

補足-027-11 火災防護設備の耐震性に関する説明書の補足説明資料

## 目次

1. 試験概要 .....	1
2. 試験体 .....	2
3. 耐震評価方法 .....	3
4. 共振点探査試験 .....	4
4.1 試験方法.....	4
4.2 試験結果.....	5
5. 正弦波加振試験 .....	9
5.1 試験方法.....	9
5.2 健全性確認方法.....	9
5.3 試験結果.....	9
5.4 耐震評価結果.....	10

## 1. 試験概要

本資料は、ケーブルトレイ消火設備のうち消火配管について、基準地震動 $S_s$ に対し、耐震性を有することを説明するものである。

ケーブルトレイ消火設備の消火配管（以下「消火配管」という。）は、ケーブルトレイ外において、消火配管の自在性を活かすため、UボルトやUバンド等にて支持することなくパンチングトレイ内に設置している。また、ケーブルトレイ内において、ステンレスバンドにステンレスインシュロックで固定している。そのため、実機の据付状態を模擬した状態で加振試験を行い、設置位置での加速度と加振台の最大応答加速度を比較し、耐震性を有することを確認する。

ケーブルトレイ消火設備の概要及び構成部品を図 1-1 に示す。試験方法としては共振点探査試験を実施し、固有振動数を求め、その共振点で正弦波加振試験を行い、加振試験後の外観検査及び気密試験を実施することで健全性を確認する。消火配管の加振試験結果については、複数実施した試験のうち、代表的な試験体によるものを示す。

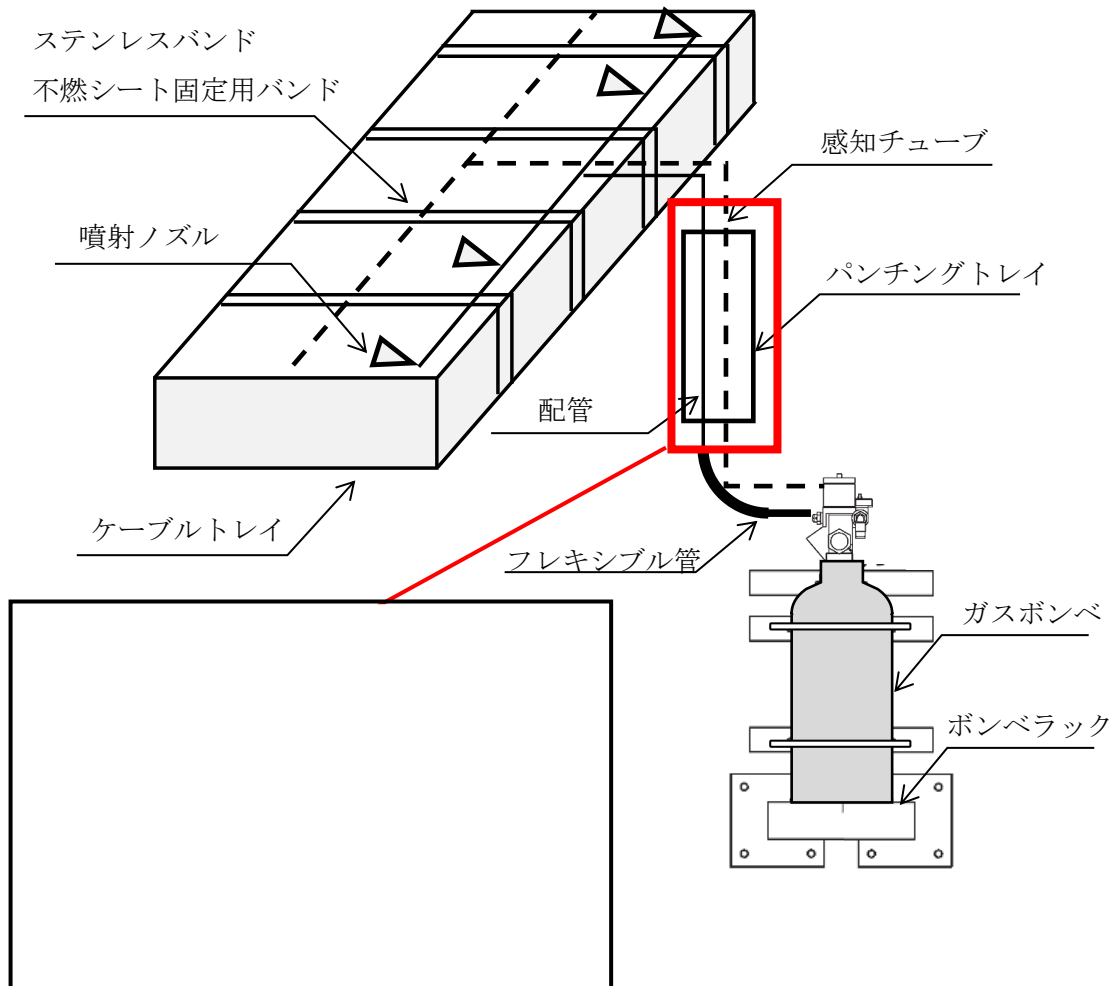


図 1-1 配管（ケーブルトレイ消火設備）の概要図

## 2. 試験体

消火配管の加振試験に用いる試験体は、消火配管及び感知チューブをバンドでパンチングトレイへ締め付けて固定したもので構成されている。実機ではパンチングトレイを水平方向及び鉛直方向に設置しているが、図 2-1 のとおり、構造は同じであり、据付方向のみが異なることから、現場施工状態の支持間隔を模擬できる鉛直方向トレイで加振試験を実施する。

加振台を床として、壁を模擬した架台を設置し、架台に現場施工状態と同様に試験体を取り付ける。なお、パンチングトレイは壁を模擬した架台の固定部に対してボルトで固定される。試験体を図 2-2 に示す。

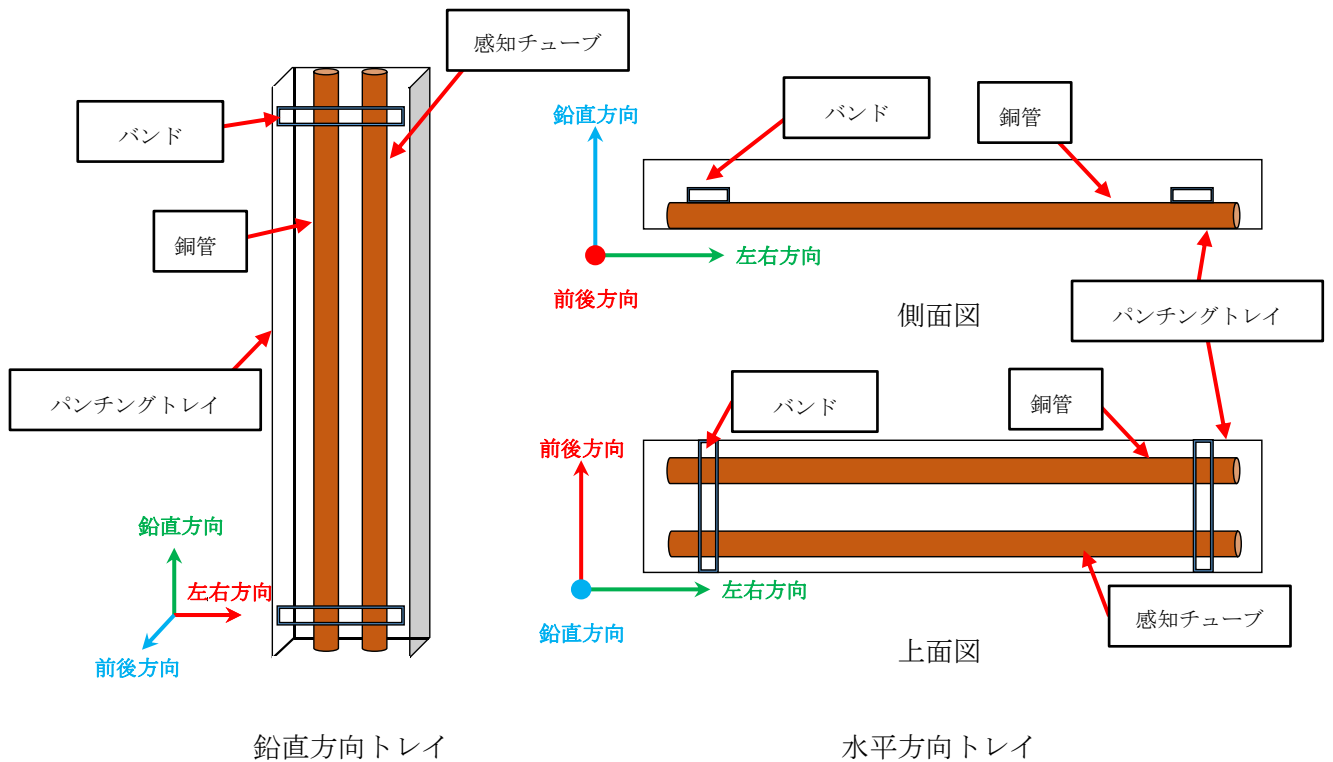


図 2-1 鉛直方向トレイ及び水平方向トレイの構造について

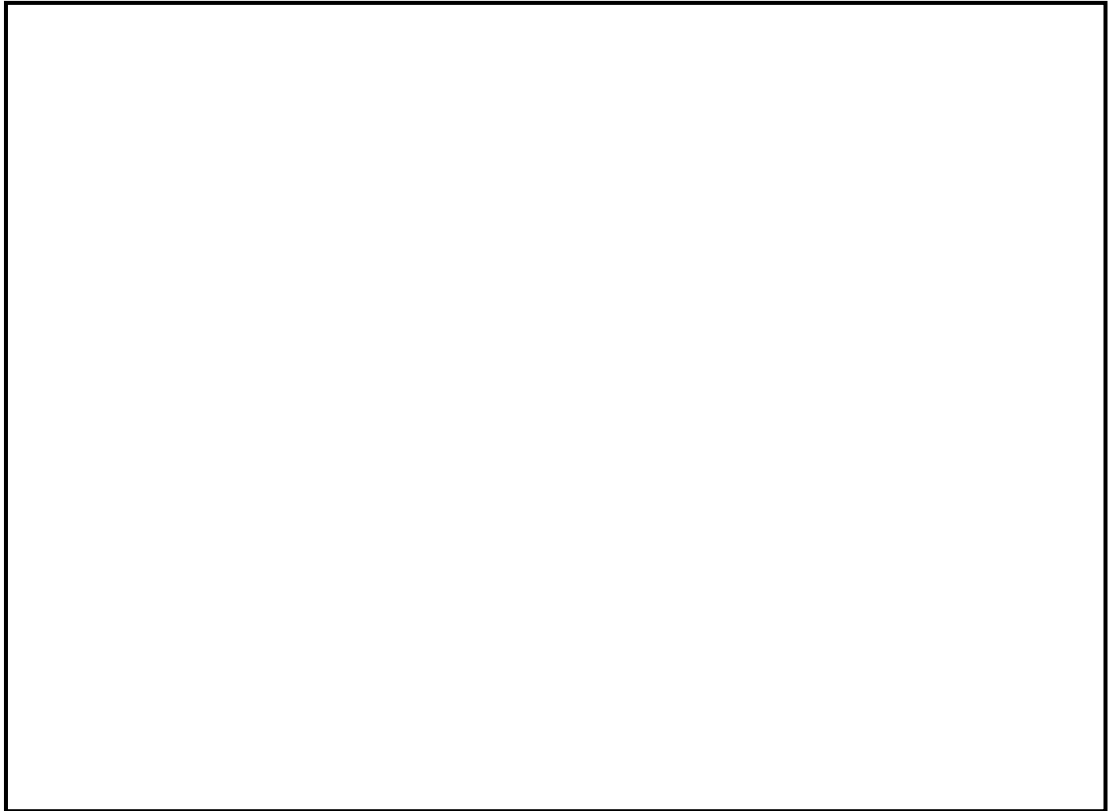


図 2-2 試験体（水平方向 前後）

### 3. 耐震評価方法

消火配管の耐震評価は、VI-2-別添 1-1「火災防護設備の耐震計算の方針」の評価方法に基づき行う。耐震評価に用いる設置位置での加速度は、各消火配管の中で最上階に設置されたフロアの応答加速度とするが、消火配管は建物壁に支持されていることから、評価対象フロアより上階の応答加速度が加振台の最大加速度以下であることを確認する。また、以下について健全性を確認する。加振台仕様を表 3-1 に示す。

- (1) 消火配管設置位置での加速度が加振台の最大加速度以下であること。
- (2) 加振試験後に外観の変形・破損等の異常が無いこと。
- (3) 加振試験後に気密試験を実施し、漏えいが無いこと。

表3-1 加振台仕様

寸法 (mm)	1500×1500
最大積載質量 (kg)	2000
運転周波数帯域 (Hz)	～2500
最大加速度 (m/s <sup>2</sup> )	1000

#### 4. 共振点探査試験

##### 4.1 試験方法

ケーブルトレイ消火設備の構成部品に3軸加速度計を取付け、5Hz から 33Hz の振動数領域を含む正弦波掃引試験で各軸単独加振を実施し、応答波形から共振点を確認する。計測センサー取付位置を図4-1及び図4-2に示す。

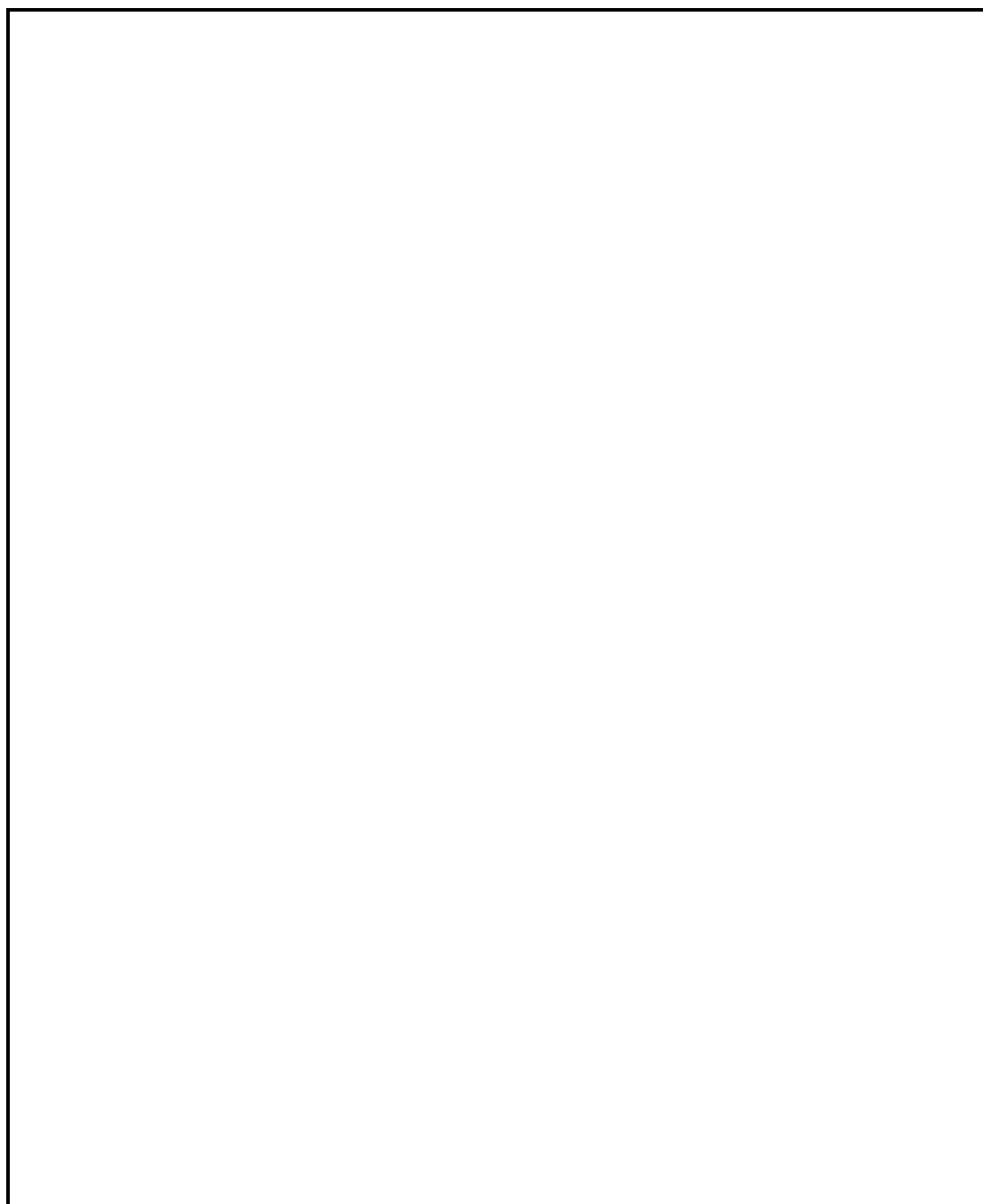


図4-1 計測センサー取付位置（水平方向 左右）

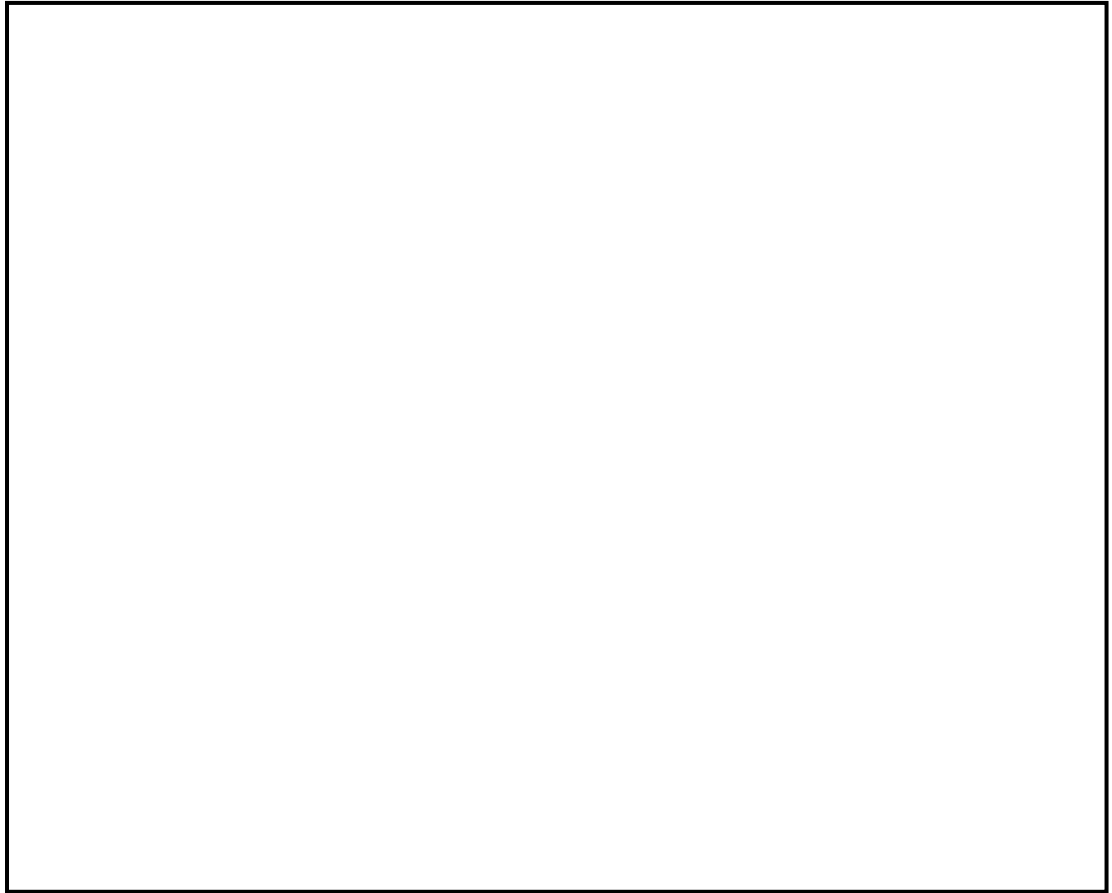


図4-2 計測センサー取付位置（鉛直方向）

#### 4.2 試験結果

共振点探査試験結果を図4-3に示す。各軸方向について、応答の伝達性が2を超えたピーク値かつ位相が $90^\circ$ 遅れた箇所が確認されていないことから、共振点が左右方向20Hz以上、前後方向20Hz以上、鉛直方向20Hz以上の結果が得られた。

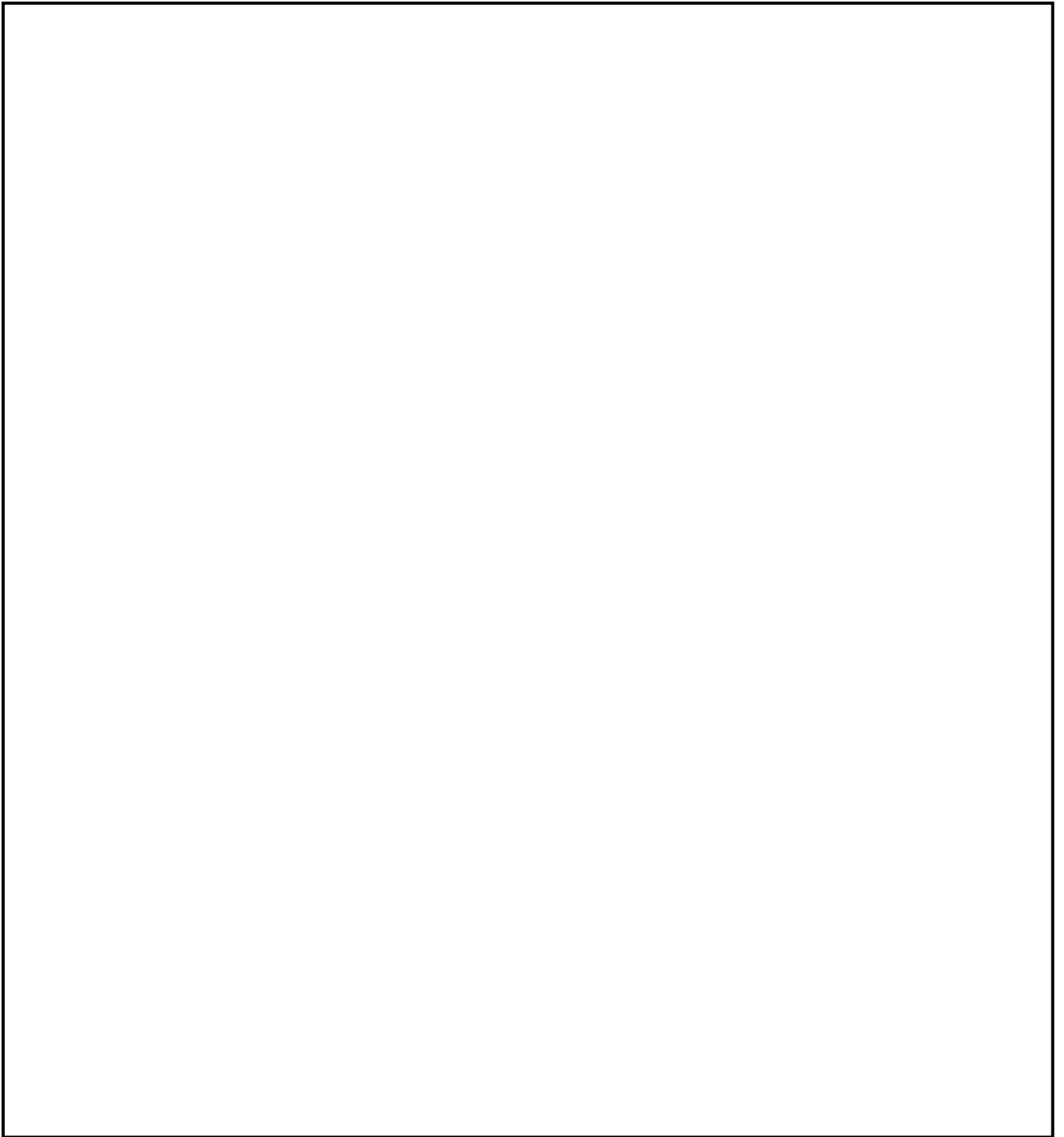


図4-3 共振点探査試験結果（水平 前後）（1/3）



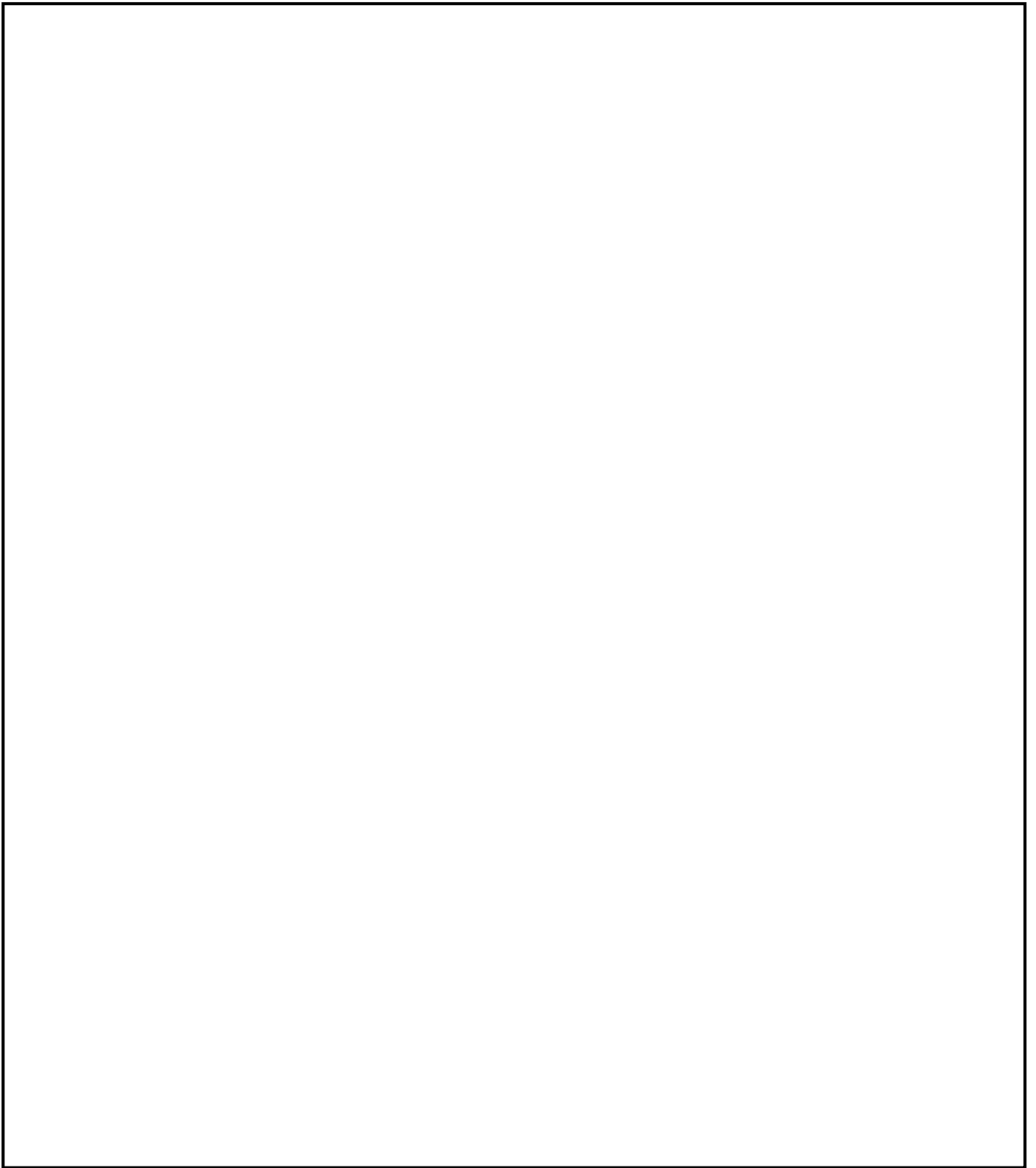


図4-3 共振点探査試験結果 (水平 左右) (2/3)

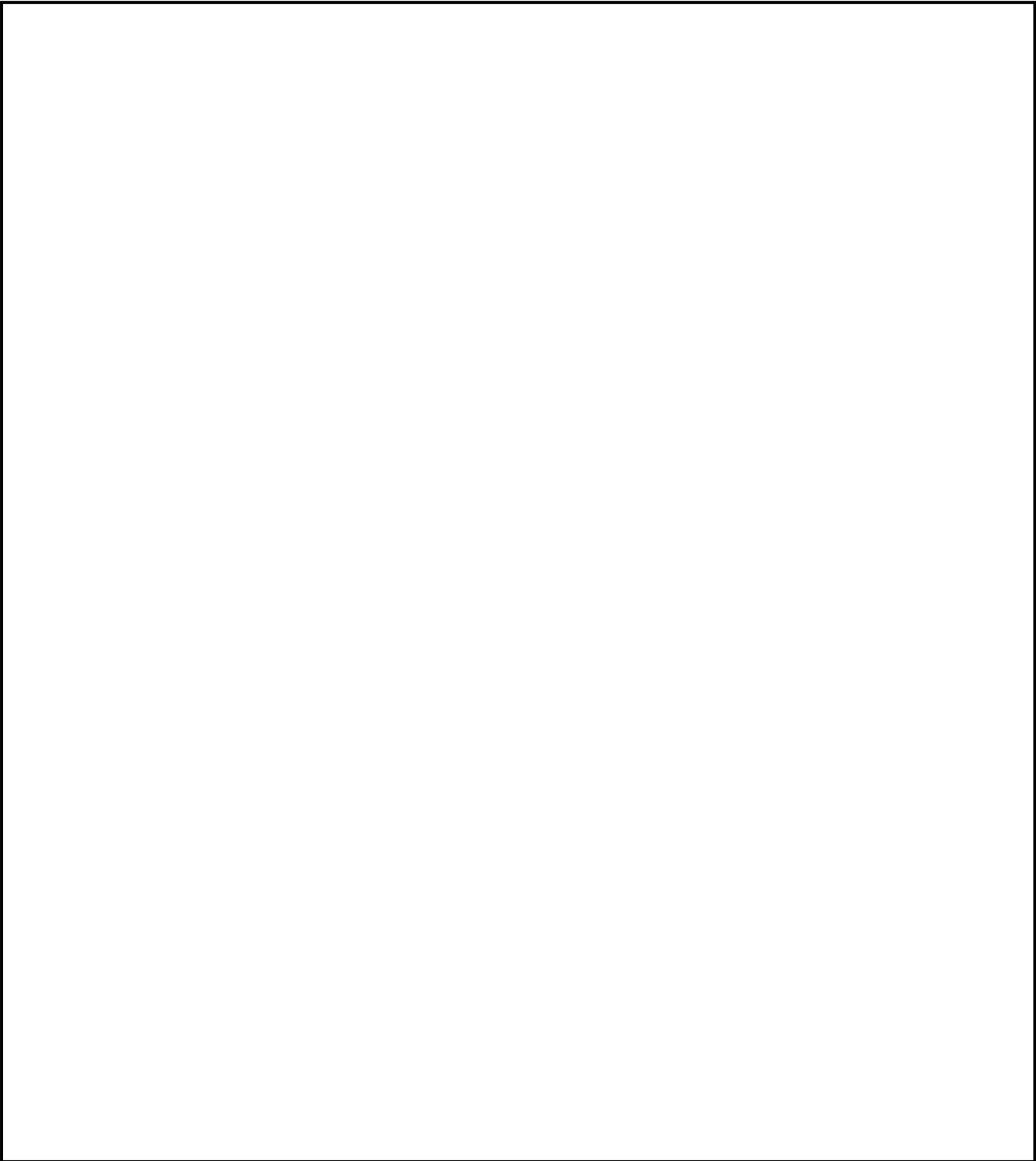


图4-3 共振点探查试验结果（铅直方向）（3/3）

## 5. 正弦波加振試験

### 5.1 試験方法

「4.2 試験結果」で示しているように、共振点が左右方向 33Hz 以上、前後方向 33Hz 以上、鉛直方向 33Hz 以上であることを確認していることから、加振波は、左右方向 33Hz、前後方向 33Hz、鉛直方向 33Hz の正弦波を設定し、加振試験を実施する。

加振試験における試験条件を表 5-1 に示す。

表5-1 健全性確認方法

項目	試験条件
加振波	正弦波
加振方向	水平単独 2 方向，鉛直単独の各軸加振
取付状態	加振台に設置された治具に取付

### 5.2 健全性確認方法

加振試験後に外観検査を実施し、機器に損傷がないか確認する。健全性確認方法を表 5-2 に示す。

表5-2 健全性確認方法

消火配管
<ul style="list-style-type: none"> <li>・外観に変形・破損等の異常がないか確認する。</li> <li>・耐圧漏えい試験 (5.80MPa)にて気密試験を実施し、漏えいの有無を確認する。</li> </ul>

### 5.3 試験結果

#### 5.3.1 鉛直方向トレイ

「3. 耐震評価方法」に基づき加振試験後の機器に異常がないことを確認した。設置位置での加速度と加振試験において機器に異常がないことを確認した際の加振台の最大加速度との比較について、表 5-3 に示す。

表 5-3 最大床応答加速度と加振台の最大加速度との比較 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

評価対象	加振方向	設置位置での加速度*	加振台の最大加速度
鉛直方向トレイ	左右方向	2.93	5.0
	前後方向	2.93	5.0
	鉛直方向	2.06	3.0

注記\*：消火配管は建物壁に設置されるため、評価対象フロアの上下階のうちいずれか大きい方の基準地震動 S<sub>s</sub>により定まる応答加速度を用いる。

### 5.3.2 水平方向トレイ

設置位置での最大加速度と鉛直方向トレイ試験結果を水平方向トレイの試験結果に適用した最大加速度との比較について、表 5-4 に示す。

表 5-4 最大床応答加速度と加振台の最大加速度との比較 (×9.8m/s<sup>2</sup>)

評価対象	加振方向	設置位置での加速度* <sup>1</sup>	加振台の最大加速度
水平方向トレイ	左右方向	2.93	3.0
	前後方向	2.93	5.0
	鉛直方向	2.06	4.0* <sup>2</sup>

注記\*1: 消火配管は建物壁に設置されるため、評価対象フロアの上下階のうちいずれか大きい方の基準地震動  $S_s$  により定まる応答加速度を用いる。

\*2: 消火配管(鉛直)の前後方向の加振台の最大加速度から重力加速度を引いた値とする。

### 5.4 耐震評価結果

上記結果を受け、消火配管が基準地震動  $S_s$  に対する耐震性を有することを確認した。

補足-027-13 波及的影響を及ぼすおそれのある機器・配管系の  
耐震評価部位の考え方

## 目 次

1. 概要 .....	1
2. 評価部位及び評価項目の整理 .....	1

## 1. 概要

VI-2-11-1「波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」において、耐震評価部位については「対象設備の構造及び波及的影響の観点を考慮し、「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）」及び工事計画での実績を参照した上で、耐震評価上厳しい箇所を選定する。」としている。本資料では、VI-2-11-1「波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価方針」に基づき、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出に係る設計の観点に応じて、機器・配管系に該当する下位クラス施設の評価部位及び評価項目を示す。

なお、各機器・配管系の耐震評価の詳細については、それぞれの耐震性についての計算書にて説明する。

## 2. 評価部位及び評価項目の整理

波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設として抽出された機器・配管系について、抽出にあたって考慮した波及的影響の設計の観点に応じて、波及的影響を防止するために必要な機能に着目して、評価部位及び評価項目を整理した。波及的影響の観点での評価部位及び評価項目を表1に示す。

波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出に係る設計の観点ごとに、評価部位の選定に至る考え方を以下に示す。

### (1) 接続部における相互影響

#### a. 対象施設

- ・原子炉浄化系補助熱交換器
- ・燃料プール冷却ポンプ室冷却機

#### b. 評価部位選定の考え方

接続部における相互影響として、下位クラス施設の損傷箇所からの漏えい等により上位クラス施設側の系統の状態に変化が生じて、波及的影響を及ぼすことが考えられる。このような波及的影響を生じる要因は、上位クラス施設側の系統に関連するバウンダリ機能の喪失であることから、当該バウンダリ機能に係る主要構造部材を評価部位として選定する。

原子炉浄化系補助熱交換器は、図1に示すとおり、上位クラス施設である原子炉補機冷却系配管との接続部を有しており、原子炉補機冷却系配管からの冷却水が熱交換器の胴側に通水される構造である。したがって、冷却水に対するバウンダリ機能を有する胴が損傷した場合、原子炉補機冷却系の流量等に影響するおそれがあるため、胴板を評価部位とする。

燃料プール冷却ポンプ室冷却機は、図2に示すとおり、上位クラス施設である原子炉補機冷却系配管との接続部を有しており、原子炉補機冷却系配管からの冷却水がコイルチャンネル内にある冷却コイルに通水される構造である。なお、冷却コイルを含むコイルチャン

は剛性が高く、十分な構造強度を有することから、耐震評価においては、転倒防止の観点で選定された取付ボルト及び基礎ボルトを評価部位とする。

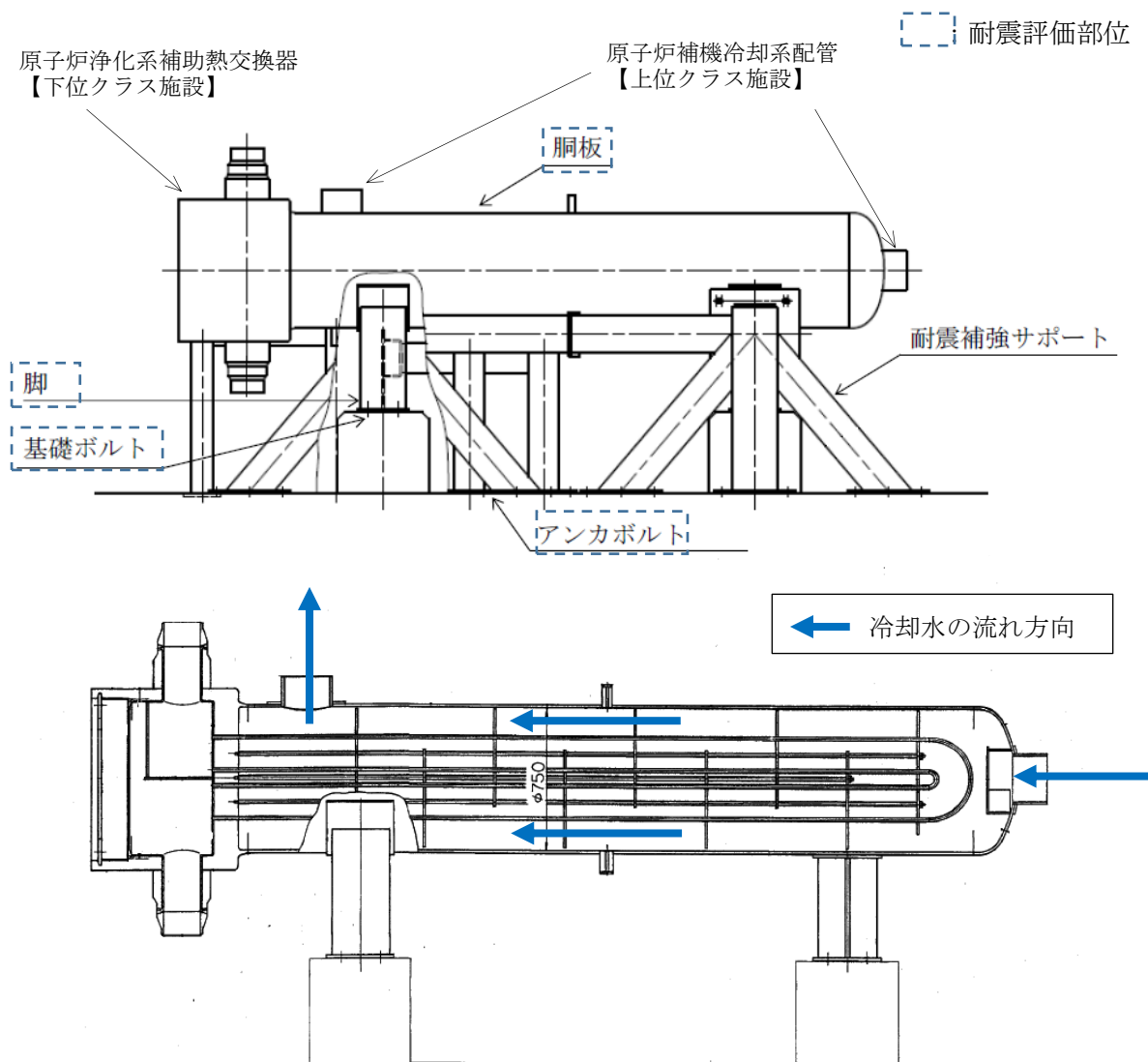


図1 接続部の相互影響を考慮する機器（原子炉浄化系補助熱交換器）

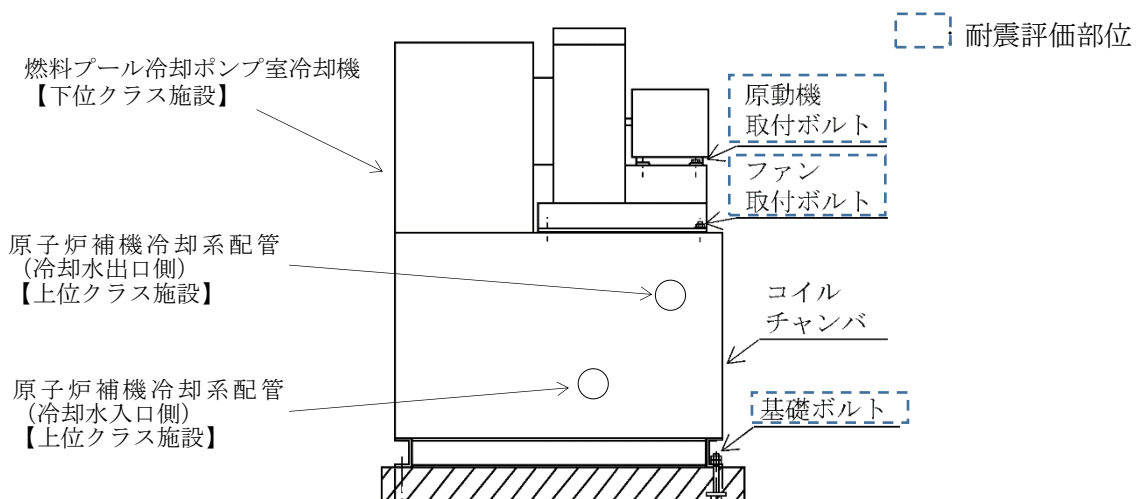


図2 接続部の相互影響を考慮する機器（燃料プール冷却ポンプ室冷却機）



(2) 損傷, 転倒, 落下等による影響

a. 機器

(a) 転倒による影響

ア. 対象施設

- ・燃料プール冷却ポンプ室冷却機
- ・原子炉浄化系補助熱交換器
- ・ガンマ線遮蔽壁
- ・原子炉建物天井クレーン
- ・燃料取替機
- ・制御棒貯蔵ハンガ
- ・チャンネル着脱装置
- ・耐火障壁
- ・チャンネル取扱ブーム
- ・タービン補機冷却系熱交換器
- ・グラウンド蒸気排ガスフィルタ
- ・格納容器空気置換排風機
- ・廃棄物処理建物排気処理装置
- ・取水槽ガントリクレーン
- ・タービン補機海水ストレーナ
- ・高光度航空障害灯管制器

イ. 評価部位選定の考え方

下位クラス施設の転倒に伴う上位クラス施設への衝突による波及的影響を生じる要因は, 下位クラス施設の支持部(基礎ボルト, 取付ボルト等)の損傷による支持機能の喪失であることから, 支持機能に係る支持部を評価部位として選定する。

転倒による影響の観点で抽出された下位クラス施設の一例として, 高光度航空障害灯管制器の構造及び評価部位を図3に示す。高光度航空障害灯管制器は, 上位クラス施設である排気筒(非常用ガス処理系用)の隣に設置されており, 転倒時に波及的影響を及ぼすおそれがあることから抽出されたものである。その主体構造は直立型の盤であり, 基礎ボルトにより基礎に固定される。評価部位としては, 転倒の防止に係る支持機能を有する支持部であり, 耐震評価上厳しくなる基礎ボルトを選定する。

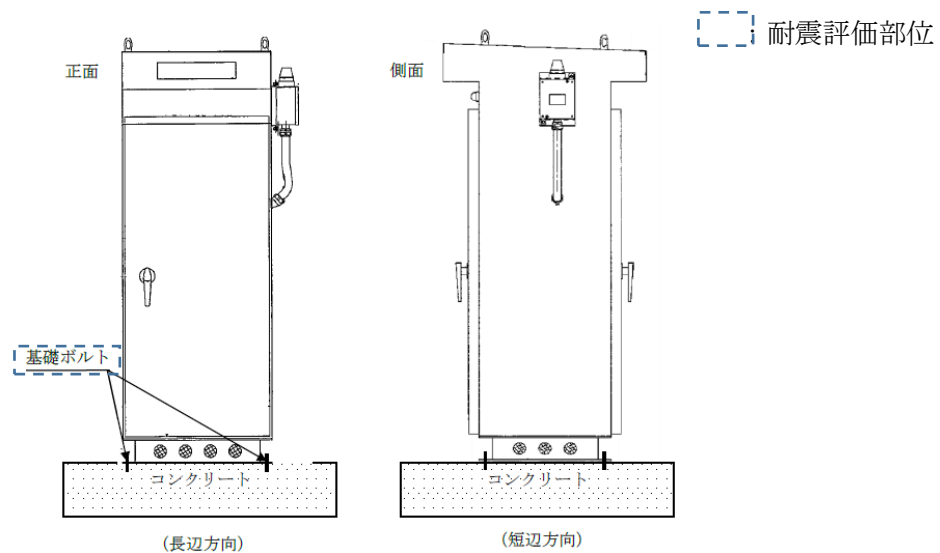


図3 転倒による影響を考慮する機器の例（高光度航空障害灯管制器）

(b) 落下による影響

ア. 対象施設

- ・原子炉建物天井クレーン
- ・燃料取替機
- ・制御棒貯蔵ハンガ
- ・チャンネル着脱装置
- ・中央制御室天井設置設備
- ・チャンネル取扱ブーム
- ・取水槽ガントリクレーン
- ・建物開口部竜巻防護対策設備

イ. 評価部位選定の考え方

下位クラス施設の落下に伴う上位クラス施設への衝突による波及的影響を生じる要因は、支持部（基礎ボルト、取付ボルト等）の損傷による支持機能の喪失、主要構造部材の損傷及び吊具の保持機能の喪失である。これらの要因による波及的影響を防止するため、下位クラス施設の構造に応じて評価部位を選定することとし、支持機能に係る支持部や主要構造部材に加えて、原子炉建物天井クレーン等の吊具を有する設備については、吊具の保持機能に係るワイヤーロープ、フック等を評価部位とする。

以下に、レール上を走行し吊具を有する下位クラス施設の例として原子炉建物天井クレーンの評価部位の考え方を（ア）に示す。また、波及的影響を防止するために構造変更を行った下位クラス施設の例として、制御棒貯蔵ハンガの評価部位の考え方を（イ）に示す。

(ア) 原子炉建物天井クレーン

原子炉建物天井クレーンは、上位クラス施設である燃料プール、使用済燃料貯蔵ラック等の上部に設置されており、転倒または落下により衝突して波及的影響を及ぼすおそれがあることから抽出されたものである。原子炉建物天井クレーンの構造及び評価部位を図4に示す。落下防止の観点では、主要構造部材であるガーダを評価部位とする。また、クレーン本体及びトロリは、図4に示すとおり、仮にレールが損傷したとしても落下防止ラグ及びトロリストップにより落下しない構造となっているため、落下防止ラグ及びトロリストップを評価部位とする。吊具の保持の観点では、ワイヤロープ及びフックを評価部位として選定する。

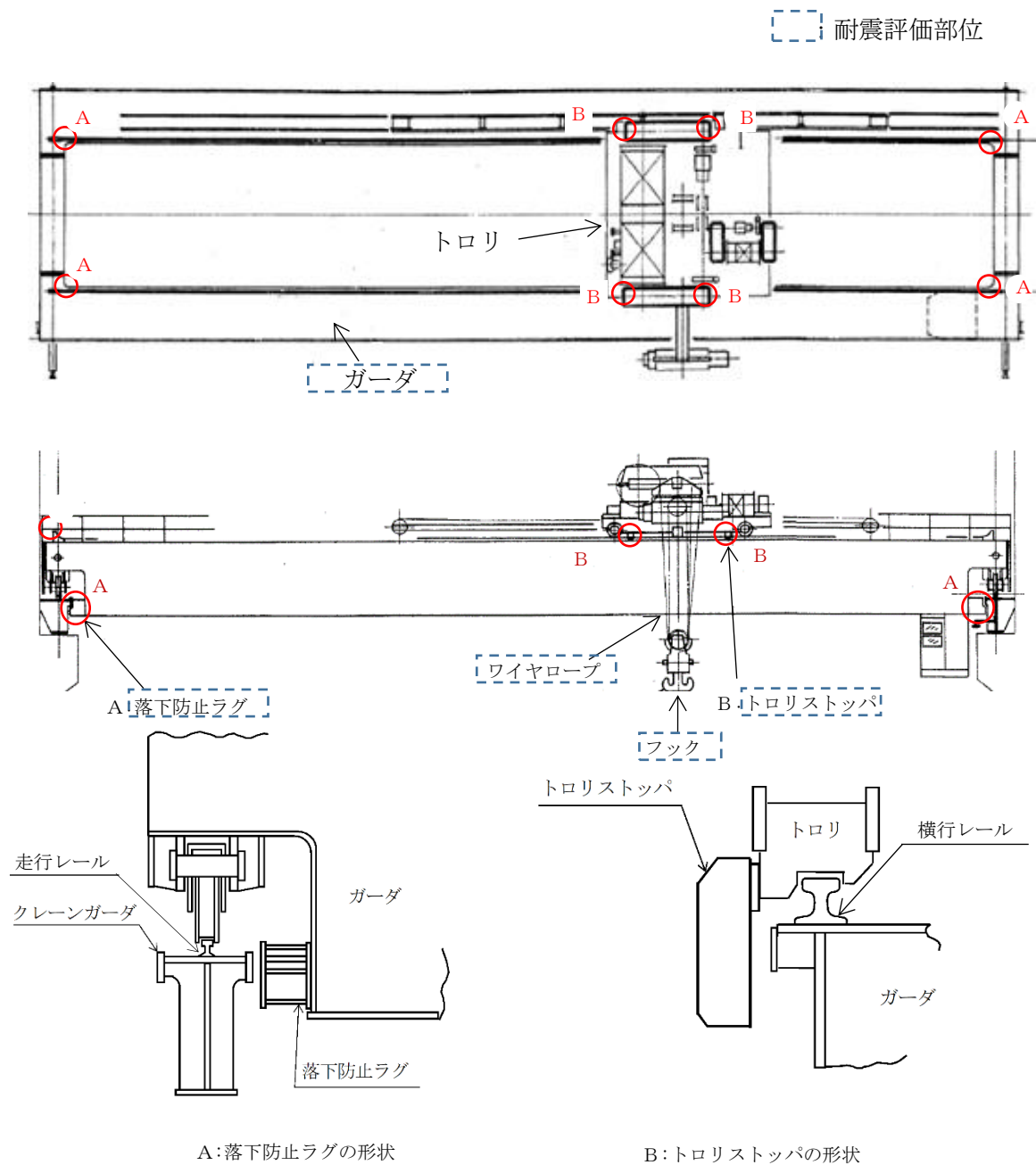


図4 落下による影響を考慮する機器の例（原子炉建物天井クレーン）

(イ) 制御棒貯蔵ハンガ

制御棒貯蔵ハンガは、上位クラス施設である燃料プール、使用済燃料貯蔵ラック等に隣接して設置されており、転倒により衝突して波及的影響を及ぼすおそれがあることから抽出されたものである。制御棒貯蔵ハンガ及び上位クラス施設の位置関係を図5に示す。また、制御棒貯蔵ハンガは、図6-1に示すとおり、制御棒をハンガ部の切り欠き部分に着座させ貯蔵する設備であることから、地震時に制御棒が落下して上位クラス施設に波及的影響を及ぼすおそれがある。制御棒貯蔵ハンガには、燃料プールの床 (EL 33.9m) に基礎ボルトで固定された自立式のものと、壁に基礎ボルトで固定された壁掛式のものがある。このうち壁掛式の制御棒貯蔵ハンガは、仮に損傷した場合であっても自立式の制御棒貯蔵ハンガに寄り掛かるため上位クラス施設である使用済燃料貯蔵ラックに直接衝突することはないこと、及び制御棒が落下した場合でも落下高さが小さく燃料プールに影響はないことから、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設としては自立式の制御棒貯蔵ハンガを評価対象とする。

自立式の制御棒貯蔵ハンガの耐震評価においては、転倒防止の観点では、転倒の防止に係る支持機能を有する支持部であり、耐震評価上厳しくなる基礎ボルトを評価部位として選定する。制御棒の落下による波及的影響防止の観点では、地震時にハンガ部から制御棒が脱落した場合であっても使用済燃料貯蔵ラック等の上位クラス施設に衝突することを防止するために、制御棒落下防止治具を設置したことから、制御棒落下防止治具を評価部位として選定する。

なお、制御棒落下防止治具は、制御棒落下防止ポール及びポール支持金具で構成され、ハンガ部サポート4本のコーナ部に取り付けられたポール支持金具（ポール受け）に、着脱式の制御棒落下防止ポールがセットされている。制御棒落下防止治具の詳細図を図6-2に示す。

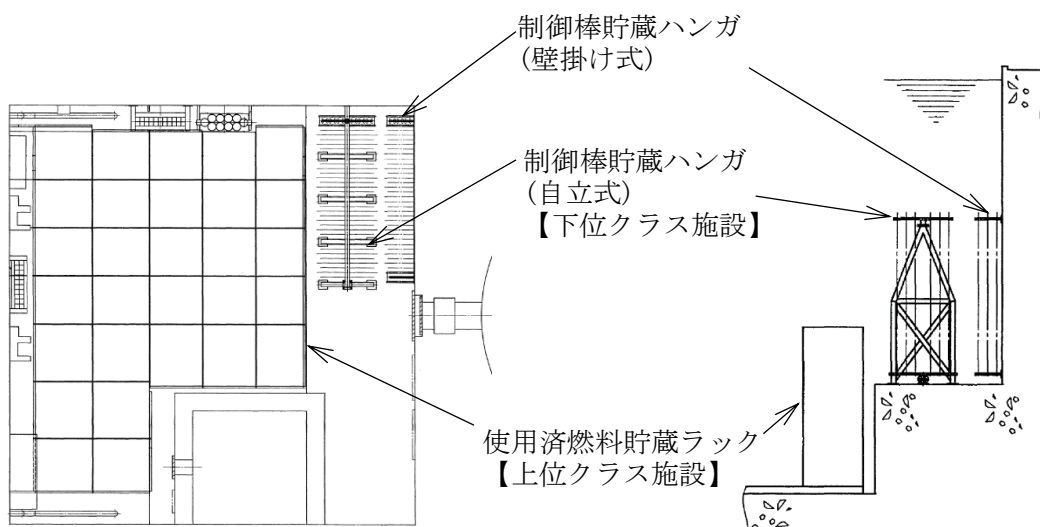


図5 制御棒貯蔵ハンガと上位クラス施設の位置関係

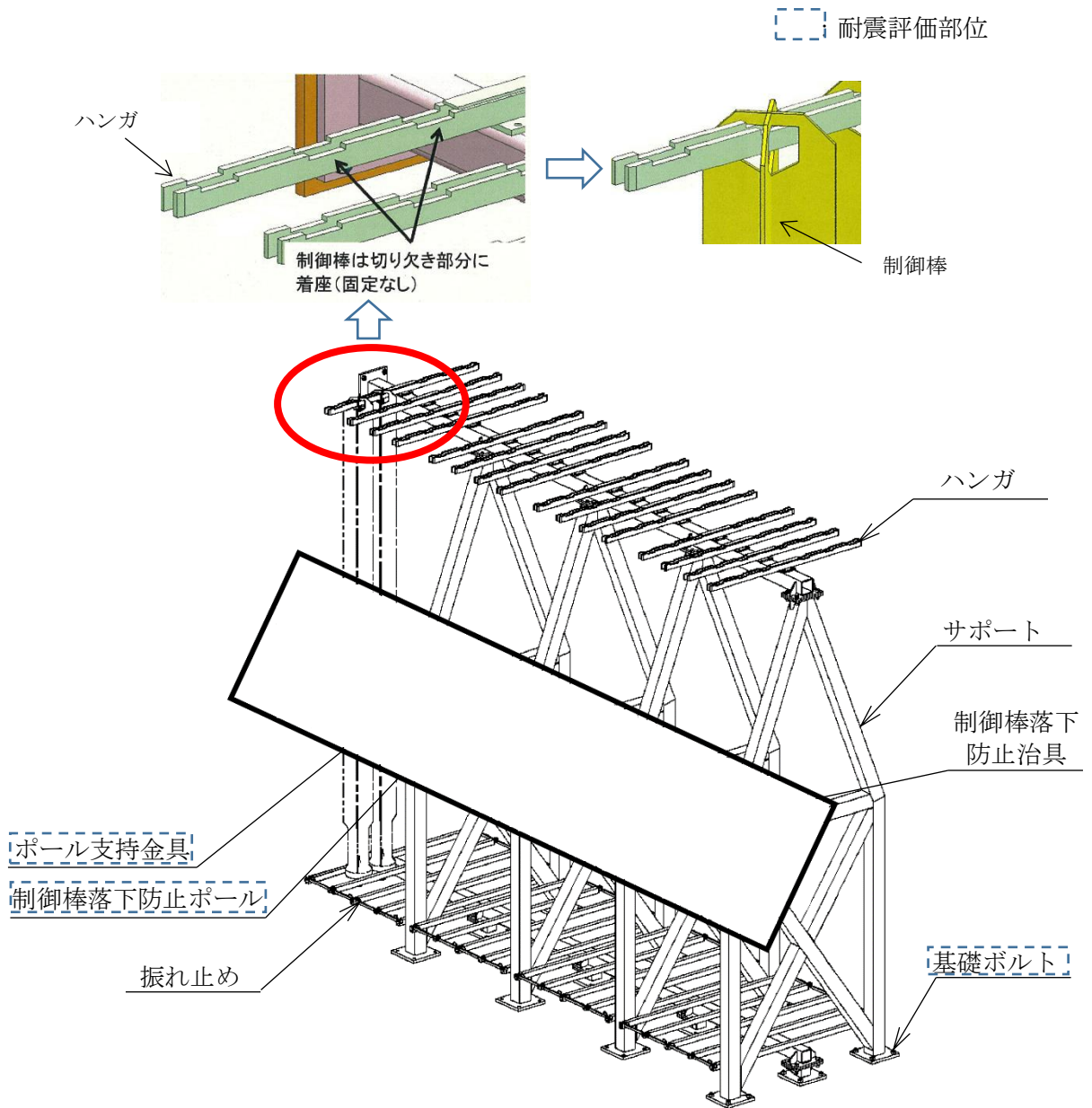


図6-1 落下による影響を考慮する機器の例（制御棒貯蔵ハンガ（自立式））

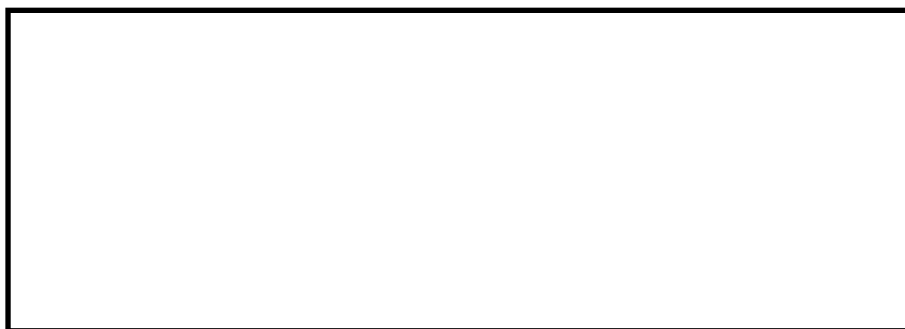


図6-2 制御棒落下防止治具

### (c) 損傷による影響

#### ア. 対象施設

- ・除じん機
- ・循環水ポンプ渦防止板

#### イ. 評価部位選定の考え方

図7に示すとおり、取水槽に設置された下位クラス施設である除じん機は、上位クラス施設である原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプの水路上流側に位置しており、地震により、水中にあるフレーム等が損傷して脱落した場合、下流にある上位クラス施設に衝突して波及的影響を及ぼすおそれがあることから抽出されたものである。また、同じく取水槽に設置された下位クラス施設である循環水ポンプ渦防止板は、上位クラス施設である原子炉補機海水ポンプ及び高圧炉心スプレイ補機海水ポンプに隣接しており、地震により、循環水ポンプ渦防止板が損傷して脱落した場合、上位クラス施設に衝突して波及的影響を及ぼすおそれがあることから抽出されたものである。

#### (ア) 除じん機

除じん機の構造及び評価部位を図8に示す。除じん機のフレームは、横幅が取水槽の水路幅よりも長く、フレームの端部が取水槽の壁の溝に設置したスクリーンガイドに上部から挿入され、フレーム耐震サポートを介して、取水槽壁で除じん機を支持する構造としている。また、フレーム上部はフレーム取付ボルトにより支持されるとともに、フレーム下部はフレーム耐震ピン及びアジャストボルトにより支持される。したがって、フレームの支持機能を有する支持部であり、耐震評価上厳しくなるフレーム取付ボルト、フレーム耐震サポート、フレーム耐震ピン及びアジャストボルトを評価部位として選定する。また、キャリングチェーン及びバケットは、チェーンを介して頭軸及び尾軸（間隔 約 15m）に固定されており、チェーンは流れ方向に対して自由に回転可能であることから十分に柔な構造である。地上部にある頭軸は水路へ落ちることはなく、水路部にある尾軸が損傷しなければキャリングチェーン及びバケットが下流側へ移動することはないため、尾軸取付ボルトを評価部位として選定する。

#### (イ) 循環水ポンプ渦防止板

循環水ポンプ渦防止板の構造及び評価部位を図9に示す。循環水ポンプ渦防止板の評価部位として設備を構成する鋼板、支持梁、ブラケット、取付ボルト（①及び②）及び基礎ボルトを選定する。

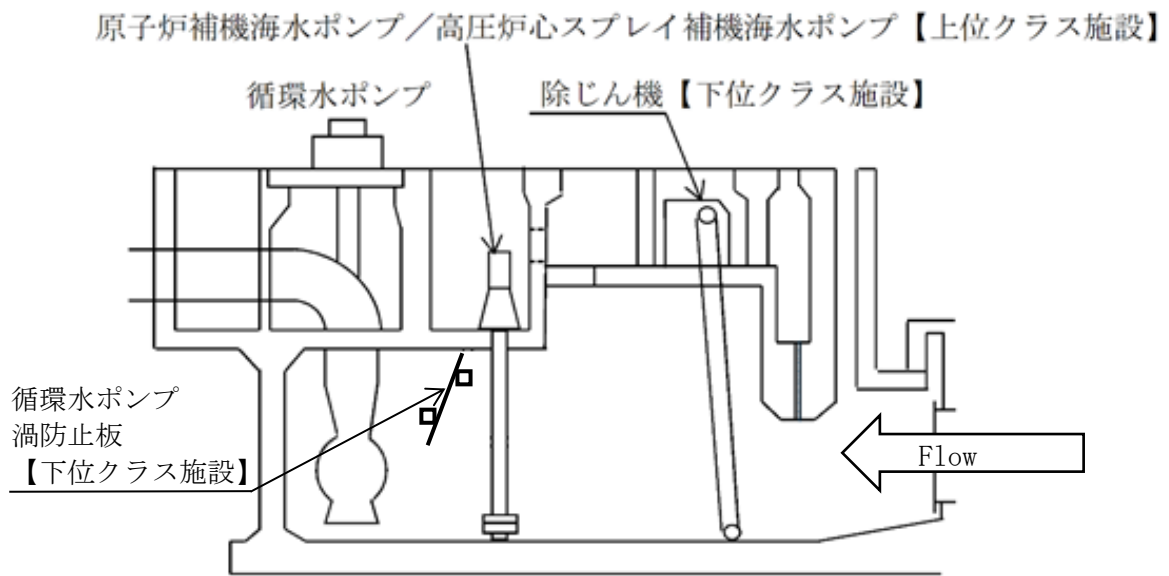


図7 取水槽内における除じん機及び循環水ポンプ渦防止板と上位クラス施設の位置関係

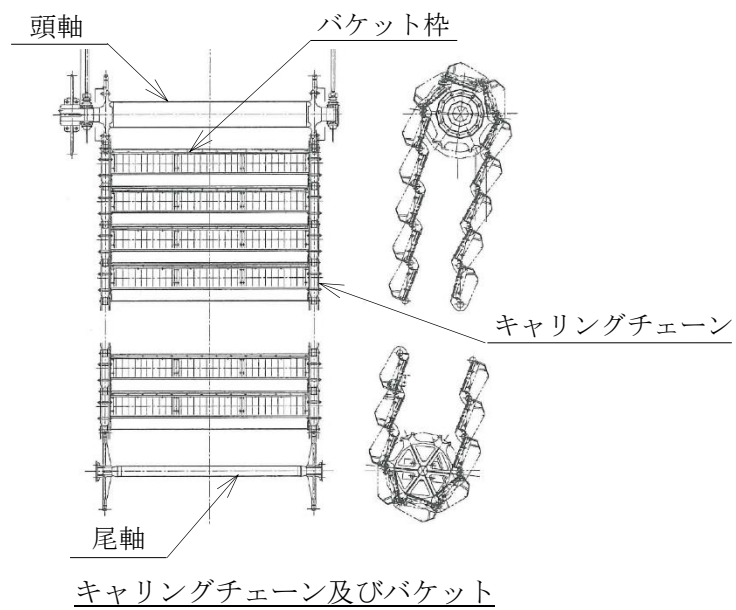
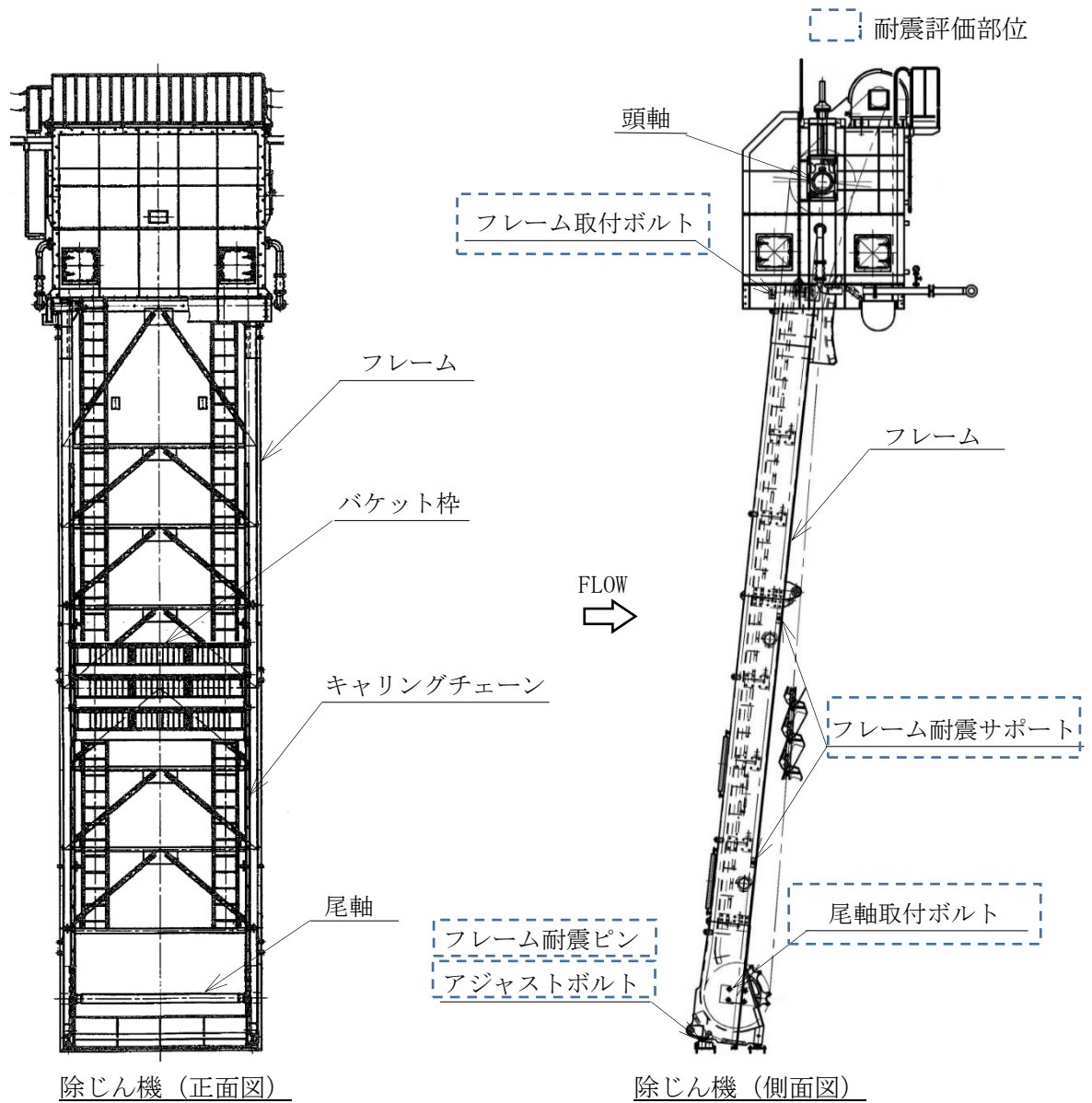
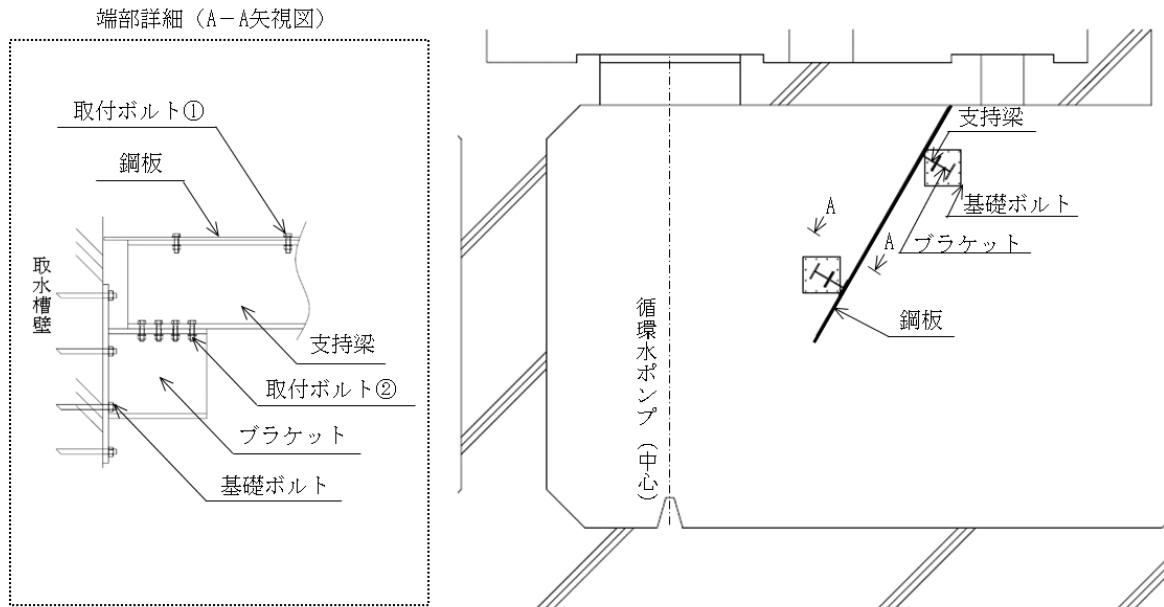


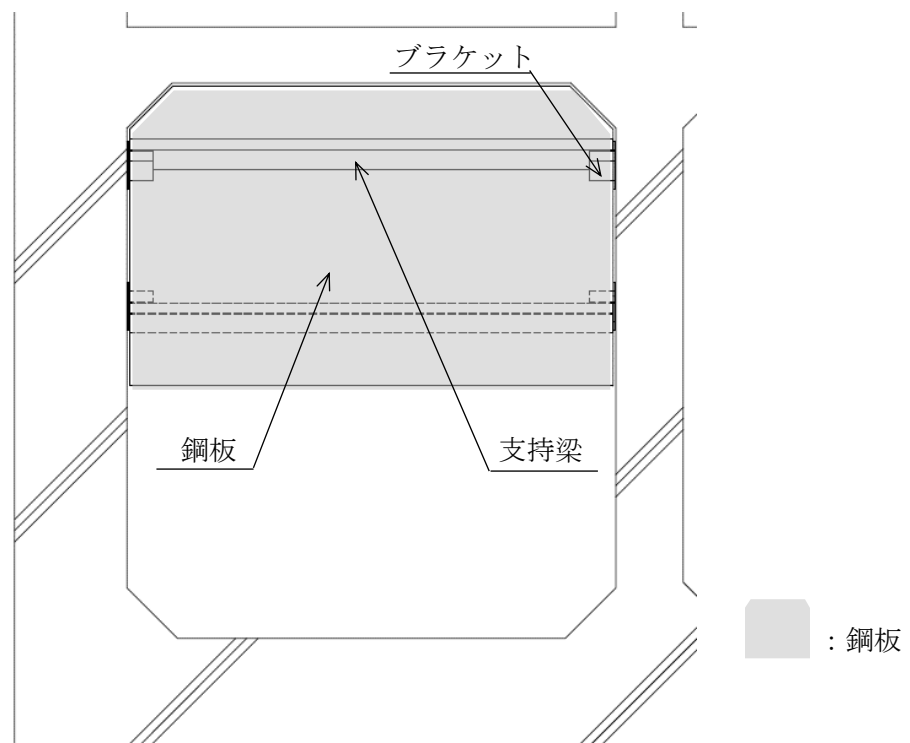
図8 損傷による影響を考慮する機器 (除じん機) (1/2)







(取水槽断面図)



(取水槽正面図)

図9 損傷による影響を考慮する機器 (循環水ポンプ渦防止板)

b. 配管系（ダクト含む）

(a) 転倒・落下による影響

ア. 対象施設

- ・循環水系配管
- ・タービン補機海水系配管
- ・給水系配管
- ・タービンヒータドレン系配管
- ・復水輸送系配管
- ・復水系配管
- ・消火系配管
- ・主排気ダクト
- ・液体廃棄物処理系配管
- ・床ドレン系配管

イ. 評価部位選定の考え方

配管系の転倒・落下による波及的影響を生じる要因は、2か所での全周破断のような管本体の損傷及び支持構造物の損傷による支持機能の喪失であることから、管本体及び支持構造物を評価部位として選定する。

基準地震動  $S_s$  による地震力に対して、波及的影響防止の観点で配管系の構造健全性を確保する範囲（ $S_s$  機能維持範囲）を図 10 に示す。配管系の  $S_s$  機能維持範囲は、配管の主要な応答方向が軸直角方向であることを踏まえつつ、支持構造物の構造健全性も考慮して、上位クラス施設の直上だけでなく、直上から第 1 点目の 2 方向拘束点までの範囲（2 方向拘束点含む）とする。

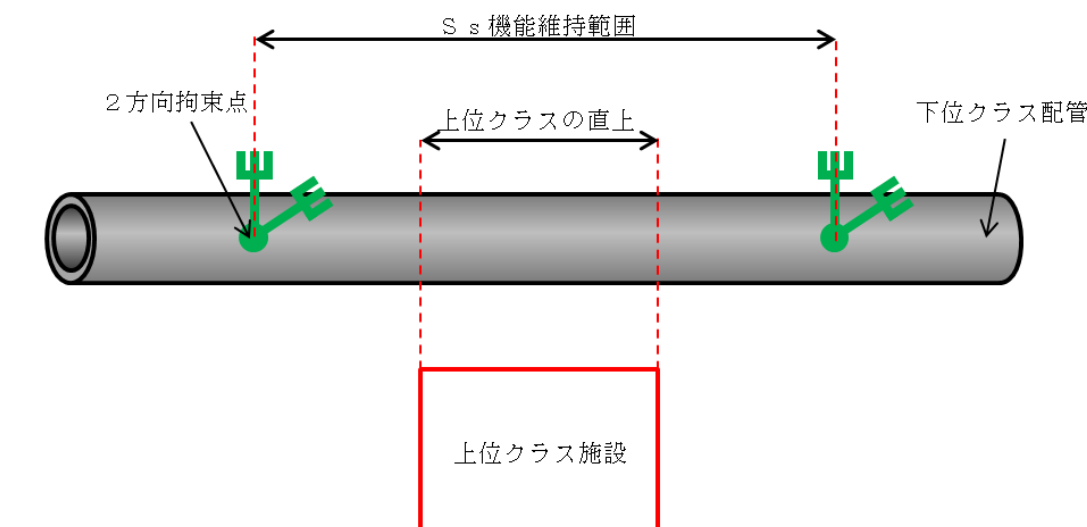


図 10 配管系の波及的影響防止の観点での  $S_s$  機能維持範囲

【凡例】波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出に係る設計の観点  
 ①設置地盤及び地震応答性状の相違等に起因する相対変位又は不等沈下による影響  
 ②耐震重要施設と下位のクラスの施設との接続部における相互影響  
 ③建物内における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響  
   ③-1：転倒による影響， ③-2：落下による影響  
 ④屋外における下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響  
   ④-1：転倒による影響， ④-2：落下による影響， ④-3：損傷による影響

表1 波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の耐震評価における評価部位及び評価項目

下位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出に係る設計の観点	波及的影響を生じる損傷・機能喪失	評価部位	評価項目	(参考) B, Cクラス施設としての評価部位	備考
原子炉浄化系補助熱交換器	② 接続部における相互影響	バウンダリ機能の喪失	胴板	一次応力 (延性破壊) 一次+二次応力 (疲労評価)	胴板 脚 基礎ボルト 追設基礎ボルト	参考図 1
	③-1 転倒による影響	支持機能の喪失	脚 基礎ボルト 追設基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)		
燃料プール冷却ポンプ室冷却機	② 接続部における相互影響	バウンダリ機能の喪失	—*	—	コイルチャンバ 原動機取付ボルト ファン取付ボルト 基礎ボルト 注記*：コイルチャンバは剛性が高く十分な構造強度を有するため、ボルト評価で代表	参考図 2
	③-1 転倒による影響	支持機能の喪失	原動機取付ボルト ファン取付ボルト 基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)		
ガンマ線遮蔽壁	③-1 転倒による影響	主要構造部材の損傷	胴基部 開口集中部	一次応力 (延性破壊)	胴基部 開口集中部	参考図 3
原子炉建物天井クレーン	③-1 転倒による影響 ③-2 落下による影響	主要構造部材の損傷 吊具の保持機能の喪失	クレーン本体ガーダ 落下防止ラグ トロリストoppa ワイヤロープ フック	一次応力 (延性破壊) 浮上り量 吊荷荷重	クレーン本体ガーダ 落下防止ラグ トロリストoppa ワイヤロープ フック レール	参考図 4

下位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出に係る設計の観点	波及的影響を生じる損傷・機能喪失	評価部位	評価項目	(参考) B, Cクラス施設としての評価部位	備考
燃料取替機	③-1 転倒による影響 ③-2 落下による影響	主要構造部材の損傷 吊具の保持機能の喪失	構造物フレーム 脱線防止ラグ レール ワイヤロープ 先端金具	一次応力 (延性破壊) 吊荷荷重	構造物フレーム 脱線防止ラグ レール ワイヤロープ 先端金具	参考図 5
制御棒貯蔵ハンガ (自立式)	③-1 転倒による影響	支持機能の喪失	基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	<自立式> 基礎ボルト ハンガ部 (ハンガ, 取付ボルト) サポート 振れ止め  <壁掛け式> ハンガ 振れ止め 基礎ボルト	参考図 6
	③-2 落下による影響	制御棒の保持機能の喪失	制御棒落下防止ポール ポール支持金具	一次応力 (延性破壊)		
チャンネル着脱装置	③-1 転倒による影響	支持機能の喪失	固定ボルト	一次応力 (延性破壊)	固定ボルト ガイドレール カート ローラチェーン	参考図 7
	③-2 落下による影響	主要構造部材の損傷 吊具の保持機能の喪失	ガイドレール カート ローラチェーン	一次応力 (延性破壊) 吊荷荷重		

下位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出に係る設計の観点	波及的影響を生じる損傷・機能喪失	評価部位	評価項目	(参考) B, Cクラス施設としての評価部位	備考
耐火障壁	③-1 転倒による影響	主要構造部材の損傷 支持機能の喪失	フレーム部材 基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	フレーム部材 基礎ボルト	参考図 8-1 8-2
中央制御室天井設置設備 (中央制御室天井照明)	③-2 落下による影響	主要構造部材の損傷 支持機能の喪失	支持鋼材 補強斜材 補強材 基礎ボルト 継手ボルト 照明ボルト	一次応力 (延性破壊)	支持鋼材 補強斜材 補強材 基礎ボルト 継手ボルト 照明ボルト	参考図 9-1 9-2
中央制御室天井設置設備 (排煙ダクト)	③-2 落下による影響	ダクト本体の損傷	ダクト本体	座屈	ダクト本体 支持構造物	参考図 9-3
		支持機能の喪失	支持構造物	一次応力 (延性破壊)		
中央制御室天井設置設備 (防煙垂れ壁)	③-2 落下による影響	主要構造部材の損傷 支持機能の喪失	フレーム部材 基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	フレーム部材 基礎ボルト	参考図 9-4
チャンネル取扱ブーム	③-1 転倒による影響	支持機能の喪失	基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	基礎ボルト ブーム 固定ポスト 回転ポスト	参考図 10
	③-2 落下による影響	主要構造部材の損傷	ブーム 固定ポスト 回転ポスト	一次応力 (延性破壊)		
循環水系配管	③-1 転倒による影響	管本体の損傷	管本体	一次応力 (延性破壊)	管本体 支持構造物	
		支持機能の喪失	支持構造物	一次+二次応力 (疲労評価)		
タービン補機海水系配管	③-2 落下による影響	管本体の損傷	管本体	一次応力 (延性破壊)	管本体 支持構造物	
	④-2 落下による影響	支持機能の喪失	支持構造物	一次+二次応力 (疲労評価)		

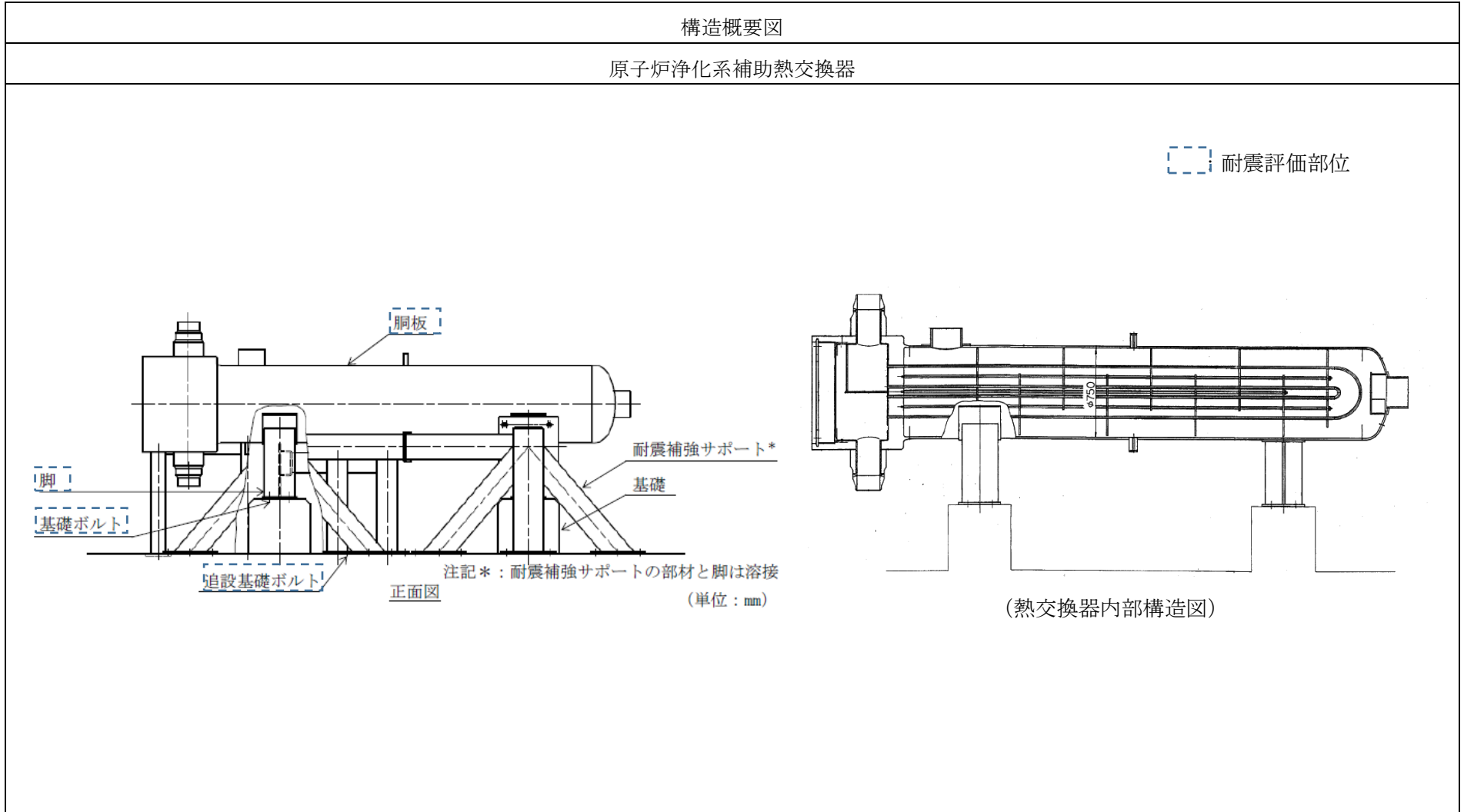
下位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出に係る設計の観点	波及的影響を生じる損傷・機能喪失	評価部位	評価項目	(参考) B, Cクラス施設としての評価部位	備考
給水系配管	③-2 落下による影響	管本体の損傷	管本体	一次応力 (延性破壊) 一次+二次応力 (疲労評価)	管本体 支持構造物	
		支持機能の喪失	支持構造物			
タービンヒータドレン系配管	③-2 落下による影響	管本体の損傷	管本体	一次応力 (延性破壊) 一次+二次応力 (疲労評価)	管本体 支持構造物	
		支持機能の喪失	支持構造物			
タービン補機冷却系熱交換器	③-1 転倒による影響	支持機能の喪失	脚 基礎ボルト 追設基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	胴板 脚 追設基礎ボルト	参考図 11
復水輸送系配管	③-2 落下による影響	管本体の損傷	管本体	一次応力 (延性破壊) 一次+二次応力 (疲労評価)	管本体 支持構造物	
		支持機能の喪失	支持構造物			
復水系配管	③-2 落下による影響	管本体の損傷	管本体	一次応力 (延性破壊) 一次+二次応力 (疲労評価)	管本体 支持構造物	
		支持機能の喪失	支持構造物			
グラウンド蒸気排ガスフィルタ	③-1 転倒による影響	支持機能の喪失	脚 基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	胴板 脚 基礎ボルト	参考図 12
格納容器空気置換排風機	③-1 転倒による影響	支持機能の喪失	取付ボルト 基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	取付ボルト 基礎ボルト	参考図 13
消火系配管	③-2 落下による影響	管本体の損傷	管本体	一次応力 (延性破壊) 一次+二次応力 (疲労評価)	管本体 支持構造物	
		支持機能の喪失	支持構造物			
廃棄物処理建物排気処理装置	③-1 転倒による影響	支持機能の喪失	基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	基礎ボルト	参考図 14

下位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出に係る設計の観点	波及的影響を生じる損傷・機能喪失	評価部位	評価項目	(参考) B, Cクラス施設としての評価部位	備考
液体廃棄物処理系配管	③-2 落下による影響	管本体の損傷	管本体	一次応力 (延性破壊) 一次+二次応力 (疲労評価)	管本体 支持構造物	
		支持機能の喪失	支持構造物			
床ドレン系配管	③-2 落下による影響	管本体の損傷	管本体	一次応力 (延性破壊) 一次+二次応力 (疲労評価)	管本体 支持構造物	
		支持機能の喪失	支持構造物			
取水槽ガントリクレーン	④-1 転倒による影響 ④-2 落下による影響	主要構造部材の損傷 吊具の保持機能の喪失	ガーダ 脚 脚下部継ぎ 転倒防止装置 トロリストopp レール ワイヤロープ フック	一次応力 (延性破壊) 吊荷荷重	ガーダ 脚 脚下部継ぎ 転倒防止装置 トロリストopp レール ワイヤロープ フック	参考図 15
除じん機	④-3 損傷による影響	支持機能の喪失	フレーム取付ボルト フレーム耐震サポート 尾軸取付ボルト フレーム耐震ピン アジャストボルト	一次応力 (延性破壊)	フレーム取付ボルト フレーム耐震サポート 尾軸取付ボルト フレーム耐震ピン アジャストボルト	参考図 16
タービン補機海水ストレナー	④-1 転倒による影響	支持機能の喪失	スカート 基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	胴板 スカート 基礎ボルト	参考図 17

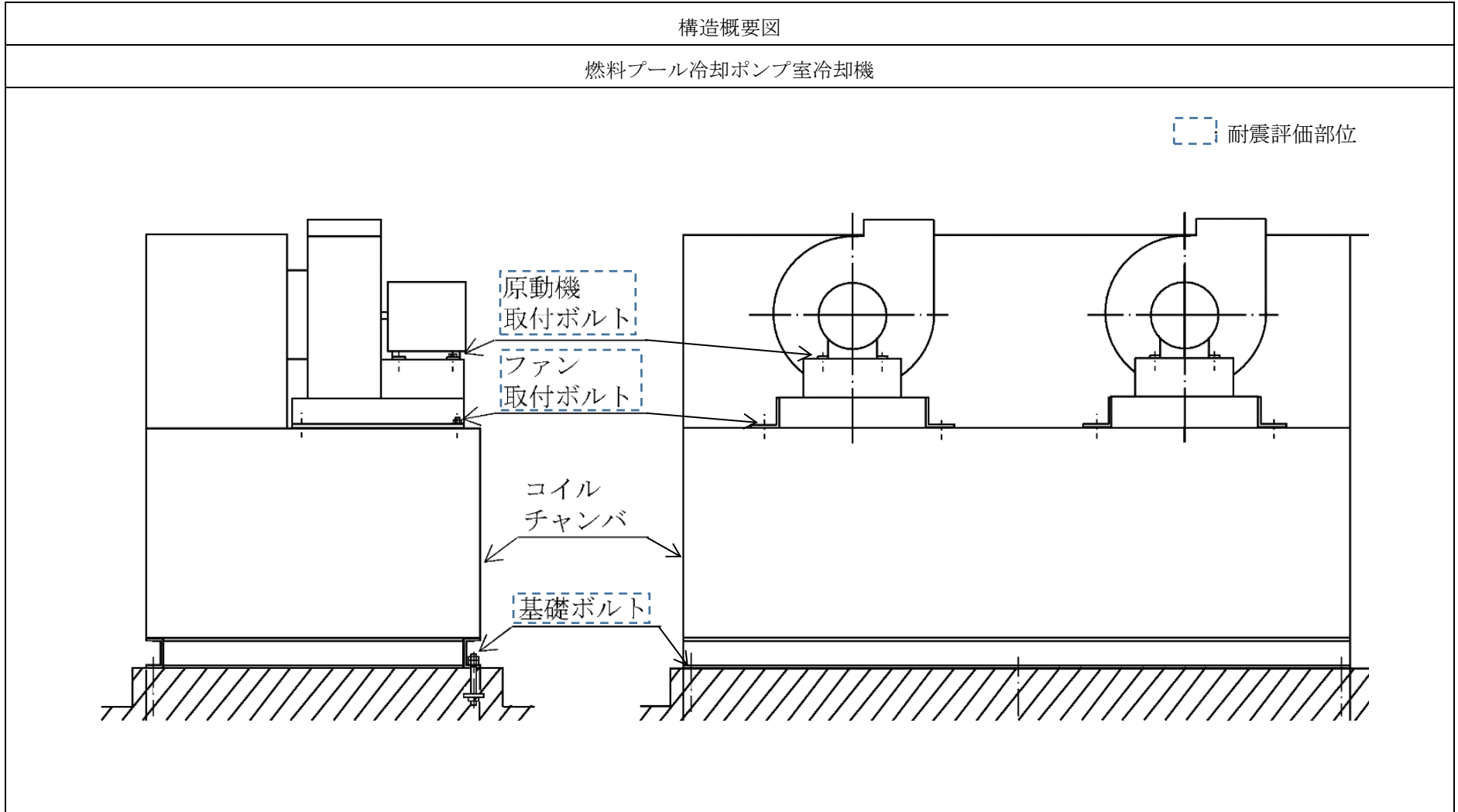


下位クラス施設	波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出に係る設計の観点	波及的影響を生じる損傷・機能喪失	評価部位	評価項目	(参考) B, Cクラス施設としての評価部位	備考
主排気ダクト	④-1 転倒による影響 ④-2 落下による影響	ダクト本体の損傷	ダクト本体	座屈	ダクト本体 支持構造物	
		支持機能の喪失	支持構造物	一次応力 (延性破壊) 一次+二次応力 (疲労評価)		
高光度航空障害灯 管制器	④-1 転倒による影響	支持機能の喪失	基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	基礎ボルト	参考図 18
建物開口部竜巻 防護対策設備	④-2 落下による影響	主要構造部材の損傷 支持機能の喪失	フレーム部材 アンカーボルト	一次応力 (延性破壊)	フレーム部材 アンカーボルト	参考図 19
循環水ポンプ渦防 止板	④-3 損傷による影響	支持機能の喪失	鋼板 支持梁 ブラケット 取付ボルト① 取付ボルト② 基礎ボルト	一次応力 (延性破壊)	鋼板 支持梁 ブラケット 取付ボルト① 取付ボルト② 基礎ボルト	参考図 20

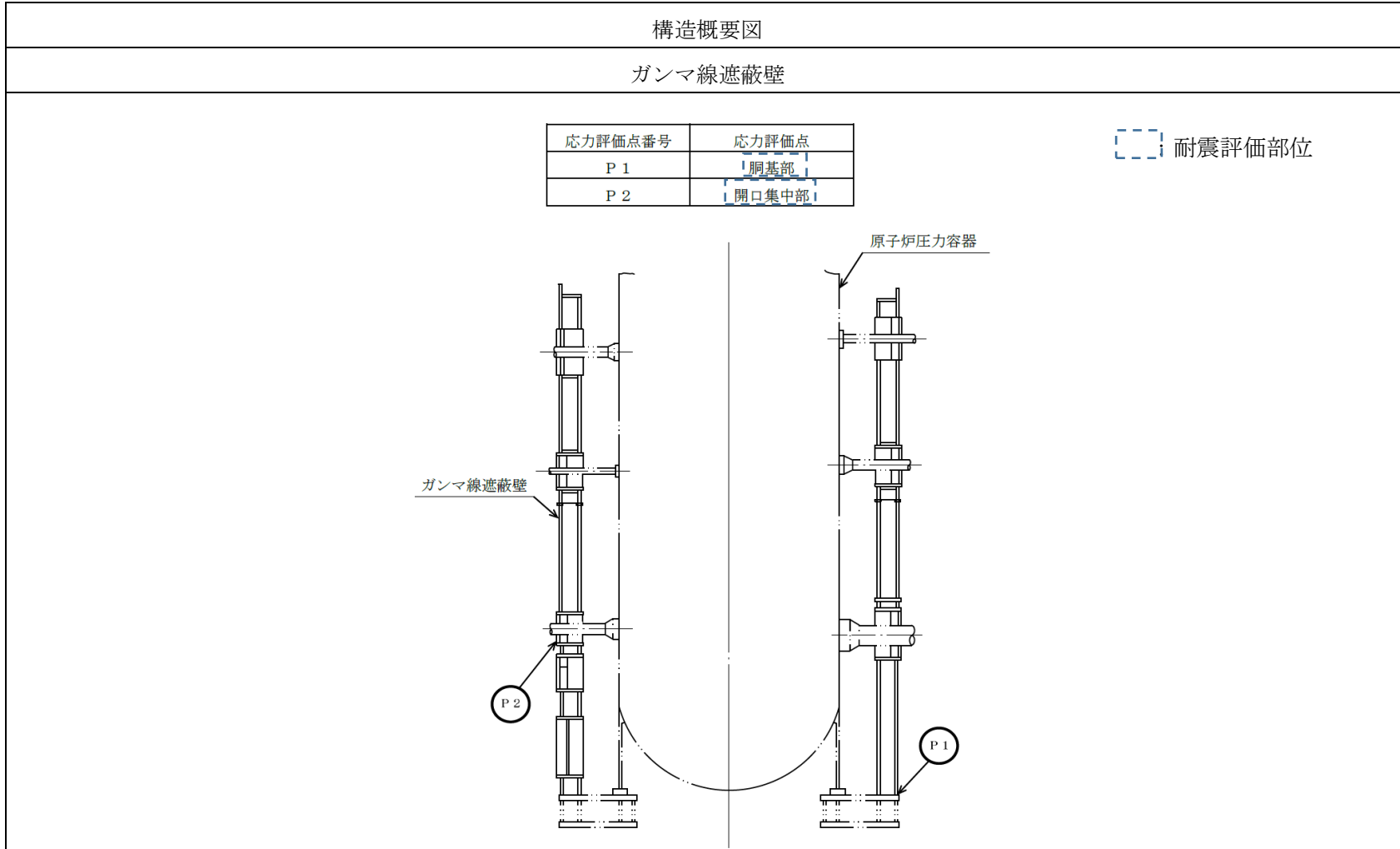
参考図 1



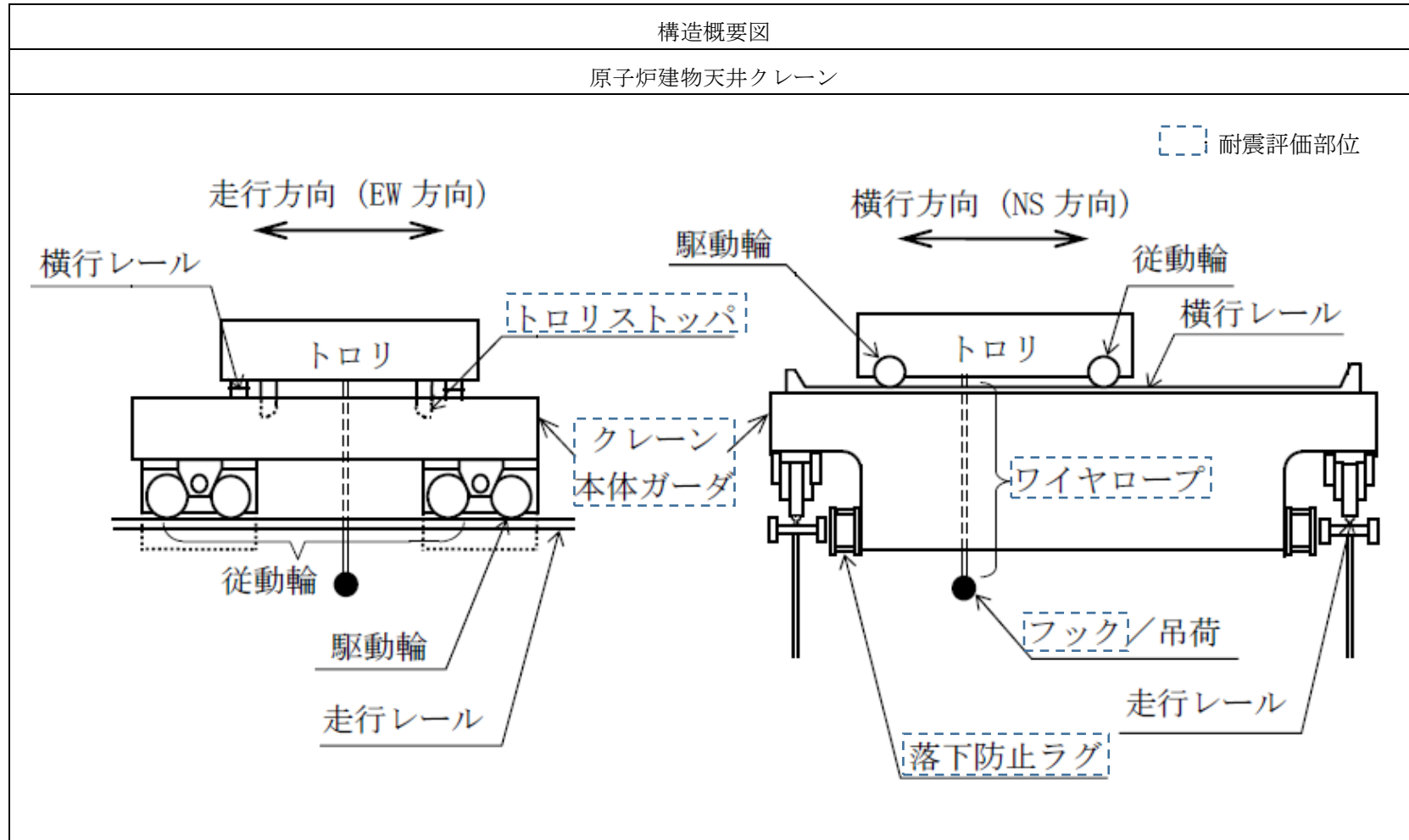
参考図 2



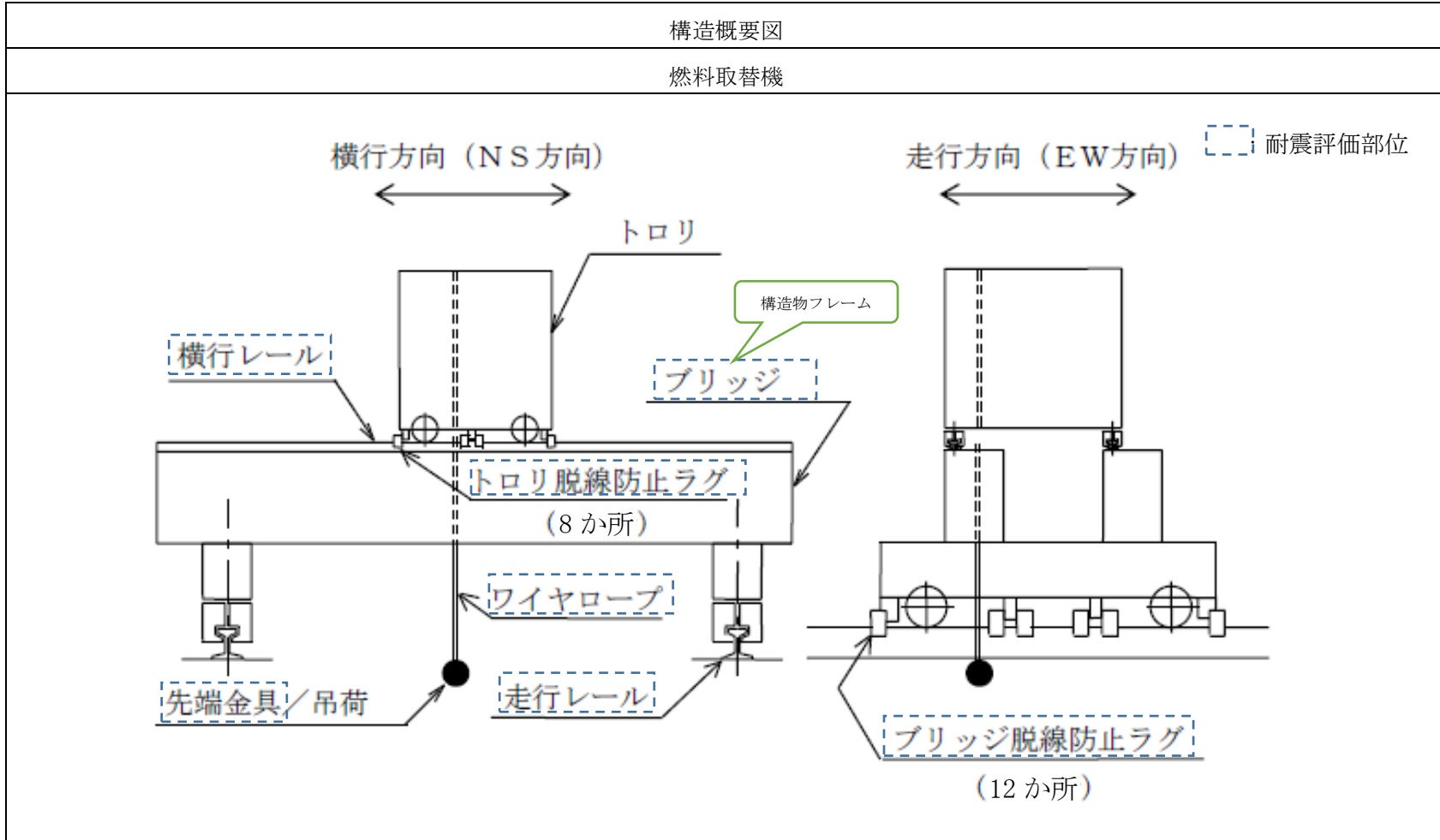
参考図 3



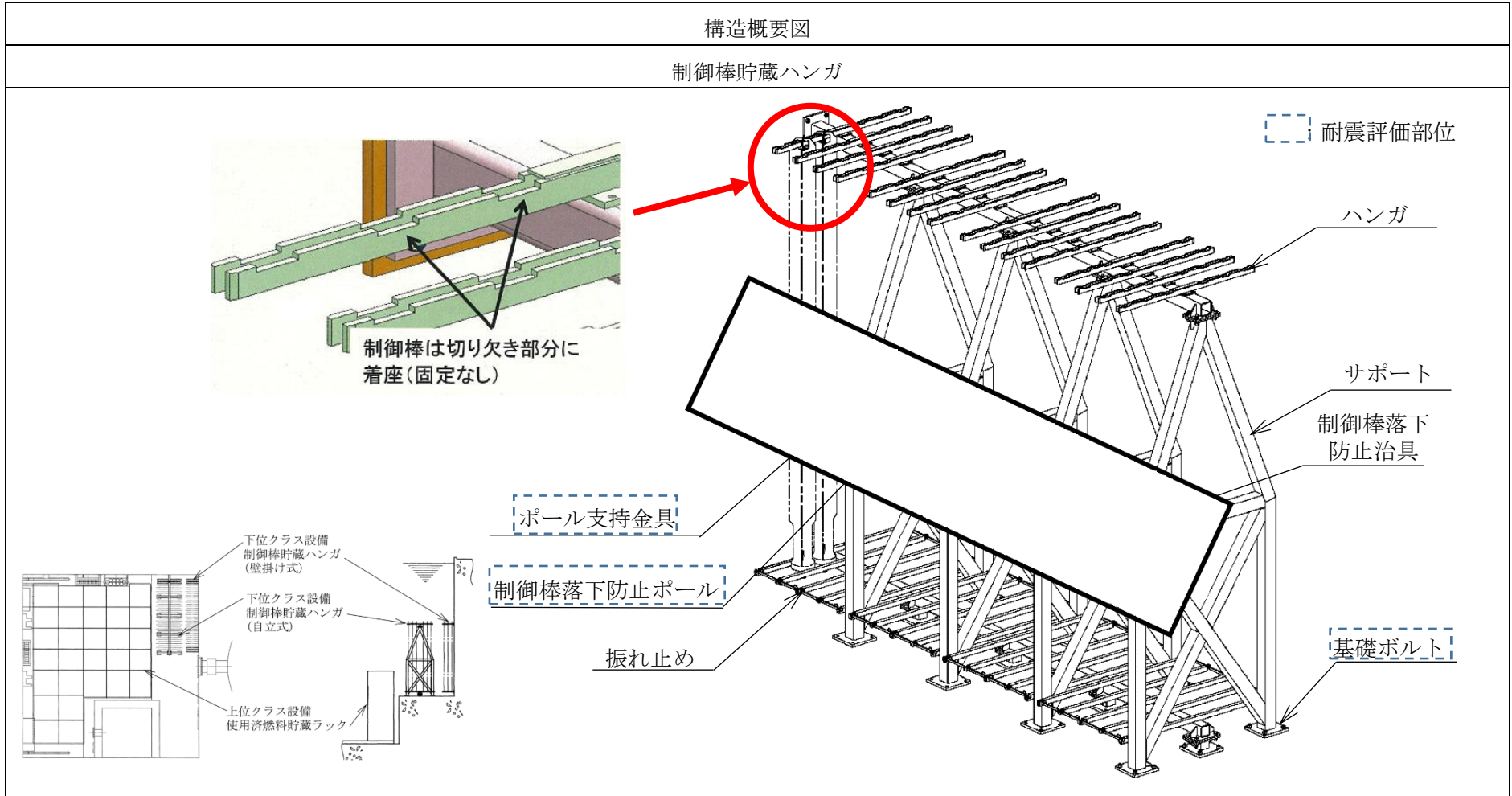
参考図 4



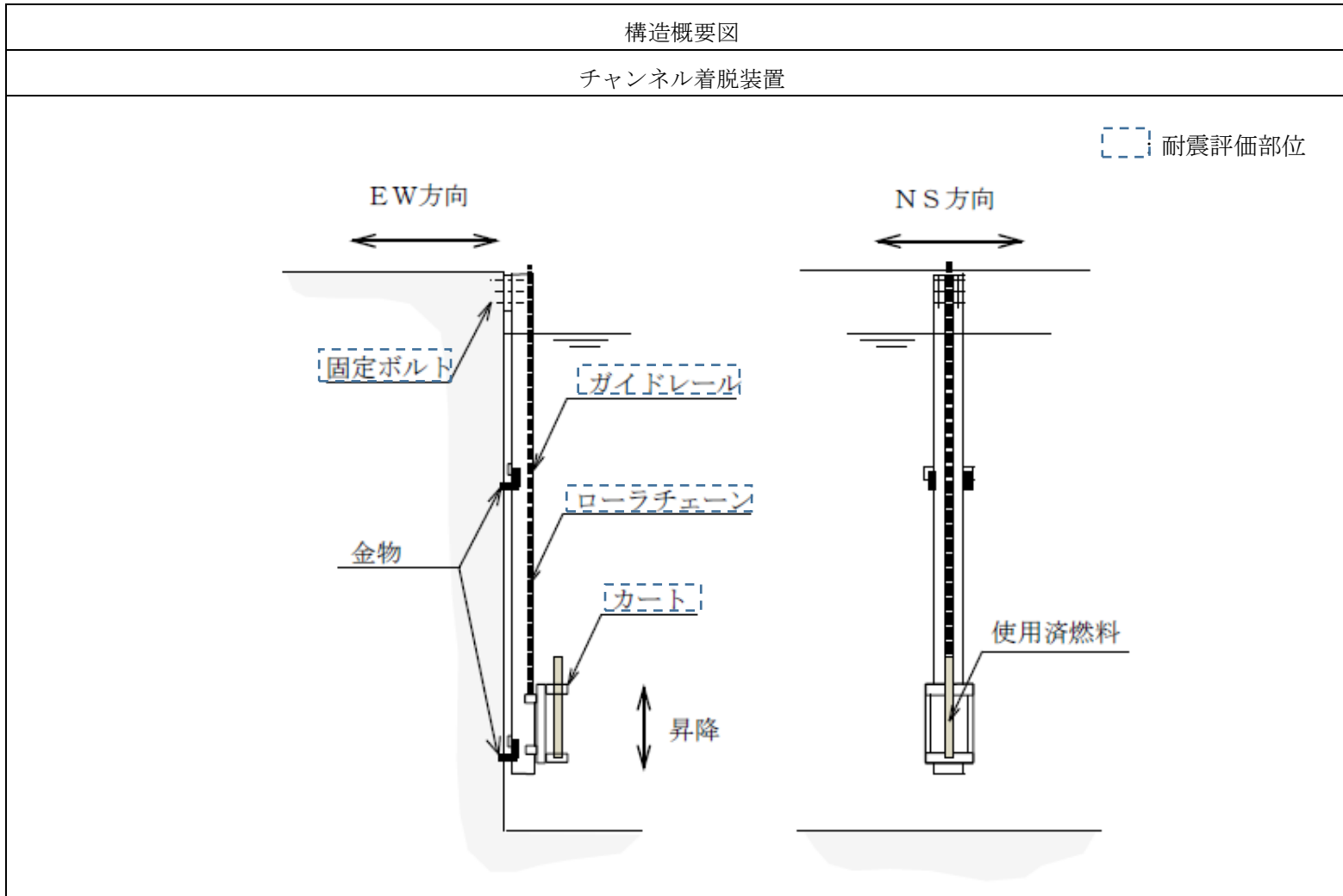
参考図 5



参考図 6

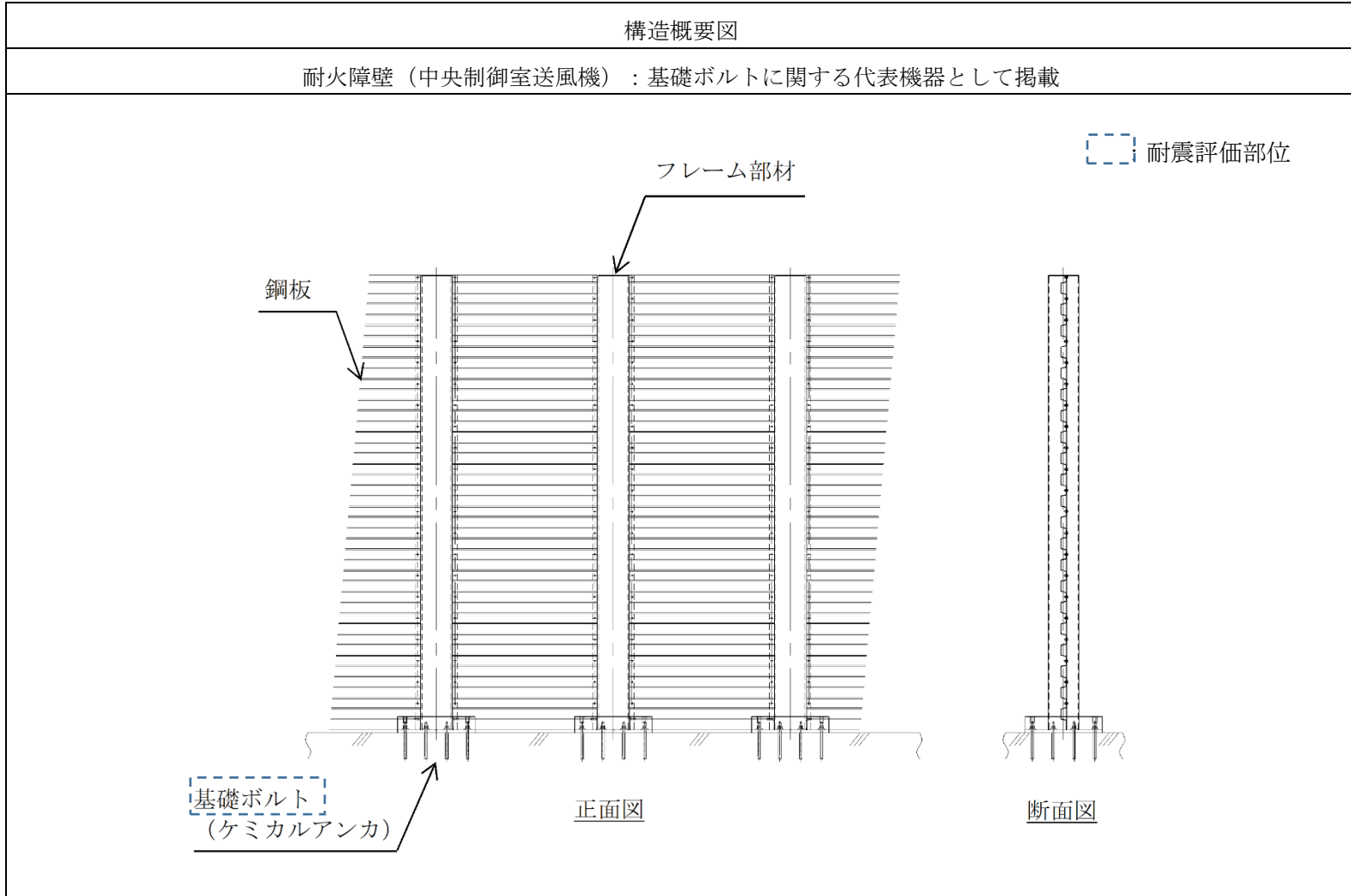


参考図 7

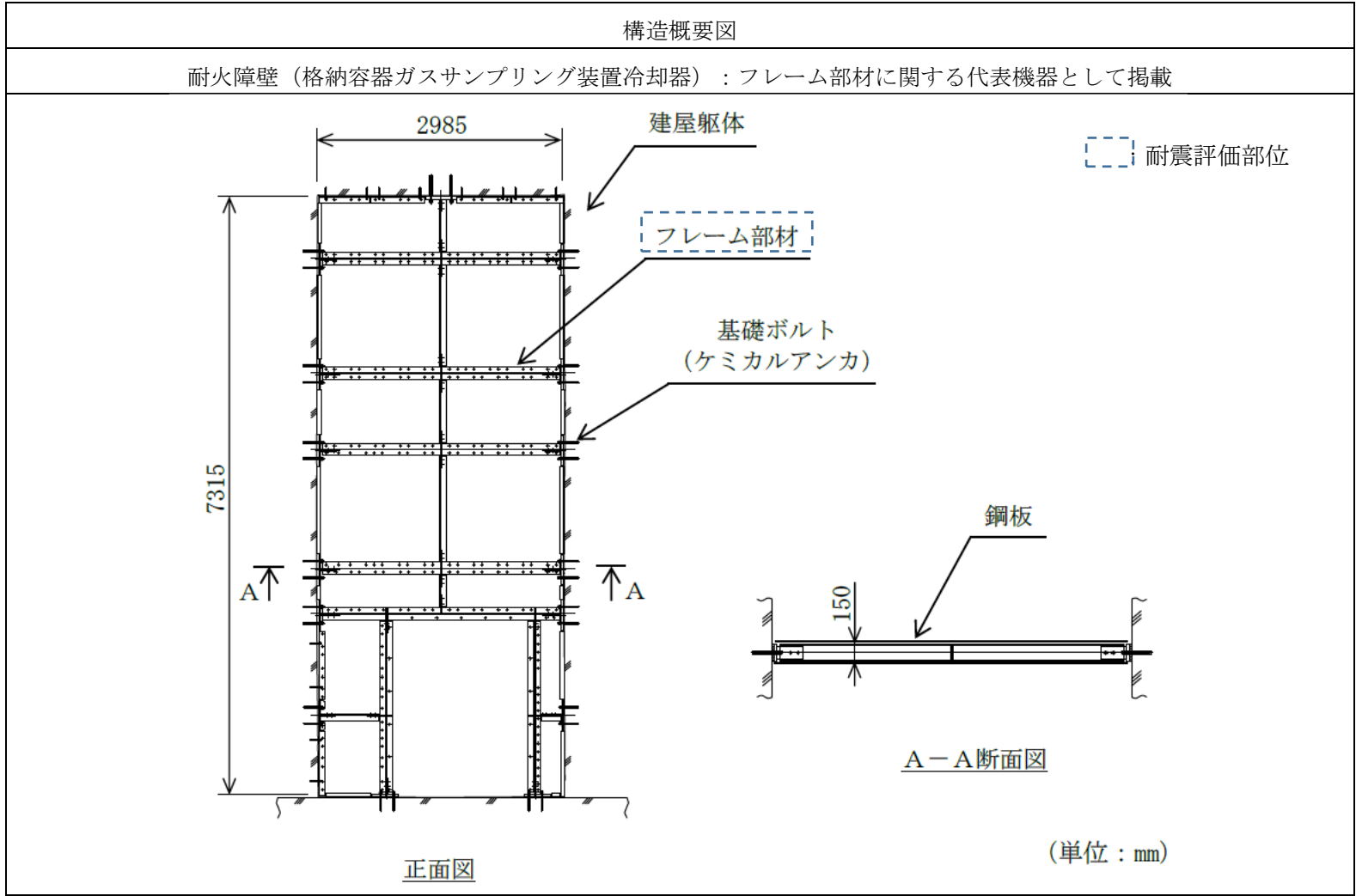




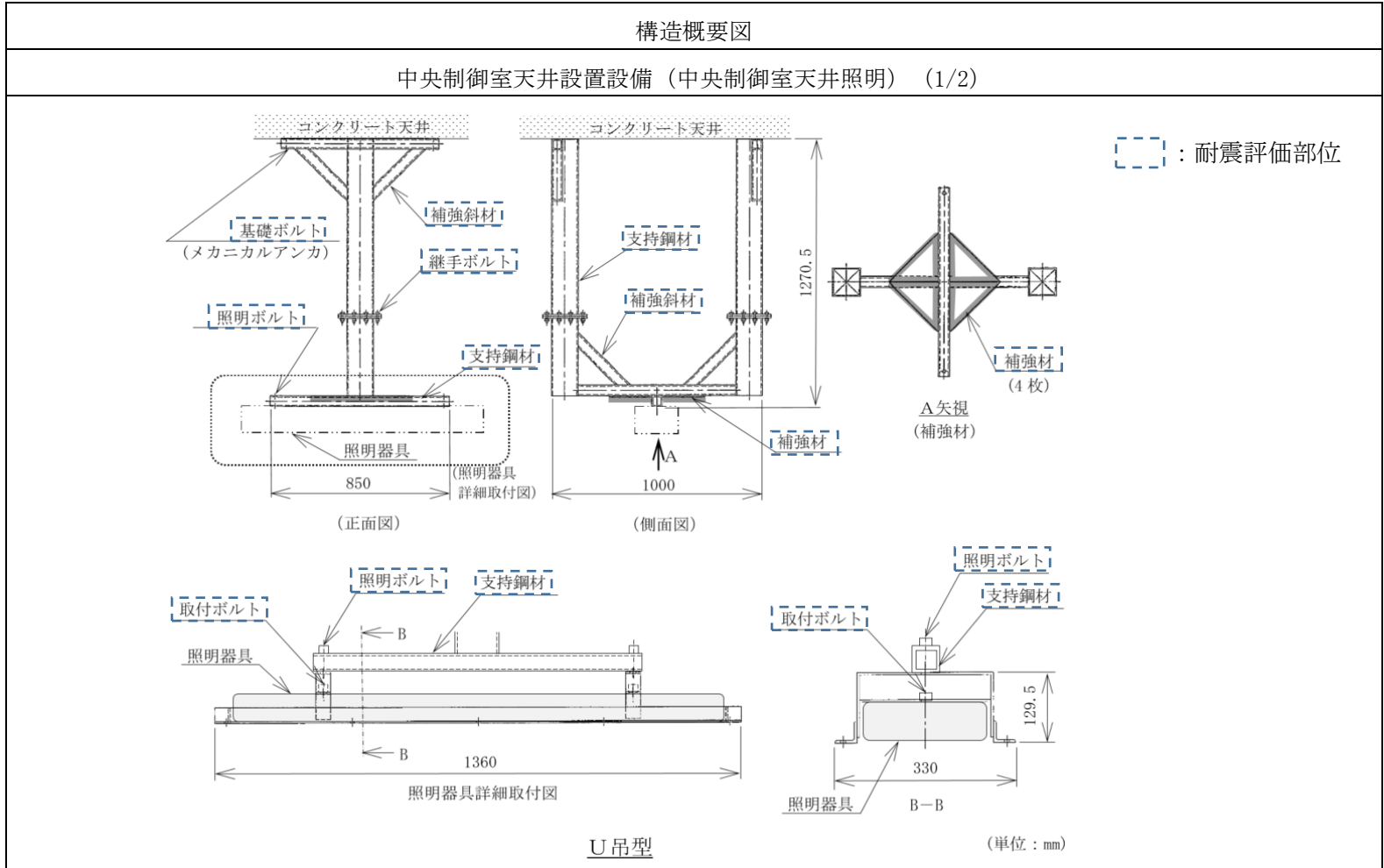
参考図 8-1



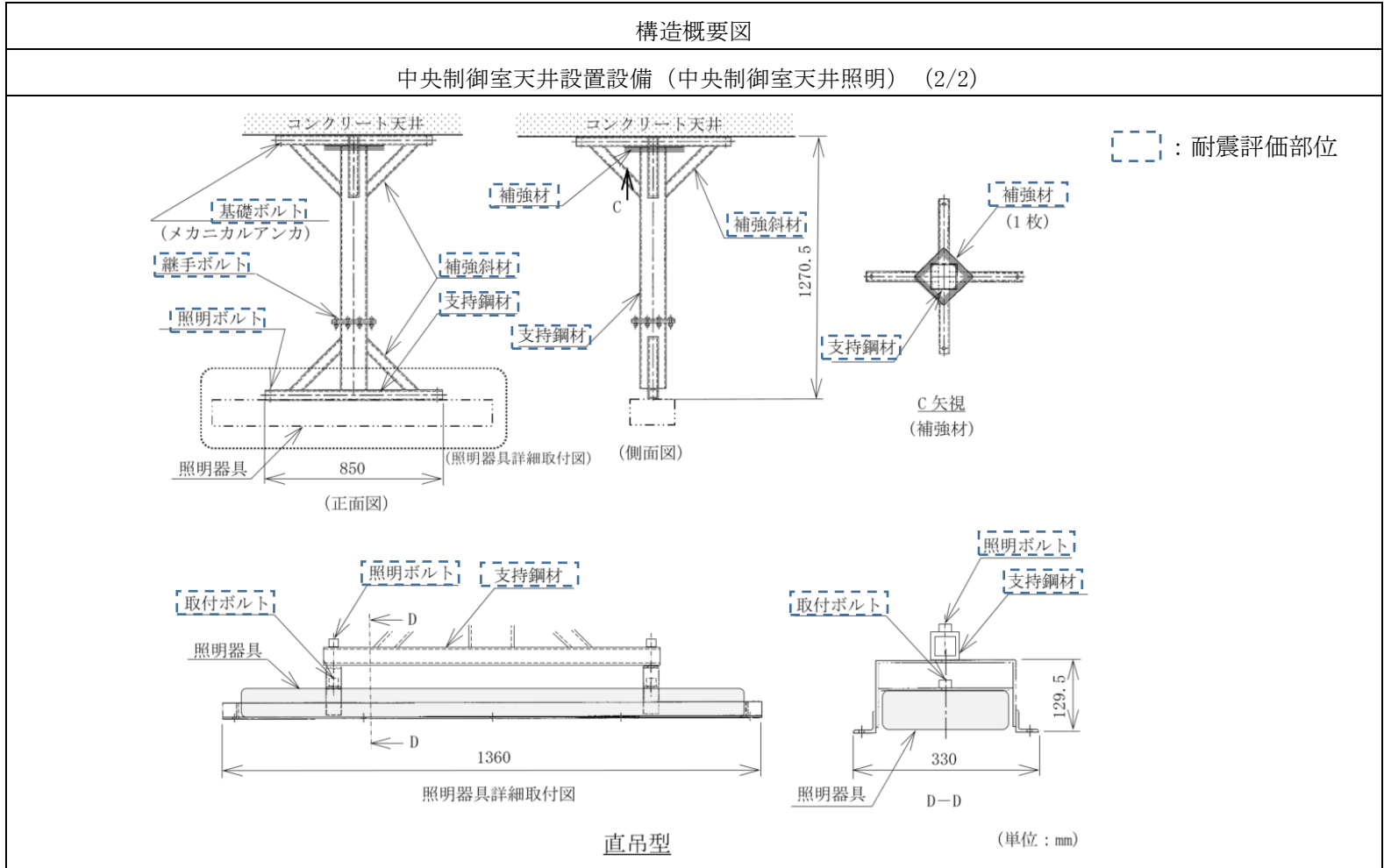
参考図 8-2



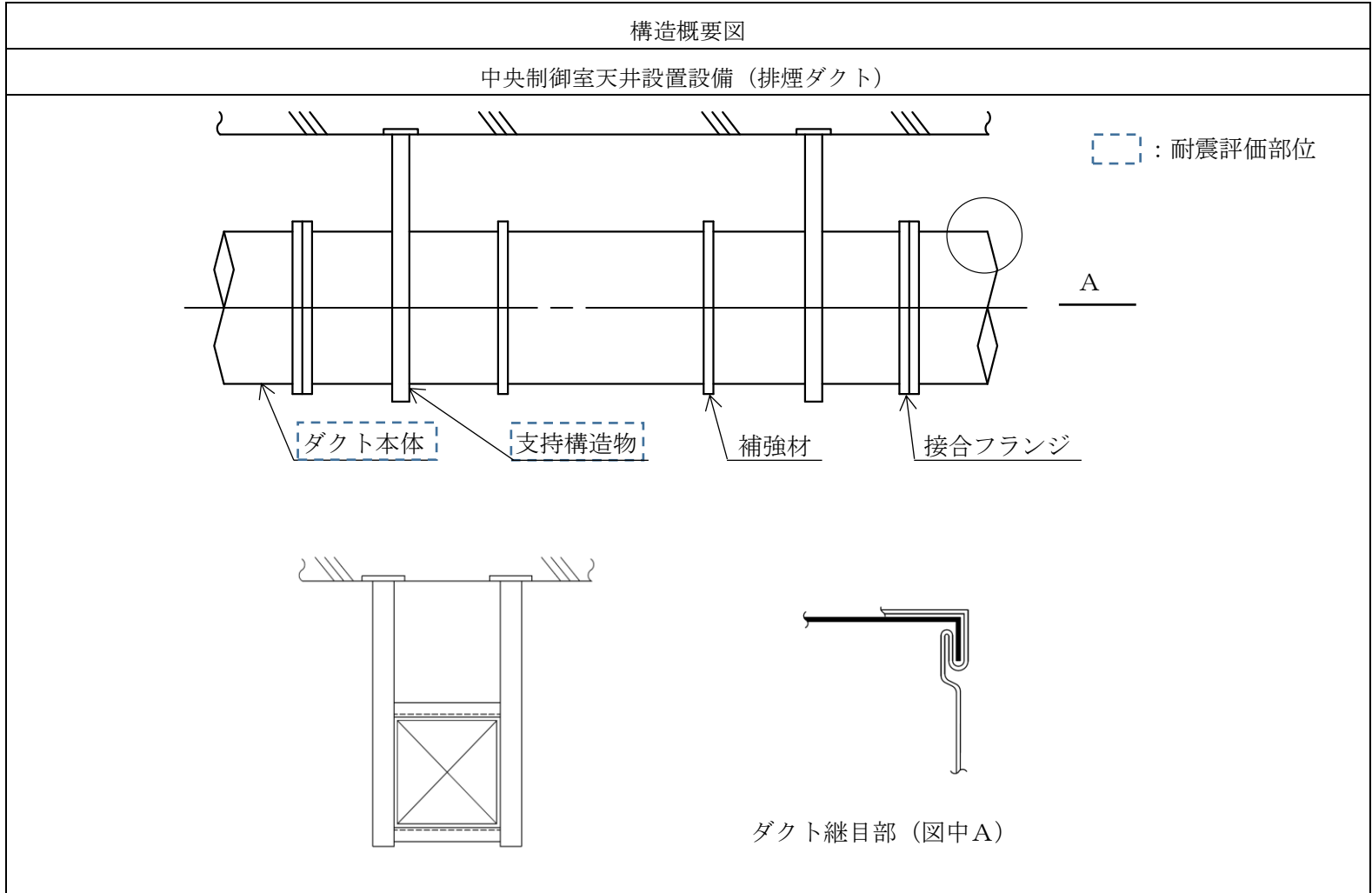
参考図 9-1



参考図 9-2



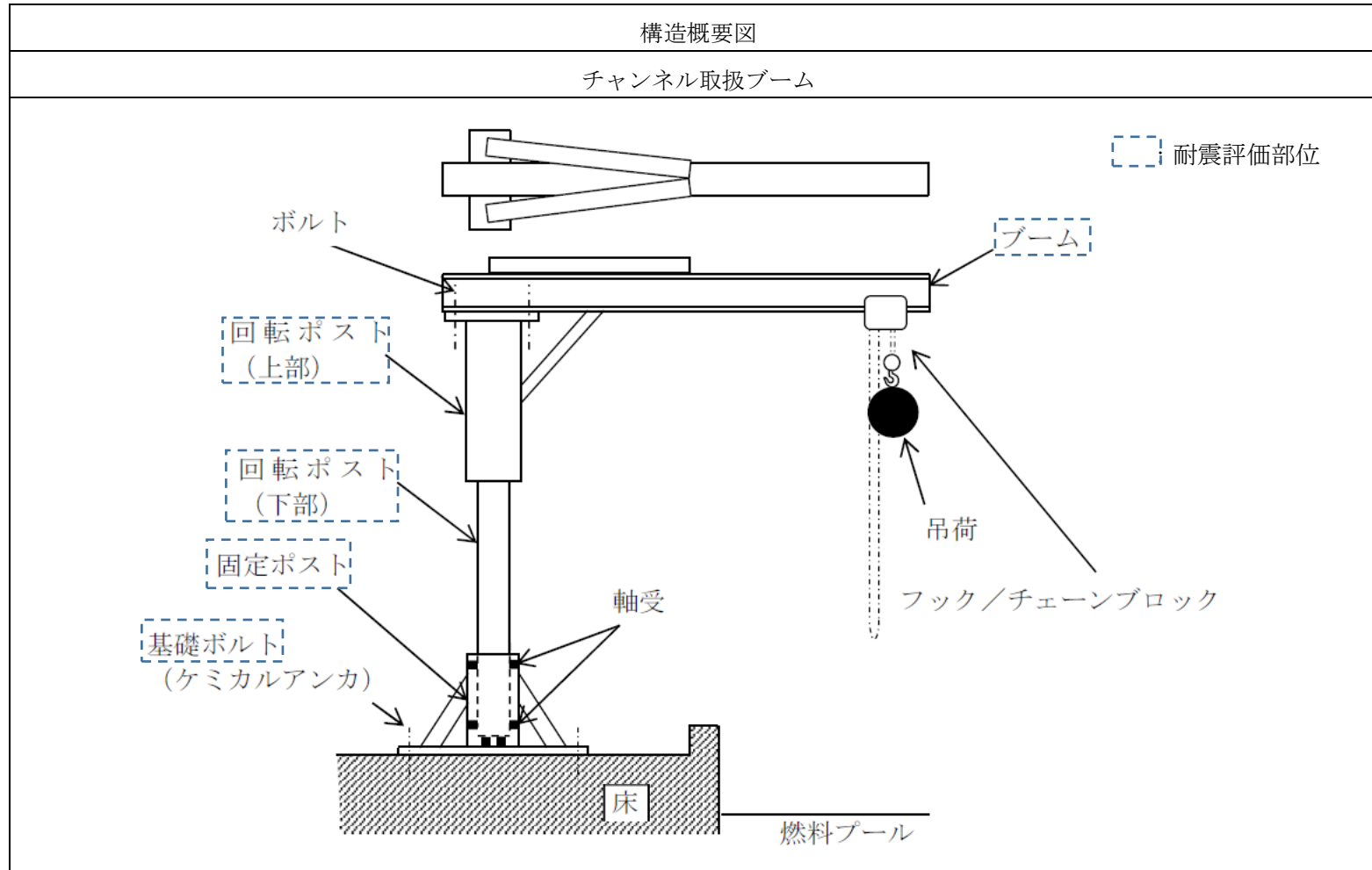
参考図 9-3



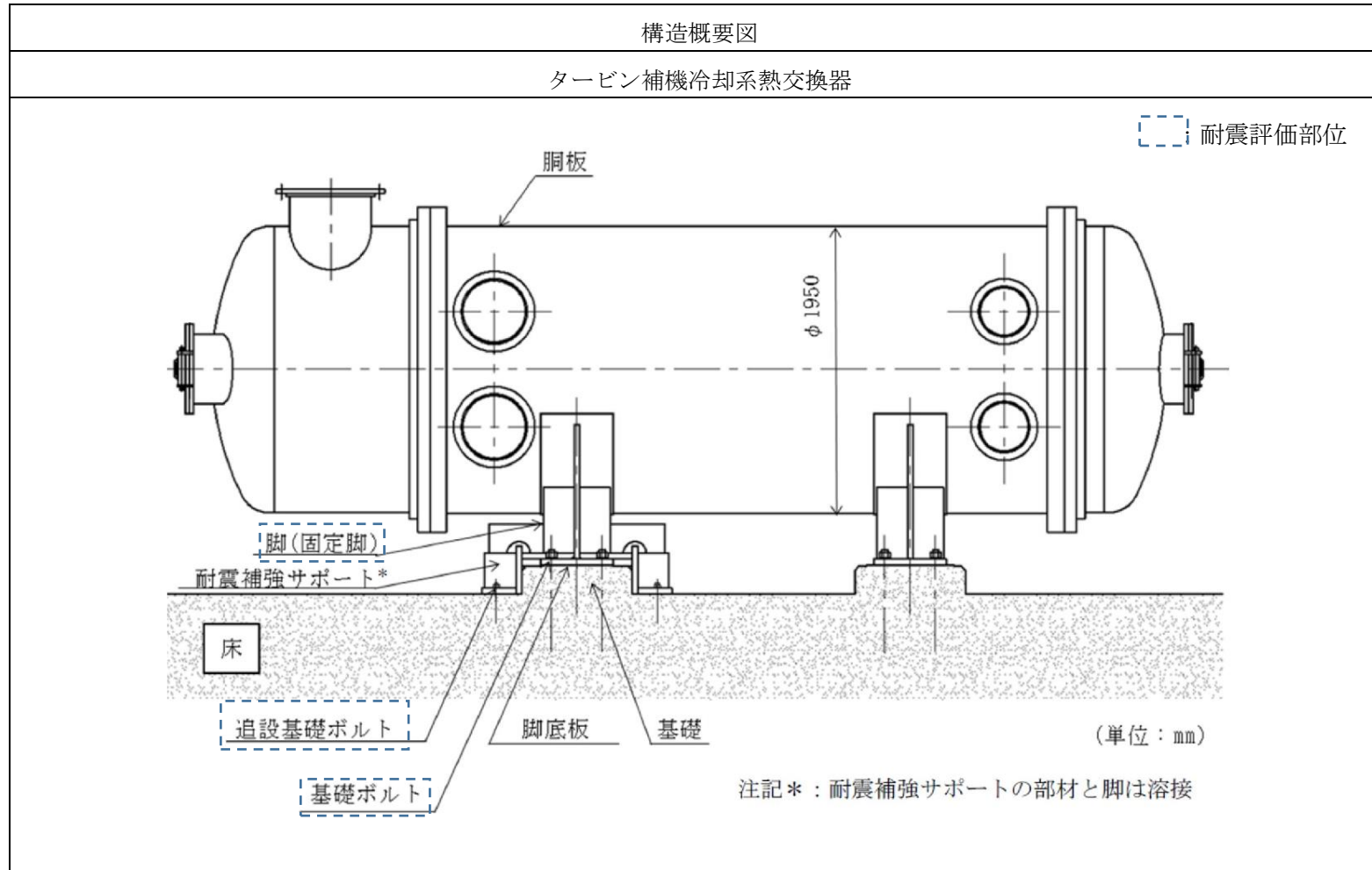
参考図 9-4



参考図 10

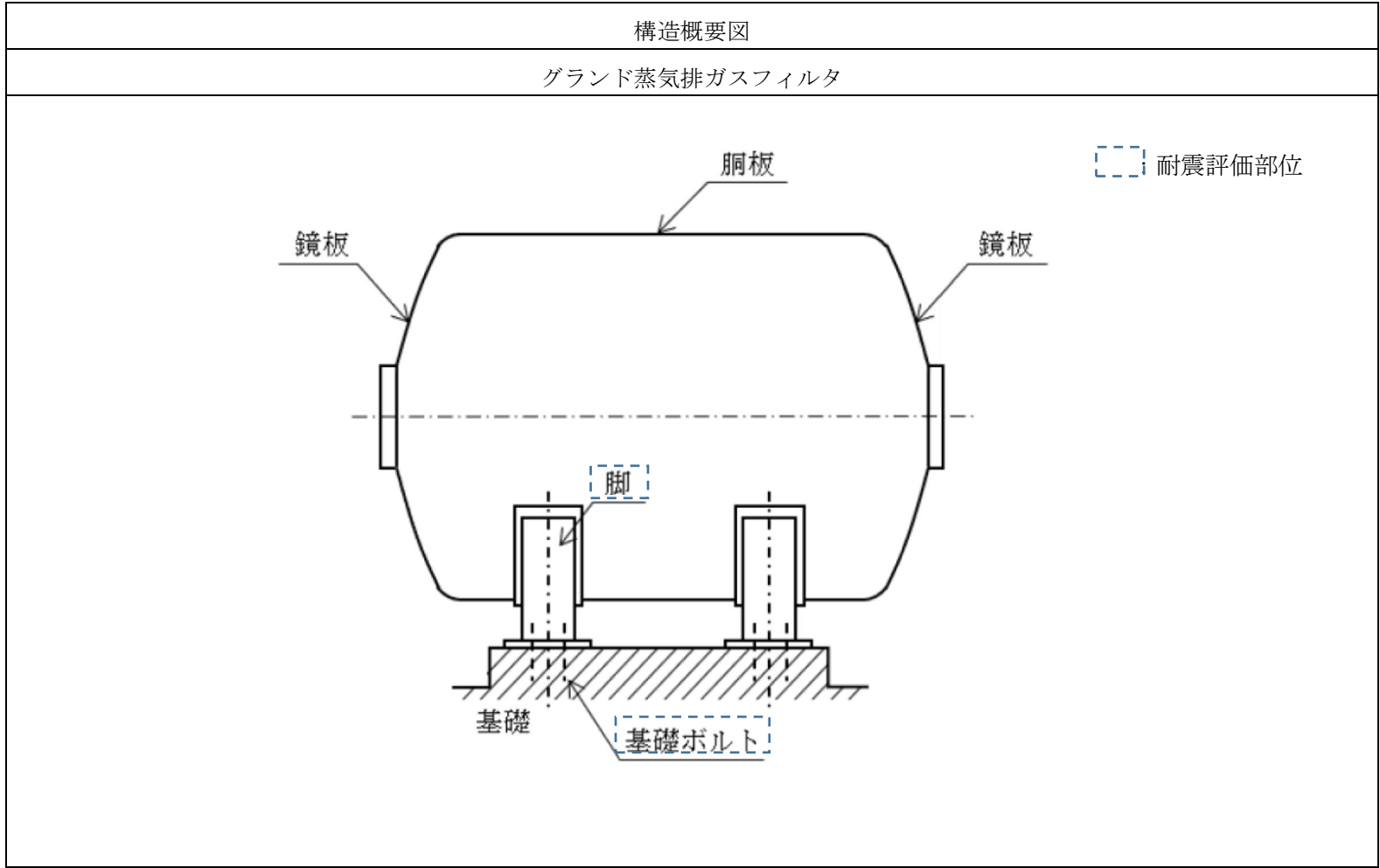


参考図 11

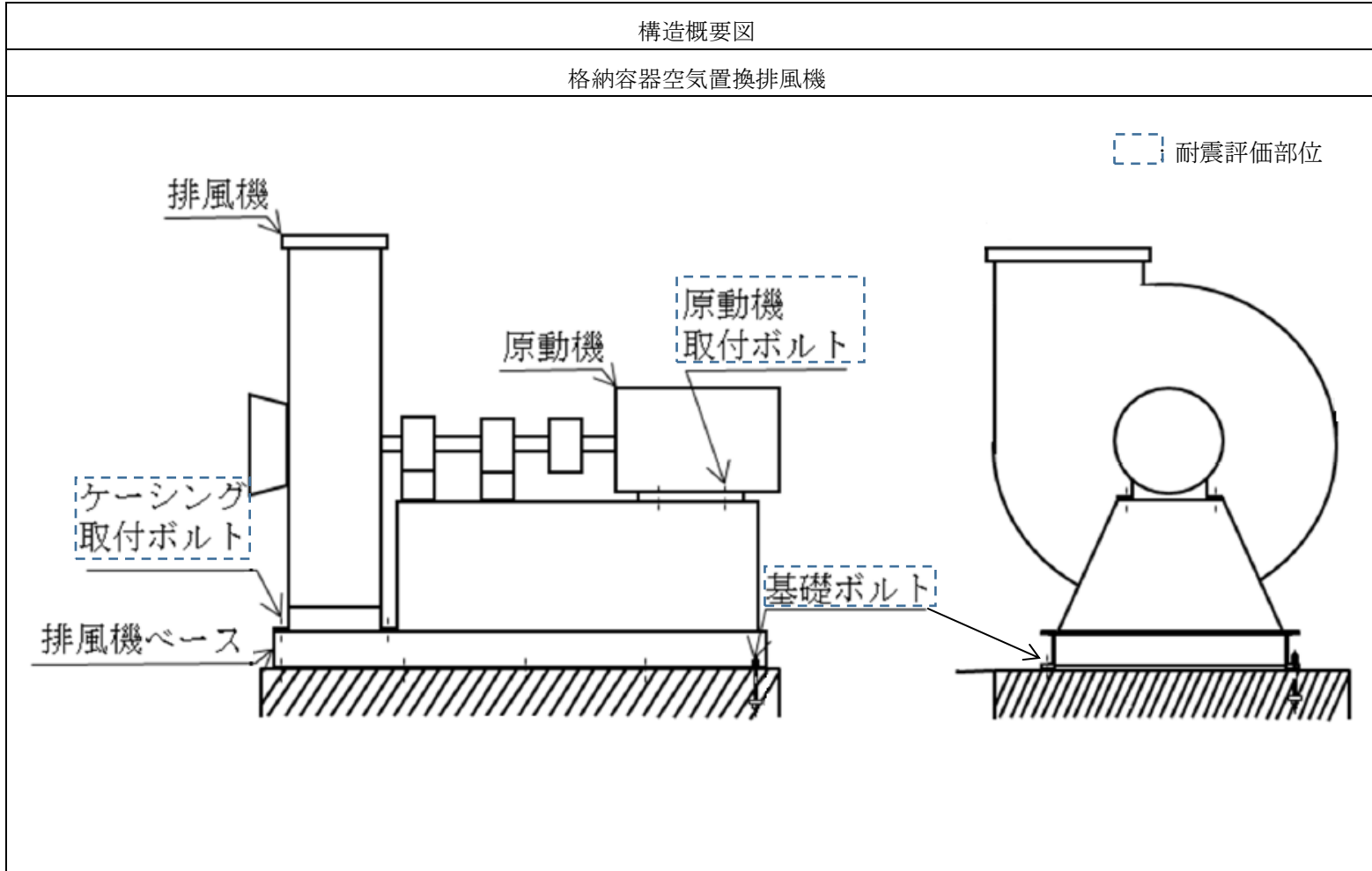




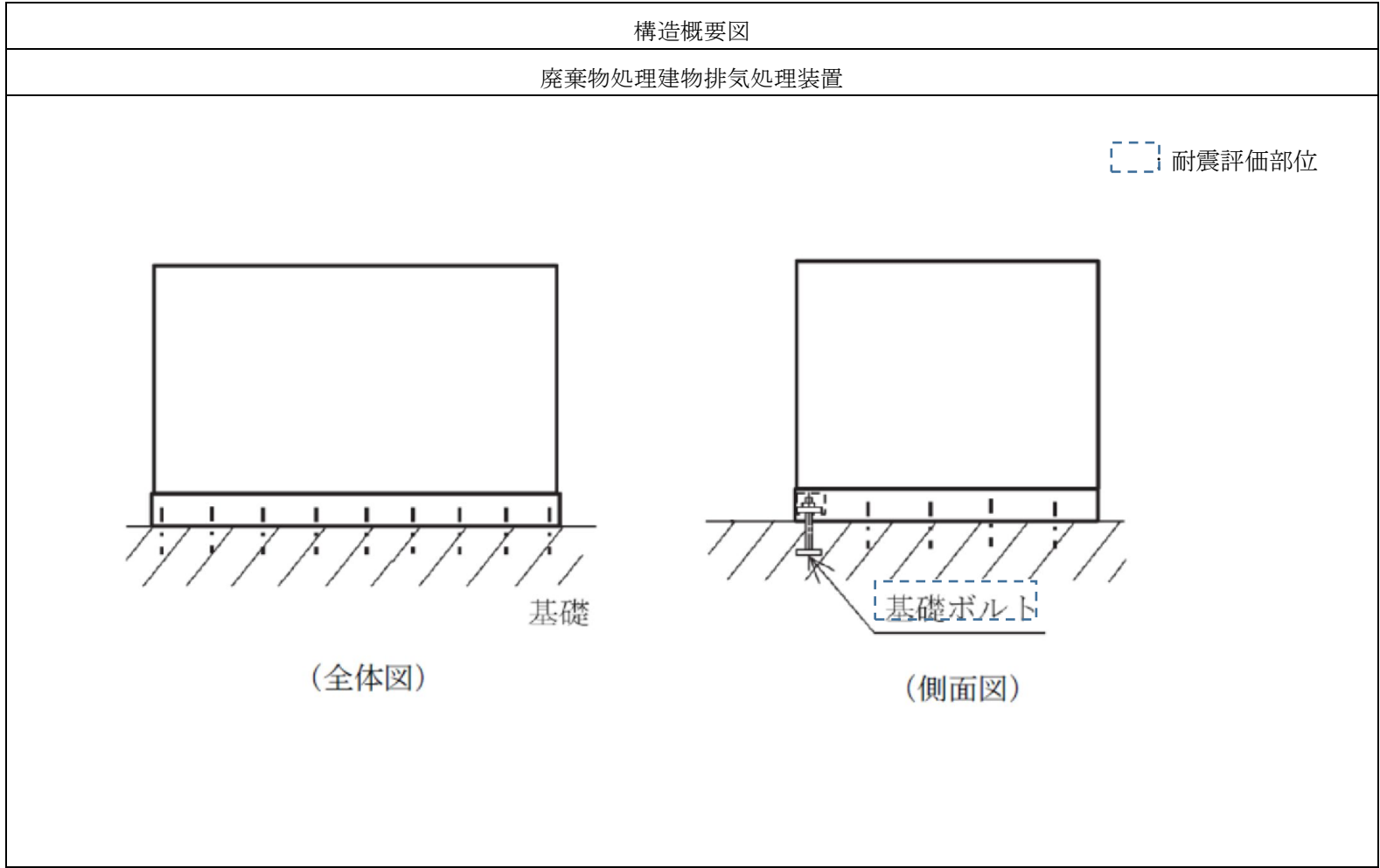
参考図 12



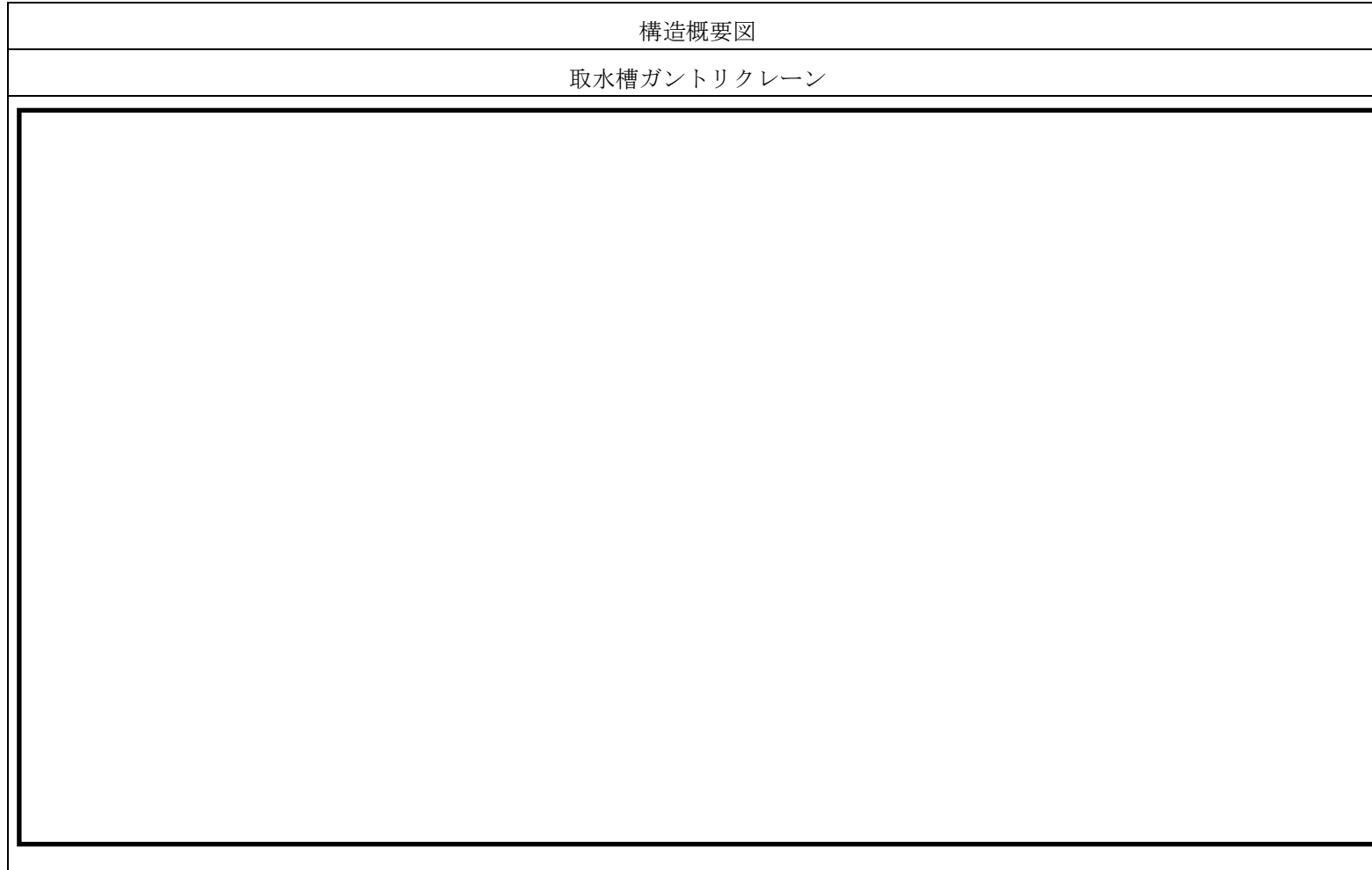
参考図 13



参考図 14



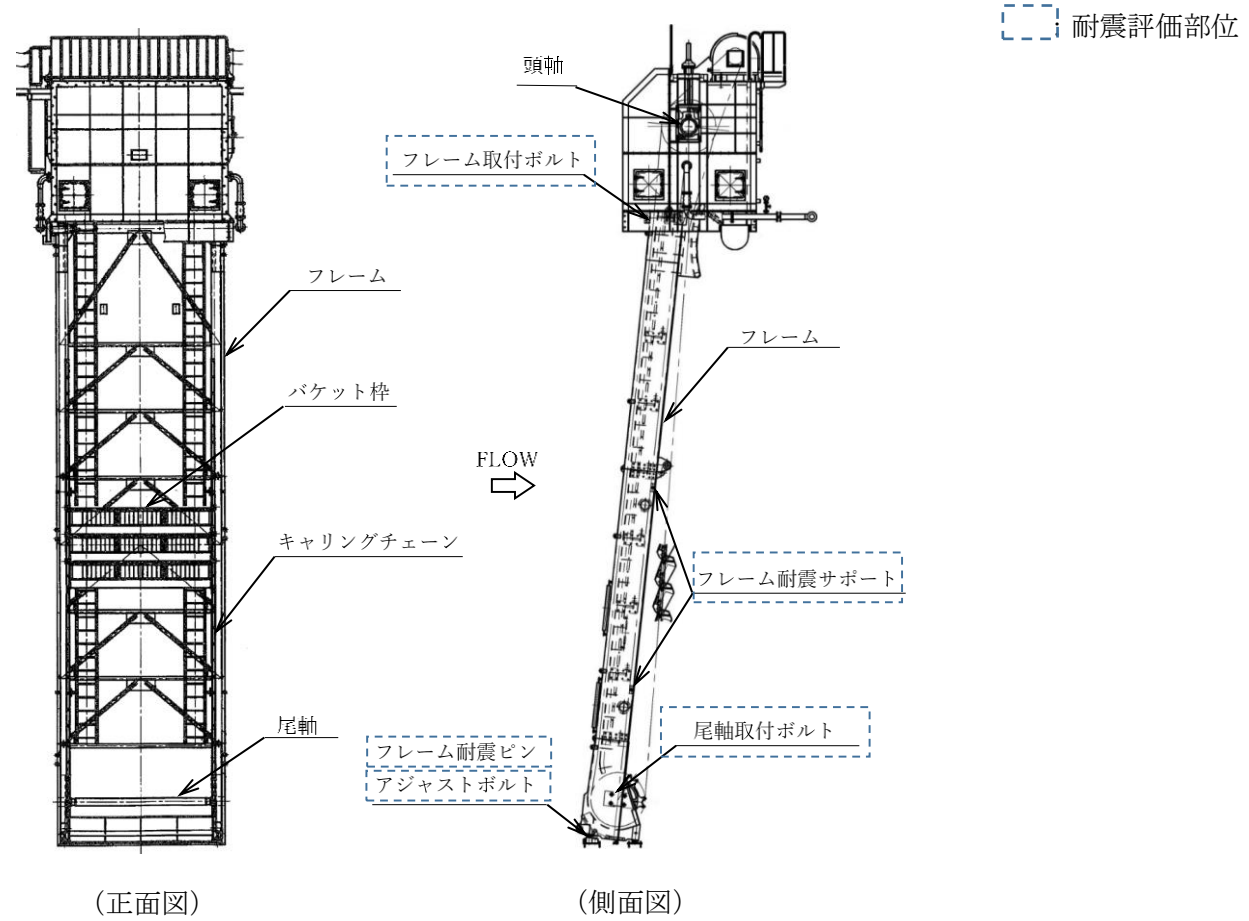
参考図 15



参考図 16 (1/3)

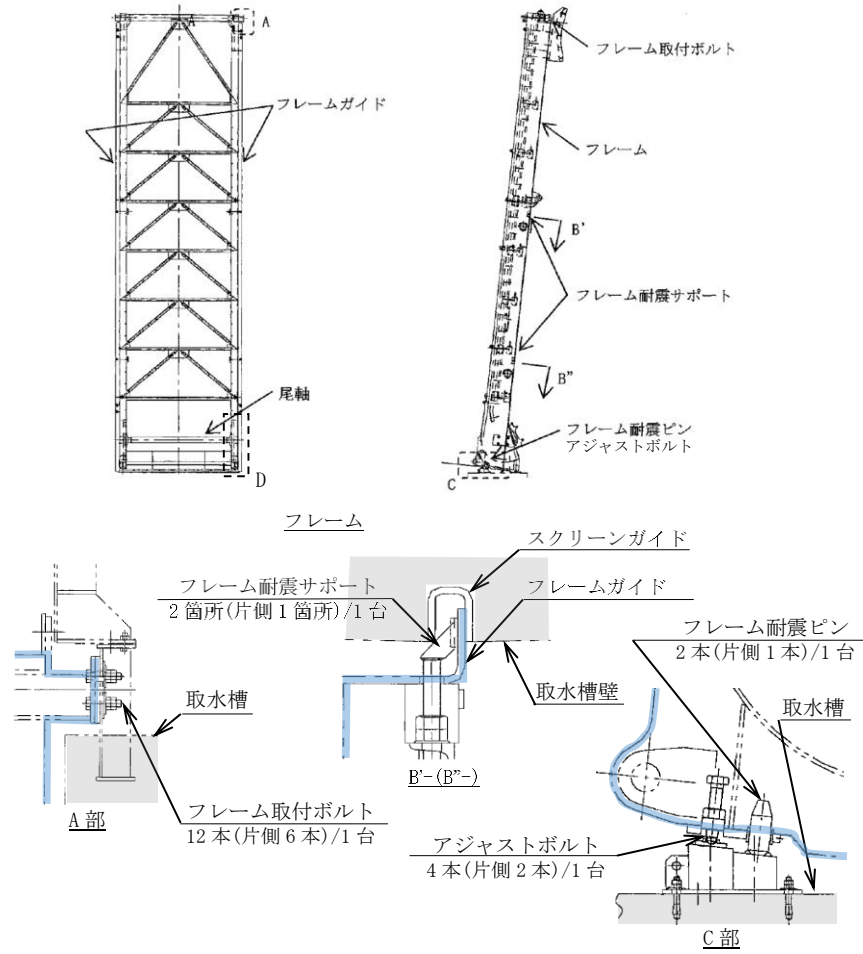
構造概要図

除じん機



構造概要図

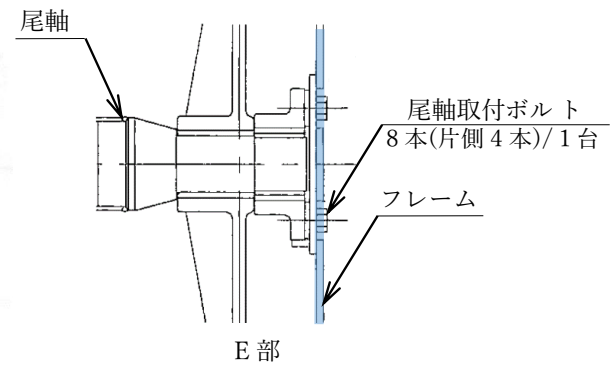
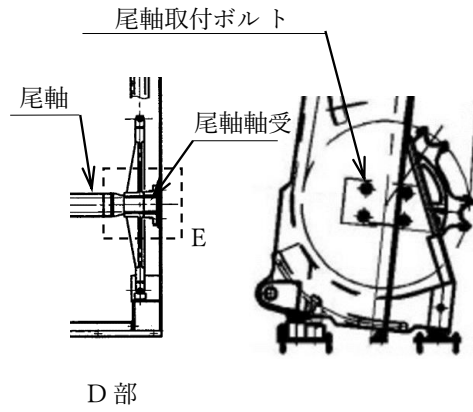
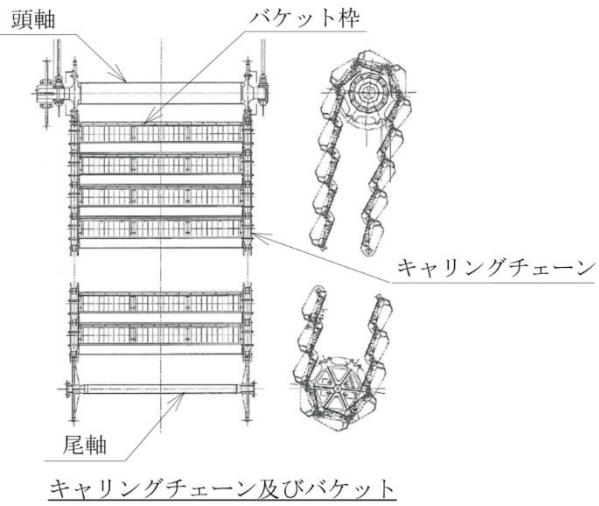
除じん機



参考図 16 (3/3)

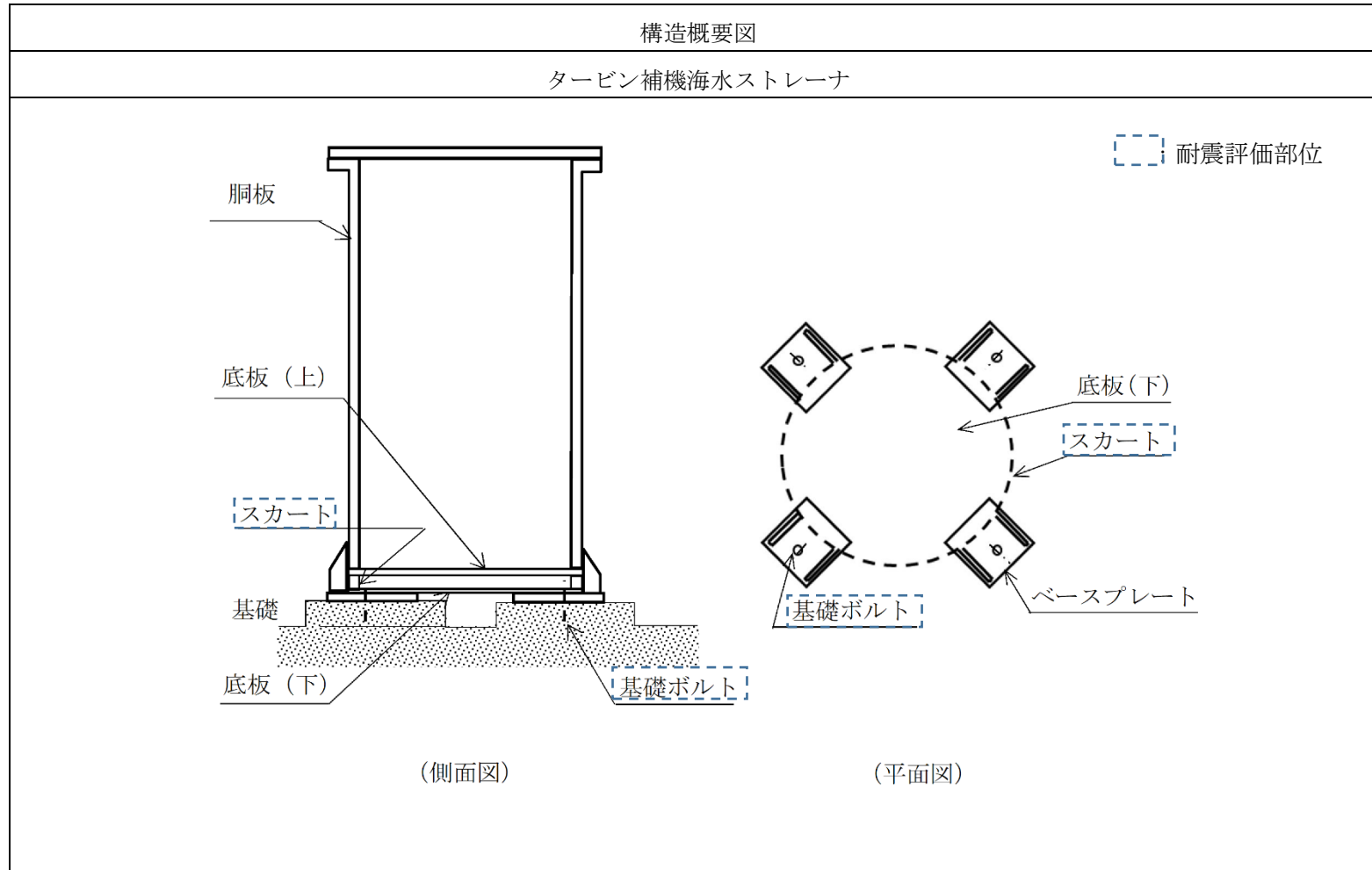
構造概要図

除じん機



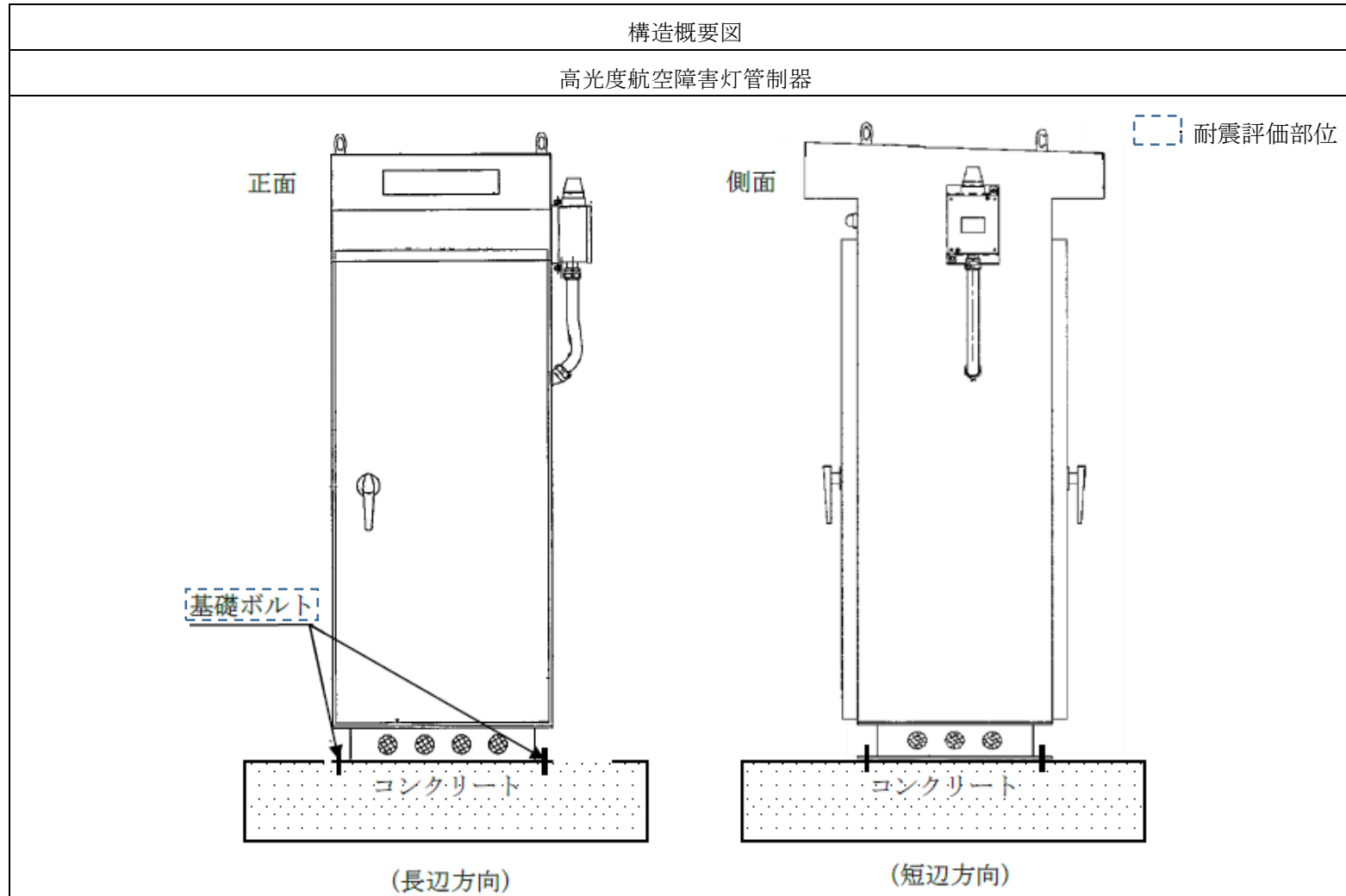
注：フレーム部分を水色で示す

参考図 17

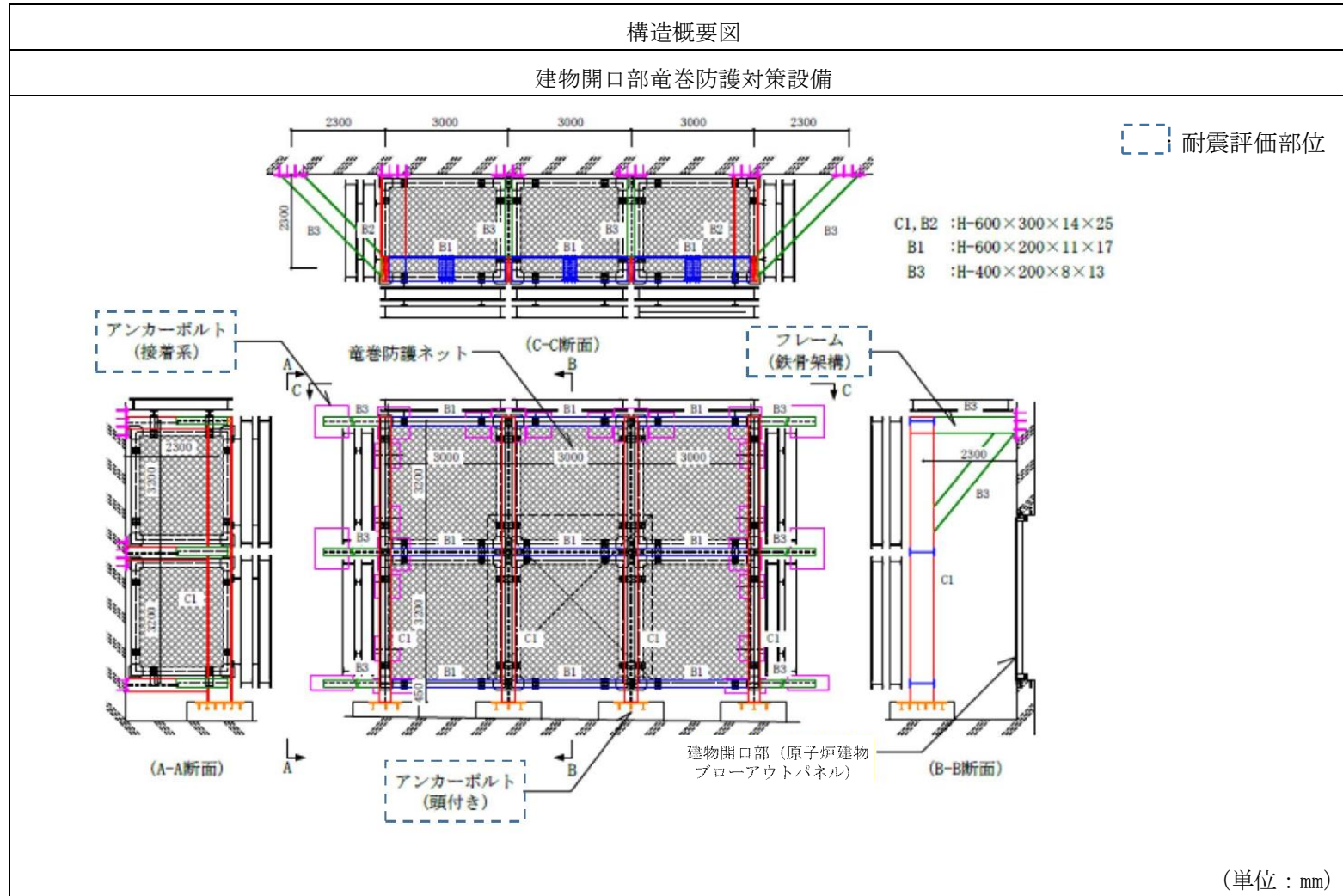




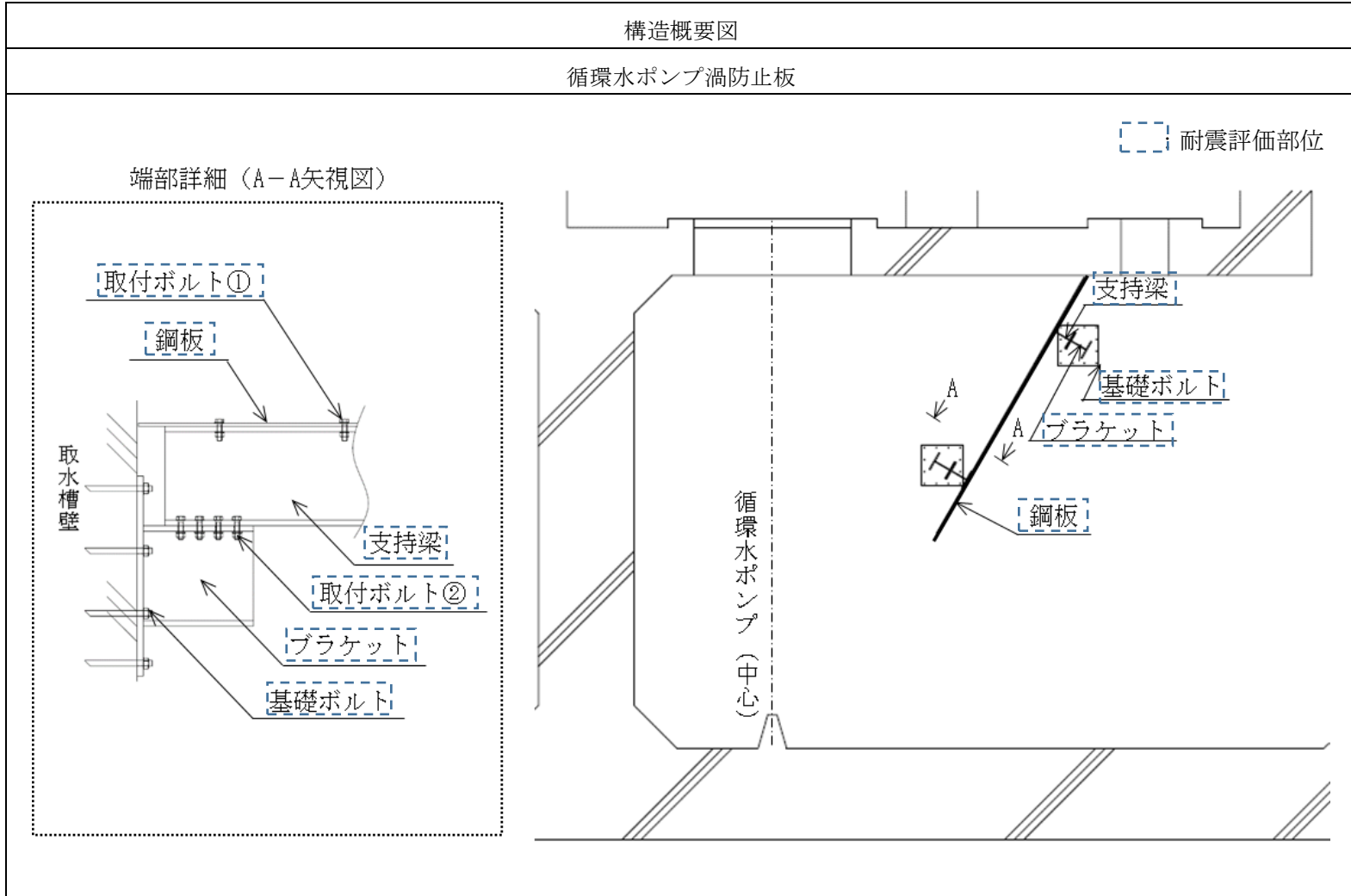
参考図 18



参考図 19



参考図 20



補足-027-14 弾性設計用地震動 S d - 1 及び基準地震動 S 1 による  
機器・配管系の耐震評価結果の比較

## 目 次

1. 概要.....	1
2. 島根 2 号機における弾性設計用地震動の設定方法及び検討の背景.....	1
3. 検討方針.....	2
4. 代表設備の選定.....	2
5. 検討結果.....	3
6. まとめ.....	5

添付－1 機器・配管系の耐震評価に係る新旧設計体系の主な相違点

## 1. 概要

本資料は、島根2号機における弾性設計用地震動 $S_{d-1}$ （以下「 $S_{d-1}$ 」という。）について、説明性向上の観点から、建設時工認と今回工認における新旧設計体系の違いを踏まえた基準地震動 $S_1^*$ （以下「 $S_1$ 」という。）と $S_{d-1}$ の評価結果の比較照査を行い、適用性の検討を行うものである。本検討の背景を2.に示す。また、機器・配管系の耐震評価に係る新旧設計体系の主な相違点について、添付-1に示す。

なお、今回工認においては、弾性設計用地震動 $S_d$ （以下「 $S_d$ 」という。）の評価として $S_d$ 全波（ $S_{d-D}$ 、 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $N_1$ 、 $N_2$ 及び $S_{d-1}$ ）の応答を包絡し、地盤物性の不確かさを考慮した設計用条件を用いており、 $S_{d-1}$ 単独の評価を行っていないことから、 $S_d$ 全波による耐震評価結果を用いて建設時工認の $S_1$ による耐震評価結果との比較による要因分析を実施する。

本資料の関連資料は以下の通り。

- ・VI-2-1-2「基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ の策定概要」
- ・補足-023-16「弾性設計用地震動 $S_d$ の設定について」

注記\*：「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針（昭和56年7月20日原子力安全委員会決定、平成13年3月24日一部改訂）」における基準地震動 $S_1$ を示す。

## 2. 島根2号機における弾性設計用地震動の設定方法及び検討の背景

島根2号機の弾性設計用地震動 $S_d$ の設定においては、弾性設計用地震動 $S_d$ と基準地震動 $S_s$ との応答スペクトルの比率に関する知見及び弾性設計用地震動 $S_d$ の役割を踏まえ、基準地震動 $S_s$ に係数0.5を乗じて設定する。さらに、平成18年の耐震設計審査指針の改訂に伴いAクラスがSクラスに格上げされたことに鑑み、旧指針において、 $S_1$ がAクラス施設の耐震性を担保（ $S_1$ と組み合わせる荷重の考慮を含む）してきたことを踏まえ、 $S_1$ の応答スペクトルをおおむね下回らないよう配慮した地震動も $S_{d-1}$ として追加設定する。（VI-2-1-2「基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ の策定概要」参照）

模擬地震波の応答スペクトル（水平方向）の比較を図1に示す。 $S_{d-1}$ の応答スペクトルは $S_1$ の応答スペクトルをおおむね下回らない値となっている。なお、模擬波作成時の適合精度により $S_1$ が $S_{d-1}$ を上回る周期ポイントがあり、 $S_1$ が $S_{d-1}$ を上回る周期ポイントの混在する周期帯に固有周期を有する主要な施設（原子炉建物、炉内構造物等）があるが、それぞれの周期毎の応答スペクトル比（ $S_1/S_{d-1}$ ）を確認した結果、最大で1.08（制御棒の挿入性）であり、その違いは数パーセントである。また、既設（Sクラス）施設は、 $S_1$ による地震力に対して設計していることから、応答スペクトル比の違いが施設の耐震性に与える影響は軽微と判断した。（補足-023-16「弾性設計用地震動 $S_d$ の設定について」参照）

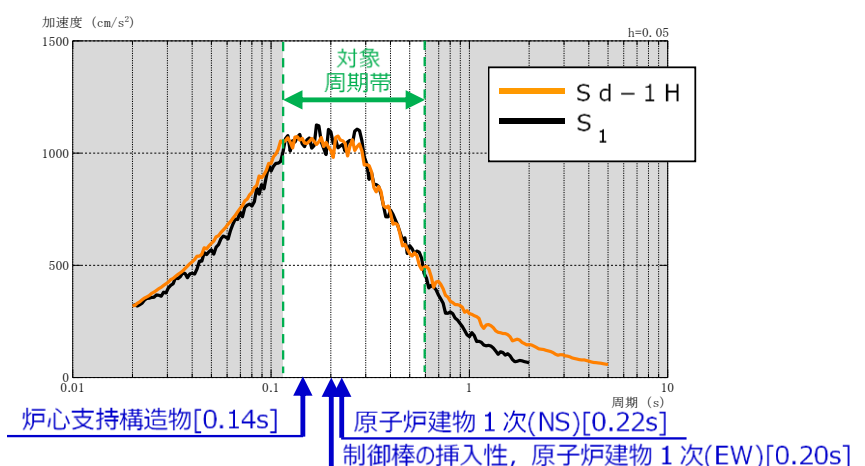


図1 模擬地震波の応答スペクトル（水平方向）の比較

ここで、 $S_{d-1}$ の設定の考え方は審査実績が無いものであり、図1に示す通り $S_{d-1}$ の応答スペクトルは一部周期で $S_1$ の応答スペクトルを下回っていることから、 $S_{d-1}$ の適用性について、説明性向上の観点から、1. に示す検討を実施する。

### 3. 検討方針

原子炉建物に設置される代表設備について、建設時工認における $S_1$ による耐震評価結果と今回工認における $S_d$ （ $S_d$ 全波）による耐震評価結果の比較を実施する。

### 4. 代表設備の選定

2. に示す通り主要な施設のうち固有周期における $S_1$ と $S_{d-1}$ の応答スペクトル（水平方向）比が最大となる制御棒の挿入性（燃料集合体の相対変位にて評価）及び燃料集合体のうち、今回工認の耐震評価における裕度が小さい制御棒の挿入性を代表設備として選定する。

また、上記以外の代表設備選定にあたり、建設時工認では $A_s$ 及び $A$ クラスの設備について、基準地震動 $S_1$ による地震と静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、許容応力状態Ⅲ $A_S$ を適用して耐震評価を行っていた。この結果と今回工認の $S_d$ による評価結果を比較するため、設計震度が静的地震力ではなく $S_1$ 及び $S_d$ で決まっており、かつ建設時から改造を行っていない設備から代表設備を選定する。ここで、建設時から改造を行っていない設備は主にタンク、ポンプ等の剛構造の設備であり、対象設備として原子炉補機冷却水ポンプ、ほう酸水注入ポンプ、原子炉補機冷却系サージタンク、ほう酸水貯蔵タンク等が挙げられるが、そのうち原子炉建物中間階（EL 15.3m）に設置されており、構造的にも一般的な横形ポンプである原子炉補機冷却水ポンプを代表として選定する。

なお、代表設備に含まれない主な設備として配管が挙げられるが、基準地震動の見直しに伴い改造及び耐震補強を実施しており、建設時工認と今回工認の耐震評価結果を比較できな

いことから、代表として選定しない。

## 5. 検討結果

### (1) 制御棒の挿入性

$S_1$ 及び $S_d$ における制御棒の挿入性（燃料集合体）の評価結果の比較を表2に示す。

$S_1$ と $S_{d-1}$ （基本ケース）の相対変位はNS方向では $S_{d-1}$ の値が大きく、EW方向では同程度である。また、制御棒挿入性の評価に用いる設計用荷重（相対変位）は建設時工認よりも今回工認の方が大きな値となる。

$S_1$ と $S_{d-1}$ （基本ケース）による燃料集合体の応答に差異が生じた要因として、入力地震動算定モデル、原子炉建物応答解析モデル、原子炉建物—大型機器連成解析モデルの差異（添付-1参照）が挙げられる。

今回工認における設計用荷重が建設時工認よりも大きな値となる要因として、今回工認において $S_d$ 全波の応答を包絡し、地盤物性の不確かさを考慮して設計用荷重を設定していることが挙げられる。

表1 制御棒の挿入性（燃料集合体）評価結果の比較

	各方向相対変位 (mm)		設計用荷重 (相対変位) (mm)	確認済相対変位 (mm)
	NS 方向	EW 方向		
建設時工認 ( $S_1$ )	16.9	27.8	27.8	40
今回工認 ( $S_d$ )	21.9* <sup>1</sup>	27.6* <sup>1</sup>	33.9* <sup>2</sup>	40

注記\*1:  $S_{d-1}$ の基本ケースの応答を示す。

\*2:  $S_d$ 全波の応答を包絡し、地盤物性の不確かさを考慮した設計用荷重（相対変位）を示す。

### (2) 原子炉補機冷却ポンプ

$S_1$ 及び $S_d$ における原子炉補機冷却ポンプ設置位置（原子炉建物 EL 15.3m）の床応答の最大加速度及び設計震度の比較を表2、評価結果の比較を表3に示す。

$S_1$ と $S_{d-1}$ （基本ケース）による床応答の最大加速度を比較すると基準地震動 $S_1$ の方が1~2割程度大きいですが、設計震度は建設時工認よりも今回工認の方が大きな値となる。算出応力は基礎ボルト及びポンプ取付ボルトのせん断応力を除いて今回工認の方が大きな値となる。

$S_1$ と $S_{d-1}$ （基本ケース）による床応答の最大加速度に差異が生じた要因として、入力地震動算定モデル、原子炉建物応答解析モデルの差異（添付-1参照）が挙げられる。

床応答の最大加速度は $S_1$ の方が大きいですが、設計震度は建設時工認よりも今回工認の値が大きい要因としては、建設時工認では水平方向の設計震度として各方向の最大加速度を



1.2 倍した値、鉛直方向の設計震度として静的震度 0.29 を設定している一方で、今回工認では S d 全波の応答を包絡し、地盤物性の不確かさを考慮した床応答の最大加速度を 1.2 倍して設定した設計用震度及び静的震度を上回る設計震度を設定していることによる。

設計震度の比に対して相対的に今回工認の算出応力は小さい傾向があるが、この要因としては、表 4 に参考で示す通り、評価に適用する機器の質量として建設時工認では計画値、今回工認では実質量に基づく耐震計算を行っていることが挙げられる。また、水平方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せについて建設時工認では絶対値和、今回工認では SRSS 法を適用していることが挙げられる。

表 2 最大加速度及び設計震度の比較（原子炉補機冷却ポンプ）

	各方向最大加速度 (m/s <sup>2</sup> ) *1			設計震度 (×9.8m/s <sup>2</sup> )	
	NS 方向	EW 方向	鉛直方向	水平方向	鉛直方向
建設時工認 (S <sub>1</sub> )	5.07	5.90	–	0.73*3	0.29*4
今回工認 (S <sub>d</sub> )	4.52*2	4.82*2	4.22*2	1.56*5	0.75*5

注記\*1：原子炉補機冷却ポンプ設置位置（原子炉建物 EL 15.3m）における値

\*2：S<sub>d</sub> – 1 の基本ケースの応答を示す。

\*3：各方向の最大加速度の 1.2 倍

\*4：静的震度

\*5：S<sub>d</sub> 全波の応答を包絡し、地盤物性の不確かさを考慮した床応答の最大加速度を 1.2 倍して設定した設計用震度（水平方向：設計用震度Ⅱ，鉛直方向：設計用震度Ⅰ）及び静的震度を上回る値として設定した設計震度を示す。

表 3 原子炉補機冷却ポンプ評価結果の比較

部材	応力分類	建設時工認 (S <sub>1</sub> )			今回工認 (S <sub>d</sub> )		
		算出応力 (kg/mm <sup>2</sup> (MPa 換算値))	許容応力* <sup>1</sup> (kg/mm <sup>2</sup> (MPa 換算値))	(参考) 運転時 質量* <sup>2</sup> (kg)	算出応 力(MPa)	許容応 力* <sup>1</sup> (MPa)	(参考) 運転時 質量* <sup>2</sup> (kg)
基礎ボルト	引張	1.9(19)	47.9(469)		21	469	
	せん断	1.5(15)	36.8(360)		14	361	
ポンプ取付 ボルト	引張	1.0(10)	45.3(444)		12	444	
	せん断	1.6(16)	34.8(341)		11	342	
原動機取付 ボルト	引張	0.5(5)	16.6(162)		10	172	
	せん断	0.6(6)	12.8(125)		11	132	

注記\*1：原動機取付ボルトの新旧許容応力の差異は、評価に適用する温度条件の差異（既工認：最高使用温度，今回工認：環境温度）による。基礎ボルト及びポンプ取付ボルトにおける新旧許容応力の差異は、丸め誤差による。

\*2：建設時工認では計画値，今回工認では実質量を評価に適用

## 6. まとめ

原子炉建物に設置される代表設備について、建設時工認における基準地震動S<sub>1</sub>の耐震評価結果と今回工認における弾性設計用地震動S<sub>d</sub>の耐震評価結果の比較を実施した結果、S<sub>1</sub>とS<sub>d</sub>-1（基本ケース）の応答は一部標高・方向においてS<sub>1</sub>がS<sub>d</sub>-1を上回る場合があるが、設計用地震力については今回工認が建設時工認を上回っており、今回工認の条件が一定の安全性を有することが確認された。また、評価結果については今回工認の方が算出応力が小さい場合もあるが、これは実機条件（運転時質量等）の反映や妥当性が確認された手法（SRSS法等）の適用によるものである。

## 機器・配管系の耐震評価に係る新旧設計体系の主な相違点

大項目	小項目	建設時工認	今回工認
入力地震動算定モデル	入力地震動の算定方法 [計算機コード]	<ul style="list-style-type: none"> <li>引下げ：一次元波動論[SHAKE]</li> <li>引上げ：2次元FEM解析 [VESL-DYN]</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>引下げ：一次元波動論[SHAKE]</li> <li>引上げ：2次元FEM解析 [SuperFLUSH]</li> </ul>
	速度層区分	建設時の地質調査結果に基づき設定	建設時の地質調査結果に加えて、建設時以降の敷地内の追加地質調査結果（ボーリング、PS検層）に基づき設定
	地盤物性値	<ul style="list-style-type: none"> <li>岩盤については、建設時の地質調査結果に基づき設定</li> <li>表層地盤については、文献に基づく標準的な砂質土のひずみ依存性を考慮した等価物性値を設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>同左</li> <li>表層地盤については、地震動レベル及び試験結果に基づく埋戻土のひずみ依存性を考慮した等価物性値を設定</li> </ul>
	境界条件 (2次元FEM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>底面：粘性境界</li> <li>側面：粘性境界</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>底面：粘性境界</li> <li>側面：エネルギー伝達境界</li> </ul> ※側方地盤への波動の逸散をより詳細に評価する境界条件に変更
建物の地震応答解析モデル	モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平：多軸床剛多質点系モデル</li> <li>鉛直：応答解析を実施せず</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平：多軸床剛多質点系モデル</li> <li>鉛直：多軸多質点系モデル</li> </ul>
	材料物性	検討時の規準に基づき設定 <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートのヤング係数, ポアソン比</li> </ul> $E = 2.06 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ (SI換算) $\nu = 0.167$	適用規準の見直しによる再設定 <ul style="list-style-type: none"> <li>コンクリートのヤング係数, ポアソン比</li> </ul> $E = 2.25 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.2$ <ul style="list-style-type: none"> <li>鉄骨のヤング係数, ポアソン比</li> </ul> $E = 2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ $\nu = 0.3$

大項目	小項目	建設時工認	今回工認
原子炉建物—大型 機器連成 解析モデル	モデル化範囲	PCV-RPVモデル RPV-Rinモデル	PCV-RPV-Rinモデル
	原子炉格納 容器スタビ ライザのば ね定数算出 方法	手計算 (1対のトラス(パイプ2本)の荷 重—変位関係により算定)	FEM解析 (取り合い部のガセットプレート 及び内側シャラグを含めてモデ ル化した全体モデルの荷重—変 位関係により算定)
	原子炉圧力 容器スタビ ライザのば ね定数算出 方法	理論式により算出 (ロッド, サラ バネのみ剛性を考慮)	理論式により算出 (ガンマ線遮 蔽壁ブラケット, スリーブ等の 剛性を追加で考慮)
設計用地 震力	鉛直方向地 震力	静的震度にて設定	震度: 動的地震力による床応答 最大加速度 (1.2ZPA) 及び静的 震度を包絡する値として設定  床応答スペクトル: 動的地震力 による床応答時刻歴により設定
	設計に考慮 する地震動	S <sub>1</sub>	S <sub>d-D</sub> , F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , N <sub>1</sub> , N <sub>2</sub> 及びS <sub>d-1</sub>
	ばらつき考 慮	考慮なし	地盤物性のばらつきを考慮
評価手法	水平方向と 鉛直方向の 荷重の組合 せ	絶対値和	SRSS 法又は組合せ係数法

補足-027-15 機器・配管系の耐震設計における剛柔判定を行う  
固有周期について

## 目 次

1. はじめに .....	1
2. 剛柔判定を行う固有周期の考え方 .....	1
3. 剛柔判定を行う固有周期と地震力の算定法 .....	1
4. 実機に対する適用性 .....	2
5. 剛柔判定に係る閾値の検討 .....	9
6. 動的解析法の妥当性確認 .....	15
6.1 確認方法 .....	15
6.2 検討対象設備 .....	17
6.3 検討に適用する床応答スペクトル .....	34
6.4 検討対象設備の主要諸元, 解析モデル .....	42
6.5 地震応答解析結果 .....	62
6.6 まとめ .....	67

## 1. はじめに

島根原子力発電所第2号機における機器・配管系の耐震設計においては、当該設備が柔構造と判断される場合には、動的解析により地震力を算定し、剛構造と判断される場合には、機器・配管系の設置床面の最大応答加速度の1.2倍の加速度を震度(1.2ZPA)とした静的解析により地震力を算定するが、この剛柔判定を行う閾値として固有周期0.05秒(20Hz)を適用している。

本検討においては、0.05秒以下の領域も考慮した地震応答解析を行い、剛柔判定を行う閾値として固有周期0.05秒を適用していることの妥当性を検討する。

なお、本資料が関連する工認図書は以下のとおり。

- ・VI-2 「耐震性に関する説明書」

## 2. 剛柔判定を行う固有周期の考え方

剛柔判定の固有周期と動的解析の適用範囲の概要を図1に示す。剛柔判定の固有周期は、地震動による応答増幅が大きくなる建物・構築物の卓越周期から十分離隔した位置に設定し、動的解析の適用要否の決定に用いている。なお、この考え方は、J E A G 4 6 0 1-1970に示されている。

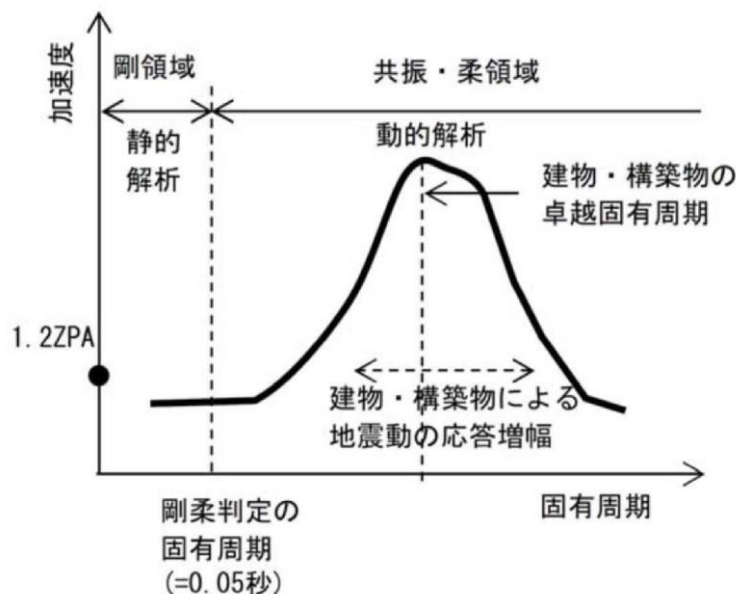


図1 床応答スペクトルにおける剛柔判定の固有周期と動的解析の適用範囲の概要

## 3. 剛柔判定を行う固有周期と地震力の算定法

J E A G 4 6 0 1-1987の抜粋を図2に示す。機器・配管系の剛柔判定については、J E A G 4 6 0 1-1987に例示されているとおり、機器・配管系の1次固有周期が0.05秒以下の場合には剛構造、0.05秒を超える場合には柔構造とする。この方針は、既工認と同じである。

機器・配管系の耐震設計では、剛柔判定の固有周期0.05秒を超える場合は、基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ に対して動的解析により水平及び鉛直方向の動的地震力を

定める。固定周期が 0.05 秒以下の場合、機器・配管系の設置床面の最大応答加速度の 1.2 倍の加速度を震度 (1.2ZPA) とした静的解析により地震力を算出する。

#### 6.4.3 動的地震力の概要

機器・配管系の耐震設計に用いる動的地震力は、重要性の高い As クラス機器の地震力を基本に定めるものである。本項では、その概要を示し、地震力算定の詳細は「6.5 地震応答解析」に述べることとする。

##### (1) As 及び A クラス機器

A クラス機器に関しては、基準地震動  $S_1$  に対し動的解析 (地盤-建屋-機器連成の解析あるいは据付位置における設計用床応答スペクトルを用いた解析等) により算定される水平地震力を適用する。A クラス機器の中で特に重要な As クラス機器に関しては、さらに基準地震動  $S_2$  に対し動的解析によって得られる水平地震力をも適用する。ただし、その機器が剛構造と判断される場合 (例えば機器の 1 次固有振動数が 20Hz 以上、あるいは、設計用床応答スペクトルの卓越する領域より高い固有振動数を有する場合) には、その機器の据付位置における建物の応答加速度を基に定まる震度により地震力を算定する。なお、As, A クラスの機器については鉛直地震力をも考慮し、基準地震動の最大加速度を 1/2 とした鉛直震度 (高さ方向については一定とする) より求まる鉛直地震力を水平地震力と同時に不利な方向で組合せる。

図 2 J E A G 4 6 0 1-1987 (抜粋)

#### 4. 実機に対する適用性

J E A G 4 6 0 1-1987 の記載は、水平方向の動的解析への適用として剛柔判定の固有周期 0.05 秒の考え方を示したものである。新規基準においては、鉛直方向についても水平方向と同様に動的な扱いとするため、鉛直方向も含め剛柔判定の固有周期 0.05 秒が地震力算定に適用可能であることを検討した。本検討に際して参照した J E A G 4 6 0 1-1970 の抜粋を図 3 に示す。J E A G 4 6 0 1-1970 には建物・構築物の卓越固有周期の 1/2 を剛柔判定の固有周期とするとの考え方が示されており、原子力発電所の建物・構築物の卓越周期は一般に、0.1~0.5 秒 (2~10Hz) であることを考慮して、0.05 秒を剛柔判定の固有周期とすれば十分であると記載されている。

島根原子力発電所第 2 号機の原子炉建物地震応答解析モデルに基づく、水平方向及び鉛直方向における固有周期を表 1 及び表 2 並びに図 4~図 6 に示す。建物の卓越固有周期は水平及び鉛直方向とも概ね 0.1 秒以上であり、剛柔判定の固有周期 0.05 秒は、原子炉建物の卓越固有周期に対して十分な離隔 (卓越固有周期の 1/2 程度) をもって設定されている。

また加速度応答スペクトルを図 7 に、変位応答スペクトルを図 8 に示す。加速度応答スペクトルでは 0.05 秒未満で一定の加速度値を有するが、変位応答スペクトルにおいては固有周期 0.05 秒で概ね収斂している。

上記の検討結果より、島根原子力発電所第 2 号機の原子炉建物の卓越固有周期は、0.05 秒を剛柔判定の固有周期とする J E A G 4 6 0 1-1970 の考え方に適合するとともに、変位応答スペクトルにおいては固有周期 0.05 秒で概ね収斂していることから、既工認と同じ剛柔



判定の固有周期 0.05 秒は、島根原子力発電所第 2 号機の水平及び鉛直方向の地震力算定に適用可能であることを確認した。

原子力発電所の場合について一般的にみると、地盤の卓越振動数、構築物の固有振動数をあわせ考えて、2～10 Hz が取付け点の卓越振動数域すなわち床応答曲線が持ち上る領域と考えられる。したがって動特性がまったく不明な場合には一応これより共振領域としては 1～20 Hz を考えれば一応十分であろう。

そこで固有振動数の評価に当たって重要なことは、対象となっている機械系が固有振動数解析を必要とする範囲にあるか否かを判定することである。明らかに 20 Hz よりはるかに高い固有振動数を有すると推定される対象につき、多くの計算を行なう必要はない。その推定は在来の経験であってもよし、対象物あるいはそれと類似な機器についての試験の結果であってもよい。この試験もたとえば簡単に木槌でたたいてみるといったことであってよいのである。ときには、これによって支持金具の不完全さなどを見出すことができる。

図 3 J E A G 4 6 0 1-1970 (抜粋)

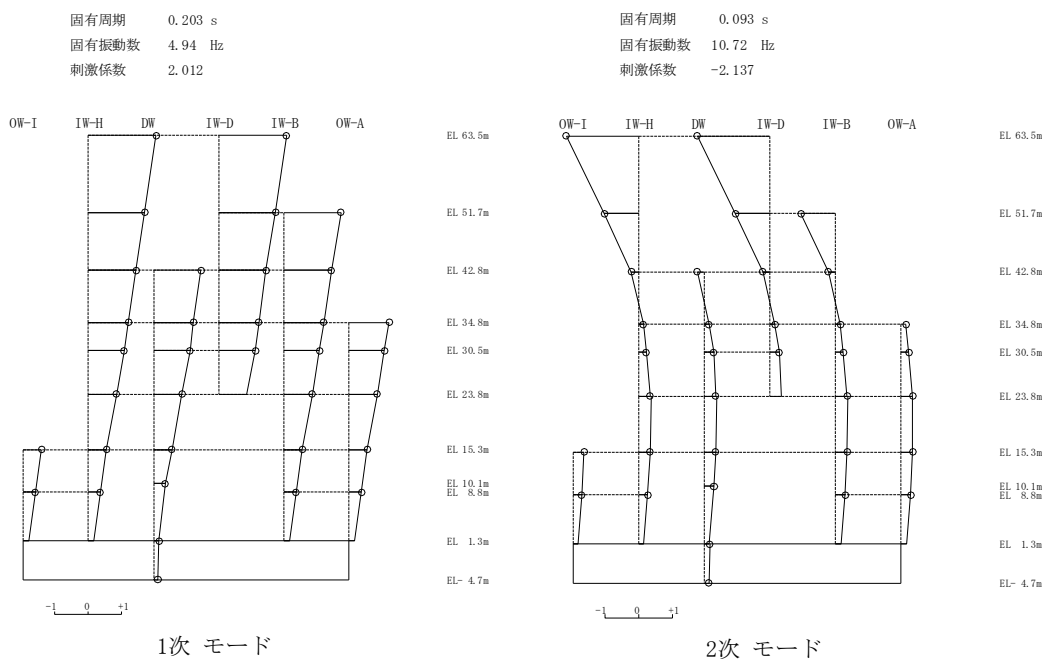
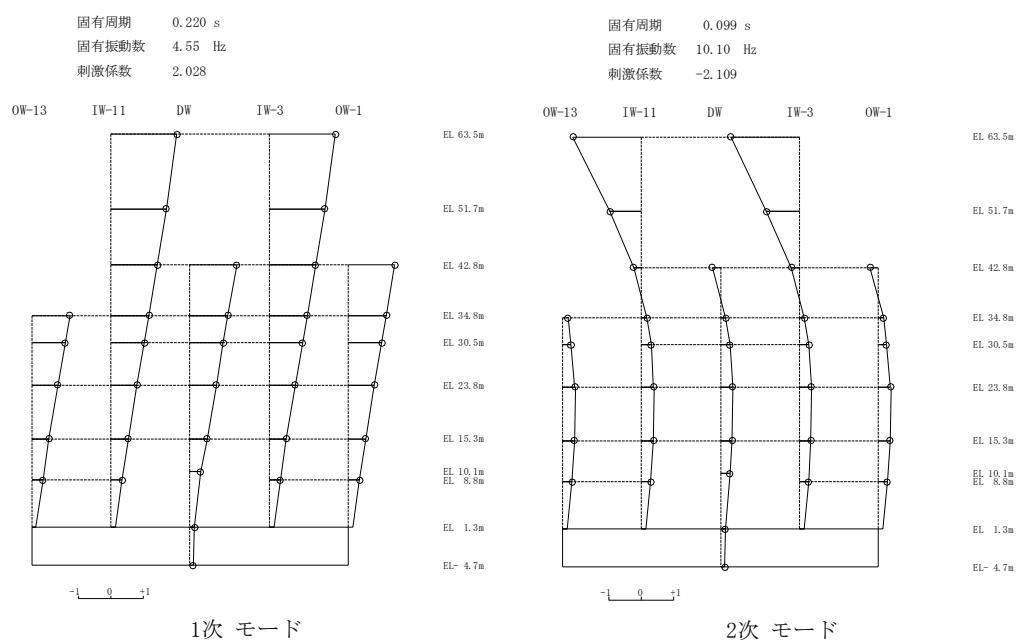
表 1 原子炉建物地震応答解析モデルの固有値解析結果 (水平方向)

次数	NS 方向		EW 方向	
	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
1 次	0.220	4.55	0.203	4.94
2 次	0.099	10.10	0.093	10.72

表 2 原子炉建物地震応答解析モデルの固有値解析結果 (鉛直方向)

次数*	固有周期 (s)	固有振動数 (Hz)
2 次	0.105	9.48

注記\* : 1 次モードは主要な機器を設置していない  
屋根トラス部が卓越するため除く。



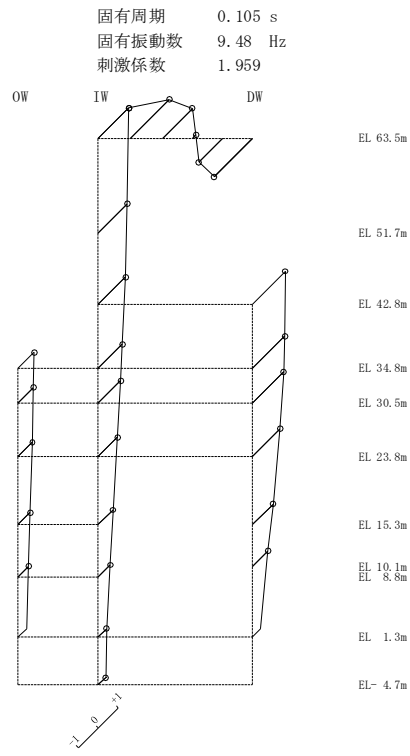


図6 刺激関数図（鉛直方向）

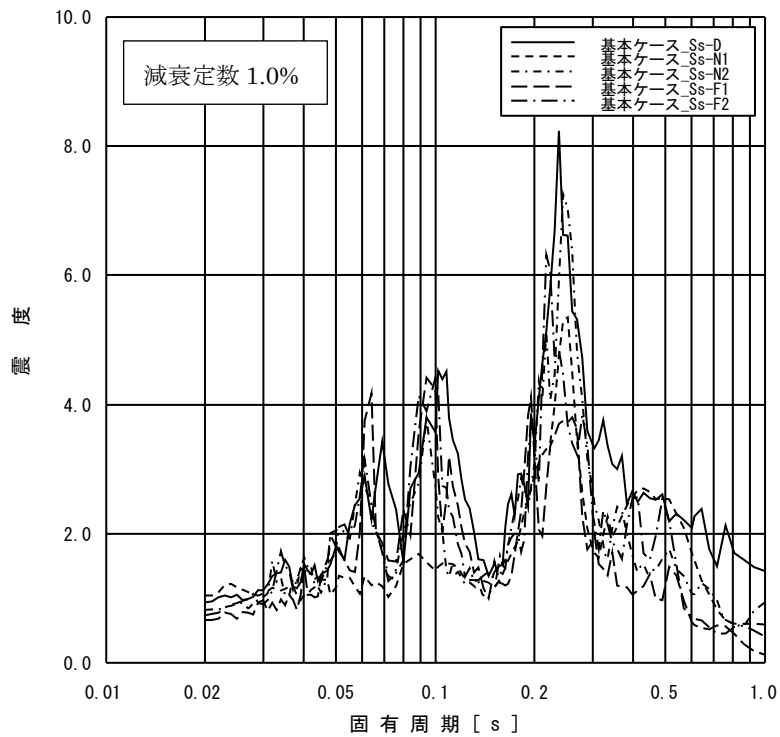


図7(1) 原子炉建物（EL23.800m）の加速度応答スペクトル（NS方向，基準地震動 Ss，減衰定数 1.0%）

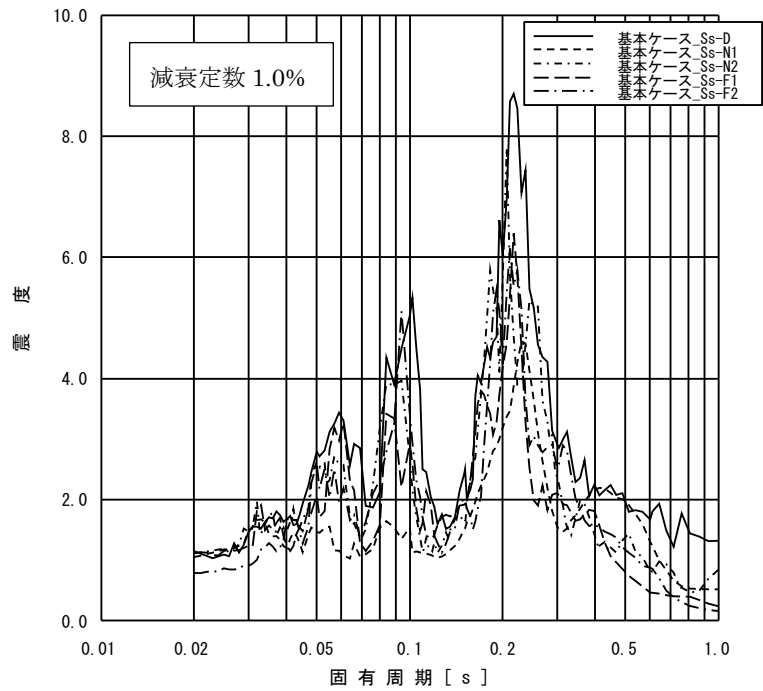


図 7(2) 原子炉建物 (EL23.800m) の加速度応答スペクトル (EW 方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)

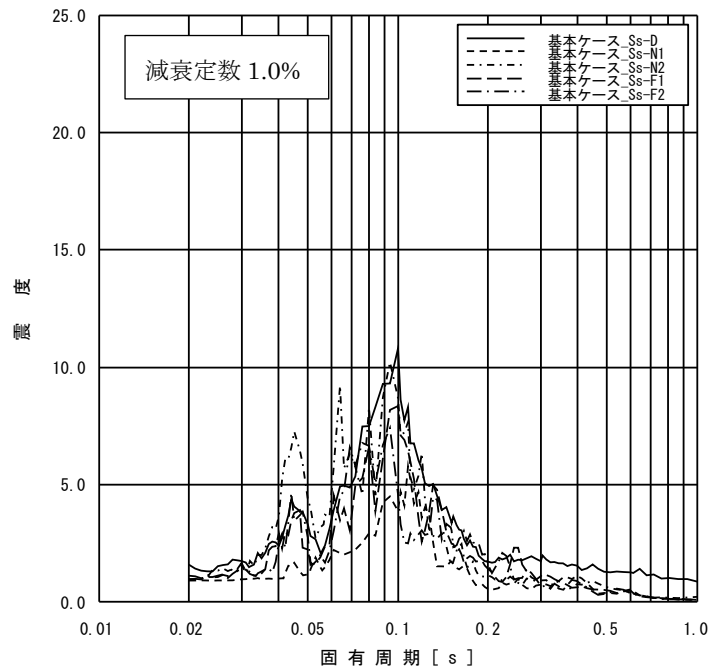


図 7(3) 原子炉建物 (EL23.800m) の加速度応答スペクトル (鉛直方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)

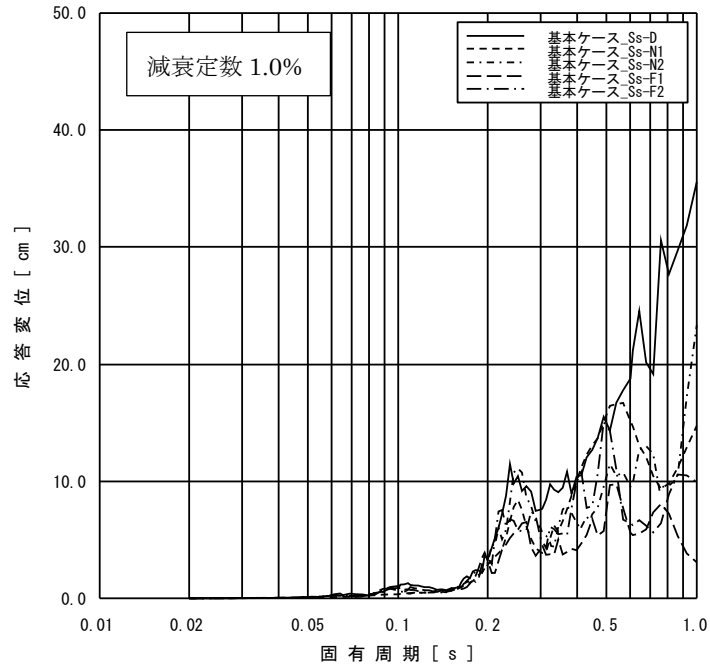


図 8(1) 原子炉建物 (EL23.800m) の変位応答スペクトル  
(NS 方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)

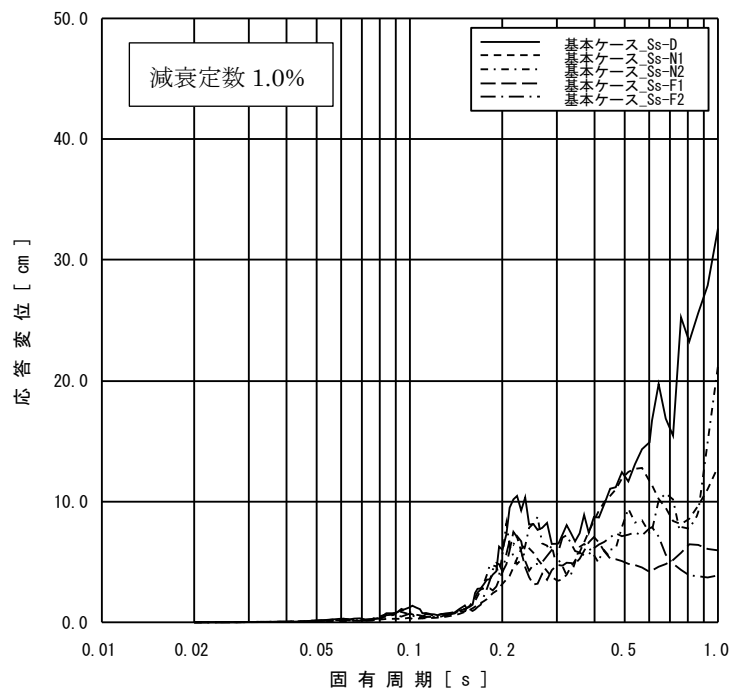


図 8(2) 原子炉建物 (EL23.800m) の変位応答スペクトル  
(EW 方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)

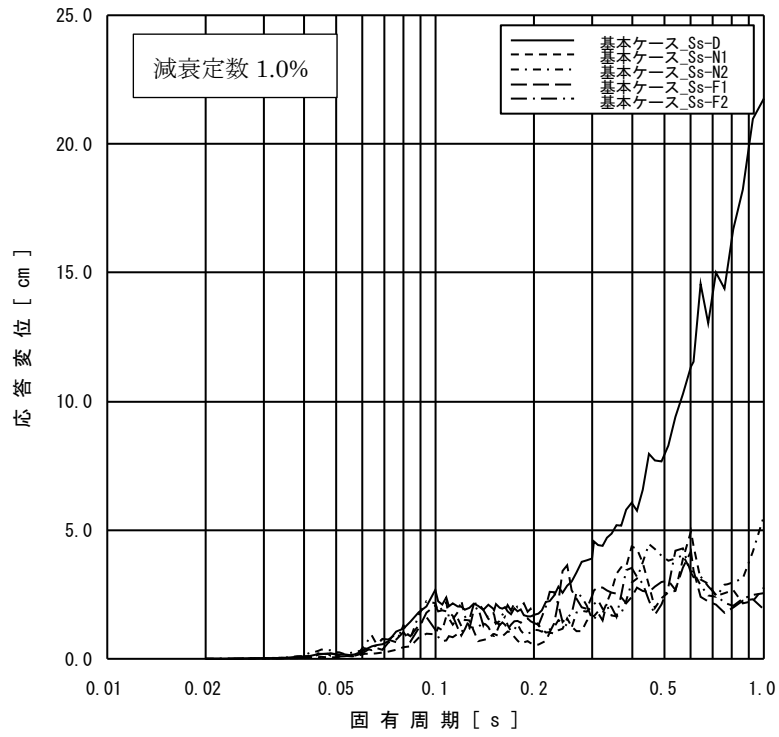


図 8(3) 原子炉建物 (EL23.800m) の変位応答スペクトル  
(鉛直方向, 基準地震動 Ss, 減衰定数 1.0%)

## 5. 剛柔判定に係る閾値の検討

### (1) 剛柔判定の閾値を 0.05 秒とすることに関連する知見

地震動の高振動数領域においては地震力が短い周期で交番することから地震による変位やエネルギーが小さくなる傾向があり、設備の損傷の観点からは影響は小さいと考えられることから、0.05 秒を剛柔判定の閾値としている。この地震動の高振動数領域が設備の損傷に与える影響は小さいとの考え方は、米国における地震時の点検・再起動等においても取り入れられている。

島根 2 号機の耐震評価において剛柔判定の閾値を 0.05 秒と設定することを踏まえ、地震動の 0.1 秒以下の高振動数領域が設備の損傷に与える影響は小さいと検討されている既往知見を以下に記載する。

#### a. J E A G 4 6 0 1

J E A G 4 6 0 1-1987 で機器が剛構造と判断される場合の例示として、1 次固有振動数が 20Hz 以上、あるいは、設計用床応答スペクトルの卓越する領域より高い振動数を有する場合を掲示している。また、J E A G 4 6 0 1-1970 では、一般的なものとして、2~10Hz が取付け点の卓越振動数域と考えられ、共振領域としては 1~20Hz を考えれば十分であろうとしている。(当該部分の抜粋は図 2, 3 に示す。)

J E A G 4 6 0 1-1987 における剛柔判定の固有振動数 20Hz 以上の考え方は、水平方向の動的解析への適用として示したものであるが、鉛直方向においても J E A G 4 6 0 1-1970 の考え方にに基づき、原子炉建物の卓越固有周期が剛柔判定の固有周期 0.05 秒に対して、十分な離隔を有することを確認している。また、4. で示したとおり、構造強度の評価における部材力（曲げモーメント、せん断力等）の算出に係る変位応答スペクトル\*においては、水平方向では 0.1 秒で概ね収斂している。鉛直方向では、0.1 秒でも一定の応答変位がみられるが、0.1 秒以下では概ね単調減少して 0.05 秒では収斂していることを確認している。

注記\*：部材力は、応答変位に剛性を乗じて算出する（5. (2) 参照）。

#### b. 過去事例

過去に、観測された地震動が 0.1 秒以下の周期領域のみで設計時の想定を超えた原子力発電所では耐震設計上重要な施設に対して被害の発生が無い。

#### 【周期 0.1 秒以下で設計時の想定を超える地震動が観測された原子力発電所】

女川原子力発電所（2005 年宮城県沖地震）

米国 Perry 原子力発電所（1986 年 Leroy 地震）\*

米国 Summer 原子力発電所（1978 年小規模地震多数）\*

注記\*：(出典) EPRI 1988.7 A Criterion for Determining Exceedance of the Operating Basis Earthquake

c. 気象庁の震度階

近地地震などでは短周期成分が多く含まれており、日本では経験的に地震動と破壊の状態との関係を震度で示している。気象庁震度階の元となっている計測震度では、周期0.1秒よりも短周期側の地震動成分をフィルタでカットしている。計測震度の算出方法について、図9に気象庁ホームページに公開されている内容の抜粋を示す。

### 計測震度の算出方法

#### 1 経緯

震度観測のあり方について検討するため、昭和60年3月、気象庁に発足した震度観測検討委員会は、昭和63年2月にとりまとめられた検討結果報告において、震度観測を計測化する場合の算出式を提案している。それは、河角による震度と最大加速度の関係式

$$I = 2 \cdot \log a_m + 0.7 \quad (1)$$

に、体感による震度とより一致するよう周期の影響を考慮した項を加えた式

$$I = 2 \cdot \log a_m + 0.7 + \log(k \cdot t) \quad (2)$$

で、更に継続時間的要素についても考慮するとしている。ここで、

$I$  : 震度(四捨五入にして整数値とする、また、この式を用いるのは震度6  
までで、震度7の判定は被害状況の調査による)

$a_m$  : 最大加速度( $\text{gal} = \text{cm}/\text{sec}^2$ )

$t$  : 周期(sec) ( $0.1 \leq t \leq 1.0$ の範囲に限る)

$k$  : 係数

である。

図9 計測震度の算出方法 (抜粋)

(<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/study-panel/shindo-kentokai/hensen.pdf>)  
より転載

d. 米国の規格

地震後の対応に関する米国の規格：Nuclear Plant Response to an Earthquake (ANSI/ANS-2.23-2002) では、観測された地震が設計用の地震動を超えたか否かの判定(OBE Exceedance Criteria)で、応答スペクトルで0.1秒以下の周期帯について考慮外としている。本規格では、CAV (Cumulative Absolute Velocity) という指標を導入して観測された地震動の有効性(構造物の破壊に対する影響度)を判定している。

原波形と0.1秒のフィルタを掛けた波形について各々CAVを算出し、その比を地震による影響の程度を示す震度(米国では修正メルカリ震度を使用している)に対してプロットすると、破損が生じるといわれる修正メルカリ震度VII程度以上で安定し、0.1秒のフィルタを掛けた波形が破損との関係をより良く表している。

e. 米国電力研究所の調査\*

10Hzを超える振動数領域における高加速度振動による設備の影響について調査を行い、一部の設備を除き影響は無視できると結論付けている。

固有振動数が低い設備は高振動数領域の加速度には影響を受けず、また、固有振動数が高い設備についても、高振動数領域における加速度では変位や応力が小さくなるため、



高振動数領域で SSE (Safety Shutdown Earthquake) を超える地震動に見舞われた国内の発電所（上記 b. の発電所）において、設備に影響が無かったことも紹介されている。

注記\*：(出典) EPRI 2006.12 Program on Criterion Technology Innovation: The Effects of High-Frequency Ground Motion on Structures, Components, and Equipment in Nuclear Power Plants

なお、b. ～d. についての情報は、一般社団法人日本原子力技術協会（現一般社団法人原子力安全推進協会）地震後の機器健全性評価ガイドライン（平成 24 年 3 月）にまとめて記述されている。

<http://www.gengikyo.jp/archive/pdf/JANTI-SANE-G1.pdf>

(2) 変位応答スペクトルを踏まえた剛柔判定の検討

島根原子力発電所第 2 号機のガンマ線遮蔽壁 EL29.962m における基準地震動  $S_s$  による加速度応答スペクトルを図 10 に示す。また、同様に変位応答スペクトルを図 11 に示す。

加速度応答スペクトルでは 0.05 秒未満で一定の加速度値を有するが、構造強度の評価に直接かかわる変位応答スペクトル\*の卓越周期に対し、剛柔判定の固有周期 0.05 秒は、十分な離隔をもって設定されていることが分かる。

注記\*：機器・配管系の動的解析に適用されるスペクトルモーダル解析 (JEAG 4601-1987 P565, 567) では、加速度応答スペクトルから各モードに対応する応答変位を求め、この応答変位に剛性を乗じて部材力(曲げモーメント、せん断力等)を算出している。

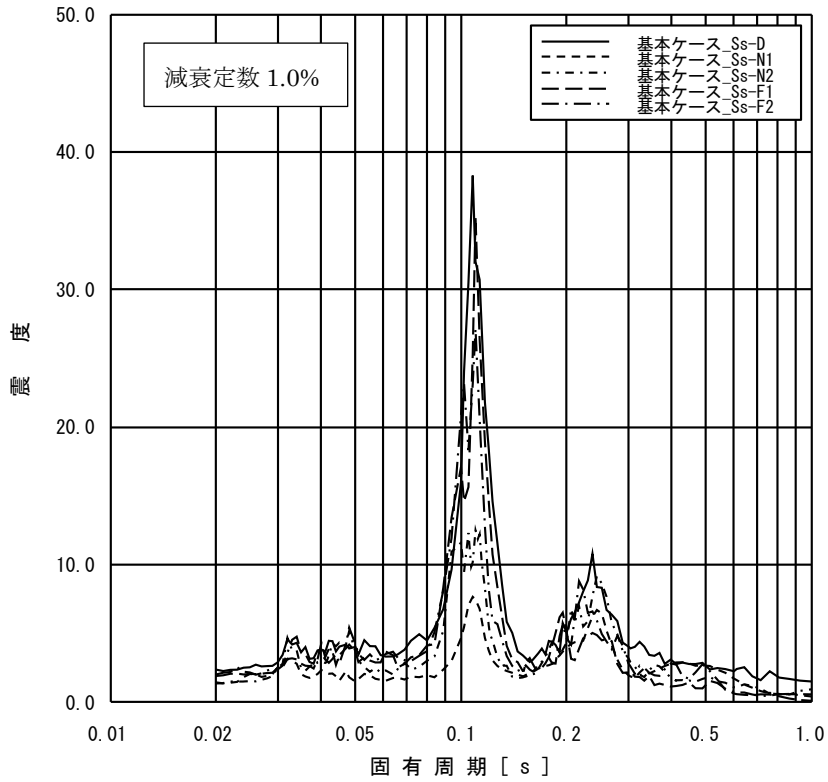


図 10(1) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%)

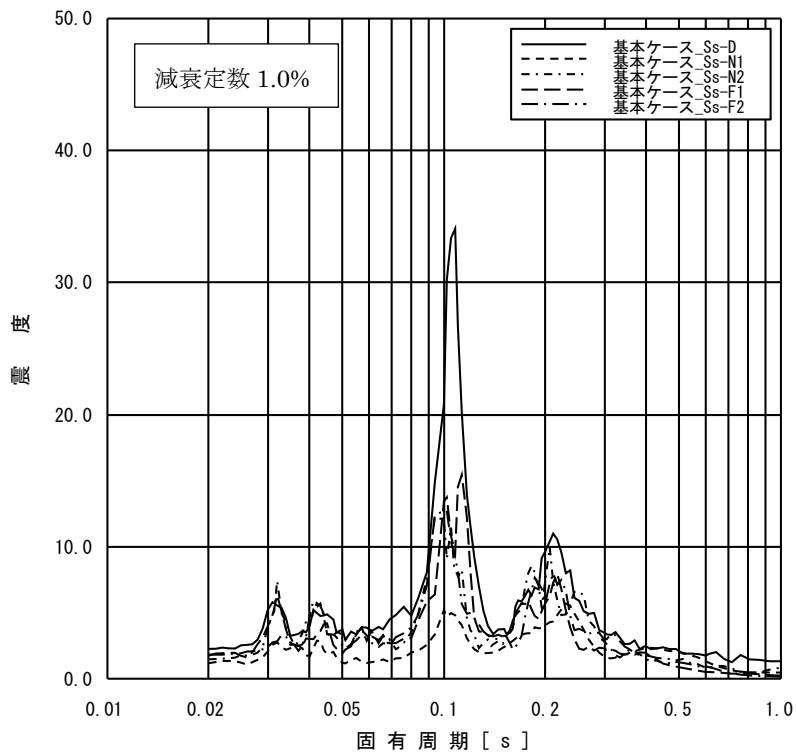


図 10(2) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%)

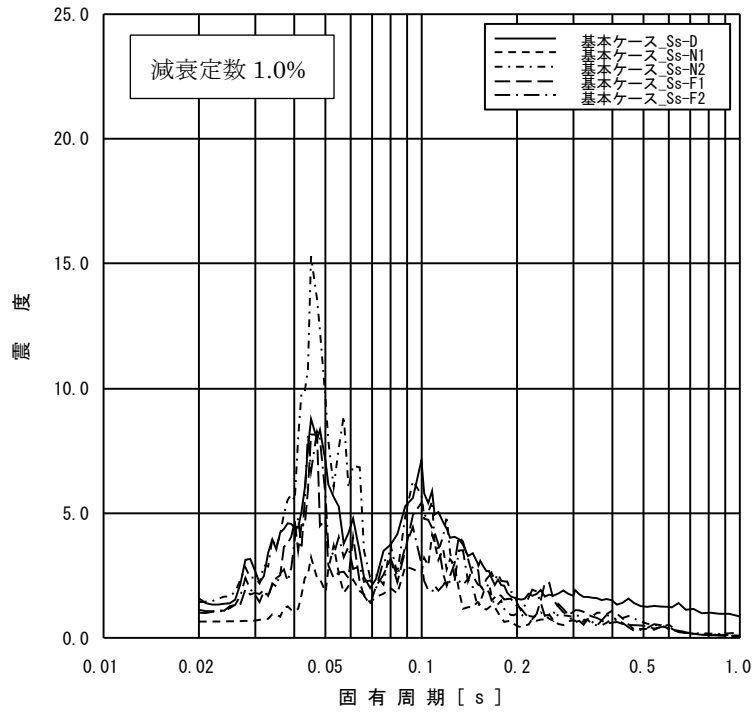


図 10(3) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

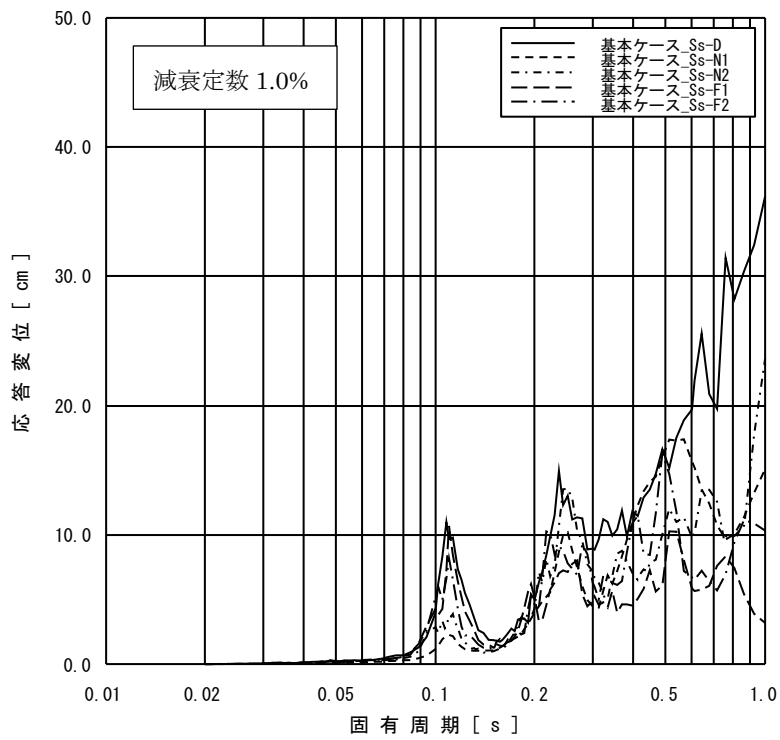


図 11(1) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の変位応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%)

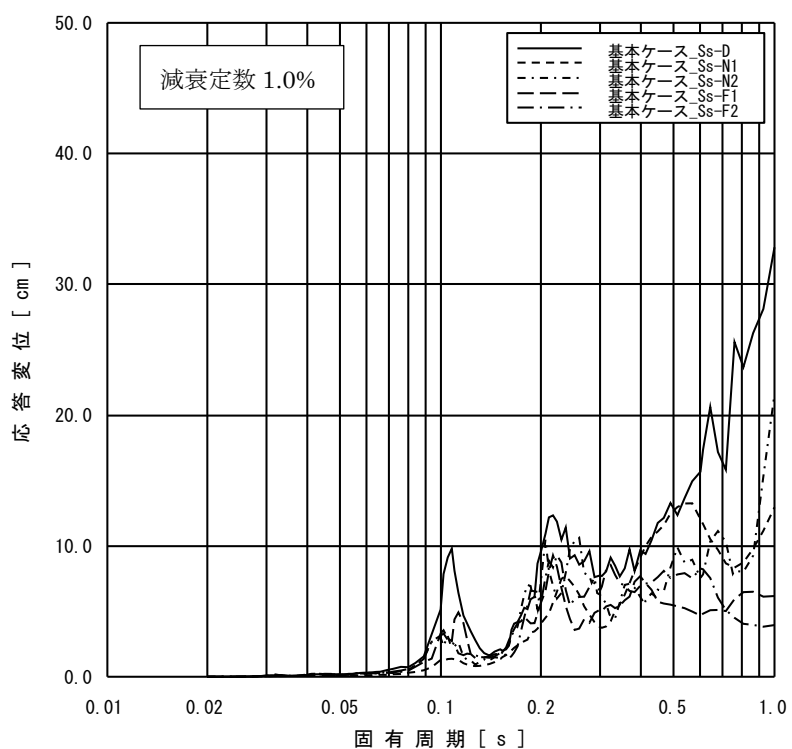


図 11(2) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の変位応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%)

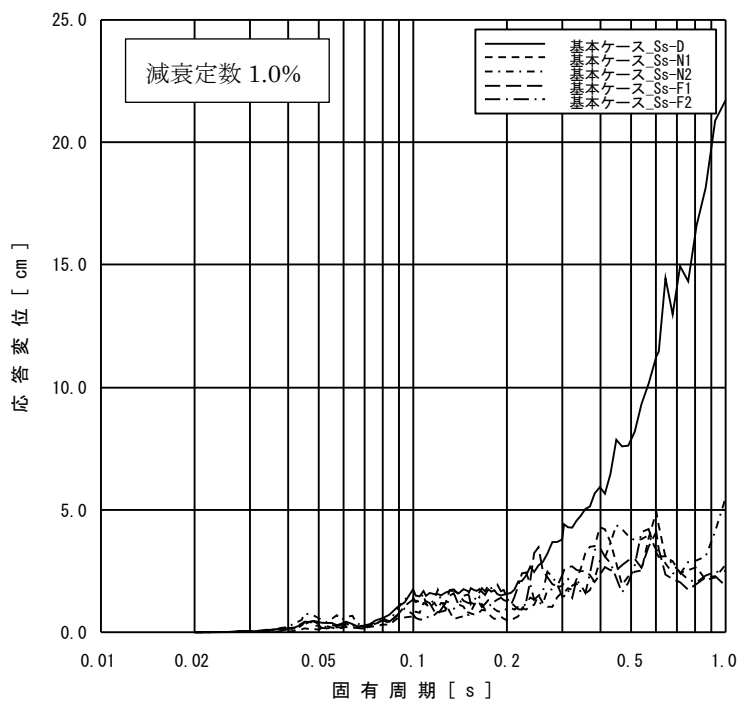


図 11(3) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の変位応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%)

## 6. 動的解析法の妥当性確認

本項では現行の動的解析において応答増幅を考慮する固有振動数の範囲は0.05秒を超える(20Hz未満)範囲としていることについて、構造強度設計を行う上で妥当であること、すなわち、変位応答スペクトルをベースに設定した剛柔判定の固有周期が耐震設計を行う上で妥当性を有していることを確認する。また、柔構造の機器・配管系のスペクトルモーダル解析においては、設計用床応答スペクトルに対して高振動数領域を考慮した入力震度を設定している(補足-027-01「設計用床応答スペクトルの作成方法及び適用方法について」参照)ため、その設定の妥当性を併せて確認する。

なお、弁の動的機能維持評価に適用する加速度値の算定方法については、補足-027-05「弁の動的機能維持評価について」に示す。

### 6.1 確認方法

図12にスペクトルモーダル解析を適用する設備の動的解析法の妥当性確認フローを示す。また、図13に検討における地震応答解析で考慮する固有振動数領域を示す。

本検討は、50Hzの領域まで作成した検討用床応答スペクトルを適用した地震応答解析結果を、20Hzの領域まで作成した設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果及び計算範囲外の高振動数領域に対する配慮として実施している1.2ZPAによる静解析の結果の包絡値と比較する。また、検討用床応答スペクトルを適用した地震応答解析結果を、高振動数領域を考慮した入力震度の設定方法を用いた地震応答解析結果と併せて比較する。

なお、本検討における地震応答解析においては、水平2方向及び鉛直方向を考慮した解析を実施すると共に、水平2方向及び鉛直方向の動的地震力による荷重の組合せには、SRSS法を適用する。

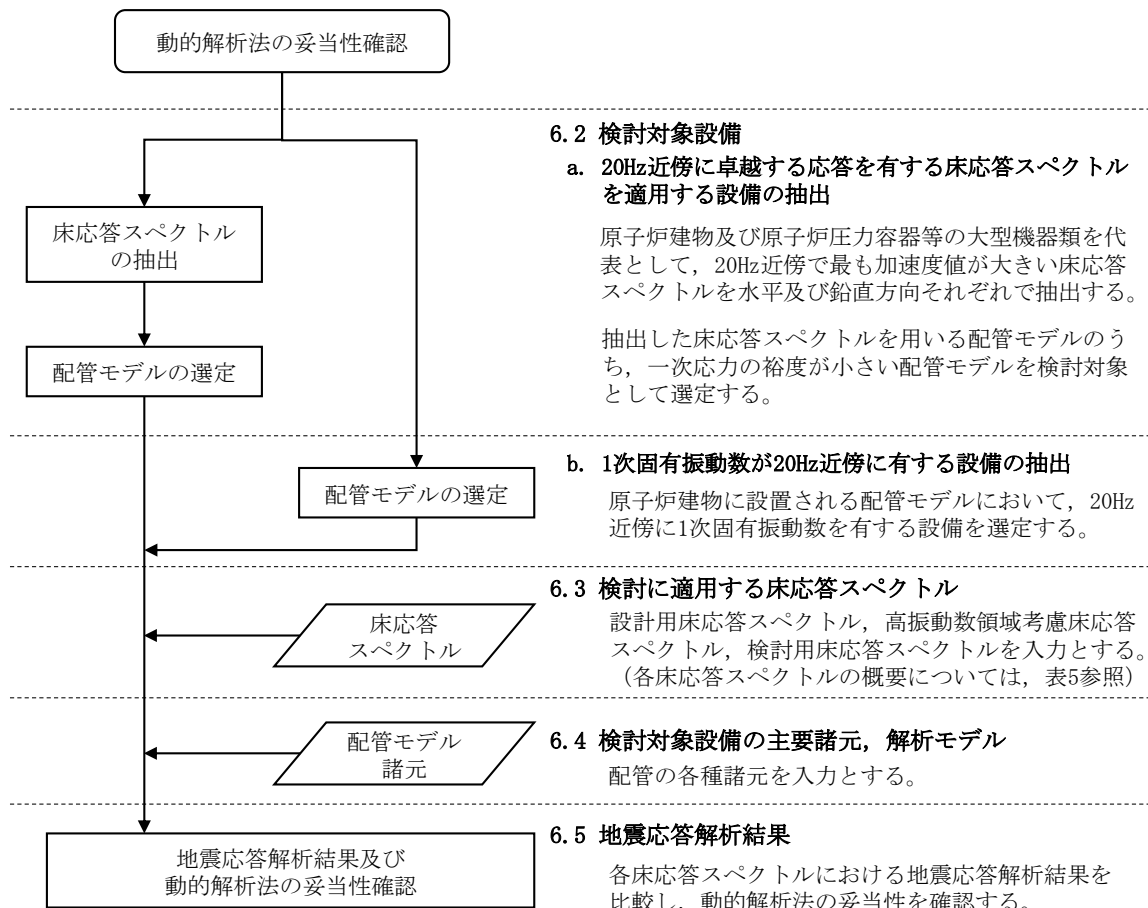


図 12 スペクトルモーダル解析を適用する設備の動的解析法の妥当性確認フロー

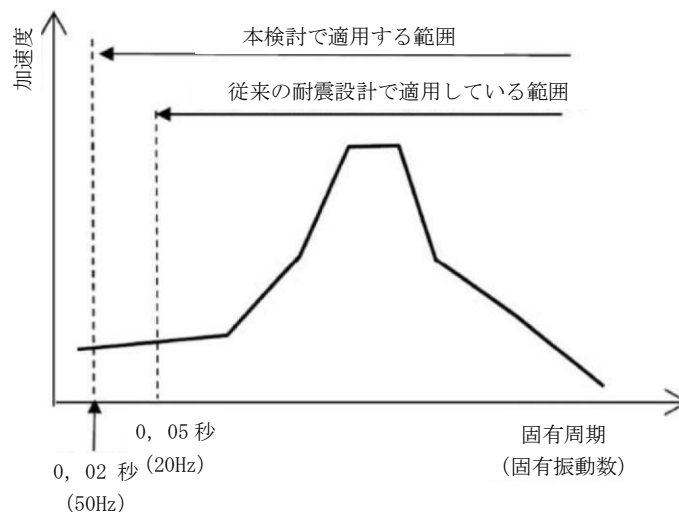


図 13 地震応答解析で考慮する固有振動数領域

## 6.2 検討対象設備

検討対象設備は、20Hz 近傍に卓越する応答に対する検討を行う観点から 20Hz 近傍に卓越する応答を有する構築物の床応答スペクトルを適用する設備を選定する。また、設計用床応答スペクトル作成において 20Hz 以降の高振動数領域を剛な領域としていることを踏まえて、1 次固有振動数が 20Hz 近傍に有する設備を選定する。

### a. 20Hz 近傍に卓越する応答を有する床応答スペクトルを適用する設備の抽出

耐震評価対象設備が最も多い原子炉建物及び原子炉圧力容器等の大型機器類を代表として、以下の地震応答について確認した。加速度応答スペクトルを添付図 1～6 に示す。

- ・原子炉建物
- ・原子炉格納容器
- ・ガンマ線遮蔽壁
- ・原子炉圧力容器ペDESTAL
- ・原子炉圧力容器

添付図 1～6 より、水平及び鉛直方向ともに高振動数領域(50Hz)へ向かうにつれて加速度値は低下傾向にあるものの、20Hz 近傍で応答が卓越している質点が複数あることが分かる。

そこで、各加速度応答スペクトルの結果から、20Hz 近傍で最も加速度値が大きい原子炉建物 EL51.700m（水平方向）とガンマ線遮蔽壁 EL29.962m（鉛直方向）の床応答スペクトルを適用するもののうち、一次応力の裕度が小さい燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）及び残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）を対象として検討する。

### b. 1 次固有振動数が 20Hz 近傍に有する設備の抽出

原子炉建物に設置される配管系において、20Hz 近傍に 1 次固有振動数を有する設備を選定する。20Hz 近傍に 1 次固有振動数を有する配管系として、1 次として  Hz，2 次として  Hz の振動モードを有する燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）を選定する。

上記の a. 及び b. の検討により抽出した検討対象設備を表 3 に示す。なお、原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の床応答スペクトルを適用し耐震評価を実施する設備を表 4 に示す。

表 3 妥当性検討に用いた対象設備

対象設備	選定理由
燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3)	水平方向で 20Hz 近傍の加速度が最も大きい原子炉建物 EL51.700m の床応答スペクトルを適用し評価する設備のうち、一次応力の裕度が小さい設備として選定した。
残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8)	鉛直方向で 20Hz 近傍の加速度が最も大きいガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の床応答スペクトルを適用し評価する設備のうち、一次応力の裕度が小さい設備として選定した。
燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2)	20Hz 近傍に 1 次固有振動数を有し、2 次固有振動数が 20Hz 以上となる設備として選定した。



表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(1/15)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応 答スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-1)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-2)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-3)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-4)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-5)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-10)	原子炉建物 EL 34.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-11)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プール冷却系配管 (FPC-R-12)	原子炉建物 EL 42.800m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-2)	原子炉建物 EL 42.800m		○
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-3)	原子炉建物 EL 51.700m		○
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-4)	原子炉建物 EL 51.700m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-5)	原子炉建物 EL 23.800m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-6)	原子炉建物 EL 34.800m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-7)	原子炉建物 EL 51.700m		—
燃料プールのスプレイ系配管 (SFPS-R-8)	原子炉建物 EL 51.700m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備（2/15）

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
主蒸気系配管 (MS-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
主蒸気系配管 (MS-PD-2)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
主蒸気系配管 (MS-PD-3)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
主蒸気系配管 (MS-PD-4)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
給水系配管 (FW-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 21.500m		—
給水系配管 (FW-PD-2)	ガンマ線遮蔽壁 EL 21.500m		—
給水系配管 (FW-T-8)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-PD-4)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
残留熱除去系配管 (RHR-PD-5)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
残留熱除去系配管 (RHR-PD-6)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
残留熱除去系配管 (RHR-PD-8)	ガンマ線遮蔽壁 EL 29.962m		○
残留熱除去系配管 (RHR-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-2)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-3)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-4)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-5)	原子炉建物 EL 23.800m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(3/15)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
残留熱除去系配管 (RHR-R-5A)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-5B)	原子炉建物 EL 30.500m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-6)	原子炉建物 EL 15.300m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-7)	原子炉建物 EL 15.300m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-8)	原子炉建物 EL 30.500m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-9)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-10)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-11)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-12)	原子炉建物 EL 15.300m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-13)	原子炉建物 EL 15.300m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-14)	原子炉建物 EL 15.300m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-15)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-16)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱除去系配管 (RHR-R-17)	原子炉建物 EL 34.800m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(4/15)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
高圧炉心スプレイ系配管 (HPCS-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 26.981m		—
高圧炉心スプレイ系配管 (HPCS-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧炉心スプレイ系配管 (HPCS-R-2)	原子炉建物 EL 15.300m		—
低圧炉心スプレイ系配管 (LPCS-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 26.981m		—
低圧炉心スプレイ系配管 (LPCS-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
低圧炉心スプレイ系配管 (LPCS-R-2)	原子炉建物 EL 15.300m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (HPAC-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (HPAC-R-2)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (HPAC-R-3)	原子炉建物 EL 15.300m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (HPAC-R-4)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (HPAC-R-5)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (RCIC-R-3)	原子炉建物 EL 15.300m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (RCIC-R-4)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (RHR-R-3)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧原子炉代替注水系配管 (FW-T-8)	原子炉建物 EL 23.800m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(5/15)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
低圧原子炉代替注水系配管 (FLSR-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (FLSR-R-2)	原子炉建物 EL 23.800m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (FLSR-R-3)	原子炉建物 EL 30.500m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (RHR-R-5A)	原子炉建物 EL 23.800m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (RHR-R-11)	原子炉建物 EL 23.800m		—
低圧原子炉代替注水系配管 (FLSR-F-3)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-R-2)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-R-3)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉隔離時冷却系配管 (RCIC-R-4)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-2)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-3)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-4)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-5)	原子炉建物 EL 15.300m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(6/15)

設備名称 (モデルNo)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-6)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-7)	原子炉建物 EL 30.500m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-8)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-9)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-10)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-11)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-12)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-13)	原子炉建物 EL 42.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-14)	原子炉建物 EL 42.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-15)	原子炉建物 EL 34.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-16)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-17)	原子炉建物 EL 42.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-18)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-21)	原子炉建物 EL 34.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-22)	原子炉建物 EL 42.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-36)	原子炉建物 EL 8.800m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(7/15)

設備名称 (モデルNo)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-37)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-38)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-39)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-40)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉補機冷却系配管 (RCW-R-41)	原子炉建物 EL 8.800m		—
原子炉補機海水系配管 (RSW-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機海水系配管 (RSW-R-2)	原子炉建物 EL 15.300m		—
高圧炉心スプレイ補機冷却系配管 (HPCW-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧炉心スプレイ補機冷却系配管 (HPCW-R-2)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧炉心スプレイ補機冷却系配管 (HPCW-R-3)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧炉心スプレイ補機冷却系配管 (HPCW-R-4)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧炉心スプレイ補機冷却系配管 (HPCW-R-5)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧炉心スプレイ補機冷却系配管 (HPCW-R-6)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧炉心スプレイ補機冷却系配管 (HPSW-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
高圧炉心スプレイ補機冷却系配管 (HPSW-T-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(8/15)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-3)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-4)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-6)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-7)	原子炉建物 EL 30.500m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-12)	原子炉建物 EL 23.800m		—
原子炉補機代替冷却系配管 (RCW-R-18)	原子炉建物 EL 15.300m		—
原子炉浄化系配管 (CUW-R-1)	原子炉建物 EL 15.300m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-1)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-2)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-3)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-4)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-5)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-PD-6)	ガンマ線遮蔽壁 EL 19.000m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-1)	原子炉建物 EL 30.500m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-2)	原子炉建物 EL 30.500m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-3)	原子炉建物 EL 30.500m		—



表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(9/15)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-4)	原子炉建物 EL 30.500m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-5)	原子炉建物 EL 30.500m		—
制御棒駆動水圧系配管 (CRD-R-6)	原子炉建物 EL 30.500m		—
ほう酸水注入系配管 (SLC-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ほう酸水注入系配管 (SLC-R-2)	原子炉建物 EL 42.800m		—
ほう酸水注入系配管 (SLC-R-3)	原子炉建物 EL 42.800m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-PD-1SP)	ガンマ線遮蔽壁 EL 26.981m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-PD-2SP)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-PD-3SP)	ガンマ線遮蔽壁 EL 24.000m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-PD-4SP)	ガンマ線遮蔽壁 EL 26.981m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-R-1SP)	原子炉建物 EL 30.500m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-R-2SP)	原子炉建物 EL 30.500m		—
逃がし安全弁窒素ガス供給系配管 (ADS-R-3SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ドレン移送系配管 (RWL-R-1)	原子炉建物 EL 15.300m		—
ドレン移送系配管 (RWL-R-2)	原子炉建物 EL 15.300m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(10/15)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
格納容器代替スプレイ系配管 (ACSS-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (ACSS-R-2)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (ACSS-R-3)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (ACSS-R-4)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (RHR-R-5B)	原子炉建物 EL 30.500m		—
格納容器代替スプレイ系配管 (RHR-R-11)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ペデスタル代替注水系配管 (APFS-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ペデスタル代替注水系配管 (APFS-R-2)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ペデスタル代替注水系配管 (APFS-R-3)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ペデスタル代替注水系配管 (APFS-R-4)	原子炉建物 EL 23.800m		—
ペデスタル代替注水系配管 (MUW-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHAR-R-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHAR-R-2)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHAR-R-3)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱代替除去系配管 (FLSR-R-1)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHR-R-2)	原子炉建物 EL 8.800m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(11/15)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
残留熱代替除去系配管 (RHR-R-9)	原子炉建物 EL 8.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHR-R-11)	原子炉建物 EL 23.800m		—
残留熱代替除去系配管 (RHR-R-19)	原子炉建物 EL 30.500m		—
非常用ガス処理系配管 (SGT-R-1)	原子炉建物 EL. 34.800m		—
非常用ガス処理系配管 (SGT-R-2)	原子炉建物 EL 42.800m		—
非常用ガス処理系配管 (SGT-R-3)	原子炉建物 EL 42.800m		—
非常用ガス処理系配管 (SGT-R-4)	原子炉建物 EL 42.800m		—
非常用ガス処理系配管 (SGT-R-5)	原子炉建物 EL 42.800m		—
非常用ガス処理系配管 (SGT-R-6)	原子炉建物 EL. 34.800m		—
非常用ガス処理系配管 (SGT-R-8)	原子炉建物 EL 23.800m		—
非常用ガス処理系配管 (SGT-T-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
可燃性ガス濃度制御系配管 (FCS-R-1)	原子炉建物 EL 30.500m		—
可燃性ガス濃度制御系配管 (FCS-R-2)	原子炉建物 EL 30.500m		—
可燃性ガス濃度制御系配管 (FCS-R-3)	原子炉建物 EL 23.800m		—
可燃性ガス濃度制御系配管 (FCS-R-4)	原子炉建物 EL 23.800m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(12/15)

設備名称 (モデル No)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-1SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-2SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-3SP)	原子炉建物 EL 30.500m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-4SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-5SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-6SP)	原子炉建物 EL 8.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-7SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-8SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-9SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス代替注入系配管 (ANI-R-10SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
窒素ガス制御系配管 (NGC-R-1)	原子炉建物 EL 15.300m		—
窒素ガス制御系配管 (NGC-R-3)	原子炉建物 EL 15.300m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-1)	原子炉建物 EL 42.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-2)	原子炉建物 EL 15.300m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-3)	原子炉建物 EL 30.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-4)	原子炉建物 EL 42.800m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(13/15)

設備名称 (モデルNo)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-5)	原子炉建物 EL 51.700m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-6)	原子炉建物 EL 63.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-7)	原子炉建物 EL 63.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-8)	原子炉建物 EL 30.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-9)	原子炉建物 EL 42.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-10)	原子炉建物 EL 51.700m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-11)	原子炉建物 EL 63.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-12)	原子炉建物 EL 63.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-13)	原子炉建物 EL 30.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-14)	原子炉建物 EL 42.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-15)	原子炉建物 EL 51.700m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-16)	原子炉建物 EL 63.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-17)	原子炉建物 EL 63.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-18)	原子炉建物 EL 30.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-19)	原子炉建物 EL 42.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-20)	原子炉建物 EL 51.700m		—

表4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(14/15)

設備名称 (モデルNo)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-21)	原子炉建物 EL 63.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-22)	原子炉建物 EL 63.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-1SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-2SP)	原子炉建物 EL 30.500m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-3SP)	原子炉建物 EL 42.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-4SP)	原子炉建物 EL 42.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-5SP)	原子炉建物 EL 42.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-11SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-R-12SP)	原子炉建物 EL 23.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (SGT-R-1)	原子炉建物 EL. 34.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (SGT-R-6)	原子炉建物 EL. 34.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-F-1)	原子炉建物 EL 8.800m		—
格納容器フィルタベント系配管 (FCVS-F-6)	原子炉建物 EL 23.800m		—
非常用ディーゼル発電設備の配管 (DEG-R-1SP)	原子炉建物 EL 8.800m		—
非常用ディーゼル発電設備の配管 (DEG-R-B1SP)	原子炉建物 EL 15.300m		—
非常用ディーゼル発電設備の配管 (DEG-Y-B4SP)	原子炉建物 EL 15.300m		—

表 4 原子炉建物（水平方向）とガンマ線遮蔽壁（鉛直方向）の  
床応答スペクトルを適用する設備(15/15)

設備名称 (モデルNo)	評価に適用する設計用床応答 スペクトルの作成位置	1次固有周期 (秒)	検討対象
高圧炉心スプレイ系 ディーゼル発電設備の配管 (DEG-R-3SP)	原子炉建物 EL 15.300m		—
浸水防止設備の配管 (RSW-R-3)	原子炉建物 EL 23.800m		—
浸水防止設備の配管 (RSW-R-4)	原子炉建物 EL 23.800m		—
浸水防止設備の配管 (RSW-T-3)	原子炉建物 EL 8.800m		—
浸水防止設備の配管 (RSW-T-4)	原子炉建物 EL 8.800m		—
浸水防止設備の配管 (HPSW-R-2)	原子炉建物 EL 8.800m		—

### 6.3 検討に適用する床応答スペクトル

設計用床応答スペクトル，高振動数領域を考慮した入力震度（以下「高振動数領域考慮床応答スペクトル」という）の設定方法及び検討用床応答スペクトルの概要を表 5，検討に適用する床応答スペクトルを図 14～図 16 に示す。

設計用床応答スペクトルは，表 6 に示す各検討対象設備に応じた設計用床応答スペクトルⅠ又はⅡを適用する（1.2ZPA による静解析に適用する設計用震度も同様）。なお，設計用床応答スペクトルの作成方法は，補足-027-01「設計用床応答スペクトルの作成方法及び適用方法について」における「2.1 設計用床応答スペクトルⅠの作成方法」及び「2.2 設計用床応答スペクトルⅡの作成方法」に示す。

高振動数領域考慮床応答スペクトルの設定方法は，上記の設計用床応答スペクトルについて，補足-027-01「設計用床応答スペクトルの作成方法及び適用方法について」における「3.2 地震応答解析における高振動数領域を考慮した入力震度の設定方法」に従い高振動数領域を考慮して設定する。

検討用床応答スペクトルは，上記の設計用床応答スペクトルと同じ解析ケースの時刻歴応答解析結果を用いて，剛領域の設備応答の影響を確認する観点から，固有周期 0.02 秒（50Hz）まで作成するとともに，設計用床応答スペクトルと同様に基本ケースについては周期軸方向に 10% 拡幅する。

なお，床応答スペクトルの作成における固有周期の計算間隔は，表 7 に示す計算間隔を用いる。



表5 検討に適用する床応答スペクトルの設定方法の概要

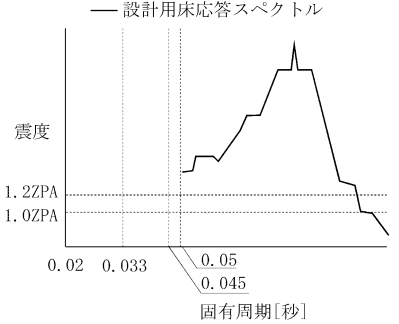
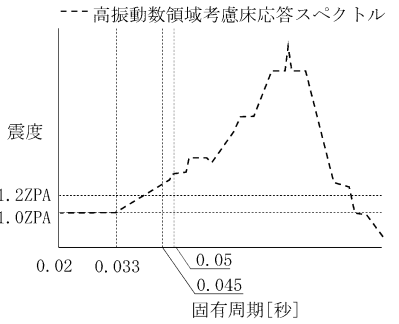
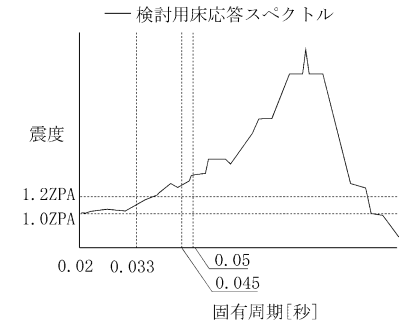
No.	種類	スペクトルの形状	地震応答解析に考慮する振動数範囲
①	設計用床応答 スペクトル	 <p>20Hz まで計算した床応答スペクトル</p>	1~20Hz
②	高振動数領域 考慮床応答 スペクトル	 <p>設計用床応答スペクトルに対して以下の方法で高振動数領域を考慮                      0.05 秒~0.045 秒：20Hz までの応答を拡幅して設定                      0.045 秒~0.033 秒：直線補間                      0.033 秒~0.02 秒：1.0ZPA</p>	1~50Hz
③	検討用床応答 スペクトル	 <p>50Hz まで計算した床応答スペクトル</p>	1~50Hz

表 6 各検討対象設備に適用する設計用床応答スペクトルの種類

検討対象 設備	設計用床応答 スペクトルの 種類	(参考) 設計用床応答スペクトル作成に係る解析ケース		
		基本ケース		不確かさケース
		ケース 1 (工認モデル)	ケース 2 (地盤物性+ $\sigma$ )	ケース 3 (地盤物性- $\sigma$ )
SFPS-R-3	設計用床応答 スペクトル II	○		
RHR-PD-8	設計用床応答 スペクトル I	○	○	○
SFPS-R-2	設計用床応答 スペクトル II	○		

表 7 固有周期の計算間隔

固有周期 (s)	計算間隔 ( $\Delta\omega$ : rad/s)
0.02 ~ 0.1	4.0
0.1 ~ 0.15	1.5
0.15 ~ 0.3	0.8
0.3 ~ 0.6	0.6
0.6 ~ 1.0	0.5

注：VI-2-1-7「設計用床応答スペクトルの作成方針」のうち「2.2.1 (3) 数値計算用諸元」における固有周期計算間隔を再掲。なお、固有周期 0.02(s)~0.05(s)における計算間隔については、固有周期 0.05(s)~0.1(s)と同じ計算間隔を用いる。

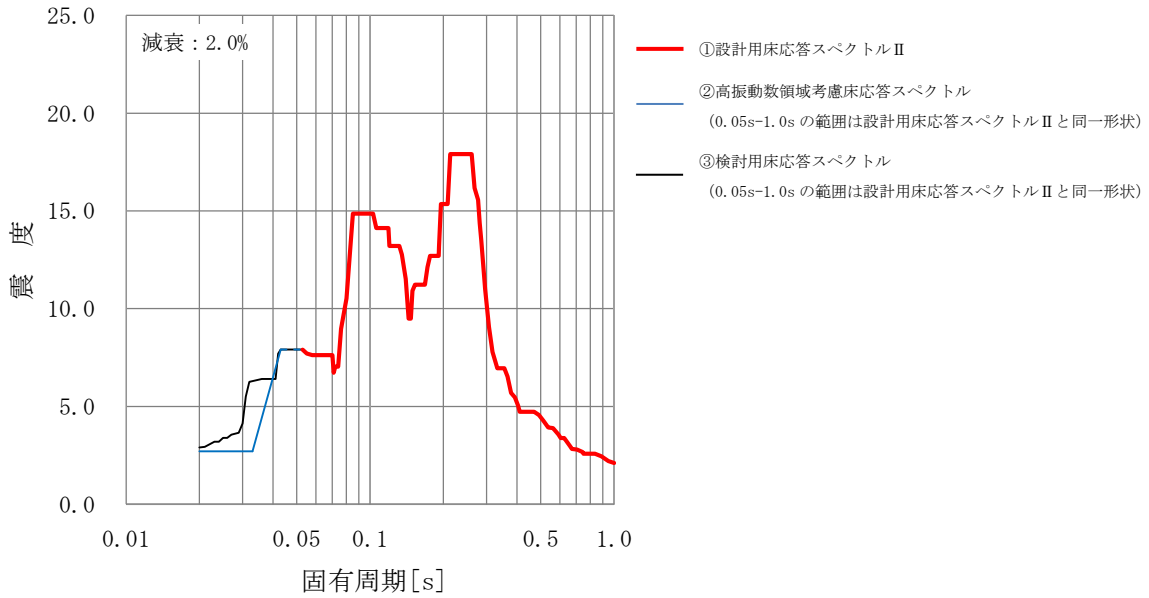


図 14(1) 検討に適用する床応答スペクトル  
(燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3)) (NS 方向)

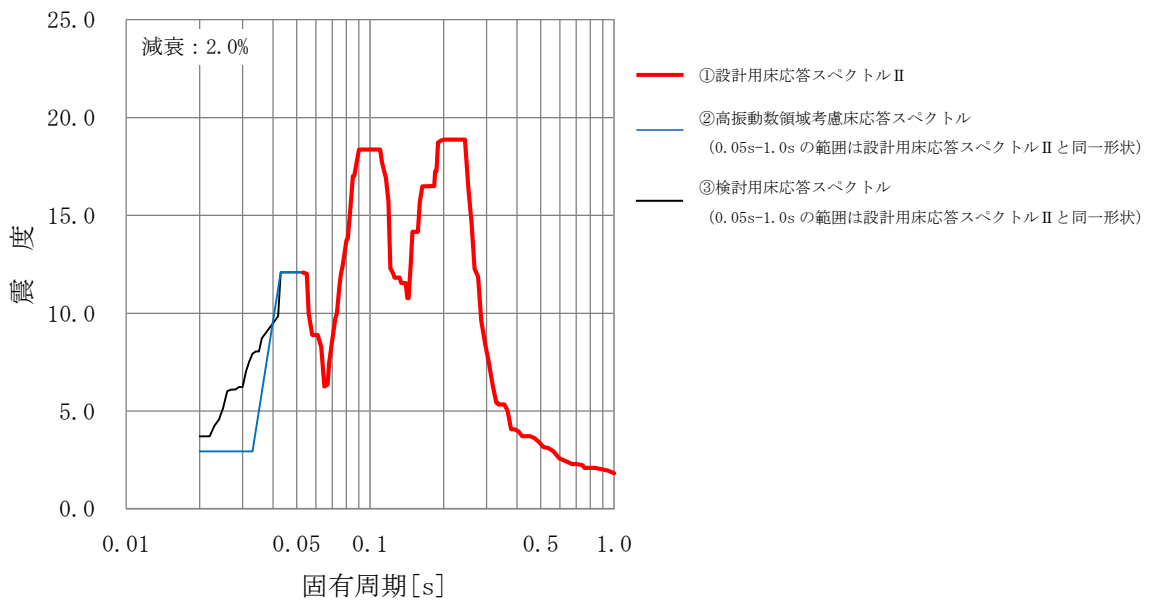


図 14(2) 検討に適用する床応答スペクトル  
(燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3)) (EW 方向)

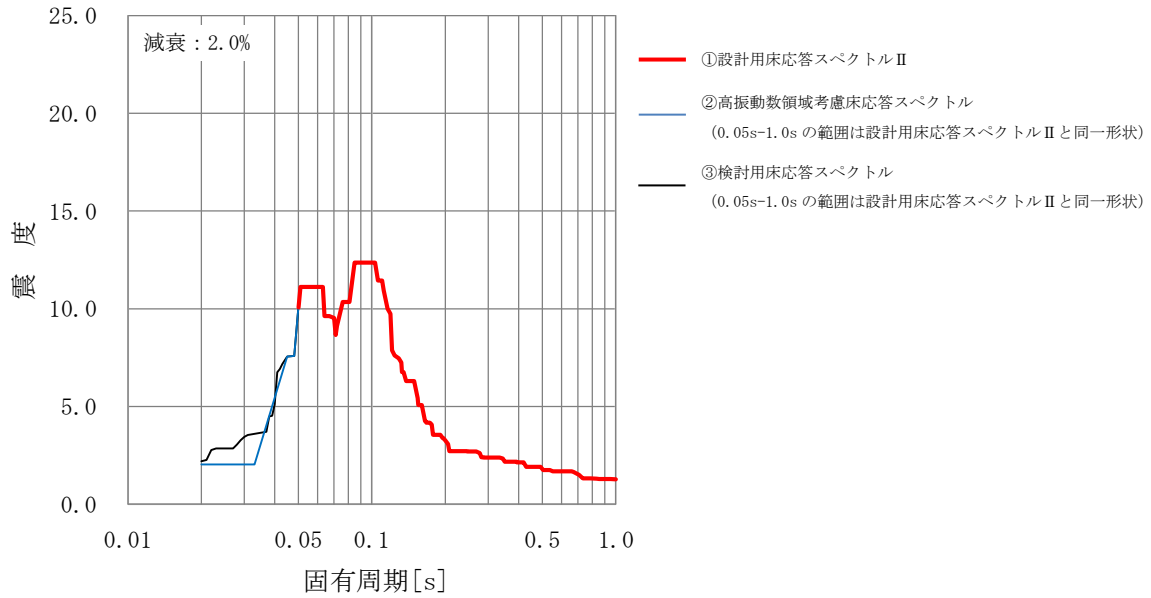
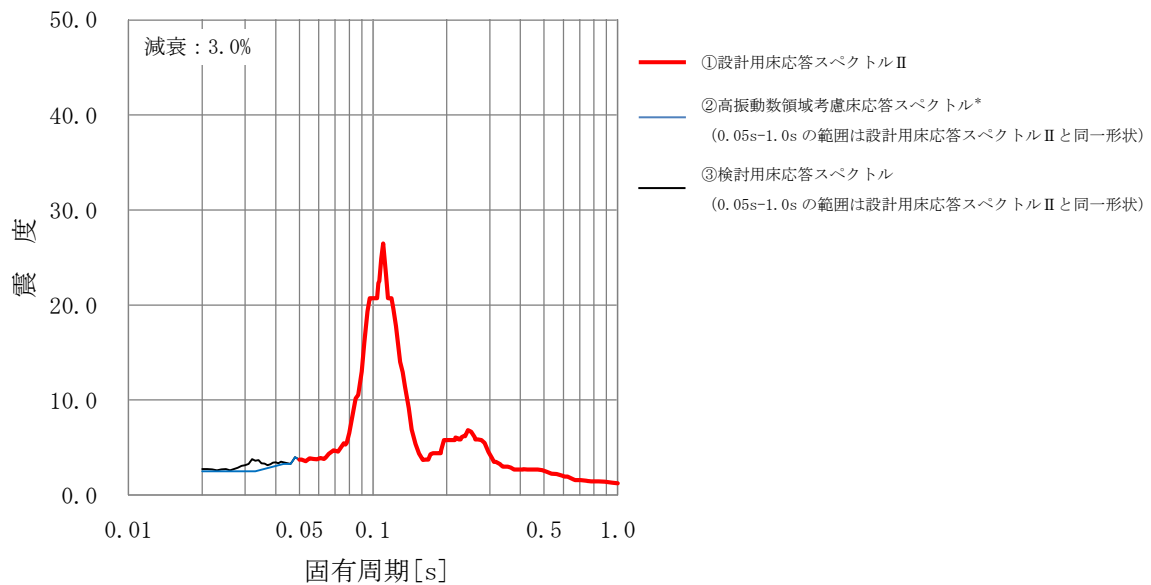
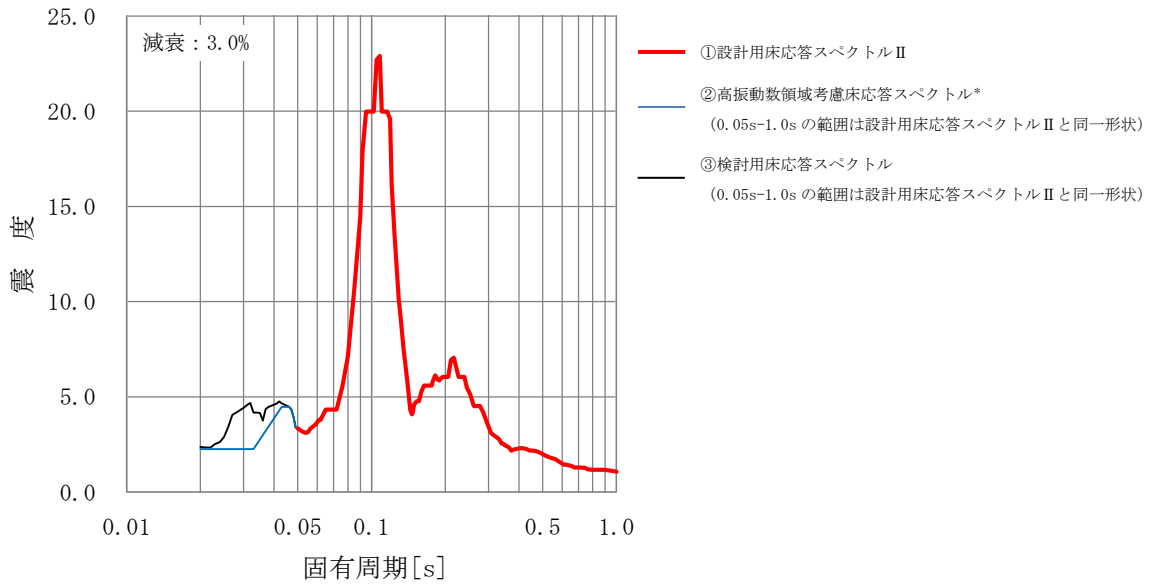


図 14(3) 検討に適用する床応答スペクトル  
 (燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3)) (鉛直方向)



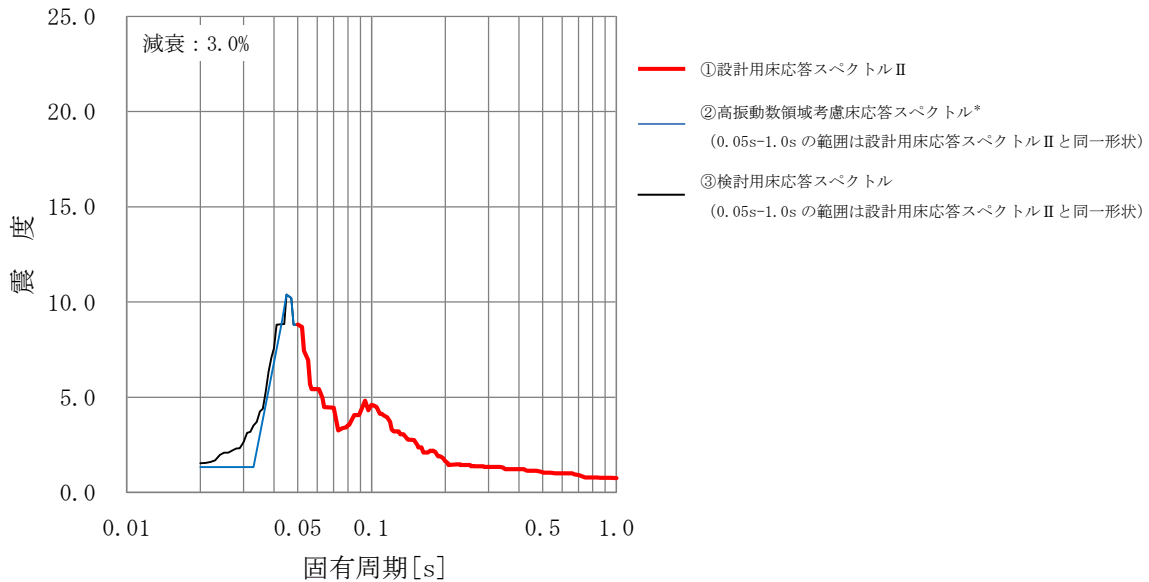
注記\* : 本配管においては、50Hz まで計算した床応答スペクトル (拡幅あり) を 22.2Hz 以下に適用し、22.2Hz を超える領域は直線補完したスペクトルを保守的に工認評価に適用

図 15(1) 検討に適用する床応答スペクトル  
 (残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8)) (NS 方向)



注記\*：本配管においては、50Hz まで計算した床応答スペクトル（拡幅あり）を 22.2Hz 以下に適用し、22.2Hz を超える領域は直線補完したスペクトルを保守的に工認評価に適用

図 15(2) 検討に適用する床応答スペクトル  
 (残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8)) (EW 方向)



注記\*：本配管においては、50Hz まで計算した床応答スペクトル（拡幅あり）を 22.2Hz 以下に適用し、22.2Hz を超える領域は直線補完したスペクトルを保守的に工認評価に適用

図 15(3) 検討に適用する床応答スペクトル  
 (残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8)) (鉛直方向)

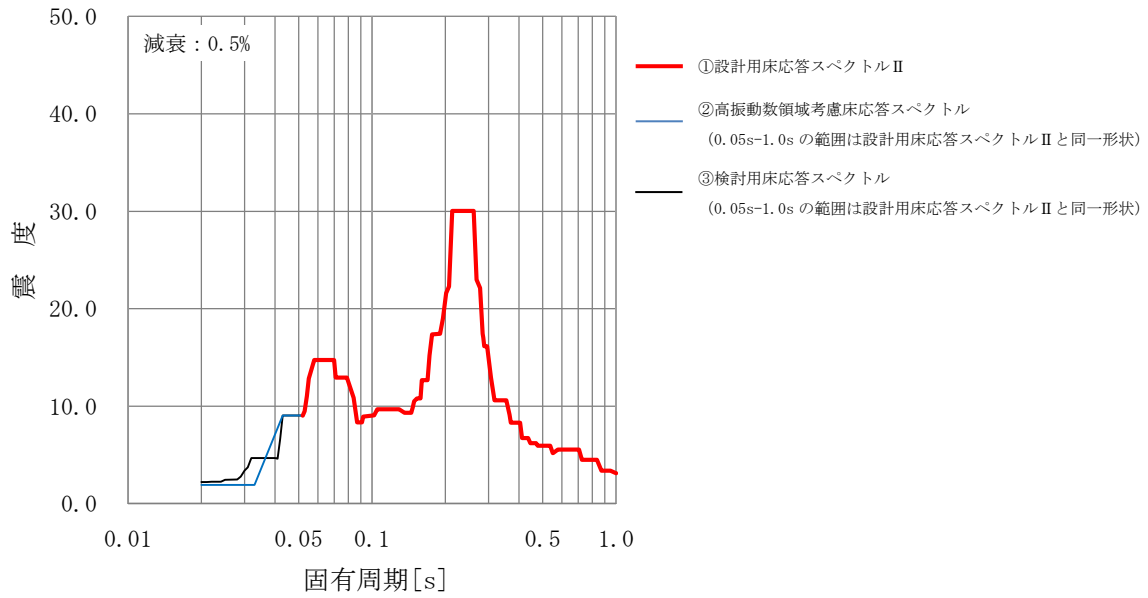


図 16(1) 検討に適用する床応答スペクトル  
(燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2)) (NS 方向)

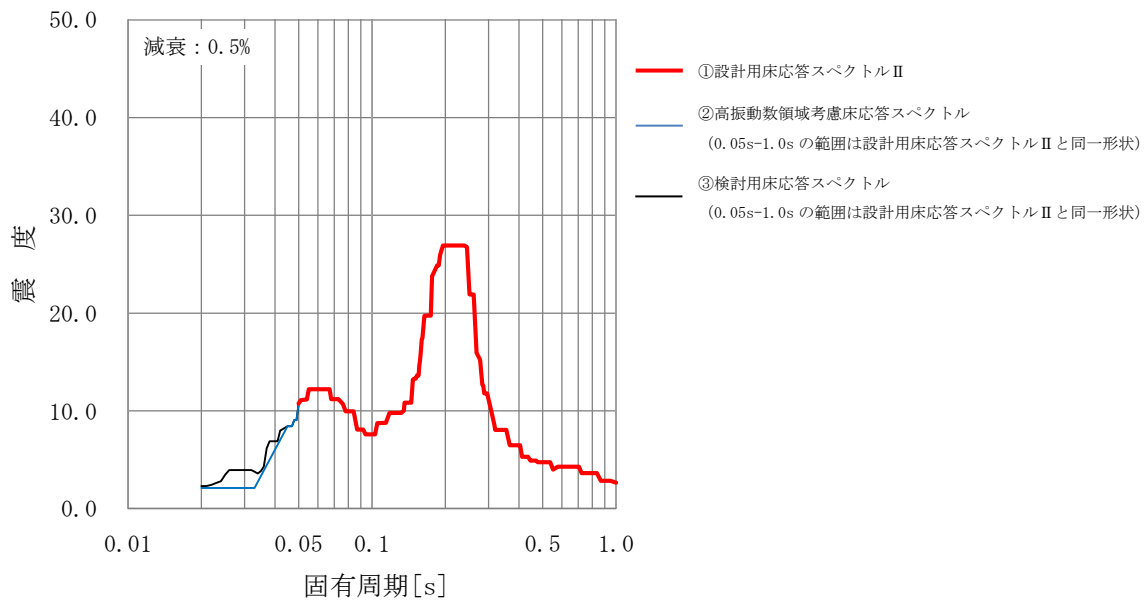


図 16(2) 検討に適用する床応答スペクトル  
(燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2)) (EW 方向)

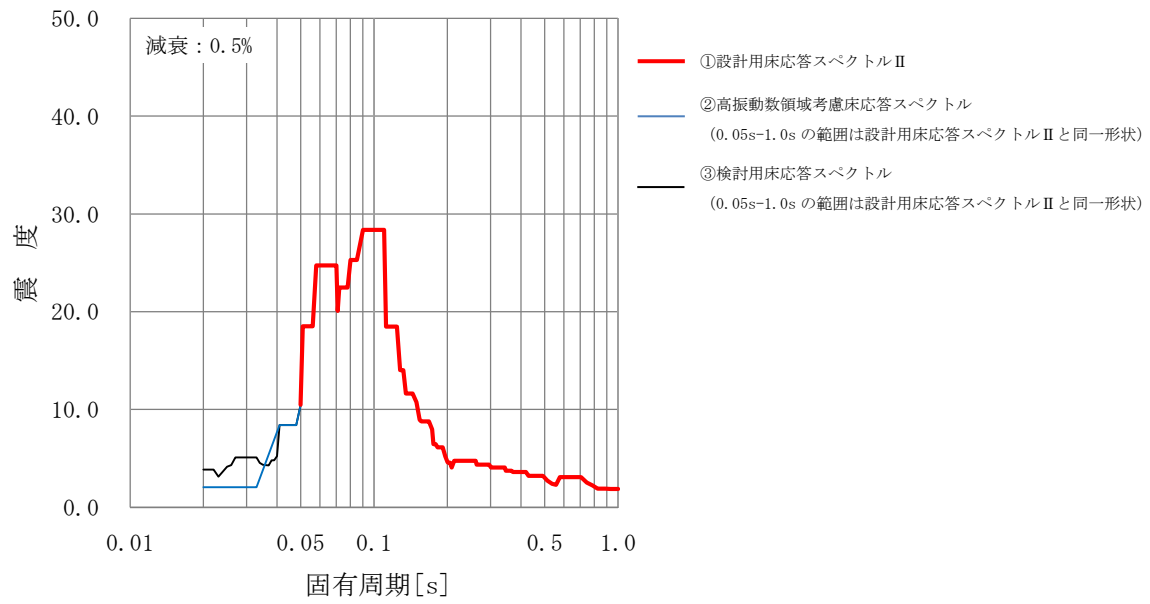


図 16(3) 検討に適用する床応答スペクトル  
(燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2)) (鉛直方向)

#### 6.4 検討対象設備の主要諸元，解析モデル

検討対象設備として燃料プールスプレイ系配管及び残留熱除去系配管の主要仕様，解析モデル図，固有振動数及び刺激係数，主要次数のモード図を示す。

##### a. 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）

燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の主要仕様を表 8 に，解析モデル図を図 17 に，固有振動数及び刺激係数を表 9 に，主要次数のモード図を図 18 に示す。

表 8 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	2.45
最高使用温度 (°C)	66
外径 (mm)	114.3
厚さ (mm)	6.0
材料	SUS304TP



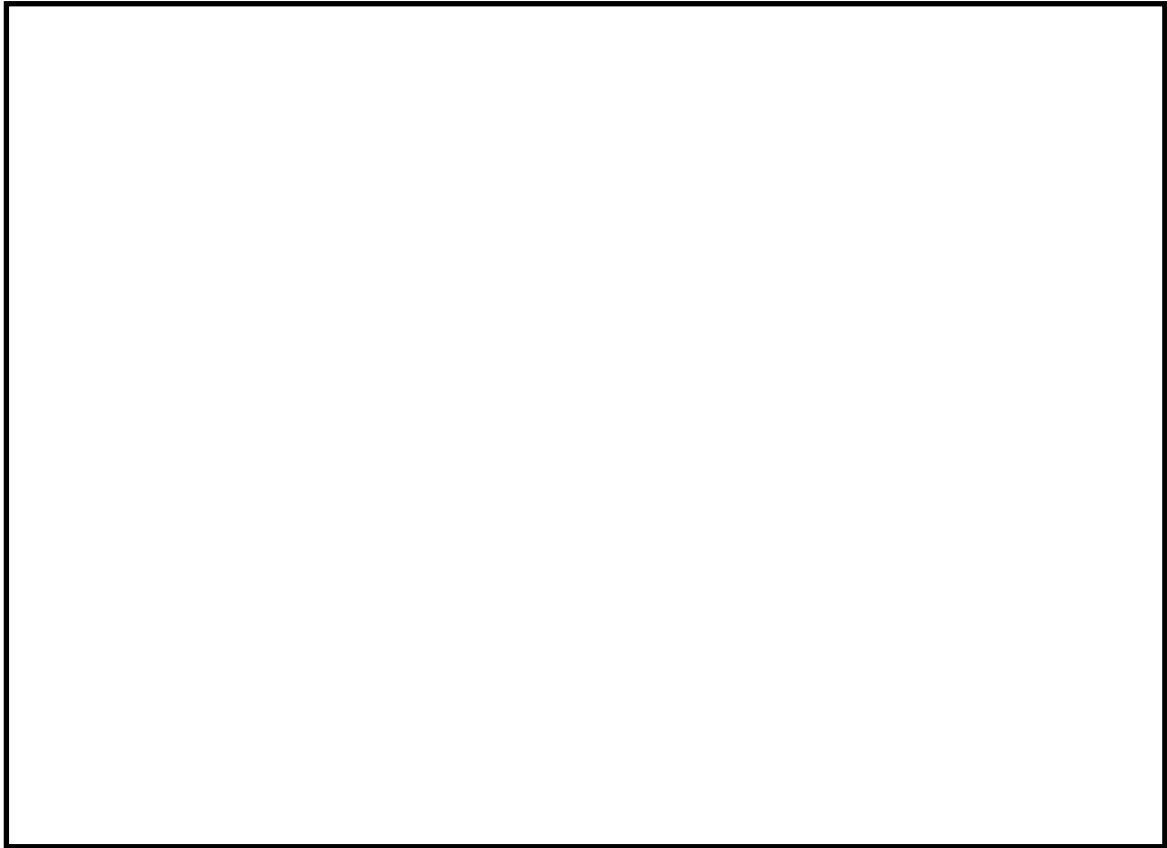


図 17 燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の解析モデル図

表 9 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の固有振動数及び刺激係数 (1/2)

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数*		
			X 方向	Y 方向	Z 方向

表 9 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の固有振動数及び刺激係数 (2/2)

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数*		
			X 方向	Y 方向	Z 方向

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

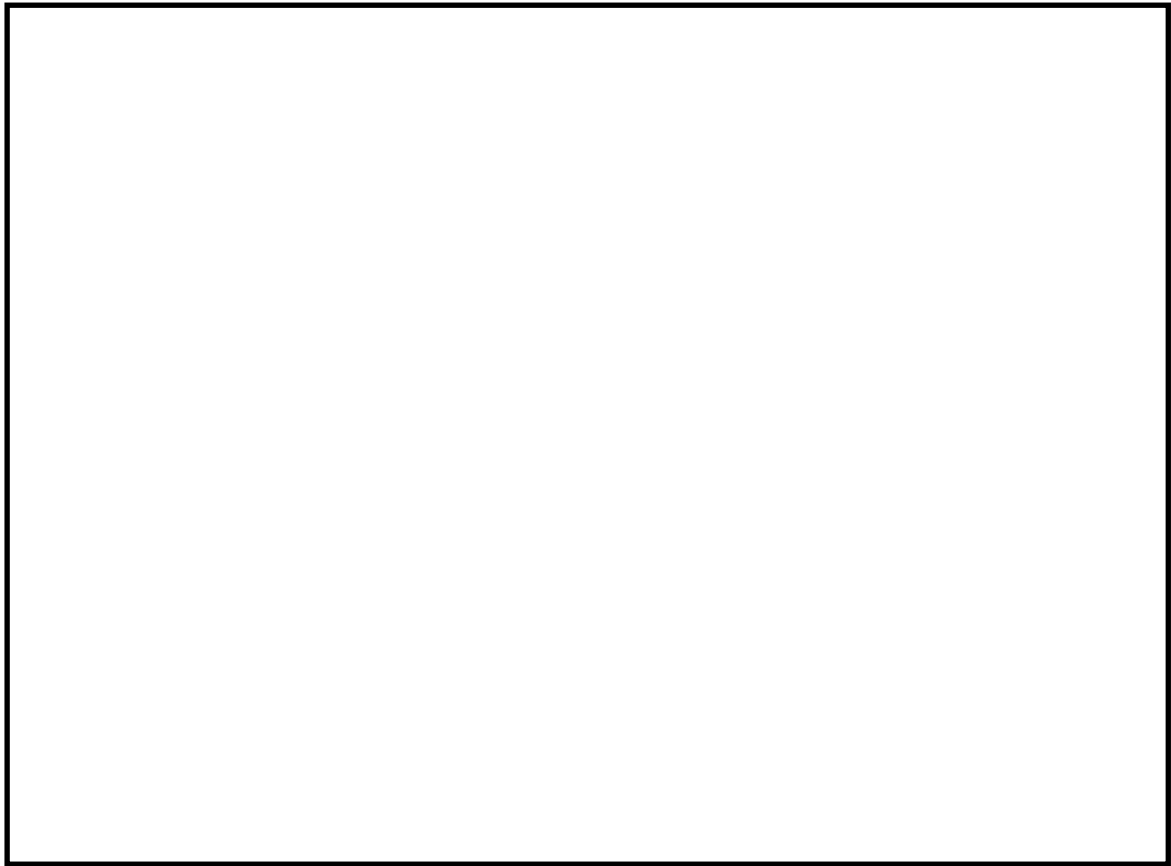


図 18(1) 燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3) のモード図 (1 次)

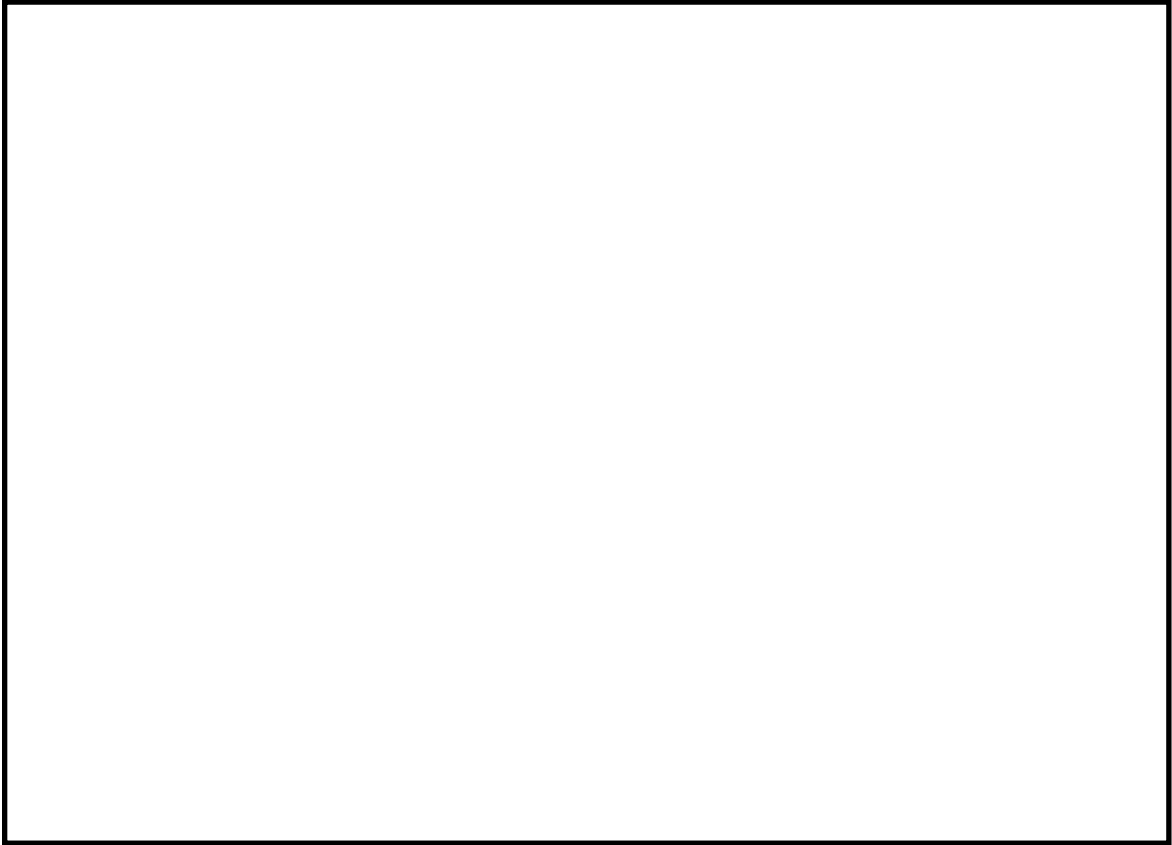


図 18(2) 燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3) のモード図 (2 次)

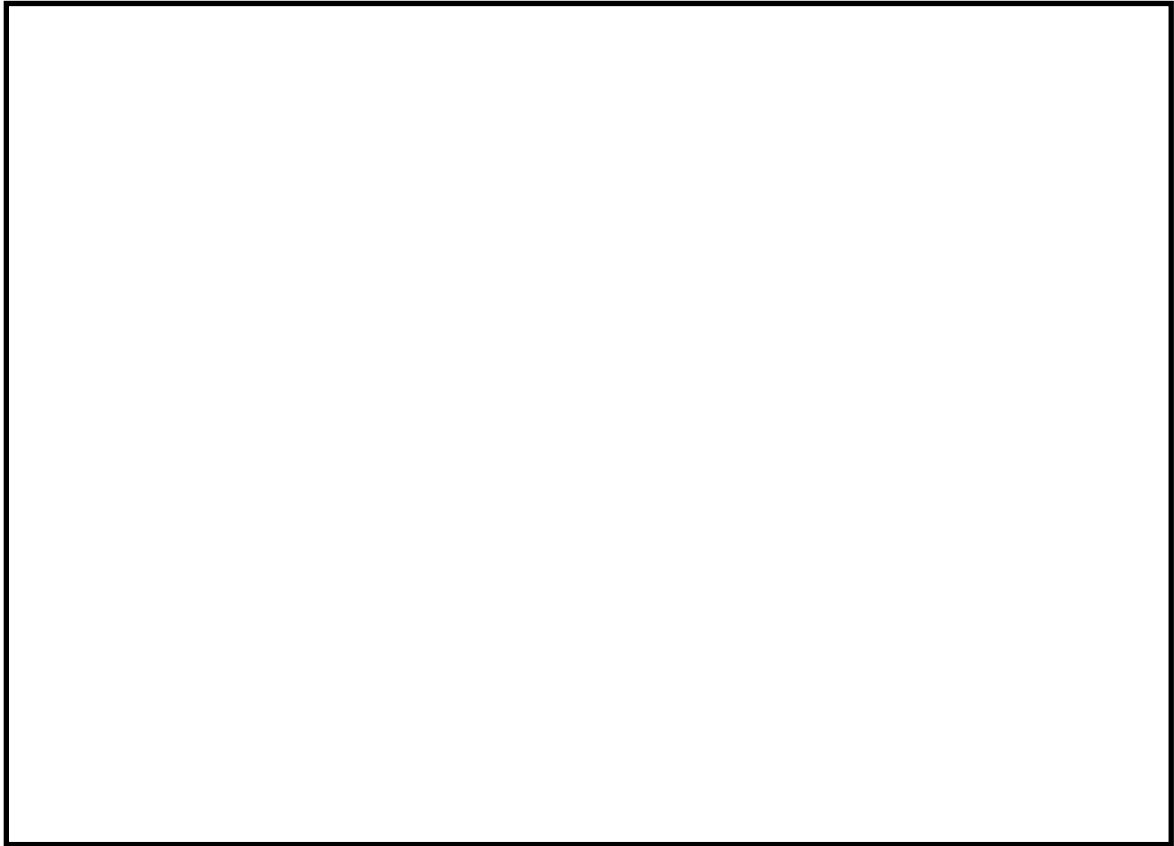


図 18(3) 燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-3) のモード図 (3 次)

b. 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）

残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）の主要仕様を表 10 に、解析モデル図を図 19 に、固有振動数及び刺激係数を表 11 に、主要次数のモード図を図 20 に示す。

表 10 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	8.62
最高使用温度 (°C)	302
外径 (mm)	114.3
厚さ (mm)	11.1
材料	STS42

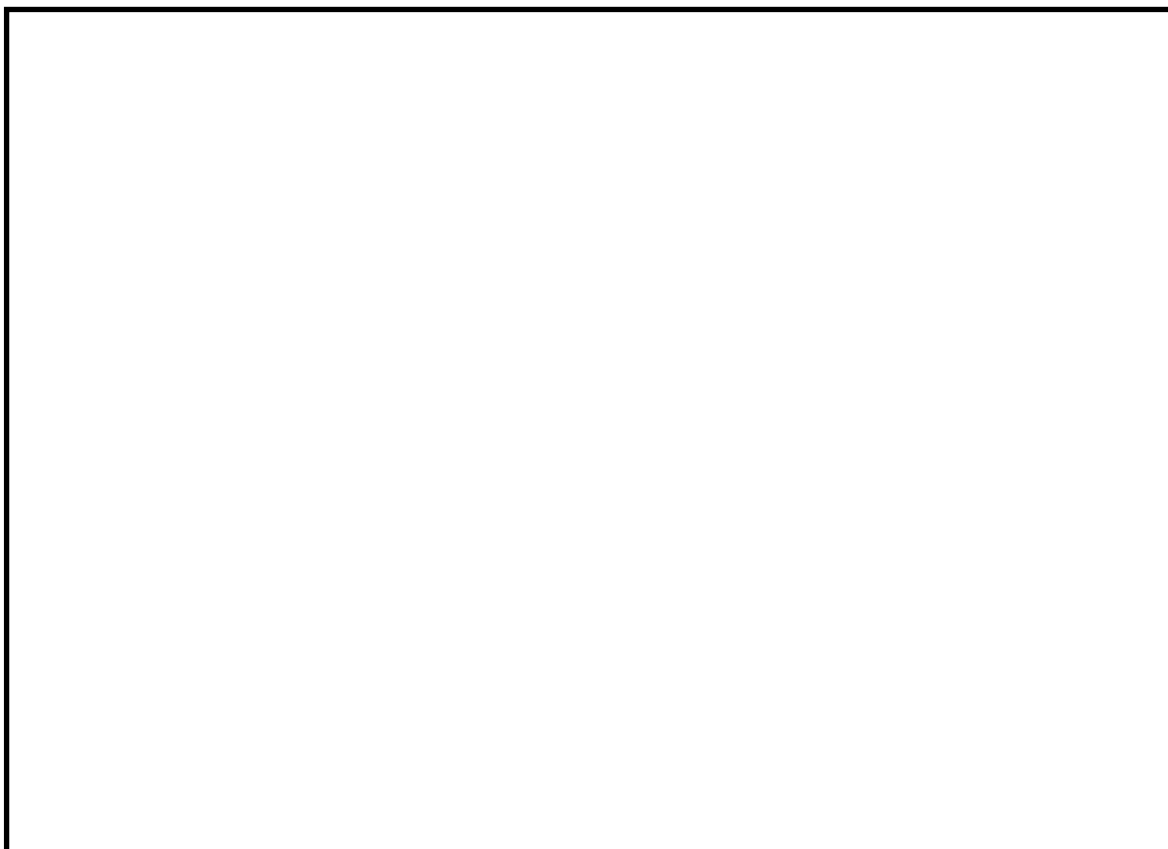


図 19 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）の解析モデル図



表 11 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）の固有振動数及び刺激係数

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数*		
			X 方向	Y 方向	Z 方向

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。

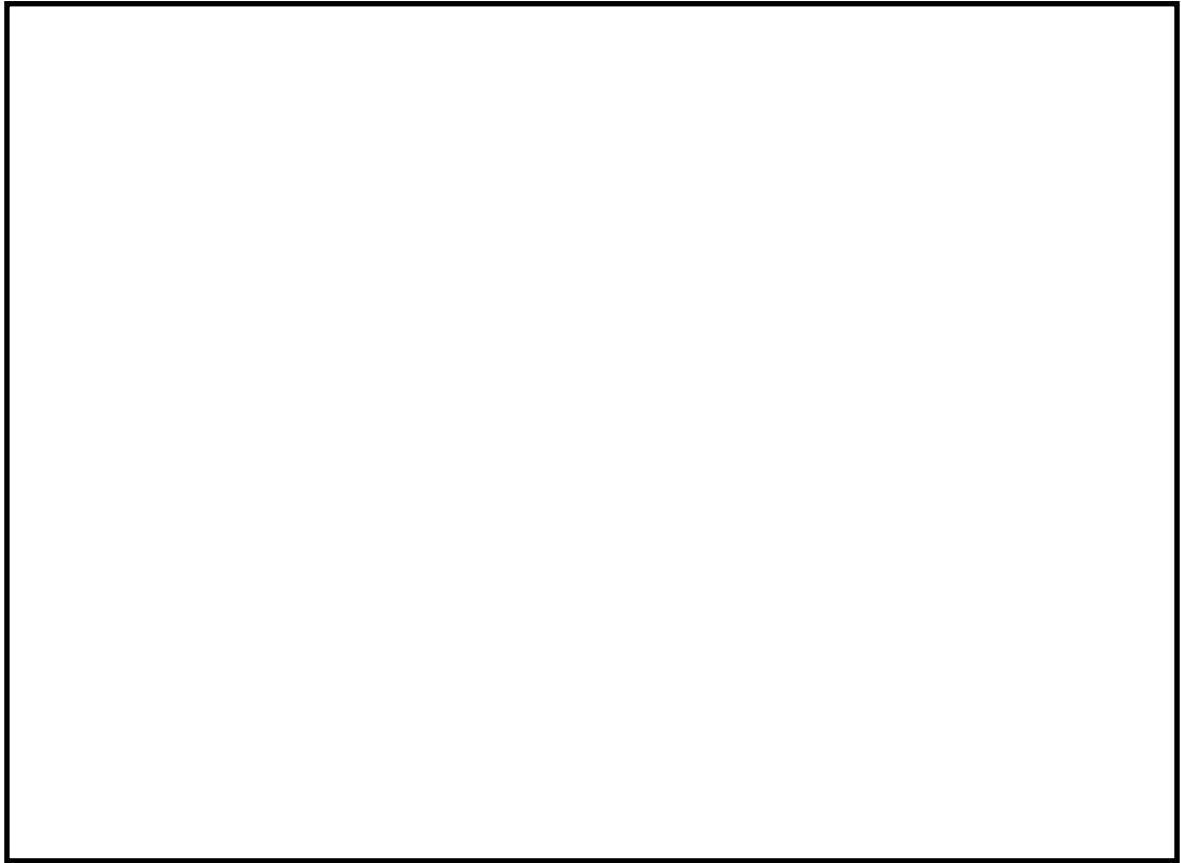


図 20(1) 残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8) のモード図 (1 次)

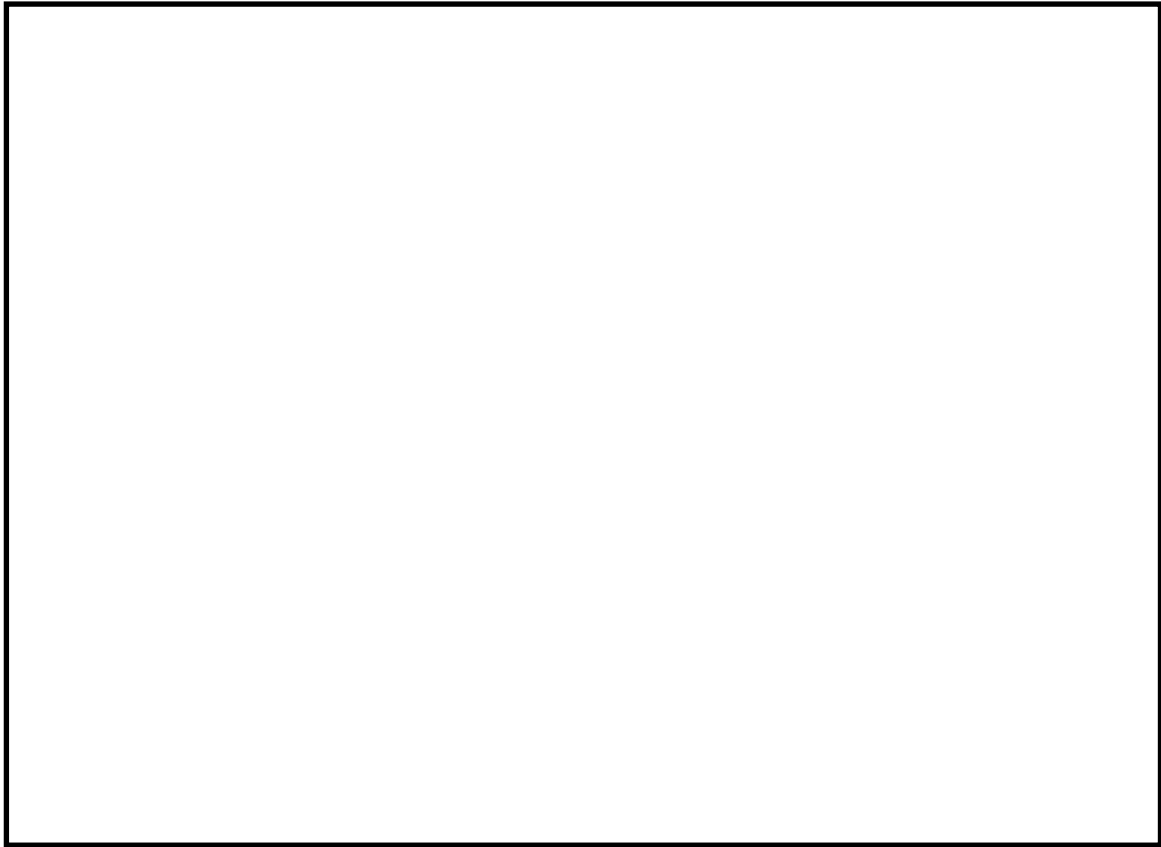


図 20(2) 残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8) のモード図 (2次)

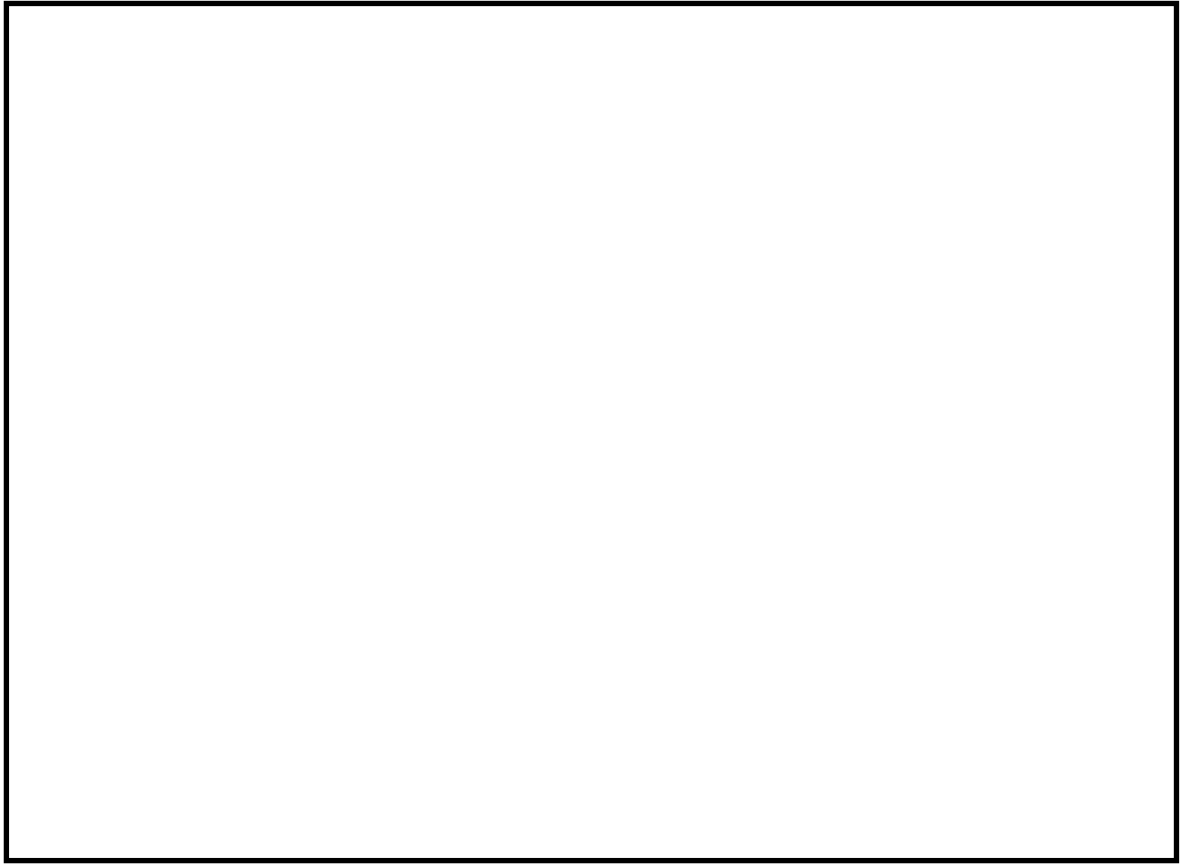


図 20(3) 残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8) のモード図 (3 次)

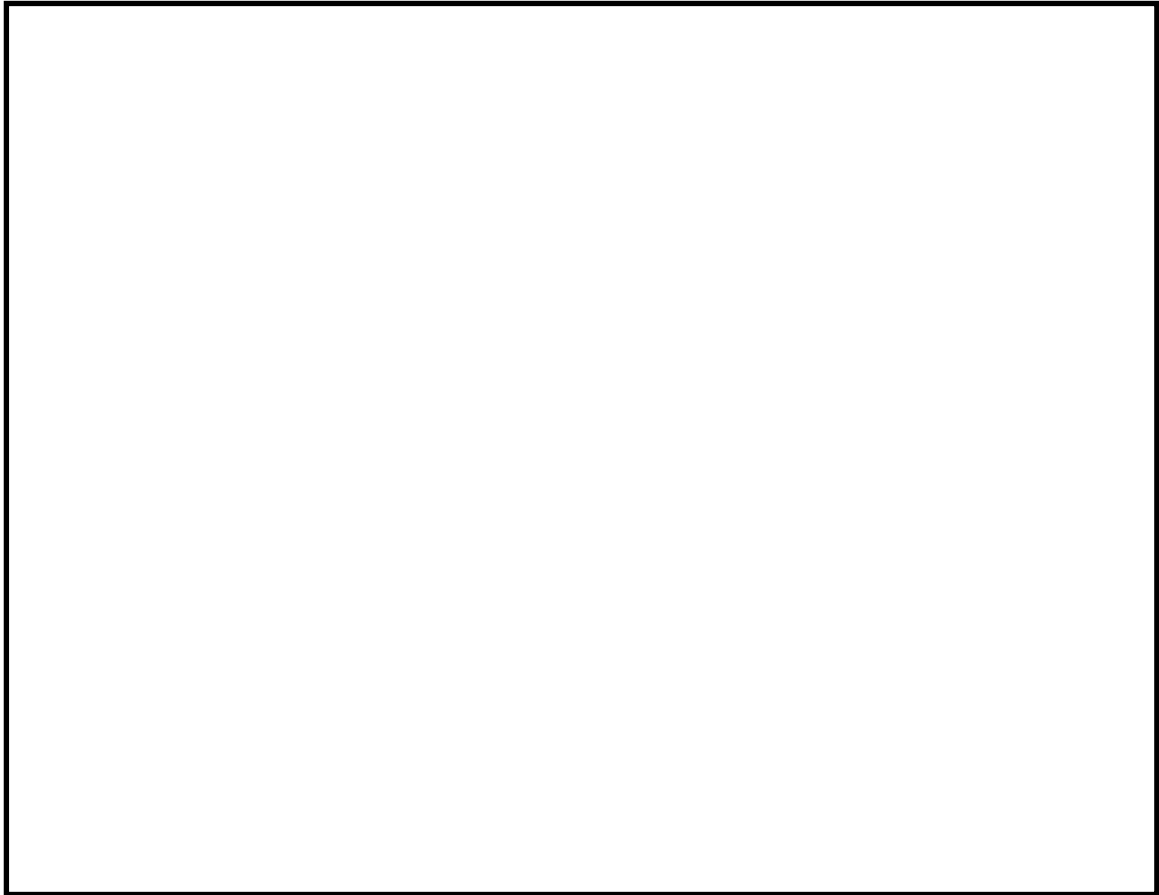


図 20(4) 残留熱除去系配管 (モデル No. RHR-PD-8) のモード図 (4 次)

c. 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）

燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の主要仕様を表 12 に、解析モデル図を図 21 に、固有振動数及び刺激係数を表 13 に、主要次数のモード図を図 22 に示す。

表 12 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の主要仕様

項目	主要仕様
最高使用圧力 (MPa)	2.45
最高使用温度 (°C)	66
外径 (mm)	114.3
厚さ (mm)	6.0
材料	SUS304TP

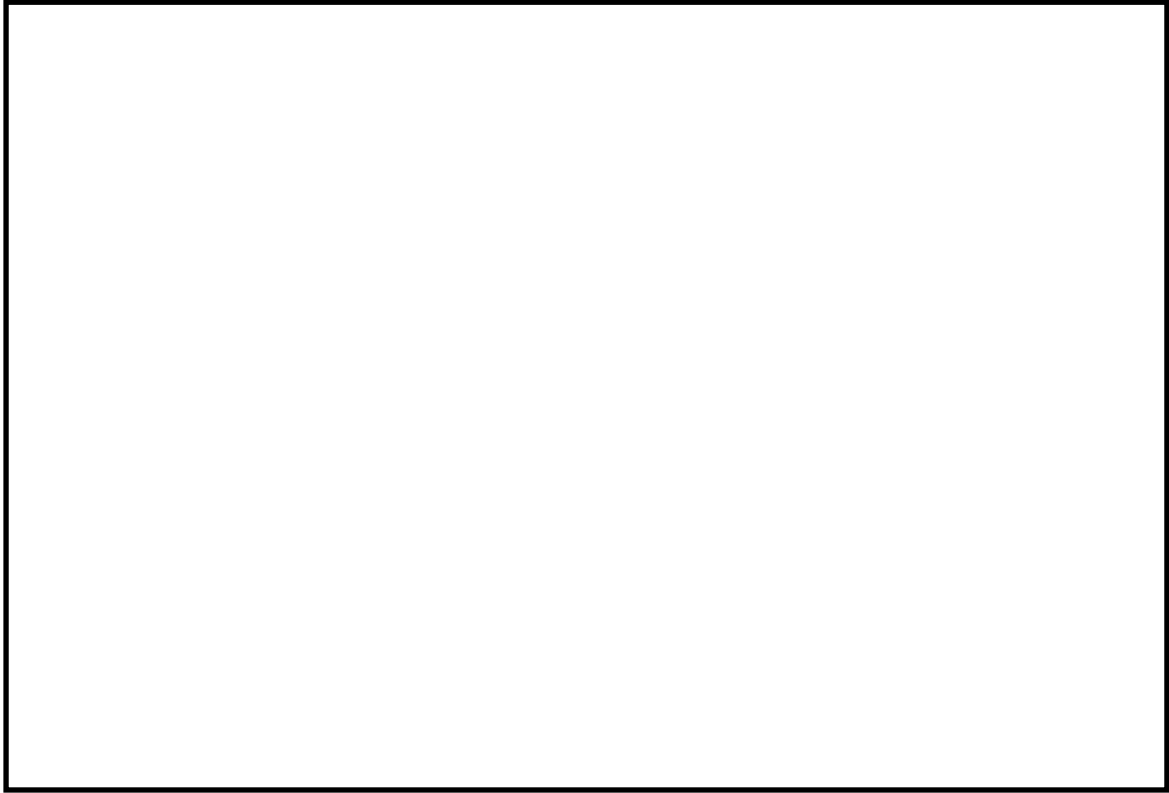


図 21 燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の解析モデル図

表 13 燃料プールのプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の固有振動数及び刺激係数

モード	固有 振動数 (Hz)	固有 周期 (s)	刺激係数*		
			X 方向	Y 方向	Z 方向

注記\*：モード質量を正規化するモードベクトルを用いる。





図 22(1) 燃料プールのスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2) のモード図 (1 次)

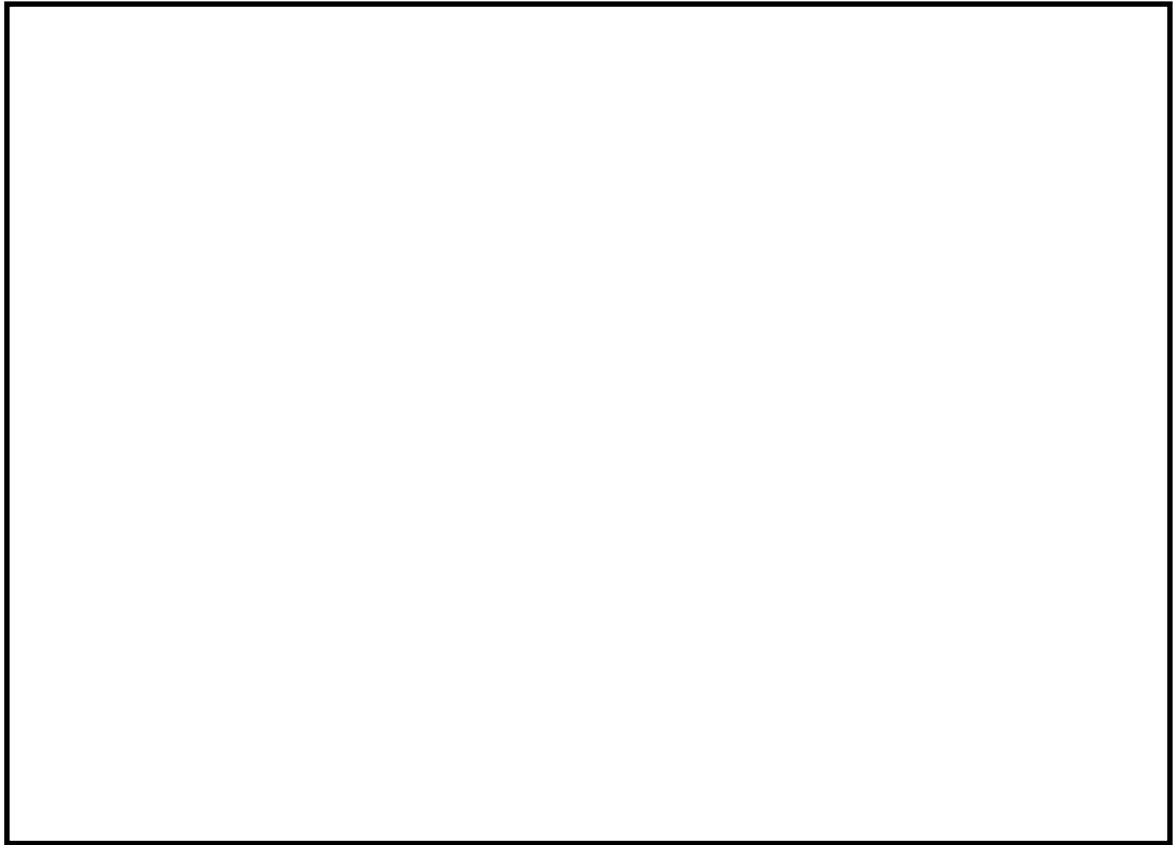


図 22(2) 燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2) のモード図 (2 次)



図 22(3) 燃料プールスプレイ系配管 (モデル No. SFPS-R-2) のモード図 (3 次)

## 6.5 地震応答解析結果

設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果及び静的解析結果とそれらの包絡値、高振動数領域考慮床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果並びに検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果を示す。

### a. 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）

評価結果を表 14 に示すとともに、最大応力発生部位を図 23 に示す。燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）について、設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果 192MPa に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 192MPa であり、同等であることが確認された。

これは、1 次モード（  Hz）の応答が、最大応力となる評価点 98 の発生応力に支配的な影響を有しており、設計用床応答スペクトルと検討用床応答スペクトルの差異が生じる剛領域の影響をほとんど受けないことから、設計用床応答スペクトルでの評価結果と検討用床応答スペクトルにおける評価結果が同等となると考えられる。

また、高振動数領域考慮床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 192MPa であり、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果と同等である。

表 14 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の評価結果

(質点 98)		一次応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
20Hz までの領域 を考慮した手法	①設計用床応答スペクトル	192	431
	静的解析 (1.2ZPA)	74	
	包絡値	192	
高振動数領域を 考慮した手法	②高振動数領域考慮床応答スペクトル	192	
妥当性検討用	③検討用床応答スペクトル	192	

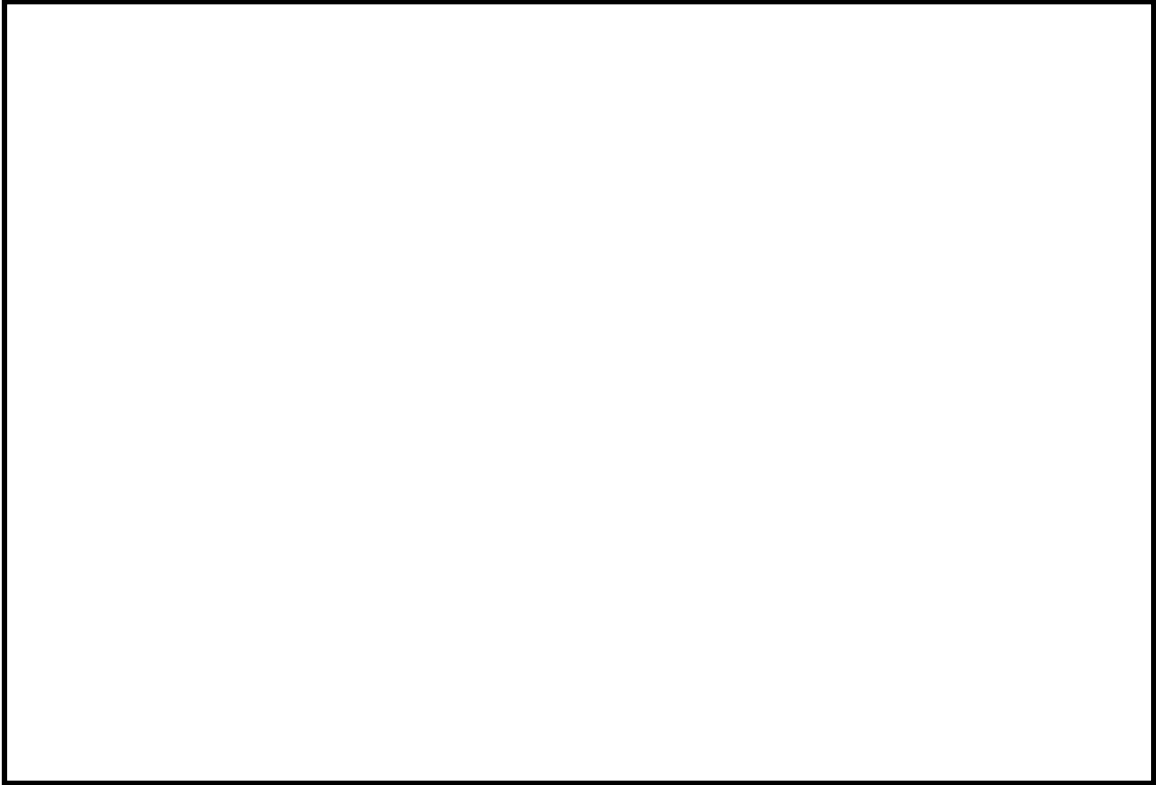


図 23 燃料プールスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-3）の最大応力発生部位

b. 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）

評価結果を表 15 に示すとともに、最大応力発生部位を図 24 に示す。残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）について、設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果 36MPa に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 65MPa であり、発生応力は増加したが、静的解析（1.2ZPA）結果は 74MPa であり、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果を上回ることが確認された。

これは、4 次モード（  Hz）の応答が、最大応力となる評価点 17 の発生応力に比較的大きな影響を有しており、この振動モードは、設計用床応答スペクトルと検討用床応答スペクトルの差異が生じる剛領域の影響を受けることから、動的解析による発生応力の差はあるが、静的解析の結果に包絡された。なお、静的解析が検討用床応答スペクトルを上回る数値となっているが、計算範囲外の高振動数領域の影響や最大応答加速度（1.0ZPA）に対して一定の保守性を持った 1.2ZPA の適用によるものと考えられる。

また、高振動数領域考慮床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 63MPa に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果の発生応力は増加したものの、その増分は僅かである。

表 15 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）の評価結果

(質点 17)		一次応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
20Hz までの領域 を考慮した手法	①設計用床応答スペクトル	36	364
	静的解析 (1.2ZPA)	74	
	包絡値	74	
高振動数領域を 考慮した手法	②高振動数領域考慮床応答スペクトル	63	
妥当性検討用	③検討用床応答スペクトル	65	

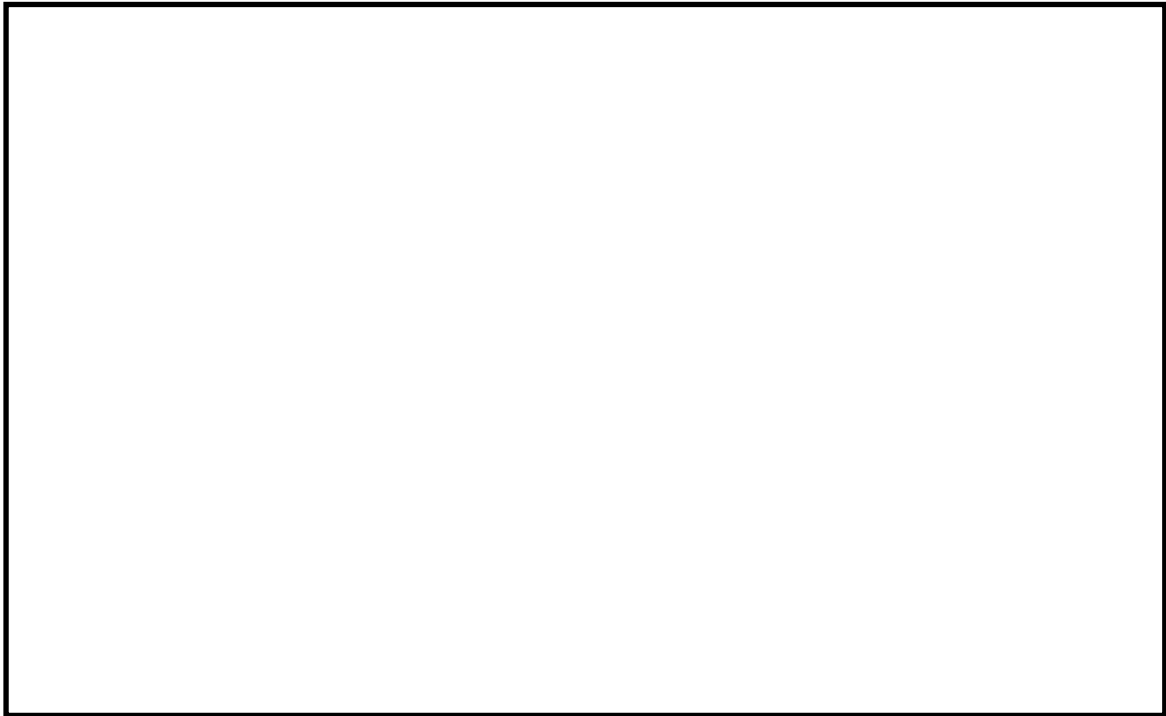


図 24 残留熱除去系配管（モデル No. RHR-PD-8）の最大応力発生部位

c. 燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）

評価結果を表 16 に示すとともに、最大応力発生部位を図 25 に示す。燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）について、設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果 143MPa に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 143MPa であり、同等であることが確認された。

これは、1 次モード（ Hz）の応答が、最大応力となる評価点 37 の発生応力に支配的な影響を有しており、設計用床応答スペクトルと検討用床応答スペクトルの差異が生じる剛領域の影響をほとんど受けないことから、設計用床応答スペクトルにおける評価結果と検討用床応答スペクトルにおける評価結果が同等となると考えられる。

また、高振動数領域考慮床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果は 143MPa であり、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果と同等である。

表 16 燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の評価結果

(質点 37)		一次応力 (MPa)	許容応力 (MPa)
20Hz までの領域 を考慮した手法	①設計用床応答スペクトル	143	431
	静的解析 (1.2ZPA)	47	
	包絡値	143	
高振動数領域を 考慮した手法	②高振動数領域考慮床応答スペクトル	143	
妥当性検討用	③検討用床応答スペクトル	143	

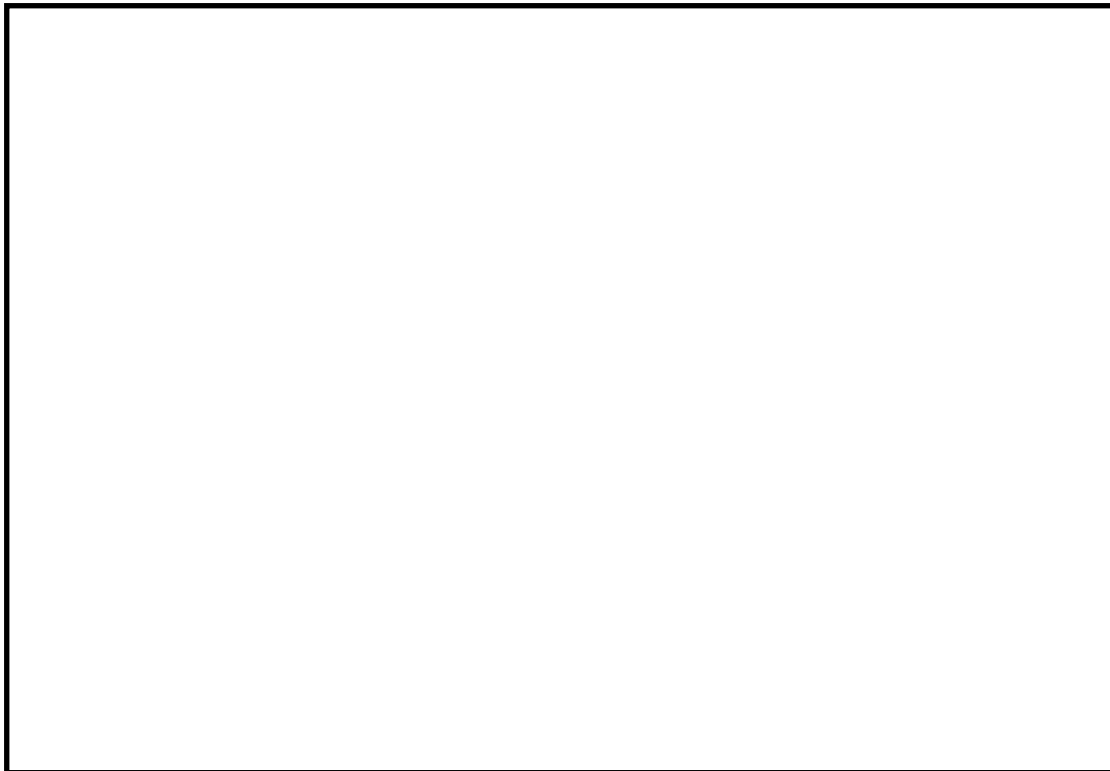


図 25 燃料プールのスプレイ系配管（モデル No. SFPS-R-2）の最大応力発生部位



## 6.6 まとめ

剛柔判定の固有周期を 0.05 秒 (20Hz) とし、20Hz までの領域を考慮した手法で解析を実施することの妥当性検討を実施した。また、高振動数領域考慮床応答スペクトルの設定方法についても、妥当性検討を併せて実施した。20Hz までの領域を考慮した手法及び高振動数領域を考慮した手法等の評価結果まとめを表 17 に示す。

表 17 20Hz までの領域を考慮した手法及び高振動数領域を考慮した手法等の評価結果まとめ

モデル名	最大 応力 評価点	発生応力 (MPa)			許容 応力 (MPa)
		20Hz までの領域を 考慮した手法 (①設計用床応答スペク トル及び静的解析)	高振動数領域を 考慮した手法 (②高振動数領域考慮 床応答スペクトル)	妥当性検討用 (③検討用床応答 スペクトル)	
SFPS-R-3	98	192 動的解析：192 静的解析：74	192	192	431
RHR-PD-8	17	74 動的解析：36 静的解析：74	63	65	364
SFPS-R-2	37	143 動的解析：143 静的解析：47	143	143	431

### a. 剛柔判定の固有周期を 0.05 秒 (20Hz) とすることの妥当性確認結果

表 17 のとおり、20Hz までの領域を考慮した方法を用いた地震応答解析結果に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果による発生応力は同等、若しくは静的解析結果により包絡できることが確認できた。

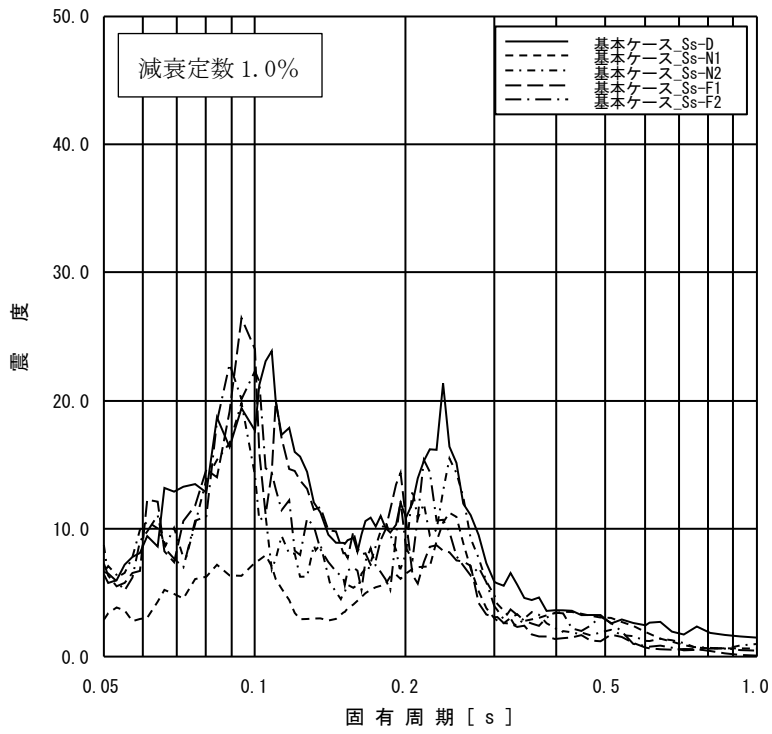
以上の結果から、剛柔判定の固有周期を 0.05 秒 (20Hz) とすることは、耐震設計を行う上で妥当である。

### b. 高振動数領域考慮床応答スペクトルの設定方法の妥当性確認結果

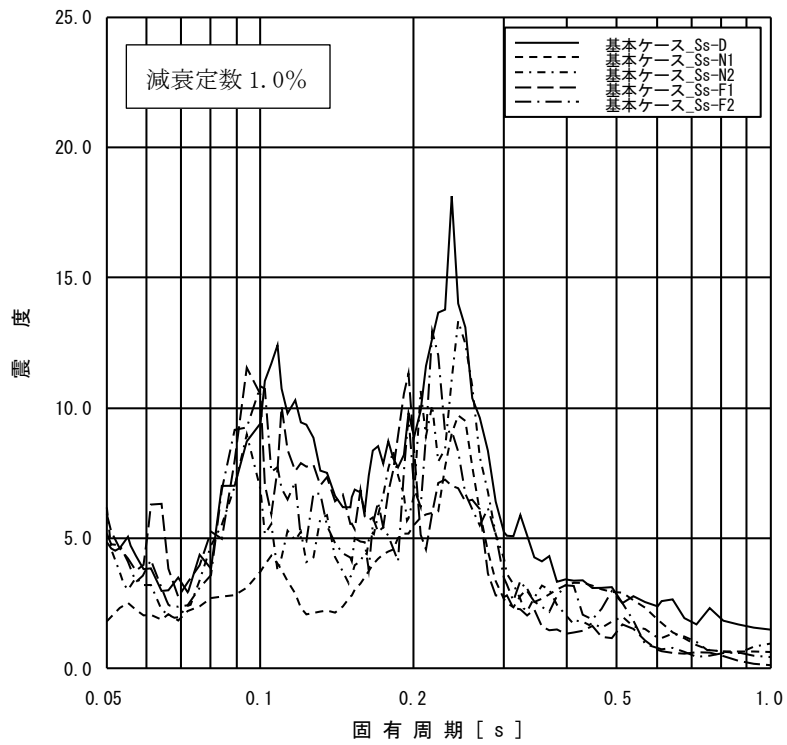
表 17 のとおり、高振動数領域考慮床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果に対して、検討用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果による発生応力は同等、若しくは僅かな増加のみで、増加する場合についても設計用床応答スペクトルを用いた地震応答解析結果との応力差より十分小さいことが確認できた。

以上の結果から、高振動数領域考慮床応答スペクトルの設定方法は妥当である。

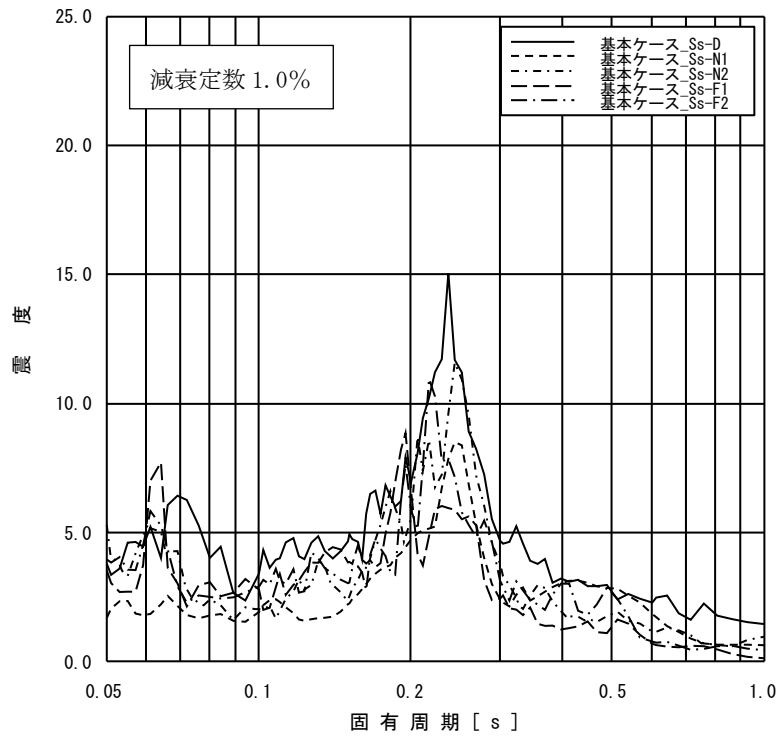
なお、弁の動的機能維持評価については、補足-027-05「弁の動的機能維持評価について」に示すとおり、実用発電用原子炉及びその附属施設の技術基準に関する規則の解釈等における動的機能維持に関する評価に係る一部改正及びそれに伴い改正された耐震設計に係る工認審査ガイドの記載を踏まえて、20Hz を超える高振動数領域を考慮した地震応答解析により弁の応答加速度を算定し耐震評価を実施する。



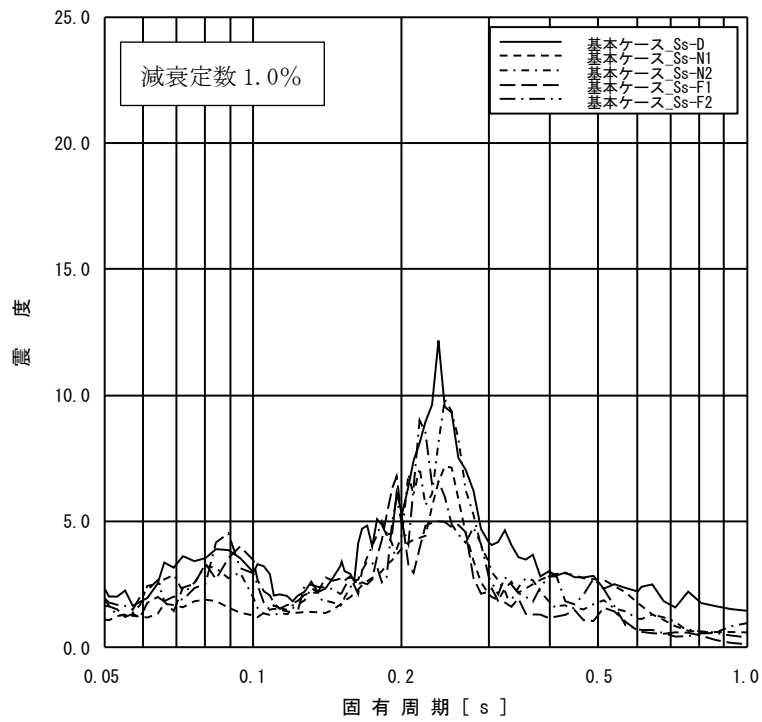
添付図 1(1) 原子炉建物 EL63.500m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



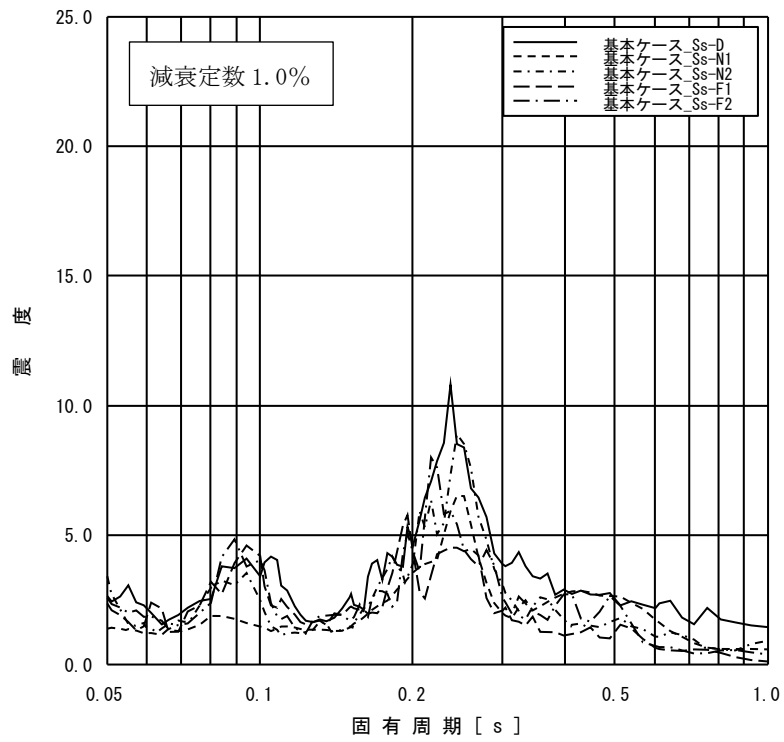
添付図 1(2) 原子炉建物 EL51.700m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



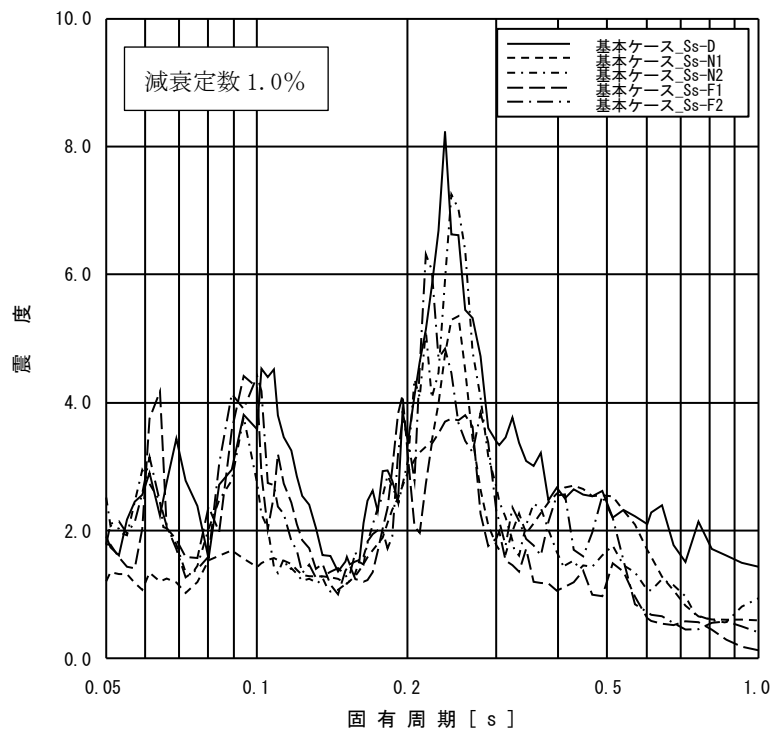
添付図 1(3) 原子炉建物 EL42.800m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



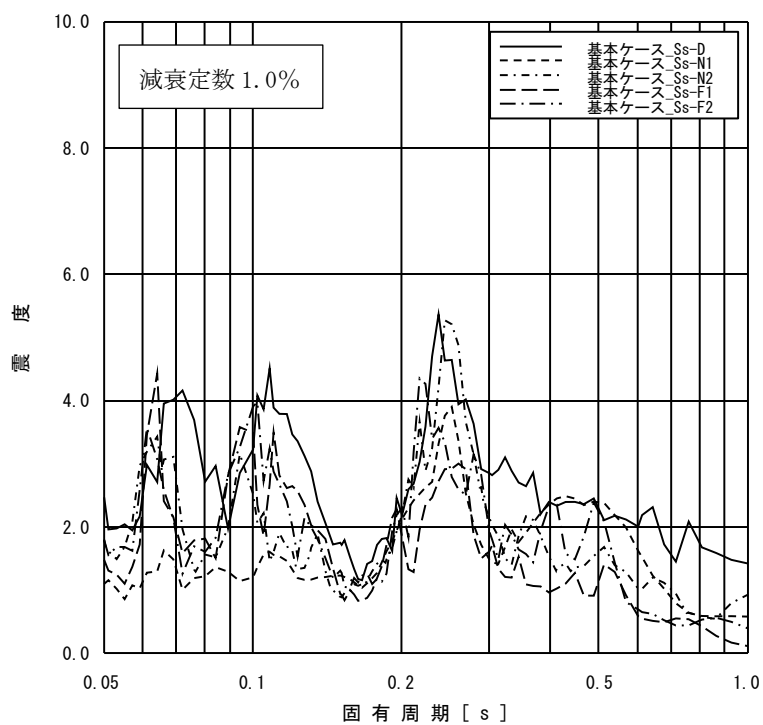
添付図 1(4) 原子炉建物 EL34.800m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



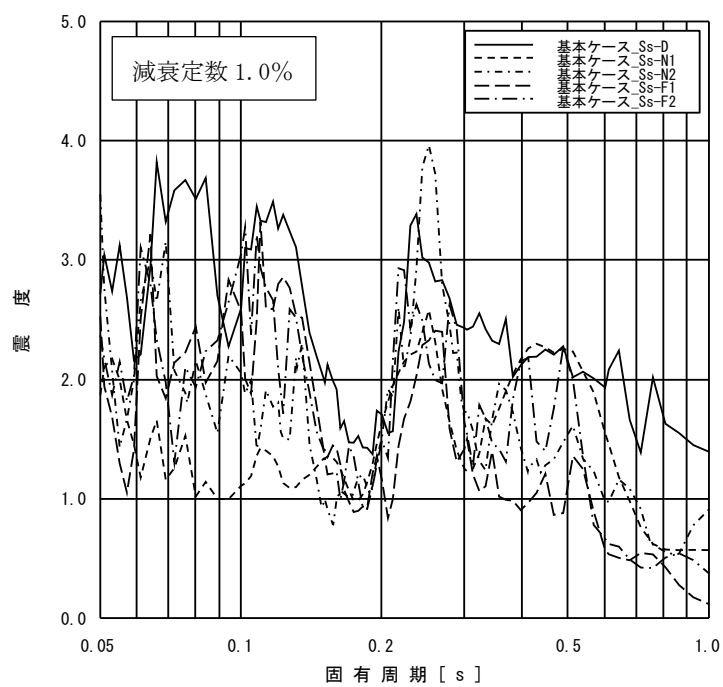
添付図 1(5) 原子炉建物 EL30.500m の加速度応答スペクトル  
 (NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



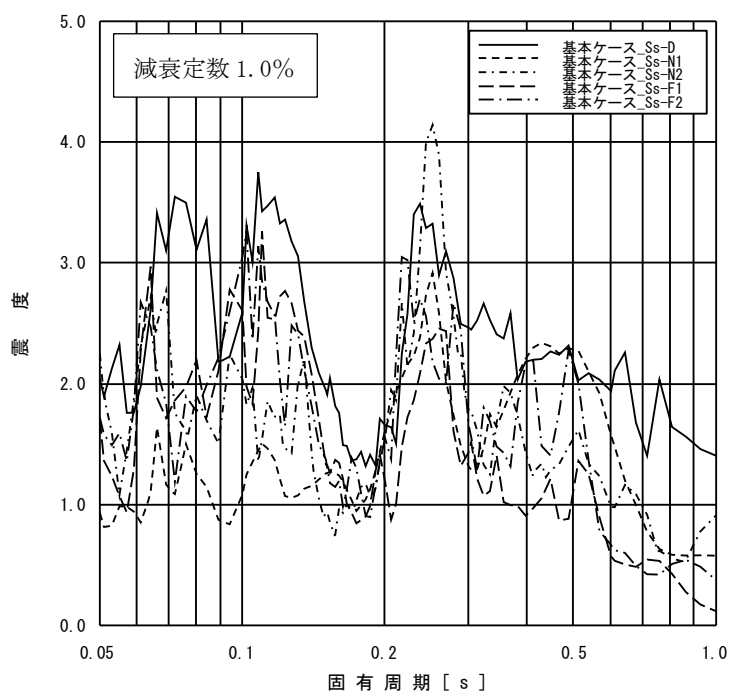
添付図 1(6) 原子炉建物 EL23.800m の加速度応答スペクトル  
 (NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



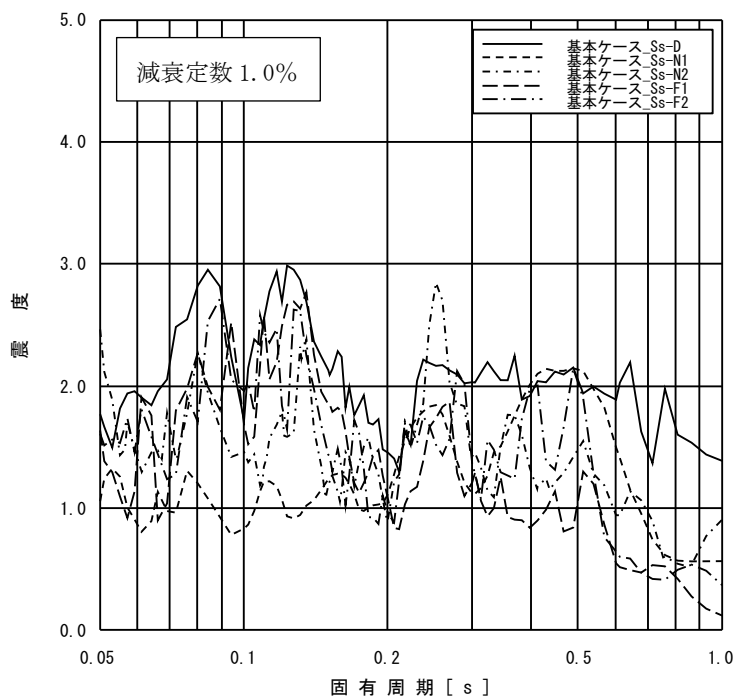
添付図 1(7) 原子炉建物 EL15.300m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



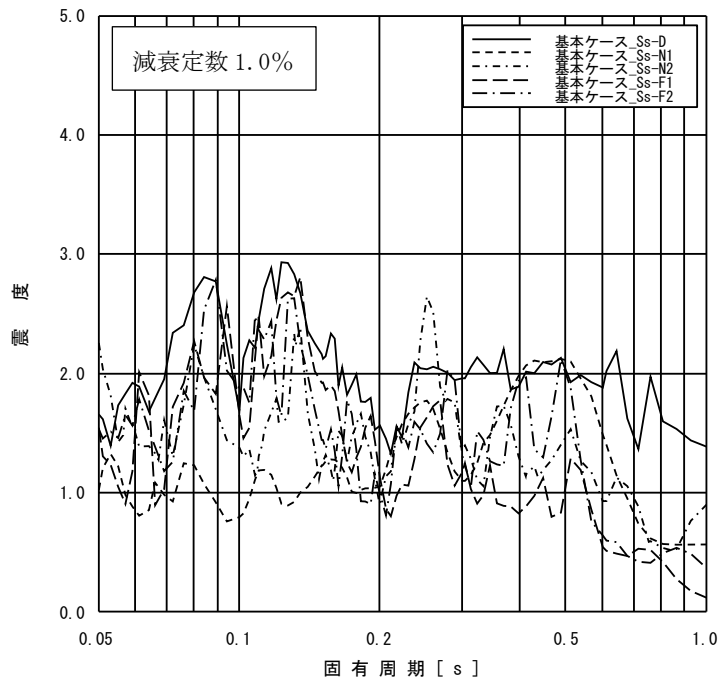
添付図 1(8) 原子炉建物 EL10.100m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



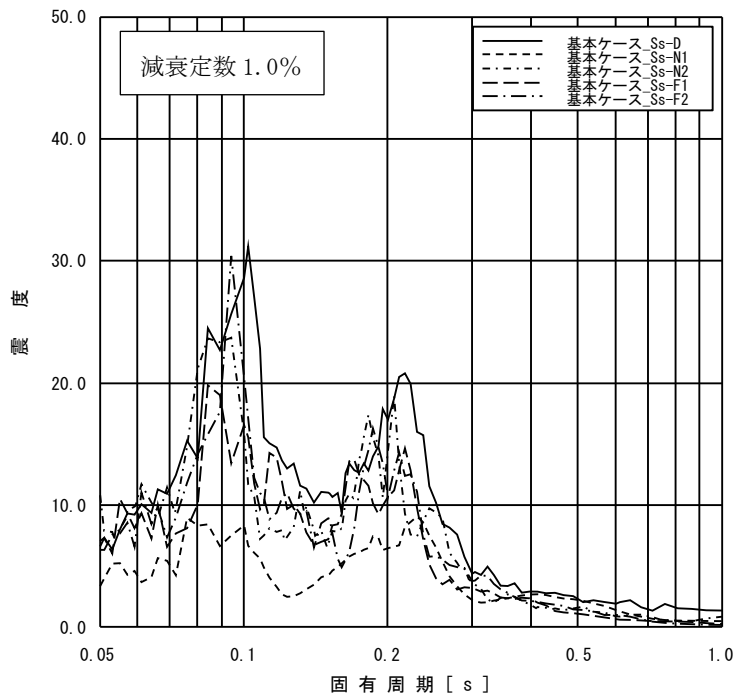
添付図 1(9) 原子炉建物 EL8.800m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 1(10) 原子炉建物 EL1.300m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

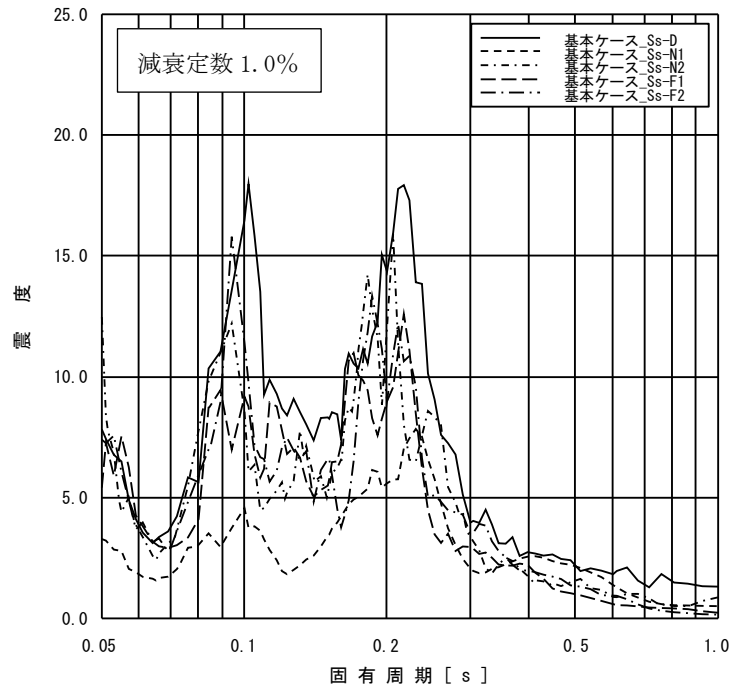


添付図 1(11) 原子炉建物 EL-4.700m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

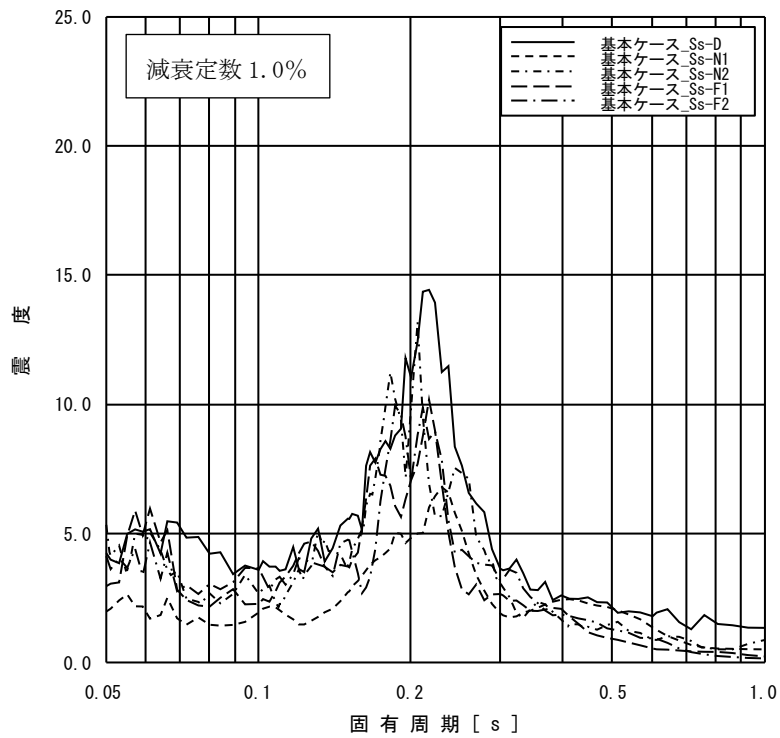


添付図 2(1) 原子炉建物 EL63.500m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

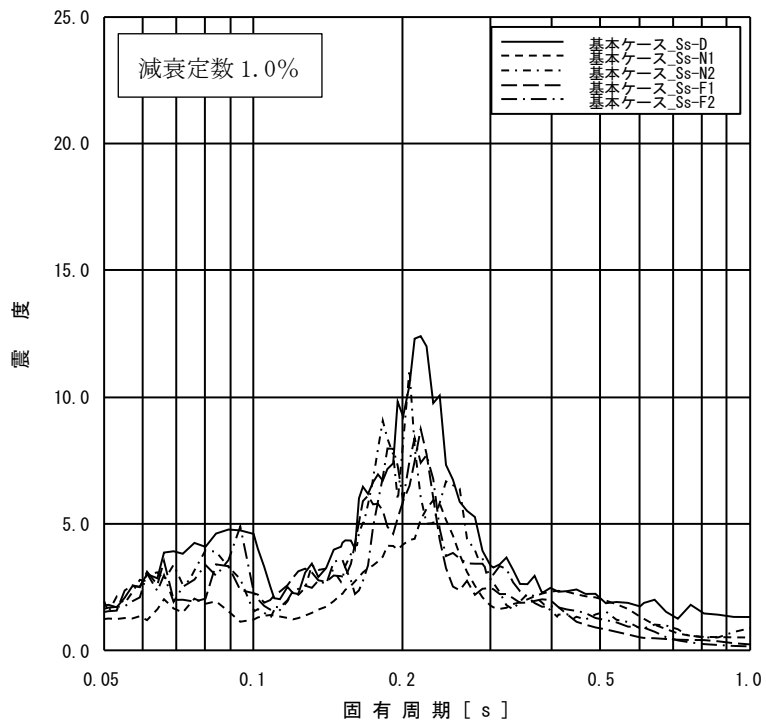




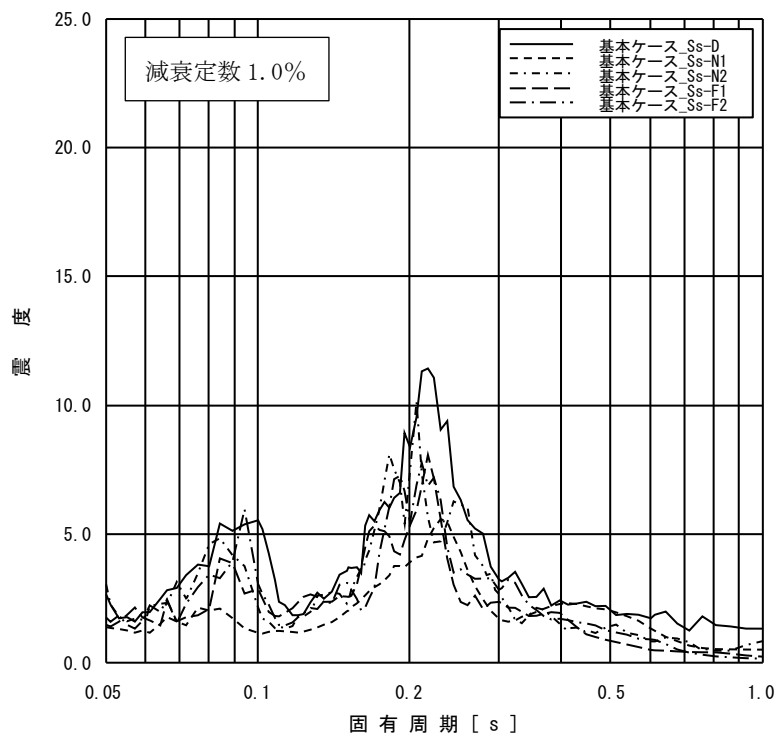
添付図 2(2) 原子炉建物 EL51.700m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



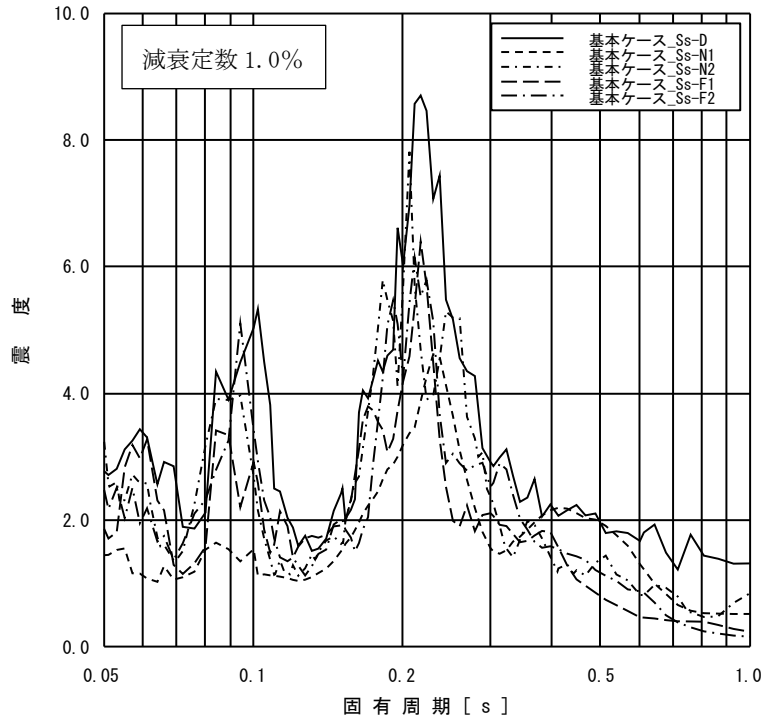
添付図 2(3) 原子炉建物 EL42.800m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



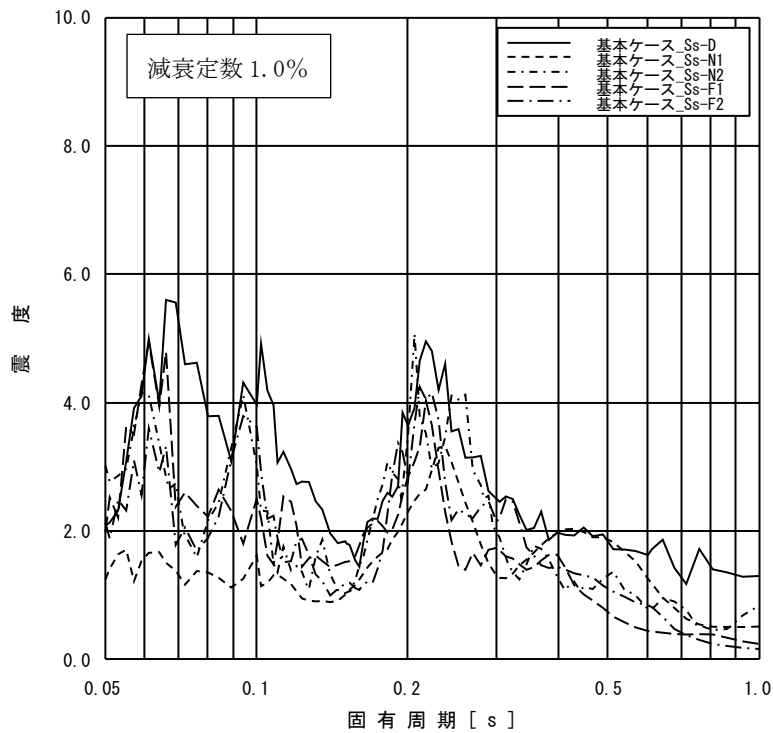
添付図 2(4) 原子炉建物 EL34.800m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



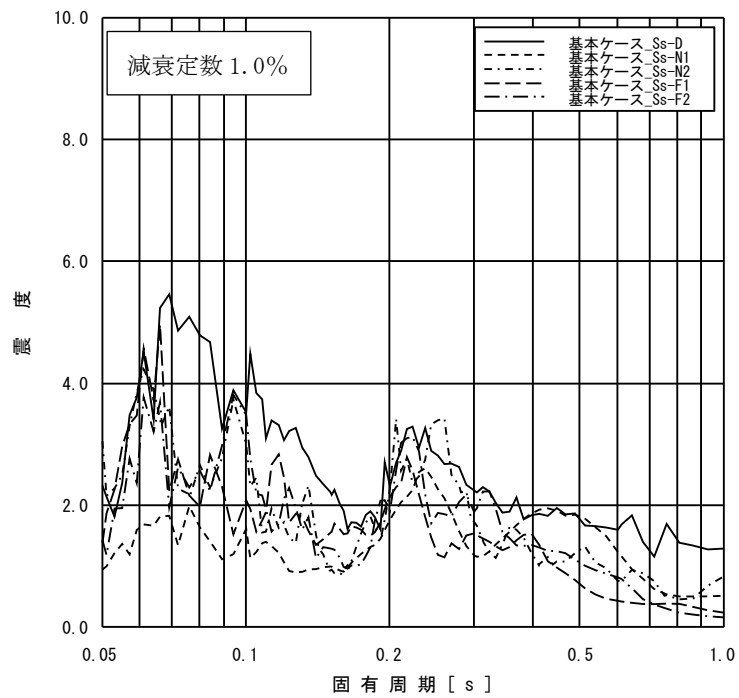
添付図 2(5) 原子炉建物 EL30.500m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



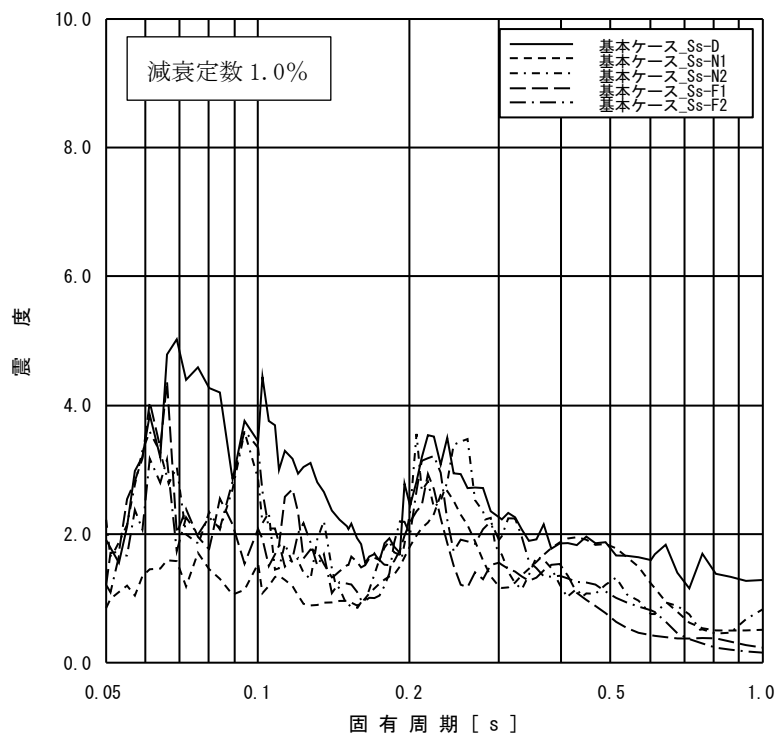
添付図 2(6) 原子炉建物 EL23.800m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



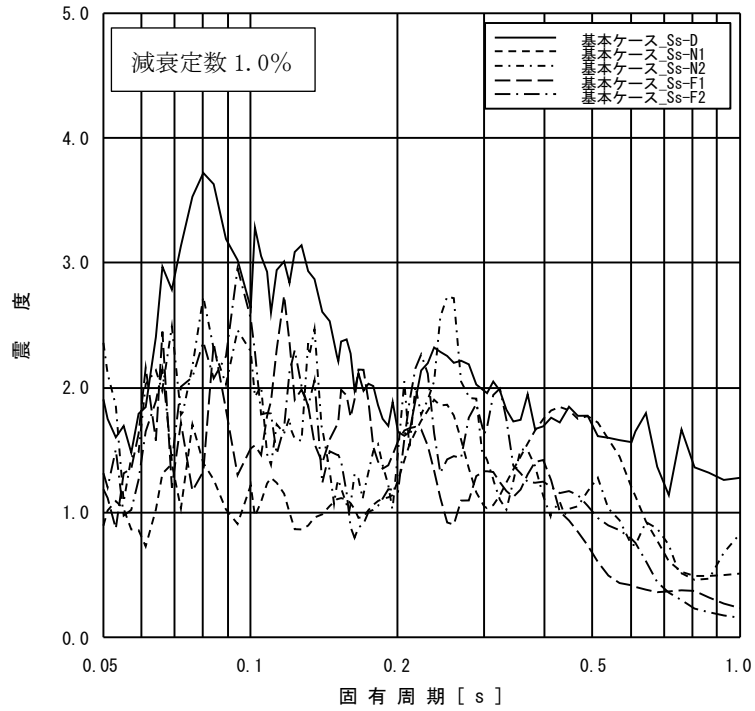
添付図 2(7) 原子炉建物 EL15.300m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



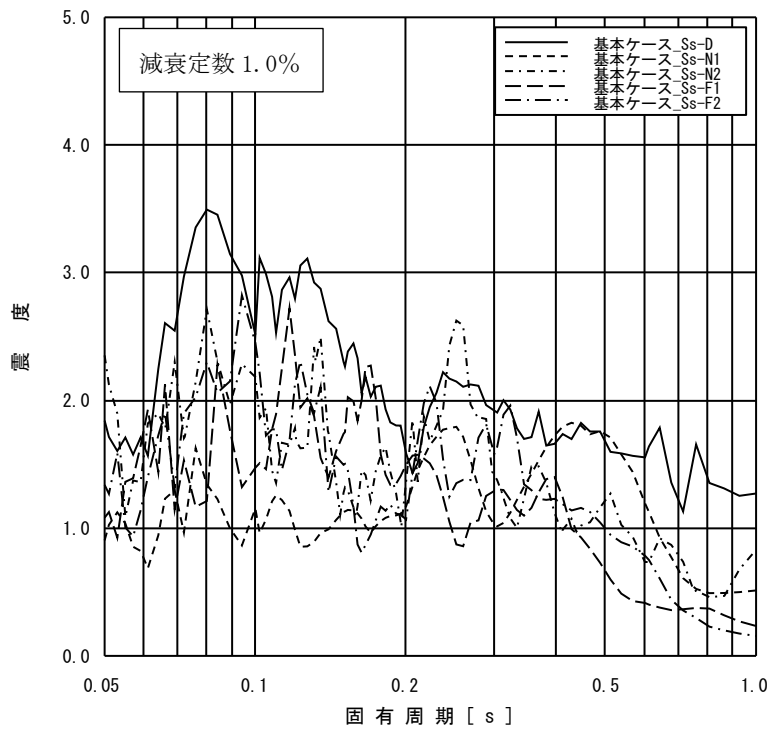
添付図 2(8) 原子炉建物 EL10.100m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



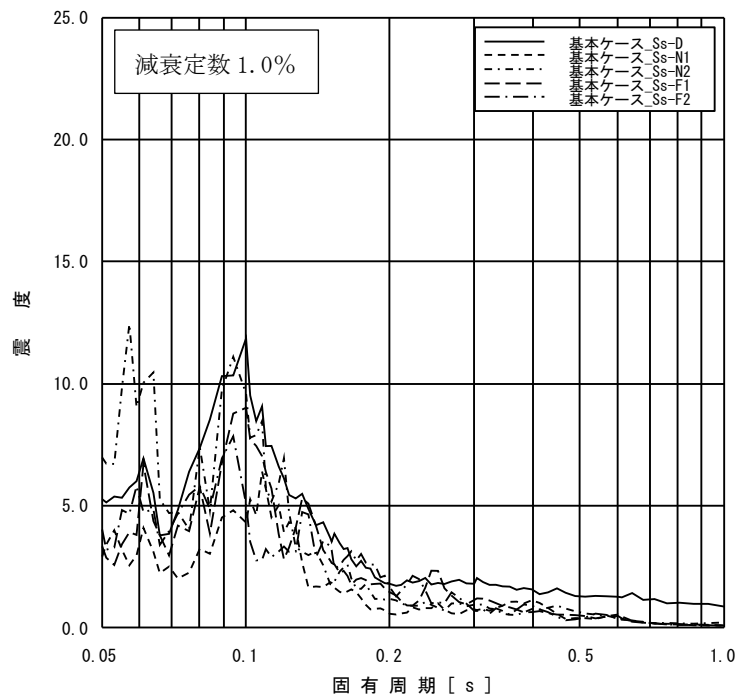
添付図 2(9) 原子炉建物 EL8.800m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



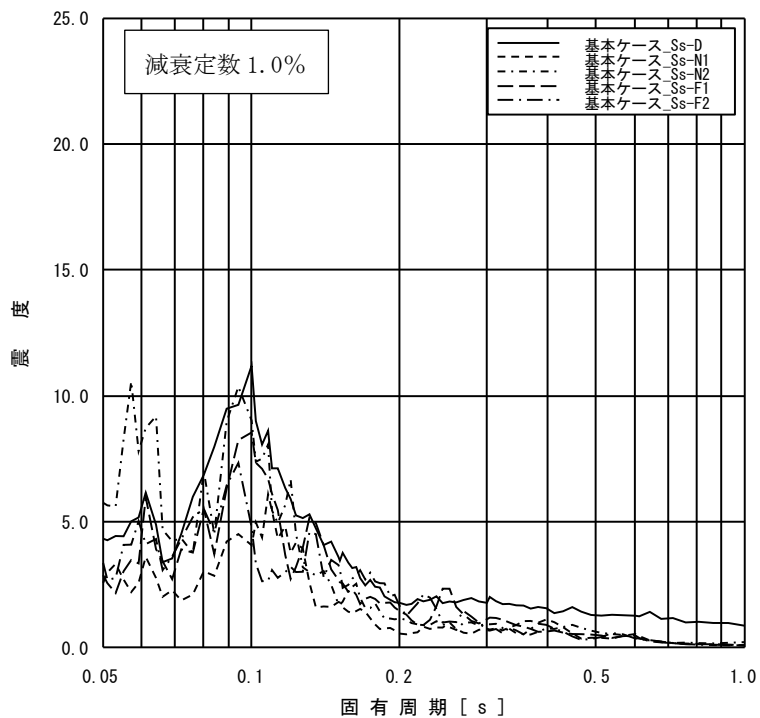
添付図 2(10) 原子炉建物 EL1.300m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



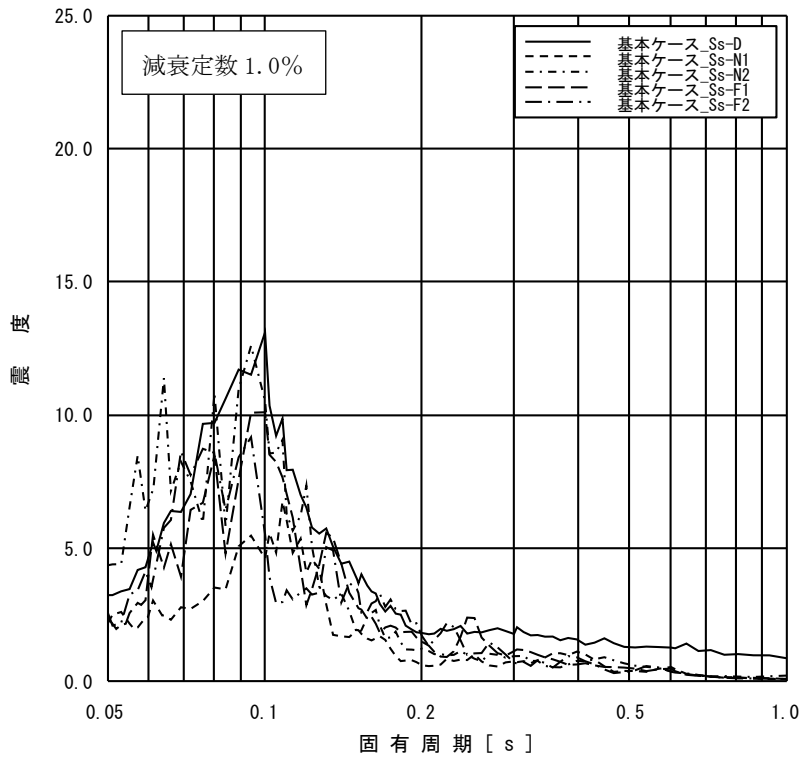
添付図 2(11) 原子炉建物 EL-4.700m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



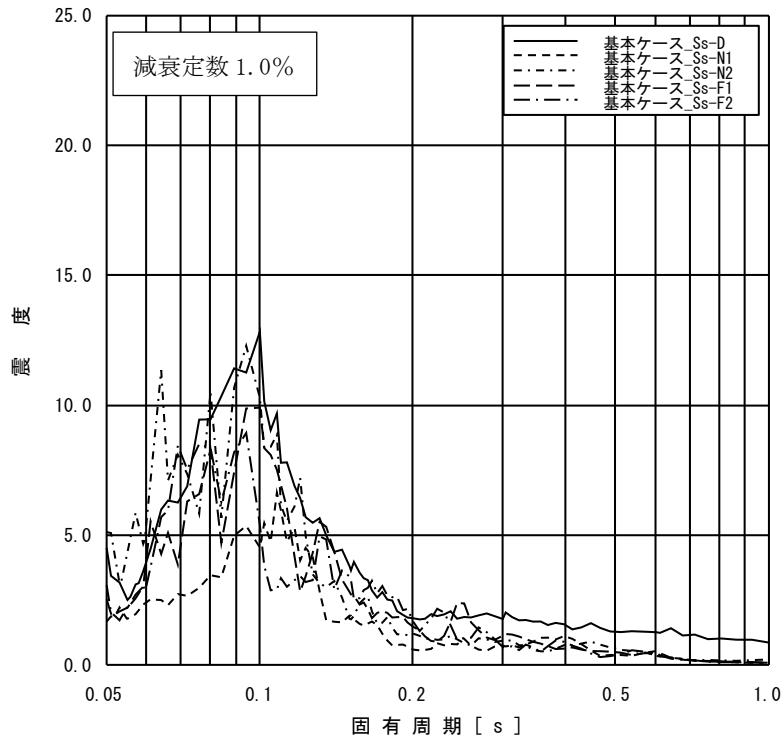
添付図 3(1) 原子炉建物 EL63.500m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



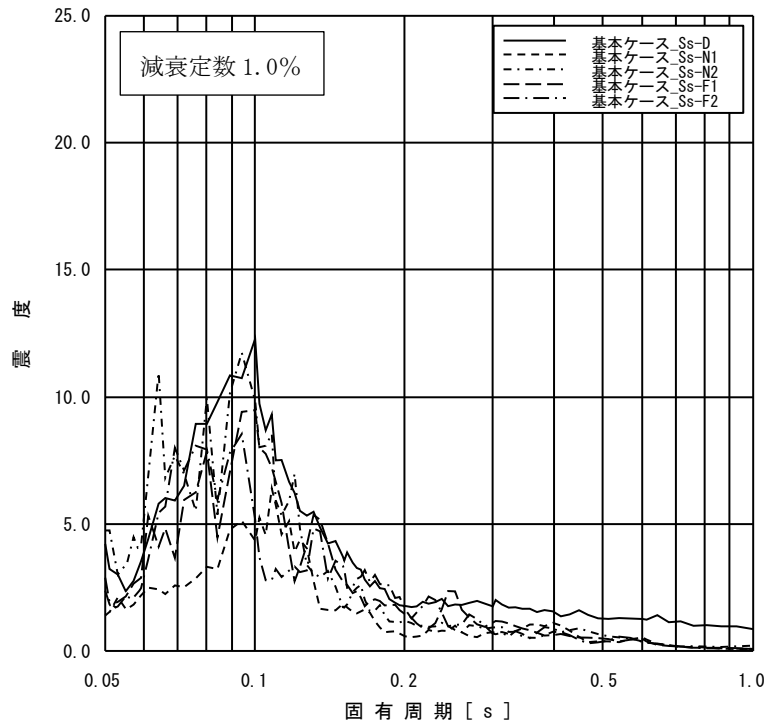
添付図 3(2) 原子炉建物 EL51.700m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



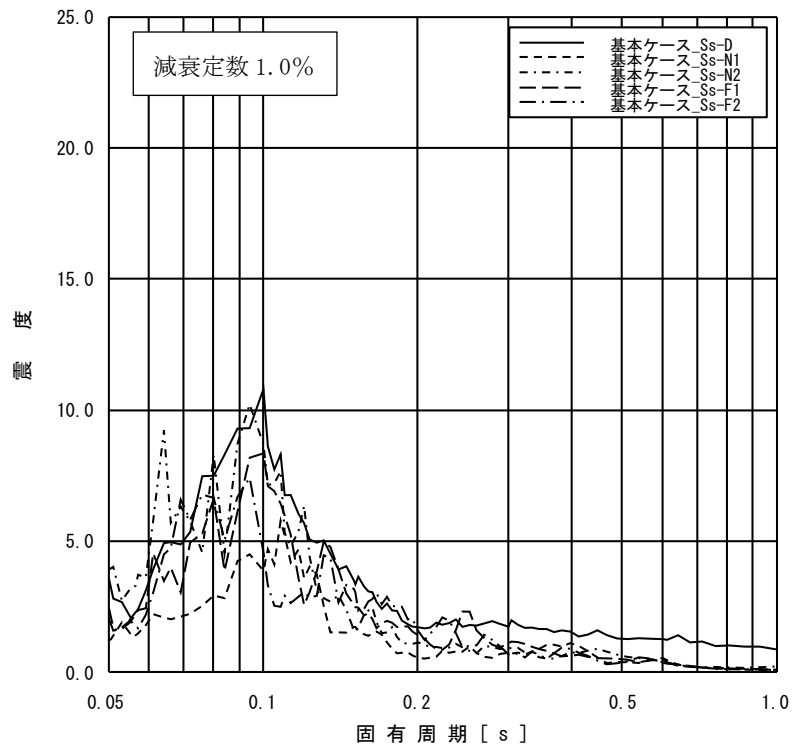
添付図 3(3) 原子炉建物 EL42.800m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 3(4) 原子炉建物 EL34.800m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

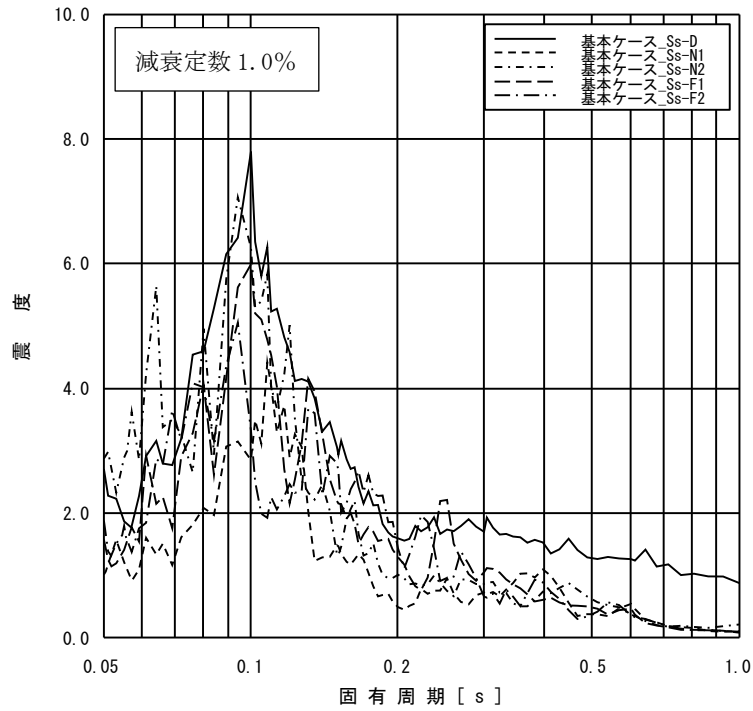


添付図 3(5) 原子炉建物 EL30.500m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

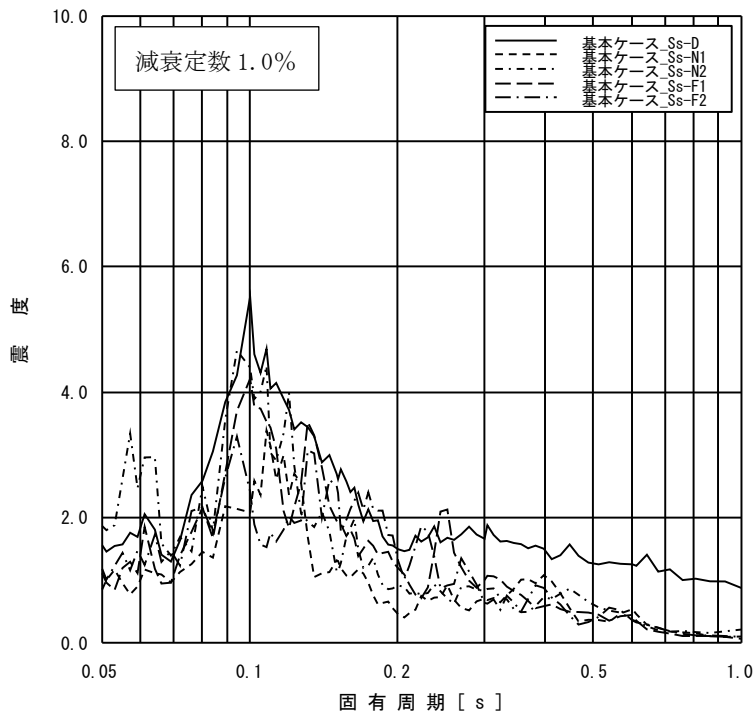


添付図 3(6) 原子炉建物 EL23.800m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

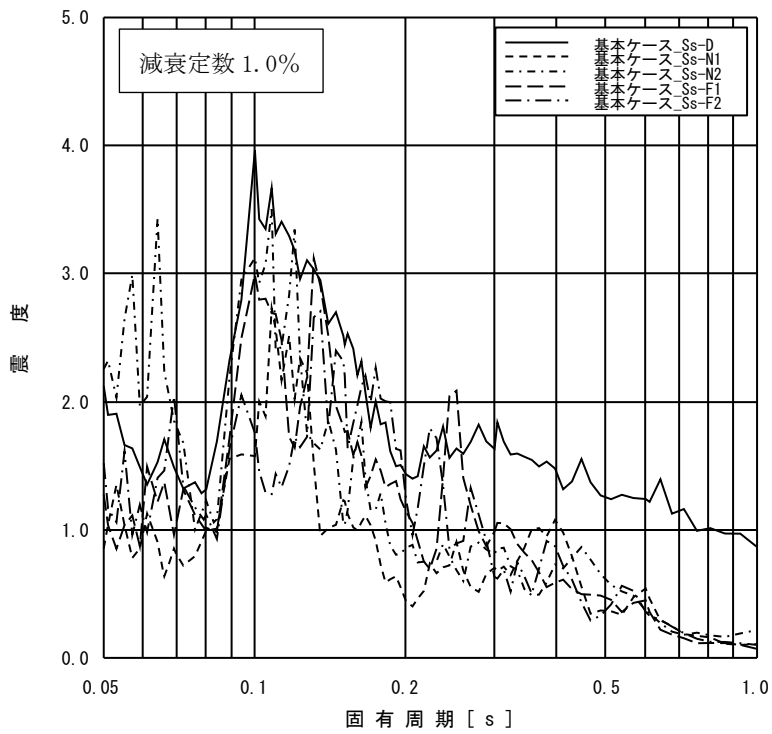




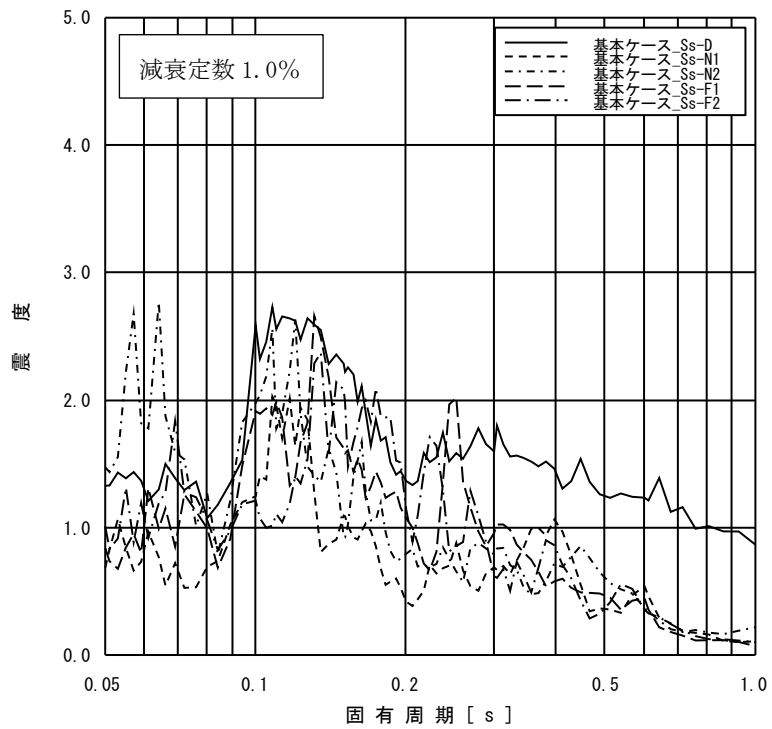
添付図 3(7) 原子炉建物 EL15.300m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



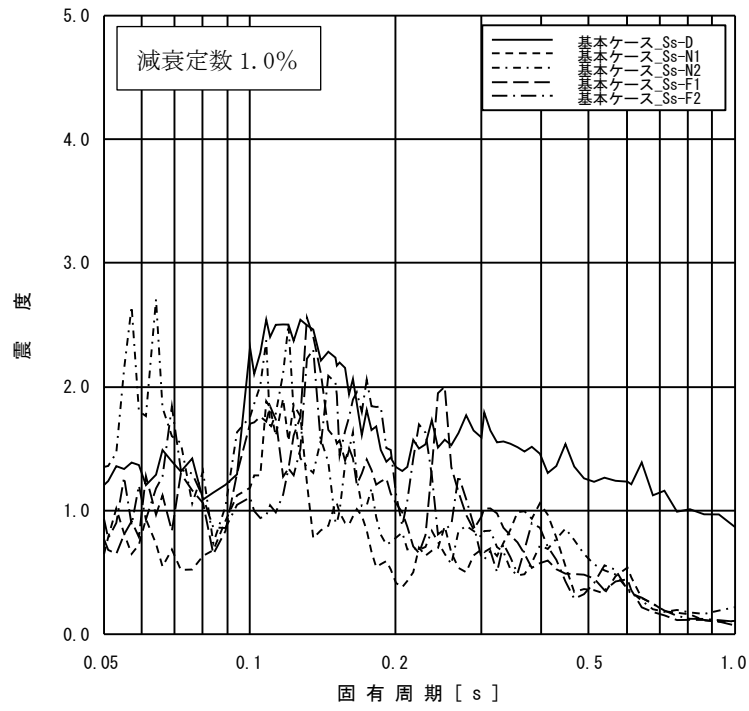
添付図 3(8) 原子炉建物 EL10.100m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



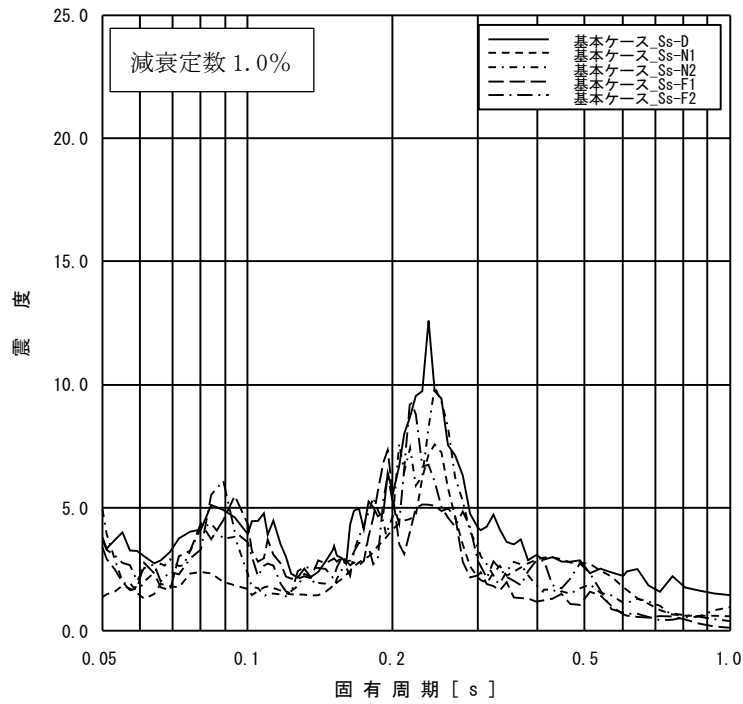
添付図 3(9) 原子炉建物 EL8.800m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



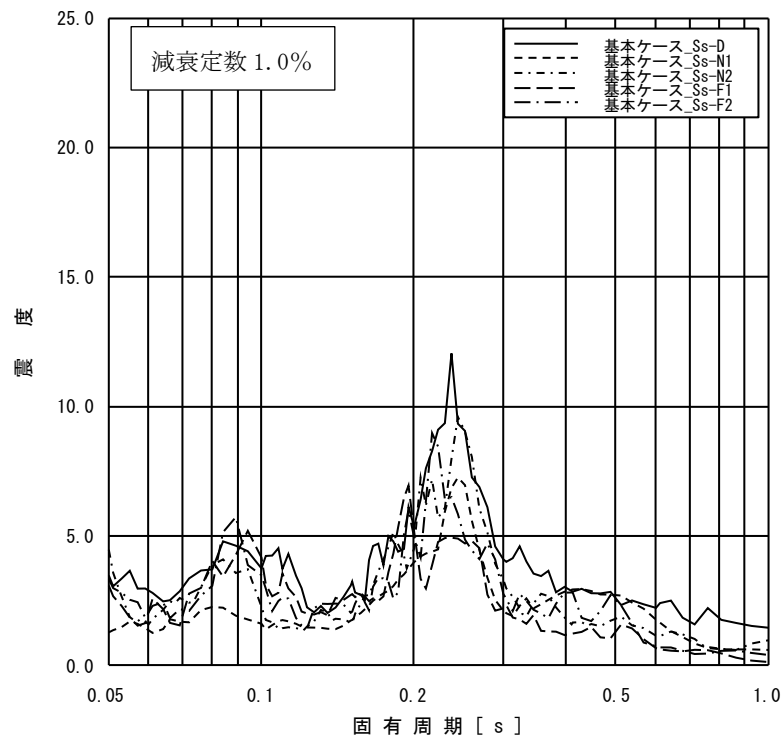
添付図 3(10) 原子炉建物 EL1.300m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



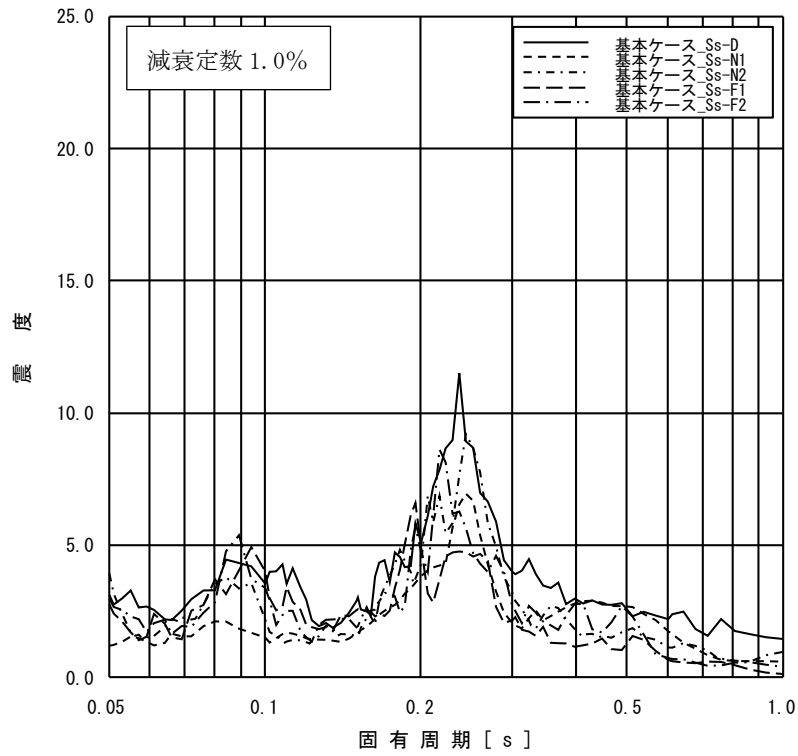
添付図 3(11) 原子炉建物 EL-4.700m の加速度応答スペクトル  
 (鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



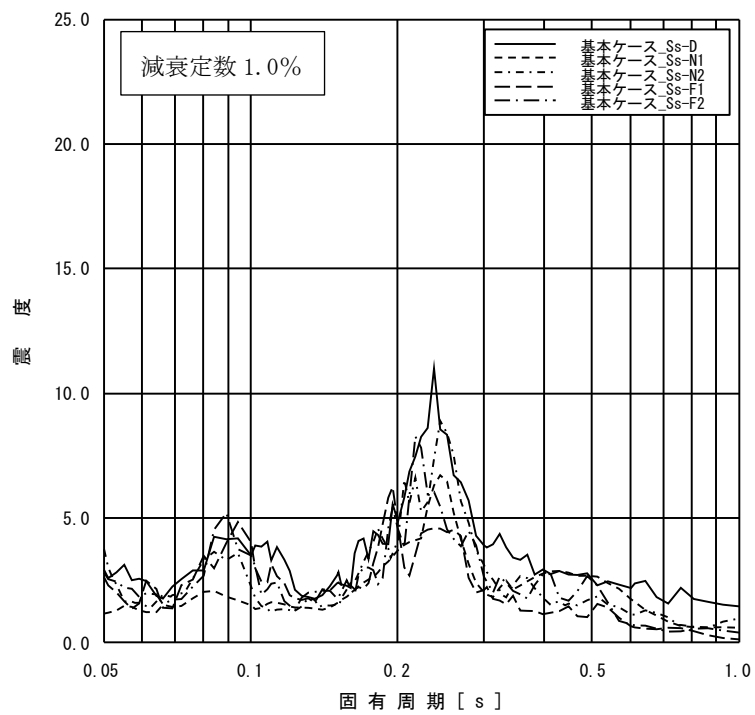
添付図 4(1) 原子炉格納容器 EL39.400m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



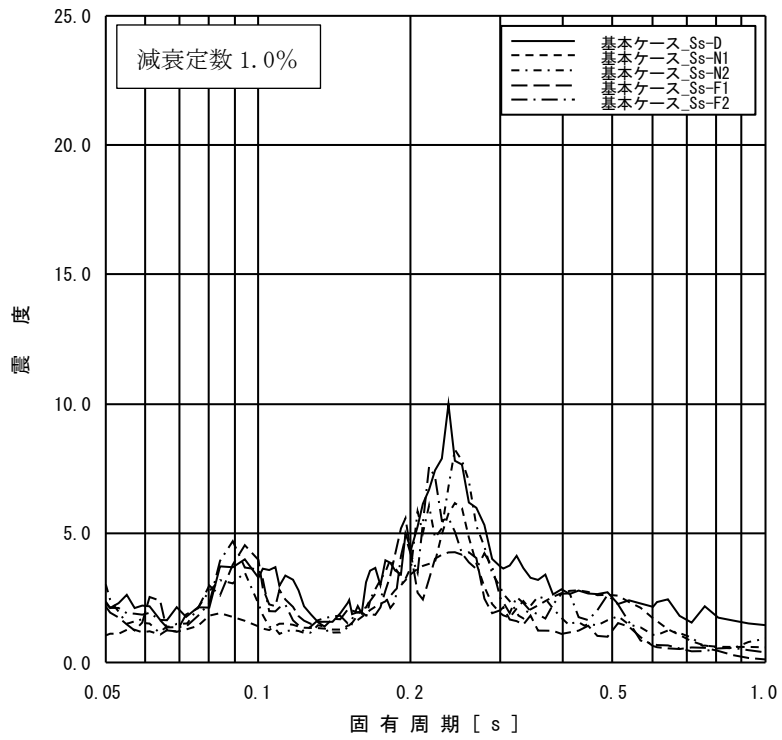
添付図 4(2) 原子炉格納容器 EL37.060m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



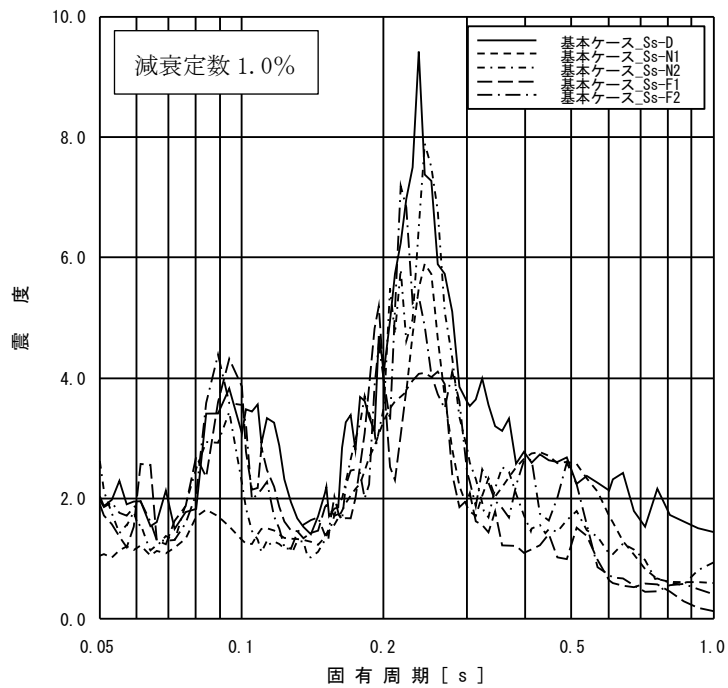
添付図 4(3) 原子炉格納容器 EL34.758m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



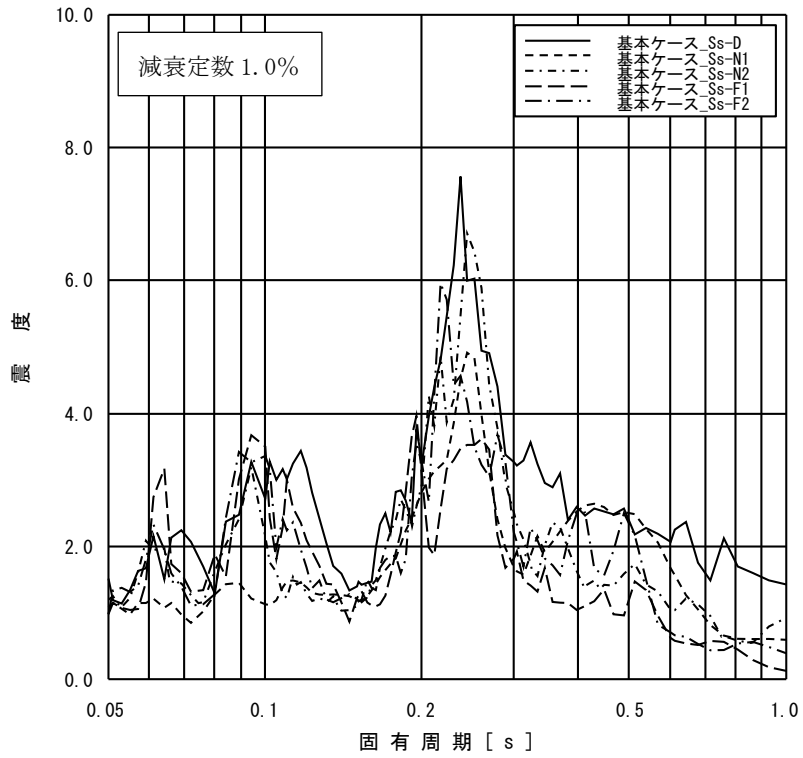
添付図 4(4) 原子炉格納容器 EL33.141m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



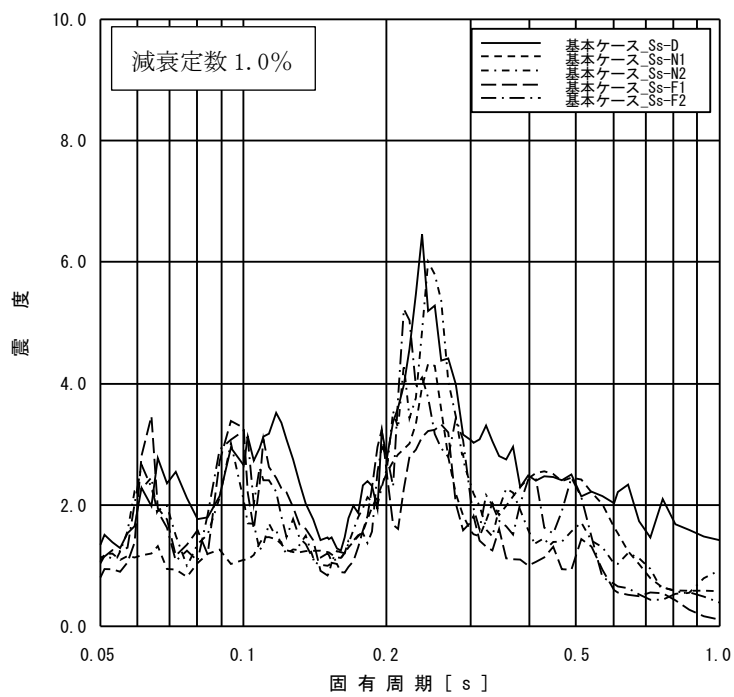
添付図 4(5) 原子炉格納容器 EL29.392m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



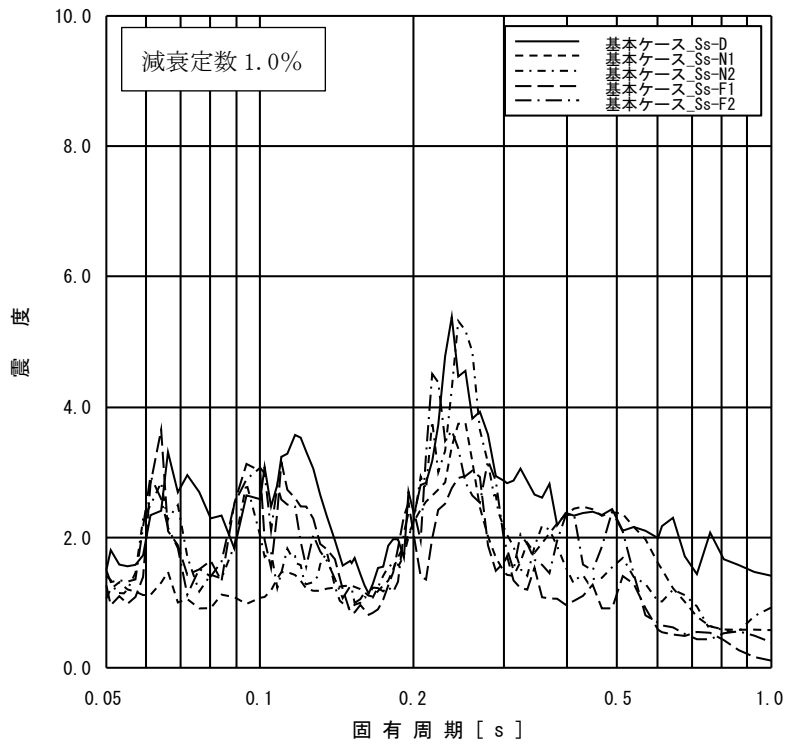
添付図 4(6) 原子炉格納容器 EL27.907m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



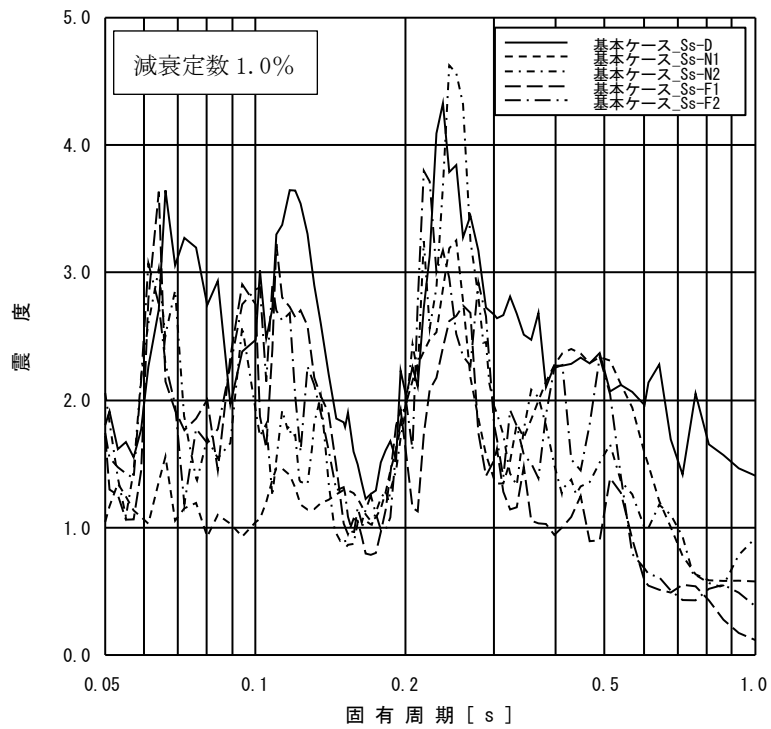
添付図 4(7) 原子炉格納容器 EL22.932m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 4(8) 原子炉格納容器 EL19.878m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

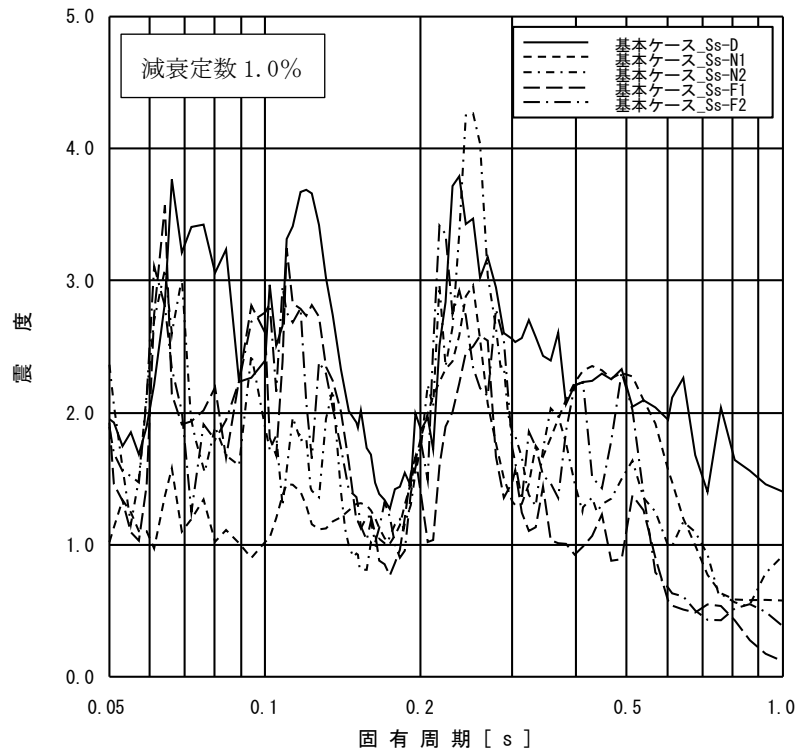


添付図 4(9) 原子炉格納容器 EL16.825m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

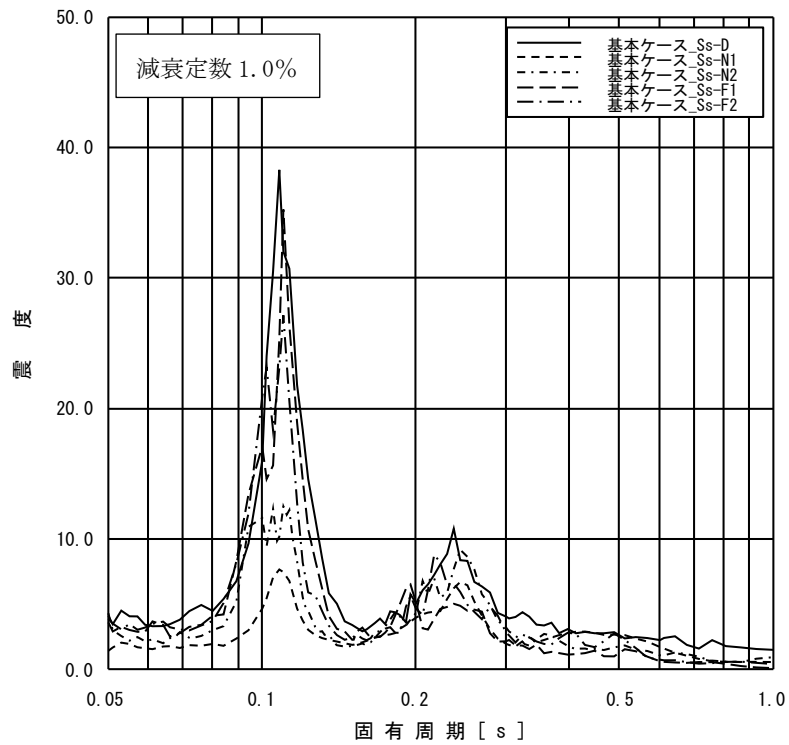


添付図 4(10) 原子炉格納容器 EL13.700m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

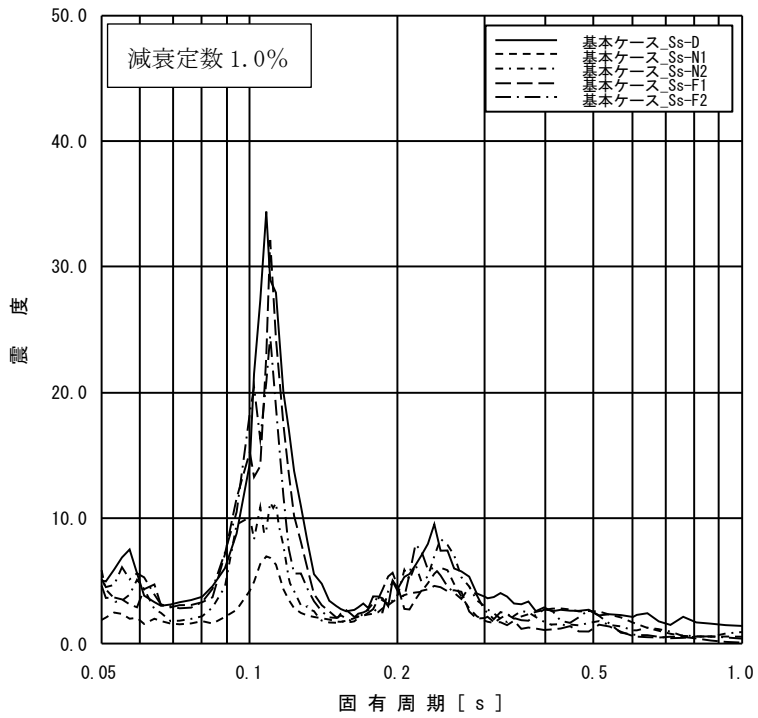




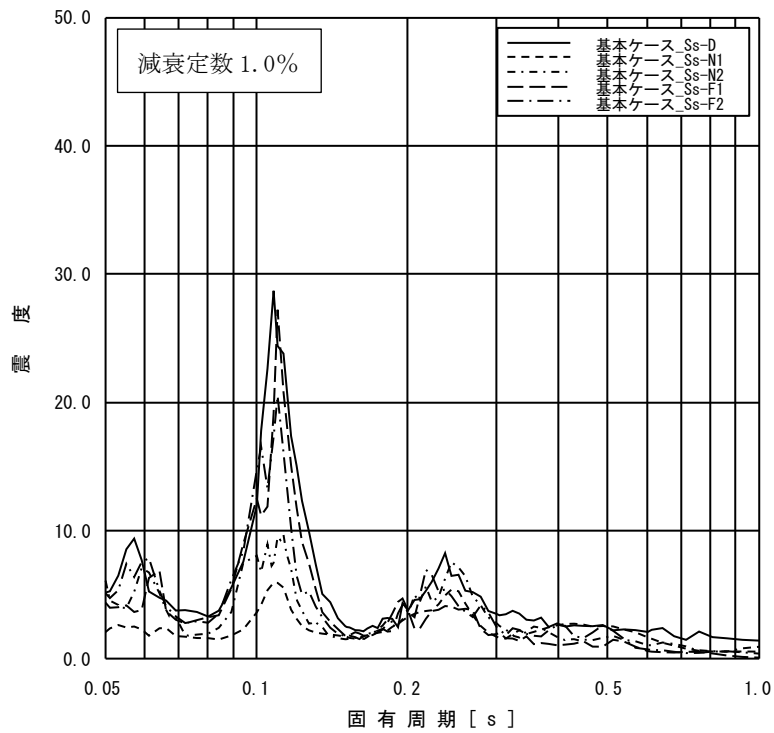
添付図 4(11) 原子炉格納容器 EL11.900m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



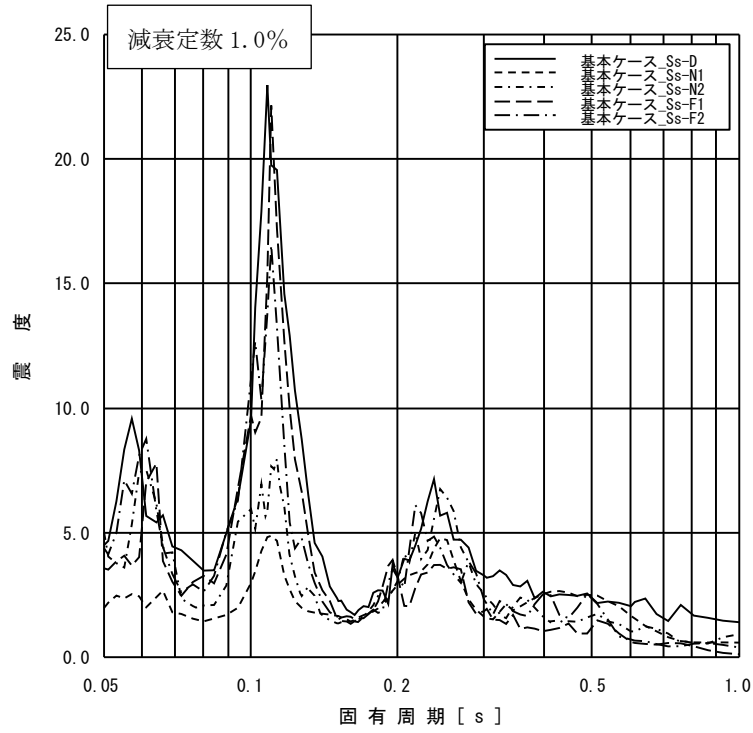
添付図 4(12) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



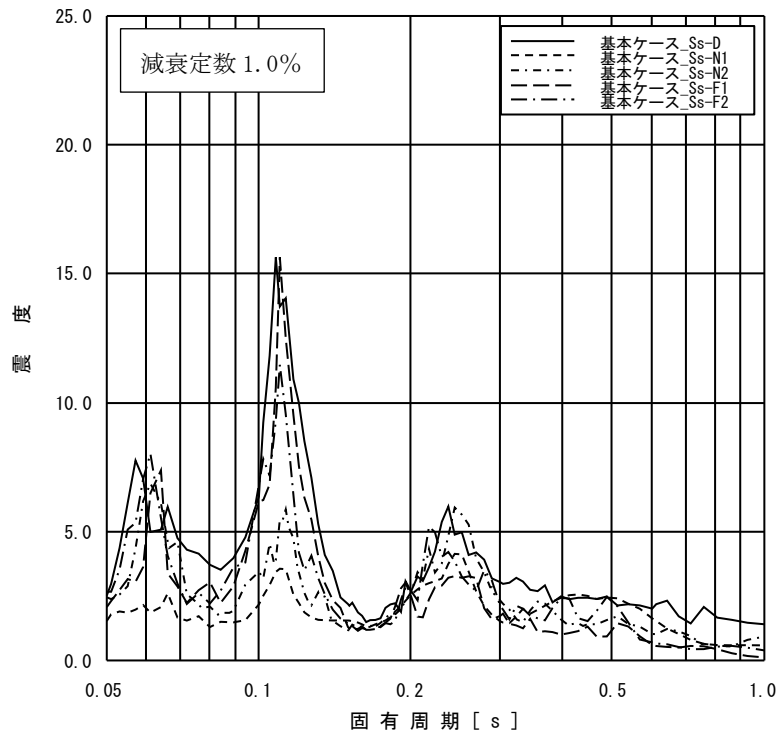
添付図 4(13) ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



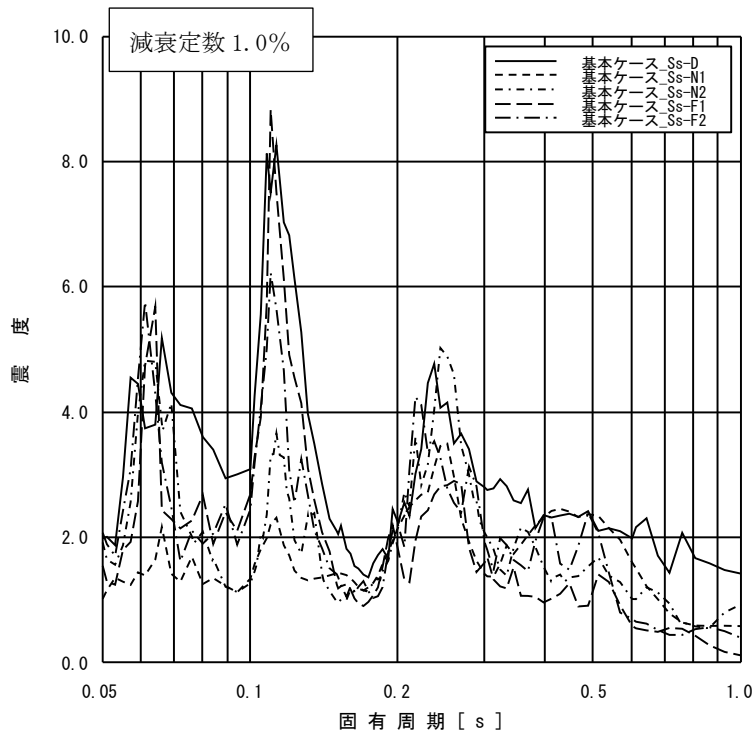
添付図 4(14) ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



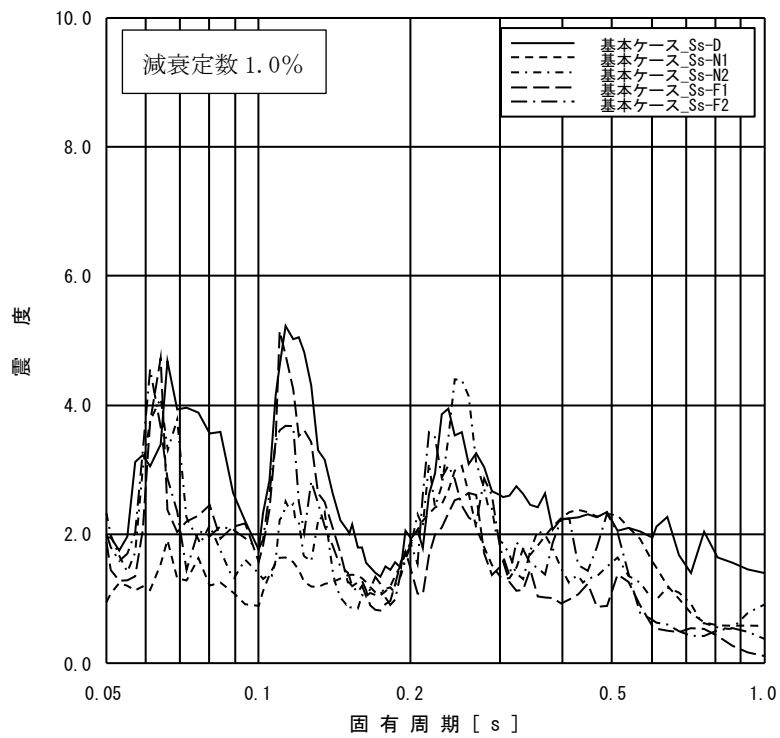
添付図 4(15) ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



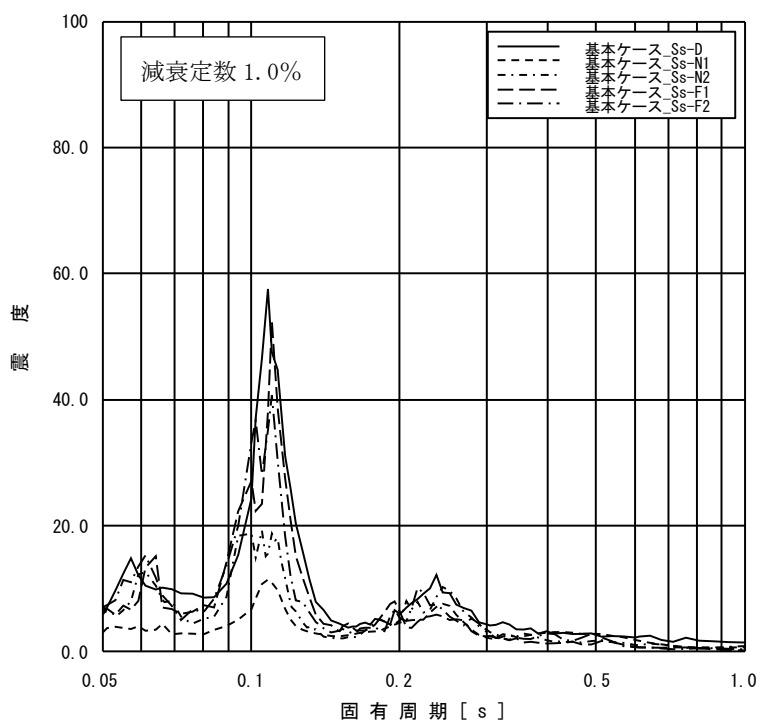
添付図 4(16) ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



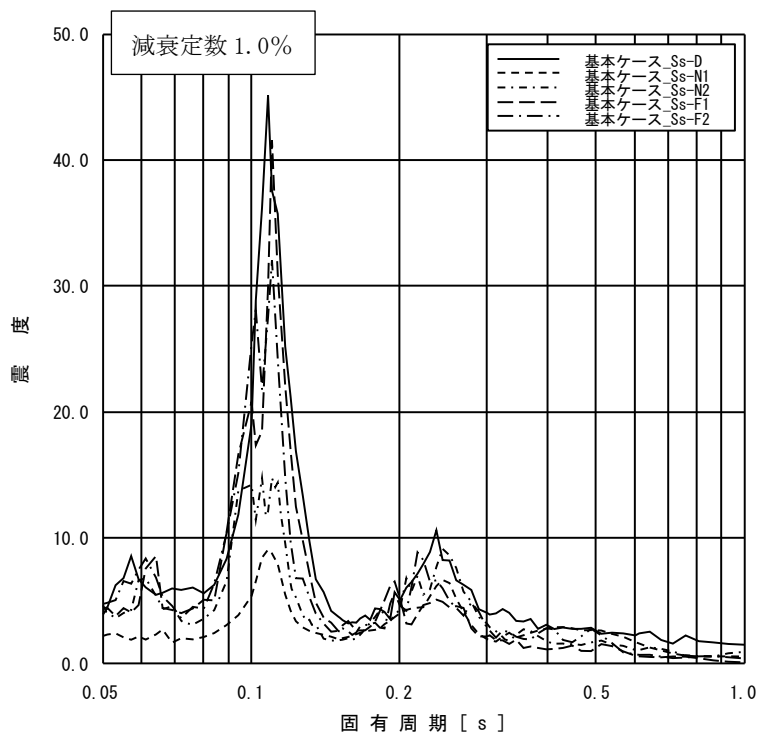
添付図 4(17) 原子炉压力容器ペDESTAL EL15.944m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



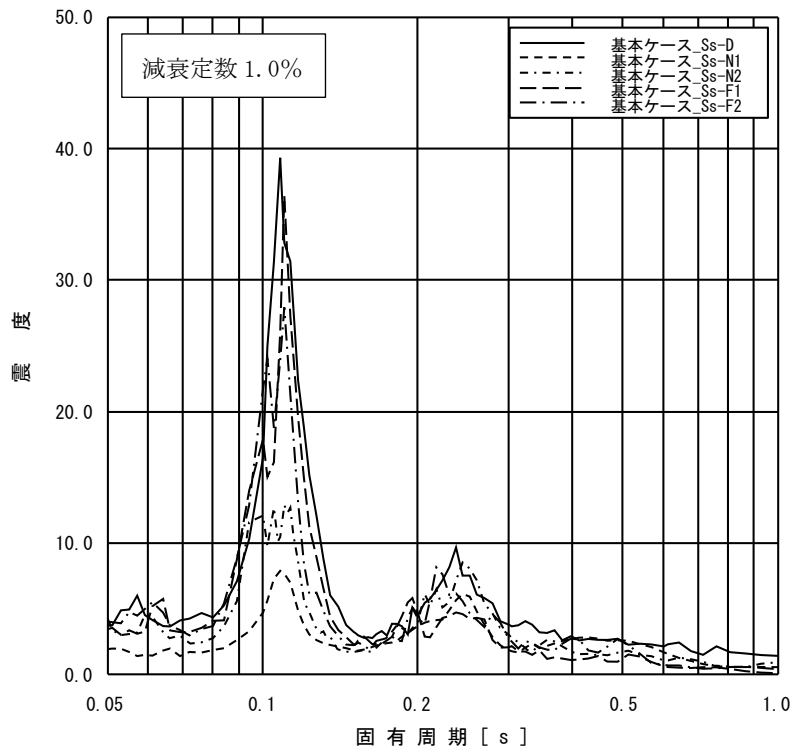
添付図 4(18) 原子炉压力容器ペDESTAL EL13.022m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



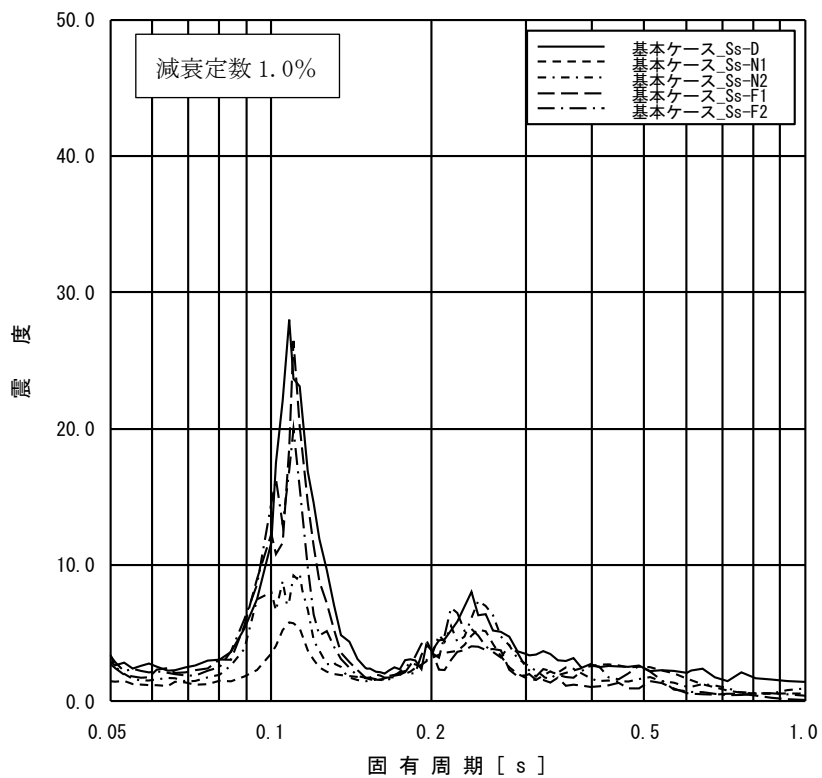
添付図 4(19) 原子炉圧力容器 EL32.567m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



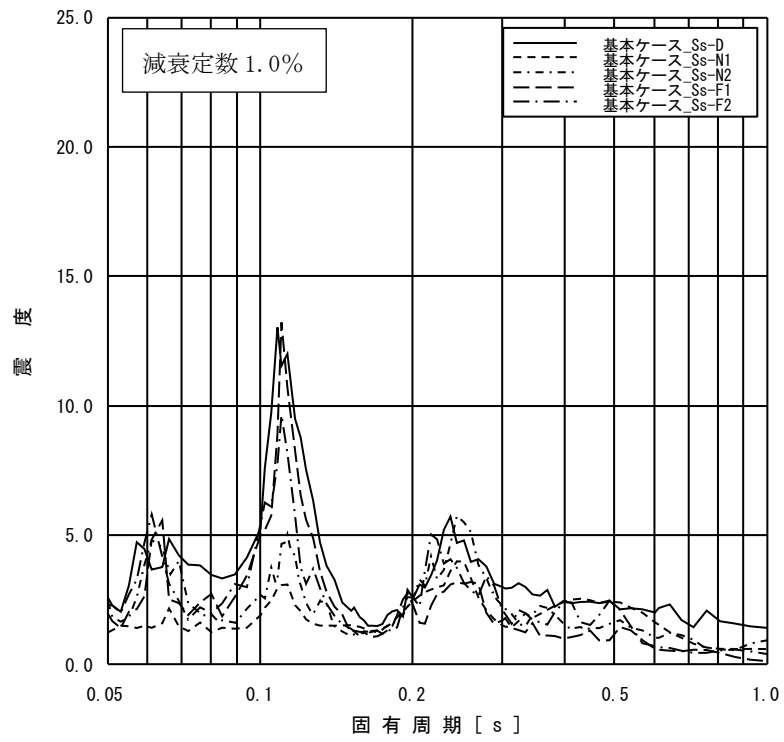
添付図 4(20) 原子炉圧力容器 EL29.181m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



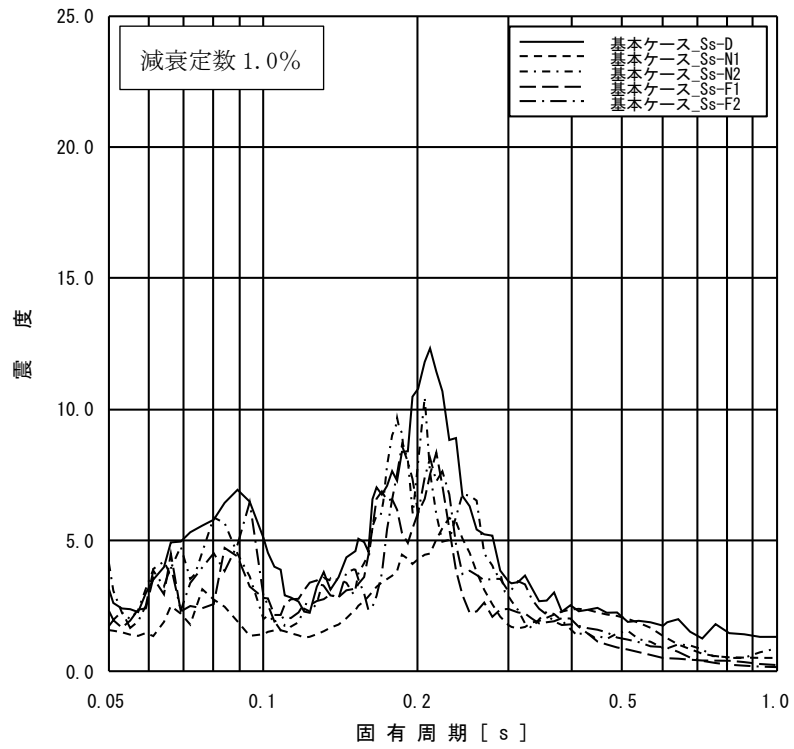
添付図 4(21) 原子炉压力容器 EL27.317m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



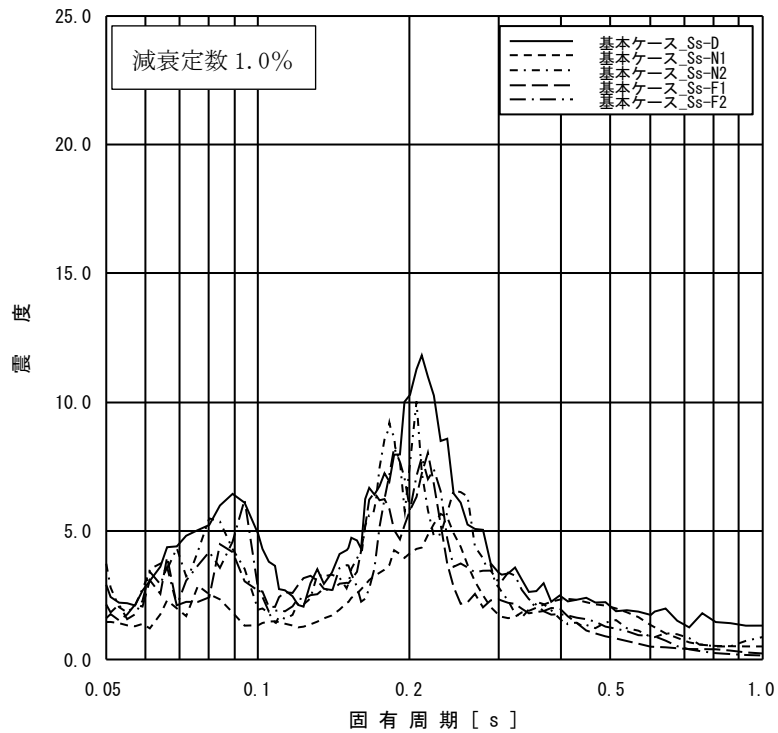
添付図 4(22) 原子炉压力容器 EL23.707m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 4(23) 原子炉压力容器 EL18. 250m の加速度応答スペクトル  
(NS 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

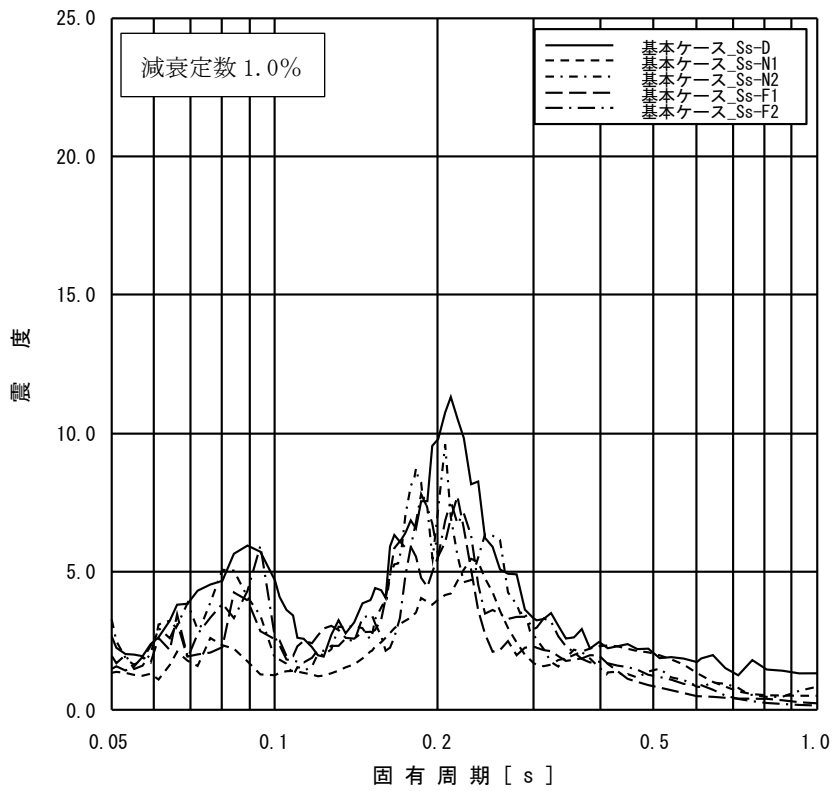


添付図 5(1) 原子炉格納容器 EL39.400m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

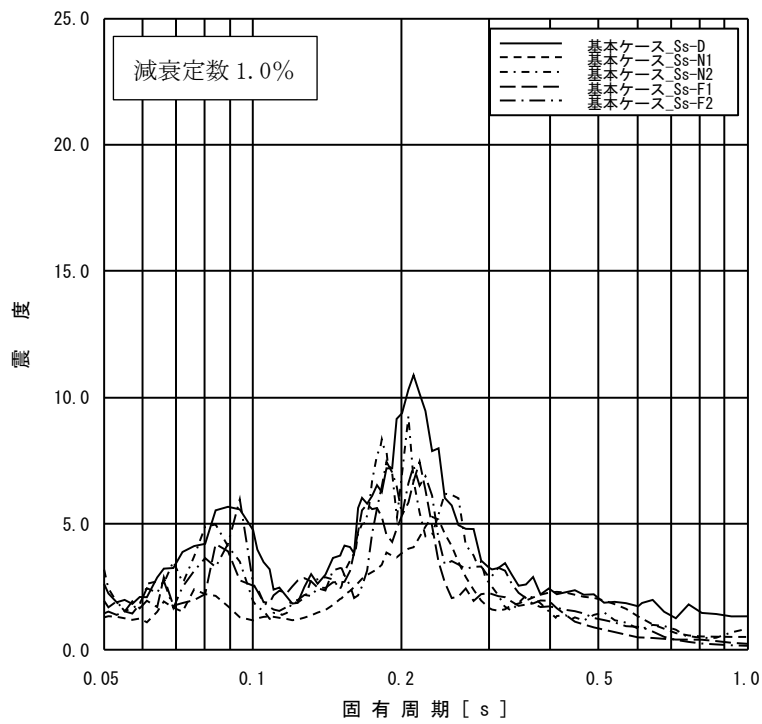


添付図 5(2) 原子炉格納容器 EL37.060m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

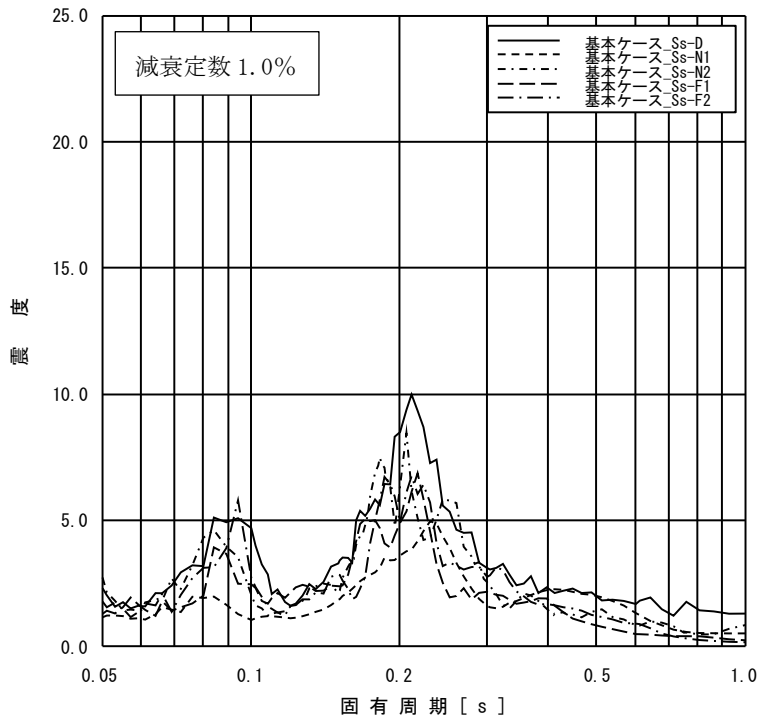




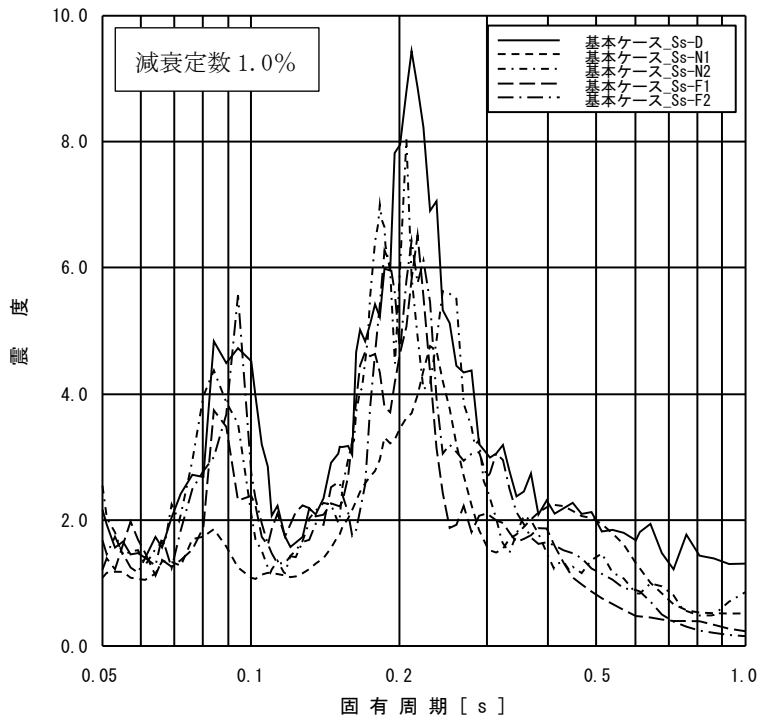
添付図 5(3) 原子炉格納容器 EL34.758m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



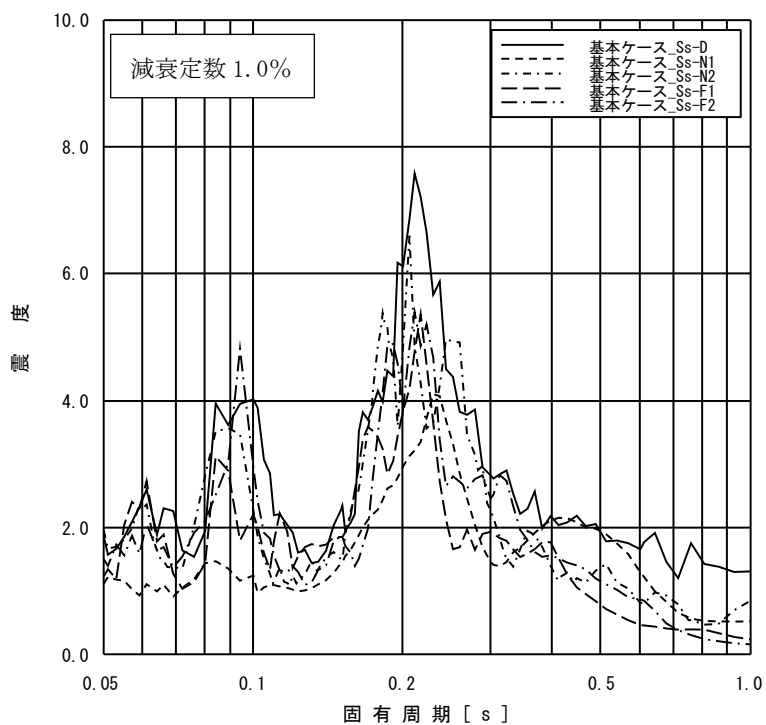
添付図 5(4) 原子炉格納容器 EL33.141m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



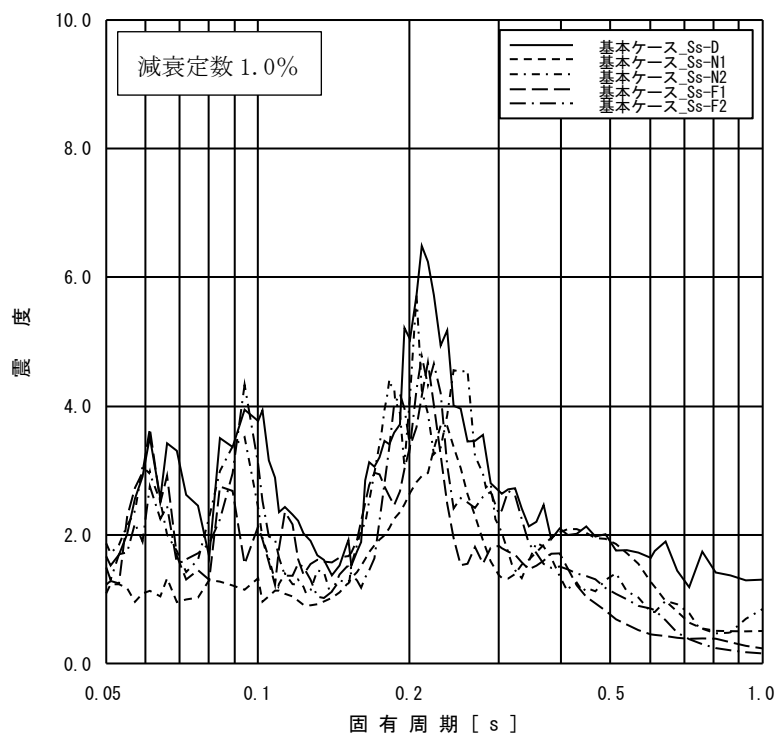
添付図 5(5) 原子炉格納容器 EL29.392m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



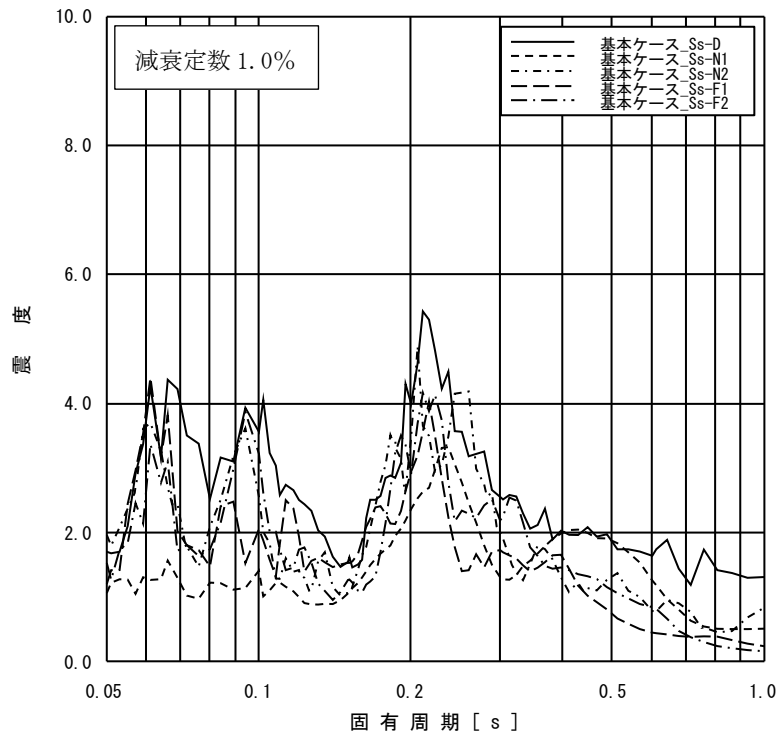
添付図 5(6) 原子炉格納容器 EL27.907m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



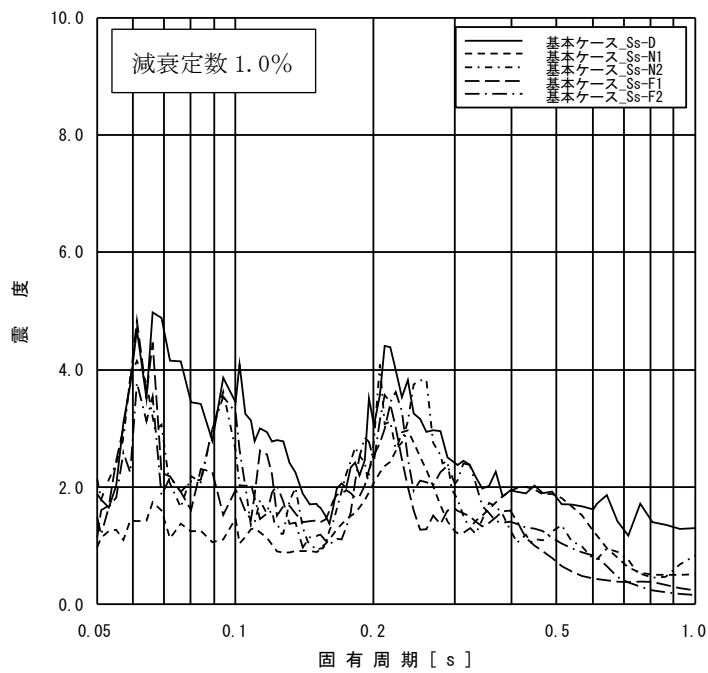
添付図 5(7) 原子炉格納容器 EL22.932m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



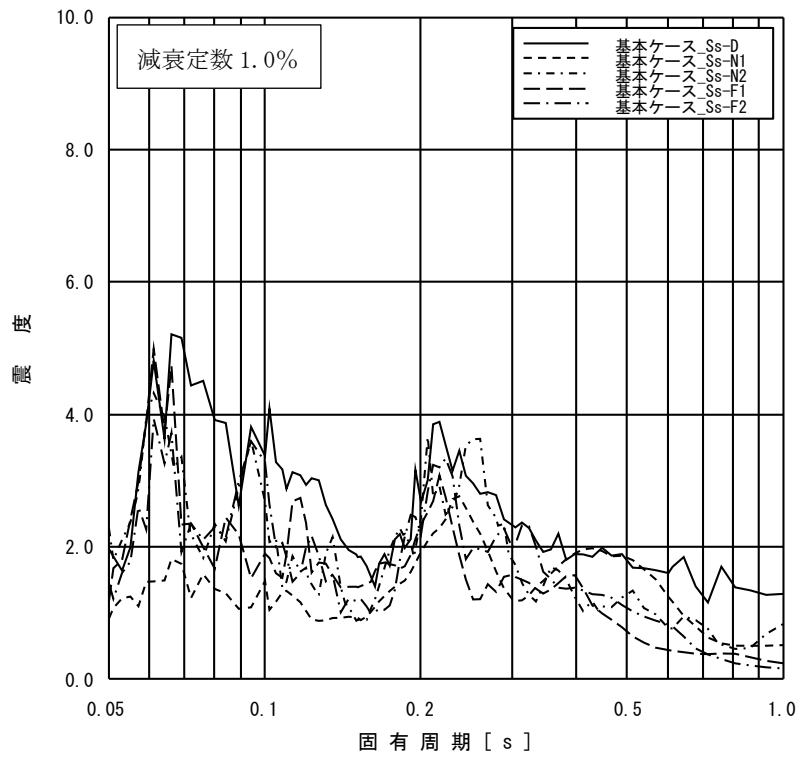
添付図 5(8) 原子炉格納容器 EL19.878m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



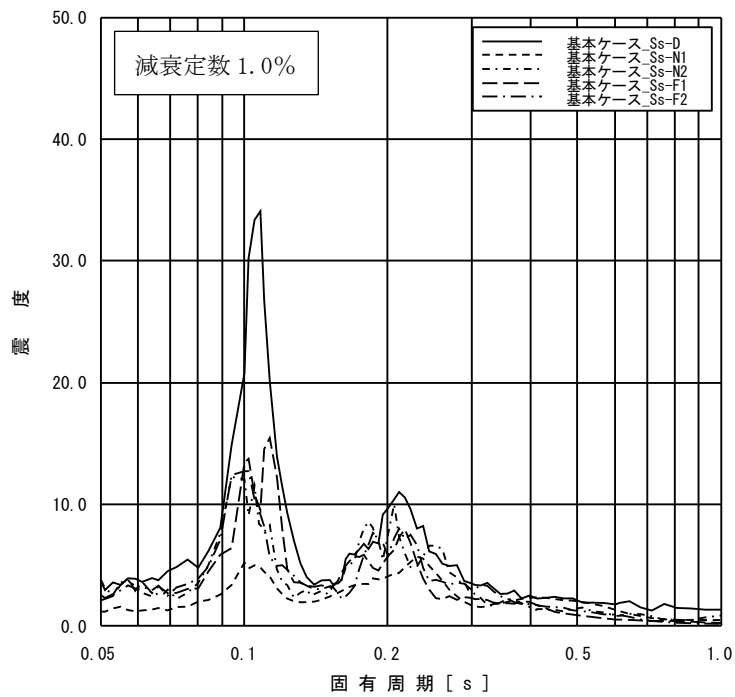
添付図 5(9) 原子炉格納容器 EL16.825m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



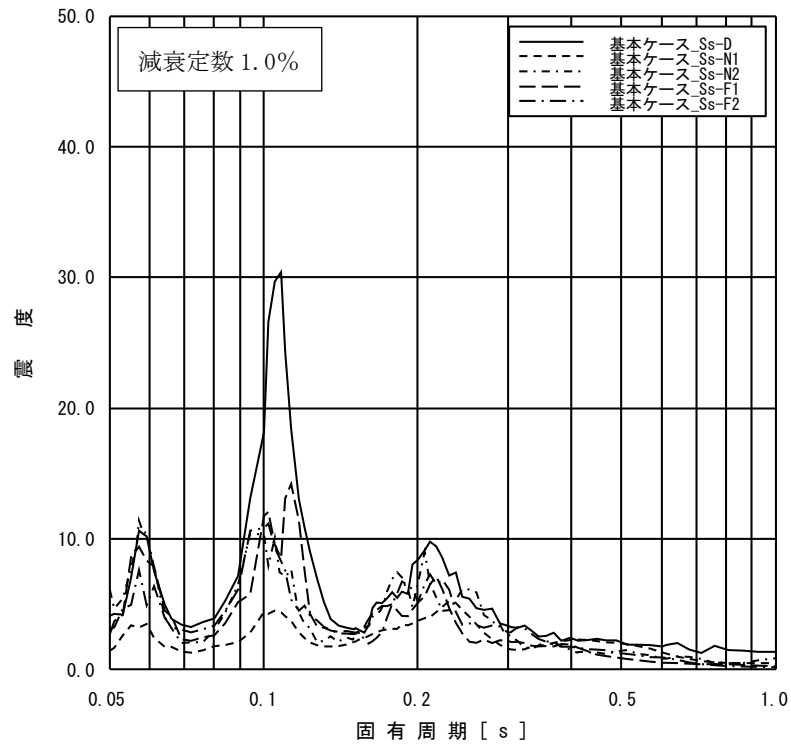
添付図 5(10) 原子炉格納容器 EL13.700m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



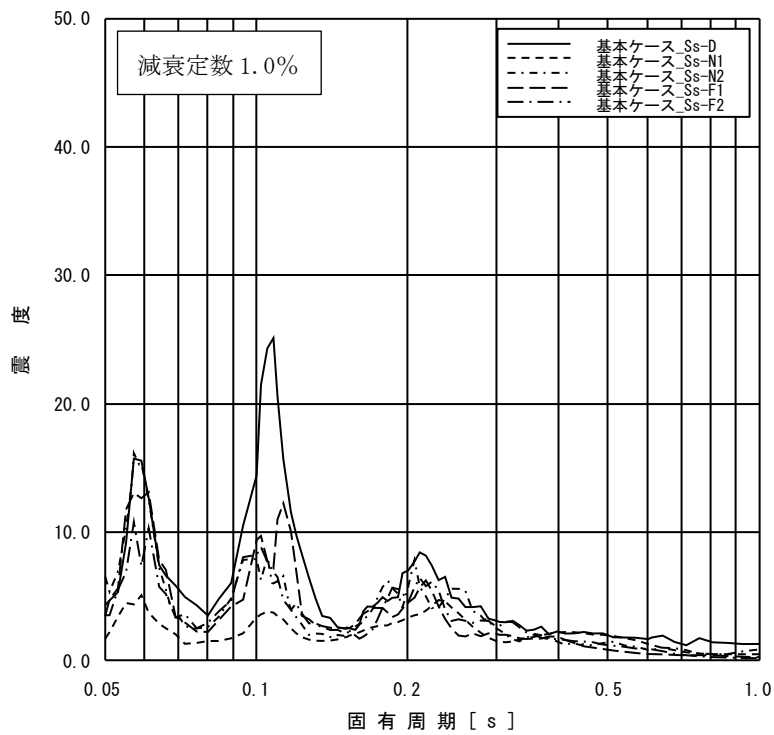
添付図 5(11) 原子炉格納容器 EL11.900m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



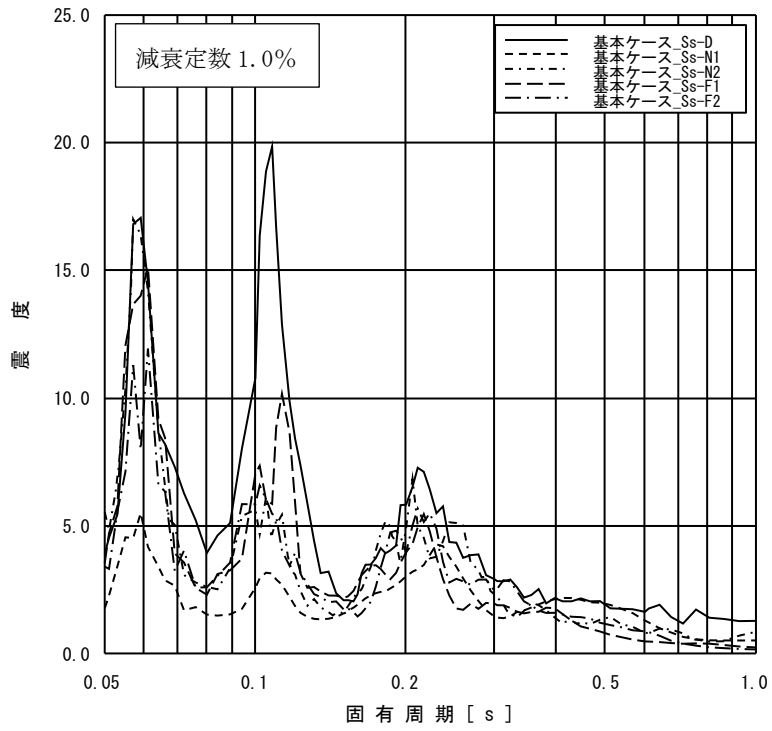
添付図 5(12) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



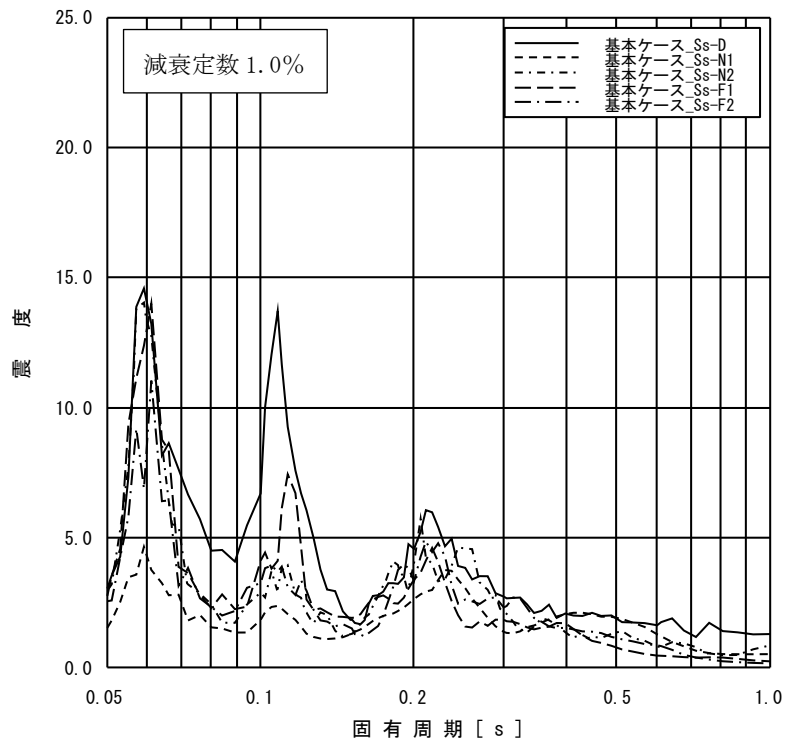
添付図 5(13) ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



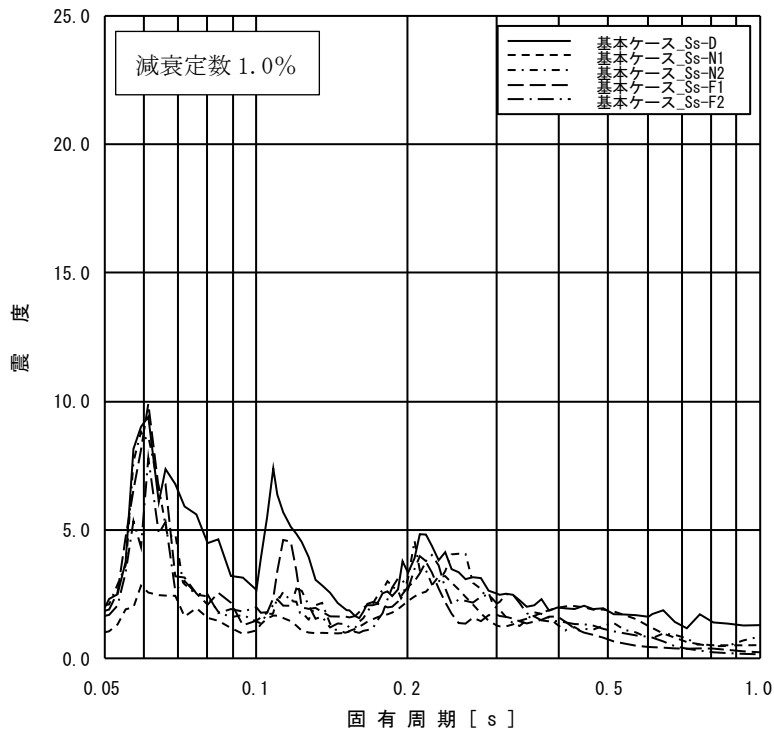
添付図 5(14) ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



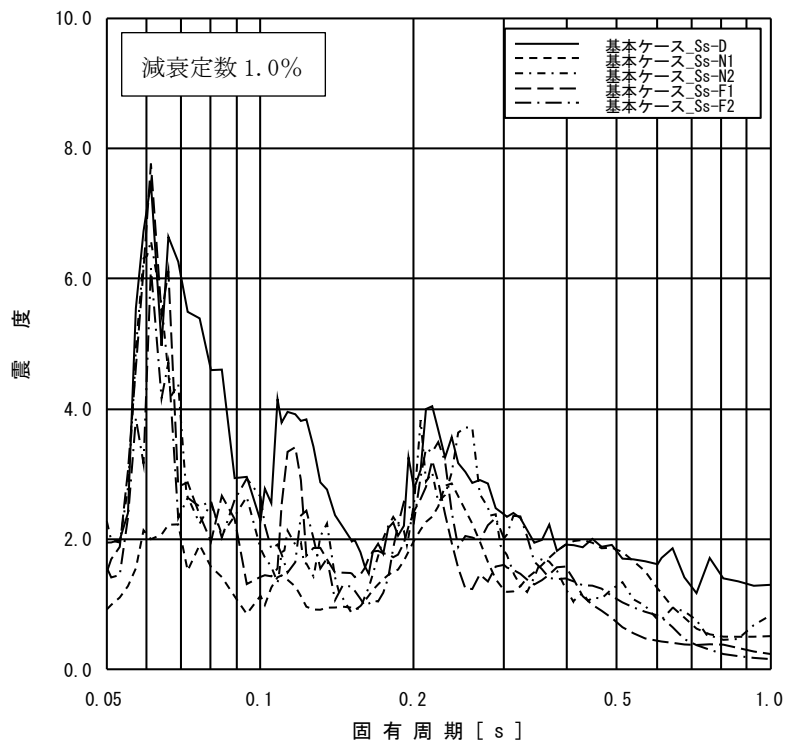
添付図 5(15) ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 5(16) ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

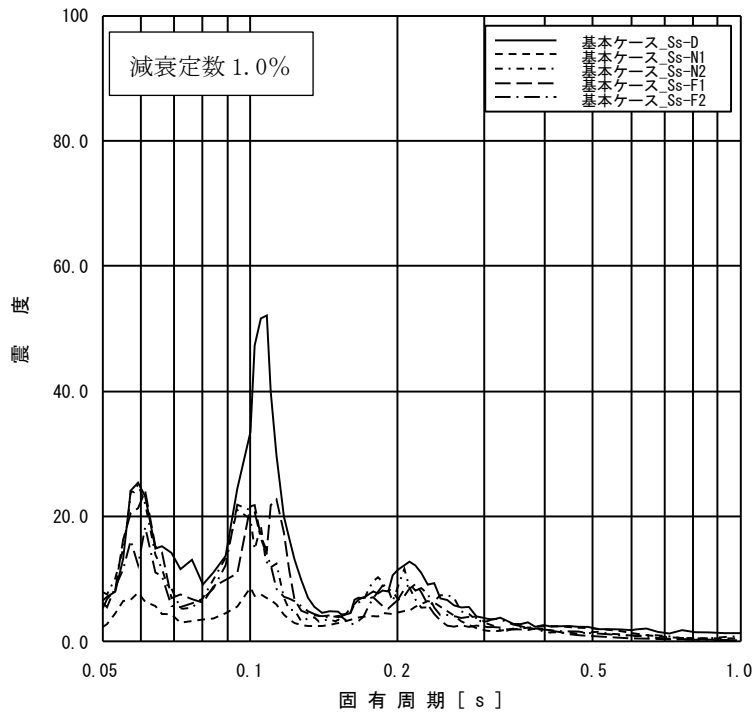


添付図 5(17) 原子炉压力容器ペダスタル EL15.944m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

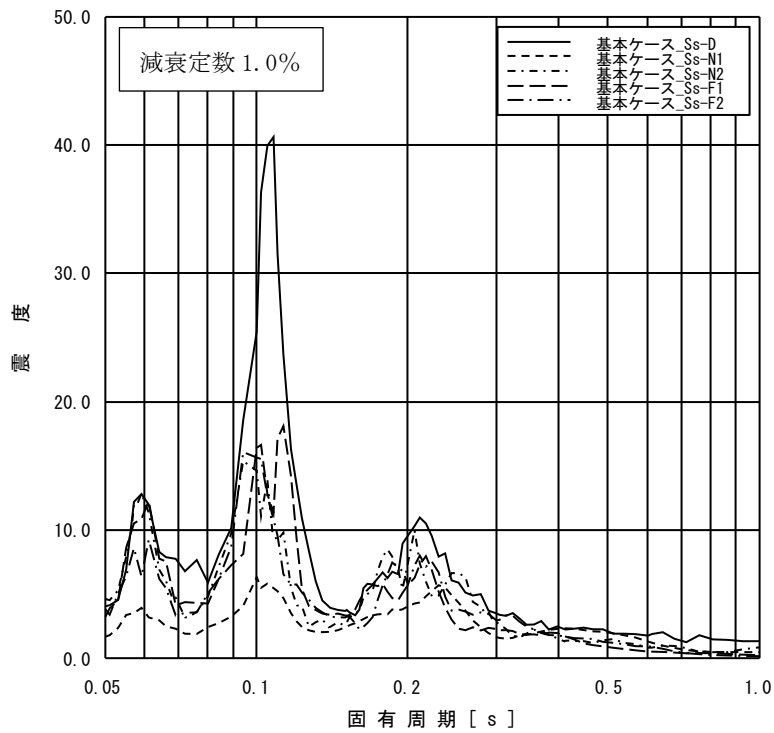


添付図 5(18) 原子炉压力容器ペダスタル EL13.022m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

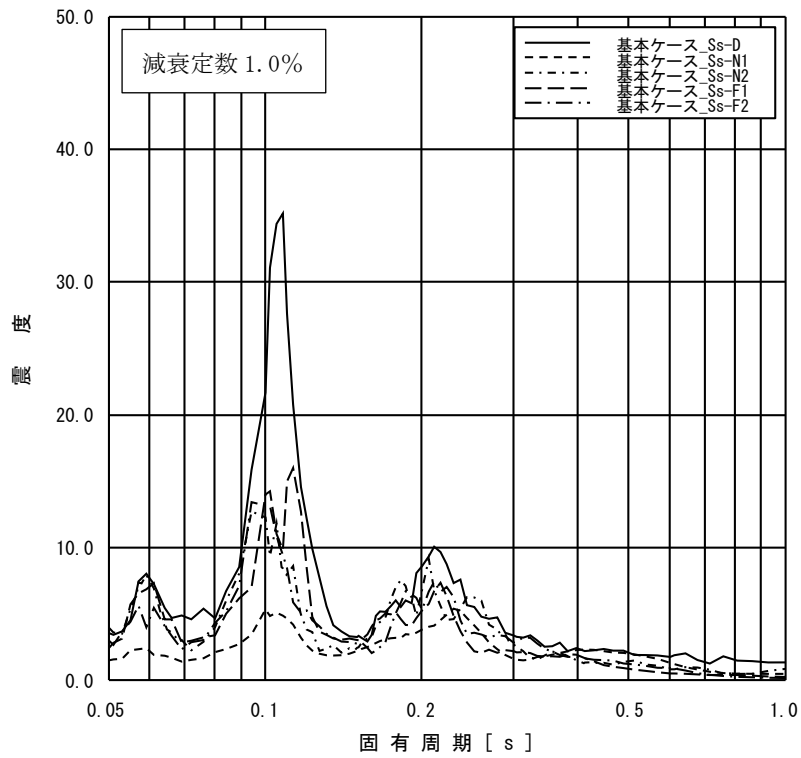




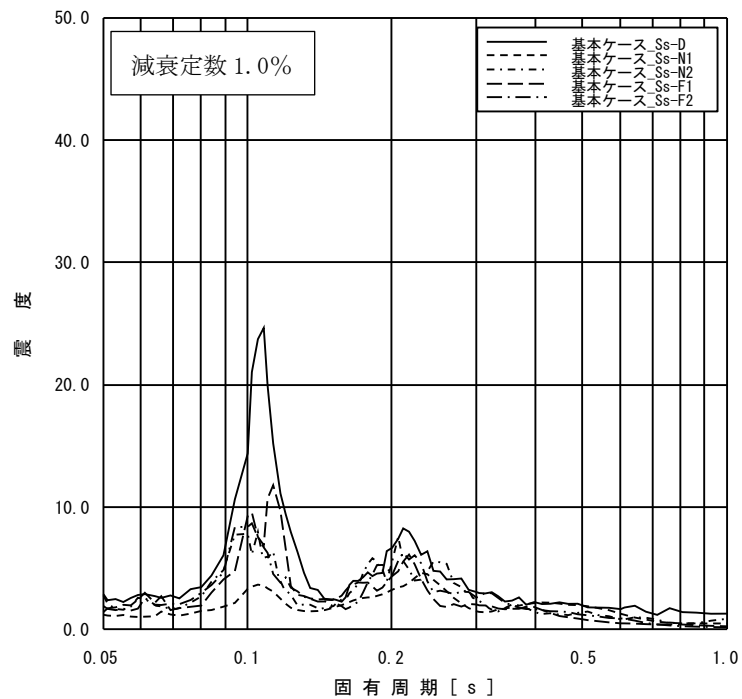
添付図 5(19) 原子炉圧力容器 EL32.567m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



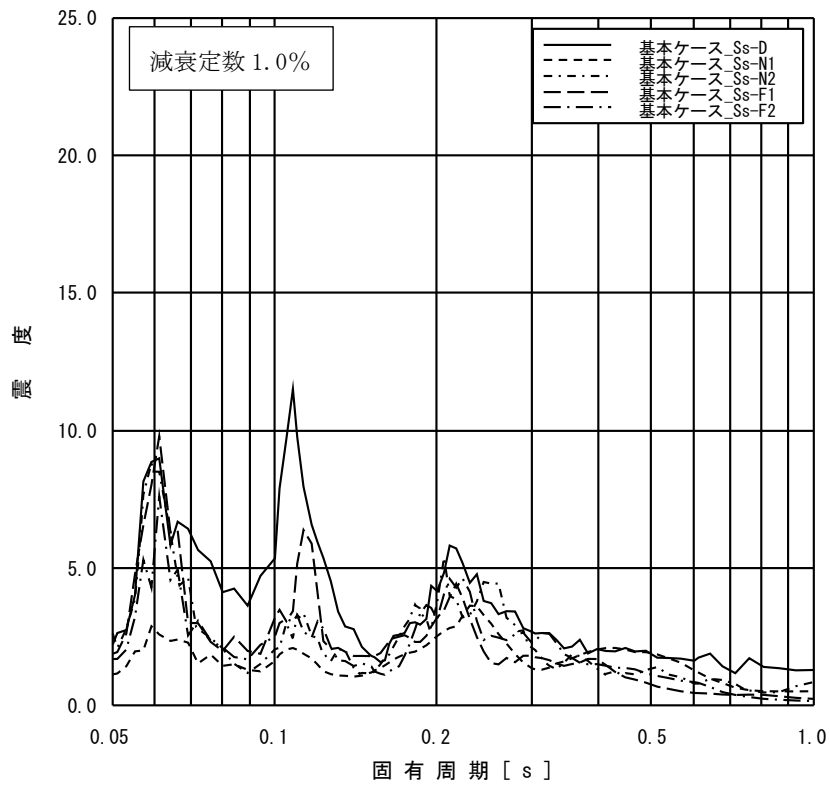
添付図 5(20) 原子炉圧力容器 EL29.181m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



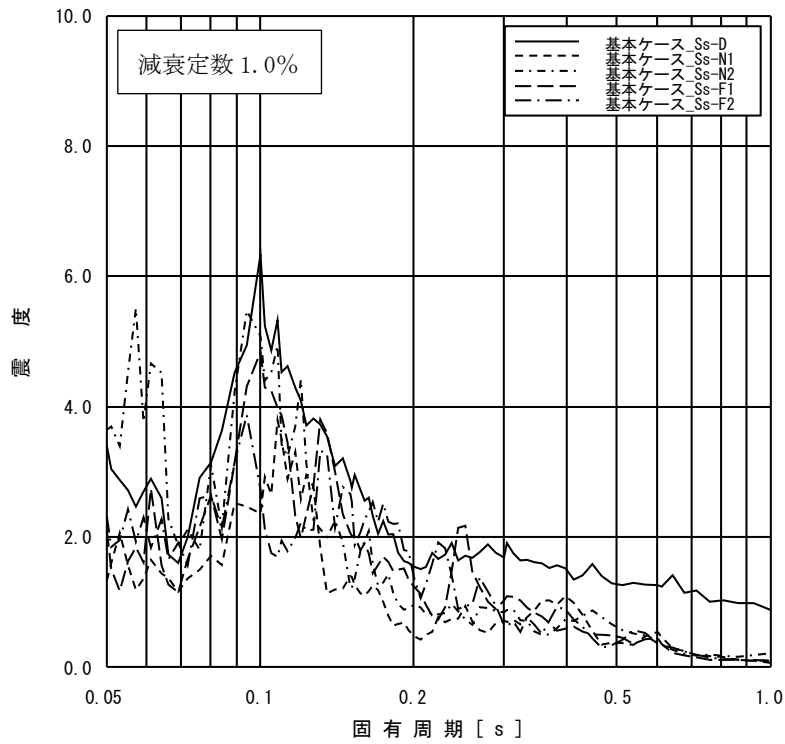
添付図 5(21) 原子炉压力容器 EL27.317m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



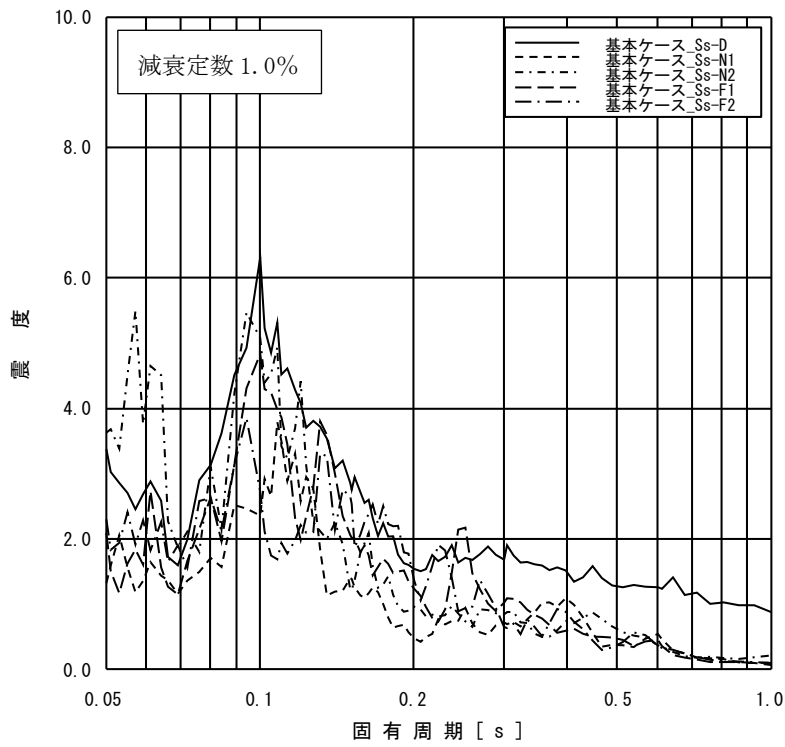
添付図 5(22) 原子炉压力容器 EL23.707m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



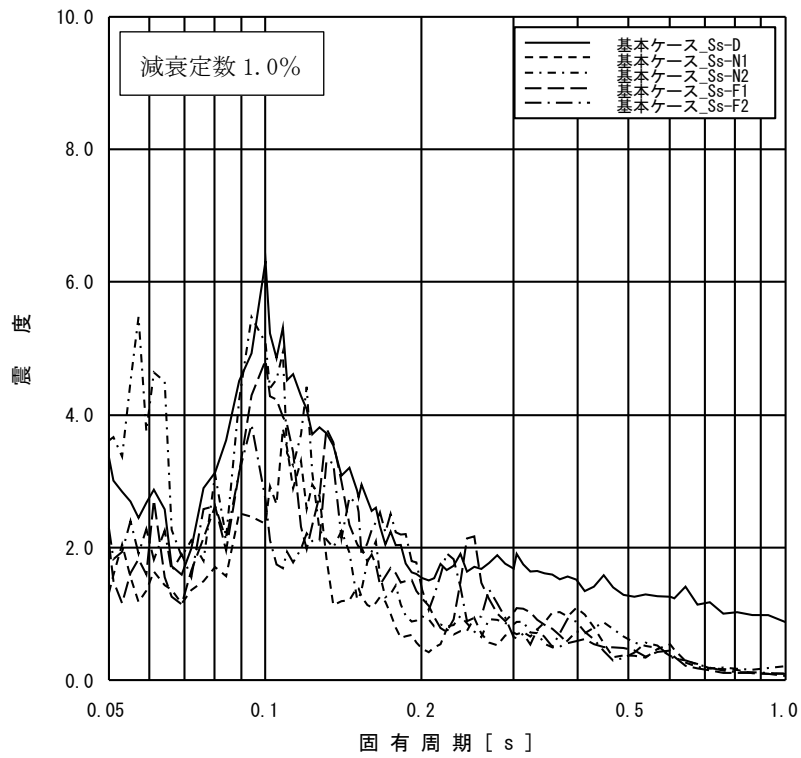
添付図 5(23) 原子炉压力容器 EL18. 250m の加速度応答スペクトル  
(EW 方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



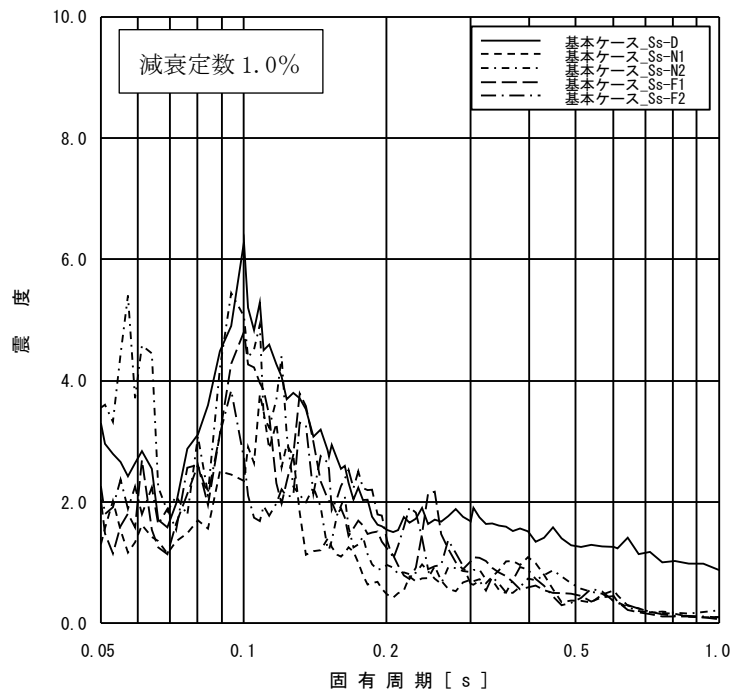
添付図 6(1) 原子炉格納容器 EL39.400m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



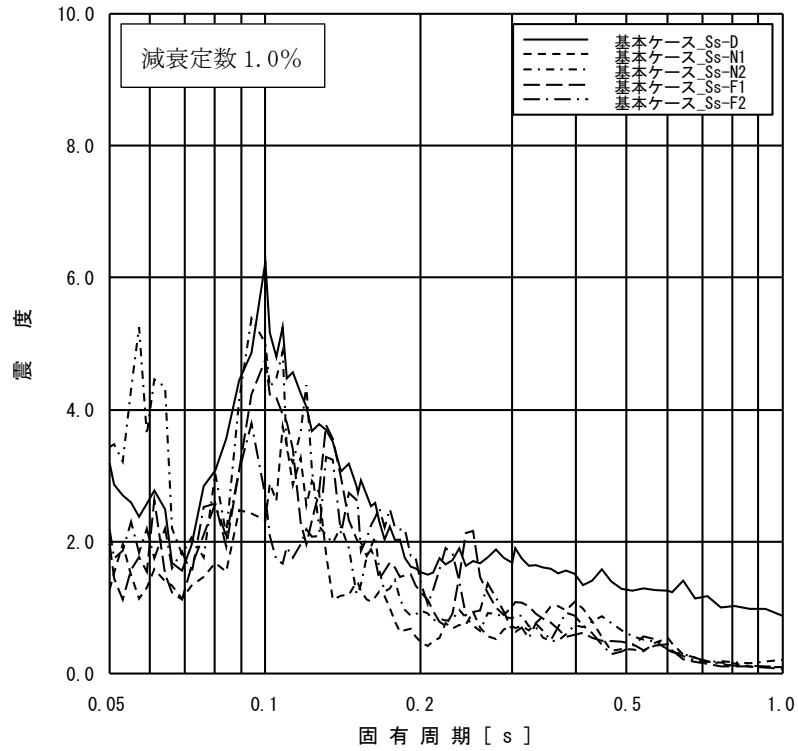
添付図 6(2) 原子炉格納容器 EL37.060m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



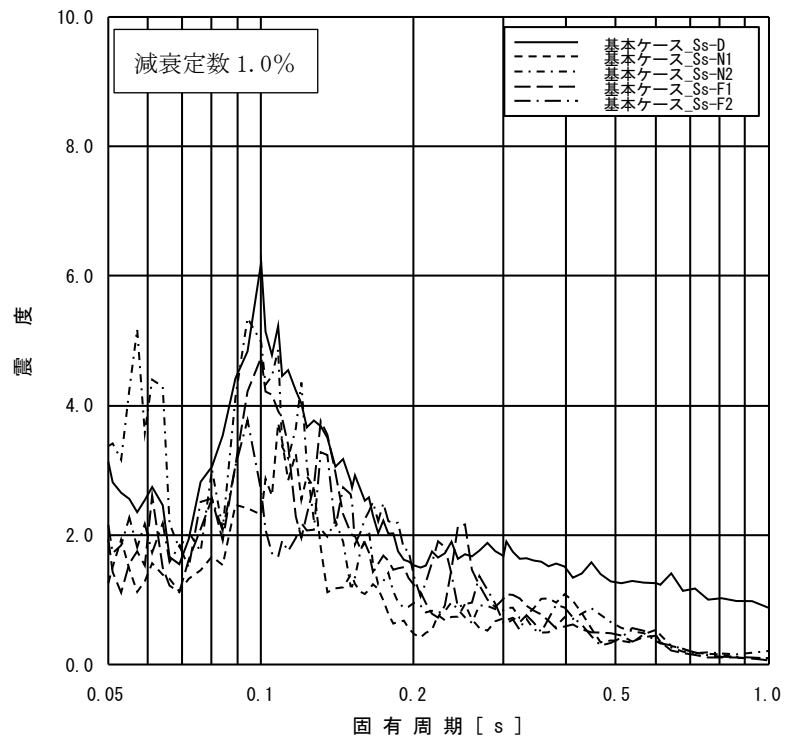
添付図 6(3) 原子炉格納容器 EL34.758m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



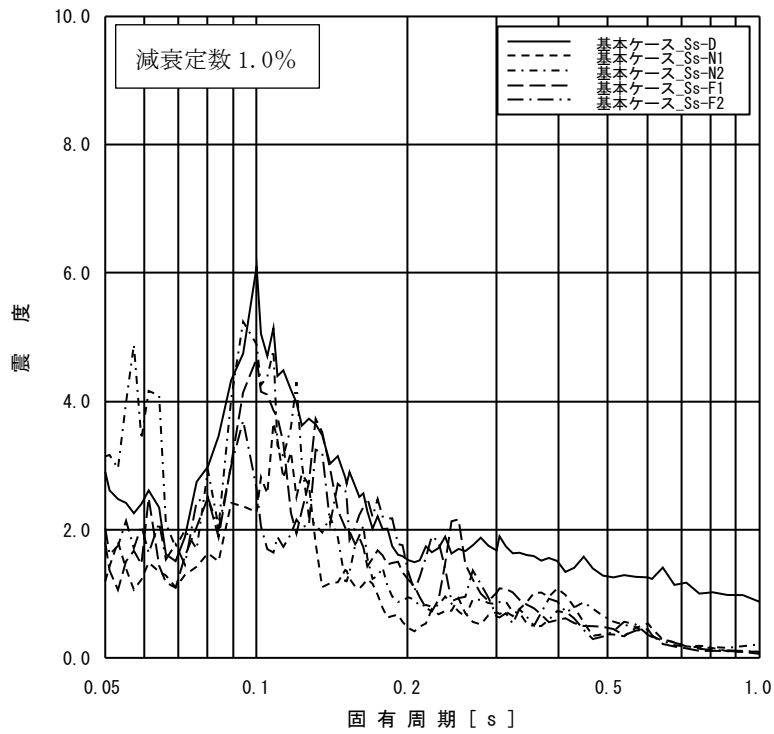
添付図 6(4) 原子炉格納容器 EL33.141m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



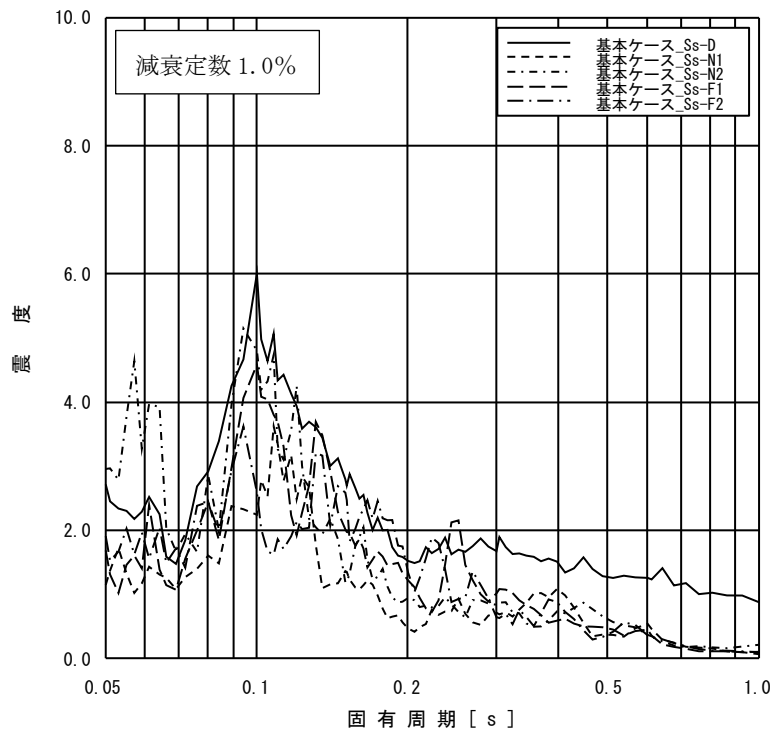
添付図 6(5) 原子炉格納容器 EL29.392m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



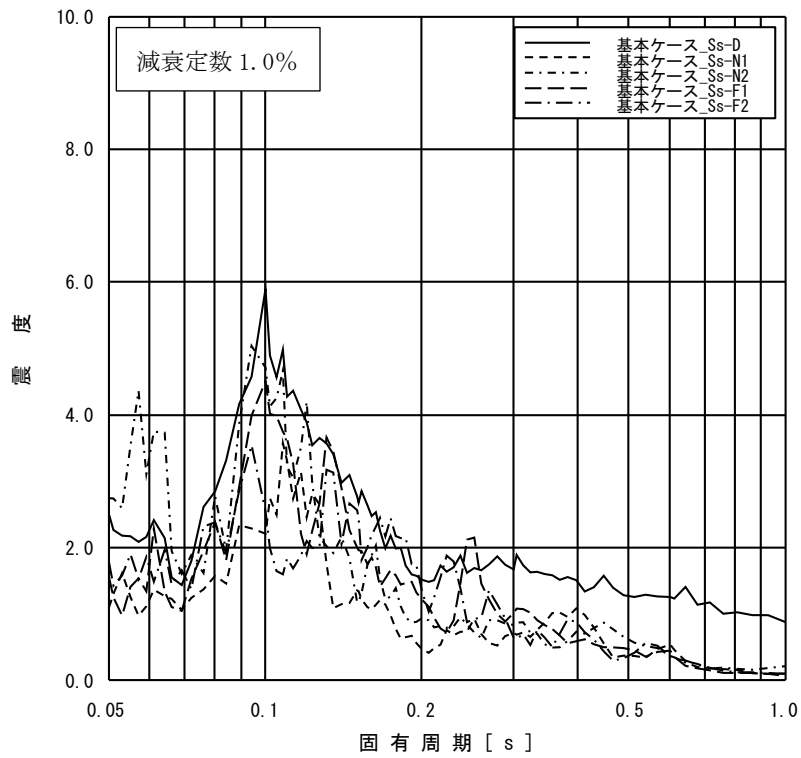
添付図 6(6) 原子炉格納容器 EL27.907m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



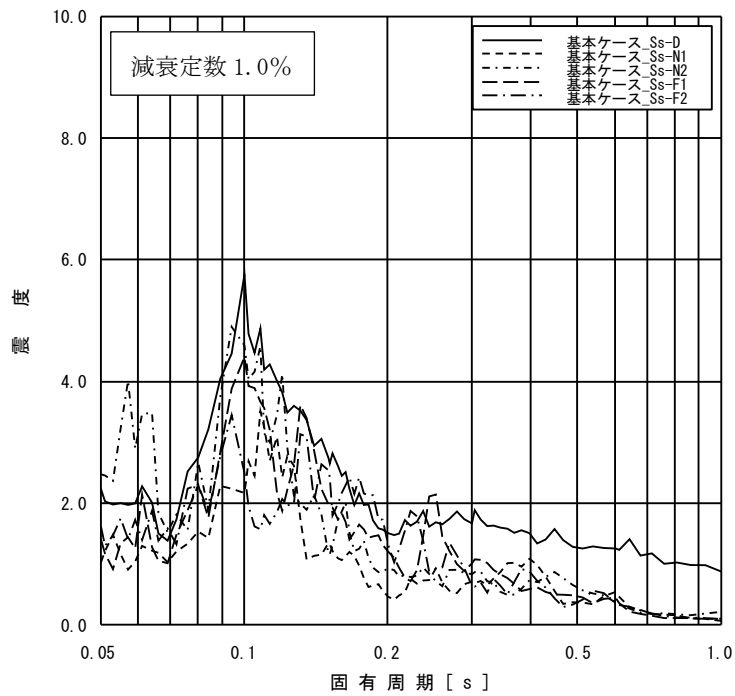
添付図 6(7) 原子炉格納容器 EL22.932m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 6(8) 原子炉格納容器 EL19.878m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

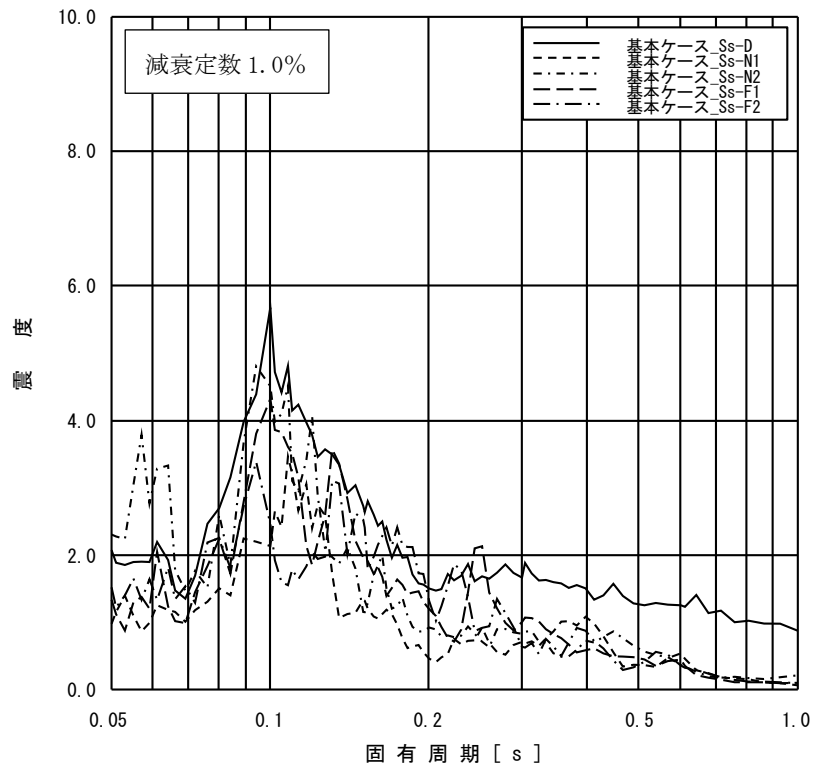


添付図 6(9) 原子炉格納容器 EL16.825m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

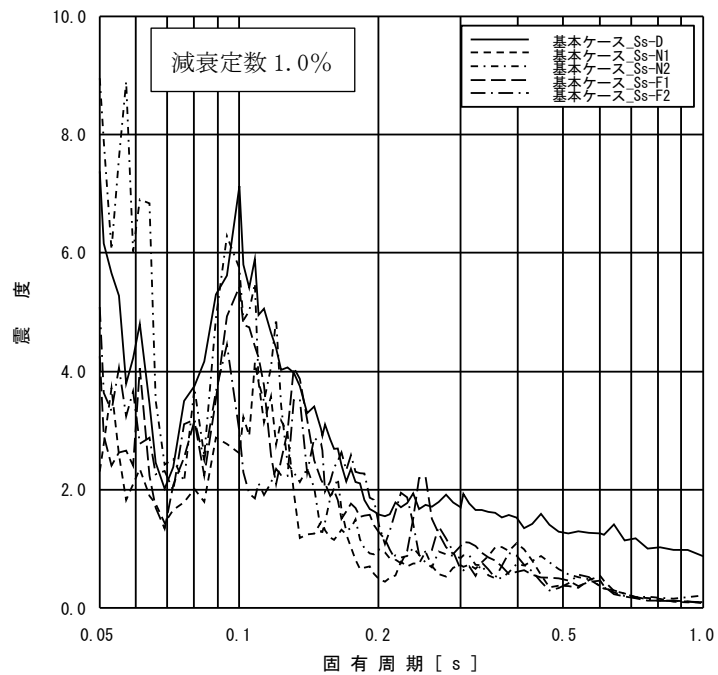


添付図 6(10) 原子炉格納容器 EL13.700m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

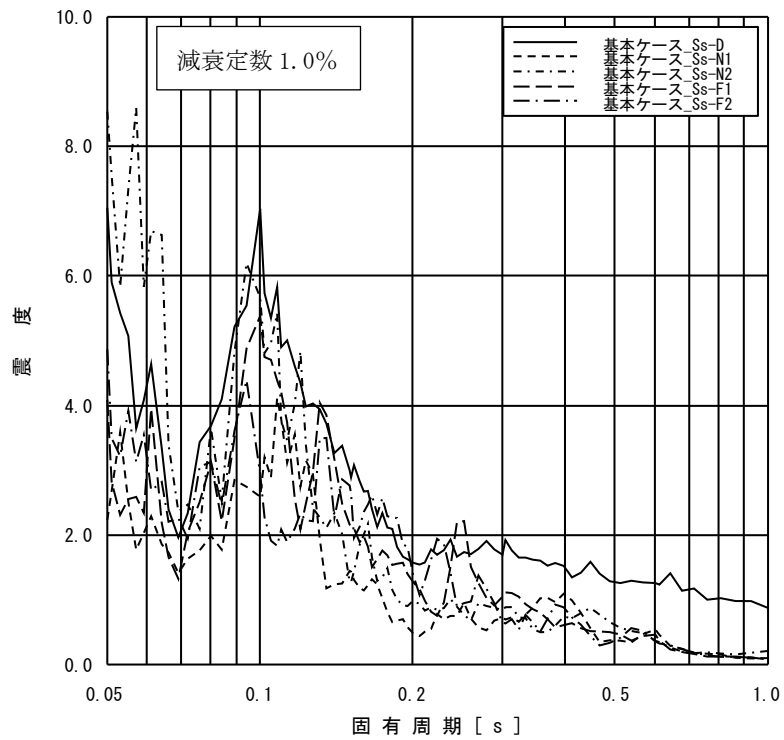




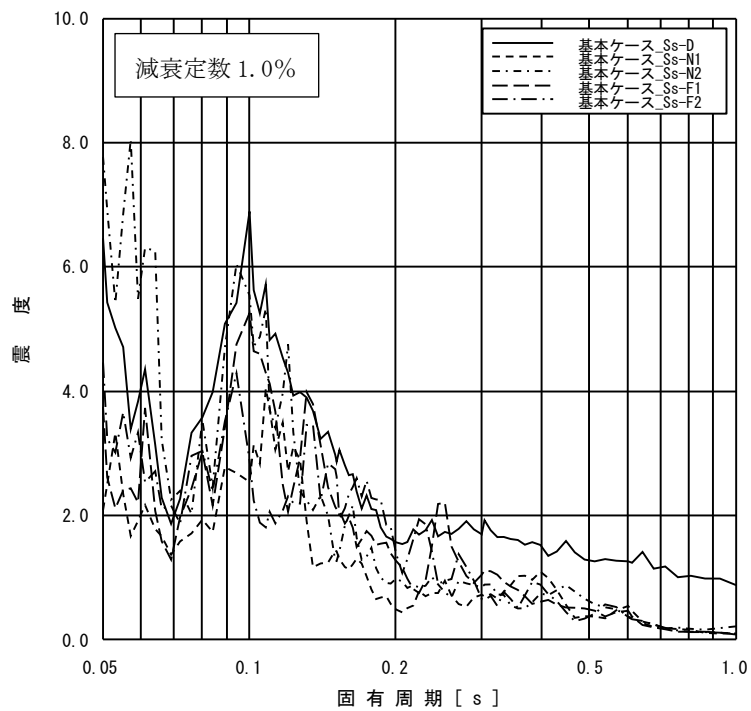
添付図 6(11) 原子炉格納容器 EL11.900m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



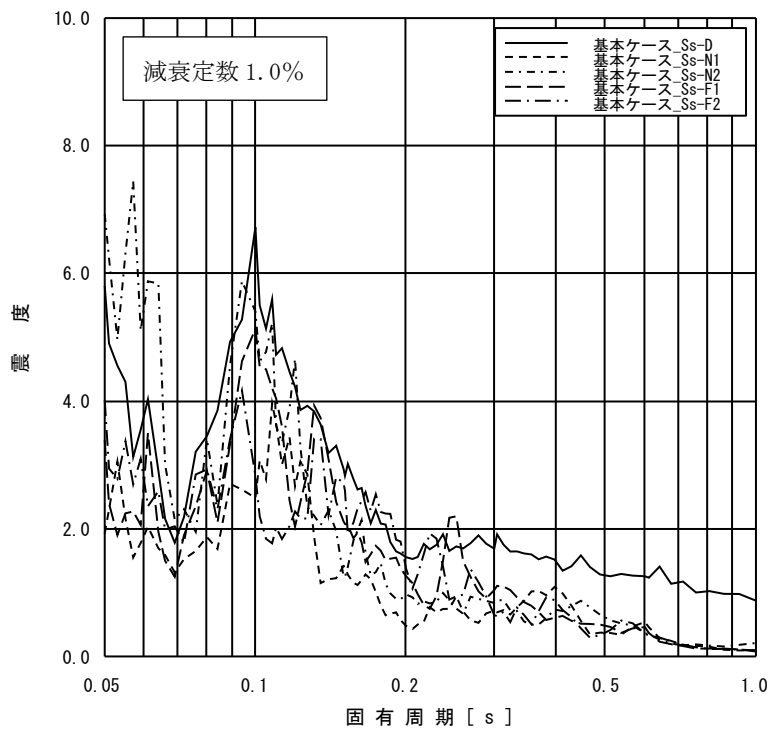
添付図 6(12) ガンマ線遮蔽壁 EL29.962m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



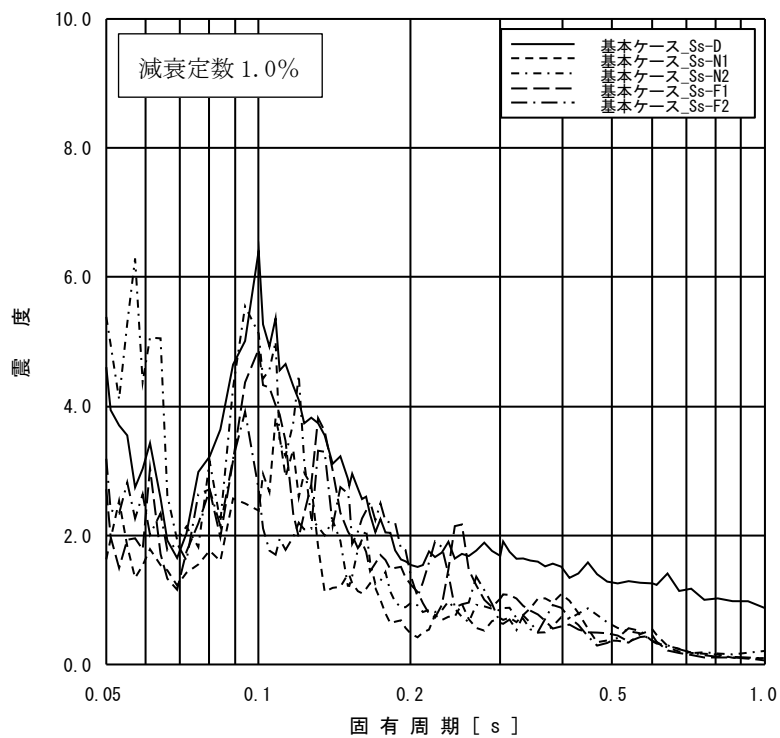
添付図 6(13) ガンマ線遮蔽壁 EL26.981m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



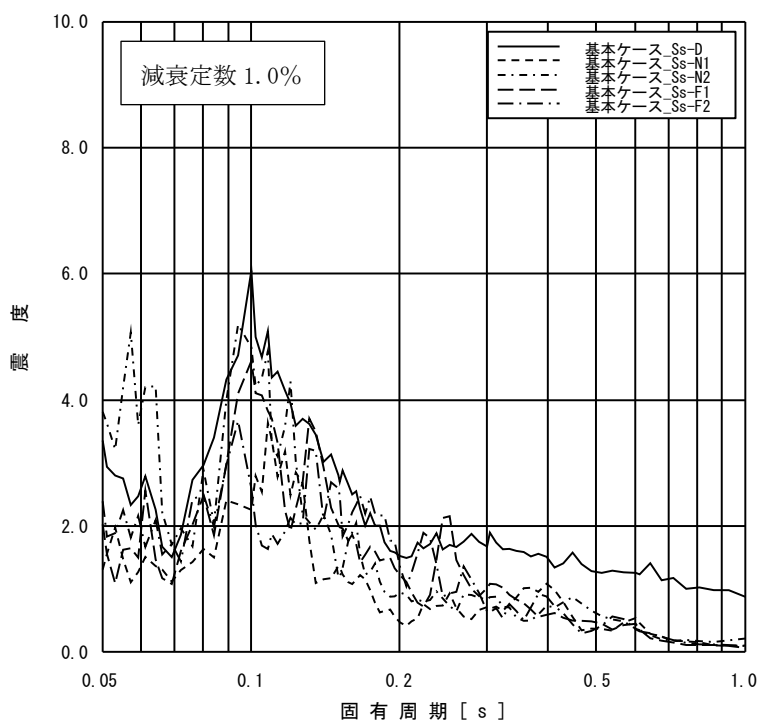
添付図 6(14) ガンマ線遮蔽壁 EL24.000m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



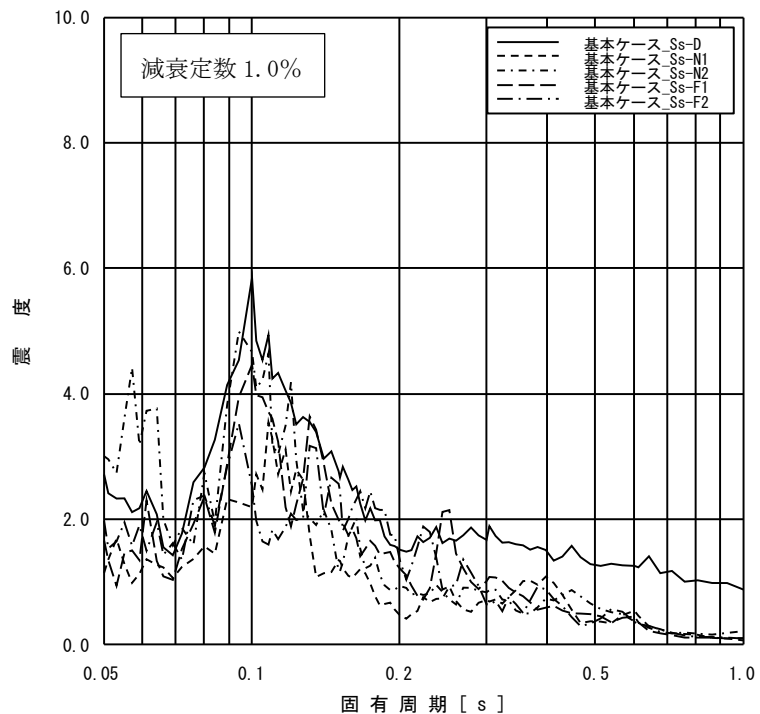
添付図 6(15) ガンマ線遮蔽壁 EL21.500m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



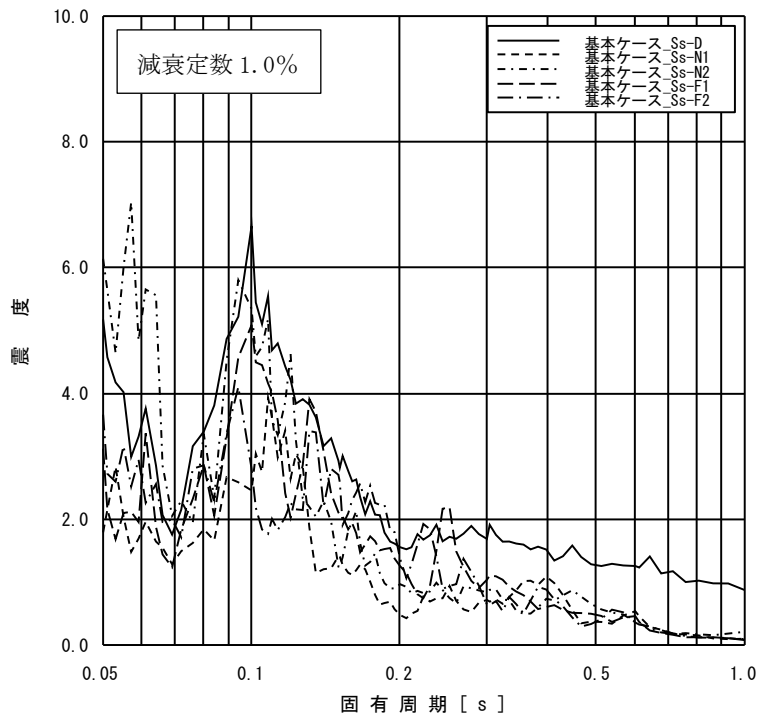
添付図 6(16) ガンマ線遮蔽壁 EL19.000m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



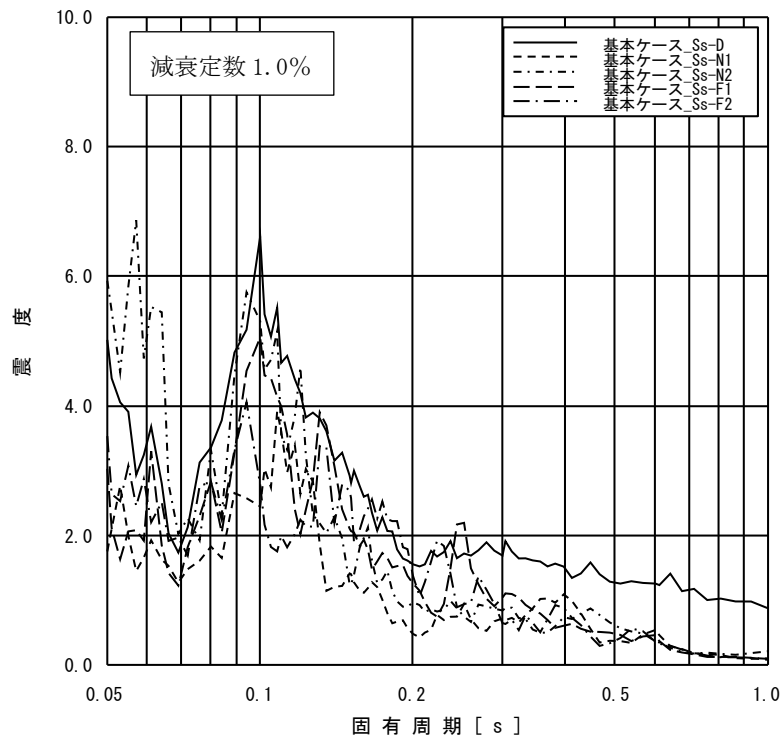
添付図 6(17) 原子炉压力容器ペDESTAL EL15.944m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



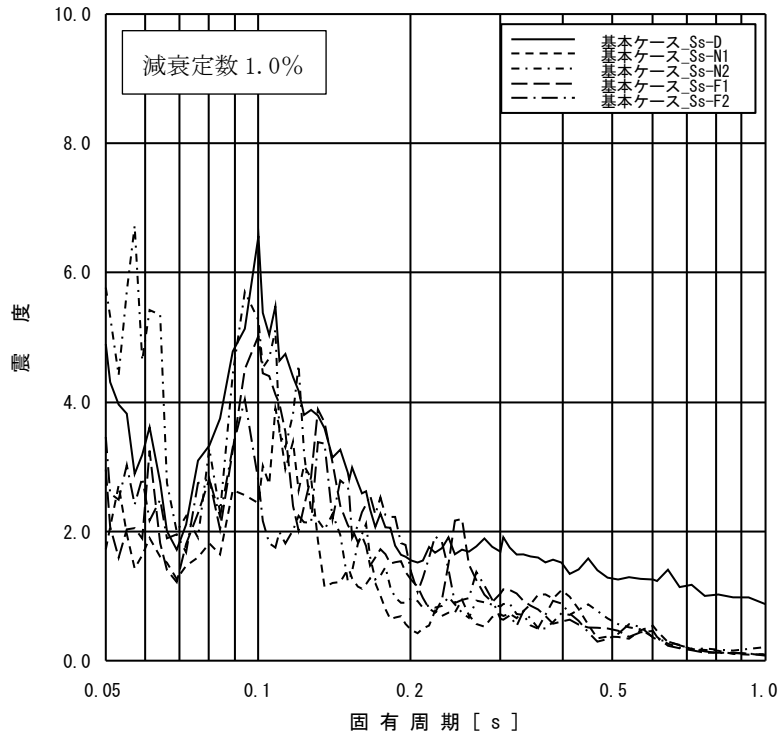
添付図 6(18) 原子炉压力容器ペDESTAL EL13.022m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



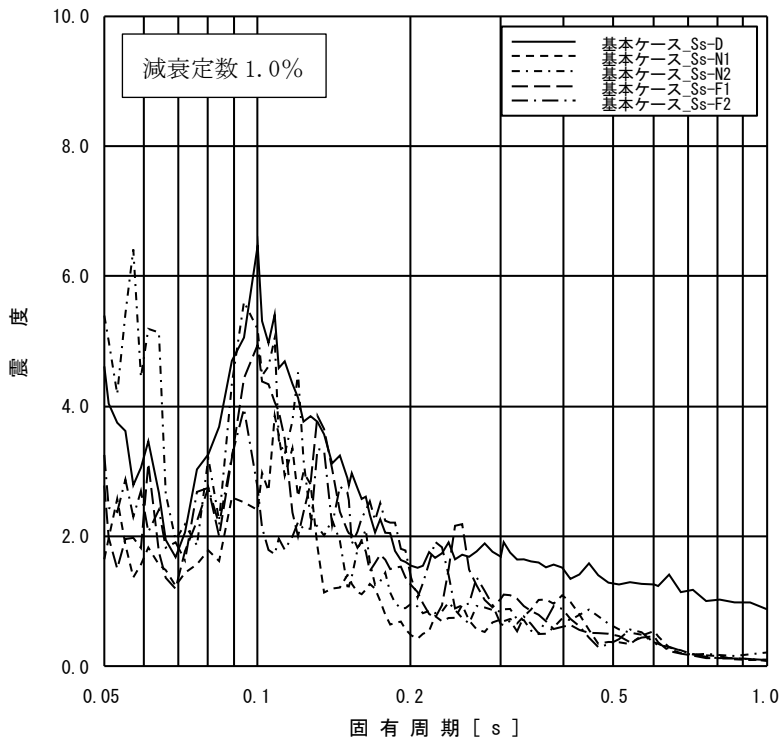
添付図 6(19) 原子炉压力容器 EL32.567m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



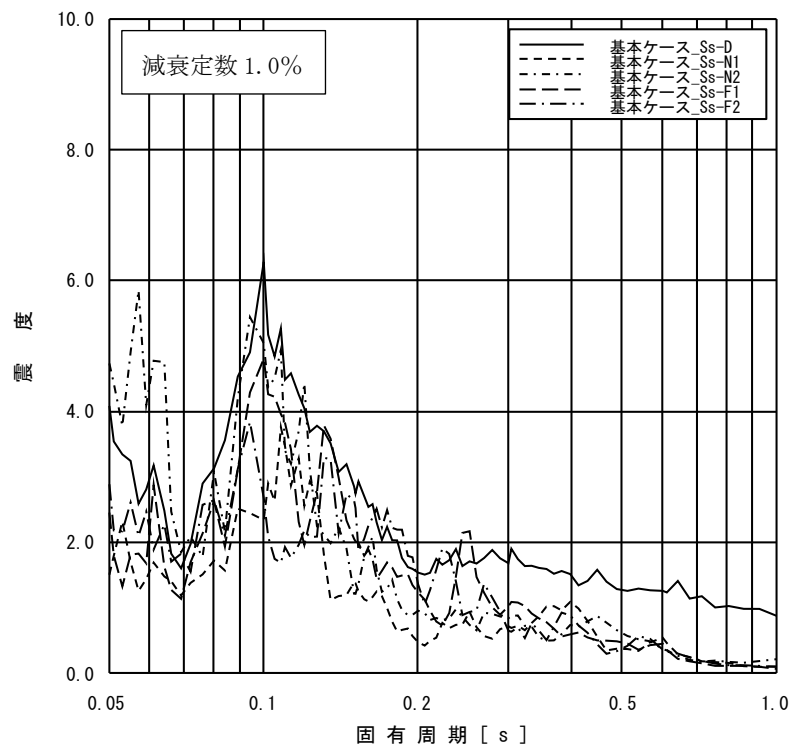
添付図 6(20) 原子炉压力容器 EL29.181m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 6(21) 原子炉压力容器 EL27.317m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 6(22) 原子炉压力容器 EL23.707m の加速度応答スペクトル  
(鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)



添付図 6(23) 原子炉压力容器 EL18.250m の加速度応答スペクトル  
 (鉛直方向, 減衰定数 1.0%, 基本ケース)

補足-027-16 屋外重要土木構造物等における機器・配管系  
に対する影響検討



工事計画添付書類に係る補足説明資料

添付書類の記載内容を補足するための資料を以下に示す。

工認添付書類	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	補足-027-16-1 屋外重要土木構造物等における機器・配管系に対する影響検討（地下水位低下）
	補足-027-16-2 屋外重要土木構造物等における機器・配管系に対する影響検討（コンクリート実強度）
	補足-027-16-3 屋外重要土木構造物等における機器・配管系に対する影響検討（妻壁考慮）
	補足-027-16-4 屋外重要土木構造物等における機器・配管系に対する影響検討（線状構造物強軸応答）

補足-027-16-1 屋外重要土木構造物等における機器・配管系  
に対する影響検討（地下水位低下）

## 目 次

1. 概要.....	1
2. 検討方針.....	1
2.1 応答比較.....	4
2.2 簡易評価①.....	4
2.3 影響検討条件の作成.....	5
2.4 条件比率の算定.....	6
2.5 簡易評価②.....	6
2.6 詳細評価.....	6
3. 検討結果.....	7
3.1 応答比較.....	7
3.1.1 取水槽.....	7
3.1.2 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）.....	22
3.1.3 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽.....	25
3.1.4 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）.....	40
3.1.5 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）.....	47
3.1.6 第1ベントフィルタ格納槽.....	54
3.1.7 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽.....	65
3.2 簡易評価①.....	79
3.3 影響検討条件作成及び条件比率算定.....	79
3.3.1 取水槽.....	79
3.3.2 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽.....	86
3.4 簡易評価②.....	87
4. まとめ.....	87

## 1. 概要

本資料は、屋外重要土木構造物等に対して地下水位が低下している状態を考慮した解析ケース（以下「地下水位低下ケース」という。）の機器・配管系への影響について、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、検討を行うものである。

## 2. 検討方針

下記の屋外重要土木構造物等を検討対象として、地下水位低下ケースの機器・配管系の耐震評価結果に対する影響を確認する。影響検討フローを図2-1に示す。

- (1) 取水槽
- (2) 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）
- (3) B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽
- (4) 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）
- (5) 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）
- (6) 第1ベントフィルタ格納槽
- (7) 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽

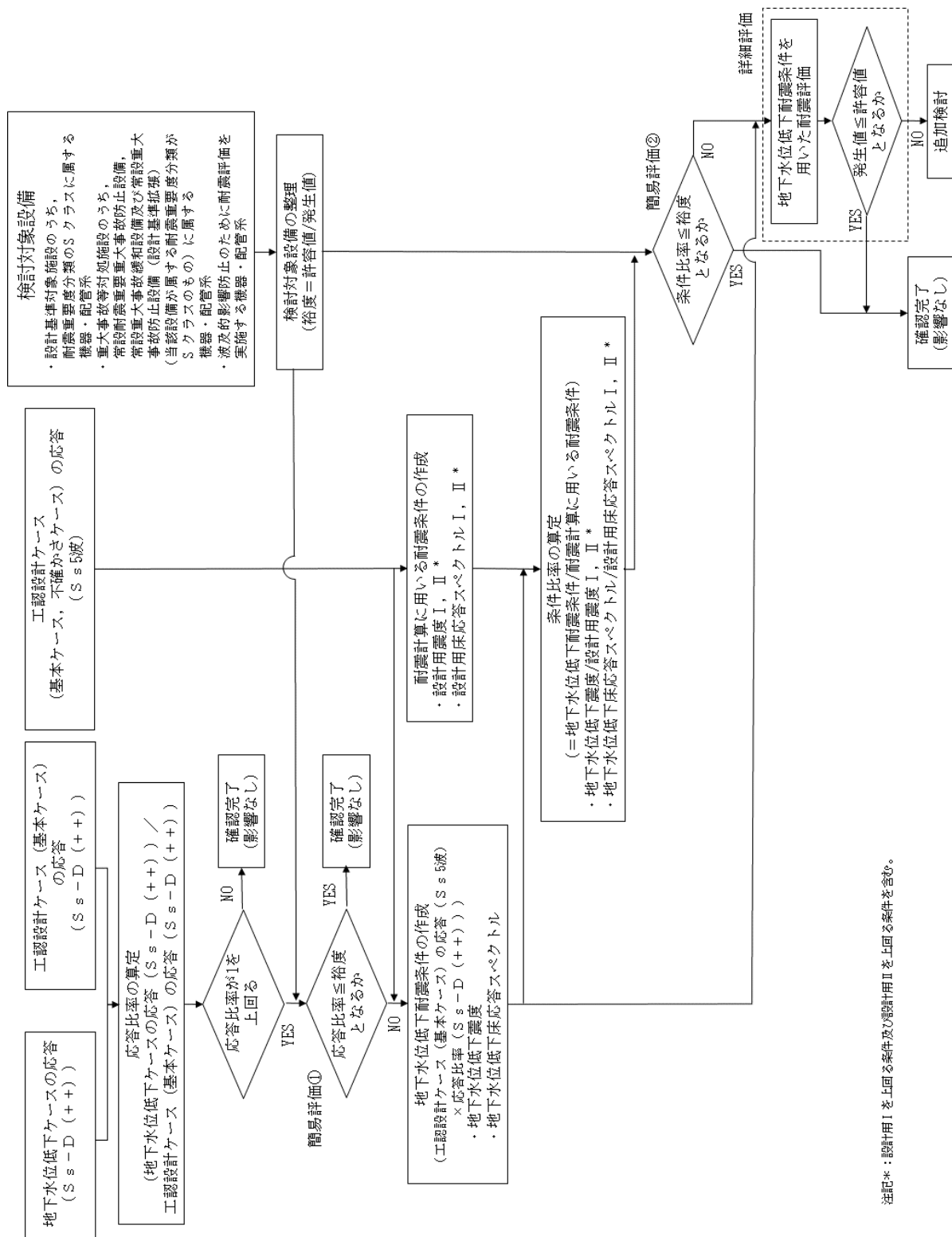
影響検討の対象は、上記の屋外重要土木構造物等に設置される以下の機器・配管系とする。

- ・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）
- ・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

なお、機器・配管系への屋外重要土木構造物等における地下水位低下ケースの影響の考慮にあたっては、以下の資料に示す「地下水位低下の影響を考慮した解析ケース」の地震応答解析結果を用いる。

- ・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（参考資料7）
- ・補足-026-03 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（参考資料2）
- ・補足-026-04 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納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（参考資料1）
- ・補足-026-05 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（参考資料1）
- ・補足-026-06 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）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（参考資料1）

- 補足-026-09 第1 ベントフィルタ格納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（参考資料2）
- 補足-026-10 低圧原子炉代替注水ポンプ格納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（参考資料2）



注記\*: 設計用Iを上回る条件及び設計用IIを上回る条件を含む。

図 2-1 地下水位低下ケースの影響検討フロー

## 2.1 応答比較

工認基本ケースと地下水位低下ケースの地震応答解析結果から算出した応答を用い、最大応答加速度（震度）の比及び固有周期（0.05～1.0s）における周期毎の床応答スペクトルの比として応答比率を算出する。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。

応答比率算出のための地震応答解析は、基準地震動  $S_s$  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  $S_s-D$  のうち、 $S_s-D(++)$ （地震動の位相を反転させないケース）を代表として用いる。

応答比較の結果、全方向、全標高及び全固有周期（0.05～1.0s）における応答比率の最大値が1を上回る場合、その応答による影響を検討する。

$$\text{応答比率} = \frac{\text{地下水位低下ケースの応答 (S}_s\text{-D (++) )}}{\text{工認基本ケースの応答 (S}_s\text{-D (++) )}}$$

## 2.2 簡易評価①

2.1 で算定した応答比率と検討対象設備の裕度（許容値／発生値）の比較を行い、応答比率が設備の裕度を上回る設備を選定する。

なお、設備に応じた応答比率の簡易評価へ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応答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）における応答比率の最大値を算出し、全方向最大値を適用する。なお、保守的に固有周期（0.05～1.0s）における最大値あるいは設備の一次固有周期以下の最大値を用いる場合もある。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。

床応答スペクトルの応答比率の適用方法を図 2.2-1 に示す。

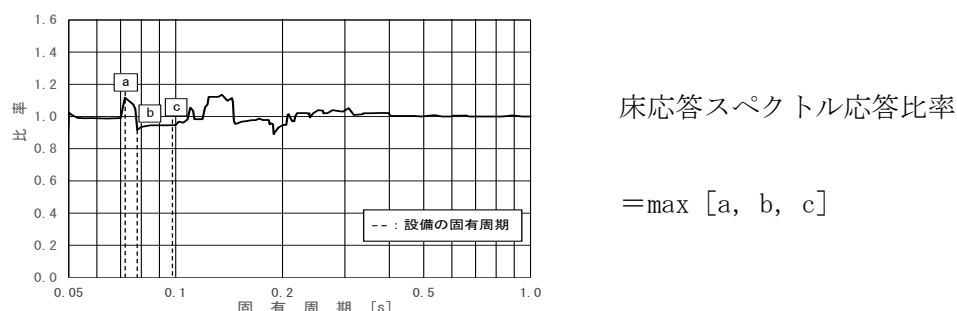


図 2.2-1 簡易評価に用いる各方向における床応答スペクトルの応答比率の適用方法  
(評価に床応答スペクトルを適用する設備)

### 2.3 影響検討条件の作成

簡易評価①で検討対象設備の裕度が応答比率を下回る場合は、地下水位低下を考慮した基準地震動 S s 5 波の震度（以下「地下水位低下震度」という。）及び床応答スペクトル（以下「地下水位低下床応答スペクトル」という。）（以下、地下水位低下震度と地下水位低下床応答スペクトルを総称して「地下水位低下耐震条件」という。）を今回工認モデル（基本ケース）の S s 5 波を用いた地震応答解析結果に応答比率を乗じることにより設定する。地下水位低下耐震条件の設定方法の詳細を以下に示す。

#### a. 地下水位低下震度

地下水位低下震度は、各標高について、以下のように設定する。作成フローを図 2.3-1 に示す。

$$\text{地下水位低下震度} = \text{最大応答加速度(基本ケース(S s 5 波))} \times \text{応答比率}^{*1}$$

#### b. 地下水位低下床応答スペクトル

地下水位低下床応答スペクトルは、各標高・各減衰について、以下のように設定する。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。作成フローを図 2.3-2 に示す。

$$\text{地下水位低下床応答スペクトル} = \text{床応答スペクトル(基本ケース(S s 5 波))} \times \text{応答比率}^{*2}$$

注記\*1：応答比率は、最大応答加速度の比として算出したものを適用

\*2：応答比率は、周期ごとの床応答スペクトルの比として算出したものを適用

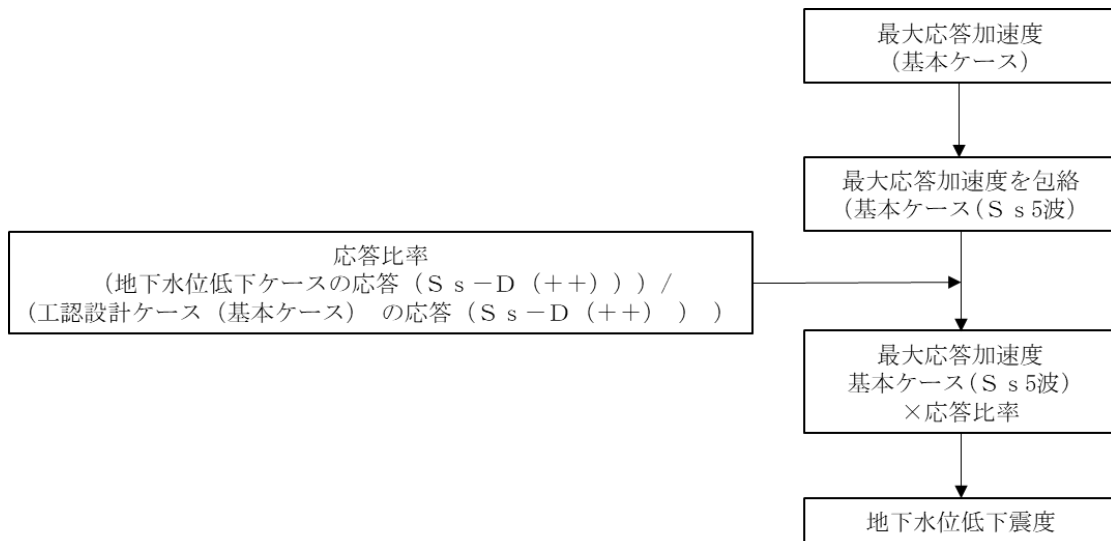


図 2.3-1 地下水位低下震度の作成フロー



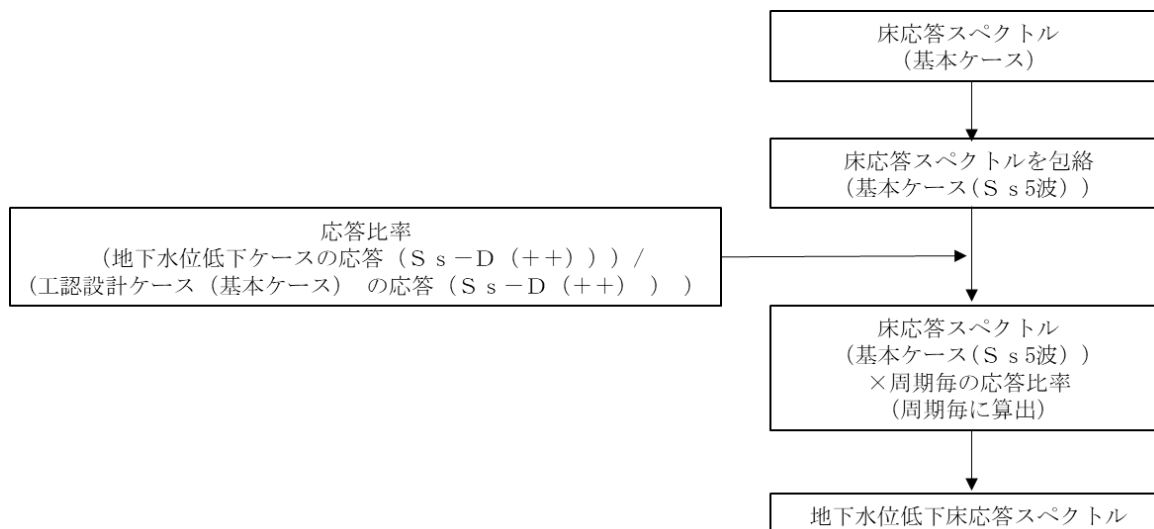


図 2.3-2 地下水位低下床応答スペクトルの作成フロー

## 2.4 条件比率の算定

2.3 で作成した地下水位低下耐震条件と耐震計算に用いる耐震条件との条件比率について、以下のように算定する。

### a. 震度

$$\text{条件比率} = \frac{\text{地下水位低下震度}}{\text{耐震計算に用いる設計用震度}}$$

### b. 床応答スペクトル

$$\text{条件比率} = \frac{\text{地下水位低下床応答スペクトル}}{\text{耐震計算に用いる設計用床応答スペクトル}}$$

## 2.5 簡易評価②

2.4 で算定した条件比率と設備の裕度の比較を行い、簡易評価により条件比率が設備の裕度を上回る設備を検討対象設備の代表として選定する。

なお、条件比率の適用方法は 2.2 と同様とする。

## 2.6 詳細評価

簡易評価②で応答比率が設備の裕度を上回った設備に対しては影響検討条件を用いた詳細評価（当該設備の耐震計算書と同様の評価手法（スペクトルモーダル解析など）による設備評価）を行い、発生値が許容値以下となることを確認する。

### 3. 検討結果

#### 3.1 応答比較

各屋外重要土木構造物等の各標高における震度及び床応答スペクトルの応答比率算定結果を3.1.1～3.1.7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。

応答比較の結果、3.1.1～3.1.7に示す通り、各屋外重要土木構造物等において、応答比率の最大値が1を上回ることを確認した。

##### 3.1.1 取水槽

取水槽の震度を表3.1.1-1～6、床応答スペクトルを図3.1.1-1～6に示す。

表 3.1.1-1 震度（取水槽（海水ポンプエリア））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向（NS））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面				
取水槽 （海水ポンプ エリア）	10095 10299 10512	8.800	1.09	1.12	1.03
	10208	1.100	0.88	0.87	0.99
	10008	-9.800	0.47	0.47	1.00

表 3.1.1-2 震度（取水槽（海水ポンプエリア））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向（EW））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	EW断面 （海水ポンプエリア）				
取水槽 （海水ポン プエリア）	3000 3033	8.800	1.39	1.32	0.95
	41 51 62	1.100	0.81	0.83	1.03
	7 17 28	-9.800	0.68	0.68	1.00

表 3.1.1-3 震度（取水槽（海水ポンプエリア））  
 （基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面	EW断面 (海水ポンプエリア)				
取水槽 (海水ポン プエリア)	10095 10299 10512	3000 3033	8.800	0.60	0.59	0.99
	10208	41 51 62	1.100	0.55	0.53	0.97
	10008	7 17 28	-9.800	0.47	0.47	1.00

表 3.1.1-4 震度（取水槽（除じん機エリア））  
 （基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向（NS））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面				
取水槽 (除じん機 エリア)	10380 10018	4.000～ -9.700	0.87	0.87	1.00

表 3.1.1-5 震度（取水槽（除じん機エリア））  
 （基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向（EW））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	EW断面 (除じん機エリ ア)				
取水槽 (除じん機 エリア)	10016 10022 10041 10053 10059 10071 10160	4.000～ -9.700	0.88	0.87	0.99

表 3.1.1-6 震度（取水槽（除じん機エリア））  
 （基準地震動 S<sub>s</sub>-D（++），鉛直方向）

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面	EW断面 (除じん機エリア)				
取水槽 (除じん機 エリア)	10380 10018	10016 10022 10041 10053 10059 10071 10160	4.000～ -9.700	0.58	0.56	0.97

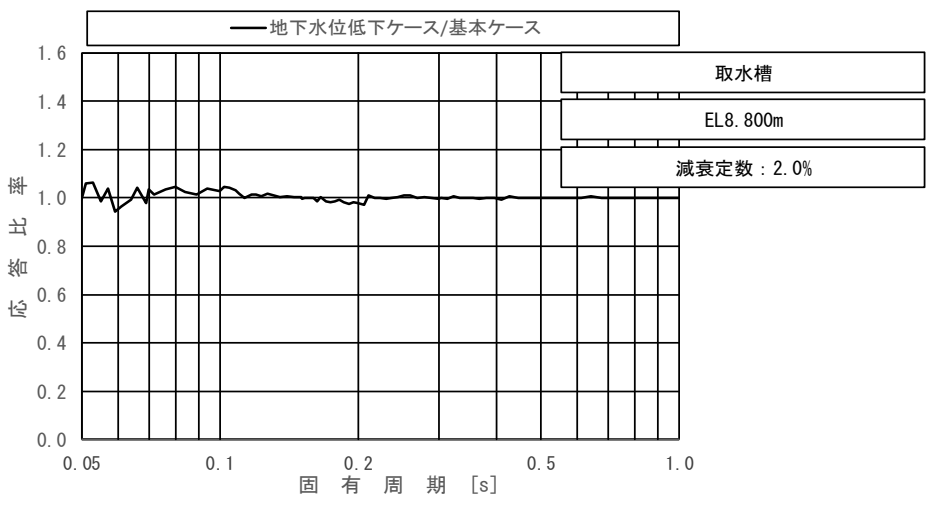
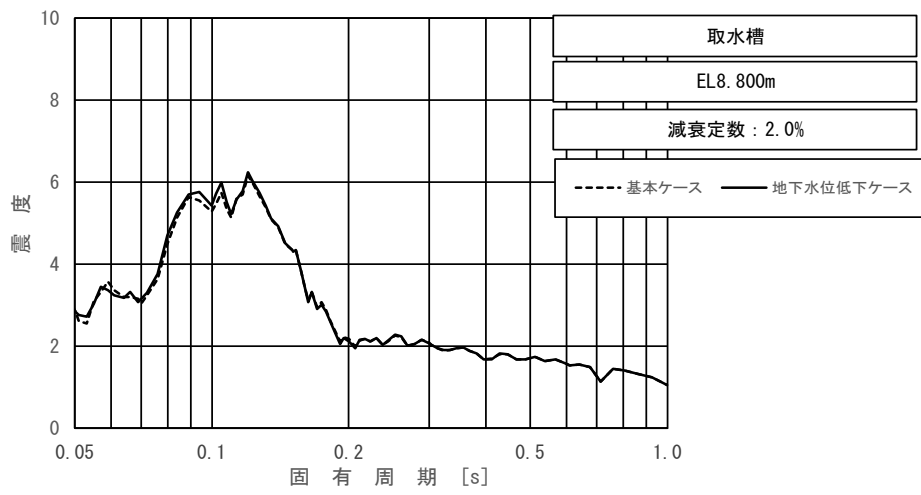


図 3.1.1-1 (1/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS), EL8.800m, 減衰 2.0%)

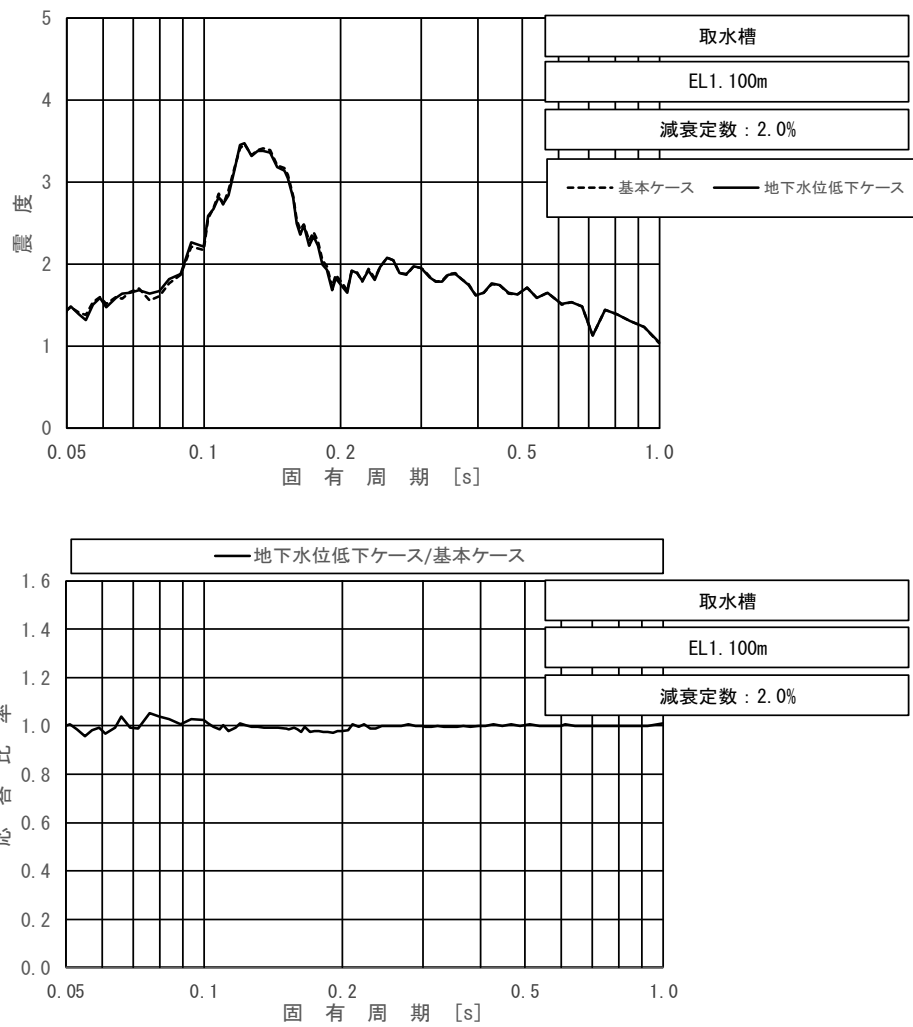


図 3.1.1-1 (2/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL1.100m , 減衰 2.0%)

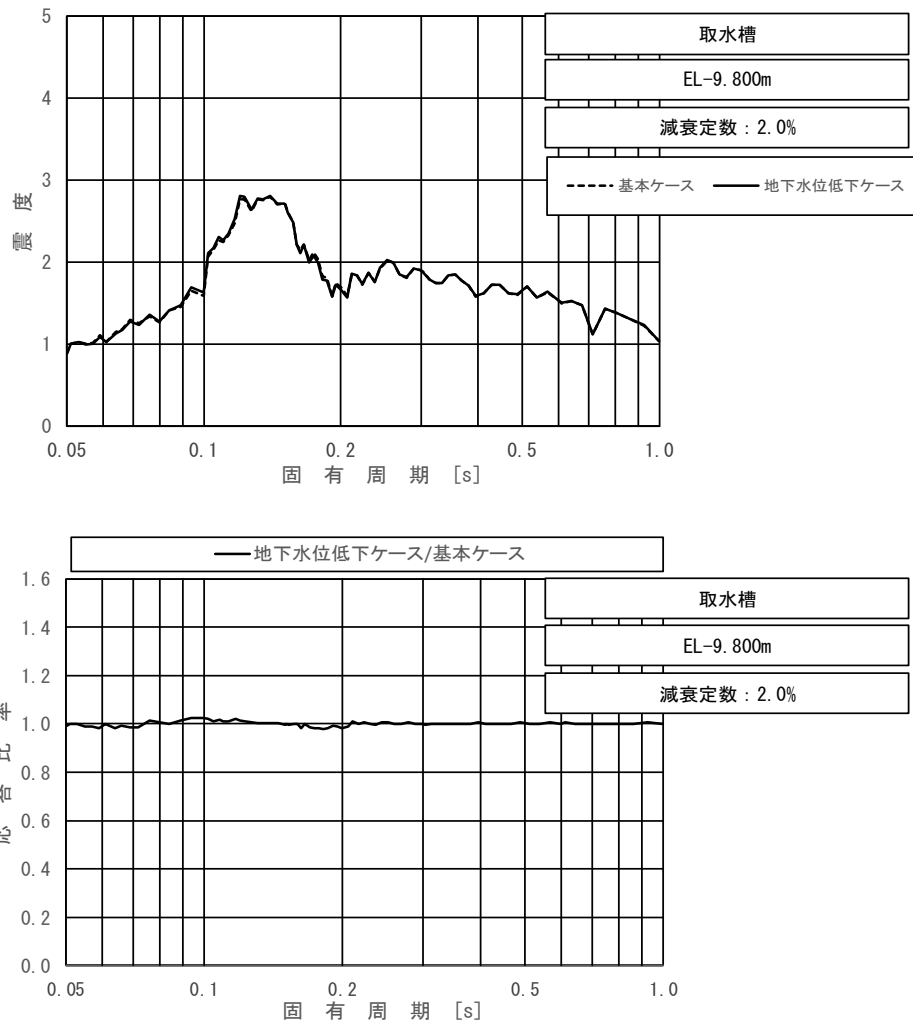


図 3.1.1-1 (3/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S), EL-9.800m, 減衰 2.0%)

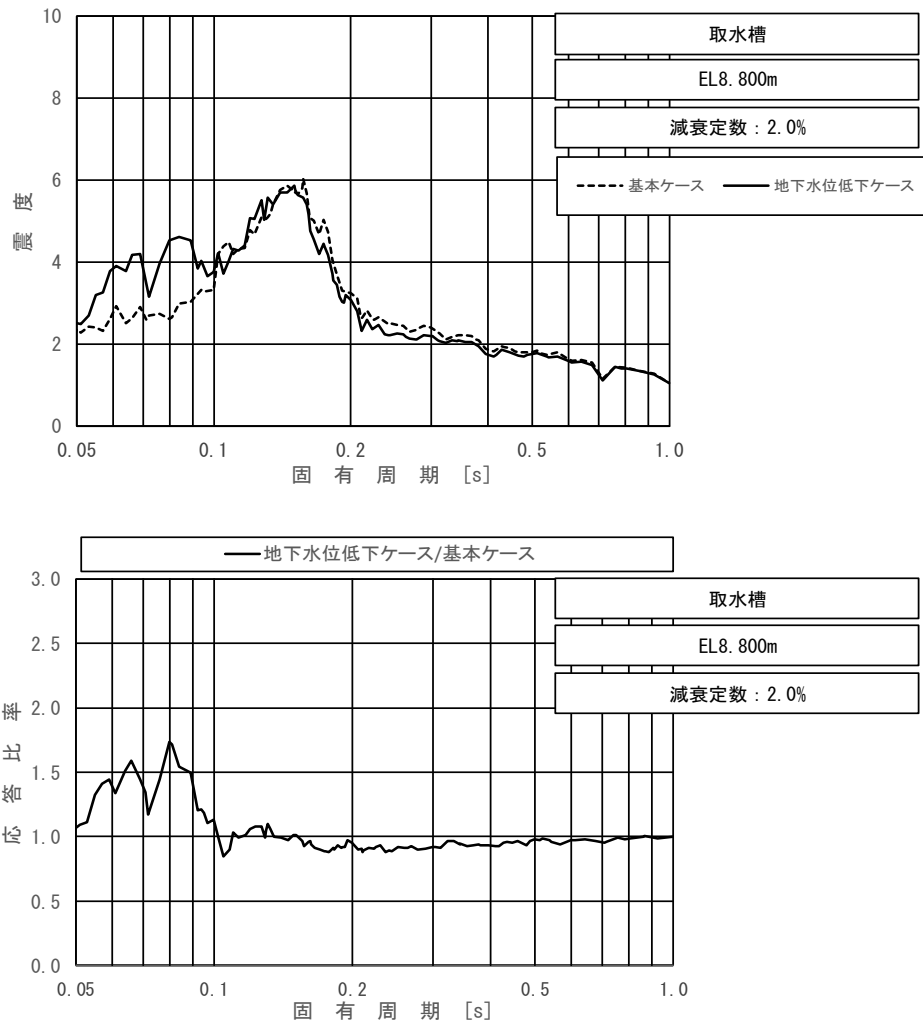


図 3.1.1-2 (1/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL. 800m, 減衰 2.0%)



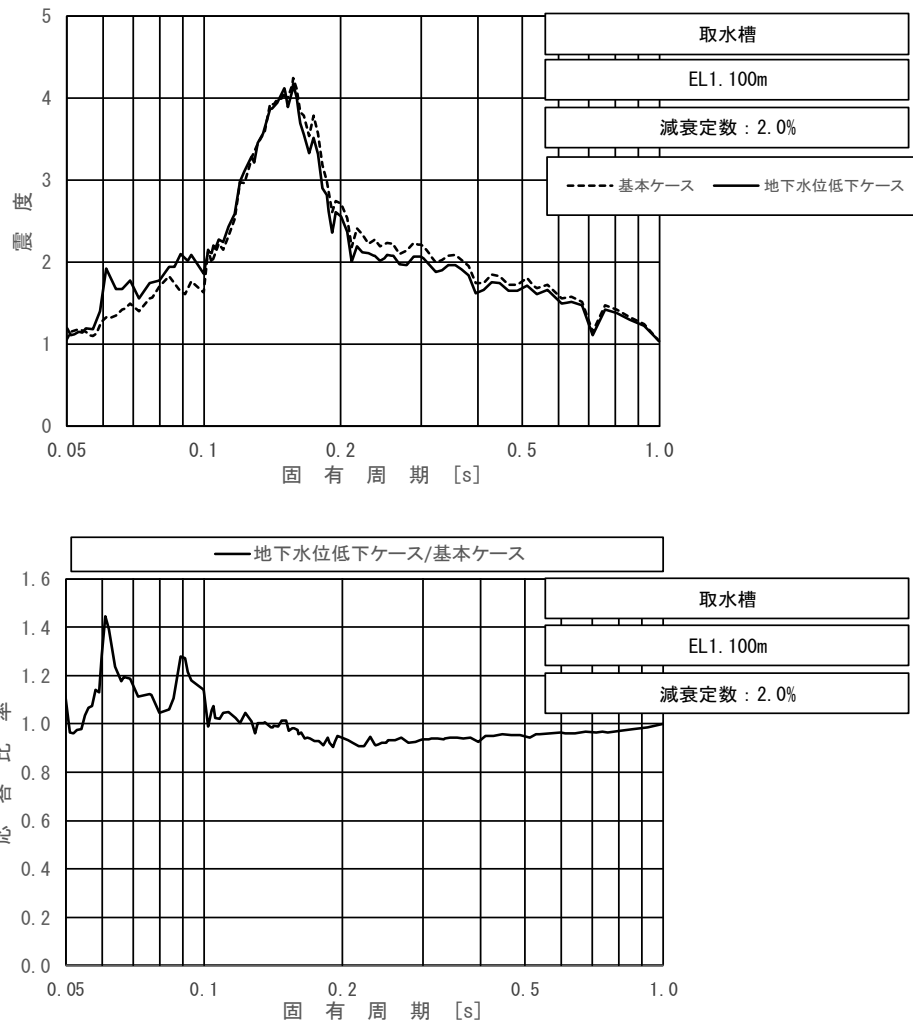


図 3.1.1-2 (2/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL1.100m, 減衰 2.0%)

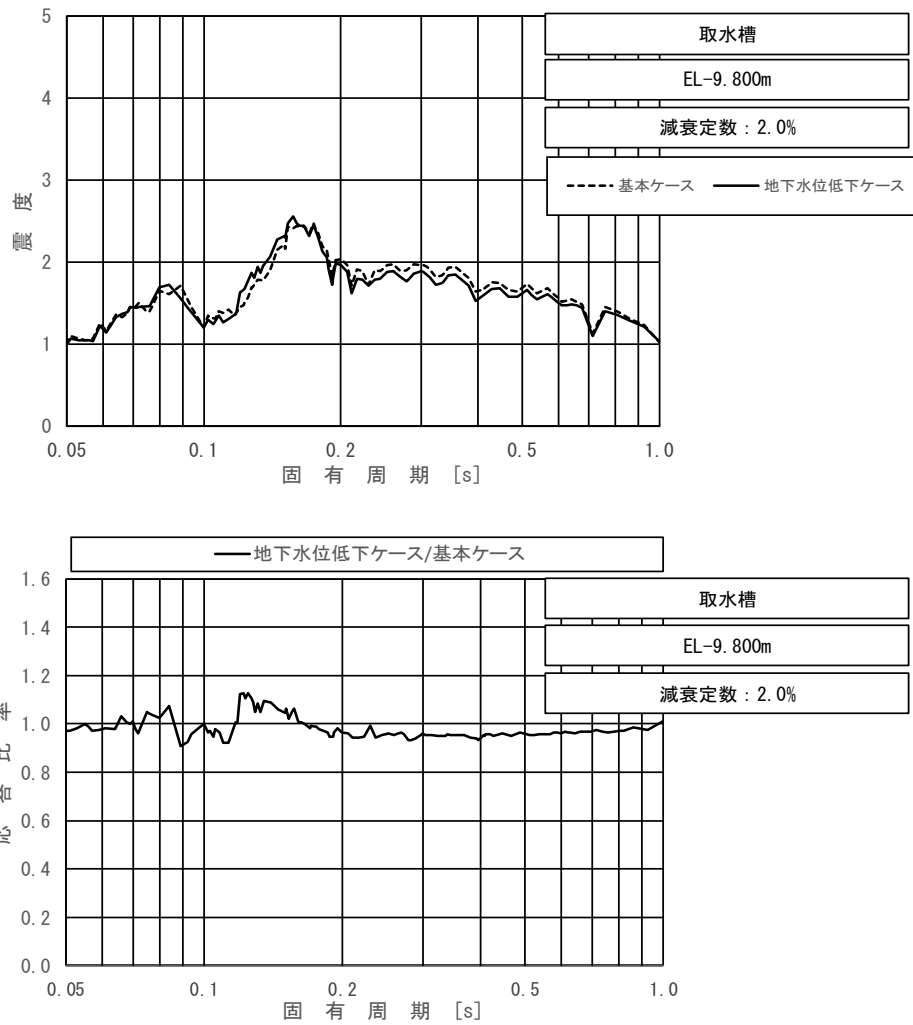


図 3.1.1-2 (3/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW), EL-9.800m, 減衰 2.0%)

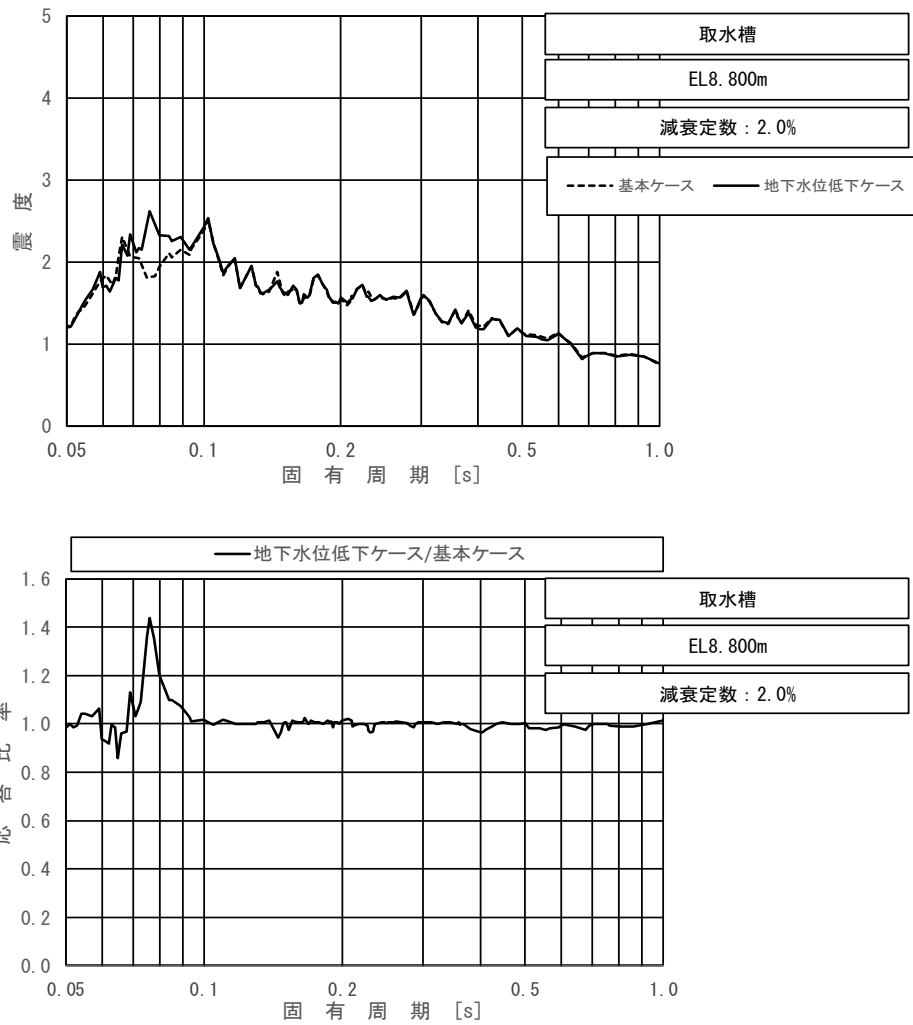


図 3.1.1-3 (1/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++)，鉛直方向，EL8.800m，減衰 2.0%)

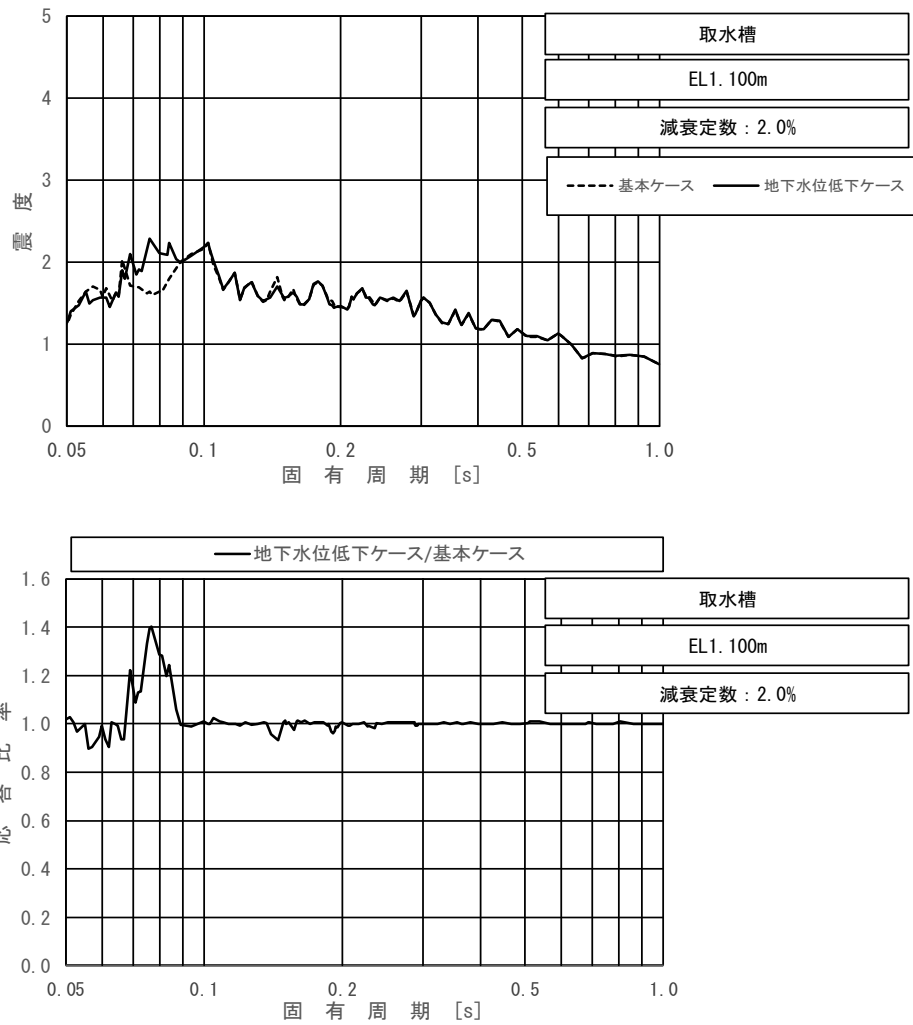


図 3.1.1-3 (2/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++)，鉛直方向，EL1.100m，減衰 2.0%)

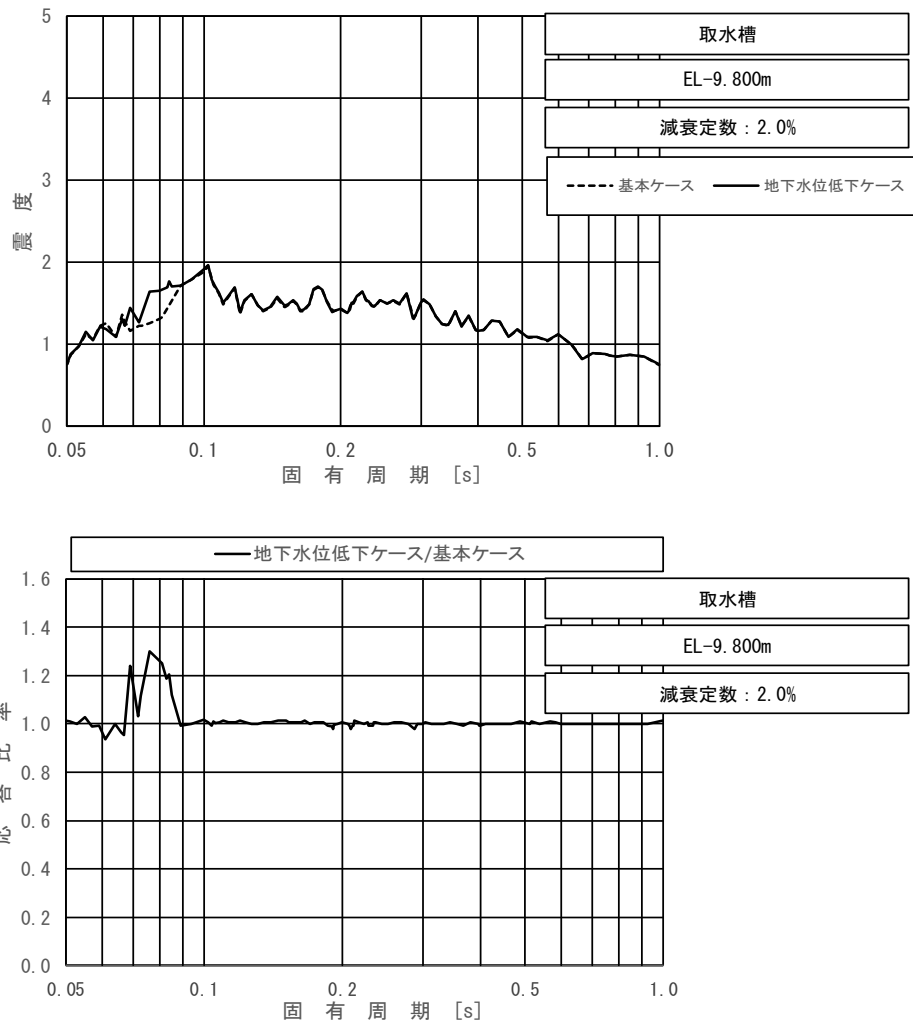


図 3.1.1-3 (3/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL-9.800m, 減衰 2.0%)

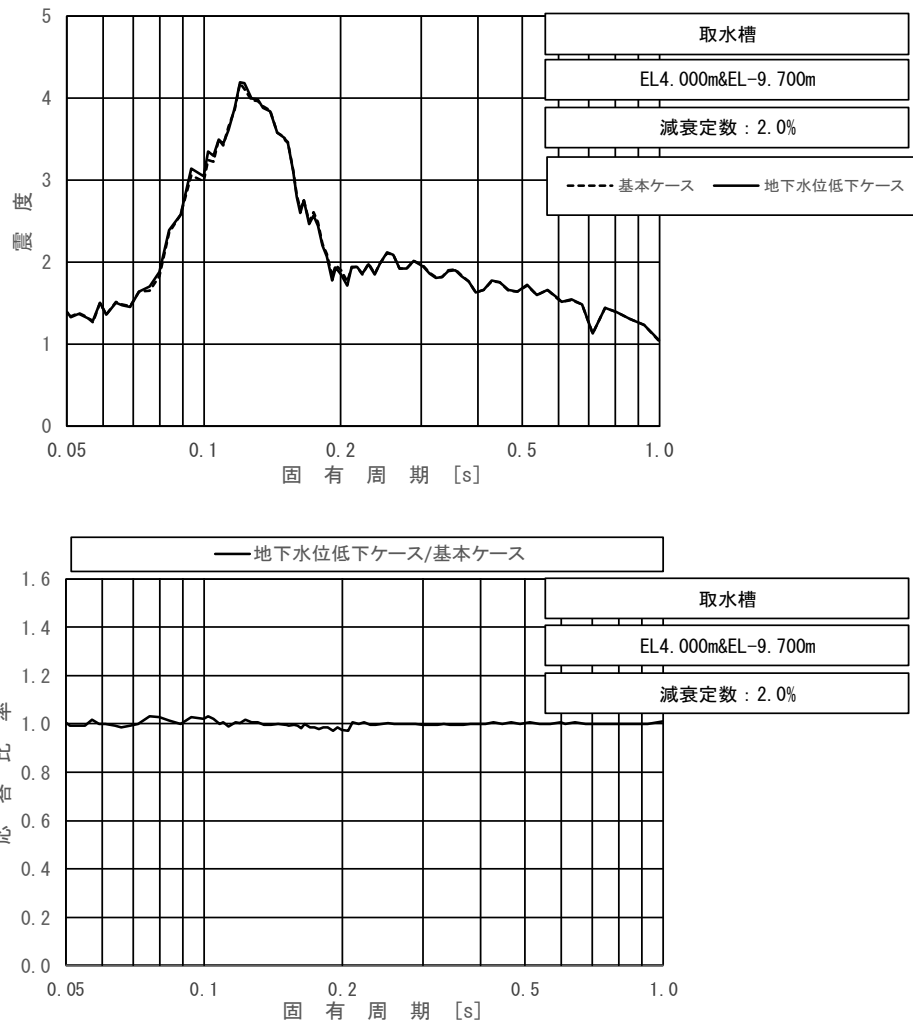


図 3.1.1-4 床応答スペクトル (取水槽 (除じん機エリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL4.000~-9.700m , 減衰 2.0%)

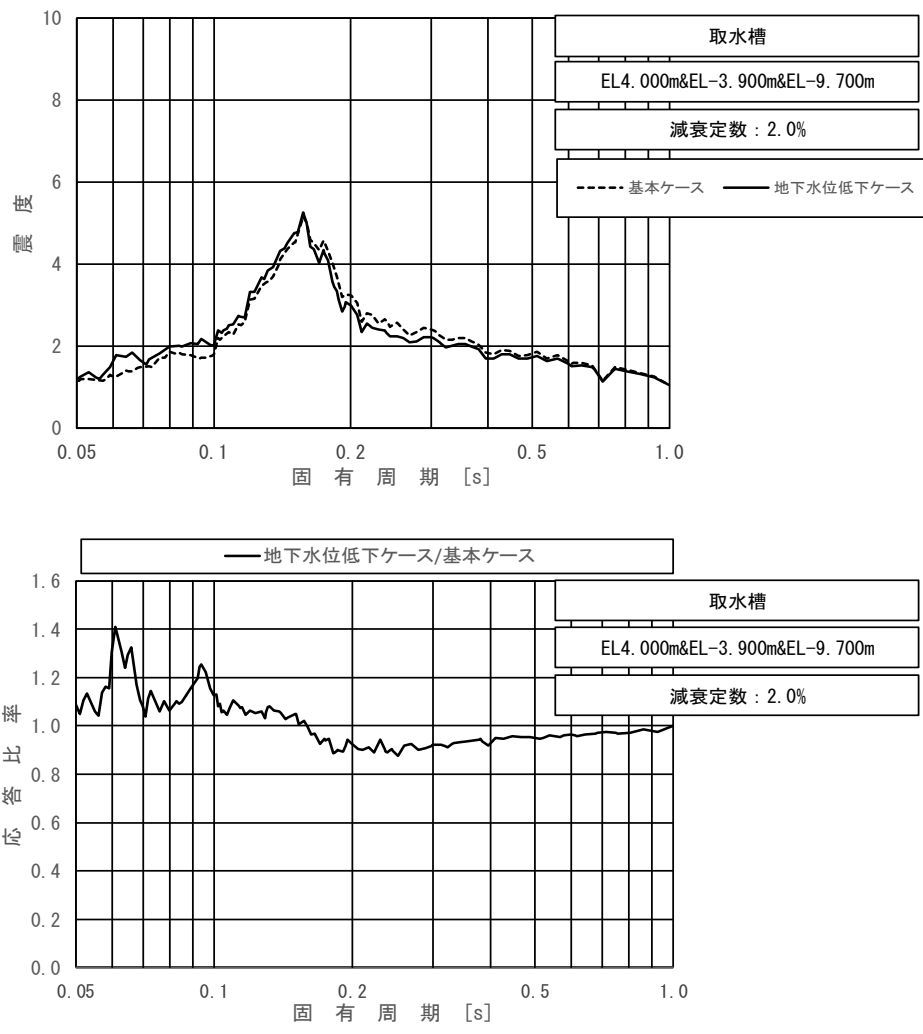


図 3.1.1-5 床応答スペクトル (取水槽 (除じん機エリア))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW) , EL4.000~-9.700m , 減衰 2.0%)

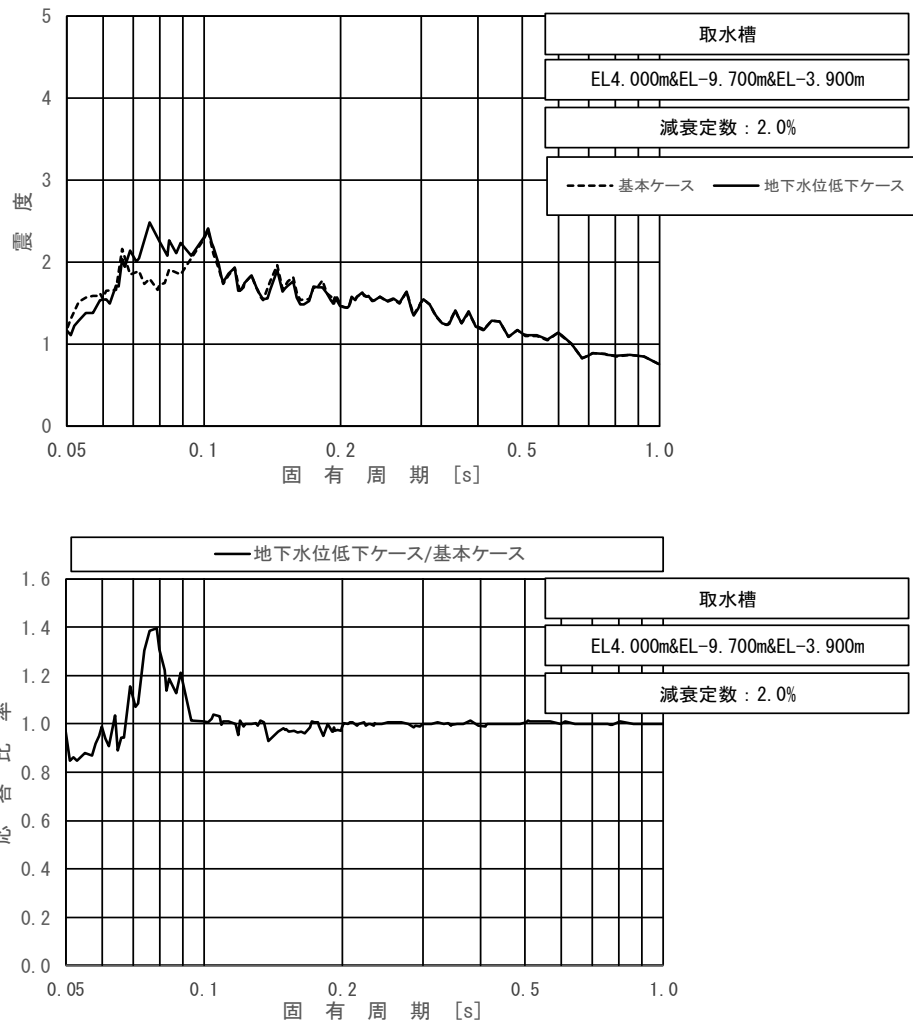


図 3.1.1-6 床応答スペクトル (取水槽 (除じん機エリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL4.000m~9.700m, 減衰 2.0%)



### 3.1.2 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の震度を表 3.1.2-1～2，床応答スペクトルを図 3.1.2-1～2 に示す。

表 3.1.2-1 震度（屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向）

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	水平方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
屋外配管ダクト （タービン建物～排気筒）	6033	7.500～ 5.500	1.16	0.97	0.84
	6045				
	6054				
	6062				
	6070				
	6008				
	6020				

表 3.1.2-2 震度（屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
屋外配管ダクト （タービン建物～排気筒）	6033	7.500～ 5.500	0.61	0.57	0.94
	6045				
	6054				
	6062				
	6070				
	6008				
	6020				

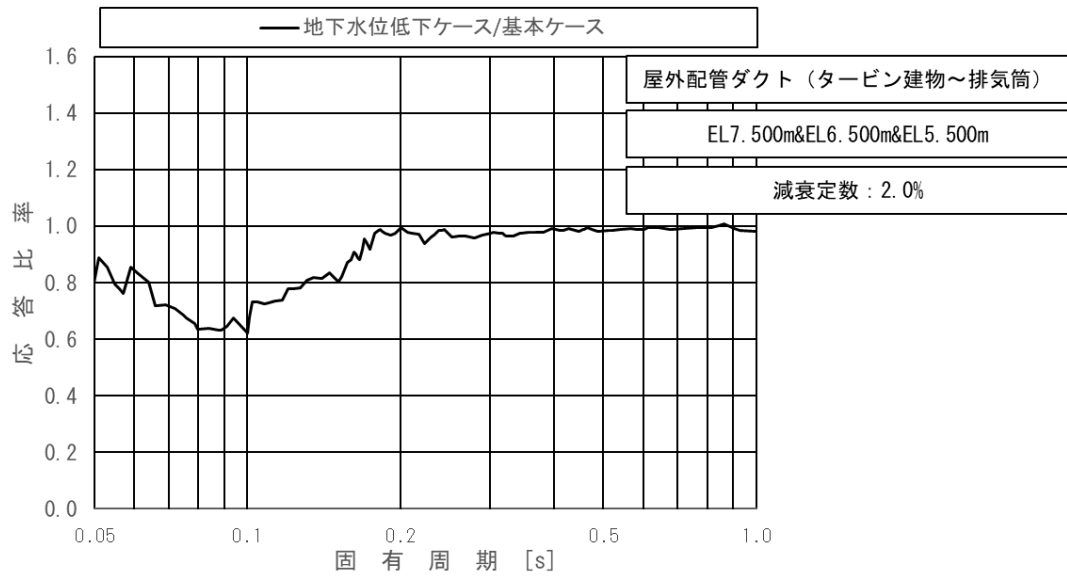
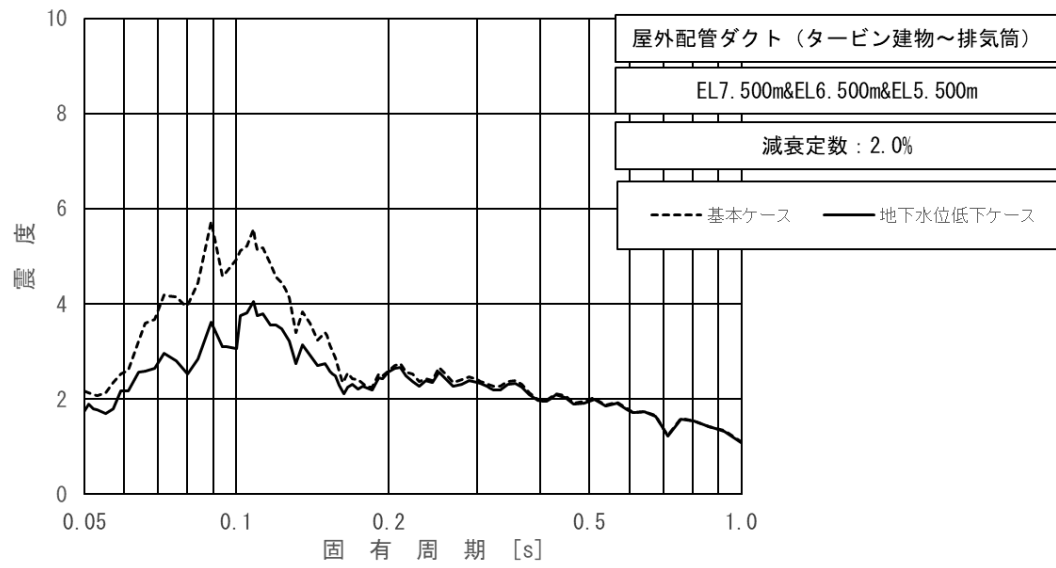


図 3.1.2-1 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物~排気筒))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向, EL7.500m~EL5.500m, 減衰 2.0%)

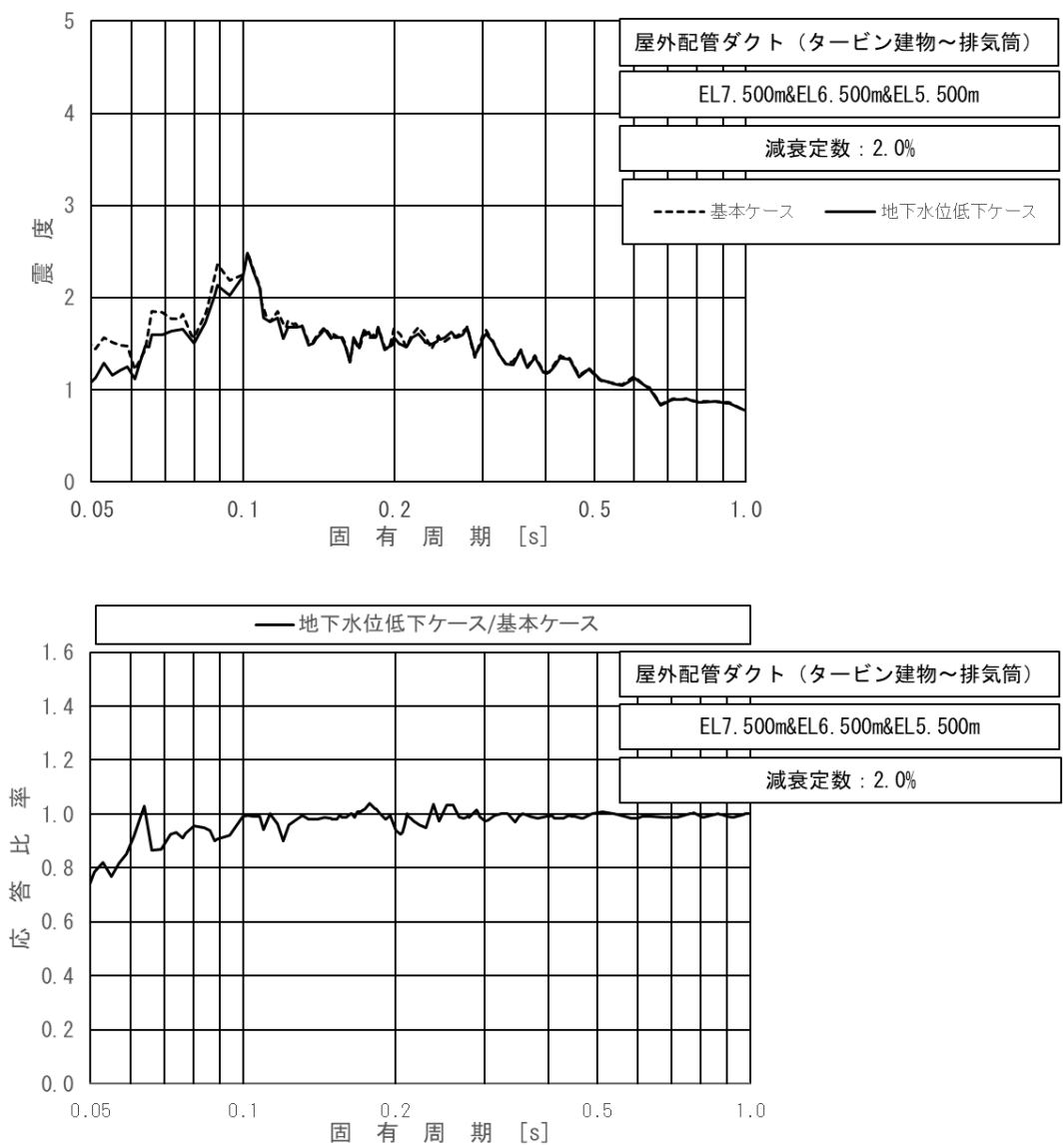


図 3.1.2-2 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL7.500m~EL5.500m, 減衰 2.0%)

### 3.1.3 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の震度を表3.1.3-1~3, 床応答スペクトルを図3.1.3-1~3に示す。

表3.1.3-1 震度 (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS))

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面				
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	437 573 661 745	18.300	1.95	1.96	1.01
	445 581 753 1080 1400	15.300~ 14.400	0.99	0.99	1.00
	586 662 758	13.400	0.98	0.98	1.00
	760 1407	12.000~ 11.900	0.98	0.97	0.99
	766 1093 1413	9.350	0.95	0.95	1.00

表3.1.3-2 震度 (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW))

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	EW断面				
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	483 555 691 831 897	15.300~ 14.400	1.43	1.69	1.19
	489 628 763 903	12.000~ 11.900	1.30	1.62	1.25
	495 556 692 832 909	9.350	0.89	0.88	0.99

表 3.1.3-3 震度（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽）  
 （基準地震動 S<sub>s</sub>-D（++），鉛直方向）

構造物名	節点番号		標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面	EW断面				
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	437 573 661 745	—	18.300	1.32	1.34	1.02
	445 581 753 1080 1400	483 555 691 831 897	15.300~ 14.400	1.70	1.93	1.14
	586 662 758	—	13.400	0.65	0.65	1.00
	760 1407	489 628 763 903	12.000~ 11.900	0.68	0.70	1.03
	766 1093 1413	495 556 692 832 909	9.350	0.89	0.70	0.79

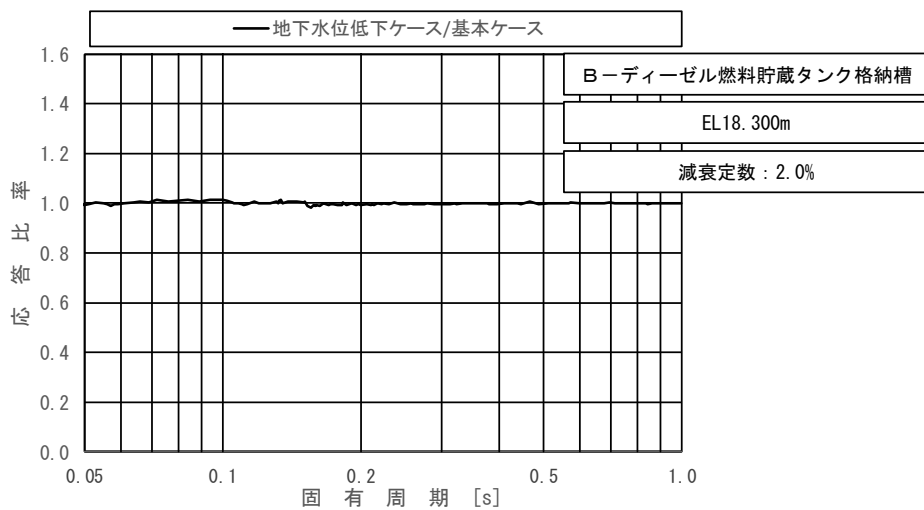
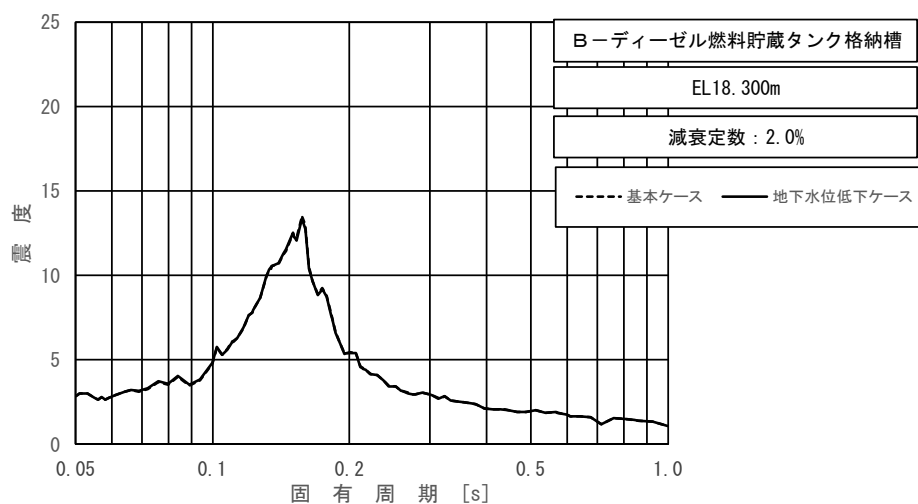


図 3.1.3-1 (1/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL18.300m , 減衰 2.0%)

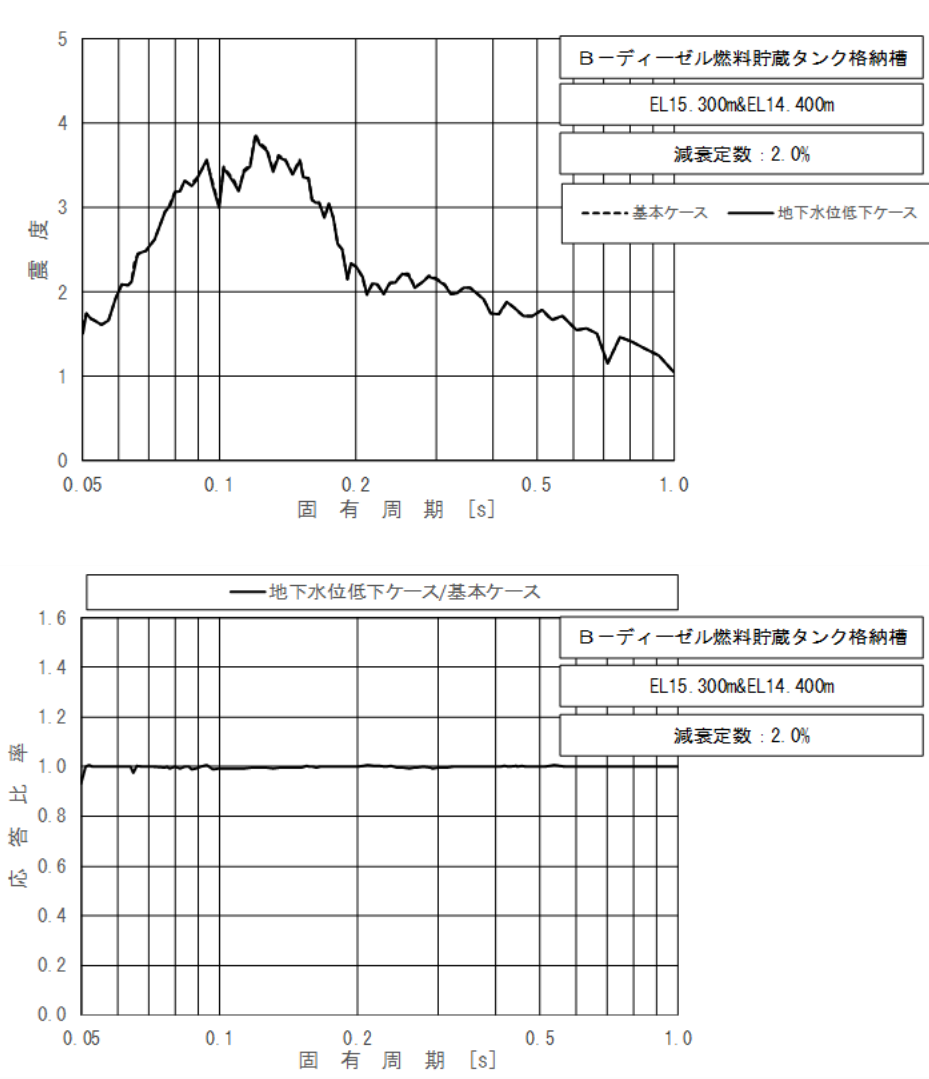


図 3.1.3-1 (2/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL15.300m~EL14.400m , 減衰 2.0%)

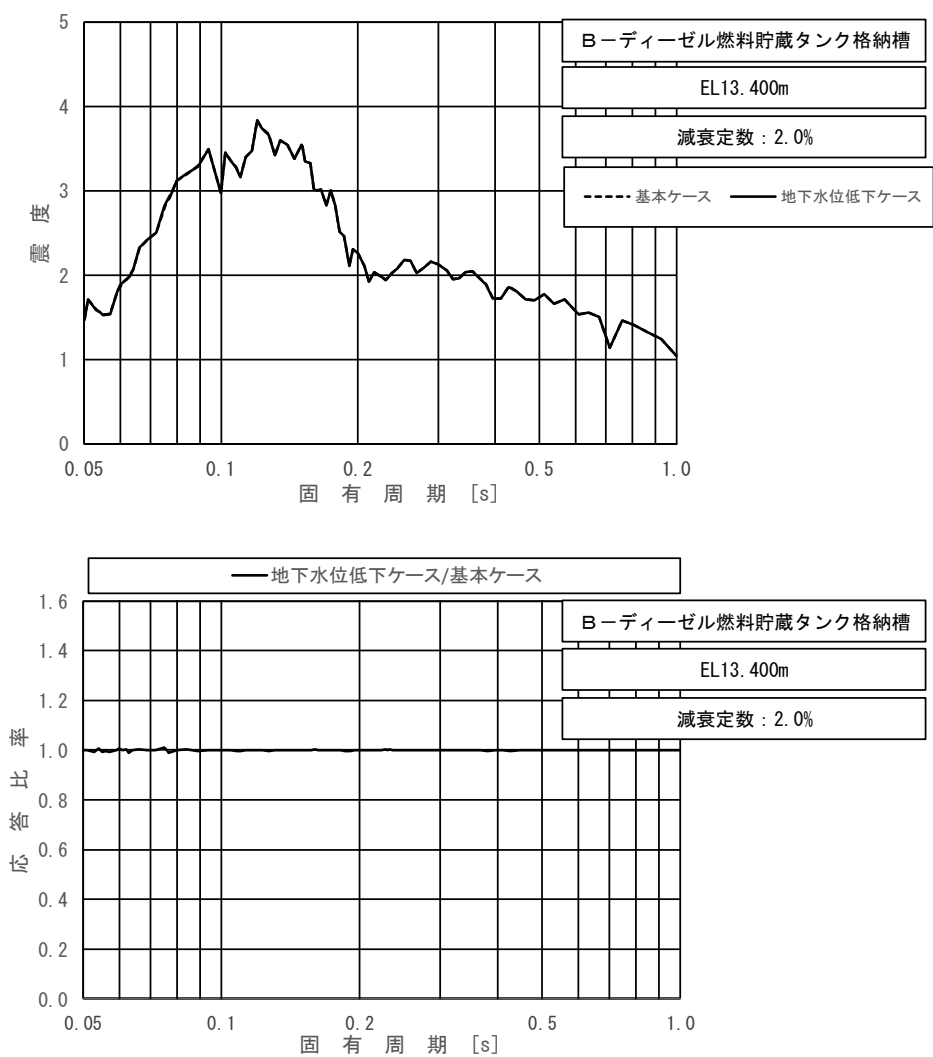


図 3.1.3-1 (3/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL13.400m , 減衰 2.0%)



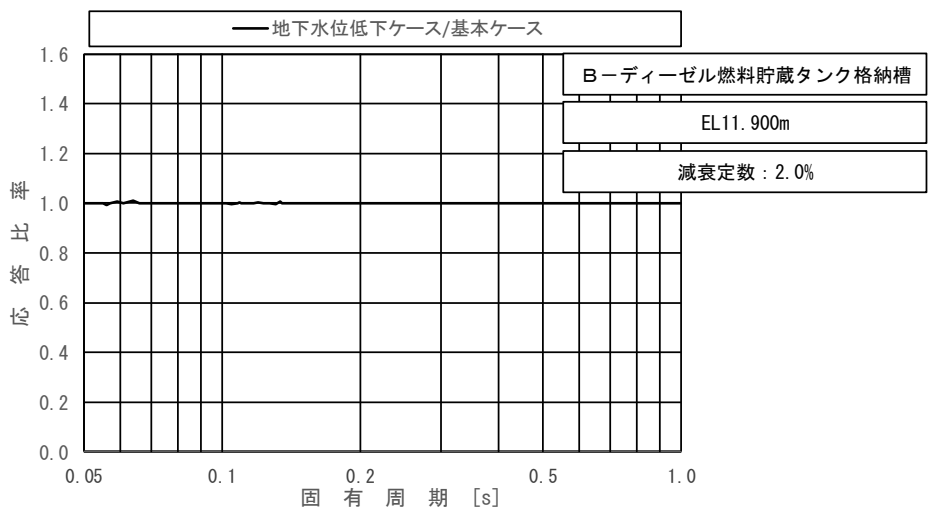
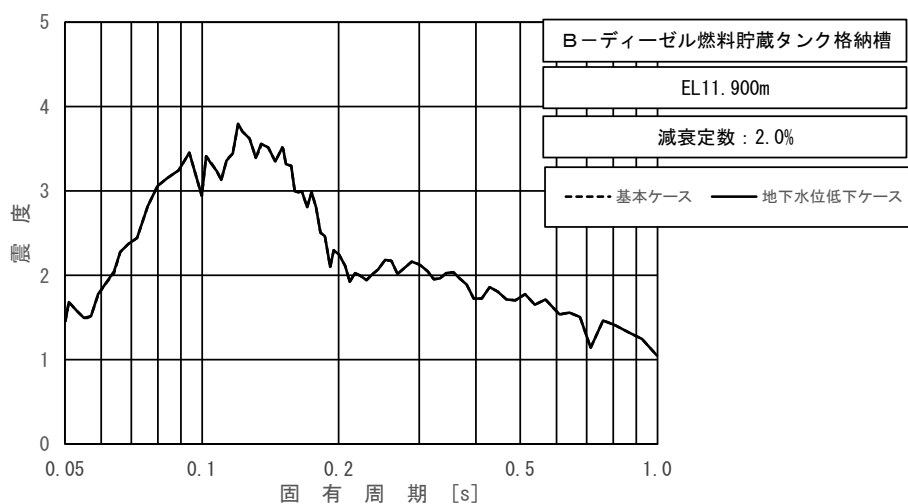


図 3.1.3-1 (4/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL11.900m , 減衰 2.0%)

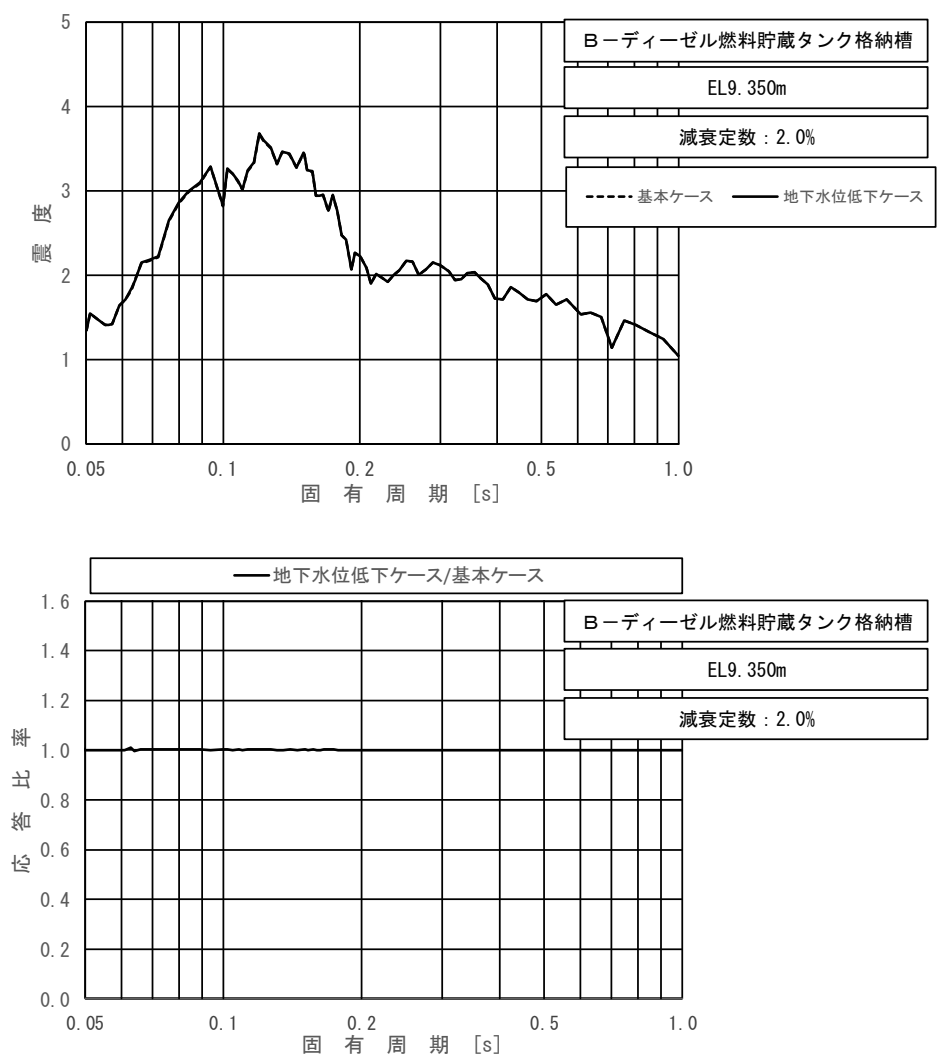


図 3.1.3-1 (5/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS), EL9.350m, 減衰 2.0%)

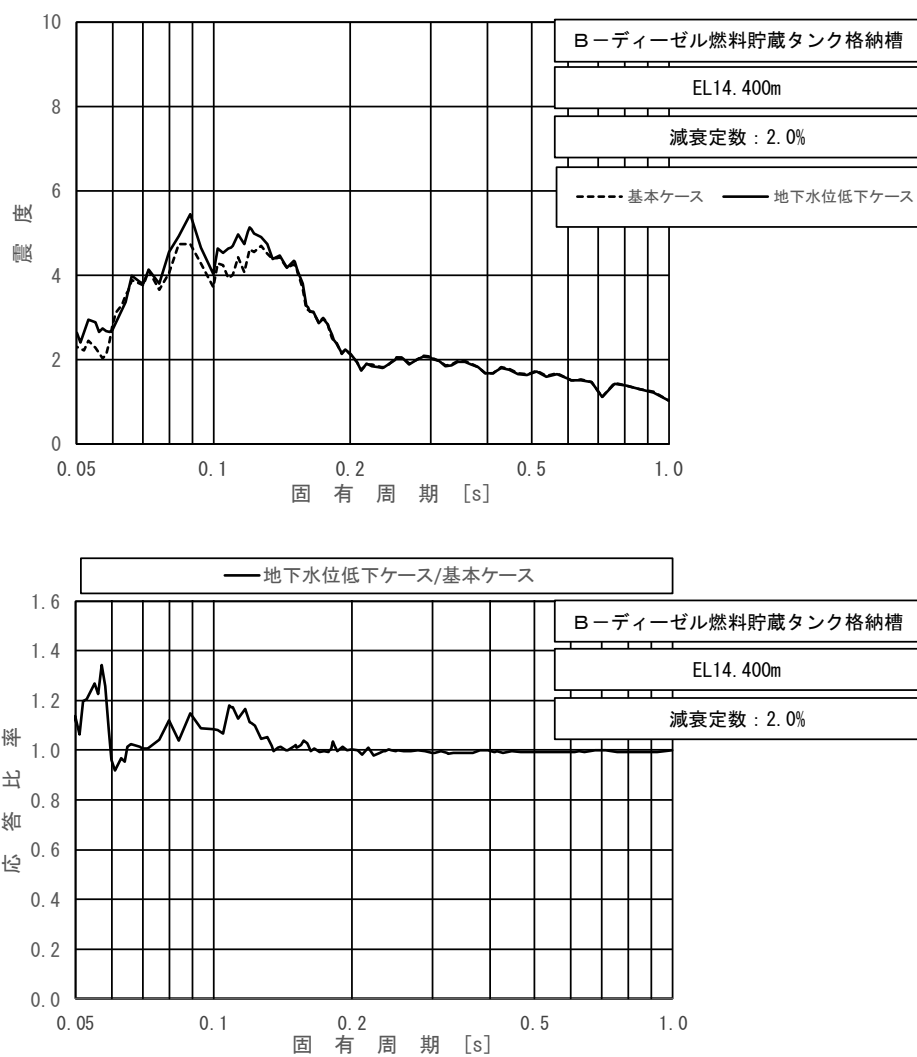


図 3.1.3-2 (1/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW) , EL14.400m , 減衰 2.0%)

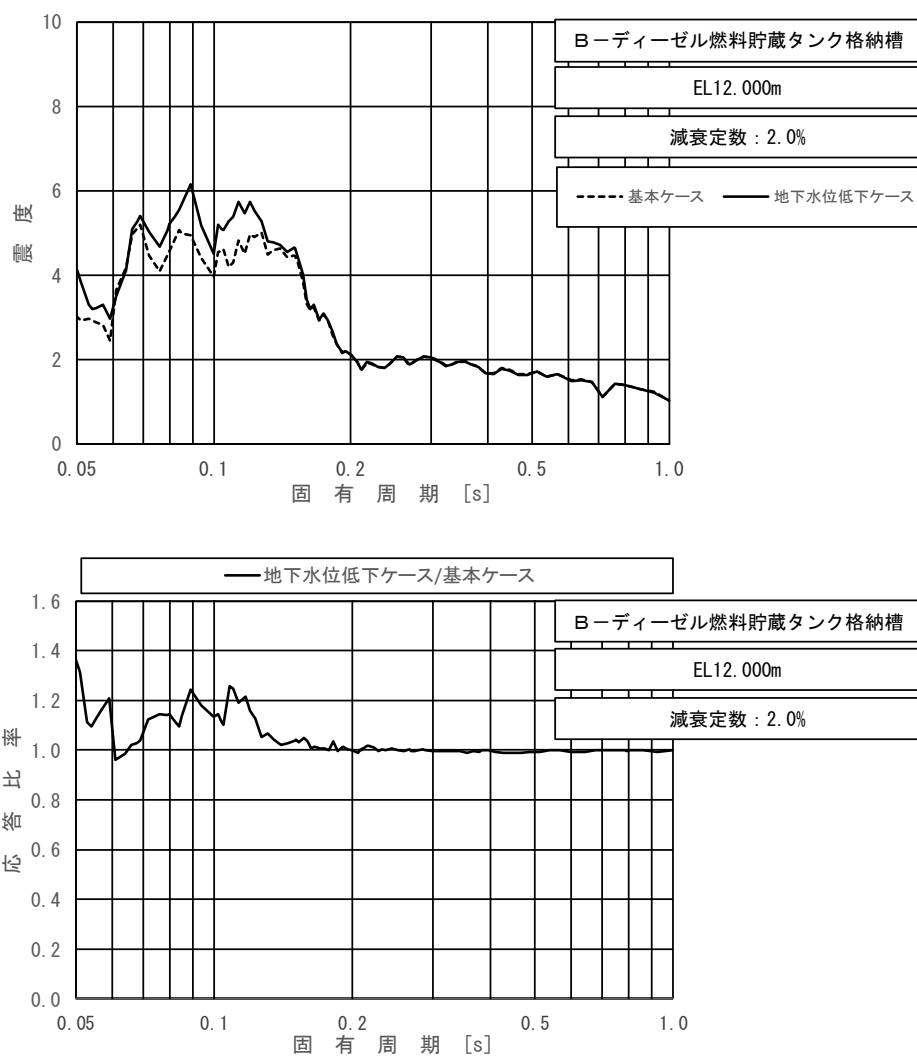


図 3.1.3-2 (2/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW), EL12.000m, 減衰 2.0%)

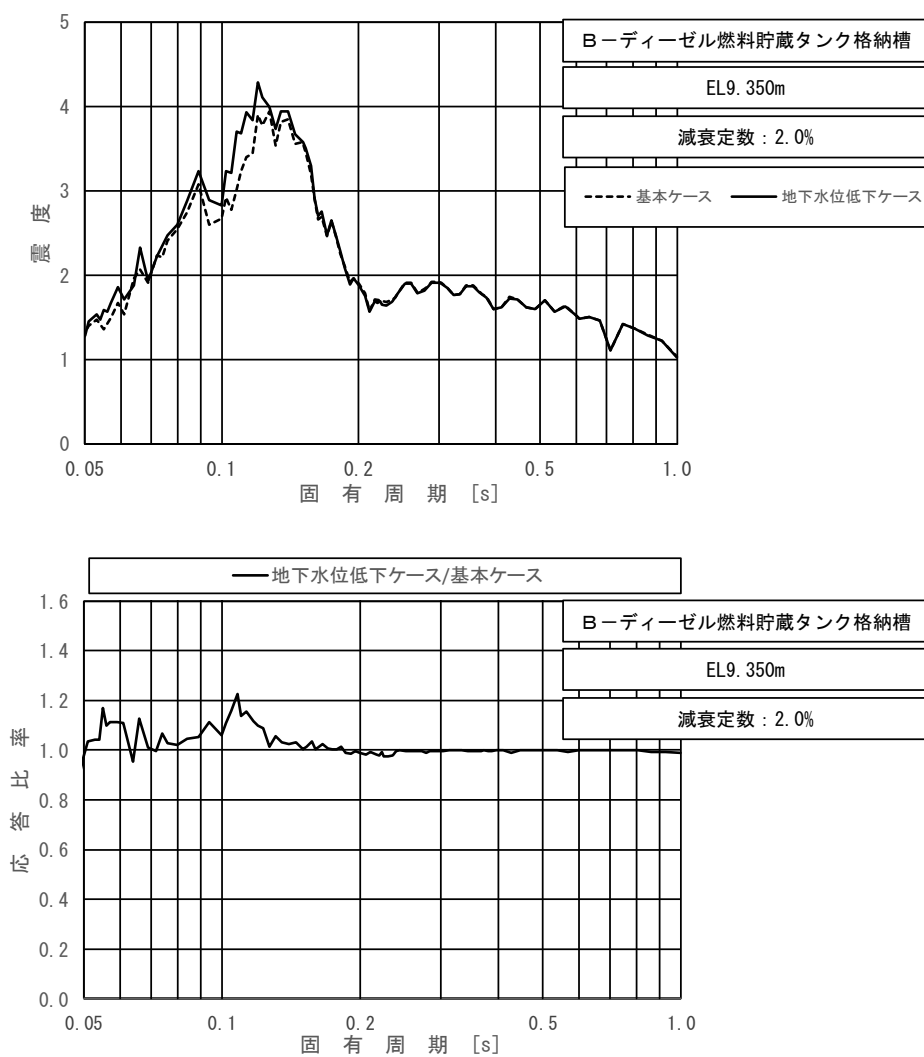


図 3.1.3-2 (3/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL9.350m, 減衰 2.0%)

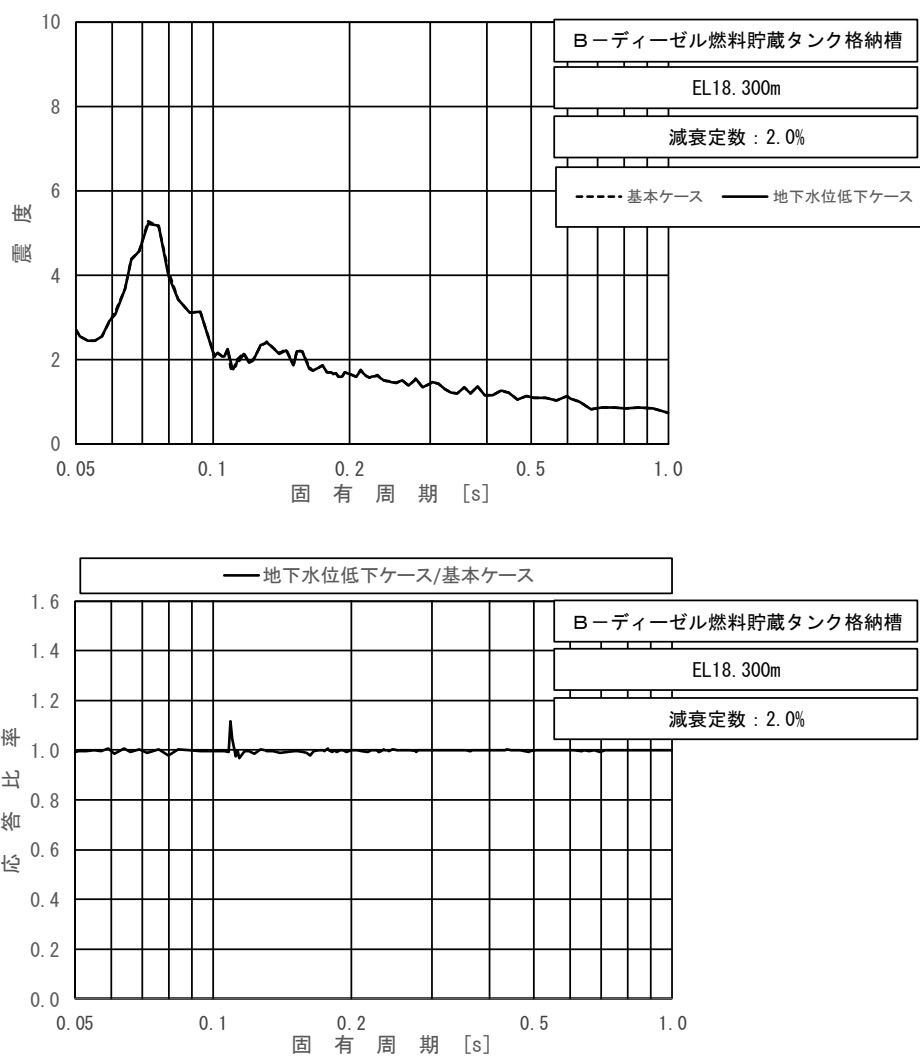


図 3.1.3-3 (1/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL18.300m, 減衰 2.0%)

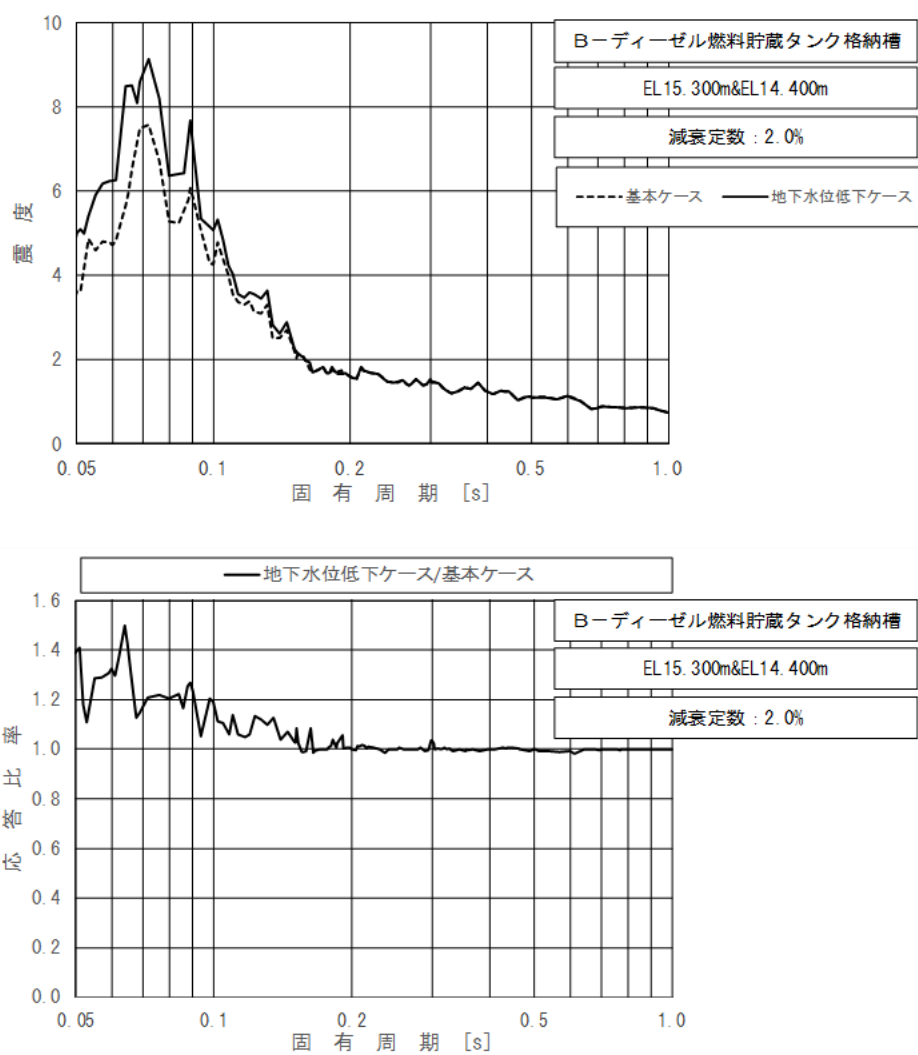


図 3.1.3-3 (2/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL15.300m~EL14.400m, 減衰 2.0%)

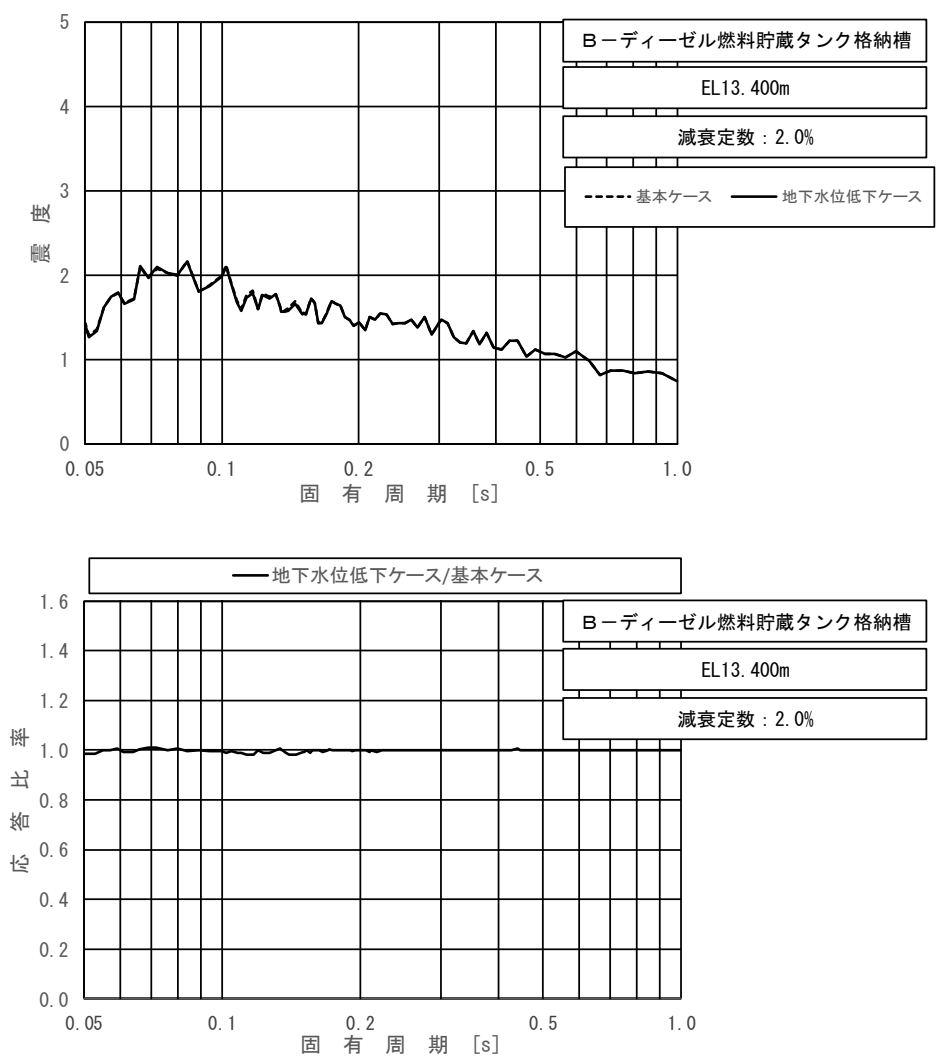


図 3.1.3-3 (3/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL13.400m, 減衰 2.0%)



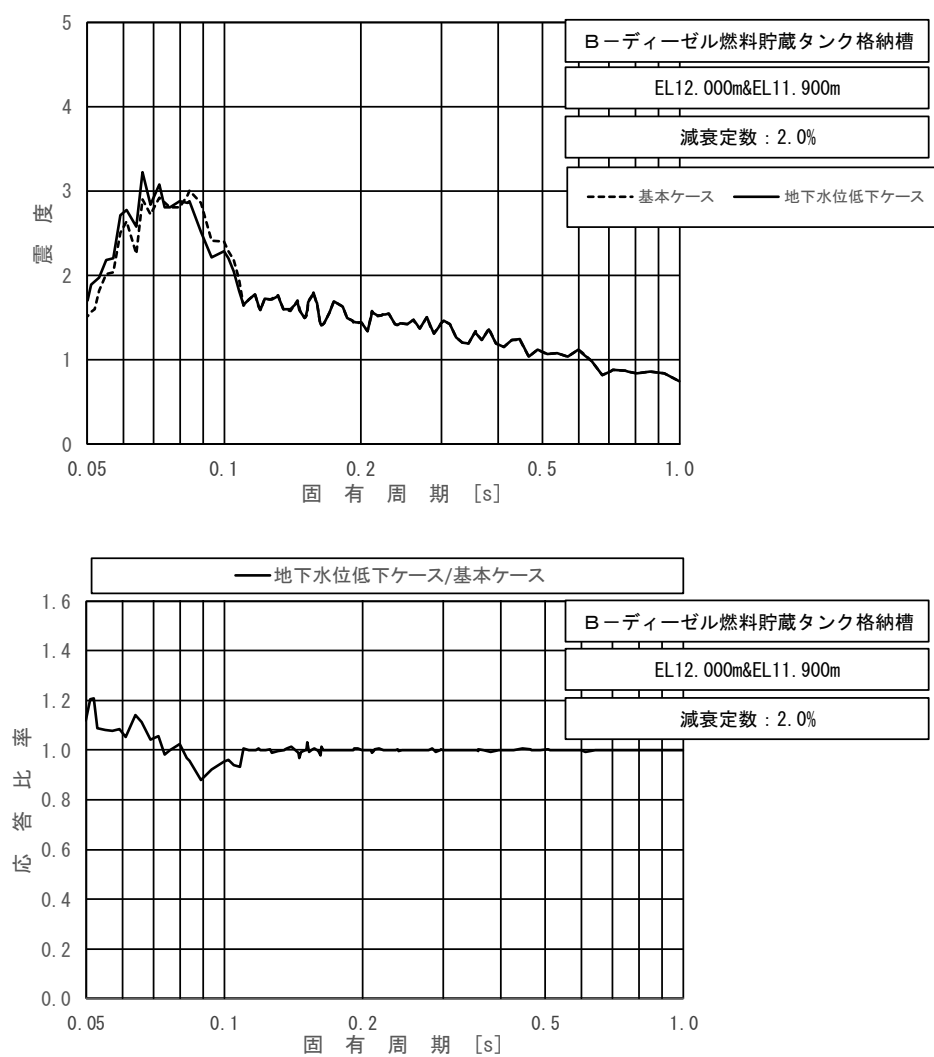


図 3.1.3-3 (4/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL12.000m~EL11.900m, 減衰 2.0%)

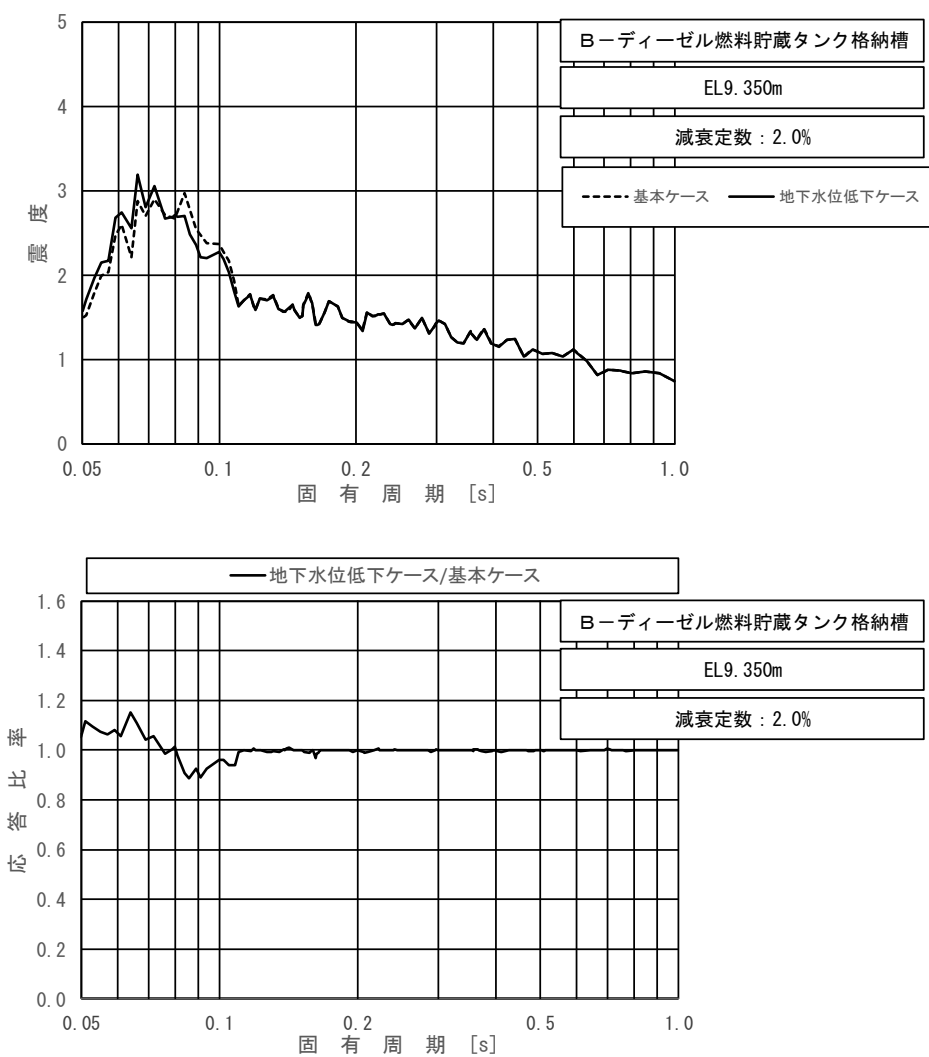


図 3.1.3-3 (5/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL9.350m, 減衰 2.0%)

### 3.1.4 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（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）の震度を表 3.1.4-1～2, 床応答スペクトルを図 3.1.4-1～6 に示す。

表 3.1.4-1 震度（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））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向）

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	水平方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (F)	535	14.050～ 11.004	0.83	0.83	1.00
	536				
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (G)	2126	14.000～ 11.261	1.50	1.02	0.68
	2127				
燃料移送系 配管ダクト	595	14.050～ 11.000	0.92	0.94	1.03
	509				
	681				
	596				

表 3.1.4-2 震度（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））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (F)	535	14.050～ 11.004	0.60	0.59	0.99
	536				
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (G)	2126	14.000～ 11.261	0.90	0.55	0.62
	2127				
燃料移送系 配管ダクト	595	14.050～ 11.000	0.73	0.73	1.00
	509				
	681				
	596				

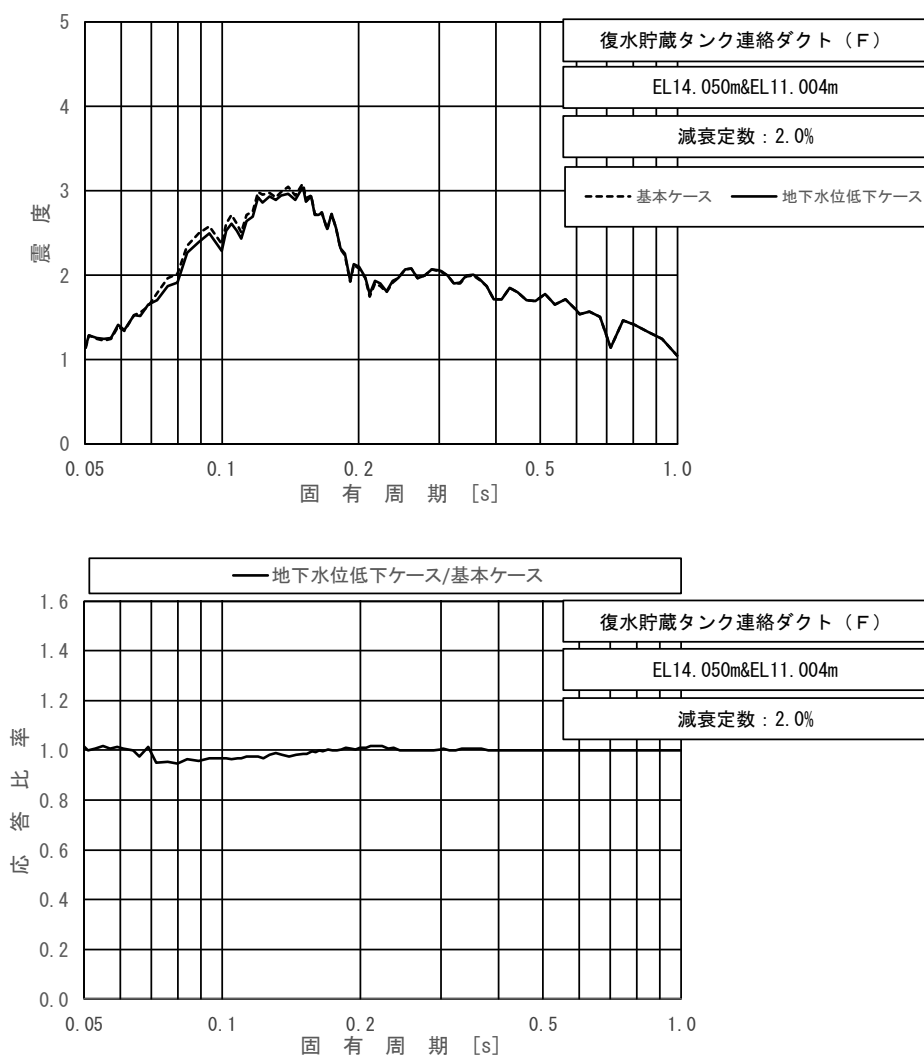


図 3.1.4-1 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (F)))  
 (基準地震動 S<sub>s</sub>-D (++) , 水平方向, EL14.050m～EL11.004m, 減衰 2.0%)

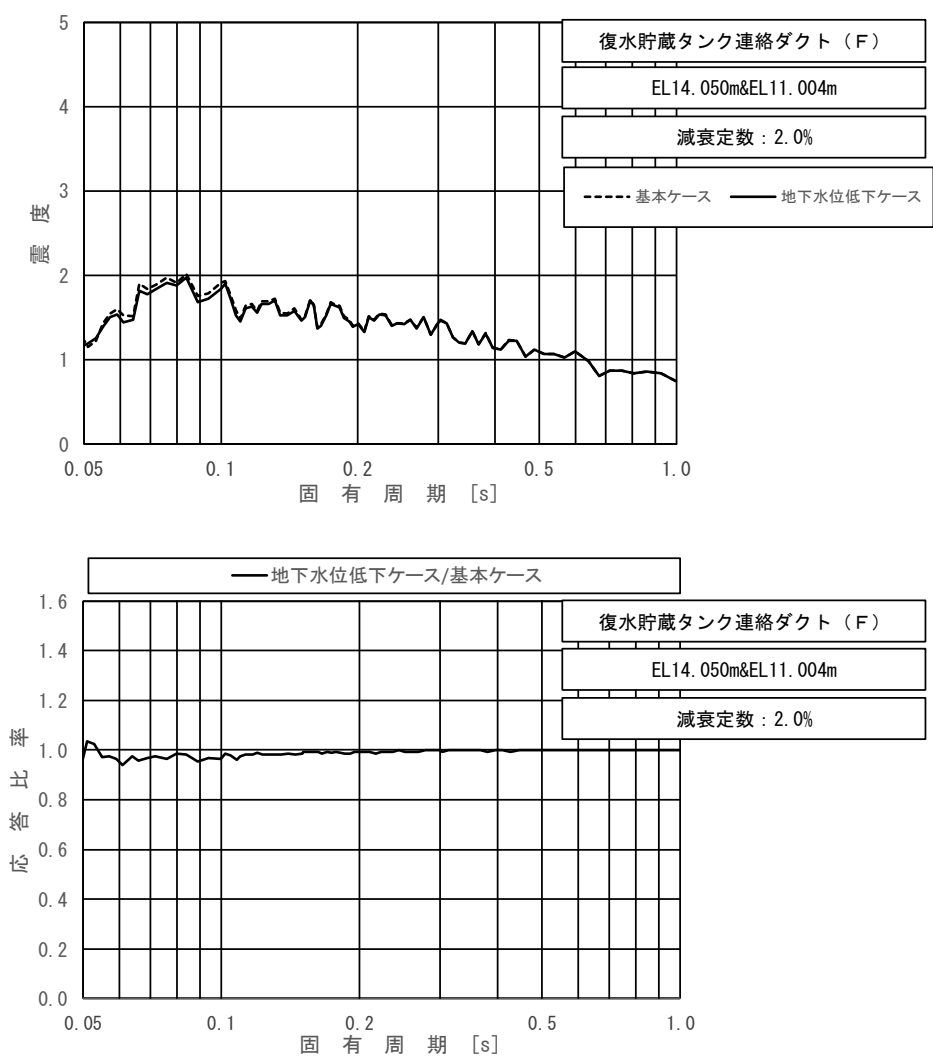


図 3.1.4-2 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉  
建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (F)))  
(基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL14.050m～EL11.004m, 減衰 2.0%)

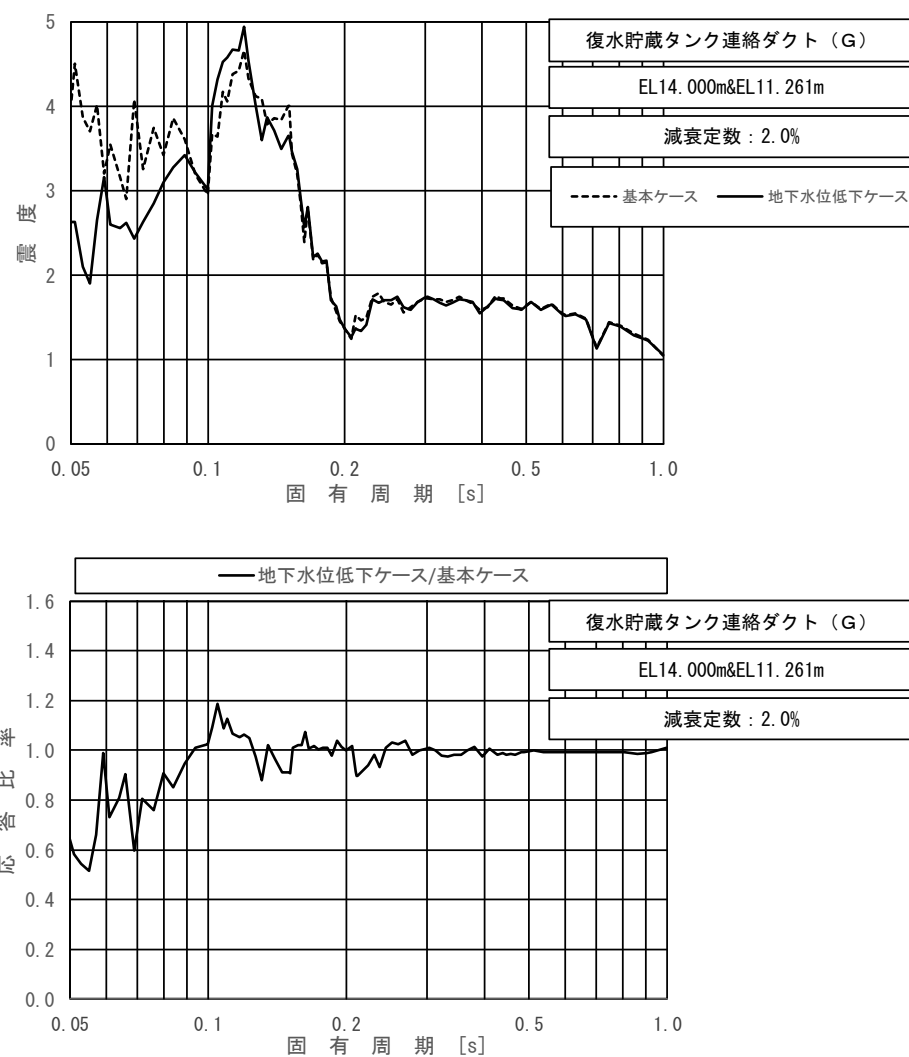


図 3.1.4-3 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (G)))  
 (基準地震動 S<sub>s</sub>-D (++) , 水平方向, EL14.000m～EL11.261m, 減衰 2.0%)

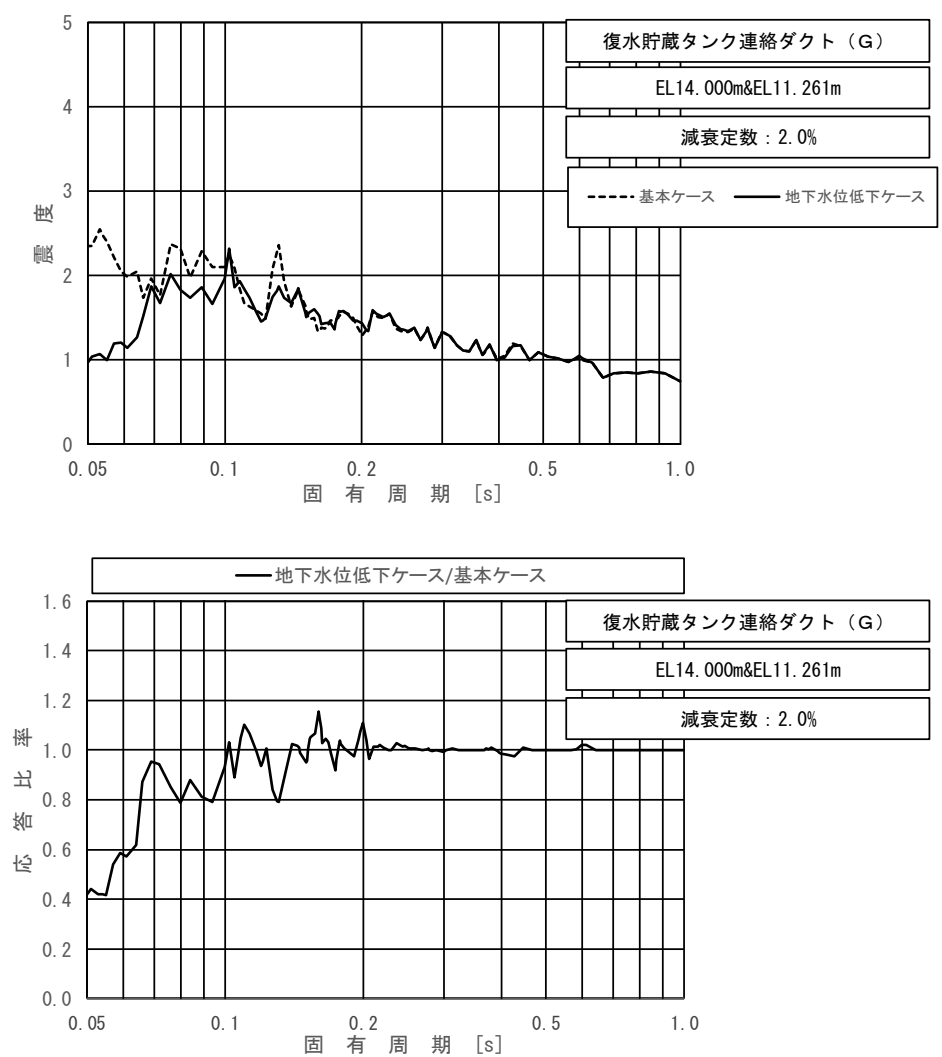


図 3.1.4-4 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (G)))  
 (基準地震動 S<sub>s</sub>-D (++) , 鉛直方向, EL14.000m～EL11.261m, 減衰 2.0%)

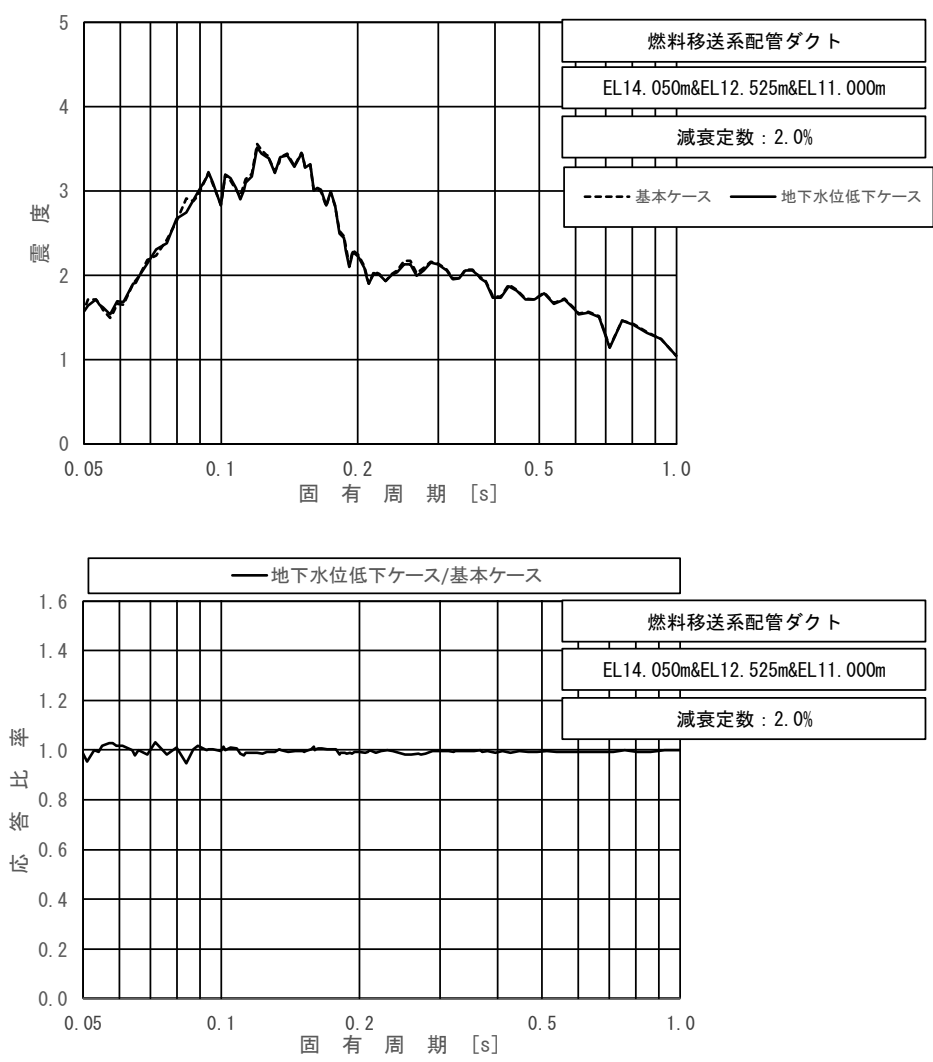


図 3.1.4-5 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (燃料移送系配管ダクト))

(基準地震動  $S_s - D$  (++)，水平方向，EL14.050m～EL11.000m，減衰 2.0%)



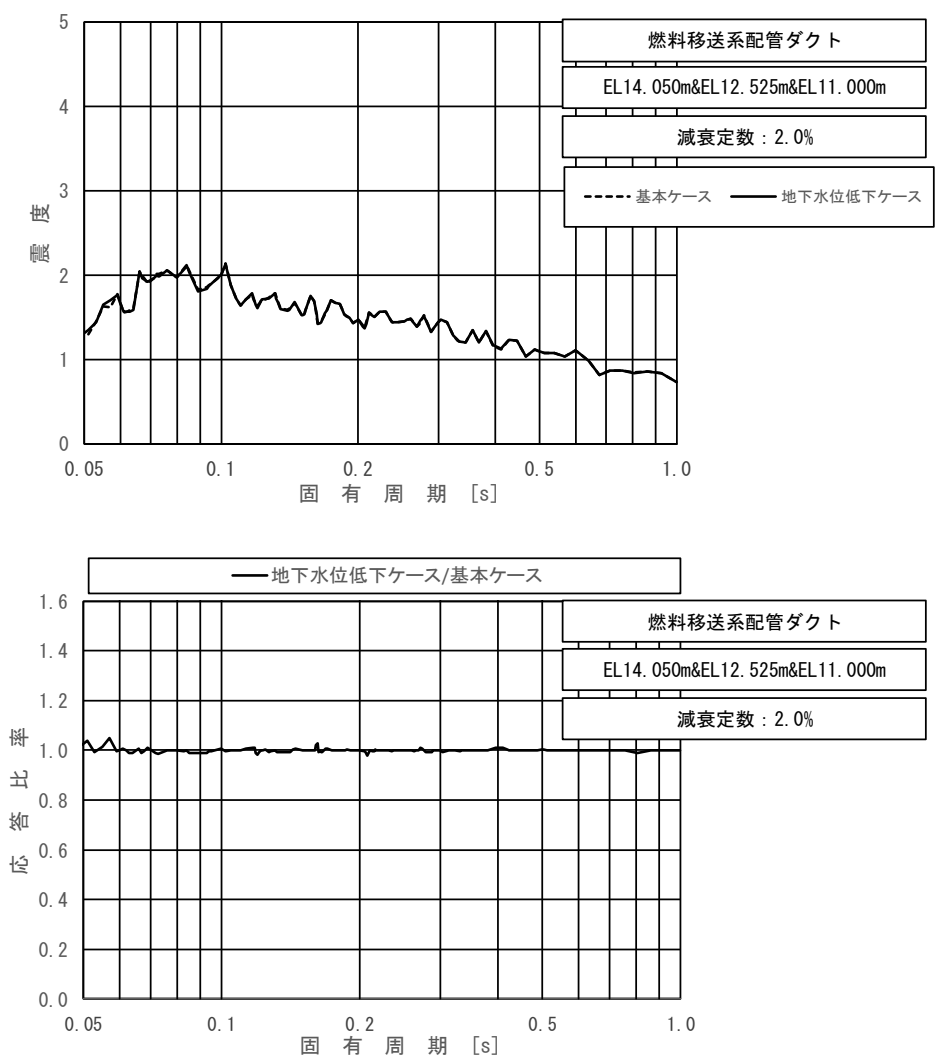


図 3.1.4-6 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (燃料移送系配管ダクト))

(基準地震動  $S_s - D$  (++)，鉛直方向，EL14.050m～EL11.000m，減衰 2.0%)

3.1.5 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）

屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の震度を表 3.1.5-1～2，床応答スペクトルを図 3.1.5-1～6 に示す。

表 3.1.5-1 震度（屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向）

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	水平方向				① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (立坑部)	NS断面	EW断面				
屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）	11574 11820 11580 11826 1587 1833 2161 1376 1760	—	—	8.500～ 1.900	1.38	1.38	1.00
	—	1759 1376 2161 1760	—	4.900～ 1.900	1.25	1.09	0.88
	—	—	2288 2072 2499 2289	4.900～ 1.900	1.13	1.27	1.13

表 3.1.5-2 震度（屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (立坑部)	NS断面	EW断面				
屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）	11574 11820 11580 11826 1587 1833 2161 1376 1760	—	—	8.500～ 1.900	1.07	0.97	0.91
	—	1759 1376 2161 1760	—	4.900～ 1.900	1.64	0.99	0.61
	—	—	2288 2072 2499 2289	4.900～ 1.900	1.17	0.73	0.63

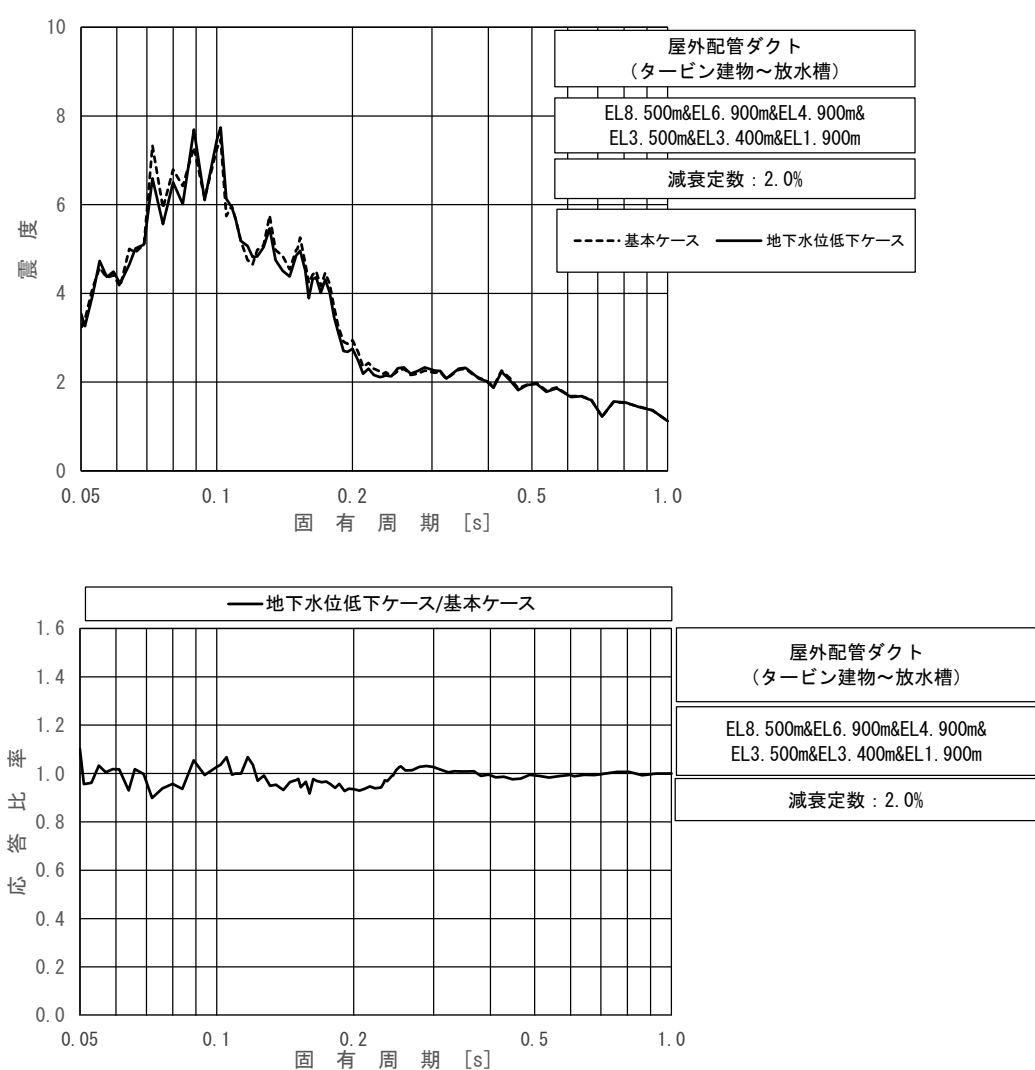


図 3.1.5-1 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (N S 断面 (立坑部)))

(基準地震動  $S_s - D$  (++)，水平方向，EL8.500m～EL1.900m，減衰 2.0%)

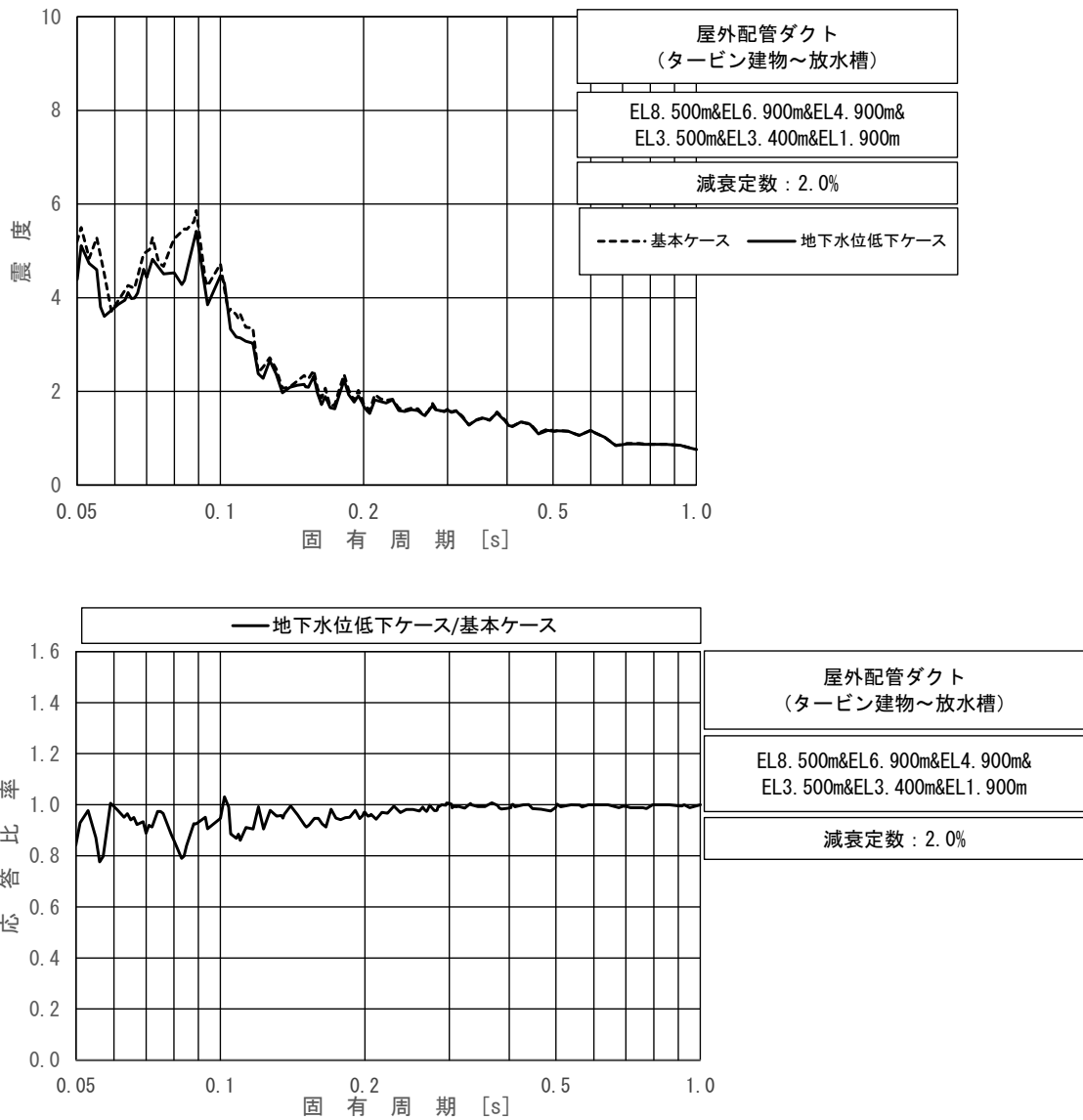


図 3.1.5-2 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (N S 断面 (立坑部)))

(基準地震動 S s - D (++)，鉛直方向，EL8.500m～EL1.900m，減衰 2.0%)

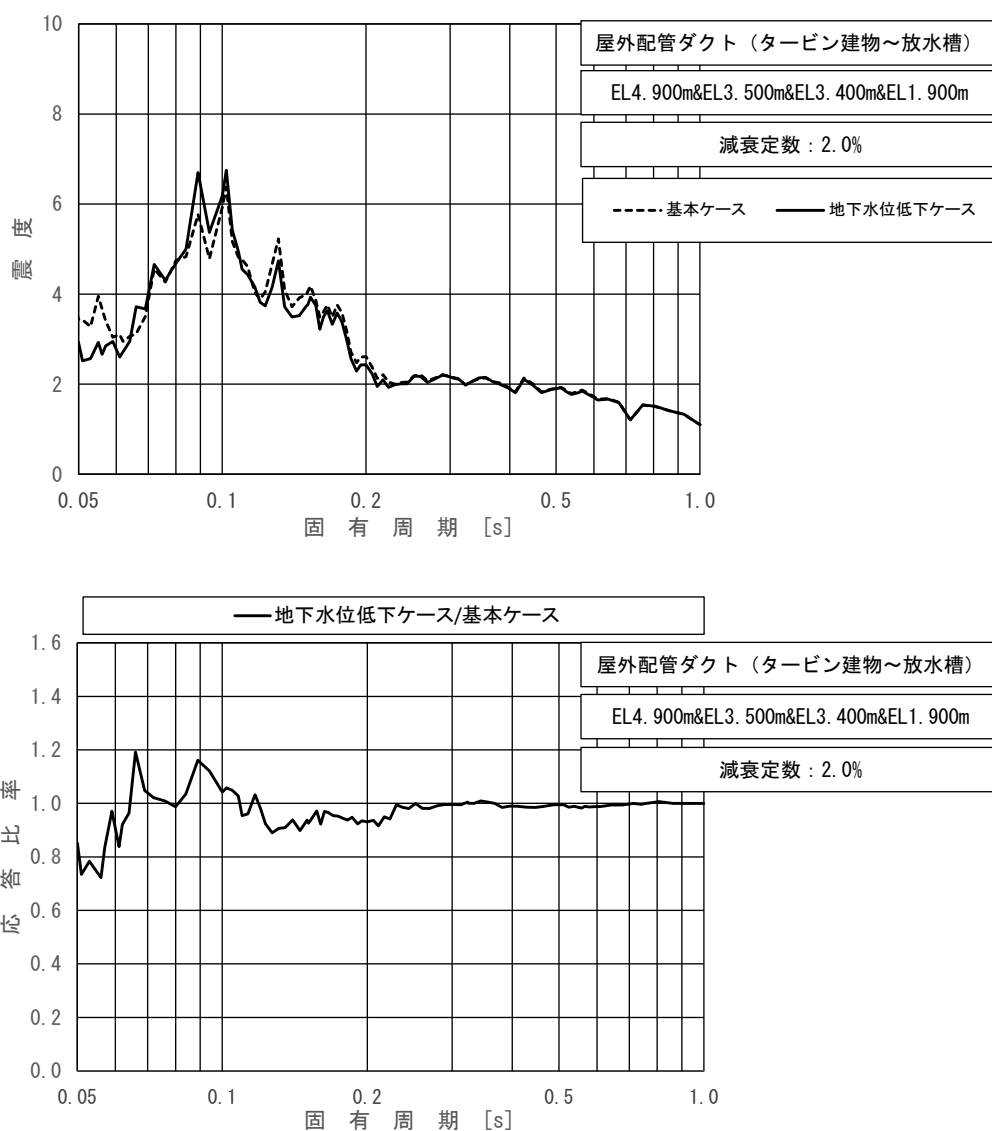


図 3.1.5-3 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物~放水槽) (N S 断面))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向, EL4.900m~EL1.900m, 減衰 2.0%)

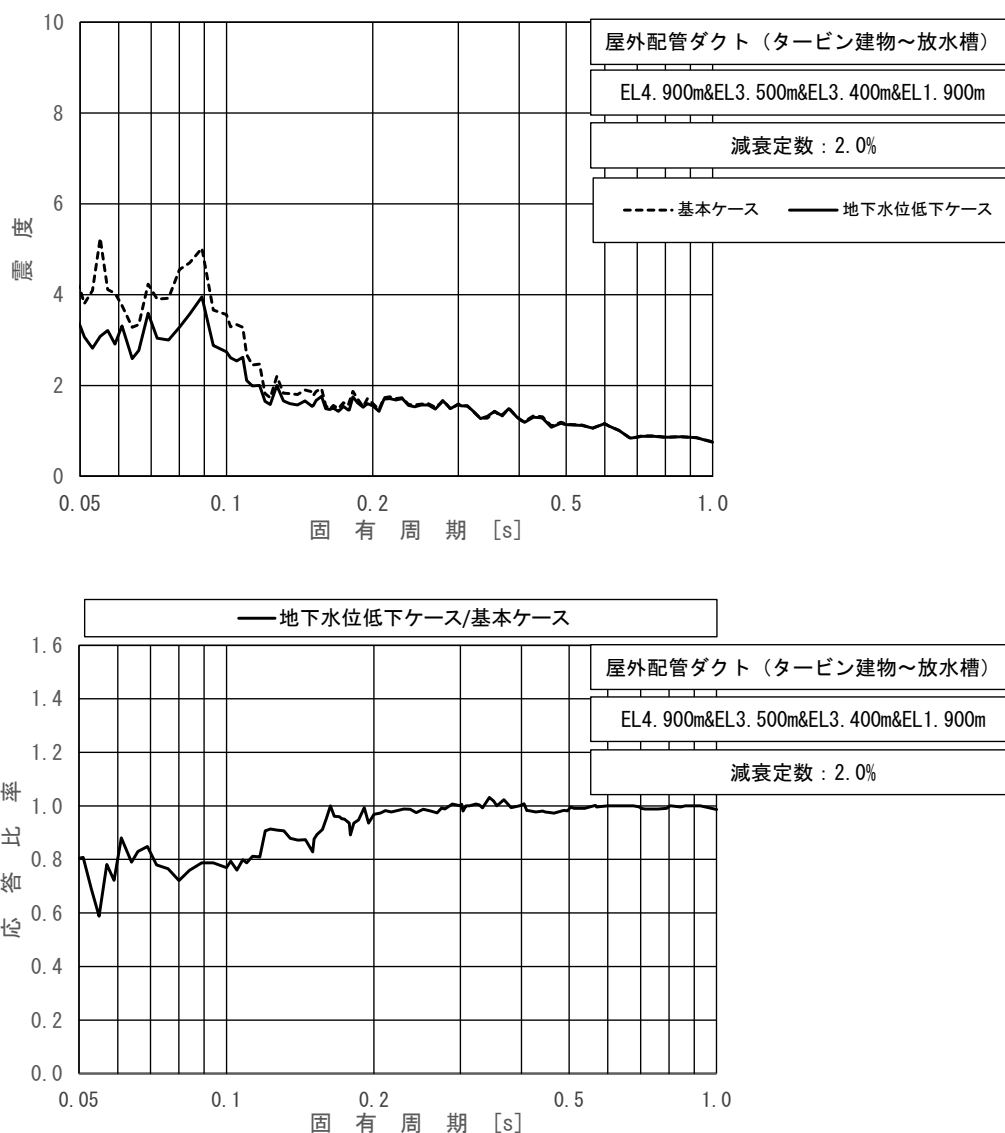


図 3.1.5-4 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (N S 断面))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL4.900m~EL1.900m, 減衰 2.0%)

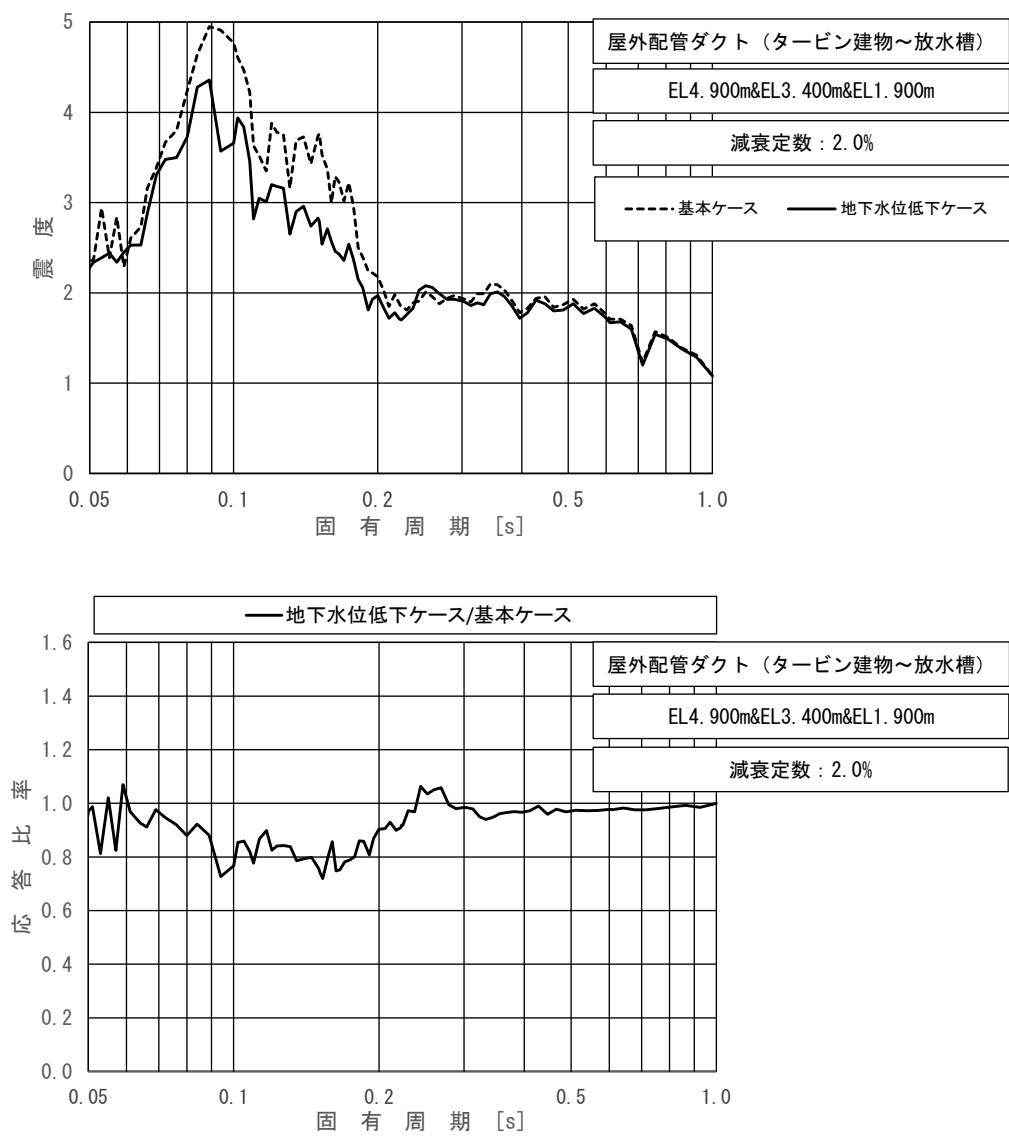


図 3.1.5-5 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (EW断面))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向, EL4.900m~EL1.900m, 減衰 2.0%)

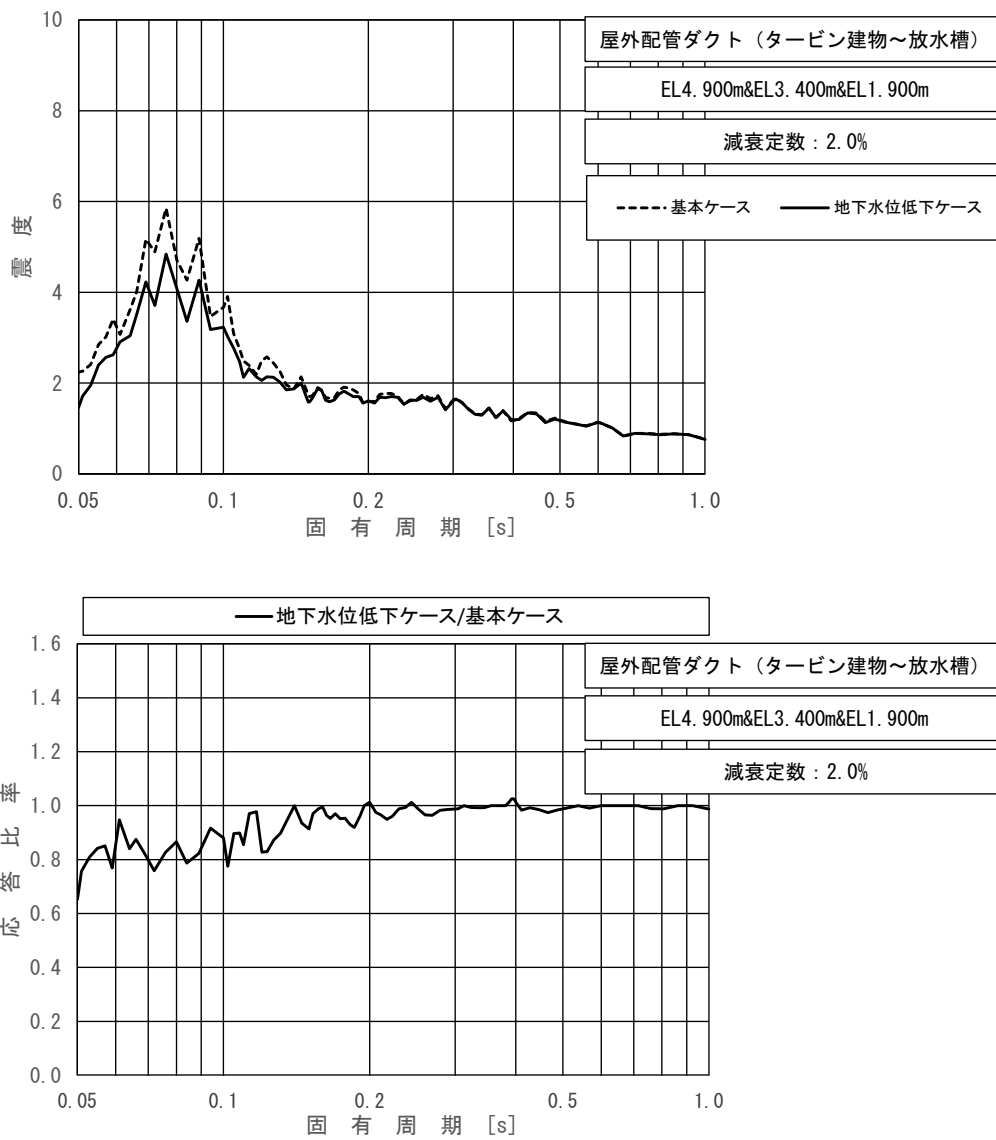


図 3.1.5-6 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (EW断面))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL4.900m~EL1.900m, 減衰 2.0%)



### 3.1.6 第1ベントフィルタ格納槽

第1ベントフィルタ格納槽の震度を表3.1.6-1~3, 床応答スペクトルを図3.1.6-1~3に示す。

表3.1.6-1 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS))

構造物名	節点番号		標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向			① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (銀ゼオライト 容器エリア)	NS断面 (スクラバ 容器エリア)				
第1ベント フィルタ格 納槽	1858 2457	1789 1795 2271	19.400~ 14.700	1.22	1.55	1.28
	1865 2160 2466	1802	8.800~ 7.600	0.80	0.76	0.95
	1872 2472	2286	2.700	0.77	0.72	0.94

表3.1.6-2 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW))

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	EW断面				
第1ベント フィルタ格 納槽	1480 1486 1696 2235	19.400~ 14.700	2.10	1.13	0.54
	2243	8.800~ 7.600	0.70	0.79	1.13
	1500 2249	2.700	1.40	0.71	0.51

表 3.1.6-3 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動 S<sub>s</sub>-D (++) , 鉛直方向)

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (銀ゼオライト 容器エリア)	NS断面 (スクラバ 容器エリア)	EW断面				
第1ベント フィルタ格納槽	1858 2457	1789 1795 2271	1480 1486 1696 2235	19.400~ 14.700	2.69	0.66	0.25
	1865 2160 2466	1802	2243	8.800~ 7.600	0.82	0.56	0.69
	1872 2472	2286	1500 2249	2.700	1.55	0.56	0.37

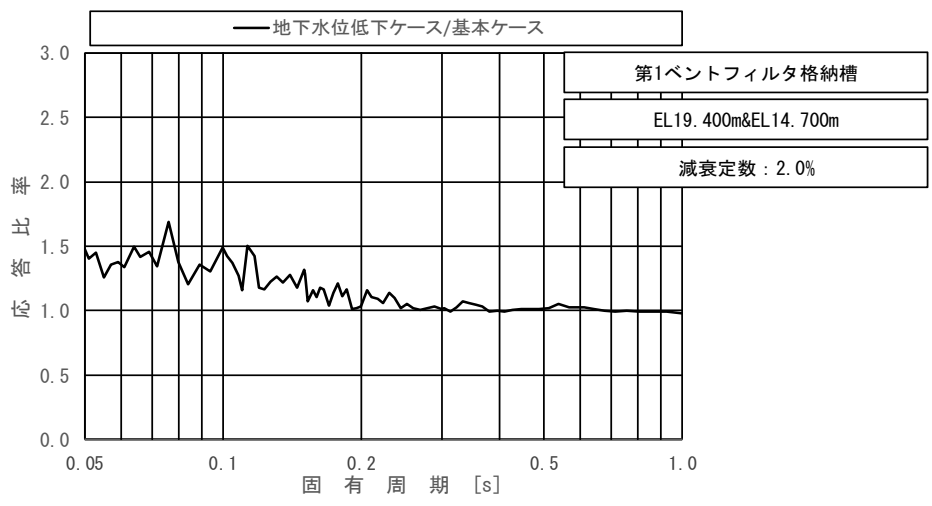
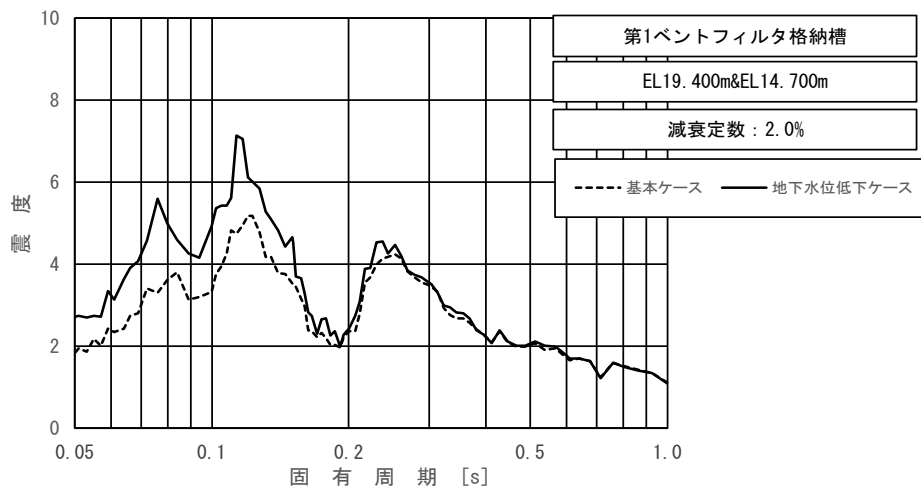


図 3.1.6-1 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL19.400m~14.700m , 減衰 2.0%)

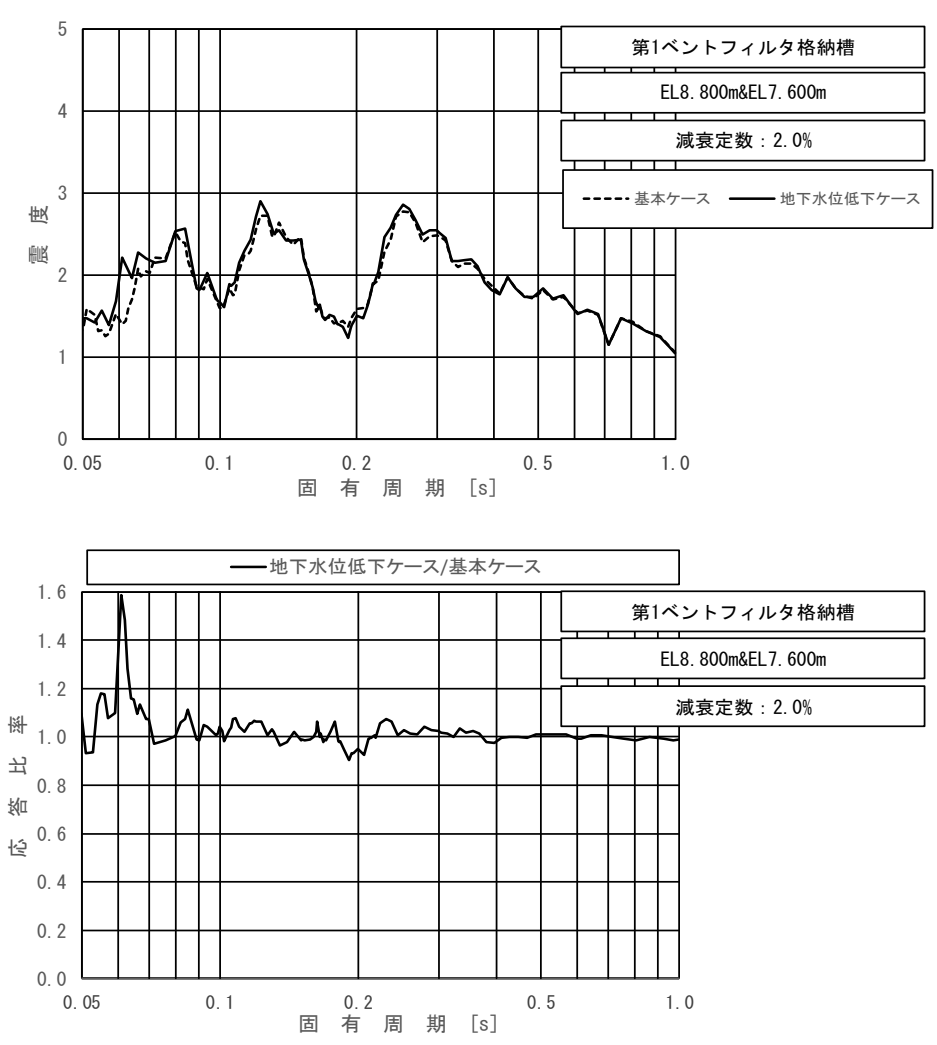


図 3.1.6-1 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL8.800m~7.600m , 減衰 2.0%)

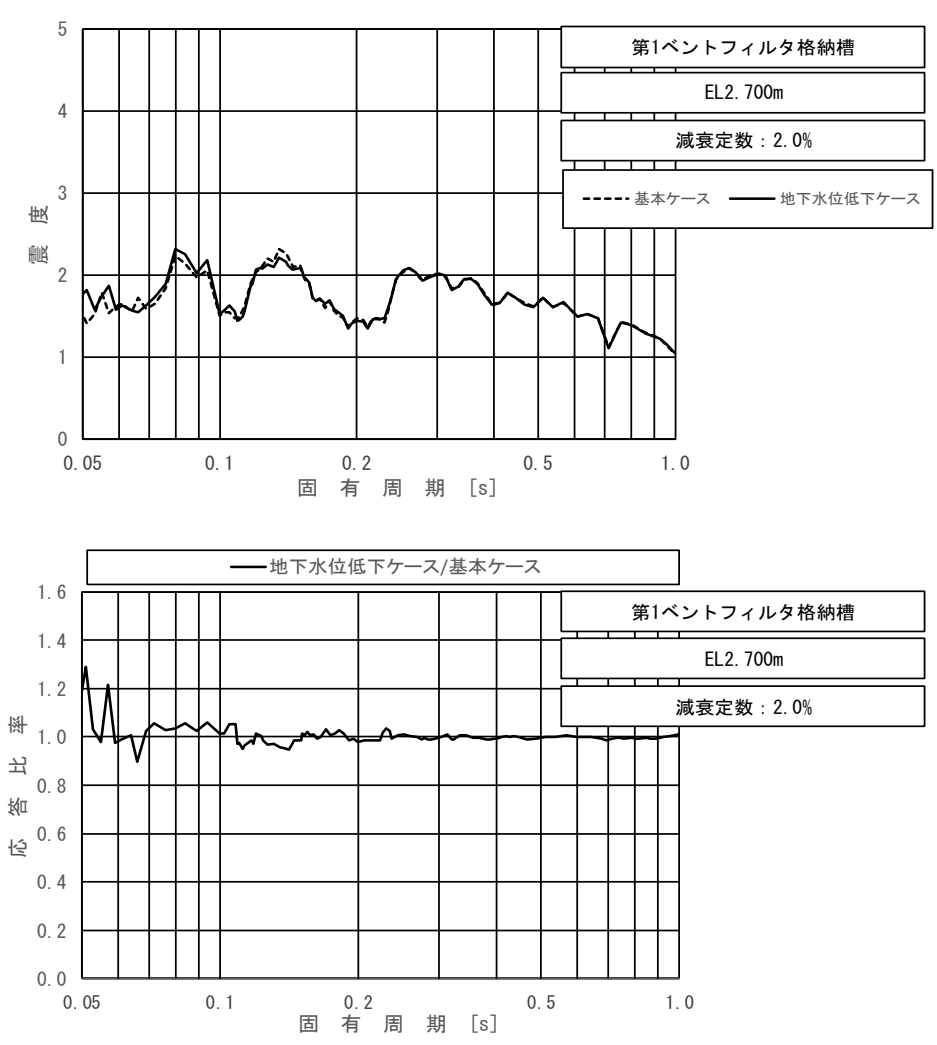


図 3.1.6-1 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL2.700m , 減衰 2.0%)

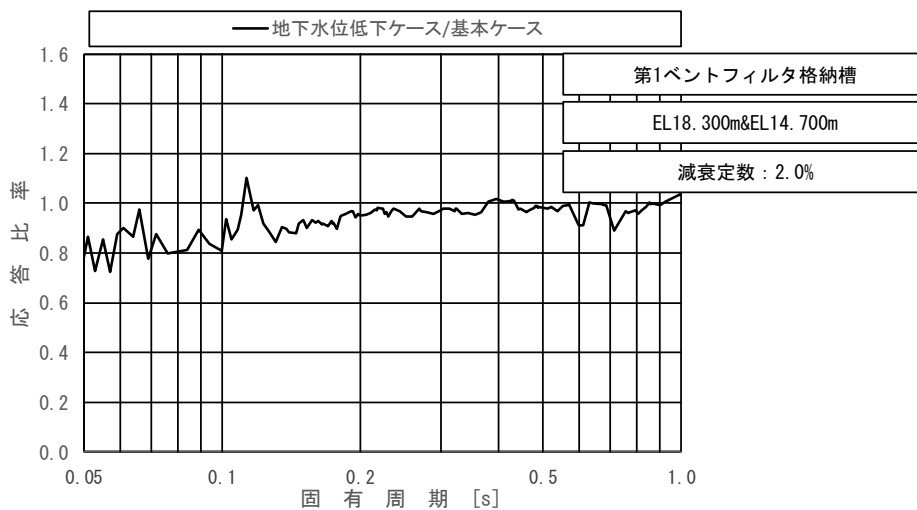
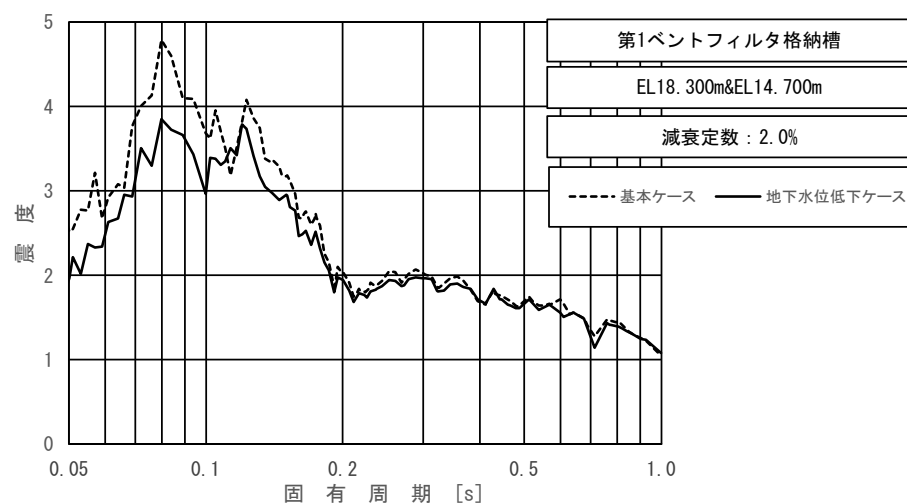


図 3.1.6-2 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (E W) , EL18.300m~14.700m , 減衰 2.0%)

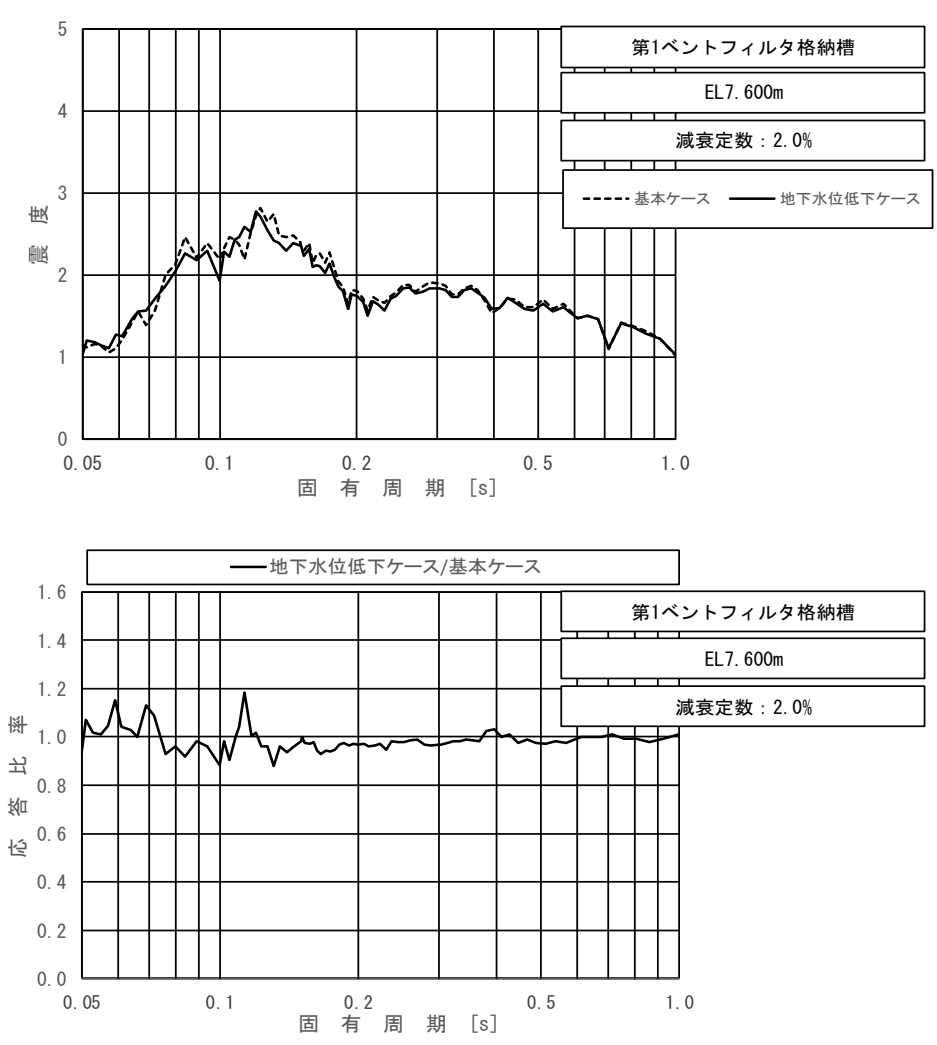


図 3.1.6-2 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL7.600m, 減衰 2.0%)

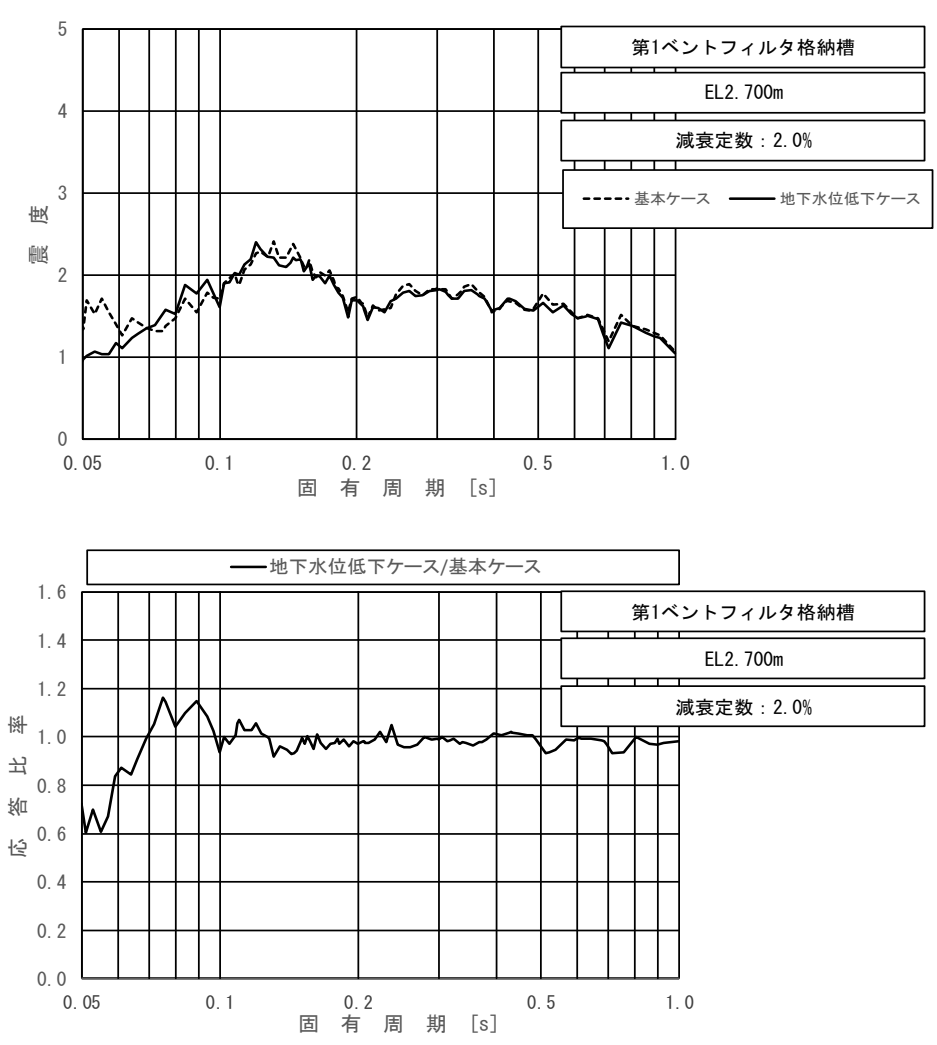


図 3.1.6-2 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL2.700m, 減衰 2.0%)



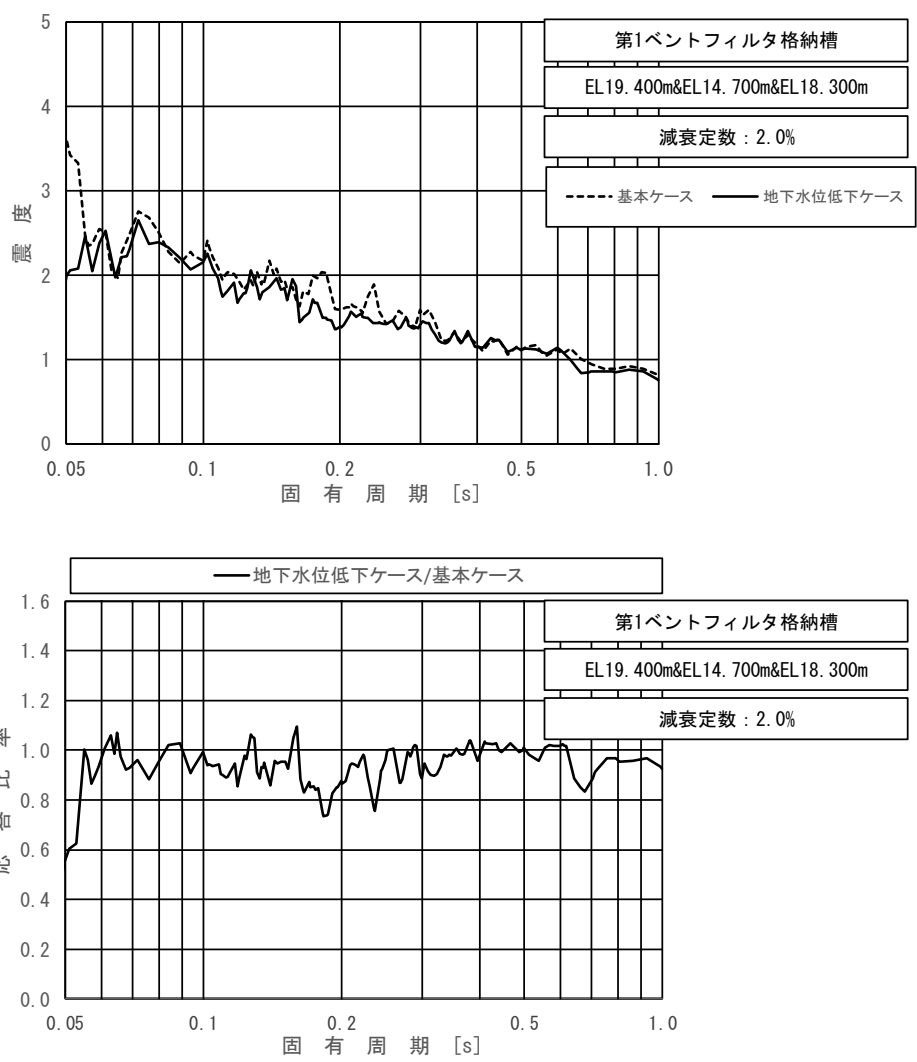


図 3.1.6-3 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL19.400m~14.700m, 減衰 2.0%)

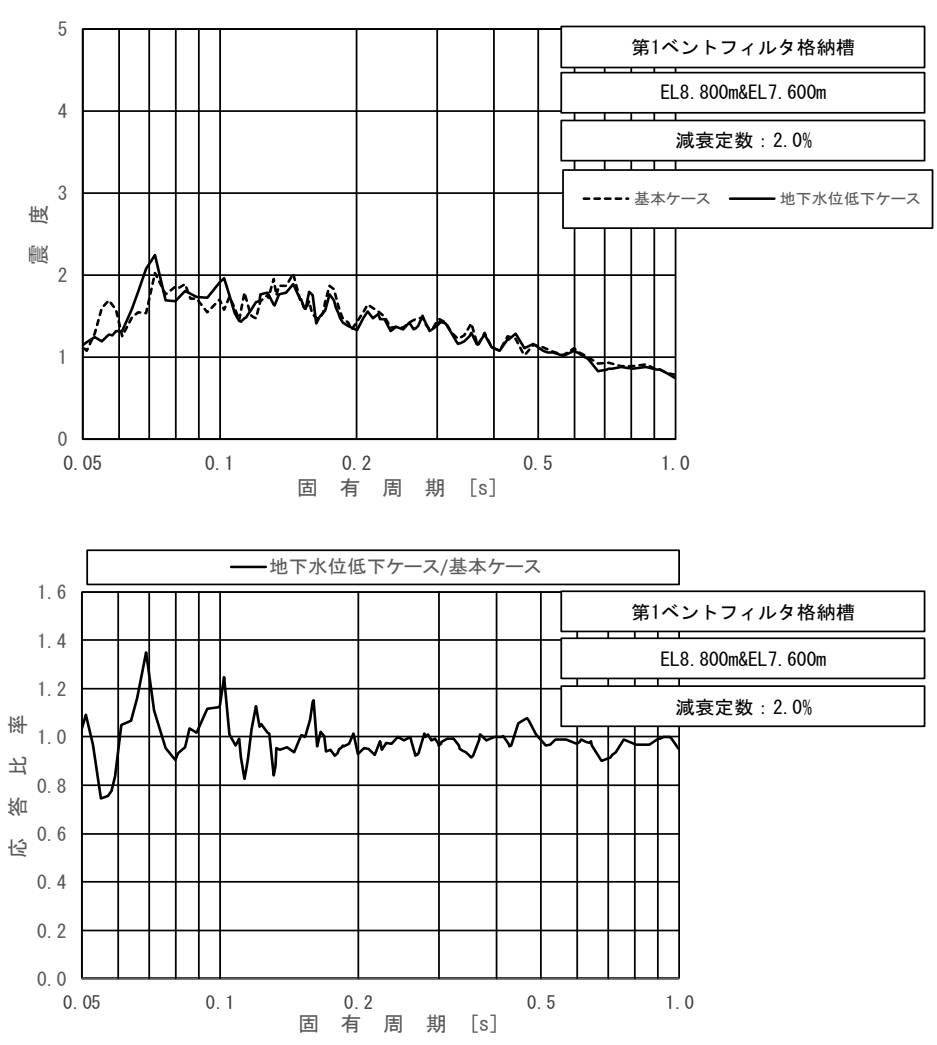


図 3.1.6-3 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL8.800m~7.600m, 減衰 2.0%)

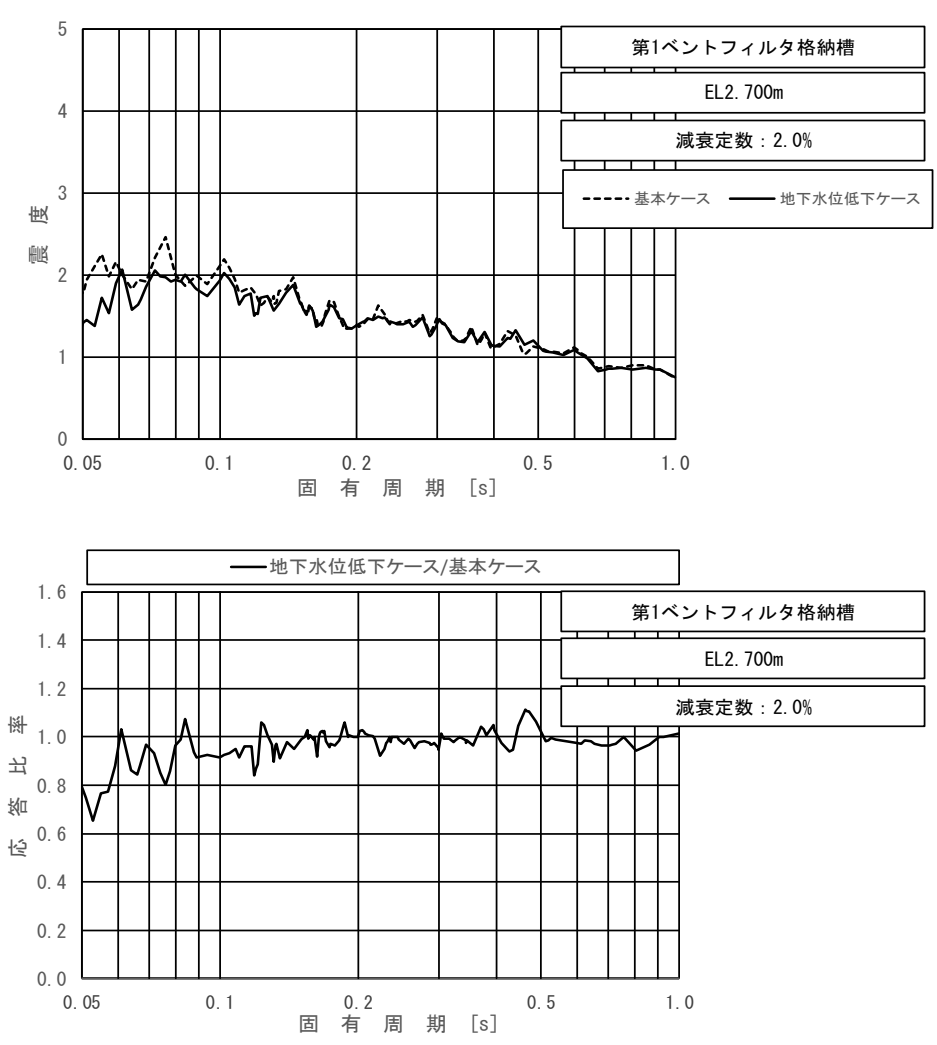


図 3.1.6-3 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL2.700m, 減衰 2.0%)

### 3.1.7 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の震度を表 3.1.7-1~3, 床応答スペクトルを図 3.1.7-1~3 に示す。

表 3.1.7-1 震度 (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS))

構造物名	節点番号		標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向			① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (水室)	NS断面 (ポンプ室)				
低圧原子炉 代替注水 ポンプ格納 槽	—	2042	18.300	0.95	0.94	0.99
	1931	1946 2121	14.700	0.98	1.08	1.11
	1939	1954	8.200	0.84	0.77	0.92
	1949 2189	1964	0.700	0.68	0.68	1.00

表 3.1.7-2 震度 (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW))

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	EW断面				
低圧原子炉 代替注水 ポンプ格納 槽	2743	18.300	1.01	1.02	1.01
	2397 2751	14.700	1.00	1.00	1.00
	2404	8.200	0.86	0.87	1.02
	2413 2777 3472	0.700	1.22	1.07	0.88

表 3.1.7-3 震度（低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽）  
 （基準地震動 S s - D（++），鉛直方向）

構造物名	節点番号			標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② 地下水位 低下ケース	
	NS断面 (水室)	NS断面 (ポンプ室)	EW断面				
低圧原子炉 代替注水ポンプ 格納槽	—	2042	2743	18.300	0.69	0.78	1.14
	1931	1946 2121	2397 2751	14.700	0.82	0.76	0.93
	1939	1954	2404	8.200	0.59	0.87	1.48
	1949 2189	1964	2413 2777 3472	0.700	0.56	0.85	1.52

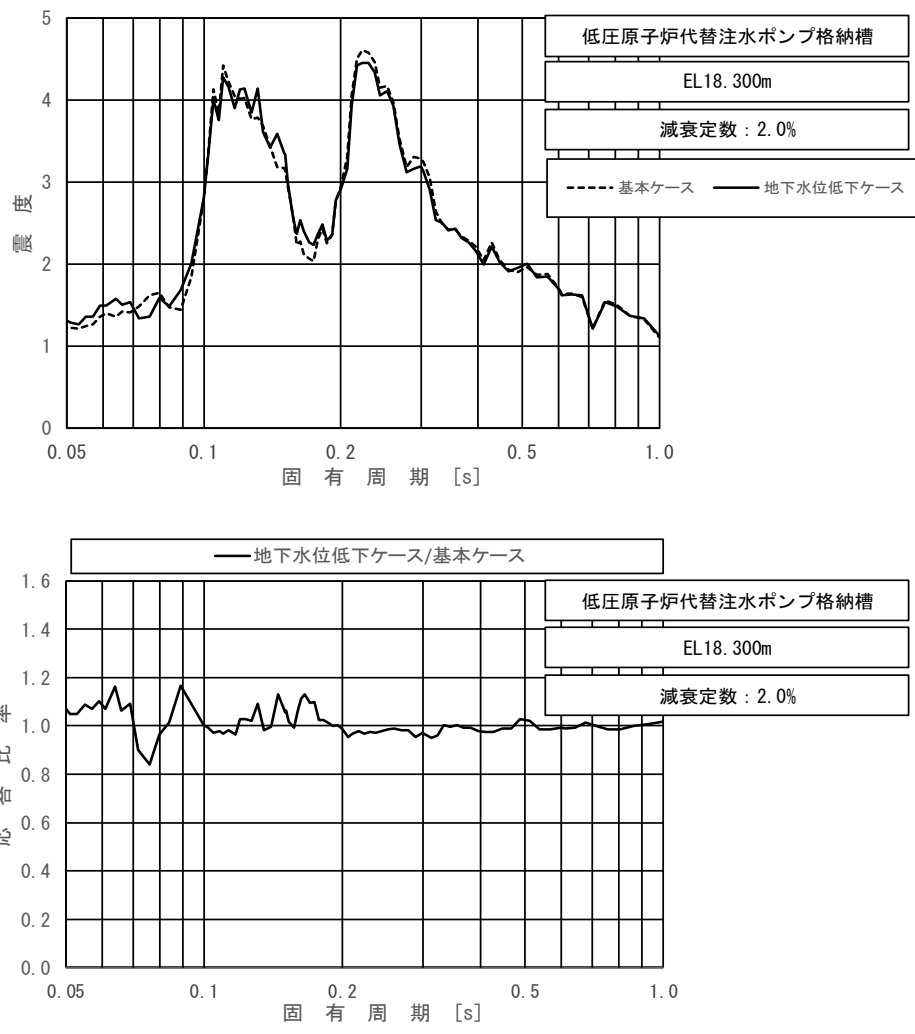


図 3.1.7-1 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL18.300m , 減衰 2.0%)

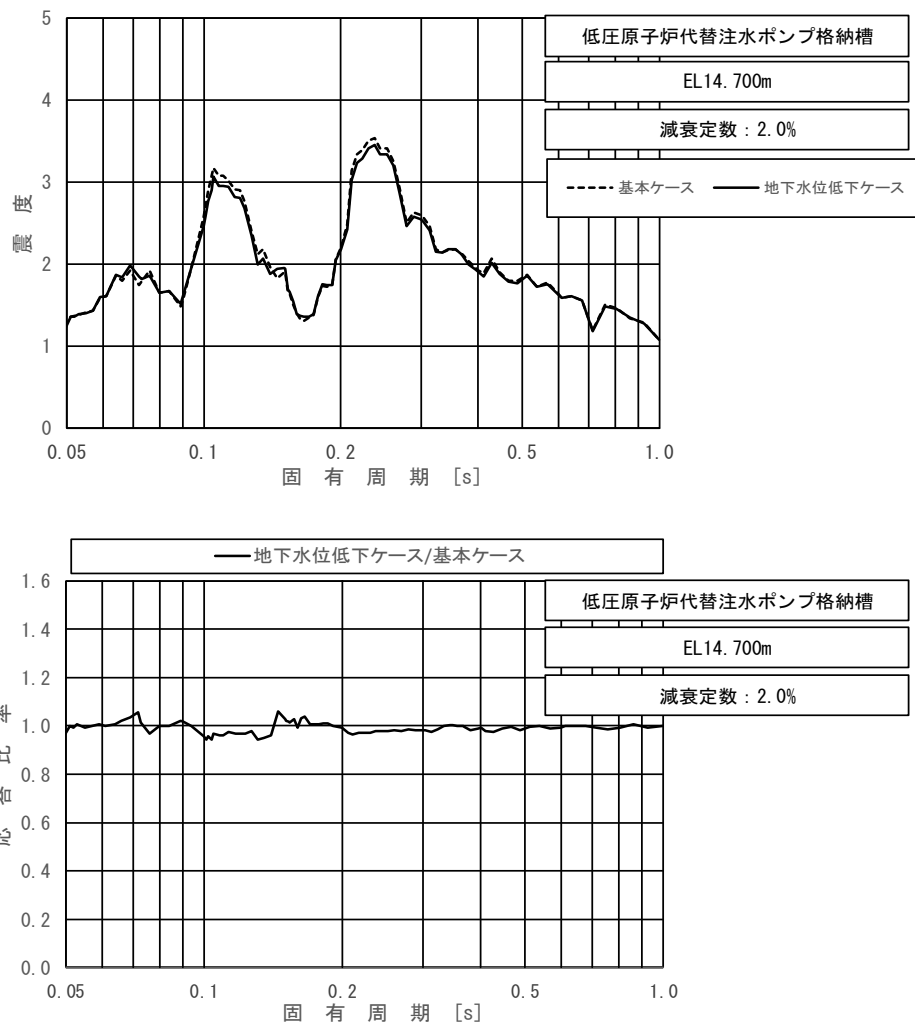


図 3.1.7-1 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL14.700m , 減衰 2.0%)

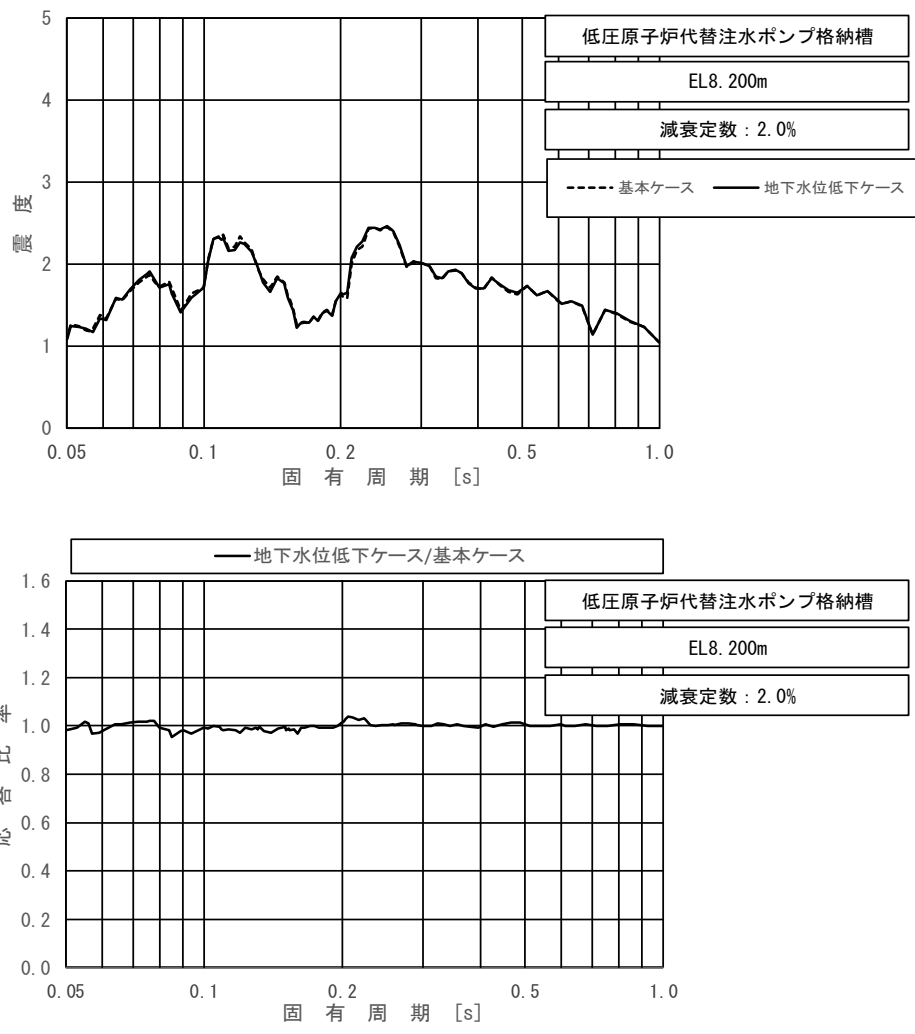


図 3.1.7-1 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S<sub>s</sub>-D (++) , 水平方向 (NS), EL8.200m, 減衰 2.0%)



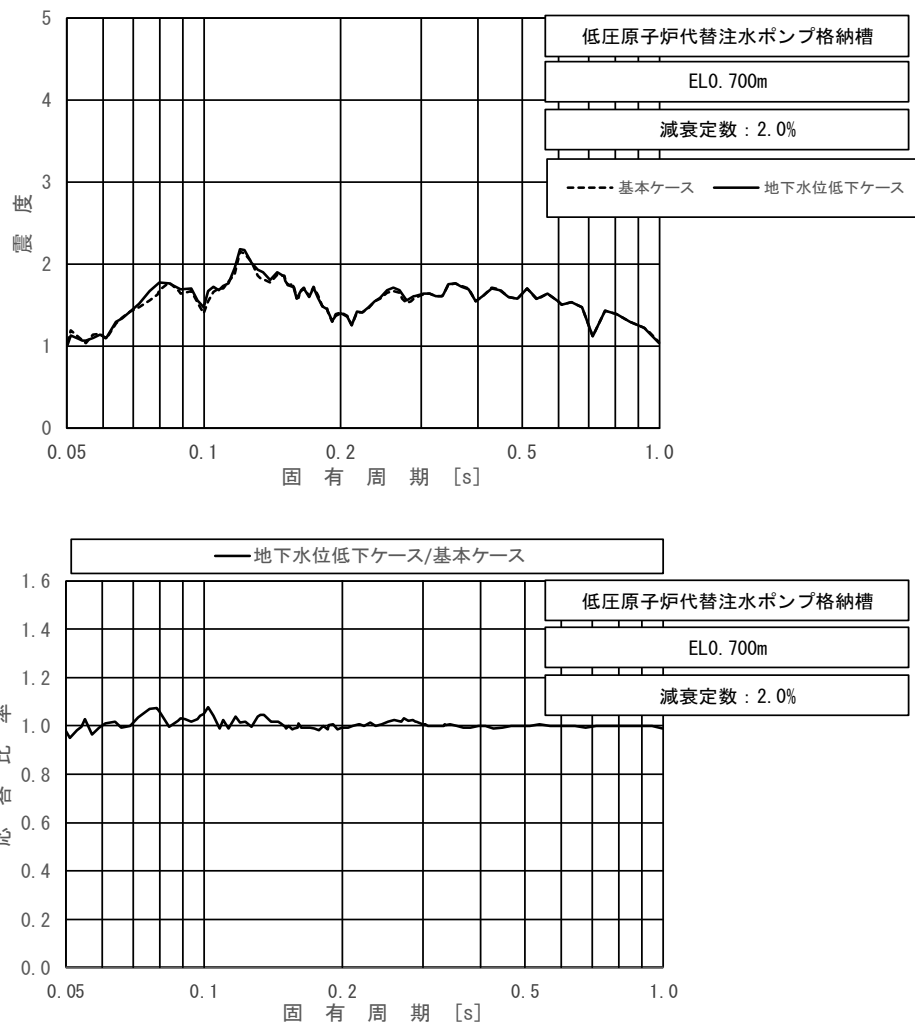


図 3.1.7-1 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++)，水平方向 (NS)，EL0.700m，減衰 2.0%)

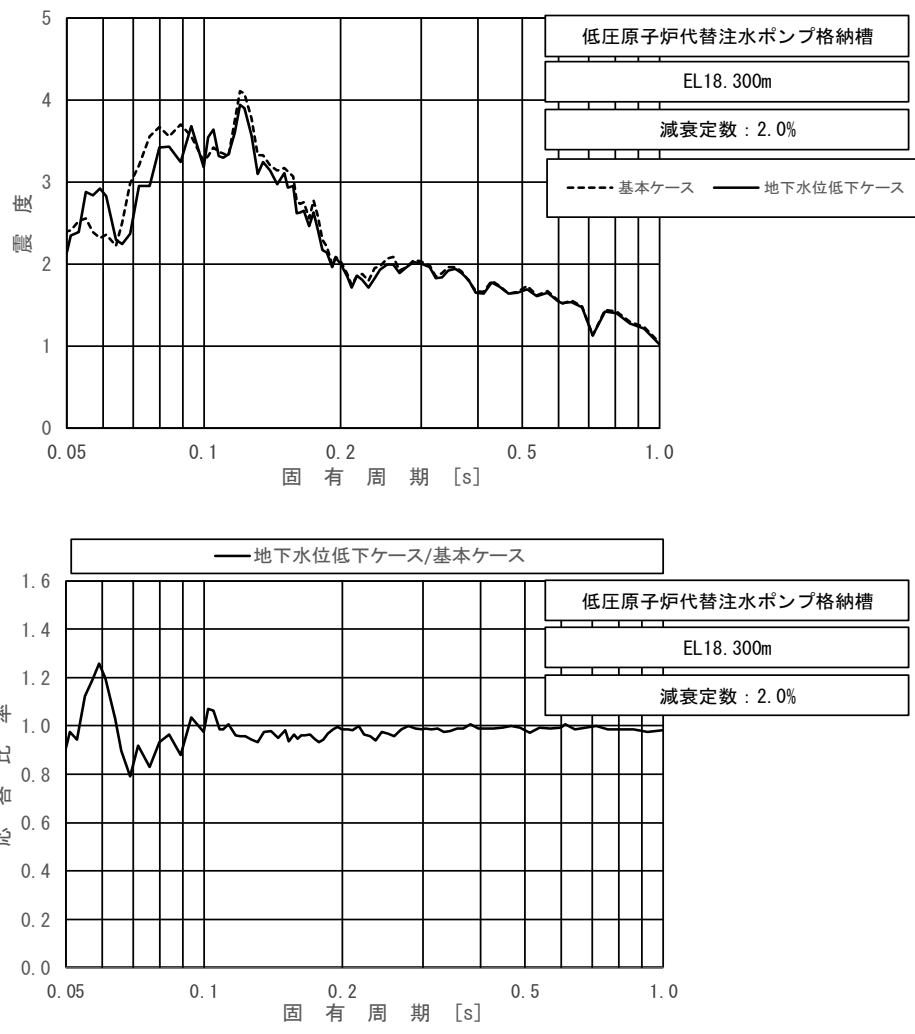


図 3.1.7-2 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW), EL18.300m, 減衰 2.0%)

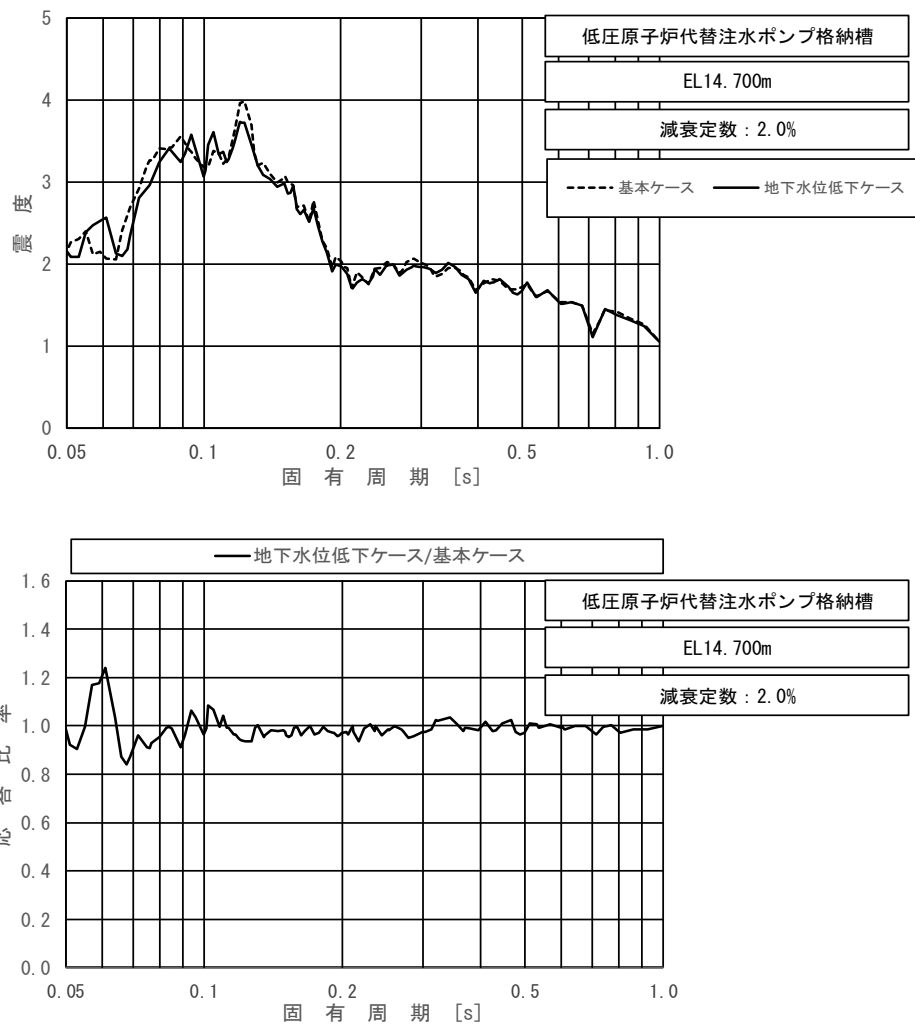


図 3.1.7-2 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW), EL14.700m, 減衰 2.0%)

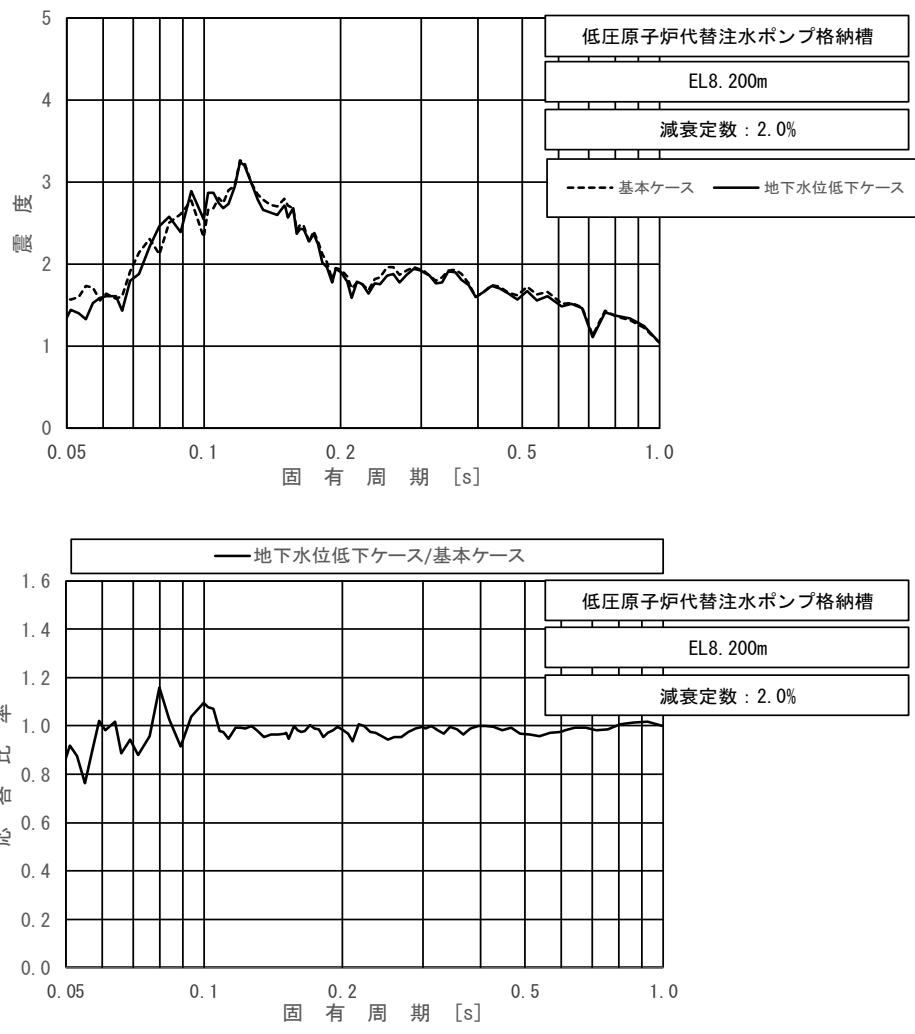


図 3.1.7-2 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S<sub>s</sub>-D (++) , 水平方向 (E W), EL8.200m, 減衰 2.0%)

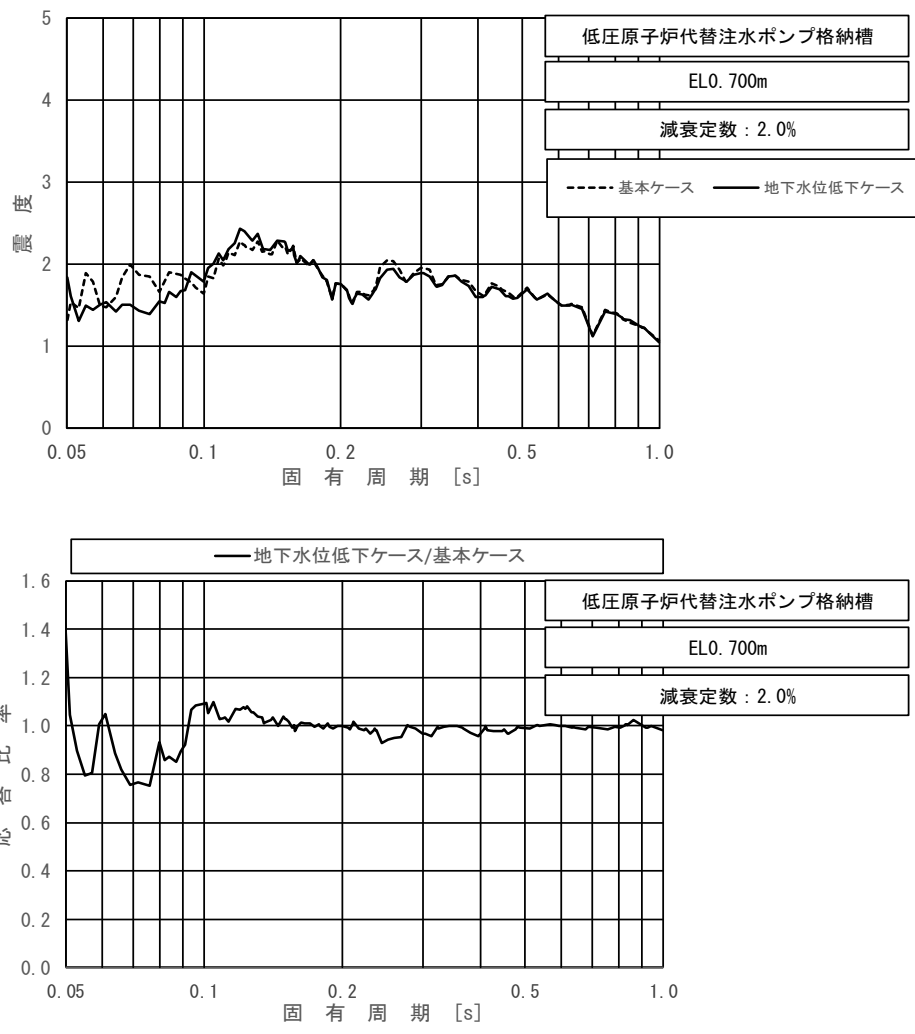


図 3.1.7-2 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL0.700m, 減衰 2.0%)

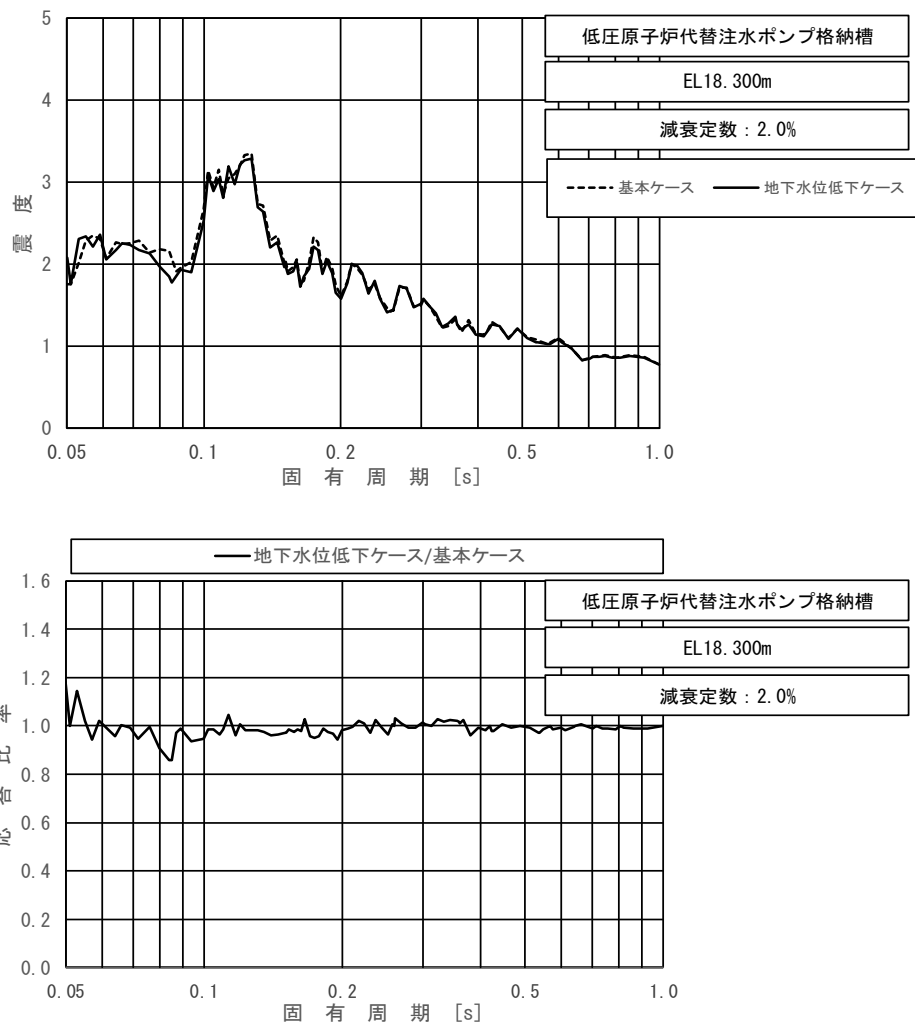


図 3.1.7-3 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL18.300m, 減衰 2.0%)

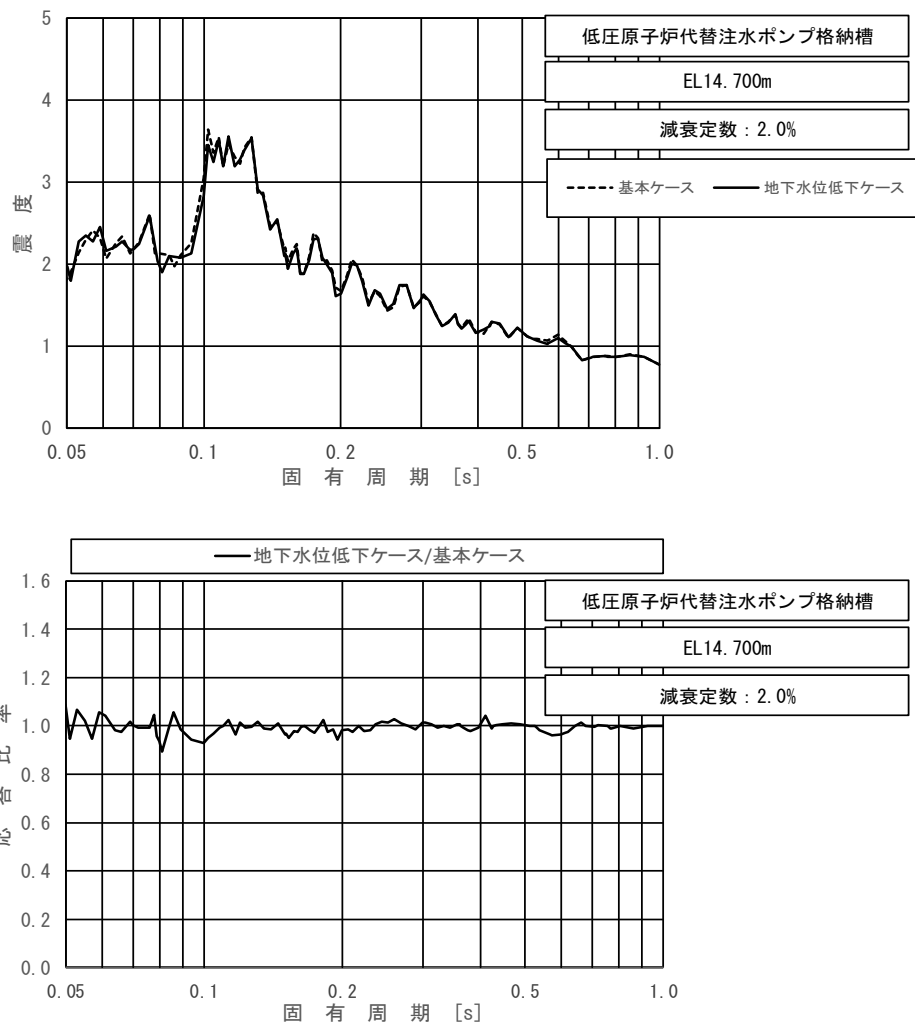


図 3.1.7-3 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++)，鉛直方向，EL14.700m，減衰 2.0%)

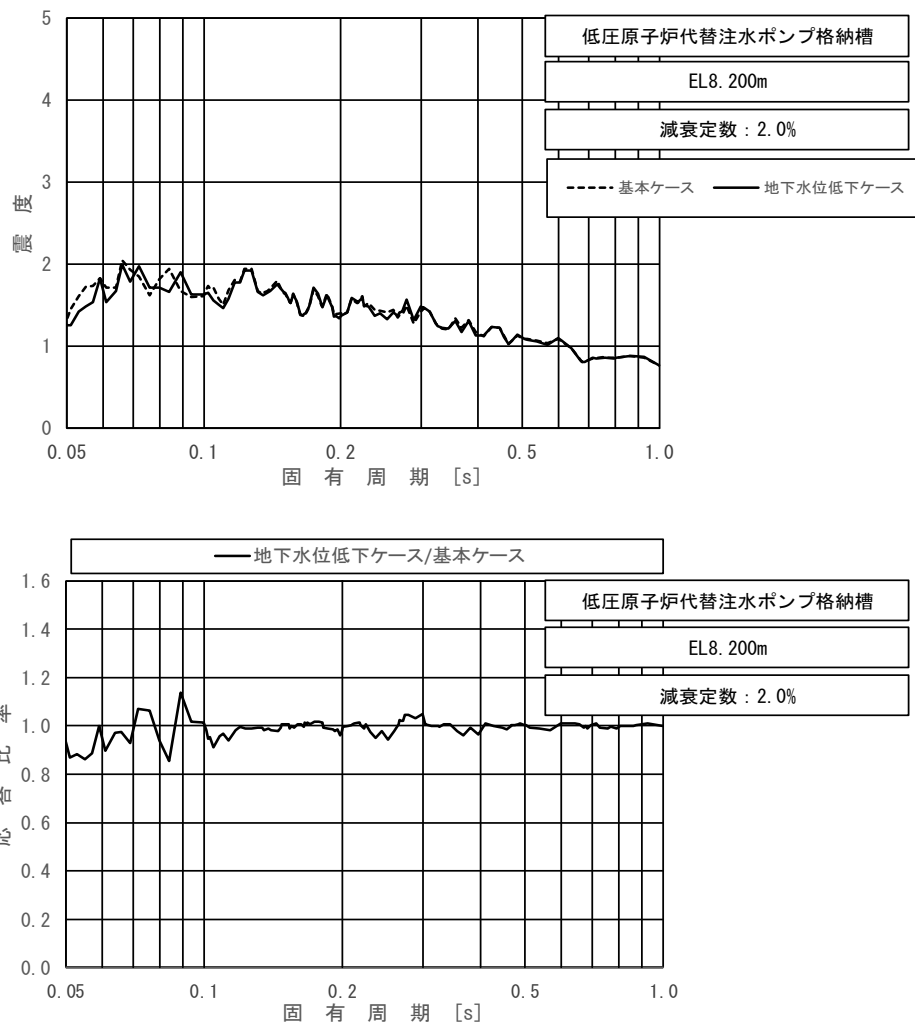


図 3.1.7-3 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++)，鉛直方向，EL8.200m，減衰 2.0%)



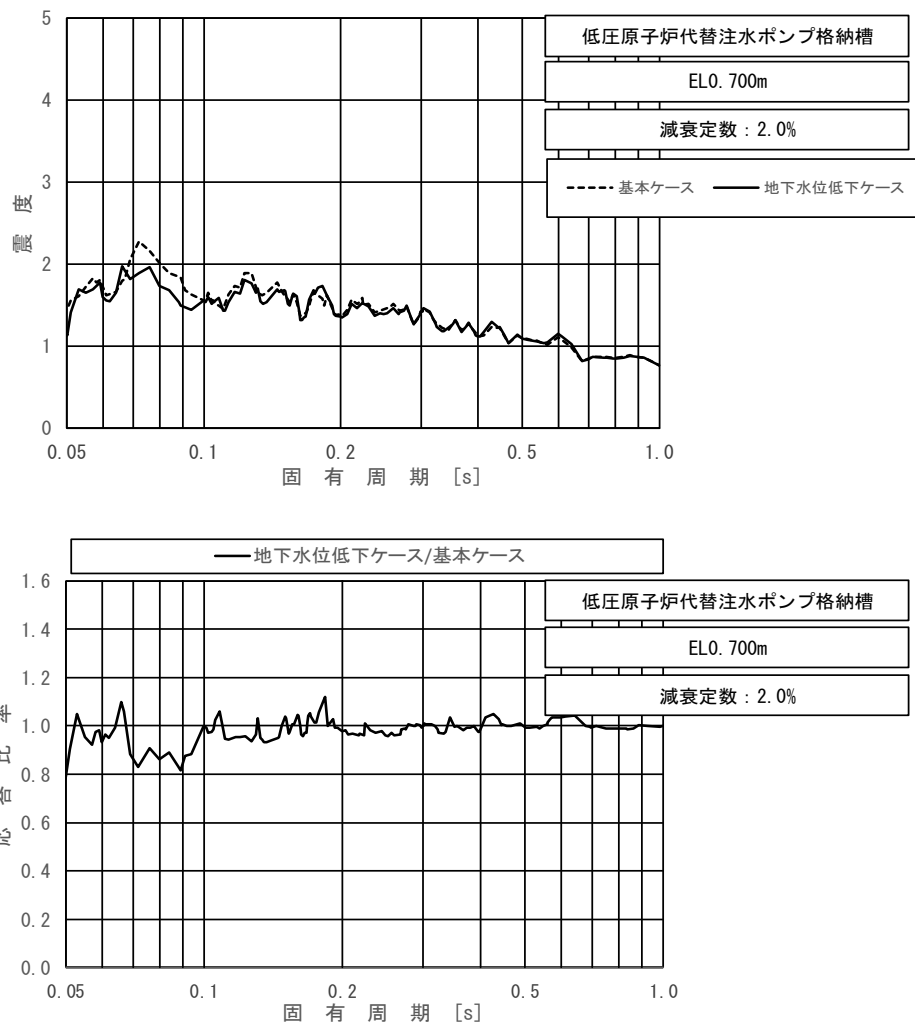


図 3.1.7-3 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++)，鉛直方向，EL0.700m，減衰 2.0%)

### 3.2 簡易評価①

簡易評価①の結果、一部の設備（2設備）を除き、応答比率が設備の裕度以下となることを確認した。応答比率が裕度を上回った設備の結果を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 応答比率が裕度を上回った 2 設備の簡易評価①の結果  
(地下水位低下ケースの影響検討)

構造物及び標高	設備名称	評価部位	応力分類	一次固有周期 (s)	設計用条件の種類	今回工認の耐震評価 (基準地震動 S s)			簡易評価①	
						発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度	応答比率	結果
取水槽 EL 8.800m	配管 (HPSW-T-1)	配管本体	一次+二次応力		設計用条件 I	323	490	1.51	1.74	×
低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 EL 8.200m	SA ロードセンタ	取付ボルト	引張		設計用条件 II を上回る	161	210	1.30	1.48	×

### 3.3 影響検討条件作成及び条件比率算定

簡易評価①において応答比率が設備の裕度を上回った設備が設置される以下の構造物について影響検討条件を作成し、条件比率を算定した結果を 3.3.1 及び 3.3.2 に示す。

#### 【対象構造物】

- ・ 取水槽（海水ポンプエリア）（震度及び床応答スペクトル）
- ・ 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽（震度）

#### 3.3.1 取水槽

取水槽の地下水位低下震度を表 3.3.1-1~3, 地下水位低下床応答スペクトルを図 3.3.1-1~3 に示す。

表 3.3.1-1 地下水位低下震度（取水槽（海水ポンプエリア））（NS方向）

構造物	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS断面		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 地下水位低下耐震条件	③/①	③/②
取水槽 (海水ポンプエリア)	10095 10299 10512	8.800	1.39	2.09	1.44	1.04	0.69
	10208	1.100	1.05	1.58	1.05	1.00	0.67
	10008	-9.800	0.88	1.32	0.88	1.00	0.67

表 3.3.1-2 地下水位低下震度（取水槽（海水ポンプエリア））（EW方向）

構造物	質点番号		標高 EL(m)	震度×1.2			条件比率	
	EW断面 (海水ポンプエ リア)			① 設計用 I	② 設計用 II	③ 地下水位低下 耐震条件	③/①	③/②
取水槽 (海水ポンプエリア)	3000 3033		8.800	1.83	2.58	1.66	0.91	0.65
	41 51 62		1.100	1.11	1.50	1.04	0.94	0.70
	7 17 28		-9.800	0.93	1.23	0.82	0.89	0.67

表 3.3.1-3 地下水位低下震度（取水槽（海水ポンプエリア））（鉛直方向）

構造物	質点番号		標高	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向			① 設計用 I	② 設計用 II	③ 地下水位低下 耐震条件	③/①	③/②
	NS断面	EW断面 (海水ポンプエ リア)						
取水槽 (海水ポンプエリア)	10095 10299 10512	3000 3033	8.800	0.97	1.16	0.77	0.80	0.67
	10208	41 51 62	1.100	0.87	1.13	0.75	0.87	0.67
	10008	7 17 28	-9.800	0.72	0.92	0.61	0.85	0.67

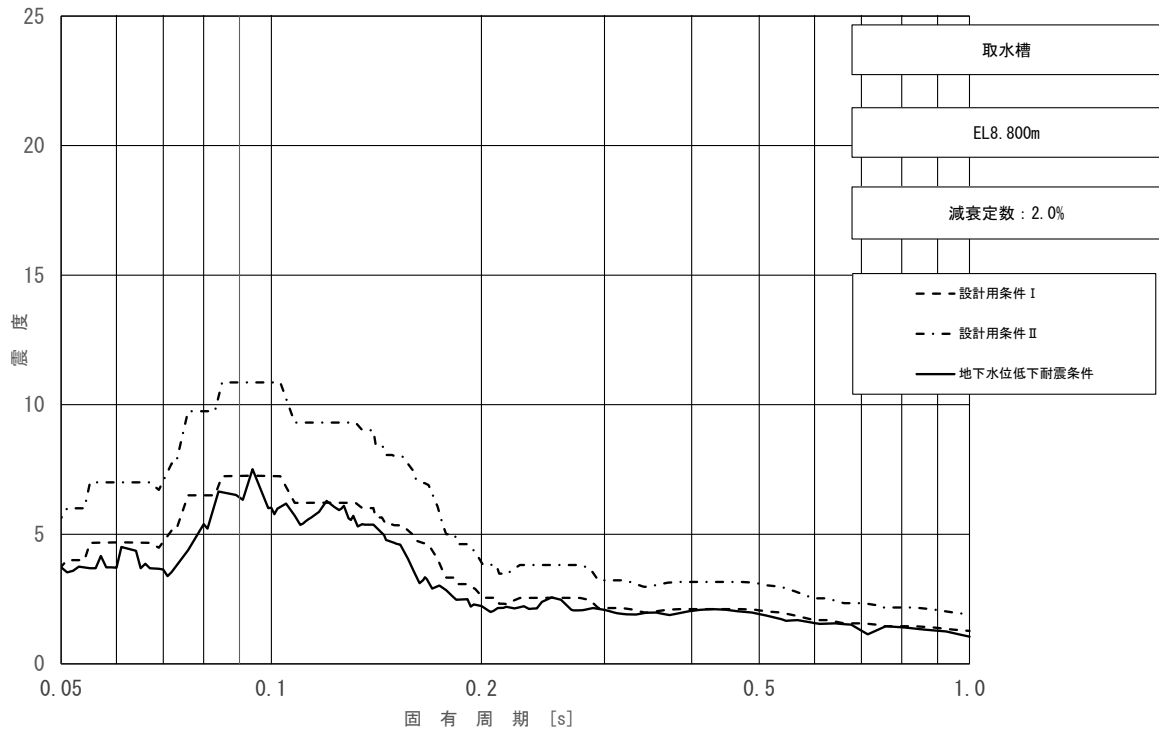


図 3.3.1-1(1/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
(水平方向 (N S 方向), EL.800m, 減衰 2.0%)

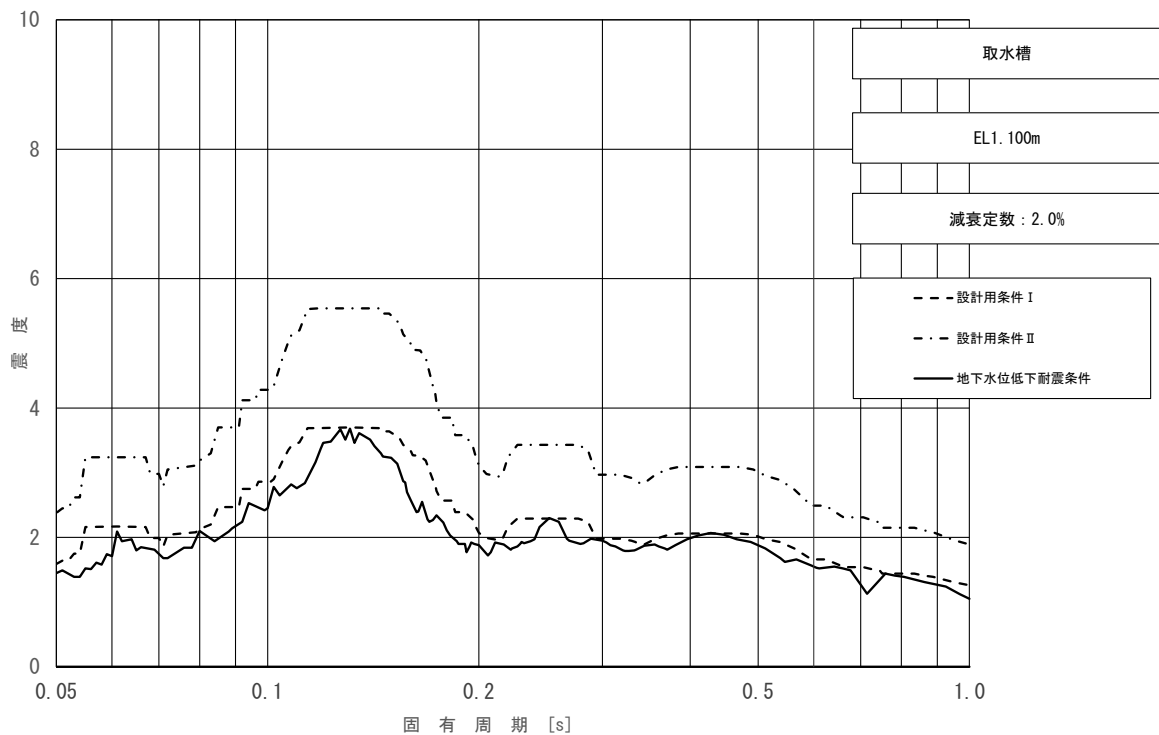


図 3.3.1-1(2/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
(水平方向 (N S 方向), EL.100m, 減衰 2.0%)

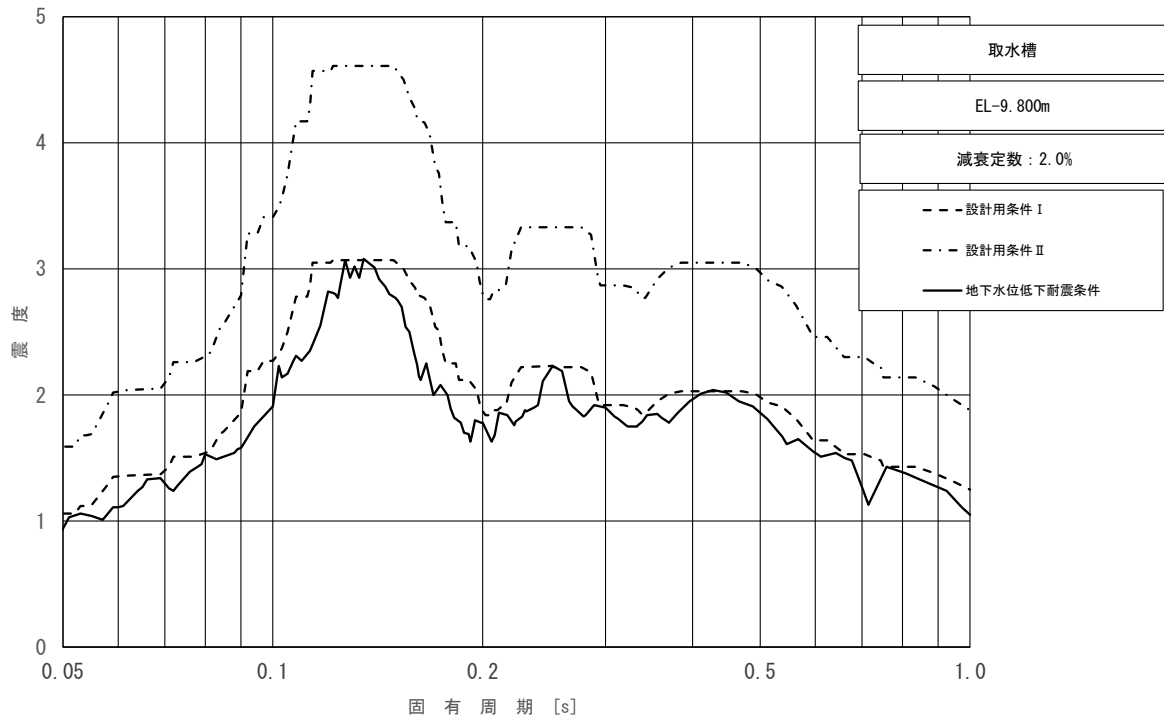


図 3.3.1-1(3/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
(水平方向 (N S方向), EL-9.800m, 減衰 2.0%)

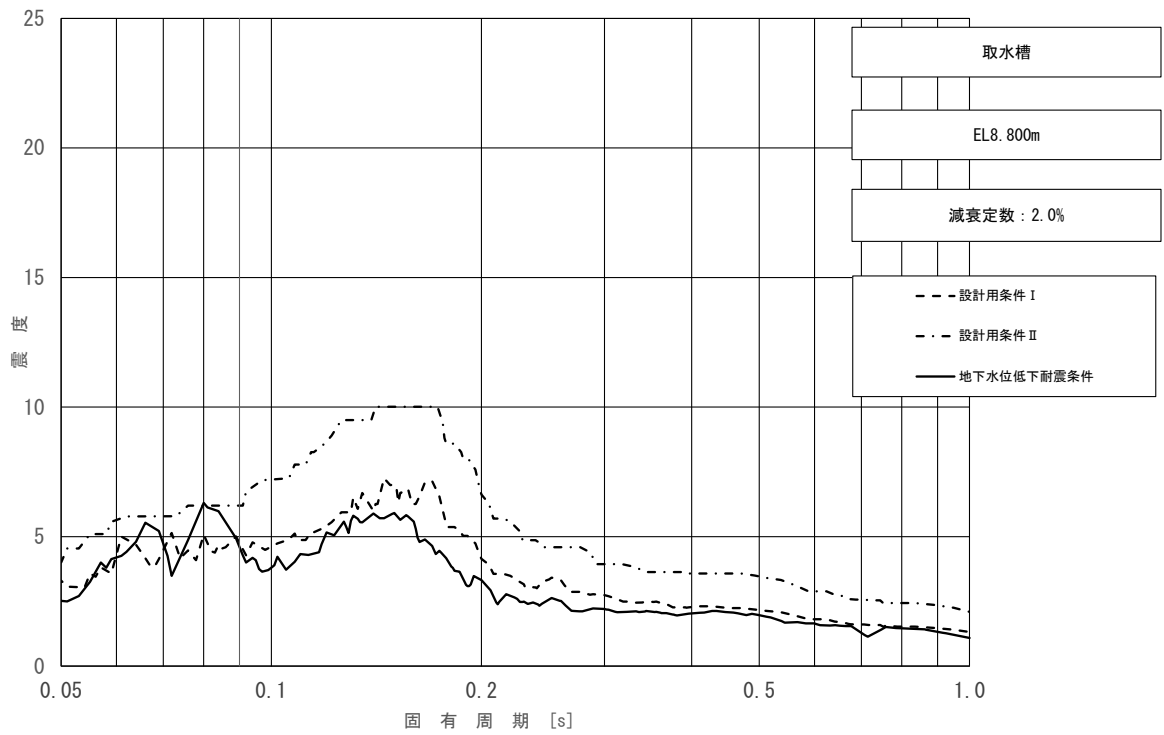


図 3.3.1-2(1/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
(水平方向 (E W方向), EL8.800m, 減衰 2.0%)

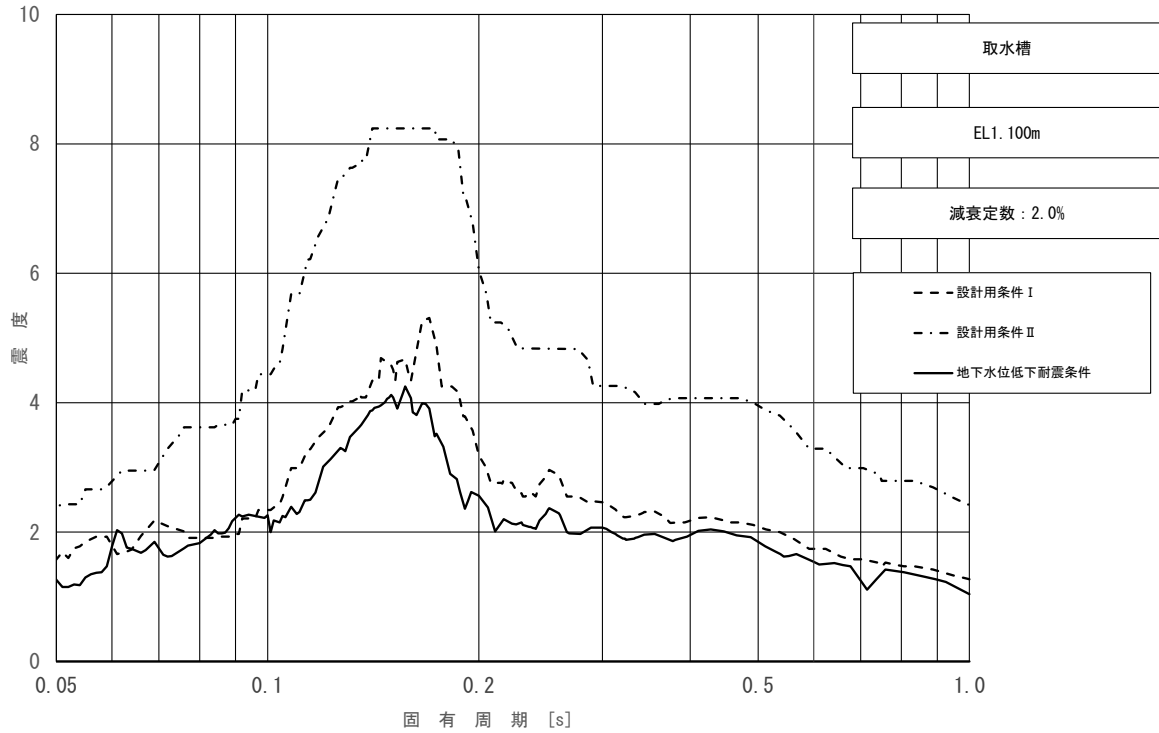


図 3.3.1-2(2/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
(水平方向 (EW方向), EL1.100m, 減衰 2.0%)

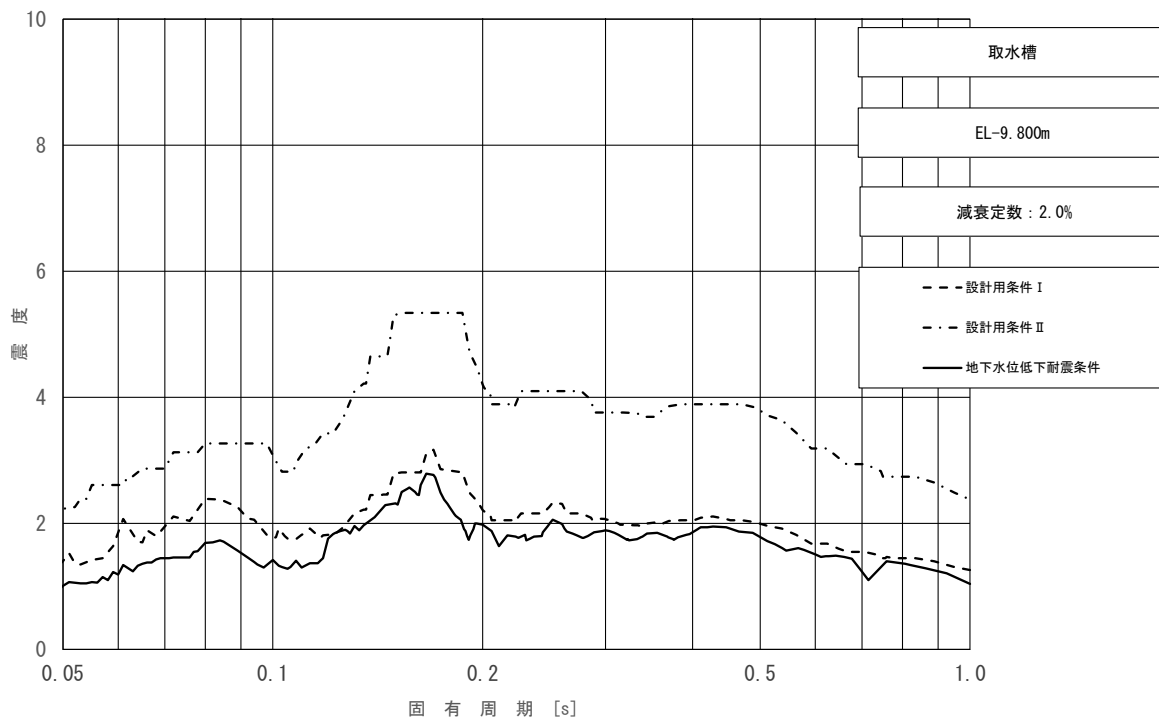


図 3.3.1-2(3/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
(水平方向 (EW方向), EL-9.800m, 減衰 2.0%)

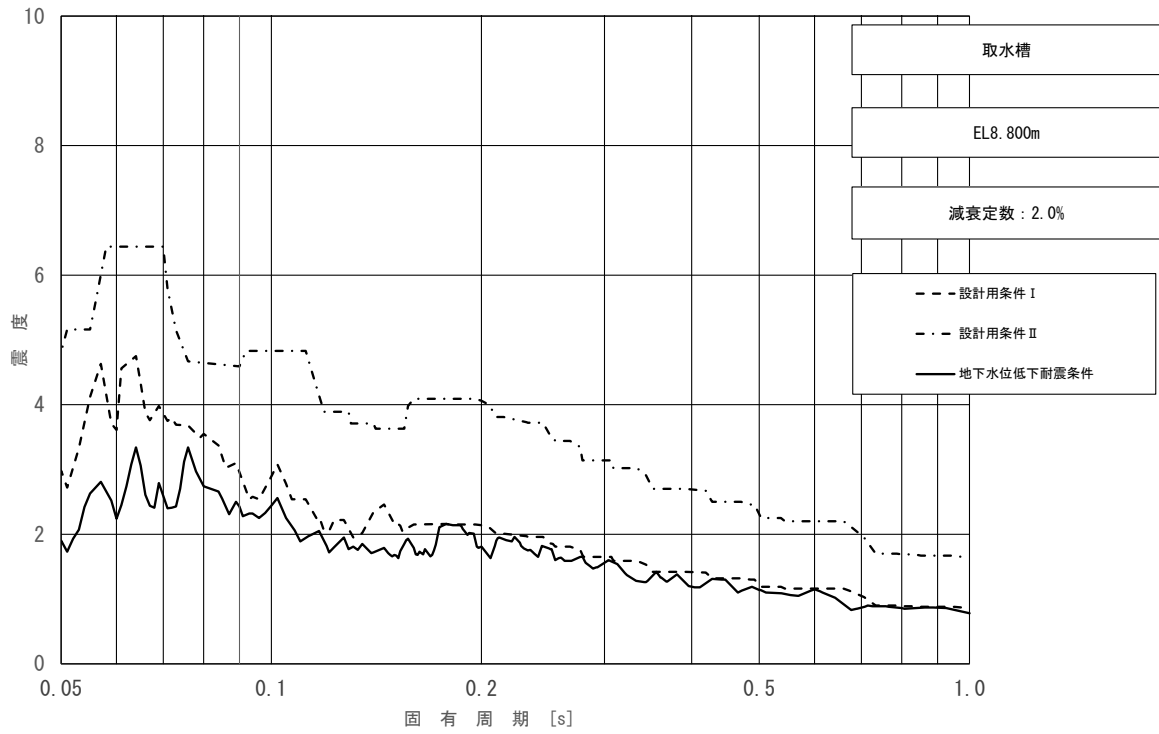


図 3.3.1-3(1/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
(鉛直方向, EL. 800m, 減衰 2.0%)

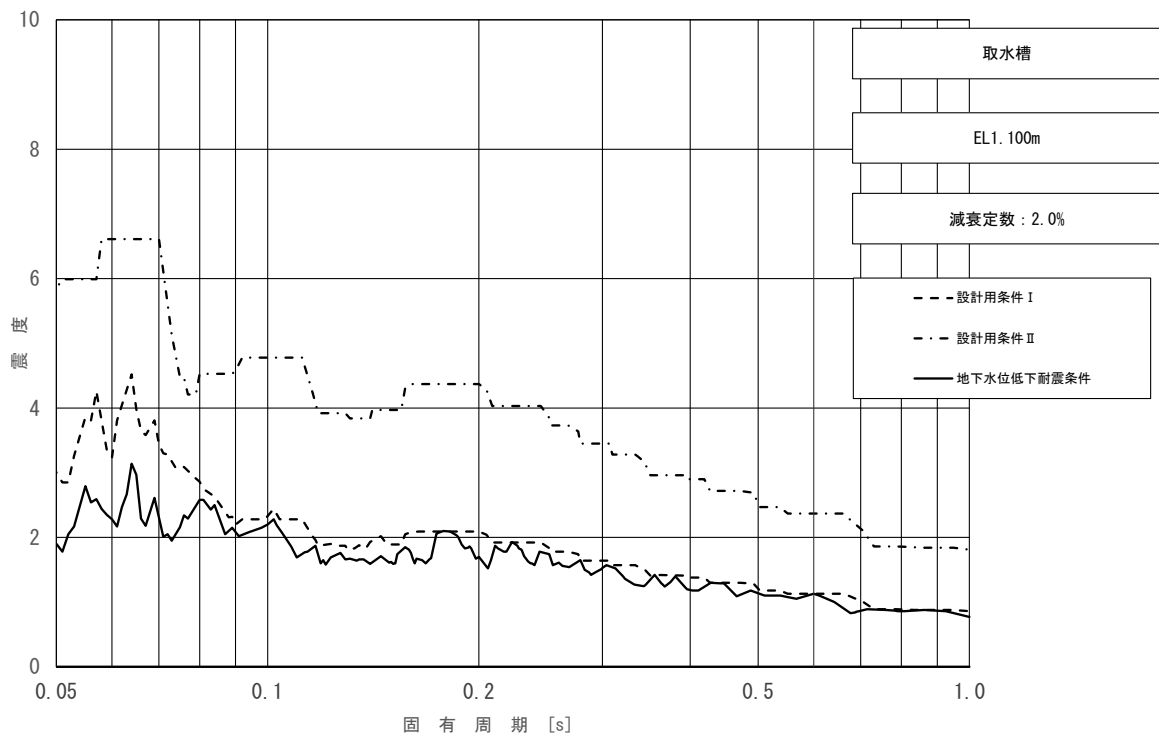


図 3.3.1-3(2/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
(鉛直方向, EL. 100m, 減衰 2.0%)

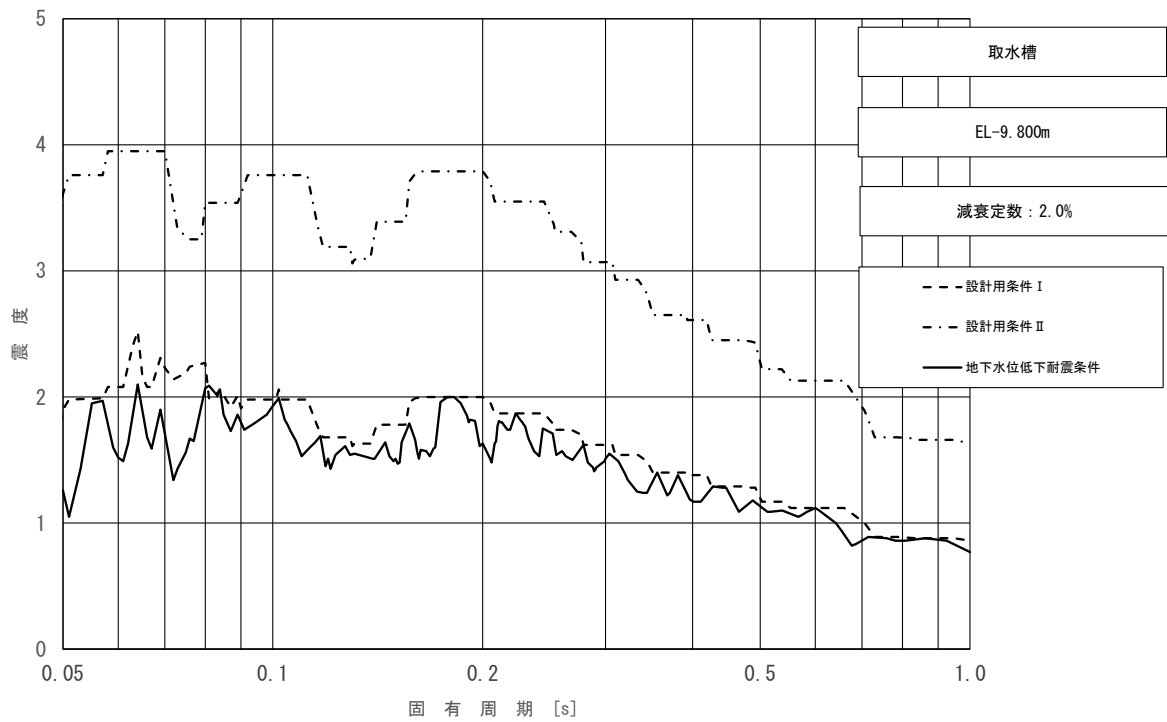


図 3.3.1-3 (3/3) 地下水位低下床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (鉛直方向, EL-9.800m, 減衰 2.0%)



### 3.3.2 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の地下水位低下震度を表 3.3.2-1~3 に示す。

表 3.3.2-1 地下水位低下震度（低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽）（NS方向）

構造物名	質点番号		標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS方向 (水室)	NS断面 (ポンプ室)		① 設計用 I	② 設計用 II	③ 地下水位低下耐 震条件	③/①	③/②
低圧原子炉代替注水 ポンプ 格納槽	—	2042	18.300	1.60	2.12	1.40	0.88	0.67
	1931	1946 2121	14.700	1.46	1.77	1.31	0.90	0.75
	1939	1954	8.200	1.00	1.50	0.92	0.92	0.62
	1949 2189	1964	0.700	0.82	1.23	0.82	1.00	0.67

表 3.3.2-2 地下水位低下震度（低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽）（EW方向）

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 地下水位低下耐 震条件	③/①	③/②
低圧原子炉代替注水 ポンプ 格納槽	2743	18.300	1.35	2.01	1.36	1.01	0.68
	2397 2751	14.700	1.24	1.86	1.24	1.00	0.67
	2404	8.200	1.14	1.68	1.15	1.01	0.69
	2413 2777 3472	0.700	3.62	3.75	1.83	0.51	0.49

表 3.3.2-3 地下水位低下震度（低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽）（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 地下水位低下耐 震条件	③/①	③/②
	NS断面 (水室)	NS断面 (ポンプ 室)	EW断面						
低圧原子炉代替 注水ポンプ格納 槽	—	2042	2743	18.300	0.92	1.35	1.03	1.12	0.77
	1931	1946 2121	2397 2751	14.700	0.98	1.47	0.92	0.94	0.63
	1939	1954	2404	8.200	1.70	1.71	1.10	0.65	0.65
	1949 2189	1964	2413 2777 3472	0.700	2.73	3.63	3.68	1.35	1.02

### 3.4 簡易評価②

簡易評価①において応答比率が設備の裕度を上回った2設備について簡易評価②を行った結果を表3.4-1に示す。

表3.4-1のとおり、条件比率が設備の裕度以下となることを確認した。

表3.4-1 簡易評価①において応答比率が設備の裕度を上回った2設備の簡易評価結果  
(地下水位低下ケースの影響検討)

構造物及び標高	設備名称	評価部位	応力分類	一次固有周期 (s)	設計用条件の種類	今回工認の耐震評価 (基準地震動 S s)			簡易評価①		簡易評価②	
						発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度	応答比率	結果	条件比率	結果
取水槽 EL 8.800m	配管 (HPSW-T-1)	配管本体	一次+二次応力		設計用条件 I	323	490	1.51	1.74	×	1.39	○
低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽 EL 8.200m	SAロードセンタ	取付ボルト	引張		設計用条件 II を上回る	161	210	1.30	1.48	×	0.65	○

### 4. まとめ

屋外重要土木構造物等に対して地下水位が低下している状態を考慮した場合の機器・配管系への影響評価について、簡易評価の結果、全ての設備について条件比率（又は応答比率）が設備の裕度以下となることを確認した。

以上より、屋外重要土木構造物等に対して地下水位が低下している状態を仮定した場合でも機器・配管系の耐震性に影響はないことを確認した。

補足-027-16-2 屋外重要土木構造物等における機器・配管系  
に対する影響検討（コンクリート実強度）

## 目 次

1. 概要.....	1
2. 検討方針.....	1
2.1 応答比較.....	4
2.2 簡易評価①.....	4
2.3 影響検討条件の作成.....	5
2.4 条件比率の算定.....	6
2.5 簡易評価②.....	6
2.6 詳細評価.....	6
3. 検討結果.....	7
3.1 応答比較.....	7
3.1.1 取水槽.....	7
3.1.2 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）.....	22
3.1.3 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽.....	25
3.1.4 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）.....	40
3.1.5 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）.....	47
3.1.6 第1ベントフィルタ格納槽.....	54
3.1.7 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽.....	65
3.1.8 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎.....	79
3.1.9 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）.....	82
3.2 簡易評価①.....	85
3.3 影響検討条件作成及び条件比率算定.....	85
3.3.1 第1ベントフィルタ格納槽.....	85
3.4 簡易評価②.....	87
3.5 詳細評価.....	87
4. まとめ.....	88

## 1. 概要

本資料は、屋外重要土木構造物等についてコンクリート剛性を実強度に変更した場合（以下「コンクリート実強度ケース」という。）の機器・配管系への影響について、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、検討を行うものである。

## 2. 検討方針

下記の屋外重要土木構造物等を検討対象として、コンクリート実強度ケースの機器・配管系の耐震評価結果に対する影響を確認する。影響検討フローを図 2-1 に示す。

- (1) 取水槽
- (2) 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）
- (3) B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽
- (4) 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）
- (5) 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）
- (6) 第1 ベントフィルタ格納槽
- (7) 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽
- (8) ガスタービン発電機用軽油タンク基礎
- (9) 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）

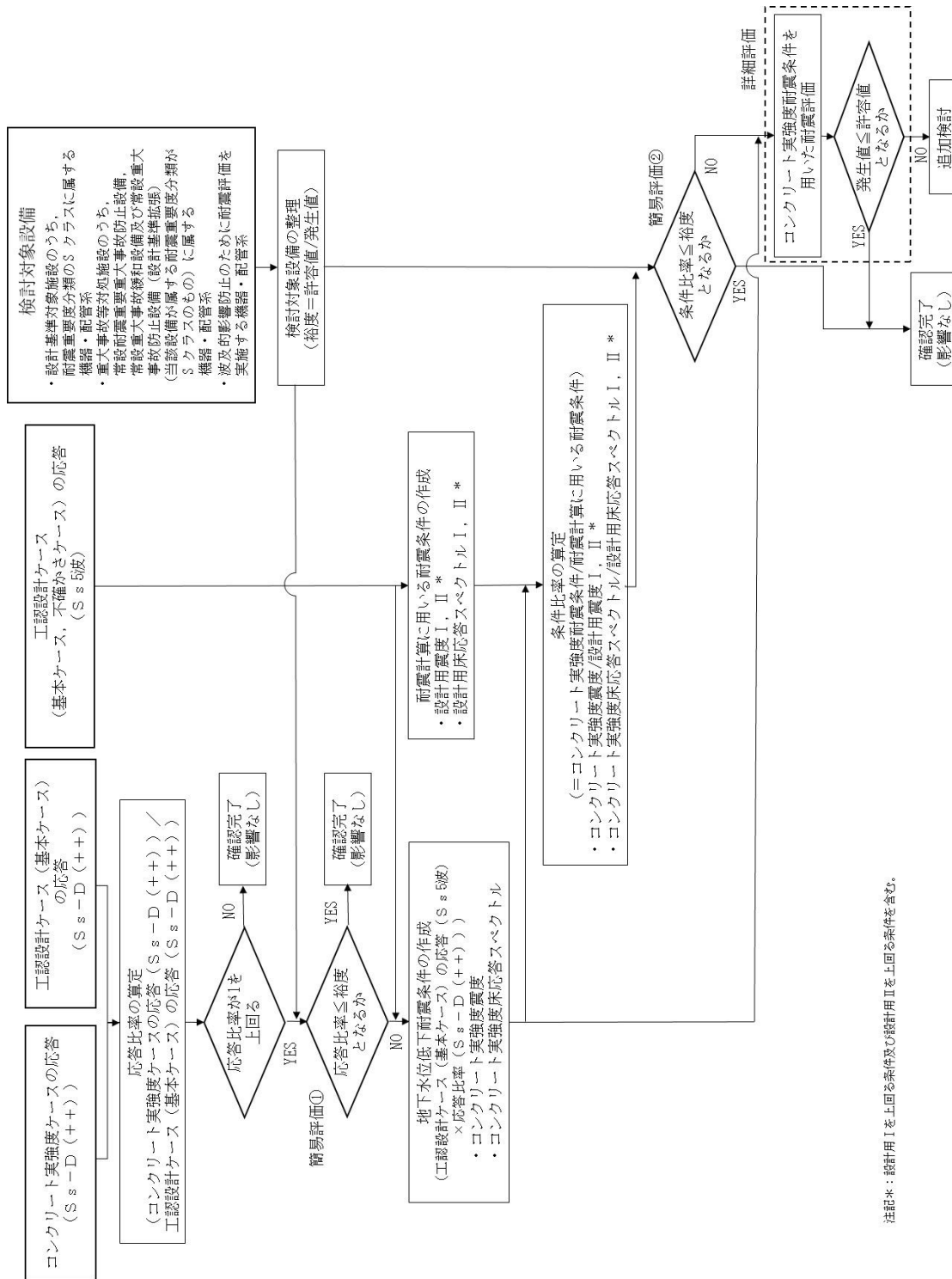
影響検討の対象は、上記の屋外重要土木構造物等に設置される以下の機器・配管系とする。

- ・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）
- ・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

なお、機器・配管系への屋外重要土木構造物等におけるコンクリート実強度ケースの影響の考慮にあたっては、以下の資料に示す「材料物性のばらつきを考慮した解析ケース」の地震応答解析結果を用いる。

- ・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（参考資料7）
- ・補足-026-03 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（参考資料2）
- ・補足-026-04 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納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（参考資料1）
- ・補足-026-05 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（参考資料1）

- ・補足-026-06 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）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（参考資料 1）
- ・補足-026-09 第 1 ベントフィルタ格納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（参考資料 2）
- ・補足-026-10 低圧原子炉代替注水ポンプ格納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（参考資料 2）
- ・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（参考資料 2）
- ・補足-026-13 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（参考資料 1）



注記\*: 設計用 I を上回る条件及び設計用 II を上回る条件を含む。

図 2-1 コンクリート実強度ケースの影響検討フロー

## 2.1 応答比較

工認基本ケースとコンクリート実強度ケースの地震応答解析結果から算出した応答を用い、最大応答加速度（震度）の比及び固有周期（0.05～1.0s）における周期毎の床応答スペクトルの比として応答比率を算出する。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。

応答比率算出のための地震応答解析は、基準地震動  $S_s$  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  $S_s-D$  のうち、 $S_s-D(++)$ （地震動の位相を反転させないケース）を代表として用いる。

応答比較の結果、全方向、全標高及び全固有周期（0.05～1.0s）における応答比率の最大値が1を上回る場合、その応答による影響を検討する。

$$\text{応答比率} = \frac{\text{コンクリート実強度ケースの応答 (S}_s\text{-D(++) )}}{\text{工認基本ケースの応答 (S}_s\text{-D(++) )}}$$

## 2.2 簡易評価①

2.1 で算定した応答比率と検討対象設備の裕度（許容値／発生値）の比較を行い、応答比率が設備の裕度を上回る設備を選定する。

なお、設備に応じた応答比率の簡易評価へ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応答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）における応答比率の最大値を算出し、全方向最大値を適用する。なお、保守的に固有周期（0.05～1.0s）における最大値あるいは設備の一次固有周期以下の最大値を用いる場合もある。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。

床応答スペクトルの応答比率の適用方法を図 2.2-1 に示す。

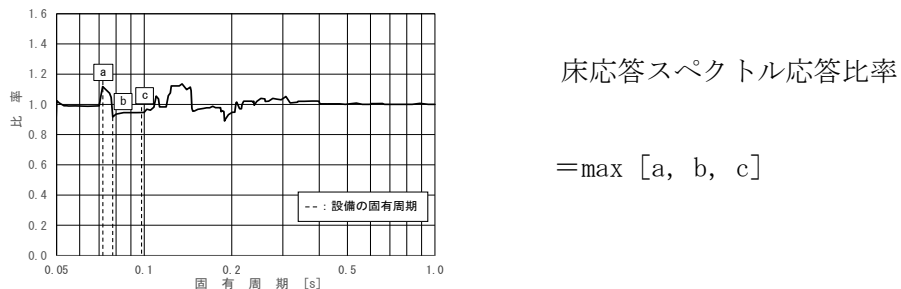


図 2.2-1 簡易評価に用いる各方向における床応答スペクトルの応答比率の適用方法  
(評価に床応答スペクトルを適用する設備)



### 2.3 影響検討条件の作成

簡易評価①で検討対象設備の裕度が応答比率を下回る場合は、コンクリート実強度を考慮した基準地震動 S s5 波の震度（以下「コンクリート実強度震度」という。）及び床応答スペクトル（以下「コンクリート実強度床応答スペクトル」という。）（以下、コンクリート実強度震度とコンクリート実強度床応答スペクトルを総称して「コンクリート実強度耐震条件」という。）を今回工認モデル（基本ケース）の S s5 波を用いた地震応答解析結果に応答比率を乗じることにより設定する。コンクリート実強度耐震条件の設定方法の詳細を以下に示す。

#### a. コンクリート実強度震度

コンクリート実強度震度は、各標高について、以下のように設定する。作成フローを図 2.3-1 に示す。

$$\text{コンクリート実強度震度} = \text{最大応答加速度 (基本ケース (S s5 波))} \times \text{応答比率}^{*1}$$

#### b. コンクリート実強度床応答スペクトル

コンクリート実強度床応答スペクトルは、各標高・各減衰について、以下のように設定する。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。作成フローを図 2.3-2 に示す。

$$\text{コンクリート実強度床応答スペクトル} = \text{床応答スペクトル (基本ケース (S s5 波))} \times \text{応答比率}^{*2}$$

注記\*1：応答比率は、最大応答加速度の比として算出したものを適用

\*2：応答比率は、周期ごとの床応答スペクトルの比として算出したものを適用

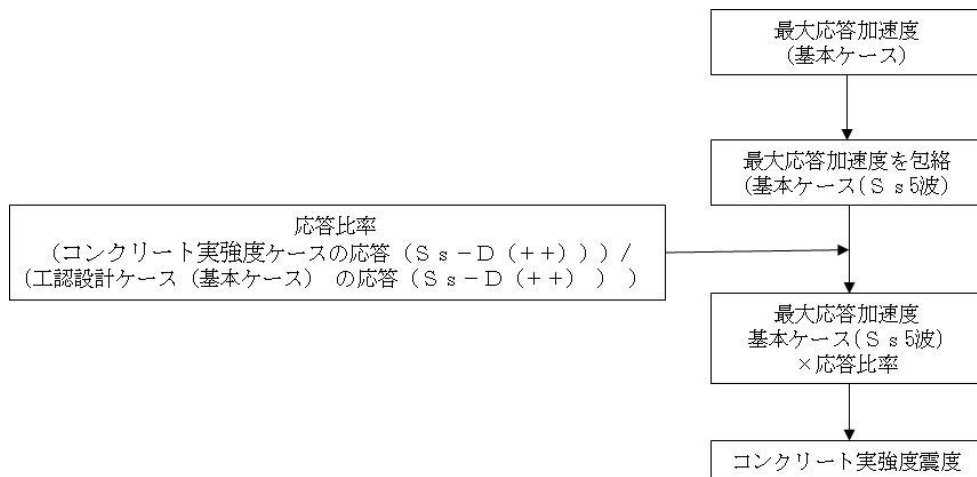


図 2.3-1 コンクリート実強度震度の作成フロー

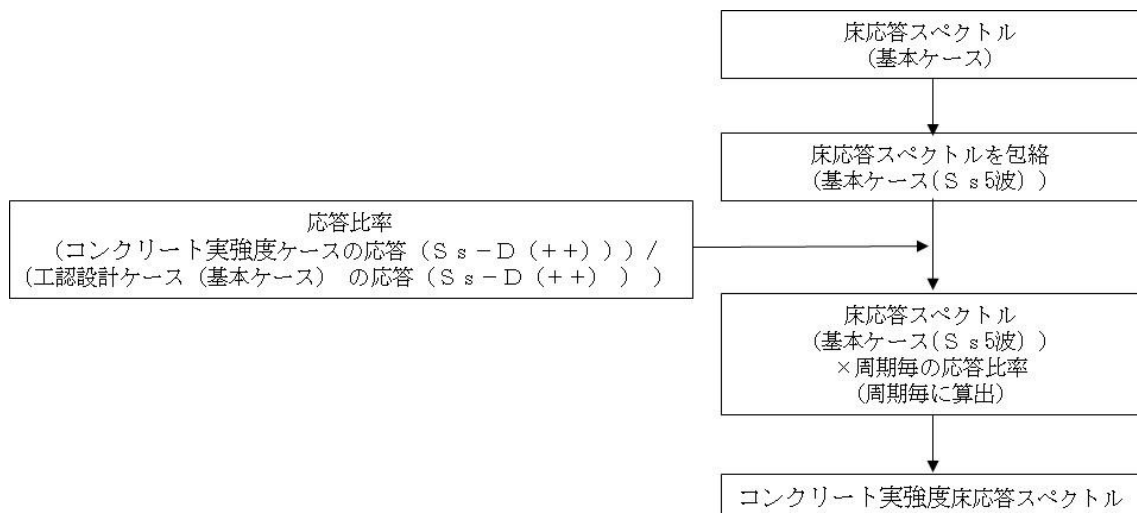


図 2.3-2 コンクリート実強度床応答スペクトルの作成フロー

## 2.4 条件比率の算定

2.3 で作成したコンクリート実強度耐震条件と耐震計算に用いる耐震条件との条件比率について、以下のように算定する。

### a. 震度

$$\text{条件比率} = \frac{\text{コンクリート実強度震度}}{\text{耐震計算に用いる設計用震度}}$$

### b. 床応答スペクトル

$$\text{条件比率} = \frac{\text{コンクリート実強度床応答スペクトル}}{\text{耐震計算に用いる設計用床応答スペクトル}}$$

## 2.5 簡易評価②

2.4 で算定した条件比率と設備の裕度の比較を行い、簡易評価により条件比率が設備の裕度を上回る設備を検討対象設備の代表として選定する。

なお、条件比率の適用方法は 2.2 と同様とする。

## 2.6 詳細評価

簡易評価②で応答比率が設備の裕度を上回った設備に対しては影響検討条件を用いた詳細評価（当該設備の耐震計算書と同様の評価手法（スペクトルモーダル解析など）による設備評価）を行い、発生値が許容値以下となることを確認する。

### 3. 検討結果

#### 3.1 応答比較

各屋外重要土木構造物等の各標高における震度及び床応答スペクトルの応答比率算定結果を3.1.1～3.1.9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。

応答比較の結果、3.1.1～3.1.9に示す通り、各屋外重要土木構造物等において、応答比率の最大値が1を上回ることを確認した。

##### 3.1.1 取水槽

取水槽の震度を表3.1.1-1～6、床応答スペクトルを図3.1.1-1～6に示す。

表3.1.1-1 震度（取水槽（海水ポンプエリア））  
（基準地震動S<sub>s</sub>-D（++），水平方向（NS））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面				
取水槽 （海水ポンプ エリア）	10095 10299 10512	8.800	1.09	1.05	0.97
	10208	1.100	0.88	0.85	0.97
	10008	-9.800	0.73	0.73	1.00

表3.1.1-2 震度（取水槽（海水ポンプエリア））  
（基準地震動S<sub>s</sub>-D（++），水平方向（EW））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	EW断面 （海水ポンプエリア）				
取水槽 （海水ポンプ エリア）	3000 3033	8.800	1.39	1.33	0.96
	41 51 62	1.100	0.81	0.82	1.02
	7 17 28	-9.800	0.68	0.68	1.00

表 3.1.1-3 震度（取水槽（海水ポンプエリア））  
（基準地震動 S<sub>s</sub>-D（++），鉛直方向）

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面	EW断面 (海水ポンプエリア)				
取水槽 (海水ポンプ エリア)	10095 10299 10512	3000 3033	8.800	0.60	0.58	0.97
	10208	41 51 62	1.100	0.55	0.52	0.95
	10008	7 17 28	-9.800	0.47	0.48	1.03

表 3.1.1-4 震度（取水槽（除じん機エリア））  
（基準地震動 S<sub>s</sub>-D（++），水平方向（NS））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面				
取水槽 (除じん機 エリア)	10380 10018	4.000～ -9.700	0.88	0.85	0.97

表 3.1.1-5 震度（取水槽（除じん機エリア））  
（基準地震動 S<sub>s</sub>-D（++），水平方向（EW））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	EW断面 (除じん機エリア)				
取水槽 (除じん機 エリア)	10016 10022 10041 10053 10059 10071 10160	4.000～ -9.700	0.88	0.87	0.99

表 3.1.1-6 震度（取水槽（除じん機エリア））  
 （基準地震動 S s - D（++），鉛直方向）

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面	EW断面 (除じん機エリア)				
取水槽 (除じん機 エリア)	10380 10018	10016 10022 10041 10053 10059 10071 10160	4.000～ -9.700	0.57	0.55	0.96

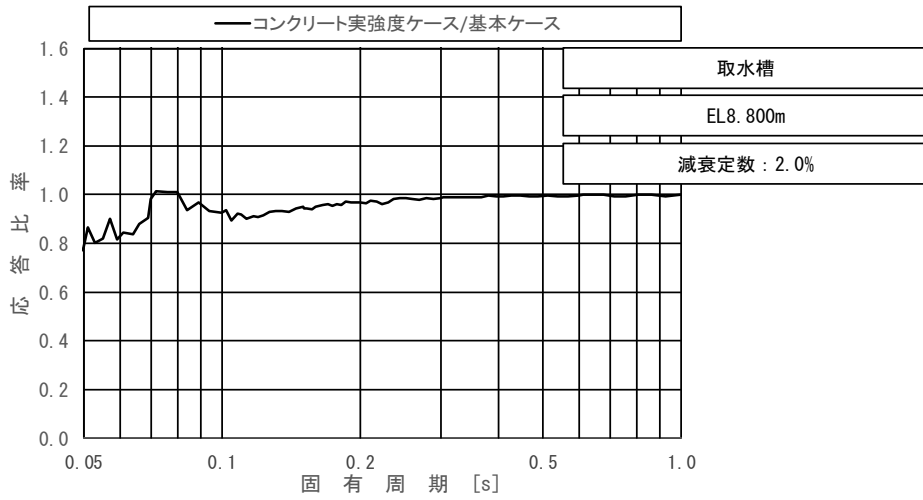
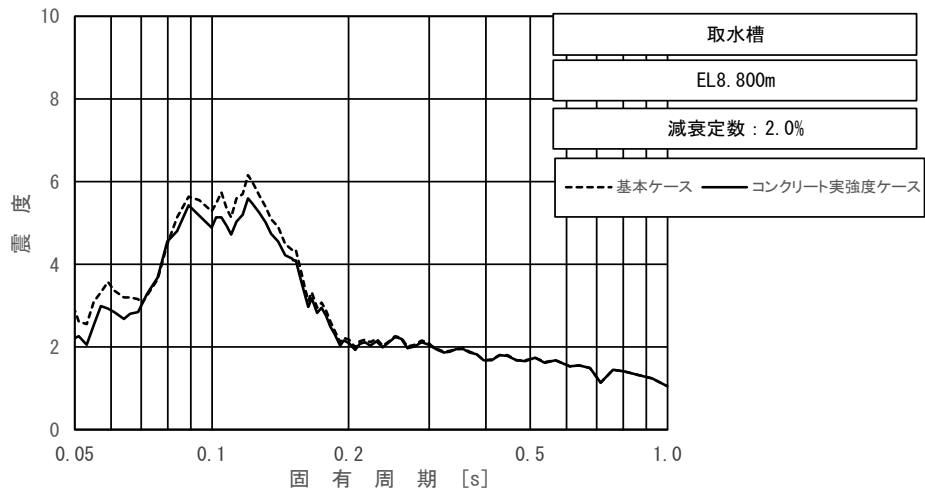


図 3.1.1-1 (1/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL8.800m, 減衰 2.0%)

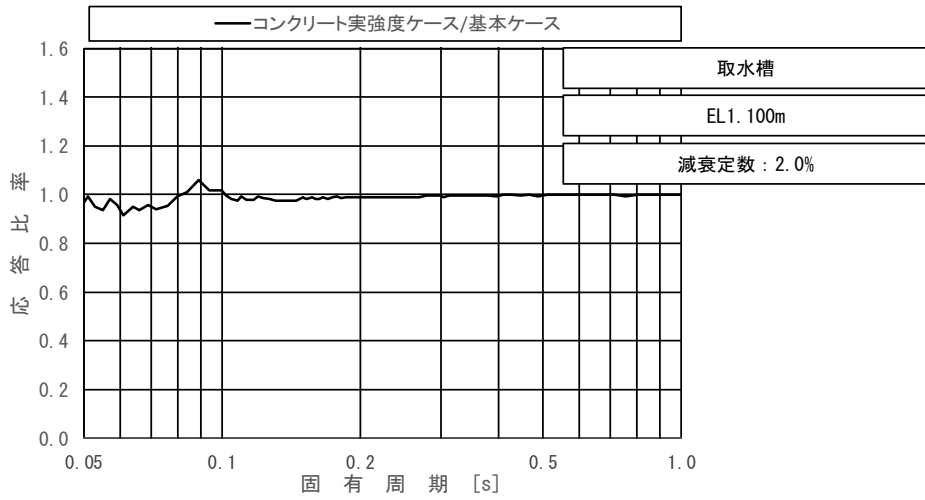
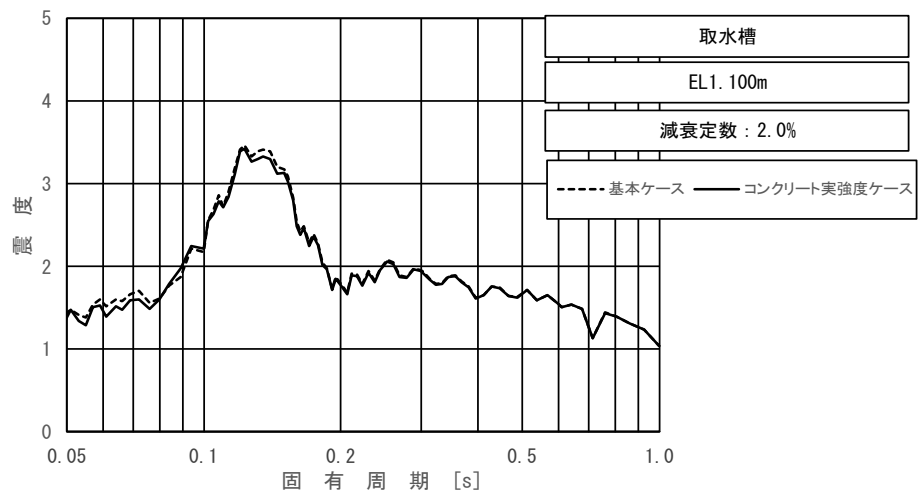


図 3.1.1-1 (2/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS), EL1.100m, 減衰 2.0%)

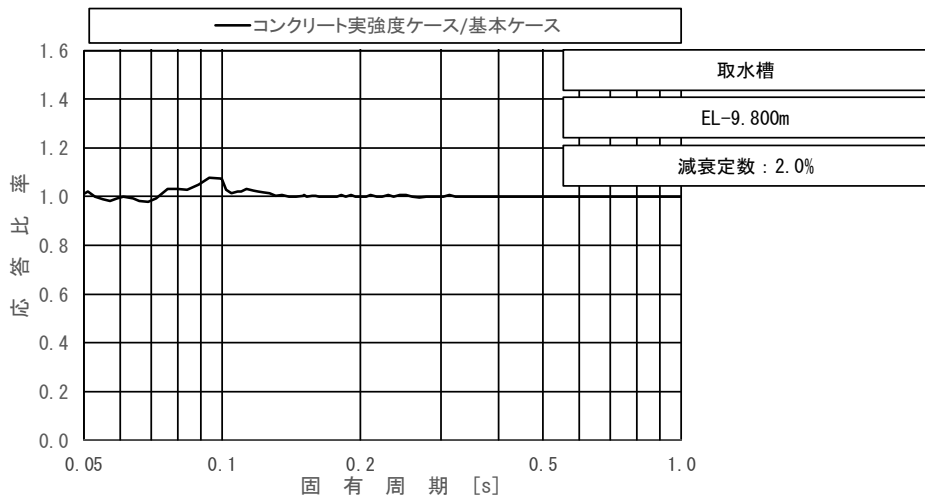
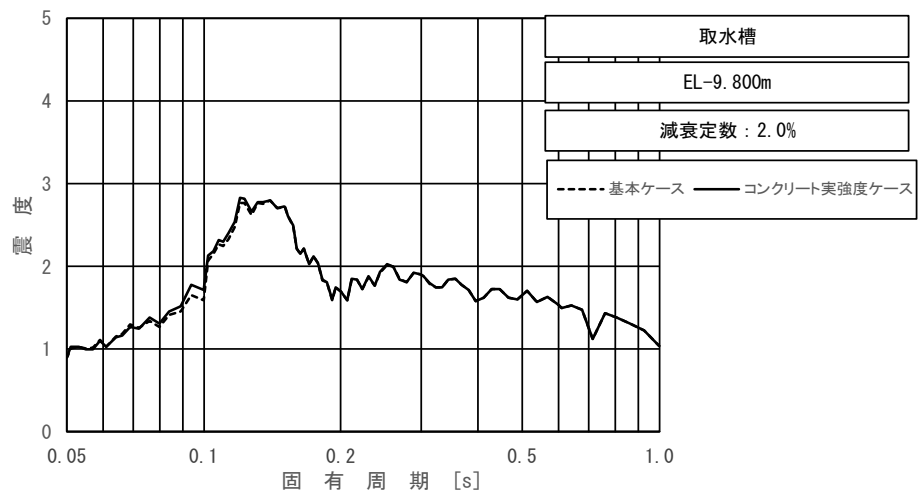


図 3.1.1-1 (3/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL-9.800m , 減衰 2.0%)



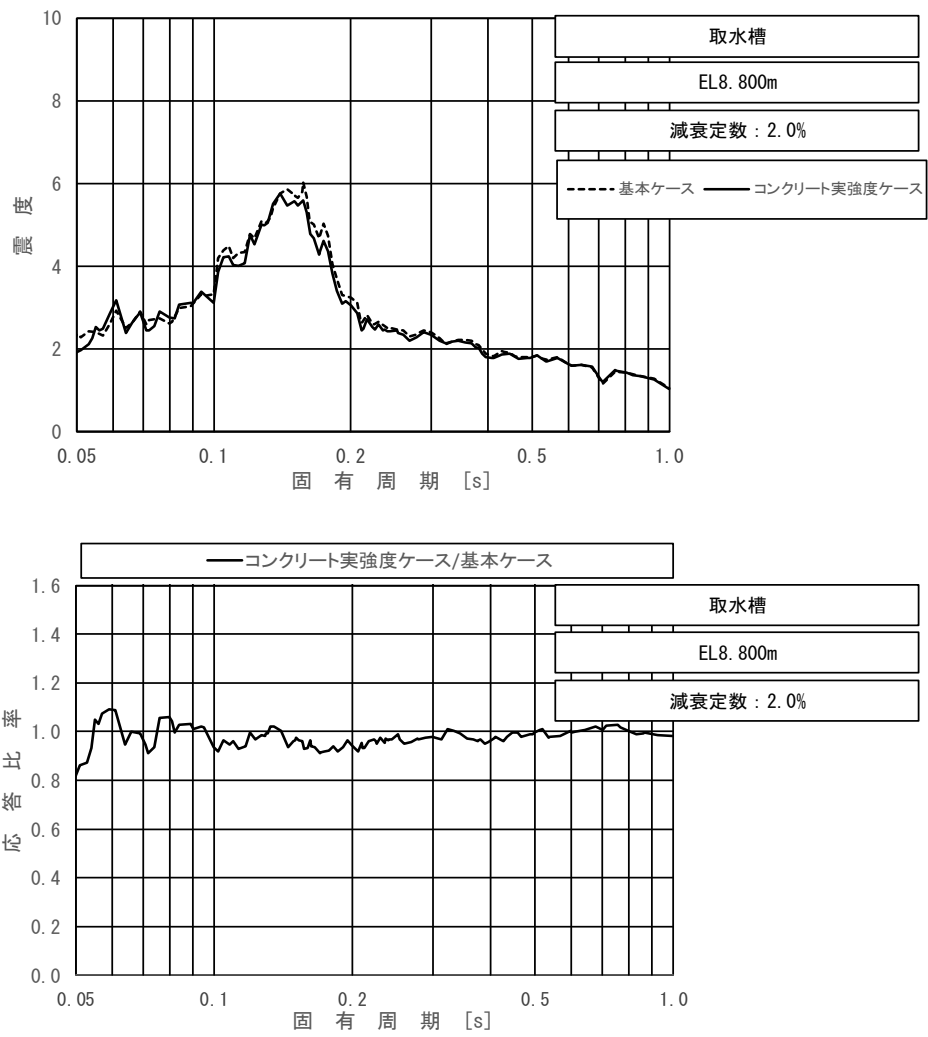


図 3.1.1-2 (1/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL8.800m, 減衰 2.0%)

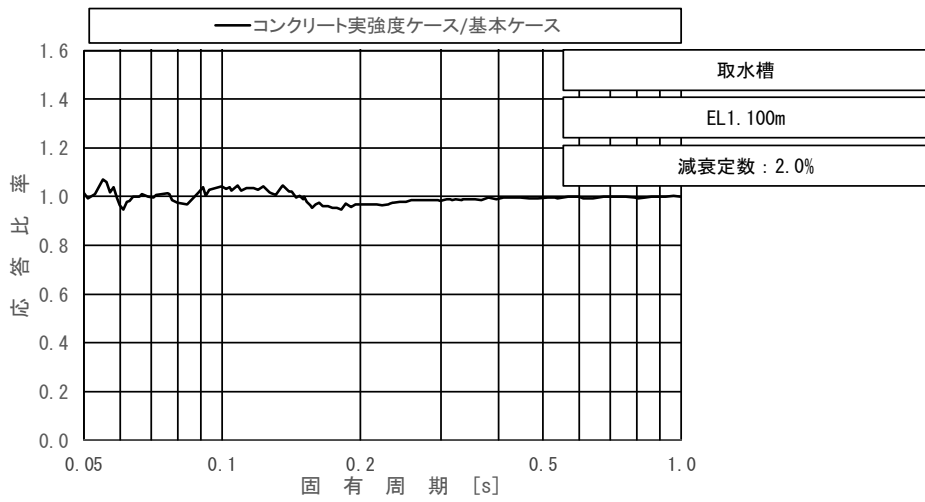
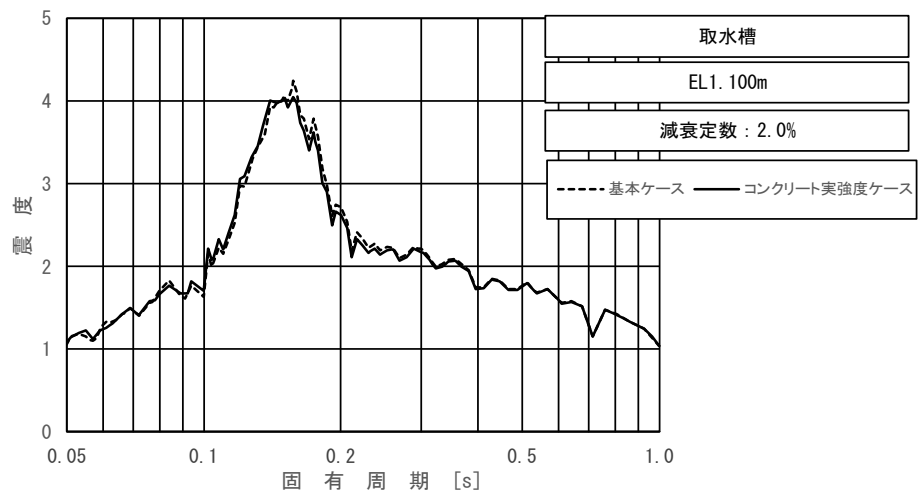


図 3.1.1-2 (2/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL1.100m, 減衰 2.0%)

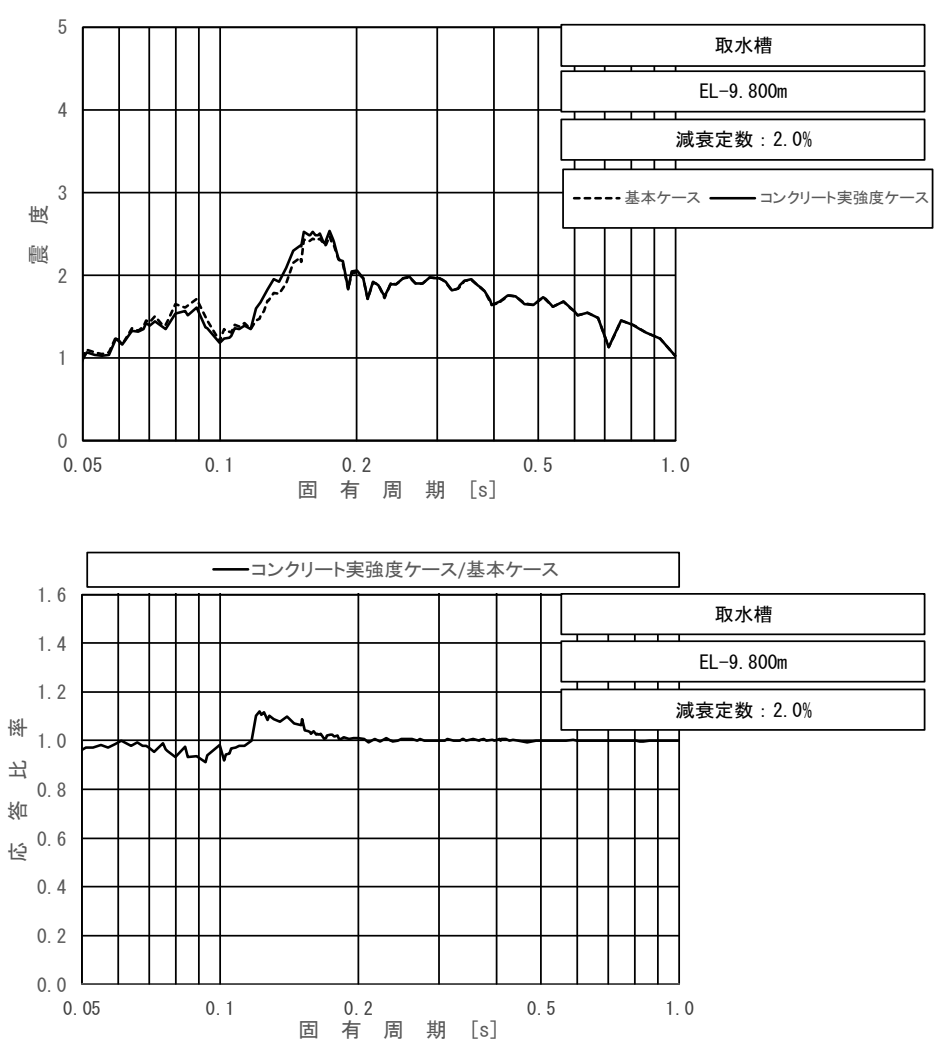


図 3.1.1-2 (3/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW), EL-9.800m, 減衰 2.0%)

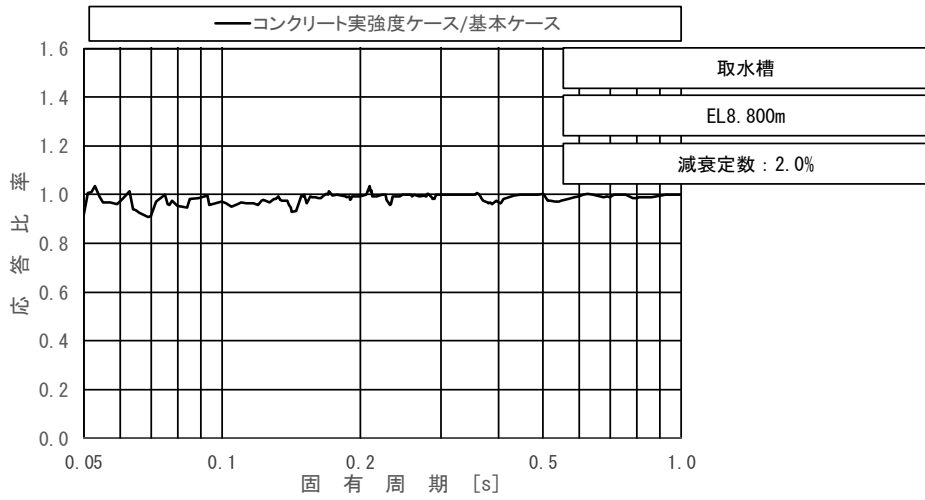
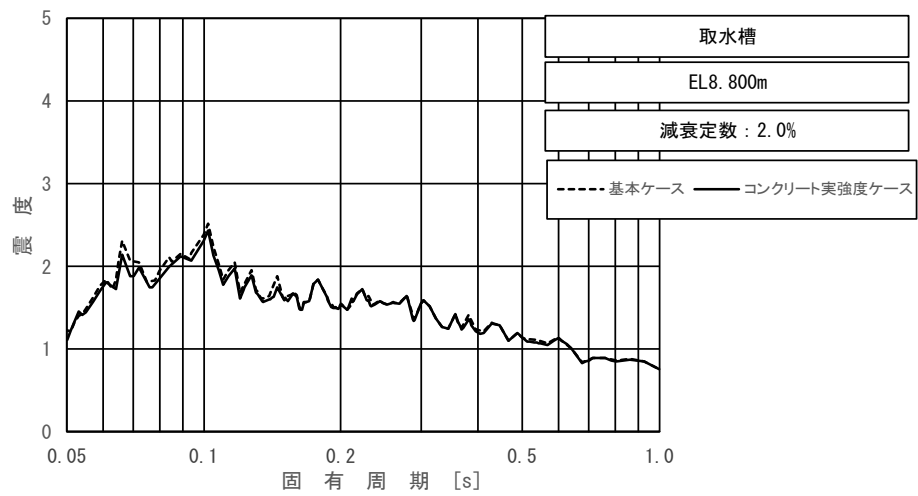


図 3.1.1-3 (1/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL8.800m, 減衰 2.0%)

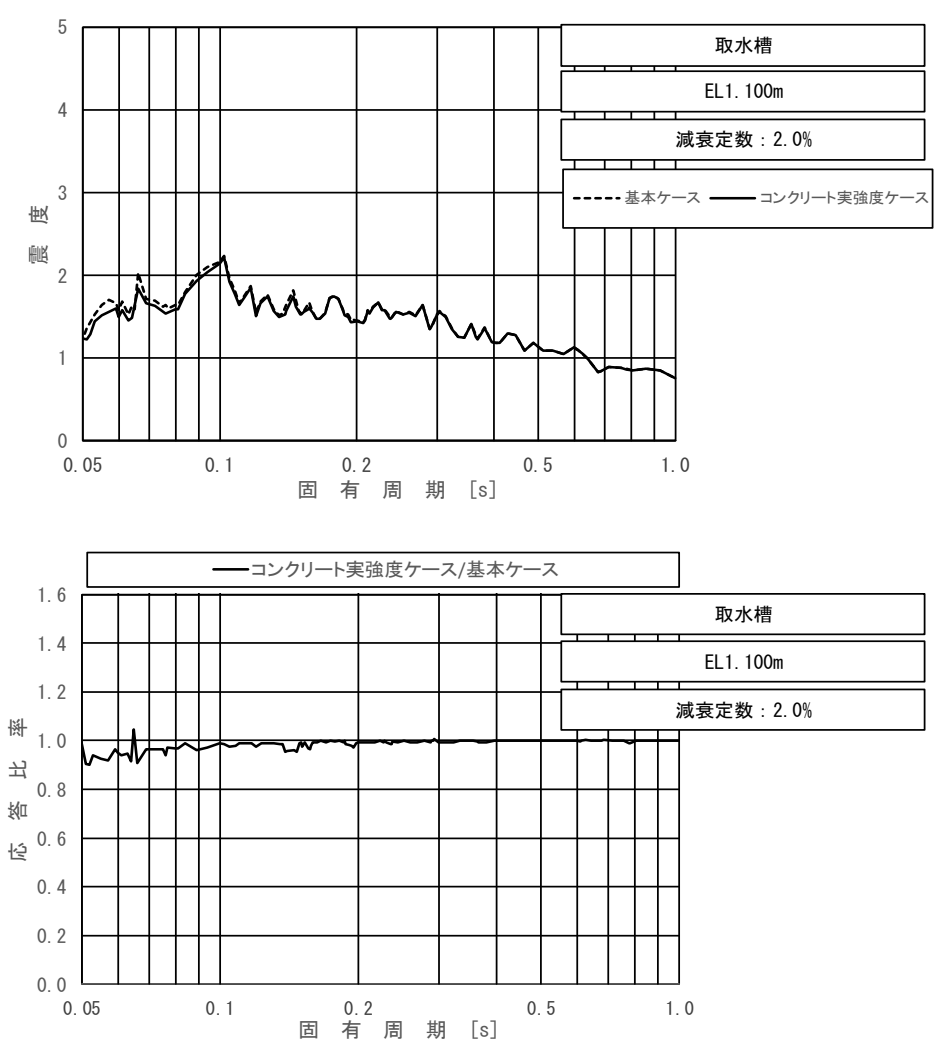


図 3.1.1-3 (2/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL1.100m, 減衰 2.0%)

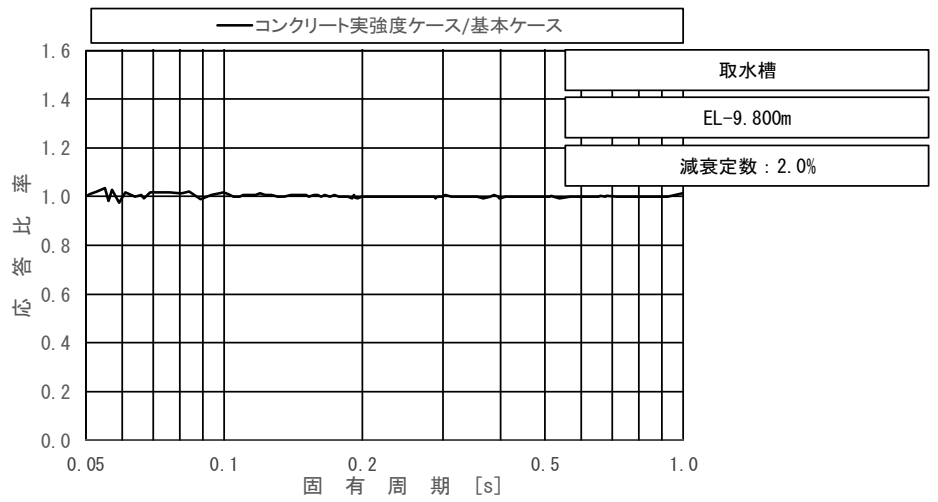
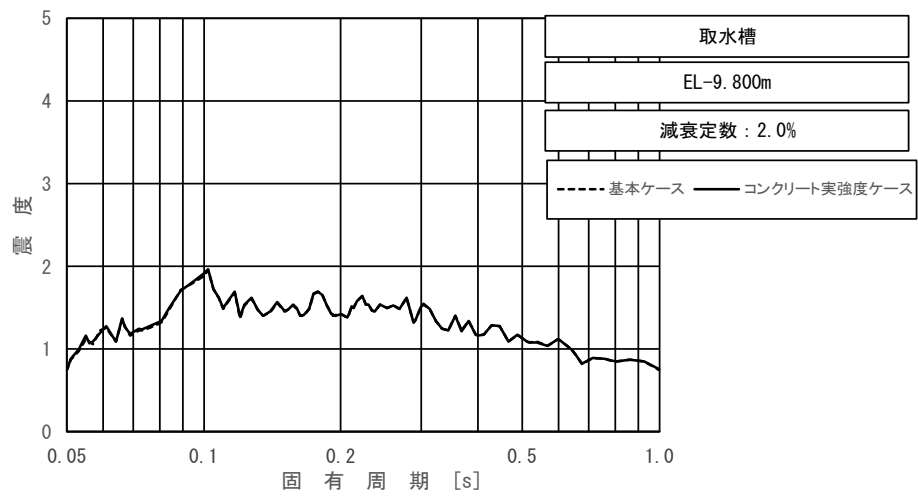


図 3.1.1-3 (3/3) 床応答スペクトル (取水槽 (海水ポンプエリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL-9.800m, 減衰 2.0%)

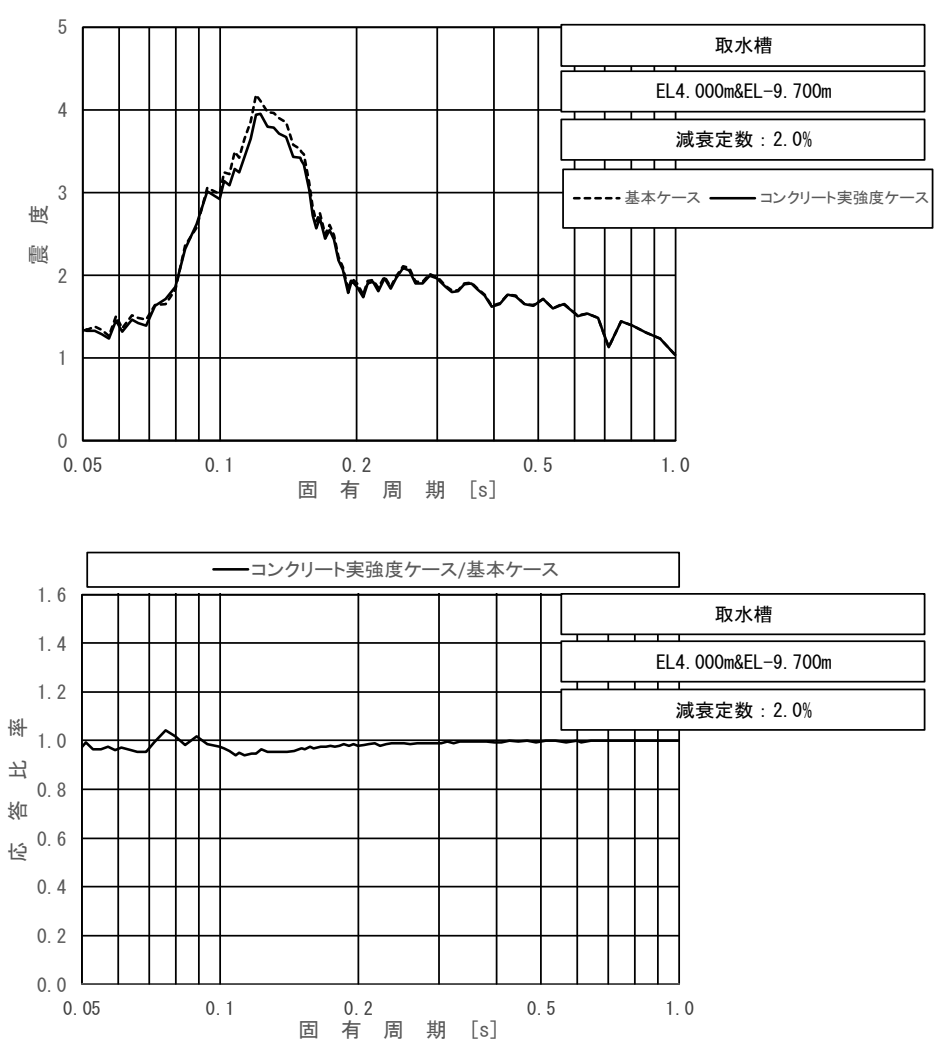


図 3.1.1-4 床応答スペクトル (取水槽 (除じん機エリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL4.000~-9.700m , 減衰 2.0%)

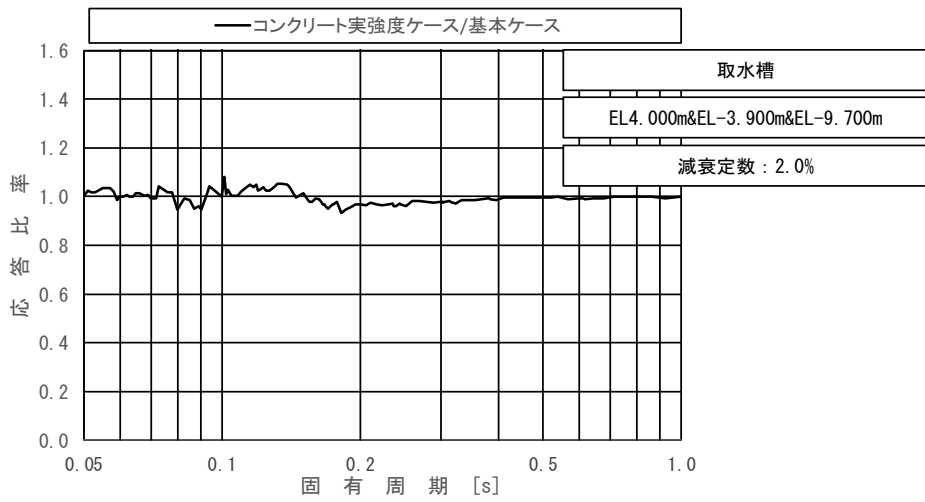
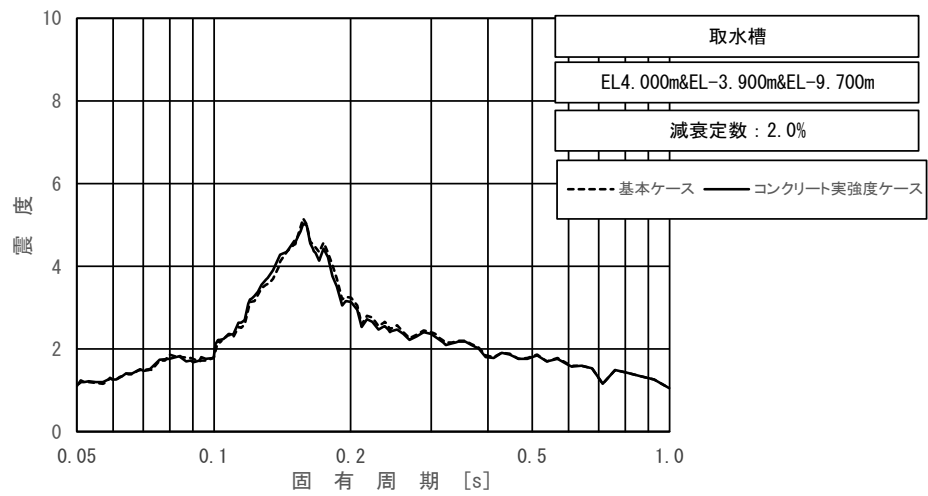


図 3.1.1-5 床応答スペクトル (取水槽 (除じん機エリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL4.000m~9.800m, 減衰 2.0%)



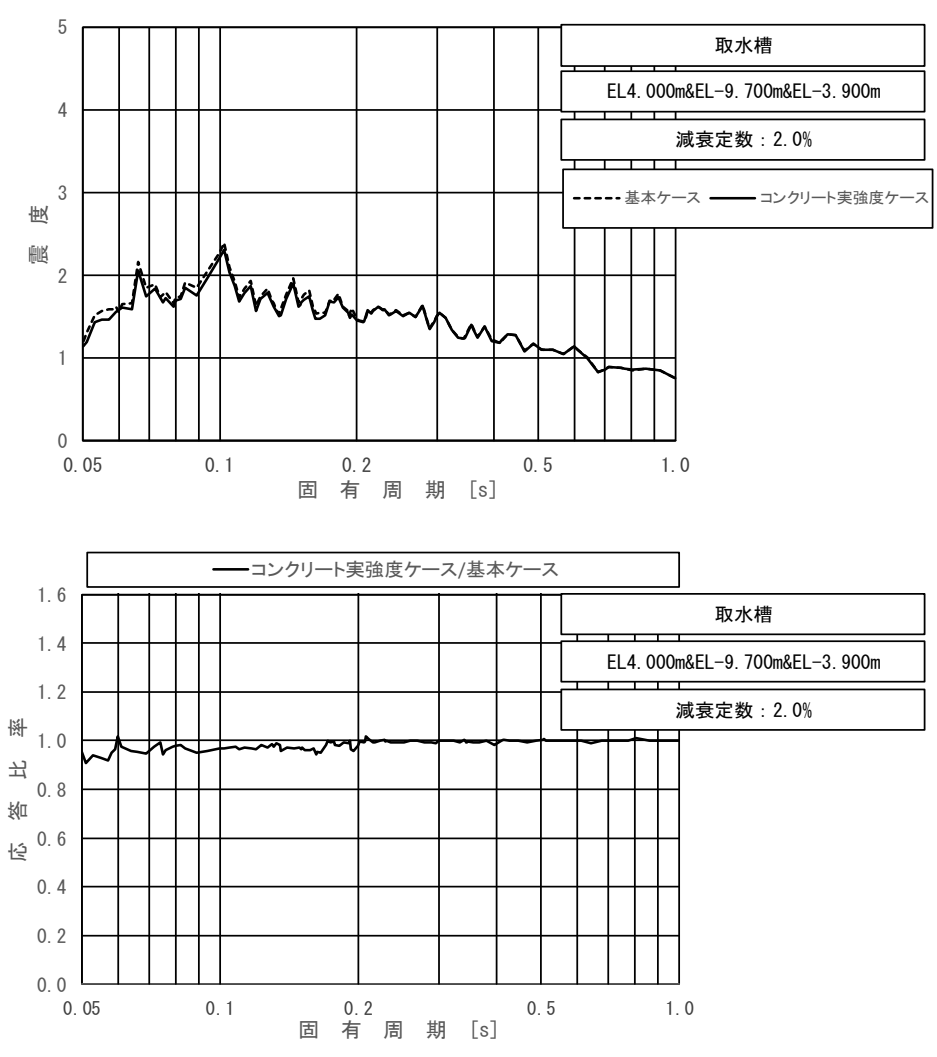


図 3.1.1-6 床応答スペクトル (取水槽 (除じん機エリア))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL4.000m~9.700m, 減衰 2.0%)

### 3.1.2 屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）

屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒）の震度を表 3.1.2-1～2，床応答スペクトルを図 3.1.2-1～2 に示す。

表 3.1.2-1 震度（屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向）

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	水平方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
屋外配管ダクト （タービン建物～排気筒）	6033	7.500～ 5.500	1.16	1.24	1.07
	6045				
	6054				
	6062				
	6070				
	6008				
	6020				

表 3.1.2-2 震度（屋外配管ダクト（タービン建物～排気筒））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
屋外配管ダクト （タービン建物～排気筒）	6033	7.500～ 5.500	0.61	0.71	1.17
	6045				
	6054				
	6062				
	6070				
	6008				
	6020				

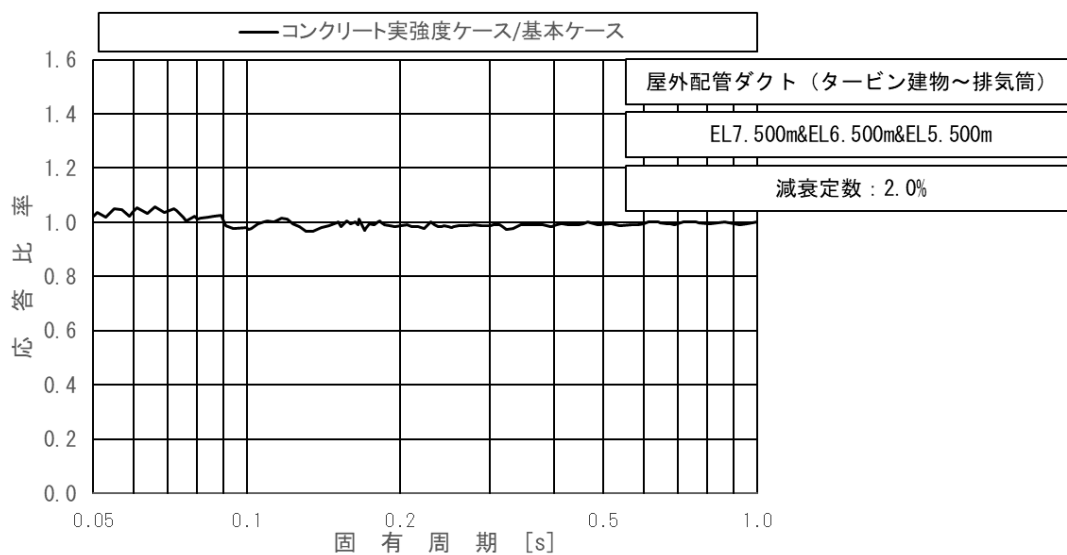
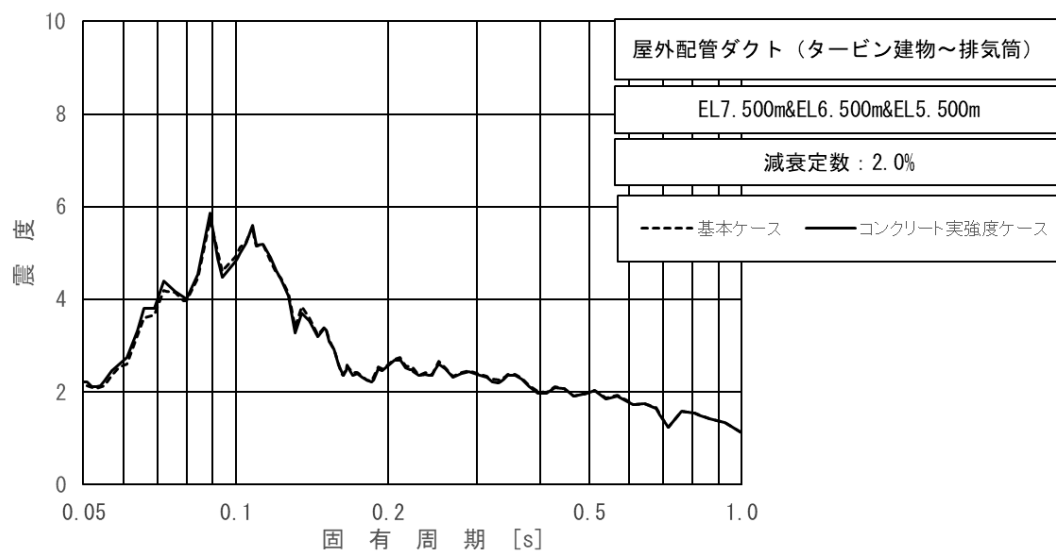


図 3.1.2-1 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物~排気筒))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向, EL7.500m~EL5.500m, 減衰 2.0%)

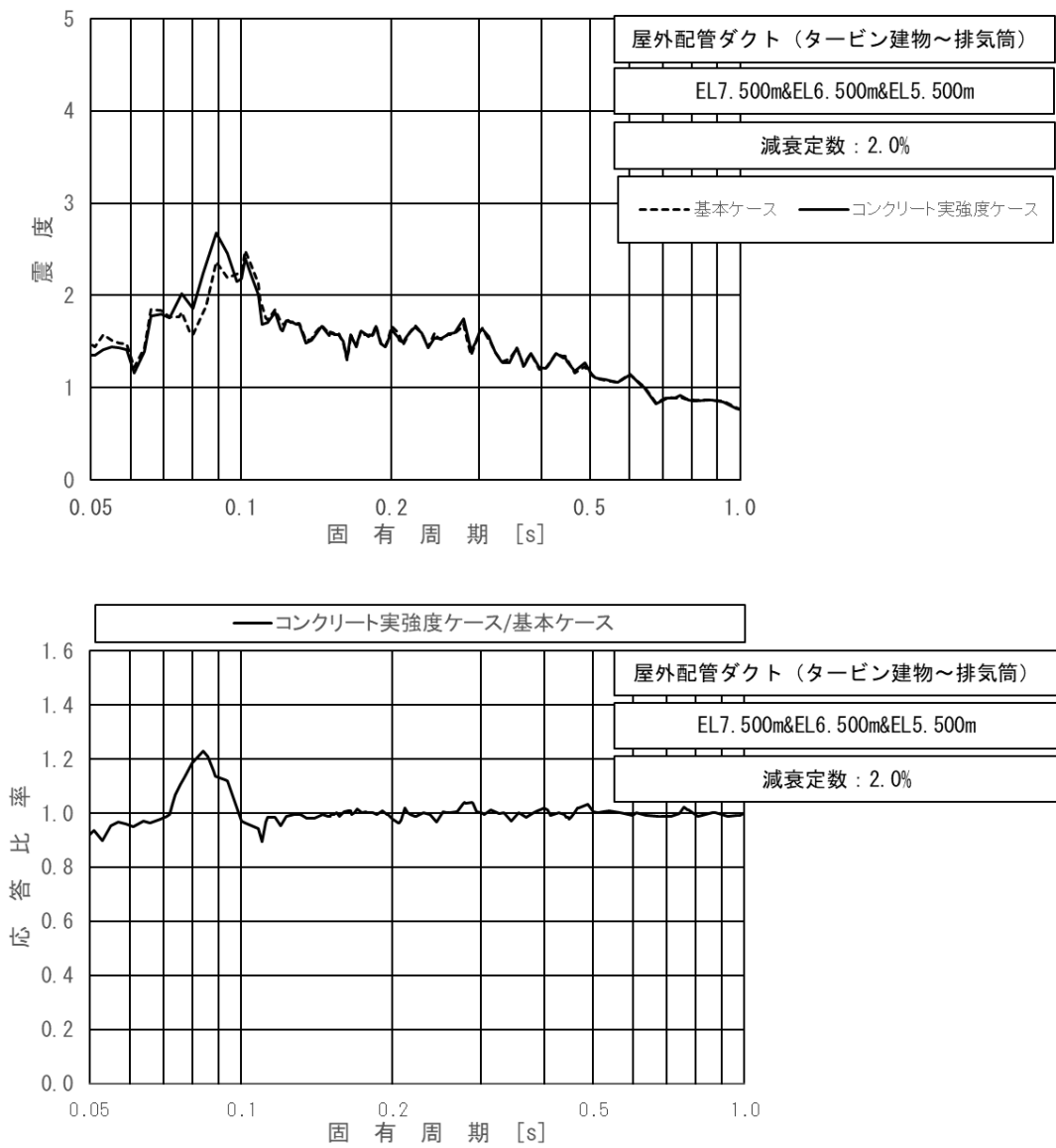


図 3.1.2-2 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～排気筒))  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL7.500m～EL5.500m, 減衰 2.0%)

### 3.1.3 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の震度を表3.1.3-1~3、床応答スペクトルを図3.1.3-1~3に示す。

表3.1.3-1 震度（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽）  
（基準地震動 $S_s-D$ （++），水平方向（NS））

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面				
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	437 573 661 745	18.300	1.95	1.89	0.97
	445 581 753 1080 1400	15.300~ 14.400	0.99	0.99	1.00
	586 662 758	13.400	0.98	0.98	1.00
	760 1407	12.000~ 11.900	0.98	0.97	0.99
	766 1093 1413	9.350	0.95	0.95	1.00

表3.1.3-2 震度（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽）  
（基準地震動 $S_s-D$ （++），水平方向（EW））

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	EW断面				
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	483 555 691 831 897	15.300~ 14.400	1.43	1.39	0.98
	489 628 763 903	12.000~ 11.900	1.30	1.25	0.97
	495 556 692 832 909	9.350	0.89	0.89	1.00

表 3.1.3-3 震度（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽）  
 （基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号		標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面	EW断面				
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	437 573 661 745	—	18.300	1.32	1.28	0.97
	445 581 753 1080 1400	483 555 691 831 897	15.300~ 14.400	1.70	1.67	0.99
	586 662 758	—	13.400	0.65	0.65	1.00
	760 1407	489 628 763 903	12.000~ 11.900	0.68	0.68	1.00
	766 1093 1413	495 556 692 832 909	9.350	0.68	0.68	1.00

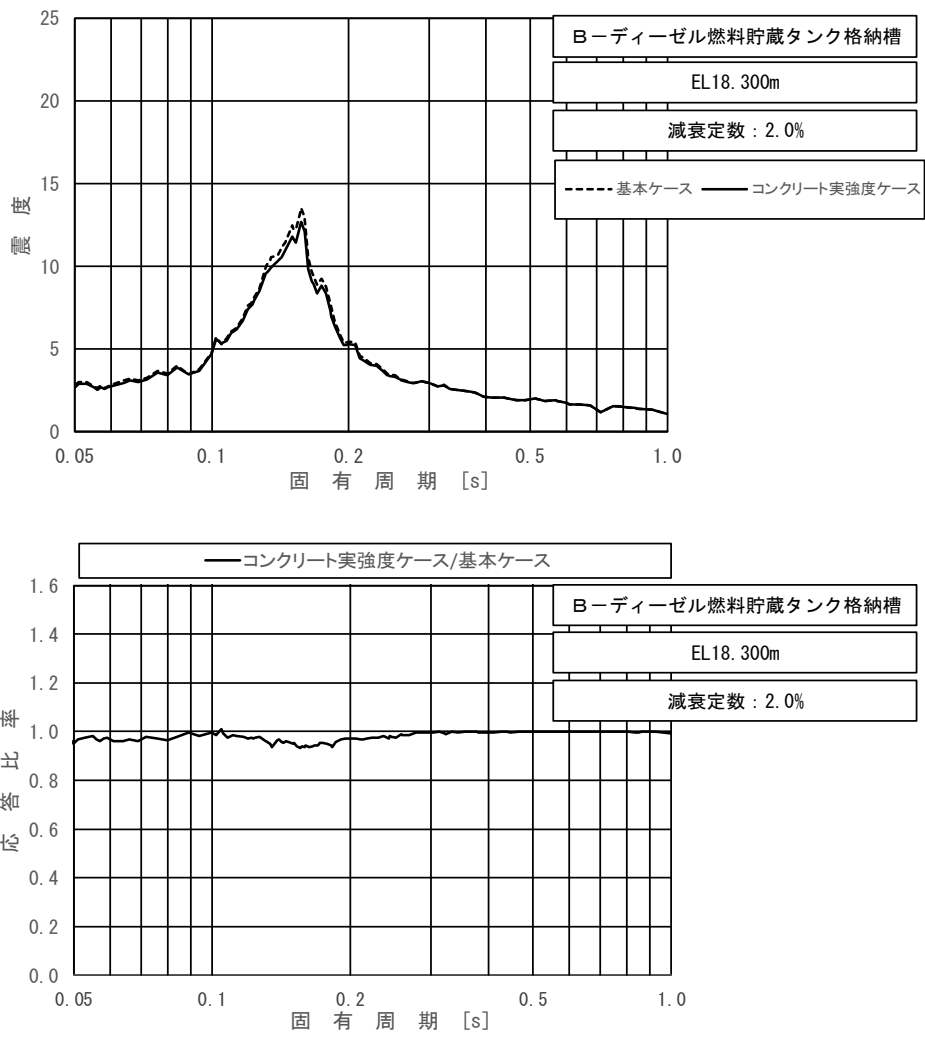


図 3.1.3-1(1/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向 (N S), EL18.300m, 減衰 2.0%)

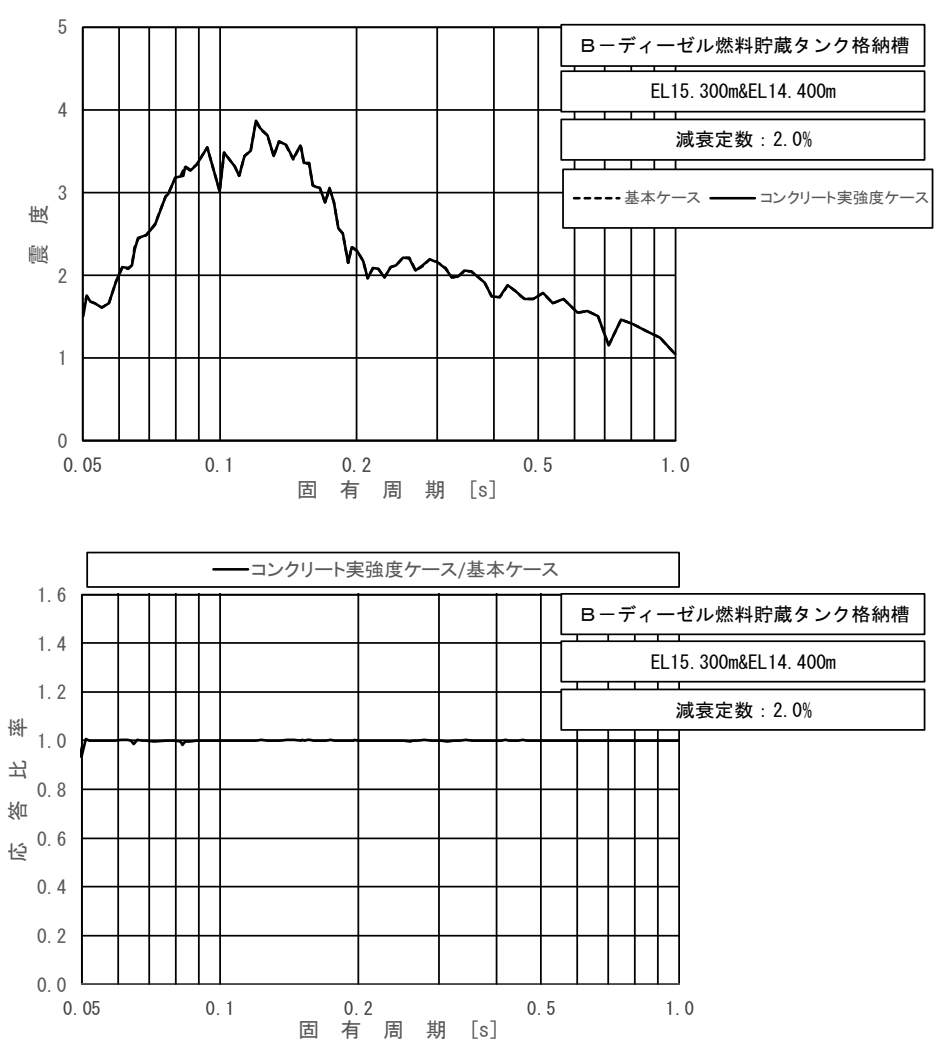


図 3.1.3-1(2/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL15.300~14.400m , 減衰 2.0%)



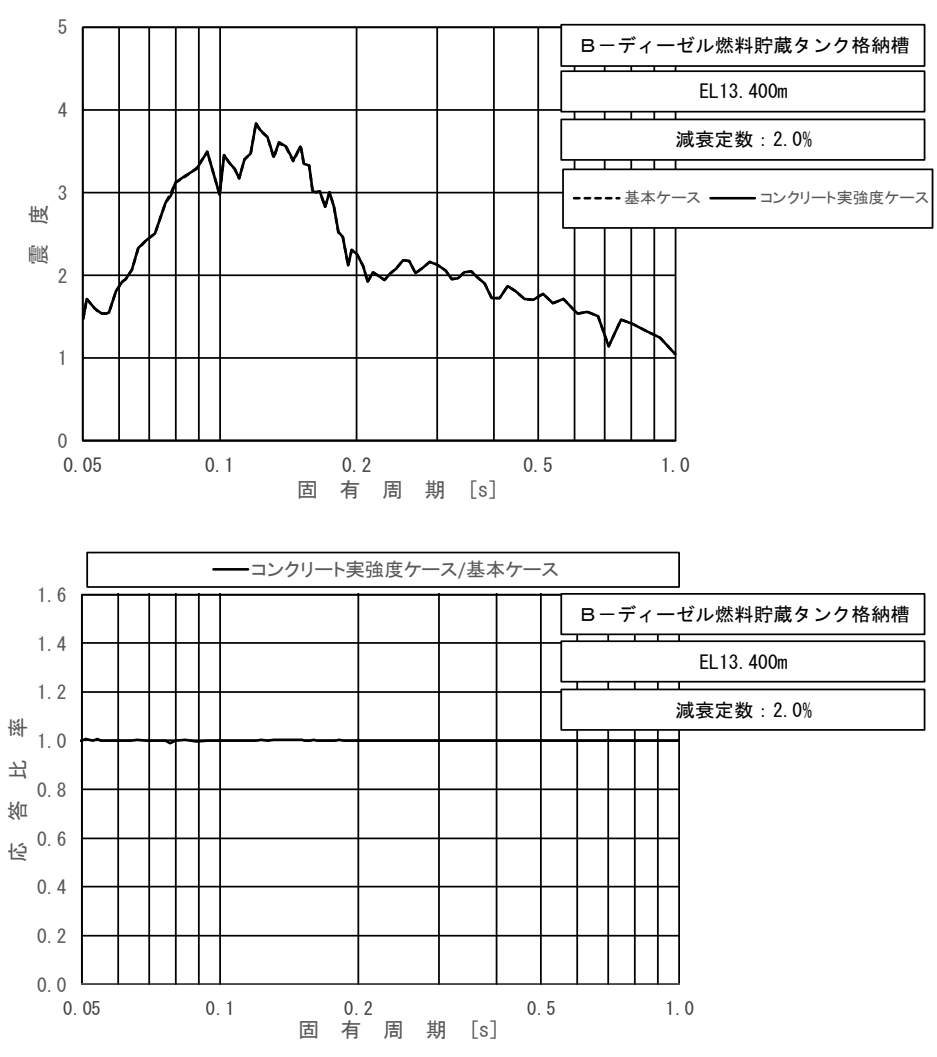


図 3.1.3-1(3/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向 (N S), EL13.400m, 減衰 2.0%)

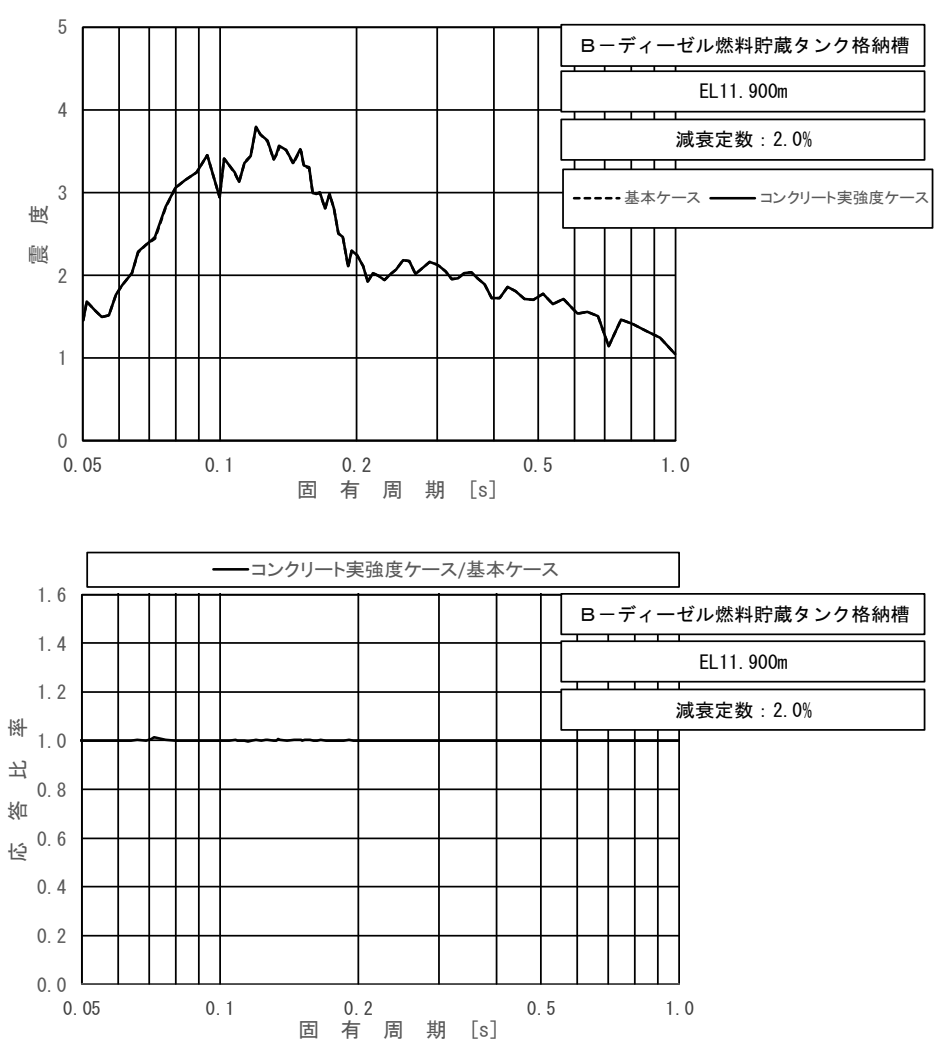


図 3.1.3-1(4/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向 (NS), EL11.900m, 減衰 2.0%)

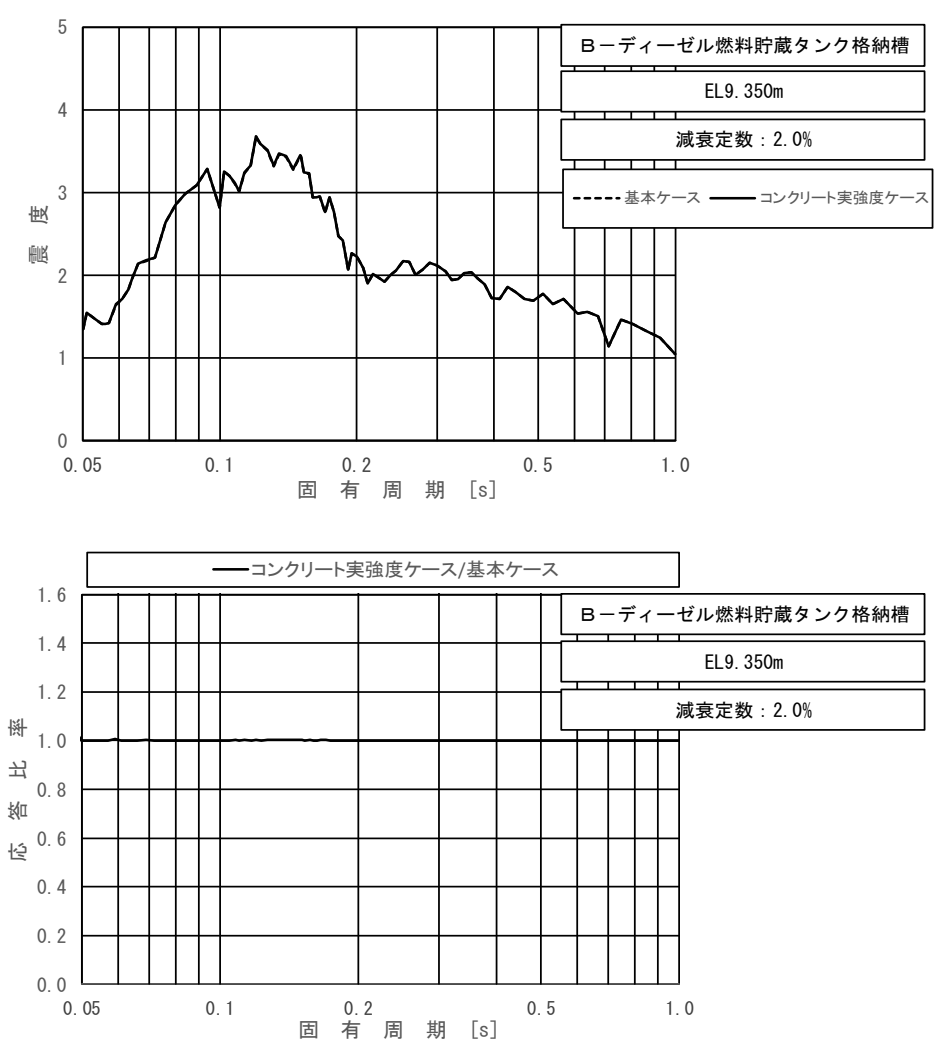


図 3.1.3-1(5/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL9.350m , 減衰 2.0%)

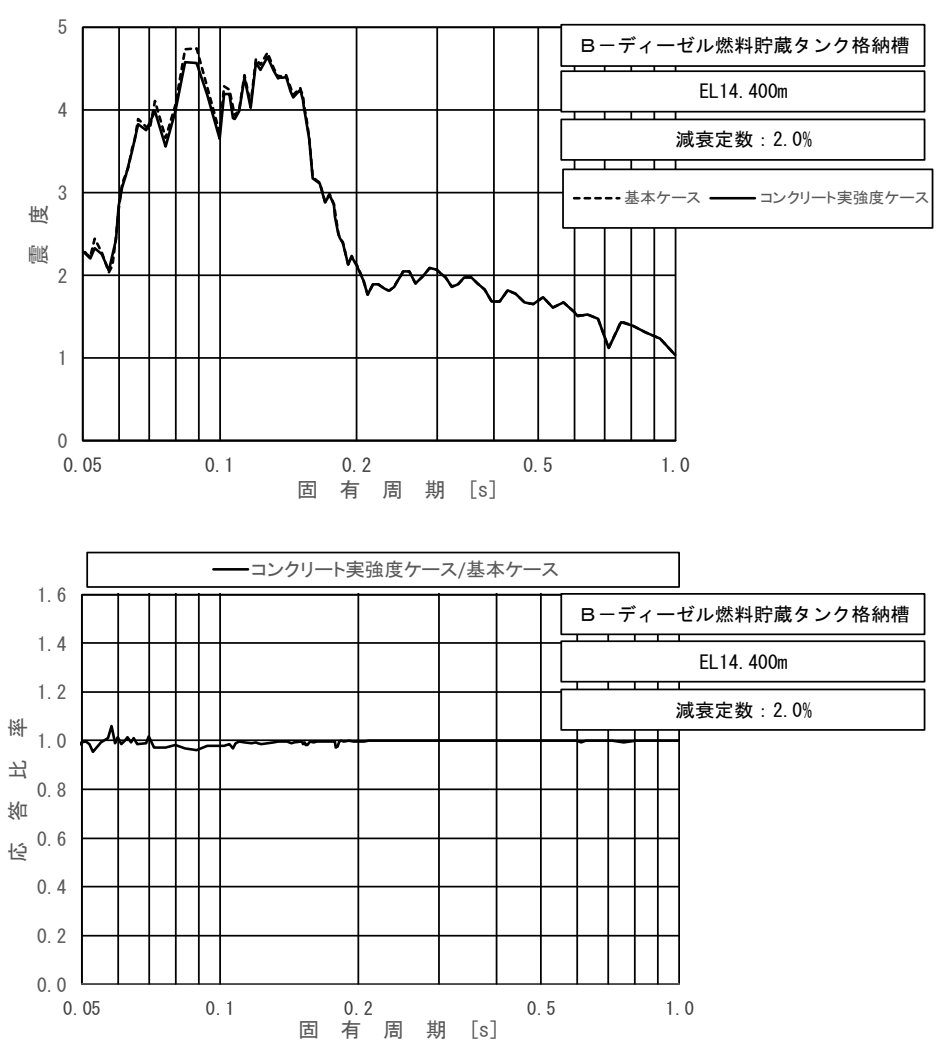


図 3.1.3-2(1/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向 (EW), EL14.400m, 減衰 2.0%)

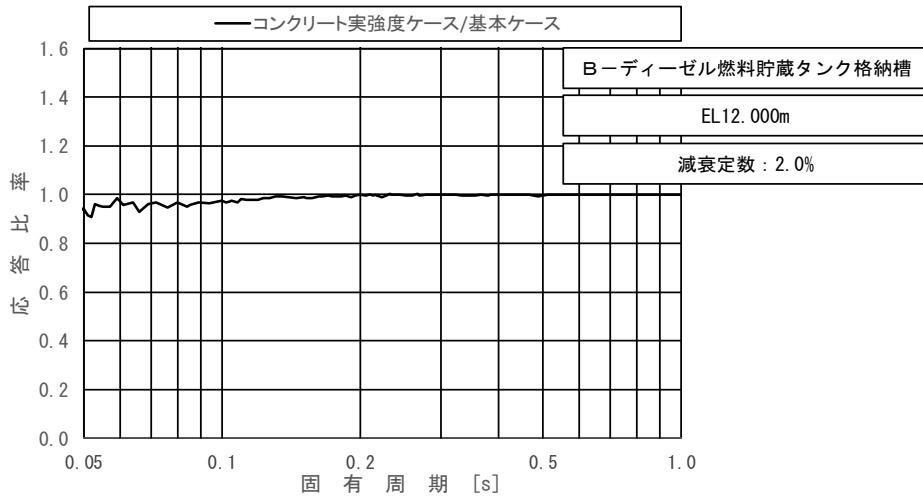
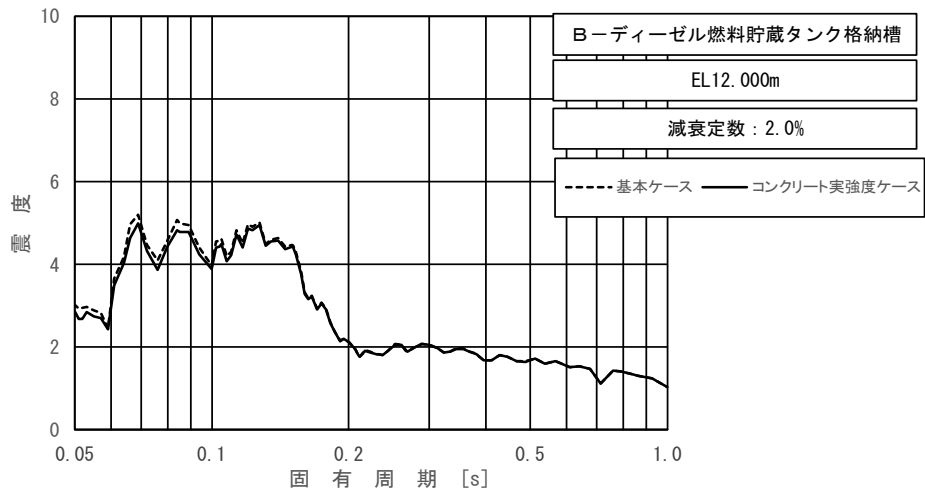


図 3.1.3-2(2/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向 (EW), EL12.000m, 減衰 2.0%)

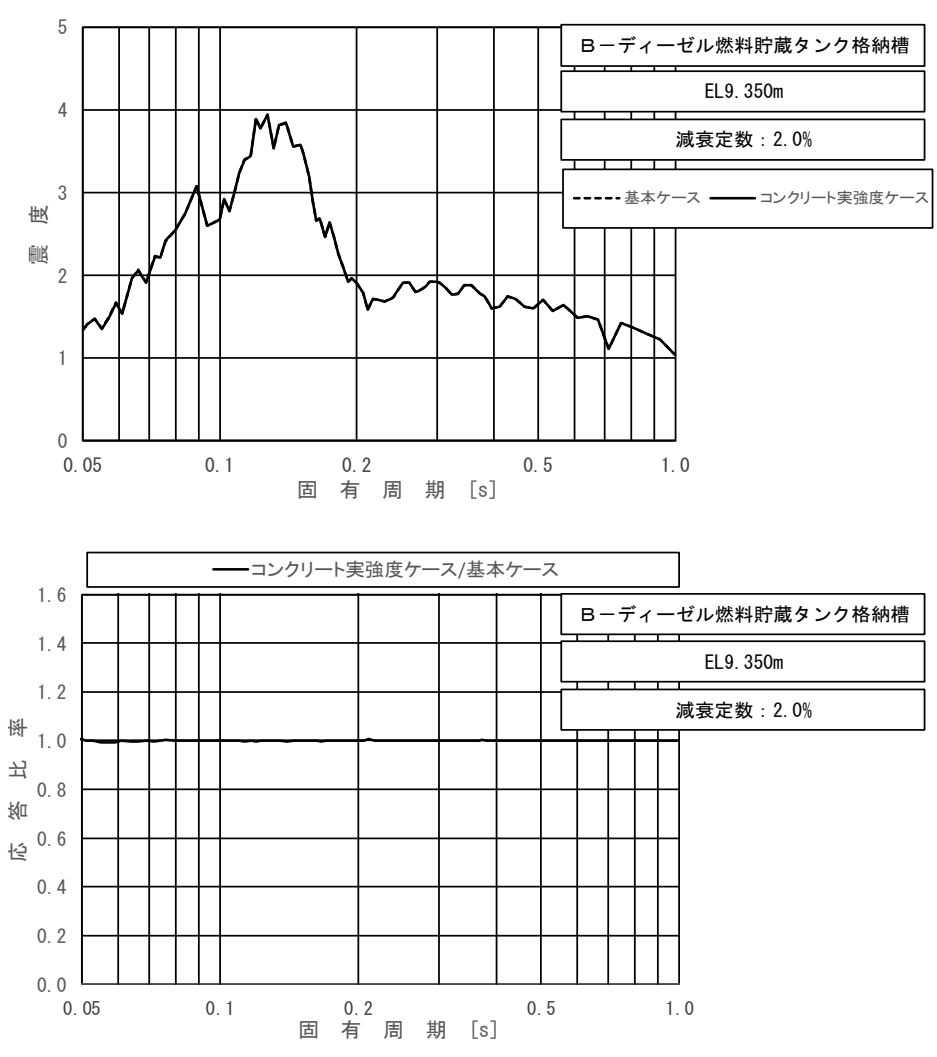


図 3.1.3-2(3/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL9.350m, 減衰 2.0%)

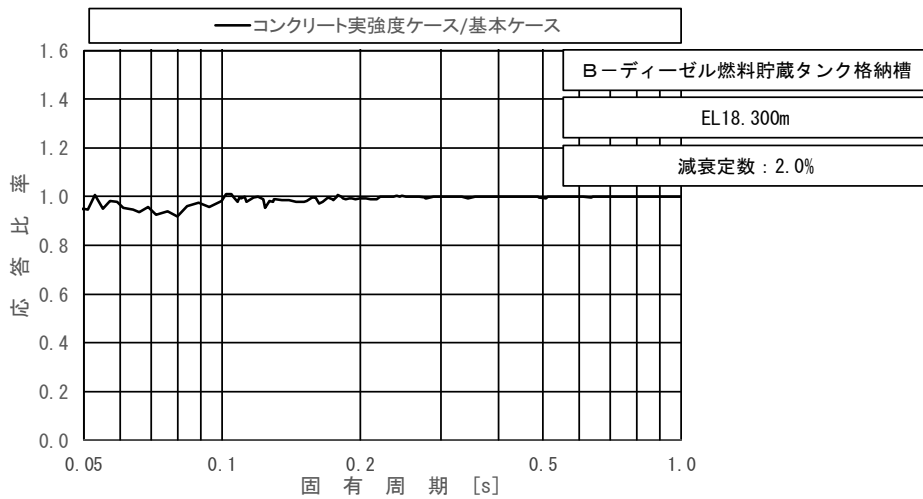
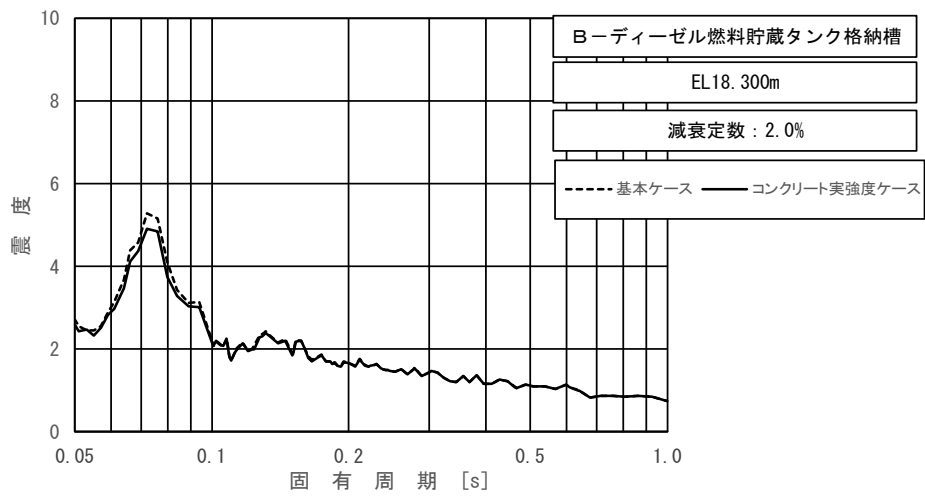


図 3.1.3-3(1/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL18.300m, 減衰 2.0%)

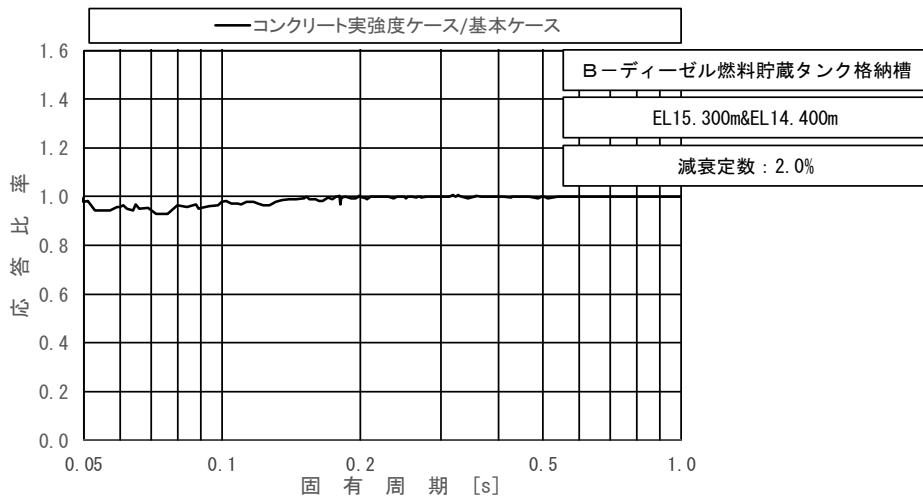
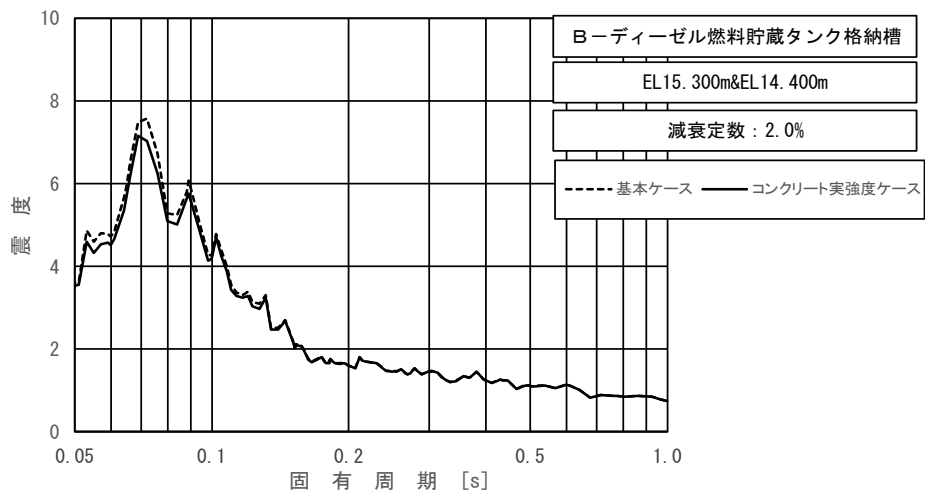


図 3.1.3-3(2/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL15.300~14.400m, 減衰 2.0%)



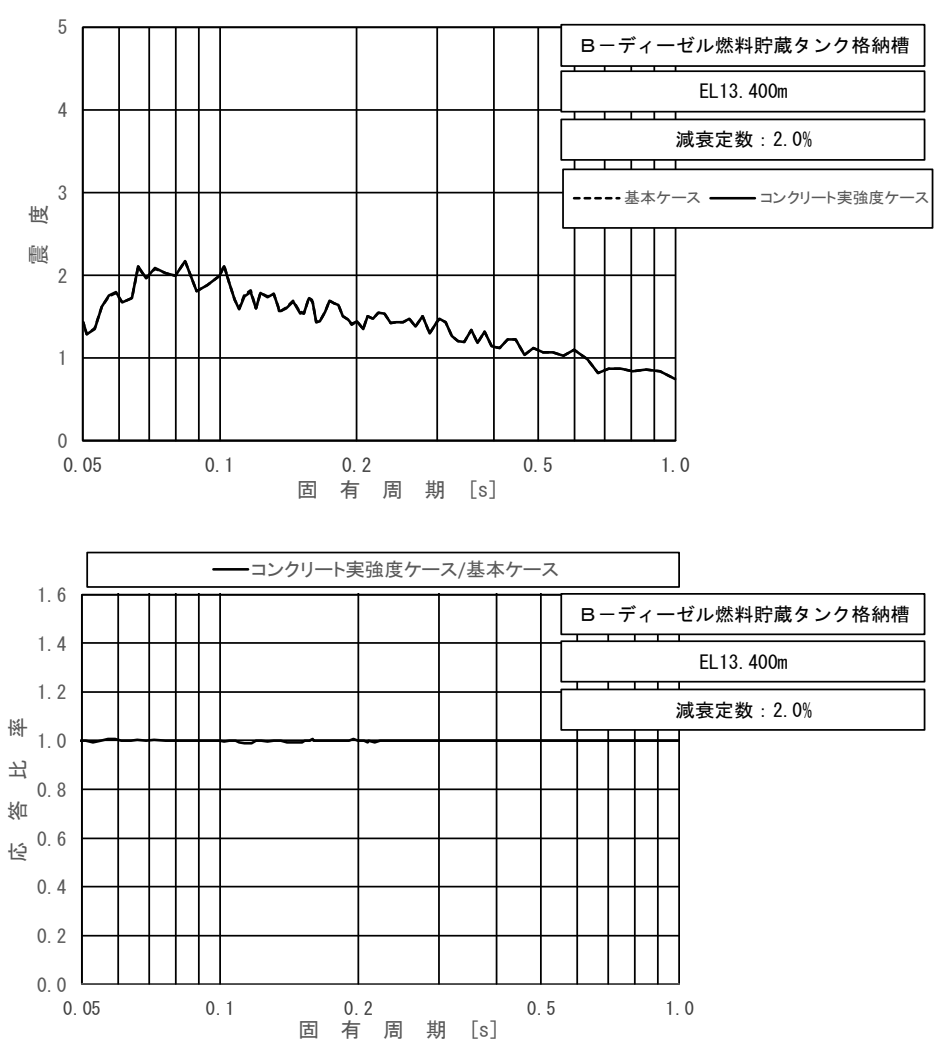


図 3.1.3-3(3/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL13.400m, 減衰 2.0%)

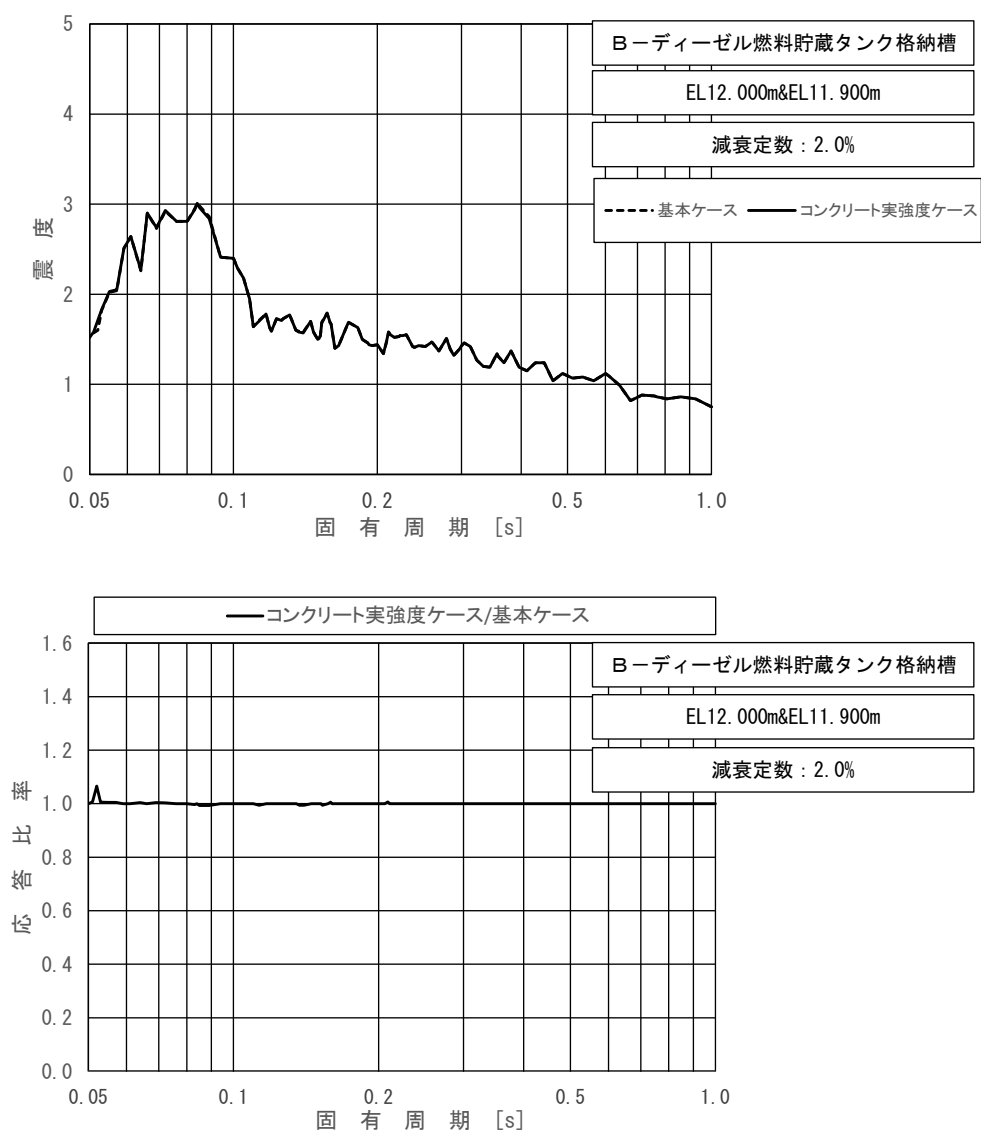


図 3.1.3-3(4/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL12.000~11.900m, 減衰 2.0%)

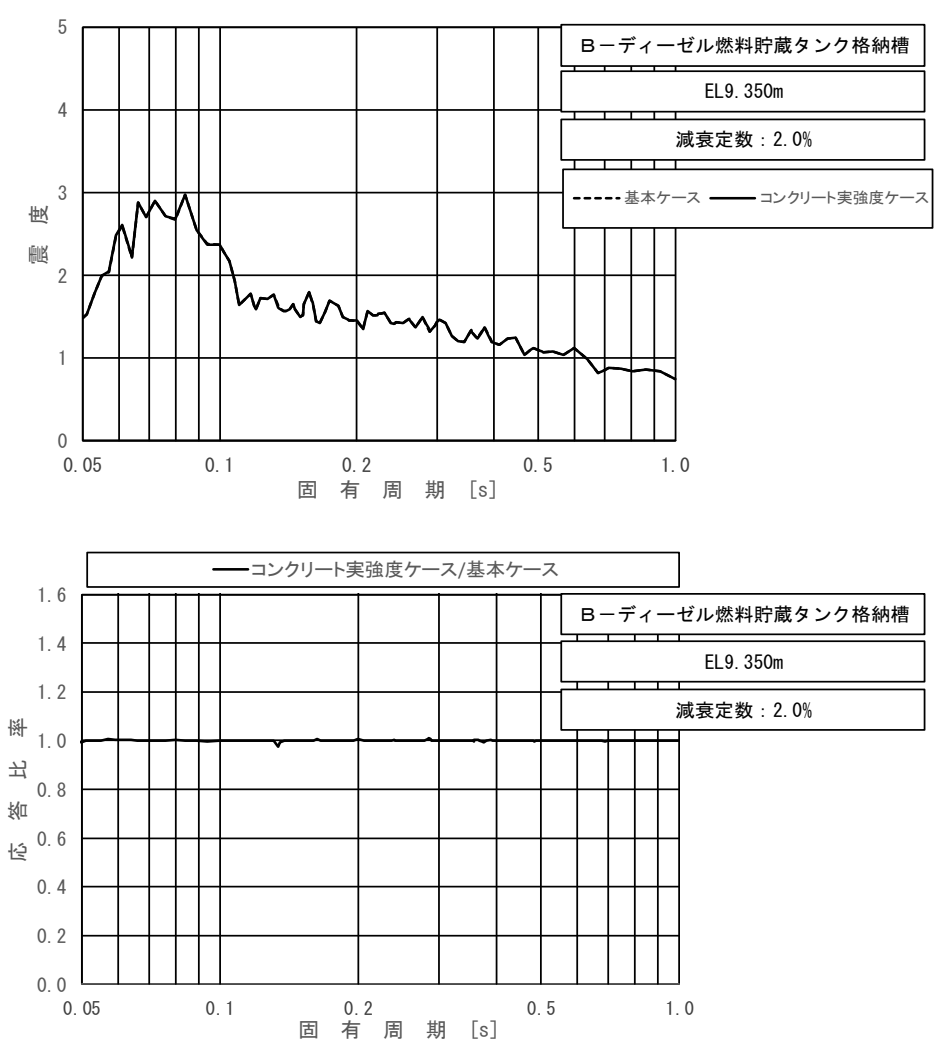


図 3.1.3-3(5/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL9.350m, 減衰 2.0%)

### 3.1.4 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（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物）の震度を表 3.1.4-1～2, 床応答スペクトルを図 3.1.4-1～6 に示す。

表 3.1.4-1 震度（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））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向）

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	水平方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (F)	535	14.050～ 11.004	0.83	0.83	1.00
	536				
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (G)	2126	14.000～ 11.261	1.50	1.25	0.84
	2127				
燃料移送系 配管ダクト	595	14.050～ 11.000	0.92	0.92	1.00
	509				
	681				
	596				

表 3.1.4-2 震度（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））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (F)	535	14.050～ 11.004	0.60	0.60	1.00
	536				
復水貯蔵タンク 連絡ダクト (G)	2126	14.000～ 11.261	0.90	0.81	0.90
	2127				
燃料移送系 配管ダクト	595	14.050～ 11.000	0.73	0.73	1.00
	509				
	681				
	596				

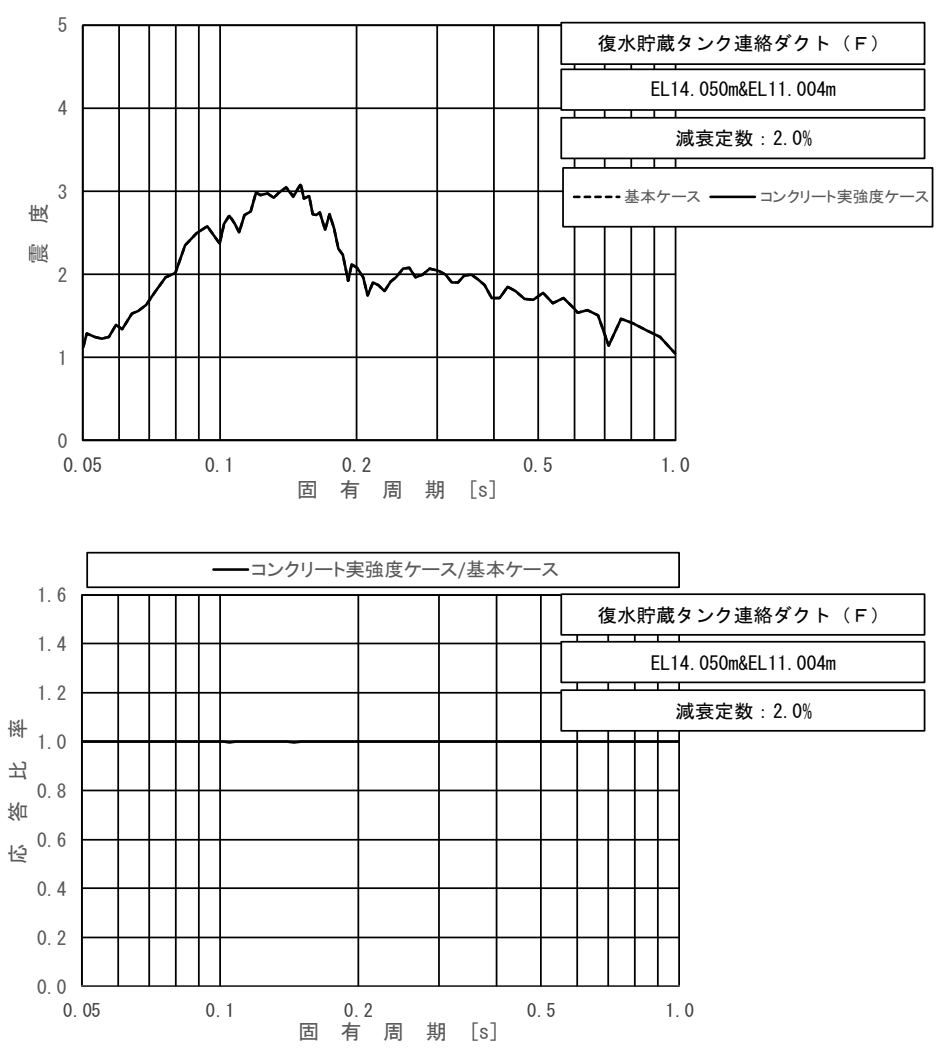


図 3.1.4-1 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (F)))  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向, EL14.050m～11.004m, 減衰 2.0%)

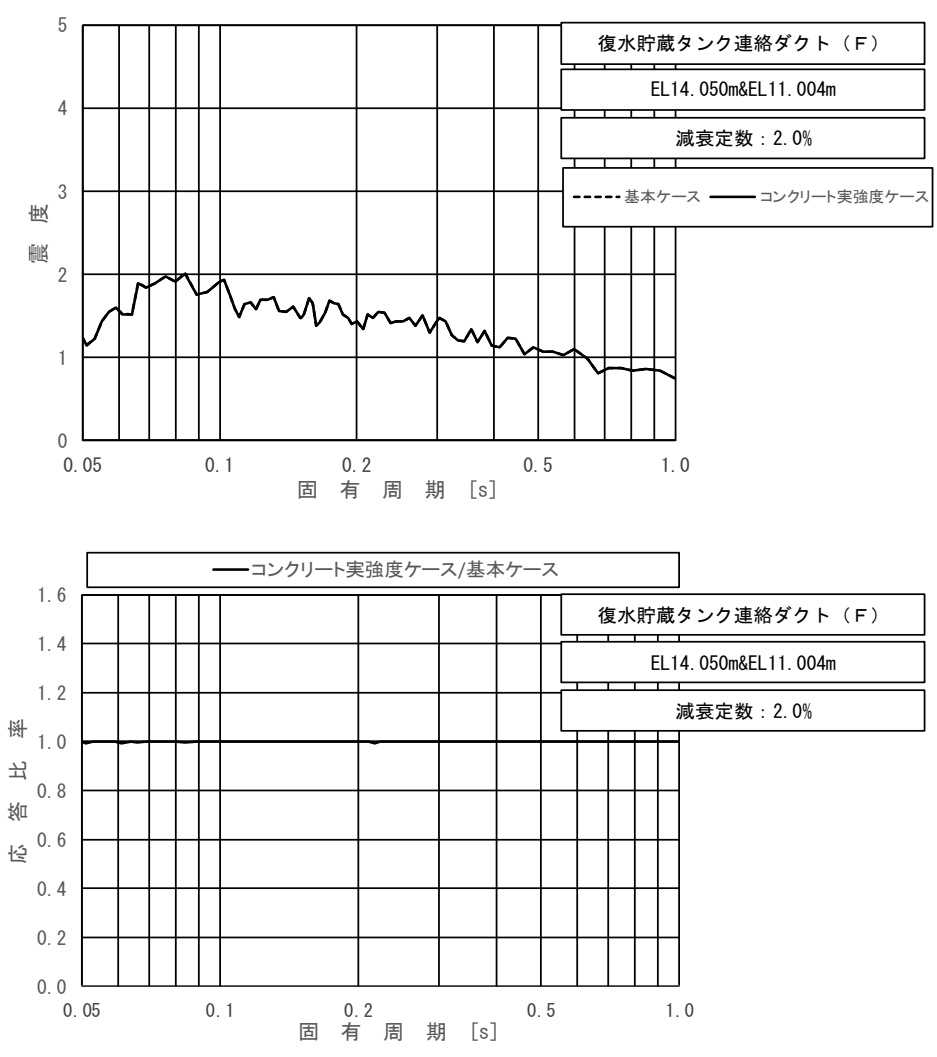


図 3.1.4-2 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (F)))  
 (基準地震動 S s-D (++) , 鉛直方向, EL14.050m～11.004m, 減衰 2.0%)

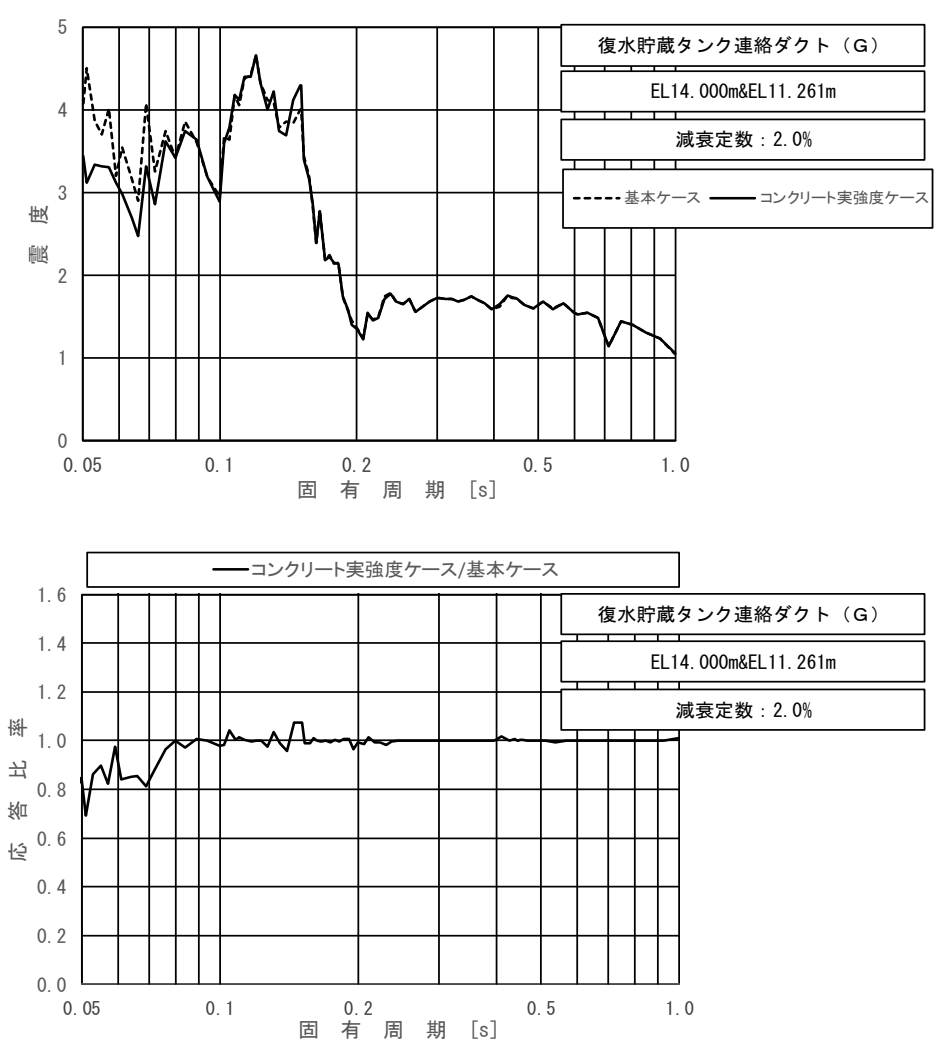


図 3.1.4-3 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (G)))  
 (基準地震動 S s-D (++) , 鉛直方向, EL14.000m～11.261m, 減衰 2.0%)

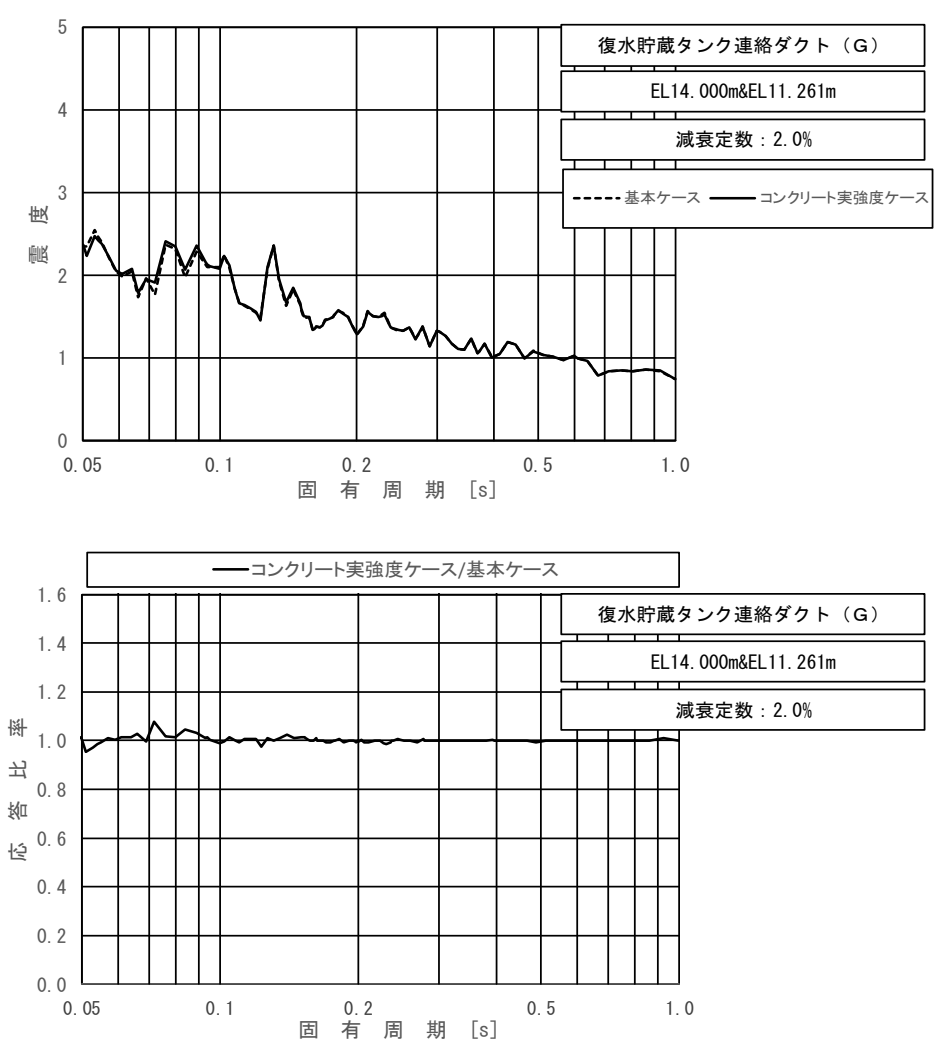


図 3.1.4-4 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (復水貯蔵タンク連絡ダクト (G)))  
 (基準地震動 S s-D (++) , 鉛直方向, EL14.000m～11.261m, 減衰 2.0%)



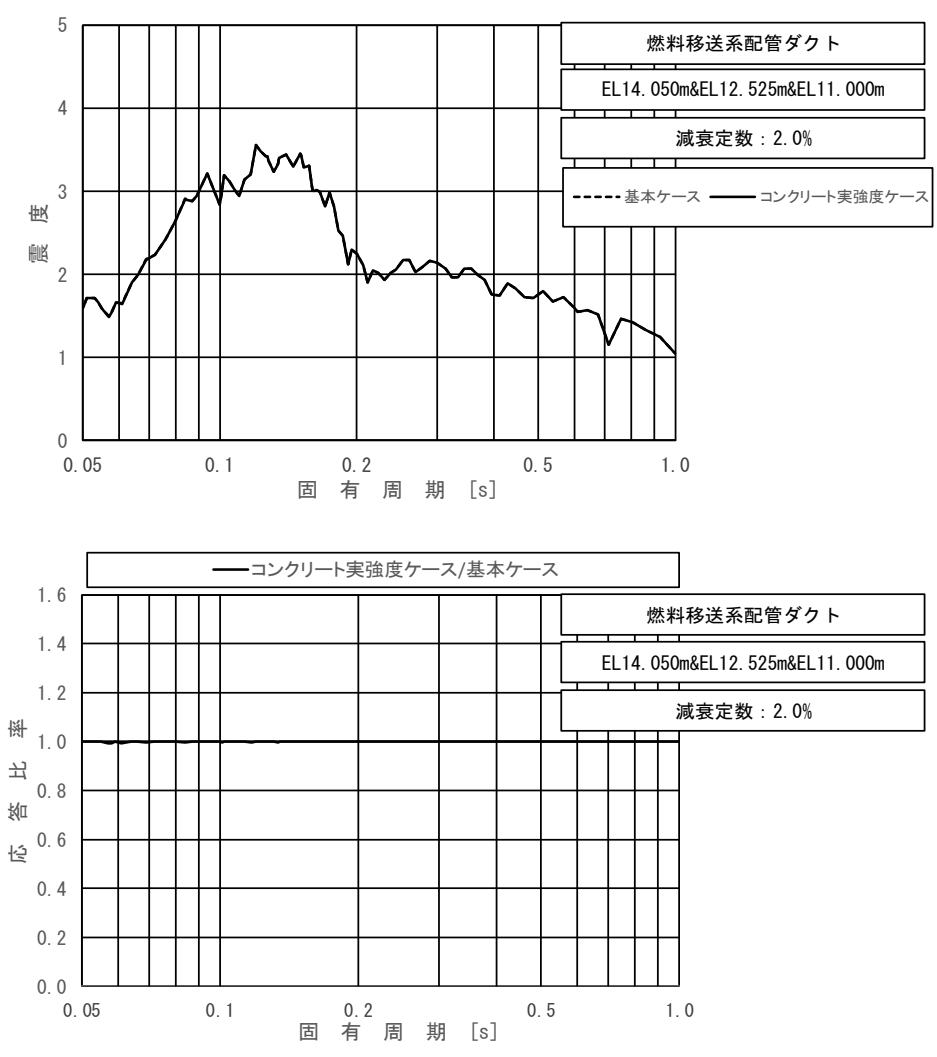


図 3.1.4-5 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉建物) (燃料移送系配管ダクト))  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向, EL14.050m～11.000m, 減衰 2.0%)

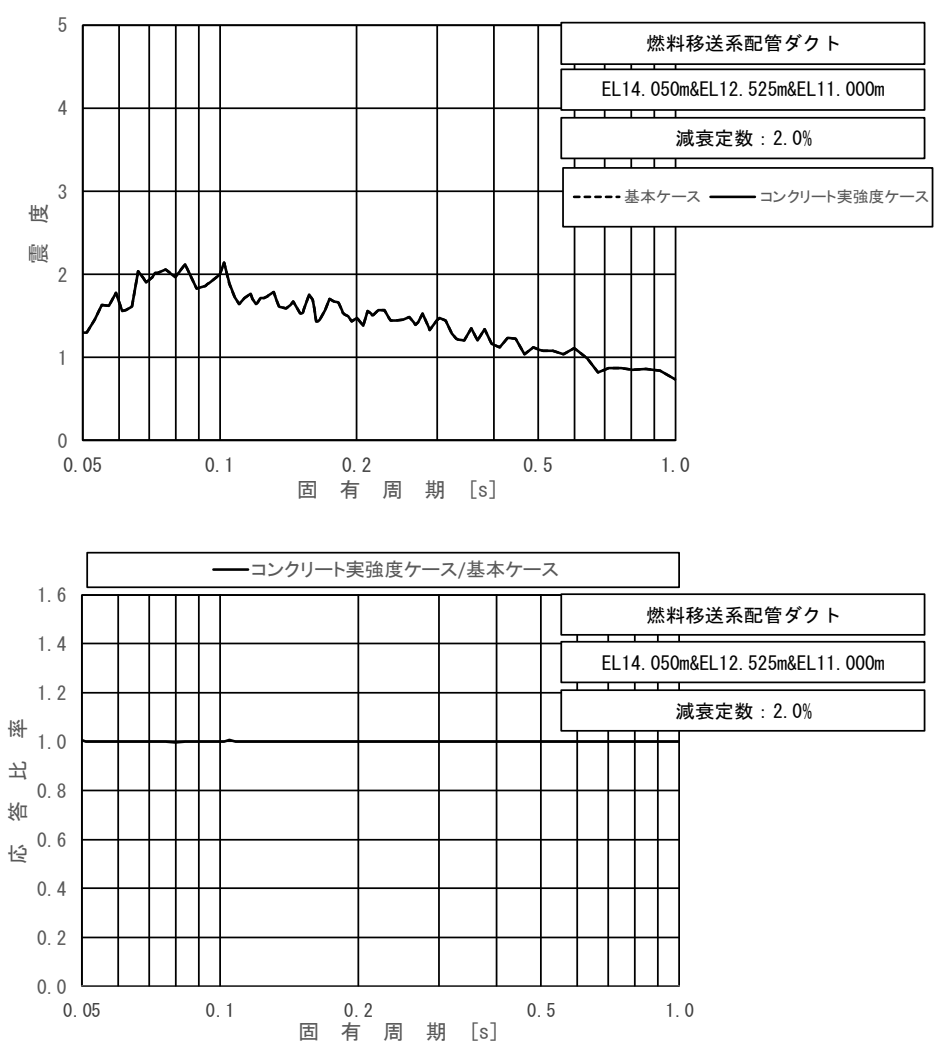


図 3.1.4-6 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク～原子炉  
建物) (燃料移送系配管ダクト))  
(基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL14.050m～11.000m, 減衰 2.0%)

### 3.1.5 屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）

屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）の震度を表 3.1.5-1～2，床応答スペクトルを図 3.1.5-1～6 に示す。

表 3.1.5-1 震度（屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向）

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	水平方向				① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面 (立坑部)	NS断面	EW断面				
屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）	11574 11820 11580 11826 1587 1833 2161 1376 1760	—	—	8.500～ 1.900	1.38	1.36	0.99
	—	1759 1376 2161 1760	—	4.900～ 1.900	1.25	1.29	1.04
	—	—	2288 2072 2499 2289	4.900～ 1.900	1.13	1.26	1.12

表 3.1.5-2 震度（屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽））  
（基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面 (立坑部)	NS断面	EW断面				
屋外配管ダクト（タービン建物～放水槽）	11574 11820 11580 11826 1587 1833 2161 1376 1760	—	—	8.500～ 1.900	1.07	1.21	1.14
	—	1759 1376 2161 1760	—	4.900～ 1.900	1.64	1.75	1.07
	—	—	2288 2072 2499 2289	4.900～ 1.900	1.17	1.42	1.22

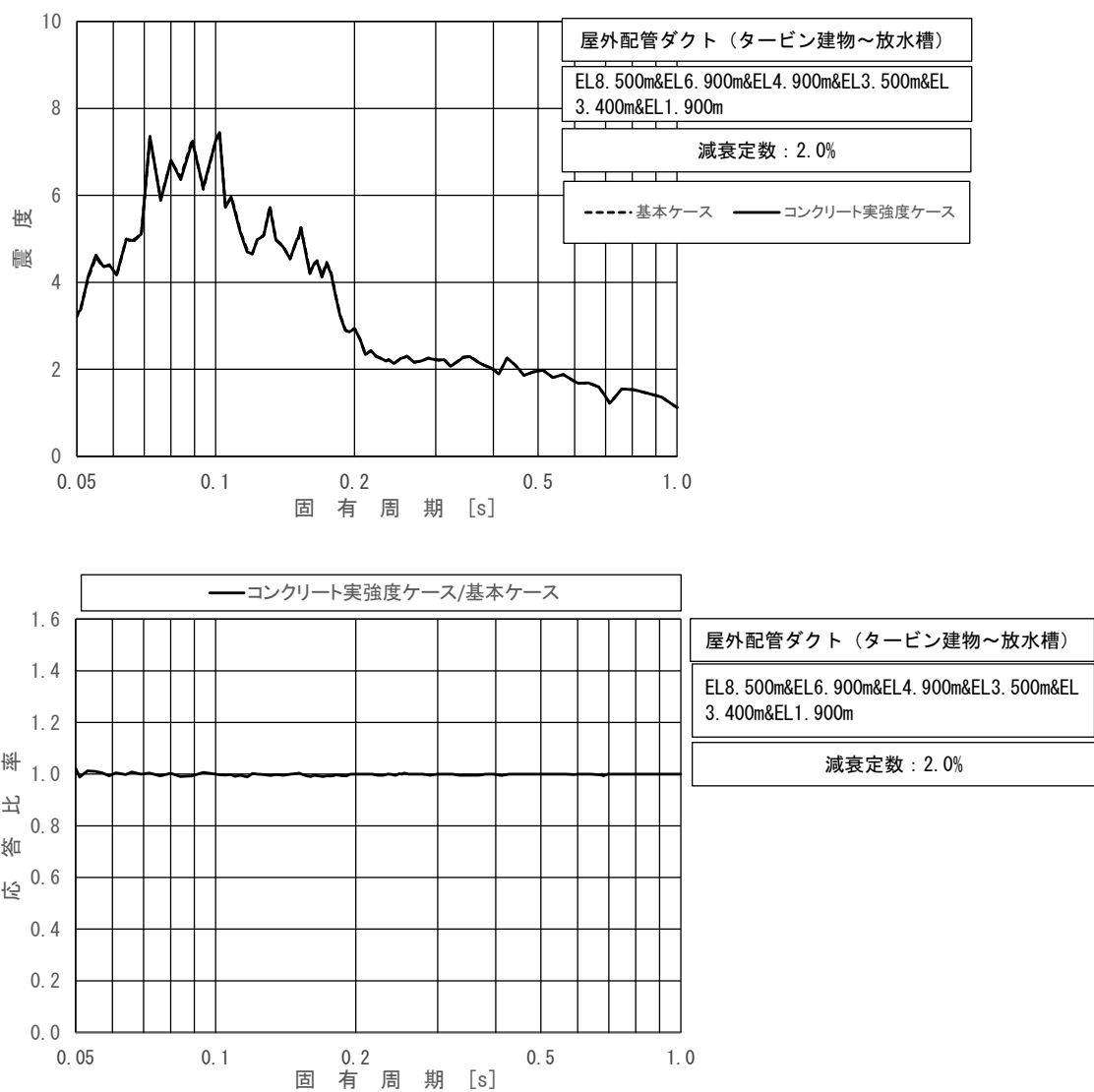


図 3.1.5-1 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (N S 断面 (立坑部)))

(基準地震動 S s - D (++) , 水平方向, EL8.500m~1.900m, 減衰 2.0%)

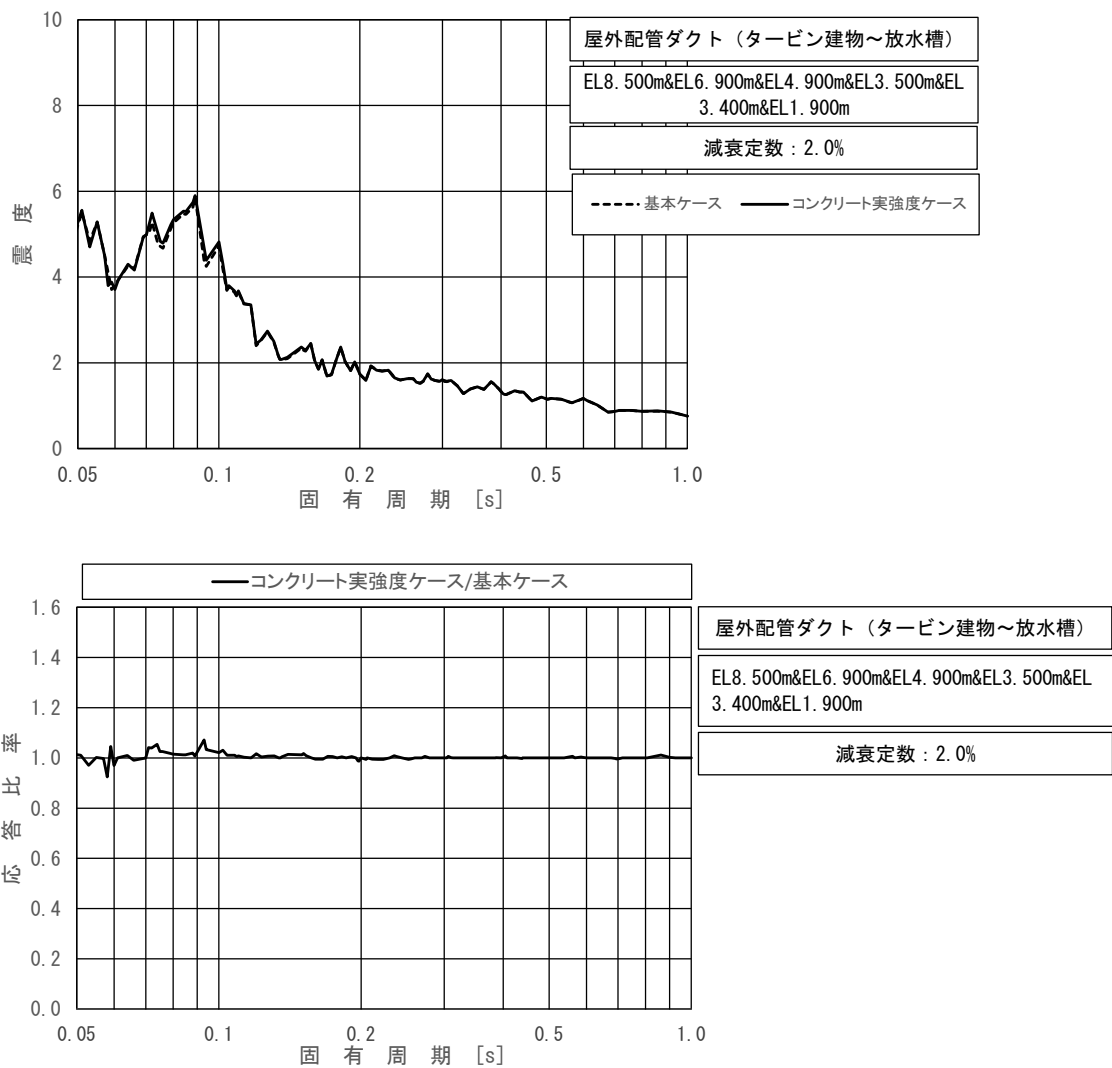


図 3.1.5-2 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物~放水槽) (N S 断面 (立坑部)))

(基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL8.500m~1.900m, 減衰 2.0%)

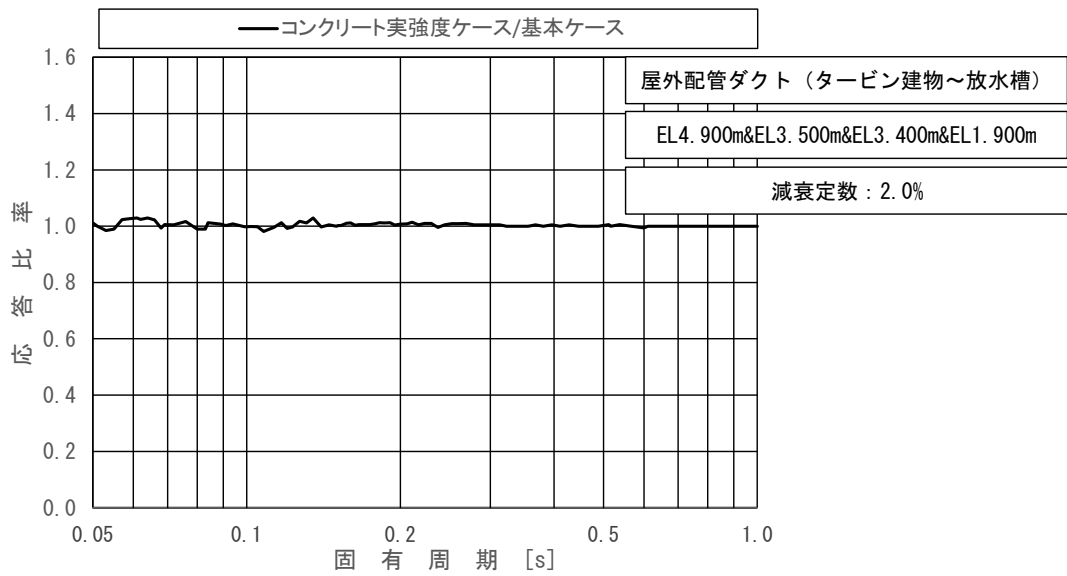
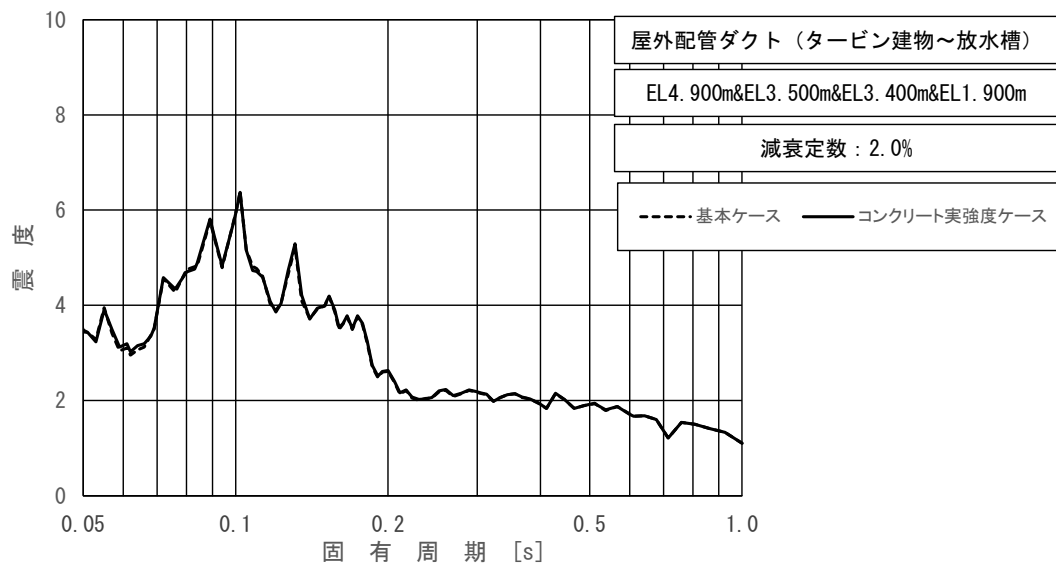


図 3.1.5-3 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (N S 断面))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向, EL4.900m~1.900m, 減衰 2.0%)

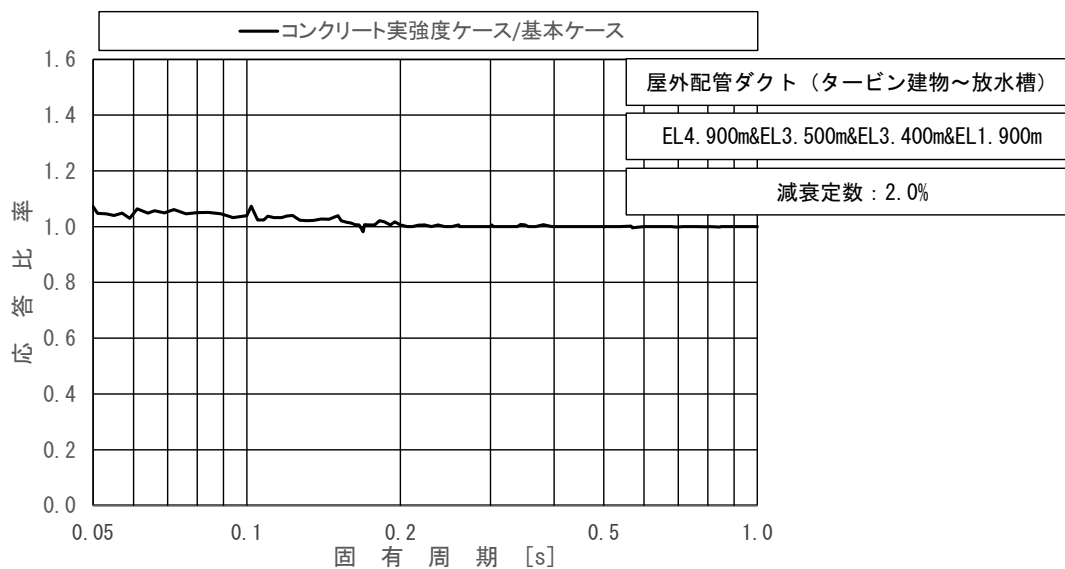
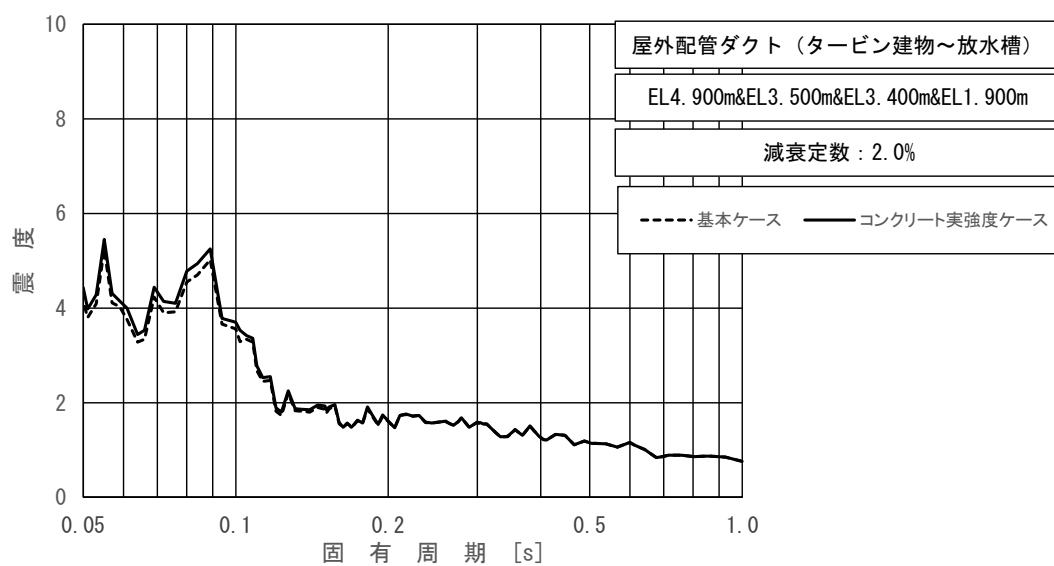


図 3.1.5-4 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物~放水槽) (N S 断面))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL4.900m~1.900m, 減衰 2.0%)

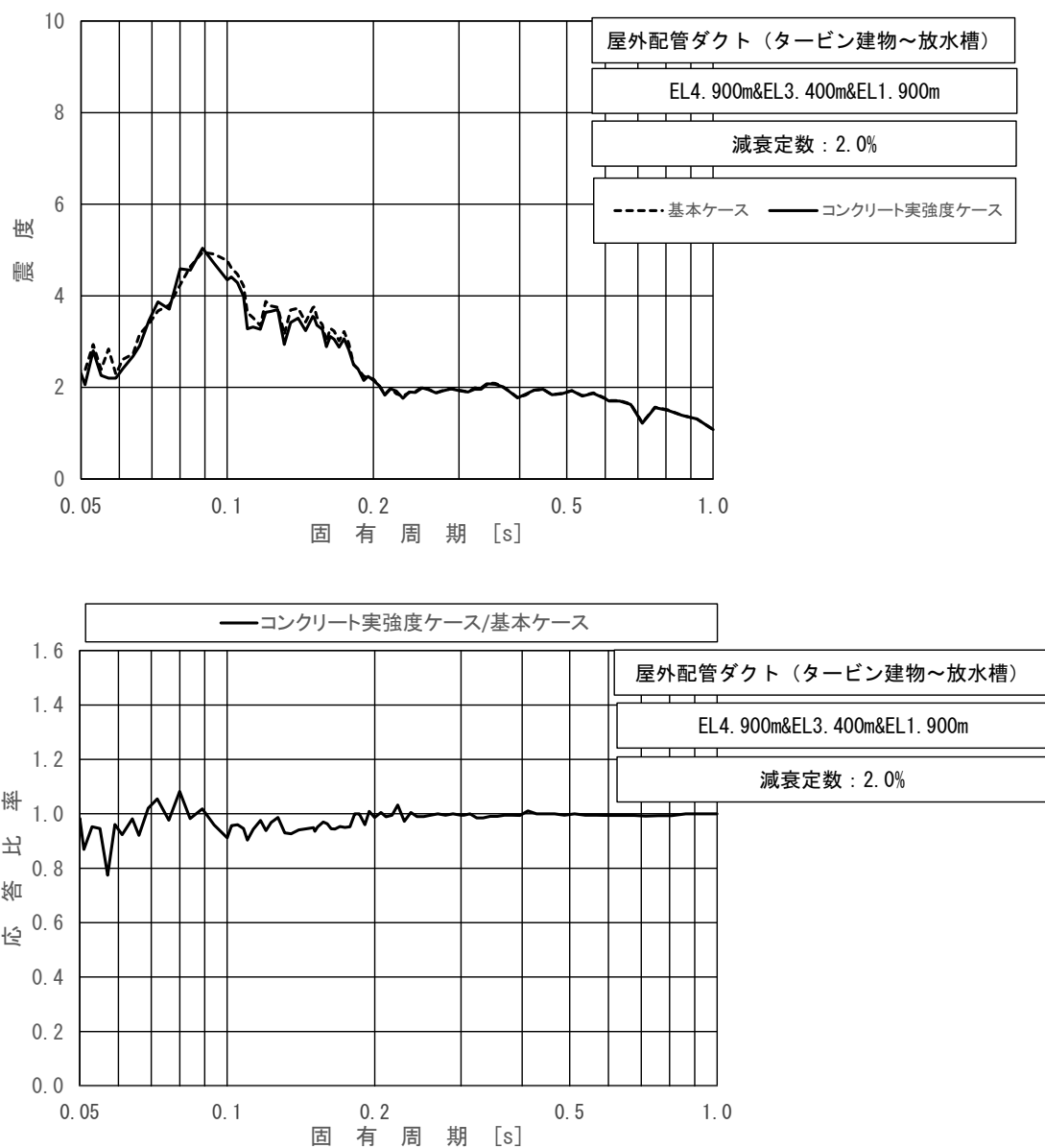


図 3.1.5-5 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (E-W断面))  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向, EL4.900m~1.900m, 減衰 2.0%)



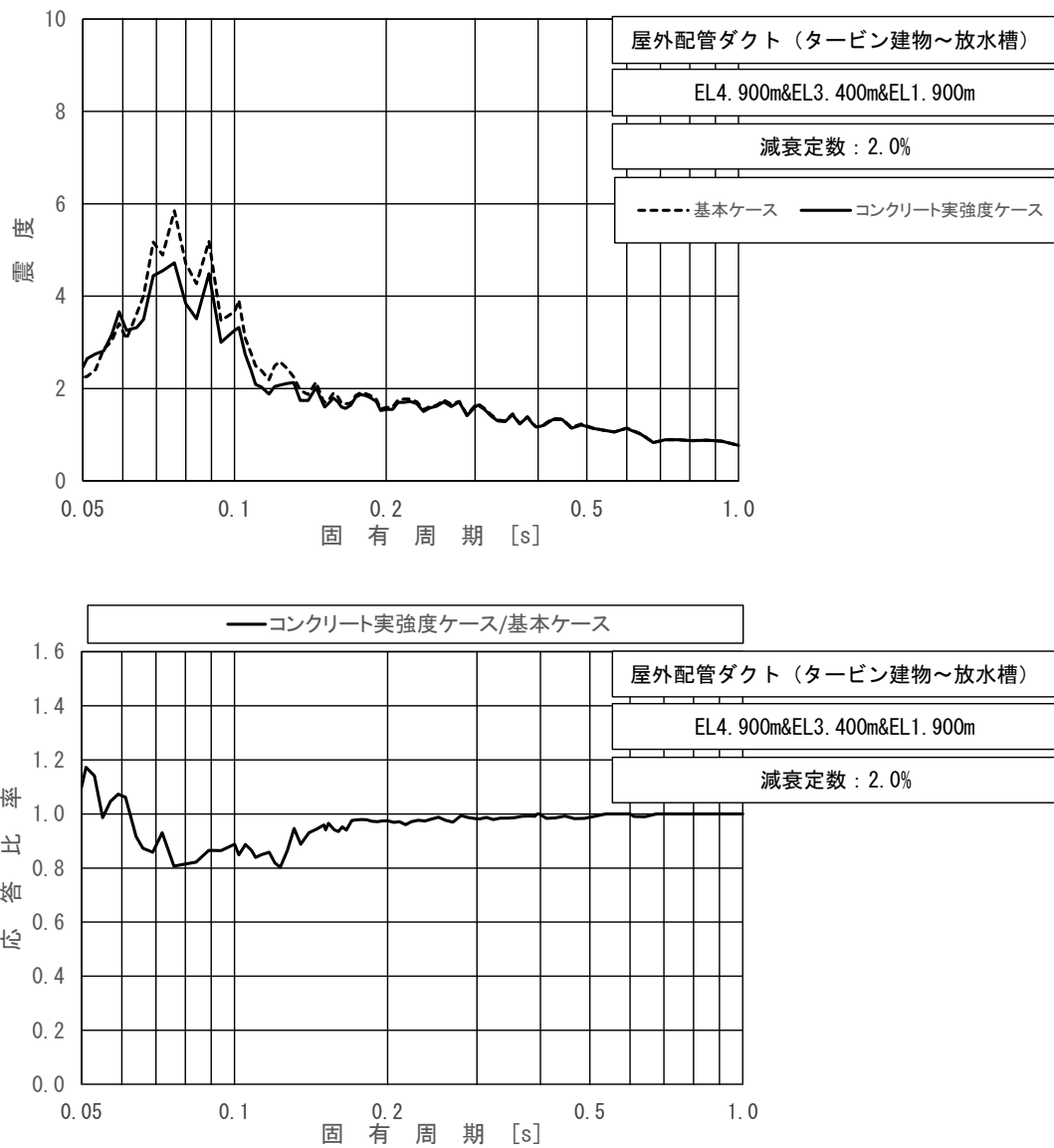


図 3.1.5-6 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (タービン建物～放水槽) (E W断面))  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL4.900m~1.900m, 減衰 2.0%)

### 3.1.6 第1ベントフィルタ格納槽

第1ベントフィルタ格納槽の震度を表3.1.6-1～3, 床応答スペクトルを図3.1.6-1～3に示す。

表3.1.6-1 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D(++)$ , 水平方向 (NS))

構造物名	節点番号		標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向			① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面 (銀ゼオライト 容器エリア)	NS断面 (スクラバ 容器エリア)				
第1ベント フィルタ格 納槽	1858 2457	1789 1795 2271	19.400～ 14.700	1.22	1.30	1.07
	1865 2160 2466	1802	8.800～ 7.600	0.80	0.84	1.05
	1872 2472	2286	2.700	0.77	0.77	1.00

表3.1.6-2 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D(++)$ , 水平方向 (EW))

構造物名	節点番号	標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	EW断面				
第1ベント フィルタ格 納槽	1480 1486 1696 2235	19.400～ 14.700	2.10	1.84	0.88
	2243	8.800～ 7.600	0.70	0.73	1.05
	1500 2249	2.700	1.40	0.74	0.53

表 3.1.6-3 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向)

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面 (銀ゼオライト 容器エリア)	NS断面 (スクラバ 容器エリア)	EW断面				
第1ベント フィルタ格 納槽	1858 2457	1789 1795 2271	1480 1486 1696 2235	19.400~ 14.700	2.69	1.77	0.66
	1865 2160 2466	1802	2243	8.800~ 7.600	0.82	1.99	2.43
	1872 2472	2286	1500 2249	2.700	1.55	2.21	1.43

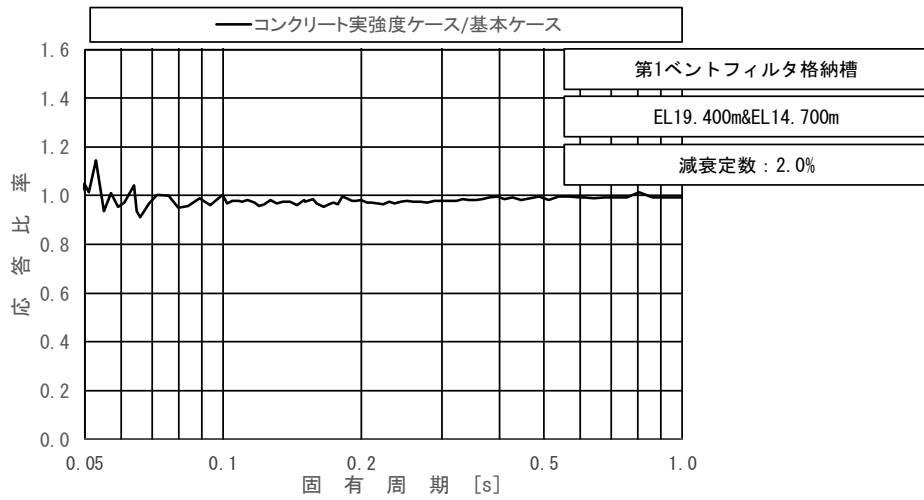
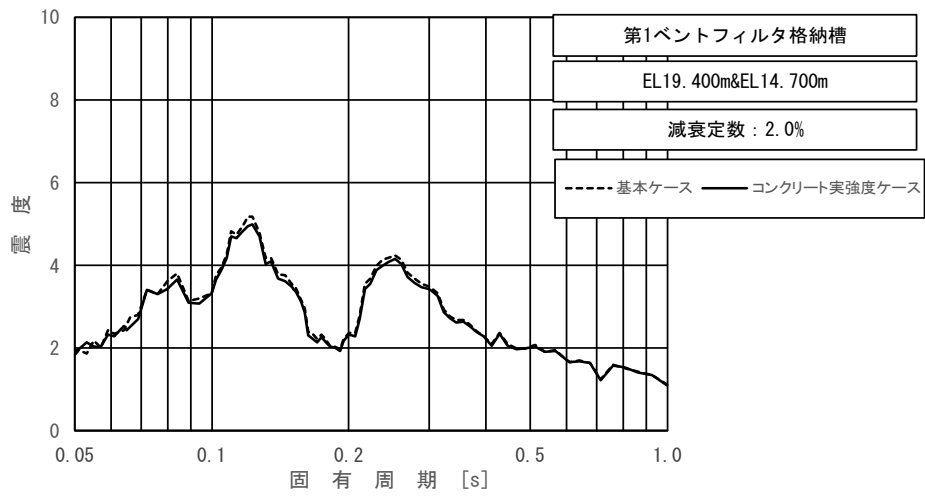


図 3.1.6-1 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (NS) , EL19.400m~14.700m , 減衰 2.0%)

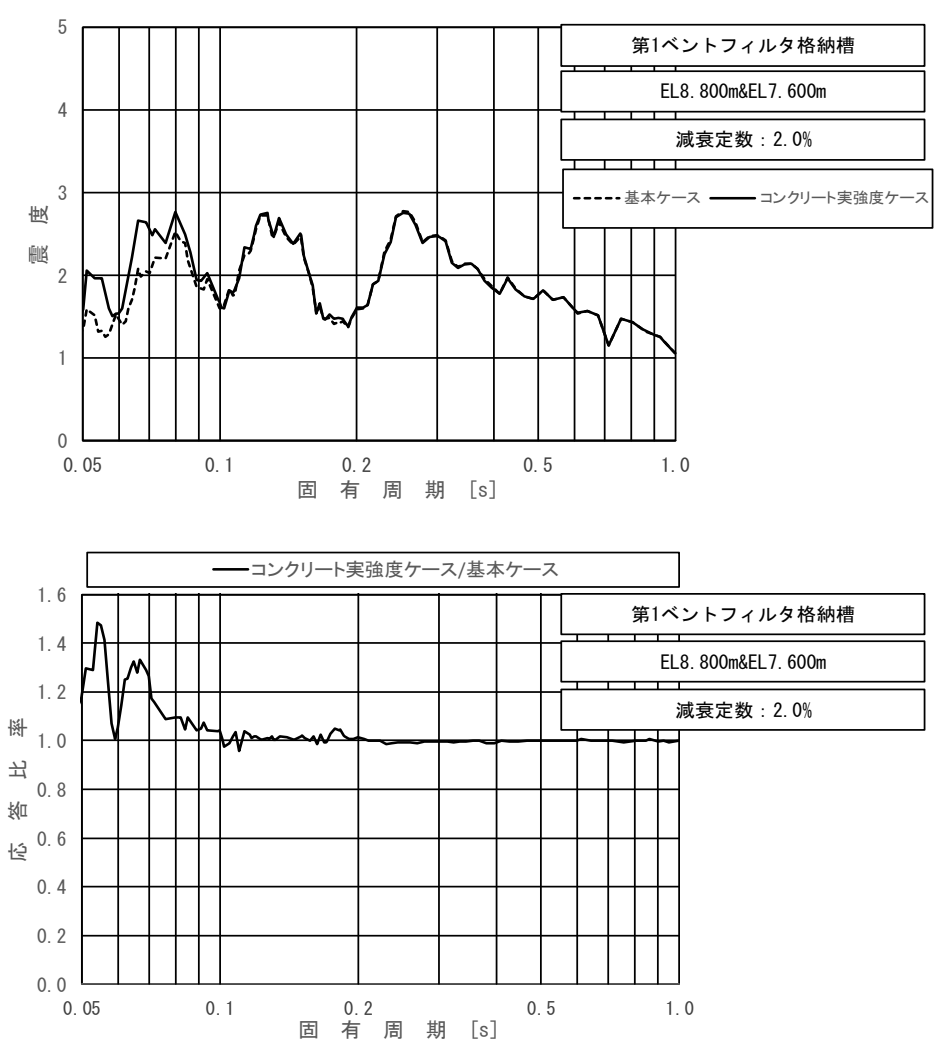


図 3.1.6-1 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL8.800m~7.600m , 減衰 2.0%)

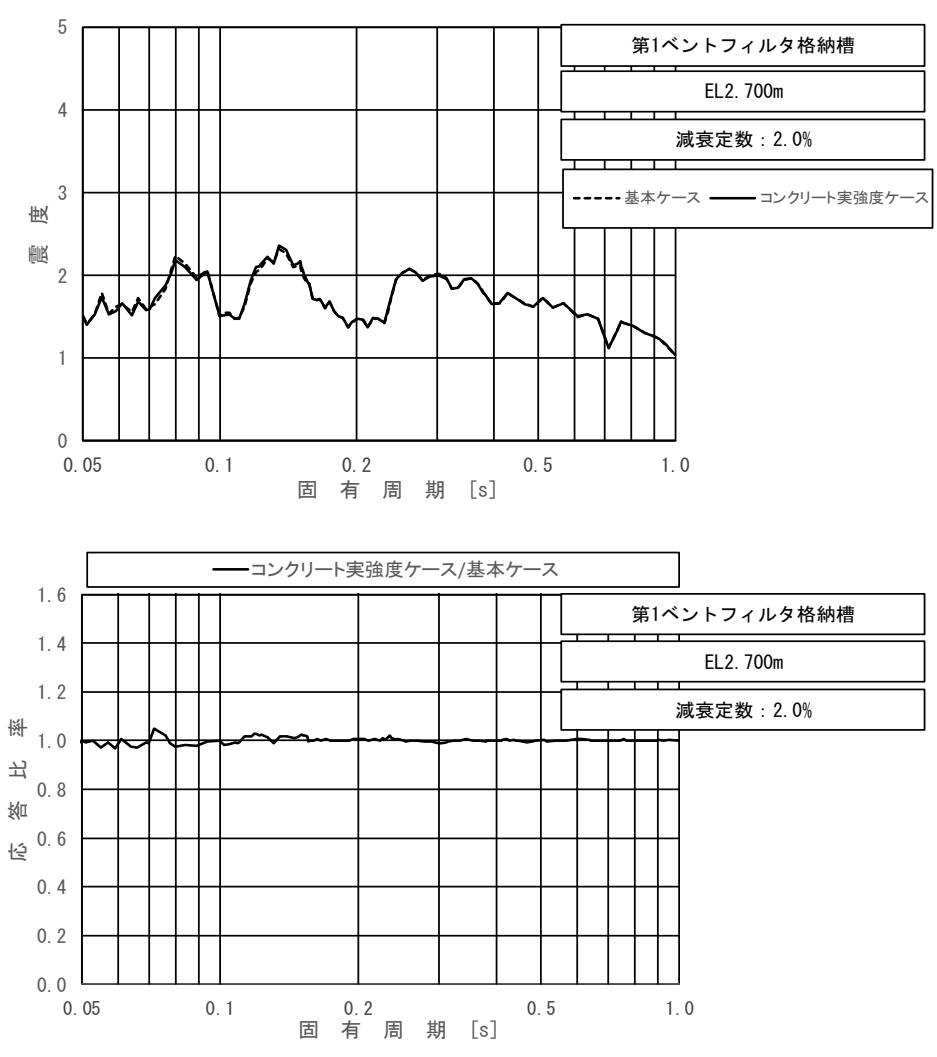


図 3.1.6-1 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL2.700m , 減衰 2.0%)

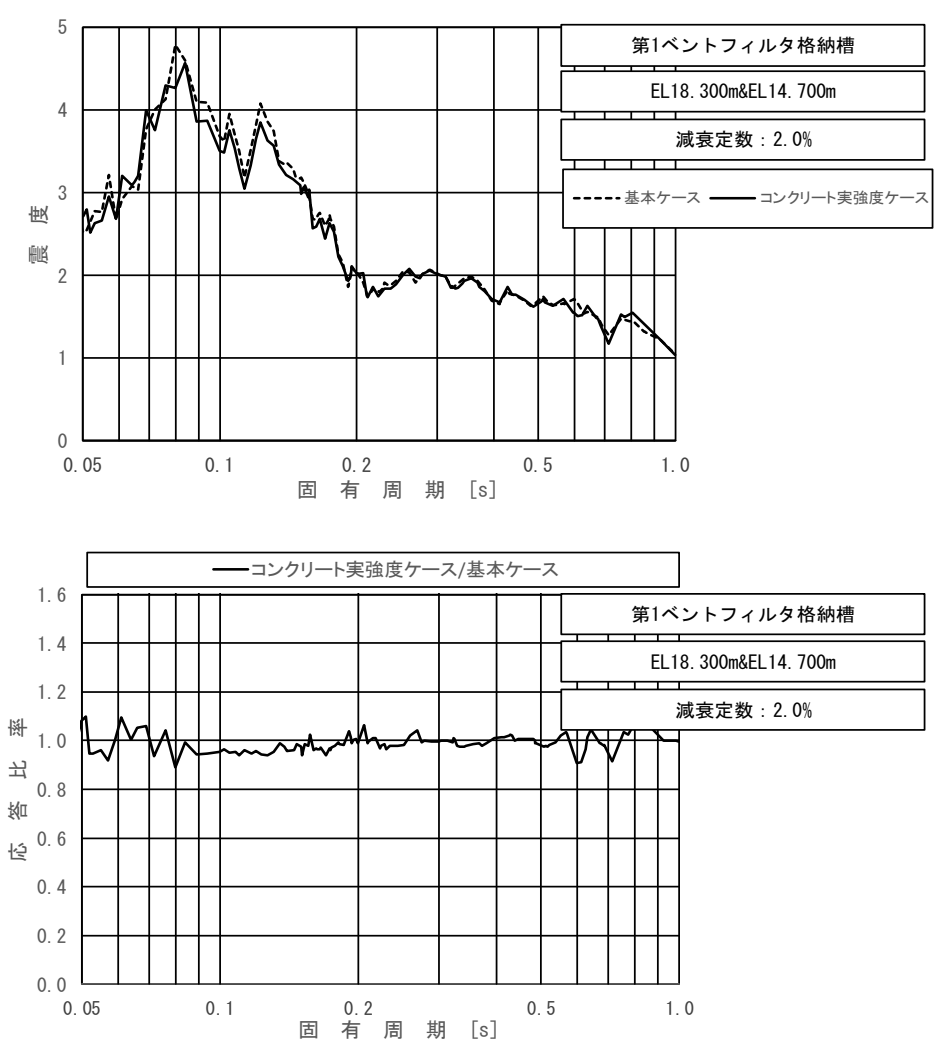


図 3.1.6-2 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (E W), EL18.300m~14.700m, 減衰 2.0%)

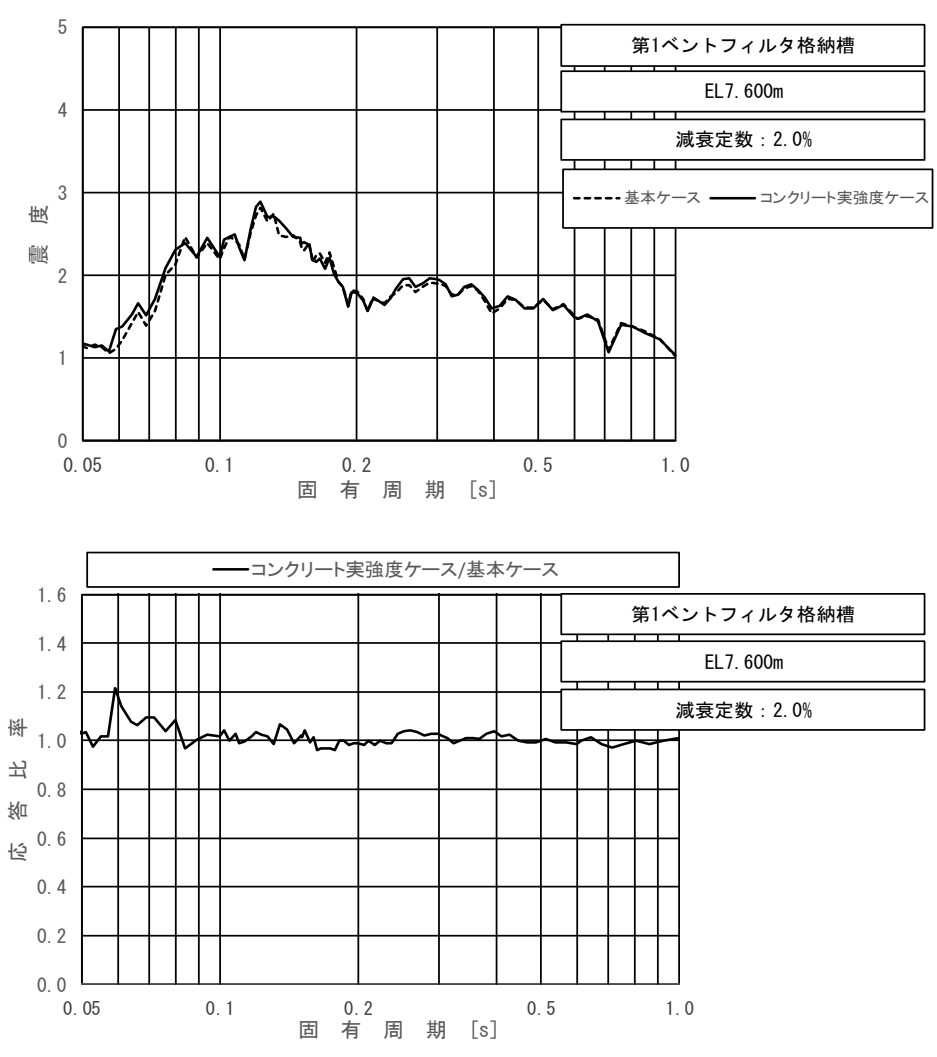


図 3.1.6-2 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL7.600m, 減衰 2.0%)



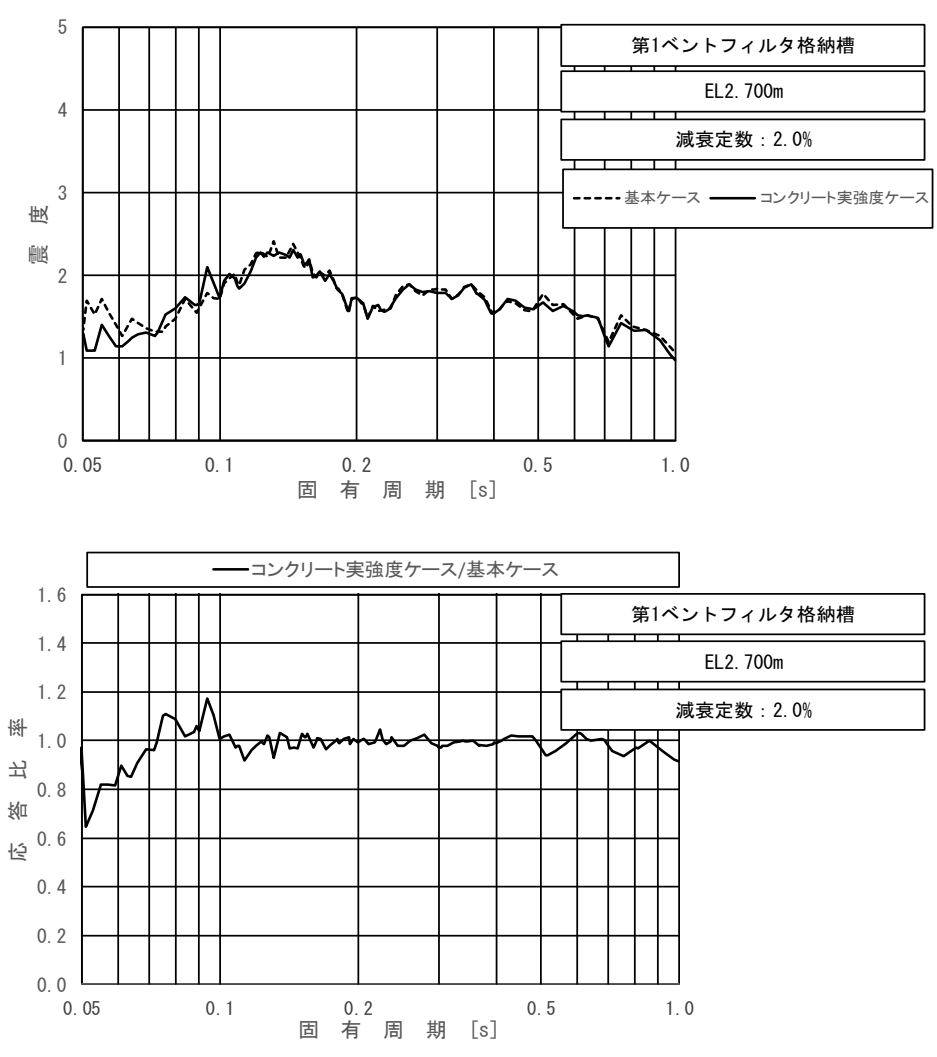


図 3.1.6-2 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動 S<sub>s</sub>-D (++) , 水平方向 (EW), EL2.700m, 減衰 2.0%)

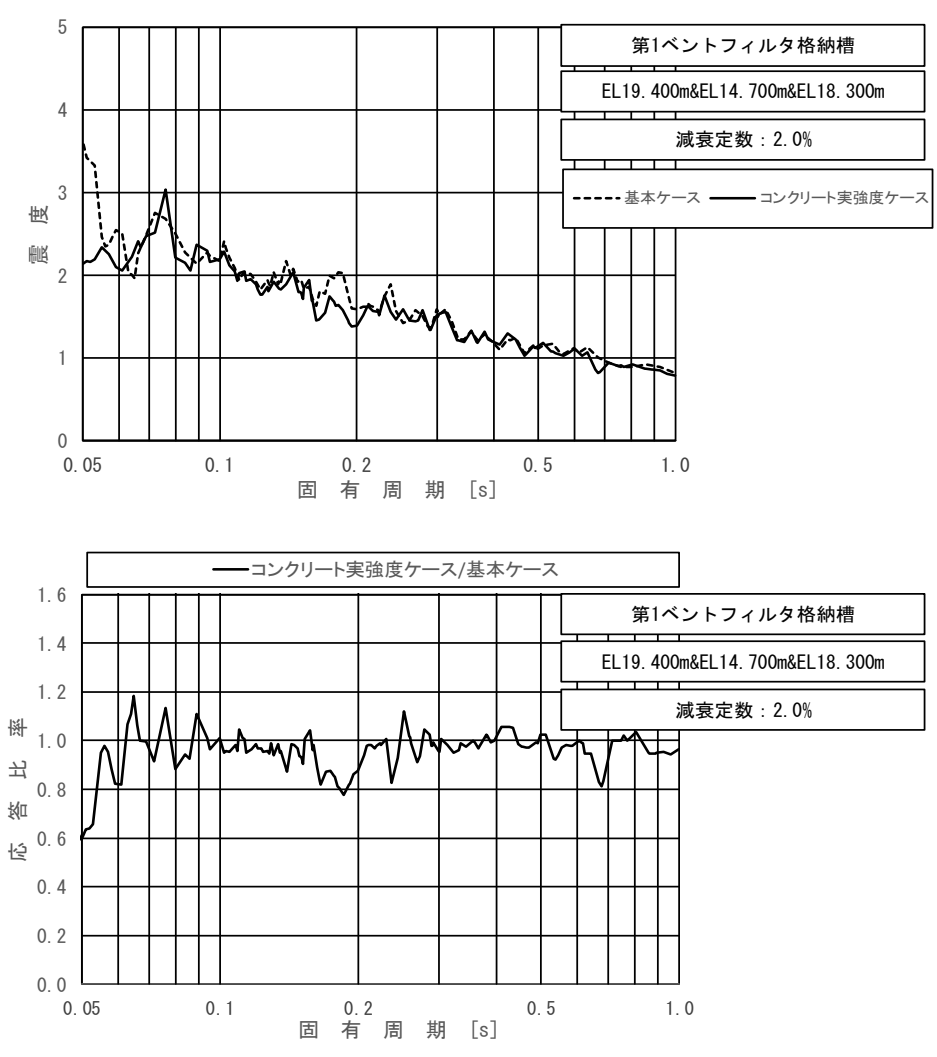


図 3.1.6-3 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL19.400m~14.700m, 減衰 2.0%)

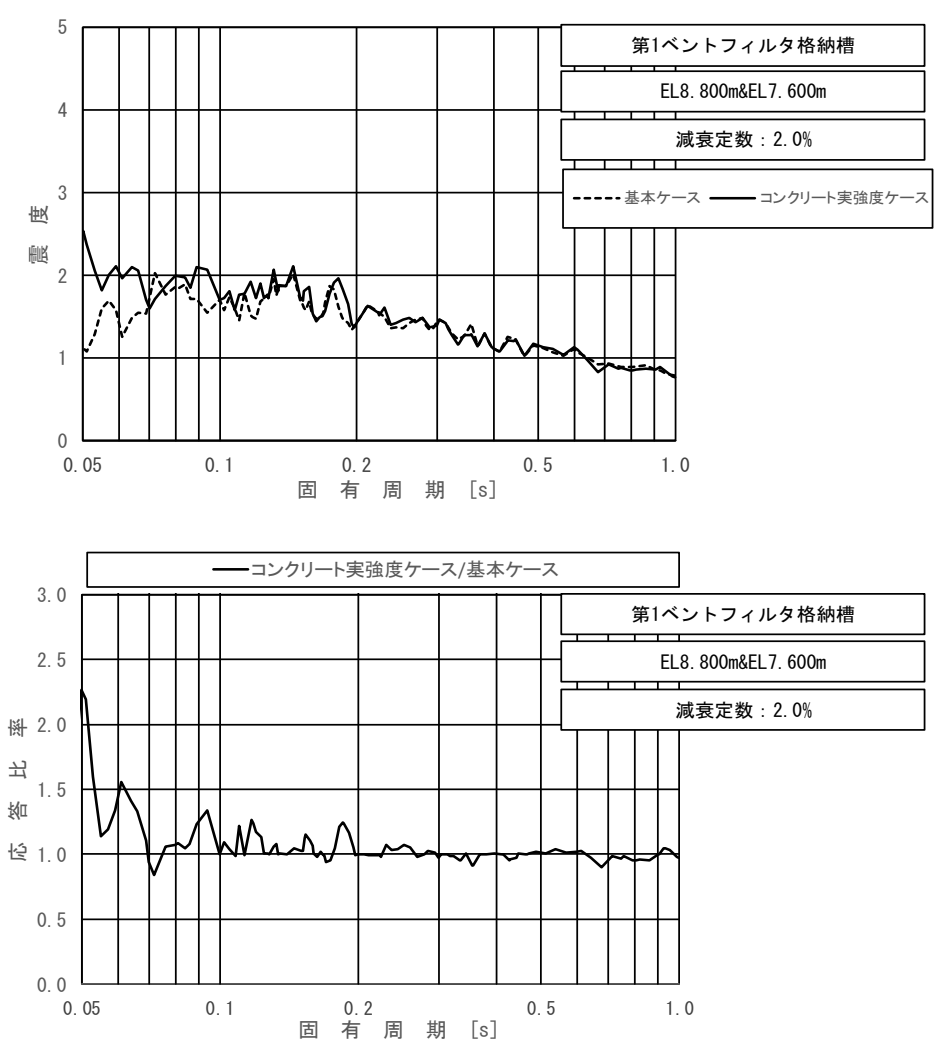


図 3.1.6-3 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL8.800m~7.600m, 減衰 2.0%)

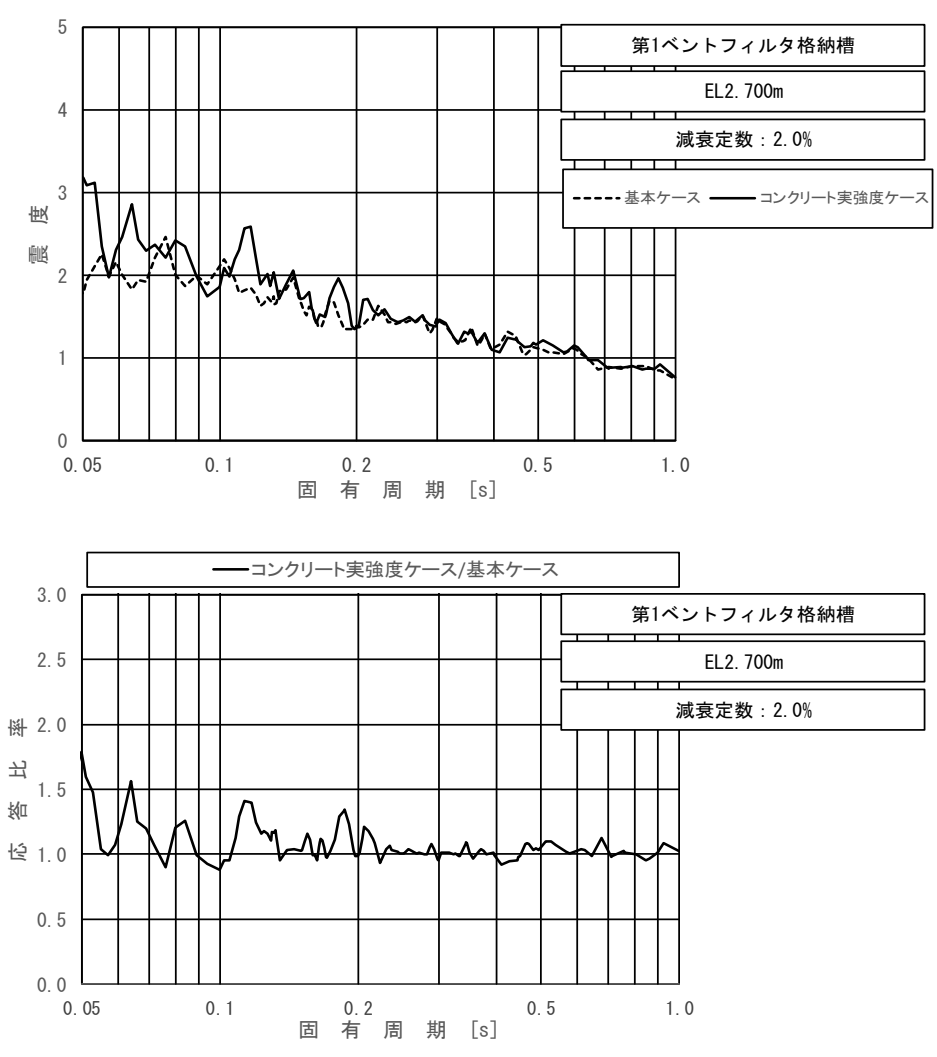


図 3.1.6-3 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL2.700m, 減衰 2.0%)

### 3.1.7 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の震度を表 3.1.7-1～3, 床応答スペクトルを図 3.1.7-1～3 に示す。

表 3.1.7-1 震度 (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS))

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向			① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面 (水室)	NS断面 (ポンプ室)				
低圧原子炉 代替注水 ポンプ格納 槽(水室)	—	2042	18.300	0.95	1.06	1.12
	1931	1946 2121	14.700	0.98	0.96	0.98
	1939	1954	8.200	0.84	0.82	0.98
	1949 2189	1964	0.700	0.68	0.69	1.02

表 3.1.7-2 震度 (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW))

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	EW方向		① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	EW断面				
低圧原子炉 代替注水 ポンプ格納 槽	2743	18.300	1.01	1.10	1.09
	2397 2751	14.700	1.00	0.96	0.96
	2404	8.200	0.86	0.85	0.99
	2413 2777 3472	0.700	1.22	1.41	1.16

表 3.1.7-3 震度（低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽）  
 （基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
	NS断面 (水室)	NS断面 (ポンプ室)	EW断面				
	—	2042	2743	18.300	0.69	0.71	1.03
低圧原子炉 代替注水 ポンプ 格納槽	1931	1946 2121	2397 2751	14.700	0.82	0.80	0.98
	1939	1954	2404	8.200	0.59	0.74	1.26
	1949 2189	1964	2413 2777 3472	0.700	0.56	0.58	1.04

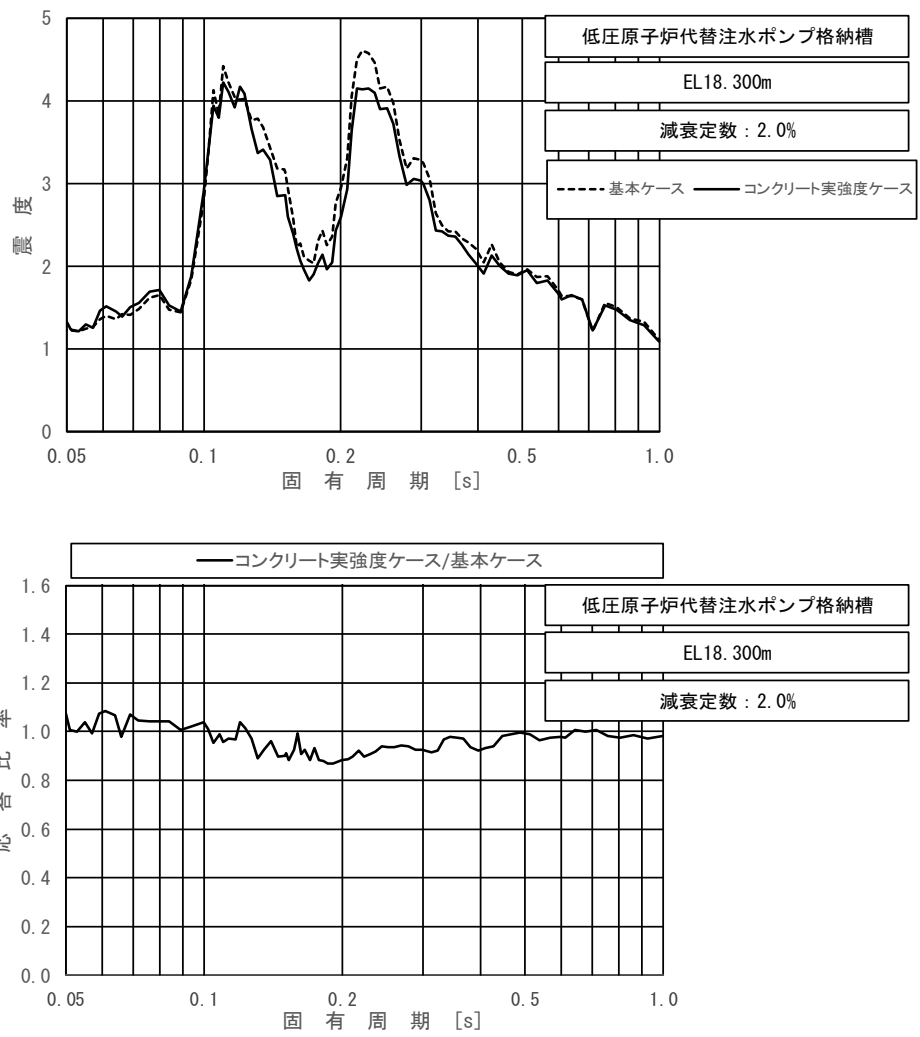


図 3.1.7-1 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL18.300m , 減衰 2.0%)

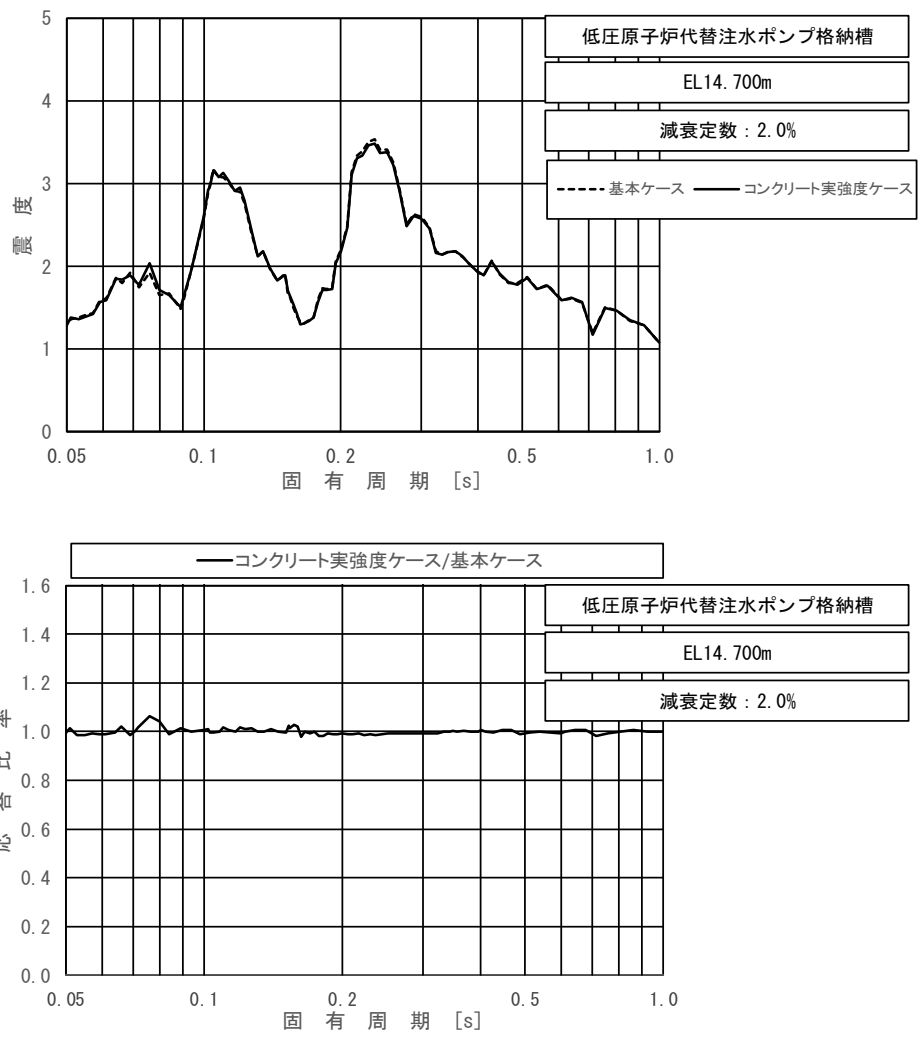


図 3.1.7-1 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL14.700m , 減衰 2.0%)



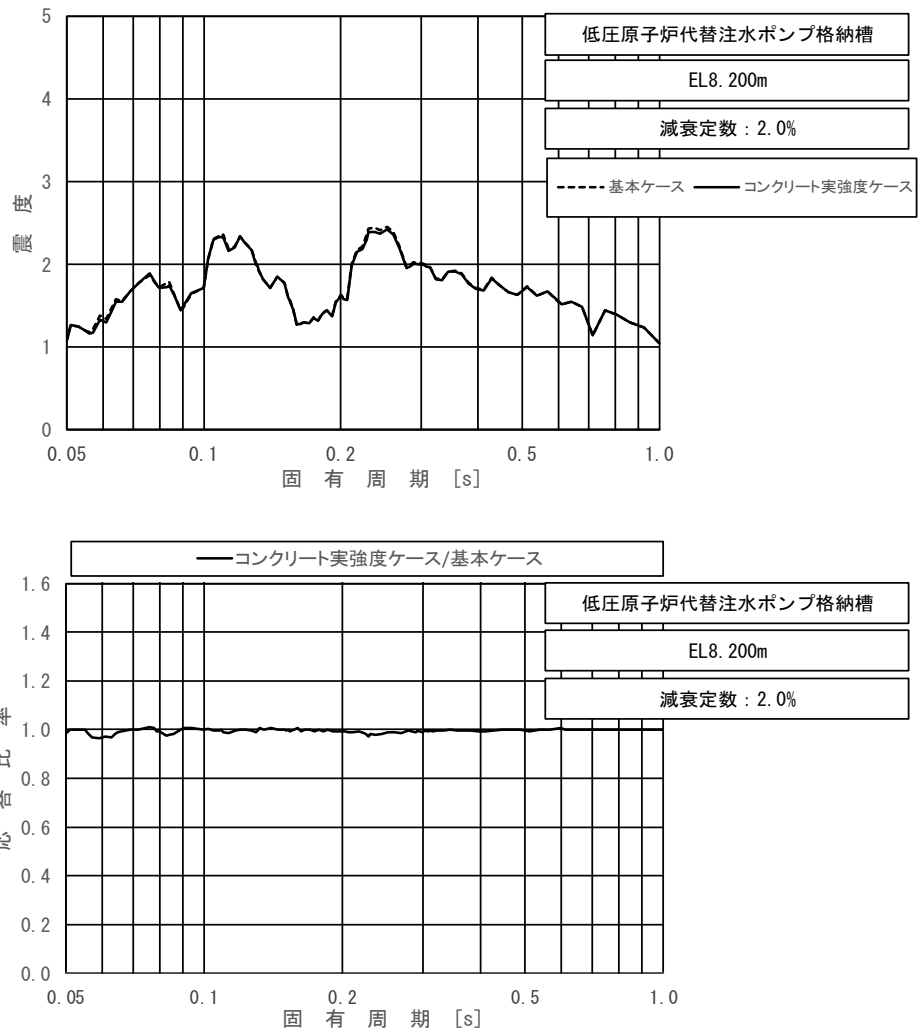


図 3.1.7-1 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL8.200m, 減衰 2.0%)

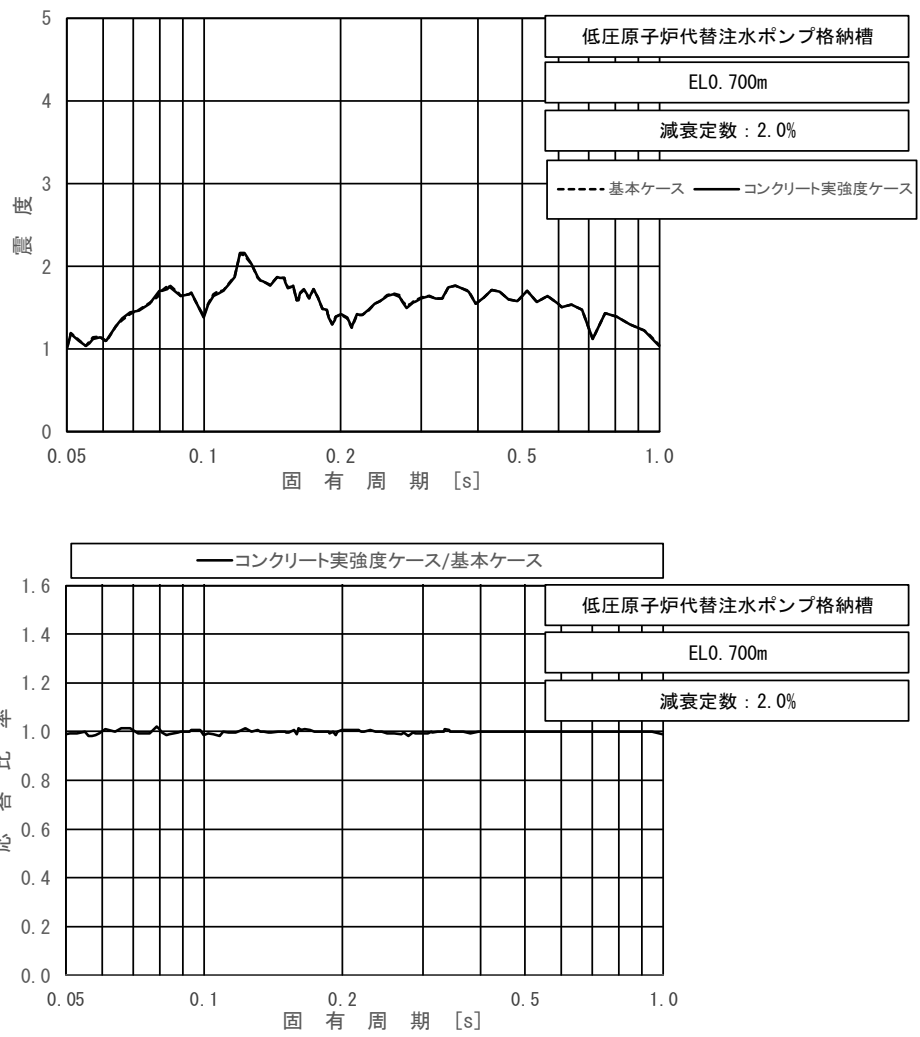


図 3.1.7-1 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS), EL0.700m, 減衰 2.0%)

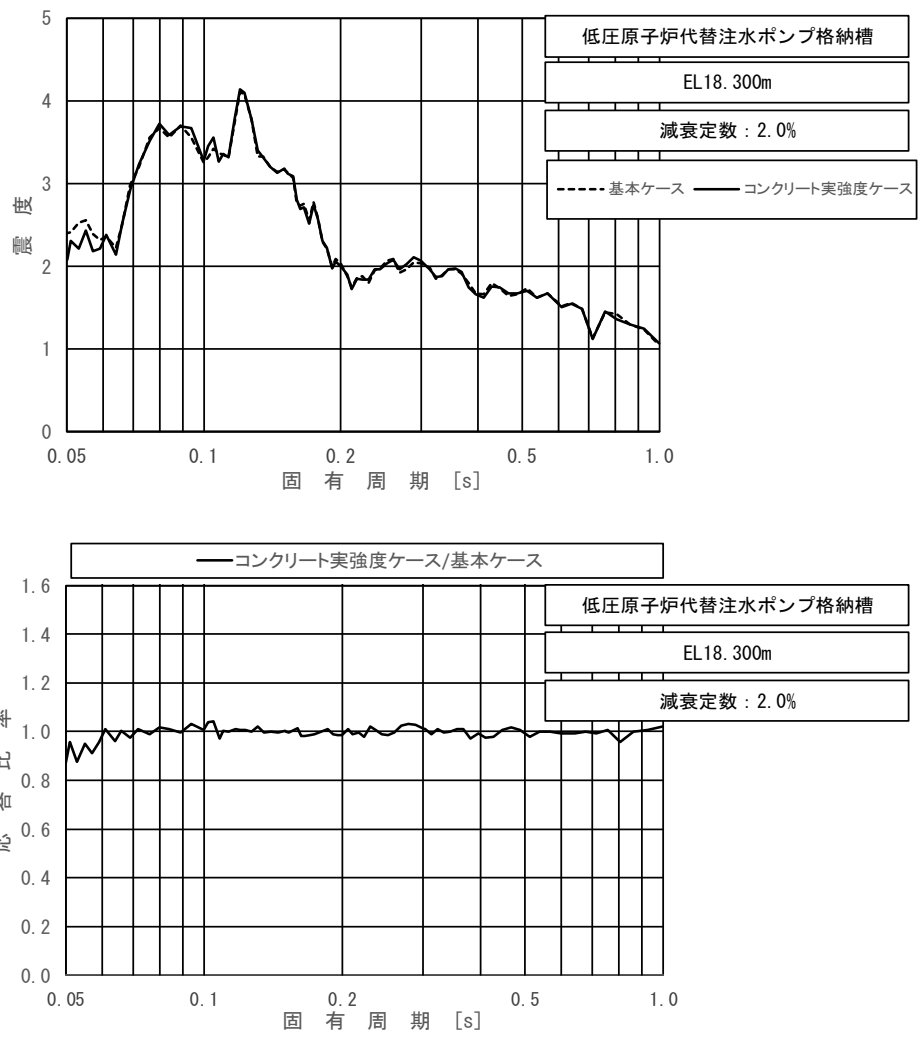


図 3.1.7-2 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (E W) , EL18.300m , 減衰 2.0%)

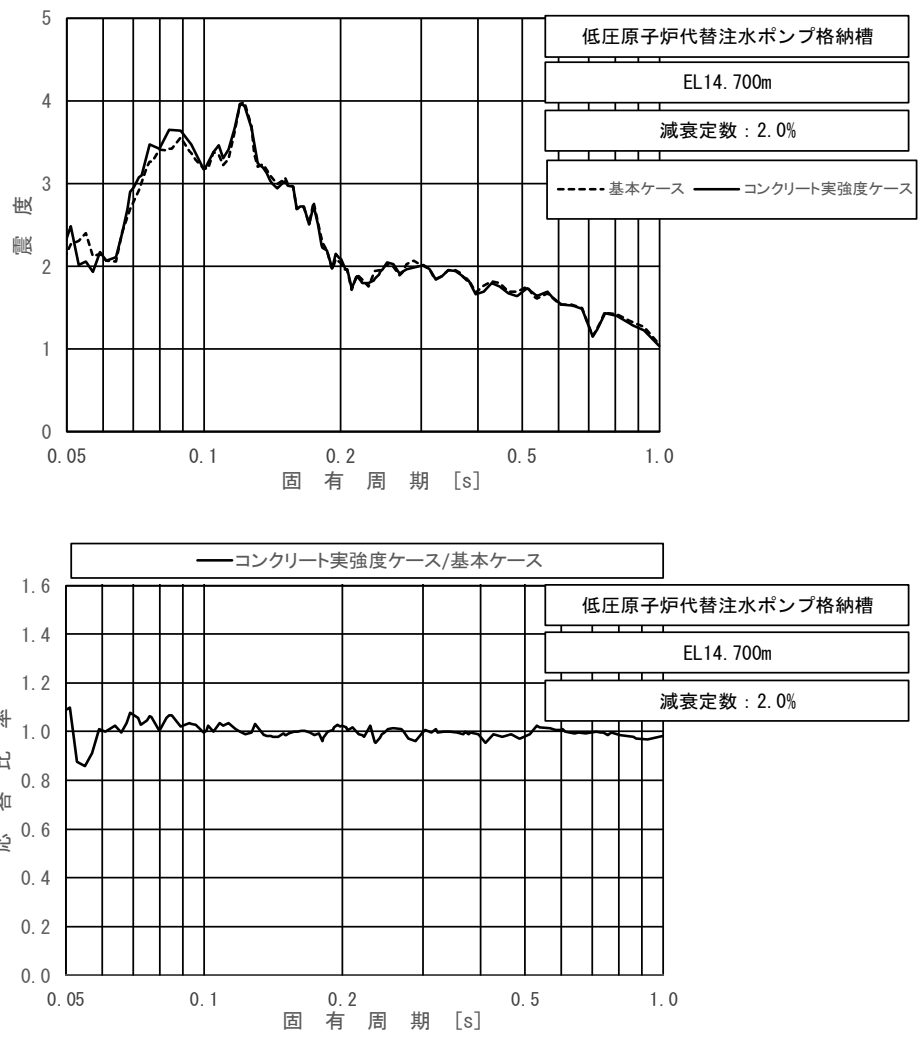


図 3.1.7-2 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (E W) , EL14.700m , 減衰 2.0%)

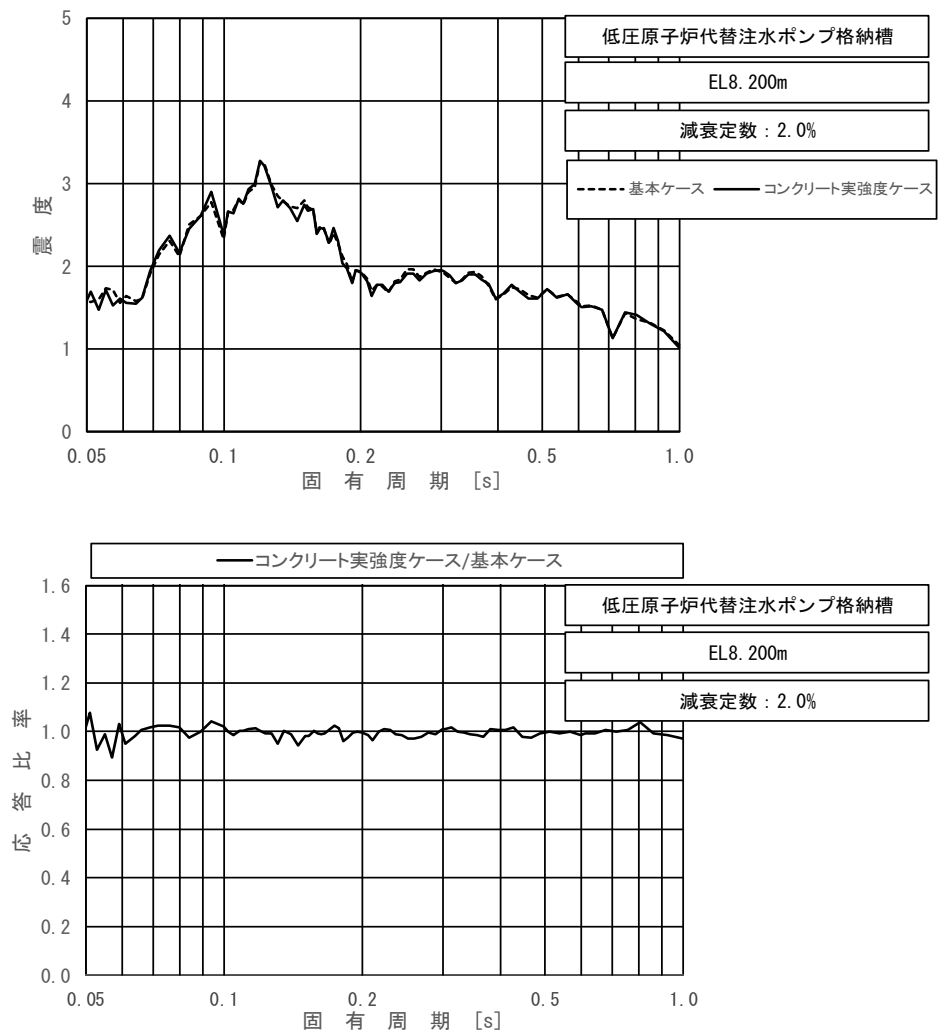


図 3.1.7-2 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (E W), EL8.200m, 減衰 2.0%)

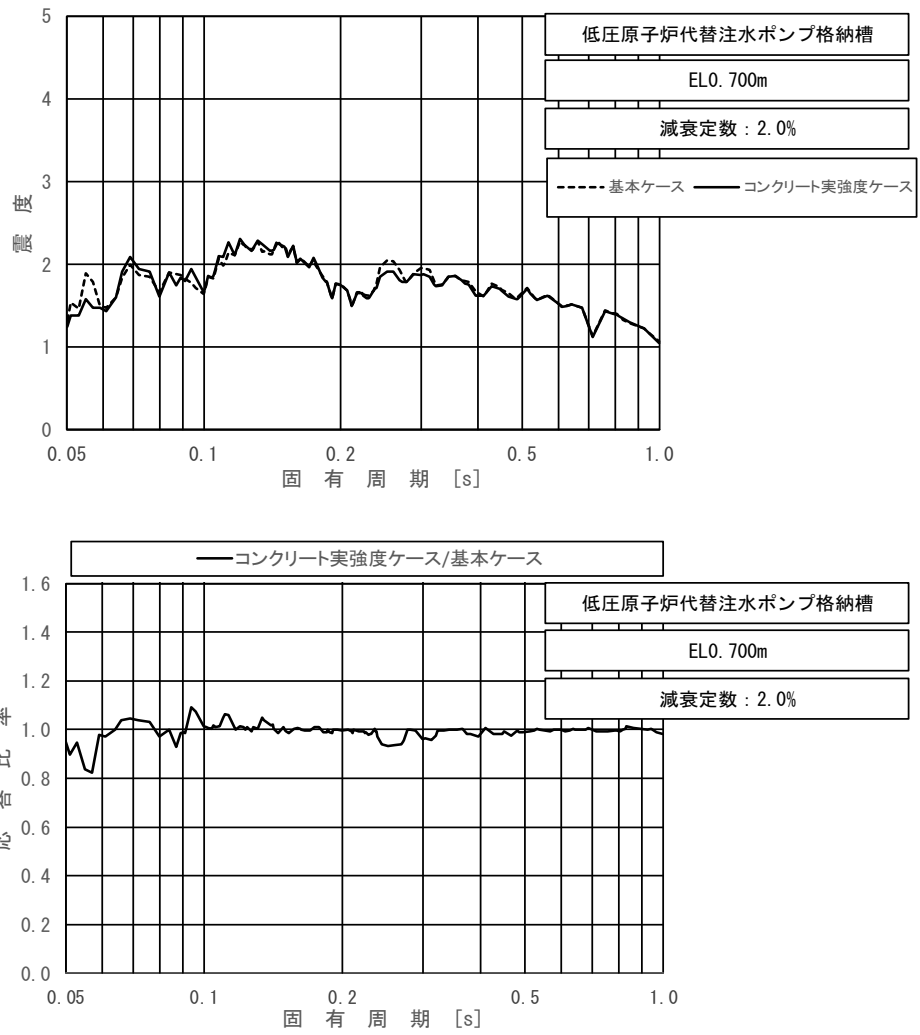


図 3.1.7-2 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL0.700m, 減衰 2.0%)

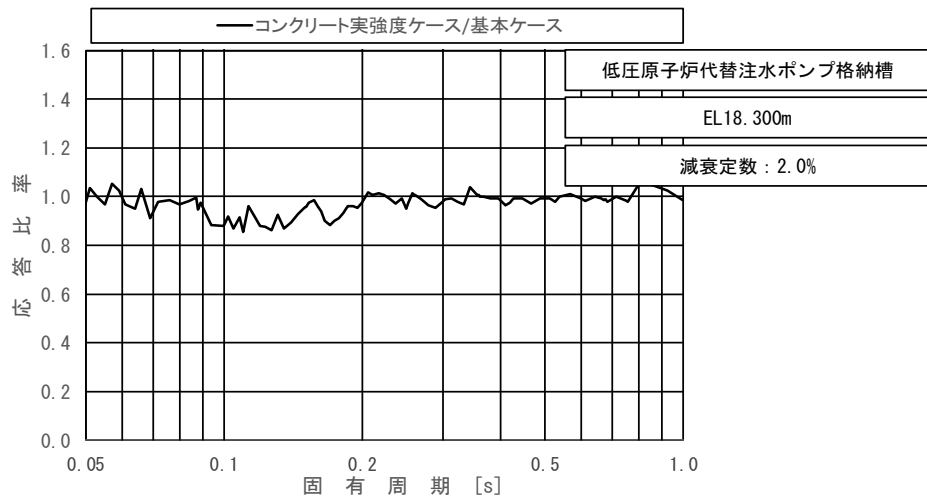
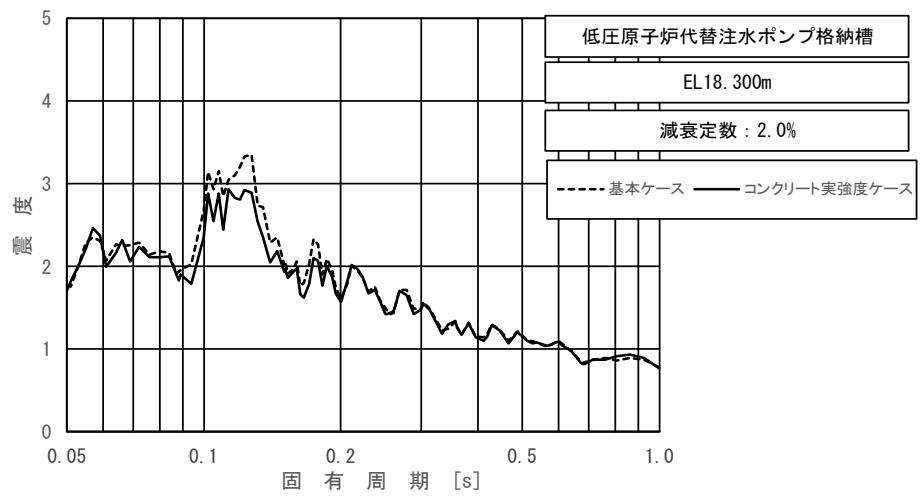


図 3.1.7-3 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL18.300m, 減衰 2.0%)

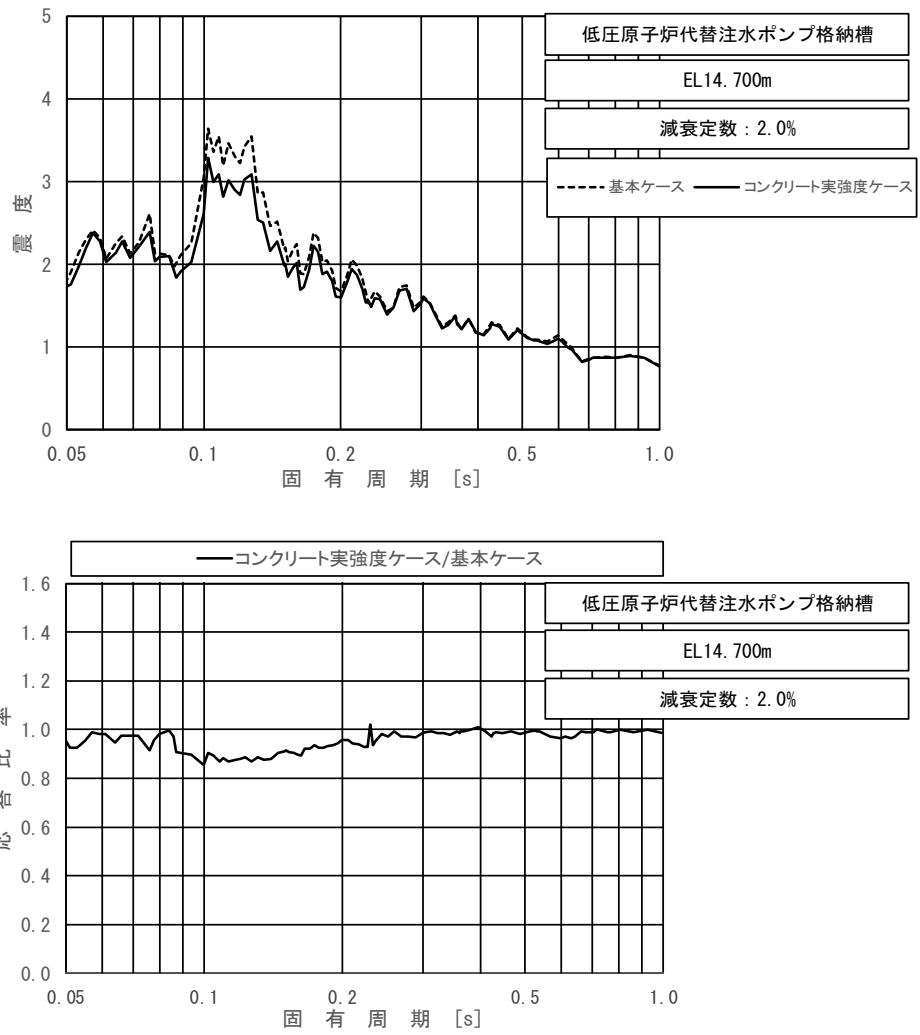


図 3.1.7-3 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL14.700m, 減衰 2.0%)



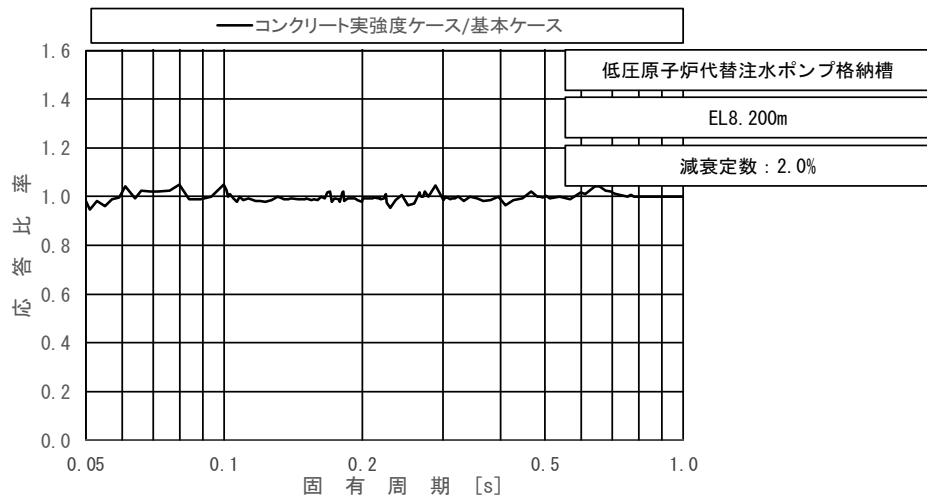
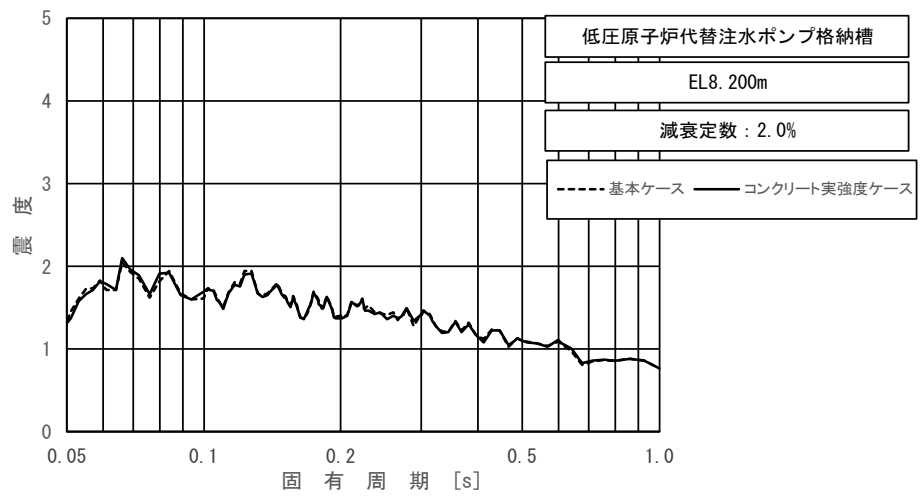


図 3.1.7-3 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL8.200m, 減衰 2.0%)

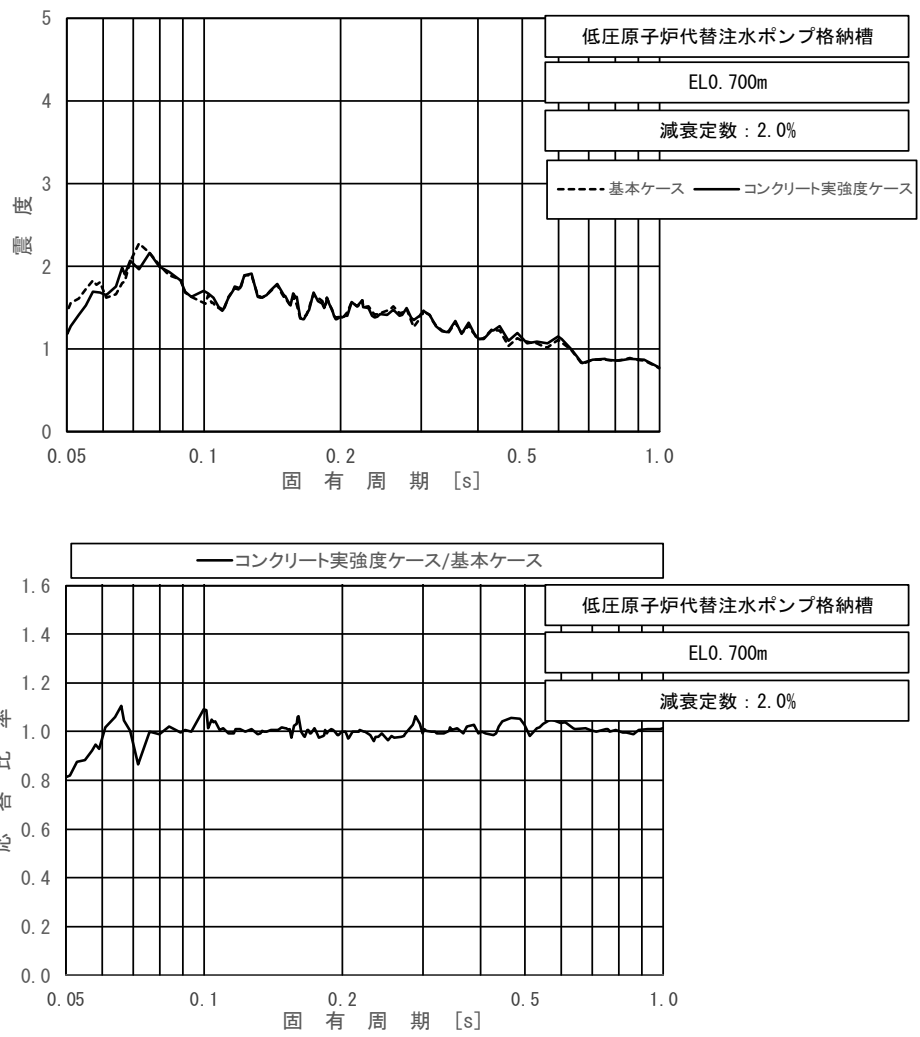


図 3.1.7-3 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL0.700m, 減衰 2.0%)

### 3.1.8 ガスタービン発電機用軽油タンク基礎

ガスタービン発電機用軽油タンク基礎の震度を表 3.1.8-1~2, 床応答スペクトルを図 3.1.8-1~2 に示す。

表 3.1.8-1 震度 (ガスタービン発電機用軽油タンク基礎)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向)

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
			① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
ガスタービン 発電機用 軽油タンク	1	58.212	4.08	3.89	0.96
	2	56.112	3.57	3.41	0.96
	3	54.012	3.06	2.93	0.96
	4	51.912	2.18	2.08	0.96
	5	49.812	1.36	1.37	1.01
	6	47.700	1.01	1.02	1.01
ガスタービン 発電機用 軽油タンク 基礎	7	47.200	1.01	1.01	1.00
	8	45.800	1.00	1.00	1.00
防油堤	9	49.700	1.02	1.02	1.00
	10	49.700	2.04	2.28	1.12
	11	47.200	1.01	1.01	1.00
	12	47.200	1.01	1.01	1.00

表 3.1.8-2 震度 (ガスタービン発電機用軽油タンク基礎)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向)

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
			① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
ガスタービン 発電機用 軽油タンク	1	58.212	0.73	0.72	0.99
	2	56.112	0.71	0.71	1.00
	3	54.012	0.69	0.69	1.00
	4	51.912	0.67	0.67	1.00
	5	49.812	0.65	0.65	1.00
	6	47.700	0.64	0.64	1.00
ガスタービン 発電機用 軽油タンク 基礎	7	47.200	0.63	0.63	1.00
	8	45.800	0.62	0.62	1.00
防油堤	9	49.700	0.64	0.64	1.00
	10	49.700	0.64	0.64	1.00
	11	47.200	0.63	0.63	1.00
	12	47.200	0.63	0.63	1.00

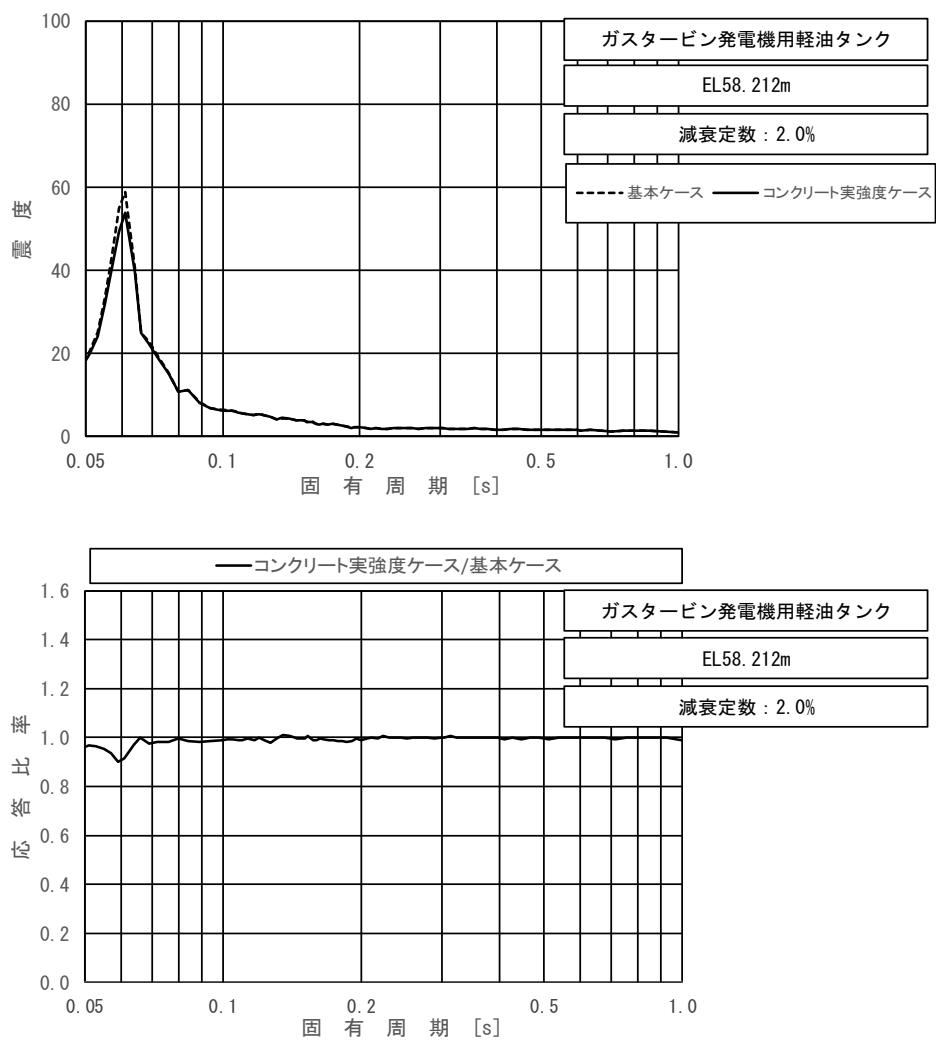


図 3.1.8-1 床応答スペクトル (ガスタービン発電機用軽油タンク基礎)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向, EL58.212m, 減衰 2.0%)

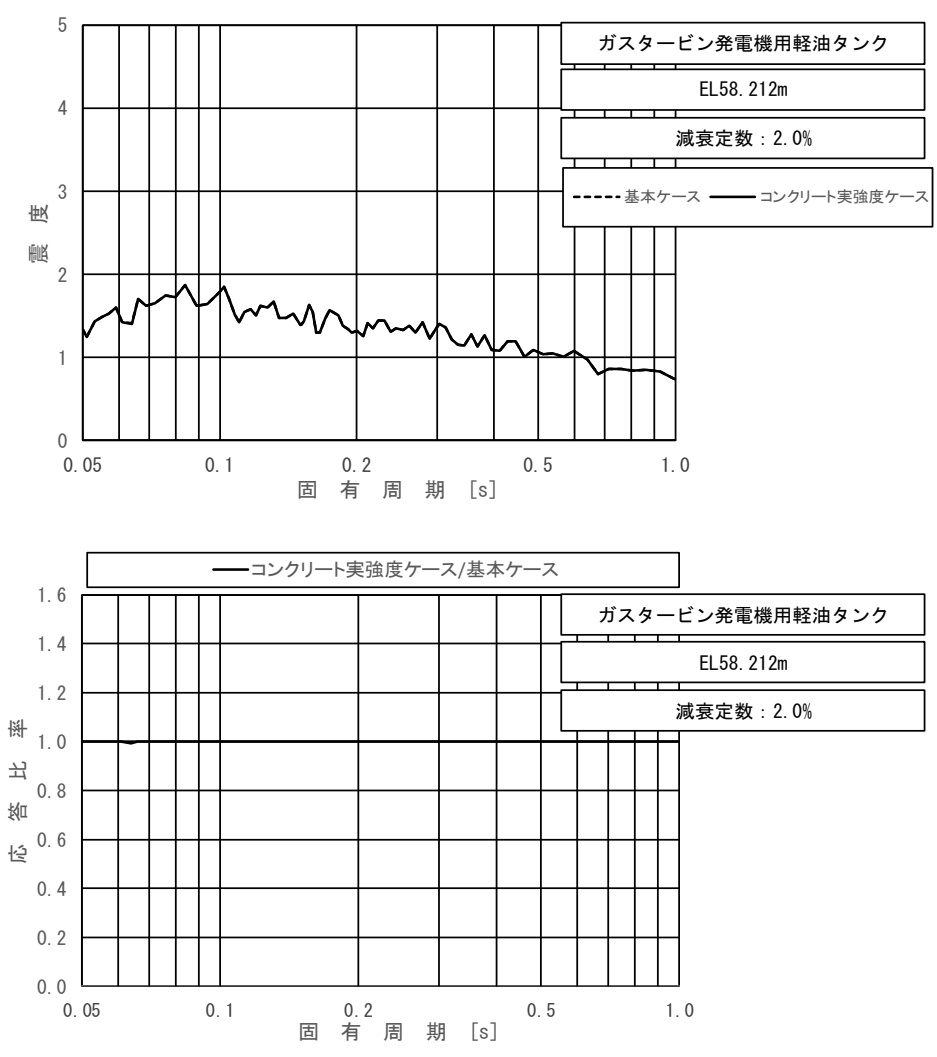


図 3.1.8-2 床応答スペクトル (ガスタービン発電機用軽油タンク基礎)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL58.212m, 減衰 2.0%)

3.1.9 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）

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）の震度を表 3.1.9-1～2，床応答スペクトルを図 3.1.9-1～2 に示す。

表 3.1.9-1 震度（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））（基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向）

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
			① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
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)	11	47.250～ 45.950	1.36	1.33	0.98
	21				
	33				

表 3.1.9-2 震度（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））（基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
			① 基本ケース	② コンクリート 実強度ケース	
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)	11	47.250～ 45.950	0.61	0.61	1.00
	21				
	33				

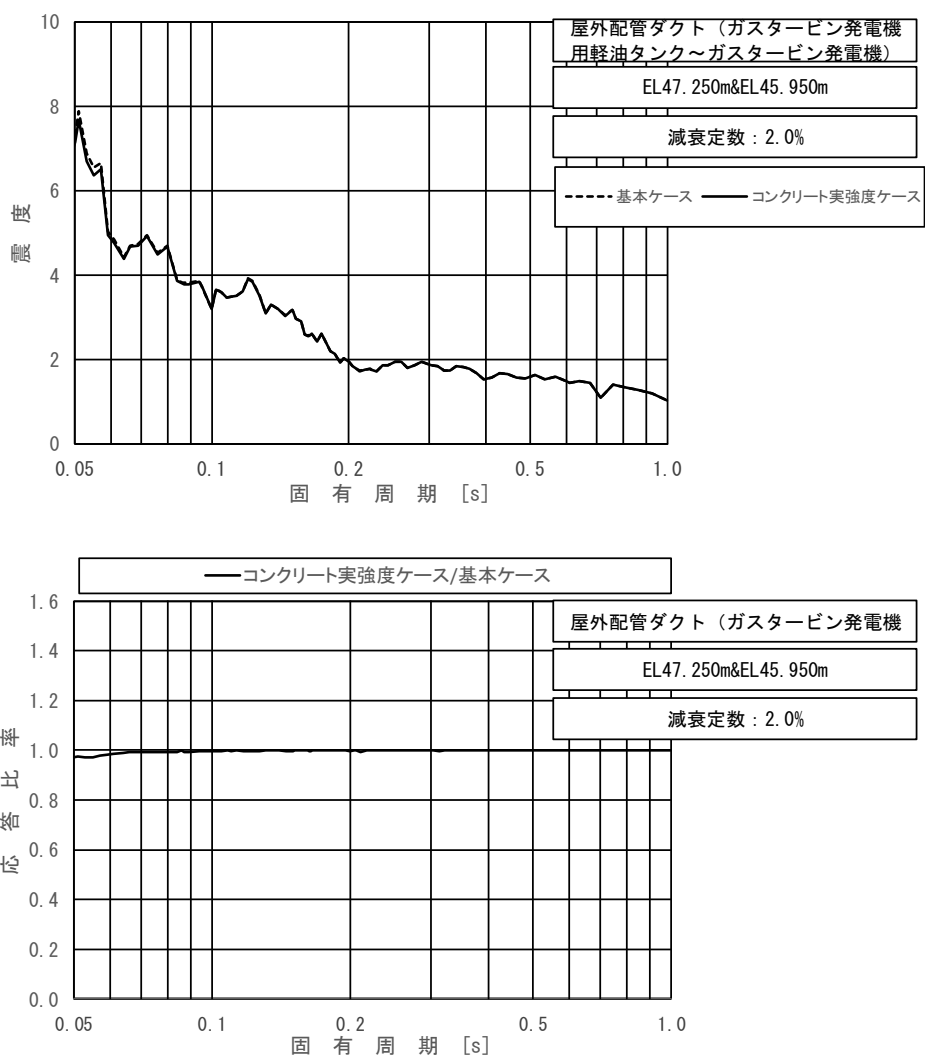


図 3.1.9-1 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク~ガスタービン発電機)) (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向, EL47.250m~45.950m, 減衰 2.0%)

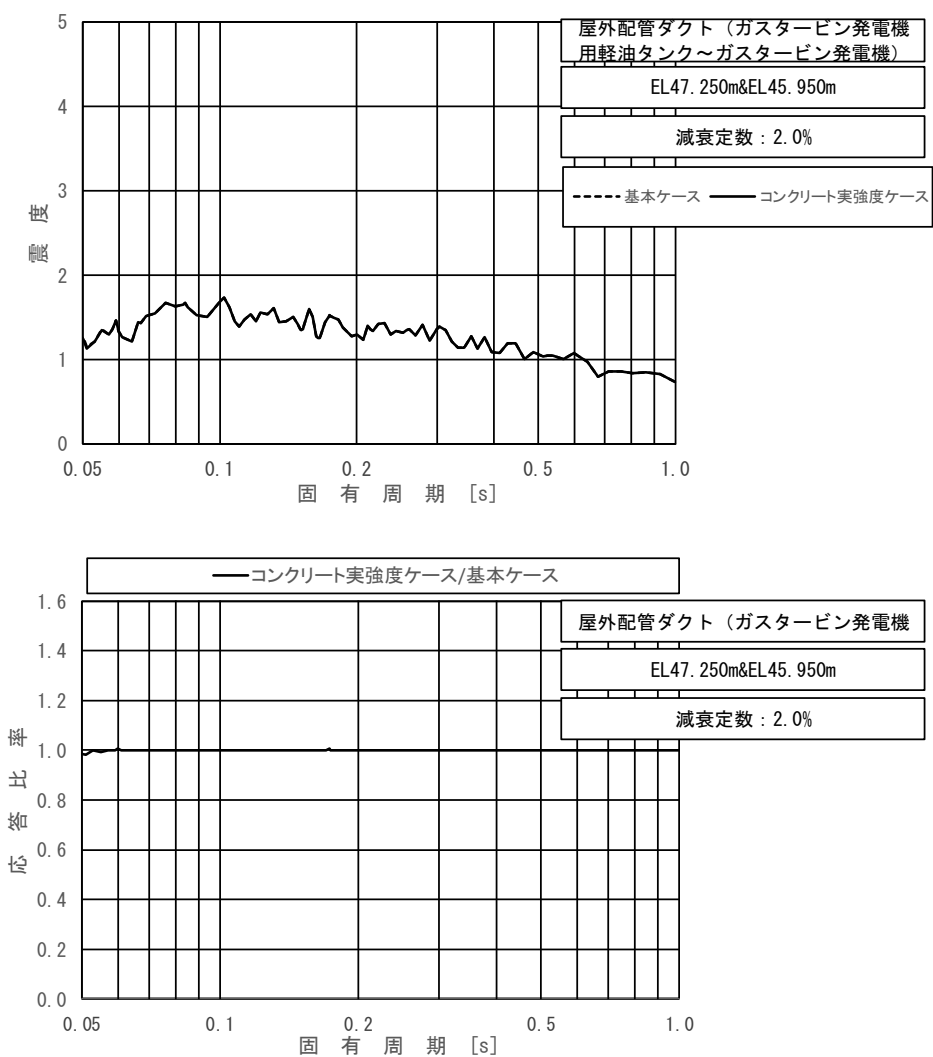


図 3.1.9-2 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク~ガスタービン発電機)) (基準地震動  $S_s - D$  (++)，鉛直方向，EL47.250m~45.950m，減衰 2.0%)



### 3.2 簡易評価①

簡易評価①の結果、一部の設備(1設備)を除き、応答比率が設備の裕度以下となることを確認した。応答比率が設備の裕度を上回った設備の結果を表 3.2-1 に示す。

表 3.2-1 応答比率が裕度を上回った 1 設備の簡易評価①の結果  
(コンクリート実強度の影響検討)

構造物及び標高	設備名称	評価部位	応力分類	一次固有周期 (s)	設計用条件の種類	今回工認の耐震評価 (基準地震動 S s)			簡易評価①	
						発生値 (MPa)	許容値 (MPa)	裕度	応答比率	結果
第1ベントフィルタ格納槽 EL 2.700m	スクラバ容器	基礎ボルト	引張		設計用条件 I を上回る*	372	428	1.15	1.43	×

注記\* : 今回工認では水平方向震度 4.50, 鉛直方向震度 3.00 を適用して評価

### 3.3 影響検討条件作成及び条件比率算定

簡易評価①において応答比率が設備の裕度を上回った設備が設置される以下の構造物について影響検討条件を作成し、条件比率を算定した結果を 3.3.1 に示す。

#### 【対象構造物】

- ・第1ベントフィルタ格納槽 (震度)

#### 3.3.1 第1ベントフィルタ格納槽

第1ベントフィルタ格納槽のコンクリート実強度震度を表 3.3.1-1 に示す。

表 3.3.1-1 コンクリート実強度震度 (第1ベントフィルタ格納槽) (NS方向)

構造物	質点番号		標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	NS断面 (銀ゼオライト容器エリア)	NS断面 (スクラバ容器エリア)		① 設計用 I	② 設計用 II	③ コンクリート実強度考慮耐震条件	③/①	③/②
第1ベントフィルタ格納槽	1858 2457	1789 1795 2271	19.400~ 14.700	1.82	2.22	1.59	0.88	0.72
	1865 2160 2466	1802	8.800~ 7.600	1.04	1.47	1.03	1.00	0.71
	1872 2472	2286	2.700	0.98	1.40	0.93	0.95	0.67

表 3.3.1-2 コンクリート実強度震度（第1ベントフィルタ格納槽）（EW方向）

構造物	質点番号	標高 EL (m)	震度×1.2			条件比率	
	EW断面		① 設計用 I	② 設計用 II	③ コンクリート実 強度考慮 耐震条件	③/①	③/②
第1ベントフィルタ格納槽	1480 1486 1696 2235	19.400～ 14.700	2.52	3.78	2.22	0.89	0.59
	2243	8.800～ 7.600	1.81	1.84	0.97	0.54	0.53
	1500 2249	2.700	4.07	4.18	1.01	0.25	0.25

表 3.3.1-3 コンクリート実強度震度（第1ベントフィルタ格納槽）（鉛直方向）

構造物	質点番号			標高	震度×1.2			条件比率	
	鉛直方向				① 設計用 I	② 設計用 II	③ コンクリート実 強度考慮 耐震条件	③/①	③/②
	NS断面 (銀ゼオライト 容器エリア)	NS断面 (スクラバ 容器エリア)	EW断面						
第1ベントフィルタ格納槽	1858 2457	1789 1795 2271	1480 1486 1696 2235	19.400～ 14.700	3.70	4.83	2.13	0.58	0.45
	1865 2160 2466	1802	2243	8.800～ 7.600	1.96	2.94	4.77	2.44	1.63
	1872 2472	2286	1500 2249	2.700	2.71	4.07	3.88	1.44	0.96

### 3.4 簡易評価②

簡易評価①において応答比率が設備の裕度を上回った1設備について簡易評価②を行った結果を表3.4-1に示す。

表3.4-1のとおり、条件比率が設備の裕度を上回ることを確認した。

表3.4-1 簡易評価①において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  
(コンクリート実強度ケースの影響検討)

構造物及び標高	設備名称	評価部位	応力分類	一次固有周期(s)	設計用条件の種類	今回工認の耐震評価 (基準地震動Ss)			簡易評価①		簡易評価②	
						発生値(MPa)	許容値(MPa)	裕度	応答比率	結果	条件比率	結果
第1ペントフィルタ格納槽 EL.2.700m	スクラバ容器	基礎ボルト	引張		設計用条件Iを上回る*	372	428	1.15	1.43	×	1.30	×

注記\*：今回工認では水平方向震度4.50、鉛直方向震度3.00を適用して評価

### 3.5 詳細評価

簡易評価②において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及び耐震計算書の発生値との比較結果を表3.5-1に示す。

表3.5-1の通り、詳細評価による発生値が許容値以下となることを確認した。

また、表3.5-1の通り、詳細評価による発生値が設備の耐震計算書に記載の発生値以下であることから、補足-023-13「地震応答に影響を及ぼす不確かさ要因の整理」に基づき添付書類に評価結果を反映する対象設備がないことを確認した。

なお、表3.4-1に示す条件比率の値に対して表3.5-1に示す詳細評価の発生値が耐震計算書に記載の発生値を大きく下回っているが、この理由は鉛直方向の条件比率1.30(=3.88/3.00)に対して水平方向の条件比率が0.23(=1.01/4.50)と1を大きく下回ることから、影響検討条件を用いた詳細評価において鉛直方向の震度による発生値の増分よりも水平方向の震度による発生値の減少分が大きいことによるものである。

表3.5-1 簡易評価②において条件比率が設備裕度を上回った1設備の詳細評価結果  
(コンクリート実強度ケースの影響検討)

設備名称	評価部位	応力分類	詳細評価条件			影響検討条件を用いた 詳細評価 (基準地震動Ss)		検討結果	耐震計算書に記載の 発生値(MPa) (基準地震動Ss)	比較結果*
			条件種別	構造物名	EL(m)	発生値(MPa)	許容値(MPa)			
スクラバ容器	基礎ボルト	引張	震度	第1ペントフィルタ格納槽	2.700	138	428	○	372	○

注記\*：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の場合「○」、耐震計算書に記載の発生値を上回る場合「×」を記載

#### 4. まとめ

屋外重要土木構造物等に対してコンクリート剛性を実強度に変更した場合の機器・配管系への影響評価について、簡易評価の結果、一部の設備（1設備）を除き、条件比率（又は応答比率）が設備の裕度以下となることを確認した。

簡易評価において条件比率が設備の裕度を上回った 1 設備について、影響検討条件を用いた詳細評価を実施した結果、発生値が許容値以下であることを確認した。また、詳細評価による発生値が設備の耐震計算書に記載の発生値以下であることを確認した。

以上より、屋外重要土木構造物等に対してコンクリート剛性を実強度に変更した場合でも機器・配管系の耐震性に影響はないことを確認した。

補足-027-16-3 屋外重要土木構造物等における機器・配管系  
に対する影響検討（妻壁考慮）

## 目 次

1. 概要.....	1
2. 検討方針.....	1
2.1 応答比較.....	3
2.2 簡易評価①.....	3
2.3 影響検討条件の作成.....	4
2.4 条件比率の算定.....	5
2.5 簡易評価②.....	5
2.6 詳細評価.....	5
3. 検討結果.....	6
3.1 応答比較.....	6
3.1.1 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽.....	6
3.1.2 第1ベントフィルタ格納槽.....	21
3.1.3 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽.....	28
3.2 簡易評価①.....	37
4. まとめ.....	37

## 1. 概要

本資料は、屋外重要土木構造物等について妻壁の剛性を考慮した場合（以下「妻壁考慮ケース」という。）の機器・配管系への影響について、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、検討を行うものである。

## 2. 検討方針

下記の屋外重要土木構造物等を検討対象として、妻壁考慮ケースの機器・配管系の耐震評価結果に対する影響を確認する。影響検討フローを図2-1に示す。

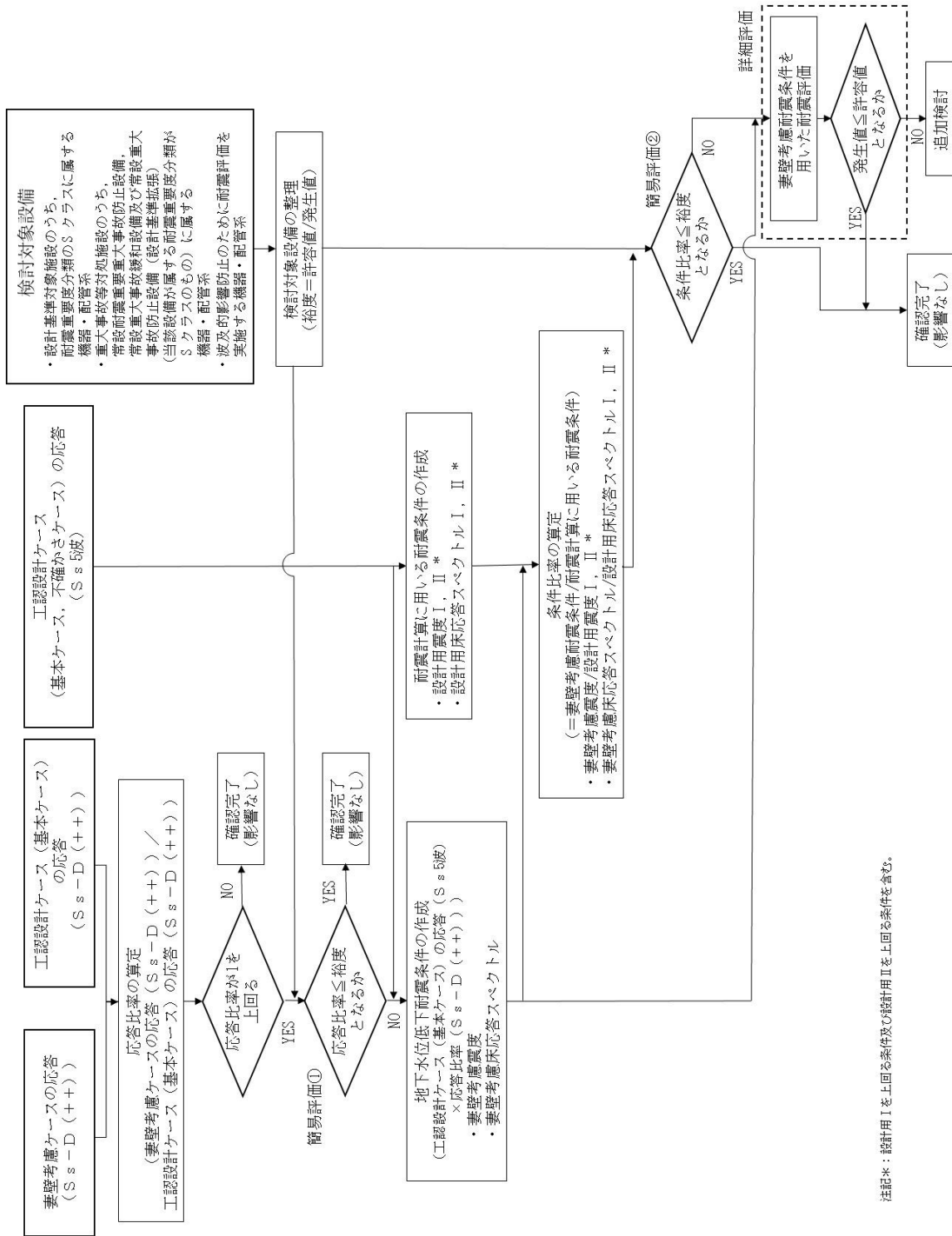
- (1) B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽
- (2) 第1ベントフィルタ格納槽  
(NS断面（銀ゼオライト容器エリア）、NS断面（スクラバ容器エリア）)
- (3) 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽（NS断面（水室）、NS断面（ポンプ室））

影響検討の対象は、上記の屋外重要土木構造物等に設置される以下の機器・配管系とする。

- ・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）
- ・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

なお、機器・配管系への屋外重要土木構造物等における妻壁考慮ケースの影響の考慮にあたっては、以下の資料に示す「妻壁の剛性を考慮した解析ケース」の地震応答解析結果を用いる。

- ・補足-026-04 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納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（参考資料1）
- ・補足-026-09 第1ベントフィルタ格納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（参考資料2）
- ・補足-026-10 低圧原子炉代替注水ポンプ格納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（参考資料2）



注記\*: 設計用 I を上回る条件及び設計用 II を上回る条件を含む。

図 2-1 妻壁考慮ケースの影響検討フロー



## 2.1 応答比較

工認基本ケースと妻壁考慮ケースの地震応答解析結果から算出した応答を用い、最大応答加速度（震度）の比及び全固有周期（0.05～1.0s）における周期毎の床応答スペクトルの比として応答比率を算出する。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。

応答比率算出のための地震応答解析は、基準地震動  $S_s$  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  $S_s - D$  のうち、 $S_s - D$ （++）（地震動の位相を反転させないケース）を代表として用いる。

応答比較の結果、全方向、全標高及び全固有周期（0.05～1.0s）における応答比率の最大値が1を上回る場合、その応答による影響を検討する。

$$\text{応答比率} = \frac{\text{妻壁考慮ケースの応答 (} S_s - D \text{ (++) )}}{\text{工認基本ケースの応答 (} S_s - D \text{ (++) )}}$$

## 2.2 簡易評価①

2.1 で算定した応答比率と検討対象設備の裕度（許容値／発生値）の比較を行い、応答比率が設備の裕度を上回る設備を選定する。

なお、設備に応じた応答比率の簡易評価へ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応答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）における応答比率の最大値を算出し、全方向最大値を適用する。なお、保守的に固有周期（0.05～1.0s）における最大値あるいは設備の一次固有周期以下の最大値を用いる場合もある。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。

床応答スペクトルの応答比率の適用方法を図 2.2-1 に示す。

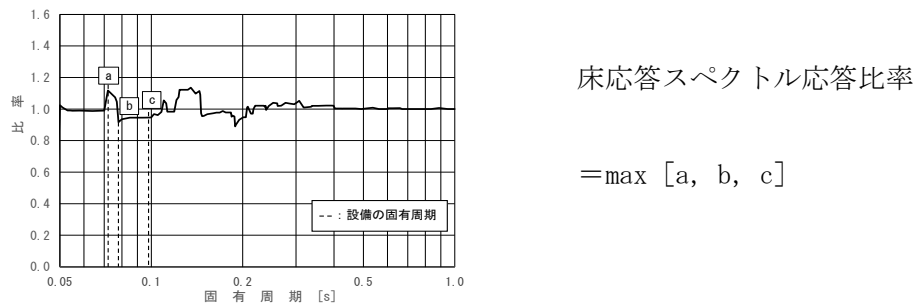


図 2.2-1 簡易評価に用いる各方向における床応答スペクトルの応答比率の適用方法  
(評価に床応答スペクトルを適用する設備)

### 2.3 影響検討条件の作成

簡易評価①で検討対象設備の裕度が応答比率を下回る場合は、妻壁を考慮した基準地震動 S s 5 波の震度（以下「妻壁考慮震度」という。）及び床応答スペクトル（以下「妻壁考慮床応答スペクトル」という。）（以下、妻壁考慮震度と妻壁考慮床応答スペクトルを総称して「妻壁考慮耐震条件」という。）を今回工認モデル（基本ケース）の S s 5 波を用いた地震応答解析結果に応答比率を乗じることにより設定する。妻壁考慮耐震条件の設定方法の詳細を以下に示す。

#### a. 妻壁考慮震度

妻壁考慮震度は、各標高について、以下のように設定する。作成フローを図 2.3-1 に示す。

$$\text{妻壁考慮震度} = \text{最大応答加速度(基本ケース(S s 5 波))} \times \text{応答比率}^{*1}$$

#### b. 妻壁考慮床応答スペクトル

妻壁考慮床応答スペクトルは、各標高・各減衰について、以下のように設定する。なお、応答比率を算出する床応答スペクトルの減衰定数は、検討対象設備の耐震評価に適用している床応答スペクトルの減衰定数を用いる。作成フローを図 2.3-2 に示す。

$$\begin{aligned} \text{妻壁考慮床応答スペクトル} = \\ \text{床応答スペクトル(基本ケース(S s 5 波))} \times \text{応答比率}^{*2} \end{aligned}$$

注記\*1：応答比率は、最大応答加速度の比として算出したものを適用

\*2：応答比率は、周期ごとの床応答スペクトルの比として算出したものを適用

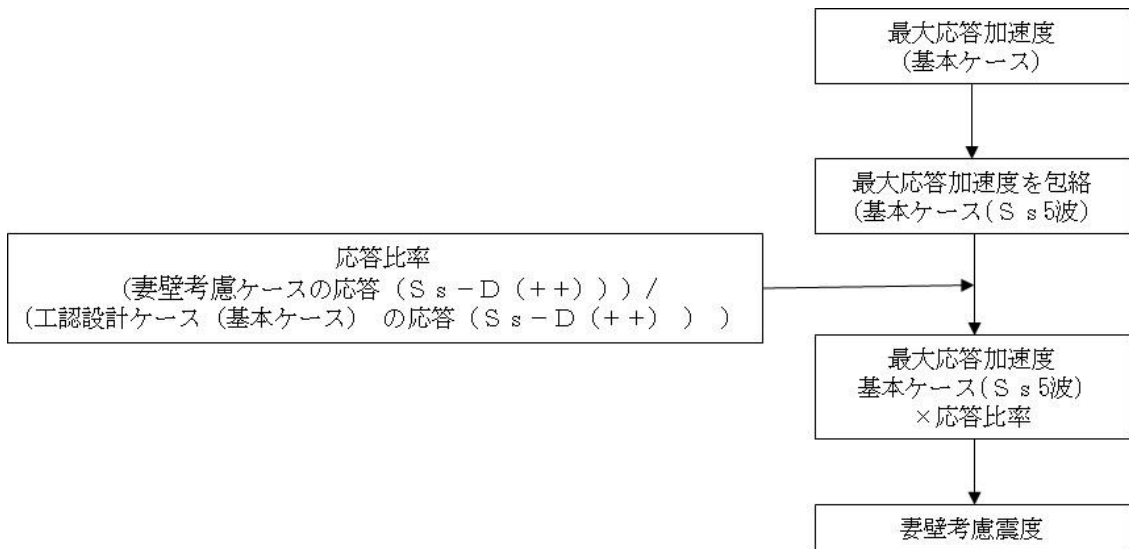


図 2.3-1 妻壁考慮震度の作成フロー

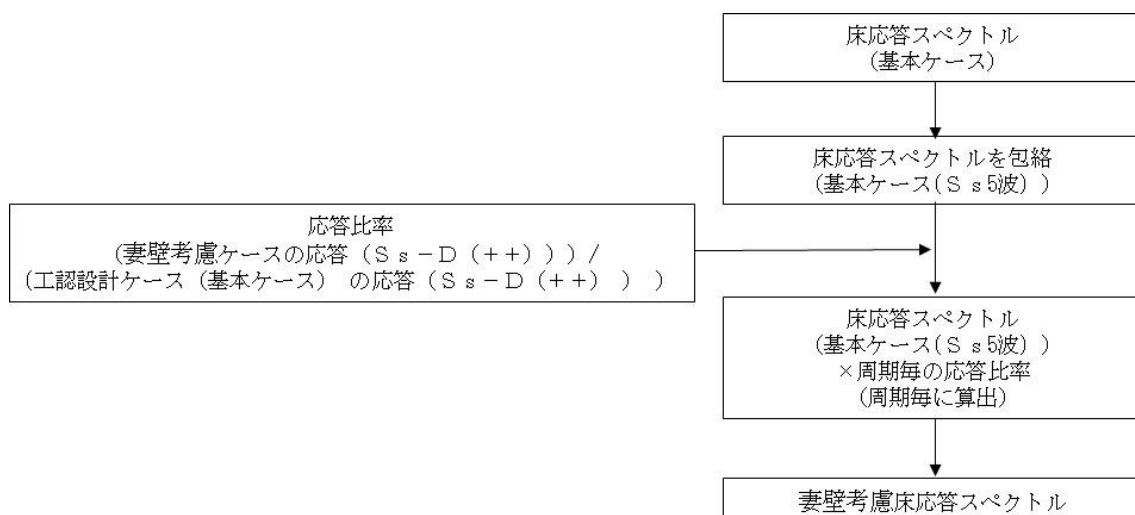


図 2.3-2 妻壁考慮床応答スペクトルの作成フロー

## 2.4 条件比率の算定

2.3 で作成した妻壁考慮耐震条件と耐震計算に用いる耐震条件との条件比率について、以下のように算定する。

### a. 震度

$$\text{条件比率} = \frac{\text{妻壁考慮震度}}{\text{耐震計算に用いる設計用震度}}$$

### b. 床応答スペクトル

$$\text{条件比率} = \frac{\text{妻壁考慮床応答スペクトル}}{\text{耐震計算に用いる設計用床応答スペクトル}}$$

## 2.5 簡易評価②

2.4 で算定した条件比率と設備の裕度の比較を行い、簡易評価により条件比率が設備の裕度を上回る設備を検討対象設備の代表として選定する。

なお、条件比率の適用方法は 2.2 と同様とする。

## 2.6 詳細評価

簡易評価②で応答比率が設備の裕度を上回った設備に対しては影響検討条件を用いた詳細評価（当該設備の耐震計算書と同様の評価手法（スペクトルモーダル解析など）による設備評価）を行い、発生値が許容値以下となることを確認する。

### 3. 検討結果

#### 3.1 応答比較

各屋外重要土木構造物等の各標高における震度及び床応答スペクトルの応答比率算定結果を3.1.1～3.1.3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。

応答比較の結果、3.1.1～3.1.3に示す通り、各屋外重要土木構造物等において、応答比率の最大値が1を上回ることを確認した。

##### 3.1.1 B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽

B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽の震度を表3.1.1-1～3、床応答スペクトルを図3.1.1-1～3に示す。

表3.1.1-1 震度（B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽）  
（基準地震動 $S_s - D$ （++），水平方向（NS））

構造物名	節点番号	標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向		① 基本ケース	② 妻壁考慮 ケース	
	NS断面				
B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽	437 573 661 745	18.300	1.95	1.18	0.61
	445 581 753 1080 1400	15.300～ 14.400	0.99	1.05	1.07
	586 662 758	13.400	0.98	1.01	1.04
	760 1407	12.000～ 11.900	0.98	1.00	1.03
	766 1093 1413	9.350	0.95	0.95	1.00

表 3.1.1-2 震度 (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D (+ +)$ , 水平方向 (EW))

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度 $\times 1.0$		②/① 応答比率
	EW方向			① 基本ケース	② 妻壁考慮 ケース	
	EW断面					
B-ディー ゼル燃料 貯蔵タンク 格納槽	483	15.300~ 14.400	1.43	0.88	0.62	
	555					
	691					
	831					
	897					
	489	12.000~ 11.900	1.30	0.88		0.68
	628					
	763					
	903					
495	9.350	0.89	0.87	0.98		
556						
692						
832						
909						

表 3.1.1-3 震度 (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D (+ +)$ , 鉛直方向)

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度 $\times 1.0$		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 基本ケース	② 妻壁考慮 ケース	
	NS断面	EW断面				
B-ディー ゼル燃料 貯蔵タンク 格納槽	437	—	18.300	1.32	0.73	0.56
	573					
	661					
	745					
	445	483	15.300~ 14.400	1.70	0.72	0.43
	581	555				
	753	691				
	1080	831				
	1400	897	13.400	0.65	0.66	1.02
	586	—				
	662	—				
	758	—	12.000~ 11.900	0.68	0.68	1.00
760	489					
1407	628					
	763					
	903	9.350	0.68	0.66	0.98	
766	495					
1093	556					
1413	692					
	832					
	909					

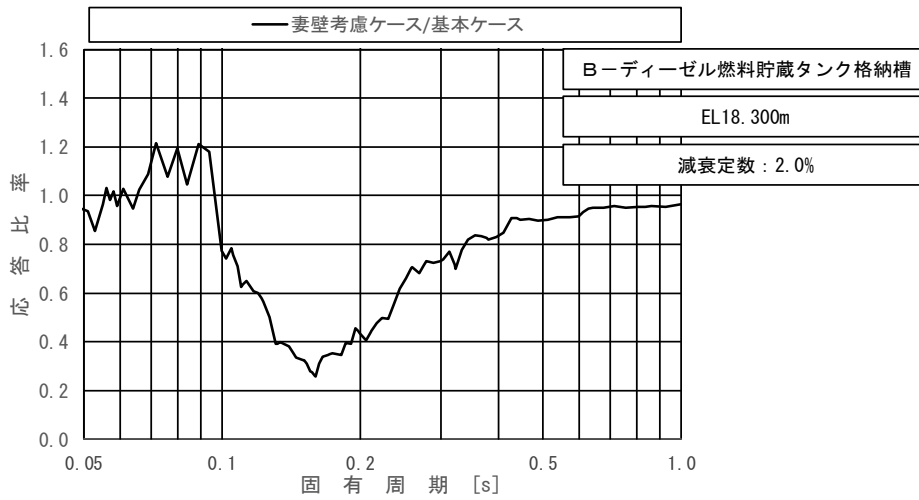
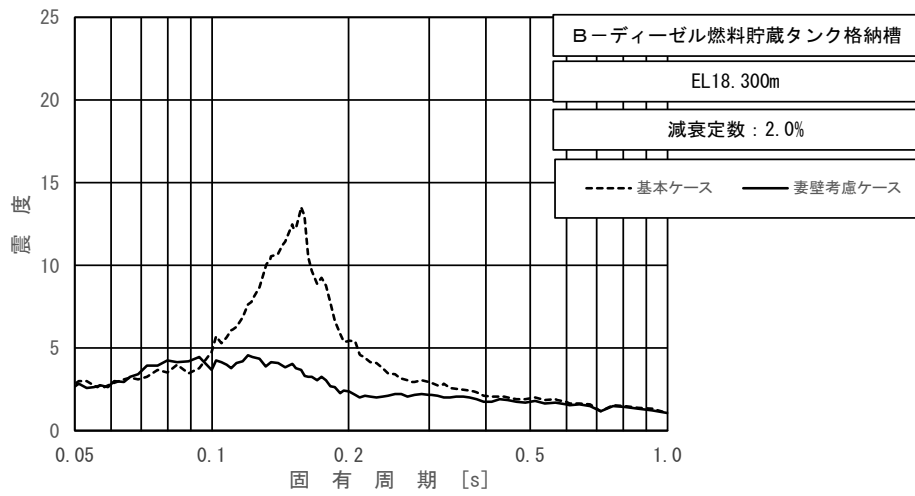


図 3.1.1-1 (1/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動S s-D (++) , 水平方向 (NS), EL18.300m, 減衰2.0%)

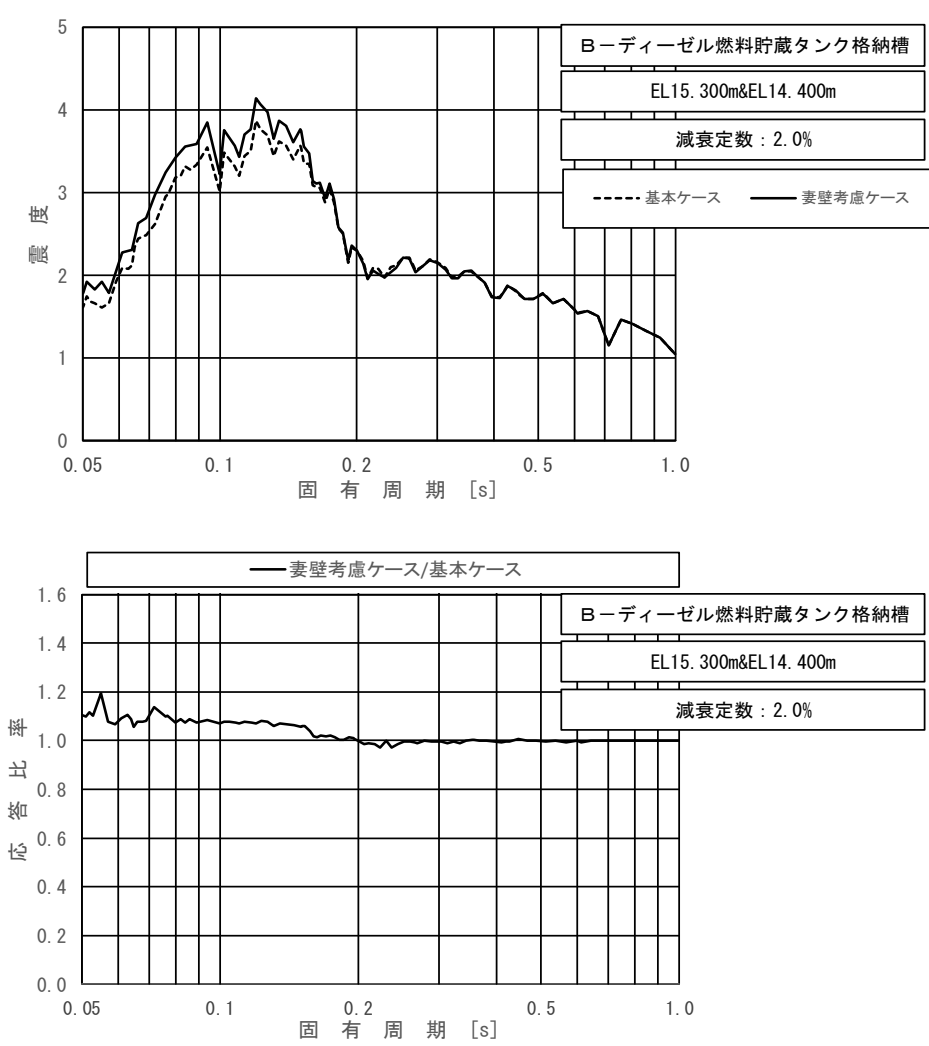


図 3.1.1-1 (2/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S<sub>s</sub>-D (++) , 水平方向 (NS) , EL15.300m~EL14.400m , 減衰 2.0%)

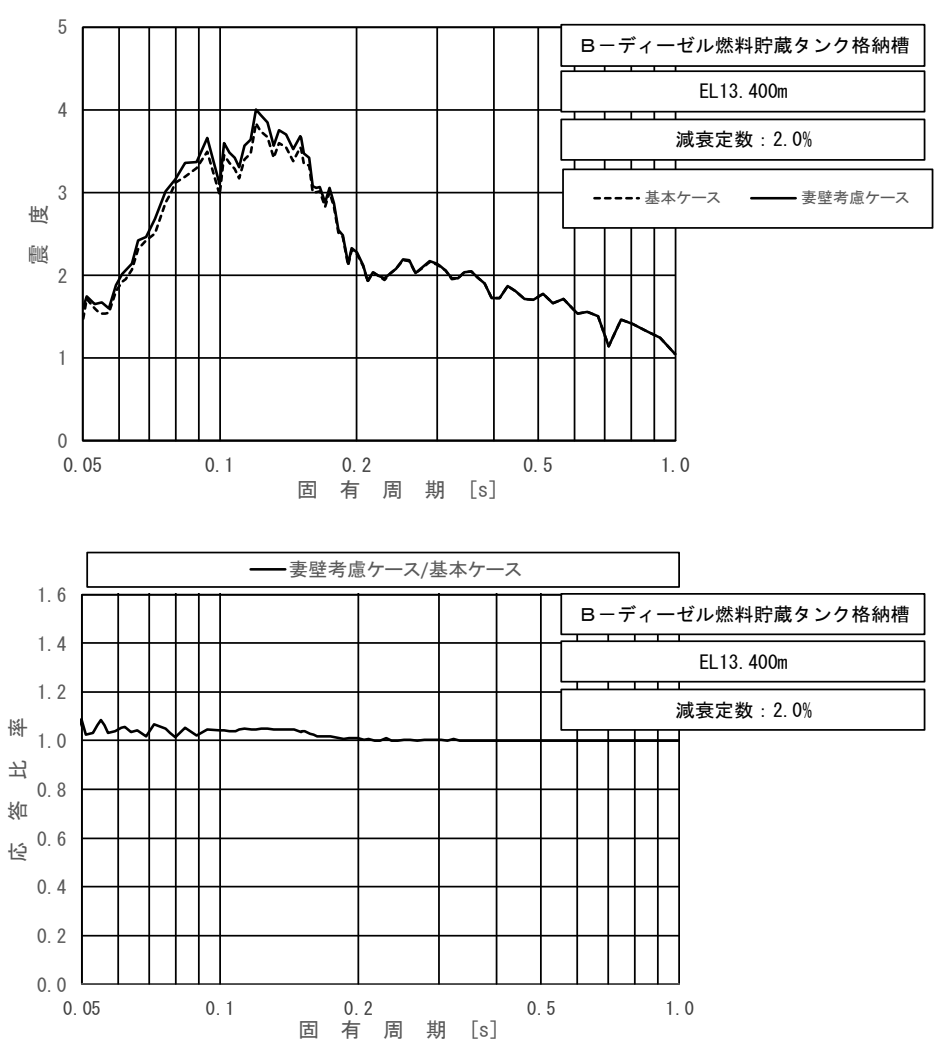


図 3.1.1-1 (3/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL13.400m , 減衰 2.0%)



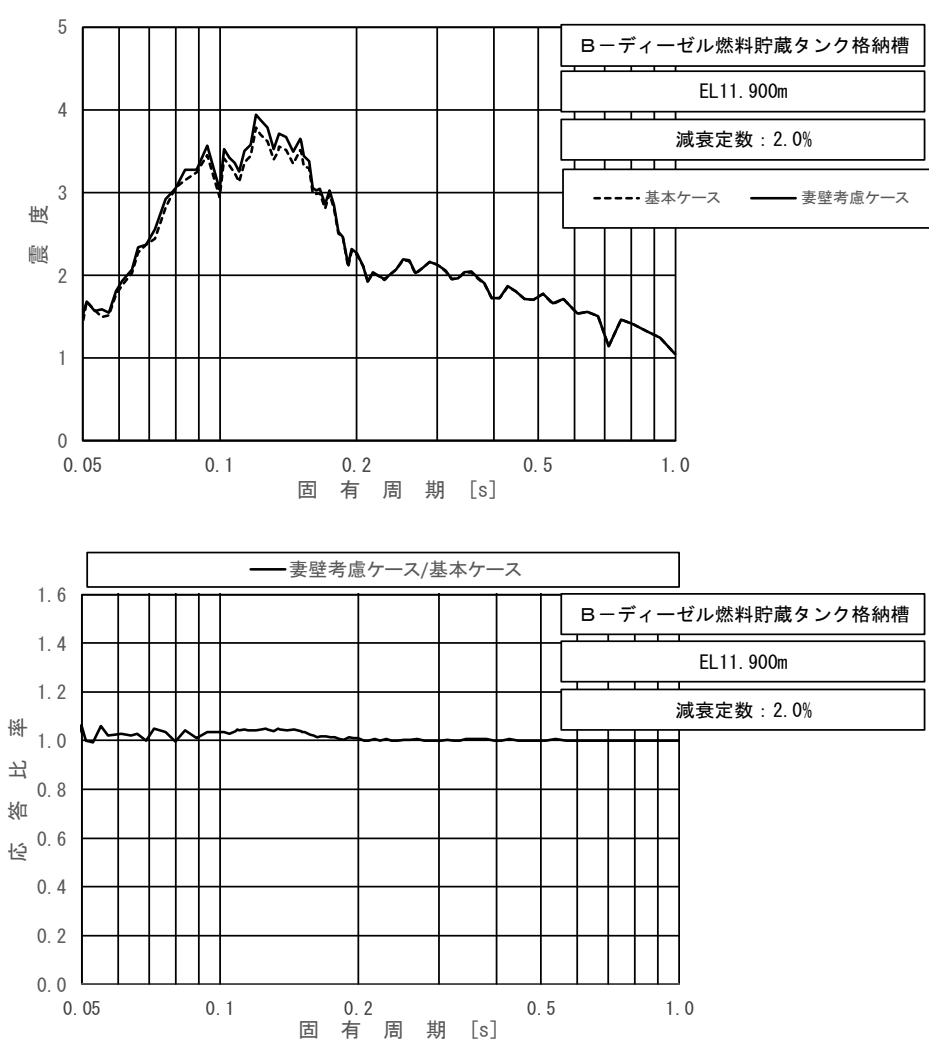


図 3.1.1-1 (4/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向 (NS) , EL11.900m , 減衰 2.0%)

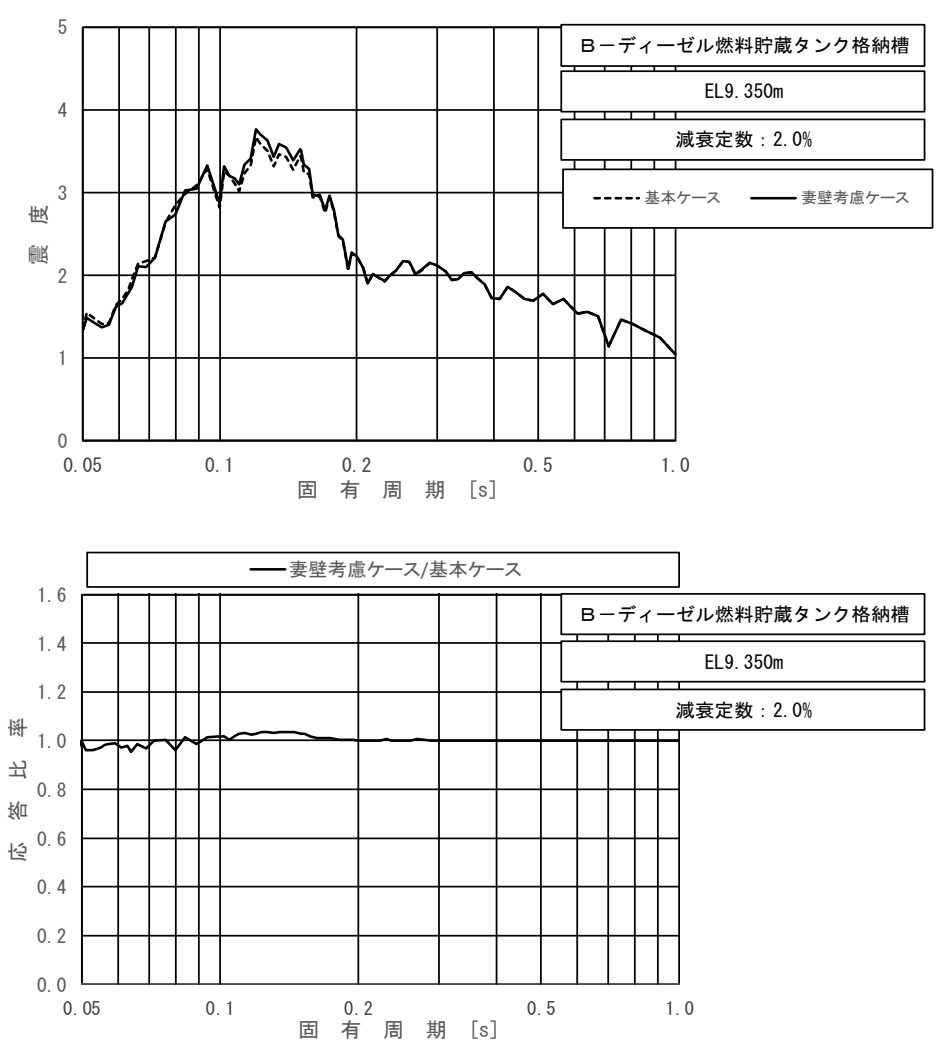


図 3.1.1-1 (5/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL9.350m , 減衰 2.0%)

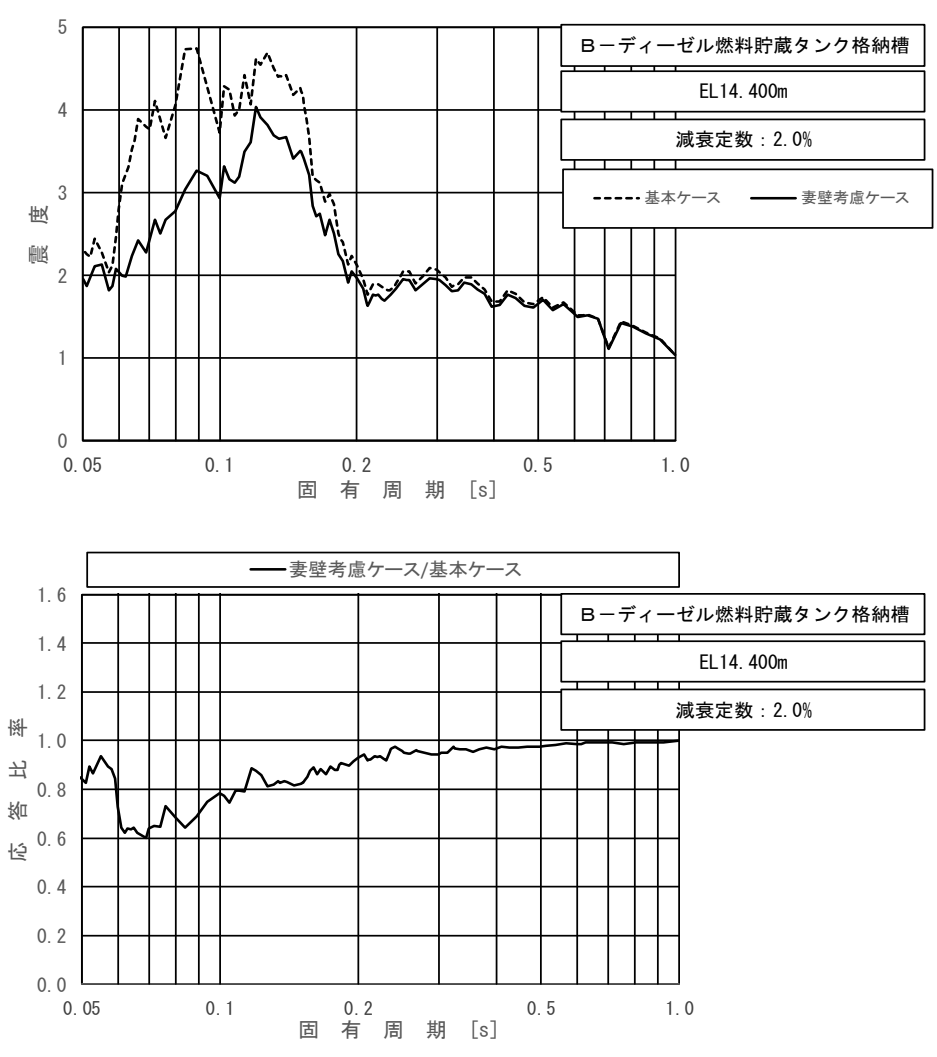


図 3.1.1-2 (1/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (EW), EL14.400m, 減衰 2.0%)

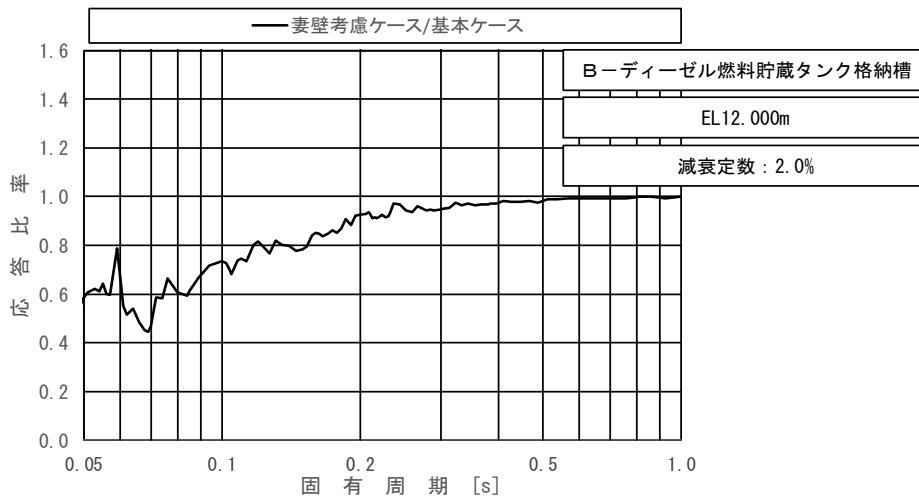
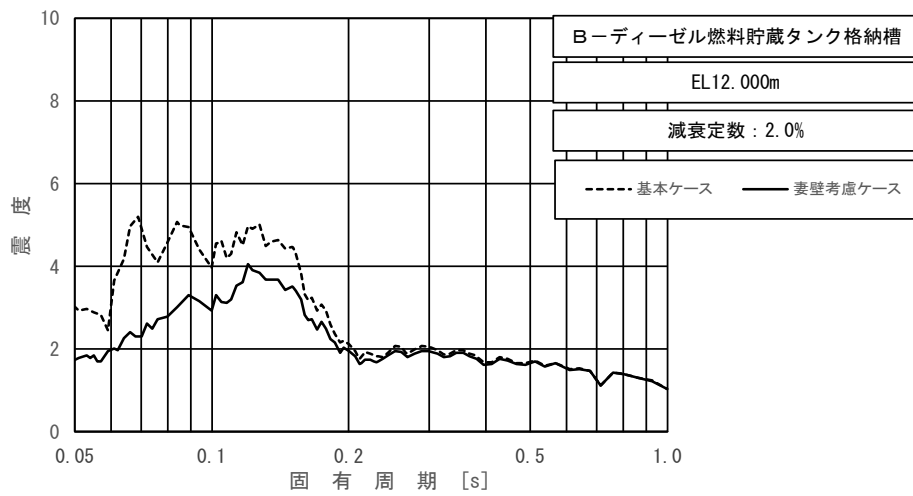


図 3.1.1-2 (2/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向 (EW), EL12.000m, 減衰 2.0%)

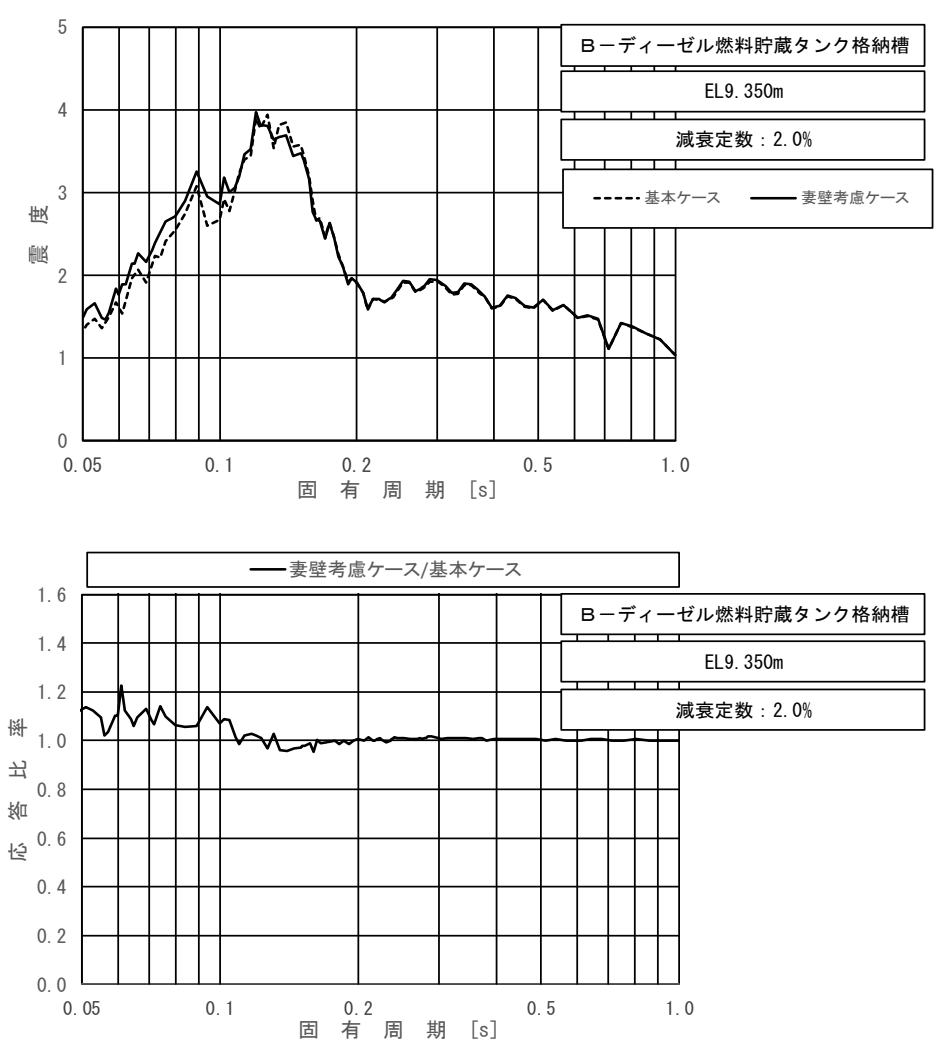


図 3.1.1-2 (3/3) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (EW), EL9.350m, 減衰 2.0%)

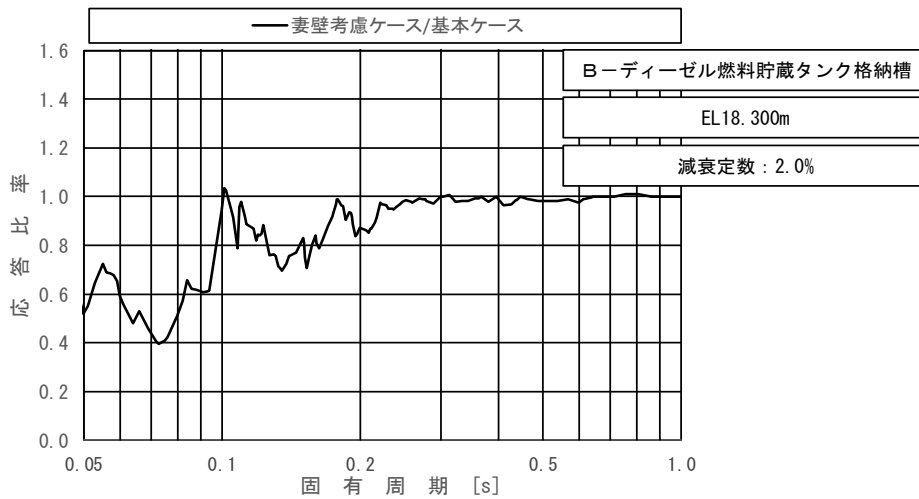
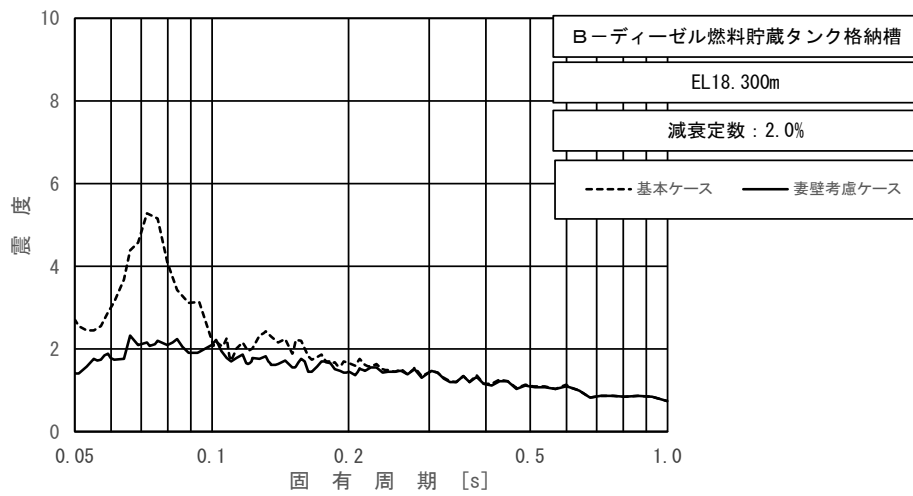


図 3.1.1-3 (1/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL18.300m, 減衰 2.0%)

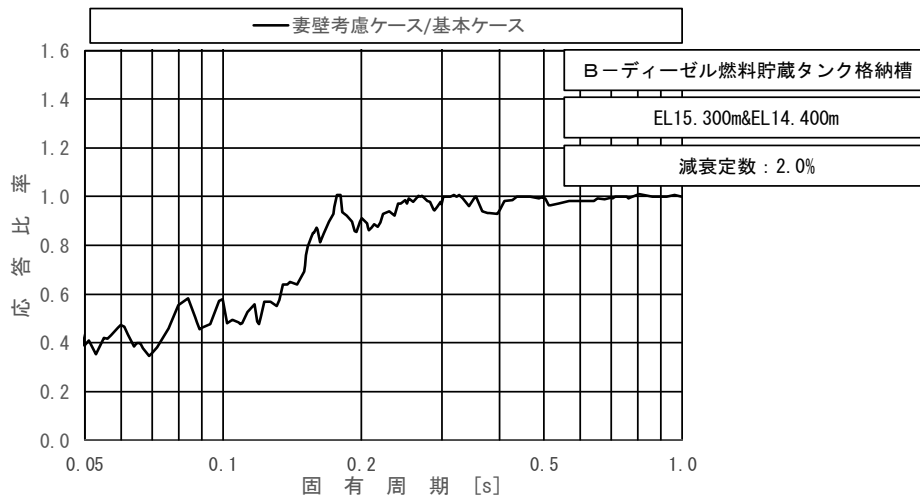
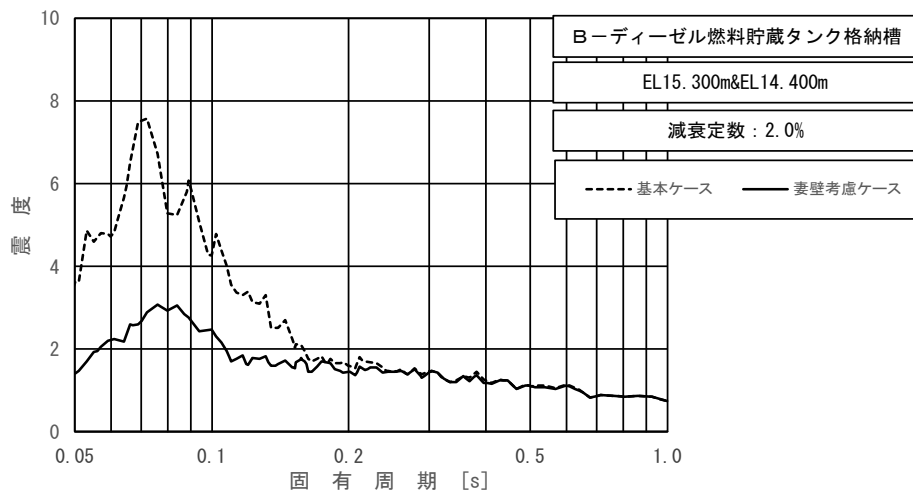


図 3.1.1-3 (2/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
(基準地震動 S<sub>s</sub>-D (++) , 鉛直方向, EL15.300m~EL14.400m, 減衰 2.0%)

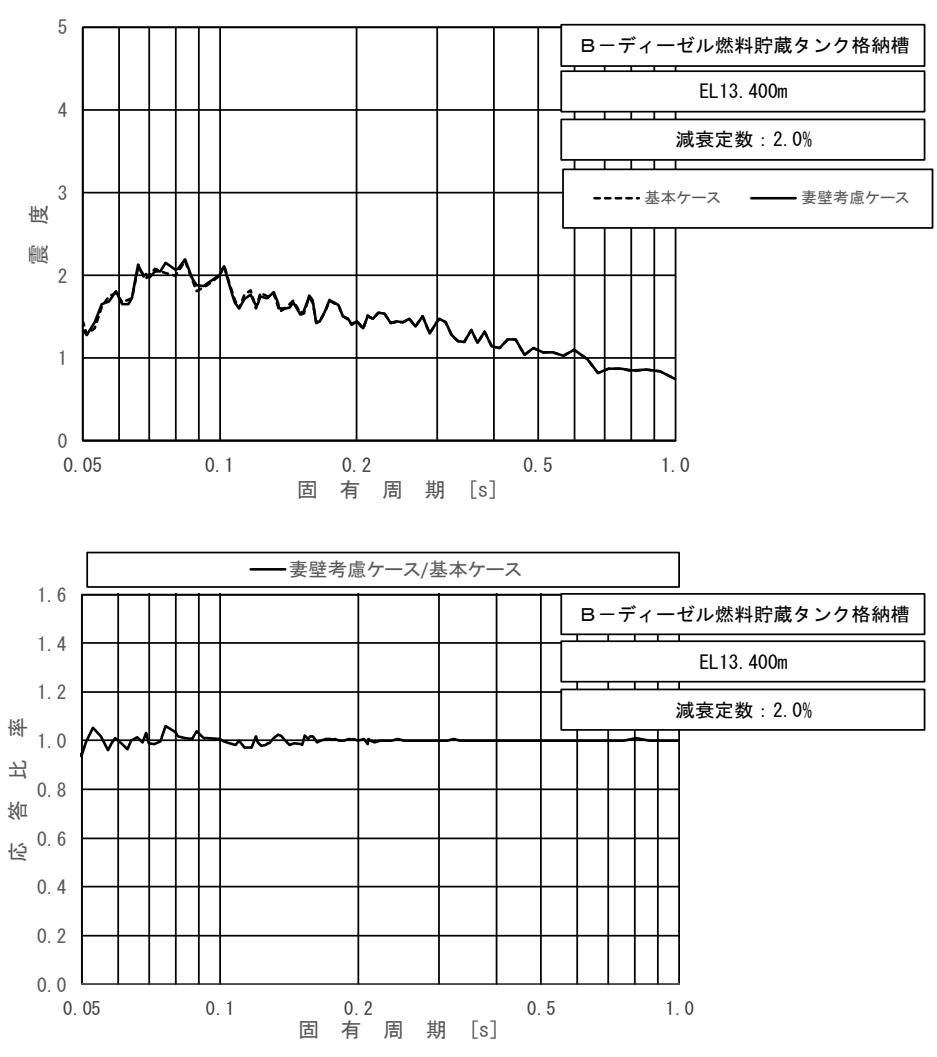


図 3.1.1-3 (3/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL13.400m, 減衰 2.0%)



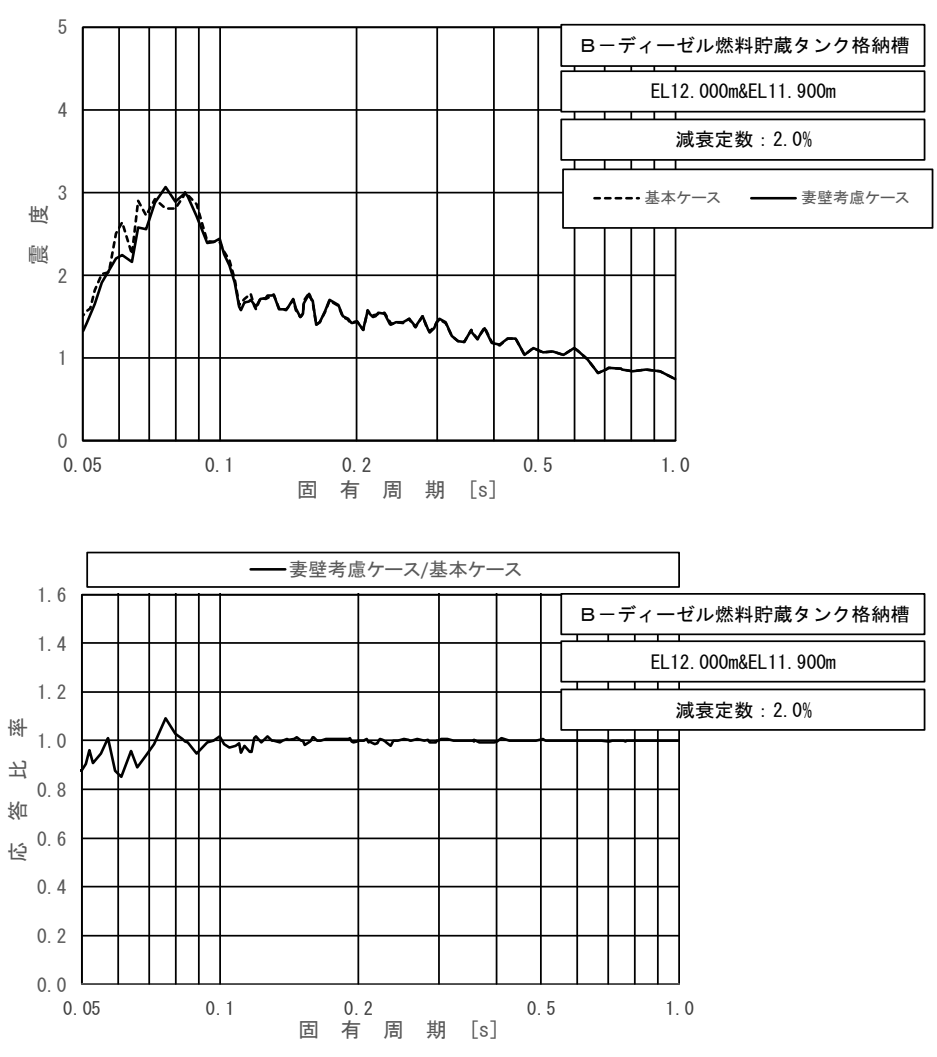


図 3.1.1-3 (4/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL12.000m~EL11.900m, 減衰 2.0%)

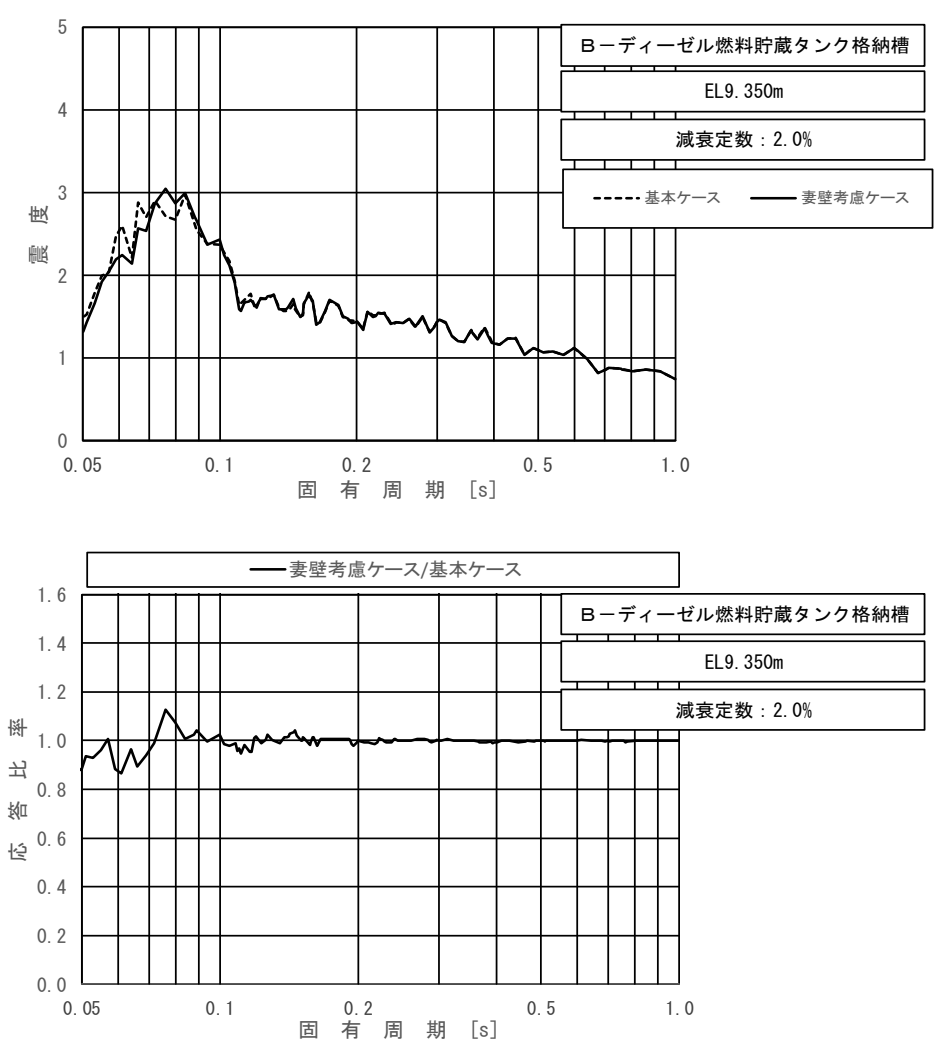


図 3.1.1-3 (5/5) 床応答スペクトル (B-ディーゼル燃料貯蔵タンク格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL9.350m, 減衰 2.0%)

### 3.1.2 第1ベントフィルタ格納槽

第1ベントフィルタ格納槽の震度を表3.1.2-1~2, 床応答スペクトルを図3.1.2-1~2に示す。

表3.1.2-1 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS))

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	NS方向			① 基本ケース	② 妻壁考慮 ケース	
	NS断面 (銀ゼオライト 容器エリア)	NS断面 (スクラバ 容器エリア)				
第1ベント フィルタ格 納槽	1858 2457	1789 1795 2271	19.400~ 14.700	1.22	1.62	1.33
	1865 2160 2466	1802	8.800~ 7.600	0.80	0.86	1.08
	1872 2472	2286	2.700	0.77	0.71	0.93

表3.1.2-2 震度 (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向)

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② 妻壁考慮 ケース	
	NS断面 (銀ゼオライト 容器エリア)	NS断面 (スクラバ 容器エリア)	EW断面				
第1ベント フィルタ格 納槽	1858 2457	1789 1795 2271	1480 1486 1696 2235	19.400~ 14.700	2.69	0.60	0.23
	1865 2160 2466	1802	2243	8.800~ 7.600	0.82	0.58	0.71
	1872 2472	2286	1500 2249	2.700	1.55	0.58	0.38

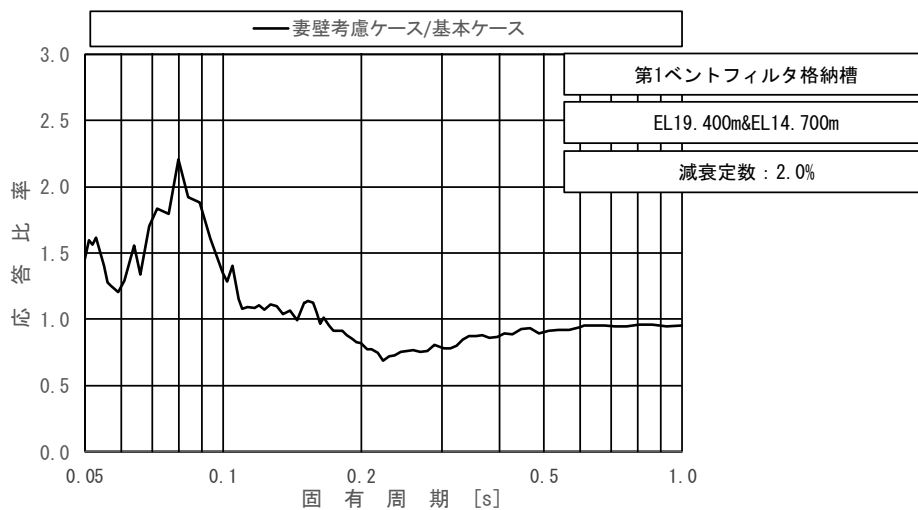
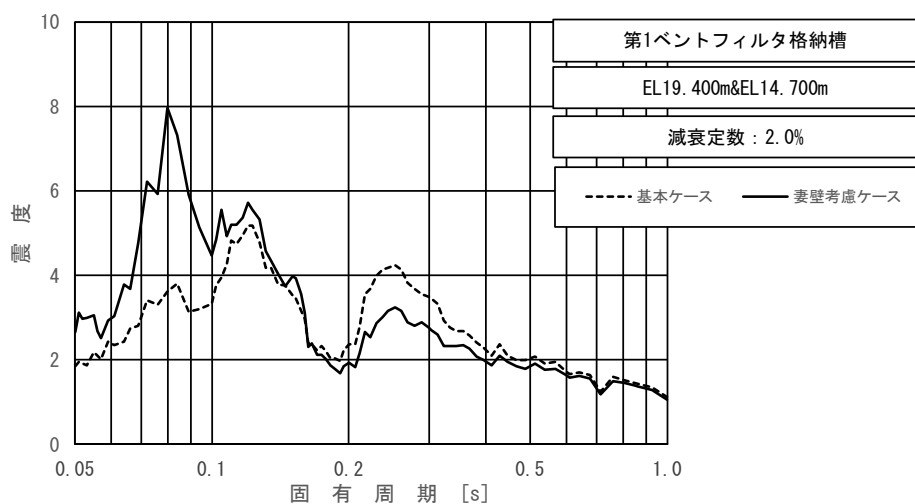


図 3.1.2-1 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL19.400m~14.700m , 減衰 2.0%)

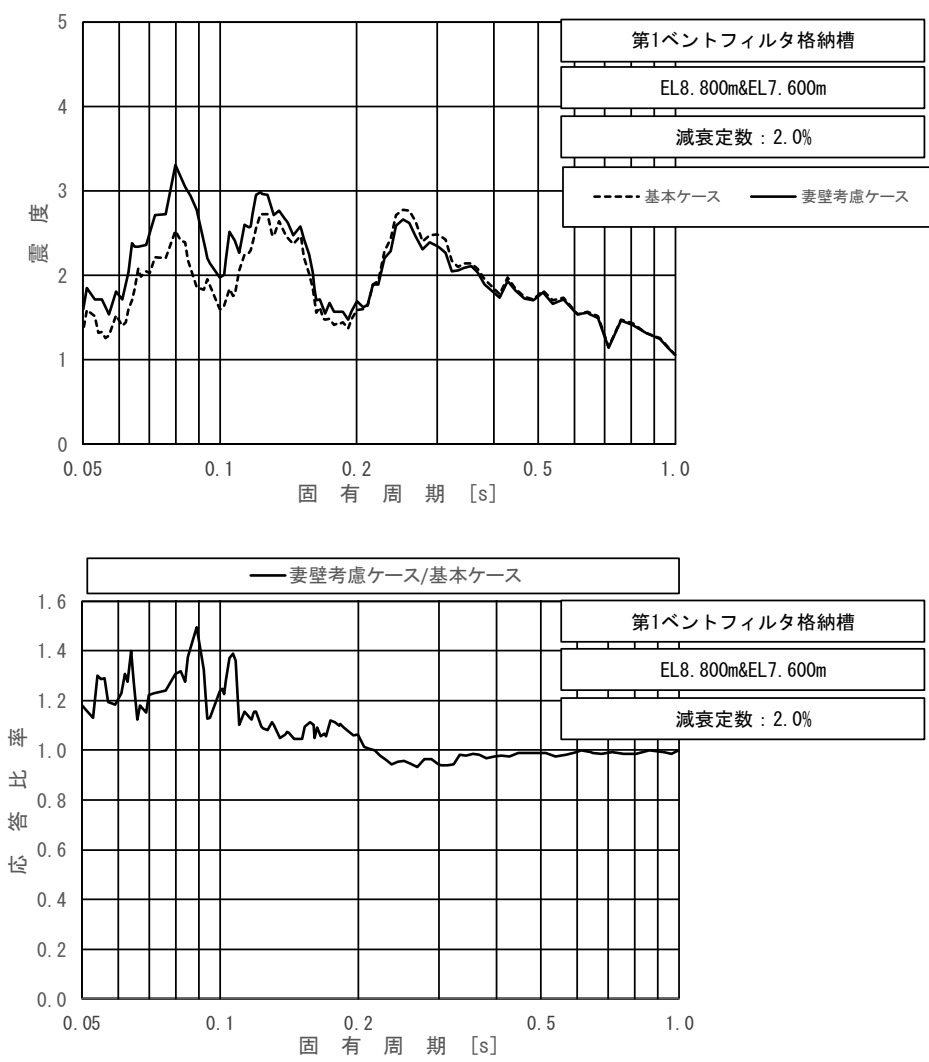


図 3.1.2-1 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL8.800m~7.600m , 減衰 2.0%)

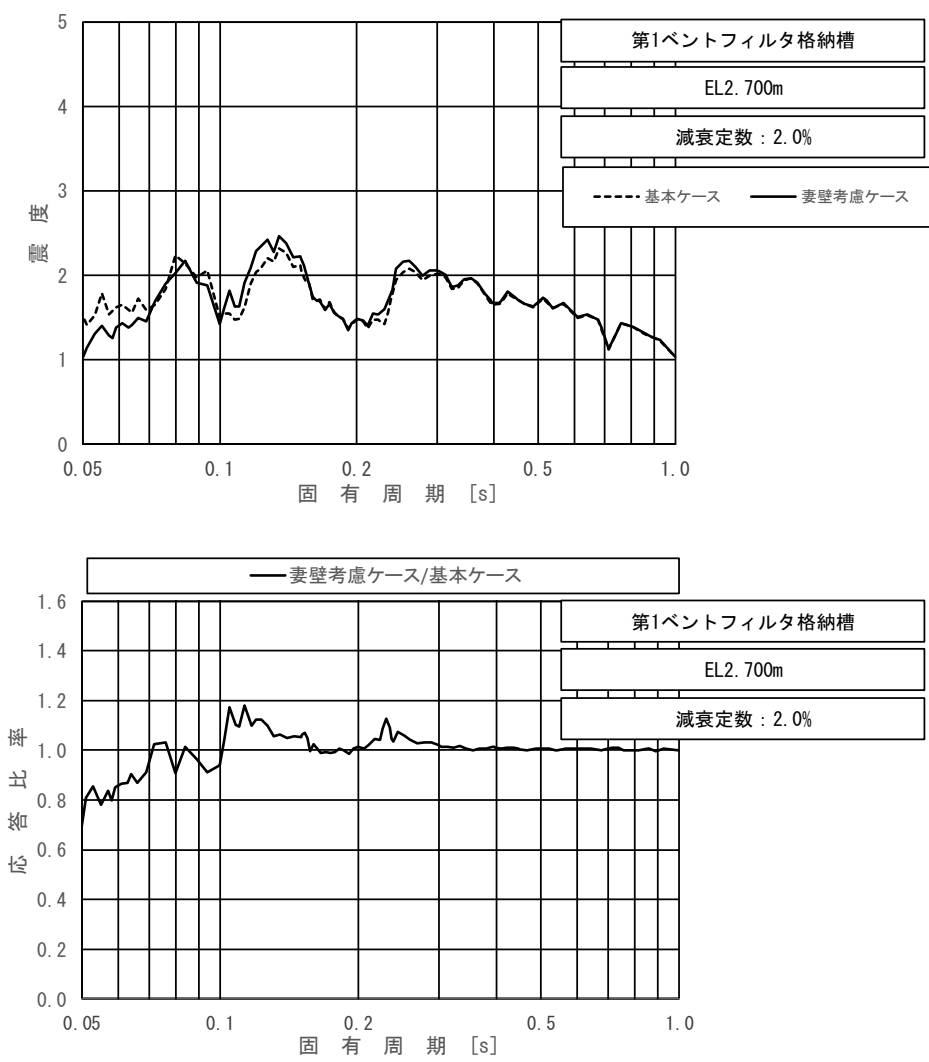


図 3.1.2-1 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , EL2.700m , 減衰 2.0%)

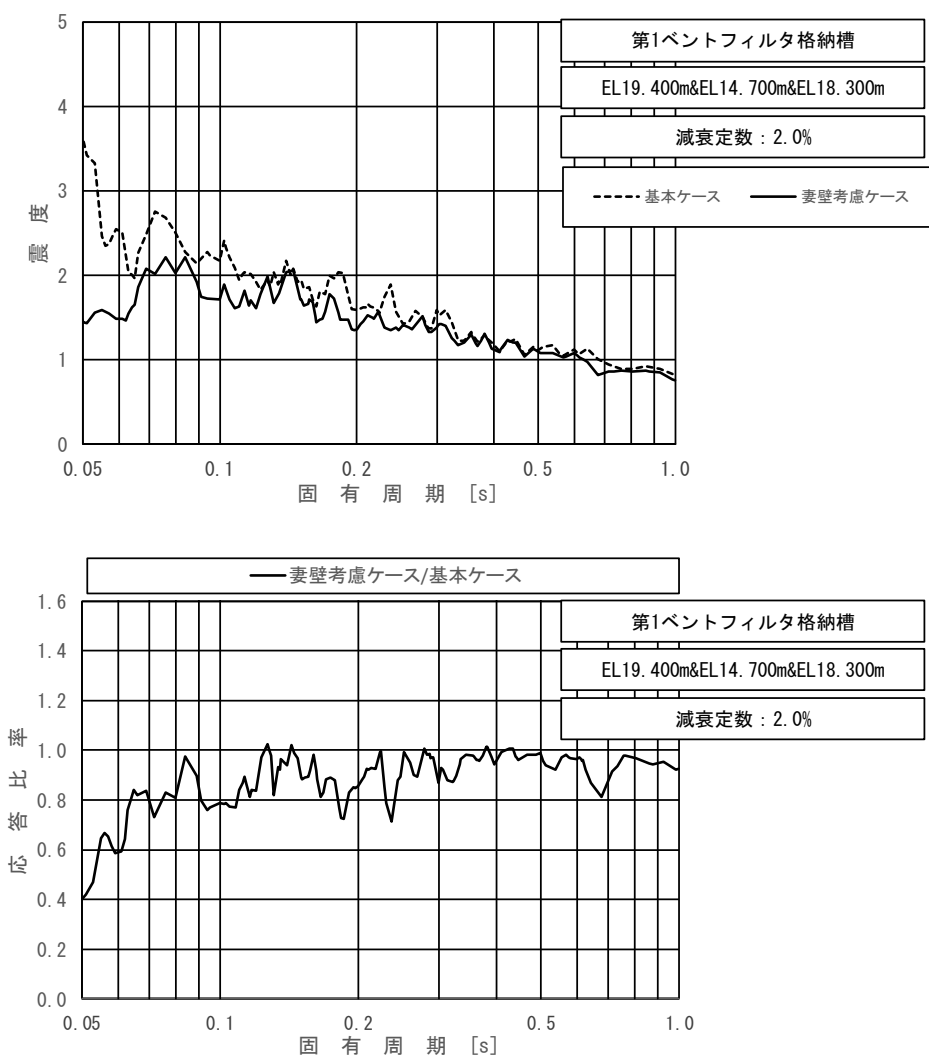


図 3.1.2-2 (1/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL19.400m~14.700m, 減衰 2.0%)

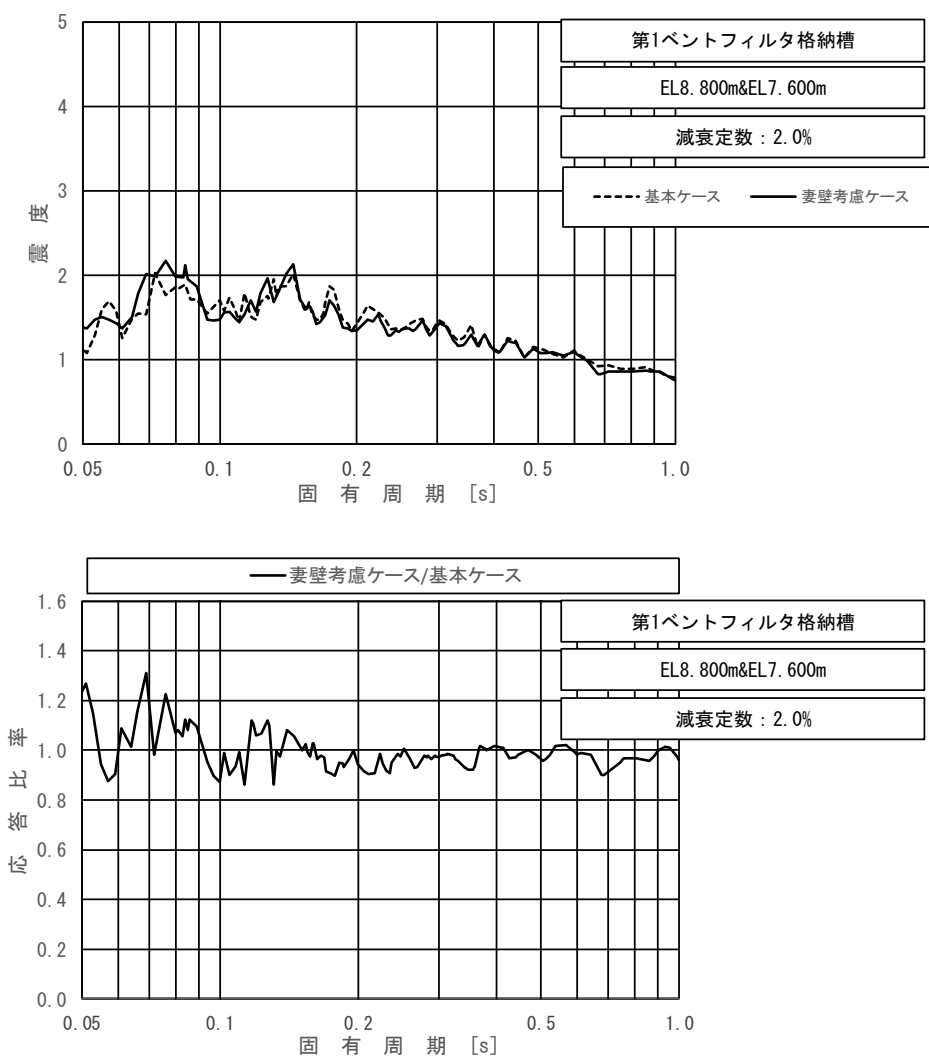


図 3.1.2-2 (2/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL8.800m~7.600m, 減衰 2.0%)



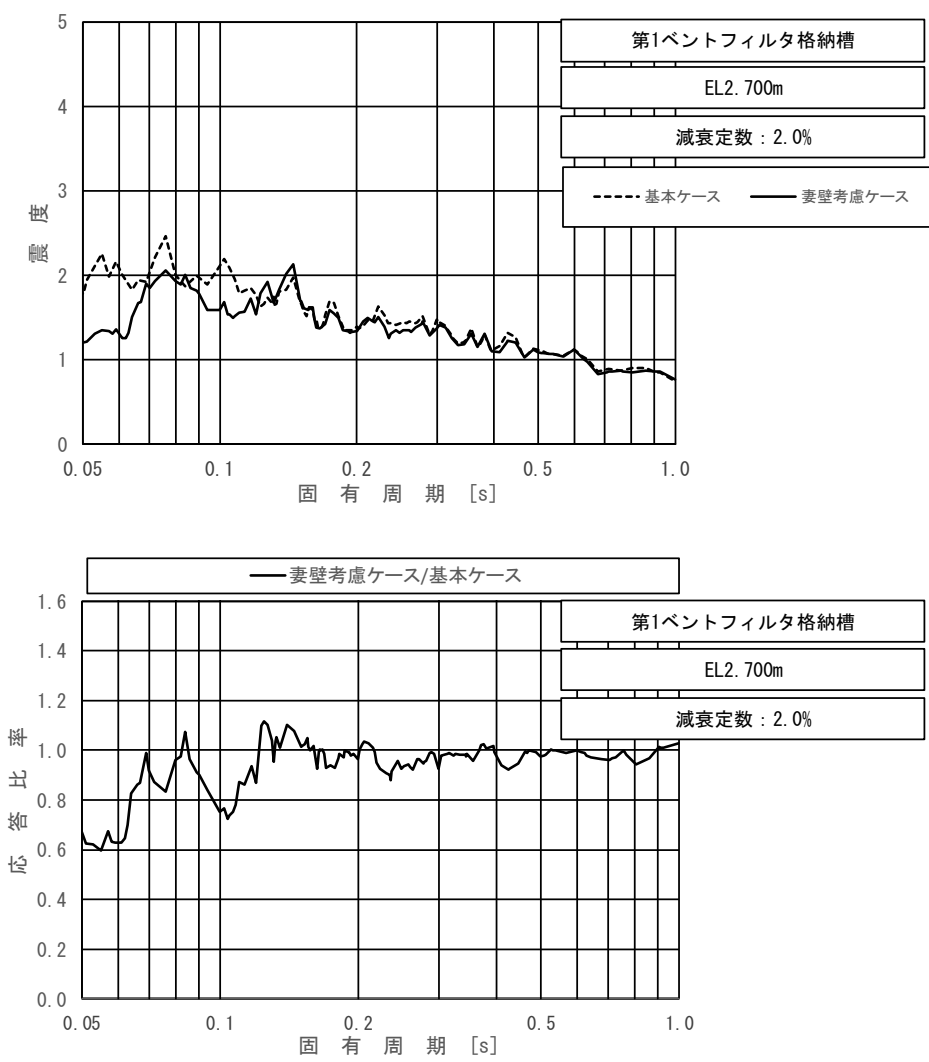


図 3.1.2-2 (3/3) 床応答スペクトル (第1ベントフィルタ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL2.700m, 減衰 2.0%)

### 3.1.3 低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽

低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽の震度を表 3.1.3-1~2, 床応答スペクトルを図 3.1.3-1~2 に示す。

表 3.1.3-1 震度 (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS))

構造物名	節点番号		標高 EL (m)	震度 $\times 1.0$		②/① 応答比率
	NS方向			① 基本ケース	② 妻壁考慮 ケース	
	NS断面 (水室)	NS断面 (ポンプ室)				
低圧原子炉 代替注水 ポンプ格納 槽	—	2042	18.300	0.95	1.03	1.09
	1931	1946 2121	14.700	0.98	0.91	0.93
	1939	1954	8.200	0.84	0.80	0.96
	1949 2189	1964	0.700	0.68	0.67	0.99

表 3.1.3-2 震度 (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
(基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向)

構造物名	節点番号			標高 EL (m)	震度 $\times 1.0$		②/① 応答比率
	鉛直方向				① 基本ケース	② 妻壁考慮 ケース	
	NS断面 (水室)	NS断面 (ポンプ室)	EW断面				
低圧原子炉 代替注水 ポンプ格納 槽(水室)	—	2042	2743	18.300	0.69	0.50	0.73
	1931	1946 2121	2397 2751	14.700	0.82	0.51	0.63
	1939	1954	2404	8.200	0.59	0.50	0.85
	1949 2189	1964	2413 2777 3472	0.700	0.56	0.49	0.88

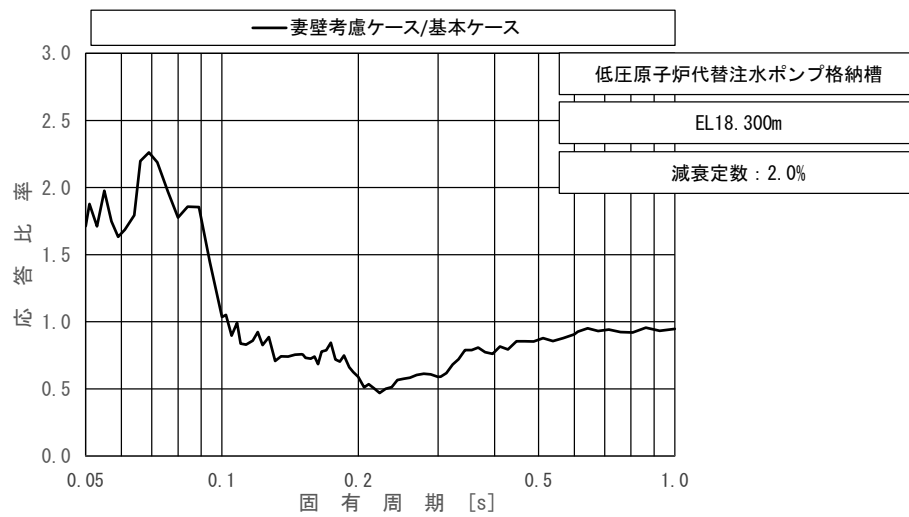
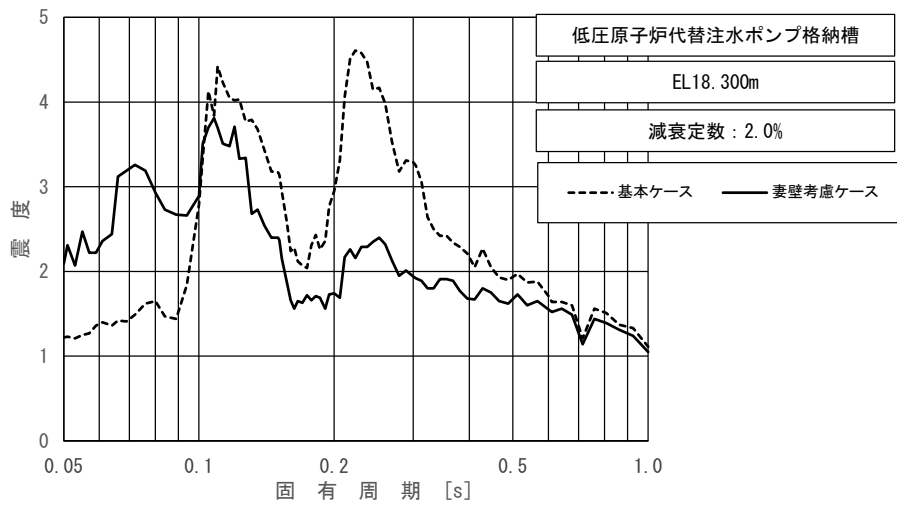


図 3.1.3-1 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 水平方向 (N S) , EL18.300m , 減衰 2.0%)

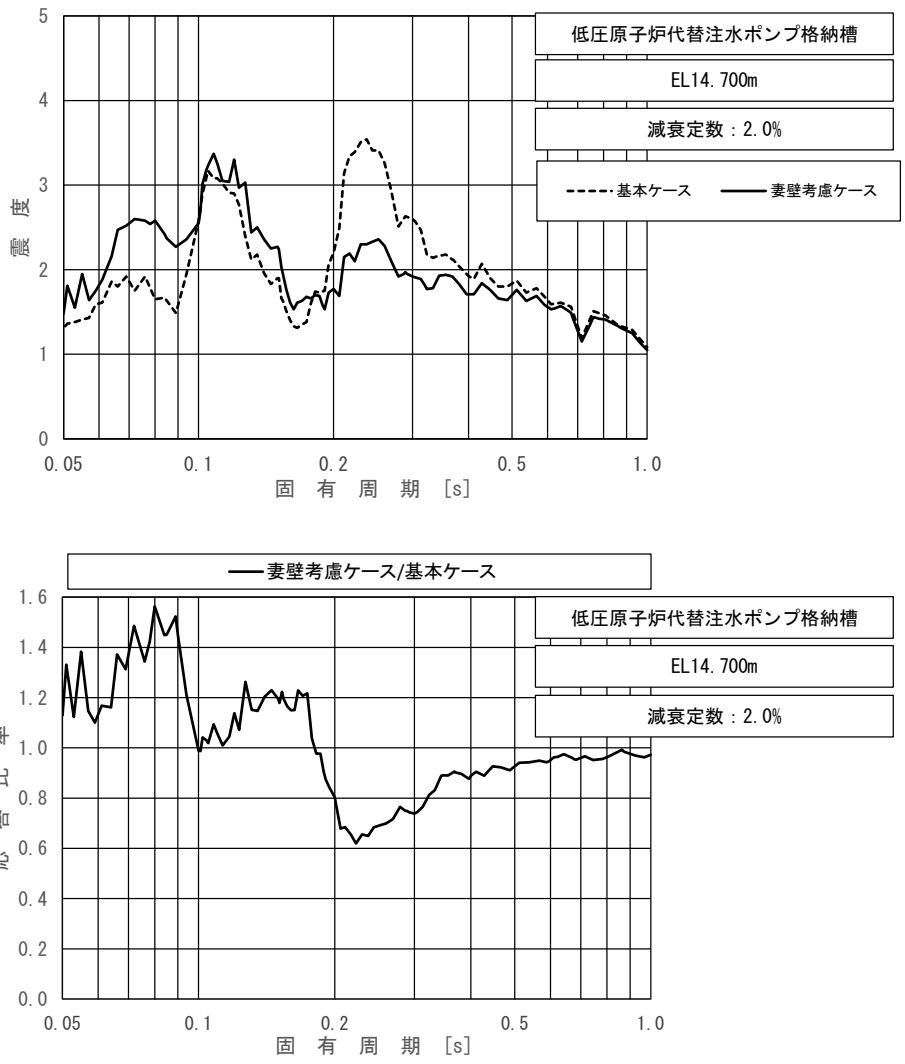


図 3.1.3-1 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s-D (++) , 水平方向 (N S), EL14.700m, 減衰 2.0%)

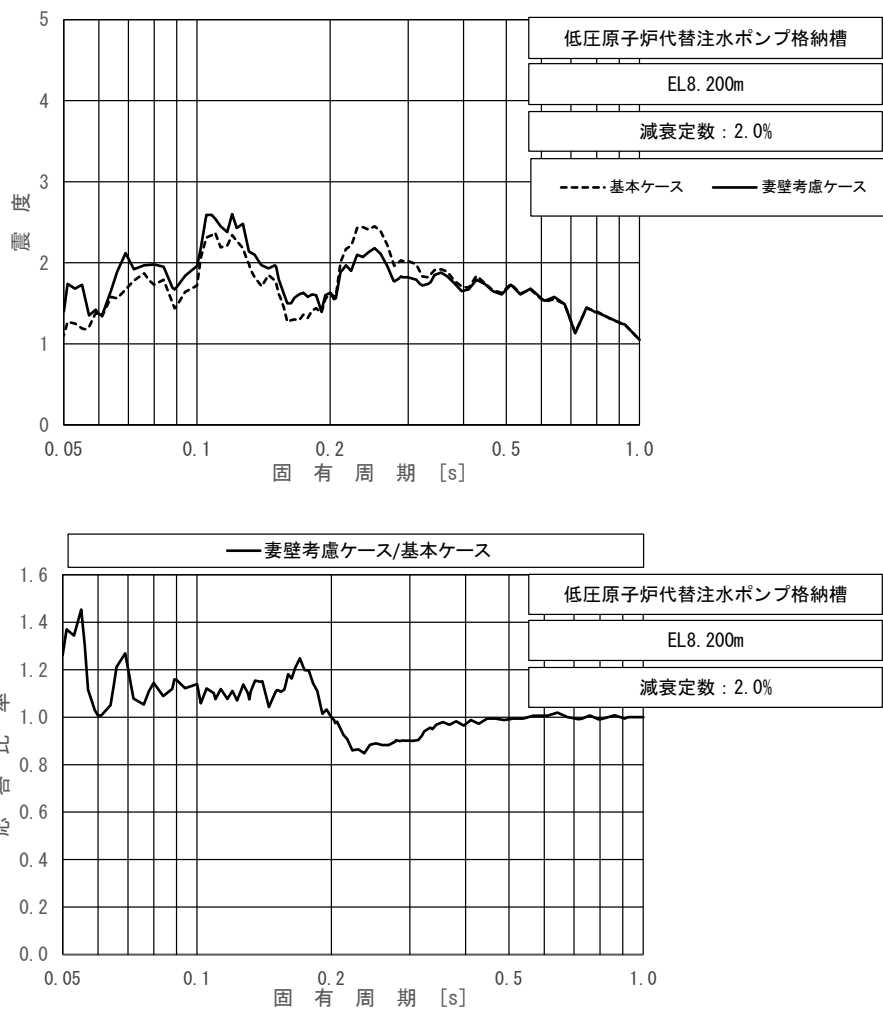


図 3.1.3-1 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++)，水平方向 (NS)，EL8.200m，減衰 2.0%)

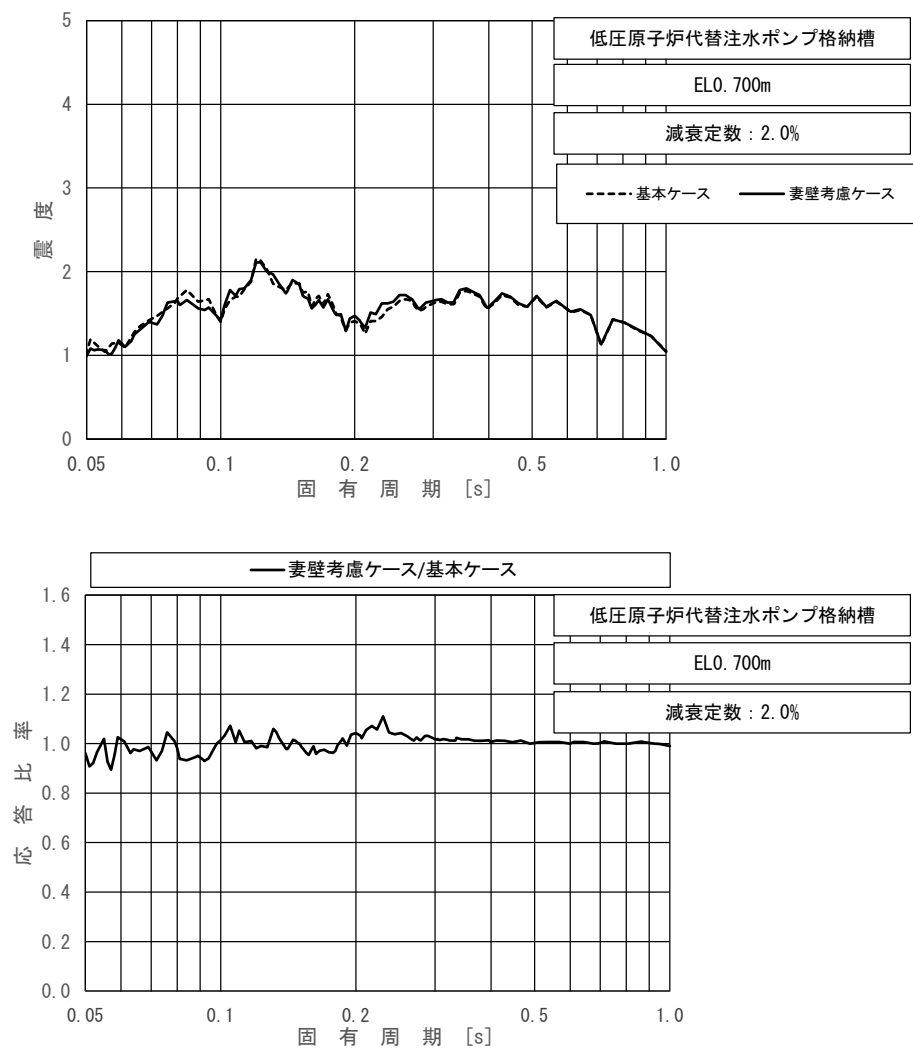


図 3.1.3-1 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 水平方向 (NS) , ELO. 700m , 減衰 2.0%)

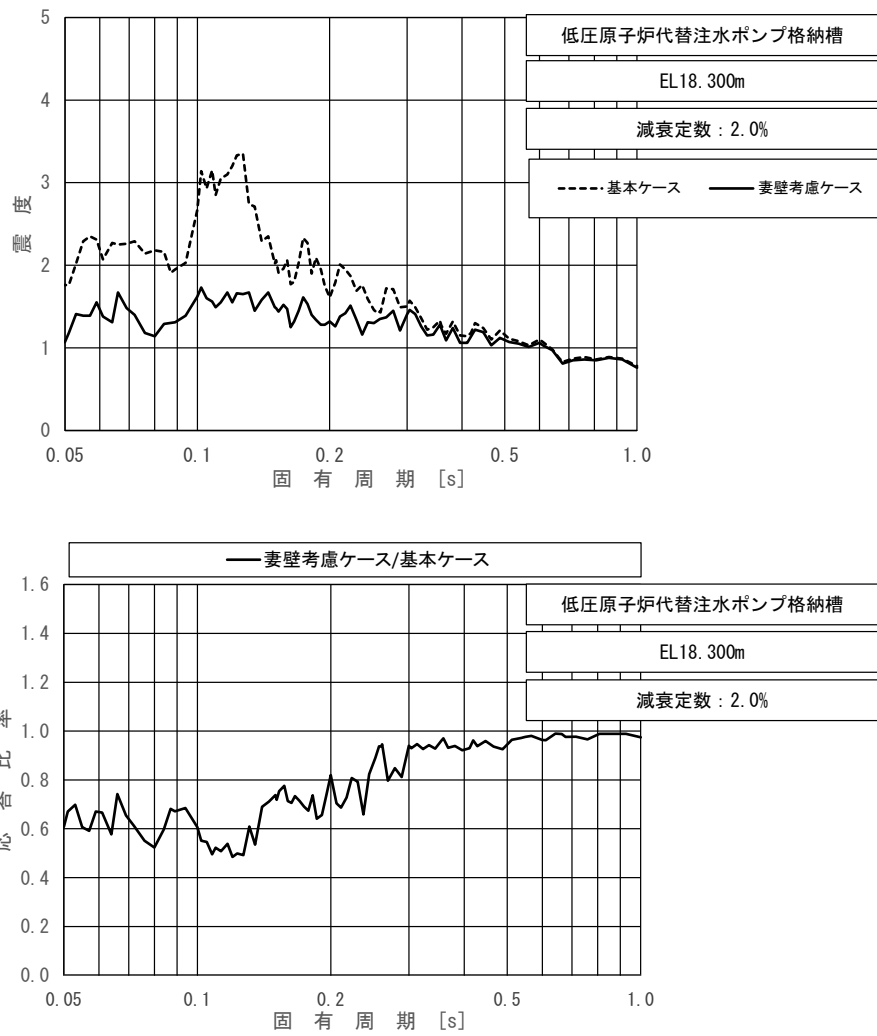


図 3.1.3-2 (1/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL18.300m, 減衰 2.0%)

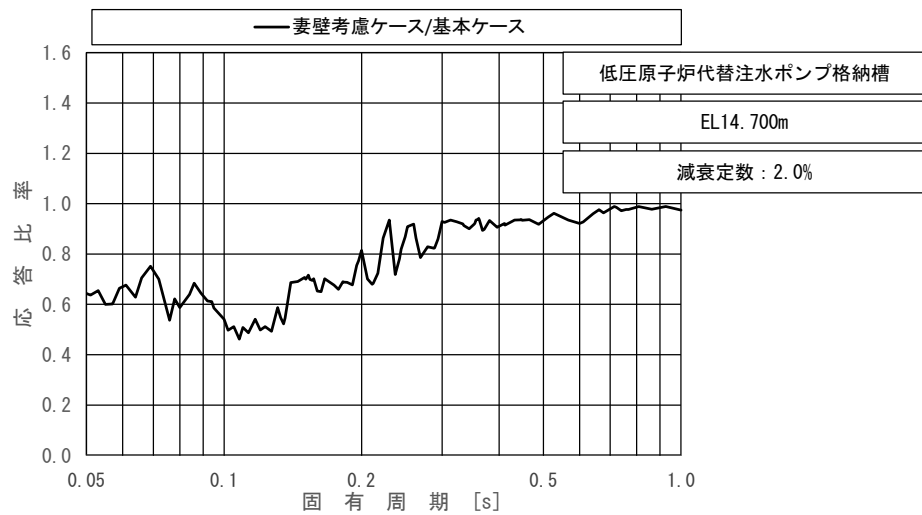
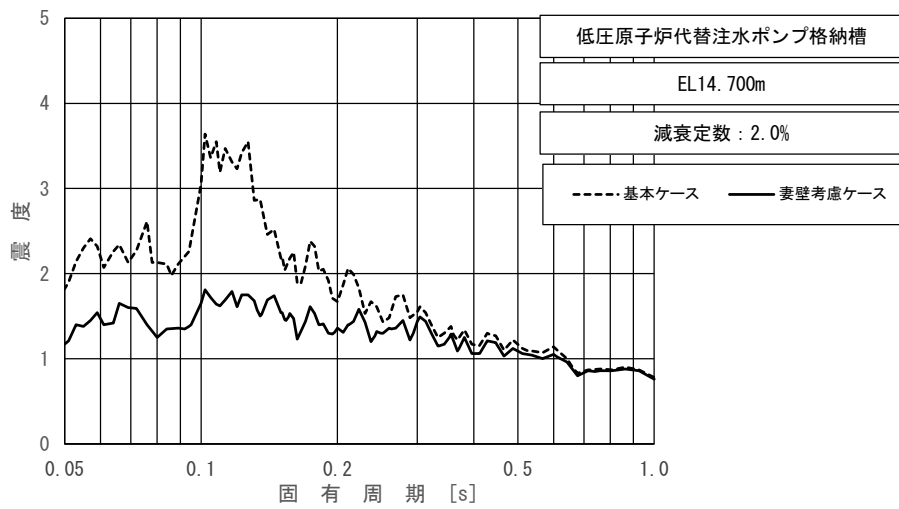


図 3.1.3-2 (2/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動 S s - D (++) , 鉛直方向, EL14.700m, 減衰 2.0%)



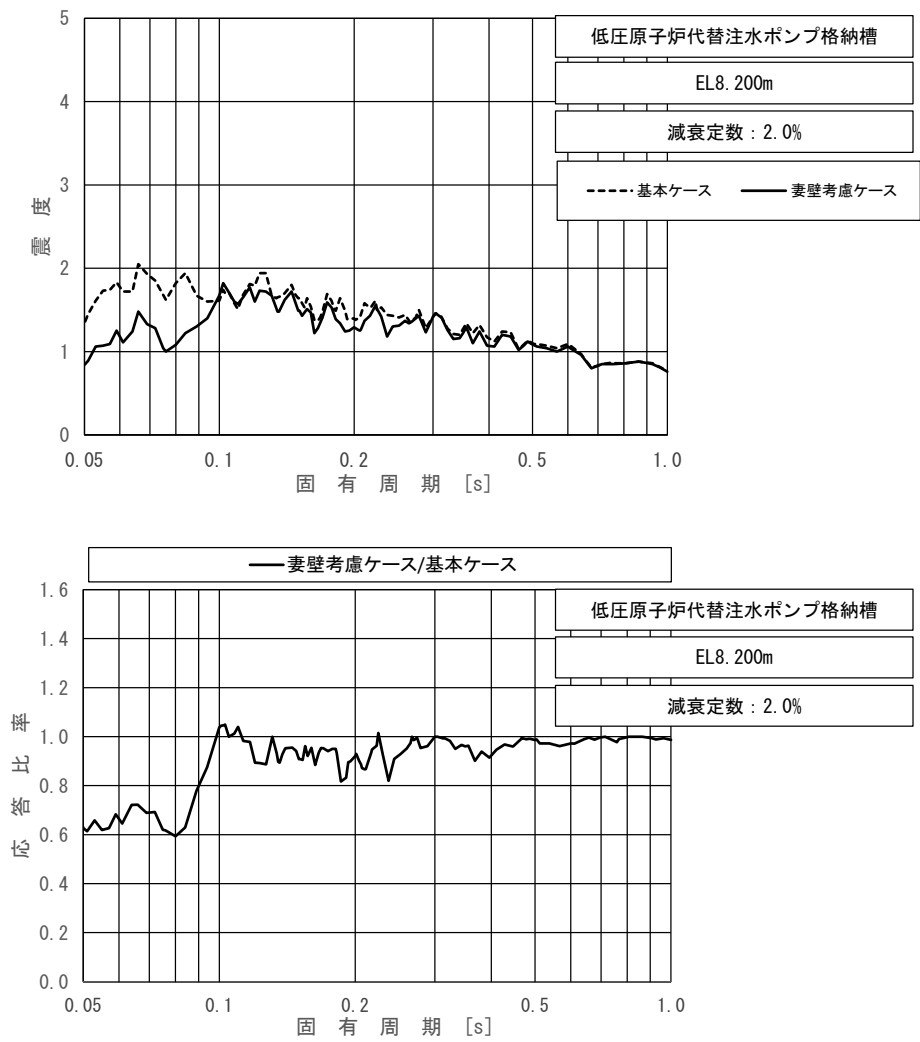


図 3.1.3-2 (3/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++)，鉛直方向，EL8.200m，減衰 2.0%)

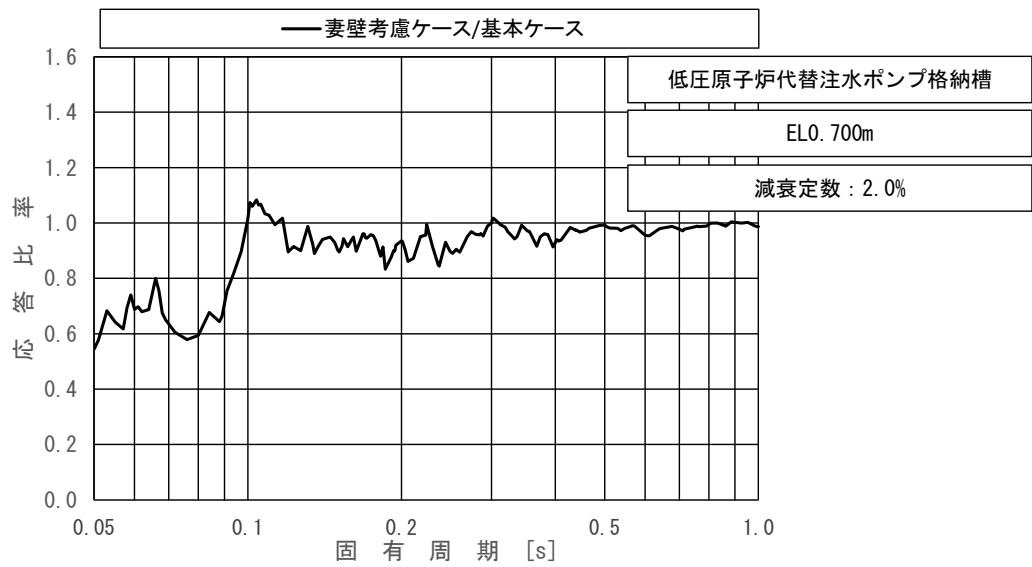
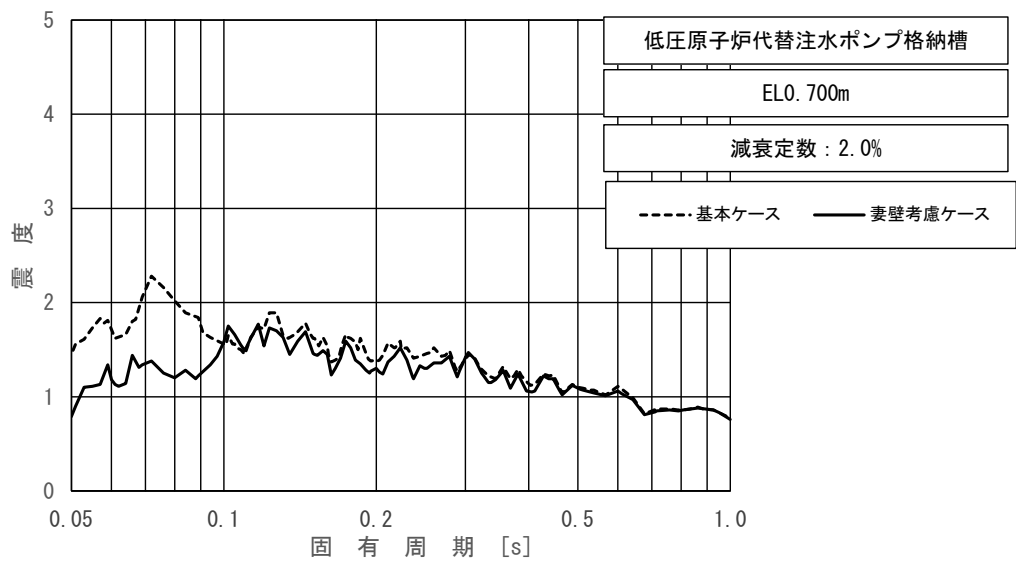


図 3.1.3-2 (4/4) 床応答スペクトル (低圧原子炉代替注水ポンプ格納槽)  
 (基準地震動  $S_s - D$  (++) , 鉛直方向, EL0.700m, 減衰 2.0%)

### 3.2 簡易評価①

簡易評価①の結果、全ての設備について、応答比率が設備の裕度以下となることを確認した。

## 4. まとめ

屋外重要土木構造物等に対して妻壁の剛性を考慮した場合の機器・配管系への影響評価について、簡易評価の結果、全ての設備について応答比率が設備の裕度以下となることを確認した。

以上より、屋外重要土木構造物等に対して妻壁の剛性を考慮した場合でも機器・配管系の耐震性に影響はないことを確認した。

補足-027-16-4 屋外重要土木構造物等における機器・配管系  
に対する影響検討（線状構造物強軸応答）

## 目 次

1. 概要.....	1
2. 検討方針.....	1
3. 地震応答解析モデル.....	2
4. 床応答比較結果.....	7
5. まとめ.....	10

## 1. 概要

本資料は、屋外重要土木構造物等のうち、線状構造物の断面選定において強軸断面を考慮した場合の機器・配管系の床応答への影響について、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、検討を行うものである。

## 2. 検討方針

線状構造物の強軸断面の床応答への影響を確認するため、以下の構造物を代表として選定し、弱軸断面と強軸断面の応答を比較する。

- ・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）

応答比較にあたっては、基準地震動  $S_s$  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  $S_s - D$  のうち、 $S_s - D$ （++）（地震動の位相を反転させないケース）を代表として用いる。

また、比較にあたって最大応答加速度（震度）の比及び固有周期（0.05～1.0s）における周期毎の床応答スペクトルの比として応答比率を算出する。

$$\text{応答比率} = \frac{\text{強軸断面の応答 (} S_s - D \text{ (++) )}}{\text{弱軸断面の応答 (} S_s - D \text{ (++) )}}$$

なお、強軸断面の床応答への影響の考慮にあたっては、以下の資料に示す「線状構造物における強軸方向の影響検討ケース」の地震応答解析結果を用いる。

- ・補足-026-13 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（参考資料 1）

### 3. 地震応答解析モデル

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）の弱軸断面の地震応答解析モデルを図 3-1，加速度応答算出位置を図 3-2 に示す。強軸断面の地震応答解析モデルを図 3-3，加速度応答算出位置を図 3-4 に示す。

なお，強軸断面の応答算出位置は弱軸断面の応答算出位置に相当する位置を選定した。

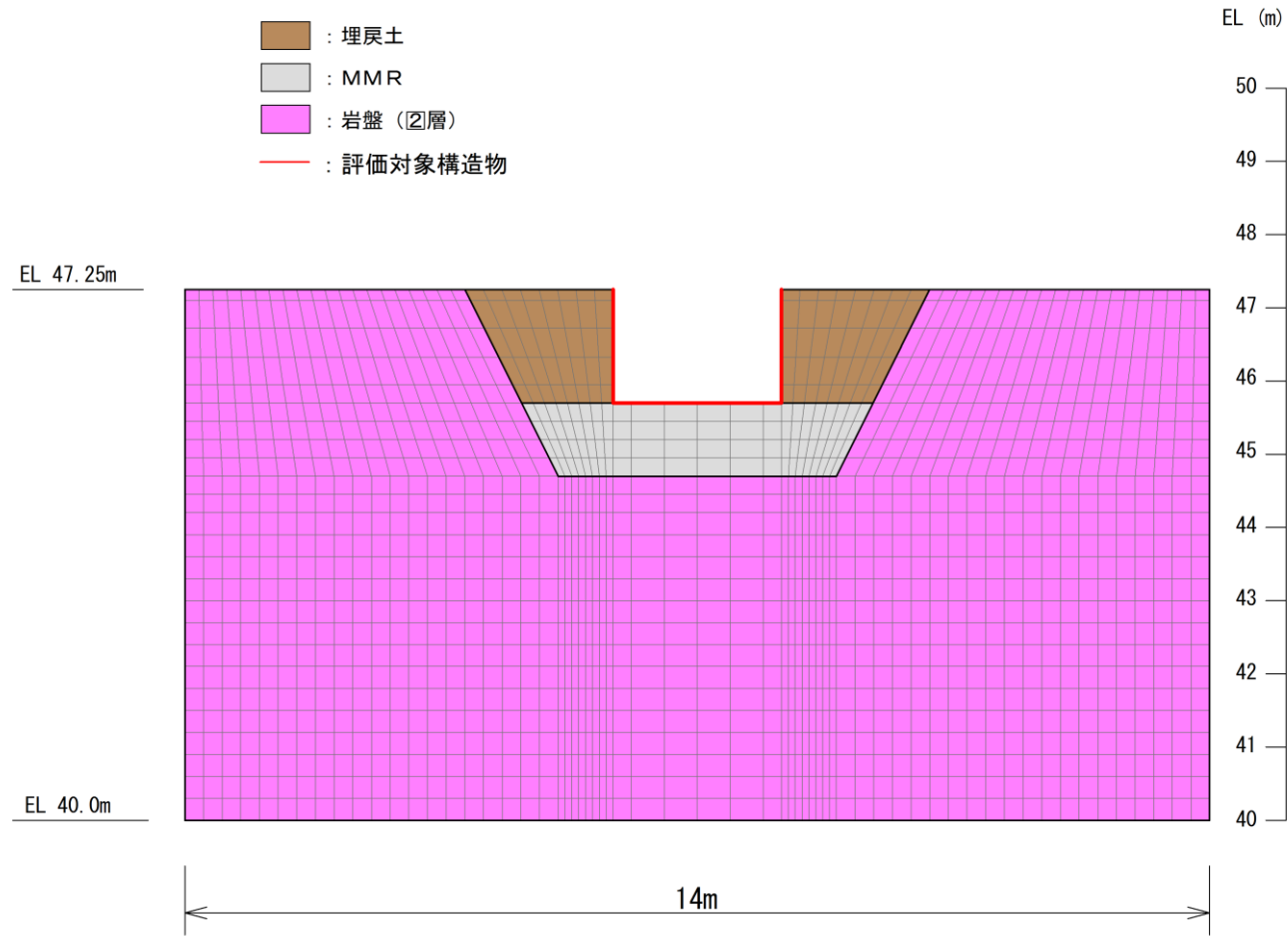


図 3-1 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の地震応答解析モデル（弱軸断面（A-A断面\*））

注記\*：建物・構築物等の地震応答計算書に示す断面名称



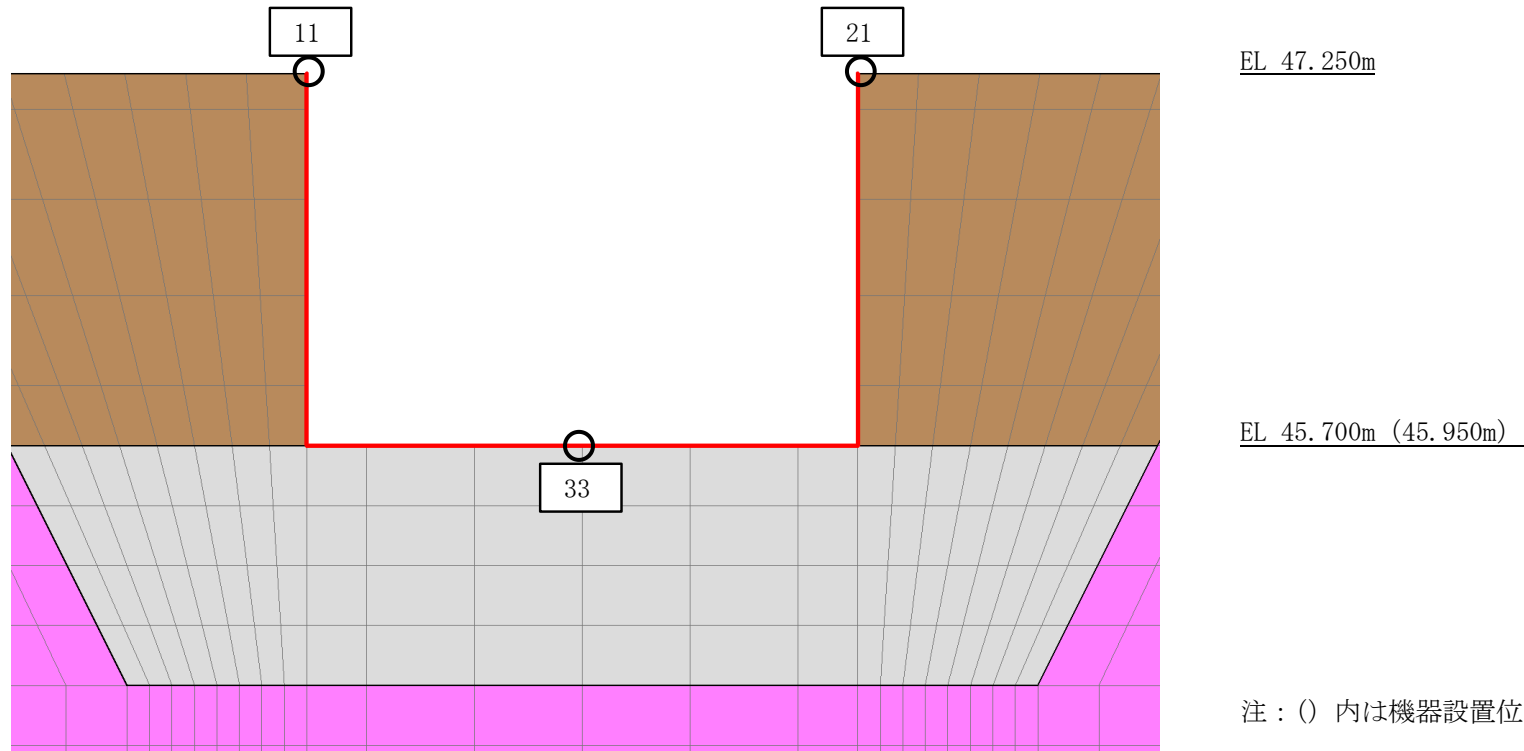


図 3-2 屋外配管ダクト（ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機）の  
加速度応答算出位置（地震応答解析モデル（弱軸断面（A-A断面\*））の拡大図）

- : 岩盤 (2層)
- : 埋戻土
- : 構造物 (妻壁)
- : 評価対象構造物
- : MMR

57

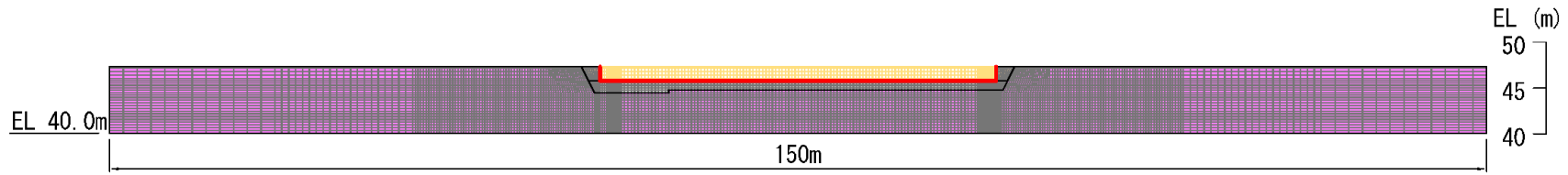
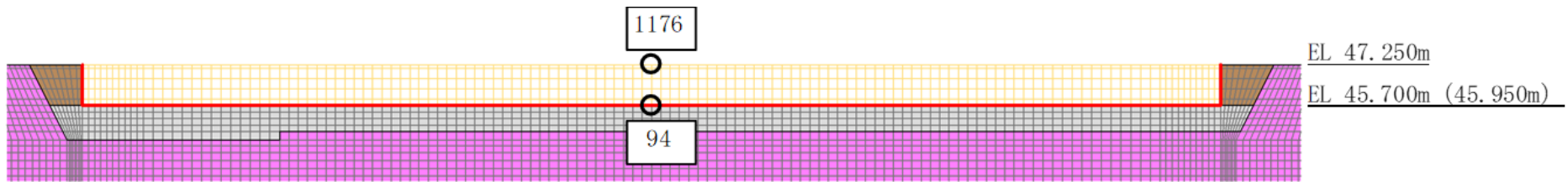


図 3-3 屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機) の地震応答解析モデル (強軸断面 (B-B断面\*))

注記\* : 建物・構築物等の地震応答計算書に示す断面名称



注：( ) 内は機器設置位置レベルを示す。

図 3-4 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  
 加速度応答算出位置（地震応答解析モデル（強軸断面（B-B断面））の拡大図）

#### 4. 床応答比較結果

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）の各標高における震度及び床応答スペクトルの比較結果を表 4-1～2 及び図 4-1～2 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。

床応答比較の結果、強軸断面の応答は弱軸断面の応答と同等あるいは弱軸断面の応答が強軸断面の応答を包絡することを確認した。

表 4-1 震度（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））（基準地震動  $S_s - D$ （++），水平方向）

構造物名	節点番号		標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	水平方向			① 弱軸断面	② 強軸断面	
	弱軸断面	強軸断面				
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)	11 21 33	94 1176	47.250～ 45.950	1.36	0.98	0.73

表 4-2 震度（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））（基準地震動  $S_s - D$ （++），鉛直方向）

構造物名	節点番号		標高 EL(m)	震度×1.0		②/① 応答比率
	鉛直方向			① 弱軸断面	② 強軸断面	
	弱軸断面	強軸断面				
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)	11 21 33	94 1176	47.250～ 45.950	0.61	0.57	0.94

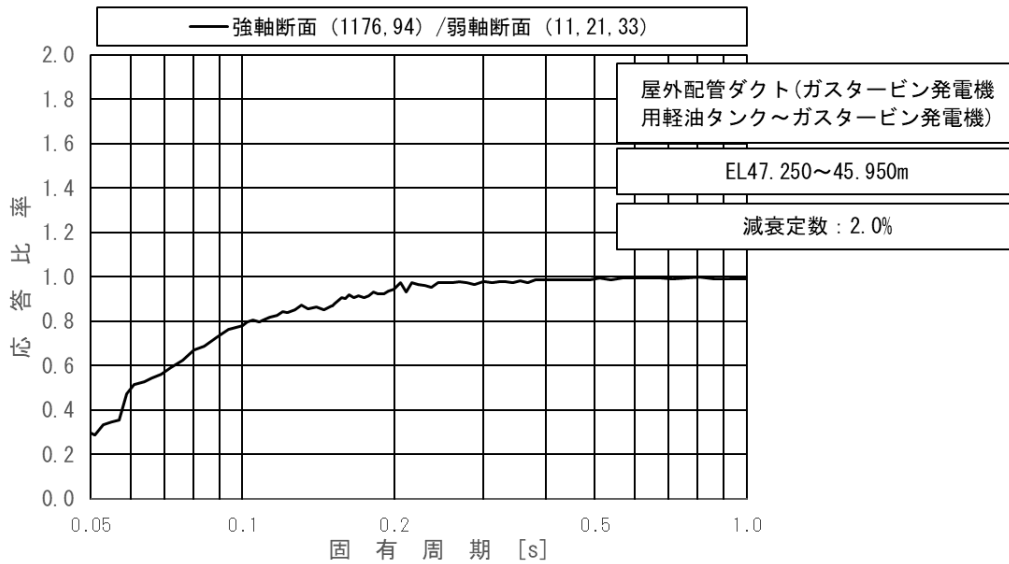
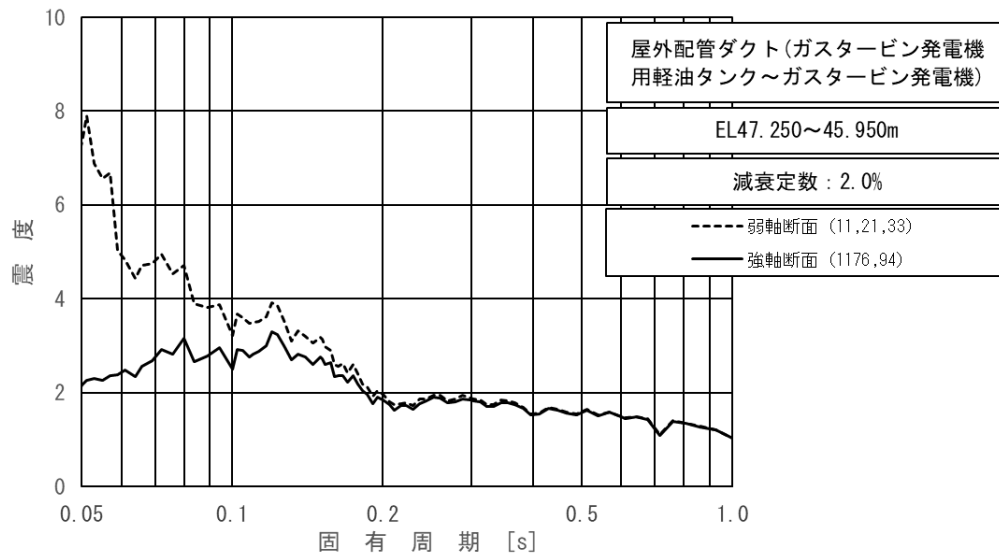


図 4-1 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機))

(基準地震動  $S_s - D$  (++)，水平方向，EL47.250m～45.950m，減衰 2.0%)

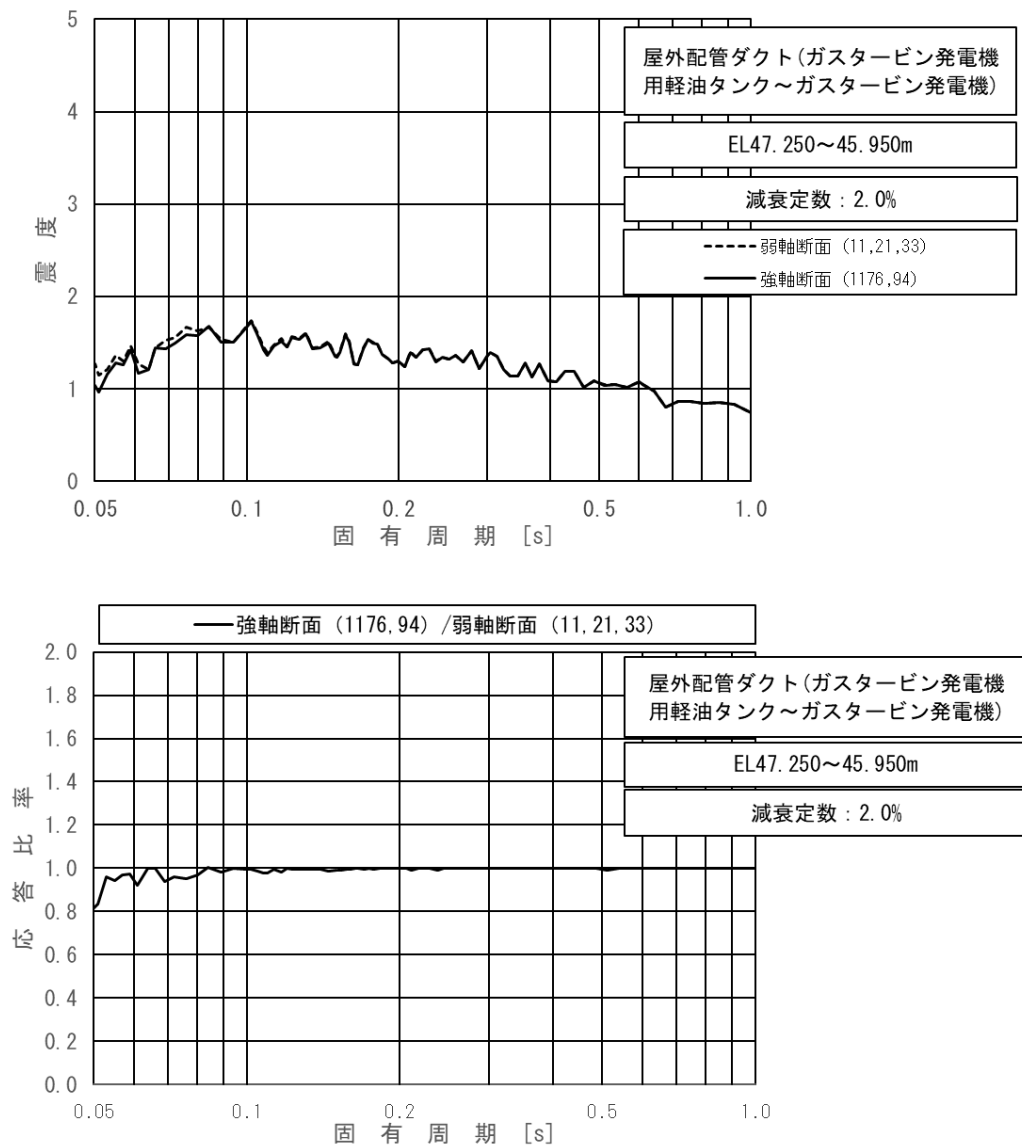


図 4-2 床応答スペクトル (屋外配管ダクト (ガスタービン発電機用軽油タンク～ガスタービン発電機))

(基準地震動  $S_s - D$  (++)，鉛直方向，EL47.250m～45.950m，減衰 2.0%)

## 5. まとめ

屋外重要土木構造物等のうち、線状構造物の断面選定において強軸断面を考慮した場合の機器・配管系の床応答への影響を代表構造物にて確認した結果、強軸断面の応答は弱軸断面の応答と同等あるいは弱軸断面の応答が強軸断面の応答を包絡することを確認した。

従って、線状構造物における強軸断面の床応答への影響が軽微であることを確認した。