

本資料のうち、枠組みの内容は、
営業秘密または防護上の観点から、
公開できません。

TK-1-1165
平成 30 年 6 月 27 日 改 0
日本原子力発電株式会社

本資料は、補足 340-4 「下位クラス施設の波及的影響の検討について」の一部を構成する図書である。図書への反映は追而。

下位クラス施設の波及的影響の検討について

1. 下位クラス施設の抽出及び影響評価方法

○項で整理した各検討事象を基に、上位クラス施設への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および評価フローを作成し、当該フローに基づき、影響評価を実施する。

1.1 不等沈下による影響

図 1-1 のフローに従い、上位クラス施設及びそれらの間接支持構造物である建屋・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し、波及的影響を検討する。

(1) 下位クラス施設の抽出

地盤の不等沈下による下位クラス施設の傾きや倒壊を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。

(2) 耐震性の確認

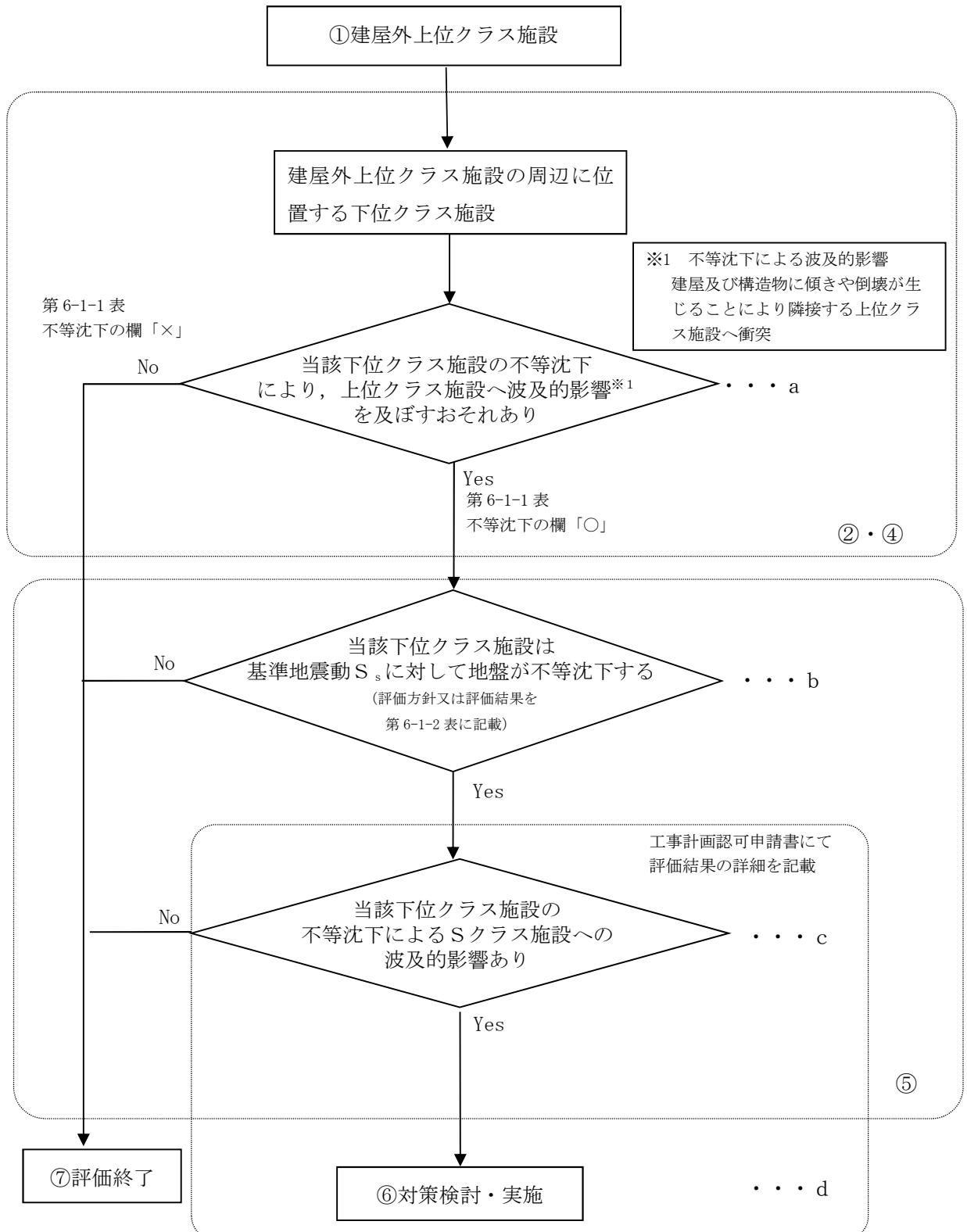
(1)で抽出した下位クラス施設について、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、基礎地盤が十分な支持性能を有する岩盤に設置されることの確認により、不等沈下しないことを確認する。

(3) 不等沈下に伴う波及的影響の評価

(2)で地盤の不等沈下のおそれが否定できない下位クラス施設については、傾きや倒壊及び建屋間を渡って敷設されている配管等の破損を想定し、これらによる上位クラス施設への影響を確認し、上位クラス施設の有する機能を損なわないことを確認する。

(4) 対策検討

(3)で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して、基礎地盤の補強や周辺の地盤改良等を行い、不等沈下による下位クラス施設の波及的影響を防止する。



※フロー中①, ②, ④～⑦の数字は第2-1図中の①, ②, ④～⑦に対応する。

図 1-1 不等沈下により屋外上位クラス施設への影響を及ぼすおそれのある
下位クラス施設の抽出及び評価フロー

1.2 建屋間の相対変位による影響

図1-2のフローに従い、上位クラス施設及びそれらの間接支持構造物である建物・構築物の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し、波及的影響を検討する。

(1) 下位クラス施設の抽出

地震による建屋の相対変位を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な離隔距離をとって配置されていることを確認し、離隔距離が十分でない下位クラス施設を抽出する。

また、上位クラス施設の間接支持構造物である建物・構築物と下位クラス施設を渡って敷設されている配管等を抽出する。

(2) 耐震性の確認

(1)で抽出した下位クラス施設について、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、建屋の相対変位による上位クラス施設への衝突がないことを確認する。

また、建屋間相対変位の考慮が必要な場合には、建屋間を渡って敷設されている配管等が建屋境界にて破損することを想定する。

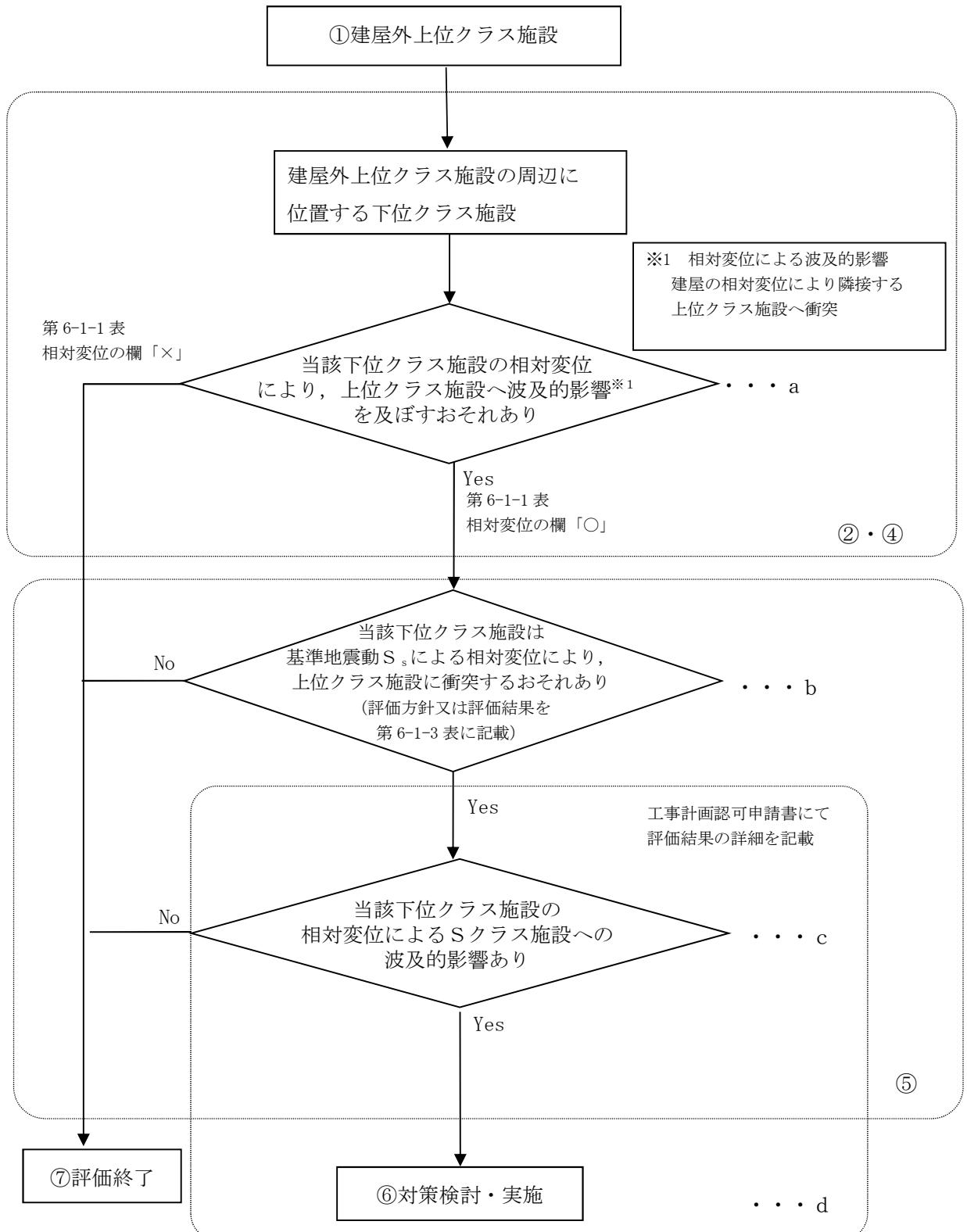
(3) 相対変位に伴う波及的影響の評価

(2)で衝突のおそれが否定できない下位クラス施設及び(2)の確認を行わない下位クラス施設について、衝突部分の接触状況を確認し、建屋全体又は局部評価を実施し、衝突に伴い、上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

また、建屋間を渡って敷設されている配管等の破損により、上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

(4) 対策検討

(3)で上位クラス施設の機能を損なうおそれが否定できない下位クラス施設に対して、建屋の補強等を行い、建屋の相対変位等による下位クラス施設の波及的影響を防止する。



※フロー中①, ②, ④～⑦の数字は第2-1図中の①, ②, ④～⑦に対応する。

図1-2 相対変位により屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー

1.3 建屋外における損傷、転倒及び落下等による影響

図1-3のフローに従い、建屋外の上位クラス施設の周辺に位置する波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出し、波及的影響を検討する。

(1) 下位クラス施設の抽出

下位クラス施設の抽出にあたって、下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等を想定しても上位クラス施設に衝突しない程度の十分な距離をとって配置されていることを確認する。離隔距離が十分でない場合には、落下防止措置等を適切に実施していることを確認する。

以上の確認ができなかった下位クラス施設を、損傷、転倒及び落下等により、上位クラス施設に波及的影響を及ぼすおそれのあるものとして抽出する。

(2) 損傷、転倒及び落下等に伴う波及的影響の評価

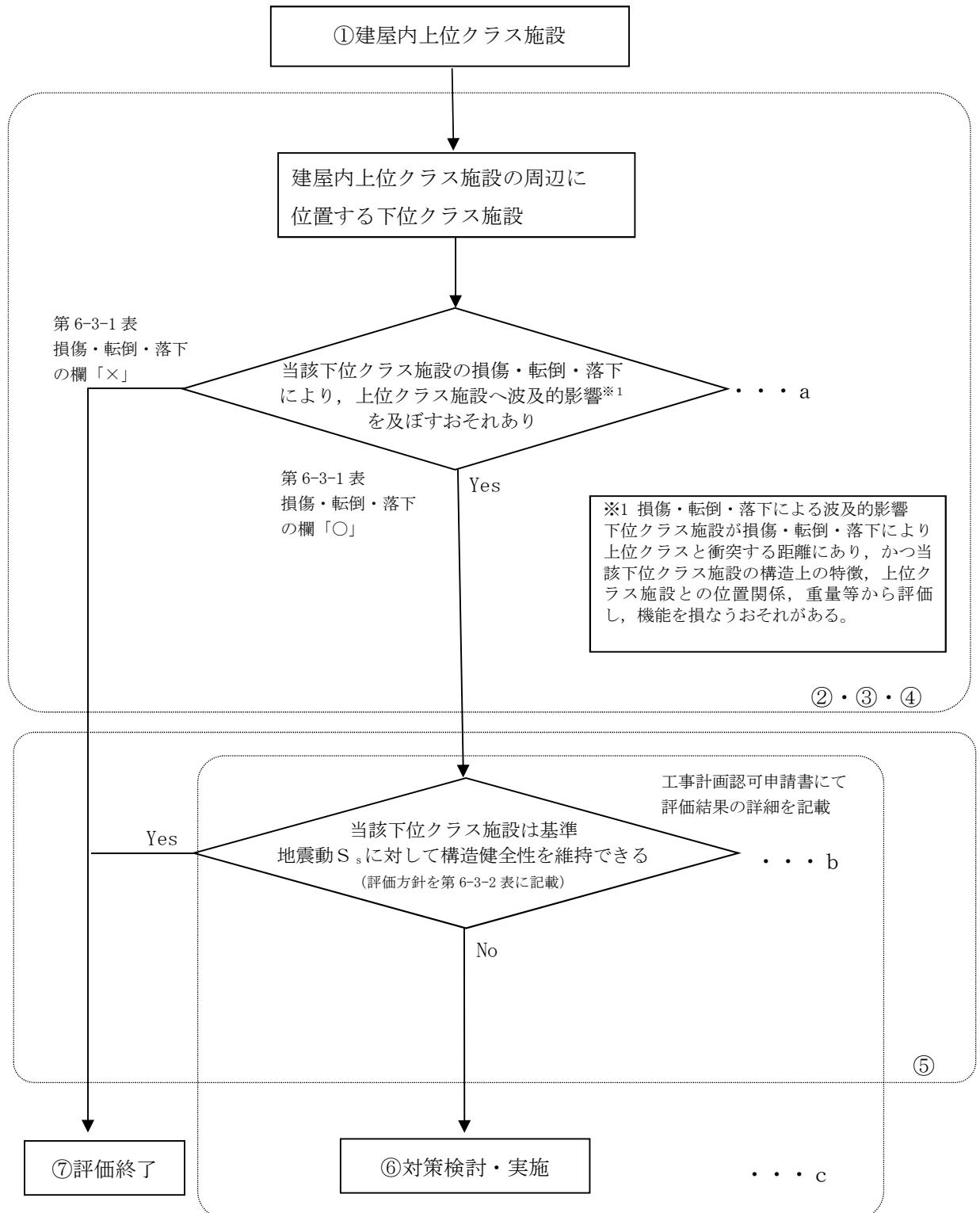
(1)で抽出された下位クラス施設について、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して倒壊しないことを確認する。または構造上の特徴、上位クラス施設との位置関係、重量等を踏まえて、損傷、転倒及び落下等を想定した場合の上位クラス施設への影響を評価し、上位クラス施設の機能を損なうおそれがないことを確認する。

(3) 耐震性の確認

(2)で損傷、転倒及び落下等を想定した場合に上位クラス施設の機能への影響が否定できない下位クラス施設について、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して、損傷、転倒及び落下等が生じないように、構造健全性が維持できることを確認する。

(4) 対策検討

(3)で構造健全性の維持を確認できなかった下位クラス施設について、上位クラス施設の設計に用いる地震動又は地震力に対して健全性を維持できるように構造の改造、上位クラス施設と下位クラス施設との間に衝撃に耐えうる緩衝体の設置、下位クラス施設の移設等により波及的影響を防止する。



※フロー中①～⑦の数字は第2-1図中の①～⑦に対応する。

図1-3 損傷、転倒及び落下により屋上上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー

2. 下位クラス施設の抽出結果

上位クラス施設への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は、屋外施設、接続部、屋内施設に分けて実施し、屋外施設については別記2の①及び④の観点、接続部については②の観点、屋内施設については③の観点から評価対象となる下位クラス施設を抽出した。

2.1 屋外施設の評価対象の抽出

2.1.1 抽出手順

(1) 地盤の不等沈下による影響

図1-1のフローに従い、机上検討をもとに、上位クラス施設及び上位クラス施設の間接支持構造物である建物・構築物に対して、地盤の不等沈下により波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出した。

また、上位クラス施設の間接支持構造物である建物・構築物と下位クラス施設を渡つて敷設されている配管等を抽出した。

(2) 建屋の相対変位による影響

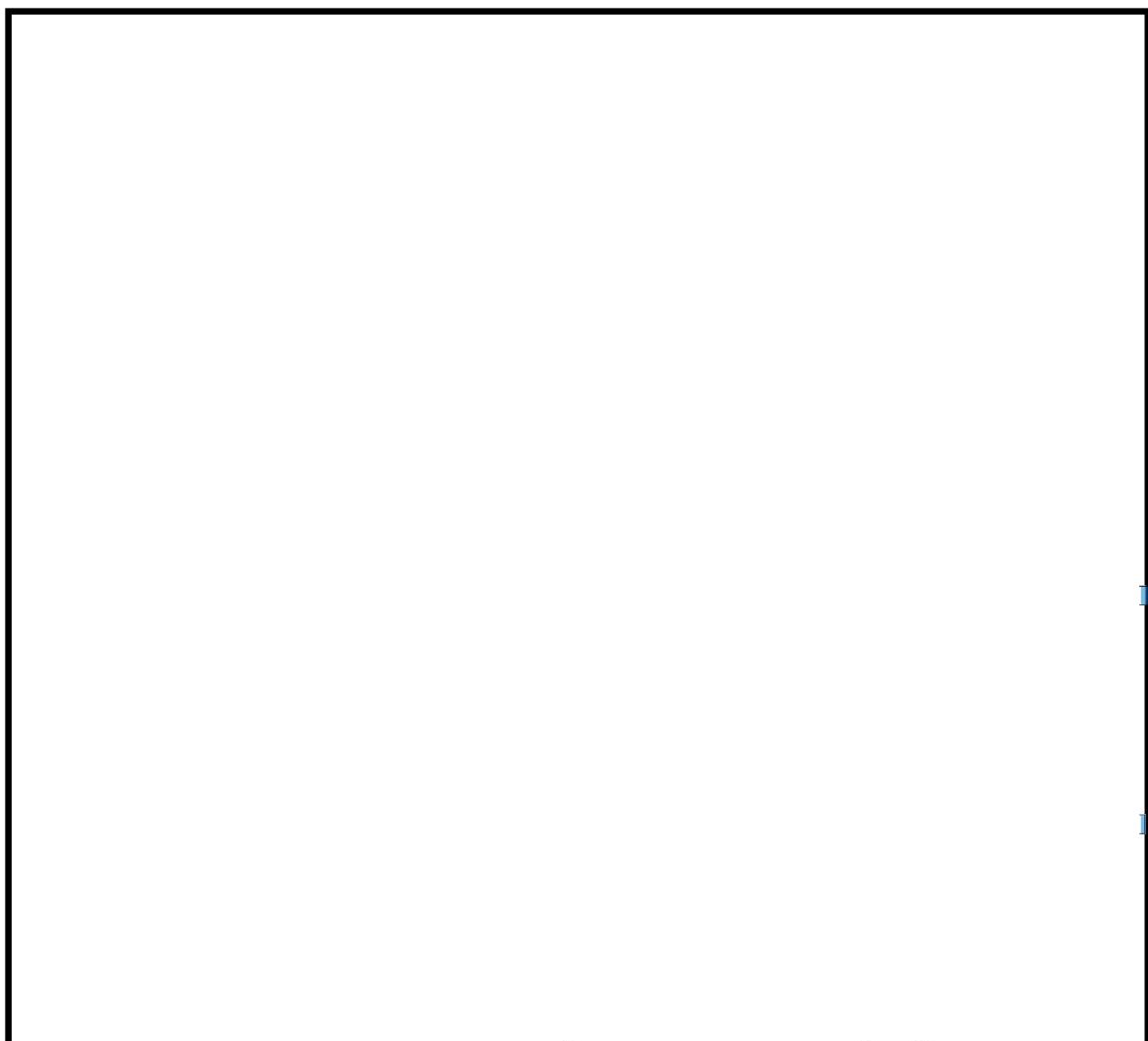
図1-2のフローに従い、机上検討をもとに、上位クラス施設及び上位クラス施設の間接支持構造物である建屋に対して、建屋の相対変位により波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出した。

(3) 施設の損傷、転倒及び落下等による影響

図1-3のフローに従い、机上検討及び現地調査をもとに、上位クラス施設及び上位クラス施設の間接支持構造物である建物・構築物に対して、損傷、転倒及び落下等により影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出した。

2.1.2 抽出結果

机上検討及び現地調査の結果、抽出された評価対象下位クラス施設を図2-1及び表2-1に示す。



: 上位クラス施設

: 波及的影響を及ぼす可能性のある
下位クラス施設

図 2-1 屋外上位クラス施設へ波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設

表 2-1 屋外上位クラス建屋へ波及影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設

屋外上位 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	波及的影響のおそれ (○あり, × : なし)			備考
		不等沈下	相対変位	損傷・転倒 ・落下	
原子炉建屋	タービン建屋	×	○	×	—
	サービス建屋	×	○	×	—
	廃棄物処理増強建屋	×	×	○	—
	ベーラ建屋	○	○	○	—
	サンプルタンク室	×	○	○	—
	ヘパフィルター室	○	○	○	—
	大物搬入口	×	○	○	—
	連絡通路(南側)	×	×	○	—

3. 影響評価結果

3.1 屋外施設の評価結果

2.1で抽出した下位クラス施設による上位クラス施設への波及的影響の評価結果を表3-1～表3-3に示す。

表 3-1 屋外施設の評価結果（地盤の不等沈下による影響）

屋外上位 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	評価結果	備考
原子炉建屋	タービン建屋	原子炉建屋と連続した岩盤にケーソン及び杭を介して直接支持されていることから不等沈下は生じない。	本資料 別紙1 参照
	サービス建屋	原子炉建屋と連続した岩盤に杭を介して直接支持されていることから不等沈下は生じない。	
	廃棄物処理増強建屋	岩盤に人工岩盤を介して支持されていることから不等沈下は生じない。	—
	ベーラ建屋	原子炉建屋に対して建屋の規模は小さく軽量であることから、倒壊により原子炉建屋に衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはない。	本資料 別紙1 及び別紙3 参照
	サンプルタンク室	原子炉建屋と連続した岩盤に杭を介して直接支持されていることから不等沈下は生じない。	
	ヘパフィルター室	原子炉建屋と連続した岩盤に杭を介して直接支持されていることから不等沈下は生じない。	本資料 別紙1 参照
	大物搬入口建屋	原子炉建屋と連続した岩盤に杭を介して直接支持されていることから不等沈下は生じない。	
	連絡通路(南側)	原子炉建屋に対して建屋の規模は小さく軽量であることから、倒壊により原子炉建屋に衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはない。	本資料 別紙1 及び別紙3 参照

表 3-2 屋外施設の評価結果（建屋の相対変位による影響）

屋外上位 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	評価結果	備考
原子炉建屋	タービン建屋	基準地震動 S_s に対する地震応答解析により、接触しないことを確認した。	工認添付資料 V-2-11-2-11 参照
	サービス建屋	基準地震動 S_s に対する地震応答解析により、接触しないことを確認した。	工認添付資料 V-2-11-2-12 参照
	廃棄物処理増強建屋	廃棄物処理増強建屋と原子炉建屋は 8 m 以上の離隔があり、廃棄物処理増強建屋が倒壊しなければ接触することはない。	本資料 別紙 2 参照
	ベーラ建屋	ベーラ建屋と原子炉建屋の最小離隔は 25 mm (エキスパンションジョイント部) であり、建屋間相対変位によって建屋同士が衝突する可能性があるが、ベーラ建屋は原子炉建屋に対して建屋の規模が小さく軽量であることから、原子炉建屋と衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはない。	本資料 別紙 3 参照
	大物搬入口建屋	大物搬入口建屋と原子炉建屋の最小離隔は 100 mm であり、建屋間相対変位によって建屋同士が衝突する可能性があるが、大物搬入口建屋は原子炉建屋に対して建屋の規模が小さく軽量であることから、原子炉建屋と衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはない。	
	連絡通路(南側)	連絡通路(南側)と原子炉建屋の最小離隔は 50 mm であり、建屋間相対変位によって建屋同士が衝突する可能性があるが、連絡通路(南側)は原子炉建屋に対して建屋の規模が小さく軽量であることから、原子炉建屋と衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはない。	

表 3-3 屋外施設の評価結果（損傷、転倒及び落下等による影響）

屋外上位 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	評価結果	備考
原子炉建屋	タービン建屋	基準地震動 S_s に対する地震応答解析により、建屋が倒壊に至らないことを確認した。	工認添付資料 V-2-11-2-11 参照
	サービス建屋	基準地震動 S_s に対する地震応答解析により、建屋が倒壊に至らないことを確認した。	工認添付資料 V-2-11-2-12 参照
	廃棄物処理増強建屋	基準地震動 S_s に対する地震応答解析により、建屋が倒壊に至らないことを確認した。	本資料 別紙 2 参照
	ベーラ建屋	原子炉建屋に対して建屋の規模は小さく軽量であることから、倒壊により原子炉建屋に衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはない。	本資料 別紙 3 参照
	サンプルタンク室	原子炉建屋に対して建屋の規模は小さく軽量であることから、倒壊により原子炉建屋に衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはない。	
	ヘパフィルター室	原子炉建屋に対して建屋の規模は小さく軽量であることから、倒壊により原子炉建屋に衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはない。	
	大物搬入口建屋	原子炉建屋に対して建屋の規模は小さく軽量であることから、倒壊により原子炉建屋に衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはない。	
	連絡通路(南側)	原子炉建屋に対して建屋の規模は小さく軽量であることから、倒壊により原子炉建屋に衝突したとしても影響は軽微であり、建屋の耐震性を損なうことはない。	

4. まとめ

東海第二発電所における上位クラス施設への下位クラス施設の波及的影響について、別記 2 に記載された事項を踏まえ、考慮すべき事象を検討した上で、発電所敷地全体を俯瞰した調査・検討を実施し、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設等を抽出した。

抽出した下位クラス施設について、影響評価を実施した結果、上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすことはないことを確認した。

別紙1 上位クラス施設に隣接する下位クラス施設の設置状況について

1. 概要

本資料では、上位クラス施設に隣接する下位クラス施設の支持地盤の状況及び原子炉建屋との離隔距離について確認を行う。

(1) タービン建屋

タービン建屋と原子炉耐建屋との関係を図 1-1 に示す。

タービン建屋の平面規模は、NS 方向で約 70 m, EW 方向で約 105 m であり、最高屋根面 (EL. + 40.45 m) の地表面 (EL. +8.00 m) からの高さは 32.45 m である。

タービン建屋は、地上 2 階、地下 1 階建で、3 層の主要な床面を有する鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の構造物である。

本建屋の基礎は、厚さ約 1.9 m の基礎スラブで場所打ちコンクリート杭及びケーソンを介して、砂質泥岩である久米層に支持される。

(2) サービス建屋

サービス建屋と原子炉建屋との関係を図 1-2 に示す。

サービス建屋は、発電所建設時に設置した部分（以下「既設部」という。）及び、その後に増設した部分（以下「増設部」という。）で構成され、既設部及び増設部並びに原子炉建屋は、それぞれ構造的に独立した建物である。

サービス建屋の平面規模は NS 方向で約 40 m, EW 方向で約 20 m であり、最高屋根面 (EL.) の地表面からの高さは m である。

サービス建屋は、地上 4 層の主要な床面を有する鉄筋コンクリート造のラーメン構造である。

サービス建屋の基礎は、厚さ約 1.2 m の基礎スラブで場所打ちコンクリート杭を用いた杭基礎となっており、砂質泥岩である久米層に支持される。

(3) ベーラ建屋

ベーラ建屋と原子炉建屋との関係を図 1-3 に示す。

ベーラ建屋は、原子炉建屋の東側に位置し、原子炉建屋外周に設けられた S.W. パイプトレーニチ上部とエキスパンションジョイントにより構造的に独立したベーラ建屋が一体的に利用されている。

S.W. パイプトレーニチの一部は原子炉建屋基礎スラブから立上るコンクリート基礎で支持され、ベーラ建屋は、 500ϕ , L=12.0m の PC 杭で支持されている。

なお、ベーラ建屋の 1 階床下には S.W. パイプが通っているが床下が埋め戻されているか不明である。

(4) サンプルタンク室

サンプルタンク室と原子炉建屋との関係を図 1-4 に示す。

サンプルタンク室は、原子炉建屋の東側に位置している。サンプルタンク室と原子炉建屋の外間距離は 2450mm, S.W. パイプトレーニチとの距離は 450mm である。また、原子炉建屋 2F と接続

し、自重の一部を負担する渡り廊下がある。原子炉建屋側にすべり面をもつエキスパンションジョイントのすべり面外縁と原子炉建屋外面との距離は 150mm である。

サンプルタンク室は、 355.6ϕ ， $L=25.0m$ の鋼管杭で支持されている。

(5) ヘパフィルター室

ヘパフィルター室と原子炉建屋との関係を図 1-5 に示す。

ヘパフィルター室は、原子炉建屋の東側に位置しており、壁構造の建屋の約半分が地下に埋まっている。ヘパフィルター室外壁面から原子炉建屋外壁面までの距離は 3500mm で、S.W.パイプトレンチまでの距離は 1500mm である。

ヘパフィルター室は、 350ϕ ， $L=20.0m$ の PC 杭で支持されている。

(6) 大物搬入口建屋

大物搬入口建屋と原子炉建屋との関係を図 1-6 に示す。

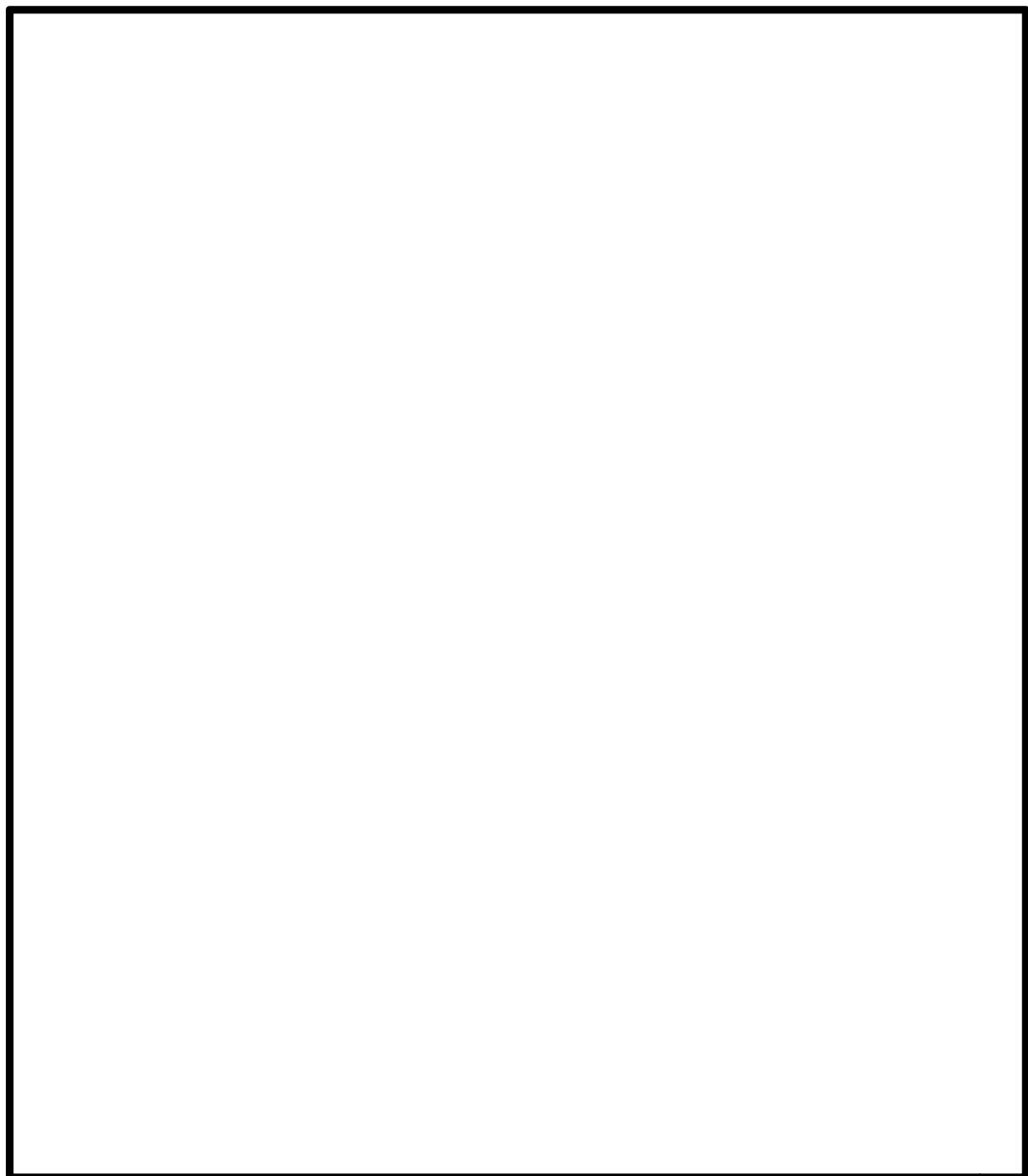
大物搬入口建屋は、原子炉建屋の南側に位置している。基礎の一部が原子炉建屋の S.W.パイプトレンチの上部にのり、基礎と原子炉建屋の外壁とのギャップは 50mm である。上屋では、露出柱脚の柱面と原子炉建屋の外壁とのギャップは 100mm である。

大物搬入口建屋は、 600ϕ ， $L=19.0m \sim 25m$ の鋼管杭で支持されている。

(7) 連絡通路（南側）

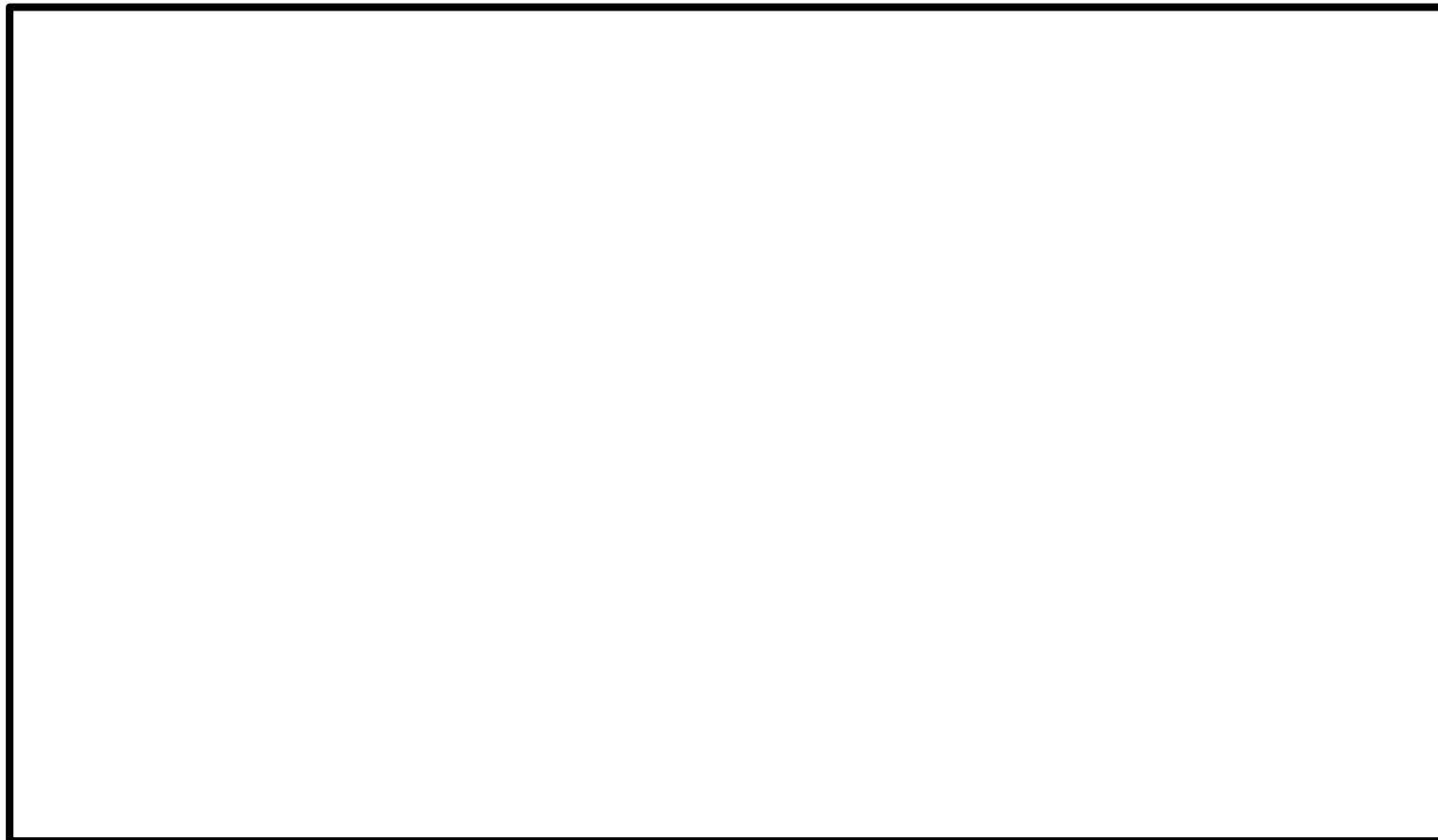
連絡通路と原子炉建屋との関係を図 1-7 に示す。

連絡通路（東側/2F）は、原子炉建屋とケミカルアンカーで連結しており、建屋間距離はゼロである。また、連絡通路（南側/1F）と原子炉建屋のギャップは 50mm である。



(a) 平面図

図 1-1 タービン建屋と原子炉建屋の位置関係 (1/2)

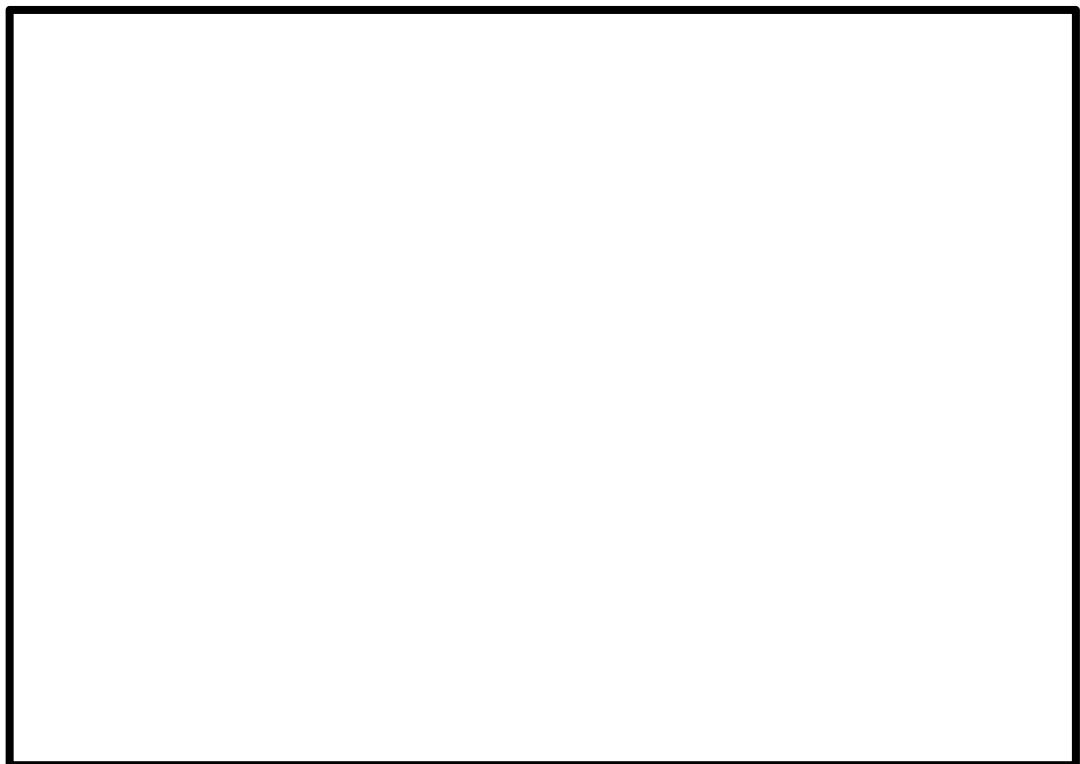


(b) NS 方向断面図

図 1-1 タービン建屋と原子炉建屋の位置関係 (2/2)



(a) 平面図



(b) EW 方向断面図

図 1-2 サービス建屋と原子炉建屋の位置関係

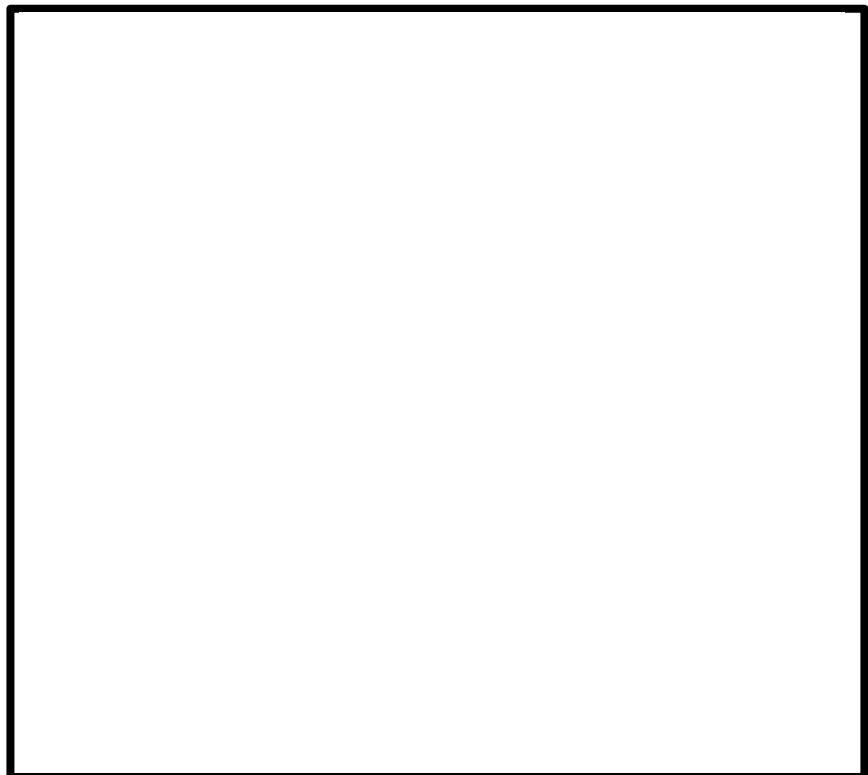


(a) 平面図



(b) EW 方向断面図

図 1-3 ベーラ建屋と原子炉建屋の位置関係

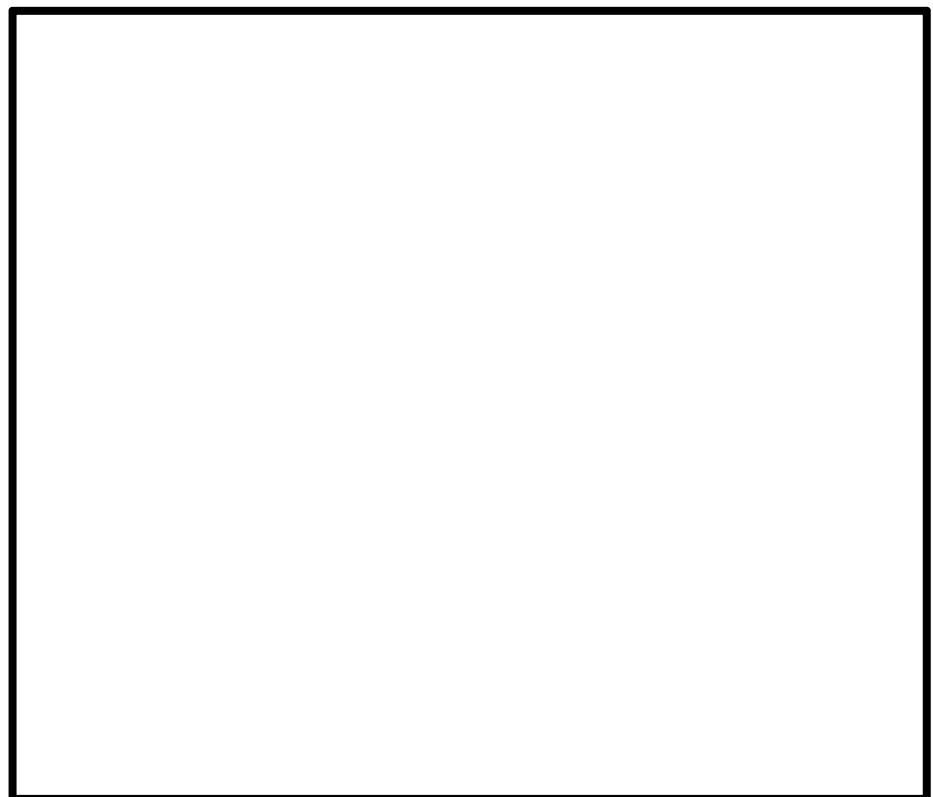


(a) 平面図



(b) EW 方向断面図

図 1-4 サンプルタンク室と原子炉建屋の位置関係



(a) 平面図



(b) 断面図

図 1-5 ヘパフィルター室と原子炉建屋の位置関係



(a) 平面図



(b) 断面図

図 1-6 大物搬入口建屋と原子炉建屋の位置関係



(a) 平面図

図 1-7 連絡通路（南側）と原子炉建屋の位置関係

別紙2 廃棄物処理増強建屋の原子炉建屋に対する波及的影響評価

目次

1. 概要.....	1
2. 基本方針.....	2
2.1 位置.....	2
2.2 構造概要.....	3
2.3 評価方針.....	6
2.4 適用規格・基準等.....	8
3. 評価方法.....	9
3.1 評価対象部位及び評価方針	9
3.2 入力地震動	9
3.3 荷重及び荷重の組合せ	18
3.4 許容限界	20
3.5 解析方法	21
3.6 評価方法	51
4. 評価結果.....	52
4.1 構造物全体としての変形性能の評価結果	52
4.2 原子炉建屋への影響の評価結果	61

1. 概要

本資料は、資料V-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、廃棄物処理増強建屋が上位クラス施設である原子炉建屋、非常用ガス処理系配管等に対して波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。その波及的影響の評価は、廃棄物処理増強建屋の損傷、転倒及び落下等による影響がないことを確認するために、下位クラス施設である廃棄物処理増強建屋の構造物全体としての変形性能の評価を行う。

2. 基本方針

2.1 位置

廃棄物処理増強建屋の設置位置を図 2-1 に示す。

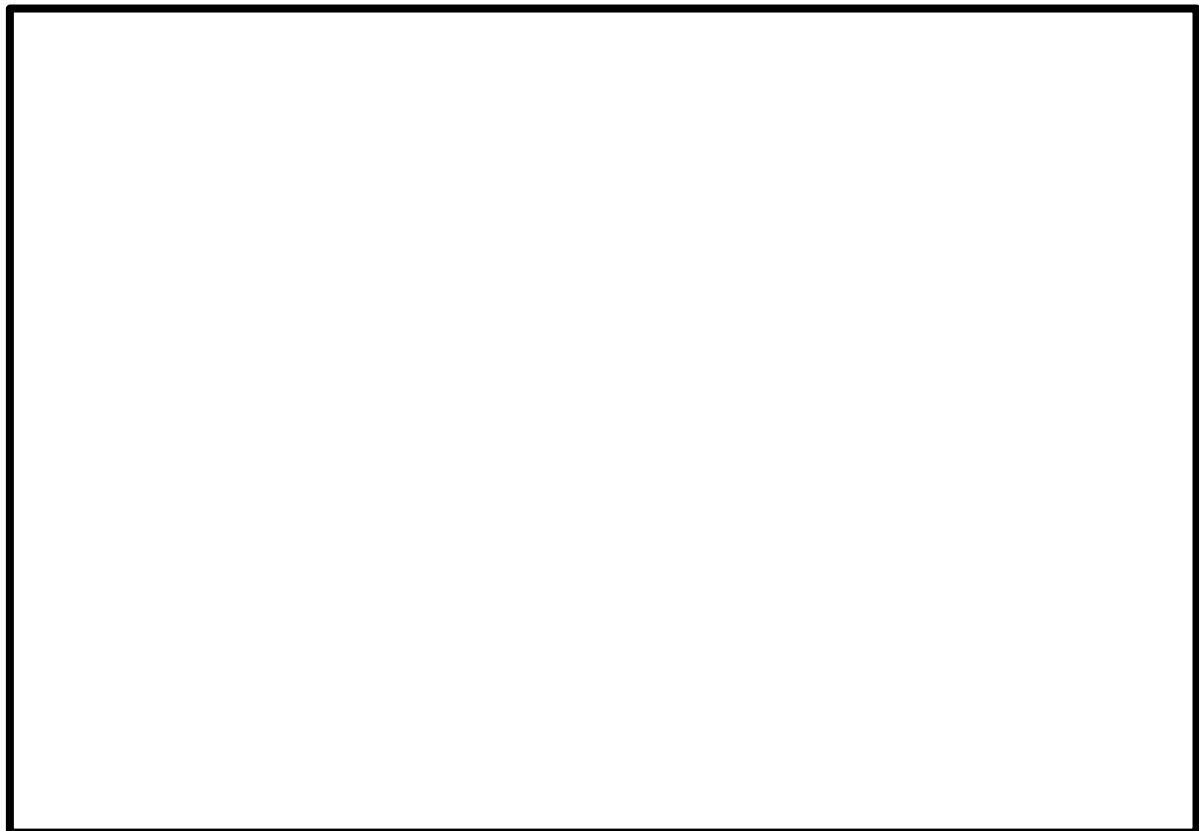


図 2-1 廃棄物処理増強建屋の設置位置

2.2 構造概要

廃棄物処理増強建屋は、原子炉建屋の南東側、排気塔の南側に設置されている建物である。廃棄物処理増強建屋及び原子炉建屋の概略平面図を図2-2に、廃棄物処理増強建屋の概略断面図を図2-3に示す。建屋配置図を図2-4に示す。原子炉建屋と廃棄物処理増強処理建屋とは、8m以上離れている。

廃棄物処理増強建屋の平面規模は、NS方向で約70.5m、EW方向で約42.5mであり、最高屋根面（EL.+39.80m）の基礎底面（EL.-13.20m）からの高さは、53.9mである。

廃棄物処理増強建屋は、地上4階、地下3階建の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨造）の構造物である。建屋架構は外壁と内壁及びフレーム部分で構成されている。1階にはサイトバンカーがあり、一部に大空間を有する。

廃棄物処理増強建屋の基礎は、厚さ約2.5mの基礎スラブで、支持地盤である砂質泥岩上に人工岩盤を介して設置されている。

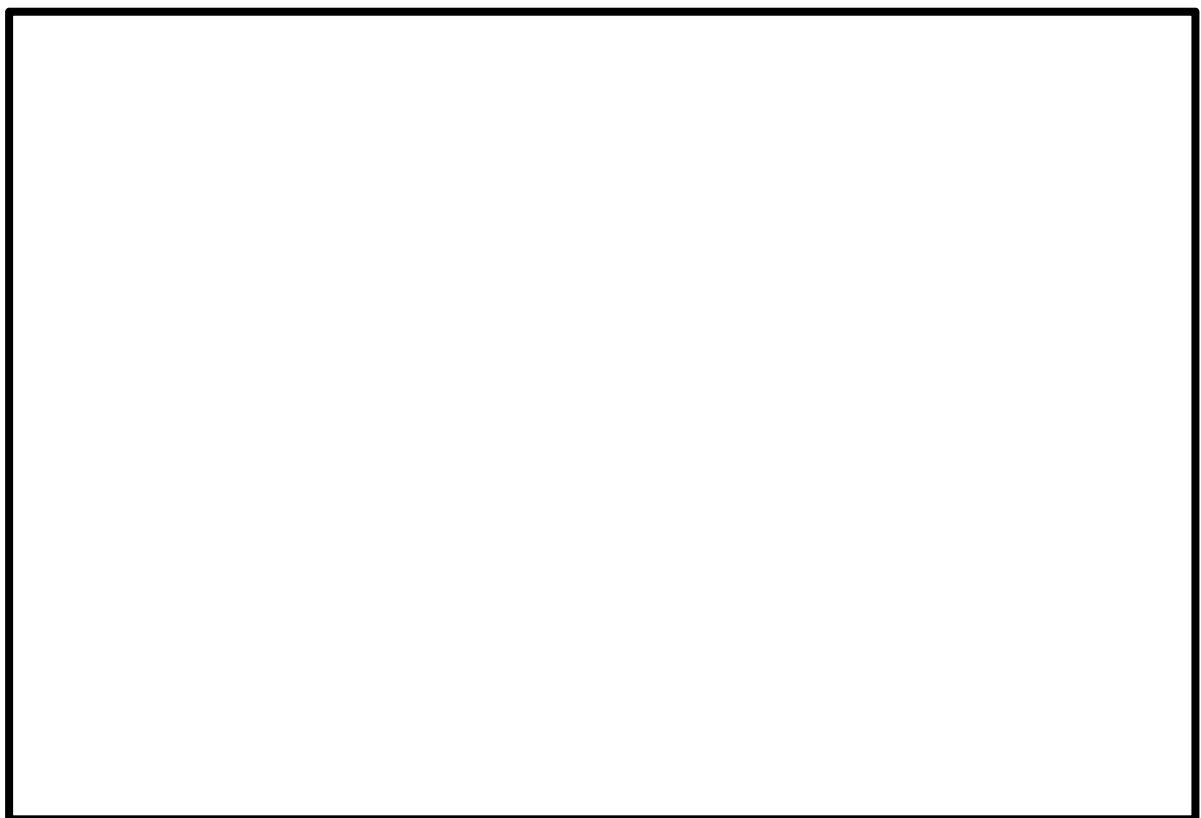


図 2-2 廃棄物処理増強建屋概略平面図



(NS 方向, A-A 断面)

図 2-3 廃棄物処理増強建屋の概略断面図

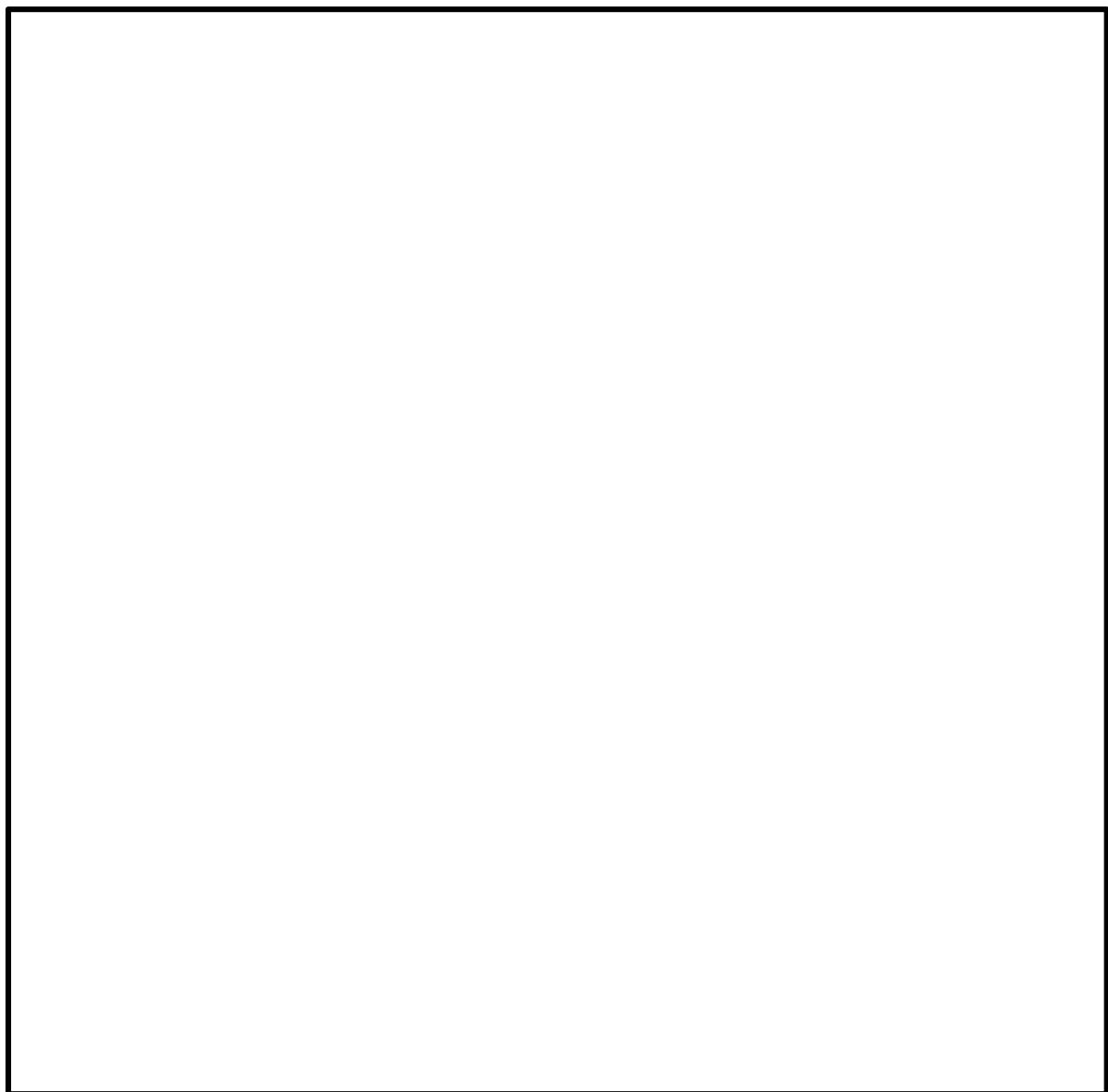


図 2-4 建屋配置図

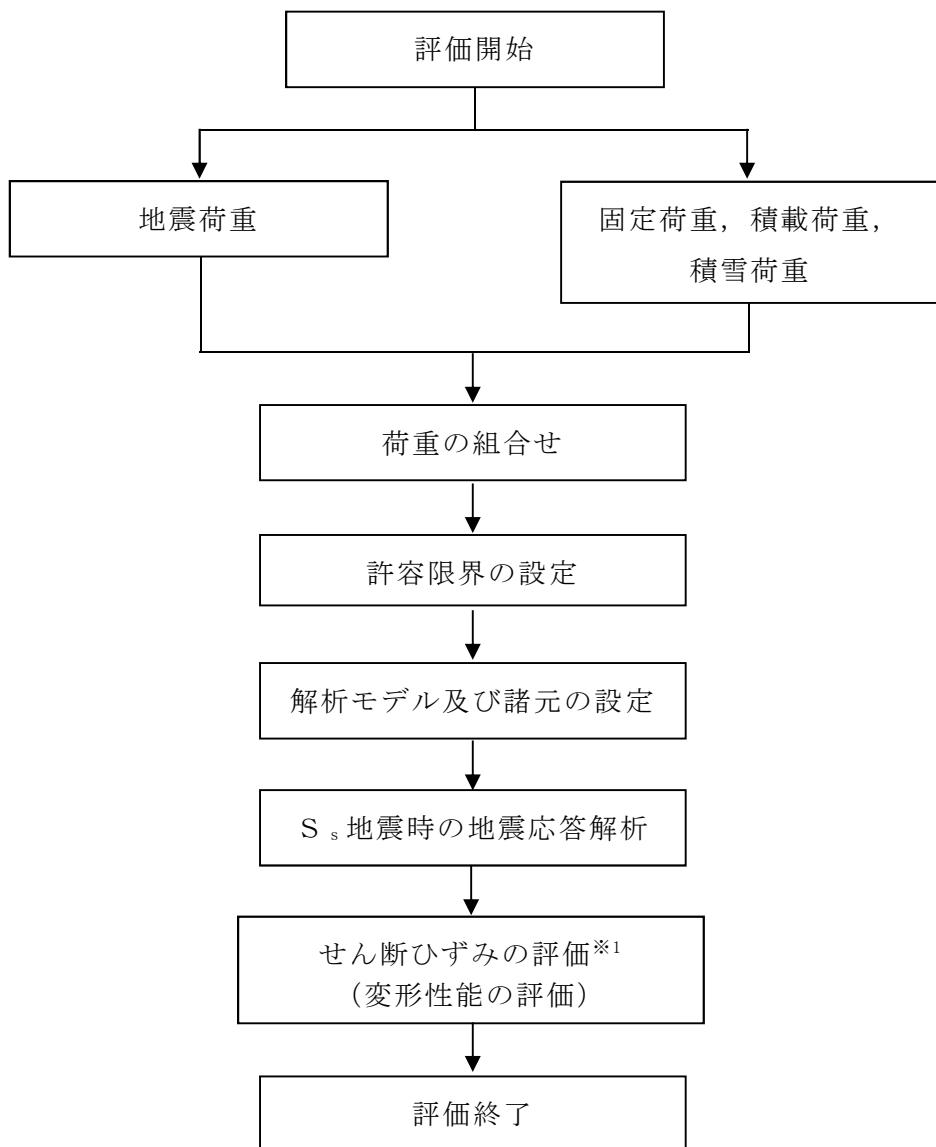
2.3 評価方針

廃棄物処理増強建屋は、原子炉建屋と同じ運転状態を想定することから、設計基準対象施設及び重大事故等対処施設に対する波及的影響の評価を行う。

廃棄物処理増強建屋の設計基準対象施設に対する波及的影響評価においては、基準地震動 S_s に対する評価（以下「 S_s 地震時に対する評価」という。）を行うこととする。廃棄物処理増強建屋の波及的影響評価は、資料 V-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、地震応答解析による評価において、せん断ひずみの評価及び相対変位の評価を行う。廃棄物処理増強建屋は原子炉建屋と 8m 以上離れており、廃棄物処理増強建屋が倒壊しない限り衝突・接触することはない。評価にあたっては、地盤物性のばらつきを考慮する。

また、重大事故等対処施設に対する波及的影響評価においては、 S_s 地震時に対する評価を行う。ここで、廃棄物処理増強建屋では、設計基準事故時及び重大事故等時の状態における圧力、温度等の条件に有意な差異がないことから、重大事故等対処施設に対する波及的影響評価は、設計基準対象施設に対する波及的影響評価と同一となる。

図 2-5 に波及的影響の評価フローを示す。



※1：地盤物性のばらつきを考慮する。

図 2-5 廃棄物処理増強建屋の波及的影響の評価フロー

2.4 適用規格・基準等

廃棄物処理増強建屋の波及的影響の評価を行う際に適用する規格、基準等を以下に示す。

- ・ 建築基準法・同施行令
- ・ 鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説－許容応力度設計法－（日本建築学会、1999）
- ・ 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) (以下「J E A G 4 6 0 1－1987」という。)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力度編 J E A G 4 6 0 1－補－1984 ((社) 日本電気協会)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1－1991 追補版 ((社) 日本電気協会) (以下「J E A G 4 6 0 1－1991 追補版」という。)

3. 評価方法

3.1 評価対象部位及び評価方針

廃棄物処理増強建屋の評価対象部位は、耐震壁とし、以下の方針に基づき検討を行う。

S_s 地震時に対する評価は、建屋全体について質点系モデルを用いた弾塑性時刻歴応答解析によることとし、地震力と地震力以外の荷重の組合せの結果、材料物性のばらつきを考慮した最大せん断ひずみが、「J E A G 4 6 0 1 - 1987」に基づき設定した許容限界を超えないことにより、廃棄物処理増強建屋が倒壊しないことを確認する。

3.2 入力地震動

廃棄物処理増強建屋の地震応答解析に用いる入力地震動は、資料 V-2-1-2 「基準地震動 S_s 及び弹性設計用地震動 S_d の策定概要」に示す基準地震動 S_s を基に、地盤条件を考慮し、地盤の地震応答解析により建屋下端位置及び側面地盤ばねレベルで算定する。入力地震動の算定には、解析コード「SHAKE ver. 1.6.9」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については「計算機プログラムの概要（解析コード）の概要・SHAKE」に示す。地盤物性を基本ケースとした場合の建屋下位置における入力地震動の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図 3-1 及び図 3-2 に示す。

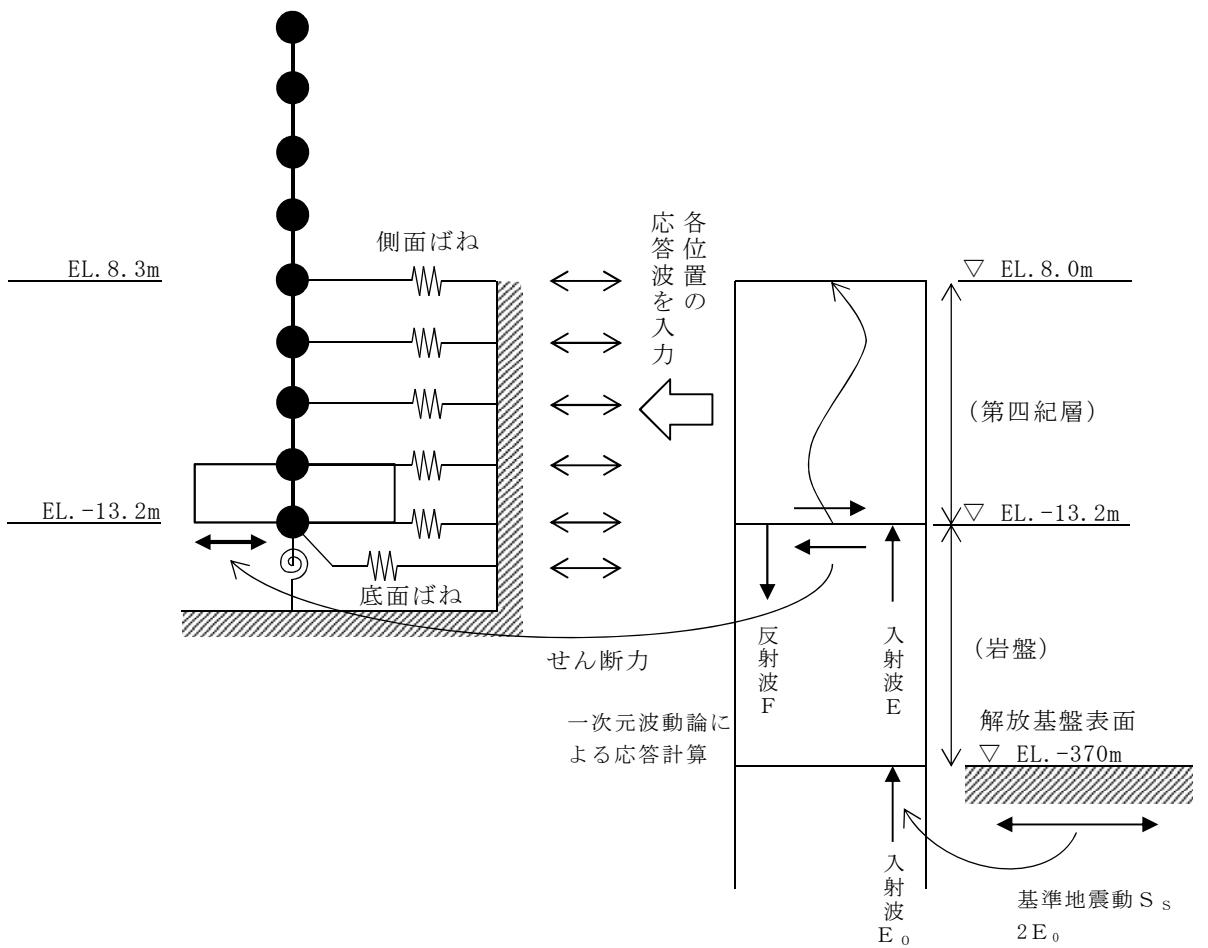
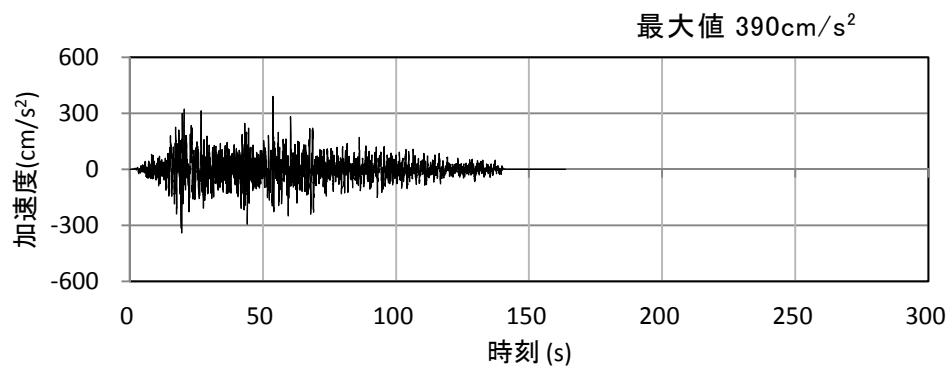
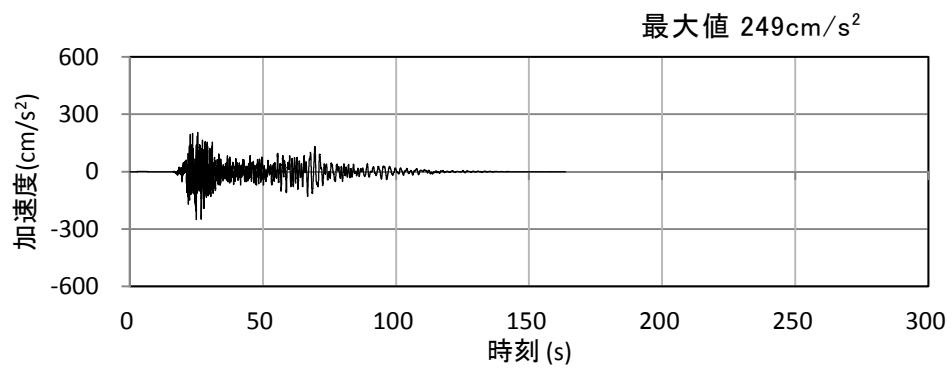


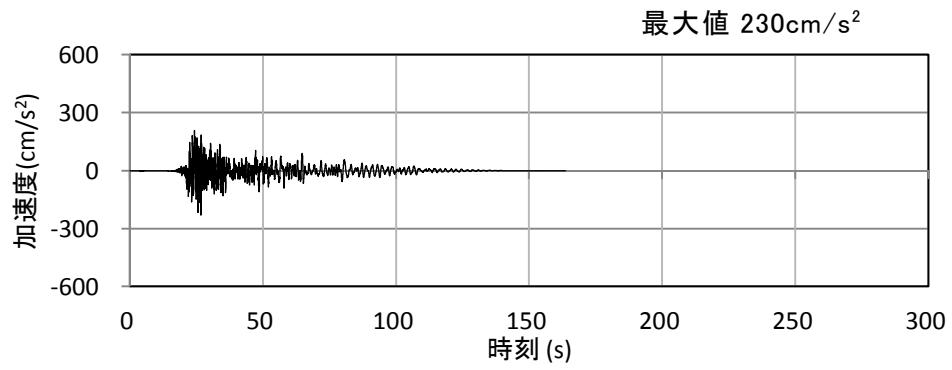
図 3-17 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図



(a) S_s-D1

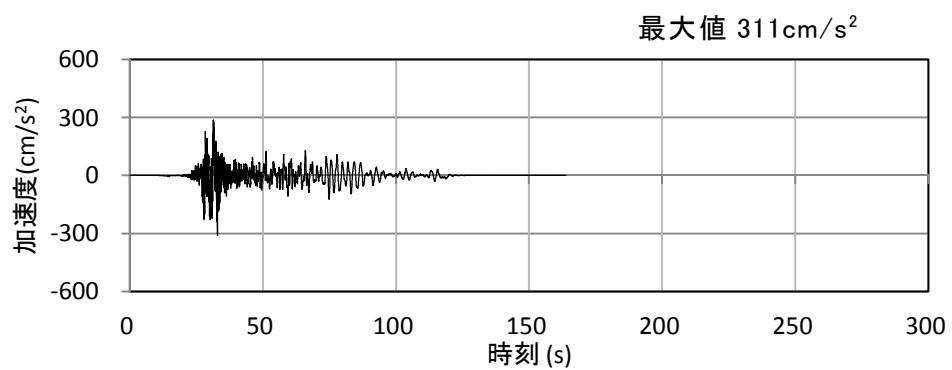


(b) S_s-11 NS

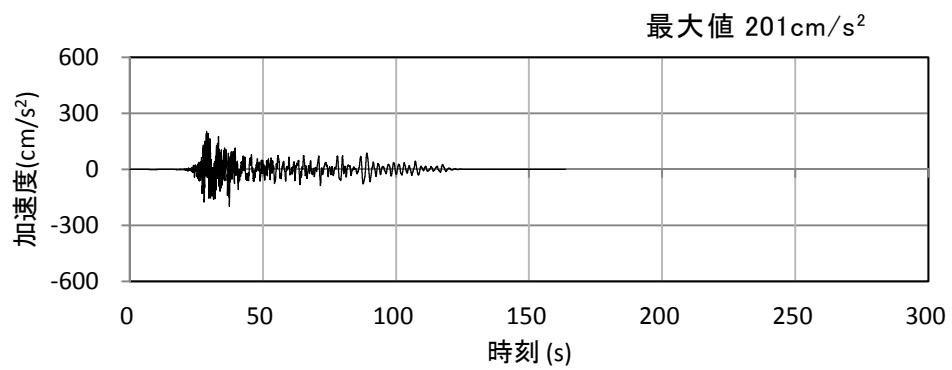


(c) S_s-11 EW

図 3-1 (1/6) 入力地震動の加速度時刻歴波形 (S_s, EL. -13.2m)

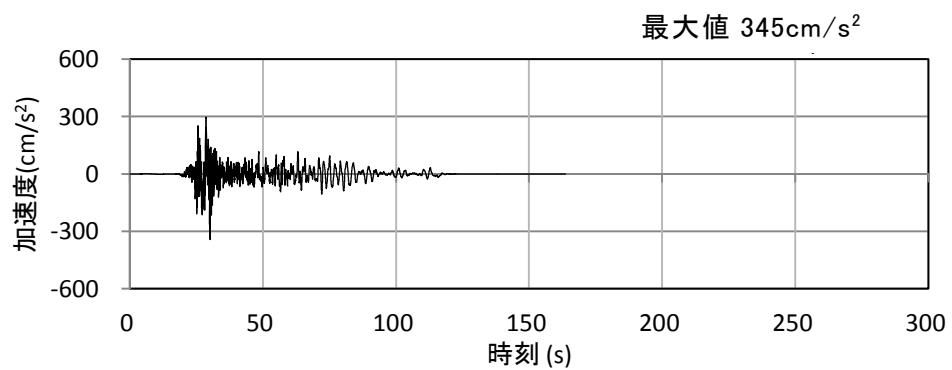


(a) S_{s-12} NS

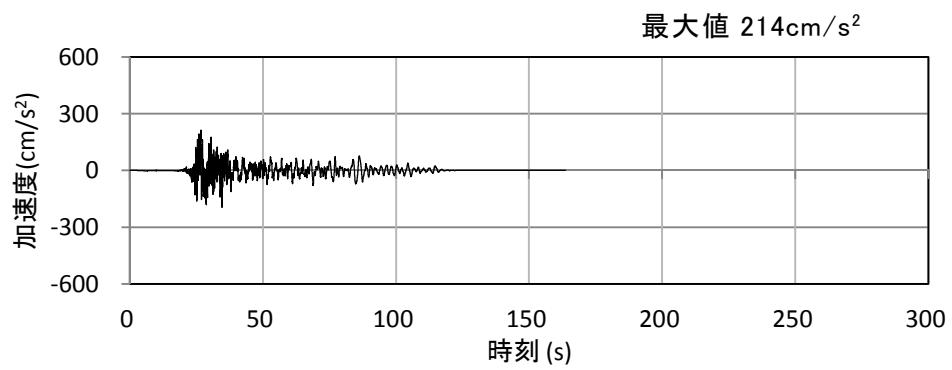


(b) S_{s-12} EW

図 3-1 (2/6) 入力地震動の加速度時刻歴波形 (S_s, EL. -13.2m)

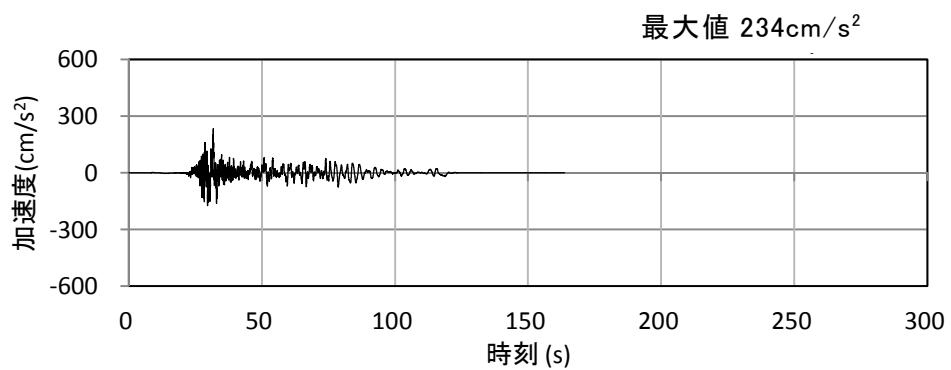


(a) S_s-13 NS

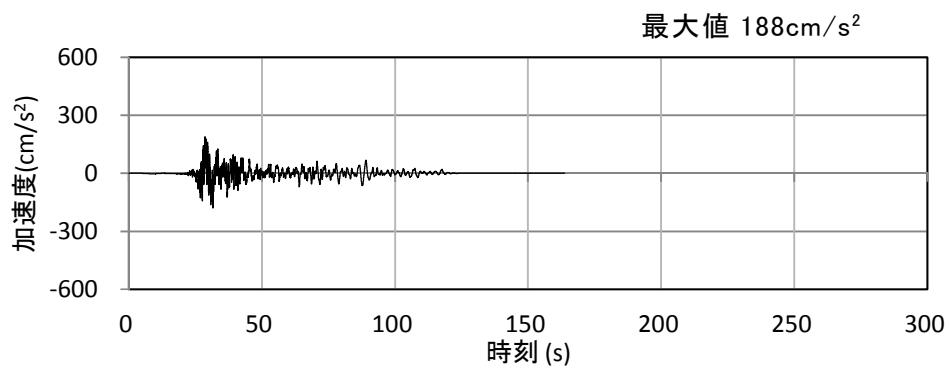


(b) S_s-13 EW

図 3-1 (3/6) 入力地震動の加速度時刻歴波形 (S_s, EL. -13.2m)

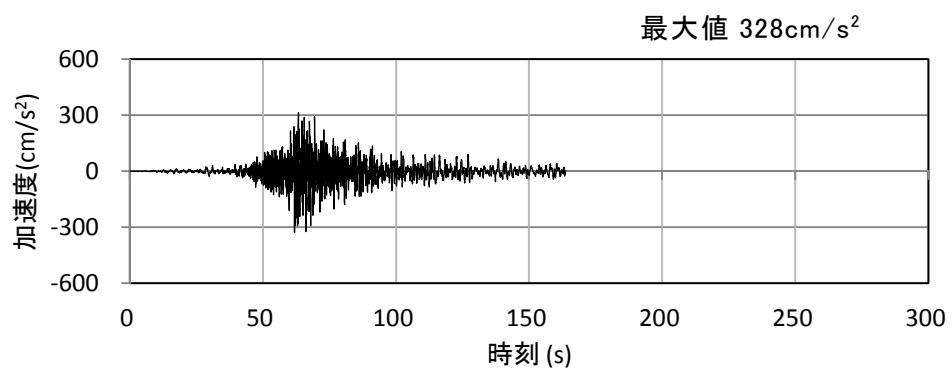


(a) S_{s-14} NS

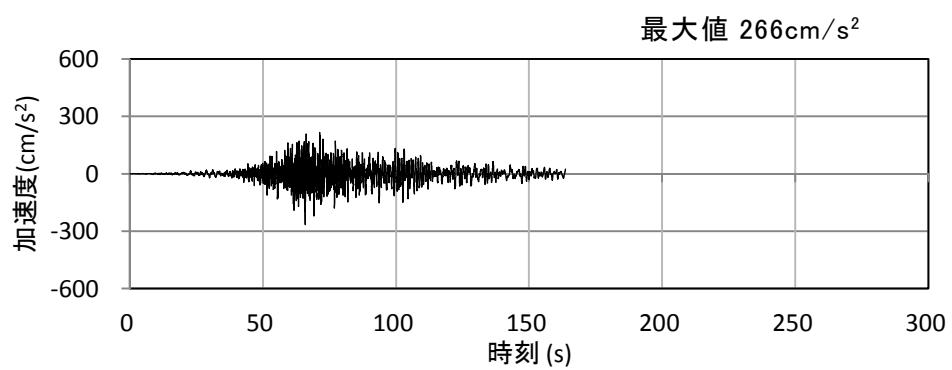


(b) S_{s-14} EW

図 3-1 (4/6) 入力地震動の加速度時刻歴波形 (S_s, EL. -13.2m)

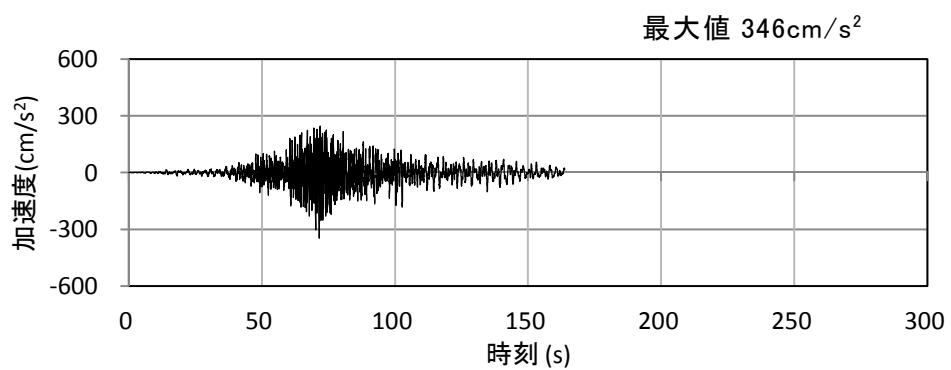


(a) S_{s-21} NS

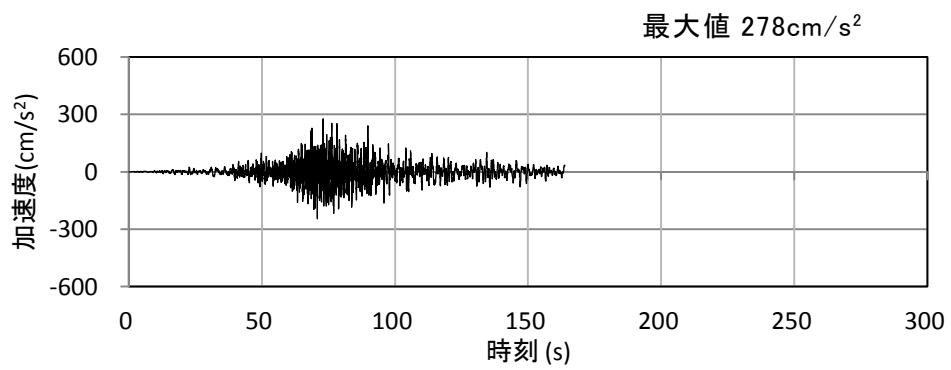


(b) S_{s-21} EW

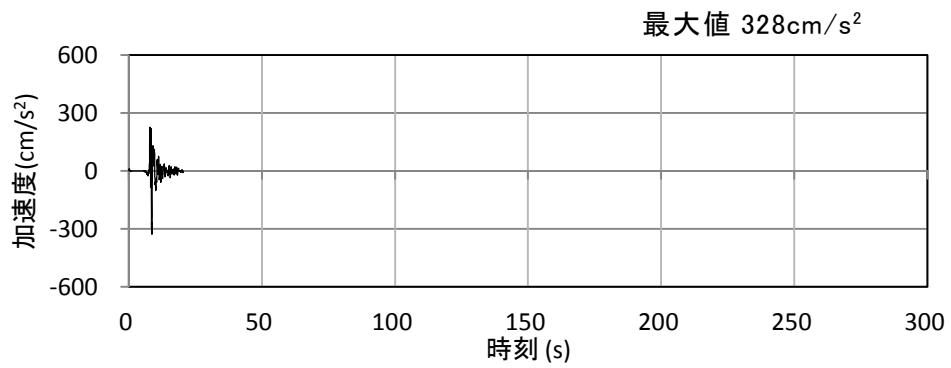
図 3-1 (5/6) 入力地震動の加速度時刻歴波形 (S_s, EL. -13.2m)



(a) S_s-22 NS

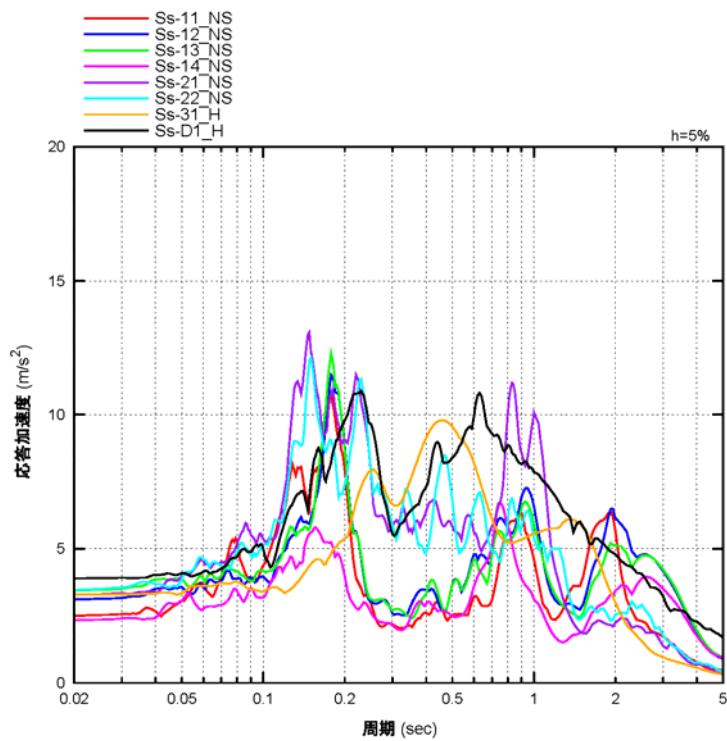


(b) S_s-22 EW

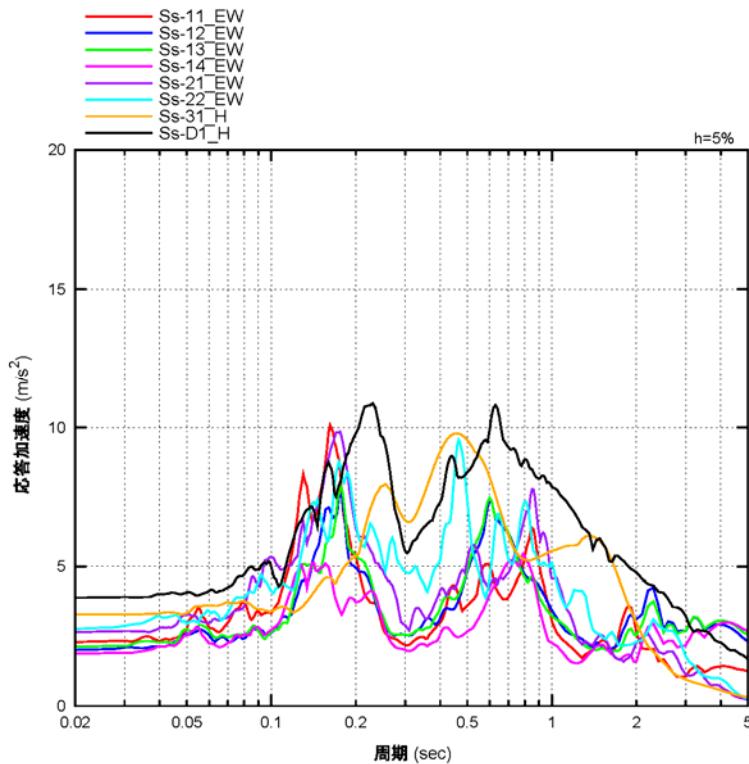


(c) S_s-31

図 3-1 (6/6) 入力地震動の加速度時刻歴波形 (S_s, EL. -13.2m)



(a) NS 方向



(b) EW 方向

図 3-2 入力地震動の加速度応答スペクトル (S_S, EL. -13.2m)

3.3 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」にて設定している荷重及び荷重の組合せを用いる。

3.3.1 荷重

(1) 固定荷重 (G), 積載荷重 (P)

廃棄物処理増強建屋の固定荷重 (G) 及び積載荷重 (P) を表 3-1 に示す。

表 3-1 固定荷重 (G) 及び積載荷重 (P) (屋根及び床)

部位	スラブ厚さ (m)	固定荷重 G (kN/m ²)	積載荷重 P (kN/m ²)
屋根	EL. + 39.80 m	0.25	6.2
床 (4F)	EL. + 31.80 m	0.5	12.3
床 (3F)	EL. + 23.30 m	0.5	12.3
床 (2F)	EL. + 15.80 m	0.5	12.3
床 (1F)	EL. + 8.30 m	0.5	12.3
床 (B1F)	EL. + 1.80 m	0.8	19.6
床 (B2F)	EL. - 7.70 m	0.5	12.3
床 (B3F)	EL. - 10.70 m	2.5	61.3
			7.8

(2) 積雪荷重 (S)

積雪荷重は、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に記載の地震力と積雪の組合せに基づき、表 3-2 のとおり設定する。ただし、積雪荷重は屋根面の積載荷重に含まれるものとする。

表 3-2 積雪荷重 (S)

荷重及び外力について想定する状態	積雪荷重
地震時荷重 (S _{s 地震時})	210 N/m ²

(3) 地震荷重 (K_S)

廃棄物処理増強建屋の地震応答解析に用いる入力地震動は、「3.2 入力地震動」に示す基準地震動 S_s を用いる。

3.3.2 荷重の組合せ

荷重の組合せは、資料V-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づき設定する。荷重組合せを表3-3に示す。

表3-3 荷重の組合せ

外力の状態	荷重組合せ
S _s 地震時	G + P + S _{地震時} + K _s

G : 固定荷重

P : 積載荷重

S_{地震時} : 積雪荷重

K_s : S_s 地震荷重

3.4 許容限界

廃棄物処理増強建屋の原子炉建屋に対する波及的影響評価における許容限界は、資料V-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」に記載の許容限界に基づき、表3-4及び表3-5のとおり設定する。

表3-4 波及的影響評価における許容限界
(設計基準対象施設に対する評価)

機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
原子炉建屋に波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S_s	耐震壁	最大せん断ひずみが波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3}

表3-5 波及的影響評価における許容限界
(重大事故等対処施設に対する評価)

機能設計上の性能目標	地震力	部位	機能維持のための考え方	許容限界(評価基準値)
原子炉建屋に波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S_s	耐震壁	最大せん断ひずみが波及的影響を及ぼさないための許容限界を超えないことを確認	最大せん断ひずみ 4.0×10^{-3}

3.5 解析方法

3.5.1 地震応答解析モデル

(1) 地震応答解析に用いる建屋モデルは、地盤との相互作用を考慮し、曲げ及びせん断剛性を考慮した質点系モデルとして、EW方向及びNS方向についてそれぞれ設定する。水平方向の地震応答解析モデルを図3-9に、解析モデルの諸元を表3-2に示す。

基礎底面の地盤ばね（水平ばね及び回転ばね）は、「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」により、成層補正を行ったのち、振動アドミッタンス理論に基づいて、スウェイ及びロッキングばね定数を近似法により評価する。基礎底面ばねの評価には解析コード「ADMITHF ver. 1.3.1」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「計算機プログラム（解析コード）の概要・ADMITHF」に示す。また、基礎底面の地盤ばねには、「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」にもとづいて、基礎浮き上がりの影響を考慮する。建屋埋め込み部分の側面地盤ばねのばね定数については、「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」に基づいてNovakの方法により設定する。建屋側面ばねの評価には解析コード「NOVAK ver. 1.3.3」を用いる。解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「計算機プログラム（解析コード）の概要・NOVAK」に示す。地盤ばねの算定に用いる地盤定数は地盤のひずみ依存特性を考慮して求めた等価物性値を用いる。初期地盤の物性値を表3-3に、ひずみ依存特性を図3-10～図3-13に示す。また、基準地震動 S_s に対する地盤定数を表3-4～表3-19に示す。また、地盤ばねの定数化の概要を図3-14に、地盤ばね定数及び減衰係数を表3-20～表3-35に示す。

地震応答解析では、一部の上部構造物においてその応答が構造要素の弾性限度を超えることが予想されるため、復元力特性を設定する。復元力特性については、「3.4.1 建物・構築物の復元力特性」に示す。

表 3-6 建物・構築物の物性値

建物・構築物	使用材料	ヤング係数 E (N/mm ²)	せん断 弾性係数 G (N/mm ²)	減衰定数 h (%)
廃棄物処理増 強建屋	鉄筋コンクリート コンクリート： $F_c = 22.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$ $(F_c = 225 \text{ (kgf/cm}^2\text{)})$ 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.21×10^4	9.21×10^3	5

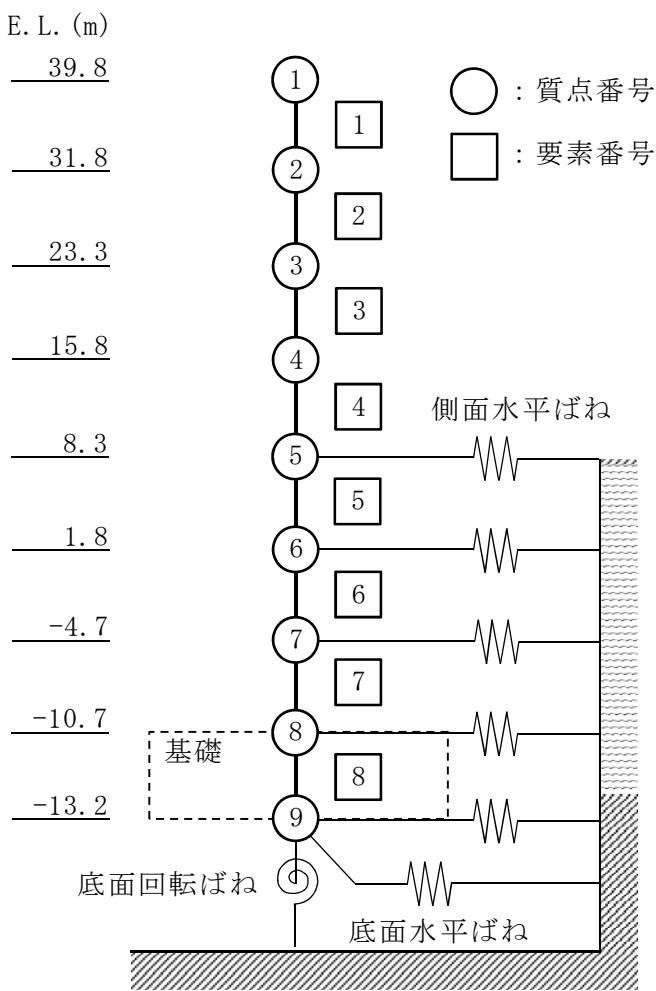
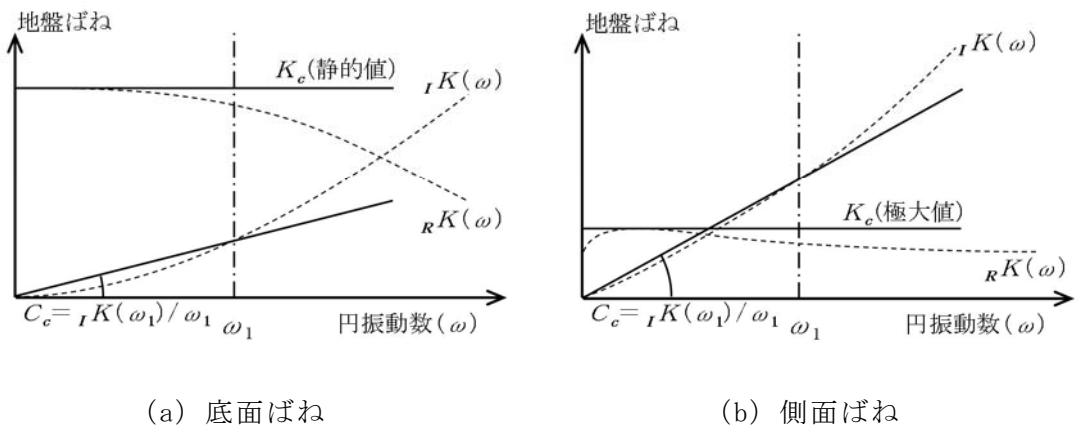


図 3-1 地震応答解析モデル（水平方向）

表 3-7 地震応答解析モデル諸元（水平方向）

質点番号	高さ m E. L.	質点重量 kN W	回転慣性重量 $\times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2$		要素番号	高さ m E. L.	せん断断面積 m^2		断面 2 次モーメント m^4	
			I_{gNS}	I_{gEW}			A_{sNS}	A_{sEW}	I_{NS}	I_{EW}
1	39.8	52890	8.0	8.3	1	39.8	53.6	53.5	11300	17100
2	31.8	106980	16.2	33.8	2	31.8	123	99.9	32100	62200
3	23.3	111920	16.9	35.4	3	23.3	141	149	53100	69600
4	15.8	158300	24.0	50.0	4	15.8	179	187	55200	96700
5	8.3	187250	28.4	59.2	5	8.3	243	231	84800	172000
6	1.8	182200	27.6	75.6	6	1.8	372	346	132000	263000
7	-4.7	148020	22.4	61.4	7	-4.7	407	378	140000	272000
8	-10.7	205290	31.1	85.2	8	-10.7	2996	2996	451000	1240000
9	-13.2	88150	13.3	36.6		-13.2				
10	-	-	-	-						
総重量		1241000								



ばね定数：底面ばねは 0 Hz, 側面ばねは理論解の極大値であるばね定数 K_c で定式化

減衰係数：地盤－建屋連成系の 1 次固有円振動数 ω_1 に対応する虚部の値と原点とを結ぶ直線の傾き C_c で定式化

図 3-2 地盤ばねの定数化の概要

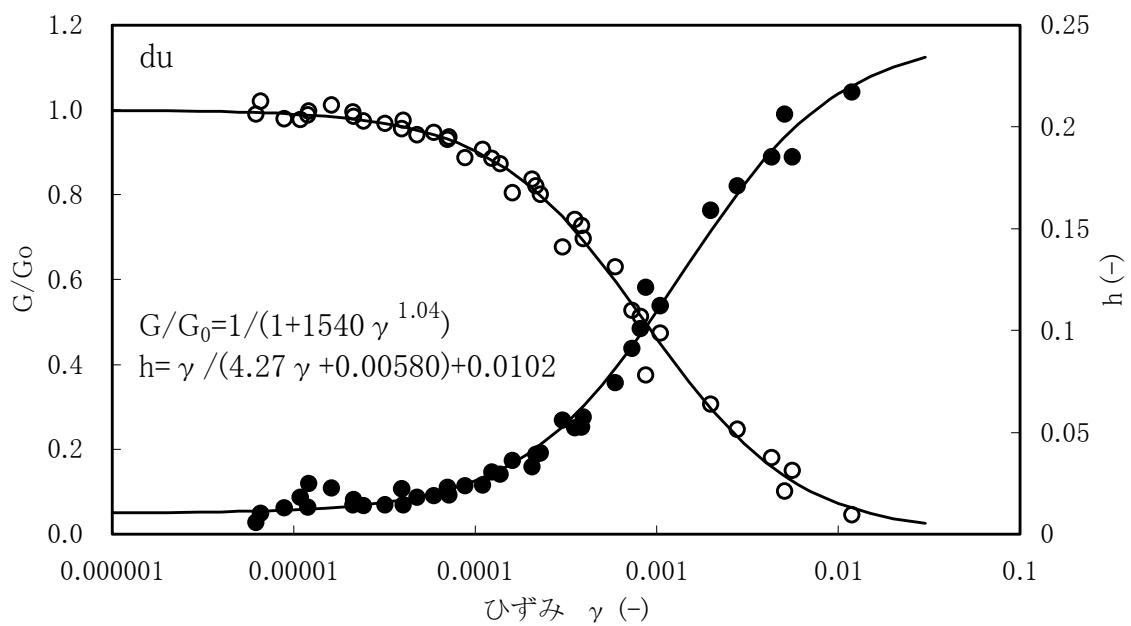


図 3-10 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (du 層)

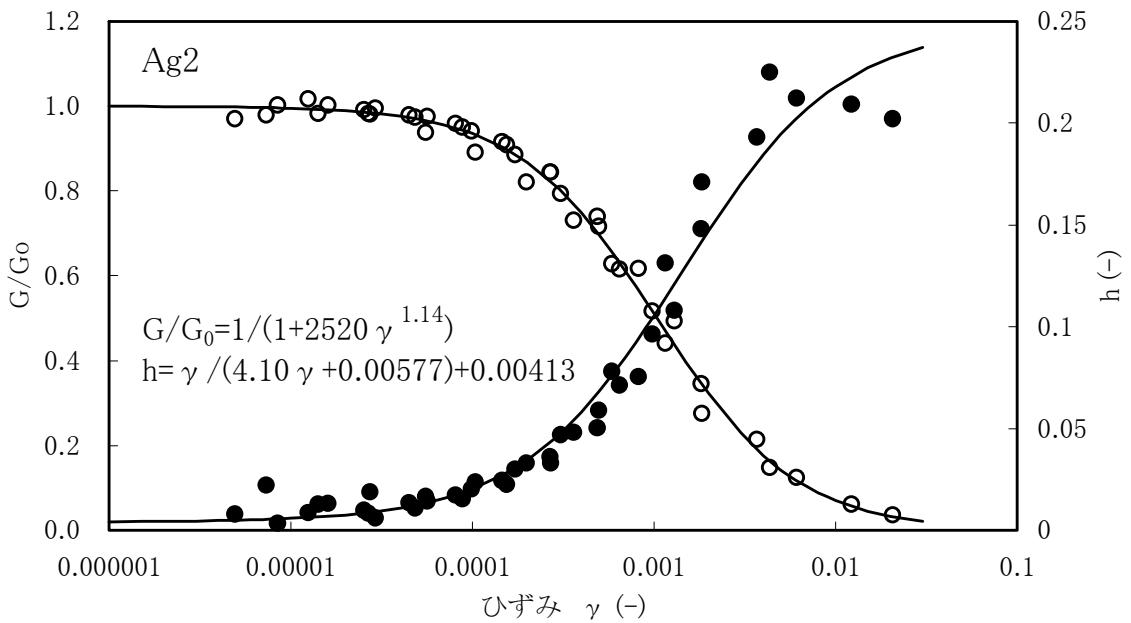


図 3-11 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (Ag2 層)

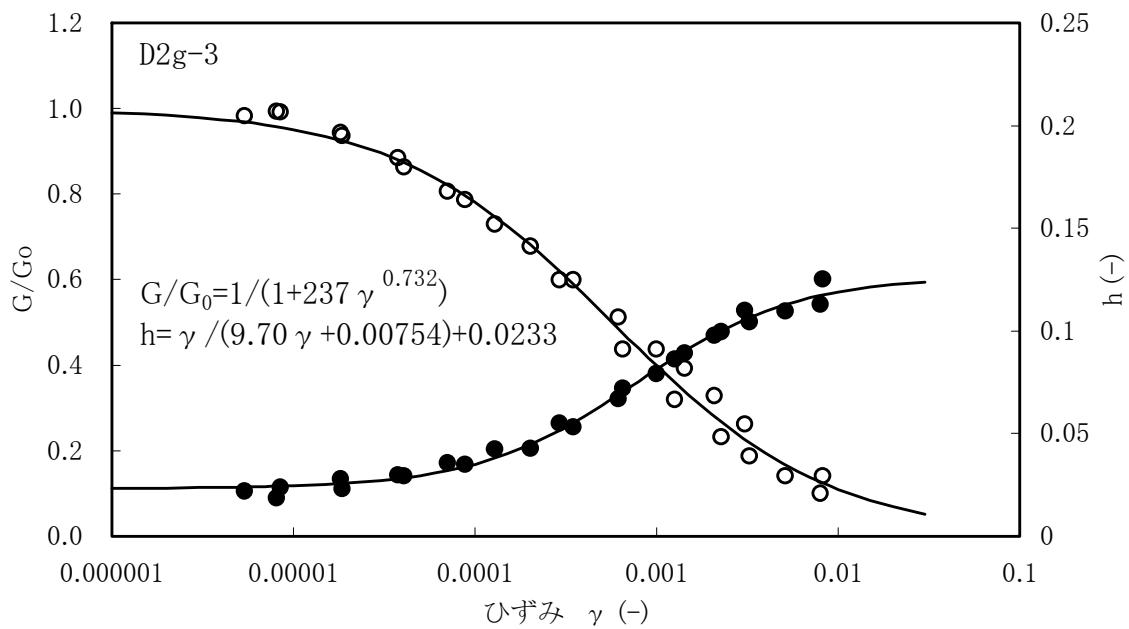


図 3-12 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (D2 g -3 層)

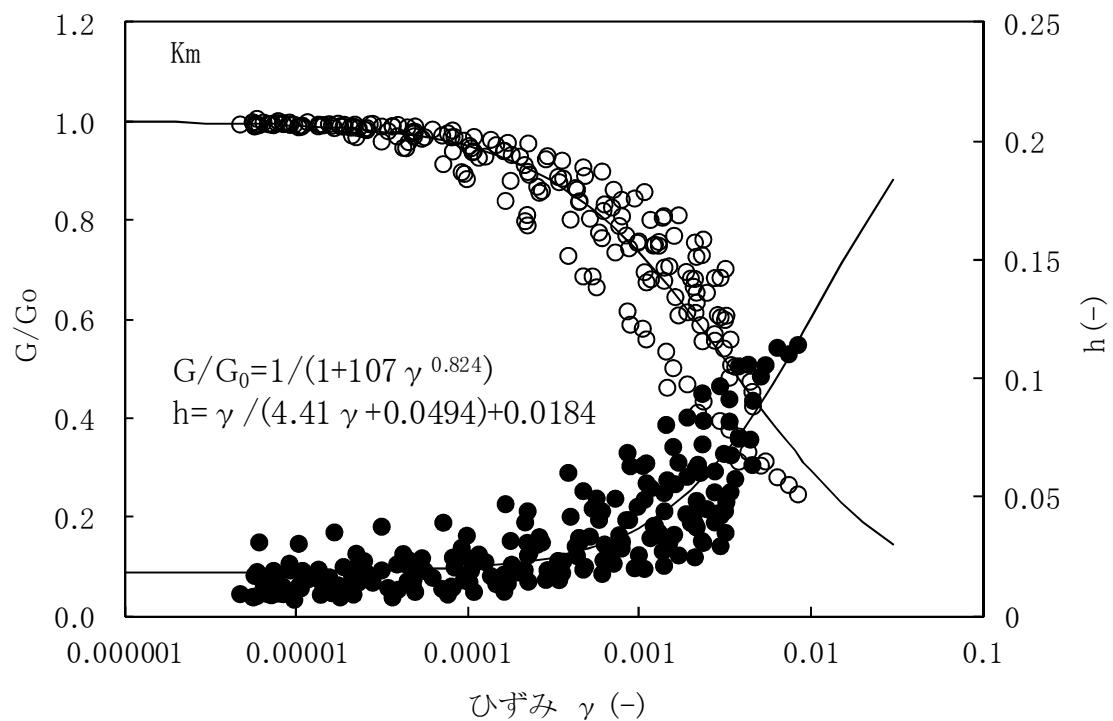


図 3-13 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (Km 層)

表 3-8 初期地盤の物性値

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 S 波速度 (m/s)	ボアン比
8.0	du	6.0	1.82	210	0.385
2.0	du	0.4	1.98	210	0.493
1.6	Ag2	5.6	2.01	240	0.491
-4.0	D2g-3	9.2	2.15	500	0.462
-13.2	Km-0	1.7	1.72	446	0.461
-14.9	Km-1	5.1	1.72	446	0.461
-20.0	Km-2	20.0	1.72	456	0.46
-40.0	Km-3	20.0	1.73	472	0.458
-60.0	Km-4	30.0	1.73	491	0.455
-90.0	Km-5	30.0	1.73	514	0.452
-120.0	Km-6	30.0	1.73	537	0.449
-150.0	Km-7	40.0	1.74	564	0.445
-190.0	Km-8	40.0	1.74	595	0.441
-230.0	Km-9	40.0	1.75	626	0.437
-270.0	Km-10	50.0	1.75	660	0.433
-320.0	Km-11	50.0	1.76	699	0.427
-370.0	解放基盤	-	1.76	718	0.425

図 ひずみ依存特性

表 3-9 地盤定数 (S_s-D 1 : 地盤は基本ケース)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S 波速度 (m/s)	等価 P 波速度 (m/s)	ホ° アソ比
8.0	du	6.0	1.82	0.07	170	393	0.385
2.0	du	0.4	1.98	0.13	131	1777	0.497
1.6	Ag2	5.6	2.01	0.12	165	1798	0.496
-4.0	D2g-3	9.2	2.15	0.05	393	1849	0.476
-13.2	Km-0	1.7	1.72	0.03	410	1647	0.467
-14.9	Km-1	5.1	1.72	0.03	408	1647	0.467
-20.0	Km-2	20.0	1.72	0.03	411	1660	0.467
-40.0	Km-3	20.0	1.73	0.03	425	1678	0.466
-60.0	Km-4	30.0	1.73	0.03	442	1691	0.463
-90.0	Km-5	30.0	1.73	0.03	467	1719	0.460
-120.0	Km-6	30.0	1.73	0.03	487	1745	0.458
-150.0	Km-7	40.0	1.74	0.03	509	1771	0.455
-190.0	Km-8	40.0	1.74	0.03	541	1810	0.451
-230.0	Km-9	40.0	1.75	0.03	578	1850	0.446
-270.0	Km-10	50.0	1.75	0.03	612	1899	0.442
-320.0	Km-11	50.0	1.76	0.03	650	1935	0.436
-370.0	解放基盤	-	1.76	0.00	718	1988	0.425

表 3-10 地盤定数 (S_{S-1} : 地盤は基本ケース)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S 波速度 (m/s)	等価 P 波速度 (m/s)	ホ° アソ比
8.0	du	6.0	1.82	0.04	188	435	0.385
2.0	du	0.4	1.98	0.07	172	1782	0.495
1.6	Ag2	5.6	2.01	0.05	213	1805	0.493
-4.0	D2g-3	9.2	2.15	0.03	444	1864	0.470
-13.2	Km-0	1.7	1.72	0.02	428	1653	0.464
-14.9	Km-1	5.1	1.72	0.02	427	1653	0.464
-20.0	Km-2	20.0	1.72	0.02	433	1668	0.464
-40.0	Km-3	20.0	1.73	0.02	445	1685	0.463
-60.0	Km-4	30.0	1.73	0.02	461	1698	0.460
-90.0	Km-5	30.0	1.73	0.03	479	1723	0.458
-120.0	Km-6	30.0	1.73	0.03	500	1750	0.456
-150.0	Km-7	40.0	1.74	0.02	527	1778	0.452
-190.0	Km-8	40.0	1.74	0.02	559	1817	0.448
-230.0	Km-9	40.0	1.75	0.02	588	1854	0.444
-270.0	Km-10	50.0	1.75	0.02	618	1902	0.441
-320.0	Km-11	50.0	1.76	0.02	657	1938	0.435
-370.0	解放基盤	-	1.76	0.00	718	1988	0.425

表 3-11 地盤定数 (S_S-1 2 : 地盤は基本ケース)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S 波速度 (m/s)	等価 P 波速度 (m/s)	ホ° アソ比
8.0	du	6.0	1.82	0.04	188	435	0.385
2.0	du	0.4	1.98	0.07	172	1782	0.495
1.6	Ag2	5.6	2.01	0.06	209	1804	0.493
-4.0	D2g-3	9.2	2.15	0.04	431	1860	0.472
-13.2	Km-0	1.7	1.72	0.02	423	1652	0.465
-14.9	Km-1	5.1	1.72	0.02	421	1651	0.465
-20.0	Km-2	20.0	1.72	0.02	427	1665	0.465
-40.0	Km-3	20.0	1.73	0.03	436	1682	0.464
-60.0	Km-4	30.0	1.73	0.03	449	1693	0.462
-90.0	Km-5	30.0	1.73	0.03	468	1719	0.460
-120.0	Km-6	30.0	1.73	0.03	489	1745	0.458
-150.0	Km-7	40.0	1.74	0.03	511	1771	0.455
-190.0	Km-8	40.0	1.74	0.03	538	1809	0.451
-230.0	Km-9	40.0	1.75	0.03	565	1845	0.448
-270.0	Km-10	50.0	1.75	0.03	594	1891	0.445
-320.0	Km-11	50.0	1.76	0.03	633	1927	0.440
-370.0	解放基盤	-	1.76	0.00	718	1988	0.425

表 3-12 地盤定数 (S_{S-1} 3 : 地盤は基本ケース)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S 波速度 (m/s)	等価 P 波速度 (m/s)	ホ° アソ比
8.0	du	6.0	1.82	0.04	188	435	0.385
2.0	du	0.4	1.98	0.07	172	1782	0.495
1.6	Ag2	5.6	2.01	0.06	209	1804	0.493
-4.0	D2g-3	9.2	2.15	0.04	433	1860	0.471
-13.2	Km-0	1.7	1.72	0.02	424	1652	0.465
-14.9	Km-1	5.1	1.72	0.02	422	1652	0.465
-20.0	Km-2	20.0	1.72	0.02	428	1666	0.465
-40.0	Km-3	20.0	1.73	0.03	436	1682	0.464
-60.0	Km-4	30.0	1.73	0.03	449	1693	0.462
-90.0	Km-5	30.0	1.73	0.03	468	1719	0.460
-120.0	Km-6	30.0	1.73	0.03	487	1745	0.458
-150.0	Km-7	40.0	1.74	0.03	511	1771	0.455
-190.0	Km-8	40.0	1.74	0.03	538	1808	0.452
-230.0	Km-9	40.0	1.75	0.03	565	1845	0.448
-270.0	Km-10	50.0	1.75	0.03	593	1891	0.445
-320.0	Km-11	50.0	1.76	0.03	630	1926	0.440
-370.0	解放基盤	-	1.76	0.00	718	1988	0.425

表 3-13 地盤定数 (S_{S-1}4 : 地盤は基本ケース)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S 波速度 (m/s)	等価 P 波速度 (m/s)	ホ° アソ比
8.0	du	6.0	1.82	0.04	193	446	0.385
2.0	du	0.4	1.98	0.06	179	1783	0.495
1.6	Ag2	5.6	2.01	0.05	215	1805	0.493
-4.0	D2g-3	9.2	2.15	0.04	439	1862	0.471
-13.2	Km-0	1.7	1.72	0.02	425	1652	0.465
-14.9	Km-1	5.1	1.72	0.02	424	1652	0.465
-20.0	Km-2	20.0	1.72	0.02	430	1667	0.464
-40.0	Km-3	20.0	1.73	0.03	439	1683	0.463
-60.0	Km-4	30.0	1.73	0.03	452	1695	0.462
-90.0	Km-5	30.0	1.73	0.03	470	1720	0.460
-120.0	Km-6	30.0	1.73	0.03	489	1746	0.457
-150.0	Km-7	40.0	1.74	0.03	515	1773	0.454
-190.0	Km-8	40.0	1.74	0.03	543	1810	0.450
-230.0	Km-9	40.0	1.75	0.03	572	1848	0.447
-270.0	Km-10	50.0	1.75	0.03	602	1895	0.444
-320.0	Km-11	50.0	1.76	0.03	639	1930	0.438
-370.0	解放基盤	-	1.76	0.00	718	1988	0.425

表 3-14 地盤定数 (S_{S-2} 1 : 地盤は基本ケース)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S 波速度 (m/s)	等価 P 波速度 (m/s)	ホ° アソ比
8.0	du	6.0	1.82	0.07	173	400	0.385
2.0	du	0.4	1.98	0.11	144	1779	0.497
1.6	Ag2	5.6	2.01	0.09	187	1801	0.495
-4.0	D2g-3	9.2	2.15	0.04	421	1857	0.473
-13.2	Km-0	1.7	1.72	0.02	421	1651	0.465
-14.9	Km-1	5.1	1.72	0.02	420	1651	0.465
-20.0	Km-2	20.0	1.72	0.03	426	1665	0.465
-40.0	Km-3	20.0	1.73	0.03	437	1682	0.464
-60.0	Km-4	30.0	1.73	0.03	451	1694	0.462
-90.0	Km-5	30.0	1.73	0.03	476	1722	0.459
-120.0	Km-6	30.0	1.73	0.03	501	1750	0.455
-150.0	Km-7	40.0	1.74	0.02	531	1779	0.451
-190.0	Km-8	40.0	1.74	0.02	562	1818	0.447
-230.0	Km-9	40.0	1.75	0.02	591	1856	0.444
-270.0	Km-10	50.0	1.75	0.02	620	1902	0.441
-320.0	Km-11	50.0	1.76	0.02	656	1938	0.435
-370.0	解放基盤	-	1.76	0.00	718	1988	0.425

表 3-15 地盤定数 (S_{S-2} : 地盤は基本ケース)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S 波速度 (m/s)	等価 P 波速度 (m/s)	ホ° アソ比
8.0	du	6.0	1.82	0.07	170	393	0.385
2.0	du	0.4	1.98	0.12	135	1778	0.497
1.6	Ag2	5.6	2.01	0.10	175	1799	0.495
-4.0	D2g-3	9.2	2.15	0.05	409	1853	0.474
-13.2	Km-0	1.7	1.72	0.02	419	1650	0.466
-14.9	Km-1	5.1	1.72	0.02	418	1650	0.466
-20.0	Km-2	20.0	1.72	0.03	426	1665	0.465
-40.0	Km-3	20.0	1.73	0.03	439	1683	0.464
-60.0	Km-4	30.0	1.73	0.03	455	1695	0.461
-90.0	Km-5	30.0	1.73	0.03	477	1722	0.458
-120.0	Km-6	30.0	1.73	0.03	500	1750	0.456
-150.0	Km-7	40.0	1.74	0.03	527	1778	0.452
-190.0	Km-8	40.0	1.74	0.02	557	1816	0.448
-230.0	Km-9	40.0	1.75	0.02	587	1854	0.444
-270.0	Km-10	50.0	1.75	0.02	620	1902	0.441
-320.0	Km-11	50.0	1.76	0.02	658	1939	0.435
-370.0	解放基盤	-	1.76	0.00	718	1988	0.425

表 3-16 地盤定数 (S_S-3 1 : 地盤は基本ケース)

標高 EL. (m)	地層 区分	層厚 (m)	密度 (t/m ³)	等価 減衰定数	等価 S 波速度 (m/s)	等価 P 波速度 (m/s)	ホ [°] アソ比
8.0	du	6.0	1.82	0.08	166	384	0.385
2.0	du	0.4	1.98	0.15	116	1776	0.498
1.6	Ag2	5.6	2.01	0.15	135	1795	0.497
-4.0	D2g-3	9.2	2.15	0.06	384	1846	0.477
-13.2	Km-0	1.7	1.72	0.03	409	1647	0.467
-14.9	Km-1	5.1	1.72	0.03	407	1646	0.467
-20.0	Km-2	20.0	1.72	0.03	412	1660	0.467
-40.0	Km-3	20.0	1.73	0.03	423	1677	0.466
-60.0	Km-4	30.0	1.73	0.03	439	1690	0.464
-90.0	Km-5	30.0	1.73	0.03	467	1719	0.460
-120.0	Km-6	30.0	1.73	0.03	490	1746	0.457
-150.0	Km-7	40.0	1.74	0.03	516	1773	0.454
-190.0	Km-8	40.0	1.74	0.03	546	1812	0.450
-230.0	Km-9	40.0	1.75	0.03	577	1850	0.446
-270.0	Km-10	50.0	1.75	0.03	611	1899	0.442
-320.0	Km-11	50.0	1.76	0.03	652	1936	0.436
-370.0	解放基盤	-	1.76	0.00	718	1988	0.425

表 3-17 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-D 1 : 地盤は基本ケース)

方向	位置	ばね定数 K [N/m] [Nm/rad]	減衰定数 C [Ns/m] [Nsm/rad]
NS 方向	側面ばね 質点 5	6.46×10^8	2.95×10^8
	側面ばね 質点 6	1.44×10^9	7.81×10^8
	側面ばね 質点 7	5.80×10^9	1.57×10^9
	側面ばね 質点 8	6.18×10^9	1.39×10^9
	側面ばね 質点 9	1.82×10^9	4.08×10^8
	底面水平ばね	5.29×10^{10}	2.32×10^9
	底面回転ばね	3.26×10^{13}	2.68×10^{11}
EW 方向	側面ばね 質点 5	6.46×10^8	2.96×10^8
	側面ばね 質点 6	1.44×10^9	7.99×10^8
	側面ばね 質点 7	5.80×10^9	1.58×10^9
	側面ばね 質点 8	6.18×10^9	1.39×10^9
	側面ばね 質点 9	1.82×10^9	4.09×10^8
	底面水平ばね	5.05×10^{10}	2.11×10^9
	底面回転ばね	6.91×10^{13}	1.07×10^{12}
UD 方向	底面鉛直ばね	8.49×10^{10}	5.18×10^9

表 3-18 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-11 : 地盤は基本ケース)

方向	位置	ばね定数 K [N/m] [Nm/rad]	減衰定数 C [Ns/m] [Nsm/rad]
NS 方向	側面ばね 質点 5	7.90×10^8	3.26×10^8
	側面ばね 質点 6	2.13×10^9	9.41×10^8
	側面ばね 質点 7	7.64×10^9	1.80×10^9
	側面ばね 質点 8	7.86×10^9	1.54×10^9
	側面ばね 質点 9	2.31×10^9	4.54×10^8
	底面水平ばね	5.79×10^{10}	2.43×10^9
	底面回転ばね	3.58×10^{13}	2.81×10^{11}
EW 方向	側面ばね 質点 5	7.90×10^8	3.27×10^8
	側面ばね 質点 6	2.13×10^9	9.59×10^8
	側面ばね 質点 7	7.64×10^9	1.81×10^9
	側面ばね 質点 8	7.86×10^9	1.54×10^9
	側面ばね 質点 9	2.31×10^9	4.54×10^8
	底面水平ばね	5.53×10^{10}	2.21×10^9
	底面回転ばね	7.54×10^{13}	1.11×10^{12}
UD 方向	底面鉛直ばね	9.17×10^{10}	5.37×10^9

表 3-19 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-12 : 地盤は基本ケース)

方向	位置	ばね定数 K [N/m] [Nm/rad]	減衰定数 C [Ns/m] [Nsm/rad]
NS 方向	側面ばね 質点 5	7.90×10^8	3.25×10^8
	側面ばね 質点 6	2.08×10^9	9.31×10^8
	側面ばね 質点 7	7.24×10^9	1.76×10^9
	側面ばね 質点 8	7.42×10^9	1.51×10^9
	側面ばね 質点 9	2.18×10^9	4.43×10^8
	底面水平ばね	5.60×10^{10}	2.39×10^9
	底面回転ばね	3.47×10^{13}	2.79×10^{11}
EW 方向	側面ばね 質点 5	7.90×10^8	3.27×10^8
	側面ばね 質点 6	2.08×10^9	9.49×10^8
	側面ばね 質点 7	7.24×10^9	1.77×10^9
	側面ばね 質点 8	7.42×10^9	1.51×10^9
	側面ばね 質点 9	2.18×10^9	4.43×10^8
	底面水平ばね	5.35×10^{10}	2.17×10^9
	底面回転ばね	7.29×10^{13}	1.10×10^{12}
UD 方向	底面鉛直ばね	8.81×10^{10}	5.27×10^9

表 3-20 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-13 : 地盤は基本ケース)

方向	位置	ばね定数 K [N/m] [Nm/rad]	減衰定数 C [Ns/m] [Nsm/rad]
NS 方向	側面ばね 質点 5	7.90×10^8	3.25×10^8
	側面ばね 質点 6	2.08×10^9	9.31×10^8
	側面ばね 質点 7	7.29×10^9	1.76×10^9
	側面ばね 質点 8	7.48×10^9	1.51×10^9
	側面ばね 質点 9	2.20×10^9	4.44×10^8
	底面水平ばね	5.62×10^{10}	2.39×10^9
	底面回転ばね	3.48×10^{13}	2.79×10^{11}
EW 方向	側面ばね 質点 5	7.90×10^8	3.27×10^8
	側面ばね 質点 6	2.08×10^9	9.49×10^8
	側面ばね 質点 7	7.29×10^9	1.77×10^9
	側面ばね 質点 8	7.48×10^9	1.51×10^9
	側面ばね 質点 9	2.20×10^9	4.44×10^8
	底面水平ばね	5.37×10^{10}	2.17×10^9
	底面回転ばね	7.31×10^{13}	1.10×10^{12}
UD 方向	底面鉛直ばね	8.81×10^{10}	5.26×10^9

表 3-21 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-1.4 : 地盤は基本ケース)

方向	位置	ばね定数 K [N/m] [Nm/rad]	減衰定数 C [Ns/m] [Nsm/rad]
NS 方向	側面ばね 質点 5	8.32×10^8	3.34×10^8
	側面ばね 質点 6	2.20×10^9	9.55×10^8
	側面ばね 質点 7	7.53×10^9	1.79×10^9
	側面ばね 質点 8	7.69×10^9	1.53×10^9
	側面ばね 質点 9	2.26×10^9	4.50×10^8
	底面水平ばね	5.67×10^{10}	2.40×10^9
	底面回転ばね	3.51×10^{13}	2.80×10^{11}
EW 方向	側面ばね 質点 5	8.32×10^8	3.35×10^8
	側面ばね 質点 6	2.20×10^9	9.73×10^8
	側面ばね 質点 7	7.53×10^9	1.80×10^9
	側面ばね 質点 8	7.69×10^9	1.53×10^9
	側面ばね 質点 9	2.26×10^9	4.50×10^8
	底面水平ばね	5.42×10^{10}	2.18×10^9
	底面回転ばね	7.40×10^{13}	1.11×10^{12}
UD 方向	底面鉛直ばね	8.93×10^{10}	5.31×10^9

表 3-22 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-21 : 地盤は基本ケース)

方向	位置	ばね定数 K [N/m] [Nm/rad]	減衰定数 C [Ns/m] [Nsm/rad]
NS 方向	側面ばね 質点 5	6.69×10^8	3.00×10^8
	側面ばね 質点 6	1.69×10^9	8.43×10^8
	側面ばね 質点 7	6.73×10^9	1.69×10^9
	側面ばね 質点 8	7.08×10^9	1.47×10^9
	側面ばね 質点 9	2.08×10^9	4.34×10^8
	底面水平ばね	5.62×10^{10}	2.40×10^9
	底面回転ばね	3.47×10^{13}	2.76×10^{11}
EW 方向	側面ばね 質点 5	6.69×10^8	3.01×10^8
	側面ばね 質点 6	1.69×10^9	8.60×10^8
	側面ばね 質点 7	6.73×10^9	1.70×10^9
	側面ばね 質点 8	7.08×10^9	1.48×10^9
	側面ばね 質点 9	2.08×10^9	4.34×10^8
	底面水平ばね	5.37×10^{10}	2.18×10^9
	底面回転ばね	7.31×10^{13}	1.09×10^{12}
UD 方向	底面鉛直ばね	8.93×10^{10}	5.29×10^9

表 3-23 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-22 : 地盤は基本ケース)

方向	位置	ばね定数 K [N/m] [Nm/rad]	減衰定数 C [Ns/m] [Nsm/rad]
NS 方向	側面ばね 質点 5	6.46×10^8	2.95×10^8
	側面ばね 質点 6	1.54×10^9	8.10×10^8
	側面ばね 質点 7	6.30×10^9	1.63×10^9
	側面ばね 質点 8	6.69×10^9	1.44×10^9
	側面ばね 質点 9	1.97×10^9	4.22×10^8
	底面水平ばね	5.61×10^{10}	2.39×10^9
	底面回転ばね	3.47×10^{13}	2.74×10^{11}
EW 方向	側面ばね 質点 5	6.46×10^8	2.96×10^8
	側面ばね 質点 6	1.54×10^9	8.29×10^8
	側面ばね 質点 7	6.30×10^9	1.65×10^9
	側面ばね 質点 8	6.69×10^9	1.44×10^9
	側面ばね 質点 9	1.97×10^9	4.23×10^8
	底面水平ばね	5.36×10^{10}	2.17×10^9
	底面回転ばね	7.35×10^{13}	1.09×10^{12}
UD 方向	底面鉛直ばね	8.99×10^{10}	5.32×10^9

表 3-24 地盤ばね定数と減衰係数 (S_s-31 : 地盤は基本ケース)

方向	位置	ばね定数 K [N/m] [Nm/rad]	減衰定数 C [Ns/m] [Nsm/rad]
NS 方向	側面ばね 質点 5	6.16×10^8	2.88×10^8
	側面ばね 質点 6	1.14×10^9	7.00×10^8
	側面ばね 質点 7	5.33×10^9	1.49×10^9
	側面ばね 質点 8	5.91×10^9	1.36×10^9
	側面ばね 質点 9	1.74×10^9	4.00×10^8
	底面水平ばね	5.29×10^{10}	2.32×10^9
	底面回転ばね	3.26×10^{13}	2.67×10^{11}
EW 方向	側面ばね 質点 5	6.16×10^8	2.89×10^8
	側面ばね 質点 6	1.14×10^9	7.19×10^8
	側面ばね 質点 7	5.33×10^9	1.50×10^9
	側面ばね 質点 8	5.91×10^9	1.36×10^9
	側面ばね 質点 9	1.74×10^9	4.01×10^8
	底面水平ばね	5.05×10^{10}	2.11×10^9
	底面回転ばね	6.89×10^{13}	1.06×10^{12}
UD 方向	底面鉛直ばね	8.49×10^{10}	5.18×10^9

3.5.2 解析方法

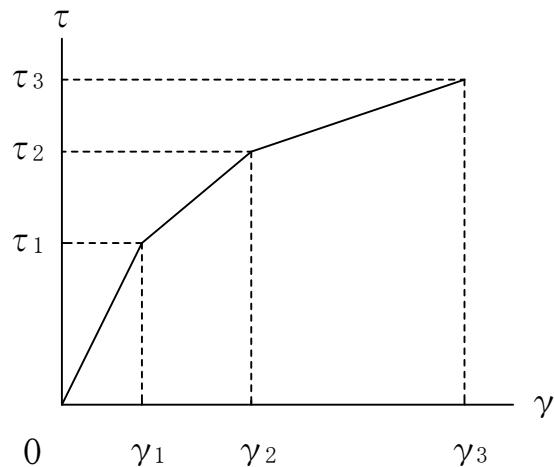
廃棄物処理増強建屋の地震応答解析には、解析コード「NUPP-IV（鹿島建設作成）」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、付録32「計算機プログラム（解析コード）の概要・NUPP-IV」に示す。

建屋の動的解析は、資料V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の解析方法に基づき、時刻歴応答解析により実施する。

3.5.3 解析条件

(1) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係 ($\tau - \gamma$ 関係)

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係 ($\tau - \gamma$ 関係) は、「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係を図3-3に示す。



τ_1 : 第1折点のせん断応力度

τ_2 : 第2折点のせん断応力度

τ_3 : 終局点のせん断応力度

γ_1 : 第1折点のせん断ひずみ

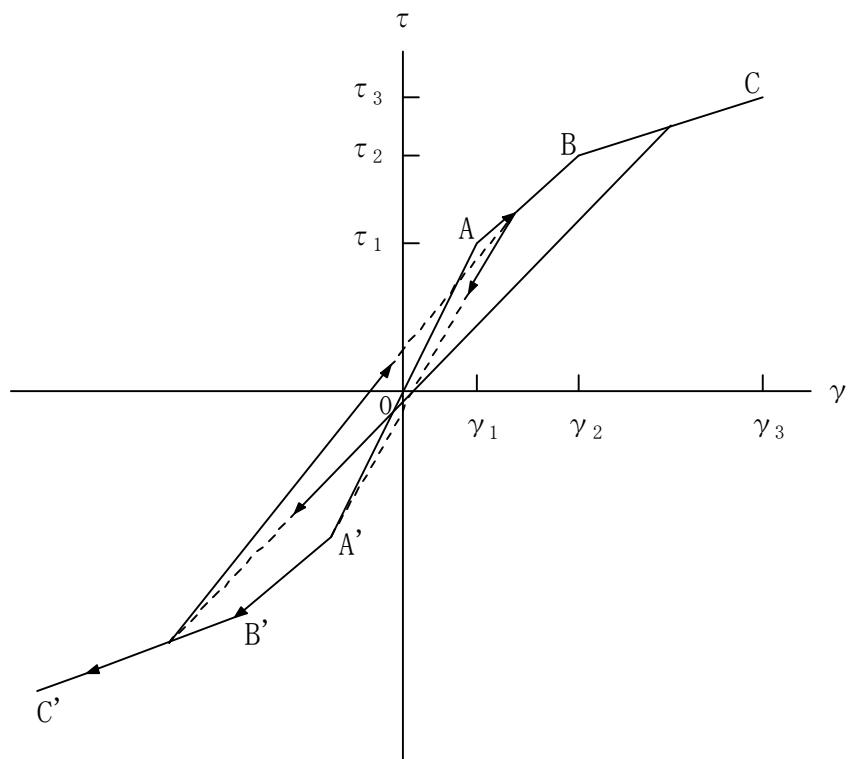
γ_2 : 第2折点のせん断ひずみ

γ_3 : 終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

図3-3 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係

(2) 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性は、「J E A G 4 6 0 1－1991 追補版」に基づき、最大点指向形モデルとする。耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性を図 3-4 に示す。

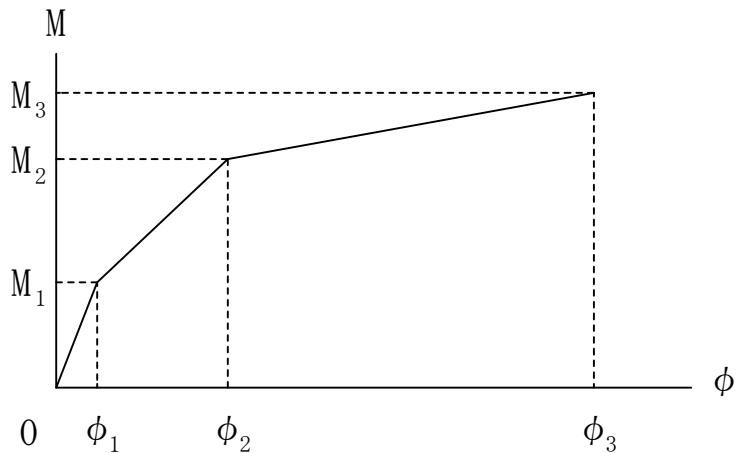


- a. 0-A 間 : 弹性範囲。
- b. A-B 間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向う。ただし、負側最大点が第1折点を超えていなければ、負側第1折点に向う。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向。
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

図 3-4 耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係の履歴特性

(3) 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 ($M - \phi$ 関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 ($M - \phi$ 関係) は、「J E A G 4 6 0 1 – 1991 追補版」に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係を図 3-5 に示す。



M_1 : 第 1 折点の曲げモーメント

M_2 : 第 2 折点の曲げモーメント

M_3 : 終局点の曲げモーメント

ϕ_1 : 第 1 折点の曲率

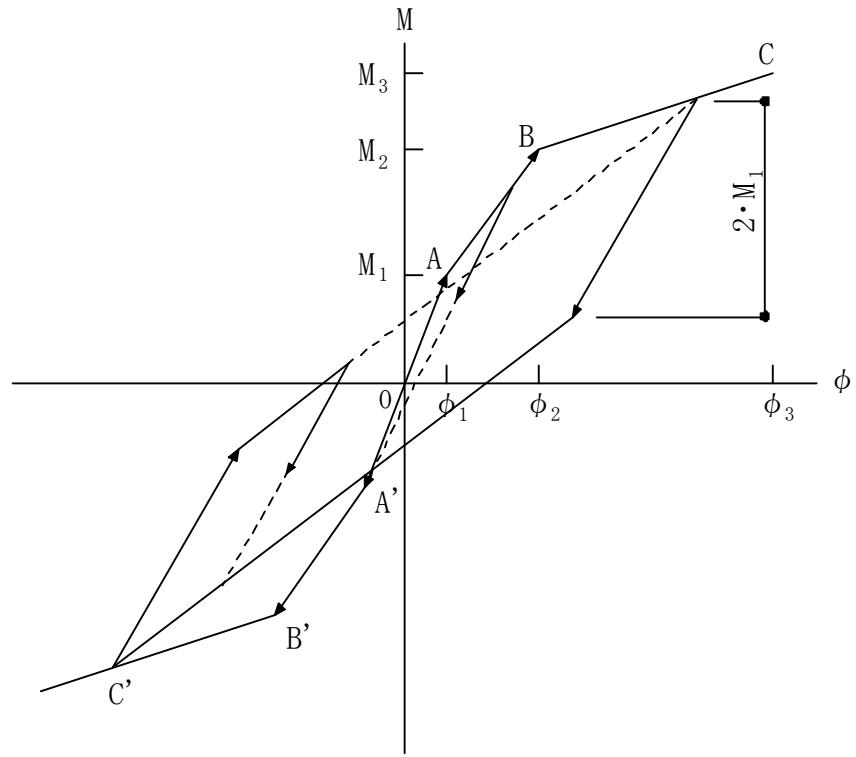
ϕ_2 : 第 2 折点の曲率

ϕ_3 : 終局点の曲率

図 3-5 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係

(4) 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性は、「J E A G 4 6 0 1 - 1991 追補版」に基づき、ディグレイディングトリリニア型モデルとする。耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性を図 3-6 に示す。



- a. 0-A 間 : 弹性範囲。
- b. A-B 間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向う。ただし、負側最大点が第 1 折点を超えていなければ、負側第 1 折点に向う。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向型で、安定ループは最大曲率に応じた等価粘性減衰を与える平行四辺形をしたディグレイディングトリリニア型とする。平行四辺形の折点は、最大値から $2 \cdot M_1$ を減じた点とする。ただし、負側最大点が第 2 折点を超えていなければ、負側第 2 折点を最大点とする安定ループを形成する。また、安定ループ内部での繰り返しに用いる剛性は安定ループの戻り剛性と同じとする。
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。

図 3-6 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) スケルトンカーブの諸数値

廃棄物処理増強建屋の各部材について算出したせん断及び曲げのスケルトンカーブの諸数値を表 3-25 及び表 3-26 に示す。

表 3-25 せん断スケルトンカーブ ($\tau - \gamma$ 関係)

(a) NS 方向

階	せん断応力度			せん断変形角 ($\times 10^{-3}$)		
	第 1 折点	第 2 折点	終局点	γ 1	γ 2	γ 3
	τ 1 (N/mm ²)	τ 2 (N/mm ²)	τ u (N/mm ²)			
4F	1.68×10^0	2.28×10^0	4.57×10^0	1.83×10^{-1}	5.50×10^{-1}	4.00×10^0
3F	1.78×10^0	2.41×10^0	4.71×10^0	1.94×10^{-1}	5.82×10^{-1}	4.00×10^0
2F	1.88×10^0	2.53×10^0	4.83×10^0	2.04×10^{-1}	6.12×10^{-1}	4.00×10^0
1F	1.97×10^0	2.66×10^0	4.55×10^0	2.14×10^{-1}	6.42×10^{-1}	4.00×10^0
B1F	2.02×10^0	2.74×10^0	4.78×10^0	2.20×10^{-1}	6.61×10^{-1}	4.00×10^0
B2F	1.96×10^0	2.65×10^0	4.38×10^0	2.13×10^{-1}	6.39×10^{-1}	4.00×10^0
B3F	2.00×10^0	2.70×10^0	4.34×10^0	2.17×10^{-1}	6.51×10^{-1}	4.00×10^0

(b) EW 方向

階	せん断応力度			せん断変形角 ($\times 10^{-3}$)		
	第 1 折点	第 2 折点	終局点	γ 1	γ 2	γ 3
	τ 1 (N/mm ²)	τ 2 (N/mm ²)	τ u (N/mm ²)			
4F	1.68×10^0	2.28×10^0	4.51×10^0	1.83×10^{-1}	5.50×10^{-1}	4.00×10^0
3F	1.78×10^0	2.41×10^0	4.77×10^0	1.94×10^{-1}	5.82×10^{-1}	4.00×10^0
2F	1.88×10^0	2.53×10^0	5.00×10^0	2.04×10^{-1}	6.12×10^{-1}	4.00×10^0
1F	1.97×10^0	2.66×10^0	4.85×10^0	2.14×10^{-1}	6.42×10^{-1}	4.00×10^0
B1F	2.02×10^0	2.74×10^0	5.20×10^0	2.20×10^{-1}	6.61×10^{-1}	4.00×10^0
B2F	1.96×10^0	2.65×10^0	4.87×10^0	2.13×10^{-1}	6.39×10^{-1}	4.00×10^0
B3F	2.00×10^0	2.70×10^0	4.92×10^0	2.17×10^{-1}	6.51×10^{-1}	4.00×10^0

表 3-26 曲げスケルトンカーブ (M- ϕ 関係)

(a) NS 方向

階	曲げモーメント			曲げ曲率 ($\times 10^{-6} \text{m}^{-1}$)		
	第1折点 M1 (Nm)	第2折点 M2 (Nm)	終局点 M3 (Nm)	ϕ 1	ϕ 2	ϕ 3
4F	1.00×10^9	1.58×10^9	2.39×10^9	4.00×10^{-6}	4.51×10^{-5}	4.51×10^{-4}
3F	3.93×10^9	7.01×10^9	9.80×10^9	5.53×10^{-6}	5.09×10^{-5}	1.01×10^{-3}
2F	6.85×10^9	1.20×10^{10}	1.59×10^{10}	5.83×10^{-6}	4.85×10^{-5}	9.70×10^{-4}
1F	7.82×10^9	1.40×10^{10}	1.86×10^{10}	6.40×10^{-6}	4.98×10^{-5}	9.97×10^{-4}
B1F	1.29×10^{10}	2.51×10^{10}	3.27×10^{10}	6.91×10^{-6}	5.17×10^{-5}	1.03×10^{-3}
B2F	1.86×10^{10}	3.28×10^{10}	4.29×10^{10}	6.36×10^{-6}	5.03×10^{-5}	1.00×10^{-3}
B3F	2.08×10^{10}	4.08×10^{10}	5.34×10^{10}	6.74×10^{-6}	5.17×10^{-5}	1.03×10^{-3}

(b) EW 方向

階	曲げモーメント			曲げ曲率 ($\times 10^{-6} \text{m}^{-1}$)		
	第1折点 M1 (Nm)	第2折点 M2 (Nm)	終局点 M3 (Nm)	ϕ 1	ϕ 2	ϕ 3
4F	1.73×10^9	2.54×10^9	3.39×10^9	4.57×10^{-6}	4.50×10^{-5}	9.00×10^{-4}
3F	4.92×10^9	8.85×10^9	1.24×10^{10}	3.57×10^{-6}	3.37×10^{-5}	6.74×10^{-4}
2F	5.62×10^9	1.22×10^{10}	1.87×10^{10}	3.65×10^{-6}	3.40×10^{-5}	6.81×10^{-4}
1F	9.42×10^9	1.85×10^{10}	2.59×10^{10}	4.40×10^{-6}	3.55×10^{-5}	7.10×10^{-4}
B1F	1.49×10^{10}	3.21×10^{10}	4.53×10^{10}	3.92×10^{-6}	3.12×10^{-5}	4.43×10^{-4}
B2F	2.12×10^{10}	4.35×10^{10}	6.15×10^{10}	3.64×10^{-6}	3.07×10^{-5}	5.93×10^{-4}
B3F	2.26×10^{10}	5.20×10^{10}	7.40×10^{10}	3.76×10^{-6}	3.13×10^{-5}	4.46×10^{-4}

3.5.4 材料物性のばらつき

解析においては、「3.5.1 地震応答解析モデル」に示す物性値及び定数を基本ケースとし、材料物性のばらつきを考慮する。材料物性のばらつきを考慮した地震応答解析は、基準地震動 S_s については $S_s - D\ 1$, $S_s - 2\ 1$, $S_s - 2\ 2$ 及び $S_s - 3\ 1$ 、弾性設計用地震動 S_d については、 $S_d - D\ 1$, $S_d - 2\ 1$, $S_d - 2\ 2$ 及び $S_d - 3\ 1$ に対して実施することとする。

材料物性のばらつきのうち、地盤物性については、地盤調査結果の平均値をもとに設定した数値を基本ケースとし、支持地盤のせん断波速度のばらつきは、 $\pm \sigma$ 相当として、変動係数 10 % を考慮する。また表層地盤についても同様に $\pm \sigma$ 相当として du 層は 5 %, Ag2 層は 10 %, D2g-3 層は 15 % の変動係数を考慮する。なお、建屋物性のばらつきについては、コンクリートの実強度は設計基準強度よりも大きくなること及び建屋剛性として考慮していない壁の建屋剛性への寄与については構造耐力の向上が見られることから、保守的に考慮しない。

材料物性のばらつきを考慮する地震応答解析ケースを表 3-27 に示す。

表 3-27 材料物性のばらつきを考慮する地震応答解析ケース

標高 EL. (m)	地層 区分	地盤のせん断波速度 (m/s)		
		基本ケース	$+ \sigma$ 相当	$- \sigma$ 相当
8.0	du	210	221	199
2.0	du	210	221	199
1.6	Ag2	240	264	216
-4.0	D2g-3	500	575	425
-13.2	Km-0	446	491	401
-14.9	Km-1	446	491	401
-20.0	Km-2	456	502	410
-40.0	Km-3	472	520	424
-60.0	Km-4	491	541	441
-90.0	Km-5	514	566	462
-120.0	Km-6	537	591	483
-150.0	Km-7	564	621	507
-190.0	Km-8	595	655	535
-230.0	Km-9	626	689	563
-270.0	Km-10	660	726	594
-320.0	Km-11	699	769	629
-370.0				

3.6 評価方法

廃棄物処理増強建屋の波及的影響評価は、質点系モデルの地震応答解析に基づき、基準地震動 S_{g} に対して、廃棄物処理増強建屋の構造物全体としての変形性能の評価及び原子炉建屋への影響の評価を行う。

3.6.1 構造物全体としての変形性能の評価方法

廃棄物処理増強建屋の構造物全体としての変形性能の評価は、質点系モデルによる地震応答解析を行い、最大せん断ひずみを算出し、最大せん断ひずみが許容限界を超えないことを確認する。変形性能の評価にあたっては、地盤物性のばらつきを考慮する。

3.6.2 原子炉建屋への影響の評価方法

廃棄物処理増強建屋が構造全体としての変形性能の評価の結果、廃棄物処理増強建屋が倒壊しない場合、原子炉建屋との離間距離が十分大きいことから、原子炉建屋への波及的影響はないものとする。

4. 評価結果

4.1 構造物全体としての変形性能の評価結果

表 4-1～表 4-3 に最大応答せん断ひずみの一覧を示す。また、それらをスケルトンカーブ上にプロットし図 4-3 で示す。

地盤剛性のばらつきを考慮した最大応答せん断ひずみは、 0.22×10^{-3} (EW 方向、B1 階 : EL. 8.3m～EL. 1.8m、基本ケース) であり、許容限界 (4.00×10^{-3}) を超えないことを確認した。当該部分の $Q - \gamma$ 関係と最大応答値を図 4-3 示す。

表 4-1 最大応答せん断ひずみ一覧 (基本ケース)

(a) NS 方向

階	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)							
	S s - D 1	S s - 1 1	S s - 1 2	S s - 1 3	S s - 1 4	S s - 2 1	S s - 2 2	S s - 3 1
4F	0.11	0.04	0.05	0.05	0.04	0.12	0.12	0.13
3F	0.13	0.04	0.06	0.06	0.05	0.13	0.14	0.15
2F	0.17	0.05	0.08	0.08	0.06	0.17	0.18	0.19
1F	0.19	0.06	0.09	0.09	0.06	0.18	0.19	0.22
B1F	0.15	0.05	0.07	0.07	0.06	0.13	0.14	0.19
B2F	0.13	0.05	0.06	0.07	0.05	0.11	0.11	0.15
B3F	0.13	0.05	0.06	0.06	0.05	0.10	0.10	0.13

(b) EW 方向

階	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)							
	S s - D 1	S s - 1 1	S s - 1 2	S s - 1 3	S s - 1 4	S s - 2 1	S s - 2 2	S s - 3 1
4F	0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.09	0.10
3F	0.13	0.05	0.06	0.06	0.05	0.07	0.13	0.15
2F	0.13	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.12	0.16
1F	0.15	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.13	0.18
B1F	0.17	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.14	0.22
B2F	0.16	0.07	0.07	0.07	0.05	0.07	0.13	0.21
B3F	0.16	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.12	0.20

表 4-2 最大応答せん断ひずみ一覧 (+ σ 相当)

(a) NS 方向

階	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)							
	S s - D 1	S s - 1 1	S s - 1 2	S s - 1 3	S s - 1 4	S s - 2 1	S s - 2 2	S s - 3 1
4F	0.11	0.05	0.07	0.06	0.05	0.13	0.12	0.12
3F	0.13	0.05	0.07	0.07	0.05	0.15	0.14	0.14
2F	0.18	0.06	0.09	0.09	0.06	0.19	0.19	0.19
1F	0.19	0.06	0.10	0.10	0.07	0.20	0.20	0.25
B1F	0.16	0.05	0.08	0.07	0.06	0.15	0.16	0.19
B2F	0.13	0.05	0.07	0.07	0.05	0.11	0.11	0.13
B3F	0.13	0.05	0.06	0.07	0.05	0.11	0.10	0.12

(b) EW 方向

階	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)							
	S s - D 1	S s - 1 1	S s - 1 2	S s - 1 3	S s - 1 4	S s - 2 1	S s - 2 2	S s - 3 1
4F	0.09	0.05	0.04	0.05	0.04	0.07	0.10	0.11
3F	0.13	0.06	0.06	0.06	0.06	0.09	0.14	0.16
2F	0.14	0.06	0.07	0.07	0.06	0.09	0.14	0.17
1F	0.16	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.14	0.20
B1F	0.18	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.16	0.22
B2F	0.16	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08	0.14	0.19
B3F	0.16	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.13	0.18

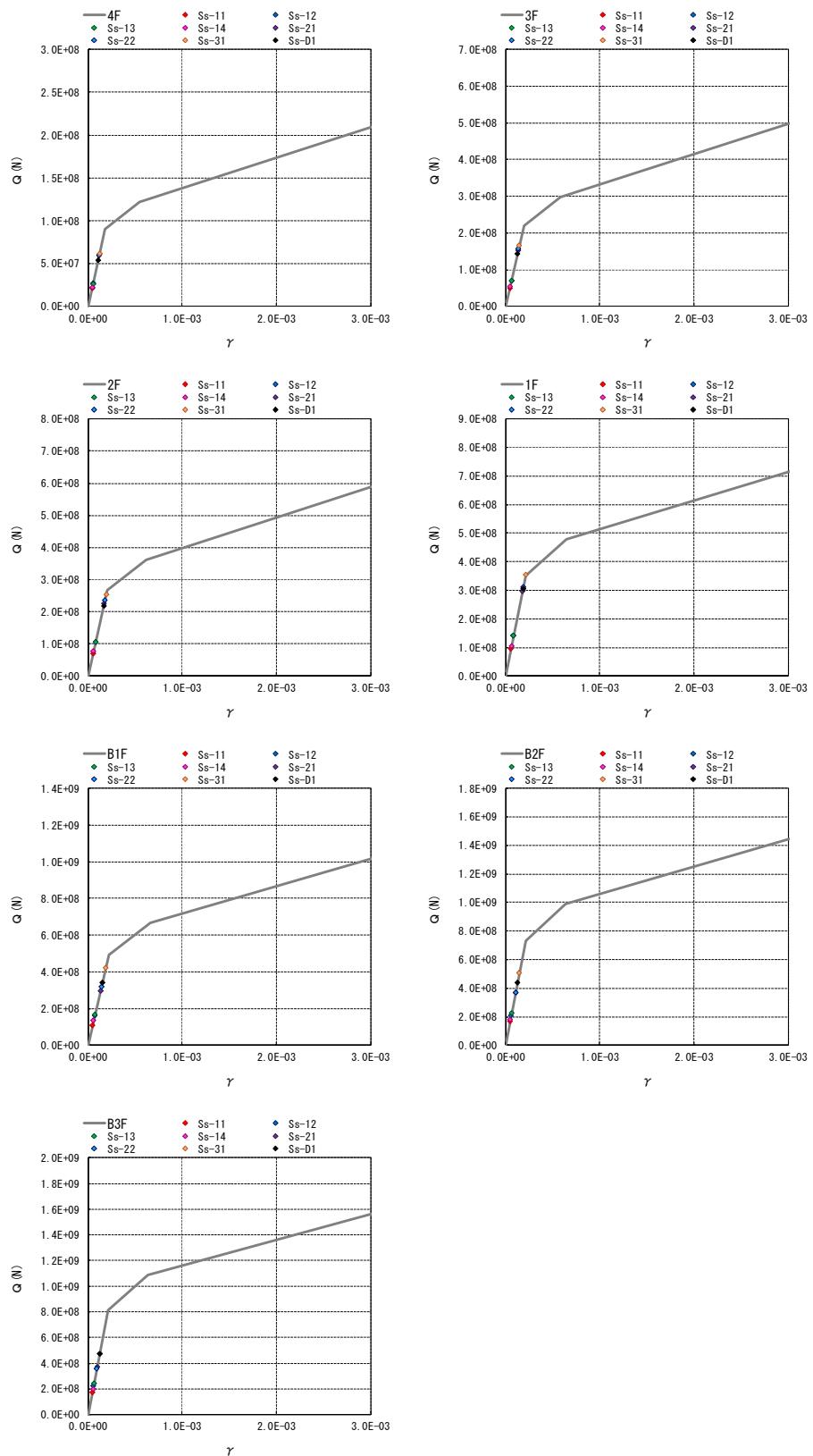
表 4-2 最大応答せん断ひずみ一覧 ($- \sigma$ 相当)

(a) NS 方向

階	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)							
	S s - D 1	S s - 1 1	S s - 1 2	S s - 1 3	S s - 1 4	S s - 2 1	S s - 2 2	S s - 3 1
4F	0.10	0.03	0.04	0.04	0.04	0.10	0.12	0.12
3F	0.12	0.04	0.05	0.05	0.04	0.11	0.13	0.14
2F	0.16	0.05	0.07	0.07	0.05	0.15	0.17	0.19
1F	0.18	0.05	0.07	0.07	0.06	0.15	0.17	0.21
B1F	0.15	0.05	0.07	0.07	0.06	0.13	0.13	0.18
B2F	0.13	0.04	0.06	0.06	0.05	0.10	0.10	0.15
B3F	0.13	0.04	0.06	0.06	0.06	0.09	0.09	0.13

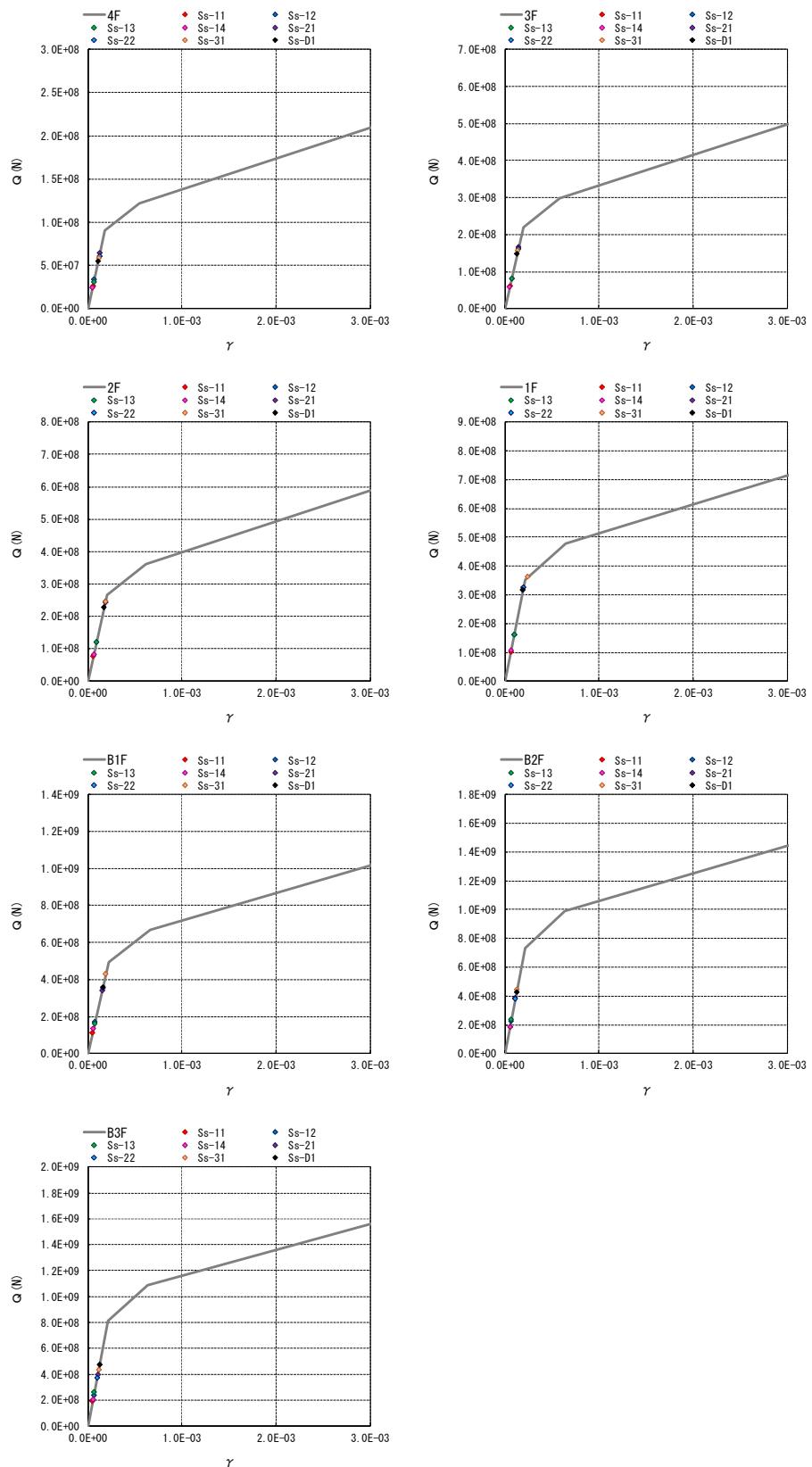
(b) EW 方向

階	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)							
	S s - D 1	S s - 1 1	S s - 1 2	S s - 1 3	S s - 1 4	S s - 2 1	S s - 2 2	S s - 3 1
4F	0.08	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.08	0.10
3F	0.12	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.11	0.14
2F	0.13	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.10	0.15
1F	0.14	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.11	0.17
B1F	0.17	0.07	0.07	0.08	0.06	0.07	0.12	0.21
B2F	0.16	0.07	0.07	0.06	0.05	0.07	0.12	0.21
B3F	0.16	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.11	0.20



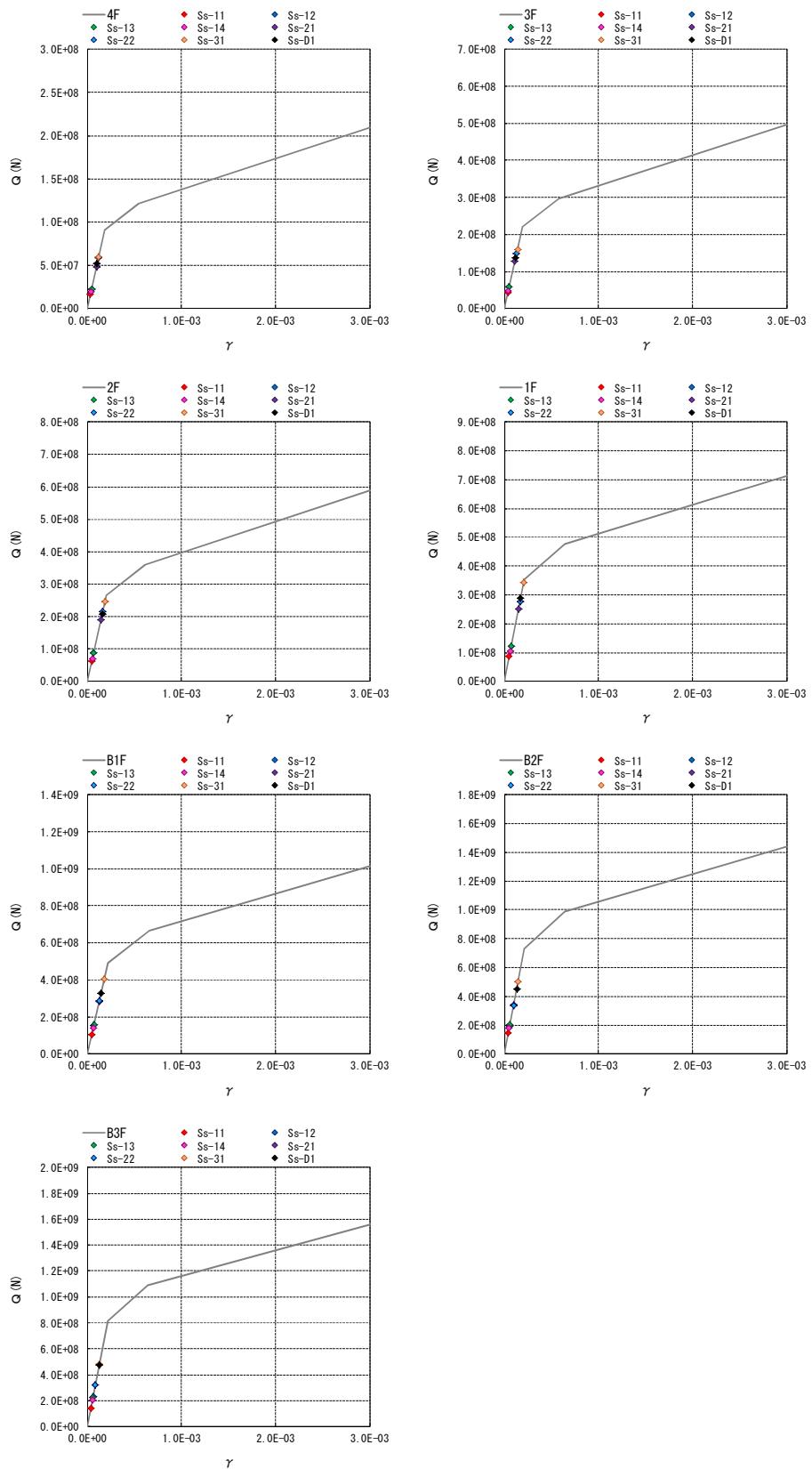
(基本ケース)

図 4-1 $Q-\gamma$ 関係と最大応答値 (NS 方向)



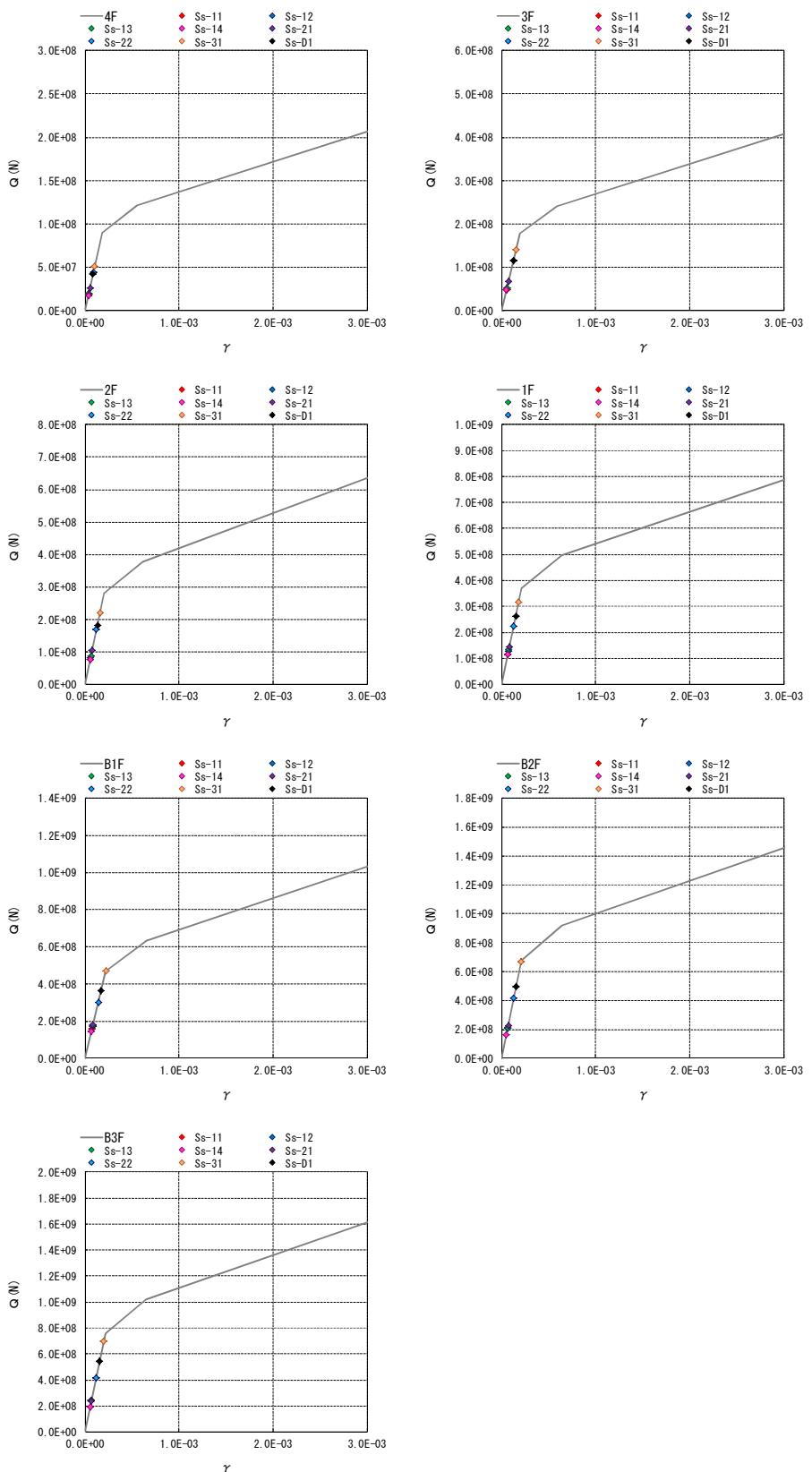
(+ σ 相当)

図 4-2 Q- γ 関係と最大応答値 (NS 方向)



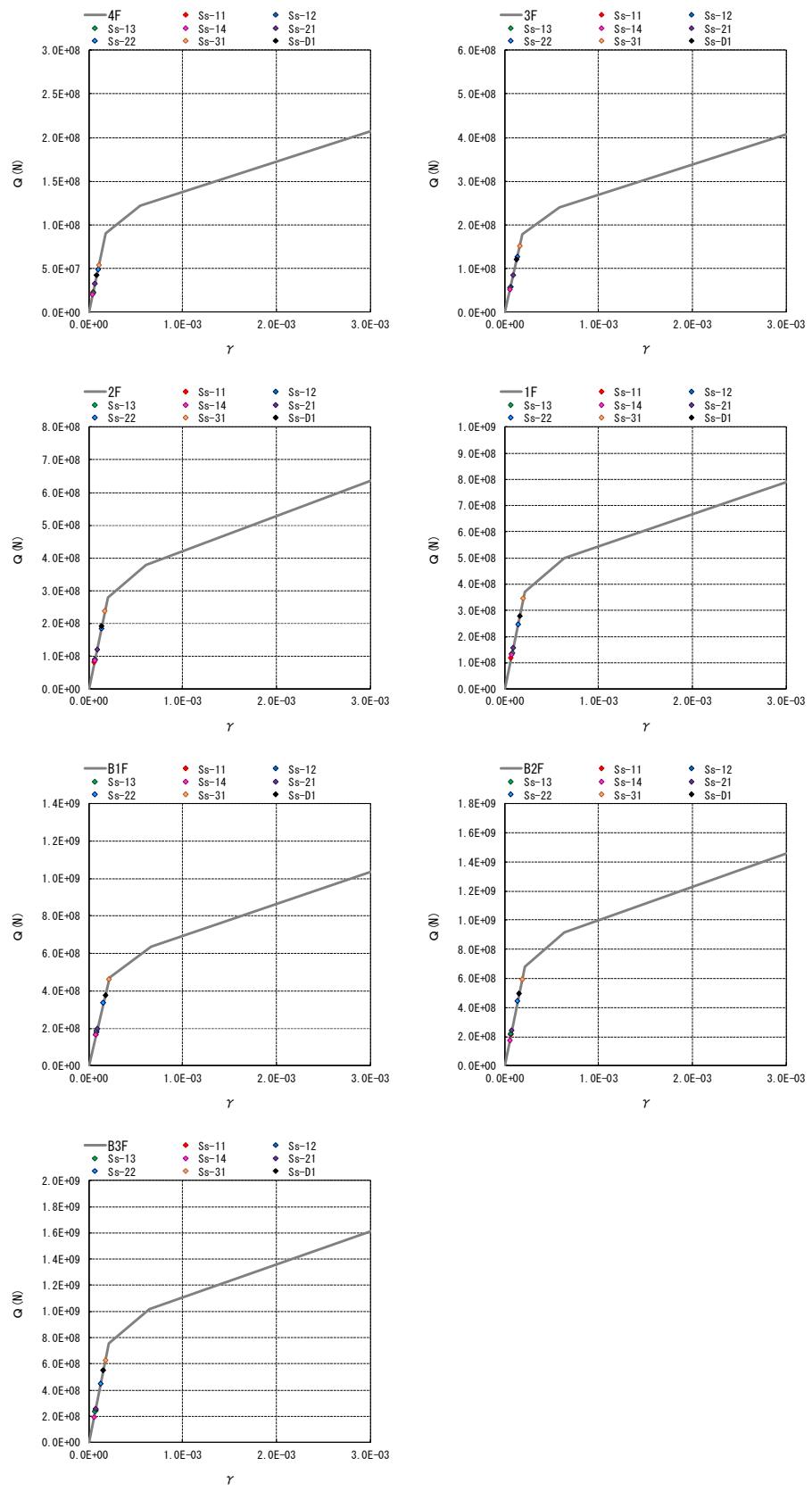
($- \sigma$ 相当)

図 4-3 Q- γ 関係と最大応答値 (NS 方向)



(基本ケース)

図 4-4 $Q-\gamma$ 関係と最大応答値 (EW 方向)



(+ σ 相当)

図 4-5 $Q-\gamma$ 関係と最大応答値 (EW 方向)

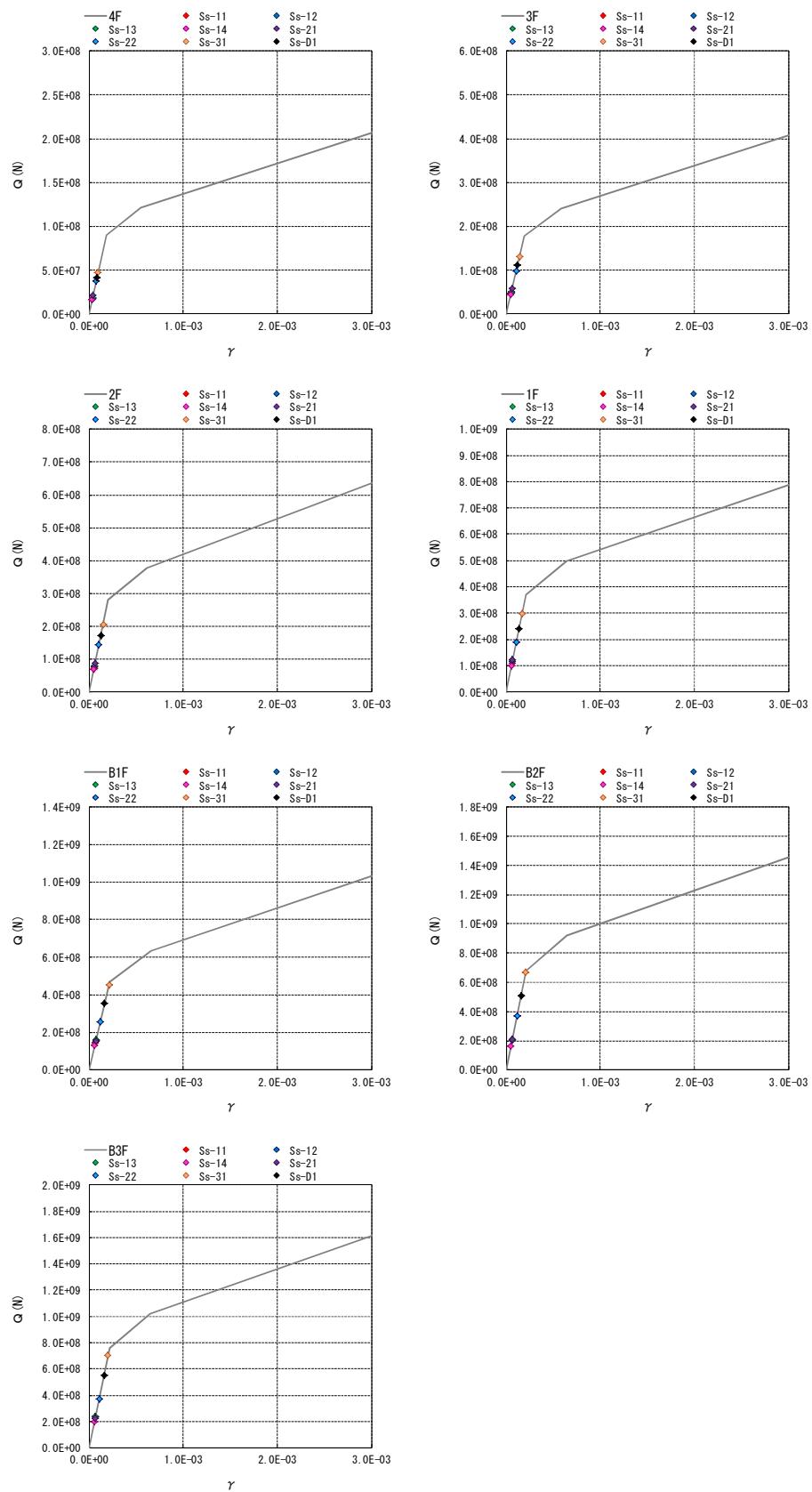


図 4-6 Q- γ 関係と最大応答値 (EW 方向)

4.2 原子炉建屋への影響の評価結果

廃棄物処理増強建屋の最大応答せん断ひずみが 4.0×10^{-3} 以下に収まっていることにより倒壊しないことを確認した。廃棄物処理増強建屋と原子炉建屋は十分な離間距離があるので、廃棄物処理増強建屋が原子炉建屋に及ぼす影響はない。

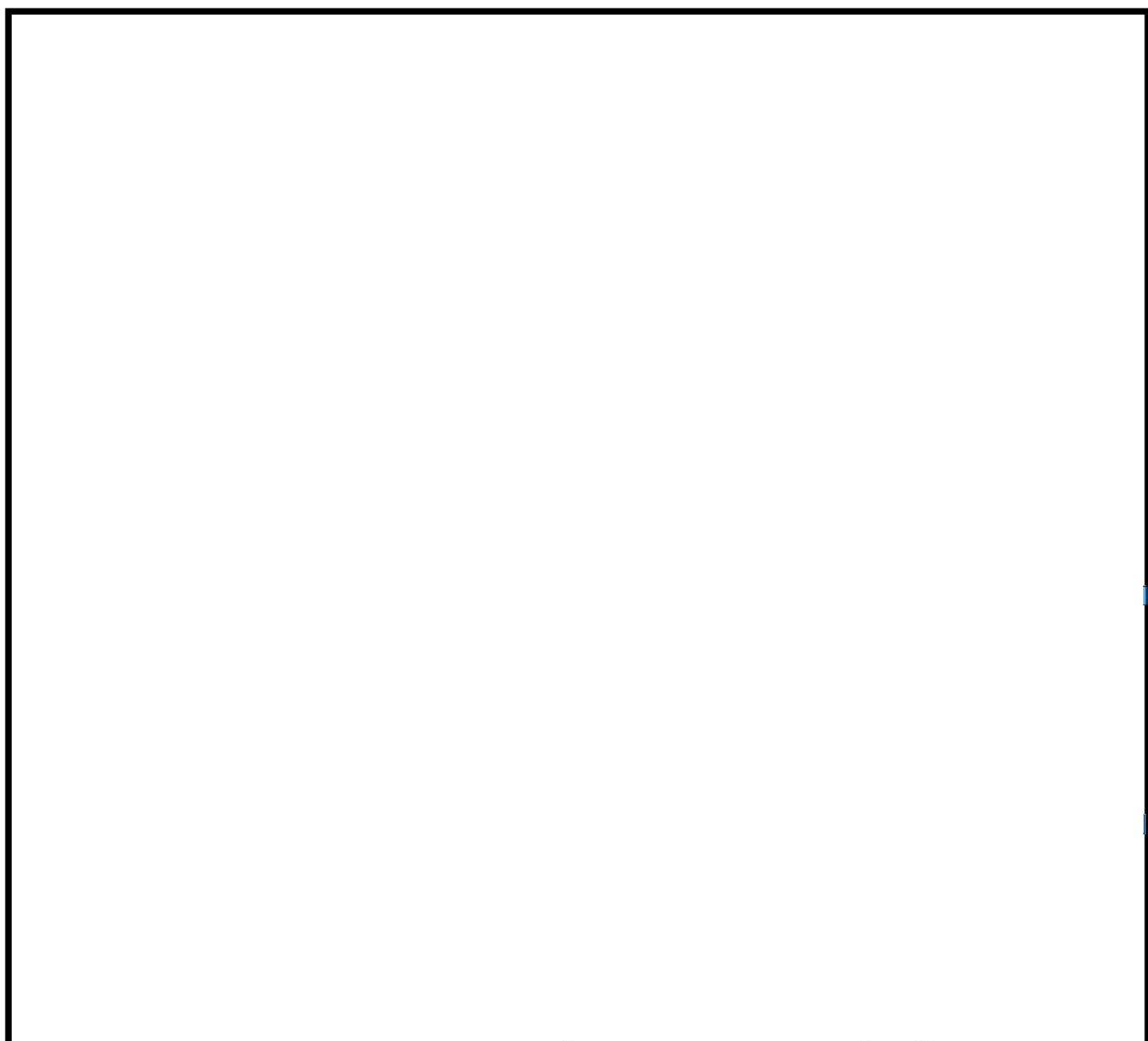
別紙3 ヘパフィルター室の原子炉建屋に対する波及的影響について

1. 概要

原子炉建屋に対して波及的影響を及ぼす可能性のある下位クラス施設について、倒壊もしくは地震時の相対変位による衝突を起こした場合に原子炉建屋の健全性を損なうことがないことを確認する。全体の配置図を図 1-1、原子炉建屋に対して波及的影響を及ぼす可能性のある下位クラス施設の重量比較を表 1-1 に示す。表 1-1 より、ヘパフィルター室が原子炉建屋に対して波及的影響を及ぼす可能性のある下位クラス施設の中で最も重量が大きいことから、以降での検討対象として選定する。

ヘパフィルター室が、基準地震動 S_s によって健全性が損なわれ倒壊した場合に、隣接する上位クラス建屋である原子炉建屋への波及的影響が想定されることから、建屋規模の比較、層としての健全性及び局部的な影響の確認により原子炉建屋への影響を評価する。

ヘパフィルター室と原子炉建屋のクリアランスは 4.0m である。ヘパフィルター室及び原子炉建屋の平面図及び断面図を図 1-2 及び図 1-3 に、ヘパフィルター室の平面図及び断面図を図 1-4 及び図 1-5 に示す



: 上位クラス施設
 : 波及的影響を及ぼす可能性のある
下位クラス施設

図 1-1 施設配置状況

表 1-1 原子炉建屋に対して波及的影響を及ぼす可能性のある下位クラス施設の重量比較

下位クラス施設	重量 (tf)
ヘパフィルター室（地下部含む）	565.52
ベーラ建屋（地上部のみ）	418.4
サンプルタンク室（通路部除く）	74.9
大物搬入口建物	84.5
連絡通路（NS 方向通路のみ）	53.3

※サービス建屋及びタービン建屋は別途検討を実施のため対象外とする。



図 1-2 ヘパフィルター室及び原子炉建屋の平面図



図 1-3 ヘパフィルター室及び原子炉建屋の断面図



図 1-4 ヘパフィルター室の平面図

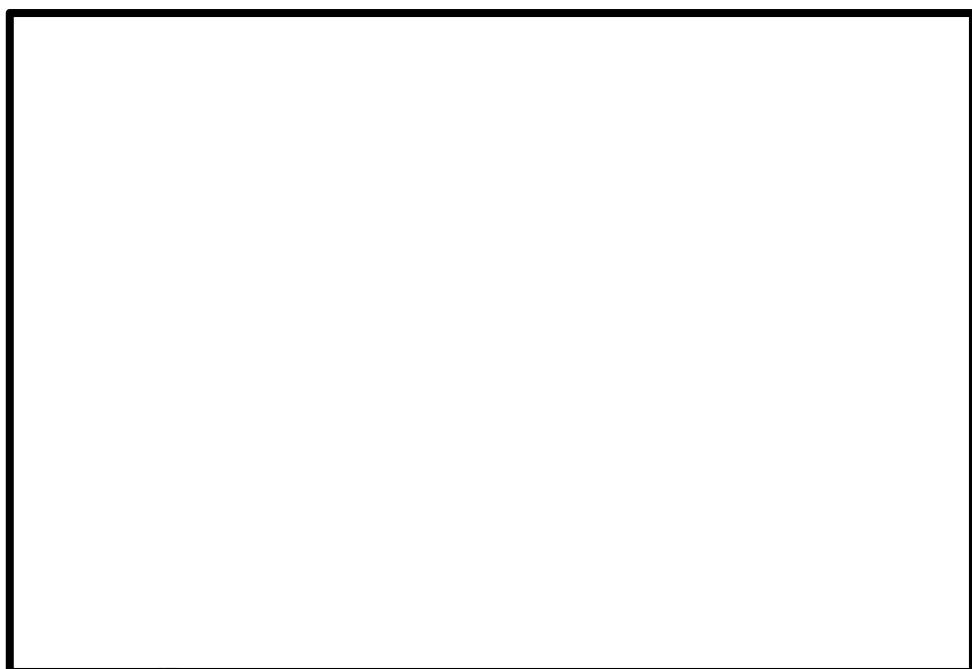


図 1-5 ヘパフィルター室の断面図 (EW 方向)

2. 評価結果

(1) 建屋規模の比較

原子炉建屋とヘパフィルター室の建屋規模の比較を表 2-1 示す。

ヘパフィルター室の建屋規模は原子炉建屋と比べて小さいことから、ヘパフィルター室の倒壊による衝突によって原子炉建屋の健全性に及ぼす影響は小さい。

以上のことから、ヘパフィルター室が倒壊した場合でも、原子炉建屋に波及的影響を及ぼすことはない。

表 2-1 原子炉建屋とヘパフィルター室の建屋規模の比較

建屋	構造	規模		重量 (kN)	原子炉建屋に対する比率
原子炉建屋	RC 造 地上 6 階 地下 2 階	建築面積 (m ²)	4675	234650 (EL. 14.0m : 8 質点)	—
ヘパフィルター室	RC 造 地上階 地下階	建築面積 (m ²)	78	5550 (565.52 tf)	面積比 : 1.7% 重量比 : 2.4%

(2) 原子炉建屋の層としての健全性評価

ヘパフィルター室の重量が、原子炉建屋の衝突位置に作用するものとして、原子炉建屋の層としての健全性を確認する。表 2-1

ヘパフィルター室の原子炉建屋への作用荷重を表 2-2 に、S_s 地震時の原子炉建屋の最大応答せん断力とヘパフィルター室による作用荷重を足し合わせた最大応答せん断力を表 2-3 に、スケルトン曲線上の S_s 地震時における最大応答値とヘパフィルター室衝突時の原子炉建屋への作用荷重を足し合わせた最大応答値を図 2-1 に示す。

S_s 地震時の最大応答せん断力にヘパフィルター室の衝突による作用荷重を考慮しても、原子炉建屋の最大せん断ひずみ (0.31×10^{-3}) が 2.00×10^{-3} を超えないことを確認した。

よって、ヘパフィルター室が衝突したとしても原子炉建屋の層としての健全性への影響はない。

表 2-2 ヘパフィルター室の原子炉建屋への作用荷重

原子炉建屋への作用荷重 ($\times 10^4$ kN)	
0.555	

表 2-3 原子炉建屋の最大応答せん断力 (EW 方向)

部材 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)							
	Ss-D1	Ss-11	Ss-12	Ss-13	Ss-14	Ss-21	Ss-22	Ss-31
8	46.7	21.1	24.9	25.6	18.9	22.4	33.1	61.3

部材 番号	最大応答せん断力 ($\times 10^4$ kN)	
	最大値 ^{※1}	ヘパフィルター室衝突時
8	64.3	64.9

※1：最大値は地盤剛性のばらつきを考慮している。

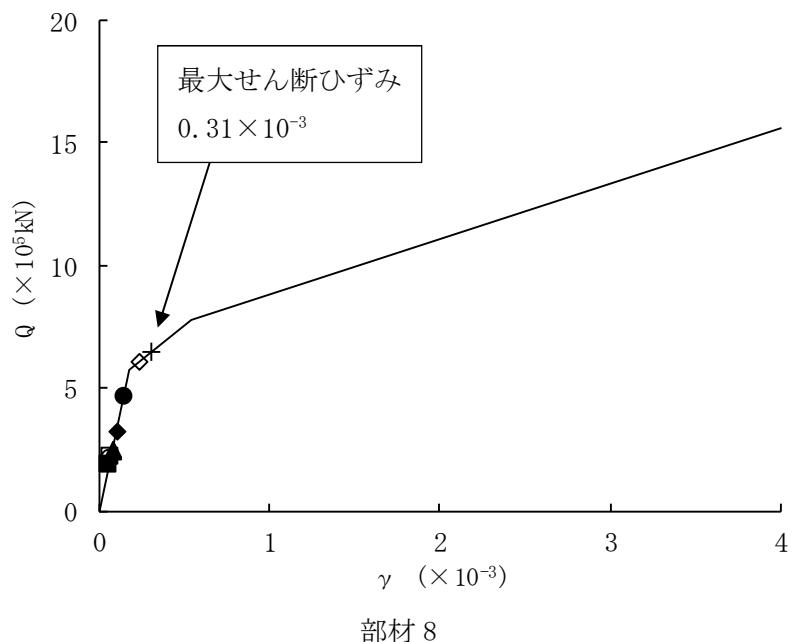
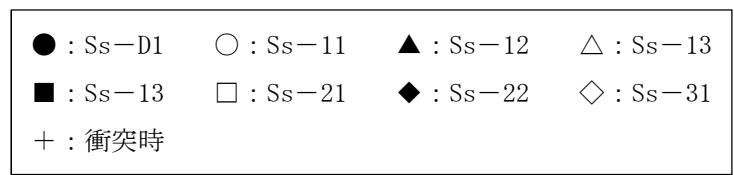


図 2-1 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (EW 方向)

(3) 局部的な影響の確認

ヘパフィルター室が衝突する原子炉建屋の地表面より上部の外壁 (EL. 8.2m～EL. 14.0m) の健全性を確認する。

原子炉建屋の外壁の健全性評価部位を図 2-2 に示す。ヘパフィルター室の全重量が、原子炉建屋の衝突位置に等分布荷重として作用するものとし、原子炉建屋の外壁は幅 1,000mm、厚さ 1,500mm、長さ 5,800mm の単純梁と仮定して耐力の検討を行う。耐力の検討に用いたヘパフィルター室衝突時の原子炉建屋への作用荷重、接触面積、単位面積当たりの作用荷重、原子炉建屋外壁の使用材料を表 2-4 に示す。また、表 2-5 に下位クラスの施設が衝突する可能性のある原子炉建屋の外壁 (EL. 8.2m～14.0m) の壁厚及び配筋を示す。表 2-5 より、ヘパフィルター室の衝突が想定される東側外壁で検討することは妥当である。

表 2-6 に評価結果を示す。表 2-6 より、ヘパフィルター室衝突時に原子炉建屋の外壁に作用する曲げモーメントは、短期許容曲げモーメントに比べて小さく、発生するせん断応力度は、短期せん断応力度に比べ小さい。

以上から、ヘパフィルター建屋の衝突を考慮しても、原子炉建屋の外壁の健全性は維持される。

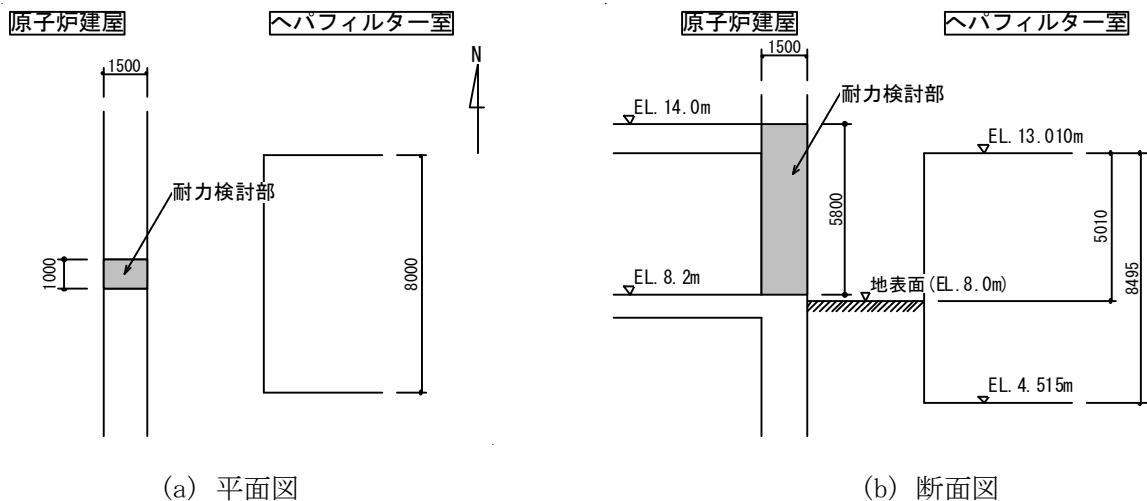


図 2-2 原子炉建屋の外壁の健全性評価部位 (単位: mm)

表 2-4 ヘパフィルター室衝突時の原子炉建屋への作用荷重、接触面積、
単位面積当たりの作用荷重、原子炉建屋外壁の使用材料

作用荷重 (kN)	接触面積 (m ²)	単位面積当たり の作用荷重 (kN/m ²)	原子炉建屋外壁の使用材料	
			鉄筋	コンクリート
5550	40.1	139	SD345※ D38@200	F _c =22.1 N/mm ²

※建設当時の鉄筋の種類は SD35 であるが現在の規格 (SD345) に読み替えている。

表 2-5 下位クラス施設の衝突が想定される原子炉建屋外壁の配筋

位置	壁厚 (mm)	配筋	
		外側	内側
北壁※1	1500	D38 @200 (タテ, ヨコ共)	D38 @200 (タテ, ヨコ共)
南壁	1500	タテ : 2-D38 @200 ヨコ : 2-D35 @200	タテ : 2-D38 @200 ヨコ : 2-D35 @200
東壁	1500	D38 @200 (タテ, ヨコ共)	D38 @200 (タテ, ヨコ共)
西壁※2	1000	タテ : 2-D32 @200 ヨコ : 1-D35 @200	タテ : 2-D32 @200 ヨコ : 1-D35 @200

※1：タービン建屋以外がないため検討対象外とする。

※2：サービス建屋以外がないため検討対象外とする。

表 2-6 評価結果

評価対象	(a) 発生値	(b) 許容値	比率 (a/b)
曲げモーメント	580 kN·m	2478 kN·m	0.24
せん断力	0.317 N/mm ²	1.08 N/mm ²	0.30

3. まとめ

ヘパフィルター室が倒壊し、原子炉建屋に衝突したとしても、原子炉建屋の構造安全性に影響はなく、ヘパフィルター室が波及的影響を及ぼさないことを確認した。