x}{4} = f$	$\frac{F_y}{4} = f$

水平 2 方向地震力の組合せの考慮については、表 1-1 に示した水平 1 方向反力を用いて、X 方向、Y 方向同時には最大の地震力が発生しないと仮定し、以下の 2 つの方法にて検討を行った。

- ① 組合せ係数法： $F_y = 0.4 F_x$ と仮定し、X 方向、Y 方向のそれぞれの水平 1 方向応答結果を算術和する
- ② 最大応答の非同時性を考慮した SRSS 法： $F_y = F_x$ と仮定し、X 方向、Y 方向のそれぞれの水平 1 方向応答結果を二乗和平方根にて合成する

上記検討の結果を表 1-2 に示す。いずれの検討方法を用いても、水平 2 方向反力の組合せ結果の最大値は f となり、これは水平 1 方向反力の最大値と同値である。

したがって、RPV スタビライザに対して水平 2 方向の影響はない。

表 1-2 原子炉圧力容器スタビライザ各点における水平 2 方向の考慮

位置		組合せ係数法を用いた 水平 2 方向反力の組合せ ($F_Y = 0.4 F_X$)	最大応答の非同時性を考慮した SRSS 法を用いた水平 2 方向反力の 組合せ ($F_Y = F_X$)
①	0°	$\frac{F_X}{4} = f$	$\frac{F_X}{4} = f$
②	45°	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_X + \frac{\sqrt{2}}{8} F_Y$ $= \sqrt{2} \times 1.4 \times \frac{F_X}{8}$ $= 0.990 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{8} F_X\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{8} F_Y\right)^2}$ $= \frac{F_X}{4} = f$
③	90°	$\frac{F_Y}{4} = 0.4 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\frac{F_Y}{4} = \frac{F_X}{4} = f$
④	135°	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_X + \frac{\sqrt{2}}{8} F_Y$ $= \sqrt{2} \times 1.4 \times \frac{F_X}{8}$ $= 0.990 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{8} F_X\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{8} F_Y\right)^2}$ $= \frac{F_X}{4} = f$
⑤	180°	$\frac{F_X}{4} = f$	$\frac{F_X}{4} = f$
⑥	225°	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_X + \frac{\sqrt{2}}{8} F_Y$ $= \sqrt{2} \times 1.4 \times \frac{F_X}{8}$ $= 0.990 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{8} F_X\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{8} F_Y\right)^2}$ $= \frac{F_X}{4} = f$
⑦	270°	$\frac{F_Y}{4} = 0.4 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\frac{F_Y}{4} = \frac{F_X}{4} = f$
⑧	315°	$\frac{\sqrt{2}}{8} F_X + \frac{\sqrt{2}}{8} F_Y$ $= \sqrt{2} \times 1.4 \times \frac{F_X}{8}$ $= 0.990 \times \frac{F_X}{4} < f$	$\sqrt{\left(\frac{\sqrt{2}}{8} F_X\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{2}}{8} F_Y\right)^2}$ $= \frac{F_X}{4} = f$
最大		f	f

2. 水平2方向同時加振の影響評価（蒸気乾燥器支持ブラケット）

2.1 はじめに

本項は、蒸気乾燥器支持ブラケットに対する水平2方向同時加振の影響についてまとめたものである。

2.2 現行評価の手法

蒸気乾燥器支持ブラケットは、4体配置されており、位置関係は図2-1のとおりとなる。

蒸気乾燥器支持ブラケットは、図2-2のとおり蒸気乾燥器支持ブラケットの直交方向のせん断荷重を負担する構造であり、4体で耐震用ブロックを介し蒸気乾燥器を支持する設計である。しかし、耐震用ブロックと蒸気乾燥器支持ブラケットの間にはクリアランスが存在し、水平地震動の入力方向によっては、4体のうち対角のブラケット2体のみがその荷重を負担する可能性があるため、現行評価では対角のブラケット2体により、水平2方向の地震荷重を支持するものとして評価している。

図2-3に、評価においてブラケットに負荷される水平方向の地震荷重を示す。

$$F_Y = \frac{F}{2}$$

F : 蒸気乾燥器から受ける地震時の水平方向荷重

F_X : X方向地震よりブラケットに発生する水平方向荷重

F_Y : Y方向地震よりブラケットに発生する水平方向荷重

2.3 水平2方向同時加振の影響

蒸気乾燥器支持ブラケットは、現行評価において、水平2方向の地震荷重を同時に考慮し、ブラケットと耐震用ブロックの接触状態として想定される最も厳しい状態として4体のブラケットのうち2体でその荷重を支持すると評価しており、水平2方向同時加振による現行の評価結果への影響はない。

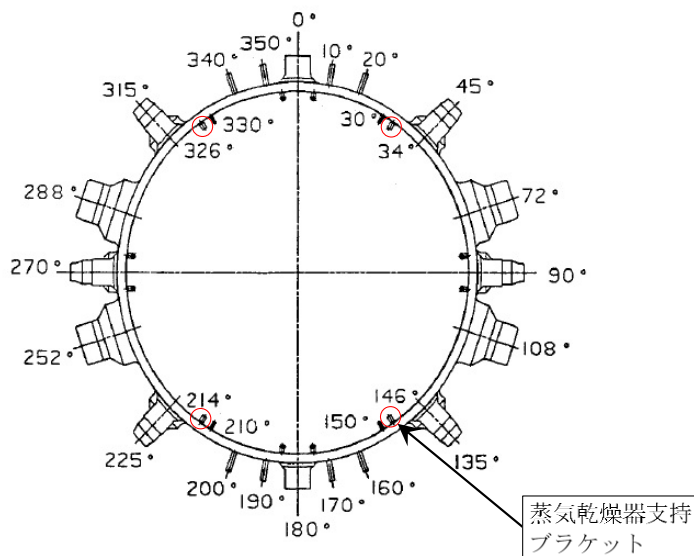


図2-1 蒸気乾燥器支持ブラケット位置図

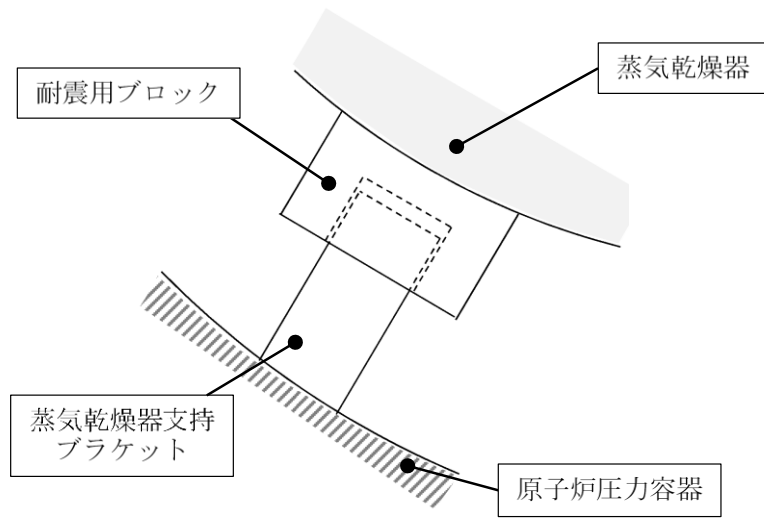


図 2-2 蒸気乾燥器支持ブラケットと耐震用ブロックの取合いイメージ

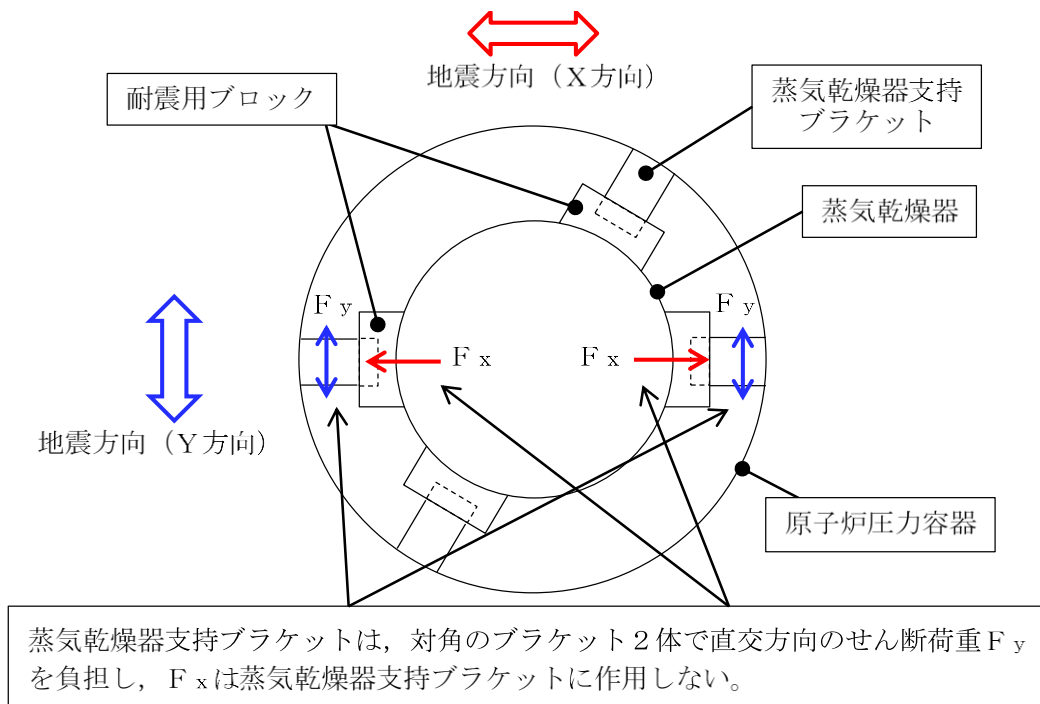


図 2-3 評価におけるブラケットの負荷荷重

3. 水平2方向同時加振の影響評価（制御棒・破損燃料貯蔵ラック）

3.1 はじめに

本項は、制御棒・破損燃料貯蔵ラック（以下「ラック」という。）のサポートに対する水平2方向同時加振の影響についてまとめたものである。

3.2 サポートの構造

本サポートは、ラックの耐震上弱軸方向となる短辺方向の転倒防止を目的として、使用済燃料貯蔵プール壁面から腕を張り出す形で設置されており、ラックの短辺方向側を支持し、長辺方向側は荷重を受けない構造となっている（図3-1）。

3.3 水平2方向の地震力による影響について

現行評価において、サポートの応力は、地震力によりラックから入力される荷重（反力）、サポート自身の荷重（自重及び自身の慣性力）と、部材の断面特性を用いて下記の地震条件時のそれぞれについて求めている。

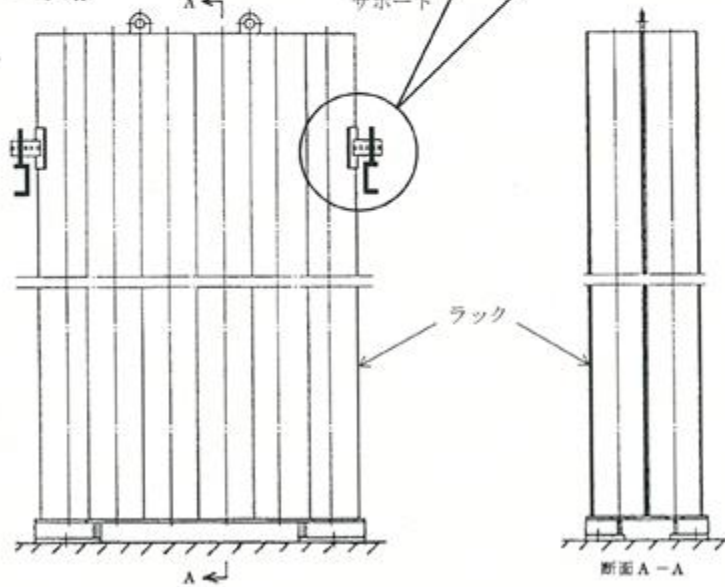
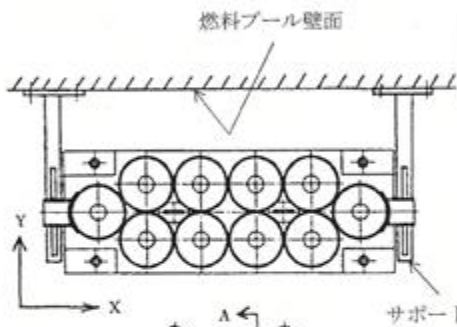
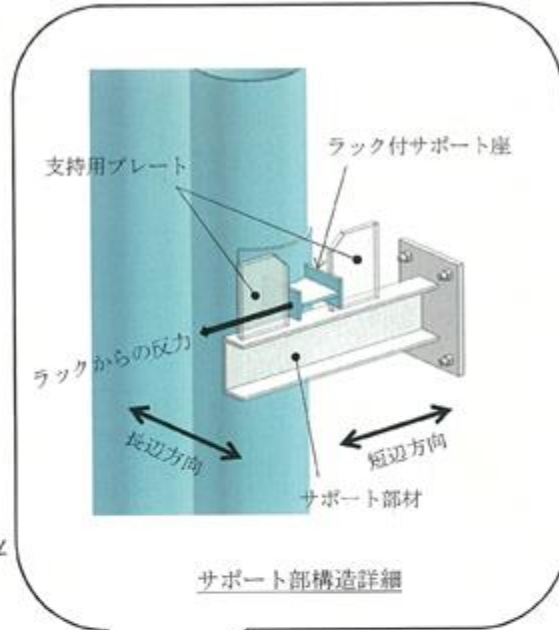
- ・長辺方向（水平X方向）＋鉛直方向
- ・短辺方向（水平Y方向）＋鉛直方向

長辺方向（X方向）の地震の場合、サポートはラックを支持していないため、ラックから入力される荷重（反力）は生じず、サポート自身の慣性力による応力のみが発生する。短辺方向（Y方向）の地震の場合、サポートには、ラックからの反力と自身の慣性力による応力が発生する。サポート自身の慣性力は、いずれの方向の地震においても、ラックからの反力と比較して小さい。

したがって、サポートの応力は、水平1方向（短辺方向（Y方向））の地震力の応答が支配的であり、他の水平方向の地震力による応答は小さいため、水平2方向入力の影響は軽微である。

〔サポート取合部の説明〕

- ・短辺方向側は、ラック付のサポート座を支持用プレートではさみ込むように拘束して支持されている。
- ・長辺方向側は、拘束する構造となっていない。



全景

図 3-1 制御棒・破損燃料貯蔵ラック設置状態

4. 水平 2 方向同時加振の影響評価（円筒形容器）

4.1 はじめに

本項は、水平地震動が水平 2 方向に作用した場合の円筒形容器に対する影響を FEM で確認した結果をまとめたものである。

円筒形容器については、別紙 4.1 にて記載しているとおり、X 方向地震と Y 方向地震とでは最大応力点が異なるため、それぞれの地震による応力を組み合わせても影響軽微としている。本項には、別紙 4.1 にて記載していることを解析にて確認することを目的として、円筒形容器の FEM モデルを用いた解析を実施した結果を示す。ここで、本検討は軸方向応力、周方向応力及びせん断応力の組合せに基づく胴の応力強さを対象としたものである。

具体的な確認項目として、以下 2 点を確認した。

- ① X 方向地震と Y 方向地震とで最大応力点が異なることの確認
- ② 最大応力点以外に、X 方向地震と Y 方向地震による応力を組み合わせた場合に影響のあるような点があるかを確認

4.2 影響評価検討

評価検討モデル及び応力の定義について図 4-1 に示す。なお、応力については要素ごとの局部座標系として図 4-1 に示すように定義する。検討方法を以下に示す。

- ・ 検討方法 : 水平地震力 1G を X 方向へ入力し、周方向の 0° 方向から 90° 方向にかけて応力分布を確認する。また、水平 1 方向地震による応力を用いて水平 2 方向地震による応力を評価する。
- ・ 検討モデル : たて置円筒形容器をシェル要素にてモデル化
- ・ 拘束点 : 容器基部を拘束
- ・ 荷重条件 : モデル座標の X 方向に水平地震力 1G を負荷
- ・ 解析手法 : 静的解析
- ・ 対象部位及び応力 : 容器基部における応力強さ
- ・ 水平 2 方向同時加振時の考慮方法
 - 組合せ係数法（最大応答の非同時性を考慮）
 - SRSS 法（最大応答の非同時性を考慮）

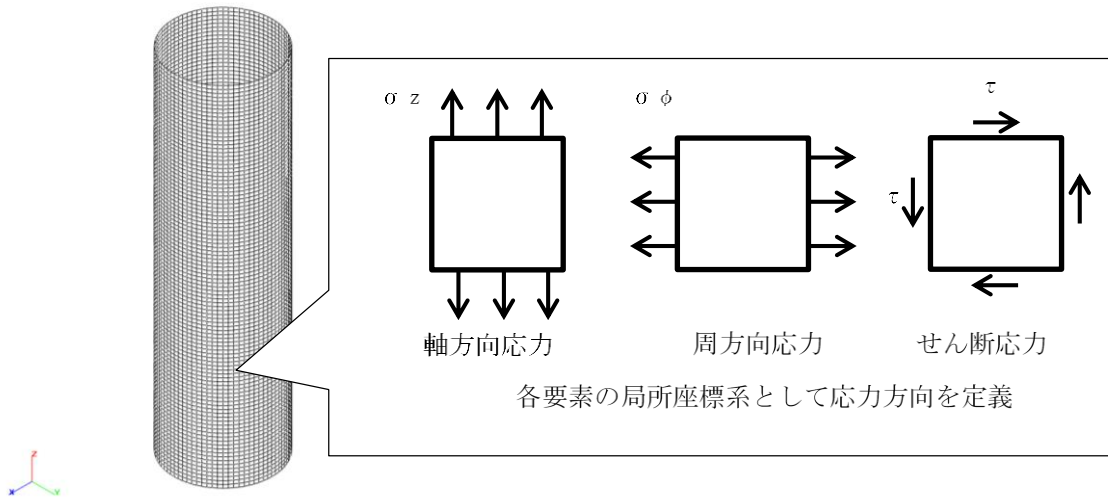


図 4-1 評価検討モデル及び各応力の定義

4.3 検討結果

4.3.1 軸方向応力 σ_z

容器基部における水平地震時の軸方向応力コンター図を図 4-2 に示す。

この結果より、最大応力点は $0^\circ / 180^\circ$ 位置に発生していることが分かる。円筒形容器のため評価部位が円形の一様断面であることから、Y 方向から水平地震力を入力した場合においても、最大応力点は $90^\circ / 270^\circ$ 位置に発生することは明白であるため、水平方向地震動の入力方向により最大応力点は異なる。

また、表 4-1 に X 方向、Y 方向、2 方向入力時の軸方向応力分布を示す。

中間部 ($0^\circ / 90^\circ$ 方向以外) において 2 方向入力時の影響が確認できる。なお、組合せ係数法及び SRSS 法のそれぞれを用いた水平 2 方向入力時の応力 $\sigma_{z,c}(\theta)$ 及び $\sigma_{z,s}(\theta)$ は、水平 1 方向入力時の軸方向応力解析結果 (X 方向入力時応力 $\sigma_{z,x}(\theta)$ 、Y 方向入力時応力 $\sigma_{z,y}(\theta)$) により、以下のとおり算出する。

<組合せ係数法>

$$\sigma_{z,c}(\theta) = \text{MAX} (\sigma_{z,c(X)}(\theta), \sigma_{z,c(Y)}(\theta))$$

ただし、 $\sigma_{z,c(X)}(\theta)$ は $\sigma_{z,x}(\theta)$ に 1、 $\sigma_{z,y}(\theta)$ に 0.4 の係数を乗じて X・Y 方向入力時それぞれの軸方向応力を組み合わせた応力、 $\sigma_{z,c(Y)}(\theta)$ は $\sigma_{z,y}(\theta)$ に 1、 $\sigma_{z,x}(\theta)$ に 0.4 の係数を乗じて X・Y 方向入力時それぞれの軸方向応力を組み合わせた応力であり、以下のように表される。

$$\sigma_{z,c(X)}(\theta) = \sigma_{z,x}(\theta) + 0.4 \times \sigma_{z,y}(\theta)$$

$$\sigma_{z,c(Y)}(\theta) = 0.4 \times \sigma_{z,x}(\theta) + \sigma_{z,y}(\theta)$$

<SRSS 法>

$$\sigma_{z,s}(\theta) = \sqrt{\sigma_{z,X}(\theta)^2 + \sigma_{z,Y}(\theta)^2}$$

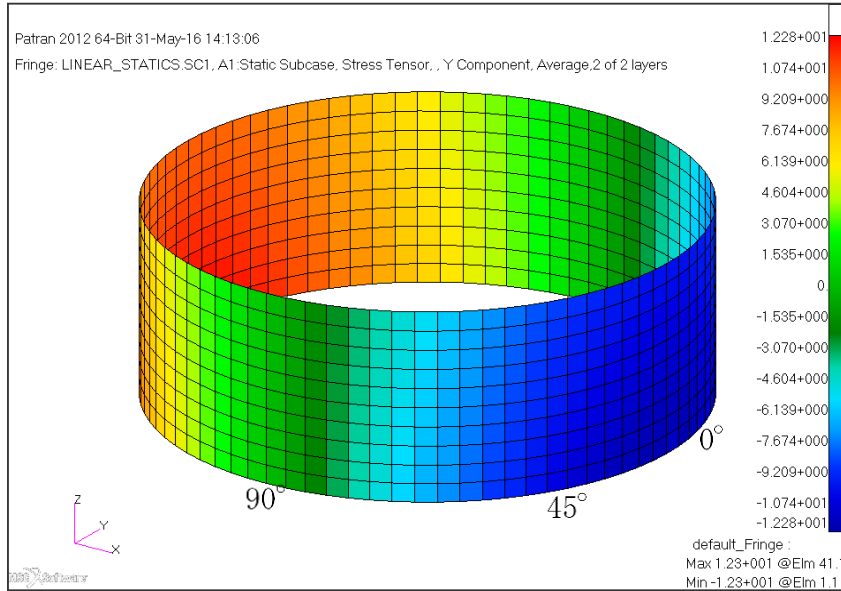


図 4-2 水平地震時軸方向コンター図 (X 方向入力)

表 4-1 水平地震時の軸方向応力分布

角度	X 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{z,X}(\theta)$	Y 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{z,Y}(\theta)$	2 方向入力時応力 (MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_{z,c}(\theta)$	SRSS 法 $\sigma_{z,s}(\theta)$
0° 方向	12.28	0.00	12.28 $\sigma_{z,c(X)}(0^\circ) = 12.28 \times 1 + 0 \times 0.4 = 12.28$ $\sigma_{z,c(Y)}(0^\circ) = 12.28 \times 0.4 + 0 \times 1 = 4.91$	12.28
22.5° 方向	11.34	4.70	13.22 $\sigma_{z,c(X)}(22.5^\circ) = 11.34 \times 1 + 4.70 \times 0.4 = 13.22$ $\sigma_{z,c(Y)}(22.5^\circ) = 11.34 \times 0.4 + 4.70 \times 1 = 9.24$	12.28
45° 方向	8.68	8.68	12.15 $\sigma_{z,c(X)}(45^\circ) = 8.68 \times 1 + 8.68 \times 0.4 = 12.15$ $\sigma_{z,c(Y)}(45^\circ) = 8.68 \times 0.4 + 8.68 \times 1 = 12.15$	12.28
67.5° 方向	4.70	11.34	13.22 $\sigma_{z,c(X)}(67.5^\circ) = 4.70 \times 1 + 11.34 \times 0.4 = 9.24$ $\sigma_{z,c(Y)}(67.5^\circ) = 4.70 \times 0.4 + 11.34 \times 1 = 13.22$	12.28
90° 方向	0.00	12.28	12.28 $\sigma_{z,c(X)}(90^\circ) = 0 \times 1 + 12.28 \times 0.4 = 4.91$ $\sigma_{z,c(Y)}(90^\circ) = 0 \times 0.4 + 12.28 \times 1 = 12.28$	12.28

4.3.2 周方向応力 σ_{ϕ}

容器基部における水平地震時の周方向応力コンター図を図4-3に、周方向応力分布を表4-2に示す。軸方向応力同様に最大応力点は $0^{\circ}/180^{\circ}$ 位置に発生しており、最大応力点が異なることについて確認できる。

また、軸方向応力と同様に中間部 ($0^{\circ}/90^{\circ}$ 方向以外) において2方向入力時の影響が確認できる。なお、組合せ係数法及びSRSS法のそれぞれを用いた水平2方向入力時の応力 $\sigma_{\phi,c}(\theta)$ 及び $\sigma_{\phi,s}(\theta)$ は、水平1方向入力時の周方向応力解析結果 (X方向入力時応力 $\sigma_{\phi,x}(\theta)$, Y方向入力時応力 $\sigma_{\phi,y}(\theta)$) により、以下のとおり算出する。

<組合せ係数法>

$$\sigma_{\phi,c}(\theta) = \text{MAX} (\sigma_{\phi,c(x)}(\theta), \sigma_{\phi,c(y)}(\theta))$$

ただし、 $\sigma_{\phi,c(x)}(\theta)$ は $\sigma_{\phi,x}(\theta)$ に1、 $\sigma_{\phi,y}(\theta)$ に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの周方向応力を組み合わせた応力、 $\sigma_{\phi,c(y)}(\theta)$ は $\sigma_{\phi,y}(\theta)$ に1、 $\sigma_{\phi,x}(\theta)$ に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれの応力を組み合わせた応力であり、以下のように表される。

$$\sigma_{\phi,c(x)}(\theta) = \sigma_{\phi,x}(\theta) + 0.4 \times \sigma_{\phi,y}(\theta)$$

$$\sigma_{\phi,c(y)}(\theta) = 0.4 \times \sigma_{\phi,x}(\theta) + \sigma_{\phi,y}(\theta)$$

<SRSS法>

$$\sigma_{\phi,s}(\theta) = \sqrt{\sigma_{\phi,x}(\theta)^2 + \sigma_{\phi,y}(\theta)^2}$$

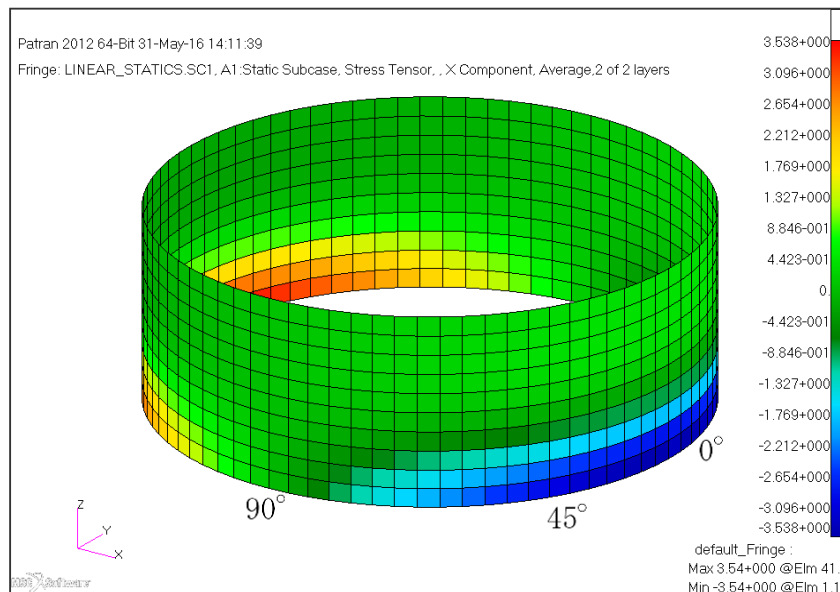


図4-3 水平地震時周方向応力コンター図 (X方向入力)

表 4-2 水平地震時の周方向応力分布

角度	X 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{\phi, X}(\theta)$	Y 方向入力時 応力 (MPa) $\sigma_{\phi, Y}(\theta)$	2 方向入力時応力 (MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_{\phi, c}(\theta)$	SRSS 法 $\sigma_{\phi, s}(\theta)$
0° 方向	3.54	0.00	3.54 $\sigma_{\phi, c(X)}(0^\circ) = 3.54$ $\sigma_{\phi, c(Y)}(0^\circ) = 1.42$	3.54
22.5° 方向	3.27	1.35	3.81 $\sigma_{\phi, c(X)}(22.5^\circ) = 3.81$ $\sigma_{\phi, c(Y)}(22.5^\circ) = 2.66$	3.54
45° 方向	2.50	2.50	3.50 $\sigma_{\phi, c(X)}(45^\circ) = 3.50$ $\sigma_{\phi, c(Y)}(45^\circ) = 3.50$	3.54
67.5° 方向	1.35	3.27	3.81 $\sigma_{\phi, c(X)}(67.5^\circ) = 2.66$ $\sigma_{\phi, c(Y)}(67.5^\circ) = 3.81$	3.54
90° 方向	0.00	3.54	3.54 $\sigma_{\phi, c(X)}(90^\circ) = 1.42$ $\sigma_{\phi, c(Y)}(90^\circ) = 3.54$	3.54

4.3.3 せん断応力 τ

容器基部における水平地震時のせん断応力コンター図を図4-4に示し、せん断応力分布を表4-3に示す。せん断応力は軸方向及び周方向応力とは異なり、最大応力は90°/270°位置に生じているが、最大応力と最小応力の生じる点が回転しているのみで応力の傾向として最大応力点が異なることについて確認できる。

また、軸方向応力、周方向応力と同様に中間部(0°/90°方向以外)において2方向入力時の影響が確認できる。なお、組合せ係数法及びSRSS法のそれぞれを用いた水平2方向入力時の応力 $\tau_c(\theta)$ 及び $\tau_s(\theta)$ は、水平1方向入力時のせん断応力解析結果(X方向入力時応力 $\tau_x(\theta)$ 、Y方向入力時応力 $\tau_y(\theta)$)により、以下のとおり算出する。

<組合せ係数法>

$$\tau_c(\theta) = \text{MAX}(\tau_{c(X)}(\theta), \tau_{c(Y)}(\theta))$$

ただし、 $\tau_{c(X)}(\theta)$ は $\tau_x(\theta)$ に1、 $\tau_y(\theta)$ に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれのせん断応力を組み合わせた応力、 $\tau_{c(Y)}(\theta)$ は $\tau_{c(Y)}(\theta)$ に1、 $\tau_x(\theta)$ に0.4の係数を乗じてX・Y方向入力時それぞれのせん断応力を組み合わせた応力であり、以下のように表される。

$$\tau_{c(X)}(\theta) = \tau_x(\theta) + 0.4 \times \tau_y(\theta)$$

$$\tau_{c(Y)}(\theta) = 0.4 \times \tau_x(\theta) + \tau_y(\theta)$$

<SRSS法>

$$\tau_s(\theta) = \sqrt{\tau_x(\theta)^2 + \tau_y(\theta)^2}$$

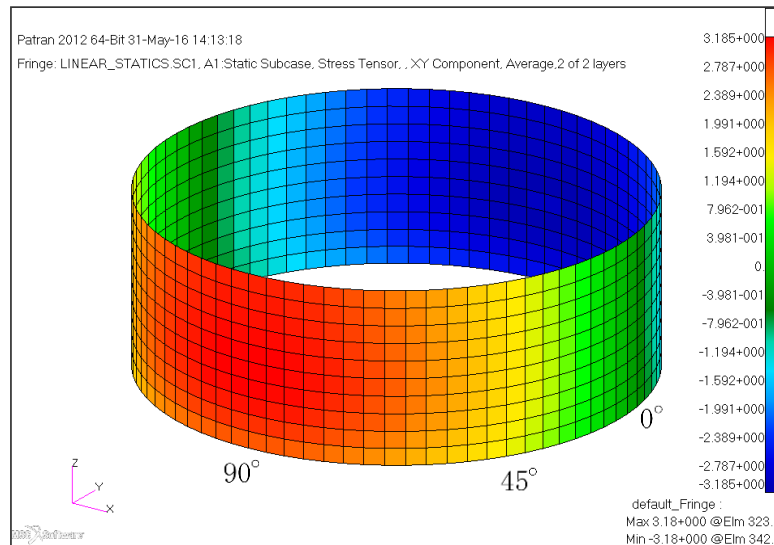


図4-4 水平地震時せん断応力コンター図 (X方向入力)

表4-3 水平地震時のせん断応力分布

角度	X方向入力時	Y方向入力時	2方向入力時応力 (MPa)
----	--------	--------	----------------

	応力 (MPa) $\tau_x(\theta)$	応力 (MPa) $\tau_y(\theta)$	組合せ係数法 $\tau_c(\theta)$	SRSS 法 $\tau_s(\theta)$
0° 方向	0.00	2.70	2.70 $\tau_{c(x)}(0^\circ) = 1.08$ $\tau_{c(y)}(0^\circ) = 2.70$	2.70
22.5° 方向	1.03	2.49	2.91 $\tau_{c(x)}(22.5^\circ) = 2.03$ $\tau_{c(y)}(22.5^\circ) = 2.91$	2.70
45° 方向	1.91	1.91	2.67 $\tau_{c(x)}(45^\circ) = 2.67$ $\tau_{c(y)}(45^\circ) = 2.67$	2.70
67.5° 方向	2.49	1.03	2.91 $\tau_{c(x)}(67.5^\circ) = 2.91$ $\tau_{c(y)}(67.5^\circ) = 2.03$	2.70
90° 方向	2.70	0.00	2.70 $\tau_{c(x)}(90^\circ) = 2.70$ $\tau_{c(y)}(90^\circ) = 1.08$	2.70

4.3.4 応力強さ σ

胴の応力強さ σ は、表 4-1～表 4-3 に示した X 方向、Y 方向、2 方向入力時それ

ぞれの軸方向応力 σ_z 、周方向応力 σ_ϕ 及びせん断応力 τ を組み合わせ、耐震評価結果として用いている。

<水平1方向のうち、X方向入力時の組合せ応力強さ $\sigma_x(\theta)$ >

主応力 $\sigma_{1,X}(\theta)$ 、 $\sigma_{2,X}(\theta)$ 、 $\sigma_{3,X}(\theta)$ は以下のとおりに表される。

$$\sigma_{1,X}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{z,X}(\theta) + \sigma_{\phi,X}(\theta) + \sqrt{(\sigma_{z,X}(\theta) - \sigma_{\phi,X}(\theta))^2 + 4\tau_X(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{2,X}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{z,X}(\theta) + \sigma_{\phi,X}(\theta) - \sqrt{(\sigma_{z,X}(\theta) - \sigma_{\phi,X}(\theta))^2 + 4\tau_X(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{3,X}(\theta) = 0$$

各主応力により、応力強さ $\sigma_x(\theta)$ は以下のとおりとなる。

$$\sigma_x(\theta) = \text{MAX} \left(\left| \sigma_{1,X}(\theta) - \sigma_{2,X}(\theta) \right|, \left| \sigma_{2,X}(\theta) - \sigma_{3,X}(\theta) \right|, \left| \sigma_{3,X}(\theta) - \sigma_{1,X}(\theta) \right| \right)$$

なお、Y方向入力時の応力強さ $\sigma_y(\theta)$ は、上記の式における X を Y に置き換えた式により算出する。

ここで $\theta = 0^\circ$ の場合、表 4-1 より $\sigma_{z,X}(0^\circ) = 12.28$ 、表 4-2 より $\sigma_{\phi,X}(0^\circ) = 3.54$ 、表 4-3 より $\tau_X(0^\circ) = 0$ であるため、

$$\sigma_{1,X}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 + \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(0.00)^2} \right) = 12.28$$

$$\sigma_{2,X}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 - \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4(0.00)^2} \right) = 3.54$$

$$\sigma_{3,X}(0^\circ) = 0$$

となる。したがって、

$$\sigma_x(0^\circ) = \text{MAX}(|12.28 - 3.54|, |3.54 - 0.00|, |0.00 - 12.28|) = 12.28$$

<組合せ係数法による水平2方向同時加振を考慮した応力強さ $\sigma_c(\theta)$ >

$\sigma_c(\theta)$ の算出フローを図 4-5 に示す。

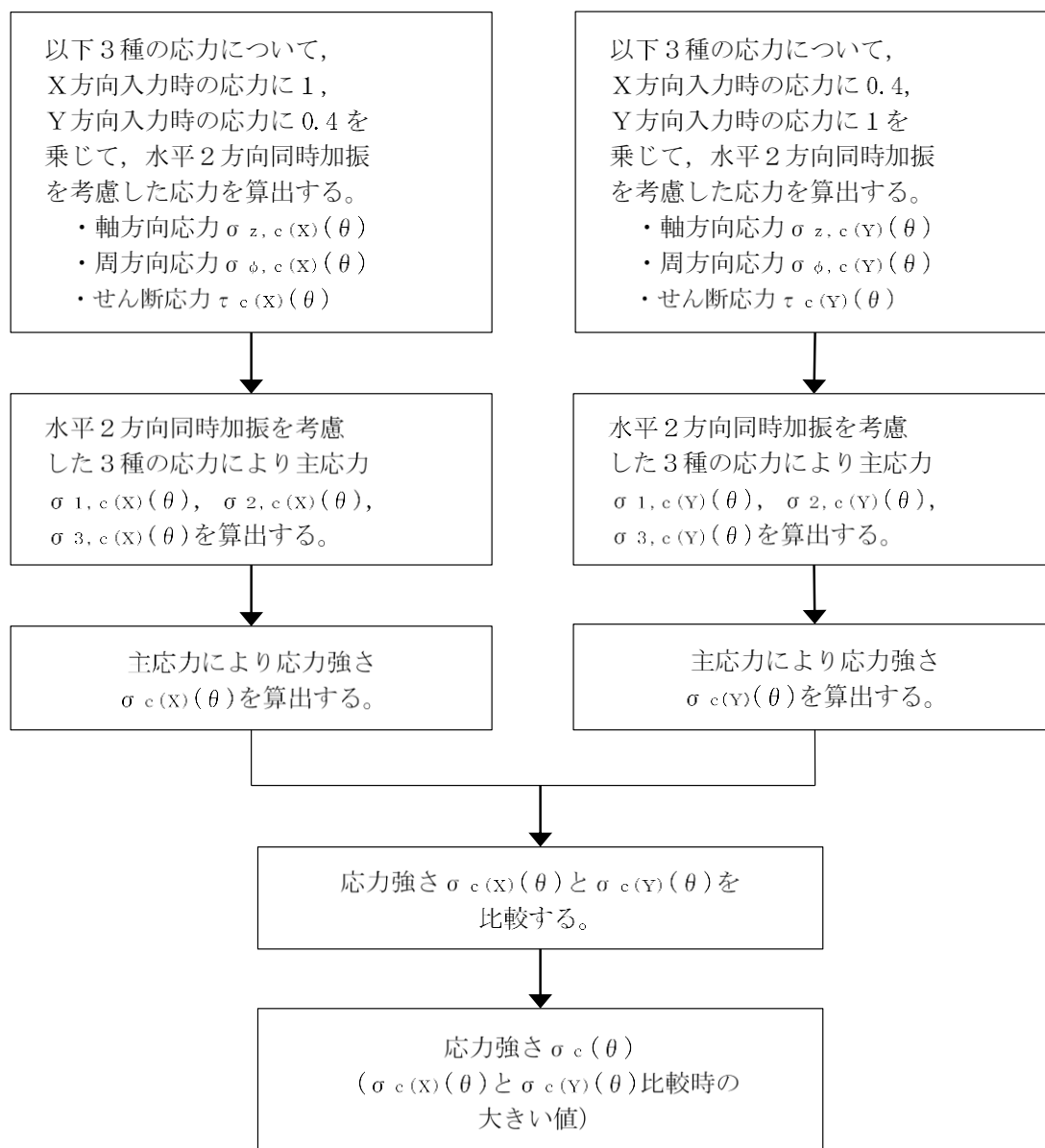


図 4-5 組合せ係数法による応力強さ算出フロー

X 方向入力時の応力に 1, Y 方向入力時の応力に 0.4 を乗じて組み合わせた水平 2 方向同時加振を考慮した応力は以下のとおりとなる。

$$\sigma_{z,c(X)}(\theta) = \sigma_{z,X}(\theta) + 0.4 \times \sigma_{z,Y}(\theta)$$

$$\sigma_{\phi,c(X)}(\theta) = \sigma_{\phi,X}(\theta) + 0.4 \times \sigma_{\phi,Y}(\theta)$$

$$\tau_{c(X)}(\theta) = \tau_X(\theta) + 0.4 \times \tau_Y(\theta)$$

水平 2 方向同時加振を考慮した各応力により, 主応力 $\sigma_{1,c(X)}(\theta)$, $\sigma_{2,c(X)}(\theta)$, $\sigma_{3,c(X)}(\theta)$ は以下のとおりに表される。

$$\sigma_{1,c(X)}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{z,c(X)}(\theta) + \sigma_{\phi,c(X)}(\theta) + \sqrt{(\sigma_{z,c(X)}(\theta) - \sigma_{\phi,c(X)}(\theta))^2 + 4 \tau_{c(X)}(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{2,c(X)}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{z,c(X)}(\theta) + \sigma_{\phi,c(X)}(\theta) - \sqrt{(\sigma_{z,c(X)}(\theta) - \sigma_{\phi,c(X)}(\theta))^2 + 4 \tau_{c(X)}(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{3,c(X)}(\theta) = 0$$

各主応力により, 応力強さ $\sigma_{c(X)}(\theta)$ は以下のとおりとなる。

$$\sigma_{c(X)}(\theta) = \text{MAX} \left(\left| \sigma_{1,c(X)}(\theta) - \sigma_{2,c(X)}(\theta) \right|, \left| \sigma_{2,c(X)}(\theta) - \sigma_{3,c(X)}(\theta) \right|, \left| \sigma_{3,c(X)}(\theta) - \sigma_{1,c(X)}(\theta) \right| \right)$$

同様に, Y 方向入力時の応力に 1, X 方向入力時の応力に 0.4 を乗じて組み合わせた水平 2 方向同時加振を考慮した応力により, 応力強さ $\sigma_{c(Y)}(\theta)$ を算出する。

この応力強さ $\sigma_{c(X)}(\theta)$ と $\sigma_{c(Y)}(\theta)$ を比較し, 大きい値を $\sigma_c(\theta)$ とする。

$$\sigma_c(\theta) = \text{MAX} (\sigma_{c(X)}(\theta), \sigma_{c(Y)}(\theta))$$

ここで $\theta = 0^\circ$ の場合, 表 4-1 より $\sigma_{z,c(X)}(0^\circ) = 12.28$, 表 4-2 より $\sigma_{\phi,c(X)}(0^\circ) = 3.54$, 表 4-3 より $\tau_{c(X)}(0^\circ) = 1.08$ であるため,

$$\sigma_{1,c(X)}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 + \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times (1.08)^2} \right) = 12.41$$

$$\sigma_{2,c(X)}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 - \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times (1.08)^2} \right) = 3.41$$

$$\sigma_{3,c(X)}(0^\circ) = 0$$

となる。したがって, 応力強さ $\sigma_{c(X)}(0^\circ)$ は以下のように算出される。

$$\sigma_{c(X)}(0^\circ) = \text{MAX}(|12.41 - 3.41|, |3.41 - 0.00|, |0.00 - 12.41|) = 12.41$$

同様に、表 4-1 より $\sigma_{z, c(Y)}(0^\circ) = 4.91$ 、表 4-2 より $\sigma_{\phi, c(Y)}(0^\circ) = 1.42$ 、表 4-3 より $\tau_{c(Y)}(0^\circ) = 2.70$ であるため、

$$\sigma_{1, c(Y)}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(4.91 + 1.42 + \sqrt{(4.91 - 1.42)^2 + 4 \times (2.70)^2} \right) = 6.38$$

$$\sigma_{2, c(Y)}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(4.91 + 1.42 - \sqrt{(4.91 - 1.42)^2 + 4 \times (2.70)^2} \right) = -0.05$$

$$\sigma_{3, c(Y)}(0^\circ) = 0$$

となる。したがって、応力強さ $\sigma_{c(Y)}(0^\circ)$ は以下のように算出される。

$$\sigma_{c(Y)}(0^\circ) = \text{MAX}(|6.38 - (-0.05)|, |-0.05 - 0.00|, |0.00 - 6.38|) = 6.43$$

応力強さ $\sigma_{c(X)}(0^\circ)$ と $\sigma_{c(Y)}(0^\circ)$ の比較により、組合せ係数法による水平 2 方向同時加振を考慮した応力強さ $\sigma_c(0^\circ)$ は、

$$\sigma_c(0^\circ) = \text{MAX}(12.41, 6.43) = 12.41$$

となる。

<SRSS 法による水平 2 方向同時加振を考慮した応力強さ $\sigma_s(\theta)$ >
主応力 $\sigma_{1, s}(\theta)$ 、 $\sigma_{2, s}(\theta)$ 、 $\sigma_{3, s}(\theta)$ は以下のとおりに表される。

$$\sigma_{1, s}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{z, s}(\theta) + \sigma_{\phi, s}(\theta) + \sqrt{(\sigma_{z, s}(\theta) - \sigma_{\phi, s}(\theta))^2 + 4 \tau_s(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{2, s}(\theta) = \frac{1}{2} \left(\sigma_{z, s}(\theta) + \sigma_{\phi, s}(\theta) - \sqrt{(\sigma_{z, s}(\theta) - \sigma_{\phi, s}(\theta))^2 + 4 \tau_s(\theta)^2} \right)$$

$$\sigma_{3, s}(\theta) = 0$$

各主応力により、応力強さ $\sigma_s(\theta)$ は以下のとおりとなる。

$$\sigma_s(\theta) = \text{MAX}(|\sigma_{1, s}(\theta) - \sigma_{2, s}(\theta)|, |\sigma_{2, s}(\theta) - \sigma_{3, s}(\theta)|, |\sigma_{3, s}(\theta) - \sigma_{1, s}(\theta)|)$$

ここで $\theta = 0^\circ$ の場合には、表 4-1 より $\sigma_{z, s}(0^\circ) = 12.28$ 、表 4-2 より $\sigma_{\phi, s}(0^\circ) = 3.54$ 、表 4-3 より $\tau_s(0^\circ) = 2.70$ であるため、

$$\sigma_{1, s}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 + \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times (2.70)^2} \right) = 13.05$$

$$\sigma_{2, s}(0^\circ) = \frac{1}{2} \left(12.28 + 3.54 - \sqrt{(12.28 - 3.54)^2 + 4 \times (2.70)^2} \right) = 2.77$$

$$\sigma_{3, s}(0^\circ) = 0$$

となる。したがって、

$$\sigma_s(0^\circ) = \text{MAX}(|13.05 - 2.77|, |2.77 - 0.00|, |0.00 - 13.05|) = 13.05$$

$\theta = 0^\circ$ の場合に SRSS 法，組合せ係数法を用いて算出した応力強さを表 4-4 にまとめる。

表 4-4 SRSS 法, 組合せ係数法を用いて算出した応力強さ ($\theta = 0^\circ$)

	X 方向 入力時	Y 方向 入力時	SRSS 法	組合せ係数法	
				$1.0 \times X + 0.4 \times Y$	$0.4 \times X + 1.0 \times Y$
$\sigma_z(\theta)$	12.28	0.00	$\sqrt{(12.28^2 + 0.00^2)} =$ 12.28	$12.28 \times 1.0 + 0.00 \times 0.4 =$ 12.28	$12.28 \times 0.4 + 0.00 \times 0.1 =$ 4.91
$\sigma_\phi(\theta)$	3.54	0.00	$\sqrt{(3.54^2 + 0.00^2)} =$ 3.54	$3.54 \times 1.0 + 0.00 \times 0.4 =$ 3.54	$3.54 \times 0.4 + 0.00 \times 0.1 =$ 1.42
$\tau(\theta)$	0.00	2.70	$\sqrt{(0.00^2 + 2.70^2)} =$ 2.70	$0.00 \times 1.0 + 2.70 \times 0.4 =$ 1.08	$0.00 \times 0.4 + 2.70 \times 0.1 =$ 2.70
$\sigma(\theta)$	—	—	MAX(13.05-2.77 , 2.77-0.00 , 0.00-13.05) = 13.05	MAX(12.41-3.41 , 3.41-0.00 , 0.00-12.41) = 12.41	MAX(6.38-(-0.05) , -0.05-0.00 , 0.00-6.38) = 6.43
				MAX(12.41, 6.43) = 12.41	

注：本表記の数値は計算例を示すものであり、実際の評価とは桁数処理の関係上、一致しないことがある。

算出した応力強さの分布及び分布図を表 4-5 及び図 4-6 に示す。

表 4-5 水平地震時の応力強さ分布

角度	X方向入力時 応力強さ (MPa) $\sigma_X(\theta)$	Y方向入力時 応力強さ (MPa) $\sigma_Y(\theta)$	2方向入力時応力強さ (MPa)	
			組合せ係数法 $\sigma_c(\theta)$	SRSS法 $\sigma_s(\theta)$
0° 方向	12.28	5.40	12.41	13.04
22.5° 方向	11.47	6.03	13.64	13.04
45° 方向	9.22	9.22	12.91	13.04
67.5° 方向	6.03	11.47	13.64	13.04
90° 方向	5.40	12.28	12.41	13.04

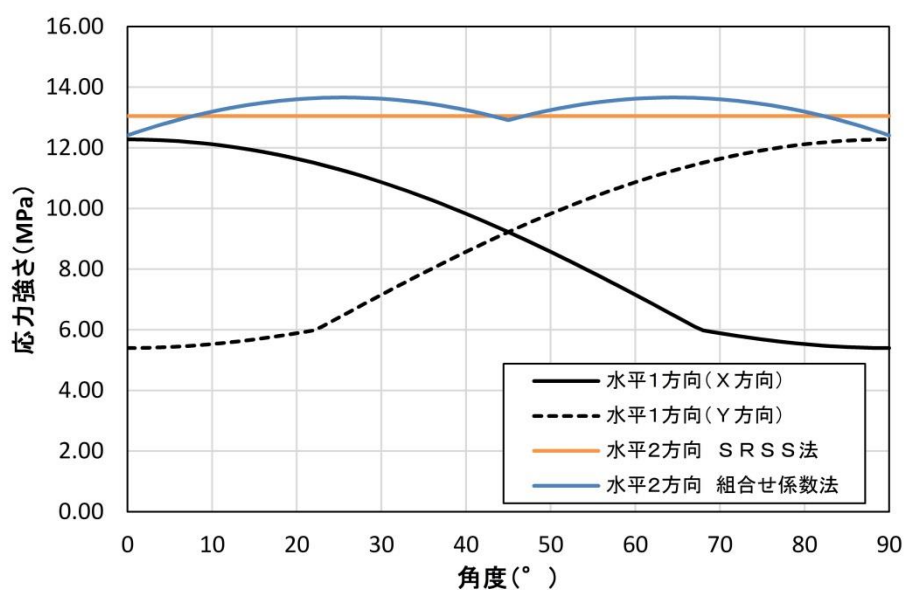


図 4-6 水平地震時応力強さ分布図

応力強さは、SRSS法では全方向において一定であるのに対し、組合せ係数法では 24.75° / 65.25° 方向に 2 つのピークを持つ分布となった。応力強さは 0° / 45° / 90° 方向付近では、SRSS法の方が組合せ係数法に比べ大きな値となるのに対し、組合せ係数法がピークを持つ 24.75° / 65.25° 方向付近では SRSS法を約 5% 上回る結果となった。

水平 2 方向入力時の SRSS法による最大応力強さは水平 1 方向入力時の最大応力強さに対して 6% 上回る程度であり (表 4-6 参照)、水平 2 方向による影響は軽微といえる。一方、水平 2 方向入力時の組合せ係数法による最大応力強さについては、

水平1方向入力時の最大応力強さに対して11%上回る結果となった。これは水平2方向の影響軽微と判断する基準（応力の増分が1割）を超えているが、本検討においては水平地震力のみを考慮しており、実際の耐震評価においては水平地震力以外に自重、内圧及び鉛直地震力等を考慮して評価を実施することから、水平2方向を考慮した際の応力強さの増分は小さくなる。このため、水平2方向による影響は軽微であると考えられる。

表4-6 水平地震時の最大応力強さ及び水平2方向による影響

		最大応力強さ (MPa)	水平2方向／水平1方向 最大応力強さ比
水平1方向入力		12.28	—
水平2方向 入力	SRSS法	13.05	1.06
	組合せ係数法	13.67	1.11

5. 水平 2 方向同時加振の影響評価（応答軸が明確である設備）

5.1 はじめに

本項は、応答軸が明確である設備について、水平 2 方向の地震力を考慮した場合においても設備の有する耐震性に対して影響軽微であることを説明するものである。

5.2 設備の有する耐震性に対して影響軽微であることの説明

設備の応答軸（弱軸・強軸）の方向、あるいは厳しい応力が発生する向きが明確な設備（以下「応答軸が明確な設備」という。）があり、このような設備については従来設計手法として、解析時に NS・EW 方向を包絡した地震力（床応答スペクトルなど）を設備の X 方向及び Y 方向から入力し、最大応答で評価する等、保守的な評価を実施している。このような応答軸が明確な設備については、水平 2 方向の地震力による従来設計手法への影響が懸念されるようなことはないと考え。その理由を以下に示す。

応答軸が明確な設備については、従来設計手法においても建物・構築物の NS・EW 方向の応答を包絡した地震力を設備の各応答軸（図 5-1 X, Y 方向）へ入力しているため、設備にとって厳しい方向となる弱軸方向への入力を用いた評価を実施している。

水平 2 方向の地震力を想定した場合、2 方向の地震力が合成されるとすると、最大値が同時に発生する場合、最大で $\sqrt{2}$ 倍の大きさの入力となることが考えられるが、応答軸が明確な設備は対角方向へ転倒し難く、設備の応答軸方向へ応答し易いため、応答はそれぞれの応答軸方向（弱軸／強軸）に分解され、強軸側の応答は十分に小さくなる。また、強軸方向に比べて転倒し易い弱軸方向が、最も厳しい条件となるため、実質的には弱軸方向に 1 方向を入力した場合の応答レベルと同等となる。各方向における最大値の生起時刻の非同時性を考慮すると、さらにその影響は小さくなり、弱軸 1 方向入力による評価と大きく変わらない結果となる。

設計手法として NS・EW 方向を包絡した地震力（床応答スペクトルなど）を入力して保守的な評価を実施していることも考えると、応答軸が明確な設備については、水平 2 方向の地震力を考慮した場合においても影響軽微であるといえる。

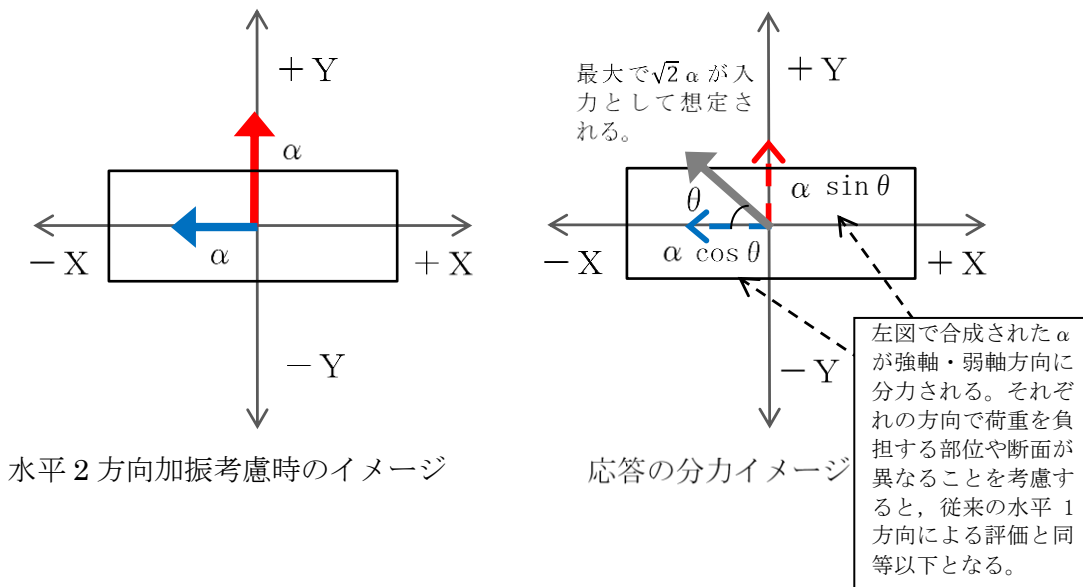
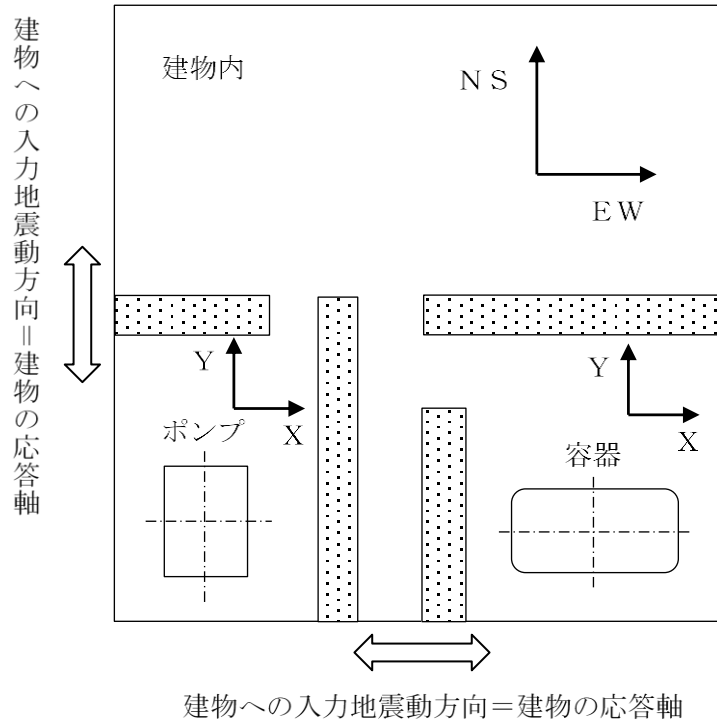
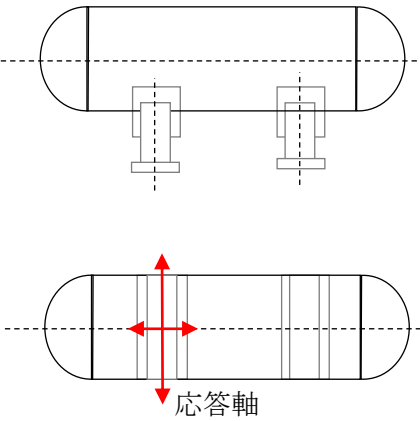
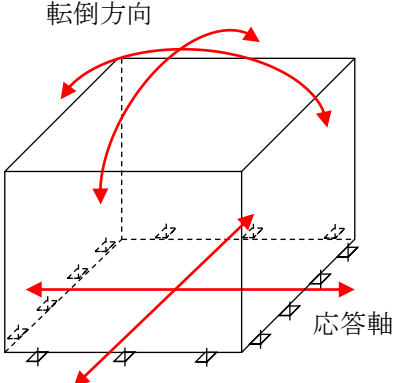


図 5-1 水平 2 方向同時加振時の応答イメージ

上述の考え方は、設備の応答軸の方向と入力方向の関係によるものであることから、部位・応力分類によらず、各設備の耐震評価における入力方法によって影響軽微か否かを判断できると考える。表 5-1 に応答軸が明確な設備の例を示す。

表 5-1 応答軸が明確な設備について

設備	構造図	説明	備考
横置円筒形容器		<p>横置円筒形容器は矩形形状の支持脚により支持されており強軸と弱軸の関係が明確である。この応答軸の方向に地震力を入力した評価を実施している。</p>	<p>NS・EW 包絡地震力を用いている。</p>
空調ファン，空調ユニット，横形ポンプ，電気盤（ボルト），ディーゼル発電機（ボルト）等		<p>空調ファン等は矩形に配置されたボルトにて支持されている。対角方向の剛性が高く，水平地震力に対して斜め方向へ転倒することなく，弱軸／強軸方向にしか応答せず，その方向に地震を入力した評価を実施している。</p>	<p>NS・EW 包絡地震力を用いている。</p>

6. 水平 2 方向同時加振の影響評価（矩形配置されたボルト）

6.1 はじめに

本項は、水平 2 方向に地震力が作用した場合の矩形配置されたボルトに対する影響検討結果をまとめたものである。強軸・弱軸が明確なものについては、弱軸方向に応答し水平 2 方向地震力による影響が軽微であるため、機器の形状を正方形として検討を行った。

6.2 引張応力への影響

水平 1 方向に地震力が作用する場合と水平 2 方向に地震力が作用する場合のボルトへの引張力の違いを考察する。なお、簡単のため、機器の振動による影響は考えないこととする。

(1) 水平 1 方向に地震力が作用する場合

図 6-1 のように X 方向に震度 C_H が与えられる場合を考慮する。

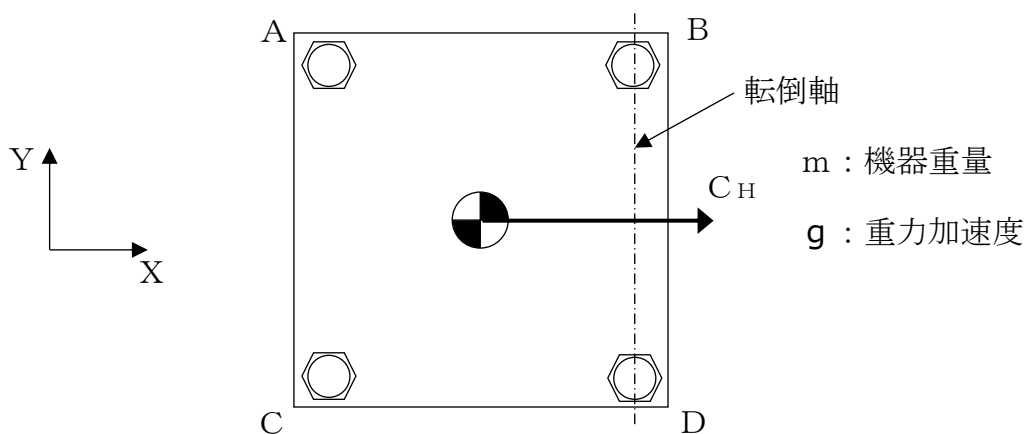


図 6-1 水平 1 方向の地震力による応答（概要）

この場合、対象としている系の重心に作用する水平方向の力 F_H は、

$$F_H = m g C_H$$

と表せ、 F_H によりボルト B、D の中心を結んだ軸を中心に転倒モーメントが生じる。この転倒モーメントはボルト A、C により負担される。

このとき、系の重心に生じる力は、図 6-2 に示すとおりである。

機器が転倒を起こさない場合、転倒支点まわりの転倒モーメントとボルトからの反力が釣り合うため、水平方向地震動によりボルトが受ける全引張力 F_b は、

$$F_b = \frac{1}{L} (m g C_H h)$$

となる。

ボルトに発生する引張応力 σ_b は全引張力を断面積 A_b のボルト n_f 本で受けると考え、

$$\sigma_b = \frac{F_b}{n_f A_b}$$

である。水平1方向地震力を考慮する場合、ボルトA、Cで全引張力を負担することから、 $n_f=2$ であるため、ボルトに発生する引張応力 σ_b は、

$$\sigma_b = \frac{F_b}{2A_b} = \frac{m g C_H h}{2A_b L}$$

となる。

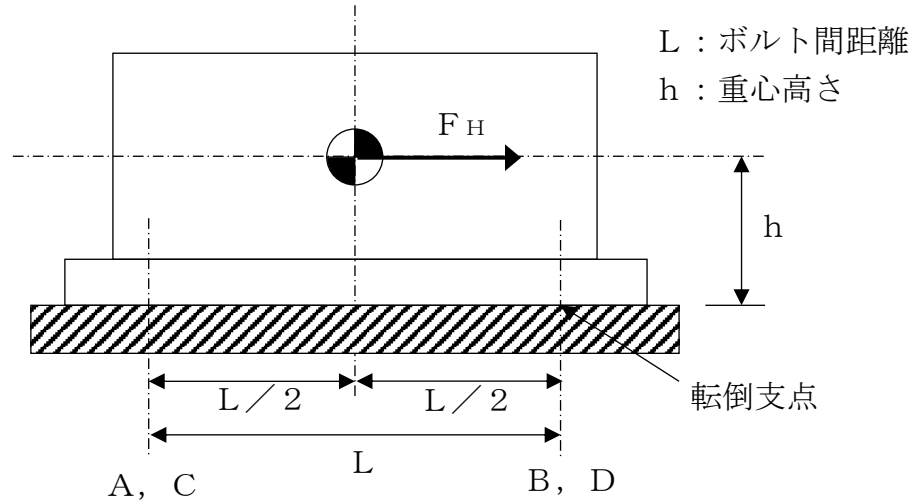


図6-2 水平1方向の地震力による力

(2) 水平2方向に地震力が作用する場合

図6-3のようにX方向とY方向にそれぞれ震度 C_x 、 C_y が作用する場合を考慮する。なお、本検討においては、X方向とY方向に同時に最大震度が作用する可能性は低いと考え、X方向の震度とY方向の震度を1 : 0.4 ($0.4C_x = C_y$)と仮定する。

m : 機器重量

g : 重力加速度

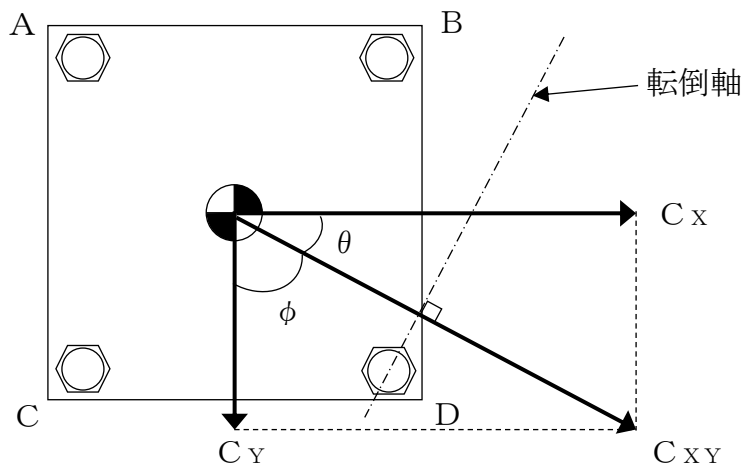
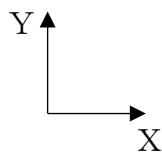


図6-3 水平2方向の地震力による応答 (概要)

このとき、 $\theta = \tan^{-1}(4/10)$ であることから、水平方向の震度 C_{XY} は、

$$\begin{aligned} C_{XY} &= C_X \cos \theta + C_Y \cos \phi \\ &= \frac{5}{\sqrt{29}} C_X + 0.4 \times \frac{2}{\sqrt{29}} C_X \\ &= \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X \end{aligned}$$

と表せる。このとき、対象としている系の重心に作用する水平方向の力 F_H は、

$$F_H = m g C_{XY} = m g \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X$$

となる。この F_H により、転倒軸を中心に転倒モーメントが生じ、ボルトA、B、Cにより負担される。

水平2方向の地震力を受け対角方向に応答する場合、各ボルトにかかる引張力を F_A 、 F_B 、 F_C とし図7-4に示すようにボルトDの中心をとおり水平方向の震度 C_{XY} と直交する直線を転倒軸とすると、ボルトA、B、Cに発生する引張力は転倒軸からの距離に比例するため、

$$F_A : F_B : F_C = 7 : 2 : 5$$

であり、転倒軸まわりのボルトの軸力により発生するモーメント M は、

$$\begin{aligned} M &= \frac{7}{\sqrt{29}} L F_A + \frac{2}{\sqrt{29}} L F_B + \frac{5}{\sqrt{29}} L F_C \\ &= \frac{7}{\sqrt{29}} L \times F_A + \frac{2}{\sqrt{29}} L \times \frac{2}{7} F_A + \frac{5}{\sqrt{29}} L \times \frac{5}{7} F_A \\ &= \frac{78}{7\sqrt{29}} L F_A \end{aligned}$$

である。

転倒しない場合、ボルトの軸力により発生する転倒軸まわりのモーメント M と、水平方向地震力によるモーメントが釣り合っているので、

$$m g C_{XY} h = \frac{78}{7\sqrt{29}} L F_A$$

であり、引張力 F_A は以下のとおりとなる。

$$F_A = \frac{7\sqrt{29}}{78L} (m g C_{XY} h)$$

以上より、最も発生応力の大きいボルトAに発生する応力 σ_b' は、

$$\sigma_b' = \frac{F_A}{A_b} = \frac{7\sqrt{29}}{78A_b L} (m g C_{XY} h)$$

であり、水平1方向地震動を考慮した場合のボルトにかかる応力 σ_b

$$\sigma_b = \frac{F_A}{2A_b} = \frac{1}{2A_b L} (m g C_H h)$$

に対して、震度 $C_{XY} = \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X$ であることから、

$$\begin{aligned} \sigma_b' &= \frac{7\sqrt{29}}{39 \times 2A_b L} (m g C_{XY} h) \\ &= \frac{7\sqrt{29}}{39 \times 2A_b L} \times \frac{5.8}{\sqrt{29}} \times (m g C_X h) \\ &= 1.04 \sigma_b \end{aligned}$$

となる。したがって、水平2方向地震を考慮した場合、ボルトに発生する引張応力は増加するが、その影響は軽微である。

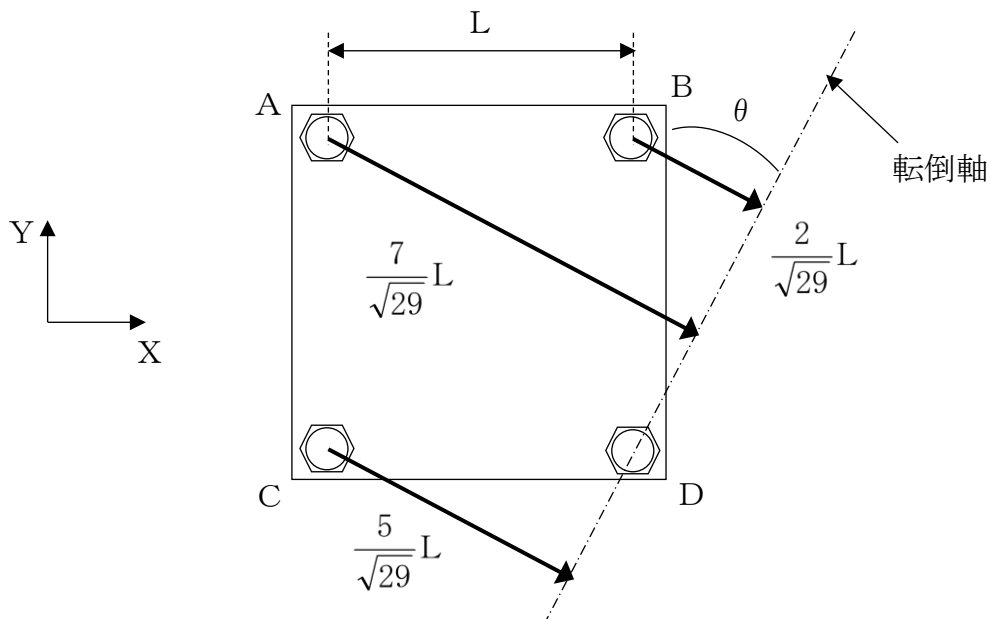


図 6-4 対角方向に応答する場合の転倒軸からの距離

6.3 せん断応力への影響

せん断力は全基礎ボルト断面で負担するが、全ボルトに対するせん断力 Q_b は、

$$Q_b = F_H$$

であり、せん断応力 τ_b は断面積 A_b のボルト全本数 n でせん断力 Q_b を受けるため、

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

となる。

水平1方向の地震力を考慮した場合のせん断力 Q_b 及び水平2方向の地震力を考慮した

場合のせん断力 Q_b' は $C_{XY} = \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X$ であるため、

$$Q_b = m g C_X$$

$$Q_b' = m g C_{XY} = m g \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X = 1.08 m g C_X$$

となる。水平1方向及び水平2方向地震時に断面積 A_b 及びボルト全本数 n は変わらないため、水平2方向地震を考慮した場合、ボルトに発生するせん断応力は増加するが、その影響は軽微である。

7. 水平2方向同時加振の影響評価（円周配置されたボルト）

7.1 はじめに

本項は、水平2方向に地震力が作用した場合の円周配置されたボルトに対する影響検討結果をまとめたものである。

7.2 引張応力への影響

水平1方向に地震力が作用する場合と水平2方向に地震力が作用する場合のボルトへの引張力の違いを考察する。なお、簡単のため、機器の振動による影響は考えないこととする。

(1) 水平1方向に地震力が作用する場合

図7-1のように水平1方向の震度 $C_H = \text{MAX}(C_X, C_Y)$ が与えられる場合を考慮する。ここで機器の質量を m 、重力加速度を g とする。

$C_X > C_Y$ の場合、対象としている系の重心に作用する水平方向の力 F_H は、

$$F_H = m g C_X$$

と表せ、 F_H により最外列のボルトを通る転倒軸を中心に転倒モーメントが生じる。このとき、系の重心に生じる力は、図7-2に示すとおりである。

F_H により生じる転倒モーメント M は

$$M = F_H h = m g C_X h$$

となり、各ボルトに加わる引張力の分布を図8-3のとおりとしたとき、引張力が最大となる転倒軸から最も遠いボルトに加わる引張力は、

$$F_1 = \frac{L_1}{\sum_{i=1}^n L_i^2} M = \frac{L_1}{\sum_{i=1}^n L_i^2} m g C_X h$$

である。

ボルトに発生する引張応力 σ_b は引張力を断面積 A_b のボルト1本で受けるため、

$$\sigma_b = \frac{F_1}{A_b} = \frac{L_1}{\sum_{i=1}^n L_i^2} \frac{m g C_X h}{A_b}$$

となる。

(2) 水平2方向に地震力が作用する場合

図7-1における水平方向震度 C_H について、水平2方向（X方向及びY方向）の震度 C_X 、 C_Y を組み合わせる場合を考慮する。なお、本検討においては、X方向とY方向に同時に最大震度が作用する可能性は低いと考え、X方向の震度とY方向の震度を $1 : 0.4$ ($0.4 C_X = C_Y$) と仮定する。

このとき、水平方向の震度は、 $C_H = \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X$ となり、対象としている系の重心に作用する水平方向の力 F_H は、

$$F_H = m g C_H = m g \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X$$

と表せ、 F_H により最外列のボルトを通る転倒軸を中心に転倒モーメントが生じる。このとき、系の重心に生じる力は、図8-2に示すとおりである。

F_H により生じる転倒モーメント M は

$$M = F_H h = m g \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X h$$

となり、各ボルトに加わる引張力の分布を第7-3図のとおりとしたとき、引張力が最大となる転倒軸から最も遠いボルトに加わる引張力は、

$$F_1 = \frac{L_1}{\sum_{i=1}^n L_i^2} M = \frac{L_1}{\sum_{i=1}^n L_i^2} m g \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X h$$

である。

ボルトに発生する引張応力 σ_b' は引張力を断面積 A_b のボルト1本で受けるため、

$$\sigma_b' = \frac{F_1}{A_b} = \frac{5.8}{\sqrt{29}} \frac{L_1}{\sum_{i=1}^n L_i^2} \frac{m g C_X h}{A_b} = 1.08 \sigma_b$$

となる。したがって、水平2方向地震を考慮した場合、ボルトに発生する引張応力は増加するが、その影響は軽微である。

7.3 せん断応力への影響

せん断力は全基礎ボルト断面で負担するが、全ボルトに対するせん断力 Q_b は、

$$Q_b = F_H$$

であり、せん断応力 τ_b は断面積 A_b のボルト全本数 n でせん断力 Q_b を受けるため、

$$\tau_b = \frac{Q_b}{n A_b}$$

となる。

水平1方向の地震力を考慮した場合のせん断力 Q_b 及び水平2方向の地震力を考慮した場合のせん断力 Q_b' は、水平2方向を組み合わせた水平方向震度 $C_H = \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X$ であるため、

$$Q_b = m g C_X$$

$$Q_b' = m g \frac{5.8}{\sqrt{29}} C_X = 1.08 m g C_X$$

となる。水平1方向及び水平2方向地震時に断面積 A_b 及びボルト全本数 n は変わらないため、水平2方向地震を考慮した場合、ボルトに発生するせん断応力は増加するが、その影響は軽微である。

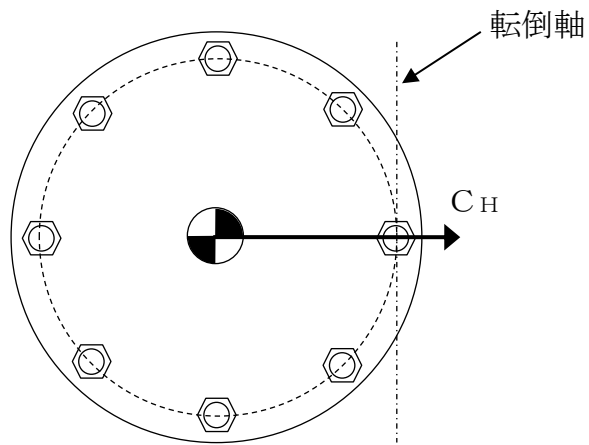


図 7-1 水平方向の地震力による応答 (概要)

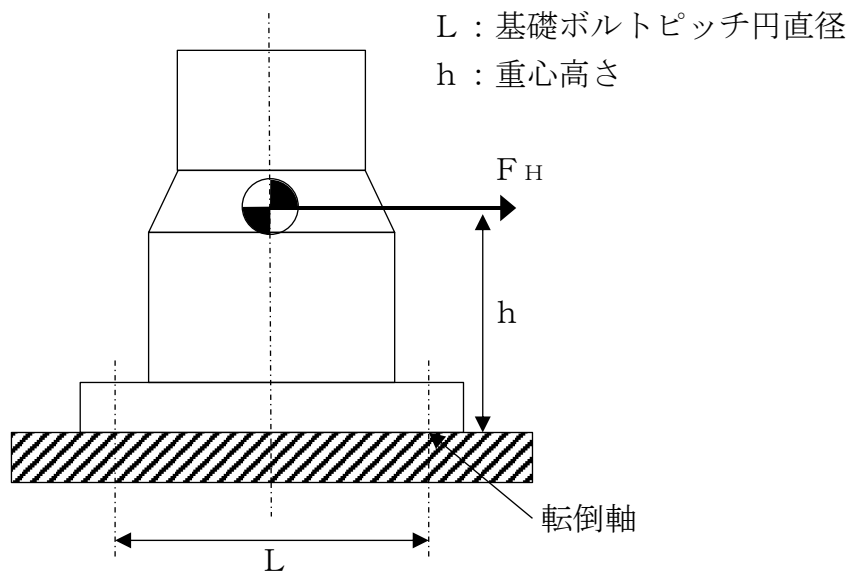


図 7-2 水平方向の地震力による力

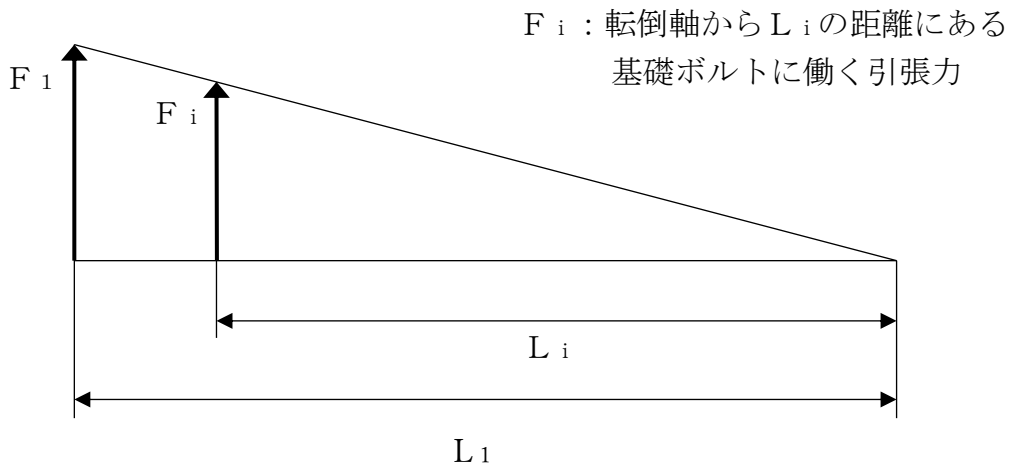


図 7-3 ボルトに働く引張力

8. 水平2方向同時加振の影響評価（電気盤）

8.1 はじめに

本項は、電気盤に取り付けられている器具に対する水平2方向入力の影響をまとめたものである。

8.2 水平2方向加振の影響について

器具への影響検討については器具の構造に着目した分類を行い、分類ごとに影響検討を行う。影響検討の評価フローを図8-1に、器具の構造ごとの分類結果を表8-1に示す。

電気盤に取り付けられている器具については、1次元的な接点のON-OFFに関わる比較的単純な構造をしている。加えて、基本的にはすべて梁、扉等の強度部材に固定されているため、器具の非線形応答もなく、水平2方向の加振に対しては独立に扱うことで問題ないと考える。さらに器具の誤動作モードは、水平1方向を起因としたモードであるため、水平2方向加振による影響は軽微であると考ええる。

次項より、表8-1に示す分類ごとに器具の構造から検討した結果を示す。

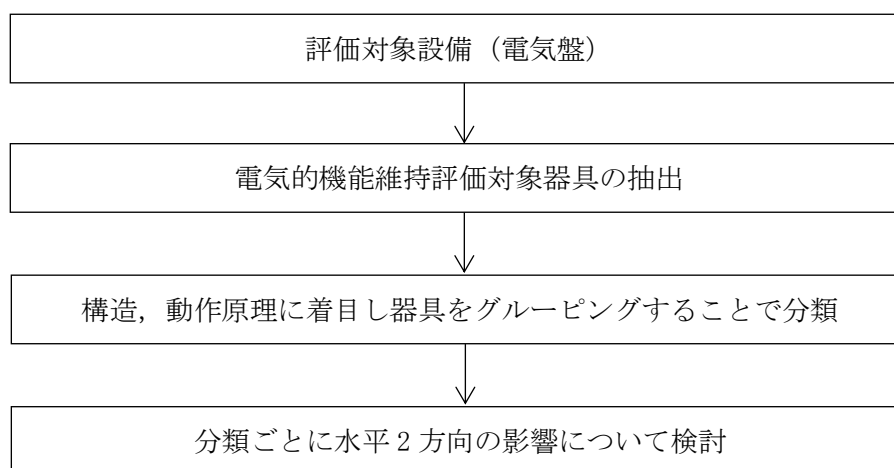


図8-1 電気盤に取り付けられる器具の影響検討フロー

表 8-1 電気盤に取り付けられる器具の分類

分類番号	分類名称	器具取付設備例
1	補助リレー	A-RHR・LPCS 継電器盤
2	ノーヒューズブレーカ	2C1-R/B コントロールセンタ
3	過電流リレー (保護リレー)	2C-メタクラ
4	真空遮断器	2C-メタクラ
5	気中遮断器	2C-ロードセンタ
6	電磁接触器	2C2-R/B コントロールセンタ
7	操作スイッチ	安全設備制御盤
8	ロックアウトリレー	2A-ディーゼル発電機盤
9	カード類	出力領域モニタ盤
10	指示計	A-ディーゼル発電機制御盤

8.3 器具の構造に着目した影響検討結果

8.3.1 補助リレー

(1) 構造及び作動機構の概要

図8-2に補助リレーの構造及び作動機構を示す。補助リレーはコイルに通電されることにより生じる電磁力でアマチュア部を動作させ、接点の開閉を行うものである。補助リレーのうち、固定鉄心、固定接点（A、B接点）はいずれも強固に固定されており、可動接点は1方向（上下方向又は左右方向）にのみ動くことができる構造になっている。

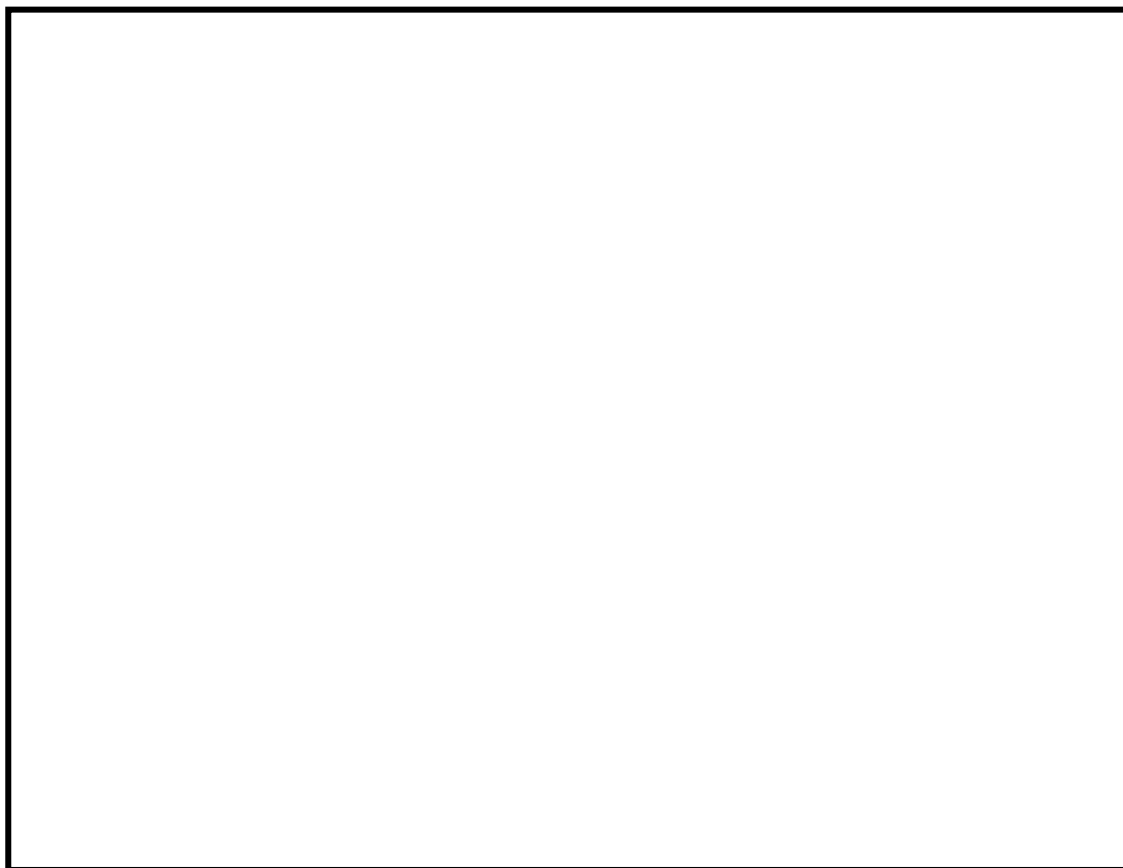


図8-2 補助リレー構造図

(2) 水平2方向地震力に対する影響検討

図8-2より、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力による可動鉄心（可動接点）の振動に伴う接点の誤接触又は誤開放（上下方向又は左右方向）

ただし、補助リレーは取付部をボルト固定していること、また器具可動部の振動方向が1方向（上下方向又は左右方向）のみであることより、誤動作に至る事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、機能維持評価用加速度と補助リレーの既往試験での機能確認済加速度を表8-2に示す。

表 8-2 補助リレーの機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

方向	水平* ¹ (前後・左右)	鉛直 (上下)
機能維持評価用加速度* ²	1.56	1.22
機能確認済加速度		

注記* 1 : 機能維持評価用加速度は前後及び左右方向の最大値, 機能確認済加速度は前後及び左右方向の最小値を記載

* 2 : 廃棄物処理建物 EL 16.9m 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S_s) により定まる
加速度

8.3.2 ノーヒューズブレーカ

(1) 構造及び作動機構の概要

図8-3にノーヒューズブレーカ（以下「MCCB」という。）の構造及び作動機構を示す。MCCBには熱動電磁式及び完全電磁式がある。下記に代表して熱動電磁式の作動原理及び内部構造を示す。

熱動電磁式は、過電流が流れるとバイメタルが湾曲し、トリップ桿によりラッチの掛合いが外れ、キャッチがばねにより回転することによりリンクに連結された可動接点が作動し回路を遮断する。また、短絡電流等の大電流が流れた場合は、固定鉄心の電磁力で可動鉄心が吸引され、トリップ桿が作動し、以降は上述と同じ動作により回路を遮断する。



図8-3 MCCB（熱動電磁式）構造図

(2) 水平2方向地震力に対する影響検討

図8-3より、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・ハンドルの逆方向への動作（上下方向）
- ・接点の乖離（前後方向，左右方向）
- ・ラッチ外れによるトリップ（前後方向，上下方向）

上記より、MCCBの誤動作として2方向の振動の影響が考えられる。ただし、ハンドルは1方向にしか振動できないこと、前後-左右の接点乖離は各々独立であること（前後方向は接触・非接触による乖離，左右方向はずれによる乖離）から、誤動作に至る事象は多次元的な影響はないと考えられる。

ラッチ外れについては、2軸（前後方向，上下方向）の影響は無視できないと考えられるが、左右方向はラッチ外れに影響を与える誤動作モードではないため、水平2方向の影響はないと考えられる。

なお、既往試験では、ハンドルの移動に起因する誤動作事象は発生していない。

(3) 機能確認済加速度

参考として、機能維持評価用加速度とMCCBの既往試験での機能確認済加速度を表8-3に示す。

表8-3 MCCBの機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度（ $\times 9.8\text{m/s}^2$ ）

方向	水平*1 (前後・左右)	鉛直 (上下)
機能維持評価用加速度*2	1.44	1.73
機能確認済加速度		

注記*1：機能維持評価用加速度は前後及び左右方向の最大値，機能確認済加速度は前後及び左右方向の最小値を記載

*2：原子炉建物 EL 23.8m 設計用震度II（基準地震動Ss）により定まる加速度

8.3.3 過電流リレー（保護リレー）

(1) 構造及び作動機構の概要

図8-4に過電流リレー（保護リレー）の構造を示す。過電流リレーは、電流コイル1つを持つ電磁石が動作トルクを発生し、永久磁石の制動により限時特性を得る円板型リレーであり、タップ値以上の過電流が流れると接点が動作し、警報や遮断器引き外しを行う。なお、過電流リレーはボルトにて、盤の扉面に強固に取り付けられている。

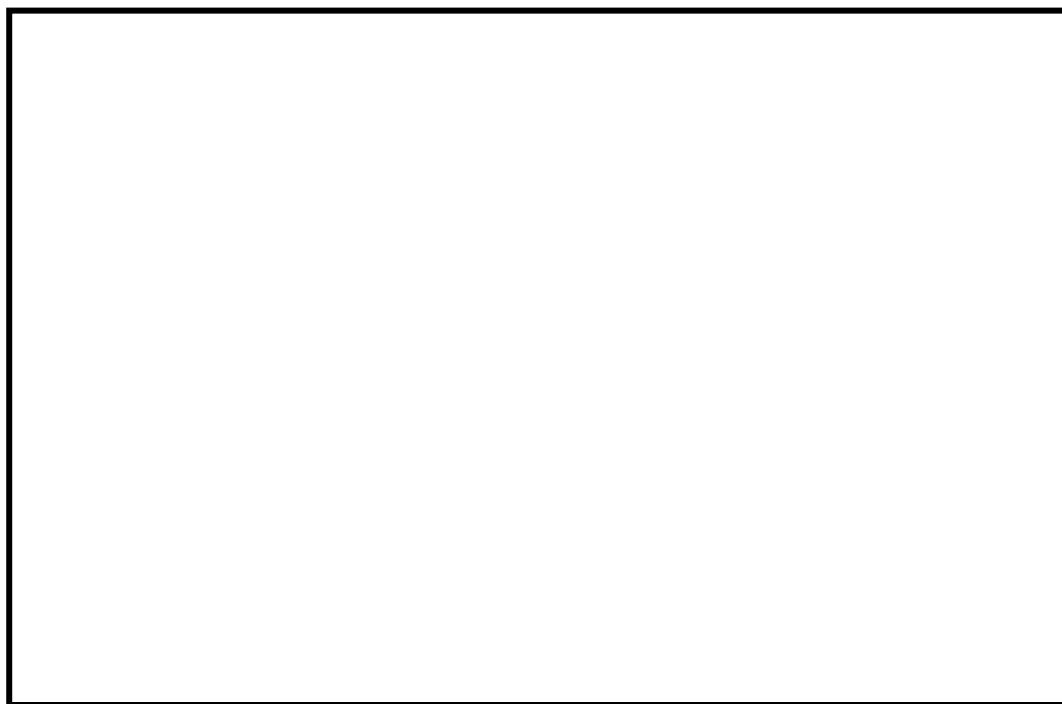


図8-4 過電流リレー構造図

(2) 水平2方向地震力に対する影響検討

図8-4より、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・誘導円板の接触による固渋（上下方向）
- ・可動接点の振動による接点の誤接触（前後方向，左右方向）

誘導円板の固渋については、上下方向に生じるものであるため、水平2方向の影響はない。

接点の誤接触については、昭和56年日本機械学会論文集「誘導円板型リレーの地震時誤動作に関する研究」において、円板が水平2方向入力により回転し、接点接触により誤動作が生じることが報告されている。しかしながら、平成13年度に行われた電力共通研究「鉛直地震動を受ける設備の耐震評価手法に関する研究」において、水平2方向加振時に鉛直方向加振を加えた試験を実施しており、正弦波加振試験では円板の回転挙動が発生したが、地震波加振試験では円板の回転挙動が発生しないことが確認されており、水平2方向地震力の影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、機能維持評価用加速度と過電流リレーの既往試験での機能確認済加速度を表 8-4 に示す。

表 8-4 過電流リレーの機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平* ¹ (前後・左右)	鉛直 (上下)
機能維持評価用加速度* ²	1.44	1.73
機能確認済加速度		

注記* 1 : 機能維持評価用加速度は前後及び左右方向の最大値, 機能確認済加速度は前後及び左右方向の最小値を記載

* 2 : 原子炉建物 EL 23.8m 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

8.3.4 真空遮断器

(1) 構造及び作動機構の概要

図8-5に真空遮断器の構造を示す。真空遮断器は、遮断部、動作機構部から構成されており、投入コイル又は引外しコイルが励磁されると動作機構部が動作し遮断部（接触子）が開閉する。なお、真空遮断器は出し入れねじが盤側の出し入れスクリュ用ナットに固定され、一次断路部で盤側の母線と係合しているため、容易に振動しない構造となっている。

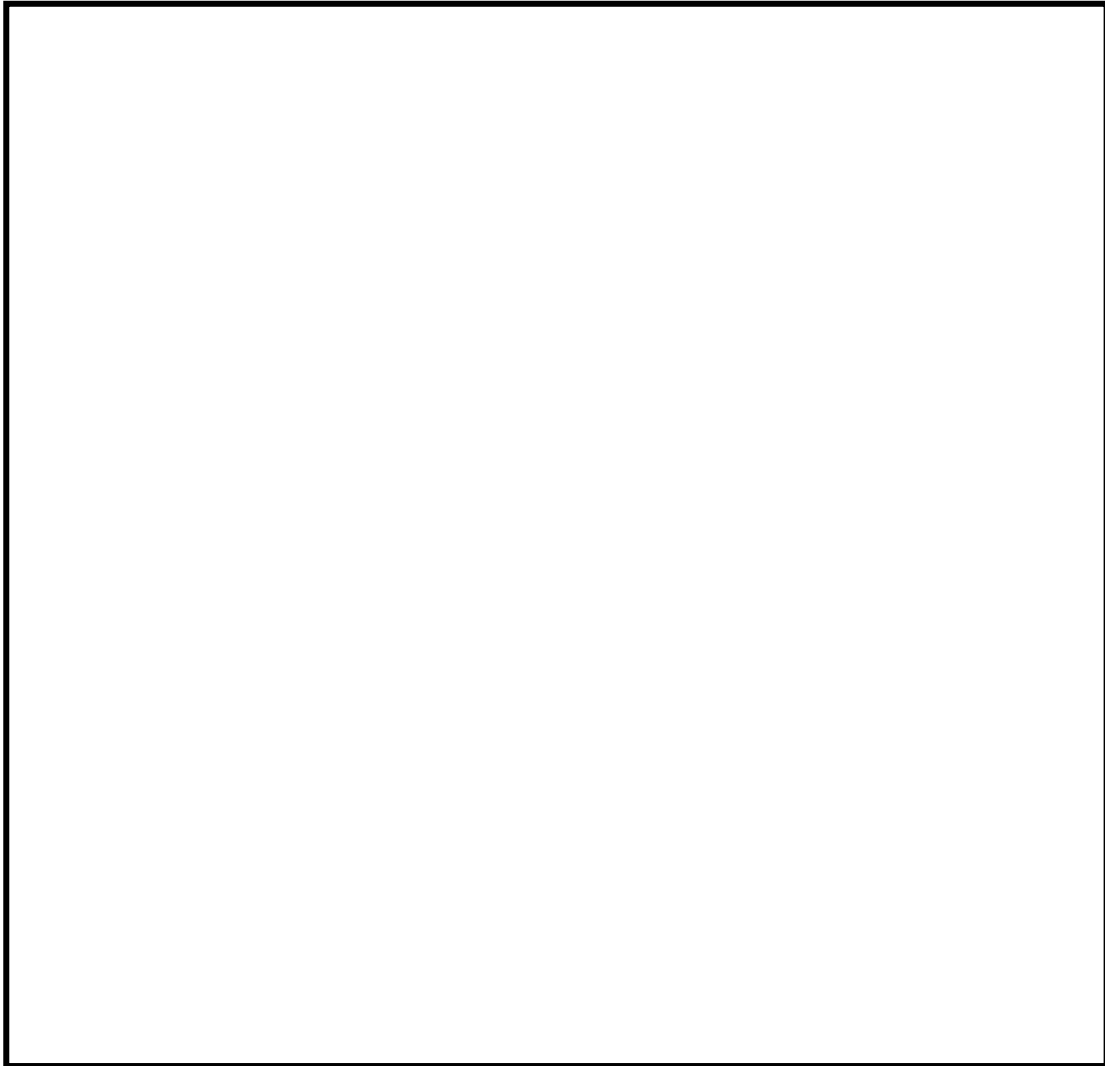


図8-5 真空遮断器構造図

次に図 8-6 に真空遮断器の動作機構を示す。投入時は投入コイルが励磁されるとプランジャーがlockingロッドを介してローラを押し上げ、補助レバー、ロッドを介して、主レバーが回転して、接触子を閉じ閉路状態となる。解放時は引外しコイルが励磁されると、引外しレバーがフックの結合を外し、遮断ばねの力で主レバーが回転し、接触子を開き開路状態となる。

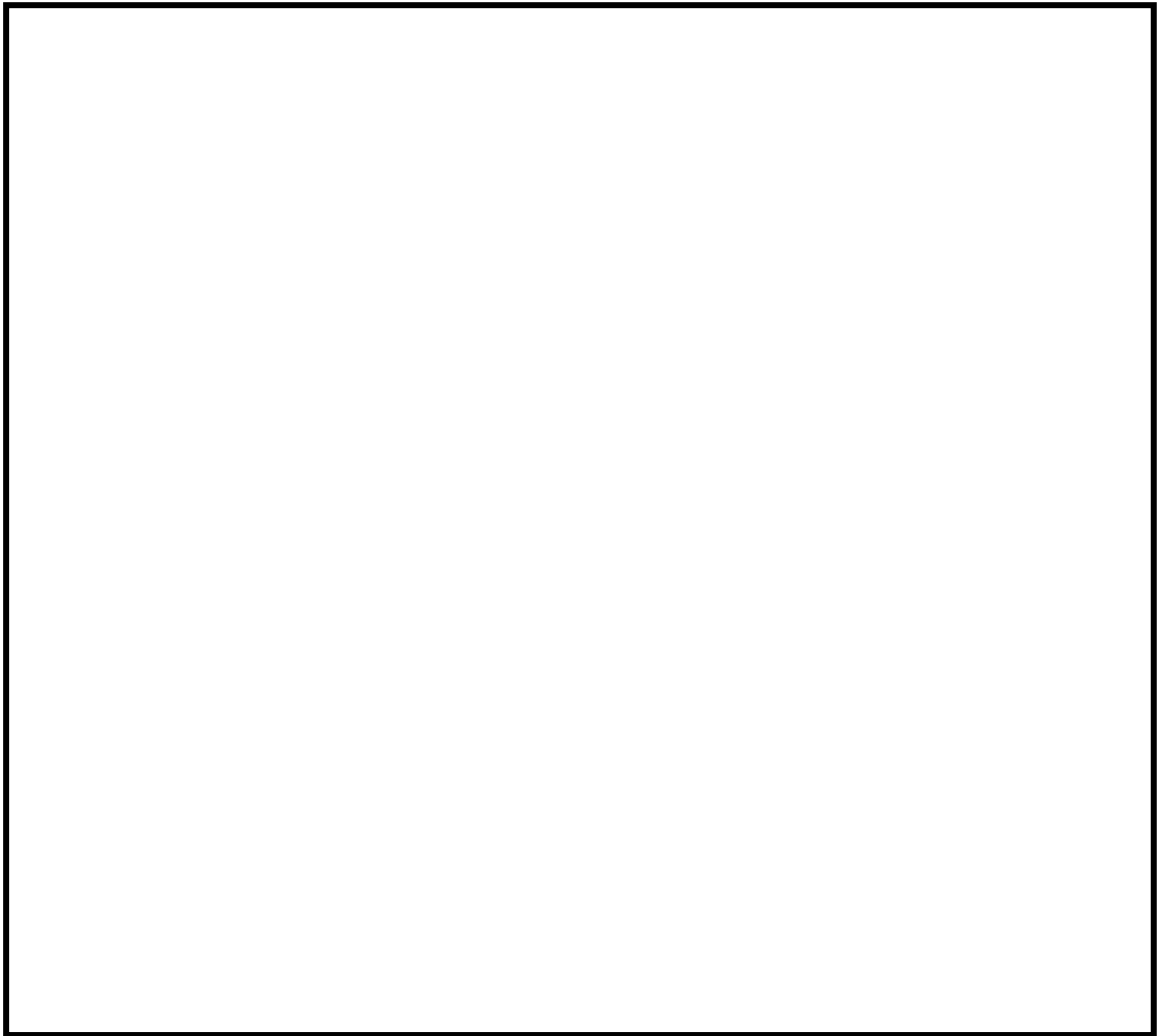


図 8-6 真空遮断器動作機構図

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 8-5, 8-6 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・動作機構部が動作し、遮断器が誤投入する。(前後方向, 上下方向)
- ・動作機構部が動作し、遮断器投入状態が解除され、遮断器が誤開放する。
(前後方向, 上下方向)

ただし、動作機構部は前後方向及び上下方向にのみ可動するため、水平 2 方向の影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、機能維持評価用加速度と真空遮断器の既往試験での機能確認済加速度を表 8-5 に示す。

表 8-5 真空遮断器の機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平* ¹ (前後・左右)	鉛直 (上下)
機能維持評価用加速度* ²	1.44	1.73
機能確認済加速度		

注記* 1 : 機能維持評価用加速度は前後及び左右方向の最大値, 機能確認済加速度は前後及び左右方向の最小値を記載

* 2 : 原子炉建物 EL 23.8m 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

8.3.5 気中遮断器

(1) 構造及び作動機構の概要

図8-7に気中遮断器の構造を示す。気中遮断器は、遮断部、動作機構部から構成されており、投入コイル又は引外しコイルが励磁されると動作機構部が動作し遮断部が開閉する。なお、気中遮断器は主端子が母線に係合し固定され、引出装置が盤側の固定ピンで固定されているため、容易に振動しない構造となっている。

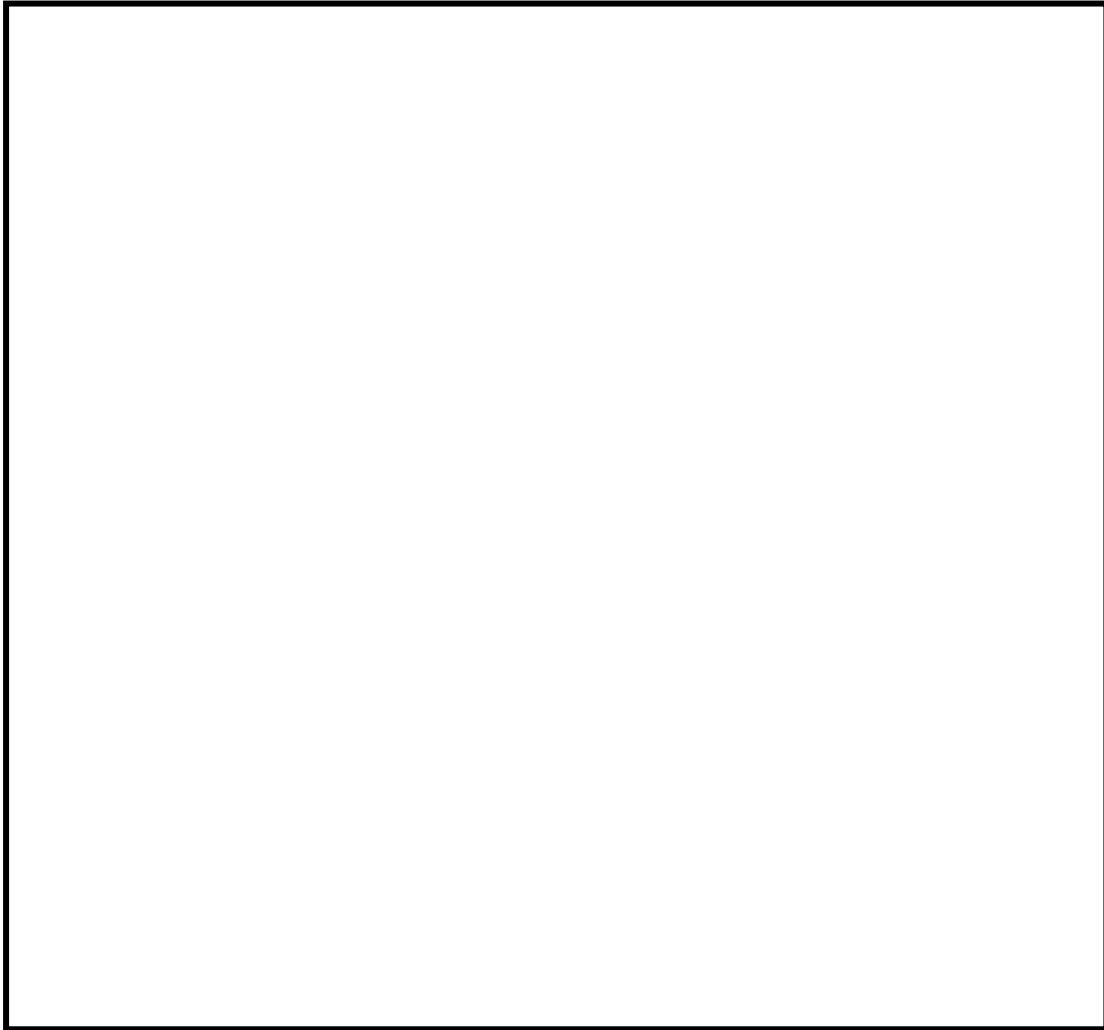


図8-7 気中遮断器構造図

次に図 8-8 に気中遮断器の動作機構を示す。投入時は、投入コイルの励磁により、プランジャーがlockingロットを介してローラを押上げ、主レバーを回して、接触子を閉じたあとに、支えリンクで保持する。開放時は、引外しコイルが励磁されると、フックの結合が外され、主レバーは早切バネの力で回り接触子が開かれたあとに、リンクが復帰し、同時にフックが結合する。

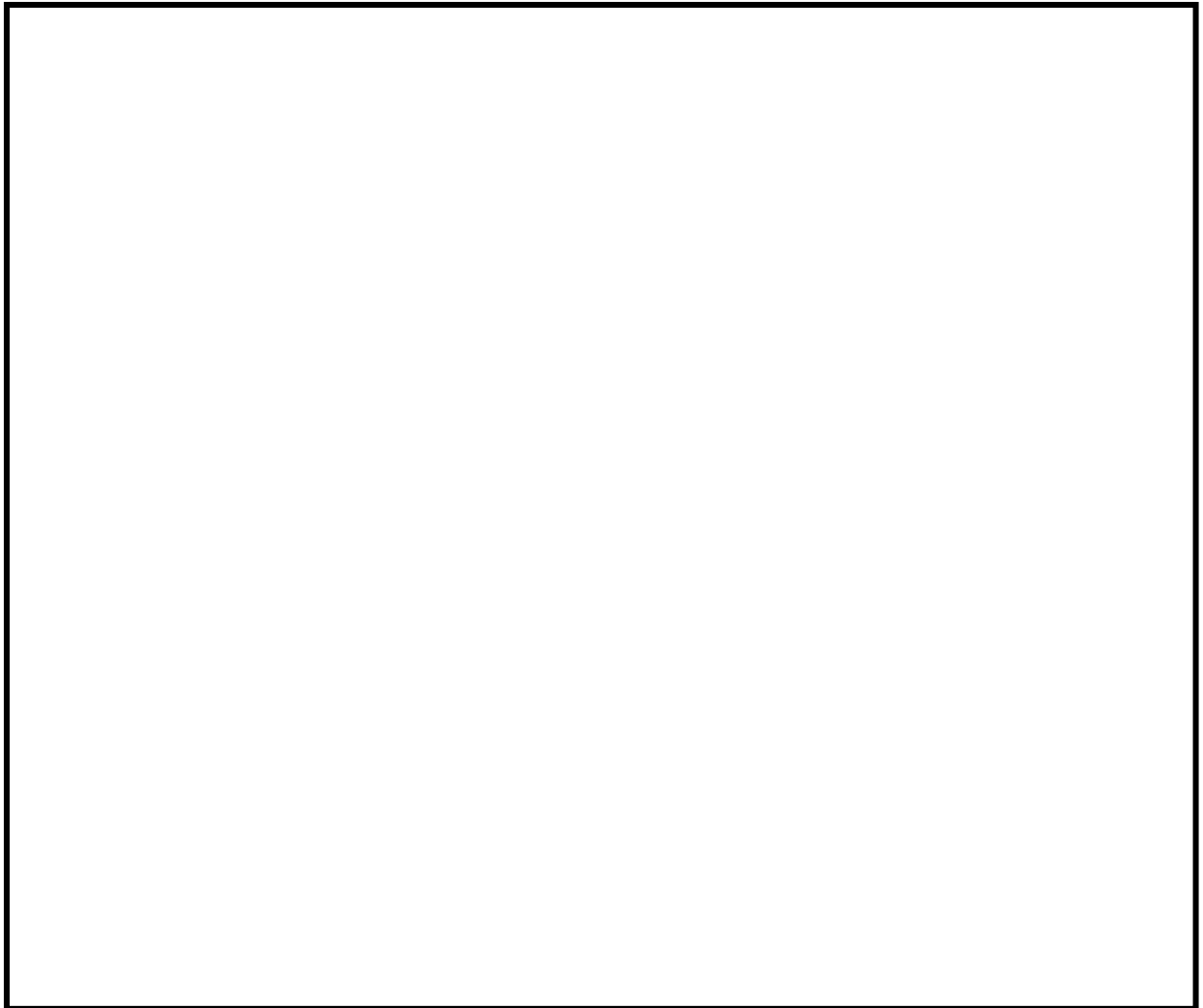


図 8-8 気中遮断器動作機構図

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 8-8 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・動作機構部が動作し、遮断器が誤投入する。(前後方向, 上下方向)
- ・引外しボタンや動作機構部が動作し、遮断器投入状態が解除され、遮断器が誤開放する。(前後方向, 上下方向)

ただし、動作機構部は前後方向及び上下方向にのみ可動するため、水平 2 方向の影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、機能維持評価用加速度と気中遮断器の既往試験での機能確認済加速度を表 8-6 に示す。

表 8-6 気中遮断器の機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平* ¹ (前後・左右)	鉛直 (上下)
機能維持評価用加速度* ²	1.44	1.73
機能確認済加速度		

注記* 1 : 機能維持評価用加速度は前後及び左右方向の最大値, 機能確認済加速度は前後及び左右方向の最小値を記載

* 2 : 原子炉建物 EL 23.8m 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

8.3.6 電磁接触器

(1) 構造及び作動機構の概要

図8-9に電磁接触器の構造及び動作機構を示す。電磁接触器は、コイルに通電されることにより生じる電磁力により可動鉄心を作動させ、接点の開閉を行うものである。

電磁接触器のうち、固定鉄心、固定接点はいずれも強固に固定されており、可動鉄心、可動接点は器具の前後方向にのみ働くことができる構造になっている。。

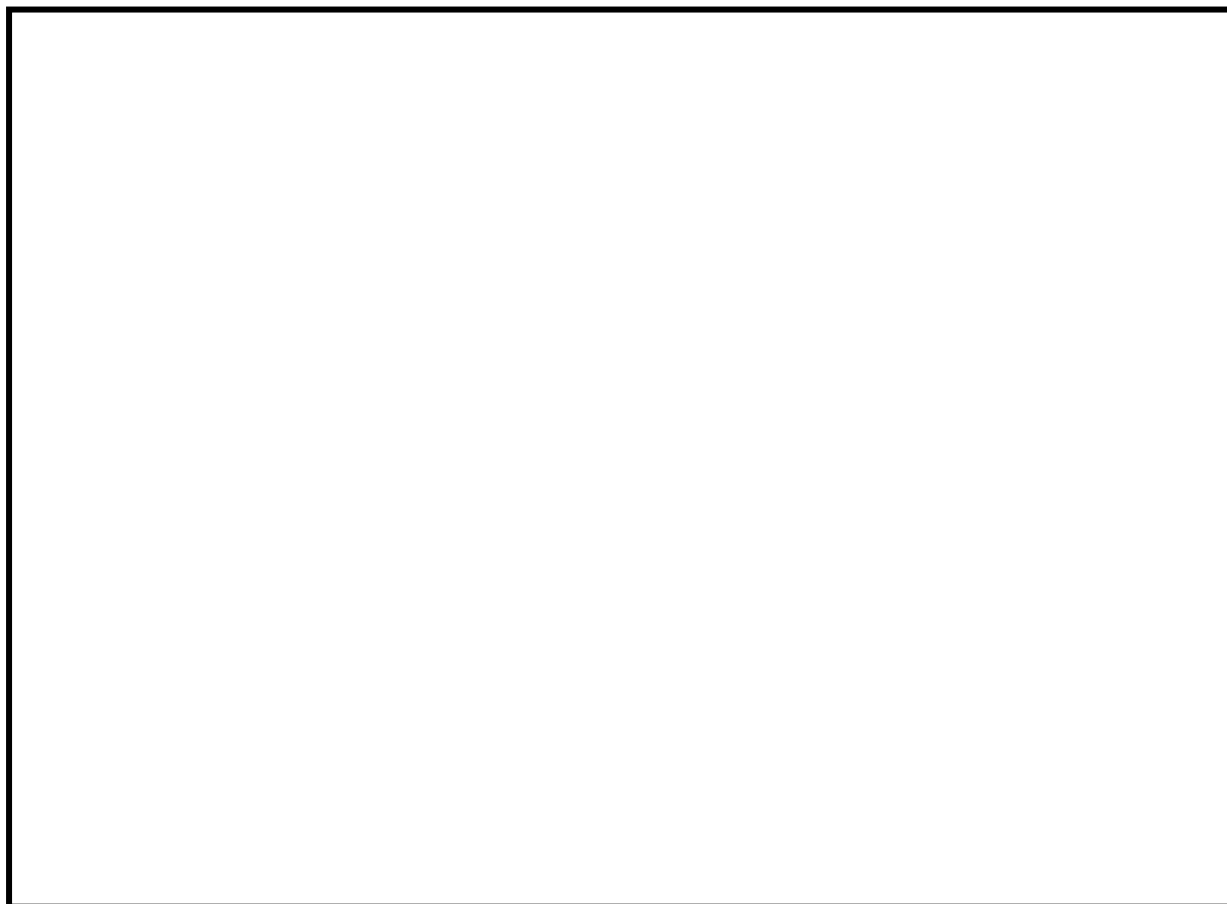


図8-9 電磁接触器構造図

(2) 水平2方向地震力に対する影響検討

図8-9から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力で可動鉄心（可動接点）が振動することにより、接点が誤接触又は誤開放する。（前後方向）

ただし、電磁接触器は取付部をボルトで固定していること、器具の可動部は前後方向にのみ振動することから、誤動作にいたる事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、機能維持評価用加速度と電磁接触器の既往試験での機能確認済加速度を表8-7に示す。

表8-7 電磁接触器の機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

方向	水平* ¹ (前後・左右)	鉛直 (上下)
機能維持評価用加速度* ²	1.95	1.94
機能確認済加速度		

注記*1：機能維持評価用加速度は前後及び左右方向の最大値，機能確認済加速度は前後及び左右方向の最小値を記載

*2：原子炉建物 EL 28.8m(基準床レベル EL 30.5m) 設計用震度Ⅱ（基準地震動S s）により定まる加速度

8.2.7 操作スイッチ

(1) 構造及び作動機構の概要

図8-10に操作スイッチの構造及び作動機構を示す。操作スイッチは、手動にてハンドルを回転させることで内部のカムが回転し、カムの可動接触子と固定接触子が嵌め合うことで接点の開閉を行うものである。なお、操作スイッチは、ボルトにより盤に強固に取り付けられている。

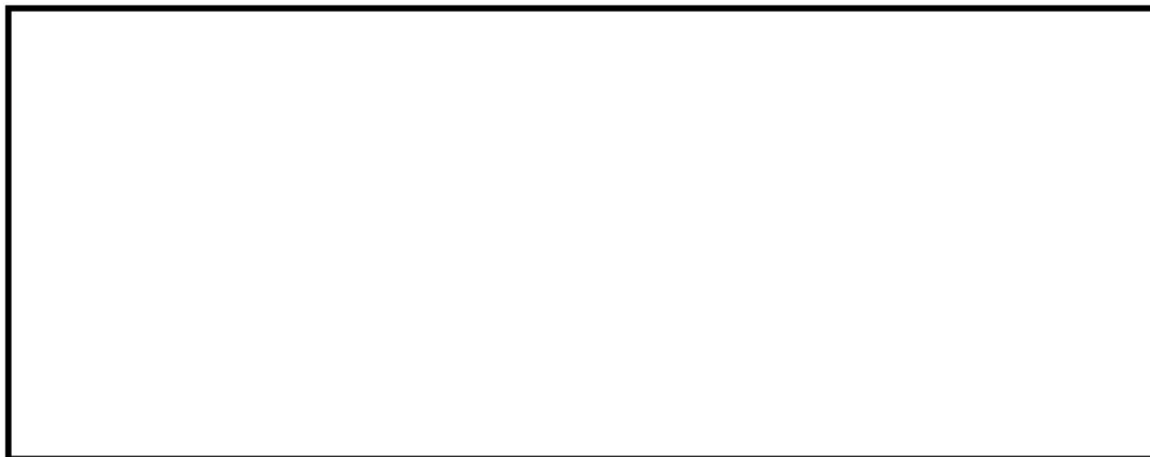


図8-10 操作スイッチ構造図

(2) 水平2方向地震力に対する影響検討

図8-10から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力で可動接点が振動することにより、接点が誤接触又は誤開放する。

(左右方向)

ただし、可動接点の動作は左右の1方向のみであるため、誤動作に至る事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、機能維持評価用加速度と操作スイッチの既往試験での機能確認済加速度を表8-8に示す。

表8-8 操作スイッチの機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

方向	水平* ¹ (前後・左右)	鉛直 (上下)
機能維持評価用加速度* ²	2.84	1.32
機能確認済加速度		

注記*1：機能維持評価用加速度は前後及び左右方向の最大値、機能確認済加速度は前後及び左右方向の最小値を記載

*2：制御室建物 EL 16.9m 設計用震度Ⅱ（基準地震動S_s）により定まる加速度

8.2.8 ロックアウトリレー

(1) 構造及び作動機構の概要

図8-11にロックアウトリレーの構造及び作動機構を示す。ロックアウトリレーは、保護リレー等からの信号を受けた場合、コイルが励磁され、盤外側のハンドルが倒れ、その状態が維持される。また、ロックアウトリレーはボルトにて盤に強固に取り付けられている。



図8-11 ロックアウトリレー構造図

(2) 水平2方向地震力に対する影響検討

図8-11から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力で可動接点が振動することにより、接点が誤接触、誤開放する。
(左右方向)
- ・地震力でキャッチが解除されることにより、接点が誤接触、誤開放する。
(上下方向)

ただし、可動接点は左右方向、キャッチは上下方向にのみ可動することから、水平2方向の影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、機能維持評価用加速度とロックアウトリレーの既往試験での機能確認済加速度を表8-9に示す。

表8-9 ロックアウトリレーの機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 (×9.8m/s²)

方向	水平* ¹ (前後・左右)	上下
機能維持評価用加速度* ²	1.29	0.96
機能確認済加速度		

*1：機能維持評価用加速度は前後及び左右方向の最大値、機能確認済加速度は前後及び左右方向の最小値を記載

*2：原子炉建物 EL 2.8m (基準床レベル EL 8.8m) 設計用震度Ⅱ (基準地震動 S_s) により定まる加速度

8.2.9 カード類

(1) 構造及び作動機構の概要

図 8-12 にカード類の構造及び作動機構を示す。カード類は、基板がユニットに実装された状態で盤に取り付けられており、ユニットは盤にボルトで固定されている。

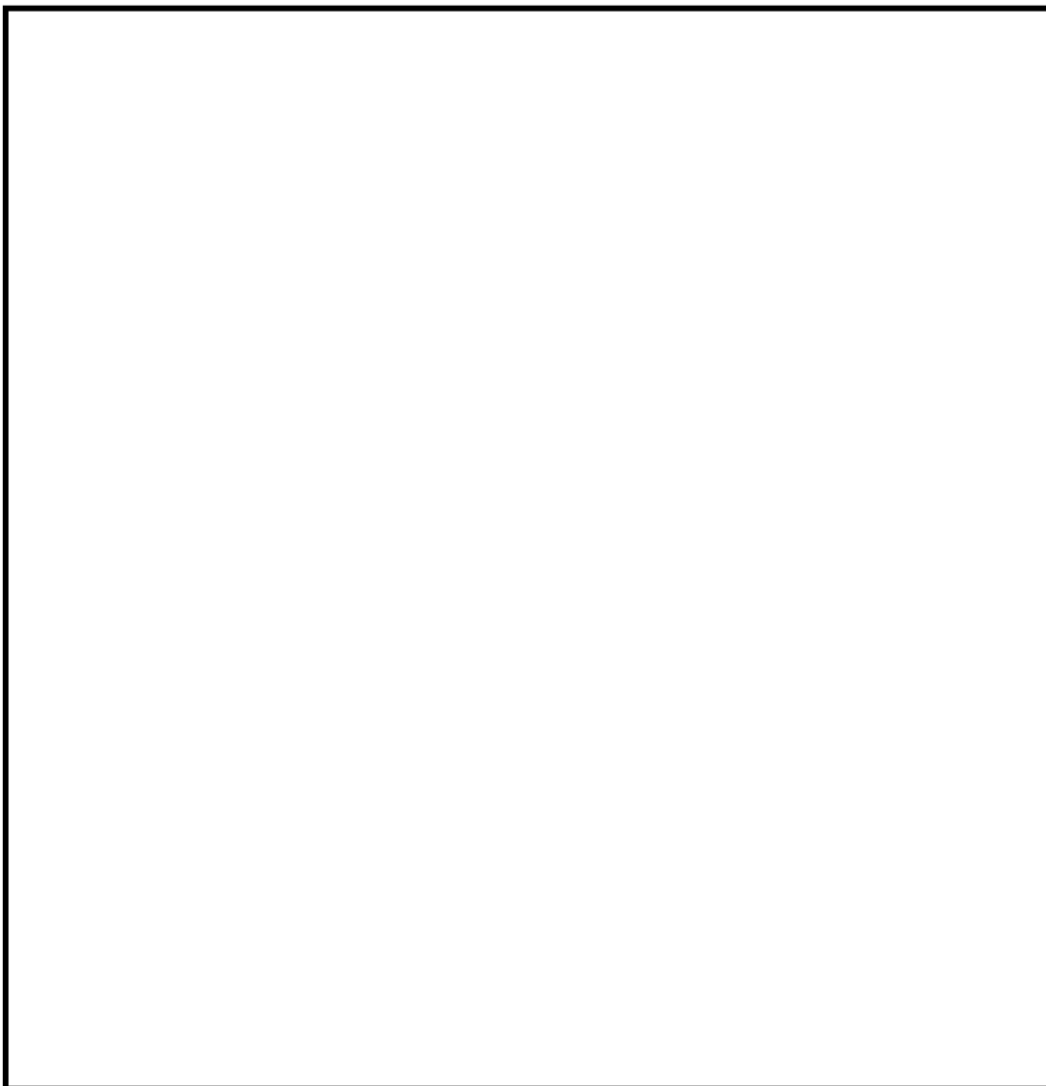


図 8-12 カード類構造図

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 8-12 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力により基盤がユニットから脱落する。(前後方向)

ただし、基盤類の取付方向は前後方向であり、脱落防止金具により前後方向を抑える構造となっていることから水平 2 方向の地震力による影響はない。

(3) 機能確認済加速度

参考として、機能維持評価用加速度とカード類の既往試験での機能確認済加速度を表 8-10 に示す。

表 8-10 カード類の機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平* ¹ (前後・左右)	鉛直 (上下)
機能維持評価用加速度* ²	2.84	1.32
機能確認済加速度		

注記* 1 : 機能維持評価用加速度は前後及び左右方向の最大値, 機能確認済加速度は前後及び左右方向の最小値を記載

* 2 : 制御室建物 EL 16.9m 設計用震度 II (基準地震動 S_s) により定まる加速度

8.2.10 指示計

(1) 構造及び作動機構の概要

図 8-13 に指示計の構造及び作動機構を示す。指示計は、圧力・水位・流量・電圧・電流等のプロセス値に相当する電気信号を入力し、目盛板に表示させるものである。また、指示計は押しネジにより盤に強固に取り付けられている。

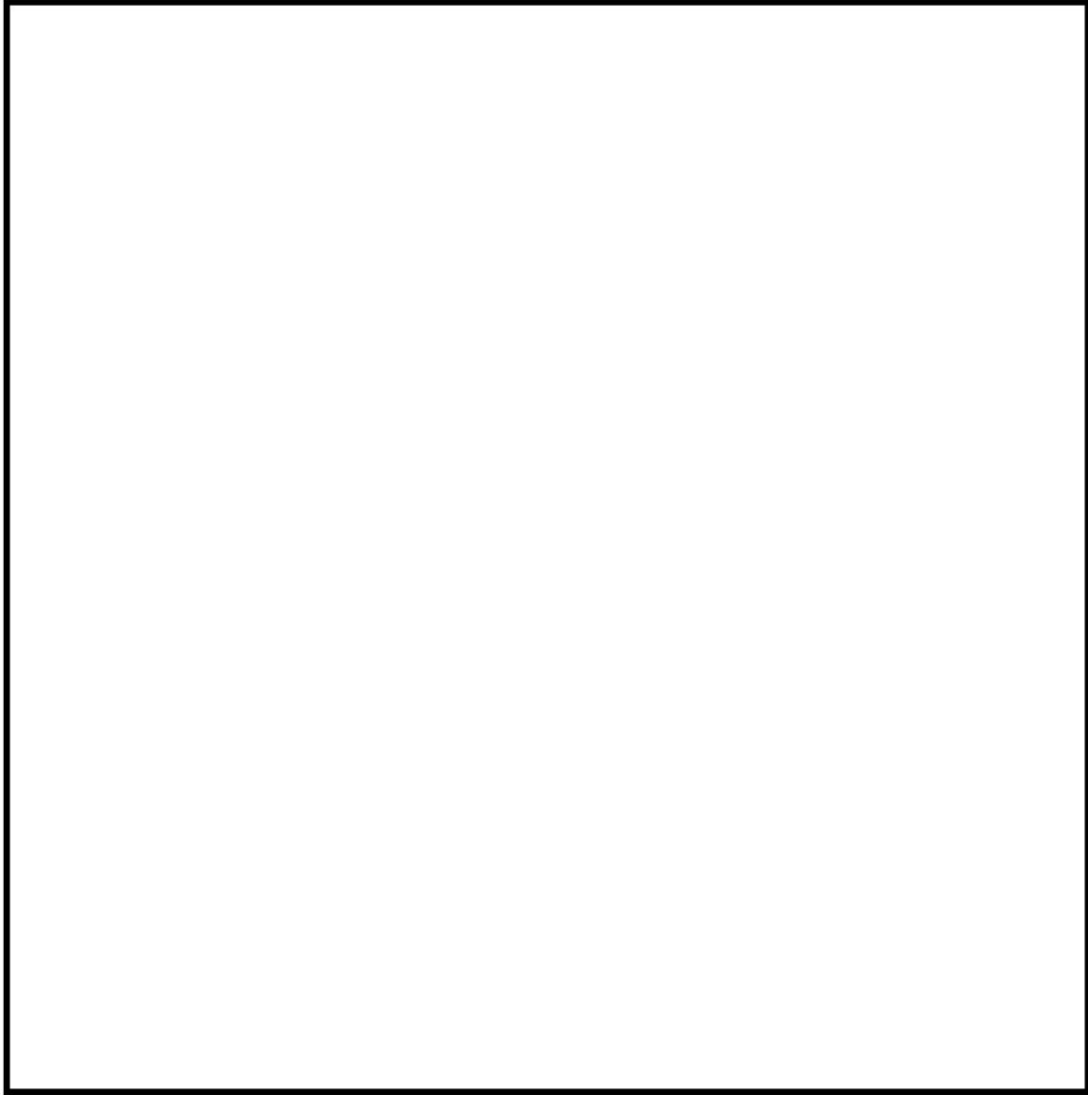


図 8-13 指示計構造図

(2) 水平 2 方向地震力に対する影響検討

図 8-13 から、器具の誤動作モードとして以下が考えられる。

- ・地震力により指針が振動することにより、指針の指示に誤差が生じる。

(上下方向, 左右方向)

ただし、図 8-13 に示す指示計（縦形）については指針の可動方向は上下方向であるため、誤動作にいたる事象に多次元的な影響はないと考えられる。

また、図 8-13 に示す指示計（横形）については器具の可動部は左右方向にのみ振動することから、誤動作にいたる事象に多次元的な影響はないと考えられる。

(3) 機能確認済加速度

参考として、機能維持評価用加速度と指示計の既往試験での機能確認済加速度を表 8-11 に示す。

表 8-11 指示計の機能維持評価用加速度及び機能確認済加速度 ($\times 9.8\text{m/s}^2$)

方向	水平* ¹ (前後・左右)	鉛直 (上下)
機能維持評価用加速度* ²	1.29	0.96
機能確認済加速度		

注記* 1 : 機能維持評価用加速度は前後及び左右方向の最大値, 機能確認済加速度は前後及び左右方向の最小値を記載

* 2 : 原子炉建物 EL 2.8m (基準床レベル EL 8.8m) 設計用震度 II (基準地震動 S s) により定まる加速度

9. 水平2方向同時加振の影響評価（動的機能維持）

9.1 はじめに

動的機器の機能維持評価における保守性の観点より、水平2方向同時入力を考慮した場合の影響をまとめたものである。

9.2 機能維持評価法について

動的機器の機能維持は、動的地震力を適用し、試験による評価、解析による評価により行う。試験による評価では実物モデル等の振動試験を、解析による評価では応力・変形の解析結果を用いて、要求される安全機能が維持されることを確認する。

機種ごとの代表的な機器について、上記検討を実施した既往の試験・研究の成果から機能確認済加速度（以下「At」という。）が定められ、これにより、地震動により生じる加速度レベルがAtより小さいことを確認することで、安全機能が維持されることを確認できる。なお、この手法は全ての機器について、詳細評価を実施するまでもなく機能維持を確認するための合理的な方法として確立された手法である。

9.3 機能維持確認済加速度の保守性

動的機器のAtについては、加振台の加振限界及び機器仕様の多様性等の理由から、本来の機器の機能限界加速度ではなく、保守的な範囲内で定められている。その保守性については、代表機器のAtでの詳細評価において、機能維持に必要な各部位*の裕度が十分に高いことから確認することができる。

注記*：動的機器の評価項目について

解析評価における動的機器の機能維持に必要な基本評価項目（部位）は、振動特性試験により振動特性及び応答特性を把握し、機能試験の結果を踏まえ、異常要因分析に基づき抽出されている。前述のとおりAtは保守的に定められており、地震応答加速度がAtを上回ったとしても、個別に当該機器の基本評価項目を解析評価することで、機器の健全性が確認できる。

9.4 水平2方向同時入力（鉛直方向含む）の影響について

水平2方向同時入力による動的機能維持評価については、影響有無を整理の上、NS方向EW方向の応答加速度をSRSSした結果、Atを満たしており耐震性に問題が無いことを確認することとしているが、保守的に水平1方向の応答加速度を $\sqrt{2}$ 倍したとしても、機能維持評価の保守性により、対象の動的機器の安全機能維持確認に問題はないと考えられる。

また、Atは水平・鉛直の各方向に設定されるものであるが、水平・鉛直の相関が懸念されるものは、水平・鉛直同時入力による解析評価により機能維持を確認した上で各方向の加速度を設定している。そのため、水平・鉛直ごとの個別の評価とすることで問題ない。

10. 水平 2 方向同時加振の影響評価（疲労評価）

疲労評価に用いる疲労累積係数は設計疲労線図に基づくため、一次＋二次＋ピーク応力強さの増分と、疲労累積係数の増分が比例しない。そのため、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合の疲労評価への影響を定量的に確認することを目的とし、以下の設備を対象に一次＋二次＋ピーク応力強さに水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した疲労評価を行った。

- ・ 水平 2 方向の地震力の重畳による影響軽微、かつ 1.1 以上の裕度を有する設備（別紙 4.1）
- ・ 水平 2 方向の地震力の重畳による影響あり（別紙 4.1）、かつ $\sqrt{2}$ 以上の裕度を有する設備（別紙 4.2）

表 10-1 に示す評価結果のとおり、一次＋二次＋ピーク応力強さに水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合にも、設備が有する耐震性に影響がないことを確認した。

ここで、燃料集合体及びクラス 1 容器の耐震評価に用いる疲労累積係数は、一次＋二次＋ピーク応力強さによる疲労累積係数と運転状態 I、II における疲労累積係数の和により算定している。そのため、運転状態 I、II における疲労累積係数が支配的な設備については、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した場合であっても、疲労累積係数が水平 1 方向及び鉛直方向地震力による疲労累積係数と同等となっている。

なお、一次＋二次＋ピーク応力強さについては、水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮すると、最大 $\sqrt{2}$ 倍程度となる可能性がある。ここで、簡単に一次＋二次＋ピーク応力強さが 2 倍になると仮定すれば、疲労評価に用いる JSME に規定される設計疲労線図から求まる許容繰返し回数は、その特性から最小でも 1/10 倍程度になる（図 10-1 参照）。一方、設計で用いる許容繰返し回数については、設計用疲労線図が最適疲労線図に対して 20 倍の余裕があることから、設計疲労線図上で許容繰返し回数が 1/10 倍程度となったとしても、設計上の余裕の中に収まることがわかる（図 10-2 参照）。

また、疲労評価に用いる地震による等価繰返し回数についても実際の繰返し回数に対して余裕をもって設計上設定された回数である。

以上より、別紙 4.1 及び別紙 4.2 では、疲労評価（一次＋二次＋ピーク応力強さ）も他の応力分類と同様の整理で耐震性への影響を評価している。

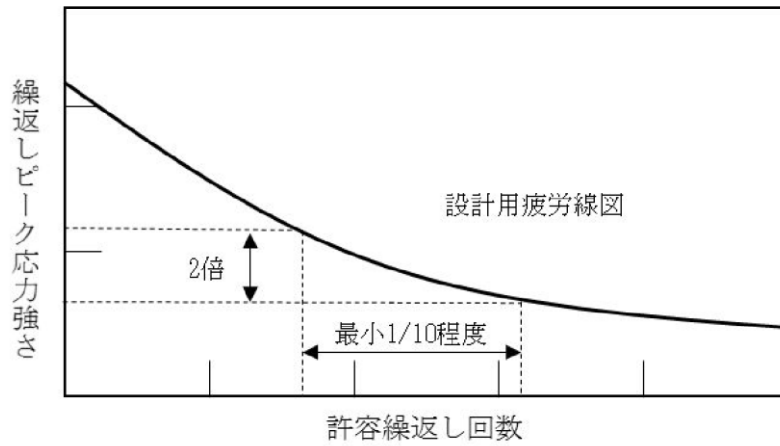


図 10-1 応力 2 倍に対する設計用疲労線図における許容繰返し回数のイメージ図

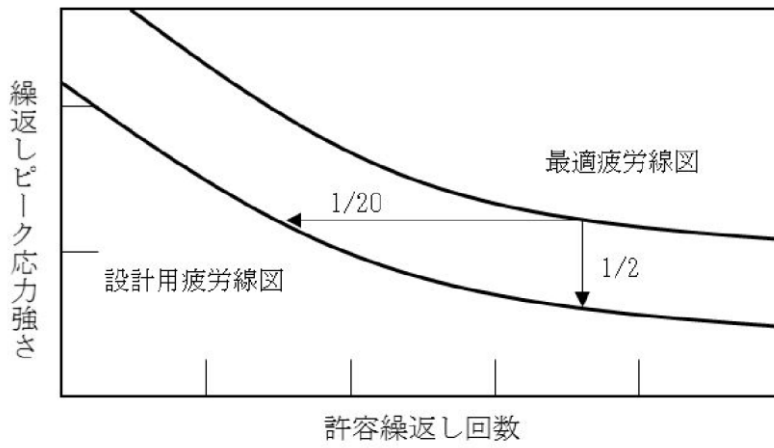


図 10-2 最適疲労線図と設計用疲労線図のイメージ図

表 10-1 水平 2 方向及び鉛直方向地震力を考慮した一次＋二次＋ピーク応力強さの評価結果

設備名称	評価部位	疲労累積係数*		水平 2 方向の考慮方法等
		水平 1 方向	水平 2 方向	
燃料集合体	燃料被覆管	0.012	0.044	水平 1 方向評価の繰返しピーク応力強さを $\sqrt{2}$ 倍した繰返しピーク応力強さを適用。
	円筒胴	0.005	0.005	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認
下鏡	下鏡	0.009	0.009	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認
	下鏡と円筒部の接合部	0.016	0.016	
	原子炉圧力容器支持スカートと円筒胴の接合部	0.407	0.407	
制御棒貫通孔	スタブチューブ	0.187	0.187	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認
	ハウジング	0.059	0.059	
原子炉中性子計装孔	原子炉中性子計装ハウジング	0.963	0.963	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認
原子炉圧力容器支持スカート	支持スカート	0.037	0.037	水平 1 方向評価に適用する荷重が水平 2 方向を考慮した荷重を包絡することを確認
非常用ディーゼル発電設備 A-ディーゼル燃料貯蔵タンク	胴板	0.597	0.945	水平 2 方向及び鉛直方向の地震による応力を SRSS 法により組み合わせて算出した繰返しピーク応力強さを適用
高圧炉心スプレイス系ディーゼル発電設備 ディーゼル燃料貯蔵タンク	胴板	0.597	0.945	水平 2 方向及び鉛直方向の地震による応力を SRSS 法により組み合わせて算出した繰返しピーク応力強さを適用

注記*：燃料集合体及びクラス 1 容器の疲労累積係数は、地震動のみによる疲労累積係数と運転状態 I、II における疲労累積係数の和

11. 制御棒挿入性評価に対する水平2方向地震力の組合せ方法

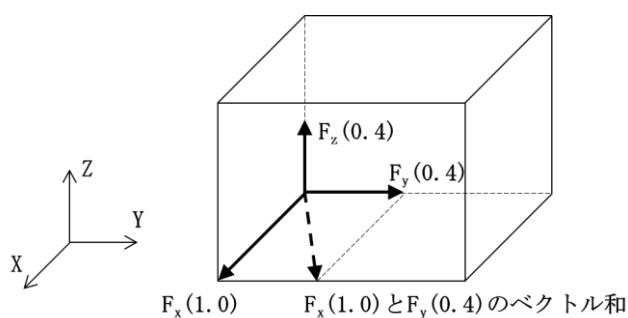
11.1 はじめに

本資料は、制御棒挿入性評価において水平2方向の地震動が作用した場合の組合せ方法についてまとめたものである。制御棒挿入性評価においては燃料集合体相対変位を評価パラメータとして用いていることから、燃料集合体相対変位に対して水平2方向の地震動が及ぼす影響について検討する。

11.2 制御棒挿入性評価における水平2方向の影響評価方法

制御棒の挿入性評価に対する水平2方向の影響評価については、機器・配管系の今回工認の耐震評価においても適用する（適用の詳細は NS2-補-023-02 「耐震評価対象の網羅性、既工認との手法の相違点の整理について」参照）組合せ係数法（1.0 : 0.4 : 0.4）を用いて水平2方向を考慮した場合の燃料集合体相対変位を算出する方針とする。組合せ係数法概念図を図11-1に示す。

なお、機器・配管系に対する水平2方向及び鉛直方向の組合せの検討にあたっては、4項の円筒容器に対する水平2方向の影響検討において、発生応力に対してSRSS法と組合せ係数法を適用した場合に手法による差異は軽微であることを確認している。機器・配管系の耐震評価は線形解析を基本とすることから、発生荷重に対してSRSS法と組合せ係数法を適用した場合にも同等の結果が得られるため、本影響評価において組合せ係数法を適用することは妥当と考えられるが、評価の保守性についてもあわせて確認する（11.4項参照）。



○組合せ係数法とは、最大応答の非同時性を考慮して地震力を設定する方法。

ある軸に作用する地震力を1.0と設定して、残りの軸の地震力に係数0.4を考慮するもの。

$F_x : F_y : F_z = (1.0 : 0.4 : 0.4)$ として3方向の荷重を組み合わせる。

図11-1 組合せ係数法概念図

11.3 水平2方向の影響評価結果

制御棒の挿入性評価に適用する組合せ係数法の評価手順を図11-2に示す。また、水平1方向に対する最大の燃料集合体相対変位と組合せ係数法を用いて水平2方向を考慮した燃料集合体相対変位の結果を表11-1に示す（別紙4.3表2記載内容を再掲）。

図11-1に示すとおり、水平2方向の相対変位は、NS方向の燃料集合体相対変位及びEW方向の燃料集合体相対変位にそれぞれ係数0.4を考慮して組み合わせて得られた結果から、より大きい値となる相対変位を適用するものである。表11-1に示す結果は、基準地震動S s 5波（基本ケース及び地盤ばらつきケース）の中から、最も相対変位が大きくなるS s - F 1（地盤剛性- σ ケース）に対して、以下(a)、(b)の2式より算出さ

れる相対変位のうちより大きい結果となる (b) の相対変位を示しているものである。

$$(a) \text{ NS} \times 1.0, \text{ EW} \times 0.4 \quad \sqrt{(18.6 \times 1.0)^2 + (35.0 \times 0.4)^2} \approx 23.3 \text{ mm}$$

$$(b) \text{ NS} \times 0.4, \text{ EW} \times 1.0 \quad \sqrt{(18.6 \times 0.4)^2 + (35.0 \times 1.0)^2} \approx 35.8 \text{ mm}$$

表 11-1 に示すとおり，水平 2 方向を考慮した場合でも燃料集合体相対変位が確認済相対変位を下回ることを確認している。

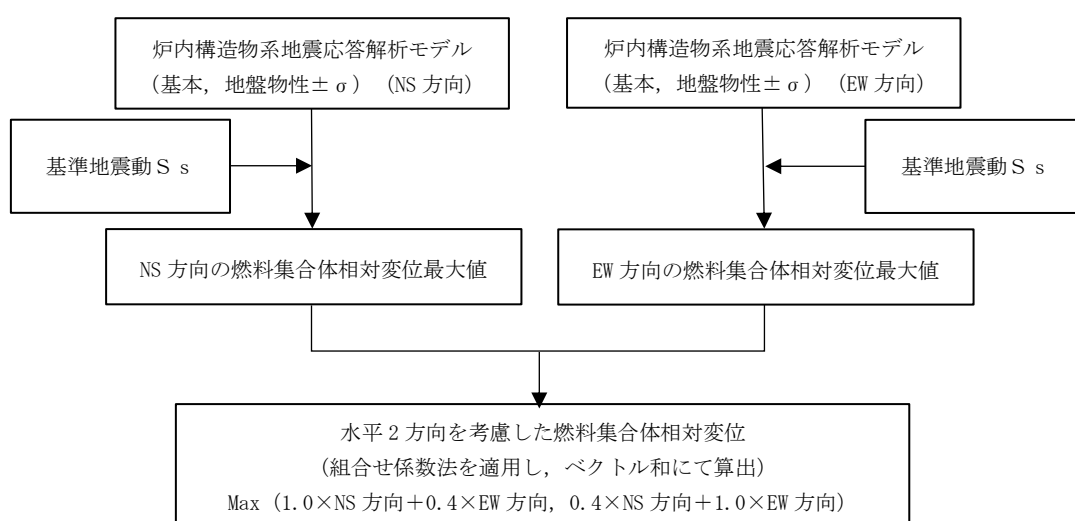


図 11-2 制御棒挿入性評価における組合せ係数法を用いた水平 2 方向の影響評価手順

表 11-1 制御棒挿入性評価における水平 2 方向の影響検討結果

評価項目	燃料集合体相対変位 (mm) *		確認済相対変位 (mm)
	水平 1 方向	水平 2 方向	
制御棒挿入性	35.0	35.8	40

注記*：基準地震動 S s 5 波（基本ケース及び地盤ばらつきケース）の中でも最も燃料集合体相対変位が大きくなる基準地震動 S s - F 1（地盤物性 - σ ケース）による結果を示す。

11.4 組合せ係数法を適用した影響検討結果の保守性

本項では，制御棒挿入性評価において組合せ係数法を適用した水平 2 方向の影響検討結果（11.3 項参照）の保守性を確認する。

基準地震動 S s 5 波（基本ケース及び地盤ばらつきケース）のうち，燃料集合体の相対変位が最大となる基準地震動 S s - F 1（地盤物性 - σ ケース）について，水平 2 方向入力による変位履歴から最大の相対変位を算出し，組合せ係数法による結果と比較する。

評価手順を図 11-3 に示す。基準地震動 $S_s - F1$ は断層モデル手法による基準地震動であることから、図 11-4 に示す原子炉本体地震応答解析モデルへの入力として、 $S_s - F1$ (NS) に基づく入力地震動を NS 方向モデルに入力し、 $S_s - F1$ (EW) に基づく入力地震動を EW 方向モデルに入力してそれぞれ燃料集合体中央位置での相対変位の時刻歴データを算出する。次に各方向の時刻歴データを時々刻々ベクトル合成することで水平 2 方向入力による変位履歴を求め、この中から最大の相対変位を算出する。

NS/EW 方向の燃料集合体相対変位による変位オービットを図 11-5 に示す。あわせて、燃料集合体相対変位の最大変位を表 11-2 に示す。表 11-2 に示すとおり変位履歴を用いて算出した最大変位は 35.1mm となっており、組合せ係数法を用いた変位 35.8mm と比較して小さい値となっていることから、組合せ係数法の結果は保守的であることが分かる。

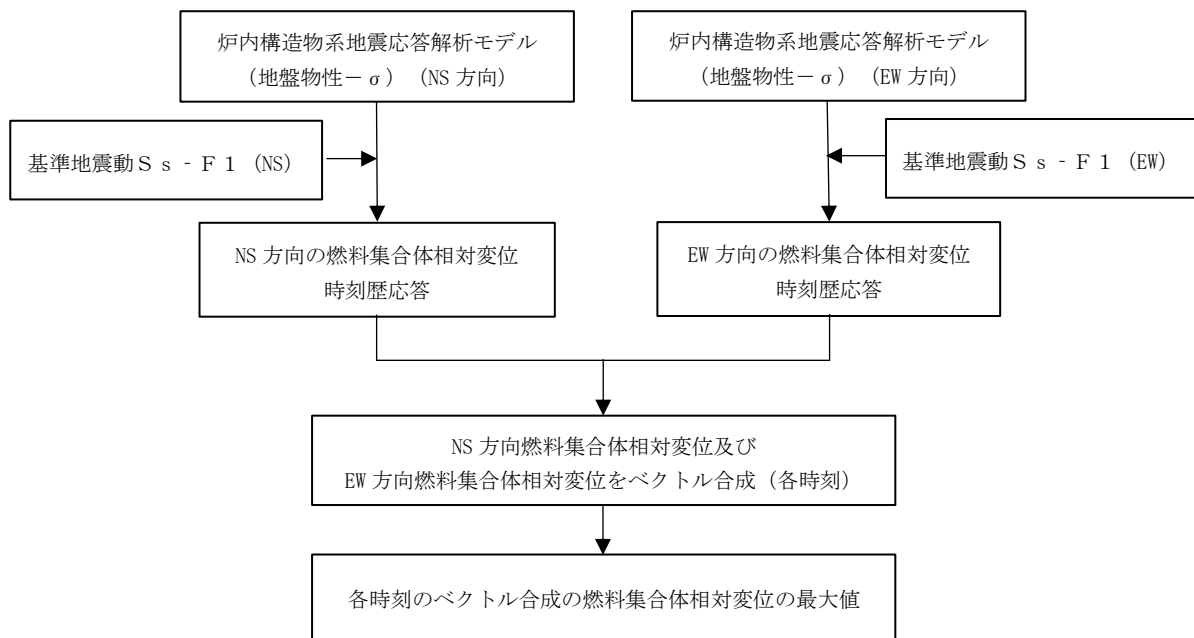


図 11-3 制御棒挿入性評価における変位履歴を用いた水平 2 方向の影響評価手順

表 11-2 燃料集合体相対変位

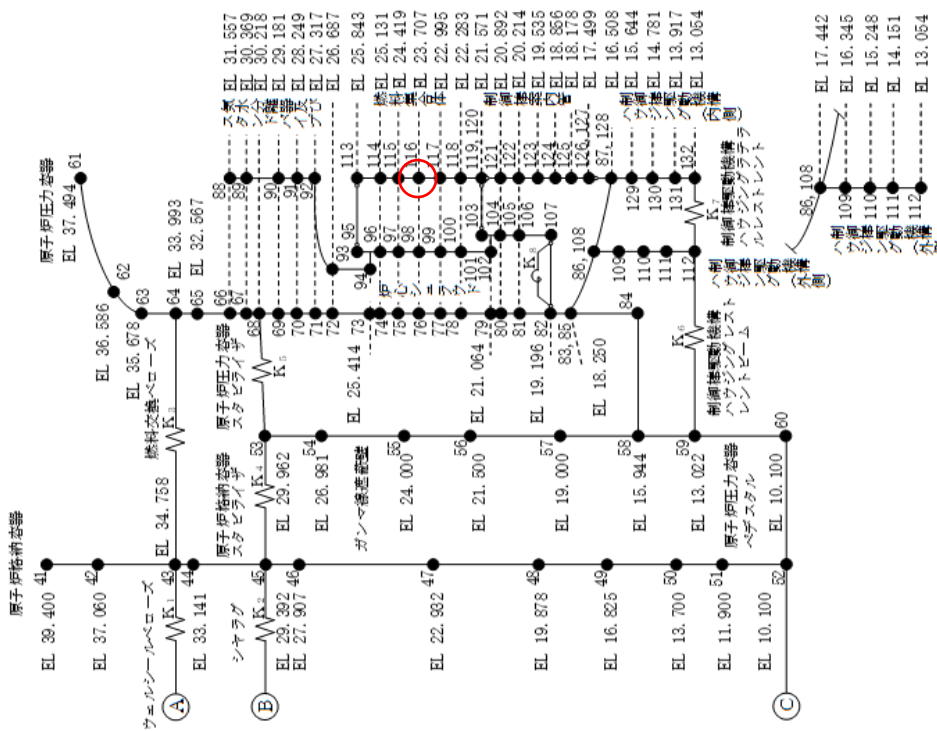
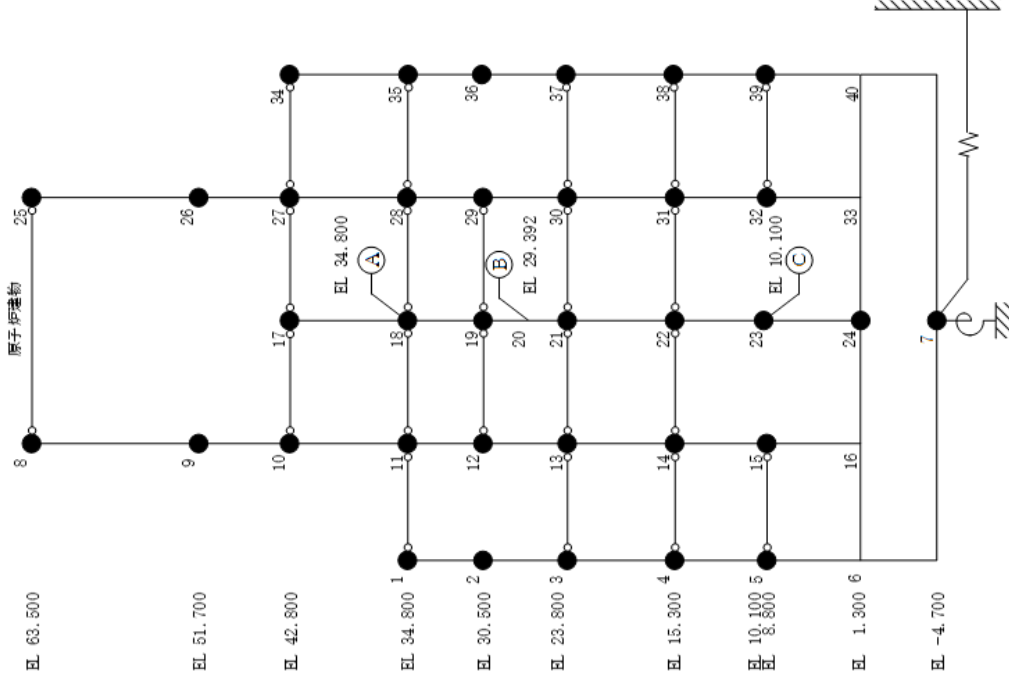
評価項目	相対変位算出方法	燃料集合体相対変位 (mm)			確認済相対変位 (mm)
		NS 方向変位	EW 方向変位	最大変位	
制御棒挿入性	変位履歴を用いて算出	1.55 ^{*1}	35.0 ^{*1}	35.1 ^{*2}	40
	組合せ係数法を適用して算出	18.6 ^{*3}	35.0 ^{*3}	35.8 ^{*4}	

注記*1：最大変位^{*2}が発生した時間における NS/EW 方向の変位。なお，NS/EW 方向それぞれの全時間帯における最大変位は NS 方向：18.6mm，EW 方向：35.0mm となる。

*2：燃料集合体の地震応答の全時間帯について NS 方向変位と EW 方向変位のベクトル和を行い最も大きかった変位の値。

*3：燃料集合体の相対変位が最大となる基準地震動 S s - F 1（地盤物性-σ ケース）における NS/EW 方向の最大変位。

*4：基準地震動 S s - F 1（地盤物性-σ ケース）における NS/EW 方向の最大変位に組合せ係数法を適用し，ベクトル和にて算出した値。



記号	内容
●	質点
— —	曲げ・せん断部材
—/—	水平ばね
⊕	回転ばね
○—○	副部材 (ピン結合)

K ₁	ウェルシールドベローズ
K ₂	シヤラグ
K ₃	燃料交換ベローズ
K ₄	原子炉格納容器スタビライザ
K ₅	原子炉圧力容器スタビライザ
K ₆	制御棒駆動機構ハウジングレストレントピーム
K ₇	制御棒駆動機構ハウジングラテラルレストレント
K ₈	シヤラグサポート

○：燃料集合体相対変位算出位置

図 11-4-1 原子炉本体地震芯答解析モデル (NS 方向)

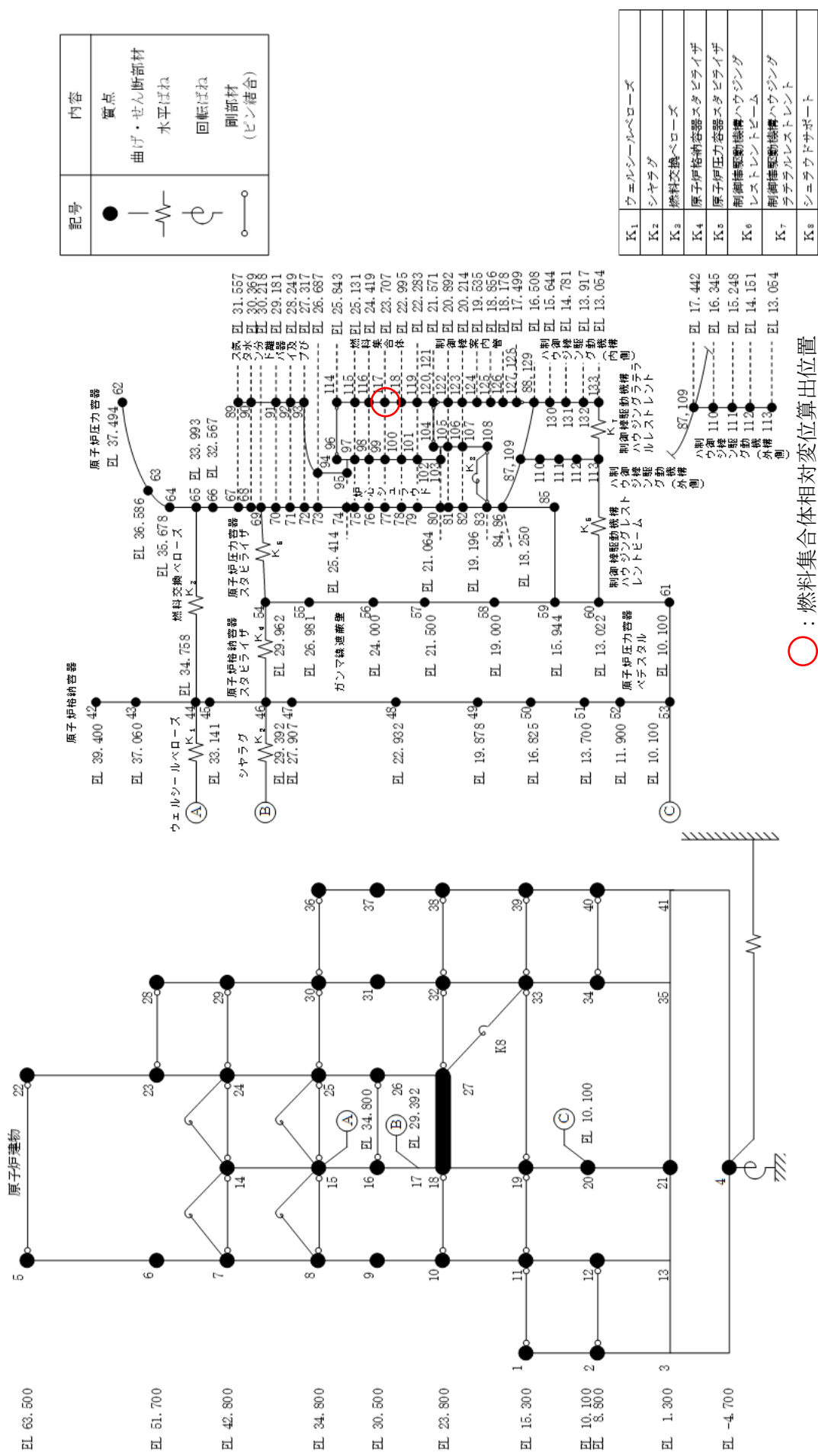


図 11-4-2 原子炉本体地震応答解析モデル (BW 方向)

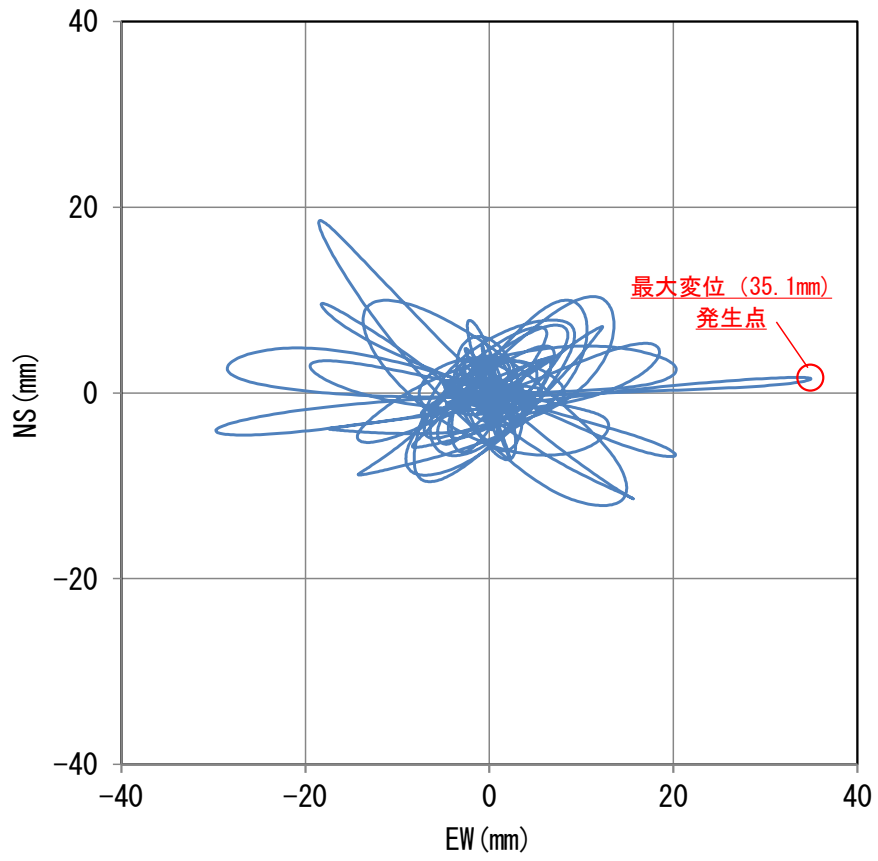


図 11-5 変位オービット (燃料集合体相対変位)

11.5 制御棒挿入性試験への水平2方向の影響

表 11-1 に示した確認済相対変位は、今回工認（VI-2-6-2-1「制御棒の耐震性についての計算書」）用制御棒挿入試験結果（対辺方向加振）より設定している。これは燃料チャンネルの側面に対して平行な方向（対辺方向）に加振して得られた結果である。図 11-6 に試験結果を示す。

図 11-7 に、制御棒挿入性試験への水平2方向の影響を確認するために、燃料チャンネルの側面に対して平行な方向（対辺方向）と対角な方向（対角方向）に加振した影響確認用制御棒挿入試験結果を示す。表 11-3 に今回工認用制御棒挿入試験、影響確認用制御棒挿入試験（対辺方向及び対角方向加振）の試験条件を示す。

今回工認用と影響確認用（対辺方向加振）で試験装置（図 11-8, 図 11-9）が異なるが、試験結果（図 11-6, 図 11-7）は同等であり、試験装置による差異はない。また、影響確認用（対角方向加振）の試験については、影響確認用（対辺方向加振）と同条件で実施しており試験条件に差異はない。

図 11-7 より、対角方向加振による制御棒挿入時間（75%ストロークスクラム時間）は、対辺方向加振条件と同等かもしくは短い結果となっている。これは、燃料集合体と制御棒の間隙が、対辺方向に比べ対角方向の場合の方が大きくなるためである。

図 11-10 に、燃料集合体と制御棒の間隙のイメージを示す。対角方向になることで燃料集合体と制御棒の間隙がおおよそ $\sqrt{2}$ 倍となることから、対角方向よりも対辺方向加振の方が厳しい条件となる。

以上のことから、制御棒挿入性評価における水平2方向の影響検討において、今回工認向けにて実施した制御棒挿入試験結果より設定した確認済相対変位を用いる。

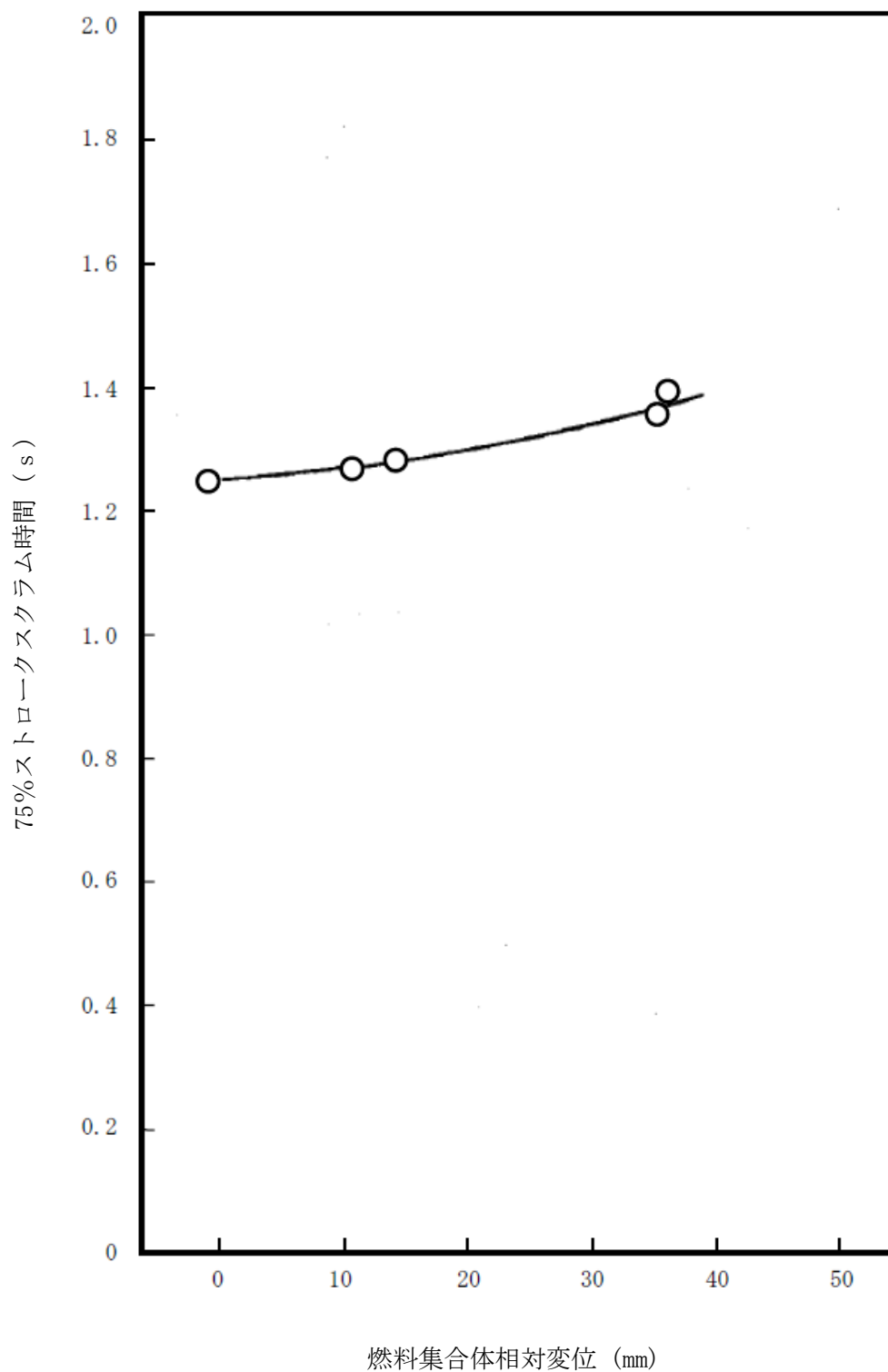


図 11-6 今回工認用制御棒挿入性試験結果（対辺方向加振）

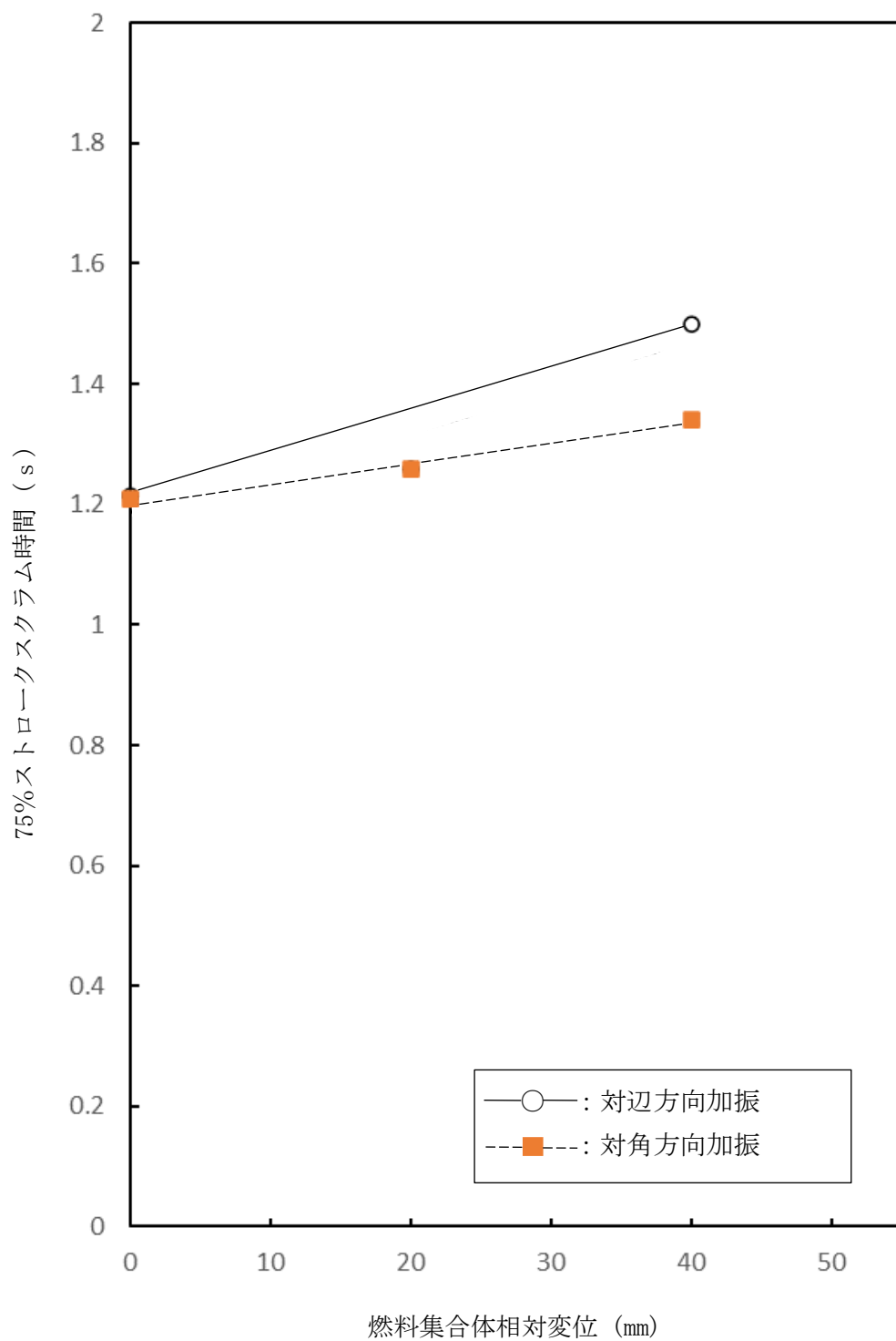


図 11-7 影響確認用制御棒挿入性試験結果（対辺方向加振－対角方向加振の比較）

表 11-3 対角方向加振試験の条件（対辺方向加振試験との比較）

条件項目	今回工認用 (対辺方向加振)	影響確認用	
		対辺方向加振	対角方向加振
機器・ 装置構成	<ul style="list-style-type: none"> ・ 質量模擬燃料集合体 ・ 制御棒（ボロンカーバイド型） ・ 燃料支持金具 ・ 制御棒案内管 ・ 制御棒駆動機構 ・ 水圧制御ユニット ・ 試験装置 図 11-8 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 試験装置 図 11-9 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左 ・ 同左
試験方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 加振により燃料集合体に相対変位を発生させ、その状態で 75% ストロークスクラムに要する時間を計測 ・ 正弦波により加振 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同左 ・ 同左 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 同左 ・ 同左
温度	室温	同左	同左
圧力	常圧*1	同左	同左
チャンネル ボックス 板厚	120mil(3.05mm)*2	同左	同左

注記*1：アキュムレータ圧力の調整により原子炉定格圧力（6.93MPa[gage]）時のスクラムを模擬

*2：1mil=0.0254mm

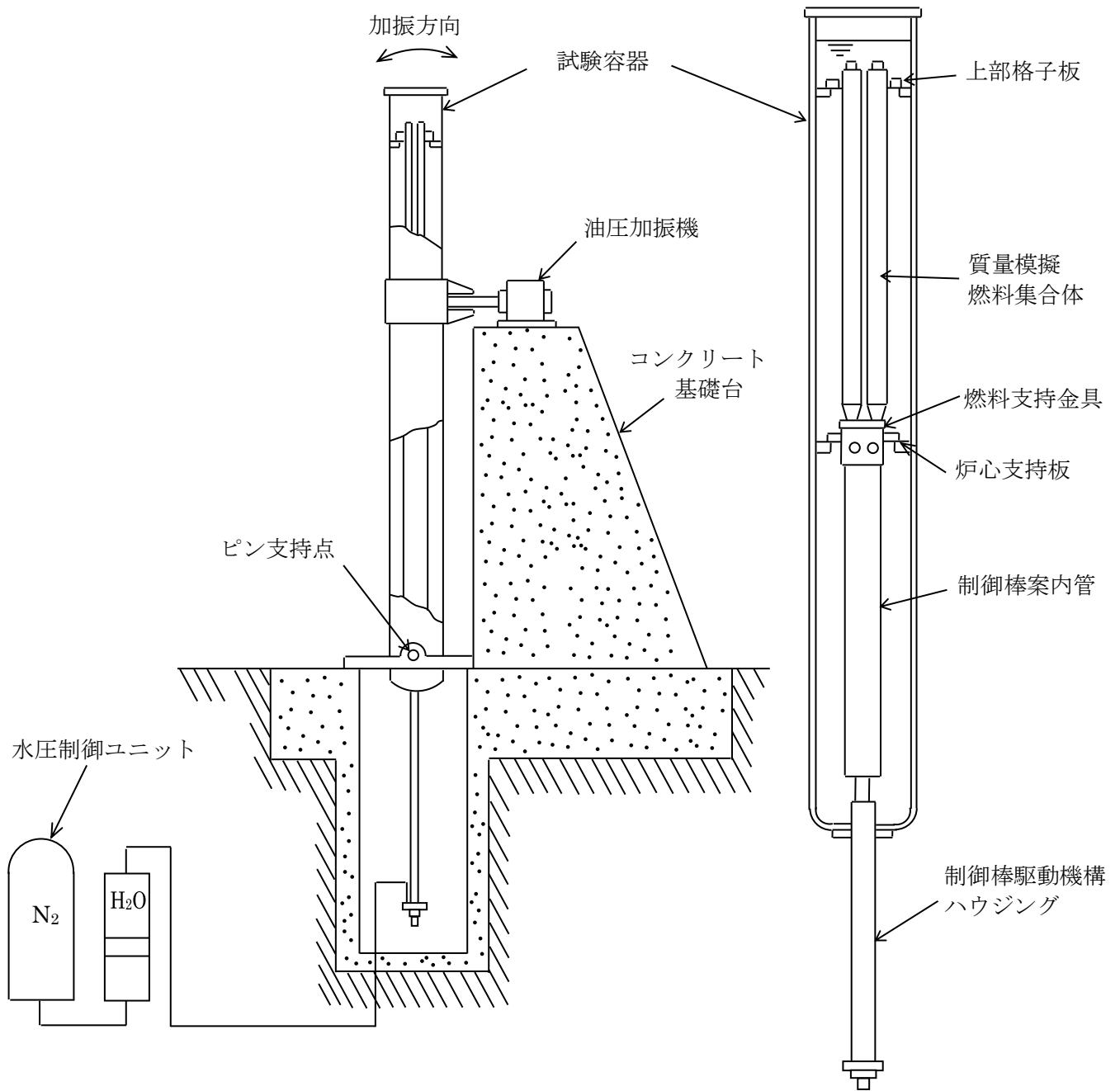


図 11-8 今回工認用制御棒挿入性試験 試験装置概要

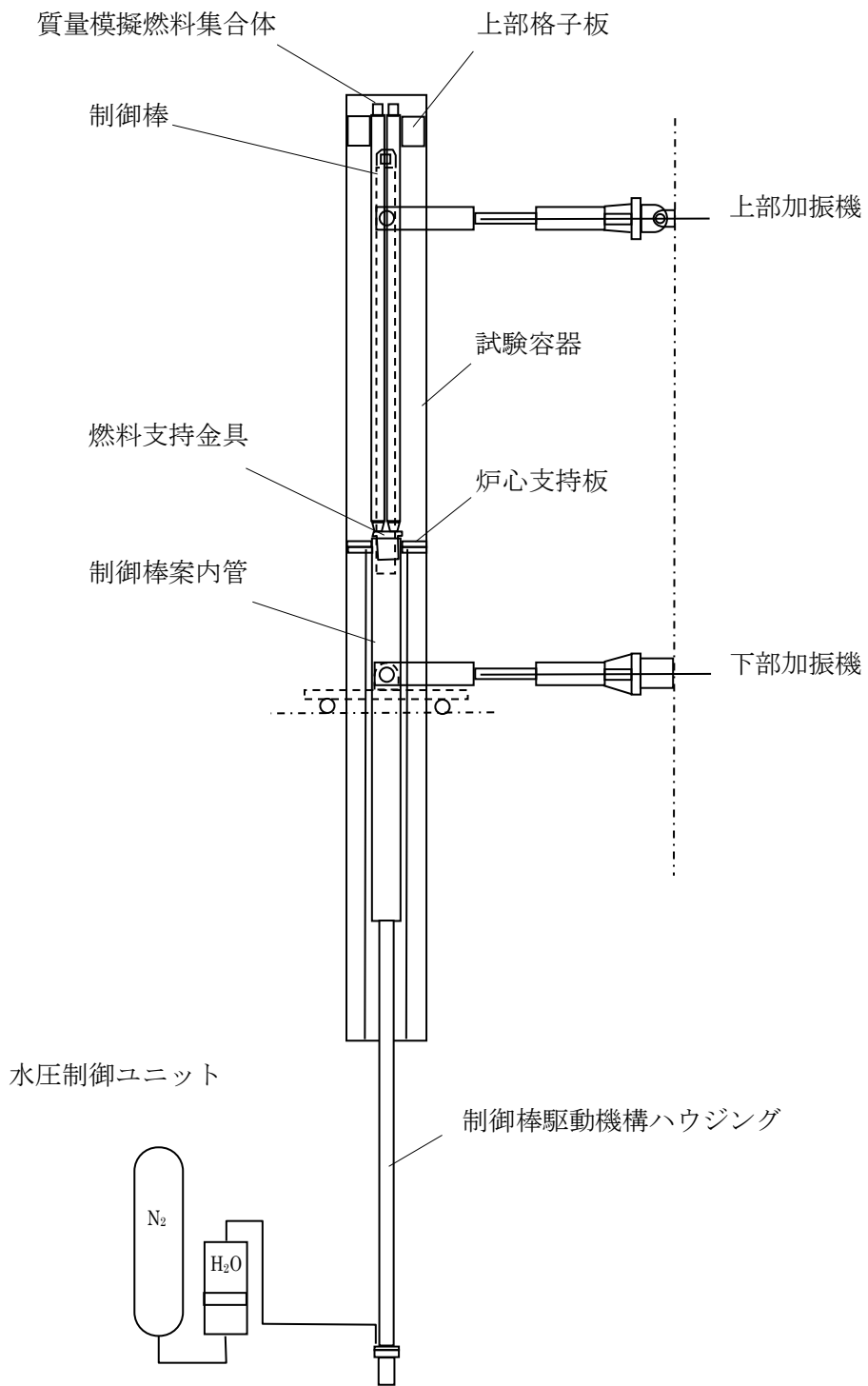
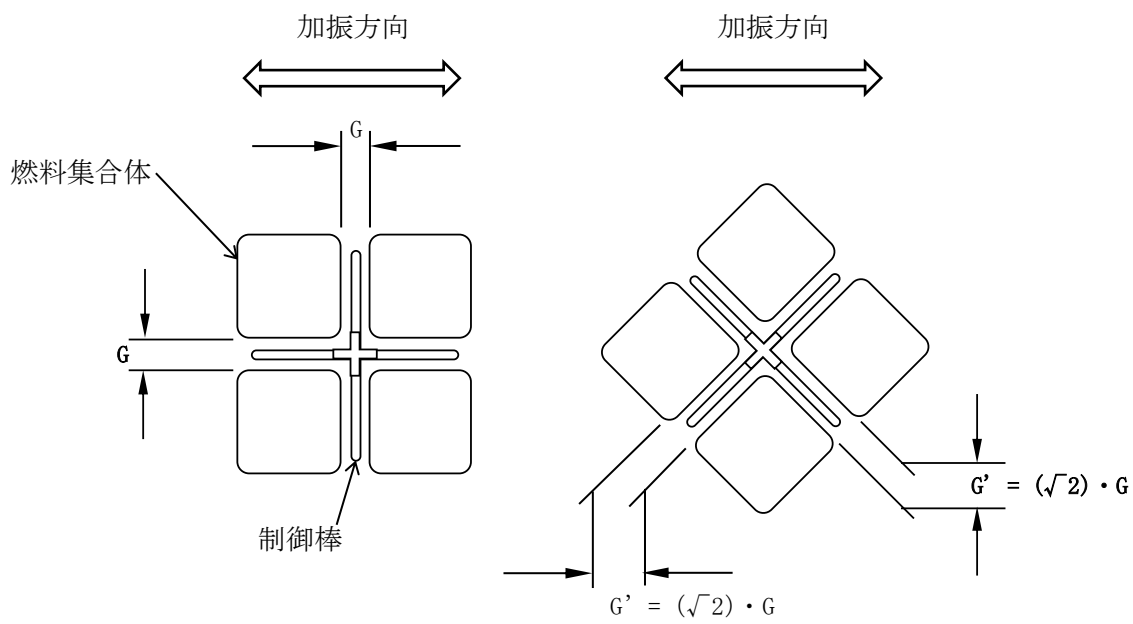


図 11-9 影響確認用制御棒挿入性試験（対辺方向加振—対角方向加振の比較）
試験装置概要

G : 対辺方向加振時の間隙
 G' : 対角方向加振時の間隙



(a) 対辺方向加振

(b) 対角方向加振

図 11-10 燃料集合体と制御棒の間隙のイメージ図

12. 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響評価（水密扉）

12.1 はじめに

本項は、水密扉（建物内、燃料移送ポンプエリア）（以下「水密扉」という。）について、水平2方向の地震力を考慮した場合においても設備が有する耐震性に影響がないことを説明するものである。

12.2 水平2方向の影響評価方法

12.2.1 評価対象部位

評価対象部位は「VI-2-12 水平2方向及び鉛直地震力の組合せに関する影響評価結果」において個別に検討を行うこととした水密扉ヒンジ部のうち水平2方向の地震力による影響の可能性があるヒンジピンとする。

水密扉の概略構造図を図12-1に示す。

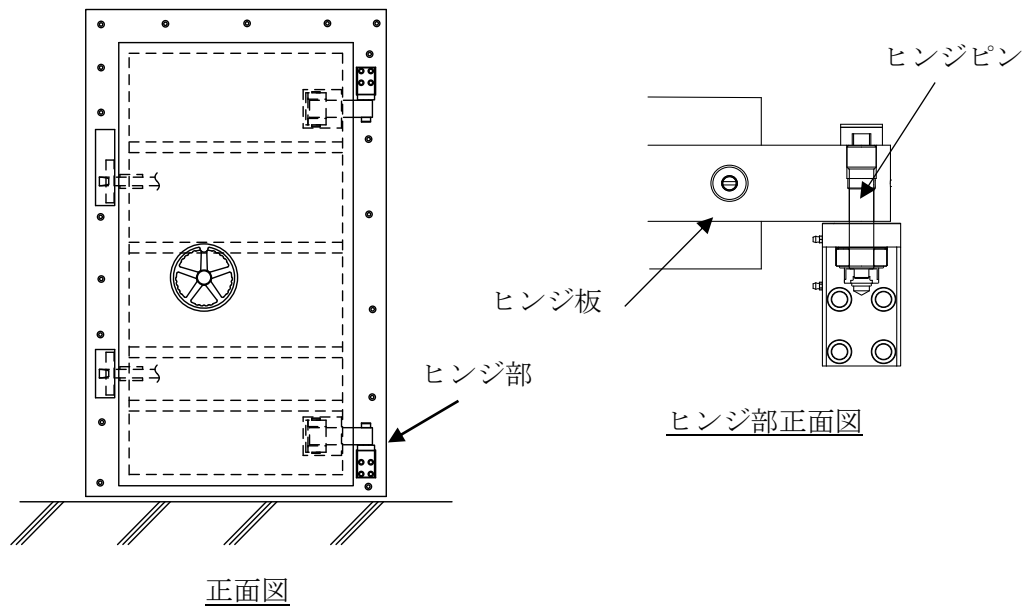


図12-1 水密扉の概略構造図

12.2.2 荷重及び荷重の組合せ

(1) 地震荷重 (S_s)

耐震計算書の水平 1 方向及び鉛直方向地震力を組合わせた評価結果を用いて、水平 2 方向及び鉛直方向の地震力に対する発生値を算出する。水平 2 方向及び鉛直方向の組合せは組合せ係数法による。組合せケースを表 12-1 に示す。

$$S_s = G \cdot k$$

ここで、S_s : 地震荷重 (kN)

G : 固定荷重 (kN)

k : 設計震度

表 12-1 組合せケース

検討ケース	組合せ
ケース 1	1.0K _{Ha} +0.4K _{Hb} +1.0K _{UD}
ケース 2	0.4K _{Ha} +1.0K _{Hb} +1.0K _{UD}

12.2.3 許容限界

ヒンジピンの許容限界を表 12-2 に示す。

表 12-2 ヒンジピンの許容限界

評価対象部位	材質 強度区分	短期許容応力度 (N/mm ²)		
		引張	曲げ	せん断
ヒンジピン (25φ)	S45C	345	345	199

12.2.4 評価方法

12.2.4.1 応力算定

(1) 扉に生じる転倒力

次式により算定するスラスト荷重（回転軸線方向荷重）及び転倒力から、ヒンジピンに発生する応力を算定する。ヒンジピンに生じる荷重の例を図 12-2 に示す。

$$W_1 = G_D + k_{UD} \cdot G_D$$

$$F_1 = W_1 \cdot L_1 / L_3 + k_{Ha} \cdot G_D / 2$$

$$F_2 = W_1 \cdot L_2 / L_3 + k_{Hb} \cdot G_D / 2$$

ここで、

- W_1 : スラスト荷重 (kN)
- G_D : 扉重量 (kN)
- k_{Ha}, k_{Hb} : 水平震度
- k_{UD} : 鉛直震度
- F_1 : 扉幅方向の転倒力（水平 1 方向＋鉛直方向）(kN)
- F_2 : 扉厚方向の転倒力（水平 1 方向＋鉛直方向）(kN)
- L_1 : 扉幅方向の扉重心とヒンジ芯間距離 (mm)
- L_2 : 扉厚方向の扉重心とヒンジ芯間距離 (mm)
- L_3 : ヒンジ芯間距離 (mm)

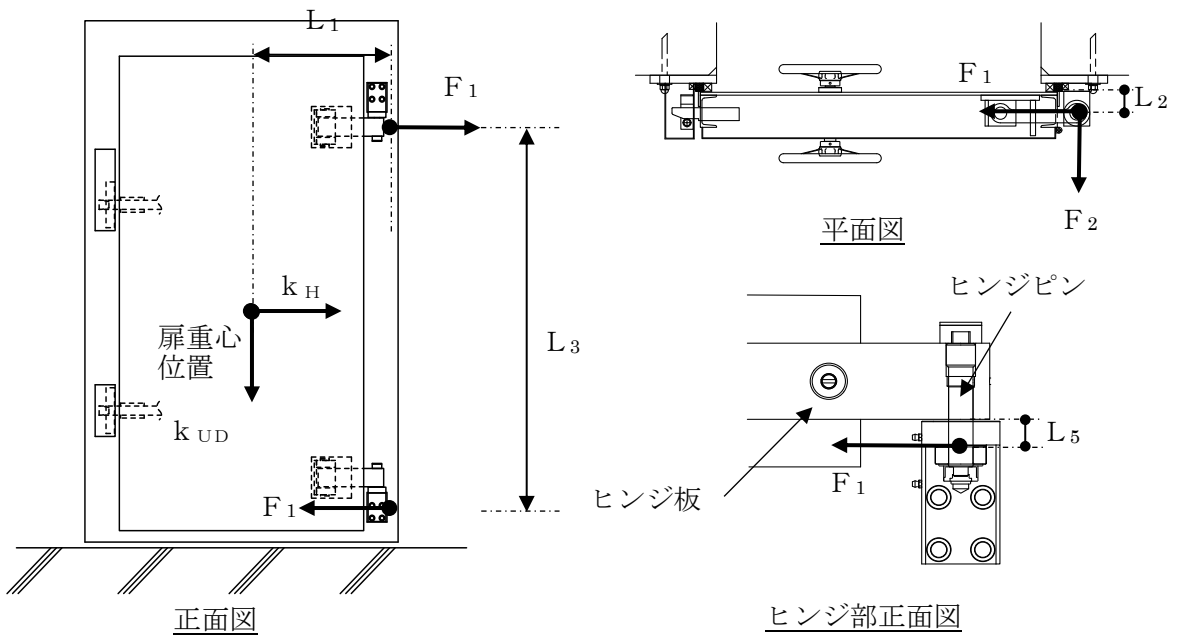


図 12-2 ヒンジ部に生じる荷重の例

12.2.4.2 断面検定

鉛直方向を含んだ水平方向の発生値を組合わせて、水平2方向を考慮したヒンジピンに生じる曲げ応力度及びせん断応力度を算定し、ヒンジピンの短期許容応力度以下であることを確認する。

- (a) ヒンジピンに生じる曲げ応力度

$$\sigma = (M \cdot 10^6) / Z_2$$

$$M = \sqrt{F_1^2 + F_2^2} \cdot L_5 \cdot 10^{-3}$$

ここで、

σ : ヒンジピンの曲げ応力度 (N/mm²)

M : ヒンジピンの曲げモーメント (kN・m)

Z_2 : ヒンジピンの断面係数 (mm³)

F_1 : 扉幅方向の転倒力 (水平1方向+鉛直方向) (kN)

F_2 : 扉厚方向の転倒力 (水平1方向+鉛直方向) (kN)

L_5 : ヒンジ板と受板間距離 (mm)

- (b) ヒンジピンに生じるせん断応力度

$$\tau = (Q \cdot 10^3) / A_2$$

$$Q = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

ここで、

τ : ヒンジピンのせん断応力度 (N/mm²)

Q : ヒンジピンのせん断力 (kN)

A_2 : ヒンジピンのせん断断面積 (mm²)

(c) ヒンジピンに生じる組合せ応力度

ヒンジピンに生じる曲げ応力度及びせん断応力度から、組合せ応力度を「鋼構造設計規準—許容応力度設計法—（（社）日本建築学会，2005改定）に基づく次式により算定し、ヒンジピンの短期許容応力度以下であることを確認する。

$$\sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \leq s f_t$$

ここで、

$s f_t$: ヒンジピンの短期許容引張応力度 (N/mm²)

12.3 評価条件

耐震評価に用いる評価条件を表 12-3 に示す。

表 12-3 耐震評価に用いる条件

記号	単位	定義	数値
W_1	kN	スラスト荷重	11.18
G_D	kN	扉重量	5.884
k_H	—	水平震度	2.23
k_{UD}	—	鉛直震度	0.90
L_1	mm	扉幅方向の扉重心とヒンジ芯間距離	610
L_2	mm	扉厚方向の扉重心とヒンジ芯間距離	65
L_3	mm	ヒンジ芯間距離	1667
L_5	mm	ヒンジ板と受板間距離	38
Z_2	mm ³	ヒンジピンの断面係数	1534
A_2	mm ²	ヒンジピンのせん断断面積	490.9

12.4 評価結果

ヒンジピンの評価結果を表 12-4 に示す。水平 2 方向及び鉛直方向地震力を想定した発生値が許容値を満足し、設備が有する耐震性に影響がないことを確認した。

表 12-4 ヒンジピンの断面検定結果

検討ケース	分類	発生応力度 (N/mm ²)	許容限界値 (N/mm ²)	発生応力度/ 許容限界値
ケース 1	曲げ	275	345	0.80
	せん断	23	199	0.12
	組合せ	278	345	0.81
ケース 2	曲げ	241	345	0.70
	せん断	20	199	0.11
	組合せ	243	345	0.71

水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価における代表性

1. はじめに

機器・配管系における水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価において、水平2方向の影響を考慮した場合に発生値がどの程度増分するかを検討している。その際には、耐震重要施設、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）が設置される重大事故等対処施設の機器・配管系並びにこれらの施設への波及的影響防止のために耐震評価を実施する設備について、機種ごとに裕度の小さい部位を代表して影響評価を実施している。

2. 水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価における代表性について

水平2方向及び鉛直方向地震力の影響評価にあたっては、機種ごとに裕度の小さい部位を代表として選定しているが、その代表性について説明する。

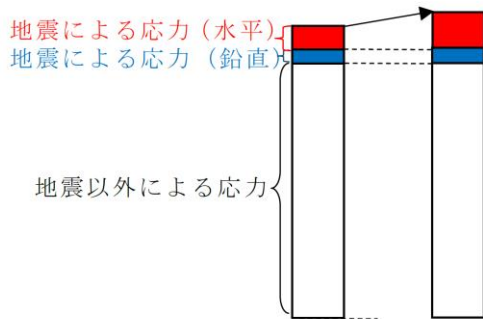
各機種のうち一部の機種については、複数の応力分類や評価部位を有していたりするものがあり、それらについては評価結果に対する地震力の寄与度がそれぞれ変わる場合がある。従って、本影響評価においては、これらの設備について、耐震裕度が小さい部位を代表とした上で、地震以外の荷重成分を地震荷重とみなし、水平1方向及び鉛直方向の組合せによる評価値を水平各方向（それぞれ鉛直方向も含む）で用いるなどの簡易的かつ保守的な方法（図4.5-1参照）を適用することを基本とする。

この方法を適用する機種は、耐震裕度の小さい部位や応力分類で代表することができる。また、この簡易的かつ保守的な方法を適用しない機種は、評価結果に対する地震力の寄与度に配慮した、影響評価を個別に行う場合もある。

本影響評価の代表部位一覧を別紙 4.1 表 1 に示す。

水平 2 方向及び鉛直方向地震力による発生値の算定

地震による応力のみに
水平 2 方向の影響を加味



保守的な算定

全ての応力に水平 2 方向の
影響を加味

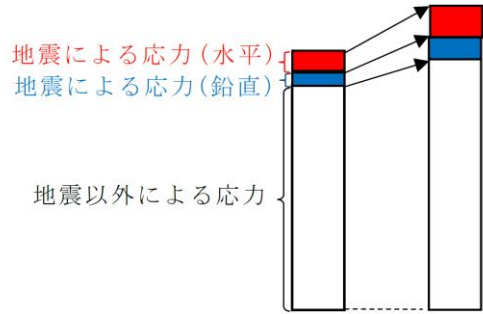


図 4.5-1 地震以外の荷重成分を地震荷重とみなす場合の保守的な算定イメージ

水平2方向地震動と鉛直方向地震動の組合せ方法の検討

1. はじめに

本資料は水平2方向の地震動が作用する場合の荷重の組合せ方法についてまとめたものである。本内容は電共研「新規制基準対応を踏まえた機器・配管系評価法に関する研究(Phase2)」(平成31年3月)にて検討されており、本成果により、水平2方向の地震動が作用する場合に最大値の発生時間の非同時性を考慮した場合の手法としてSRSS法を用いることは妥当であることを示すものである。

2. 電共研における検討内容

水平2方向の地震動が作用する場合の機器の応答は、2次元挙動を模擬できるモデルに水平2方向の地震動を同時に時々刻々入力して推定することが望ましい。一方、既往の耐震設計においては、1質点系の地震応答解析結果を用いたスペクトルモーダル解析が主流であり、各方向の地震動入力に対し、時間に依存しない機器の最大応答のみを取り扱っている。

しかし、水平2方向に対しても同様に、各1方向のスペクトルモーダル解析で得られる応答の絶対値和を適用すると、最大値の発生時間の非同時性は考慮されないことから、過渡に保守的な評価となる。このため、新規制基準対応では、より合理的な評価手法としてRegulatory Guide 1.92を引用して水平2方向地震動の荷重をSRSS法により組合せている。

本研究では、最大値の発生時間の非同時性を考慮した手法としてSRSS法を用いることの妥当性について検討している。

2.1 検討条件

2.1.1 入力波の選定

入力波は最大加速度が大きい断層波として「代表プラント断層モデル波」、配管の主要モードが卓越するような周期範囲に卓越ピークを有する観測波として「2011年4月7日 宮城県沖の地震(以下「4.07地震」という。))を選定した。入力地震波の波形図と加速度応答スペクトル図を図4.6-1～図4.6-4に示す。入力波は、実機配管の設計に用いている荷重条件に近いものとして、建屋応答(R/B地下階)を適用した。



(a)NS 方向



(b)EW方向



(c)UD 方向

図 4.6-1 代表プラント 断層モデル波：波形図



(a) NS方向



(b) EW方向



(c) UD方向

図4.6-2 代表プラント 断層モデル波：加速度応答スペクトル図



(a) NS方向



(b) EW方向



(c) UD方向

図4.6-3 4.07地震：波形図



(a) NS方向



(b) EW方向



(c) UD方向

図4.6-4 4.07地震：加速度応答スペクトル図

2.1.2 解析ケース

本検討で実施する解析ケース一覧を表4.6-1に示す。

表4.6-1 解析ケース一覧

配管モデル	入力地震動		解析手法	荷重組合せ*
実機配管 モデル	断層波	代表プラント 断層モデル波	時刻歴応答解析法	代数和法
			スペクトル モーダル解析	SRSS法
				絶対値和法
	観測波	4.07地震	時刻歴応答解析法	代数和法
			スペクトル モーダル解析	SRSS法
				絶対値和法

注記*：代数和法：水平2方向地震動による荷重と鉛直方向地震動による荷重を計算時刻ステップごとに代数和する方法。

SRSS法：水平2方向地震動による各方向最大荷重の二乗と鉛直方向地震動による最大荷重の二乗を加算し、その値の平方根を求める方法。

絶対値和法：水平2方向地震動による各方向最大荷重と鉛直方向地震動による最大荷重を絶対値和にて加算する方法。

2.1.3 対象

代表配管モデルは、3次元的な構造を持ち、主要な配管要素である直管、エルボ、ティ、サポート及び弁を含む配管系の中から、1モデル(600A/300A, h=2.0%)を選定した(図4.6-5)。

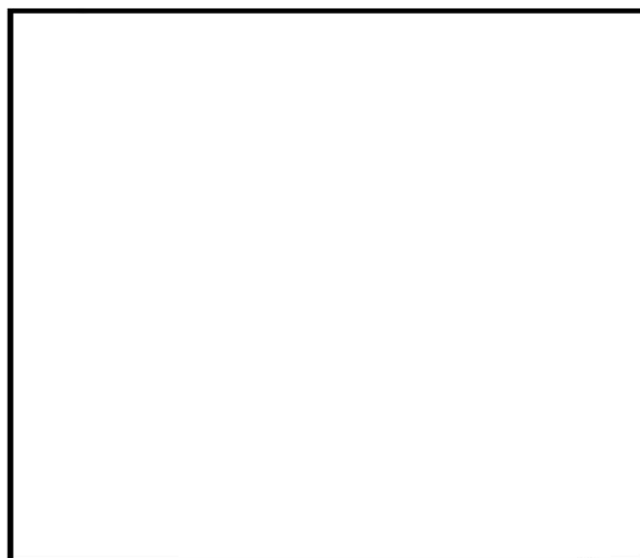


図4.6-5 実機配管モデル図(鳥瞰図)

2.2 検討結果

2.2.1 実機配管モデルの固有値解析結果

前項で選定した代表モデルに対して、固有値解析を実施した。固有値解析結果を表4.6-2に、主要モード図を図4.6-6～図4.6-9に示す。

表4.6-2 固有値解析結果

モード	固有周期T (S)	刺激係数		
		X方向	Y方向	Z方向
1次	0.079			
2次	0.069			
3次	0.057			
4次	0.051			

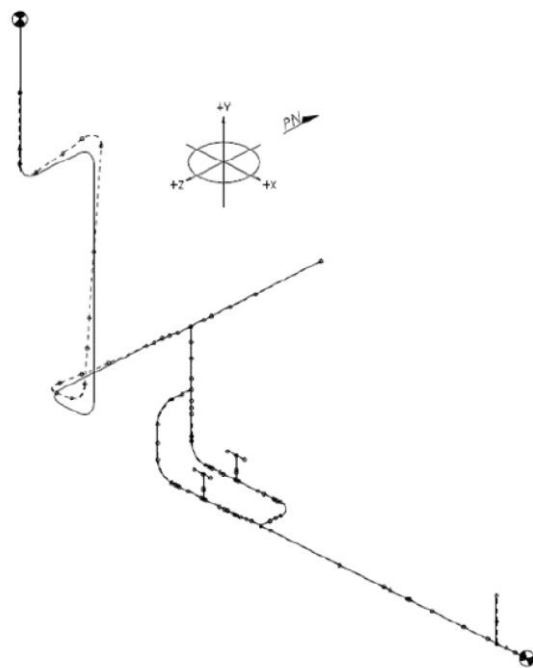


図4.6-6 モード図：1次モード： $T=0.079s$

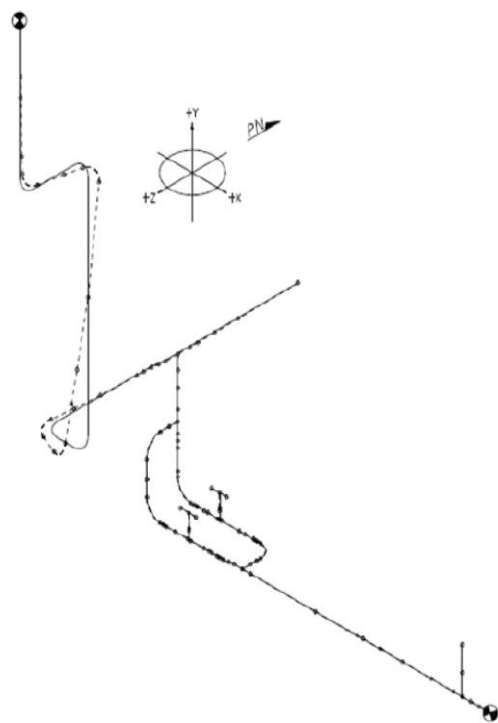


図4.6-7 モード図：2次モード： $T=0.069s$

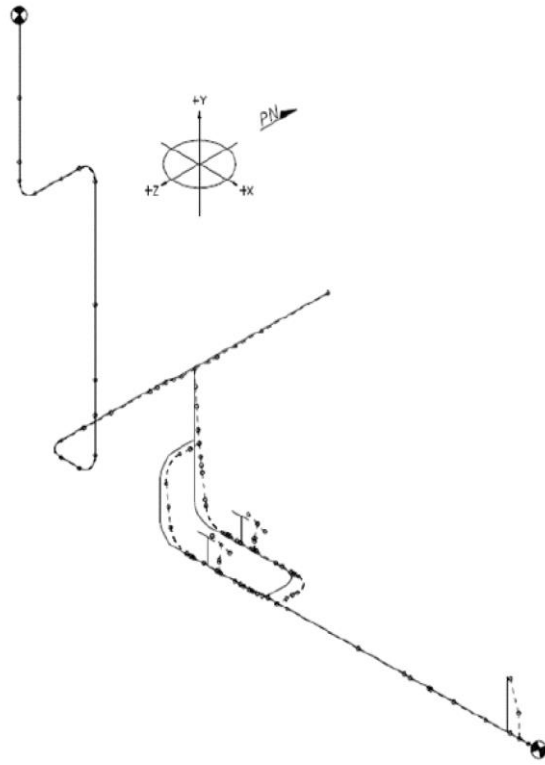


図4.6-8 モード図：3次モード： $T=0.057s$

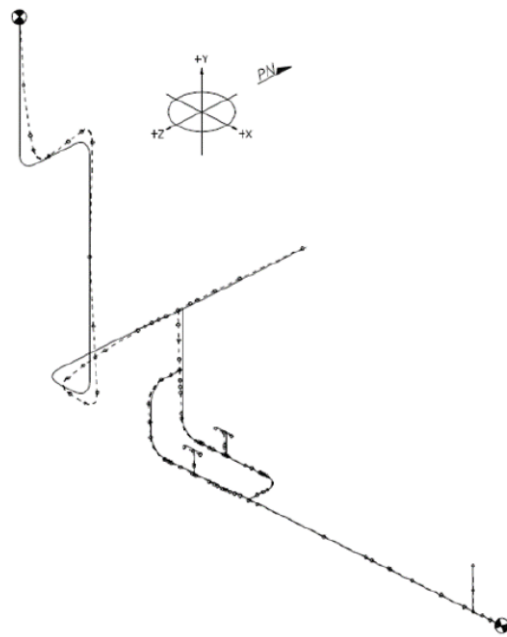


図4.6-9 モード図：4次モード： $T=0.051s$

2.2.2 応答解析結果及び応力算出結果

断層モデル波を入力した各評価点の応答解析結果を表4.6-3に、応力算出結果を図4.6-10に示す。4.07地震を入力した各評価点の応答解析結果を表4.6-4に、応力算出結果を図4.6-11に示す。表4.6-3、4.6-4に示す応答解析結果においては、実機配管モデルを構成する標準的な部材であるエルボ（質点番号：8, 13）、ティ（質点番号：3, 52）とアンカ（質点番号：19, 98）について、代数和法のケースを基準とした組合せ手法ごとの地震荷重の比率を算定した。

表4.6-3 応答解析結果：断層モデル波（代数和法で正規化）

質点番号	組合せ	地震荷重比	部位
3	SRSS法	1.25	ティ
	絶対値和法	1.75	
52	SRSS法	1.20	ティ
	絶対値和法	1.80	
8	SRSS法	1.10	エルボ
	絶対値和法	1.70	
13	SRSS法	1.10	エルボ
	絶対値和法	1.40	
19	SRSS法	1.00	アンカ
	絶対値和法	1.50	
98	SRSS法	1.00	アンカ
	絶対値和法	1.50	

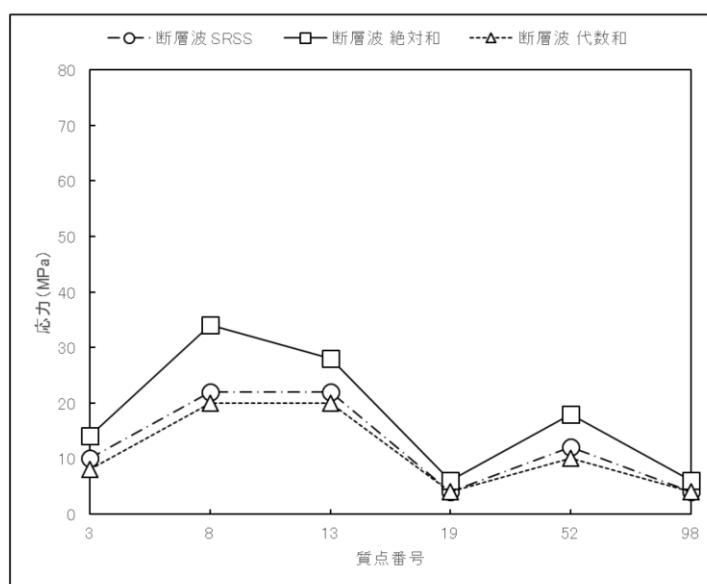


図4.6-10 応力算出結果：断層モデル波

表4.6-4 応答解析結果：4.07地震（代数和法で正規化）

質点番号	組合せ	地震荷重比	部位
3	SRSS法	1.00	ティ
	絶対値和法	1.56	
52	SRSS法	1.08	ティ
	絶対値和法	1.54	
8	SRSS法	1.00	エルボ
	絶対値和法	1.76	
13	SRSS法	1.05	エルボ
	絶対値和法	1.43	
19	SRSS法	1.10	アンカ
	絶対値和法	1.75	
98	SRSS法	1.25	アンカ
	絶対値和法	1.50	

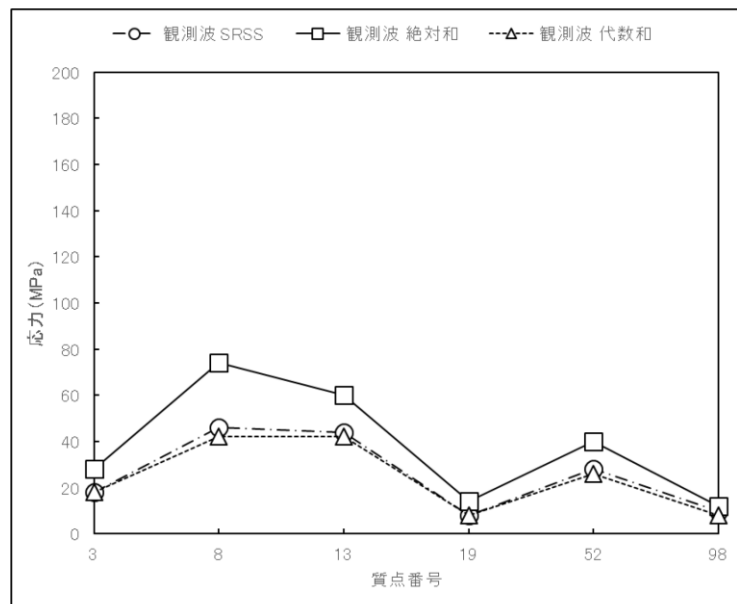


図4.6-11 応力算出結果：観測波（4.07地震）

2.2.3 実機配管モデルに対するSRSS法の適用について

選定した実機配管モデルに対して、代表的な断層波及び観測波を用いて時刻歴応答解析法により算定した計算時刻ステップごとの地震荷重を代数和法にて組み合わせた結果並びにスペクトルモーダル解析法により算定した最大地震荷重をSRSS法及び絶対値和法にて組み合わせた結果の比較検討を実施した。

断層波及び観測波ともに、組合せ法の違いによる各評価点の応答解析結果の差異の傾向は同様の傾向を示し、SRSS法は代数和法の結果に対して1.00～1.25倍、絶対値和法は代数和法の結果に対して1.40～1.80倍となった。SRSS法は、水平2方向地震動と鉛直方向地震動の同時入力による応答を精度よく模擬できている。

以上から、実機配管モデルに対して、スペクトルモーダル解析法により算定した水平2方向地震動と鉛直地震動による最大地震荷重の組合せ法として、SRSS法を用いて差し支えないと判断した。

別紙 4.7 原子炉建物 3 次元 FEM モデルの面外応答に係る
機器・配管系への影響検討

目 次

1. 概要	別紙 4. 7-1
2. 検討方針	別紙 4. 7-1
2.1 検討対象	別紙 4. 7-1
2.2 検討方法	別紙 4. 7-6
3. 評価結果	別紙 4. 7-14
3.1 簡易評価結果	別紙 4. 7-14
3.2 詳細評価結果	別紙 4. 7-26

1. 概要

別紙2「原子炉建物3次元FEMモデルを用いた精査」の「2.5 地震応答解析結果」より、壁の中央部で面外にはらむような最大応答加速度分布となっており、3次元FEMモデルの面外応答が質点系モデルの応答を上回る箇所がある。そのため、補足説明資料「補足023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、面外応答の機器・配管系への影響検討を実施する。

2. 検討方針

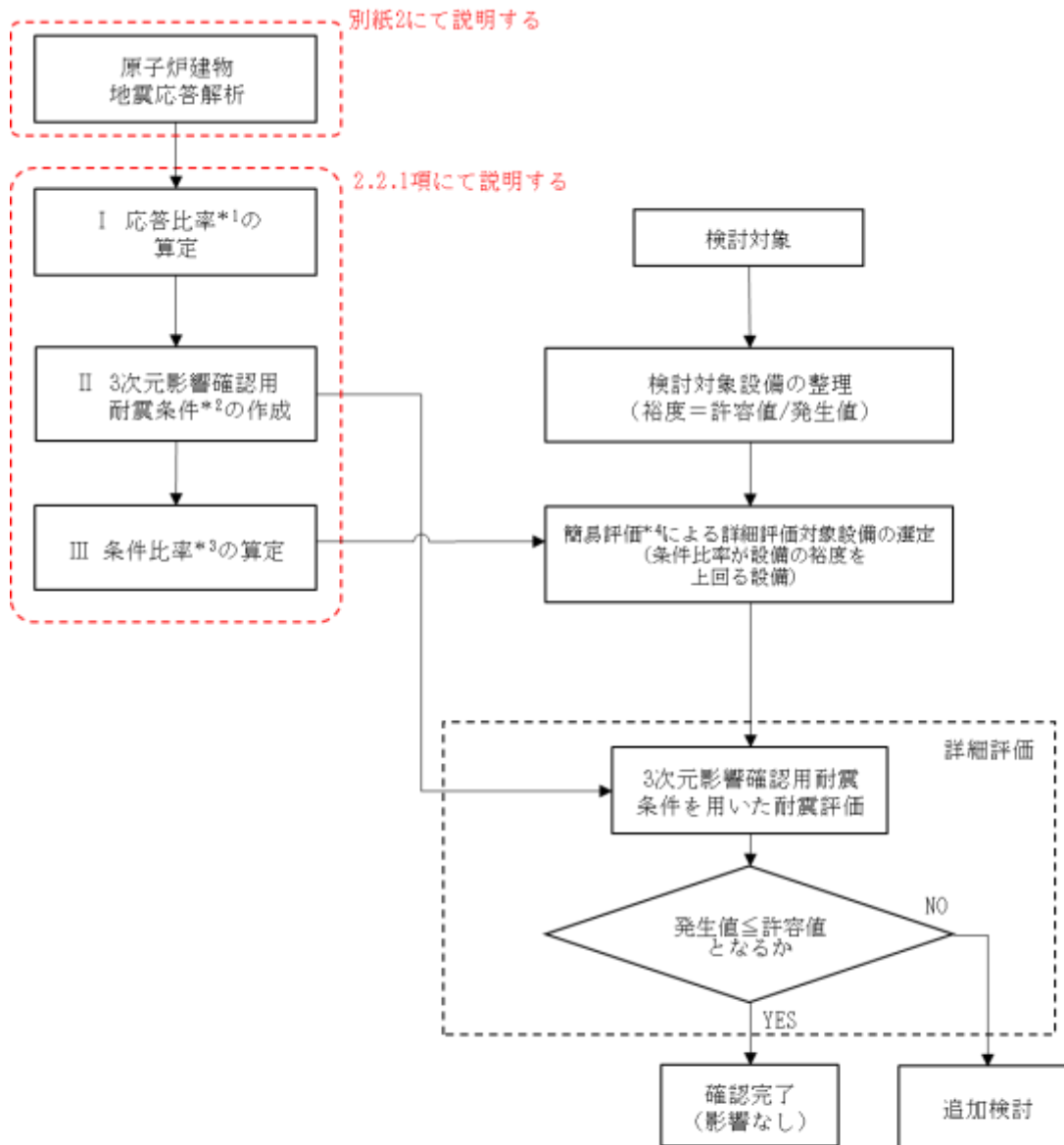
「2.1 検討対象」について、条件比率（詳細は2.2.1項にて説明）と各検討対象の裕度（許容値／発生値）を用いた簡易評価及び3次元影響確認用耐震条件（詳細は2.2.1項にて説明）を用いた詳細評価を行う。影響検討フローを図2-1に示す。

2.1 検討対象

原子炉建物に設置され、最大応答加速度、床応答スペクトル及び時刻歴応答加速度を用いて評価する以下の機器・配管系を影響検討の対象とする。なお、複数スパン及び層にまたがって直交方向に壁及び床の無い連続した壁に対して、面外応答の影響は大きいことから、原子炉建物4階（以下「燃料取替階」という。）に設置される設備を代表とする。

また、燃料取替階の床についても燃料取替階の壁と同様であることから、機器・配管系に対する面外応答の影響を併せて検討する。影響検討対象の機器・配管系について表2-1に、設置位置の概略図を図2-2に示す。

- ・設計基準対象施設のうち、耐震重要度分類のSクラスに属する機器・配管系
- ・重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）に属する機器・配管系
- ・波及的影響防止のために耐震評価を実施する機器・配管系



- 注記*1: 応答比率=3次元FEMモデルの応答 (S d 5波*5) / 質点系モデルの応答 (S d 5波*5)
- *2: 3次元影響確認用耐震条件=質点系モデルの応答 基本ケース*6 (S s 5波*7) × 応答比率
- *3: 条件比率=3次元影響確認用耐震条件/耐震計算に用いる設計条件
- *4: 刺激係数を考慮した条件比率を用いた評価を含む。
- *5: S d 5波は、弾性設計用地震動 S d-D, F 1, F 2, N 1及びN 2
- *6: VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に示す基本ケース
- *7: S s 5波は、基準地震動 S s-D, F 1, F 2, N 1及びN 2

図 2-1 原子炉建物 3次元 FEM モデルの面外応答に係る機器・配管系への影響検討フロー

表 2-1 影響検討対象設備

No.	設備名称
1	使用済燃料貯蔵ラック
2	制御棒・破損燃料貯蔵ラック
3	燃料プール水位・温度 (S A)
4	燃料プール水位 (S A)
5	燃料プール冷却系配管
6	燃料プールのプレイ系配管
7	燃料プール監視カメラ (S A)
8	原子炉補機冷却系サージタンク
9	原子炉建物水素濃度
10	静的触媒式水素処理装置入口温度
11	静的触媒式水素処理装置出口温度
12	無線通信設備用アンテナ (中央制御室)
13	発信用アンテナ (1・2号)
14	燃料取替階放射線モニタ
15	燃料プールエリア放射線モニタ (低レンジ) (S A)
16	燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ) (S A)
17	ブローアウトパネル閉止装置
18	静的触媒式水素処理装置
19	格納容器フィルタベント系配管
20	堰
21	建物開口部竜巻防護対策設備
22	原子炉建物天井クレーン
23	燃料取替機
24	チャンネル着脱装置
25	チャンネル取扱ブーム
26	制御棒貯蔵ハンガ

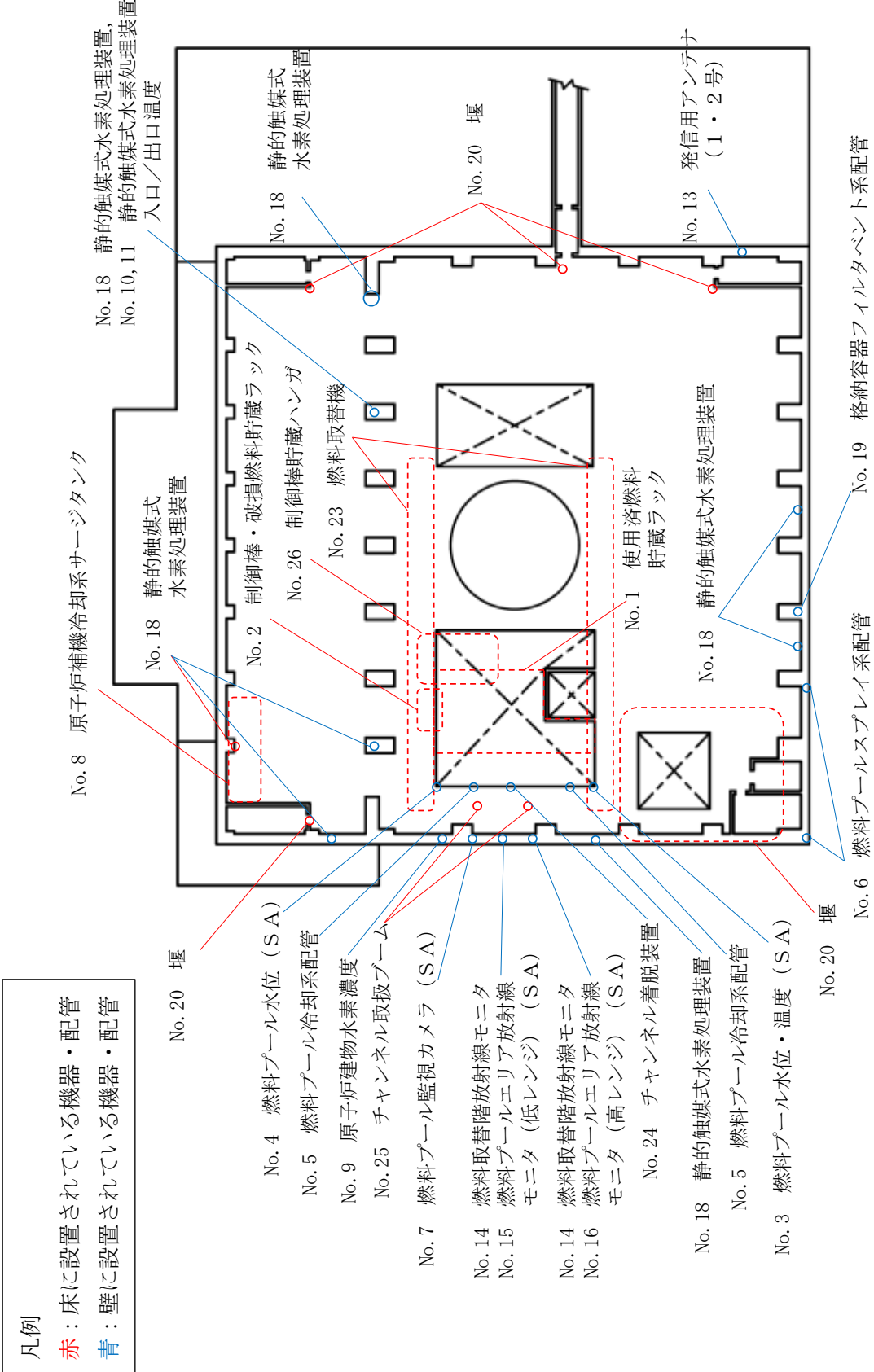


図 2-2 (1) 影響検討対象設備の概略配置図 (平面図 EL 42.800m)

凡例

- 赤：床に設置されている機器・配管
- 青：壁に設置されている機器・配管

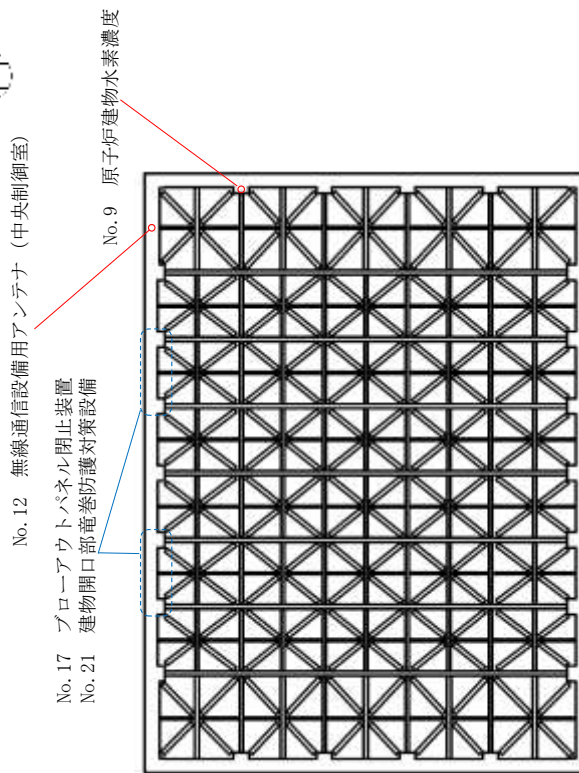
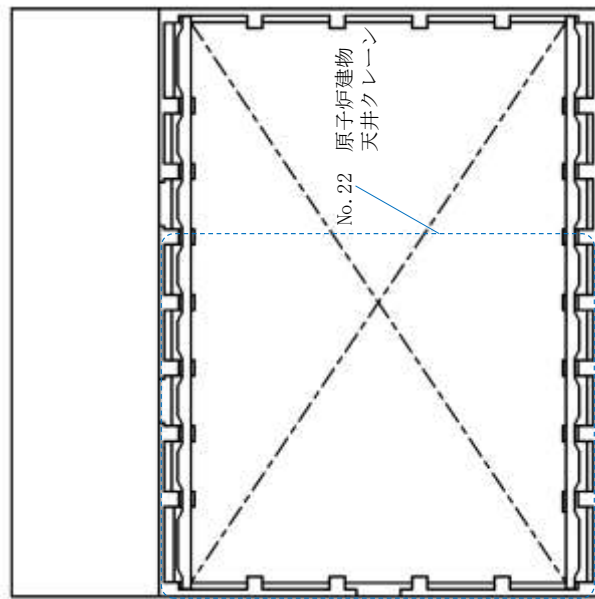


図 2-2 (2) 影響検討対象設備の概略配置図 (平面図 EL. 51.700m)

図 2-2 (3) 影響検討対象設備の概略配置図 (平面図 EL. 63.500m)

2.2 検討方法

2.2.1 3次元影響確認用耐震条件の作成

3次元FEMモデルでは、弾性設計用地震動S_dに対する地震応答解析を行っていることから、質点系モデルの基準地震動S_sに対する応答を補正し、面外応答による影響を評価できる応答を作成する。

I：応答比率の算定方法

弾性設計用地震動S_d-D, F1, F2, N1, N2（以下「S_d5波」という。）に対する3次元FEMモデルと質点系モデルの応答の比（以下「応答比率」という。）を、全周期において算定する。応答比率の算定イメージを図2-3（1）に示す。

3次元影響確認用床応答スペクトルの固有周期0.131sを例とすると、0.131sの質点系モデルの応答aに対する3次元FEMモデルの応答bの比が0.131sの応答比率（b/a）となる。

なお、3次元FEMモデルの応答による機器・配管系の耐震評価結果へ与える影響を検討するものであるため、応答比率が1.0を下回る場合でも、その応答比率を乗ずる。

$$\text{応答比率} = \frac{\text{3次元FEMモデルの応答（S}_{d}\text{5波）}}{\text{質点系モデルの応答（S}_{d}\text{5波）}}$$

II：3次元影響確認用床応答スペクトルの算定方法

質点系モデル基本ケースの基準地震動S_s-D, F1, F2, N1, N2（以下「S_s5波」という。）に対する固有周期ごとの応答に、応答比率を乗算して、3次元影響確認用床応答スペクトルを算定する。3次元影響確認用床応答スペクトルの算定イメージを図2-3（2）に示す。

3次元影響確認用床応答スペクトルの固有周期0.131sを例とすると、0.131sの質点系モデル基本ケースの基準地震動S_sに対する応答に0.131sの応答比率（b/a）を乗算した値となる。

$$\text{3次元影響確認用床応答スペクトル} = \text{質点系モデルの応答 基本ケース（S}_{s}\text{5波）} \\ \times \text{応答比率}$$

III：条件比率の算定方法

3次元影響確認用床応答スペクトルと耐震計算に用いる設計用床応答スペクトルの比（以下「条件比率」という。）を算定する。条件比率の算定例を図2-3（3）に示す。条件比率は、仮に固有周期が0.131sの機器・配管系とすると、設計用床応答スペクトルによる耐震計算を実施している場合（d/c）となる。

$$\text{条件比率} = \frac{\text{3次元影響確認用床応答スペクトル}}{\text{耐震計算に用いる設計用床応答スペクトル}}$$

なお、配管系等のスペクトルモーダル解析を実施している設備は、刺激係数を考慮してモードごとの比率を算出する手法による条件比率（以下「刺激係数を考慮した条件比率」という。）を用いて簡易評価を行う場合がある。刺激係数を考慮した条件比率の算出方法は「NS2-補-024-01 原子炉建物の地震応答計算書に関する補足説明資料 別紙3-8 刺激係数を考慮した条件比率の算出」に示す。

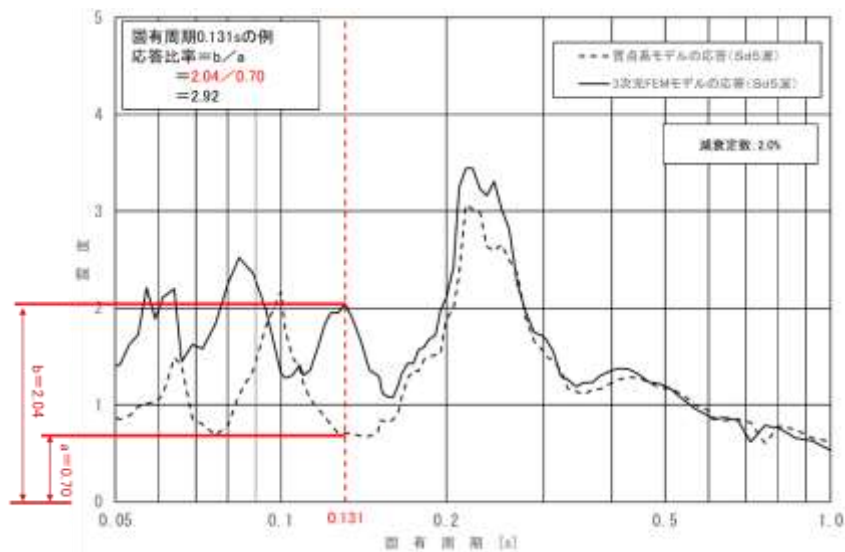


図 2-3 (1) 床応答スペクトルにおける応答比率の算定イメージ

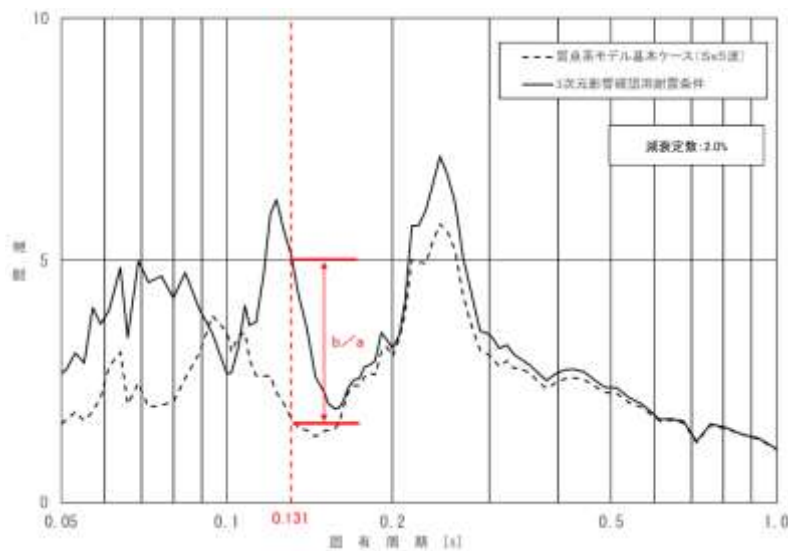


図 2-3 (2) 3次元影響確認用床応答スペクトルの算定イメージ

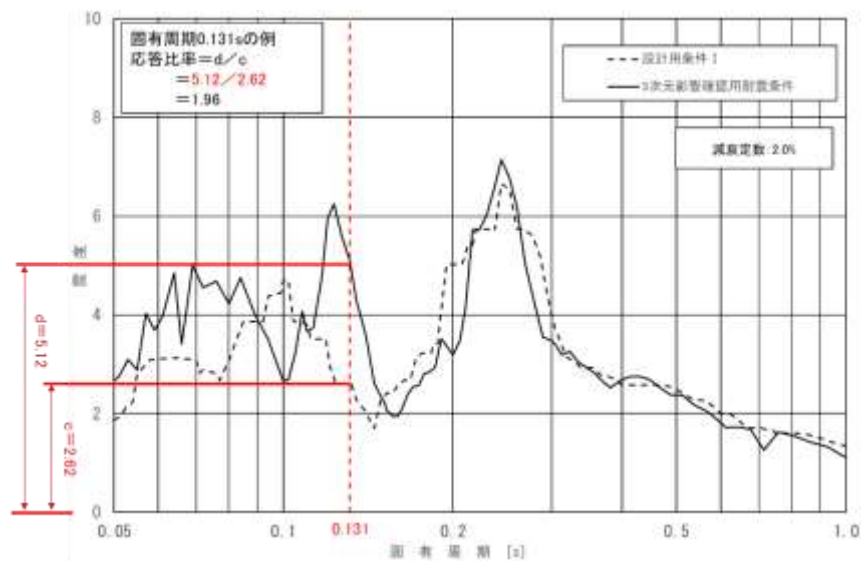


図 2-3 (3) 条件比率の算定イメージ

ここで、弾性設計用地震動 S_d に対する 3 次元 FEM モデルの応答は、図 2-4 に示す機器・配管系の設置箇所に対応する節点の応答を用いる。なお、節点が複数ある機器・配管系については各節点の応答を包絡する。

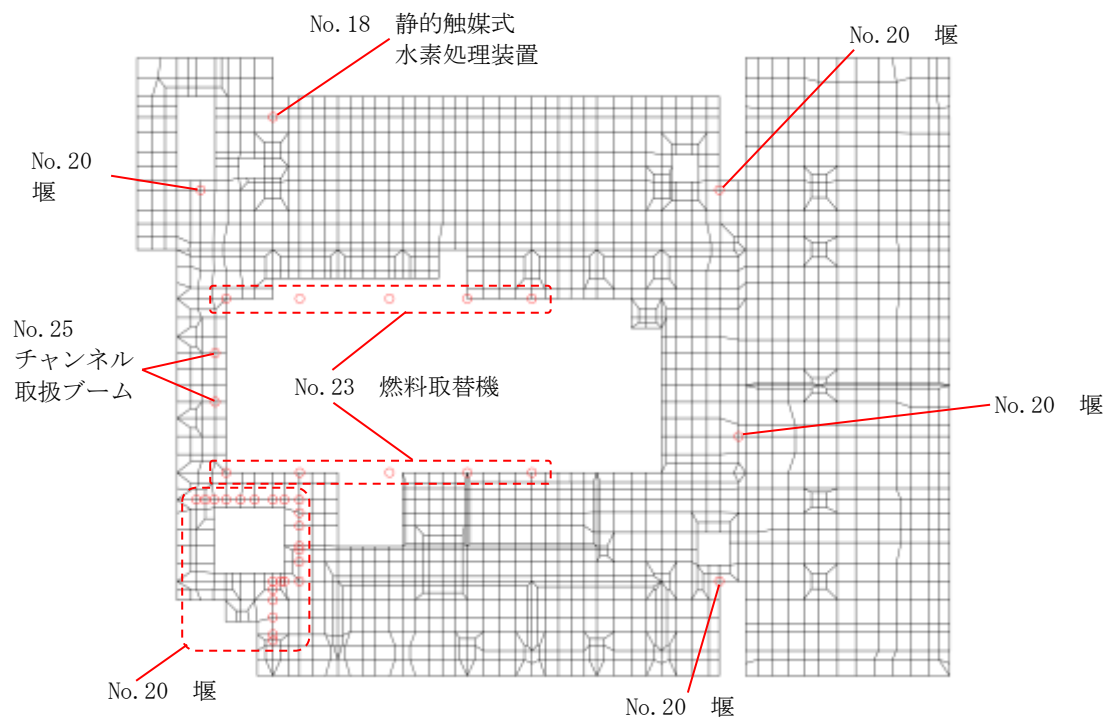


図 2-4 (1) 機器・配管系の設置箇所 (燃料取替階 床 EL42.800m)

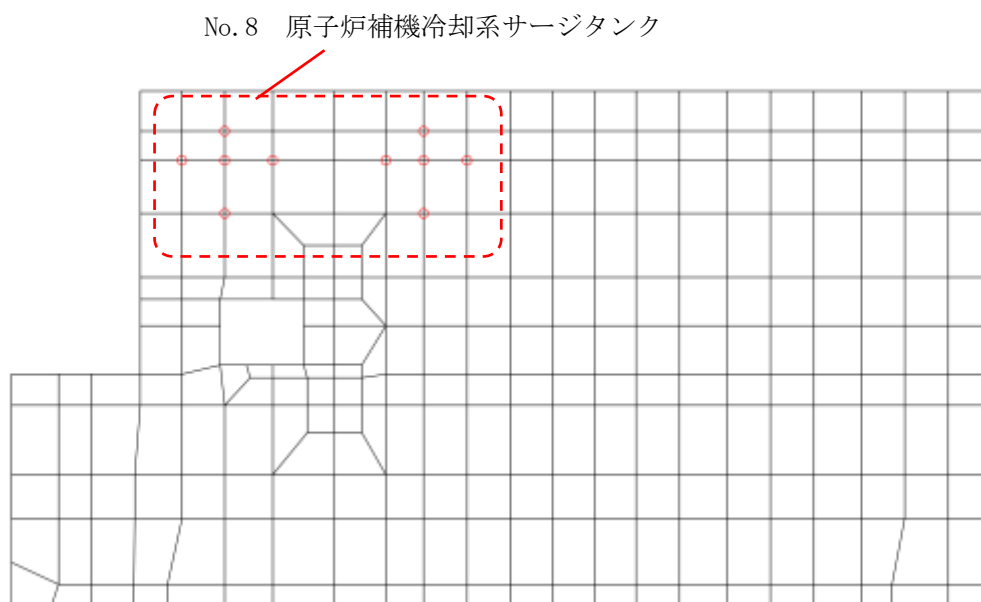


図 2-4 (2) 機器・配管系の設置箇所 (燃料取替階 床 (北西部詳細) EL42.800m)

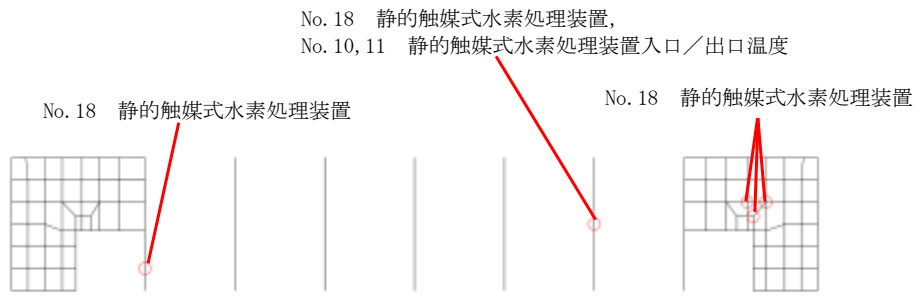


図 2-4 (3) 機器・配管系の設置箇所 (北面壁 EL42.800m~EL51.700m)

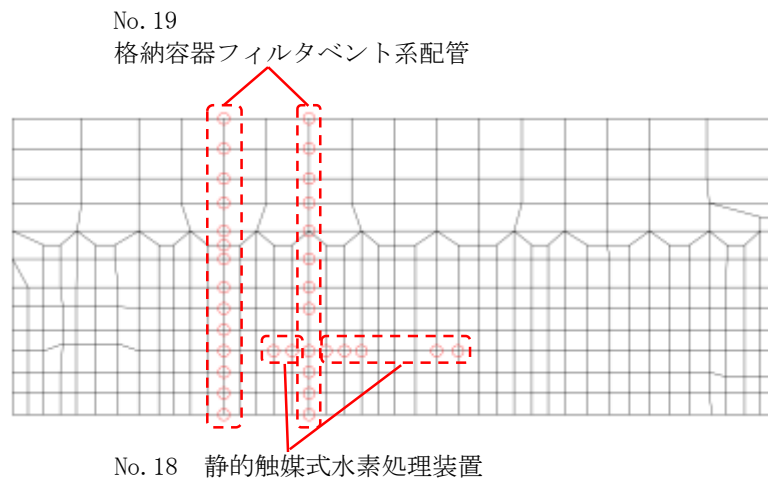


図 2-4 (4) 機器・配管系の設置箇所 (南面壁 EL42.800m~EL63.500m)

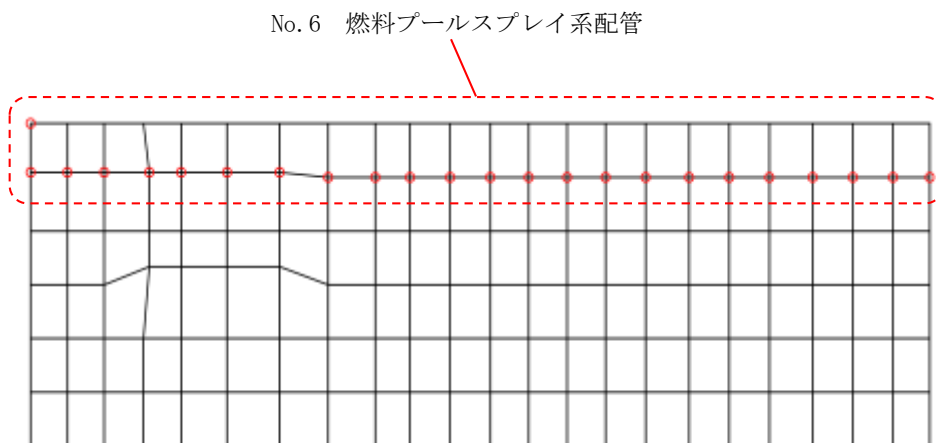
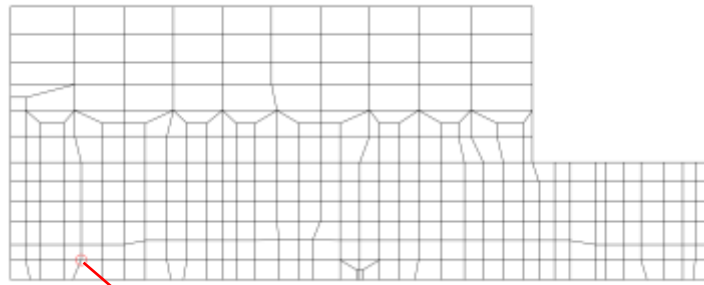
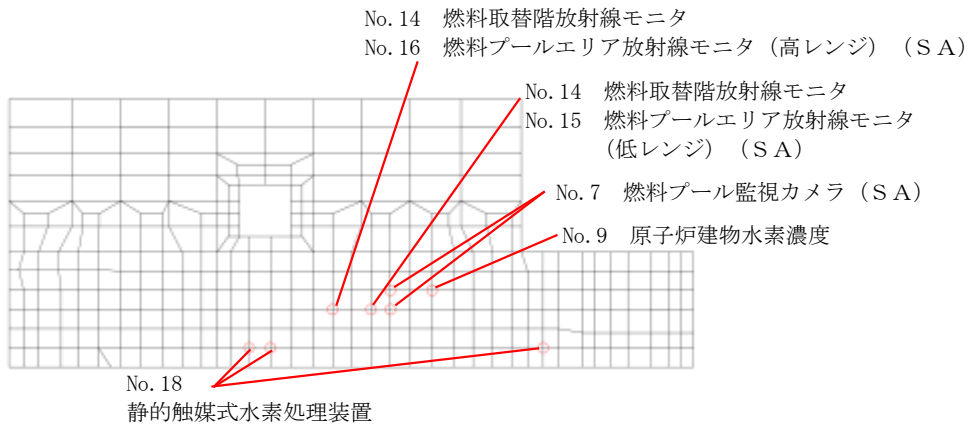


図 2-4 (5) 機器・配管系の設置箇所 (南面壁 EL42.800m~EL63.500m)



No. 13 発信用アンテナ (1・2号)

図 2-4 (6) 機器・配管系の設置箇所 (東面壁 EL42.800m~EL63.500m)



No. 14 燃料取替階放射線モニタ

No. 16 燃料プールエリア放射線モニタ (高レンジ) (SA)

No. 14 燃料取替階放射線モニタ

No. 15 燃料プールエリア放射線モニタ
(低レンジ) (SA)

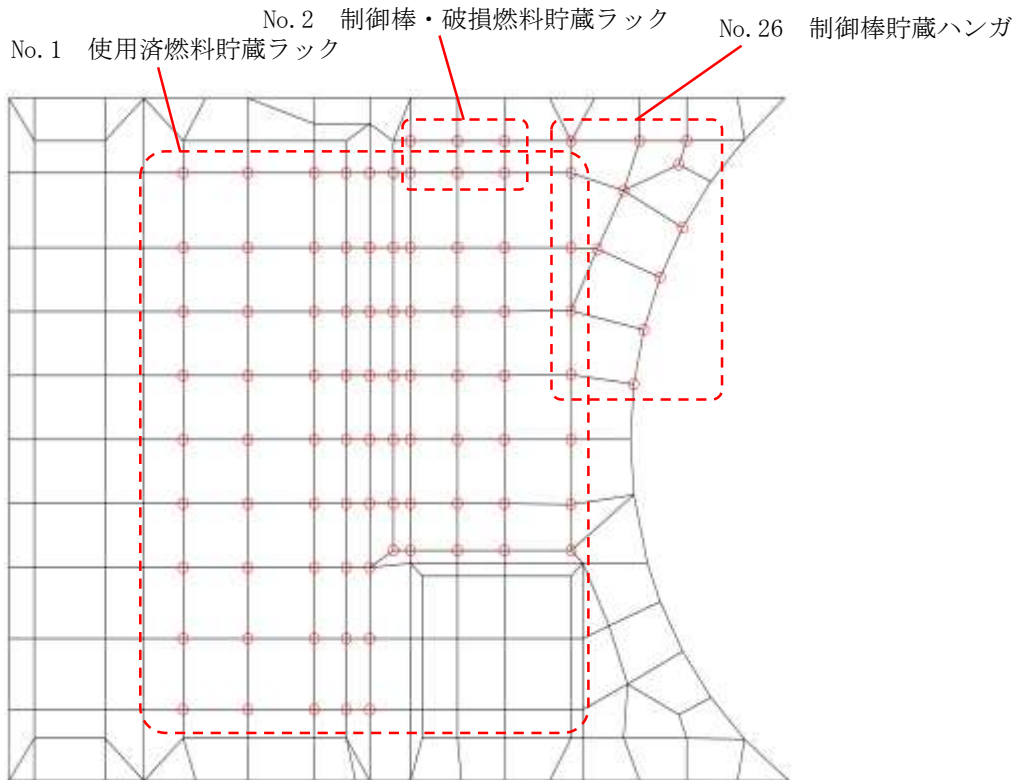
No. 7 燃料プール監視カメラ (SA)

No. 9 原子炉建物水素濃度

No. 18

静的触媒式水素処理装置

図 2-4 (7) 機器・配管系の設置箇所 (西面壁 EL42.800m~EL63.500m)



No. 1 使用済燃料貯蔵ラック

No. 2 制御棒・破損燃料貯蔵ラック

No. 26 制御棒貯蔵ハンガ

図 2-4 (8) 機器・配管系の設置箇所 (燃料プール 床 EL30.500m)

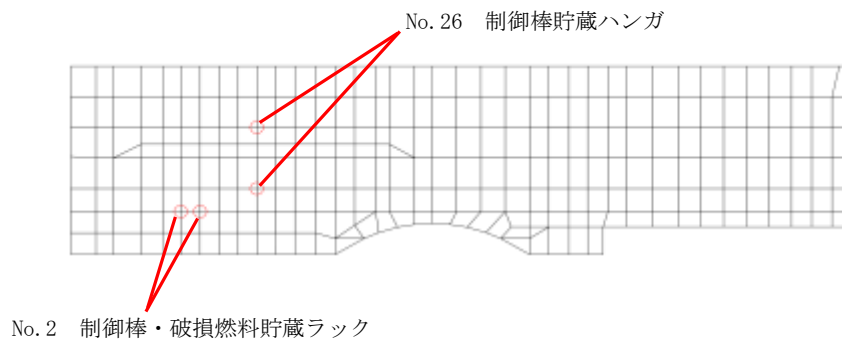


図 2-4 (9) 機器・配管系の設置箇所 (燃料プール 北面壁 EL30.500m~EL42.800m)

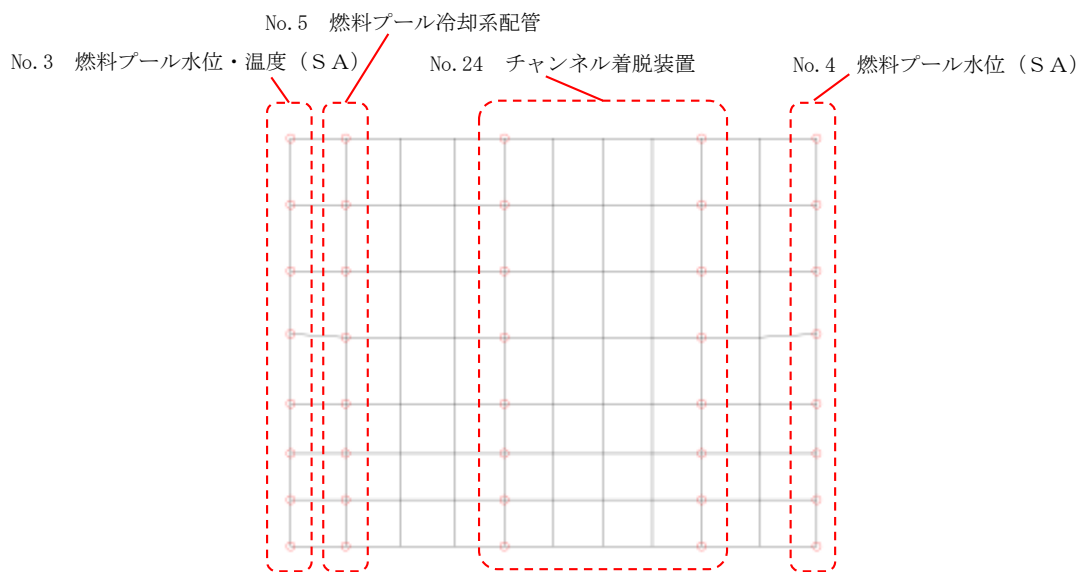


図 2-4 (10) 機器・配管系の設置箇所 (燃料プール 西面壁 EL30.500m~EL42.800m)

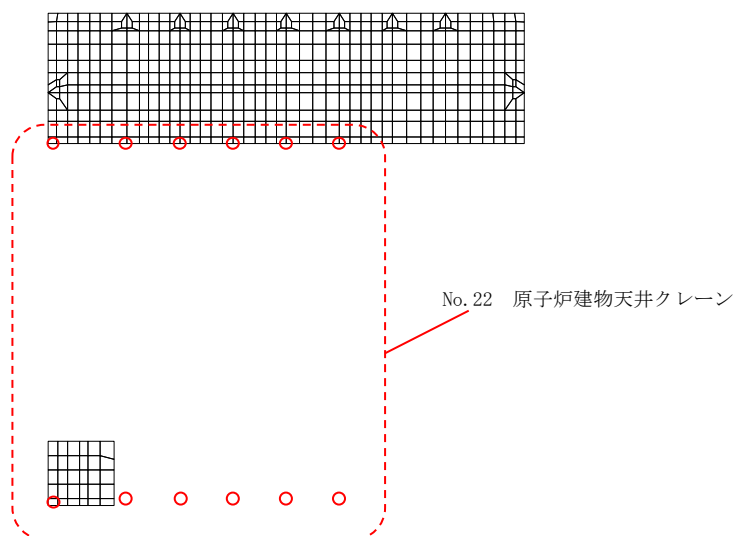


図 2-4 (11) 機器・配管系の設置箇所 (原子炉建物天井クレーン EL 51.700m)

No. 17 ブローアウトパネル閉止装置
No. 21 建物開口部竜巻防護対策設備

No. 12 無線通信設備用アンテナ (中央制御室)

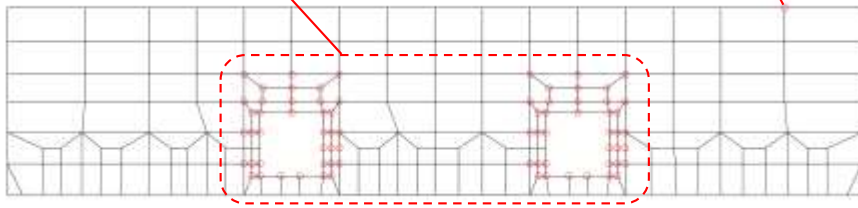
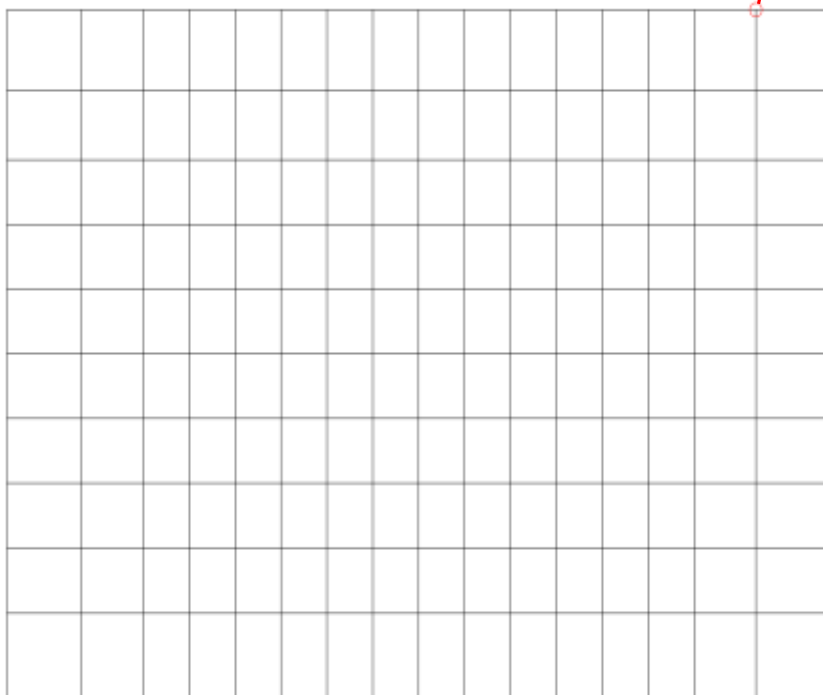


図 2-4 (12) 機器・配管系の設置箇所 (北面壁 EL51.700m~EL63.500m)

No. 12 無線通信設備用アンテナ (中央制御室)



No. 9 原子炉建物水素濃度

図 2-4 (13) 機器・配管系の設置箇所 (天井 EL 63.500m)

2.2.2 3次元 FEM モデルによる影響の評価

3次元 FEM モデルによる機器・配管系の影響評価を以下のとおり実施する。

(1) 簡易評価による詳細評価対象設備の選定

条件比率が耐震計算の裕度を上回る機器・配管系を抽出する。

なお、疲労評価は発生値が震度に比例しないことから、一次＋二次応力による発生値が許容値を上回り疲労評価を実施している設備については、条件比率が 1 を上回る場合、詳細評価対象設備に含めることとする。

設備に応じた条件比率の適用方法を以下に示す。

a. 評価に震度を適用する設備

対象設備の標高における条件比率の全方向最大値を適用する。

b. 評価に床応答スペクトルを適用する設備

各方向について対象設備の標高，減衰定数，固有周期（0.05～1.0s 間）における条件比率の最大値を算出し，全方向最大値を適用する。

床応答スペクトルの条件比率の算定方法を図 2-5 に示す。

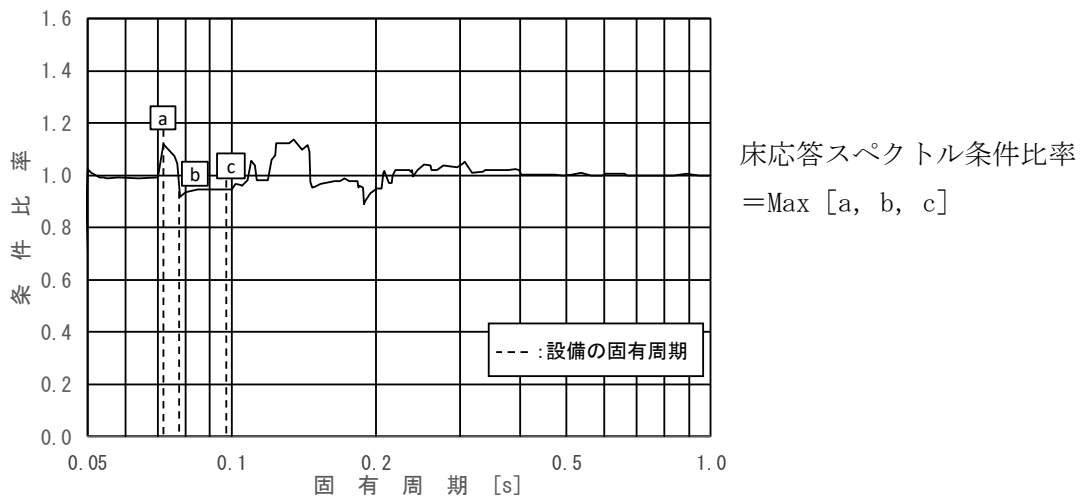


図 2-5 簡易評価に用いる各方向における床応答スペクトルの条件比率の算定方法
(評価に床応答スペクトルを適用する設備)

c. 評価に時刻歴応答解析を適用する原子炉建物天井クレーン

原子炉建物天井クレーンは走行車輪部で支持された両端支持はりの構造をしていることから鉛直方向の応答が支配的である。また、鉛直方向の 1 次の振動モードが支配的であるため、天井クレーンの標高，減衰定数，鉛直方向 1 次の固有周期における床応答スペクトルの条件比率（鉛直）を適用する。なお、落下防止ラグは震度の条件比率（NS 方向）を適用する。

(2) 詳細評価

条件比率が耐震計算の裕度を上回る設備について、3次元影響確認用耐震条件を用いて、当該設備の耐震計算書で適用している評価手法と同等の手法による評価を行い、発生値が許容値以下となることを確認する。確認の結果、発生値が許容値を上回る場合は、追加検討を行う。

(3) 追加検討

詳細評価で発生値が許容値を上回った設備は、設備の評価結果等に応じて個別に設備対策、評価の精緻化等を行う。

3. 評価結果

3.1 簡易評価結果

簡易評価の結果を表3-1に示す。また、設計用床応答スペクトルを用いた評価をしている各影響検討設備の3次元影響確認用床応答スペクトル（ S_s ）と耐震計算に用いる設計用床応答スペクトル（ S_s ）の比較を図3-1に示す。

表 3-1 簡易評価結果 (基準地震動 S s) (1/2)

No.	設備名称	評価部位	応力分類等	最小裕度	条件比率	刺激係数を考慮した条件比率	評価結果
1	使用済燃料貯蔵ラック	基礎ボルト	引張	1.16	0.85	—	○
2	制御棒・破損燃料貯蔵ラック	基礎ボルト (底部)	引張	1.03	0.64	—	○
3	燃料プール 水位・温度 (S A)	架構	組合せ	1.28	0.76 ^{*1} (図 3-1(1))	—	○
		機能維持	—		0.96 ^{*2}	—	○
4	燃料プール 水位 (S A)	検出器 保護管	組合せ		0.94 (図 3-1(2))	—	○
5	燃料プール冷却系 配管 FPC-R-5	配管本体	一次 + 二次応力	1.42	0.90 (図 3-1(3))	—	○
6	燃料プールのプレイ系 配管 SFPS-R-3	配管本体	一次 + 二次応力	1.05	1.42 (図 3-1(4))	1.07	×
7	燃料プール 監視カメラ (S A)	取付ボルト	引張		1.00 ^{*3}	—	○
		機能維持	—		1.47 ^{*4}	—	○
8	原子炉補機冷却系 サージタンク	基礎ボルト	引張	1.02	0.68	—	○
9	原子炉建物水素濃度	基礎ボルト	引張	78.0	0.61 ^{*5}	—	○
		機能維持	—		1.39 ^{*6}	—	○
10	静的触媒式水素処理 装置入口温度	基礎ボルト	引張	26.0	0.74 ^{*7}	—	○
		機能維持	—		0.54 ^{*8}	—	○
11	静的触媒式水素処理 装置出口温度	機能維持	—		0.54	—	○
12	無線通信設備用 アンテナ (中央制御室)	基礎ボルト	引張	7.20	0.61	—	○
		機能維持	—		0.61	—	○
13	発信用アンテナ (1・2号)	基礎ボルト	引張	25.33	0.57	—	○
		機能維持	—		0.57	—	○
14	燃料取替階放射線 モニタ	取付ボルト	せん断	53.00	2.12	—	○
		機能維持	—		2.12	—	○

表 3-1 簡易評価結果（基準地震動 S_s）（2/2）

No.	設備名称	評価部位	応力分類等	最小裕度	条件比率	刺激係数を考慮した条件比率	評価結果
15	燃料プールエリア 放射線モニタ (低レンジ) (S A)	基礎ボルト	引張	52.00	1.20	—	○
		機能維持	—		1.20	—	○
16	燃料プールエリア 放射線モニタ (高レンジ) (S A)	基礎ボルト	引張	52.00	1.37	—	○
		機能維持	—		1.37	—	○
17	ブローアウトパネル 閉止装置	基礎ボルト (閉状態)	せん断	1.69	0.86 ^{*9}	—	○
		機能維持	—		1.29 ^{*10}	—	○
18	静的触媒式水素処理装置	本体	組合せ	1.94	0.75	—	○
19	格納容器フィルタ ベント系配管	配管本体	一次 + 二次応力	5.30	1.19	—	○
20	堰	鋼板	曲げ	30.11	1.18	—	○
21	建物開口部竜巻防護 対策設備	アンカー ボルト	引張	1.12	0.77	—	○
22	原子炉建物 天井クレーン	クレーン 本体ガーダ 中央部	曲げ	1.16	1.12 (図 3-1(5))	—	○
		落下防止 ラグ	圧縮	1.17	1.88	—	×
23	燃料取替機	燃料取替機 構造物 フレーム (ガーダ)	組合せ	1.13	1.54 (図 3-1(6))	—	×
24	チャンネル着脱装置	カート	組合せ	1.18	0.59 (図 3-1(7))	—	○
25	チャンネル取扱 ブーム	回転ポスト (上部)	組合せ	1.11	0.63 (図 3-1(8))	—	○
26	制御棒貯蔵ハンガ	基礎ボルト	引張	1.07	0.50 (図 3-1(9))	—	○

注記*1：条件比率=3次元影響確認用床応答スペクトル/設計用床応答スペクトルⅠを上回る設計用床応答スペクトルより得られる震度

*2：条件比率=3次元影響確認用震度により定まる加速度/設計用震度Ⅰにより定まる加速度

*3：条件比率=3次元影響確認用震度/設計用震度Ⅱを上回る設計震度

*4：条件比率=3次元影響確認用震度により定まる加速度/設計用震度Ⅱにより定まる加速度

*5：条件比率=3次元影響確認用震度/設計用震度Ⅰを上回る設計震度

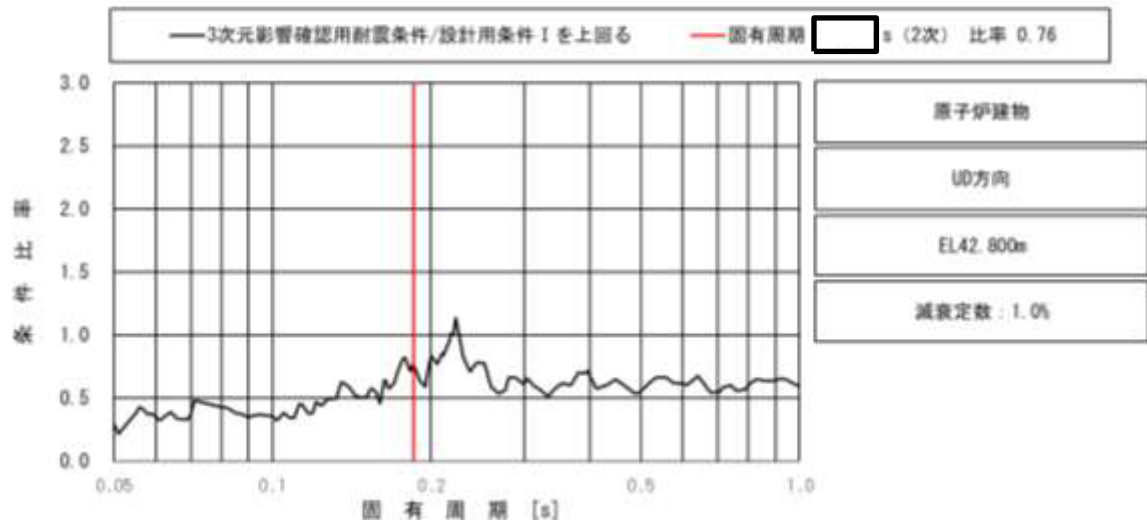
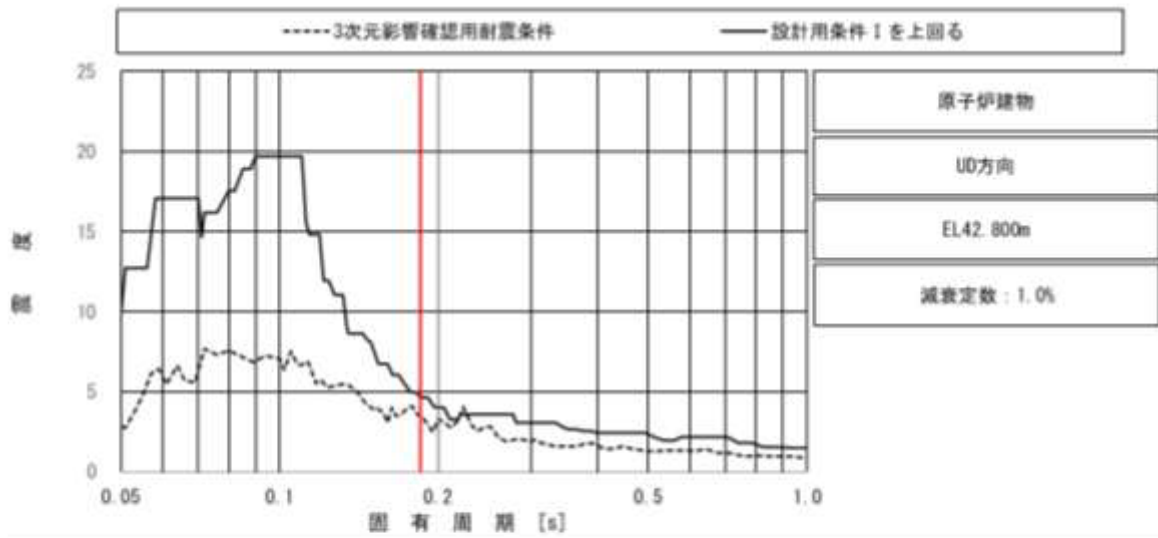
*6：条件比率=3次元影響確認用震度により定まる加速度/設計用震度Ⅰにより定まる加速度

*7：条件比率=3次元影響確認用震度/設計用震度Ⅰを上回る設計震度

*8：条件比率=3次元影響確認用震度により定まる加速度/設計用震度Ⅱにより定まる加速度

*9：条件比率=3次元影響確認用震度/設計用震度Ⅱ

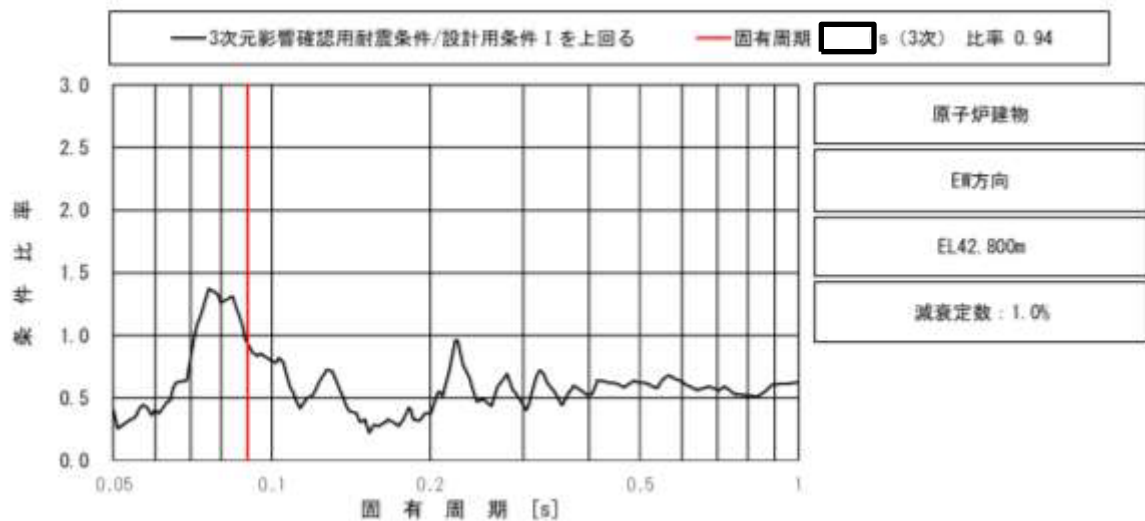
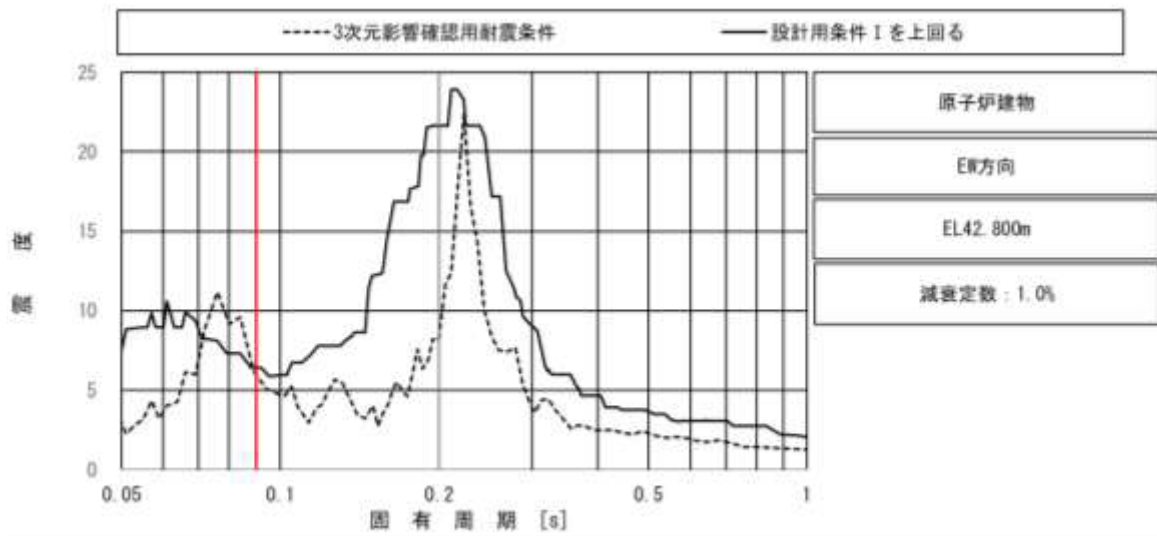
*10：条件比率=3次元影響確認用震度により定まる加速度/設計用震度Ⅰにより定まる加速度



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

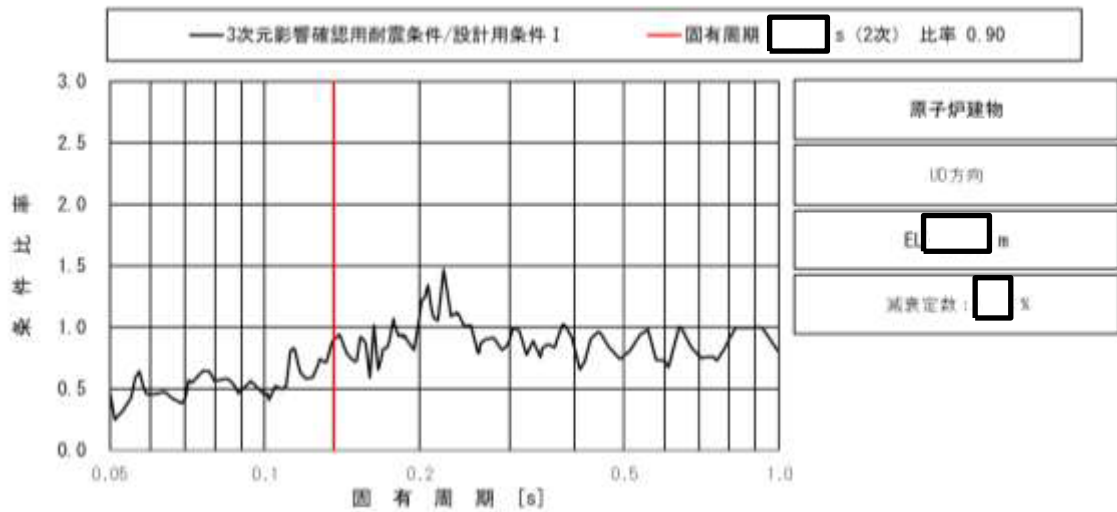
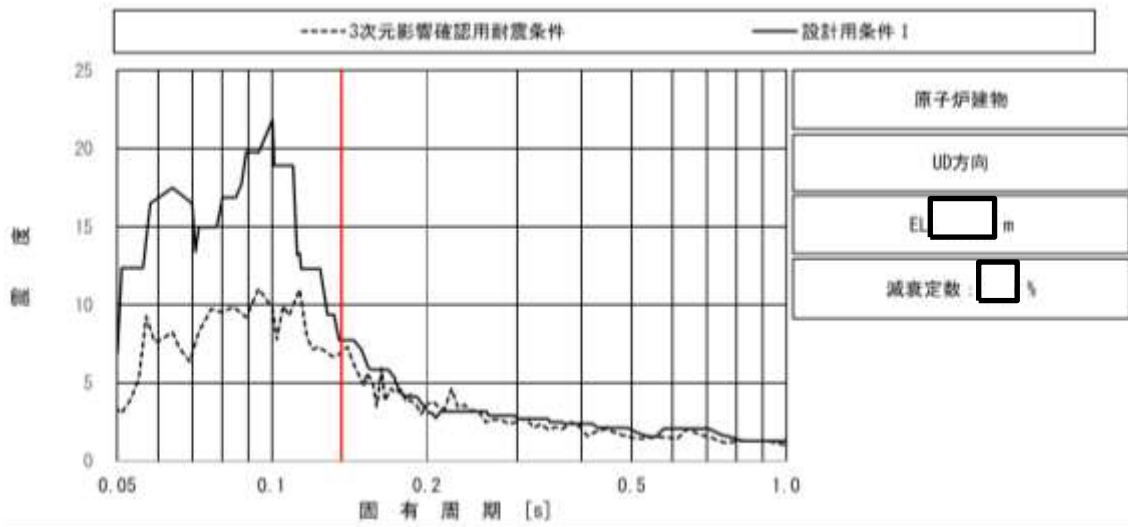
図 3-1 (1) 燃料プール水位・温度 (S A) の条件比率
(基準地震動 S_s, 鉛直方向, 原子炉建物 EL42.800m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

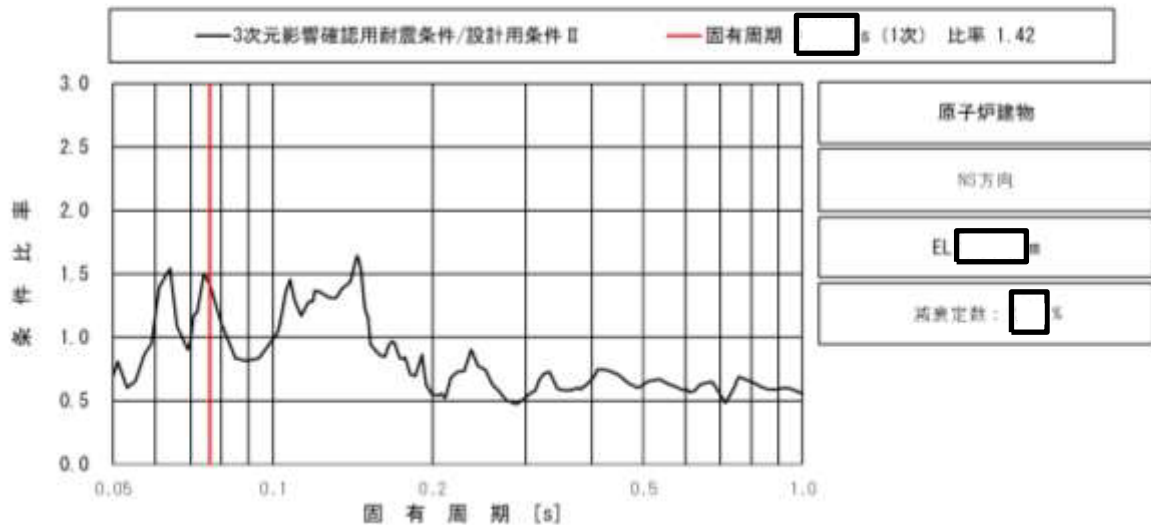
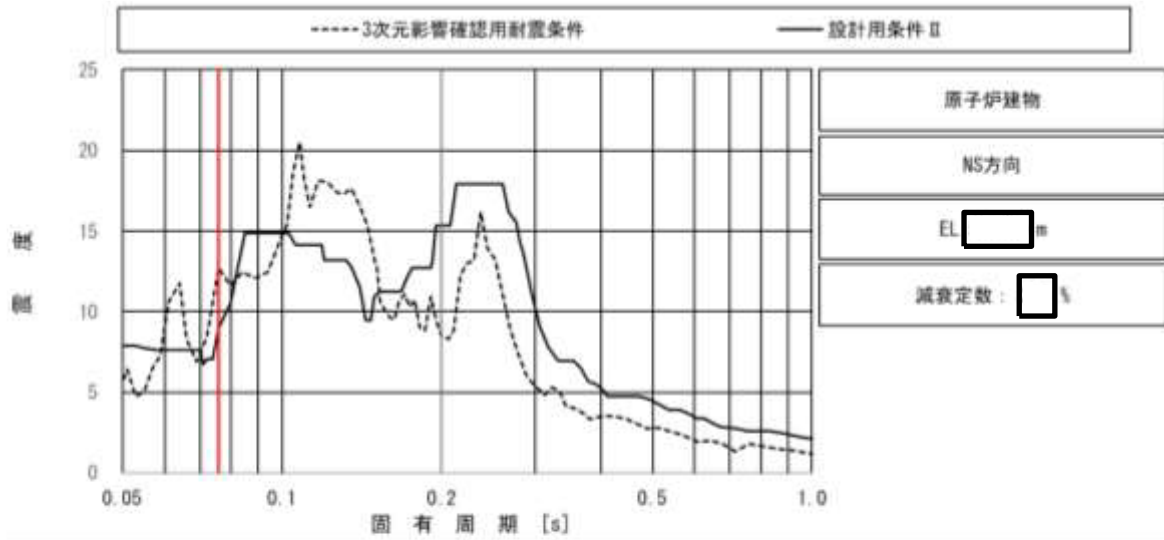
図 3-1 (2) 燃料プール水位 (S A) の条件比率
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL42.800m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

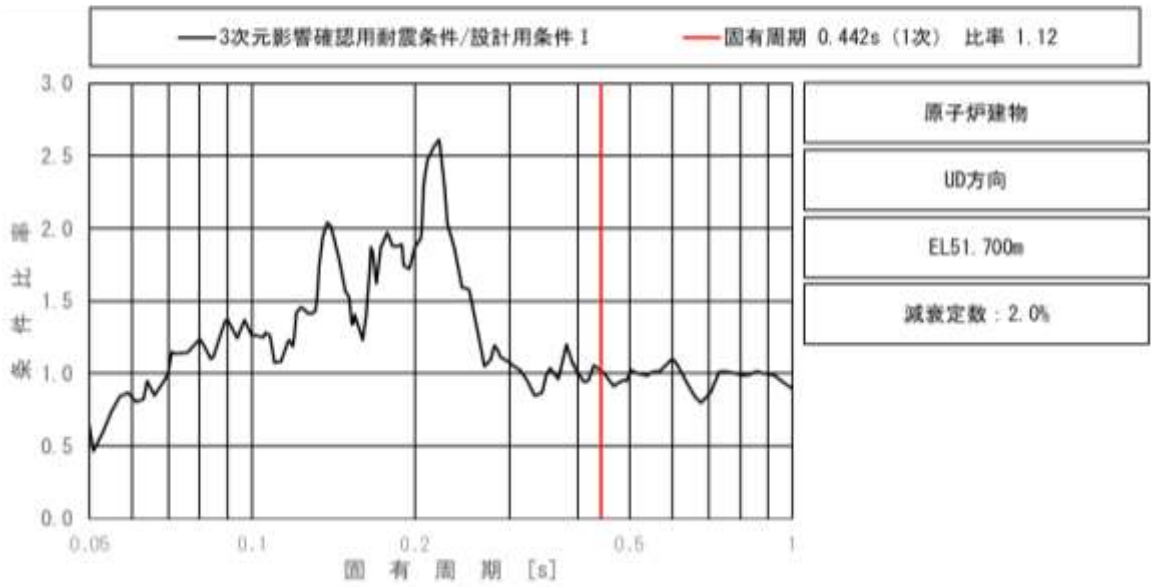
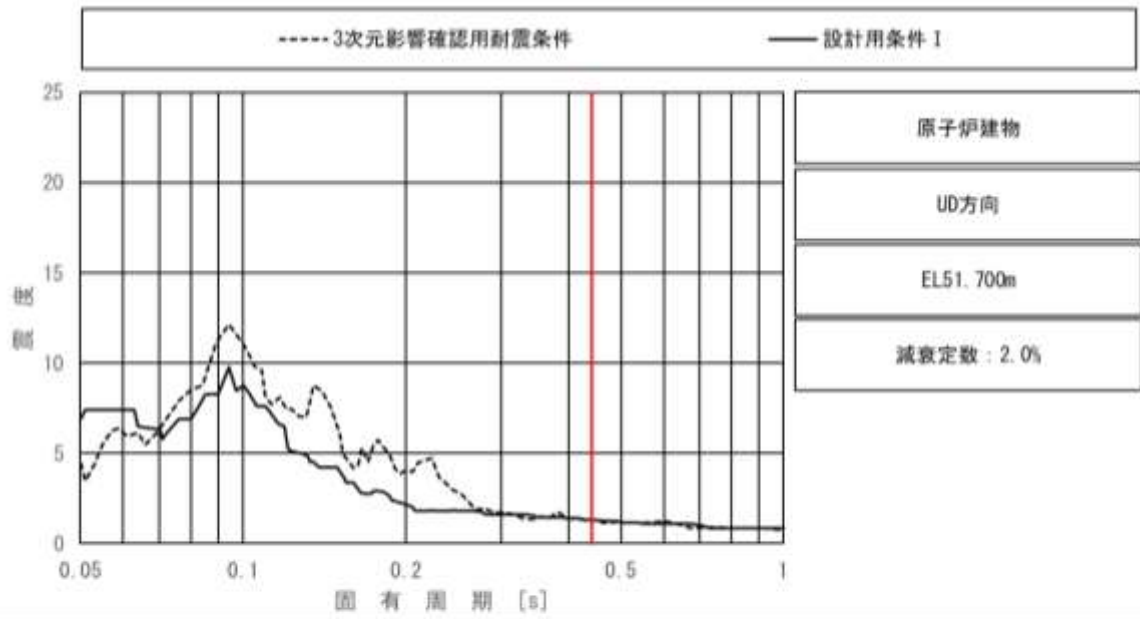
図 3-1 (3) 燃料プール冷却系配管の条件比率
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL [] m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

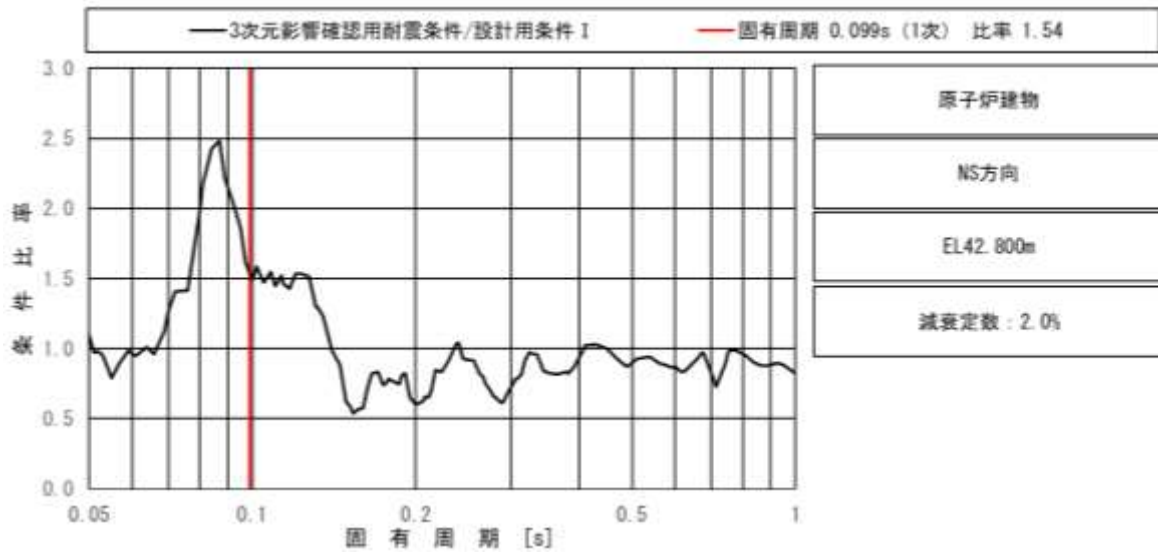
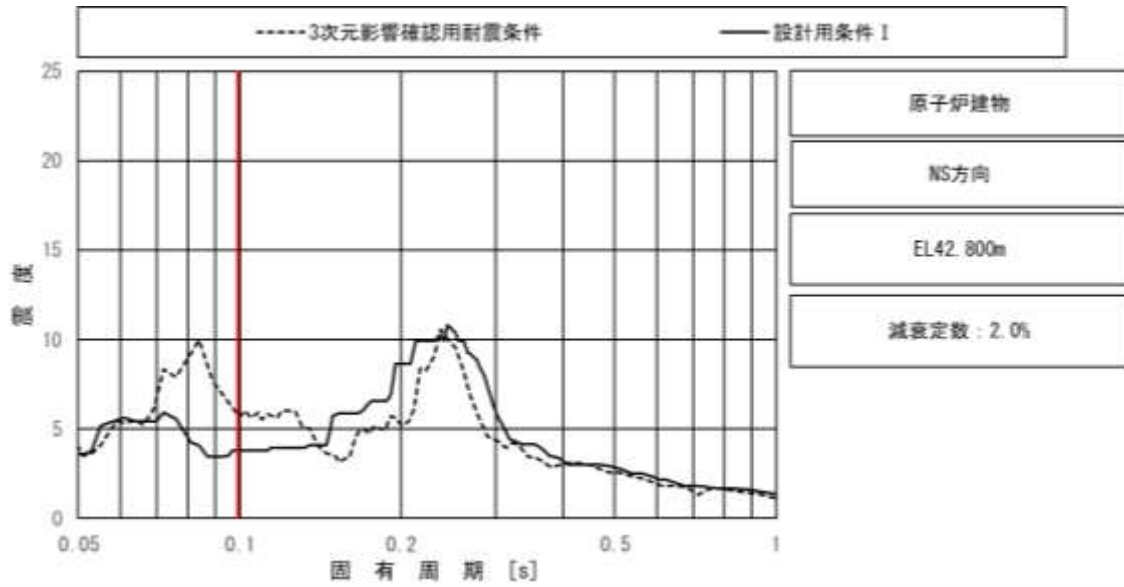
図 3-1 (4) 燃料プールのスプレイ系配管の条件比率
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS), 原子炉建物 EL [] m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

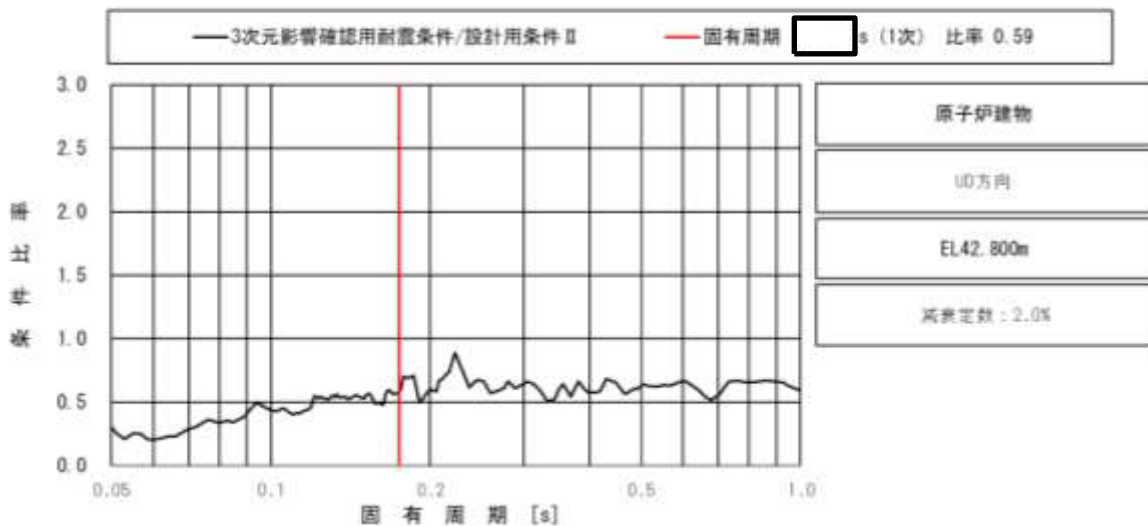
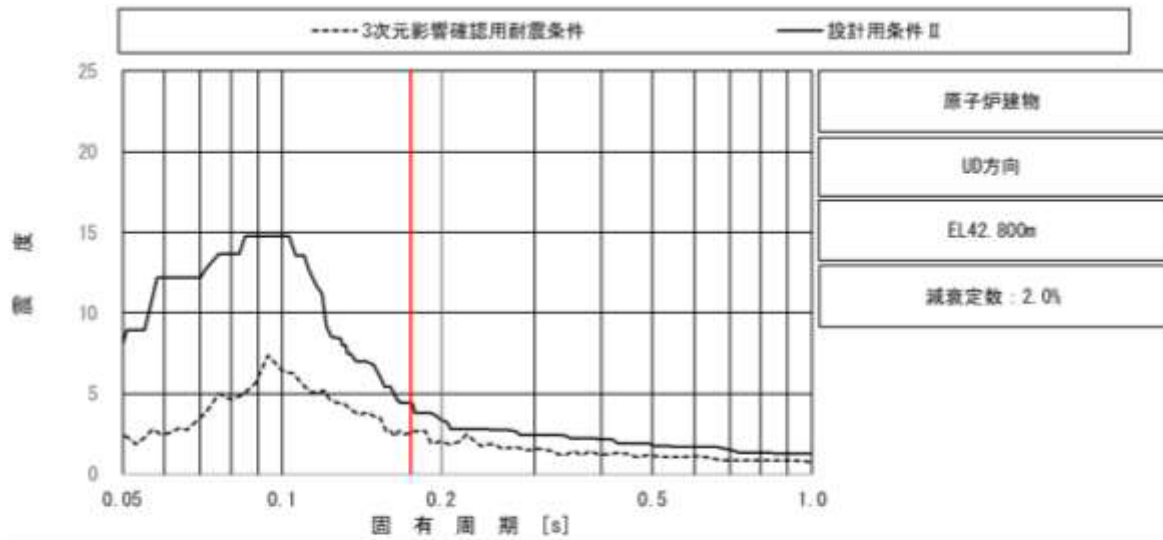
図 3-1 (5) 原子炉建物天井クレーンの条件比率
(基準地震動 S_s ，鉛直方向，原子炉建物 EL51.700m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

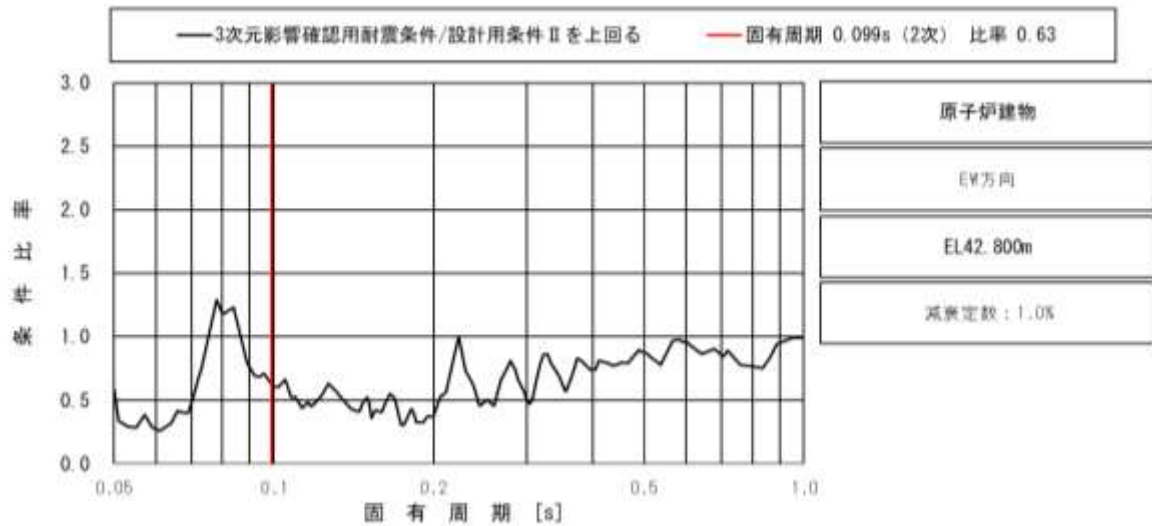
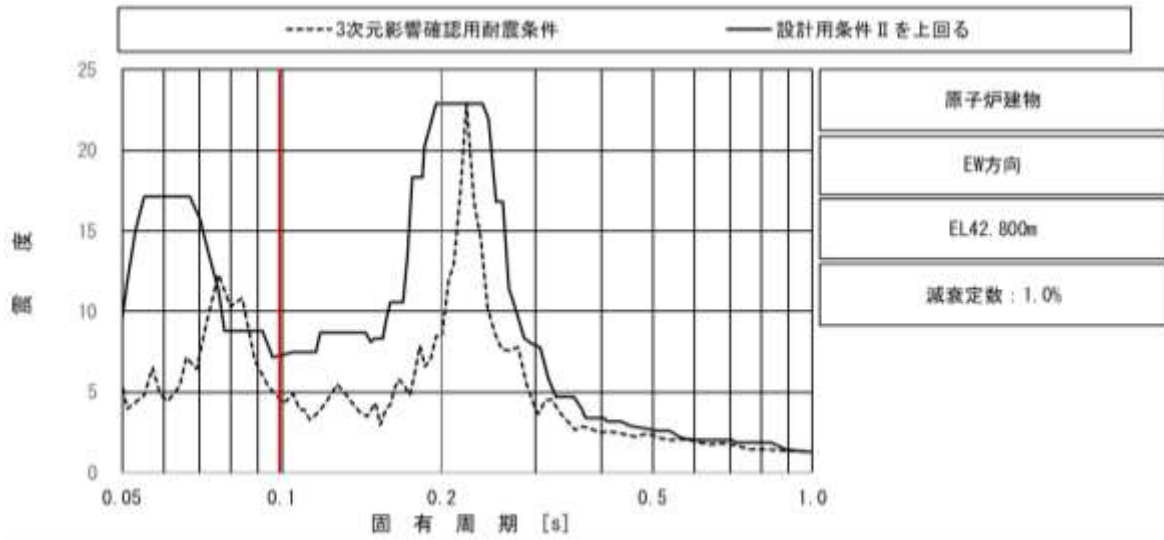
図 3-1 (6) 燃料取替機の場合の条件比率
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS), 原子炉建物 EL42.800m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

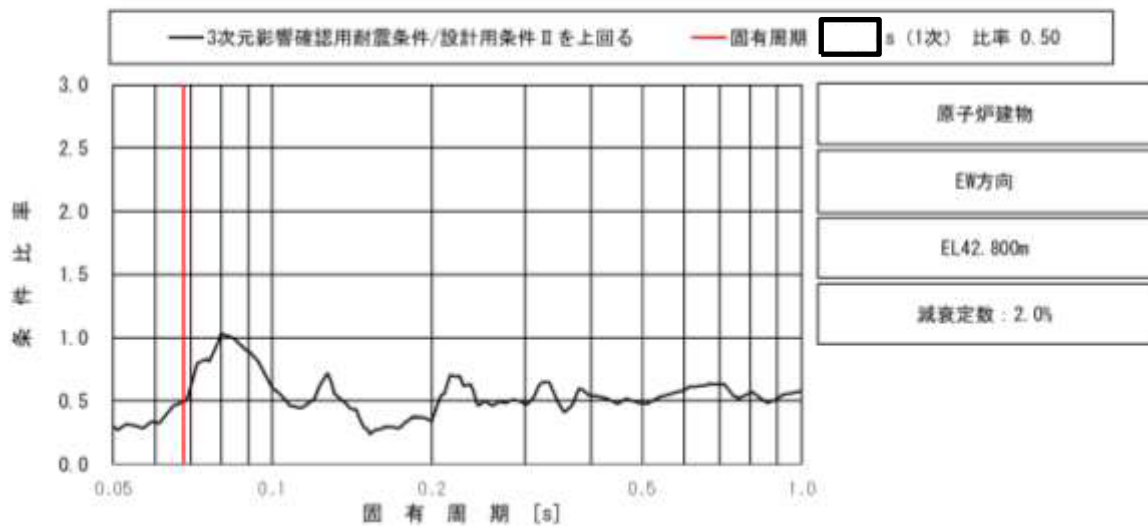
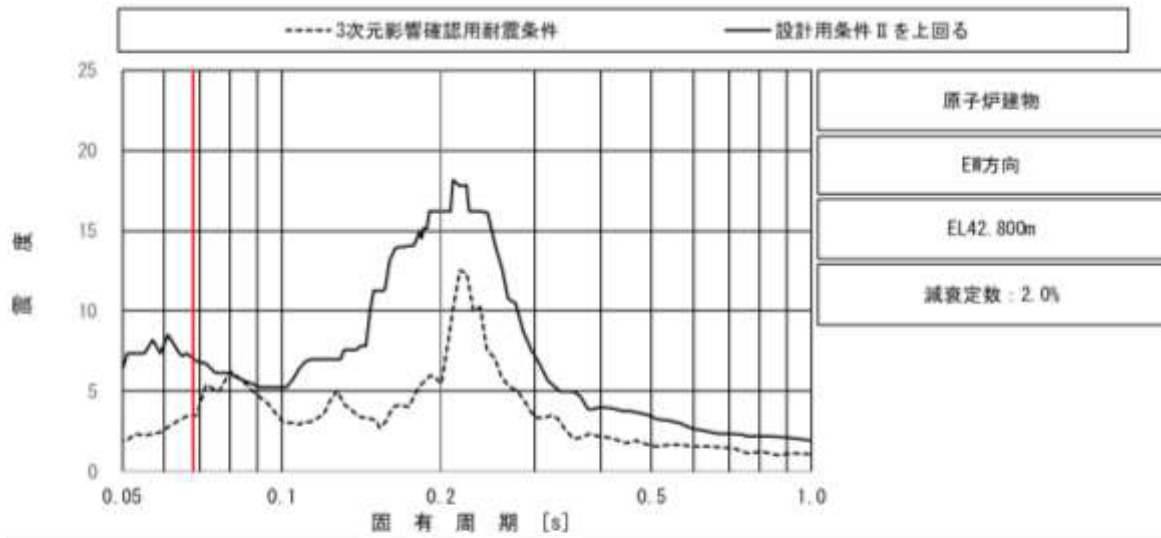
図 3-1 (7) チャンネル着脱装置の条件比率
(基準地震動 S_s ，鉛直方向，原子炉建物 EL42.800m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図 3-1 (8) チャンネル取扱ブームの条件比率
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL42.800m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図 3-1 (9) 制御棒貯蔵ハンガの条件比率
(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL42.800m)

3.2 詳細評価結果

(1) 詳細評価条件

詳細評価が必要となった機器・配管系の評価の耐震条件は、2.2.1項に示す3次元影響確認用耐震条件を用いた。剛構造である設備は最大応答加速度、柔構造である設備は図3-2に示す床応答スペクトル（拡幅なし）を用い、水平2方向及び鉛直方向の組合せを考慮して評価を実施した。

なお、耐震条件以外の圧力、温度等の条件は、耐震計算書と同一の条件である。

(2) 詳細評価結果

評価結果を表3-2に示す。詳細評価対象設備の発生値が許容値以下となることを確認した。

また、補足説明資料「補足023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、詳細評価による発生値と耐震計算書に記載の発生値を比較し、対象設備の詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回る設備は1設備であることを確認した。よって、この1設備の評価結果をVI-2-12「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に反映する。

表3-2 条件比率が設備の裕度を上回った設備の詳細評価結果

設備名称	評価部位	応力分類	詳細評価結果							耐震計算書の発生値との比較	
			条件種別	構造物名	EL (m)	減衰定数 (%)	発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	評価結果*1	発生値 (MPa)	比較結果*2
燃料プールのプレイ系配管 SFPS-R-3	配管本体	一次+二次	FRS	原子炉建物	51.7	2.0	166*4	376	○	356*4	○
原子炉建物天井クレーン*3	落下防止ラグ	圧縮	震度	原子炉建物	42.8	—	250	254	○	216	×
燃料取替機	ガーダ	組合せ	FRS	原子炉建物	42.8	2.0	215*4	275	○	242*4	○

注記*1：詳細評価による発生値が許容値を上回らない場合は「○」

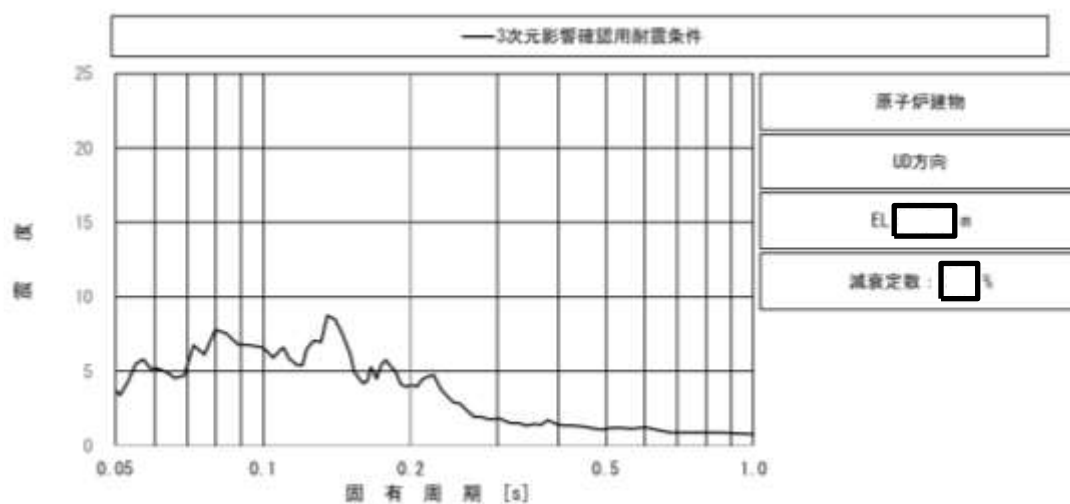
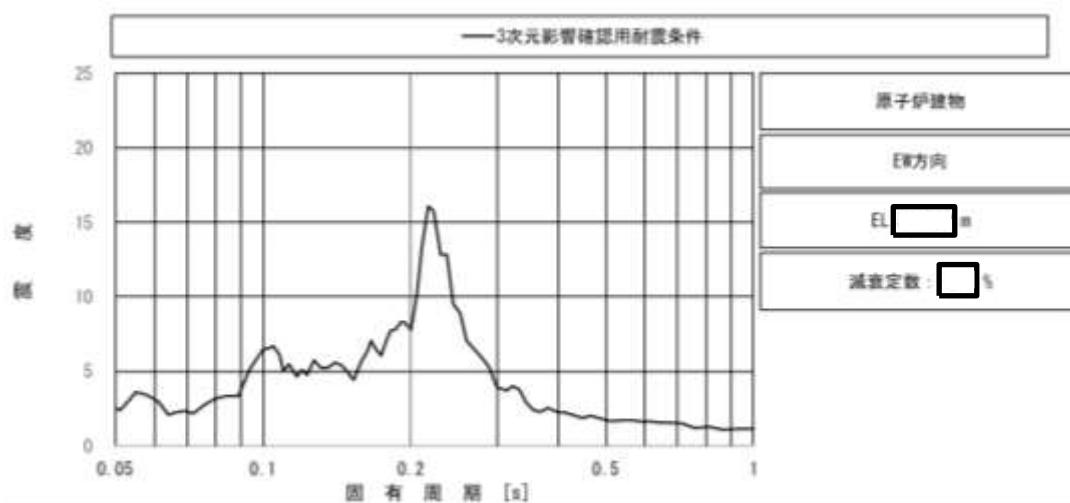
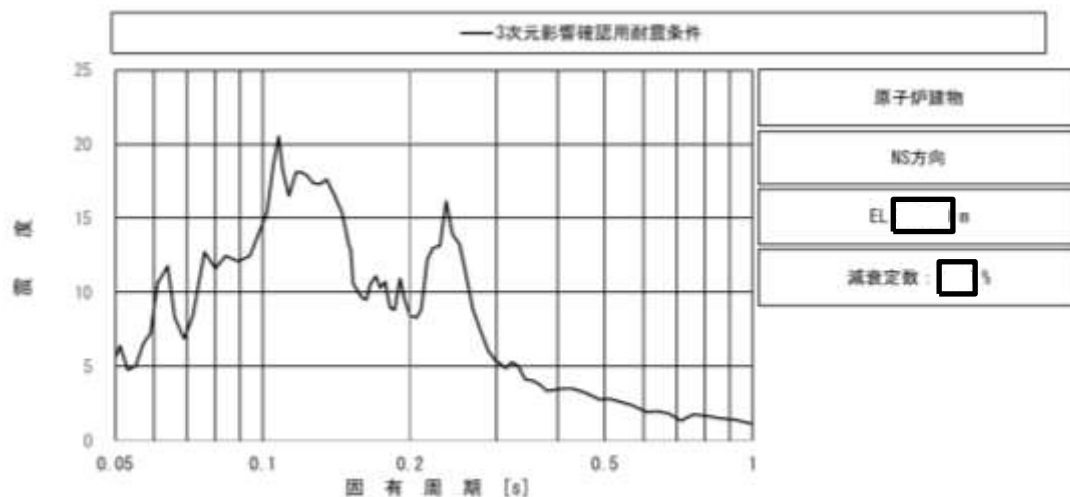
詳細評価による発生値が許容値を上回る場合は「×」を記載

*2：詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回らない場合は「○」

詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回る場合は「×」を記載

*3：別紙4.7-1にて詳細を示す。

*4：主要な振動モードにおいて3次元影響確認用耐震条件が耐震計算に用いる設計条件を下回ることから詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を下回った。

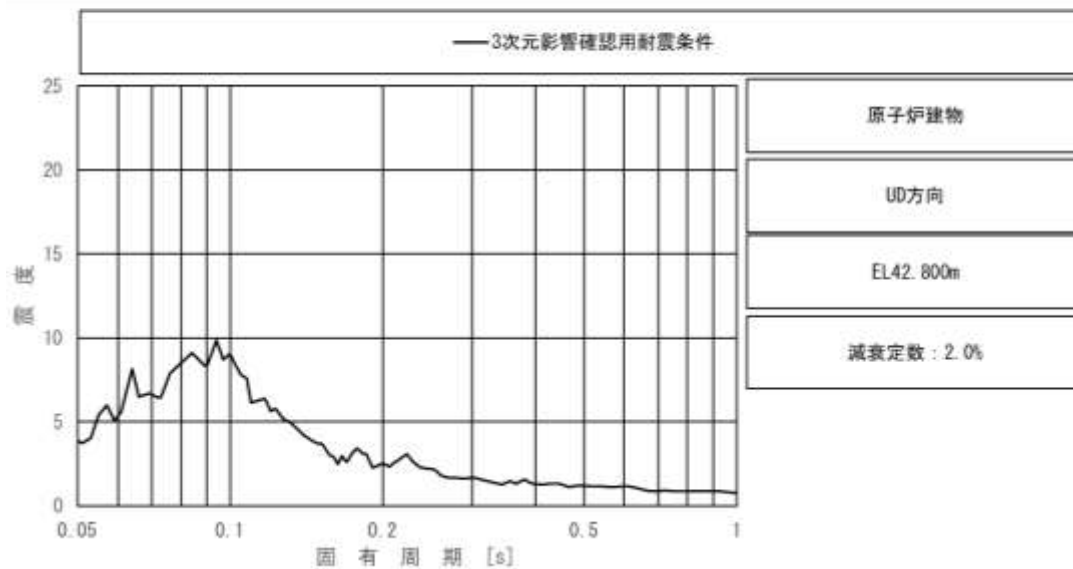
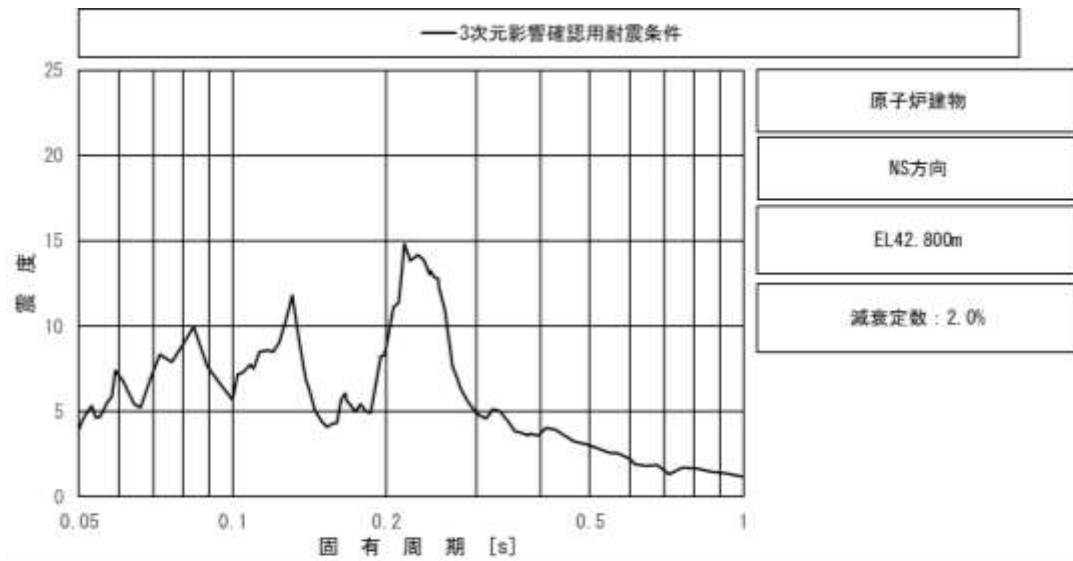


上段：水平方向（NS）床応答スペクトル

中段：水平方向（EW）床応答スペクトル

下段：鉛直方向床応答スペクトル

図 3-2 (1) 燃料プールスプレイ系配管の 3次元影響確認用耐震条件
(原子炉建物 EL [] m)



上段：水平方向（NS）床応答スペクトル*

下段：鉛直方向床応答スペクトル*

注記*：保守的に3次元影響確認用耐震条件を上回る床応答スペクトルを設定

図3-2 (2) 燃料取替機の3次元影響確認用耐震条件
(原子炉建物 EL42.800m)

4. まとめ

「別紙2 3次元FEM モデルを用いた精査」の「2.5 地震応答解析結果」より、壁の中央部で面外にはらむような最大応答加速度分布となっていることから、面外応答の機器・配管系への影響検討を実施した。その結果、面外応答による影響を考慮しても、機器・配管系の耐震性に影響がないことを確認した。

原子炉建物天井クレーンの落下防止ラグの応力評価

1. はじめに

原子炉建物天井クレーンの重大事故等時の状態を考慮した場合の応力評価について、3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）の簡易評価における落下防止ラグの耐震性を確認できなかったことから、落下防止ラグの詳細評価を実施した。

2. 応力評価対象部位

原子炉建物天井クレーンの応力評価対象部位は、重大事故等時の状態を考慮した場合の評価結果より、3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）の1.2ZPA震度を適用した簡易評価で耐震性を確認できなかった落下防止ラグである。

3. 3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）による応力評価

評価条件を表1、評価結果を表2に示す。VI-2-11-2-7-1「原子炉建物天井クレーンの耐震性についての計算書」（以下「耐震計算書」という。）と同じ評価手法を用いた、落下防止ラグの3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）による算出応力は許容応力を超過しており、耐震性を確認できなかったことから、「4. 落下防止ラグの評価断面の精緻化による評価」を実施する。

表1 3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）を用いた評価条件

対象	NS 方向 震度	EW 方向 震度	UD 方向 震度
落下防止ラグ	4.25	—*	—*

注記*：落下防止ラグは、構造により水平方向1方向（NS方向）の地震力のみ負担するため、他の方向については「—」と記載する。

表2 3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）を用いた評価結果

対象	応力分類	算出応力*1 (MPa)	許容応力*2 (MPa)
落下防止ラグ	圧縮	405	254

注記*1：3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）の震度による算出応力

*2：VI-2-11-2-7-1「原子炉建物天井クレーンの耐震性についての計算書」から引用

4. 落下防止ラグの評価断面の精緻化による評価

耐震計算書で使用した評価断面から、より実機の構造状態に合うように精緻化した評価断面による応力評価を実施した。4.1項に精緻化した評価断面を示す。

落下防止ラグの評価断面の精緻化による評価結果を表3に示す。落下防止ラグの3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）による算出応力は許容応力以下であり、耐震性を確認できた。

表3 落下防止ラグの評価断面の精緻化による評価結果

対象	応力分類	算出応力*1 (MPa)	許容応力*2 (MPa)
落下防止ラグ	圧縮	250	254

注記*1：3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）の震度による算出応力

*2：VI-2-11-2-7-1「原子炉建物天井クレーンの耐震性についての計算書」から引用

4.1 評価断面の精緻化

3項の評価で裕度が1未満となった箇所は、落下防止ラグの圧縮応力の評価断面である。

図1に耐震計算書で使用した評価断面を示す。

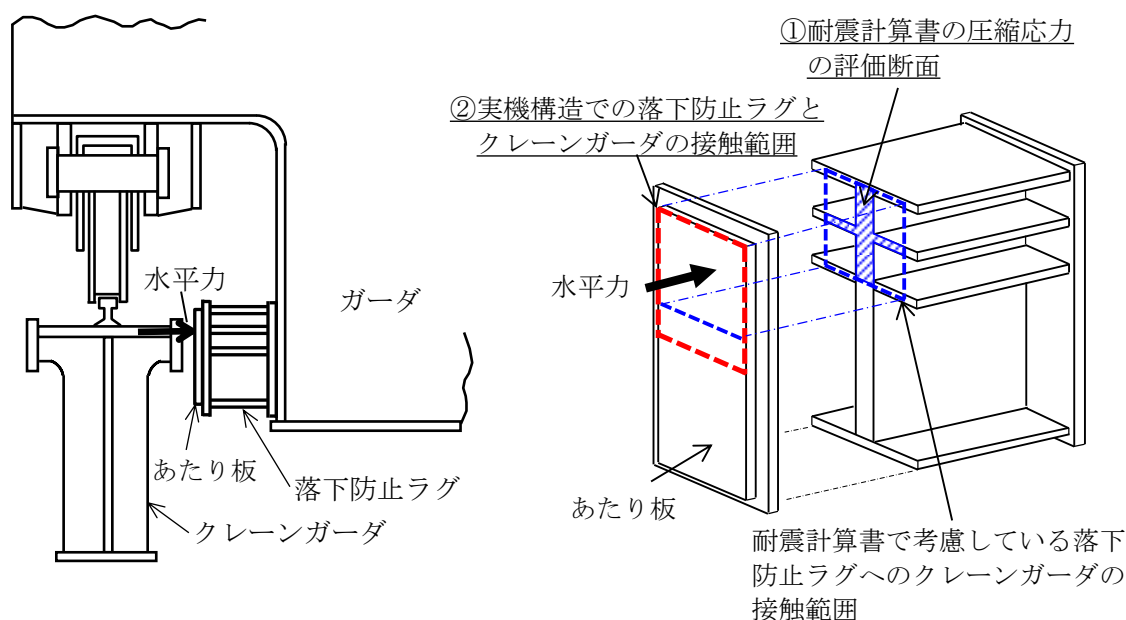


図1 耐震計算書の評価断面

圧縮応力の評価断面は、横材と縦材が溶接で接合された構造となっている。①耐震計算書の圧縮応力の評価断面は、保守的な評価となるように②実機のクレーンガーダ側のあたり板と落下防止ラグ側のあたり板の接触範囲に対して、縦寸法が小さい寸法の評価断面としている。

今回の検討において、建物の3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）の応答が増加したことにより、①耐震計算書の圧縮応力の評価断面に対する入力加速度が大きくなったことから、応力が発生し許容応力を上回る結果となった。

そこで、実機構造を踏まえた評価断面の精緻化を実施し、評価へ反映を行った。

精緻化した評価断面を図2に示す。

上記のとおり①耐震計算書の圧縮応力の評価断面は、実機の接触範囲の縦寸法よりも小さい寸法の評価断面（縦 mm×横 mm の接触範囲）としていたが、③精緻化した評価断面においては、実機構造を踏まえ、クレーンガーダ側のあたり板と落下防止ラグ側のあたり板の接触範囲（縦 mm×横 mm の接触範囲）と同じ寸法を考慮した評価断面とした。

なお、クレーン本体ガーダの浮上り量（7mm）を考慮しても精緻化した評価断面の断面積は変わらない。

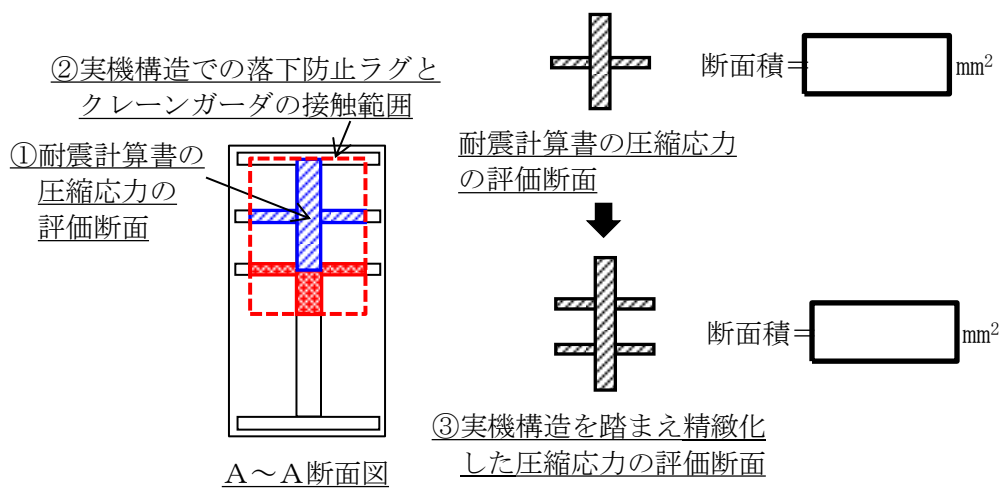
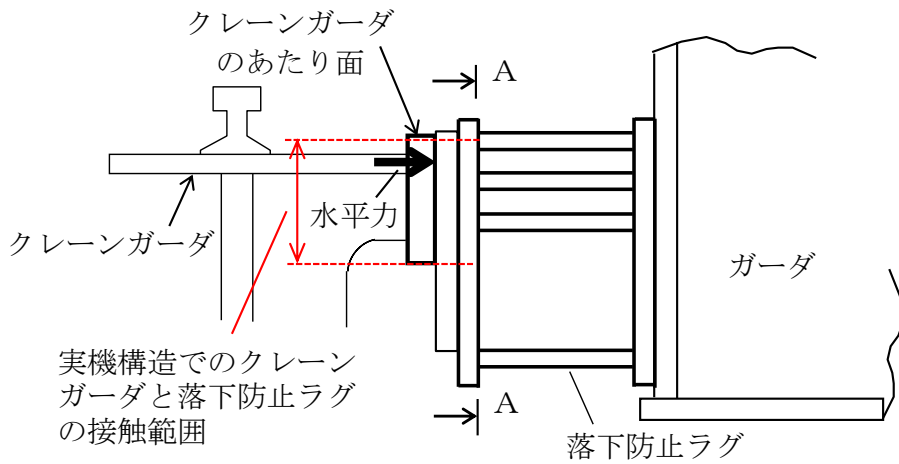
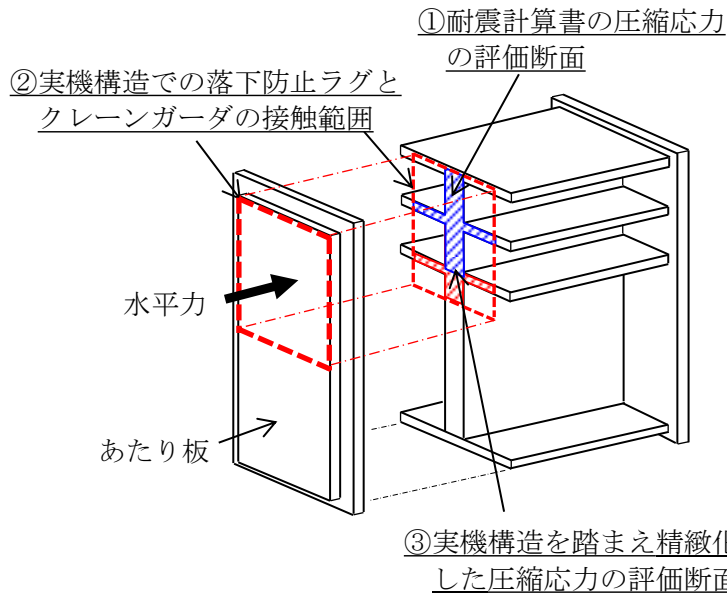


図2 精緻化した評価断面

5. まとめ

原子炉建物天井クレーンの重大事故等時の状態を考慮した場合の応力評価について、3次元影響確認用耐震条件（最大応答加速度）の簡易評価における落下防止ラグの耐震性を確認できなかったことから、落下防止ラグの詳細評価を実施した。その結果、原子炉建物の3次元 FEM モデルの面外応答の影響を考慮しても、落下防止ラグの耐震性に影響がないことを確認した。

別紙 4.8 原子炉建物 3 次元 FEM モデルの応答解析結果に
係る機器・配管系への影響検討

目 次

1. 概要	別紙 4.8-1
2. 検討方針	別紙 4.8-1
2.1 検討対象	別紙 4.8-3
2.2 検討方法	別紙 4.8-3
2.2.1 3次元影響確認用耐震条件の作成	別紙 4.8-3
2.2.2 3次元 FEM モデルによる影響の評価	別紙 4.8-6
3. 検討内容	別紙 4.8-7
4. 評価結果	別紙 4.8-29
5. まとめ	別紙 4.8-46

別紙 4.8-1 原子炉建物 3次元 FEM モデルによる原子炉圧力容器等の地震応答への影響確認

別紙 4.8-2 計算機プログラム（解析コード）の概要

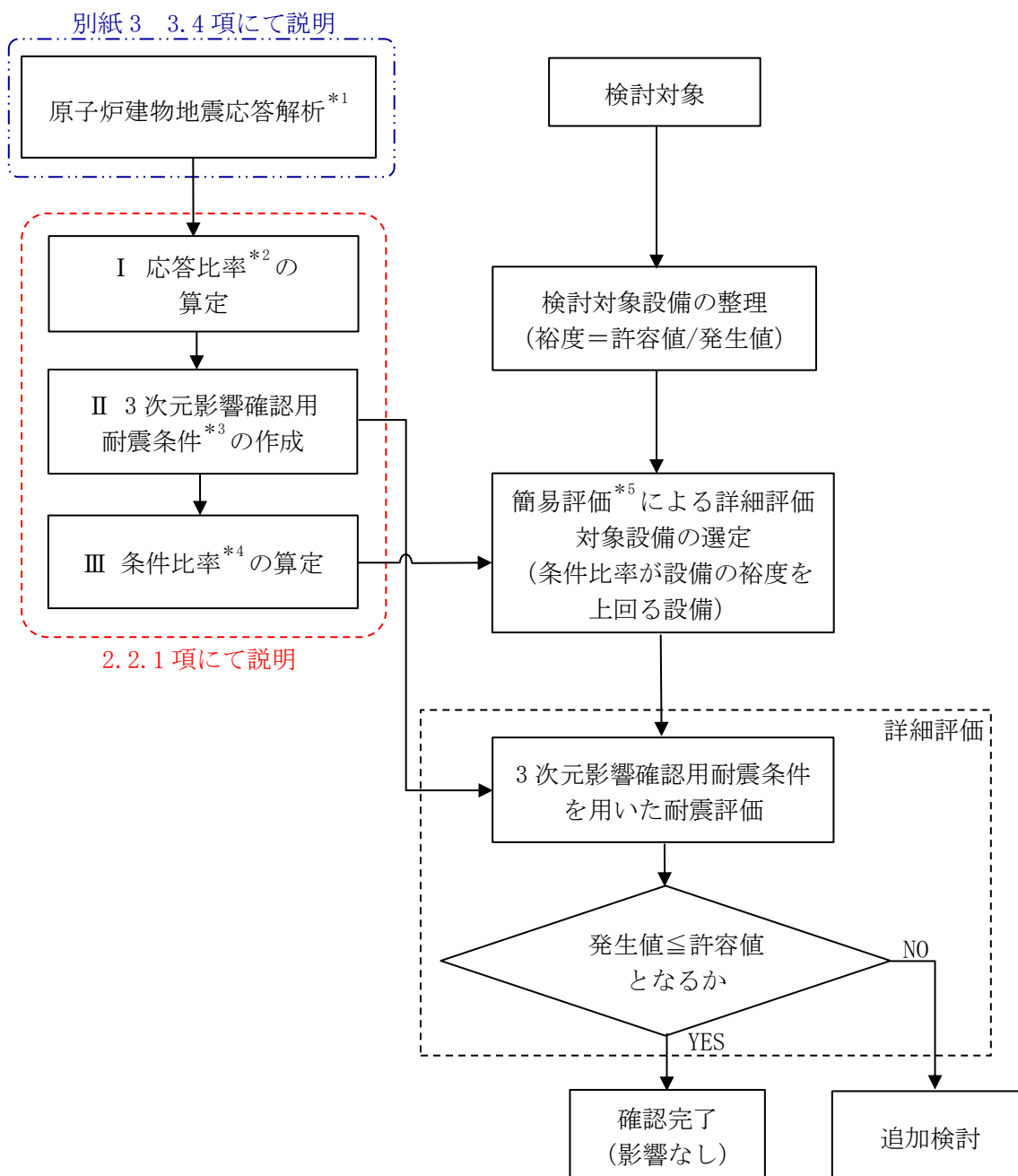
1. 概要

「別紙 3 原子炉建物 3 次元 FEM モデルによる地震応答解析」の「3.4 床応答への影響検討」より、3 次元 FEM モデルの応答が質点系モデルの応答を上回る箇所があることから、「NS2-補-023-1 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、機器・配管系への影響検討を実施する。

2. 検討方針

3 次元 FEM モデルの応答から、3 次元影響確認用の床応答スペクトル（以下「3 次元影響確認用床応答スペクトル」という。）及び震度（以下「3 次元影響確認用震度」という。また「3 次元影響確認用床応答スペクトル」「3 次元影響確認用震度」を総称して「3 次元影響確認用耐震条件」という。）を作成し、設計用床応答スペクトル及び設計用震度との比較を行い、条件比率を算出する。比較対象箇所は、「別紙 3 原子炉建物 3 次元 FEM モデルによる地震応答解析」の「3.4 床応答への影響検討」と同様とする。「2.1 検討対象」に示す機器・配管系について、条件比率と各検討対象の裕度（許容値／発生値）を用いた簡易評価及び 3 次元影響確認用耐震条件を用いた詳細評価を行う。影響検討フローを図 2-1 に示す。

なお、原子炉建物と連成させる原子炉圧力容器等は 3 次元 FEM モデルではモデル化されておらず、3 次元影響確認用耐震条件を直接作成できない。原子炉圧力容器等の原子炉建物と連成させた質点系モデルにより算定される耐震評価条件を用いる設備については、原子炉建物（3 次元 FEM モデル）と原子炉圧力容器等（質点系モデル）を連成させた地震応答解析を実施し、建物 3 次元 FEM モデルによる原子炉圧力容器等の地震応答への影響を確認する（別紙 4.8-1 参照）。



- 注記*1: 3次元 FEM モデルでの地震応答解析 (S d 5 波^{*6}) 及び質点系モデルでの地震応答解析 (S d 5 波^{*6})
 *2: 応答比率=3次元 FEM モデルの応答 (S d 5 波^{*6}) / 質点系モデルの応答 (S d 5 波^{*6})
 *3: 3次元影響確認用耐震条件=質点系モデルの応答 基本ケース^{*7} (S s 5 波^{*8}) × 応答比率
 *4: 条件比率=3次元影響確認用耐震条件 / 耐震計算に用いる設計条件
 *5: 刺激係数を考慮した条件比率を用いた評価を含む。
 *6: S d 5 波は、弾性設計用地震動 S d-D, F 1, F 2, N 1 及び N 2
 *7: VI-2-2-2 「原子炉建物の地震応答計算書」に示す基本ケース
 *8: S s 5 波は、基準地震動 S s-D, F 1, F 2, N 1 及び N 2

図 2-1 原子炉建物 3 次元 FEM モデルの応答解析結果に係る機器・配管系への影響検討フロー

2.1 検討対象

原子炉建物に設置される以下の機器・配管系を影響検討の対象とする。なお、燃料取替階以上に設置される機器については機器設置位置の3次元影響確認用耐震条件を用いて個別に確認することから、本検討の対象外とする（別紙4.7参照）。

また、2.に記載のとおり、原子炉圧力容器等の原子炉建物と連成させた質点系モデルにより算定される耐震評価条件を用いる設備は別紙4.8-1にて評価する。

- ・設計基準対象施設のうち、耐震重要度分類のSクラスに属する機器・配管系
- ・重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）に属する機器・配管系
- ・波及的影響防止のために耐震評価を実施する機器・配管系

2.2 検討方法

2.2.1 3次元影響確認用耐震条件の作成

3次元FEMモデルでは、弾性設計用地震動S_dに対する地震応答解析を行っていることから、弾性設計用地震動S_dに対する3次元FEMモデルの応答と質点系モデルの応答の比率を用いて質点系モデルの基準地震動S_sに対する応答を補正し、3次元影響確認用耐震条件を作成する。

以下、床応答スペクトルを例に3次元影響確認用耐震条件の作成方法を示す。震度についても床応答スペクトルと同様に作成する。

I：応答比率の算定方法

弾性設計用地震動S_d-D, F1, F2, N1, N2（以下「S_d5波」という。）に対する3次元FEMモデルの応答と弾性設計用地震動S_d5波に対する質点系モデルの応答の比（以下「応答比率」という。）を、全周期において算定する。応答比率の算定に当たっては、「別紙3 原子炉建物3次元FEMモデルによる地震応答解析」と同様に3次元FEMモデルの床応答スペクトルを作成する。応答比率の算定イメージを図2-2に示す。なお、3次元FEMモデルの応答による機器・配管系の耐震評価結果へ与える影響を検討するものであるため、応答比率が1.0を下回る場合でも、その応答比率を乗ずる。

$$\text{応答比率} = \frac{\text{3次元FEMモデルの応答（S}_{d}\text{5波）}}{\text{質点系モデルの応答（S}_{d}\text{5波）}}$$

II：3次元影響確認用床応答スペクトルの算定方法

質点系モデル基本ケースの基準地震動S_s-D, F1, F2, N1, N2（以下「S_s5波」という）に対する固有周期ごとの応答に、応答比率を乗算して、3次元影響確認用床応

答スペクトルを算定する。3次元影響確認用床応答スペクトルの算定イメージを図2-3に示す。3次元影響確認用床応答スペクトルは、固有周期0.131sを例とすると、0.131sの質点系モデル基本ケースの基準地震動S_sに対する応答に0.131sの応答比率を乗算した値となる。

$$\text{3次元影響確認用床応答スペクトル} = \text{質点系モデルの応答 基本ケース (S}_s\text{ 5波)} \times \text{応答比率}$$

III：条件比率の算定方法

3次元影響確認用床応答スペクトルと耐震計算に用いる設計用床応答スペクトルの比（以下「条件比率」という。）を算定する。条件比率の算定例を図2-4に示す。条件比率は、仮に固有周期が0.131sの機器・配管系とすると、設計用床応答スペクトルによる耐震計算を実施している場合（d/c）となる。

$$\text{条件比率} = \frac{\text{3次元影響確認用床応答スペクトル}}{\text{耐震計算に用いる設計用床応答スペクトル}}$$

なお、配管系等のスペクトルモーダル解析を実施している設備は、刺激係数を考慮してモードごとの比率を算出する手法による条件比率（以下「刺激係数を考慮した条件比率」という。）を用いて簡易評価を行う場合がある。刺激係数を考慮した条件比率の算出方法は「NS2-補-024-01 原子炉建物の地震応答計算書に関する補足説明資料 別紙 3-8 刺激係数を考慮した条件比率の算出」に示す。

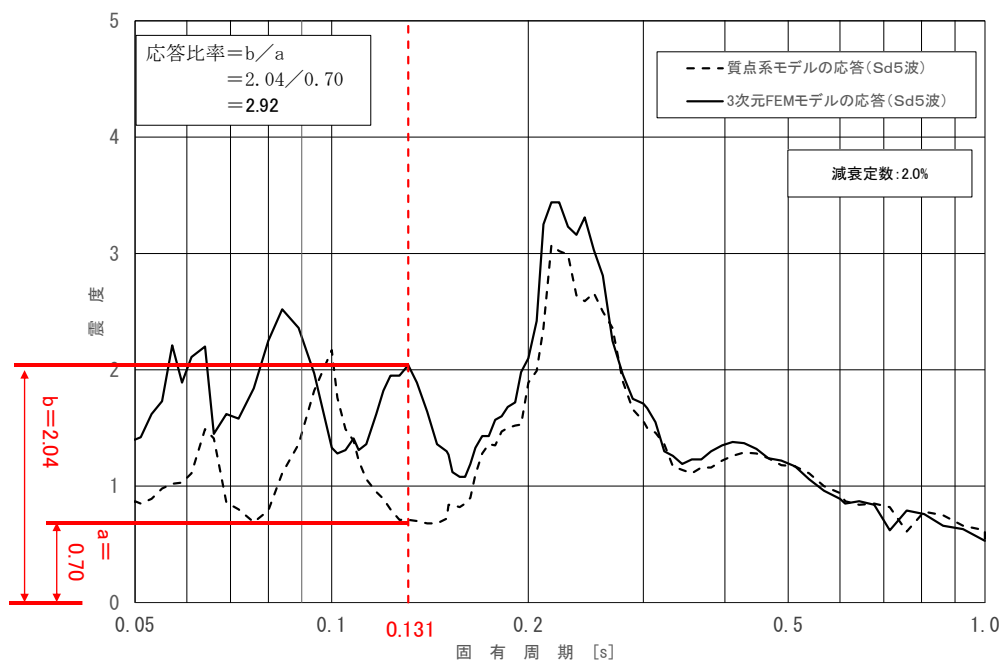


図2-2 床応答スペクトルにおける応答比率の算定イメージ

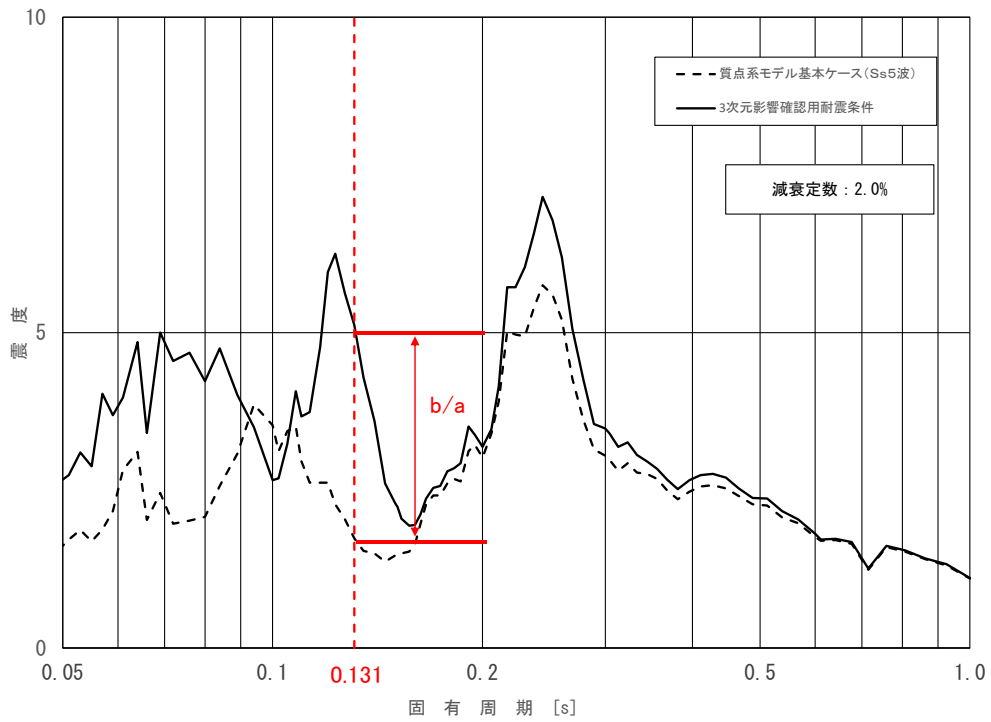


図 2-3 3次元影響確認用床応答スペクトルの算定イメージ

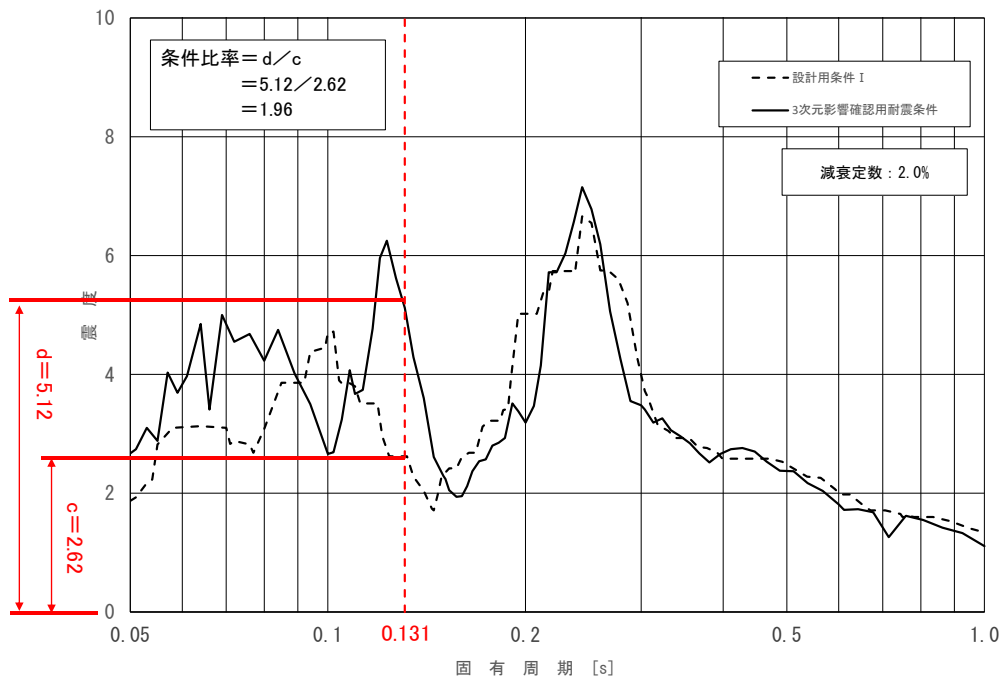


図 2-4 条件比率の算定イメージ

2.2.2 3次元FEMモデルによる影響の評価

3次元FEMモデルによる機器・配管系の影響評価を以下のとおり実施する。

(1) 簡易評価による詳細評価対象設備の選定

条件比率が耐震計算の裕度を上回る機器・配管系を抽出する。

なお、疲労評価は発生値が震度に比例しないことから、一次＋二次応力による発生値が許容値を上回り疲労評価を実施している設備については、条件比率が1を上回る場合、詳細評価対象設備に含めることとする。

設備に応じた条件比率の適用方法を以下に示す。

a. 評価に震度を適用する設備

対象設備の標高における条件比率の全方向最大値を適用する。

b. 評価に床応答スペクトルを適用する設備

各方向について対象設備の標高，減衰定数，固有周期（0.05～1.0s間）における条件比率の最大値を算出し，全方向最大値を適用する。

床応答スペクトルの条件比率の算定方法を図2-5に示す。

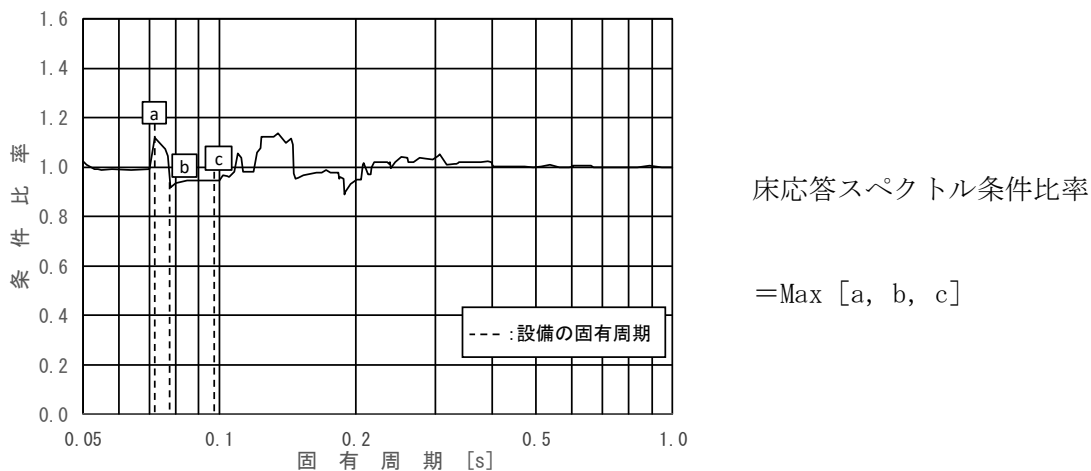


図2-5 簡易評価に用いる各方向における床応答スペクトルの条件比率の算定方法
(評価に床応答スペクトルを適用する設備)

なお、支配的な振動モードが明確な設備については、当該の固有周期における条件比率を適用する。

(2) 詳細評価

詳細評価対象設備として選定した設備について、3次元影響確認用耐震条件を用いて、当該設備の耐震計算書で適用している評価手法と同等の手法による評価を行い、発生値が許容値以下となることを確認する。確認の結果、発生値が許容値を上回る場合は、追加検討を行う。

(3) 追加検討

詳細評価で発生値が許容値を上回った設備は、設備の評価結果等に応じて個別に設備対策、評価の精緻化等を行う。

3. 検討内容

(1) 3次元影響確認用耐震条件の作成結果

3次元影響確認用震度を表3-1～表3-2、3次元影響確認用床応答スペクトルを図3-1～図3-3に示す。なお、床応答スペクトルの減衰定数は、耐震裕度の比較的小さい配管系の主要な減衰定数である2.0%を代表とする。

また、同図表にはVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に示される設計用震度及び設計用床応答スペクトルを併記して示す。

3次元影響確認用床応答スペクトルと設計用床応答スペクトルを比較し、各標高・各減衰について、3次元影響確認用床応答スペクトル／設計用床応答スペクトルにより周期ごとの条件比率を算定する。

表 3-1 (1/3) 震度 (原子炉建物)
 基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	NS方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元影響 確認用耐 震条件	③/①	③/②
原子炉 建物	6, 20	63.500	2.70	3.69	1.77	0.66	0.48
	7, 21	51.700	1.89	2.70	1.41	0.75	0.53
	8, 14, 22, 28	42.800	1.35	1.92	1.09	0.81	0.57
	1, 9, 15, 23, 29	34.800	1.06	1.56	1.04	0.99	0.67
	2, 10, 16, 24, 30	30.500	1.17	1.74	1.14	0.98	0.66
	10, 16, 24	30.500 (燃料プール)	1.08	1.55	1.14	1.06	0.74
	3, 11, 17, 25, 31	23.800	1.02	1.44	0.90	0.89	0.63
	4, 12, 18, 26, 32	15.300	0.92	1.32	0.83	0.91	0.63
	19	10.100	0.96	1.44	0.93	0.97	0.65
	5, 13, 27, 33	8.800	0.86	1.25	0.78	0.91	0.63
	34	1.300	0.74	1.07	0.68	0.92	0.64

表 3-1 (2/3) 震度 (原子炉建物)
 基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	EW方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元影響 確認用耐 震条件	③/①	③/②
原子炉 建物	3, 17	63.500	2.76	4.14	2.29	0.83	0.56
	4, 18, 22	51.700	2.00	2.93	1.92	0.96	0.66
	5, 11, 19, 23	42.800	1.46	2.10	1.20	0.83	0.58
	6, 12, 20, 24, 29	34.800	1.17	1.73	1.03	0.89	0.60
	7, 13, 21, 25, 30	30.500	1.46	1.95	1.55	1.07	0.80
	13, 21	30.500 (燃料プール)	1.20	1.77	1.55	1.30	0.88
	8, 14, 26, 31	23.800	0.98	1.43	0.93	0.95	0.66
	1, 9, 15, 27, 32	15.300	0.87	1.29	0.92	1.06	0.72
	16	10.100	0.98	1.44	0.88	0.90	0.62
	2, 10, 28, 33	8.800	0.88	1.29	0.85	0.97	0.66
	34	1.300	0.81	1.17	0.74	0.92	0.64

表 3-1 (3/3) 震度 (原子炉建物)
 基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元影 響確認用 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 建物	7	63.500	1.63	2.21	1.10	0.68	0.50
	8	51.700	1.48	2.04	0.95	0.65	0.47
	9, 17	42.800	1.51	2.06	1.10	0.73	0.54
	1, 10, 18	34.800	1.49	1.98	1.08	0.73	0.55
	2, 11, 19	30.500	1.44	1.94	1.02	0.71	0.53
	11, 19	30.500 (燃料プール)	1.44	1.94	1.02	0.71	0.53
	3, 12, 20	23.800	1.28	1.73	0.87	0.68	0.51
	4, 13, 21	15.300	0.97	1.31	0.70	0.73	0.54
	22	10.100	0.70	1.05	0.63	0.90	0.60
	5, 14	8.800	0.64	0.96	0.63	0.99	0.66
	6, 15, 23	1.300	0.58	0.87	0.60	1.04	0.69

表 3-2 (1/3) 震度 (原子炉建物)
 基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元影響 確認用耐 震条件	③/①	③/②
原子炉 建物	6, 20	63.500	3.23	4.43	2.12	0.66	0.48
	7, 21	51.700	2.27	3.24	1.69	0.75	0.53
	8, 14, 22, 28	42.800	1.62	2.31	1.31	0.81	0.57
	1, 9, 15, 23, 29	34.800	1.27	1.88	1.25	0.99	0.67
	2, 10, 16, 24, 30	30.500	1.40	2.09	1.36	0.98	0.66
	10, 16, 24	30.500 (燃料プール)	1.30	1.86	1.36	1.05	0.74
	3, 11, 17, 25, 31	23.800	1.23	1.73	1.08	0.88	0.63
	4, 12, 18, 26, 32	15.300	1.10	1.59	0.99	0.90	0.63
	19	10.100	1.15	1.73	1.11	0.97	0.65
	5, 13, 27, 33	8.800	1.03	1.49	0.93	0.91	0.63
	34	1.300	0.89	1.28	0.82	0.93	0.65

表 3-2 (2/3) 震度 (原子炉建物)
 基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	EW方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元影響 確認用耐 震条件	③/①	③/②
原子炉 建物	3, 17	63.500	3.31	4.97	2.75	0.84	0.56
	4, 18, 22	51.700	2.40	3.51	2.30	0.96	0.66
	5, 11, 19, 23	42.800	1.75	2.52	1.44	0.83	0.58
	6, 12, 20, 24, 29	34.800	1.41	2.07	1.24	0.88	0.60
	7, 13, 21, 25, 30	30.500	1.75	2.33	1.86	1.07	0.80
	13, 21	30.500 (燃料プール)	1.44	2.13	1.86	1.30	0.88
	8, 14, 26, 31	23.800	1.17	1.71	1.12	0.96	0.66
	1, 9, 15, 27, 32	15.300	1.04	1.55	1.11	1.07	0.72
	16	10.100	1.18	1.74	1.05	0.89	0.61
	2, 10, 28, 33	8.800	1.06	1.56	1.01	0.96	0.65
	34	1.300	0.98	1.41	0.89	0.91	0.64

表 3-2 (3/3) 震度 (原子炉建物)
 基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元影 響確認用 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 建物	7	63.500	1.95	2.66	1.32	0.68	0.50
	8	51.700	1.77	2.46	1.14	0.65	0.47
	9, 17	42.800	1.81	2.46	1.32	0.73	0.54
	1, 10, 18	34.800	1.79	2.39	1.30	0.73	0.55
	2, 11, 19	30.500	1.73	2.31	1.23	0.72	0.54
	11, 19	30.500 (燃料プール)	1.73	2.31	1.23	0.72	0.54
	3, 12, 20	23.800	1.54	2.07	1.04	0.68	0.51
	4, 13, 21	15.300	1.16	1.58	0.84	0.73	0.54
	22	10.100	0.84	1.25	0.76	0.91	0.61
	5, 14	8.800	0.77	1.16	0.75	0.98	0.65
	6, 15, 23	1.300	0.70	1.05	0.72	1.03	0.69

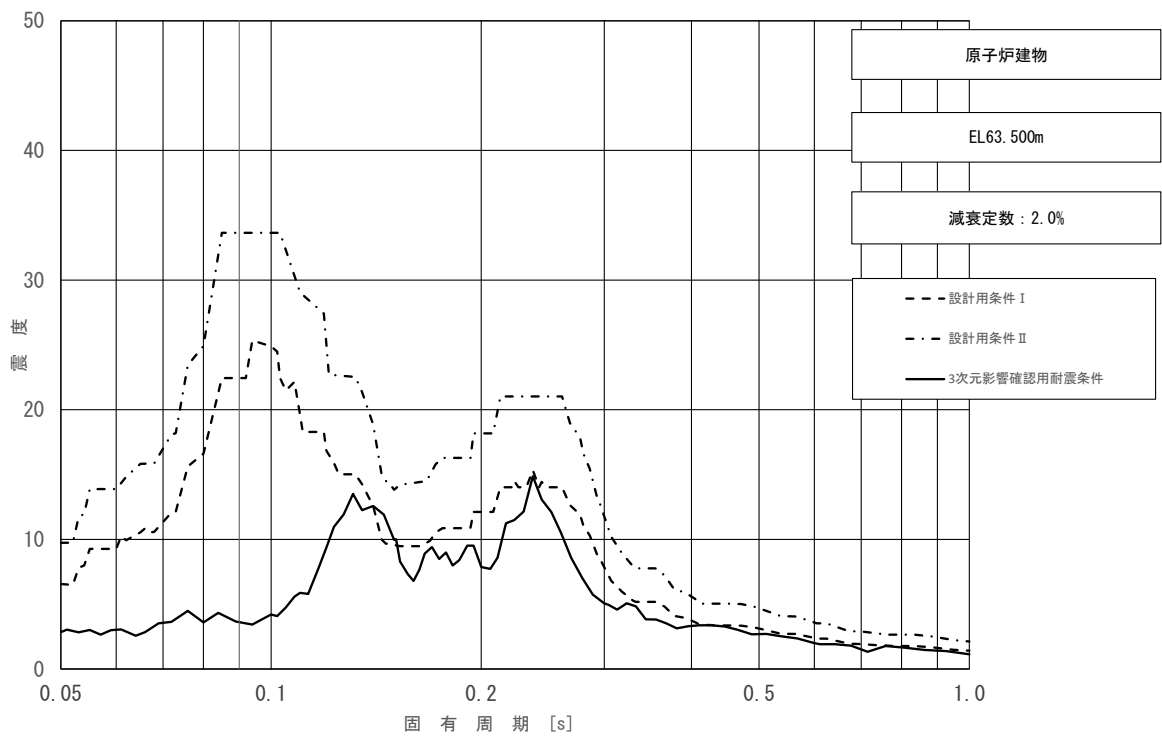


図 3-1 (1/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL63.500m)

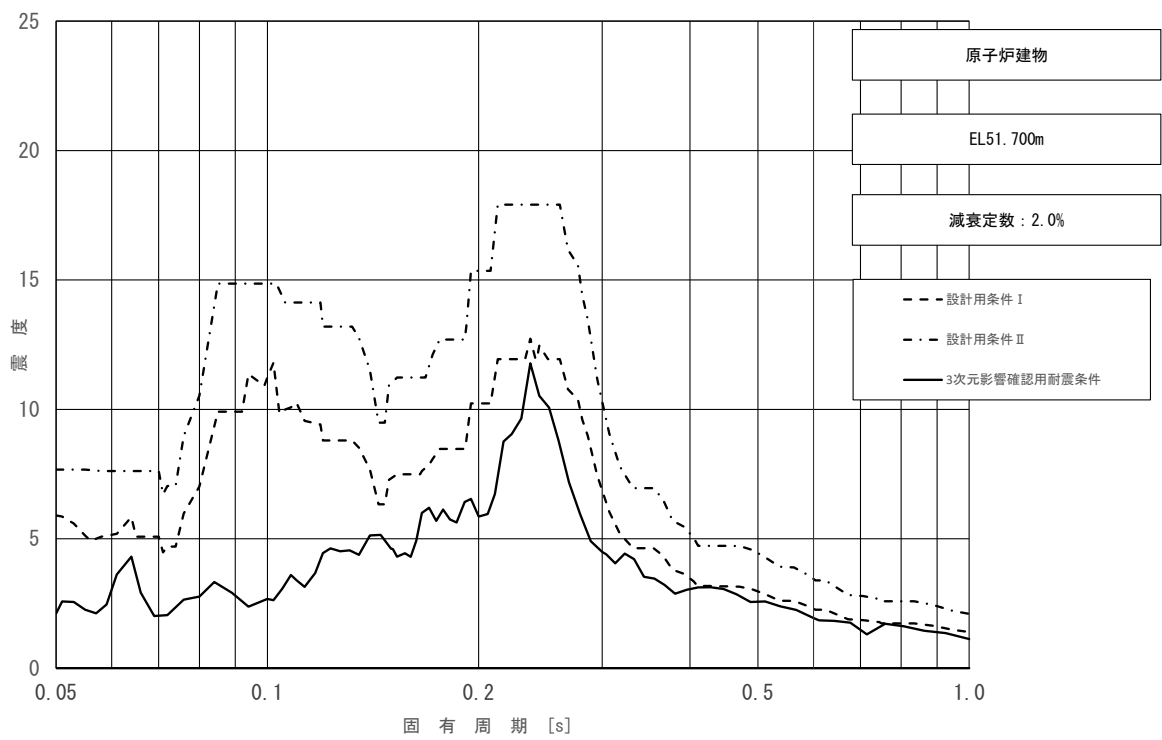


図 3-1 (2/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL51.700m)

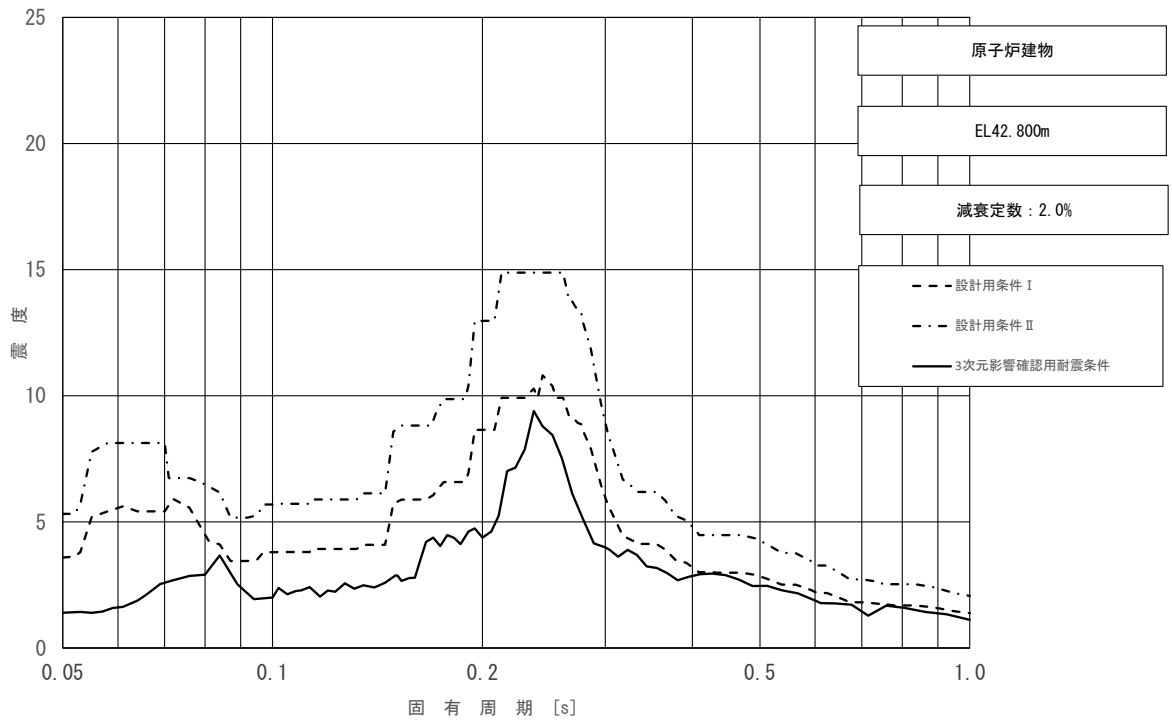


図 3-1 (3/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL42.800m)

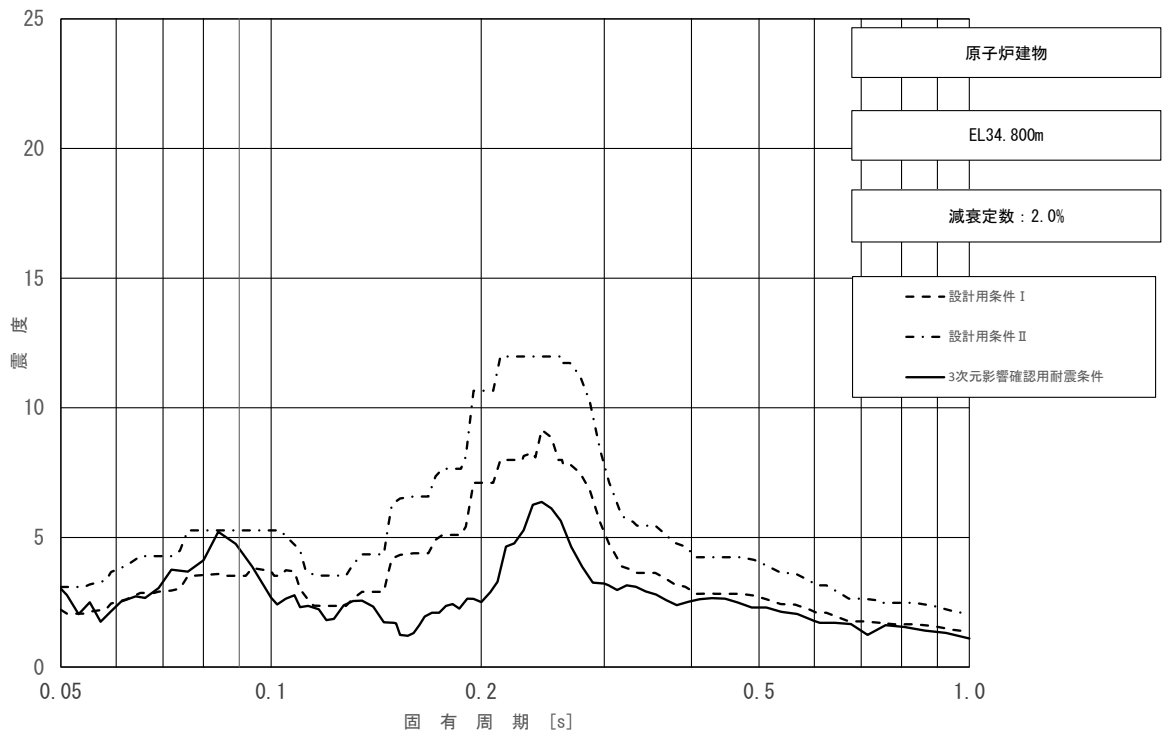


図 3-1 (4/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL34.800m)

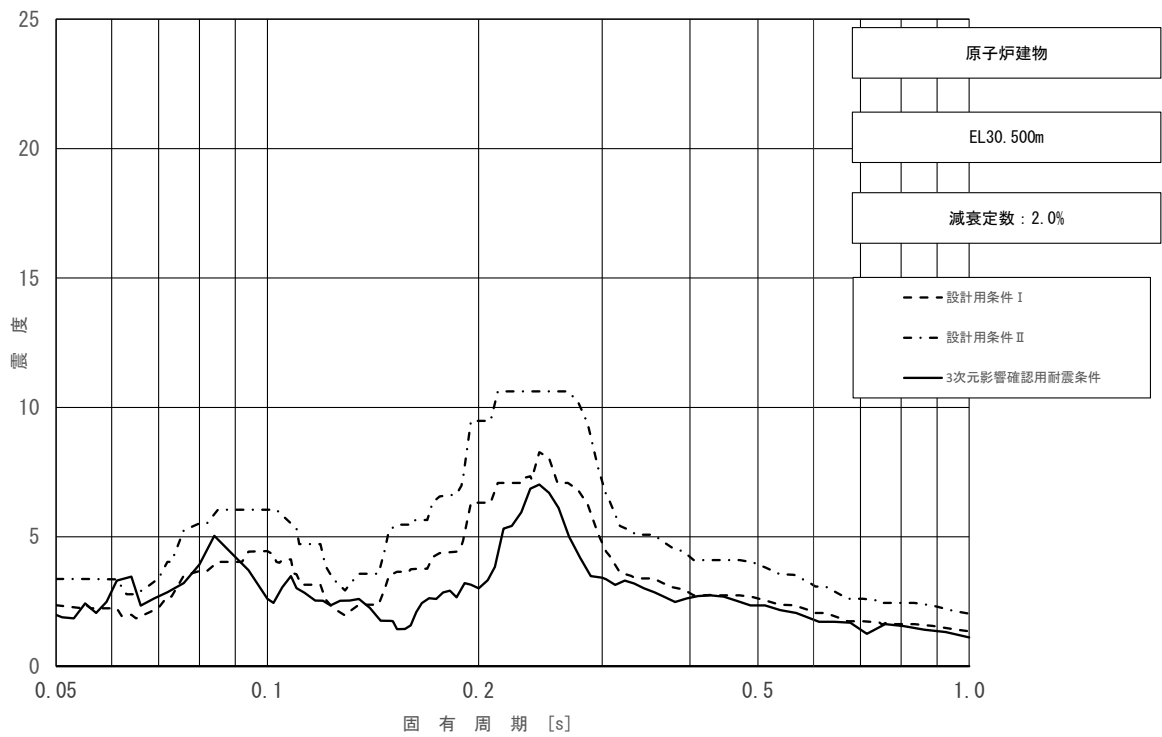


図 3-1 (5/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL30.500m)

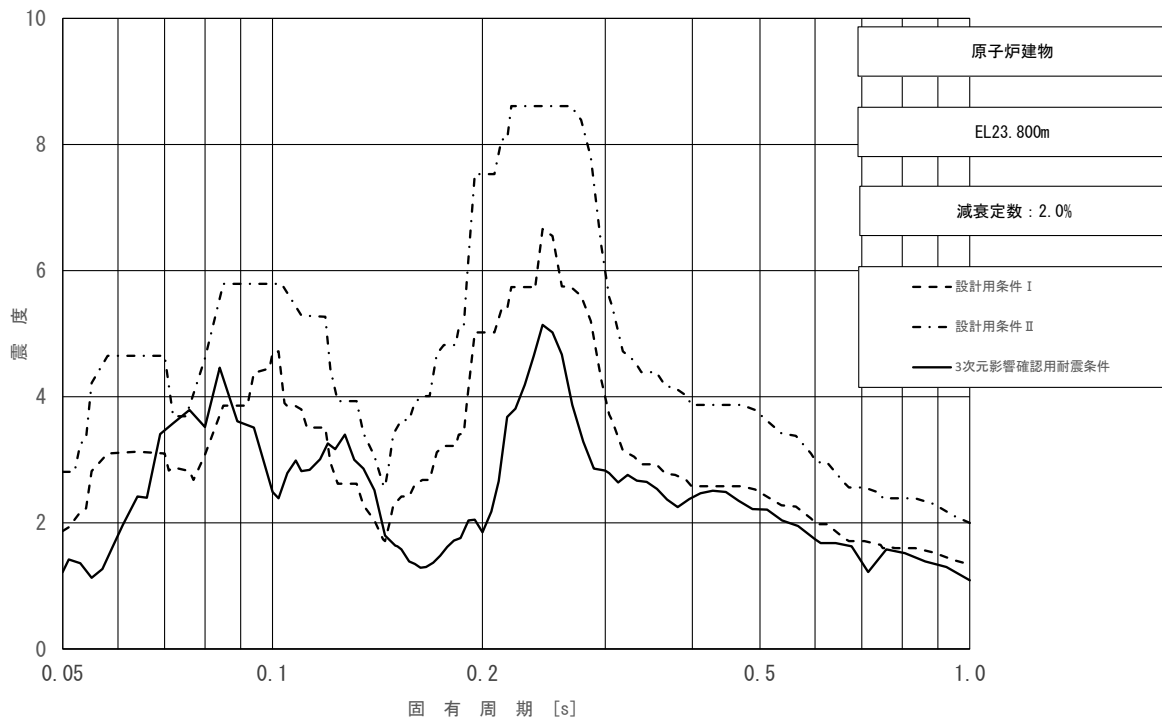


図 3-1 (6/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL23.800m)

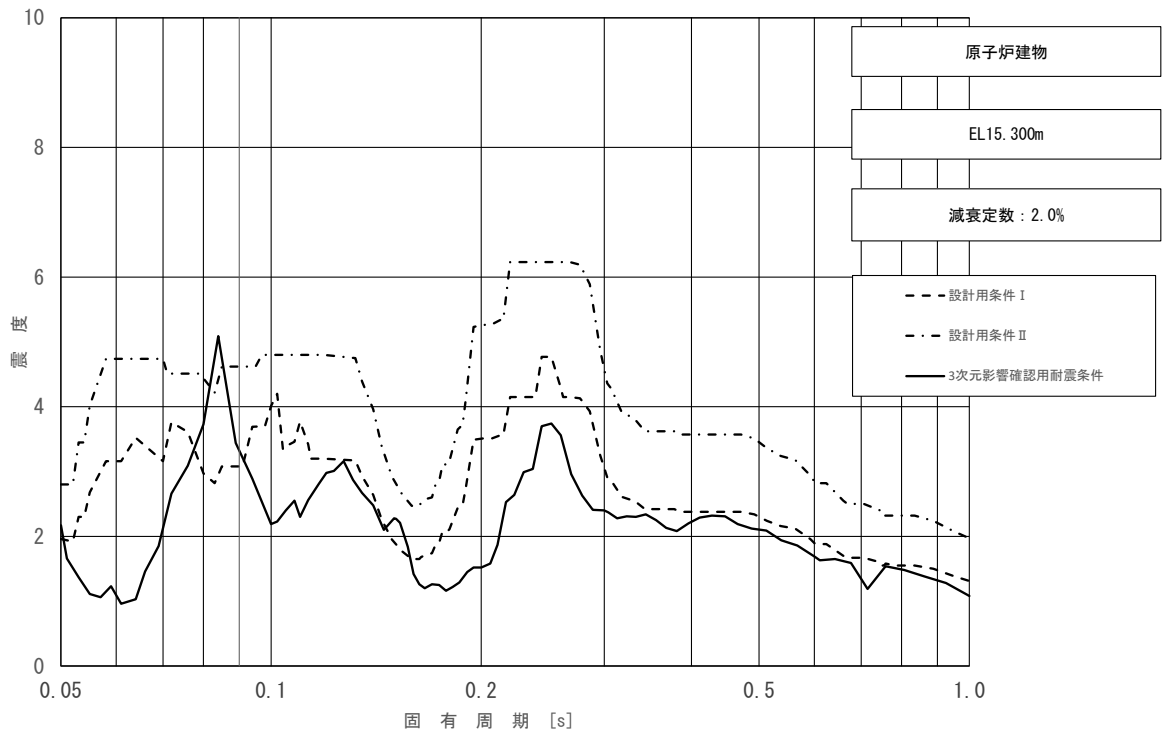


図 3-1 (7/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL15.300m)

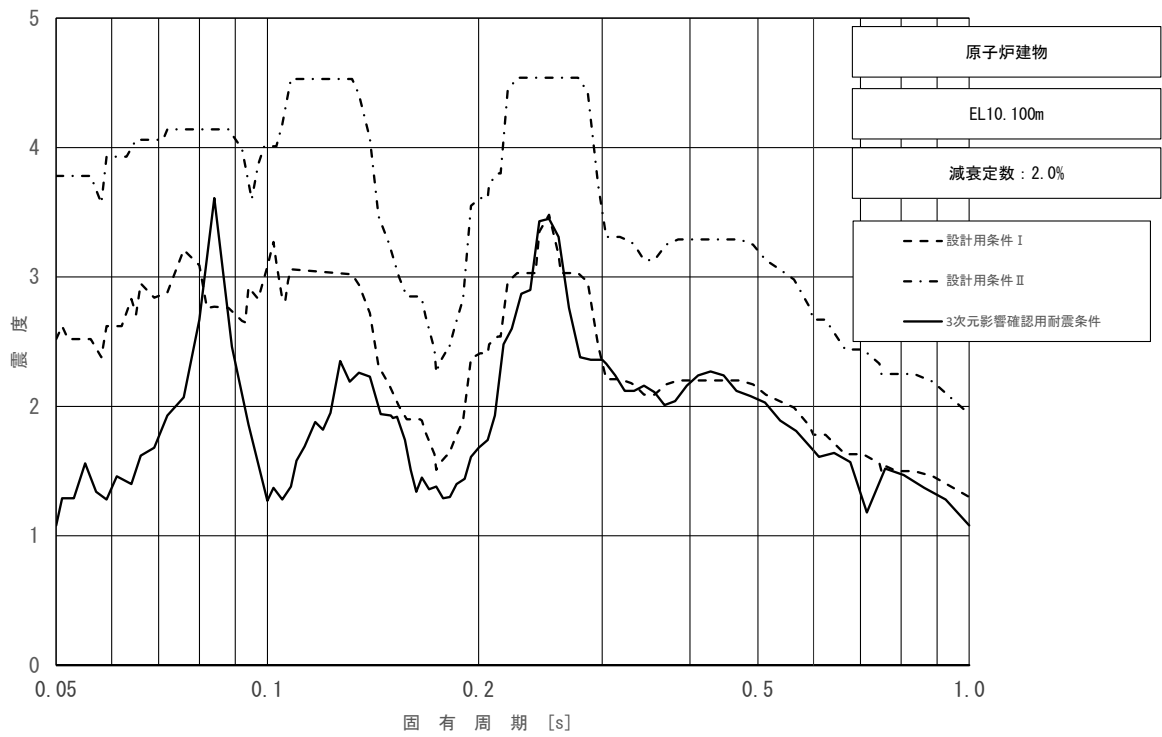


図 3-1 (8/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉建物 EL10.100m)

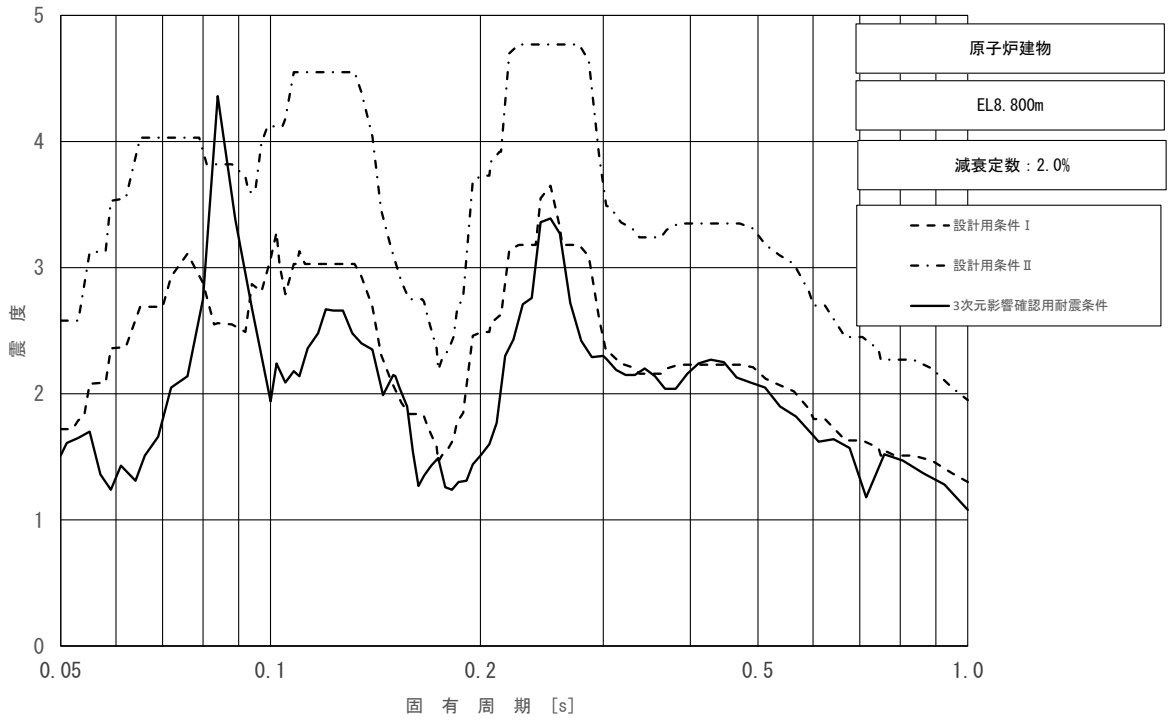


図 3-1 (9/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉建物 EL. 800m)

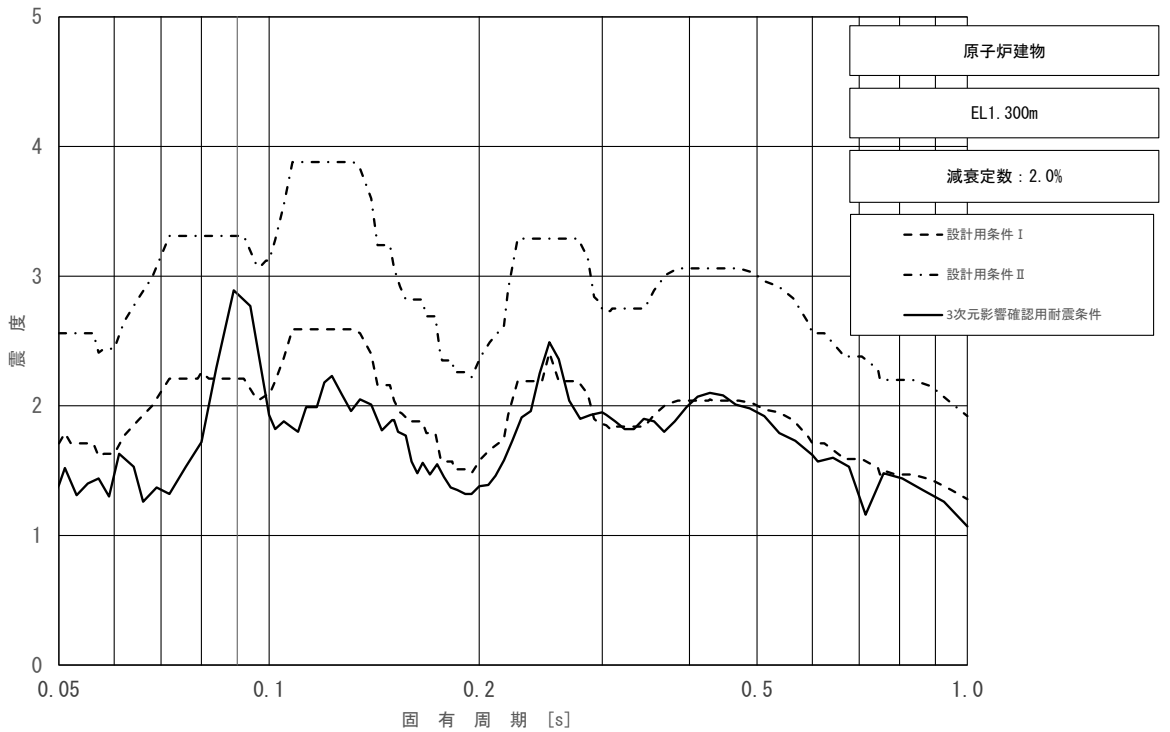


図 3-1 (10/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉建物 EL. 300m)

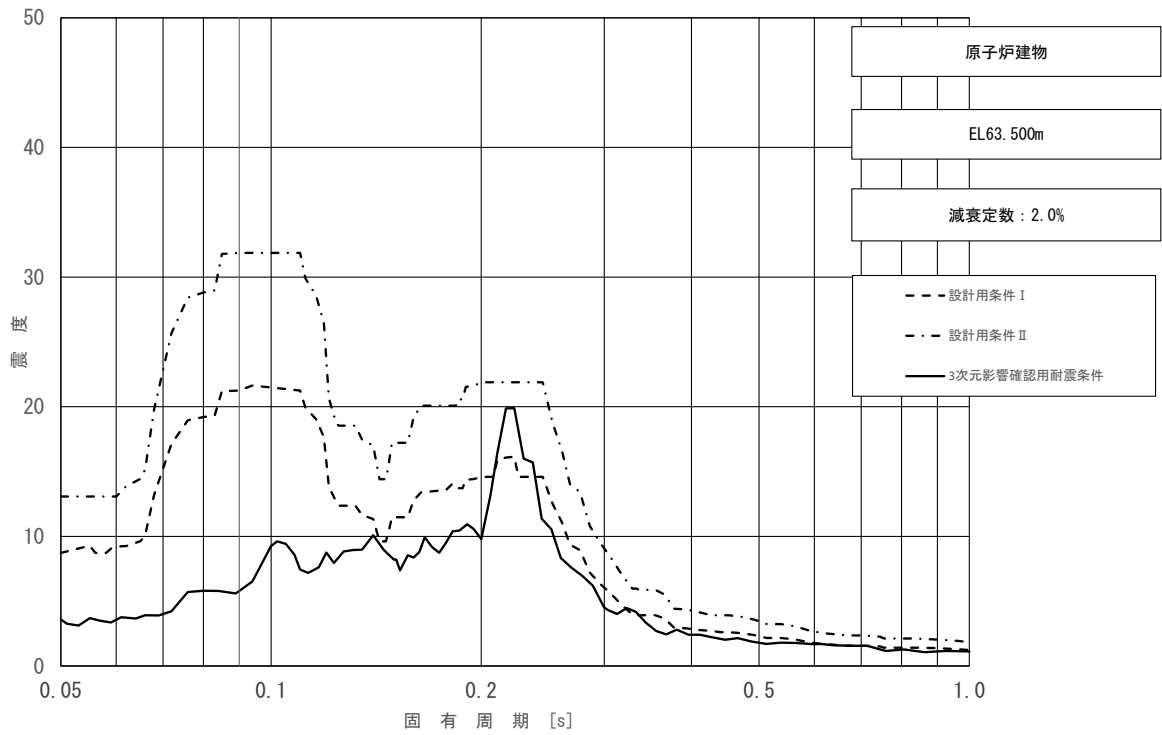


図 3-2 (1/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 原子炉建物 EL63.500m)

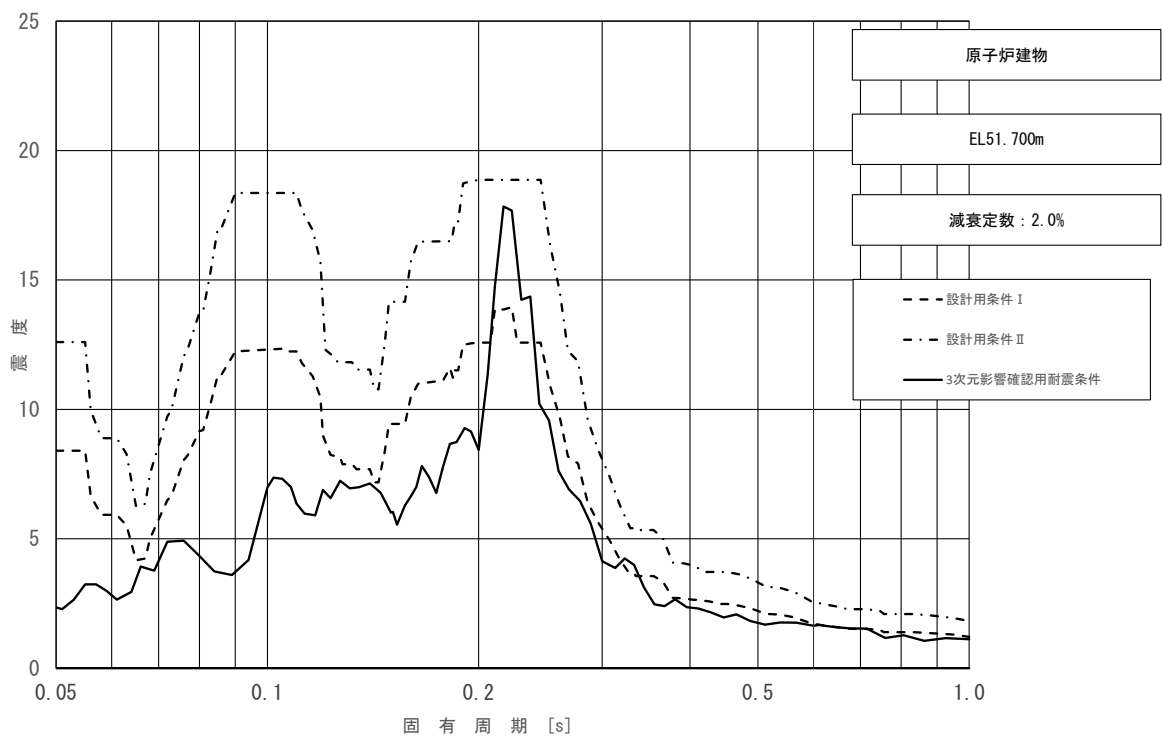


図 3-2 (2/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 原子炉建物 EL51.700m)

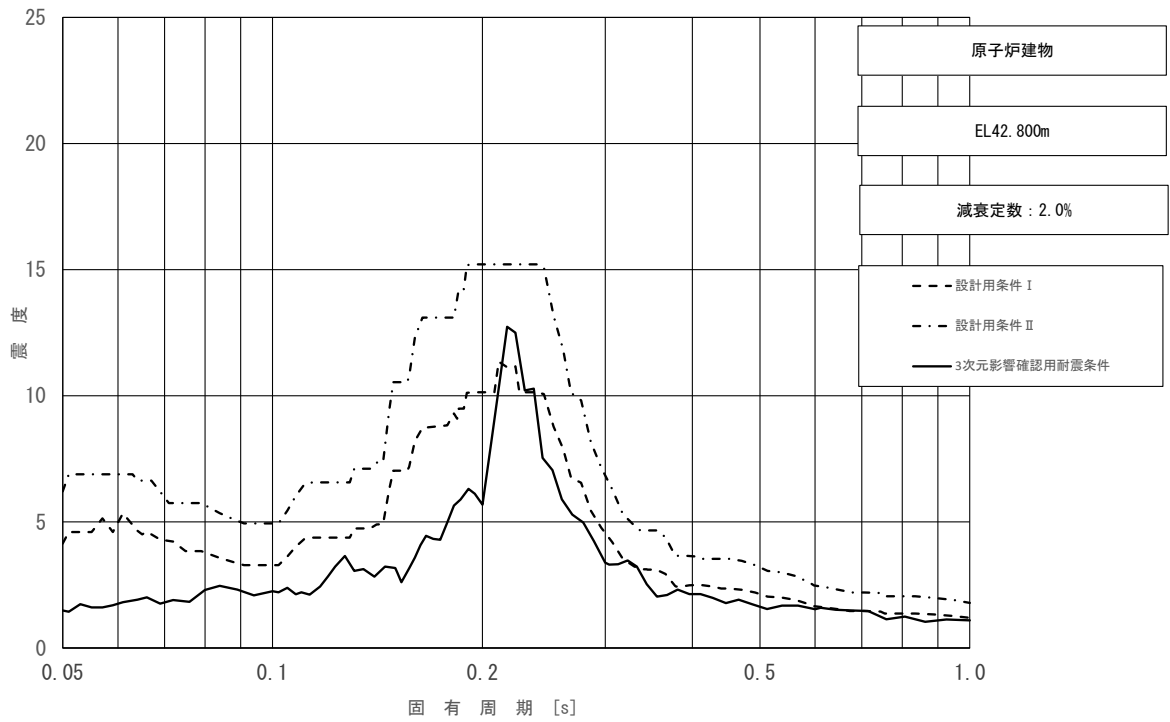


図 3-2 (3/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 原子炉建物 EL42.800m)

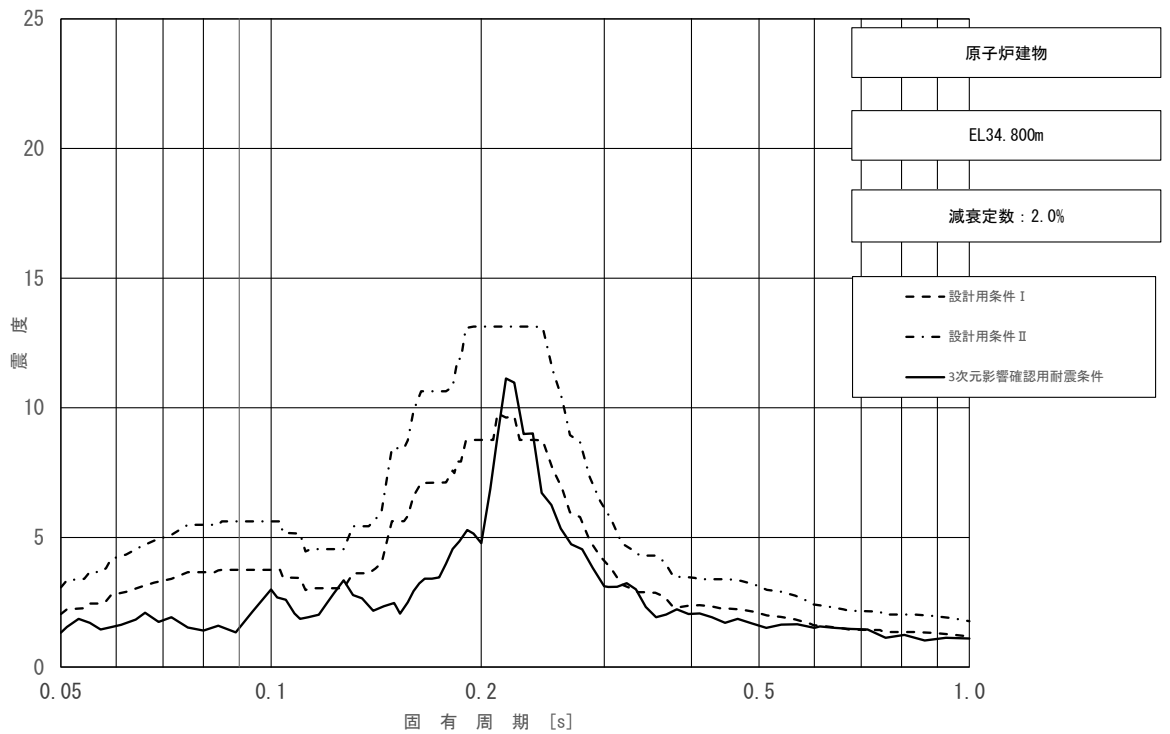


図 3-2 (4/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 原子炉建物 EL34.800m)

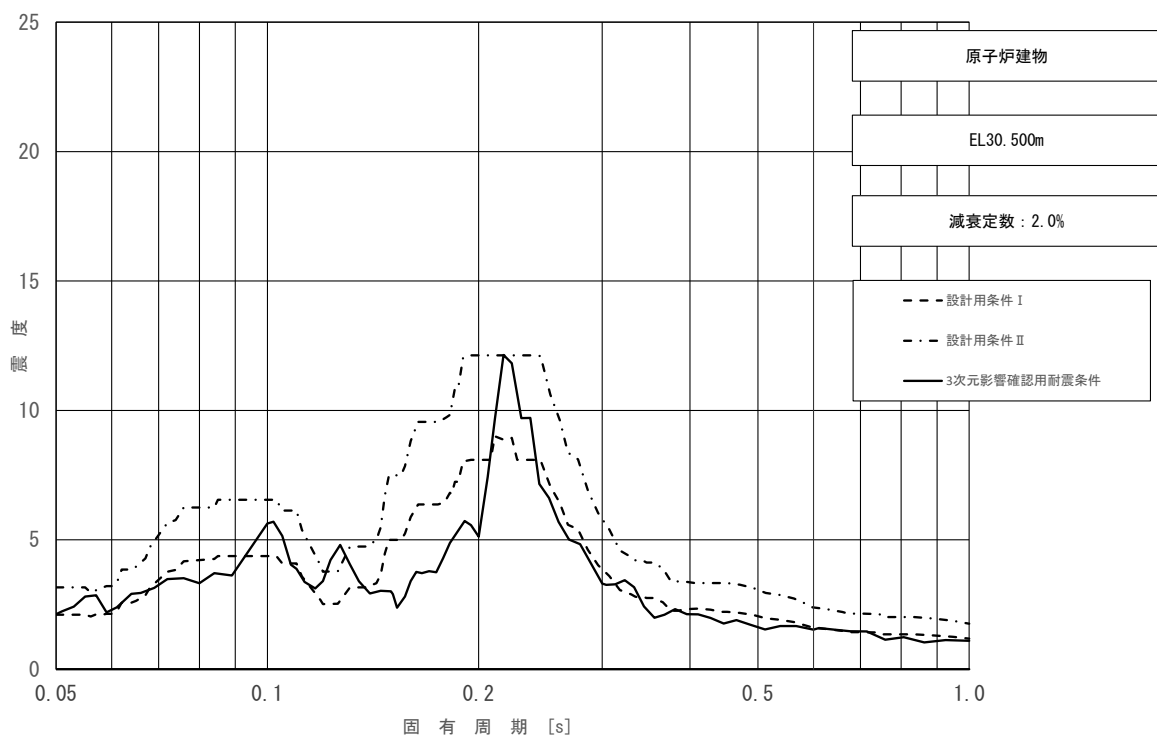


図 3-2 (5/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 原子炉建物 EL30.500m)

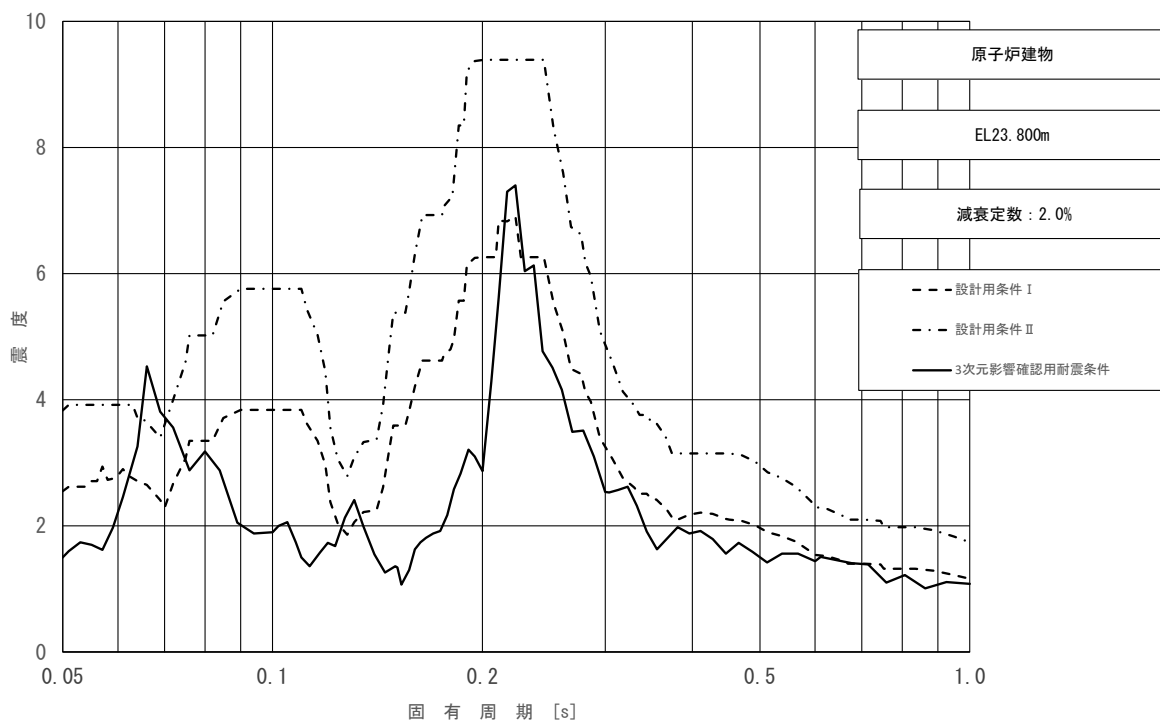


図 3-2 (6/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 原子炉建物 EL23.800m)

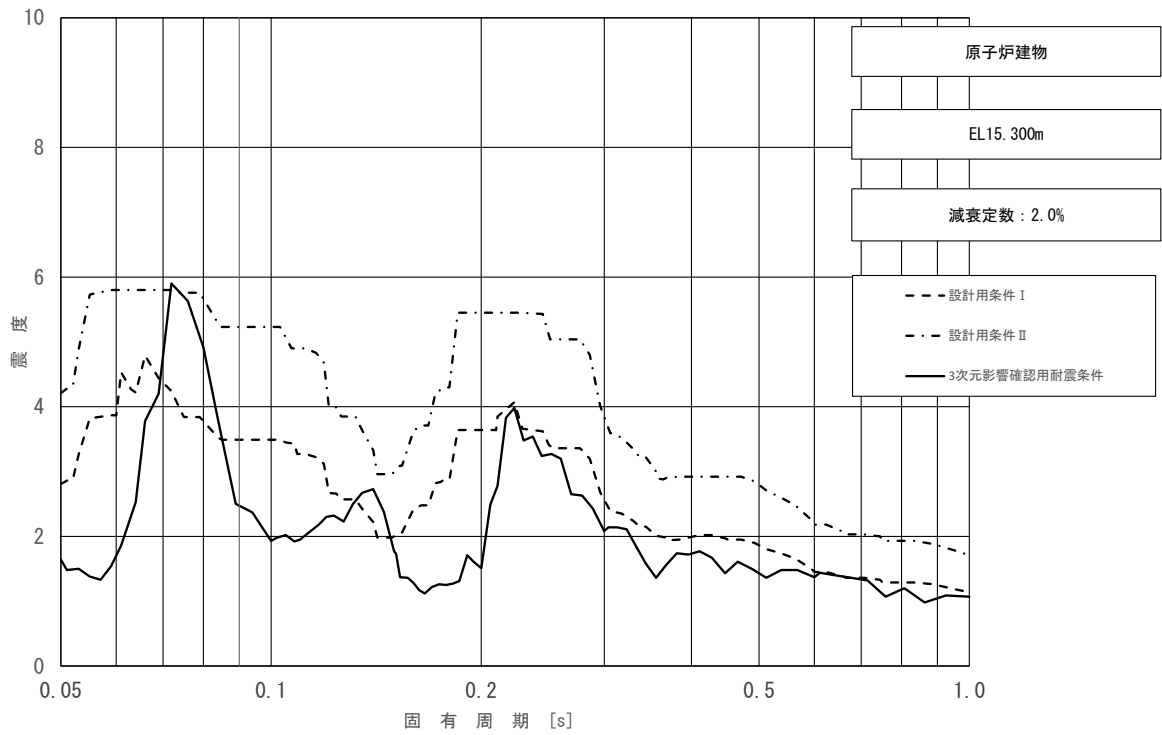


図 3-2 (7/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 原子炉建物 EL15.300m)

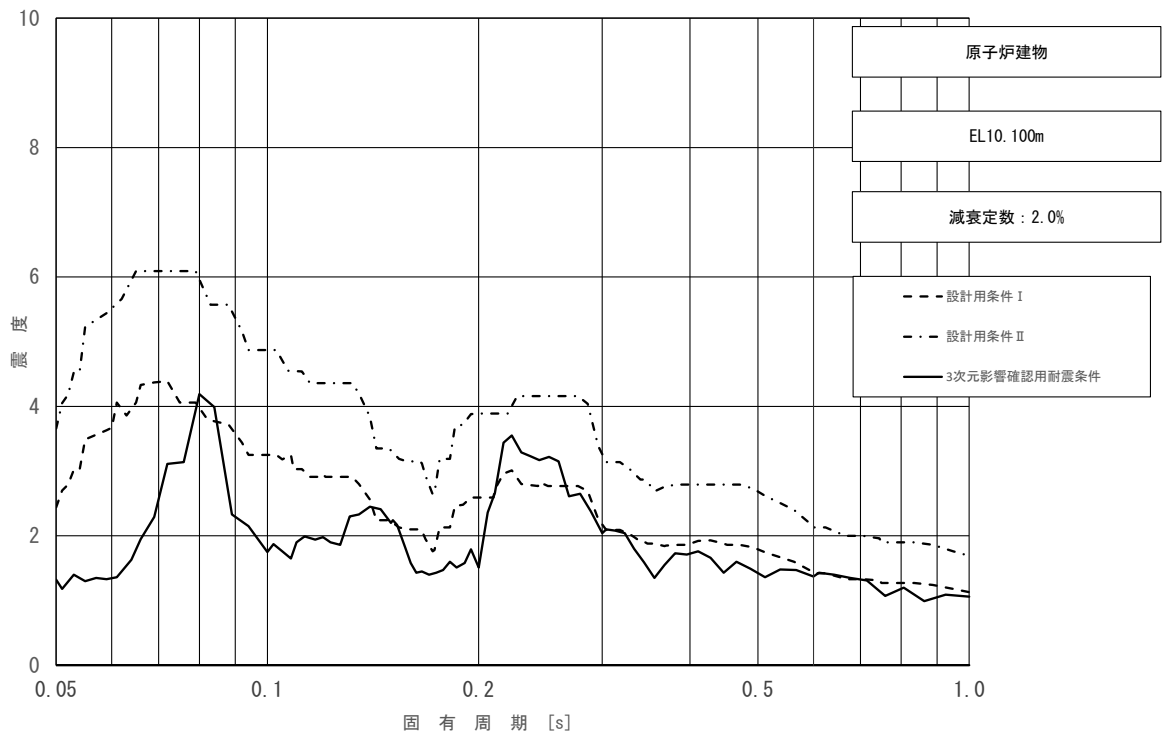


図 3-2 (8/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 原子炉建物 EL10.100m)

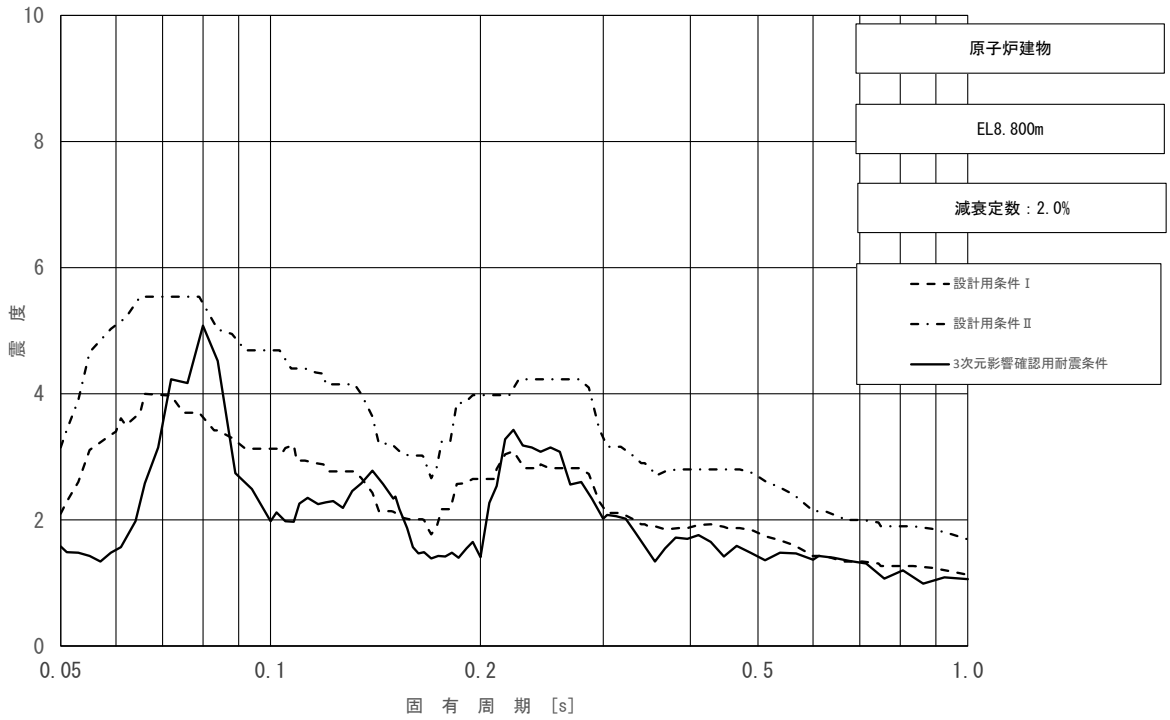


図 3-2 (9/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL8.800m)

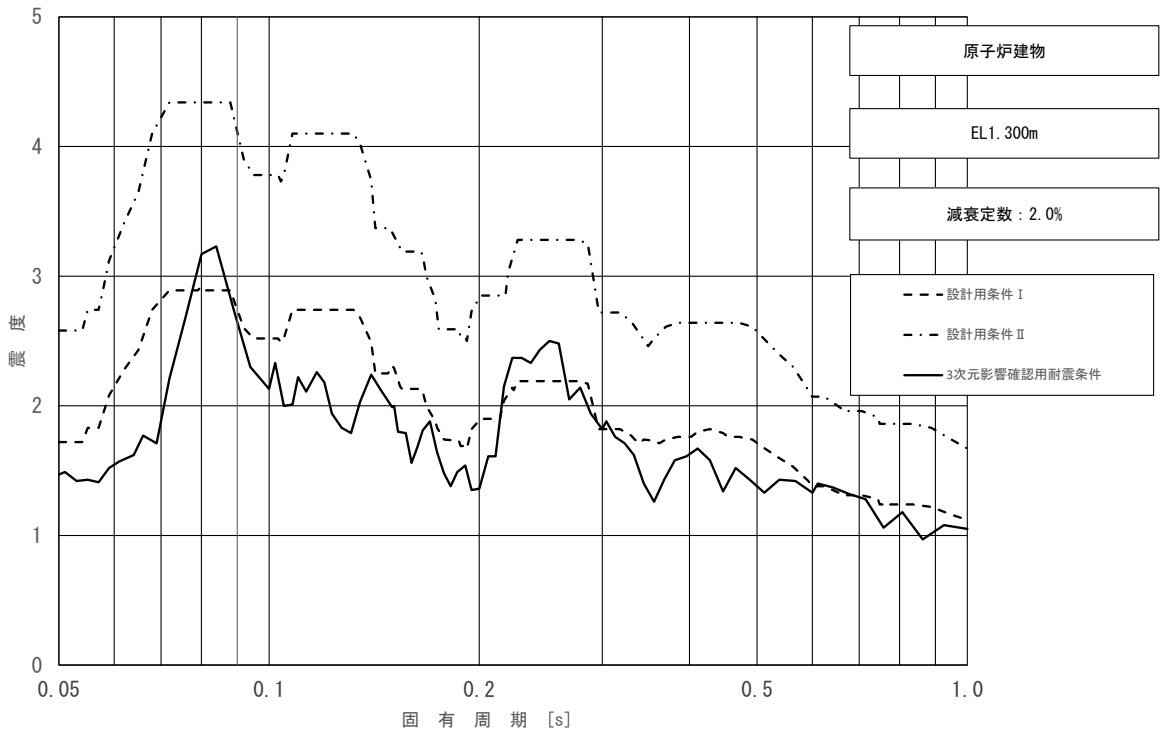


図 3-2 (10/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉建物 EL1.300m)

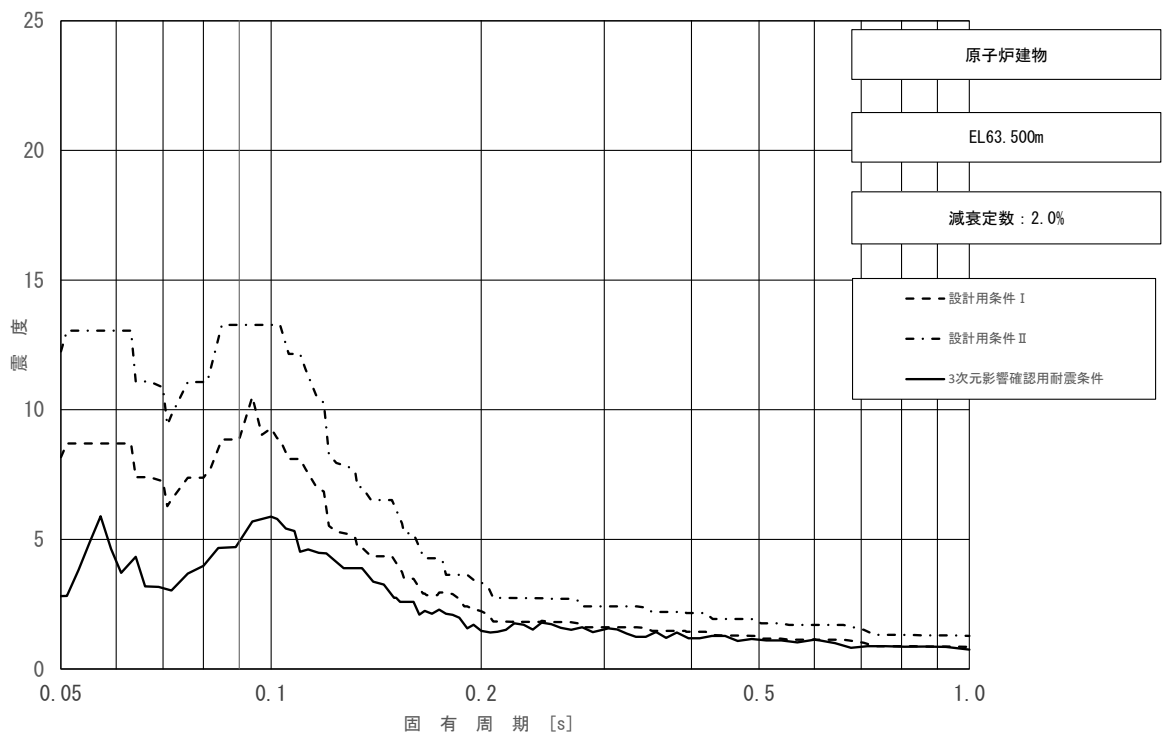


図 3-3 (1/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL63.500m)

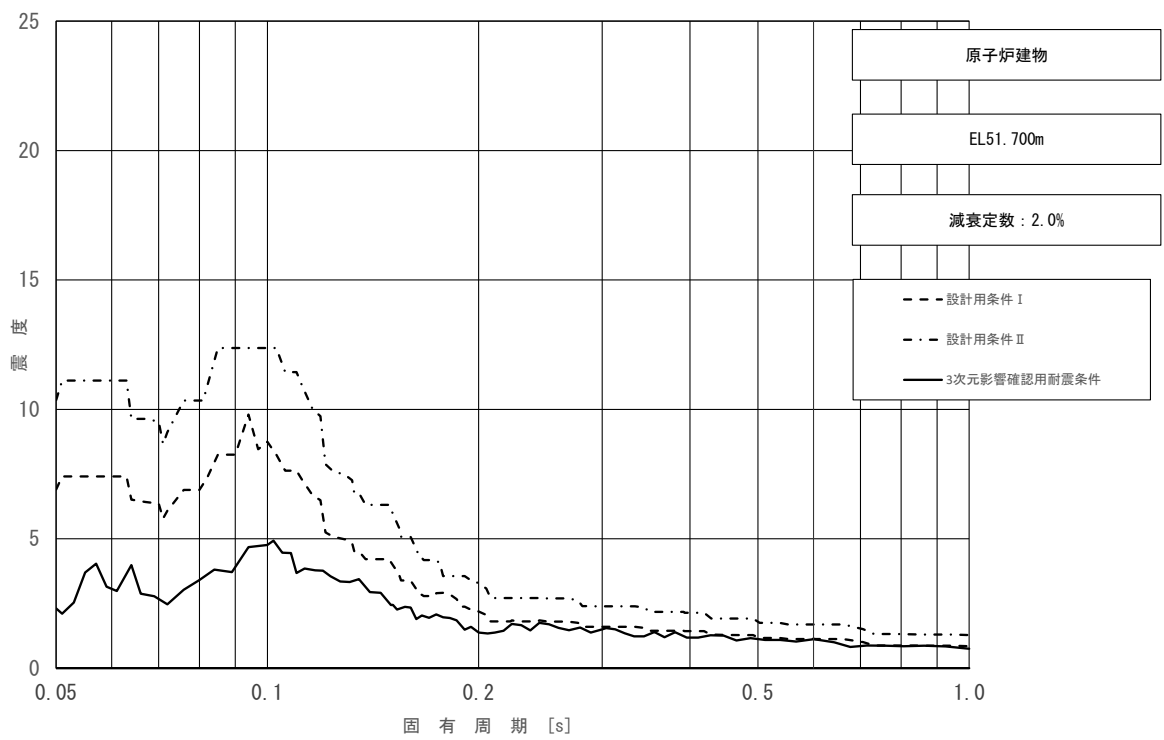


図 3-3 (2/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL51.700m)

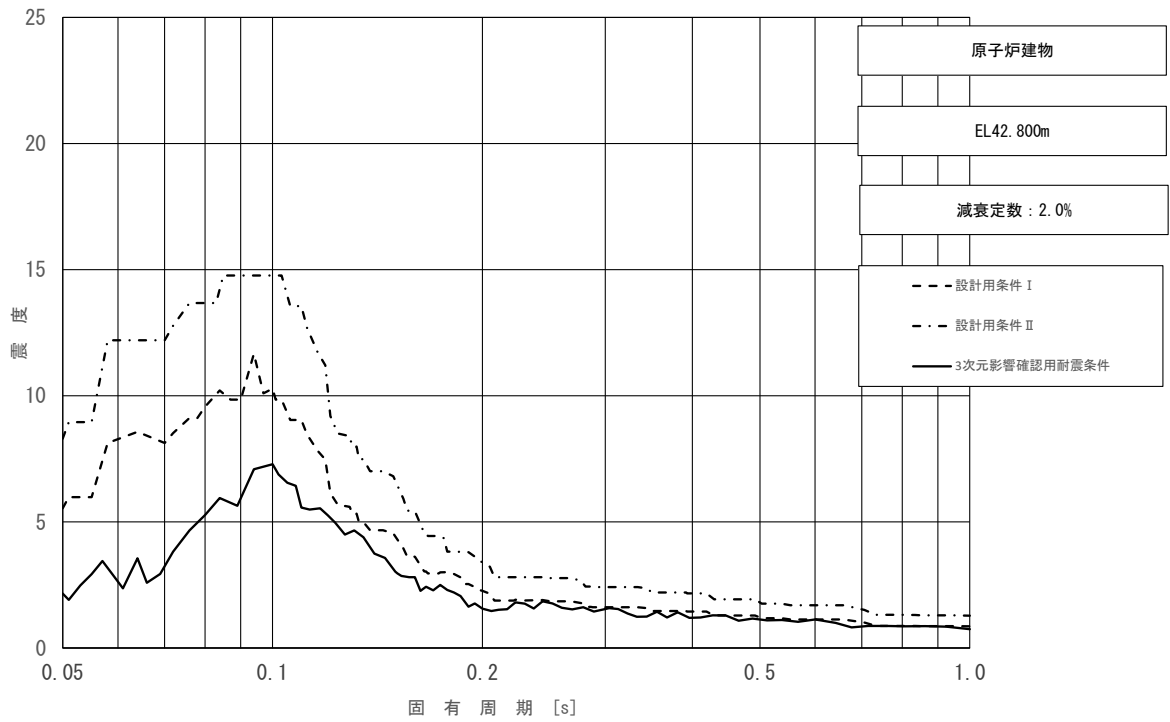


図 3-3 (3/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL42.800m)

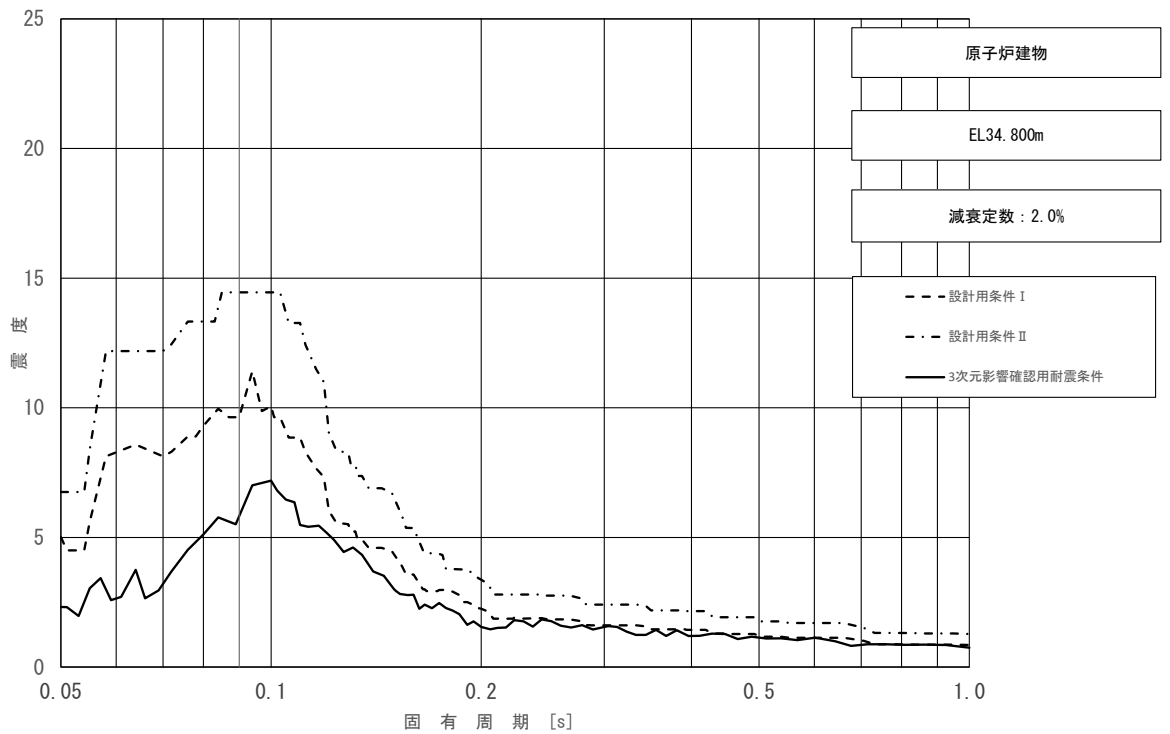


図 3-3 (4/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL34.800m)

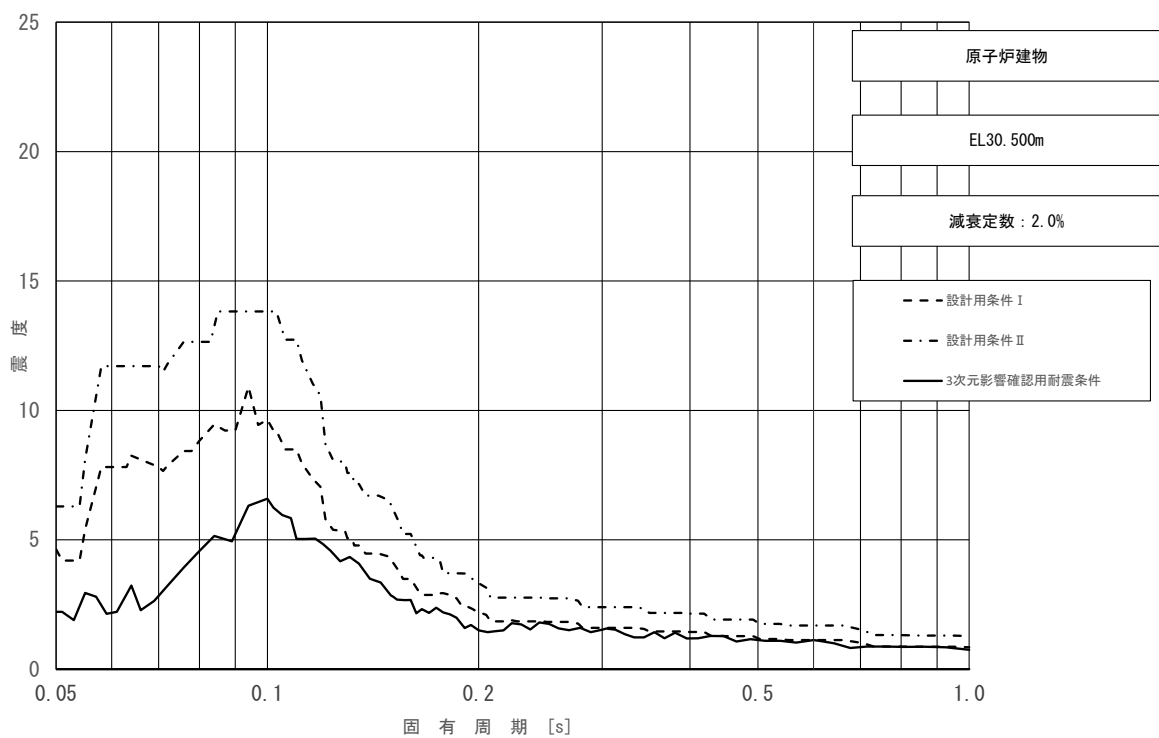


図 3-3 (5/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL30.500m)

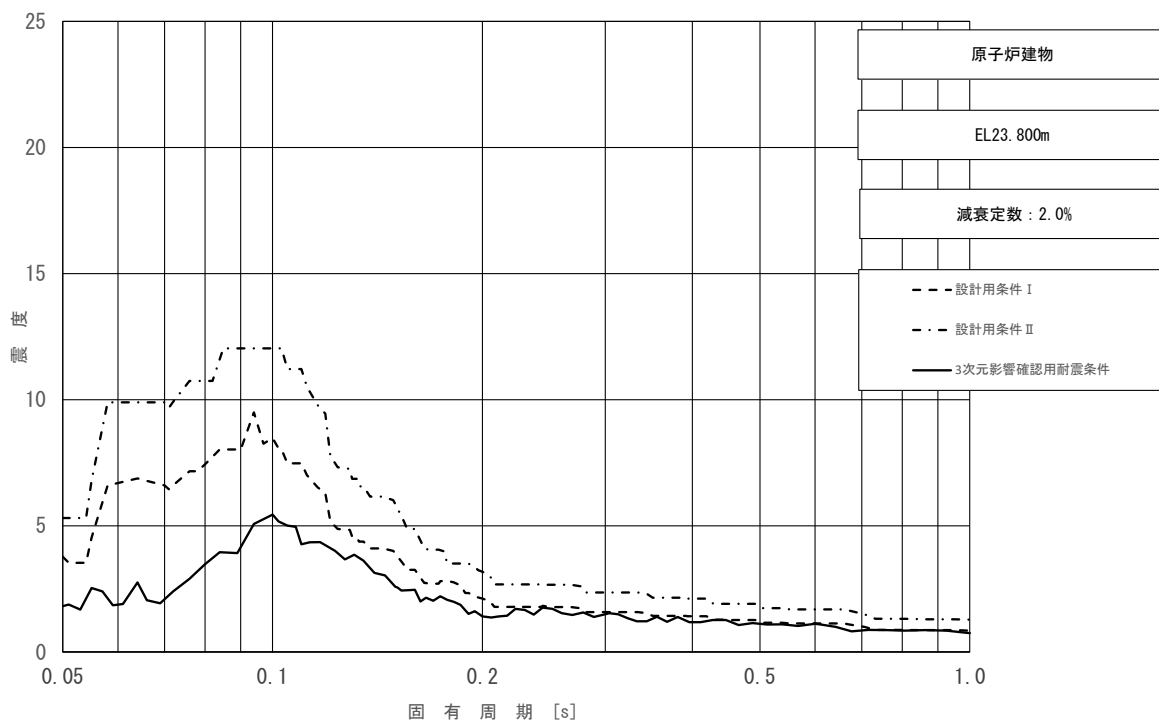


図 3-3 (6/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL23.800m)

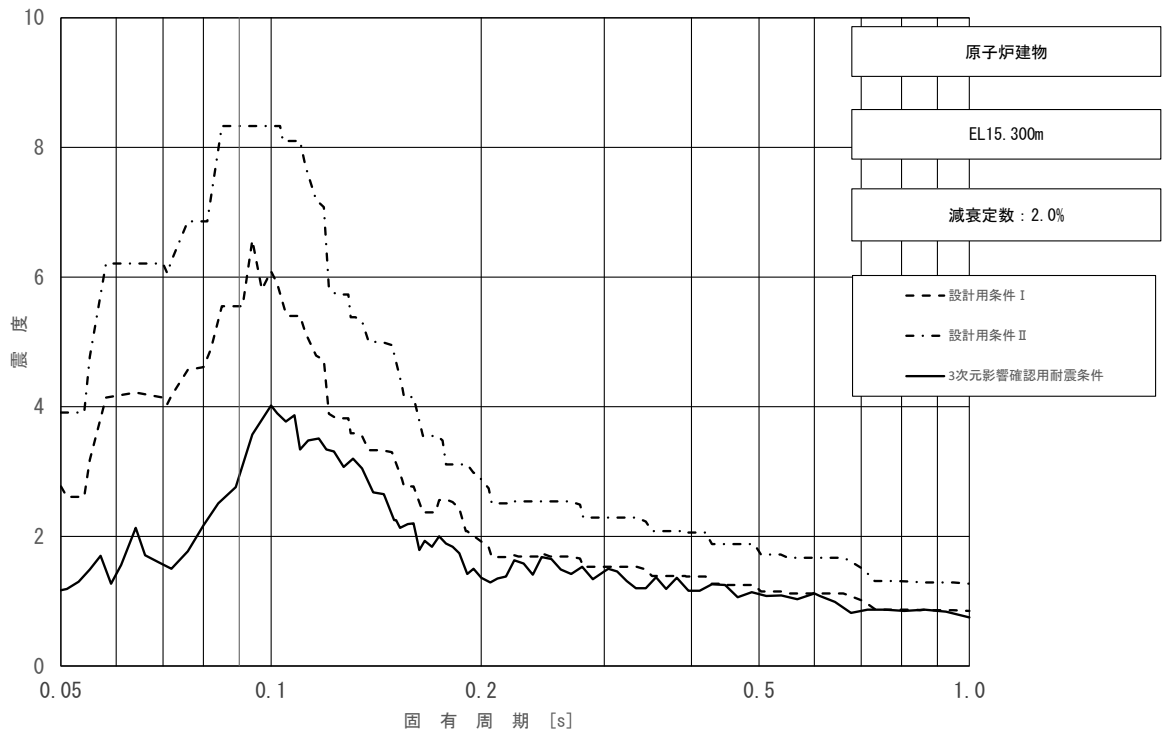


図 3-3 (7/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL15.300m)

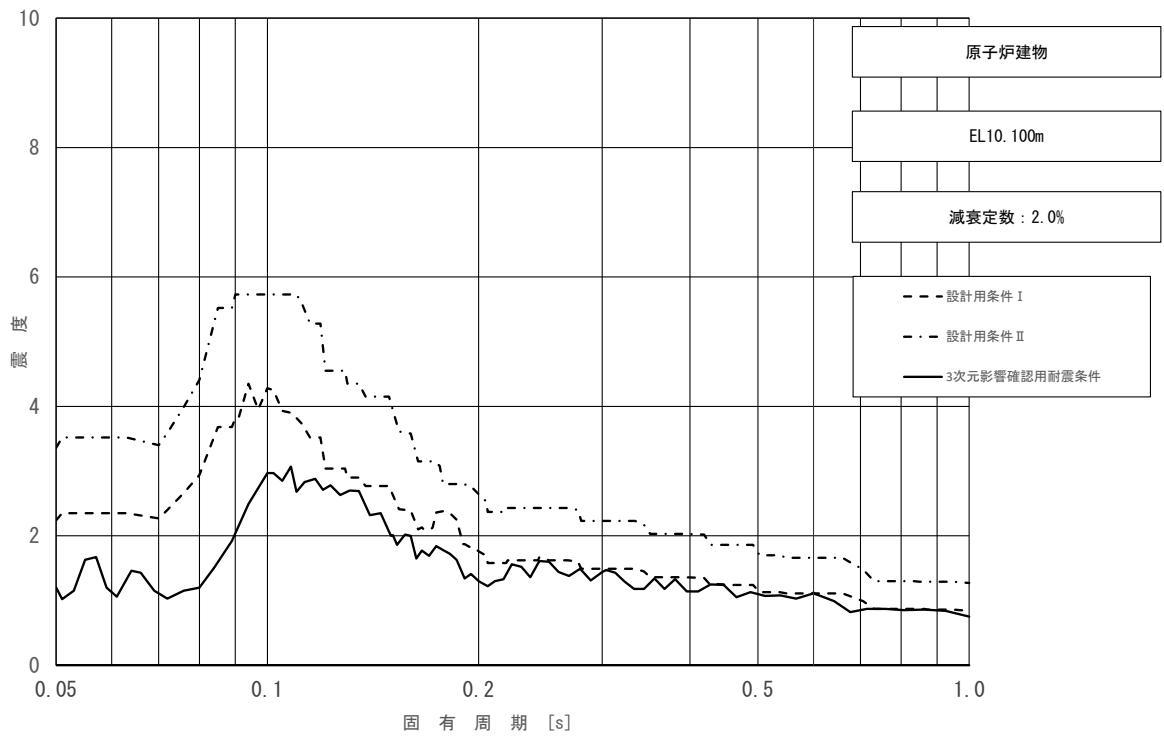


図 3-3 (8/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL10.100m)

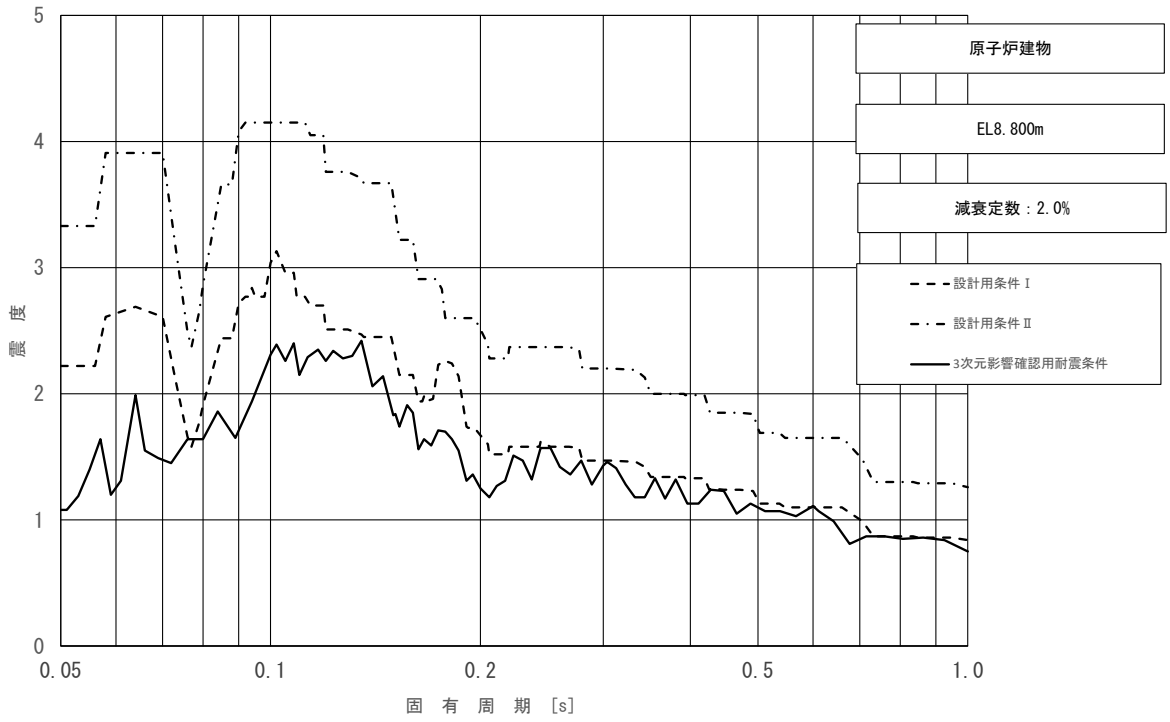


図 3-3 (9/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL8.800m)

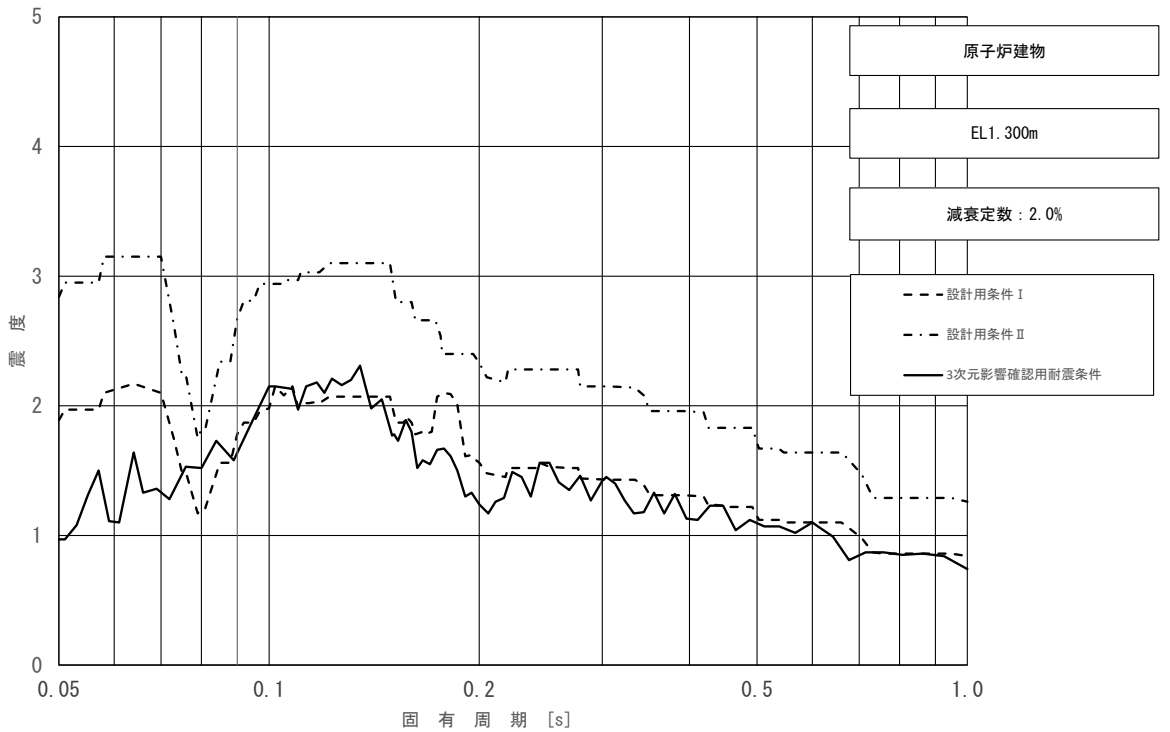


図 3-3 (10/10) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉建物 EL1.300m)

4. 検討結果

(1) 簡易評価結果

簡易評価の結果、一部の設備を除き、条件比率が設備の裕度以下となることを確認した。表4-1に条件比率が設備の裕度を上回った設備の簡易評価結果を示す。なお、配管の詳細評価対象は、評価に用いる各標高で裕度が最小となる配管を代表としている。

表 4-1 条件比率が設備の裕度を上回った設備の簡易評価結果

設備名称	評価部位	応力分類	耐震評価結果 (基準地震動 S s)			条件比率	刺激係数を 考慮した 条件比率	評価 結果	
			発生値*1 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度				
配管 (RHR-R-2)	配管本体	一次+二次 応力	353	394	1.11	1.51 (図 4-1)	1.37	×	
配管 (ADS-R-2SP)	配管本体	一次+二次 応力	260	300	1.15	1.23 (図 4-2)	1.20	×	
配管 (FCS-R-3)	配管本体	一次+二次 応力	466	438	0.93	1.64 (図 4-3)	1.28	×	
		疲労*2	0.6098*3	1	—				
配管 (NGC-R-1)	配管本体	一次+二次 応力	380	438	1.15	1.72 (図 4-4)	1.35	×	
サブプレッション チェンバ	サブプレッショ ンチェンバ胴 エビ継部外側	一次+二次 応力	478	501	1.04	水平	1.25*4 (図 4-5)	1.25*4	×
						鉛直	0.50*4 (図 4-6)		
サブプレッション チェンバサポート	ベースプレー ト (コンクリ ート反力側)	組合せ応力	251	298	1.18	水平	1.25*4 (図 4-5)	1.25*4	×
						鉛直	0.50*4 (図 4-6)		

注記*1：一次+二次応力の発生値が許容値を上回った場合は疲労評価を実施する。

*2：単位は無次元

*3：疲労評価には個別に設定する等価繰返し回数 回（基準地震動 S s）を適用する。

*4：水平方向と鉛直方向で地震応答解析モデルが異なるため、各解析モデルにおける条件比率を示す。

(2) 詳細評価結果

簡易評価において条件比率が設備の裕度を上回った6設備に対して詳細評価を行った結果、発生値が許容値以下であることを確認した。表4-2に詳細評価結果を示す。

また、補足説明資料「補足023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、詳細評価による発生値と耐震計算書に記載の発生値を比較し、対象設備の詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回る設備は2設備であることを確認した。よって、この2設備の評価結果をVI-2-12「水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果」に反映する。

表 4-2 条件比率が設備の裕度を上回った設備の詳細評価結果

設備名称	評価部位	応力分類	詳細評価結果							耐震計算書の発生値との比較	
			条件種別	構造物名	EL (m)	減衰定数 (%)	発生値*1 (MPa)	許容値 (MPa)	評価結果*7	発生値 (MPa)	比較結果*8
配管 (RHR-R-2)	配管本体	一次+二次応力	FRS	原子炉建物			270*9	394	○	353*9	○
配管 (ADS-R-2SP)	配管本体	一次+二次応力	FRS	原子炉建物			201*9	300	○	260*9	○
配管 (FCS-R-3)	配管本体	一次+二次応力	FRS	原子炉建物			457*9	438	○	466*9	○
		疲労*2	—	原子炉建物			0.5883*3,*9	1		0.6098*9	○
配管 (NGC-R-1)	配管本体	一次+二次応力	FRS	原子炉建物			374*9	438	○	380*9	○
サプレッションチェンバ	サプレッションチェンバ胴エビ継部外側	一次+二次応力	FRS	原子炉建物	1.3	1.0	598*4	501	○	478	×
		疲労*2	—	原子炉建物	1.3	1.0	0.1465*5	1		—	
サプレッションチェンバサポート	ベースプレート (コンクリート反力側)	組合せ応力	FRS	原子炉建物	1.3	1.0	298*6,*10	298	○	251	×

注記*1：一次+二次応力の発生値が許容値を上回った場合は疲労評価を実施する。

*2：単位は無次元

*3：疲労評価には個別に設定する等価繰返し回数 回（基準地震動 S s）を適用する。

*4：水平方向の地震応答解析モデルにおける条件比率を耐震計算書の発生応力に乗じて評価した結果を示す。

*5：疲労評価には一律に設定する等価繰返し回数 150 回（基準地震動 S s）を適用する。

*6：耐震計算書におけるサプレッションチェンバサポートに作用する水平方向及び鉛直方向地震荷重（水平2方向及び鉛直方向入力による地震応答解析結果）に、水平方向（NS方向及びEW方向の最大）及び鉛直方向の条件比率を乗じた荷重を用いて評価した結果を示す。

*7：詳細評価による発生値が許容値を上回らない場合は「○」

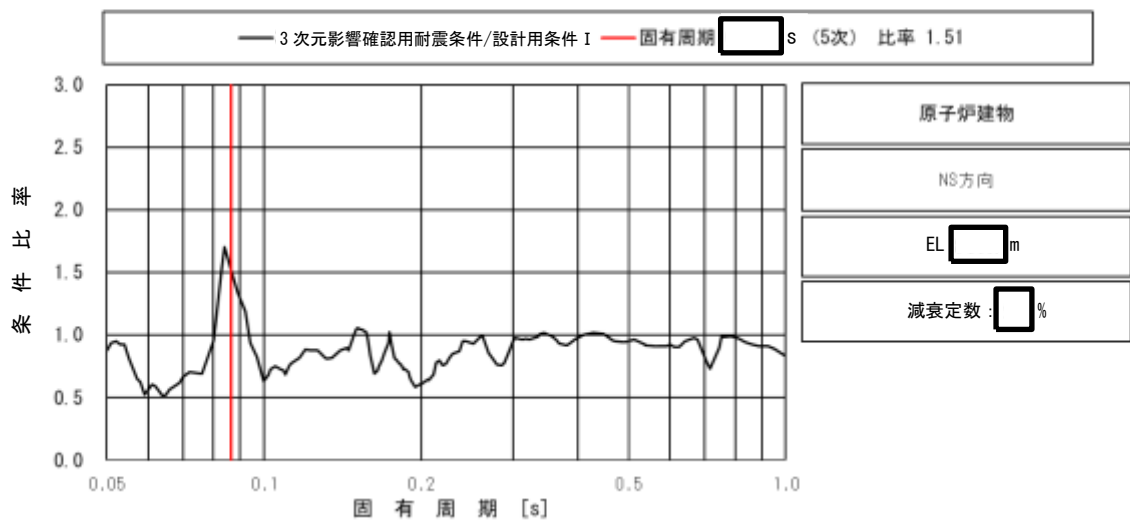
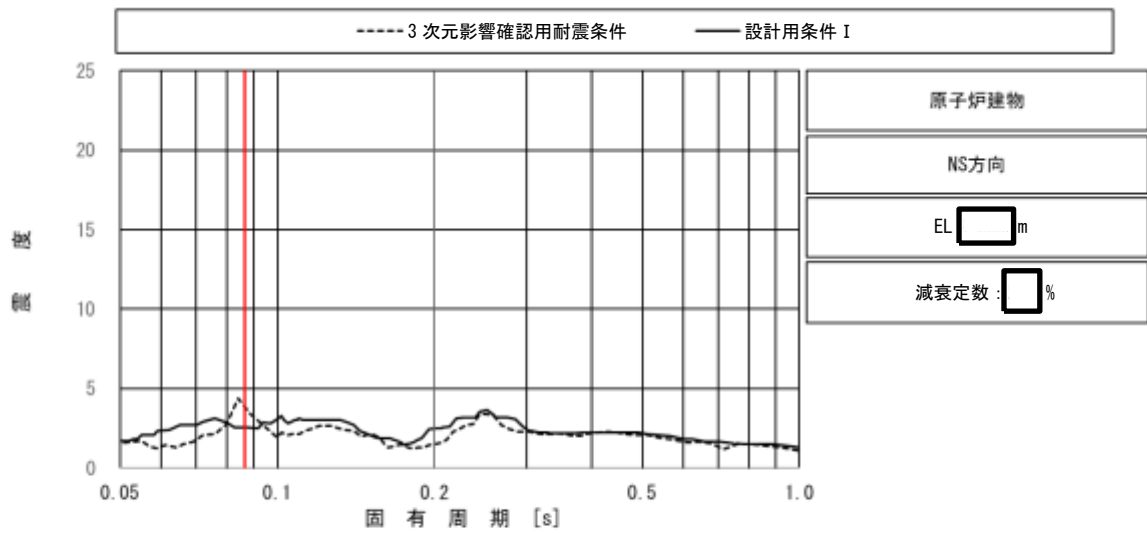
詳細評価による発生値が許容値を上回る場合は「×」を記載

*8：詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回らない場合は「○」

詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回る場合は「×」を記載

*9：主要な振動モードにおいて3次元影響確認用耐震条件が耐震計算に用いる設計条件を下回ることから詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を下回った。

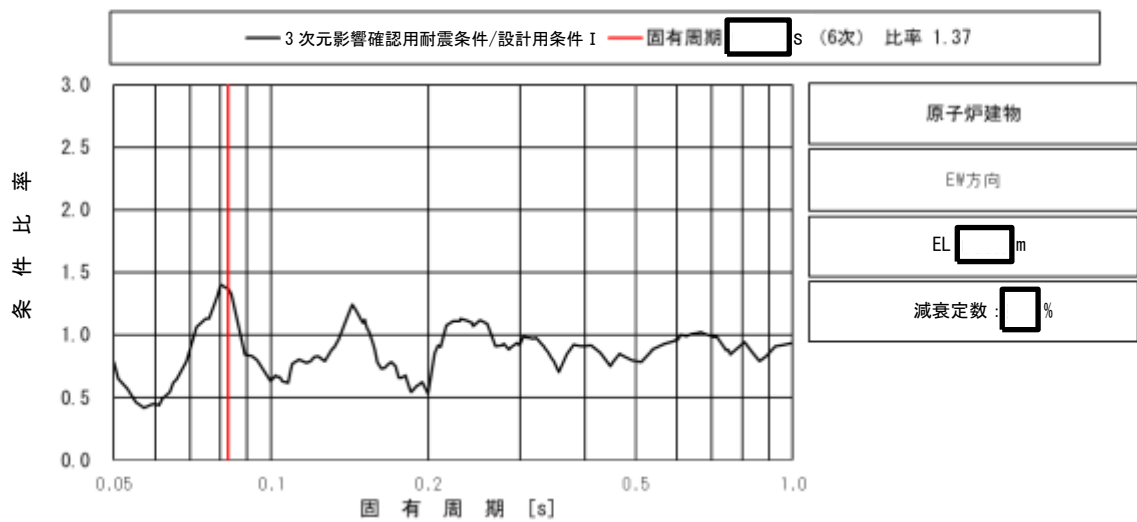
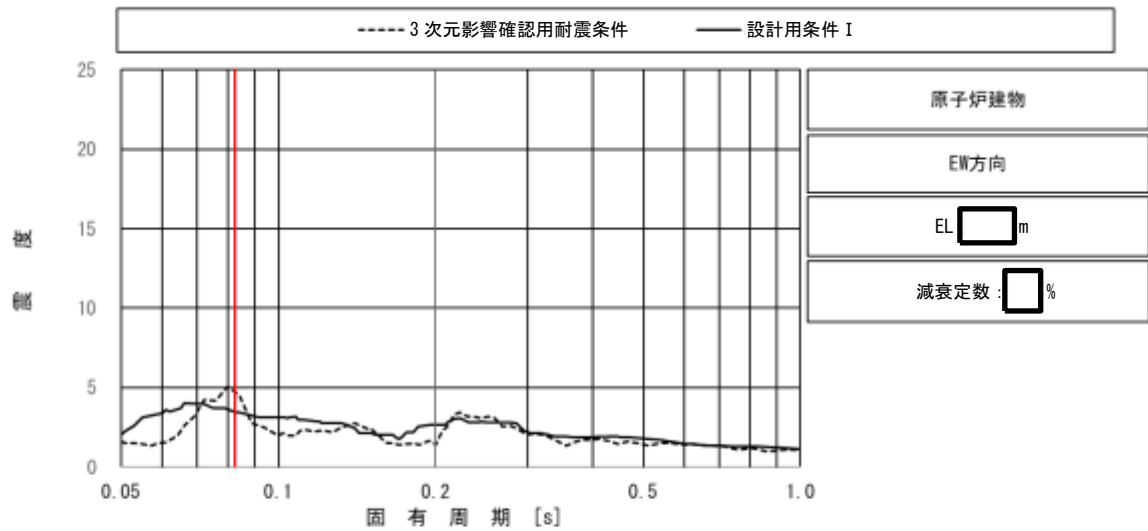
*10：水平方向の条件比率には、NS方向の条件比率（1.04）及びEW方向の条件比率（1.25）のうち、厳しい方の条件比率（1.25）を適用している。このため、NS方向の応答に対しては約1.2倍（=1.25÷1.04）の余裕が考慮されており、保守的な条件が考慮されている。



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

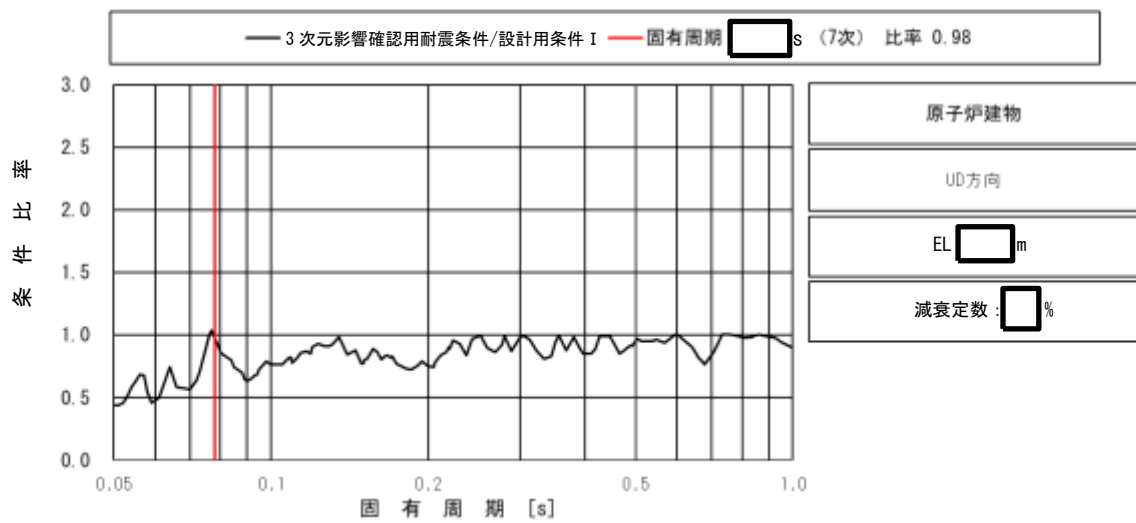
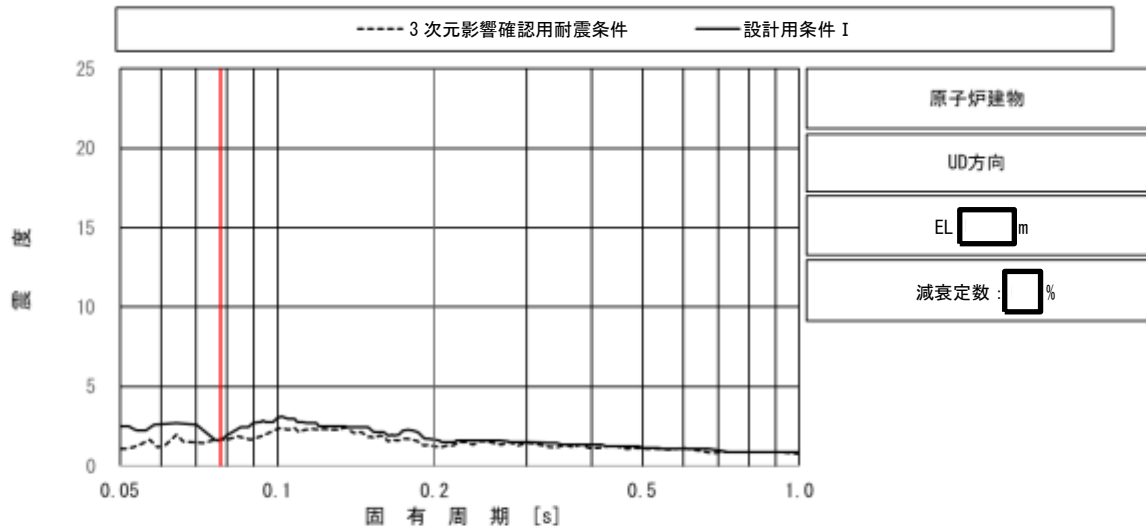
図 4-1 配管(RHR-R-2)の条件比率
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS), 原子炉建物 EL [] m) (1/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

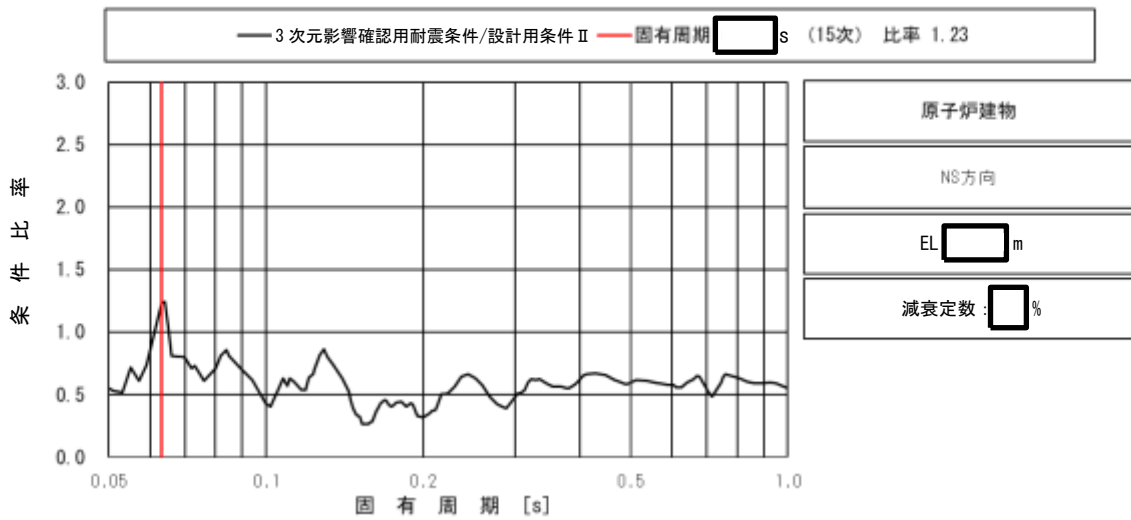
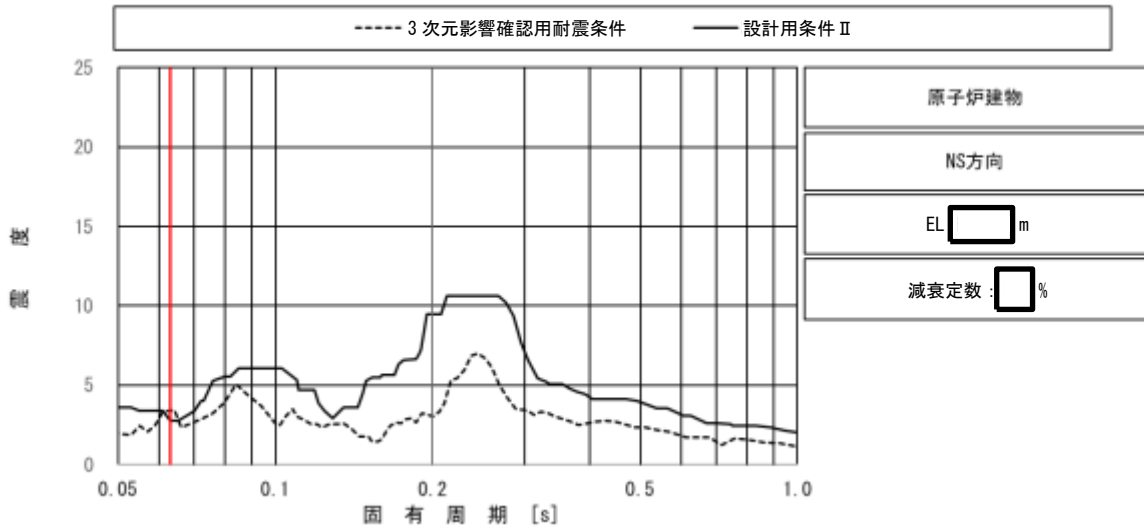
図 4-1 配管(RHR-R-2)の条件比率
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL [] m) (2/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

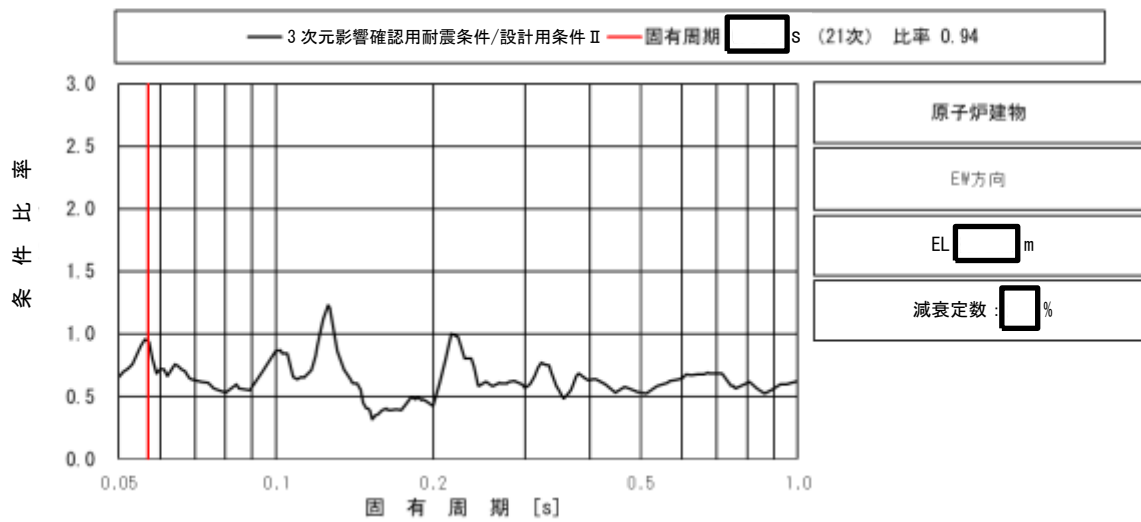
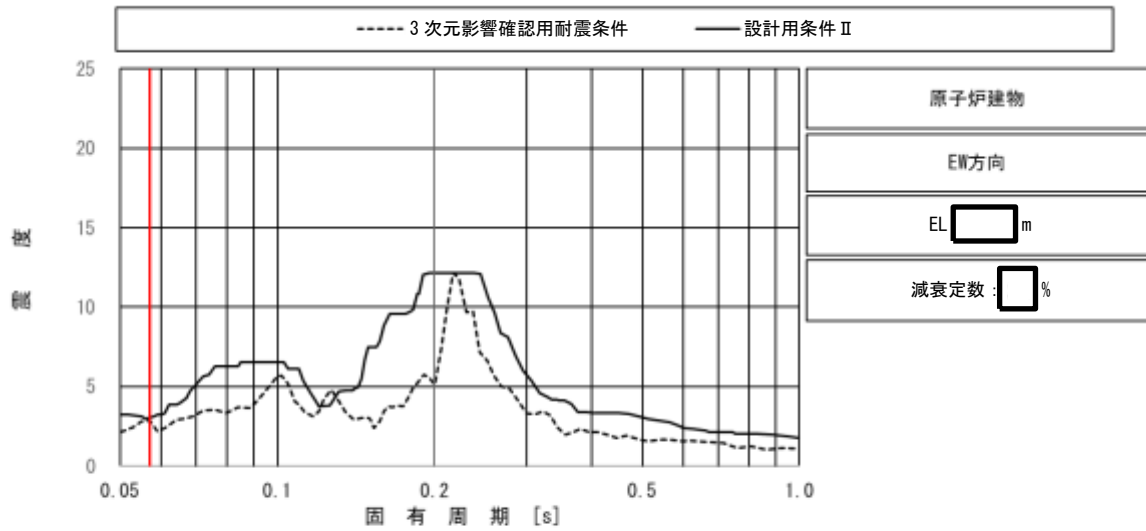
図 4-1 配管 (RHR-R-2) の条件比率
 (基準地震動 S s, 鉛直方向, 原子炉建物 EL [] m) (3/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

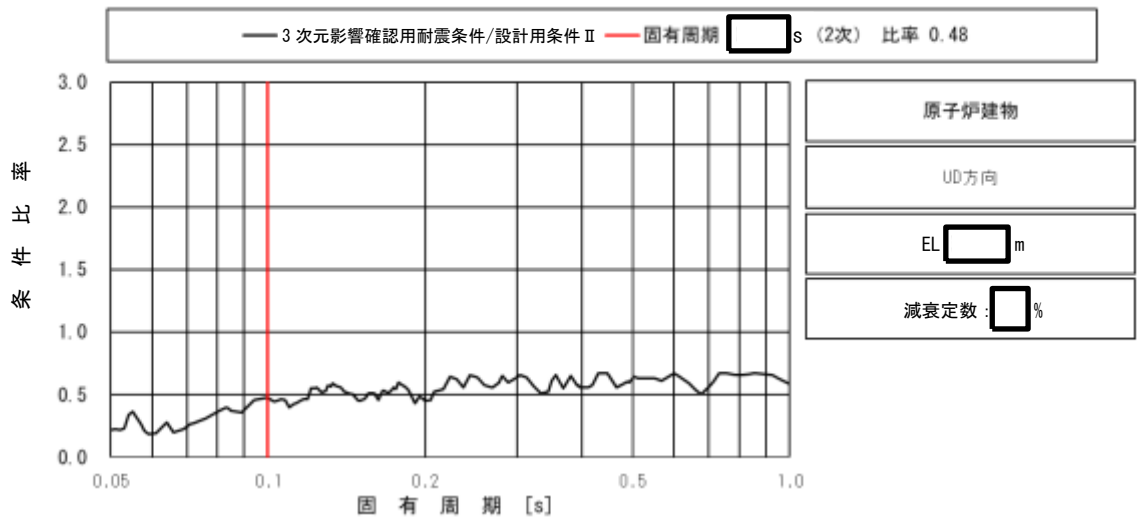
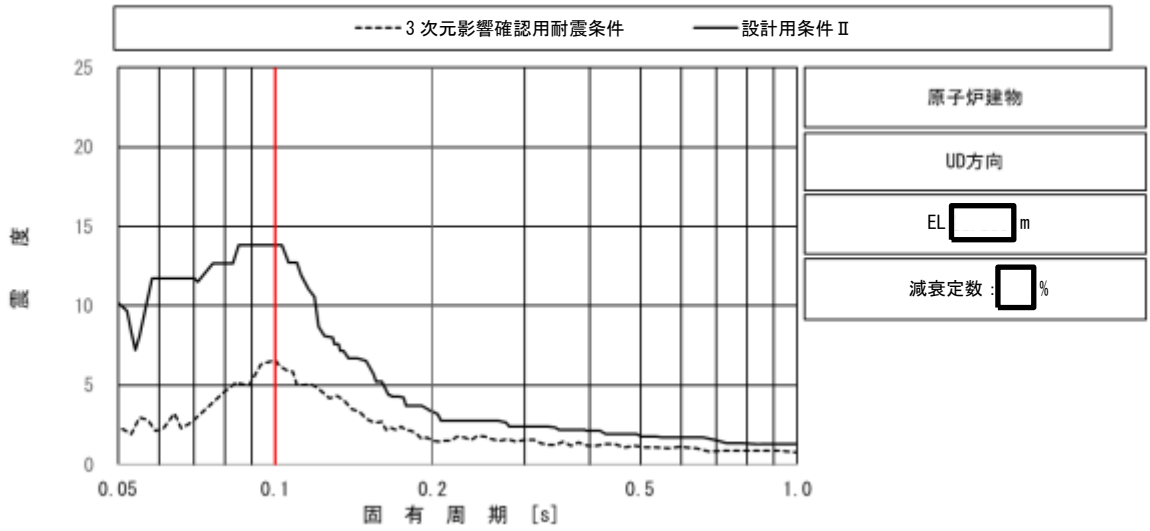
図 4-2 配管 (ADS-R-2SP) の条件比率
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS), 原子炉建物 EL [] m) (1/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

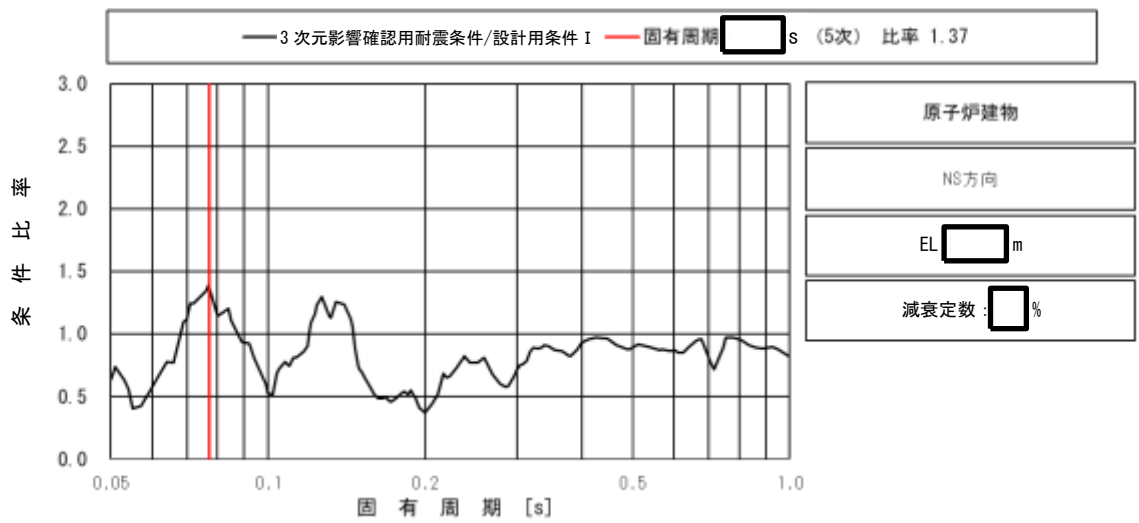
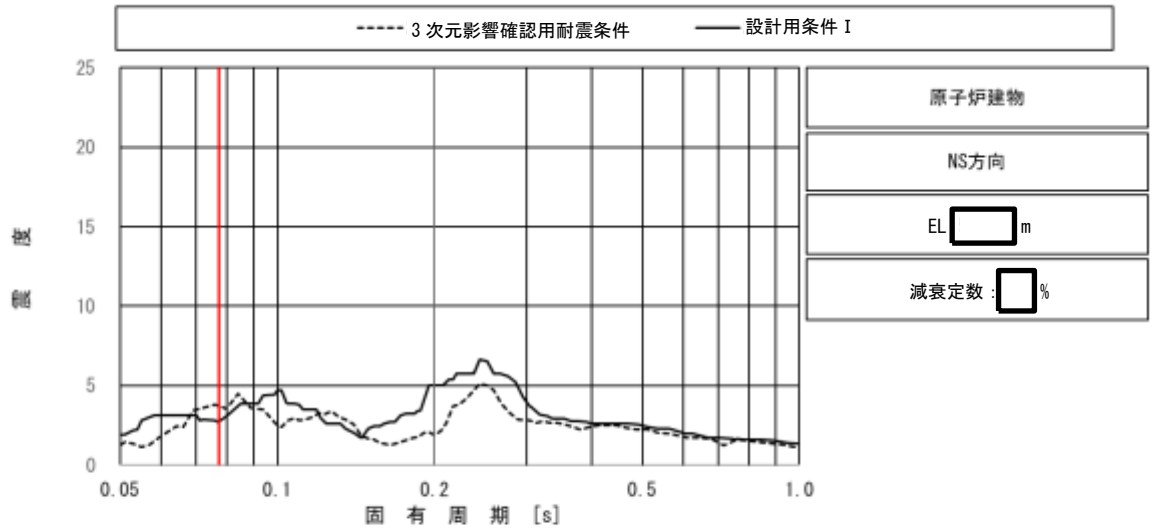
図 4-2 配管 (ADS-R-2SP) の条件比率
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL [] m) (2/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図4-2 配管(ADS-R-2SP)の条件比率
(基準地震動 S s, 鉛直方向, 原子炉建物 EL [] m) (3/3)

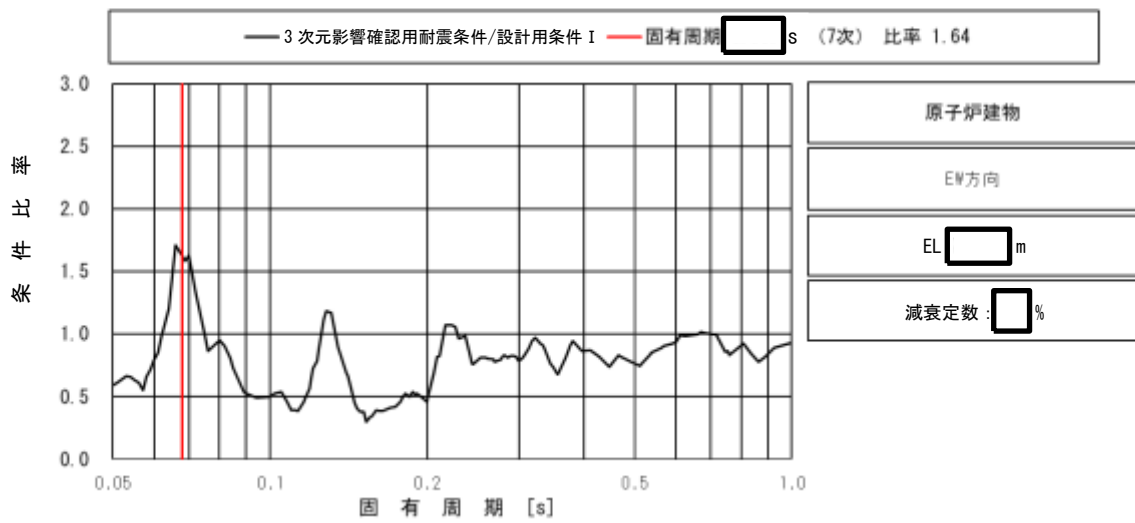
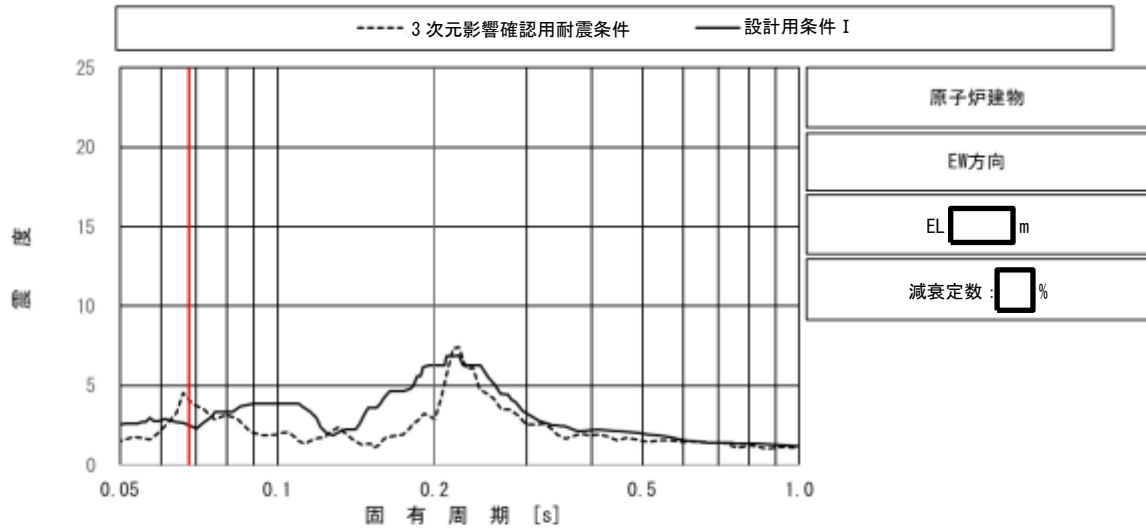


上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図 4-3 配管(FCS-R-3)の条件比率

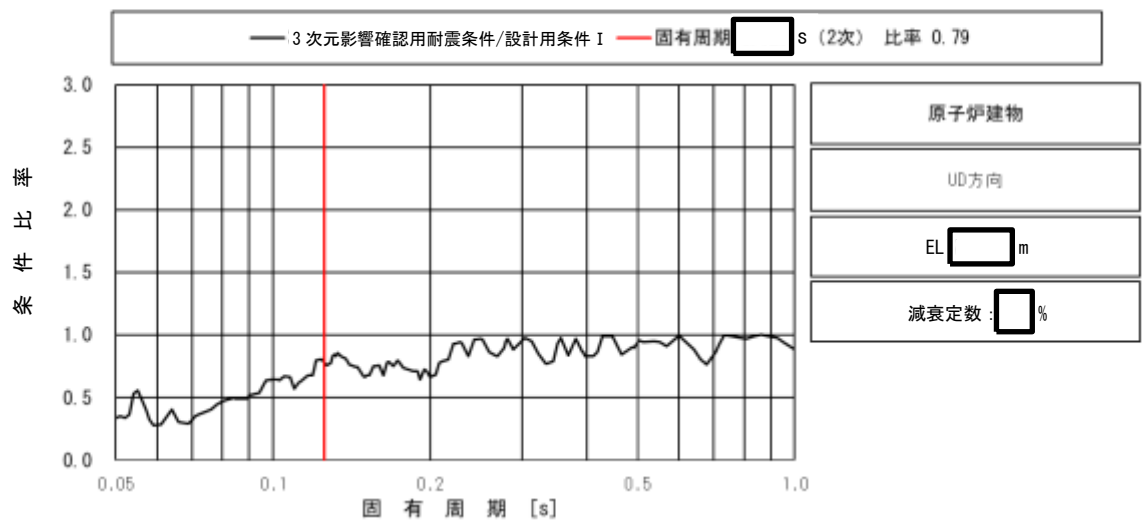
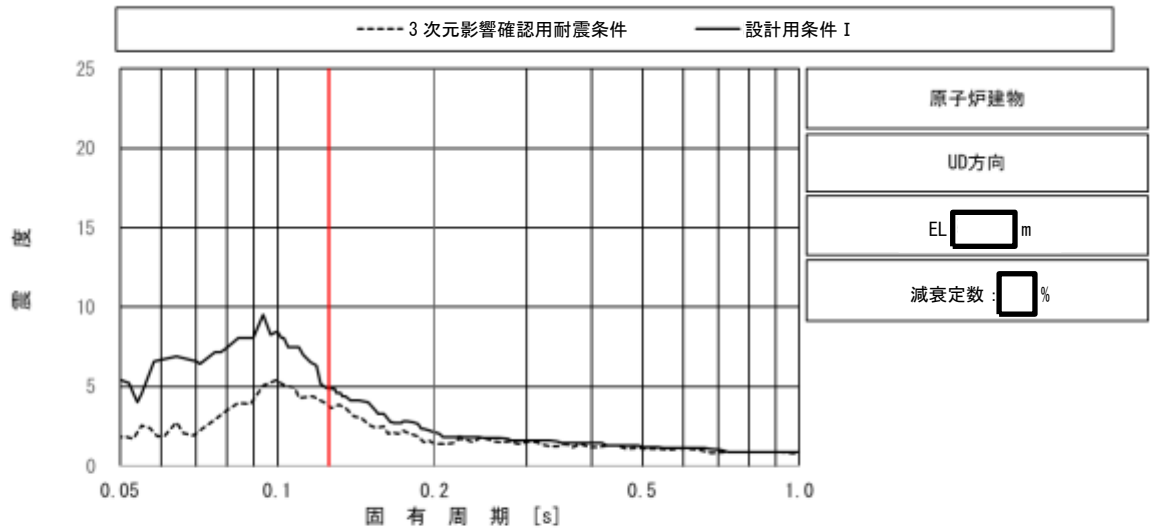
(基準地震動 S s，水平方向 (NS)，原子炉建物 EL [] m) (1/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

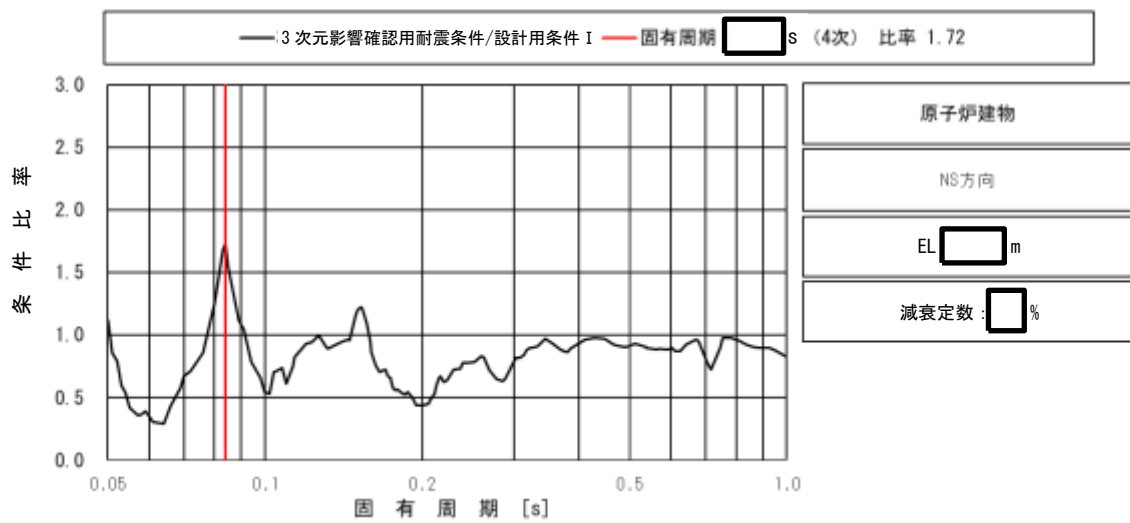
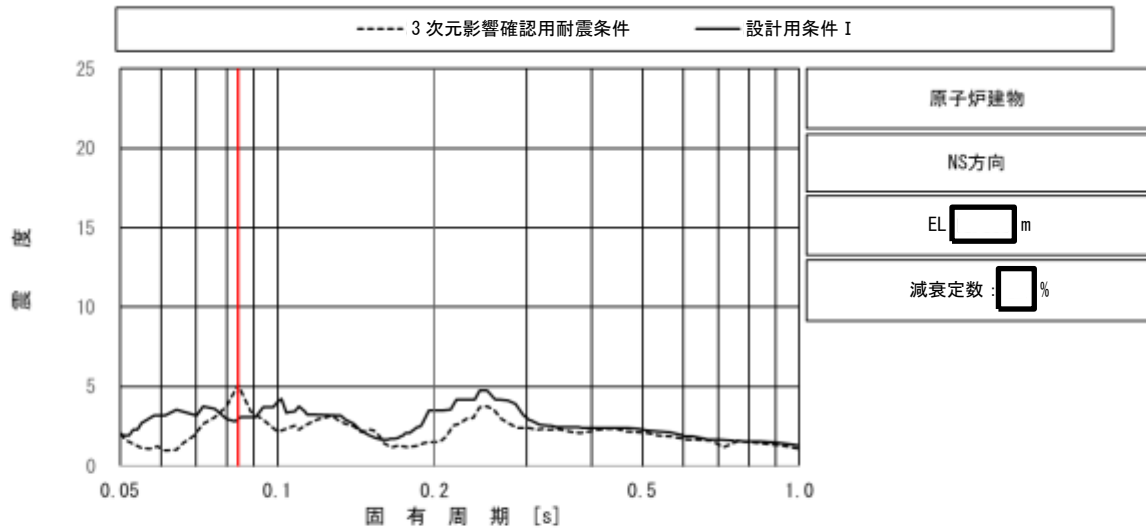
図 4-3 配管(FCS-R-3)の条件比率
 (基準地震動 S s, 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL m) (2/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

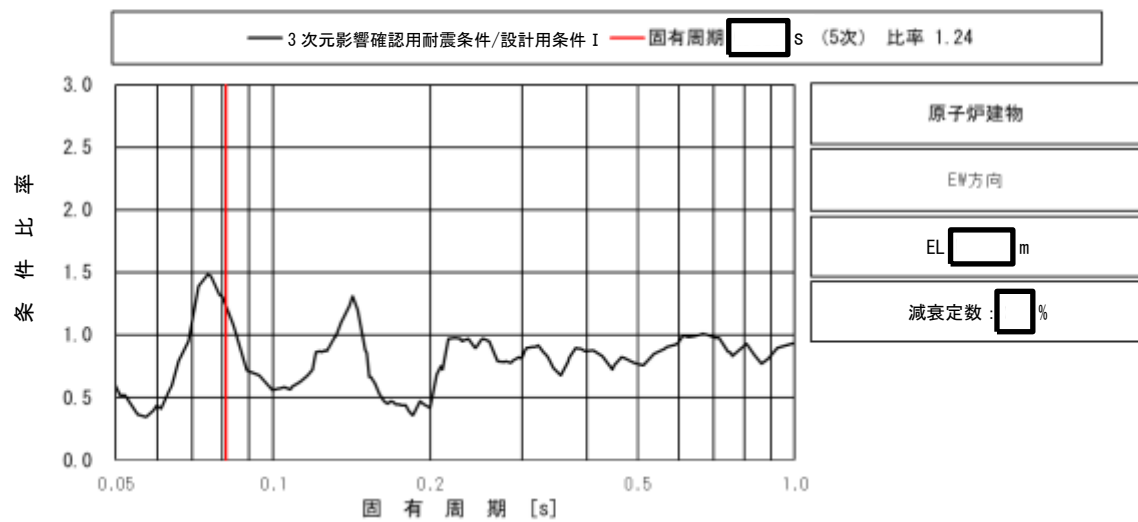
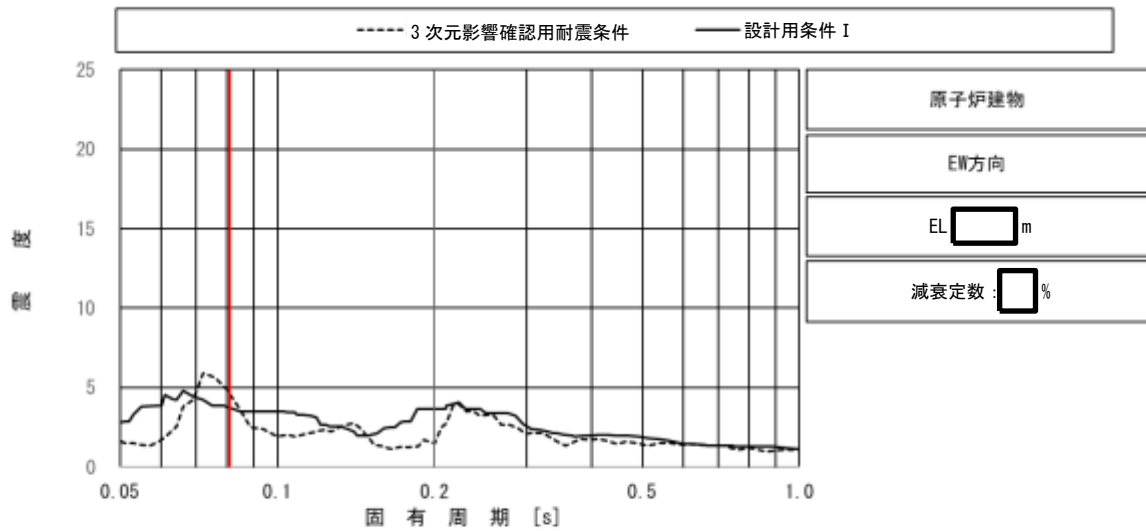
図 4-3 配管(FCS-R-3)の条件比率
(基準地震動 S s, 鉛直方向, 原子炉建物 EL m) (3/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

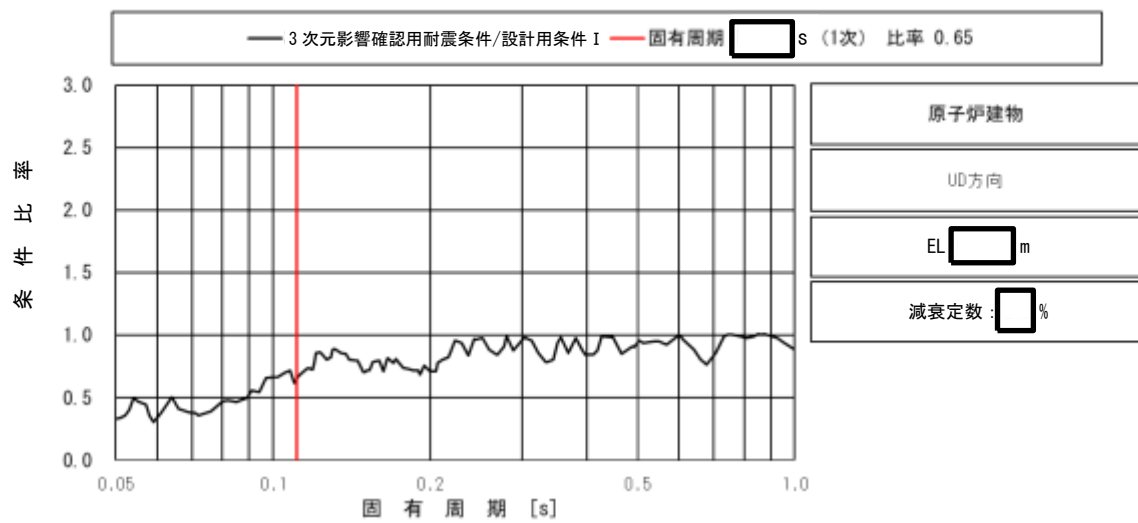
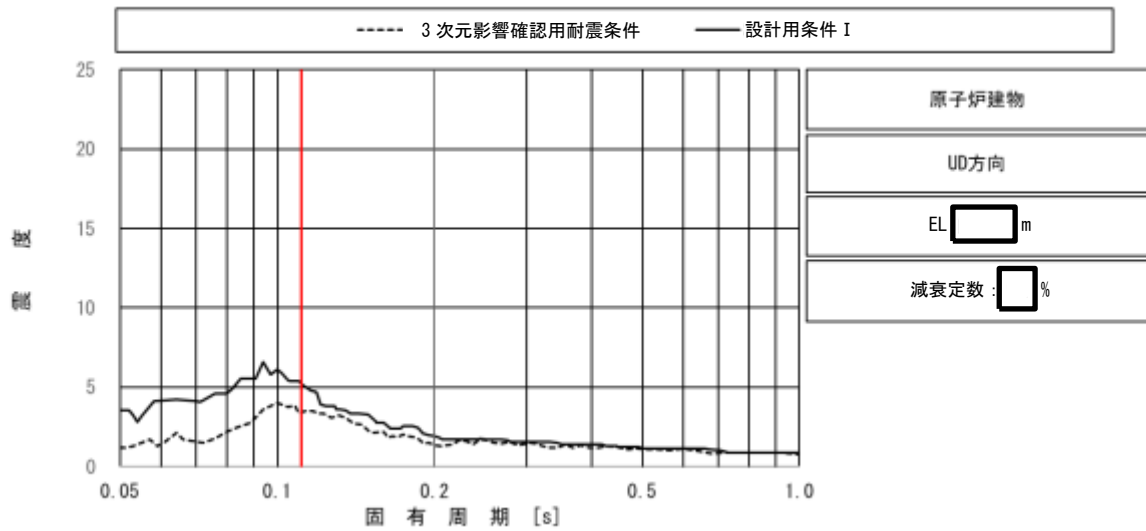
図 4-4 配管(NGC-R-1)の条件比率
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS), 原子炉建物 EL [] m) (1/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

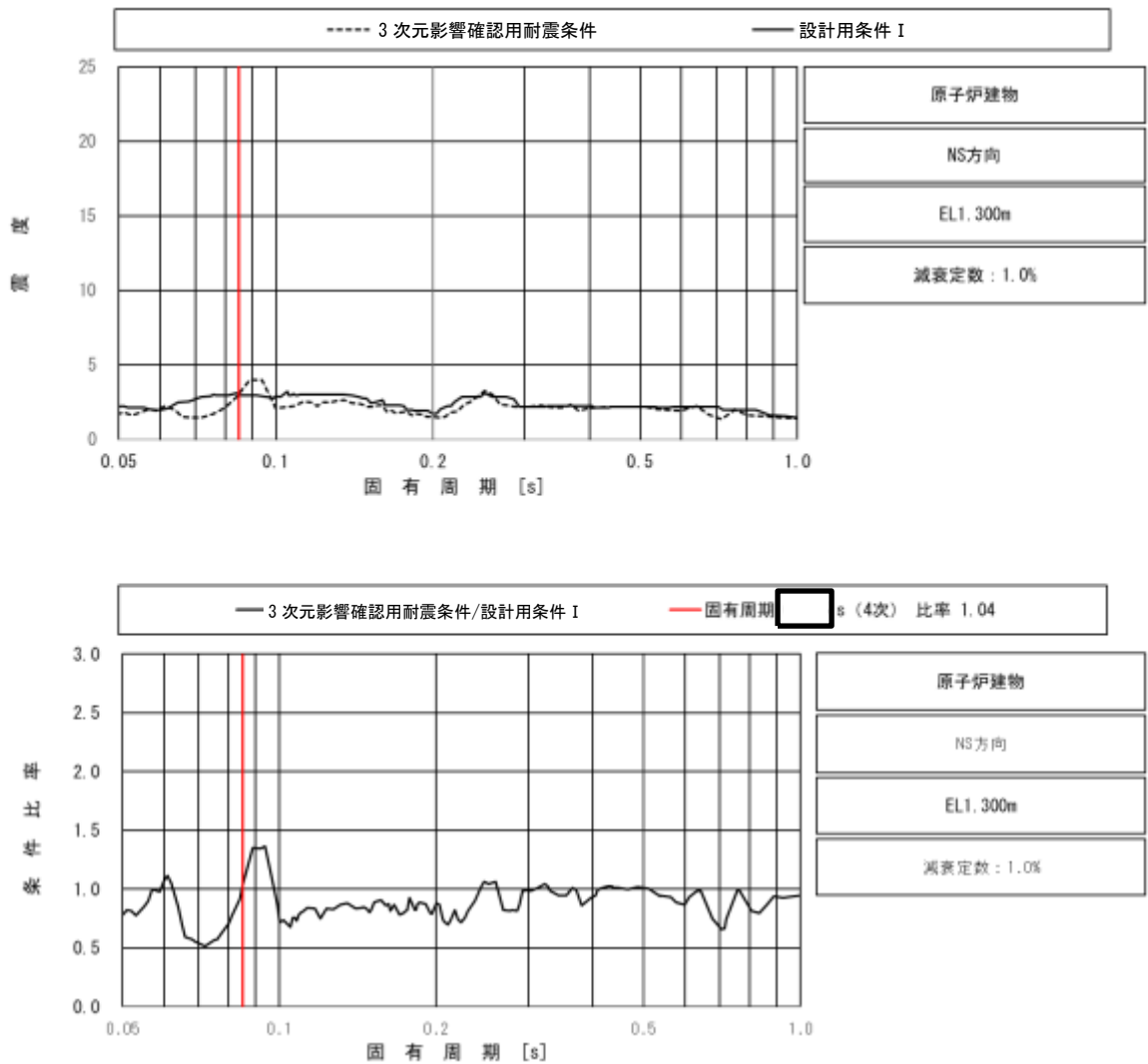
図 4-4 配管(NGC-R-1)の条件比率
 (基準地震動 S s, 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL [] m) (2/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

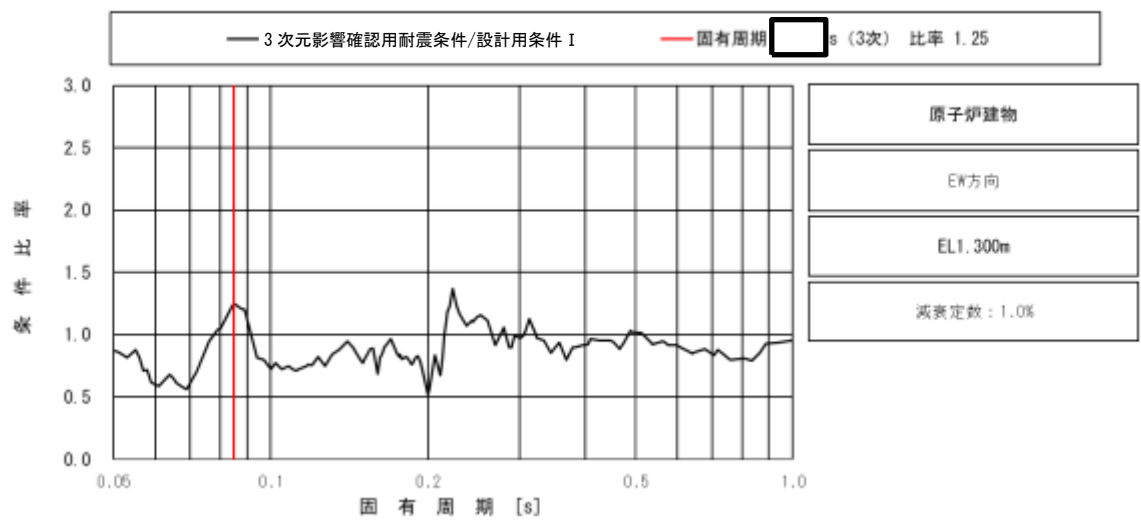
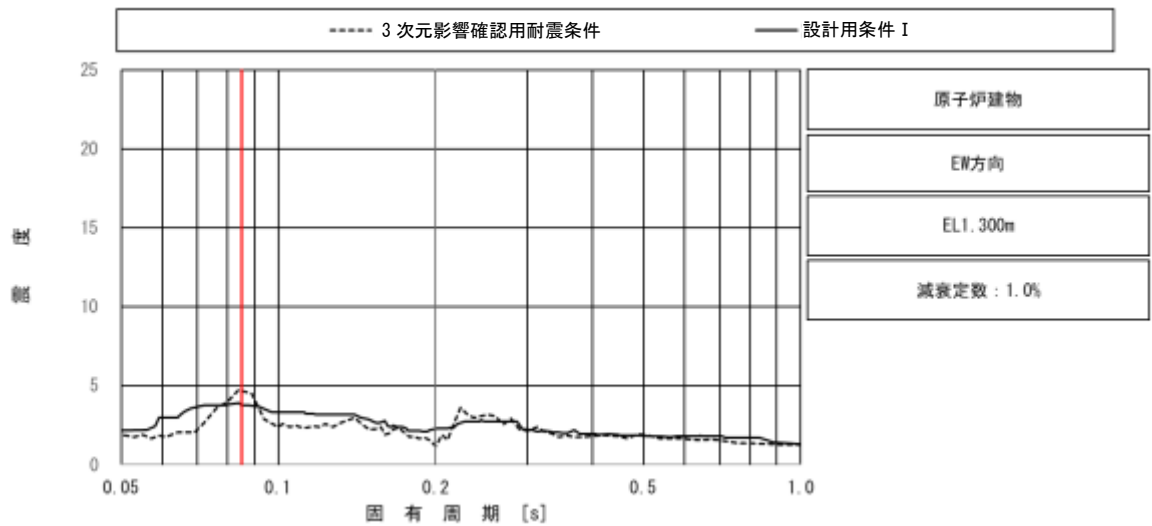
図 4-4 配管(NGC-R-1)の条件比率
 (基準地震動 S s, 鉛直方向, 原子炉建物 EL [] m) (3/3)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

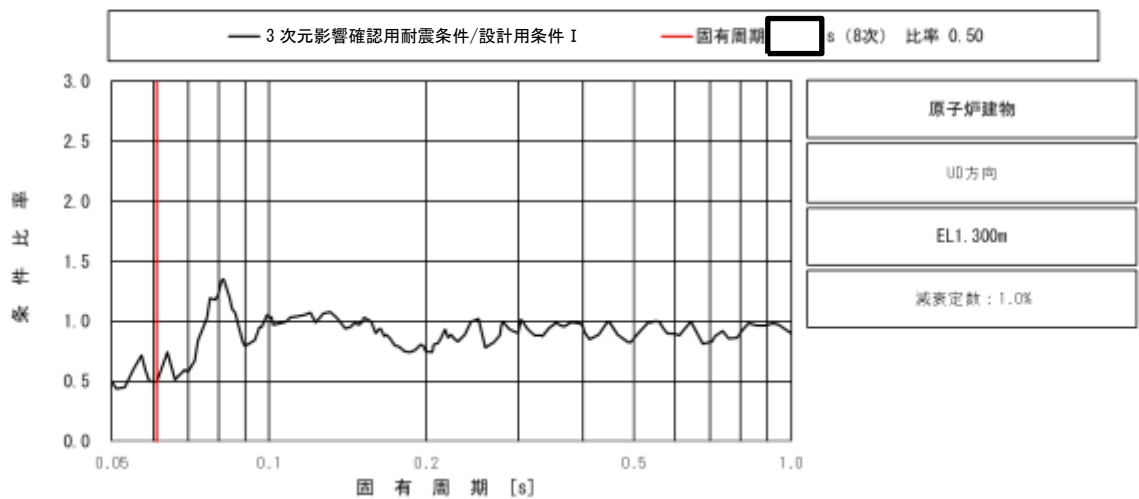
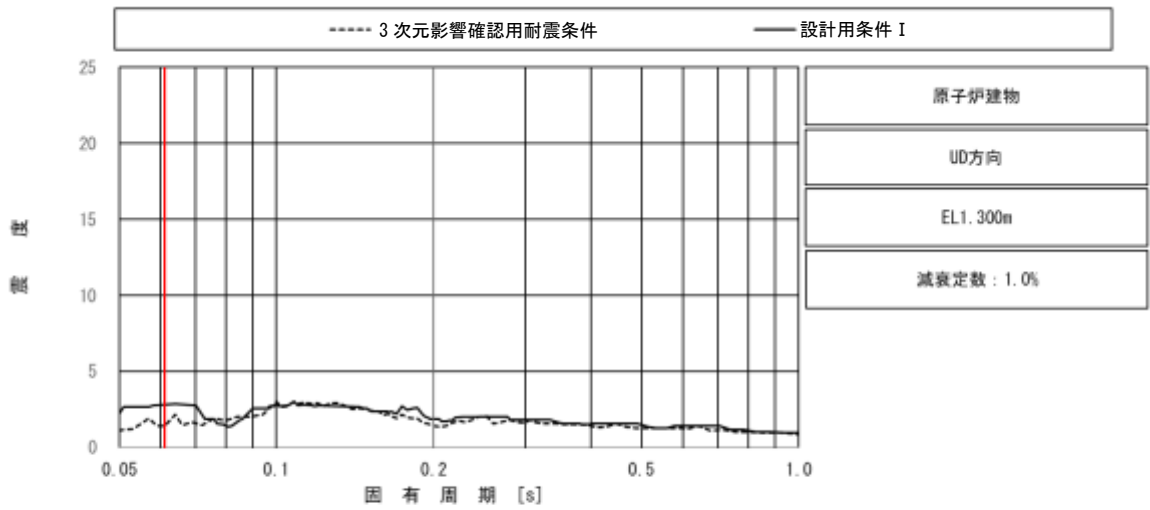
図 4-5 サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポート
 (水平方向地震応答解析モデル) の条件比率
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS), 原子炉建物 EL 1.300m) (1/2)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図 4-5 サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポート
 (水平方向地震応答解析モデル) の条件比率
 (基準地震動 S s, 水平方向 (EW), 原子炉建物 EL 1.300m) (2/2)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図4-6 サプレッションチェンバ及びサプレッションチェンバサポート
 (鉛直方向地震応答解析モデル) の条件比率
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向, 原子炉建物 EL 1.300m)

5. まとめ

「別紙3 3次元FEMモデルによる地震応答解析」の「3.4 床応答への影響検討」より、3次元FEMモデルの応答が質点系モデルの応答を上回る箇所があることを踏まえて機器・配管系への影響検討を実施した。その結果、3次元FEMモデルによる影響を考慮しても、機器・配管系の耐震性に影響がないことを確認した。

別紙 4.8-1 原子炉建物 3次元 FEM モデルによる

原子炉圧力容器等の地震応答への影響確認

目 次

1. 概要	別紙 4.8-1-1
2. 検討方針	別紙 4.8-1-1
2.1 検討対象	別紙 4.8-1-3
2.2 検討方法	別紙 4.8-1-3
2.2.1 3次元 FEM-質点系連成モデル耐震条件の作成	別紙 4.8-1-3
2.2.2 3次元 FEM-質点系連成モデルによる影響の評価	別紙 4.8-1-4
3. 「3次元 FEM-質点系連成モデル」のモデル化	別紙 4.8-1-5
3.1 解析条件	別紙 4.8-1-5
3.2 解析モデル	別紙 4.8-1-6
4. 検討内容	別紙 4.8-1-10
4.1 固有値解析結果	別紙 4.8-1-10
4.2 3次元 FEM 連成解析モデルと今回工認モデルの応答比率	別紙 4.8-1-20
4.3 3次元 FEM 連成解析モデル耐震条件の作成	別紙 4.8-1-241
5. 検討結果	別紙 4.8-1-350
6. まとめ	別紙 4.8-1-354

1. 概要

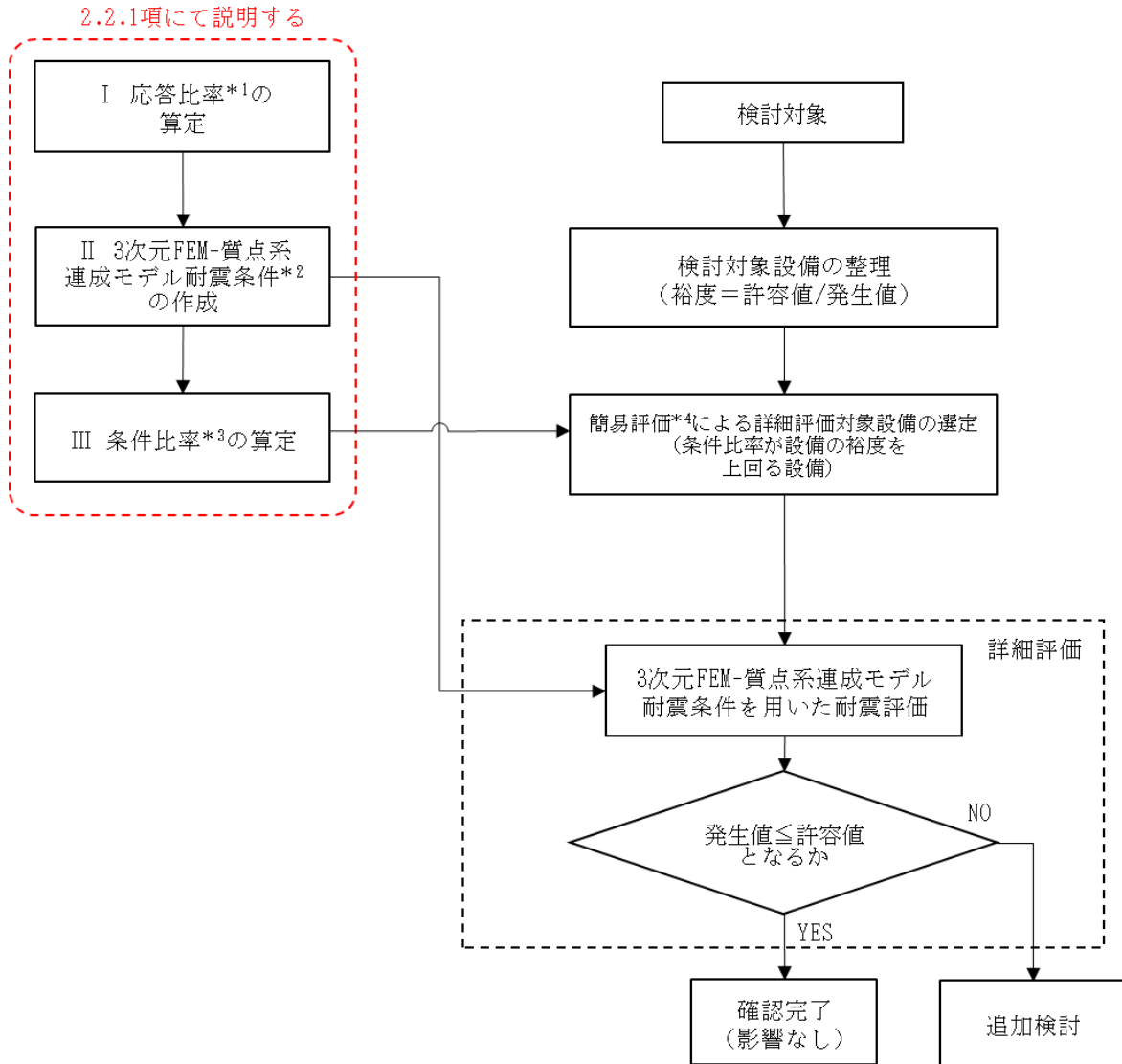
「別紙3 原子炉建物3次元FEMモデルによる地震応答解析」の「3.4 床応答への影響検討」より、原子炉建物としては、3次元的な応答特性を踏まえても、質点系モデルの応答を用いた評価が概ね保守的であることが確認された。また、一部3次元FEMモデルの応答が質点系モデルの応答を上回る箇所があることから、機器・配管系への影響検討を実施した。

しかし、原子炉建物と連成させる原子炉圧力容器等は3次元FEMモデルではモデル化されておらず、3次元影響評価用応答を直接算出できない。原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点における応答比率を用いて影響検討を実施する方法も考えられるが、一部の周期帯では応答比率が大きく、当該比率を用いて原子炉圧力容器等の影響評価を実施すると過大評価となる可能性がある。そこで、本検討では、原子炉建物（3次元FEMモデル）と原子炉圧力容器等（3次元質点系モデル）を連成させた地震応答解析を実施し、建物3次元FEMモデルによる原子炉圧力容器等の地震応答への影響を確認する。

2. 検討方針

本検討では、原子炉建物（3次元FEMモデル）と原子炉圧力容器等（3次元質点系モデル）を連成させたモデル（以下「3次元FEM-質点系連成モデル」という。）と今回工認モデル（質点系モデル）（以下「今回工認モデル」という。）の応答を比較することにより、建物3次元FEMモデルを連成させることによる原子炉圧力容器等の地震応答への影響を確認する。なお、影響検討は、弾性設計用地震動 S_d のうち位相特性の偏りがなく、全周期帯において安定した応答を生じさせ、機器・配管系の耐震性評価において支配的な S_d-D に対して実施する。また、今回工認モデルでは地震動の入力は3方向個別入力していることから、3次元FEM-質点系連成モデルにおいても3方向個別入力と比較する。なお、「別紙3 原子炉建物3次元FEMモデルによる地震応答解析」の「3.2.4 水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響」において、3方向個別入力時及び3方向同時入力時の応答の差は小さく、水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響はほとんどないことを確認している。よって、機器・配管系においても水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響はほとんどないと考えられる。

弾性設計用地震動 S_d-D における3次元FEM-質点系連成モデルと今回工認モデルの応答比率を用いて今回工認モデルの基準地震動 S_s-D 、 F_1 、 F_2 、 N_1 及び N_2 に対する応答を補正した3次元FEM-質点系連成モデルの影響検討用の床応答スペクトル（以下「3次元FEM-質点系連成モデル床応答スペクトル」という。）、震度（以下「3次元FEM-質点系連成モデル震度」という。）及び荷重（以下「3次元FEM-質点系連成モデル荷重」という。また「3次元FEM-質点系連成モデル床応答スペクトル」「3次元FEM-質点系連成モデル震度」「3次元FEM-質点系連成モデル荷重」を総称して「3次元FEM-質点系連成モデル耐震条件」という。）を作成し、機器・配管系の影響検討を実施する。影響検討フローを図2-1に示す。



- 注記*1: 応答比率=3次元FEM-質点系連成モデルの応答 (S_d-D) / 今回工認モデルの応答 (S_d-D)
 *2: 3次元FEM-質点系連成モデル耐震条件=今回工認モデルの基本ケースの応答*⁵ (S_s 5波*⁶) × 応答比率
 *3: 条件比率=3次元FEM-質点系連成モデル耐震条件/耐震計算に用いる設計条件
 *4: 刺激係数を考慮した条件比率を用いた評価を含む。
 *5: VI-2-2-2「原子炉建物の地震応答計算書」に示す基本ケース
 *6: S_s 5波は、基準地震動S_s-D, F1, F2, N1及びN2

図2-1 3次元FEM-質点系連成モデルの応答解析結果に係る機器・配管系への影響検討フロー

2.1 検討対象

原子炉建物に設置される以下の機器・配管系のうち、原子炉压力容器等の原子炉建物と連成させた質点系モデルにより算定される耐震評価条件を用いる設備を影響検討の対象とする。

- ・設計基準対象施設のうち、耐震重要度分類のSクラスに属する機器・配管系
- ・重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備及び常設重大事故防止設備（設計基準拡張）（当該設備が属する耐震重要度分類がSクラスのもの）に属する機器・配管系
- ・波及的影響防止のために耐震評価を実施する機器・配管系

2.2 検討方法

2.2.1 3次元 FEM-質点系連成モデル耐震条件の作成

3次元 FEM-質点系連成モデルでは、弾性設計用地震動 S_d のうち位相特性の偏りがなく、全周期帯において安定した応答を生じさせ、機器・配管系の耐震性評価において支配的な S_d-D に対する 3次元 FEM-質点系連成モデルと今回工認モデルの応答の比率を用いて今回工認モデルの基準地震動 S_s に対する応答を補正し、3次元 FEM-質点系連成モデル耐震条件を作成する。

以下、床応答スペクトルを例に 3次元 FEM-質点系連成モデル耐震条件の作成方法を示す。震度及び荷重についても床応答スペクトルと同様に作成する。

I：応答比率の算定方法

弾性設計用地震動 S_d-D に対する 3次元 FEM-質点系連成モデルの応答と弾性設計用地震動 S_d-D に対する今回工認モデルの応答の比（以下「応答比率」という。）を、全周期において算定する。なお、3次元 FEM-質点系連成モデルの応答による機器・配管系の耐震評価結果へ与える影響を検討するものであるため、応答比率が 1.0 を下回る場合でも、その応答比率を乗ずる。

$$\text{応答比率} = \frac{\text{3次元 FEM-質点系連成モデルの応答 (S}_d\text{-D)}}{\text{今回工認モデルの応答 (S}_d\text{-D)}}$$

II：3次元 FEM-質点系連成モデル床応答スペクトルの算定方法

今回工認モデル基本ケースの基準地震動 S_s-D 、 F_1 、 F_2 、 N_1 、 N_2 （以下「 S_s 5波」という）に対する固有周期毎の応答に、応答比率を乗算して、3次元 FEM-質点系連成モデル床応答スペクトルを算定する。

3次元 FEM-質点系連成モデル床応答スペクトル

$$= \text{今回工認モデルの基本ケースの応答 (S}_s\text{5波)} \times \text{応答比率}$$

Ⅲ：条件比率の算定方法

3次元 FEM-質点系連成モデル床応答スペクトルと耐震計算に用いる設計用床応答スペクトルの比（以下「条件比率」という。）を算定する。

$$\text{条件比率} = \frac{\text{3次元 FEM-質点系連成モデル床応答スペクトル}}{\text{耐震計算に用いる設計用床応答スペクトル}}$$

なお、配管系等のスペクトルモーダル解析を実施している設備は、刺激係数を考慮してモード毎の比率を算出する手法による条件比率（以下「刺激係数を考慮した条件比率」という。）を用いて簡易評価を行う場合がある。刺激係数を考慮した条件比率の算出方法は「NS2-補-024-01 原子炉建物の地震応答計算書に関する補足説明資料 別紙 3-8 刺激係数を考慮した条件比率の算出」に示す。

2.2.2 3次元 FEM-質点系連成モデルによる影響の評価

3次元 FEM-質点系連成モデルによる機器・配管系の影響評価を以下のとおり実施する。

(1) 簡易評価による詳細評価対象設備の選定

条件比率が耐震計算の裕度を上回る機器・配管系を抽出する。

なお、疲労評価は発生値が震度に比例しないことから、一次+二次応力による発生値が許容値を上回り疲労評価を実施している設備については、条件比率が 1 を上回る場合、詳細評価対象設備に含めることとする。

設備に応じた条件比率の適用方法を以下に示す。

a. 評価に震度を適用する設備

対象設備の標高における条件比率の全方向最大値を適用する。

b. 評価に床応答スペクトルを適用する設備

各方向について対象設備の標高、減衰定数、固有周期（0.05～1.0s 間）における条件比率の最大値を算出し、全方向最大値を適用する。

c. 設計用荷重を評価に適用する設備

対象設備の標高における条件比率の全方向最大値を適用する。

(2) 詳細評価

詳細評価対象設備として選定した設備について、3次元 FEM-質点系連成モデル耐震条件を用いて、当該設備の耐震計算書で適用している評価手法と同等の手法による評価を行い、発生値が許容値以下となることを確認する。確認の結果、発生値が許容値を上回る場合は、追加検討を行う。

(3) 追加検討

詳細評価で発生値が許容値を上回った設備は、設備の評価結果等に応じて個別に設備対策、評価の精緻化等を行う。

3. 「3次元 FEM-質点系連成モデル」のモデル化

3.1 解析条件

検討に用いる 3次元 FEM-質点系連成モデルを図 3-1 に示す。

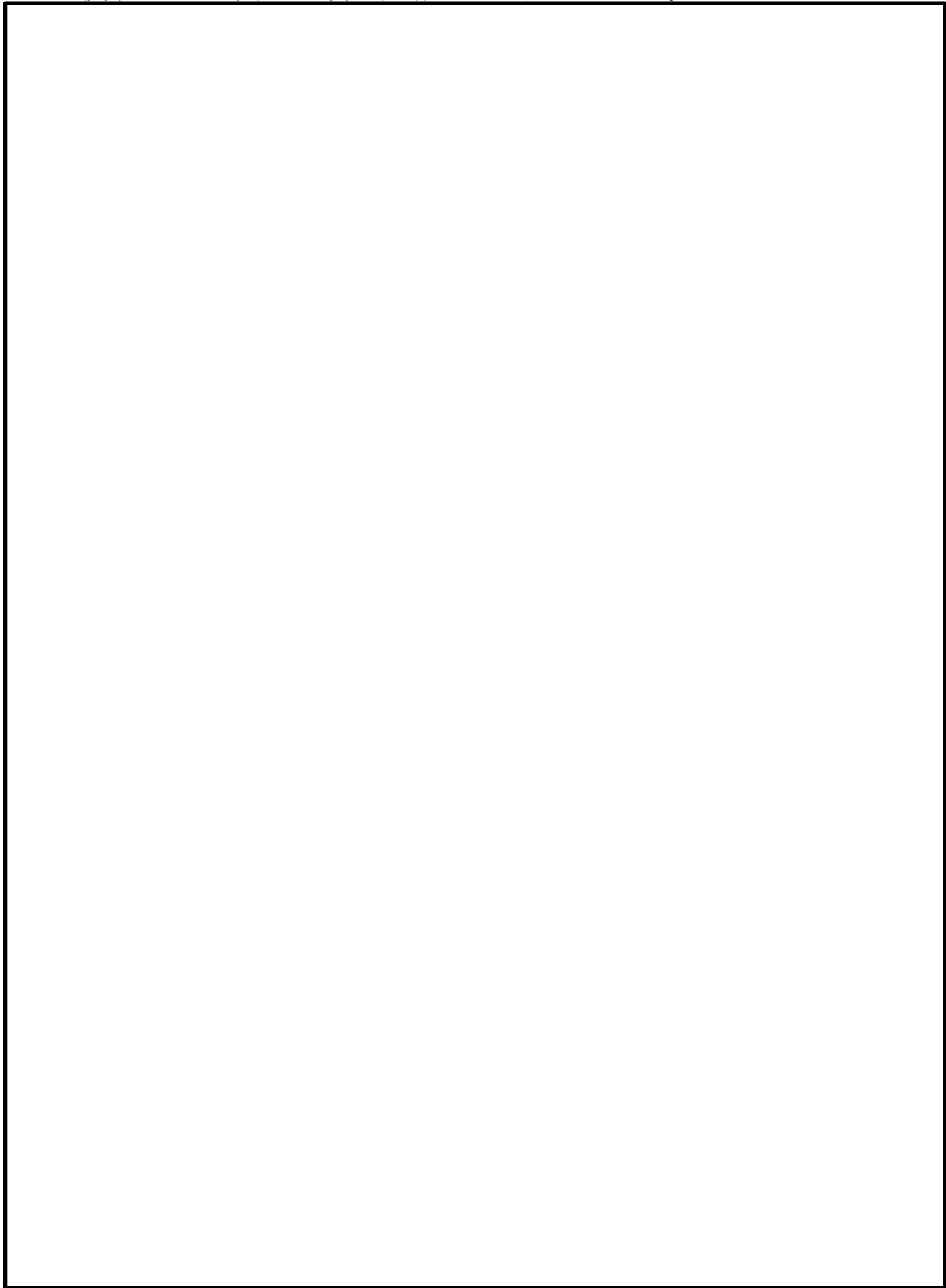


図 3-1 3次元 FEM-質点系連成モデル

3.2 解析モデル

3次元 FEM-質点系連成モデル及び今回工認モデルの解析条件を表 3-1 に示す。原子炉圧力容器等は偏心が少なく、同一中心軸を有しているため、各大型機器の質点系モデルを同一中心軸位置に配置した 3次元質点系モデルとした。

表 3-1 解析条件

		3次元 FEM-質点系連成モデル	今回工認モデル
解析モデル	モデル	原子炉建物：3次元 FEM* ¹ 原子炉圧力容器等 3次元質点系* ² , * ³	原子炉建物：質点系 原子炉圧力容器等：質点系
	節点数	74412	128 (NS), 129 (EW), 114 (UD)
	要素数	100196	163 (NS), 168 (EW), 120 (UD)
	コンクリート剛性	実剛性	設計剛性
	減衰	ひずみエネルギー比例減衰	ひずみエネルギー比例減衰
	建物-機器接続方法	ウェルシールベローズ, シヤラグ： K ₁ , K ₂ (図 3-1 参照) のばねを分散して接続 PCV 下端部：剛体要素で結合	ウェルシールベローズ, シヤラグ： K ₁ , K ₂ (図 3-1 参照) の 1 本のばねで接続 PCV 下端部：剛体要素で結合
入力地震動	S d - D	S d - D	
入力方向	NS, EW, 鉛直 (1 方向)	NS, EW, 鉛直 (1 方向)	
解析手法	時刻歴モーダル解析	時刻歴解析 (直接積分法)	

注記*1：「別紙 3 原子炉建物 3次元 FEM モデルによる地震応答解析」「1.2 3次元 FEM モデルによる耐震性評価の方針」における建物模擬モデルを使用。ただし、建物模擬モデルではシールドウォールに原子炉圧力容器等の質量を付加しているため、3次元 FEM-質点系連成モデルでは、シールドウォールに付加されていた原子炉圧力容器等の質量を建物模擬モデルの質量から減ずる。

*2：原子炉圧力容器等は偏心が少なく、同一中心軸を有しているため、各大型機器の質点系モデルを同一中心軸位置に配置した 3次元質点系モデルとした。

*3：今回工認モデルの水平方向質点系モデル (NS, EW) に基づき、鉛直方向に関する諸元も定義し、3次元 FEM-質点系連成モデルを作成

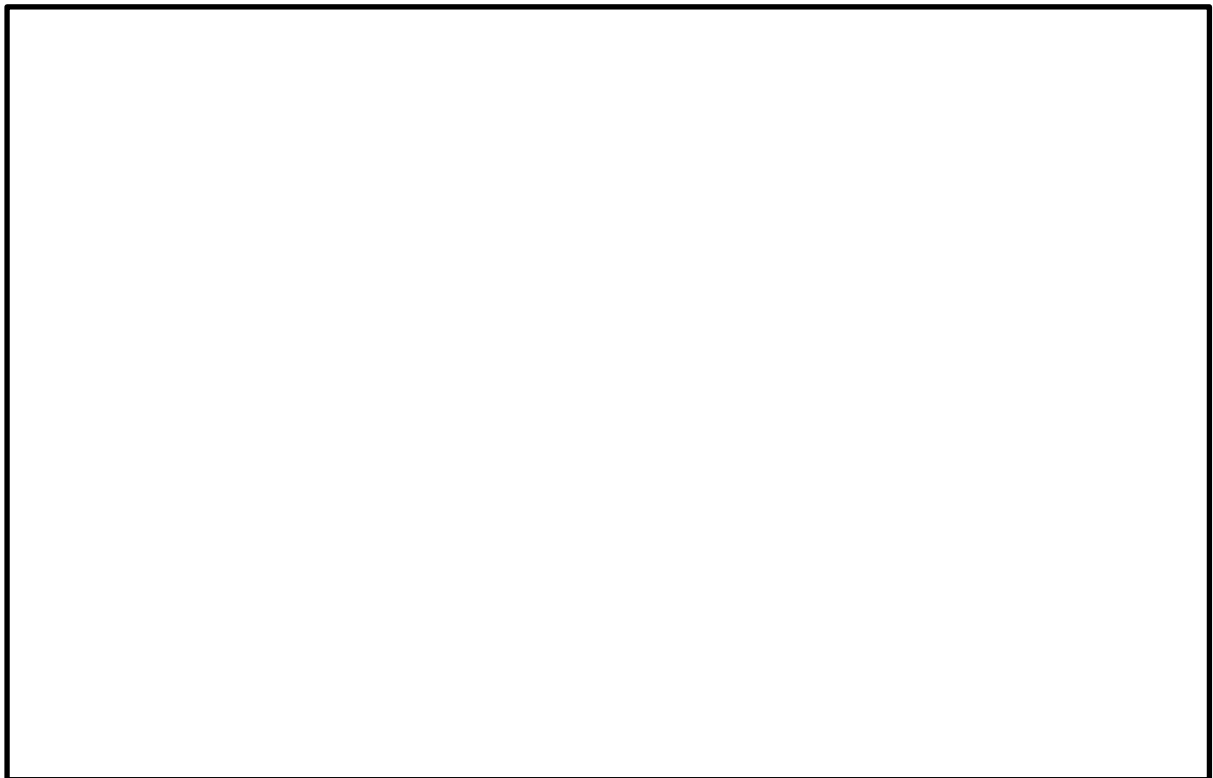
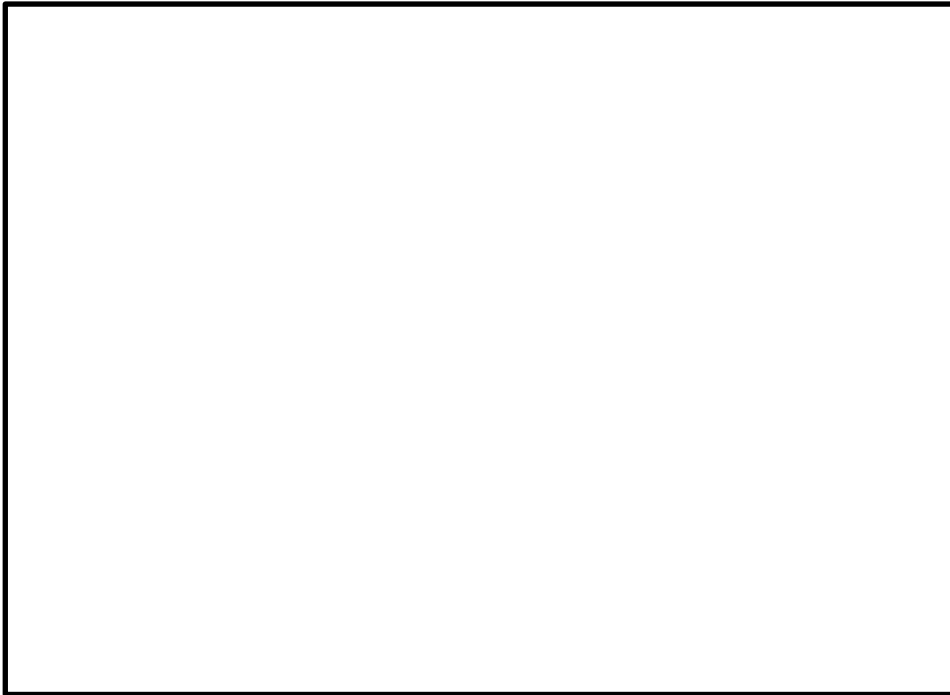
(1) 建物-機器接続方法

(a) ウェルシールベローズ

ウェルシールベローズによる建物(3次元 FEM)と PCV(質点系モデル)との接続については、径方向のばね接続でモデル化した。全方向の振動が建物と PCV 間に伝達できるように、PCV と建物間には 間隔に計 本の径方向ばねで接続した (図 3-2(a) 参照)。なお、ばねで接続した節点間では径方向の荷重を伝達する拘束条件とし、その他の並進方向 (水平, 鉛直) 及び回転方向は非拘束条件とする。

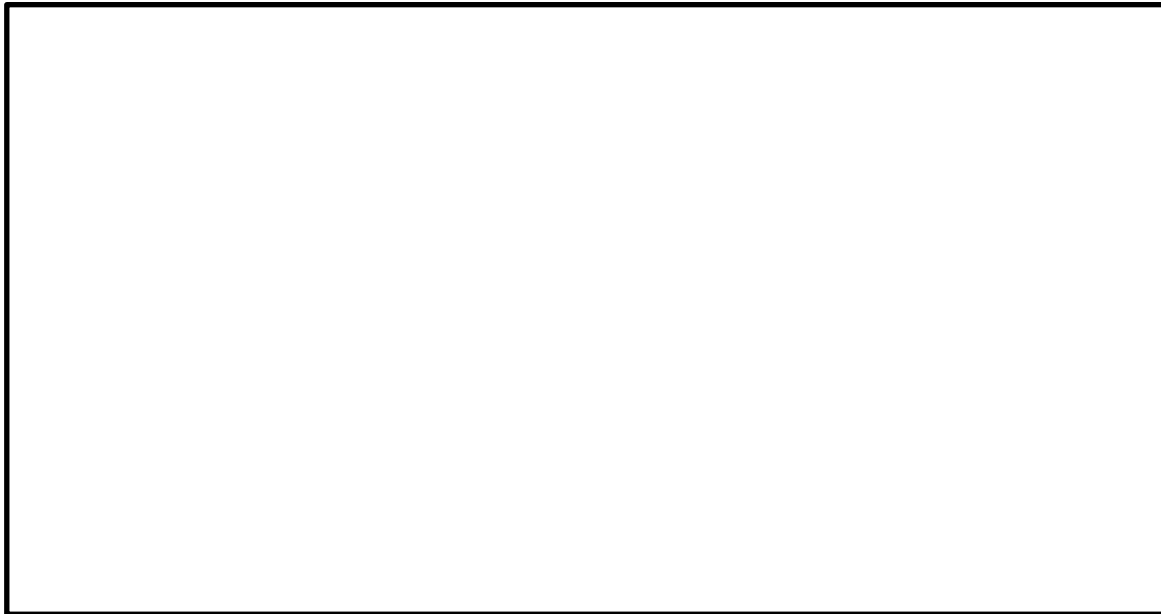
ばね定数について、以下に示すように水平各方向の合計値が質点系モデルに設定され

たばね定数に等しくなるように算出した（図3-2(b)参照）。



(a) ウェルシールベローズのモデル化方法

図3-2 ウェルシールベローズのモデル化(1/2)



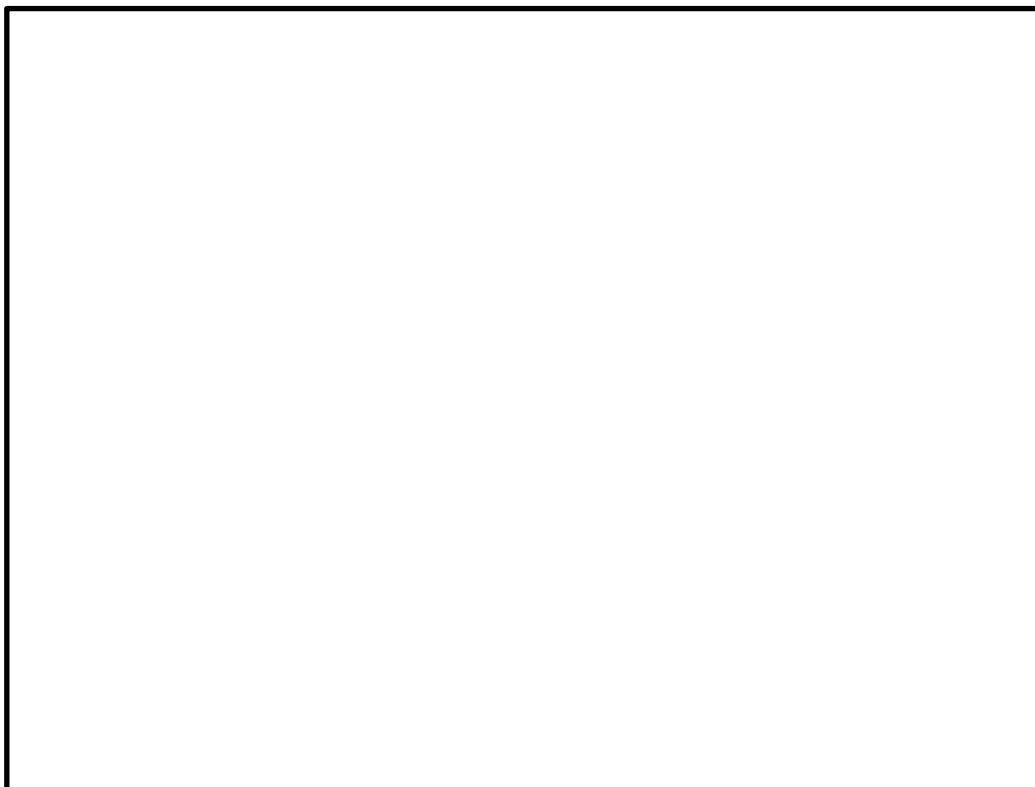
(b) ウェルシールベローズのばね定数算出方法

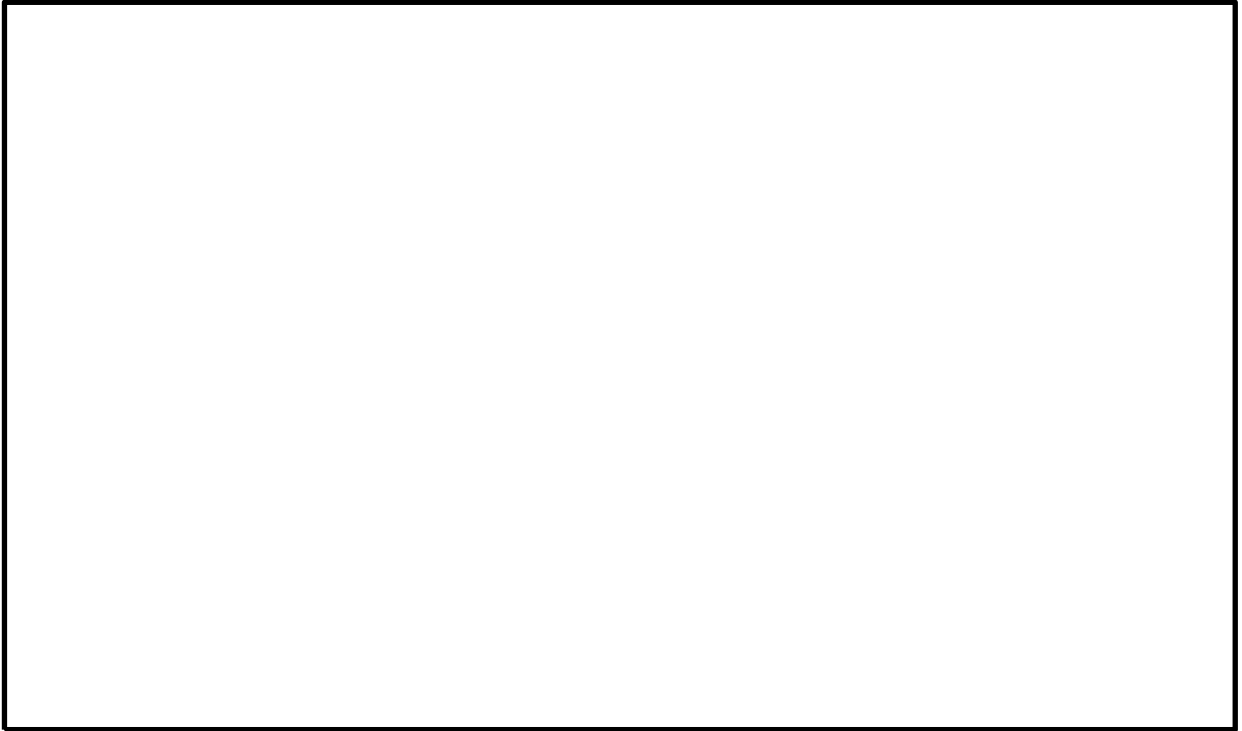
図 3-2 ウェルシールベローズのモデル化(2/2)

(b) シヤラグ

シヤラグによる建物(3次元 FEM)と PCV(質点系モデル)との接続については、周方向のせん断ばねでモデル化した。シヤラグの設置位置と形状を考慮したうえ、PCV と建物間には 間隔に計 本の周方向ばねで接続した(図 3-3(a)参照)。なお、ばねで接続した節点間では周方向の荷重を伝達する拘束条件とし、その他の並進方向(水平、鉛直)及び回転方向は非拘束条件とする。

ばね定数について、以下に示すように水平各方向の合計値が質点系モデルに設定されたばね定数に等しくなるように算出した(図 3-3(b)参照)。





(a) シヤラグのモデル化方法



(b) シヤラグのばね定数算出方法

図 3-3 シヤラグのモデル化

(c) PCV 下端部

剛体要素で結合し，並進方向（水平，鉛直）及び回転方向を完全拘束の拘束条件とする。

4. 検討内容

4.1 固有値解析結果

3次元FEM-質点系連成モデルと今回工認モデルによる固有値解析比較結果を表4-1に、振動モード図を図4-1～4-3に示す。固有値解析結果より得られた固有振動数の中で、20Hz以下の主要な次数についてまとめた。水平方向における主要な振動モードの固有値解析比較結果より、3次元FEM-質点系連成モデルと今回工認モデルの固有振動数の差異は最大約6%であり、概ね同様な結果が確認された。また、鉛直方向における主要な振動モードの固有値解析比較結果より、3次元FEM-質点系連成モデルと今回工認モデルの固有振動数の差異は約4%であり、概ね同様な結果が確認された。

表4-1 (1/3) 固有値解析結果 (NS方向)

モードの種類	固有周期[s]		差異[%]
	今回工認モデル	3次元FEM-質点系連成モデル	
原子炉建物 1次	0.219	0.222	-1.4
燃料集合体 1次	0.202	0.202	0.0
炉心シュラウド 1次	0.135	0.135	0.0
原子炉圧力容器 1次	0.110	0.109	0.9

表4-1 (2/3) 固有値解析結果 (EW方向)

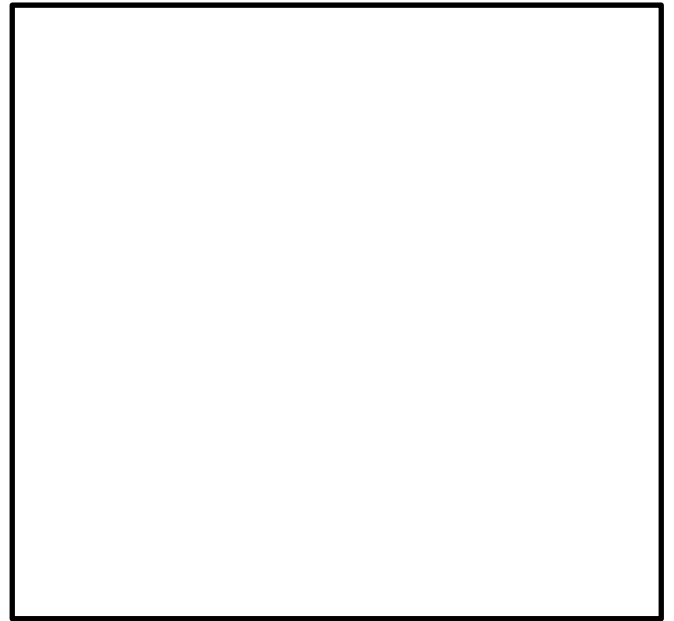
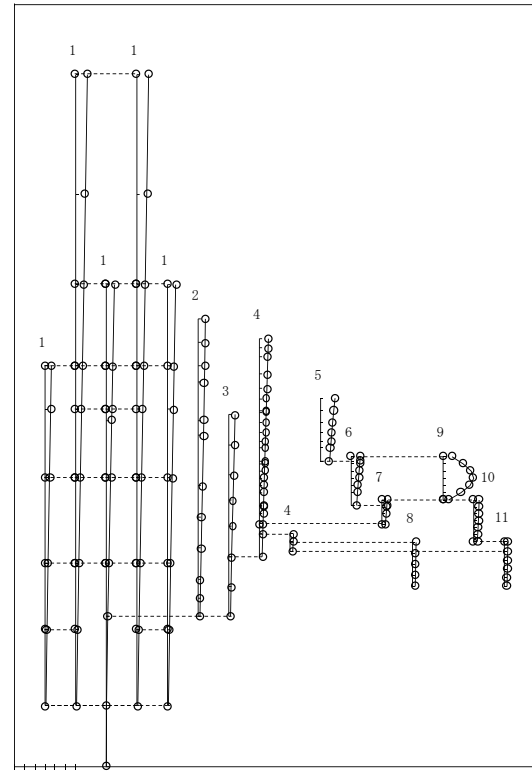
モードの種類	固有周期[s]		差異[%]
	今回工認モデル	3次元FEM-質点系連成モデル	
燃料集合体 1次	0.204	0.202	1.0
原子炉建物 1次	0.200	0.212	-6.0
炉心シュラウド 1次	0.135	0.135	0.0
PED-RPV系 1次	0.109	0.109	0.0

表4-1 (3/3) 固有値解析結果 (鉛直方向)

モードの種類	固有周期[s]		差異[%]
	今回工認モデル	3次元FEM-質点系連成モデル	
原子炉建物 1次	0.106	0.110	-3.8

- 1 原子炉建物
- 2 原子炉格納容器
- 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL
- 4 原子炉圧力容器
- 5 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

- 6 炉心シュラウド中間胴
- 7 炉心シュラウド下部胴
- 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 9 燃料集合体
- 10 制御棒案内管
- 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

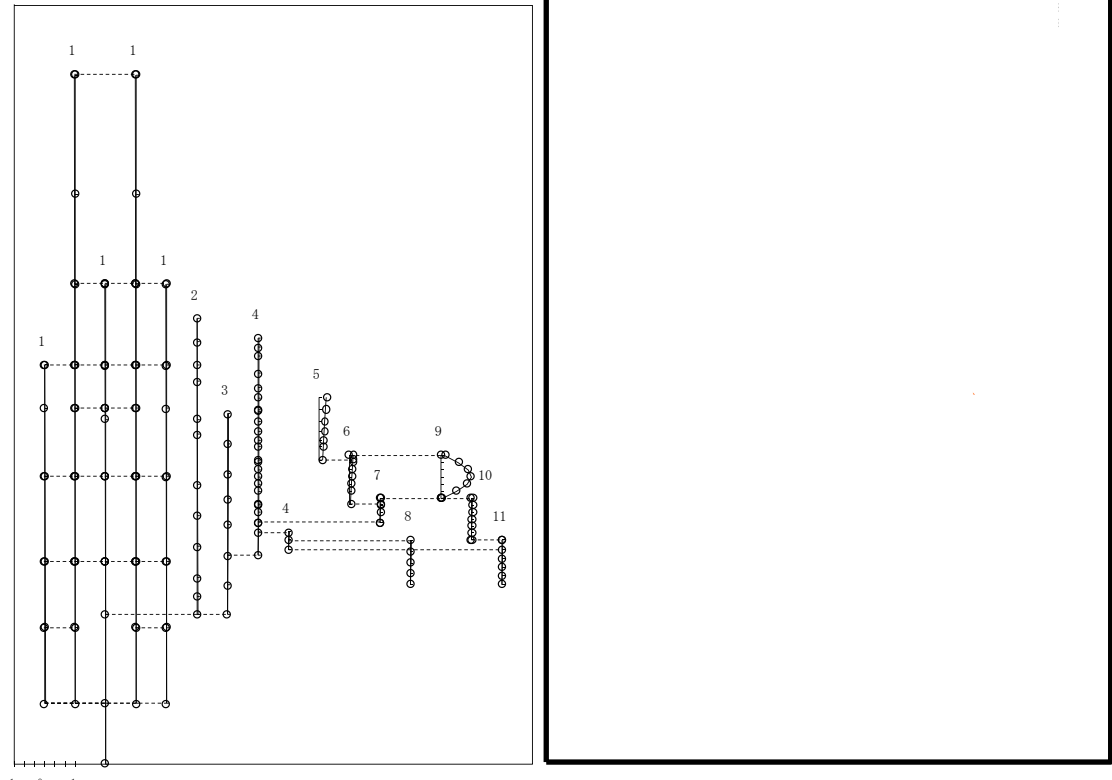


-1. 0. 1. 今回工認モデル : 0.219s

3次元FEM-質点系連成モデル : 0.222s

図4-1 (1/4) 振動モード (NS方向) (原子炉建物 1次)

- 1 原子炉建物
- 2 原子炉格納容器
- 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL
- 4 原子炉圧力容器
- 5 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴
- 6 炉心シュラウド中間胴
- 7 炉心シュラウド下部胴
- 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 9 燃料集合体
- 10 制御棒案内管
- 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側)



-1. 0. 1.

今回工認モデル : 0.202s

3次元FEM-質点系連成モデル : 0.202s

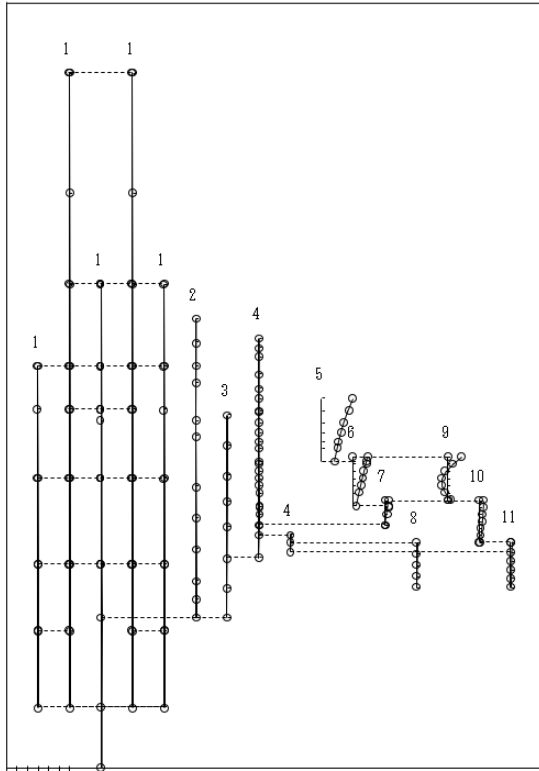
(原子炉圧力容器等部分)



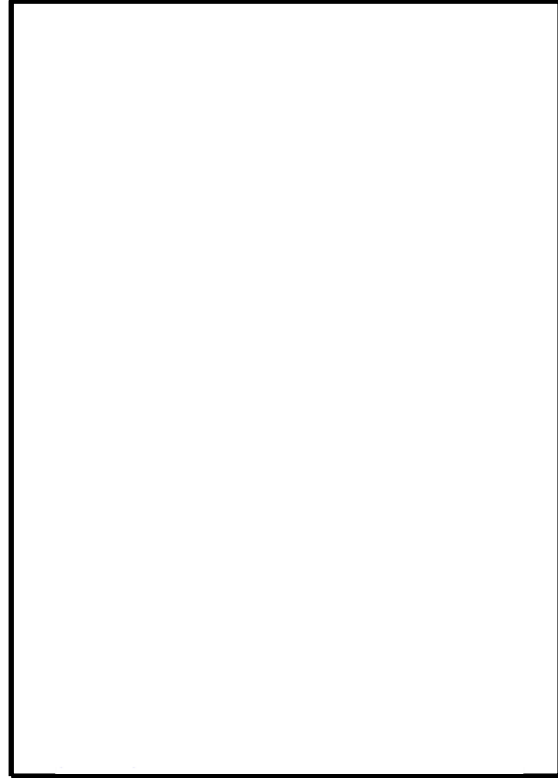
3次元FEM-質点系連成モデル* : 0.202s 注記* : 今回工認モデルとは逆位相で出力されている。

図4-1 (2/4) 振動モード (NS方向) (燃料集合体 1次)

- 1 原子炉建物
- 2 原子炉格納容器
- 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL
- 4 原子炉圧力容器
- 5 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴
- 6 炉心シュラウド中間胴
- 7 炉心シュラウド下部胴
- 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 9 燃料集合体
- 10 制御棒案内管
- 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

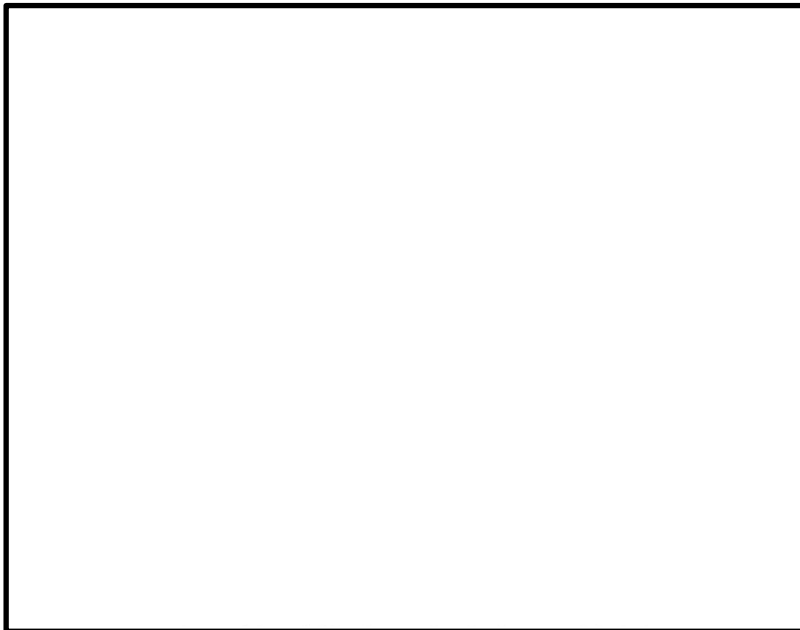


-1. 0. 1. 今回工認モデル : 0.135s



3次元FEM-質点系連成モデル* : 0.135s

(炉心シュラウド)



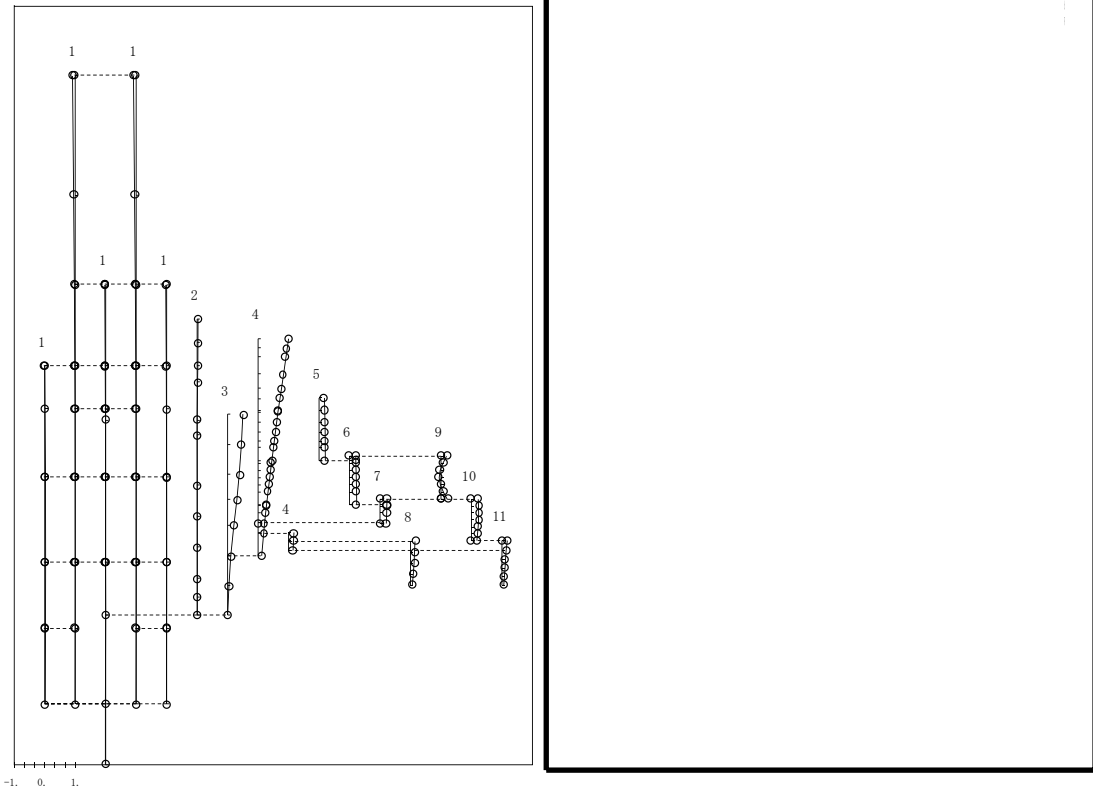
3次元FEM-質点系連成モデル* : 0.135

注記* : 今回工認モデルとは逆位相

で出力されている。

図4-1 (3/4) 振動モード (NS方向) (炉心シュラウド 1次)

- | | |
|---|---------------------|
| 1 原子炉建物 | 6 炉心シュラウド中間胴 |
| 2 原子炉格納容器 | 7 炉心シュラウド下部胴 |
| 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL | 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側) |
| 4 原子炉圧力容器 | 9 燃料集合体 |
| 5 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴 | 10 制御棒案内管 |
| | 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側) |



-1. 0. 1.

今回工認モデル : 0.110s

3次元FEM-質点系連成モデル* : 0.109s

(原子炉圧力容器等部分)

注記* : 今回工認モデルとは逆位相
で出力されている。

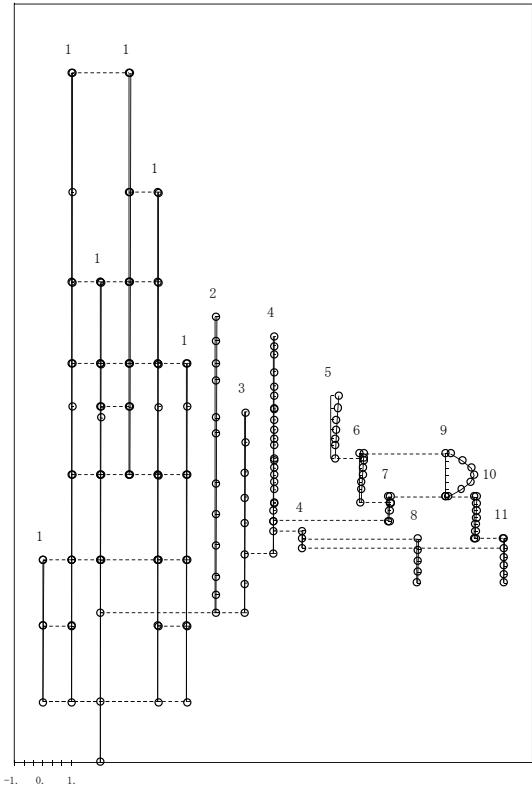


3次元FEM-質点系連成モデル : 0.109

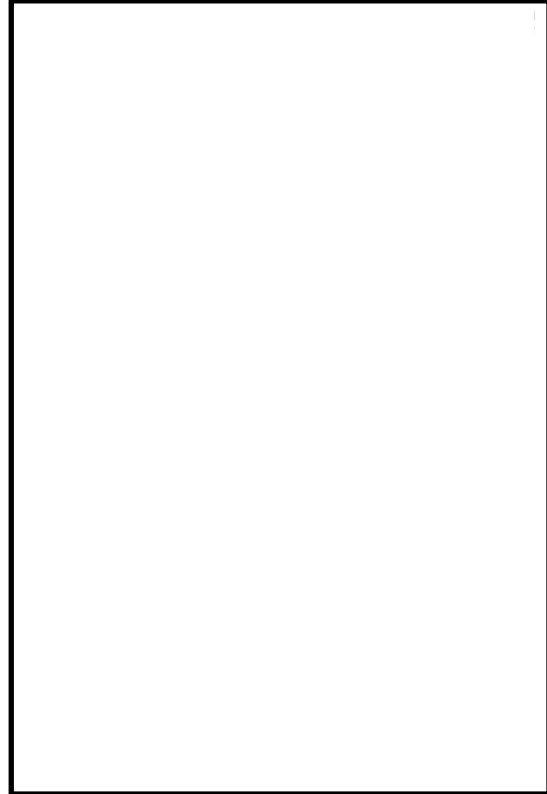
図4-1 (4/4) 振動モード (NS方向) (原子炉圧力容器 1次)

- 1 原子炉建物
- 2 原子炉格納容器
- 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL
- 4 原子炉圧力容器
- 5 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

- 6 炉心シュラウド中間胴
- 7 炉心シュラウド下部胴
- 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 9 燃料集合体
- 10 制御棒案内管
- 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側)



今回工認モデル : 0.204s



3次元FEM-質点系連成モデル* : 0.202s
(原子炉圧力容器等部分)

注記* : 今回工認モデルとは逆位相
で出力されている。



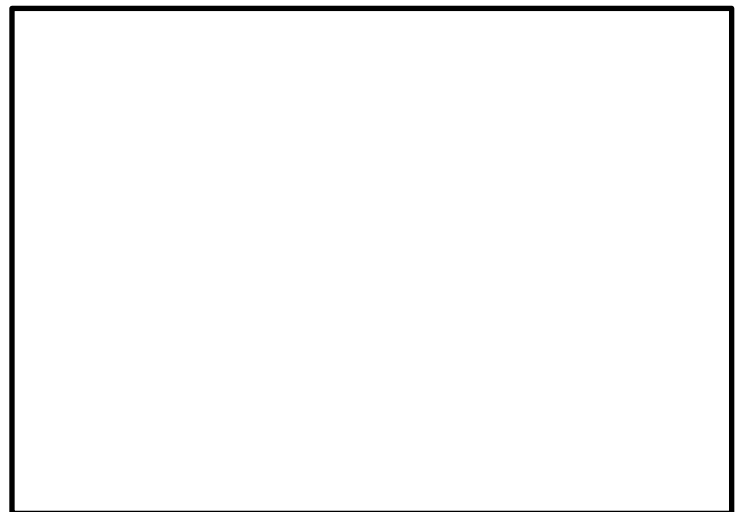
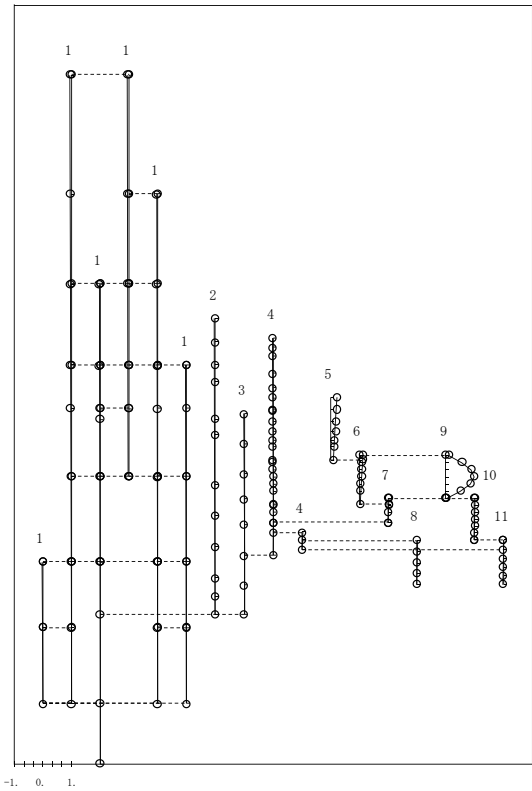
3次元FEM-質点系連成モデル* : 0.202s

注記* : 今回工認モデルとは逆位相
で出力されている。

図4-2 (1/4) 振動モード (EW方向) (燃料集合体 1次)

- 1 原子炉建物
- 2 原子炉格納容器
- 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL
- 4 原子炉圧力容器
- 5 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

- 6 炉心シュラウド中間胴
- 7 炉心シュラウド下部胴
- 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 9 燃料集合体
- 10 制御棒案内管
- 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側)

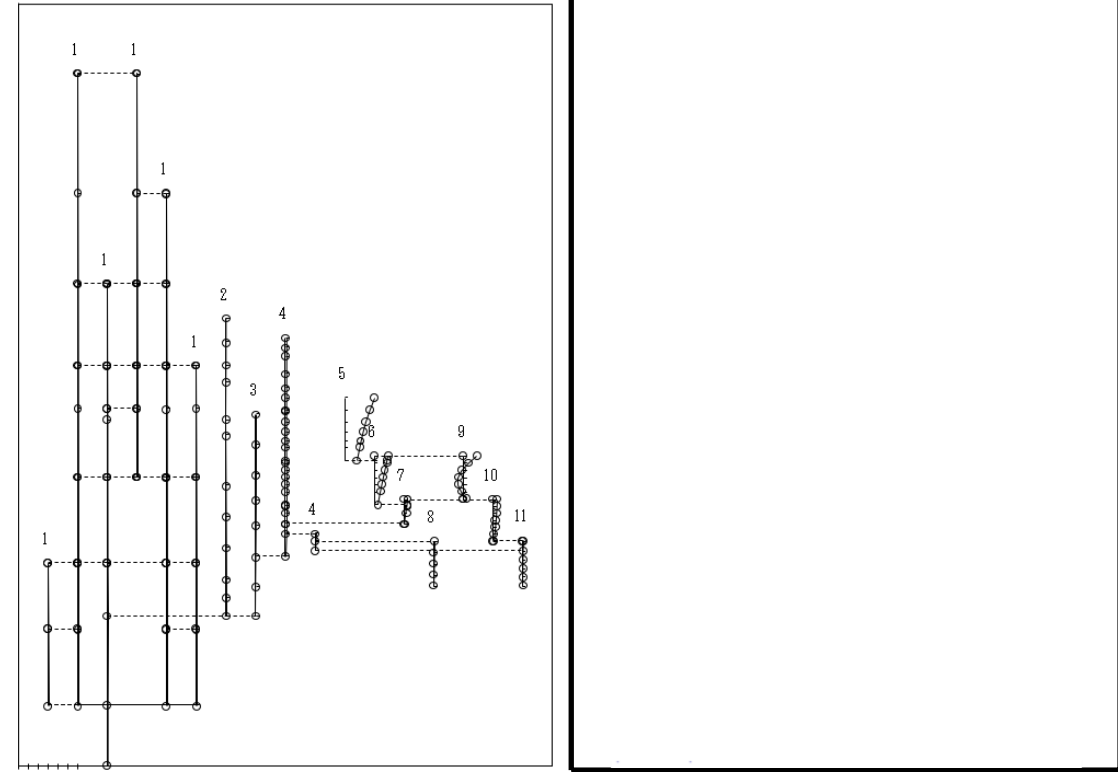


今回工認モデル : 0.200s

3次元FEM-質点系連成モデル : 0.212s

図4-2 (2/4) 振動モード (EW方向) (原子炉建物 1次)

- 1 原子炉建物
- 2 原子炉格納容器
- 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL
- 4 原子炉圧力容器
- 5 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴
- 6 炉心シュラウド中間胴
- 7 炉心シュラウド下部胴
- 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 9 燃料集合体
- 10 制御棒案内管
- 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側)



今回工認モデル : 0.135s

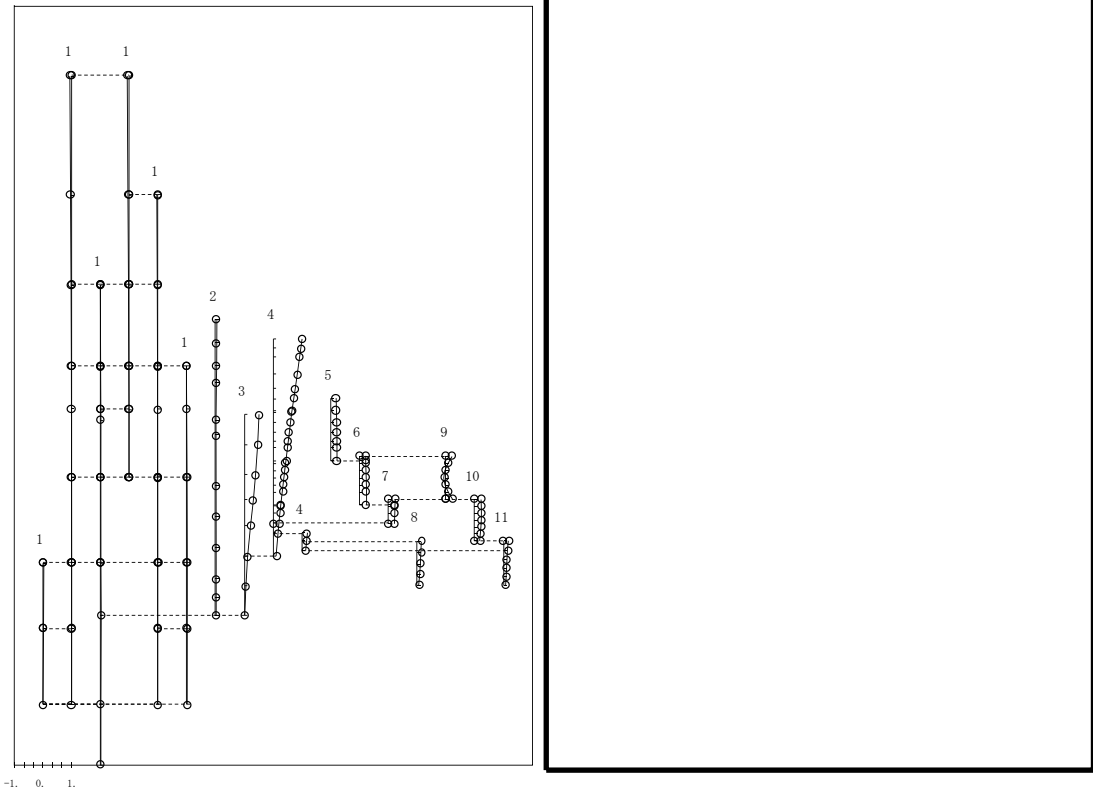
3次元FEM-質点系連成モデル : 0.135s
(炉心シュラウド)



3次元FEM-質点系連成モデル* : 0.135 注記* : 今回工認モデルとは逆位相
で出力されている。

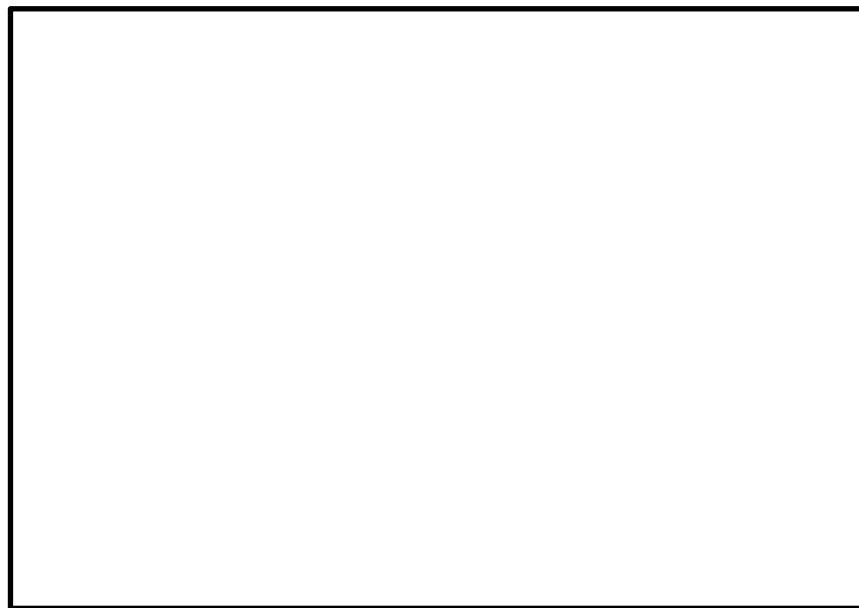
図4-2 (3/4) 振動モード (EW方向) (炉心シュラウド 1次)

- 1 原子炉建物
- 2 原子炉格納容器
- 3 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL
- 4 原子炉圧力容器
- 5 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴
- 6 炉心シュラウド中間胴
- 7 炉心シュラウド下部胴
- 8 制御棒駆動機構ハウジング(外側)
- 9 燃料集合体
- 10 制御棒案内管
- 11 制御棒駆動機構ハウジング(内側)



今回工認モデル : 0.109s

3次元FEM-質点系連成モデル : 0.109s
(原子炉圧力容器等部分)

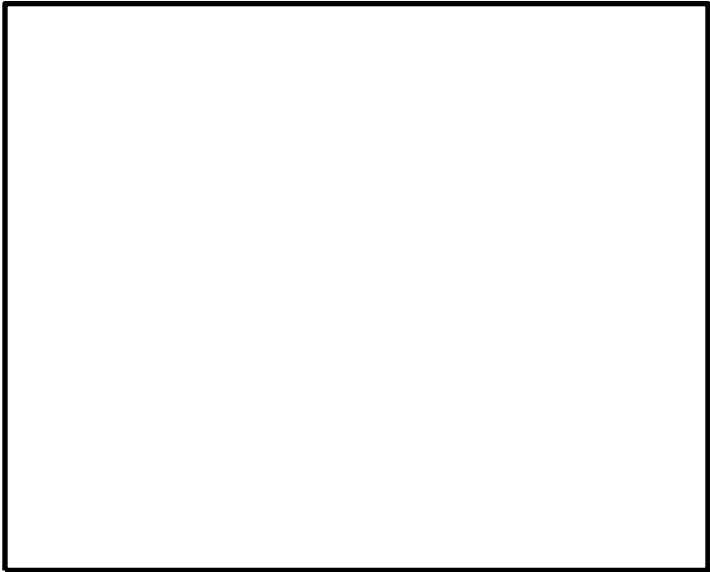
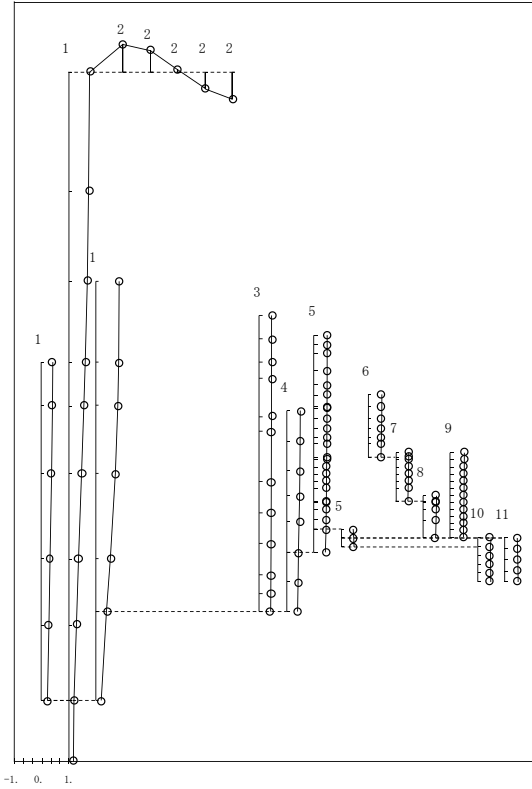


3次元FEM-質点系連成モデル : 0.109s

図4-2 (4/4) 振動モード (EW方向) (原子炉圧力容器 1次)

- 1 原子炉建物
- 2 屋根トラス
- 3 原子炉格納容器
- 4 ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ベデスタル
- 5 原子炉圧力容器
- 6 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴

- 7 炉心シュラウド中間胴
- 8 炉心シュラウド下部胴
- 9 燃料集合体及び制御棒案内管
- 10 制御棒駆動機構ハウジング(内側)
- 11 制御棒駆動機構ハウジング(外側)



-1. 0. 1.

今回工認モデル : 0.106s

3次元FEM-質点系連成モデル : 0.110s

図4-3 振動モード (鉛直方向) (原子炉建物 1次)

4.2 3次元FEM連成解析モデルと今回工認モデルの応答比率

弾性設計用地震動S_d-Dによる、3次元FEM-質点系連成モデルと今回工認モデルの応答比率を示す。なお、床応答スペクトルの減衰定数は、耐震裕度の比較的小さい配管系の主要な減衰定数である2.0%を代表とする。3次元FEM-質点系連成モデルと今回工認モデルの応答比較結果の全体的な傾向について、以下に示す。

水平方向：

原子炉圧力容器等の地震応答として、今回工認モデルが概ね3次元FEM-質点系連成モデルの応答を包絡することが確認された。上記の理由としては、原子炉圧力容器等の地震動の入力点である原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点付近（原子炉建物EL 34.8m, 30.5m, 23.8m, 8.8mの接続部付近の節点）において、質点系モデルの応答が概ね3次元FEMモデルの応答を包絡していることが要因として考えられる。接続点付近の節点における3次元FEMモデル（建物模擬モデル）と原子炉建物単体の質点系モデルの床応答スペクトルの比較を図4-4に示す。図4-4に示すとおり、EL 34.8m, 30.5m, 23.8mの水平方向（NS, EW）の一部の周期帯（約0.10s～0.20s付近）で3次元FEMモデルの応答が質点系モデルの応答を上回る箇所があるものの、その他の標高、周期帯では、質点系モデルの応答が概ね3次元FEMモデルの応答を包絡している。質点系モデルの応答が概ね3次元FEMモデルの応答を包絡する理由としては、原子炉建物の卓越振動モードにおいて、質点系モデルの有効質量比が3次元FEMモデルの有効質量比よりも大きいことが要因として考えられる。3次元FEMモデルにおいては、質点系モデルでは現れない複数の振動モードが現れる。そのため、有効質量が分散し、原子炉建物の卓越振動モードにおける有効質量比が3次元FEMモデルでより小さくなる傾向があると考えられる。

なお、一部3次元FEM-質点系連成モデルの方が今回工認モデルよりも応答が大きくなる箇所がある。上記の理由としては、接続点付近において、一部の周期帯（約0.10s～0.20s付近）で3次元FEMモデルの応答が質点系モデルの応答を上回ることが要因として考えられる。特に炉心シュラウドについては、表4-1に示すとおり、1次の卓越周期が約0.13sであり、当該周期帯に位置するため、3次元FEM-質点系連成モデルの方が今回工認モデルよりも応答が大きくなっていると考えられる。

鉛直方向：

原子炉圧力容器等の地震応答として、今回工認モデルが概ね3次元FEM-質点系連成モデルの応答を包絡することが確認された。上記の理由としては、原子炉圧力容器等の地震動の入力点である原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点（原子炉建物EL 8.8mの接続部付近の節点）において、質点系モデルの応答が概ね原子炉建物の3次元FEMモデルの応答を包絡していることが要因として考えられる。原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点における床応答スペクトルの比較を図4-5に示す。

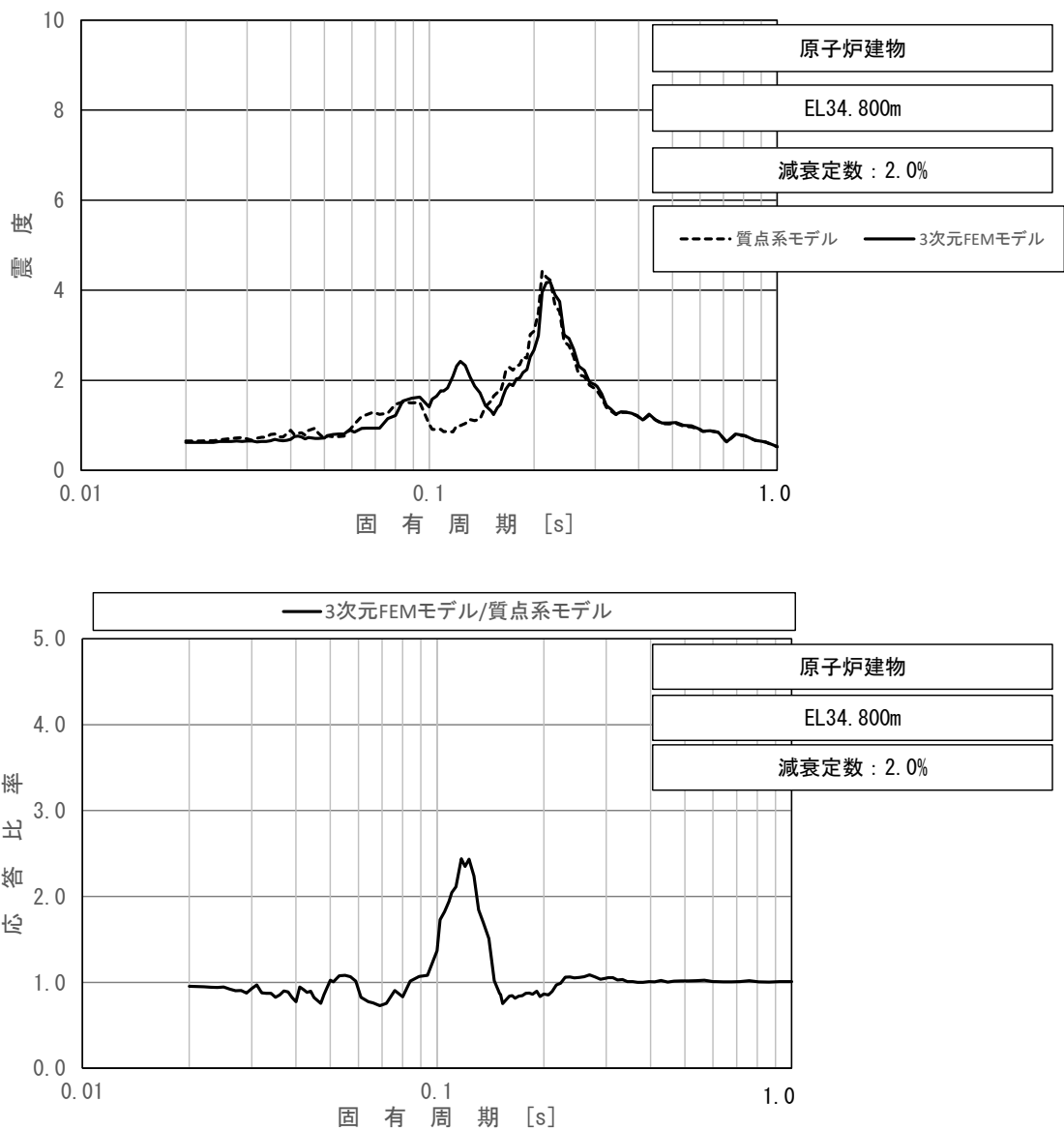


図 4-4 (1/8) 今回工認モデルと 3 次元 FEM モデルの床応答スペクトル比較及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS),
 EL34.8m (原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点付近の節点 (建物模擬モデル)))

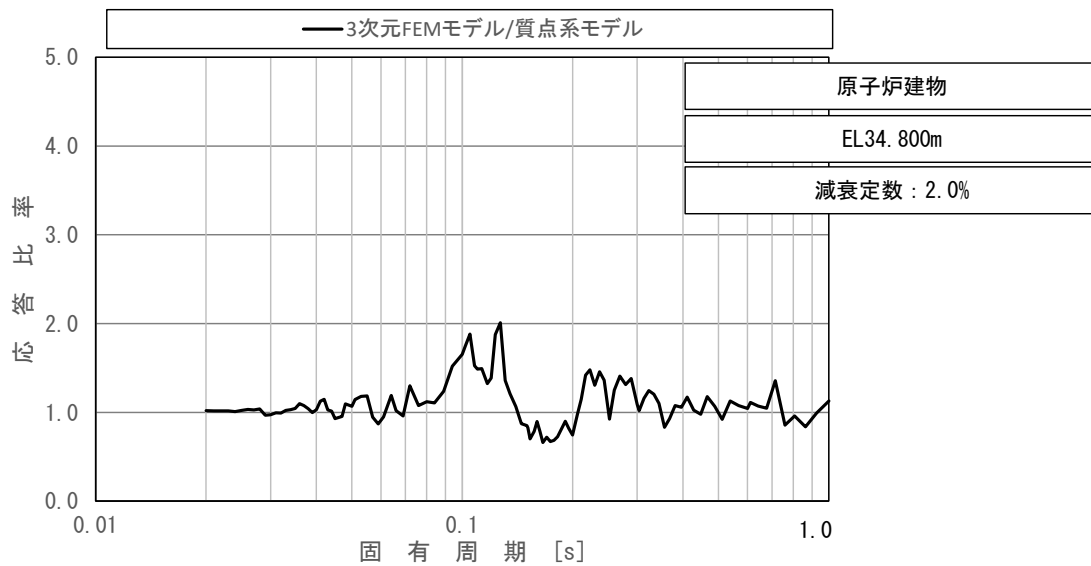
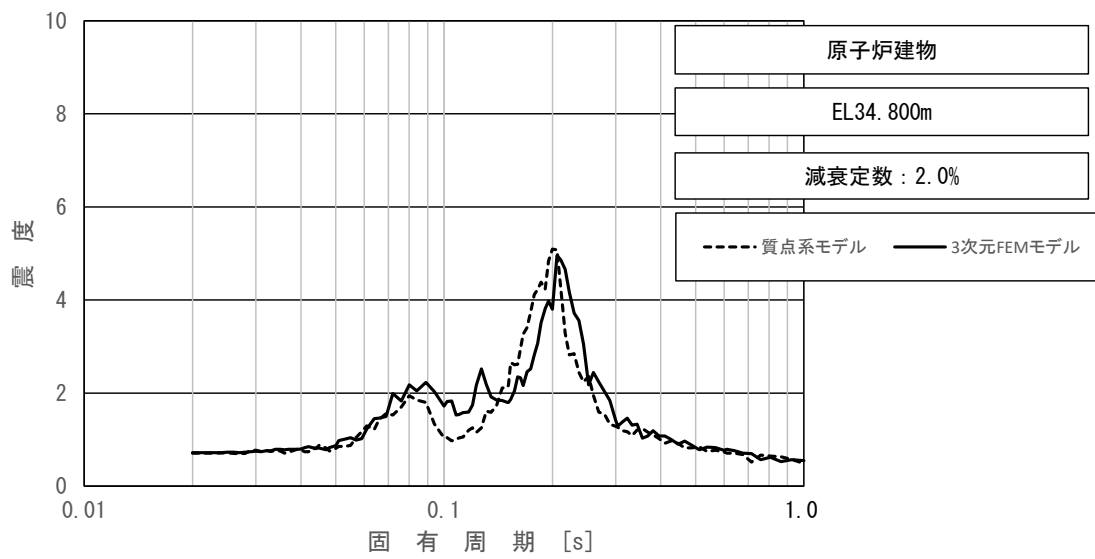


図 4-4 (2/8) 今回工認モデルと 3次元 FEM モデルの床応答スペクトル比較及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW),
 EL34.8m (原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点付近の節点 (建物模擬モデル)))

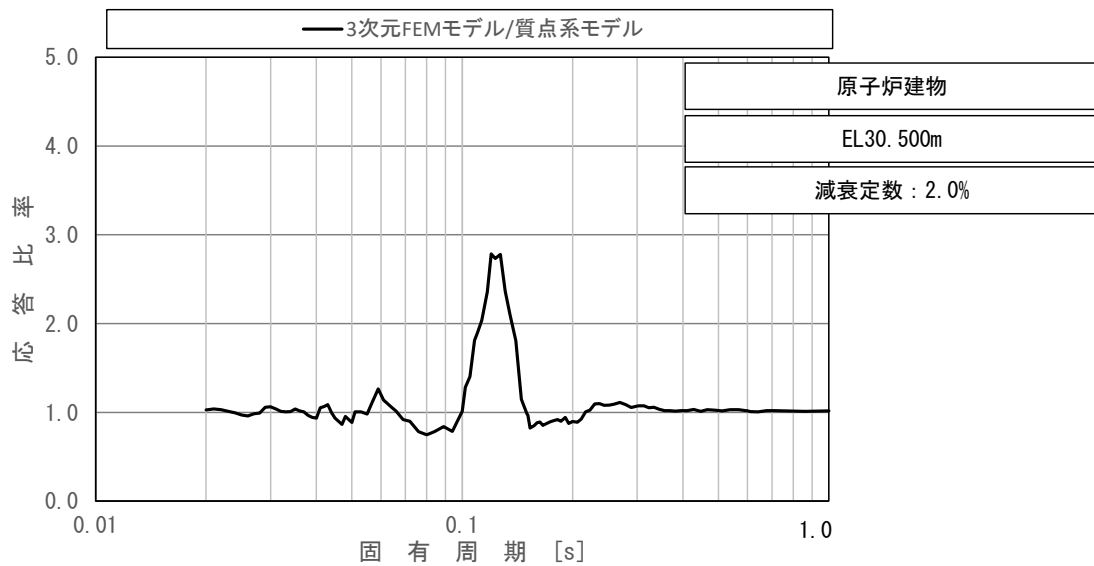
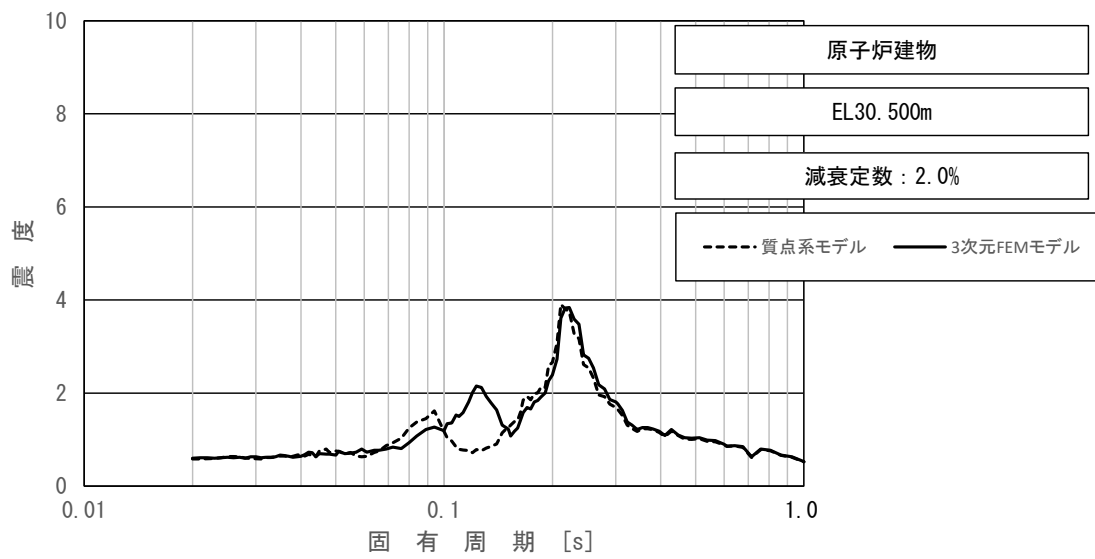


図 4-4 (3/8) 今回工認モデルと 3次元 FEM モデルの床応答スペクトル比較及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS),
 EL30.5m (原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点付近の節点 (建物模擬モデル)))

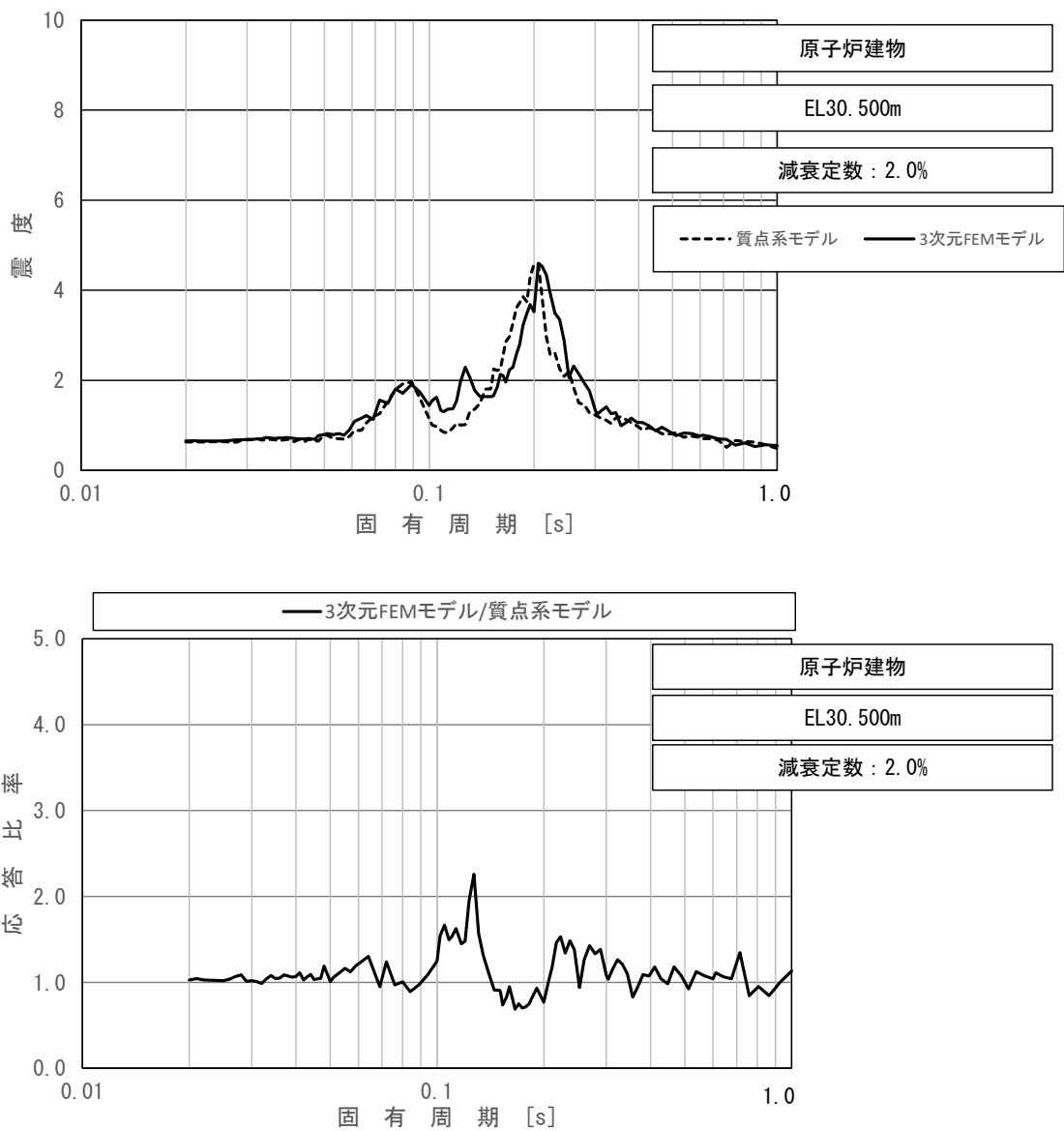


図 4-4 (4/8) 今回工認モデルと 3 次元 FEM モデルの床応答スペクトル比較及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW),
 EL30.5m (原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点付近の節点 (建物模擬モデル)))

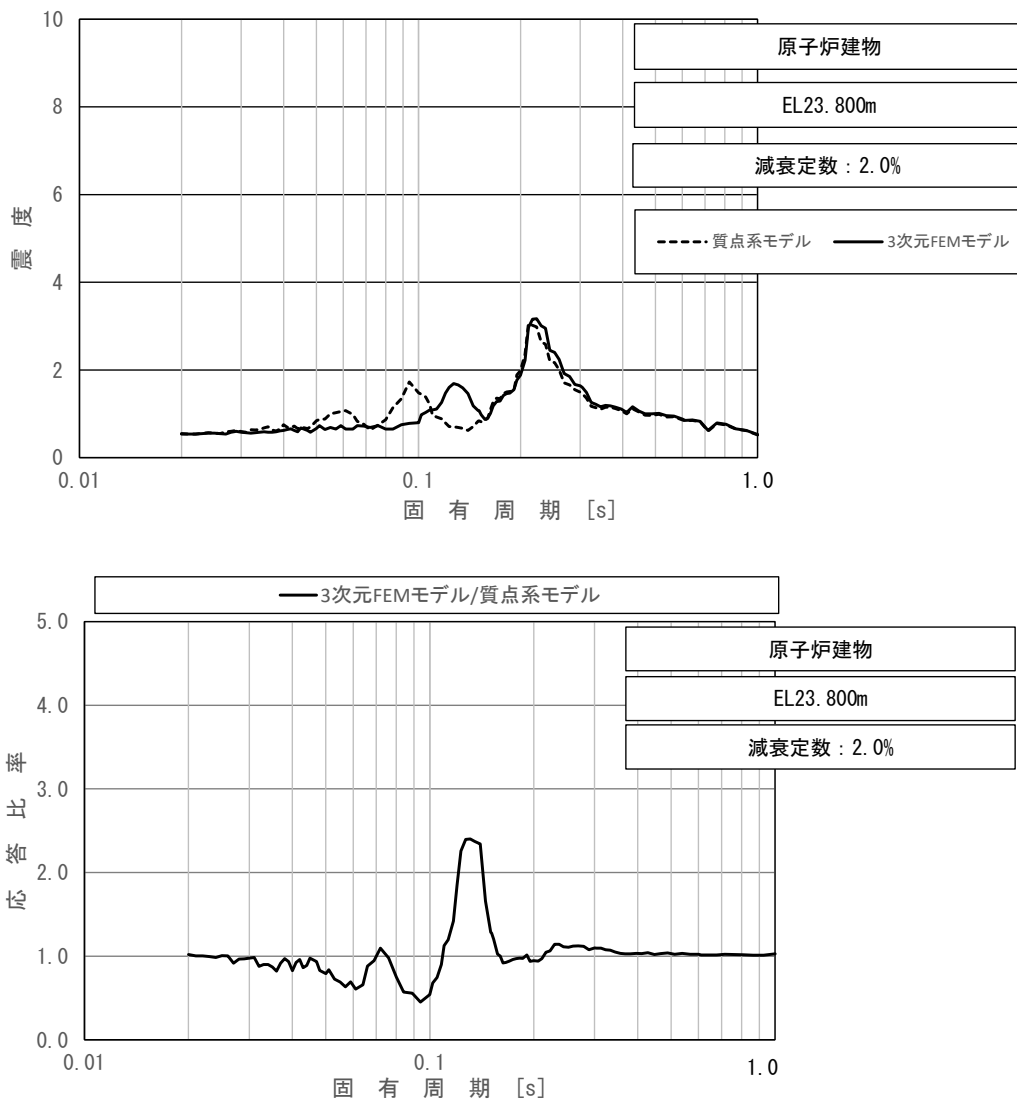


図 4-4 (5/8) 今回工認モデルと 3次元 FEM モデルの床応答スペクトル比較及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS),
 EL23.8m (原子炉建物と原子炉压力容器等の接続点付近の節点 (建物模擬モデル)))

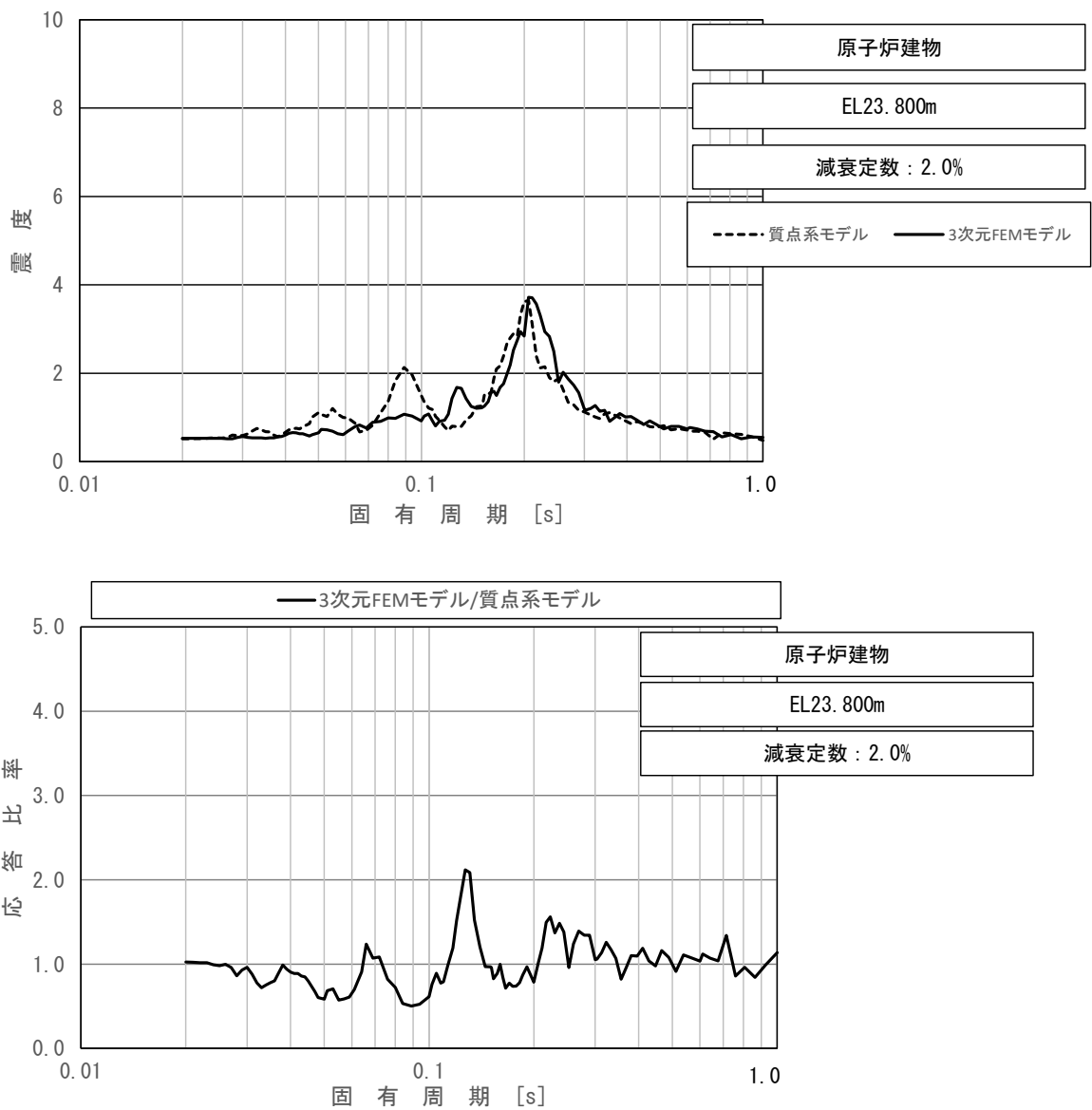


図 4-4 (6/8) 今回工認モデルと 3 次元 FEM モデルの床応答スペクトル比較及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW),
 EL23.8m (原子炉建物と原子炉压力容器等の接続点付近の節点 (建物模擬モデル)))

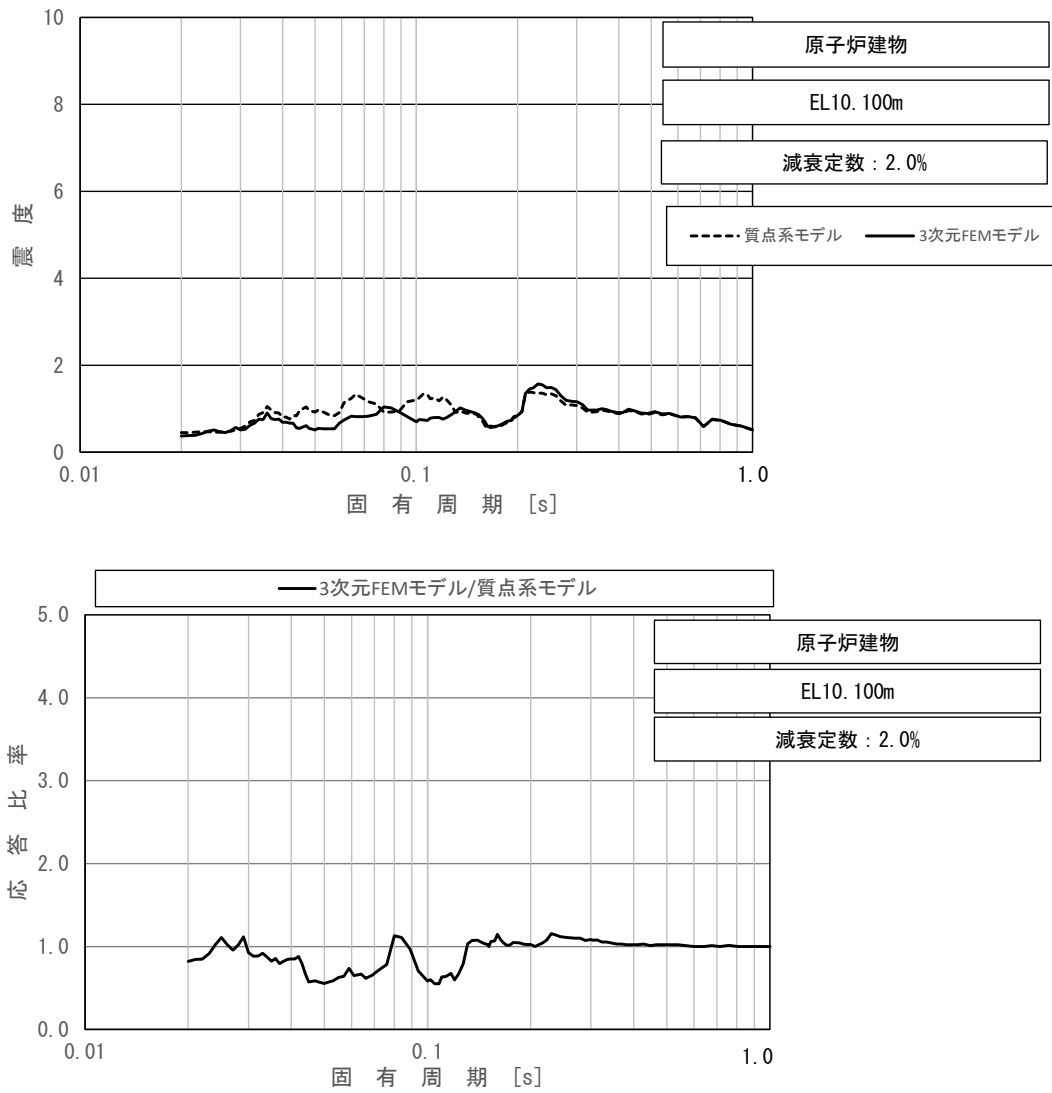


図 4-4 (7/8) 今回工認モデルと 3次元 FEM モデルの床応答スペクトル比較及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS),
 EL10.1m (原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点付近の節点 (建物模擬モデル)))

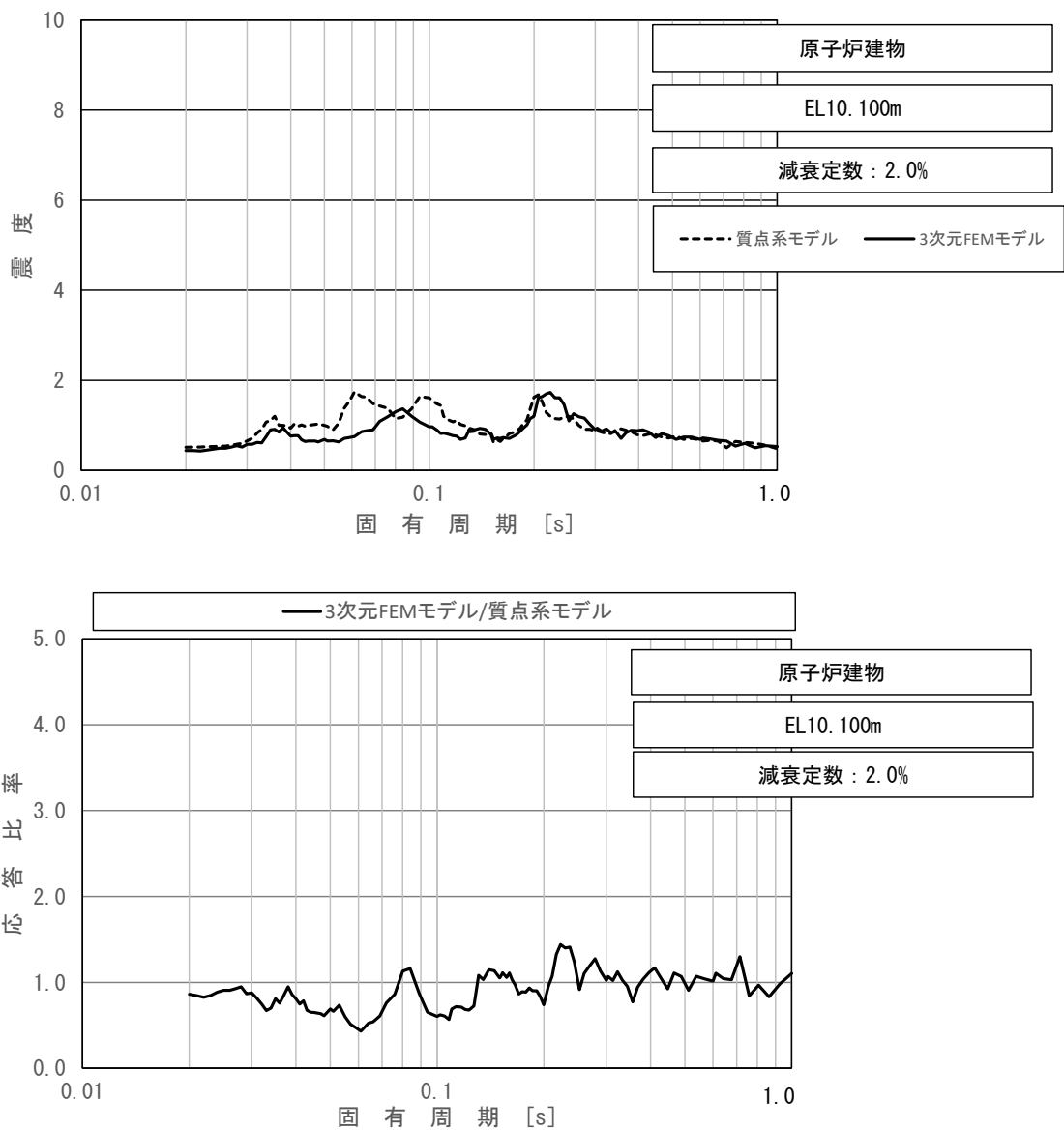


図 4-4 (8/8) 今回工認モデルと 3 次元 FEM モデルの床応答スペクトル比較及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW),
 EL10.1m (原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点付近の節点 (建物模擬モデル)))

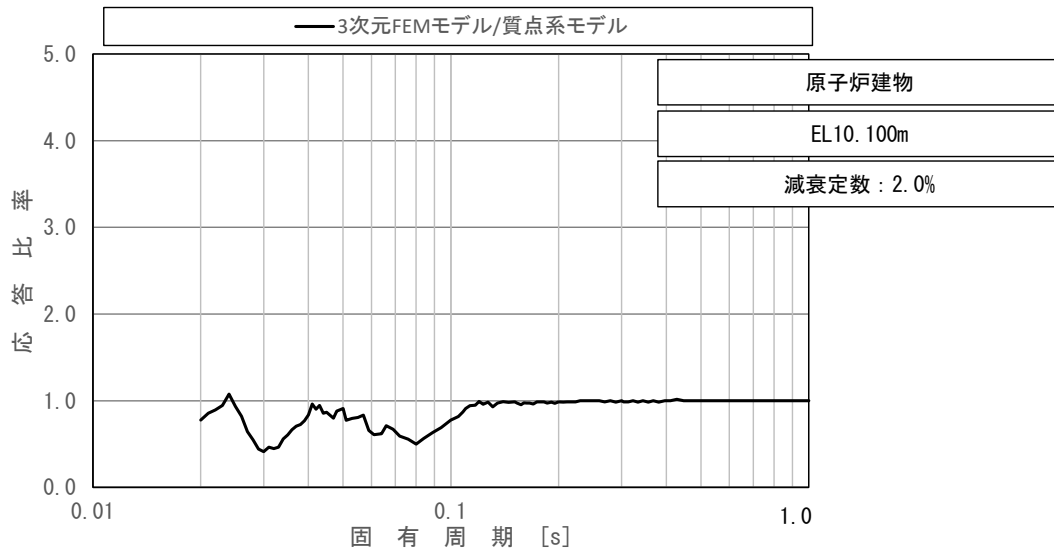
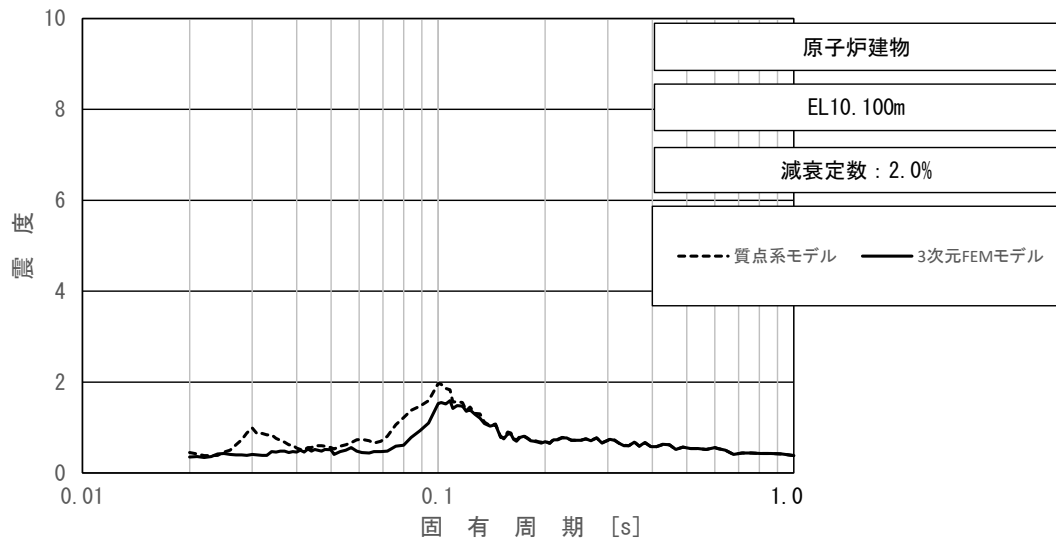


図 4-5 今回工認モデルと 3 次元 FEM モデルの床応答スペクトル比較及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向,
 EL10.1m (原子炉建物と原子炉圧力容器等の接続点付近の節点 (建物模擬モデル)))

(1) 震度の応答比率

震度の応答比率を表4-2～表4-12に、震度（1.2ZPA）の比較図を図4-6～図4-12に示す。

表 4-2 (1/3) 震度（原子炉格納容器）
弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 格納容器	41	39.400	0.71	0.68	0.96
	42	37.060	0.68	0.66	0.98
	43	34.758	0.64	0.63	0.99
	44	33.141	0.61	0.62	1.02
	45	29.392	0.57	0.58	1.02
	46	27.907	0.55	0.58	1.06
	47	22.932	0.47	0.54	1.15
	48	19.878	0.45	0.51	1.14
	49	16.825	0.43	0.47	1.10
	50	13.700	0.43	0.42	0.98
	51	11.900	0.43	0.39	0.91

表 4-2 (2/3) 震度 (原子炉格納容器)
弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 格納容器	42	39.400	0.77	0.68	0.89
	43	37.060	0.73	0.65	0.90
	44	34.758	0.69	0.61	0.89
	45	33.141	0.66	0.58	0.88
	46	29.392	0.60	0.53	0.89
	47	27.907	0.56	0.52	0.93
	48	22.932	0.45	0.49	1.09
	49	19.878	0.42	0.46	1.10
	50	16.825	0.40	0.42	1.05
	51	13.700	0.39	0.37	0.95
	52	11.900	0.42	0.35	0.84

表 4-2 (3/3) 震度 (原子炉格納容器)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 格納容器	29	39.400	0.43	0.38	0.89
	30	37.060	0.43	0.38	0.89
	31	34.758	0.42	0.37	0.89
	32	33.141	0.42	0.37	0.89
	33	29.392	0.40	0.36	0.90
	34	27.907	0.40	0.36	0.90
	35	22.932	0.38	0.34	0.90
	36	19.878	0.37	0.33	0.90
	37	16.825	0.36	0.31	0.87
	38	13.700	0.36	0.31	0.87
	39	11.900	0.35	0.31	0.89

表 4-3 (1/3) 震度 (原子炉格納容器)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 格納容器	41	39.400	0.85	0.82	0.97
	42	37.060	0.81	0.79	0.98
	43	34.758	0.77	0.76	0.99
	44	33.141	0.73	0.74	1.02
	45	29.392	0.68	0.70	1.03
	46	27.907	0.66	0.69	1.05
	47	22.932	0.57	0.65	1.15
	48	19.878	0.53	0.61	1.16
	49	16.825	0.51	0.56	1.10
	50	13.700	0.51	0.50	0.99
	51	11.900	0.51	0.46	0.91

表 4-3 (2/3) 震度 (原子炉格納容器)
弾性設計用地震動 S d-D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 格納容器	42	39.400	0.92	0.82	0.90
	43	37.060	0.87	0.78	0.90
	44	34.758	0.83	0.74	0.90
	45	33.141	0.79	0.70	0.89
	46	29.392	0.72	0.64	0.89
	47	27.907	0.67	0.62	0.93
	48	22.932	0.54	0.58	1.08
	49	19.878	0.50	0.55	1.10
	50	16.825	0.47	0.51	1.09
	51	13.700	0.47	0.45	0.96
	52	11.900	0.50	0.42	0.84

表 4-3 (3/3) 震度 (原子炉格納容器)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 格納容器	29	39.400	0.51	0.45	0.89
	30	37.060	0.51	0.45	0.89
	31	34.758	0.51	0.45	0.89
	32	33.141	0.50	0.44	0.88
	33	29.392	0.48	0.43	0.90
	34	27.907	0.48	0.43	0.90
	35	22.932	0.46	0.41	0.90
	36	19.878	0.45	0.39	0.87
	37	16.825	0.43	0.37	0.87
	38	13.700	0.43	0.37	0.87
	39	11.900	0.42	0.37	0.89

表 4-4 (1/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)
弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
ガンマ線遮蔽壁	53	29.962	0.98	0.85	0.87
	54	26.981	0.91	0.70	0.77
	55	24.000	0.75	0.64	0.86
	56	21.500	0.66	0.58	0.88
	57	19.000	0.56	0.50	0.90
原子炉圧力容器 ペデスタル	58	15.944	0.50	0.42	0.84
	59	13.022	0.47	0.38	0.81

表 4-4 (2/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
ガンマ線遮蔽壁	54	29.962	1.02	0.79	0.78
	55	26.981	0.95	0.67	0.71
	56	24.000	0.80	0.62	0.78
	57	21.500	0.69	0.57	0.83
	58	19.000	0.61	0.49	0.81
原子炉圧力容器 ペDESTAL	59	15.944	0.55	0.43	0.79
	60	13.022	0.51	0.37	0.73

表 4-4 (3/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL)

弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
ガンマ線遮蔽壁	41	29.962	0.57	0.50	0.88
	42	26.981	0.55	0.48	0.88
	43	24.000	0.52	0.45	0.87
	44	21.500	0.48	0.42	0.88
	45	19.000	0.41	0.36	0.88
原子炉圧力容器 ペDESTAL	46	15.944	0.37	0.32	0.87
	47	13.022	0.36	0.31	0.87

表 4-5 (1/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL)
 弾性設計用地震動 S d-D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
ガンマ線遮蔽壁	53	29.962	1.18	1.01	0.86
	54	26.981	1.09	0.84	0.78
	55	24.000	0.90	0.77	0.86
	56	21.500	0.79	0.70	0.89
	57	19.000	0.67	0.60	0.90
原子炉圧力容器 ペDESTAL	58	15.944	0.60	0.51	0.85
	59	13.022	0.56	0.46	0.83

表 4-5 (2/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
ガンマ線遮蔽壁	54	29.962	1.23	0.94	0.77
	55	26.981	1.14	0.80	0.71
	56	24.000	0.96	0.75	0.79
	57	21.500	0.83	0.68	0.82
	58	19.000	0.73	0.59	0.81
原子炉圧力容器 ペDESTAL	59	15.944	0.66	0.52	0.79
	60	13.022	0.61	0.45	0.74

表 4-5 (3/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL)

弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
ガンマ線遮蔽壁	41	29.962	0.69	0.60	0.87
	42	26.981	0.66	0.58	0.88
	43	24.000	0.62	0.54	0.88
	44	21.500	0.57	0.50	0.88
	45	19.000	0.50	0.43	0.86
原子炉圧力容器 ペDESTAL	46	15.944	0.44	0.38	0.87
	47	13.022	0.43	0.37	0.87

表 4-6 (1/3) 震度 (原子炉压力容器)
 弾性設計用地震動 S d-D, 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 压力容器	61	37.494	1.84	1.66	0.91
	62	36.586	1.75	1.58	0.91
	63	35.678	1.66	1.51	0.91
	64	33.993	1.52	1.37	0.91
	65	32.567	1.41	1.24	0.88
	66	31.557	1.32	1.15	0.88
	67	30.369	1.21	1.04	0.86
	68	30.218	1.20	1.03	0.86
	69	29.181	1.14	0.96	0.85
	70	28.249	1.07	0.90	0.85
	71	27.317	1.01	0.86	0.86
	72	26.687	0.97	0.83	0.86
	73	25.414	0.88	0.78	0.89
	74	25.131	0.86	0.77	0.90
	75	24.419	0.80	0.74	0.93
	76	23.707	0.75	0.70	0.94
	77	22.995	0.70	0.67	0.96
	78	22.283	0.67	0.63	0.95
	79	21.064	0.65	0.57	0.88
	80	20.892	0.65	0.56	0.87
81	20.214	0.63	0.54	0.86	
82	19.196	0.61	0.51	0.84	
83	18.250	0.59	0.48	0.82	

表 4-6 (2/3) 震度 (原子炉压力容器)
 弾性設計用地震動 S d-D, 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 压力容器	62	37.494	2.30	1.41	0.62
	63	36.586	2.19	1.35	0.62
	64	35.678	2.07	1.28	0.62
	65	33.993	1.86	1.16	0.63
	66	32.567	1.68	1.06	0.64
	67	31.557	1.55	0.98	0.64
	68	30.369	1.39	0.89	0.65
	69	30.218	1.38	0.88	0.64
	70	29.181	1.28	0.81	0.64
	71	28.249	1.20	0.75	0.63
	72	27.317	1.11	0.71	0.64
	73	26.687	1.06	0.68	0.65
	74	25.414	0.95	0.66	0.70
	75	25.131	0.93	0.66	0.71
	76	24.419	0.87	0.65	0.75
	77	23.707	0.81	0.63	0.78
	78	22.995	0.75	0.62	0.83
	79	22.283	0.69	0.60	0.87
	80	21.064	0.61	0.58	0.96
	81	20.892	0.61	0.57	0.94
82	20.214	0.60	0.56	0.94	
83	19.196	0.60	0.53	0.89	
84	18.250	0.60	0.51	0.85	

表 4-6 (3/3) 震度 (原子炉压力容器)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 压力容器	49	37.494	0.49	0.41	0.84
	50	36.586	0.49	0.41	0.84
	51	35.678	0.49	0.41	0.84
	52	33.993	0.49	0.41	0.84
	53	32.567	0.49	0.40	0.82
	54	31.557	0.48	0.40	0.84
	55	30.369	0.48	0.40	0.84
	56	30.218	0.48	0.39	0.82
	57	29.181	0.47	0.39	0.83
	58	28.249	0.47	0.39	0.83
	59	27.317	0.46	0.38	0.83
	60	26.687	0.46	0.38	0.83
	61	25.414	0.45	0.37	0.83
	62	25.131	0.45	0.37	0.83
	63	24.419	0.44	0.37	0.85
	64	23.707	0.44	0.37	0.85
	65	22.995	0.43	0.36	0.84
	66	22.283	0.43	0.36	0.84
	67	21.064	0.42	0.35	0.84
	68	20.892	0.42	0.35	0.84
	69	20.214	0.41	0.35	0.86
70	19.196	0.41	0.34	0.83	
71	18.250	0.40	0.34	0.85	

表 4-7 (1/3) 震度 (原子炉压力容器)
 弾性設計用地震動 S d-D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 压力容器	61	37.494	2.21	1.99	0.91
	62	36.586	2.10	1.90	0.91
	63	35.678	1.99	1.81	0.91
	64	33.993	1.83	1.64	0.90
	65	32.567	1.69	1.49	0.89
	66	31.557	1.58	1.38	0.88
	67	30.369	1.46	1.25	0.86
	68	30.218	1.44	1.24	0.87
	69	29.181	1.36	1.15	0.85
	70	28.249	1.29	1.08	0.84
	71	27.317	1.21	1.03	0.86
	72	26.687	1.16	1.00	0.87
	73	25.414	1.05	0.94	0.90
	74	25.131	1.03	0.92	0.90
	75	24.419	0.96	0.88	0.92
	76	23.707	0.90	0.84	0.94
	77	22.995	0.84	0.80	0.96
	78	22.283	0.80	0.76	0.95
	79	21.064	0.78	0.68	0.88
	80	20.892	0.77	0.68	0.89
81	20.214	0.76	0.65	0.86	
82	19.196	0.73	0.61	0.84	
83	18.250	0.70	0.57	0.82	

表 4-7 (2/3) 震度 (原子炉压力容器)
 弾性設計用地震動 S d-D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 压力容器	62	37.494	2.76	1.69	0.62
	63	36.586	2.62	1.61	0.62
	64	35.678	2.49	1.54	0.62
	65	33.993	2.23	1.39	0.63
	66	32.567	2.02	1.27	0.63
	67	31.557	1.86	1.18	0.64
	68	30.369	1.67	1.07	0.65
	69	30.218	1.65	1.06	0.65
	70	29.181	1.53	0.97	0.64
	71	28.249	1.43	0.90	0.63
	72	27.317	1.33	0.85	0.64
	73	26.687	1.27	0.82	0.65
	74	25.414	1.14	0.80	0.71
	75	25.131	1.11	0.79	0.72
	76	24.419	1.04	0.77	0.75
	77	23.707	0.97	0.76	0.79
	78	22.995	0.89	0.74	0.84
	79	22.283	0.82	0.72	0.88
	80	21.064	0.73	0.69	0.95
	81	20.892	0.73	0.69	0.95
82	20.214	0.72	0.67	0.94	
83	19.196	0.72	0.64	0.89	
84	18.250	0.72	0.61	0.85	

表 4-7 (3/3) 震度 (原子炉压力容器)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉 压力容器	49	37.494	0.59	0.49	0.84
	50	36.586	0.59	0.49	0.84
	51	35.678	0.59	0.49	0.84
	52	33.993	0.59	0.49	0.84
	53	32.567	0.58	0.48	0.83
	54	31.557	0.58	0.48	0.83
	55	30.369	0.57	0.47	0.83
	56	30.218	0.57	0.47	0.83
	57	29.181	0.56	0.47	0.84
	58	28.249	0.56	0.46	0.83
	59	27.317	0.55	0.46	0.84
	60	26.687	0.55	0.46	0.84
	61	25.414	0.54	0.45	0.84
	62	25.131	0.54	0.45	0.84
	63	24.419	0.53	0.44	0.84
	64	23.707	0.52	0.44	0.85
	65	22.995	0.52	0.43	0.83
	66	22.283	0.51	0.43	0.85
	67	21.064	0.50	0.42	0.84
	68	20.892	0.50	0.42	0.84
	69	20.214	0.50	0.42	0.84
70	19.196	0.49	0.41	0.84	
71	18.250	0.48	0.41	0.86	

表 4-8 (1/3) 震度 (炉心シュラウド)
 弾性設計用地震動 S d-D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
炉心シュラウド	88	31.557	1.33	1.99	1.50
	89	30.369	1.10	1.73	1.58
	90	29.181	0.97	1.53	1.58
	91	28.249	0.91	1.38	1.52
	92	27.317	0.85	1.27	1.50
	93	26.687	0.83	1.21	1.46
	94	25.414	0.81	1.09	1.35
	95	25.843	0.82	1.13	1.38
	96	25.414	0.81	1.09	1.35
	97	25.131	0.81	1.06	1.31
	98	24.419	0.80	0.98	1.23
	99	23.707	0.80	0.91	1.14
	100	22.995	0.79	0.85	1.08
	101	22.283	0.79	0.80	1.02
	102	21.064	0.77	0.73	0.95
	103	21.571	0.78	0.76	0.98
	104	21.064	0.77	0.73	0.95
	105	20.892	0.77	0.72	0.94
106	20.214	0.76	0.67	0.89	
107	19.196	0.73	0.61	0.84	

表 4-8 (2/3) 震度 (炉心シュラウド)

弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
炉心シュラウド	89	31.557	1.32	1.61	1.22
	90	30.369	1.08	1.40	1.30
	91	29.181	0.94	1.26	1.35
	92	28.249	0.89	1.17	1.32
	93	27.317	0.86	1.08	1.26
	94	26.687	0.83	1.03	1.25
	95	25.414	0.81	0.92	1.14
	96	25.843	0.82	0.96	1.18
	97	25.414	0.81	0.92	1.14
	98	25.131	0.81	0.89	1.10
	99	24.419	0.80	0.83	1.04
	100	23.707	0.78	0.77	0.99
	101	22.995	0.77	0.71	0.93
	102	22.283	0.76	0.69	0.91
	103	21.064	0.73	0.68	0.94
	104	21.571	0.75	0.69	0.92
	105	21.064	0.73	0.68	0.94
	106	20.892	0.73	0.67	0.92
	107	20.214	0.71	0.66	0.93
108	19.196	0.72	0.64	0.89	

表 4-8 (3/3) 震度 (炉心シュラウド)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元FEM- 質点系連成 モデル	
炉心シュラウド	73	31.557	0.65	0.48	0.74
	74	30.369	0.65	0.48	0.74
	75	29.181	0.64	0.48	0.75
	76	28.249	0.64	0.48	0.75
	77	27.317	0.63	0.48	0.77
	78	26.687	0.63	0.48	0.77
	79	25.414	0.62	0.47	0.76
	80	25.843	0.62	0.47	0.76
	81	25.414	0.62	0.47	0.76
	82	25.131	0.62	0.47	0.76
	83	24.419	0.61	0.47	0.78
	84	23.707	0.59	0.46	0.78
	85	22.995	0.58	0.45	0.78
	86	22.283	0.57	0.45	0.79
	87	21.064	0.55	0.44	0.80
	88	21.571	0.55	0.44	0.80
	89	21.064	0.55	0.44	0.80
	90	20.892	0.55	0.44	0.80
	91	20.214	0.53	0.43	0.82
	92	19.196	0.51	0.43	0.85

表 4-9 (1/3) 震度 (燃料集合体 (燃料被覆管評価用))
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
燃料集合体	113	25.843	0.68	0.94	1.39
	114	25.131	1.04	1.16	1.12
	115	24.419	1.32	1.29	0.98
	116	23.707	1.38	1.41	1.03
	117	22.995	1.21	1.24	1.03
	118	22.283	0.85	0.96	1.13
	119	21.571	0.65	0.63	0.97

表 4-9 (2/3) 震度 (燃料集合体 (燃料被覆管評価用))
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
燃料集合体	114	25.843	0.69	0.80	1.16
	115	25.131	1.25	1.24	1.00
	116	24.419	1.72	1.77	1.03
	117	23.707	1.86	1.96	1.06
	118	22.995	1.57	1.70	1.09
	119	22.283	1.01	1.13	1.12
	120	21.571	0.62	0.58	0.94

表 4-9 (3/3) 震度 (燃料集合体 (燃料被覆管評価用))
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
燃料集合体	94	25.843	0.58	0.51	0.88
	95	25.131	0.58	0.51	0.88
	96	24.419	0.58	0.51	0.88
	97	23.707	0.57	0.50	0.88
	98	22.995	0.57	0.50	0.88
	99	22.283	0.56	0.49	0.88
	100	21.571	0.55	0.48	0.88

表 4-10 (1/3) 震度 (制御棒駆動機構ハウジング)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	127	17.499	0.65	0.61	0.94
	128	16.508	0.67	0.52	0.78
	129	15.644	0.72	0.54	0.75
	130	14.781	0.79	0.60	0.76
	131	13.917	0.81	0.60	0.75
	132	13.054	0.83	0.60	0.73
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	108	17.442	0.69	0.55	0.80
	109	16.345	0.90	0.65	0.73
	110	15.248	1.43	0.83	0.59
	111	14.151	1.37	0.81	0.60
	112	13.054	0.82	0.60	0.74

表 4-10 (2/3) 震度 (制御棒駆動機構ハウジング)

基準地震動 $S_s - D$, 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	128	17.499	0.66	0.59	0.90
	129	16.508	0.73	0.57	0.79
	130	15.644	0.78	0.59	0.76
	131	14.781	0.86	0.61	0.71
	132	13.917	1.03	0.61	0.60
	133	13.054	1.11	0.60	0.55
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	109	17.442	0.72	0.59	0.82
	110	16.345	1.24	0.70	0.57
	111	15.248	2.22	0.88	0.40
	112	14.151	2.08	0.83	0.40
	113	13.054	1.09	0.60	0.56

表 4-10 (3/3) 震度 (制御棒駆動機構ハウジング)

弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	107	17.499	0.49	0.42	0.86
	108	16.508	0.49	0.41	0.84
	109	15.644	0.49	0.42	0.86
	110	14.781	0.49	0.42	0.86
	111	13.917	0.49	0.42	0.86
	112	13.054	0.49	0.42	0.86
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	93	17.419	0.49	0.41	0.84
	113	16.345	0.49	0.41	0.84
	114	15.248	0.49	0.42	0.86
	115	14.151	0.49	0.42	0.86
	116	13.054	0.49	0.42	0.86

表 4-11 (1/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)
弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉压力容器下鏡	85	18.250	0.59	0.48	0.82
	86	17.442	0.58	0.46	0.80
	87	16.508	0.56	0.44	0.79

表 4-11 (2/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)
弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉压力容器下鏡	86	18.250	0.60	0.51	0.85
	87	17.442	0.60	0.49	0.82
	88	16.508	0.61	0.48	0.79

表 4-11 (3/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉压力容器下鏡	71	18.250	0.40	0.34	0.85
	93	17.419	0.40	0.34	0.85
	108	16.508	0.41	0.35	0.86

表 4-12 (1/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)
弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	NS 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉压力容器下鏡	85	18.250	0.70	0.57	0.82
	86	17.442	0.69	0.55	0.80
	87	16.508	0.67	0.52	0.78

表 4-12 (2/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)
弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	EW 方向		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉压力容器下鏡	86	18.250	0.72	0.61	0.85
	87	17.442	0.72	0.59	0.82
	88	16.508	0.73	0.57	0.79

表 4-12 (3/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)
 弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 今回工認 モデル	② 3次元FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉压力容器下鏡	71	18.250	0.48	0.41	0.86
	93	17.419	0.49	0.41	0.84
	108	16.508	0.49	0.41	0.84

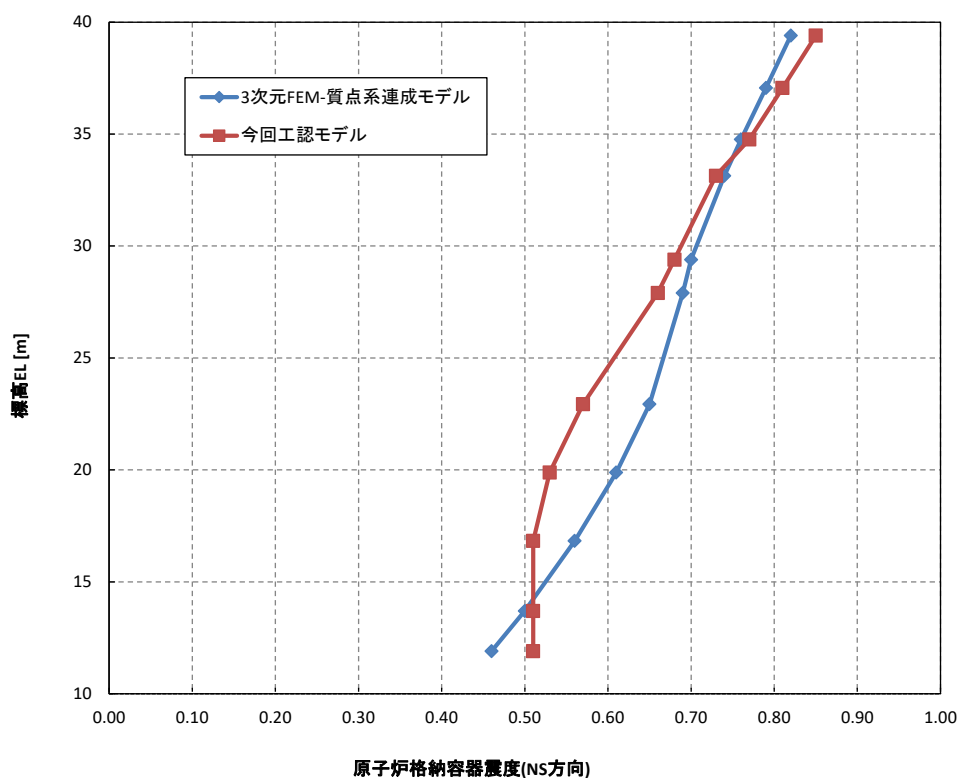


図 4-6 (1/3) 震度
 (弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器)

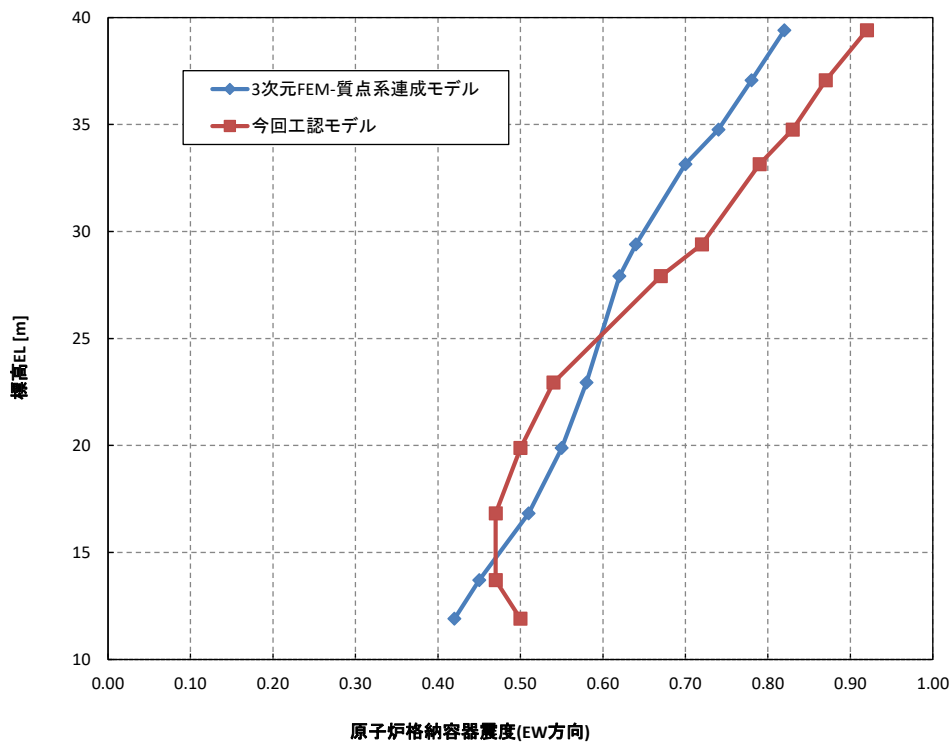


図 4-6 (2/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器)

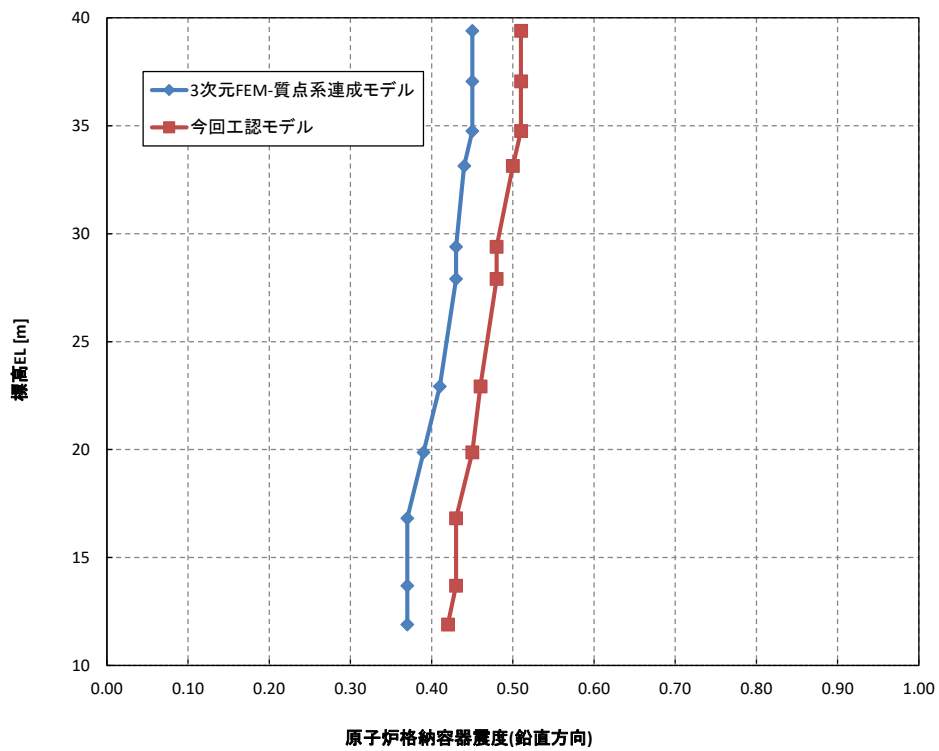


図 4-6 (3/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向 : 原子炉格納容器)

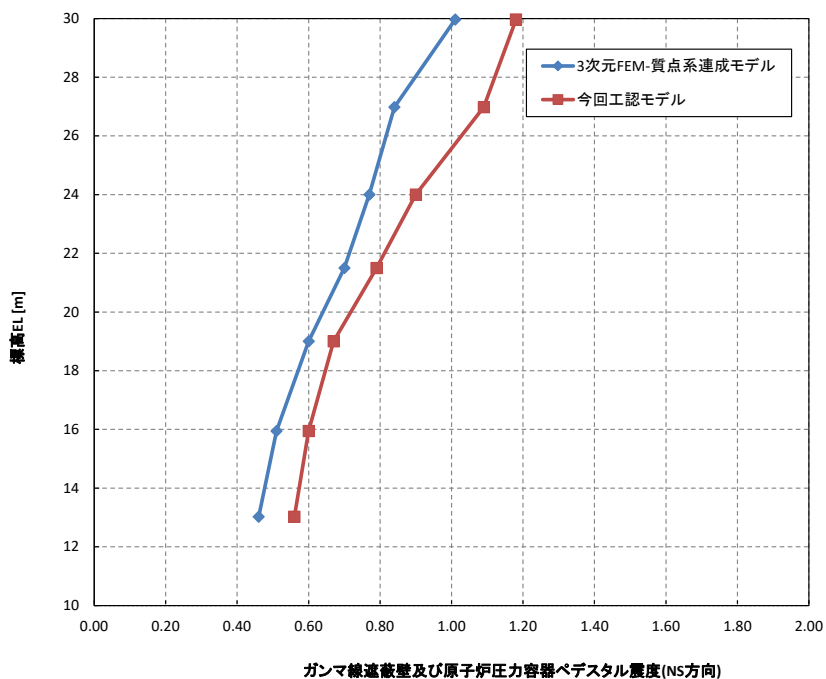


図 4-7 (1/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL)

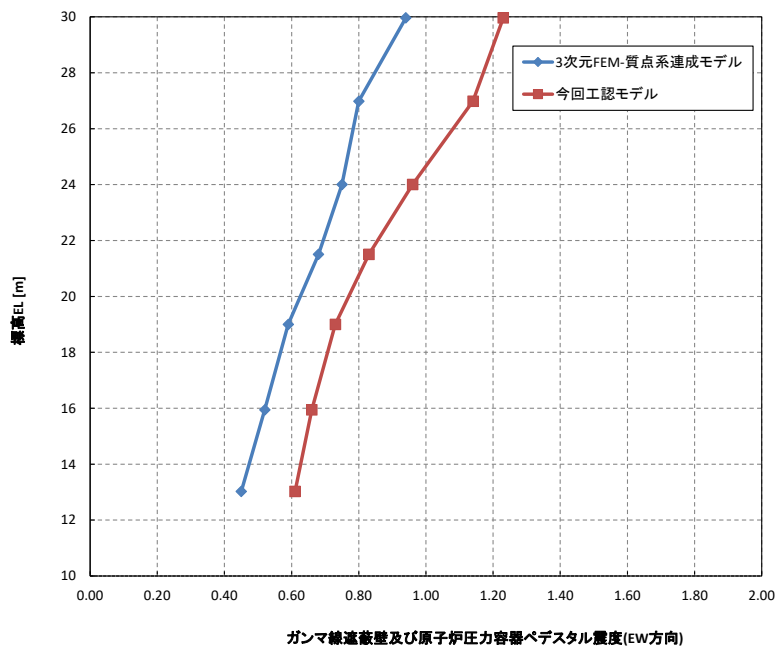


図 4-7 (2/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL)

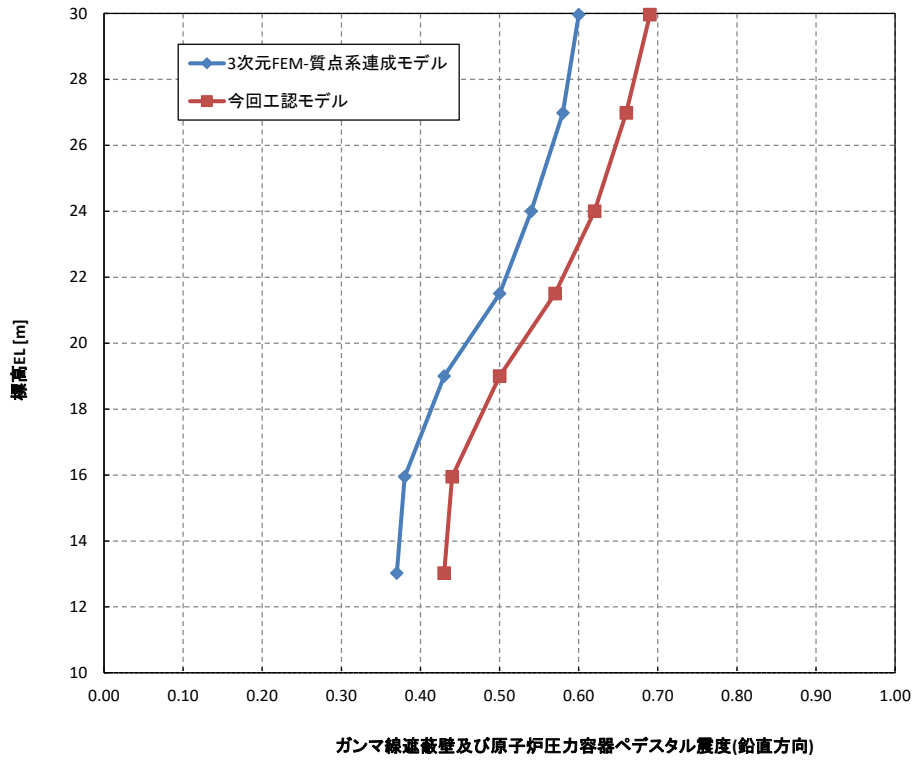


図 4-7 (3/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向：ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL)

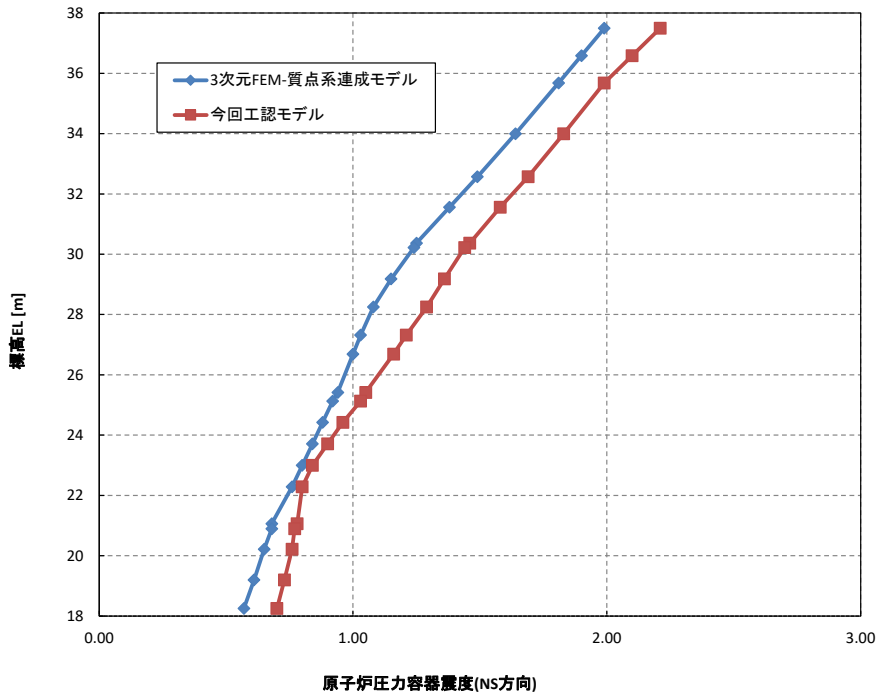


図 4-8 (1/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS)：原子炉圧力容器)

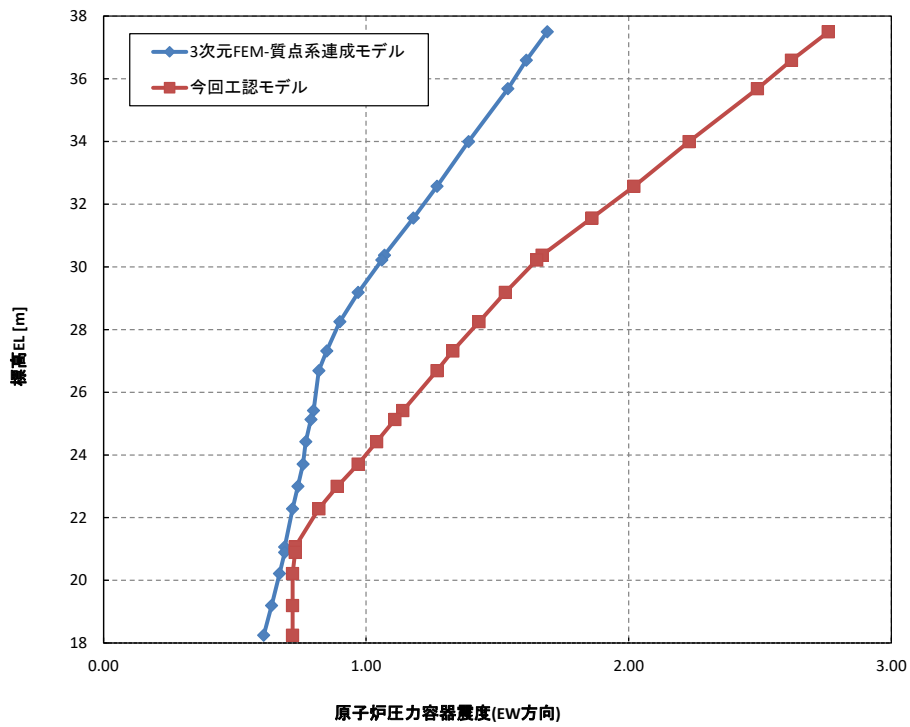


図 4-8 (2/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器)

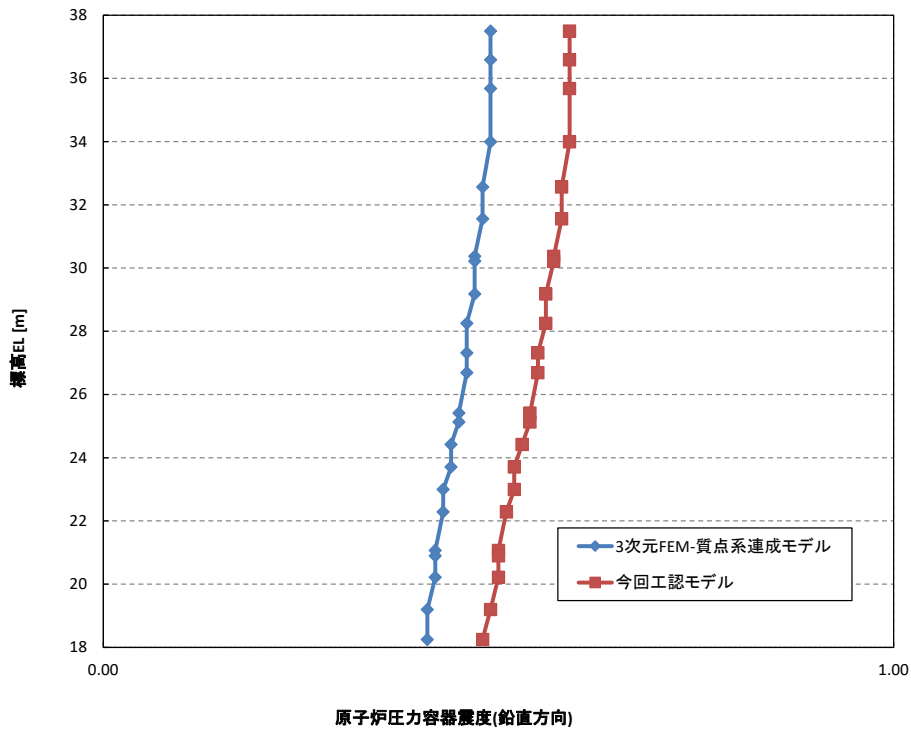


図 4-8 (3/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向 : 原子炉压力容器)

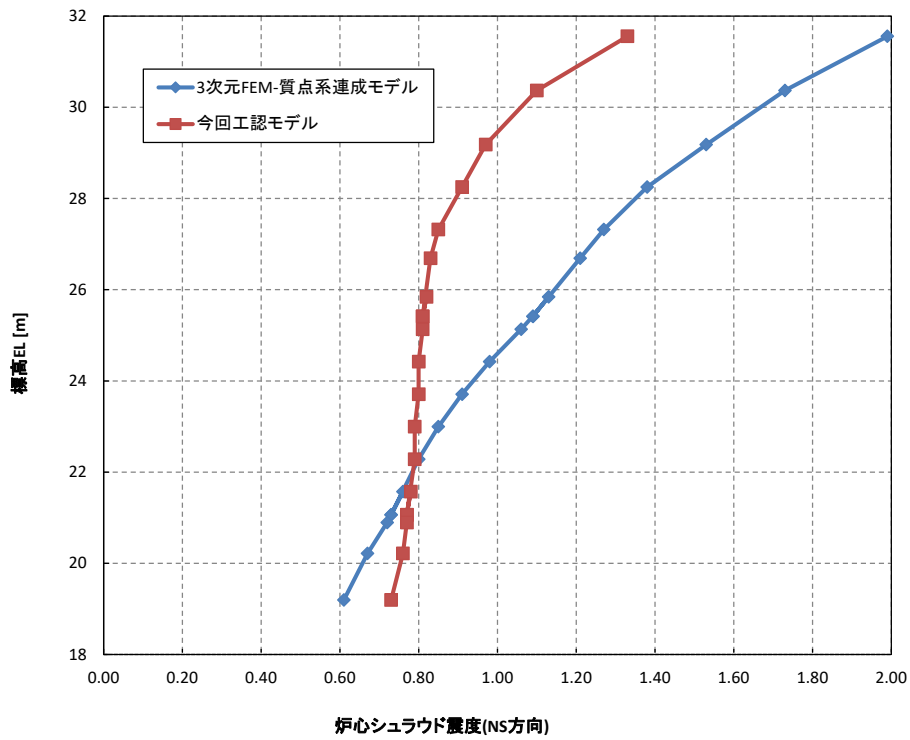


図 4-9 (1/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS) : 炉心シュラウド)

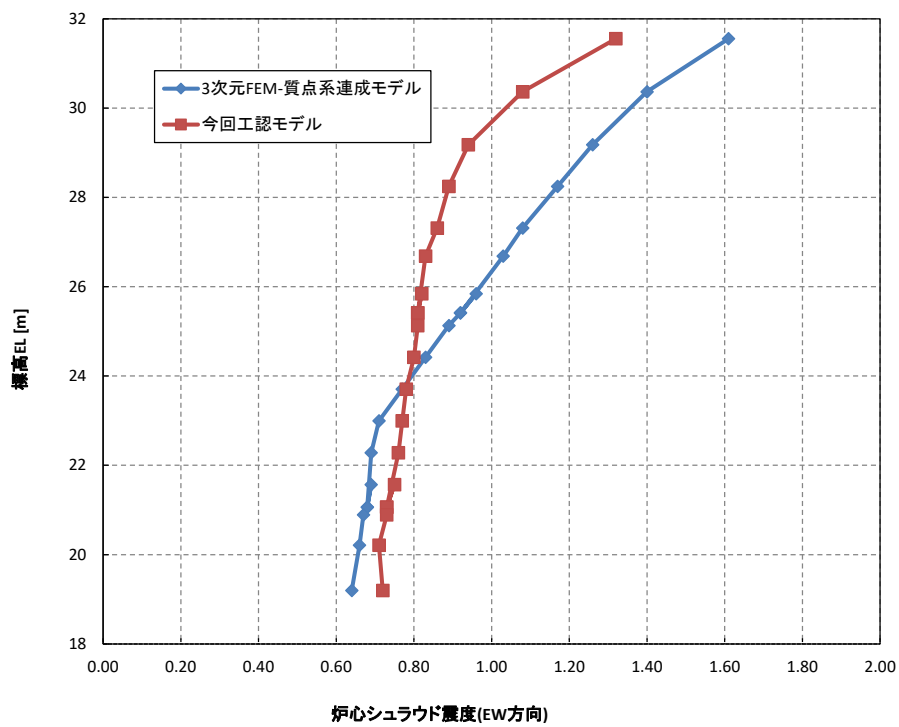


図 4-9 (2/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW) : 炉心シュラウド)

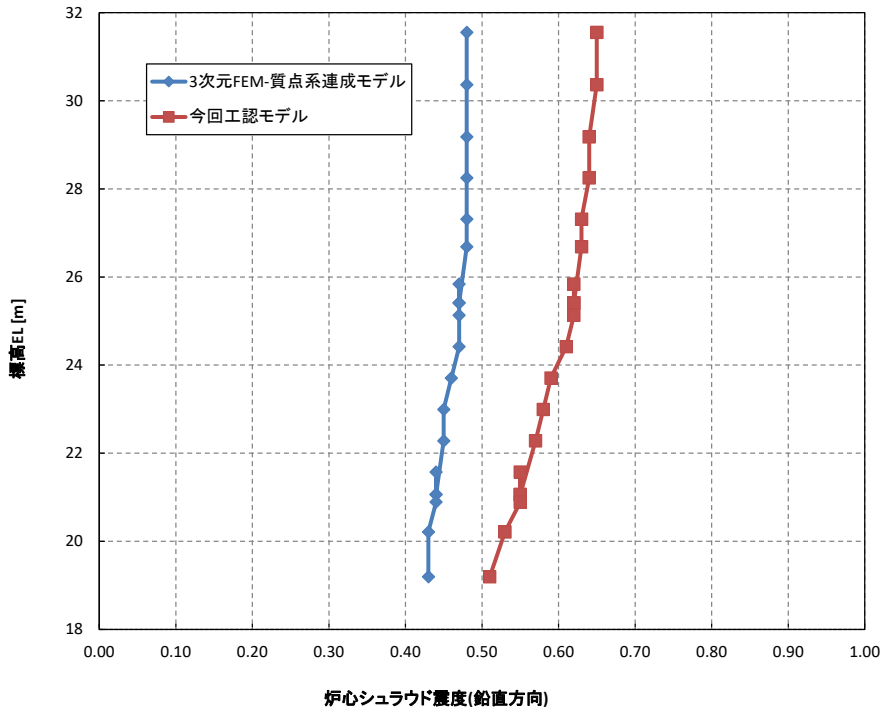


図 4-9 (3/3) 震度
(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向 : 炉心シュラウド)

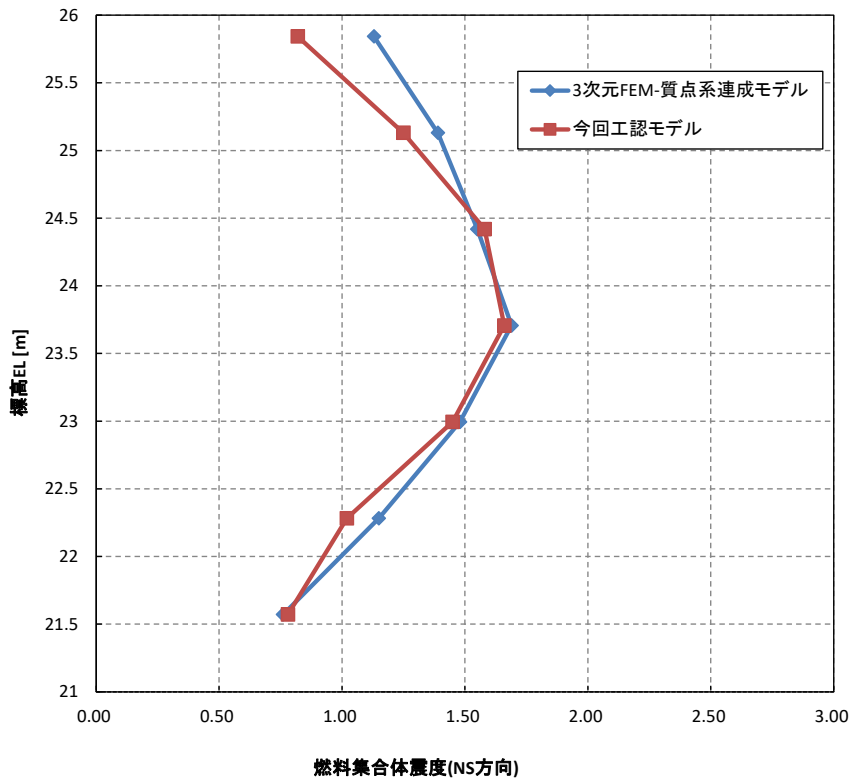


図 4-10 (1/3) 震度
(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS) : 燃料集合体)

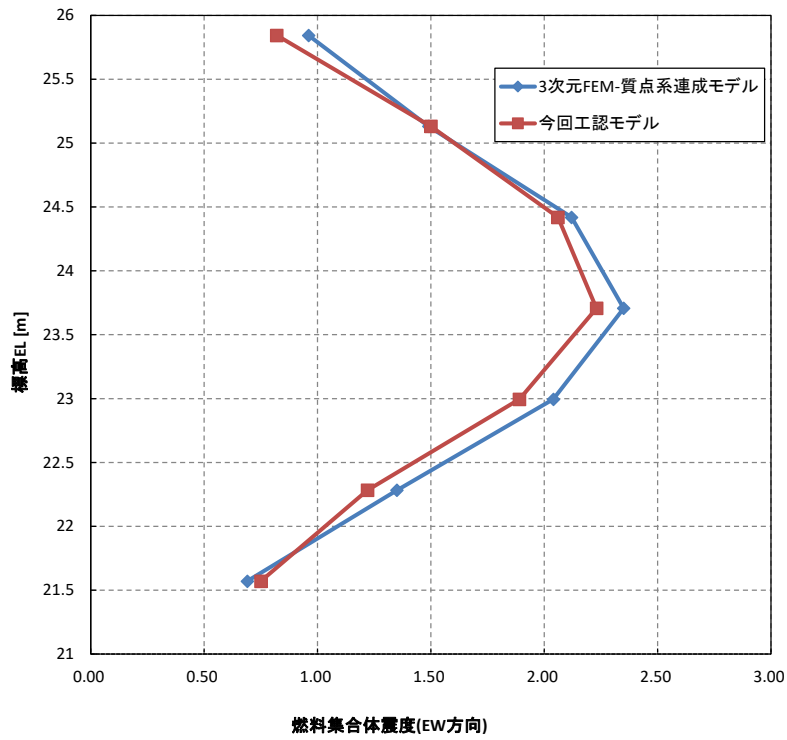


図 4-10 (2/3) 震度
 (弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW) : 燃料集合体)

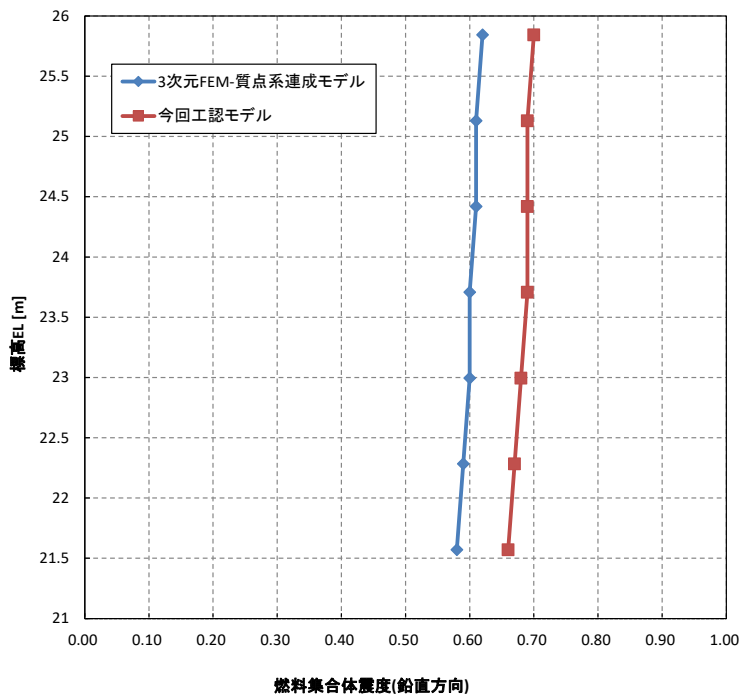


図 4-10 (3/3) 震度
 (弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向 : 燃料集合体)

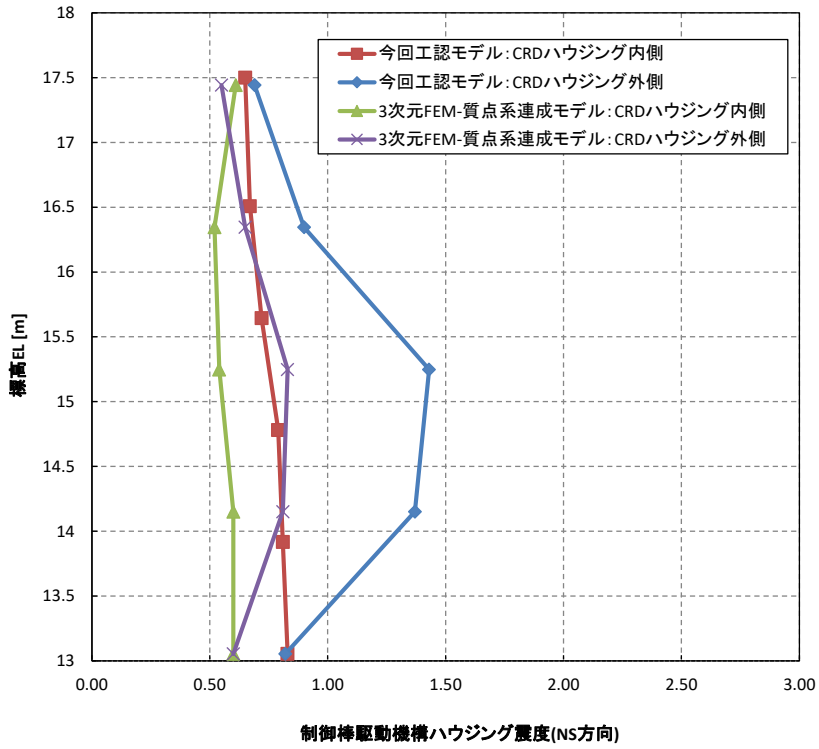


図 4-11 (1/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS) : 制御棒駆動機構ハウジング)

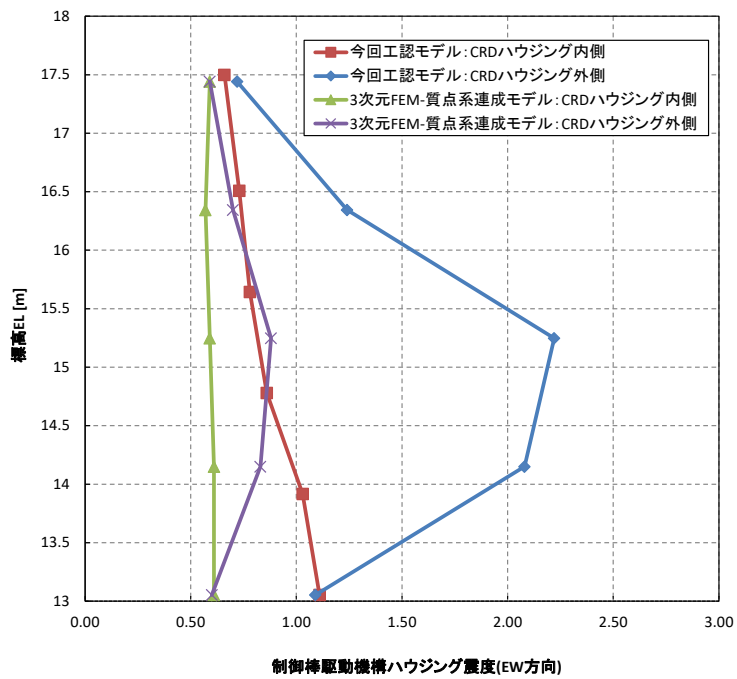


図 4-11 (2/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW) : 制御棒駆動機構ハウジング)

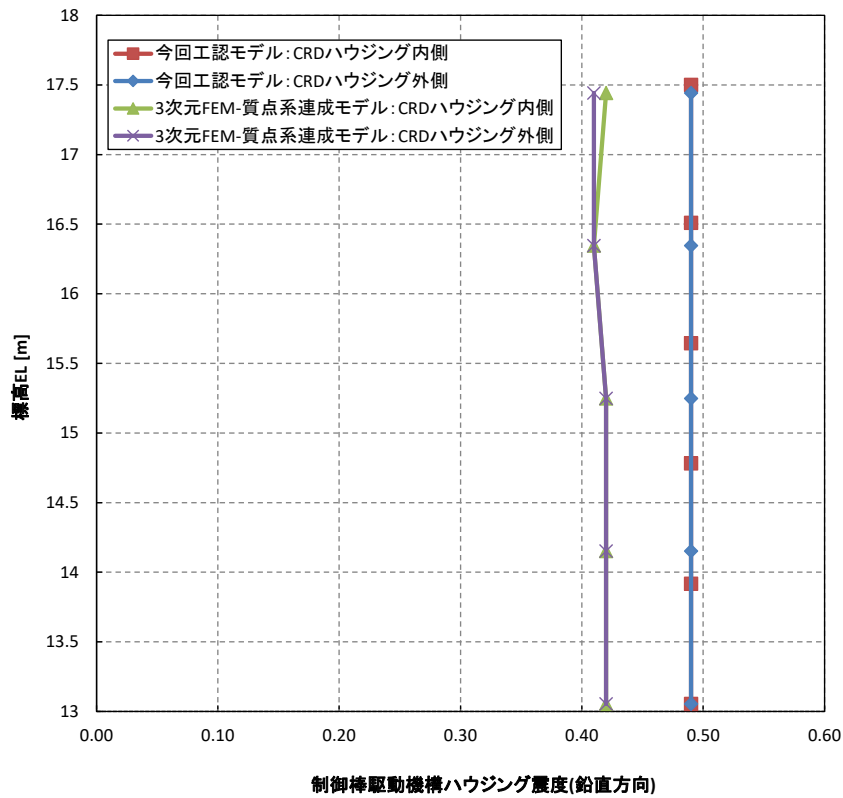


図 4-11 (3/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向 : 制御棒駆動機構ハウジング)

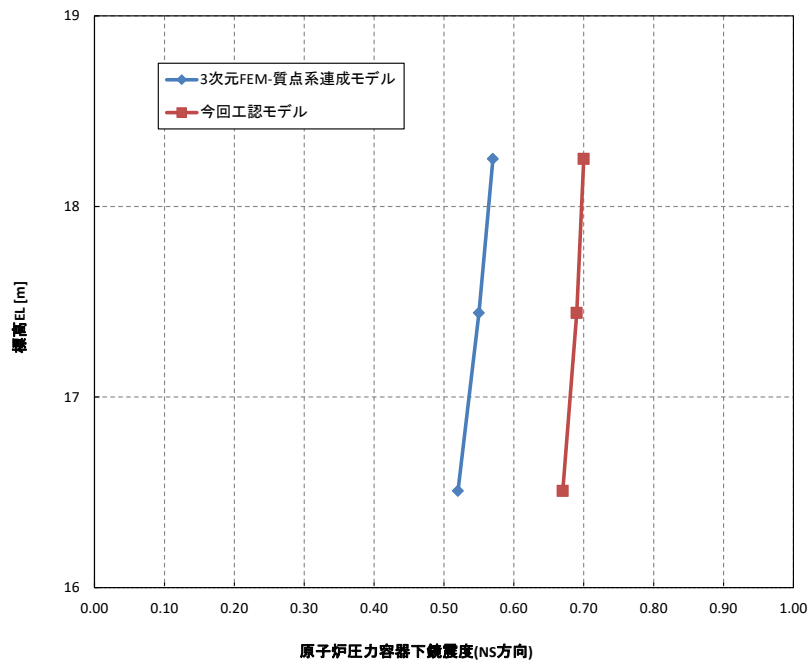


図 4-12 (1/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (NS) : 原子炉圧力容器下鏡)

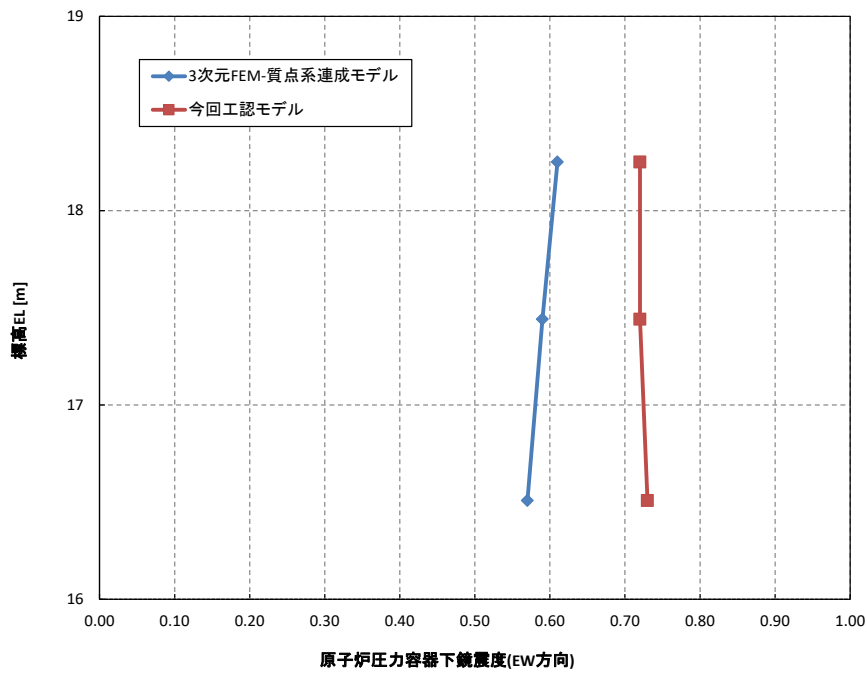


図 4-12 (2/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器下鏡)

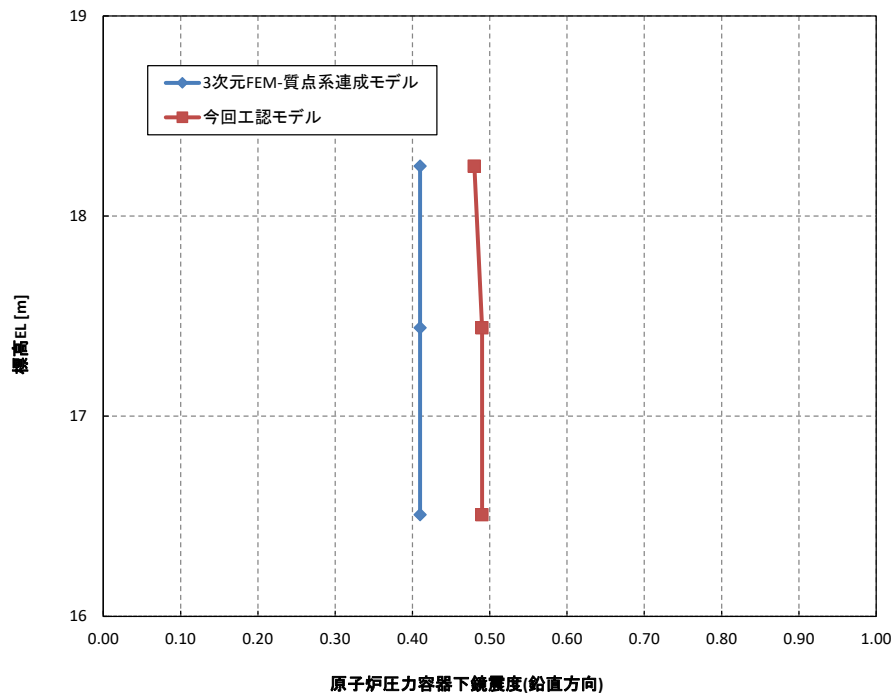
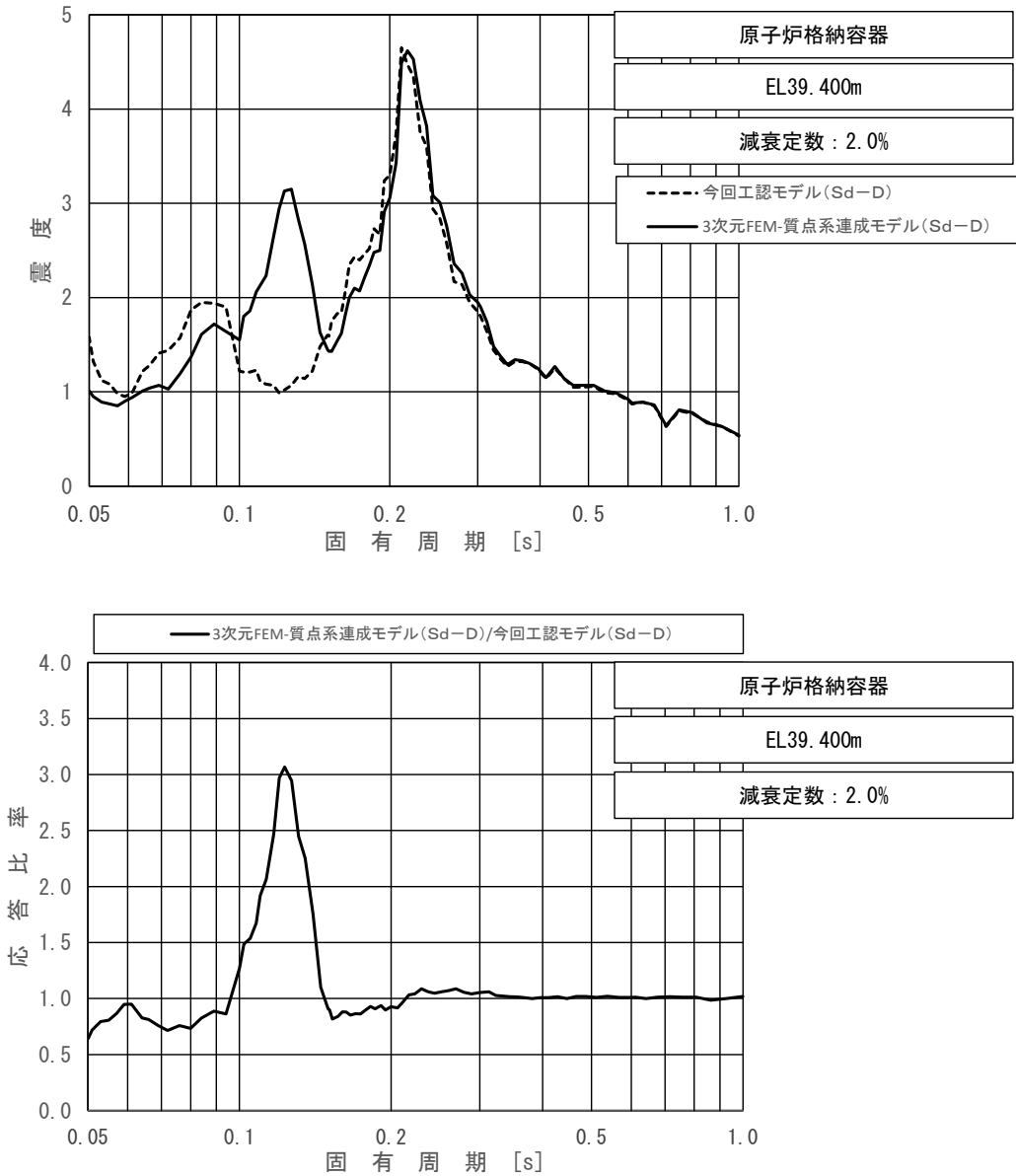


図 4-12 (3/3) 震度

(弾性設計用地震動 S d - D, 1.2ZPA, 鉛直方向 : 原子炉压力容器下鏡)

(2) 床応答スペクトルの応答比率

床応答スペクトルの応答比率を図4-13～図4-33に示す。

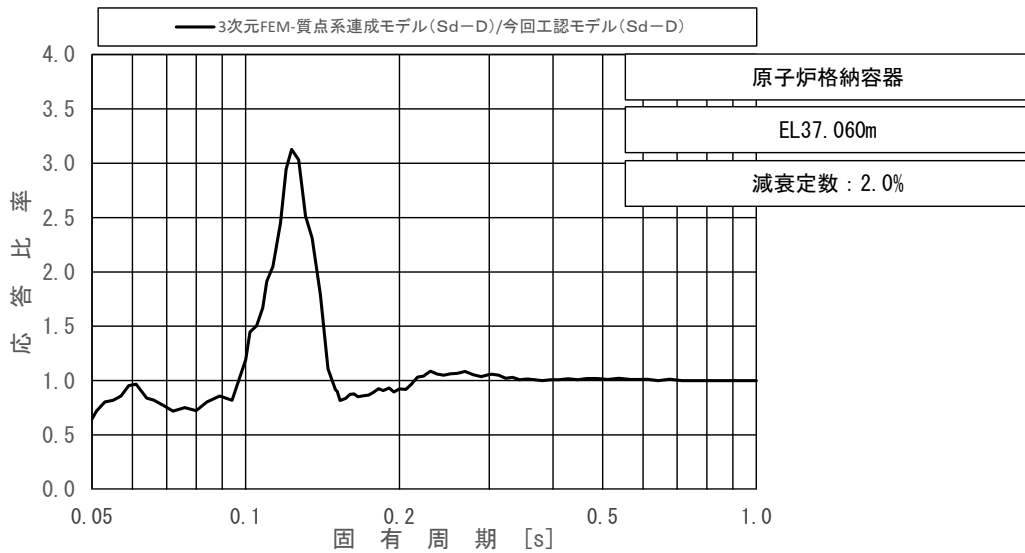
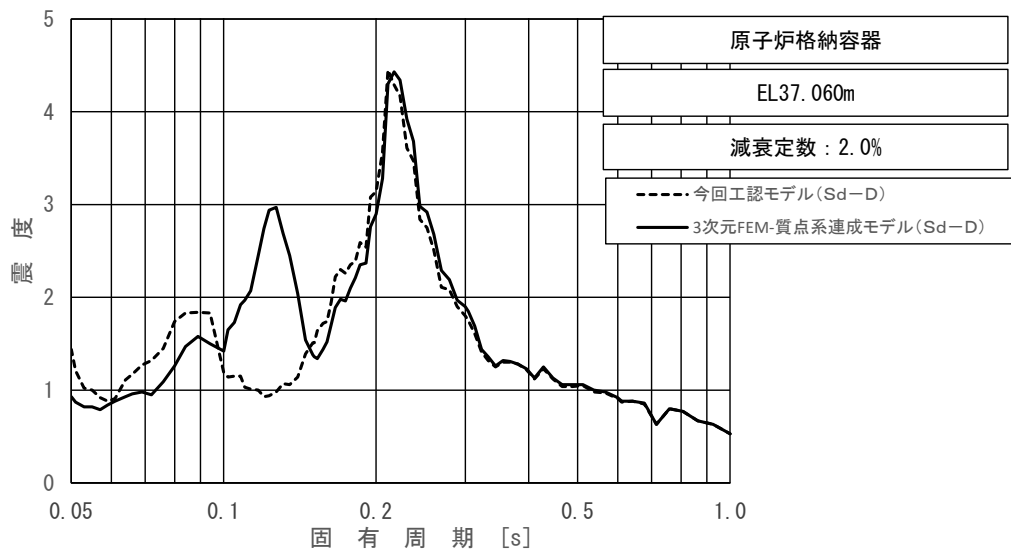


上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

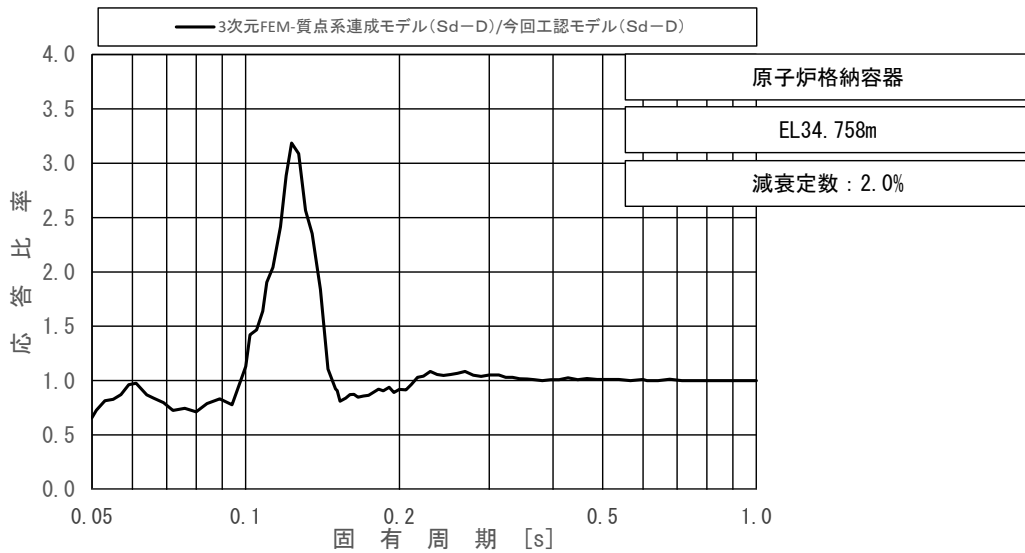
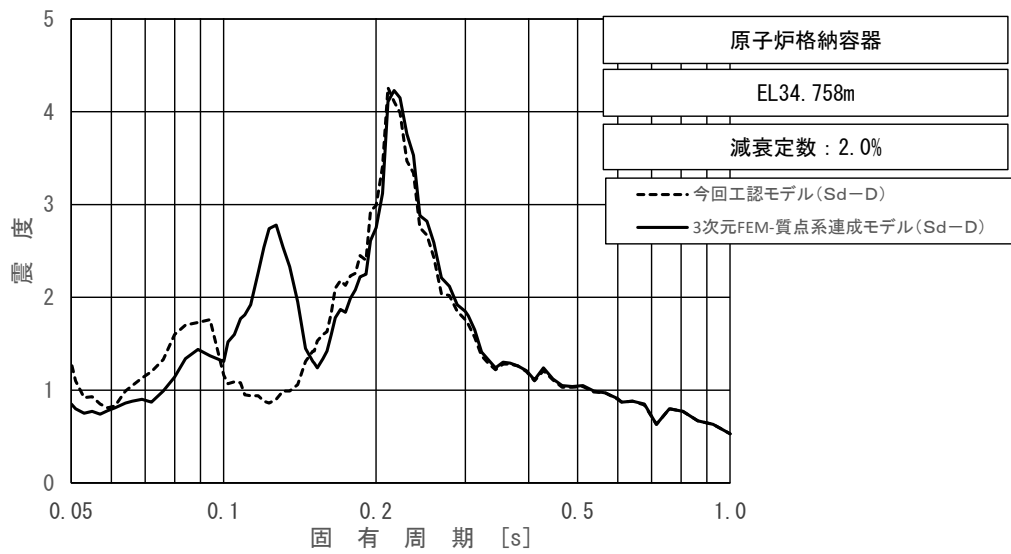
図4-13 (1/11) 今回工認モデルと3次元FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率

(弾性設計用地震動Sd-D, 水平方向(NS): 原子炉格納容器 EL39.400m)



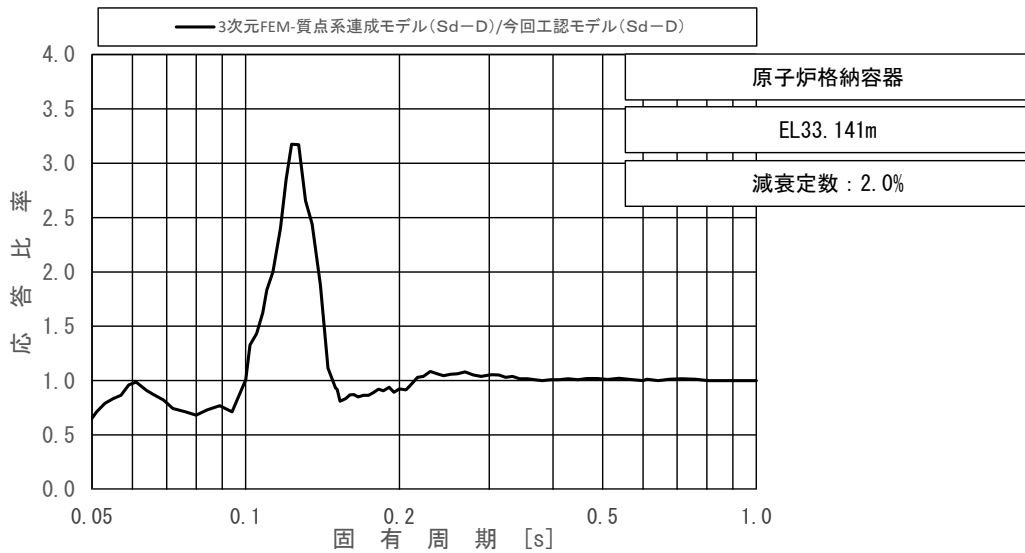
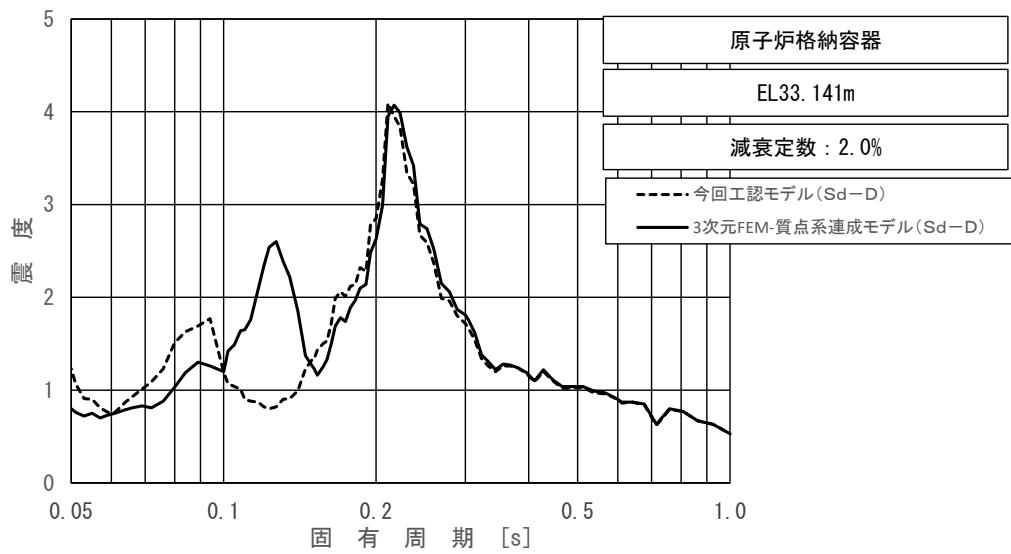
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-13 (2/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL37.060m)



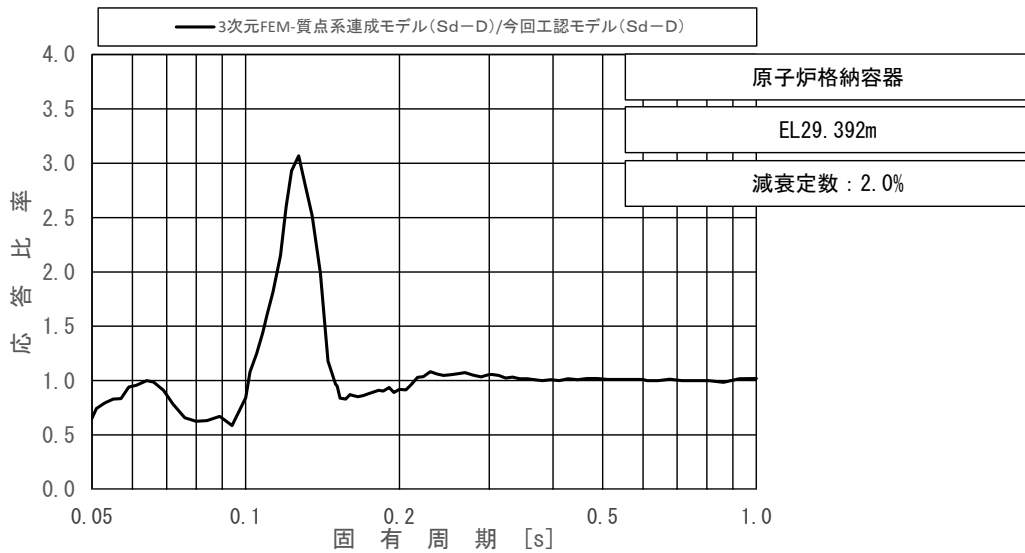
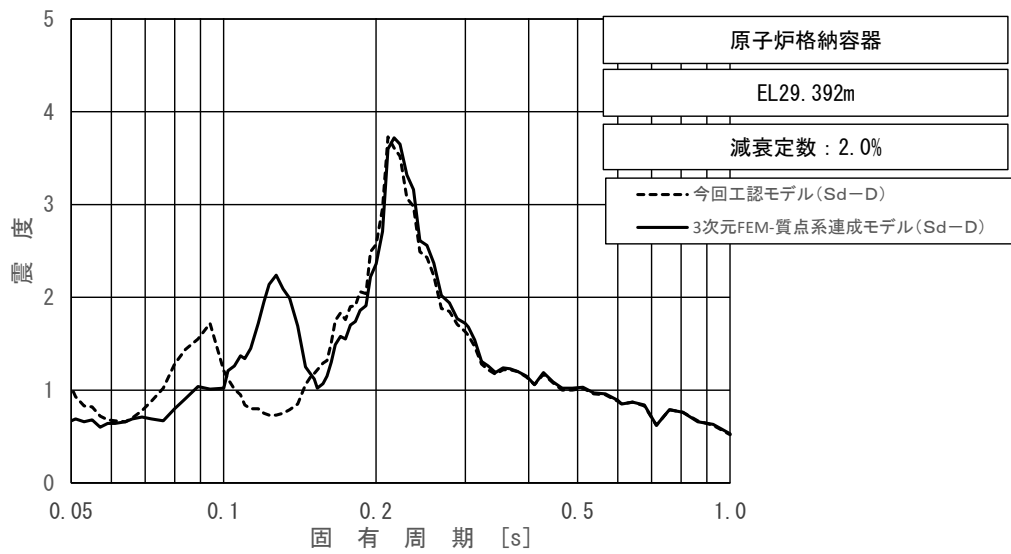
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-13 (3/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL34.758m)



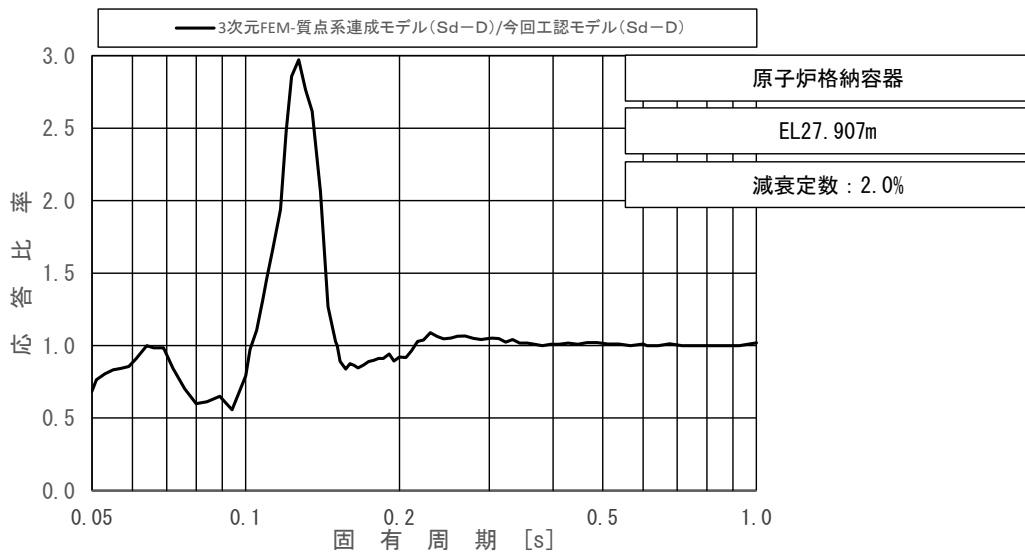
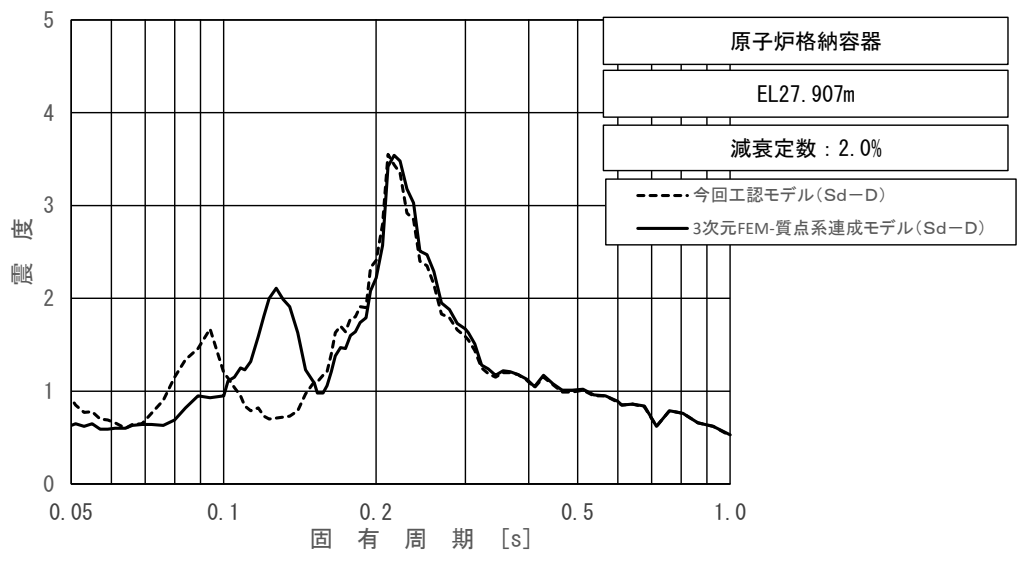
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-13 (4/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL33.141m)



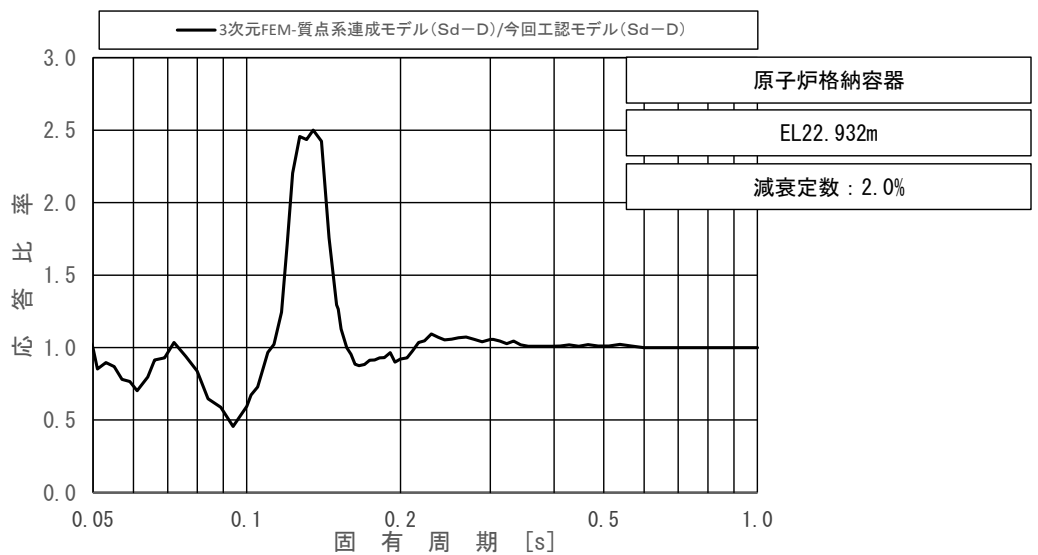
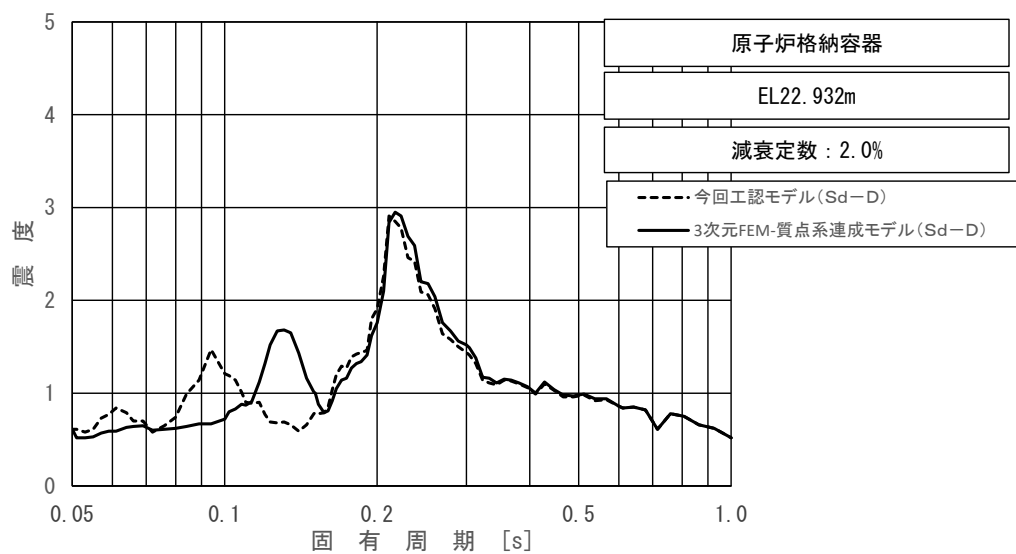
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-13 (5/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL29.392m)



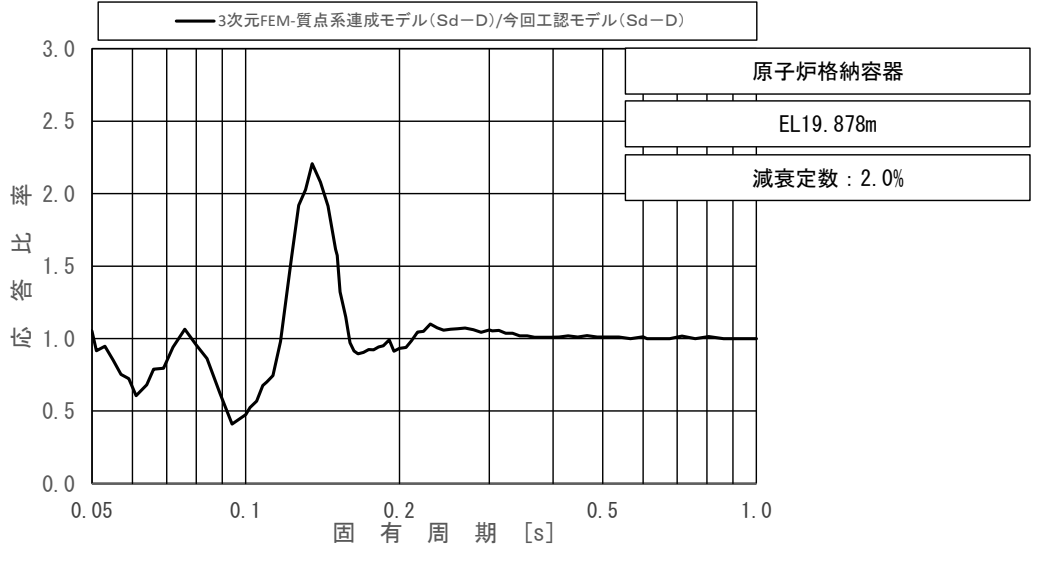
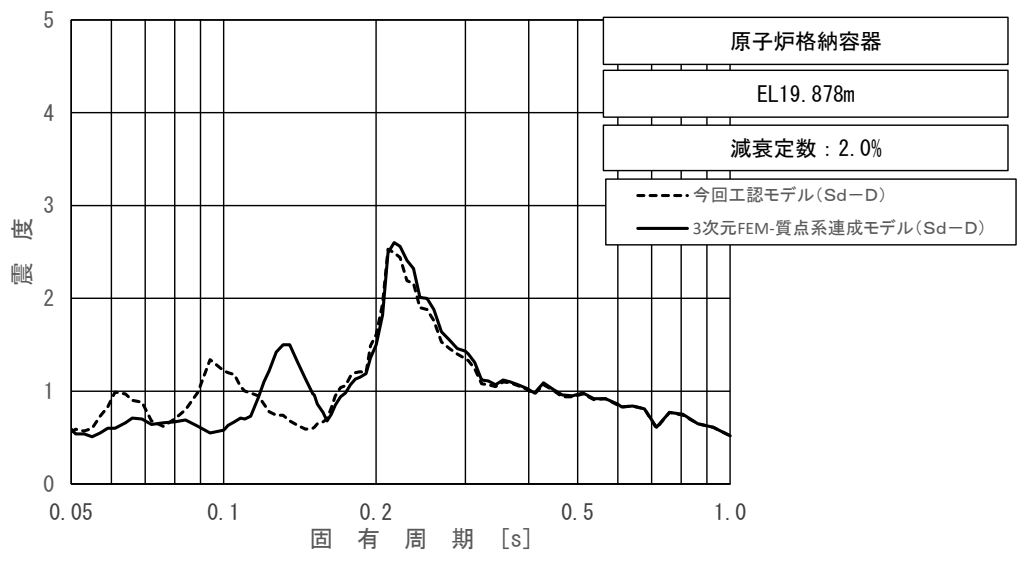
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-13 (6/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL27.907m)



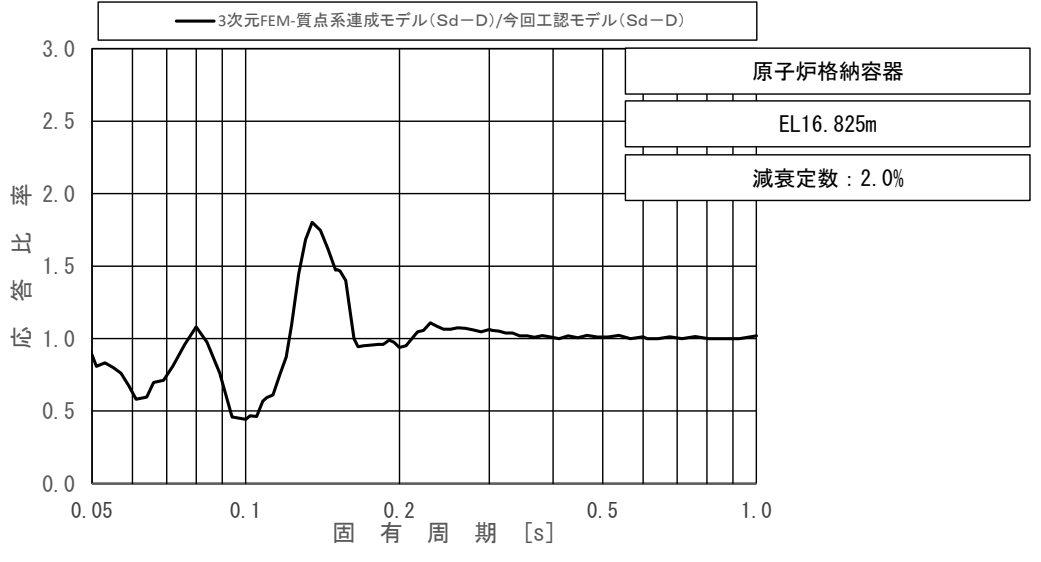
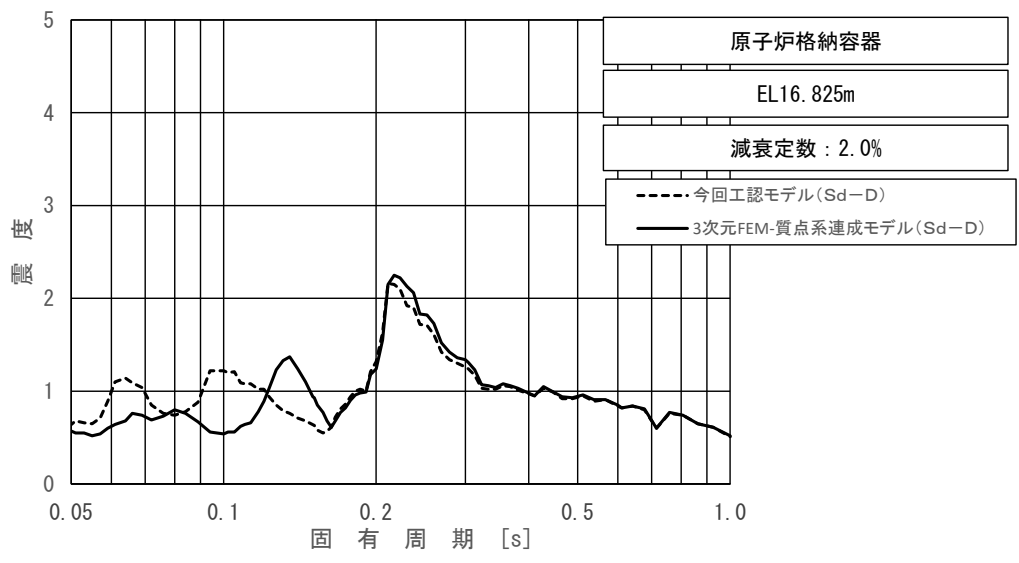
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-13 (7/11) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL22.932m)



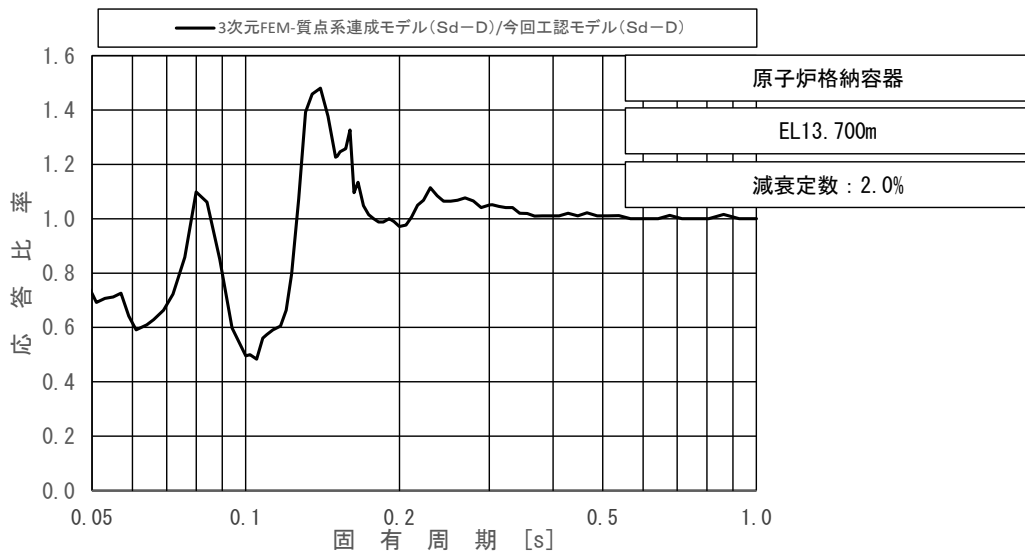
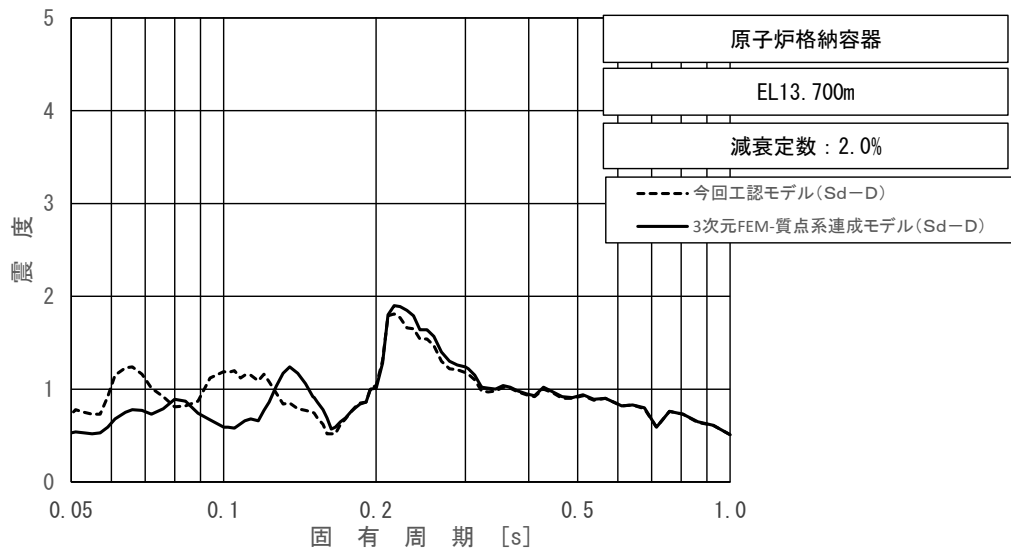
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-13 (8/11) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL19.878m)



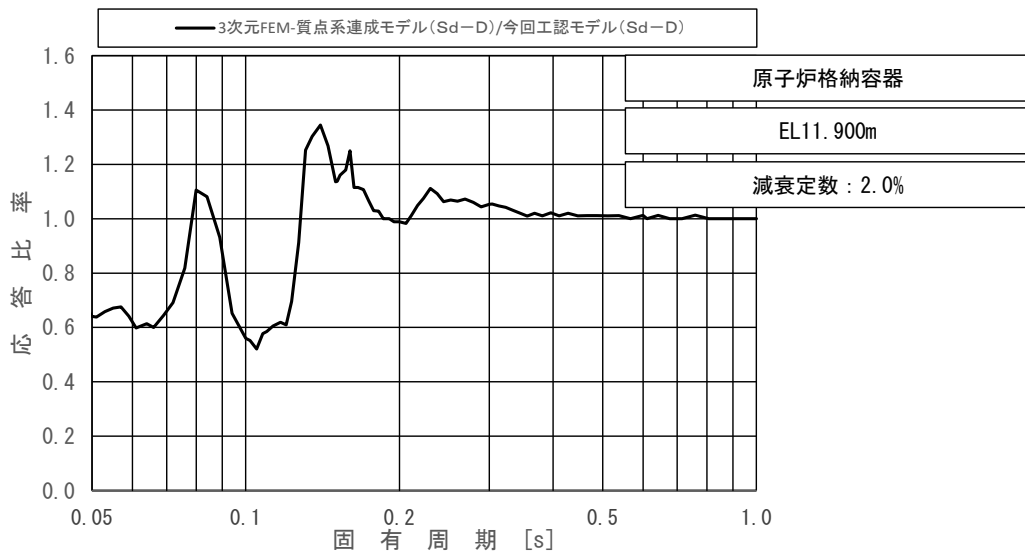
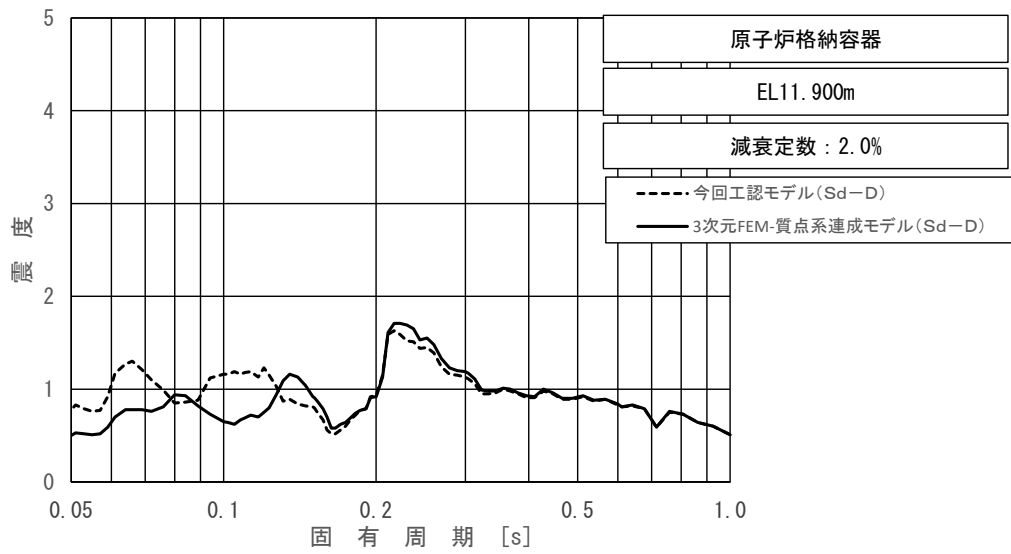
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-13 (9/11) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL16.825m)



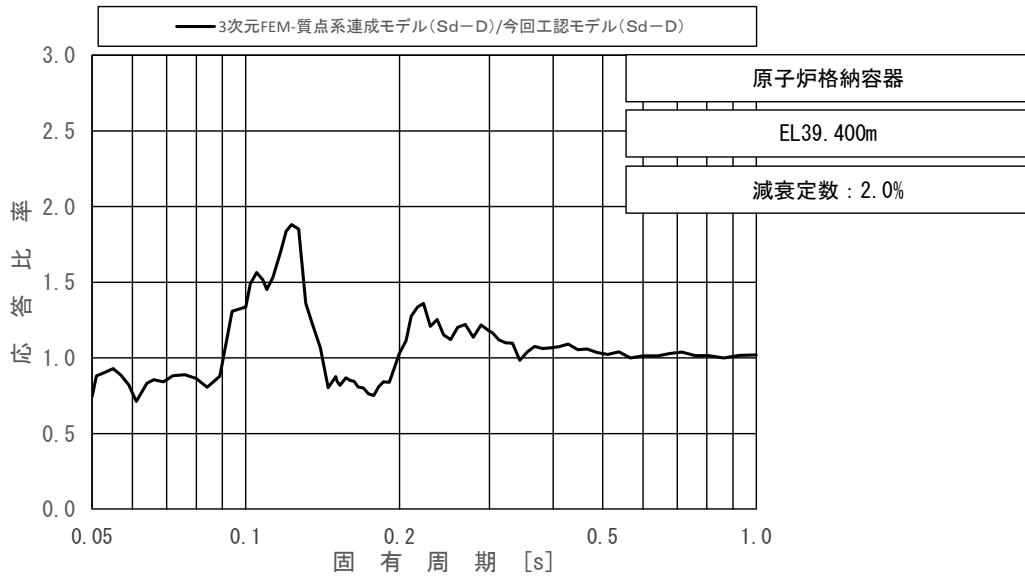
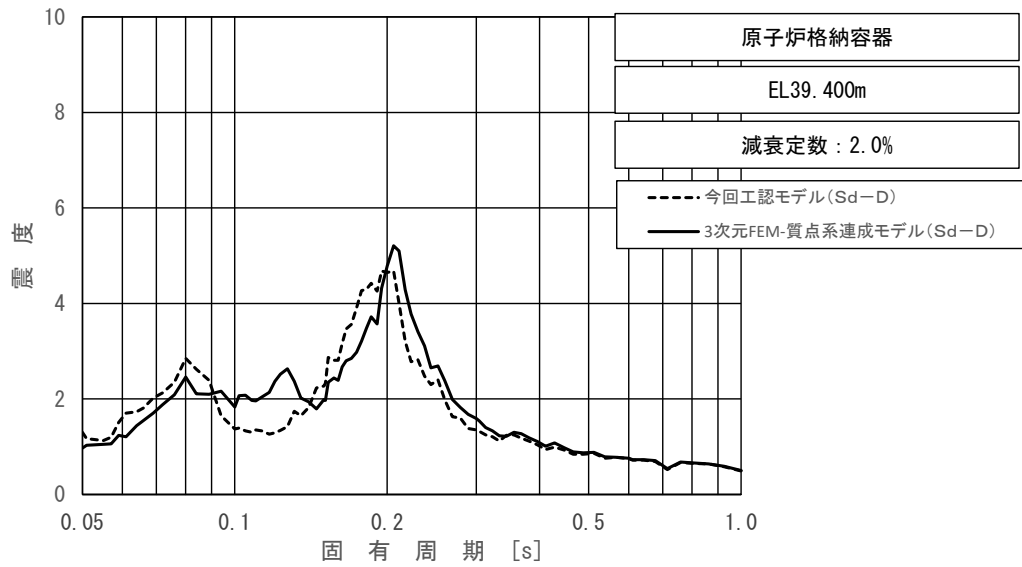
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-13 (10/11) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL13.700m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

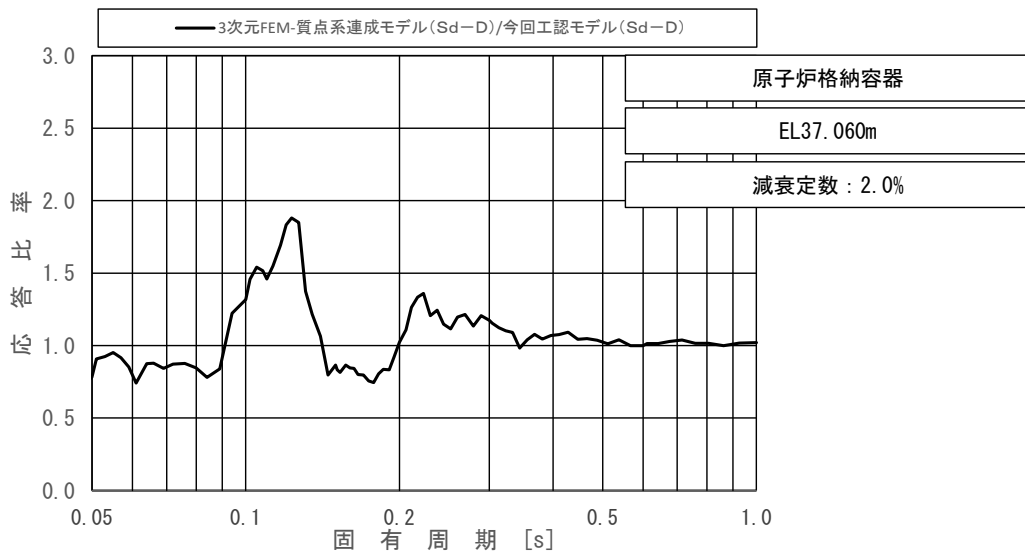
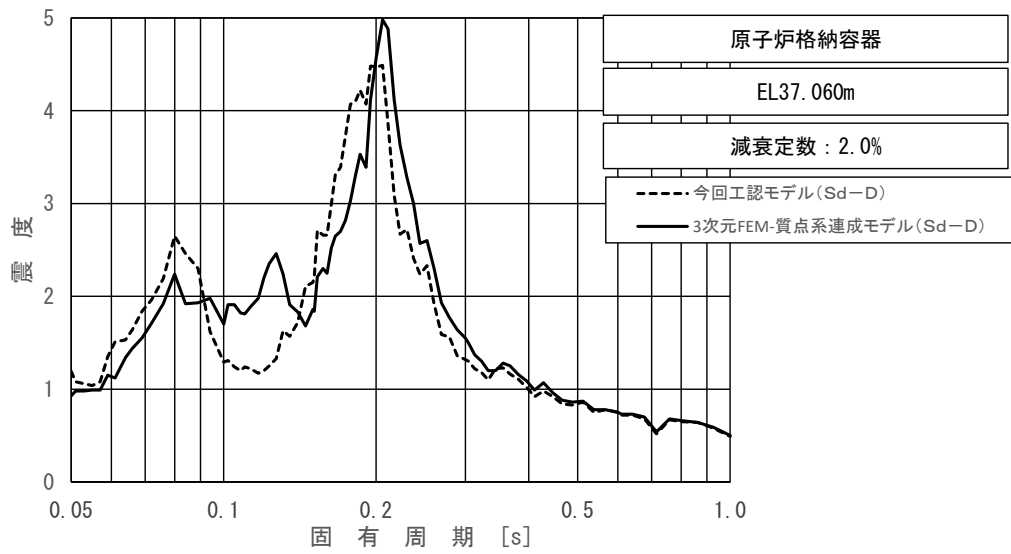
図 4-13 (11/11) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL11.900m)



上段：床応答スペクトル

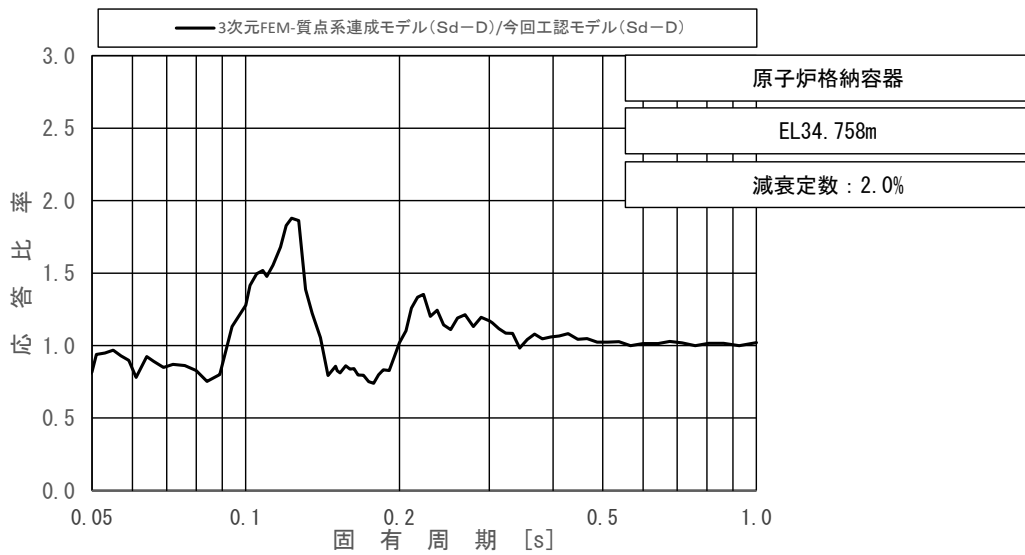
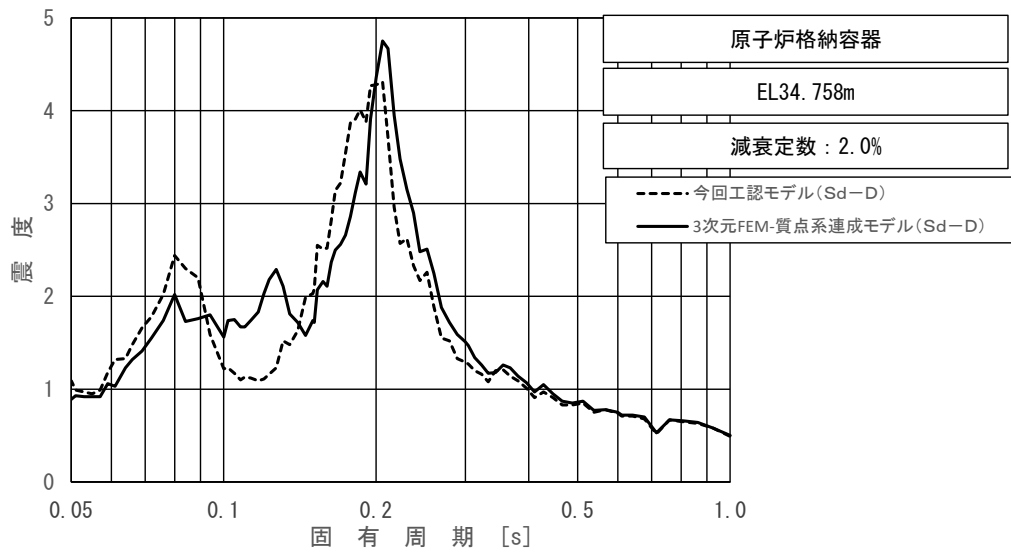
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-14 (1/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL39.400m)



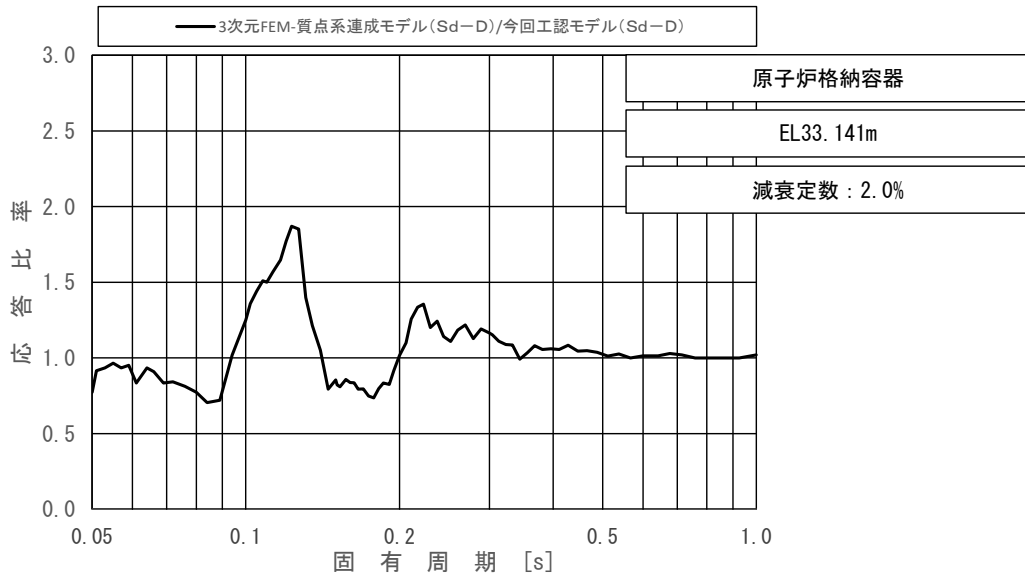
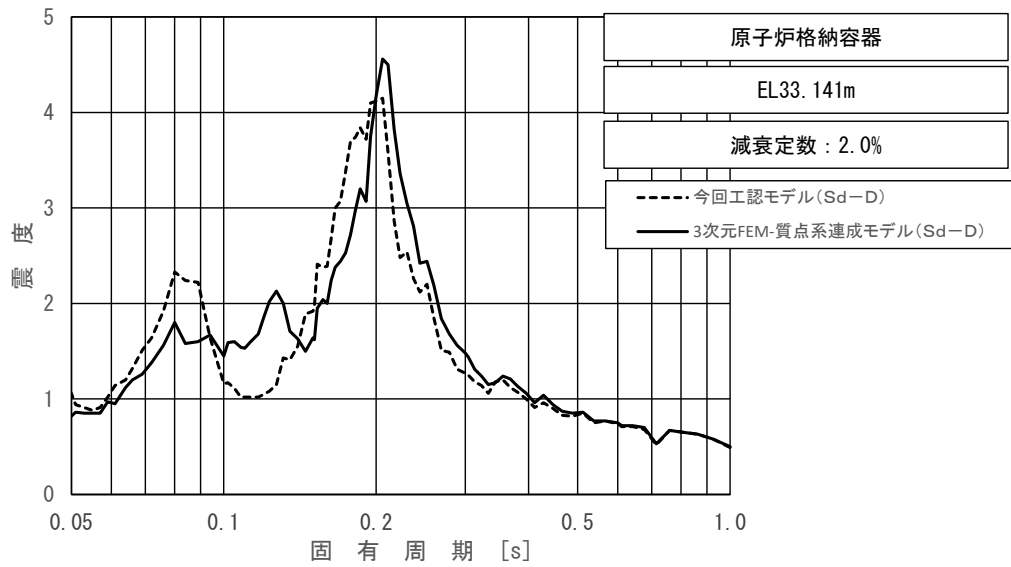
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-14 (2/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL37.060m)



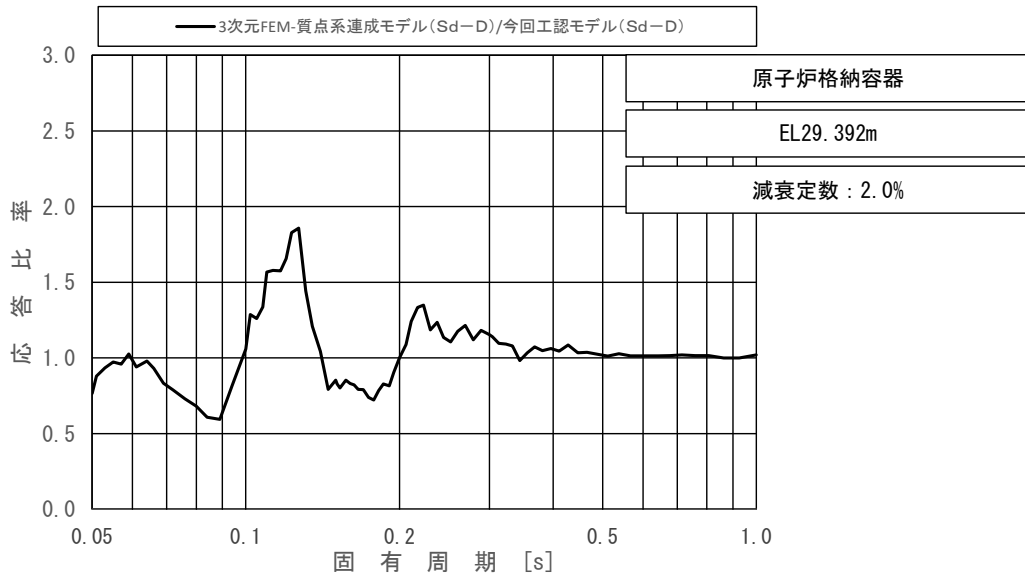
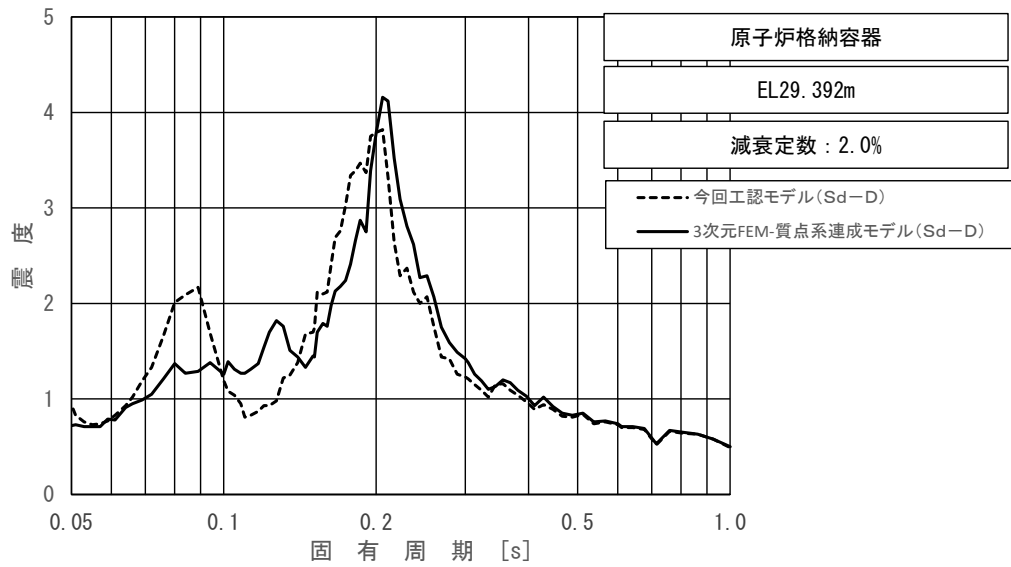
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-14 (3/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL34.758m)



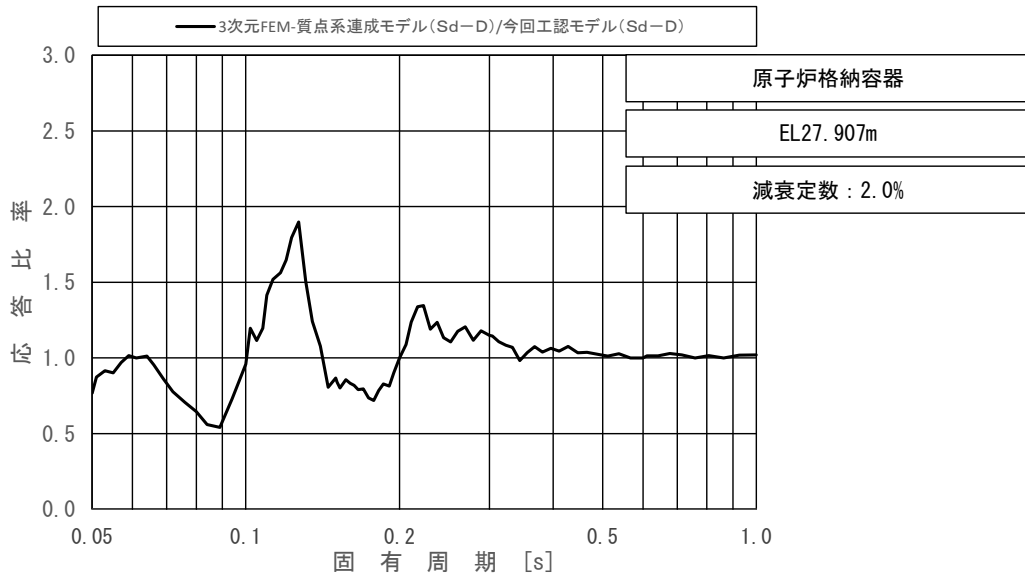
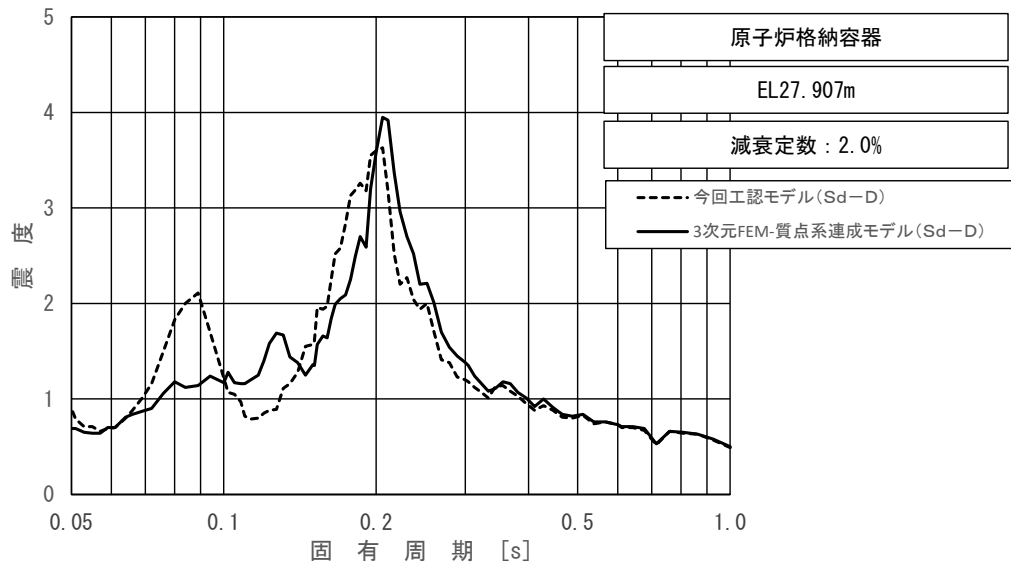
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-14 (4/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL33.141m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

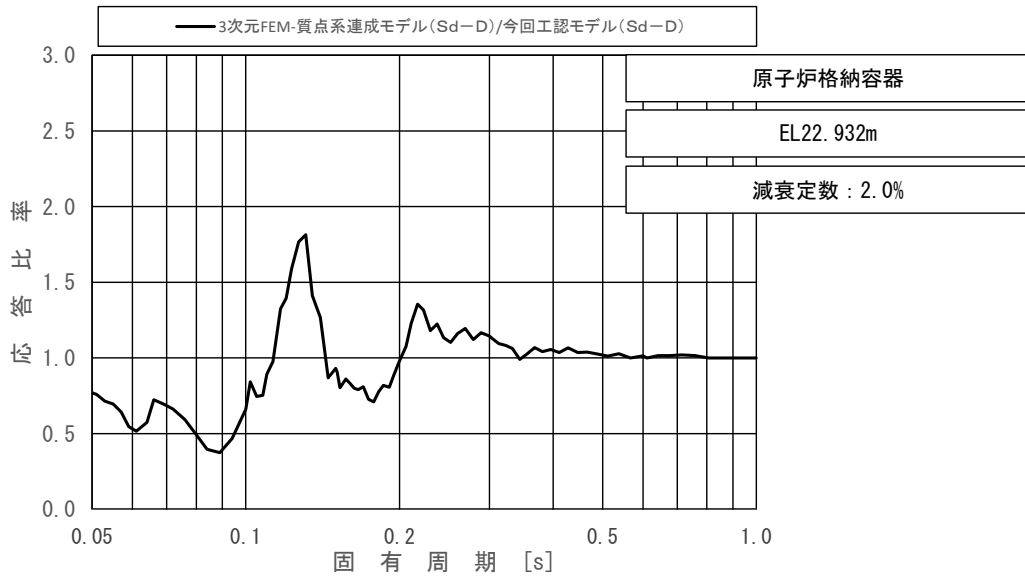
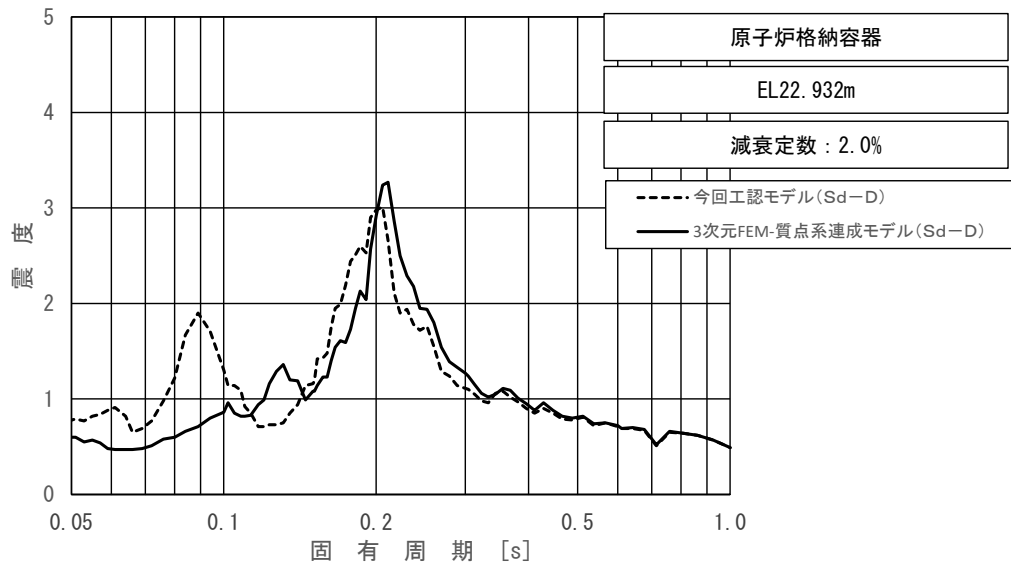
図 4-14 (5/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL29.392m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

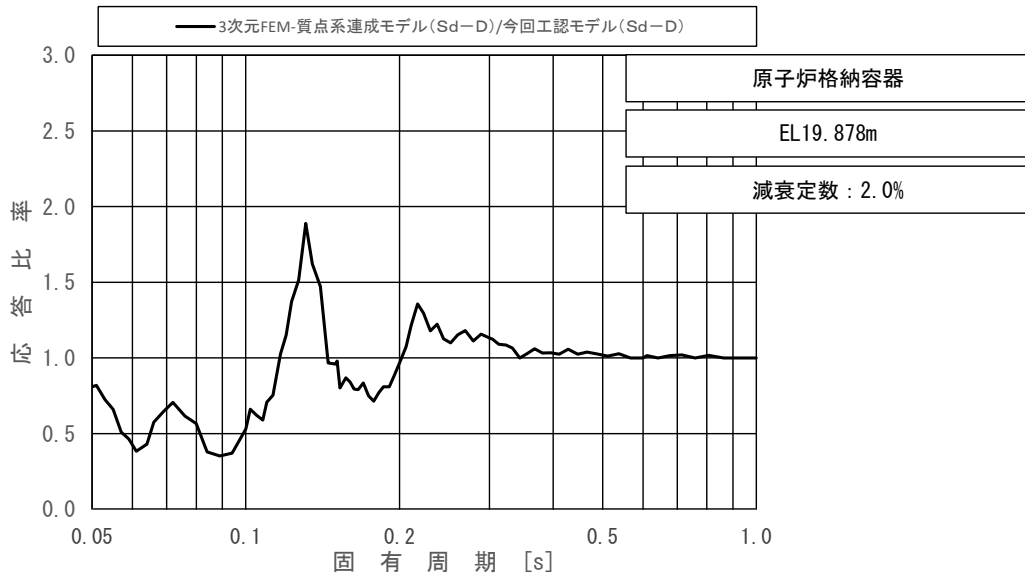
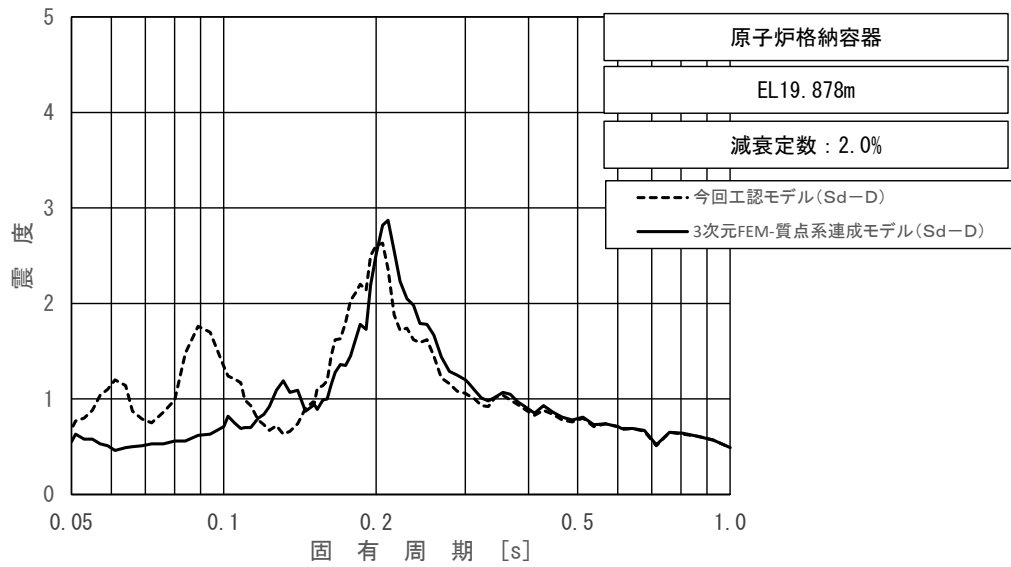
図 4-14 (6/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL27.907m)



上段：床応答スペクトル

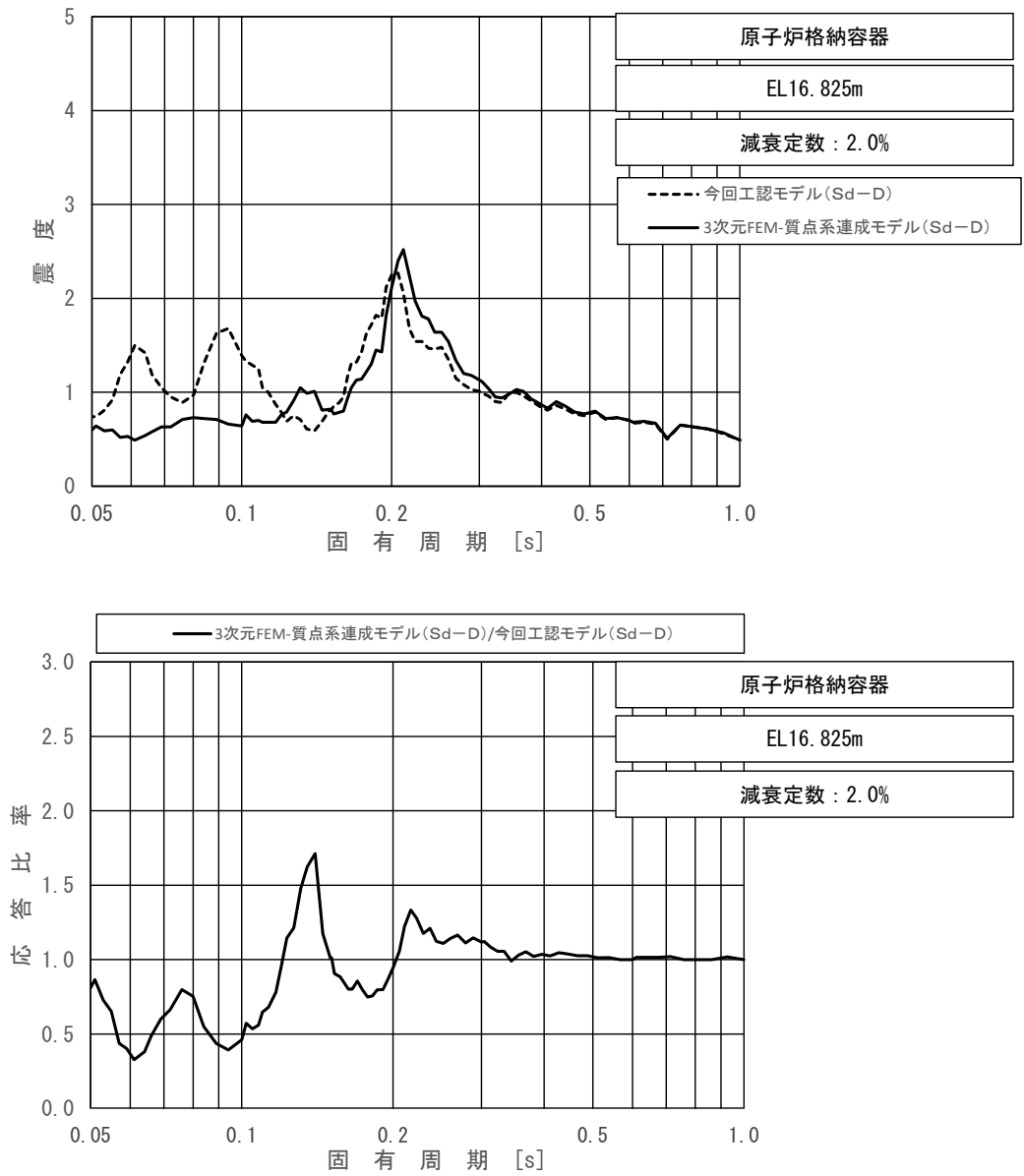
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-14 (7/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL22.932m)



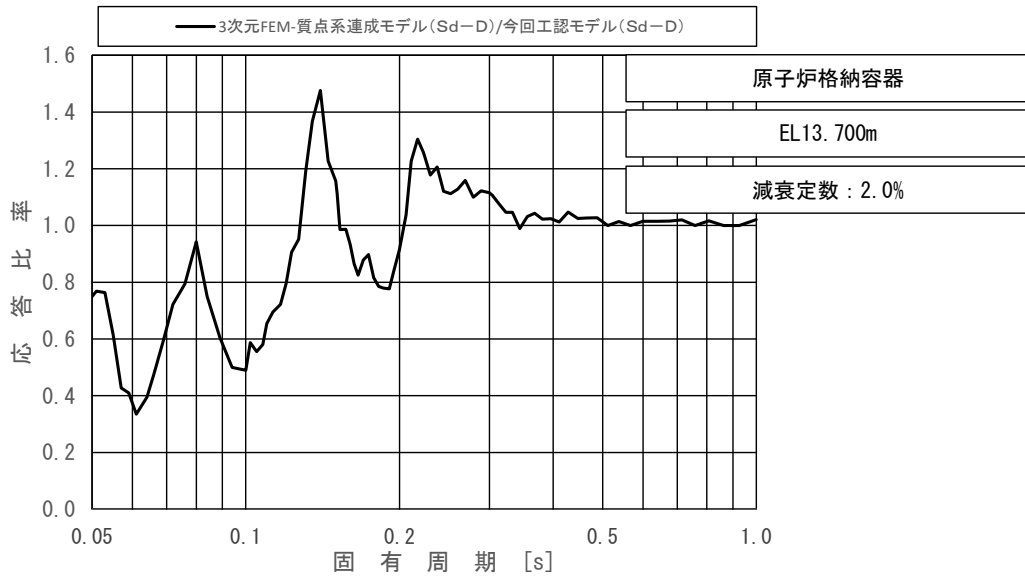
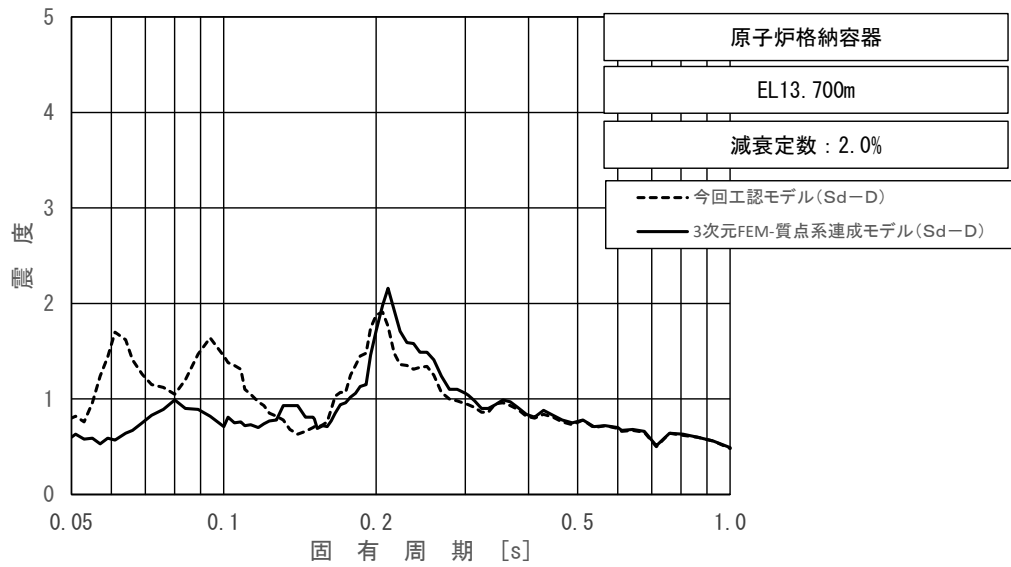
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-14 (8/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL19.878m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-14 (9/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL16.825m)

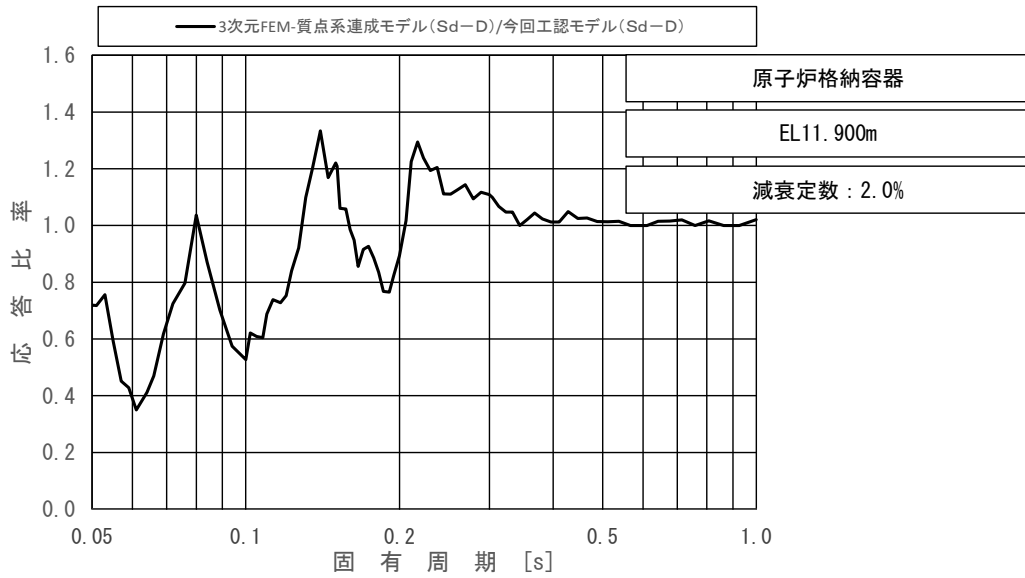
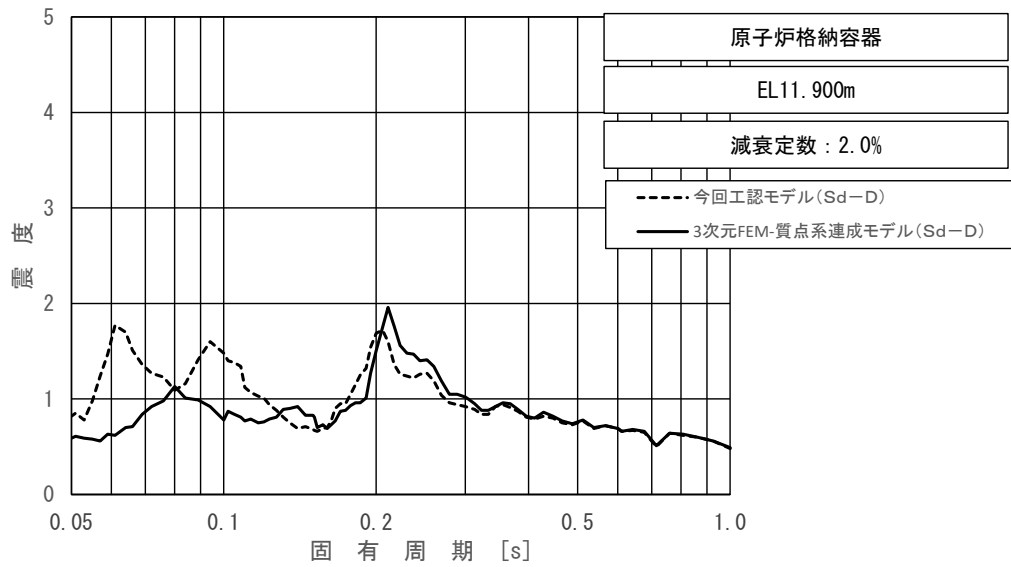


上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-14 (10/11) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率

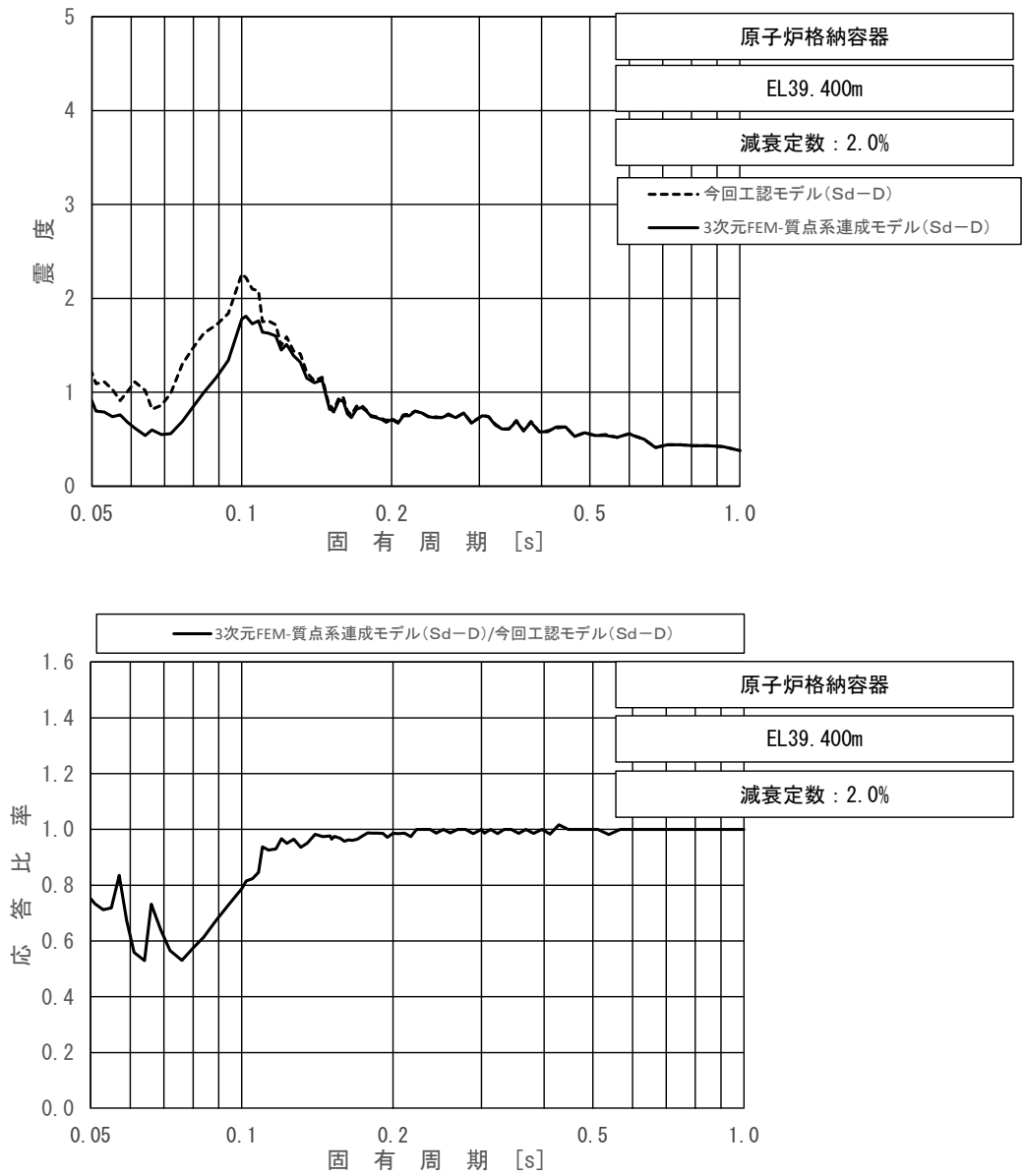
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL13.700m)



上段：床応答スペクトル

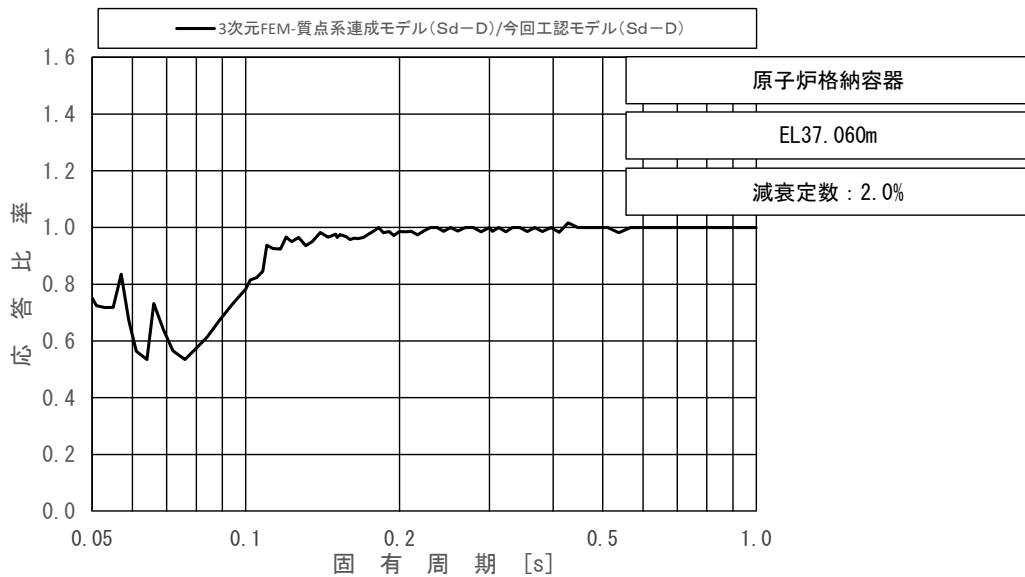
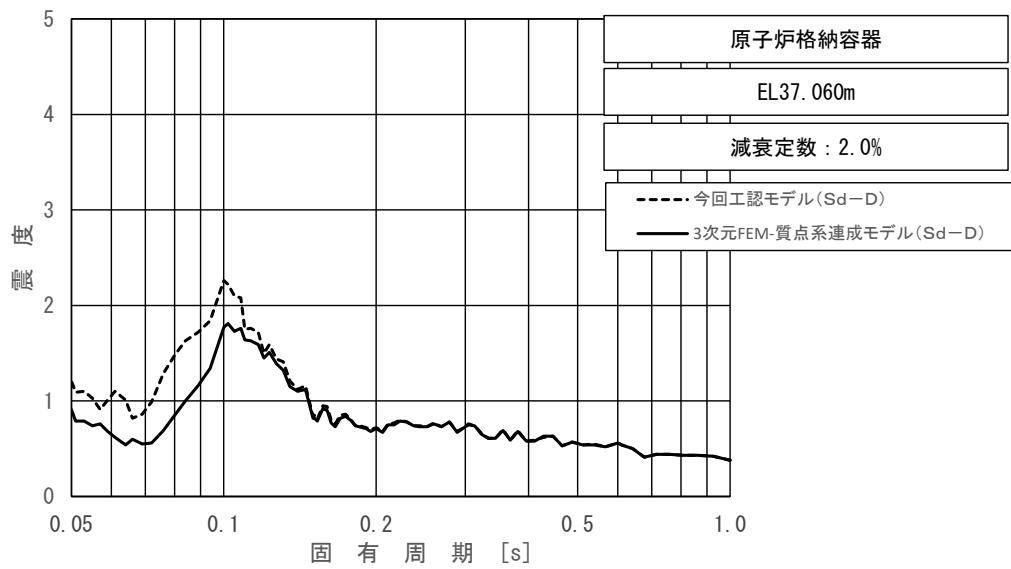
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-14 (11/11) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL11.900m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

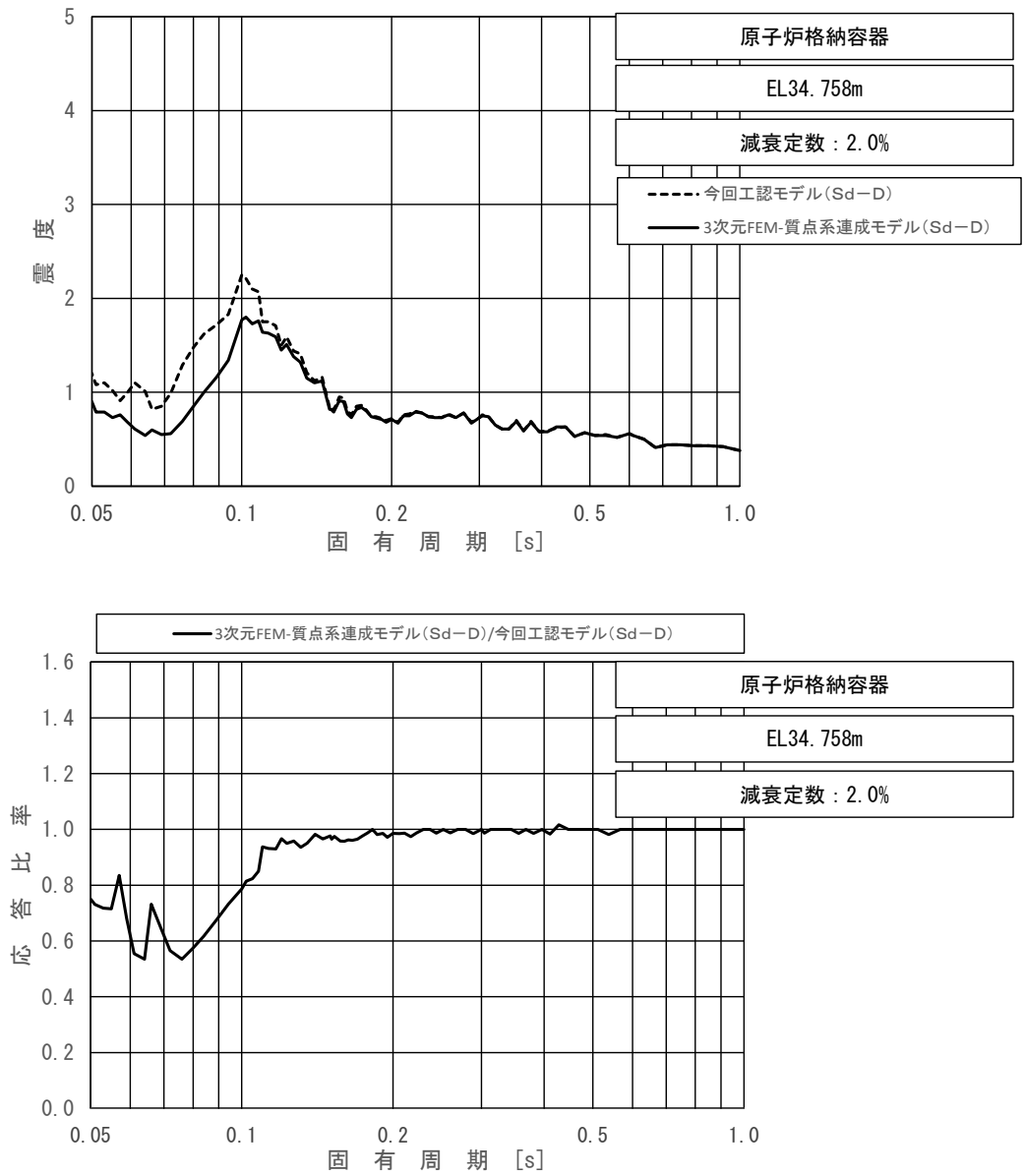
図 4-15 (1/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL39.400m)



上段：床応答スペクトル

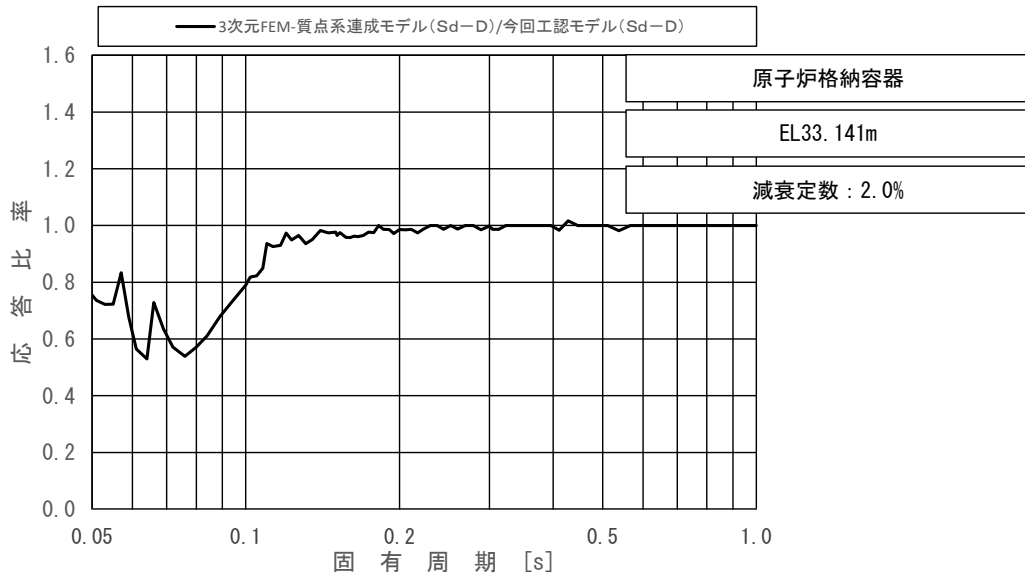
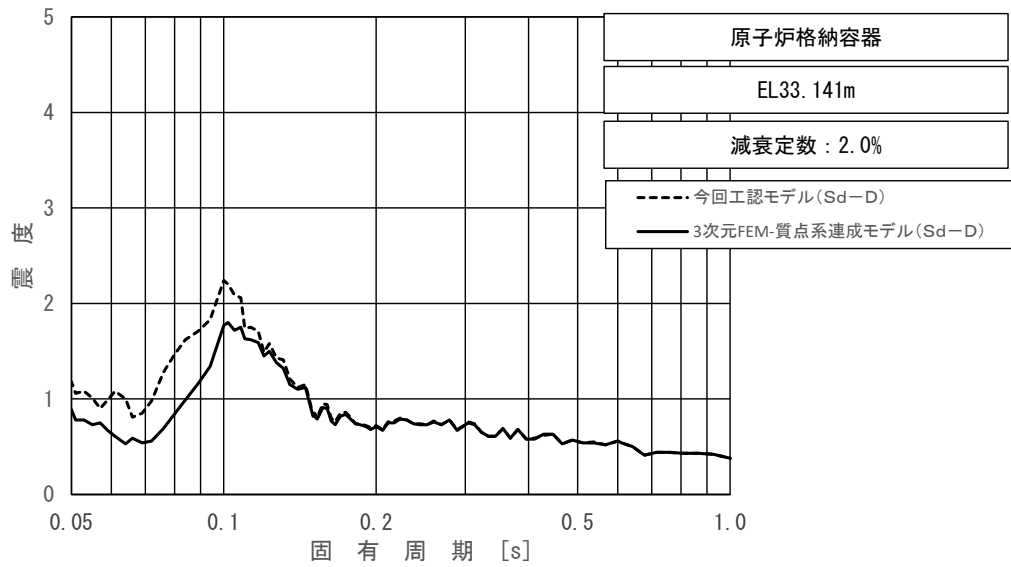
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-15 (2/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL37.060m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

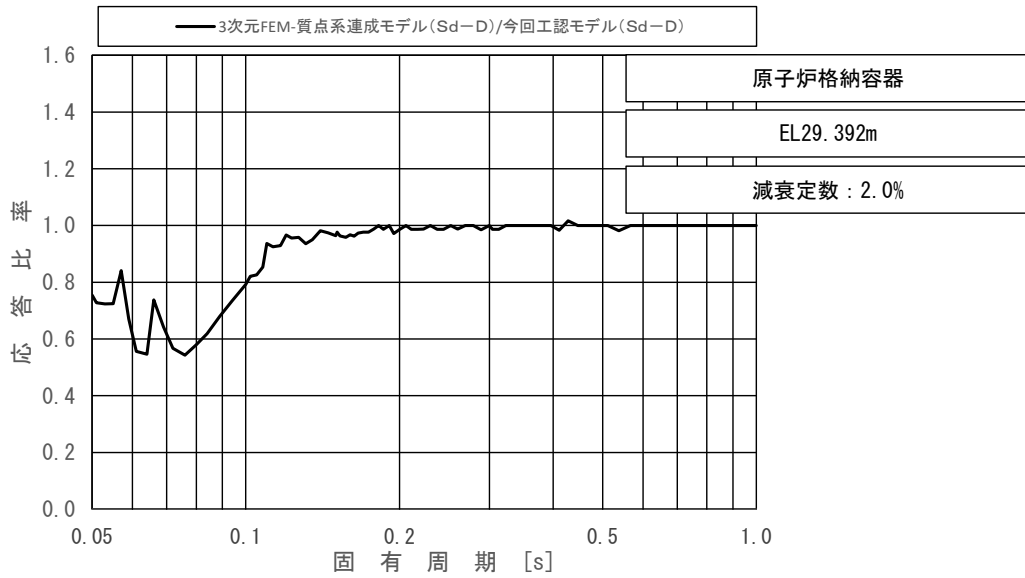
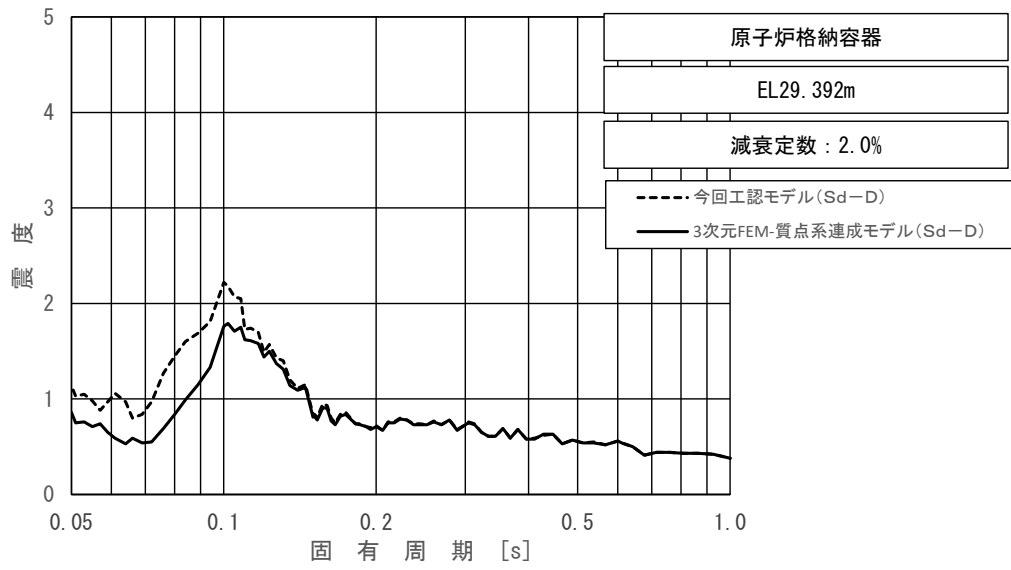
図 4-15 (3/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL34.758m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

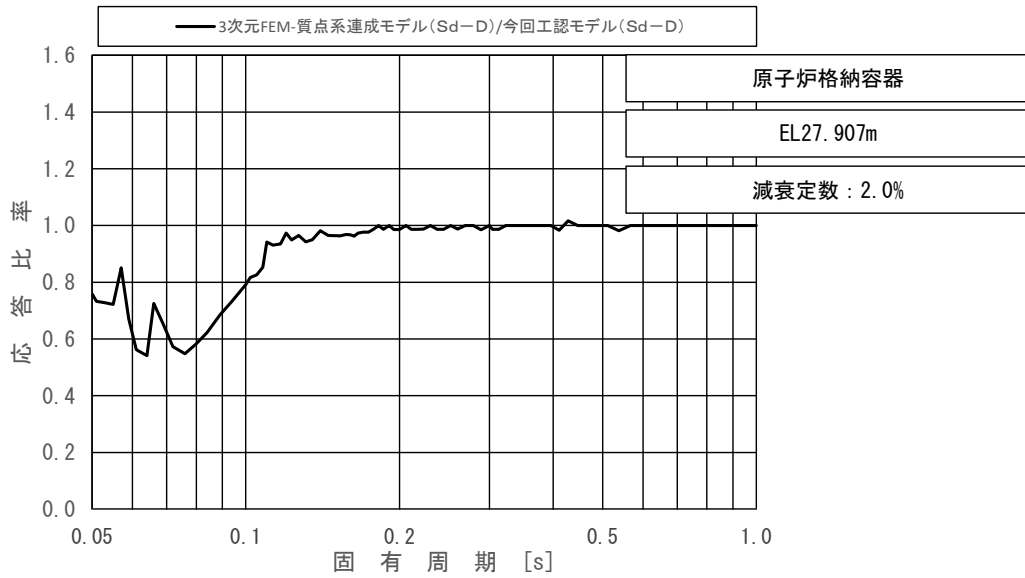
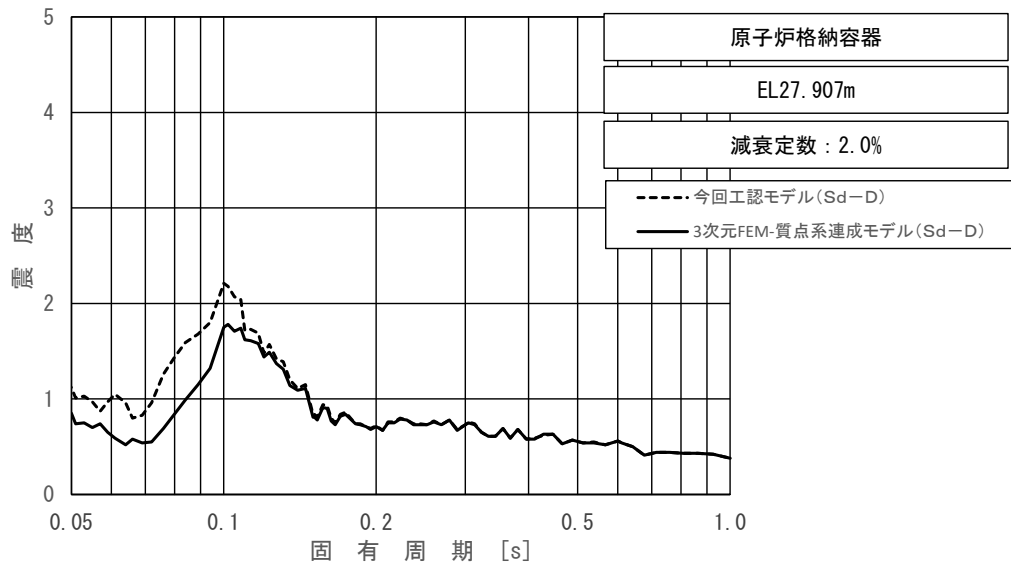
図 4-15 (4/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL33.141m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

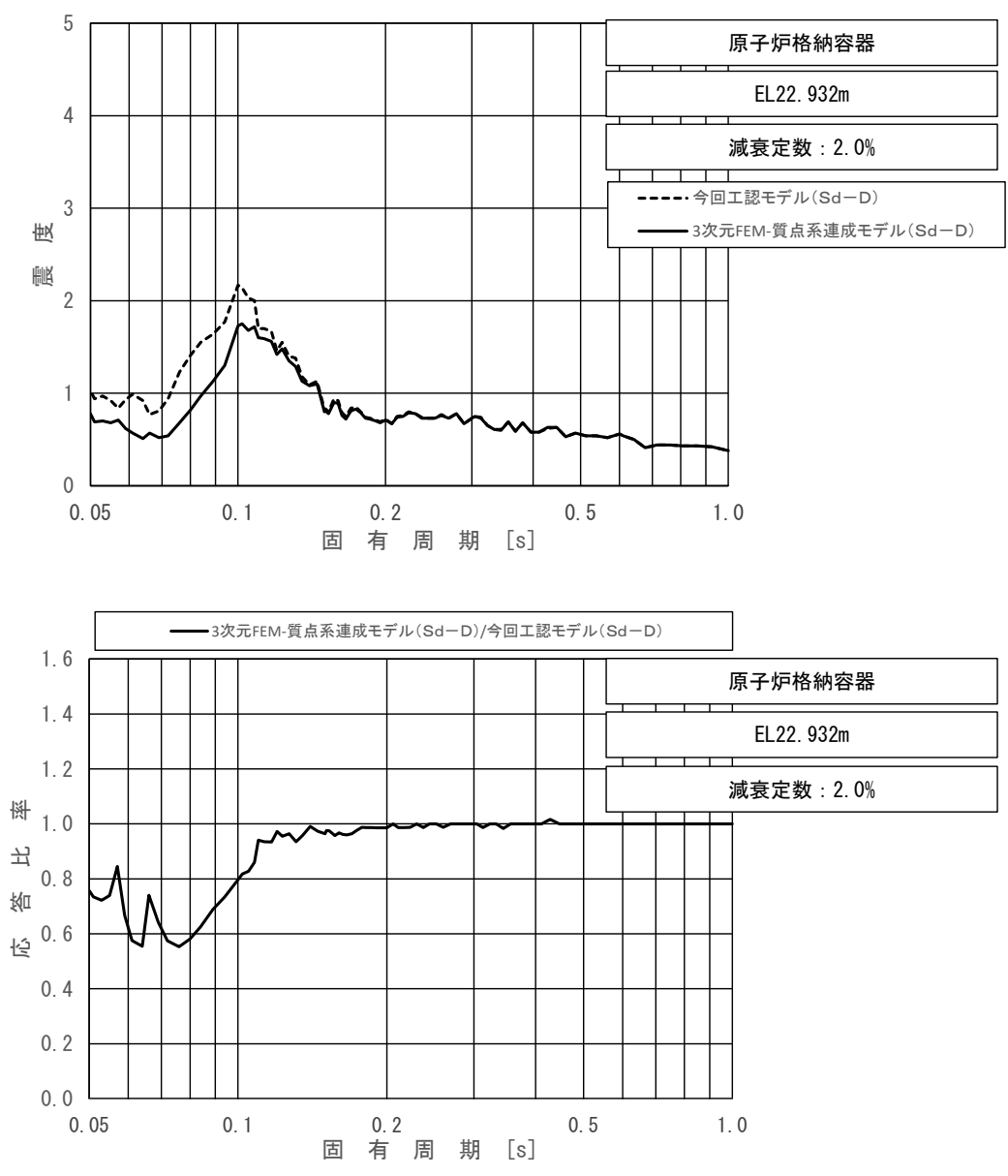
図 4-15 (5/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL29.392m)



上段：床応答スペクトル

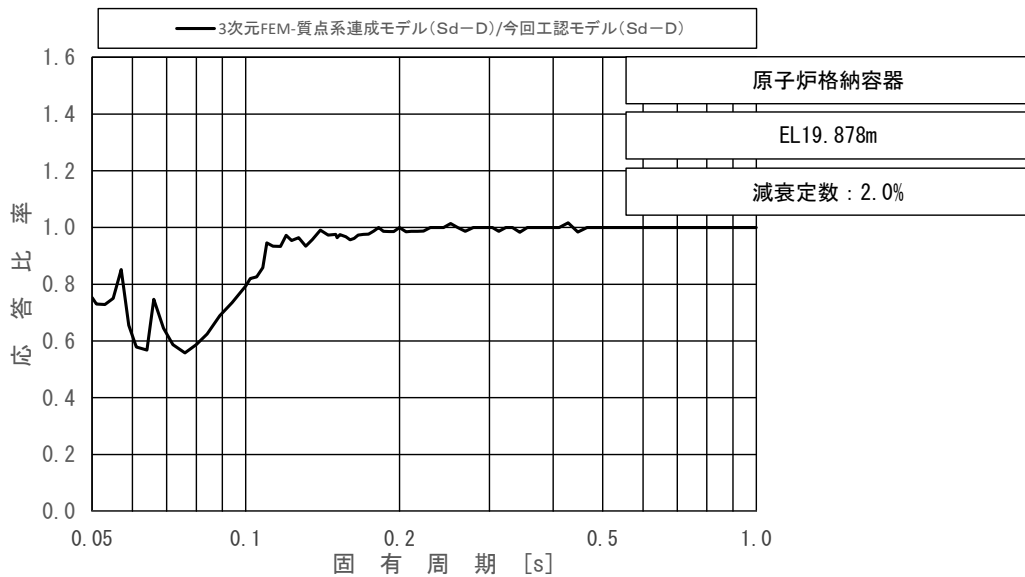
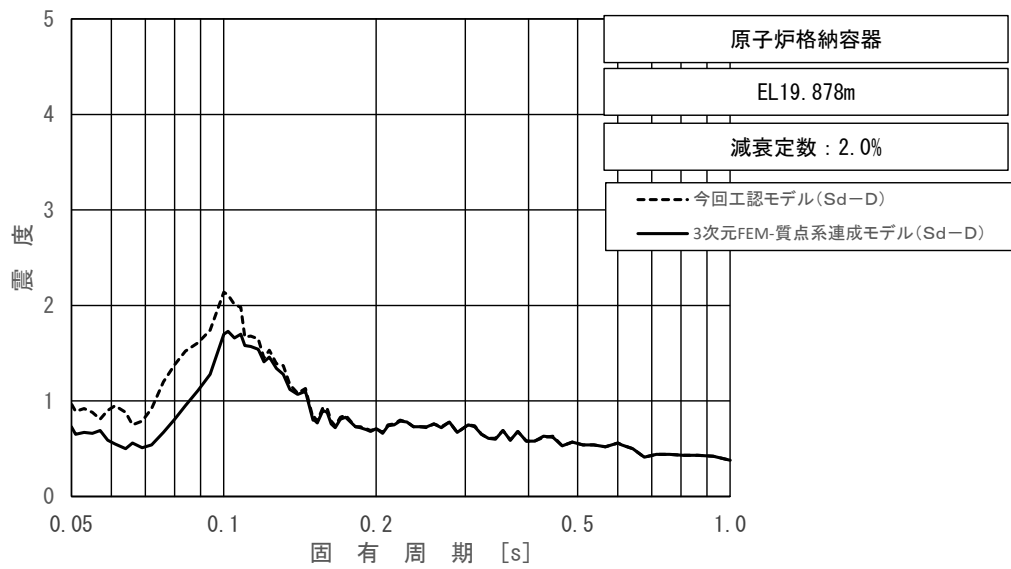
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-15 (6/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL27.907m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

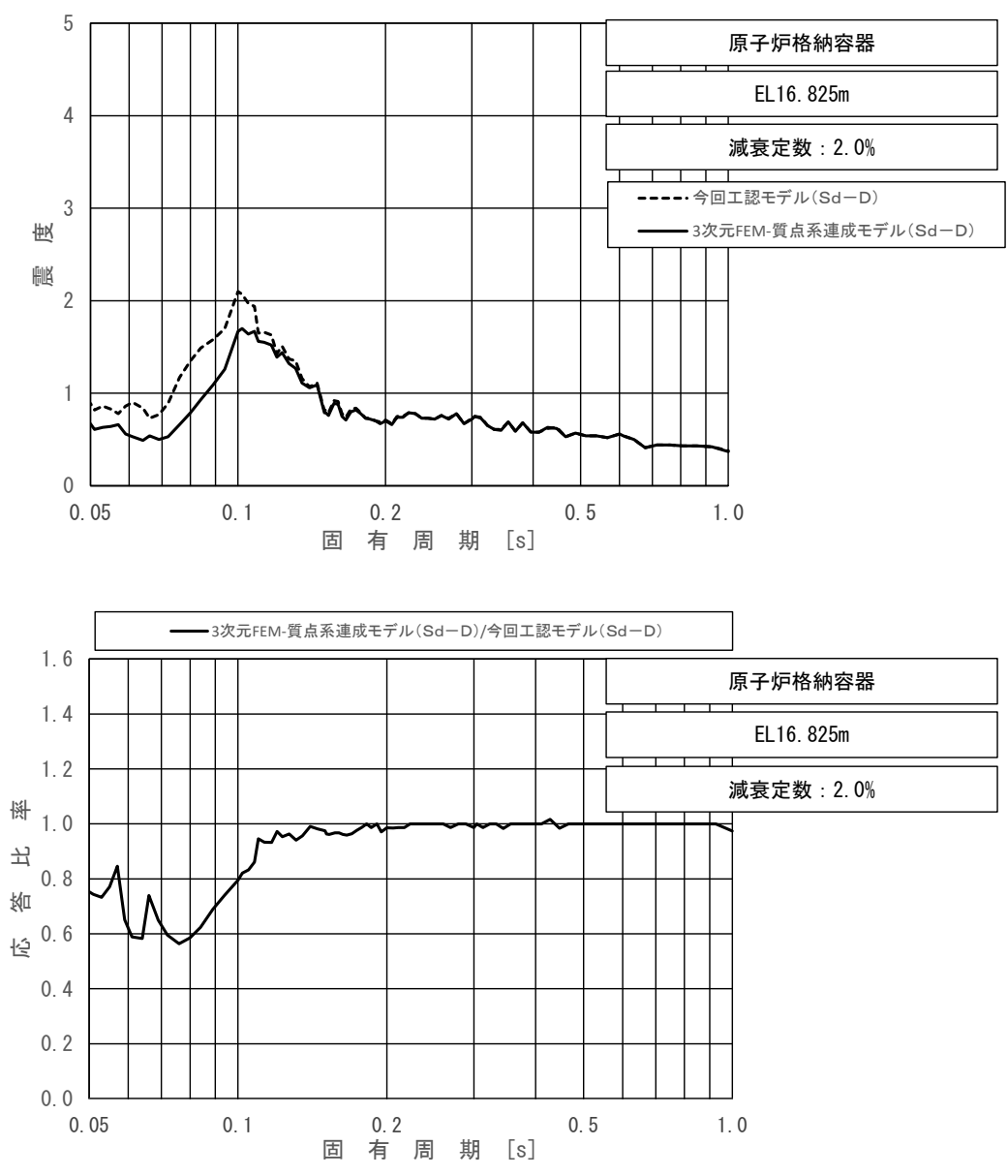
図 4-15 (7/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL22.932m)



上段：床応答スペクトル

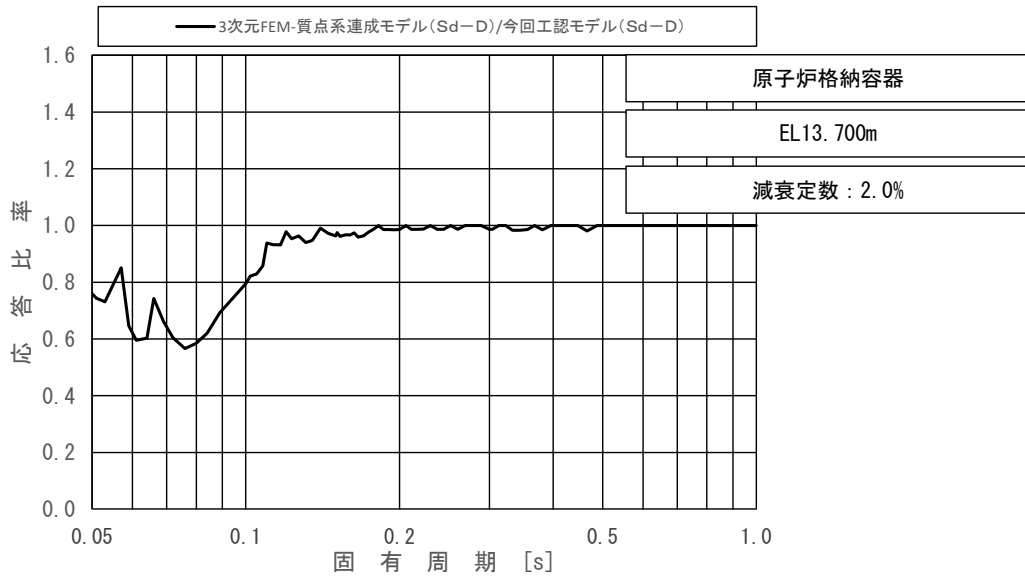
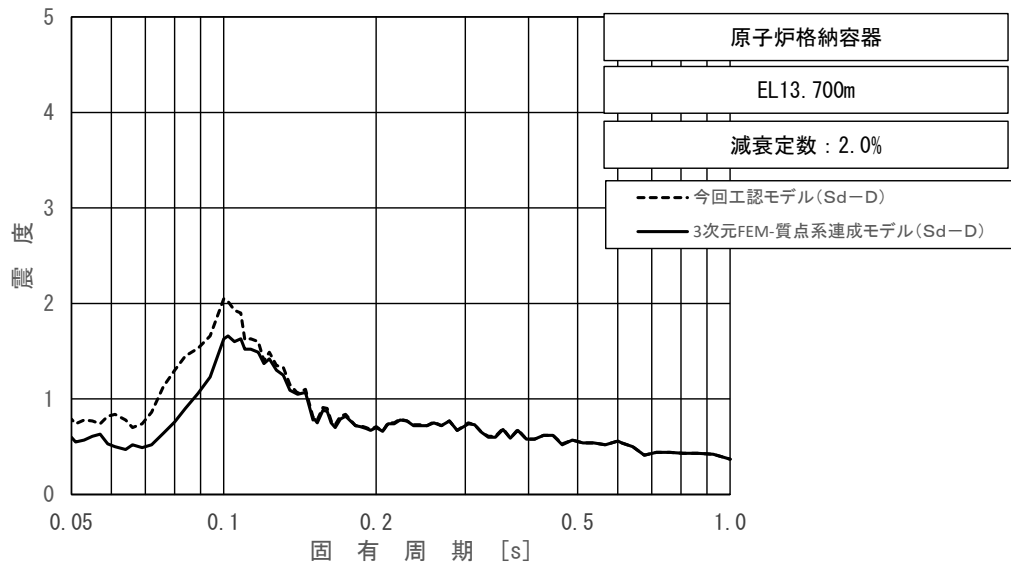
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-15 (8/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL19.878m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

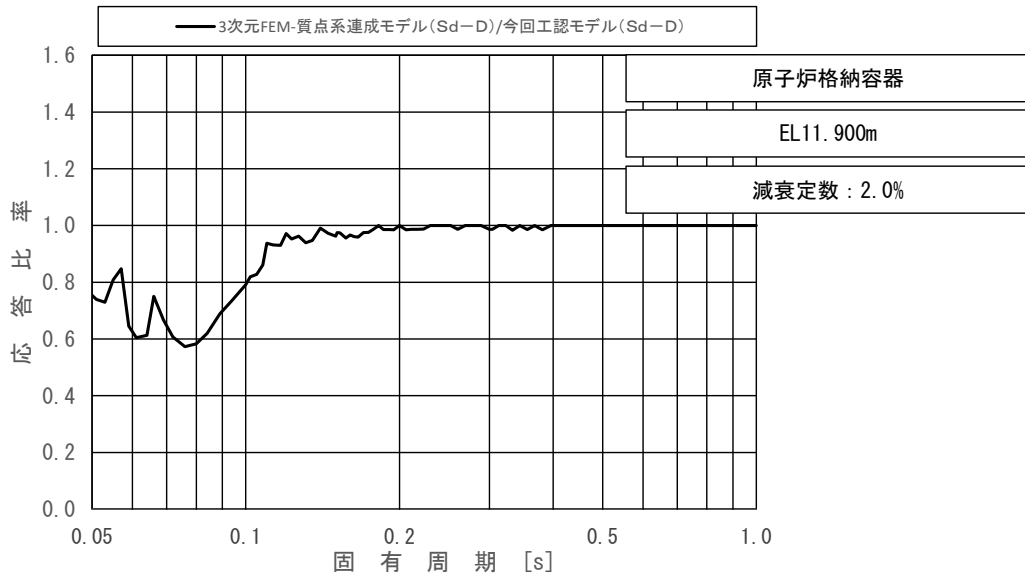
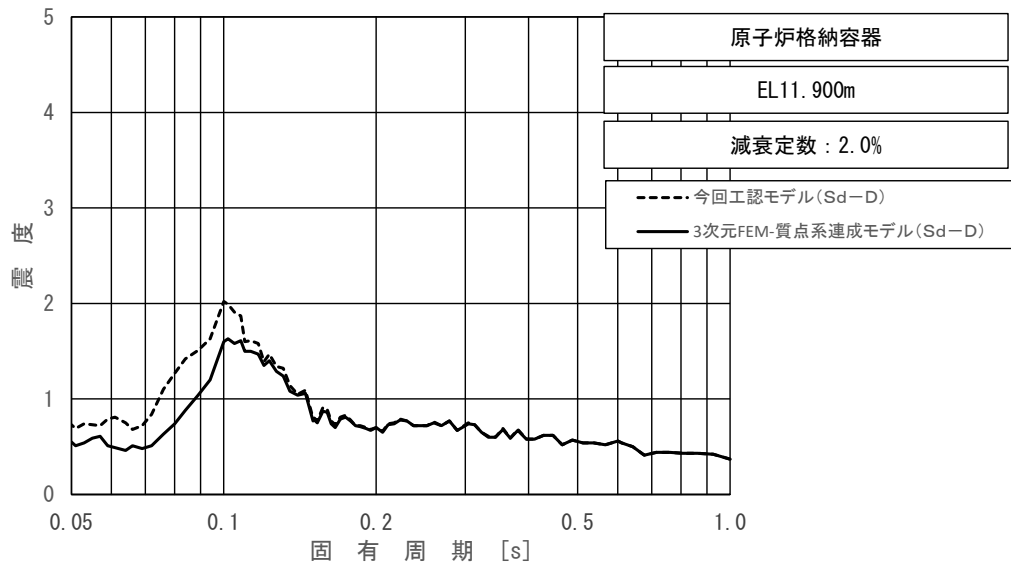
図 4-15 (9/11) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL16.825m)



上段：床応答スペクトル

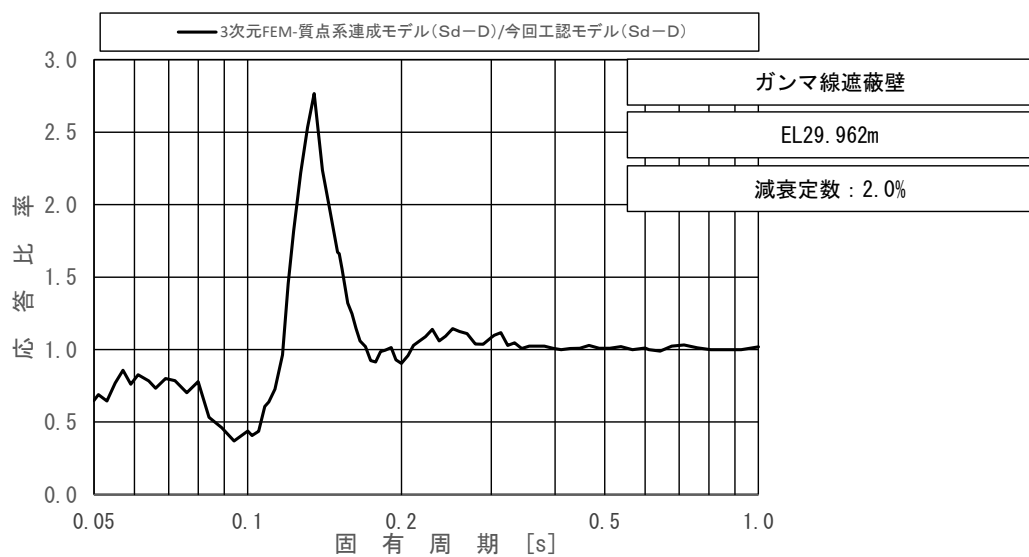
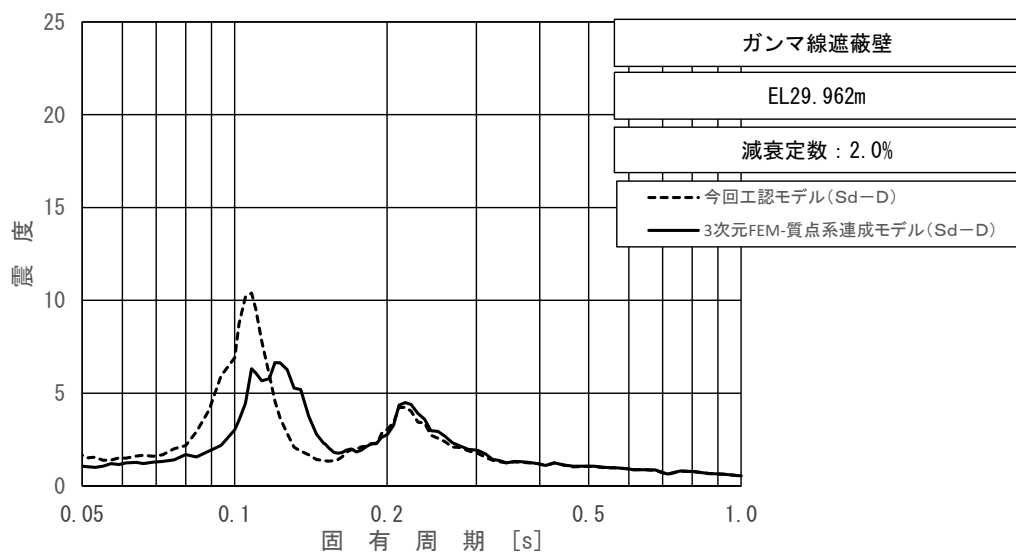
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-15 (10/11) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL13.700m)



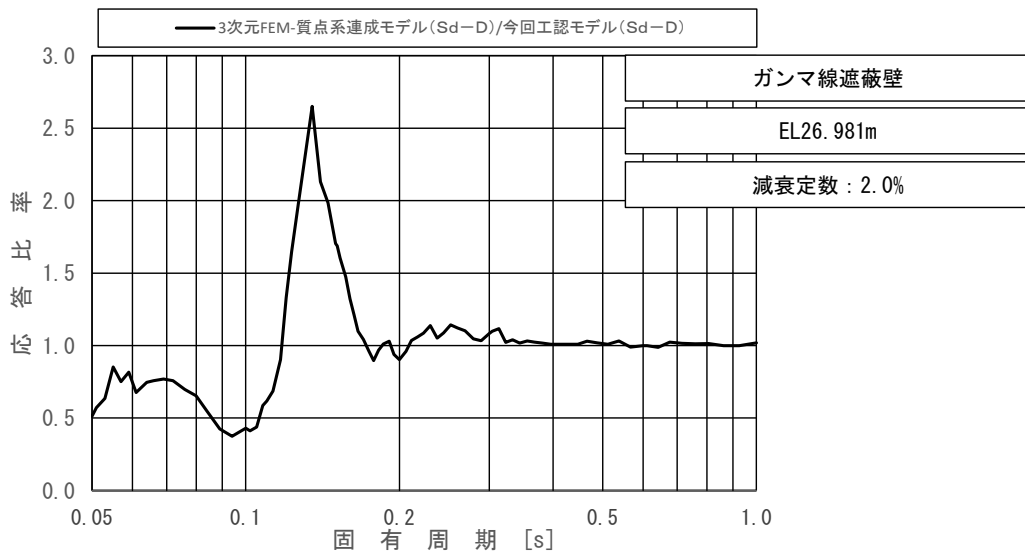
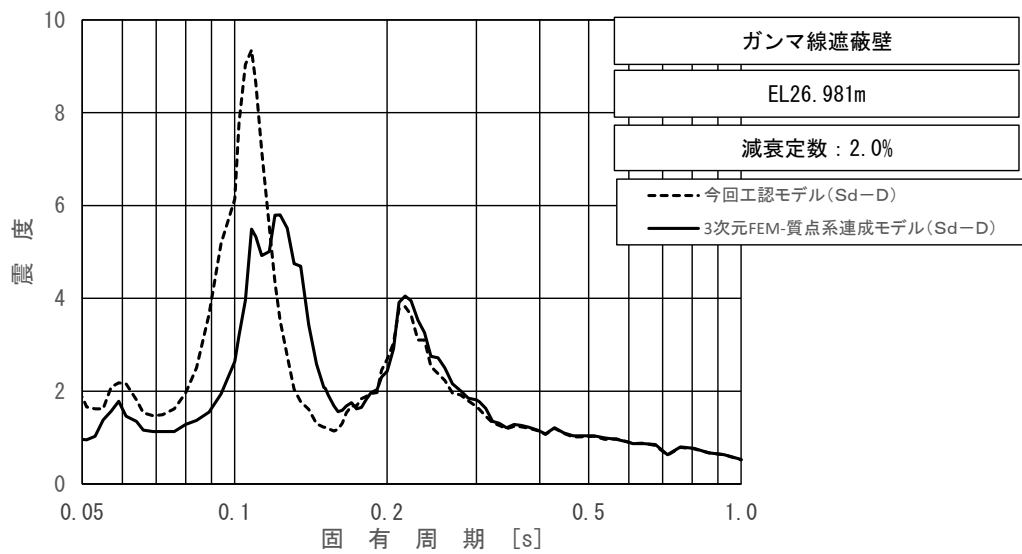
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-15 (11/11) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉格納容器 EL11.900m)



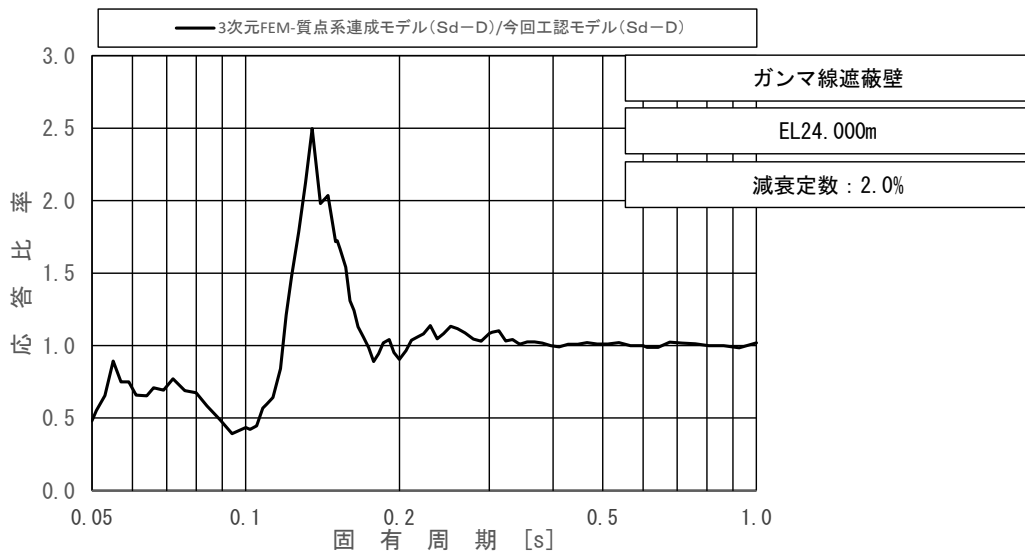
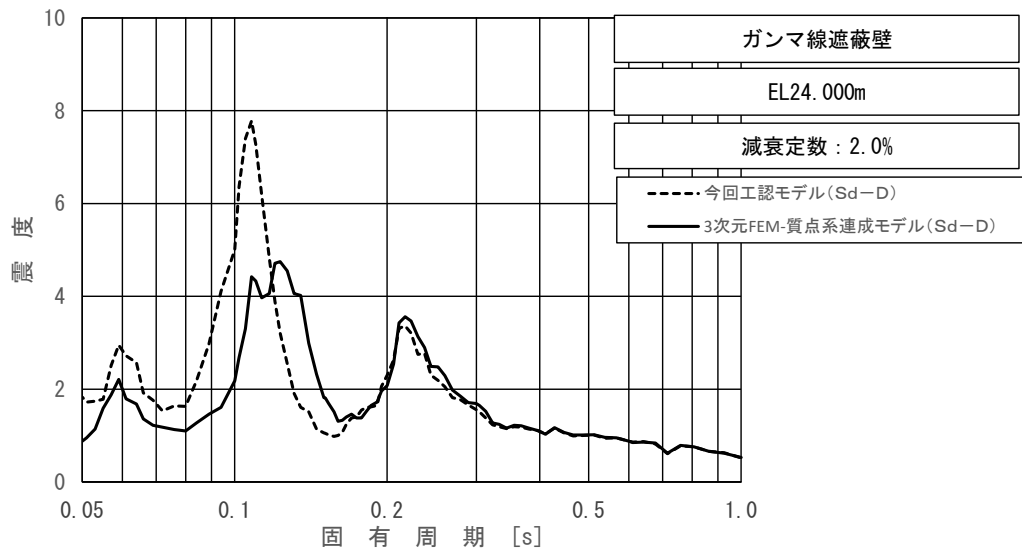
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-16 (1/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m)



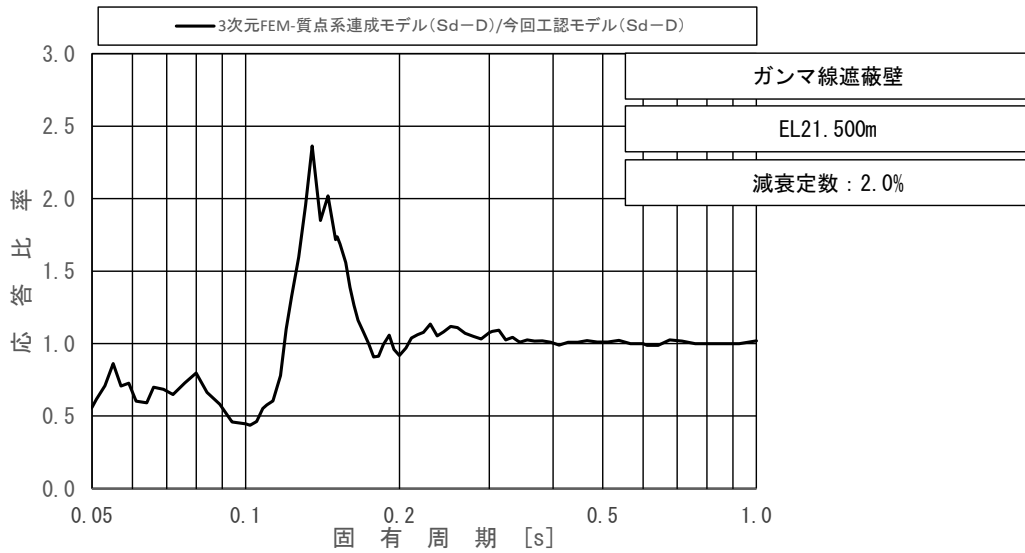
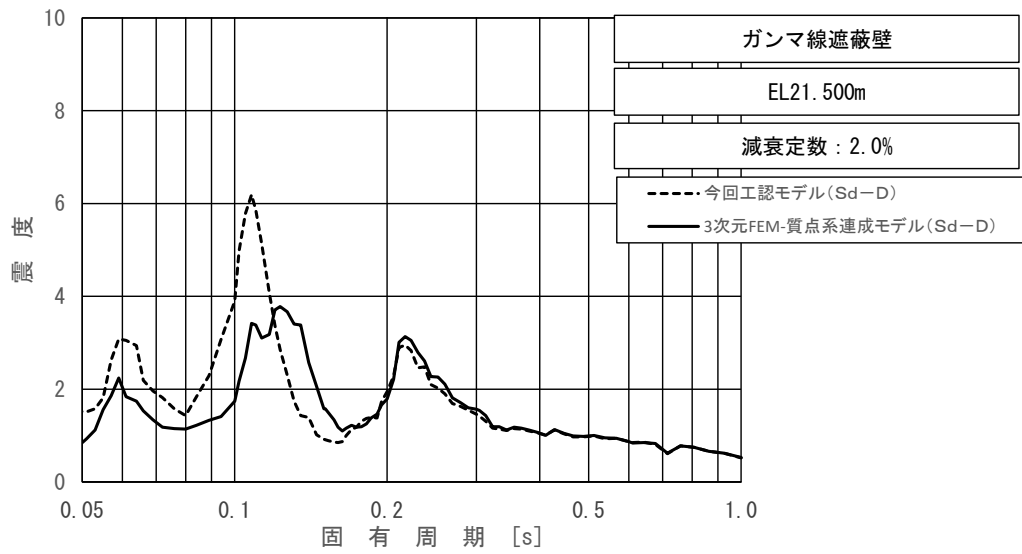
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-16 (2/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽 EL26.981m)



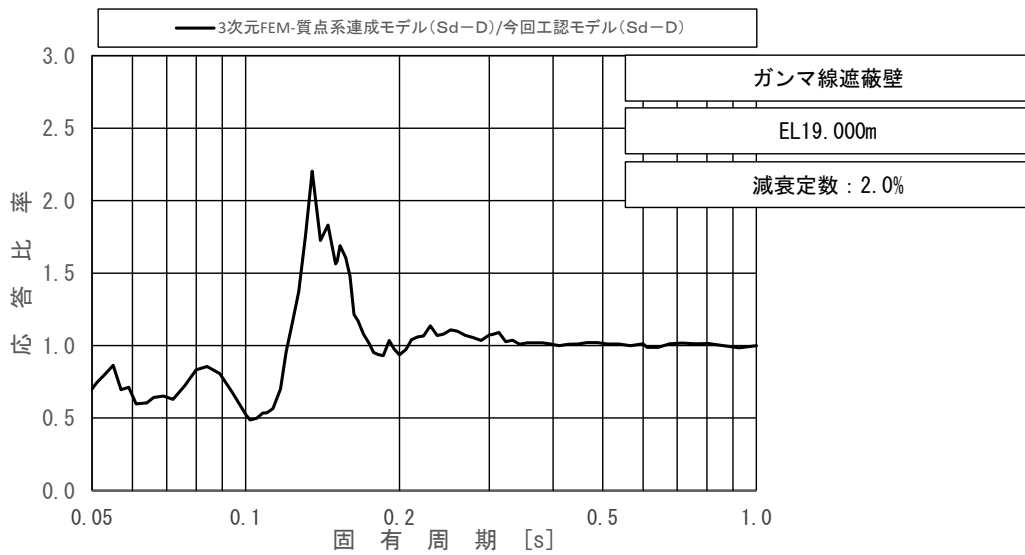
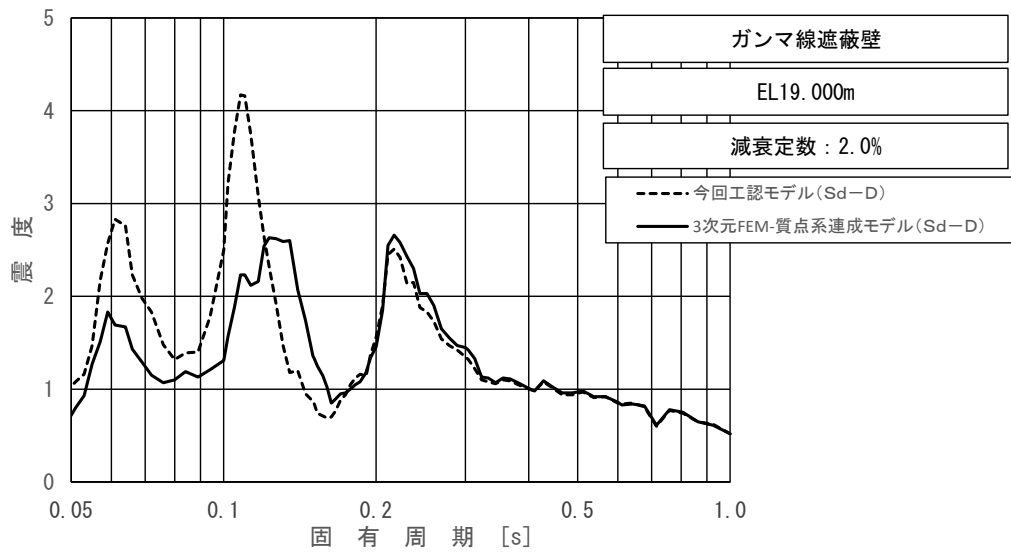
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-16 (3/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)



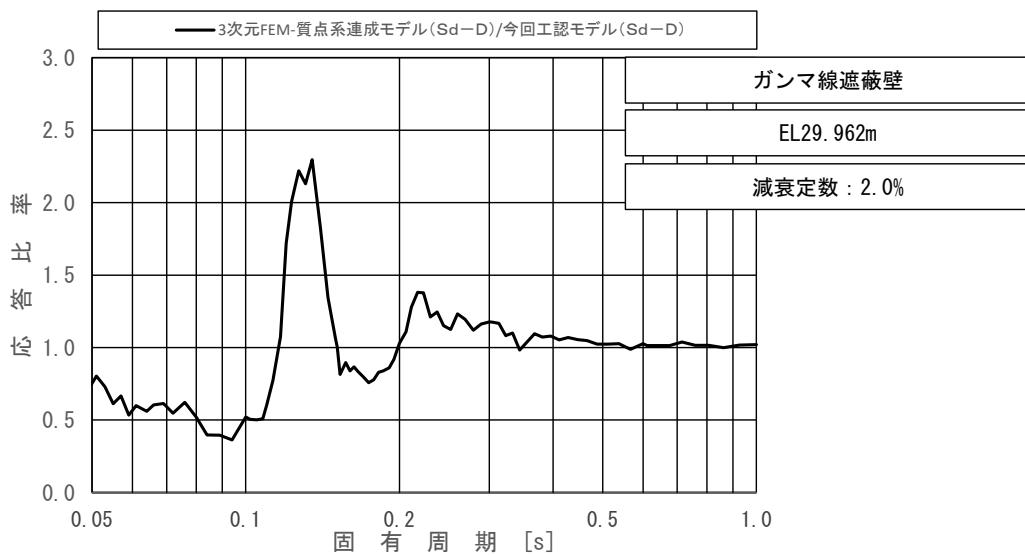
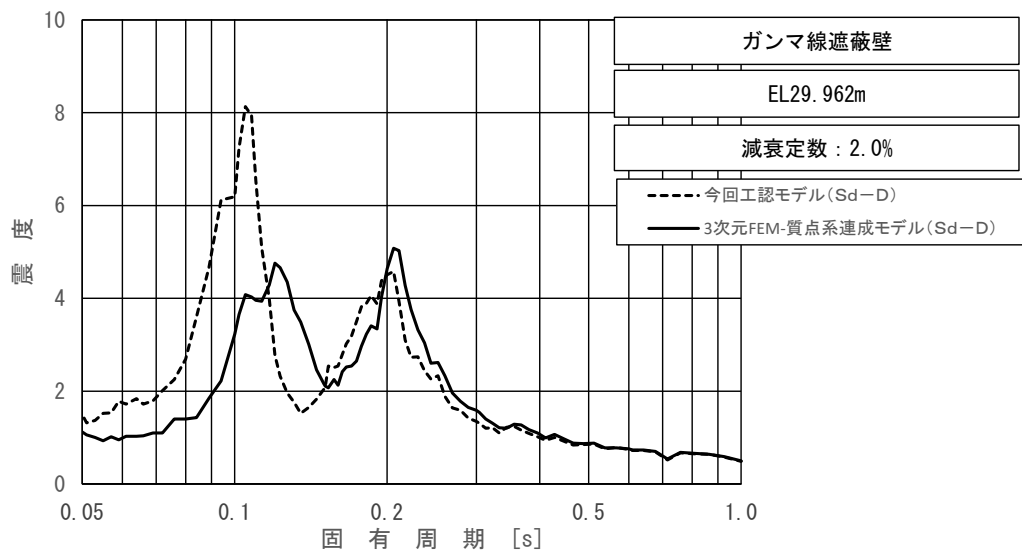
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-16 (4/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

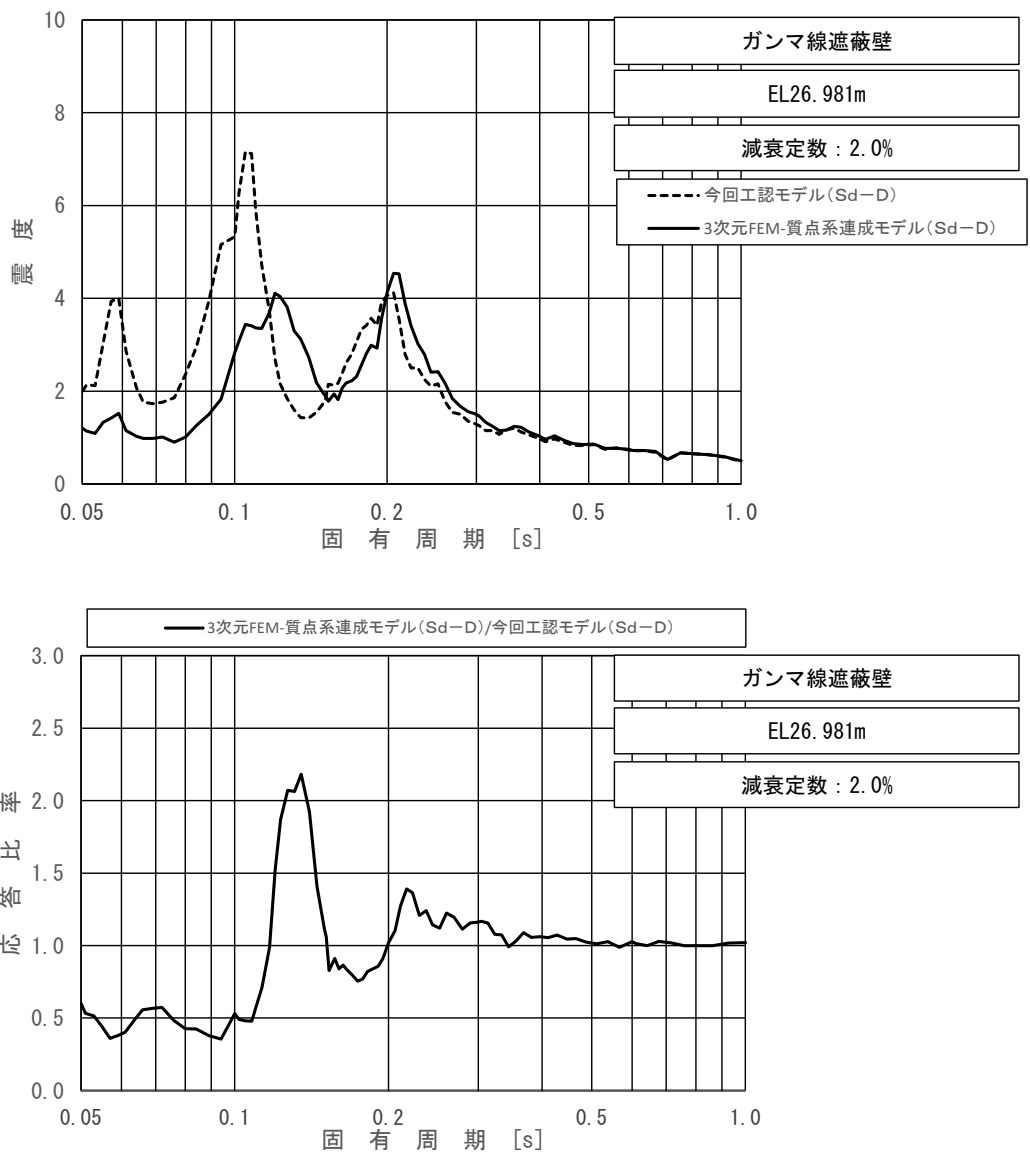
図 4-16 (5/5) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

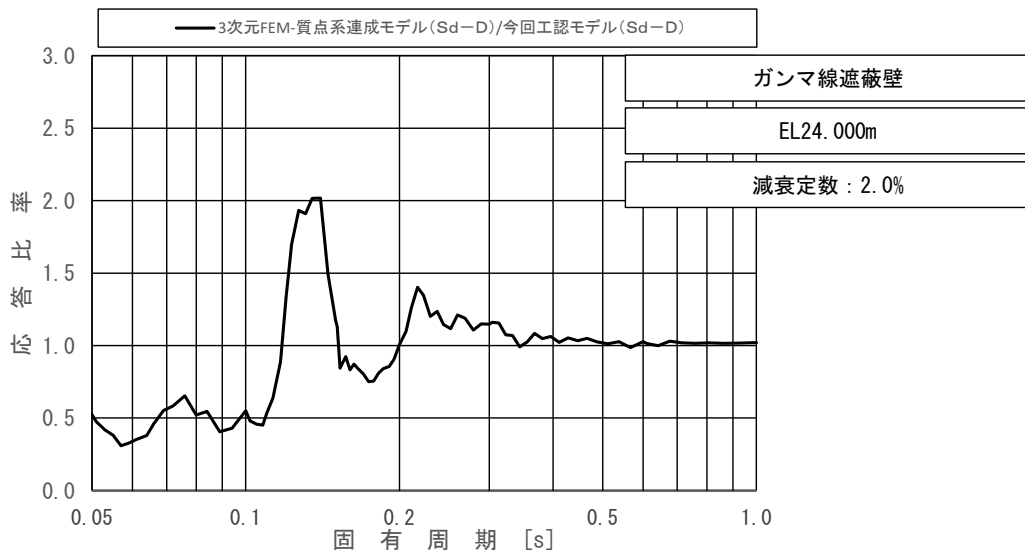
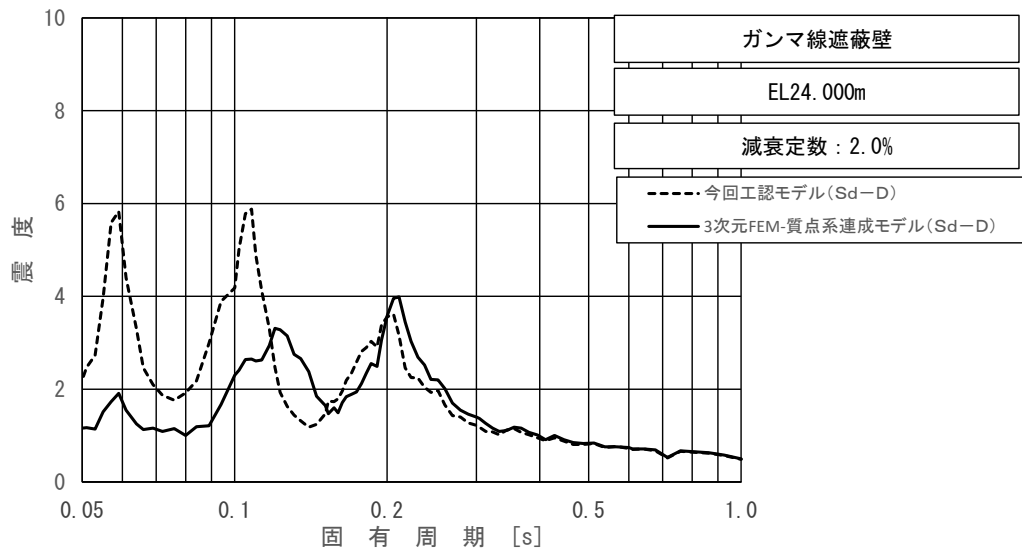
図 4-17 (1/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽 EL29.962m)



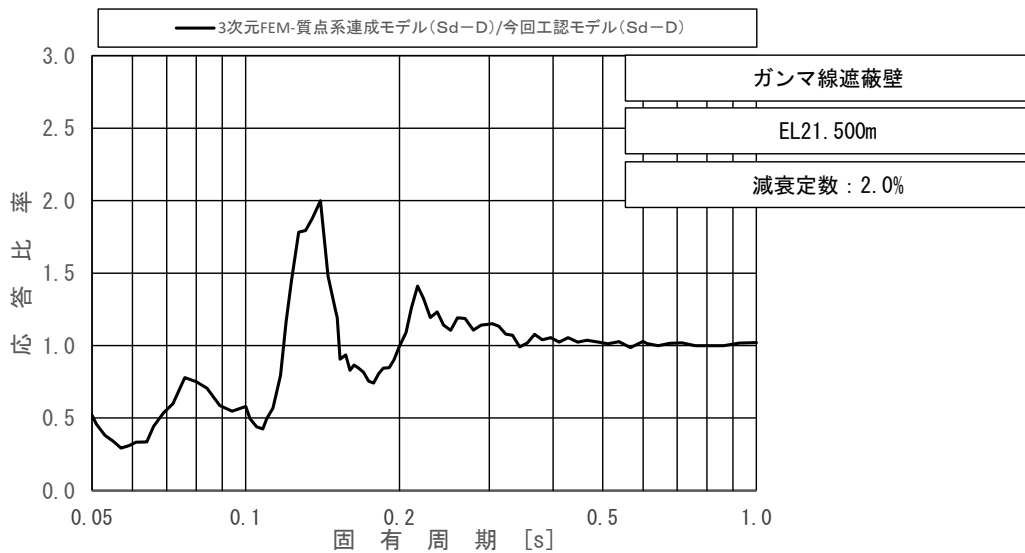
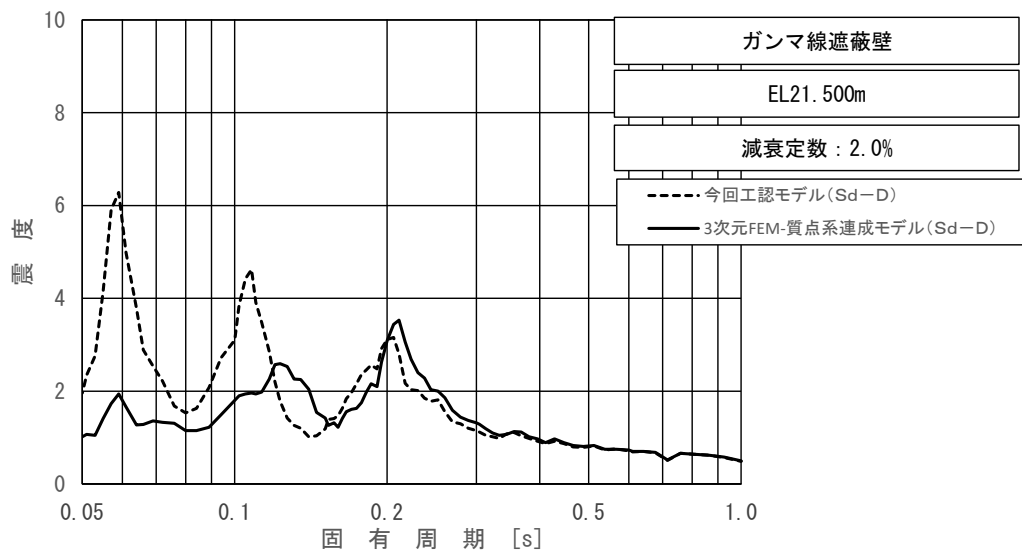
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-17 (2/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)



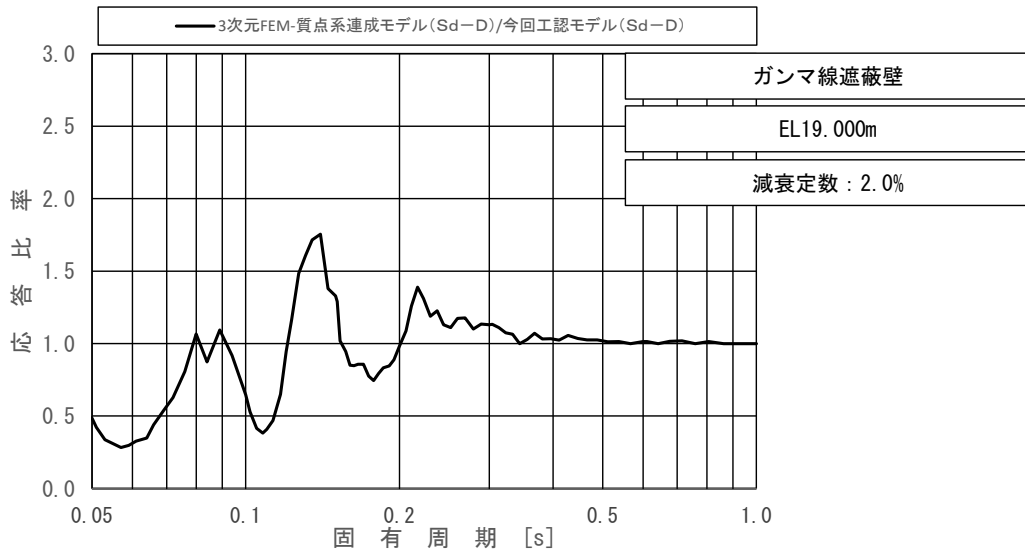
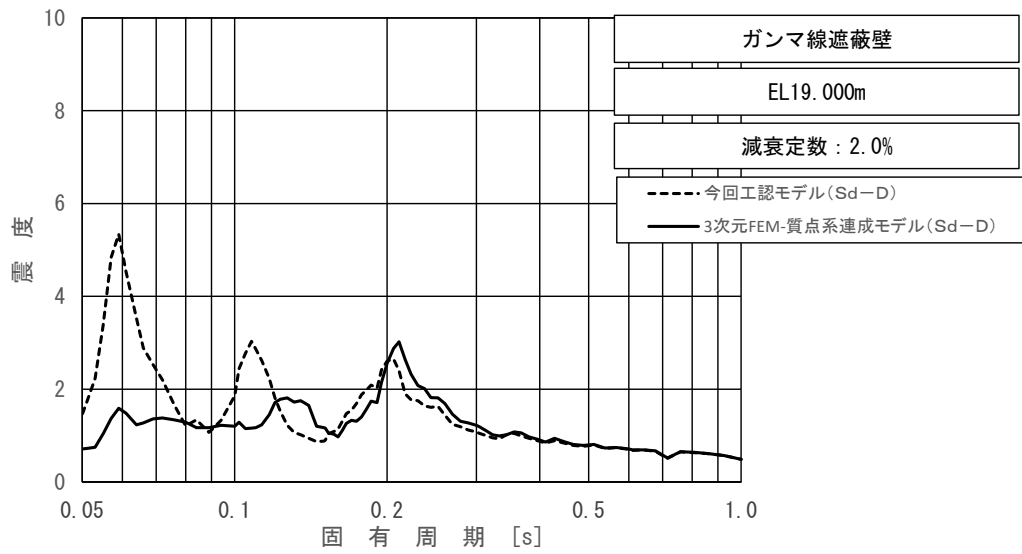
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-17 (3/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)



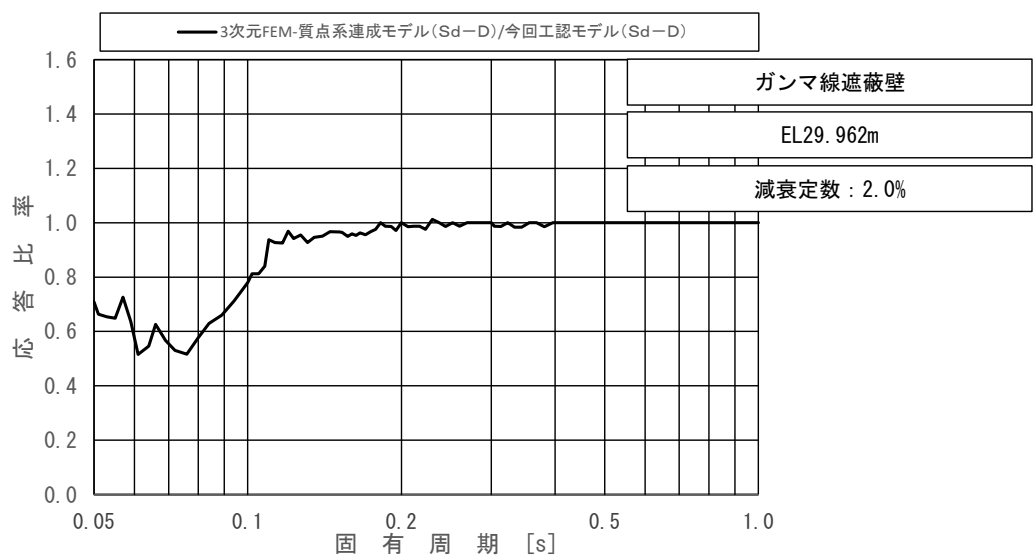
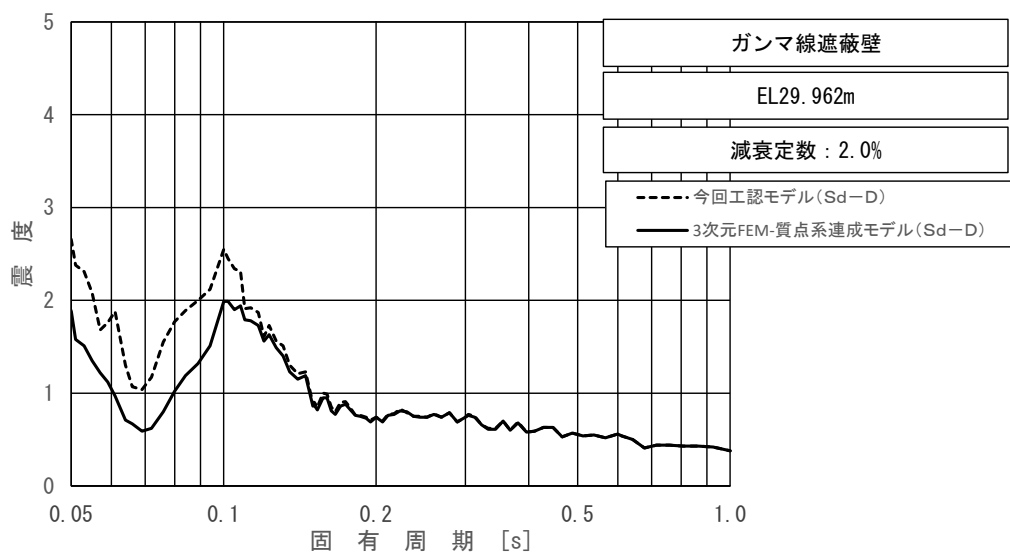
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-17 (4/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)



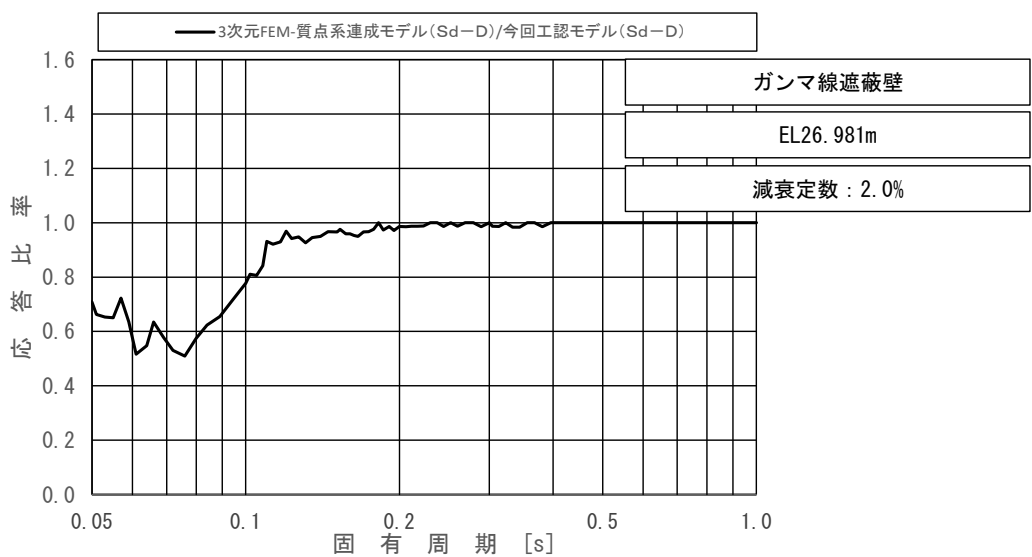
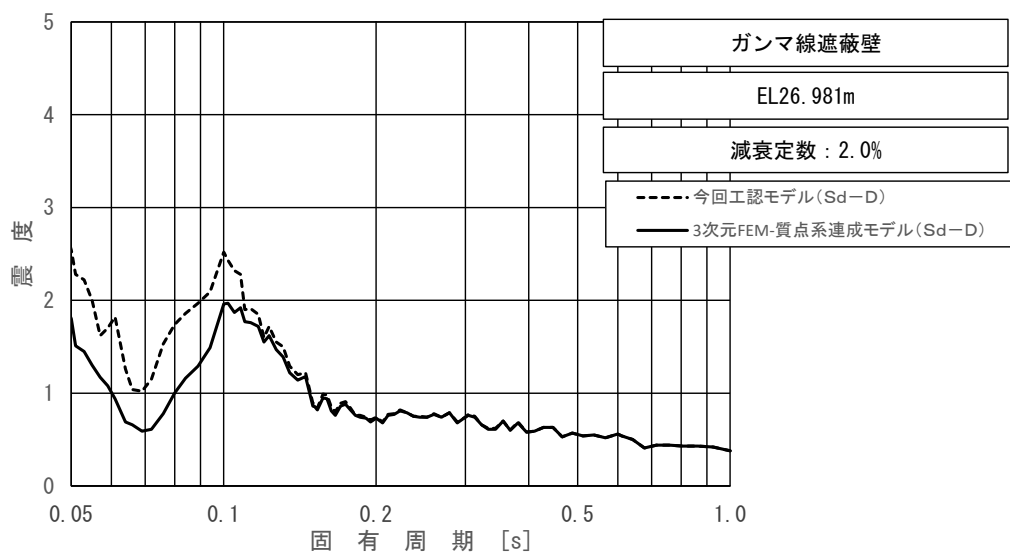
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-17 (5/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m)



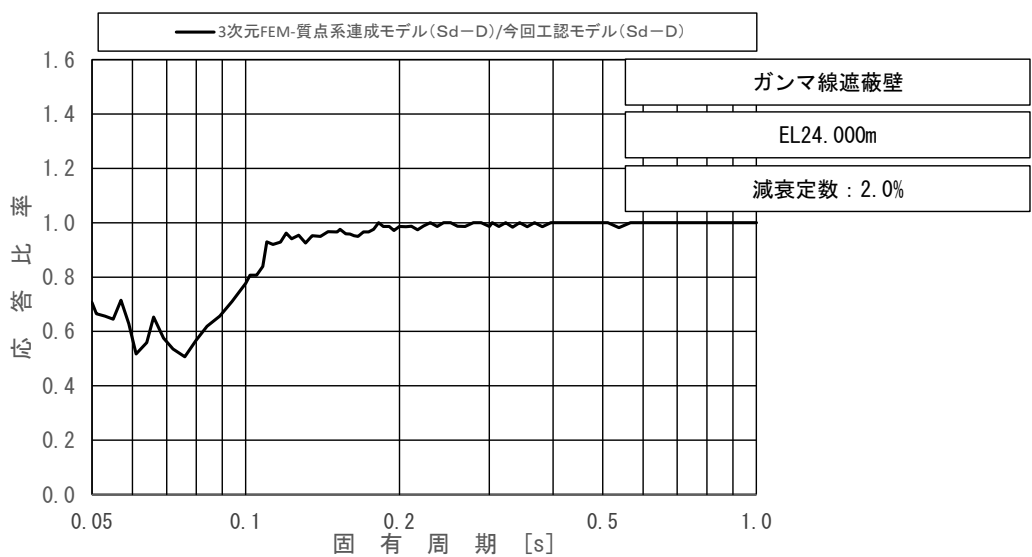
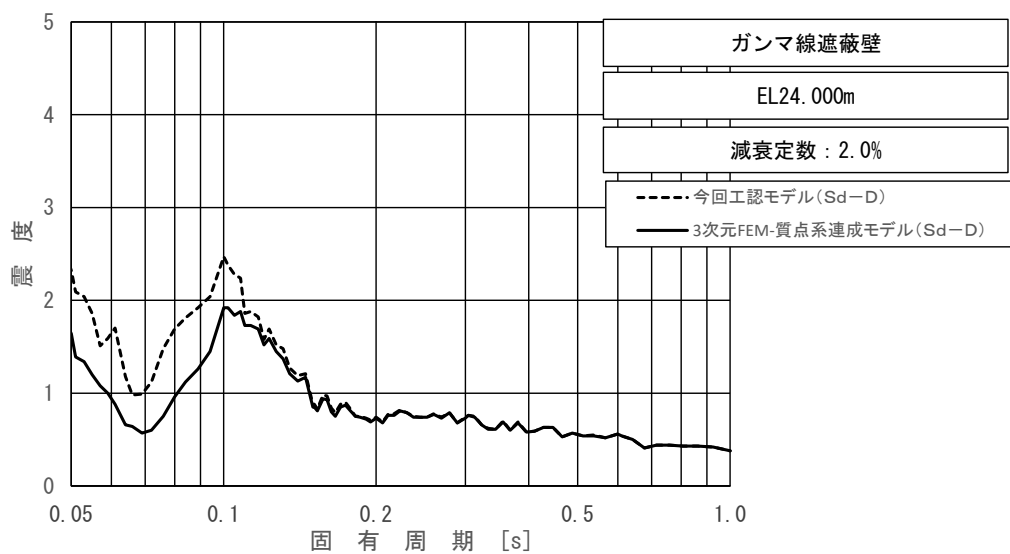
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-18 (1/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

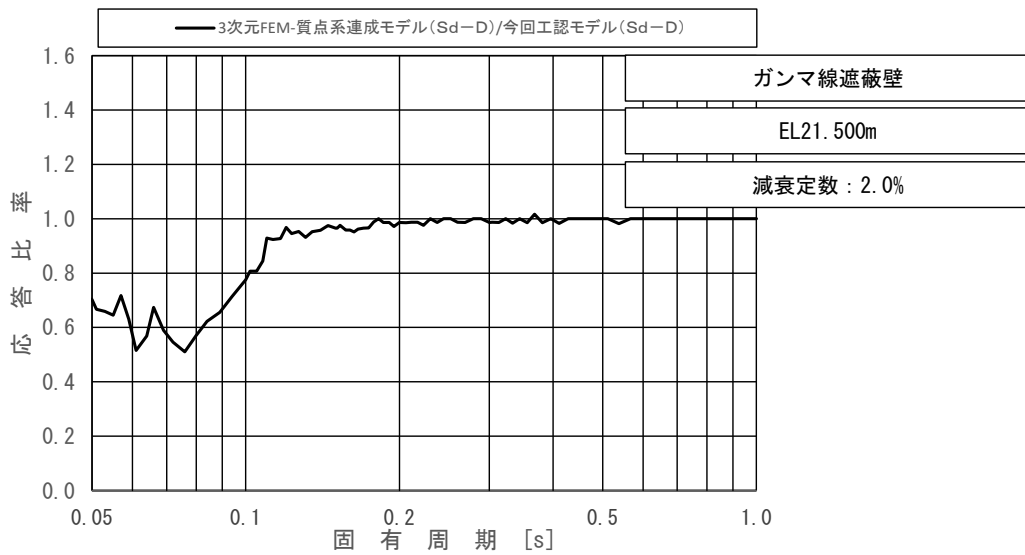
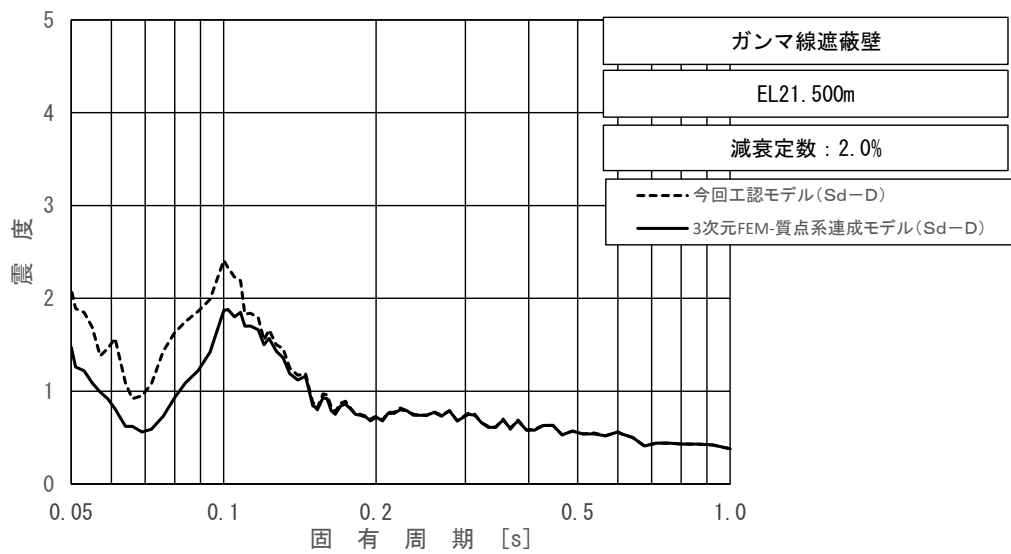
図 4-18 (2/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)



上段：床応答スペクトル

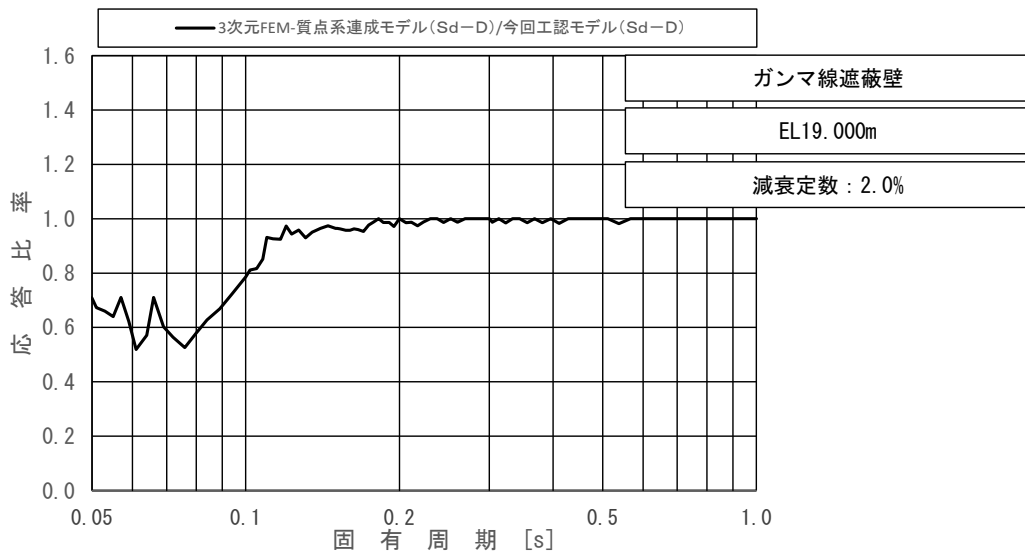
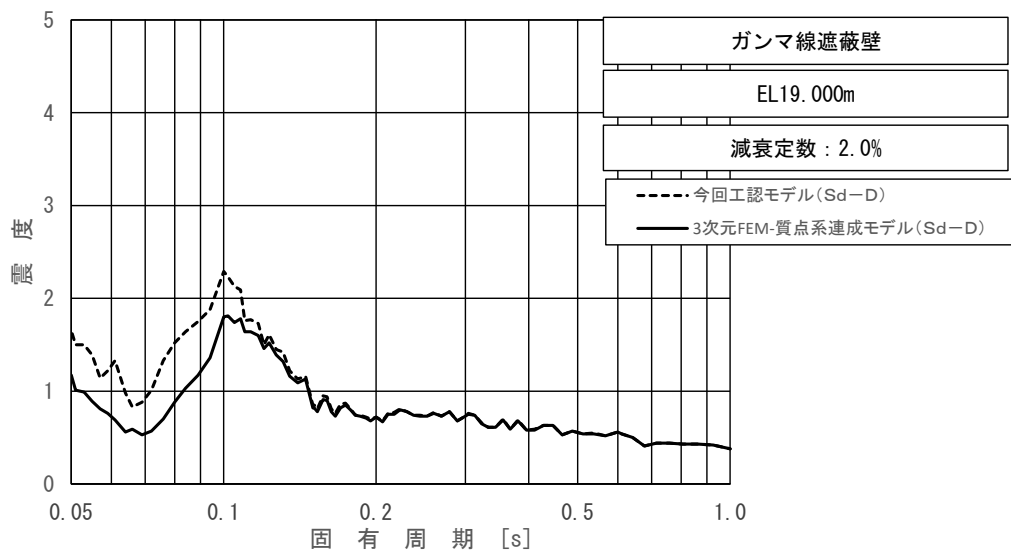
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-18 (3/5) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)



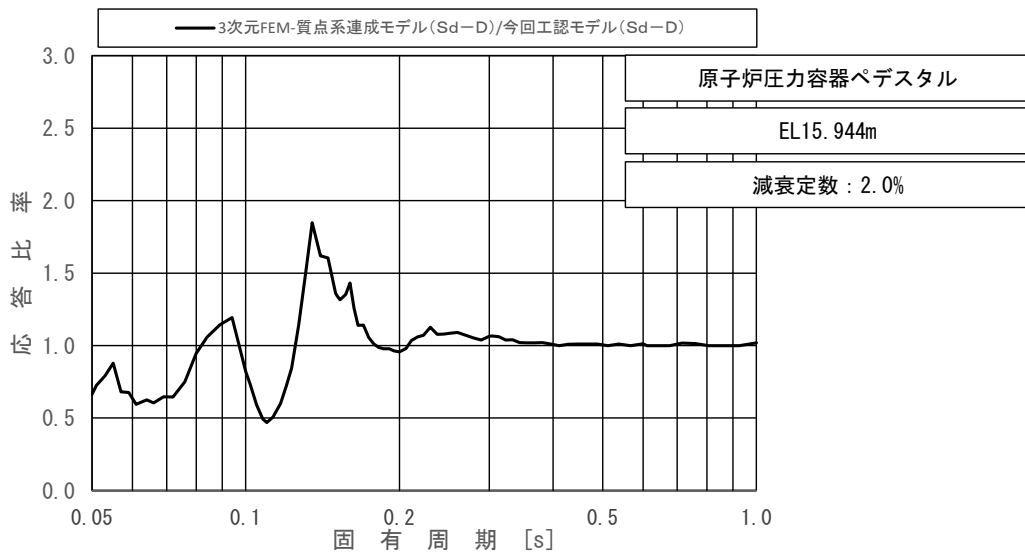
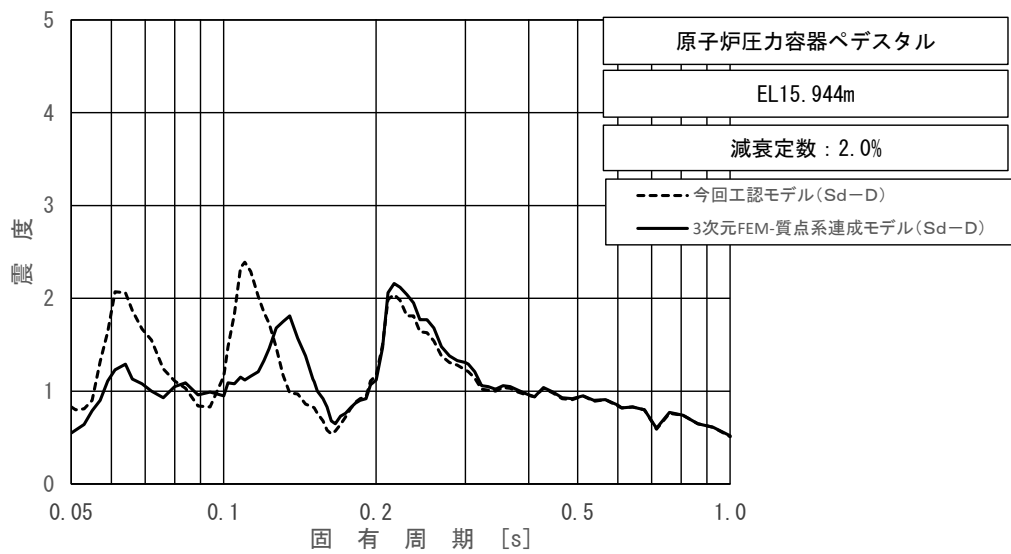
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-18 (4/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)



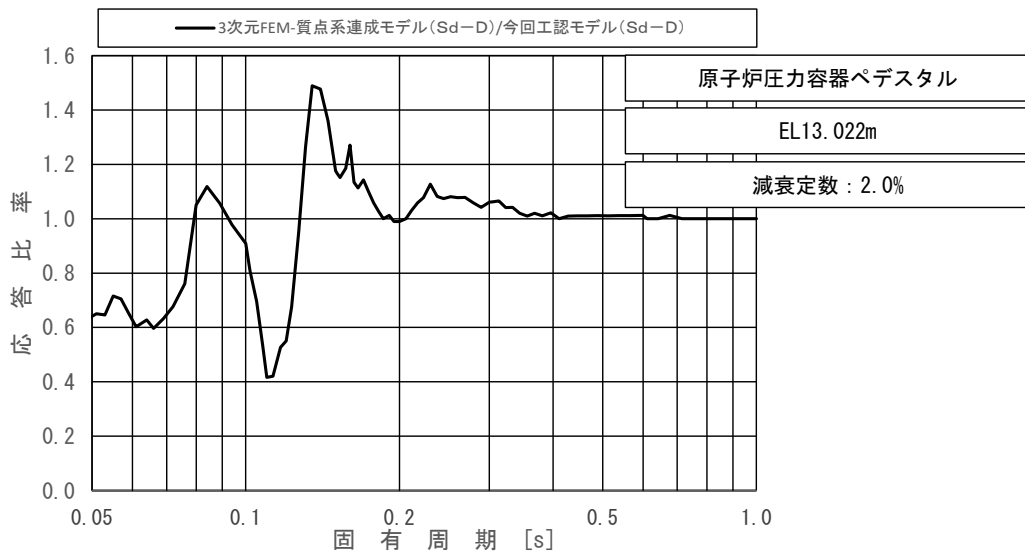
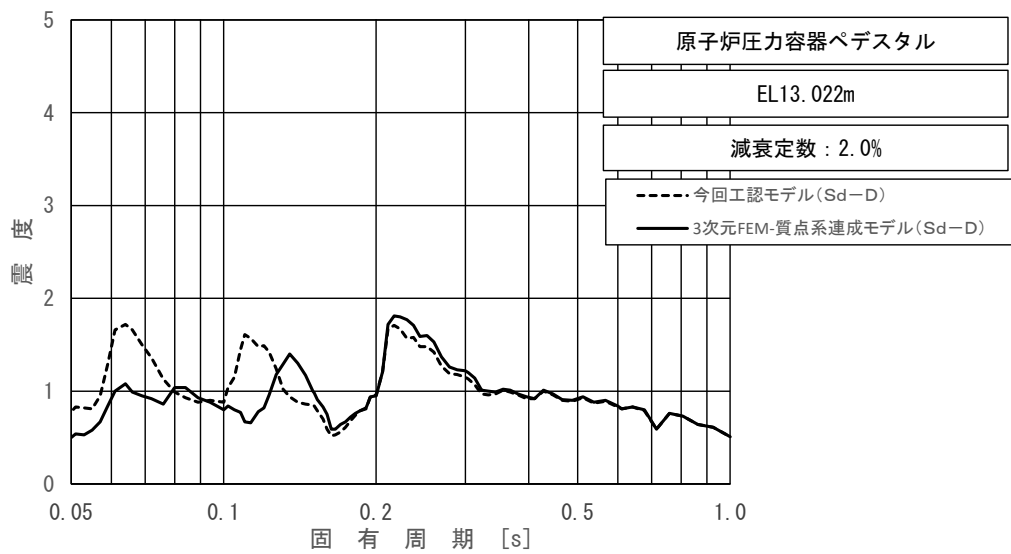
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-18 (5/5) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m)



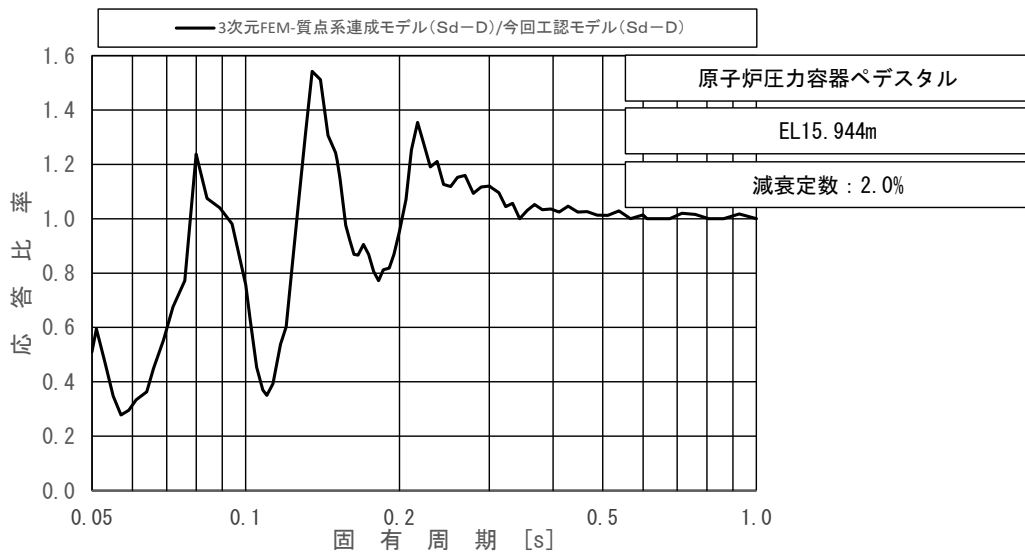
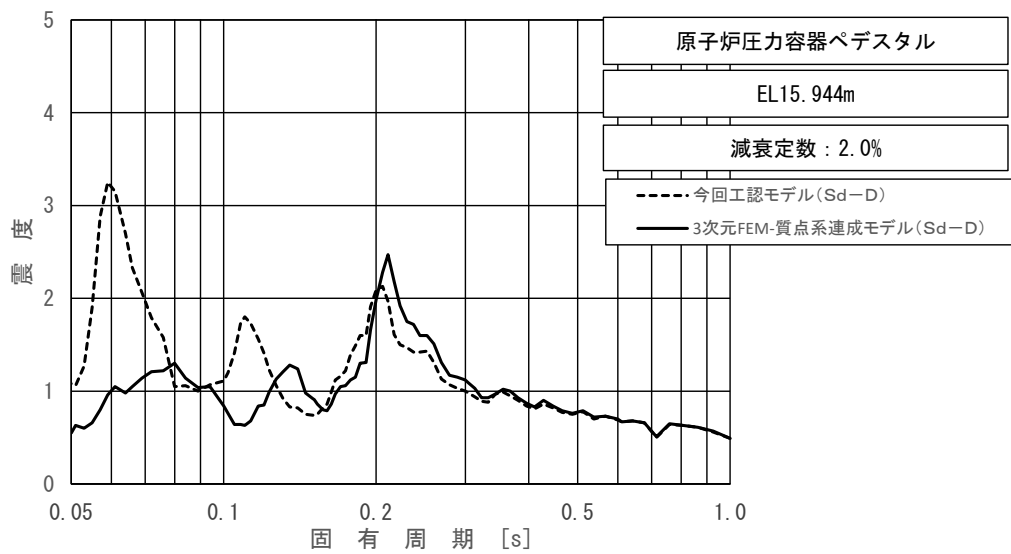
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-19 (1/2) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉圧力容器ペDESTAL EL15.944m)



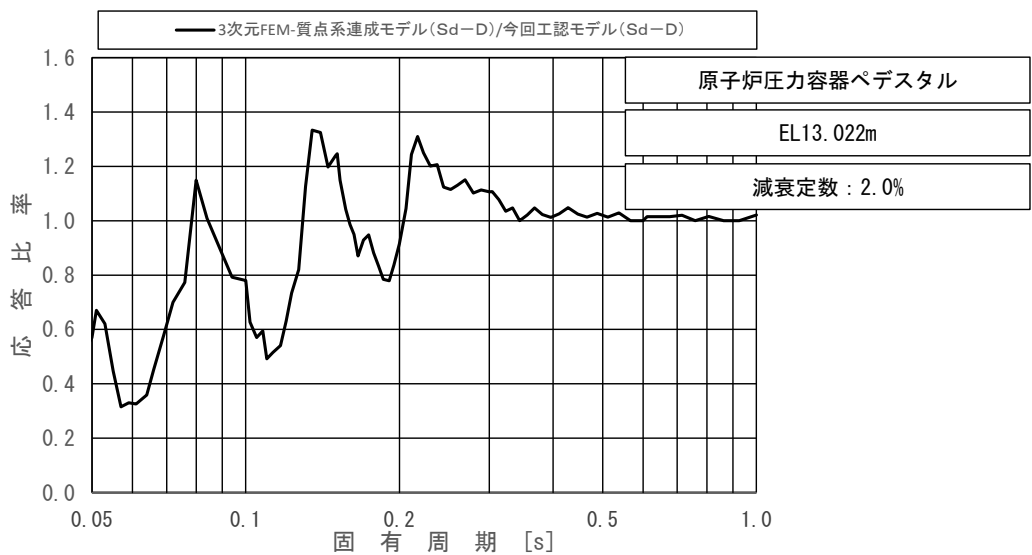
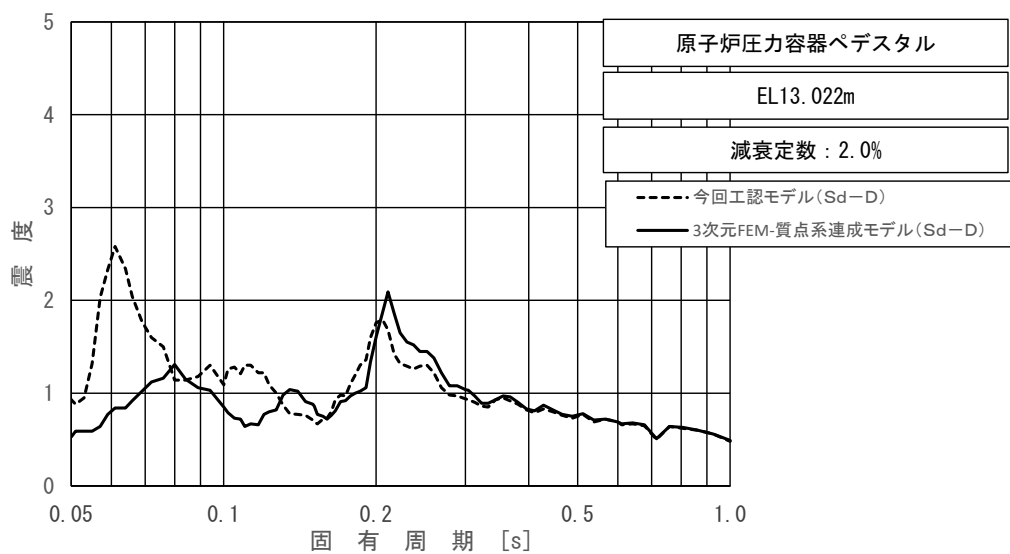
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-19 (2/2) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉圧力容器ペDESTAL EL13.022m)



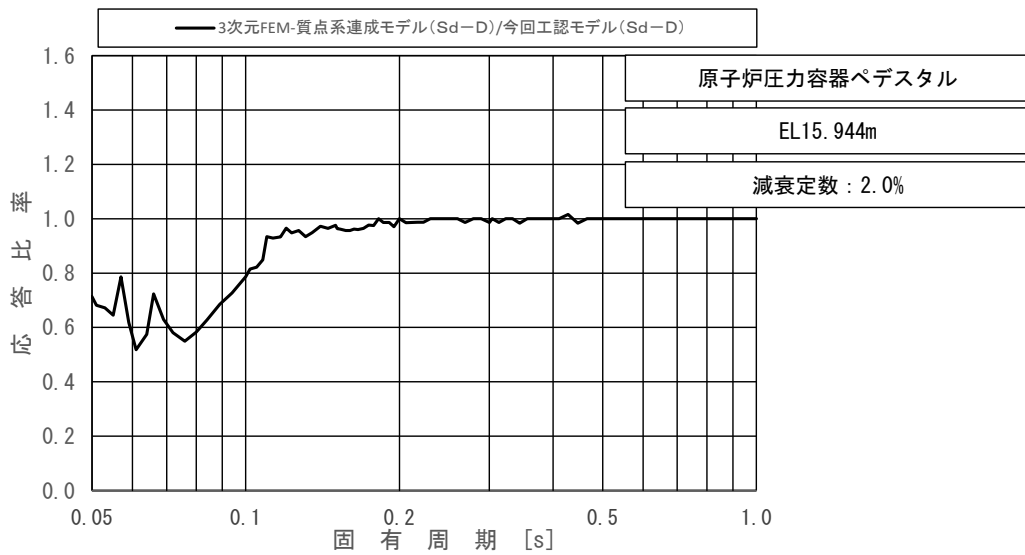
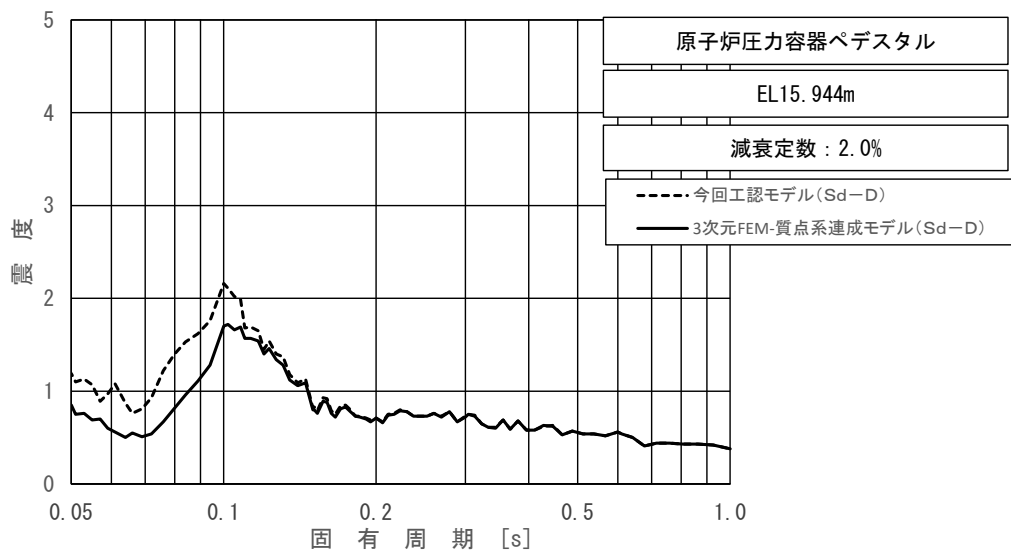
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-20 (1/2) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器ペDESTAL EL15.944m)



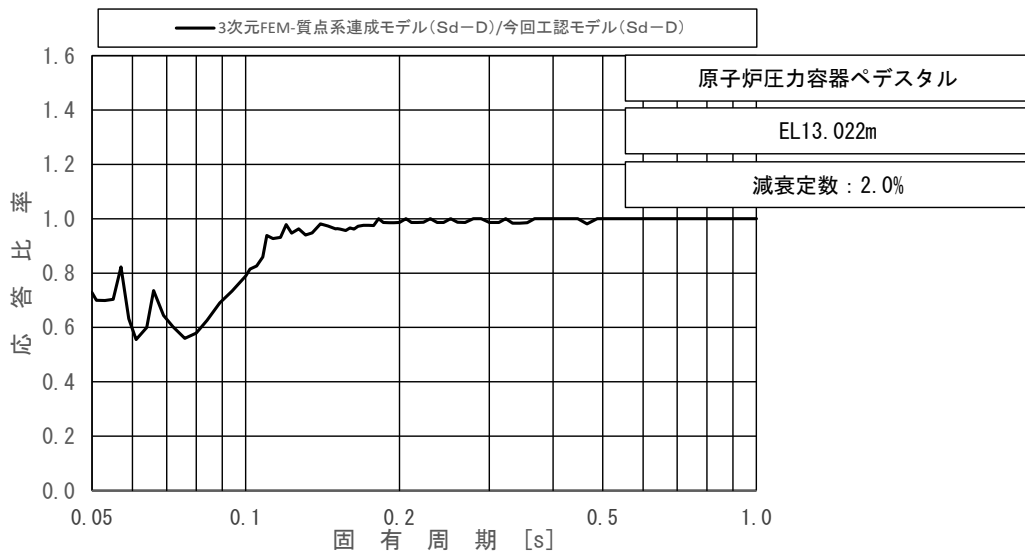
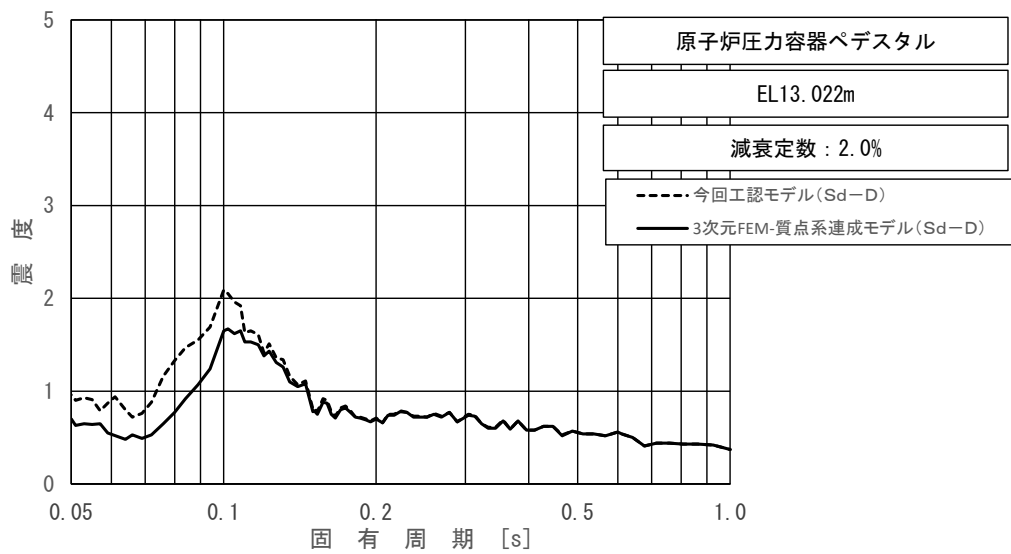
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-20 (2/2) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器ペDESTAL EL13.022m)



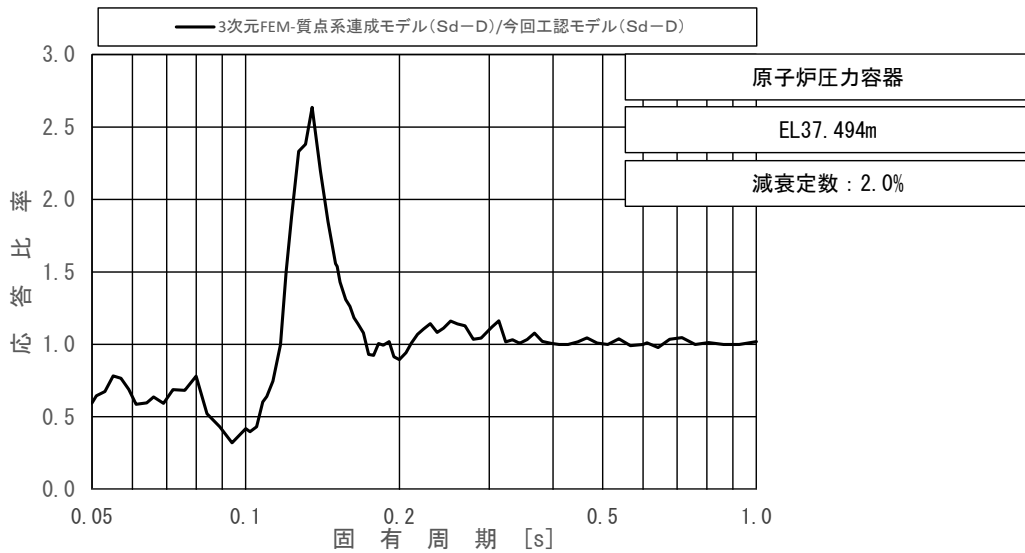
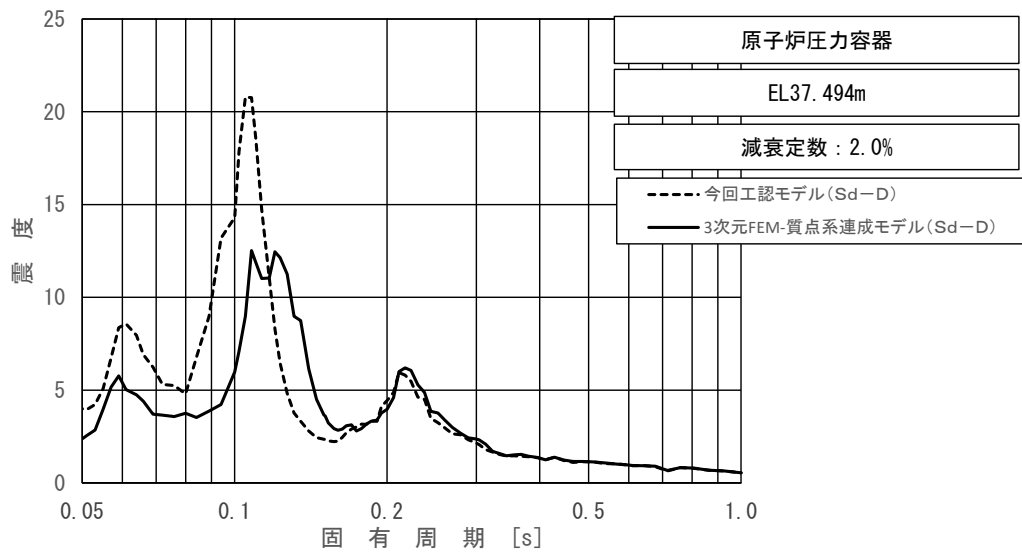
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-21 (1/2) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉圧力容器ペDESTAL EL15.944m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

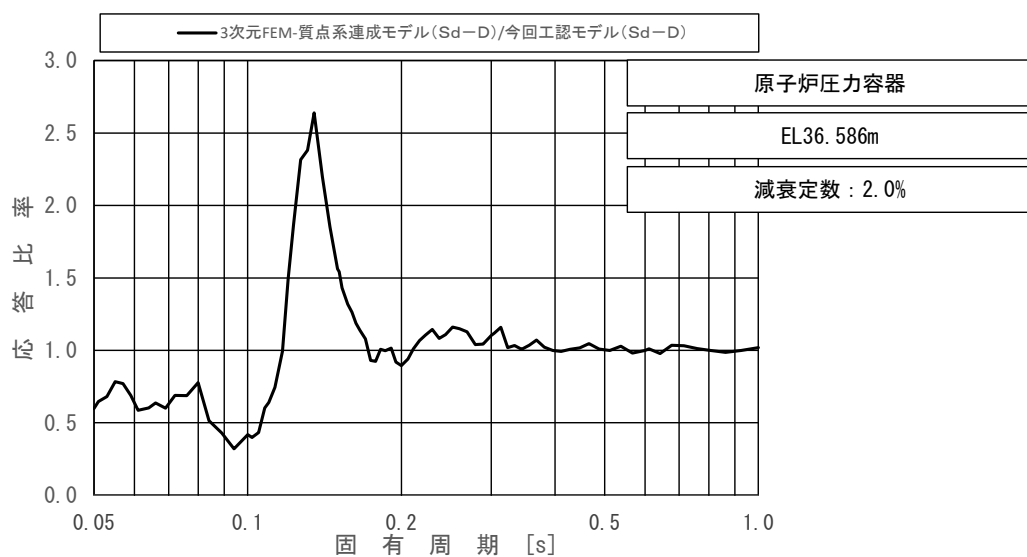
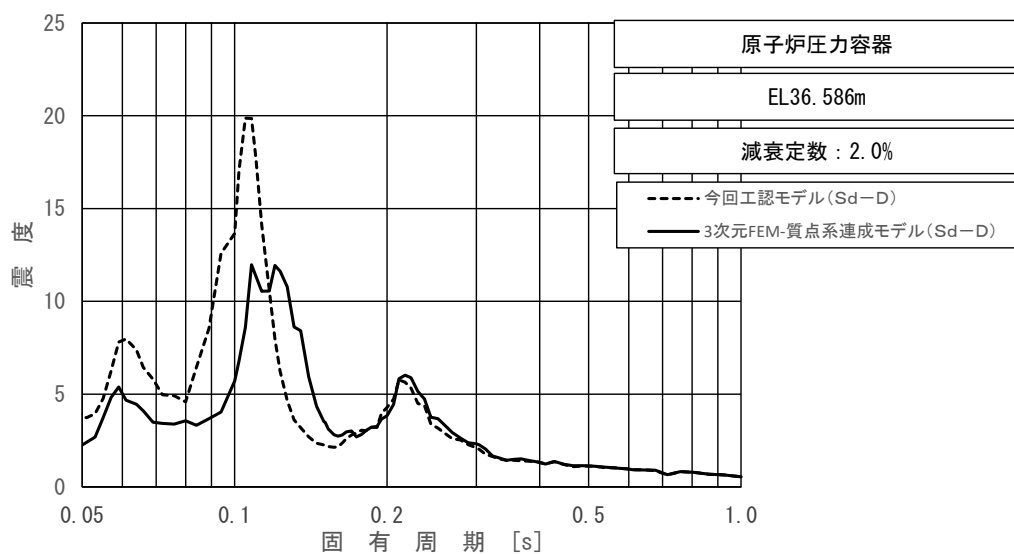
図 4-21 (2/2) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉圧力容器ペDESTAL EL13.022m)



上段：床応答スペクトル

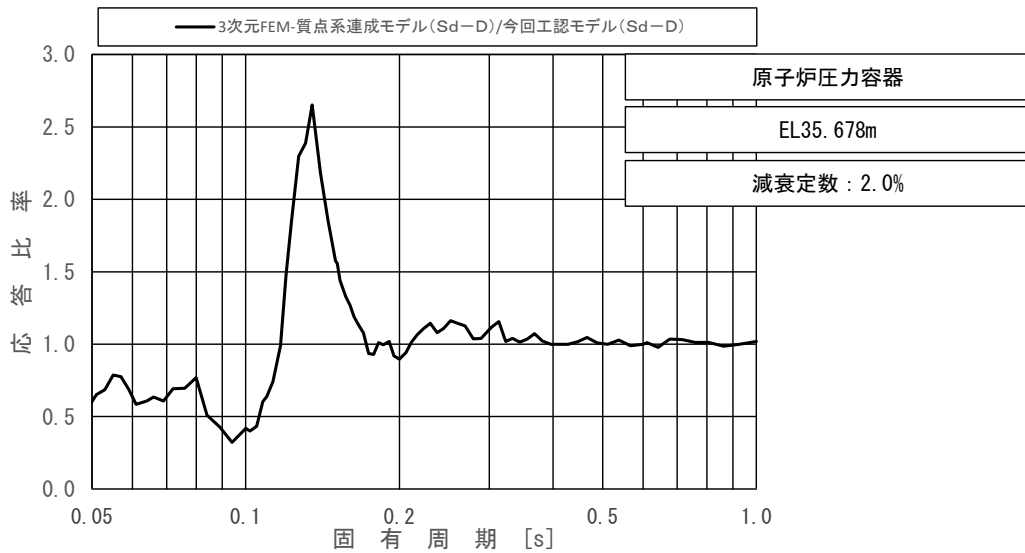
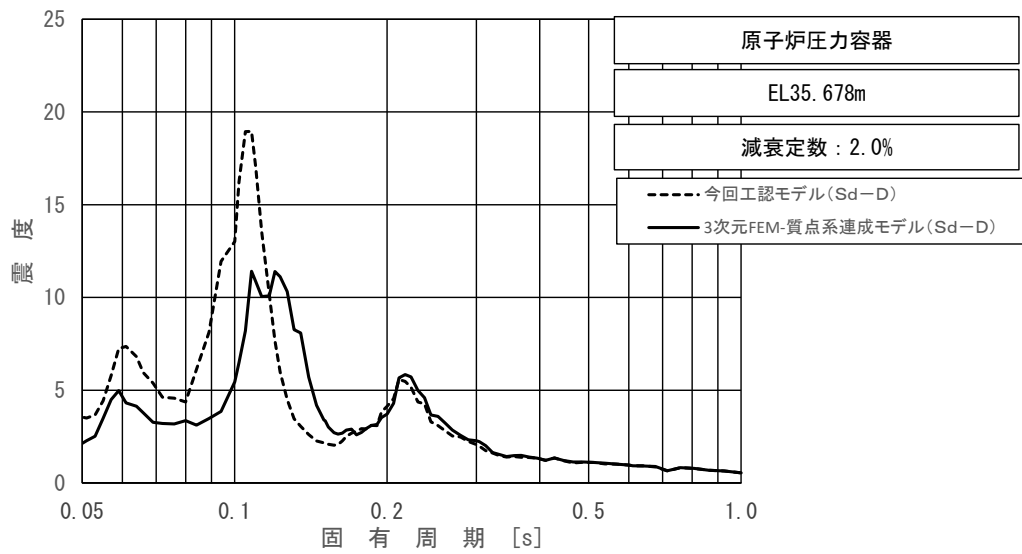
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (1/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL37.494m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

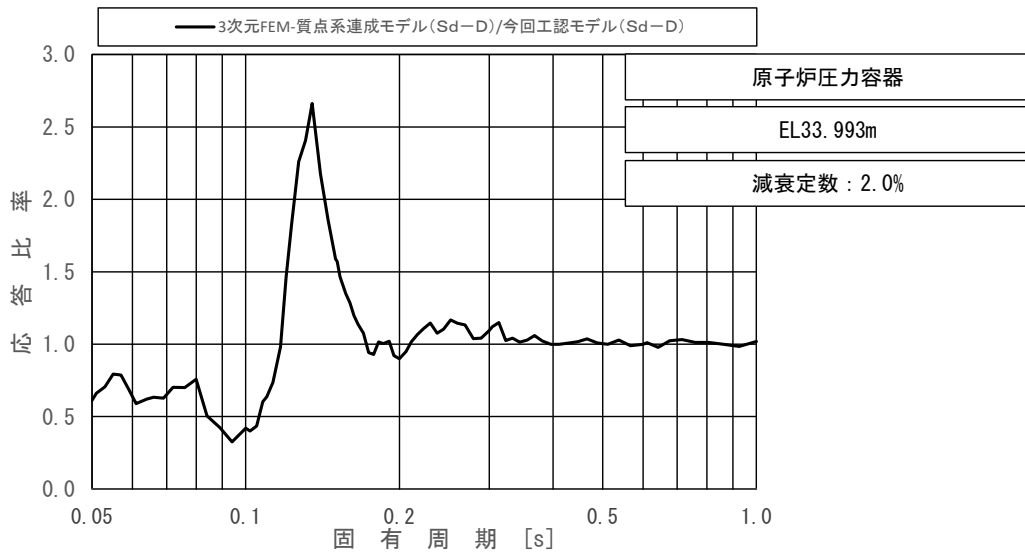
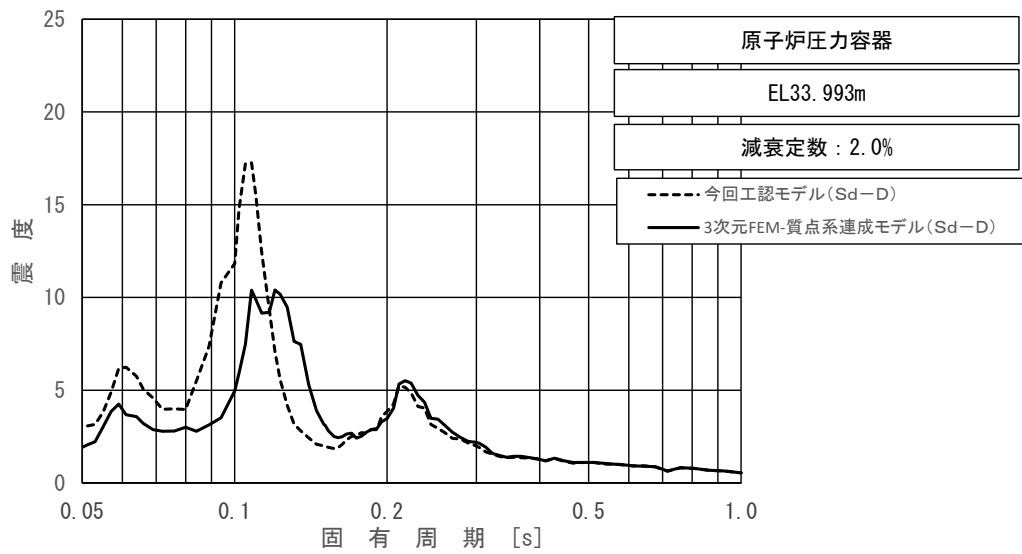
図 4-22 (2/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL36.586m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

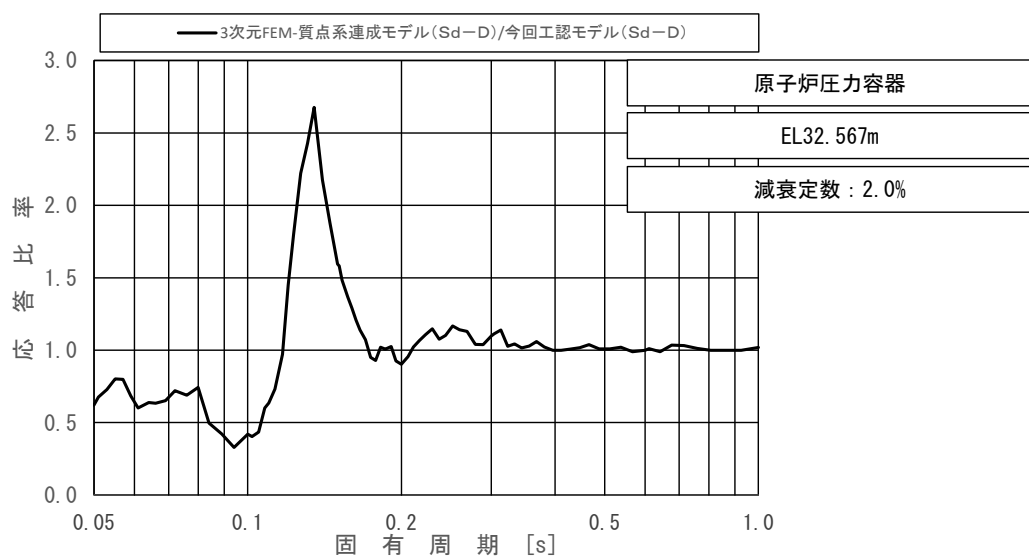
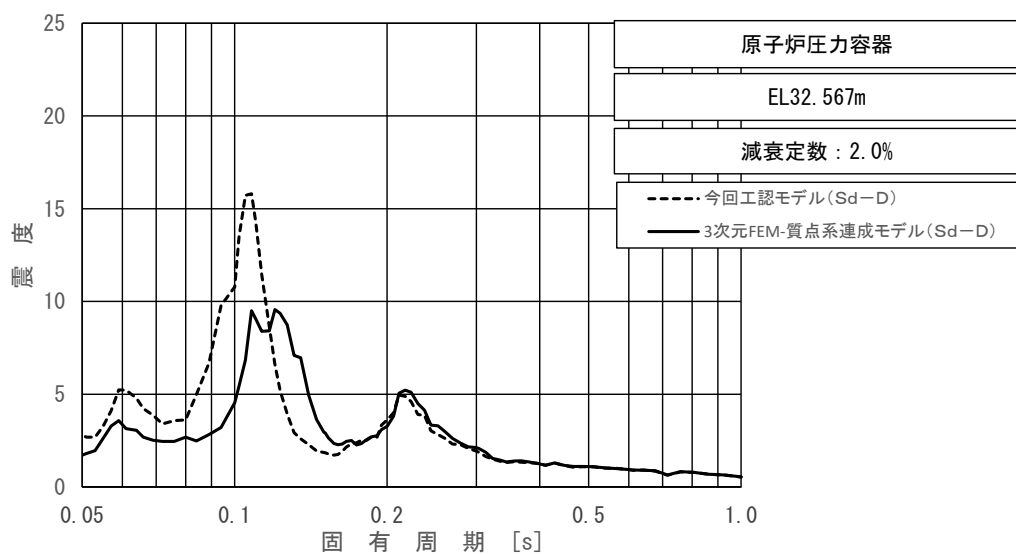
図 4-22 (3/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び
 応答比率

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL35.678m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

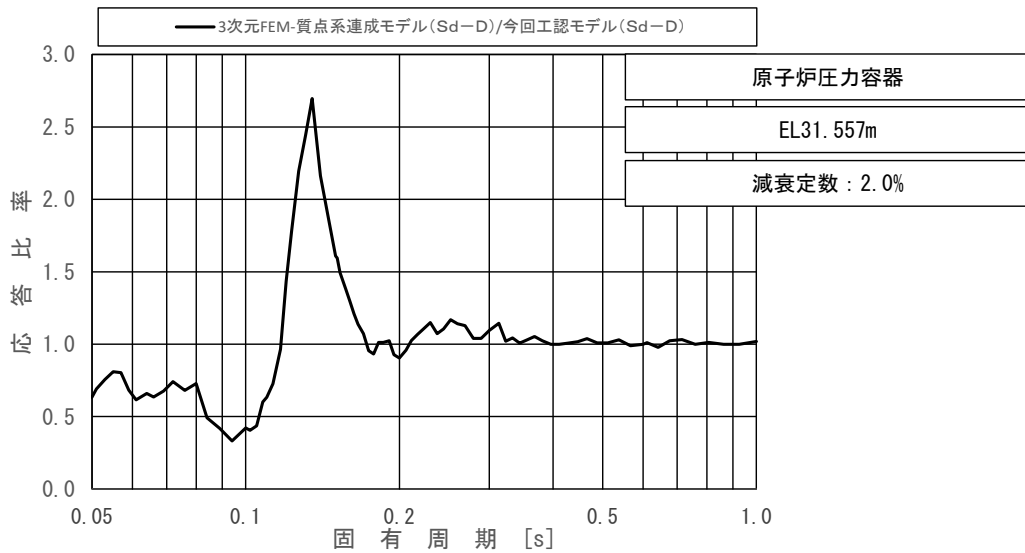
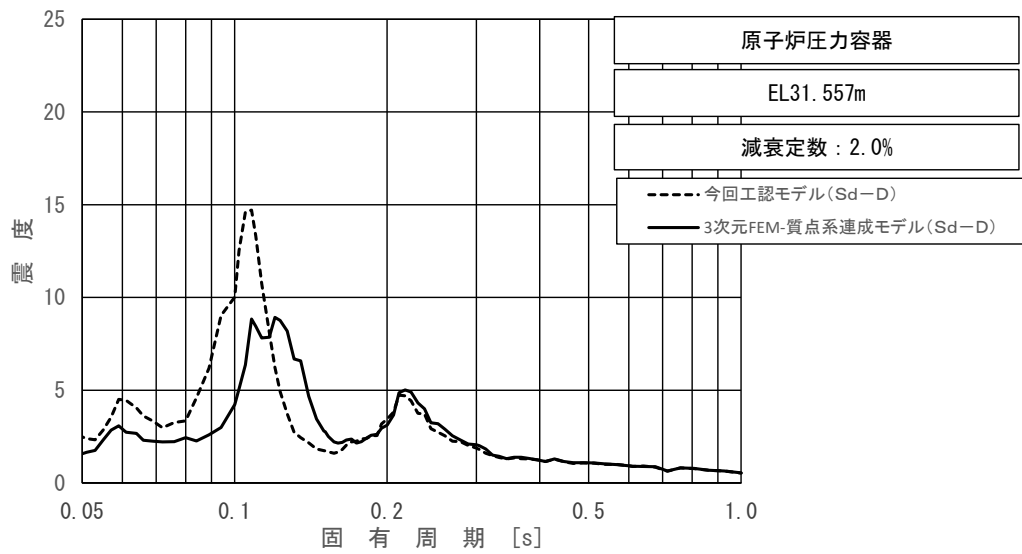
図 4-22 (4/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉圧力容器 EL33.993m)



上段：床応答スペクトル

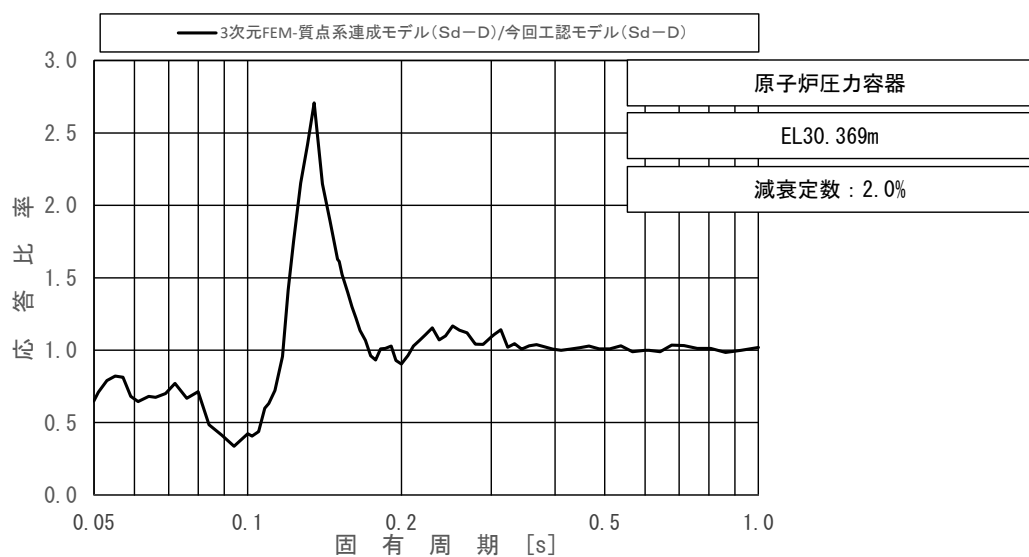
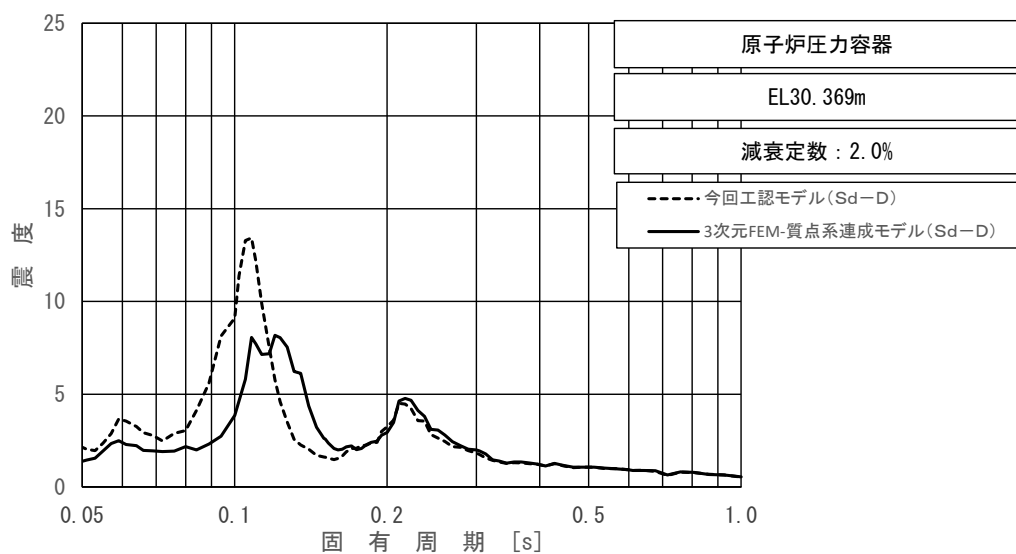
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (5/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL32.567m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

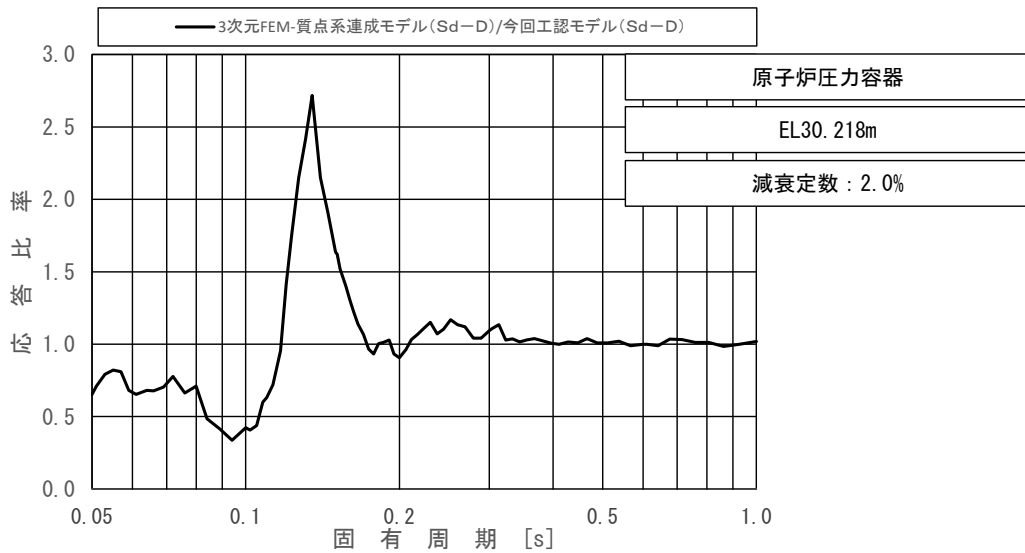
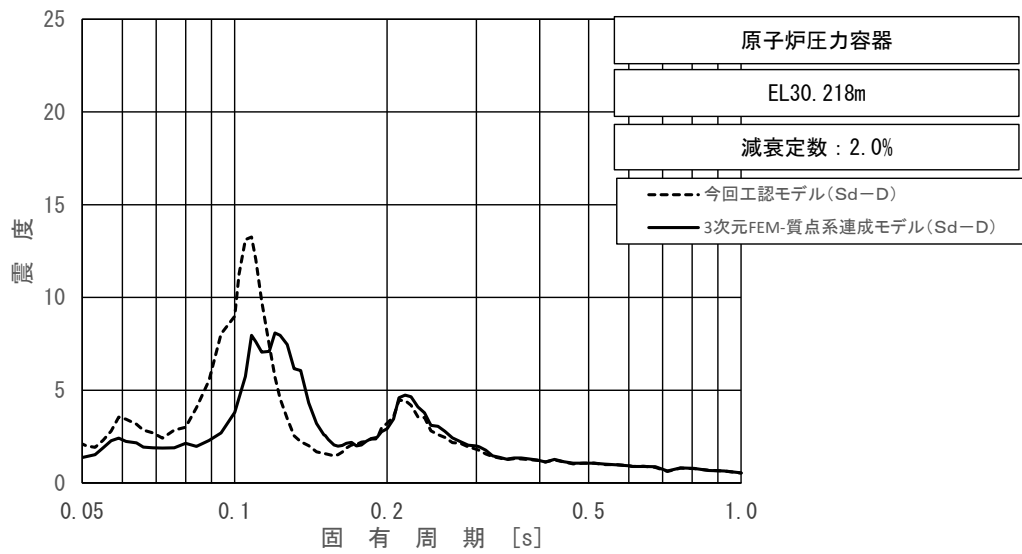
図 4-22 (6/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL31.557m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

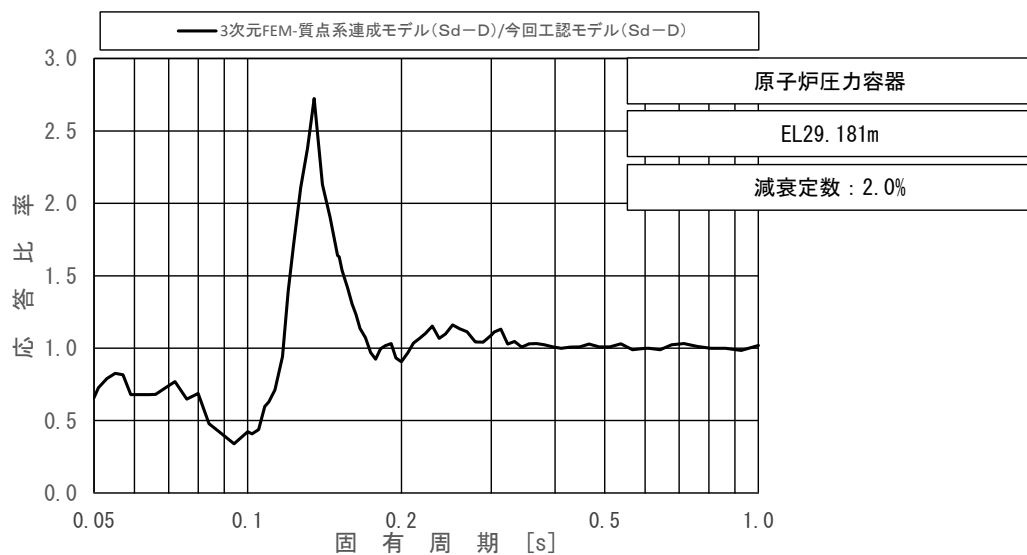
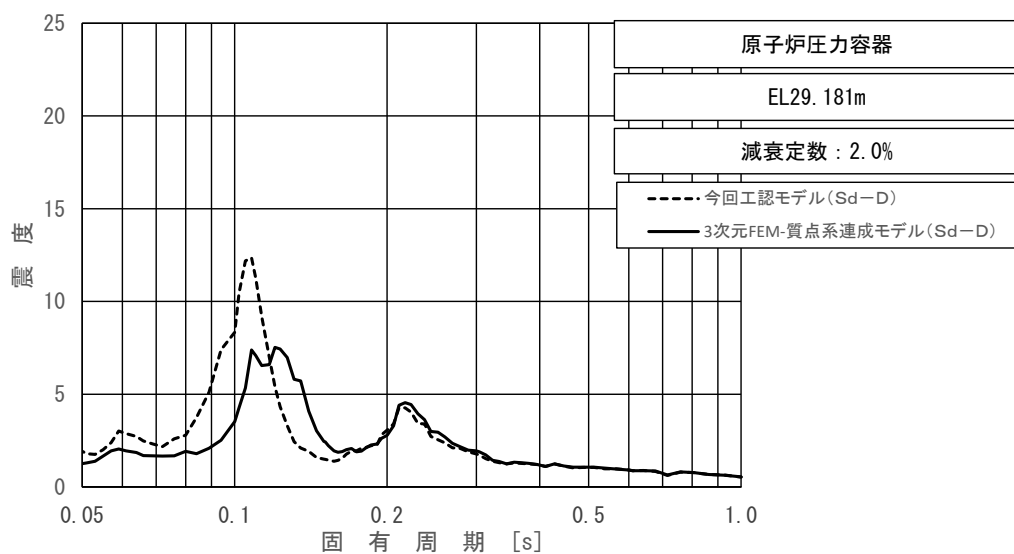
図 4-22 (7/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL30.369m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

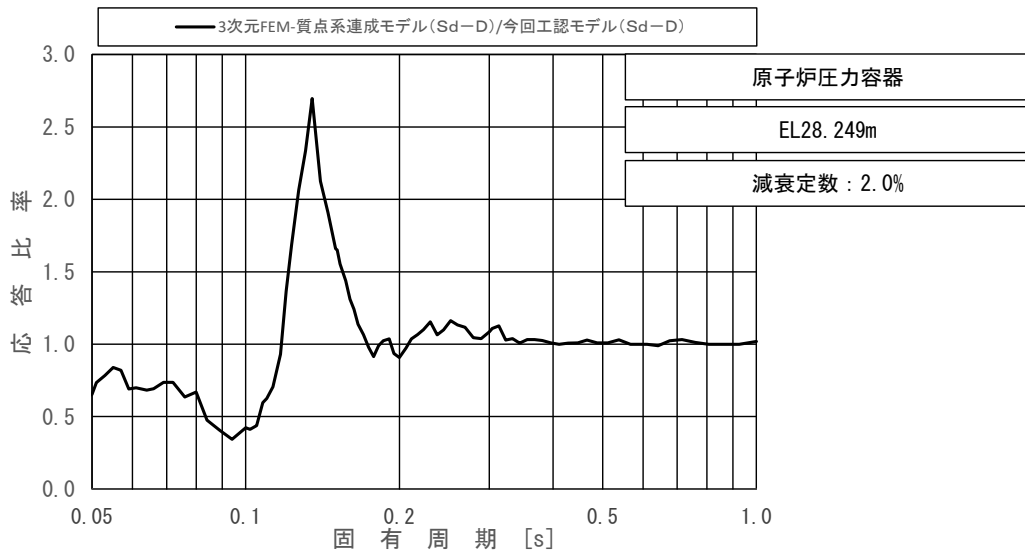
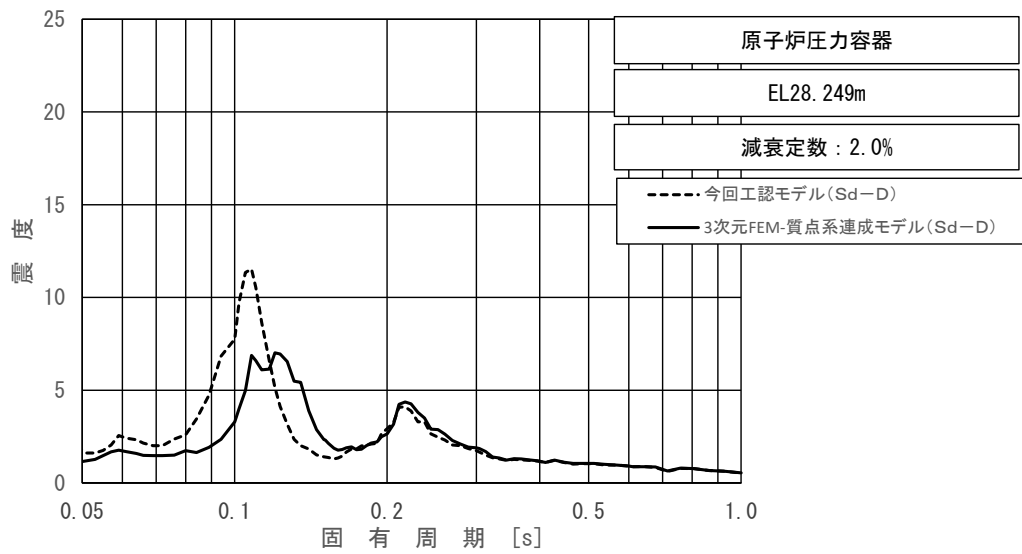
図 4-22 (8/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉圧力容器 EL30.218m)



上段：床応答スペクトル

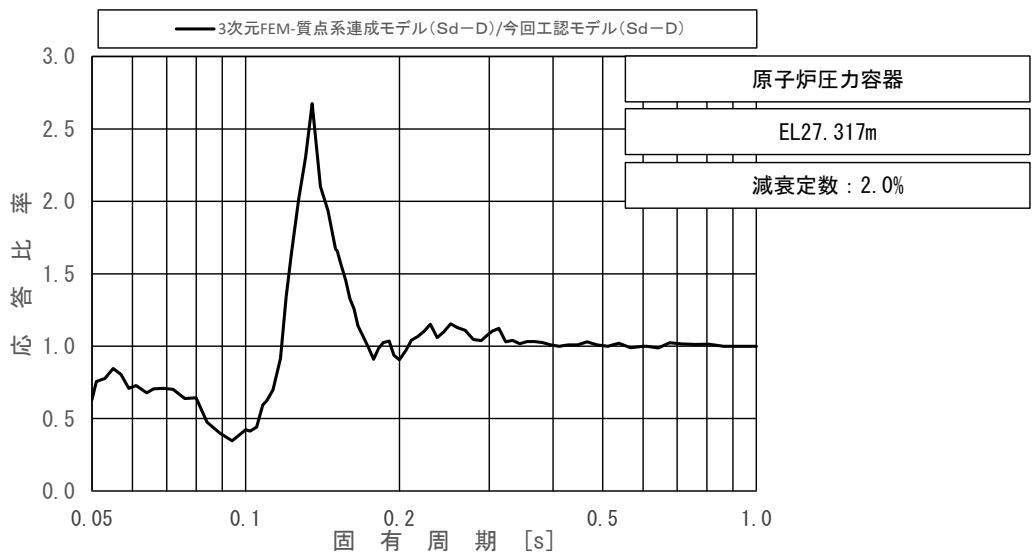
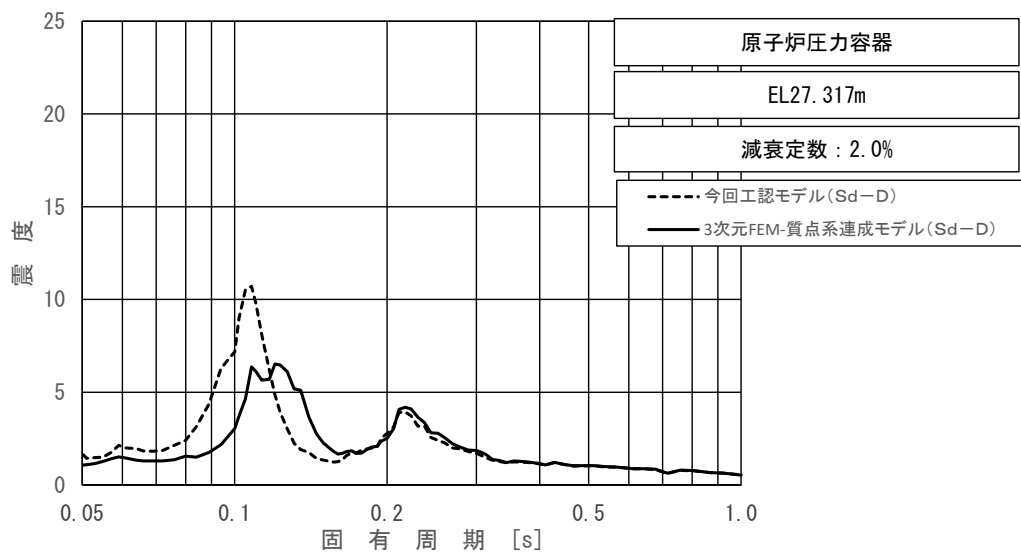
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (9/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL29.181m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

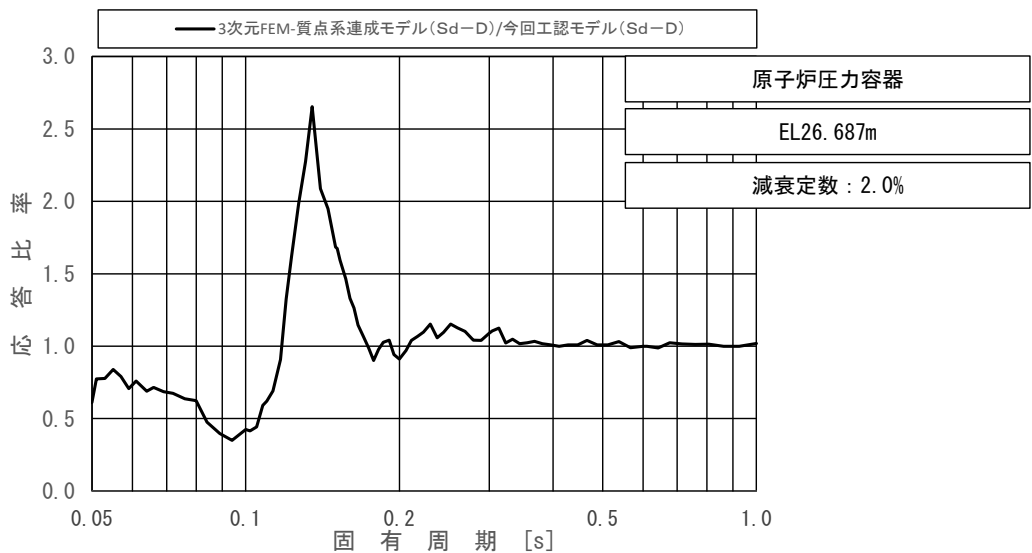
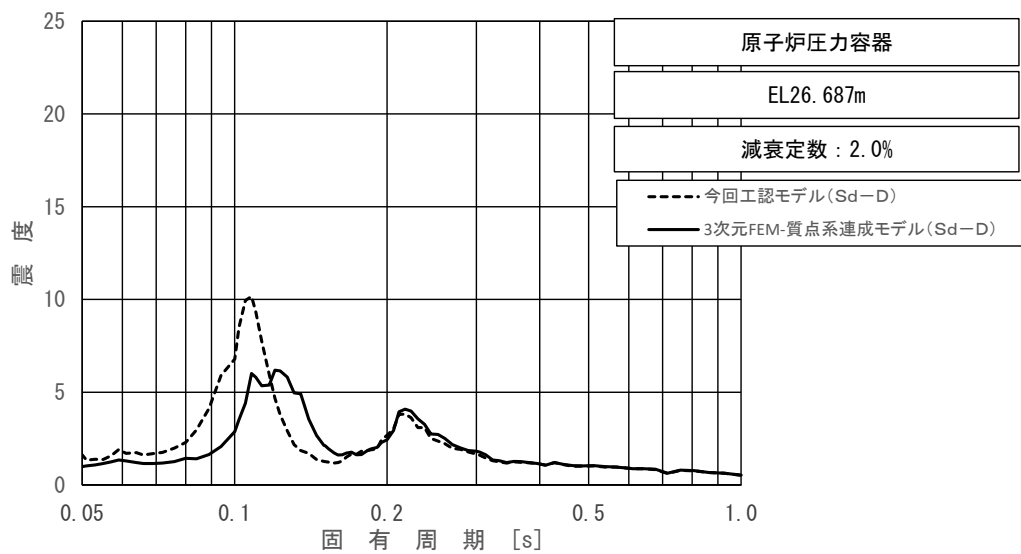
図 4-22 (10/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL28.249m)



上段：床応答スペクトル

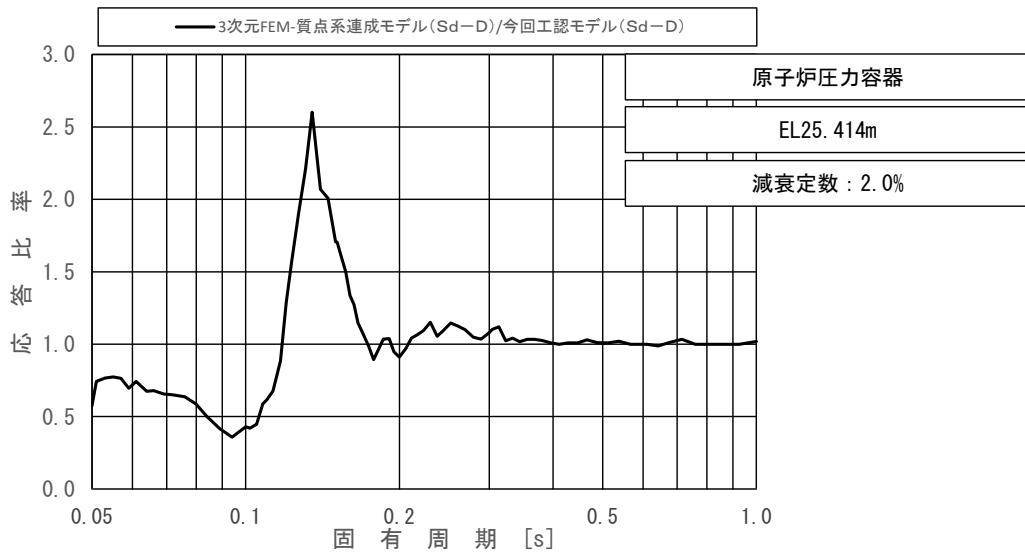
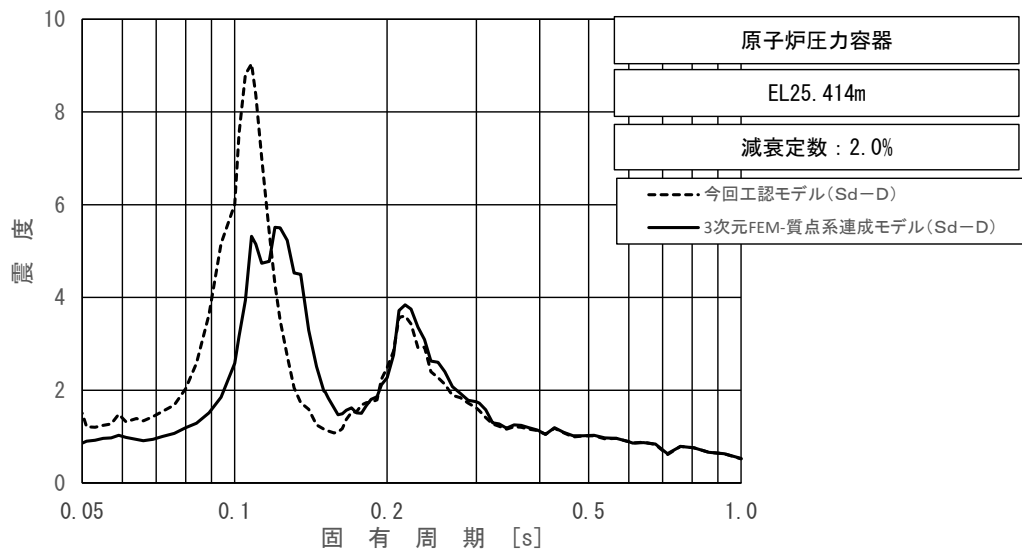
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (11/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL27.317m)



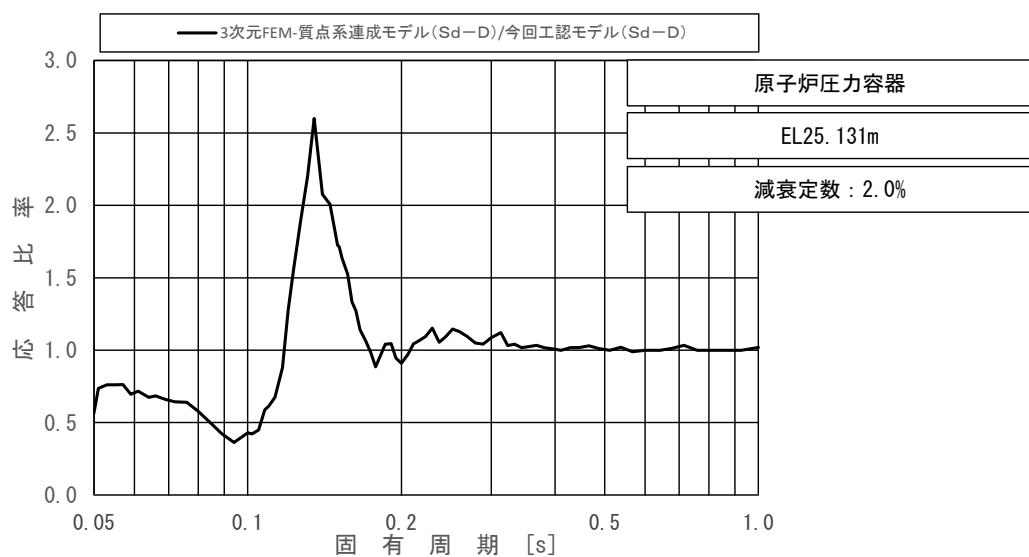
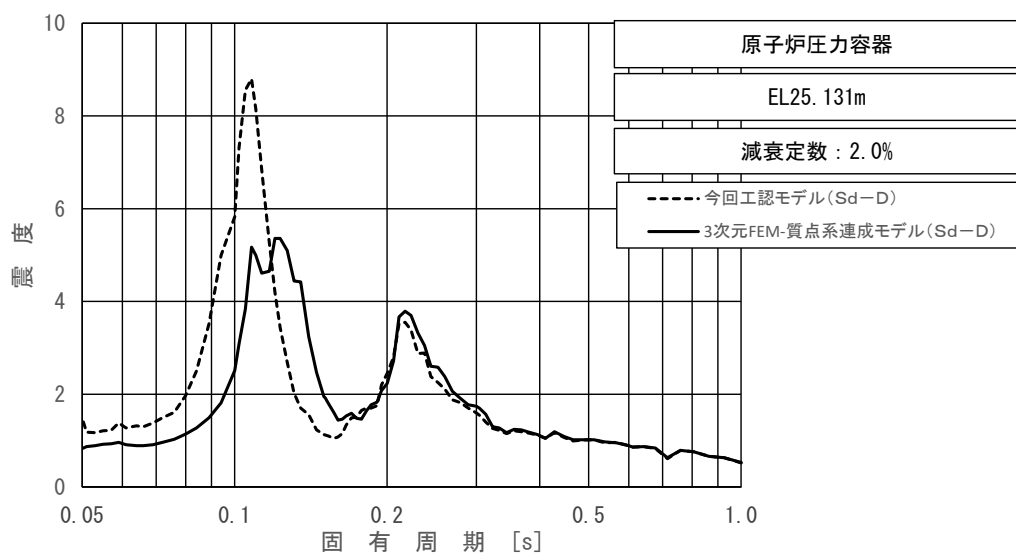
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (12/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL26.687m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

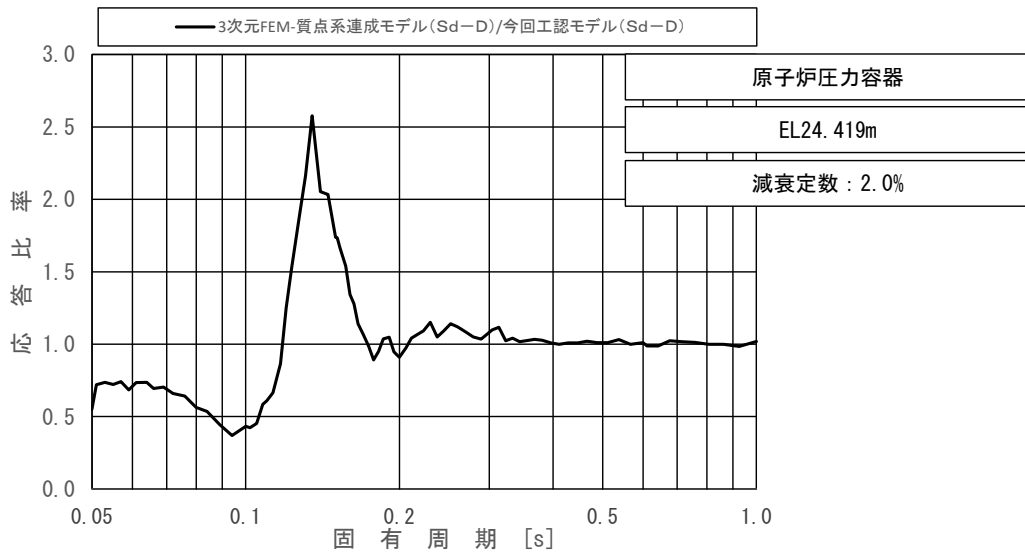
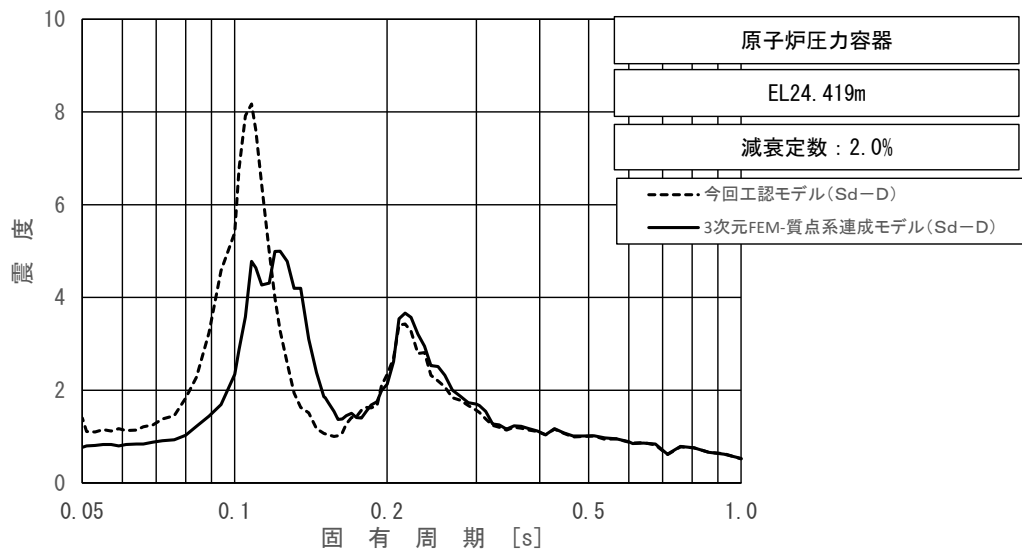
図 4-22 (13/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL25.414m)



上段：床応答スペクトル

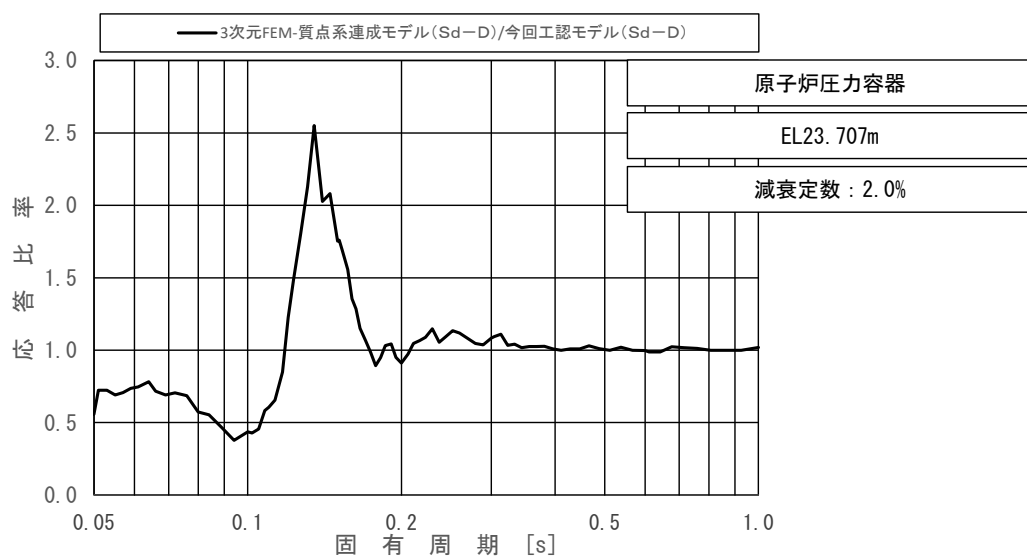
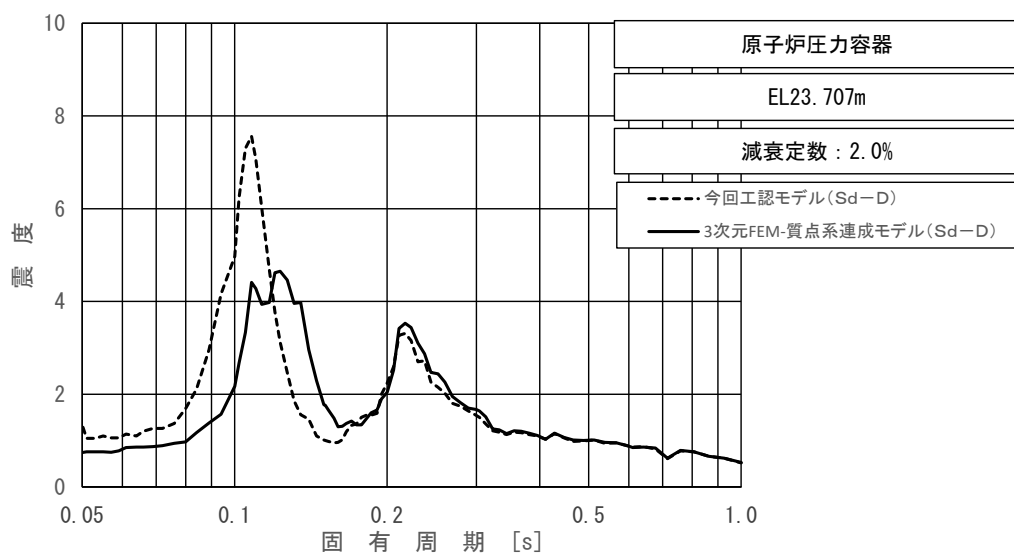
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (14/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL25.131m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (15/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL24.419m)

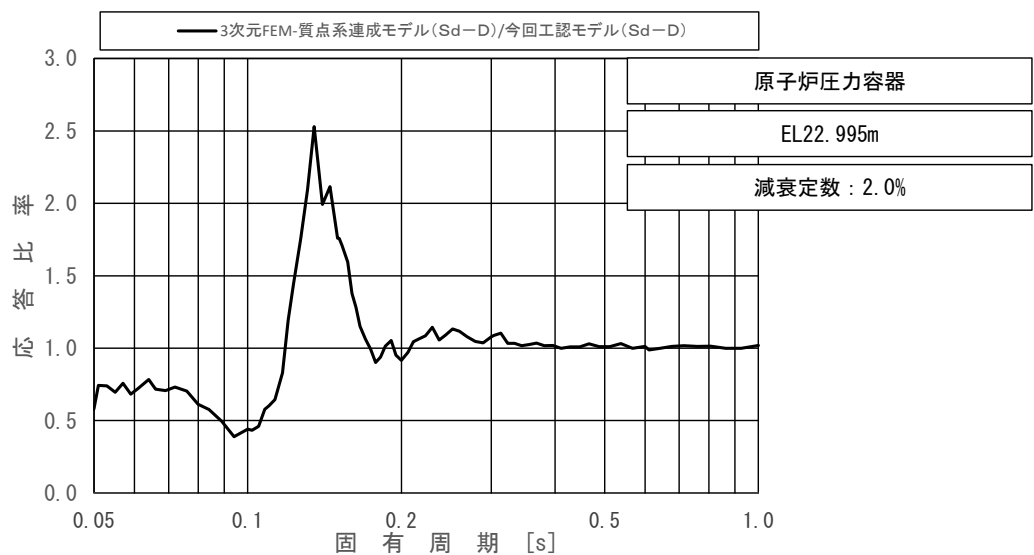
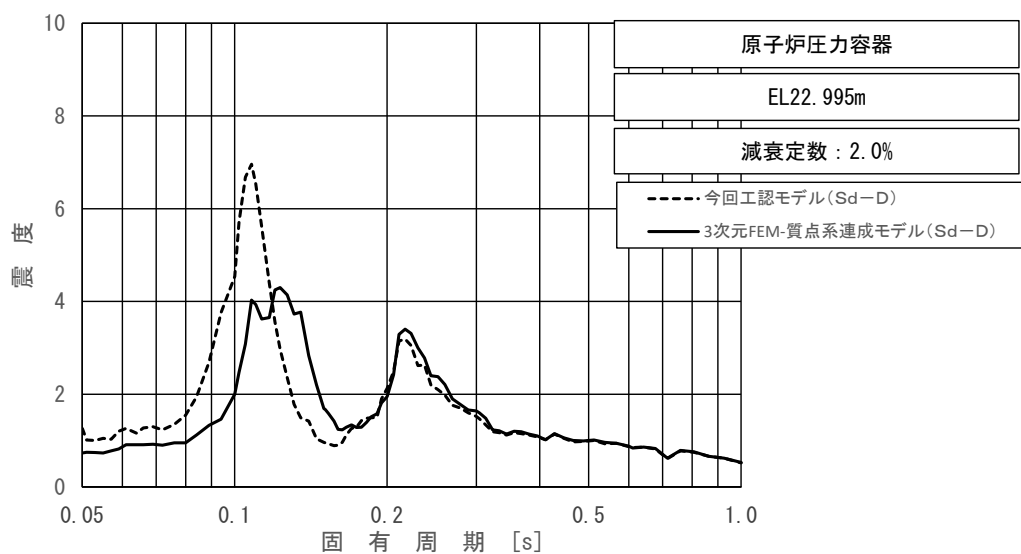


上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

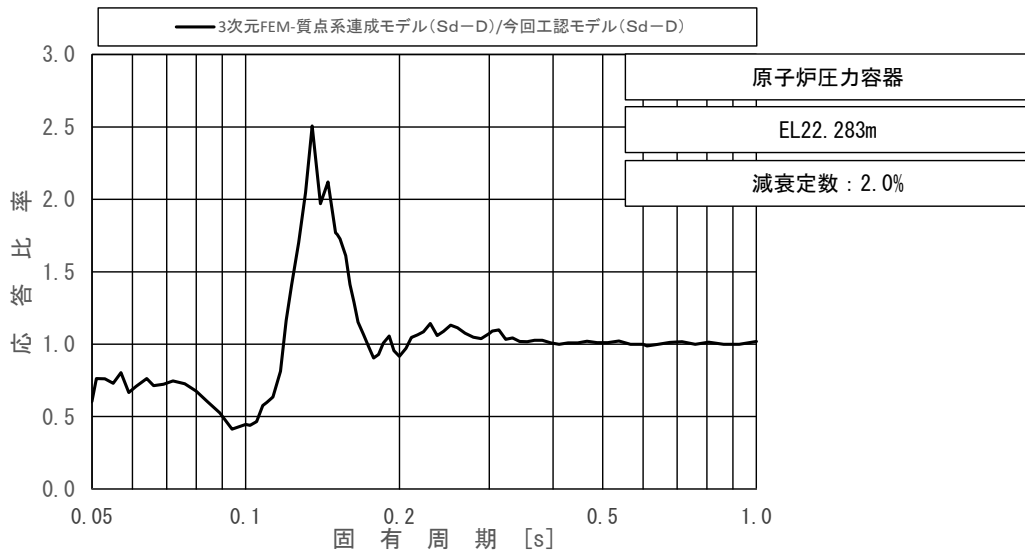
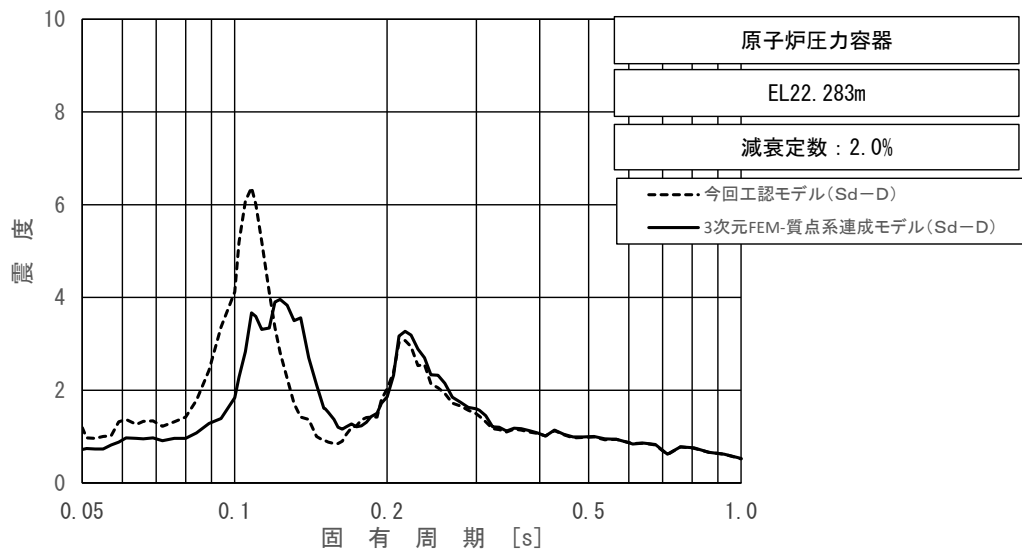
図 4-22 (16/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL23.707m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (17/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL22.995m)

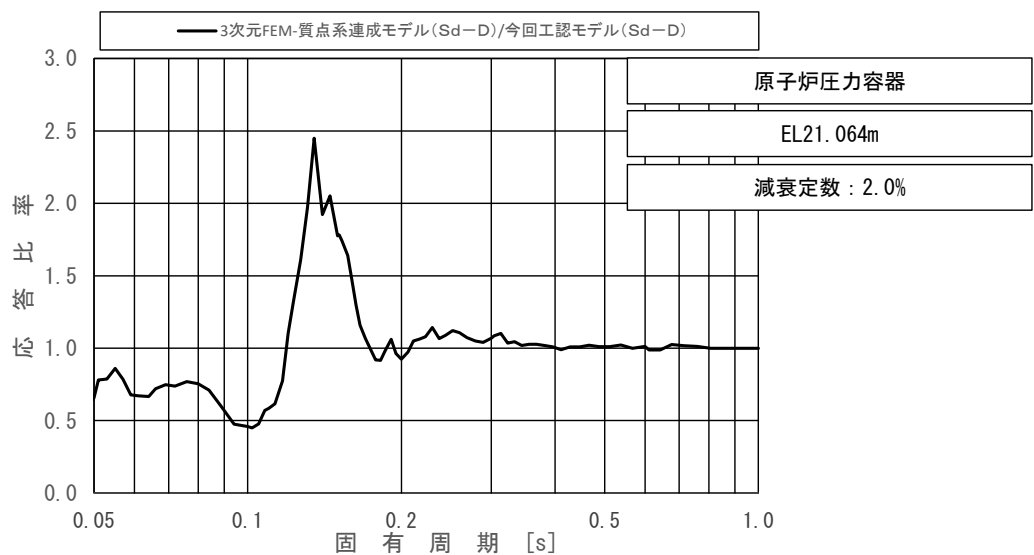
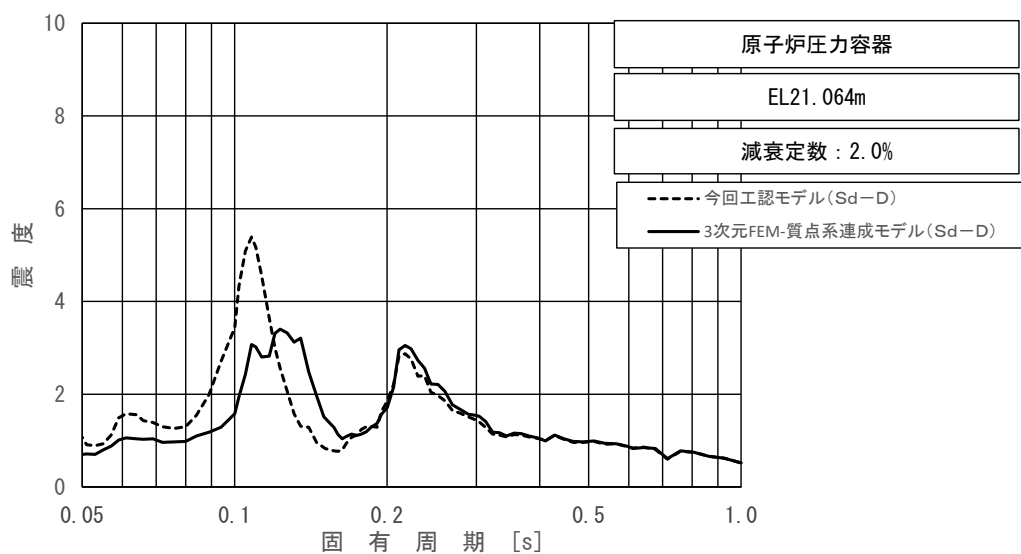


上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (18/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉圧力容器 EL22. 283m)

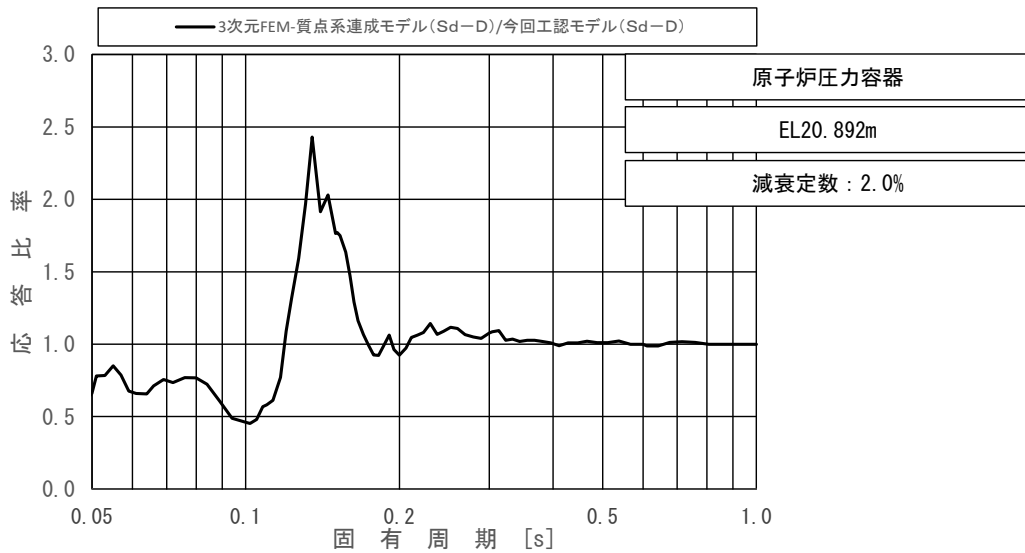
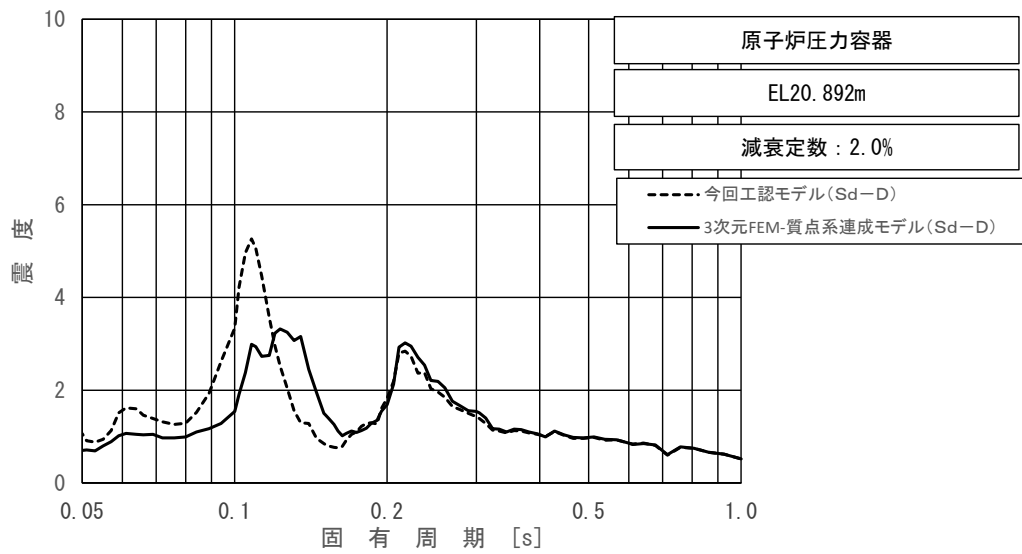


上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

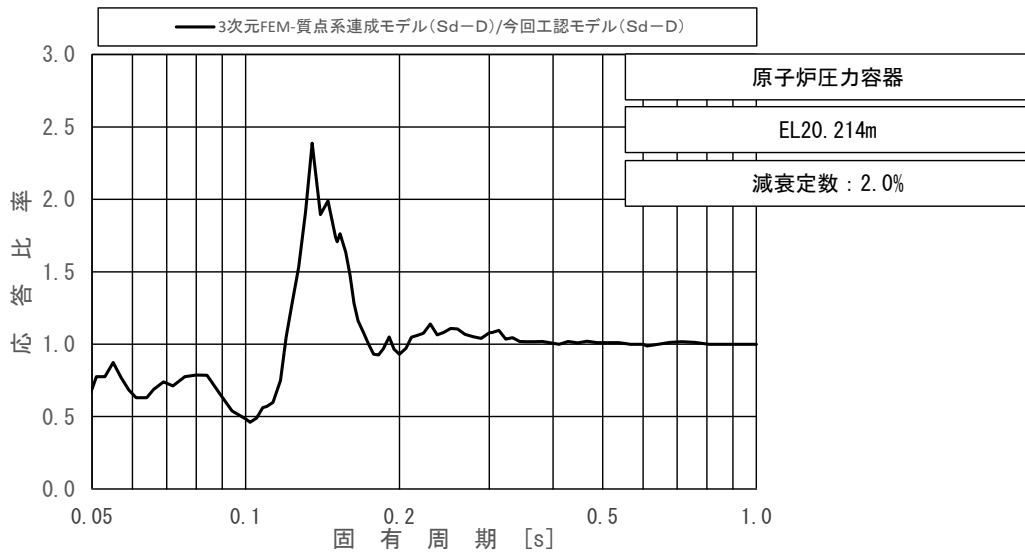
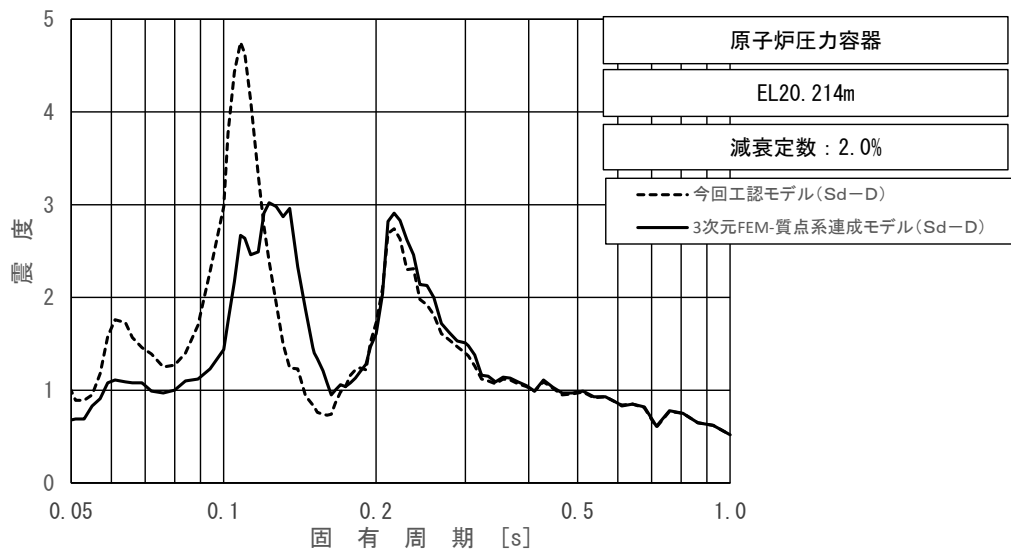
図 4-22 (19/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL21.064m)



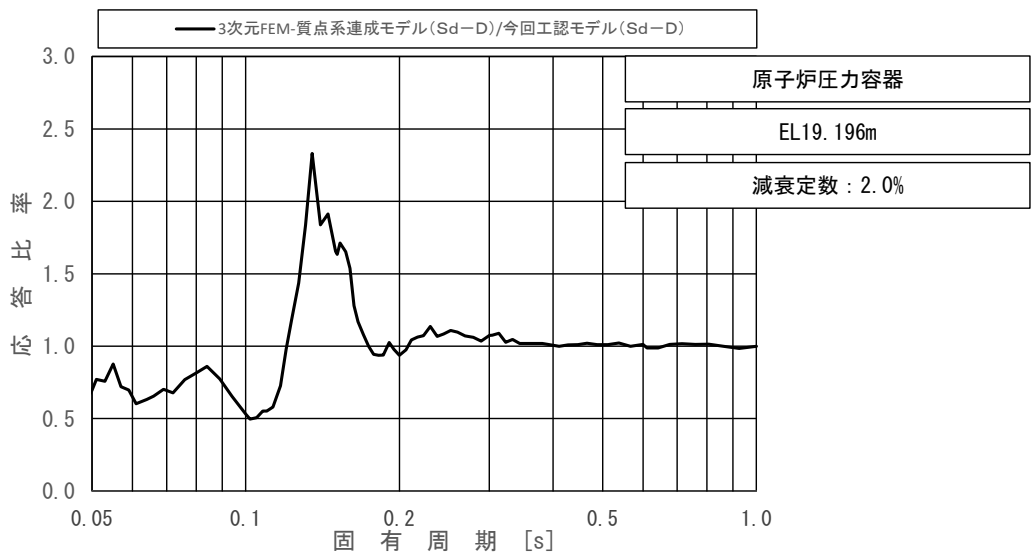
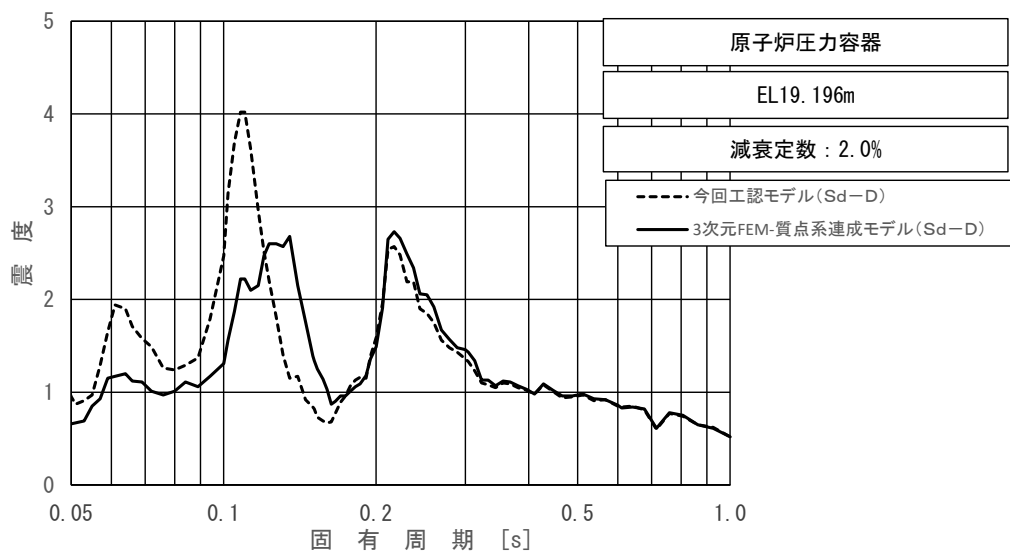
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (20/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL20.892m)



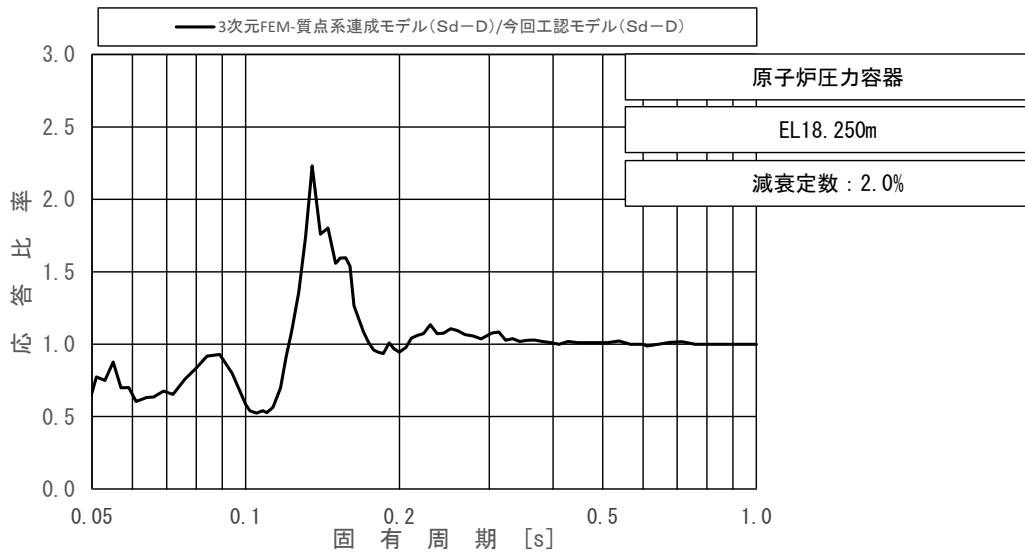
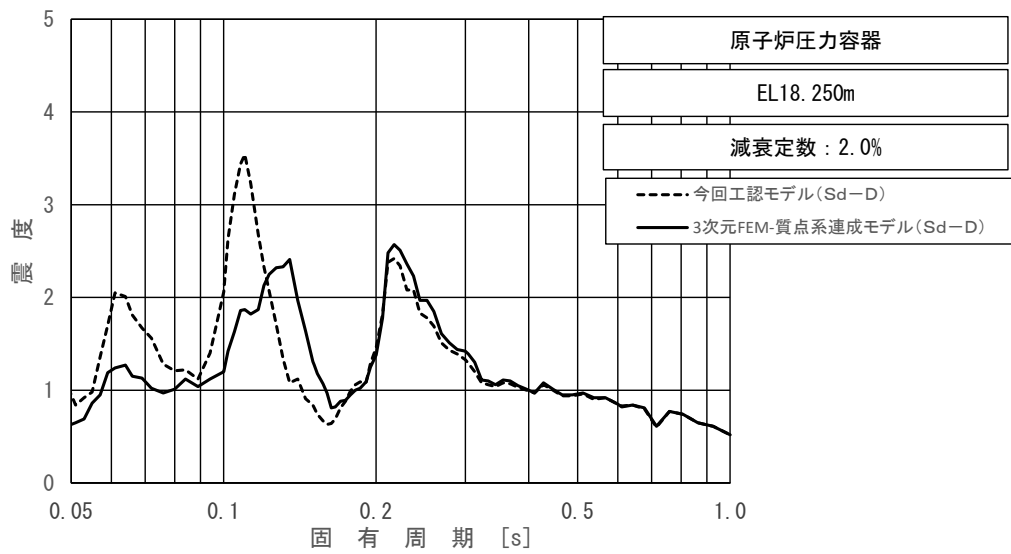
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (21/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL20.214m)



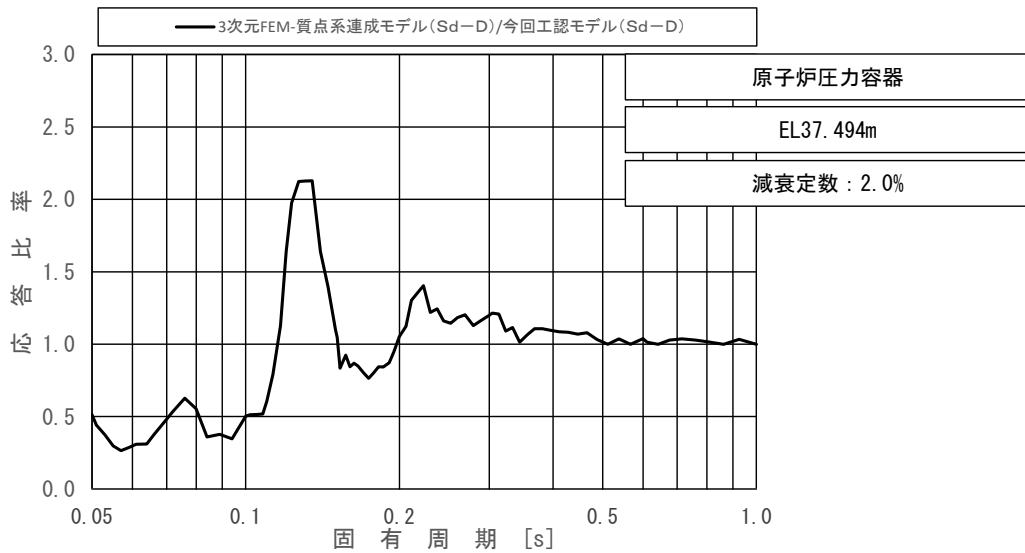
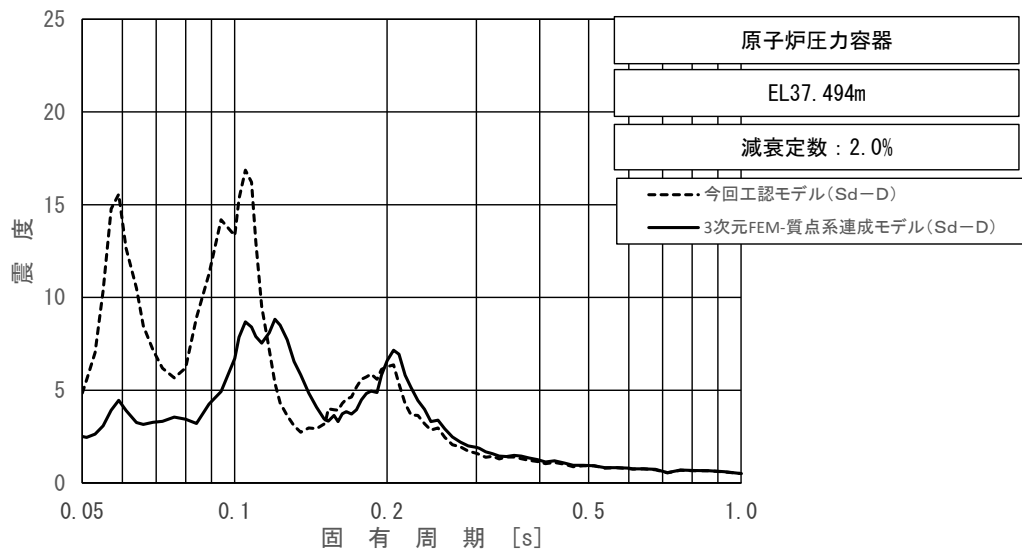
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (22/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL19.196m)



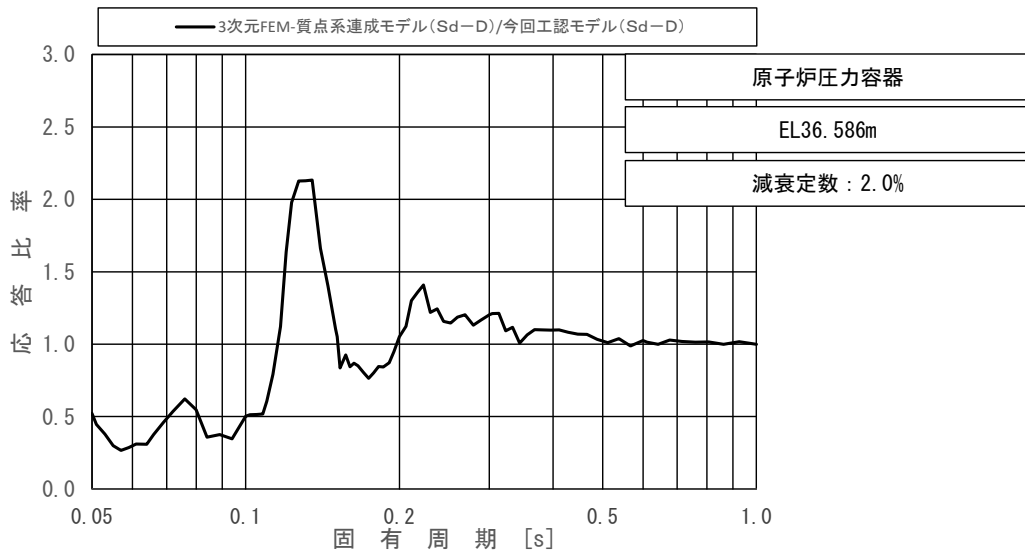
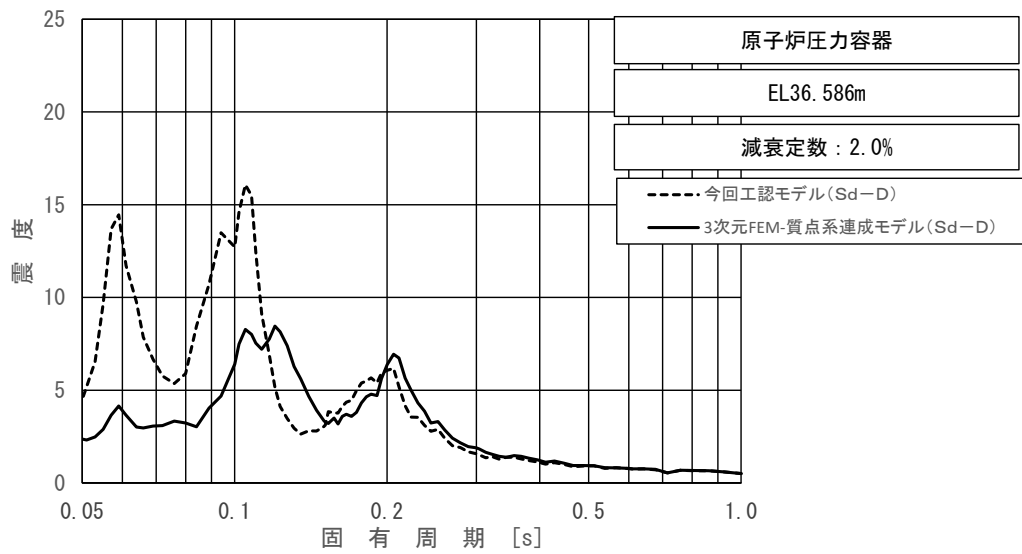
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-22 (23/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL18.250m)



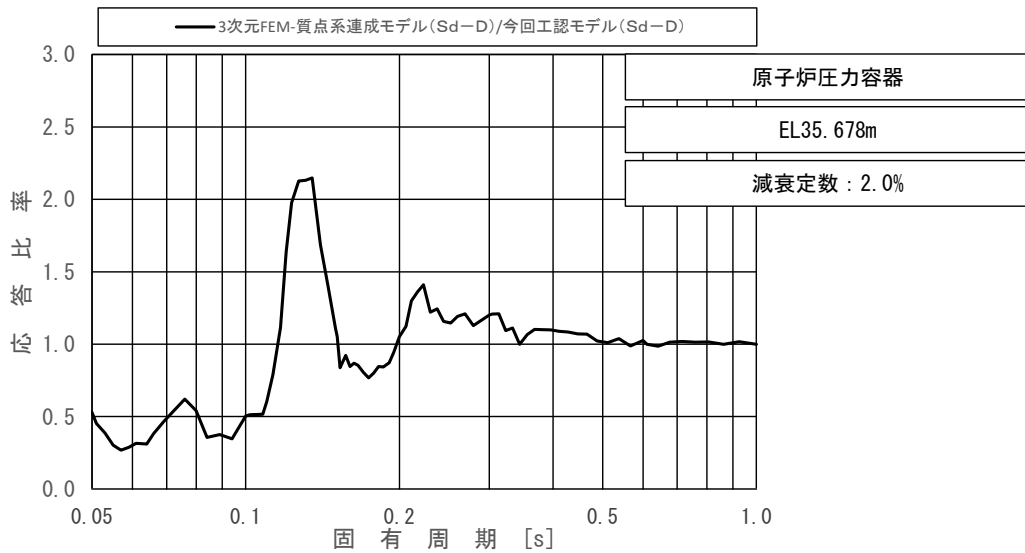
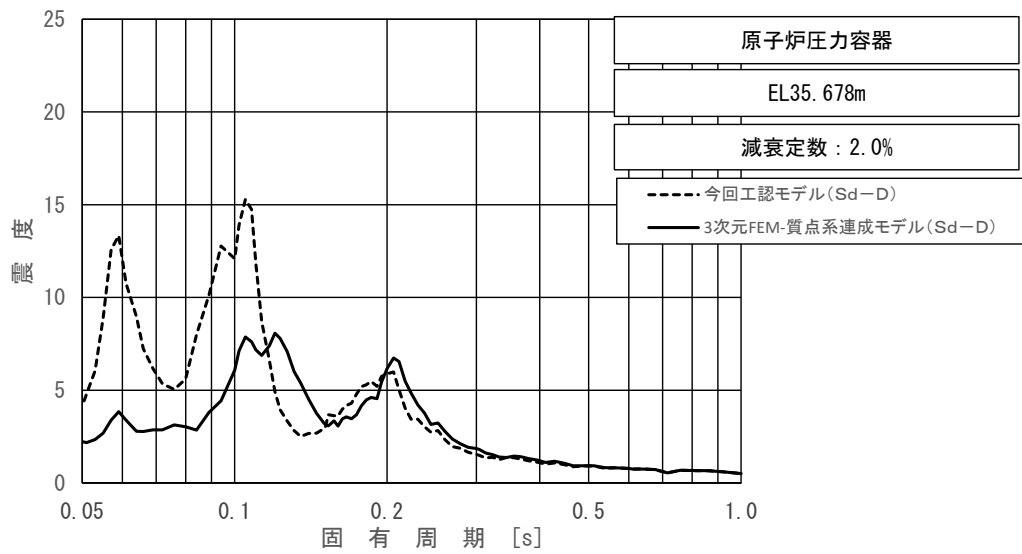
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (1/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL37.494m)



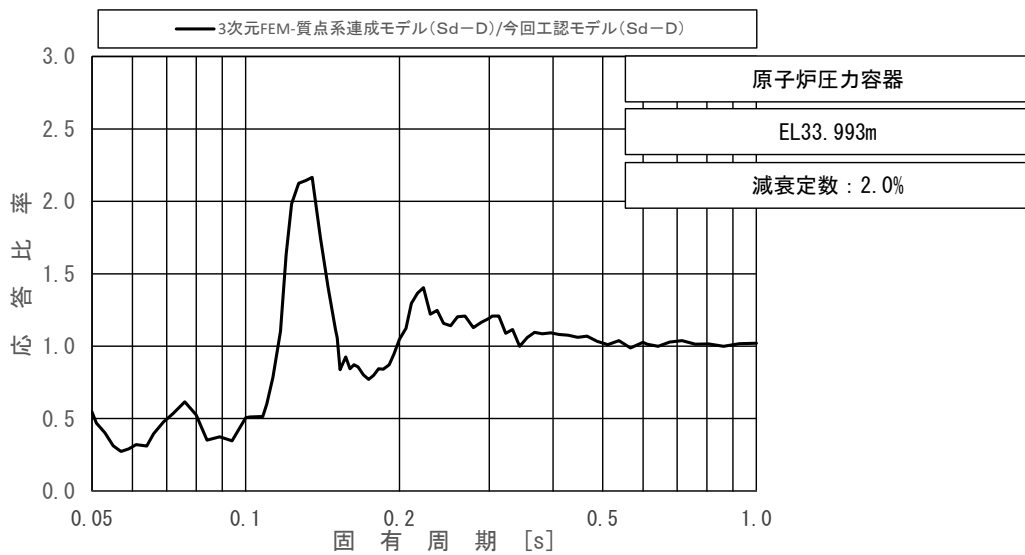
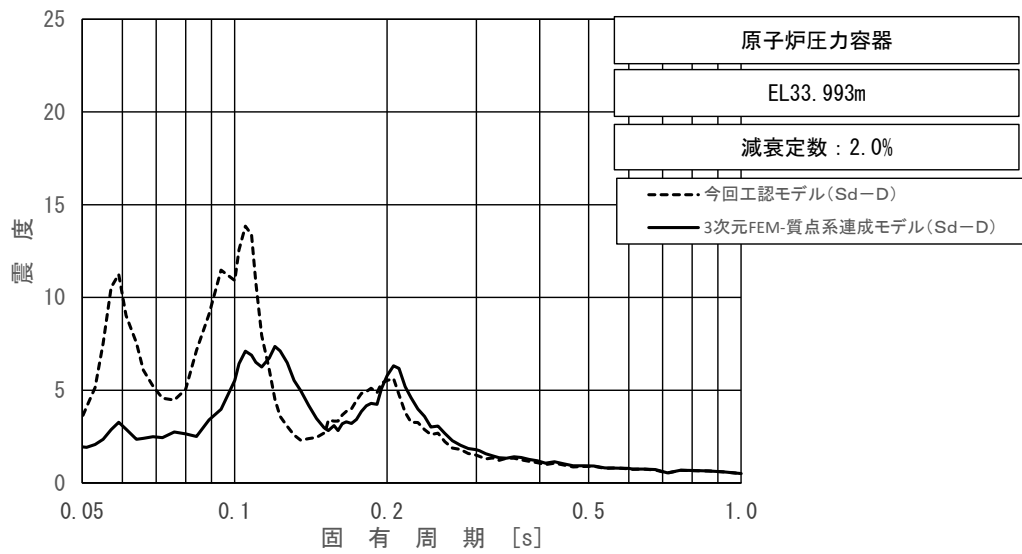
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (2/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL36.586m)



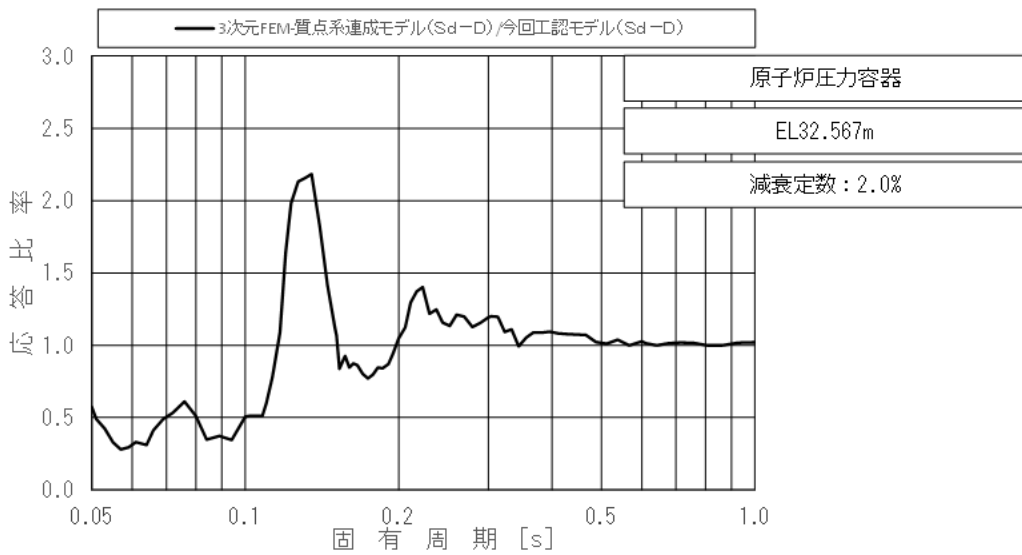
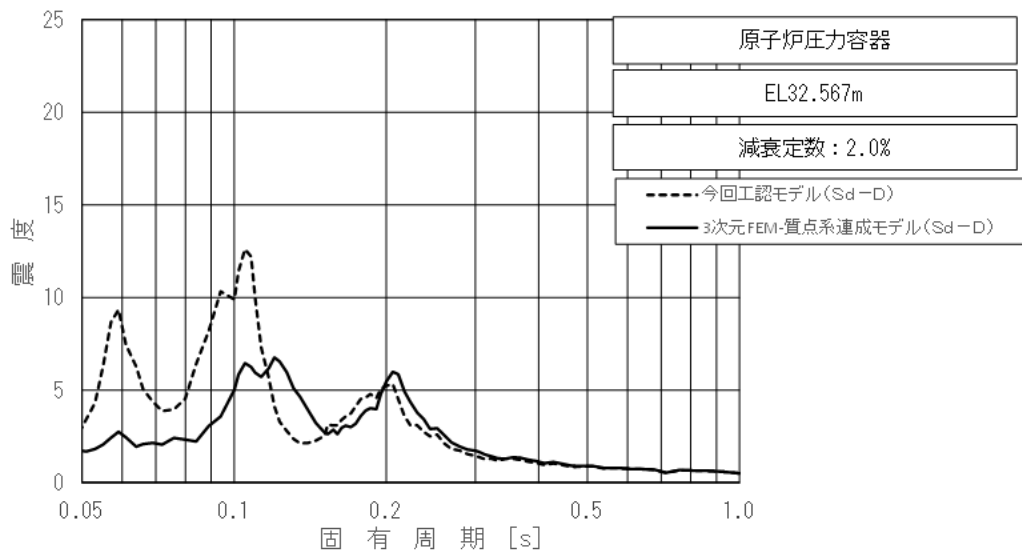
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (3/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL35.678m)



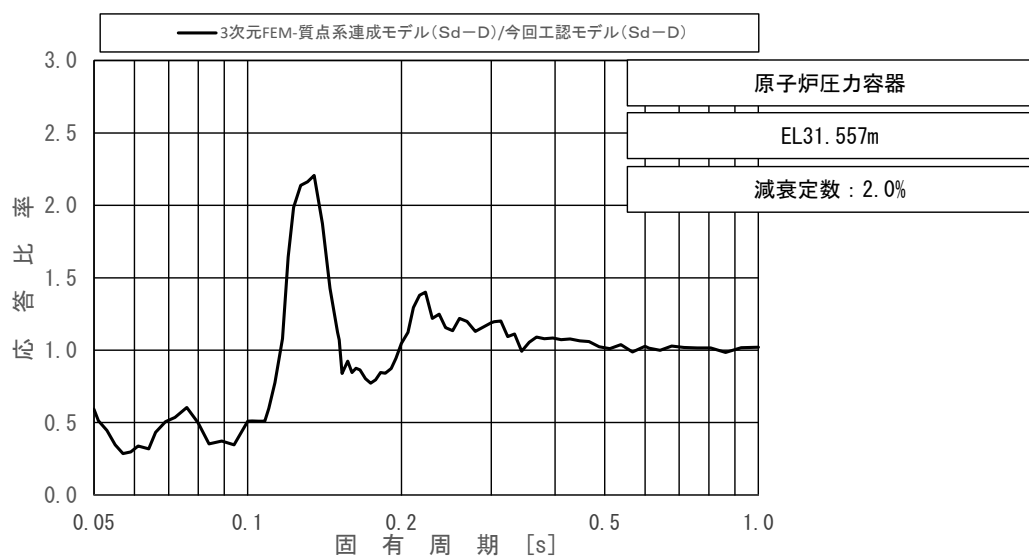
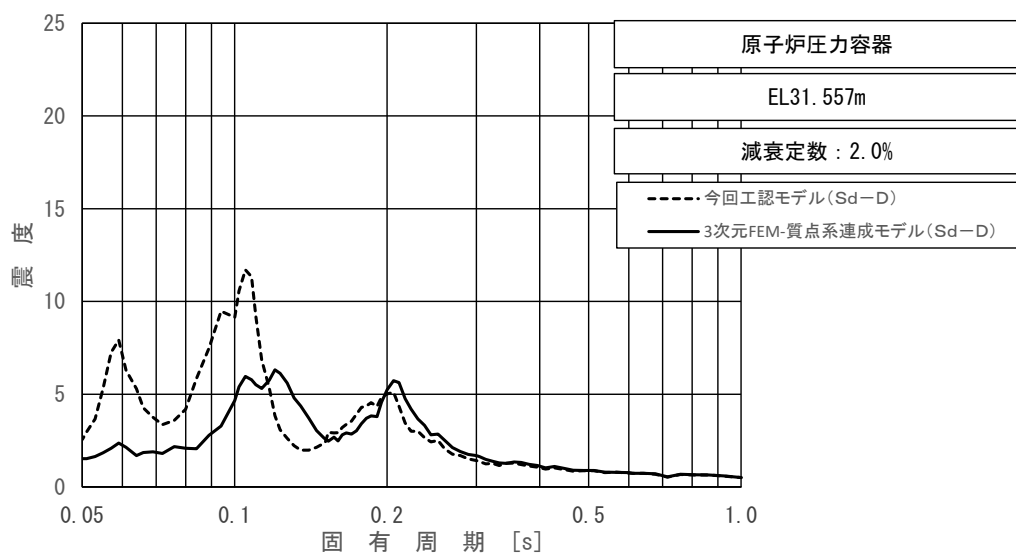
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (4/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL33.993m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

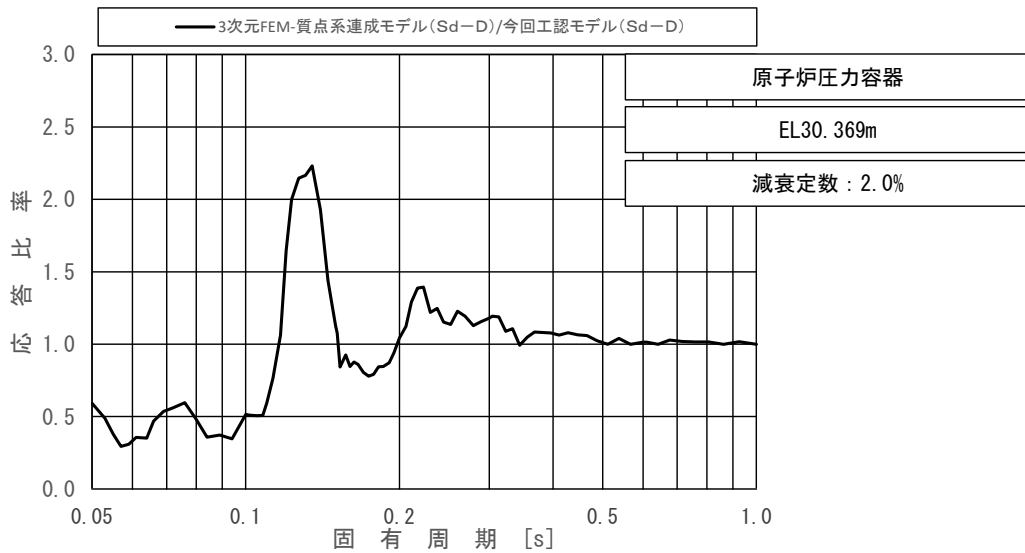
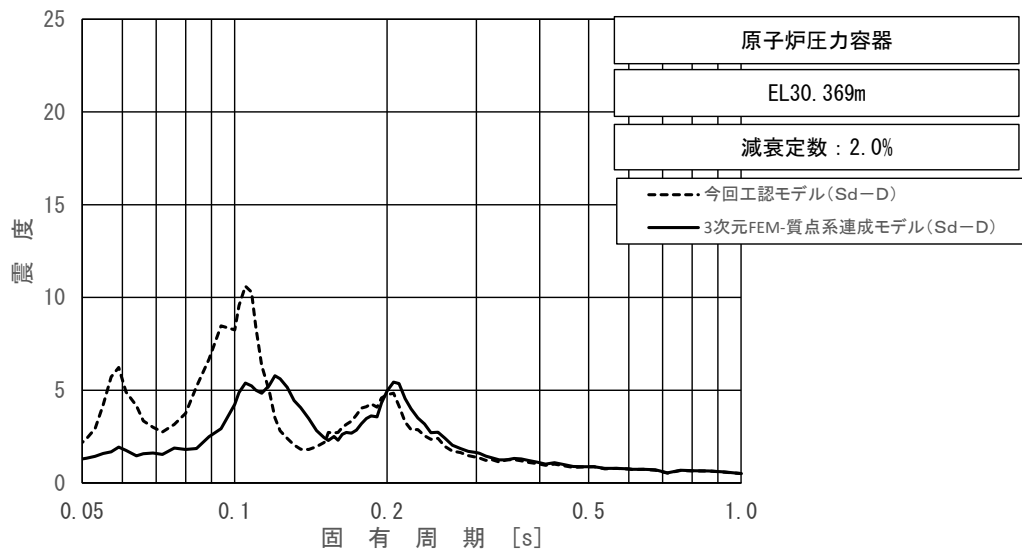
図 4-23 (5/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器 EL32.567m)



上段：床応答スペクトル

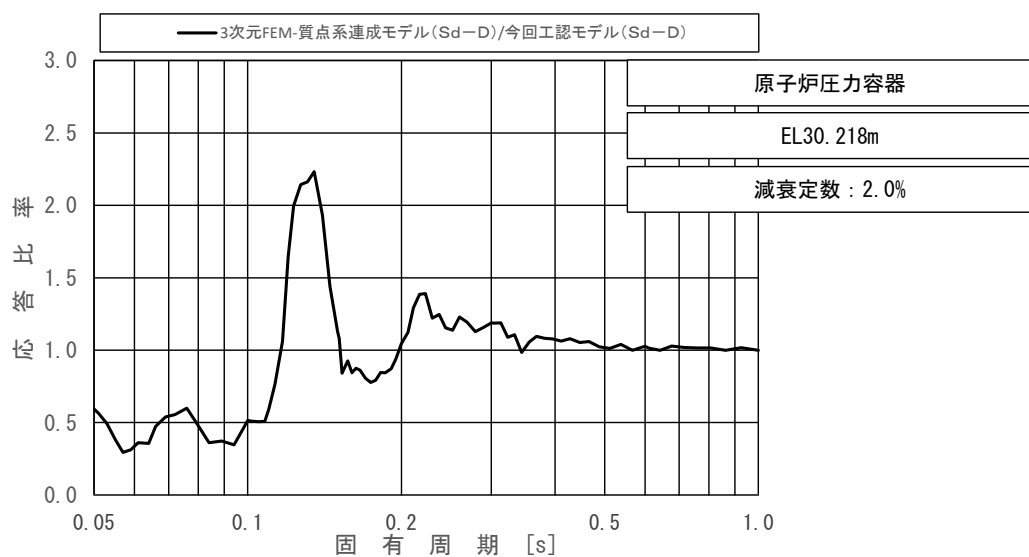
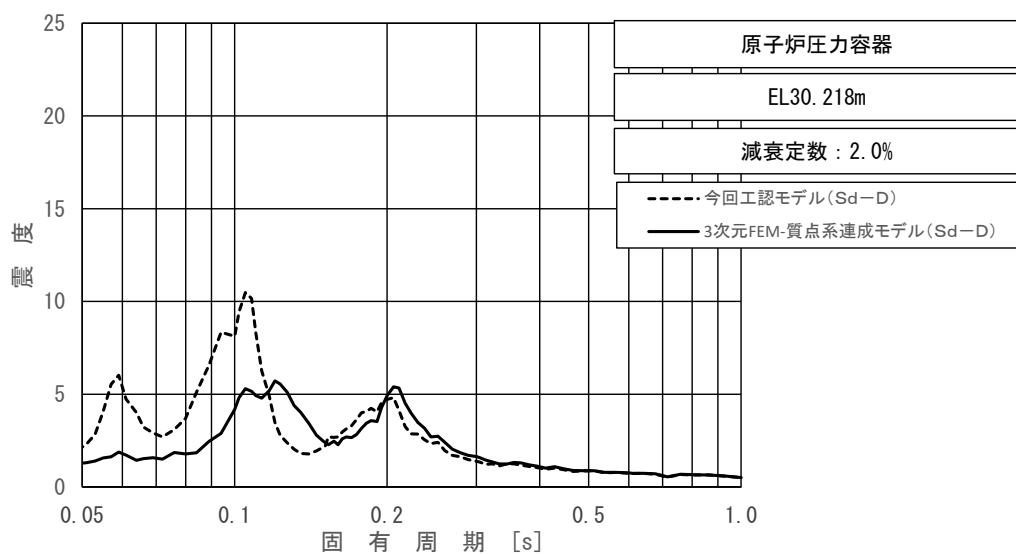
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (6/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL31.557m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

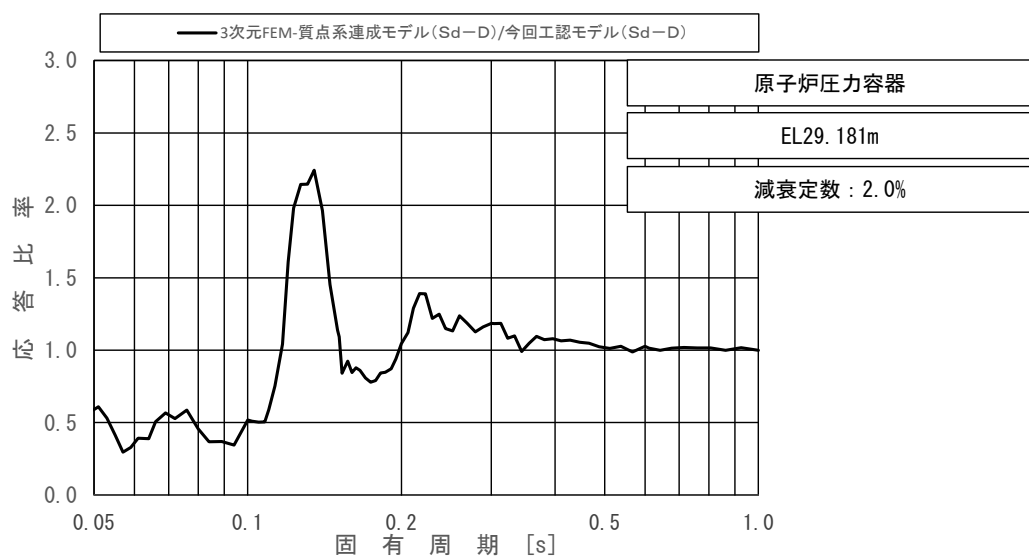
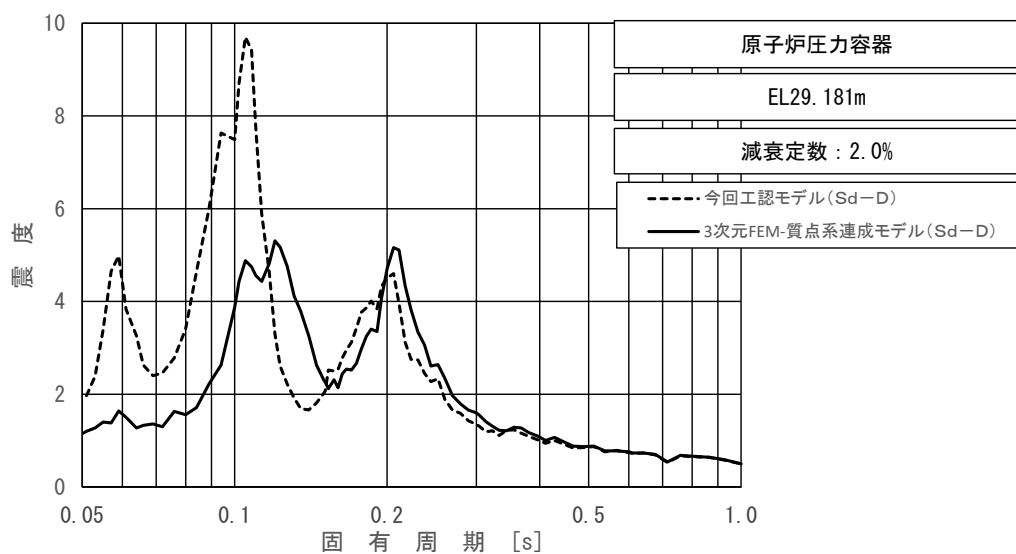
図 4-23 (7/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器 EL30.369m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

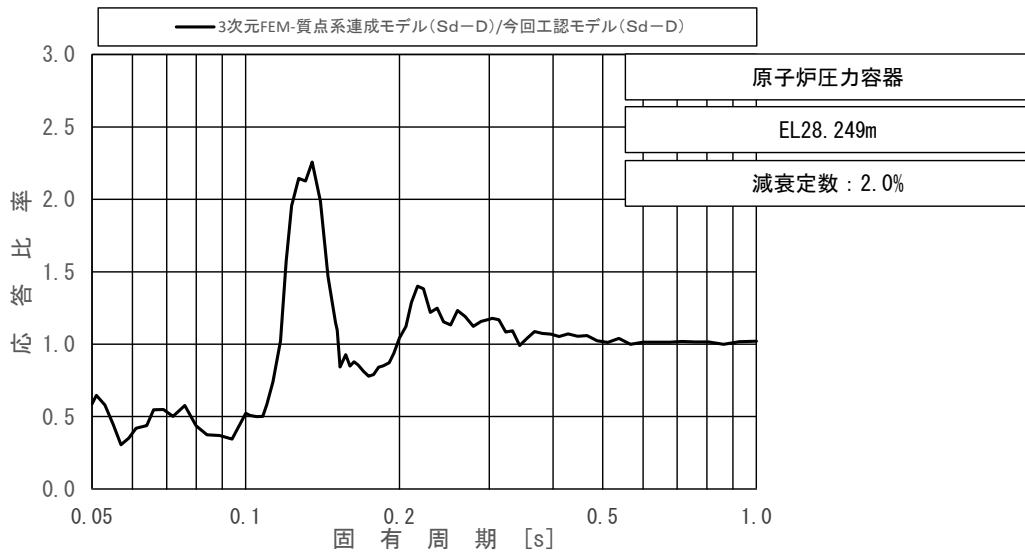
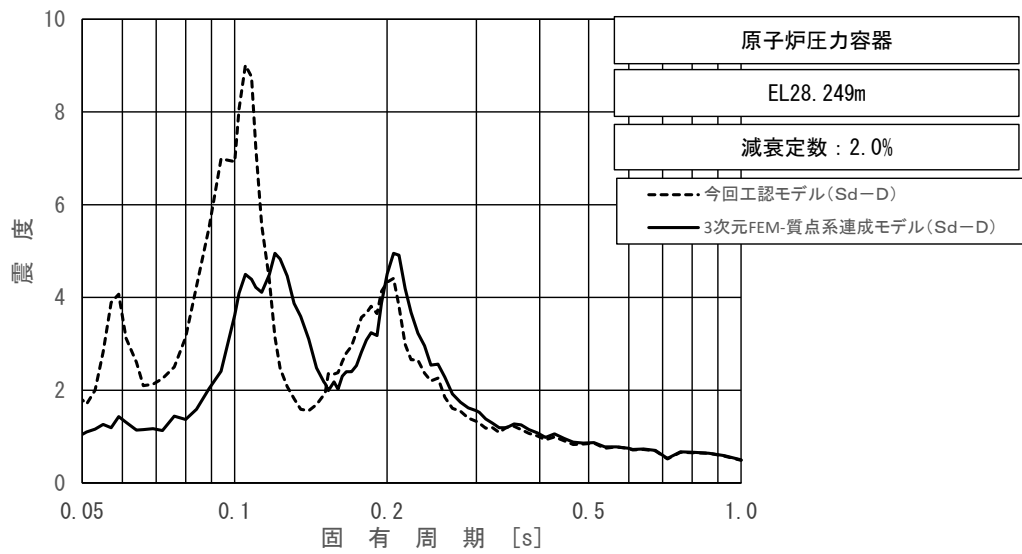
図 4-23 (8/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL30.218m)



上段：床応答スペクトル

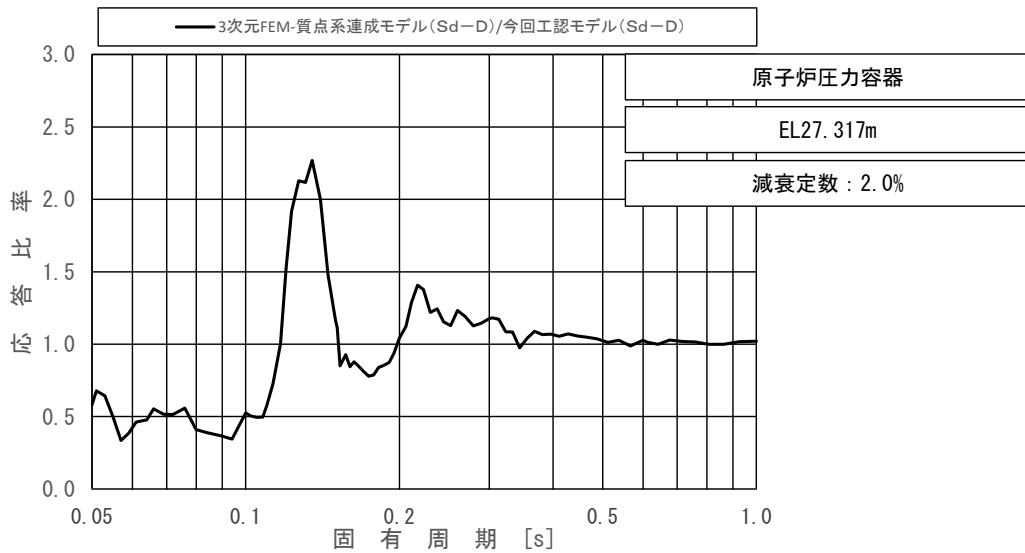
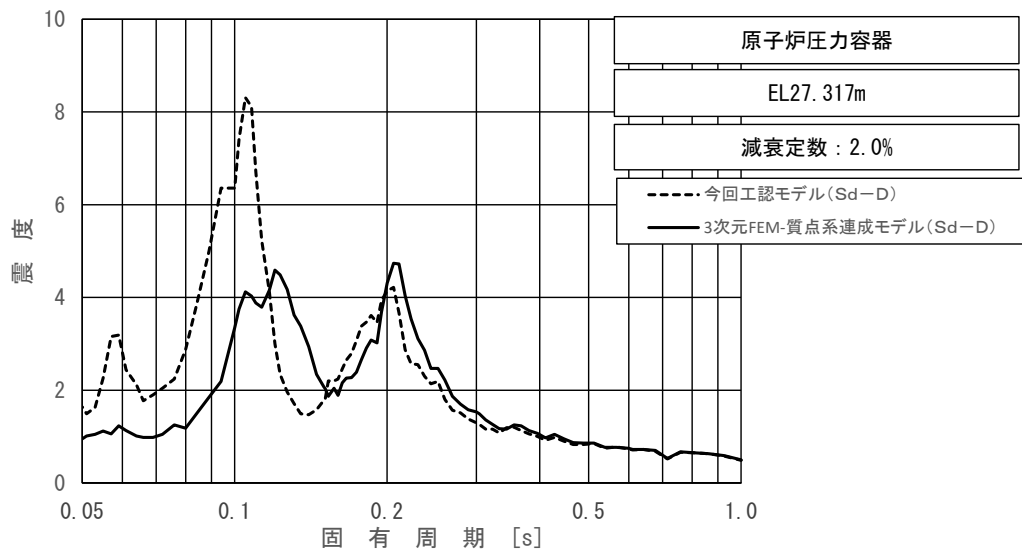
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (9/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL29.181m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (10/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL28.249m)

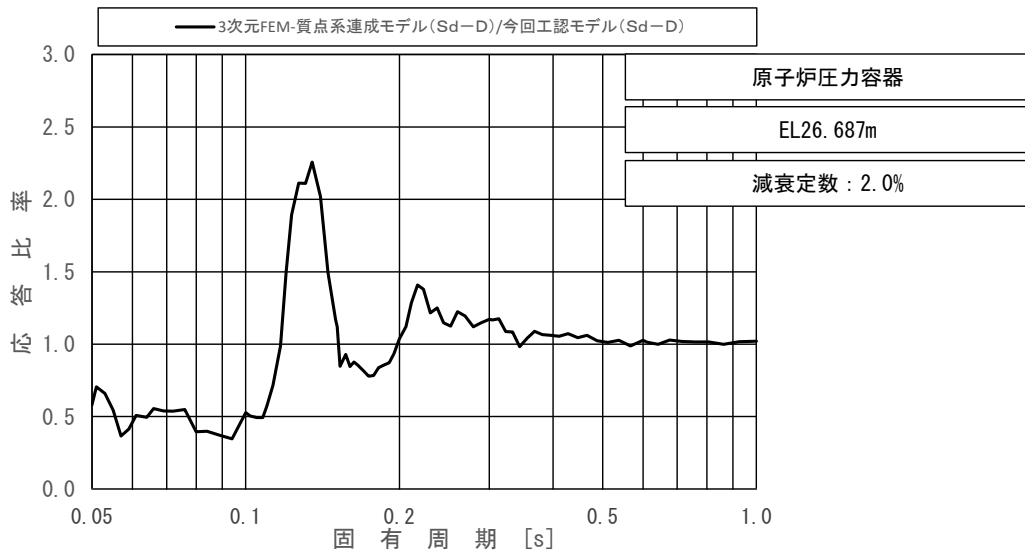
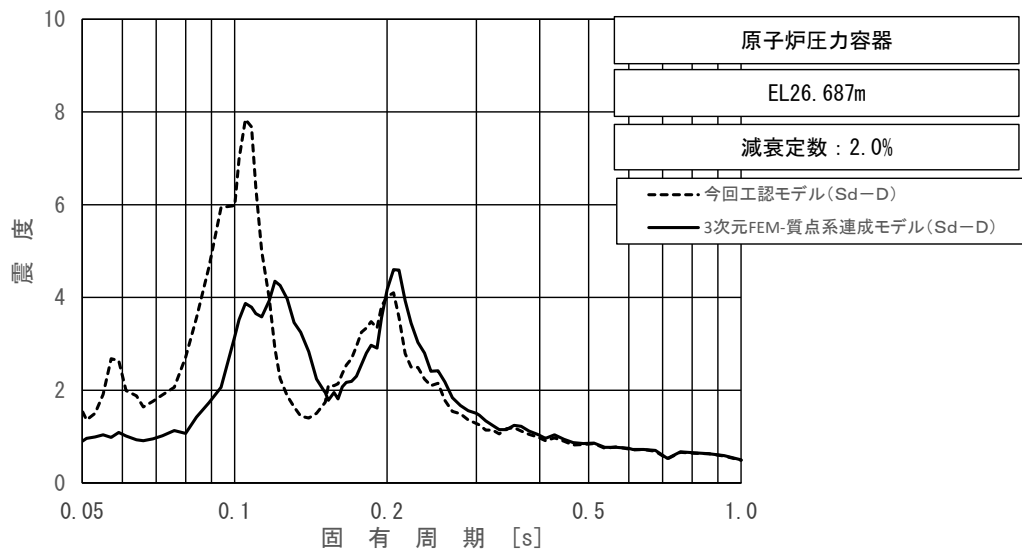


上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

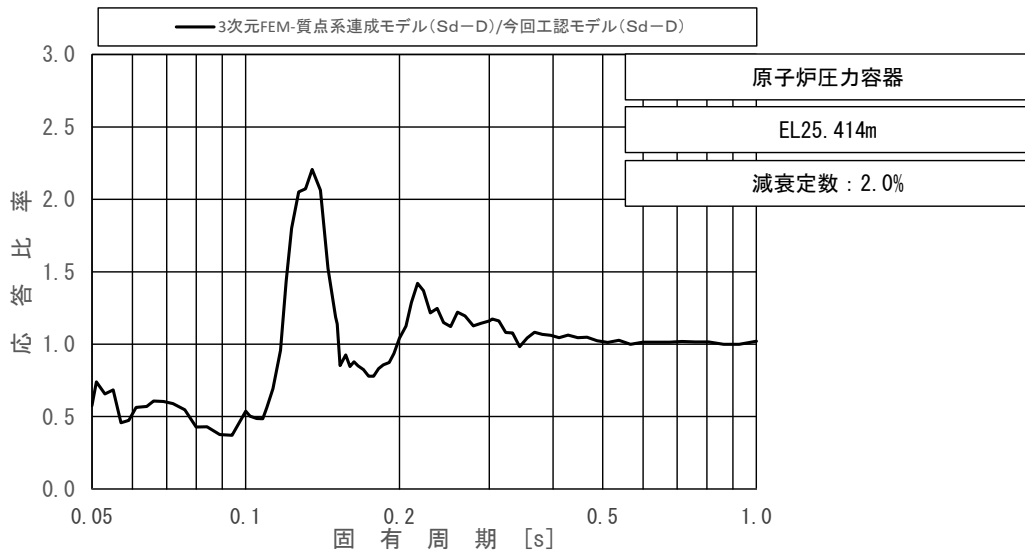
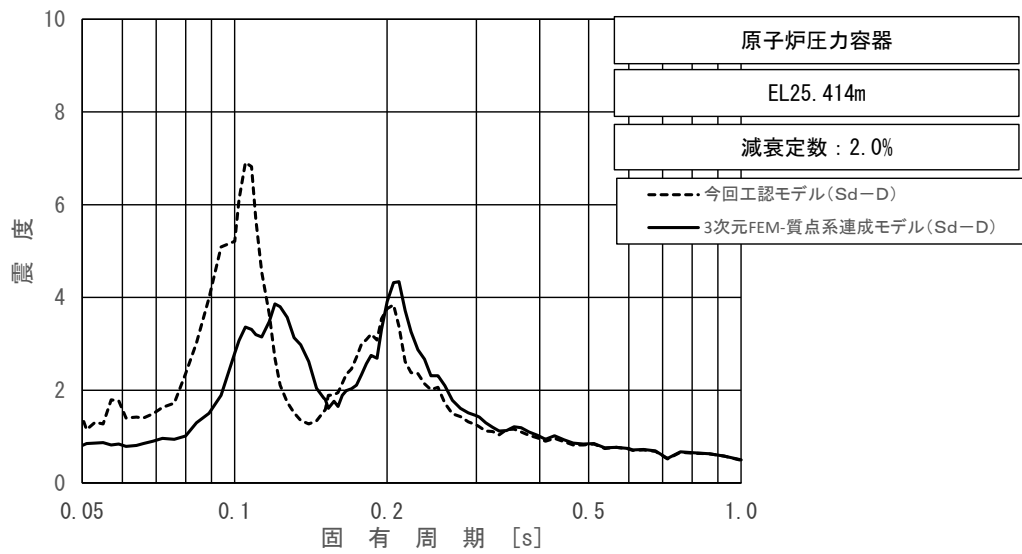
図 4-23 (11/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL27.317m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (12/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL26.687m)

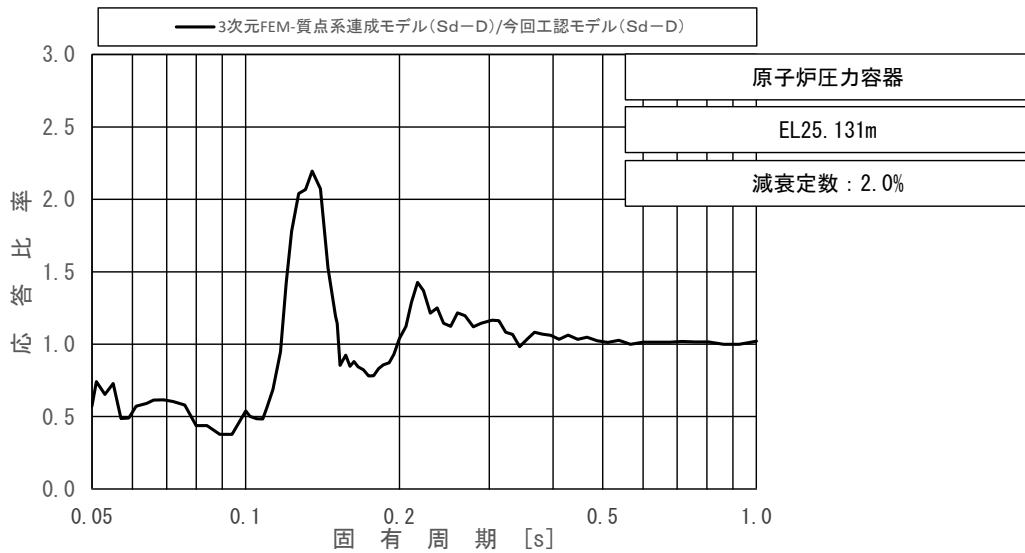
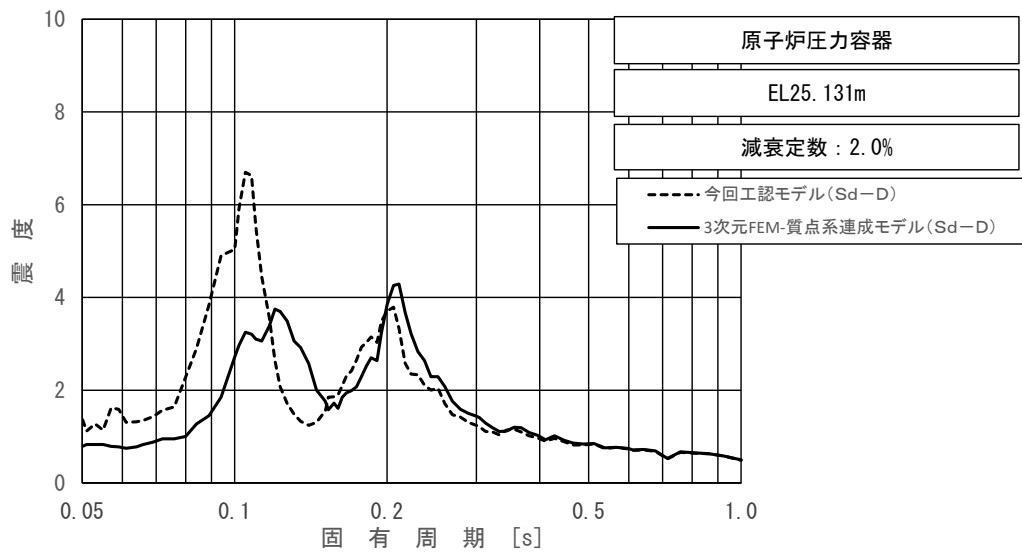


上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

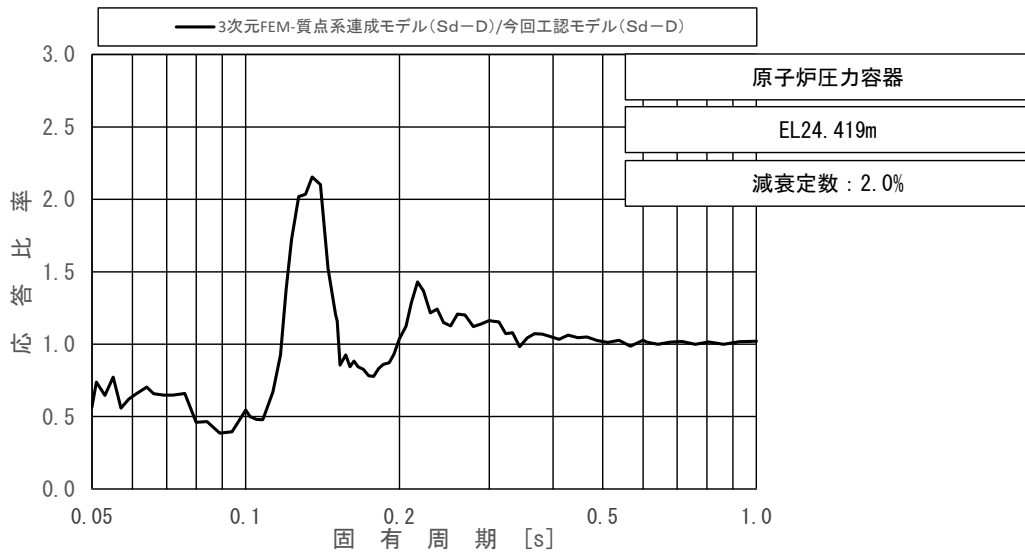
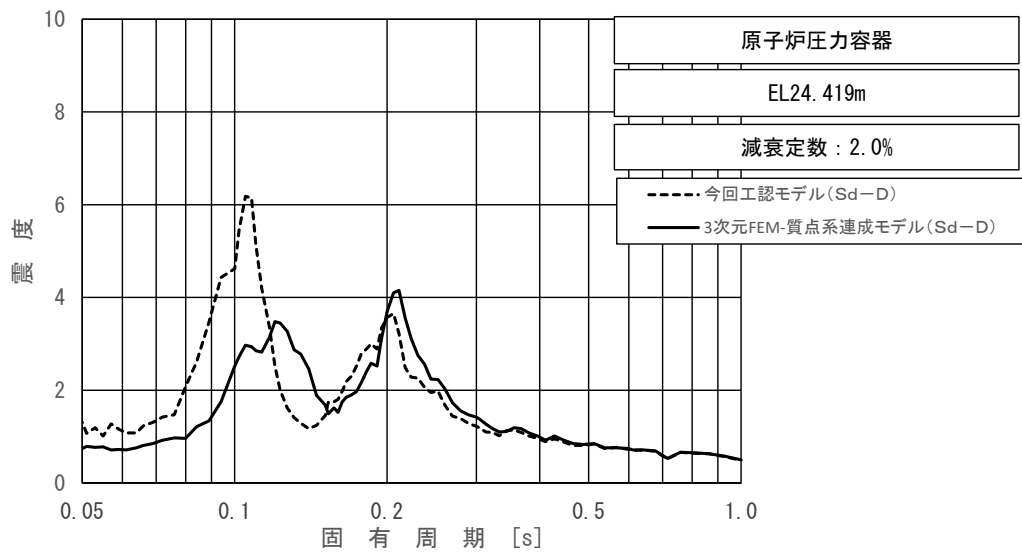
図 4-23 (13/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器 EL25.414m)



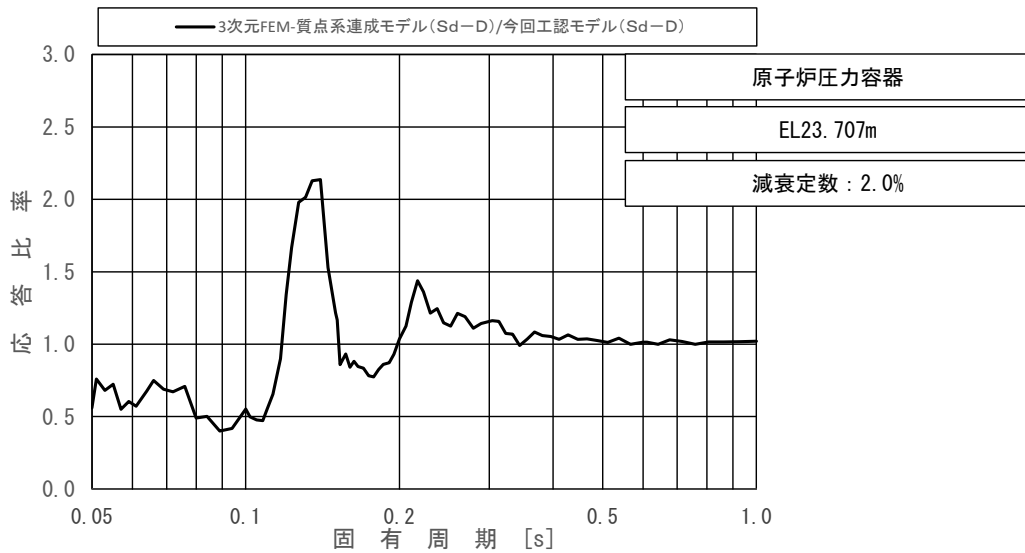
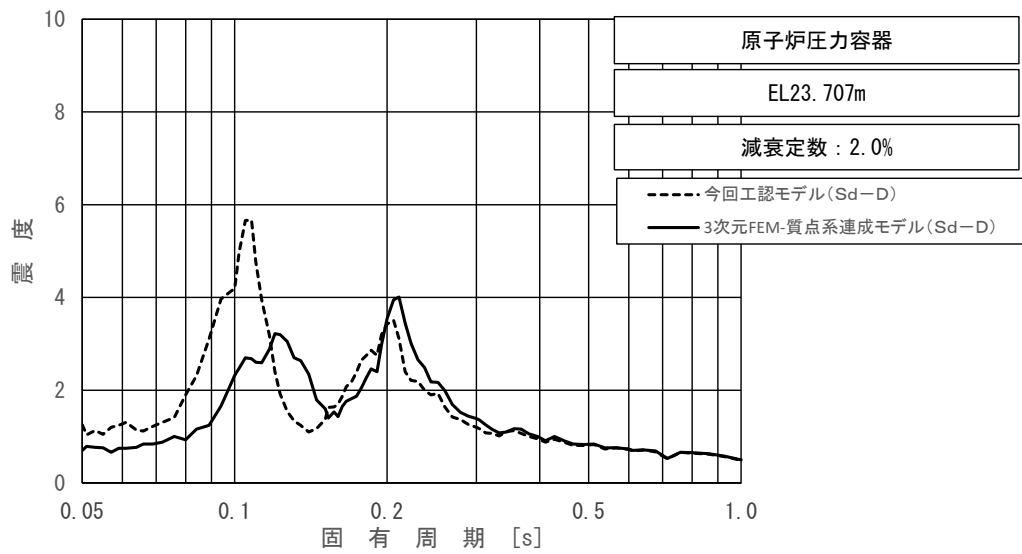
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (14/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL25.131m)



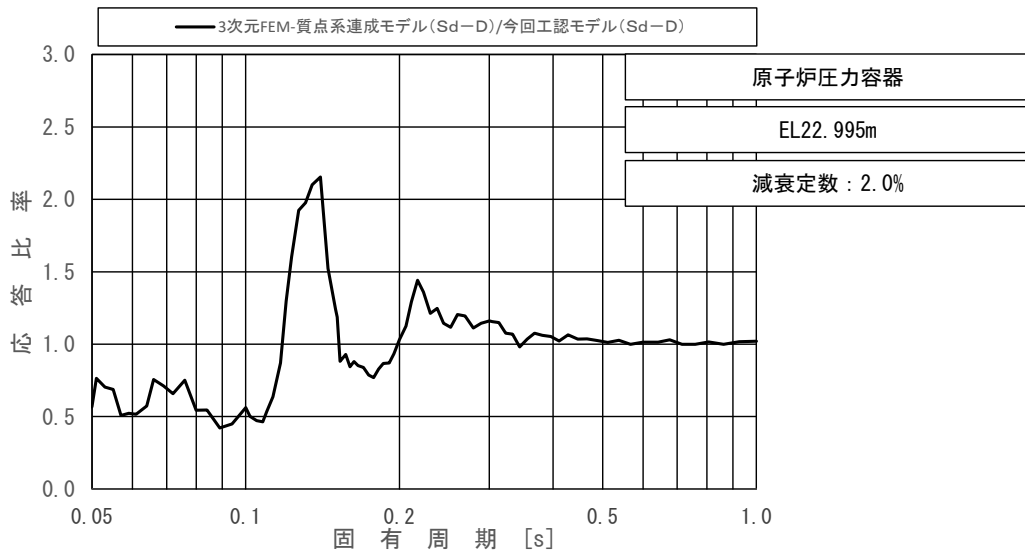
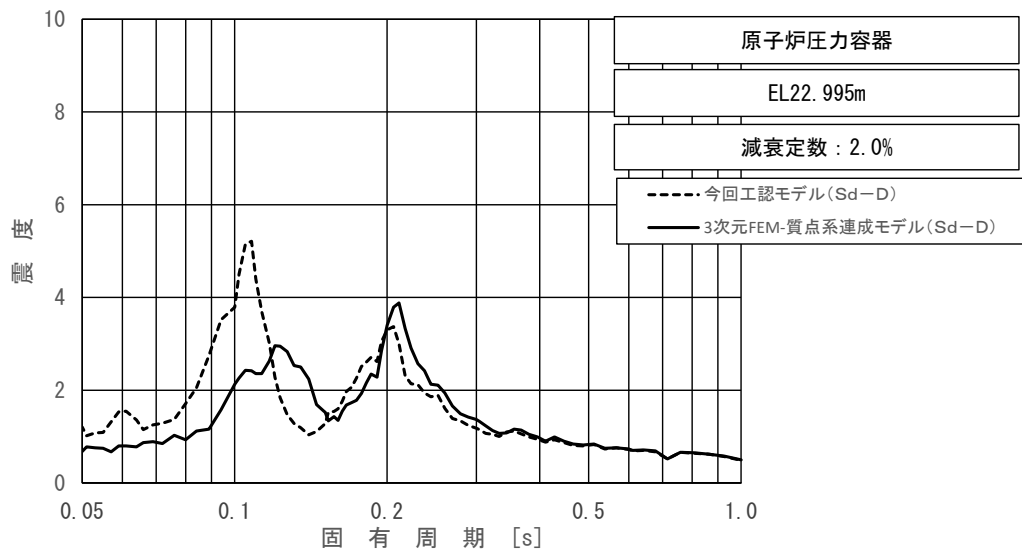
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (15/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL24.419m)



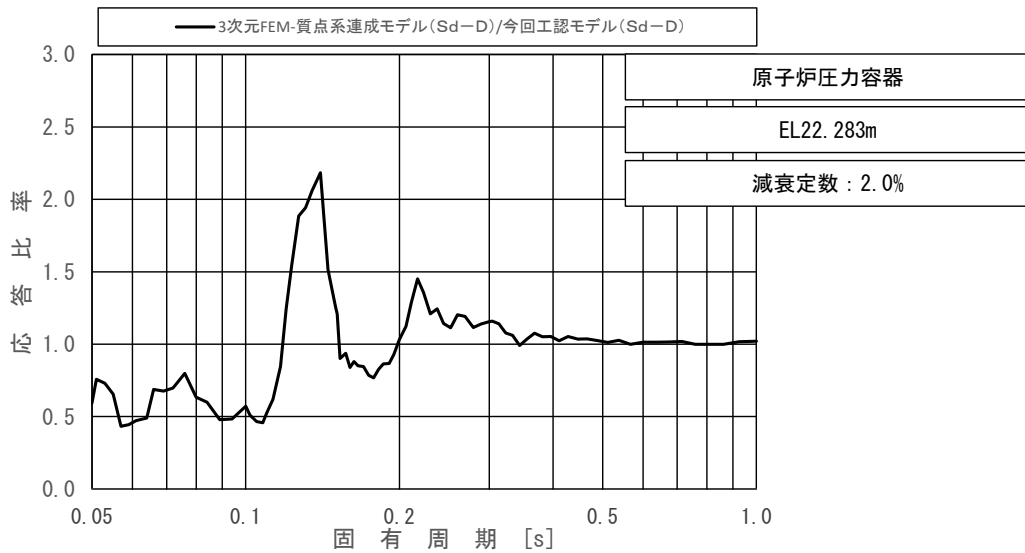
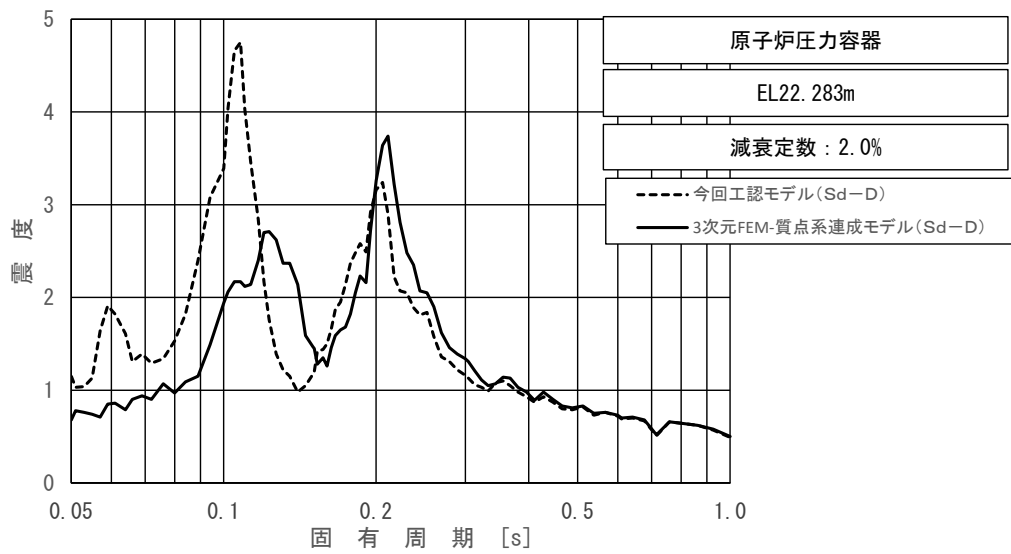
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (16/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL23.707m)



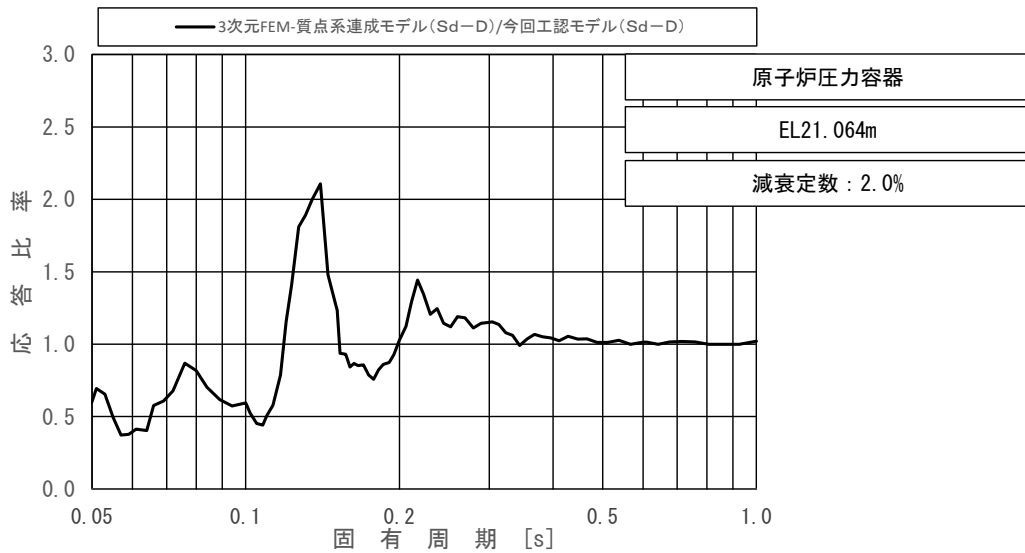
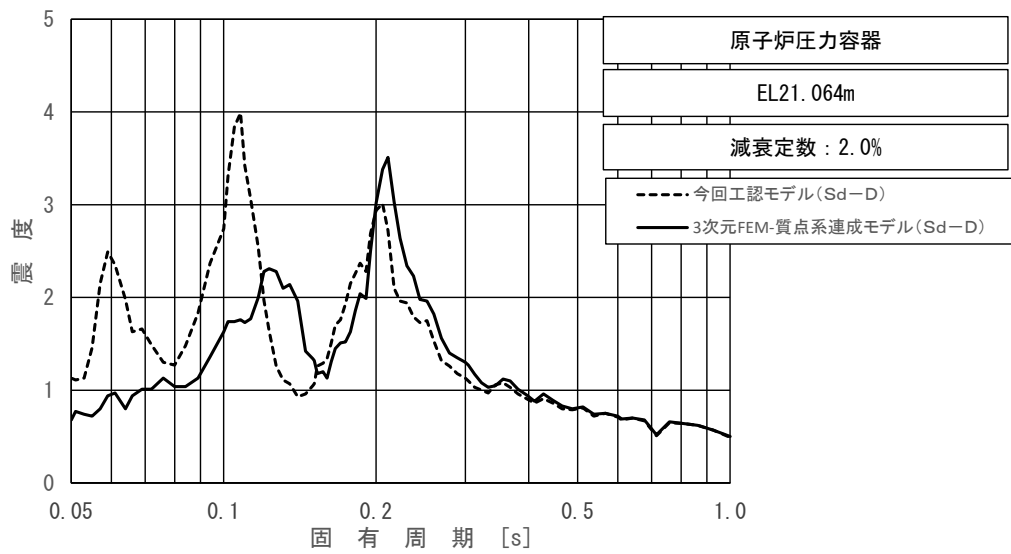
上段：床応答スペクトル
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (17/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器 EL22.995m)



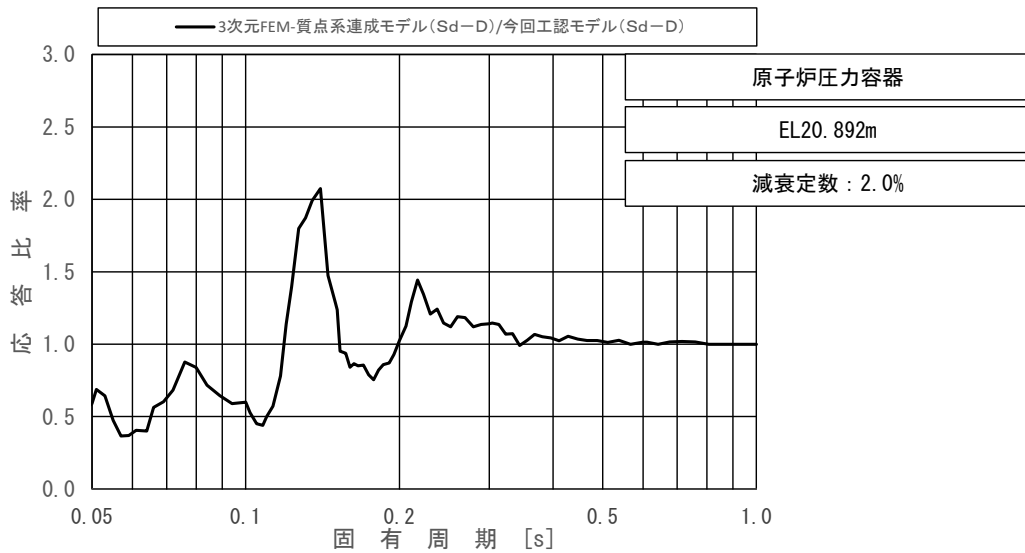
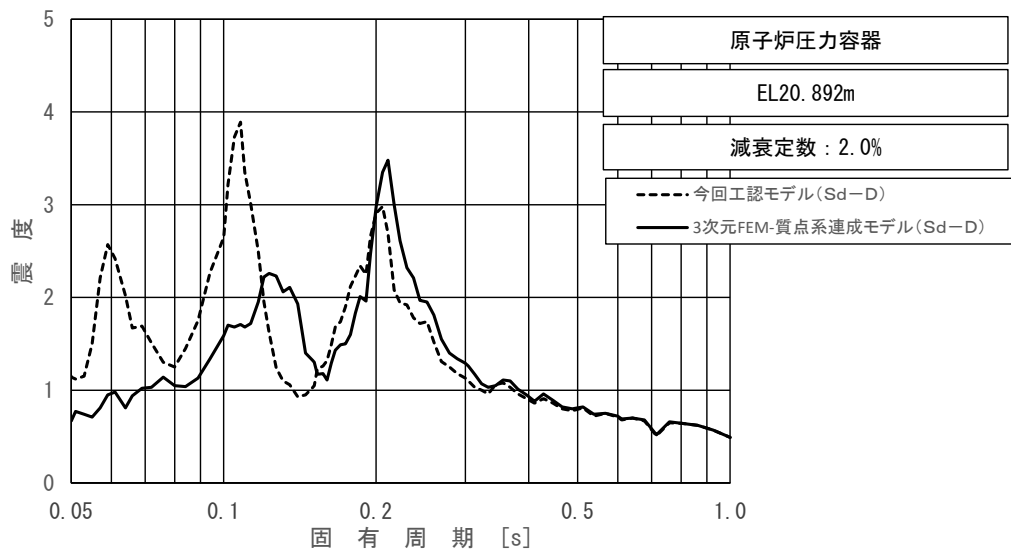
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (18/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器 EL22. 283m)



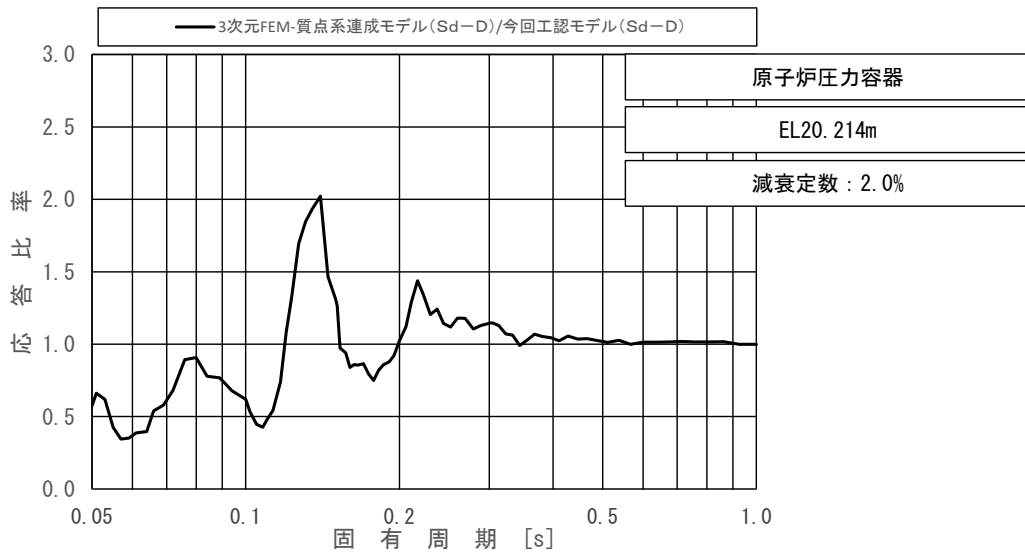
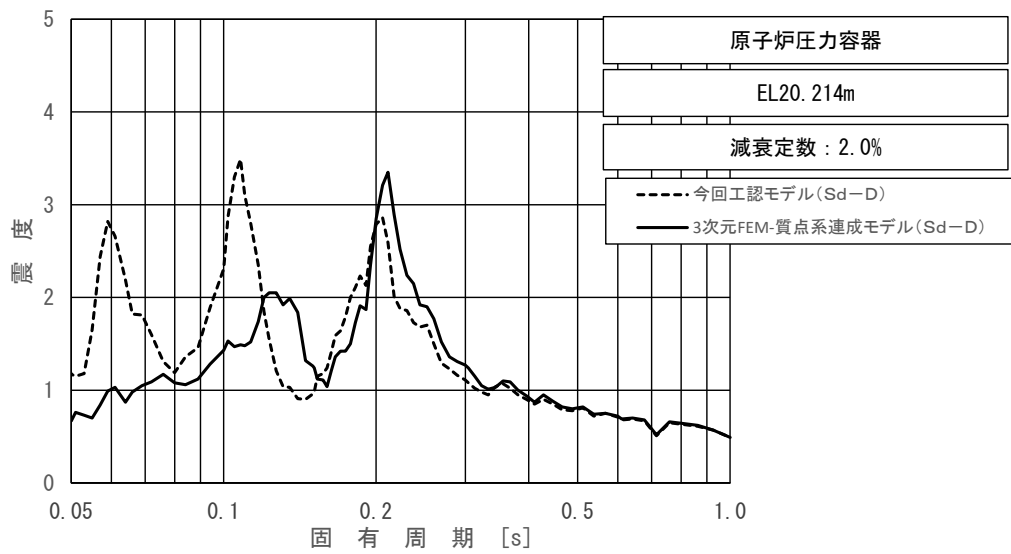
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (19/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器 EL21.064m)



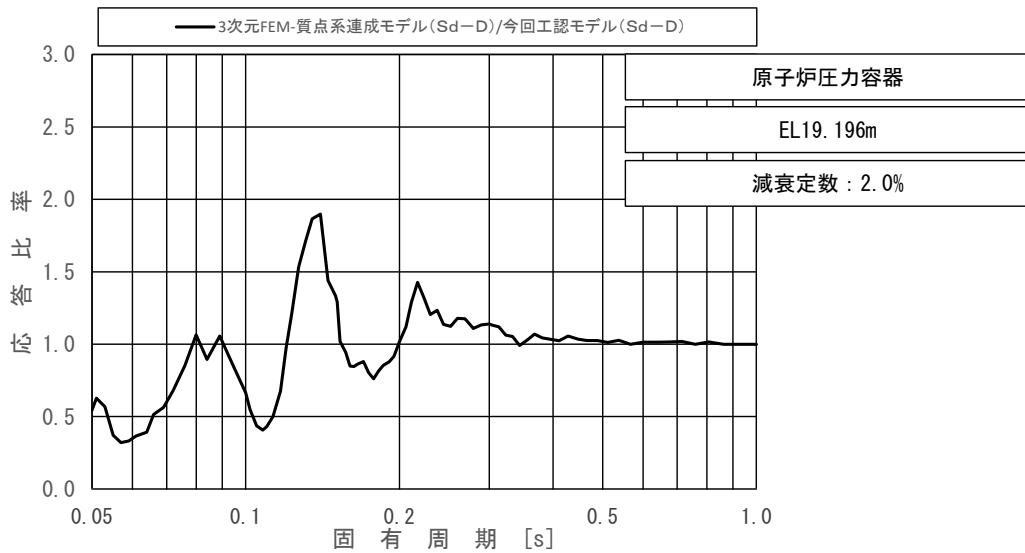
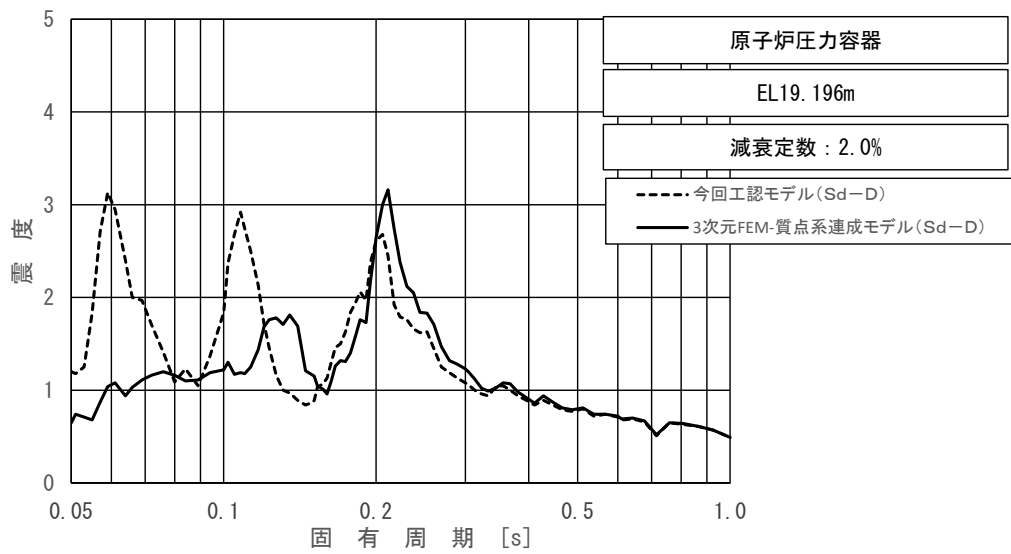
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (20/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器 EL20.892m)



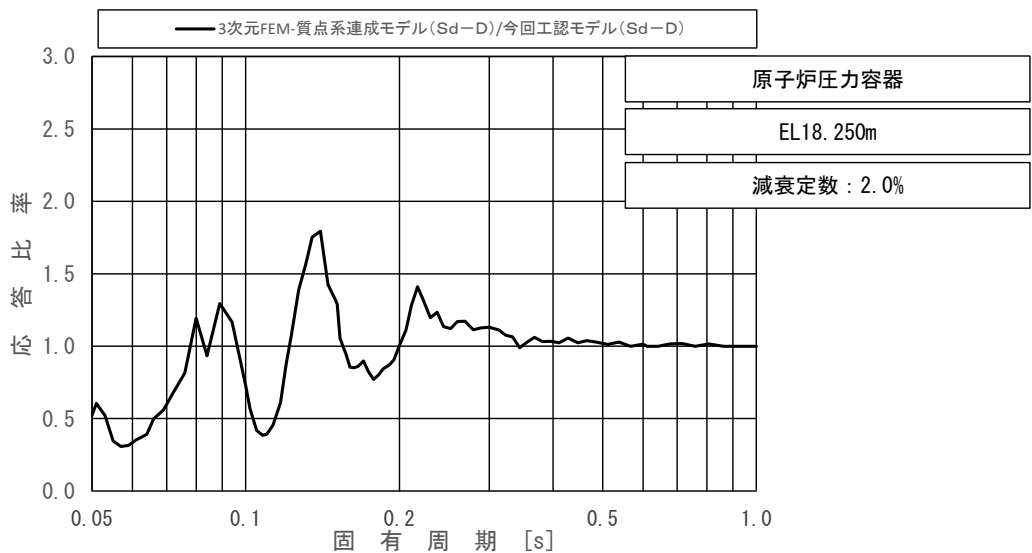
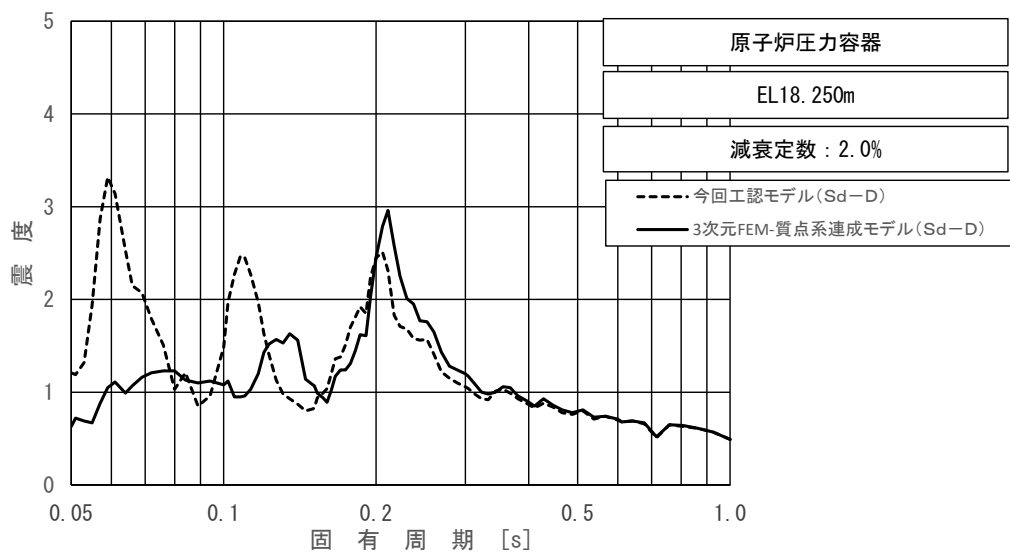
上段：床応答スペクトル
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (21/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器 EL20.214m)



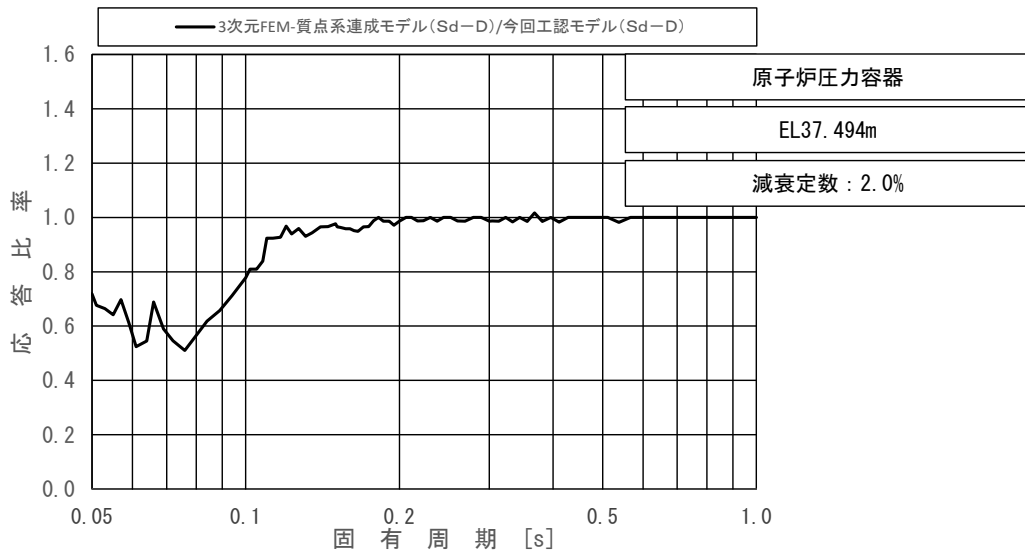
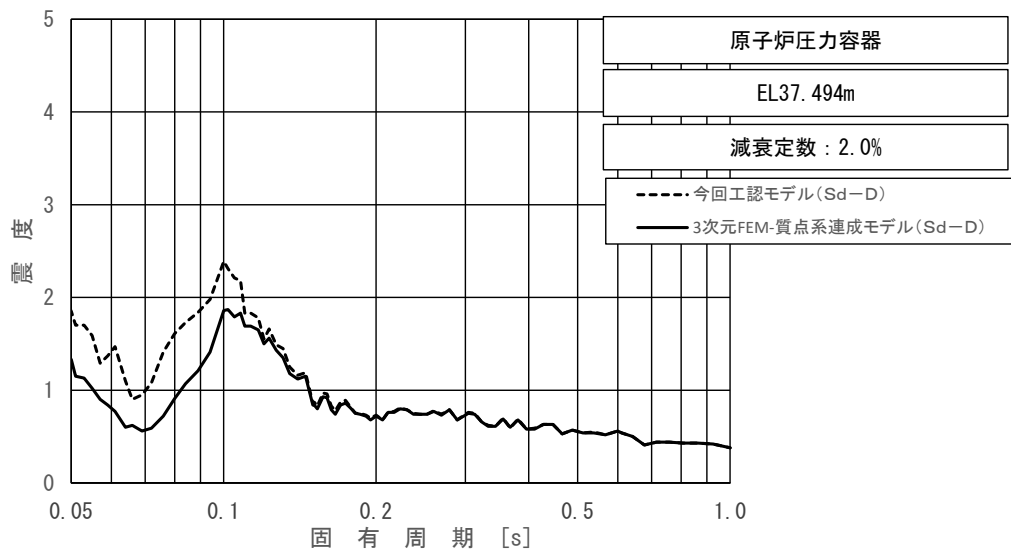
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (22/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器 EL19.196m)



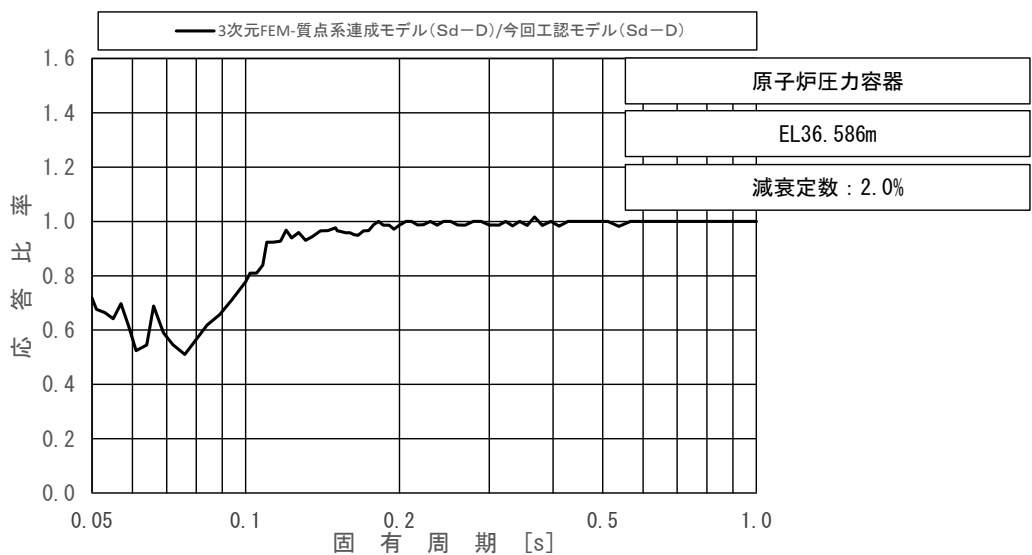
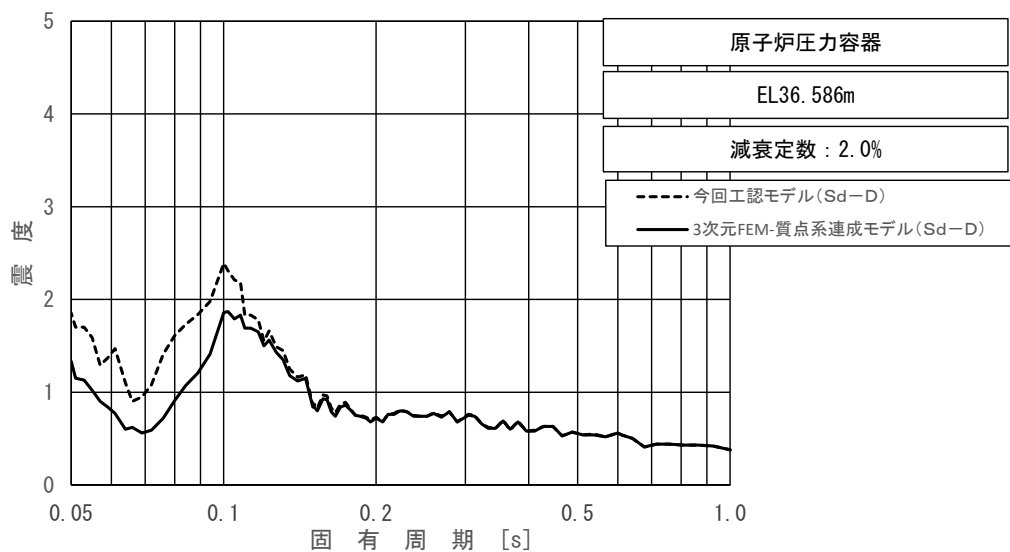
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-23 (23/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉圧力容器 EL18.250m)



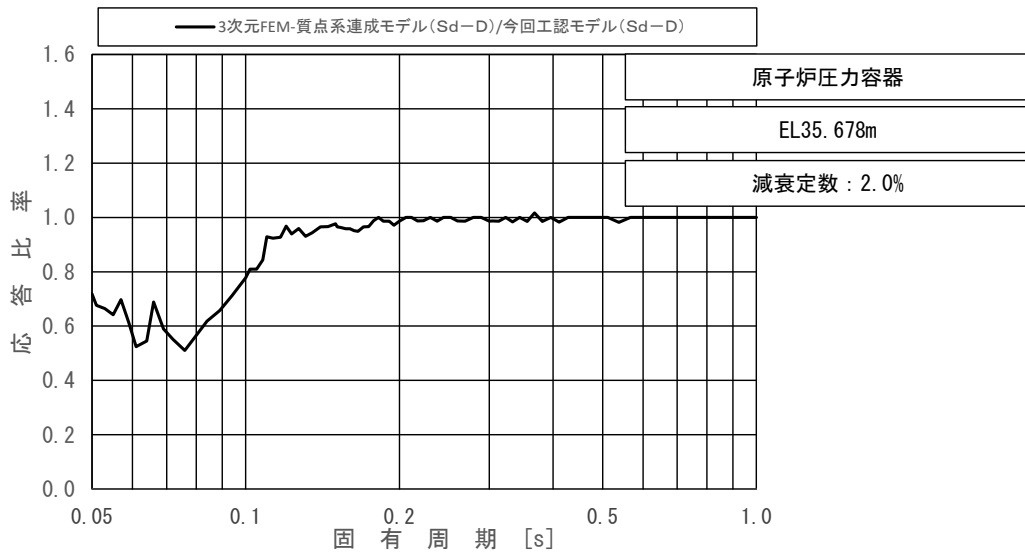
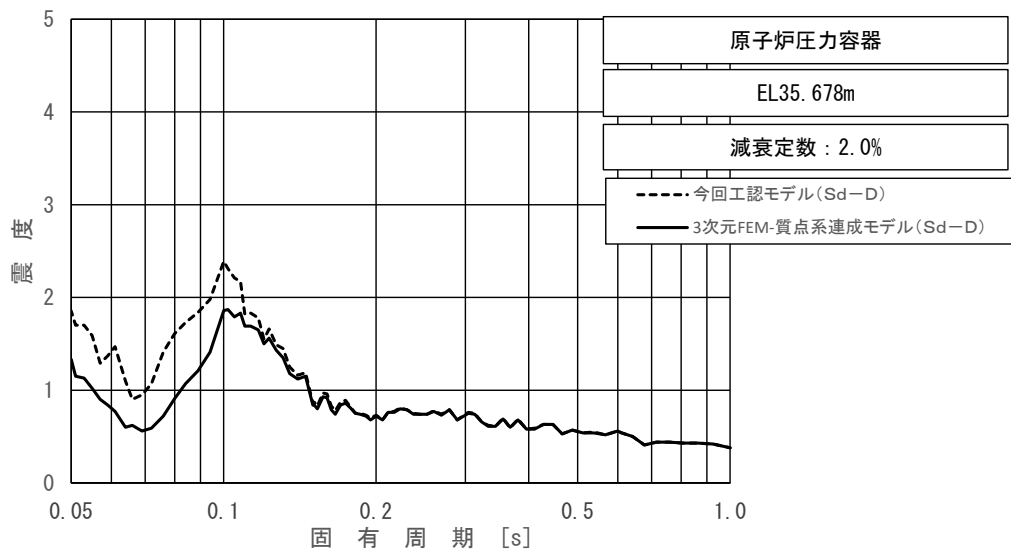
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (1/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL37.494m)



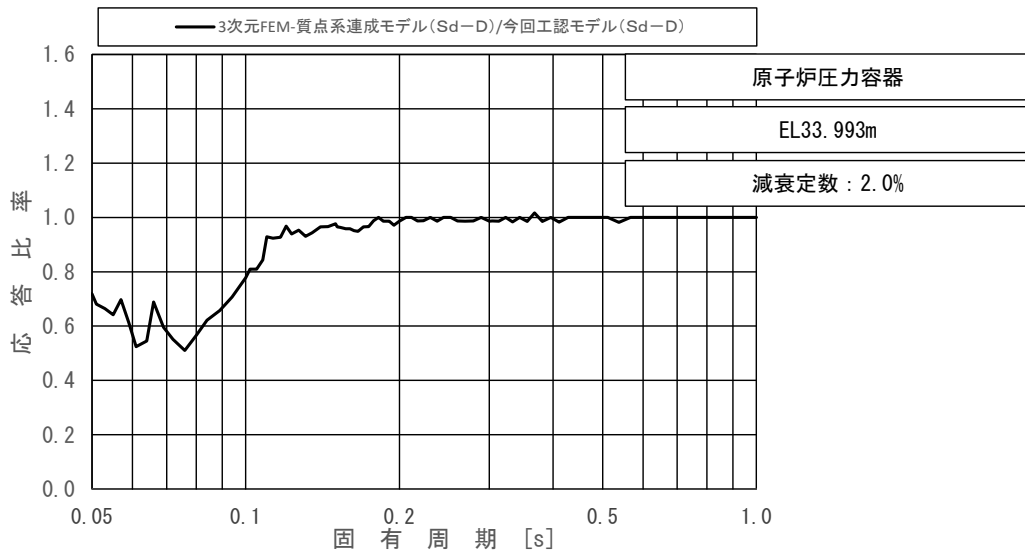
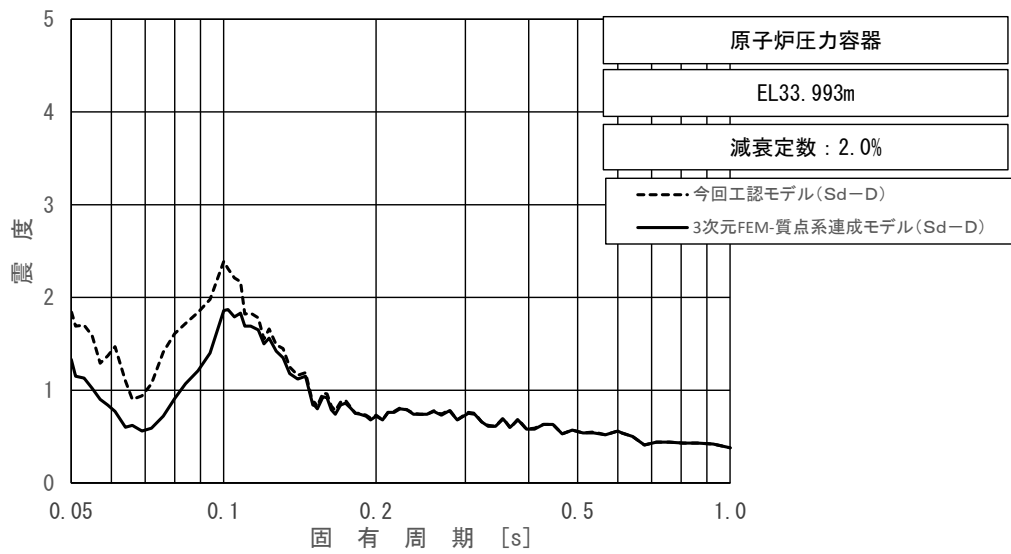
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (2/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL36.586m)



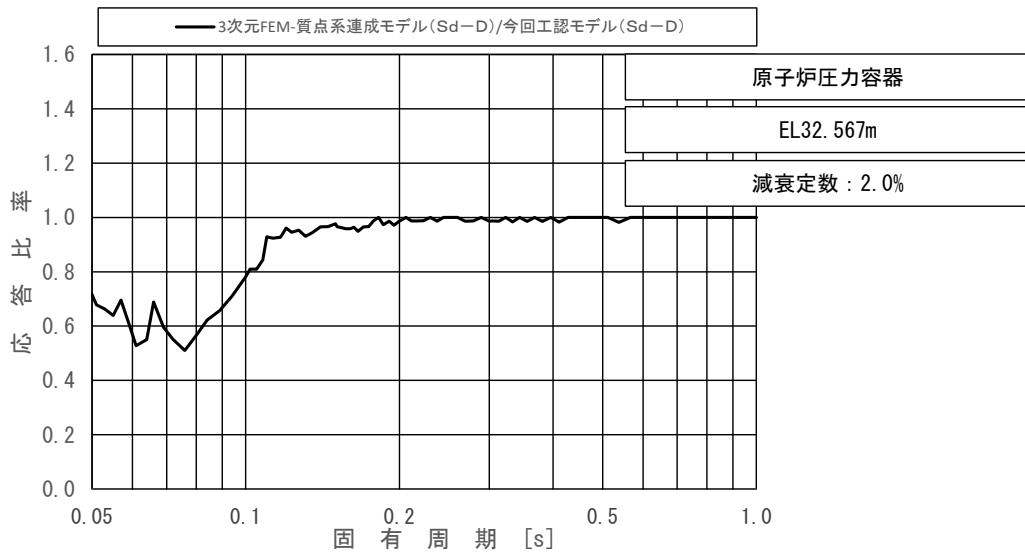
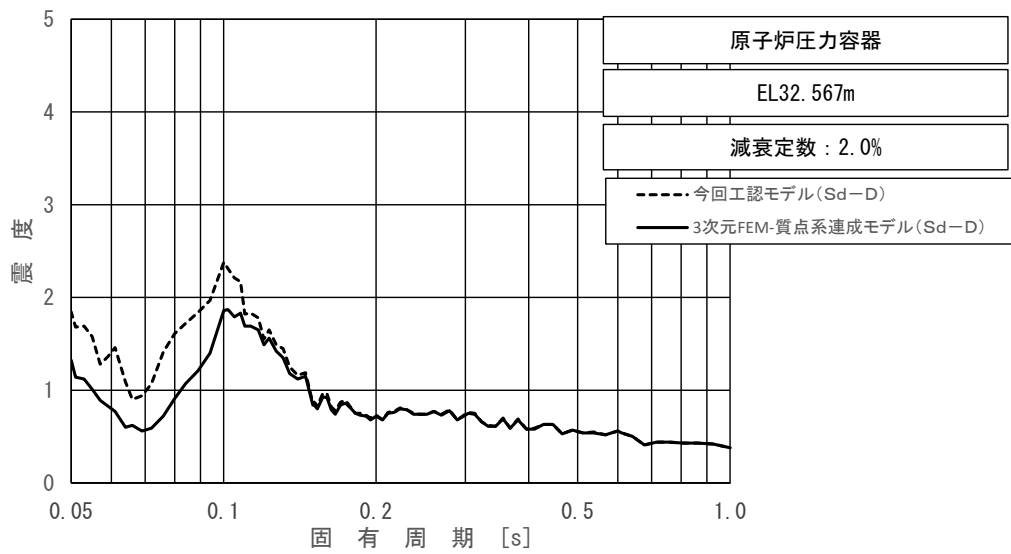
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (3/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL35.678m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

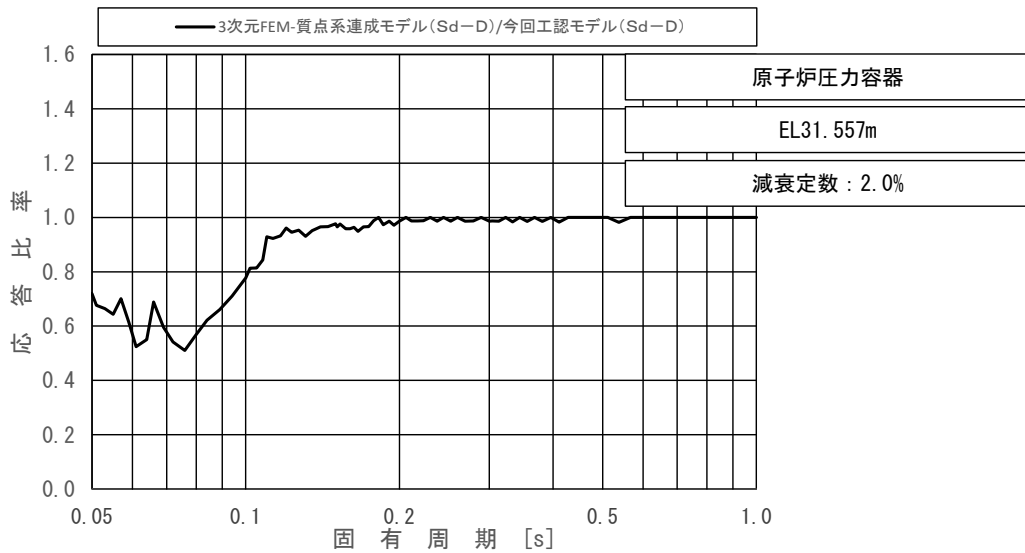
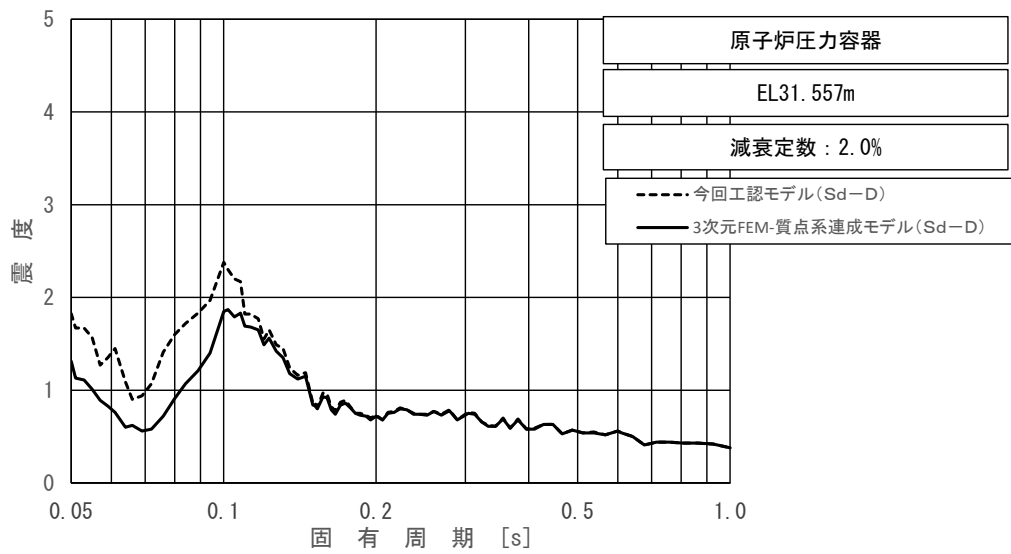
図 4-24 (4/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL33.993m)



上段：床応答スペクトル

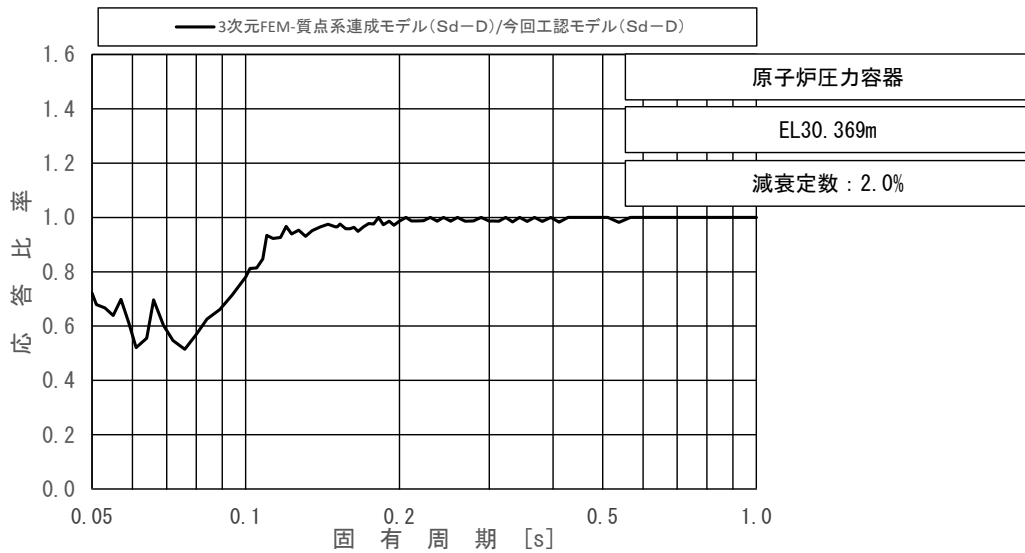
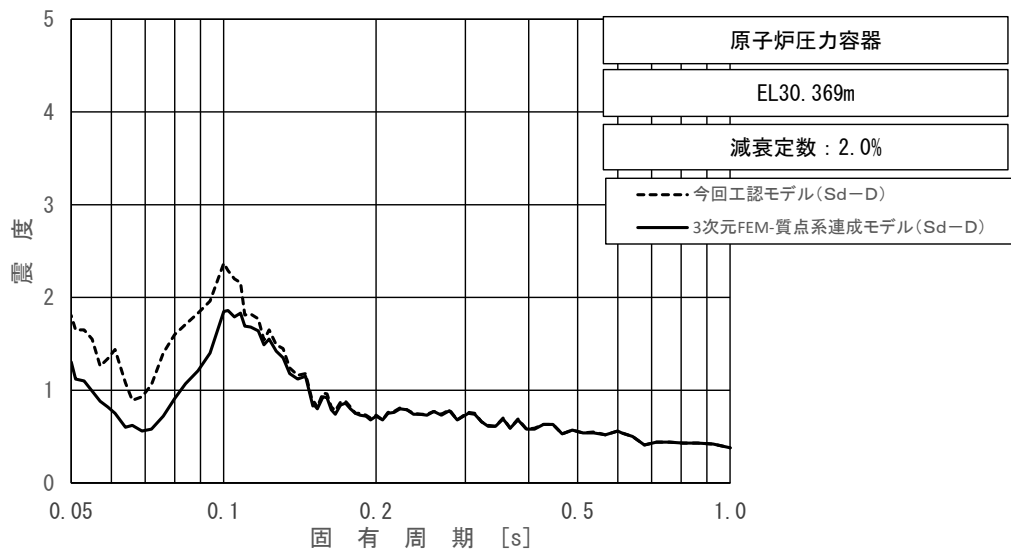
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (5/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL32.567m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

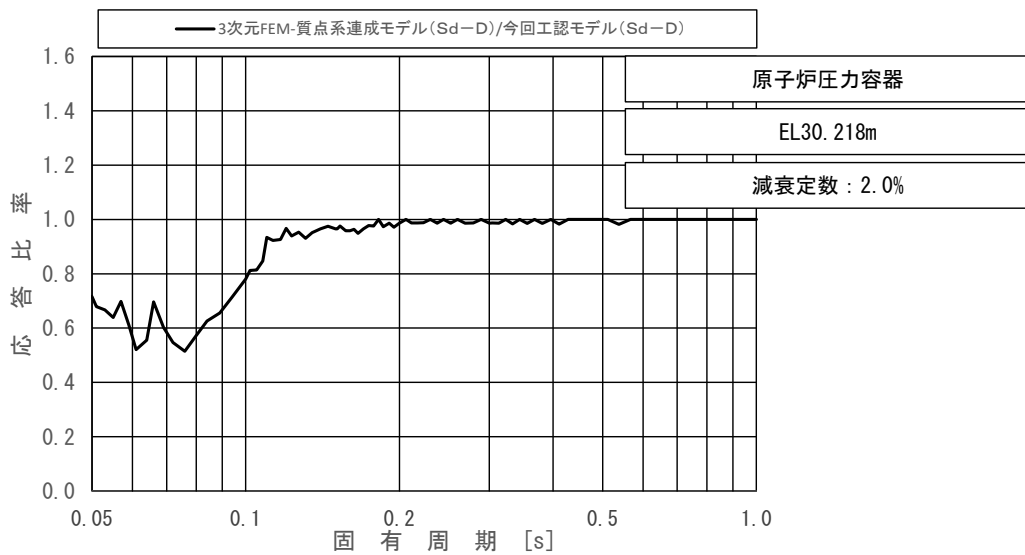
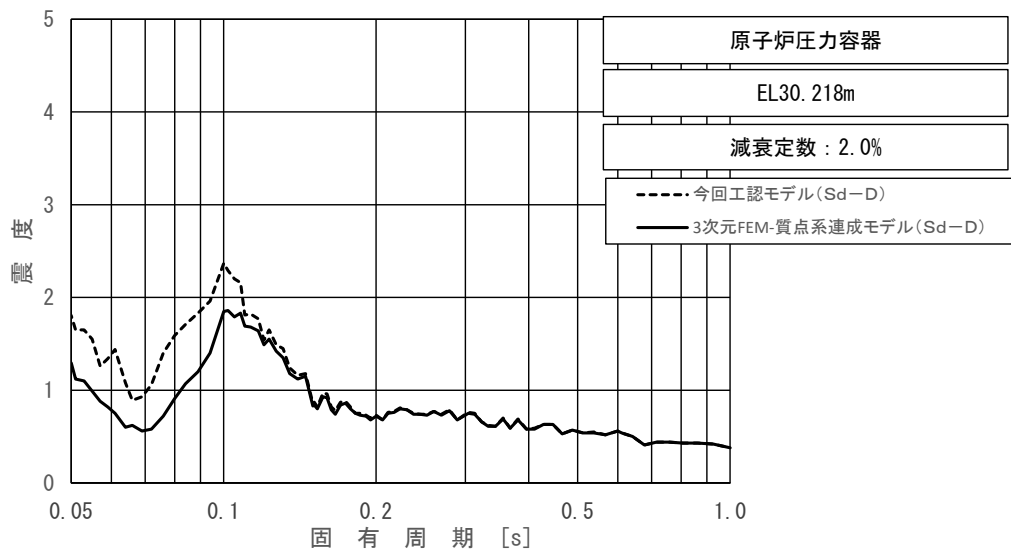
図 4-24 (6/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL31.557m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

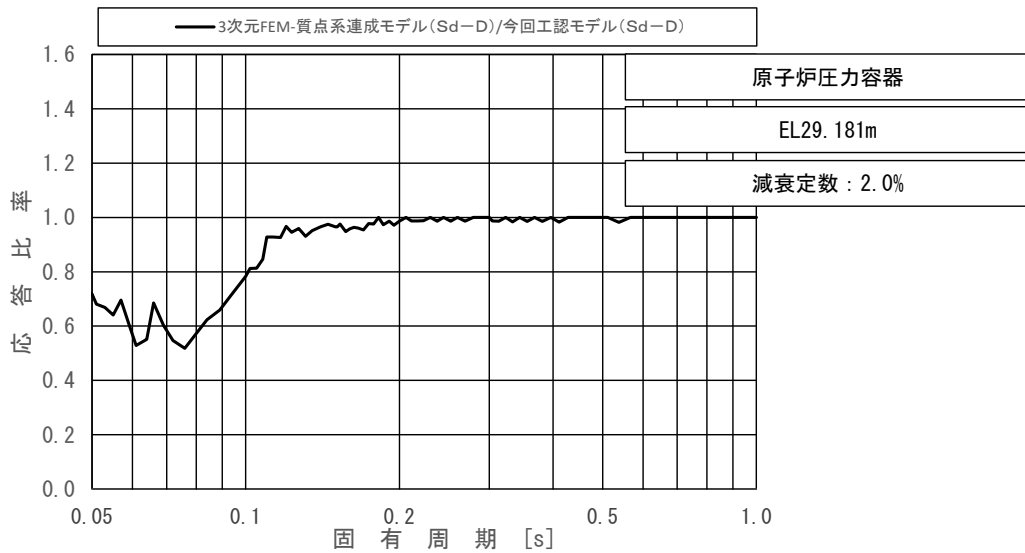
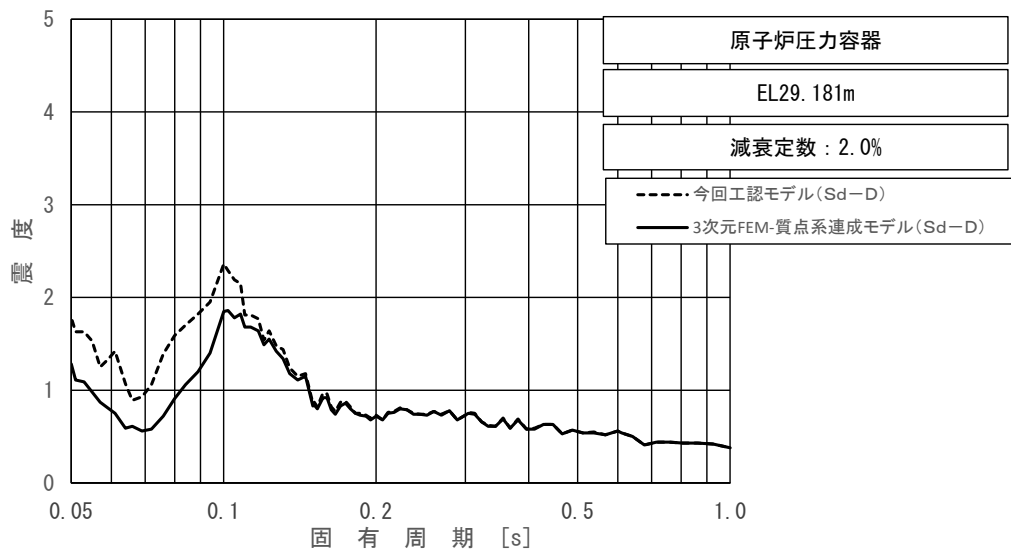
図 4-24 (7/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL30.369m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル応答比率

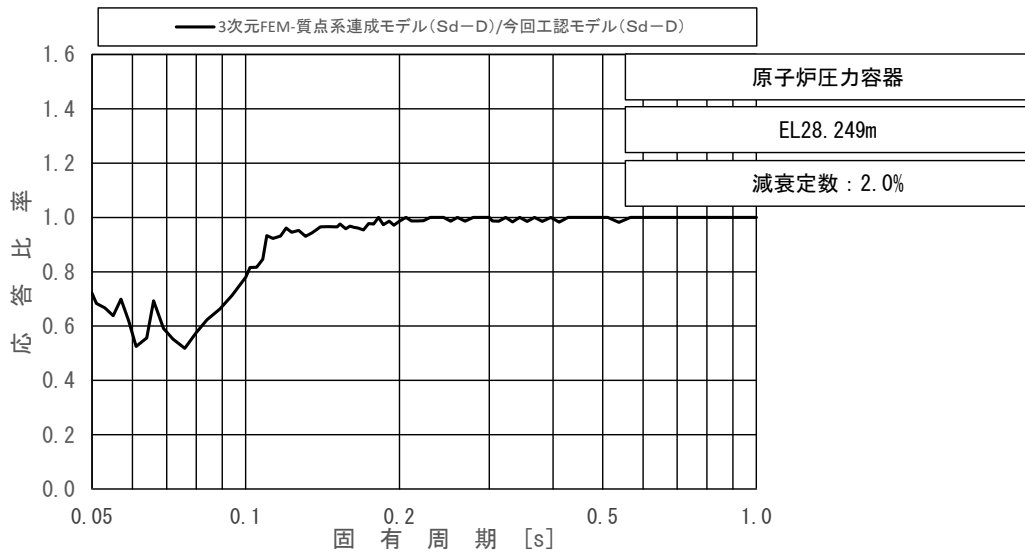
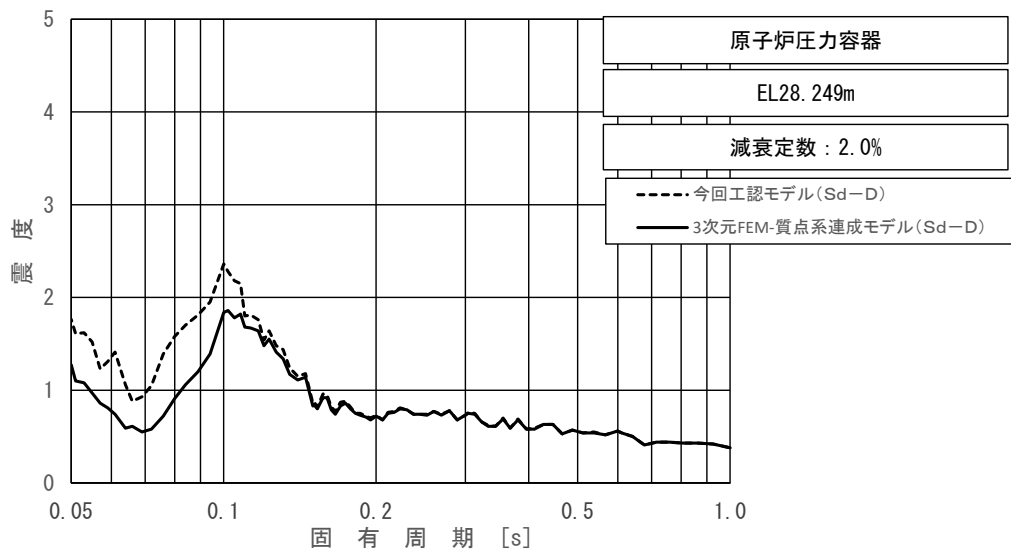
図 4-24 (8/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL30.218m)



上段：床応答スペクトル

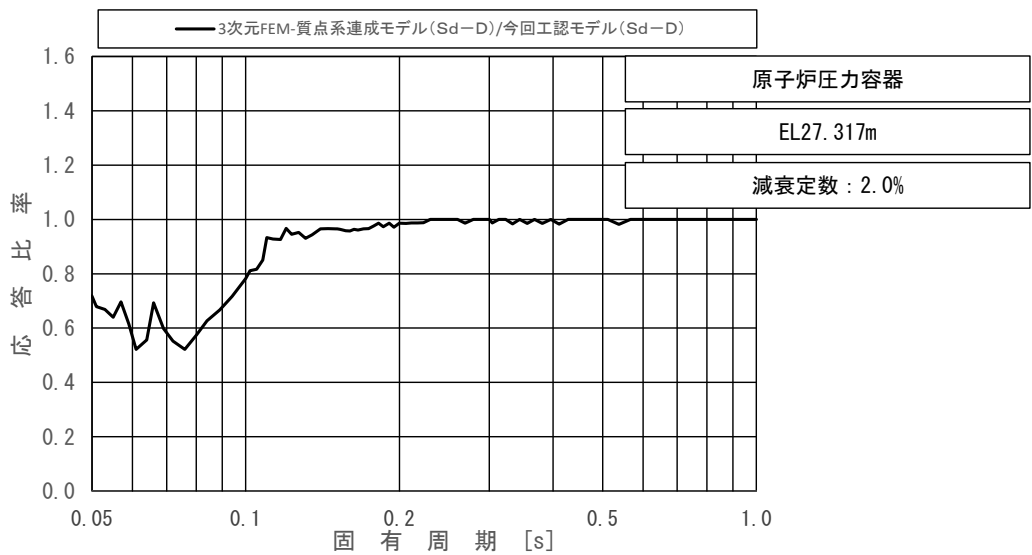
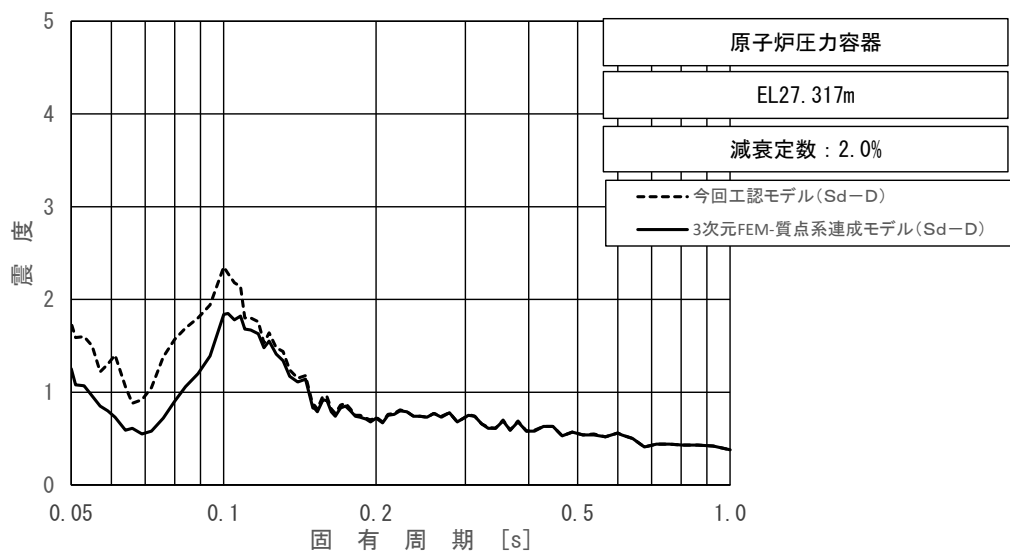
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (9/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL29.181m)



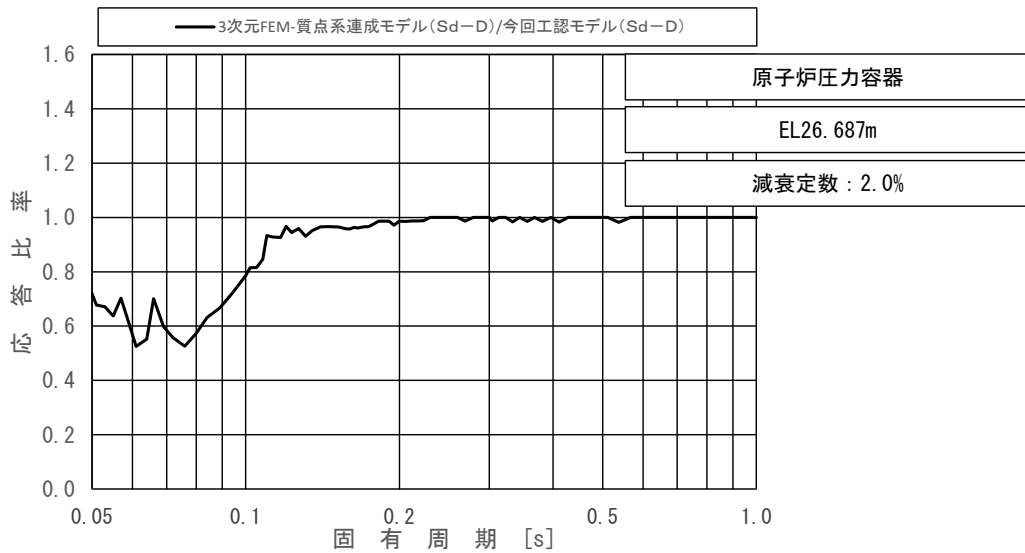
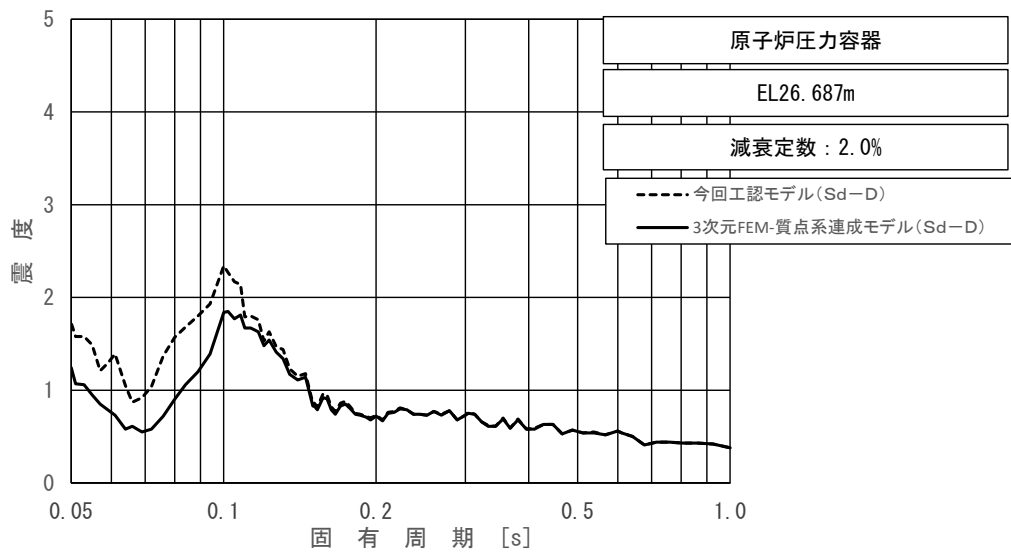
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (10/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL28.249m)



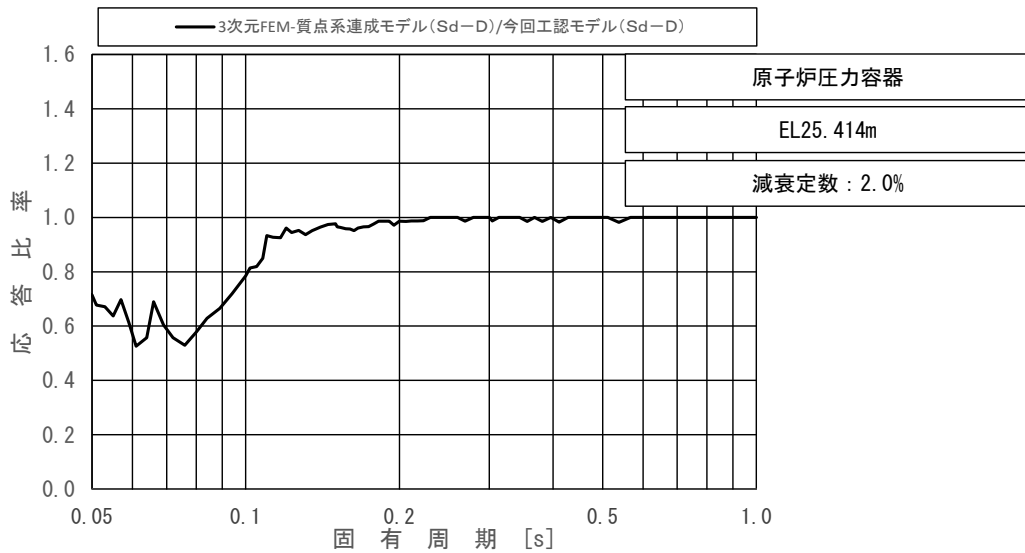
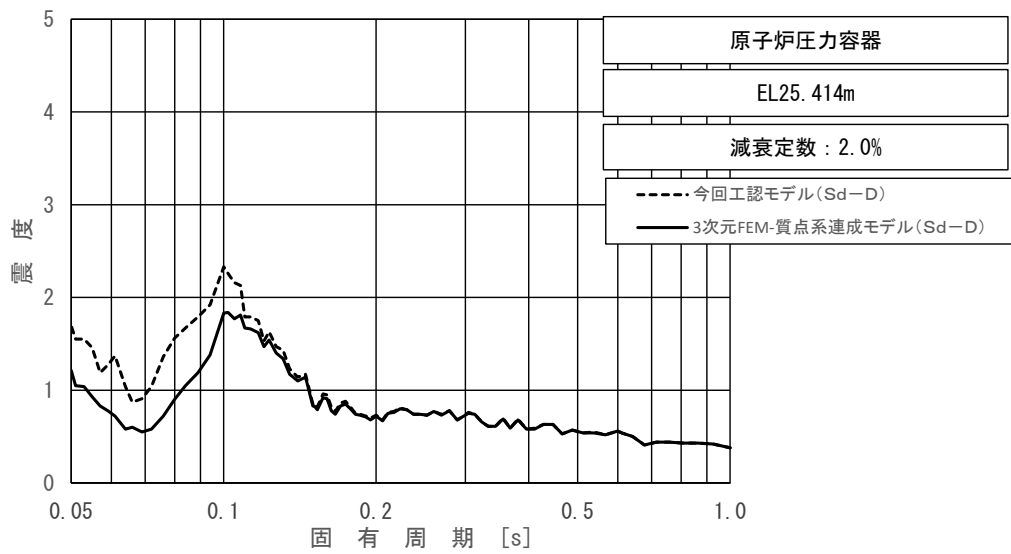
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (11/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL27.317m)



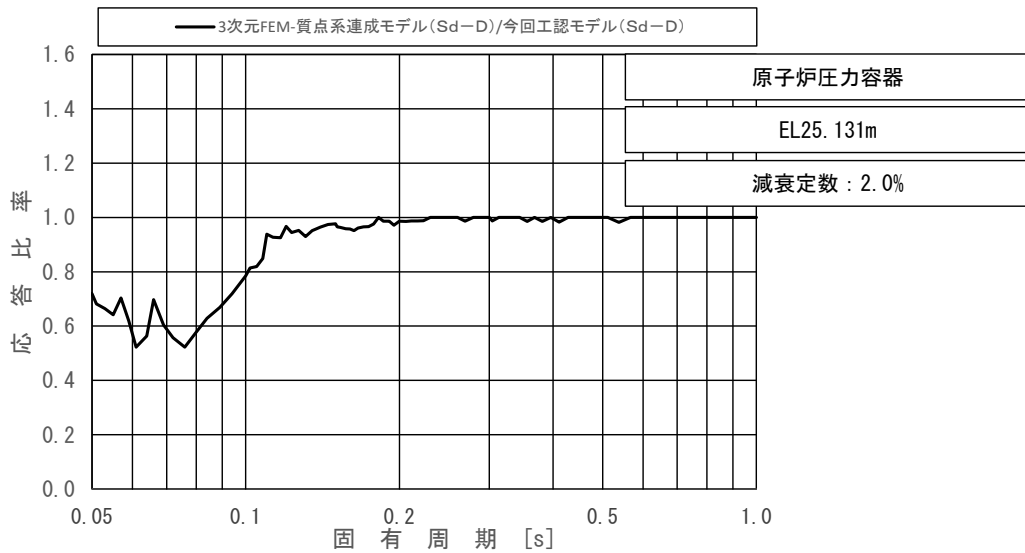
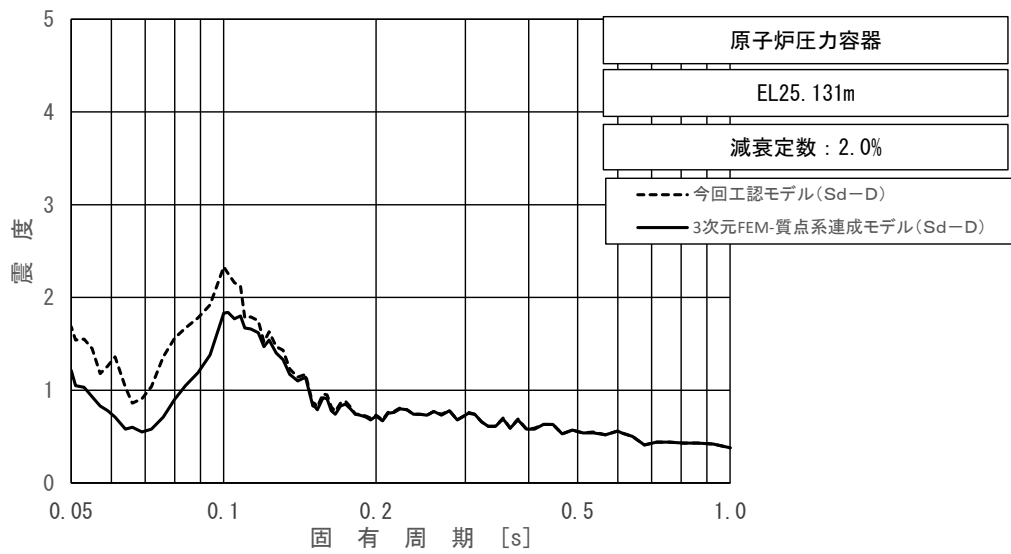
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (12/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL26.687m)



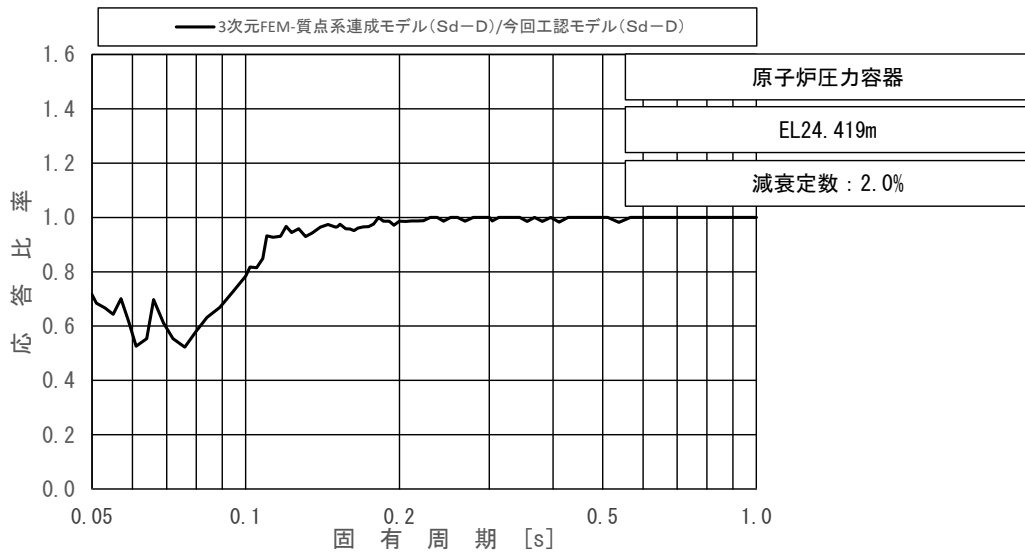
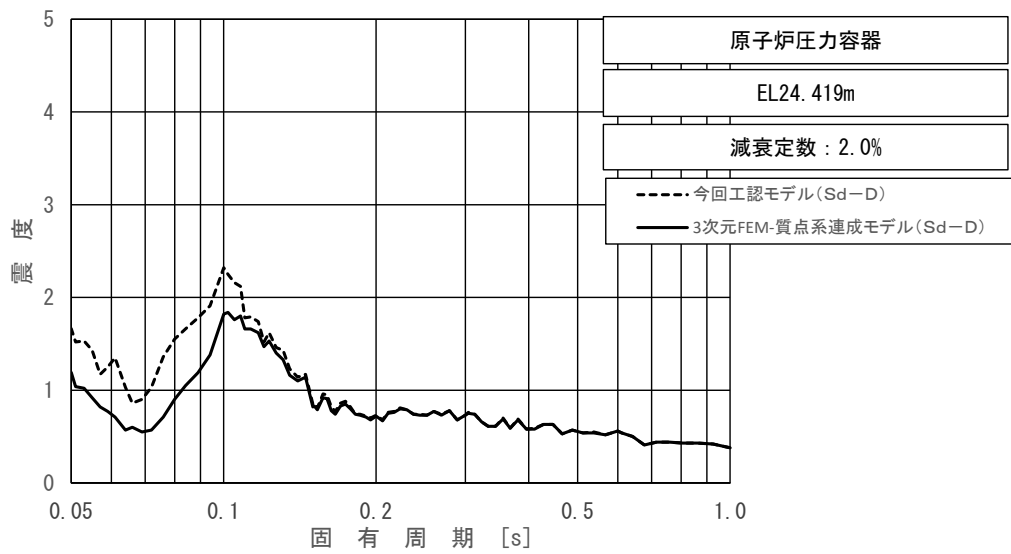
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (13/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL25.414m)



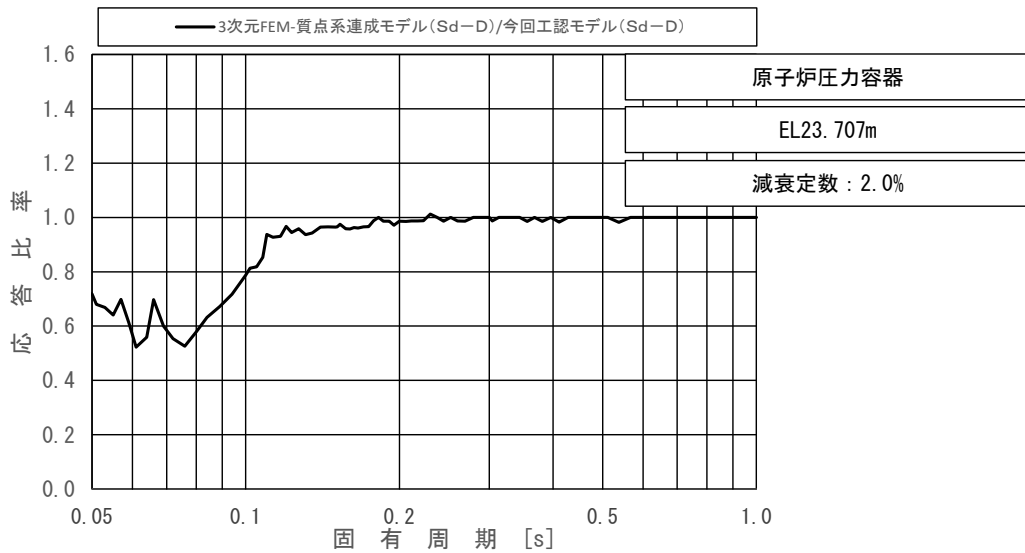
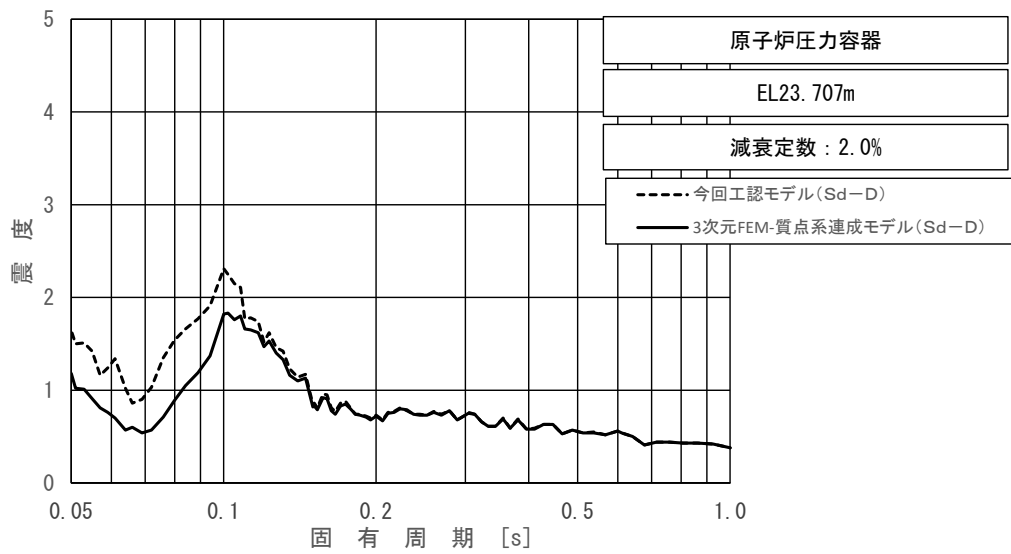
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (14/23) 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL25.131m)



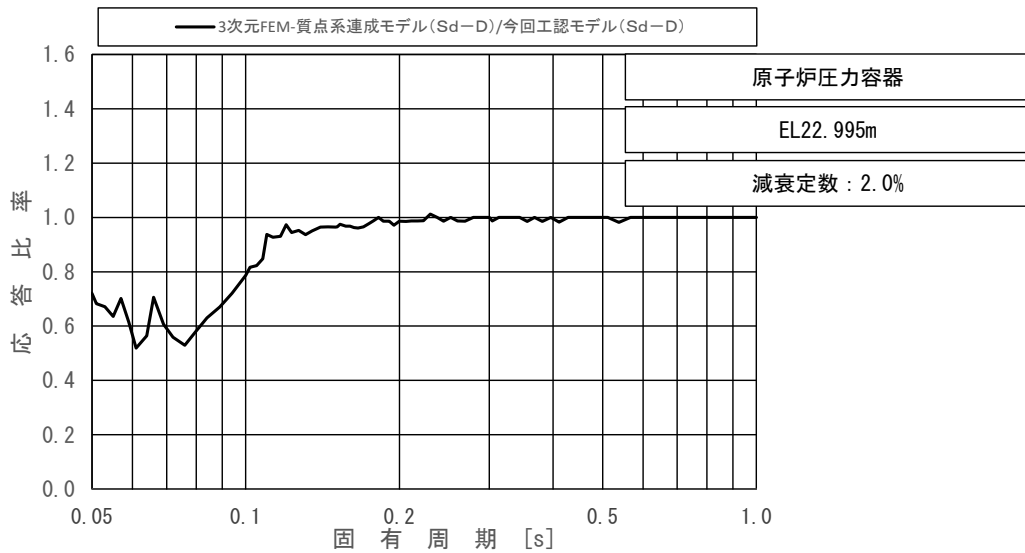
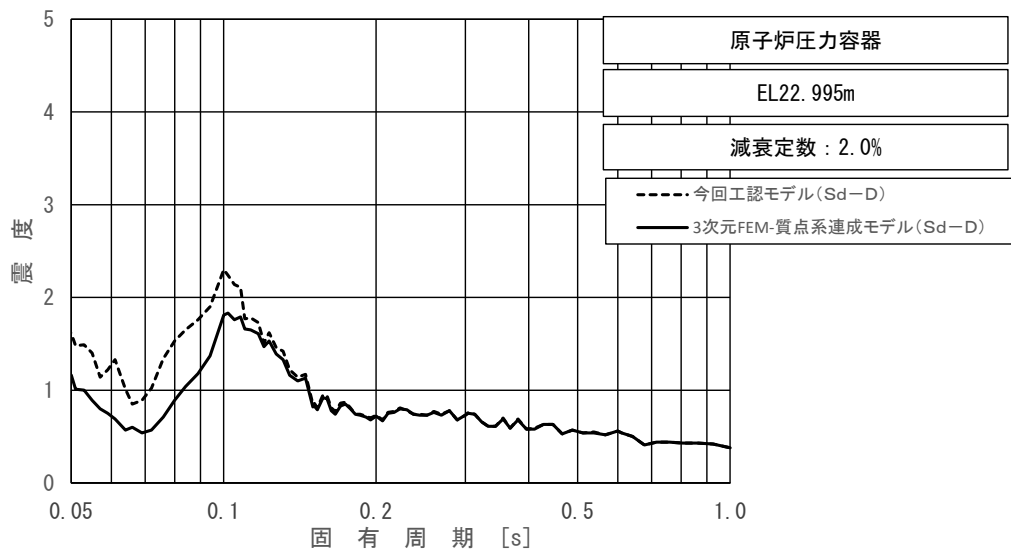
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (15/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL24.419m)



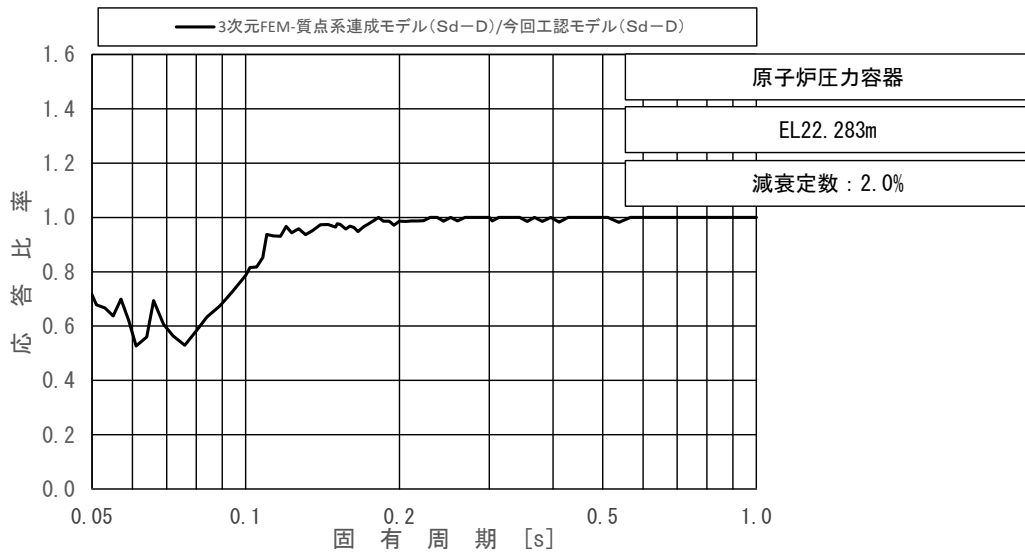
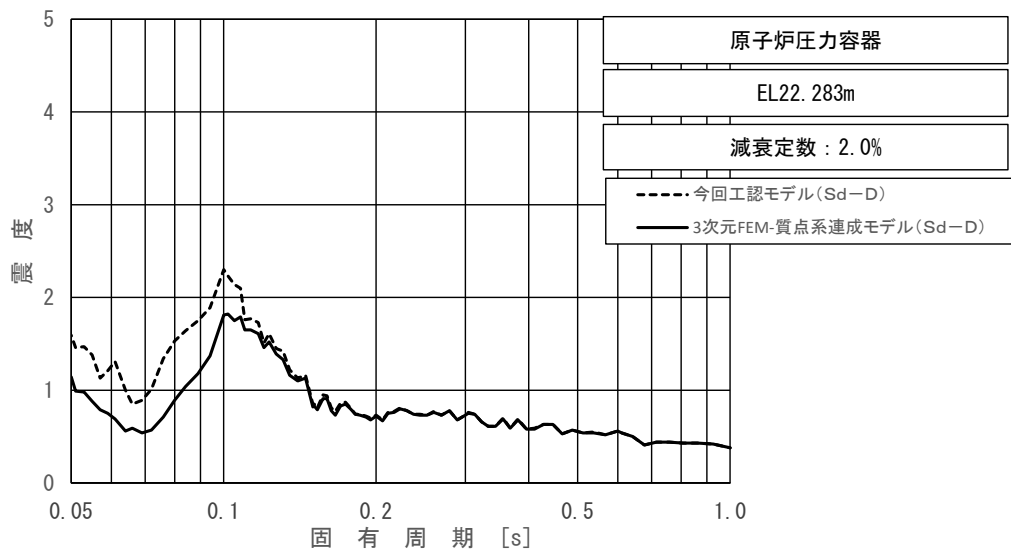
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (16/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL23.707m)



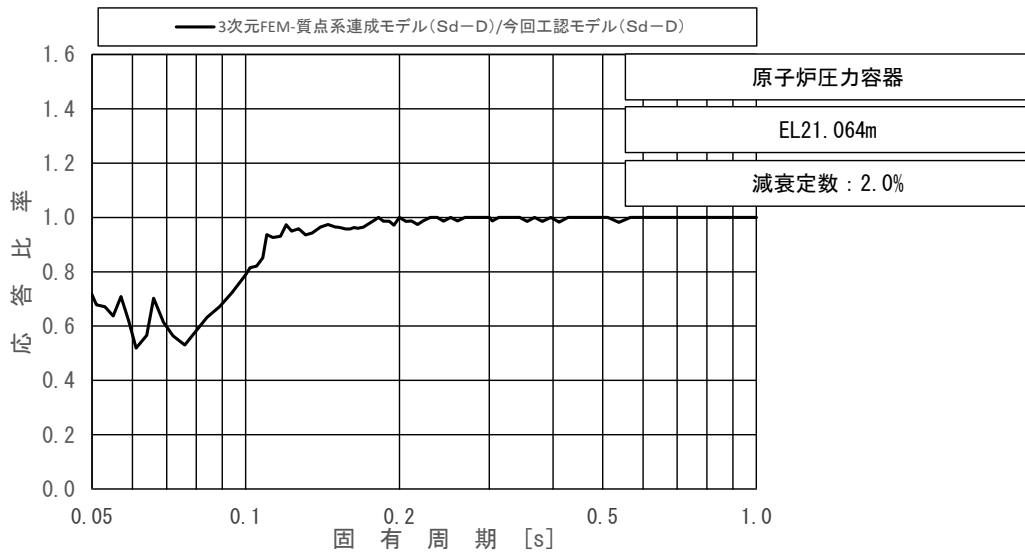
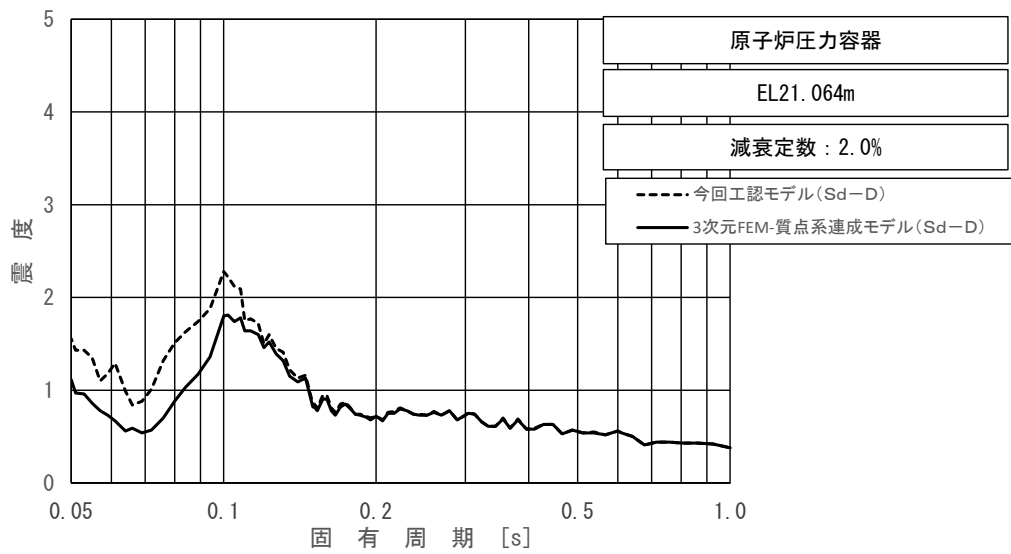
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (17/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL22.995m)



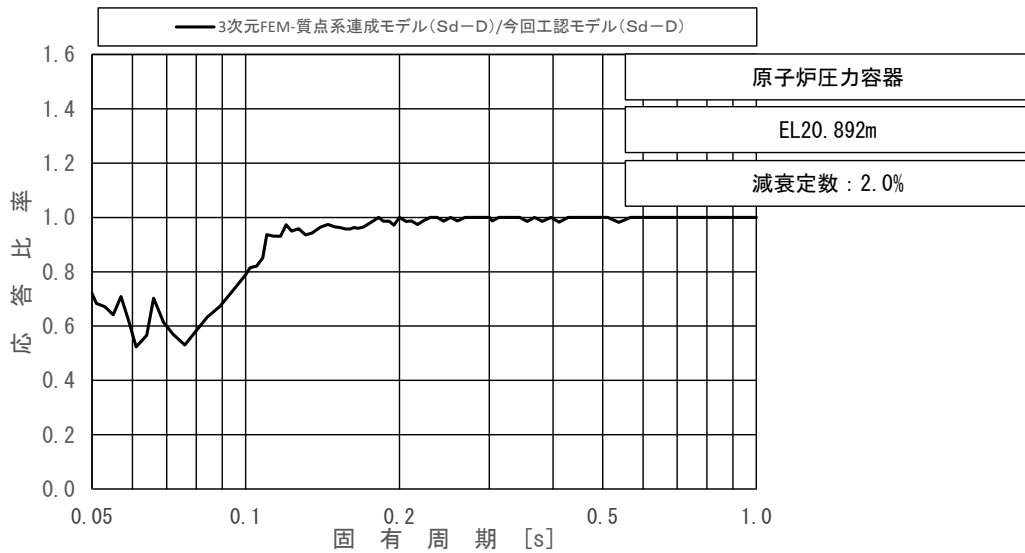
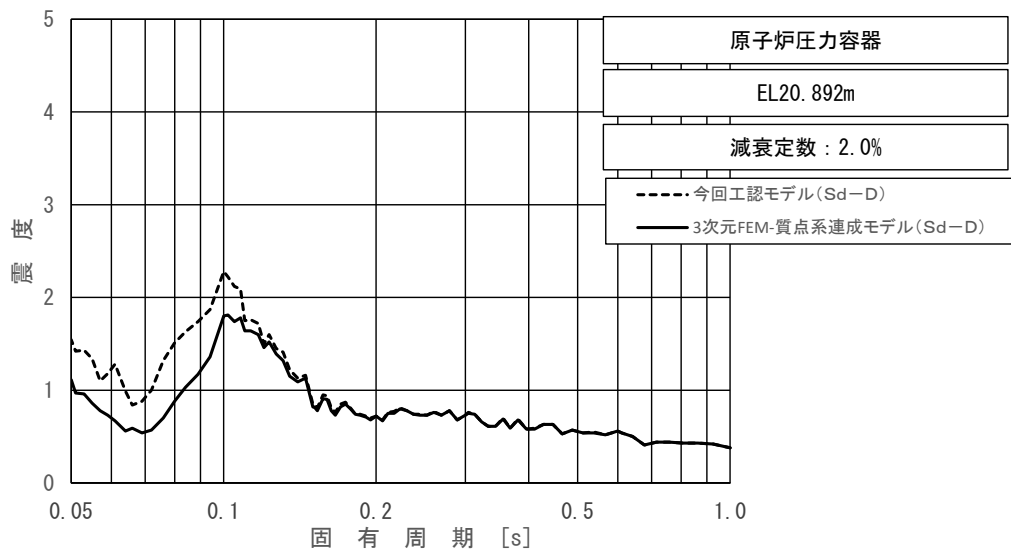
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (18/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向 : 原子炉压力容器 EL22. 283m)



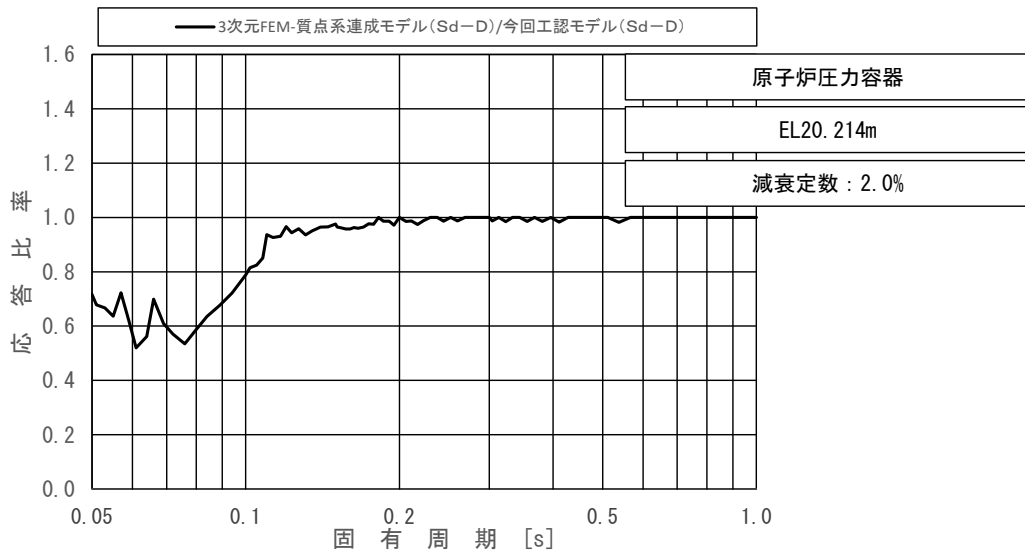
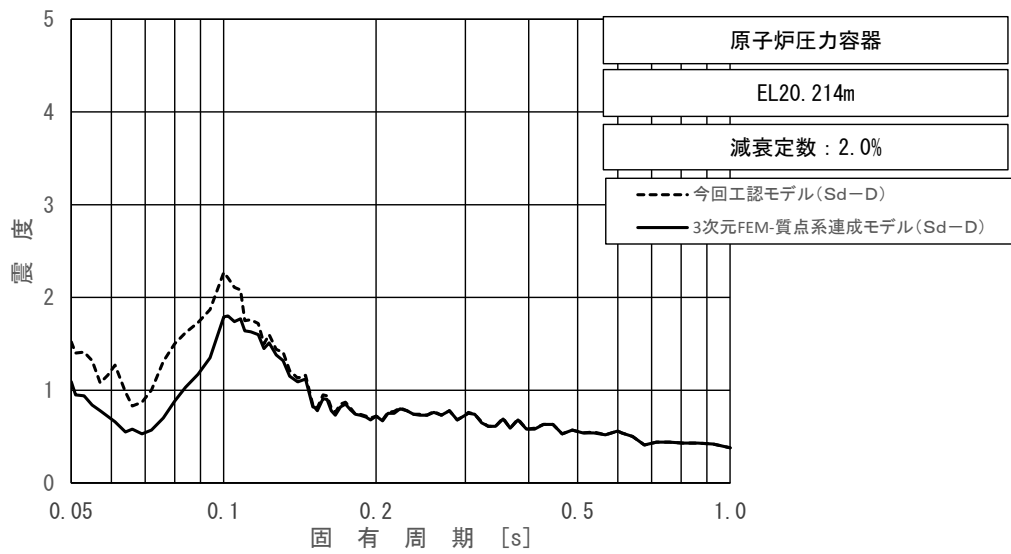
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (19/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL21.064m)



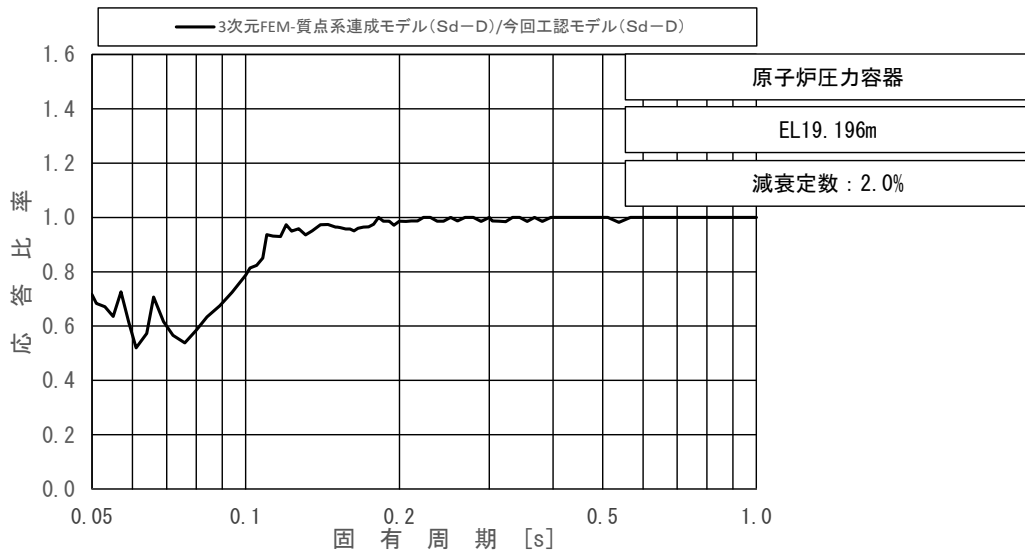
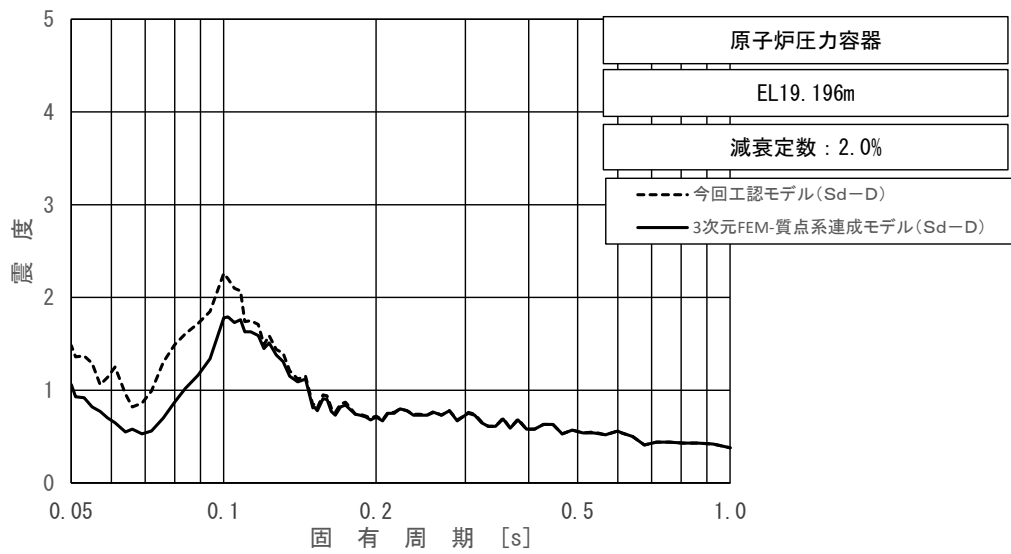
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (20/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器 EL20.892m)



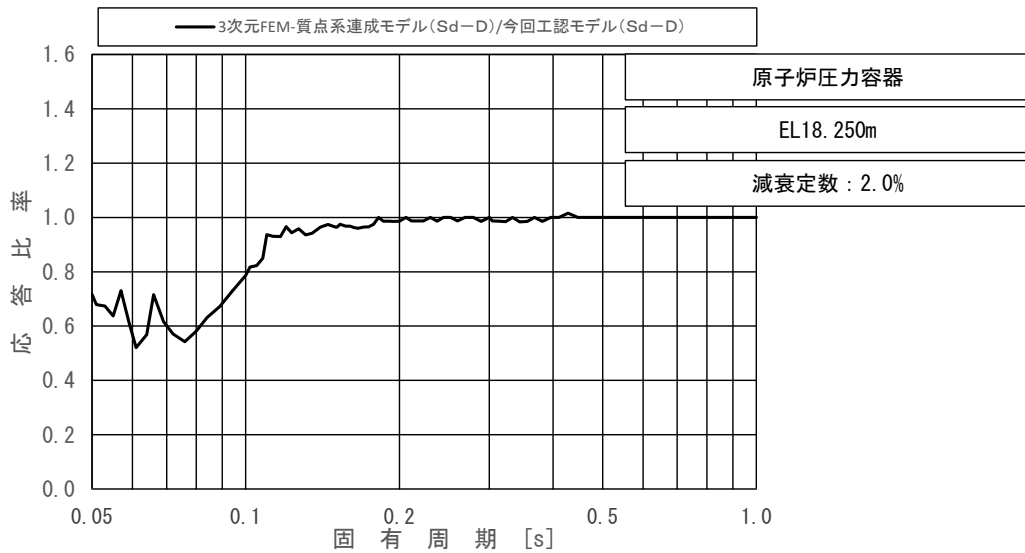
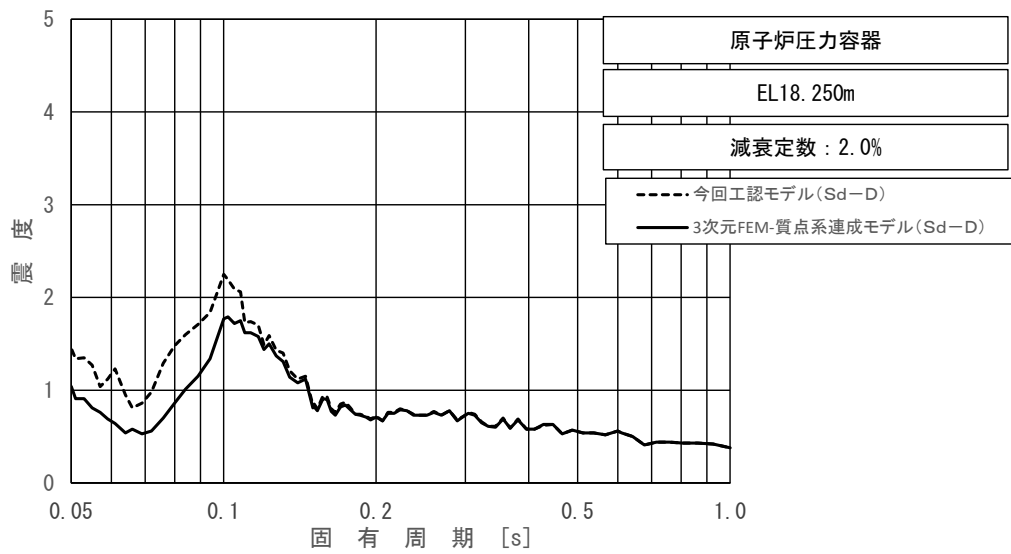
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (21/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL20.214m)



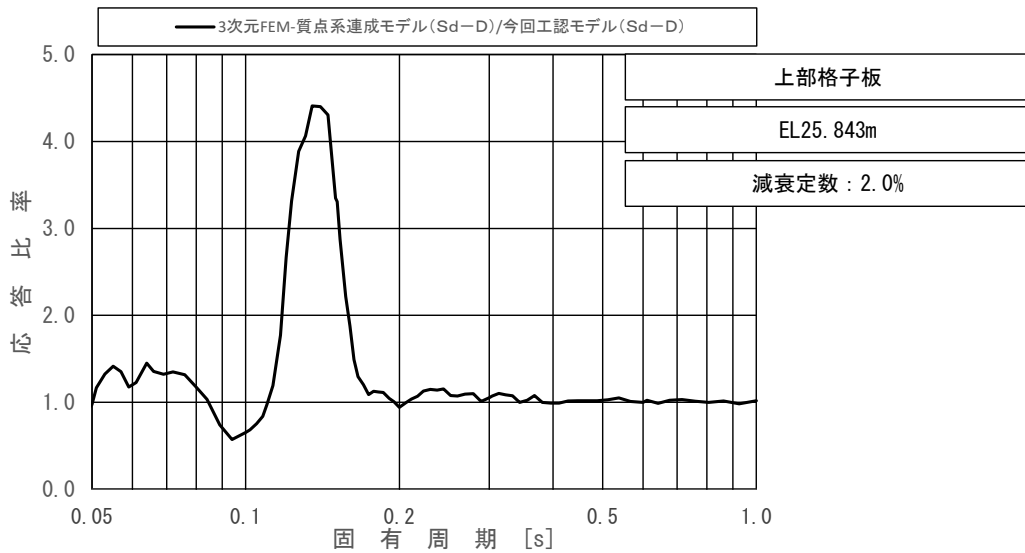
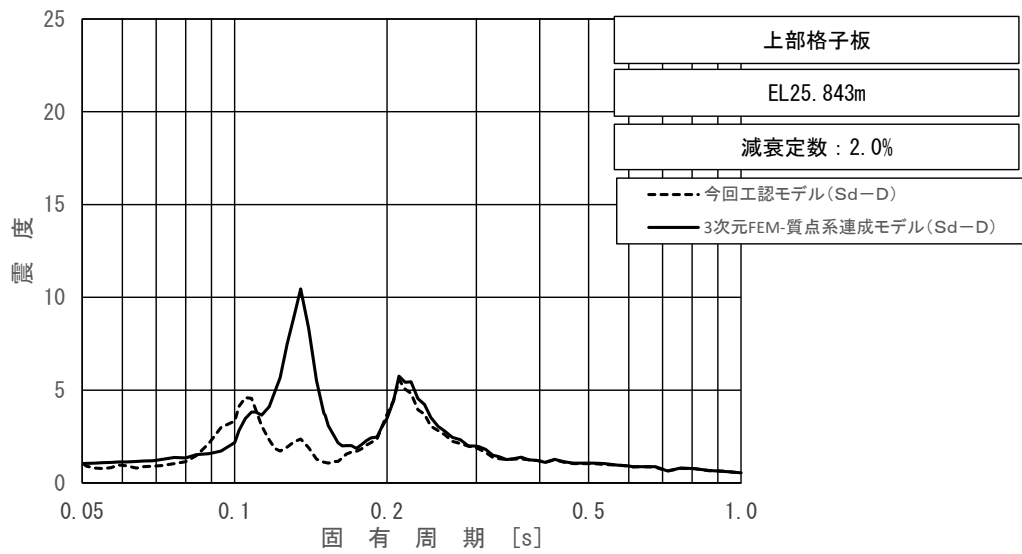
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-24 (22/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL19.196m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

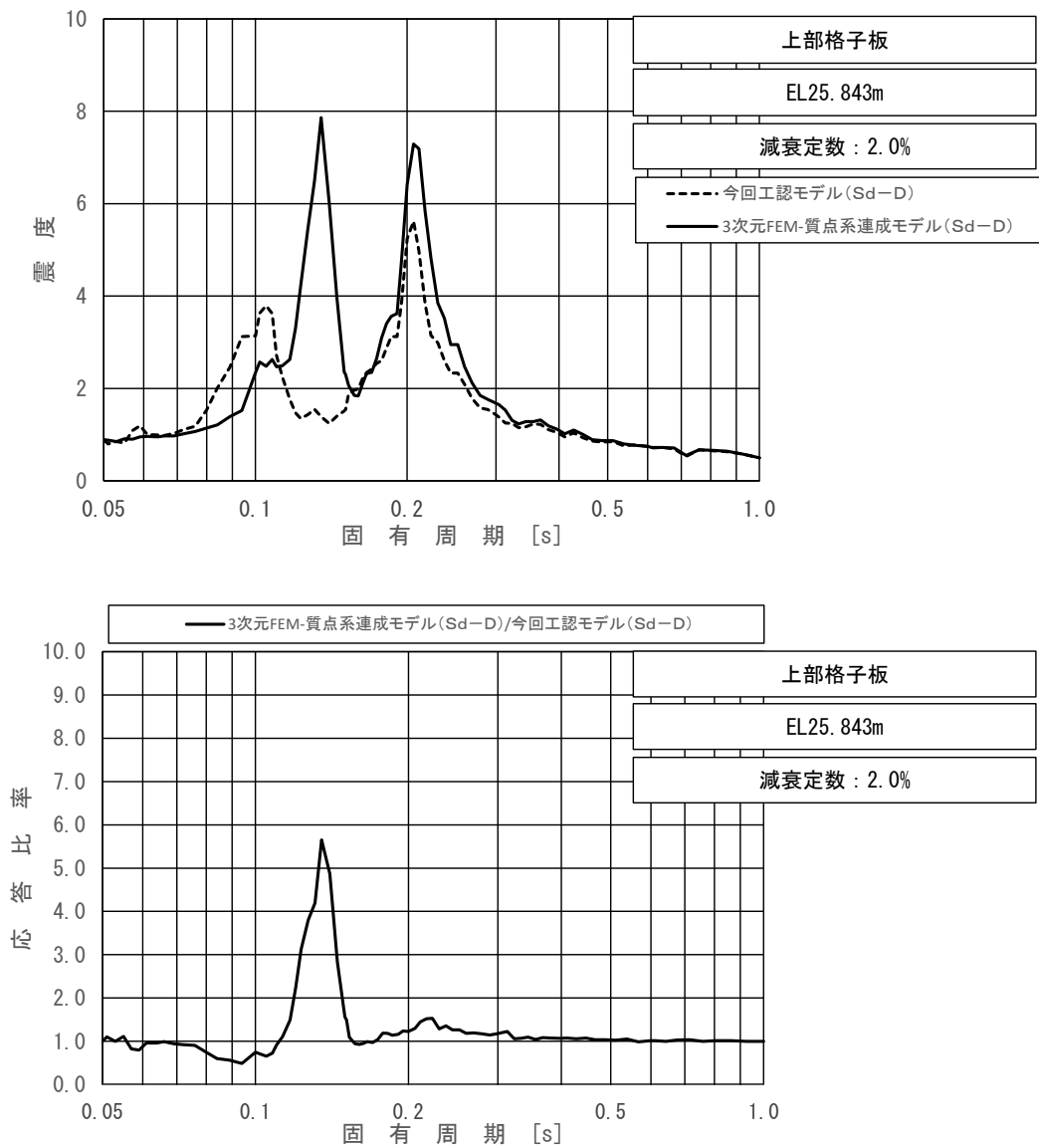
図 4-24 (23/23) 今回工認モデルと 3次元 FEM-質点系連成モデルの
 床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL18.250m)



上段：床応答スペクトル

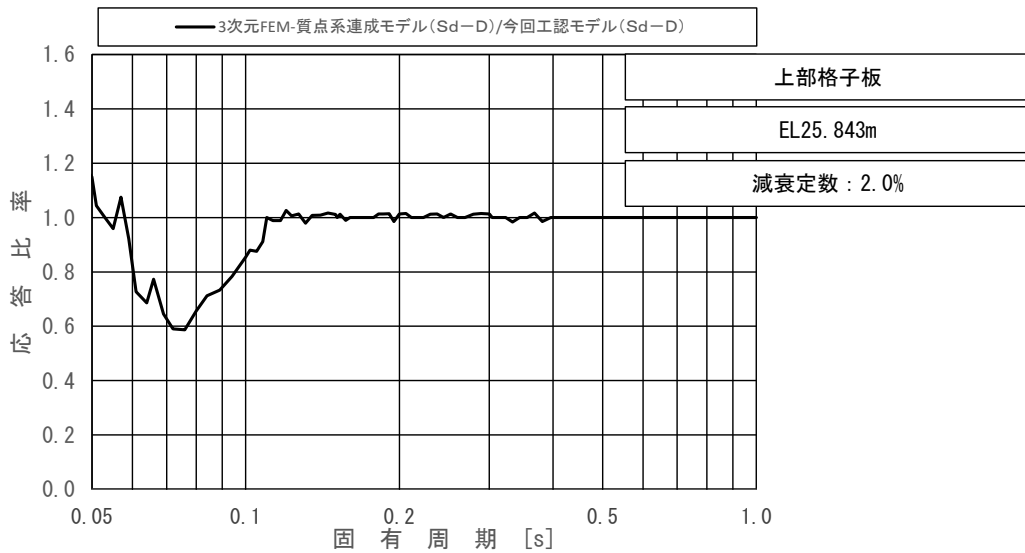
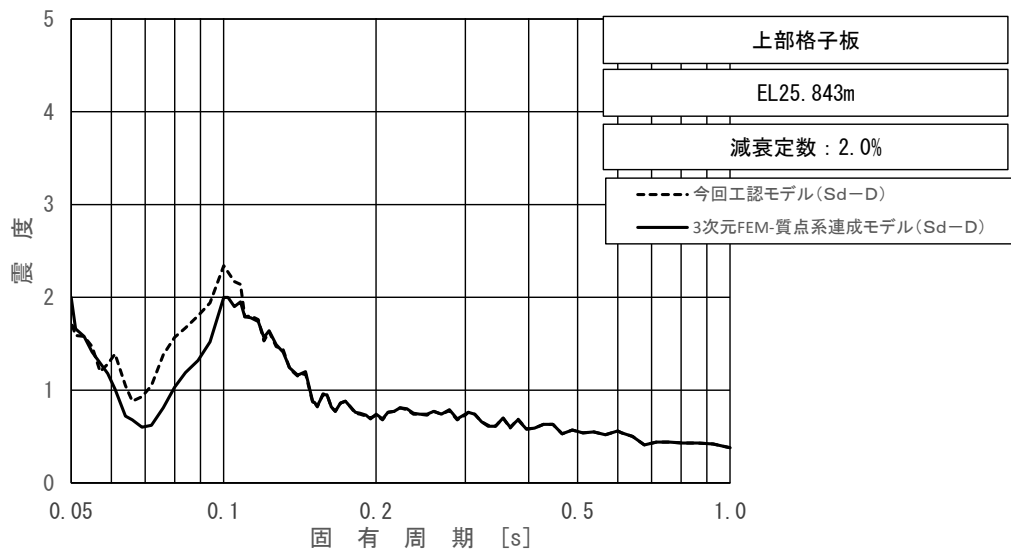
下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-25 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 上部格子板 EL25.843m)



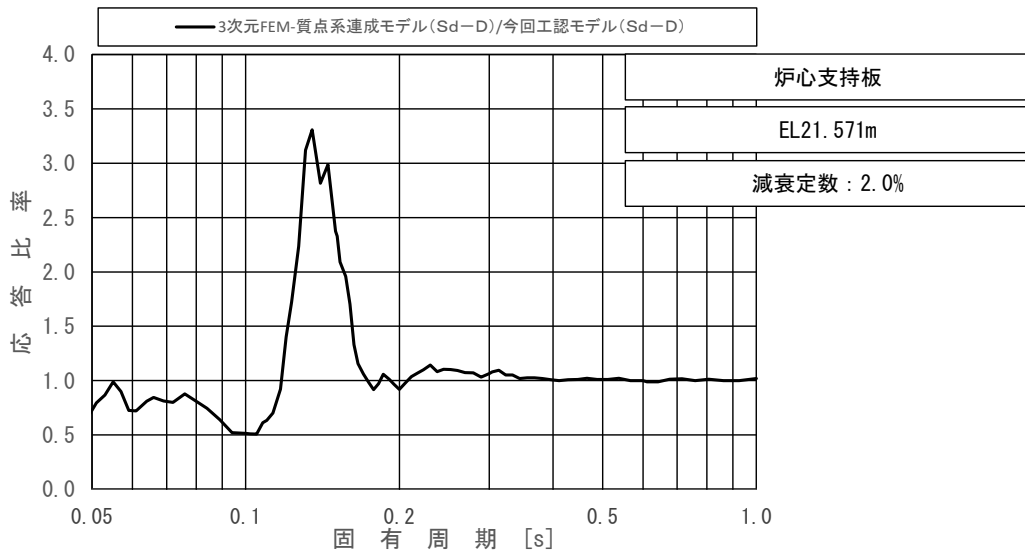
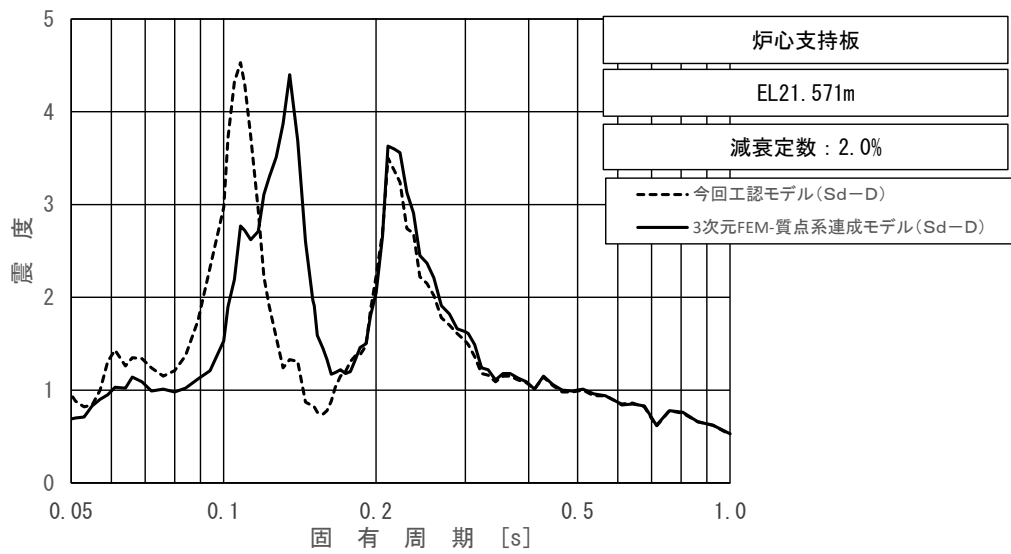
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-26 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 上部格子板 EL25.843m)



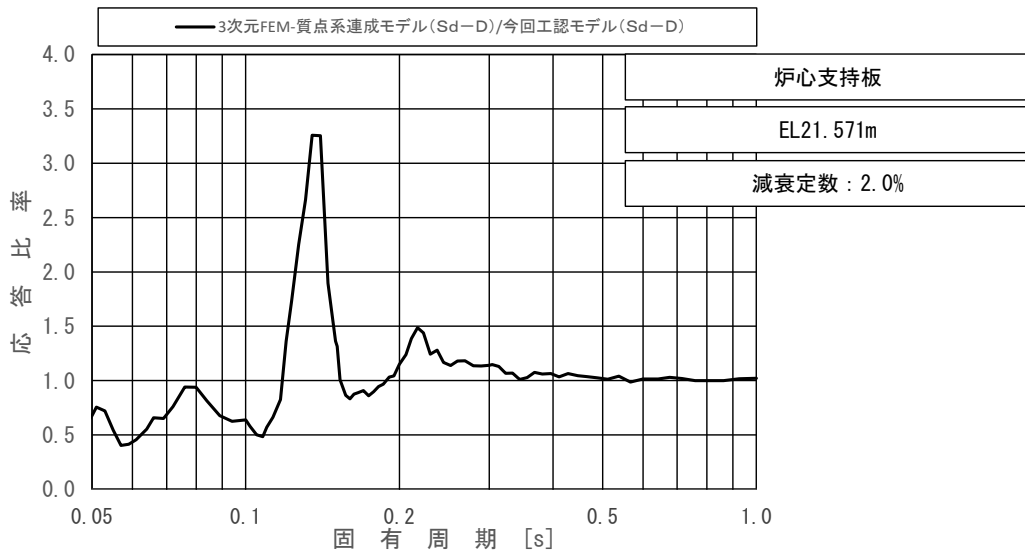
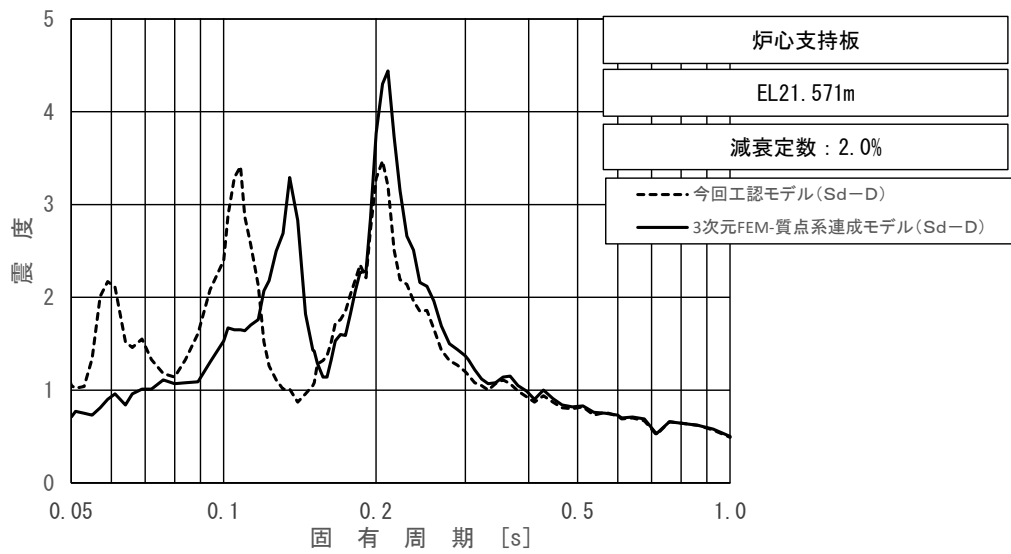
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-27 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：上部格子板 EL25.843m)



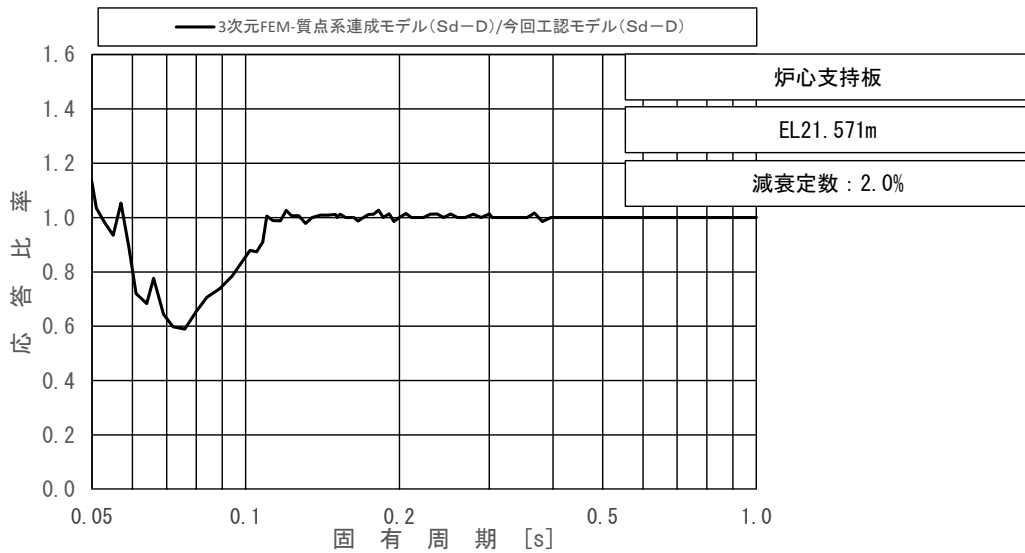
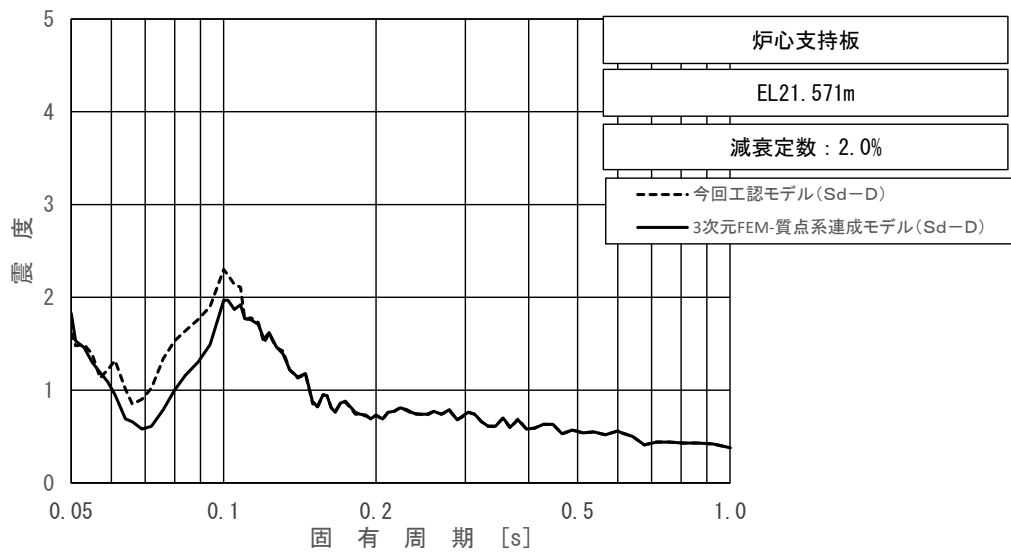
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-28 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 炉心支持板 EL21.571m)



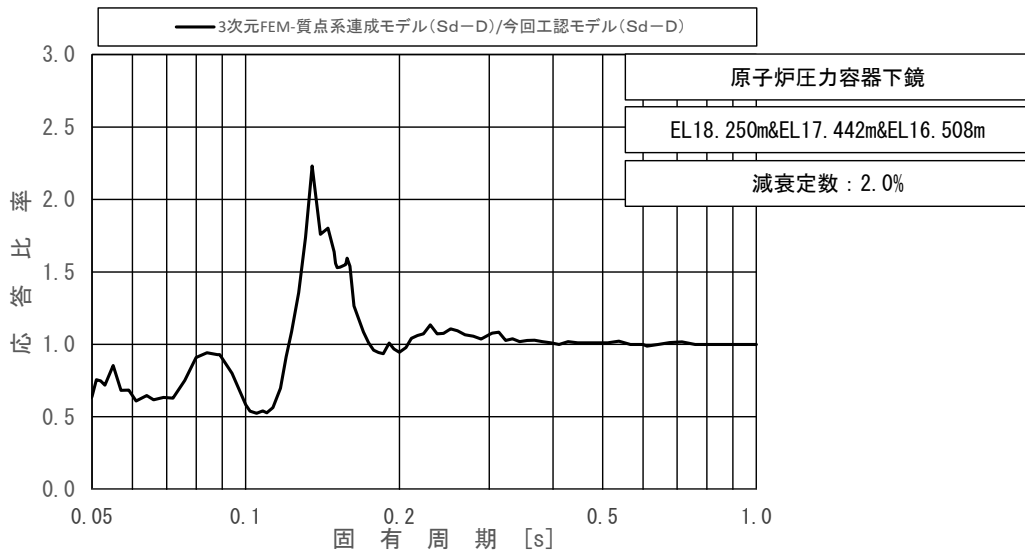
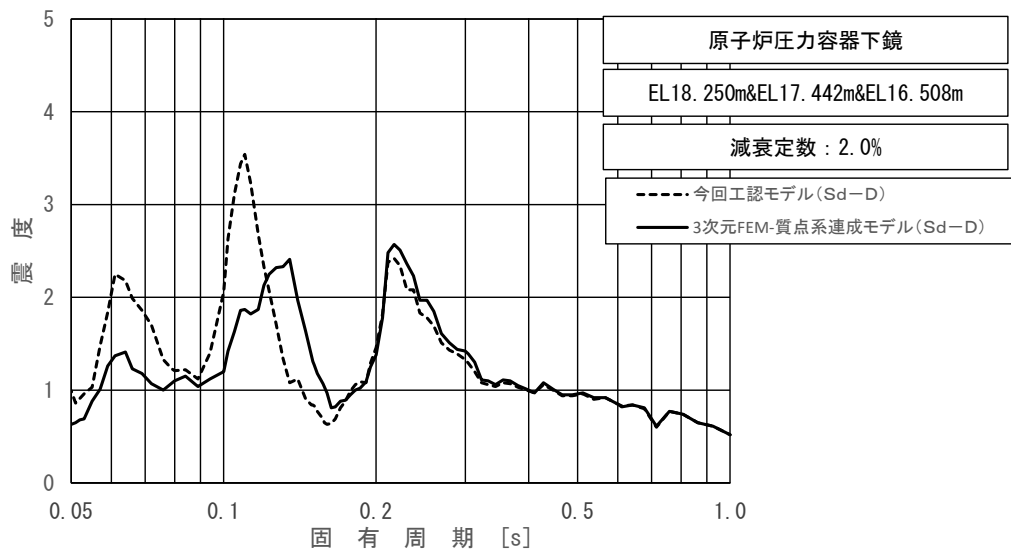
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-29 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 炉心支持板 EL21.571m)



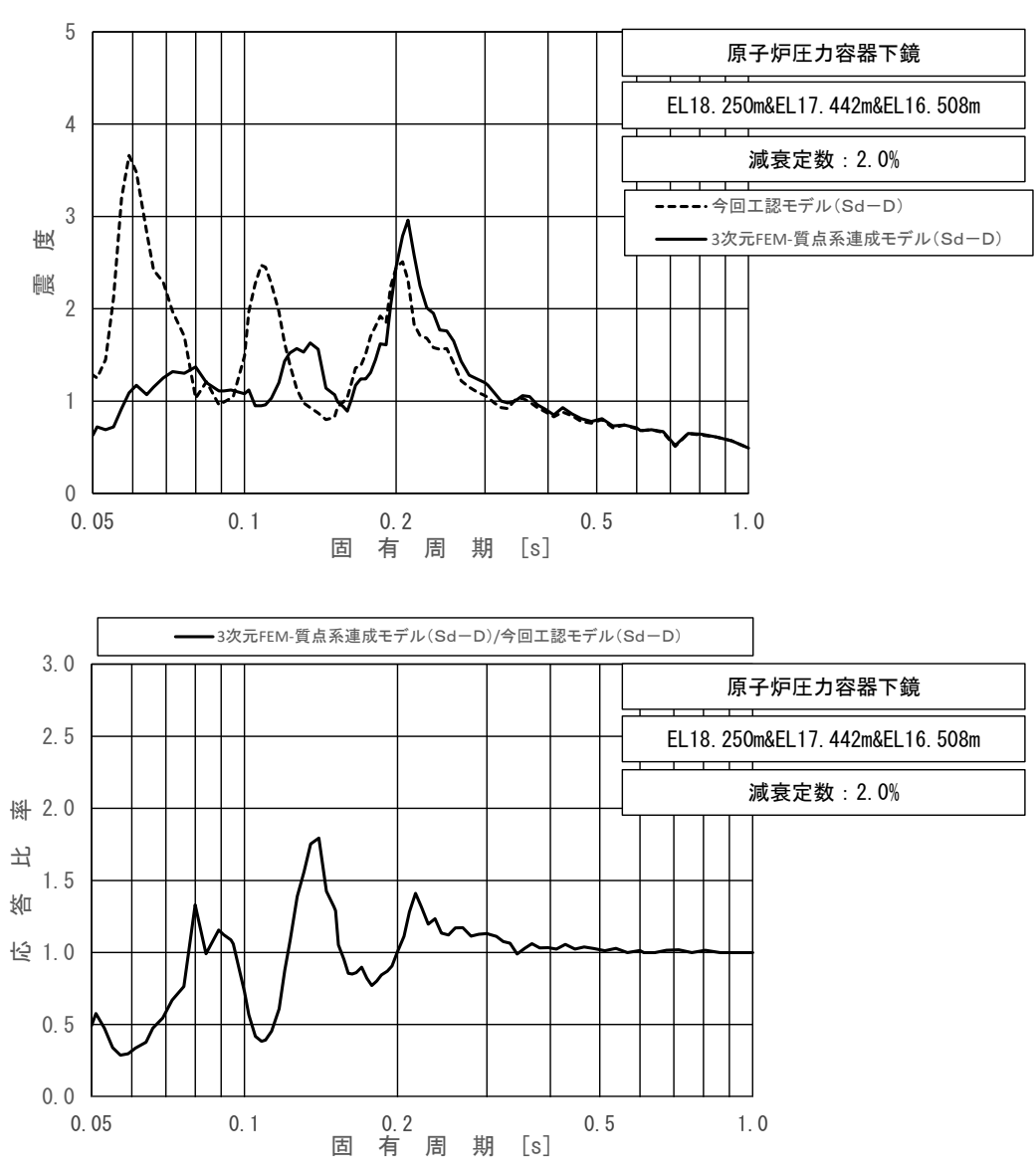
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-30 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：炉心支持板 EL21.571m)



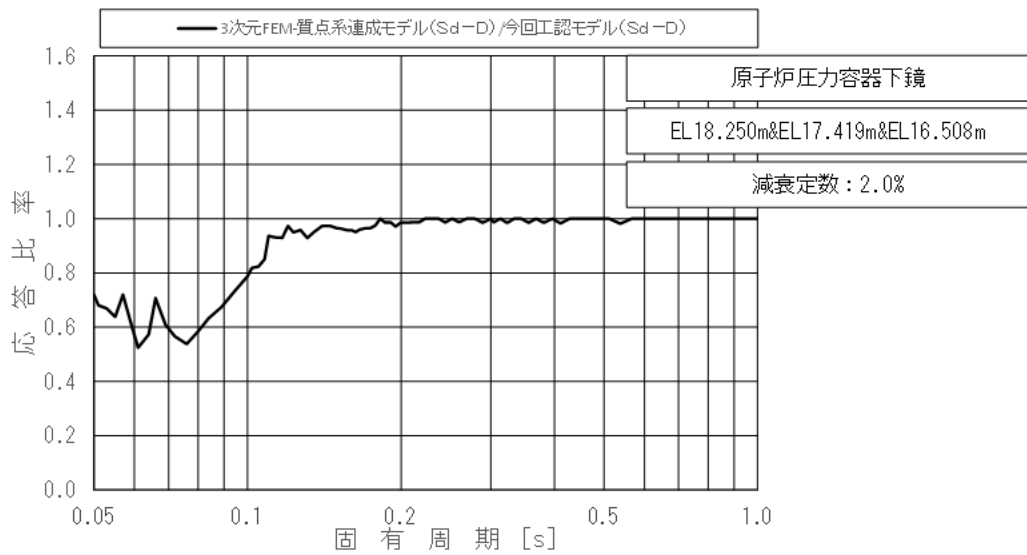
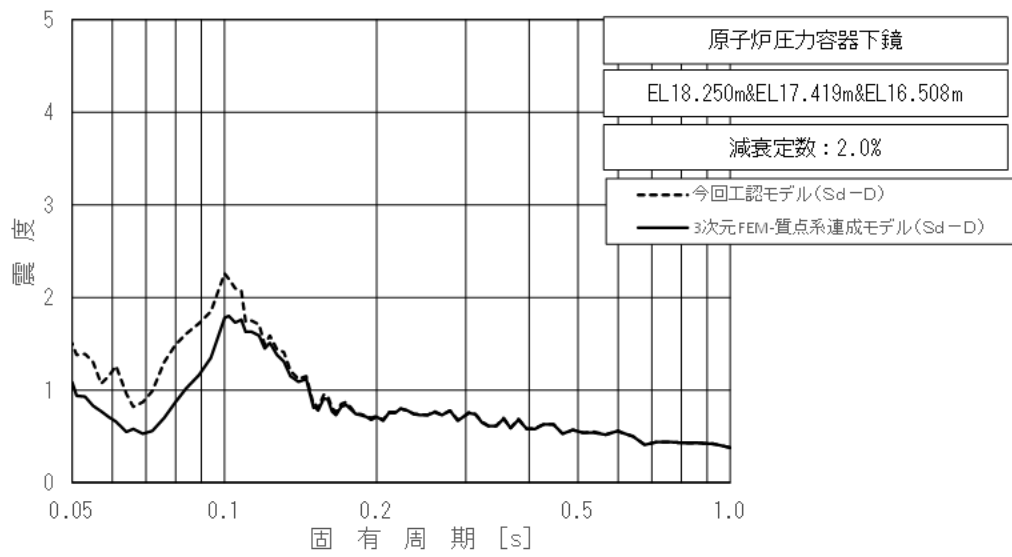
上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-31 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器下鏡
 EL18.250m, EL17.442m及びEL16.508m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-32 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器下鏡
 EL18.250m, EL17.442m及びEL16.508m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル応答比率

図 4-33 今回工認モデルと 3 次元 FEM-質点系連成モデルの床応答スペクトル及び応答比率
 (弾性設計用地震動 S d - D, 鉛直方向：原子炉压力容器下鏡
 EL18.250m, EL17.419m及びEL16.508m)

(3) 荷重の応答比率

荷重の応答比率を表4-13～表4-18に示す。なお、せん断力、モーメント、軸力及び相対変位の比較図を図4-34～図4-37示す。

表 4-13 (1/4) 荷重 (せん断力, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	せん断力 (kN)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
原子炉格納容器	39.400	134	121	0.91
	37.060			
	34.758	271	246	0.91
	33.141	1670	1460	0.88
	29.392	2050	1840	0.90
	27.907	7660	6200	0.81
	22.932	8170	6660	0.82
	19.878	8800	7380	0.84
	16.825	9170	7900	0.87
	13.700	9940	8850	0.90
	11.900	10200	9160	0.90
	10.100	11000	10000	0.91
ガンマ線遮蔽壁	29.962	2700	1570	0.59
	26.981			
	24.000	3090	2430	0.79
	21.500	5170	4310	0.84
	19.000	7210	6310	0.88
		9150	8560	0.94
原子炉圧力容器 ペダスタル	15.944	17000	16900	1.00
	13.022			
	10.100	19600	19000	0.97

表 4-13 (2/4) 荷重 (せん断力, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL(m)	せん断力 (kN)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
原子炉压力容器	37.494	249	184	0.74
	36.586	523	388	0.75
	35.678	1600	1190	0.75
	33.993	1890	1260	0.67
	32.567	3660	2650	0.73
	31.557	4530	3310	0.74
	30.369	4780	3480	0.73
	30.218	1180	754	0.64
	29.181	1060	737	0.70
	28.249	1190	972	0.82
	27.317	1390	1170	0.85
	26.687	1660	1510	0.91
	25.414	2160	1890	0.88
	25.131	2410	2050	0.86
	24.419	2720	2250	0.83
	23.707	3040	2450	0.81
	22.995	3290	2610	0.80
	22.283	3600	2800	0.78
	21.064	3770	2910	0.78
	20.892	4000	3090	0.78
20.214	4260	3310	0.78	
19.196	5040	5750	1.15	
18.250	5820	6370	1.10	
15.944				

表 4-13 (3/4) 荷重 (せん断力, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	せん断力 (kN)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド 及び炉心シュラウ ド上部胴	31.557	39.6	58.3	1.48
	30.369	265	450	1.70
	29.181	387	699	1.81
	28.249	423	772	1.83
	27.317	468	852	1.83
	26.687	645	1210	1.88
	25.414			
炉心シュラウド 中間胴	25.843	1520	1510	1.00
	25.414	2030	2450	1.21
	25.131	2030	2500	1.24
	24.419	1990	2490	1.26
	23.707	1900	2460	1.30
	22.995	1820	2570	1.42
	22.283	1830	2700	1.48
	21.064			
炉心シュラウド 下部胴	21.571	1630	1520	0.94
	21.064	3150	3690	1.18
	20.892	3140	3710	1.19
	20.214	3080	3730	1.22
	19.196			

表 4-13 (4/4) 荷重 (せん断力, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	せん断力 (kN)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.442			
	17.419	127	36.6	0.29
	16.345	127	59.4	0.47
	15.248	81.7	34.0	0.42
	14.151	5.24	3.13	0.60
	13.054	77.2	29.5	0.39
燃料集合体	25.843			
	25.131	1440	1420	0.99
	24.419	1010	1030	1.02
	23.707	364	374	1.03
	22.995	394	377	0.96
	22.283	1020	1030	1.01
	21.571	1390	1420	1.03
		—	—	—
制御棒案内管	21.571			
	20.892	320	133	0.42
	20.214	241	89.0	0.37
	19.535	95.2	30.7	0.33
	18.856	80.2	35.0	0.44
	18.178	235	88.4	0.38
	17.499	341	129	0.38
		—	—	—
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499			
	16.508	369	155	0.43
	15.644	49.5	36.9	0.75
	14.781	29.5	19.4	0.66
	13.917	7.54	3.15	0.42
	13.054	25.2	16.2	0.65

表 4-14 (1/4) 荷重 (モーメント, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	モーメント (kN・m)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
原子炉格納容器	39.400	—	—	—
	37.060	313	282	0.91
	34.758	935	847	0.91
	33.141	3450	3120	0.91
	29.392	11200	10100	0.91
	27.907	22200	18700	0.85
	22.932	62200	51200	0.83
	19.878	89000	73600	0.83
	16.825	117000	97700	0.84
	13.700	148000	126000	0.86
	11.900	166000	142000	0.86
10.100	186000	160000	0.87	
ガンマ線遮蔽壁	29.962	—	—	—
	26.981	8030	4080	0.51
	24.000	13800	11300	0.82
	21.500	23800	21200	0.90
	19.000	38400	35200	0.92
原子炉圧力容器 ペDESTAL	15.944	66000	61000	0.93
		115000	118000	1.03
	13.022	159000	167000	1.06
	10.100	209000	222000	1.07

表 4-14 (2/4) 荷重 (モーメント, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	モーメント (kN・m)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
原子炉压力容器	37.494	—	—	—
	36.586	226	167	0.74
	35.678	700	519	0.75
	33.993	3400	2530	0.75
	32.567	6010	3740	0.63
	31.557	9700	6420	0.67
	30.369	15100	10400	0.69
	30.218	15800	11900	0.76
	29.181	15300	11800	0.78
	28.249	15700	12000	0.77
	27.317	16600	12800	0.78
	26.687	17300	13400	0.78
	25.414	19200	14900	0.78
	25.131	19800	15300	0.78
	24.419	21200	16500	0.78
	23.707	22900	17700	0.78
	22.995	25000	19400	0.78
	22.283	27300	21300	0.79
	21.064	31500	24600	0.79
	20.892	32200	25100	0.78
20.214	34800	27200	0.79	
19.196	39000	38300	0.99	
18.250	42200	43200	1.03	
15.944	52800	57300	1.09	

表 4-14 (3/4) 荷重 (モーメント, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	モーメント (kN・m)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド 及び炉心シュラウ ド上部胴	31.557	—	—	—
	30.369	47.0	69.3	1.48
	29.181	361	599	1.66
	28.249	721	1250	1.74
	27.317	1120	1970	1.76
	26.687	1410	2510	1.79
	25.414	2180	4040	1.86
炉心シュラウド 中間胴	25.843	—	—	—
	25.414	649	644	1.00
		2670	4220	1.59
	25.131	3200	4790	1.50
	24.419	4550	6310	1.39
	23.707	5890	7950	1.35
	22.995	7190	9700	1.35
	22.283	8450	11600	1.38
21.064	10700	14800	1.39	
炉心シュラウド 下部胴	21.571	—	—	—
	21.064	825	768	0.94
		11200	15100	1.35
	20.892	11800	15600	1.33
	20.214	13800	17900	1.30
19.196	16800	21700	1.30	

表 4-14 (4/4) 荷重 (モーメント, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	モーメント (kN・m)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.442	144	66.5	0.47
	17.419	144	66.5	0.47
	16.345	10.2	4.83	0.48
	15.248	85.2	34.6	0.41
	14.151	84.7	36.6	0.44
	13.054	—	—	—
燃料集合体	25.843	—	—	—
	25.131	1030	1010	0.99
	24.419	1740	1740	1.00
	23.707	1990	2010	1.02
	22.995	1710	1740	1.02
	22.283	988	1010	1.03
	21.571	—	—	—
制御棒案内管	21.571	—	—	—
	20.892	217	90.2	0.42
	20.214	381	151	0.40
	19.535	445	171	0.39
	18.856	391	148	0.38
	18.178	232	87.6	0.38
	17.499	—	—	—
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499	—	—	—
	16.508	365	154	0.43
		48.0	35.8	0.75
	15.644	12.5	5.67	0.46
	14.781	19.9	12.8	0.65
	13.917	21.8	14.0	0.65
13.054	—	—	—	

表 4-15 (1/4) 荷重 (軸力, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	軸力 (kN)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点系 連成モデル	
原子炉格納容器	39.400	75.9	54.7	0.73
	37.060			
	34.758	156	113	0.73
	33.141	526	381	0.73
	29.392	837	624	0.75
	27.907	1360	1080	0.80
	22.932	1730	1410	0.82
	19.878	2290	1980	0.87
	16.825	2650	2380	0.90
	13.700	3340	3160	0.95
	11.900	3600	3410	0.95
	10.100	4390	4120	0.94
	ガンマ線遮蔽壁	29.962	1650	1640
26.981				
24.000		3540	3190	0.91
21.500		5350	4630	0.87
19.000		7010	5960	0.86
		8830	7650	0.87
原子炉圧力容器 ペDESTAL	15.944	16500	14800	0.90
	13.022			
	10.100	18200	16600	0.92

表 4-15 (2/4) 荷重 (軸力, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	軸力 (kN)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点系 連成モデル	
原子炉压力容器	37.494	53.9	39.6	0.74
	36.586	117	85.7	0.74
	35.678	376	277	0.74
	33.993	669	495	0.74
	32.567	1210	901	0.75
	31.557	1490	1120	0.76
	30.369	1560	1170	0.75
	30.218	1640	1240	0.76
	29.181	1790	1360	0.76
	28.249	2040	1570	0.77
	27.317	2160	1670	0.78
	26.687	2280	1770	0.78
	25.414	2450	1920	0.79
	25.131	2500	1970	0.79
	24.419	2590	2040	0.79
	23.707	2690	2140	0.80
	22.995	2770	2210	0.80
	22.283	2880	2320	0.81
	21.064	2950	2400	0.82
	20.892	3100	2540	0.82
20.214	3260	2710	0.84	
19.196	3360	2800	0.84	
18.250	5840	5200	0.90	
15.944				

表 4-15 (3/4) 荷重 (軸力, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	軸力 (kN)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点系連 成モデル	
気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド 及び炉心シュラウ ド上部胴	31.557	18.5	11.9	0.65
	30.369	133	85.7	0.65
	29.181	211	137	0.65
	28.249	241	157	0.66
	27.317	280	183	0.66
	26.687	350	232	0.67
	25.414			
炉心シュラウド 中間胴	25.843	38.3	27.5	0.72
	25.414	426	287	0.68
	25.131	445	300	0.68
	24.419	472	320	0.68
	23.707	498	341	0.69
	22.995	523	362	0.70
	22.283	557	391	0.71
	21.064			
炉心シュラウド 下部胴	21.571	79.7	88.5	1.12
	21.064	671	495	0.74
	20.892	688	510	0.75
	20.214	721	541	0.76
	19.196	837	658	0.79
	17.419			

表 4-15 (4/4) 荷重 (軸力, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	標高 EL (m)	軸力 (kN)		②/① 応答比率
		① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
燃料集合体	25.843	219	183	0.84
	25.131			
	24.419	367	306	0.84
	23.707	513	430	0.84
	22.995	659	554	0.85
	22.283	802	677	0.85
	21.571	943	801	0.85
制御棒案内管	21.571	—	—	—
	20.892	1050	891	0.85
	20.214	1090	929	0.86
	19.535	1130	966	0.86
	18.856	1170	1010	0.87
	18.178	1210	1040	0.86
	17.499	1250	1080	0.87
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499	—	—	—
	16.508	1290	1110	0.87
	15.644	95.5	165	1.73
	14.781	83.4	146	1.76
	13.917	71.2	125	1.76
	13.054	58.9	104	1.77
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.419	98.6	175	1.78
	16.345			
	15.248	83.7	151	1.81
	14.151	68.6	125	1.83
	13.054	53.4	97.5	1.83

表 4-16 荷重 (ばね反力, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	ばね反力 (kN)		②/① 応答比率
	① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
原子炉格納容器 スタビライザ	8680	6470	0.75
原子炉圧力容器 スタビライザ	5670	3840	0.68
シヤラグ	9380	6710	0.72
制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	242	131	0.55

表 4-17 荷重 (相対変位, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	相対変位 (mm)		②/① 応答比率
	① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
燃料集合体	17.2	17.4	1.02

表 4-18 荷重 (グリッド反力, 弾性設計用地震動 S d - D)

名称	グリッド反力 (kN)		②/① 応答比率
	① 今回工認 モデル	② 3次元 FEM-質点 系連成モデル	
上部格子板	1550	1550	1.00
炉心支持板	1880	1690	0.90

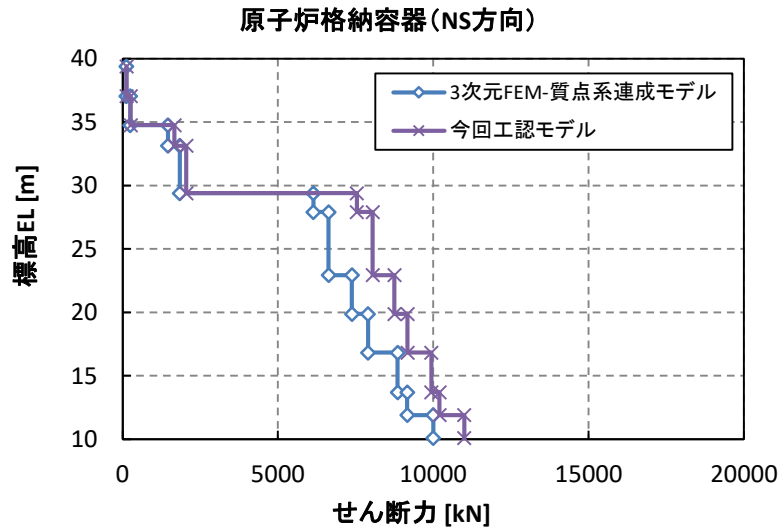


図 4-34 (1/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器)

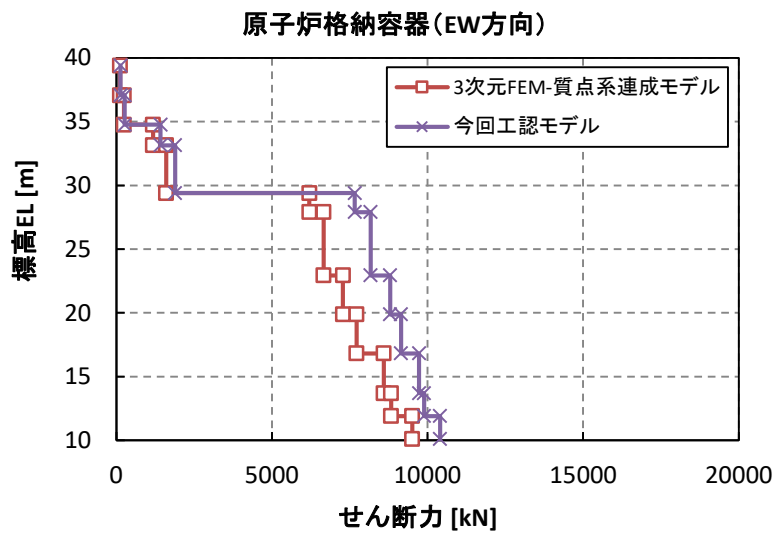


図 4-34 (2/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器)

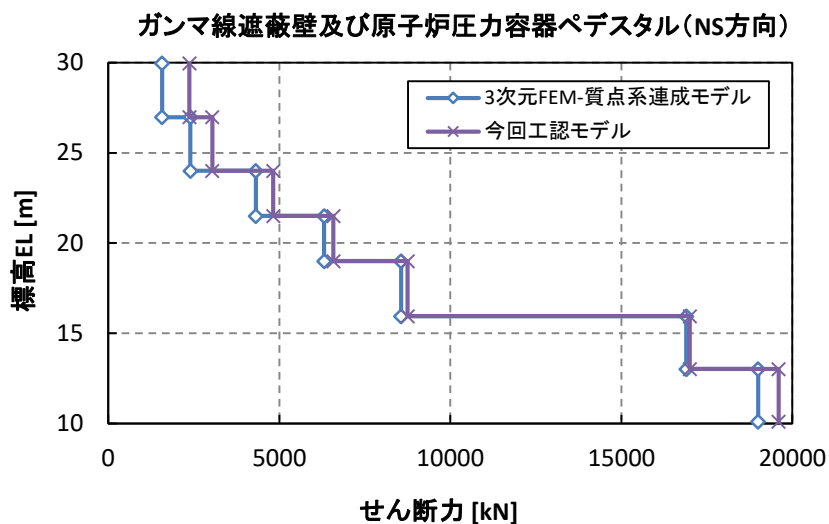


図 4-34 (3/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器
 ペDESTAL)

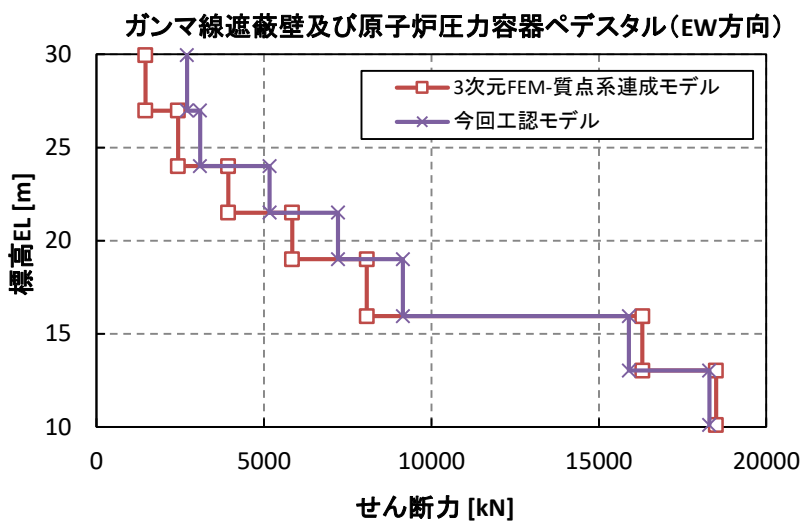


図 4-34 (4/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器
 ペDESTAL)

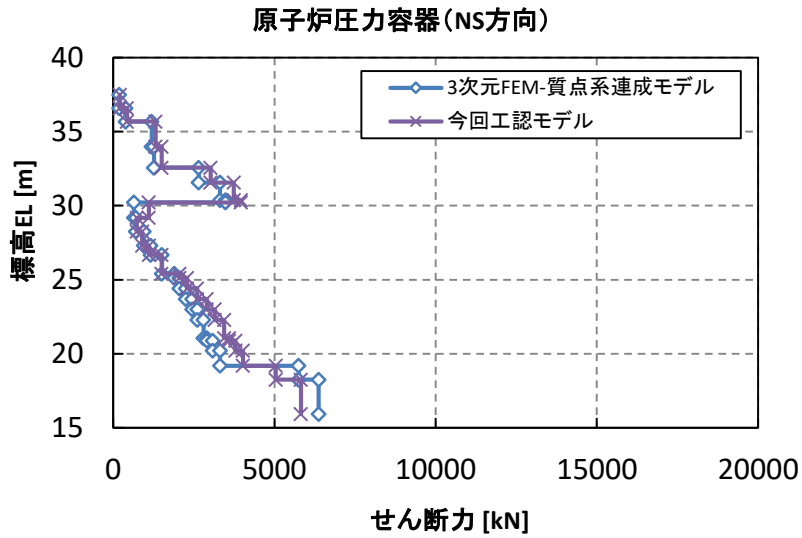


図 4-34 (5/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器)

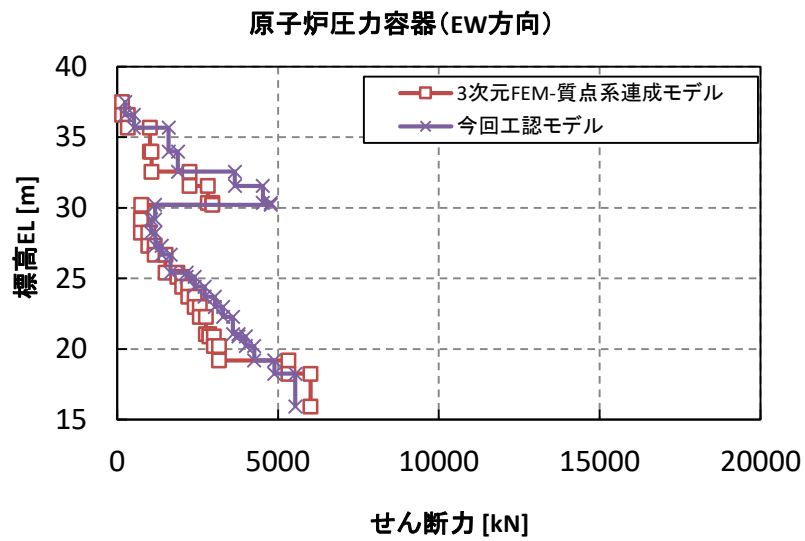


図 4-34 (6/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器)

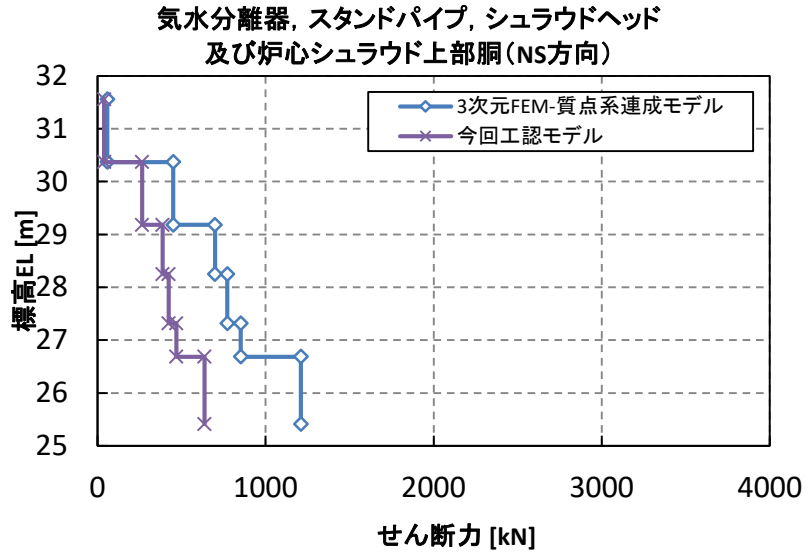


図 4-34 (7/20) 荷重 (せん断力)
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

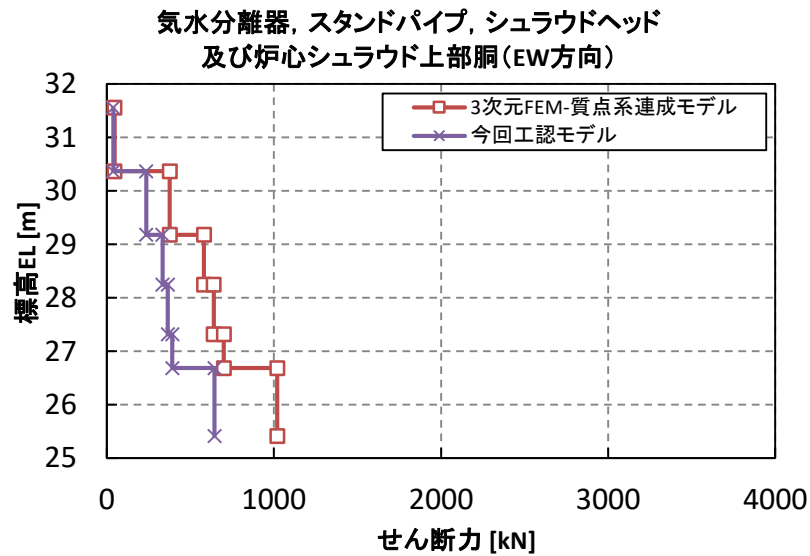


図 4-34 (8/20) 荷重 (せん断力)
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 気水分離器, スタンドパイプ,
シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

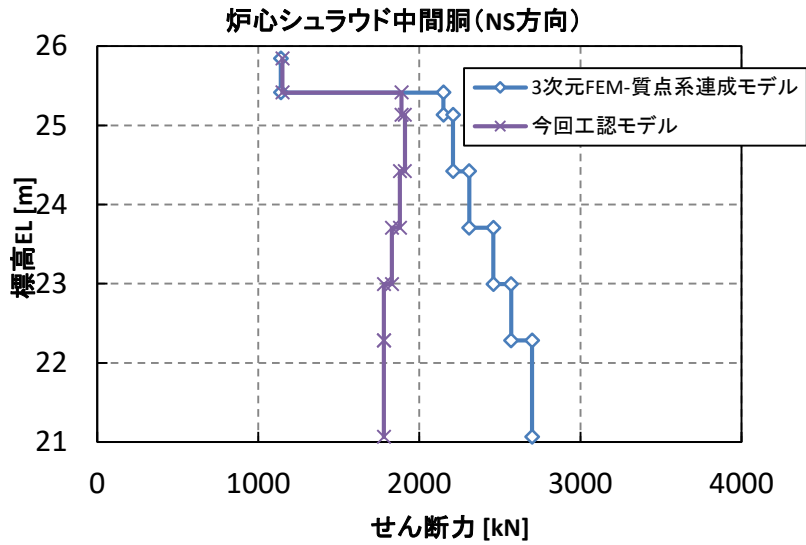


図 4-34 (9/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 炉心シュラウド中間胴)

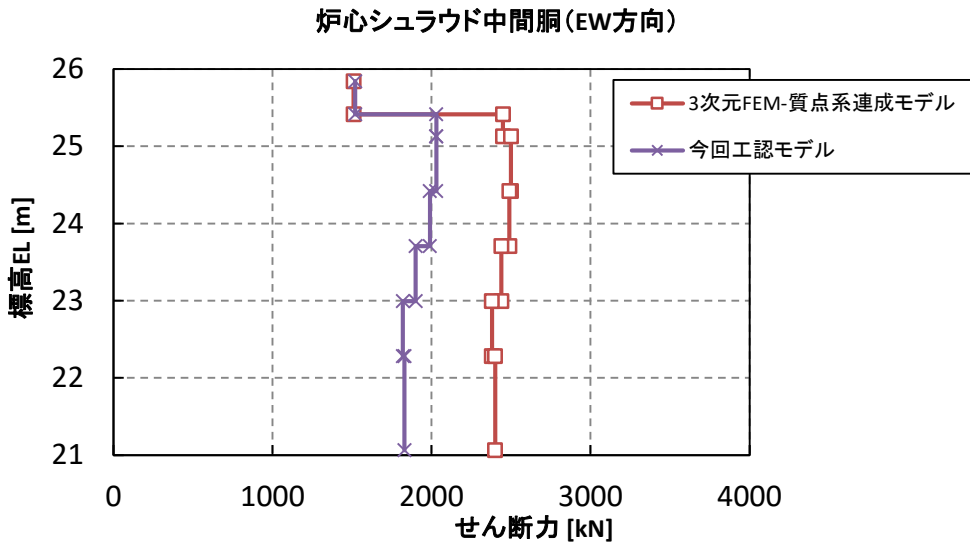


図 4-34 (10/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 炉心シュラウド中間胴)

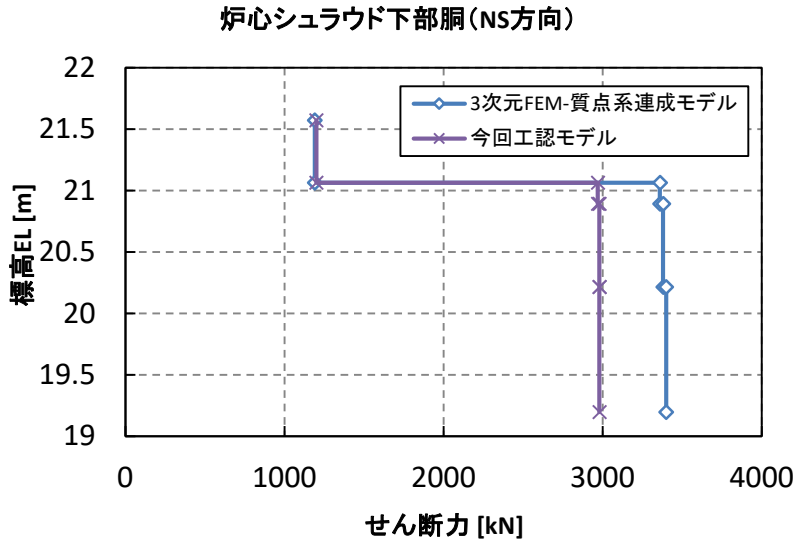


図 4-34 (11/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 炉心シュラウド下部胴)

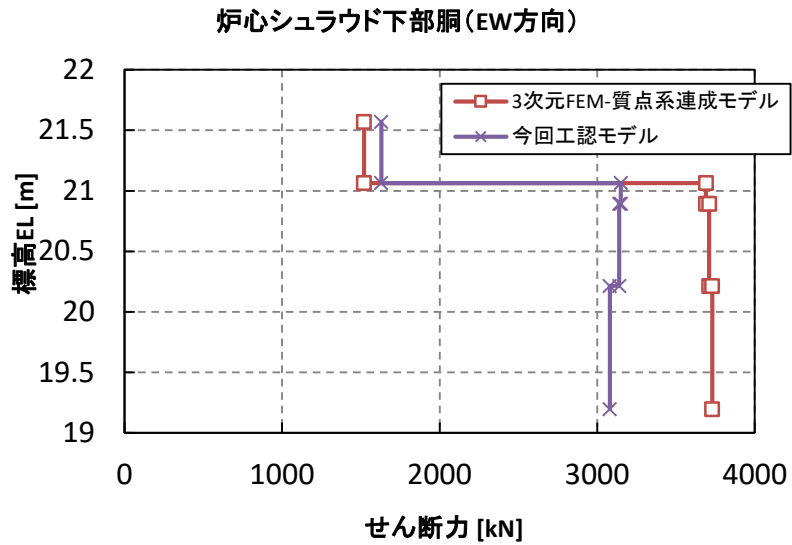


図 4-34 (12/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 炉心シュラウド下部胴)

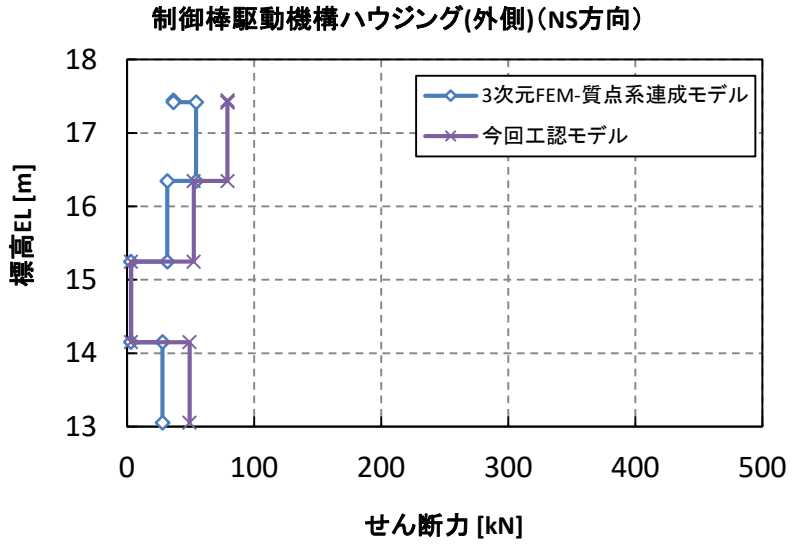


図 4-34 (13/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 制御棒駆動機構ハウジング (外側))

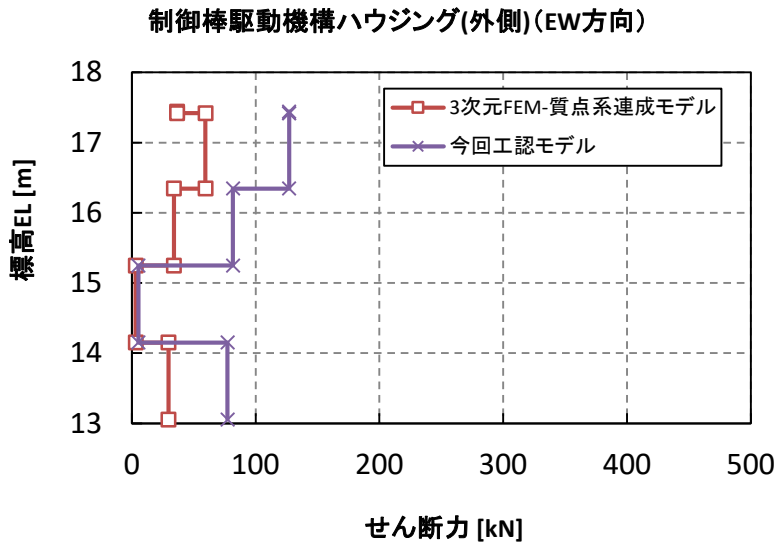


図 4-34 (14/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 制御棒駆動機構ハウジング (外側))

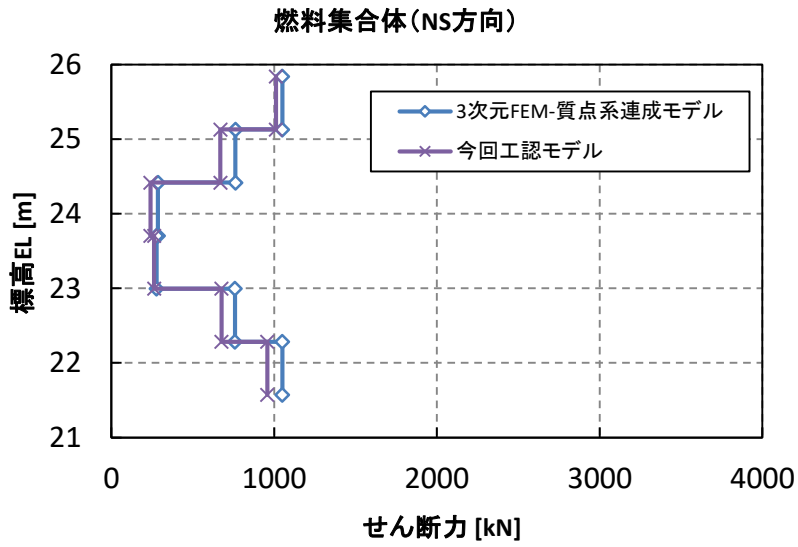


図 4-34 (15/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 燃料集合体)

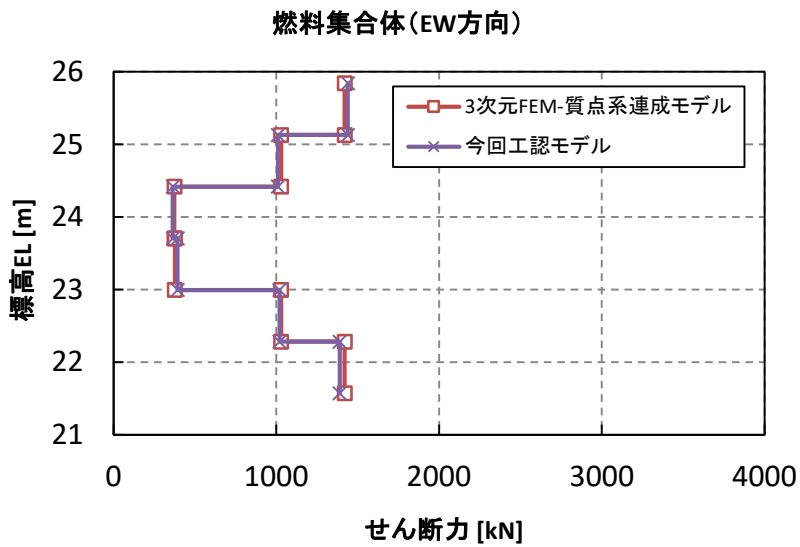


図 4-34 (16/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 燃料集合体)

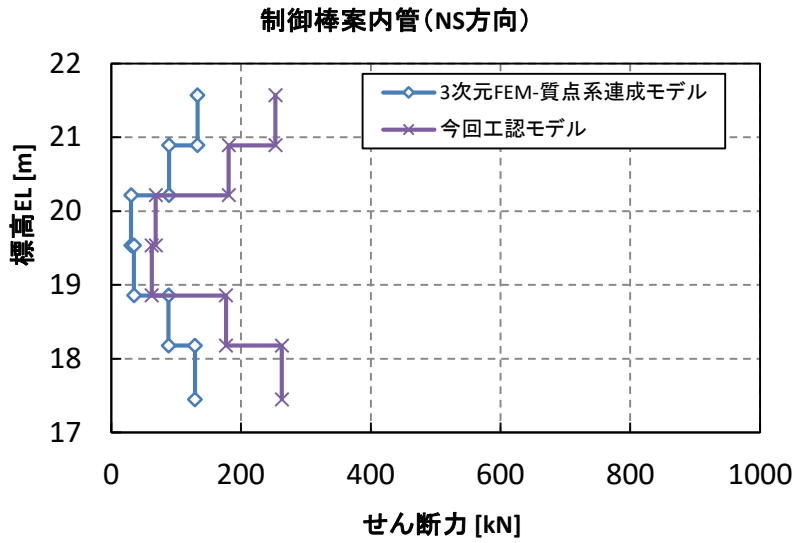


図 4-34 (17/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 制御棒案内管)

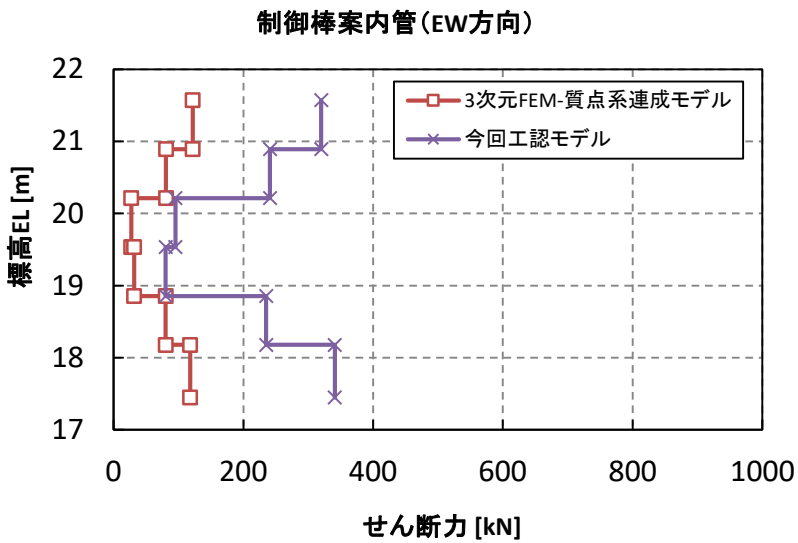


図 4-34 (18/20) 荷重 (せん断力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 制御棒案内管)

制御棒駆動機構ハウジング(内側)(NS方向)

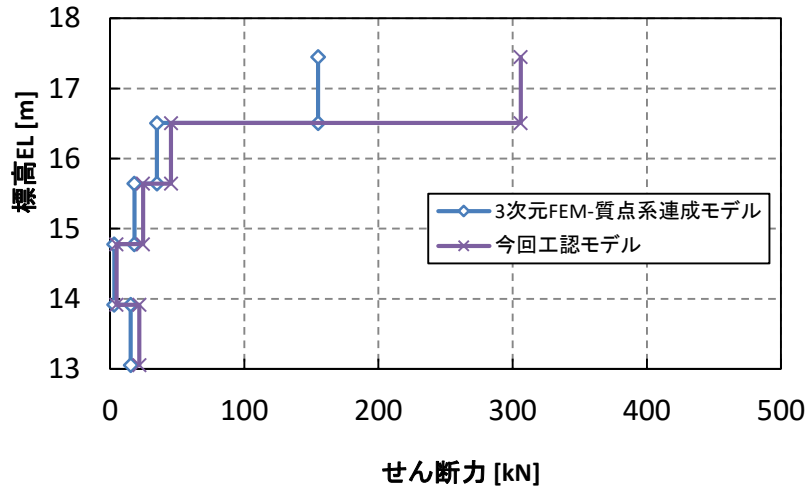


図 4-34 (19/20) 荷重 (せん断力)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 制御棒駆動機構ハウジング (内側))

制御棒駆動機構ハウジング(内側)(EW方向)

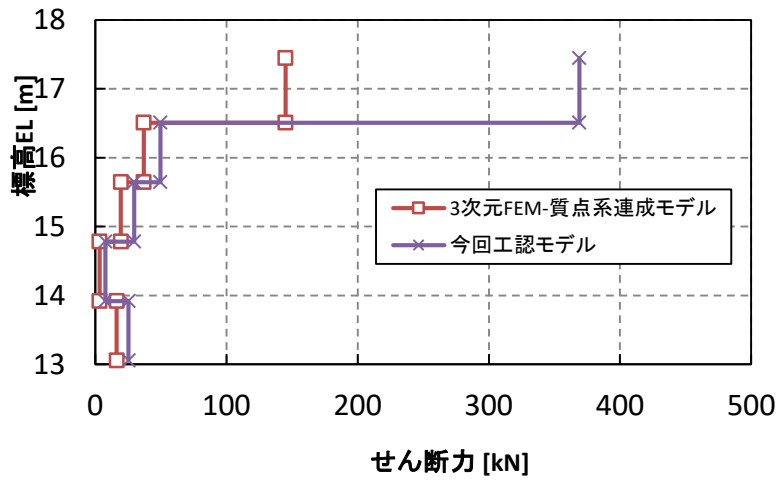


図 4-34 (20/20) 荷重 (せん断力)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 制御棒駆動機構ハウジング (内側))

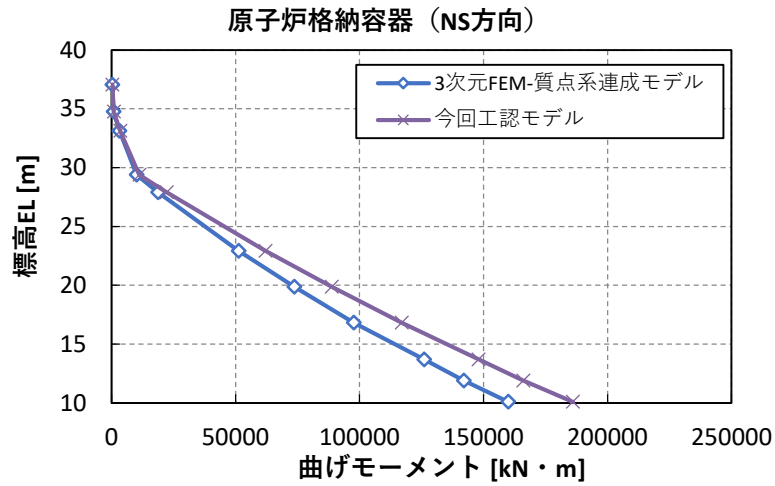


図 4-35 (1/20) 荷重 (モーメント)
 (弾性設計用地震動S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器)

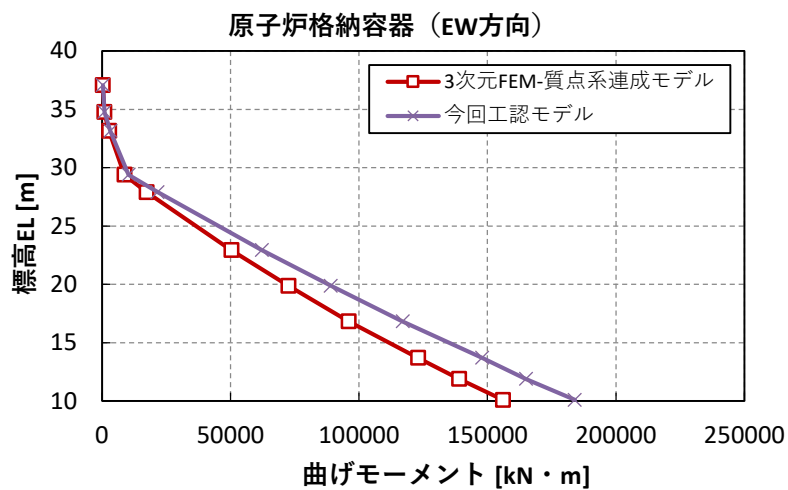


図 4-35 (2/20) 荷重 (モーメント)
 (弾性設計用地震動S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器)

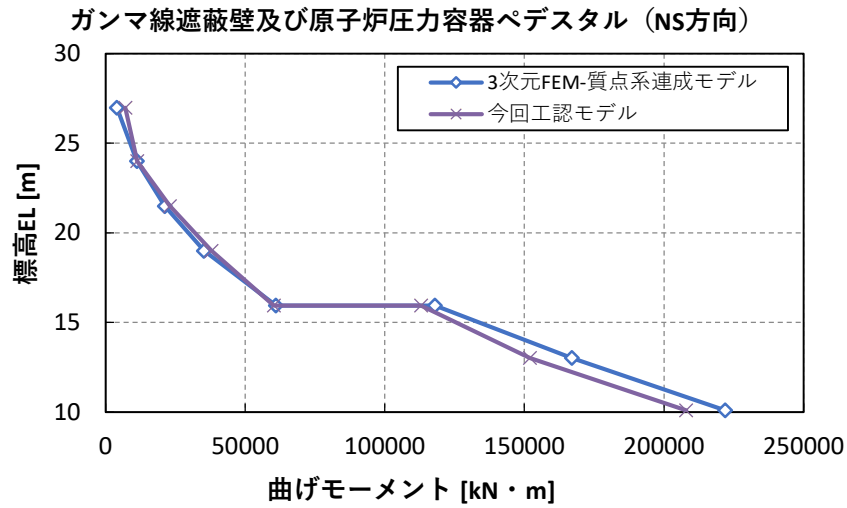


図 4-35 (3/20) 荷重 (モーメント)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁及び原子炉压力容器ペDESTAL)

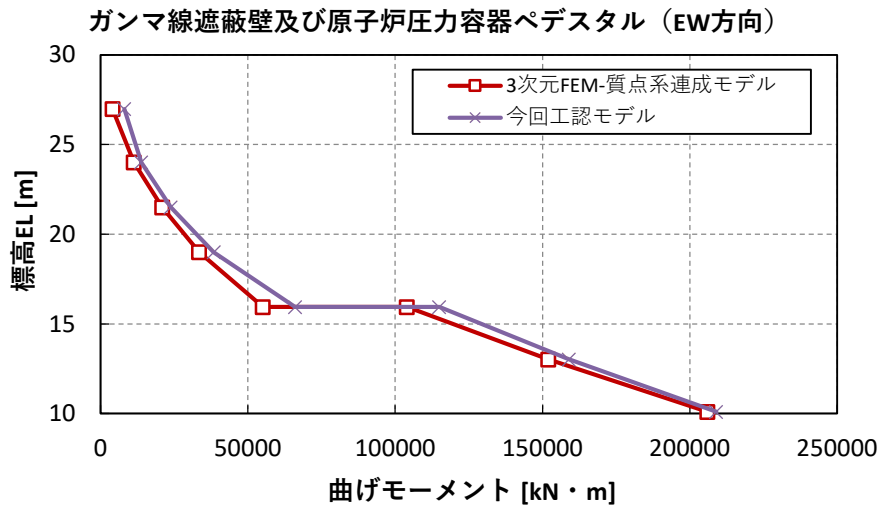


図 4-35 (4/20) 荷重 (モーメント)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁及び原子炉压力容器ペDESTAL)

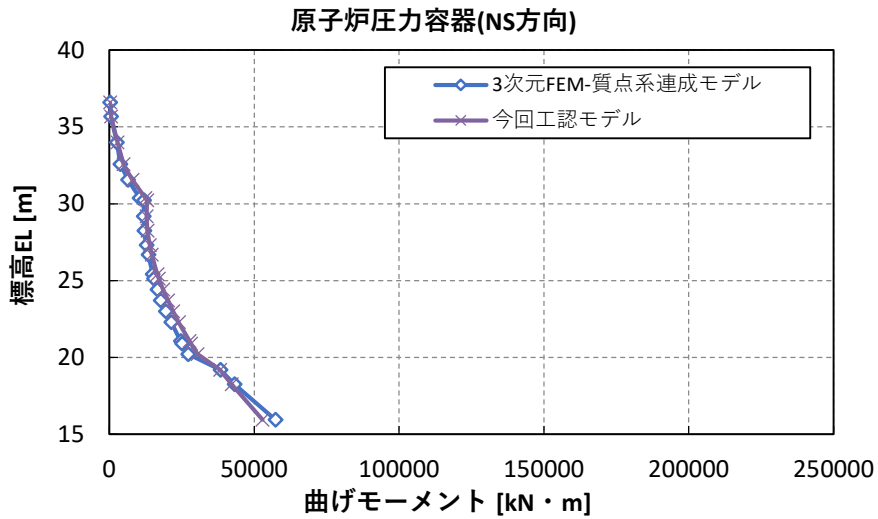


図 4-35 (5/20) 荷重 (モーメント)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器)

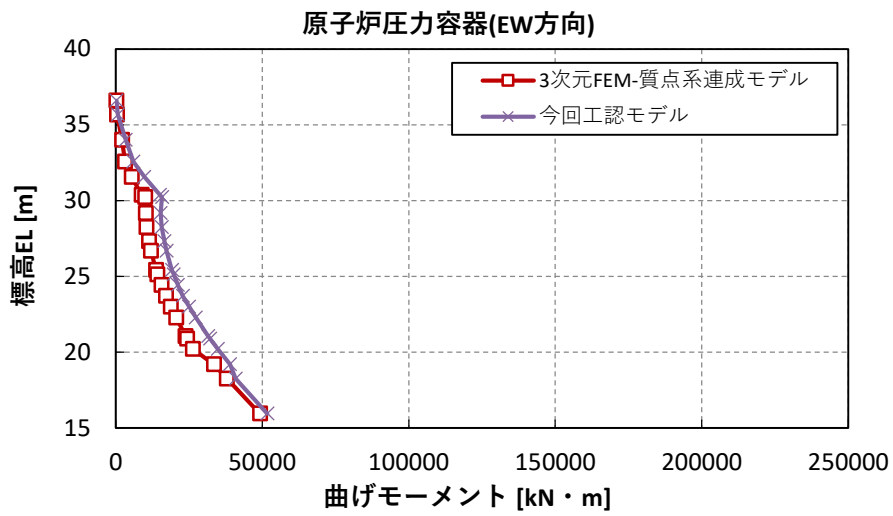


図 4-35 (6/20) 荷重 (モーメント)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器)

気水分離器，スタンドパイプ，シュラウドヘッド
及び炉心シュラウド上部胴 (NS方向)

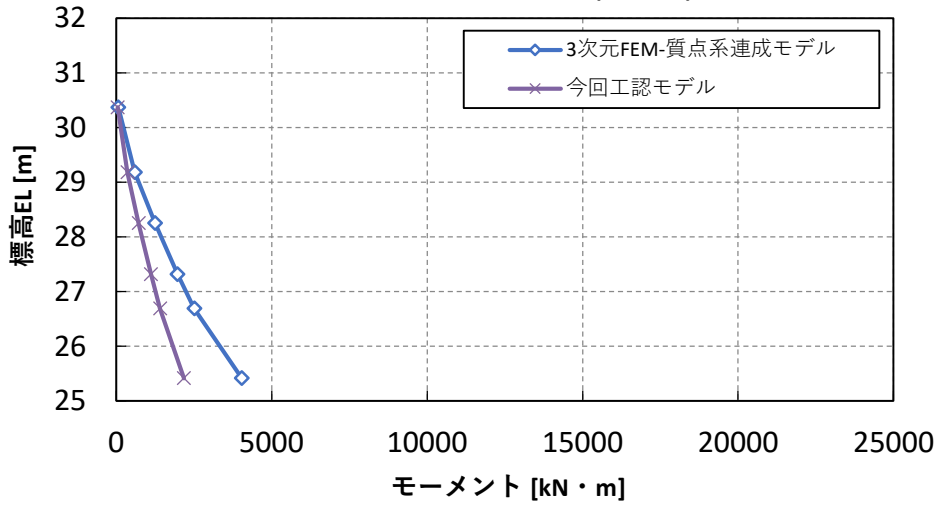


図 4-35 (7/20) 荷重 (モーメント)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

気水分離器，スタンドパイプ，シュラウドヘッド
及び炉心シュラウド上部胴 (EW方向)

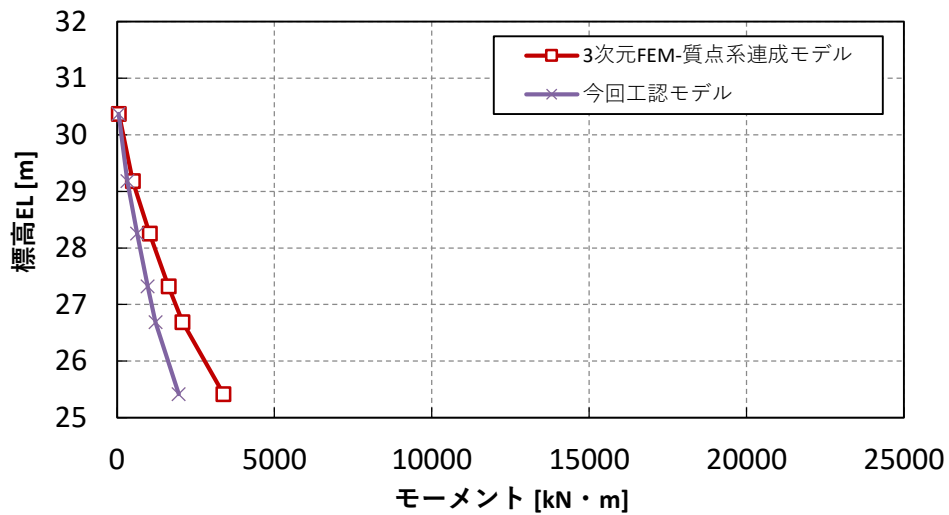


図 4-35 (8/20) 荷重 (モーメント)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド及び炉心シュラウド上部胴)

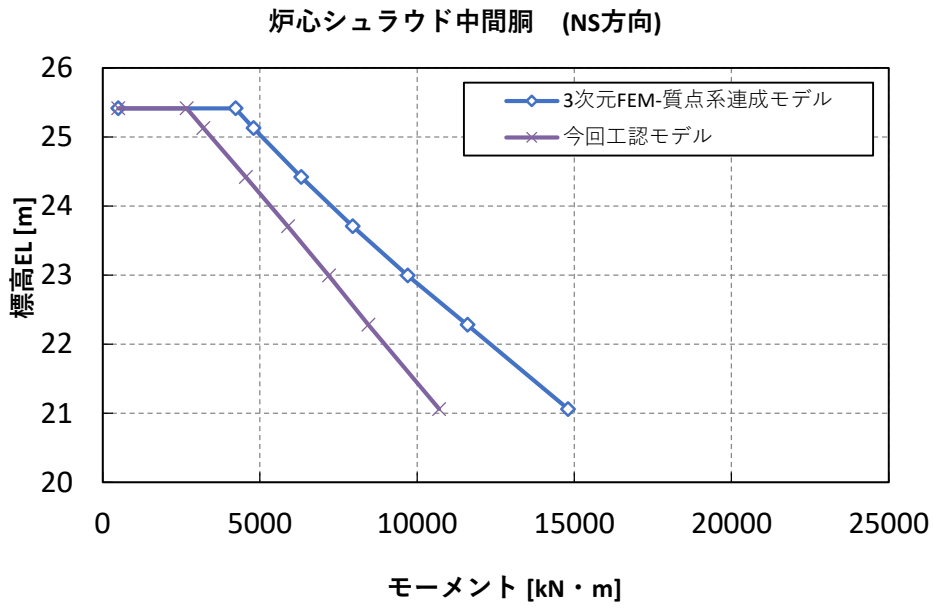


図 4-35 (9/20) 荷重 (モーメント)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 炉心シュラウド中間胴)

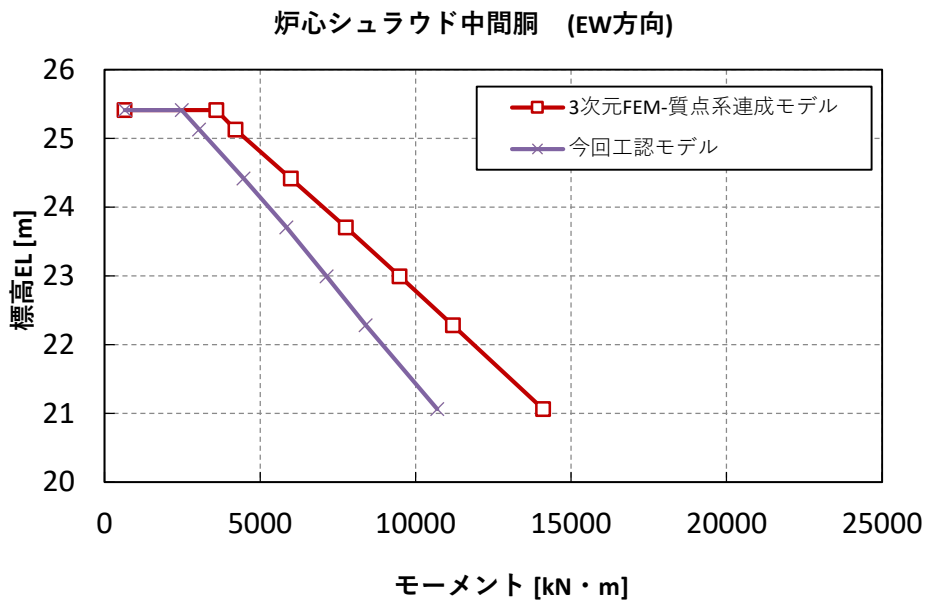


図 4-35 (10/20) 荷重 (モーメント)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 炉心シュラウド中間胴)

炉心シュラウド下部胴 (NS方向)

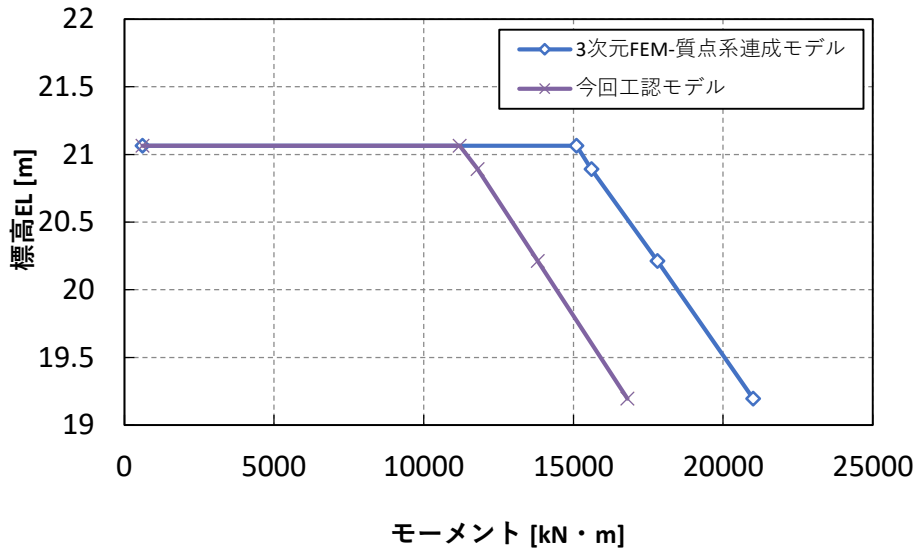


図 4-35 (11/20) 荷重 (モーメント)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 炉心シュラウド下部胴)

炉心シュラウド下部胴 (EW方向)

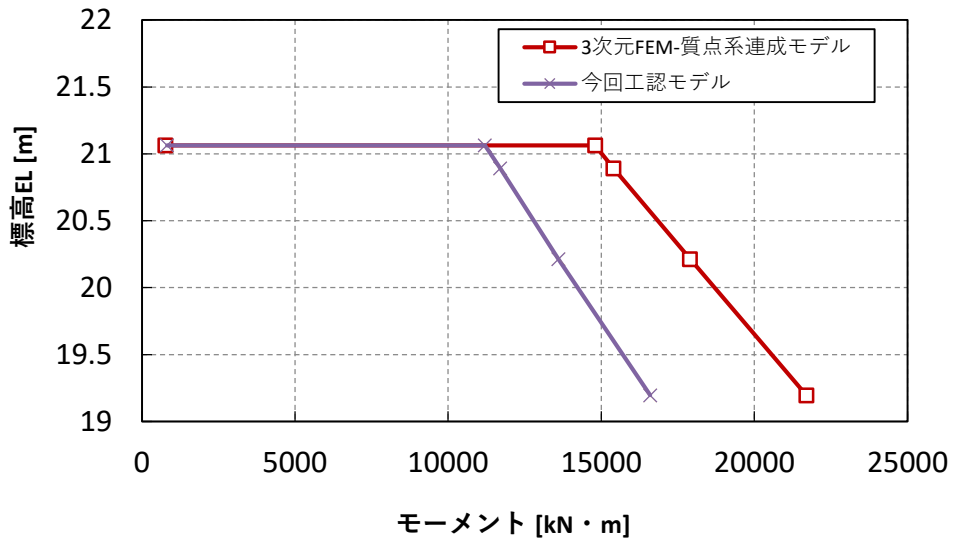


図 4-35 (12/20) 荷重 (モーメント)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 炉心シュラウド下部胴)

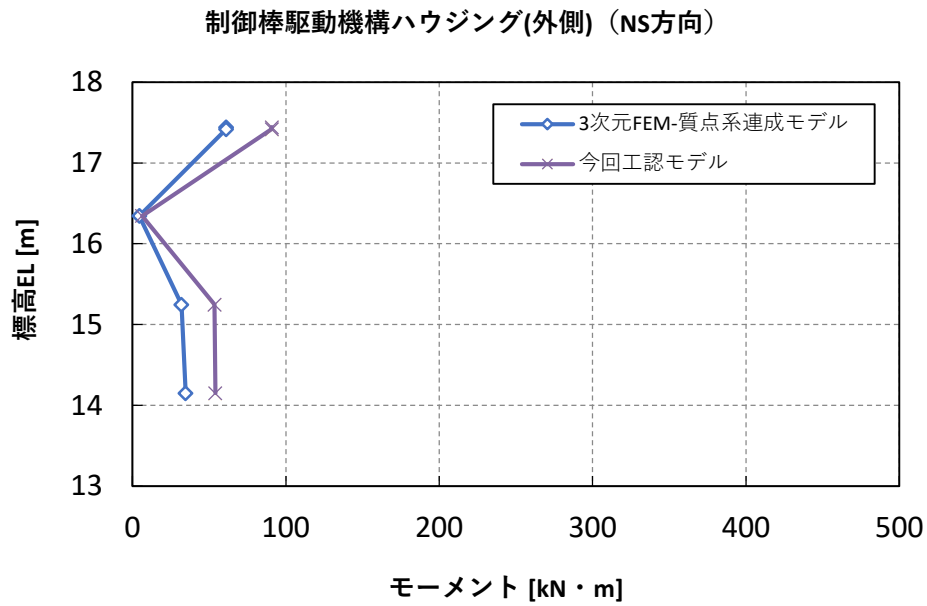


図 4-35 (13/20) 荷重 (モーメント)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 制御棒駆動機構ハウジング (外側))

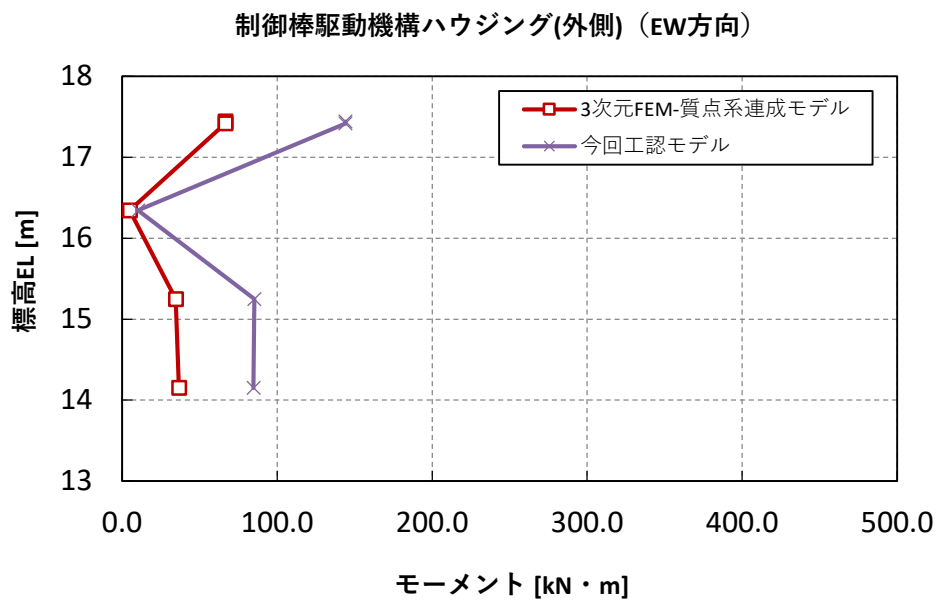


図 4-35 (14/20) 荷重 (モーメント)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 制御棒駆動機構ハウジング (外側))

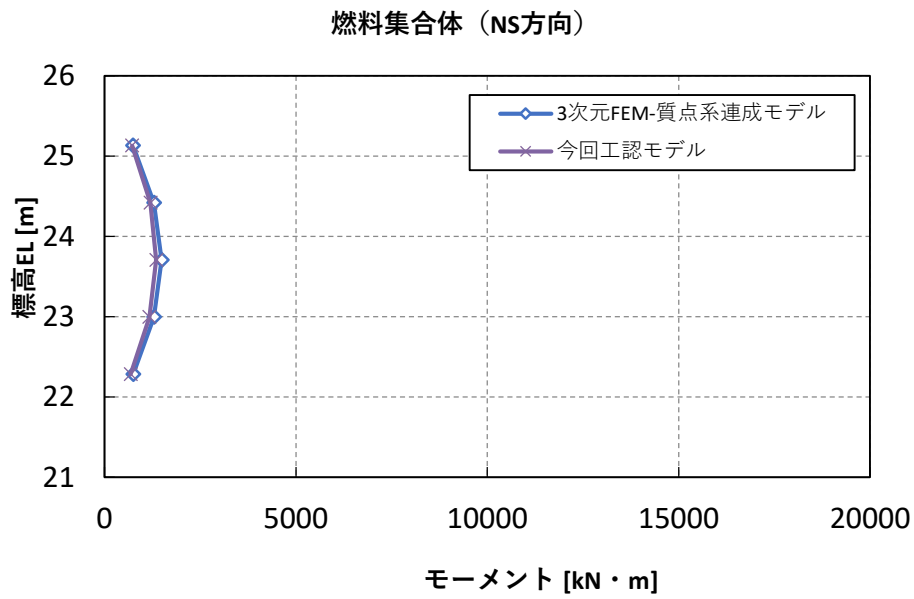


図 4-35 (15/20) 荷重 (モーメント)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 燃料集合体)

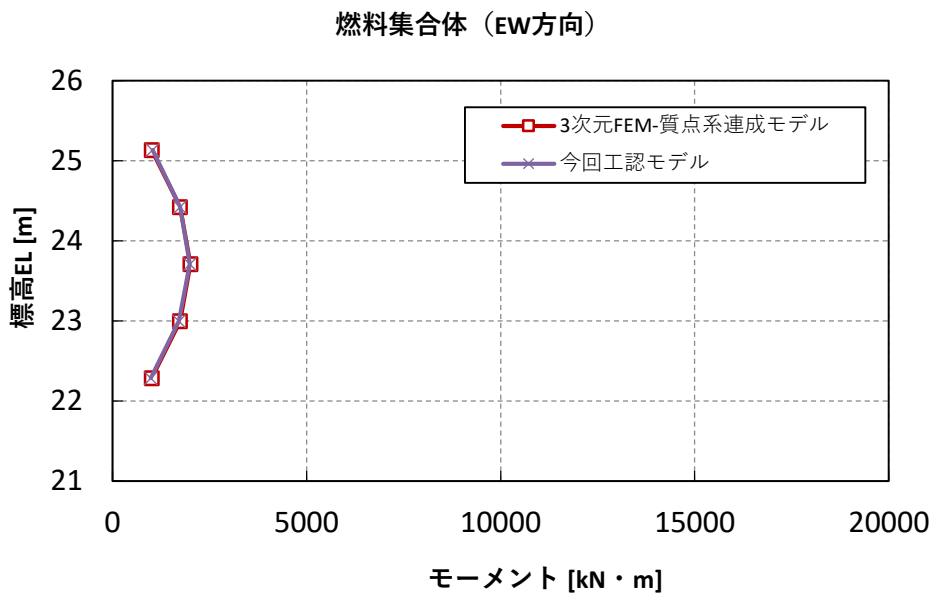


図 4-35 (16/20) 荷重 (モーメント)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 燃料集合体)

制御棒案内管 (NS方向)

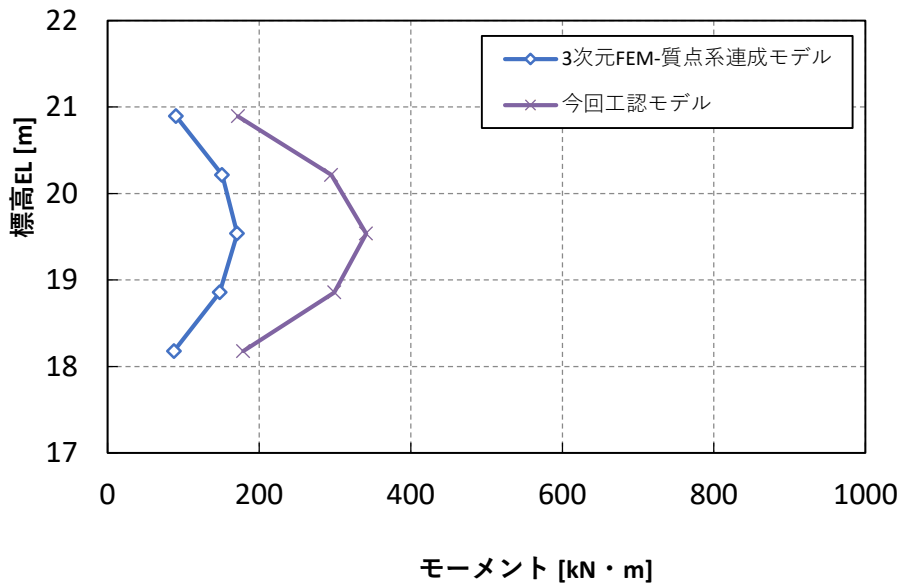


図 4-35 (17/20) 荷重 (モーメント)
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 制御棒案内管)

制御棒案内管 (EW方向)

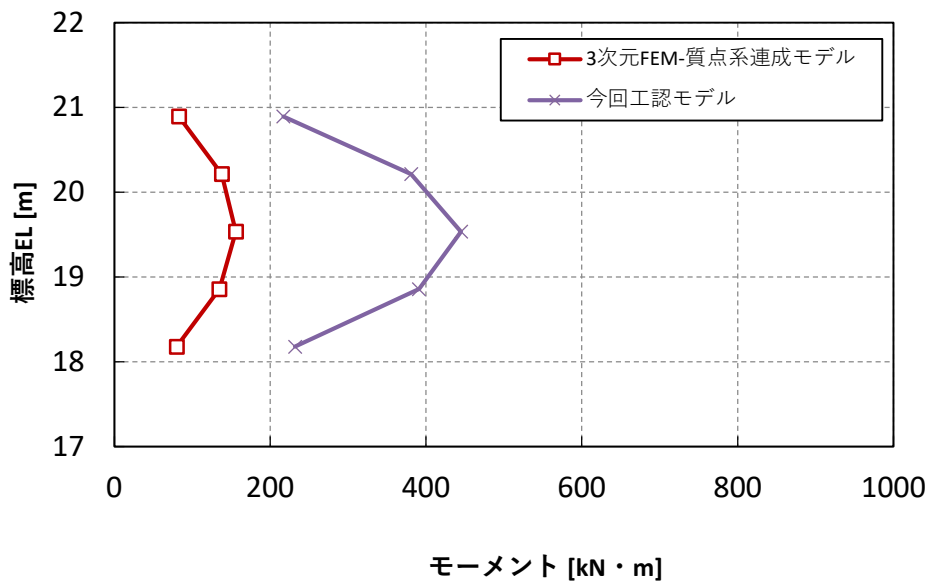


図 4-35 (18/20) 荷重 (モーメント)
(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 制御棒案内管)

制御棒駆動機構ハウジング(内側) (NS方向)

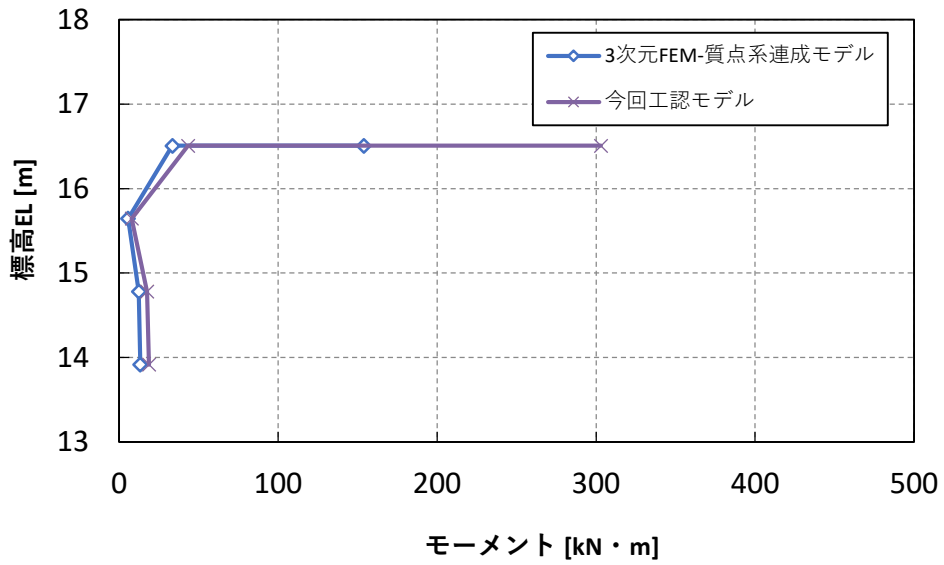


図 4-35 (19/20) 荷重 (モーメント)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 制御棒駆動機構ハウジング)

制御棒駆動機構ハウジング(内側) (EW方向)

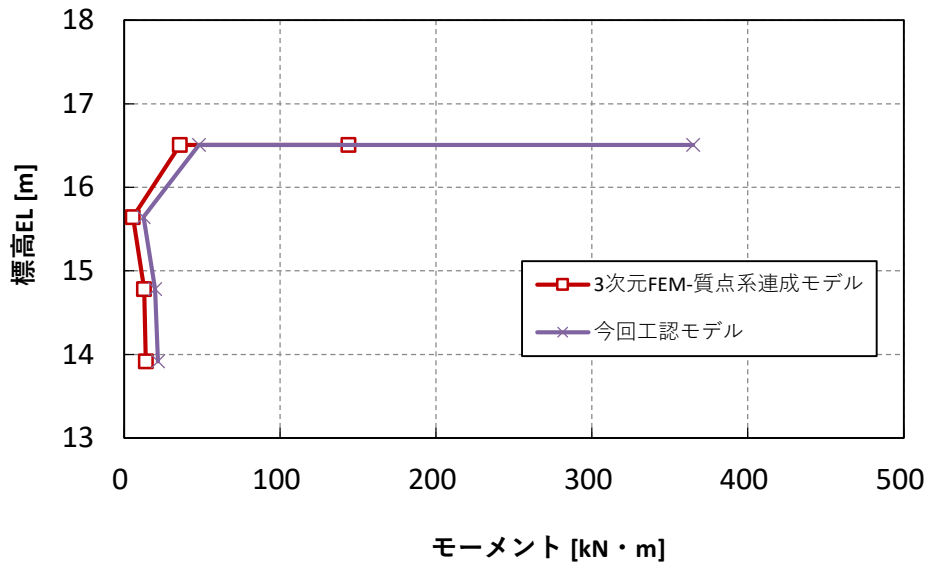


図 4-35 (20/20) 荷重 (モーメント)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 制御棒駆動機構ハウジング)

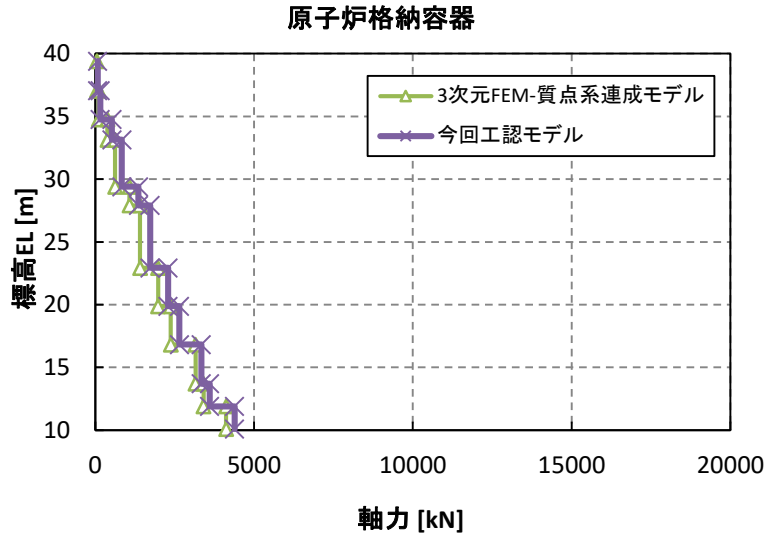


図 4-36 (1/10) 荷重 (軸力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 原子炉格納容器)

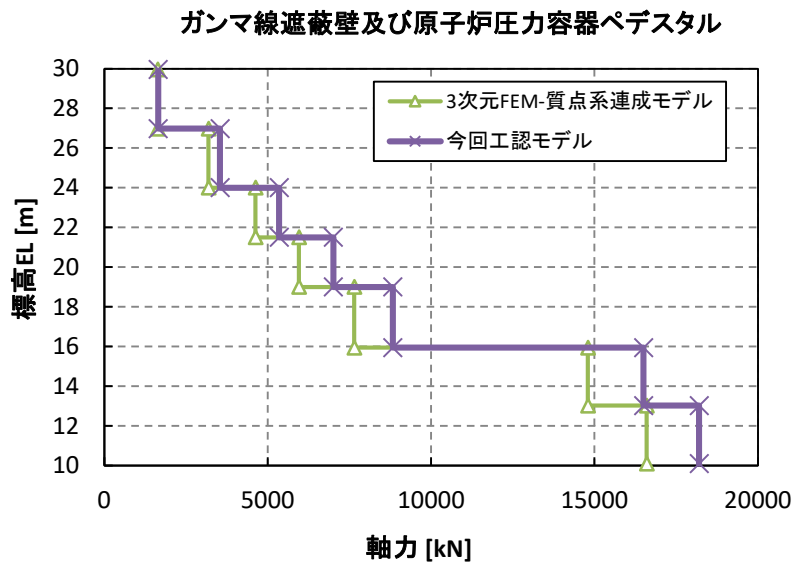


図 4-36 (2/10) 荷重 (軸力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL)

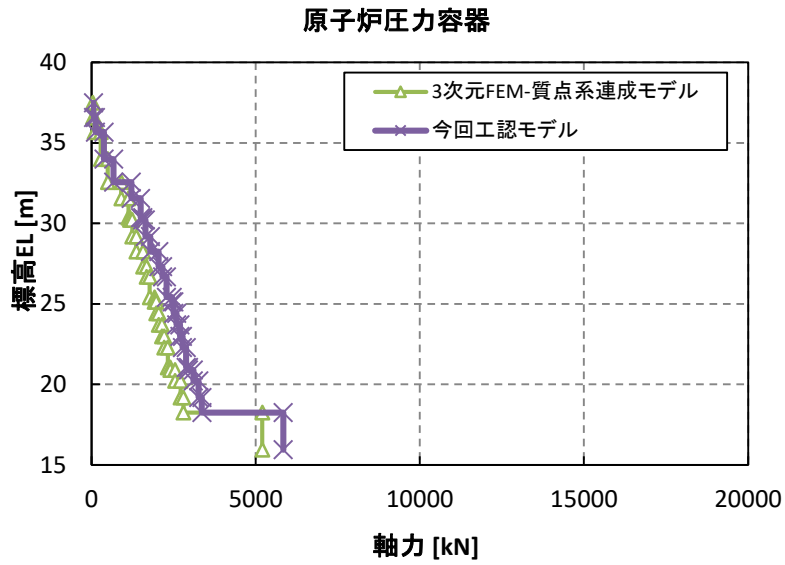


図 4-36 (3/10) 荷重 (軸力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 原子炉压力容器)

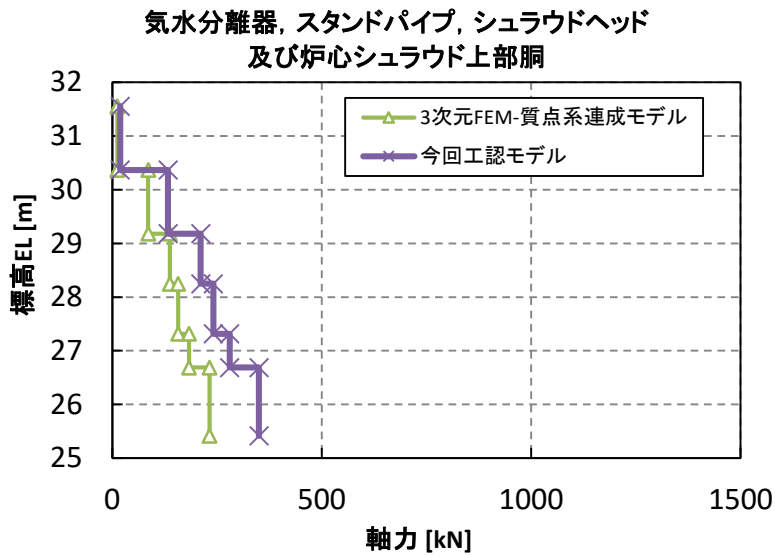


図 4-36 (4/10) 荷重 (軸力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド
 及び炉心シュラウド上部胴)

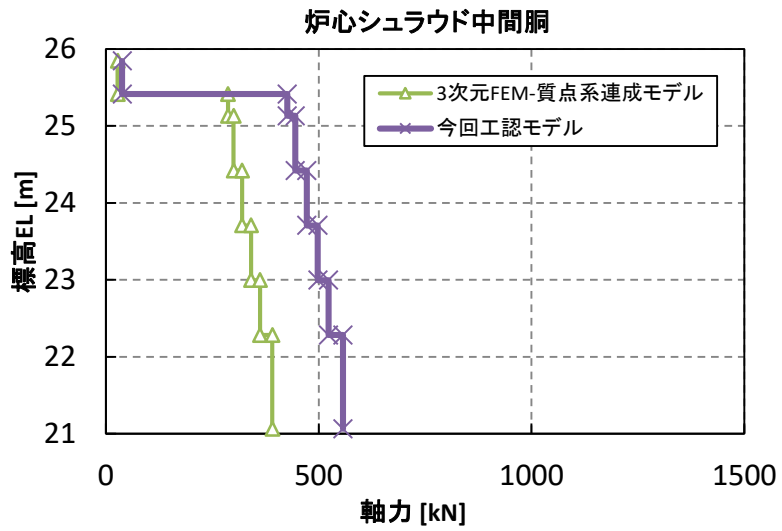


図 4-36 (5/10) 荷重 (軸力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 炉心シュラウド中間胴)

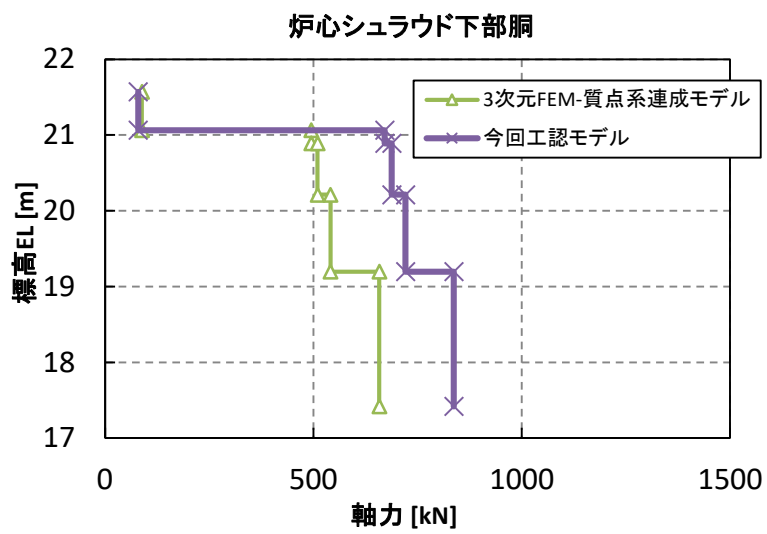


図 4-36 (6/10) 荷重 (軸力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 炉心シュラウド下部胴)

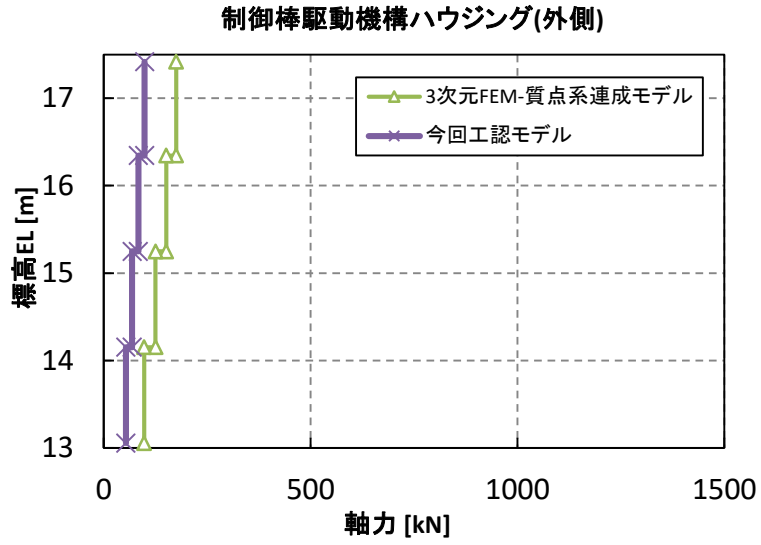


図 4-36 (7/10) 荷重 (軸力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 制御棒駆動機構ハウジング (外側))

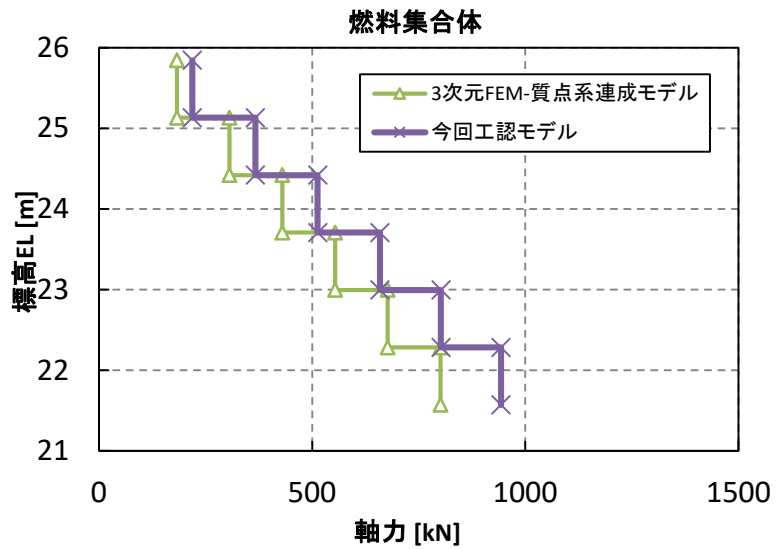


図 4-36 (8/10) 荷重 (軸力)
 (弾性設計用地震動 S d - D, 燃料集合体)

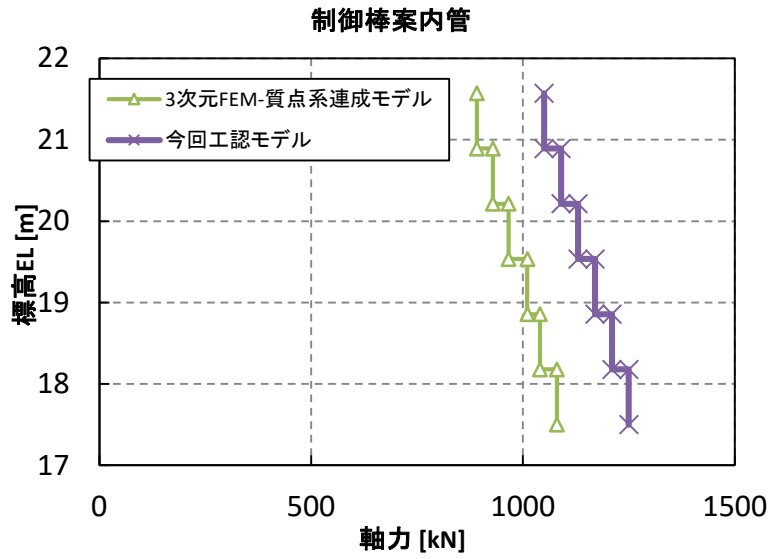


図 4-36 (9/10) 荷重 (軸力)
(弾性設計用地震動 S d - D, 制御棒案内管)

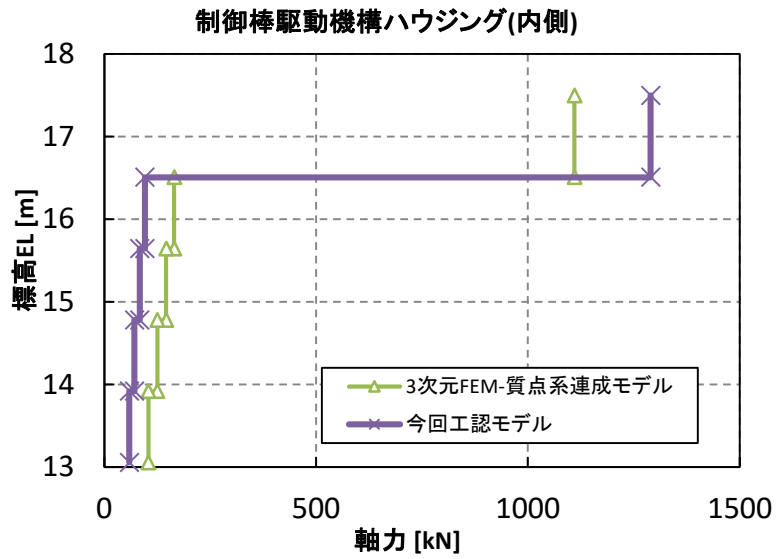


図 4-36 (10/10) 荷重 (軸力)
(弾性設計用地震動 S d - D, 制御棒駆動機構ハウジング (内側))

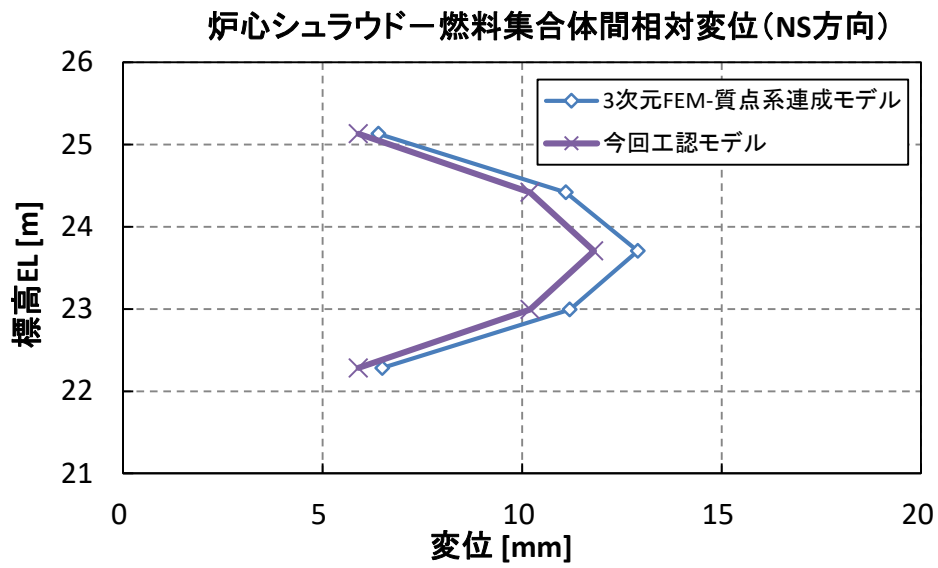


図 4-37 (1/2) 荷重 (相対変位)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (NS) : 炉心シュラウドー燃料集合体間)

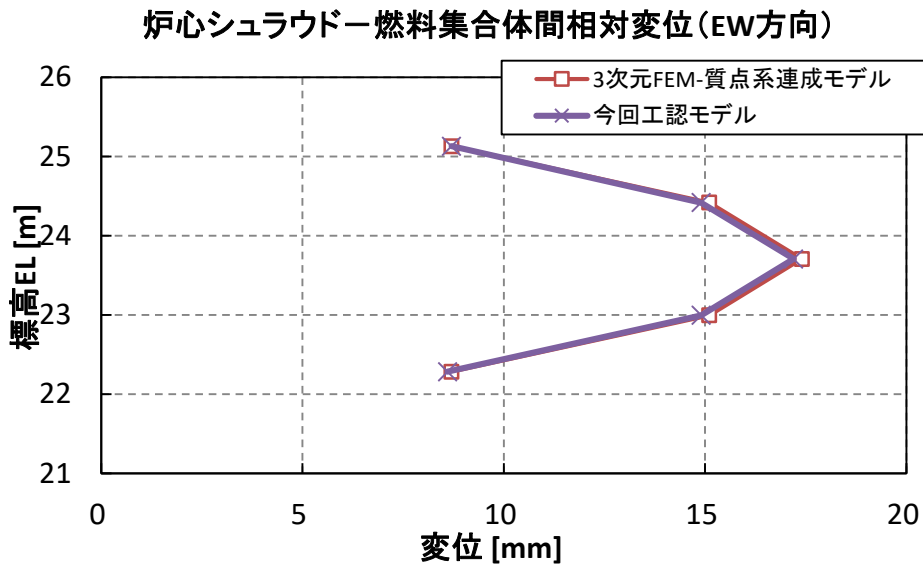


図 4-37 (2/2) 荷重 (相対変位)

(弾性設計用地震動 S d - D, 水平方向 (EW) : 炉心シュラウドー燃料集合体間)

4.3 3次元 FEM 連成解析モデル耐震条件の作成

3次元 FEM 連成解析モデル耐震条件の震度を表 4-19～表 4-29, 床応答スペクトルを図 4-38～図 4-58 並びに荷重を表 4-30～表 4-35 に示す。なお, 床応答スペクトルの減衰定数は, 耐震裕度の比較的小さい配管系の主要な減衰定数である 2.0%を代表とする。

また, 同図表にはVI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」に示される設計用震度及び設計用床応答スペクトル並びにVI-2-2-1「炉心, 原子炉压力容器及び原子炉内部構造物並びに原子炉本体の基礎の地震応答計算書」に示される設計用荷重を併記して示す。

表 4-19 (1/3) 震度 (原子炉格納容器)
基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 格納容器	41	39.400	1.43	1.98	1.27	0.89	0.65
	42	37.060	1.32	1.82	1.19	0.91	0.66
	43	34.758	1.22	1.71	1.13	0.93	0.67
	44	33.141	1.15	1.68	1.15	1.00	0.69
	45	29.392	1.07	1.53	1.04	0.98	0.68
	46	27.907	1.01	1.52	1.07	1.06	0.71
	47	22.932	1.09	1.58	1.21	1.12	0.77
	48	19.878	1.07	1.50	1.14	1.07	0.76
	49	16.825	0.99	1.44	1.06	1.08	0.74
	50	13.700	0.95	1.34	0.88	0.93	0.66
	51	11.900	0.92	1.29	0.79	0.86	0.62

表 4-19 (2/3) 震度 (原子炉格納容器)

基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.0			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 格納容器	42	39.400	2.05	2.30	1.37	0.67	0.60
	43	37.060	1.77	2.16	1.30	0.74	0.61
	44	34.758	1.63	2.03	1.21	0.75	0.60
	45	33.141	1.56	1.94	1.14	0.74	0.59
	46	29.392	1.82	1.70	1.01	0.56	0.60
	47	27.907	1.98	1.65	1.03	0.53	0.63
	48	22.932	1.13	1.44	1.05	0.93	0.73
	49	19.878	1.13	1.35	0.99	0.88	0.74
	50	16.825	0.98	1.32	0.93	0.95	0.71
	51	13.700	0.88	1.17	0.75	0.86	0.65
	52	11.900	0.83	1.25	0.70	0.85	0.56

表 4-19 (3/3) 震度 (原子炉格納容器)

基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.0			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 格納容器	29	39.400	0.89	1.29	0.77	0.87	0.60
	30	37.060	0.89	1.29	0.77	0.87	0.60
	31	34.758	0.88	1.28	0.76	0.87	0.60
	32	33.141	0.87	1.26	0.75	0.87	0.60
	33	29.392	0.86	1.25	0.75	0.88	0.60
	34	27.907	0.85	1.23	0.74	0.88	0.61
	35	22.932	0.81	1.19	0.72	0.89	0.61
	36	19.878	0.79	1.14	0.69	0.88	0.61
	37	16.825	0.76	1.11	0.65	0.86	0.59
	38	13.700	0.73	1.10	0.64	0.88	0.59
	39	11.900	0.72	1.08	0.64	0.89	0.60

表 4-20 (1/3) 震度 (原子炉格納容器)
 基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 格納容器	41	39.400	1.71	2.37	1.54	0.91	0.65
	42	37.060	1.59	2.18	1.43	0.90	0.66
	43	34.758	1.46	2.06	1.36	0.94	0.67
	44	33.141	1.38	2.01	1.37	1.00	0.69
	45	29.392	1.29	1.85	1.27	0.99	0.69
	46	27.907	1.22	1.83	1.29	1.06	0.71
	47	22.932	1.31	1.89	1.45	1.11	0.77
	48	19.878	1.28	1.80	1.40	1.10	0.78
	49	16.825	1.18	1.73	1.27	1.08	0.74
	50	13.700	1.14	1.61	1.06	0.93	0.66
	51	11.900	1.10	1.55	0.94	0.86	0.61

表 4-20 (2/3) 震度 (原子炉格納容器)
 基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 格納容器	42	39.400	2.46	2.76	1.66	0.68	0.61
	43	37.060	2.12	2.60	1.56	0.74	0.60
	44	34.758	1.95	2.43	1.46	0.75	0.61
	45	33.141	1.87	2.33	1.38	0.74	0.60
	46	29.392	2.19	2.04	1.21	0.56	0.60
	47	27.907	2.38	1.97	1.22	0.52	0.62
	48	22.932	1.36	1.74	1.26	0.93	0.73
	49	19.878	1.36	1.61	1.18	0.87	0.74
	50	16.825	1.18	1.58	1.15	0.98	0.73
	51	13.700	1.06	1.41	0.91	0.86	0.65
	52	11.900	1.00	1.50	0.84	0.84	0.56

表 4-20 (3/3) 震度 (原子炉格納容器)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 格納容器	29	39.400	1.07	1.55	0.92	0.86	0.60
	30	37.060	1.07	1.55	0.92	0.86	0.60
	31	34.758	1.06	1.53	0.91	0.86	0.60
	32	33.141	1.05	1.52	0.89	0.85	0.59
	33	29.392	1.03	1.49	0.90	0.88	0.61
	34	27.907	1.01	1.47	0.89	0.89	0.61
	35	22.932	0.97	1.43	0.86	0.89	0.61
	36	19.878	0.94	1.38	0.80	0.86	0.58
	37	16.825	0.92	1.34	0.78	0.85	0.59
	38	13.700	0.88	1.31	0.76	0.87	0.59
	39	11.900	0.86	1.29	0.77	0.90	0.60

表 4-21 (1/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)

基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
ガンマ線遮蔽壁	53	29.962	2.50	3.14	1.82	0.73	0.58
	54	26.981	2.19	2.72	1.40	0.64	0.52
	55	24.000	1.80	2.31	1.33	0.74	0.58
	56	21.500	1.51	1.94	1.14	0.76	0.59
	57	19.000	1.16	1.64	0.99	0.86	0.61
原子炉圧力容器 ペデスタル	58	15.944	1.00	1.47	0.83	0.83	0.57
	59	13.022	0.94	1.35	0.73	0.78	0.55

表 4-21 (2/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)

基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
ガンマ線遮蔽壁	54	29.962	2.25	3.15	1.64	0.73	0.53
	55	26.981	2.17	2.94	1.40	0.65	0.48
	56	24.000	1.95	2.58	1.35	0.70	0.53
	57	21.500	1.65	2.30	1.27	0.77	0.56
	58	19.000	1.39	1.85	1.00	0.72	0.55
原子炉圧力容器 ペデスタル	59	15.944	1.14	1.65	0.87	0.77	0.53
	60	13.022	1.03	1.52	0.74	0.72	0.49

表 4-21 (3/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)
 基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
ガンマ線遮蔽壁	41	29.962	1.34	1.89	1.11	0.83	0.59
	42	26.981	1.29	1.83	1.08	0.84	0.60
	43	24.000	1.20	1.71	1.00	0.84	0.59
	44	21.500	1.11	1.58	0.93	0.84	0.59
	45	19.000	0.95	1.32	0.78	0.83	0.60
原子炉圧力容器 ペデスタル	46	15.944	0.82	1.14	0.67	0.82	0.59
	47	13.022	0.77	1.11	0.65	0.85	0.59

表 4-22 (1/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.2			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
ガンマ線遮蔽壁	53	29.962	3.00	3.77	2.16	0.72	0.58
	54	26.981	2.62	3.26	1.70	0.65	0.53
	55	24.000	2.16	2.78	1.60	0.75	0.58
	56	21.500	1.81	2.33	1.38	0.77	0.60
	57	19.000	1.40	1.97	1.18	0.85	0.60
原子炉圧力容器 ペデスタル	58	15.944	1.20	1.77	1.01	0.85	0.58
	59	13.022	1.13	1.62	0.90	0.80	0.56

表 4-22 (2/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペデスタル)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
ガンマ線遮蔽壁	54	29.962	2.70	3.78	1.94	0.72	0.52
	55	26.981	2.60	3.53	1.67	0.65	0.48
	56	24.000	2.33	3.09	1.63	0.70	0.53
	57	21.500	1.98	2.75	1.50	0.76	0.55
	58	19.000	1.67	2.22	1.20	0.72	0.55
原子炉圧力容器 ペデスタル	59	15.944	1.37	1.98	1.05	0.77	0.54
	60	13.022	1.24	1.82	0.90	0.73	0.50

表 4-22 (3/3) 震度 (ガンマ線遮蔽壁及び原子炉圧力容器ペDESTAL)
 基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
ガンマ線遮蔽壁	41	29.962	1.61	2.27	1.32	0.82	0.59
	42	26.981	1.55	2.19	1.29	0.84	0.59
	43	24.000	1.44	2.04	1.20	0.84	0.59
	44	21.500	1.33	1.88	1.10	0.83	0.59
	45	19.000	1.14	1.59	0.92	0.81	0.58
原子炉圧力容器 ペDESTAL	46	15.944	0.98	1.37	0.80	0.82	0.59
	47	13.022	0.92	1.32	0.77	0.84	0.59

表 4-23 (1/3) 震度 (原子炉压力容器)
 基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.0			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 压力容器	61	37.494	5.24	6.57	3.99	0.77	0.61
	62	36.586	4.99	6.24	3.79	0.76	0.61
	63	35.678	4.73	5.91	3.59	0.76	0.61
	64	33.993	4.25	5.30	3.22	0.76	0.61
	65	32.567	3.83	4.76	2.79	0.73	0.59
	66	31.557	3.55	4.43	2.60	0.74	0.59
	67	30.369	3.23	4.11	2.36	0.74	0.58
	68	30.218	3.19	4.07	2.33	0.74	0.58
	69	29.181	2.98	3.86	2.19	0.74	0.57
	70	28.249	2.79	3.66	2.08	0.75	0.57
	71	27.317	2.61	3.47	1.99	0.77	0.58
	72	26.687	2.48	3.32	1.90	0.77	0.58
	73	25.414	2.26	3.02	1.79	0.80	0.60
	74	25.131	2.21	2.96	1.78	0.81	0.61
	75	24.419	2.09	2.78	1.72	0.83	0.62
	76	23.707	1.97	2.60	1.63	0.83	0.63
	77	22.995	1.85	2.46	1.58	0.86	0.65
	78	22.283	1.73	2.33	1.48	0.86	0.64
	79	21.064	1.53	2.10	1.24	0.82	0.60
	80	20.892	1.50	2.06	1.20	0.80	0.59
81	20.214	1.39	1.94	1.11	0.80	0.58	
82	19.196	1.33	1.82	1.02	0.77	0.57	
83	18.250	1.25	1.73	0.95	0.76	0.55	

表 4-23 (2/3) 震度 (原子炉压力容器)
 基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.0			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 压力容器	62	37.494	5.36	7.01	2.90	0.55	0.42
	63	36.586	5.07	6.62	2.74	0.55	0.42
	64	35.678	4.78	6.21	2.57	0.54	0.42
	65	33.993	4.24	5.48	2.30	0.55	0.42
	66	32.567	3.76	4.82	2.06	0.55	0.43
	67	31.557	3.41	4.34	1.85	0.55	0.43
	68	30.369	3.00	3.87	1.68	0.56	0.44
	69	30.218	2.94	3.84	1.64	0.56	0.43
	70	29.181	2.66	3.62	1.55	0.59	0.43
	71	28.249	2.42	3.42	1.44	0.60	0.43
	72	27.317	2.22	3.21	1.37	0.62	0.43
	73	26.687	2.11	3.06	1.33	0.64	0.44
	74	25.414	1.93	2.85	1.33	0.69	0.47
	75	25.131	1.89	2.81	1.33	0.71	0.48
	76	24.419	1.81	2.69	1.35	0.75	0.51
	77	23.707	1.73	2.55	1.33	0.77	0.53
	78	22.995	1.65	2.42	1.34	0.82	0.56
	79	22.283	1.56	2.28	1.33	0.86	0.59
	80	21.064	1.41	2.04	1.31	0.93	0.65
	81	20.892	1.39	2.01	1.26	0.91	0.63
82	20.214	1.31	1.91	1.20	0.92	0.63	
83	19.196	1.27	1.80	1.07	0.85	0.60	
84	18.250	1.26	1.79	1.02	0.81	0.57	

表 4-23 (3/3) 震度 (原子炉压力容器)

基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 压力容器	49	37.494	1.13	1.58	0.89	0.79	0.57
	50	36.586	1.13	1.56	0.88	0.78	0.57
	51	35.678	1.13	1.56	0.88	0.78	0.57
	52	33.993	1.13	1.56	0.88	0.78	0.57
	53	32.567	1.12	1.56	0.86	0.77	0.56
	54	31.557	1.11	1.55	0.87	0.79	0.57
	55	30.369	1.10	1.53	0.86	0.79	0.57
	56	30.218	1.10	1.52	0.83	0.76	0.55
	57	29.181	1.09	1.50	0.83	0.77	0.56
	58	28.249	1.07	1.49	0.83	0.78	0.56
	59	27.317	1.06	1.47	0.82	0.78	0.56
	60	26.687	1.05	1.46	0.81	0.78	0.56
	61	25.414	1.03	1.44	0.80	0.78	0.56
	62	25.131	1.03	1.43	0.79	0.77	0.56
	63	24.419	1.02	1.41	0.80	0.79	0.57
	64	23.707	1.00	1.40	0.79	0.79	0.57
	65	22.995	0.99	1.38	0.78	0.79	0.57
	66	22.283	0.98	1.37	0.77	0.79	0.57
	67	21.064	0.95	1.32	0.74	0.78	0.57
	68	20.892	0.95	1.32	0.74	0.78	0.57
	69	20.214	0.94	1.31	0.75	0.80	0.58
70	19.196	0.91	1.28	0.71	0.79	0.56	
71	18.250	0.90	1.25	0.71	0.79	0.57	

表 4-24 (1/3) 震度 (原子炉压力容器)
 基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 压力容器	61	37.494	6.29	7.88	4.78	0.76	0.61
	62	36.586	5.99	7.49	4.54	0.76	0.61
	63	35.678	5.68	7.08	4.30	0.76	0.61
	64	33.993	5.10	6.36	3.82	0.75	0.61
	65	32.567	4.60	5.70	3.39	0.74	0.60
	66	31.557	4.26	5.31	3.12	0.74	0.59
	67	30.369	3.88	4.94	2.83	0.73	0.58
	68	30.218	3.83	4.89	2.84	0.75	0.59
	69	29.181	3.57	4.64	2.63	0.74	0.57
	70	28.249	3.35	4.40	2.47	0.74	0.57
	71	27.317	3.13	4.16	2.39	0.77	0.58
	72	26.687	2.98	3.98	2.31	0.78	0.59
	73	25.414	2.71	3.63	2.18	0.81	0.61
	74	25.131	2.65	3.54	2.13	0.81	0.61
	75	24.419	2.51	3.33	2.05	0.82	0.62
	76	23.707	2.36	3.12	1.96	0.84	0.63
	77	22.995	2.22	2.96	1.90	0.86	0.65
	78	22.283	2.08	2.79	1.77	0.86	0.64
	79	21.064	1.83	2.52	1.48	0.81	0.59
	80	20.892	1.80	2.48	1.47	0.82	0.60
81	20.214	1.67	2.33	1.34	0.81	0.58	
82	19.196	1.60	2.18	1.22	0.77	0.56	
83	18.250	1.50	2.07	1.14	0.76	0.56	

表 4-24 (2/3) 震度 (原子炉压力容器)
 基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 压力容器	62	37.494	6.43	8.40	3.48	0.55	0.42
	63	36.586	6.08	7.94	3.28	0.54	0.42
	64	35.678	5.73	7.46	3.09	0.54	0.42
	65	33.993	5.09	6.57	2.76	0.55	0.43
	66	32.567	4.52	5.78	2.43	0.54	0.43
	67	31.557	4.09	5.19	2.22	0.55	0.43
	68	30.369	3.59	4.65	2.02	0.57	0.44
	69	30.218	3.53	4.61	2.00	0.57	0.44
	70	29.181	3.19	4.34	1.85	0.58	0.43
	71	28.249	2.91	4.10	1.72	0.60	0.42
	72	27.317	2.66	3.84	1.64	0.62	0.43
	73	26.687	2.53	3.68	1.60	0.64	0.44
	74	25.414	2.31	3.42	1.62	0.71	0.48
	75	25.131	2.27	3.38	1.62	0.72	0.48
	76	24.419	2.18	3.23	1.62	0.75	0.51
	77	23.707	2.08	3.06	1.62	0.78	0.53
	78	22.995	1.98	2.91	1.63	0.83	0.57
	79	22.283	1.87	2.75	1.61	0.87	0.59
	80	21.064	1.70	2.45	1.55	0.92	0.64
	81	20.892	1.67	2.42	1.53	0.92	0.64
82	20.214	1.57	2.28	1.43	0.92	0.63	
83	19.196	1.52	2.16	1.29	0.85	0.60	
84	18.250	1.51	2.15	1.22	0.81	0.57	

表 4-24 (3/3) 震度 (原子炉压力容器)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉 压力容器	49	37.494	1.36	1.88	1.05	0.78	0.56
	50	36.586	1.36	1.88	1.05	0.78	0.56
	51	35.678	1.36	1.88	1.05	0.78	0.56
	52	33.993	1.35	1.88	1.05	0.78	0.56
	53	32.567	1.35	1.86	1.03	0.77	0.56
	54	31.557	1.33	1.85	1.02	0.77	0.56
	55	30.369	1.32	1.83	1.02	0.78	0.56
	56	30.218	1.32	1.83	1.02	0.78	0.56
	57	29.181	1.30	1.80	1.01	0.78	0.57
	58	28.249	1.29	1.79	0.99	0.77	0.56
	59	27.317	1.27	1.77	1.00	0.79	0.57
	60	26.687	1.26	1.76	0.99	0.79	0.57
	61	25.414	1.24	1.73	0.97	0.79	0.57
	62	25.131	1.23	1.71	0.96	0.79	0.57
	63	24.419	1.22	1.70	0.95	0.78	0.56
	64	23.707	1.20	1.68	0.96	0.80	0.58
	65	22.995	1.19	1.65	0.92	0.78	0.56
	66	22.283	1.17	1.64	0.93	0.80	0.57
	67	21.064	1.14	1.59	0.89	0.79	0.56
	68	20.892	1.14	1.59	0.89	0.79	0.56
	69	20.214	1.12	1.56	0.88	0.79	0.57
70	19.196	1.10	1.53	0.86	0.79	0.57	
71	18.250	1.08	1.50	0.86	0.80	0.58	

表 4-25 (1/3) 震度 (炉心シュラウド)
 基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
炉心シュラウド	88	31.557	3.04	4.28	4.28	1.41	1.00
	89	30.369	2.64	3.57	3.76	1.43	1.06
	90	29.181	2.35	3.12	3.29	1.40	1.06
	91	28.249	2.23	2.96	3.00	1.35	1.02
	92	27.317	2.11	2.82	2.82	1.34	1.00
	93	26.687	2.03	2.73	2.66	1.32	0.98
	94	25.414	1.89	2.55	2.30	1.22	0.91
	95	25.843	1.95	2.61	2.41	1.24	0.93
	96	25.414	1.89	2.55	2.30	1.22	0.91
	97	25.131	1.86	2.51	2.19	1.18	0.88
	98	24.419	1.79	2.42	1.98	1.11	0.82
	99	23.707	1.73	2.34	1.78	1.03	0.77
	100	22.995	1.72	2.34	1.69	0.99	0.73
	101	22.283	1.70	2.34	1.60	0.95	0.69
	102	21.064	1.70	2.30	1.46	0.86	0.64
	103	21.571	1.72	2.34	1.53	0.89	0.66
	104	21.064	1.70	2.30	1.46	0.86	0.64
105	20.892	1.71	2.30	1.44	0.85	0.63	
106	20.214	1.64	2.25	1.34	0.82	0.60	
107	19.196	1.60	2.18	1.22	0.77	0.56	

表 4-25 (2/3) 震度 (炉心シュラウド)
 基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
炉心シュラウド	89	31.557	2.95	4.37	3.55	1.21	0.82
	90	30.369	2.61	3.60	3.12	1.20	0.87
	91	29.181	2.39	3.09	2.79	1.17	0.91
	92	28.249	2.21	2.85	2.51	1.14	0.89
	93	27.317	2.03	2.61	2.20	1.09	0.85
	94	26.687	1.92	2.46	2.05	1.07	0.84
	95	25.414	1.82	2.31	1.76	0.97	0.77
	96	25.843	1.86	2.34	1.84	0.99	0.79
	97	25.414	1.82	2.31	1.76	0.97	0.77
	98	25.131	1.80	2.30	1.69	0.94	0.74
	99	24.419	1.75	2.30	1.60	0.92	0.70
	100	23.707	1.70	2.31	1.53	0.90	0.67
	101	22.995	1.65	2.33	1.45	0.88	0.63
	102	22.283	1.60	2.31	1.41	0.89	0.62
	103	21.064	1.52	2.28	1.43	0.95	0.63
	104	21.571	1.57	2.34	1.44	0.92	0.62
	105	21.064	1.52	2.28	1.43	0.95	0.63
	106	20.892	1.51	2.27	1.39	0.93	0.62
107	20.214	1.51	2.22	1.38	0.92	0.63	
108	19.196	1.52	2.16	1.29	0.85	0.60	

表 4-25 (3/3) 震度 (炉心シュラウド)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
炉心シュラウド	73	31.557	1.40	1.89	0.94	0.68	0.50
	74	30.369	1.40	1.89	0.94	0.68	0.50
	75	29.181	1.39	1.88	0.94	0.68	0.50
	76	28.249	1.38	1.86	0.93	0.68	0.50
	77	27.317	1.37	1.85	0.95	0.70	0.52
	78	26.687	1.37	1.83	0.94	0.69	0.52
	79	25.414	1.35	1.80	0.92	0.69	0.52
	80	25.843	1.35	1.82	0.92	0.69	0.51
	81	25.414	1.35	1.80	0.92	0.69	0.52
	82	25.131	1.34	1.80	0.92	0.69	0.52
	83	24.419	1.32	1.77	0.92	0.70	0.52
	84	23.707	1.30	1.74	0.91	0.70	0.53
	85	22.995	1.28	1.71	0.89	0.70	0.53
	86	22.283	1.26	1.67	0.88	0.70	0.53
	87	21.064	1.22	1.62	0.87	0.72	0.54
	88	21.571	1.22	1.62	0.87	0.72	0.54
	89	21.064	1.22	1.62	0.87	0.72	0.54
	90	20.892	1.21	1.62	0.87	0.72	0.54
	91	20.214	1.19	1.59	0.87	0.74	0.55
	92	19.196	1.15	1.56	0.89	0.78	0.58

表 4-26 (1/3) 震度 (燃料集合体 (燃料被覆管評価用))
 基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.0			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
燃料集合体	113	25.843	1.62	2.18	2.02	1.25	0.93
	114	25.131	1.91	2.82	2.11	1.11	0.75
	115	24.419	2.48	3.69	2.41	0.98	0.66
	116	23.707	2.61	3.89	2.67	1.03	0.69
	117	22.995	2.32	3.44	2.36	1.02	0.69
	118	22.283	1.73	2.49	1.88	1.09	0.76
	119	21.571	1.43	1.95	1.27	0.89	0.66

表 4-26 (2/3) 震度 (燃料集合体 (燃料被覆管評価用))
 基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL(m)	震度×1.0			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
燃料集合体	114	25.843	1.55	1.95	1.51	0.98	0.78
	115	25.131	2.78	2.88	1.92	0.70	0.67
	116	24.419	3.83	3.98	2.73	0.72	0.69
	117	23.707	4.10	4.43	3.13	0.77	0.71
	118	22.995	3.45	3.89	2.83	0.83	0.73
	119	22.283	2.21	2.61	1.95	0.89	0.75
	120	21.571	1.31	1.95	1.23	0.94	0.64

表 4-26 (3/3) 震度 (燃料集合体 (燃料被覆管評価用))

基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
燃料集合体	94	25.843	1.35	1.92	1.13	0.84	0.59
	95	25.131	1.34	1.91	1.12	0.84	0.59
	96	24.419	1.33	1.89	1.11	0.84	0.59
	97	23.707	1.32	1.88	1.10	0.84	0.59
	98	22.995	1.30	1.86	1.10	0.85	0.60
	99	22.283	1.29	1.83	1.08	0.84	0.60
	100	21.571	1.27	1.80	1.06	0.84	0.59

表 4-27 (1/3) 震度 (制御棒駆動機構ハウジング)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	127	17.499	1.45	2.09	1.31	0.91	0.63
	128	16.508	1.41	2.01	1.05	0.75	0.53
	129	15.644	1.57	2.27	1.14	0.73	0.51
	130	14.781	1.78	2.55	1.30	0.74	0.51
	131	13.917	1.81	2.66	1.33	0.74	0.50
	132	13.054	1.95	2.63	1.28	0.66	0.49
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	108	17.442	1.45	2.04	1.09	0.76	0.54
	109	16.345	2.01	2.79	1.36	0.68	0.49
	110	15.248	3.49	4.82	1.90	0.55	0.40
	111	14.151	3.41	4.58	1.83	0.54	0.40
	112	13.054	1.92	2.60	1.28	0.67	0.50

表 4-27 (2/3) 震度 (制御棒駆動機構ハウジング)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	128	17.499	2.04	2.06	1.24	0.61	0.61
	129	16.508	1.54	2.18	1.15	0.75	0.53
	130	15.644	1.75	2.34	1.19	0.68	0.51
	131	14.781	2.36	3.14	1.49	0.64	0.48
	132	13.917	2.67	3.60	1.44	0.54	0.40
	133	13.054	2.67	3.68	1.35	0.51	0.37
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	109	17.442	1.52	2.16	1.18	0.78	0.55
	110	16.345	2.88	3.86	1.47	0.52	0.39
	111	15.248	5.65	7.70	2.06	0.37	0.27
	112	14.151	5.44	7.44	1.99	0.37	0.27
	113	13.054	2.64	3.63	1.36	0.52	0.38

表 4-27 (3/3) 震度 (制御棒駆動機構ハウジング)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	107	17.499	1.12	1.56	0.90	0.81	0.58
	108	16.508	1.10	1.53	0.86	0.79	0.57
	109	15.644	1.10	1.53	0.88	0.80	0.58
	110	14.781	1.11	1.53	0.88	0.80	0.58
	111	13.917	1.11	1.55	0.89	0.81	0.58
	112	13.054	1.11	1.55	0.89	0.81	0.58
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	93	17.419	1.09	1.52	0.85	0.78	0.56
	113	16.345	1.10	1.52	0.85	0.78	0.56
	114	15.248	1.10	1.53	0.88	0.80	0.58
	115	14.151	1.11	1.53	0.88	0.80	0.58
	116	13.054	1.11	1.53	0.88	0.80	0.58

表 4-28 (1/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)

基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉压力容器 下鏡	85	18.250	1.25	1.73	0.95	0.76	0.55
	86	17.442	1.21	1.70	0.91	0.76	0.54
	87	16.508	1.17	1.68	0.89	0.77	0.53

表 4-28 (2/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)

基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.0			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉压力容器 下鏡	86	18.250	1.26	1.79	1.02	0.81	0.57
	87	17.442	1.27	1.80	0.99	0.78	0.55
	88	16.508	1.28	1.82	0.96	0.75	0.53

表 4-28 (3/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)

基準地震動 S_s , 1.0ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度 $\times 1.0$			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉压力容器 下鏡	71	18.250	0.90	1.25	0.71	0.79	0.57
	93	17.419	0.91	1.26	0.72	0.80	0.58
	108	16.508	0.92	1.28	0.74	0.81	0.58

表 4-29 (1/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (NS)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉压力容器 下鏡	85	18.250	1.50	2.07	1.14	0.76	0.56
	86	17.442	1.45	2.04	1.09	0.76	0.54
	87	16.508	1.41	2.01	1.05	0.75	0.53

表 4-29 (2/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 水平方向 (EW)

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	EW 方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉压力容器 下鏡	86	18.250	1.51	2.15	1.22	0.81	0.57
	87	17.442	1.52	2.16	1.18	0.78	0.55
	88	16.508	1.54	2.18	1.15	0.75	0.53

表 4-29 (3/3) 震度 (原子炉压力容器下鏡)

基準地震動 S_s , 1.2ZPA, 鉛直方向

構造物名	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 3次元 FEM-質点 系連成モデル 耐震条件	③/①	③/②
原子炉压力容器 下鏡	71	18.250	1.08	1.50	0.86	0.80	0.58
	93	17.419	1.09	1.52	0.85	0.78	0.56
	108	16.508	1.10	1.53	0.86	0.79	0.57

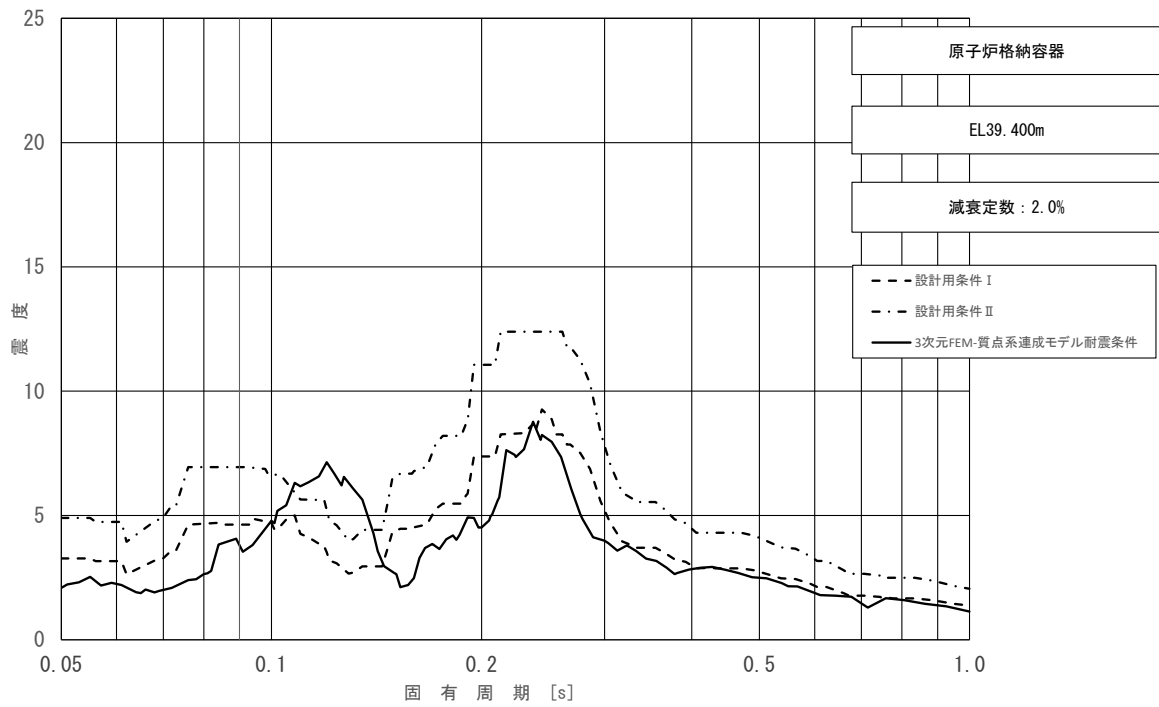


図 4-38 (1/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL39.400m)

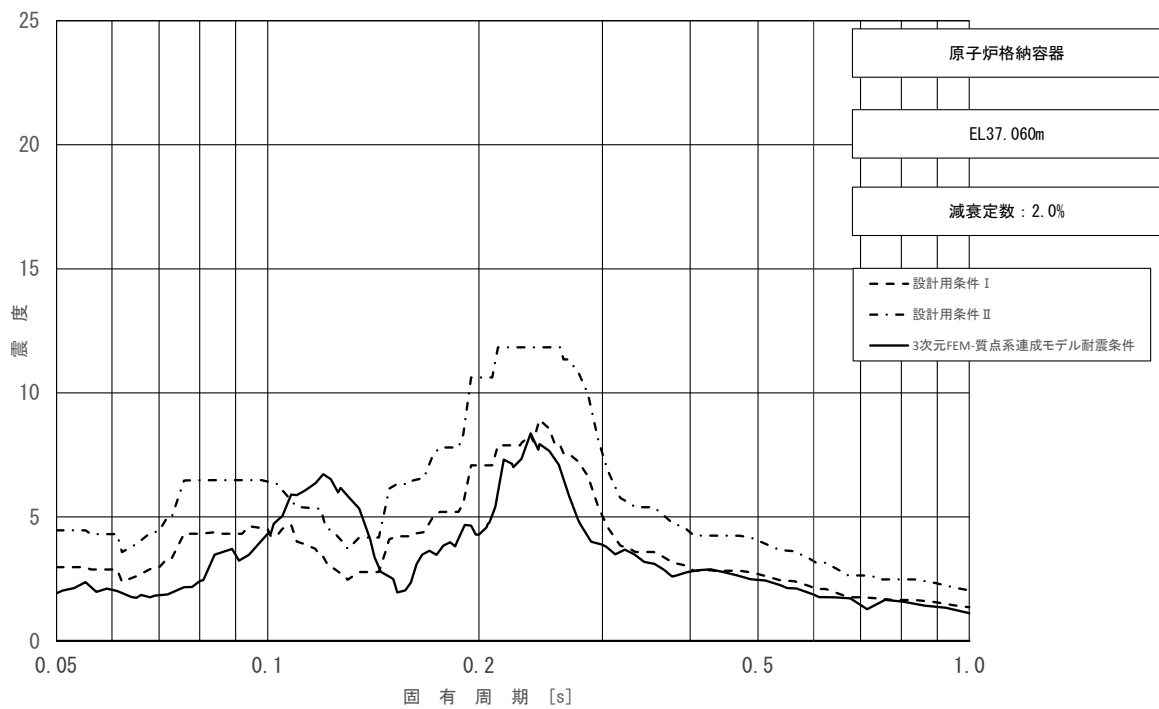


図 4-38 (2/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL37.060m)

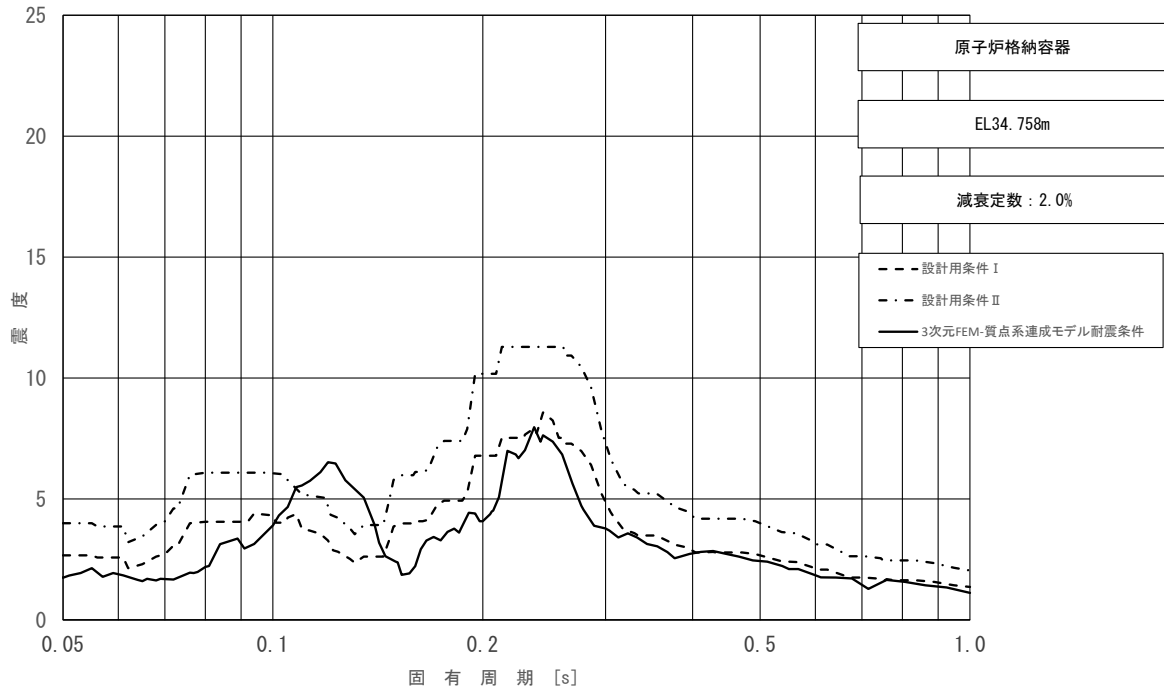


図 4-38 (3/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL34.758m)

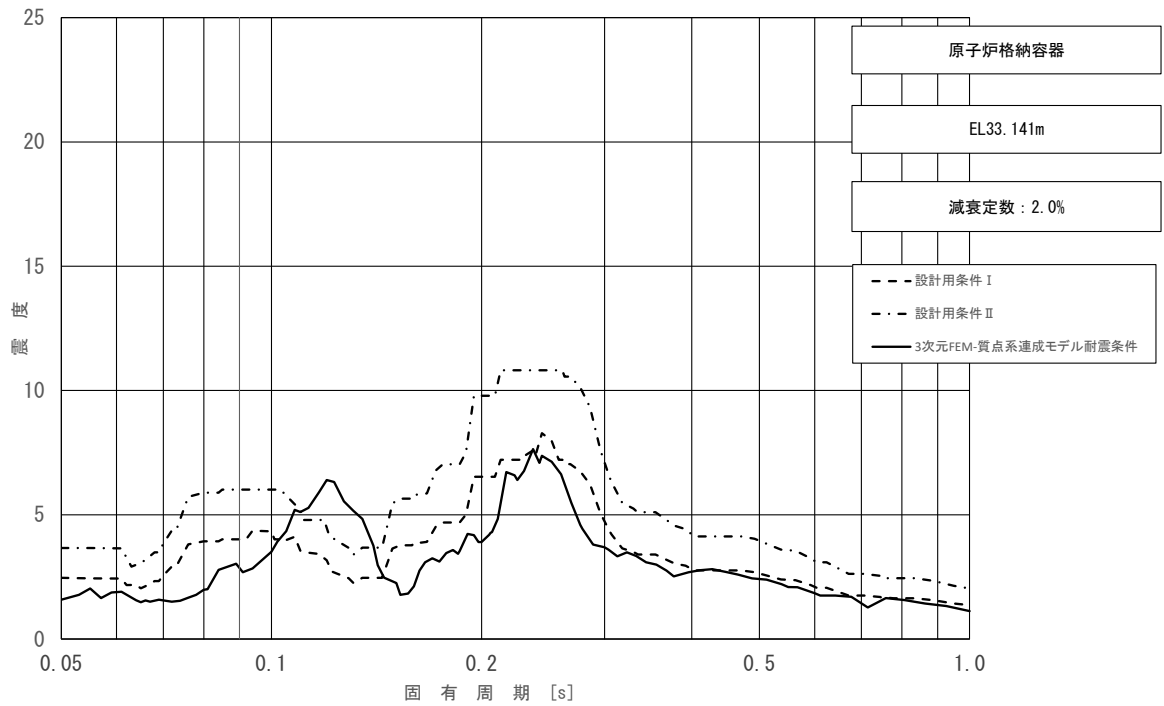


図 4-38 (4/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL33.141m)

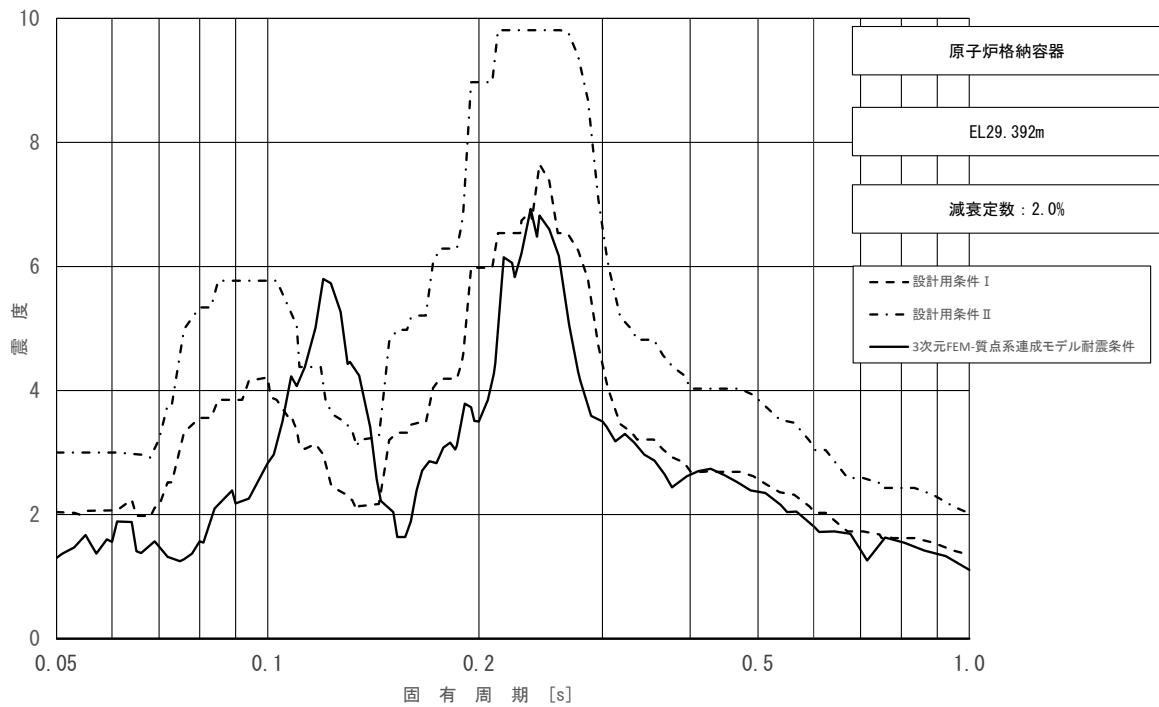


図 4-38 (5/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL29.392m)

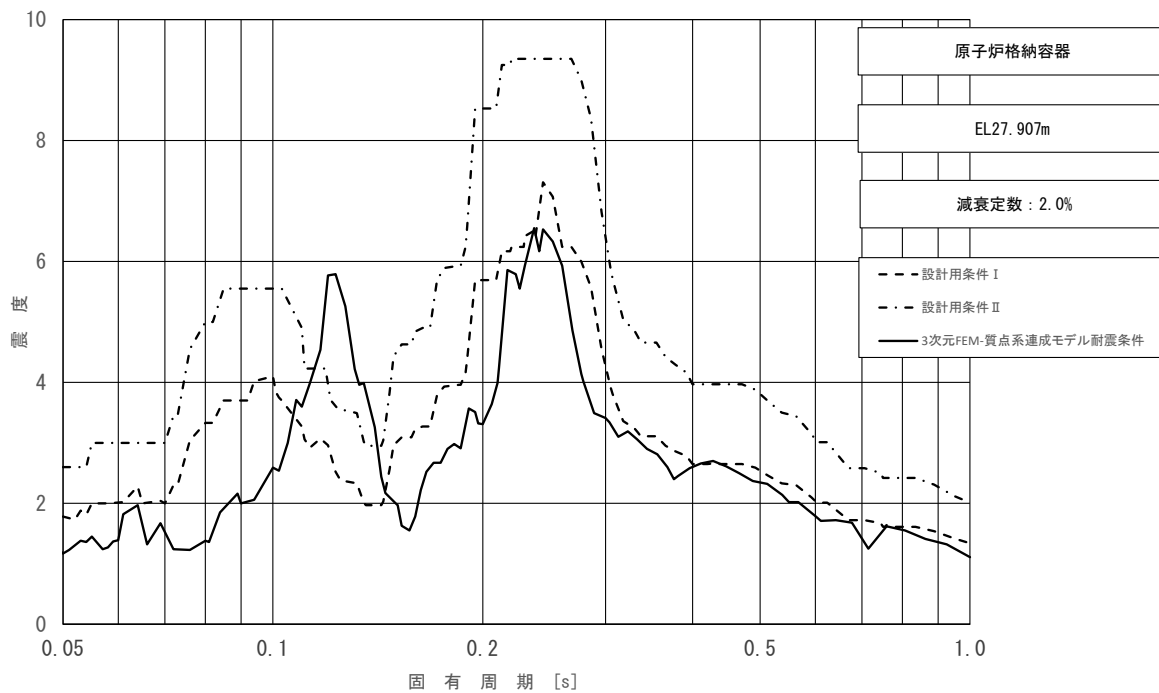


図 4-38 (6/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL27.907m)

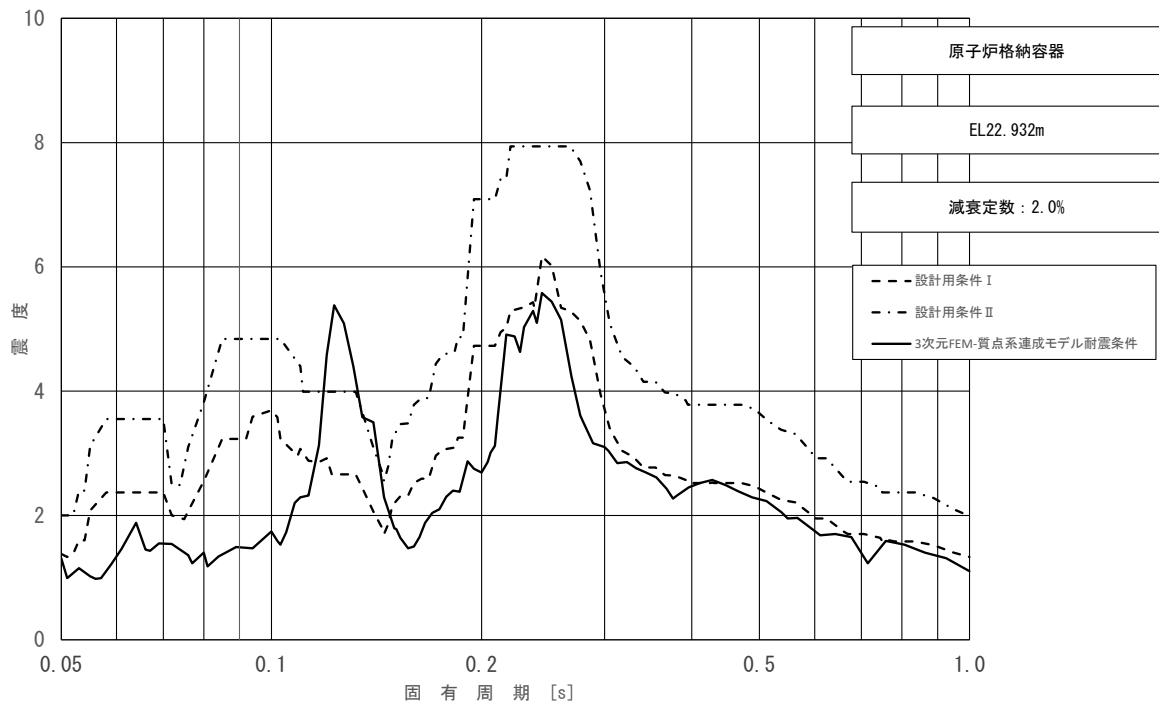


図 4-38 (7/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL22.932m)

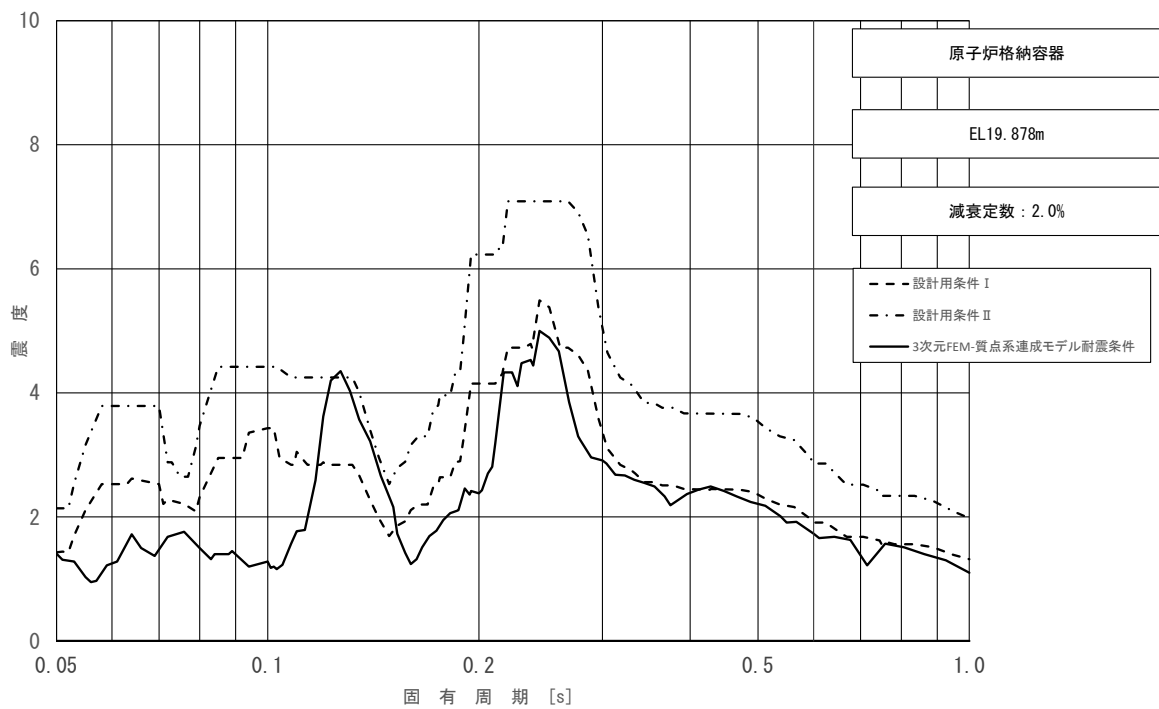


図 4-38 (8/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL19.878m)

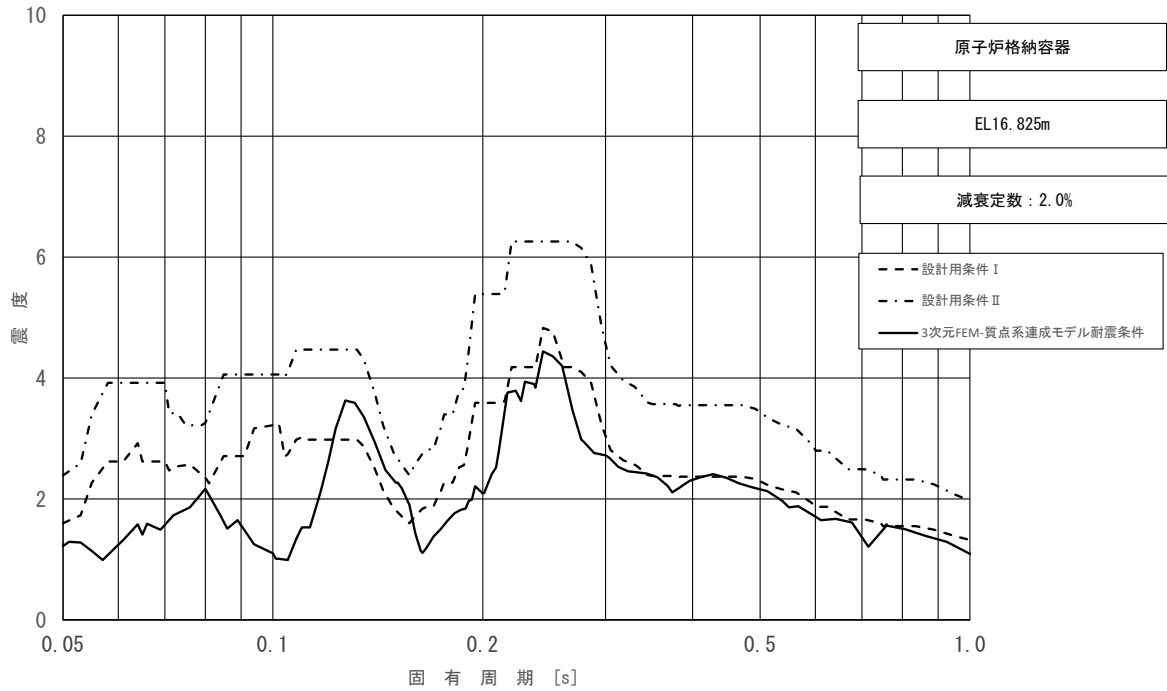


図 4-38 (9/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL16.825m)

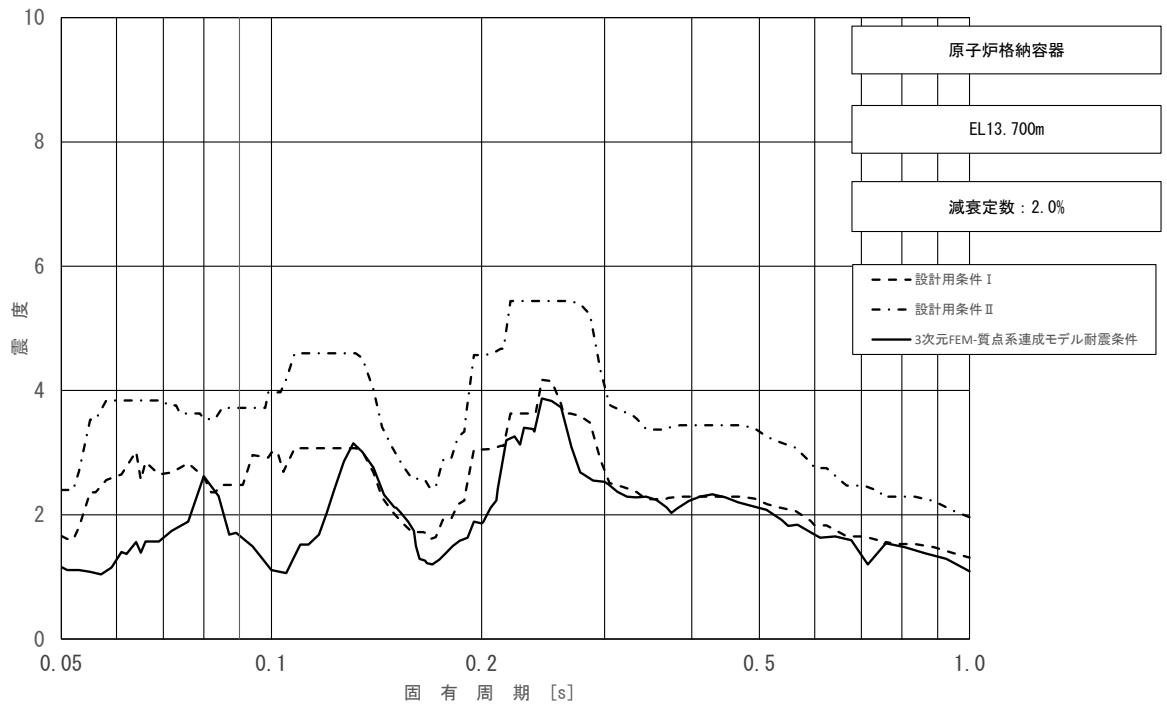


図 4-38 (10/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL13.700m)

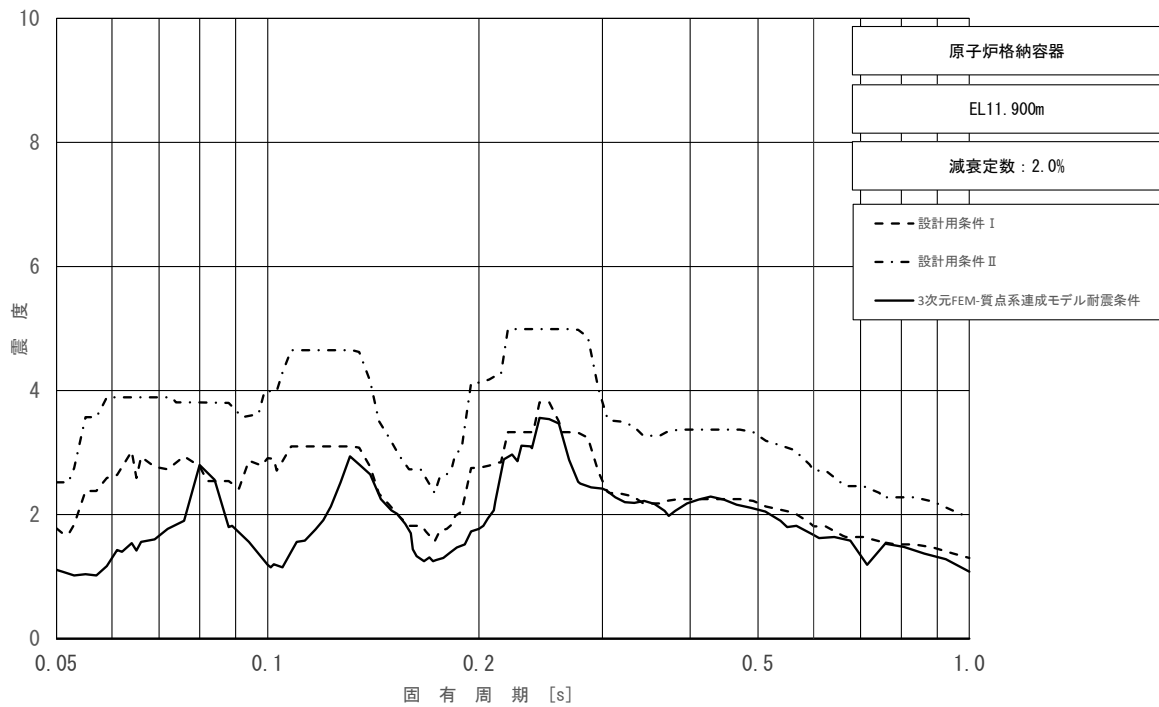


図 4-38 (11/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉格納容器 EL11.900m)

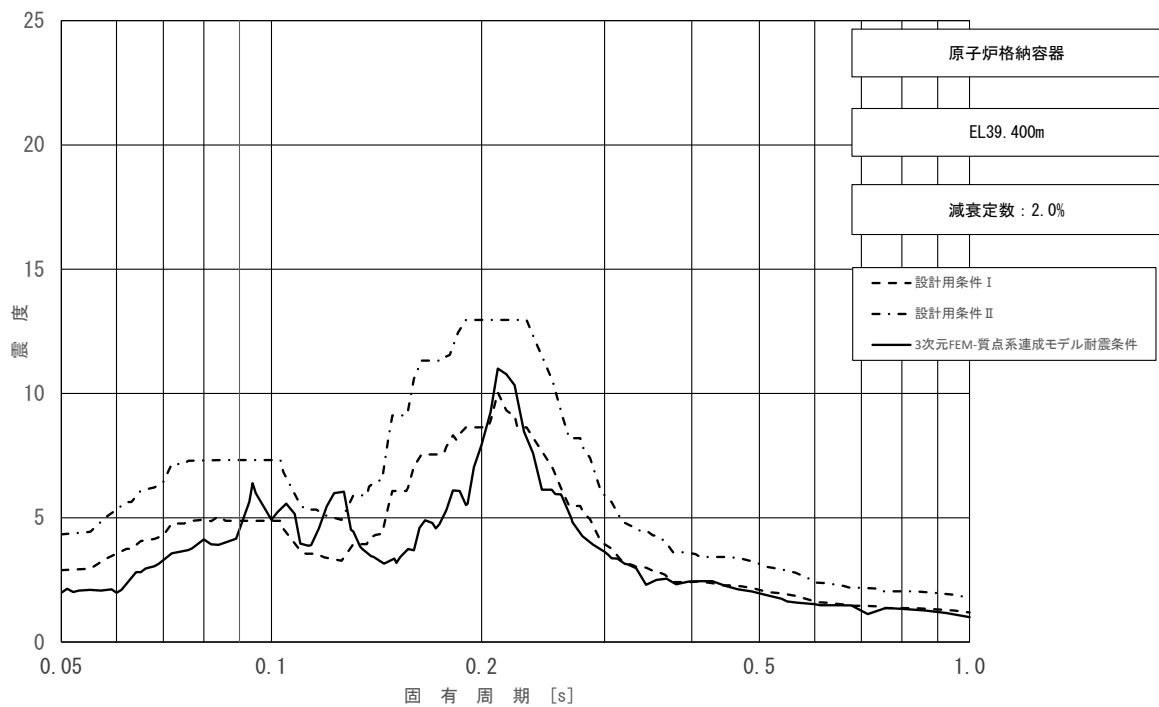


図 4-39 (1/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL39.400m)

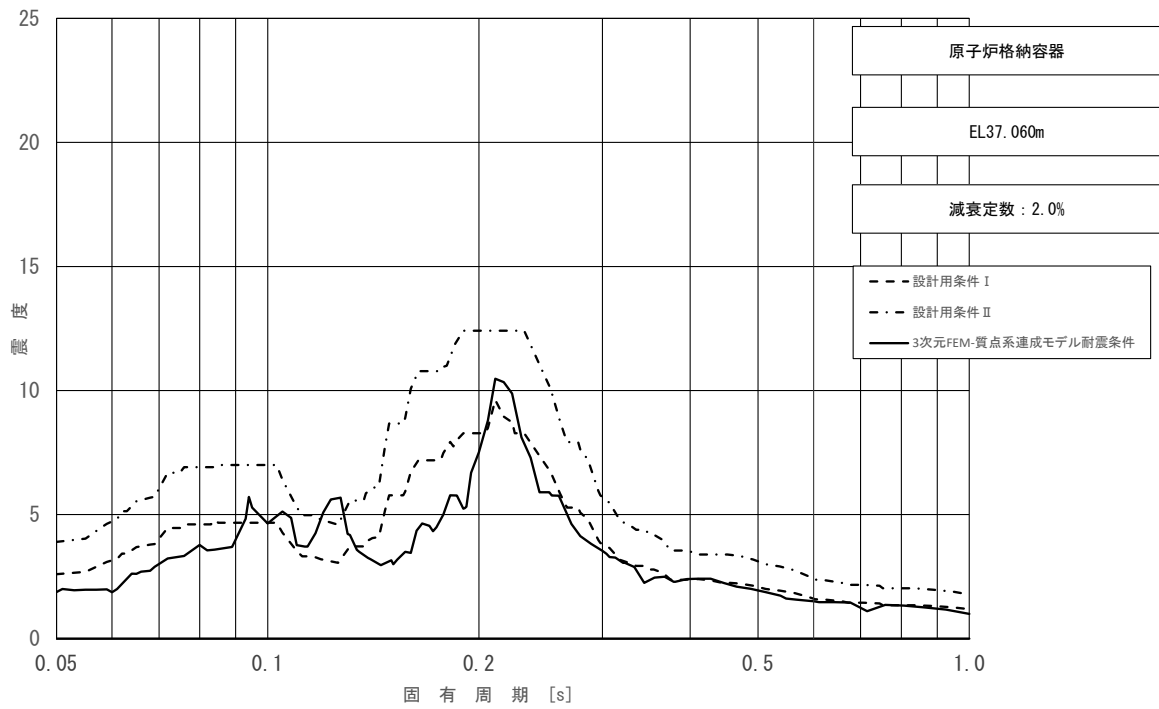


図 4-39 (2/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL37.060m)

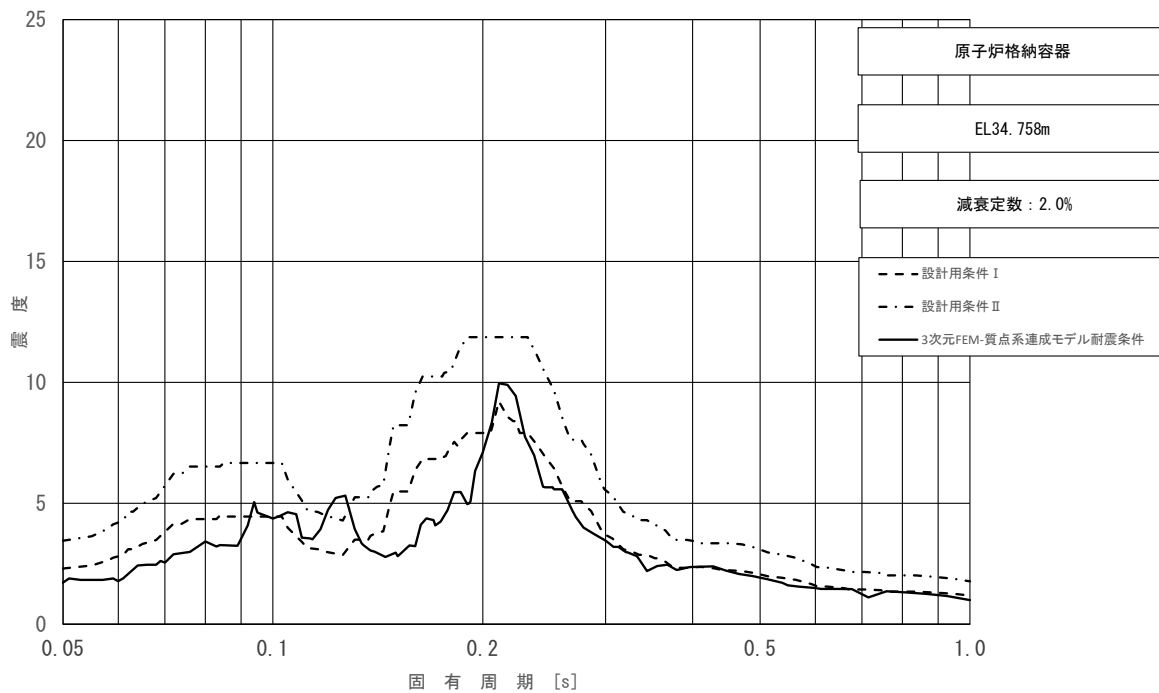


図 4-39 (3/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL34.758m)

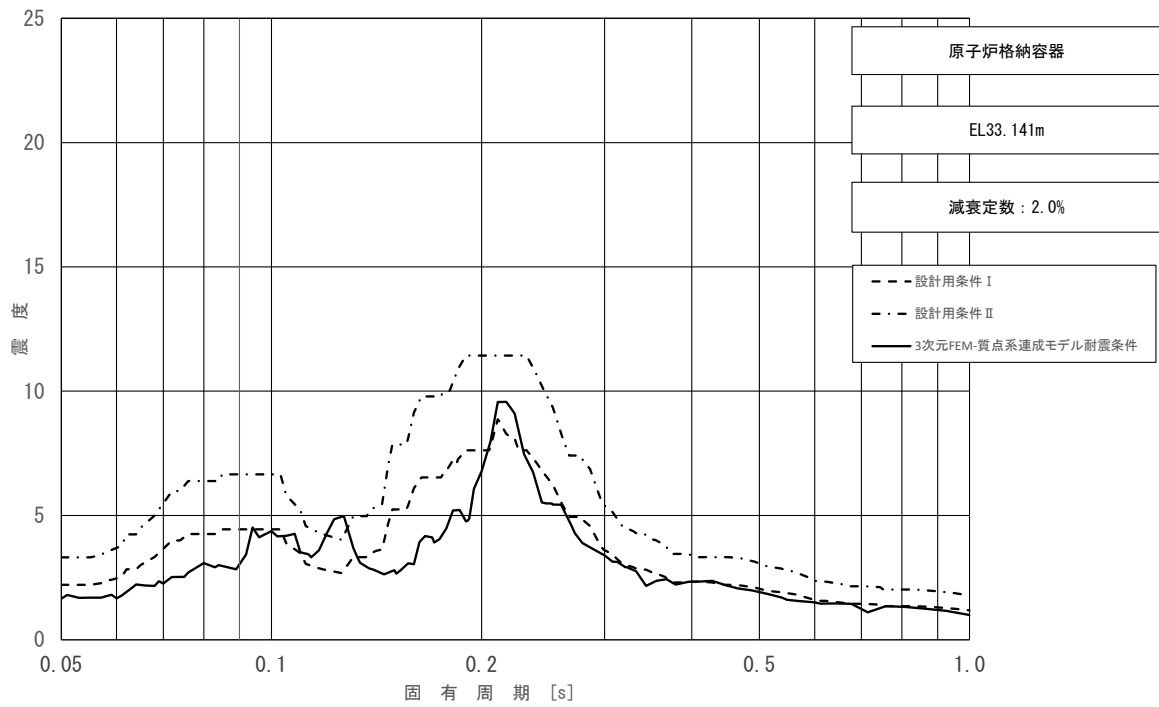


図 4-39 (4/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL33.141m)

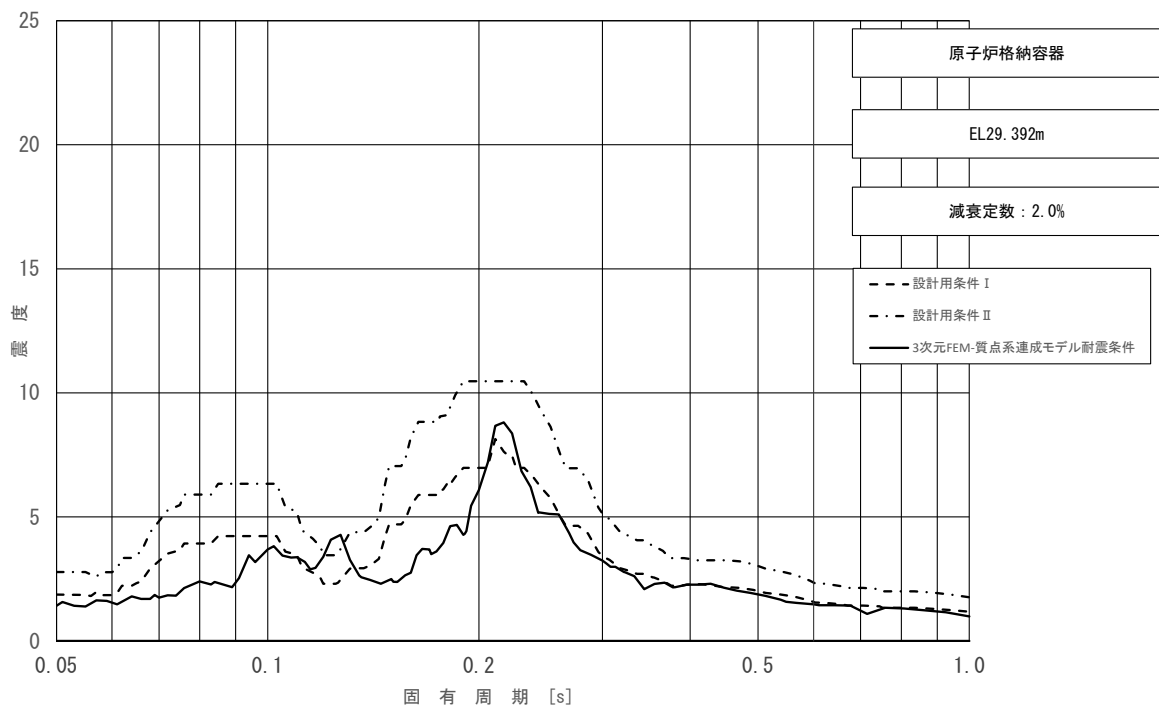


図 4-39 (5/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL29.392m)

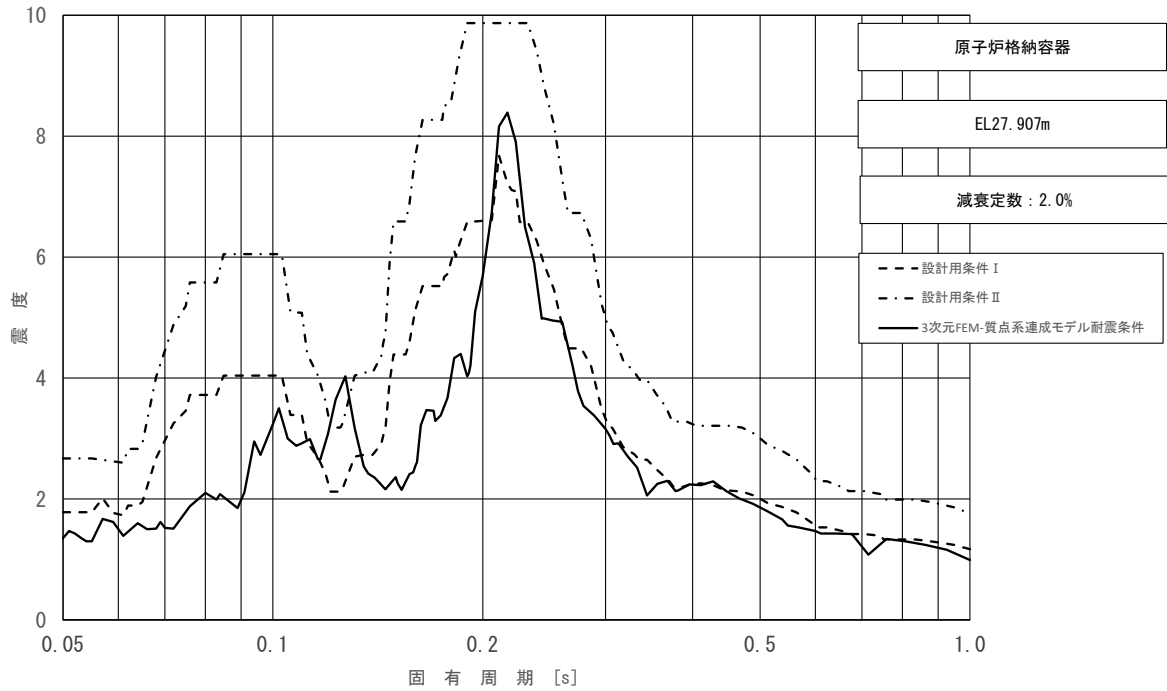


図 4-39 (6/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL27.907m)

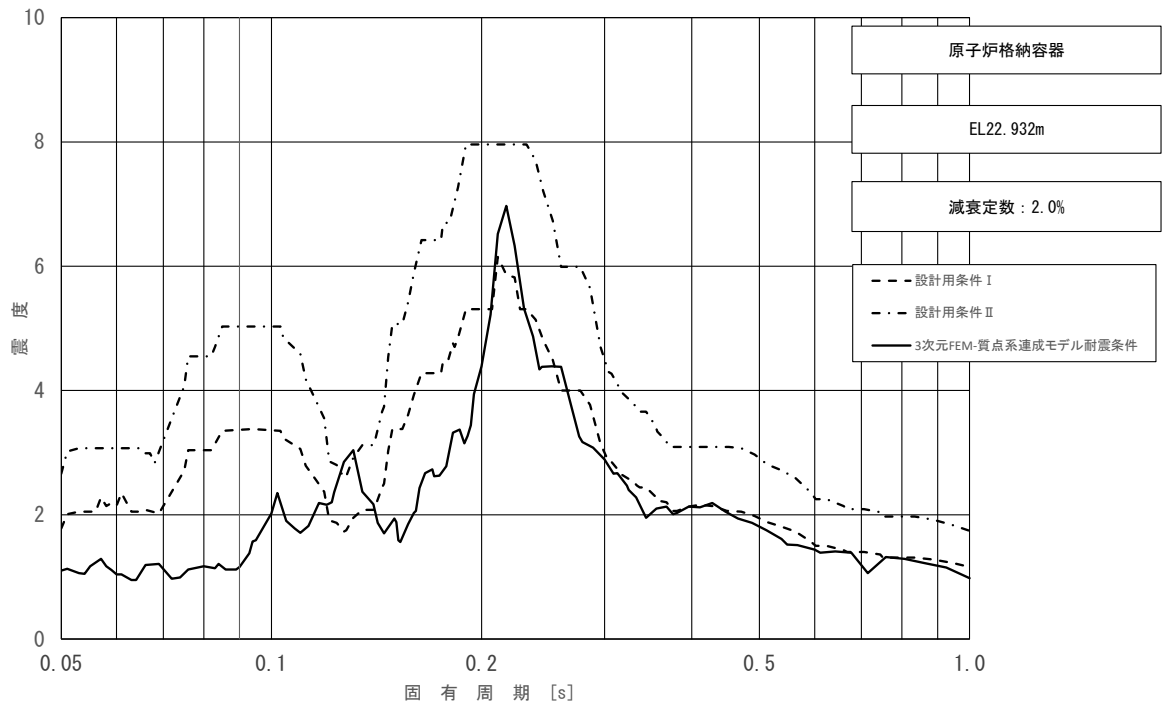


図 4-39 (7/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL22.932m)

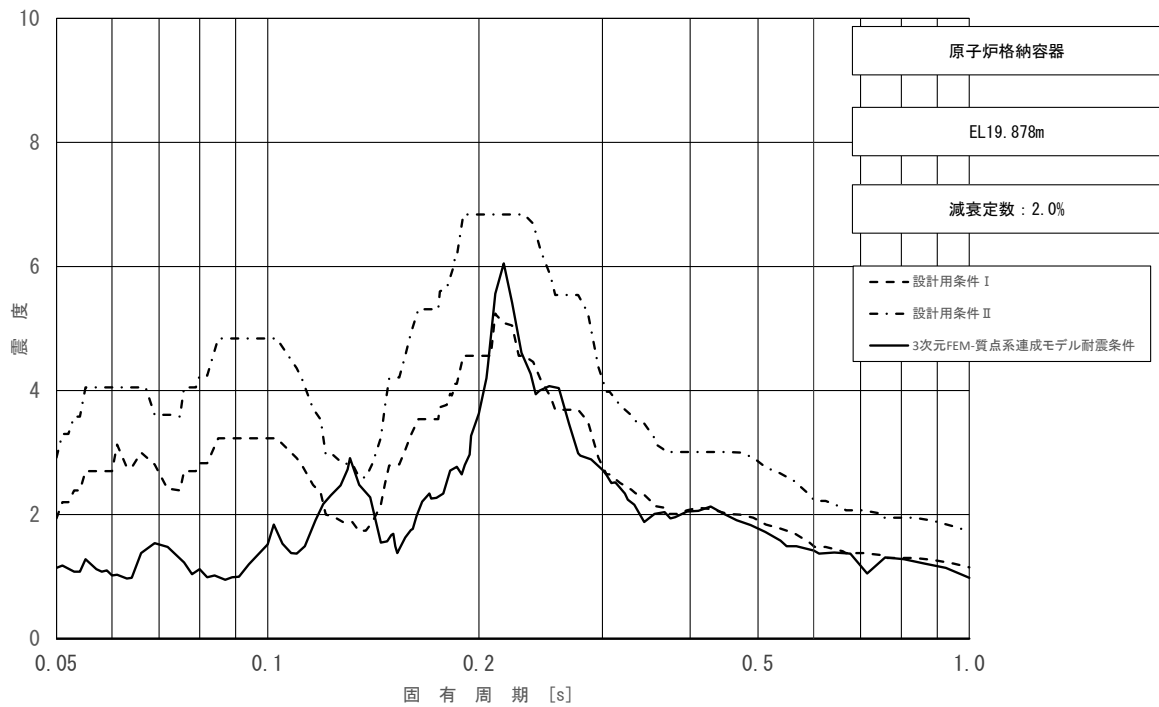


図 4-39 (8/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL19.878m)

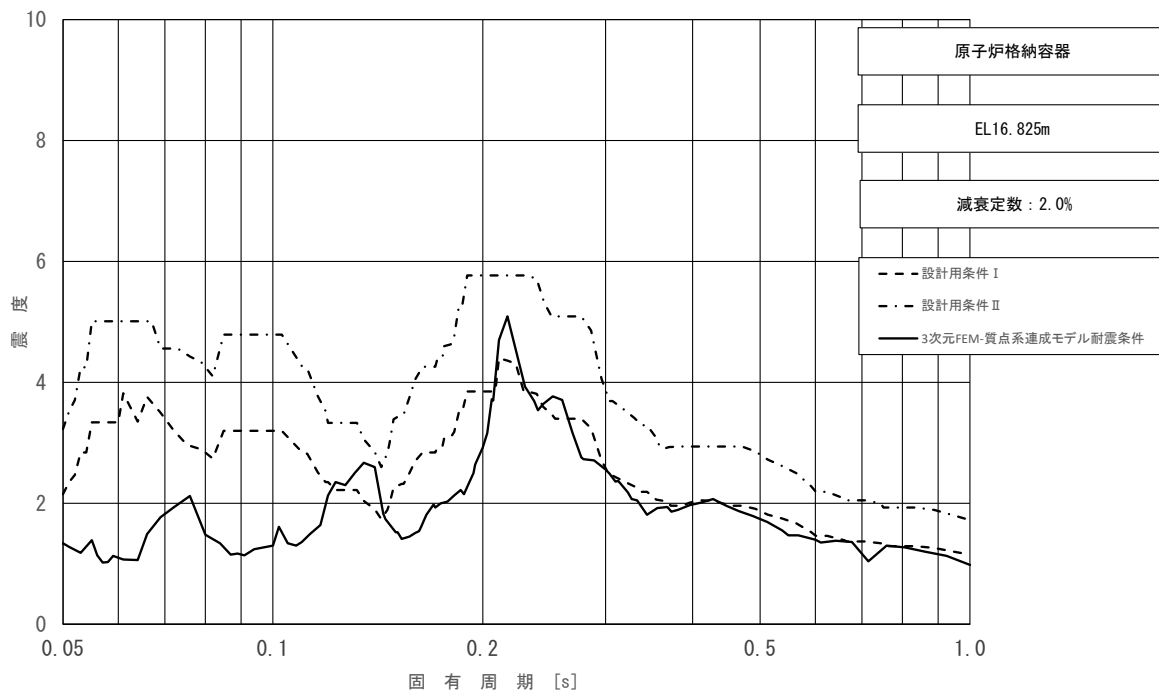


図 4-39 (9/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL16.825m)

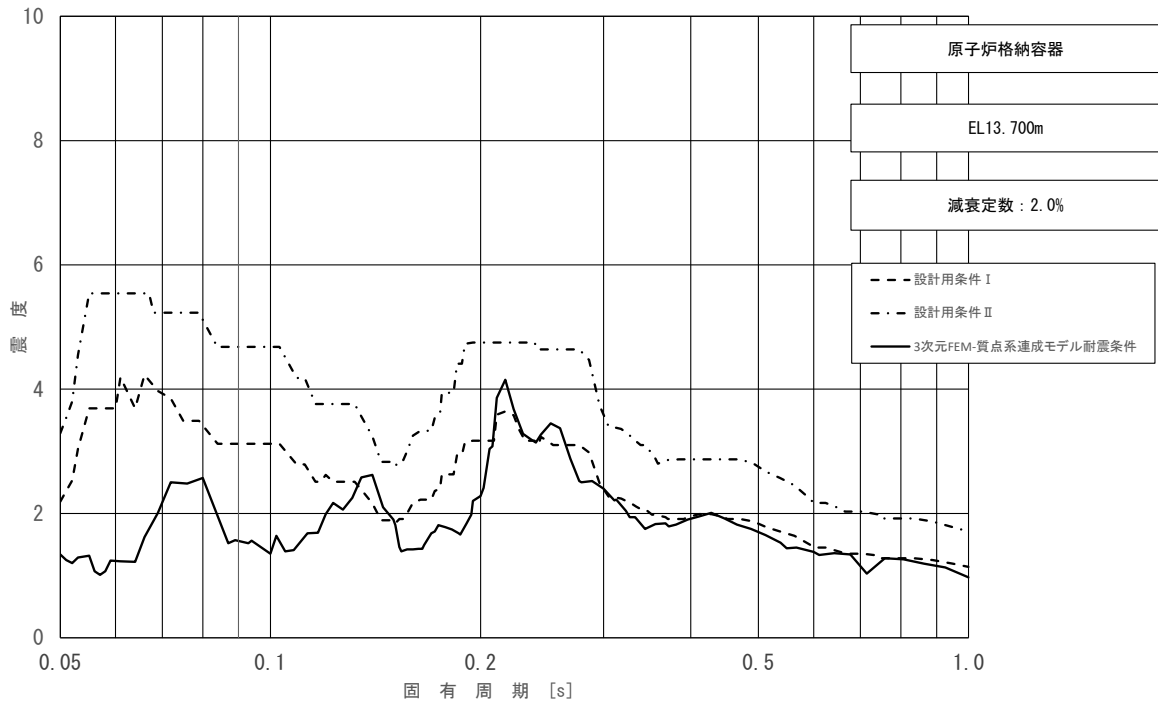


図 4-39 (10/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL13.700m)

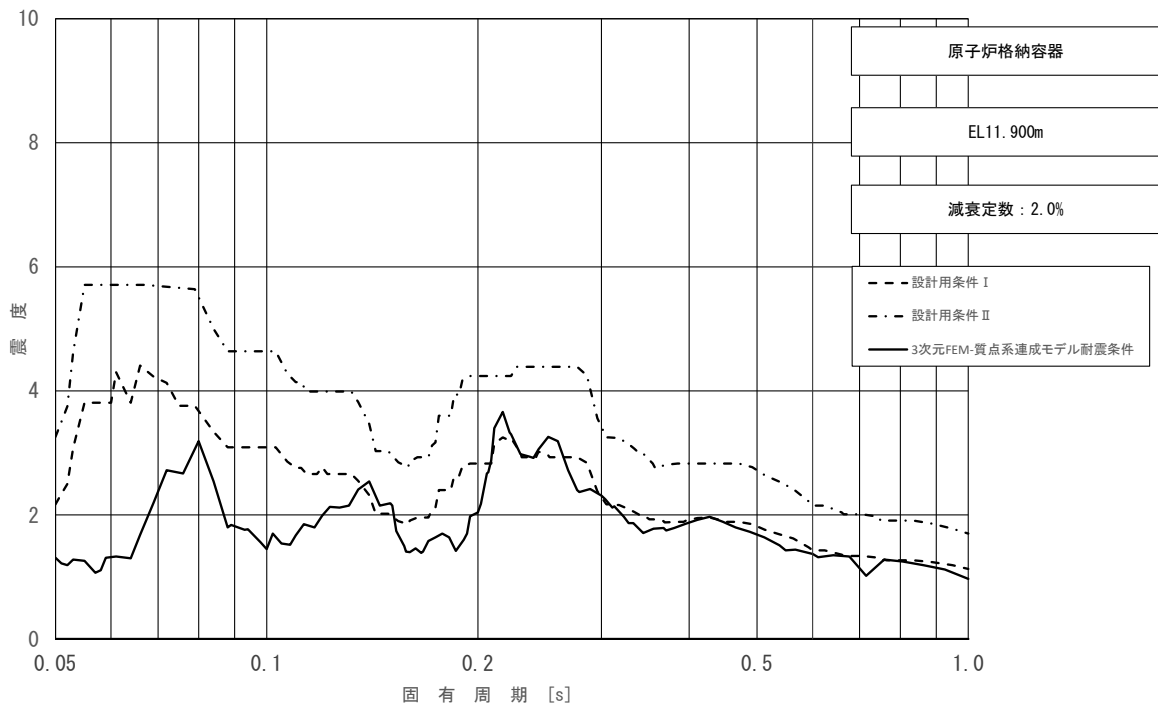


図 4-39 (11/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉格納容器 EL11.900m)

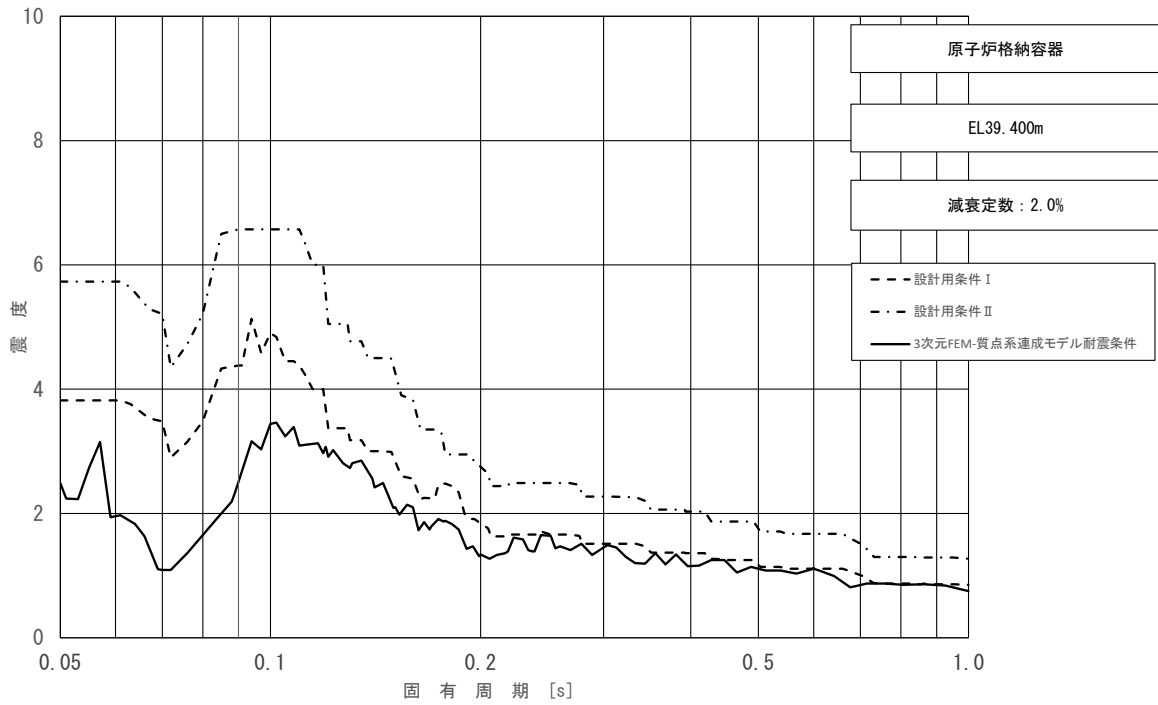


図 4-40 (1/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL39.400m)

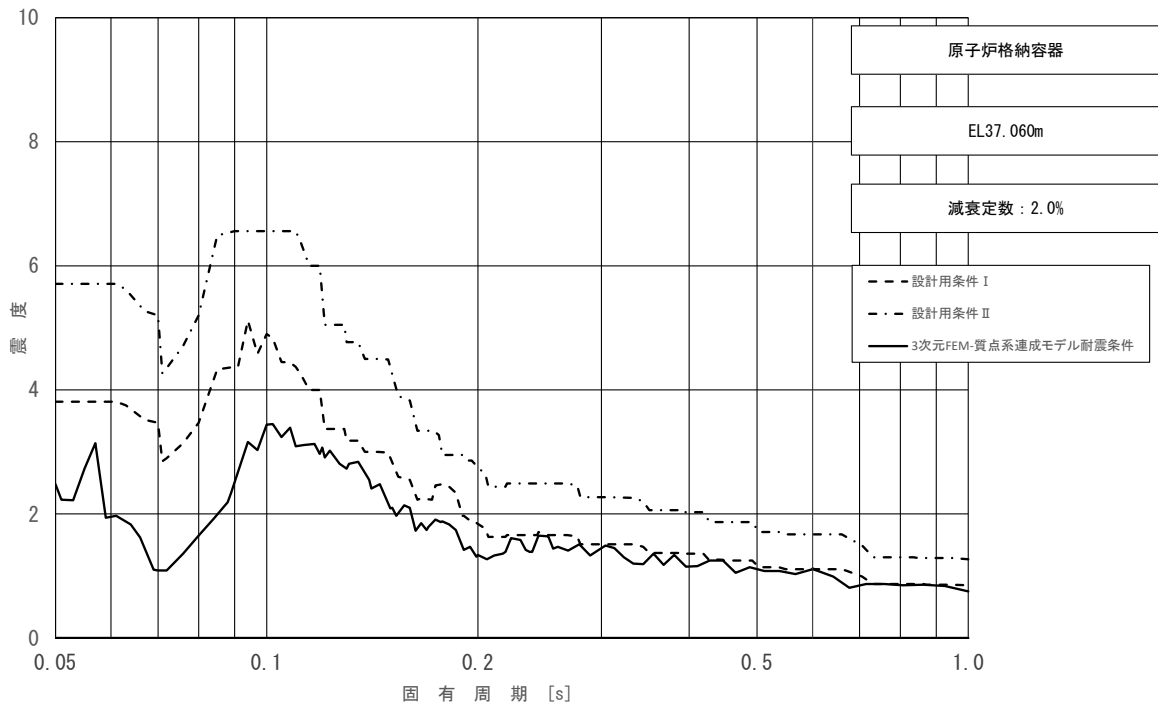


図 4-40 (2/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL37.060m)

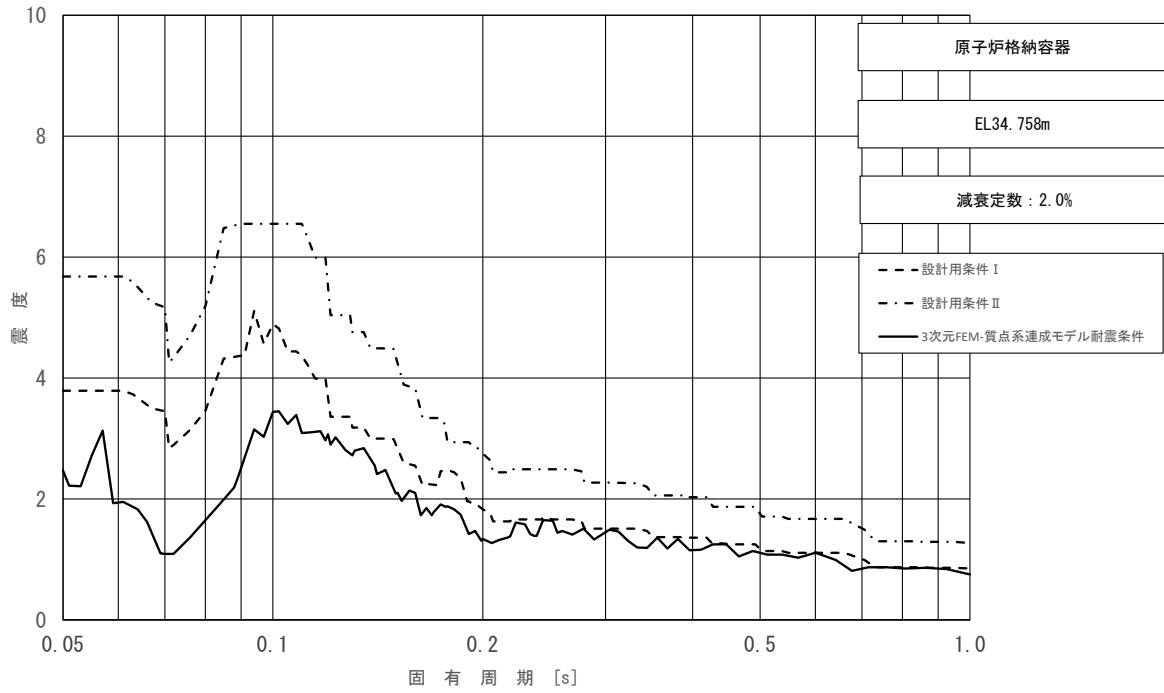


図 4-40 (3/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL34.758m)

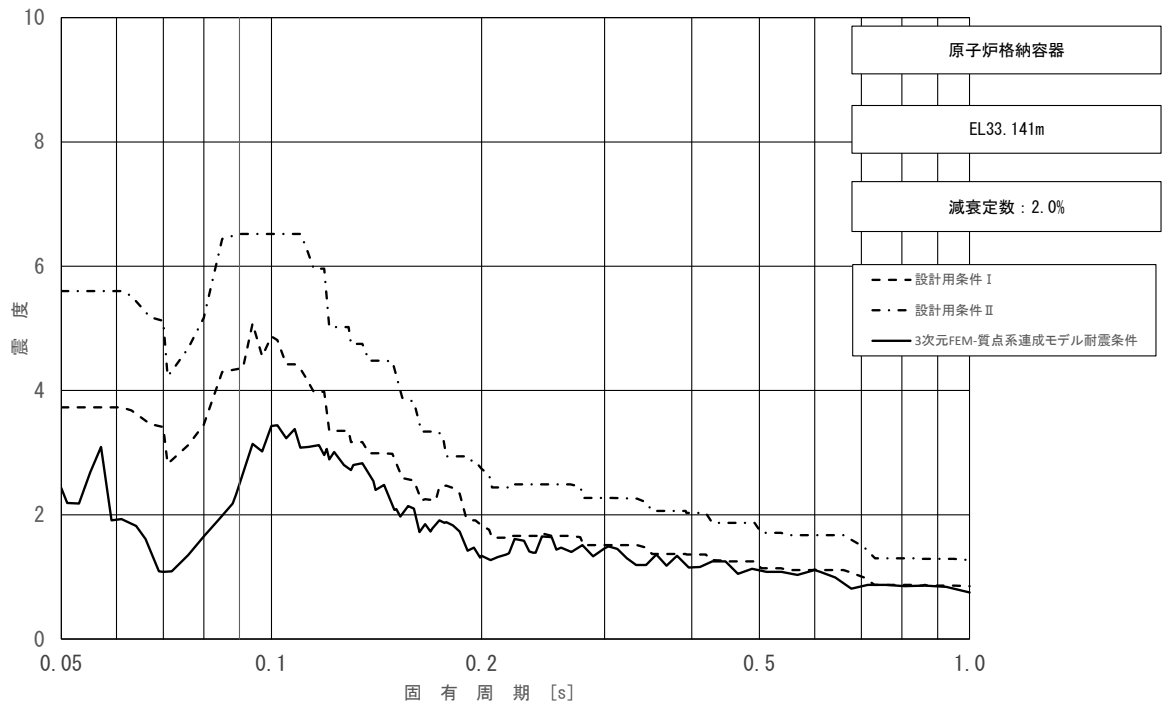


図 4-40 (4/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL33.141m)

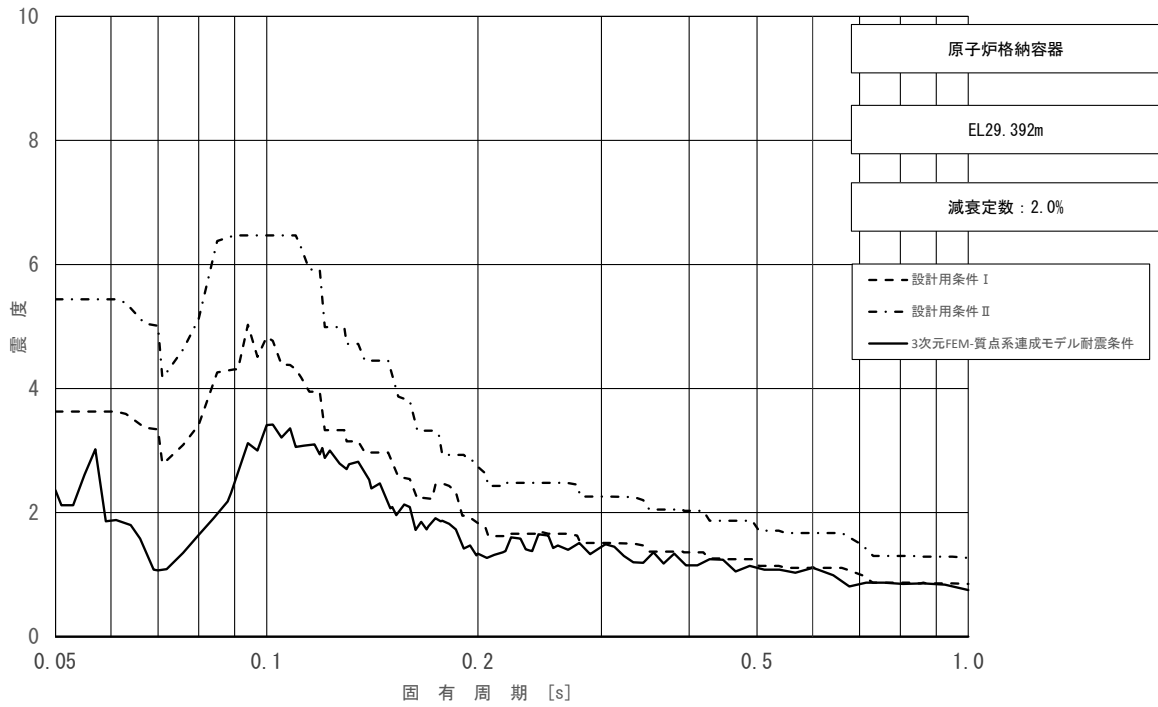


図 4-40 (5/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL29.392m)

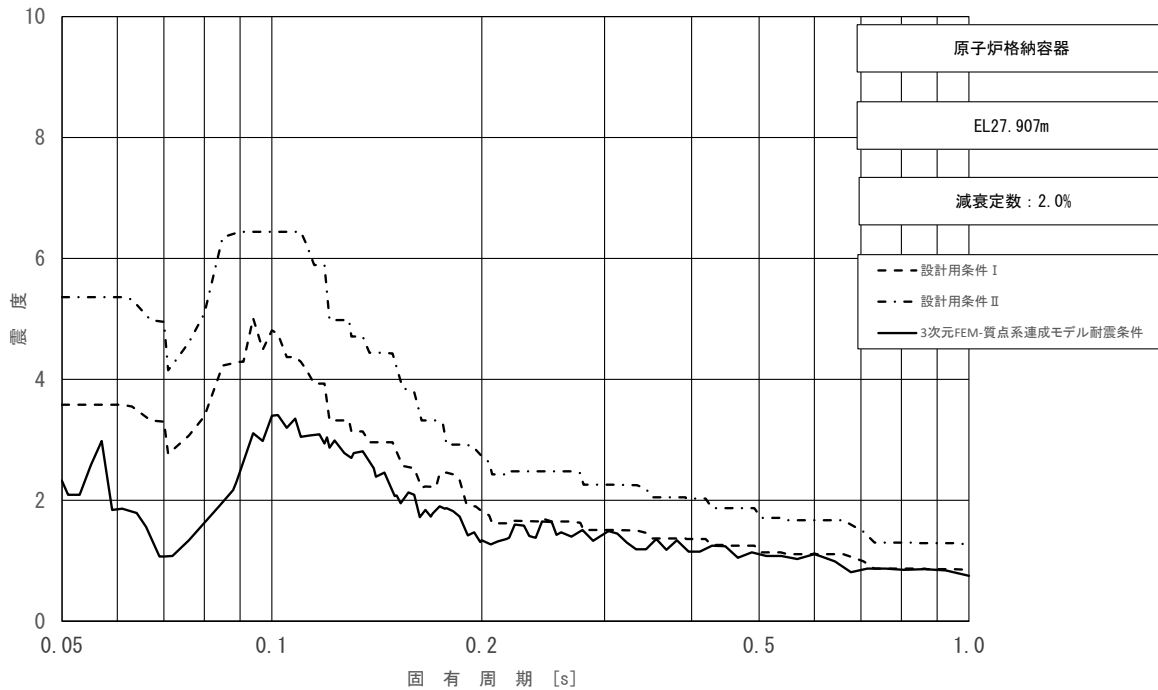


図 4-40 (6/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL27.907m)

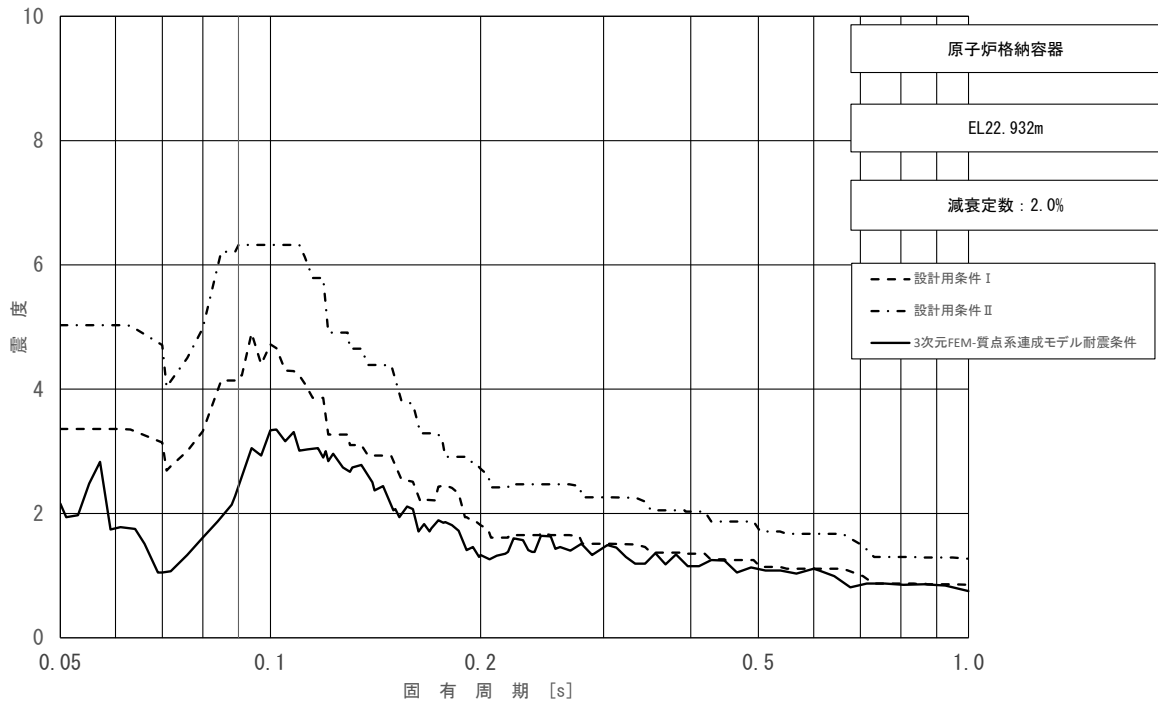


図 4-40 (7/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL22.932m)

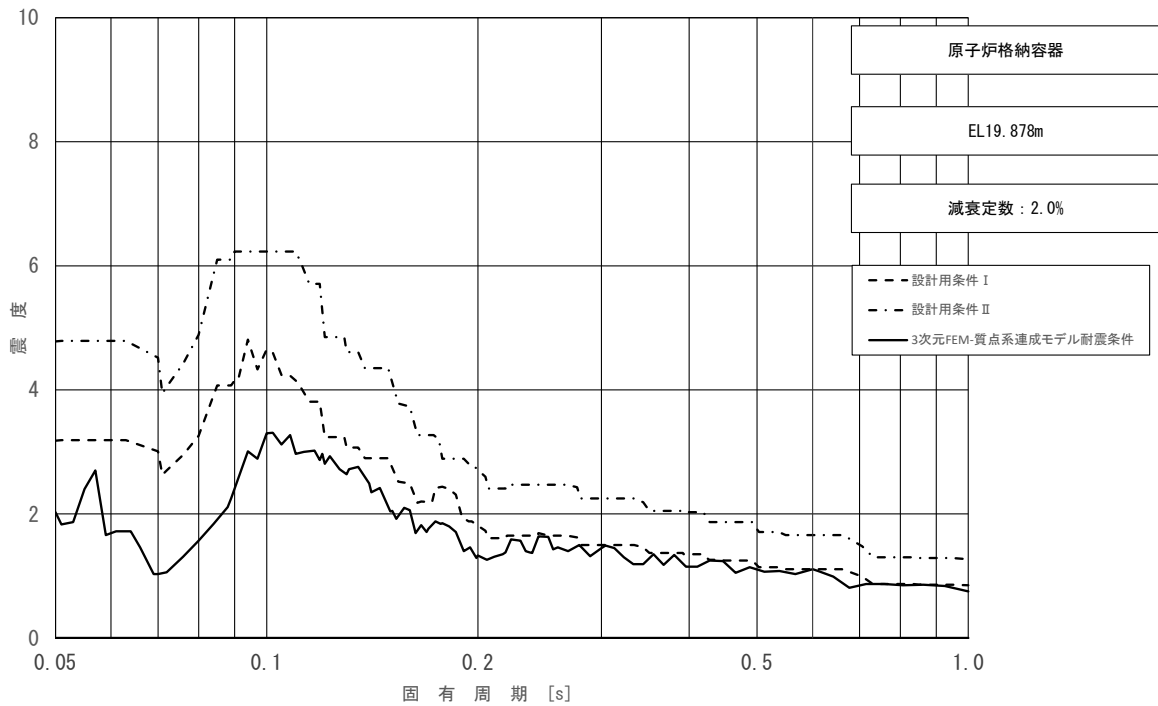


図 4-40 (8/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL19.878m)

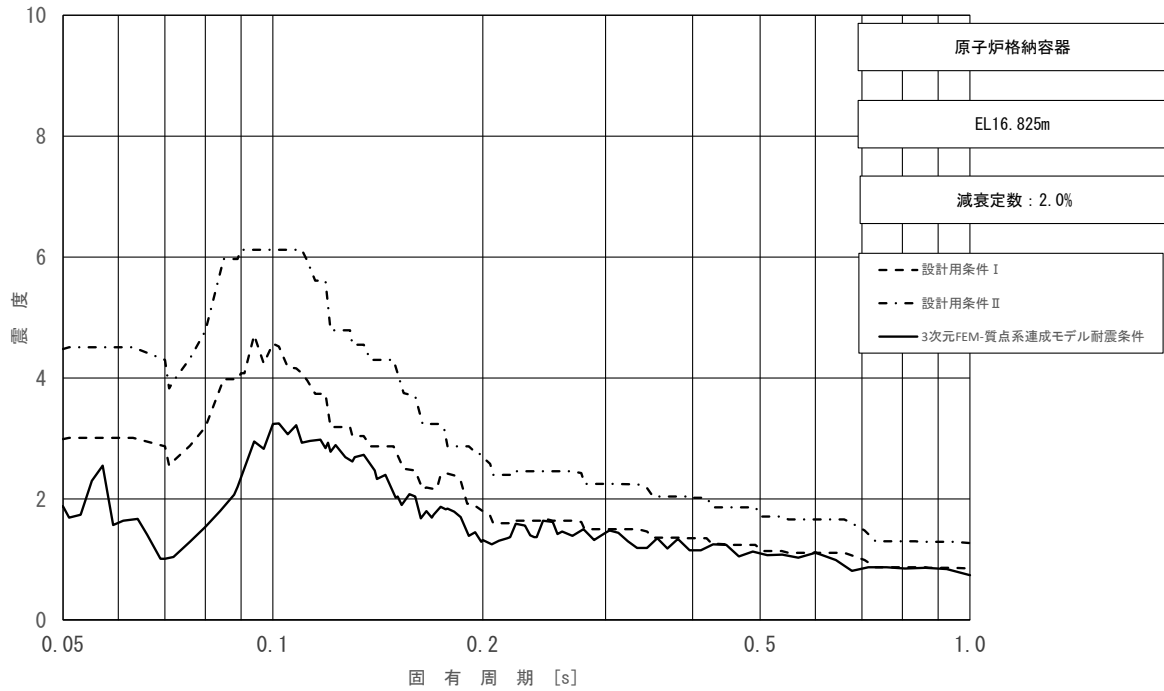


図 4-40 (9/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL16.825m)

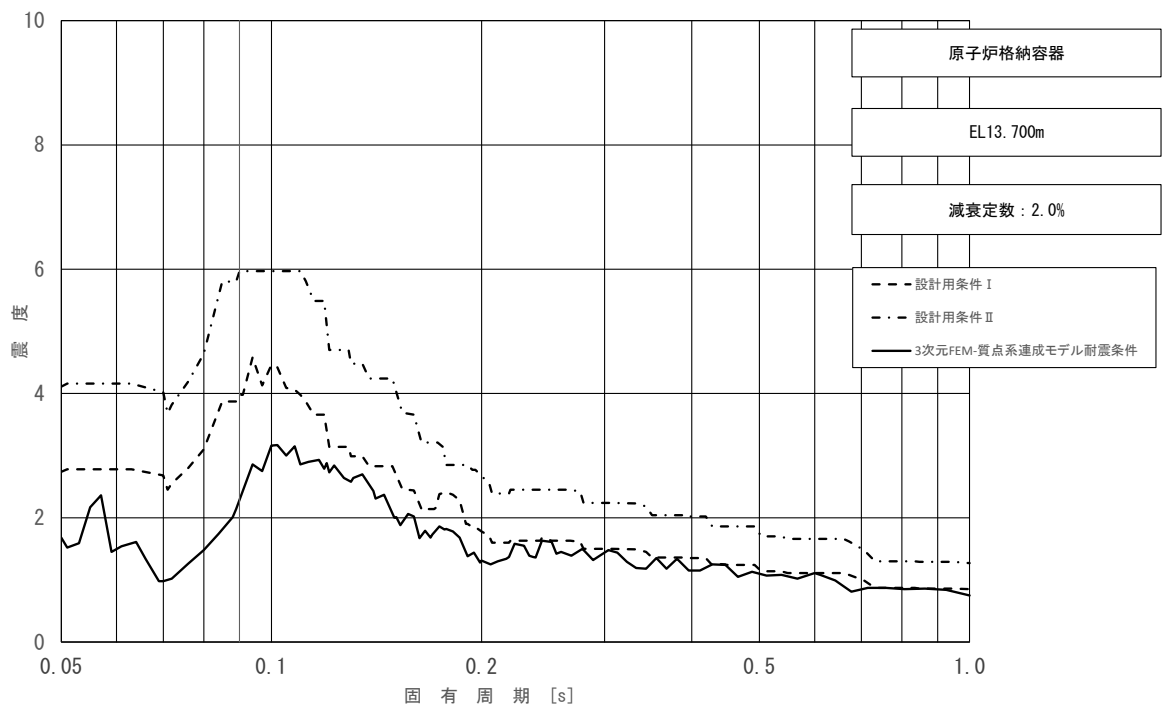


図 4-40 (10/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL13.700m)

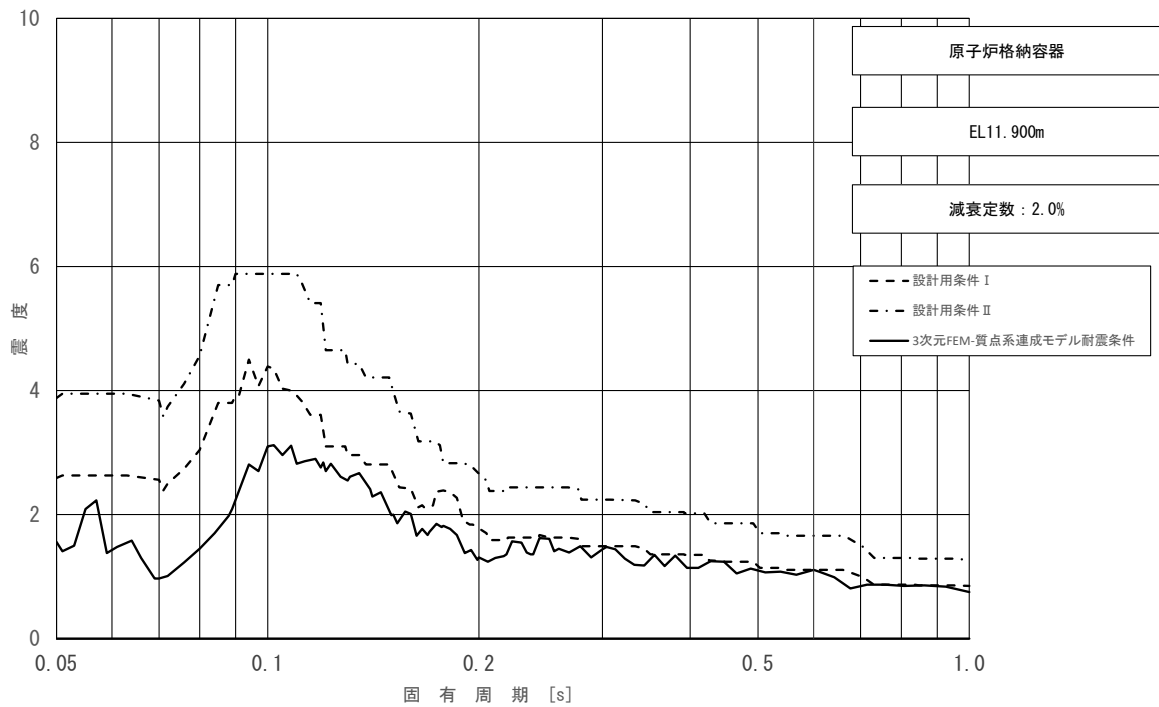


図 4-40 (11/11) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉格納容器 EL11.900m)

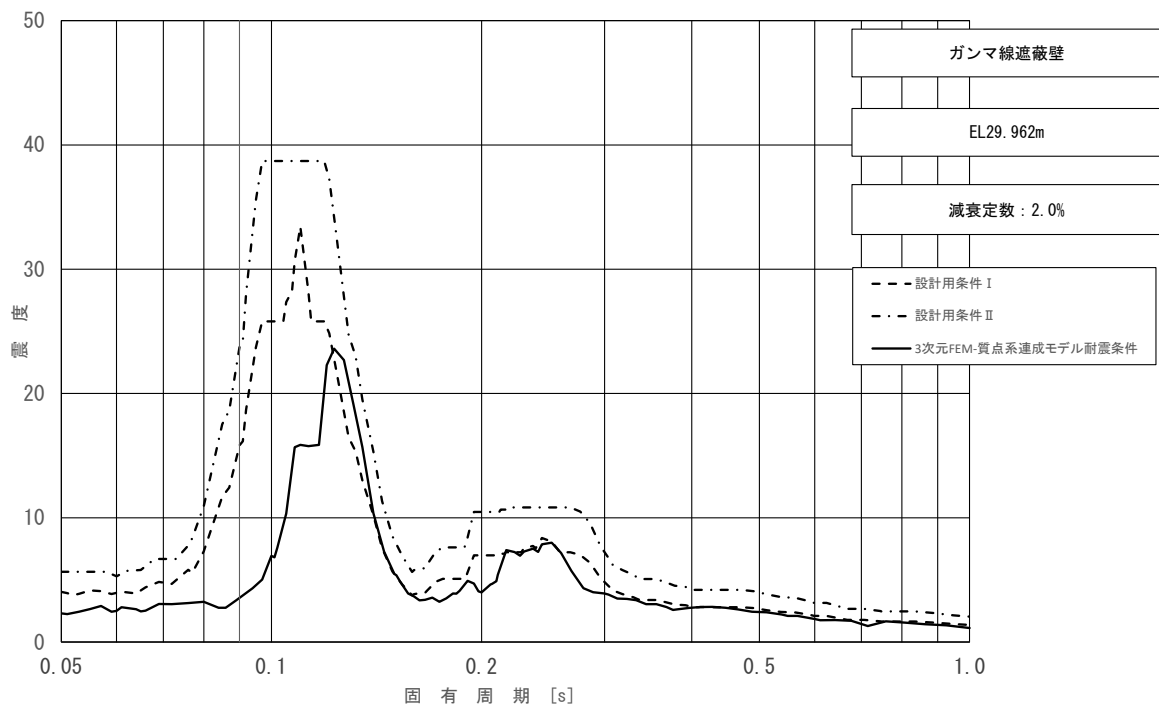


図 4-41 (1/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 水平方向 (NS): ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m)

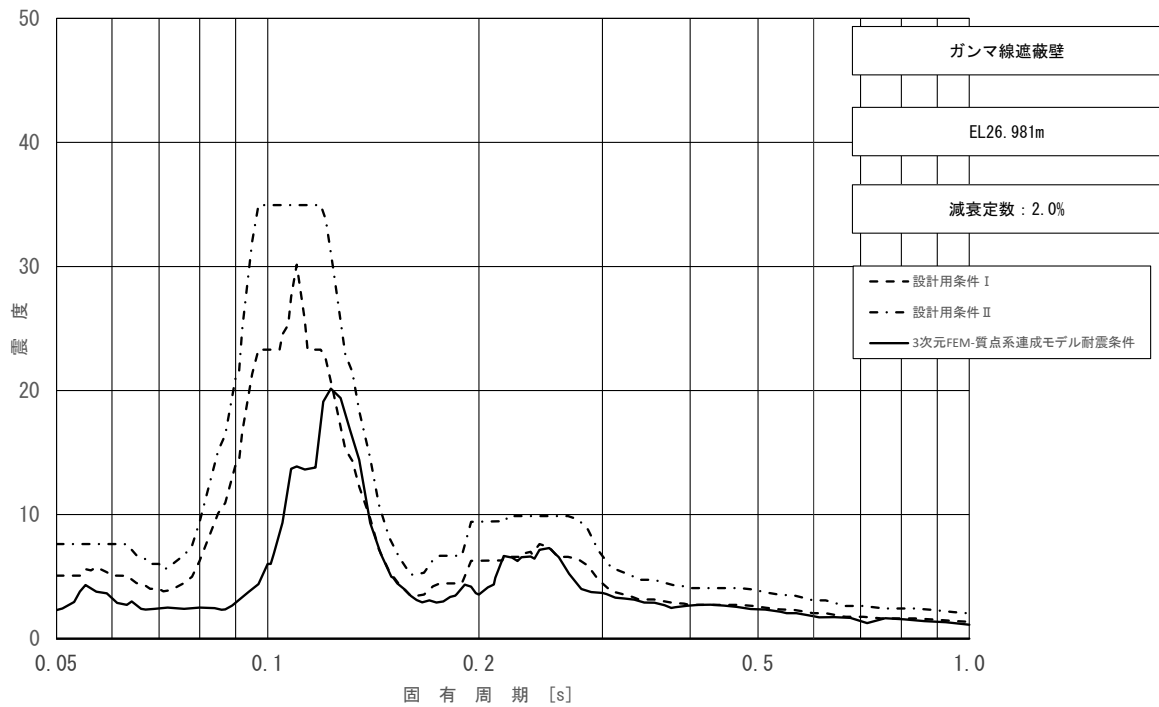


図 4-41 (2/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)

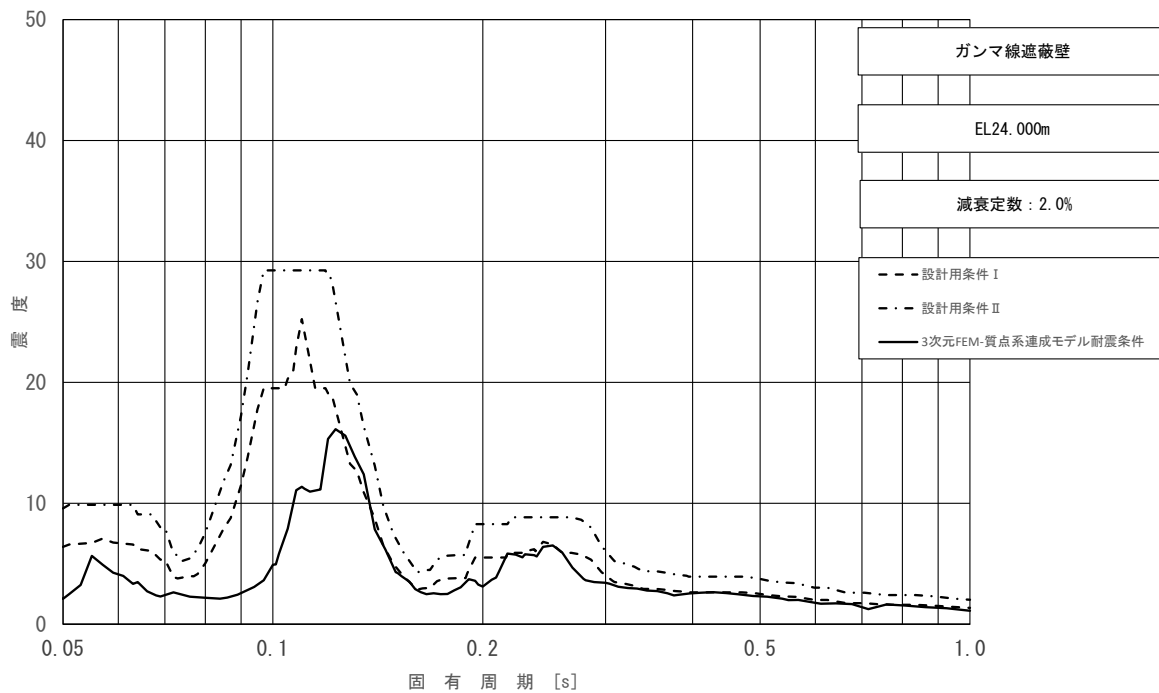


図 4-41 (3/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)

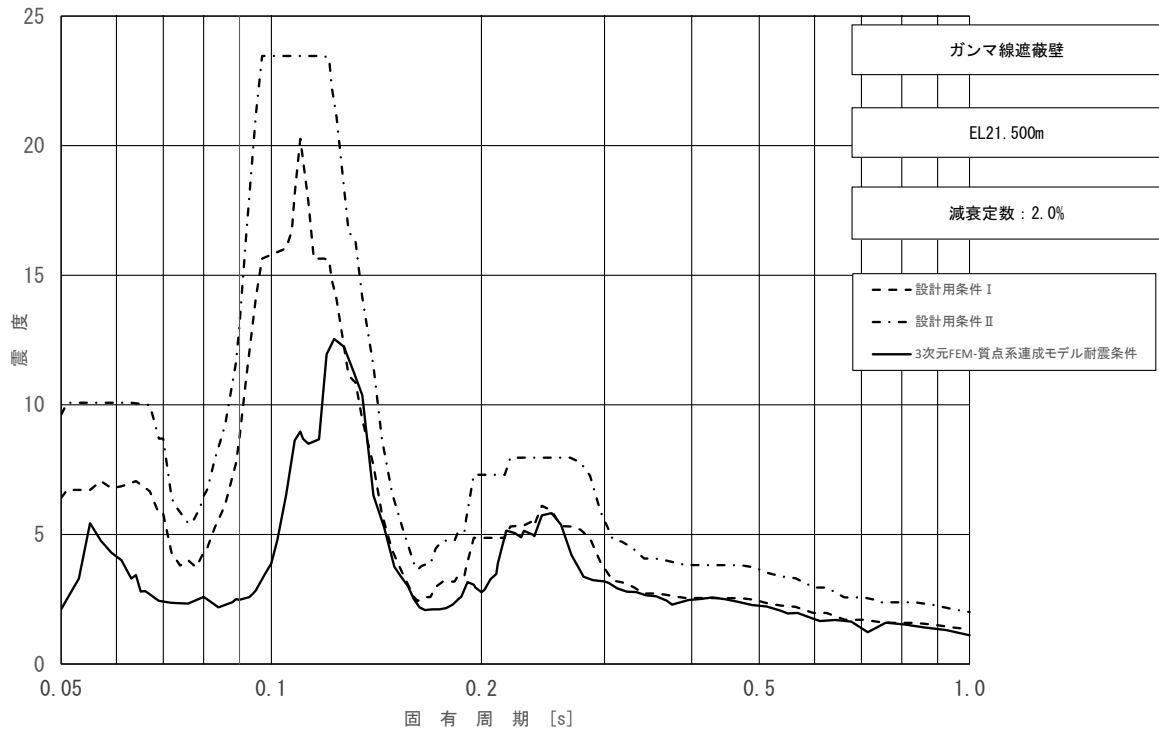


図 4-41 (4/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)

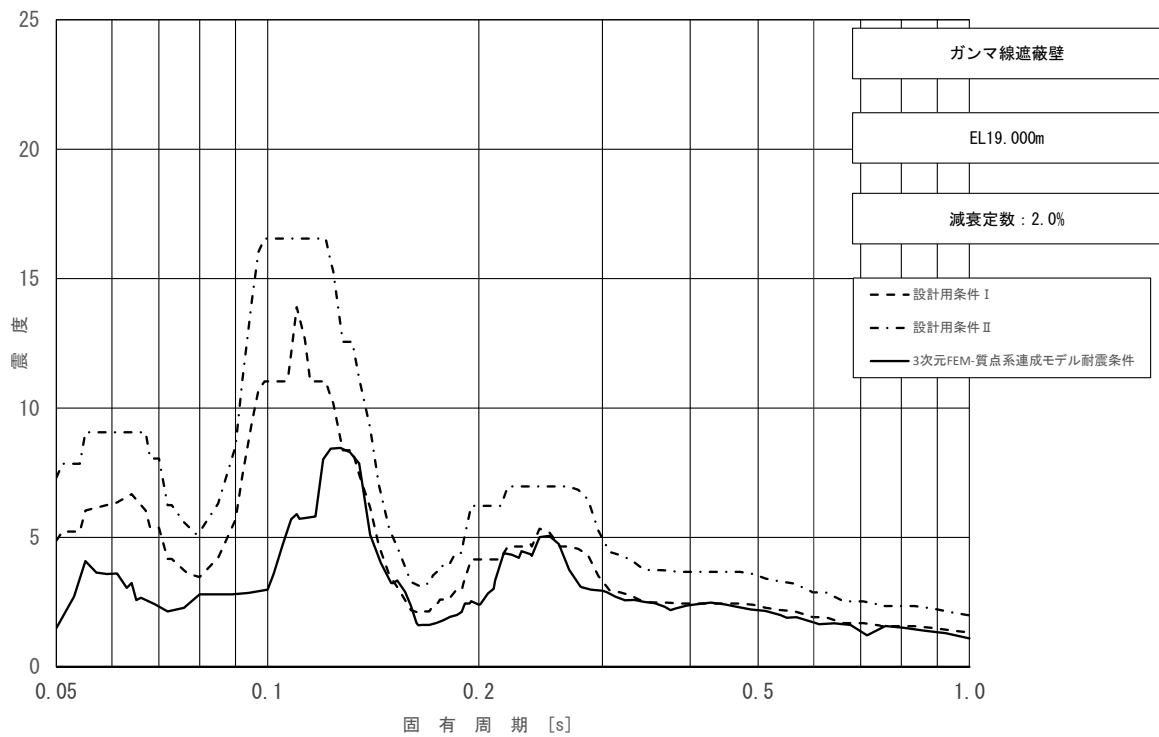


図 4-41 (5/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m)

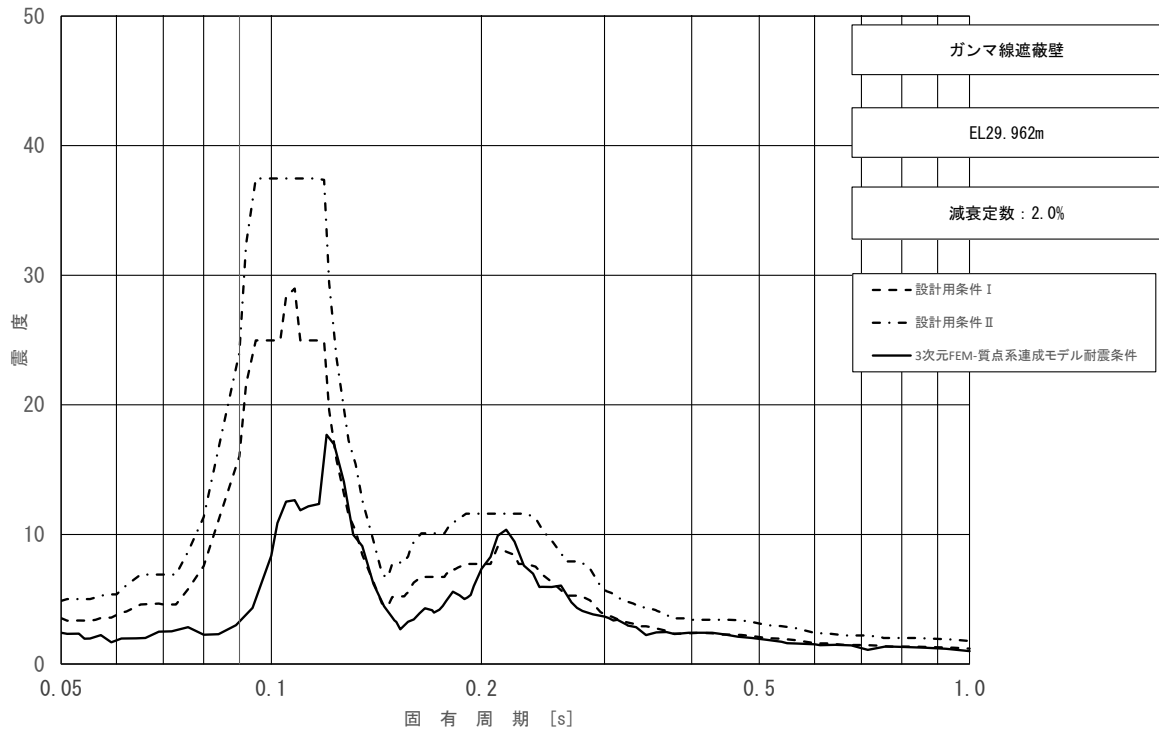


図 4-42 (1/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m)

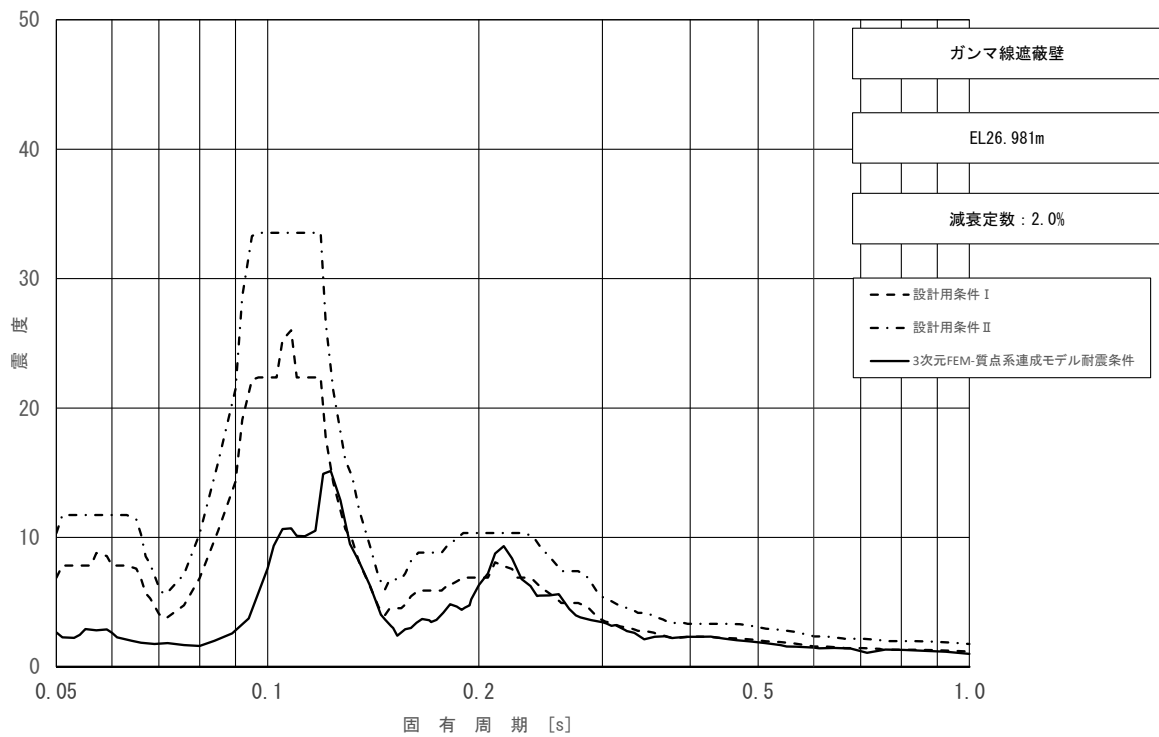


図 4-42 (2/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)

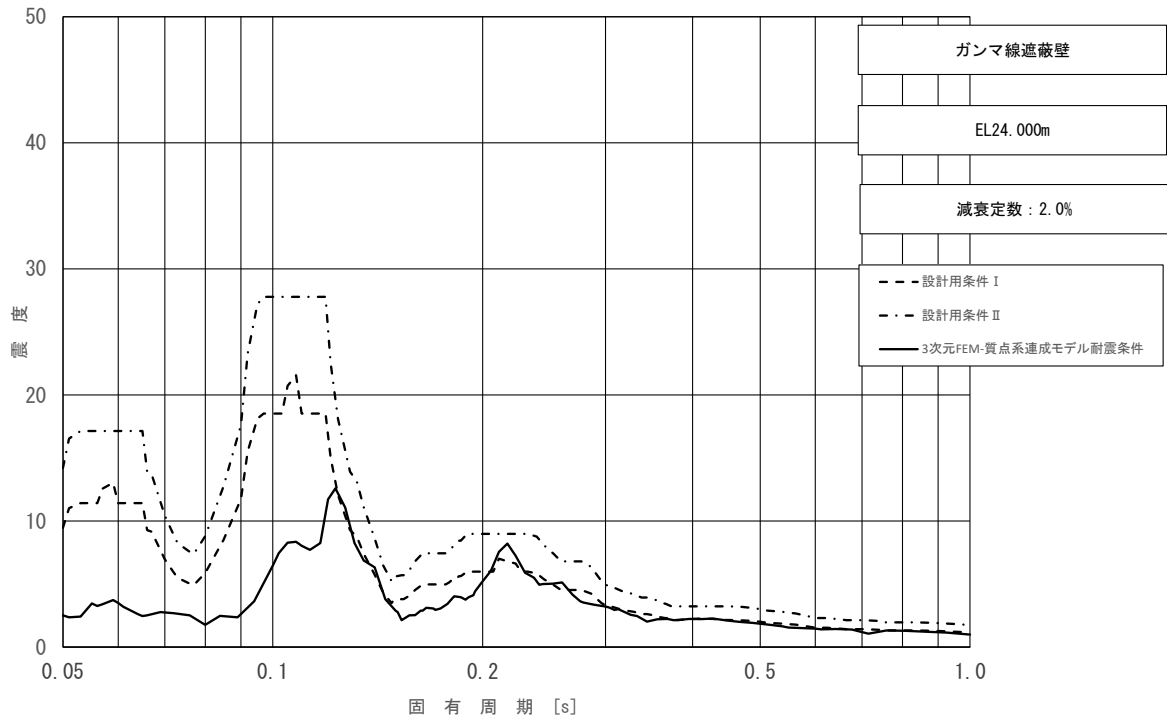


図 4-42 (3/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)

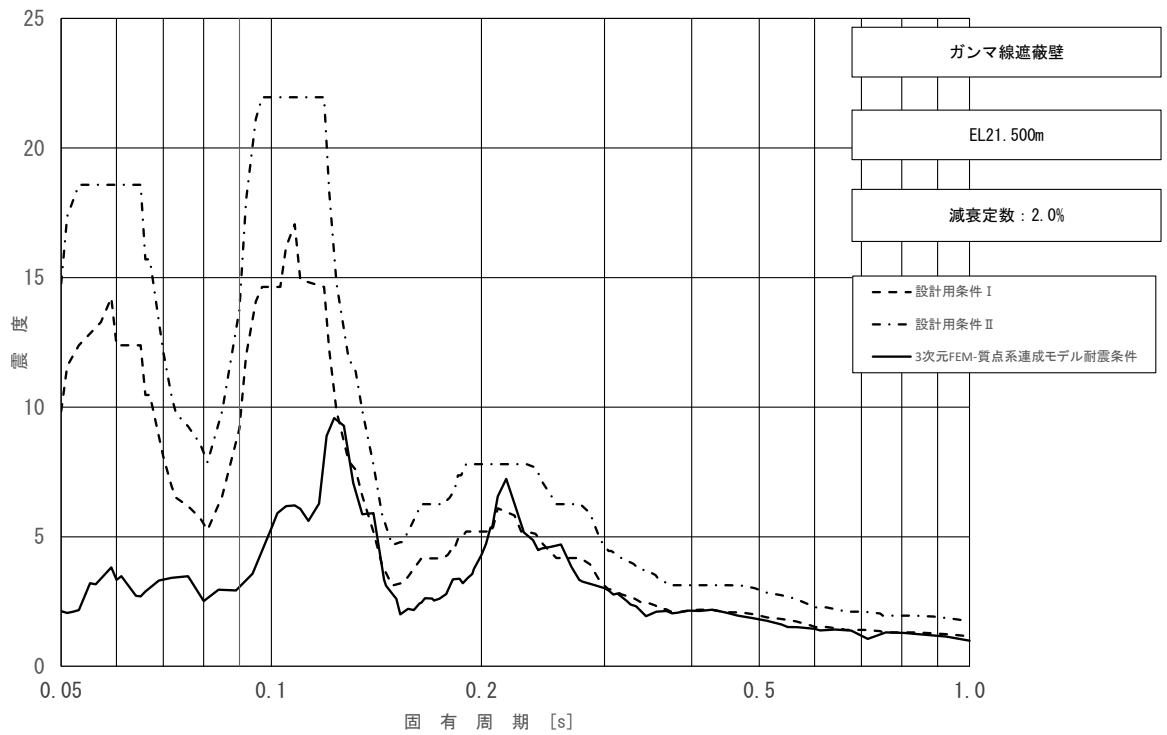


図 4-42 (4/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)

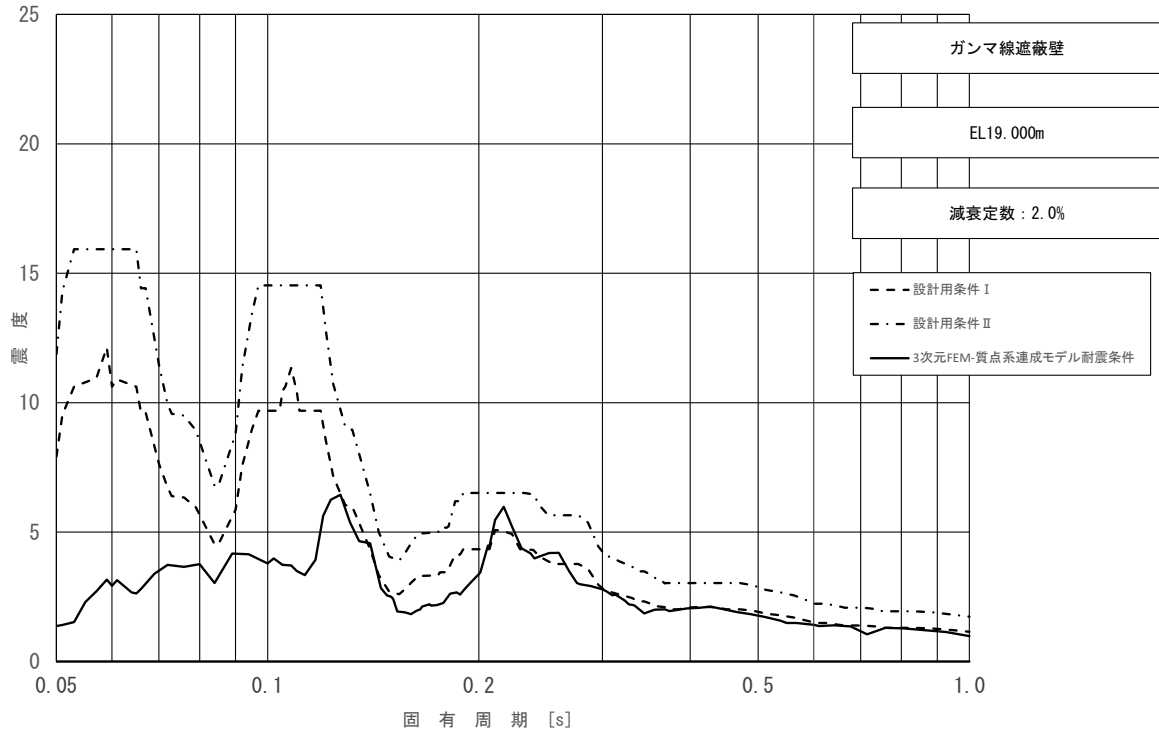


図 4-42 (5/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m)

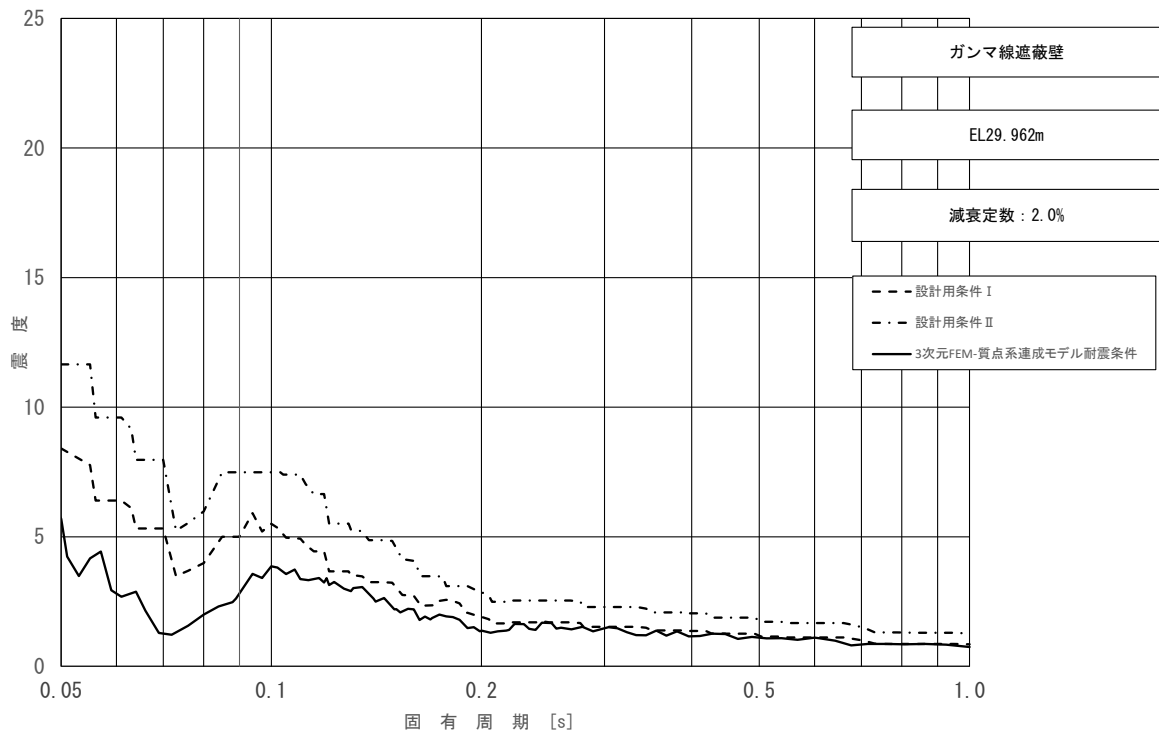


図 4-43 (1/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向 : ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m)

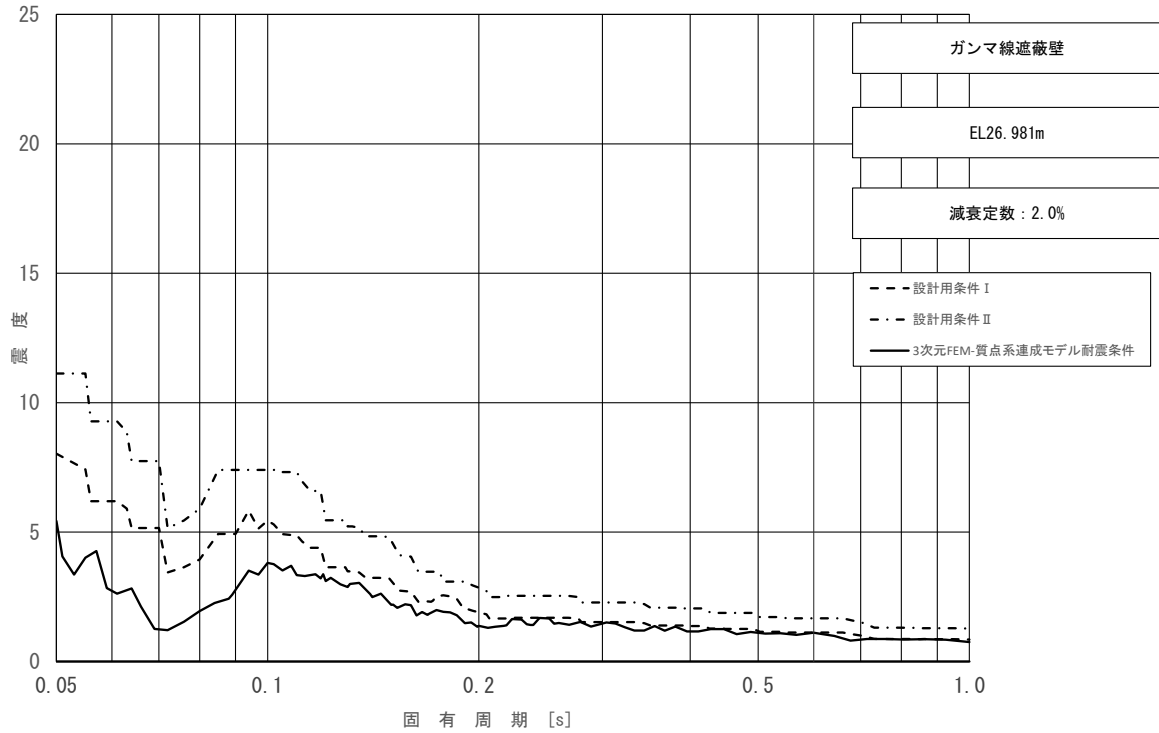


図 4-43 (2/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m)

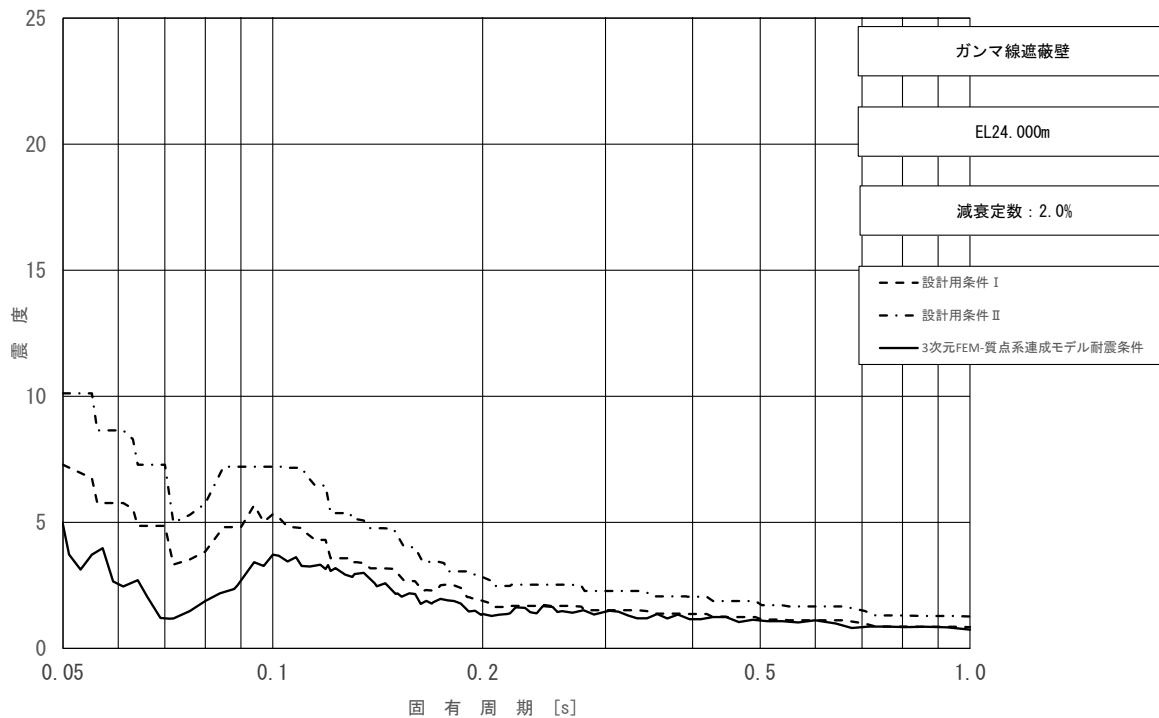


図 4-43 (3/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m)

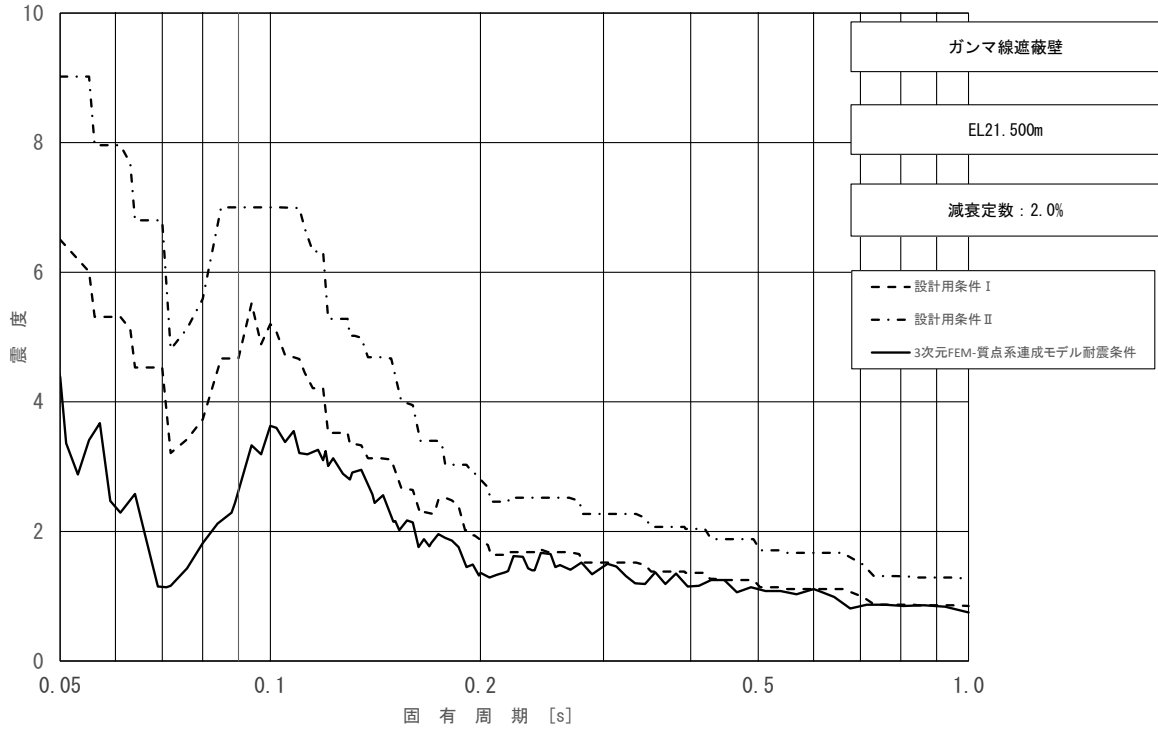


図 4-43 (4/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m)

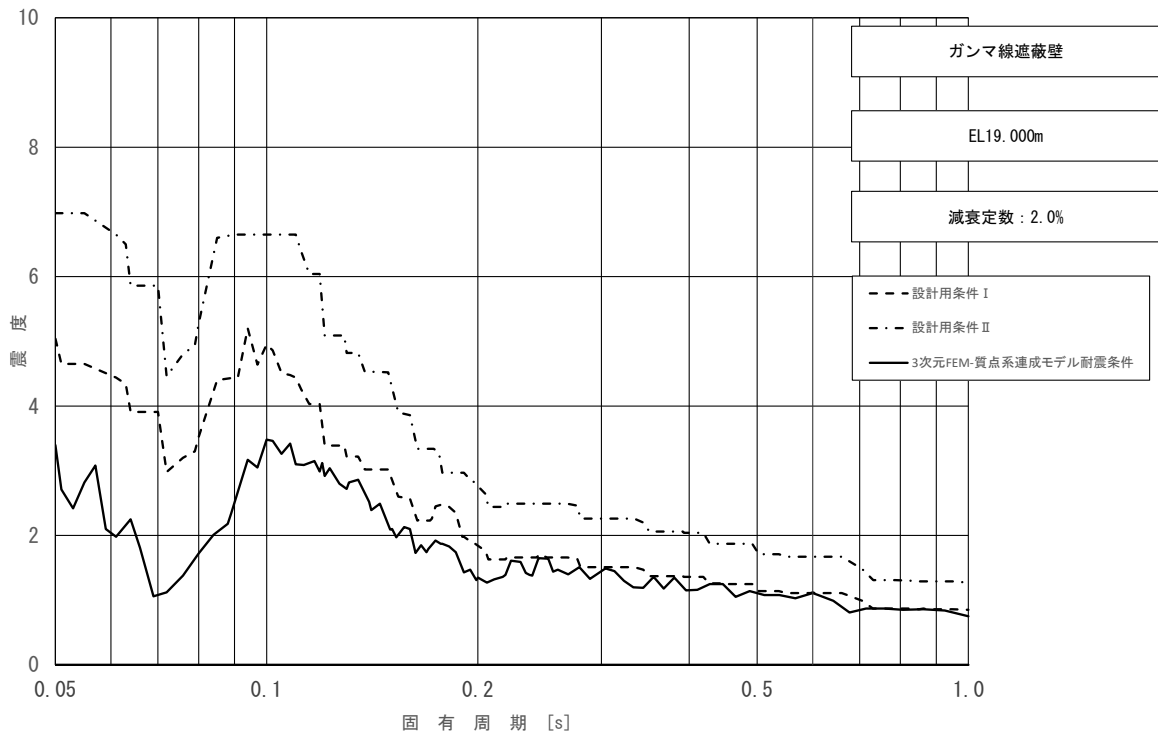


図 4-43 (5/5) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m)

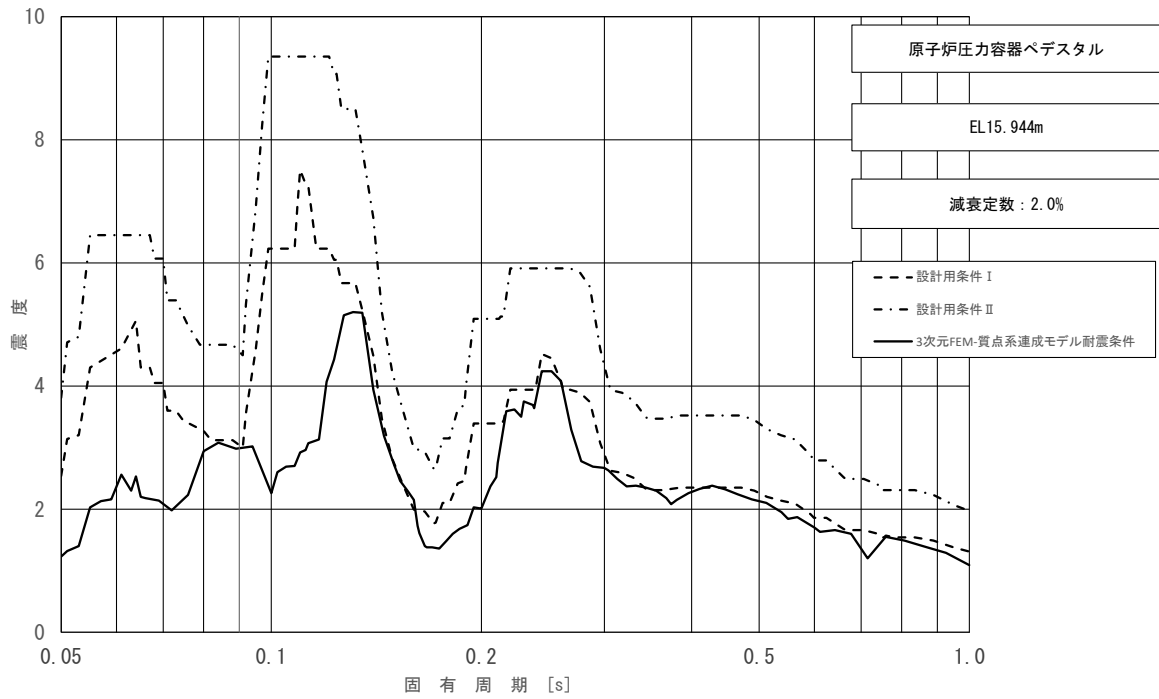


図 4-44 (1/2) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉压力容器ペDESTAL EL15.944m)

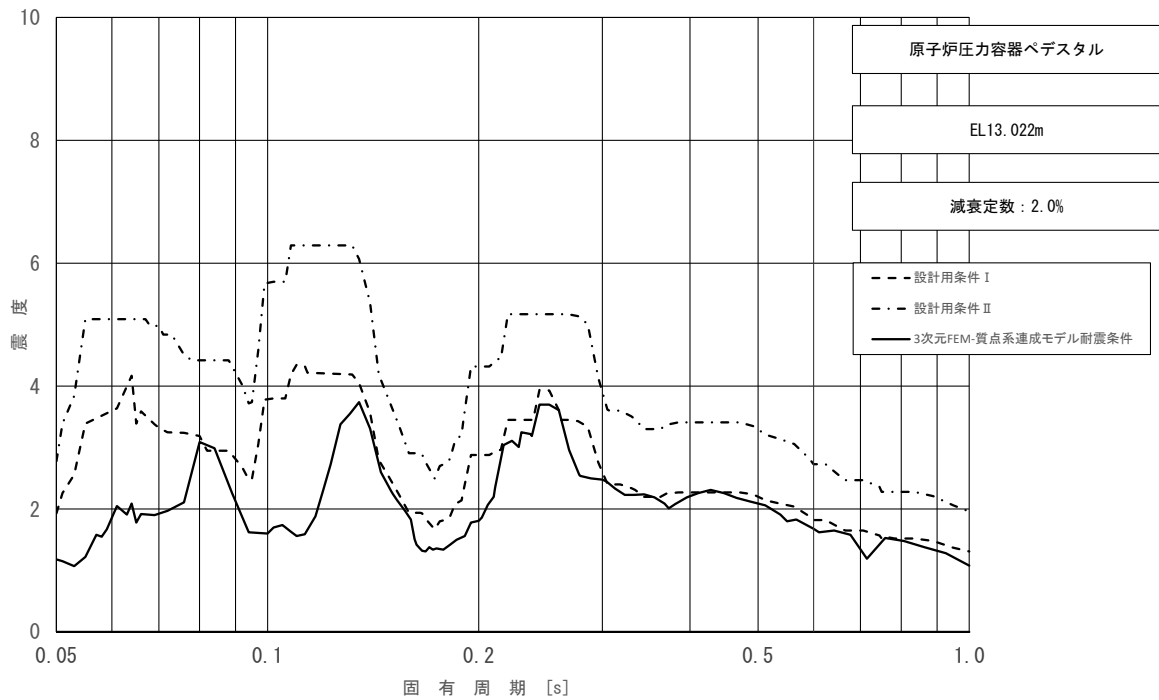


図 4-44 (2/2) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉压力容器ペDESTAL EL13.022m)

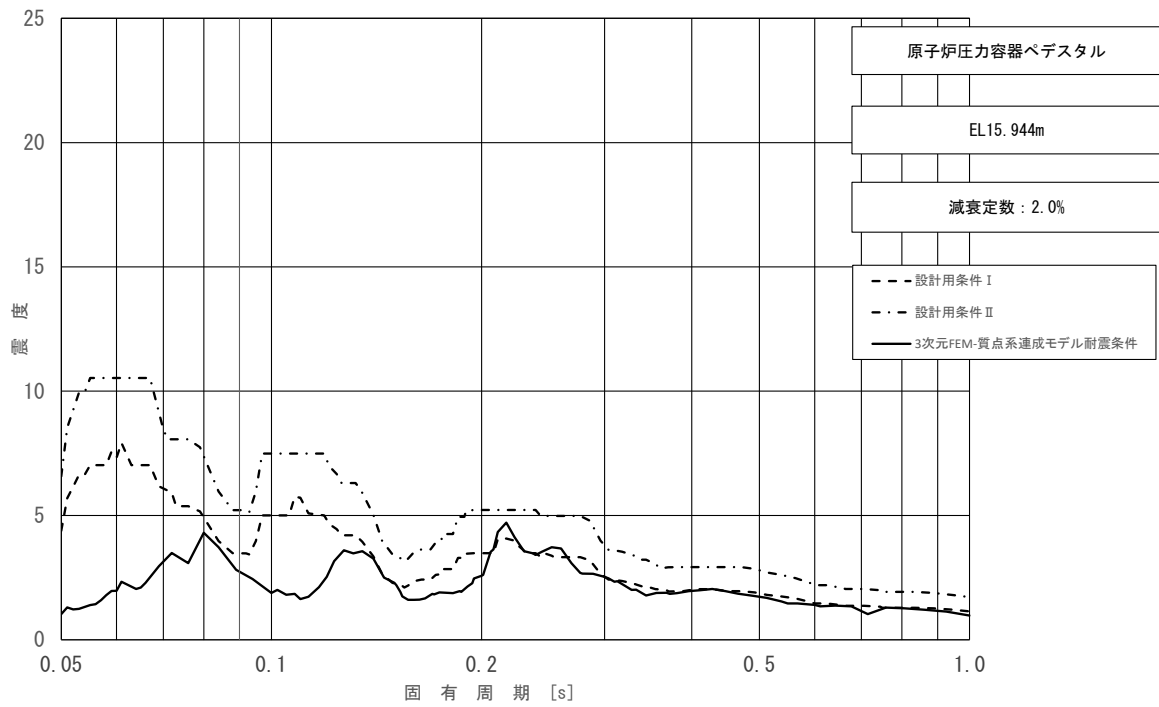


図 4-45 (1/2) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 原子炉压力容器ペDESTAL EL15.944m)

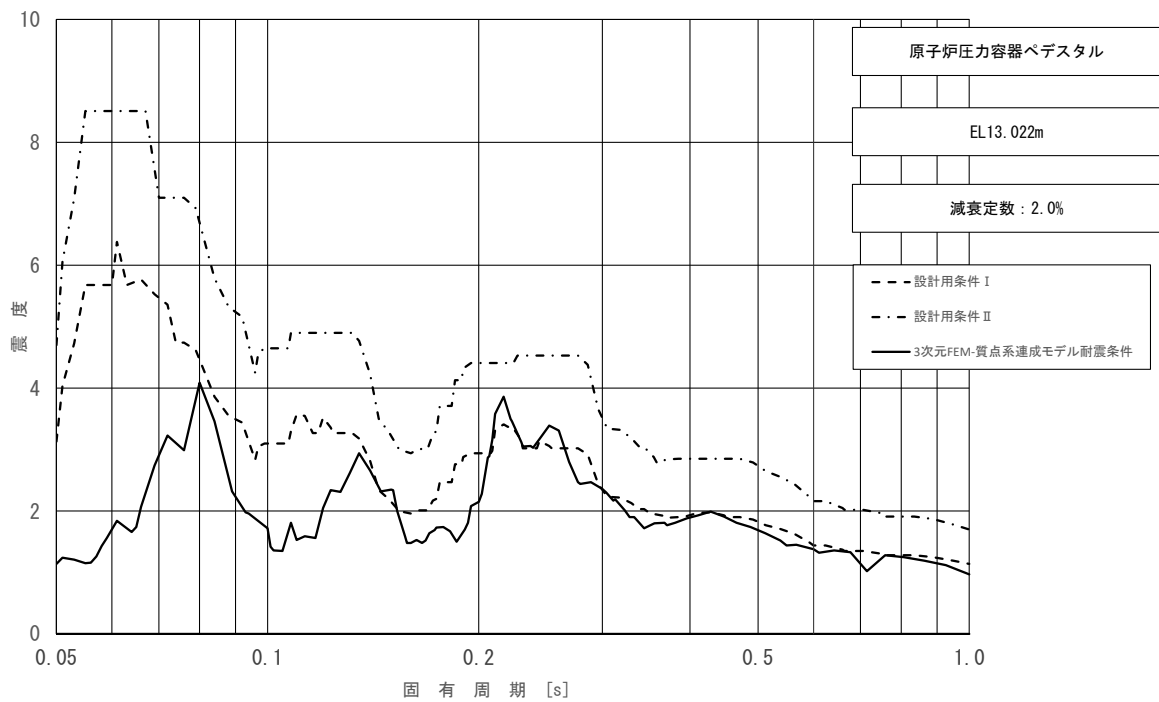


図 4-45 (2/2) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 原子炉压力容器ペDESTAL EL13.022m)

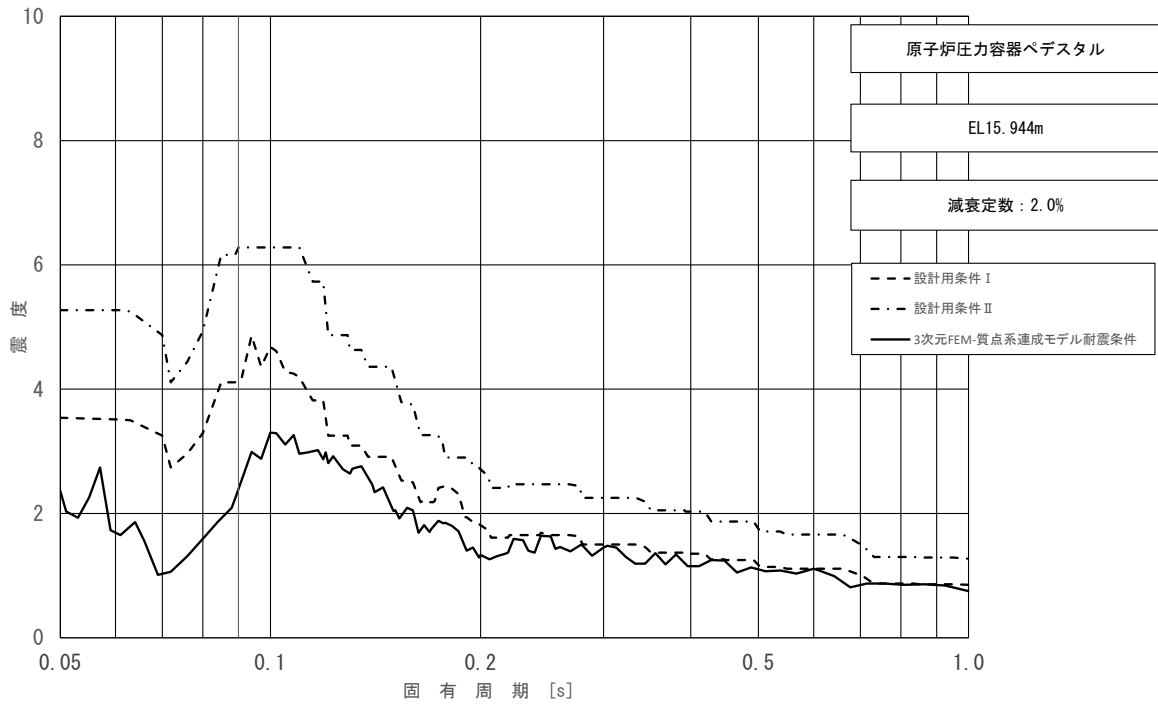


図 4-46 (1/2) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉压力容器ペDESTAL EL15.944m)

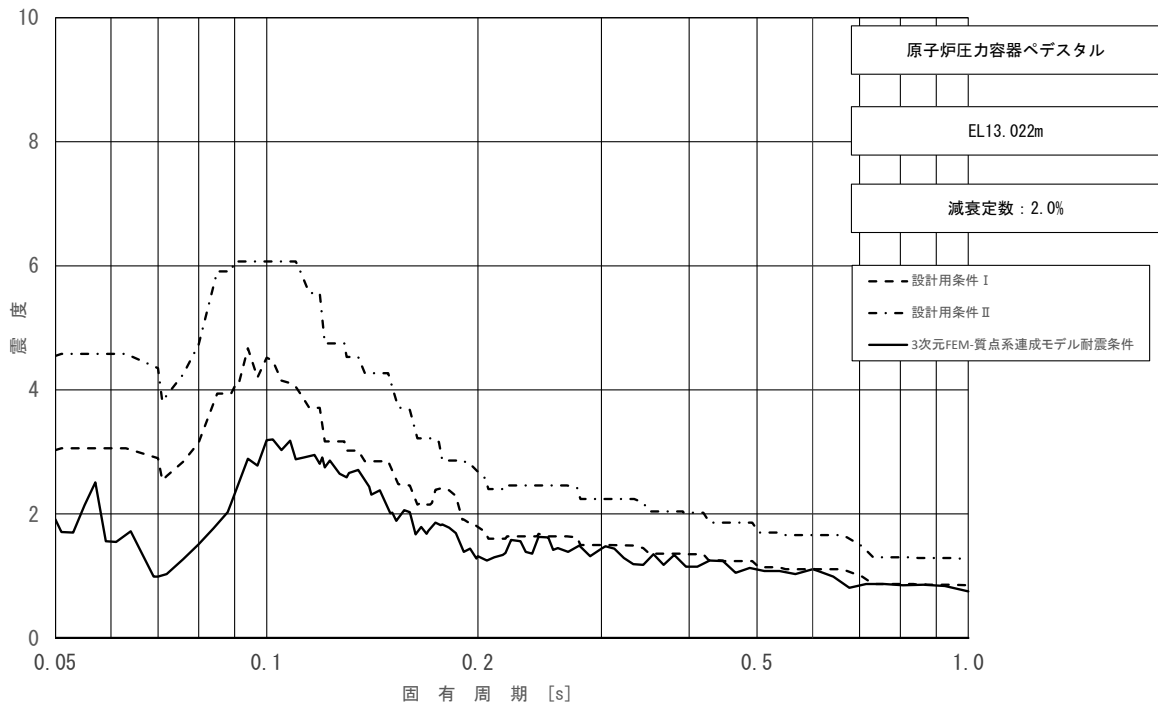


図 4-46 (2/2) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉压力容器ペDESTAL EL13.022m)

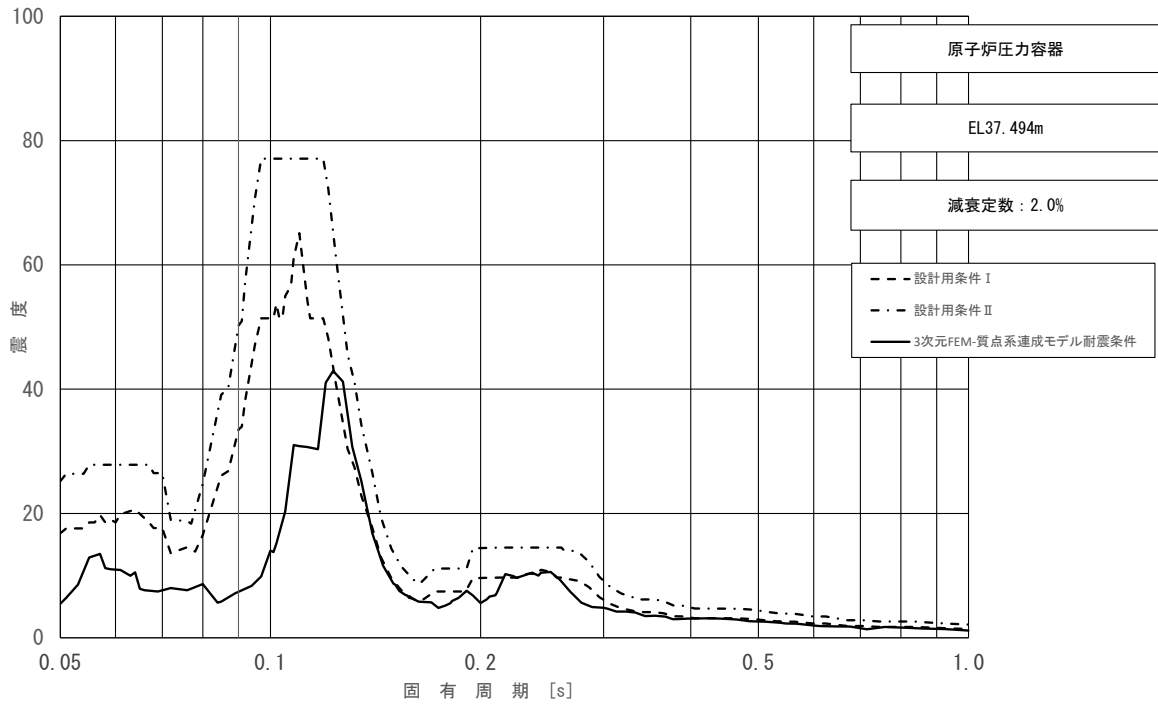


図 4-47 (1/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL37.494m)

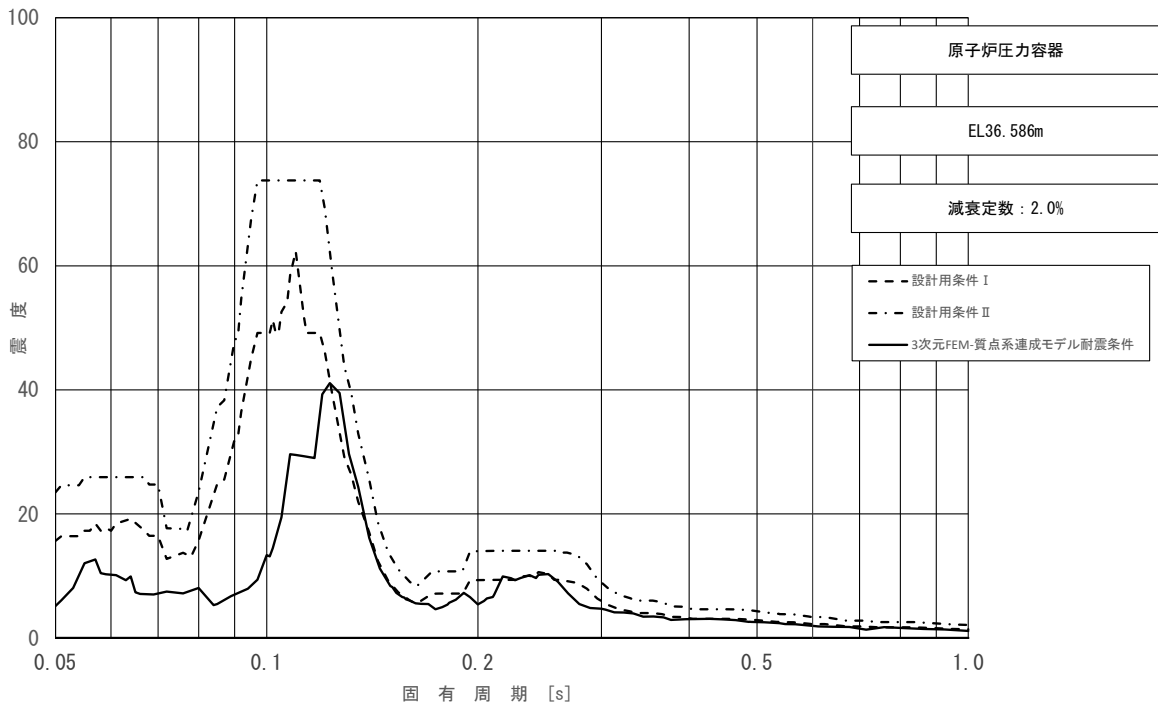


図 4-47 (2/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL36.586m)

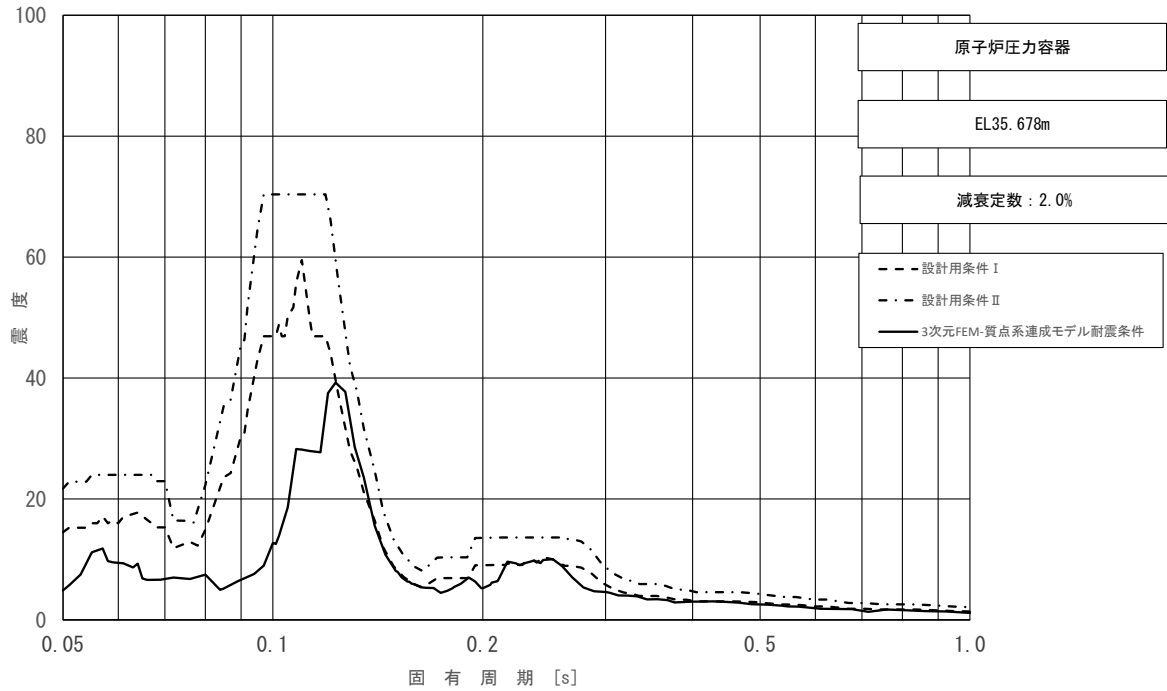


図 4-47 (3/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL35.678m)

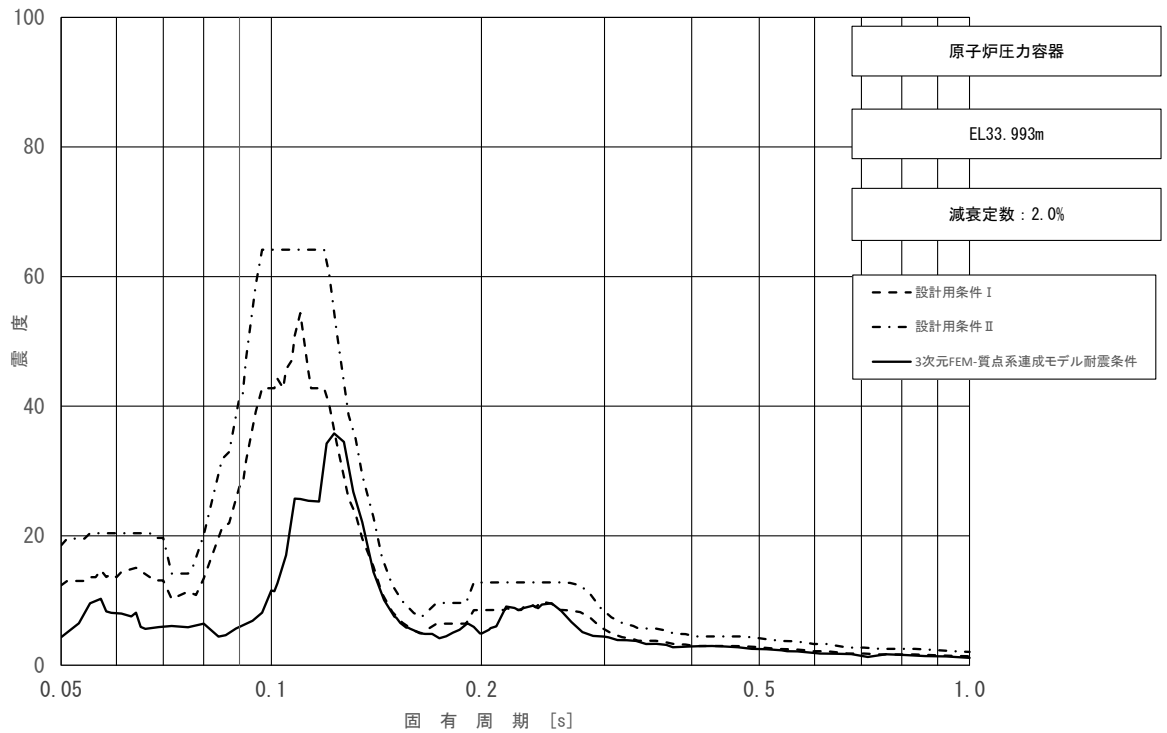


図 4-47 (4/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL33.993m)

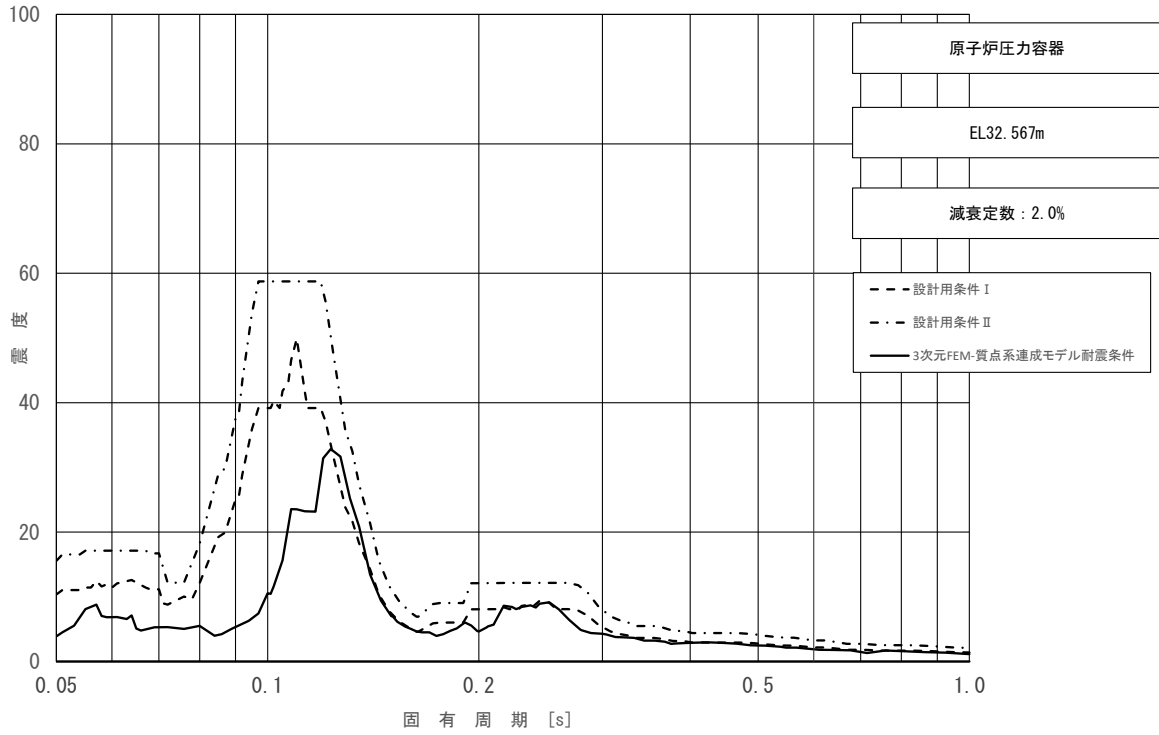


図 4-47 (5/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL32.567m)

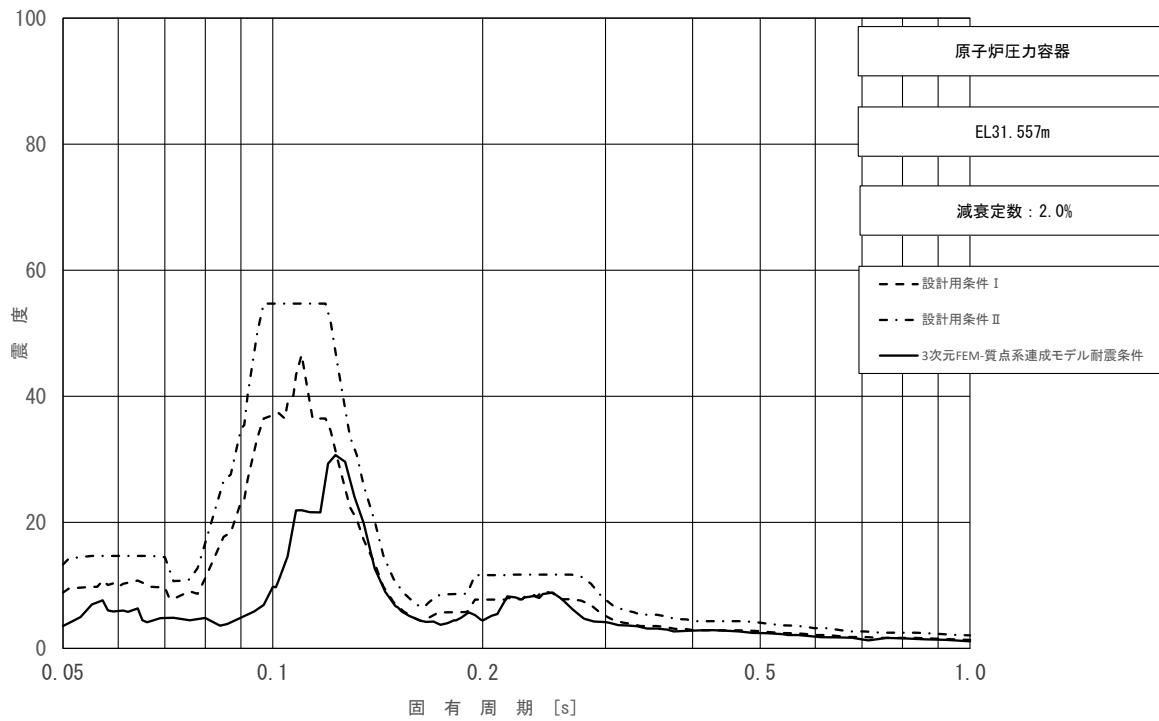


図 4-47 (6/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL31.557m)

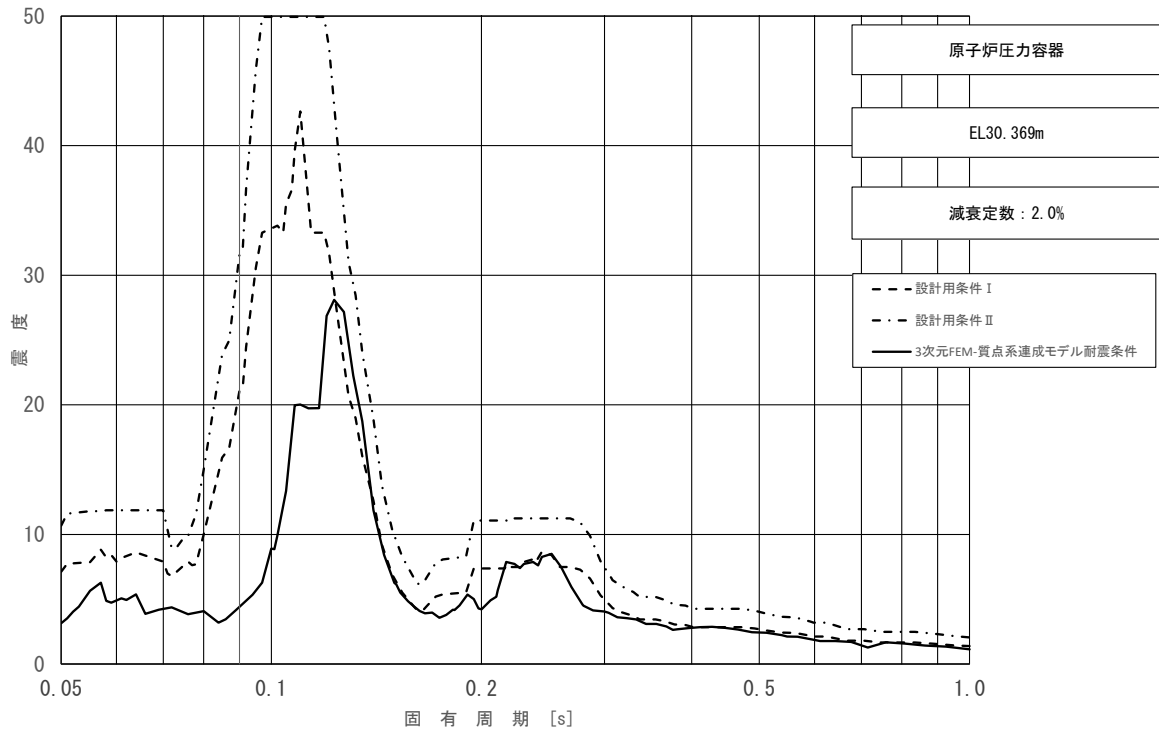


図 4-47 (7/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL30.369m)

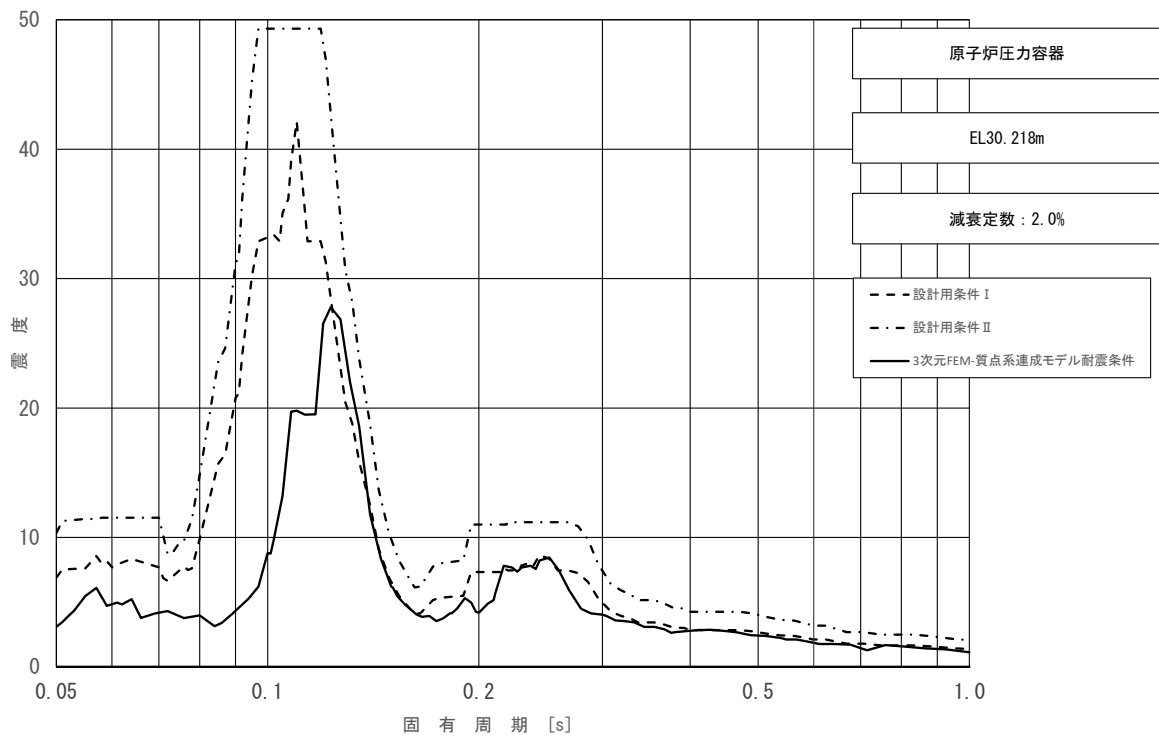


図 4-47 (8/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL30.218m)

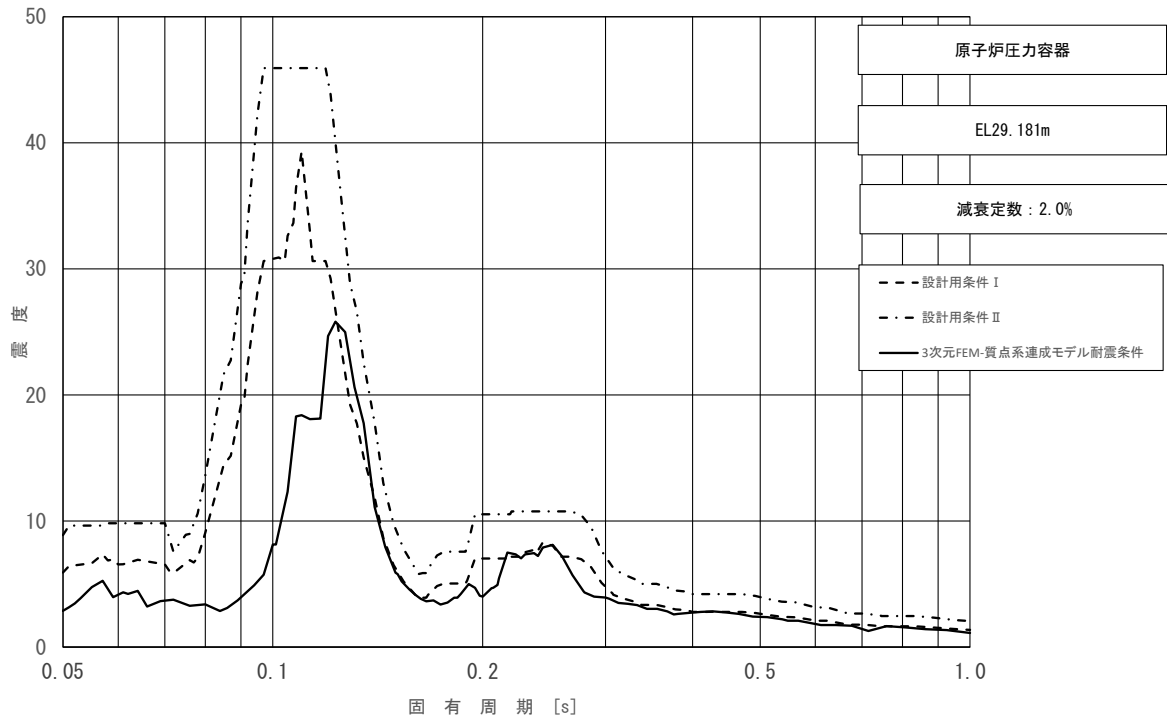


図 4-47 (9/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL29.181m)

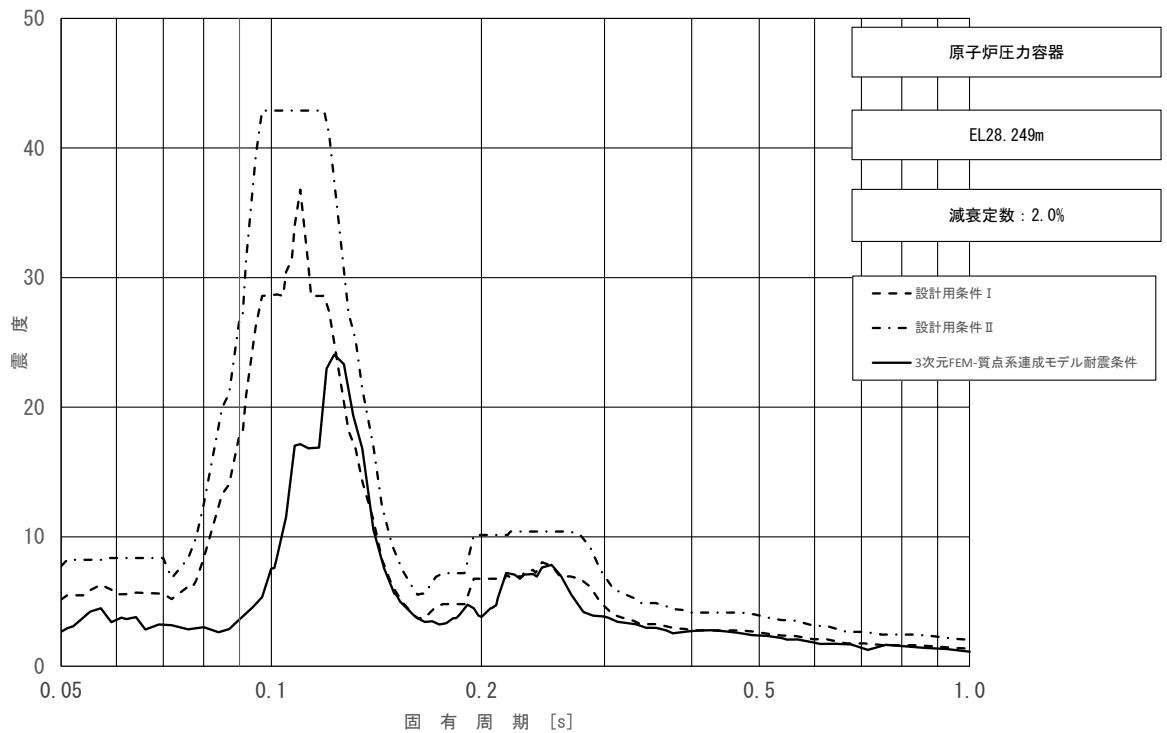


図 4-47 (10/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL28.249m)

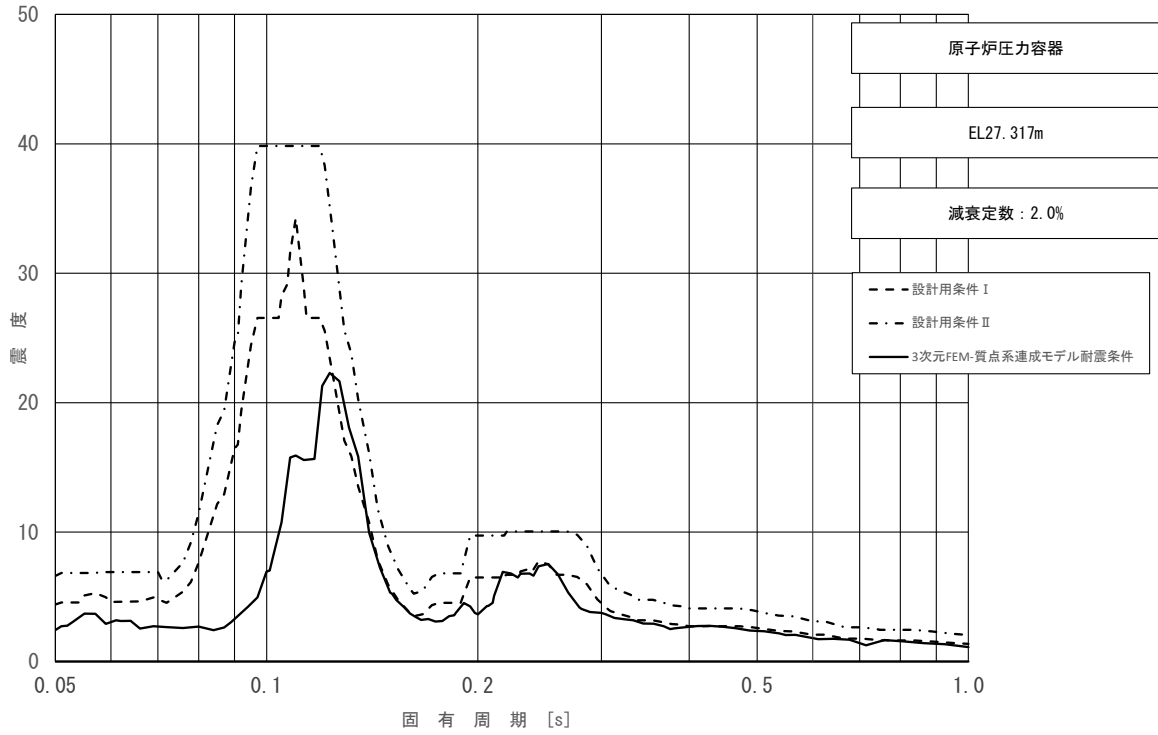


図 4-47 (11/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL27.317m)

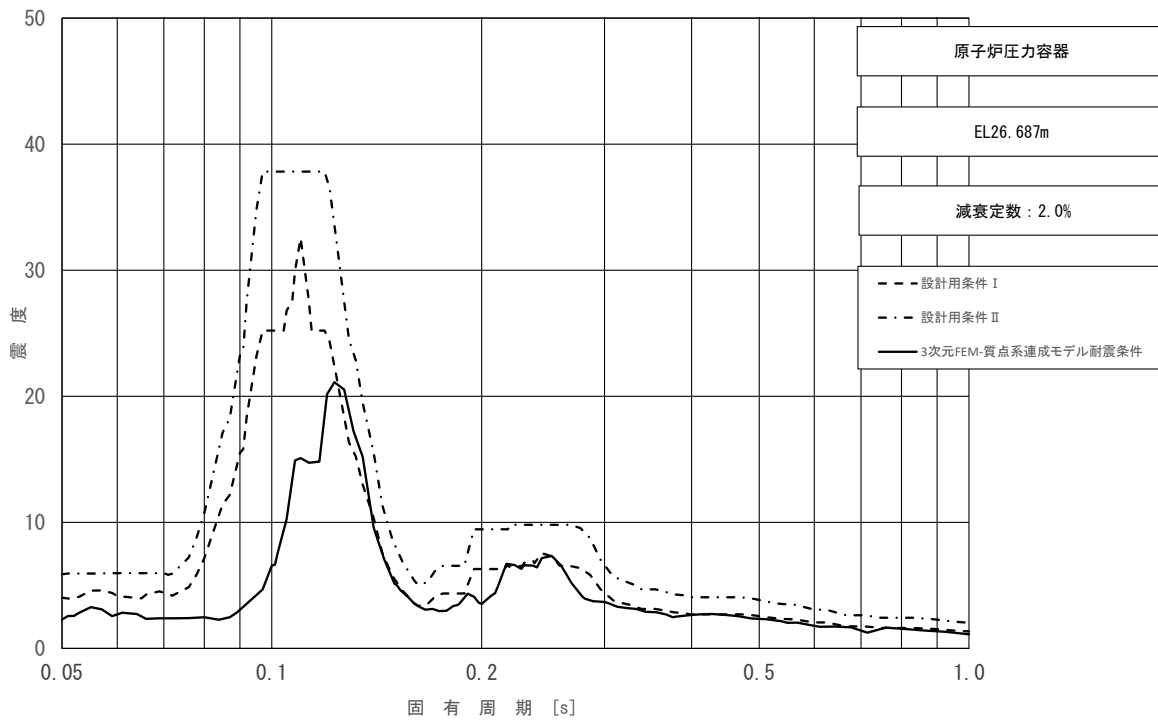


図 4-47 (12/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL26.687m)

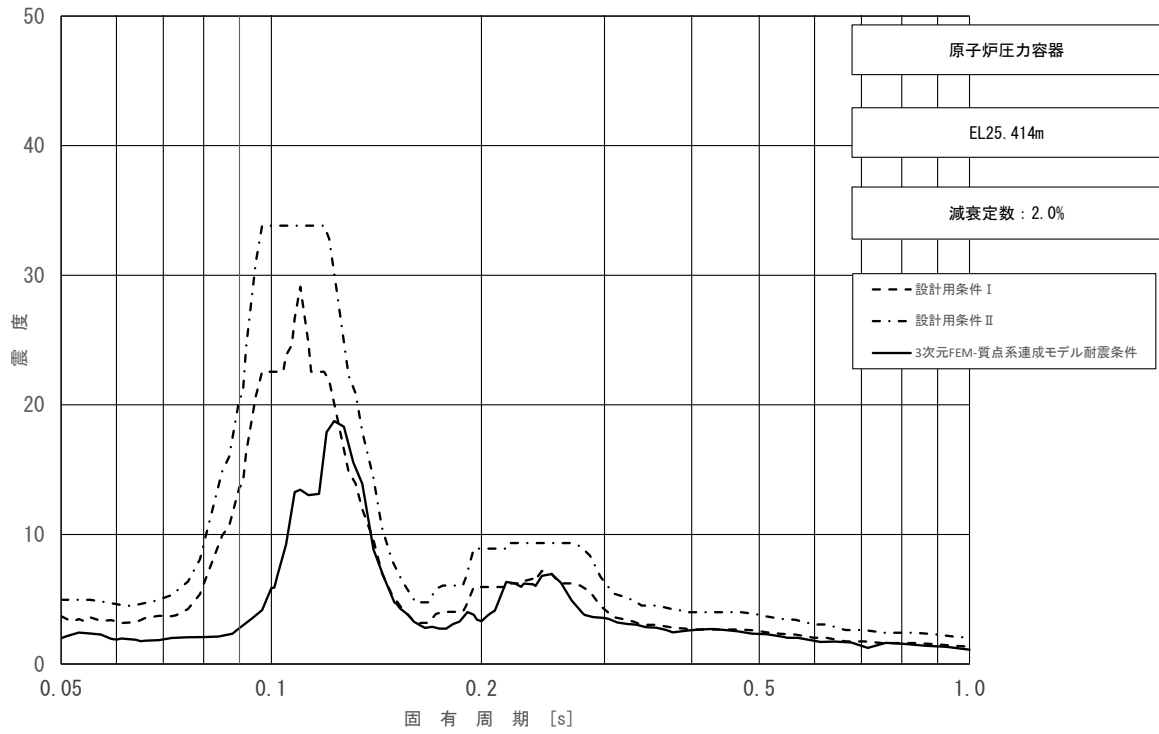


図 4-47 (13/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL25.414m)

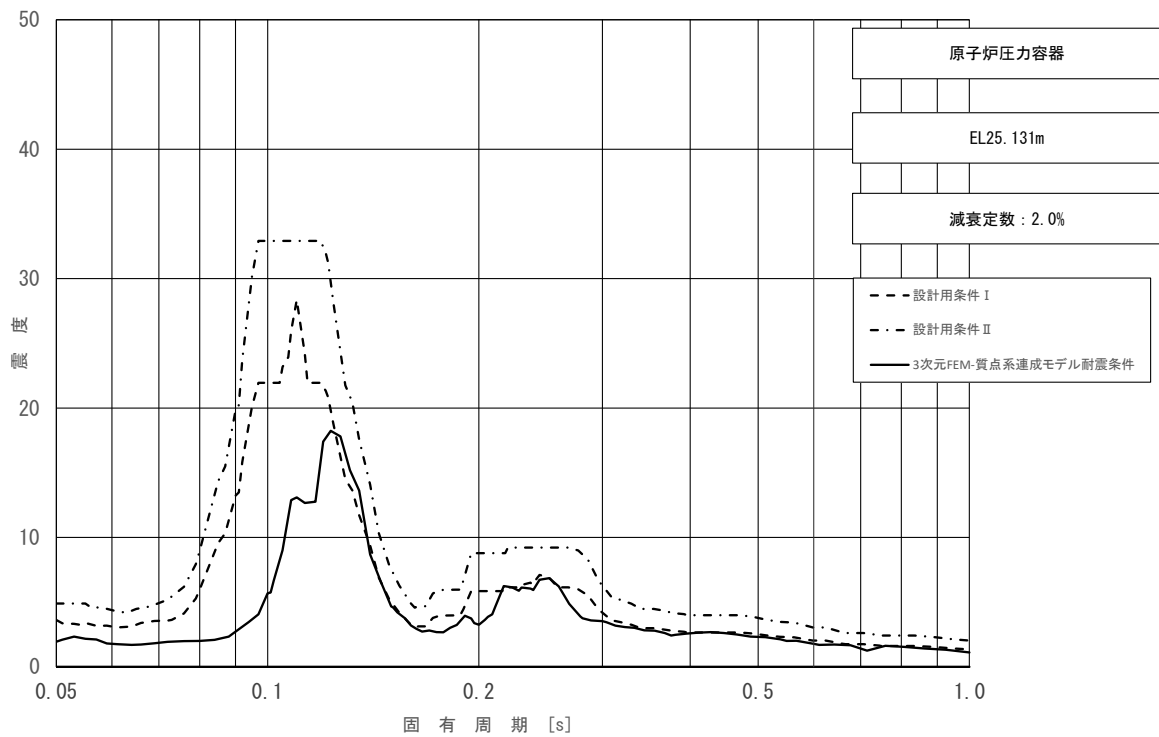


図 4-47 (14/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL25.131m)

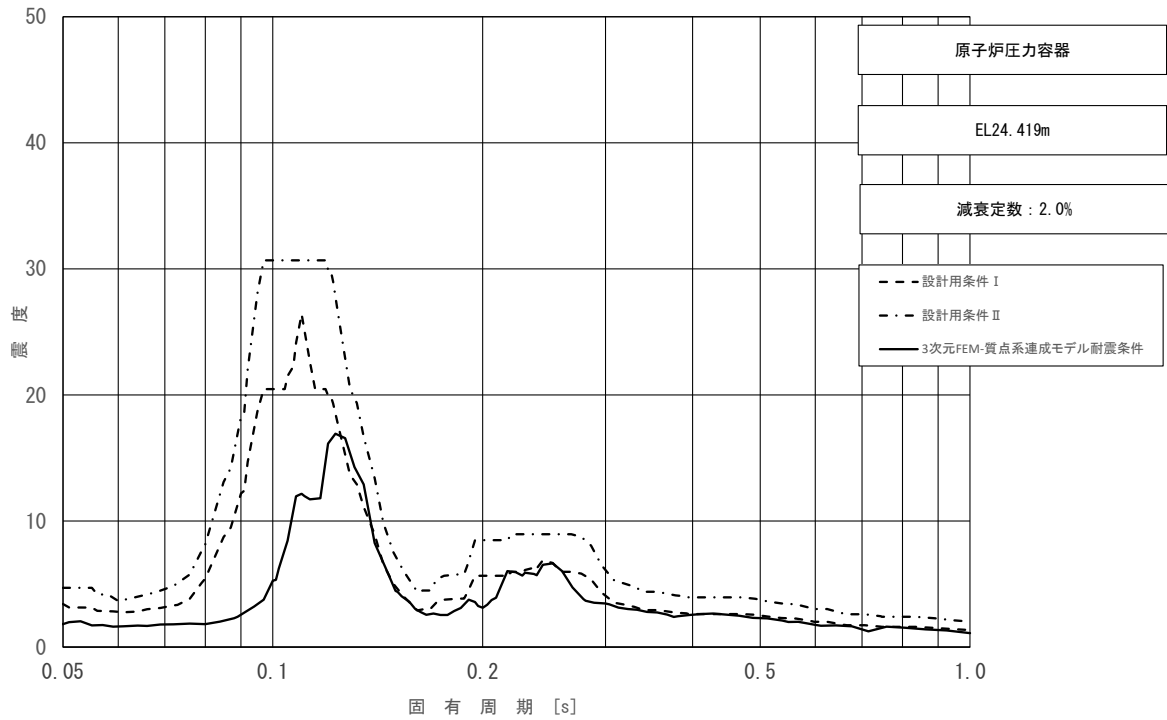


図 4-47 (15/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL24.419m)

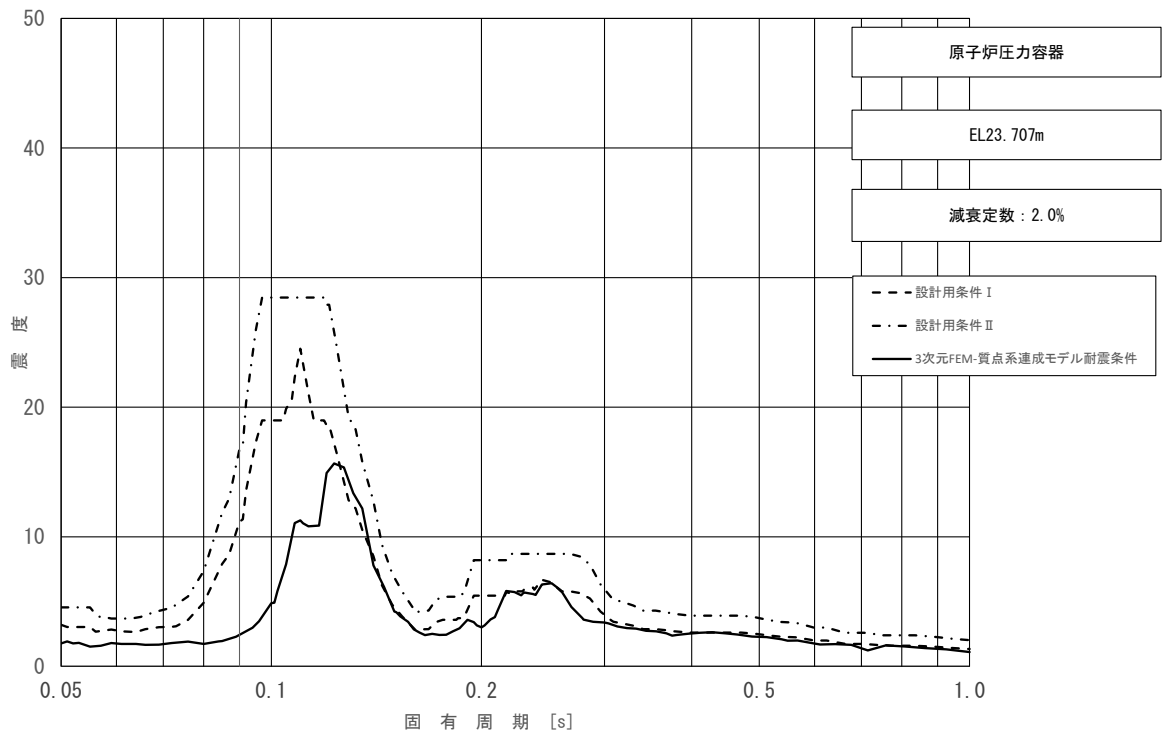


図 4-47 (16/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL23.707m)

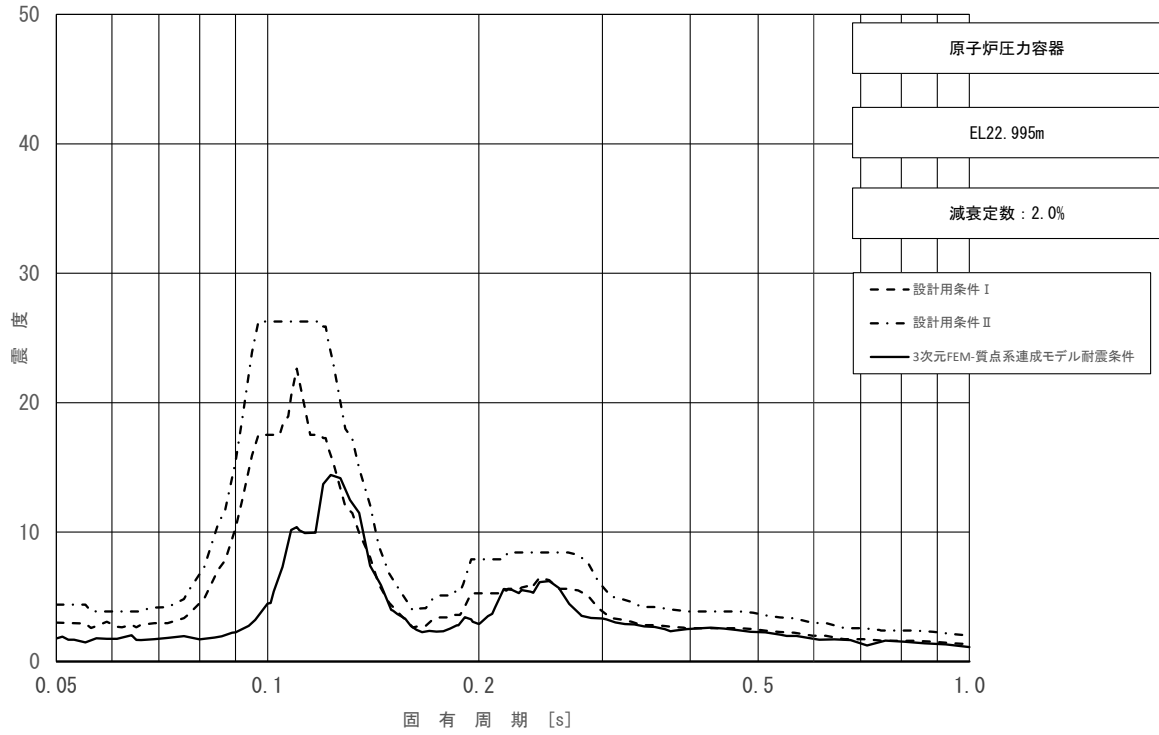


図 4-47 (17/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL22.995m)

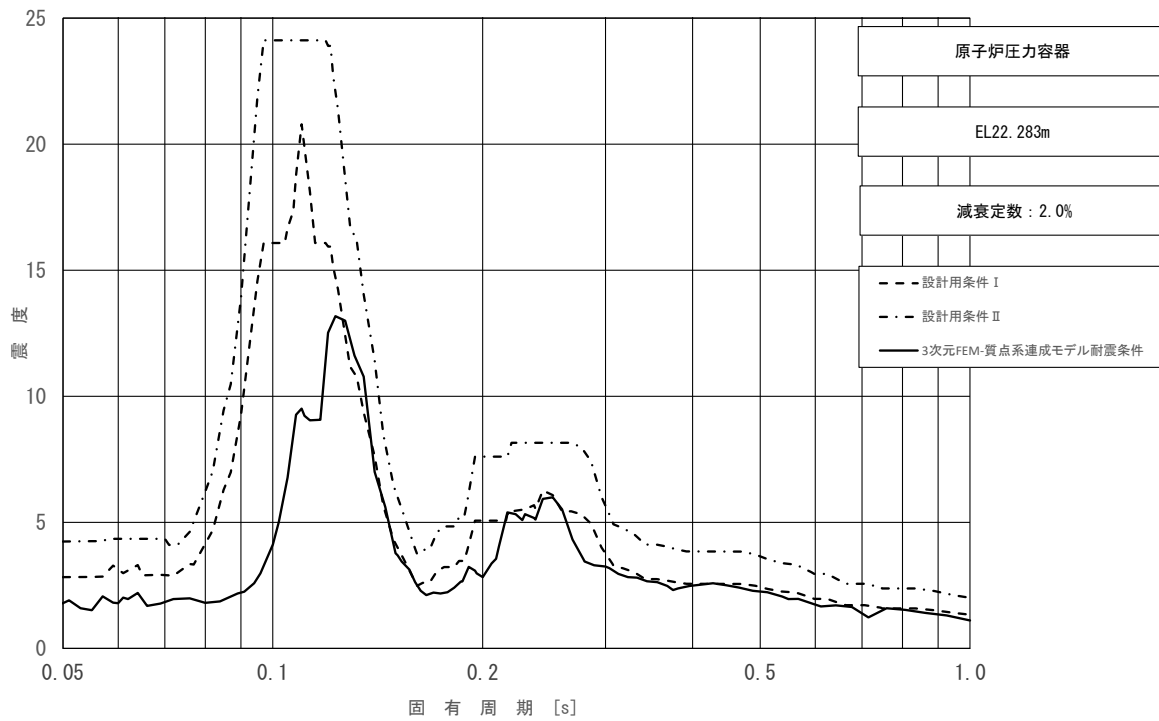


図 4-47 (18/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL22.283m)

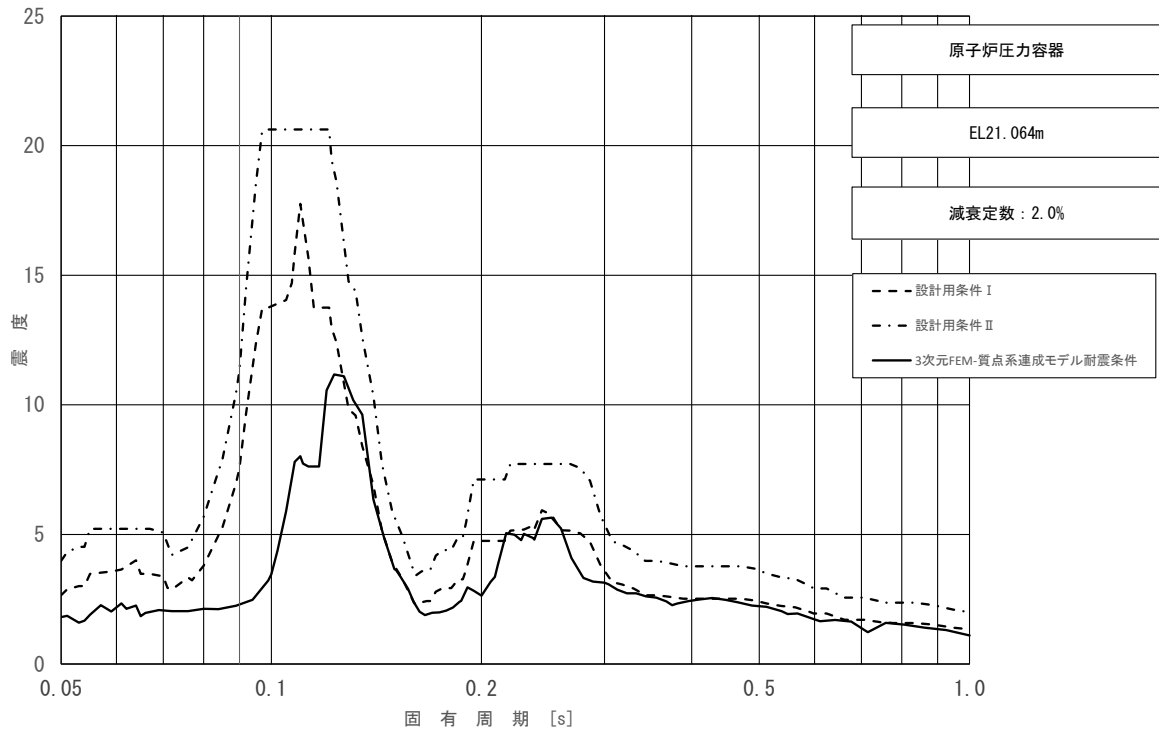


図 4-47 (19/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL21.064m)

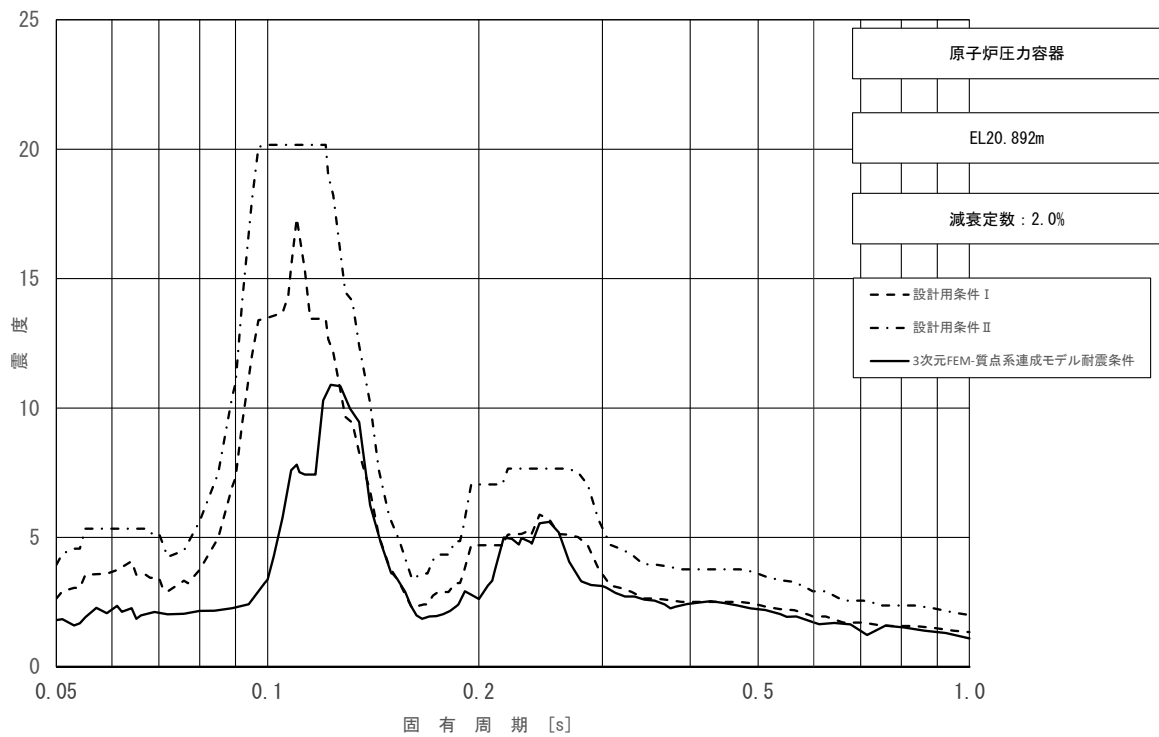


図 4-47 (20/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL20.892m)

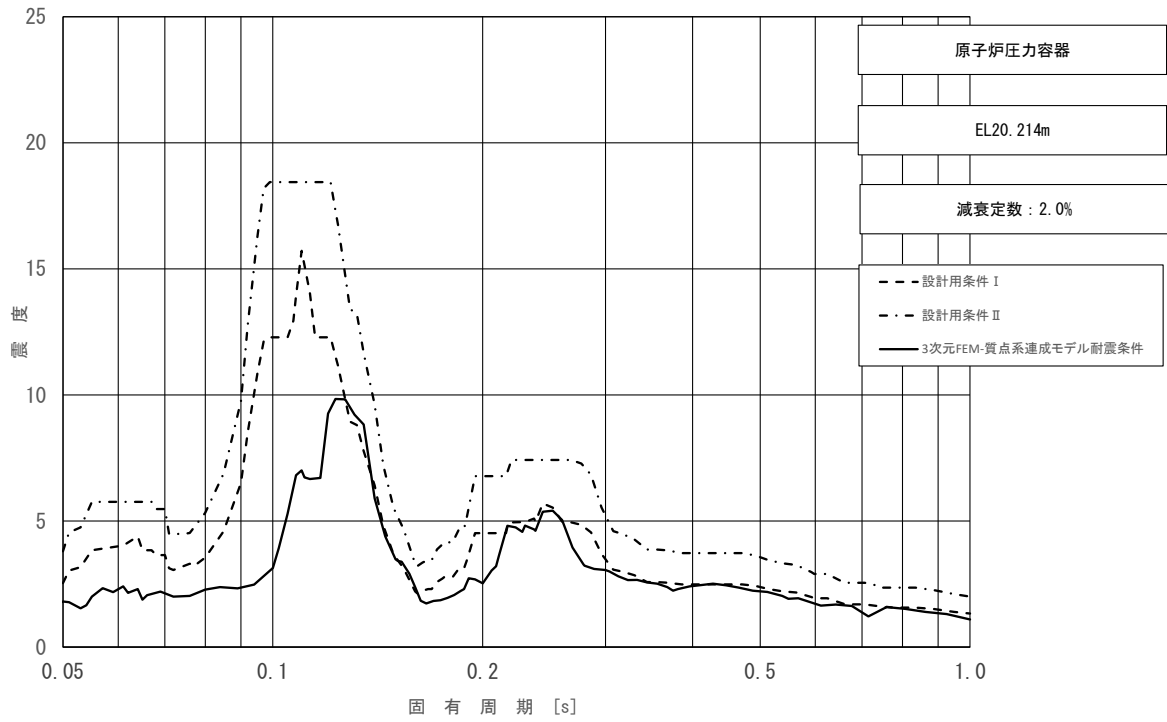


図 4-47 (21/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL20.214m)

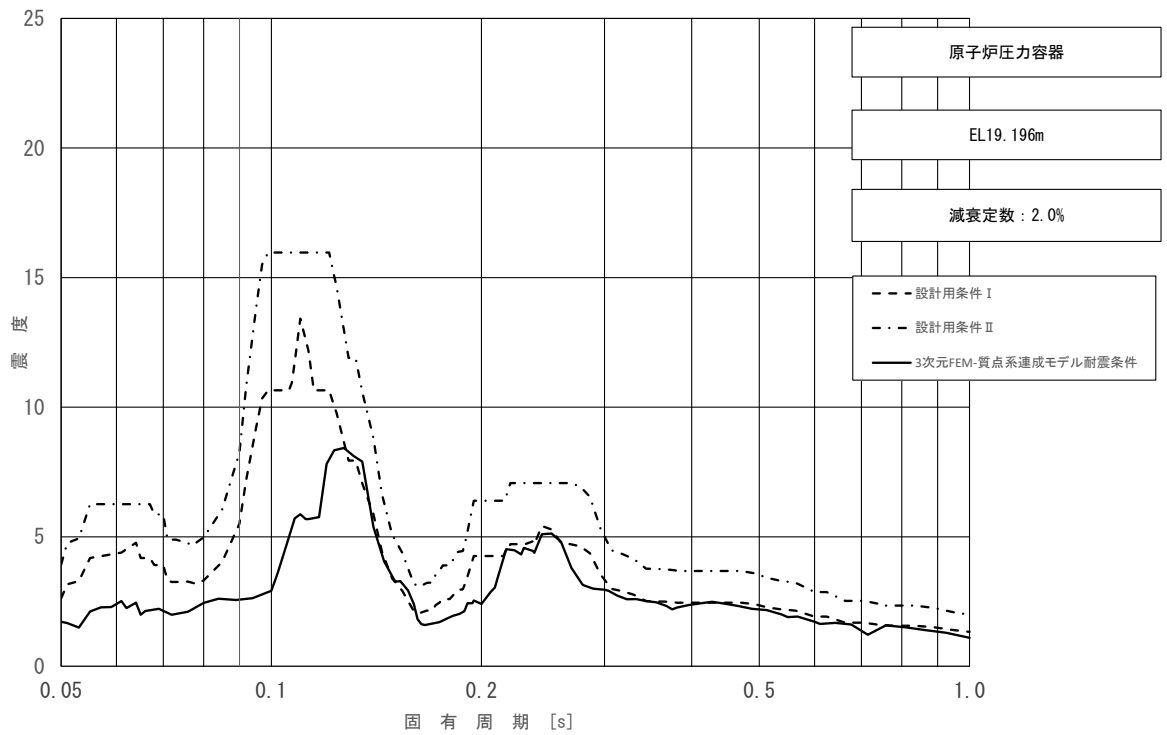


図 4-47 (22/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL19.196m)

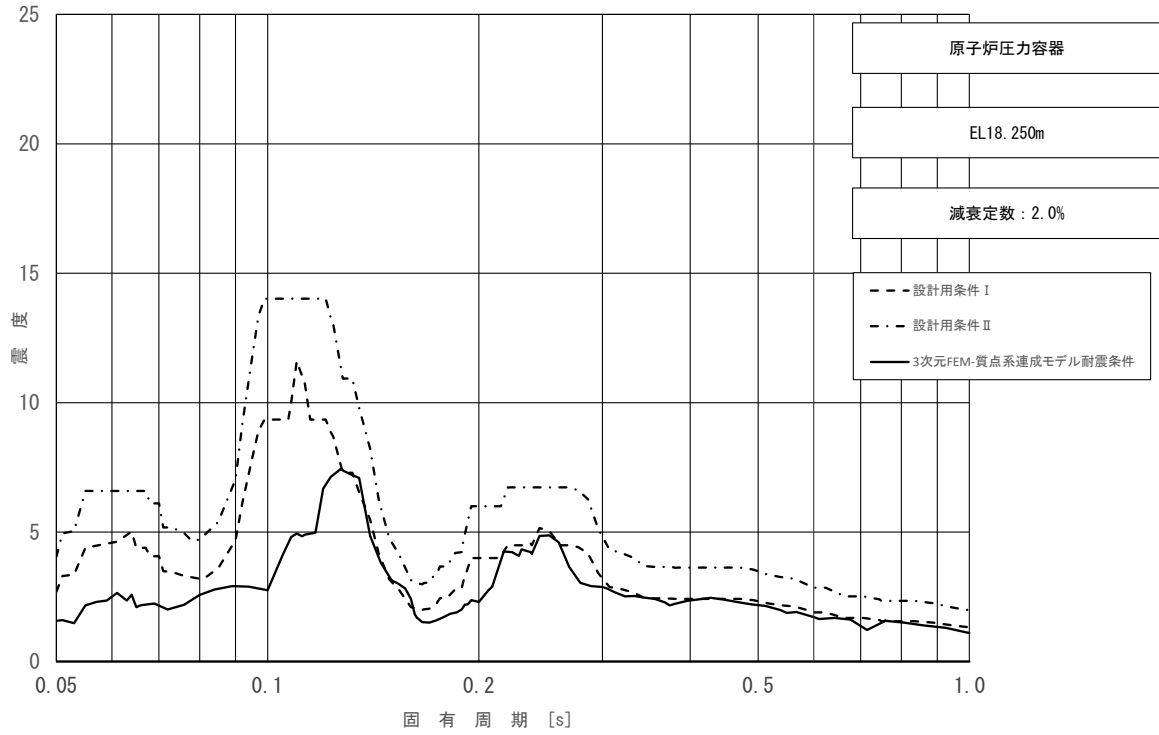


図 4-47 (23/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 原子炉压力容器 EL18.250m)

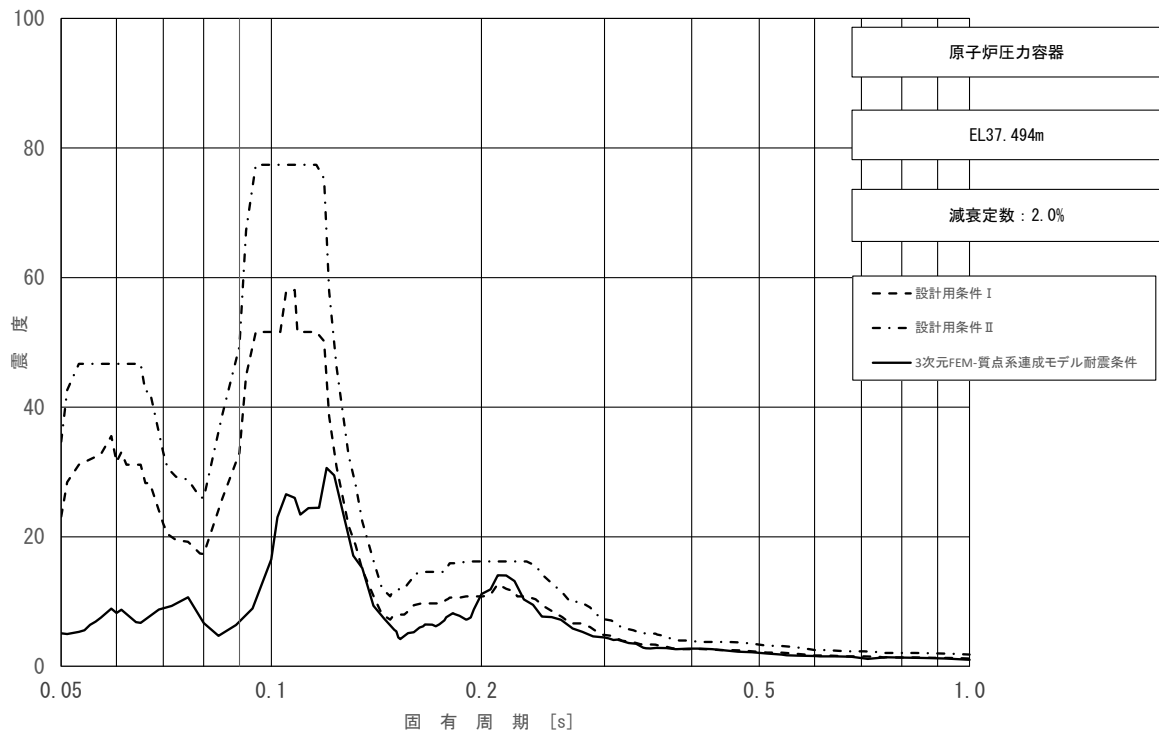


図 4-48 (1/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL37.494m)

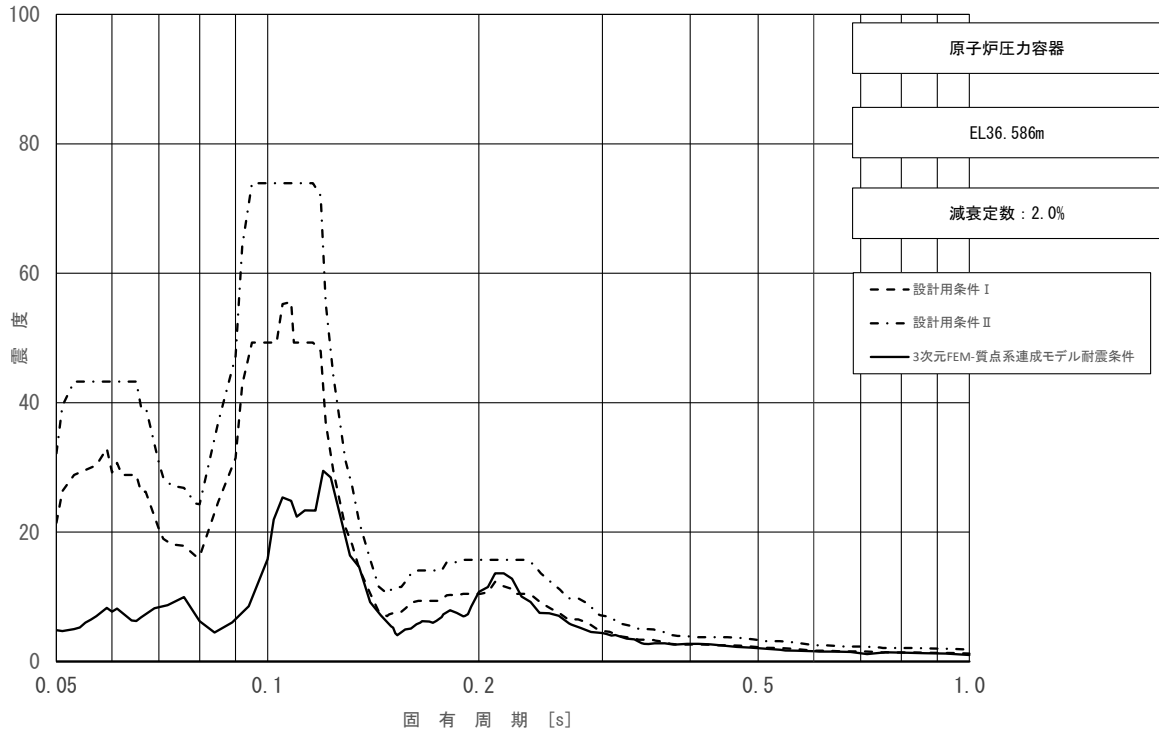


図 4-48 (2/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL36.586m)

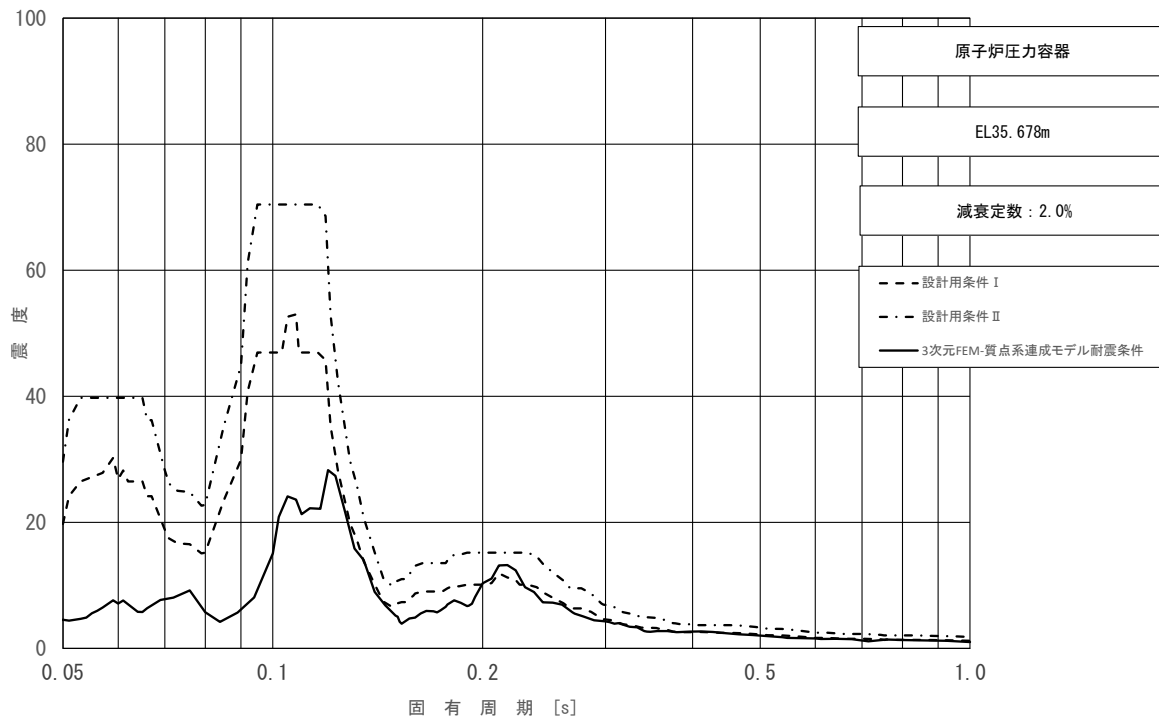


図 4-48 (3/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL35.678m)

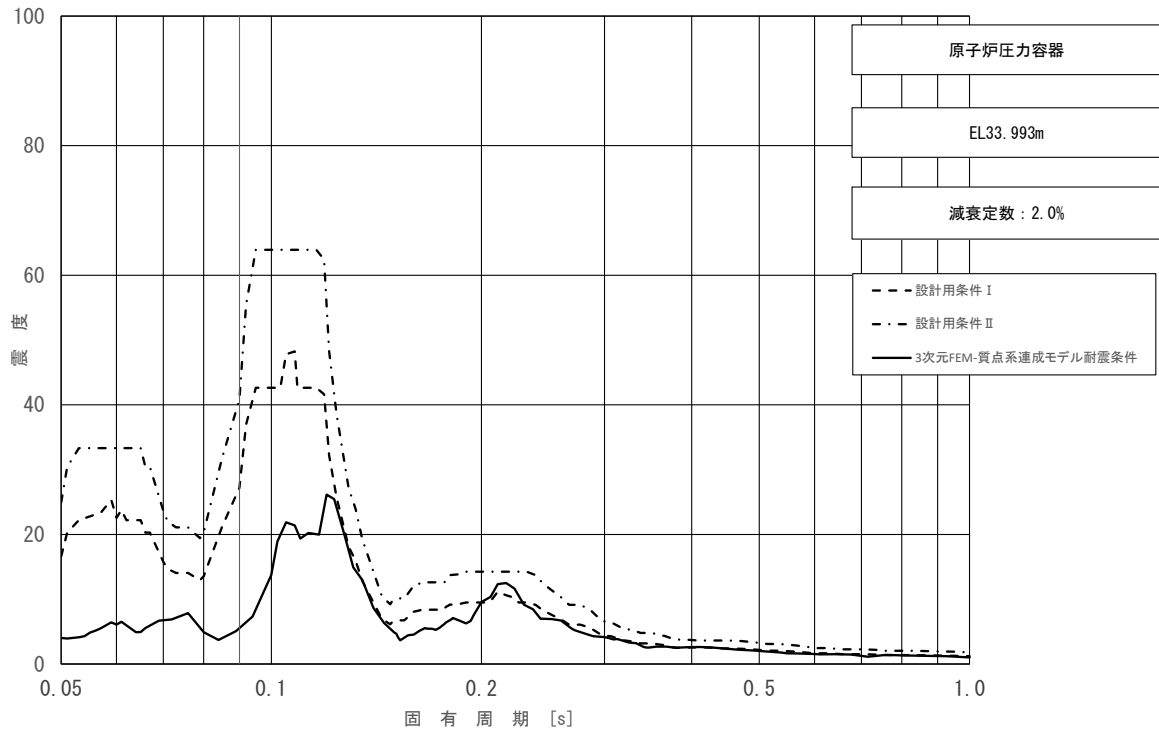


図 4-48 (4/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL33.993m)

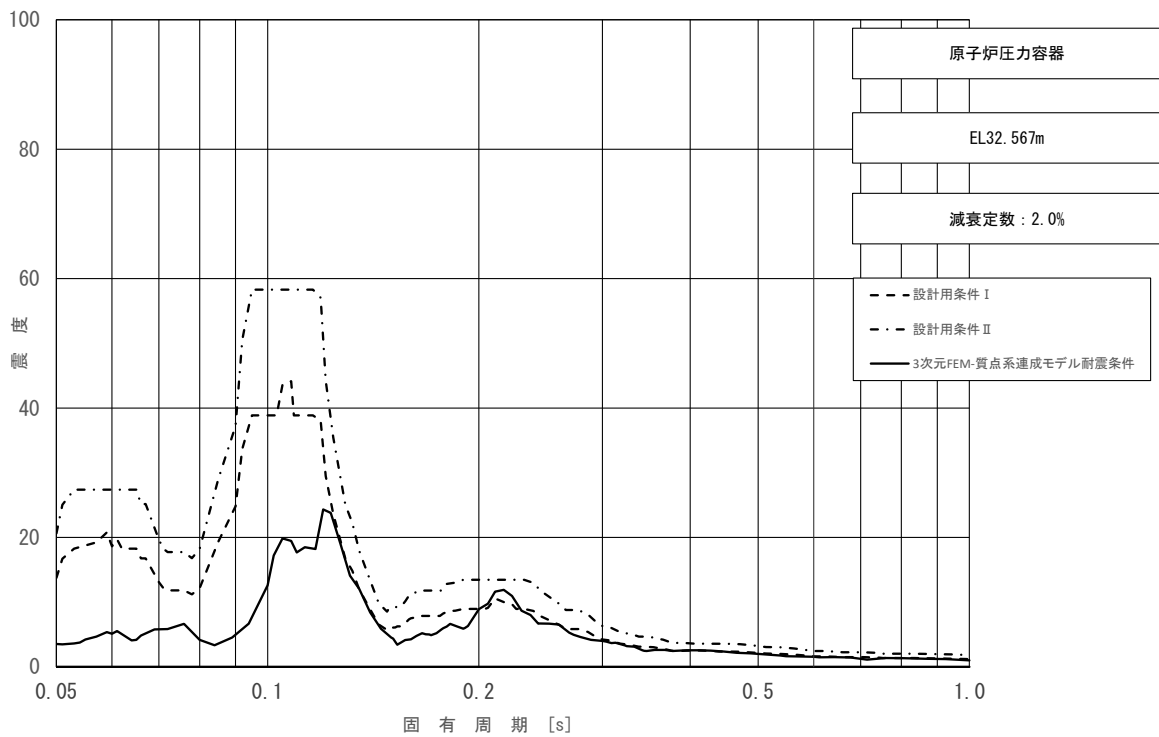


図 4-48 (5/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL32.567m)

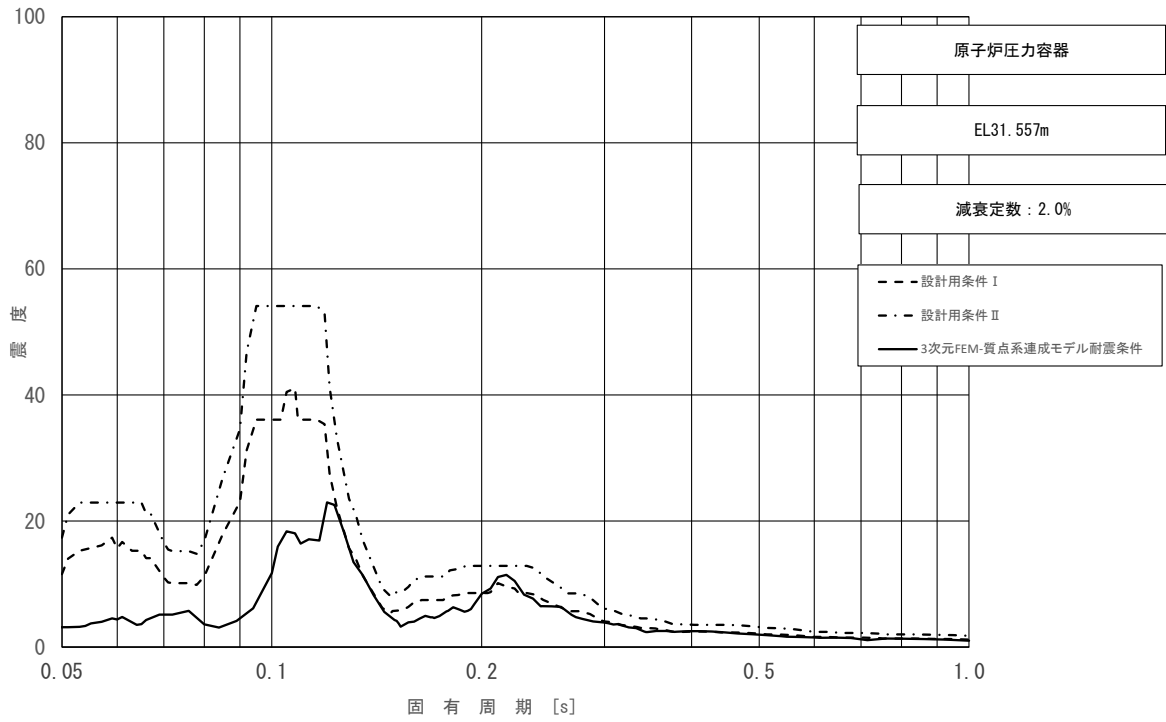


図 4-48 (6/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL31.557m)

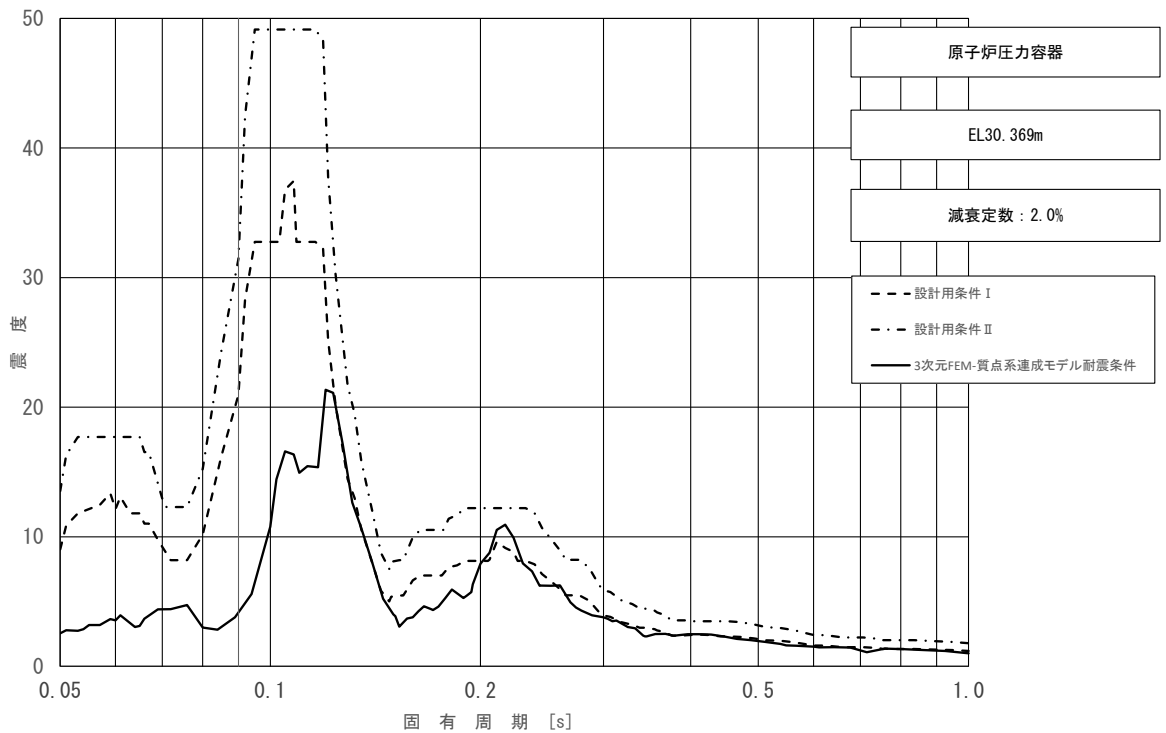


図 4-48 (7/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL30.369m)

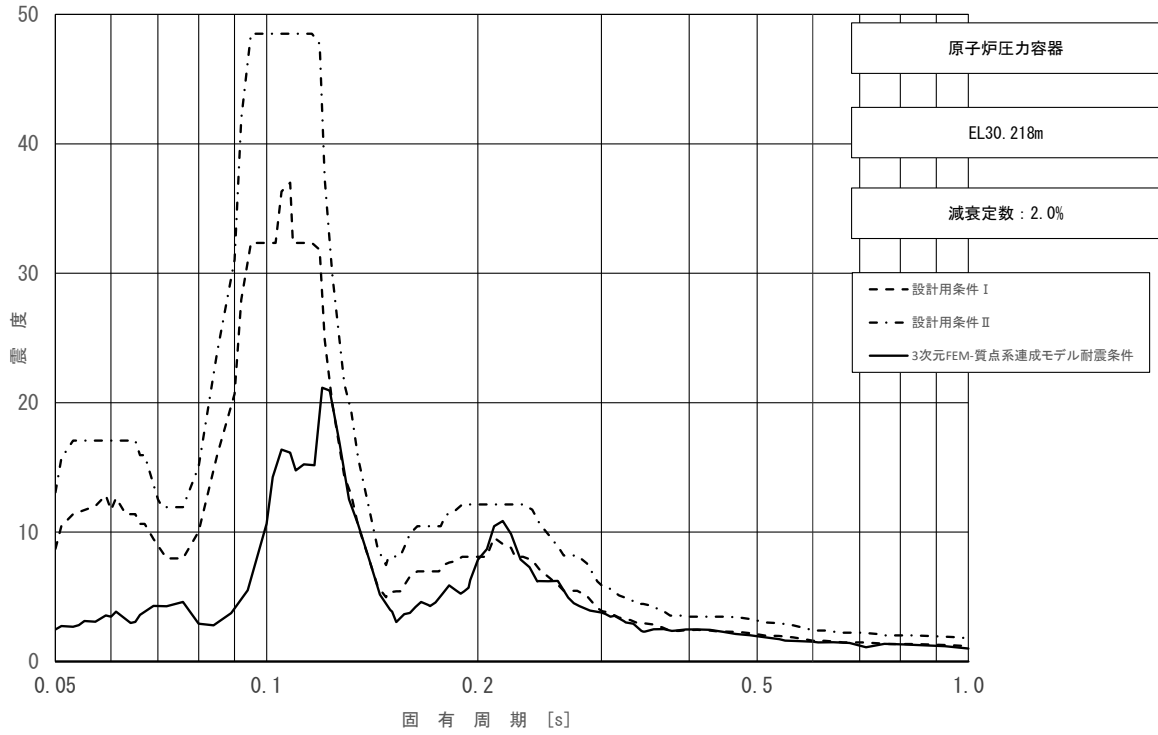


図 4-48 (8/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL30.218m)

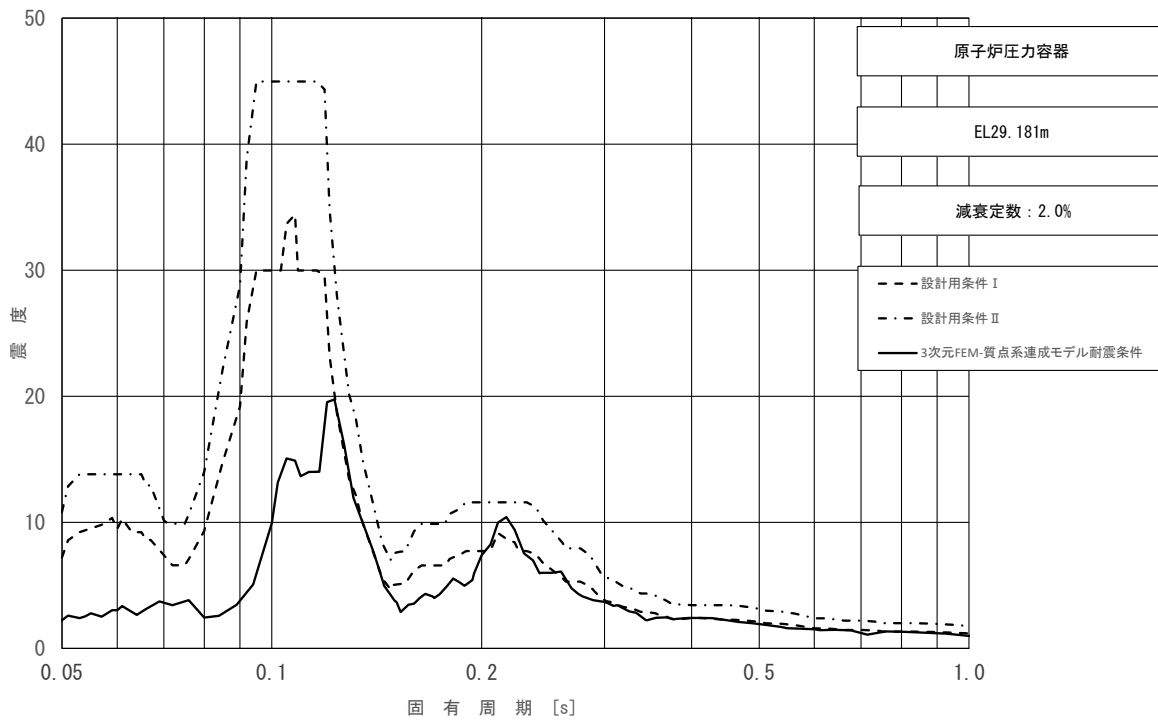


図 4-48 (9/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL29.181m)

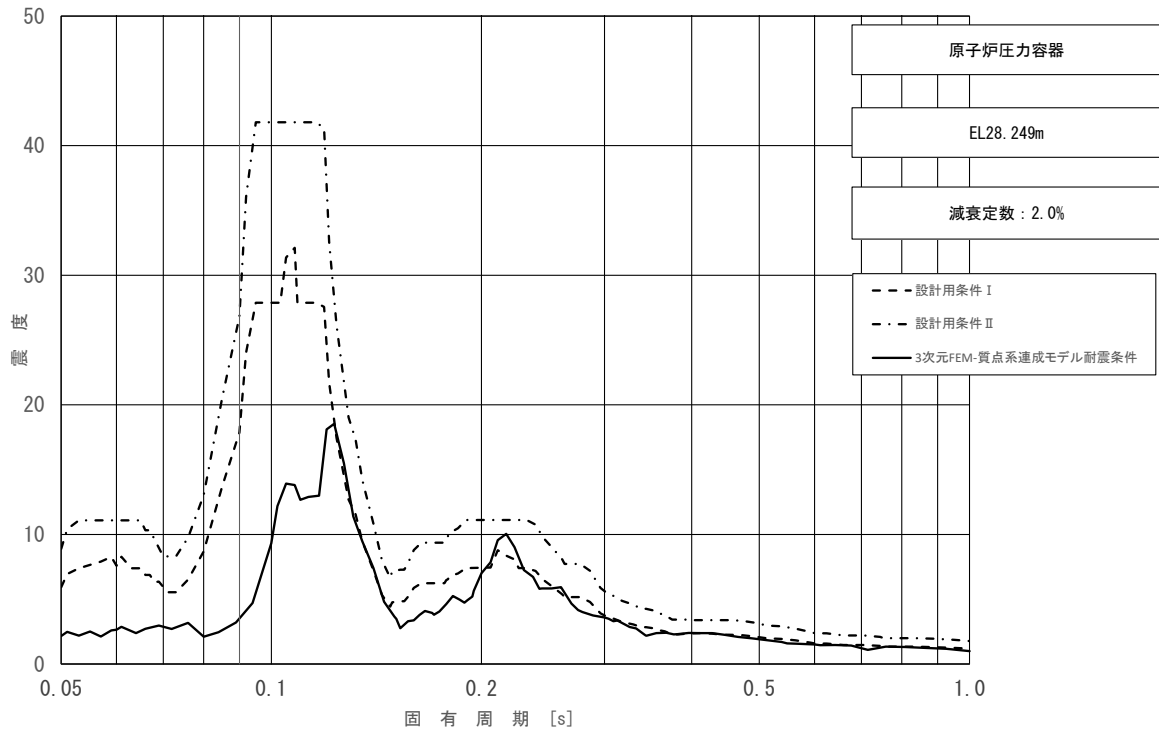


図 4-48 (10/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL28.249m)

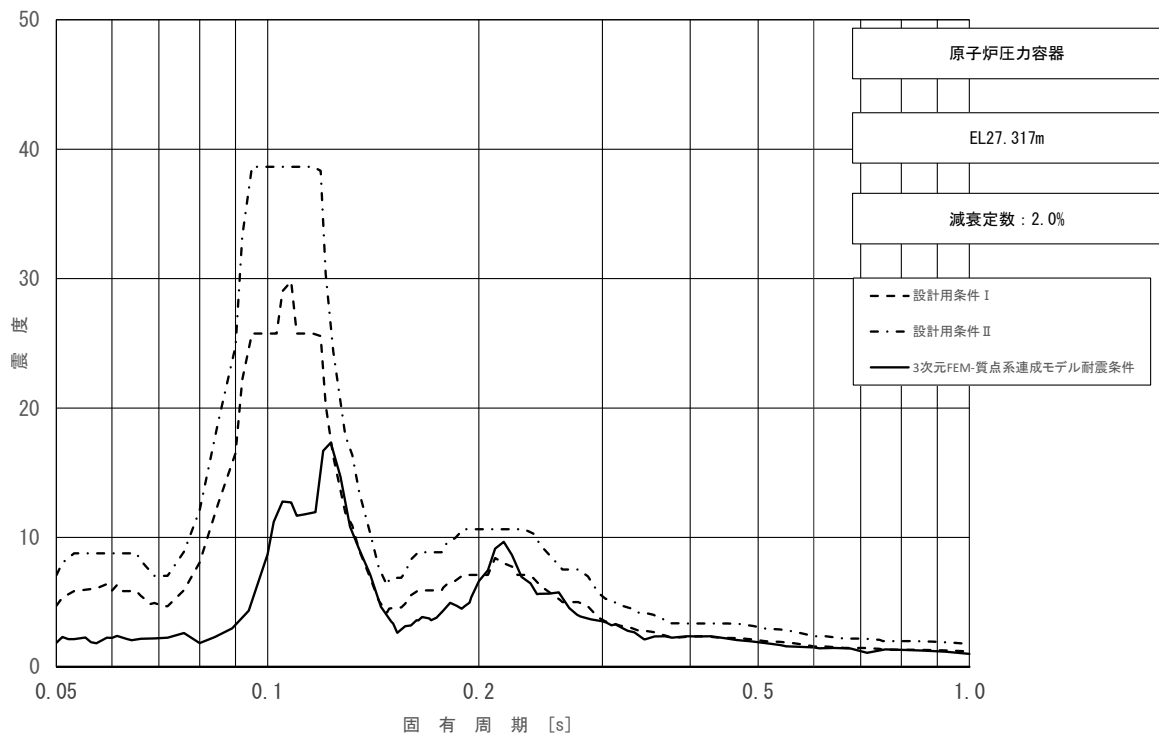


図 4-48 (11/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL27.317m)

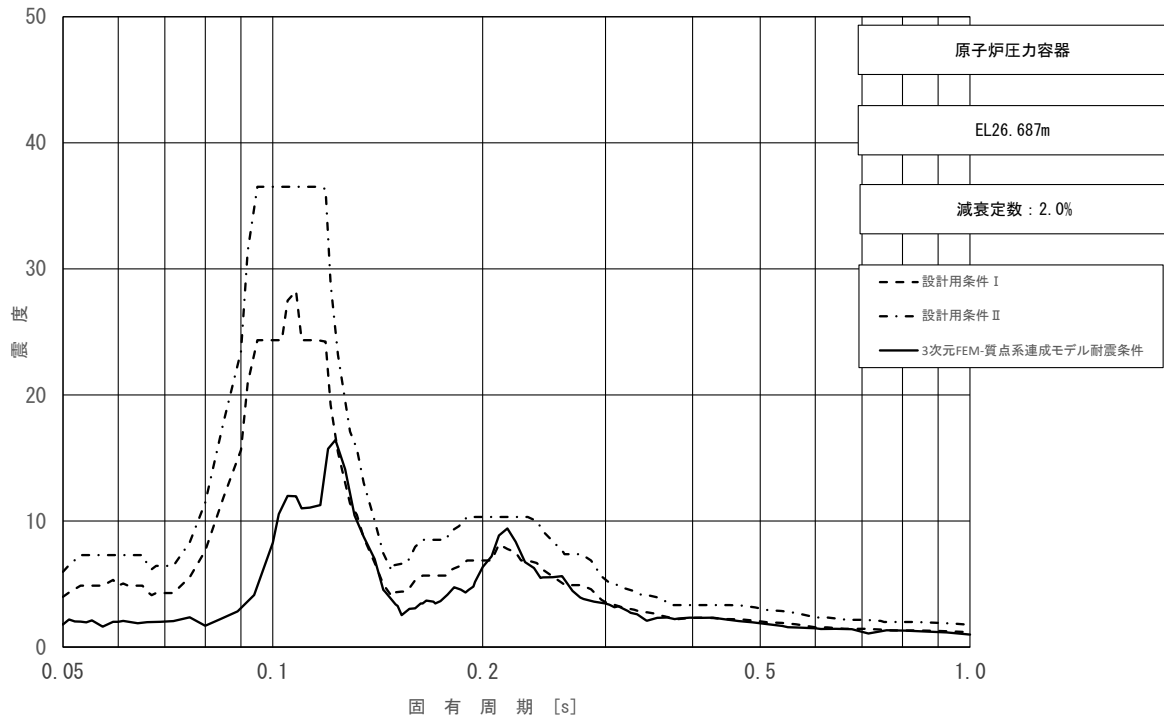


図 4-48 (12/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL26.687m)

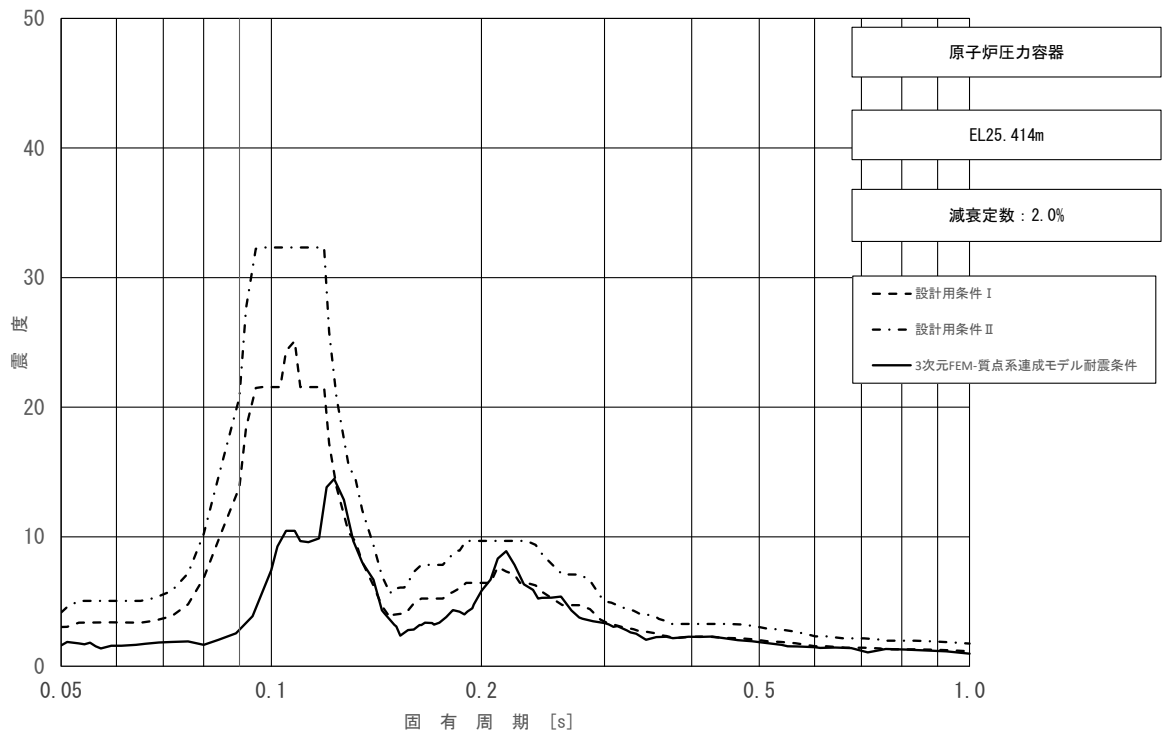


図 4-48 (13/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL25.414m)

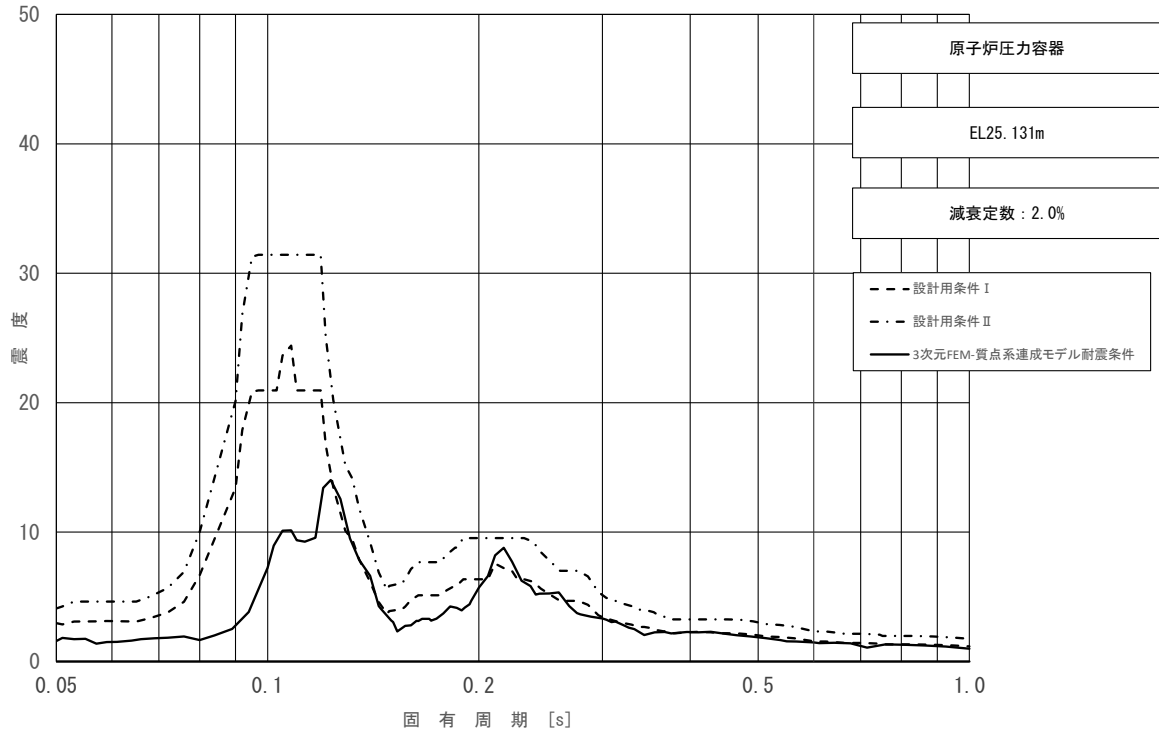


図 4-48 (14/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL25.131m)

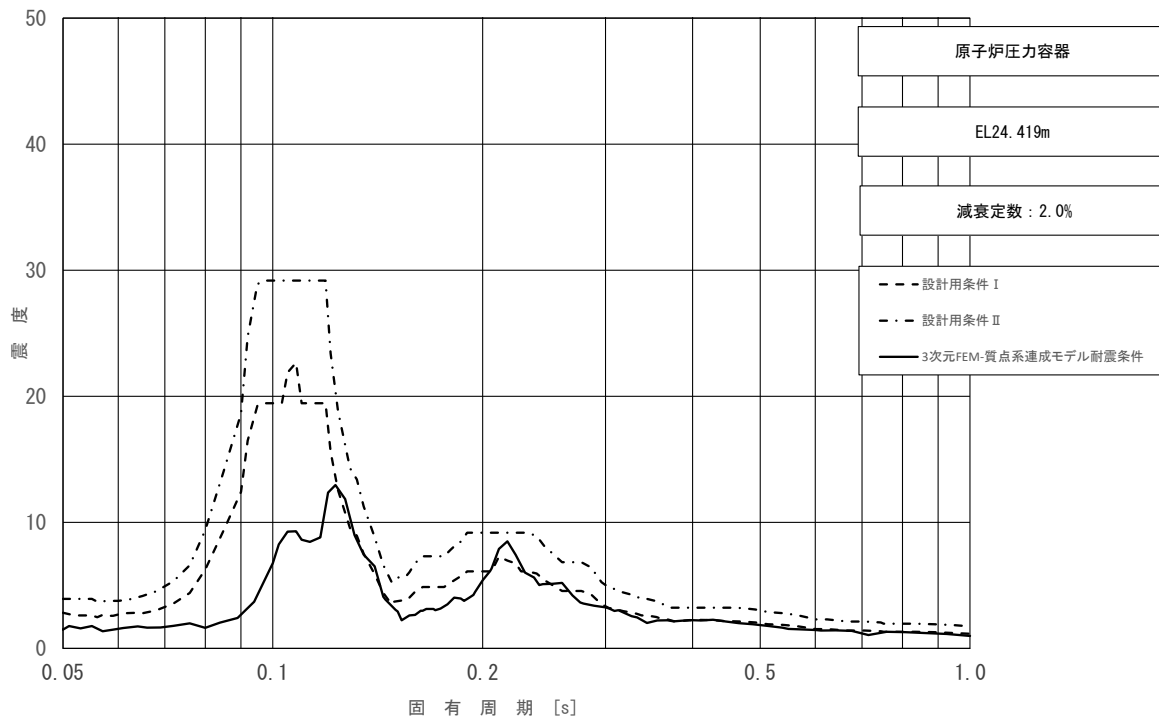


図 4-48 (15/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL24.419m)

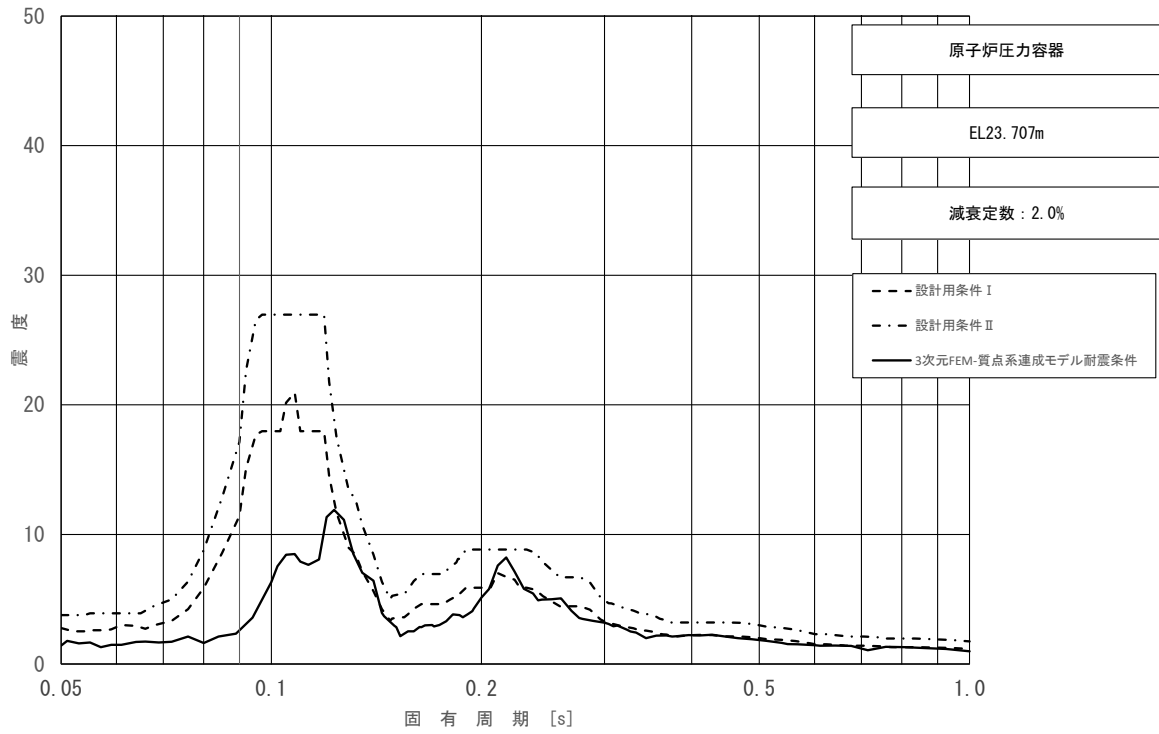


図 4-48 (16/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL23.707m)

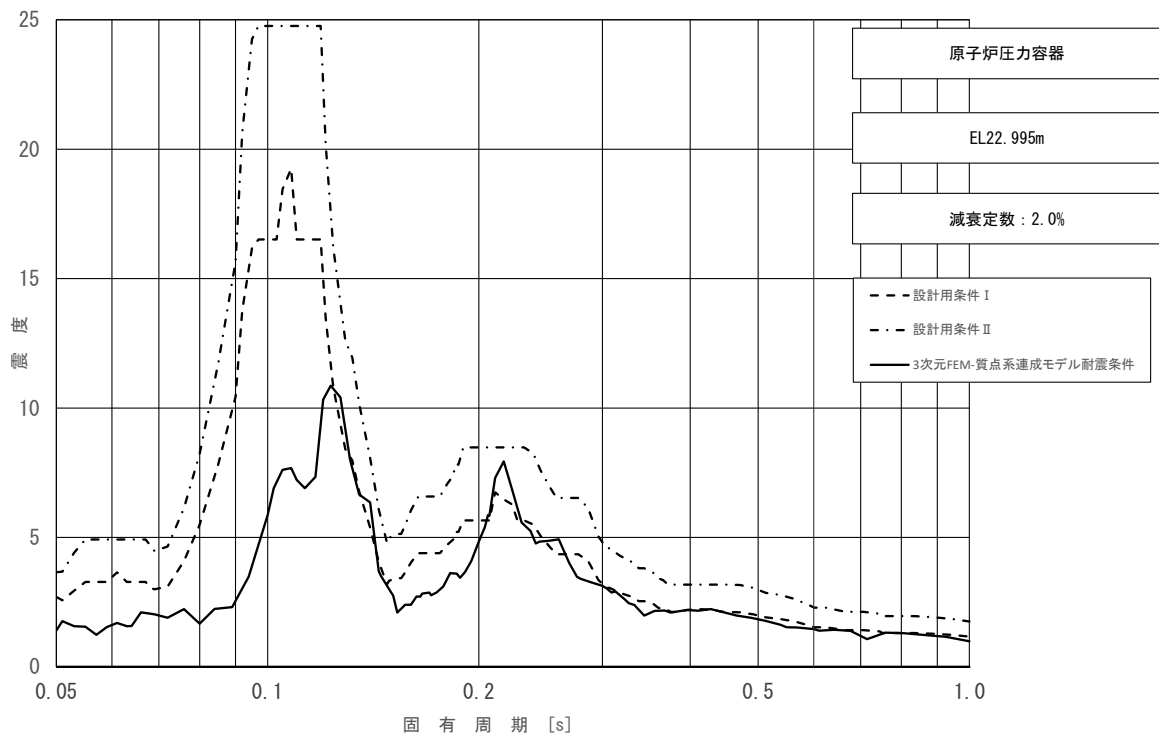


図 4-48 (17/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL22.995m)

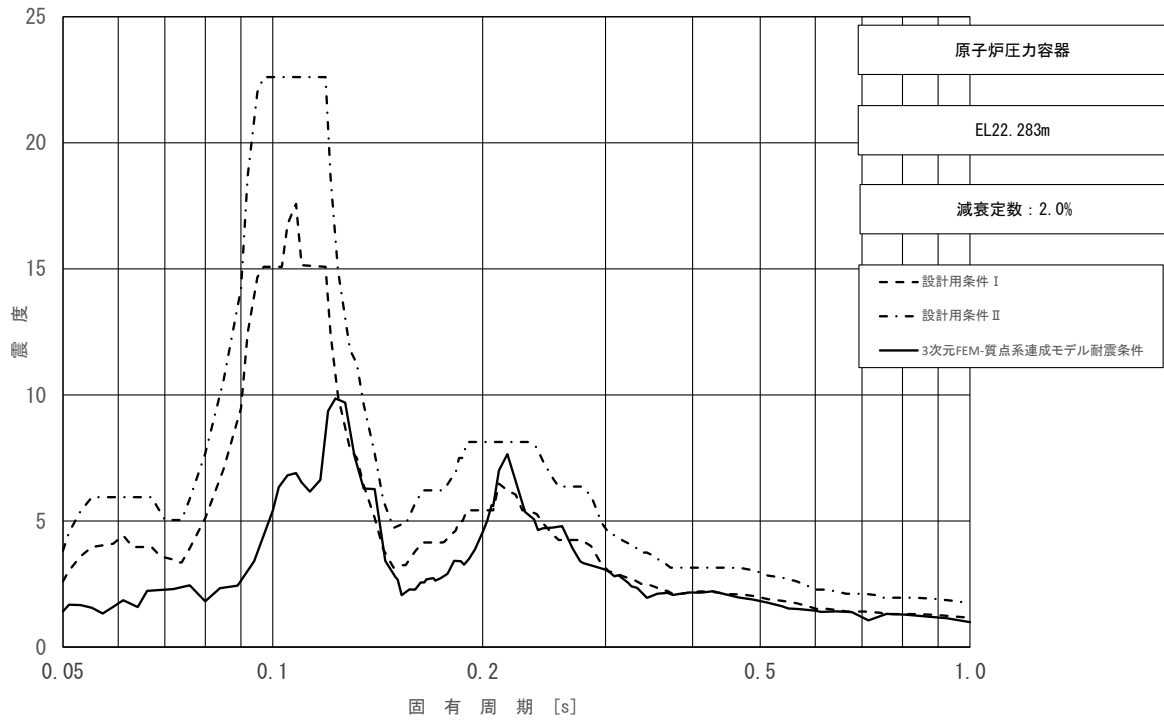


図 4-48 (18/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL22.283m)

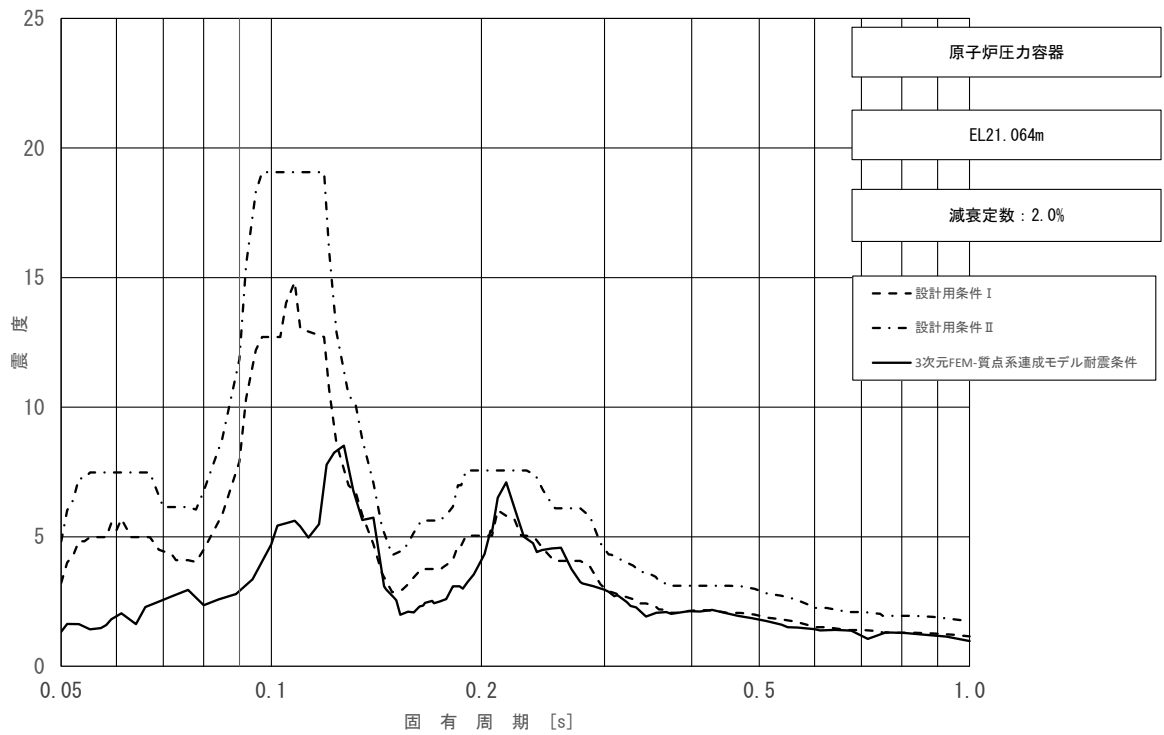


図 4-48 (19/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL21.064m)

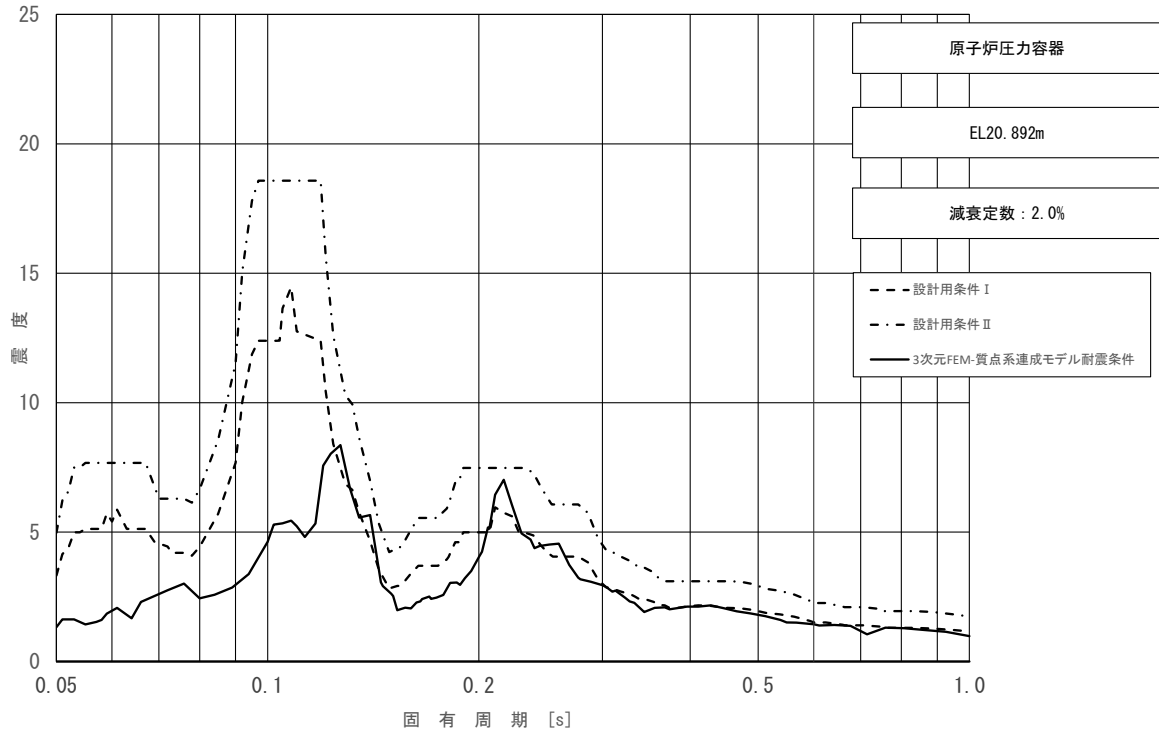


図 4-48 (20/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL20.892m)

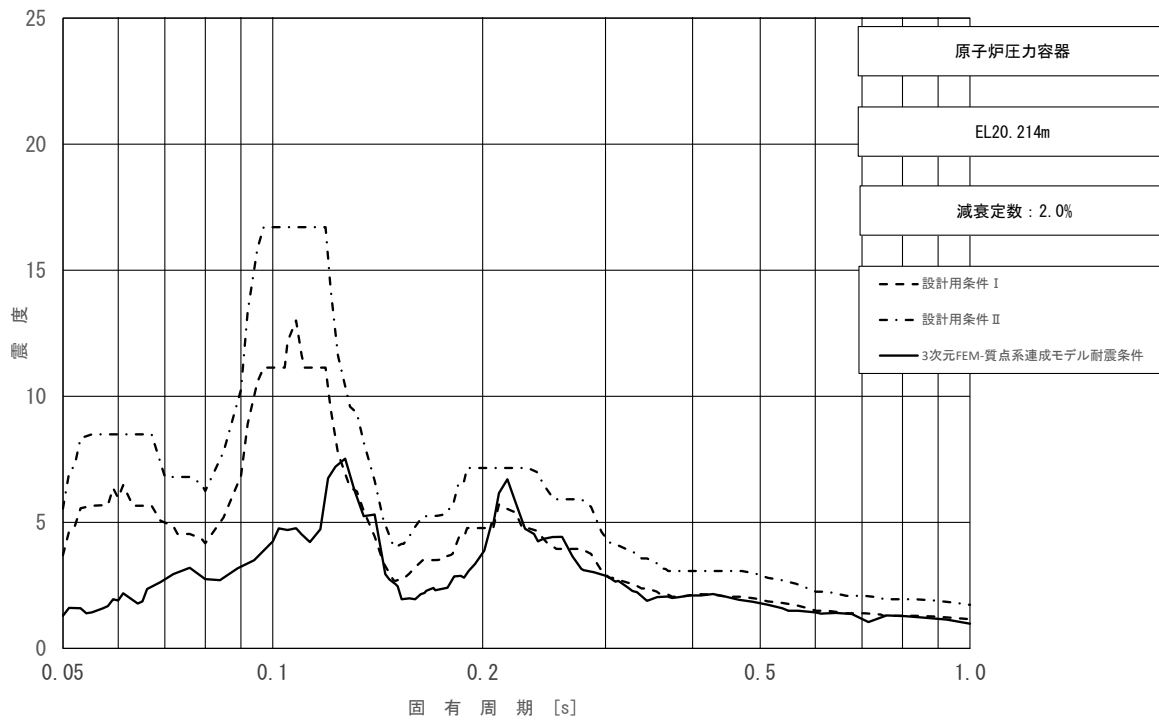


図 4-48 (21/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL20.214m)

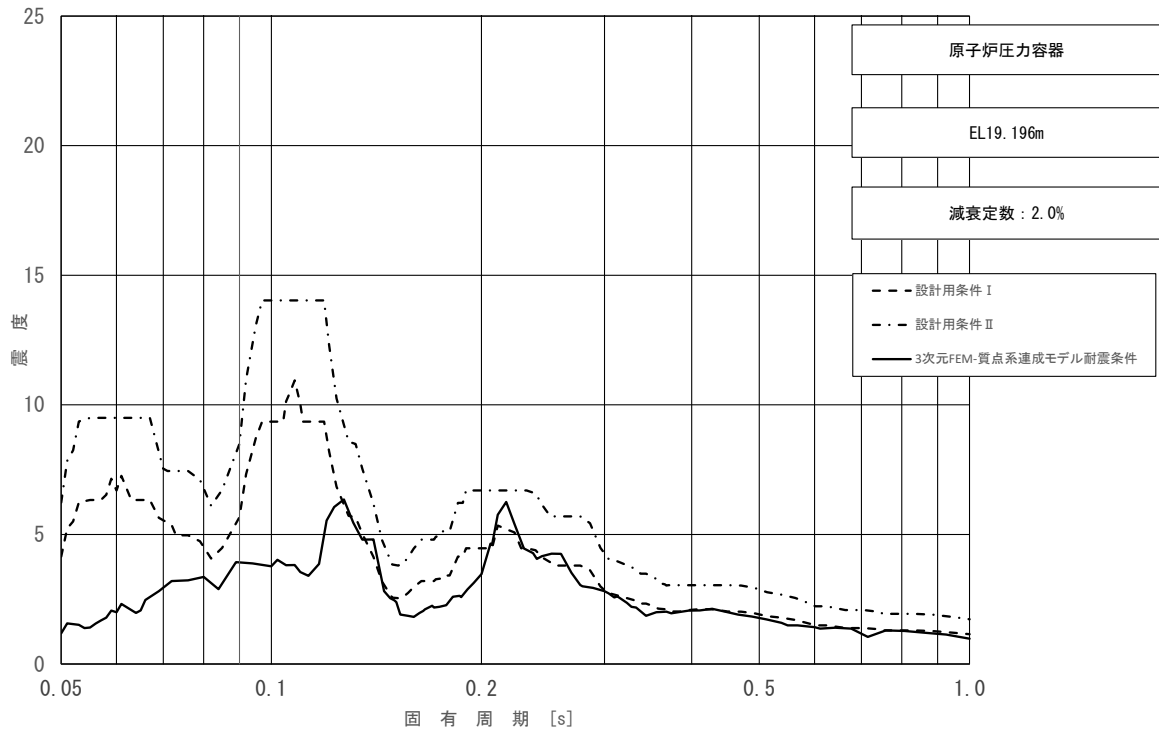


図 4-48 (22/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL19.196m)

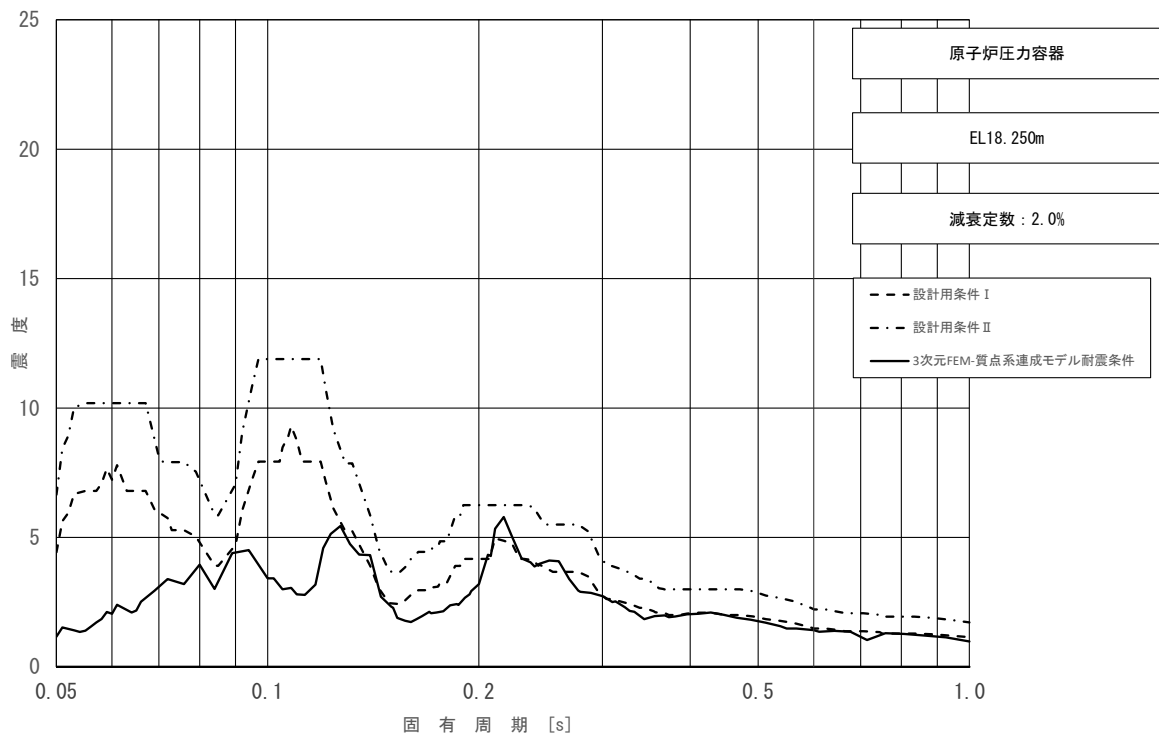


図 4-48 (23/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器 EL18.250m)

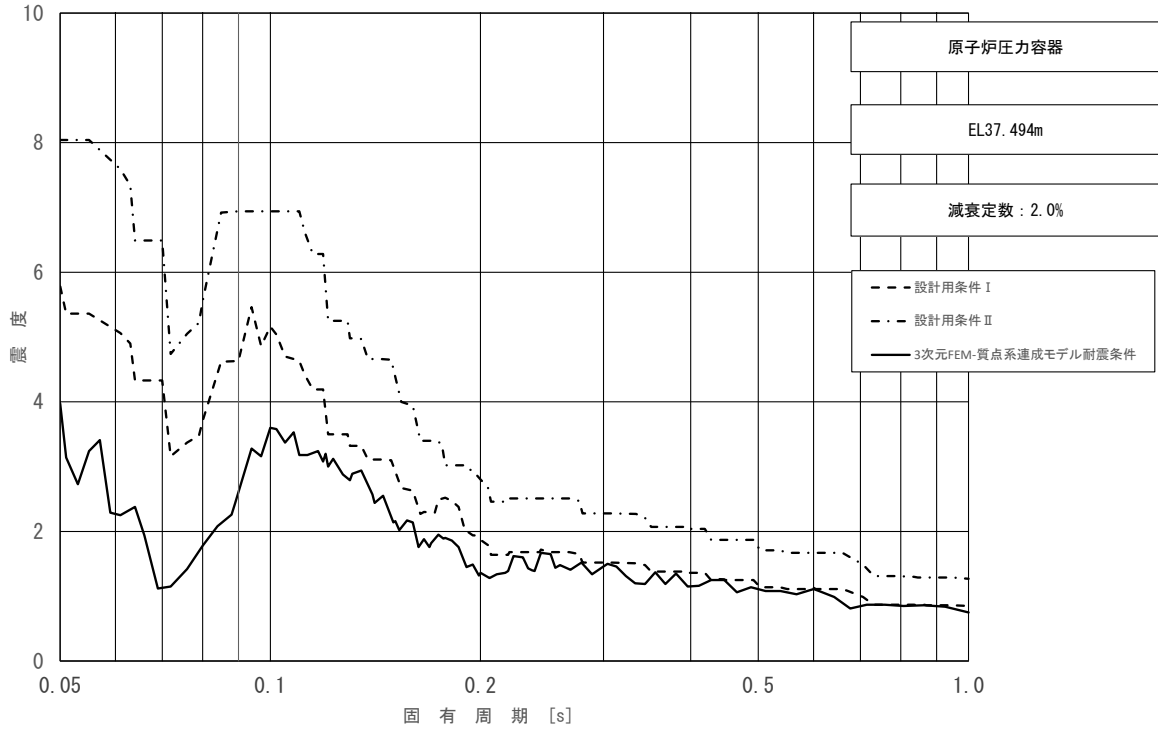


図 4-49 (1/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL37.494m)

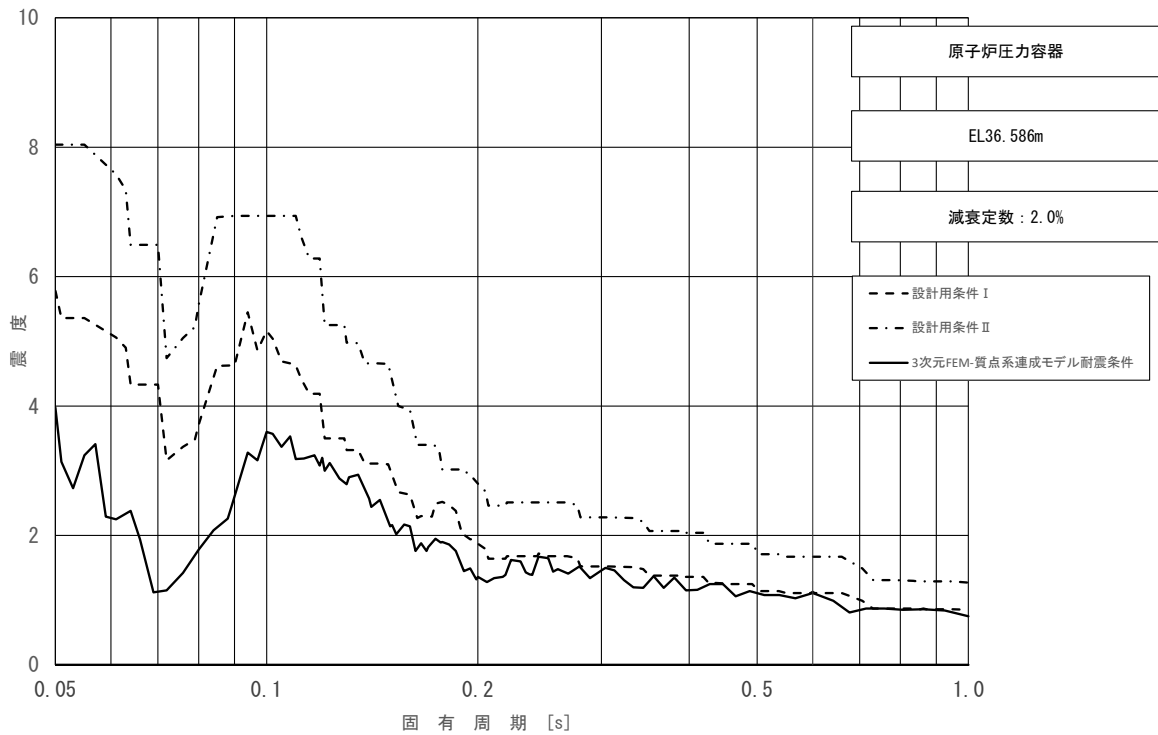


図 4-49 (2/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL36.586m)

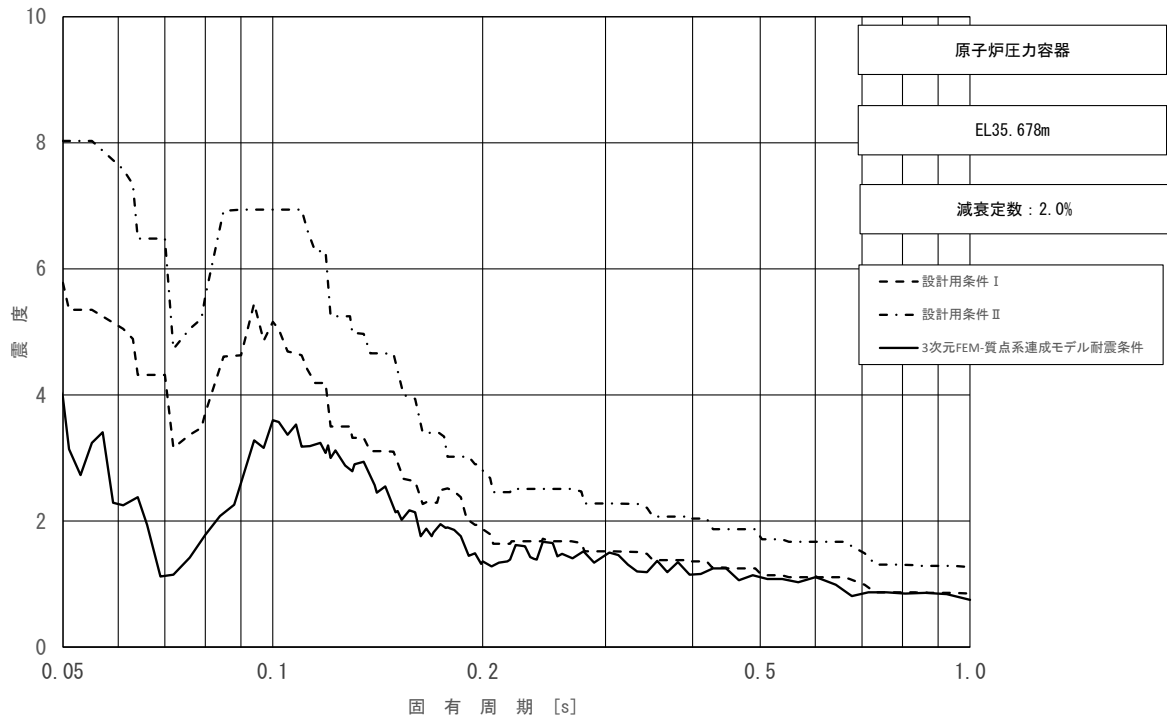


図 4-49 (3/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL35.678m)

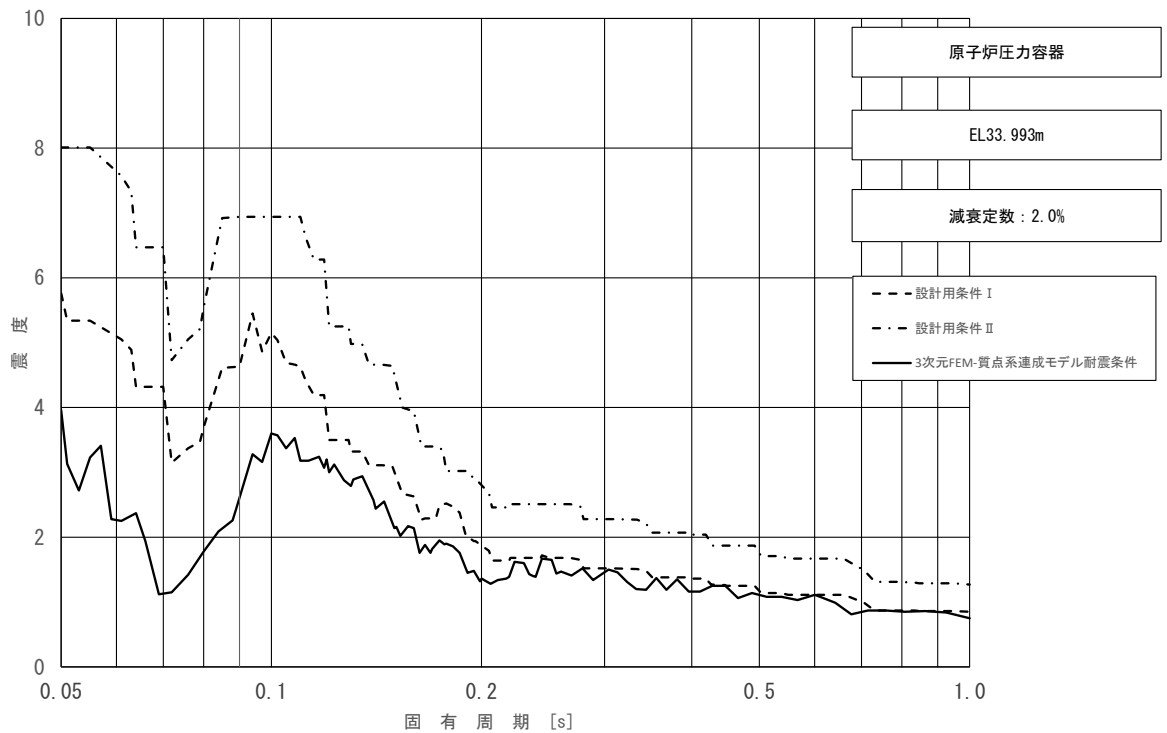


図 4-49 (4/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL33.993m)

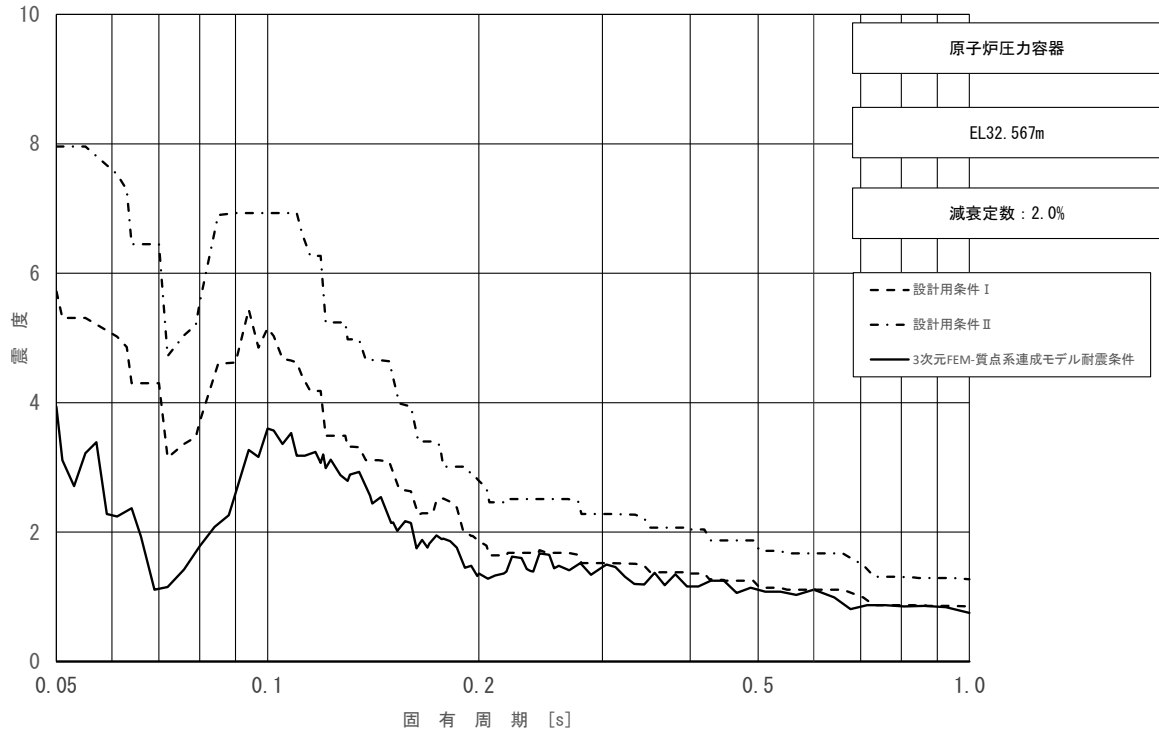


図 4-49 (5/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉圧力容器 EL32.567m)

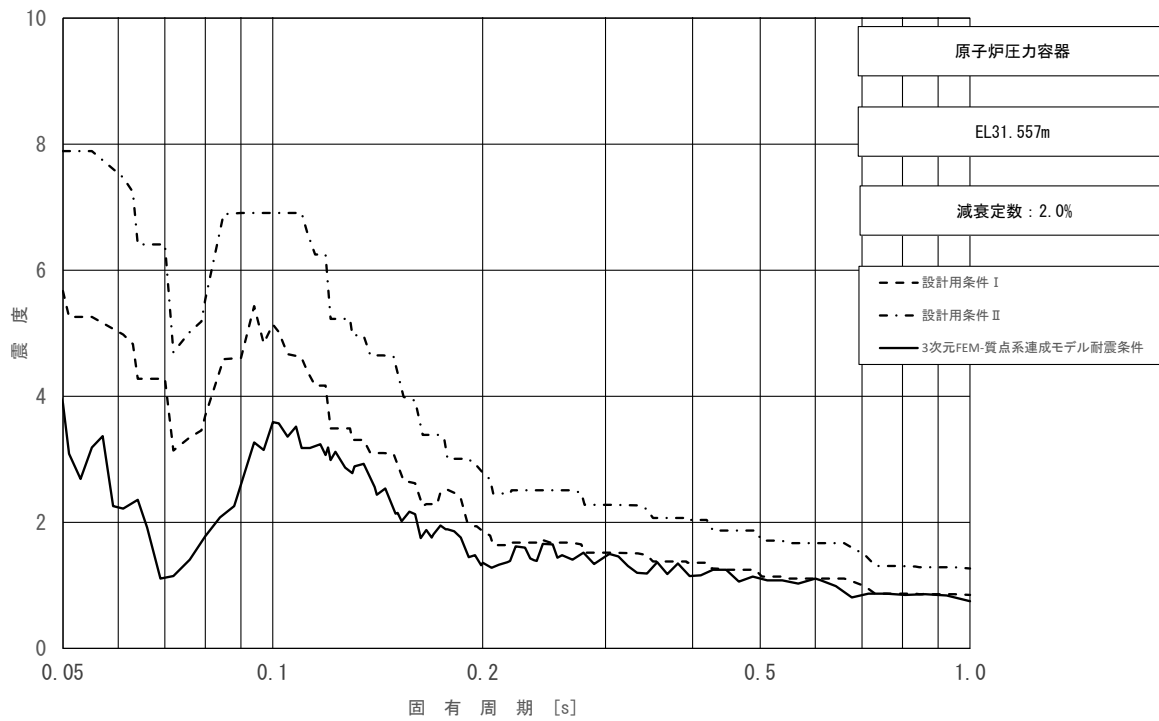


図 4-49 (6/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉圧力容器 EL31.557m)

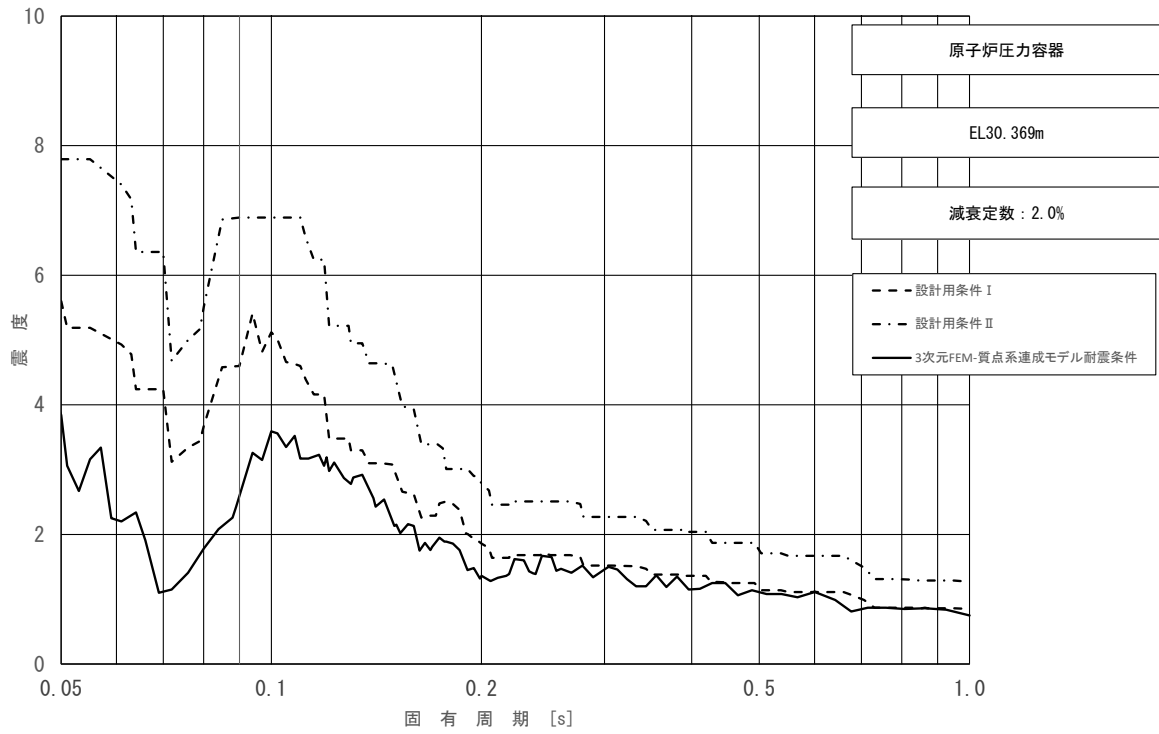


図 4-49 (7/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL30.369m)

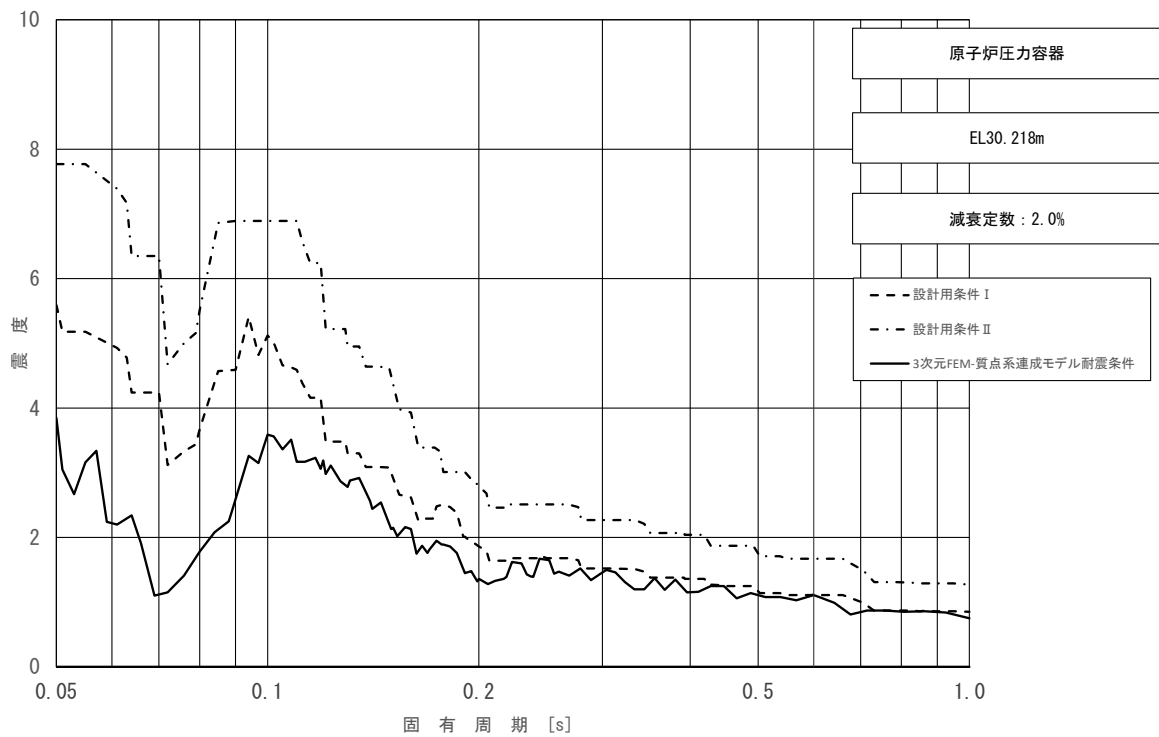


図 4-49 (8/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL30.218m)

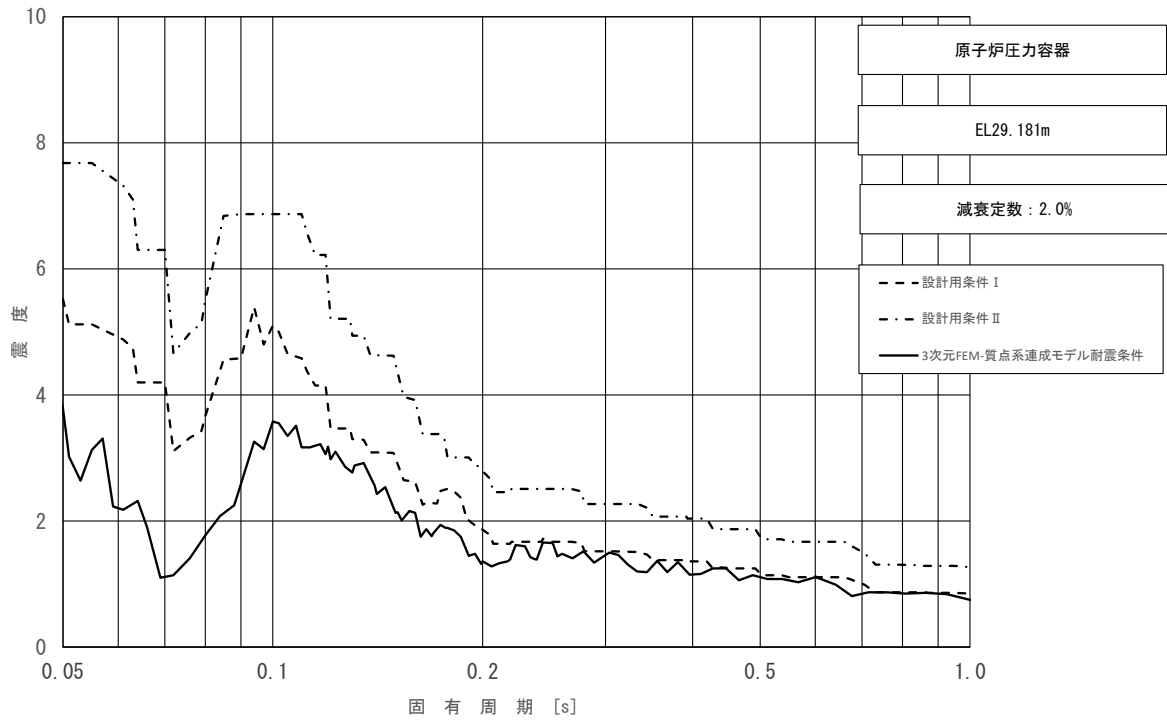


図 4-49 (9/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL29.181m)

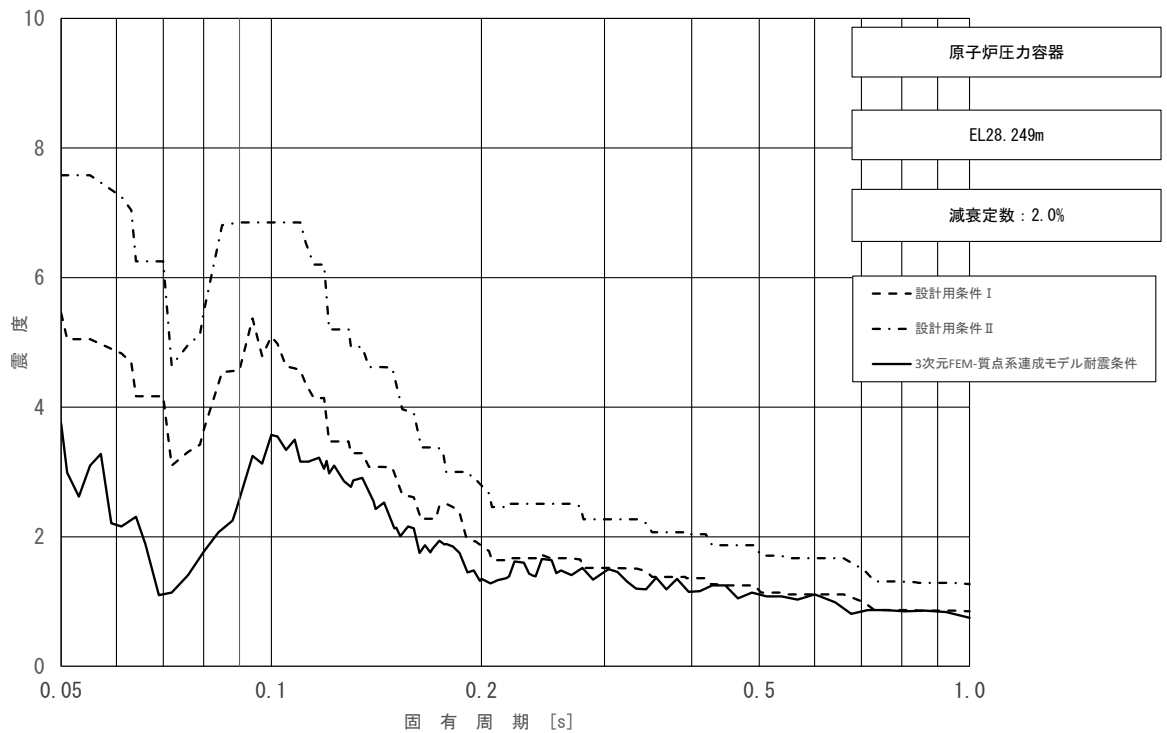


図 4-49 (10/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL28.249m)

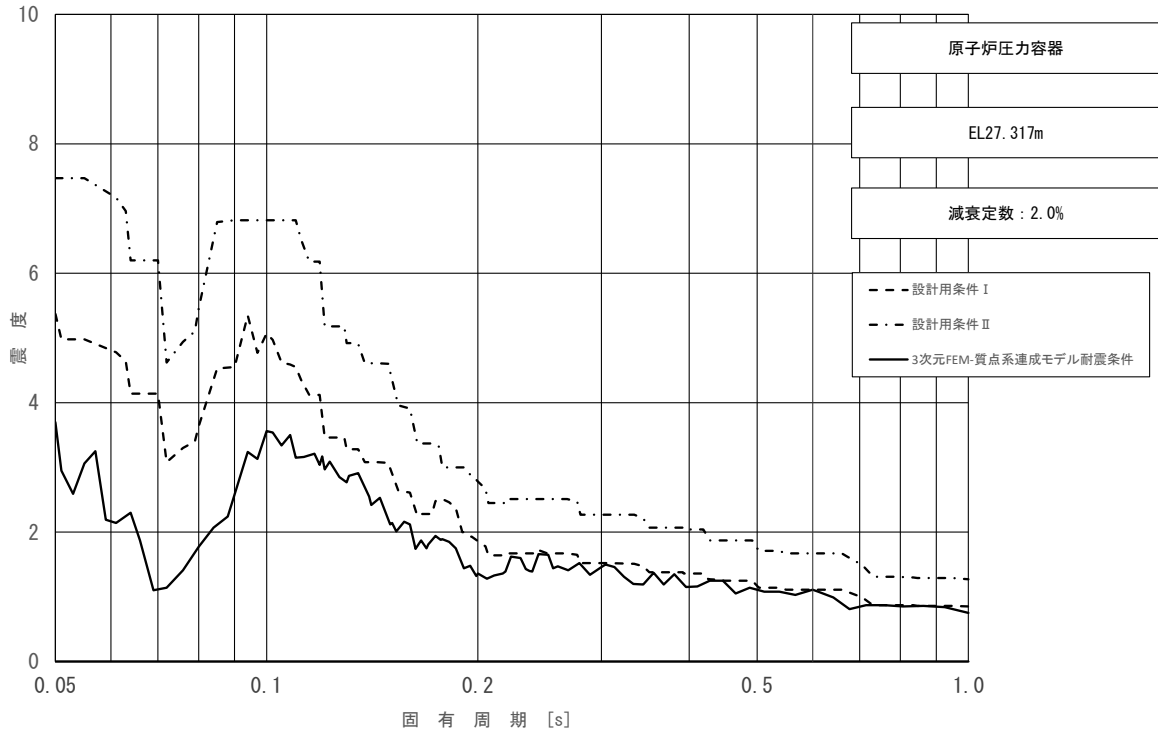


図 4-49 (11/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉圧力容器 EL27.317m)

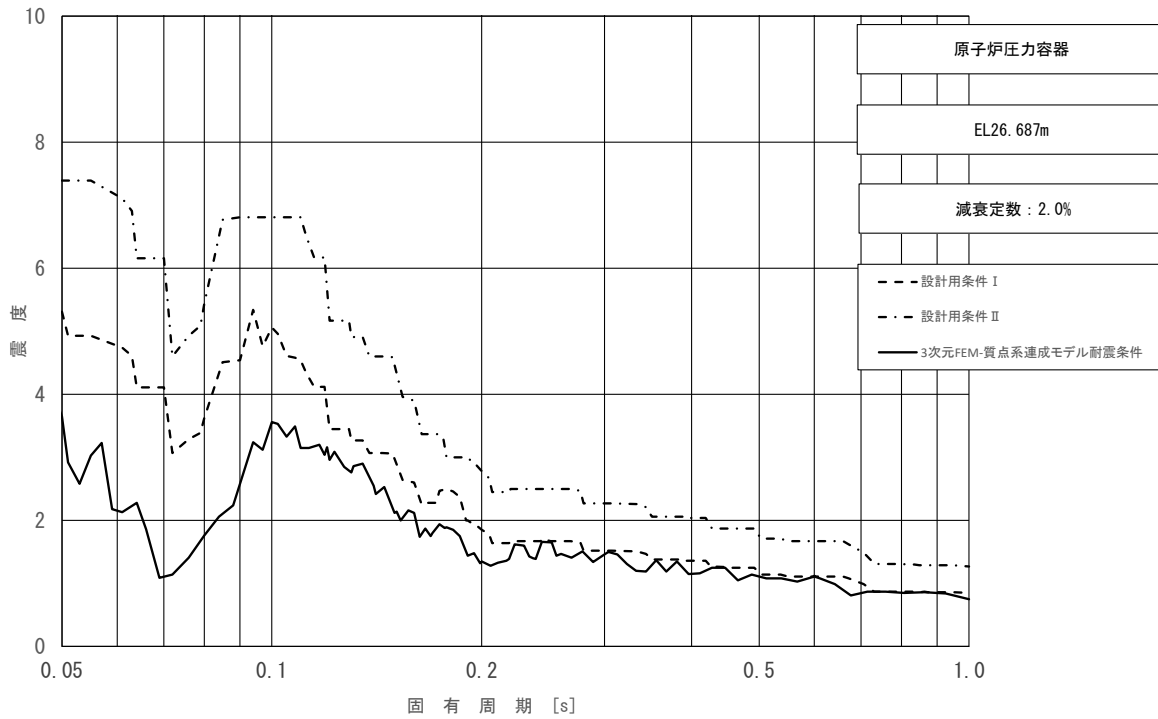


図 4-49 (12/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉圧力容器 EL26.687m)

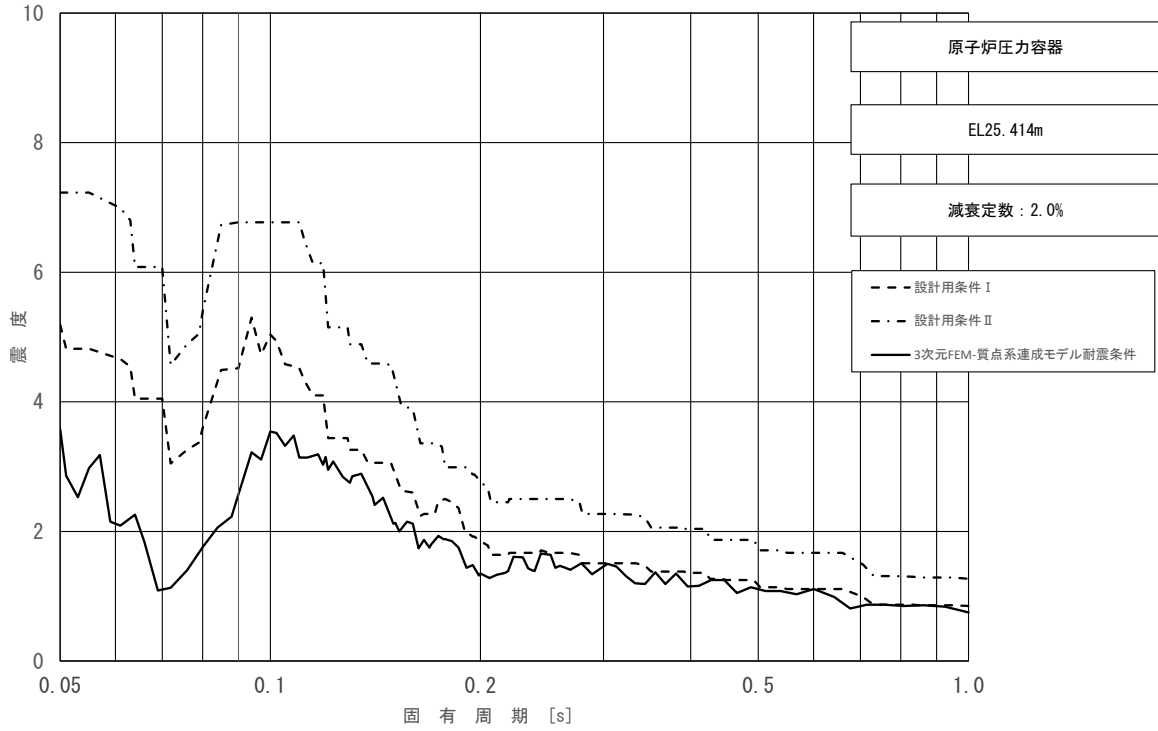


図 4-49 (13/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL25.414m)

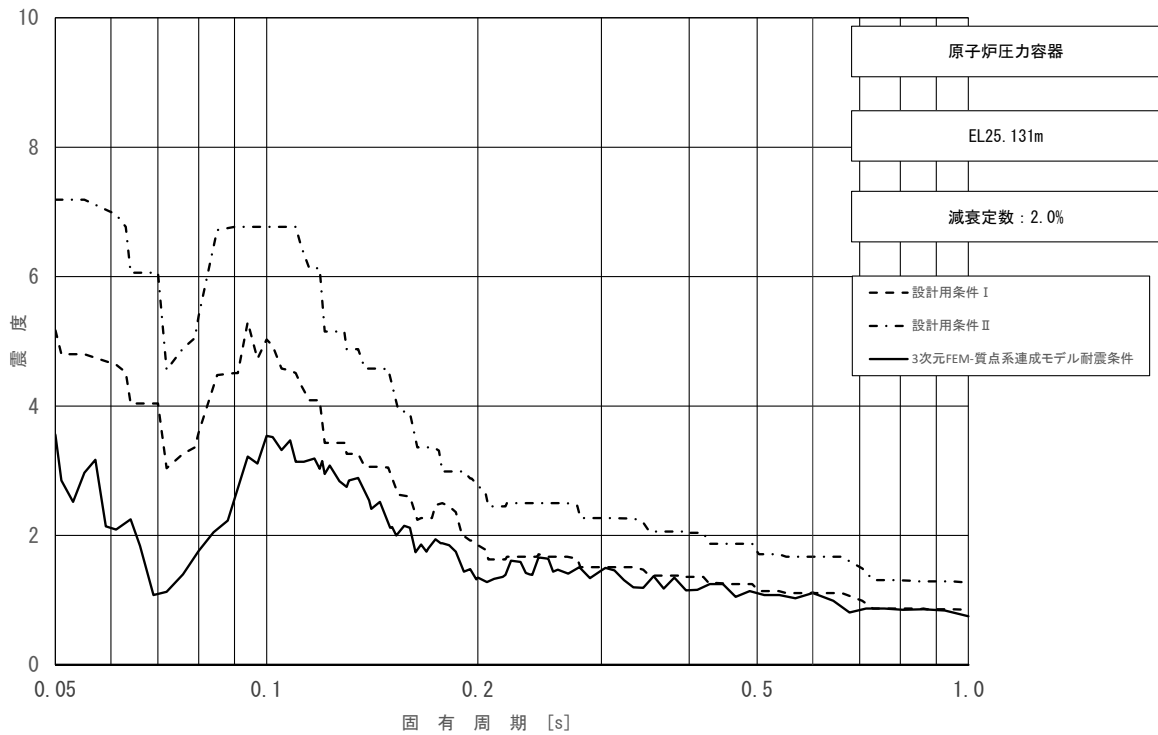


図 4-49 (14/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL25.131m)

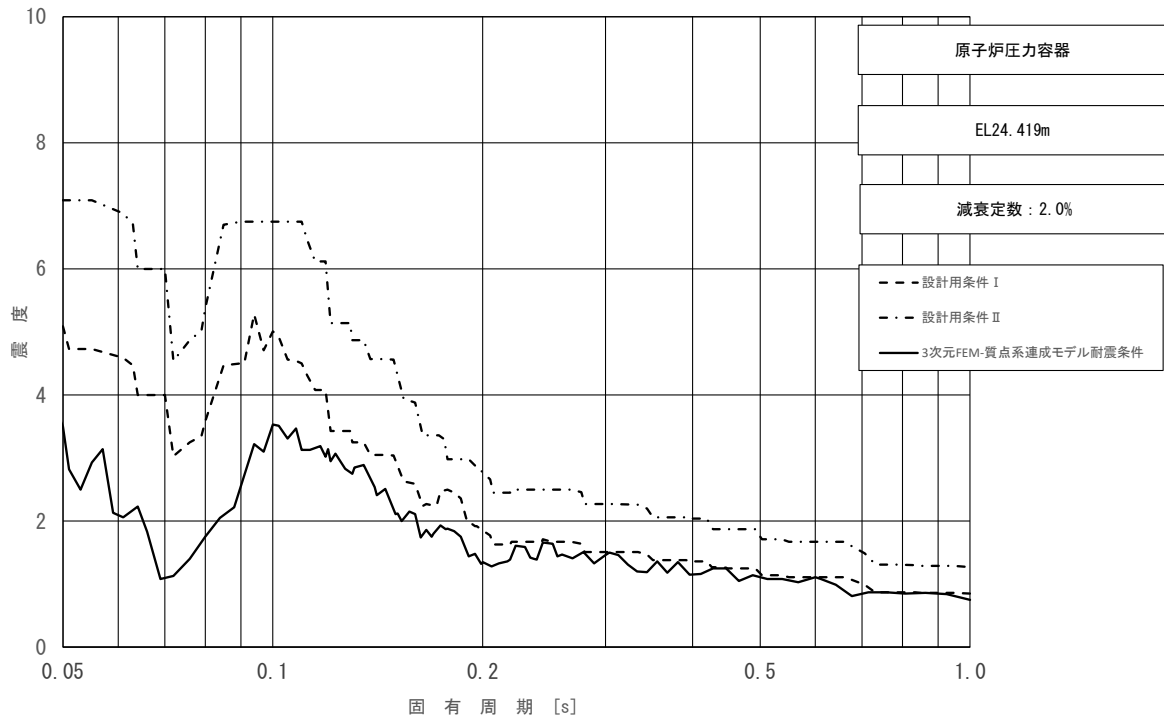


図 4-49 (15/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL24.419m)

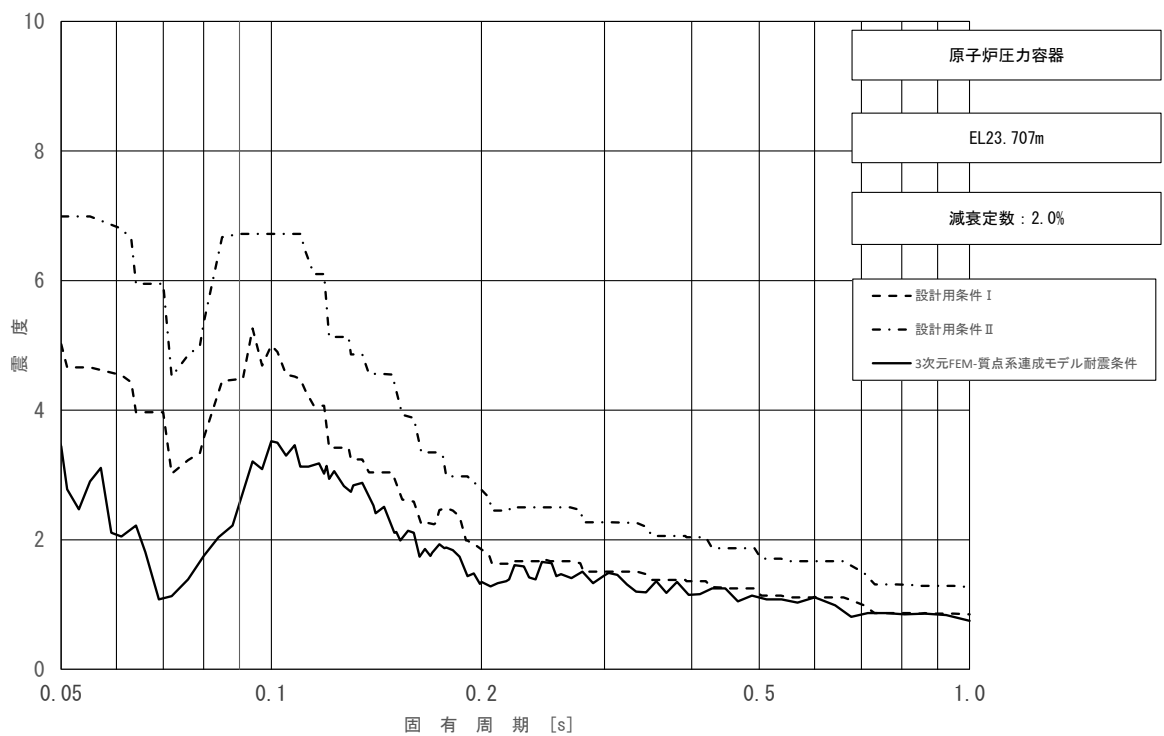


図 4-49 (16/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL23.707m)

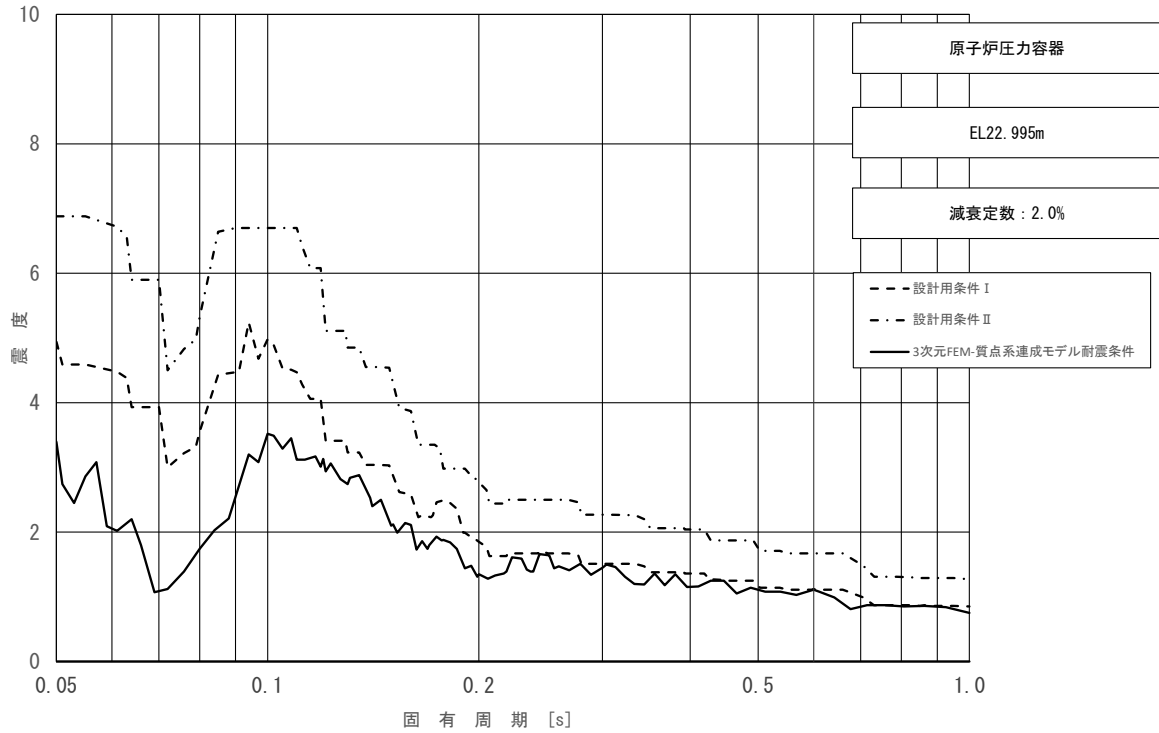


図 4-49 (17/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL22.995m)

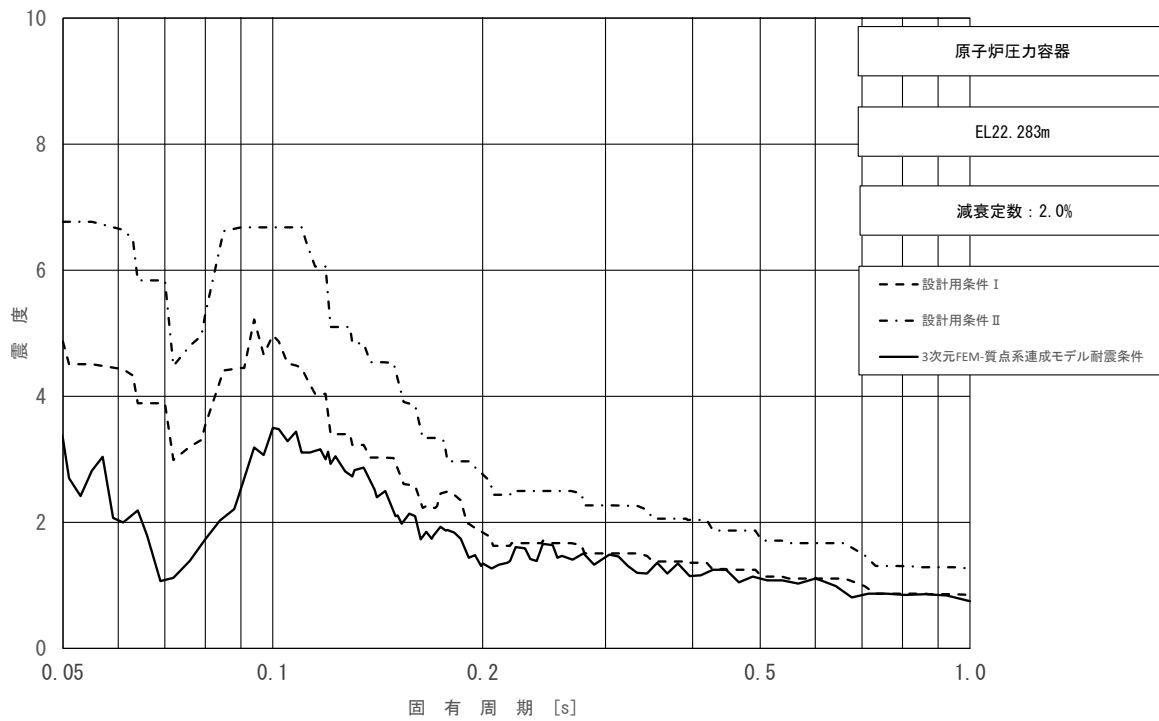


図 4-49 (18/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL22.283m)

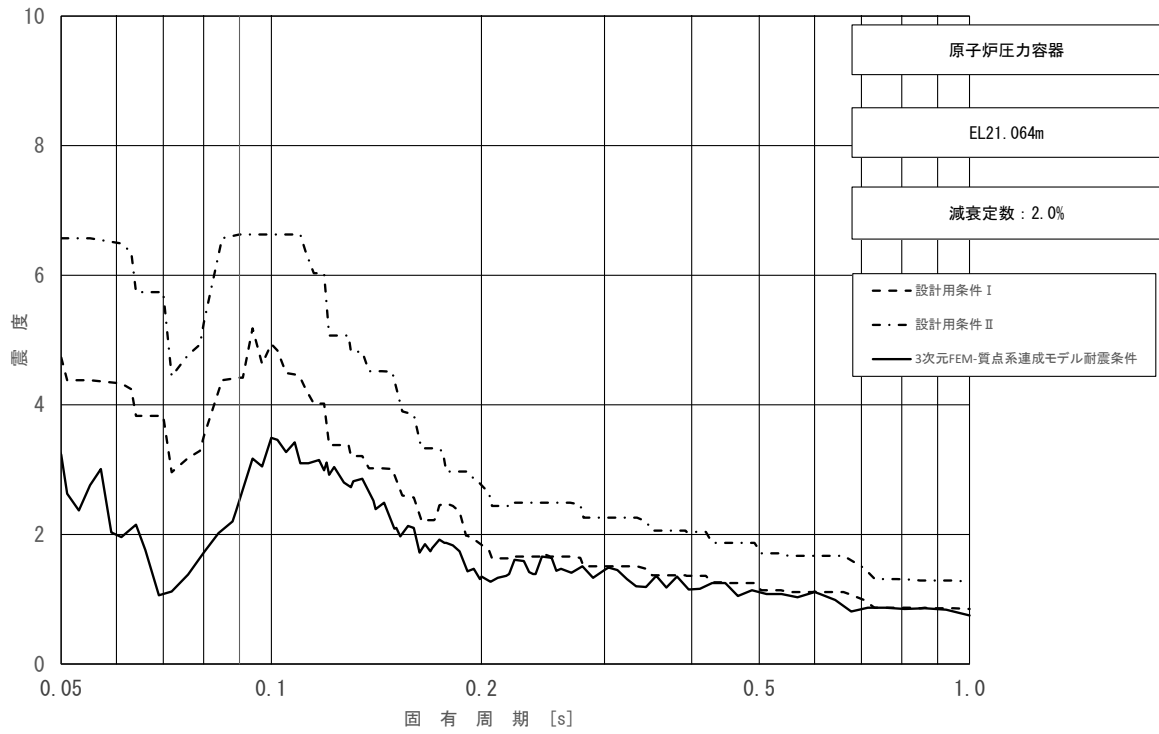


図 4-49 (19/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL21.064m)

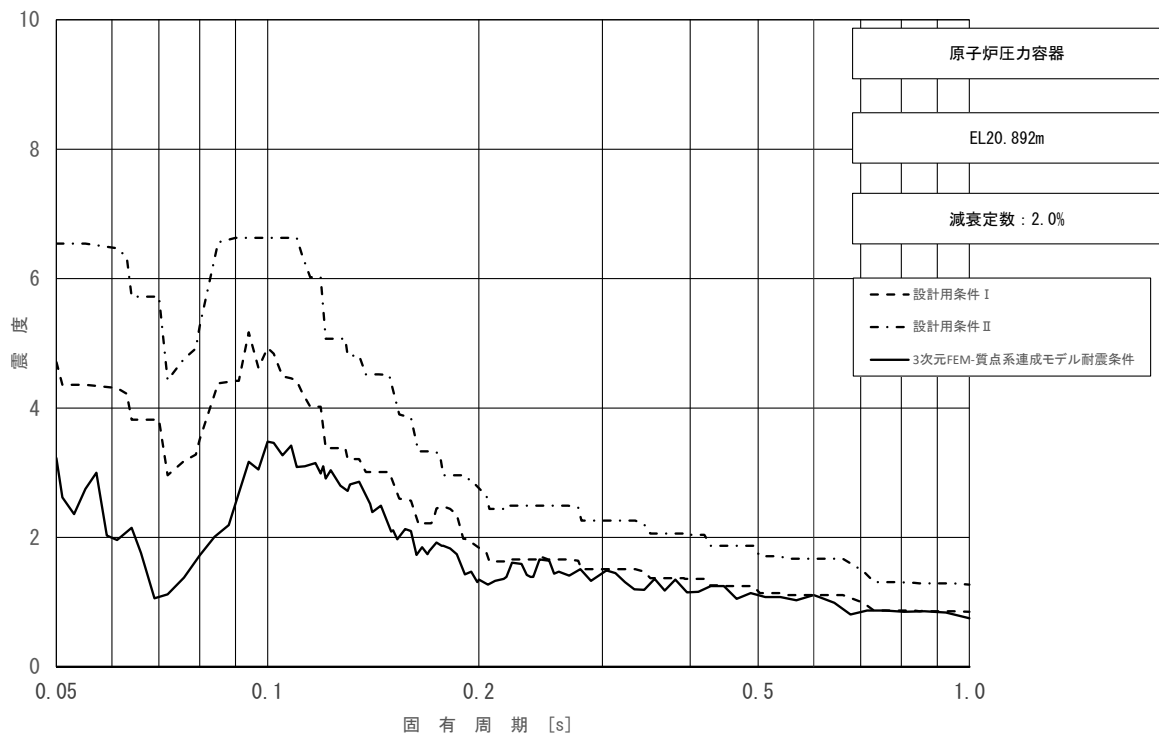


図 4-49 (20/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL20.892m)

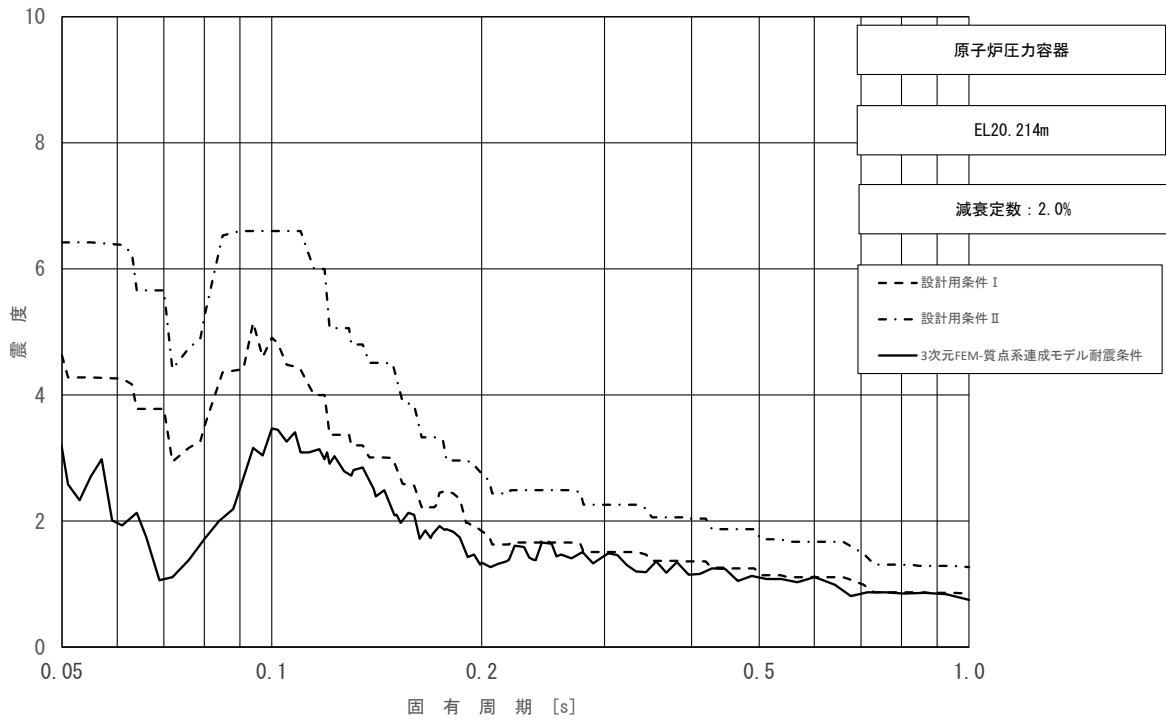


図 4-49 (21/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL20.214m)

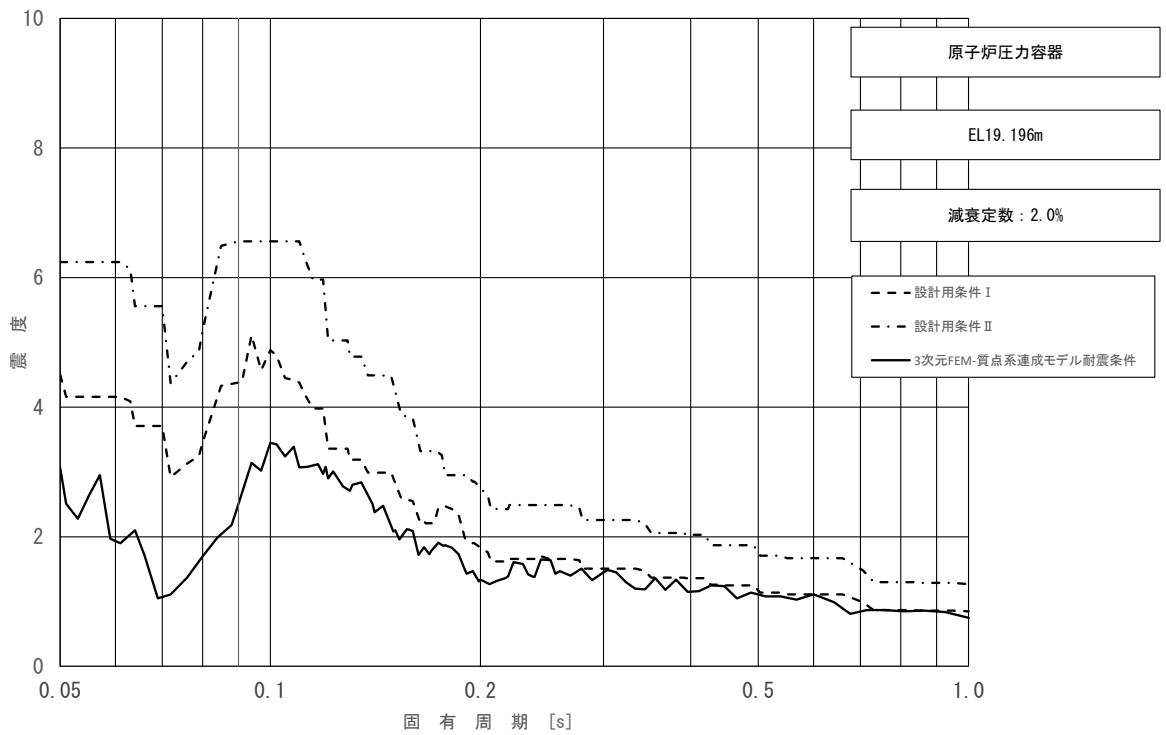


図 4-49 (22/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S s, 鉛直方向: 原子炉压力容器 EL19.196m)

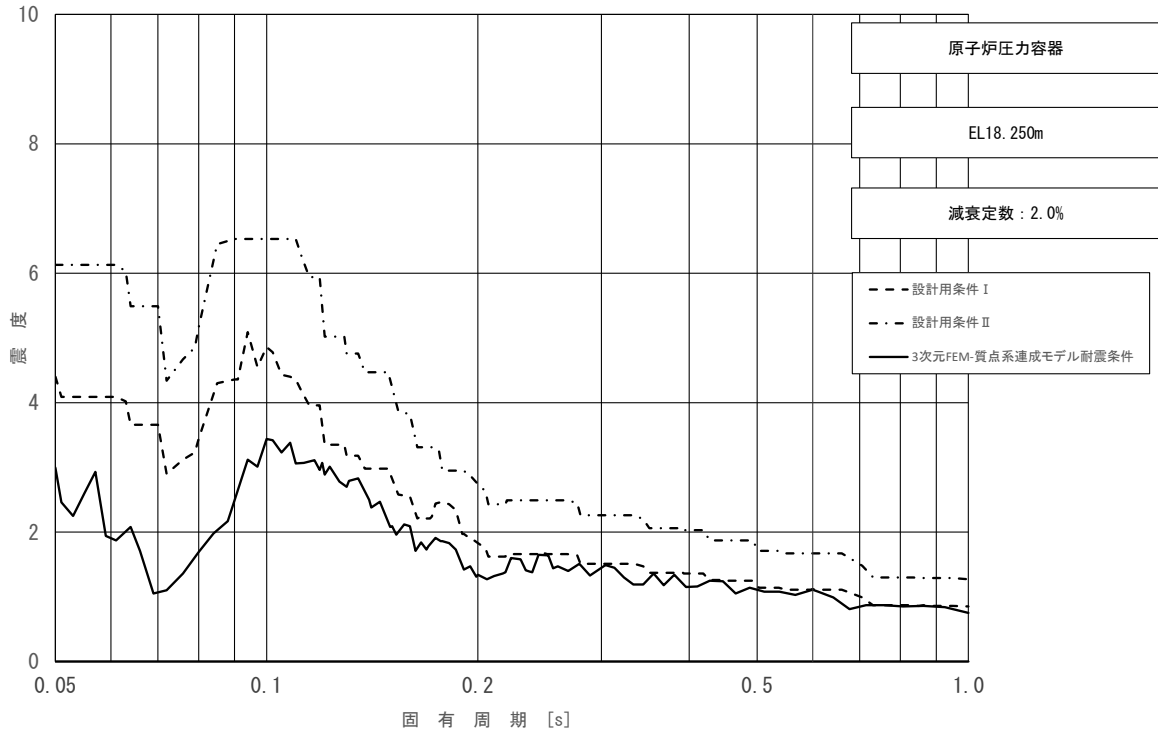


図 4-49 (23/23) 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 原子炉压力容器 EL18.250m)

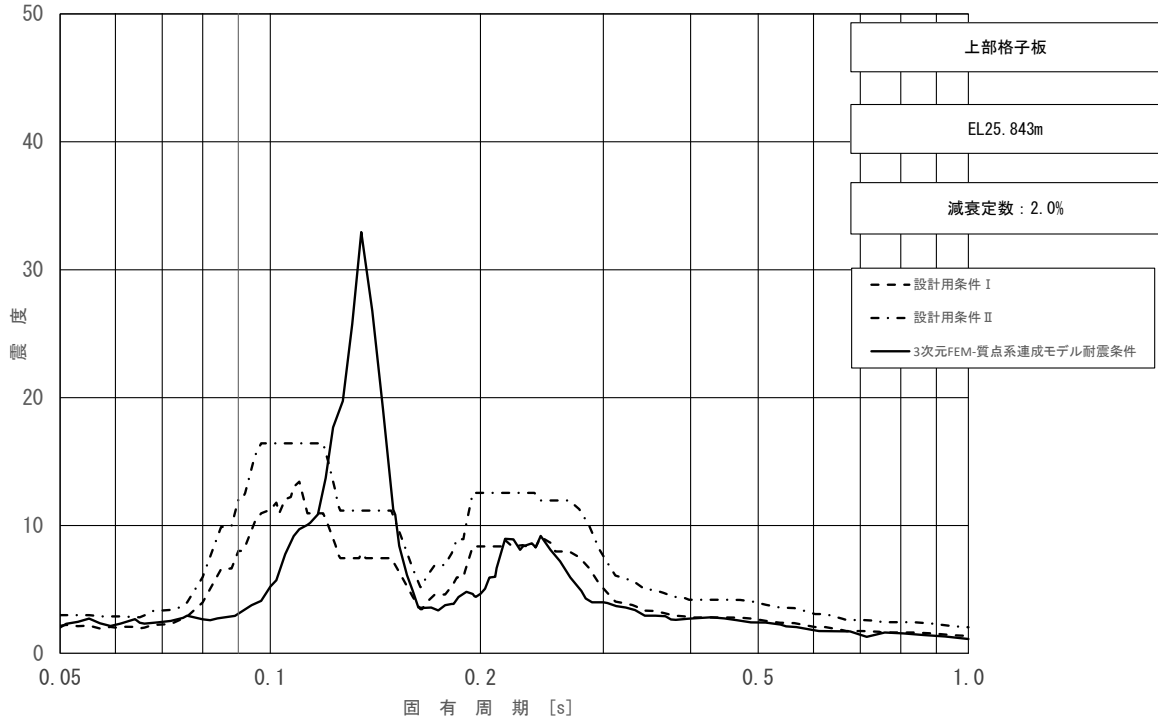


図 4-50 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS) : 上部格子板 EL25.843m)

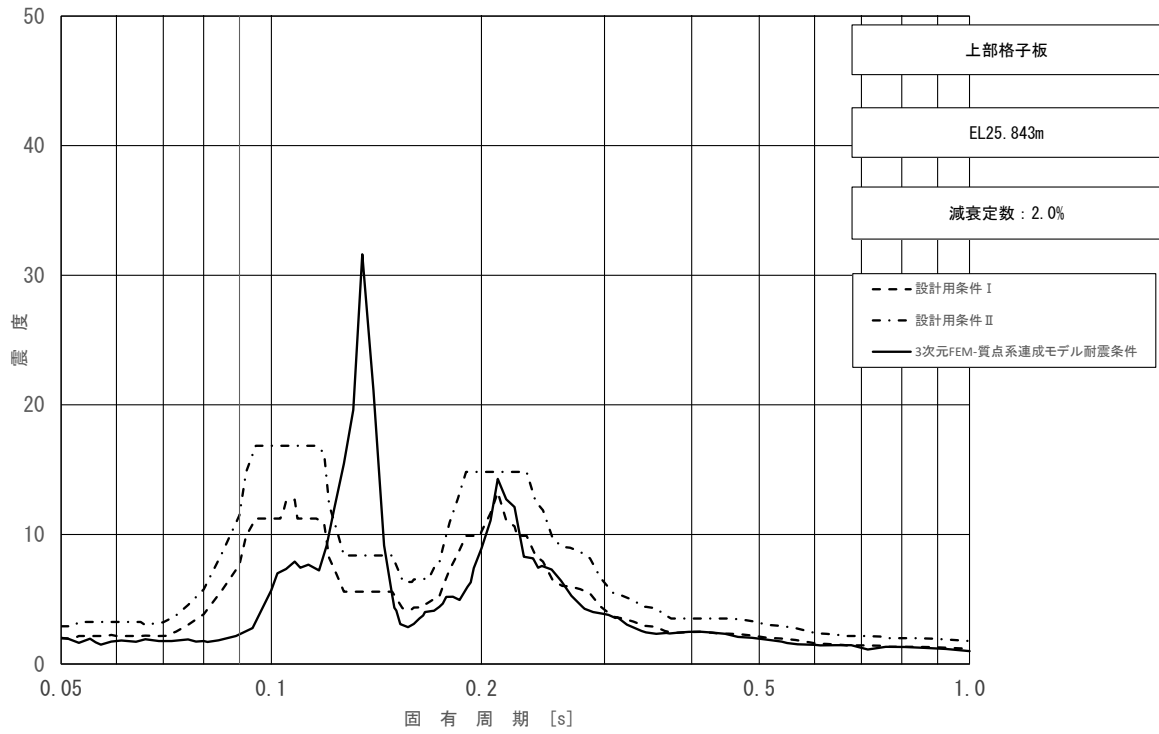


図 4-51 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 上部格子板 EL25.843m)

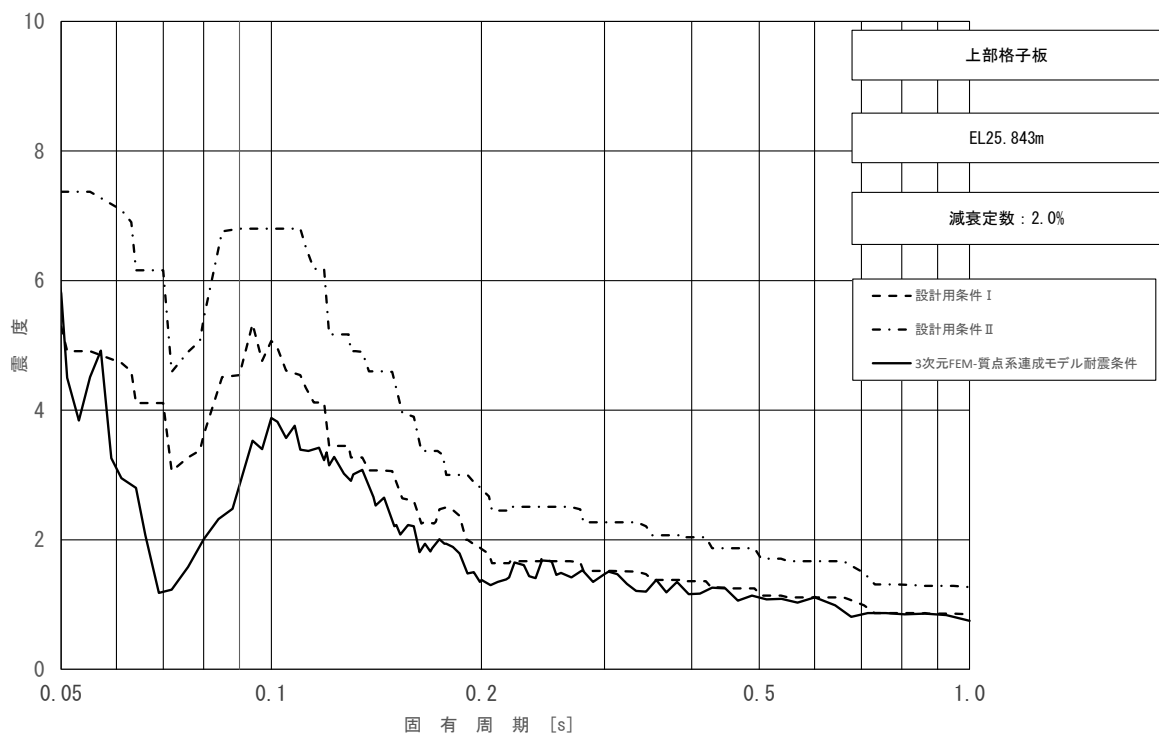


図 4-52 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 上部格子板 EL25.843m)

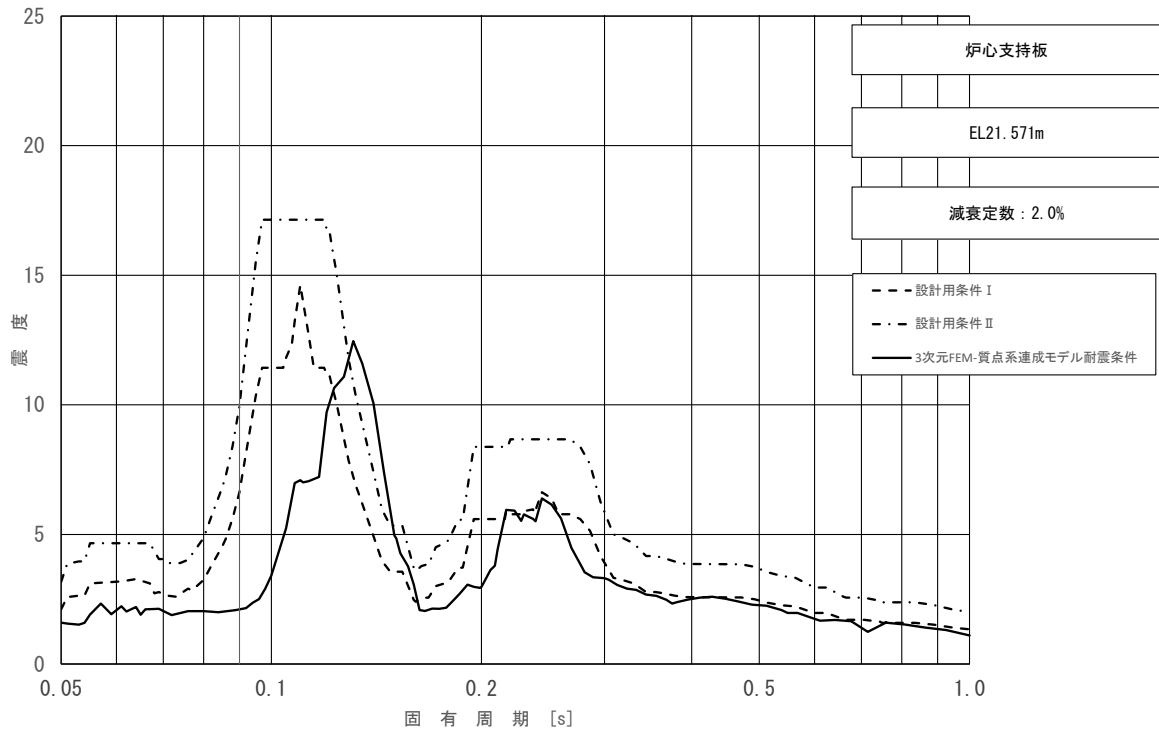


図 4-53 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 炉心支持板 EL21.571m)

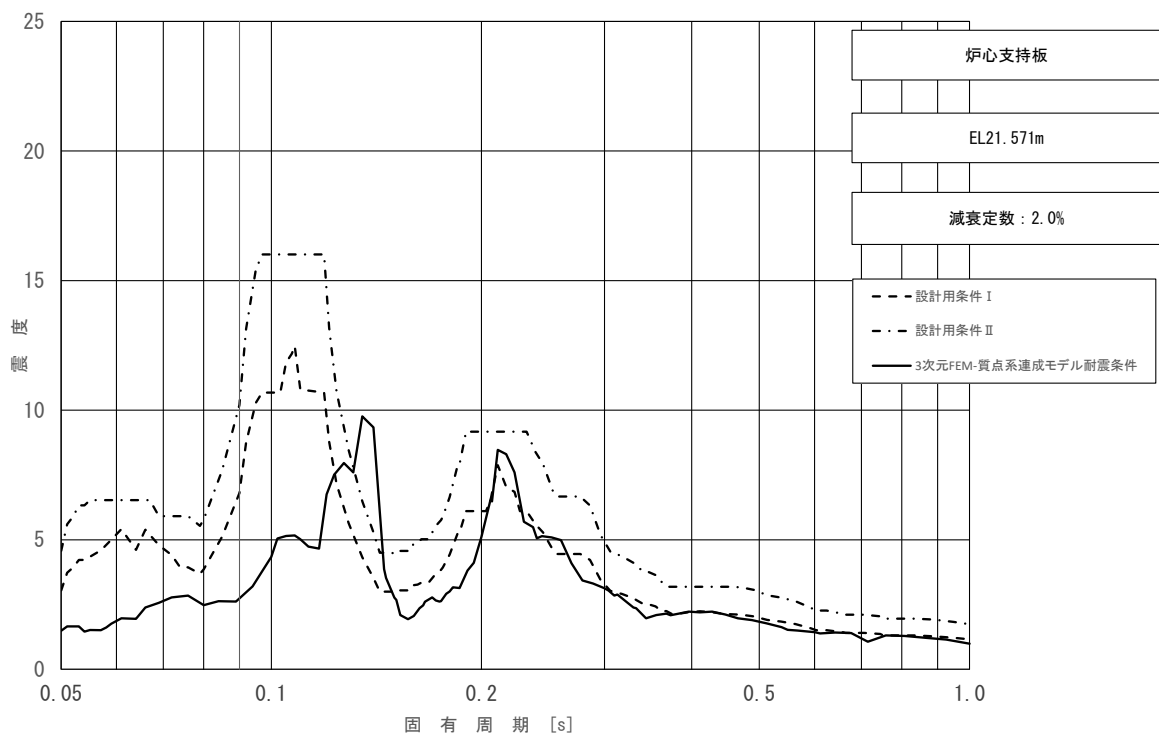


図 4-54 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): 炉心支持板 EL21.571m)

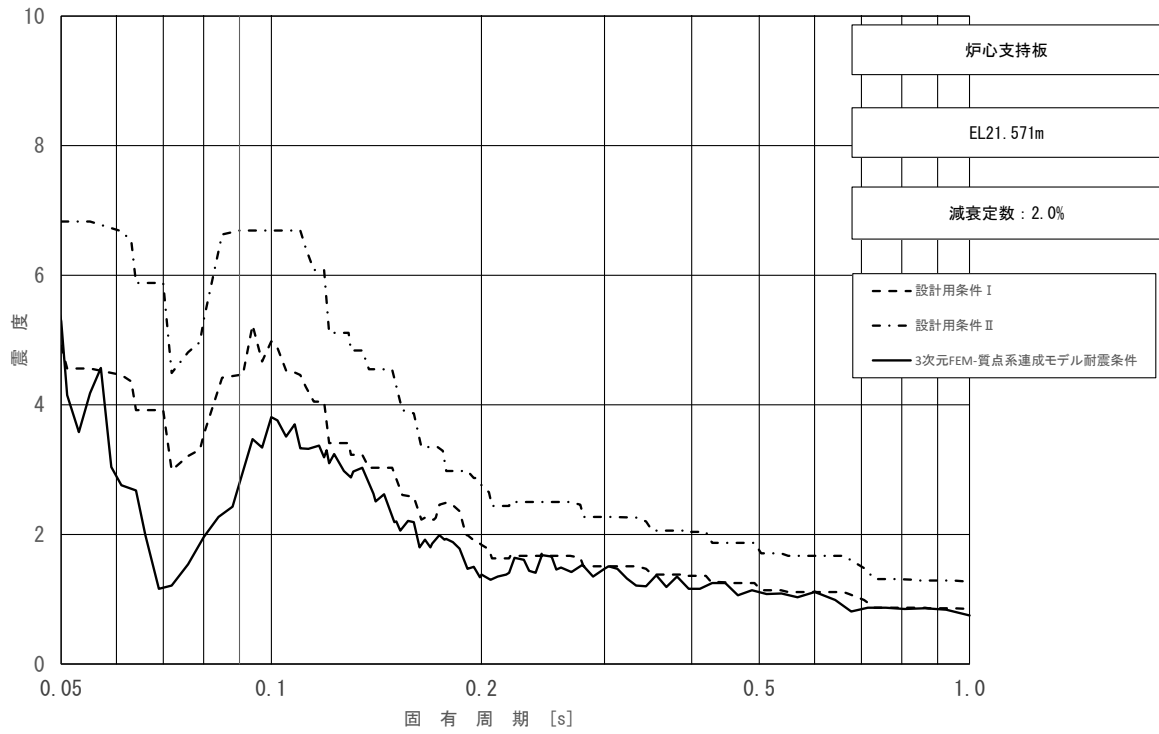


図 4-55 床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 鉛直方向: 炉心支持板 EL21.571m)

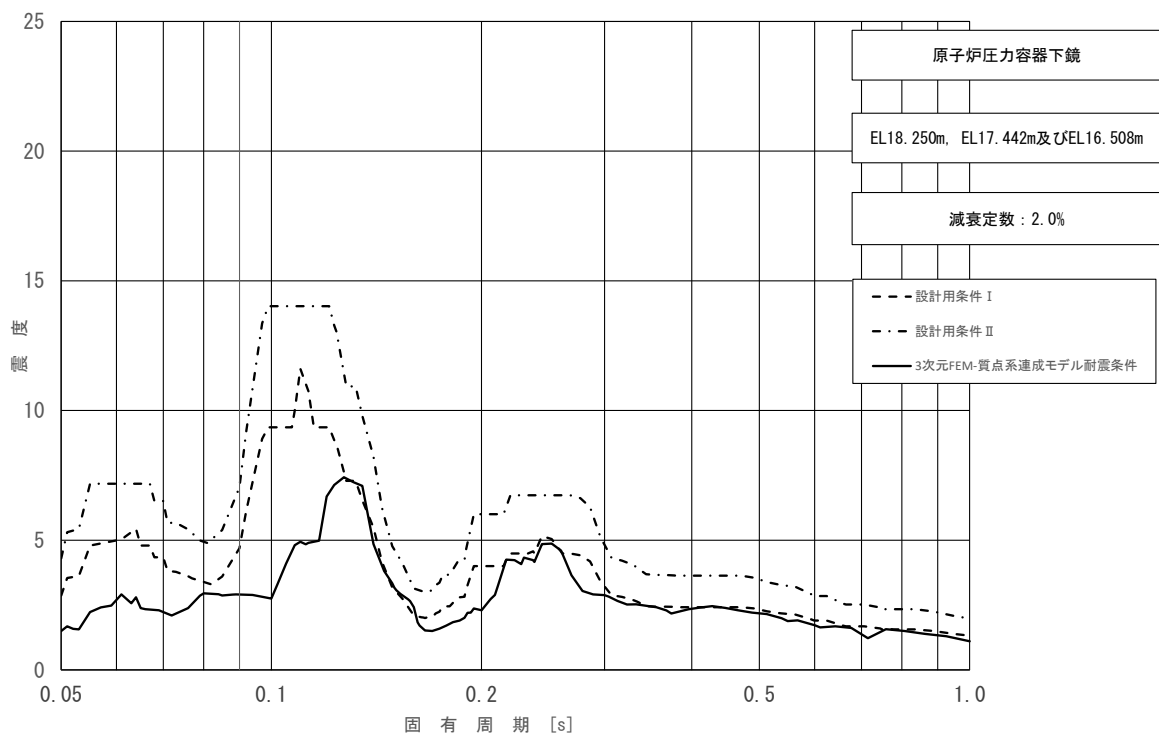


図 4-56 床応答スペクトル
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): 原子炉压力容器下鏡
EL18.250m, EL17.442m 及び EL16.508m)

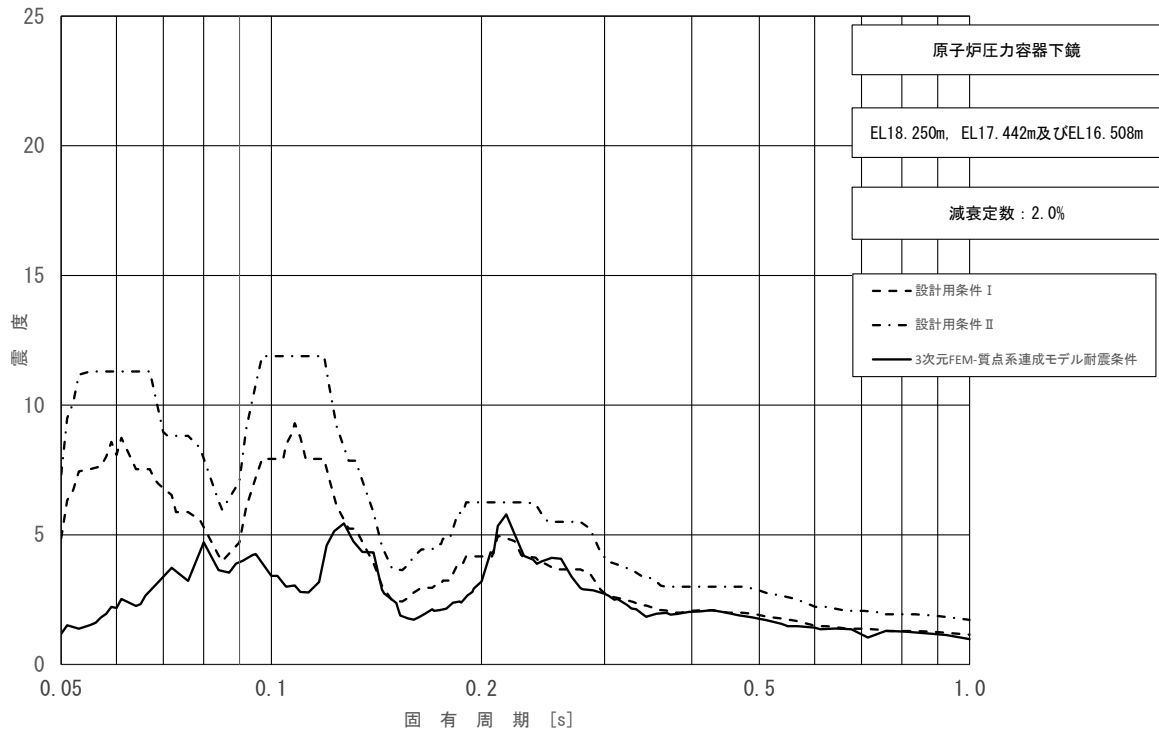


図 4-57 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 水平方向 (EW) : 原子炉压力容器下鏡
 EL18.250m, EL17.442m 及び EL16.508m)

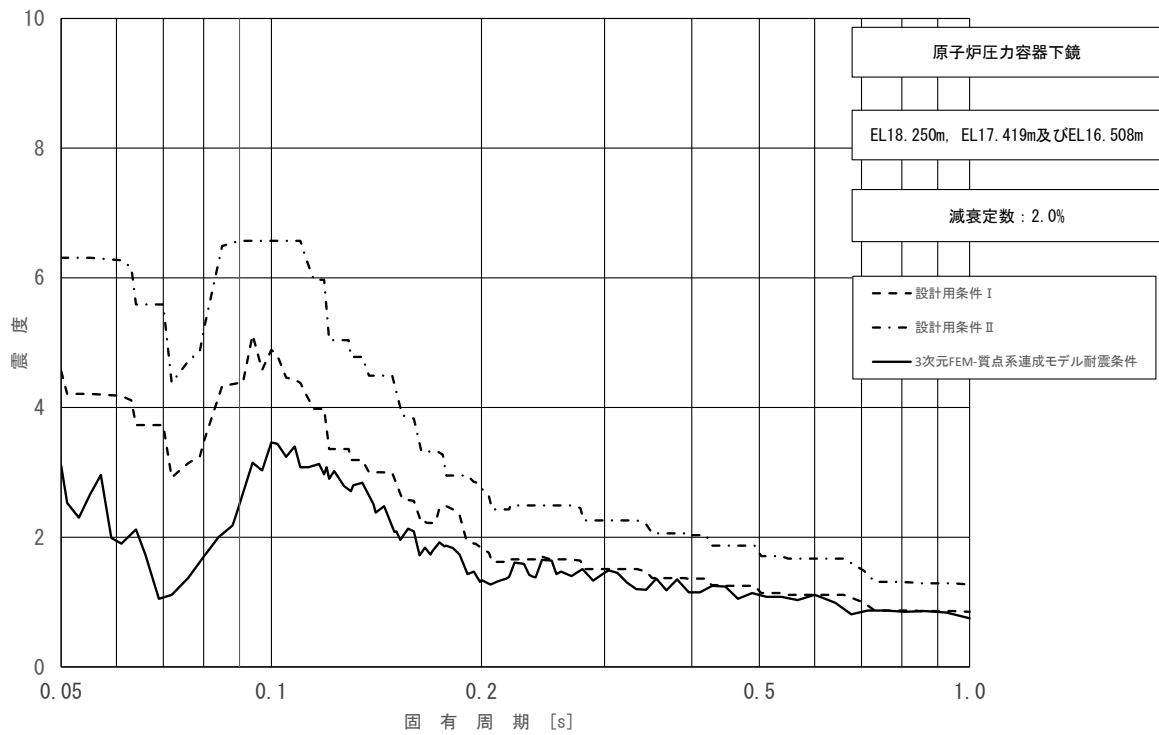


図 4-58 床応答スペクトル
 (基準地震動 S_s , 鉛直方向 : 原子炉压力容器下鏡
 EL18.250m, EL17.419m 及び EL16.508m)

表 4-30 (1/4) 荷重 (せん断力, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL (m)	せん断力 (kN)		②/① 条件比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉格納容器	39.400	363	245	0.68
	37.060	679	493	0.73
	34.758	4680	3440	0.74
	33.141	5370	4030	0.76
	29.392	23400	15800	0.68
	27.907	24400	16700	0.69
	22.932	25600	17900	0.70
	19.878	26400	19200	0.73
	16.825	28500	21500	0.76
	13.700	29200	22000	0.76
	11.900	31300	23800	0.77
	10.100			
	ガンマ線遮蔽壁	29.962	6980	3440
26.981		7480	4930	0.66
24.000		12600	8820	0.70
21.500		17400	12800	0.74
19.000		22800	17900	0.79
15.944		40400	33600	0.84
原子炉圧力容器 ペDESTAL	13.022	46400	37600	0.82
	10.100			

表 4-30 (2/4) 荷重 (せん断力, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL (m)	せん断力 (kN)		②/① 条件比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉压力容器	37.494	615	379	0.62
	36.586	1290	810	0.63
	35.678	3910	2450	0.63
	33.993	4420	2480	0.57
	32.567	8700	5300	0.61
	31.557	10700	6580	0.62
	30.369	11300	6840	0.61
	30.218	3460	1850	0.54
	29.181	2950	1730	0.59
	28.249	2990	2050	0.69
	27.317	3320	2350	0.71
	26.687	4050	3080	0.77
	25.414	5730	4210	0.74
	25.131	6490	4660	0.72
	24.419	7480	5170	0.70
	23.707	8450	5710	0.68
	22.995	9220	6150	0.67
	22.283	10200	6600	0.65
	21.064	10700	6910	0.65
	20.892	11300	7300	0.65
20.214	12000	7750	0.65	
19.196	12300	11900	0.97	
18.250	13800	12700	0.93	
15.944				

表 4-30 (3/4) 荷重 (せん断力, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL (m)	せん断力 (kN)		②/① 条件比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド 及び炉心シュラウ ド上部胴	31.557	105	129	1.23
	30.369	737	1050	1.43
	29.181	1140	1720	1.51
	28.249	1250	1910	1.53
	27.317	1350	2070	1.54
	26.687	2150	3390	1.58
	25.414			
炉心シュラウド 中間胴	25.843	3210	2370	0.74
	25.414	4610	4610	1.00
	25.131	4630	4790	1.04
	24.419	4580	4820	1.06
	23.707	4480	4850	1.09
	22.995	4630	5490	1.19
	22.283	4900	6040	1.24
	21.064			
炉心シュラウド 下部胴	21.571	3160	2370	0.75
	21.064	6970	6860	0.99
	20.892	6980	6930	1.00
	20.214	6940	7060	1.02
	19.196			

表 4-30 (4/4) 荷重 (せん断力, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL(m)	せん断力(kN)		②/① 応答比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.442	343	83.0	0.25
	17.419		135	0.40
	16.345	231	80.7	0.35
	15.248	10.4	5.19	0.50
	14.151	215	69.9	0.33
	13.054			
燃料集合体	25.843	2960	2200	0.75
	25.131		1630	0.80
	24.419	712	611	0.86
	23.707	809	588	0.73
	22.995	2060	1610	0.79
	22.283	2820	2280	0.81
	21.571	—	—	—
制御棒案内管	21.571	954	318	0.34
	20.892	705	205	0.30
	20.214	277	70.3	0.26
	19.535	234	83.6	0.36
	18.856	686	206	0.31
	18.178	1020	302	0.30
	17.499	—	—	—
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499	1140	378	0.34
	16.508	139	87.0	0.63
	15.644	85.0	46.8	0.56
	14.781	19.4	6.81	0.36
	13.917	74.0	40.1	0.55
	13.054			

表 4-31 (1/4) 荷重 (モーメント, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL (m)	モーメント (kN・m)		②/① 条件比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉格納容器	39.400	—	—	—
	37.060	848	572	0.68
	34.758	2400	1710	0.72
	33.141	9280	7050	0.76
	29.392	29400	22300	0.76
	27.907	56600	40200	0.72
	22.932	178000	123000	0.70
	19.878	255000	176000	0.70
	16.825	333000	234000	0.71
	13.700	417000	300000	0.72
	11.900	468000	336000	0.72
10.100	523000	380000	0.73	
ガンマ線遮蔽壁	29.962	—	—	—
	26.981	20800	8880	0.43
	24.000	39900	27300	0.69
	21.500	57500	43200	0.76
	19.000	94400	72400	0.77
原子炉圧力容器 ペDESTAL	15.944	161000	126000	0.79
		289000	249000	0.87
	13.022	399000	352000	0.89
	10.100	528000	471000	0.90

表 4-31 (2/4) 荷重 (モーメント, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL (m)	モーメント (kN・m)		②/① 条件比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉圧力容器	37.494	—	—	—
	36.586	558	345	0.62
	35.678	1730	1080	0.63
	33.993	8320	5200	0.63
	32.567	14700	7690	0.53
	31.557	23400	13100	0.56
	30.369	36100	20800	0.58
	30.218	37800	24000	0.64
	29.181	36900	24100	0.66
	28.249	37200	23900	0.65
	27.317	38800	25200	0.65
	26.687	40200	26200	0.66
	25.414	44700	29100	0.66
	25.131	46100	30000	0.66
	24.419	49800	32400	0.66
	23.707	54200	35300	0.66
	22.995	59600	38800	0.66
	22.283	65400	43100	0.66
	21.064	76100	50200	0.66
	20.892	77700	50600	0.66
20.214	84200	55500	0.66	
19.196	94400	77900	0.83	
18.250	105000	89900	0.86	
15.944	135000	122000	0.91	

表 4-31 (3/4) 荷重 (モーメント, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL (m)	モーメント (kN・m)		②/① 条件比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド 及び炉心シュラウ ド上部胴	31.557	—	—	—
	30.369	125	154	1.24
	29.181	972	1350	1.39
	28.249	2030	2960	1.46
	27.317	3200	4690	1.47
	26.687	4040	6040	1.50
	25.414	6640	10300	1.56
炉心シュラウド 中間胴	25.843	—	—	—
	25.414	1380	1020	0.74
		7080	9390	1.33
	25.131	8120	10200	1.26
	24.419	11400	13200	1.16
	23.707	14600	16500	1.14
	22.995	17800	20200	1.14
	22.283	20900	24100	1.16
21.064	26300	30500	1.16	
炉心シュラウド 下部胴	21.571	—	—	—
	21.064	1600	1210	0.76
		27500	31000	1.13
	20.892	28700	31800	1.11
	20.214	33400	36300	1.09
19.196	40500	43900	1.09	

表 4-31 (4/4) 荷重 (モーメント, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL(m)	モーメント (kN・m)		②/① 条件比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.442	397	156	0.40
	17.419	397	156	0.40
	16.345	24.7	9.89	0.41
	15.248	232	79.2	0.35
	14.151	236	86.7	0.37
	13.054	—	—	—
燃料集合体	25.843	—	—	—
	25.131	2110	1570	0.75
	24.419	3560	2700	0.76
	23.707	4040	3180	0.79
	22.995	3470	2760	0.80
	22.283	2010	1630	0.82
	21.571	—	—	—
制御棒案内管	21.571	—	—	—
	20.892	648	216	0.34
	20.214	1130	356	0.32
	19.535	1320	406	0.31
	18.856	1160	344	0.30
	18.178	690	205	0.30
	17.499	—	—	—
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499	—	—	—
	16.508	1130	375	0.34
		139	87.0	0.63
	15.644	34.1	13.2	0.39
	14.781	54.2	29.4	0.55
	13.917	63.9	34.7	0.55
13.054	—	—	—	

表 4-32 (1/4) 荷重 (軸力, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL (m)	軸力 (kN)		②/① 条件比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉格納容器	39.400	181	111	0.62
	37.060	371	226	0.61
	34.758	1260	767	0.61
	33.141	2010	1260	0.63
	29.392	3270	2180	0.67
	27.907	4170	2860	0.69
	22.932	5550	4030	0.73
	19.878	6450	4850	0.76
	16.825	8190	6490	0.80
	13.700	8820	6990	0.80
	11.900	10800	8430	0.79
	10.100			
ガンマ線遮蔽壁	29.962	4350	3630	0.84
	26.981	9330	7070	0.76
	24.000	14100	10300	0.74
	21.500	18500	13400	0.73
	19.000	23400	17000	0.73
	15.944	43200	32400	0.75
原子炉圧力容器 ペDESTAL	13.022	47500	36500	0.77
	10.100			

表 4-32 (2/4) 荷重 (軸力, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL (m)	軸力 (kN)		②/① 応答比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉压力容器	37.494	139	85.9	0.62
	36.586	301	186	0.62
	35.678	968	598	0.62
	33.993	1730	1070	0.62
	32.567	3120	1950	0.63
	31.557	3820	2430	0.64
	30.369	4010	2510	0.63
	30.218	4230	2690	0.64
	29.181	4610	2920	0.64
	28.249	5250	3370	0.65
	27.317	5560	3620	0.66
	26.687	5870	3820	0.66
	25.414	6290	4140	0.66
	25.131	6440	4240	0.66
	24.419	6650	4380	0.66
	23.707	6900	4600	0.67
	22.995	7110	4740	0.67
	22.283	7390	4990	0.68
	21.064	7580	5190	0.69
	20.892	7950	5430	0.69
20.214	8370	5870	0.71	
19.196	8600	6030	0.71	
18.250	15300	11500	0.76	
15.944				

表 4-32 (3/4) 荷重 (軸力, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL (m)	軸力 (kN)		②/① 条件比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
気水分離器, スタンドパイプ, シュラウドヘッド 及び炉心シュラウ ド上部胴	31.557	43.4	23.5	0.55
	30.369	312	169	0.55
	29.181	495	269	0.55
	28.249	568	313	0.56
	27.317	658	362	0.56
	26.687	823	460	0.56
	25.414			
炉心シュラウド 中間胴	25.843	90.4	54.3	0.61
	25.414	1010	570	0.57
	25.131	1050	595	0.57
	24.419	1110	630	0.57
	23.707	1180	675	0.58
	22.995	1240	721	0.59
	22.283	1320	781	0.60
	21.064			
炉心シュラウド 下部胴	21.571	193	181	0.94
	21.064	1590	985	0.62
	20.892	1630	1020	0.63
	20.214	1710	1080	0.64
	19.196	1990	1320	0.67
	17.419			

表 4-32 (4/4) 荷重 (軸力, 基準地震動 S s)

名称	標高 EL (m)	軸力 (kN)		②/① 条件比率
		① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
燃料集合体	25.843	576	404	0.71
	25.131			
	24.419	965	676	0.71
	23.707	1350	950	0.71
	22.995	1740	1240	0.72
	22.283	2110	1500	0.72
	21.571	2480	1760	0.71
制御棒案内管	20.892	2750	1950	0.71
	20.214	2860	2050	0.72
		2970	2130	0.72
	19.535	3070	2230	0.73
	18.856	3180	2280	0.72
	18.178	3280	2380	0.73
	17.499	—	—	—
制御棒駆動機構 ハウジング (内側)	17.499	3370	2450	0.73
	16.508	241	348	1.45
	15.644	210	308	1.47
	14.781	179	264	1.48
	13.917	149	220	1.48
	13.054			
制御棒駆動機構 ハウジング (外側)	17.419	248	369	1.49
	16.345	211	319	1.52
	15.248	173	264	1.53
	14.151	134	205	1.53
	13.054			

表 4-33 荷重 (ばね反力, 基準地震動 S s)

名称	ばね反力 (kN)		②/① 条件比率
	① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
原子炉格納容器 スタビライザ	22600	13700	0.61
原子炉压力容器 スタビライザ	13200	7420	0.57
シヤラグ	34200	20600	0.61
制御棒駆動機構ハウジング レストレントビーム	681	313	0.46

表 4-34 荷重 (相対変位, 基準地震動 S s)

名称	相対変位 (mm)		②/① 条件比率
	① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
燃料集合体	35.0	27.5	0.79

表 4-35 荷重 (グリッド反力, 基準地震動 S s)

名称	グリッド反力 (kN)		②/① 条件比率
	① 設計用 I	② 3次元 FEM- 質点系連成 モデル	
上部格子板	3150	2430	0.78
炉心支持板	3940	2970	0.76

5. 検討結果

(1) 簡易評価結果

簡易評価の結果、一部の設備（1 設備）を除き、条件比率が設備の裕度以下となることを確認した。表 5-1 に条件比率が設備の裕度を上回った 1 設備の簡易評価結果を示す。

表 5-1 条件比率が設備の裕度を上回った設備の簡易評価結果

設備名称	評価部位	応力分類	詳細評価結果			条件比率	刺激係数を考慮した条件比率	評価結果
			発生値*1 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度			
主蒸気系配管 (MS-PD-3)	配管本体	一次+二次応力	726	375	0.51	1.06 (図 5-1)	1.05	×
		疲労*2	0.5354*3	1	—			

注記*1：一次+二次応力の発生値が許容値を上回った場合は、疲労評価を実施する。

*2：単位は無次元

*3：疲労評価には一律に設定する等価繰返し回数 150 回（基準地震動 S s）を適用する。

(2) 詳細評価結果

簡易評価において条件比率が設備の裕度を上回った 1 設備に対して詳細評価を行った結果、発生値が許容値以下であることを確認した。図 5-1 に詳細評価に用いた 3 次元 FEM-質点系連成モデル床応答スペクトルと設計用床応答スペクトルを示す。表 5-2 に条件比率が設備の裕度を上回った 1 設備の詳細評価結果を示す。

また、補足説明資料「補足 023-13 地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき、詳細評価による発生値と耐震計算書に記載の発生値を比較し、対象設備の詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値以下であることを確認した。

表 5-2 条件比率が設備の裕度を上回った設備の詳細評価結果

設備名称	評価部位	応力分類	詳細評価結果							耐震計算書との比較	
			条件種別	構造物名	EL (m)	減衰定数 (%)	発生値*1 (MPa)	許容値 (MPa)	評価結果*4	発生値 (MPa)	比較結果*2
主蒸気系配管 (MS-PD-3)	配管本体	一次+二次応力	FRS	ガンマ線遮蔽壁			360	375*6	○	726*6	○
		疲労*3					0.0381*5	1		0.5354	

注記*1：一次+二次応力の発生値が許容値を上回った場合は、疲労評価を実施する。

*2：詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回らない場合は「○」

詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を上回る場合は「×」を記載

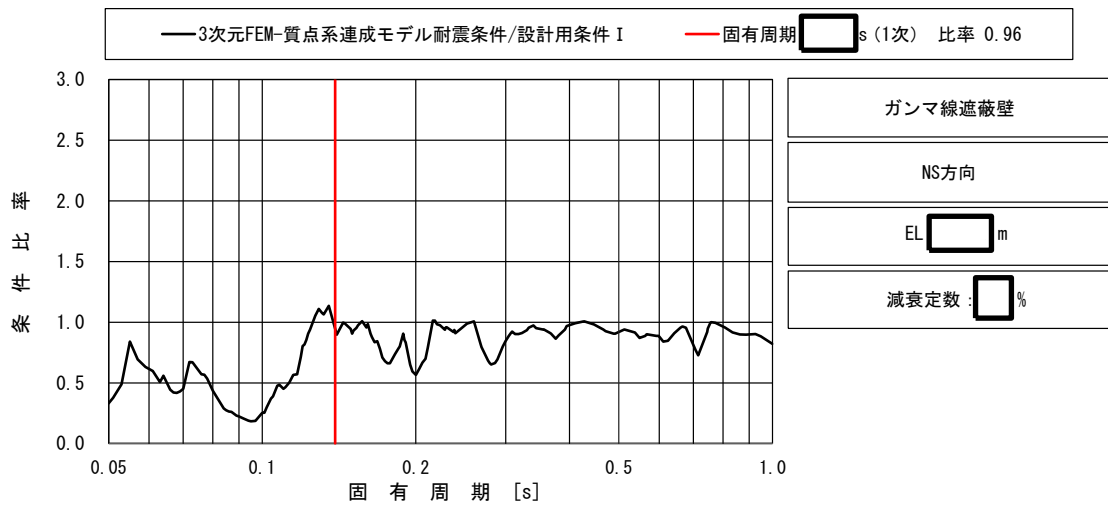
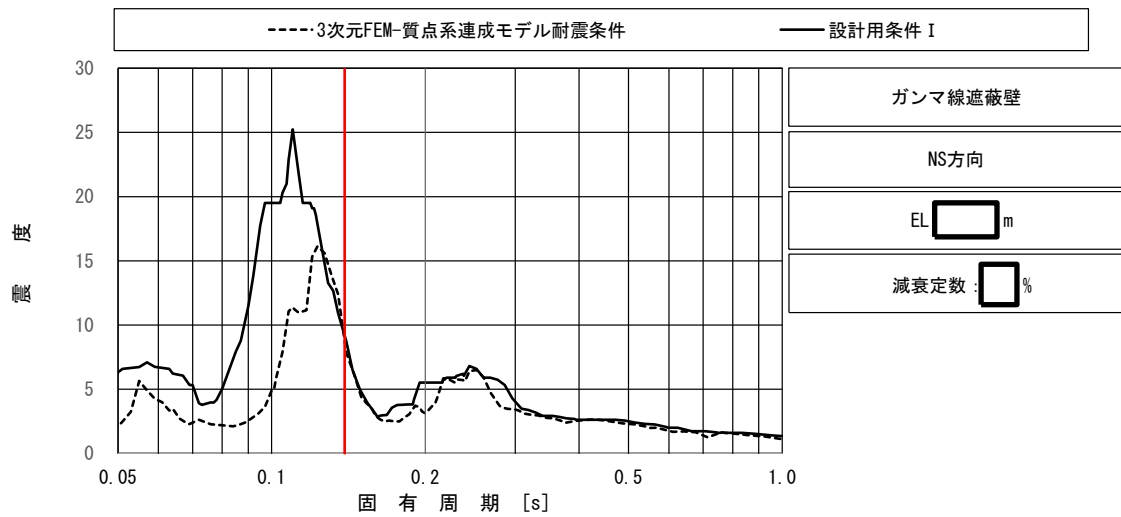
*3：単位は無次元

*4：詳細評価による発生値が許容値を上回らない場合は「○」

詳細評価による発生値が許容値を上回る場合は「×」を記載

*5：疲労評価には一律に設定する等価繰返し回数 150 回（基準地震動 S s）を適用する。

*6：主要な振動モードにおいて 3 次元 FEM-質点系連成モデル耐震条件が耐震計算に用いる設計条件を下回ることから詳細評価による発生値が耐震計算書に記載の発生値を下回った。

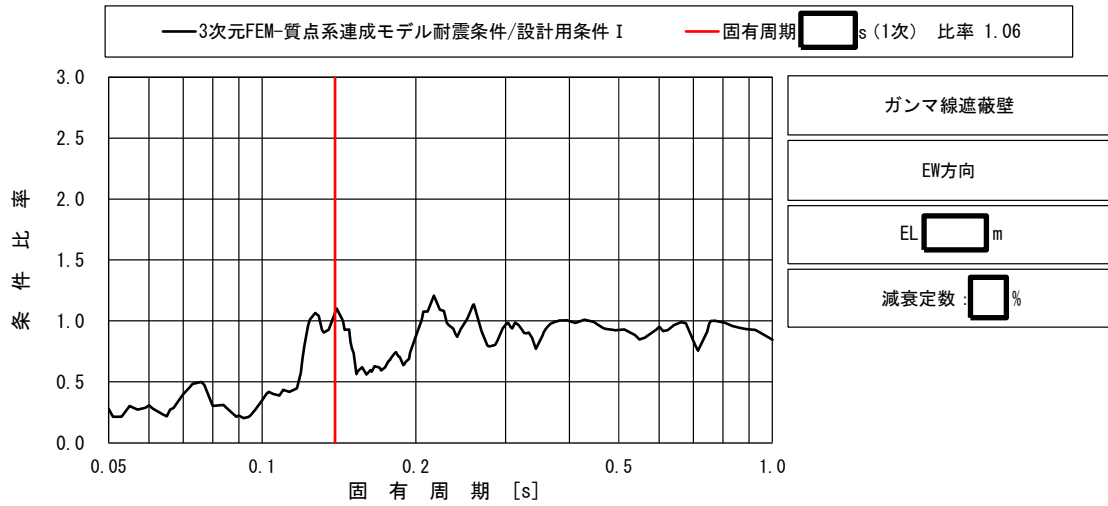
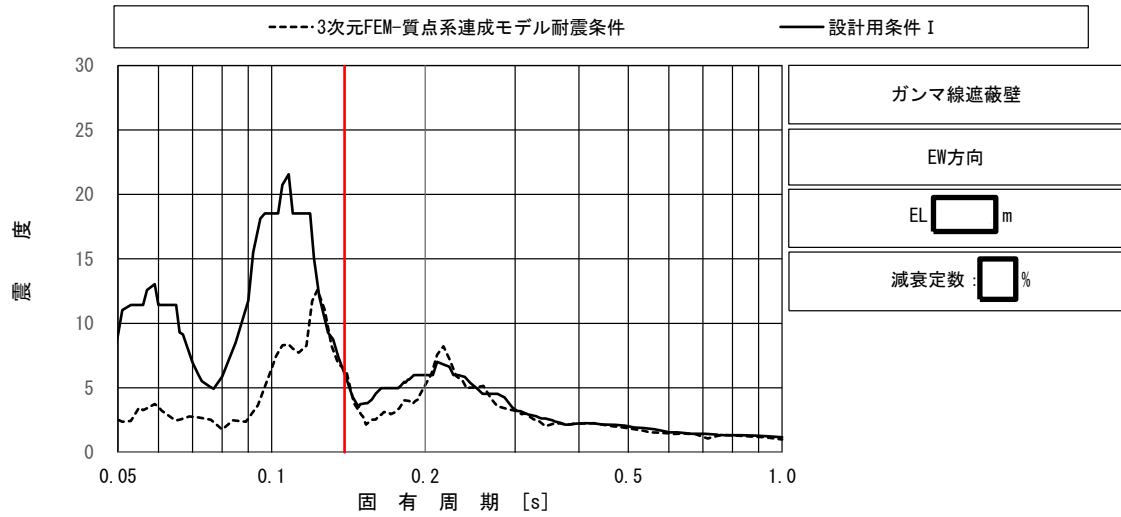


上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図 5-1 (1/3) 主蒸気系配管 (MS-PD-3) の条件比率

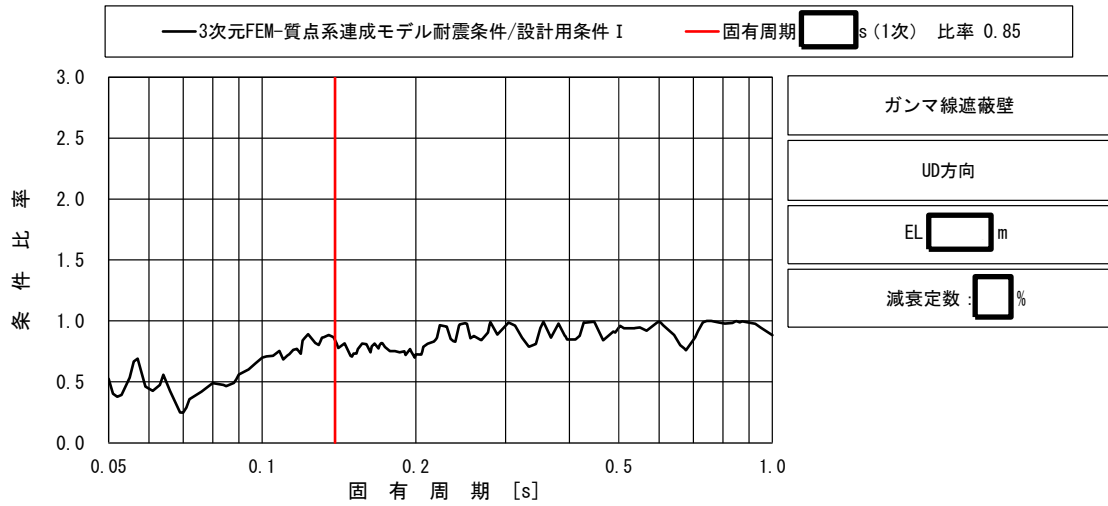
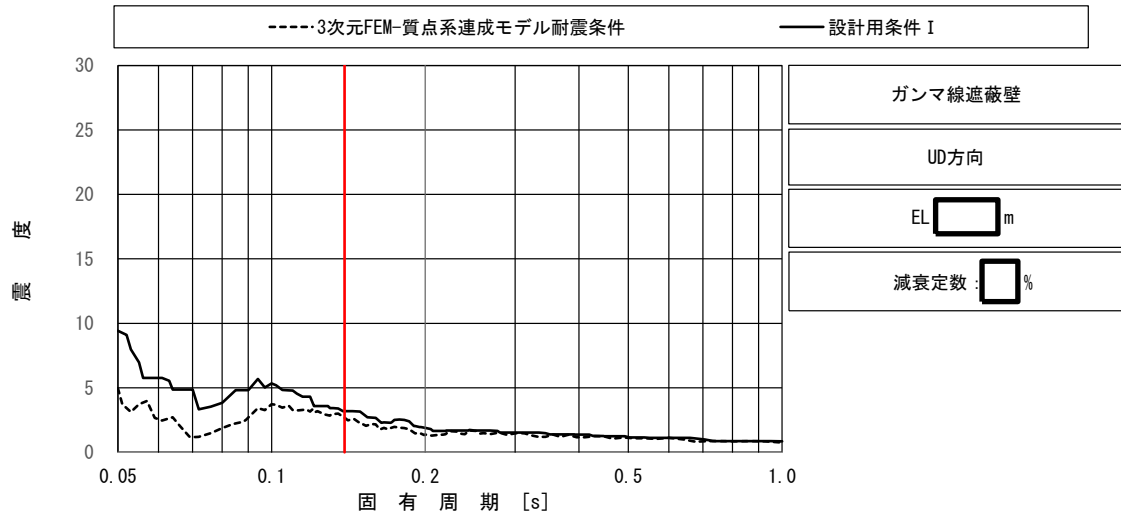
(基準地震動 S_s , 水平方向 (NS): ガンマ線遮蔽壁 EL [] m)



上段：床応答スペクトル
 下段：床応答スペクトル条件比率

図 5-1 (2/3) 主蒸気系配管 (MS-PD-3) の条件比率

(基準地震動 S_s , 水平方向 (EW): ガンマ線遮蔽壁 EL [] m)



上段：床応答スペクトル

下段：床応答スペクトル条件比率

図 5-1 (3/3) 主蒸気系配管 (MS-PD-3) の条件比率

(基準地震動 S_s , 鉛直方向：ガンマ線遮蔽壁 EL [] m)

6. まとめ

「別紙3 原子炉建物3次元FEMモデルによる地震応答解析」の「3.4 床応答への影響検討」より、3次元FEMモデルの応答が質点系モデルの応答を上回る箇所があることを踏まえて機器・配管系への影響検討を実施した。その結果、3次元FEMモデルによる影響を考慮しても、機器・配管系の耐震性に影響がないことを確認した。

別紙 4.8-2 計算機プログラム（解析コード）の概要

目 次

1. 波形処理プログラム k-WAVE for Windows 別紙 4.8-2-1
2. 補正条件作成プログラム 別紙 4.8-2-11

1. 波形処理プログラム k-WAVE for Windows

1.1 はじめに

本資料は、別紙 4.7「原子炉建物 3 次元 FEM モデルの面外応答に係る機器・配管系への影響検討」、別紙 4.8「原子炉建物 3 次元 FEM モデルの応答解析結果に係る機器・配管系への影響検討」において使用した計算機プログラム(解析コード) 波形処理プログラム k-WAVE for Windows について説明するものである。

解析コードの概要を以降に記載する。

1.2 解析コードの概要

コード名 項目	波形処理プログラム k-WAVE for Windows
使用目的	設計用床応答スペクトルの作成
開発機関	株式会社構造計画研究所
開発時期	1998年
使用したバージョン	Ver. 6.2.0
コードの概要	<p>波形処理プログラム k-WAVE for Windows (以下「本解析コード」という。)は、加速度時刻歴から床応答スペクトルを作成するプログラムであり、建物・構築物床応答時刻歴から設計用床応答スペクトルを作成することを目的とする。</p> <p>一定の固有周期及び減衰定数を有する1質点系の、与えられた加速度時刻歴に対する最大応答加速度を計算し、周期と減衰定数が同一の系で計算された複数の床応答スペクトルの包絡値を求め、また床応答スペクトルの拡幅を行う。</p>
検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation)	<p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・別解析コード「Seismic Analysis System (S A S)」により作成した設計用床応答スペクトルと本解析コードで作成した設計用床応答スペクトルとを比較し、概ね一致していることを確認している。 ・本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本工事計画で使用する機能は床応答スペクトルの作成機能であり、同一の入力条件に対する1自由度系の最大応答加速度を固有周期毎に算定し、別解析コードS A Sと本解析コードの結果を比較することで、妥当性を確認している。 ・設計用床応答スペクトルを作成する際、入力とする時刻歴データの時間刻み幅、データの形式は、妥当性を確認している範囲内での使用であることを確認している。 ・10%拡幅、時刻歴波の時間刻み、固有周期計算間隔はJ E A G 4 6 0 1 -1987に従っており、妥当性は確認されている。

	<ul style="list-style-type: none">・本工事計画における使用用途及び使用方法に関して、上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。
--	--

1.3 解析手法

1.3.1 一般事項

本書は、建物・構築物の地震応答解析から算出される加速度時刻歴から床応答スペクトルを作成する解析コードである波形処理プログラム k-WAVE for Windows Ver.6.2.0（以下「本解析コード」という。）の説明書である。

本解析コードは、一定の固有周期及び減衰定数を有する 1 質点系の、与えられた加速度時刻歴に対する最大応答加速度を計算する。また、周期と減衰定数が同一の系で計算された複数の床応答スペクトルの包絡値を求め、拡張した床応答スペクトルの作成を行う。

1.3.2 解析コードの特徴

本解析コードにおける 1 自由度系を用いた床応答スペクトルの作成は、ニガム法を用いることにより行う。主な特徴を下記に示す。

- ・加速度時刻歴から周期及び減衰定数に応じた床応答スペクトルを作成する。
- ・複数の床応答スペクトルを包絡させた床応答スペクトルに対して拡張した設計用床応答スペクトルを作成する。

1.3.3 解析手法

各床面での加速度時刻歴を入力とする 1 自由度系における応答について、減衰定数をパラメータとして以下ニガム法より算出する。

各質点における相対変位を x ，固有円振動数を ω ，減衰定数を h ，地動の加速度時刻歴を $\ddot{y}(t)$ としたとき、系の運動方程式は、

$$\ddot{x} + 2h\omega\dot{x} + \omega^2x = -\ddot{y}(t) \quad (1)式$$

と表される。 t は一定時間間隔 Δt 毎に与えられて、 \dot{y}_i と \dot{y}_{i+1} の間を直線によって補間し、 t_i を原点とするこの区間 $t_i \sim t_{i+1}$ 内の局所的な時間を τ ， $\Delta\dot{y} = \dot{y}_{i+1} - \dot{y}_i$ とすれば、

$$\ddot{y}(t) = \frac{\Delta\dot{y}}{\Delta t}\tau + \dot{y}_i \quad 0 \leq \tau \leq \Delta t$$

と表される。(1)式は区間的に

$$\ddot{x}(\tau) + 2h\omega\dot{x}(\tau) + \omega^2x(\tau) = -\frac{\Delta\dot{y}}{\Delta t}\tau - \dot{y}_i \quad 0 \leq \tau \leq \Delta t$$

となる。この非同次微分方程式を解いて、区間のはじめ時刻 t_i における初期条件

$$\tau = 0 : x = x_i, \quad \dot{x} = \dot{x}_i$$

を与えれば、区間の終わり $\tau = \Delta t$ (時刻 $t_{i+1} = t_i + \Delta t$) における相対変位応答及び相対速度応答は、次のような形で求まる。

$$\left. \begin{aligned} x_{i+1} &= A_{11}x_i + A_{12}\dot{x}_i + B_{11}\ddot{y}_i + B_{12}\ddot{y}_{i+1} \\ \dot{x}_{i+1} &= A_{21}x_i + A_{22}\dot{x}_i + B_{21}\ddot{y}_i + B_{22}\ddot{y}_{i+1} \end{aligned} \right\} \quad (2)\text{式}$$

ここで、 A 、 B は、 ω 、 h 、 Δt が定めれば一意に定まる係数である。 x_{i+1} 、 \dot{x}_{i+1} が定めれば、絶対加速度応答は(1)式より

$$(\ddot{x} + \ddot{y})_{i+1} = -(2h\omega\dot{x}_{i+1} + \omega^2x_{i+1}) \quad (3)\text{式}$$

によって求められる。したがって、 $t=0$ における応答の初期値

$$\begin{aligned} x_1 &= 0 \\ \dot{x}_1 &= -\dot{y}_1\Delta t \\ (\ddot{x} + \ddot{y})_1 &= 2h\omega\ddot{y}_1\Delta t \end{aligned}$$

を与えれば、後は(2)式と(3)式によって、応答値が算出される。

1.3.4 解析フローチャート

本解析コードを用いて行う解析フローチャートを図1-1に示す。

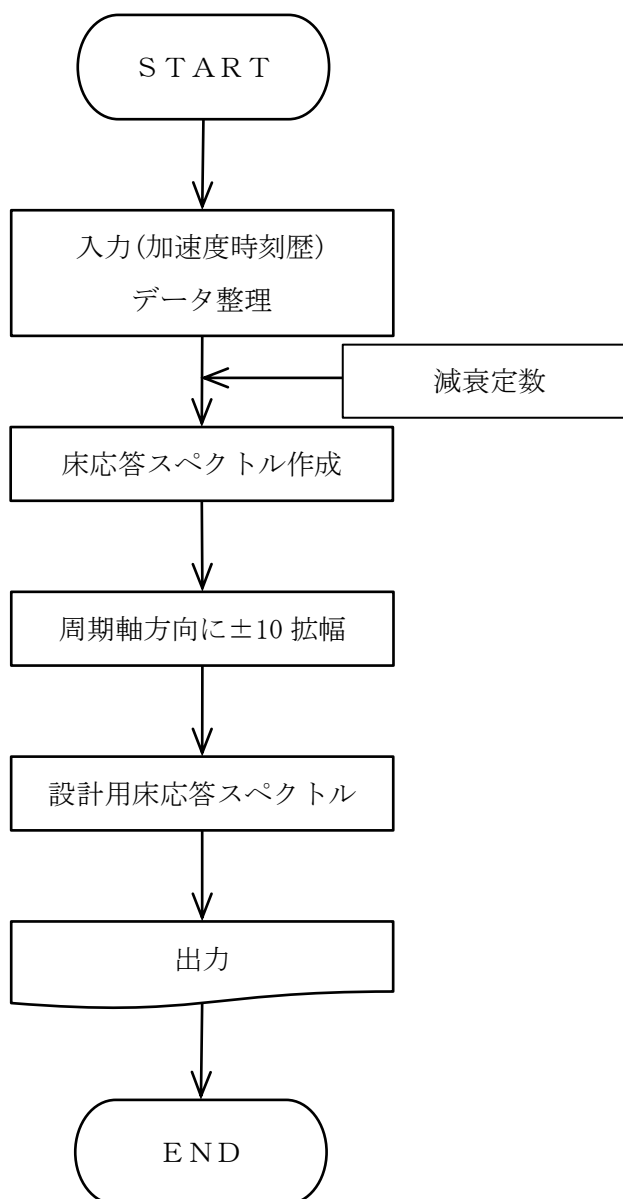


図1-1 解析フローチャート

1.3.5 検証 (Verification) 及び妥当性確認 (Validation)

1.3.5.1 検証

別解析コード「Seismic Analysis System (S A S)」にて作成した床応答スペクトルを包絡、拡張した設計用床応答スペクトル (検証用データ) と本解析コードで同様に作成した設計用床応答スペクトル (k-WAVEデータ) の加速度 (震度) を比較することで、本解析コードの検証を行った。

拡張した設計用床応答スペクトルは3種類のテストデータ (加速度時刻歴) に対して4種類 (0.5%, 1.0%, 2.0%, 5%) の減衰を用いて作成している。検証用データとk-WAVEデータとを比較した結果を図1-2～図1-4に示す。両者は一致しており、本解析コードを用いて得られた計算結果の妥当性を確認した。

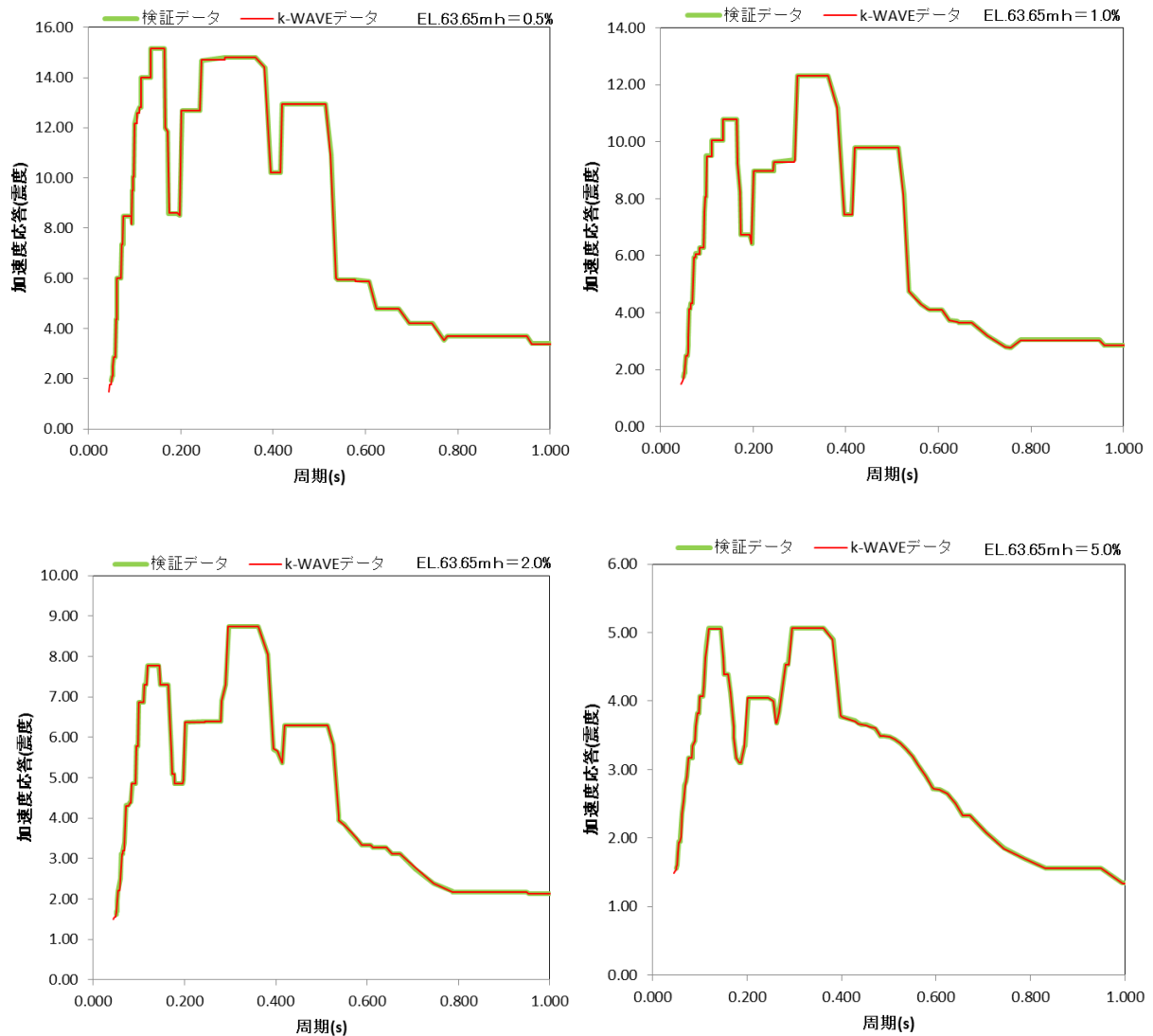


図1-2 検証用データとk-WAVEデータとを比較した結果 (テストデータ1)

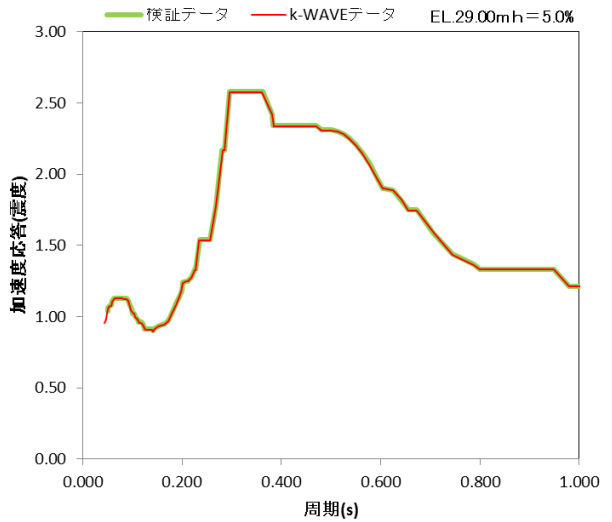
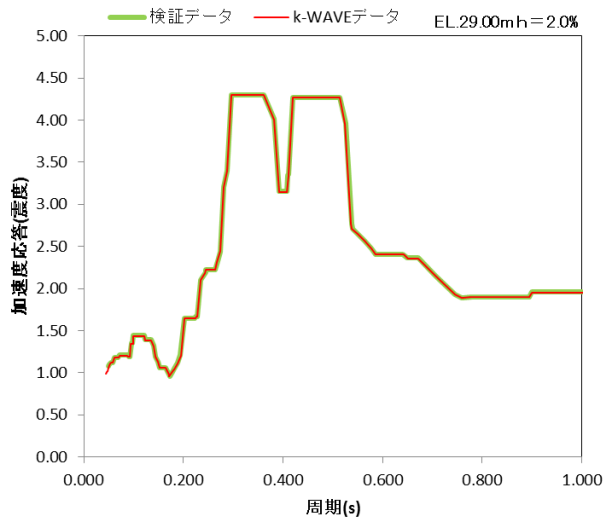
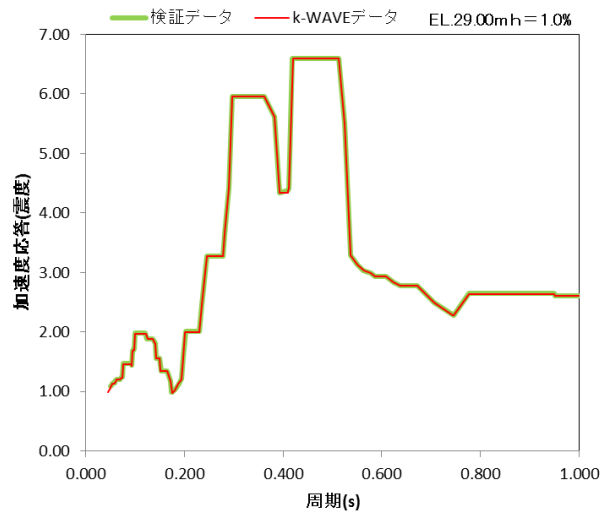
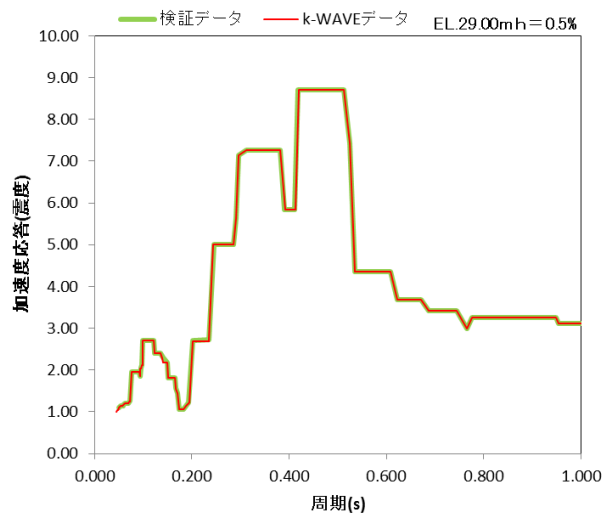


図1-3 検証用データとk-WAVEデータとを比較した結果 (テストデータ2)

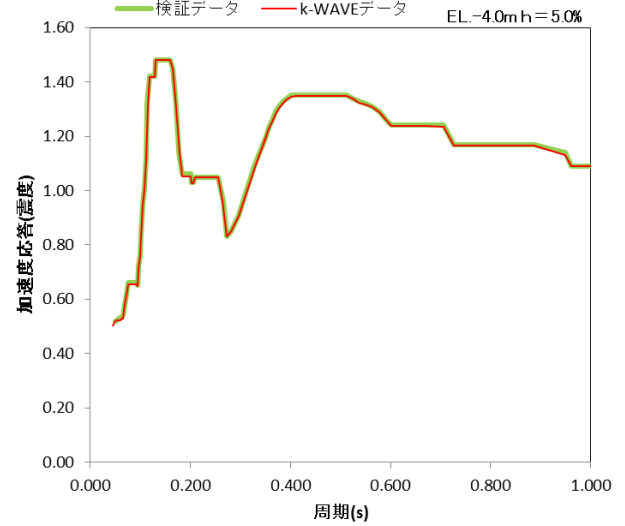
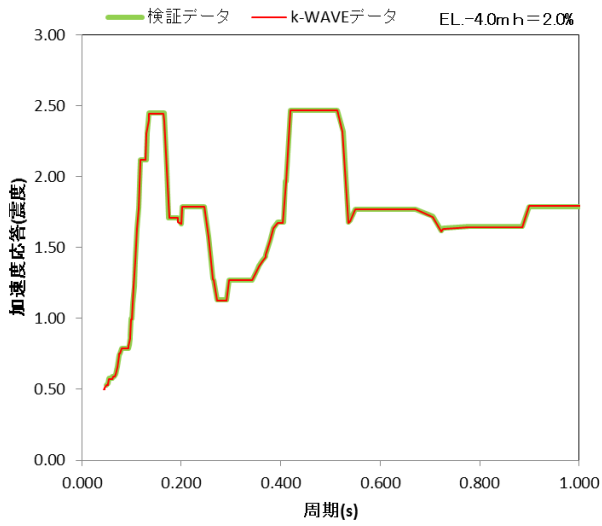
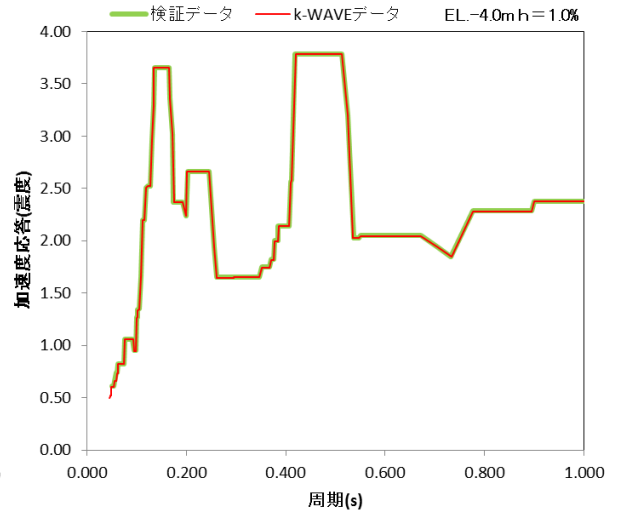
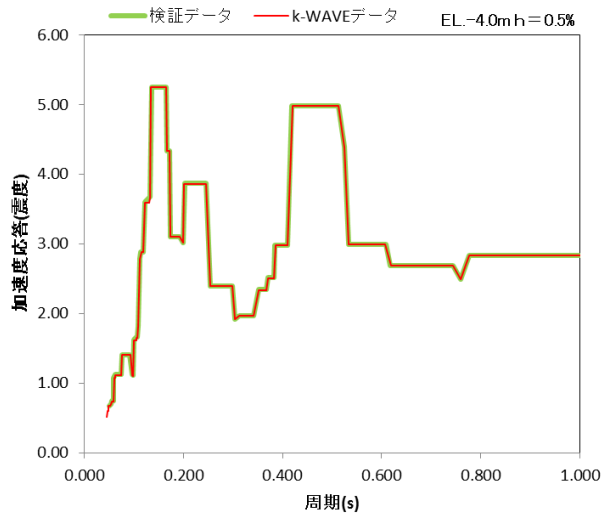


図1-4 検証用データとk-WAVEデータとを比較した結果（テストデータ3）

1.3.5.2 妥当性確認

本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。

- ・ 今回の工事計画で使用する機能は床応答スペクトルの作成機能であるため、同一の入力条件に対する1自由度系の最大応答加速度を固有周期毎に算定し、別解析コードSASと本解析コードの結果を比較することで、妥当性を確認している。
- ・ 設計用床応答スペクトルを作成する際、入力とする時刻歴データの時間刻み幅、データの形式は、上述の妥当性を確認している範囲内での使用である。
- ・ 10%拡幅，時刻歴波の時間刻み，固有周期計算間隔はJ E A G 4 6 0 1 -1987に従っており，妥当性に問題はない。
- ・ 今回の工事計画認可申請における床応答スペクトル，加速度応答時刻歴に対し，使用用途及び方法に関する適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。

1.3.5.3 評価結果

1.3.5.1及び1.3.5.2より，本解析コードを使用目的に示す床応答スペクトルの作成に用いることは妥当である。

2. 補正条件作成プログラム

2.1 はじめに

本資料は、別紙 4.7「原子炉建物 3 次元 FEM モデルの面外応答に係る機器・配管系への影響検討」、別紙 4.8「原子炉建物 3 次元 FEM モデルの応答解析結果に係る機器・配管系への影響検討」において使用した計算機プログラム（解析コード）補正条件作成プログラムについて説明するものである。

解析コードの概要を以降に記載する。

2.2 解析コードの概要

コード名	補正条件作成プログラム
項目	
使用目的	補正条件を考慮したFRS, ZPAの評価
開発機関	株式会社構造計画研究所
開発時期	2021年
使用したバージョン	Ver. 1.0
コードの概要	<p>補正条件作成プログラム（以下「本解析コード」という。）は波形処理プログラム k-WAVE for Windows のソルバーを呼び出して、次の①～⑥が一气通貫で流れる仕様となっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> ①時刻歴波形や計算条件を読み込む機能 ②FRS・ZPA を作成する機能 ③FRS・ZPA を包絡する機能 ④複数の包絡 FRS・包絡 ZPA を基に、 補正係数を計算する機能 ⑤FRS を拡幅する機能 ⑥作成したFRS・ZPAを出力する機能
検証(Verification) 及び 妥当性確認(Validation)	<p>【検証(Verification)】</p> <p>本解析コードの検証の内容は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・別解析コード「波形処理プログラム k-WAVE for Windows」と汎用表計算ソフトで作成した検証用データと比較し、概ね一致していることを確認している。 ・本解析コードの運用環境について、動作環境を満足する計算機にインストールして用いていることを確認している。 <p>【妥当性確認(Validation)】</p> <p>本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・本工事計画で使用する機能は床応答スペクトルの作成機能であり、同一の入力条件に対する 1 自由度系の最大応答加速度を固有周期毎に算定し、別解析コード「波形処理プログラム k-WAVE for Windows」と汎用表計算ソフトで作成した検証用データと比較することで、妥当性を確認している。 ・設計用床応答スペクトルを作成する際、入力とする時刻歴データの時間刻み幅、データの形式は、妥当性を確認している範囲内の使

	<p>用であることを確認している。</p> <ul style="list-style-type: none">・10%拡幅，時刻歴波の時間刻み，固有周期計算間隔は J E A G 4 6 0 1 -1987 に従っており，妥当性は確認されている。・本工事計画における使用用途及び使用方法に関して，上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。
--	---

2.3 解析手法

2.3.1 一般事項

本書は、建物・構築物の地震応答解析から算出される加速度時刻歴から床応答スペクトルを作成する解析コードである波形処理プログラム k-WAVE for Windowsのソルバーを用いて補正条件を考慮したZPA・FRSを作成する補正条件作成プログラム（以下「本解析コード」という。）の説明書である。

2.3.2 解析コードの特徴

本解析コードは、次の①～⑥が一气通貫で流れる仕様となっている。

- ①時刻歴波形や計算条件を読み込む機能
- ②FRS・ZPAを作成する機能
- ③FRS・ZPAを包絡する機能
- ④複数の包絡FRS・包絡ZPAを基に、補正係数を計算する機能
- ⑤FRSを拡幅する機能
- ⑥作成したFRS・ZPAを出力する機能

2.3.3 解析手法・フローチャート

本解析コードを用いて行う解析フローチャートを図2-1に示す。

加速度時刻歴データを3つのグループに分けて設定し、各グループで包絡を実施する。次にグループ1, 2の包絡結果で算出した補正係数を、グループ3の包絡結果に乗じることで補正条件を考慮したFRSを計算する。FRSの拡幅は最後に実行している。なお、包絡手法については「波形処理プログラム k-WAVE for Windows」では計算周期点以外で交点ができただけの場合には交点を考慮した包絡スペクトルを算出するのに対し、本解析コードでは計算周期点のみで包絡スペクトルを算出する方法を採用している。(図2-2)

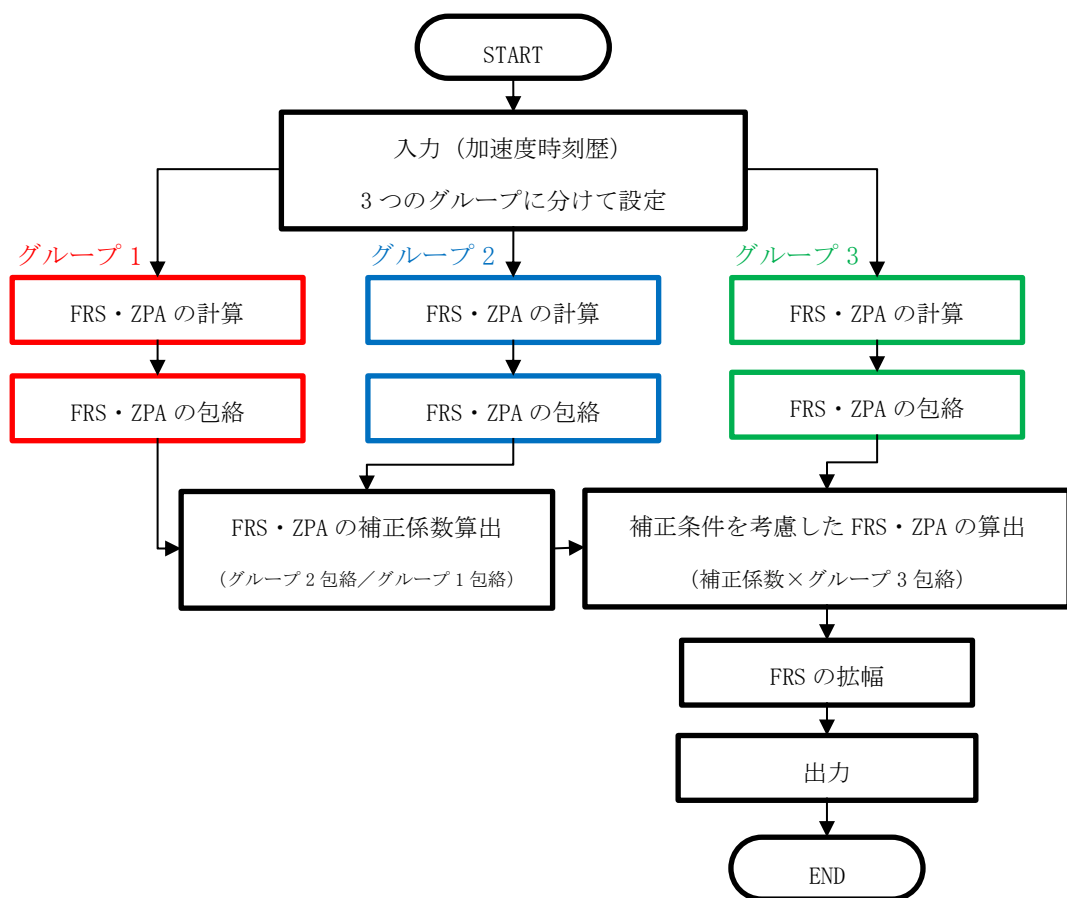


図2-1 解析フローチャート

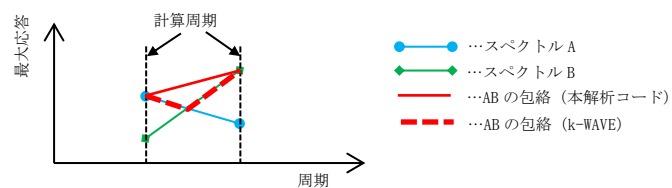


図2-2 包絡手法

2.3.4 検証 (Verification) 及び妥当性確認 (Validation)

2.3.4.1 検証

本解析コードで算出した各波形のFRS, 包絡FRS, 補正係数, 拡幅FRS, ZPAを別解析コード「波形処理プログラム k-WAVE for Windows」と汎用表計算ソフトで作成した検証用データと比較することで, 本解析コードの検証を行った。

各波形のFRSの比較を図2-3, 包絡FRSの比較を図2-4, 補正係数の比較を図2-5, 拡幅FRSの比較を図2-6, ZPAの比較を表2-1に示す。本解析コードの算出結果と検証用データは一致しており, 本解析コードを用いて得られた計算結果の妥当性を確認した。

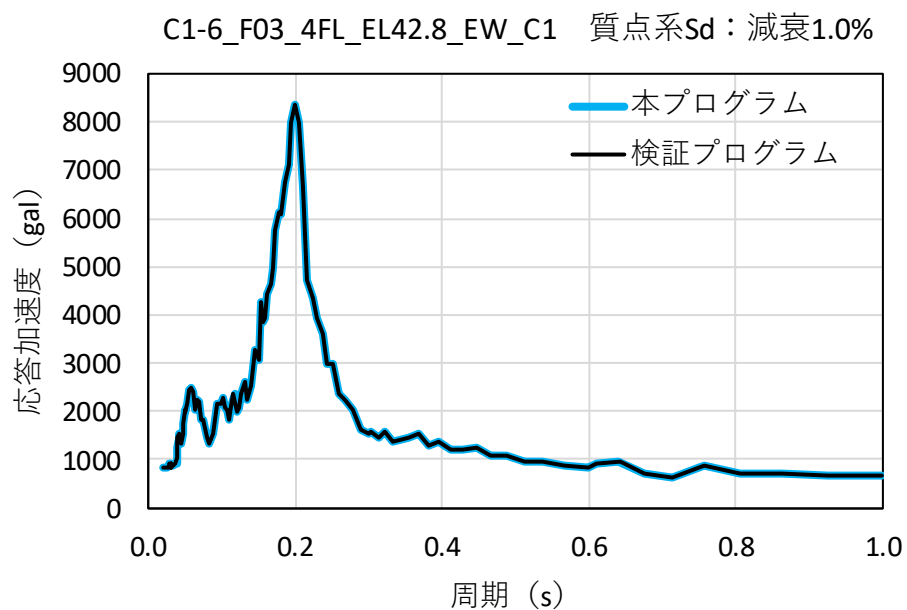


図2-3 各波形のFRSの比較

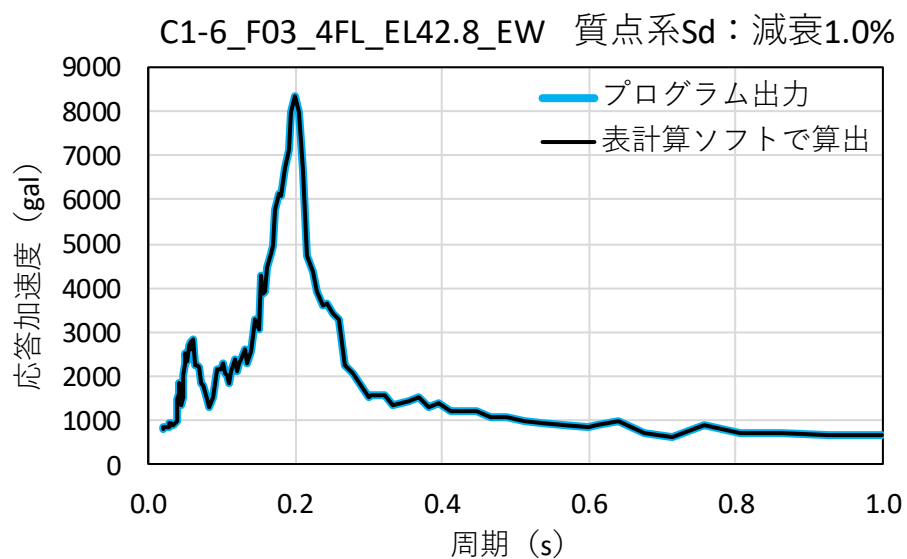


図2-4 包絡FRSの比較

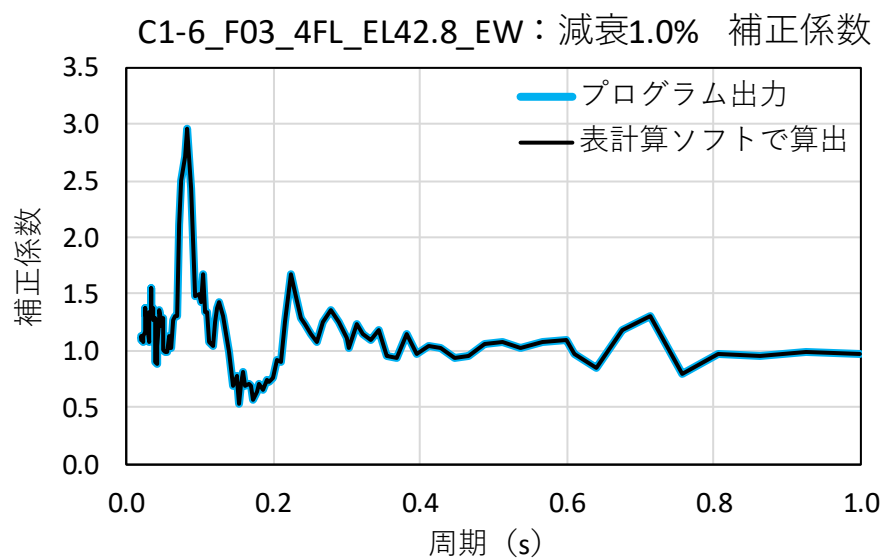


図2-5 補正係数の比較

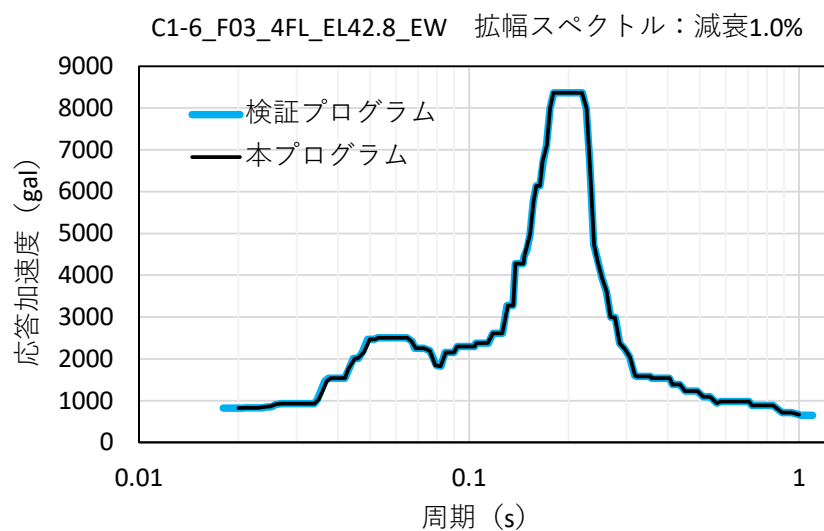


図2-6 拡幅FRSの比較

表2-1 ZPAの比較

プログラム	最大加速度 (cm/s ²)		補正係数 ([2] / [1])	最大加速度 (cm/s ²) [3]	[3] × 補正係数	水平震度*	
	[1]	[2]				ZPA	ZPA×1.2
本解析 コード	812.719	903.129	1.111	1373.202	1525.963	1.56	1.87
汎用表計算 ソフト	812.719	903.129	1.111	1373.202	1525.963	1.56	1.87

注記*：水平震度は、重力加速度を 980.665cm/s²とし、小数点第3位を切り上げて算出

2.3.4.2 妥当性確認

本解析コードの妥当性確認の内容は、以下のとおりである。

- 今回の工事計画で使用する機能は床応答スペクトルの作成機能であるため、同一の入力条件に対する1自由度系の最大応答加速度を固有周期毎に算定し、別解析コード「波形処理プログラム k-WAVE for Windows」と汎用表計算ソフトの結果と本解析コードの結果を比較することで、妥当性を確認している。
- 設計用床応答スペクトルを作成する際、入力とする時刻歴データの時間刻み幅、データの形式は、上述の妥当性を確認している範囲内での使用である。
- 10%拡幅、時刻歴波の時間刻み、固有周期計算間隔はJ E A G 4 6 0 1 -1987に従っており、妥当性に問題はない。
- 今回の工事計画認可申請における床応答スペクトル、加速度応答時刻歴に対し、使用用途及び方法に関する適用範囲が上述の妥当性確認の範囲内であることを確認している。

2.3.4.3 評価結果

2.3.4.1及び2.3.4.2より、本解析コードを使用目的に示す床応答スペクトルの作成に用いることは妥当である。

別紙 5 方向性を考慮しない水平地震動における
位相の異なる模擬地震波の作成

目 次

1. はじめに..... 別紙 5-1
2. 模擬地震波の作成方針..... 別紙 5-1
3. 位相特性の異なる模擬地震波の作成例..... 別紙 5-5

1. はじめに

「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動」のうち、応答スペクトルに基づく地震動として策定された基準地震動 $S_s - D$ 及び「震源を特定せず策定する地震動」として策定された基準地震動 $S_s - N 1$ については、水平方向の地震動に方向性がないことから、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討を行う場合、水平 2 方向のうち 1 方向について模擬地震波を作成し入力する等の方法が考えられる。本資料では、水平 2 方向及び鉛直方向地震力の同時入力による影響検討に用いる模擬地震波の作成について示す。

2. 模擬地震波の作成方針

応答スペクトルに基づく地震動として策定された基準地震動 $S_s - D$ 及び「震源を特定せず策定する地震動」として策定された基準地震動 $S_s - N 1$ の水平方向の模擬地震波の作成方針を下記に示す。

(1) 応答スペクトルに基づく地震動として策定された基準地震動に対する模擬地震波

基準地震動 $S_s - D$ の模擬地震波について、全く同じ地震動が同時に水平 2 方向に入力されることは現実的に考えにくいことから、基準地震動を作成した方法と同一の方法で、位相角を一様乱数とした正弦波を重ね合わせ、目標とする応答スペクトルに適合する位相の異なる模擬地震波を作成する。応答スペクトルのコントロールポイントを表 2-1 に、振幅包絡線の経時的变化を表 2-2 に示す。

なお、念のために 2000 年鳥取県西部地震の 2 号地盤の鉛直アレイ観測点 (T. P. -5. 0m) における観測記録から、当該サイトにおいて、水平 2 方向の地震波で位相差が生じる傾向を確認した。確認の方法として、基準地震動 $S_s - D$ を同時に水平 2 方向に入力した場合のオービット (図 2-1) と、観測記録の水平 2 方向のオービット (図 2-2) との比較を行った。

図 2-1 から、全く同じ地震動を同時に水平 2 方向に入力した場合、オービットは現実的に考えにくい 45° 方向に直線的な軌跡を示す。一方、図 2-2 より観測記録ではオービットは位相差によって生じるランダムな軌跡を示すことを確認した。

(2) 「震源を特定せず策定する地震動」として策定された基準地震動に対する模擬地震波

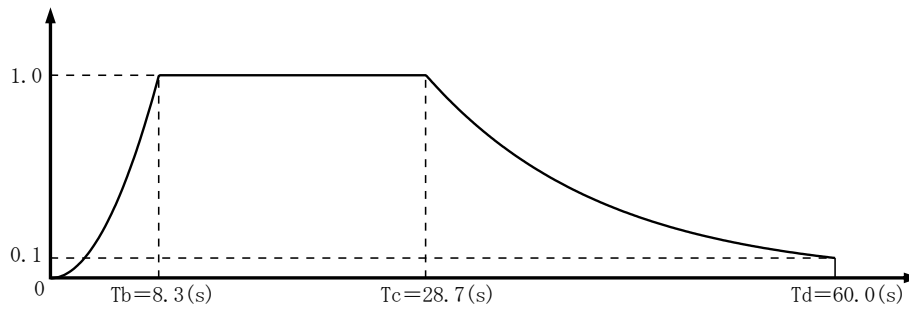
基準地震動 $S_s - N 1$ は「震源を特定せず策定する地震動」として、2004 年北海道留萌支庁南部地震の観測記録より策定された地震動である。基準地震動 $S_s - N 1$ における水平方向の地震動は、観測記録から推定される解放基盤表面相当位置の地震動に基づき作成されている。模擬地震波については、基準地震動 $S_s - N 1$ の作成方法と同一の方法で、基準地震動 $S_s - N 1$ で用いた観測記録と水平方向に直交する観測記録から作成する。

表 2-1 応答スペクトルのコントロールポイント

S s - D コントロール ポイント	周期 (s)	A 0.020	B 0.050	C 0.087	D 0.14	E 0.20	F 0.29	G 0.60	H 1.75	I 5.00
	速度 (cm/s)	2.611	10.35	25.62	41.22	45.63	61.16	108.5	170.0	170.0

表 2-2 振幅包絡線の経時的変化

模擬 地震波	最大加速度 (cm/s ²)	マグニチュード M	等価震源距離 Xeq (km)	振幅包絡線の経時的変化 (s)		
				T _b	T _c	T _d (継続時間)
S s - D	820	7.7	17.3	8.3	28.7	60.0

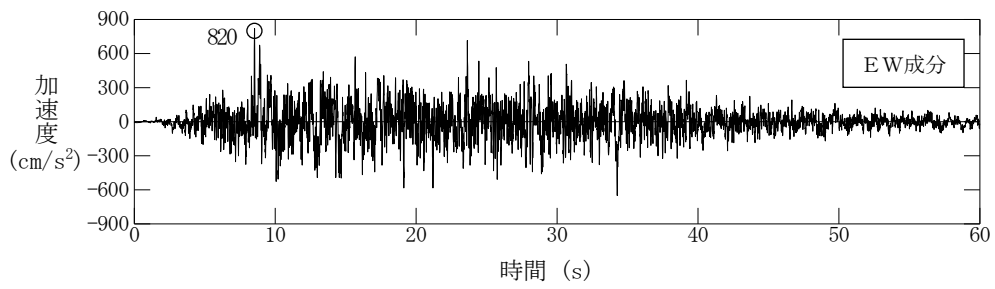
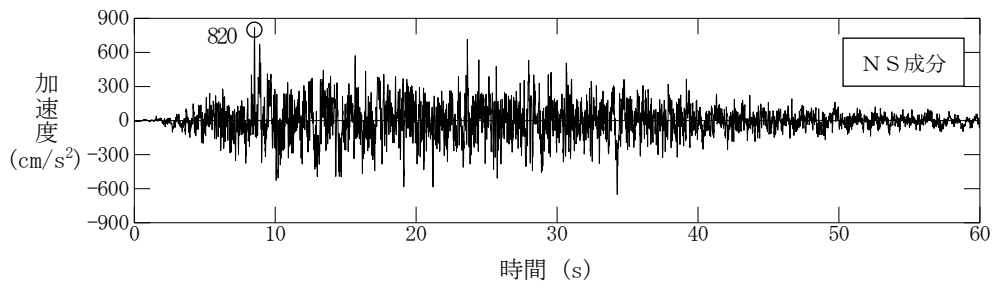


$$T_b = 10^{0.5M-2.93}$$

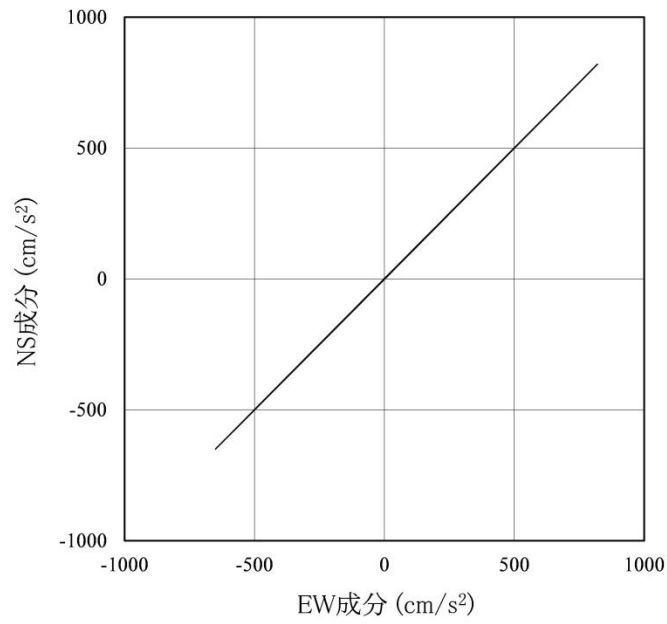
$$T_c - T_b = 10^{0.3M-1.0}$$

$$T_d - T_c = 10^{0.17M+0.541\log X_{eq}-0.6}$$

$$\text{振幅包絡線 : } E(T) = \begin{cases} (T/T_b)^2 & 0 \leq T \leq T_b \\ 1.0 & T_b \leq T \leq T_c \\ e^{\frac{\ln(0.1)}{T_d-T_c}(T-T_c)} & T_c \leq T \leq T_d \end{cases}$$

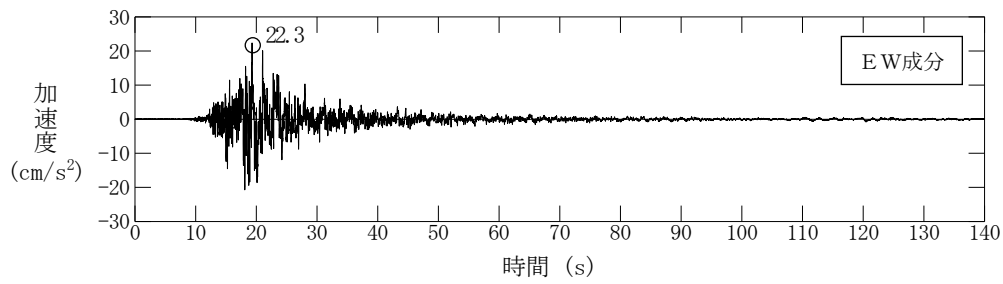
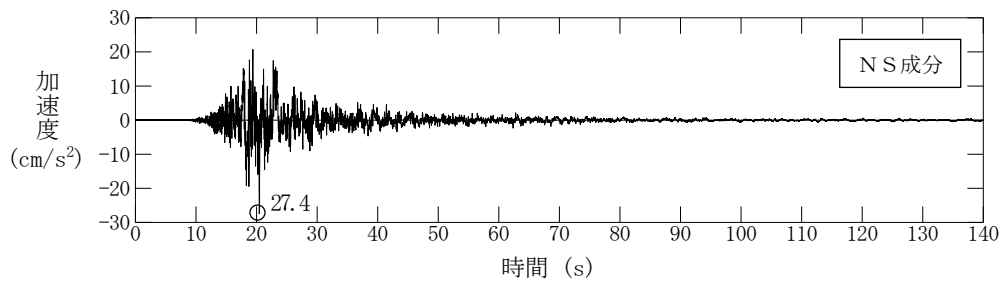


(a) 加速度時刻歴波形

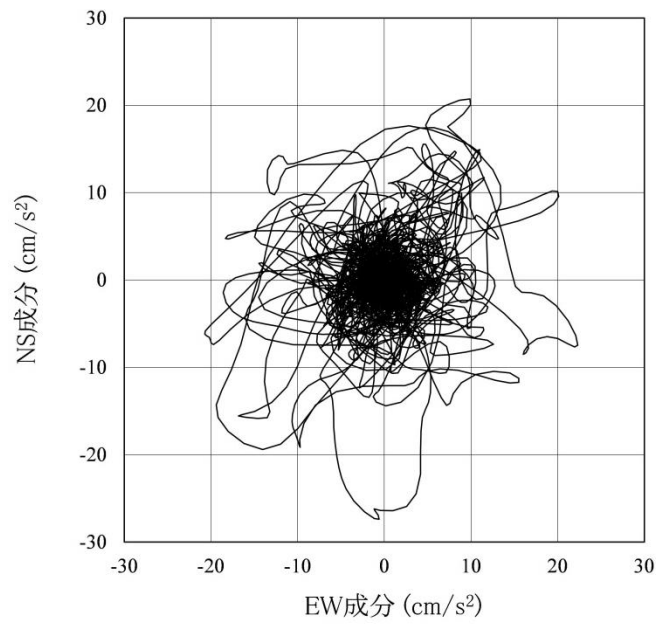


(b) 水平 2 方向の加速度成分のオービット

図 2-1 基準地震動 S s - D



(a) 加速度時刻歴波形



(b) 水平 2 方向の加速度成分のオービット

図 2-2 2000 年鳥取県西部地震観測記録
(2号地盤の鉛直アレイ観測点 T.P. -5.0m)

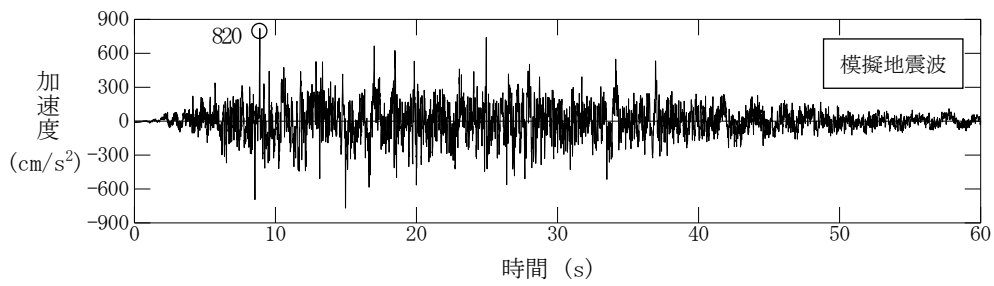
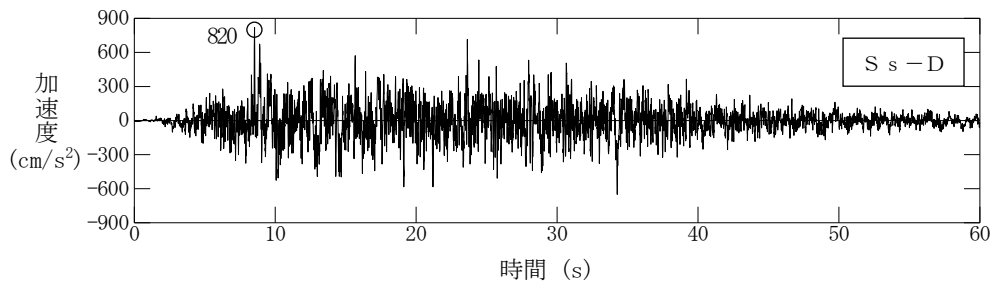
3. 位相特性の異なる模擬地震波の作成例

基準地震動 $S_s - D$ 及び基準地震動 $S_s - D$ と位相特性の異なる模擬地震波の加速度時刻歴波形と、それぞれの地震波を 2 方向入力した場合のオービットを図 3-1 に示す。

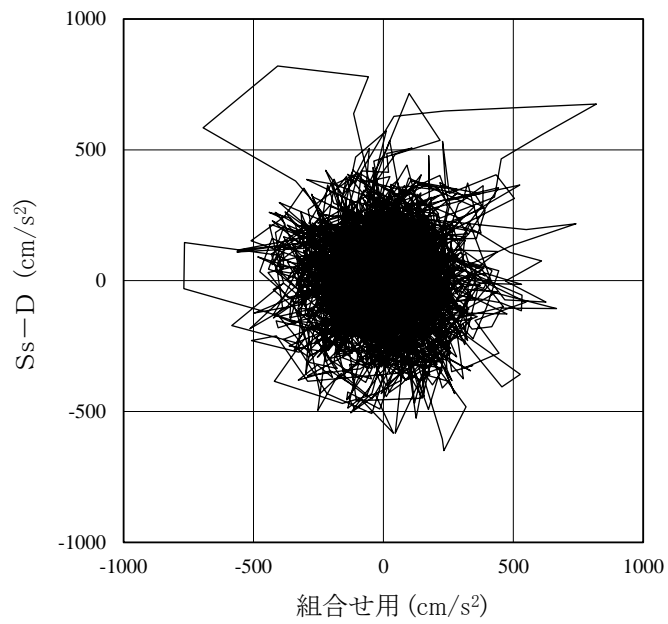
図 3-1 に示すように、基準地震動 $S_s - D$ と新たに作成した基準地震動 $S_s - D$ と位相特性の異なる模擬地震波のオービットはランダムな軌跡を示している。

また、基準地震動 $S_s - D$ 及び基準地震動 $S_s - D$ と位相特性の異なる模擬地震波の応答スペクトルを図 3-2 に示す。なお、目標とする応答スペクトル値に対する、基準地震動 $S_s - D$ と位相特性の異なる模擬地震波の S/I 比は 1.0 以上、応答スペクトル比は 0.85 以上である。応答スペクトル比を図 3-3 に示す。

図 3-3 に示すように、基準地震動 $S_s - D$ と新たに作成した基準地震動 $S_s - D$ と位相特性の異なる模擬地震波の応答スペクトルは、ほぼ同じである。

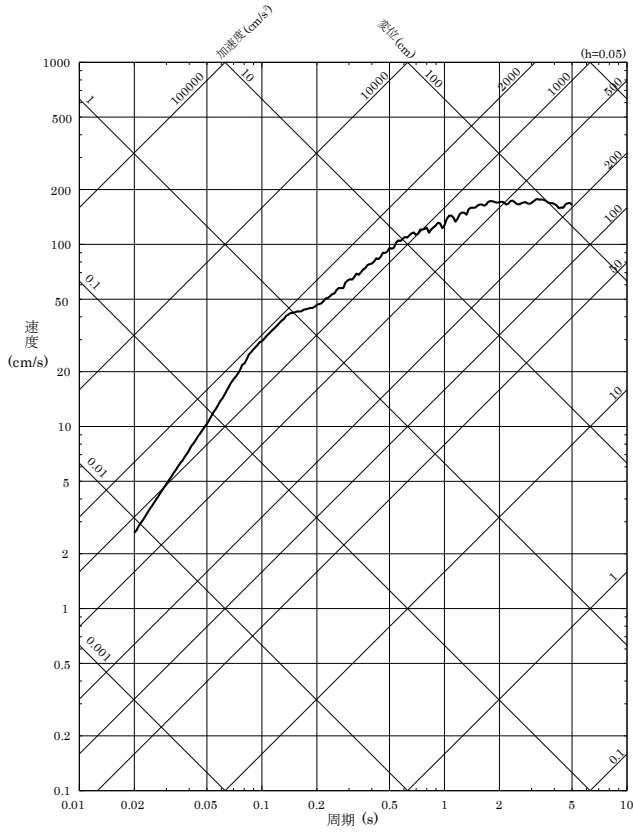


(a) 加速度時刻歴波形

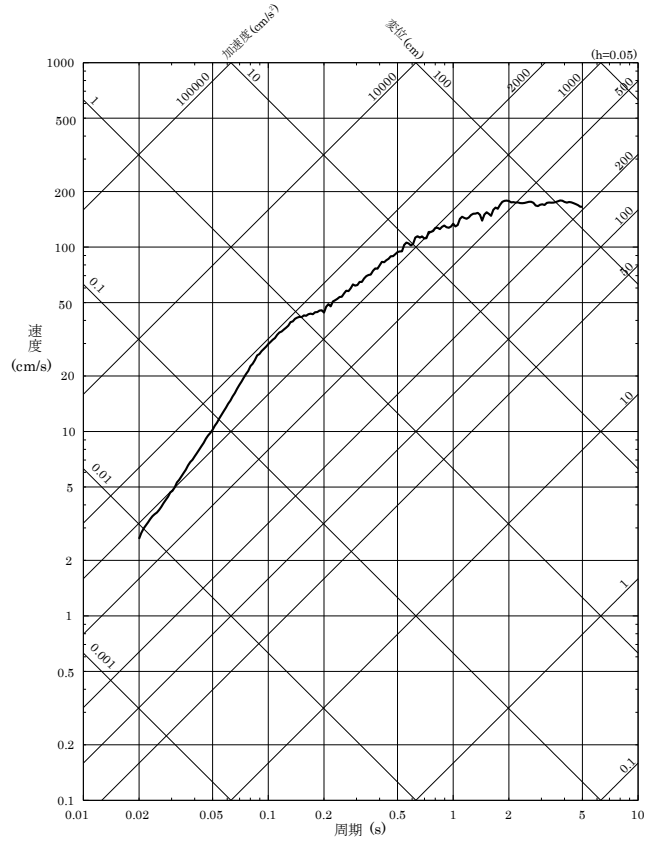


(b) 水平 2 方向の加速度成分のオービット

図 3-1 基準地震動 $S_s - D$ 及び位相特性の異なる模擬地震波



(a) 基準地震動 S s - D



(b) 基準地震動 S s - D と位相特性の異なる模擬地震波

図 3-2 応答スペクトル

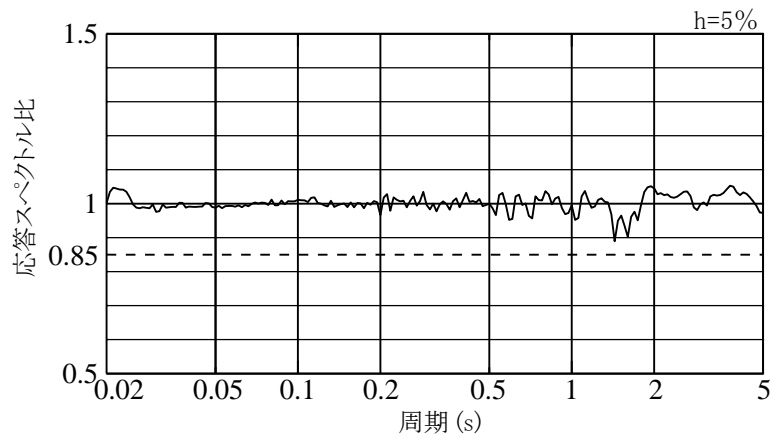


図 3-3 基準地震動 S s - D と位相特性の異なる模擬地震波の応答スペクトル比