

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。

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

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を確認により、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。

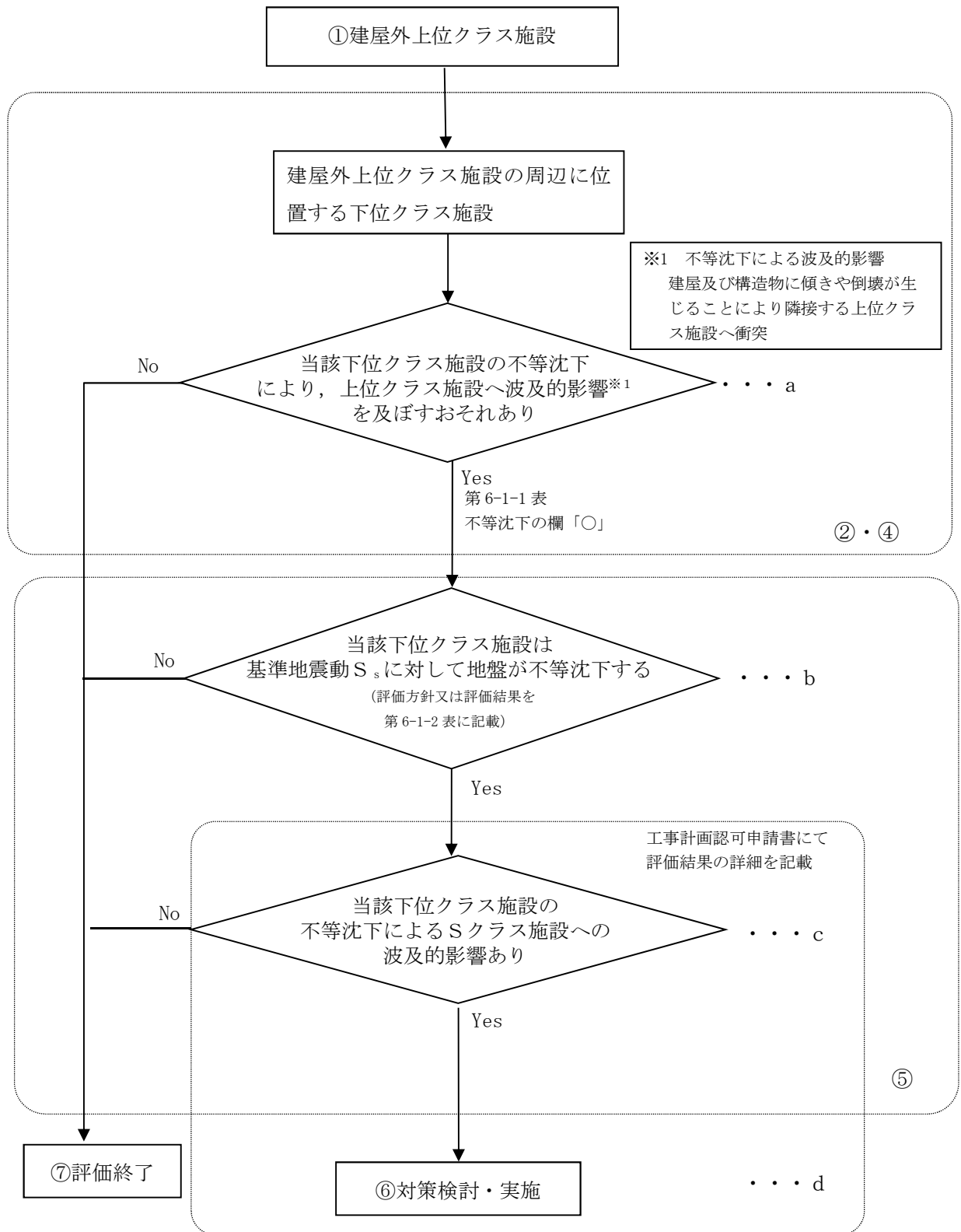


図1-1 不等沈下により屋外上位クラス施設への影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の抽出及び評価フロー

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。

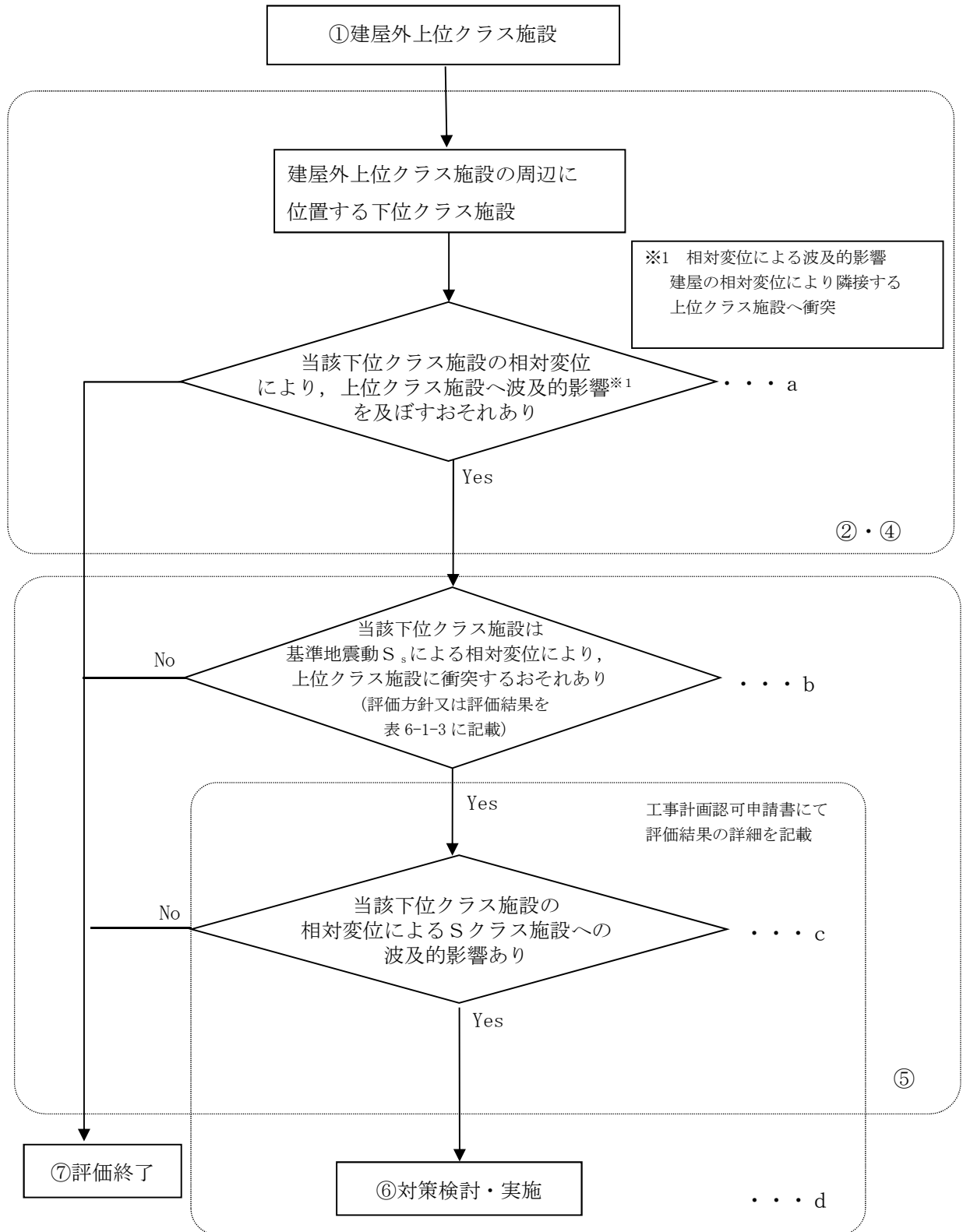


図 1-2 相対変位により屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある
下位クラス施設の抽出及び評価フロー

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。

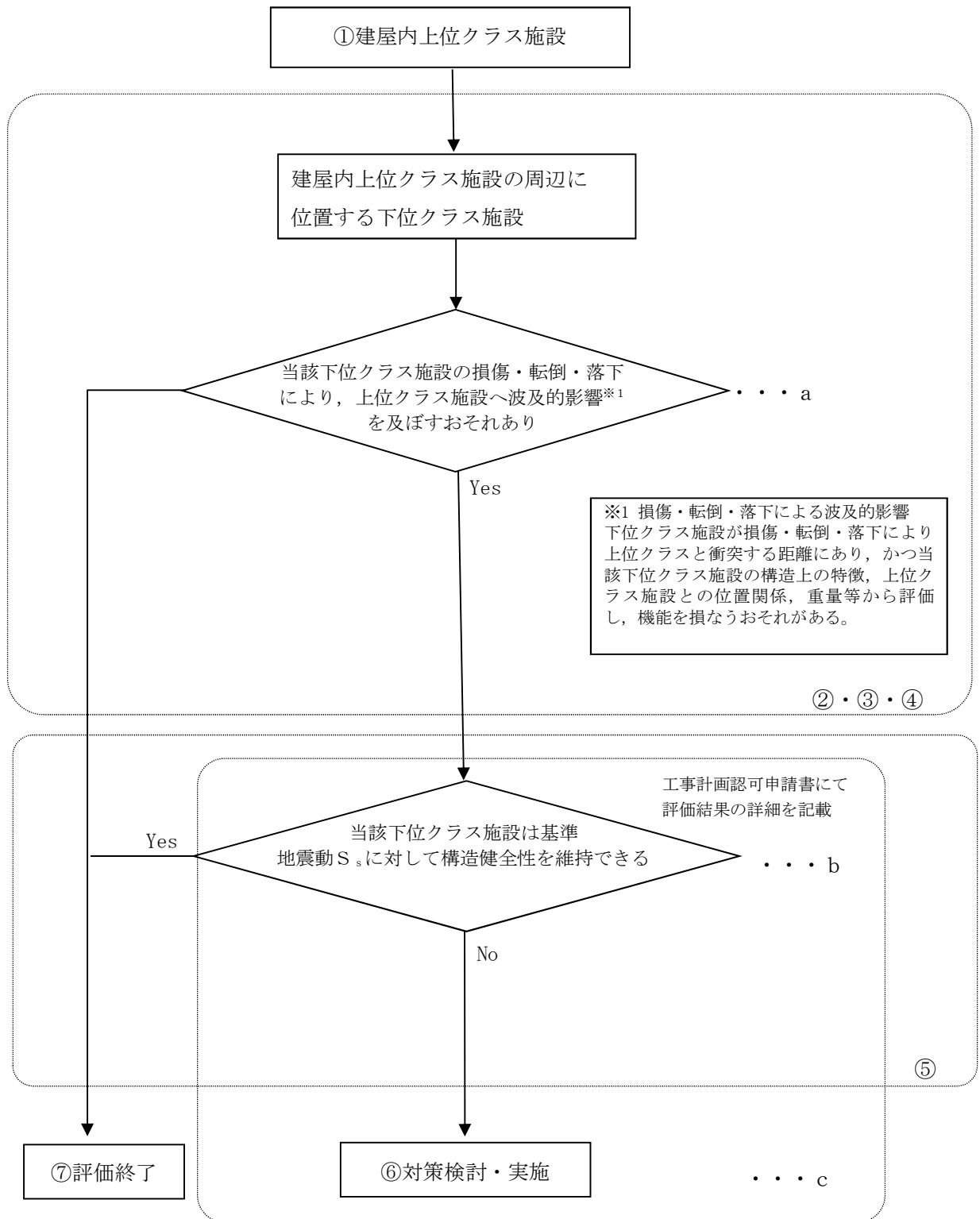


図 1-3 損傷、転倒及び落下により屋外上位クラス施設へ影響を及ぼすおそれのある
下位クラス施設の抽出及び評価フロー

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っ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

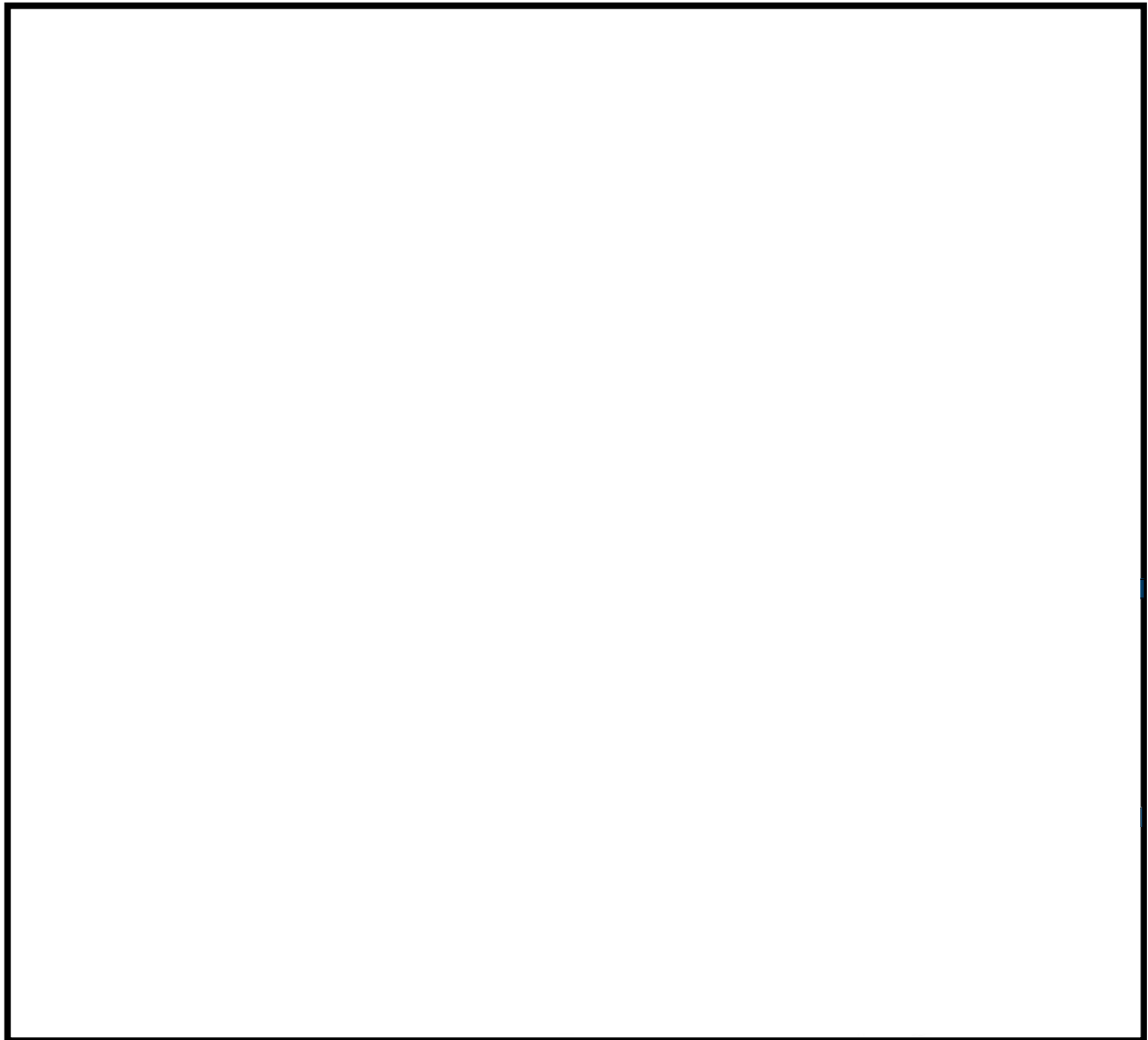
図1-2のフローに従い、机上検討をもとに、上位クラス施設及び上位クラス施設の間接支持構造物である建屋に対して、建屋の相対変位により波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設を抽出した。

(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。



注記 * : N2 ポンベ室波及的影響を及ぼさない位置へ
移転するため、波及的影響施設としての抽出は
不要とする。



 : 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	○	○	×	—
	廃棄物処理建屋	×	×	○	—
	ベアラ建屋	○	○	○	—
	サンプルタンク室	○	○	○	—
	ヘパフィルター室	○	○	○	—
	大物搬入口建屋	○	○	○	—
	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）（1/2）

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	<p>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。また、設置許可基準規則第3条第2項に係る設計方針に基づき原子炉建屋地下排水設備による地下水位の上昇の抑制を考慮せずタービン建屋近傍地盤の液状化を想定した場合、仮に不等沈下を仮定しても原子炉建屋側がケーソン、反対側が杭で支持されているのでタービン建屋は原子炉建屋とは反対側に沈下を生じるため原子炉建屋と接触することはない。</p>	本資料 別紙1参照
	サービス建屋	<p>サービス建屋の基礎は、杭を介して砂質泥岩である久米層に支持されており、杭に生じる最大軸力は極限支持力以下であることから不等沈下生じない。また、設置許可基準規則第3条第2項に係る設計方針に基づき原子炉建屋地下排水設備による地下水位の上昇の抑制を考慮せずサービス建屋近傍地盤の液状化を想定した場合、杭体に局部的な損傷が生じる可能性はあるものの、原子炉建屋の変位拘束により原子炉建屋近傍地盤の歪は抑えられるため、原子炉建屋側の地盤反力低下よりも反対側の地盤反力低下の方が大きく、サービス建屋は原子炉建屋とは反対側に沈下を生じるため原子炉建屋と接触することはない。</p>	

表 3-1 屋外施設の評価結果（地盤の不等沈下による影響）（2/2）

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	廃棄物処理建屋	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。	—
	ベアラ建屋	各建屋において地盤の不等沈下による影響を直接評価せずに各建屋が衝突するものとして評価を行った。 各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、原子炉建屋に衝突したとしても原子炉建屋の耐震性を損なうことはない。 また、各建屋近傍の原子炉建屋内部には衝突時の衝撃力による短周期応答の影響を受ける重要機器が無い事を確認しており、上位クラス施設の有する機能に波及的影響を及ぼすことはない。	本資料 別紙 1, 別紙 3 及び別紙 4 参照
	サンプルタンク室		
	ヘパフィルター室		
	大物搬入口建屋		
	連絡通路(南側)		

表 3-2 屋外施設の評価結果（建屋の相対変位による影響）（1/2）

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	<p>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。また、設置許可基準規則第3条第2項に係る設計方針に基づき原子炉建屋地下排水設備による地下水位の上昇の抑制を考慮せずタービン建屋近傍地盤の液状化を想定した場合、タービン建屋の原子炉建屋側はケーソンにより岩着しているため原子炉建屋側への変位は拘束される。ケーソン周辺の杭に損傷が生じる場合は原子炉建屋から離れる方向への変形が大きくなるため、原子炉建屋への影響はない。</p>	<p>工認添付資料V-2-11-2-13 参照</p>
	サービス建屋	<p>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。また、設置許可基準規則第3条第2項に係る設計方針に基づき原子炉建屋地下排水設備による地下水位の上昇の抑制を考慮せずサービス建屋近傍地盤の液状化を想定した場合、原子炉建屋が存在することにより原子炉建屋側への側方流動は抑えられ、サービス建屋は原子炉建屋から離れる方向への変形が大きくなるため、原子炉建屋への影響はない。</p>	<p>工認添付資料V-2-11-2-14 参照</p>

表 3-2 屋外施設の評価結果（建屋の相対変位による影響）（2/2）

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	廃棄物処理建屋	廃棄物処理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
	ペーラ建屋	各建屋は原子炉建屋に近接しているが相対変位による影響を直接評価せずに各建屋が衝突するものとして評価を行った。 各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、原子炉建屋に衝突したとしても原子炉建屋の耐震性を損なうことはない。 また、各建屋近傍の原子炉建屋内部には衝突時の衝撃力による短周期応答の影響を受ける重要機器が無い事を確認しており、上位クラス施設の有する機能に波及的影響を及ぼすことはない。	本資料 別紙 1, 別紙 3 及び別紙 4 参照
	サンプルタンク室		
	へパフィルター室		
	大物搬入口建屋		
	連絡通路(南側)		

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。	工認添付書類 V-2-11-2-13 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。	工認添付書類 V-2-11-2-14 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
	ベアラ建屋	各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、原子炉建屋に衝突したとしても原子炉建屋の耐震性を損なうことはない。 また、各建屋近傍の原子炉建屋内部には衝突時の衝撃力による短周期応答の影響を受ける重要機器が無い事を確認しており、上位クラス施設の有する機能に波及的影響を及ぼすことはない。	本資料 別紙 1, 別紙 3 及び別紙 4 参 照
	サンプルタンク室		
	ヘパフィルター室		
	大物搬入口建屋		
	連絡通路(南側)		

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階建てで、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（EL. +8.00 m）からの高さは14.00 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.パイプトレン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.パイプトレン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。1階床下にはS.W.パイプが通っており、地盤改良を行う。

(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面間距離は 2450mm、S.W. パイプトレンチとの距離は 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。

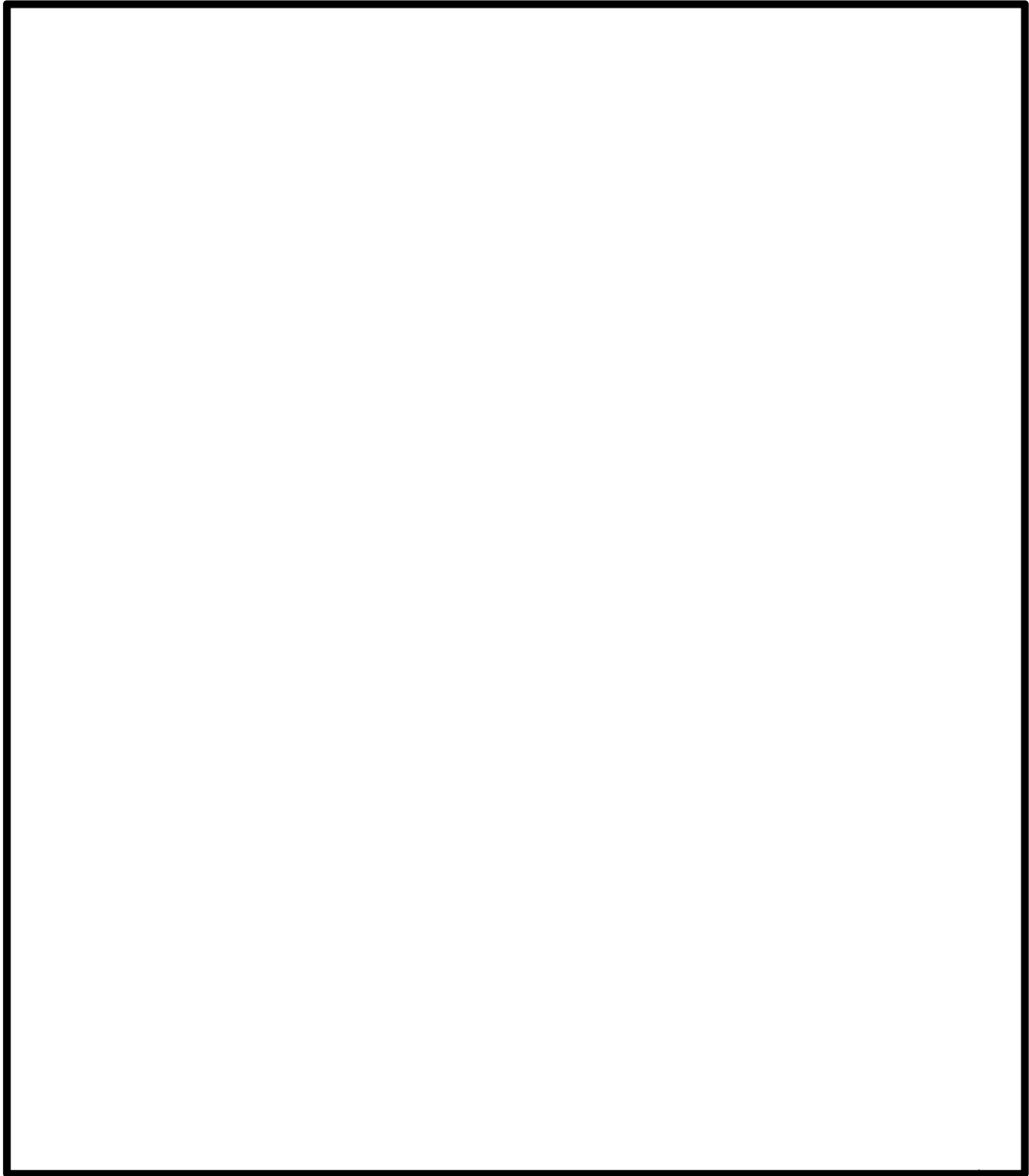
大物搬入口建屋は、原子炉建屋の南側に位置している。基礎の一部が原子炉建屋の S.W. パイプトレンチの上部にのり、基礎と原子炉建屋の外壁とのギャップは 50mm である。上屋では、露出柱脚の柱面と原子炉建屋の外壁とのギャップは 100mm である。

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

(7) 連絡通路（南側）

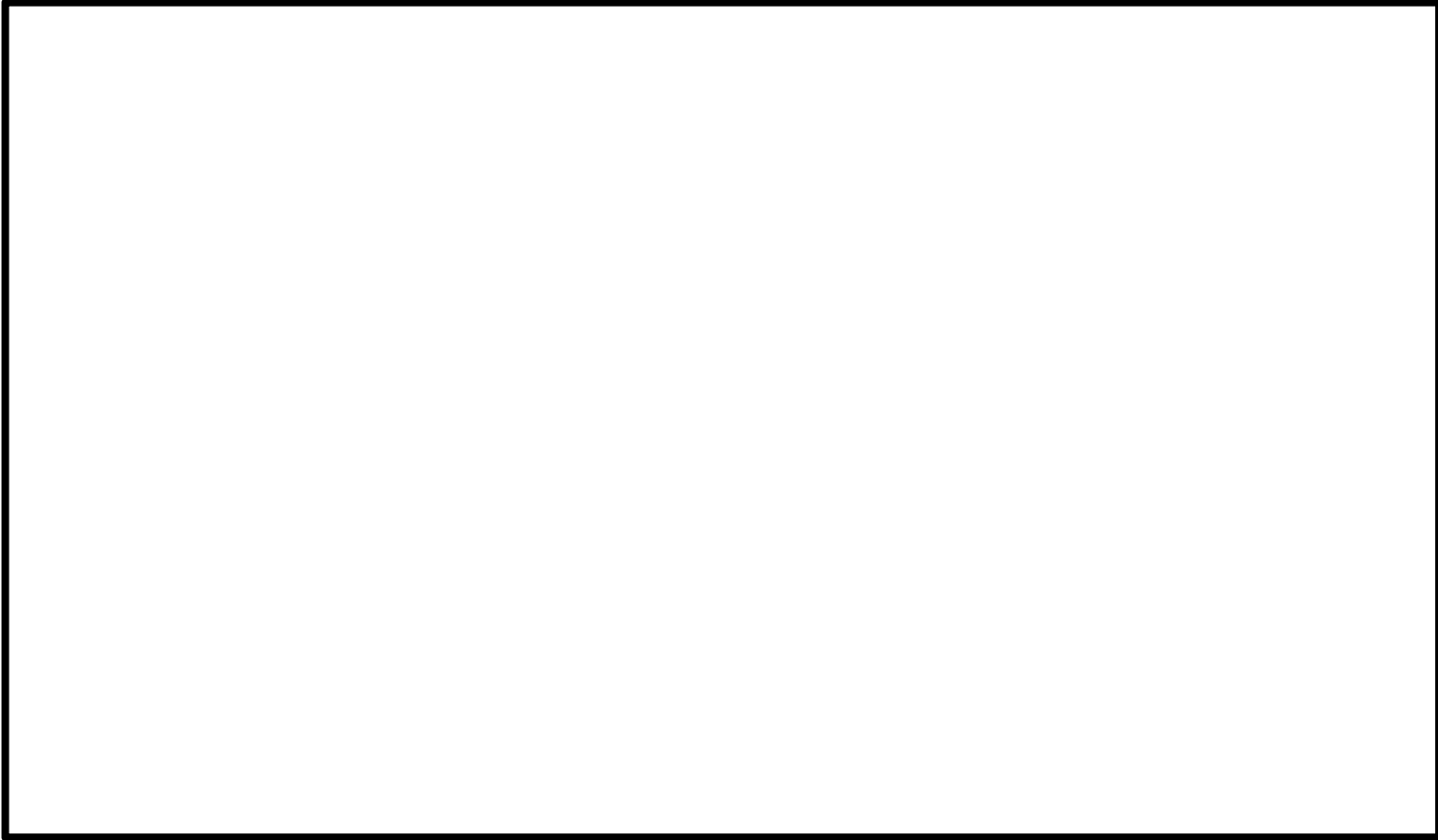
連絡通路と原子炉建屋との関係を図 1-7 に示す。

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。



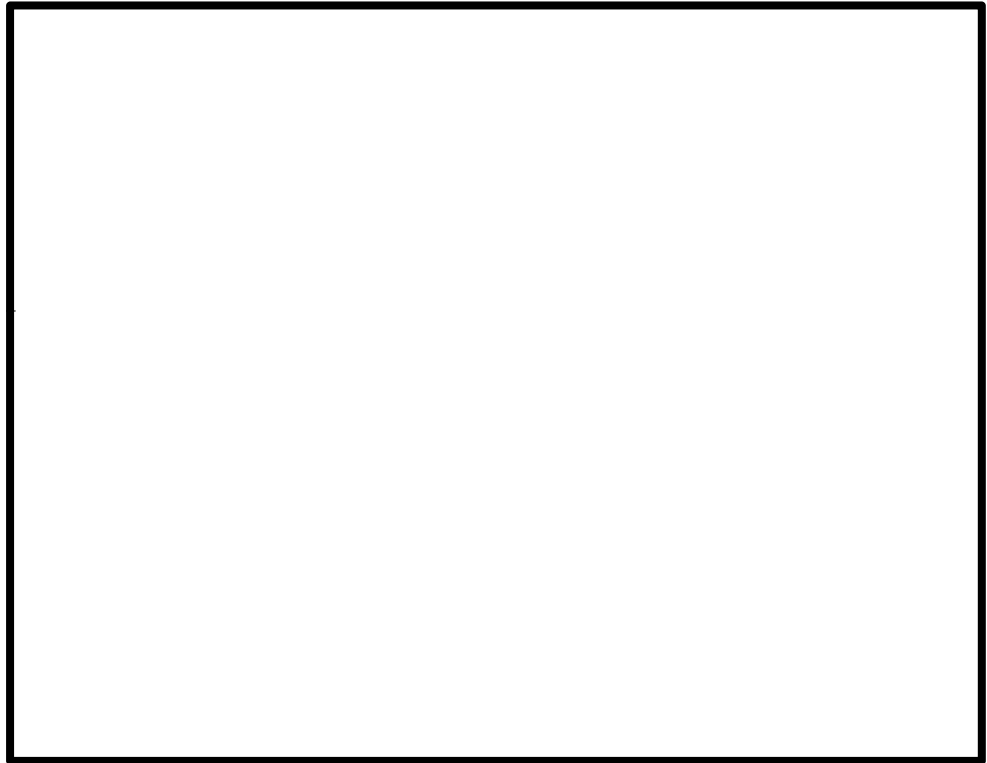
(a) 平面図

図 1-1 タービン建屋と原子炉建屋の位置関係 (1/2)

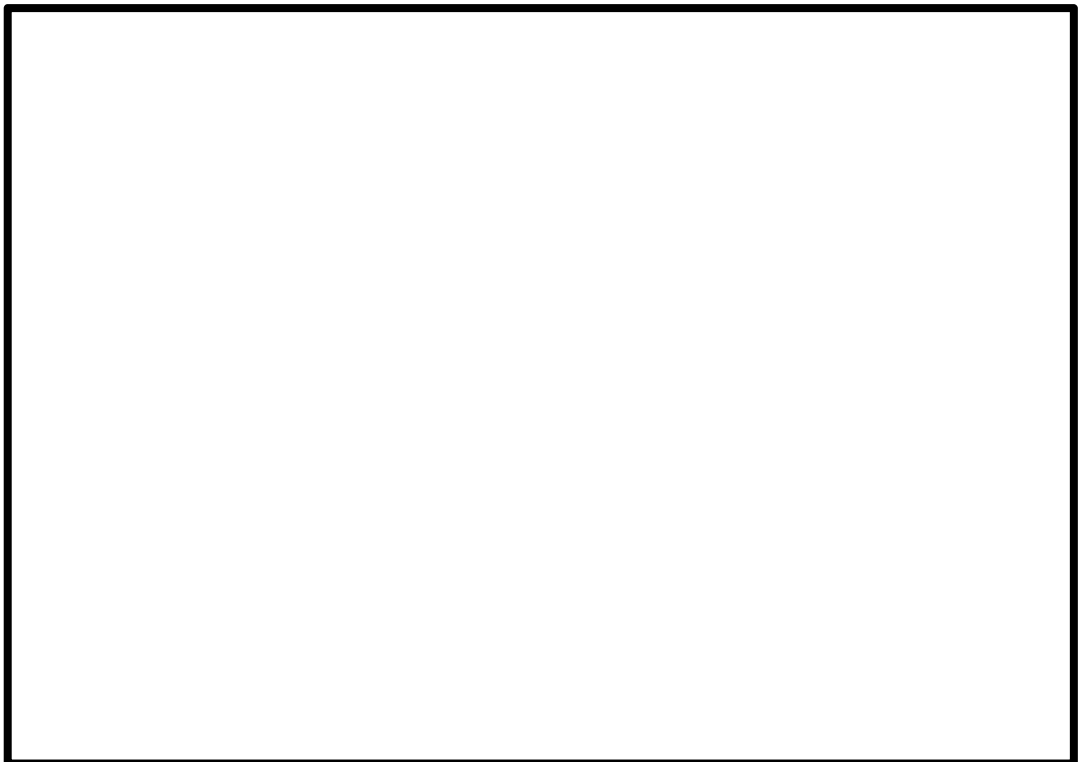


(b) NS 方向断面図

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

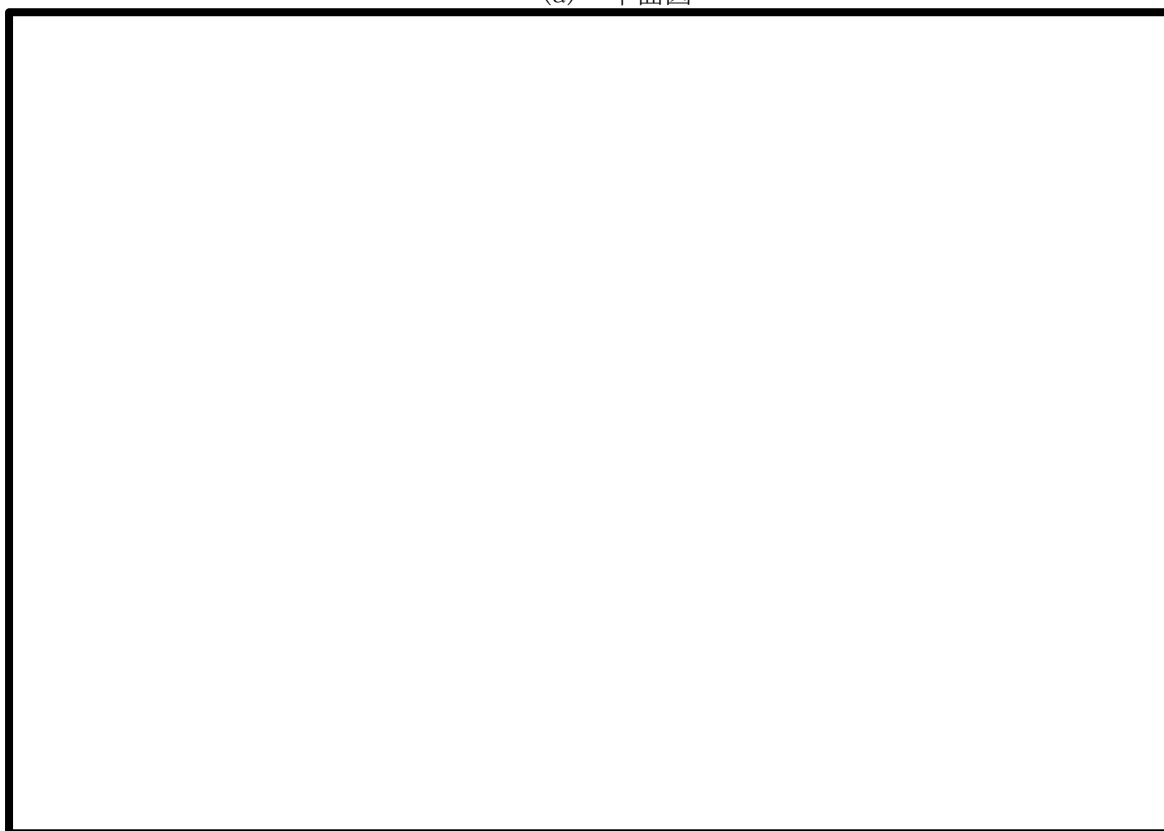


(b) EW 方向断面図

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

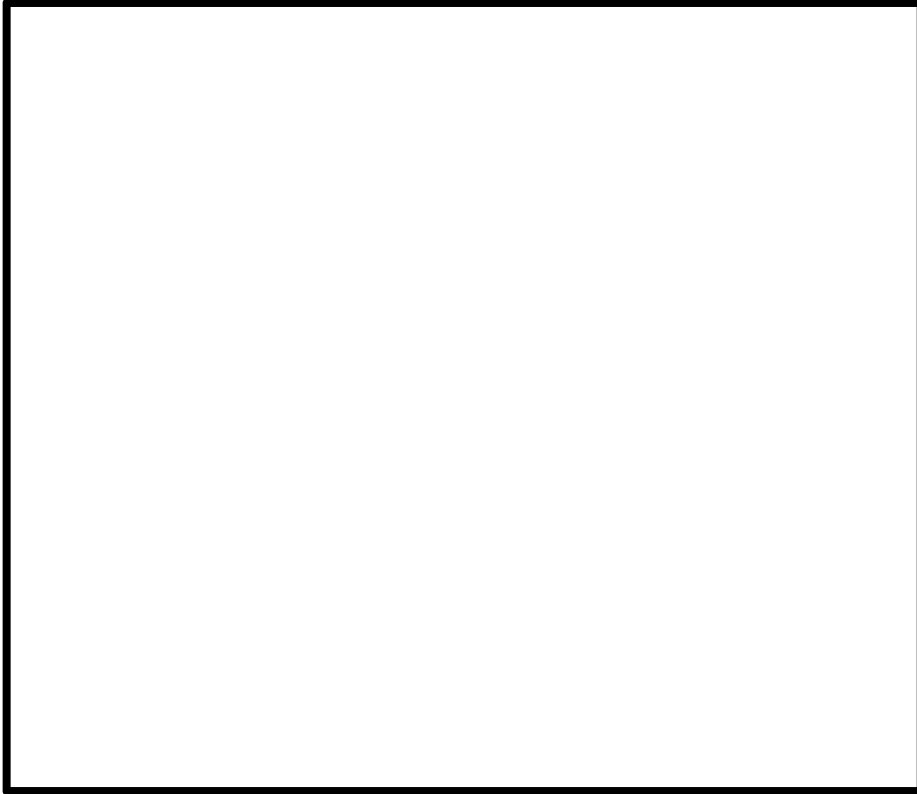


(a) 平面図

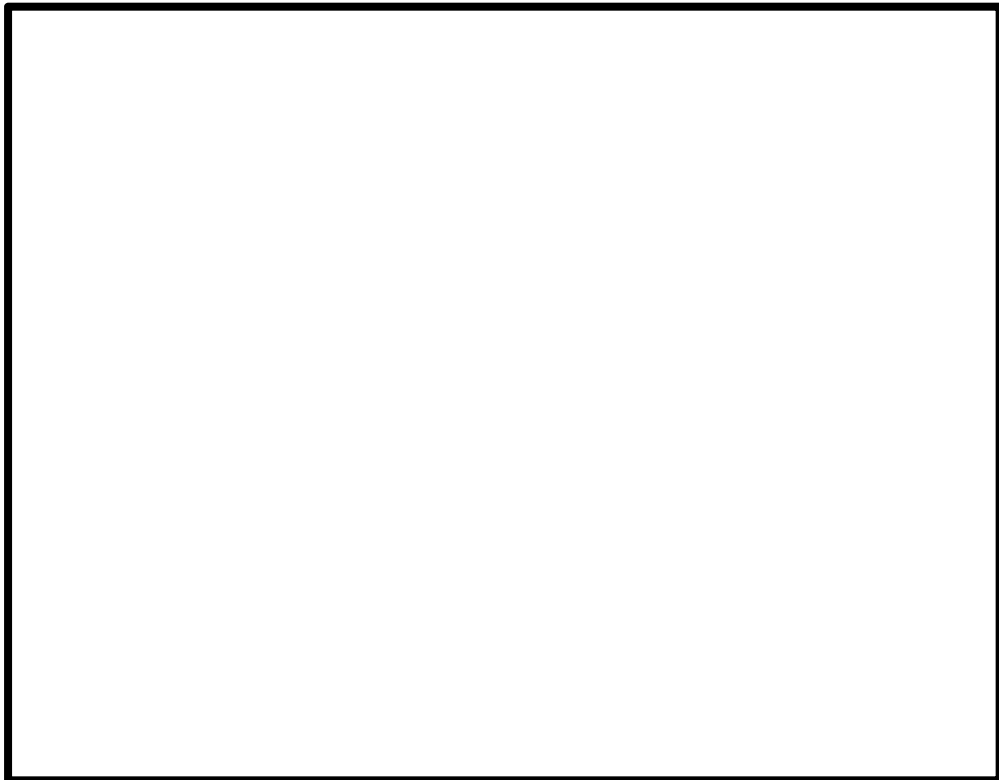


(b) EW 方向断面図

図 1-4 サンプルタンク室と原子炉建屋の位置関係

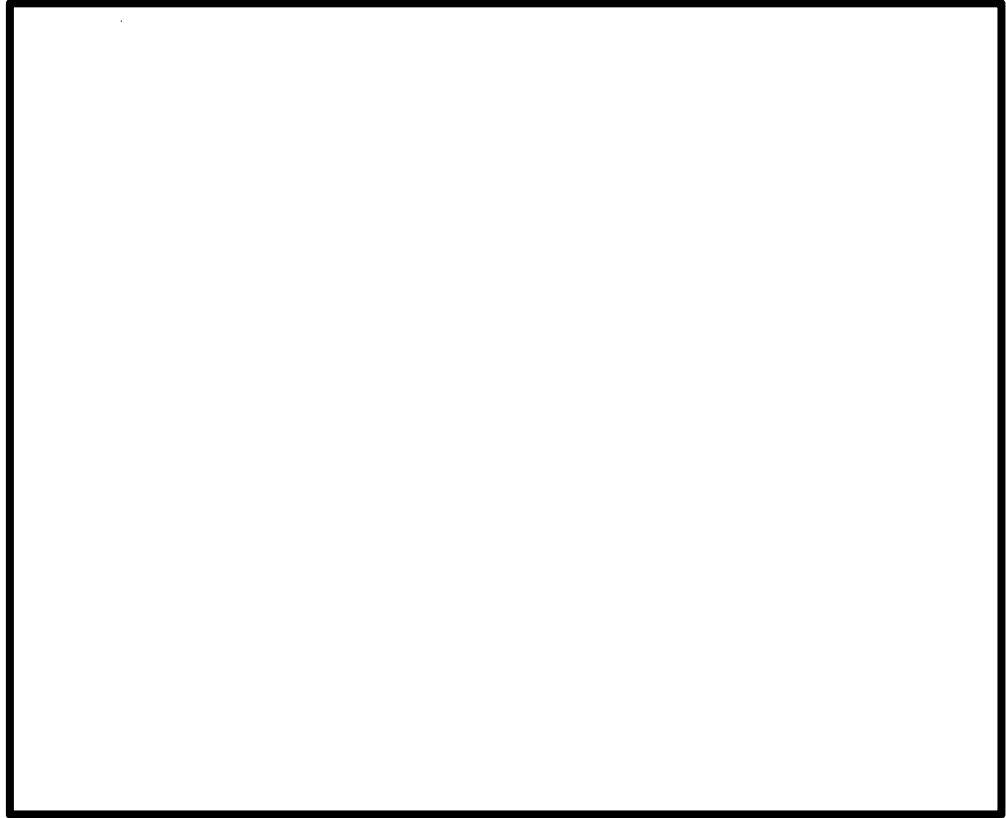


(a) 平面図

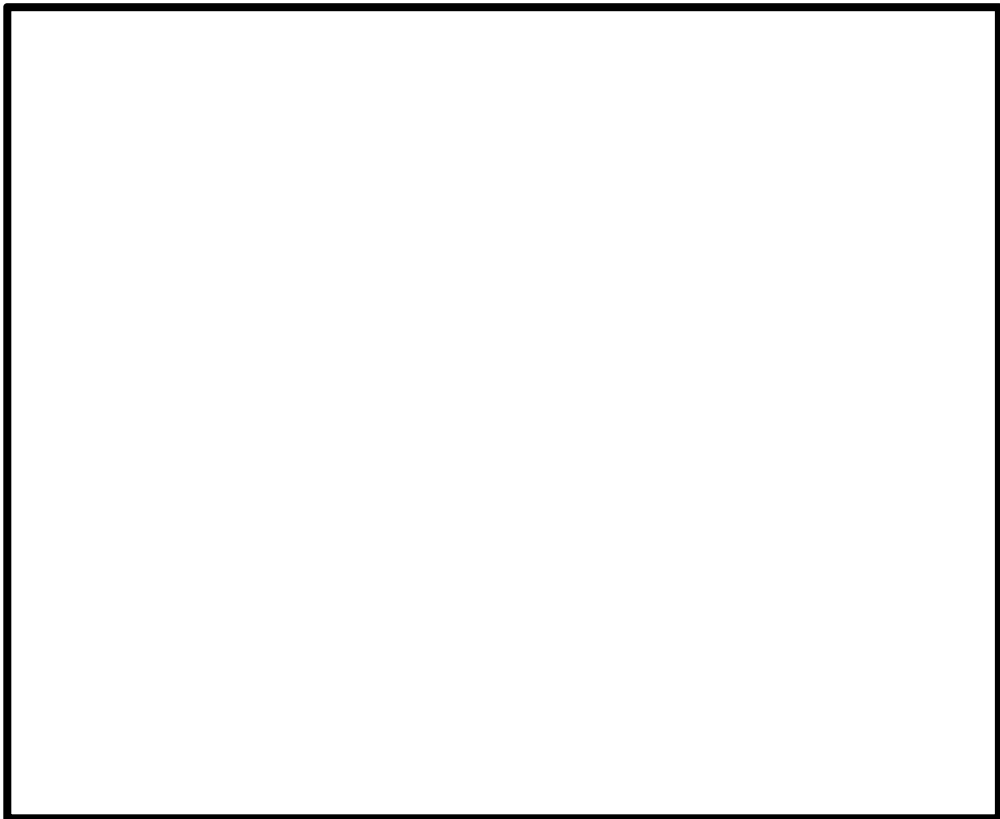


(b) 断面図

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 廃棄物処理建屋の原子炉建屋に対する波及的影響評価

1. 概要

本資料は、添付書類「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

廃棄物処理建屋の設置位置を図 2-1 に示す。

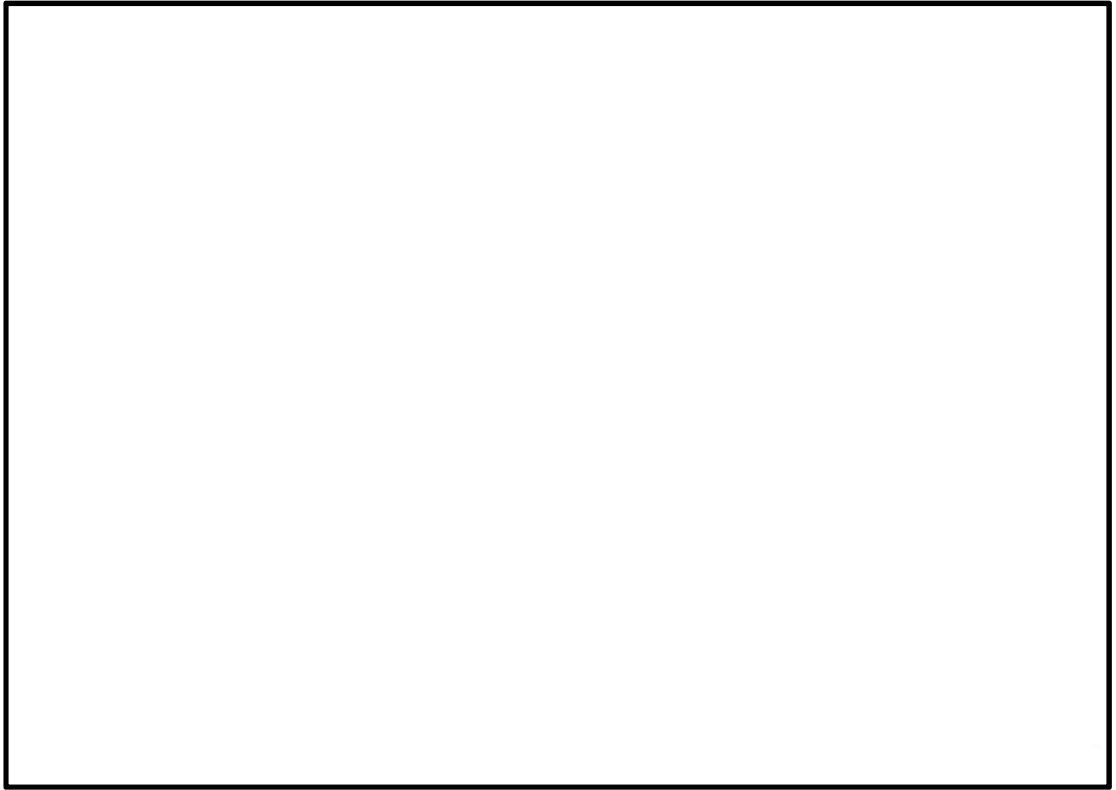


図 2-1 廃棄物処理建屋の設置位置

2.2 構造概要

廃棄物処理建屋は、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。廃棄物処理建屋の概略平面図を図 2-2 に、廃棄物処理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。

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

廃棄物処理建屋は、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。

廃棄物処理建屋の基礎は、厚さ約 2.5 m 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。

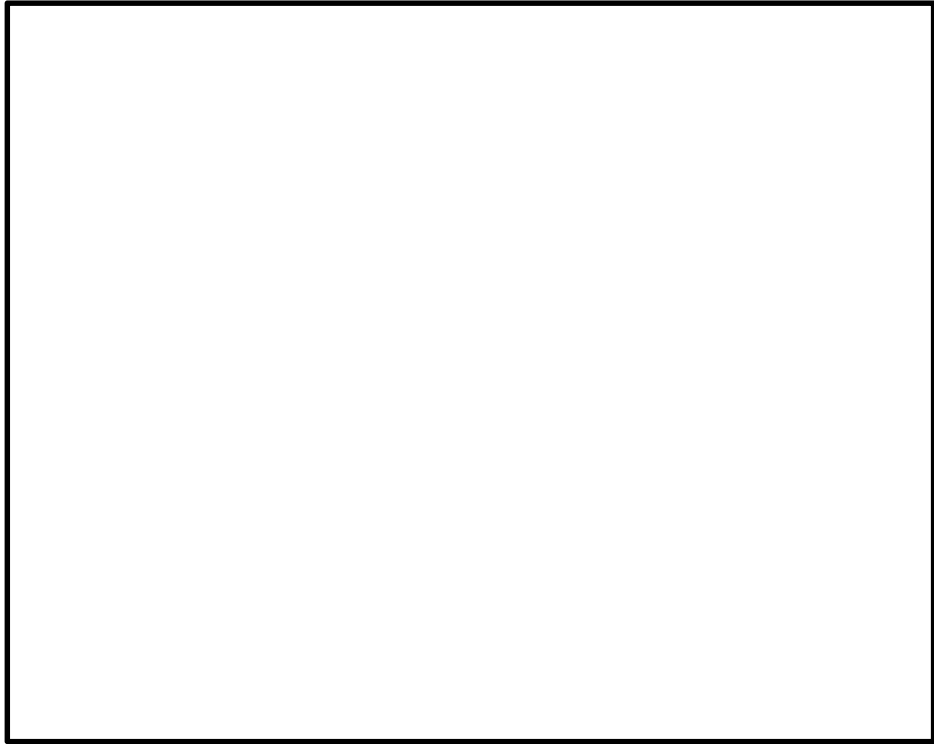


図 2-2  の概略平面図 (EL. -10.70 m)

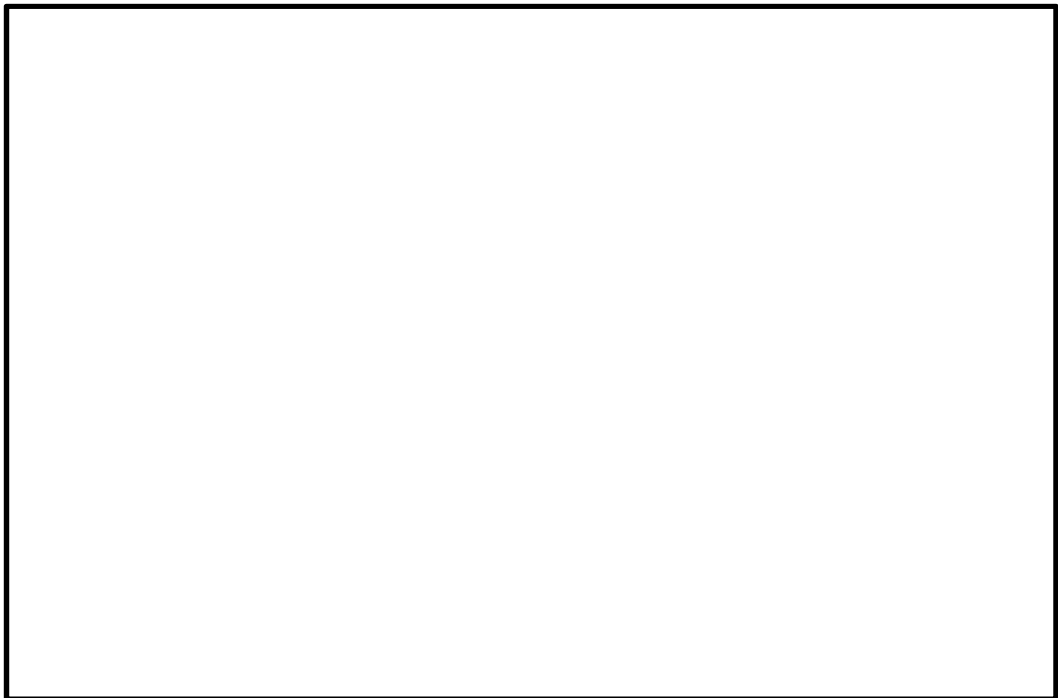


図 2-3 廃棄物処理建屋の概略断面図 (NS 方向 A-A 断面)



図 2-4 建屋配置図

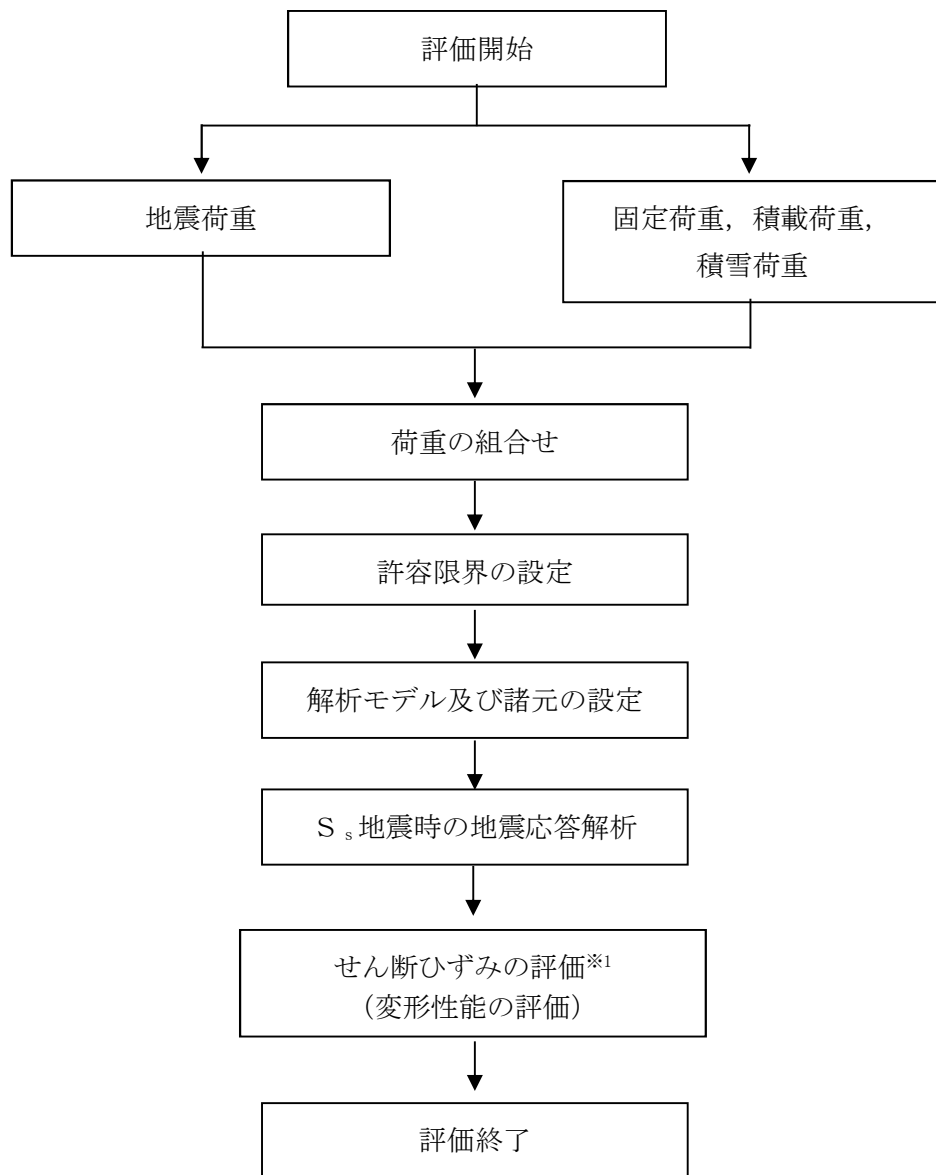
2.3 評価方針

廃棄物処理建屋は、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。廃棄物処理建屋の波及的影響評価は、添付書類「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。廃棄物処理建屋は原子炉建屋と8m以上離れており、廃棄物処理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。

- ・ 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。)
- ・ 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 ー許容応力度設計法ー (日本建築学会, 1999)

3. 評価方法

3.1 評価対象部位及び評価方針

廃棄物処理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

廃棄物処理建屋の地震応答解析に用いる入力地震動は、添付書類「V-2-1-2 基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d の策定概要」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。

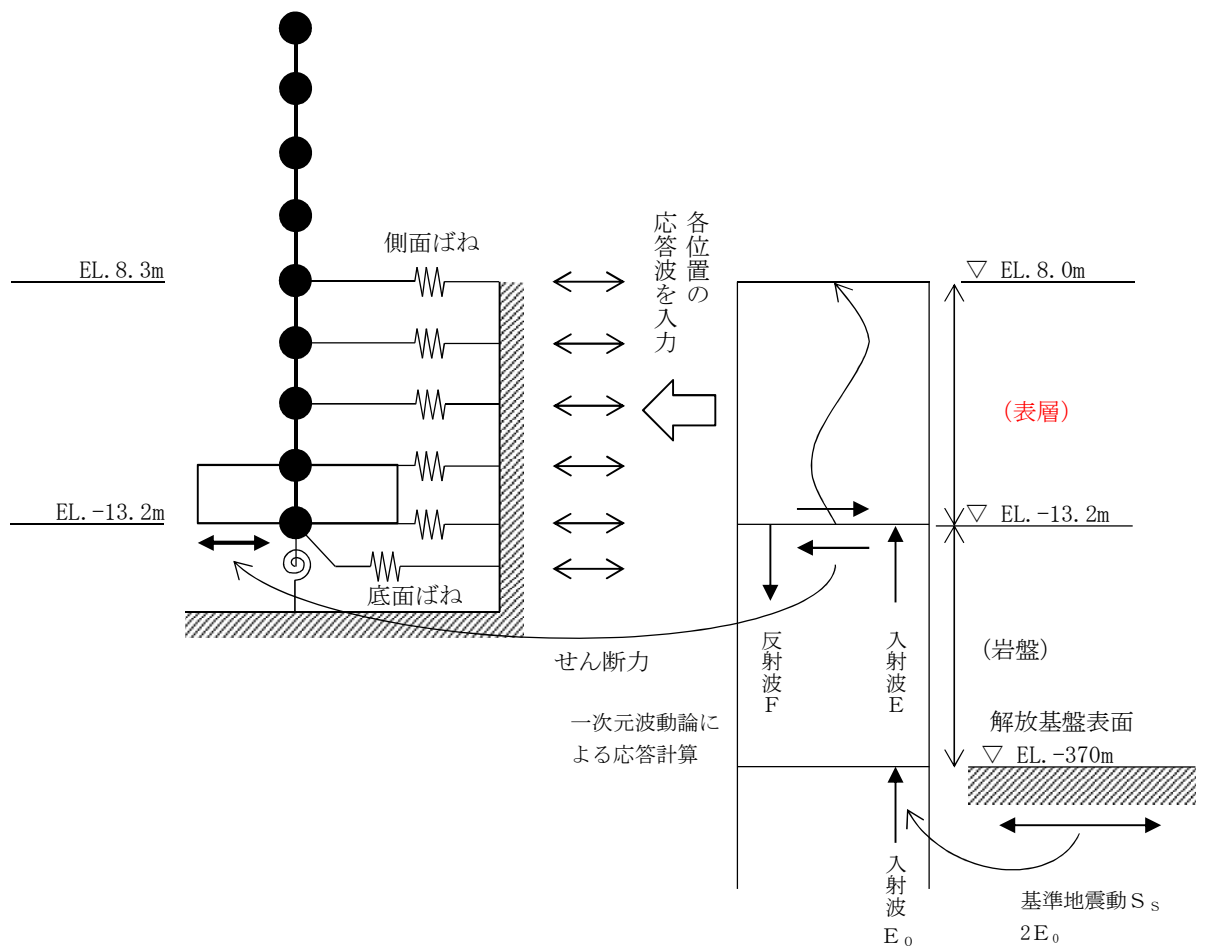
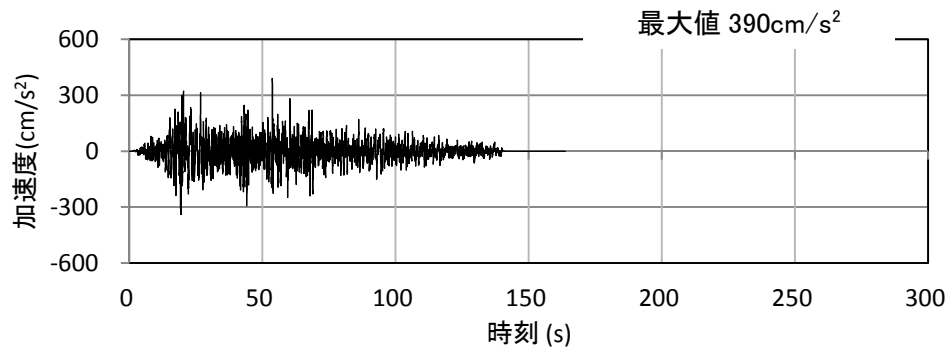
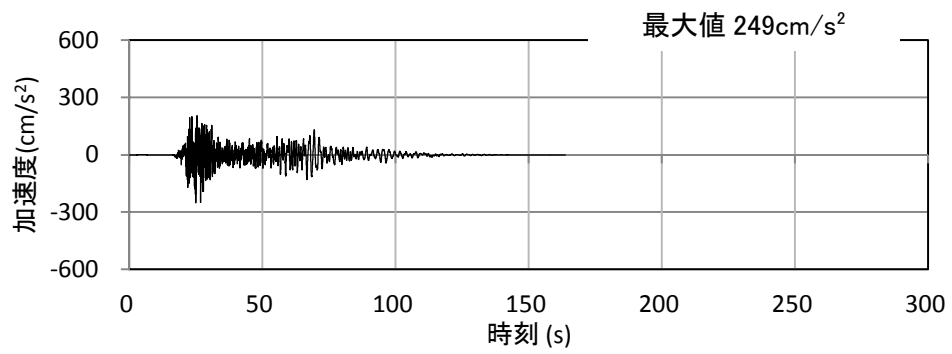


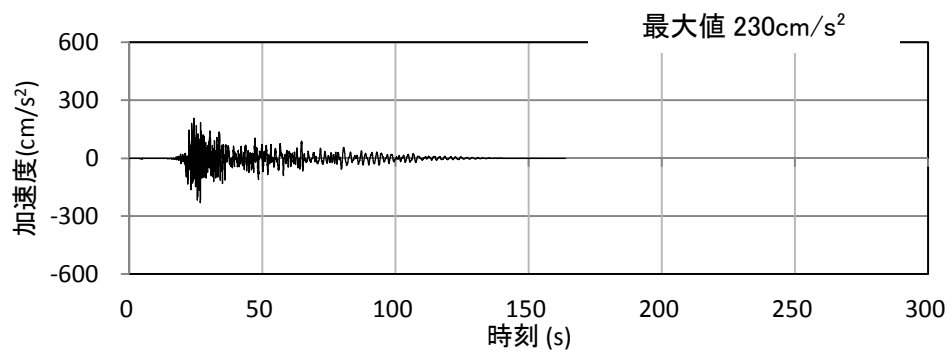
図 3-17 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図



(a) S_s-D1

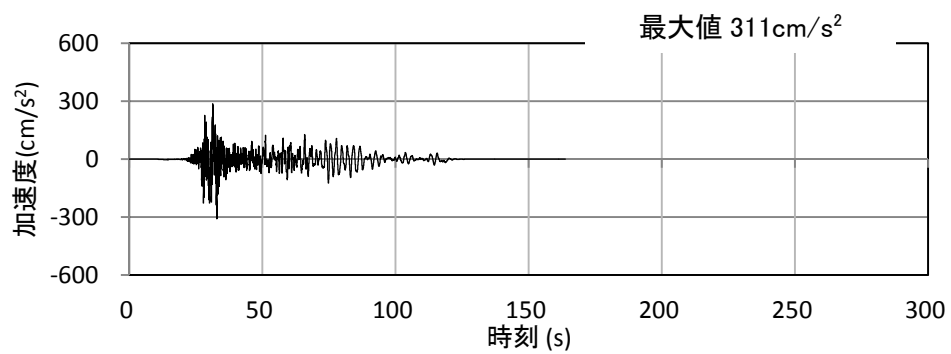


(b) S_s-11 NS

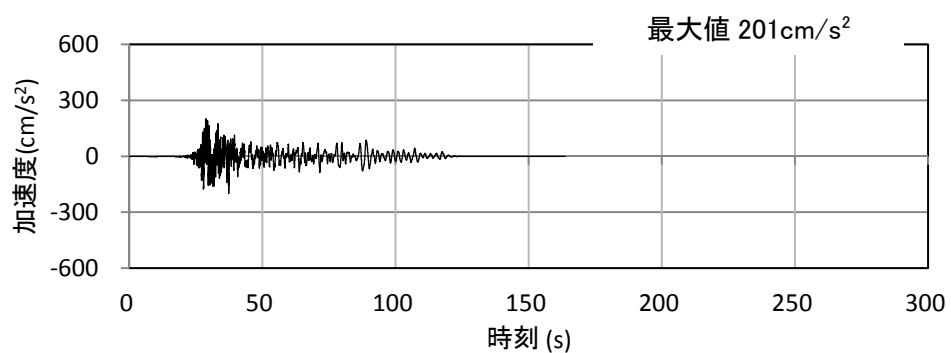


(c) S_s-11 EW

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

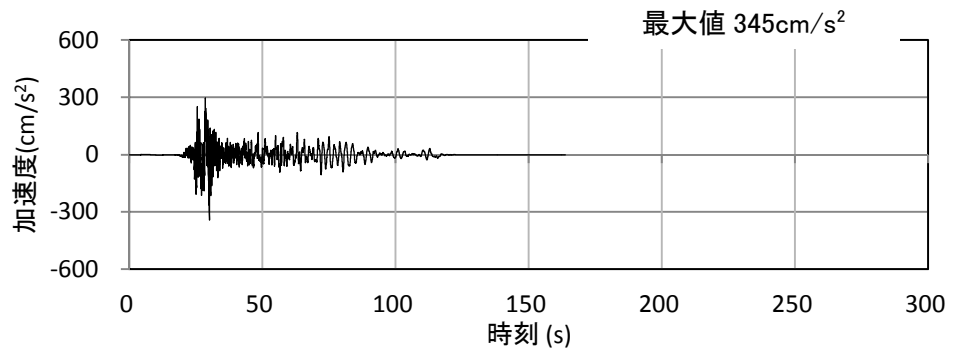


(a) S_s-12 NS

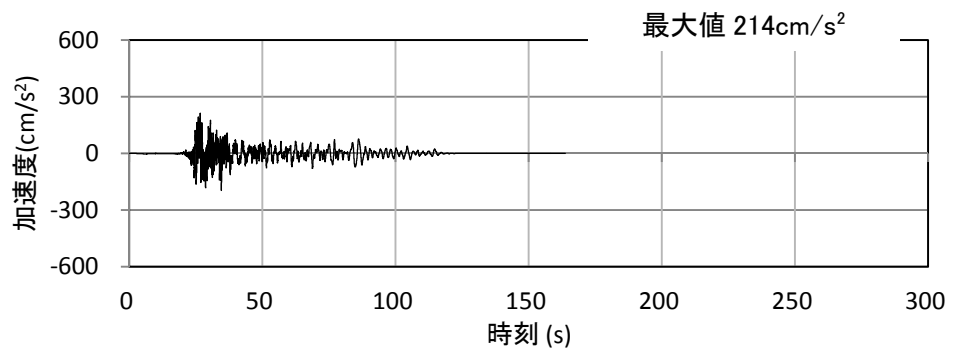


(b) S_s-12 EW

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

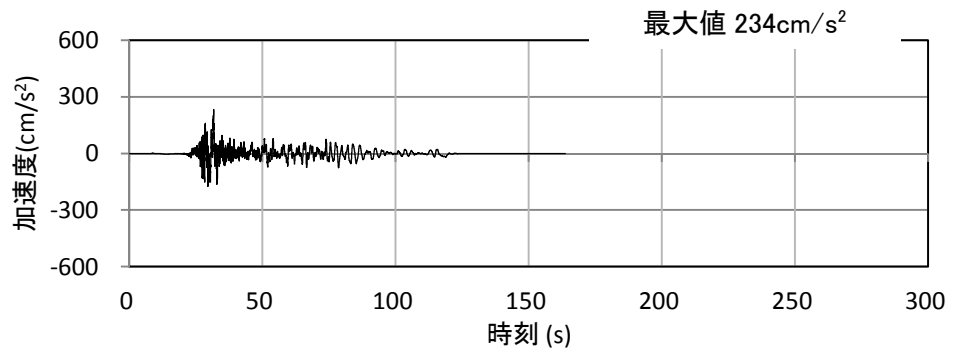


(a) S_s-13 NS

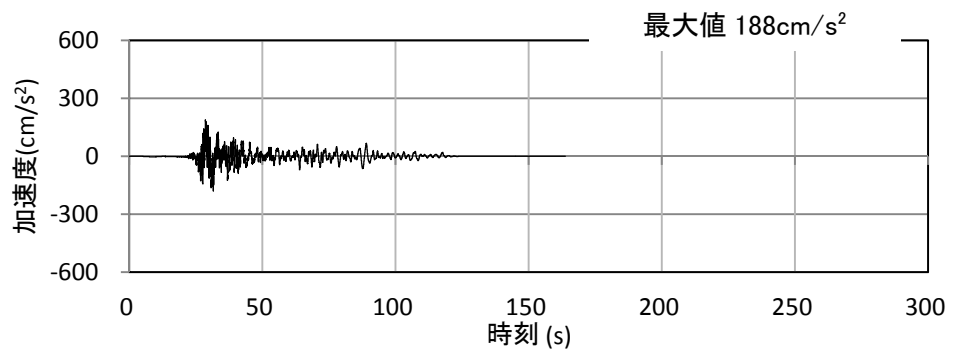


(b) S_s-13 EW

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

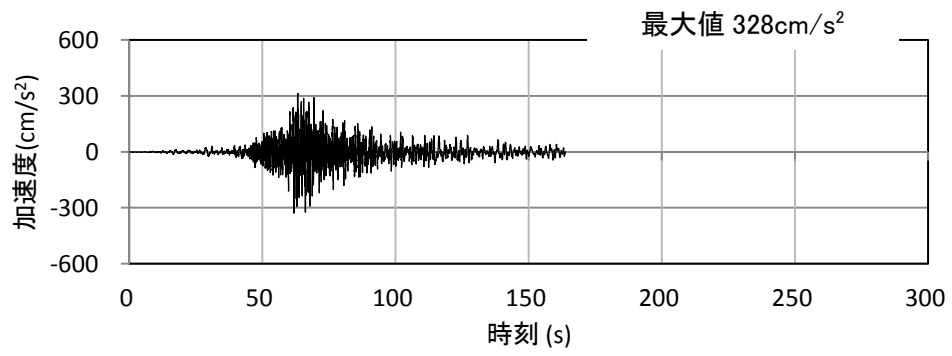


(a) S_s-14 NS

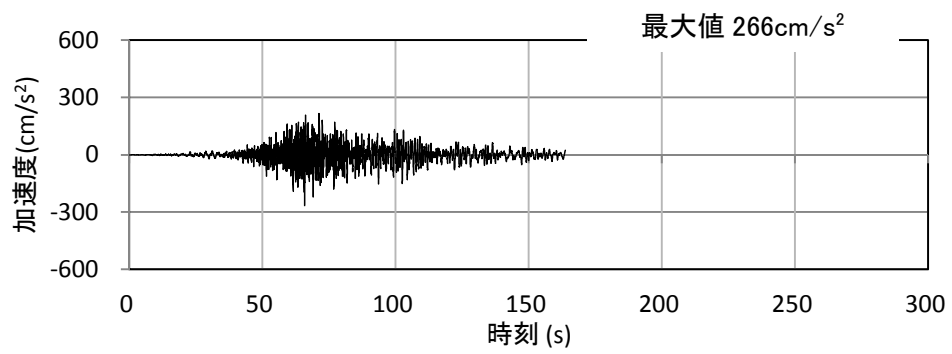


(b) S_s-14 EW

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

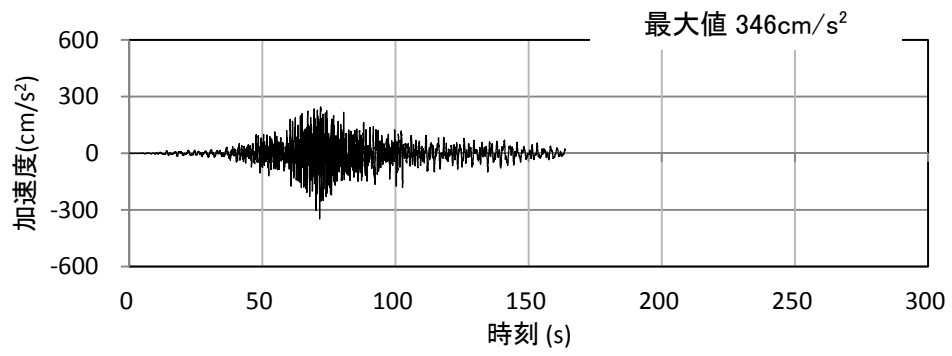


(a) S_s-21 NS

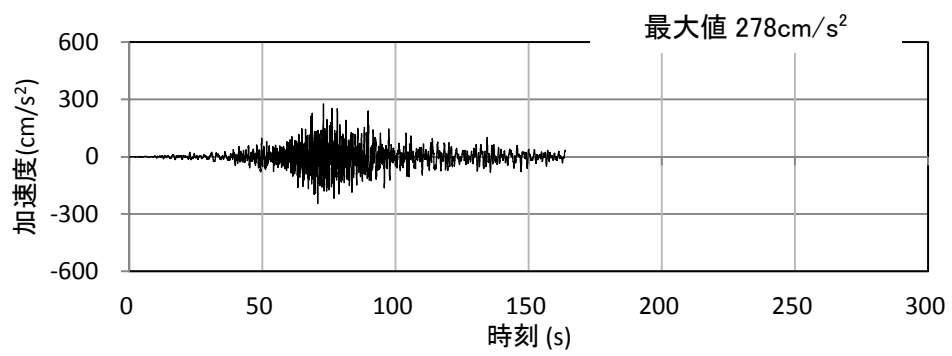


(b) S_s-21 EW

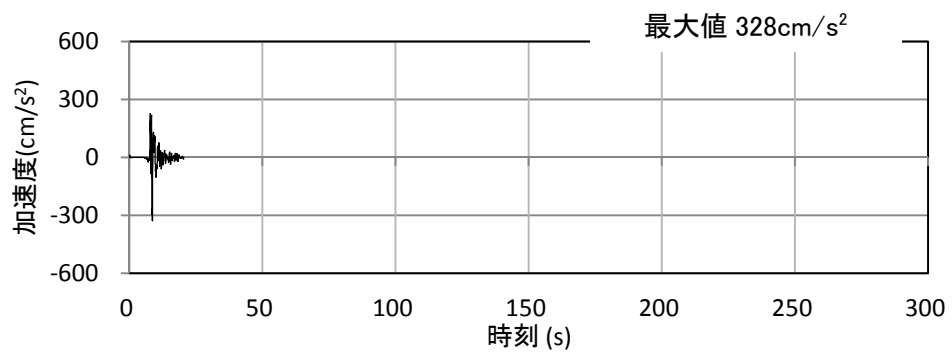
図 3-1 (5/6) 入力地震動の加速度時刻歴波形 (S_s, EL. -13.2m)



(a) S_s-22 NS

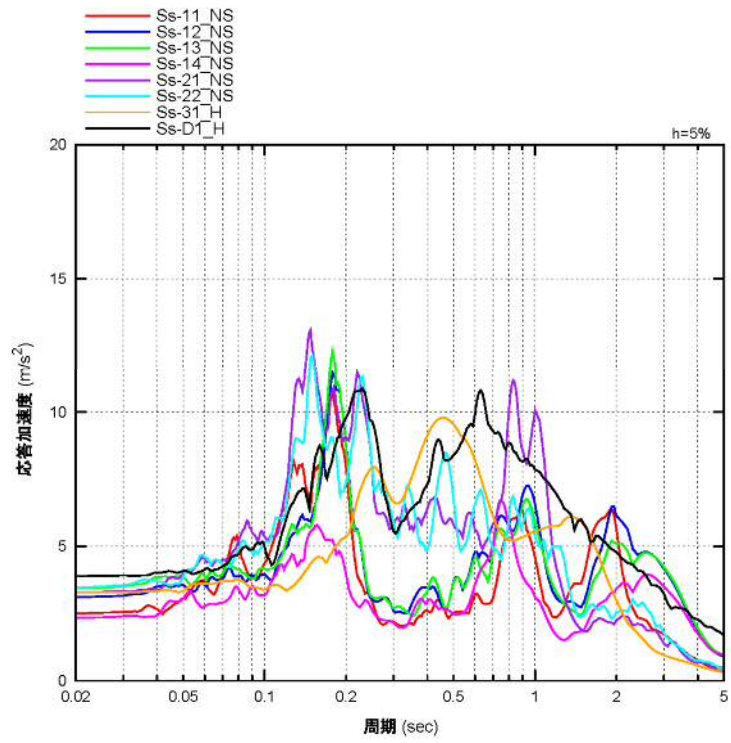


(b) S_s-22 EW

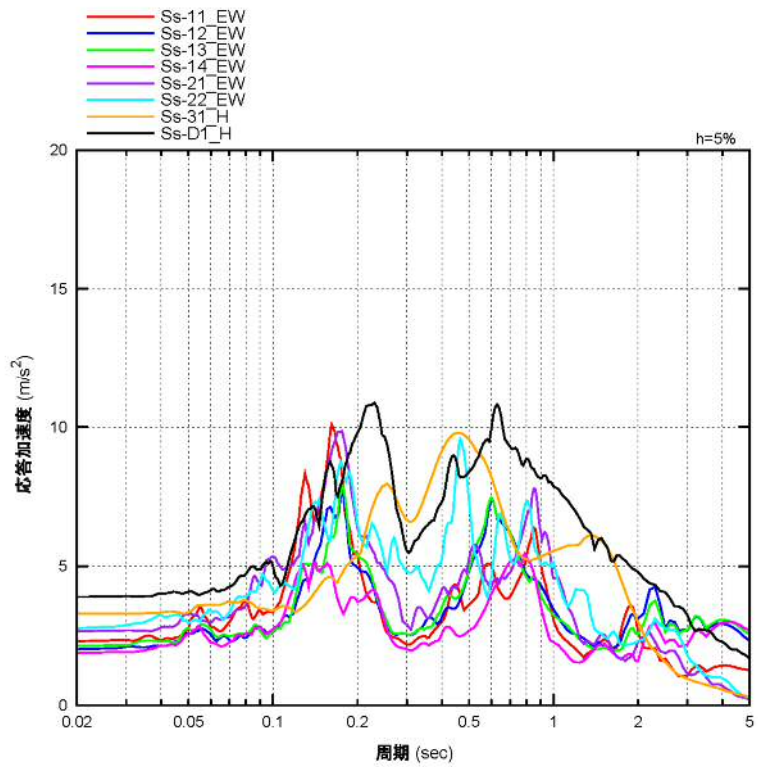


(c) S_s-31

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、添付書類「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	4.7
床 (4F)	EL. +31.80 m	0.5	12.3	10.8
床 (3F)	EL. +23.30 m	0.5	12.3	10.8
床 (2F)	EL. +15.80 m	0.5	12.3	10.8
床 (1F)	EL. + 8.30 m	0.5	12.3	10.8
床 (B1F)	EL. + 1.80 m	0.8	19.6	10.8
床 (B2F)	EL. - 7.70 m	0.5	12.3	10.8
床 (B3F)	EL. -10.70 m	2.5	61.3	7.8

(2) 積雪荷重 (S)

積雪荷重は、添付書類「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、添付書類「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、添付書類「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「ADMI THF 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・ADMI THF」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 N o v a k 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_g 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 (%)
廃棄物処理建屋	鉄筋コンクリート コンクリート： Fc=22.1 (N/mm ²) (Fc=225 (kgf/cm ²)) 鉄筋：SD35 (SD345 相当)	2.21×10 ⁴	9.21×10 ³	5

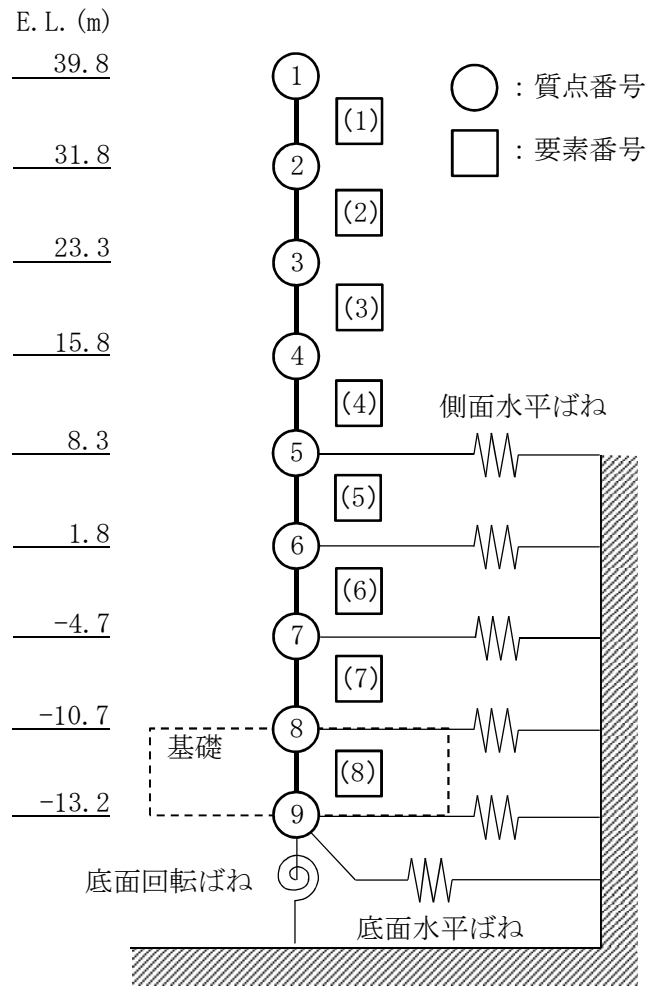
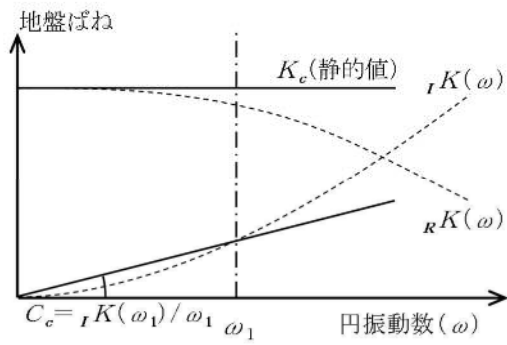


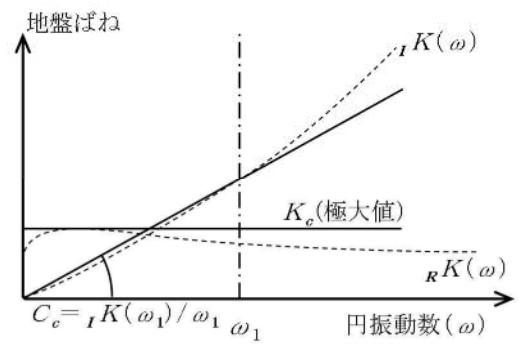
図 3-1 地震応答解析モデル (水平方向)

表 3-7 地震応答解析モデル諸元 (水平方向)

質点 番号	高さ	質点重量 kN	回転慣性重量 $\times 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2$		要素 番号	高さ	せん断断面積 m^2		断面 2 次モーメント m^4	
	m EL.		I_{gNS}	I_{gEW}		m EL.	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								



(a) 底面ばね



(b) 側面ばね

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

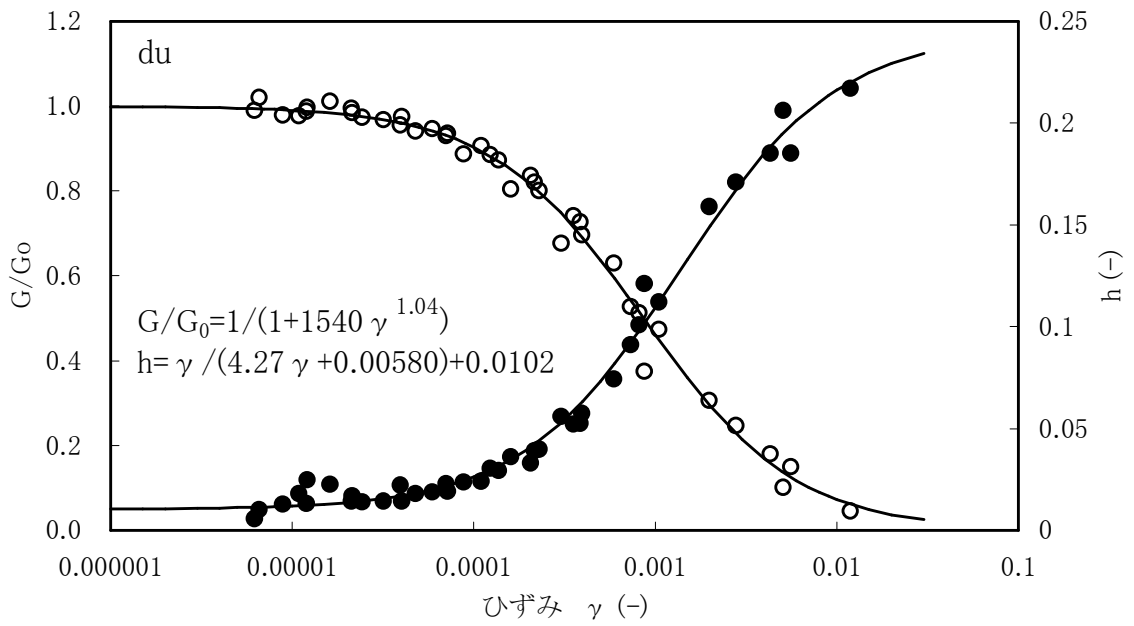


図 3-10 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (du 層)

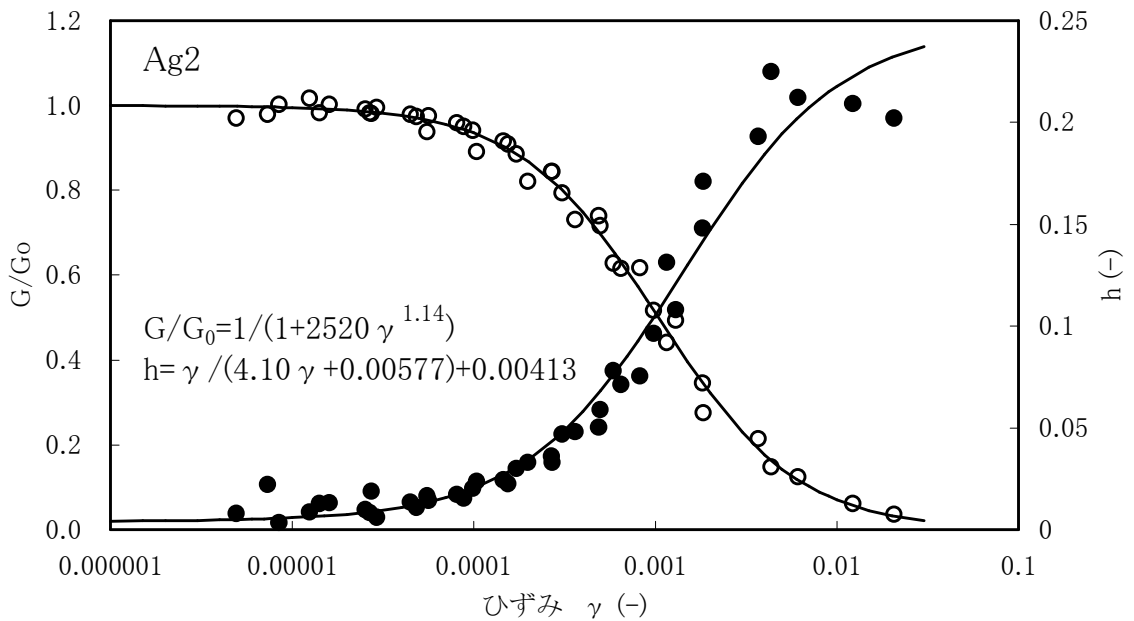


図 3-11 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (Ag2 層)

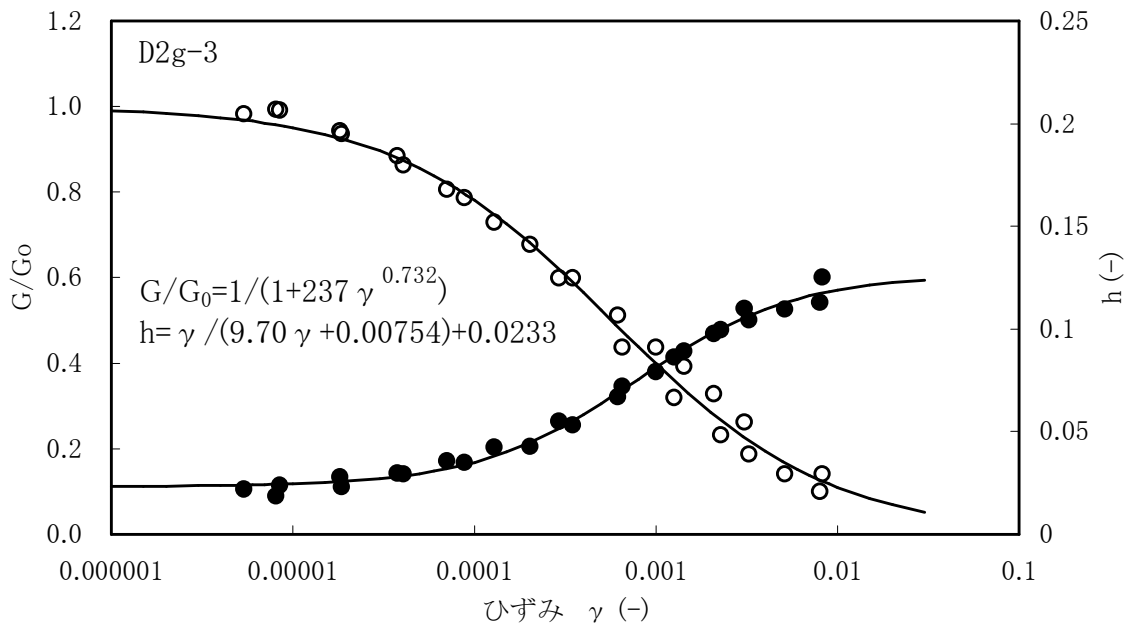


図 3-12 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (D2 g-3 層)

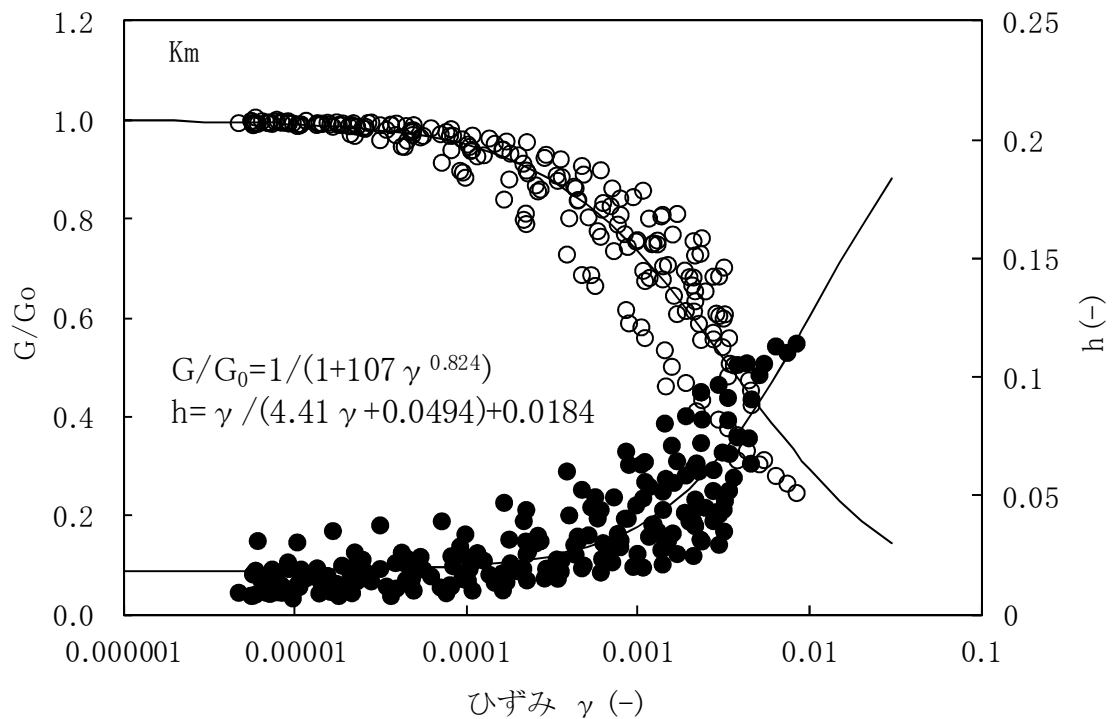


図 3-13 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性 (Km 層)

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)	ポアソン比
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

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)	ポアソン比
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-11 : 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)	ポアソン比
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)	ポアソン比
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-13 : 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)	ポアソン比
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-14 : 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)	ポアソン比
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)	ポアソン比
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 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)	ポアソン比
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)	ポアソン比
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-D1 : 地盤は基本ケース)

方向	位置	ばね定数 K	減衰定数 C
		[N/m] [Nm/rad]	[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	減衰定数 C
		[N/m] [Nm/rad]	[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	減衰定数 C
		[N/m] [Nm/rad]	[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	減衰定数 C
		[N/m] [Nm/rad]	[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-14: 地盤は基本ケース)

方向	位置	ばね定数 K	減衰定数 C
		[N/m] [Nm/rad]	[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	減衰定数 C
		[N/m] [Nm/rad]	[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	減衰定数 C
		[N/m] [Nm/rad]	[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	減衰定数 C
		[N/m] [Nm/rad]	[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

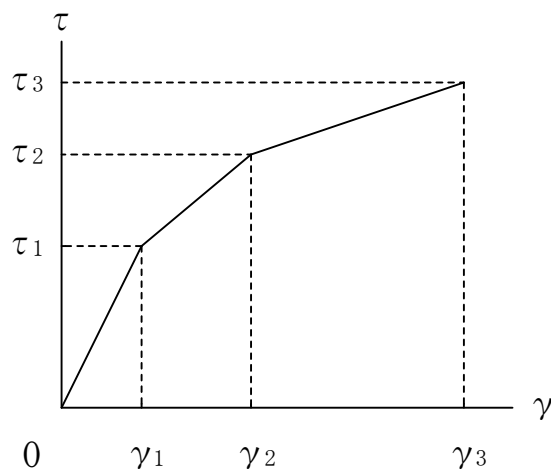
廃棄物処理建屋の地震応答解析には、解析コード「NUPP-IV」を用いる。また、解析コードの検証及び妥当性確認等の概要については、「計算機プログラム（解析コード）の概要・NUPP-IV」に示す。

建屋の動的解析は、添付書類「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（ τ － γ 関係）

耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ τ － γ 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。

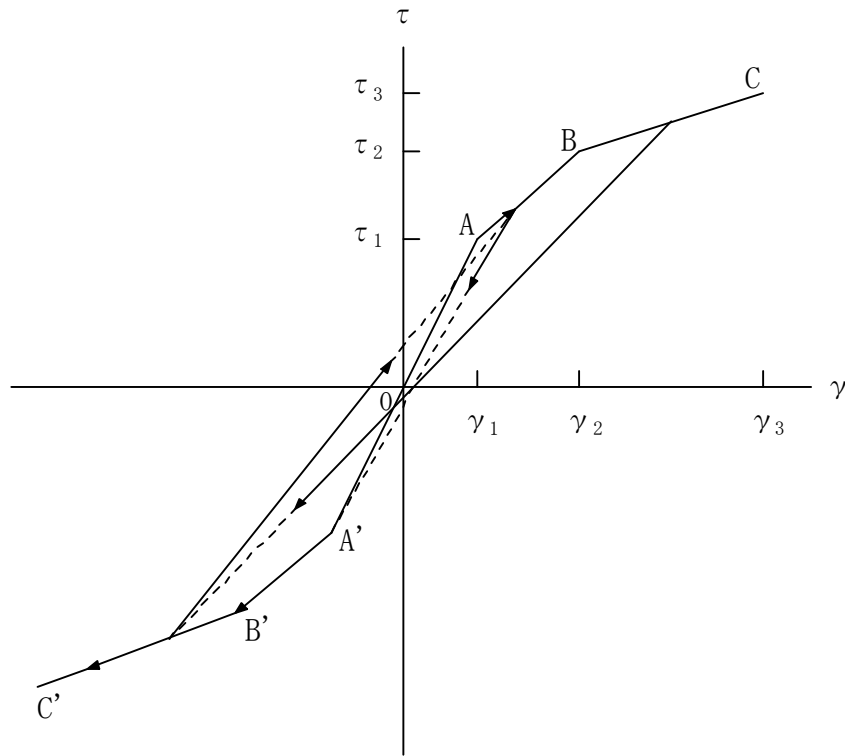


- τ_1 ：第1折点のせん断応力度
- τ_2 ：第2折点のせん断応力度
- τ_3 ：終局点のせん断応力度
- γ_1 ：第1折点のせん断ひずみ
- γ_2 ：第2折点のせん断ひずみ
- γ_3 ：終局点のせん断ひずみ (4.0×10^{-3})

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。

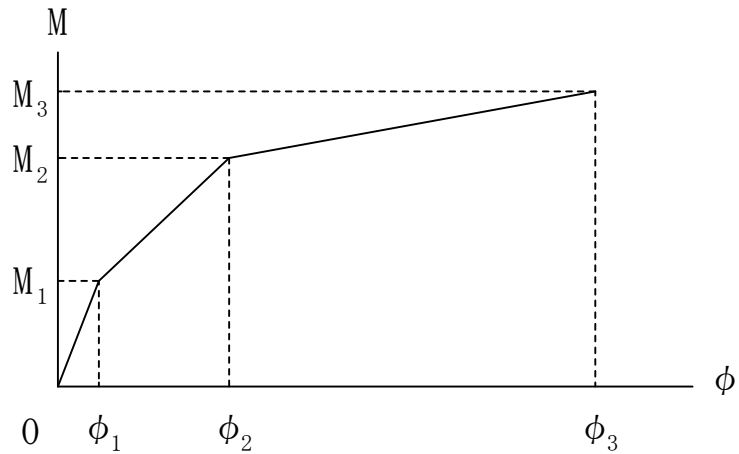


- a. 0-A 間 : 弾性範囲。
- b. A-B 間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向う。ただし、負側最大点が第 1 折点を超えていなければ、負側第 1 折点に向う。
- c. B-C 間 : 負側最大点指向。
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

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- ϕ 関係)

耐震壁の曲げモーメントー曲率関係 (M- ϕ 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。

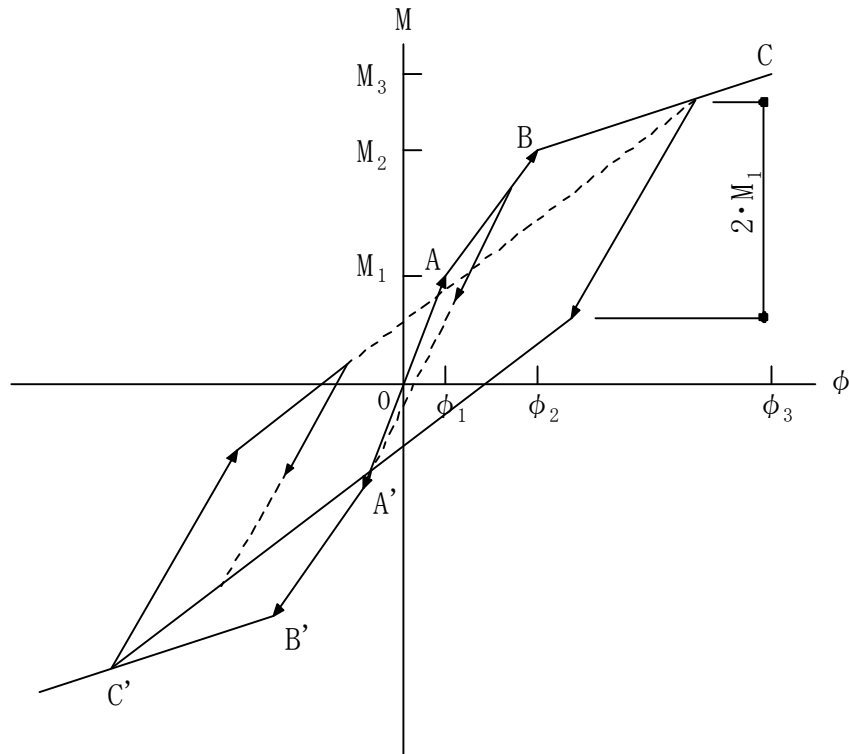


- M_1 : 第1折点の曲げモーメント
- M_2 : 第2折点の曲げモーメント
- M_3 : 終局点の曲げモーメント
- ϕ_1 : 第1折点の曲率
- ϕ_2 : 第2折点の曲率
- ϕ_3 : 終局点の曲率

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 : 弾性範囲。
- 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 折点を越えていなければ、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 折点を越えていなければ、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に同じとする。
- 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

要素 番号	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	$\gamma 1$	$\gamma 2$	$\gamma 3$
	$\tau 1$ (N/mm ²)	$\tau 2$ (N/mm ²)	τu (N/mm ²)			
(1)	1.68×10^0	2.28×10^0	4.57×10^0	1.83×10^{-1}	5.50×10^{-1}	4.00×10^0
(2)	1.78×10^0	2.41×10^0	4.71×10^0	1.94×10^{-1}	5.82×10^{-1}	4.00×10^0
(3)	1.88×10^0	2.53×10^0	4.83×10^0	2.04×10^{-1}	6.12×10^{-1}	4.00×10^0
(4)	1.97×10^0	2.66×10^0	4.55×10^0	2.14×10^{-1}	6.42×10^{-1}	4.00×10^0
(5)	2.02×10^0	2.74×10^0	4.78×10^0	2.20×10^{-1}	6.61×10^{-1}	4.00×10^0
(6)	1.96×10^0	2.65×10^0	4.38×10^0	2.13×10^{-1}	6.39×10^{-1}	4.00×10^0
(7)	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

要素 番号	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	$\gamma 1$	$\gamma 2$	$\gamma 3$
	$\tau 1$ (N/mm ²)	$\tau 2$ (N/mm ²)	τu (N/mm ²)			
(1)	1.68×10^0	2.28×10^0	4.51×10^0	1.83×10^{-1}	5.50×10^{-1}	4.00×10^0
(2)	1.78×10^0	2.41×10^0	4.77×10^0	1.94×10^{-1}	5.82×10^{-1}	4.00×10^0
(3)	1.88×10^0	2.53×10^0	5.00×10^0	2.04×10^{-1}	6.12×10^{-1}	4.00×10^0
(4)	1.97×10^0	2.66×10^0	4.85×10^0	2.14×10^{-1}	6.42×10^{-1}	4.00×10^0
(5)	2.02×10^0	2.74×10^0	5.20×10^0	2.20×10^{-1}	6.61×10^{-1}	4.00×10^0
(6)	1.96×10^0	2.65×10^0	4.87×10^0	2.13×10^{-1}	6.39×10^{-1}	4.00×10^0
(7)	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

要素 番号	曲げモーメント			曲げ曲率 ($\times 10^{-6} \text{m}^{-1}$)		
	第 1 折点	第 2 折点	終局点	φ 1	φ 2	φ 3
	M1 (Nm)	M2 (Nm)	M3 (Nm)			
(1)	1.00×10^9	1.58×10^9	2.39×10^9	4.00×10^{-6}	4.51×10^{-5}	4.51×10^{-4}
(2)	3.93×10^9	7.01×10^9	9.80×10^9	5.53×10^{-6}	5.09×10^{-5}	1.01×10^{-3}
(3)	6.85×10^9	1.20×10^{10}	1.59×10^{10}	5.83×10^{-6}	4.85×10^{-5}	9.70×10^{-4}
(4)	7.82×10^9	1.40×10^{10}	1.86×10^{10}	6.40×10^{-6}	4.98×10^{-5}	9.97×10^{-4}
(5)	1.29×10^{10}	2.51×10^{10}	3.27×10^{10}	6.91×10^{-6}	5.17×10^{-5}	1.03×10^{-3}
(6)	1.86×10^{10}	3.28×10^{10}	4.29×10^{10}	6.36×10^{-6}	5.03×10^{-5}	1.00×10^{-3}
(7)	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

要素 番号	曲げモーメント			曲げ曲率 ($\times 10^{-6} \text{m}^{-1}$)		
	第 1 折点	第 2 折点	終局点	φ 1	φ 2	φ 3
	M1 (Nm)	M2 (Nm)	M3 (Nm)			
(1)	1.73×10^9	2.54×10^9	3.39×10^9	4.57×10^{-6}	4.50×10^{-5}	9.00×10^{-4}
(2)	4.92×10^9	8.85×10^9	1.24×10^{10}	3.57×10^{-6}	3.37×10^{-5}	6.74×10^{-4}
(3)	5.62×10^9	1.22×10^{10}	1.87×10^{10}	3.65×10^{-6}	3.40×10^{-5}	6.81×10^{-4}
(4)	9.42×10^9	1.85×10^{10}	2.59×10^{10}	4.40×10^{-6}	3.55×10^{-5}	7.10×10^{-4}
(5)	1.49×10^{10}	3.21×10^{10}	4.53×10^{10}	3.92×10^{-6}	3.12×10^{-5}	4.43×10^{-4}
(6)	2.12×10^{10}	4.35×10^{10}	6.15×10^{10}	3.64×10^{-6}	3.07×10^{-5}	5.93×10^{-4}
(7)	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-D1 、 S_s-21 、 S_s-22 及び S_s-31 、弾性設計用地震動 S_d については、 S_d-D1 、 S_d-21 、 S_d-22 及び S_d-31 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	+ σ 相当	- σ 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

3.6 評価方法

廃棄物処理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_s に対して、廃棄物処理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 4-1～4-6 に示す。

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、 0.25×10^{-3} (要素番号 (4), NS 方向, $+\sigma$ 相当)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- γ 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

要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)								第1折点	第2折点
	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	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
(1)	0.11	0.04	0.05	0.05	0.04	0.12	0.12	0.13	0.183	0.548
(2)	0.13	0.04	0.06	0.06	0.05	0.13	0.14	0.15	0.194	0.583
(3)	0.17	0.05	0.08	0.08	0.06	0.17	0.18	0.19	0.205	0.616
(4)	0.19	0.06	0.09	0.09	0.06	0.18	0.19	0.22	0.214	0.644
(5)	0.15	0.05	0.07	0.07	0.06	0.13	0.14	0.19	0.220	0.662
(6)	0.13	0.05	0.06	0.07	0.05	0.11	0.11	0.15	0.214	0.640
(7)	0.13	0.05	0.06	0.06	0.05	0.10	0.10	0.13	0.217	0.638

(b) EW 方向

要素番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)								第1折点	第2折点
	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	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
(1)	0.09	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.09	0.10	0.183	0.551
(2)	0.13	0.05	0.06	0.06	0.05	0.07	0.13	0.15	0.193	0.587
(3)	0.13	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.12	0.16	0.204	0.613
(4)	0.15	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.13	0.18	0.215	0.642
(5)	0.17	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.14	0.22	0.221	0.663
(6)	0.16	0.07	0.07	0.07	0.05	0.07	0.13	0.21	0.213	0.640
(7)	0.16	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.12	0.20	0.217	0.649

表 4-2 最大応答せん断ひずみ一覧 (+σ相当)

(a) NS 方向

要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)								第 1 折点	第 2 折点
	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	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
(1)	0.11	0.05	0.07	0.06	0.05	0.13	0.12	0.12	0.183	0.548
(2)	0.13	0.05	0.07	0.07	0.05	0.15	0.14	0.14	0.194	0.583
(3)	0.18	0.06	0.09	0.09	0.06	0.19	0.19	0.19	0.205	0.616
(4)	0.19	0.06	0.10	0.10	0.07	0.20	0.20	0.25	0.214	0.644
(5)	0.16	0.05	0.08	0.07	0.06	0.15	0.16	0.19	0.220	0.662
(6)	0.13	0.05	0.07	0.07	0.05	0.11	0.11	0.13	0.214	0.640
(7)	0.13	0.05	0.06	0.07	0.05	0.11	0.10	0.12	0.217	0.638

(b) EW 方向

要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)								第 1 折点	第 2 折点
	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	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
(1)	0.09	0.05	0.04	0.05	0.04	0.07	0.10	0.11	0.183	0.551
(2)	0.13	0.06	0.06	0.06	0.06	0.09	0.14	0.16	0.193	0.587
(3)	0.14	0.06	0.07	0.07	0.06	0.09	0.14	0.17	0.204	0.613
(4)	0.16	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.14	0.20	0.215	0.642
(5)	0.18	0.08	0.09	0.09	0.08	0.09	0.16	0.22	0.221	0.663
(6)	0.16	0.07	0.07	0.07	0.06	0.08	0.14	0.19	0.213	0.640
(7)	0.16	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07	0.13	0.18	0.217	0.649

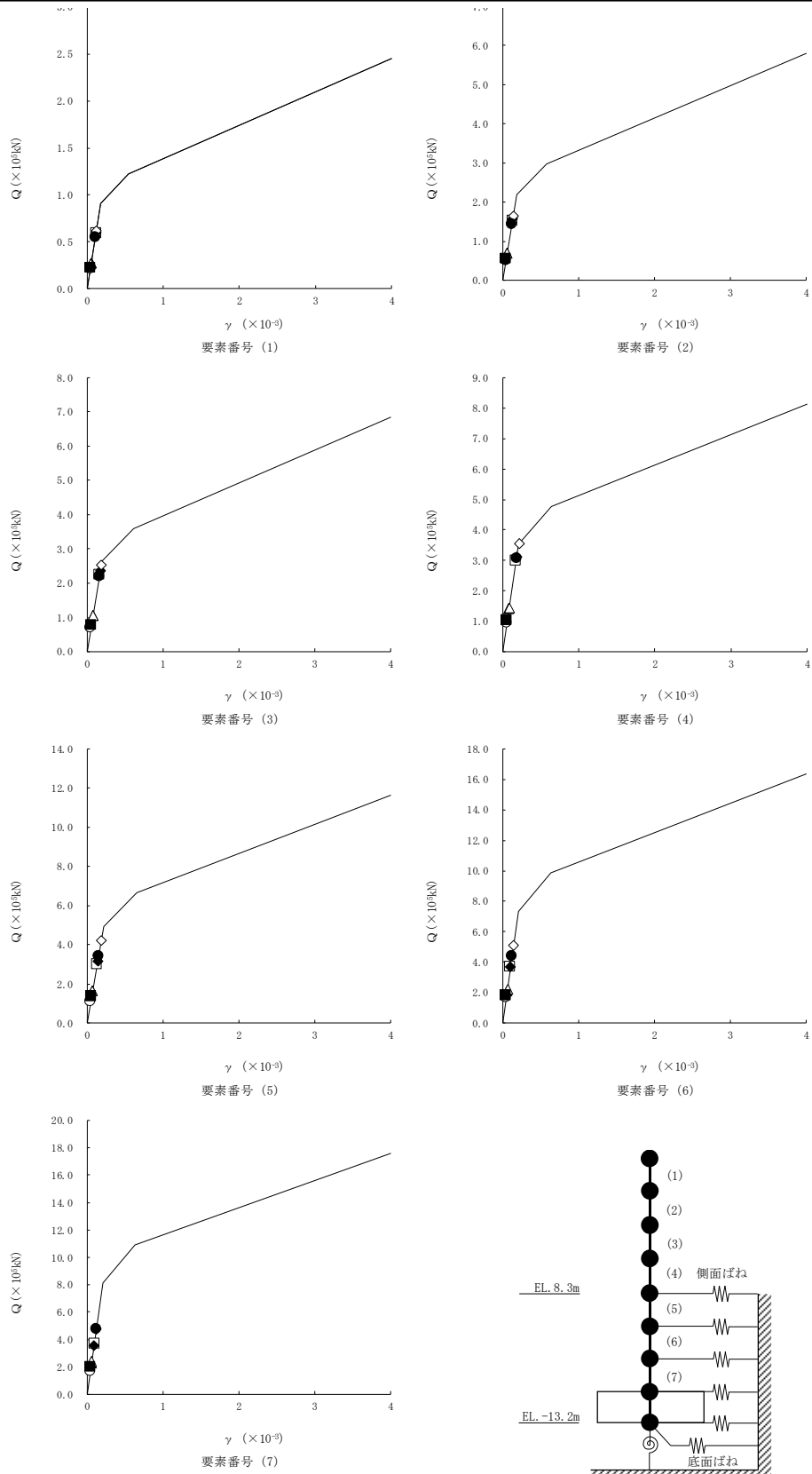
表 4-2 最大応答せん断ひずみ一覧 ($-\sigma$ 相当)

(a) NS 方向

要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)								第 1 折点	第 2 折点
	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	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
(1)	0.10	0.03	0.04	0.04	0.04	0.10	0.12	0.12	0.183	0.548
(2)	0.12	0.04	0.05	0.05	0.04	0.11	0.13	0.14	0.194	0.583
(3)	0.16	0.05	0.07	0.07	0.05	0.15	0.17	0.19	0.205	0.616
(4)	0.18	0.05	0.07	0.07	0.06	0.15	0.17	0.21	0.214	0.644
(5)	0.15	0.05	0.07	0.07	0.06	0.13	0.13	0.18	0.220	0.662
(6)	0.13	0.04	0.06	0.06	0.05	0.10	0.10	0.15	0.214	0.640
(7)	0.13	0.04	0.06	0.06	0.06	0.09	0.09	0.13	0.217	0.638

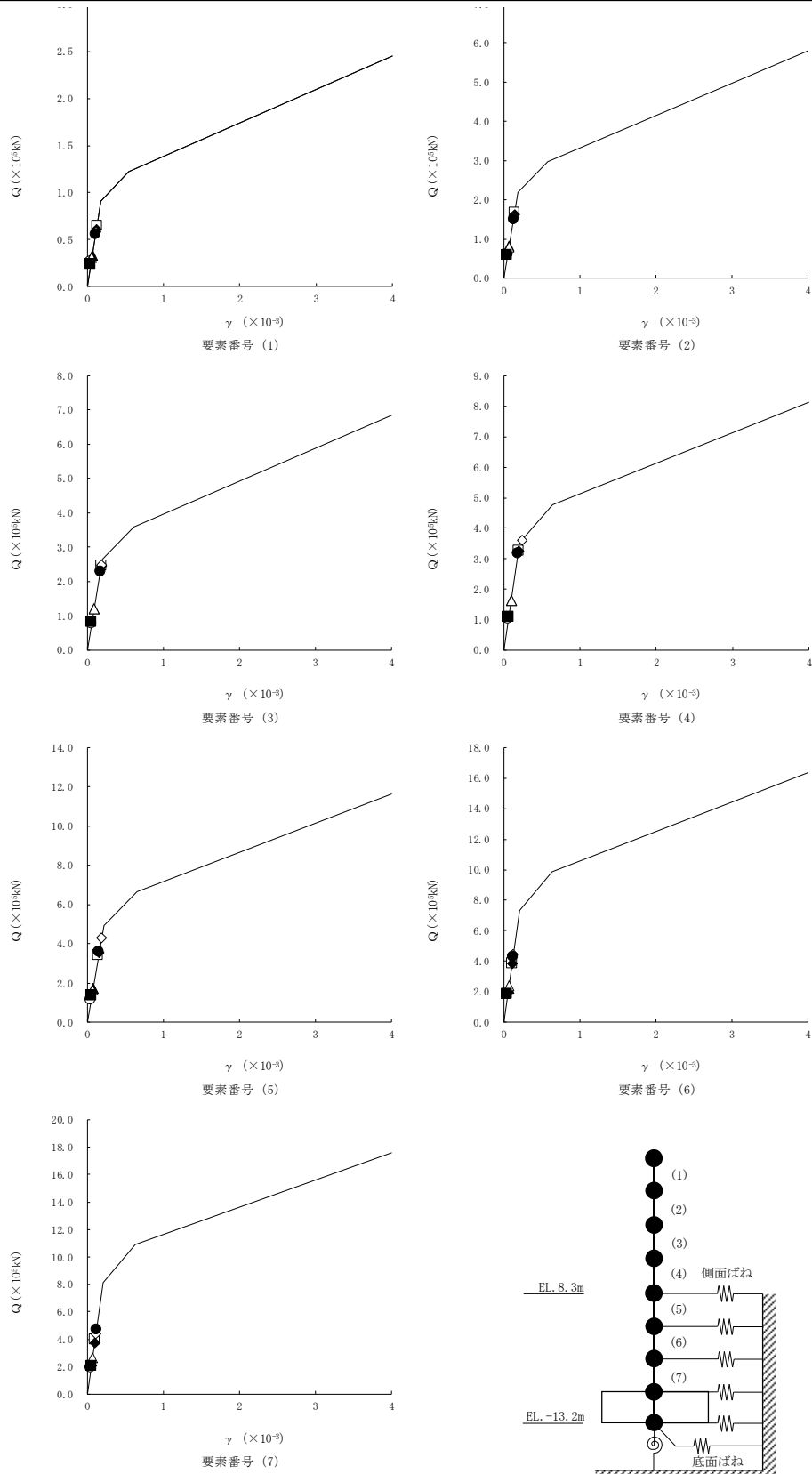
(b) EW 方向

要素 番号	最大応答せん断ひずみ ($\times 10^{-3}$)								第 1 折点	第 2 折点
	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	γ_1 ($\times 10^{-3}$)	γ_2 ($\times 10^{-3}$)
(1)	0.08	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04	0.08	0.10	0.183	0.551
(2)	0.12	0.05	0.05	0.06	0.05	0.06	0.11	0.14	0.193	0.587
(3)	0.13	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.10	0.15	0.204	0.613
(4)	0.14	0.06	0.07	0.07	0.06	0.07	0.11	0.17	0.215	0.642
(5)	0.17	0.07	0.07	0.08	0.06	0.07	0.12	0.21	0.221	0.663
(6)	0.16	0.07	0.07	0.06	0.05	0.07	0.12	0.21	0.213	0.640
(7)	0.16	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.11	0.20	0.217	0.649



(基本ケース)

図 4-1 Q- γ 関係と最大応答値 (NS 方向)



(+σ相当)

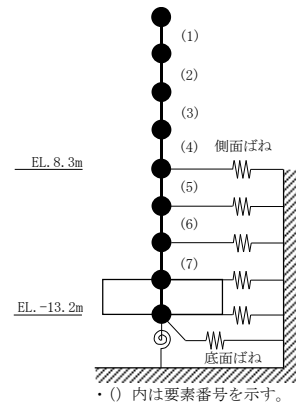
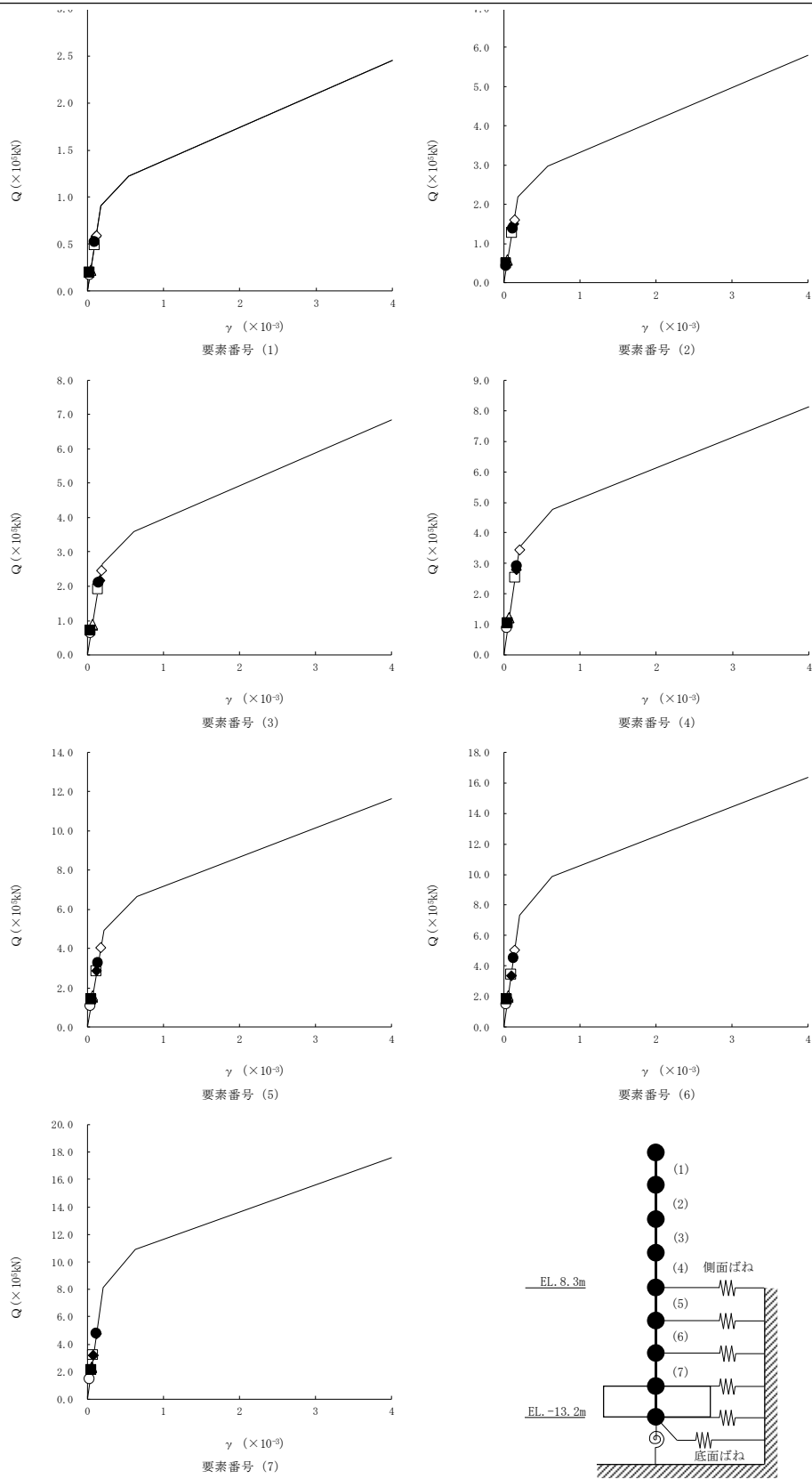


図 4-2 Q- γ 関係と最大応答値 (NS 方向)



(-σ相当)

図 4-3 Q-γ 関係と最大応答値 (NS 方向)

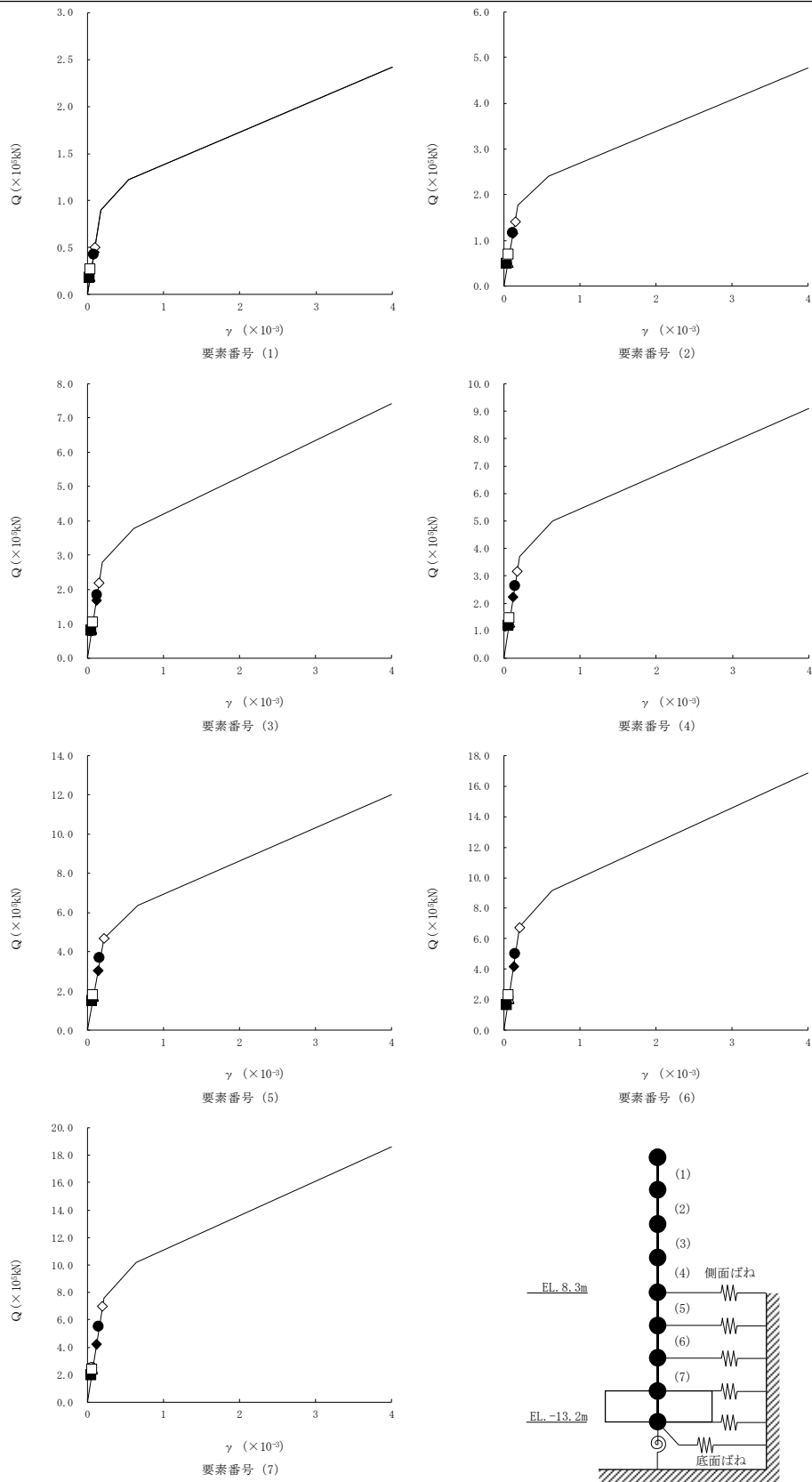
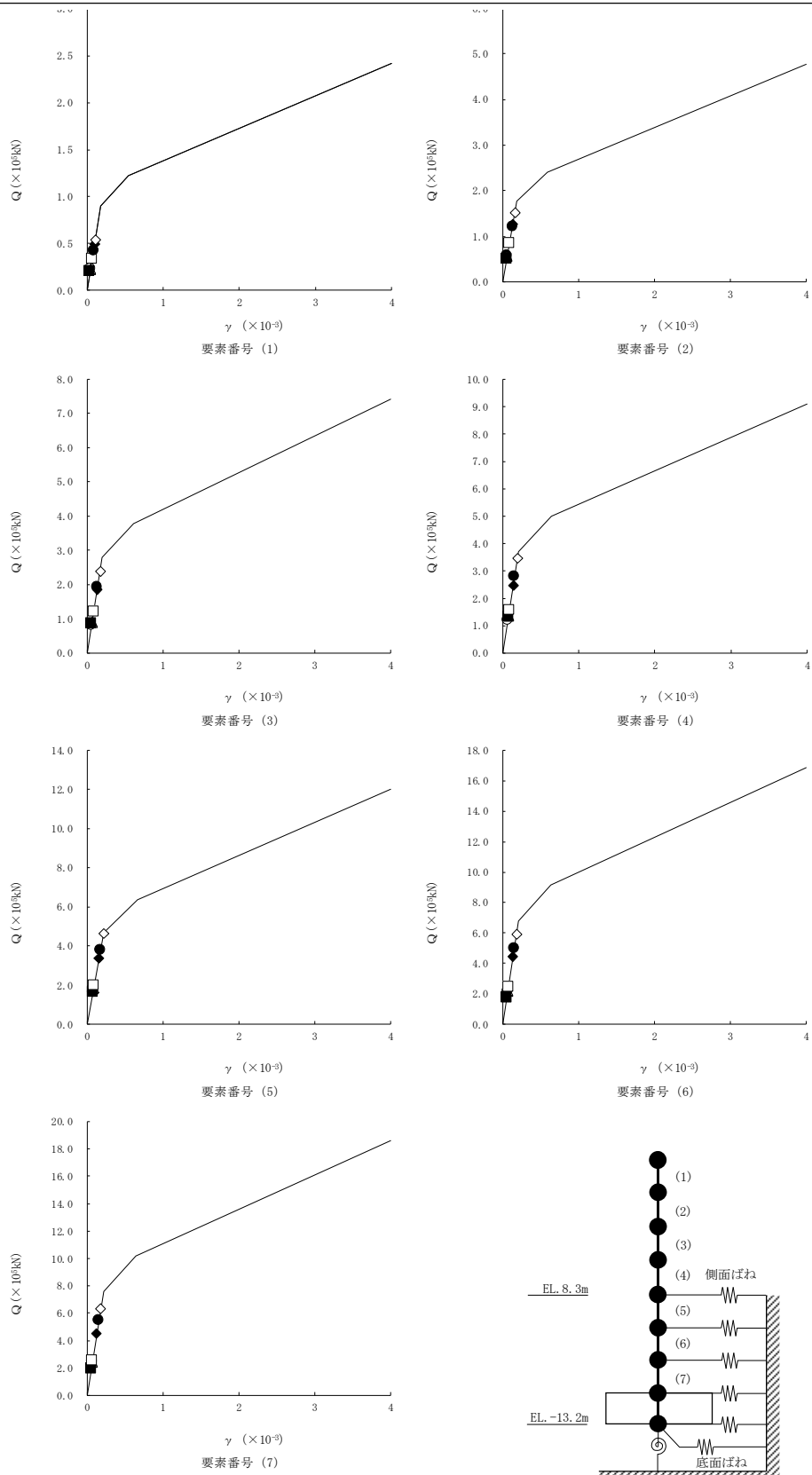
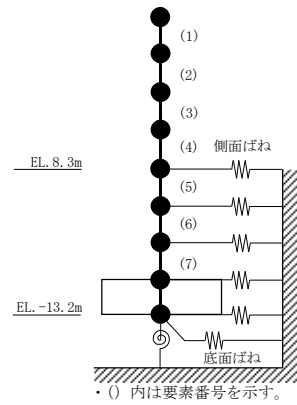
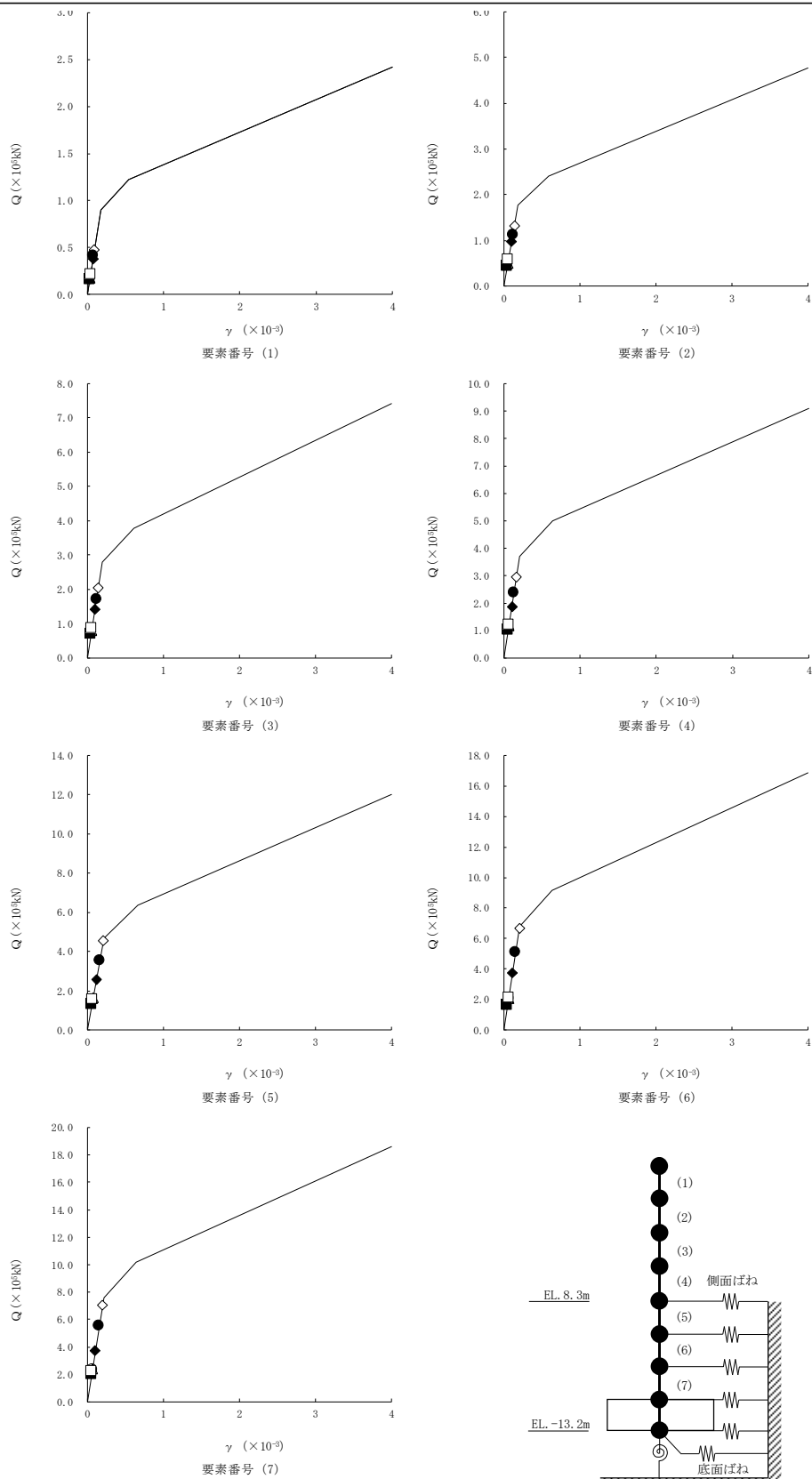


図 4-4 Q- γ 関係と最大応答値 (EW 方向)



(+σ相当)

図 4-5 Q-γ 関係と最大応答値 (EW 方向)



(-σ相当)

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、廃棄物処理建屋が原子炉建屋に及ぼす影響はない。

付録 廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備の波及的影響について

1. 概要

本資料は、添付書類「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、廃棄物処理建屋に付随する固体廃棄物搬入設備について、地震発生時に補強構造躯体が損傷すること、または外装材が脱落することによって、アクセスルート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。

2. 基本方針

2.1 評価対象

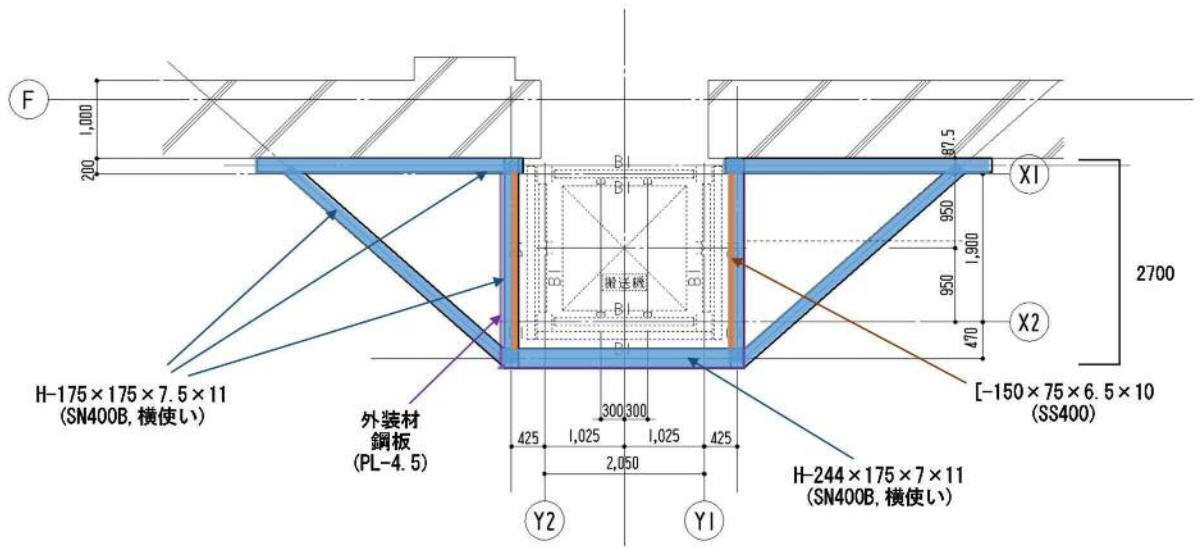
評価対象とする廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備の位置を図 2-1, 図 2-2 に示す。廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備は, 廃棄物処理建屋の南側壁に位置し, 平面約 3m 四方, 高さ約 27m の鉄骨造の構造物である。この構造物は, 現存のエレベータシャフトの外側に新たに鉄骨架構を設け鋼板の外装材で覆う補強が施される。固体廃棄物搬入設備とその補強構造躯体の概要を図 2-3, 図 2-4 に示す。また, 使用材料を表 2-1 に示す。



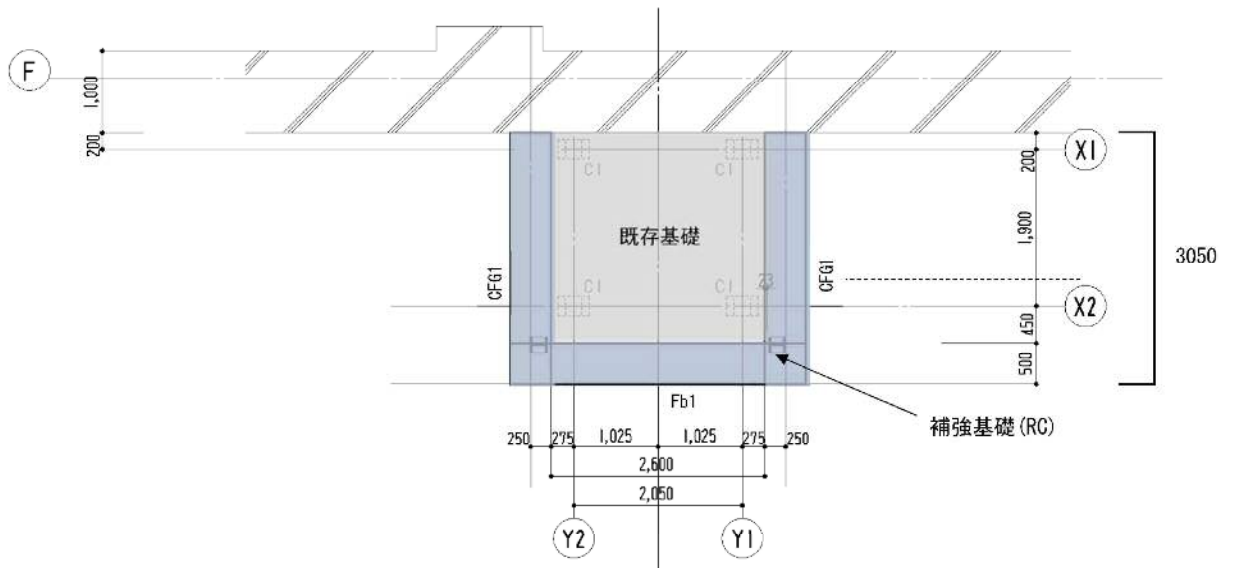
図 2—1 廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備の位置



図 2—2 廃棄物処理建屋と固体廃棄物搬出入設備の位置関係



伏図 EL+23.3m



基礎伏図

図 2—3 廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備とその補強構造躯体（伏図）

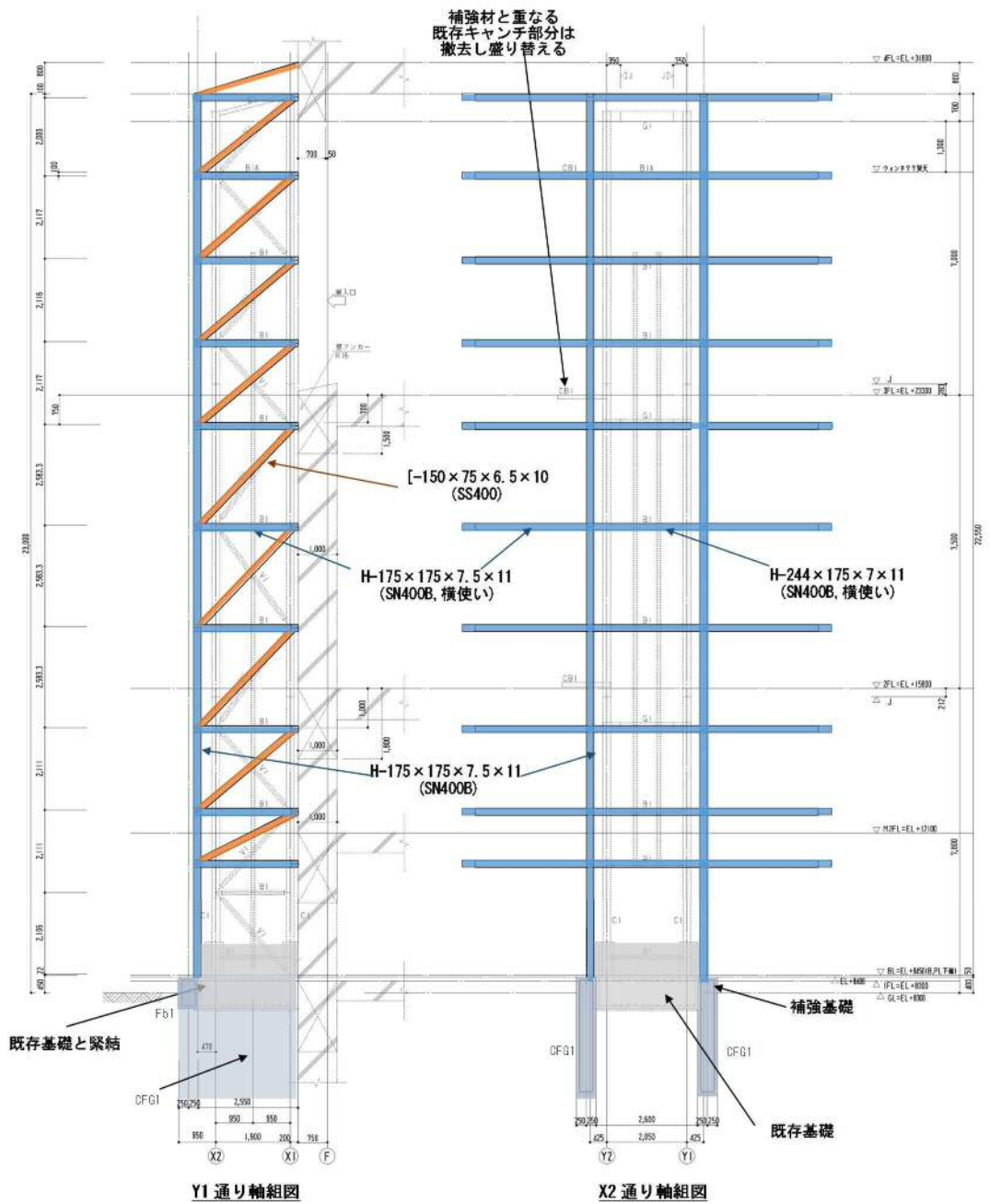


図 2—4 廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備とその補強構造躯体（軸組図）

表 2—1 補強構造躯体の使用材料及び許容応力度

部位	部材断面	材質	基準強度 F (N/mm ²)
支柱, 梁	H-175×175×7.5×11	SN400B	235
梁	H-244×175×7×11	SN400B	235
鉛直支持ブレース	[-150×75×6.5×10	SS400	235

2.2 評価方針

廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備の、アクセスルートに対する波及的影響の評価は以下の方針で行う。

廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備の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。したがって、波及的影響評価として、基準地震動 S_s に対応する地震荷重及び同時に考慮すべき荷重に対し、補強構造躯体が大きく損傷し前面道路へ倒壊することがないこと、及び設備を覆う外装材が脱落しないことを示す。評価フローを図 2-5 に示す。

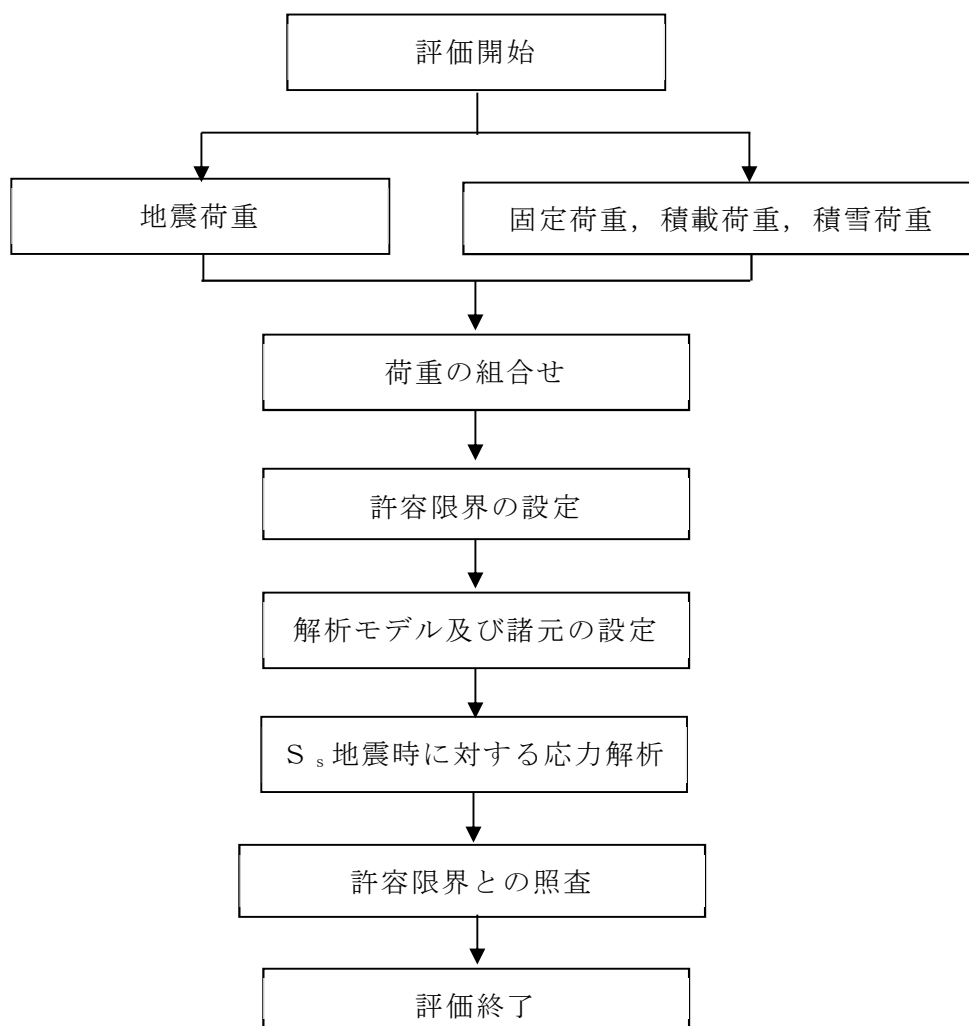


図 2-5 廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備の波及的影響の評価フロー

2.3 適用規格・基準等

廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備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。

- ・ 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)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 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)
- ・ 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- ((社) 日本建築学会, 1999)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005) (以下「RC-N規準」という。)
- ・ 鋼構造設計規準-許容応力度設計法- ((社) 日本建築学会, 2005) (以下「S規準」という。)
- ・ 2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書 (国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所) (以下「技術基準解説書」という。)

3. 評価方法

3.1 評価対象部位及び評価方針

廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備の波及的影響評価において対象とする部位は、補強構造躯体と外装板とし、以下の方針に基づき検討を行う。

補強構造躯体については、解析モデルを定め、地震荷重等に対して応力解析を実施し、各部の応力を算定し、「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－」に基づき設定した許容限界を超えないことにより、補強構造躯体が倒壊しないことを確認する。

外装板については、上記補強構造躯体の応力解析結果をもとに、外装板の面内変形角を算定する。外装材と取り付け鉄骨接合部分にスロットホールを設け、面内変形に追従できるようにする。このときの設計の許容限界を「建築工事標準仕様書 JASS27 乾式外壁工事（（社）日本建築学会，2011）」（以下「建築工事標準仕様書 JASS27 乾式外壁工事」という。）に基づく変形角 1/100 と設定する。許容限界を超えないことより、外装材が脱落しないことを確認する。なお、外装材の面外については竜巻に対する影響評価に包絡されるため、S₃地震時に対する影響評価は行わない。なお、添付書類「V-3-別添 1 竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書」において、竜巻に対する影響評価では許容限界を超えないことを確認している。

3.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、添付書類「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。

3.2.1 荷重

(1) 固定荷重 (G)，積載荷重 (P)

廃棄物処理建屋の固定荷重 (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)

対象範囲	荷重	
補強構造躯体（新設）	固定荷重 G+積載荷重 P	215 kN
エレベータシャフト （既存部）	固定荷重 G+積載荷重 P	271 kN
合計	-	486 kN

(2) 積雪荷重 (S)

積雪荷重は、添付書類「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。

表 3-2 積雪荷重 (S)

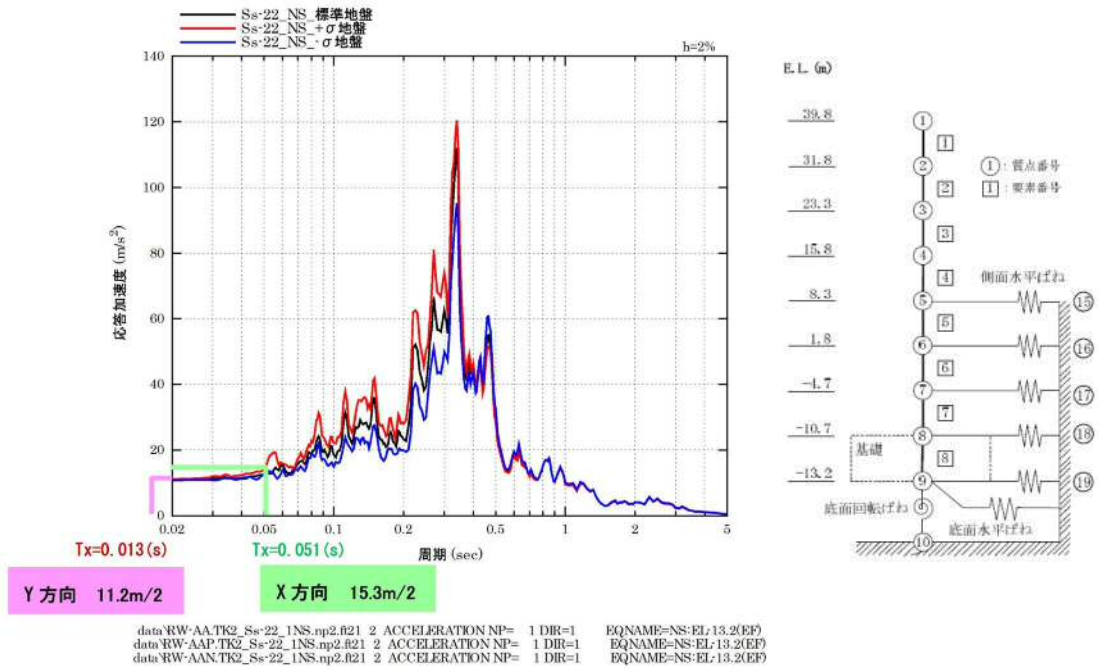
荷重及び外力について想定する状態	積雪荷重
地震時荷重 ($S_{s \text{ 地震時}}$)	210 N/m ²

(3) 地震荷重 (K_s)

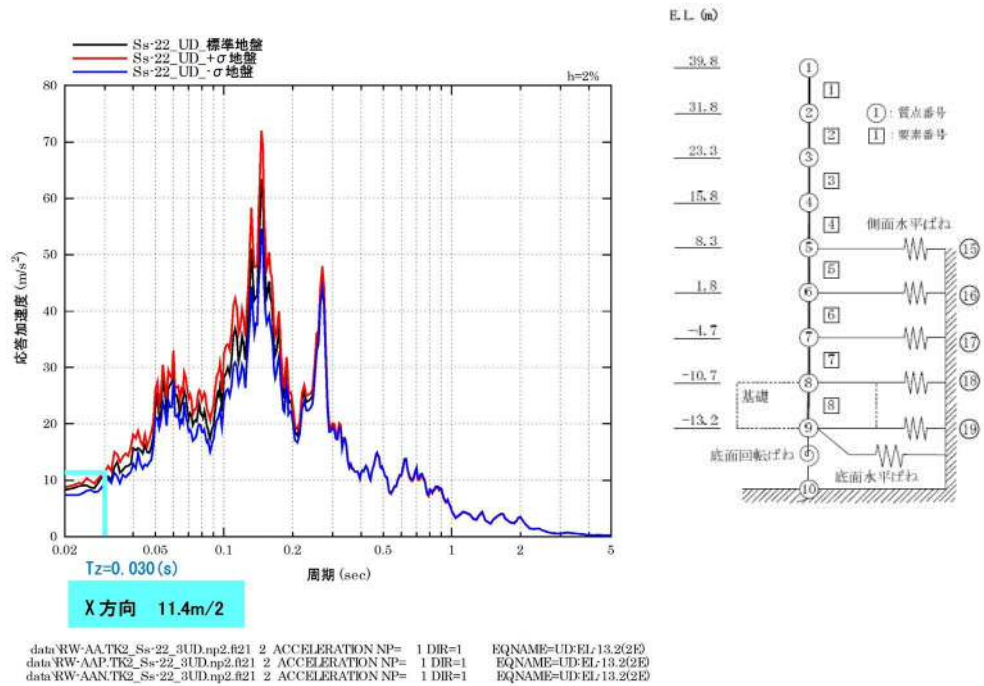
補強構造躯体の応力解析に用いる地震荷重は、補強構造躯体が設置される廃棄物処理建屋に対して実施した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果をもとに設定する。具体的には、補強構造躯体が設置される位置での加速度応答スペクトルと補強構造躯体の 1 次周期をもとに、地震時に補強構造躯体に作用する震度を定める。地震動は基準地震動 S_s 8 波とし、地盤物性のばらつきは、「補足-400-3 地震応答解析における材料物性のばらつきに関する検討」に示す設定方針に基づき、基本モデルに対し、地盤のせん断波速度 V_s の変動係数から求めた変動の比率 ($\pm \sigma$ 相当) として考慮する。震度が最大となる S_s - 2 2 の加速度応答スペクトルを図 3-1 及び図 3-2 に示す。

定めた震度は、水平方向が 1.6 G、鉛直方向が 1.2 G である。

水平方向と鉛直方向の組み合わせについては組み合わせ係数法に基づいて考慮する。



(a) 水平方向 (地震波 Ss-22_NS : h = 2%)



(b) 鉛直方向 (地震波 Ss-22_UD : h = 2%)

図 3-1 地震荷重設定時に参照した加速度応答スペクトル

3.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せは、添付書類「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

3.3 許容限界

補強構造躯体が大きく損傷し前面道路へ倒壊することがないこと、及び設備を覆う外装材が脱落しないことを示すために定める許容限界は、表 3-4 のとおりとする。

表 3-4 波及的影響評価における許容限界

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
アクセスルートに対する波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S _s	補強構造躯体	構造部材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	「S 規準」に基づく終局強度* ¹
		外装材	外装材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	「建築工事標準仕様書 JASS27 乾式外壁工事」に基づく変形角 1/100 (rad)

注記 *1: 「S 規準」の短期許容応力度の鋼材の基準強度 F を「技術基準解説書」に基づき 1.1 倍した耐力とする。

3.4 評価方法

図 3-2 に示すとおり補強構造躯体について、支持される廃棄物処理建屋とピン接合にて支持される仮定で、3次元フレームの解析モデルを定め、「3.2 荷重及び荷重の組合せ」で定めた荷重に対して応力解析を実施する。その結果得られる各部の応力と許容限界と照査する。また、応力解析結果から得られる層間変形角をもとに、外装材に作用する面内変形角を評価し、その値を許容限界と照査する。

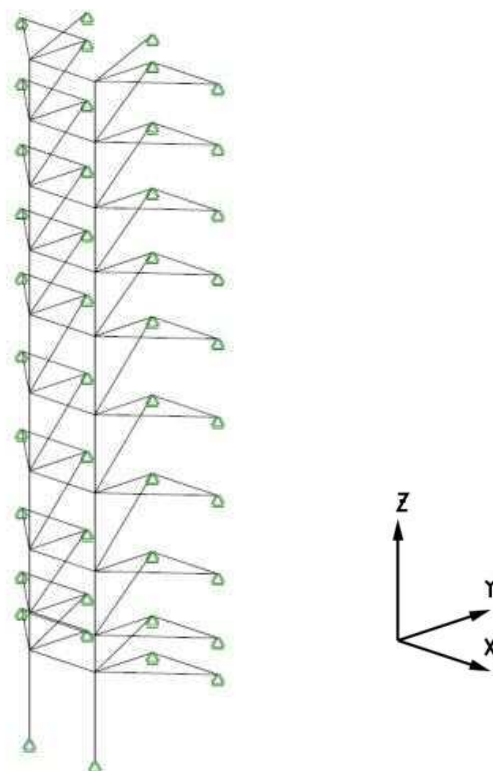


図 3-2 応力解析モデル

4. 評価結果

表 4-1 に補強構造躯体の各部の応力と許容限界を照査した結果を示す。各部の応力が許容限界を超えないことが確認した。

表 4-1 鉄骨架構に対する照査

部位	評価結果	許容限界	検定比
曲げ（弱軸）	5.46 (N/mm ²)	259 (N/mm ²)	0.03
曲げ（強軸）	3.82 (N/mm ²)	259 (N/mm ²)	0.02
せん断（弱軸）	0.35 (N/mm ²)	149 (N/mm ²)	0.01
せん断（強軸）	0.52 (N/mm ²)	149 (N/mm ²)	0.01
軸力（圧縮）	32.33 (N/mm ²)	161 (N/mm ²)	0.21
組合せ			0.26

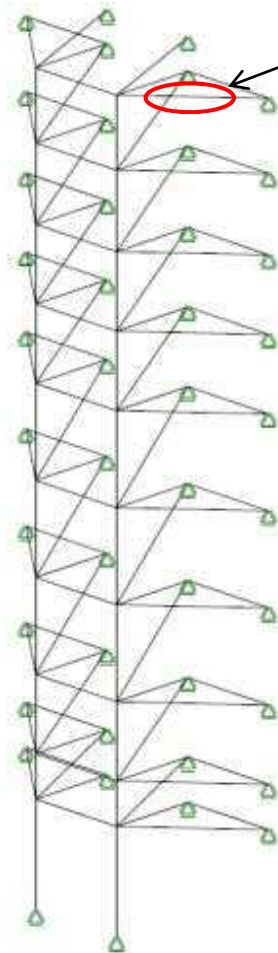


図 3-3 応力解析モデル

表 4—2 に外装材の変形角と許容限界を照査した結果を示す。変形角が許容限界を超えないことを確認した。

以上より、基準地震動 S_s 時において、廃棄物処理建屋固体廃棄物搬出入設備がアクセスルートに対して波及的影響を及ぼさないことを確認した。

表4—2 外装板に対する照査

評価項目	評価結果	許容限界	検定比
変形角	1 /2889	1/100	0.04

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

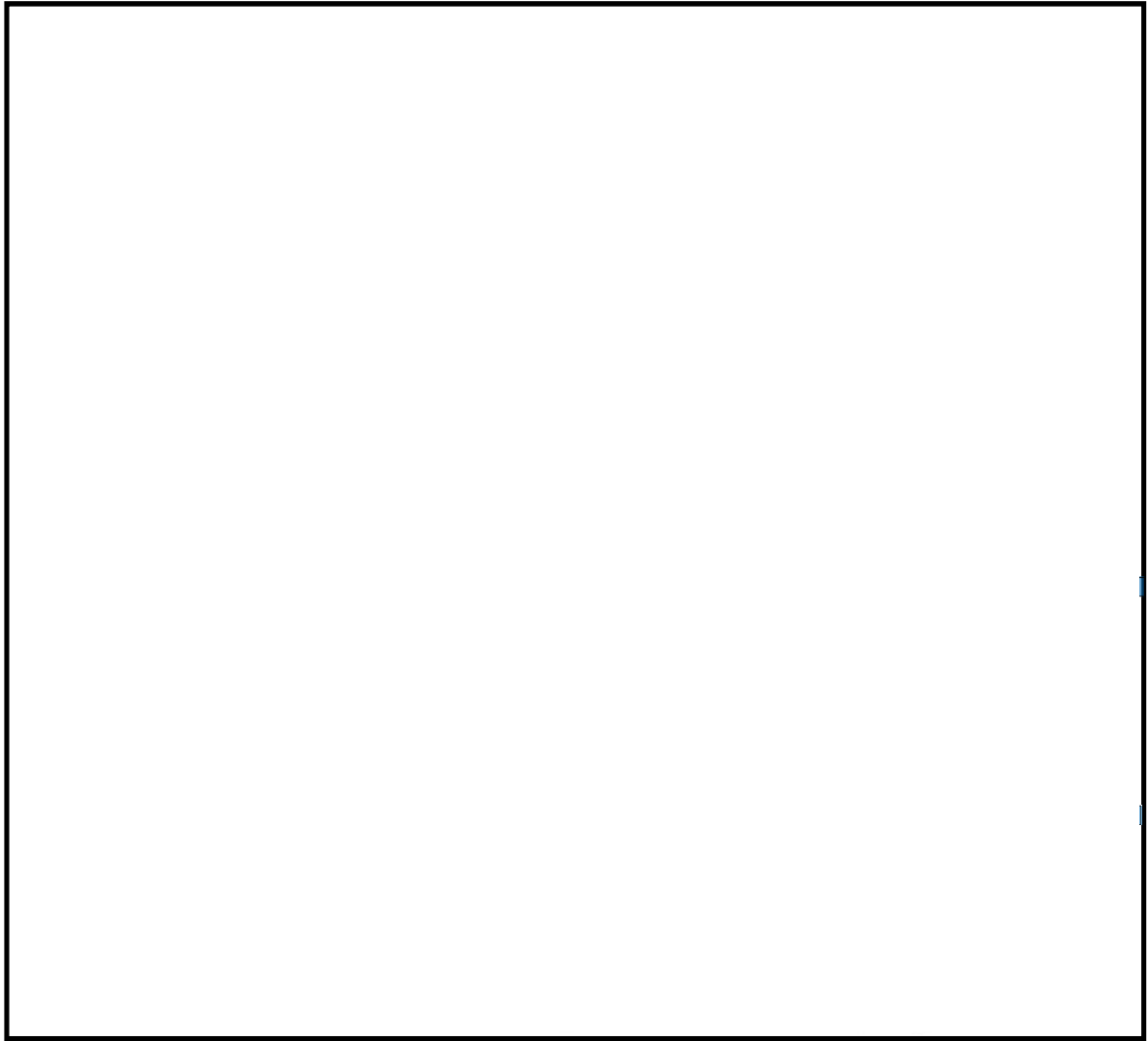
1. 概要

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 に、**下位クラス施設と原子炉建屋内上位クラス設備の配置関係**を図 1-2 に示す。原子炉建屋の外壁付近に上位クラス設備はない。

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を表 1-1 に、下位クラス施設の衝突が想定される原子炉建屋外壁の壁厚及び配筋を表 1-2 示す。表 1-1 よりヘパフィルタ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単位幅面積当たりの作用荷重が大きい。**また、表 1-2 よりヘパフィルタ室の衝突が想定される原子炉建屋東側外壁の配筋は他の方向に比べ少ないことからヘパフィルタ室を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所的な影響の確認により原子炉建屋への影響を評価する。評価は、表 1-3 に示す基準地震動 S_s 時における地表面 (E.L. 8.0 m) の最大応答加速度応答値を参考に、ヘパフィルター室が水平方向に加速度 1G で原子炉建屋に衝突すると想定して実施する。

ヘパフィルター室と原子炉建屋のクリアランスは 4.0 m 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 1-3 及び図 1-4 に、ヘパフィルター室の平面図及び断面図を図 1-5 及び図 1-6 に示す。



注記 * : N2 ボンベ室波及的影響を及ぼさない位置へ
移転するため、波及的影響施設としての抽出は
不要とする。



 : 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 全体の配置図

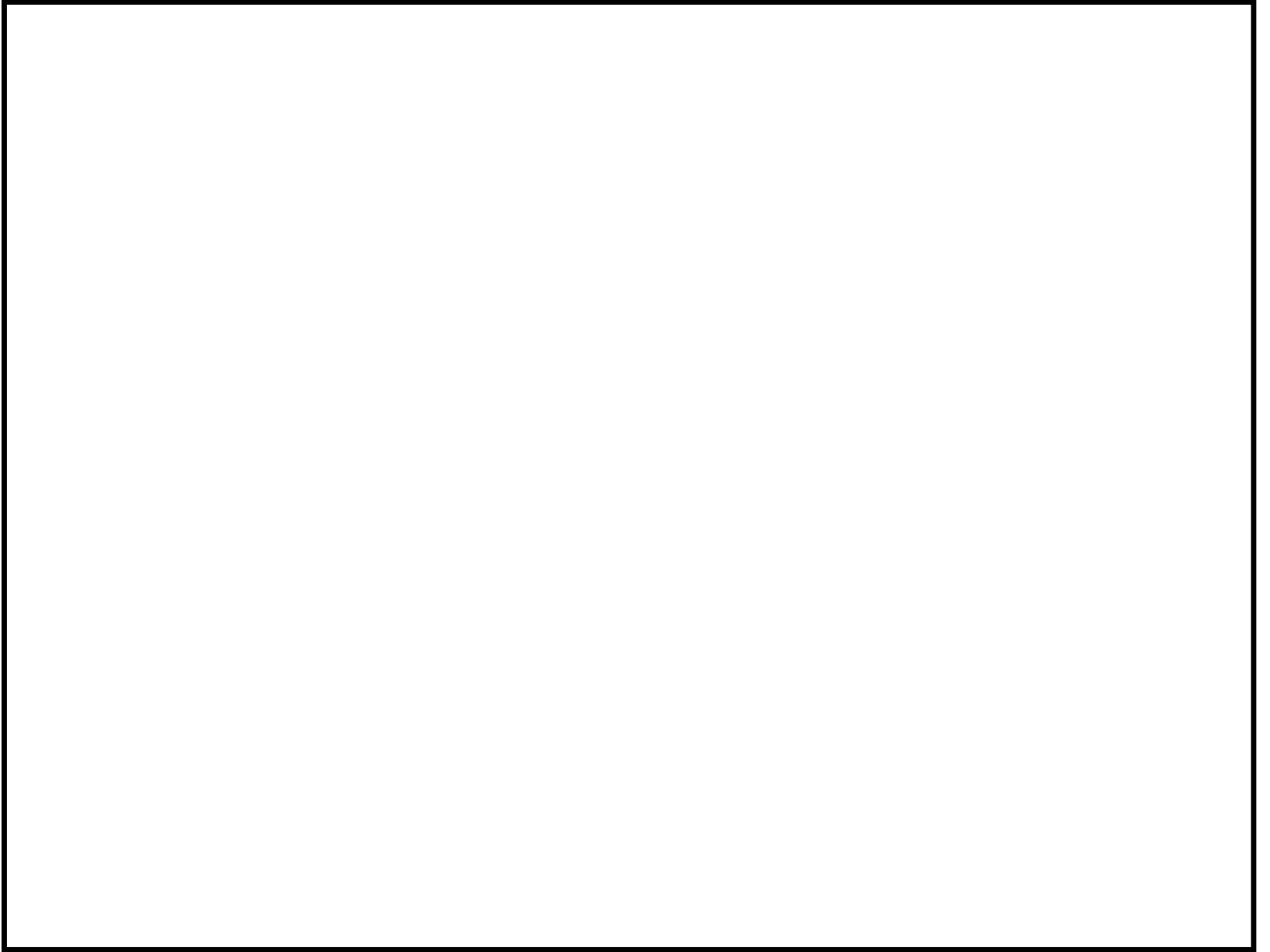


図 1-2 下位クラス施設と原子炉建屋内上位クラス設備の配置関係

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
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

下位クラス施設	作用荷重 (kN)	接触幅 (m)	単位幅面積当り の作用荷重 (kN/m)
ヘパフィルター室（地下部含む）	5550	8.00	694
ベアラ建屋（地上部のみ）	4130	16.9	244
サンプルタンク室（通路部除く）	735	19.0	38.7
大物搬入口建屋	829	8.50	97.5
連絡通路（NS 方向通路のみ）	523	2.80	187

※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。

表 1-2 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

※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。

表 1-3 基準地震動 Ss 時における地表面 (E. L. 8.0 m) の最大応答加速度
(原子炉建屋の地震応答解析時)

地震動	方向	最大応答加速度 (cm/s ²)		
		標準地盤	+σ 地盤	-σ 地盤
Ss-D1	水平	689	715	646
Ss-11	NS	524	—	—
	EW	455	—	—
Ss-12	NS	559	—	—
	EW	330	—	—
Ss-21	NS	547	946	767
	EW	352	693	523
Ss-22	NS	373	931	692
	EW	311	777	595
Ss-23	NS	886	—	—
	EW	635	—	—
Ss-24	NS	817	—	—
	EW	681	—	—
Ss-31	水平	738	717	760

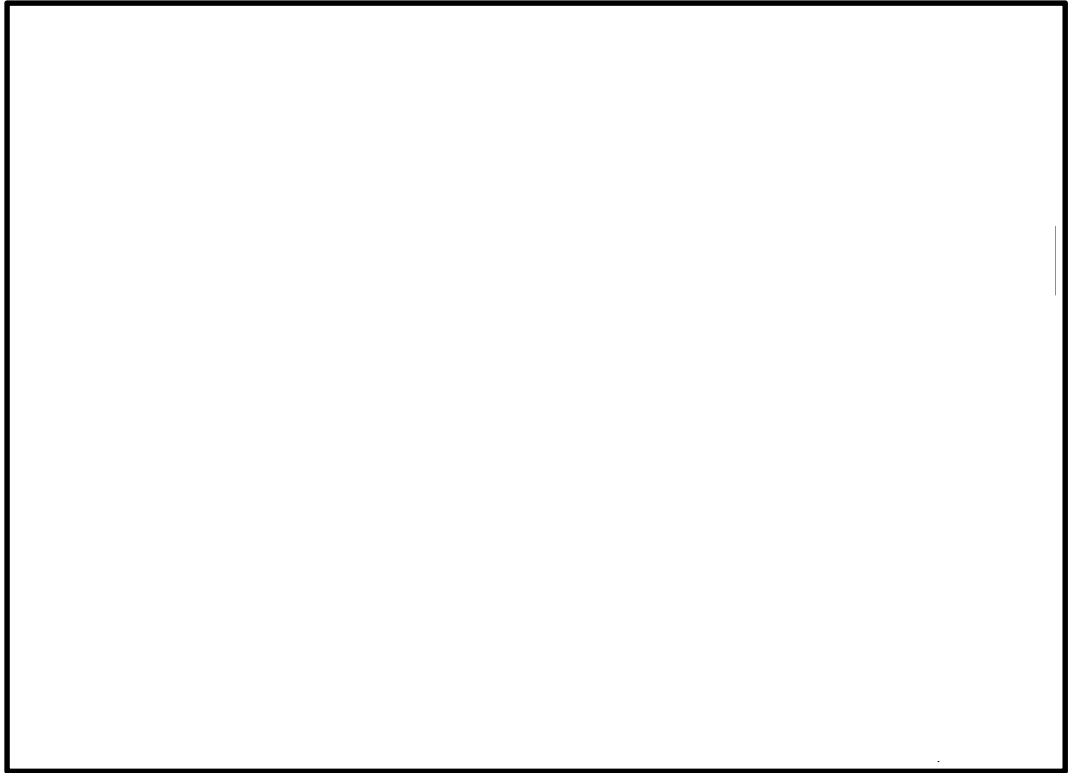


図 1-3 ヘパフィルター室及び原子炉建屋の平面図

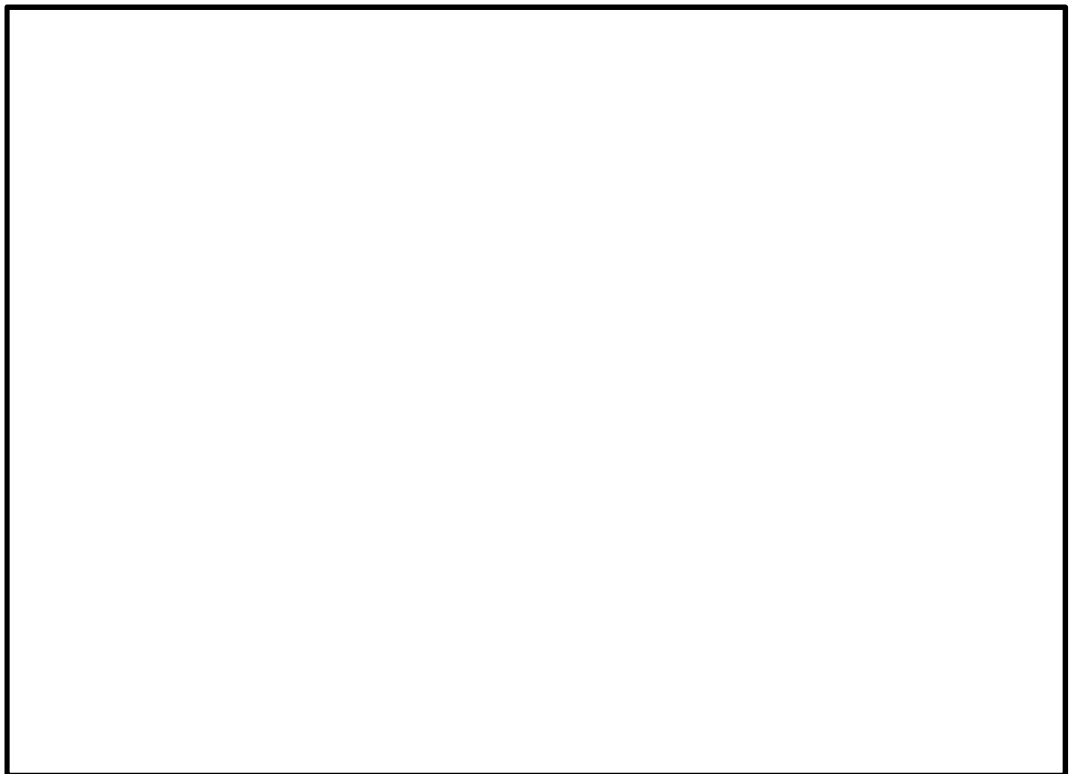


図 1-4 ヘパフィルター室及び原子炉建屋の断面図



図 1-5 ヘパフィルター室の平面図

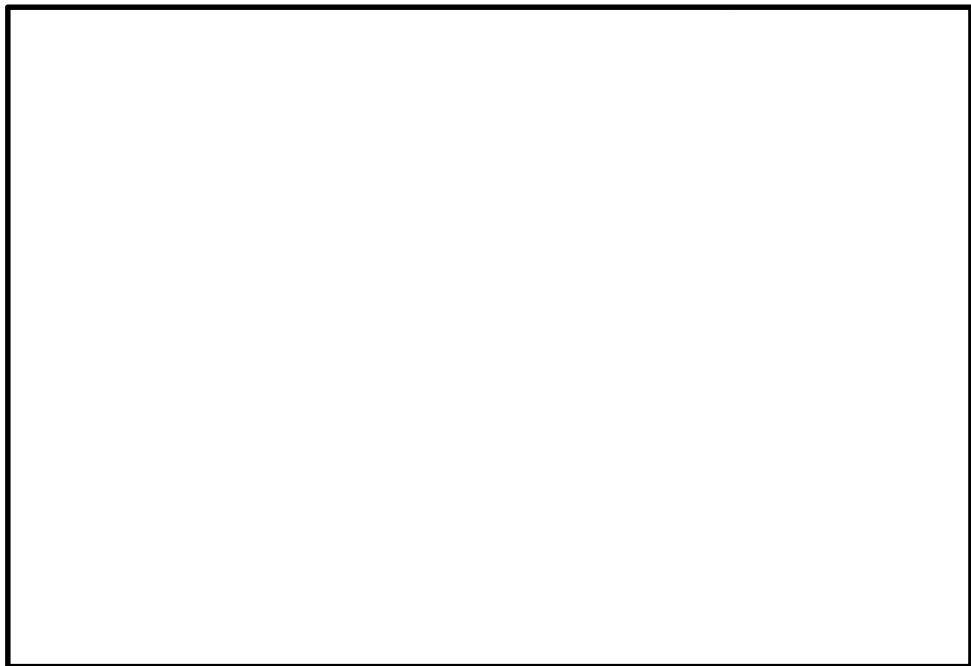


図 1-6 ヘパフィルター室の断面図 (EW 方向)

2. 評価結果

(1) 建屋規模の比較

原子炉建屋とへパフィルター室の建屋規模の比較を表 2-1 示す。

へ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、へ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、へ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 原子炉建屋とへ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)	—
へパフィルター室	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

へ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。

へ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へ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へ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へ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、へ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

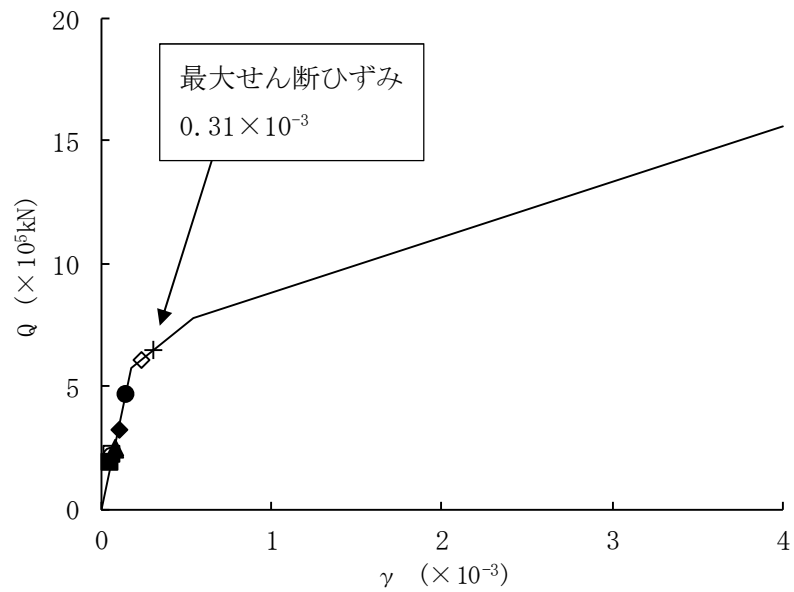
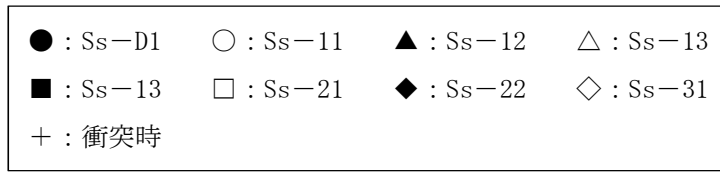
原子炉建屋への作用荷重 ($\times 10^4$ kN)
0.555

表 2-3 原子炉建屋の最大応答せん断力 (EW 方向)

要素 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

要素 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。



要素番号 (8)

図 2-1 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (EW 方向)

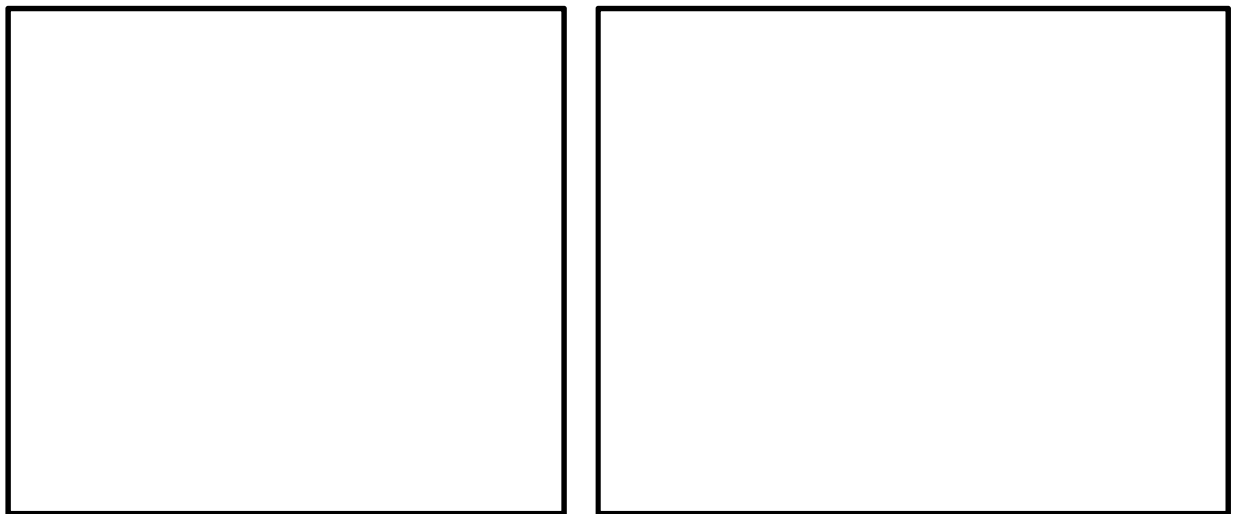
(3) 局所的な影響の確認

へ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。へパフィルター室の全重量が、原子炉建屋の衝突位置の中央に集中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へパフィルター室衝突時の原子炉建屋への作用荷重、接触幅、単位幅当たりの作用荷重、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、へ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、へ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、へ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。



(a) 平面図

(b) 断面図

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)	接触幅 (m)	単位幅面積当り の作用荷重 (kN/m)	原子炉建屋外壁の使用材料	
			鉄筋	コンクリート
5550	8.0	694	SD345* D38@200	Fc=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	1006 kN・m	2478 kN・m	0.41
せん断力	0.276 N/mm ²	1.08 N/mm ²	0.26

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。

別紙 4 大物搬入口建屋の損傷による原子炉建屋内部への影響

1. 概要

本資料では、大物搬入口建屋の損傷が原子炉建屋付属棟（以下「付属棟」という。）でのキャストレーラの移動の支障となることがないことを示す。

2. 構造概要

大物搬入口建屋は、地上 1 階建てで、平面が約 14 m（南北方向）×約 8.5 m（東西方向）、高さが約 8 m（一部約 6.5 m）の鉄骨造の建物であり、大物搬入口建屋と付属棟のクリアランスは約 50 mm ある。

大物搬入口建屋の屋根及び壁は P C 鋼線入りのコンクリート板（厚さ 100mm）で構成されており、柱、梁及びブレースの外側に取り付けられている。また、大物搬入口建屋の南側には扉の風除けのための壁を設置しており、この風除壁部は構造上独立している。

図 1-1～図 1-4 に大物搬入口建屋の平面図、立面図、軸組図、天井伏図を示す。

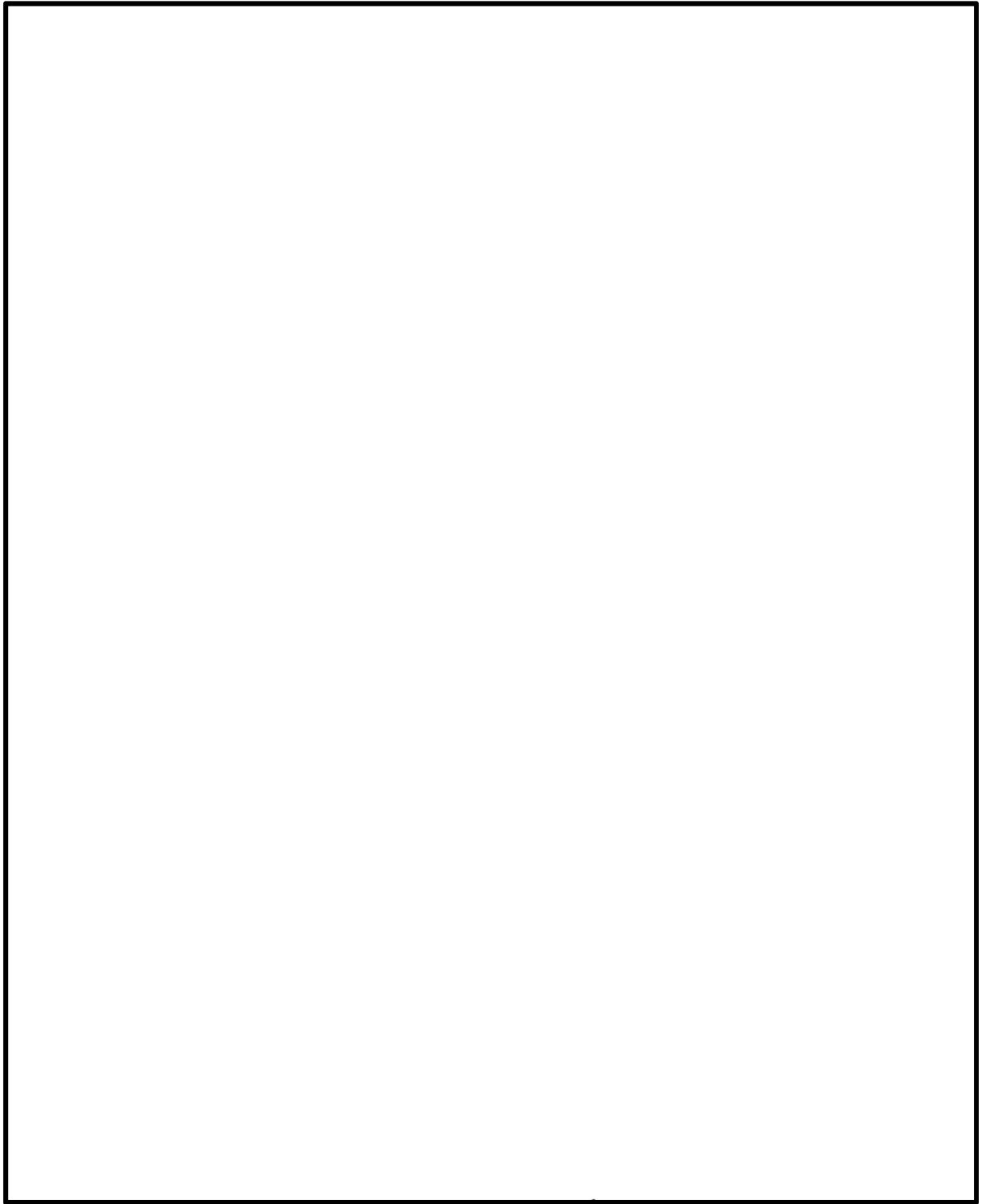


図 1-1 大物搬入口建屋の平面図

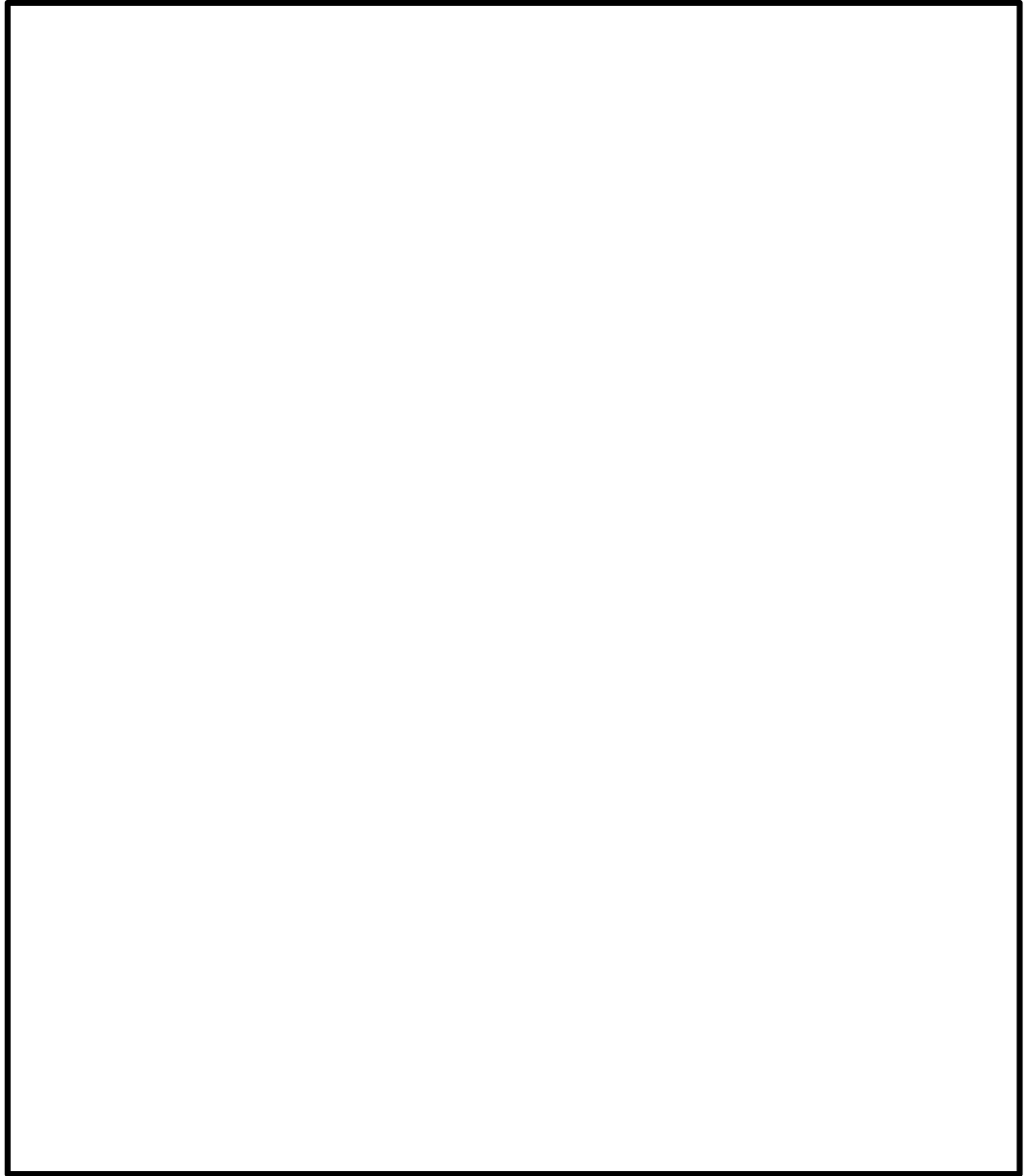


図 1-2 大物搬入口建屋の立面図

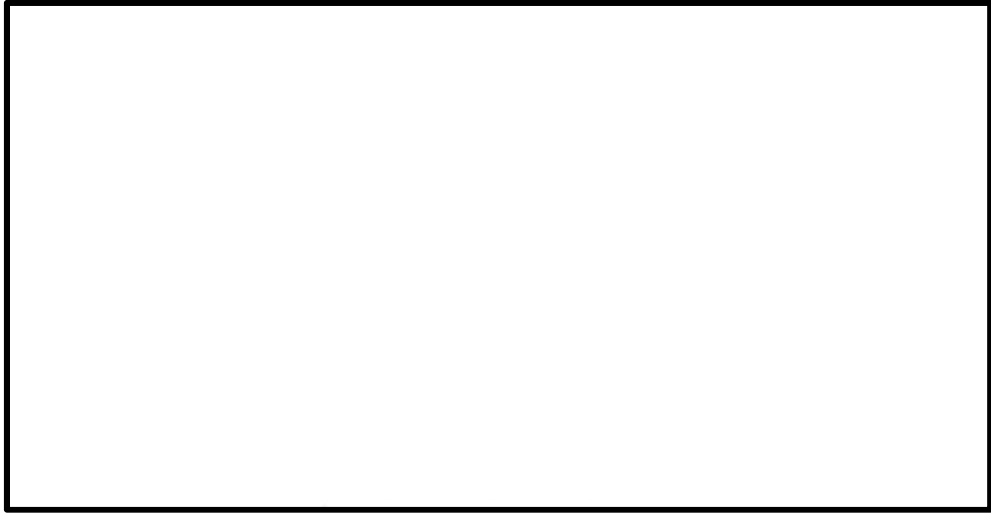


図 1-3 大物搬入口建屋の軸組図

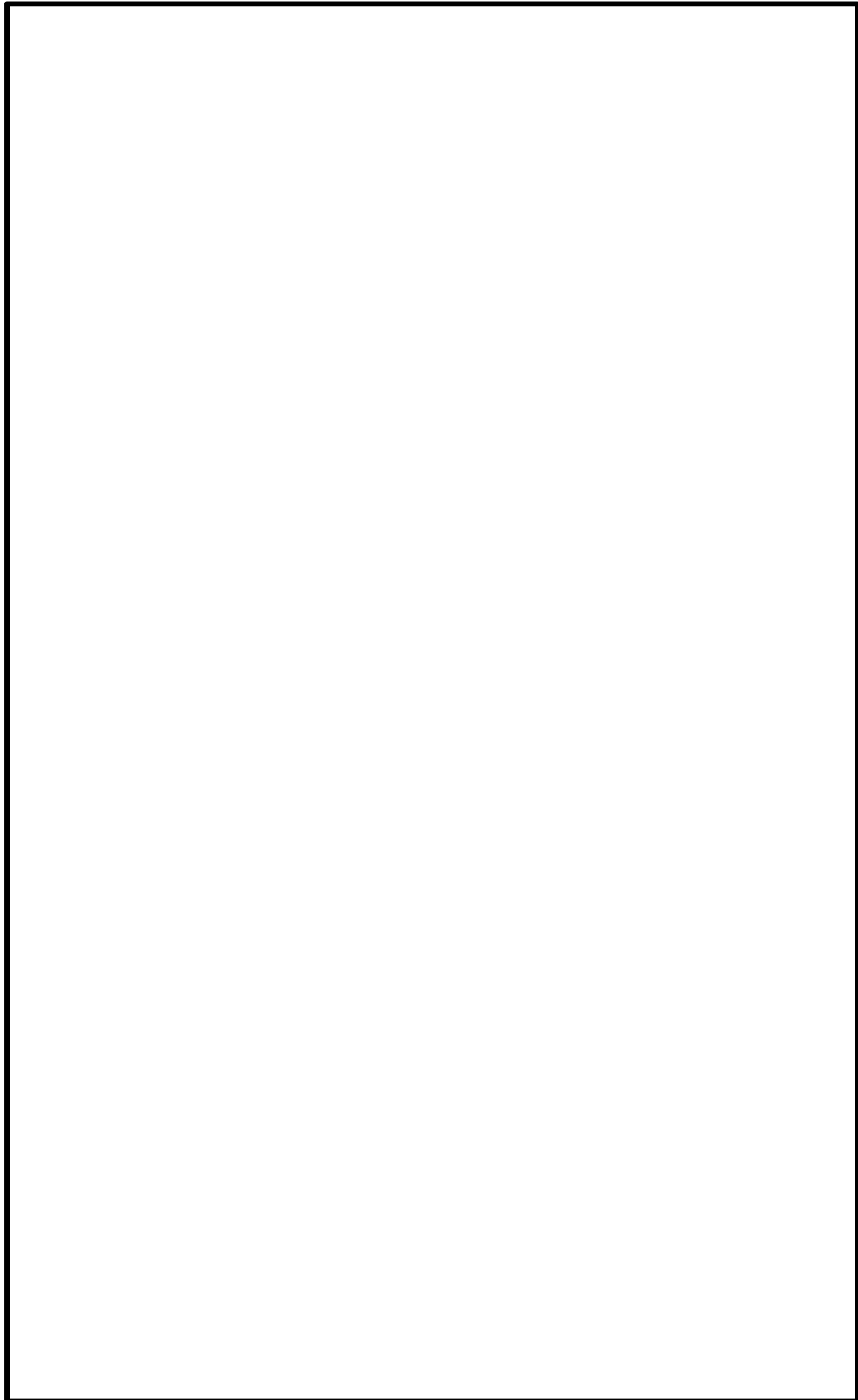


図 1-4 大物搬入口建屋の天井伏図

3. 大物搬入口建屋の損傷による付属棟内部への影響

大物搬入口建屋の損傷モードとして倒壊と部材（コンクリート板、ブレース等）の落下が想定される。東西南北の各方向の地震力に対して生じる各損傷モードについて、付属棟内部に及ぼす影響を整理し表 1-1 に示す。同表に示すとおり、各方向の地震力に対し、付属棟内部への大物搬入口建屋の倒壊及び部材の落下は想定されない。したがって、大物搬入口建屋の損傷が付属棟でのキャストレーラの移動の支障となることはない。

表 1-1 大物搬入口建屋の地震時の損傷モード及び付属棟内部への影響 (1/2)

地震力の方向	大物搬入口建屋の損傷モード		付属棟内部への影響
東向き	倒壊	東側に倒壊する。	影響はない。
	部材の落下	大物搬入口建屋内、又は東側、南側に落下する。	
西向き	倒壊	西側に倒壊する。	影響はない。
	部材の落下	大物搬入口建屋内、又は西側、南側に落下する。	

表 1-1 大物搬入口建屋の地震時の損傷モード及び付属棟内部への影響 (2/2)

地震力の方向	大物搬入口建屋の損傷モード		付属棟内部への影響
南向き	倒壊	南側に倒壊する。	
	部材の落下	大物搬入口建屋内、又は東側、西側、南側に落下する。	
北向き	倒壊	北側には付属棟の開口周囲の壁があるため、倒壊しない。※1	
	部材の落下	大物搬入口建屋内、又は東側、西側、南側に落下する。	

※1：付属棟との取合部における大物搬入口建屋の架構は付属棟の開口寸法より大きいため、大物搬入口建屋が北側に変位すると付属棟の開口周囲の壁に接することとなり、それ以上の変位が制限されるため、北側に倒壊することはない。

別紙 5 原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）の波及的影響について

1. 概要

本資料は、添付書類「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、原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）について、地震発生時に鉄骨構造躯体が損傷すること、または外装材が脱落することによって、アクセスルート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。

2. 基本方針

2.1 評価対象

評価対象とする原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）の位置を図 2-1～図 2-3 に示す。原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）は原子炉建屋の東側に位置し、3つの鉄骨造の構造体から構成される。平面規模は全体で NS 方向は約 68m, EW 方向は約 15m であり、高さは構造体ごとに、付属棟下部 RC 造部から屋根面までの高さは 13m と 8m の部分がある。

この ALC 壁を有する鉄骨造構造物は、耐震および耐竜巻を想定し新たな乾式壁の鉄骨造にて計画され、外壁内側に竜巻防護対策のための防護鋼板を設置する。この防護鋼板は耐震設計において重量のみの考慮とし、耐力は考慮しない。原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）の使用材料、諸定数、材料強度及び許容応力度を表 2-1～表 2-4 に示す。



図 2-1 原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）の位置

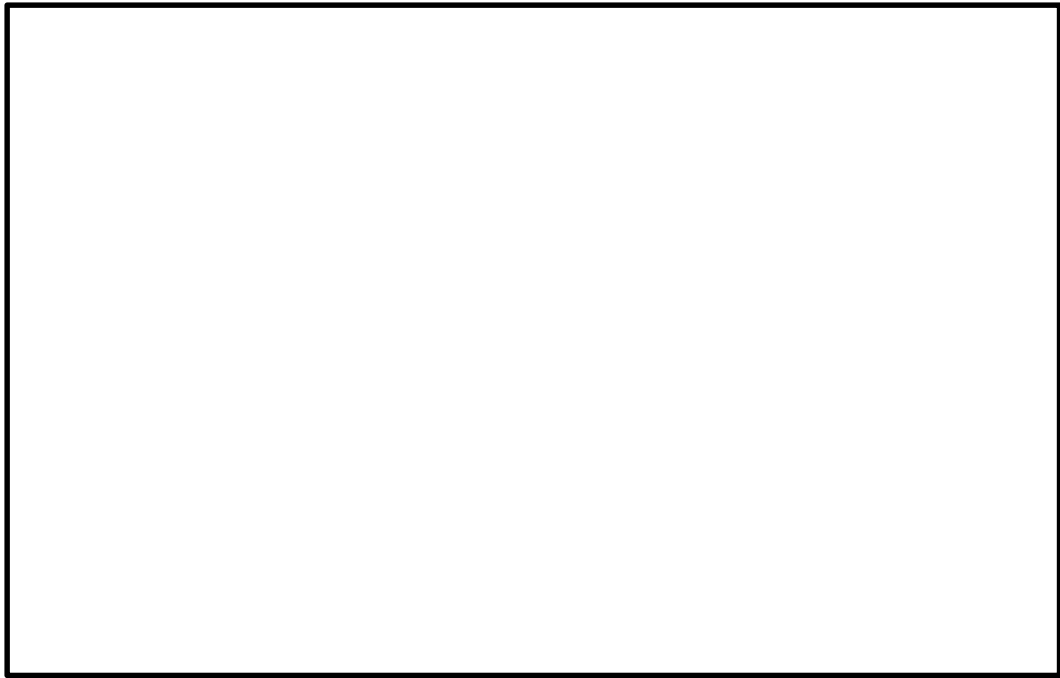


図 2-2 原子炉建屋と付属棟（鉄骨造部）の位置関係（平面図）



図 2-3 原子炉建屋と付属棟（鉄骨造部）の位置関係（東側立面図）

表2-1 構造躯体の使用材料の諸定数

項目	普通コンクリート ($F_c=22.1\text{N/mm}^2$)	鉄筋 及び 鋼材
ヤング係数 $E(\text{N/mm}^2)$	2.21×10^4	2.05×10^5
せん断弾性係数 $G(\text{N/mm}^2)$	9.21×10^3	—
ポアソン比 ν	0.2	—
比重 $\gamma(\text{kN/m}^3)$	23 (RC : 24)	77

表2-2 コンクリートの許容応力度 (単位: N/mm^2)

	長期			短期		
	圧縮	引張り	せん断	圧縮	引張り	せん断
$F_c=22.1$	7.3	—	0.71	14.6	—	1.06

注記：RC 規準による。

表2-3 鉄筋の許容応力度 (単位: N/mm^2)

種別	長期		短期	
	引張り 及び圧縮	せん断補強	引張り 及び圧縮	せん断補強
SD295A	195	195	295	295
SD345	215(195)	195	345	345

注記：RC 規準による。D29以上の太さの鉄筋に対しては () 内の数値とする。

表2-4 鉄骨の許容応力度 (単位: N/mm^2)

材料	板厚	基準 強度 F	長期				短期
			引張	圧縮	曲げ	せん断	
SS400	$t \leq 40\text{mm}$	235	156	156	156	90	長期 × 1.5
SM490A	$t \leq 40\text{mm}$	325	216	216	216	125	

注記：建築基準法施行令第90条による。

圧縮材の座屈や曲げ材の座屈の許容応力度は、告示式により低減する。

2.2 評価方針

原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）の、アクセスルートに対する波及的影響の評価は以下の方針で行う。

原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）の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。したがって、波及的影響評価として、基準地震動 S_s に対応する地震荷重及び同時に考慮すべき荷重に対し、鉄骨構造躯体が大きく損傷し前面道路へ倒壊することがないこと、及び設備を覆う外装材が脱落しないことを示す。評価フローを図 2-4 に示す。

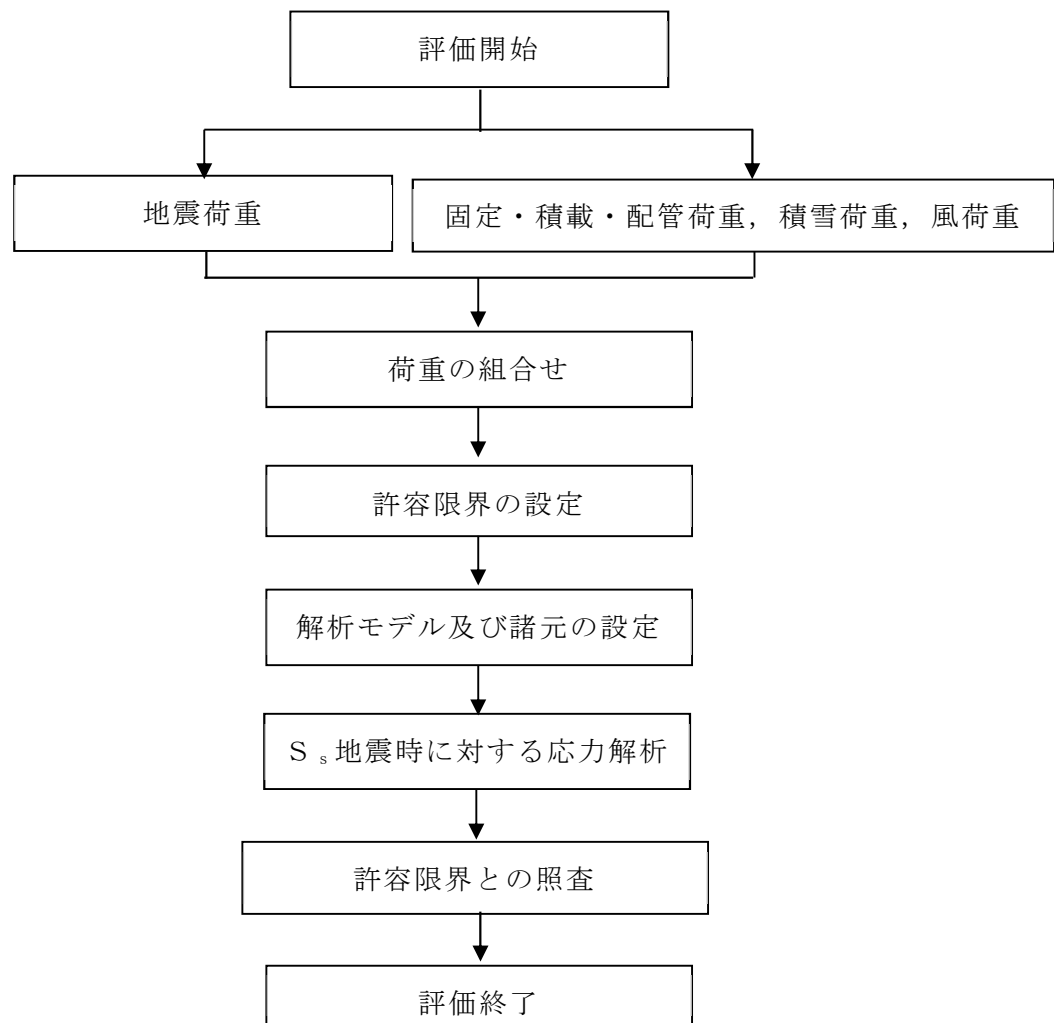


図 2-4 原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）の波及的影響の評価フロー

2.3 適用規格・基準等

原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）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。

- ・ 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)
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針 重要度分類・許容応力編 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)
- ・ 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- ((社) 日本建築学会, 1999)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005) (以下「RC-N規準」という。)
- ・ 鋼構造設計規準-許容応力度設計法- ((社) 日本建築学会, 2005) (以下「S規準」という。)
- ・ 2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書 (国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所) (以下「技術基準解説書」という。)

3. 評価方法

3.1 評価対象部位及び評価方針

原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）の波及的影響評価において対象とする部位は、鉄骨構造躯体と外装板とし、以下の方針に基づき検討を行う。

鉄骨構造躯体については、解析モデルを定め、地震荷重等に対して応力解析を実施し、各部の応力を算定し、「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－」に基づき設定した許容限界を超えないことにより、鉄骨構造躯体が倒壊しないことを確認する。

外装板については、上記鉄骨構造躯体の応力解析結果をもとに、外装板の面内変形角を算定する。外装材は鉄骨胴縁と座金付きビスにより接合し、一辺をスライドさせて面内変形に追従できるようにする。このときの設計の許容限界を「建築工事標準仕様書 JASS27 乾式外壁工事（（社）日本建築学会，2011）」（以下「建築工事標準仕様書 JASS27 乾式外壁工事」という。）に基づく変形角 1/100 と設定する。許容限界を超えないことより、外装材が脱落しないことを確認する。なお、外装材の面外については竜巻に対する影響評価に包絡されるため、S₃地震時に対する影響評価は行わない。なお、添付書類「V-3-別添 1 竜巻への配慮が必要な施設の強度に関する説明書」竜巻に対する影響評価では許容限界を超えないことを確認している。

3.2 荷重及び荷重の組合せ

荷重及び荷重の組合せは、添付書類「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。

3.2.1 荷重

(1) 固定荷重 (G)，積載荷重 (L)，配管荷重 (P)

原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）の固定荷重 (G)，積載荷重 (L) 及び配管荷重 (P) を表 3-1 に示す。

表 3-1 固定荷重 (G)，積載荷重 (L) 及び配管荷重 (P)

荷重	説明
固定荷重 (G)	スラブの厚さ t に応じ $(24 \times t) \text{ kN/m}^2$ とし、仕上げ重量についても考慮する。その他に鉄骨部材，外装材の自重を考慮する。
積載荷重 (L)	既工認時の積載荷重より保守的な設定として 10.0 kN/m^2 とする。屋内外のスラブ全域で考慮する。
配管荷重 (P)	既工認時の配管荷重より保守的な設定として 3.0 kN/m^2 とする。

(2) 積雪荷重 (S)

積雪荷重は、添付書類「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。

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) 風荷重 (W)

風荷重は、基準風速 30m/s，地表面粗度区分はⅡ，建設省告示第 1454 号に基づき算出する。

(4) 地震荷重 (K_s)

鉄骨構造躯体の応力解析に用いる地震荷重は、鉄骨構造躯体が設置される原子炉建屋に対して実施した基準地震動 S_s に対する地震応答解析結果をもとに設定する。

架構の水平変形方向に対して原子炉建屋躯体の押さえがない方向（例：図 3-1 の(A)方向），または原子炉建屋躯体上部架構の検討においては，原子炉建屋の基準地震動 S_s 地震時における水平または鉛直震度に固定荷重・積載荷重・配管荷重及び積雪荷重を乗じた慣性力によって水平方向の構造安全性を評価する。鉄骨構造躯体部はブレース構造で架構の剛性を確保すること，屋根床を鉄筋コンクリート (RC) 造で原子炉建屋と一体化すること，鉄骨構造躯体部は原子炉建屋本体と比較して十分小さく原子炉建屋と一体で挙動すると考えられることから，原子炉建屋の基準地震動 S_s 8 波に対する地震応答解析結果のうち上層レベルの最大応答加速度から定めた設計震度を用いる。

原子炉建屋の水平変位と一体で地震時水平変形する方向（例：図 3-1 の(B)方向）の検討においては，地震時に原子炉建屋と同一変形するものとし原子炉建屋の基準地震動 S_s 時における該当階の最大応答せん断ひずみから求めた最大変位により評価する。設計対象が鉄骨架構であるため，原子炉建屋の応答変位を作用させてもわずかな設計応力しか発生しない場合は，適宜，保守側の評価として先記の慣性力による評価とする。

定めた震度と変位を表 3-3 に示す。

水平方向は正負各方向で評価し，地震荷重ケースとしては保守側の設定とし

て水平方向×1.0倍+鉛直方向×1.0倍とする。さらに強風荷重ケース（基準法風荷重）も重畳したものを地震荷重ケースとする。

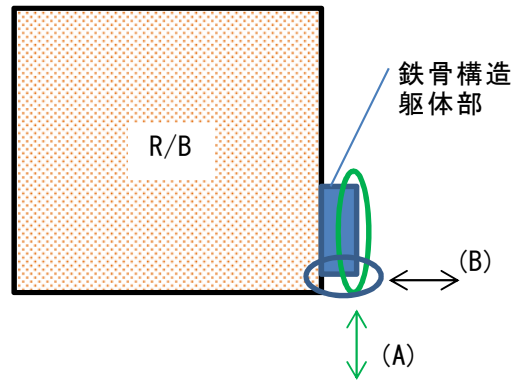


図 3-1 鉄骨構造躯体部の地震時検討方向例

表 3-3 原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）の地震検討用震度と変位

区画	高さ (EL.) (m)	入力値		
		N-S 方向	E-W 方向	U-D 方向
付属棟 南東	22.0~35.0	震度 1.40G	震度 1.40G	震度 1.20G
付属棟 東側	14.0~22.0	震度 1.29G	変位 4.5 mm	震度 0.98G
隔離弁室 ①	22.0~30.0	震度 1.37G	変位 4.8 mm	震度 1.11G
隔離弁室 ②	22.0~30.0	変位 4.8 mm	変位 4.8 mm	震度 1.11G

3.2.2 荷重の組合せ

荷重の組合せは、添付書類「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 3-4 に示す。

表 3-4 荷重の組合せ

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

- G : 固定荷重
- L : 積載荷重
- P : 積載荷重
- S_{地震時} : 積雪荷重
- W : 風荷重
- K_s : S_s地震荷重

3.3 許容限界

鉄骨構造躯体が大きく損傷し前面道路へ倒壊することがないこと、及び設備を覆う外装材が脱落しないことを示すために定める許容限界は、表 3-5 のとおりとする。

表 3-5 波及的影響評価における許容限界

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
アクセスルートに対する波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S _s	鉄骨構造躯体	構造部材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	「S 規準」に基づく終局強度*1
		外装材	外装材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	「建築工事標準仕様書 JASS27 乾式外壁工事」に基づく変形角 1/100 (rad)

注記 *1: 「S 規準」の短期許容応力度の鋼材の基準強度 F を「技術基準解説書」に基づき 1.1 倍した耐力とする。

3.4 評価方法

図 3-2～図 3-4 に示すとおり，鉄骨構造躯体について原子炉建屋とピン接合にて支持される仮定で 3 次元フレームの解析モデルを定め，「3.2 荷重及び荷重の組合せ」で定めた荷重に対して応力解析を実施する。その結果得られる各部の応力と許容限界と照査する。また，応力解析結果から得られる層間変形角をもとに，外装材に作用する面内変形角を評価し，その値を許容限界と照査する。

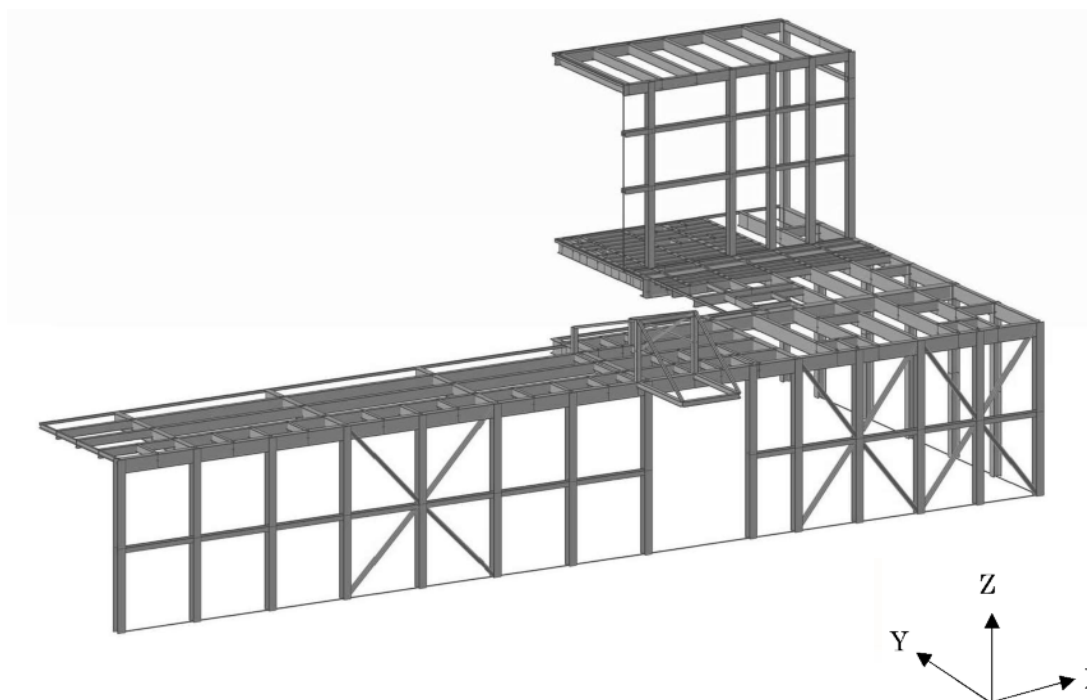


図 3-2 応力解析モデル（附属棟東側及び隔離弁室②）

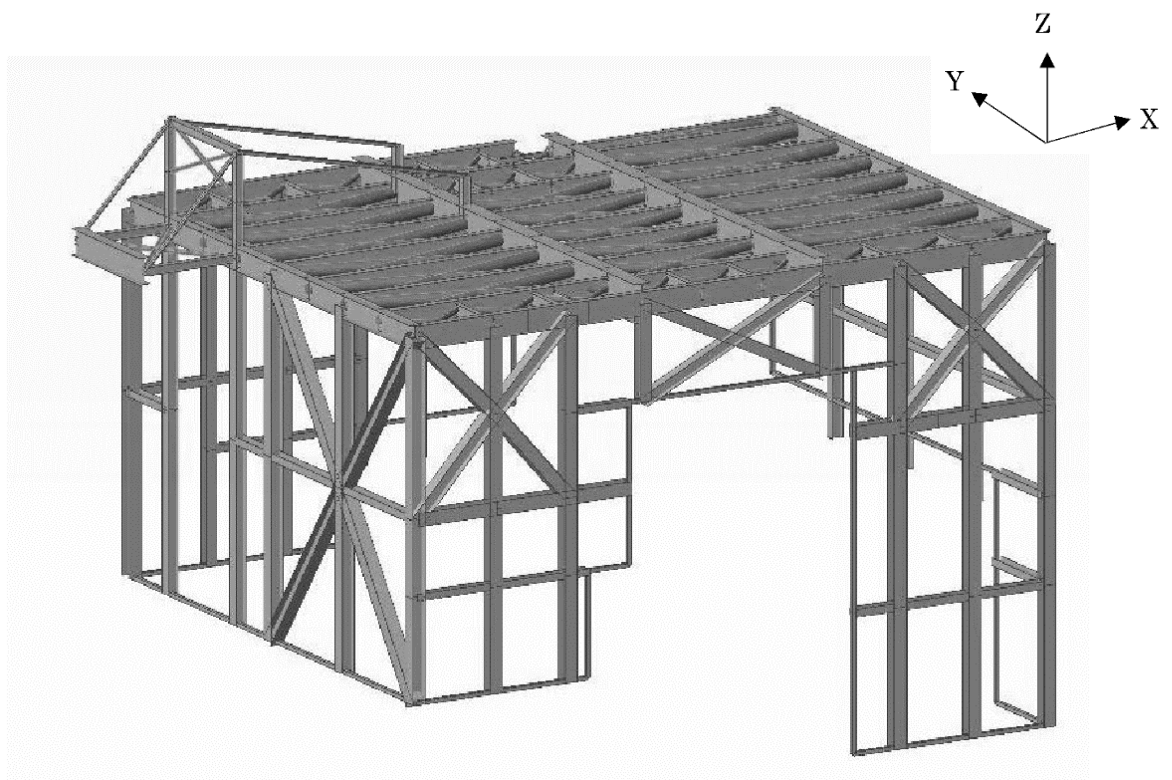


図 3-3 応力解析モデル（付属棟南東側）

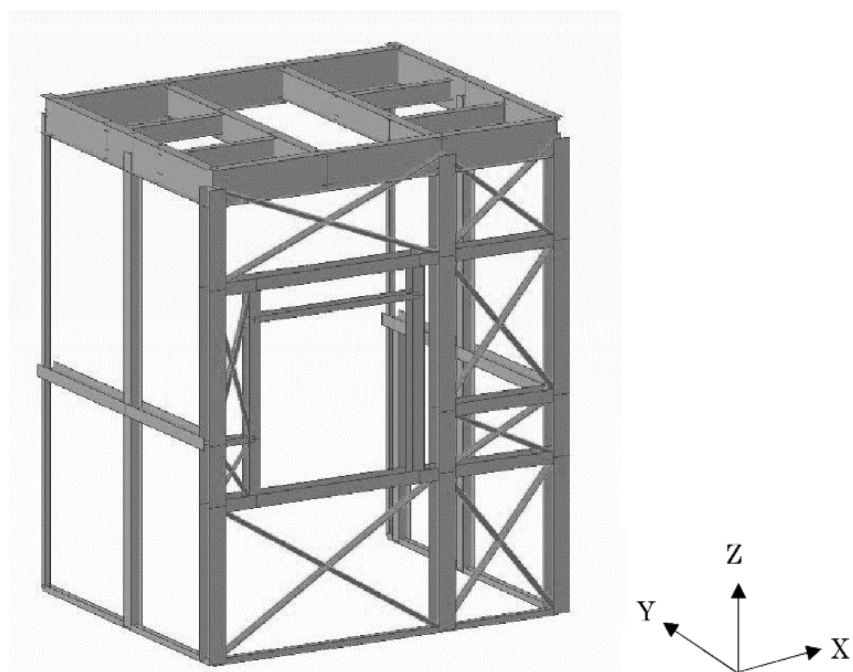


図 3-4 応力解析モデル（隔離弁室①）

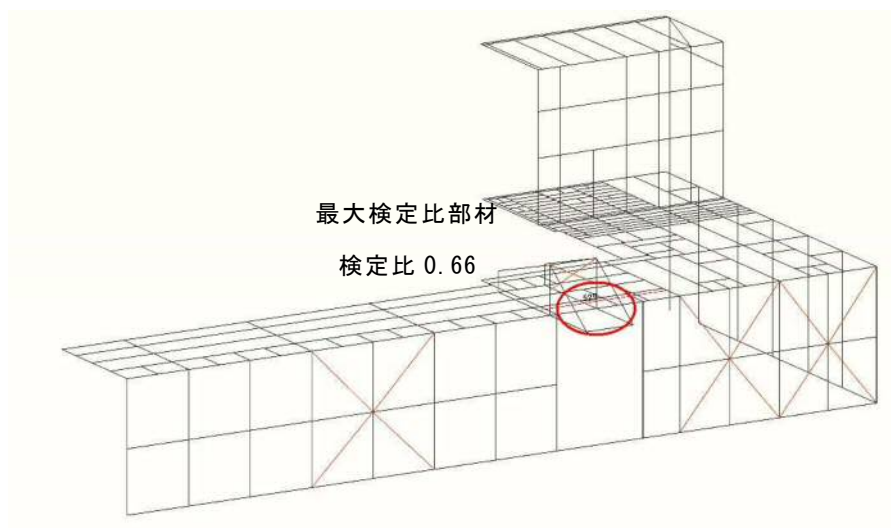
4. 評価結果

表 4-1 に鉄骨構造躯体の各部の応力と許容限界を照査した結果を示す。各部の応力が許容限界を超えないことを確認した。

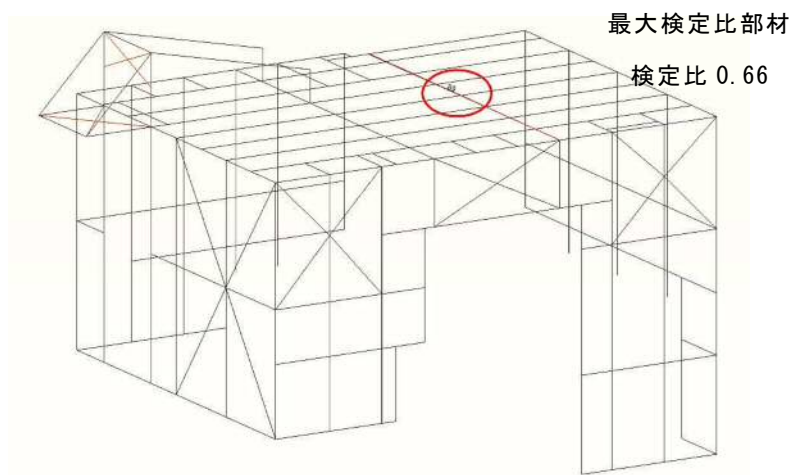
地震時における検定比が最大となる箇所について図 4-1 に示す。

表 4-1 鉄骨架構に対する照査

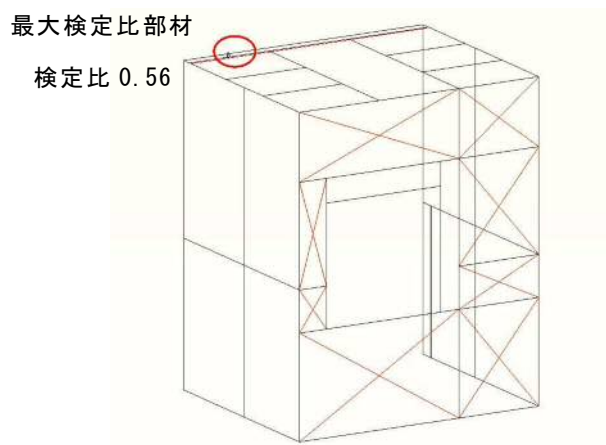
評価項目	評価箇所	評価結果		許容限界
		検定比	0.66	
鉄骨架構の 発生応力度	付属棟東側 及び 隔離弁室②	検定比	0.66	1.0
		曲げ応力度	172 (N/mm ²)	259 (N/mm ²)
	付属棟 南東側	検定比	0.66	1.0
		曲げ応力度	236 (N/mm ²)	358 (N/mm ²)
	隔離弁室①	検定比	0.56	1.0
		曲げ応力度	144 (N/mm ²)	259 (N/mm ²)



(付属棟東側及び隔離弁室②)



(付属棟南東側)



(隔離弁室①)

図 4-1 最大検定比の発生箇所

表 4-2 に外装材の変形角と許容限界を照査した結果を示す。変形角が許容限界を超えないことを確認した。

以上より、基準地震動 S_s 時において、原子炉建屋付属棟（鉄骨造部）がアクセスルートに対して波及的影響を及ぼさないことを確認した。

表4-2 外装板に対する照査

評価項目	評価結果	許容限界	検定比
変形角	1 / 1538	1/100	0.07