

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所（南地区）高速実験炉原子炉施設（「常陽」）

第4条（地震による損傷の防止）

2022年12月2日

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構
大洗研究所高速実験炉部

第4条：地震による損傷の防止

目次

1. 要求事項の整理
2. 設置許可申請書における記載
3. 設置許可申請書の添付書類における記載
 - 3.1 安全設計方針
 - 3.2 気象等
 - 3.3 設備等
4. 要求事項への適合性
 - 4.1 耐震設計の基本方針
 - 4.2 耐震重要度分類
 - 4.3 地震力の算定法
 - 4.4 荷重の組合せと許容限界
 - 4.5 要求事項（試験炉設置許可基準規則第4条）への適合性説明

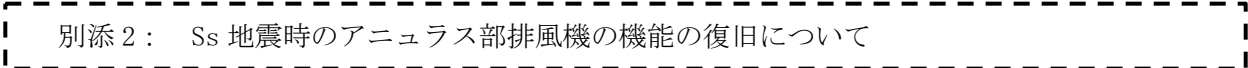
：本日の説明範囲

(別紙)

別紙1： 「炉心の変更」に関する基本方針

別紙2： 耐震重要度分類の考え方と耐震Sクラス施設及び耐震Bクラス施設の構造概要

別添1： 既許可の旧分類と新分類との対応

別添2： Ss地震時のアニュラス部排風機の機能の復旧について

別紙3： 「1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵しうる施設で、Sクラス以外の施設」に基準地震動による地震力が作用した場合の影響

別添1： 地震時における格納容器（床下）窒素雰囲気維持

別紙4： 「2次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵しうる施設で、Sクラス以外の施設」に基準地震動による地震力が作用した場合の影響

別紙5： 「原子炉カバーガス等のバウンダリを構成する機器・配管系」に基準地震動による地震力が作用した場合の影響

別紙 6 : 弾性設計用地震動の設定の考え方

別紙 7 : S クラス施設への波及的影響を考慮すべき施設の検討

別紙 8 : 「常陽」耐震設計における基準・規格の適用性

別紙 9 : 「常陽」耐震設計における基本方針の補足

別添 1 : 設計用減衰定数と床応答スペクトルの設定

別添 2 : 「常陽」耐震設計における既設工認からの変更点

別添 3 : ナトリウム配管の耐震工事（現場調査と対策検討）

別紙 10 : 耐震重要度分類 S クラスに属する動的機器の機能維持に係る基本方針（制御棒挿入性
に係る評価を含む。）

別添 1 : 地震時の制御棒挿入性について

別紙 11 : 耐震 S クラスの施設を有する建物の設置状況

別紙 12 : 「常陽」新規制基準適合に係る耐震評価の設計成立性

別添 1 : 原子炉建物及び原子炉附属建物の地震応答解析

別添 2 : 主冷却機建物の地震応答解析

添付 1 : 主冷却機建物周辺の地盤改良による影響について

別添 3 : 地震観測シミュレーションによる原子炉建物及び原子炉附属建物の地震応答解析モデルの妥当性確認

別添 4 : 地震観測シミュレーションによる主冷却機建物の地震応答解析モデルの妥当性確認

別添 5 : 機器・配管系の解析に用いる設計用床応答スペクトル（設計成立性確認用）

別添 6 : 機器・配管系の耐震評価の設計成立性について

添付 1 : 原子炉容器の耐震評価（設計成立性）

添付 2 : 炉周囲遮へいコンクリート内の 1 次主冷却系配管の耐震評価（設計成立性）

参考 1 : 1 次主冷却系配管の二重管構造について

添付 3 : 炉周囲遮へいコンクリート内の 1 次補助冷却系配管の耐震評価（設計成立性）

添付 4 : 炉周囲遮へいコンクリート内の 1 次ナトリウム充填・ドレン系配管の耐震評価（設計成立性）

添付 5 : 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備 貯蔵ラックの耐震評価（設計成立性）

添付 6 : 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備 水冷却池の耐震評価 (設計成立性)

添付 7 : 炉心バレル構造物、炉心支持構造物の耐震評価 (設計成立性)

添付 8 : 主中間熱交換器の耐震評価 (設計成立性)

添付 9 : 1次主循環ポンプの耐震評価 (設計成立性)

添付 10 : 原子炉格納容器の耐震評価 (設計成立性)

添付 11 : 炉周囲遮へいコンクリート内の1次オーバフロー系配管の耐震評価 (設計成立性)

添付 12 : 炉周囲遮へいコンクリート内の1次アルゴンガス系配管の耐震評価 (設計成立性)

添付 13 : 回転プラグの耐震評価 (設計成立性)

添付 14 : 安全容器の耐震評価 (設計成立性)

別紙 13 : 床応答スペクトルの算定における材料物性のばらつきの影響確認

別添 1 : 地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動を考慮した地震応答解析条件について

別添 2 : 地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動の影響確認のための地震応答解析に用いるコンクリートの材料定数について

別添 3 : 地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動に係る影響確認 (設計成立性確認) について

添付 1 : 最小裕度の設定方法

別添 4 : 地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動に係る影響確認結果について (設計成立性確認の代表機器・配管系)

(添付)

添付 1 : 設置許可申請書における記載

添付 2 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (安全設計)

添付 3 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (適合性)

添付 4 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (気象等)

添付 5 : 設置許可申請書の添付書類における記載 (設備)

Ss 地震時のアニュラス部排風機の機能の復旧について

アニュラス部排風機は、基準地震動による地震力により、ベルトが外れる可能性を否定できず、動的機能維持が難しいため、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しないように整備するものの対象外とするが、当該施設の補修（ベルトの再装着）の措置を講じることで、機能を復旧できるものとする。

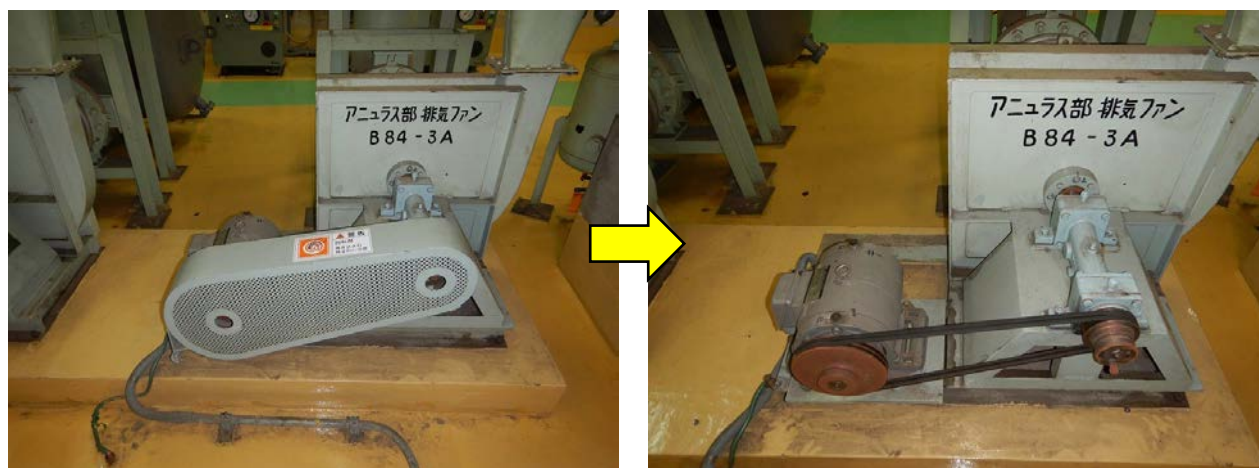
アニュラス部排風機には、A号機とB号機があり、片方が運転されている間、もう片方は、予備機として待機状態で維持される。運転中の排風機のベルトが外れた場合、アニュラス部の負圧（通常運転時：大気圧-約 100Pa）は急激に低下し、中央制御室には警報が発報する（警報名称：「アニュラス部圧力高」、設定値：-49Pa）。

運転号機が停止した場合にあっては、予備機が自動的に起動し、アニュラス部を再度負圧に維持することができる。なお、予備機は、Ss 地震時に停止中であり、ベルトが外れる可能性は、運転中と比較して小さいと考えられる。

予備機が自動起動しない場合、運転員等は、アニュラス部排風機の状況を確認するため、現場に向かう。ベルトが外れていることを確認した場合には、以下の復旧作業を行う。これらについて、事象発生から 30 分を目標に実施できるよう手順や治具、保護具等を整備する。

【復旧作業の概要】

- ① 予備機のベルトが外れていない場合には、予備機を起動する。
- ② ベルトカバー（ボルト・ナット：2カ所）を取り外す。



- ③ 脱落したベルトを小さいプーリに嵌め込んだ後、大きいプーリを回しながら、ベルトを装着する（指を挟まないようにしつつ、手のひらでサポート）
- ④ 予備機のベルトも外れていた場合には、ベルトを再装着した排風機を起動する。

以 上

Sクラス施設への波及的影響を考慮すべき施設の検討

1. 概要

耐震重要施設（以下「Sクラス施設」という。）が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないことを確認する。

波及的影響を考慮すべき施設の検討に当たっては、高速実験炉原子炉施設の敷地内に設置されている耐震重要度分類Bクラス、Cクラス等の建物、設備・機器及び関連施設のSクラス施設との設置位置関係を俯瞰した調査・検討した結果、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈別記2」（以下「別記2」という。）に記載の以下の4つの観点から検討しておくことで、波及的影響を考慮すべき施設を網羅できると判断したものである。

- (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
- (4) 建物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

2. 波及的影響の設計対象施設の耐震設計方針

2.1 耐震評価部位

不等沈下、相対変位、損傷、転倒及び落下等を防止するよう、主要構造部材、支持部及び固定部等を耐震評価部位に選定する。また、不等沈下又は転倒を想定する場合には、Sクラス施設の機能が影響しないように耐震評価部位を選定する。

2.2 地震応答解析

地震応答解析は、時刻歴応答解析法、スペクトルモーダル解析法、FEM等を用いた応力解析法等により原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）に基づき実施することを基本とする。

2.3 設計用地震動又は地震力

Sクラス施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

2.4 荷重の種類及び荷重の組合せ

波及的影響を及ぼすおそれのあるSクラス施設と同じ運転状態において、下位のクラスの施設に発生する荷重を組み合わせる。また、不等沈下又は転倒を想定し、Sクラス施設の機能に影響がないように設計する場合には、転倒等に伴い発生する荷重を組み合わせる。なお、荷重の設定においては、想定する原子炉の運転状態から定まる範囲を考慮する。

2.5 許容限界

(1) 建物・構築物

建物・構築物について、施設の構造を保つことで、下位のクラスの施設の相対変位による波及的影響を防止する場合は、終局耐力を許容限界として設定する。

(2) 機器・配管系

機器・配管系について、施設の構造を保つことで、下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等を防止する場合は、許容限界として評価部位に塑性ひずみが生じる場合であっても、その量が小さいレベルに留まって延性破断の限界に十分な余裕を有していることに相当する値を許容限界として設定する。

3. 波及的影響の設計対象とする下位クラス施設

3.1 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

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の評価に係る基本的な考え方を以下に示す。

- ・ Sクラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う下位のクラスの施設と Sクラス施設の相対変位又は不等沈下により、Sクラス施設の安全機能を損なわないように設計する。
- ・ 下位のクラスの施設と Sクラス施設との相対変位又は不等沈下を想定しても、下位のクラスの施設が Sクラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置する設計とする。

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の観点から、波及的影響の設計対象として選定した下位クラス施設と選定理由は、以下のとおりである。

(1) 主冷却機建物

※ 主冷却機建物は、2次主冷却系等の Sクラス施設を有する。隣接する原子炉建物及び原子炉附属建物は、1次主冷却系及び2次主冷却系の一部等の Sクラス施設を有する。主冷却機建物、原子炉建物及び原子炉附属建物とも Sクラス施設の間接支持構造物に該当する。ただし、「主冷却機建物」と「原子炉建物及び原子炉附属建物」は、隣接する独立した建物であるため、設置地盤の相違に起因する相対変位又は不等沈下を考慮するものとし、主冷却機建物を波及的影響に係る評価の対象とする。

3.2 Sクラス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

Sクラス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の評価に係る基本的な考え方を以下に示す。

- ・Sクラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴うSクラス施設に接続する下位のクラスの施設の損傷により、Sクラス施設の安全機能を損なわないように設計する。
- ・Sクラス施設と下位のクラスの施設との接続部には、原則、Sクラスの隔離弁を設置することにより分離し、事故時等に隔離されるように設計する。
- ・隔離されない接続部以降の下位のクラスの施設については、下位のクラスの施設がSクラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、内部流体の内包機能、構造強度等を確保するように設計する。

Sクラス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の観点から、波及的影響の設計対象として選定した下位クラス施設は、以下のとおりである。また、Sクラス施設への波及的影響を考慮した設計を行う下位クラス施設とその選定理由を第3.1表に示す。

- (1) 1次オーバーフロー系の一部
- (2) 1次ナトリウム純化系の一部
- (3) 1次ナトリウム充填・ドレン系の一部
- (4) 1次アルゴンガス系の一部
- (5) 窒素ガス予熱系の一部
- (6) 2次ナトリウム純化系の一部
- (7) 2次ナトリウム充填・ドレン系の一部
- (8) 2次アルゴンガス系の一部
- (9) 核燃料物質取扱設備の一部
- (10) 格納容器雰囲気調整系の一部
- (11) 安全容器の呼吸系の一部
- (12) アルゴンガス供給設備の一部
- (13) 窒素ガス供給系の一部
- (14) カバーガス法燃料破損検出設備の一部

3.3 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Sクラス施設への影響

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Sクラス施設への影響の評価に係る基本的な考え方を以下に示す。

- ・ Sクラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に伴う建物内の下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等により、Sクラス施設の安全機能を損なわないように設計する。
- ・ 下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等を想定してもSクラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置する設計とする。
- ・ 下位のクラスの施設をSクラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、下位のクラスの施設がSクラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、下位のクラスの施設が損傷、転倒及び落下等に至らないように構造強度設計する。

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Sクラス施設への影響の観点から、波及的影響の設計対象として選定した下位クラス施設は、以下のとおりである。また、Sクラス施設への波及的影響を考慮した設計を行う下位クラス施設とその選定理由を第3.1表に示す。

- (1) 原子炉格納容器旋回式天井クレーン
- (2) 燃料出入機
- (3) 回転プラグ
- (4) 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備キャスククレーン
- (5) 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備燃料移送機
- (6) 燃料交換機
- (7) 主送風機
- (8) 燃料取扱用キャスクカー（キャスクを除く）
- (9) ナトリウム漏えい対策用受樋
- (10) 格納容器内雰囲気調整系再循環空調機
- (11) 原子炉附属建物空調換気設備 燃料洗浄室系及び水冷却池室系給気ダクトの一部
- (12) 1次冷却材純化系コールドトラップ冷却室素ガス冷却器

3.4 建物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Sクラス施設への影響

建物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Sクラス施設への影響の評価に係る基本的な考え方を以下に示す。

- ・Sクラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、建物外の下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等により、Sクラス施設の安全機能を損なわないように設計する。
- ・下位のクラスの施設の損傷、転倒及び落下等を想定してもSクラス施設に衝突しない程度に十分な距離をとって配置する設計とする。
- ・下位のクラスの施設をSクラス施設への波及的影響を及ぼす可能性がある位置に設置する場合には、下位のクラスの施設がSクラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、下位のクラスの施設が損傷、転倒及び落下等に至らないように構造強度設計する。

建物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Sクラス施設への影響の観点から、波及的影響の設計対象として選定した下位クラス施設は、以下のとおりである。また、Sクラス施設への波及的影響を考慮した設計を行う下位クラス施設とその選定理由を第3.1表に示す。

(1) 主排気筒

第 3.1 表 S クラス施設への波及的影響を考慮すべき下位クラス施設

S クラス施設	主要施設(*1)	補助施設(*2)	波及的影響を考慮すべき施設	
			下位クラス施設	選定理由
(i) 原子炉冷却材バウンダリを構成する機器・配管系	① 原子炉容器 1) 本体 ② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系 1) 原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁（ただし、計装等の小口径のものを除く。）		①-1 格納容器内旋回式天井クレーン ①-2 燃料出入機 ①-3 回転プラグ ①～②-1 1次オーバーフロー系の一部 ①～②-2 1次ナトリウム充填・ドレン系の一部 ①～②-3 1次アルゴンガス系の一部 ①～②-4 窒素ガス予熱系の一部 ①～②-5 カバーガス法燃料破損検出設備の一部	① Cクラス施設である原子炉格納容器内旋回式天井クレーン、Bクラスである燃料出入機、回転プラグは、Sクラス施設である原子炉容器の上方に設置されていることから、落下により原子炉容器に波及的影響を及ぼすおそれがある。 ①～② Bクラス施設又はCクラス施設である評価対象施設は、Sクラス施設である1次主冷却系等に接続されており、損傷により原子炉停止後の原子炉冷却材バウンダリの閉じ込め機能に波及的影響を及ぼすおそれがある。
(ii) 使用済燃料を貯蔵するための施設	① 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備 1) 貯蔵ラック 2) 水冷却池 ② 炉内燃料貯蔵ラック（炉心バレル構造物のうち、バレル構造体）		①-1 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備キャスククレーン ①-2 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備燃料移送機 ②-1 格納容器内旋回式天井クレーン ②-2 燃料出入機 ②-3 回転プラグ	① Bクラス施設である原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備キャスククレーン、燃料移送機は、Sクラス施設である原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備（貯蔵ラック、水冷却池）の上方に設置されており、落下により原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備に波及的影響を及ぼすおそれがある。 ② Cクラス施設である原子炉格納容器内旋回式天井クレーン、Bクラスである燃料出入機、回転プラグは、Sクラス施設である原子炉容器の上方に設置されていることから、落下により原子炉容器内に設置されている炉内燃料貯蔵ラックに波及的影響を及ぼすおそれがある。
(iii) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	① 制御棒 ② 制御棒駆動系 1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管 ③ 後備炉停止制御棒 ④ 後備炉停止制御棒駆動系 1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管	① 電気計装設備（原子炉保護系（スクラム）に関するもの） ② 炉心支持構造物 1) 炉心支持板 2) 支持構造物 ③ 炉心バレル構造物 1) バレル構造体 ④ 炉心構成要素 1) 炉心燃料集合体 2) 照射燃料集合体 3) 内側反射体 4) 外側反射体（A） 5) 材料照射用反射体 6) 遮へい集合体 7) 計測線付実験装置 8) 照射用実験装置	①～④-1 格納容器内旋回式天井クレーン ①～④-2 燃料出入機 ①～④-3 回転プラグ	①～④ Cクラス施設である原子炉格納容器内旋回式天井クレーン、Bクラスである燃料出入機、回転プラグは、Sクラス施設である制御棒、制御棒駆動系の上方に設置されていることから、落下により制御棒、制御棒駆動系に波及的影響を及ぼすおそれがある。
(iv) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	① 原子炉容器 1) 本体 ② 炉心支持構造物 1) 炉心支持板 2) 支持構造物 ③ 炉心構成要素 1) 炉心燃料集合体 2) 照射燃料集合体 ④ 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系 1) 原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁（ただし、計装等の小口径のものを除く。）		①～④-1 1次オーバーフロー系の一部 ①～④-2 1次ナトリウム充填・ドレン系の一部 ①～④-3 1次アルゴンガス系の一部 ①～④-4 窒素ガス予熱系の一部 ①～④-5 カバーガス法燃料破損検出設備の一部	①～④ Bクラス施設又はCクラス施設である評価対象施設は、Sクラス施設である1次主冷却系等に接続されており、損傷により原子炉停止後の崩壊熱除去機能に波及的影響を及ぼすおそれがある。

Sクラス施設	主要施設(*1)	補助施設(*2)	波及的影響を考慮すべき施設	
			下位クラス施設	選定理由
	<p>径のものを除く。)</p> <p>2) 1次主循環ポンプモーター</p> <p>3) 逆止弁</p> <p>⑤ 2次主冷却系、2次補助冷却系、2次ナトリウム純化系及び2次ナトリウム充填・ドレン系</p> <p>1) 冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁 (ただし、計装等の小口径のものを除く。)</p> <p>2) 主冷却機 (主送風機を除く。)</p>		<p>⑤-1 2次ナトリウム純化系の一部</p> <p>⑤-2 2次ナトリウム充填・ドレン系の一部</p> <p>⑤-3 2次アルゴンガス系の一部</p> <p>⑤-4 主送風機</p> <p>⑤-5 ナトリウム漏えい対策用受樋</p>	<p>⑤-1～3 Bクラス施設又はCクラス施設である評価対象施設は、Sクラス施設である2次主冷却系等に接続されており、損傷により原子炉停止後の崩壊熱除去機能に波及的影響を及ぼすおそれがある。</p> <p>⑤-4 Cクラス施設である主送風機には、Sクラス施設であるインレット・ベーンが設置されており、インレット・ベーンはSs地震後の動的機能維持を要求されている。</p> <p>⑤-5 Cクラス施設相当であるナトリウム漏えい対策用の受樋は、Sクラス施設である2次主冷却系配管等の周辺に設置されており、転倒、落下により原子炉停止後の崩壊熱除去機能に波及的影響を及ぼすおそれがある。</p>
(v) 原子炉冷却材バウンダリ破損事故の際に障壁となり、1次冷却材の漏えいを低減するための施設	<p>① 原子炉容器</p> <p>1) リークジャケット</p> <p>② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系のうち、原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁の配管 (外側) 又はリークジャケット</p> <p>③ 1次主冷却系</p> <p>1) 逆止弁</p> <p>④ 1次補助冷却系</p> <p>1) サイフォンブレイク弁</p> <p>⑤ 1次予熱室素ガス系</p> <p>1) 仕切弁</p>	① 電気計装設備 (ナトリウム漏えい検出器に関するもの)		
(vi) 原子炉冷却材バウンダリ破損事故の際に障壁となり、放射性物質の放散を直接防ぐための施設	<p>① 原子炉格納容器</p> <p>② 原子炉格納容器バウンダリに属する配管・弁</p>	① 電気計装設備 (原子炉保護系 (アイソレーション) に関するもの)	<p>①-1 燃料交換機</p> <p>①-2 主排気筒</p> <p>②-1 1次ナトリウム純化系の一部</p> <p>②-2 1次ナトリウム充填・ドレン系の一部</p> <p>②-3 1次アルゴンガス系の一部</p> <p>②-4 窒素ガス予熱系の一部</p> <p>②-5 2次ナトリウム充填・ドレン系の一部</p> <p>②-6 核燃料物質取扱設備の一部</p> <p>②-7 格納容器雰囲気調整系の一部</p> <p>②-8 安全容器の呼吸系の一部</p> <p>②-9 アルゴンガス供給設備の一部</p> <p>②-10 窒素ガス供給設備の一部</p> <p>②-11 格納容器内雰囲気調整系再循環空調機</p>	<p>① Bクラス施設である主排気筒は、Sクラス施設である原子炉格納容器の近傍に設置されており、転倒により原子炉格納容器に波及的影響を及ぼすおそれがある。また、Bクラス施設である燃料交換機は、Sクラス施設である原子炉格納容器の内部に設置されており、転倒により原子炉格納容器に波及的影響を及ぼすおそれがある。</p> <p>②-1～10 Bクラス施設又はCクラス施設である評価対象施設は、Sクラス施設である原子炉格納容器バウンダリに接続されており、損傷により原子炉格納容器バウンダリの閉じ込め機能に波及的影響を及ぼすおそれがある。</p> <p>②-11 Cクラス施設である格納容器内雰囲気調整系再循環空調機は、Sクラス施設である原子炉格納容器の弁の近傍に設置されており、転倒により波及的影響を及ぼすおそれがある。</p>
(vii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際にその外部放散を抑	<p>① 核燃料物質取扱設備</p> <p>1) 燃料出入機のうち、コフィン</p> <p>2) トランスファロータのうち、本体及びケーシング</p>		①-1 燃料出入機	①-1 Bクラスである燃料出入機は、Sクラス施設であるコフィンを搭載していることから、転倒、落下によりコフィンに波及的影響を及ぼすおそれがある。

Sクラス施設	主要施設(*1)	補助施設(*2)	波及的影響を考慮すべき施設	
			下位クラス施設	選定理由
制するための施設 で、上記 (vi) 以外の施設	3) 燃料取扱用キャスクカーのうち、キャスク 4) ナトリウム洗浄装置のうち、燃料洗浄槽 5) 燃料集合体缶詰装置のうち、回転移送機		①-3) 燃料取扱用キャスクカー (キャスクを除く。)	①-3) Bクラス施設である燃料取扱用キャスクカー (キャスクを除く。) は、Sクラス施設であるキャスクを搭載していることから、転倒によりキャスクに波及的影響を及ぼすおそれがある。
(viii) その他	① 中央制御室 ② 非常用ディーゼル電源系 (上記 (i) ~ (viii) に関連するもの) ③ 交流無停電電源系 (上記 (i) ~ (viii) に関連するもの) ④ 直流無停電電源系 (上記 (i) ~ (viii) に関連するもの) ⑤ 補機冷却設備 (上記 (i) ~ (vii) に関連するもの) ⑥ 空調換気設備 (上記 (i) ~ (vii) に関連するもの)		③~④-1) 原子炉附属建物空調換気設備 燃料洗浄室系及び水冷却池室系給気ダクトの一部 ⑤-1) 1次冷却材純化系コールドトラップ冷却室素ガス冷却器	③~④-1) Cクラス施設である当該給気ダクトは、Sクラス施設である交流無停電電源系及び直流無停電電源系の蓄電池の上方、近傍に設置されており、落下、転倒により波及的影響を及ぼすおそれがある。 ⑤~1) Cクラス施設である1次冷却材純化系コールドトラップ冷却室素ガス冷却器は、Sクラス施設である補機系冷却水配管の近傍に設置されており、転倒により波及的影響を及ぼすおそれがある。

(*1) 主要施設とは、当該機能に直接的に関連する施設をいう。

(*2) 補助施設とは、当該機能に間接的に関連し、主要施設の補助的役割を持つ施設をいう。

主冷却機建物の地震応答解析

1. 建物の地震応答解析の概要

本資料は、基準地震動 S_s に対して、Sクラスの施設を内包する耐震重要度分類Bクラスに属する主冷却機建物が終局強度に対して耐震余裕を有することを説明するものである。

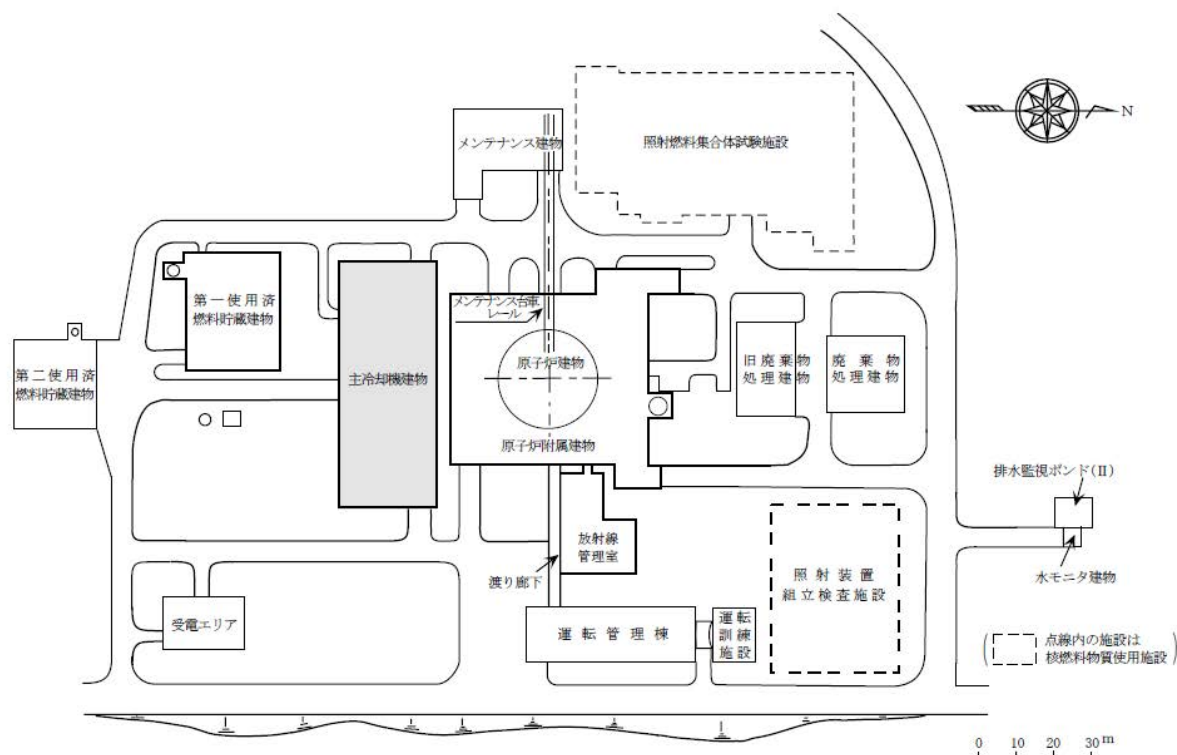
基準地震動は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動について、敷地における解放基盤表面における水平成分及び鉛直成分の地震動としてそれぞれ策定する。解放基盤表面は、S波速度が 0.7km/s 以上である G.L. - 173.9m とする。

添付 1 に主冷却機建物周辺の地盤改良による影響のないことの説明を示す。

2. 一般事項

2.1 位置

主冷却機建物の位置を第 2.1 図に示す。



第 2.1 図 主冷却機建物の位置

2.2 構造概要

主冷却機建物は、平面形状が $67.0\text{m(EW)} \times 27.4\text{m(NS)}$ の長方形を成しており、地上高さ

12.5m(地上2階(一部24.4m))、地下深さ20.0m(地下2階)の鉄筋コンクリート造の建物である。基礎は、厚さ6.0mのべた基礎とし、第四系更新統のM1段丘堆積物(Mu-S2)に設置されている。

2.3 評価方針

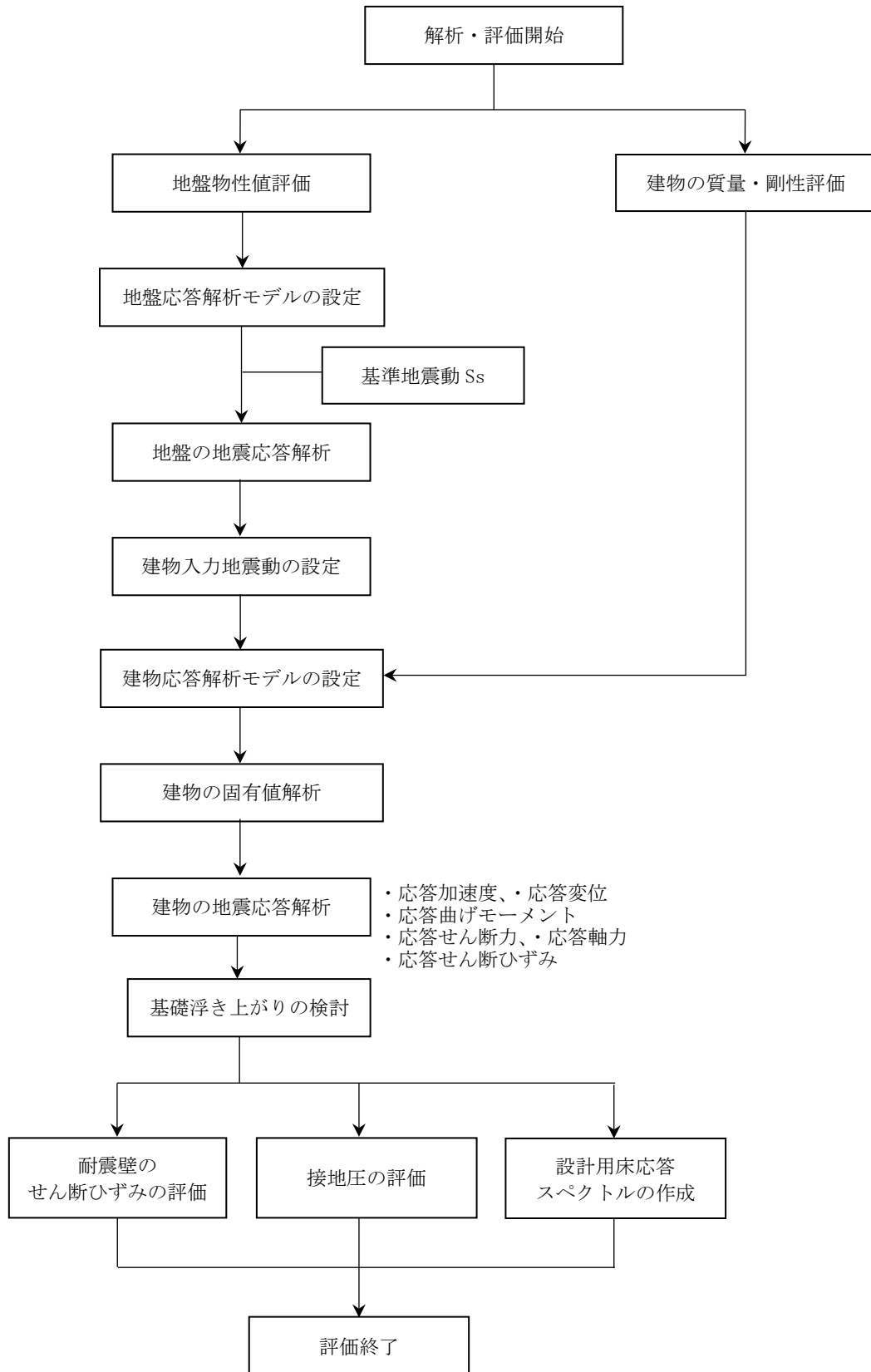
主冷却機建物の評価は、基準地震動 S_s による地震応答解析の結果に基づき実施する。地震応答解析は、建物・構築物の形状、構造特性等を考慮した質点系の解析モデルを水平(NS、EW)方向及び鉛直(UD)方向ごとに設定し実施する。

地震応答解析の応答値である転倒モーメントを用いて接地率を算出し、基礎浮き上がりの評価法の適用範囲内であることを確認する。

評価は、耐震壁に生じるせん断ひずみ及び接地圧を算出し、評価基準値を超えないことを確認する。

地震応答解析による応答値は、建物・構造物及び機器・配管系の耐震評価における入力地震動又は設計用床応答スペクトルの作成に用いる。

主冷却機建物の評価フローを第2.2図に示す。



第 2.2 図 主冷却機建物の地震応答解析・評価フロー

2.4 準拠規格・基準

主冷却機建物の地震応答解析において、準拠する規格・基準等を以下に示す。

- (1) 建築基準法・同施行令
- (2) 原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601(日本電気協会)
- (3) 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計法—(日本建築学会)
- (4) 鋼構造設計規準—許容応力度設計法—(日本建築学会)
- (5) 鉄骨鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説—許容応力度設計と保有水平耐力—(日本建築学会)
- (6) 建築基礎構造設計指針(日本建築学会)
- (7) Novak, M. et al. :Dynamic Soil Reactions for Plane Strain Case, The Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE, 1977.

2.5 使用材料

地震応答解析に用いるコンクリートの材料定数を第 2.1 表に示す。

第 2.1 表 コンクリートの材料定数

対象	設計基準強度 F_c (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
主冷却機建物	20.6	2.15×10^4	0.20

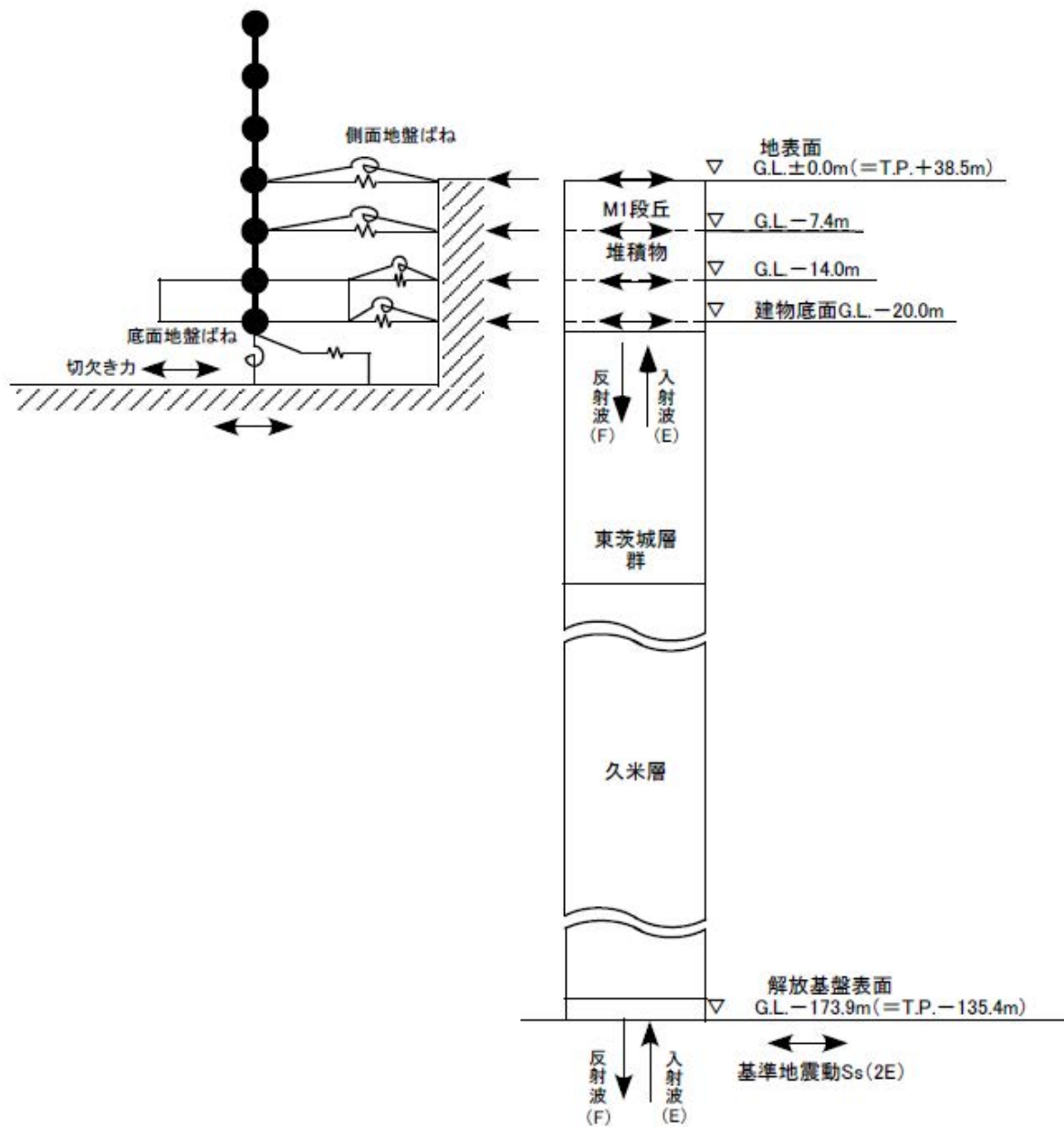
3. 入力地震動

3.1 水平方向の入力地震動

水平方向の入力地震動は、基準地震動 S_s を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した建物の基礎底面及び側面地盤ばね位置での応答波とする。

算定に用いる地盤モデルは、当該敷地の地層等を考慮して設定された水平成層地盤とし、等価線形化法により地盤の非線形性を考慮する。

水平方向の入力地震動算定の概要を第 3.1 図に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「SHAKE(カリフォルニア大学)」である。



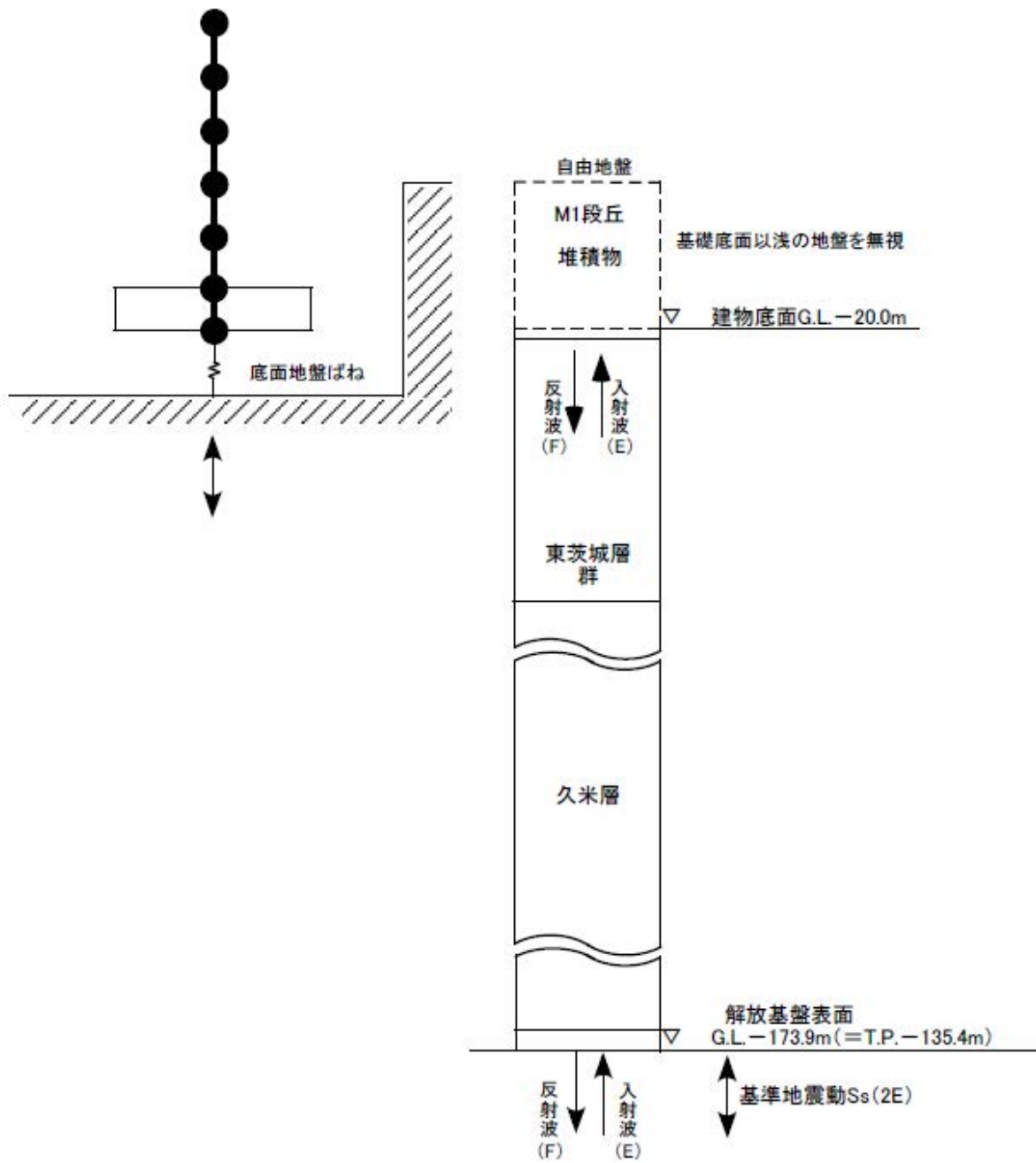
第 3.1 図 入力地震動算定の概要（水平方向）

3.2 鉛直方向の入力地震動

鉛直方向の入力地震動は、基準地震動 S_s を解放基盤表面に入力して一次元波動論により算定した建物の基礎底面位置での応答波とする。

算定に用いる地盤モデルは、水平方向の入力地震動の算定において設定された物性値に基づき、基礎底面位置より上部を剥ぎ取った地盤モデルとする。

鉛直方向の入力地震動算定の概要を第 3.2 図に示す。入力地震動の算定に使用する解析コードは「SHAKE(カリフォルニア大学)」である。



第 3.2 図 入力地震動算定の概要（鉛直方向）

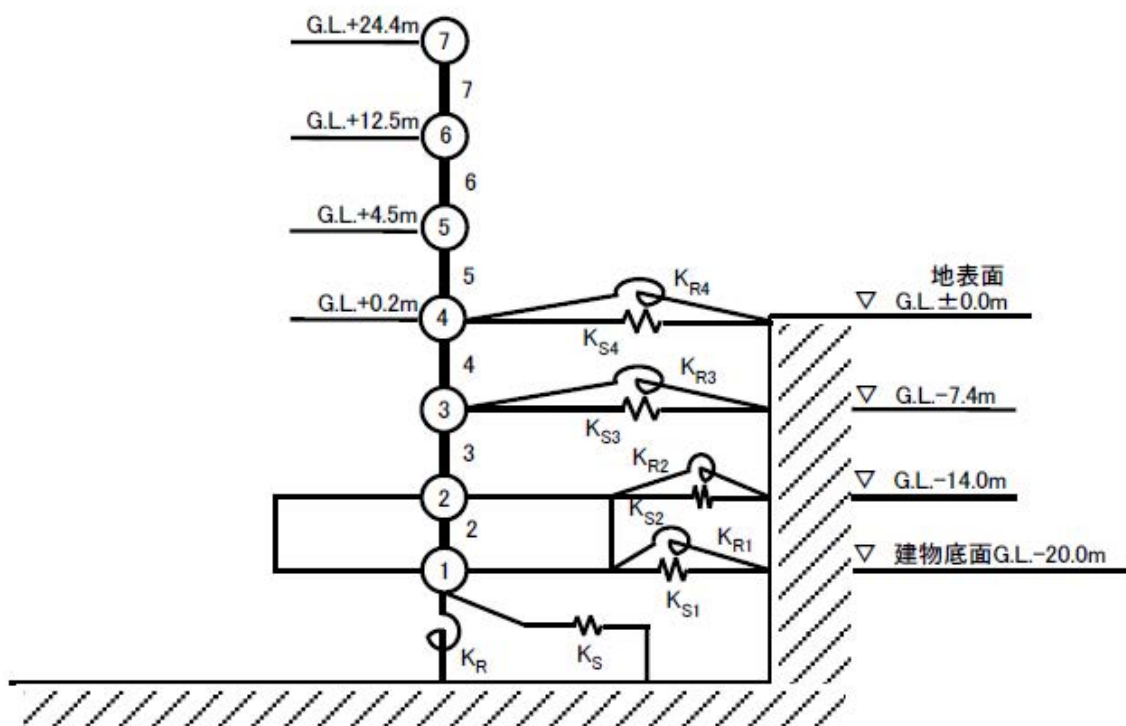
4. 地震応答解析モデル

4.1 水平方向の地震応答解析モデル

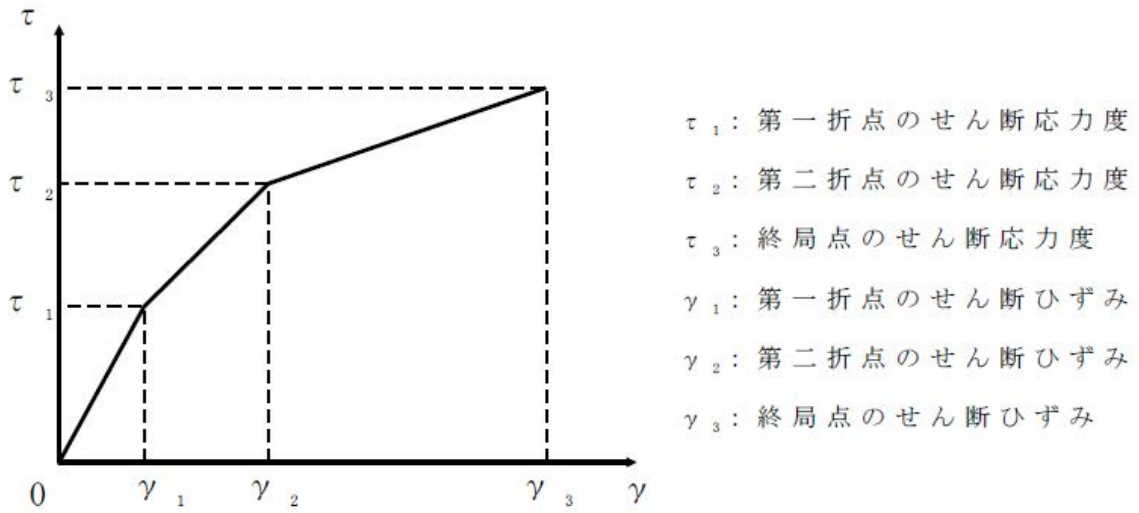
水平方向の地震応答解析モデルは、建物と地盤の相互作用を考慮した曲げせん断型の単軸多質点系モデルとする。

水平方向の地震応答解析モデルを第 4.1 図に示す。

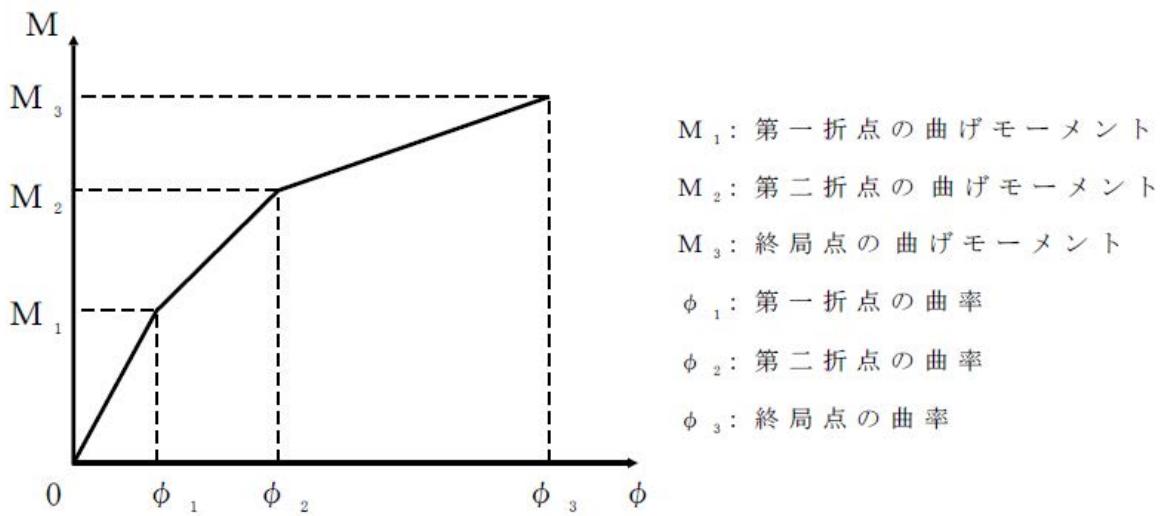
耐震壁のせん断の復元力特性は、第 4.2 図に示すトリリニア型のスケルトンカーブとし、履歴特性は最大点指向型とする。曲げの復元力特性は、第 4.3 図に示すトリリニア型のスケルトンカーブとし、履歴特性はディグレイディングトリリニア型とする。



第 4.1 図 水平方向の地震応答解析モデル



第 4.2 図 せん断のスケルトンカーブ (τ - γ 関係)



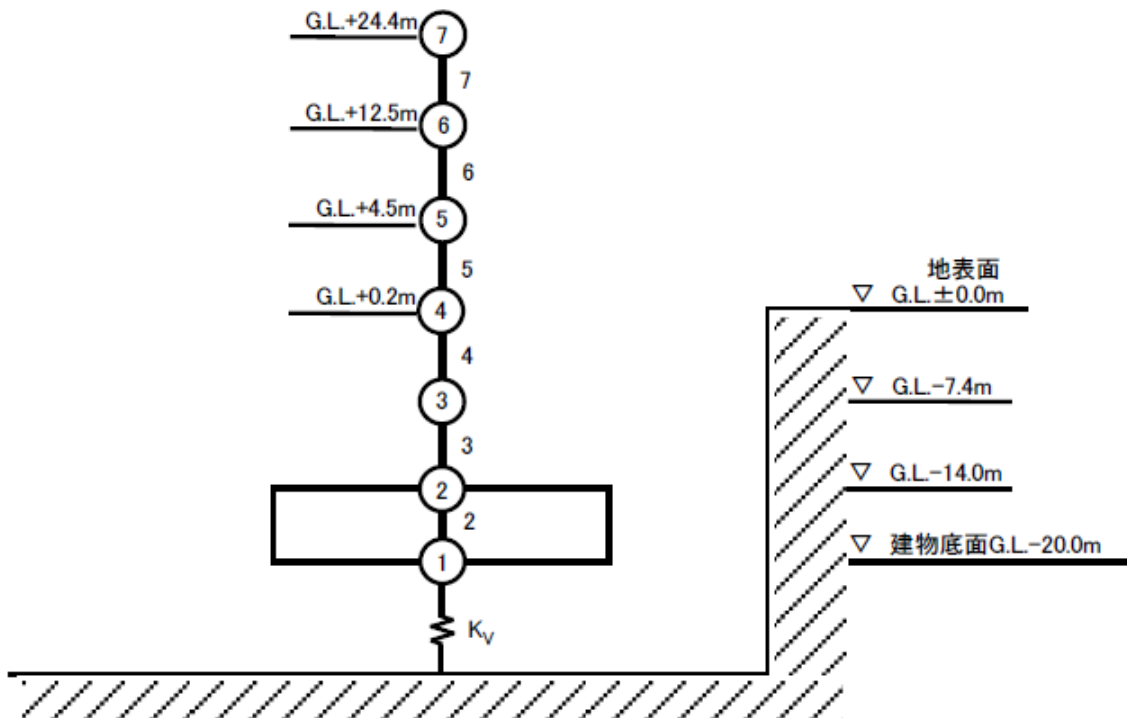
第 4.3 図 曲げのスケルトンカーブ (M - ϕ 関係)

4.2 鉛直方向の地震応答解析モデル

鉛直方向の地震応答解析モデルは、建物と地盤の相互作用を考慮した単軸多質点系モデルとする。建物部分は質点を鉛直方向のばねで連結する。

なお、建物の埋め込み部分は考慮しないモデルとする。

鉛直方向の地震応答解析モデルを第 4.4 図に示す。



第 4.4 図 鉛直方向の地震応答解析モデル

5. 基礎浮き上がりの検討

基準地震動 Ss による地震応答解析における建物の接地率について、地盤の回転ばねに浮き上がり非線形を考慮した非線形地震応答解析に適用できる接地率 65% 以上であることを確認する。

基準地震動 Ss による地震応答解析結果に基づく接地率を第 5.1 表及び第 5.2 表に示す。最小接地率は、Ss-3 の NS 方向で 77.8% であり、65% 以上であることを確認した。

第 5.1 表 基準地震動 Ss による地震応答解析結果に基づく接地率 (NS 方向)

基準地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント $\times 10^6$ (kN・m)	最大転倒モーメント $\times 10^6$ (kN・m)	接地率 (%)
Ss-1	2.269	2.955	84.9
Ss-2		2.777	88.8
Ss-3		3.274	77.8
Ss-4		3.102	81.6
Ss-5		3.127	81.1
Ss-6		2.449	96.0
Ss-D		2.679	91.0

第 5.2 表 基準地震動 Ss による地震応答解析結果に基づく接地率 (EW 方向)

基準地震動	浮き上がり限界 転倒モーメント $\times 10^6$ (kN・m)	最大転倒モーメント $\times 10^6$ (kN・m)	接地率
Ss-1	5.548	4.875	100.0
Ss-2		4.292	100.0
Ss-3		6.279	93.4
Ss-4		4.146	100.0
Ss-5		3.706	100.0
Ss-6		4.113	100.0
Ss-D		4.624	100.0

6. 地震応答解析による評価結果

6.1 耐震壁のせん断ひずみの評価

基準地震動 S_s による地震応答解析における鉄筋コンクリート造耐震壁のせん断ひずみに
ついて、各層の応答せん断ひずみが許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。

基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく最大せん断ひずみを第 6.1 表及び第 6.2
表に示す。

最大せん断ひずみは、要素番号 3 の B2F の NS 方向で 0.618×10^{-3} であり、 2.00×10^{-3} を下
回っていることを確認した。

第 6.1 表 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく最大せん断ひずみ (NS 方向)

階	要素番号	評価基準値 $\times 10^{-3}$	最大せん断ひずみ $\times 10^{-3}$
4F	7	2.000	0.128
2F~3F	6		0.175
1F	5		0.182
B1F	4		0.173
B2F	3		0.618

第 6.2 表 基準地震動 S_s による地震応答解析結果に基づく最大せん断ひずみ (EW 方向)

階	要素番号	評価基準値 $\times 10^{-3}$	最大せん断ひずみ $\times 10^{-3}$
4F	7	2.000	0.123
2F~3F	6		0.123
1F	5		0.151
B1F	4		0.123
B2F	3		0.222

6.2 接地圧の評価

基準地震動 Ss による地震応答解析における地盤の接地圧について、支持地盤の許容支持力度を超えないことを確認する。支持地盤の許容支持力度は、平板載荷試験から得られた極限支持力度 2,206kN/m²とする。

基準地震動 Ss による地震応答解析結果に基づく地盤の接地圧を第 6.3 表に示す。

最大接地圧は、基準地震動 Ss-3 の NS 方向で 718.1kN/m²であり、許容支持力度 2,206kN/m²を下回っていることを確認した。

第 6.3 表 基準地震動 Ss による地震応答解析結果に基づく最大接地圧

基準地震動	許容支持力度 (kN/m ²)	接地圧 (kN/m ²)	
		NS 方向	EW 方向
Ss-1	2,206	665.9	548.2
Ss-2		635.4	512.0
Ss-3		718.1	624.5
Ss-4		691.5	518.8
Ss-5		685.9	484.9
Ss-6		599.3	507.9
Ss-D		635.2	541.1

主冷却機建物周辺の地盤改良による影響について

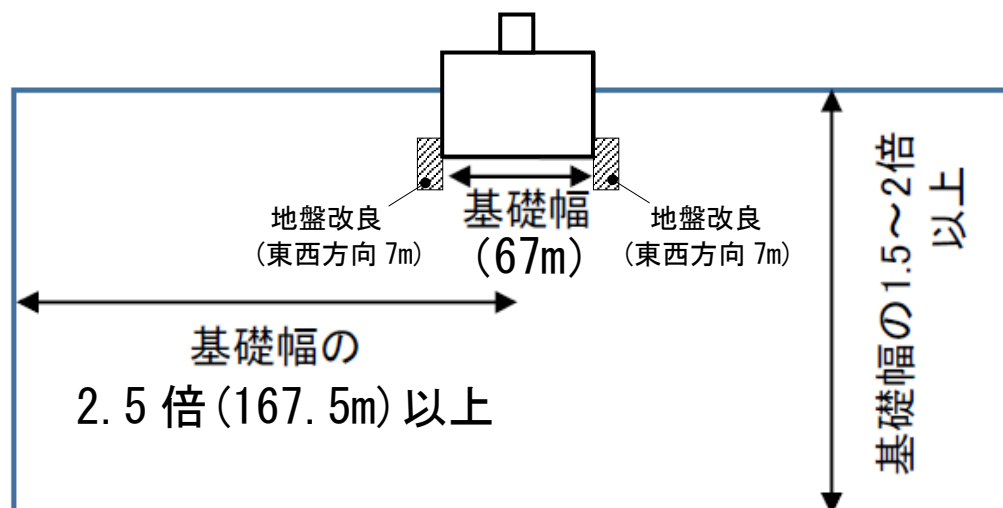
主冷却機建物については、地盤のすべり安定性を満足させるために周辺地盤の改良を行う。

改良範囲は、建物基礎周辺の一部（東西幅 7m×奥行幅（南北幅）27.5m）であり、地震応答は広い範囲の半無限地盤を介して建物に伝達されることを考慮すると、地盤改良による建物の地震応答への影響は小さいものと考えられるが、その影響を検討した。

上記に示したとおり、地盤応答は広い範囲の半無限地盤による応答であるが、地盤安定性解析では、解析モデルの設定にあたって応答に影響を与えない地盤領域を設定しており、その設定と地盤改良幅の関係を見てみると第 1 図のようになり、東西方向の地盤改良幅 7m は、モデル片幅領域 167.5m 以上に対して 1/20 以下と十分小さいことから、改良範囲の影響は小さいものと考えられる。

なお、主冷却機建物基礎付近の地盤改良を行う地層の原地盤と改良地盤の土の有効上載圧を考慮したせん断強度（ピーク強度）は、第 1 表のとおり原地盤より Mu-S₂ 層で約 4 倍、Mm-Sg 層で約 2.5 倍に改良地盤が増加することになる。また、設計基準強度、実強度からコンクリートのせん断許容応力度を求めると第 2 表のとおりとなり、改良地盤のせん断強度とほぼ近い値である。

上記のことから、地盤改良領域を建物基礎構造の延長と仮定して、その改良幅を建物平面に加えて地盤ばねを算定し、埋込み S-R モデルによる地震応答解析を実施した。その結果、第 2 図に示すとおり、地盤改良幅を考慮しない場合と比較して、最大応答加速度に大きな影響がないことを確認した。



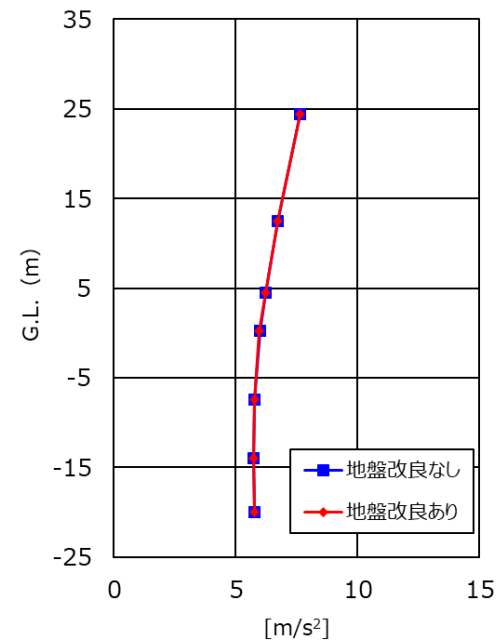
第 1 図 地盤安定性評価のモデル領域設定の考え方

第1表 原地盤と改良地盤の土の有効上載圧とせん断強度（ピーク強度）

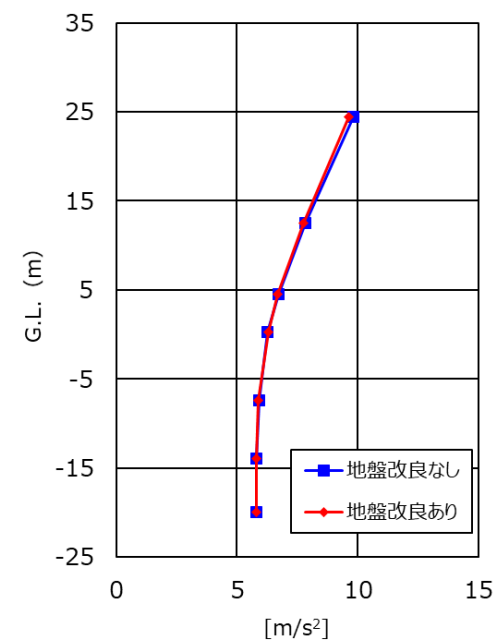
地層		垂直応力(有効上載圧) σ		せん断強度(ピーク強度) τ
地層名	区分	G. L.	N/mm ²	N/mm ²
Mu-S ₂	原地盤	約-20m	約0.35	$\tau = 0.040 + \sigma \cdot \tan 38.4^\circ = 0.317$
	改良地盤			$\tau = 1.120 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ = 1.254$
Mm-Sg	原地盤	約-28m	約0.51	$\tau = 0.086 + \sigma \cdot \tan 40.0^\circ = 0.514$
	改良地盤			$\tau = 1.120 + \sigma \cdot \tan 21.0^\circ = 1.316$

第2表 主冷却機建物のコンクリート許容応力度

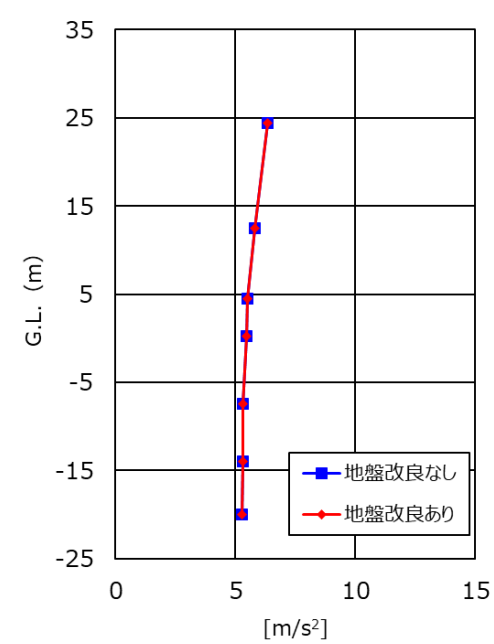
区分	圧縮 N/mm ²	せん断 N/mm ²
設計基準強度 F _c	$2(F_c/3) = 13.7$	$1.5(F_c/30) = 1.03$
実強度 1.4F _c	$2(1.4F_c/3) = 19.2$	$1.5(1.4F_c/30) = 1.44$



Ss-D EW



Ss-D NS



Ss-D UD

第 2 図 主冷却機建物の地盤改良前後の比較 (最大応答加速度)

地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動に係る影響確認（設計成立性確認）について

地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動に係る影響確認にあつては、原子炉容器の1次ナトリウム入口ノズルの裕度が小さいことを踏まえ、当該機器の設計成立性に着目した評価を実施する。

また、原子炉容器の1次ナトリウム入口ノズルの1次固有周期が0.097sと小さいことに鑑み、1次固有周期が大きい領域での設計成立性を確認するため、1次固有周期：0.784s・最小裕度1.39の1次ナトリウム充填ドレン配管の評価も実施する。

原子炉容器の1次ナトリウム入口ノズルは、取り合う配管の地震時反力を受けて応力が発生することから、1次主冷却系配管（炉容器～主中間熱交換器）の床応答スペクトルを用いて評価しており、原子炉建物の質点④のものが支配的である。

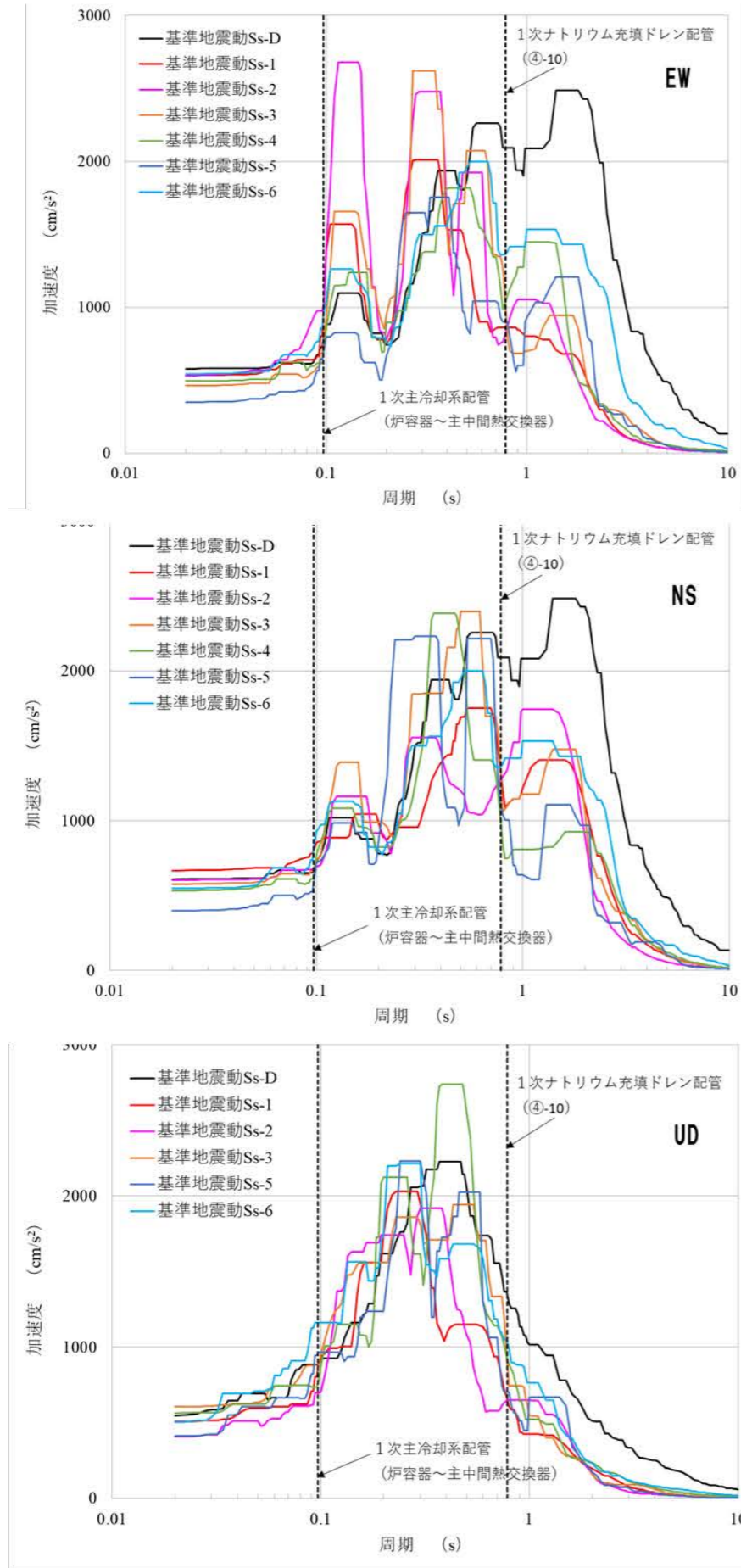
質点④・減衰定数2.5%の設計用床応答曲線の1次固有周期に合致する周期において、水平方向の最大加速度を有する基準地震動Ss-2（EW方向）及び鉛直方向の最大加速度を有する基準地震動Ss-6（UD方向）を代表として影響確認を実施する。

1次ナトリウム充填ドレン配管についても、原子炉建物の質点④のものが支配的である。

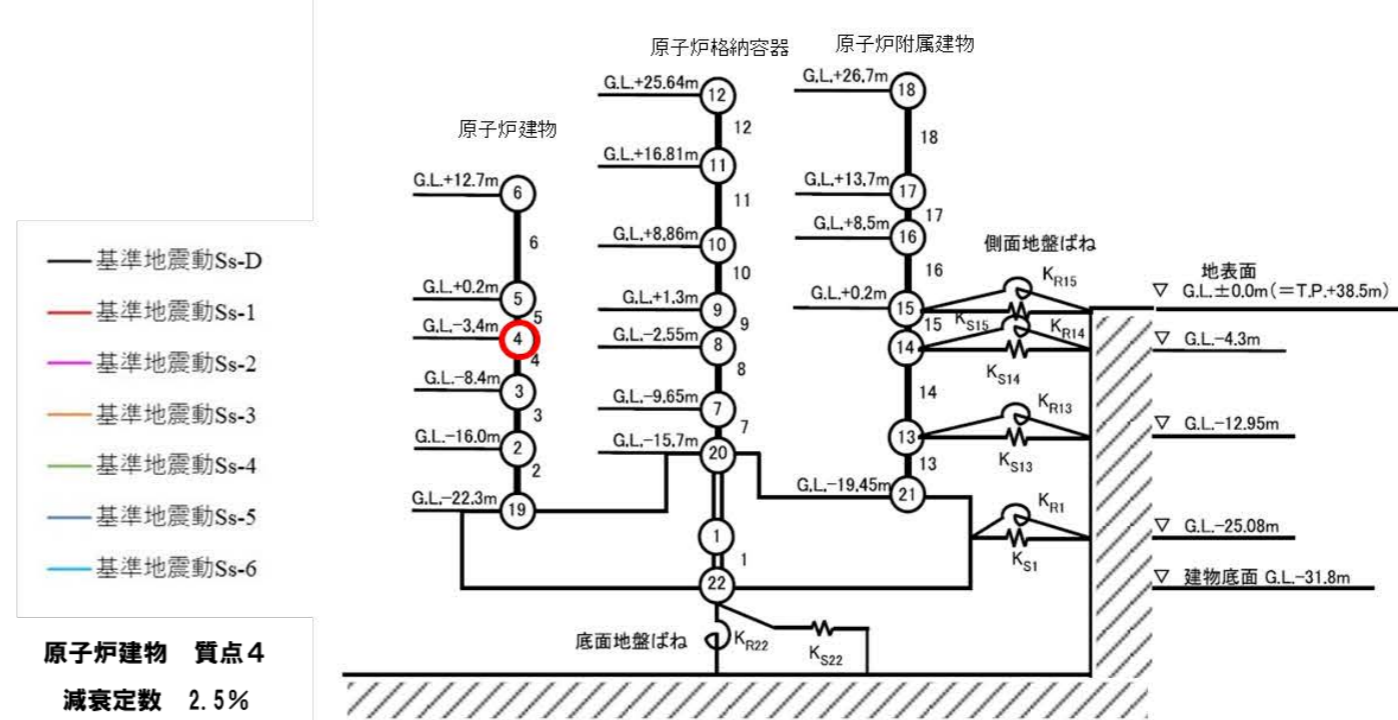
質点④・減衰定数1.5%^{*1}の設計用床応答曲線の1次固有周期に合致する周期において、最大加速度を有する基準地震動Ss-Dを代表として影響確認を実施する。

以上より、地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動に係る影響確認には、基準地震動Ss-2（EW方向）及び基準地震動Ss-6（UD方向）、Ss-Dを代表として用いる。

*1： 第1図では、便宜的に、質点④・減衰定数2.5%の設計用応答曲線を用いて、各基準地震動の大きさを比較した。減衰定数1.5%における各基準地震動の大きさも同じである。



No.	設計成立性確認のための評価対象	1次固有周期 (s)	最小裕度 (設計用FRSを使用)	床応答スペクトルの質点	減衰定数 (%)
【耐震Sクラス】					
1	原子炉容器 (1次ナトリウム入口ノズル)	0.097 (1次主冷却系配管)	1.26	原子炉建物-質点③④	2.5
2	1次主冷却系配管	0.097	2.70	原子炉建物-質点③④	2.5
3	1次補助冷却系配管	0.104	5.90	原子炉建物-質点②③④	2.5
4	1次ナトリウム充填ドレン配管	0.784	1.39	原子炉建物-質点③④	1.5
5	原子炉附属建物 使用済燃料貯蔵ラック	0.0785	2.51	原子炉附属建物-質点13	1.0
6	原子炉附属建物 水冷却池	—	13.7	建物の解析結果により評価	—
7	炉心支持構造物	0.118 (原子炉容器)	1.65	原子炉建物-質点②④	1.0
8	主中間熱交換器	0.083	1.76	原子炉建物-質点④	1.0
9	1次主循環ポンプ	0.137	1.82	原子炉建物-質点④	1.0
10	格納容器	—	2.85	建物と一体のモデルによる解析結果で評価	—
【波及的影響を考慮する機器等】					
1	1次オーバフロー系配管	0.489	3.13	原子炉建物-質点②③④⑬	2.5
2	1次アルゴンガス系配管	0.319	2.42	原子炉建物-質点③④	1.5
3	回転プラグ	0.119 (炉心上部機構)	1.60	原子炉建物-質点④	1.0
【BDBA資機材】					
1	安全容器	0.026	1.79	原子炉建物-質点②③④	1.0



第1図 地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動に係る影響確認 (設計成立性確認) に使用する基準地震動

最小裕度の設定方法

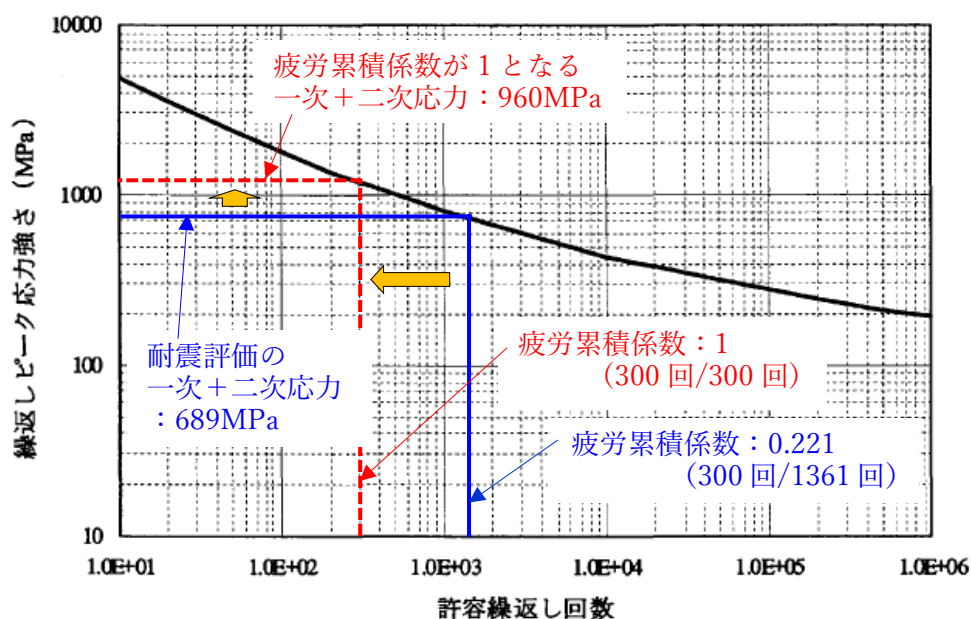
地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動に係る影響確認では、裕度が小さいものを対象に、その設計成立性に着目した評価を実施する。当該裕度には、耐震評価により得られた各機器・配管系の裕度（許容値/発生値）のうち、最も小さい裕度を用いる（一次応力、一次＋二次応力他）。

なお、一次＋二次応力について、疲労評価による応力を用いる場合には、疲労評価の裕度を用いる。一例として、1次ナトリウム充填ドレン配管の疲労評価の裕度の設定方法を以下に示す。当該配管にあつては、一次＋二次応力：689MPaを用いて疲労累積係数が0.221となる。許容値は、疲労累積係数=1に相当する一次＋二次応力とする。1次ナトリウム充填ドレン配管の場合、下図に示すように一次＋二次応力：960MPaが疲労累積係数=1に相当する。裕度は一次＋二次応力の比である1.39（960MPa(疲労累積係数1に相当)/689MPa(耐震評価))とした。

<JSME 設計・建設規格(2005年版)第I編より>

付録材料図表 Part 8 図2 設計疲労線図（オーステナイト系ステンレス鋼および高ニッケル合金） 05

（繰返しピーク応力強さが194MPaを超えるもの）



地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動に係る影響確認結果について
(設計成立性確認の代表機器・配管系)

設計成立性確認の代表機器・配管系のうち、裕度が最も小さい原子炉容器の1次ナトリウム入口ノズルは、取り合う配管の地震時反力を受けて応力が発生することから、1次主冷却系配管(炉容器～主中間熱交換器)の床応答スペクトルを用いて評価している。

影響確認において代表として使用する基準地震動 Ss-2 (EW 方向) 及び基準地震動 Ss-6 (UD 方向) について、地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動を考慮して策定した床応答スペクトル (影響確認用 FRS) を、設計用床応答曲線 (設計用 FRS) と比較した結果を第 1 図に示す。

当該機器の1次固有周期において、水平・鉛直ともに、設計用 FRS は影響確認用 FRS を上回っている。

原子炉容器の1次ナトリウム入口ノズルの最小裕度は 1.26 であるが、1次固有周期から短周期側の周期帯で設計用 FRS を上回る最大加速度比率 (影響確認用 FRS / 設計用 FRS の最大値) は、1.1 以下*1であり最小裕度を下回っている。

また、設計成立性確認の代表機器・配管系のうち、1次固有周期が大きく、かつ裕度が小さい1次ナトリウム充填ドレン配管について、影響確認において代表として使用する基準地震動 Ss-D について、影響確認用 FRS を、設計用 FRS と比較した結果を第 2 図に示す。

当該機器の1次固有周期において、水平・鉛直ともに、設計用 FRS は影響確認用 FRS を上回っている。

1次ナトリウム充填ドレン配管の最小裕度は 1.39 であるが、1次固有周期から短周期側の周期帯で設計用 FRS を上回る最大加速度比率 (影響確認用 FRS / 設計用 FRS の最大値) は、1.2 以下*2であり最小裕度を下回っている。

原子炉容器の1次ナトリウム入口ノズル、1次ナトリウム充填ドレン配管以外の代表機器・配管系の最小裕度は 1.6 以上であり、原子炉容器の1次ナトリウム入口ノズル及び1次ナトリウム充填ドレン配管で確認した最大加速度比率 1.2 に対して大きな裕度を有している。

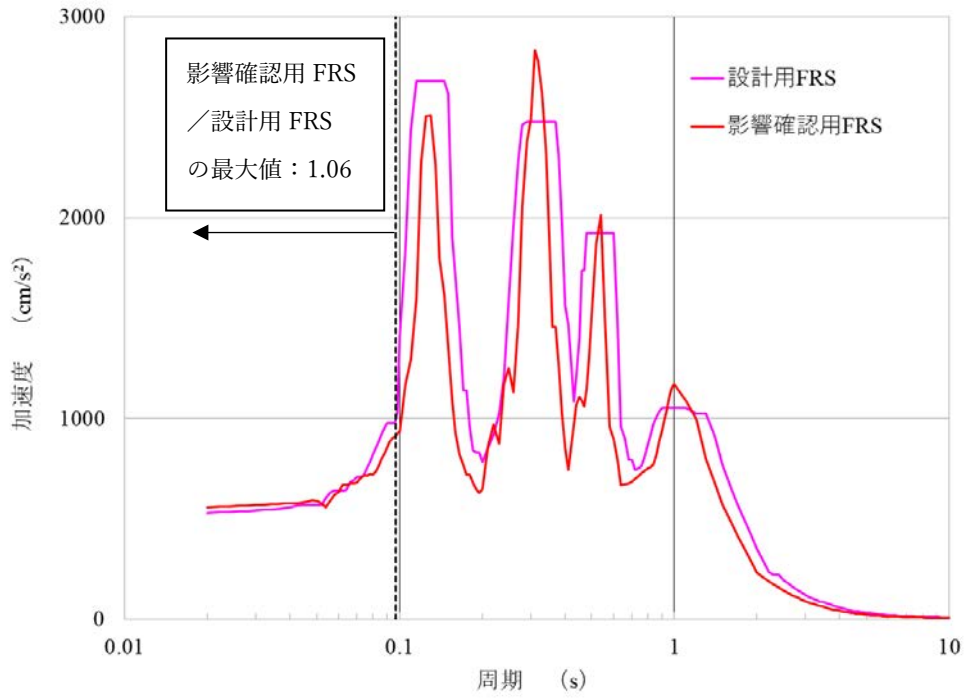
なお、代表機器・配管系は Ss-D、Ss-1～6 の 7 波を包絡し、支持される各フロアを包絡させた設計用 FRS を用いていることから保守的な評価を行っている。

以上から、地盤物性のばらつきと建物剛性の変動に係る影響は生じないと評価できる。

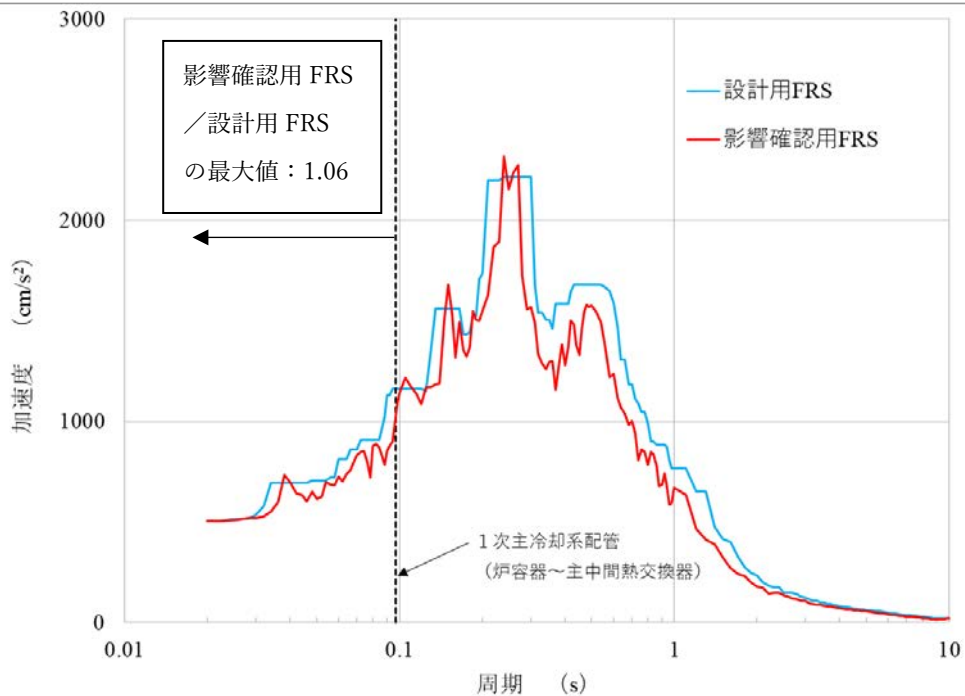
*1 1次固有周期から短周期側の周期帯で設計用 FRS を上回る最大加速度比率 (影響確認用 FRS / 設計用 FRS の最大値) : EW 方向 1.06、NS 方向 1.03、UD 方向 1.06

*2 1次固有周期から短周期側の周期帯で設計用 FRS を上回る最大加速度比率 (影響確認用 FRS / 設計用 FRS の最大値) : EW 方向 1.17、NS 方向 1.17、UD 方向 1.05

【Ss-2 (EW 方向) / 減衰定数 : 0.025 / 原子炉建物 質点④】

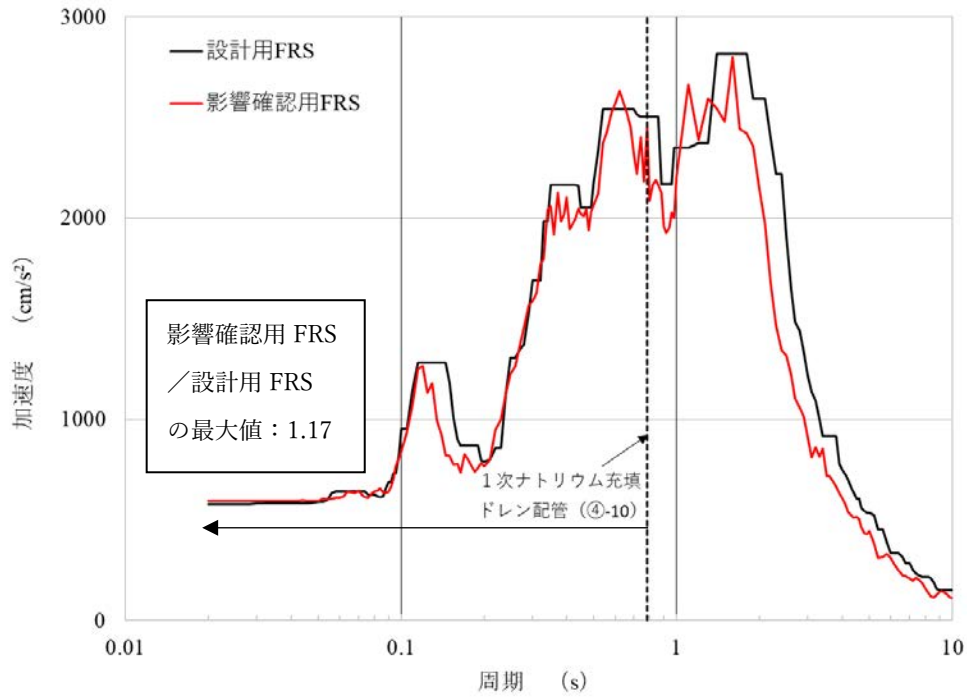


【Ss-6 (UD 方向) / 減衰定数 : 0.025 / 原子炉建物 質点④】

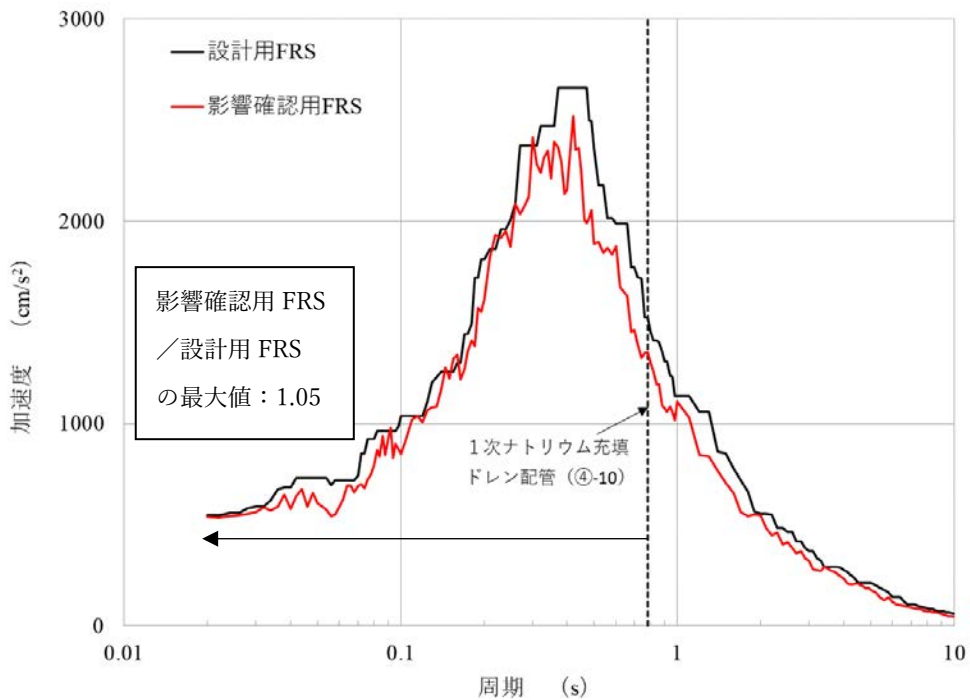


第 1 図 地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動を考慮して策定した床応答スペクトル
(原子炉容器の 1 次ナトリウム入口ノズル)

【Ss-D (EW 方向) / 減衰定数 : 0.015 / 原子炉建物 質点④】



【Ss-D (UD 方向) / 減衰定数 : 0.015 / 原子炉建物 質点④】



第 2 図 地盤物性のばらつき及び建物剛性の変動を考慮して策定した床応答スペクトル
(1次ナトリウム充填ドレン配管)

添付2 設置許可申請書の添付書類における記載（安全設計）

添付書類八

1. 安全設計の考え方

1.3 耐震設計

1.3.1 耐震設計の基本方針

原子炉施設は、以下の基本方針に基づき、「設置許可基準規則」に適合するように設計する。

- (1) 原子炉施設は、耐震重要度に応じて、以下の耐震重要度分類に分類する。なお、設計にあつては、水冷却型試験研究炉との構造上の相違（低圧、薄肉、高温構造）を考慮するとともに、耐震重要度分類はその設計の特徴を十分踏まえて行うものとする。また、耐震重要施設は、Sクラスの施設とする。

Sクラス 安全施設のうち、その機能喪失により周辺の公衆に過度の放射線被ばくを与えるおそれのある設備・機器等を有する施設（「過度の放射線被ばくを与えるおそれのある」とは、安全機能の喪失による周辺の公衆の実効線量の評価値が発生事故当たり5mSvを超えることをいう。）

Bクラス 安全施設のうち、その機能を喪失した場合の影響がSクラス施設と比べ小さい施設

Cクラス Sクラス、Bクラス以外であつて、一般産業施設又は公共施設と同等の安全性が要求される施設

- (2) 原子炉施設は、耐震重要度分類の各クラスに応じて算定する地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。
- (3) Sクラスの施設は、基準地震動による地震力に対してその安全機能が保持できるように設計する。また、弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計する。なお、静的地震力は、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。動的地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。
- (4) Bクラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計する。また、共振のおそれのある施設については、その影響についての検討を行う。その場合、検討に用いる地震動は、弾性設計用地震動に1/2を乗じたものとする。なお、当該地震動による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。
- (5) Cクラスの施設は、静的地震力に対しておおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるように設計する。
- (6) 耐震重要施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないように設計する。

1.3.2 耐震重要度分類

1.3.2.1 分類の方法に係る考え方

原子炉施設における設備・機器等の耐震重要度分類は、「試験研究の用に供する原子炉等の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」⁽³⁾及び同別記1「試験研究用等原子炉施設に係る耐震重要度分類の考え方」に基づき分類する。

1.3.2.2 クラス別施設

耐震重要度分類によるクラス別施設を以下に示す（第1.3.1表参照）。

(1) Sクラスの施設

- (i) 原子炉冷却材バウンダリを構成する機器・配管系
- (ii) 使用済燃料を貯蔵するための施設
- (iii) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設
- (iv) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設
- (v) 原子炉冷却材バウンダリ破損事故の際に障壁となり、1次冷却材の漏えいを低減するための施設
- (vi) 原子炉冷却材バウンダリ破損事故の際に障壁となり、放射性物質の放散を直接防ぐための施設
- (vii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際にその外部放散を抑制するための施設で、上記(vi)以外の施設
- (viii) その他

(2) Bクラスの施設

- (i) 1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵しうる施設で、Sクラス以外の施設
- (ii) 2次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵しうる施設で、Sクラス以外の施設
- (iii) 原子炉カバーガス等のバウンダリを構成する機器・配管系
- (iv) 放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損によって公衆に与える放射線の影響が年間の周辺監視区域外の許容被ばく線量に比べ十分小さいものは除く。）
- (v) 放射性廃棄物以外の放射性物質に関連した設備で、その破損により公衆及び従業員に過大な放射線被ばくを与える可能性のある施設で、Sクラス以外の施設
- (vi) 使用済燃料を貯蔵するための施設で、Sクラス以外の施設
- (vii) 使用済燃料を冷却するための施設
- (viii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際にその外部放散を抑制するための施設で、Sクラス以外の施設
- (ix) その他

(3) Cクラスの施設

- (i) Sクラス及びBクラス以外の施設

1.3.3 地震力の算定法

原子力施設の耐震設計に用いる地震力は、以下の方法により算定する。

1.3.3.1 静的地震力

静的地震力は、Sクラス、Bクラス及びCクラスの施設に適用することとし、それぞれの耐震重要度分類に応じて、以下の地震層せん断力係数 C_i 及び震度に基づき算定する。

(1) 建物・構築物

水平地震力は、地震層せん断力係数 C_i に、以下に示す耐震重要度分類に応じた係数を乗じ、さらに当該層以上の重量を乗じて算定する。

Sクラス 3.0

Bクラス 1.5

Cクラス 1.0

ここで、地震層せん断力係数 C_i は、標準せん断力係数 C_0 を 0.2 とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求められる値とする。また、建物・構築物の保有水平耐力が必要保有水平耐力を上回ることを確認する際に用いる必要保有水平耐力の算定においては、地震層せん断力係数 C_i に乗じる施設の耐震重要度分類に応じた係数は、耐震重要度分類の各クラスともに 1.0 とし、その際に用いる標準せん断力係数 C_0 は 1.0 とする。

Sクラスの建物・構築物については、水平地震力と鉛直地震力が同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。鉛直地震力は、震度 0.3 を基準とし、建物・構築物の振動特性、地盤の種類等を考慮して求めた鉛直震度より算定する。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

(2) 機器・配管系

静的地震力は、上記(1)に示す地震層せん断力係数 C_i に施設の耐震重要度分類に応じた係数を乗じたものを水平震度とし、当該水平震度及び鉛直震度をそれぞれ 20% 増しとした震度より求める。なお、Sクラスの施設については、水平地震力と鉛直地震力は同時に不利な方向の組合せで作用するものとする。ただし、鉛直震度は高さ方向に一定とする。

1.3.3.2 動的地震力

動的地震力は、Sクラスの施設に適用し、「添付書類 6 5. 地震」に示す基準地震動及び弾性設計用地震動から定める入力地震動を入力として、動的解析により、水平 2 方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定する。Bクラスの施設のうち、共振のおそれのある施設については、弾性設計用地震動に 1/2 を乗じた動的地震力を適用する。

「添付書類 6 5. 地震」に示す基準地震動は、敷地ごとに震源を特定して策定する地震動及び震源を特定せず策定する地震動に基づき、敷地における解放基盤表面における水平成分及び鉛直成分の地震動としてそれぞれ策定する。

弾性設計用地震動は、基準地震動との応答スペクトルの比率の値が目安として 0.5 を下回らないように、「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)」における基準地震動 S_1 を踏まえ、工学的判断から基準地震動に係数 0.5 を乗じて設定する。これによる弾性設計用地震動の年超過確率は、 10^{-3} ~ 10^{-4} 程度となる。弾性設計用地震動の応答スペクトルを第 1.3.1 図に、弾性設計用地震動の時刻歴波形を第 1.3.2 図に、弾性設計用地震動及び基準地震動 S_1 の応答スペクトルの比較を第 1.3.3 図に、弾性設

計用地震動の応答スペクトルと敷地における地震動の一樣ハザードスペクトルを第 1.3.4 図に示す。

(1) 入力地震動

建物・構築物の地震応答解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義された基準地震動又は弾性設計用地震動を用いて、敷地の地質・地質構造の調査及び地盤の調査の結果に基づき、解放基盤表面からの地震波の伝播特性を適切に考慮するとともに、必要に応じて、地盤の非線形応答に関する動的変形特性を考慮して算定する。

(2) 動的解析法

(i) 建物・構築物

動的解析は、スペクトル・モーダル解析法又は時刻歴応答解析法を用いて行うものとする。解析にあたっては、**建物・構築物の埋め込み等の設置状況に応じて地盤ばねを設定し、**建物・構築物と地盤との動的相互作用を考慮するとともに、建物・構築物の剛性について、それらの形状、構造、特性等を十分考慮して評価し、集中質点系に置換した**地震応答**解析モデルを設定する。動的解析に用いる地盤のばね定数及び減衰定数は、安全上適切と認められる規格及び基準、既往の振動実験及び地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を設定する。

動的解析は、弾性設計用地震動に対して弾性応答解析を行う。基準地震動に対しては、主要構造要素の弾塑性挙動を適切に模擬した復元力特性を考慮した応答解析を行う。また、Sクラスの施設を支持する建物・構築物の支持機能を検討するための**基準地震動に対する**動的解析においても、**同様の**応答解析を行う。

(ii) 機器・配管系

機器の動的解析については、その形状を考慮した 1 質点系若しくは多質点系等に置換した解析モデルを設定し、設計用床応答スペクトルを用いたスペクトル・モーダル解析又は時刻歴応答解析により応答を求める。また、配管系の動的解析については、その仕様に依りて適切なモデルに置換し、設計用床応答スペクトルを用いたスペクトル・モーダル解析又は時刻歴応答解析により応答を求める。

動的解析に用いる機器・配管系の減衰定数は、安全上適切と認められる規格及び基準、既往の振動実験、地震観測の調査結果等を考慮して適切な値を設定する。

剛性の高い機器・配管系は、その機器・配管系が設置された床面の最大床応答加速度の 1.2 倍の加速度を震度として作用させて地震力を算定する。

1.3.4 荷重の組合せと許容限界

1.3.4.1 荷重の組合せにおいて考慮する原子炉施設の状態

(1) 建物・構築物

(i) 運転時の状態

原子炉施設が通常運転時若しくは運転時の異常な過渡変化時にあり、通常の自然条件下におかれている状態

(ii) 設計基準事故時の状態

原子炉施設が設計基準事故時にある状態

(2) 機器・配管系

(i) 通常運転時の状態

原子炉施設の起動、停止、出力運転、燃料交換等が計画的に行われた場合であつて、運転条件が所定の制限値以内にある運転状態

(ii) 運転時の異常な過渡変化時の状態

原子炉施設の通常運転時に予想される機械又は器具の単一の故障若しくはその誤作動又は運転員の単一の誤操作及びこれらと類似の頻度で発生すると予想される外乱によって発生する異常な状態であつて、当該状態が継続した場合には炉心又は原子炉冷却材バウンダリの著しい損傷が生ずるおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態

(iii) 設計基準事故時の状態

発生頻度が運転時の異常な過渡変化より低い異常な状態であつて、当該状態が発生した場合には原子炉施設から多量の放射性物質が放出するおそれがあるものとして安全設計上想定すべき事象が発生した状態

1.3.4.2 荷重の種類

(1) 建物・構築物

(i) 原子炉のおかれている状態にかかわらず常時作用している荷重（固定荷重、積載荷重、土圧、水圧並びに通常的气象条件による荷重）

(ii) 運転時の状態で作用する荷重

(iii) 設計基準事故時の状態で作用する荷重

(iv) 地震力、風荷重、積雪荷重

なお、運転時の状態で作用する荷重及び設計基準事故時の状態で作用する荷重には、機器・配管系から作用する荷重が含まれるものとする。また、地震力には、地震時土圧、機器・配管系からの反力、スロッシング等による荷重が含まれるものとする。

(2) 機器・配管系

(i) 通常運転時の状態で作用する荷重

(ii) 運転時の異常な過渡変化時の状態で作用する荷重

(iii) 設計基準事故時の状態で作用する荷重

(iv) 地震力

1.3.4.3 荷重の組合せ

地震力と他の荷重との組合せは以下のとおりとする。

(1) 建物・構築物

(i) Sクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で作用する荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。

(ii) Sクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で作用する荷重と弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方

の地震力を組み合わせる。

(iii) Bクラス及びCクラスの建物・構築物については、常時作用している荷重及び運転時の状態で作用する荷重と静的地震力を組み合わせる。

(2) 機器・配管系

(i) Sクラスの機器・配管系については、通常運転時の状態で作用する荷重、及び運転時の異常な過渡変化時の状態若しくは設計基準事故時の状態で作用する荷重のうち、長時間その作用が続く荷重と基準地震動による地震力を組み合わせる。

(ii) Sクラスの機器・配管系については、通常運転時の状態で作用する荷重、又は運転時の異常な過渡変化時の状態若しくは設計基準事故時の状態で作用する荷重のうち、長時間その作用が続く荷重と弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力を組み合わせる。

(iii) Bクラス及びCクラスの機器・配管系については、通常運転時の状態で作用する荷重又は運転時の異常な過渡変化時の状態で作用する荷重と静的地震力を組み合わせる。

(3) 荷重の組合せ上の留意事項

(i) 耐震設計では、水平2方向及び鉛直方向の地震力による応力を適切に組み合わせる。

(ii) 明らかに、他の荷重の組合せ状態での評価が厳しいことが判明している場合には、その荷重の組合せ状態での評価は行わなくてもよいものとする。

(iii) 複数の荷重が同時に作用する場合、それらの荷重による応力の各ピークの生起時刻に明らかなずれがあることが判明しているならば、必ずしも、それぞれの応力のピーク値を重ねなくともよいものとする。

(iv) 上位の耐震クラスの施設を支持する建物・構築物の当該部分の支持機能を検討する場合においては、支持される施設の耐震重要度分類に応じた地震力と常時作用している荷重、運転時の状態で作用する荷重及びその他必要な荷重とを組み合わせる。なお、対象となる建物・構築物及びその支持機能が維持されることを検討すべき地震動を第1.3.1表に示す。

1.3.4.4 許容限界

各施設の地震力と他の荷重とを組み合わせた状態に対する許容限界は、以下のとおりとする。

(1) 建物・構築物

(i) Sクラスの建物・構築物

a. 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界
建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

b. 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

建物・構築物が構造物全体として、十分変形能力（ねばり）の余裕を有し、終局耐力に対して妥当な安全余裕を持たせることとする。

なお、終局耐力は、建物・構築物に対する荷重又は応力を漸次増大していくとき、その変形又はひずみが著しく増加するに至る限界の最大耐力とし、既往の実験式等に基づき適切に定めるものとする。

(ii) Bクラス及びCクラスの建物・構築物

常時作用している荷重及び運転時の状態で施設に作用する荷重と静的地震力を組み合わせ、その結果発生する応力に対して、建築基準法等の安全上適切と認められる規格及び基準による許容応力度を許容限界とする。

(iii) 耐震クラスの異なる施設を支持する建物・構築物

上記の「(i) Sクラスの建物・構築物 b. 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界」を適用するほか、耐震クラスの異なる施設が、それを支持する建物・構築物の変形等に対して、その機能が損なわれないものとする。

(iv) 建物・構築物の保有水平耐力

建物・構築物については、当該建物・構築物の保有水平耐力が、必要保有水平耐力に対して耐震重要度に応じた妥当な安全余裕を有していることを確認する。

(2) 機器・配管系

(i) Sクラスの機器・配管系

a. 弾性設計用地震動による地震力又は静的地震力との組合せに対する許容限界

応答が全体的におおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるように、降伏応力又はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。

b. 基準地震動による地震力との組合せに対する許容限界

構造物の相当部分が降伏し塑性変形する場合でも過大な変形、亀裂、破損等が生じ、その施設の機能に影響を及ぼすことがない程度に応力を制限する。なお、地震時又は地震後に動作を要求される動的機器については、基準地震動による応答に対して、実証試験等により確認されている機能維持加速度等を許容限界とする、若しくは解析又は実験等により、その機能が阻害されないことを確認する。

(ii) Bクラス及びCクラスの機器・配管系

応答が全体的におおむね弾性状態に留まる範囲で耐えるように、降伏応力又はこれと同等の安全性を有する応力を許容限界とする。

1.3.4.5 設計における留意事項

耐震重要施設が、耐震重要度分類の下位のクラスに属するものの波及的影響によって、その安全機能を損なわないことを確認する。

波及的影響を考慮すべき施設の検討に当たっては、高速実験炉原子炉施設の敷地内に設置されているBクラス及びCクラス等の建物・構築物、機器・配管系及び関連施設のSクラス施設との設置位置関係を俯瞰した調査・検討を行う。当該調査・検討には、「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈別記2」に記載の以下の項目について、耐震重要施設への影響がないことを確認することを考慮する。なお、波及的影響の評価に当たっては、耐震重要施設の設計に用いる地震動又は地震力を適用する。

- (i) 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
- (ii) 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
- (iii) 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
- (iv) 建物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

1.3.5 主要施設の耐震構造

(1) 原子炉建物（格納容器を含む。）及び原子炉附属建物

原子炉建物（格納容器を含む。）及び原子炉附属建物は、約 55m×約 50m のほぼ正方形の平面形状を有する。格納容器は、半球形の頂部、円筒形の胴部（直径 28m）及び半楕円球形の底部鏡板から構成する全高約 54m・全重量約 1,200t の鋼製容器であり、その内部に円筒状等の剛の壁で構成する鉄筋コンクリート造の原子炉建物を有する。原子炉附属建物は、格納容器の周囲に配置された鉄筋コンクリート造の建物であり、耐震壁を配置した剛な構造体とする。原子炉建物及び原子炉附属建物の全重量は約 170,000t であり、基礎底面からの高さは約 45m である。原子炉建物及び原子炉附属建物の基礎は同一とし、上部構造については、使用目的、機能や構造に応じて、独立したものとする。原子炉建物及び原子炉附属建物の基礎は、強固な地盤に直接支持される。なお、原子炉建物及び原子炉附属建物の下方は、地下に埋め込まれる。また、原子炉建物及び原子炉附属建物に収納する機器・配管等は、剛強な壁又は床に直接支持し、地震時の荷重を直接建物に伝える。

(2) 原子炉容器

原子炉容器は、円筒形の胴部に、全半球形鏡板を底部に付した鋼製容器である（胴内径：約 3.6m、全高：約 10m）。原子炉容器の重量は、炉心構造物及び原子炉容器内の 1 次冷却材等を含めて約 220t である。原子炉容器は、その上部フランジを、ペDESTAL（原子炉建物の一部）に固定し、支持されるものとする。また、原子炉容器の底部には、同心円筒振止め構造のスカートを設け、生体遮へいコンクリート（原子炉建物の一部）で支持するものとし、原子炉容器の熱膨張を吸収する一方で、地震力等による原子炉容器の振動を防止する。

(3) 炉心及び炉心構造物

炉心は、六角形の燃料集合体及び反射体等（全長：約 2,970mm、六角外対辺長さ：約 78.5mm）を蜂の巣状に配列した構造で、全体をほぼ円柱形状とする。炉心構造物（全高：約 3,680mm、外径：約 2,520mm）は、炉心支持構造物と炉心バレル構造物から構成する。

燃料集合体及び反射体等は、下端部（エントランスノズル）を炉心支持構造物の炉心支持板に嵌めこみ、かつ、軸方向中間部にスペーサパッドを設け、原子炉運転時の熱膨張により各要素が接触する構造とし、炉心構成要素全体の剛性を高める。炉心バレル構造物は、燃料集合体及び反射体等を側面から支持し、その下端を炉心支持構造物にボルトで固定して、地震時の燃料集合体及び反射体等の変形を抑制する。炉心支持構造物は、炉心重量を支持する機能を有する構造体として、原子炉容器の円筒胴の内部の下端付近に設けられる炉心支持台（コアサポート）にボルト固定される。また、制御棒及び制御棒駆動系並びに

後備炉停止制御棒及び後備炉停止制御棒駆動系は、地震時に変位が生じても確実に挿入でき、原子炉を安全に停止できるものとする。

(4) 1次主冷却系

1次主冷却系の配管は、原子炉冷却材バウンダリに該当し、万一、原子炉冷却材バウンダリの破損が生じた場合においても、冷却材であるナトリウムの漏えい拡大を防止するため、ステンレス鋼製の二重管構造（配管（内側）及び配管（外側）から構成）とする。1次主冷却系は、通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び設計基準事故時において、予想される静的及び動的圧力、熱応力、地震力等あるいはそれらの組合せに対し十分に耐えるように設計する。なお、原子炉運転時及び原子炉停止時の温度変化が大きいことを踏まえ、配管には、支持装置として、熱変形を許容し、地震による変位を拘束するダンパ等を設ける。これにより、熱応力を低減し、かつ、地震による過大な応力が生じないようにする。主中間熱交換器及び1次主循環ポンプは、本体の剛性を高いものとし、十分な強度を有する上部フランジで吊り下げる構造とすることで、地震応力を低減する。

(5) 主冷却機建物

主冷却機建物は、約67m×約27mの矩形の平面形状を有する鉄筋コンクリート造の建物である。主冷却機建物の全重量は約50,000tであり、基礎底面からの高さは約32mである。主冷却機建物の基礎は、強固な地盤に直接支持する。なお、主冷却機建物の下方は、地下に埋め込まれる。また、主冷却機建物に収納する機器・配管等は、剛強な壁又は床に直接支持し、地震時の荷重を直接建物に伝える。

(6) 第一使用済燃料貯蔵建物

第一使用済燃料貯蔵建物は、約26m×約32mの矩形の平面形状を有する鉄筋コンクリート造の建物である。第一使用済燃料貯蔵建物の全重量は約26,000tであり、基礎底面からの高さは約31mである。第一使用済燃料貯蔵建物の基礎は、強固な地盤に直接支持する。なお、第一使用済燃料貯蔵建物の下方は、地下に埋め込まれる。また、第一使用済燃料貯蔵建物に収納する機器・配管等は、剛強な壁又は床に直接支持し、地震時の荷重を直接建物に伝える。

(7) 第二使用済燃料貯蔵建物

第二使用済燃料貯蔵建物は、約26m×約26mのほぼ正方形の平面形状を有する鉄筋コンクリート造の建物である。第二使用済燃料貯蔵建物の全重量は約28,000tであり、基礎底面からの高さは約33mである。第二使用済燃料貯蔵建物の基礎は、強固な地盤に直接支持する。なお、第二使用済燃料貯蔵建物の下方は、地下に埋め込まれる。また、第二使用済燃料貯蔵建物に収納する機器・配管等は、剛強な壁又は床に直接支持し、地震時の荷重を直接建物に伝える。

1.3.6 地震検出計

原子炉保護系（スクラム）の作動項目である「地震」について、必要な信号を発するため、原子炉施設に地震検出計を設ける。作動設定値を水平150galとし、作動設定値を超える信号を検出した場合に、原子炉を自動的に停止（スクラム）する。地震検出計は、水平全方向の加速度が検出できるものを3台設け、フェイルセーフな回路を構成する。また、地震検出計

については、試験及び保守が可能な位置に設置するものとする。

第 1.3.1 表(1) クラス別施設

クラス	クラス別施設	主要設備(*1)	補助設備(*2)	直接支持構造物(*3)	間接支持構造物(*4)		波及的影響を考慮すべき設備(*5)	
		適用範囲	適用範囲	適用範囲	適用範囲	検討用地震動(*6)	適用範囲	検討用地震動(*6)
S	(i) 原子炉冷却材バウンダリを構成する機器・配管系	① 原子炉容器 1) 本体 ② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系 1) 原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁(ただし、計装等の小口径のものを除く。)		1) 機器・配管等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物	S _s S _s	1) 格納容器内旋回式天井クレーン 2) 燃料出入機 3) 回転ブラク 4) 1次オーパフロー系の一部 5) 1次ナトリウム充填・ドレン系の一部 6) 1次アルゴンガス系の一部 7) 窒素ガス予熱系の一部 8) カバーガス法燃料破損検出設備の一部	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s
	(ii) 使用済燃料を貯蔵するための施設	① 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備 1) 貯蔵ラック 2) 水冷却池 ② 炉内燃料貯蔵ラック(炉心パレル構造物のうち、パレル構造体)		1) 機器・配管等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物	S _s S _s	1) 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備キャスククレーン 2) 原子炉附属建物使用済燃料貯蔵設備燃料移送機 3) 格納容器内旋回式天井クレーン 4) 燃料出入機 5) 回転ブラク	S _s S _s S _s S _s S _s
	(iii) 原子炉の緊急停止のために急激に負の反応度を付加するための施設及び原子炉の停止状態を維持するための施設	① 制御棒 ② 制御棒駆動系 1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管 ③ 後備炉停止制御棒 ④ 後備炉停止制御棒駆動系 1) 駆動機構 2) 上部案内管 3) 下部案内管	① 電気計装設備(原子炉保護系(スクラム)に関するもの) ② 炉心支持構造物 1) 炉心支持板 2) 支持構造物 ③ 炉心パレル構造物 1) パレル構造体 ④ 炉心構成要素 1) 炉心燃料集合体 2) 照射燃料集合体 3) 内側反射体 4) 外側反射体(A) 5) 材料照射用反射体 6) 遮へい集合体 7) 計測線付実験装置 8) 照射用実験装置	1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物	S _s S _s	1) 格納容器内旋回式天井クレーン 2) 燃料出入機 3) 回転ブラク	S _s S _s S _s

- (*1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。
- (*2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。
- (*3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
- (*4) 間接的支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物(建物・構築物)をいう。
- (*5) 波及的影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備をいう。
- (*6) S_s: 基準地震動 S_sにより定まる地震力。
S_B: 耐震Bクラス施設に適用される静的地震力。
S_C: 耐震Cクラス施設に適用される静的地震力。

第 1.3.1 表(2) クラス別施設

クラス	クラス別施設	主要設備(*1)	補助設備(*2)	直接支持構造物(*3)	間接支持構造物(*4)		波及的影響を考慮すべき設備(*5)	
		適用範囲	適用範囲	適用範囲	適用範囲	検討用地震動(*6)	適用範囲	検討用地震動(*6)
S	(iv) 原子炉停止後、炉心から崩壊熱を除去するための施設	① 原子炉容器 1) 本体 ② 炉心支持構造物 1) 炉心支持板 2) 支持構造物 ③ 炉心構成要素 1) 炉心燃料集合体 2) 照射燃料集合体 ④ 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系 1) 原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁（ただし、計装等の小口径のものを除く。） 2) 1次主循環ポンプボニーモータ 3) 逆止弁 ⑤ 2次主冷却系、2次補助冷却系、2次ナトリウム純化系及び2次ナトリウム充填・ドレン系 1) 冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁（ただし、計装等の小口径のものを除く。） 2) 主冷却機（主送風機を除く。）		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物 3) 主冷却機建物	S _s S _s S _s	① 1次オーバーフロー系の一部 ② 1次ナトリウム充填・ドレン系の一部 ③ 1次アルゴンガス系の一部 ④ 窒素ガス予熱系の一部 ⑤ カバーガス法燃料破損検出設備の一部 ⑥ 2次ナトリウム純化系の一部 ⑦ 2次ナトリウム充填・ドレン系の一部 ⑧ 2次アルゴンガス系の一部 ⑨ 主送風機 ⑩ ナトリウム漏えい対策用受桶	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s
	(v) 原子炉冷却材バウンダリ破損事故の際に障壁となり、1次冷却材の漏えいを低減するための施設	① 原子炉容器 1) リークジャケット ② 1次主冷却系、1次補助冷却系及び1次ナトリウム充填・ドレン系のうち、原子炉冷却材バウンダリに属する容器・配管・ポンプ・弁の配管（外側）又はリークジャケット ③ 1次主冷却系 1) 逆止弁 ④ 1次補助冷却系 1) サイフォンブレイク弁 ⑤ 1次予熱窒素ガス系 1) 仕切弁	① 電気計装設備（ナトリウム漏えい検出器に関するもの）	1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物	S _s S _s		

- (*1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。
- (*2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。
- (*3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
- (*4) 間接的支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。
- (*5) 波及的影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備をいう。
- (*6) S_s：基準地震動 S_sにより定まる地震力。
 S_B：耐震Bクラス施設に適用される静的地震力。
 S_C：耐震Cクラス施設に適用される静的地震力。

第 1.3.1 表(3) クラス別施設

クラス	クラス別施設	主要設備(*1)	補助設備(*2)	直接支持構造物(*3)	間接支持構造物(*4)		波及的影響を考慮すべき設備(*5)	
		適用範囲	適用範囲	適用範囲	適用範囲	検討用地震動(*6)	適用範囲	検討用地震動(*6)
S	(vi) 原子炉冷却材バウンダリ破損事故の際に障壁となり、放射性物質の放散を直接防ぐための施設	① 格納容器 ② 格納容器バウンダリに属する配管・弁	① 電気計装設備（原子炉保護系（アインレーション）に関するもの）	1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物	S _s S _s	1) 主排気筒 2) 燃料交換機 3) 1次ナトリウム純化系の一部 4) 1次ナトリウム充填・ドレン系の一部 5) 1次アルゴンガス系の一部 6) 窒素ガス予熱系の一部 7) 2次ナトリウム充填・ドレン系の一部 8) 核燃料物質取扱設備の一部 9) 格納容器雰囲気調整系の一部 10) 安全容器の呼吸系の一部 11) アルゴンガス供給設備の一部 12) 窒素ガス供給設備の一部 13) 格納容器内雰囲気調整系再循環空調機	S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s S _s
	(vii) 放射性物質の放出を伴うような事故の際にその外部放散を抑制するための施設で、上記(vi)以外の施設	① 核燃料物質取扱設備 1) 燃料出入機のうち、コフィン 2) トランスファロータのうち、本体及びケーシング 3) 燃料取扱用キャスクカーのうち、キャスク 4) ナトリウム洗浄装置のうち、燃料洗浄槽 5) 燃料集合体缶詰装置のうち、回転移送機		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物	S _s S _s	1) 燃料出入機 2) 燃料取扱用キャスクカー（キャスクを除く。）	S _s S _s
	(viii) その他	① 中央制御室 ② 非常用ディーゼル電源系（上記(i)～(viii)に関連するもの） ③ 交流無停電電源系（上記(i)～(viii)に関連するもの） ④ 直流無停電電源系（上記(i)～(viii)に関連するもの） ⑤ 補機冷却設備（上記(i)～(vii)に関連するもの） ⑥ 空調換気設備（上記(i)～(vii)に関連するもの）		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物 3) 主冷却機建物	S _s S _s S _s	1) 原子炉附属建物空調換気設備燃料洗浄室系及び水冷却池室系給気ダクトの一部 2) 1次冷却材純化系コールドトラップ冷却窒素ガス冷却器	S _s S _s

- (*1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。
- (*2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。
- (*3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
- (*4) 間接的支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。
- (*5) 波及的影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備をいう。
- (*6) S_s：基準地震動 S_sにより定まる地震力。
S_B：耐震Bクラス施設に適用される静的地震力。
S_C：耐震Cクラス施設に適用される静的地震力。

第 1.3.1 表(4) クラス別施設

クラス	クラス別施設	主要設備(*1)	補助設備(*2)	直接支持構造物(*3)	間接支持構造物(*4)		波及的影響を考慮すべき設備(*5)	
		適用範囲	適用範囲	適用範囲	適用範囲	検討用 地震動 (*6)	適用範囲	検討用 地震動 (*6)
B	(i) 1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵しうる施設で、Sクラス以外の施設	① 1次ナトリウム純化系のうち、1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・ポンプ・弁（ただし、計装等の小口径のものを除く。） ② 1次オーバーフロー系のうち、1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・ポンプ・弁（ただし、計装等の小口径のものを除く。） ③ 1次ナトリウム充填・ドレン系のうち、1次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・弁（Sクラスに属するもの及び計装等の小口径のものを除く。）		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物	S _B S _B		
	(ii) 2次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵しうる施設で、Sクラス以外の施設	① 2次ナトリウム純化系のうち、2次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・ポンプ・弁（Sクラスに属するもの及び計装等の小口径のものを除く。） ② 2次補助冷却系のうち、2次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・ポンプ・弁（Sクラスに属するもの及び計装等の小口径のものを除く。） ③ 2次ナトリウム充填・ドレン系のうち、2次冷却材を内蔵しているか、又は内蔵し得る容器・配管・弁（Sクラスに属するもの及び計装等の小口径のものを除く。）		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物 3) 主冷却機建物	S _B S _B S _B		
	(iii) 原子炉カバーガス等のバウンダリを構成する機器・配管系	① 1次アルゴンガス系 1) 原子炉カバーガスのバウンダリに属する容器・配管・弁（ただし、計装等の小口径のものを除く。） ② 回転プラグ（ただし、計装等の小口径のものを除く。）		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物	S _B S _B		
	(iv) 放射性廃棄物を内蔵している施設（ただし、内蔵量が少ないか又は貯蔵方式により、その破損によって公衆に与える放射線の影響が年間の周辺監視区域外の許容被ばく線量に比べ十分小さいものは除く。）	① 気体廃棄物処理設備 ② 液体廃棄物処理設備 ③ 液体廃棄物貯蔵設備		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉附属建物 2) 第一使用済燃料貯蔵建物 3) 第二使用済燃料貯蔵建物 4) 廃棄物処理建物 5) メンテナンス建物	S _B S _B S _B S _B S _B		

(*1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。

(*2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。

(*3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。

(*4) 間接的支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。

(*5) 波及的影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備をいう。

(*6) S_B：基準地震動 S_B により定まる地震力。

S_B：耐震Bクラス施設に適用される静的地震力。

S_C：耐震Cクラス施設に適用される静的地震力。

第 1.3.1 表(5) クラス別施設

クラス	クラス別施設	主要設備(*1)	補助設備(*2)	直接支持構造物(*3)	間接支持構造物(*4)		波及的影響を考慮すべき設備(*5)	
		適用範囲	適用範囲	適用範囲	適用範囲	検討用 地震動 (*6)	適用範囲	検討用 地震動 (*6)
B	(v) 放射性廃棄物以外の放射 性物質に関連した設 備で、その破損により公 衆及び従業員に過大な 放射線被ばくを与える 可能性のある施設で、S クラス以外の施設	① 核燃料物質取扱設備（Sクラスに属するものを除く。） ② 放射線低減効果の大きい遮蔽（安全容器及びコンクリート遮へい係冷却系を含む。）		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物	S _B S _B		
	(vi) 使用済燃料を貯蔵する ための施設で、Sクラス 以外の施設	① 第一使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備 1) 貯蔵ラック 2) 水冷却池 ② 第二使用済燃料貯蔵建物使用済燃料貯蔵設備 1) 貯蔵ラック 2) 水冷却池			1) 第一使用済燃料貯蔵建物 2) 第二使用済燃料貯蔵建物	S _B S _B		
	(vii) 使用済燃料を冷却する ための施設	① 原子炉附属建物水冷却池水冷却浄化設備 ② 第一使用済燃料貯蔵建物水冷却池水冷却浄化設備 ③ 第二使用済燃料貯蔵建物水冷却池水冷却浄化設備		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉附属建物 2) 第一使用済燃料貯蔵建物 3) 第二使用済燃料貯蔵建物	S _B S _B S _B		
	(viii) 放射性物質の放出を伴 うような事故の際にそ の外部放散を抑制する ための施設で、Sクラス 以外の施設	① 外周コンクリート壁 ② アンユラス部排気系 1) アンユラス部排気系（アンユラス部 常用排気フィルタを除く。）(*7) ③ 非常用ガス処理装置(*7) ④ 主排気筒		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物	S _B S _B		
	(ix) その他	① 中央制御室（Sクラスに属するものを除く。） ② 非常用ディーゼル電源系（Sクラスに属するものを除く。） ③ 交流無停電電源系（Sクラスに属するものを除く。） ④ 直流無停電電源系（Sクラスに属するものを除く。） ⑤ 電気計装設備（事故時監視計器の一部） ⑥ 補機冷却設備（上記(i)～(vii)に関連するもの） ⑦ 空調換気設備（上記(i)～(vii)に関連するもの）		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物 3) 主冷却機建物	S _B S _B S _B		

(*1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。

(*2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。

(*3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。

(*4) 間接的支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。

(*5) 波及的影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備をいう。

(*6) S_B：基準地震動 S_B により定まる地震力。

S_B：耐震Bクラス施設に適用される静的地震力。

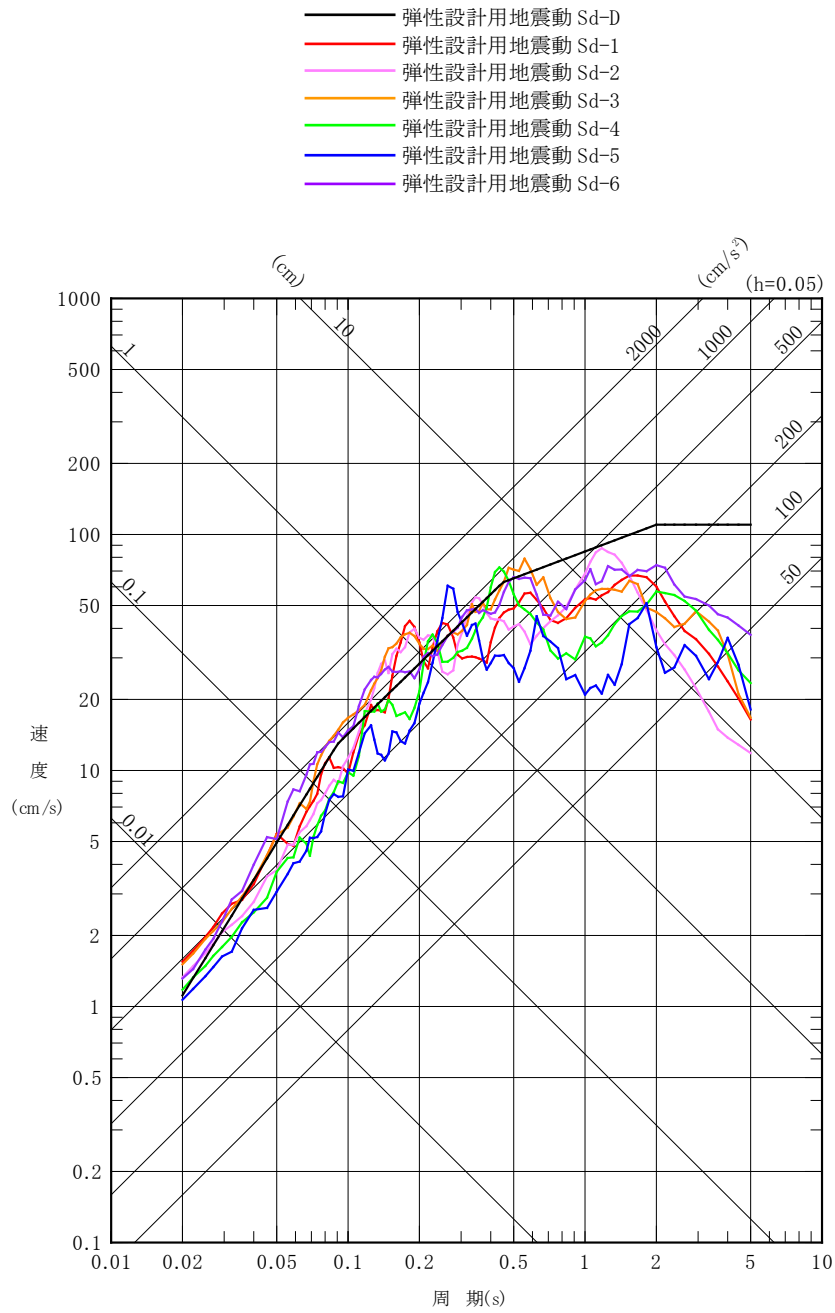
S_C：耐震Cクラス施設に適用される静的地震力。

(*7) 基本的に、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しないように整備する。ここで、アンユラス部排風機は、基準地震動による地震力により、ベルトが外れ、動的機能維持が難しいため、基準地震動による地震力に対して機能を喪失しないように整備するものの対象外とするが、当該施設の補修（ベルトの再装着）の措置を講じることで、機能を復旧できるものとする。

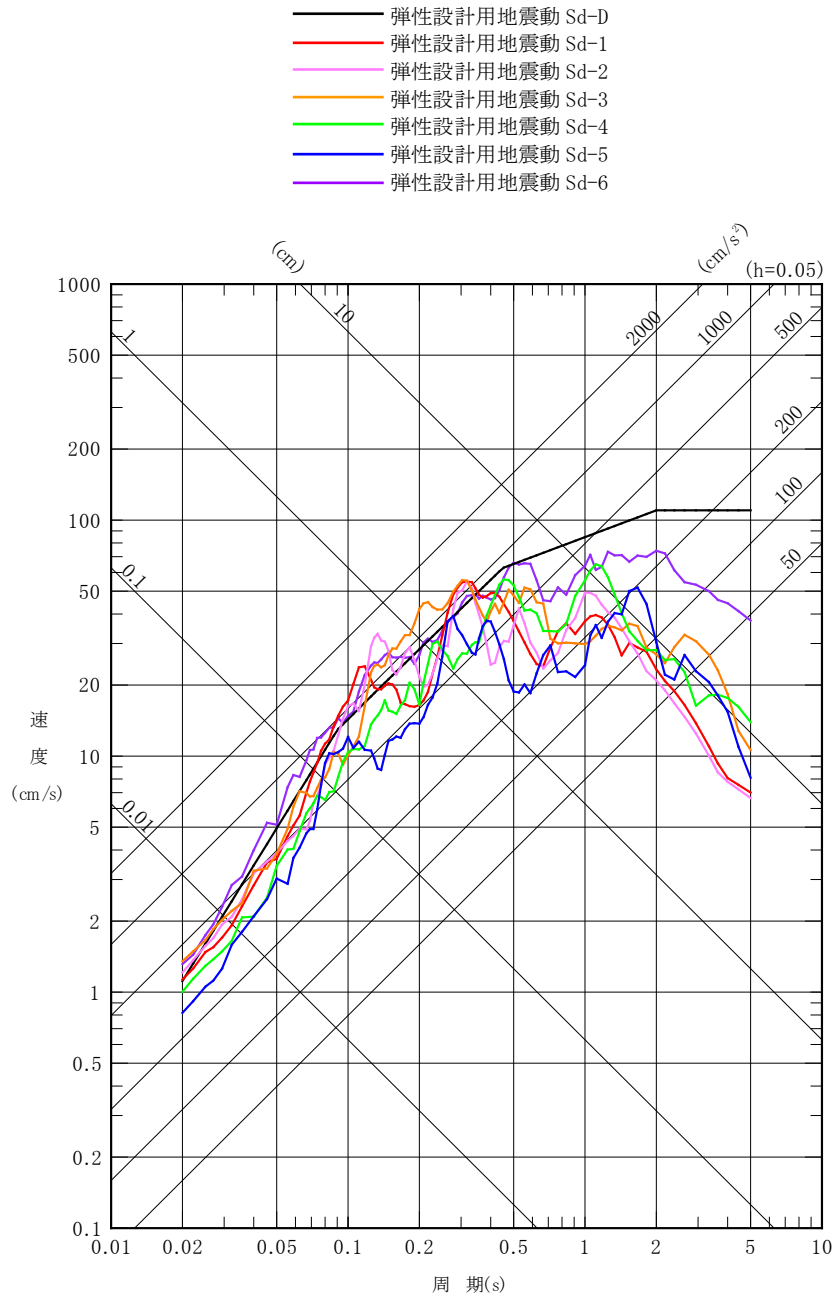
第 1.3.1 表(6) クラス別施設

クラス	クラス別施設	主要設備(*1)	補助設備(*2)	直接支持構造物(*3)	間接支持構造物(*4)		波及的影響を考慮すべき設備(*5)	
		適用範囲	適用範囲	適用範囲	適用範囲	検討用 地震動 (*6)	適用範囲	検討用 地震動 (*6)
C	Sクラス及びBクラス 以外の施設	① 固体廃棄物貯蔵設備 ② 新燃料貯蔵設備 ③ 主送風機 ④ 電気計装設備 (Sクラス及びBクラス に属するものを除く。) ⑤ 補機系設備 (Sクラス及びBクラスに 属するものを除く。) ⑥ 空調系設備 (Sクラス及びBクラスに 属するものを除く。) ⑦ 消火設備 ⑧ その他		1) 機器・配管、電気計装設備等の支持構 造物	1) 原子炉建物 2) 原子炉附属建物 3) 第一使用済燃料貯蔵建物 4) 第二使用済燃料貯蔵建物 5) 廃棄物処理建物 6) 旧廃棄物処理建物 7) メンテナンス建物	Sc Sc Sc Sc Sc Sc Sc		

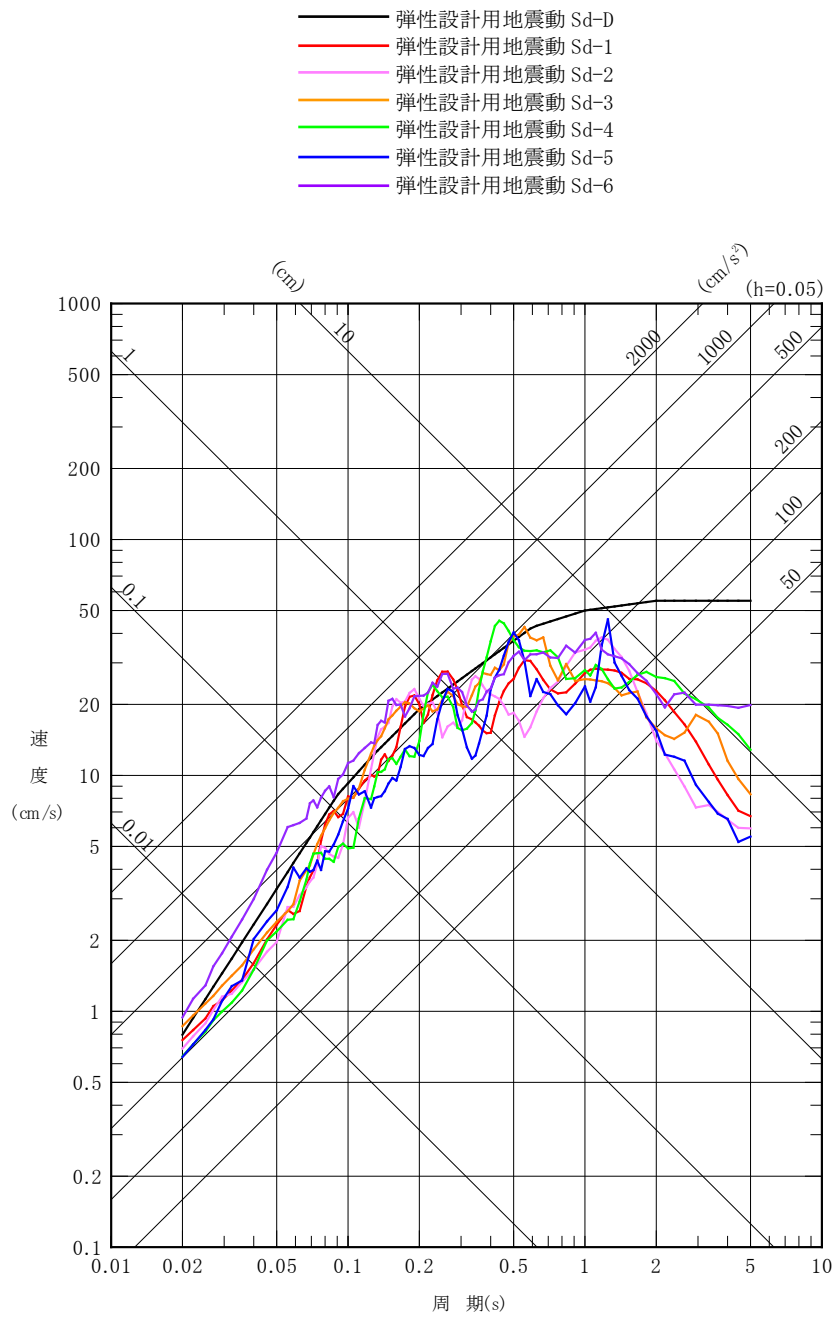
- (*1) 主要設備とは、当該機能に直接的に関連する設備をいう。
- (*2) 補助設備とは、当該機能に間接的に関連し、主要設備の補助的役割を持つ設備をいう。
- (*3) 直接支持構造物とは、主要設備、補助設備に直接取り付けられる支持構造物若しくはこれらの設備の荷重を直接的に受ける支持構造物をいう。
- (*4) 間接的支持構造物とは、直接支持構造物から伝達される荷重を受ける構造物（建物・構築物）をいう。
- (*5) 波及的影響を考慮すべき設備とは、下位の耐震クラスに属するものの破損によって上位の分類に属するものに波及的影響を及ぼすおそれのある設備をいう。
- (*6) S_s：基準地震動 S_sにより定まる地震力。
 S_B：耐震Bクラス施設に適用される静的地震力。
 S_C：耐震Cクラス施設に適用される静的地震力。



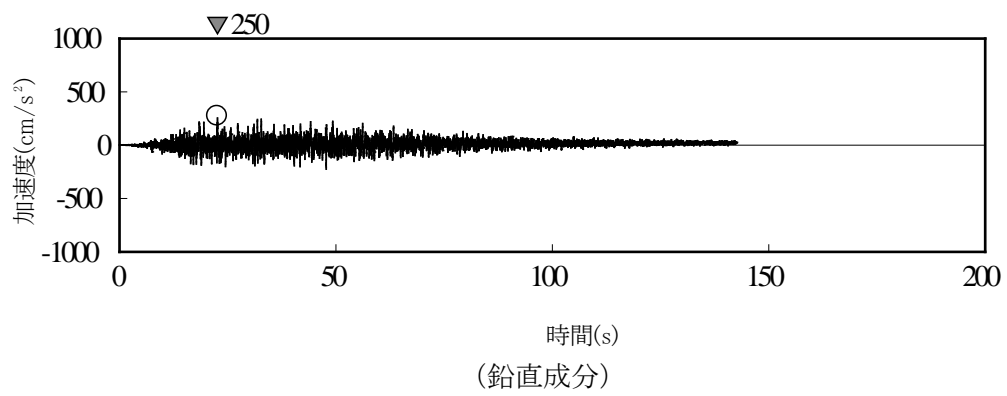
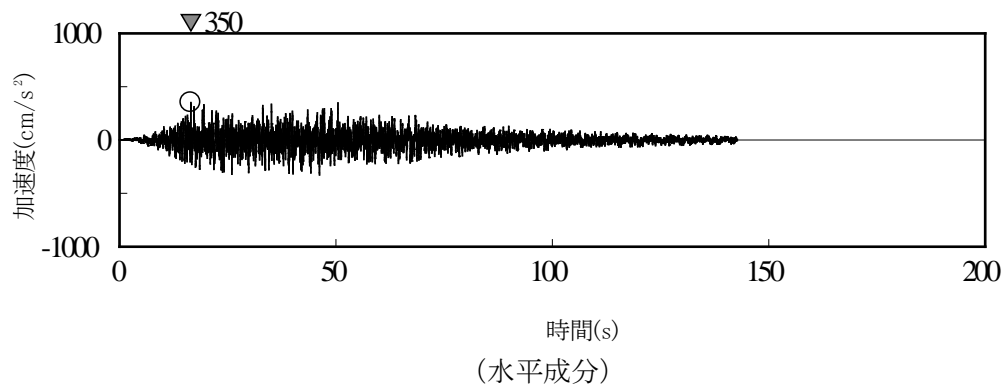
第 1. 3. 1 図(1) 弾性設計用地震動 Sd の応答スペクトル(NS 成分)



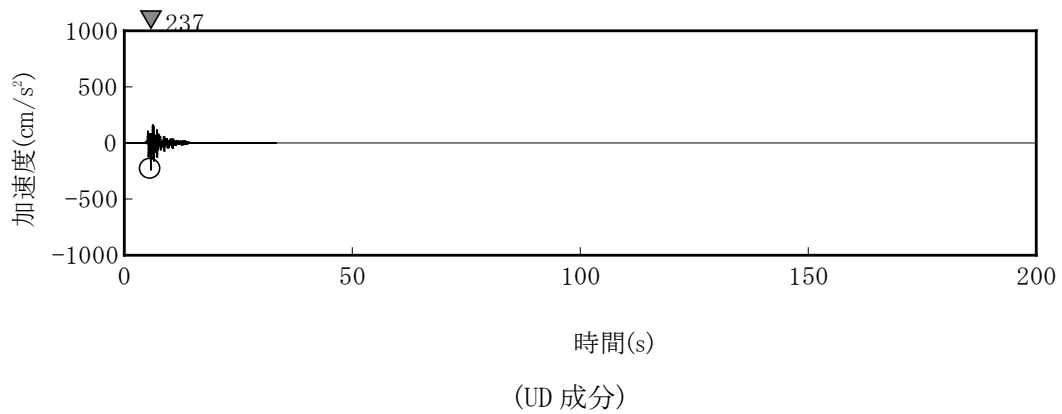
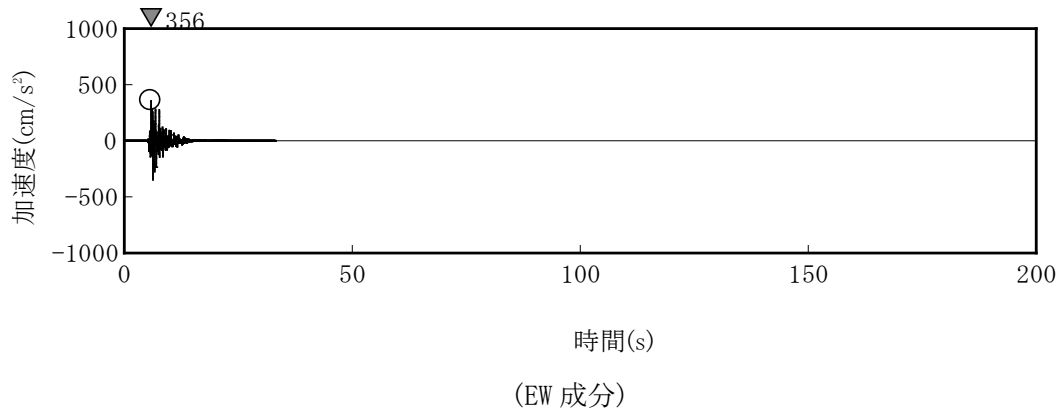
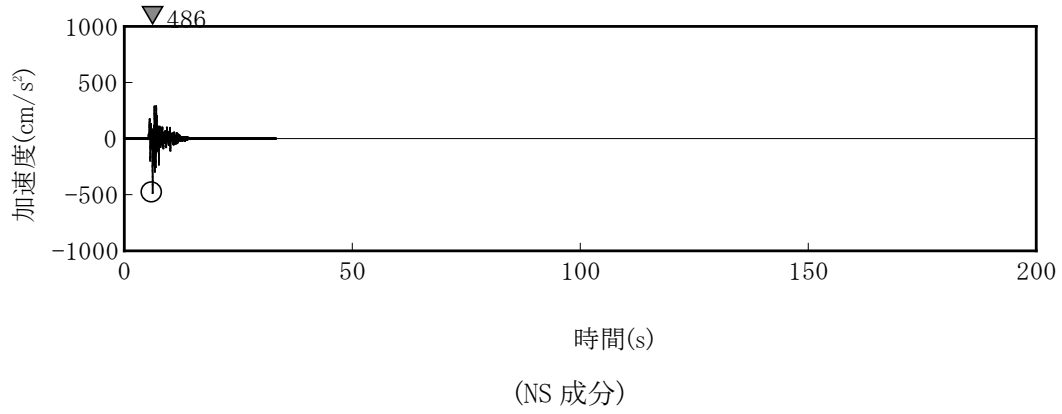
第 1. 3. 1 図(2) 弾性設計用地震動 Sd の応答スペクトル(EW 成分)



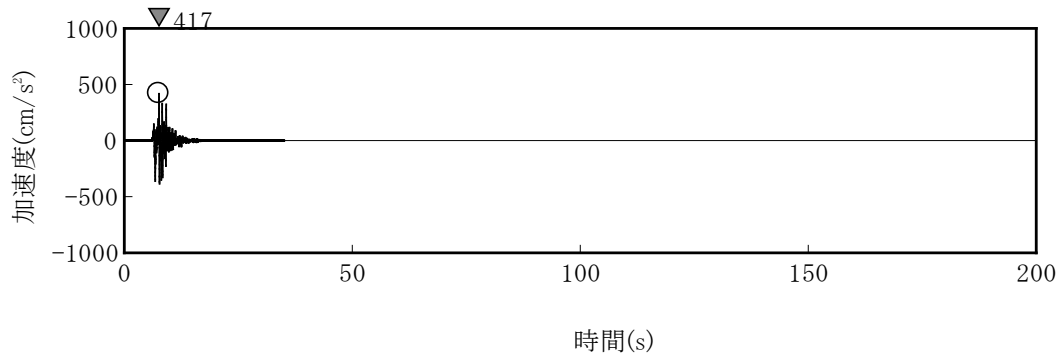
第 1. 3. 1 図(3) 弾性設計用地震動 Sd の応答スペクトル(UD 成分)



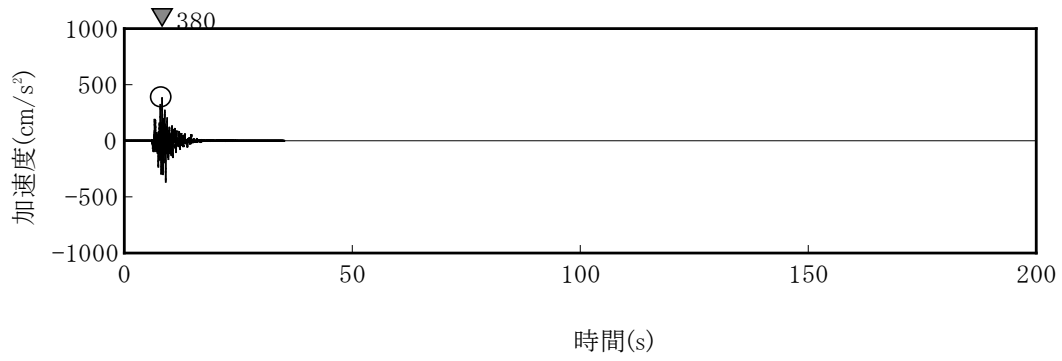
第 1. 3. 2 図(1) 弾性設計用地震動 Sd-D の時刻歴波形



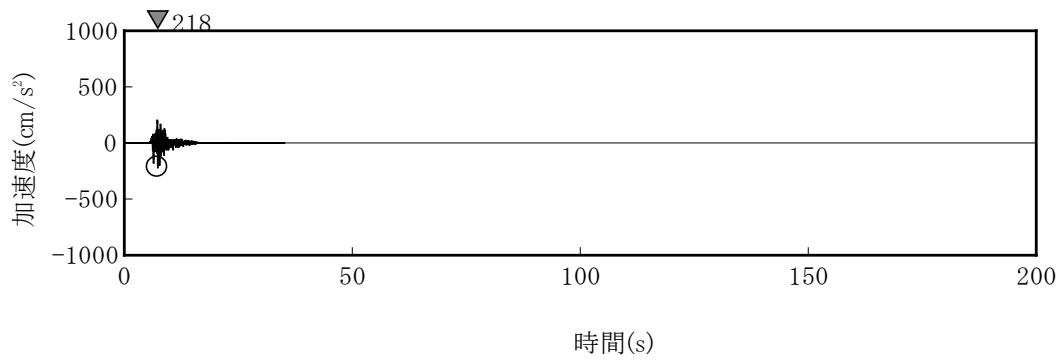
第 1.3.2 図(2) 弾性設計用地震動 Sd-1 の時刻歴波形



(NS 成分)

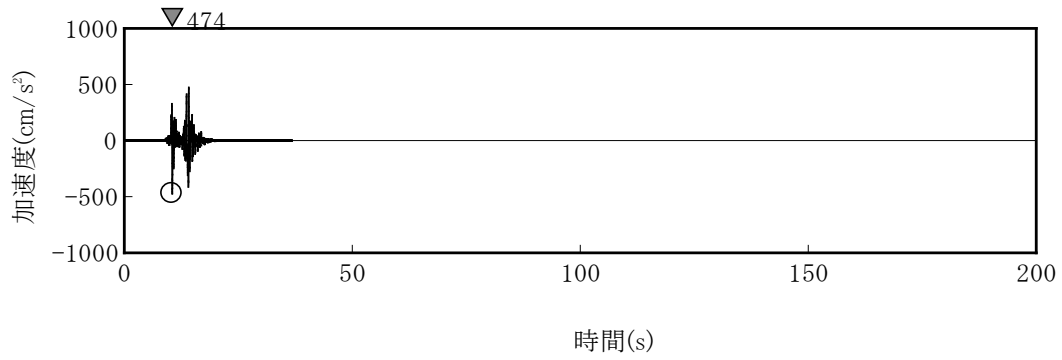


(EW 成分)

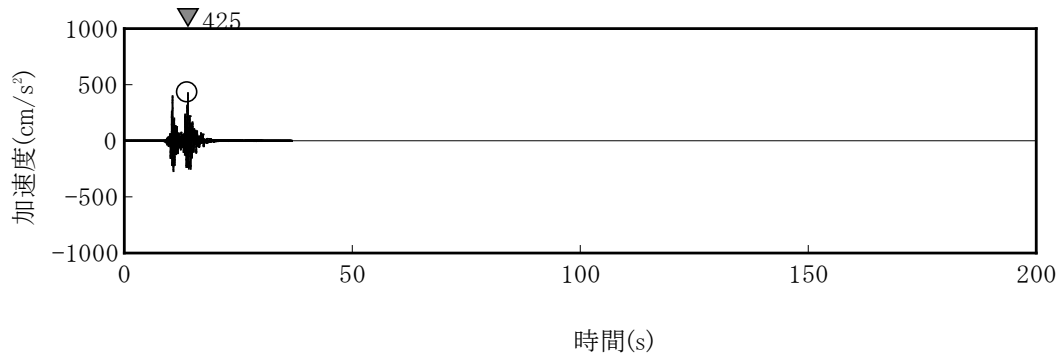


(UD 成分)

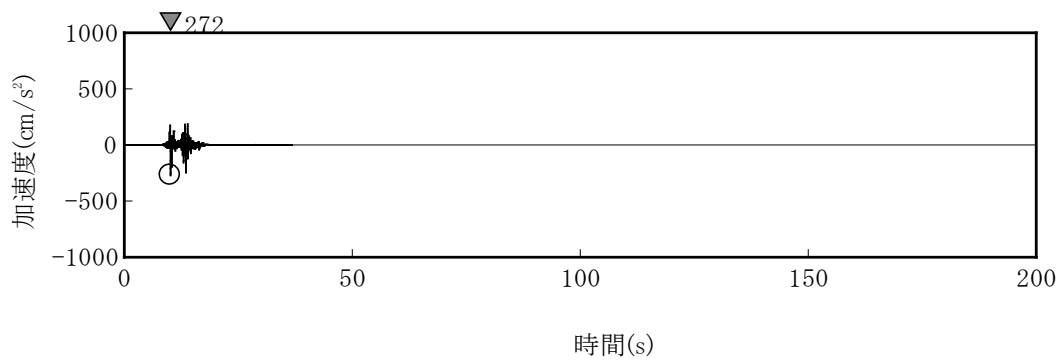
第 1.3.2 図(3) 弾性設計用地震動 Sd-2 の時刻歴波形



(NS 成分)

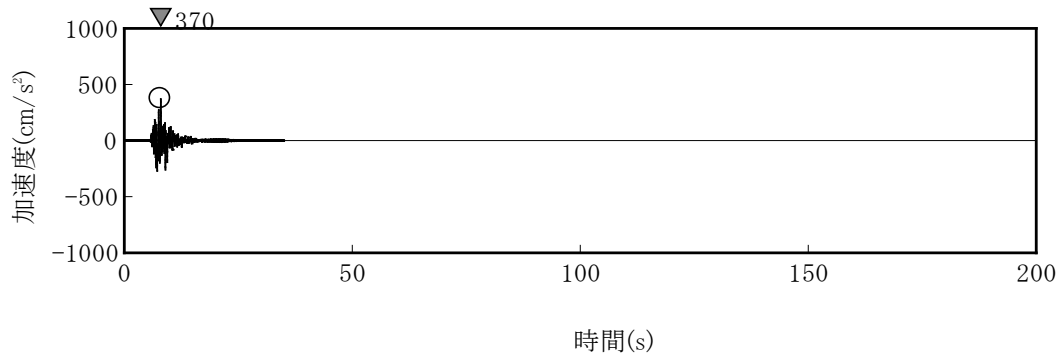


(EW 成分)

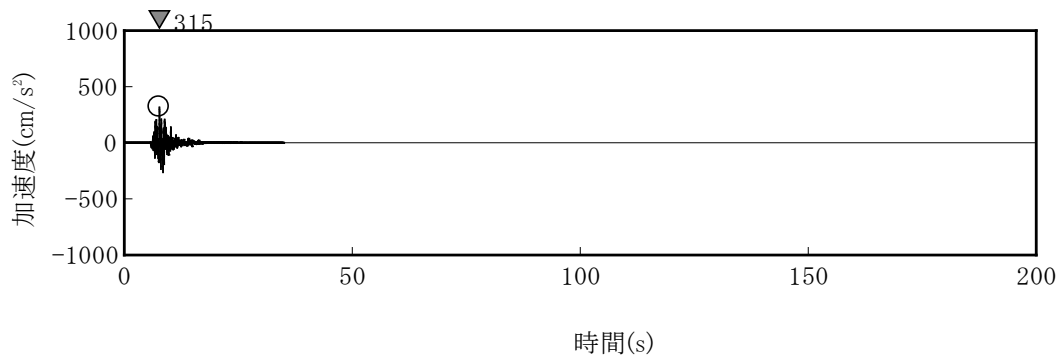


(UD 成分)

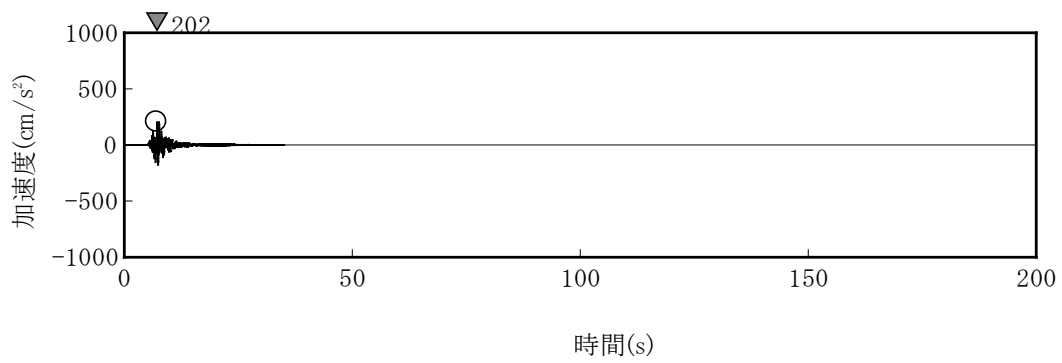
第 1.3.2 図(4) 弾性設計用地震動 Sd-3 の時刻歴波形



(NS 成分)

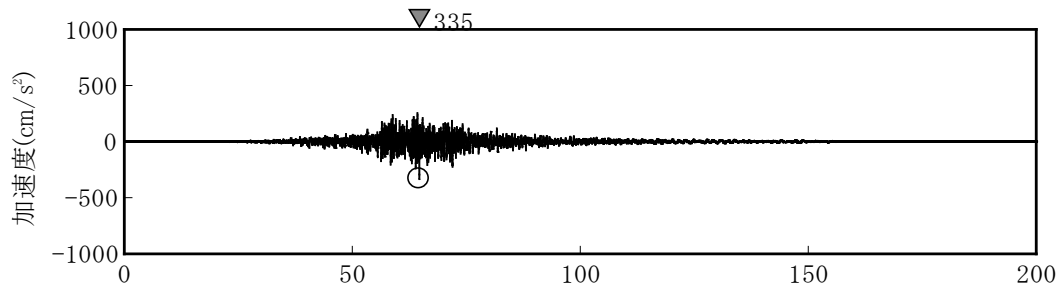


(EW 成分)

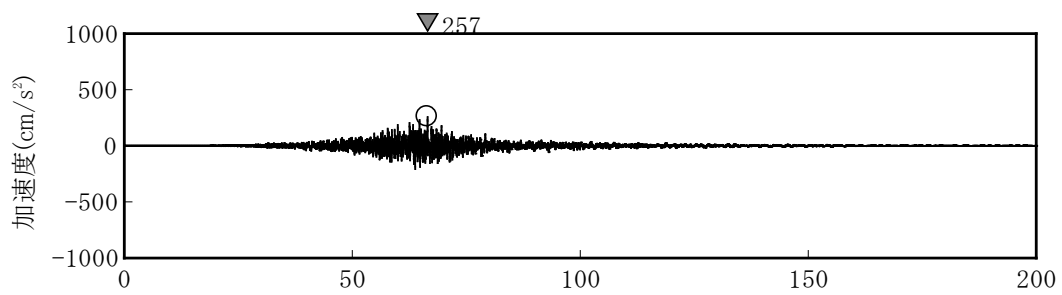


(UD 成分)

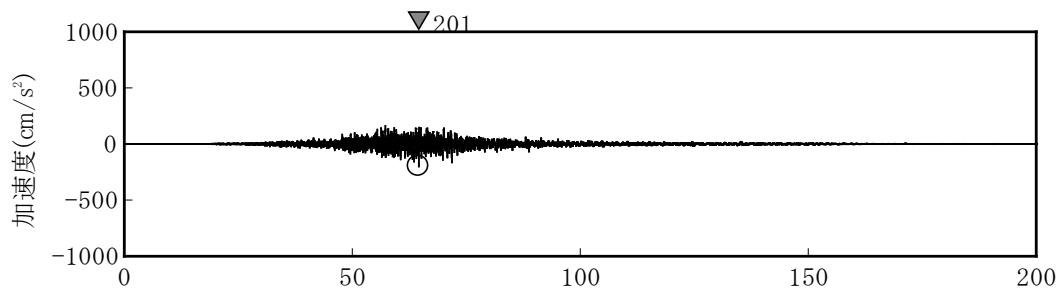
第 1.3.2 図(5) 弾性設計用地震動 Sd-4 の時刻歴波形



時間(s)
(NS 成分)

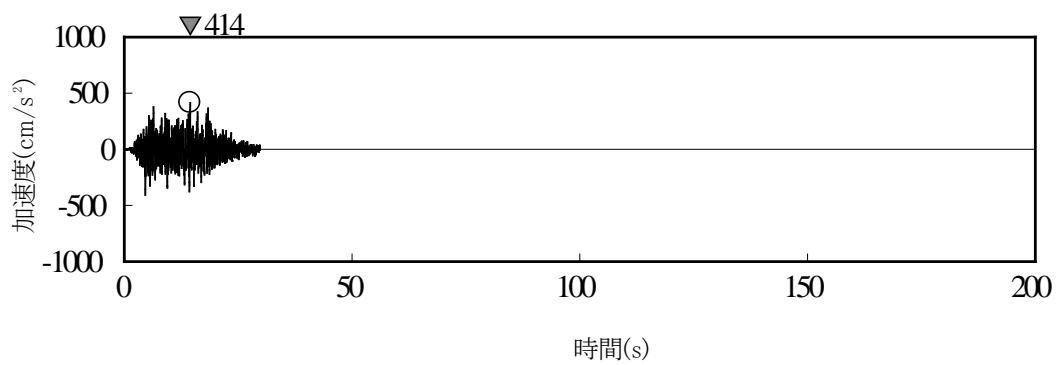


時間(s)
(EW 成分)

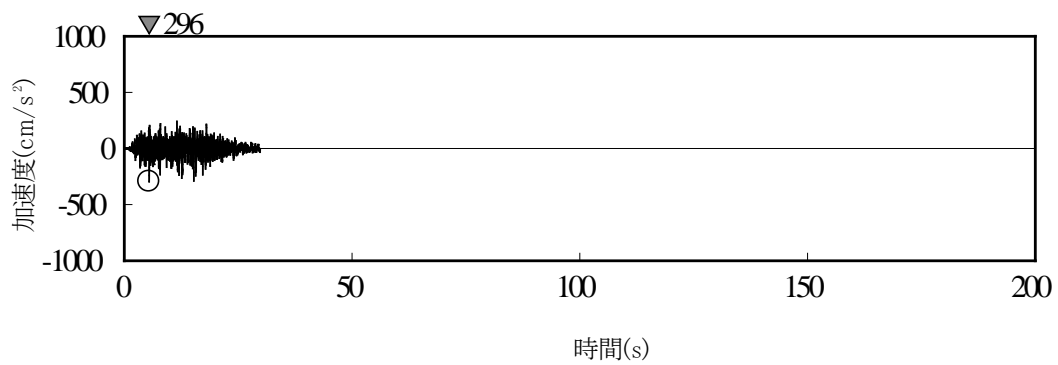


時間(s)
(UD 成分)

第 1.3.2 図(6) 弾性設計用地震動 Sd-5 の時刻歴波形

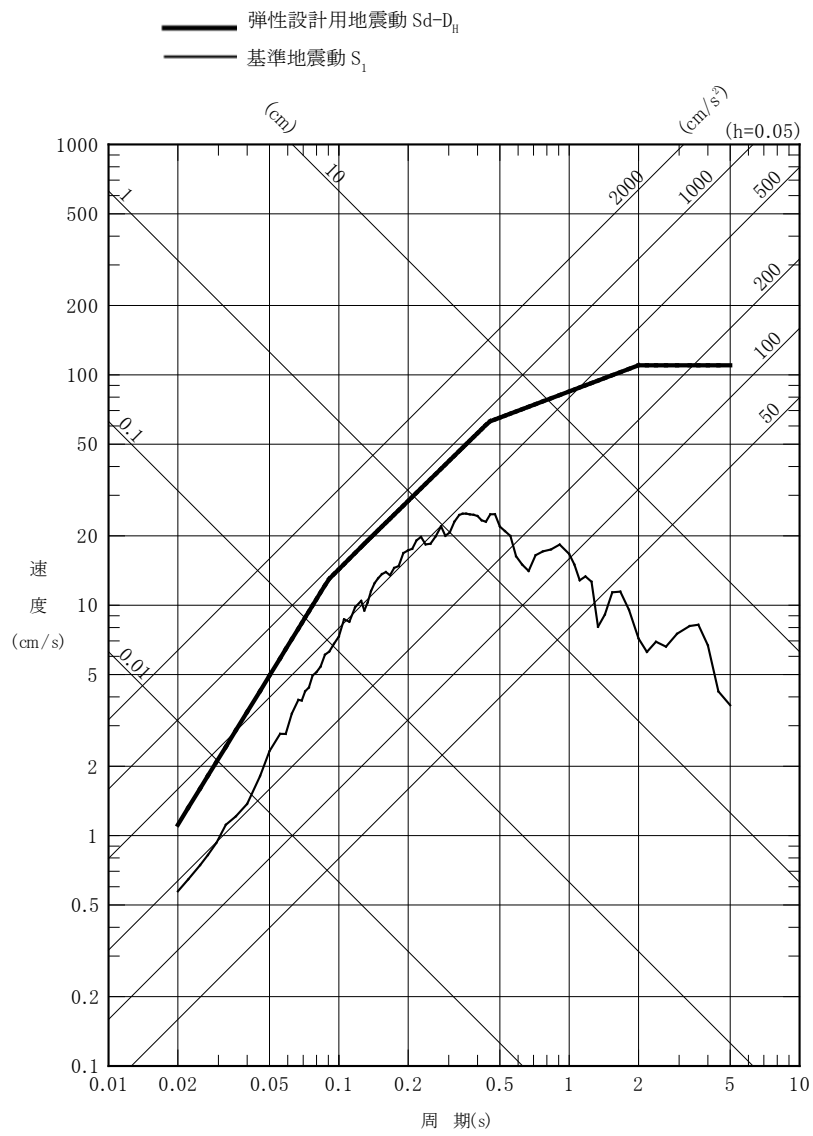


(水平成分)



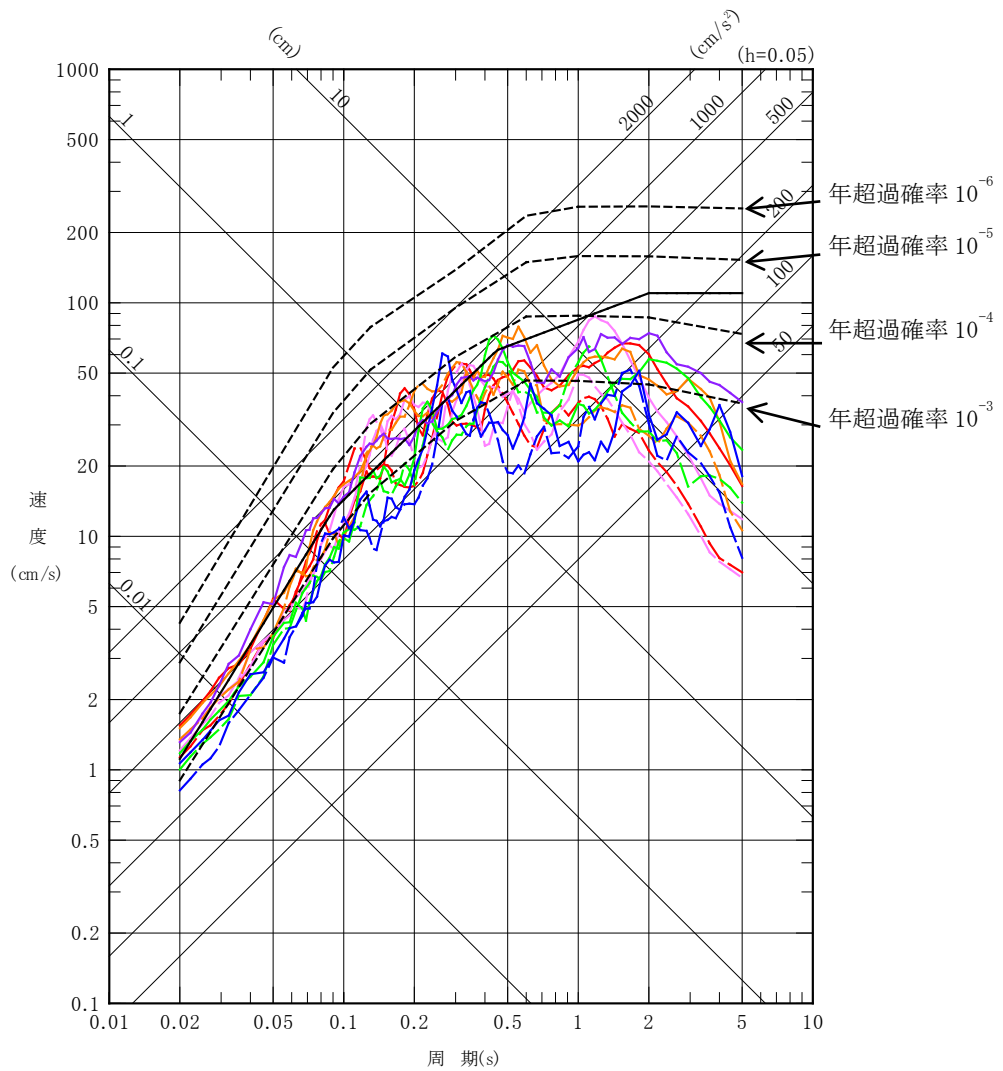
(鉛直成分)

第 1. 3. 2 図(7) 弾性設計用地震動 Sd-6 の時刻歴波形

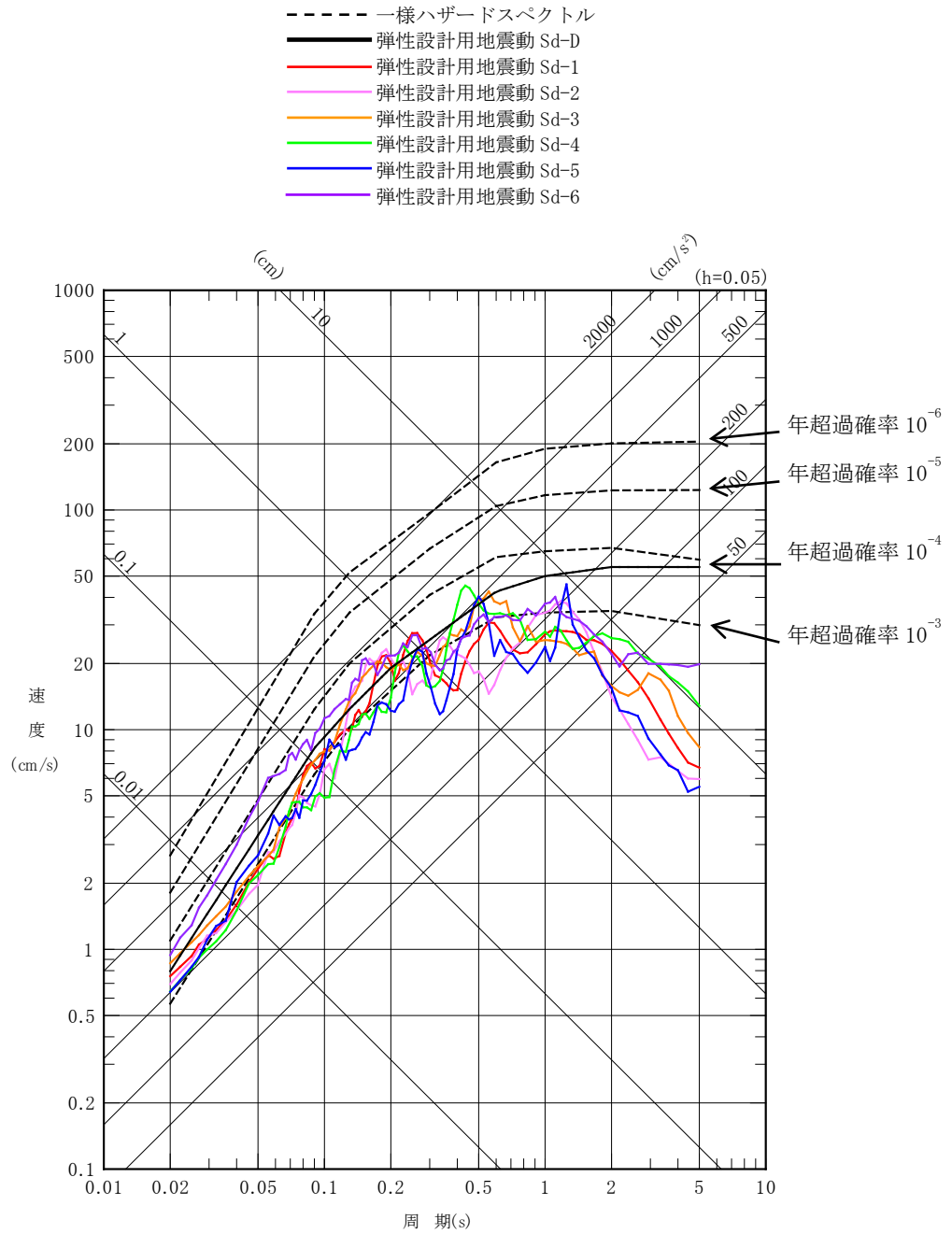


第 1.3.3 図 弾性設計用地震動 S_d-D と基準地震動 S_1 の応答スペクトルの比較(水平成分)

- 一様ハザードスペクトル
 - 弾性設計用地震動 Sd-D
 - 弾性設計用地震動 Sd-1^{※1}
 - 弾性設計用地震動 Sd-2^{※1}
 - 弾性設計用地震動 Sd-3^{※1}
 - 弾性設計用地震動 Sd-4^{※1}
 - 弾性設計用地震動 Sd-5^{※1}
 - 弾性設計用地震動 Sd-6
- ※1 実線はNS成分、破線はEW成分



第 1.3.4 図(1) 弾性設計用地震動 Sd の一様ハザードスペクトル(水平成分)



第 1.3.4 図(2) 弾性設計用地震動 Sd の一様ハザードスペクトル(鉛直成分)