

## 波及的影響評価に係る現地調査の実施要領

## 1. 目的

建屋内外の上位クラス施設への下位クラス施設の波及的影響評価のため、現地調査を実施し、上位クラス施設周辺の下位クラス施設の位置、構造及び影響防止措置等の状況を確認し、下位クラス施設による波及的影響のおそれの有無等を調査する。

## 2. 調査対象

## 2.1 調査対象施設

以下に示す上位クラス施設を現地調査の対象とする。

- (1) 設計基準対象施設のうち、耐震重要度分類上のSクラスに属する施設（津波防護施設、浸水防止設備及び津波監視設備を含む。）
- (2) 重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備及び常設重大事故緩和設備

なお、狭暗部、内部構造物等機器の内部、コンクリート埋設、地下、高所及び水中については、現地調査が困難であるが、狭暗部（原子炉圧力容器支持構造物等）については、外部から閉ざされた区域にあり、元々耐震重要度分類上のSクラスに属する施設しかなく、内部構造物等機器の内部（原子炉圧力容器内部構造物等）はその物全体が上位クラス施設であること、コンクリート埋設、地下については、周囲に波及的影響を与えるものはないと推定されることから、これらの箇所に設置されている上位クラス施設に対する波及的影響はないと判断する。

高所については、施設下方から周辺機器の位置関係を俯瞰的に見ることで波及的影響の有無を確認する。

水中については、対象上位クラス施設として使用済燃料貯蔵プール、使用済燃料貯蔵ラック、制御棒・破損燃料貯蔵ラック等が該当するが、使用済燃料貯蔵プール内に設置されている下位クラス施設は設計図書類で網羅的に確認できることから、現地調査では使用済燃料貯蔵プール等の上部を俯瞰的に見ることで波及的影響の有無を確認する。

ケーブルについては、各階の天井付近等の高所に設置することで下位クラス施設の損傷・転倒・落下による波及的影響を考慮した配置としている。トレイ等から機器や計器に接続する場合は、電線管等で保護し波及的影響を防止している。

## 2.2 現地調査にて確認する検討事象

別記 2 に記載された事項に基づく検討事象に対する現地調査による確認項目を表

1に示す。

表1 別記2に記載された事項に基づく検討事象に対する現地調査による確認項目

調査対象施設	建屋外施設		接続部 (建屋内外)	建屋内施設
	別記2①	別記2④	別記2②	別記2③
現地調査による 確認項目	×*1	○	×*2	○

注記\*1：不等沈下又は相対変位の観点として、上位クラス施設の建物・構築物と下位クラス施設の位置関係が机上検討で確認したところであることを現地で確認。

\*2：接続部については、系統図等により網羅的に確認が可能であり、プラント建設時及び改造工事の際は、施工に伴う確認、系統図作成時における現場確認、使用前検査、試運転等から接続部が設計図書どおりであることを確認していることから、接続部の波及的影響については、机上検討により評価対象の抽出が可能である。

### 3. 調査要員

調査要員の要件は、以下のとおりとする。

- (1) 柏崎刈羽原子力発電所の耐震設計、構造設計又は機械・電気計装設計等に関する専門的な知識・技能及び経験を有する者。
- (2) 柏崎刈羽原子力発電所の保修業務等に従事し、施設の構造、機能及び特性等に関する専門的な知識・技能及び経験を有する者。

上記(1)または(2)の要件に該当する者の複数名でチームを編成し、現地調査を実施する。

### 4. 現地調査実施日

2015年(平成27年)4月3日～2020年(令和二年)5月28日

### 5. 調査方法

#### 5.1 調査手順

調査対象施設について、別紙の「プラントウォークダウンチェックシート」に従い、周辺の下位クラス施設の位置、構造及び影響防止措置(落下防止措置、固縛措置等)等の状況から、波及的影響のおそれの有無を確認する。

#### 5.2 確認項目及び判断基準

各確認項目に対する波及的影響のおそれの有無の判断基準を表2に示す。

なお、対象となる上位クラス施設に対して、下位クラス施設が明らかに影響を及ぼさない程度の大きさ、重量等である場合（小口径配管、照明器具等）は影響無しと判断する。

表 2 確認項目及び判断基準

確認項目	判断基準
○B, Cクラス施設等との十分な離隔距離をとる等により、当該設備に与える影響はない。	・周辺のB, Cクラス施設の転倒・落下を想定した場合にも上位クラス施設に衝突しないだけの離隔距離をとって配置・保管されていること。
○周辺に作業用ホイスﾄ・ﾚｰﾙ, グﾚｰﾁﾝｸﾞ, 手すり等がある場合, 落下防止措置等により, 当該設備に与える影響はない。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・作業用ホイスﾄ・ﾚｰﾙ, グﾚｰﾁﾝｸﾞ, 手すり等について, 離隔距離が十分でない場合は, 適切な落下防止措置等が講じられていること。</li> <li>・離隔距離をとっていても地震により移動する可能性があるもの(チェーンブロック等)は移動防止措置が講じられていること。</li> </ul>
○周辺に仮置き機器がある場合, 固縛措置等により, 当該設備に与える影響はない。	・仮置き機器について, 離隔距離が十分でない場合は, 固縛措置等により落下防止または移動防止措置が講じられていること。
○上部に照明器具がある場合, 落下防止措置等により, 当該設備に与える影響はない。	・照明器具について, 離隔距離が十分でない場合は, 適切な落下防止措置等が講じられていること。

柏崎刈羽原子力発電所 プラントウォークダウンチェックシート（建屋外）  
（耐震重要施設）

実施日：平成 年 月 日

実施者： \_\_\_\_\_

号機 : \_\_\_\_\_

機器名称： \_\_\_\_\_

機器No： \_\_\_\_\_ 設置場所： \_\_\_\_\_

波及的影響について		Y	N	U	N/A
1	建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-1	・下位クラス施設等との十分な離隔距離をとる等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-2	・周辺に仮置機器がある場合、固縛措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	その他（ ）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

耐震重要施設について		Y	N	U	N/A
1	対象機器と支持構造物との接合部に外見上の異常（ボルトの緩み、腐食、き裂等）はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

（記号の説明） Y：YES、N：NO、U：調査不可、N/A：対象外

総合評価（機器周辺の状況についての記載）



柏崎刈羽原子力発電所 プラントウォークダウンチェックシート（建屋内）  
（耐震重要施設）

実施日：平成 年 月 日

実施者： \_\_\_\_\_

号機 : \_\_\_\_\_

機器名称： \_\_\_\_\_

機器No： \_\_\_\_\_ 設置建屋： \_\_\_\_\_ 設置高さ： \_\_\_\_\_

波及的影響について		Y	N	U	N/A
1	建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-1	・下位クラス施設等との十分な離隔距離をとる等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-2	・周辺に作業用ホイスﾄ・ﾚｰﾙ、ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ、手すり等がある場合、落下防止措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-3	・周辺に仮置機器がある場合、固縛措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-4	・上部に照明器具がある場合、落下防止措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	その他（ _____ ）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

耐震重要施設について		Y	N	U	N/A
1	対象機器と支持構造物との接合部に外見上の異常（ボルトの緩み、腐食、き裂等）はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

（記号の説明） Y：YES、N：NO、U：調査不可、N/A：対象外

総合評価（機器周辺の状況についての記載）

柏崎刈羽原子力発電所 プラントウォークダウンチェックシート（建屋外）  
（常設耐震重要重大事故防止設備または常設重大事故緩和設備）

実施日：平成 年 月 日

実施者： \_\_\_\_\_

号機 : \_\_\_\_\_

機器名称 : \_\_\_\_\_

機器No : \_\_\_\_\_ 設置場所 : \_\_\_\_\_

	波及的影響について	Y	N	U	N/A
1	建屋外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による常設耐震重要重大事故防止設備または常設重大事故緩和設備への影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-1	・下位クラス施設等との十分な離隔距離をとる等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-2	・周辺に仮置機器がある場合、固縛措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	その他（ ）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	常設耐震重要重大事故防止設備または常設重大事故緩和設備について	Y	N	U	N/A
1	対象機器と支持構造物との接合部に外見上の異常（ボルトの緩み、腐食、き裂等）はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

（記号の説明） Y：YES、N：NO、U：調査不可、N/A：対象外

総合評価（機器周辺の状況についての記載）

柏崎刈羽原子力発電所 プラントウォークダウンチェックシート（建屋内）  
 （常設耐震重要重大事故防止設備または常設重大事故緩和設備）

実施日：平成 年 月 日

実施者： \_\_\_\_\_

号機 : \_\_\_\_\_

機器名称： \_\_\_\_\_

機器No： \_\_\_\_\_ 設置建屋： \_\_\_\_\_ 設置高さ： \_\_\_\_\_

波及的影響について		Y	N	U	N/A
1	建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による常設耐震重要重大事故防止設備または常設重大事故緩和設備への影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-1	・下位クラス施設等との十分な離隔距離をとる等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-2	・周辺に作業用ホイスﾄ・ﾚｰﾙ、ｸﾞﾚｰﾁﾝｸﾞ、手すり等がある場合、落下防止措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-3	・周辺に仮置機器がある場合、固縛措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-4	・上部に照明器具がある場合、落下防止措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	その他（ _____ ）	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

常設耐震重要重大事故防止設備または常設重大事故緩和設備について		Y	N	U	N/A
1	対象機器と支持構造物との接合部に外見上の異常（ボルトの緩み、腐食、き裂等）はない。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

（記号の説明） Y：YES、N：NO、U：調査不可、N/A：対象外

総合評価（機器周辺の状況についての記載）

## 波及的影響評価に係る現地調査記録

柏崎刈羽原子力発電所 プラントウォークダウン・チェックシート (建屋内)  
(耐震重要施設)

実施日：平成28年 3月29日

実施者：\_\_\_\_\_

号機 : 7号機

機器名称：使用済燃料貯蔵プール

機器No：E006 設置建屋：R/B 設置高さ：31.7m

波及的影響について		Y	N	U	N/A
1	建屋内における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による耐震重要施設への影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-1	・下位クラス施設等との十分な離隔距離をとる等により、当該設備に与える影響はない。	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-2	・周辺に作業用ホイスト・レール、グレーチング、手すり等がある場合、落下防止措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-3	・周辺に仮置機器がある場合、固縛措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1-4	・上部に照明器具がある場合、落下防止措置等により、当該設備に与える影響はない。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	その他 ( )	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

耐震重要施設について		Y	N	U	N/A
1	対象機器と支持構造物との接合部に外見上の異常（ボルトの緩み、腐食、き裂等）はない。	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

(記号の説明) Y: YES、N: NO、U: 調査不可、N/A: 対象外

総合評価 (機器周辺の状況についての記載)	
FHMが直上にて待機。	



現場調査時、使用済燃料貯蔵プールの直上に耐震Bクラスの燃料取替機が待機しており、地震時に落下する可能性があるものとして抽出された。現状は、使用済燃料貯蔵プールへの重量物落下防止の観点から、燃料取替機は使用済燃料貯蔵プール上に待機配置は行わないこととしているが、使用時には使用済燃料貯蔵プール上に位置することから、基準地震動 $S_s$ による評価を実施する。

海水ポンプ用天井クレーンの上位クラス施設への波及的影響評価について

海水ポンプ用天井クレーンは、タービン建屋熱交換器エリア地上 1 階の天井部に設置されており、原子炉補機冷却海水ポンプは地下 1 階に設置されている。(図 1, 図 2 参照)

通常運転時は天井クレーンとポンプを隔てるハッチは閉鎖されている。一方で、定期検査時にポンプ点検のためにハッチを開放した場合は、地震等によってハッチ下部に設置されているポンプに対して天井クレーンが落下する影響が懸念される。しかし、ハッチ開放中は点検対象となるポンプ以外のポンプにて当該系統の持つ冷却機能を確保し、各系統のポンプ同士は物理的に隔離されている。そのため、仮に天井クレーンが落下し、点検中のポンプを損傷させたとしても安全機能が損なわれることはない。また、ハッチ開口部は天井クレーンと比べて十分に小さいことから、天井クレーンの落下によってポンプを損傷させる可能性は十分に低い。(図 3 参照)

以上のことから、海水ポンプ用天井クレーンは、波及的影響評価の対象外である。

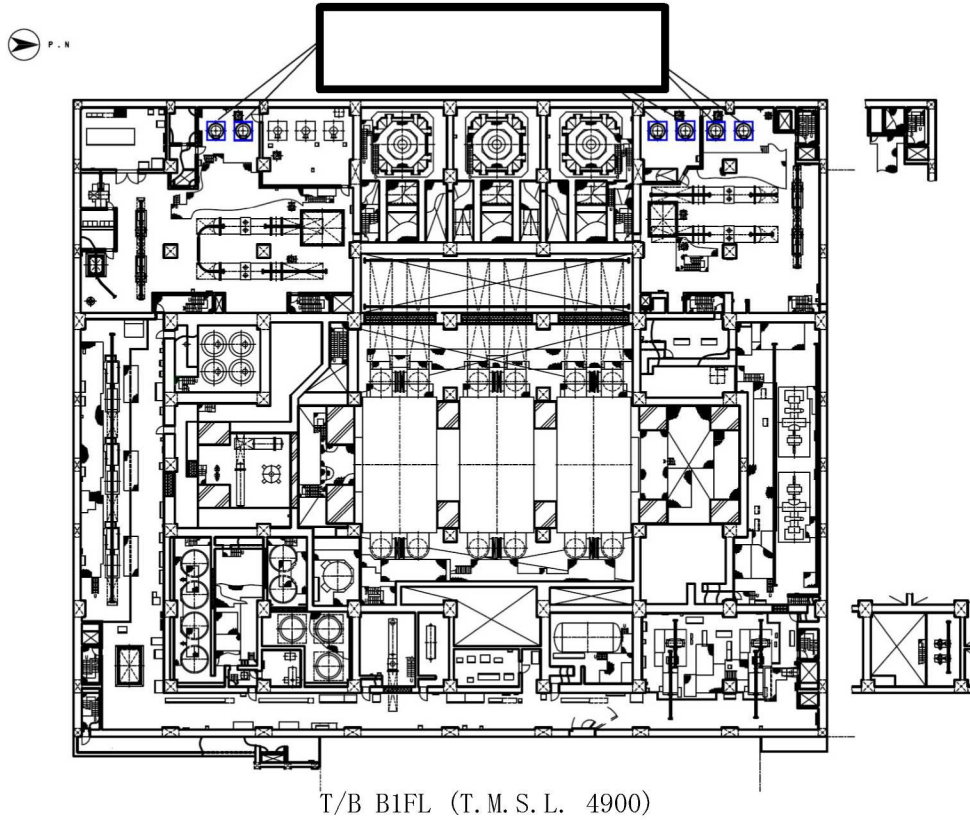


図1 柏崎刈羽原子力発電所7号機 原子炉補機冷却海水ポンプ配置図

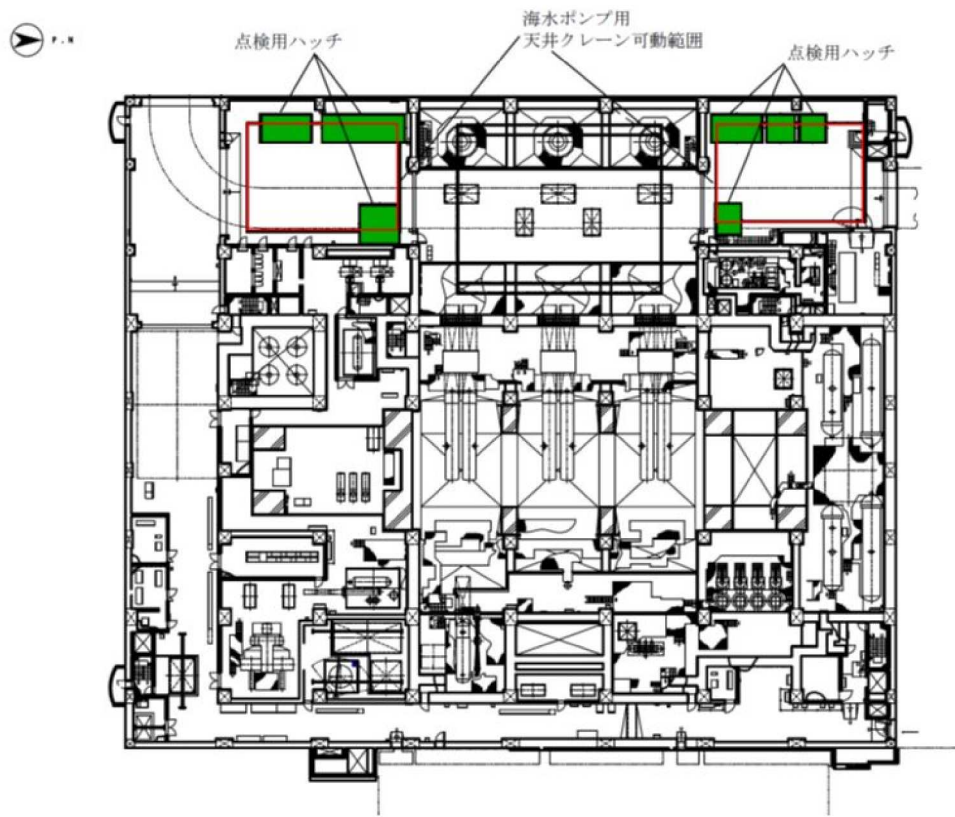
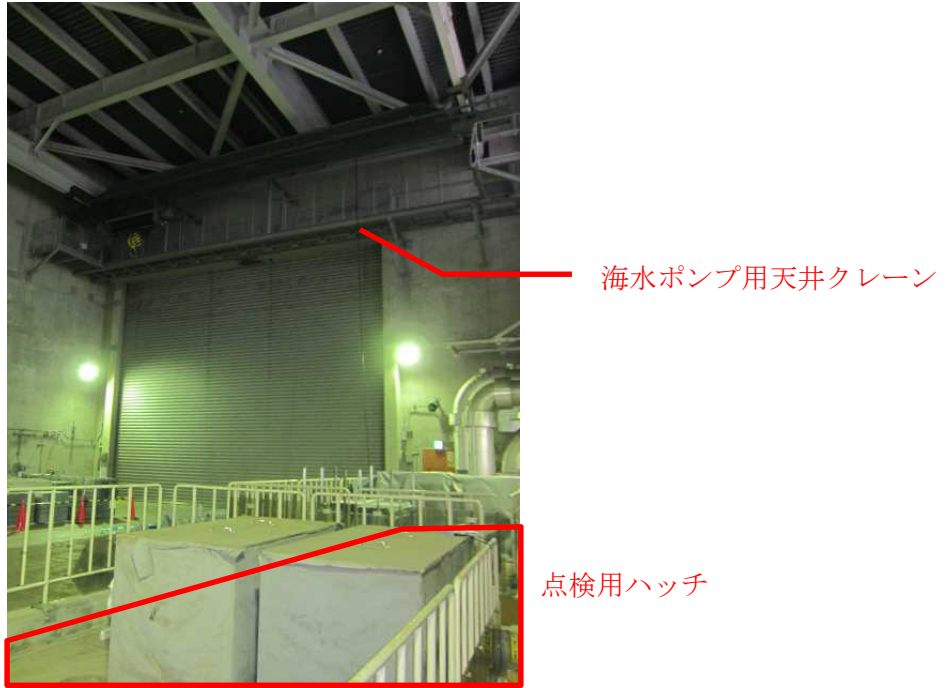


図2 柏崎刈羽原子力発電所7号機 海水ポンプ用天井クレーン配置図



海水ポンプ用天井クレーン

点検用ハッチ

図3 海水ポンプ用天井クレーン設置状況（7号機北側）



原子力発電所における地震被害事例の要因整理(1/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因 I					注：下線は要因 I 相当箇所
1	宮城沖(女川)	8・16 宮城地震による女川原子力発電所全プラント停止について	1号機 2号機 3号機	地震による安全上重要となる被害なし。以下の軽微な被害が発生。 ○女川1号機 ・主変圧器, 起動用変圧器の避圧弁動作 ・サイトバンカ建屋プールに水銀灯落下 ○女川2号機 ・主変圧器, 起動用変圧器, 補助ボイラー変圧器(A)(B)の避圧弁動作 ○女川3号機 ・原子炉建屋内見学者用ギャラリ室のガラスのひび ・主変圧器の避圧弁動作 ○その他構内 ・環境放射能測定センターの希硫酸(5%濃度)貯蔵施設が漏えいおよび苛性ソーダの一部滴下 ・建屋エレベータ停止 ・排気筒航空障害灯レンズカバー破損 ・構内道路アスファルト亀裂・波うち・段差発生	I, III, VI
2	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】HTR3B 火災発生	3号機	・変圧器と周囲の基礎面沈下により, 沈下量に差が発生し, 二次側接続母線ダクトが変圧器側接続部より落下して変圧器二次ブッシング端子部に接触。 ・この際の衝撃及び二次側接続母線側側導体の変位により変圧器二次ブッシング碍子が損傷し漏油が発生。 ・二次側接続母線ダクトが落下し, ブッシング端子部と接触し三相地絡・短絡を引き起こし, 大電流のアーク放電により変圧器火災が発生。 ・変圧器二次側と二次側接続母線ダクトの接続部が損傷開口し, 着火した絶縁油が基礎面に流出し, 延焼。	I
3	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】スタックへのダクト配管ズレ	1号機	周辺地盤及びダクト基礎部の沈下による主排気ダクトのズレ(ベローズの変形)。	I
4	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】スタックへのダクト配管ズレ	2号機		
5	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】スタックへのダクト配管ズレ	3号機		
6	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】スタックへのダクト配管ズレ	4号機		
7	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】スタックと主排気ダクトカバーのゆがみ確認	5号機		
8	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】K3 励磁用変圧器基礎ボルト切断・相非分割母線沈下有り	3号機	地震の揺れによる主変圧器及び励磁電源用変圧器の基礎ボルトの切断, <u>相非分割母線基礎の沈下</u> 。	I, III
9	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】C/S B5F 浸水及びMWC 全停	1号機	・建屋周辺の地盤沈下等の要因による地中埋設の消火配管の損傷, それに伴う深さ約40cmの浸水。 ・浸水による MWC の全停	I
10	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】軽油タンク B 前の消火配管破断し水漏れ	1号機	不等沈下により消火配管が破断したことによる漏水。なお, 当該不等沈下は液状化による影響を否定できない。	I
11	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】1S/B 北側屋外消火配管が破断し漏水	その他		
12	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】消火設備 4 箇所配管損傷・漏水	その他		
13	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】軽油タンク前他屋外消火配管が破断し漏水	その他		
14	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】500kV 新新潟線 2L シャ断器付近のエアリーク	その他	地盤沈下により当該回線の現場操作盤の基礎が傾斜したことによる, シャ断器操作用の配管からの空気漏れ。	I
15	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】取水設備スクリーン洗浄ポンプ A 吐出フランジ連続滴下・配管サポート変形	5号機	地震の影響により地盤が変形したことによる配管及びサポートの変形。	I
16	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】RW/B R/W 制御室制御盤各系制御電源喪失	RW 設備	・建屋周辺の地盤沈下等の要因による地中埋設の消火配管の損傷, それに伴う深さ約40cmの浸水。 ・浸水による低電導度廃液系等の制御電源喪失。	I
17	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】1号機 変圧器防油堤の沈下・傾き, コンクリートのひび割れ・はく離, 目地部の開き	1号機	地震による変圧器防油堤の被害は以下のとおり。 ・1号機 沈下・傾き, コンクリートのひび割れ・はく離, 目地部の開き ・2号機 沈下, 横ずれ ・3号機 ひび割れ, 段差発生 ・4号機 沈下, 大きな傾斜(一部目地部の開き) ・5号機 底版部のひび割れ, 目地部の開き, 陥没 ・7号機 沈下, 外側への開き, 目地部のずれ, 目地部の開き, 目地部の段差	I
18	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】2号機 変圧器防油堤の沈下, 横ズレ	2号機		I
19	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】3号機 変圧器防油堤のひび割れ, 段差	3号機		I
20	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】4号機 変圧器防油堤の沈下, 大きな傾斜(一部目地部の開き)	4号機		I
21	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】5号機 変圧器防油堤のひび割れ	5号機		I
22	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】7号機 変圧器防油堤の沈下, 外側への開き, 目地部のズレ, 目地部の開き, 目地部の段差	7号機		I
23	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】取水槽まわりの地盤沈下等	1号機		地震により, 取水槽まわりに <u>地盤沈下(30m×20m, 最大15cm程度)</u> , <u>隆起(35m×15m, 最大20cm程度)</u> 及び <u>法面波打ち(30m×5m, 最大10cm程度)</u> が発生。
24	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】道路および法面のひび割れ	他	地震により以下の被害が発生。 ①5号見晴台道路き裂 ②片平山周辺よう壁目開き, 道路き裂 ③平場ヤード舗装ひび割れ ④5号放水口モニタ室東側よう壁(ブロック積み)き裂 ⑤固体廃棄物貯蔵庫(第2棟)周辺よう壁(ブロック積み)および道路のき裂 ⑥発電所東側点検ヤード舗装き裂 ⑦発電所東側海岸道路き裂	I, IV

地震被害発生要因：I：地震の不等沈下による損傷 II：建物間の相対変位による損傷 III：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 IV：周辺斜面の崩落 V：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 VI：その他(地震の揺れによる警報発信等, 施設の損傷を伴わないI～V以外の要因等)

## 原子力発電所における地震被害事例の要因整理 (2/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件 名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
25	駿河湾 (浜岡)	【駿河湾の地震】御前崎港の当社専用岸壁に段差(40m×2cm, 最大 3cm 程度の段差)	他	地震による岸壁の段差。	I
26	駿河湾 (浜岡)	【駿河湾の地震】タービン建屋の東側屋外エリアの地盤沈下	5号機	地震によるタービン建屋の東側屋外エリアの地盤沈下(15m×15m, 10cm 程度)。	I
27	東北地方 太平洋沖 (東海第二)	【東日本大震災関連】ランドリーボイラ重油タンク油漏れ	—	地震により、ランドリーボイラー用重油サービスタンクの基礎が沈下したことによる、接続配管ユニオン部からの油漏れ。	I

地震被害発生要因： I：地震の不等沈下による損傷 II：建物間の相対変位による損傷 III：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 IV：周辺斜面の崩落 V：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 VI：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わない I～V 以外の要因等）

### 原子力発電所における地震被害事例の要因整理(3/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因 II					注：下線は要因II相当箇所
28	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】固体廃棄物貯蔵庫地下1階管理棟-第1棟接続部通路部付近漏水	その他	地震により接続部エキスパンションとドレンピットが破損し、建屋内に湧水が発生。	II, III
29	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】柏崎刈羽原子力発電所 1,3号機における排気筒サンプリングラインの損傷について	1号機 3号機	・地震の揺れによる主排気筒放射線モニタサンプリング配管の破損。 ・地震の影響でモニタ建屋と配管(屋外)の位置がずれたことによる当該配管接続部のズレ。	II, III
30	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】補助建屋東側雨樋の亀裂	5号機	補助建屋と風除室屋上の地震による揺れの違いによる、補助建屋と風除室屋上で固定された雨樋の亀裂。	II

地震被害発生要因：I：地震の不等沈下による損傷 II：建物間の相対変位による損傷 III：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 IV：周辺斜面の崩落 V：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 VI：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないI～V以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理(4/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因 III					注：下線は要因III相当箇所
31	宮城沖(女川)	8・16 宮城地震による女川原子力発電所全プラント停止について	1号機 2号機 3号機	地震による安全上重要となる被害なし。以下の軽微な被害が発生。 ○女川1号機 ・ 主変圧器、起動用変圧器の避圧弁動作 ・ サイトバンカ建屋プールに水銀灯落下 ○女川2号機 ・ 主変圧器、起動用変圧器、補助ボイラー変圧器(A)(B)の避圧弁動作 ○女川3号機 ・ 原子炉建屋内見学者用ギャラリ室のガラスのひび ・ 主変圧器の避圧弁動作 ○その他構内 ・ 環境放射能測定センターの希硫酸(5%濃度)貯蔵施設が漏えいおよび苛性ソーダの一部滴下 ・ 建屋エレベータ停止 ・ 排気筒航空障害灯レンズカバー破損 ・ 構内道路アスファルト亀裂・波うち・段差発生	I, III, VI
32	能登半島 (志賀)	能登半島地震に伴う低圧タービン組み立て中のタービンロータの位置ずれ	2号機	地震による低圧タービンの被害は以下のとおり。 ・ 組み立て中の低圧タービンロータを仮止めていた治具の変形による、ロータのわずかな位置ずれ。 ・ 動翼の微小な接触痕。	III
33	能登半島 (志賀)	能登半島地震に伴う水銀灯の落下	2号機	地震時の振動による水銀灯の損傷・落下。	III
34	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B オペフロ R/B 天井クレーンユニバーサルジョイントに破損確認	6号機	地震動により、走行車輪と電動期間のユニバーサルジョイントに過大なトルクが発生したことによる、ユニバーサルジョイントのクロスピンの破損。	III
35	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】所内変圧器 1A と相分離母線のずれによる基礎ボルトの切断	1号機	地震の振動により、所内変圧器と相分離母線接続部がずれたことによる基礎ボルトの切断。	III
36	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】励磁変圧器からの油漏れ及び基礎ベースからのズレ	1号機	地震の振動により、一次ブッシング端子が破損したことによる漏油。 地震の振動による変圧器本体の基礎ベースからのズレ。	III
37	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】主変圧器基礎ボルト折損及びクーラー母管と本体間からの油リーク	2号機	地震の振動により主変圧器基礎ボルトが折損し、クーラー母管と本体間が破損したことによる油流出。	III
38	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】励磁用変圧器基礎部・バスダクト横ずれ	2号機	地震の振動による励磁用変圧器の基礎部及びバスダクトの横ずれ。	III
39	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】K3 励磁用変圧器基礎ボルト切断・相非分離母線沈下有り	3号機	地震の揺れによる主変圧器及び励磁電源用変圧器の基礎ボルトの切断、相非分離母線基礎の沈下。	I, III
40	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】No.4 ろ過タンク配管破断	5号機	地震の振動によるタンク配管の伸縮継手部の損傷。	III
41	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B 使用済燃料プール内ワーキングテーブル燃料上に落下	4号機	地震による使用済燃料プールの被害は以下のとおり。 ・ 4号機、7号機	III
42	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B 使用済燃料プール内ワーキングテーブルがラック上(燃料あり)に落下	7号機	使用済燃料貯蔵プール内に取り付けられている水中作業台が外れ、使用済燃料上に落下。 ・ 6号機	III
43	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】6号機使用済燃料プール内の水中作業台の固定位置からのはずれ	6号機	水中作業台の固定位置からの外れ。	III
44	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】C/S B1F D/G-A 北側付近「RW 固化エリア」扉 S1-15D から漏水	1号機	地震による屋外消火配管の損傷により発生した水が、原子炉複合建屋の電線管貫通口を経て流入したことによる漏水。	III
45	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】T/B 復水器水室 B1-B2 連絡弁フランジ部漏えい・エキスパンション亀裂	4号機	地震による復水器水室間の過大な変位による伸縮継手の損傷・漏えい。	III
46	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】500kV 南新潟線 2L 黒相ブッシング油漏れによる南新潟線 2L 停止	その他	地震により送電線引込架線が上下に振れ、ブッシング端子部のフランジ面が変形したことによる漏油。	III
47	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】Hx/B B1F FP-40 ラインから漏水	2号機	地震の振動により、熱交換器建屋の消火配管引き込み部ラバーブーツが損傷したことによる漏水。	III
48	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】荒浜側避雷鉄塔の斜材が5本破断	その他	地震の振動による斜材の破断。	III
49	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】固体廃棄物貯蔵庫内のドラム缶数百本が転倒し、内数十本のドラム缶の蓋が開いていることを確認	その他	地震の影響によりドラム缶が転倒したことによる蓋の開放。	III
50	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】事務本館常用電源断、緊急時対策室電源等は非常用電源より供給	その他	地震の影響により、常用系の高圧受変電盤とチャンネルベースをとめているボルトが切断し、高圧受変電盤が移動したため常用系電源が断となったことによる非常用電源への切替。	III
51	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】ヤードT/B サブドレン No.8 流入水油混入および K1~4 放水庭に微量の油膜確認について	1号機	地震の振動で変圧器防油堤が損傷したことによる、変圧器からの絶縁湯の流出。	III
52	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】7号原子炉ウエルライナーからの漏洩について	7号機	建設時に原子炉ウエルライナーの溶接余盛り部を平滑化するためにグラインダで除去していたため、残存板厚が薄くなっており、地震により残存板厚が薄くなった部分に過大な荷重がかかり貫通したことによる漏えい。	III, VI

地震被害発生要因：I：地震の不等沈下による損傷 II：建物間の相対変位による損傷 III：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 IV：周辺斜面の崩落 V：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 VI：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないI～V以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理(5/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
53	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】T/B ブローアウトパネル破損	2号機	地震によるブローアウトパネルを固定する止め板の変形・外れ。	Ⅲ
54	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B ブローアウトパネル破損	3号機		Ⅲ
55	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】T/B 海側・山側ブローアウトパネル外れ・脱落	3号機		Ⅲ
56	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】スクリーン起動不可	2号機	地震によりケーブルトレイが脱落し、ケーブルが損傷して地絡したことによる起動不可。	Ⅲ
57	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】K1 S/B 環境モニコン県テレメータ等伝送不能	その他	地震時の振動により中央処理装置とディスプレイを繋ぐケーブルコネクタに接触不良が発生したことによる中央処理装置の停止。	Ⅲ
58	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】重油タンク防油堤での目地の開き(貫通)	その他	地震による目地部の開き。	Ⅲ
59	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】重油タンク用消火設備の現場盤損傷	その他	地震による現場盤の支柱と盤 BOX の接合部分の破断。	Ⅲ
60	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】Ax/B B1F 北西側壁面亀裂部より雨水漏えい	その他	地震の影響により、連絡通路が建屋と衝突し、建屋の壁面に亀裂が生じたことによる雨水の流入。	Ⅲ
61	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】固体廃棄物貯蔵庫地下1階管理棟-第1棟接続部通路部付近漏水	その他	地震により接続部エキスパンションとドレンピットが破損し、建屋内に湧水が発生したことによる漏水。	Ⅱ, Ⅲ
62	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】C/B 2F 中操天井の地震による脱落・ひび割れ・非常灯ずれ・点検口開放を確認について	7号機	地震の振動による、飾り照明の落下、天井化粧板の脱落・ひび、非常灯ズレ、点検口開放。	Ⅲ
63	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B オペフロスタッドテンショナー除染パン内油漏れ・油圧制御ホース切断について	4号機	地震の揺れにより、スタッドテンショナーと構造フレームとの間に油圧ホースが挟まれ切断されたことによる油漏れ。	Ⅲ
64	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B 2F 南壁東(SFP 側)よりの水漏れ	7号機	地震による、原子炉建屋管理区域内 2 階のエレベータ付近の壁面の鉄筋コンクリート継ぎ目部に生じた微細なひびからの水のしみ。	Ⅲ, V
65	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B 3F ISI 試験室からの水漏れ	7号機	地震による、原子炉建屋管理区域内 3 階北側の床面コンクリート継ぎ目部からのわずかな水のしみ出し。	Ⅲ, V
66	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】平均出力領域モニタ制御盤の電源装置の位置ずれについて	4号機	地震水平力による当該電源装置の位置ずれ。	Ⅲ
67	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】原子炉建屋 原子炉ウエルライニング面(ウエルカバー着座面)のすり傷について	7号機	地震によりウエルカバーが動いたことによる着座面のすり傷。	Ⅲ
68	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】柏崎刈羽原子力発電所 1,3 号機における排気筒サンプリングラインの損傷について	1号機 3号機	・地震の揺れによる主排気筒放射線モニタサンプリング配管の破損。 ・地震の影響でモニタ建屋と配管(屋外)の位置がずれたことによる当該配管接続部のズレ。	I, Ⅲ
69	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】各サービス建屋退域モニタ故障について	全号機	地震の振動による各サービス建屋の退域モニタ検出器のズレ、及び駆動部の故障	Ⅲ
70	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】3号機原子炉建屋地下2階 SLC 系注入ライン(格納容器外側貫通部)板金保温へこみについて	3号機	地震により点検機材(ISI 用 PRV 模擬ノズル)が移動し、当該配管の板金保温材に接触したことによるへこみ	Ⅲ
71	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】3号機原子炉圧力容器遮へい体の地震による移動について	3号機	・スライド式遮へい体が正規位置に取り付けられておらず、地震により移動して接触したことによる RPV 水位計装配管の保温材の変形。 ・スライド式遮へい体のストッパーが取り付けられておらず、地震によりスライド式遮へい体が移動して遮へいブロックが崩れたことによる、遮へいブロックの RPV 水位計装配管への接触。	Ⅲ, VI
72	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】原子炉建屋 1 階(放射線管理区域外)の扉の閉不能	1号機	地震の揺れにより扉枠が干渉したことによる閉止不能。	Ⅲ
73	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】タービン建屋 1 階(放射線管理区域内)の扉金具の落下(1箇所)	1号機	地震の揺れによる、ドアクローザー付属の温度ヒューズの破損・落下。	Ⅲ
74	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】タービン建屋 2 階(放射線管理区域内)コンクリート片(親指大)確認	2号機	地震の揺れによる、タービン建屋側躯体とタービン建屋ベデスタル躯体間の境界部のコンクリートの表面破損。	Ⅲ
75	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の外れ	2号機	地震の揺れによる、非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ。	Ⅲ
76	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】温水タンクまわりの構内配電線電柱の支線外れ(1箇所)	他	地震により、支線と支線アンカーを接続するターンバックルが破損したことによる支線の外れ。	Ⅲ
77	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】275kV 開閉所壁面の鉄骨耐火被覆材のひび割れ	他	地震の揺れによる 275kV 開閉所壁面の鉄骨耐火被覆材のひび割れ。	Ⅲ
78	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】275kV 開閉所内の構内放送用スピーカーの脱落	他	地震の揺れにより、留め具が破損したことによる構内放送用スピーカーの脱落。	Ⅲ
79	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機の排気消音器の吸音材カバー固定金具の外れおよび台座シール材の劣化	3号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響による、非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ、及び非常用ディーゼル発電機(B)の排気消音器台座シール材の劣化。	Ⅲ, VI

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他(地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等)

原子力発電所における地震被害事例の要因整理(6/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
80	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】タービン系配管の保温材のずれ	4号機	地震の揺れによるタービン系配管の保温材のずれ。	Ⅲ
81	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】低圧タービン軸の接触痕	4号機	地震の揺れによる、低圧タービン(A)～(C)軸の軸受油切り部との接触痕。	Ⅲ
82	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】組合せ中間弁(C)室内の間仕切板の脱落	4号機	地震の揺れによる、タービン建屋3階(放射線管理区域内)の組合せ中間弁(C)室内の間仕切板の一部脱落。	Ⅲ
83	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】発電機励磁電源用バスダクト支持部材の接続板の亀裂	4号機	地震の揺れによる、タービン建屋屋外(放射線管理区域外)の発電機励磁電源用バスダクトの支持部材とバスダクトをつなぐ接続板の亀裂。	Ⅲ
84	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】空調ダクトからの空気の微少な漏れ	4号機	地震の揺れによる空調ダクト(フランジ部)からの空気の微少な漏れ。	Ⅲ
85	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】発電機ブラシホルダの接触痕について	4号機	地震の揺れによる、発電機ブラシホルダの一部とコレクタリング(集電環)との軽微な接触痕、及びコレクタリング表面の茶色の変色。	Ⅲ
86	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具等の外れ	4号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響による、非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ、及び一部カバーのずれ。	Ⅲ, VI
87	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】主タービンスラスト軸受摩耗トリップ警報点灯	5号機	地震の揺れによる主タービンの被害は以下のとおり。 ・タービン基礎の揺れに伴う中間軸受箱取付ボルトの損傷。 ・中間軸受箱取付ボルトの損傷による、中間軸受箱の軸方向固定キーの傾き及びキヤークの変形。 ・中間軸受箱の振動により、スラスト軸受の揺動タービンロータの軸方向移動、及び低圧内部車室のスラストキー部の変形による動翼(回転体)とダイヤフラム(静止体)の接触、及びロータと油切り等の接触。 ・中間軸受箱の揺動、及びタービンロータの軸受方向移動によるスラスト保護装置の動作(「主タービンスラスト軸受摩耗トリップ」信号発信)	Ⅲ
88	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】タービン建屋3階タービンスラスト装置まわりのデッキプレート取り付け用ネジ折損	5号機	地震の揺れによる、タービンスラスト保護装置まわりの作業床用デッキプレートの取り付け用ネジの折損。	Ⅲ
89	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】発電機回転数検出装置の揺動痕	5号機	地震の揺れによる、発電機回転数検出装置車室と検出器の接触による揺動痕。	Ⅲ
90	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】原子炉格納容器の機器搬入口遮へい扉の固定金具破損	5号機	地震の揺れによる、原子炉格納容器の機器搬入口に設置されている金属製遮へい扉の固定用金具アンカー一部(床面)の破損。	Ⅲ
91	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】No.3脱塩水タンク基礎部の防食テープの剥がれ	5号機	地震によりタンク端部が一時的に浮き上がったことによる、タンク基礎部の防食テープの一部剥離。	Ⅲ
92	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】タービン振動位相角計の損傷	5号機	地震の揺れの影響により、ロータが接触したことによる振動位相角計の先端の欠損。	Ⅲ
93	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】原子炉建屋2階(放射線管理区域内)東側壁面の仕上げモルタルの剥がれと浮き(30cm×5cm程度)	5号機	地震の揺れによる仕上げモルタルの剥がれと浮き。	Ⅲ
94	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】タービン建屋2階(放射線管理区域内)高圧第2ヒータまわり床面に、配管貫通部に詰められていた仕上げモルタルの一部の剥がれ(5cm×5cm程度)	5号機	地震の揺れによる仕上げモルタル表面の剥がれ。	Ⅲ
95	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】化学分析室内の放射能測定装置の固定ボルトの浮き上がり	5号機	地震の揺れによる、化学分析室内に設置している放射能測定装置(波高分析装置)の固定用アンカーボルトの浮き上がり。	Ⅲ
96	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】発電機ブラシホルダ等の接触痕について	5号機	地震の揺れによる、発電機ブラシホルダの一部とコレクタリングとの軽微な接触痕、コレクタリング表面の茶色の変色、及び回転子とコレクタハウジングとの軽微な接触痕。	Ⅲ
97	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】タービン建屋内の蛍光灯不点について	5号機	地震による蛍光管とソケット部の接触不良。	Ⅲ
98	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機(B)排気消音器の吸音材カバー固定金具等の外れ	5号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響による、非常用ディーゼル発電機(B)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ、及び一部カバーのずれ。	Ⅲ, VI
99	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】タービン建屋内でのビス(5個)の発見	5号機	地震の揺れによる、照明器具用電線管つなぎ部固定用及び配管保温材の外装板用のビスの落下。	Ⅲ
100	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】変圧器消火配管建屋貫通部のシール材の一部損傷	5号機	地震の揺れによる、屋外(放射線管理区域外)連絡ダクト貫通部付近の変圧器消火配管貫通部シール材の一部損傷、及びフランジ部からの微少なリーク。	Ⅲ
101	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】原子炉格納容器内の点検結果	5号機	地震の揺れによる原子炉格納容器内(放射線管理区域内)の被害は以下のとおり。 ・主蒸気遮し安全弁排気管のバネ式支持構造物の動作(揺動痕)。 ・作業用タンデムテーブルの車軸位置ずれ。 ・空調ダクト接合部の位置ずれ。	Ⅲ
102	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】発電機固定子固定キーの隙間の拡大	5号機	地震による発電機の被害は以下のとおり。 ・発電機固定子固定キーの両サイドの隙間の拡大。 ・ベースボルトの一部塗装剥がれ。 ・発電機固定子固定キーの軽微な傷。 ・発電機固定子固定キーとの接触による発電機本体脚部及びベースのへこみ・段差。	Ⅲ
103	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】タービン開放点検の結果	5号機	地震の揺れによる主タービンの被害は以下のとおり。 ・タービン基礎の揺れに伴う中間軸受箱取付ボルトの損傷。 ・中間軸受箱取付ボルトの損傷による、中間軸受箱の軸方向固定キーの傾き及びキヤークの変形。 ・中間軸受箱の揺動により、スラスト軸受の揺動タービンロータの軸方向移動、及び低圧内部車室のスラストキー部の変形による動翼(回転体)とダイヤフラム(静止体)の接触、及びロータと油切り等の接触。	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他(地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等)

## 原子力発電所における地震被害事例の要因整理(7/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
104	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】 主要変圧器上部グレーチングと相分離母線箱との接触痕	5号機	地震の揺れによる、屋外(放射線管理区域外)主要変圧器用の相分離母線箱と点検用のグレーチングの手すりボルト部分との接触痕。	Ⅲ
105	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】 原子炉格納容器内作業用ターンテーブルの点検結果	5号機	地震の揺れによる、作業用ターンテーブルの車軸位置ずれ、車軸カバーの一部割れ、及び回転角検出装置歯車のレールからの外れ。	Ⅲ
106	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】 原子炉機器冷却水系の配管支持構造物の撓動痕	5号機	地震の揺れによる、原子炉機器冷却水系配管(海水熱交換器建屋から原子炉機器冷却水系連絡ダクト間)の支持構造物の撓動痕(塗装の剥離)。	Ⅲ
107	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】 タービン駆動給水ポンプベース部のライナシム変形	5号機	地震の揺れによる、タービン駆動給水ポンプ(A)(B)ポンプのベース部に取り付けられているライナシムの変形。	Ⅲ
108	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】 原子炉建屋内の主蒸気系配管、給水系配管および配管支持構造物の点検結果	5号機	地震の揺れによる原子炉建屋内の主蒸気配管及び給水配管の被害は以下のとおり。 ・配管支持構造物の配管自重受け部のわずかな隙間。 ・給水配管の壁貫通部の養生用のラバーブーツと保温外装板の一部ずれ。 ・主蒸気配管の配管ラグの撓動痕。	Ⅲ
109	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】 発電機シールリング油切りの撓動痕	5号機	地震の揺れによる第9、10軸受のシールリング油切りと発電機ロータの軽微な撓動痕。	Ⅲ
110	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 タービン建屋地下1階高圧電源盤火災	1号機	地震による振動により、タービン建屋地下1階の高圧電源盤内のしゃ断器(吊り下げ設置型)が大きく揺れ、当該しゃ断器の断路部が破損し、高圧電源盤内で周知の構造物と接触して短絡等が生じ、ケーブルの絶縁被覆が溶けたことによる発煙。	Ⅲ
111	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 牡鹿幹線2号線避雷器の一部損傷	全号機	地震による大きな揺れにより、避雷器内部に部分放電が発生したことによる牡鹿幹線2号線避雷器の一部損傷。	Ⅲ
112	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 牡鹿1号線避雷器の損傷	全号機	地震による大きな揺れにより、避雷器内部に部分放電が発生したことによる牡鹿幹線1号線避雷器の一部損傷。	Ⅲ
113	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 蒸気タービン中間軸受箱の浮き上がり	3号機	地震の揺れにより、タービン主軸が移動して中間軸受箱に力が加わったことによる、蒸気タービン中間軸受箱の浮き上がり、及び締付けボルトの変形。	Ⅲ
114	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 蒸気タービン中間軸受基礎部の損傷	2号機	地震の揺れにより、タービン主軸が移動して中間軸受箱及びソールプレート(中間軸受箱を設置する平板)に力が加わり、ソールプレートが動いたことによる、蒸気タービン中間軸受箱の基礎部の損傷。	Ⅲ
115	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 制御棒駆動系ハウジング支持金具サポートバーのずれ	1号機 2号機 3号機	地震の影響による、制御棒駆動機構ハウジングのハウジング支持金具(グリッド)のずれ。	Ⅲ
116	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 使用済燃料プールにおけるゲート押さえの脱落	3号機	地震の揺れによる、使用済燃料プールのゲート押さえ金具のスイングボルトの外れ。	Ⅲ
117	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 使用済燃料キャスクピットにおけるゲート押さえの一部脱落	3号機	地震の揺れによる、使用済燃料キャスクピットのゲート押さえ金具のスイングボルトの外れ。	Ⅲ
118	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 当社モニタリングステーション(4局)の停電および伝送回線停止に伴う欠測	全号機	地震・津波の影響により、牡鹿半島周辺の配電設備および伝送回線が損傷したことによる、モニタリングステーション(4局)の欠測。	Ⅲ、Ⅵ
119	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 高圧電源盤しゃ断器の投入不可	1号機	地震の振動により、高圧電源盤内のしゃ断器が傾いたことによる、インターロックローラーの正常位置からの外れ。	Ⅲ
120	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 燃料交換機制御室内の地上操作装置落下	3号機	地震の影響による、燃料交換機制御室内の地上操作装置の机上から床面に落下したことによる、端子部の破損。	Ⅲ
121	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 燃料交換機の配線ケーブルの脱線	3号機	地震の揺れによる、燃料交換機ブリッジ給電装置のケーブル支持具のガードレールからの外れ。	Ⅲ
122	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 地下1階電動ステップバック遮へい扉の旋錠装置の破損	2号機	地震の影響による、電動ステップバック遮へい扉の旋錠装置の破損。	Ⅲ
123	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 モニタリングポスト(チャンネル6)信号変換器の故障に伴う指示不良	全号機	地震により、ケーブルコネクタのロック部分が破損してケーブルコネクタが緩んだことによる、モニタリングポストのチャンネル6指示値の一時的変動。	Ⅲ
124	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 燃料交換機入出力装置の破損	1号機	地震により、燃料交換機入出力装置内の表示装置及びキーボード(各運転状態表示、手順データの入力および編集作業)がラックから落下したことによる、燃料交換機入出力装置の故障。	Ⅲ
125	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 主蒸気逃し安全弁(C)リミットスイッチの接点不良	1号機	地震の揺れによる、主蒸気逃し安全弁(C)の位置検出スイッチの位置ズレによる接点不良。	Ⅲ
126	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 原子炉格納容器内遮へい扉 留め具の外れ	1号機	地震の揺れにより、原子炉格納容器内原子炉遮へい開口部扉と遮へいカーテンの押さえ板が接触したことによる、遮へい材カーテンの押さえ板の変形。	Ⅲ
127	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 原子炉格納容器内遮へい扉 留め具の変形	2号機 3号機	地震の揺れにより、原子炉格納容器内原子炉遮へい壁の開口部扉の留め具のバーとステーが接触したことによる、開口部扉の留め具の変形。	Ⅲ
128	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 補助ボイラー(A)蒸気だめ基礎部の損傷	2号機	地震による荷重により、補助ボイラー(A)蒸気だめがわずかに移動したことによる、蒸気だめ基礎部の損傷。	Ⅲ
129	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】 蒸気タービン中間軸受箱の基礎ボルト曲がり	2号機	地震の揺れにより、タービン主軸が移動して中間軸受箱及びソールプレート(中間軸受箱を設置する平板)に力が加わったことによる、ソールプレートの基礎ボルトの曲がり。	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他(地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等)

## 原子力発電所における地震被害事例の要因整理(8/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
130	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】起動用変圧器放熱器油漏れ	2号機	地震による、起動用変圧器放熱器の敷み程度のき裂による絶縁油の漏れ。	Ⅲ
131	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】天井クレーン運転席鋼材等の損傷	2号機	地震の影響により、原子炉建屋天井クレーンの運転席の鋼材溶接部の一部損傷。	Ⅲ
132	東北地方 太平洋沖 (女川)	【東日本大震災関連】天井クレーン走行部等のすり傷	3号機	地震の影響により、原子炉建屋天井クレーンの走行レール上の車輪が揺れたことによる、走行レールと走行車輪の接触面の局所的なすり傷。	Ⅲ
133	東北地方 太平洋沖 (東海第二)	【東日本大震災関連】原子炉格納容器ハッチ遮へい扉止め金具破損	—	地震による原子炉格納容器機器ハッチ遮へい扉の止め金具（スライド固定）の破損。	Ⅲ
134	東北地方 太平洋沖 (東海第二)	【東日本大震災関連】格納容器雰囲気計測系サンプル昇圧ポンプB異音	—	地震による、格納容器雰囲気計測系(CAMS)のサンプル昇圧ポンプのモータとポンプの芯ずれ。	Ⅲ
135	東北地方 太平洋沖 (東海第二)	【東日本大震災関連】使用済燃料プール小ゲート取付けボルトの位置ズレ	—	地震の揺れによる、使用済燃料プール小ゲートの取付けボルトの位置ズレ。	Ⅲ
136	東北地方 太平洋沖 (東海第二)	【東日本大震災関連】地震による水処理建屋構造材の損傷	—	地震の影響による、水処理建屋のブレース（筋交い）の切断。	Ⅲ
137	東北地方 太平洋沖 (東海第二)	【東日本大震災関連】津波による取水口電気室建屋の損傷	—	<u>地震・津波による、取水口電気室の建具（窓、シャッター）の割れ・歪み。</u>	Ⅲ、Ⅵ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）



原子力発電所における地震被害事例の要因整理(9/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因 IV					注：下線は要因IV相当箇所
138	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】土捨て場一部崩落(北側斜面)等	その他	地震の震動による土捨て場北側斜面の一部崩落。	IV
139	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】開閉所東側法面一部滑り出し	その他	地震の震動による開閉所東側法面の一部滑り出し、及び約 10cm のひび割れ。	IV
140	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】取水槽まわりの地盤沈下等	1号機	地震により、取水槽まわりに地盤沈下(30m×20m, 最大 15cm 程度)、隆起(35m×15m, 最大 20cm 程度)及び法面波打ち(30m×5m, 最大 10cm 程度)が発生。	I <u>IV</u>
141	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】道路及び法面のひび割れ	他	地震により以下の被害が発生。 ①5号見晴台道路き裂 ②片平山周辺よう壁目開き、道路き裂 ③平場ヤード舗装他き裂 ④5号放水口モニタ室東側よう壁(ブロック積み)き裂 ⑤固体廃棄物貯蔵庫(第2棟)周辺よう壁(ブロック積み)および道路のき裂 ⑥発電所東側点検ヤード舗装き裂 ⑦発電所東側海岸道路き裂	I <u>IV</u>

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

原子力発電所における地震被害事例の要因整理 (10/13)

地震被害に関する NUCLA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因 V					注：下線は要因V相当箇所
142	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B 3F オペフロ全域水浸し	1号機	地震による使用済燃料プールのスロッシングによる溢水。	V
143	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B 使用済燃料プール水飛散	2号機		
144	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B オペフロ床への使用済燃料プール水飛散	3号機		
145	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B 使用済燃料プール水散逸による R/B オペフロ水浸し・SFP 混濁不可視	4号機		
146	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B オペフロほぼ全域への使用済燃料プール水飛散	5号機		
147	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B(管理)オペフロほぼ全域への使用済燃料プール水飛散	6号機		
148	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B4F オペフロ全域水たまり有り	7号機		
149	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B3 階、中 3 階の非管理区域への放射能含む水の漏えい・海への放射能放出	6号機	地震による使用済燃料プールのスロッシングによる被害は以下のとおり。 ・原子炉建屋4階オペレーティングフロア(管理区域)への溢水。 ・上記溢水が燃料交換機給電ボックスへ流入し、設計上の考慮不足あるいは施工不良による当該給電ボックス内電線貫通部のシール材の隙間をとおし電線管へ流入。 ・当該電線管へ流入した水が原子炉建屋3階(非管理区域)への滴下。 ・滴下した水が床面の排水口を通じて原子炉建屋地下1階(非管理区域)の非放射性排水収集タンクに流入し排水ポンプにより海に放出。	V, VI
150	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】1号機使用済燃料プールの水位低による運転上制限の逸脱及び復帰	1号機	地震によるスロッシングにより溢水したことによる使用済燃料プールの水位低下。	V
151	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】2号機使用済燃料プールの水位低による運転上制限の逸脱及び復帰	2号機		
152	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】3号機使用済燃料プールの水位低による運転上制限の逸脱及び復帰	3号機		
153	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B 2F 南壁東(SFP 側)より水漏れ	7号機	地震による、原子炉建屋管理区域内 2 階のエレベータ付近の壁面の鉄筋コンクリートの継ぎ目部に生じた微細なひびからの水のにじみ。	III, V
154	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B 3FISI 試験片室からの水漏れ	7号機	地震による、原子炉建屋管理区域内 3 階北側の床面コンクリート継ぎ目部からのわずかな水のしみ出し。	III, V
155	東北地方 太平洋沖 (東海第二)	【東日本大震災関連】東海第二発電所 使用済燃料プール水飛散	-	地震による使用済燃料プールのスロッシングにより、プール水が浸入して制御棒位置指示系信号コネクタ部が絶縁低下したことによる、制御棒位置指示表示の不良。	V

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 V：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 VI：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

## 原子力発電所における地震被害事例の要因整理 (11/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
地震被害発生要因 VI					注：下線は要因VI相当箇所
156	宮城沖(女川)	8・16 宮城沖地震による女川原子力発電所全プラント停止について	1号機 2号機 3号機	地震による安全上需要となる被害なし。以下の軽微な被害が発生。 ○女川1号機 ・主変圧器、起動用変圧器の避圧弁動作 ・サイトバンカ建屋プールに水銀灯落下 (b)女川2号機 ・主変圧器、起動用変圧器、補助ボイラー変圧器(A)(B)の避圧弁動作 ○女川3号機 ・原子炉建屋内見学者用ギャラリ室のガラスのひび ・主変圧器の避圧弁動作 ○その他構内 ・環境放射能測定センターの希硫酸(5%濃度)貯蔵施設が漏えいおよび苛性ソーダの一部滴下 ・建屋エレベータ停止 ・排気筒航空障害灯レンズカバー破損 ・構内道路アスファルト亀裂・波うち・段差発生	I III VI
157	能登半島(志賀)	能登半島地震観測データ波形記録の一部消失について	その他	短時間に多くの余震を連続して記録したこと、及び地震観測用強震計の収録装置の容量が少なかったことから、一旦保存した本震記録等をサーバーに転送する前に、新たな余震記録により上書きされたもの。	VI
158	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B3階、中3階の非管理区域への放射能を含む水の漏えい・海への放射能放出	6号機	地震による使用済燃料プールのスロッシングによる被害は以下のとおり。 ・原子炉建屋4階オペレーティングフロア(管理区域)への溢水。 ・上記溢水が燃料交換機給電ボックスへ流入し、設計上の考慮不足あるいは施工不良による当該給電ボックス内電線貫通部のシール部の隙間をとり電線管へ流入。 ・当該電線管へ流入した水が原子炉建屋3階(非管理区域)へ滴下。 ・滴下した水が床面の排水口を通じて原子炉建屋地下1階(非管理区域)の非放射性排水収集タンクに流入し、排水ポンプにより海へ放出。	V VI
159	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】低起動変圧器3SB「放圧装置動作」及び放圧装置油リーク	3号機	地震の揺れにより放圧装置が動作したことによる噴油。	VI
160	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】低起動変圧器6SB放圧装置油リークによる低起動変圧器6SB停止	6号機	地震の揺れにより放圧装置が動作したことによる噴油。	VI
161	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】T/B RFP-T主油タンク(B)タンク室床に油たまり	2号機	地震の影響によりRFP-T(B)油プーンプの電源が喪失したことによる、RFP-T(B)油タンクのオーバーフロー。	VI
162	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】地震記録装置データ上書き	その他	短時間に多くの余震が連続して発生したこと等により、観測装置内に記録・保存されていた本震の記録等を転送する前に、新たな余震記録により本震記録が上書きされたもの。	VI
163	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】主排気筒の定期測定(1回/週)においてヨウ素及び粒子状放射性物質(クロム51, コバルト60)の検出について	7号機	地震スクラム後の原子炉の冷温停止操作が輻輳し、タービンランド蒸気排風機の手動停止操作が遅れたことによる、復水器内の放射性ヨウ素及び粒子状放射性物質の放出。	VI
164	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】6号機R/Bより海に放出された放射線量の評価・通報連絡の遅延	6号機	管理区域に隣接する非管理区域における放射性物質を含む水の漏えいのリスクを考慮した放射線管理プロセスが構築されておらず、原子炉建屋非放射性ストームドレンサンプの起動阻止が遅れたことによる、サンプに流入した放射能を含む水の放出等。	VI
165	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】7号原子炉ウエルライナーからの漏洩について	7号機	建設時に原子炉ウエルライナーの溶接余盛り部を平滑化するためにグラインダで除去していたため、残存板厚が薄くなっており、地震により残存板厚が薄くなっていた部分に過大な荷重がかかり貫通したことによる漏えい。	III VI
166	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B 1F 北西側二重電源喪失のため内外開放中	1号機	二重電源の電源である「MCISA-1-1」に漏えいした水がかかっていたため、当直員がMCCを停止させた等による、二重電源の動作不能。	VI
167	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】R/B オペフロ原子炉ウエル内バルクヘッド上に赤靴を確認	1号機	使用済燃料プール及び原子炉ウエルから溢れた水による、ウエル開口部付近にあったC靴の移動。	VI
168	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】「6号機の放射性物質の漏えいについて」における海に放出された放射線量の訂正について	6号機	放射線の測定結果を記録した帳票において記載された合計値がすべての放射性核種の濃度の合計値と照合したことによる、海に放出された水の放射線量の計算の誤り。	VI
169	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】T/B B2F T/BHCW サンプ(B)・LPCP(A)～(C)室雨水流入	1号機	タービン建屋・海水熱交換器建屋・補助ボイラー建屋・ランドリー建屋・グランドで発生した漏水が近傍のファンネルへ大量に流入し、目詰まりを起こして高電導度廃液サンプに流入したことによるサンプからの溢水。	VI
170	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】T/BI/BB1F(管)南側壁上部5m(ヤードHTR奥ノンセグ室)より雨水流入	3号機	タービン建屋に隣接したピットに水がたまり、電線管貫通部を通過してタービン建屋内に流入。	VI
171	中越沖(柏崎)	【中越沖地震】5号機燃料取扱機荷重異常発生に伴う自動除外	5号機	燃料交換機の不適切な設定度標等により、燃料集合体の下部先端が燃料支持金具の外側に乗り上げた状態であったため、地震により燃料集合体が燃料支持金具からさらに外れたことによるもの。 ・スライド式遮へい体が正規位置に取り付けられておらず、地震により移動して接触したことによる、RPV水位計装配管の保温材の変形。 ・スライド式遮へい体のストッパーが取り付けられておらず、地震によりスライド式遮へい体が移動して遮へいブロックが崩れたことによる、遮へいブロックのRPV水位計装配管への接触。	III VI
173	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】廃棄物減容処理建屋「復水パッチタンク水位高高」警報点灯	2号機	地震により復水パッチタンク水位が変動し、補給水系統からタンクへの自動補給が行われたことにより水位上昇したことによる水位高高警報の発信。	VI
174	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】原子炉建屋3階(放射線管理区域)燃料プール冷却浄化系ポンプ室の放射線モニタ指示の上昇	2号機	地震の揺れにより、燃料集合体表面の放射性物質を含んだ鉄錆び等が燃料プール水に遊離したことによる、燃料プール水の放射能の上昇。	VI
175	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機の排気消音器の吸音材カバー固定金具の外れおよび台座シール材の劣化	3号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響による、非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ、及び非常用ディーゼル発電機(B)の排気消音器台座シール材の劣化。	III VI
176	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具等の外れ	4号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響による、非常用ディーゼル発電機(A)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ、及び一部カバーのずれ。	III VI
177	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】補助変圧器過電流トリップ	5号機	地震の振動でトリップ接点が接触したことによる保護継電器の誤動作。	VI
178	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】制御棒駆動機構モータ制御ユニットの故障警報点灯について	5号機	上記、補助変圧器過電流トリップ事象により、制御棒駆動機構モータ制御装置が一時停止したことによる警報発信。	VI
179	駿河湾(浜岡)	【駿河湾の地震】原子炉建屋管理区域区分の変更	5号機	地震の揺れで原子炉建屋5階オペフロ高所に蓄積していた放射性物質が落下し、原子炉建屋全体に拡散したことによる、燃料交換エリア床面の放射性物質密度上昇に伴う放射線管理区分の変更。	VI

地震被害発生要因：I：地震の不等沈下による損傷 II：建物間の相対変位による損傷 III：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 IV：周辺斜面の崩落 V：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 VI：その他(地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないI～V以外の要因等)

## 原子力発電所における地震被害事例の要因整理 (12/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
180	駿河湾 (浜岡)	【駿河湾の地震】計測制御系定電圧定周波数電源装置のインバーター過電流による電源切替(通常予備)	5号機	地震により、4.5号機が原子炉スクラムした瞬間の発電機出力低下を5号機の系統安定化装置が検知し、発電機電圧を上昇させた際の過渡的な電圧上昇及び過電流による、計測制御系定電圧定周波数電源装置の電源切替。	VI
181	駿河湾 (浜岡)	【駿河湾の地震】原子炉建屋5階(放射線管理区域内)燃料交換エリア換気放射線モニタ指示の一時的な上昇	5号機	地震の揺れにより、燃料集合体表面の放射性物質を含んだ鉄錆び等が燃料プール水に遊離したことによる、プール表面からの放射線線量率の上昇。	VI
182	駿河湾 (浜岡)	【駿河湾の地震】燃料プール水の放射能の上昇	5号機		VI
183	駿河湾 (浜岡)	【駿河湾の地震】原子炉建屋3階(放射線管理区域内)燃料プール冷却浄化系ポンプ室の放射線モニタ指示の上昇	5号機		VI
184	駿河湾 (浜岡)	【駿河湾の地震】非常用ガス処理系(B)放射線モニタ下限点灯	5号機	地震の振動による補助変圧器トリップに伴う、電圧の一時的な低下によるモニタ指示値の一時的な低下。	VI
185	駿河湾 (浜岡)	【駿河湾の地震】非常用ディーゼル発電機(B)排気消音器の吸音材カバー固定金具等の外れ	5号機	屋外の塩害環境による固定金具の腐食と地震の揺れによる影響による、非常用ディーゼル発電機(B)排気消音器の吸音材カバー固定金具の一部外れ、及び一部カバーのずれ。	III VI
186	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】屋外重油タンクの倒壊	1号機	津波の影響による、補助ボイラー用重油タンクの倒壊、重油移送ポンプの浸水及び油輸送管の損傷。	VI
187	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】原子炉補機冷却水系熱交換器(B)室、高圧炉心スプレィ補機冷却水系熱交換器室および海水ポンプ室への浸水	2号機	津波の影響による、原子炉建屋地下3階の非管理区域のRCW熱交換器(A)(B)室、HPCW熱交換器室、エレベーターエリアにアクセスする階段室及び海水ポンプ室への海水の流入、RCWポンプ(B)、(D)及びHPCWポンプの浸水。	VI
188	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】1, 2, 3号機放水口モニターの津波による浸水及び破損	1号機 2号機 3号機	津波による、放水口モニターの測定・データ伝送設備の水没・破損。	VI
189	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】当社モニタリングステーション(4局)の停電および伝送回線停止に伴う欠測	全号機	地震・津波の影響により、牡鹿半島周辺の配電設備および伝送回線が損壊したことによる、モニタリングステーション(4局)の欠測。	III VI
190	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】海水温度モニタリング装置の津波による破損に伴う全局欠測	全号機	津波により、海水温度モニタリング装置のデータ伝送設備が冠水し破損したことによる全局欠測。	VI
191	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】母連しゃ断器の制御電源喪失	1号機	地震により火災が発生した高圧電源盤の制御電源回路の溶損による地絡及び短絡の影響により、母連しゃ断器用制御電源回路の電圧が変動したことによる、リレーの動作及び「制御電源喪失」警報発信。	VI
192	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】変圧器避圧弁の油面変動に伴う動作	1号機	地震の揺れにより、主変圧器、起動用変圧器及び所内用変圧器内の絶縁油の油面が変動して内部圧力が上昇したことによる、避圧弁の動作。	VI
193	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】燃料取替エリア放射線モニタ(A)記録計の指示不良	3号機	指示不良による、燃料取替エリア放射線モニタ(A)記録計の指示値の一時的な変動。	VI
194	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】変圧器避圧弁の油面変動に伴う動作	3号機	地震の揺れにより、主変圧器及び所内用変圧器内の絶縁油の油面が変動して内部圧力が上昇したことによる、避圧弁の動作。	VI
195	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】125V直流主母線盤の地絡(計2件発見)	1号機	火災により配線が地絡したことによる、125V直流分電盤の地絡警報発信。	VI
196	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】125V直流主母線盤の地絡(計4件発見)	3号機	津波により、除塵装置制御盤が水没して地絡したことによる、125V直流電源設備の地絡警報発信。	VI
197	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】ほう酸水貯蔵タンク水位指示回路不良	1号機	火災による高圧電源盤の地絡電流により、電源ヒューズが断線して電源がなくなったことによる、ほう酸水貯蔵タンク水位指示計のスケールダウン。	VI
198	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】変圧器避圧弁の油面変動に伴う動作(計7件)	2号機	地震の揺れにより、主変圧器、起動用変圧器、所内用変圧器及び補助ボイラー用変圧器内の絶縁油の油面が変動して内部圧力が上昇したことによる、避圧弁の動作。	VI
199	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】125V直流主母線盤の地絡	2号機	津波により、原子炉補機冷却系/原子炉補機冷却海水系(B)制御回路の電動弁、非放射性ドレン移送系のサンポンプ操作箱、及び除塵装置制御盤が水没して地絡したことによる、125V直流電源設備の地絡警報発信。	VI
200	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】非常用ディーゼル発電機(A)界磁回路の損傷	1号機	火災により、同期検出継電器と接続している制御ケーブルが溶損して地絡し、地絡に伴いDG(A)しゃ断器が自動投入されたため界磁過電圧が生じたことによる、バリスタの損傷、断線及びダイオードの短絡。	VI
201	東北地方太平洋沖(女川)	【東日本大震災関連】高圧炉心スプレィ系圧力抑制室吸込弁自動での全開動作不能	3号機	地震により、高圧炉心スプレィ系圧力抑制室吸込弁の開閉指示を行うスイッチ等が誤動作したことによる自動での全開動作不能。	VI
202	東北地方太平洋沖(東海第二)	【東日本大震災関連】非常用ディーゼル発電機2C用海水ポンプの自動停止について	-	津波により、非常用ディーゼル発電機2C用海水ポンプ電動機が水没したことによる、当該海水ポンプの自動停止。	VI
203	東北地方太平洋沖(東海第二)	【東日本大震災関連】125V蓄電池2B室における溢水について	-	実験室サンパ(管理区域内)と125V蓄電池2B室(非管理区域内)のドレンファンネルを接続する配管が存在していたこと、及び当該ファンネルに高低差がなく逆流防止措置が講じられていなかったことにより、当該サンパ水が当該ファンネルへ流入したことによる、125V蓄電池2B室における溢水。	VI
204	東北地方太平洋沖(東海第二)	【東日本大震災関連】東海第二発電所 固体廃棄物貯蔵用サイトバンカプール水飛散	-	地震による、廃棄物処理建屋固体廃棄物貯蔵用サイトバンカプールの溢水。	VI
205	東北地方太平洋沖(東海第二)	【東日本大震災関連】D/W床及び機器ドレンサンプレベルスイッチの地絡	-	流入水により、床ドレン及び機器ドレンサンプレベルスイッチが被水したことによる、当該サンプレベルスイッチ回路の地絡。	VI
206	東北地方太平洋沖(東海第二)	【東日本大震災関連】T/B機器ドレンサンパBからの水漏れ	-	サンパ電源喪失中における、電動機駆動原子炉給水ポンプシール水の流入による、タービン建屋機器ドレンサンパ(B)からの水漏れ。	VI

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他(地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等)

## 原子力発電所における地震被害事例の要因整理 (13/13)

地震被害に関する NUCIA 情報の検討内容					
No.	対象地震 (発電所)	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害 発生要因
207	東北地方 太平洋沖 (東海第二)	【東日本大震災関連】 主変圧器, 起動変圧器(2A, 2B) 放圧管からの絶縁油漏えい	-	地震動により, 主変圧器及び起動変圧器(2A, 2B)内の絶縁油の油面が変動して放圧板に漏れが生じたことによる, 放圧管からの絶縁油の漏えい。	VI
208	東北地方 太平洋沖 (東海第二)	【東日本大震災関連】 津波による屋外機器の被水(安重設備以外)	-	津波による, CWP 潤滑水ポンプ等の屋外機器の被水。	VI
209	東北地方 太平洋沖 (東海第二)	【東日本大震災関連】 津波による取水口電気室建屋の損傷	-	地震・津波による, 取水口電気室の建具(窓, シャッター)の割れ・歪み。	III VI

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 VI：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

## 福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理 (1/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因 I				注：下線は要因 I 相当箇所
1	【太平洋沖地震】水素注入設備の水素注入設備廻り全体的に地盤沈下	4号機	水素注入設備廻りが全体的に地盤沈下 エリア：山一水素注入設備	I
2	【太平洋沖地震】開閉所南側オーブントレンチ 周辺埋戻部沈下, 亀裂あり	その他	地震によりトレンチ周辺埋戻り部沈下, 亀裂あり	I

地震被害発生要因：I：地震の不等沈下による損傷 II：建物間の相対変位による損傷 III：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 IV：周辺斜面の崩落 V：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 VI：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わない I～V 以外の要因等）

福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理(2/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因 II				注：下線は要因II相当箇所
3	【太平洋沖地震】2uR/B-T/B 間エキスパンションジョイントのコーキング損傷(3箇所)	2号機	原子炉建屋-タービン建屋間エキスパンションジョイントのコーキング損傷 エリア：原子炉建屋	II, III
4	【太平洋沖地震】2uR/B 大物搬入口のエキスパンションジョイントのコンクリート剥落	2号機	原子炉建屋大物搬入口のエキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：原子炉建屋	II, III
5	【太平洋沖地震】3uR/B-T/B 間のエキスパンションジョイントのコンクリート剥落	3号機	原子炉建屋-タービン建屋間のエキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：原子炉建屋	II, III
6	【太平洋沖地震】3uT/B-C/B 間(1F)エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	3号機	タービン建屋-コントロール建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：タービン建屋	II, III
7	【太平洋沖地震】3uT/B-C/B 間(2F)エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	3号機	タービン建屋-コントロール建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：タービン建屋	II, III
8	【太平洋沖地震】3uS/B-C/B 間エキスパンションジョイントのシール破断	3号機	サービス建屋-コントロール建屋間エキスパンションジョイントのシール破断 エリア：サービス建屋	II, III
9	【太平洋沖地震】1uCH/B-R/B 間(2F)エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	1号機	チャコール建屋-原子炉建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：チャコール建屋	II, III
10	【太平洋沖地震】1uCH/B-R/B 間(B1)エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	1号機	チャコール建屋-原子炉建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：チャコール建屋	II, III
11	【太平洋沖地震】3uCH/B-C/B 間エキスパンションジョイントのコンクリート剥離	3号機	チャコール建屋-コントロール建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート剥離 エリア：チャコール建屋	II, III

地震被害発生要因：I：地震の不等沈下による損傷 II：建物間の相対変位による損傷 III：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 IV：周辺斜面の崩落 V：使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 VI：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないI～V以外の要因等）

福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理 (3/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因 III				注：下線は要因III相当箇所
12	【太平洋沖地震】2uR/B-T/B 間エキスパンションジョイントのコーキング損傷 (3箇所)	2号機	原子炉建屋-タービン建屋間エキスパンションジョイントのコーキング損傷 エリア：原子炉建屋	II, III
13	【太平洋沖地震】2uR/B 大物搬入口のエキスパンションジョイントのコンクリート剥落	2号機	原子炉建屋大物搬入口のエキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：原子炉建屋	II, III
14	【太平洋沖地震】3uR/B-T/B 間のエキスパンションジョイントのコンクリート剥落	3号機	原子炉建屋-タービン建屋間のエキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：原子炉建屋	II, III
15	【太平洋沖地震】3uT/B-C/B 間(1F)エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	3号機	タービン建屋-コントロール建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：タービン建屋	II, III
16	【太平洋沖地震】3uT/B-C/B 間(2F)エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	3号機	タービン建屋-コントロール建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：タービン建屋	II, III
17	【太平洋沖地震】3uS/B-C/B 間エキスパンションジョイントのシール破断	3号機	サービス建屋-コントロール建屋間エキスパンションジョイントのシール破断 エリア：サービス建屋	II, III
18	【太平洋沖地震】1uCH/B-R/B 間 (2F)エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	1号機	チャコール建屋-原子炉建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：チャコール建屋	II, III
19	【太平洋沖地震】1uCH/B-R/B 間 (B1)エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	1号機	チャコール建屋-原子炉建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：チャコール建屋	II, III
20	【太平洋沖地震】3uCH/B-C/B 間エキスパンションジョイントのコンクリート剥離	3号機	チャコール建屋-コントロール建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート剥離 エリア：チャコール建屋	II, III
21	【太平洋沖地震】3uCH/B-C/B 間エキスパンションジョイントのコンクリート割れ	3号機	チャコール建屋-コントロール建屋間エキスパンションジョイントのコンクリート割れ エリア：チャコール建屋	II, III
22	【太平洋沖地震】FPC ポンプ A 室の床にコンクリート片散乱 (壁にヒビ有)	1号機	床にコンクリート片散乱、壁にヒビ有り エリア：原子炉建屋	III
23	【太平洋沖地震】ISI 検査室空調機の扉が外れている	1号機	空調機の扉外れ エリア：原子炉建屋	III
24	【太平洋沖地震】CRD 運搬用台車の固定治具外れ	1号機	搬用台車の固定治具外れ エリア：原子炉建屋	III
25	【太平洋沖地震】R/B 南側階段室前 ダクトのボルト脱落	1号機	ダクトのボルト脱落 エリア：原子炉建屋	III
26	【太平洋沖地震】RHRCHx (A, C) 点検用架台の散乱	1号機	残留熱除去冷却系海水熱交換器建屋 (A, C) 点検用架台の散乱 エリア：残留熱除去冷却系海水熱交換器建屋	III
27	【太平洋沖地震】大物搬入口前非常口表示灯の上部カバー外れ	1号機	表示灯の上部カバー外れ エリア：原子炉建屋	III
28	【太平洋沖地震】D/G1A 工具箱の転倒・倒壊	1号機	非常用ディーゼル発電機 1A 工具箱の転倒・倒壊 エリア：原子炉建屋	III
29	【太平洋沖地震】原子炉建屋入口の床・壁に損傷あり	1号機	床・壁に損傷有り エリア：原子炉建屋	III
30	【太平洋沖地震】原子炉建屋連絡通路の壁に損傷有り	1号機	壁に損傷有り エリア：原子炉建屋	III
31	【太平洋沖地震】蛍光灯の配線用カバー外れ箇所有り (東側3箇所)	1号機	蛍光灯配線用カバーの外れ有り エリア：原子炉建屋	III
32	【太平洋沖地震】R/B 排風機(A) 架台のズレ有り	1号機	原子炉建屋排風機(A) 架台のズレ有り エリア：タービン建屋	III
33	【太平洋沖地震】溢水フェンスの転倒	1号機	溢水フェンスの転倒 エリア：原子炉建屋	III
34	【太平洋沖地震】CRD 運搬用台車の固定治具外れ	1号機	制御棒駆動系運搬用台車の固定治具外れ エリア：原子炉建屋	III
35	【太平洋沖地震】EECW ポンプ (B) 付近に蛍光灯の割れ有り	2号機	蛍光灯の非常用補機冷却系ポンプ (B) 付近に蛍光灯の割れ有り エリア：海水熱交換器建屋	III
36	【太平洋沖地震】北側 通路の移動物あり	2号機	通路の移動物あり エリア：原子炉建屋	III
37	【太平洋沖地震】北東側 通路の移動物あり	2号機	通路の移動物あり エリア：原子炉建屋	III

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）



福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理(4/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
38	【太平洋沖地震】FDWバルブ室のブローアウトパネル破損あり	2号機	ブローアウトパネル破損あり エリア：原子炉建屋	Ⅲ
39	【太平洋沖地震】北側 通路の移動物あり	2号機	通路の移動物あり エリア：原子炉建屋	Ⅲ
40	【太平洋沖地震】西側 通路の移動物あり	2号機	通路の移動物あり エリア：原子炉建屋	Ⅲ
41	【太平洋沖地震】南側 通路の蛍光灯落下	2号機	蛍光灯落下 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
42	【太平洋沖地震】東側 通路の移動物あり	2号機	通路の移動物あり エリア：原子炉建屋	Ⅲ
43	【太平洋沖地震】R/B MCC 2B-1-1 前の移動物あり	2号機	モータコントロールセンタ 2B-1-1 前の移動物あり エリア：原子炉建屋	Ⅲ
44	【太平洋沖地震】西側 通路の移動物あり	2号機	通路の移動物あり エリア：原子炉建屋	Ⅲ
45	【太平洋沖地震】CUW 再生熱交換機の蛍光灯の破損、その他散乱物あり	2号機	原子炉冷却材浄化系再生熱交換機の蛍光灯の破損、その他散乱物あり エリア：原子炉建屋	Ⅲ
46	【太平洋沖地震】RHRSラプチャディスク（A）の破損可能性有り（流出跡らしきもの確認）	2号機	残留熱除去海水系ラプチャディスク（A）の破損可能性有り（流出跡らしきもの確認） エリア：海水熱交換器建屋・ヤド	Ⅲ
47	【太平洋沖地震】CRD搬出入口（エレベータ前）のCRD搬出入口ハッチの旋錠破損（ハッチ開放状態）	3号機	制御棒駆動系搬出入口ハッチの旋錠破損（ハッチ開放状態） エリア：原子炉建屋	Ⅲ
48	【太平洋沖地震】オペフロのサービストール転倒（ドライヤ吊り具）	3号機	サービストール転倒（ドライヤ吊り具） エリア：原子炉建屋	Ⅲ
49	【太平洋沖地震】燃料交換床空調機室資材ラックが地震により転倒	3号機	資材ラックが地震により転倒 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
50	【太平洋沖地震】南東側廊下ハッチ付近の金属製落下物あり（5cm×5cm）	3号機	金属製落下物あり（5cm×5cm） エリア：原子炉建屋	Ⅲ
51	【太平洋沖地震】5階南西側廊下の仮置き品（固縛あり）が地震により移動	3号機	仮置き品（固縛あり）が地震により移動 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
52	【太平洋沖地震】CRD補修室の仮置き治具が地震により移動	3号機	仮置き治具が地震により移動 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
53	【太平洋沖地震】北側廊下の仮置き資材（足場材・フェンス）転倒	3号機	仮置き資材（足場材・フェンス）転倒 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
54	【太平洋沖地震】ISIテストピースの地震によりテストピースが移動	3号機	地震によりテストピースが移動 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
55	【太平洋沖地震】ISI検査室内ラックの地震により室内のラックが移動	3号機	地震により室内のラックが移動 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
56	【太平洋沖地震】SLC受けタンクの地震により移動	3号機	ほう酸水注入系受けタンクが地震により移動 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
57	【太平洋沖地震】西側廊下の仮置き品（フェンス等）が転倒	3号機	仮置き品（フェンス等）が転倒 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
58	【太平洋沖地震】SRVハッチ前コンクリート遮へいの地震により移動	3号機	コンクリート遮へいが地震により移動 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
59	【太平洋沖地震】バイスタの地震により移動	3号機	地震によりバイスタが移動 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
60	【太平洋沖地震】屋上パネルの破損有り	3号機	屋上パネルの破損有り エリア：コントロール建屋	Ⅲ
61	【太平洋沖地震】R/B天井クレーン（ケーブルトローリ）のケーブルトローリ脱線	3号機	原子炉建屋天井クレーンケーブルトローリ脱線 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
62	【太平洋沖地震】北東側給気ダクトのコンクリートダクト間から水漏れ有り	4号機	コンクリートダクト間から水漏れ有り（給気ダクトは外観異常なし） エリア：原子炉建屋	Ⅲ
63	【太平洋沖地震】CRD貯蔵室（旋錠部破損）	4号機	旋錠部破損有り（可燃性ガス濃度制御系 再結合器(B)他の外観異常なし） エリア：原子炉建屋	Ⅲ
64	【太平洋沖地震】RHR配管床貫通部板金破損	4号機	RHR配管床貫通部板金破損有り エリア：原子炉建屋	Ⅲ
65	【太平洋沖地震】RHRSラプチャディスク（A）（B）の破損有り	4号機	残留熱除去海水系ラプチャディスク（A）（B）の破損有り エリア：海水熱交換器建屋・ヤド	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

添付資料 3-2 (4/13)

福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理 (5/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
66	【太平洋沖地震】HPCSSラプチャーディスクの破損有り	4号機	高圧炉心スプレィ補機冷却海水系ラプチャーディスクの破損有り エリア：海水熱交換器建屋・ヤード	Ⅲ
67	【太平洋沖地震】低圧タービンA軸受油切とローターの接触痕あり	1号機	低圧タービンA軸受油切の軸受油切とローターの接触痕あり エリア：タービン建屋	Ⅲ
68	【太平洋沖地震】低圧タービンB軸受油切とローターの接触痕あり	1号機	低圧タービンB軸受油切の軸受油切とローターの接触痕あり エリア：タービン建屋	Ⅲ
69	【太平洋沖地震】低圧タービンC軸受油切とローターの接触痕あり	1号機	低圧タービンC軸受油切の軸受油切とローターの接触痕あり エリア：タービン建屋	Ⅲ
70	【太平洋沖地震】ミドルスタンダードの基礎コンクリート表面にひびあり 基礎ボルト移動（ズレ）あとあり（2mm）	1号機	・ミドルスタンダードの基礎コンクリート表面にひびあり ・基礎ボルト移動（ズレ）あとあり（2mm） エリア：タービン建屋	Ⅲ
71	【太平洋沖地震】復水器（C）北側通路のコンクリ破片有り	1号機	コンクリ破片有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
72	【太平洋沖地震】第5給水加熱器（C）付近 壁面・床面の壁にひび割れ有り	1号機	・壁面ひび割れ有り ・床面コンクリ破片有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
73	【太平洋沖地震】排ガス予冷器（A）室の床面にコンクリ破片有り	1号機	排ガス予冷器（A）の床面にコンクリ破片有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
74	【太平洋沖地震】排ガス予冷器（B）室の床面にコンクリ破片有り	1号機	排ガス予冷器（B）の床面にコンクリ破片有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
75	【太平洋沖地震】高圧復水ポンプAの上部壁に損傷あり	1号機	高圧復水ポンプAの上部壁に損傷あり エリア：タービン建屋	Ⅲ
76	【太平洋沖地震】主排気ダクトの床ブロックの浮き上がり有 塀の剥離有り	1号機	・主排気ダクトの床ブロックの浮き上がり有り ・塀の剥離有り エリア：コントロール建屋	Ⅲ
77	【太平洋沖地震】本体置換用窒素ガスボンベ出口弁の当該弁ユニオン部より漏洩	1号機	本体置換用窒素ガスボンベ出口弁の当該弁ユニオン部より漏洩 エリア：ヤード	Ⅲ
78	【太平洋沖地震】復水脱塩塔Fの壁面にひび割れ有り	2号機	復水脱塩塔Fの壁面にひび割れ有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
79	【太平洋沖地震】復水脱塩塔Hの壁面にひび割れ有り	2号機	復水脱塩塔Hの壁面にひび割れ有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
80	【太平洋沖地震】復水脱塩塔Jの壁面にひび割れ有り	2号機	復水脱塩塔Jの壁面にひび割れ有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
81	【太平洋沖地震】低圧タービンA/B/Cの軸受油切とローターの接触痕あり	2号機	低圧タービンA/B/C軸受油切の軸受油切とローターの接触痕あり エリア：タービン建屋	Ⅲ
82	【太平洋沖地震】I A空気圧縮機ユニットA用サイトグラスの破損（白濁）D210A	2号機	計装用圧縮空気系空気圧縮機ユニットA用サイトグラスの破損（白濁）D210A エリア：タービン建屋	Ⅲ
83	【太平洋沖地震】I A空気圧縮機ユニットA用サイトグラスの破損（白濁）D211A	2号機	計装用圧縮空気系空気圧縮機ユニットA用サイトグラスの破損（白濁）D211A エリア：タービン建屋	Ⅲ
84	【太平洋沖地震】I A空気圧縮機ユニットB用サイトグラスの破損（白濁）D210B	2号機	計装用圧縮空気系空気圧縮機ユニットB用サイトグラスの破損（白濁）D210B エリア：タービン建屋	Ⅲ
85	【太平洋沖地震】I A空気圧縮機ユニットB用サイトグラスの破損（白濁）D211B	2号機	計装用圧縮空気系空気圧縮機ユニットB用サイトグラスの破損（白濁）D211B エリア：タービン建屋	Ⅲ
86	【太平洋沖地震】湿分離器Aの①壁の剥離 ②保温材一部落下 ③オイルスナッパー油漏れ	3号機	・壁の剥離 ・保温材一部落下 ・オイルスナッパー油漏れ エリア：タービン建屋	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理 (6/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
87	【太平洋沖地震】 グランド蒸気蒸化器の保温材一部落下	3号機	グランド蒸気蒸化器の保温材一部落下 エリア：タービン建屋	Ⅲ
88	【太平洋沖地震】 高圧シールド、シールド支柱の支柱脇壁のコンクリート剥がれ（海側） 遮蔽板支柱基礎ボルトにゆるみ有り	3号機	・高圧シールド、シールド支柱の支柱脇壁のコンクリート剥がれ（海側） ・遮蔽板支柱基礎ボルトにゆるみ有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
89	【太平洋沖地震】 低圧タービンA/B/C軸受油切の軸受油切とローターの接触痕あり	3号機	低圧タービンA/B/C軸受油切の軸受油切とローターの接触痕あり エリア：タービン建屋	Ⅲ
90	【太平洋沖地震】 ミドルスタンダードのコンクリート表面に割れあり ズレ跡(2mm程度)あり センターキーズレ跡あり	3号機	・コンクリート表面に割れあり ・ズレ跡(2mm程度)あり ・センターキーズレ跡あり エリア：タービン建屋	Ⅲ
91	【太平洋沖地震】 低圧シールドの破片あり 基礎ボルトゆるみ有り	3号機	・低圧シールドの破片あり ・基礎ボルトゆるみ有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
92	【太平洋沖地震】 IA除湿装置(A)の制御盤内基礎部にヒビ1mm×300mm(幅×長さ)	3号機	計装用圧縮空気系除湿装置(A)の制御盤内基礎部にヒビ有り(1mm×300mm(幅×長さ)) エリア：タービン建屋	Ⅲ
93	【太平洋沖地震】 IA除湿装置(B)の制御盤内基礎部にヒビ1~2mm×300mm(幅×長さ)	3号機	計装用圧縮空気系除湿装置(B)の制御盤内基礎部にヒビ有り(1~2mm×300mm(幅×長さ)) エリア：タービン建屋	Ⅲ
94	【太平洋沖地震】 P./C-3B-2付近の保温材が落下	3号機	パワーセンター-3B-2付近の保温材落下 エリア：コントロール建屋	Ⅲ
95	【太平洋沖地震】 I P B冷却装置室の入口右側（西側）ひび有り（他2件）	3号機	・壁ひび有り ・コンクリート破片有り ・壁剥がれ有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
96	【太平洋沖地震】 東側ダスト放射線モニタ装置室の上部ダクトからと思われる破片有り	3号機	上部ダクトからと思われる破片有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
97	【太平洋沖地震】 T/B入口壁の壁にひび、剥離有り	3号機	壁にひび、剥離有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
98	【太平洋沖地震】 湿分離器Aの①壁の剥離 ②保温材一部落下 ③オイルスナッパ油漏れ	3号機	・壁の剥離 ・保温材一部落下 ・オイルスナッパ油漏れ エリア：タービン建屋	Ⅲ
99	【太平洋沖地震】 湿分離器Bの壁の剥離あり	3号機	湿分離器Bの壁の剥離あり エリア：タービン建屋	Ⅲ
100	【太平洋沖地震】 高圧シールド、シールド支柱の支柱脇壁のコンクリート剥がれ（海側） 遮蔽板支柱基礎ボルトにゆるみ有り	3号機	・高圧シールド、シールド支柱の支柱脇壁のコンクリート剥がれ（海側） ・遮蔽板支柱基礎ボルトにゆるみ有り エリア：タービン建屋	Ⅲ
101	【太平洋沖地震】 PLR ポンプインペラ展示室の遮蔽材（ガラス）破損	3号機	PLR ポンプインペラ展示室の遮蔽材（ガラス）破損 エリア：タービン建屋	Ⅲ
102	【太平洋沖地震】 IA除湿装置(A)の制御盤内基礎部にヒビ1mm×300mm(幅×長さ)	3号機	計装用圧縮空気系除湿装置(A)の制御盤内基礎部にヒビ有り(1mm×300mm(幅×長さ)) エリア：タービン建屋	Ⅲ
103	【太平洋沖地震】 IA除湿装置(B)の制御盤内基礎部にヒビ1~2mm×300mm(幅×長さ)	3号機	計装用圧縮空気系除湿装置(B)の制御盤内基礎部にヒビ有り(1~2mm×300mm(幅×長さ)) エリア：タービン建屋	Ⅲ
104	【太平洋沖地震】 P./C-3B-2付近ケーブルトレイのケーブルトレイ廻りのカバーが外れている。	3号機	パワーセンター-3B-2付近ケーブルトレイのカバー外れ エリア：コントロール建屋	Ⅲ
105	【太平洋沖地震】 低圧タービンA/B/Cの軸受油切とローターの接触痕あり	4号機	低圧タービンA/B/C軸受油切の軸受油切とローターの接触痕あり エリア：タービン建屋	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理(7/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
106	【太平洋沖地震】ミドルスタンダードのコンクリート表面に割れあり ズレ跡(2mm程度)あり センターキーズレ跡あり	4号機	・コンクリート表面に割れあり ・ズレ跡(2mm程度)あり ・センターキーズレ跡あり エリア:タービン建屋	Ⅲ
107	【太平洋沖地震】壁捨て型枠脱落(ヒーターA北東側)	4号機	壁捨て型枠脱落 エリア:タービン建屋	Ⅲ
108	【太平洋沖地震】壁捨て型枠脱落(ヒーターB南西側)	4号機	壁捨て型枠脱落 エリア:タービン建屋	Ⅲ
109	【太平洋沖地震】N21-F314A(T/DRFP再循環流量調節弁 南側壁の壁捨て型枠脱落)	4号機	T/DRFP再循環流量調節弁南側壁の壁捨て型枠脱落 エリア:タービン建屋	Ⅲ
110	【太平洋沖地震】N21-F314A(T/DRFP再循環流量調節弁 北側壁の壁捨て型枠脱落)	4号機	T/DRFP再循環流量調節弁北側壁の壁捨て型枠脱落 エリア:タービン建屋	Ⅲ
111	【太平洋沖地震】シャワー滅菌装置バイパス弁の地震によりフランジ部パッキン不良、水が大量に飛散	その他	地震によりシャワー滅菌装置バイパス弁のフランジ部パッキン不良、水が大量に飛散 エリア:廃棄物処理建屋	Ⅲ
112	【太平洋沖地震】純水タンクNo.1&No.2タンク側面に膨らみあり等。	その他	・純水タンクNo.1タンク基礎部に亀裂&ボルト折損あり。 ・純水タンクNo.1&No.2タンク側面に膨らみあり。 エリア:廃棄物処理建屋	Ⅲ
113	【太平洋沖地震】前処理 ソーダ灰溶解用昇降階段の脚部損傷	その他	ソーダ灰溶解用昇降階段脚部損傷 エリア:廃棄物処理建屋	Ⅲ
114	【太平洋沖地震】水処理 純水タンクB水位計(Y42-LI-221B)指示針の脱落	その他	純水タンクB水位計(Y42-LI-221B)の指示針が脱落 エリア:廃棄物処理建屋	Ⅲ
115	【太平洋沖地震】前処理 A-MVF圧力損失検出配管(LS-008A)の亀裂発	その他	A-MVF圧力損失検出配管(LS-008A)に亀裂が生じ水漏れ エリア:廃棄物処理建屋	Ⅲ
116	【太平洋沖地震】前処理 B-MVF圧力損失検出配管(LS-008B)の亀裂発生	その他	B-MVF圧力損失検出配管(LS-008B)に亀裂が生じ水漏れ エリア:廃棄物処理建屋	Ⅲ
117	【太平洋沖地震】RWIA圧縮機B気水分離器のフランジ部よりエアリーク	全号機	RW計装用圧縮空気系圧縮機B気水分離器フランジ部よりエアリーク エリア:廃棄物処理建屋	Ⅲ
118	【太平洋沖地震】3・4RW焼却設備廃油タンクレベル計の指示不良	全号機	3・4RW焼却設備廃油タンクレベル計の指示が38%→8%に下降し、復帰しない。 エリア:廃棄物処理建屋	Ⅲ
119	【太平洋沖地震】3・4RW濃縮廃液タンクC液位計ケーブルの断線による、指示不良	全号機	3・4RW濃縮廃液タンクC液位計ケーブルの断線により、指示不良となっている。 エリア:廃棄物処理建屋	Ⅲ
120	【太平洋沖地震】中央操作室,RW/Bの天井ダクト落下	全号機	天井ダクト落下 エリア:廃棄物処理建屋	Ⅲ
121	【太平洋沖地震】蛍光灯脱落および球切れ	2号機	蛍光灯脱落および球切れ エリア:原子炉建屋	Ⅲ
122	【太平洋沖地震】P11-FQ055のCSTタンク水張り時、流れる音がしなくなり、カウントしていなかった。	1号機	復水貯蔵タンク水張り時、流れる音がしなくなり、カウントしていなかった。 エリア:ヤード-水処理建屋	Ⅲ
123	【太平洋沖地震】APRM ch C, Dのスクラム後、記録計及びモジュールにて指示が残っていることを確認	1号機	平均出力領域モニタ ch C, Dのスクラム後、記録計及びモジュールにて指示が残っていることを確認 エリア:コントロール建屋	Ⅲ
124	【太平洋沖地震】G41-FIS-031の地震発生により、OSにて固着	2号機	地震発生により、G41-FIS-031がオーバースケールにて固着していると思われる。 エリア:原子炉建屋	Ⅲ
125	【太平洋沖地震】照明器具の架台からの落下(中釣り状態)	1号機	照明器具の架台からの落下(中釣り状態) エリア:原子炉建屋	Ⅲ
126	【太平洋沖地震】2uR/B4階CUW再生熱交換機室照明器具の脱落	2号機	照明器具の脱落 エリア:原子炉建屋	Ⅲ
127	【太平洋沖地震】引き戸の施錠装置破損およびレールカバー変形	2号機	引き戸の施錠装置破損およびレールカバー変形 エリア:原子炉建屋	Ⅲ
128	【太平洋沖地震】2uR/B B2北東側LCWサンブ室の壁貫通配管廻りモルタル剥離	2号機	壁貫通配管廻りモルタル剥離 エリア:原子炉建屋	Ⅲ

地震被害発生要因: I:地震の不等沈下による損傷 II:建物間の相対変位による損傷 III:地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 IV:周辺斜面の崩落 V:使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 VI:その他(地震の揺れによる警報発信等,施設の損傷を伴わないI~V以外の要因等)

福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理(8/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
129	【太平洋沖地震】3uR/BCRD 貯蔵庫引き戸の施錠装置破損	3号機	引き戸の施錠装置破損 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
130	【太平洋沖地震】3uR/BB1 階北西側 M/C 室壁貫通配管廻りから漏水	3号機	壁貫通配管廻りから漏水 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
131	【太平洋沖地震】4uR/B1 階北側 RW/A 給気ファン室空調ダクトのガラリ脱落	4号機	空調ダクトのガラリ脱落 エリア：原子炉建屋	Ⅲ
132	【太平洋沖地震】1u タービンベダスタルのエキスパンションジョイントの床塗装剥離	1号機	エキスパンションジョイントの床塗装剥離 エリア：タービン建屋	Ⅲ
133	【太平洋沖地震】1uT/B1 階大物搬入口大物搬入口のシャッターボックス点検カバー外れ	1号機	シャッターボックス点検カバー外れ エリア：タービン建屋	Ⅲ
134	【太平洋沖地震】1uT/B 湿分離器 A 付近エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	1号機	エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
135	【太平洋沖地震】4uT/BB1 階復水器付近床コンクリート剥離	1号機	床コンクリート剥離 エリア：タービン建屋	Ⅲ
136	【太平洋沖地震】2uT/B2F 南側エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	2号機	エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
137	【太平洋沖地震】2uT/B1F 南側エキスパンションジョイントのコンクリート剥落	2号機	エキスパンションジョイントのコンクリート剥落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
138	【太平洋沖地震】エキスパンションジョイントの金具変形	3号機	エキスパンションジョイントの金具変形 エリア：タービン建屋	Ⅲ
139	【太平洋沖地震】3uT/B2 階タービンベダスタル上部壁コンクリート脱落	3号機	壁コンクリート脱落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
140	【太平洋沖地震】3uT/B1 階西側配管廻りモルタル脱落	3号機	配管廻りモルタル脱落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
141	【太平洋沖地震】3uT/B1F1PB 冷却装置付近の壁コンクリート脱落	3号機	壁コンクリート脱落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
142	【太平洋沖地震】3uT/B1 階 IPB 冷却装置付近上部エキスパンション部コンクリート片および緩衝材脱落	3号機	上部エキスパンション部コンクリート片および緩衝材脱落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
143	【太平洋沖地震】3uT/B エレベーターの乗り場床コンクリート剥離	3号機	床コンクリート剥離 エリア：タービン建屋	Ⅲ
144	【太平洋沖地震】3uT/B B1 復水ポンプ室の上部エキスパンション部緩衝材脱落	3号機	上部エキスパンション部緩衝材脱落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
145	【太平洋沖地震】4uT/B1 階大物搬入口大物搬入口のシャッターボックス点検カバー外れ	4号機	シャッターボックス点検カバー外れ エリア：タービン建屋	Ⅲ
146	【太平洋沖地震】4uT/B 1F 給水加熱器室 (B) の壁コンクリートブロック破片あり	4号機	壁コンクリートブロック破片あり エリア：タービン建屋	Ⅲ
147	【太平洋沖地震】4uT/B 1F 給水加熱器室付近の上部エキスパンション部コンクリート片および緩衝材脱落	4号機	上部エキスパンション部コンクリート片および緩衝材脱落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
148	【太平洋沖地震】4uT/B B1 給水ポンプ室 (B) の柱・梁コンクリート剥落 (2箇所)	4号機	柱・梁コンクリート剥落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
149	【太平洋沖地震】4uT/B B1 制御室の梁コンクリート剥落	4号機	梁コンクリート剥落 エリア：タービン建屋	Ⅲ
150	【太平洋沖地震】1uHx/B 北棟南側給気ルーバーの変形	1号機	給気ルーバーの変形 エリア：海水熱交換器建屋	Ⅲ
151	【太平洋沖地震】3uHx/B 南棟南側シャッターの破損	3号機	シャッターの破損 エリア：海水熱交換器建屋	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理(9/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
152	【太平洋沖地震】4uHx/B北棟東側シャッターの破損	4号機	シャッターの破損 エリア：海水熱交換器建屋	Ⅲ
153	【太平洋沖地震】1uC/B3F中央操作室の天井ボード落下	1号機	天井ボード落下 エリア：コントロール建屋	Ⅲ
154	【太平洋沖地震】12C/B3階中央操作室照明器具のカバー脱落	1号機	照明器具のカバー脱落 エリア：コントロール建屋	Ⅲ
155	【太平洋沖地震】12C/B3階中央操作室空調吹出口のアネモ脱落	1号機	空調吹出口のアネモ脱落 エリア：コントロール建屋	Ⅲ
156	【太平洋沖地震】12C/B3階中央操作室空調吹出口のアネモ脱落	3号機	天井ボード落下 エリア：コントロール建屋	Ⅲ
157	【太平洋沖地震】3C/B3階中央操作室照明器具のカバー脱落	3号機	照明器具のカバー脱落 エリア：コントロール建屋	Ⅲ
158	【太平洋沖地震】3uC/B3F中央操作室の天井・梁取り合い部破損	3号機	天井・梁取り合い部破損 エリア：コントロール建屋	Ⅲ
159	【太平洋沖地震】12S/B3階通路照明器具のカバー脱落	1号機	照明器具のカバー脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
160	【太平洋沖地震】12S/B3階通路空調吹出口のアネモ脱落	1号機	空調吹出口のアネモ脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
161	【太平洋沖地震】1uS/B3F電算機資料室の天井ボード落下	1号機	天井ボード落下 エリア：サービス建屋	Ⅲ
162	【太平洋沖地震】12S/B3階2号過度現象空調吹出口のアネモ脱落	1号機	空調吹出口のアネモスタット脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
163	【太平洋沖地震】12S/B3階測定器室空調吹出口のアネモ脱落	1号機	空調吹出口のアネモスタット脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
164	【太平洋沖地震】12S/B3階No2計器室空調吹出口のアネモ脱落	1号機	空調吹出口のアネモスタット脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
165	【太平洋沖地震】12S/B3階計算機室空調吹出口のアネモ脱落	1号機	空調吹出口のアネモスタット脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
166	【太平洋沖地震】34S/B3階放管CVCF室空調ダクトのガラリ脱落	1号機	空調ダクトのガラリ脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
167	【太平洋沖地震】12S/B3階放管CVCF室消防設備の排煙口脱落	1号機	消防設備の排煙口脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
168	【太平洋沖地震】S12/B2階チェックポイント空調吹出口のアネモ脱落	1号機	空調吹出口のアネモスタット脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
169	【太平洋沖地震】12S/B2階更衣所排煙口廻り天井ボード落下	1号機	排煙口廻り天井ボード落下 エリア：サービス建屋	Ⅲ
170	【太平洋沖地震】12uS/B待合室の壁保安電話機火災跡	1号機	保安電話機火災跡有り エリア：サービス建屋	Ⅲ
171	【太平洋沖地震】1uS/B B2シャワードレン受けタンク室の壁貫通配管廻りから漏水	1号機	壁貫通配管廻りから漏水 エリア：サービス建屋	Ⅲ
172	【太平洋沖地震】34S/B3階操作員ロッカー室照明器具のカバー脱落	3号機	照明器具のカバー脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
173	【太平洋沖地震】34S/B3階女子トイレ壁タイル割れおよび剥離	3号機	壁タイル割れおよび剥離 エリア：サービス建屋	Ⅲ
174	【太平洋沖地震】34S/B3階電気リレー室照明器具のカバー脱落	3号機	照明器具のカバー脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理(10/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
175	【太平洋沖地震】34S/B3 階保安管理室照明器具のカバー脱落	3号機	照明器具のカバー脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
176	【太平洋沖地震】34S/B3 階 No1 計器室照明器具のカバー脱落	3号機	照明器具のカバー脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
177	【太平洋沖地震】34S/B2 階チェックポイント照明器具のカバー脱落	3号機	照明器具のカバー脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
178	【太平洋沖地震】34S/B2 階更衣室照明器具のカバー脱落	3号機	照明器具のカバー脱落 エリア：サービス建屋	Ⅲ
179	【太平洋沖地震】34S/BB1 階温水ボイラー室壁貫通配管廻りから漏水	3号機	壁貫通配管廻りから漏水 エリア：サービス建屋	Ⅲ
180	【太平洋沖地震】Rw/B3 階中央操作室空調吹出口のアネモ脱落	全号機	空調吹出口のアネモスタット脱落 エリア：廃棄物処理建屋	Ⅲ
181	【太平洋沖地震】Rw/B1 階電気品室照明器具の照明用支持金物脱落	全号機	照明器具の照明用支持金物脱落 エリア：廃棄物処理建屋	Ⅲ
182	【太平洋沖地震】Rw/BB2 階天井コンクリート剥離	全号機	天井コンクリート剥離 エリア：廃棄物処理建屋	Ⅲ
183	【太平洋沖地震】空調吹出口のアネモ脱落	全号機	空調吹出口のアネモスタット脱落 エリア：廃棄物処理建屋	Ⅲ
184	【太平洋沖地震】Sh/B2F 共用プールの屋根鉄骨部パッキン損傷	その他	屋根鉄骨部パッキン損傷 エリア：サイトバンカ建屋	Ⅲ
185	【太平洋沖地震】Cs/B1F 階段室の壁貫通配管廻りコンクリート剥落	その他	壁貫通配管廻りコンクリート剥落 エリア：キャスク建屋	Ⅲ
186	【太平洋沖地震】500kV 開閉所シャッターの破損 (6箇所)	その他	シャッターの破損 エリア：500kV 開閉所	Ⅲ
187	【太平洋沖地震】500kV 開閉所シャッターのシャッターボックスカバー脱落	その他	シャッターのシャッターボックスカバー脱落 エリア：500kV 開閉所	Ⅲ
188	【太平洋沖地震】ALC 板落下	その他	ALC 板落下 エリア：500kV 開閉所	Ⅲ
189	【太平洋沖地震】66kV 開閉所の ALC 板落下	その他	ALC 板落下 エリア：66kV 開閉所	Ⅲ
190	【太平洋沖地震】66kV 開閉所フレキ板破損	その他	フレキ板破損 エリア：66kV 開閉所	Ⅲ
191	【太平洋沖地震】仮設 T/C ブームの破損	その他	仮設トラックレーンブームの破損 エリア：排気筒	Ⅲ
192	【太平洋沖地震】1u ガスボンベ庫 1 階入口扉の破損	1号機	扉の破損 エリア：ガスボンベ庫	Ⅲ
193	【太平洋沖地震】4u ガスボンベ庫 1 階入口扉の破損	4号機	扉の破損 エリア：ガスボンベ庫	Ⅲ
194	【太平洋沖地震】CF 制御盤の CF プログラムタイマー表示カバーが破損	1号機	復水ろ過装置制御盤の CF プログラムタイマー表示カバー破損 エリア：タービン建屋	Ⅲ
195	【太平洋沖地震】M/C 1A-2 の M/C1A-2(8) (9) の扉ハンドルが破損している	1号機	メタルクラッドスイッチギア 1A-2 のメタルクラッドスイッチギア 1A-2(8) (9) の扉ハンドル破損 エリア：コントロール建屋	Ⅲ
196	【太平洋沖地震】M/C 1B-2 の M/C1B-2(9) (10) の扉ハンドルが破損している	1号機	メタルクラッドスイッチギア 1B-2 のメタルクラッドスイッチギア 1B-2(9) (10) の扉ハンドル破損 エリア：コントロール建屋	Ⅲ
197	【太平洋沖地震】OP 9 5 0 0 扉の右下部に破損有り	2号機	扉の右下部に破損有り エリア：原子炉建屋	Ⅲ

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵ブルースロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等，施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理(11/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
198	【太平洋沖地震】R/B2FL南側照明破損の建屋照明(蛍光灯)が脱落している	2号機	建屋照明(蛍光灯)が脱落している エリア:原子炉建屋	Ⅲ
199	【太平洋沖地震】M/C1SB-1のM/C1SB-1(1)の扉ハンドルが破損している	2号機	メタルラッドスイッチギア1SB-1のメタルラッドスイッチギア1SB-1(1)の扉ハンドル破損 エリア:コントロール建屋	Ⅲ
200	【太平洋沖地震】M/C1SB-2のM/C1SB-2(4),(12)の扉ハンドルが破損している	2号機	メタルラッドスイッチギア1SB-2のメタルラッドスイッチギア1SB-2(4),(12)の扉ハンドル破損 エリア:コントロール建屋	Ⅲ
201	【太平洋沖地震】CRD搬出入口壁破損のCRD搬出入口の壁面が破損している	3号機	壁面が破損している エリア:原子炉建屋	Ⅲ
202	【太平洋沖地震】壁コンクリート損壊のIPB冷却装置室の壁コンクリートが損壊	3号機	壁コンクリートが損壊している(1.5m×0.5m) エリア:タービン建屋	Ⅲ
203	【太平洋沖地震】RW/A給気ファン(A),(B)電動機の給気ファンダクト吹き出し口落下	4号機	RW/A給気ファン(A),(B)電動機の給気ファンダクト吹き出し口落下 エリア:原子炉建屋	Ⅲ
204	【太平洋沖地震】全ての天井から落下物多数	1号機	全ての天井から落下物多数 エリア:66kV開閉所	Ⅲ
205	【太平洋沖地震】全ての天井から落下物多数 全てのシャッターが破損 雨水の浸入(富岡線1号WB赤白間)	1号機	・全ての天井から落下物多数 全てのシャッターが破損 ・雨水の浸入(富岡線1号ウォールプッシング赤白間) エリア:500kV開閉所	Ⅲ
206	【太平洋沖地震】主変圧器の放圧管から油漏洩(故障警報発生)及びIPB架台の損傷	4号機	・主変圧器の放圧管から油漏洩(故障警報発生) ・相分離母線架台曲がり ・相分離母線架台ポルト折損 エリア:ヤード地上トランスヤード	Ⅲ, VI
207	【太平洋沖地震】高起動変圧器のコンサベータ油面低の警報発生及び油漏れ	1号機	高起動変圧器(HSTR)のコンサベータ油面低(油面計0)、本体・ケーブル接続箱放圧装置動作、ガス検出、約3000リットル油漏れ エリア:500kV開閉所	Ⅲ, VI

地震被害発生要因: I:地震の不等沈下による損傷 II:建物間の相対変位による損傷 III:地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 IV:周辺斜面の崩落 V:使用済燃料貯蔵プールのスロッシングによる溢水 VI:その他(地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないI~V以外の要因等)



福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理(12/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因 V				注：下線は要因V相当箇所
208	【太平洋沖地震】6F全域フロア全体に水溜まり有り	4号機	フロア全体に水溜まり有り（天井クレーンの外観異常なし） エリア：原子炉建屋	V
209	【太平洋沖地震】燃交機制御室水溜まり	4号機	水溜まり有り（燃交機、燃料プールの外観異常なし） エリア：原子炉建屋	V
210	【太平洋沖地震】R/B6階 NLP-2R62Bの分電盤が被水、 また、CKT-6,10がトリップ	2号機	分電盤に水が掛かっている。また、ブレーカがトリップしている。 エリア：原子炉建屋	V

地震被害発生要因：Ⅰ：地震の不等沈下による損傷 Ⅱ：建物間の相対変位による損傷 Ⅲ：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 Ⅳ：周辺斜面の崩落 Ⅴ：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 Ⅵ：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないⅠ～Ⅴ以外の要因等）

福島第二原子力発電所における地震被害事例の要因整理(13/13)

No.	件名	号機	地震被害事象及び発生要因の概要	地震被害発生要因
地震被害発生要因 VI				注：下線は要因VI相当箇所
211	【太平洋沖地震】主変圧器の放圧管から油漏洩（故障警報発生）及び I P B 架台の損傷	4号機	・主変圧器の放圧管から油漏洩（故障警報発生） ・相分離母線架台曲がり ・相分離母線架台 ボルト折損 エリア：ヤード地上トランスヤード	III, VI
212	【太平洋沖地震】高起動変圧器のコンサベータ油面低の警報発生及び油漏れ	1号機	高起動変圧器（HST r）のコンサベータ油面低（油面計0）、本体・ケーブル接続箱放圧装置動作、ガス検出、約3000リットル油漏れ エリア：500kV開閉所	III, VI
213	【太平洋沖地震】CRD温度監視盤の内部よりアラームあり	2号機	制御棒駆動系温度監視盤の内部よりアラームあり エリア原子炉建屋2階制御棒駆動系温度監視盤	VI
214	【太平洋沖地震】C/S LCW サンプ(A)のポンプ水没（中操警報あり）	2号機	低電導度廃液系サンプ(A)のポンプ水没（中操警報あり） エリア：原子炉建屋	VI
215	【太平洋沖地震】C/S HCW サンプ(A)のタンクオーバーフロー（中操警報あり）	2号機	高電導度廃液系サンプ(A)のタンクオーバーフロー（中操警報あり） エリア：原子炉建屋	VI
216	【太平洋沖地震】C/S HCW サンプ(C)のタンクオーバーフロー（中操警報あり）	2号機	高電導度廃液系サンプ(C)のタンクオーバーフロー（中操警報あり） エリア：原子炉建屋	VI
217	【太平洋沖地震】R/B LCW サンプ(A)のタンクオーバーフロー（中操警報あり）	2号機	低電導度廃液系サンプ(A)のタンクオーバーフロー（中操警報あり） エリア：原子炉建屋	VI
218	【太平洋沖地震】CRDポンプ（B）一部床浸水有り（SDサンプからのオーバーフロー？）	3号機	一部床浸水有り（制御棒駆動系ポンプ（B）の外観異常なし） エリア：原子炉建屋	VI
219	【太平洋沖地震】CRDポンプ（A）の外観異常なし／一部床浸水有り（SDサンプからのオーバーフロー？）	3号機	一部床浸水有り（制御棒駆動系ポンプ（A）の外観異常なし） エリア：原子炉建屋	VI
220	【太平洋沖地震】CRDマスターコントロールエリア他の3F南西通路床スラッジ有り	4号機	通路床にスラッジ有り エリア：原子炉建屋	VI
221	【太平洋沖地震】C/S HCW（C）LCW（A）タンクよりオーバーフロー	4号機	高電導度廃液系（C）低電導度廃液系（A）タンクよりオーバーフロー エリア：原子炉建屋	VI
222	【太平洋沖地震】R/B LCW(A)タンクよりオーバーフロー	4号機	低電導度廃液系(A)タンクよりオーバーフロー エリア：原子炉建屋	VI
223	【太平洋沖地震】CRD温度監視盤のバッテリーよりアラーム発生	2号機	制御棒駆動系温度監視盤のバッテリーよりアラーム発生 エリア：原子炉建屋	VI
224	【太平洋沖地震】主変圧器の放圧管から油漏洩	1号機	主変圧器の放圧管から油漏洩 エリア：ヤードトランスヤード	VI
225	【太平洋沖地震】主変圧器の放圧管から油漏洩	2号機	主変圧器の放圧管から油漏洩 エリア：ヤード西側トランスヤード	VI
226	【太平洋沖地震】主変圧器の放圧管から油漏洩	3号機	主変圧器の放圧管から油漏洩 エリア：ヤードトランスヤード	VI

地震被害発生要因：I：地震の不等沈下による損傷 II：建物間の相対変位による損傷 III：地震の揺れによる施設の損傷・転倒・落下等 IV：周辺斜面の崩落 V：使用済燃料貯蔵プールスロッシングによる溢水 VI：その他（地震の揺れによる警報発信等、施設の損傷を伴わないI～V以外の要因等）

周辺斜面の崩落等による施設への影響について

「上位クラス施設」及び「上位クラス施設への波及的影響をおよぼすおそれのある下位クラス施設」について、周辺斜面の崩落等による影響について検討した。なお、下位クラス施設については、「6. 下位クラス施設の検討結果」に基づき抽出された施設とする。

周辺斜面との離隔距離を考慮して、耐震評価の対象とすべき斜面のスクリーニングを行う。周辺斜面としては、切土及び盛土斜面を対象とし、離隔距離の考慮については、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2015」及び「原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術」、「宅地防災マニュアルの解説」を参考とし、周辺斜面との離隔距離が、「斜面高さの1.4倍もしくは50m」もしくは「斜面高さの2倍（上限50m）」が確保されていれば、評価対象斜面ではないと評価する。

図1に敷地平面図を示す。「上位クラス施設」としては、「6, 7号機軽油タンク及び5号機原子炉建屋内緊急時対策所（5号機原子炉建屋）」が、「上位クラス施設への波及的影響をおよぼすおそれのある下位クラス施設」としては、「5号機主排気筒」が周辺斜面と比較的距離が近い。図2に5号及び7号機原子炉建屋周辺の周辺斜面を示す。この結果から、「4. 上位クラス施設の確認」に示す「上位クラス施設」及び「6. 下位クラス施設の検討結果」に示す「上位クラス施設への波及的影響をおよぼすおそれのある下位クラス施設」と周辺斜面には、十分な離隔距離が確保されており、敷地内には評価対象となる斜面はない。

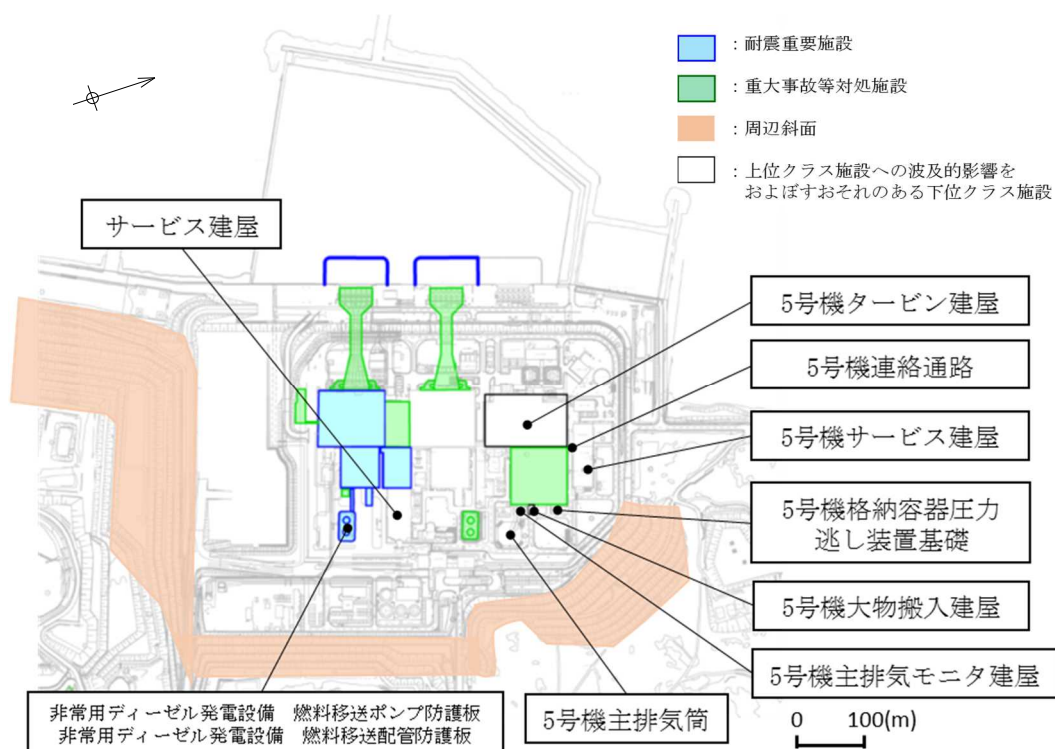
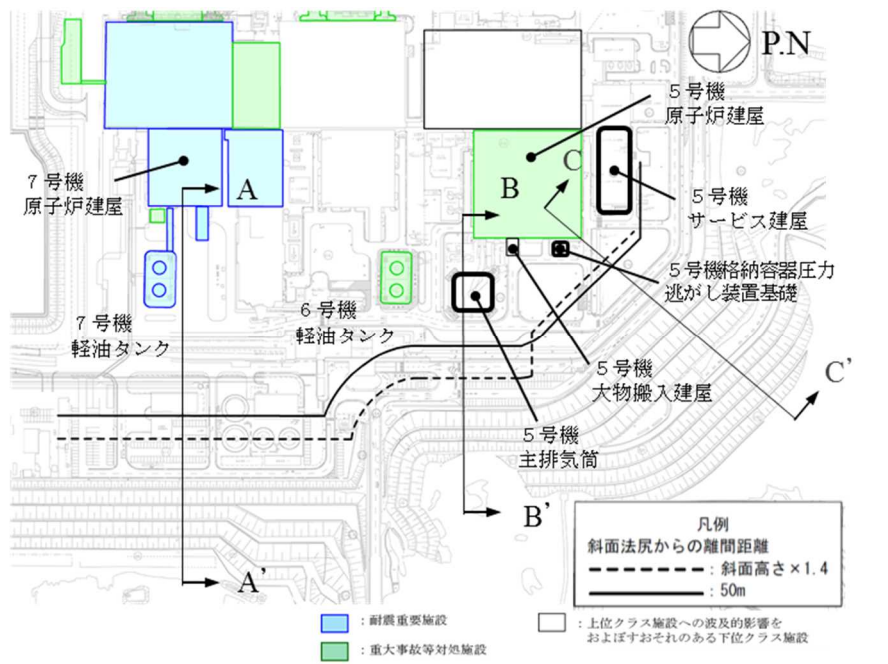
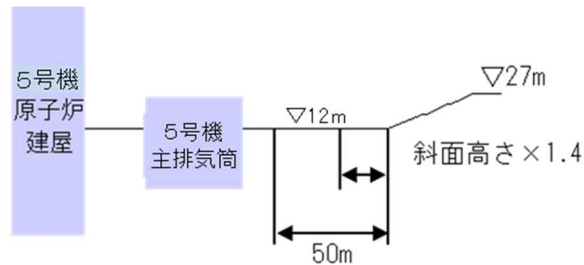


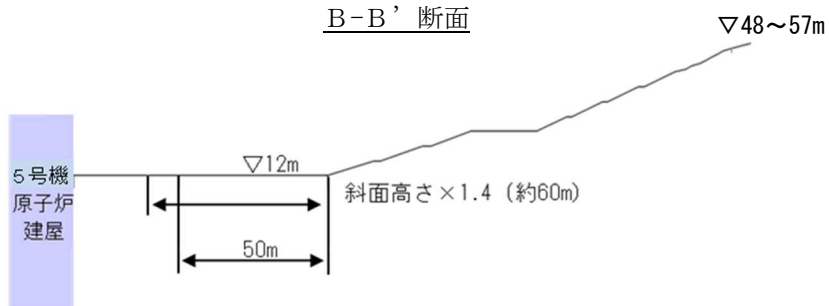
図1 敷地平面図



A-A' 断面



B-B' 断面



C-C' 断面

図2 5号及び7号機原子炉建屋周辺の周辺斜面

## 上位クラス施設に隣接する下位クラス施設の支持地盤について

本資料では、柏崎刈羽原子力発電所 7 号機において、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について確認を行う。

発電所敷地内における下位クラス施設の配置を図 1 に、各下位クラス施設の接地状況を図 2～図 9 に示す。

5 号機主排気筒については、図 2 より、緊急時対策所（5 号機原子炉建屋内緊急時対策所）と連続した岩盤（西山層）に杭を介して支持されていることを確認した。なお、波及的影響評価においては、杭を無視し、地盤の沈下量を確認する。

5 号機タービン建屋については、図 3 より、緊急時対策所（5 号機原子炉建屋内緊急時対策所）と連続した岩盤（西山層）に支持されていることを確認した。

サービス建屋については、図 4 より、大部分が岩盤（西山層）に支持されており、一部が更新統（古安田層）に支持されていることを確認した。

5 号機サービス建屋については、図 5 より、地盤改良体を介して更新統（古安田層）に支持されていることを確認した。

5 号機連絡通路については、図 6 より、マンメイドロック（MMR）を介して更新統（古安田層）に支持されていることを確認した。

5 号機格納容器圧力逃がし装置基礎については、図 7 より、緊急時対策所（5 号機原子炉建屋内緊急時対策所）と連続した岩盤（西山層）に杭を介して支持されていることを確認した。

5 号機主排気モニタ建屋については、図 8 より、埋戻土層に支持されていることを確認した。

5 号機大物搬入建屋については、図 9 より、5 号機原子炉建屋と連続した岩盤（西山層）にマンメイドロック（MMR）を介して支持されていることを確認した。

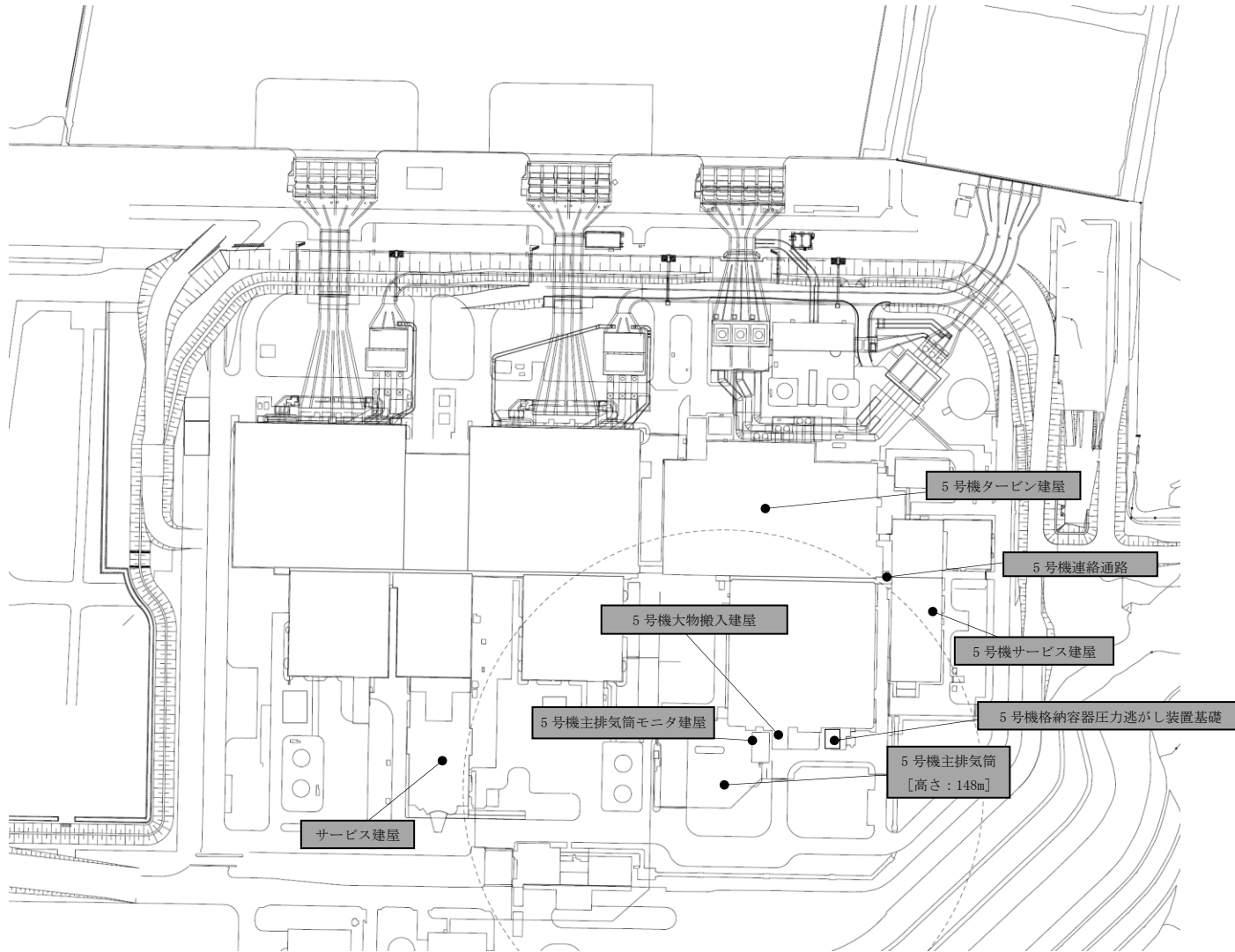
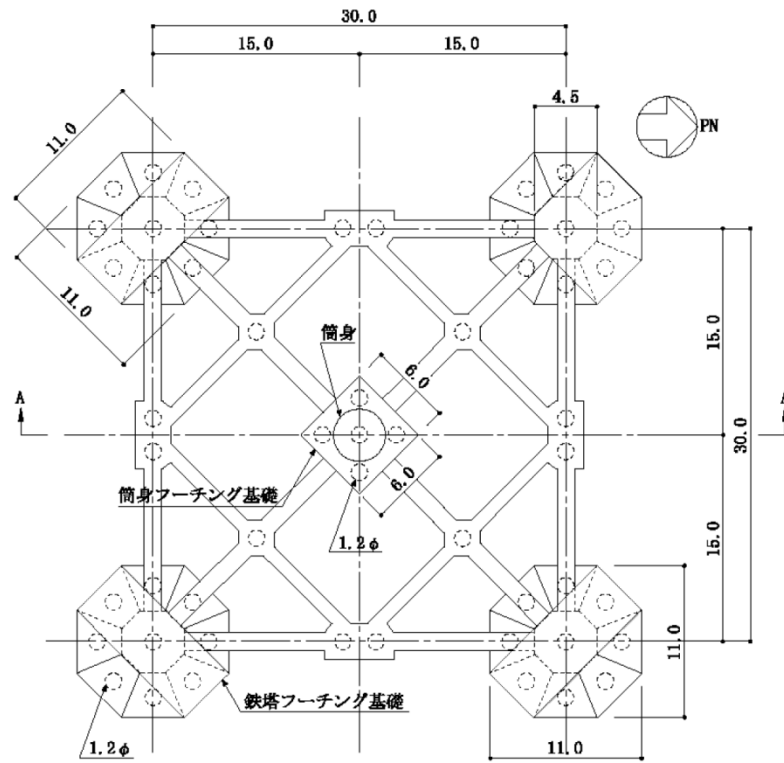
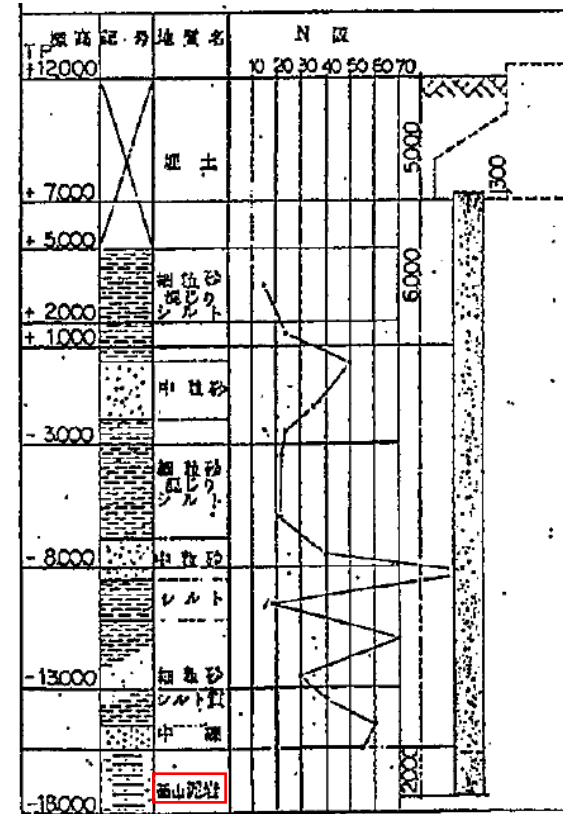


図1 柏崎刈羽原子力発電所 建屋外下位クラス施設配置図



(a) 基礎伏図



(b) 杭の根入れ状況

図2 5号機主排気筒の接地状況

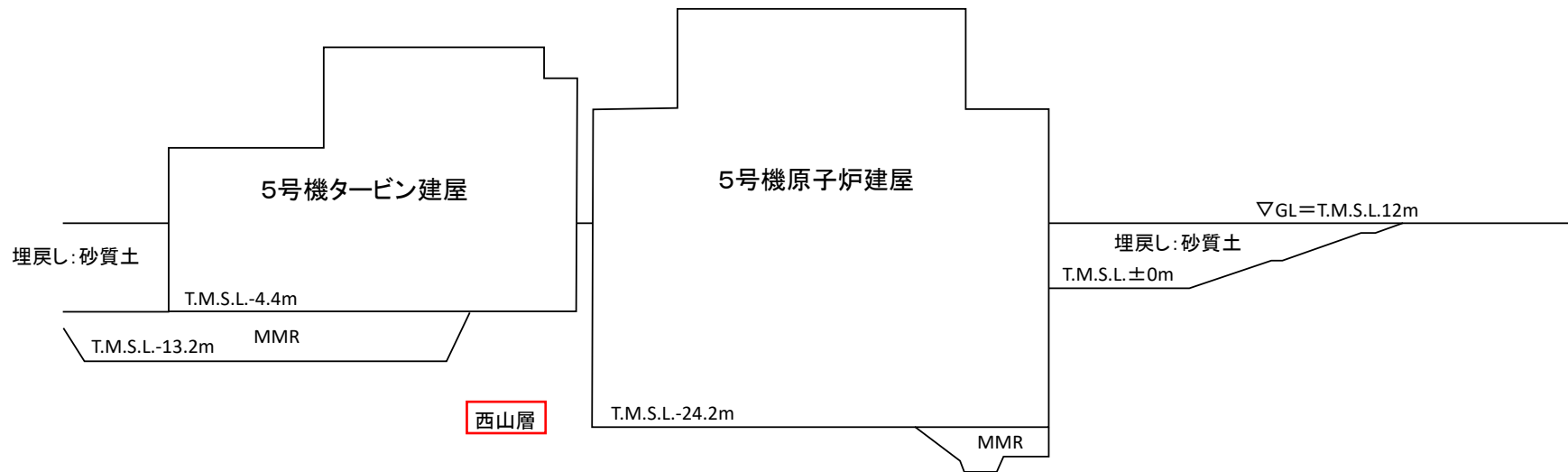
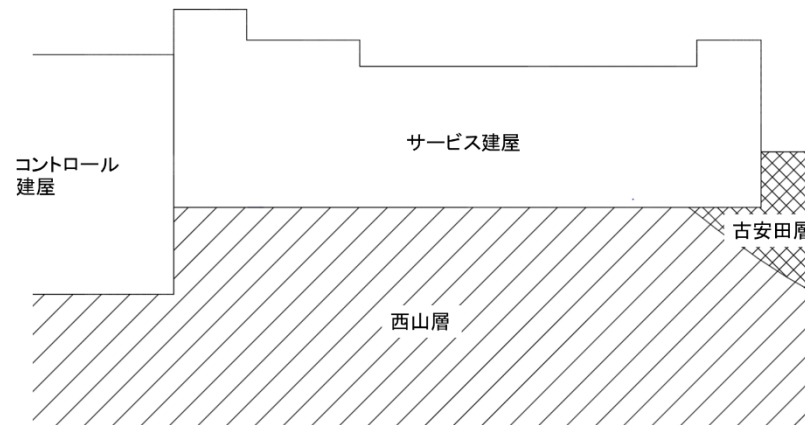
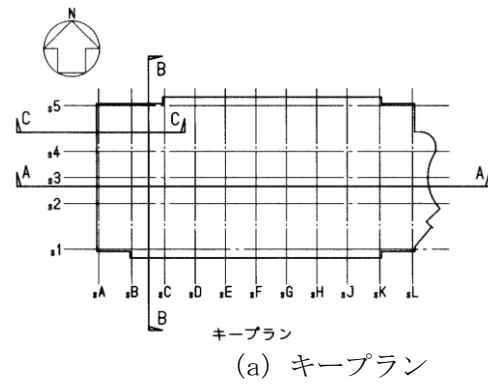


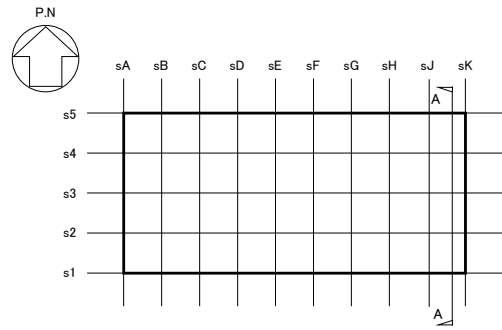
図3 5号機タービン建屋の接地状況



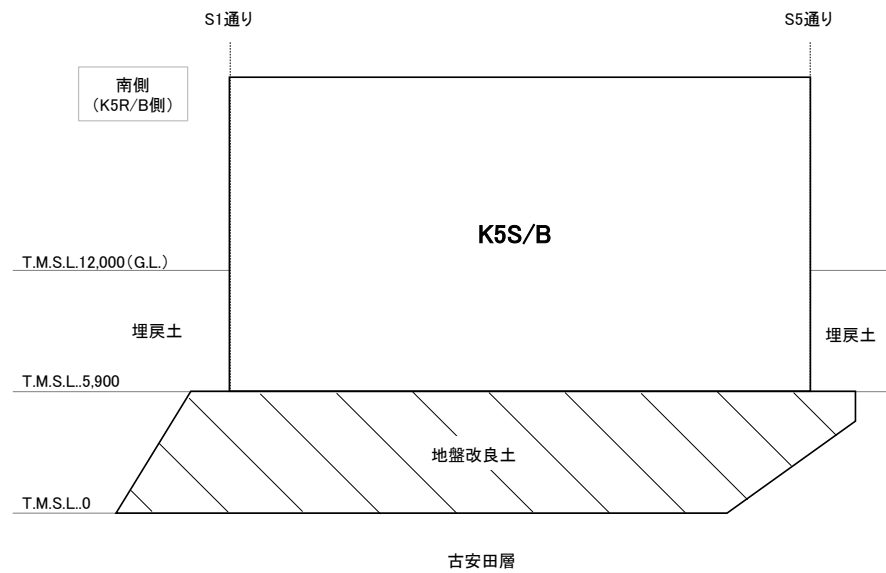


(b) A-A 断面図

図 4 サービス建屋の接地状況

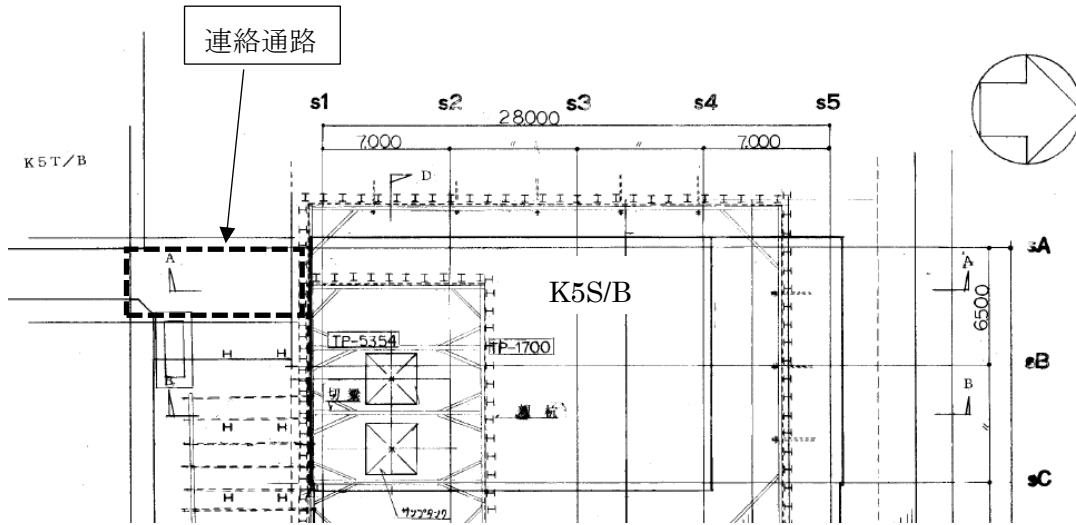


(a) キープラン

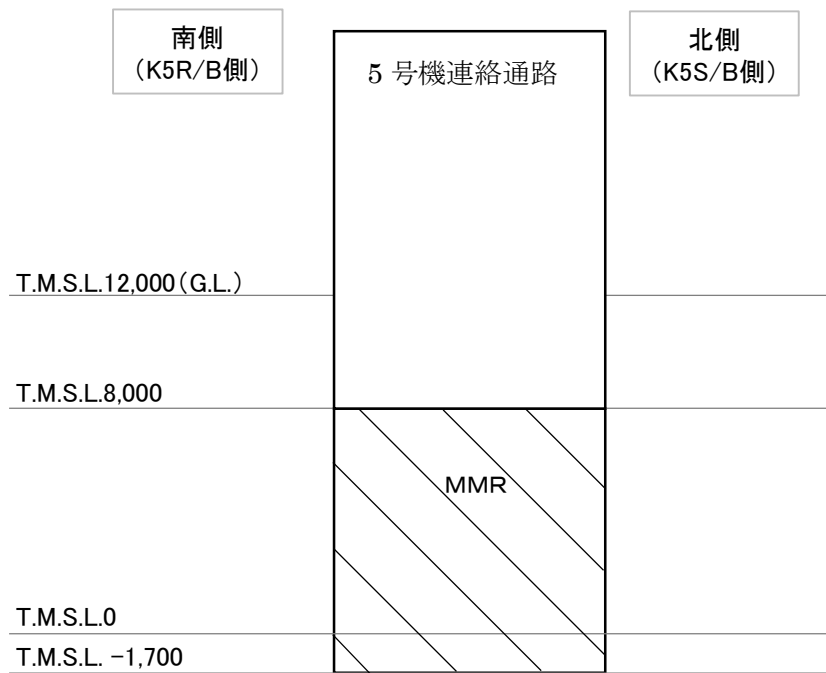


(b) A-A 断面図(南北方向)

図 5 5号機サービス建屋の接地状況



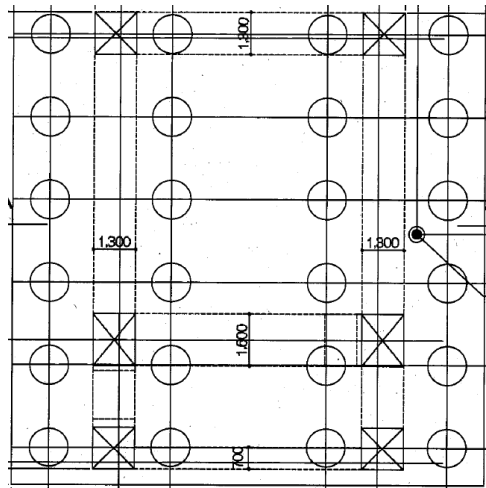
(a) 平面図



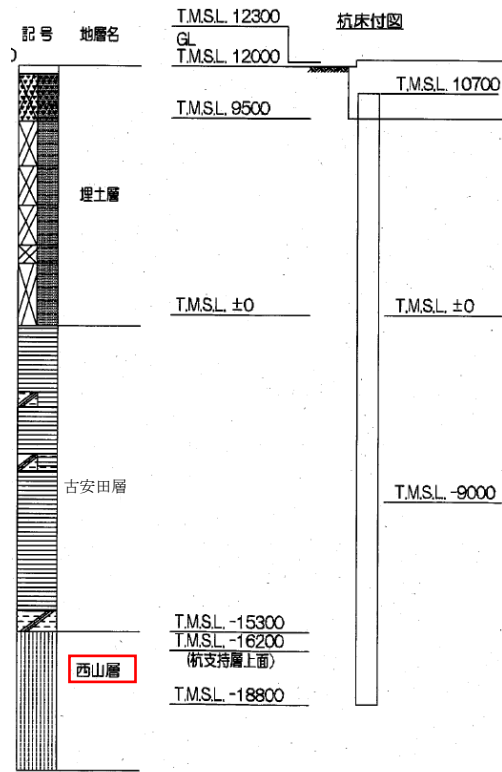
古安田層

(b) 断面図 (南北方向)

図6 5号機連絡通路の接地状況

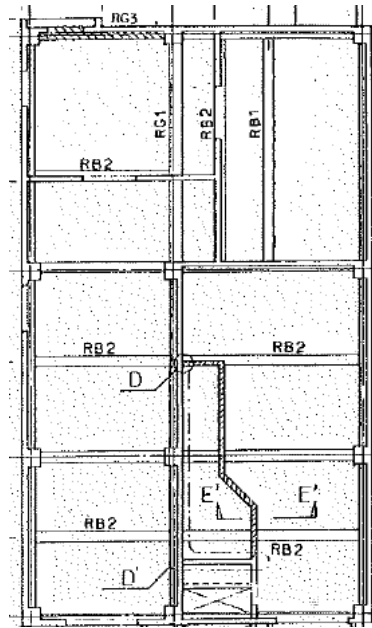


(a) 基礎伏図



(b) 杭の根入れ状況

図7 5号機格納容器圧力逃がし装置基礎の接地状況



(平面図)

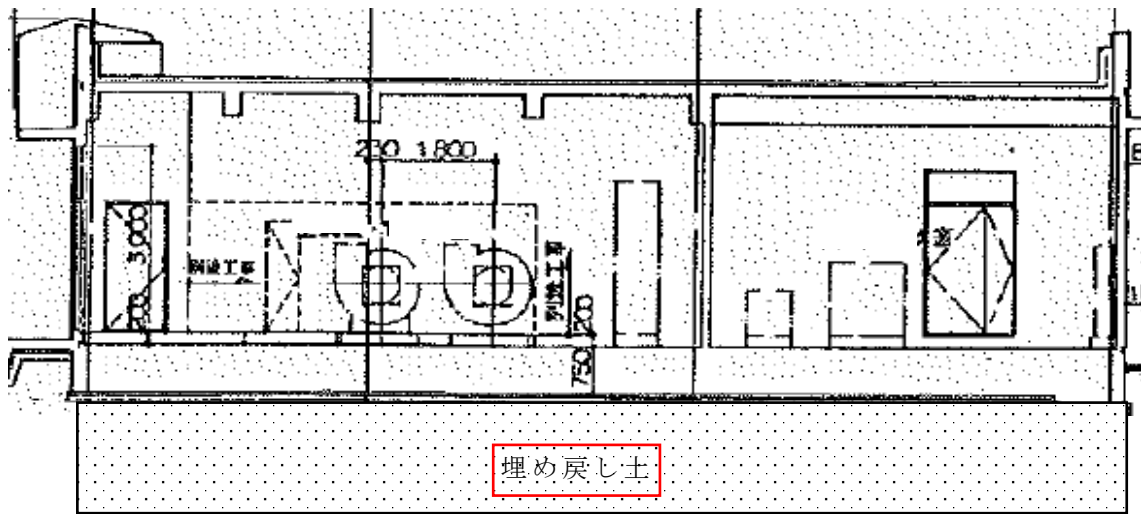
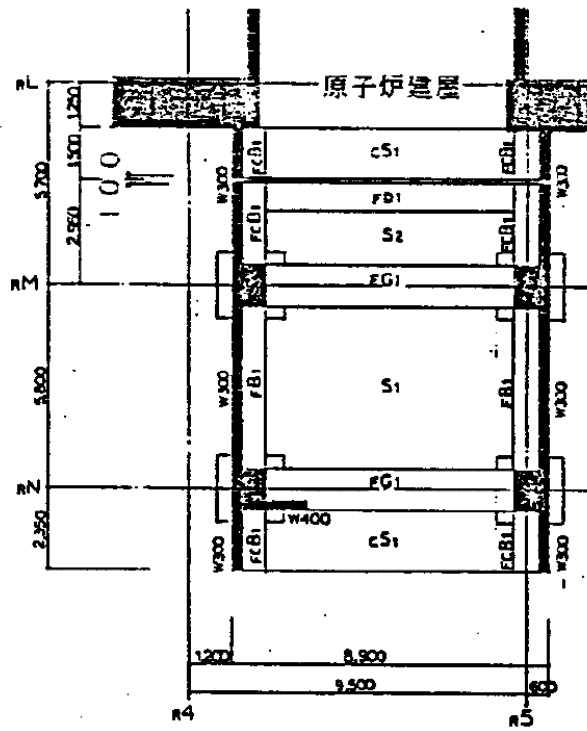


図8 5号機主排気モニタ建屋の接地状況



(平面図)

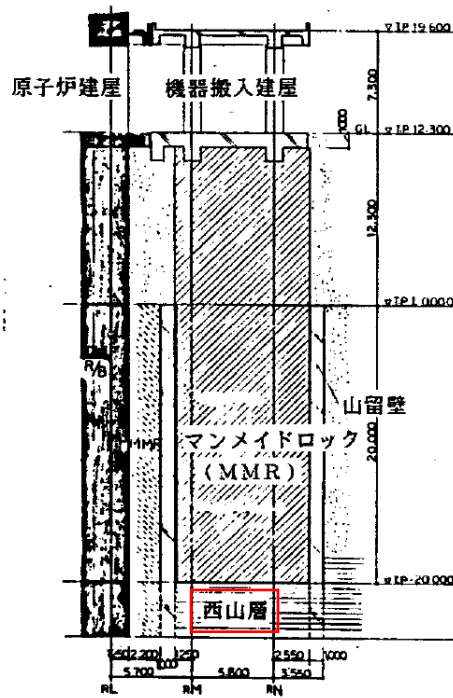


図9 5号機大物搬入建屋の接地状況

## 設置予定施設に対する波及的影響評価手法について

施設を設置する際に、既設下位クラス施設から受ける波及的影響、及び既設上位クラス施設に与える波及的影響の手法については、以下のとおり実施するものとする。

## 1. 設置予定施設が上位クラス施設の場合

設置予定施設が上位クラス施設の場合には、当該施設に対して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た上で、影響評価を実施する。抽出された下位クラス施設については、「5. 下位クラス施設の抽出及び影響評価方法」に基づき、相対変位又は不等沈下による影響、接続部による影響、建屋内及び建屋外における損傷、転倒及び落下等による影響の観点から、設置予定施設が機能を損なうおそれの有無を確認する。

その結果、設置予定施設が波及的影響により機能を損なうおそれがある場合には、設置予定施設に対して配置の見直し、構造変更等の設計の見直しを行う。設置予定施設の設計にて波及的影響を回避できない場合には、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設に対して耐震強化や移設等の対策を実施する。

## 2. 設置予定施設が下位クラス施設の場合

設置予定施設が下位クラス施設の場合には、1. 同様の観点から当該施設が既設上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼすおそれの有無を確認する。

その結果、設置予定施設による波及的影響によって既設上位クラス施設の機能を損なうおそれがある場合には、設置予定施設に対して配置の見直し、耐震性の確保等の設計の見直しを行う。

## 3. 設置予定の個別設備の対応方針

設置予定施設として例示するが、波及的影響に対する対応方針としては上記方針に従って以下のとおり実施する。

## 3.1 竜巻防護施設

竜巻防護施設は、下位クラス施設として設置する設備であり、周囲に上位クラス施設が設置されている場合においては 2. に基づき評価を行ったうえで必要に応じて対策を実施する。

## 3.2 火災防護設備

火災防護設備は、下位クラス施設として設置する設備であり、周囲に上位クラス施設が設置されている場合においては 2. に基づき評価を行ったうえで必要に応じて対策を実施する。

## 5号機主排気筒の波及的影響について

## 1. 概要

本資料は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、5号機主排気筒（以下「主排気筒」という。）が、その上位クラス施設である緊急時対策所（5号機原子炉建屋内緊急時対策所）、5号機原子炉建屋内緊急時対策所用無線連絡設備、5号機原子炉建屋内緊急時対策所用衛星電話設備、無線通信装置（5号機設置）、6号機非常用ディーゼル発電設備軽油タンク及びその基礎（以下「上位クラス施設」という。）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、上位クラス施設の有する機能が保持されることを確認するために、下位クラス施設である主排気筒を対象に、液状化に伴う地盤の不等沈下による影響を確認することで行う。

## 2. 基本方針

## 2.1 位置

主排気筒の設置位置を図2-1に示す。

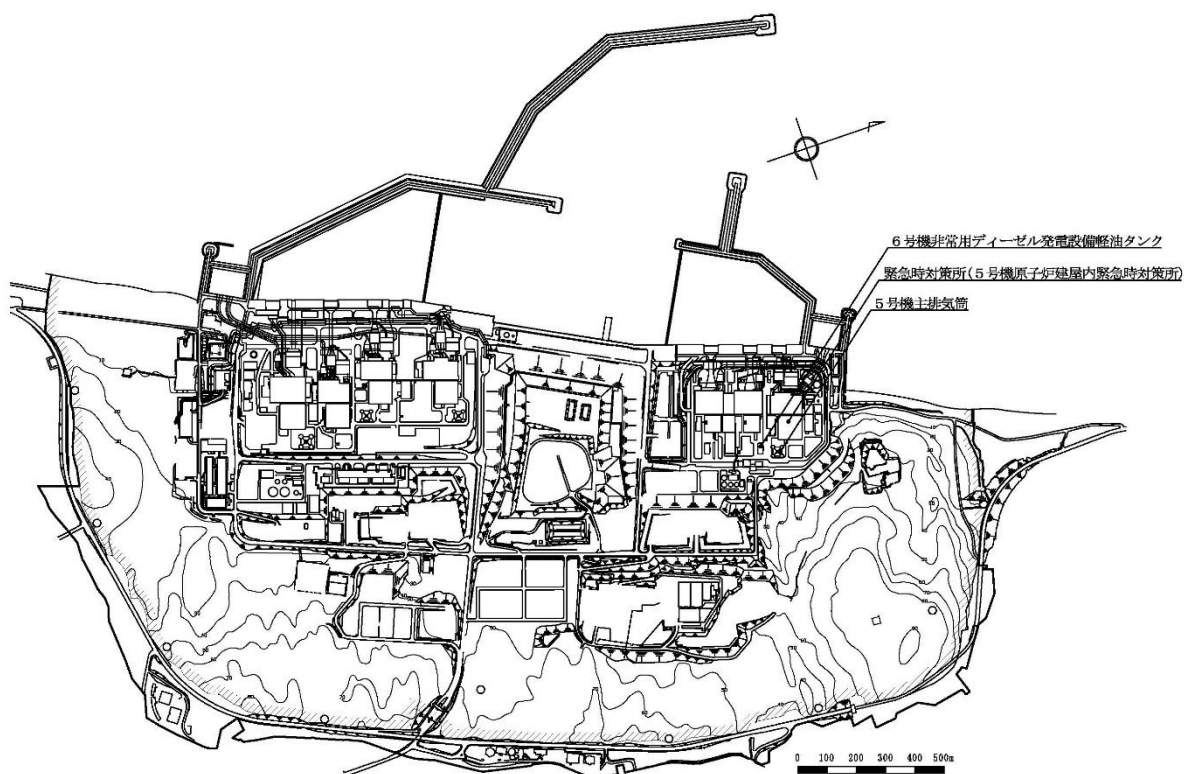


図2-1 主排気筒の設置位置



## 2.2 構造概要

主排気筒は、地上からの高さ 148.0m（内径 3.4m）の鋼製筒身で、高さ 140.0m（根開き 30.0m，頂部幅 7.5m）の鋼製鉄塔で支えられている鉄塔支持型排気筒である。また、基礎は、筒身部と 4 脚の鉄塔部を支える鉄筋コンクリート造の独立フーチング基礎で、相互に基礎ばりで連結されており、支持地盤である岩盤（西山層）上に、鉄筋コンクリート造の場所打ち杭（計 53 本）を介して設置されている。

なお、主排気筒基礎直下は、セメント系固化材による地盤改良が実施されており、この地盤改良土と支持層である西山層との間には古安田層が介在する。

主排気筒の概要図を図 2-2 に示す。

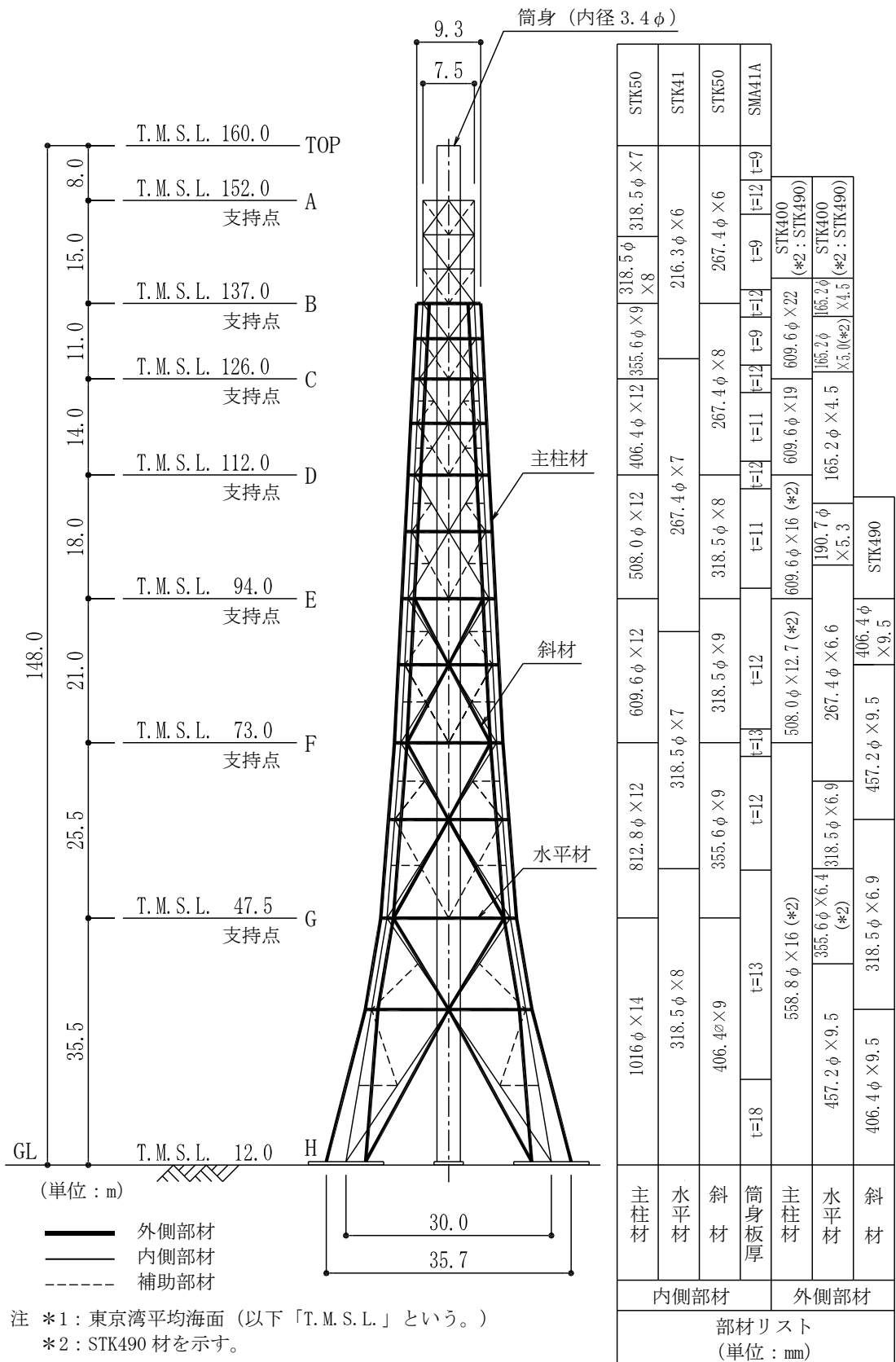


図 2-2 主排気筒の概要図 (地上部)

### 2.3 評価方針

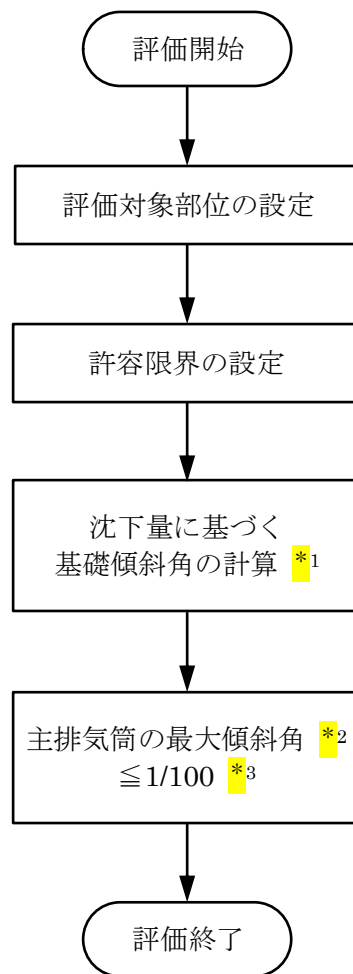
主排気筒は上位クラス施設と同じ運転状態を想定することから、重大事故等対処施設に対する波及的影響の評価を行う。

主排気筒の波及的影響の評価は、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、隣接する上位クラス施設への波及的影響の評価として行う。

具体的には、基準地震動 $S_s$ に対して、液状化のおそれが否定できない古安田層に着目し、その液状化による沈下量を用いて求められる主排気筒の基礎傾斜角が、主排気筒の倒壊に到る傾斜角に達しないことを確認することで、波及的影響が生じないことを評価する。

この基礎傾斜角は、保守的な条件として、杭を無視し、かつ、古安田層の全層が液状化した状態の最大限の沈下量が、主排気筒基礎の一端にのみ生じたと仮定して評価する。

主排気筒の波及的影響の評価フローを図2-3に示す。



注記 \*1： 保守的な条件として、杭を無視し、かつ、古安田層の沈下量が主排気筒基礎の一端にのみに生じたと仮定した場合の基礎傾斜角。

\*2： 上記基礎傾斜角を上部構造の傾斜角と捉えて評価。

\*3： 表 3-2 による。

図 2-3 主排気筒の波及的影響の評価フロー

#### 2.4 適用規格・基準等

主排気筒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
- ・ 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 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)

### 3. 評価方法

#### 3.1 評価対象部位及び評価方針

主排気筒の波及的影響評価の対象部位は、主排気筒全体とする。

評価方針としては、まず地盤のせん断ひずみと液状化に伴う体積ひずみの関係\*1（図 3-1）から、古安田層に相当する相対密度における最大限の体積ひずみを求め、次に古安田層の全層にその最大限の体積ひずみが生じたと仮定し沈下量を求める。更に、その沈下量が基礎の一端にのみ生じると仮定した場合に、主排気筒が倒壊に到るような基礎傾斜角となっていないことを確認する。

#### 3.2 地盤条件

主排気筒が立地する地盤の地質構成を表 3-1 に示す。

この地質構成は、既に認可された工事計画の添付書類\*2 で適用実績がある地盤構成であり、T. M. S. L. -134.0m の解放基盤表面以浅が西山層で、それ以浅が古安田層、更に、表層付近が埋戻し土（地盤改良土）となっている。

表 3-1 主排気筒が立地する地盤の地質構成

標高 T. M. S. L. (m)	地質	備考
12.0	—	
0.0	埋戻し土 (地盤改良土)	
-9.0	古安田層	古安田層全層を液状化層と仮定
-60.0	西山層	
-100.0		
-134.0		
∞	椎谷層	

注記 \*1 : Ishihara, K. and Yoshimine, M. 1992. " EVALUATION OF SETTLEMENTS IN SAND DEPOSITS FOLLOWING LIQUEFACTION DURING EARTHQUAKES" Soils and Foundations, Vol32, No. 1, 173-188.

\*2 : 柏崎刈羽原子力発電所 5 号機『工事計画届出書』（総官発 20 第 331 号 平成 21 年 2 月 20 日）参照。

### 3.3 許容限界

主排気筒の傾斜角の許容限界は、建築基準法に対応した「評定・評価を踏まえた高層建築物の構造設計実務」（(財)日本建築センター，平成14年）を参考に設定する。

波及的影響の評価における許容限界を表3-2に示す。

表3-2 波及的影響の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
上位クラス施設に波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S <sub>s</sub>	主排気筒全体	最大傾斜角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	最大傾斜角 1/100 *

注記\*：「評定・評価を踏まえた高層建築物の構造設計実務」（(財)日本建築センター，平成14年）を参考とする。

### 3.4 評価方法

主排気筒の波及的影響の評価方法は、地盤改良土と支持層である西山層との間に介在する古安田層の液状化による影響が否定できないことから、液状化に伴う古安田層の最大限の沈下量が、主排気筒基礎の一端にのみ生じたと仮定した場合の主排気筒の基礎傾斜角を用いて、主排気筒全体が倒壊に到らないことを確認することで行う。

最大限の沈下量については、図 3-1 に示す最大せん断ひずみと体積ひずみの関係を用いて設定する。具体的には、まず、古安田層の相対密度をその砂層の調査結果\*から保守的に 80%と仮定し、次に、図 3-1 の 80%における砂質土の体積ひずみの最大値を踏まえ、古安田層の体積ひずみを 2.0%と設定した時の沈下量とする。

以上より、沈下量 $u_z$ 並びにその沈下量 $u_z$ に基づく基礎傾斜角 $\theta_z$ は、図 3-2 に示すとおり主排気筒基礎の根開きをLとすれば、下式で算定できる。

$$u_z = h_o \cdot \varepsilon_{\max} \quad \theta_z = \frac{u_z}{L}$$

- ここで、
- $u_z$  : 沈下量 (mm)
  - $h_o$  : 古安田層の全層厚 (=9.0m)
  - $\varepsilon_{\max}$  : 相対密度 $Dr=80\%$ での最大限の体積ひずみ (=保守的に2.0%)
  - $\theta_z$  : 基礎傾斜角
  - L : 排気筒基礎の根開き (=30.0m)

注記\* : 発電用原子炉設置変更許可申請（原管発官 25 第 192 号）に係る審査資料「KK67-0056 実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」への適合状況について」の「添付資料 1.0.2 可搬型重大事故等対処設備保管場所及びアクセスルートについて」のうち「別紙 34 揺すり込み沈下の影響評価」参照。

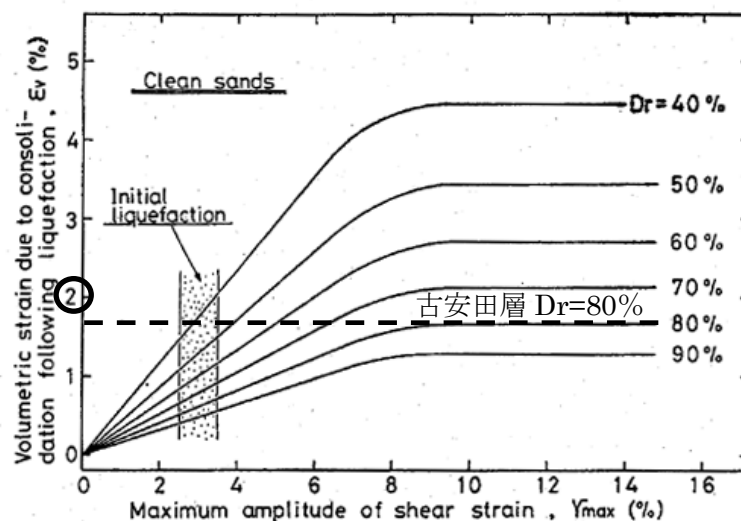
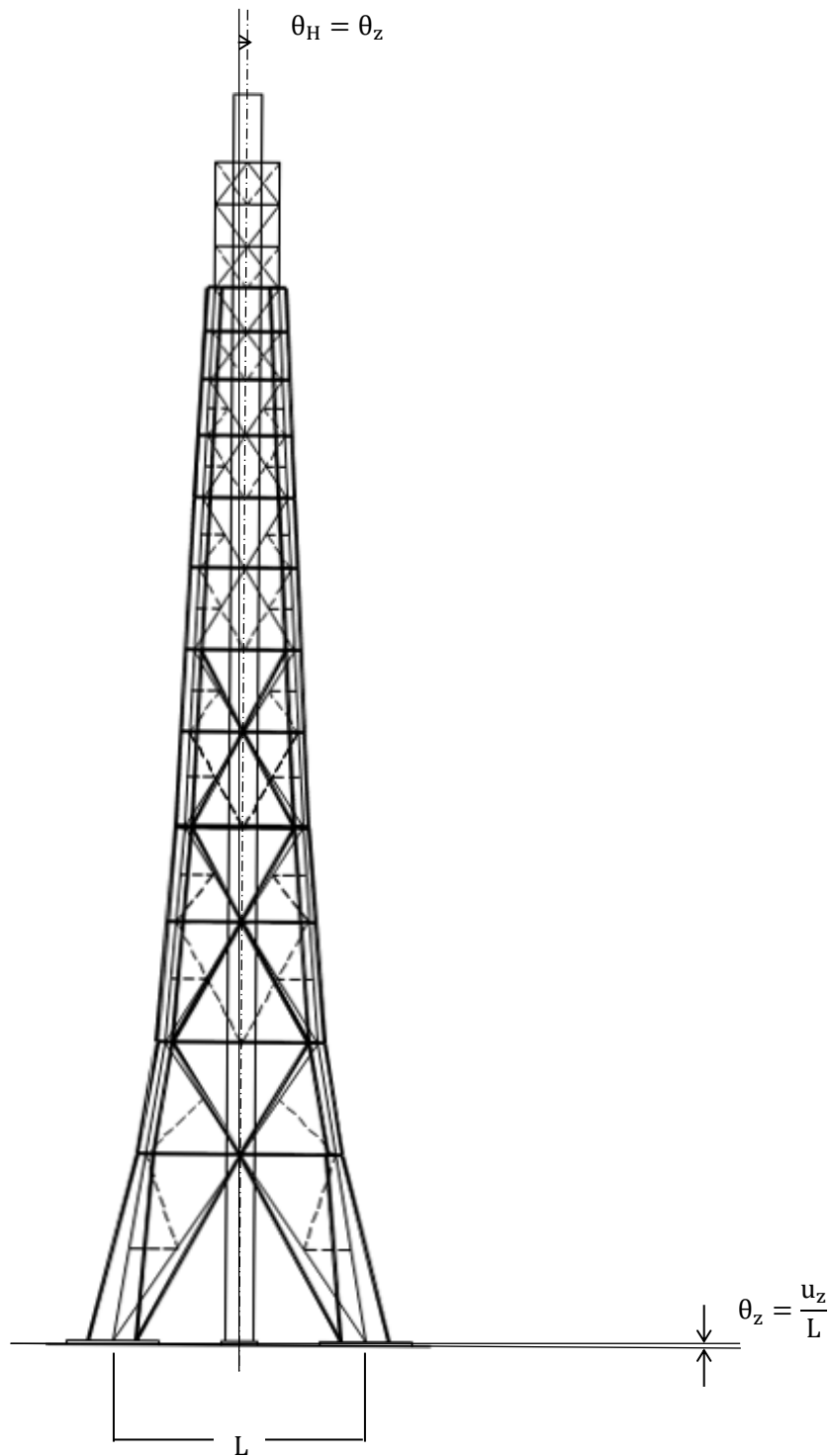


図 3-1 砂質土のせん断ひずみと液状化に伴う圧密による体積ひずみの関係  
(Ishihara, K. and Yoshimine, M. の図に古安田層条件を加筆)





液状化層(古安田層)の最大限の沈下量が、主排気筒基礎の一端にのみ生じたと仮定した場合の主排気筒の基礎傾斜角 $\theta_z$ を上部構造の最大傾斜角 $\theta_H$ と捉えて評価する。

図 3-2 主排気筒の傾斜角の考え方

#### 4. 評価結果

地盤改良土と支持層である西山層との間に介在する古安田層が液状化した状態における最大限の沈下量及びその沈下量から求めた最大傾斜角を表 4-1 に示す。

表 4-1 古安田層の液状化を考慮した沈下量及び最大傾斜角

	沈下量 (mm)	最大傾斜角	許容限界
最大値	180	1/166	1/100

## 5. まとめ

以上より、液状化により古安田層が最大限に沈下したと仮定しても、主排気筒は、倒壊に至ることはなく、上位クラス施設へ波及的影響を与えることはない。

## 別紙 1 5号機主排気筒の基準地震動S<sub>s</sub>による応答変位について

### 1. 概要

本資料は、5号機主排気筒（以下「主排気筒」という。）が、上位クラス施設に対して、波及的影響を及ぼさないことを確認するために、基準地震動S<sub>s</sub>による主排気筒の変形性能の評価を行う。

### 2. 構造概要

主排気筒は、地上からの高さ148.0m（内径3.4m）の鋼製筒身で、高さ140.0m（根開き30.0m、頂部幅7.5m）の鋼製鉄塔で支えられている鉄塔支持型排気筒である。

主排気筒の概要図を図2-1に示す。

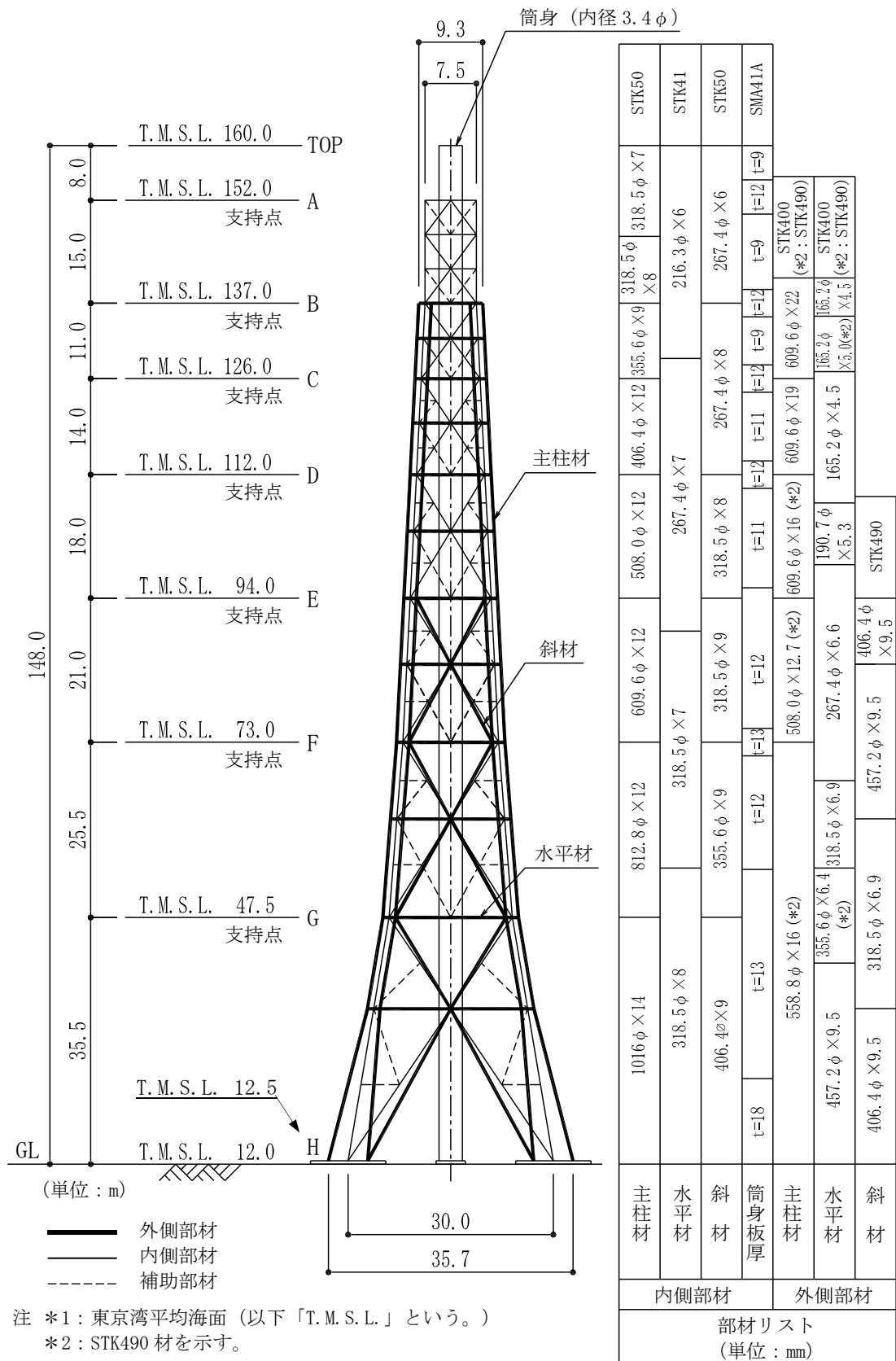


図 2-1 主排気筒の概要図

### 3. 評価方針

主排気筒の基準地震動  $S_s$  (以下「 $S_s$ 地震時」という。)による地震応答解析を実施して、主排気筒が倒壊するような変形角に至らないことを確認する。

具体的には、「4.2 入力地震動」及び「4.3 地震応答解析モデル」に示すとおり、古安田層の液状化による影響を考慮した地盤の有効応力解析から求まる地盤応答波を入力地震動として、主排気筒を3次元フレームモデルとした地震応答解析モデルによる弾性時刻歴応答解析を行うこととする。その結果から得られた応答変位のうち、主排気筒の頂部の最大水平変位に基づき、主排気筒の全体変形角を求めて評価する。

主排気筒の基準地震動  $S_s$  に対する波及的影響の評価フローを図 3-1 に示す。

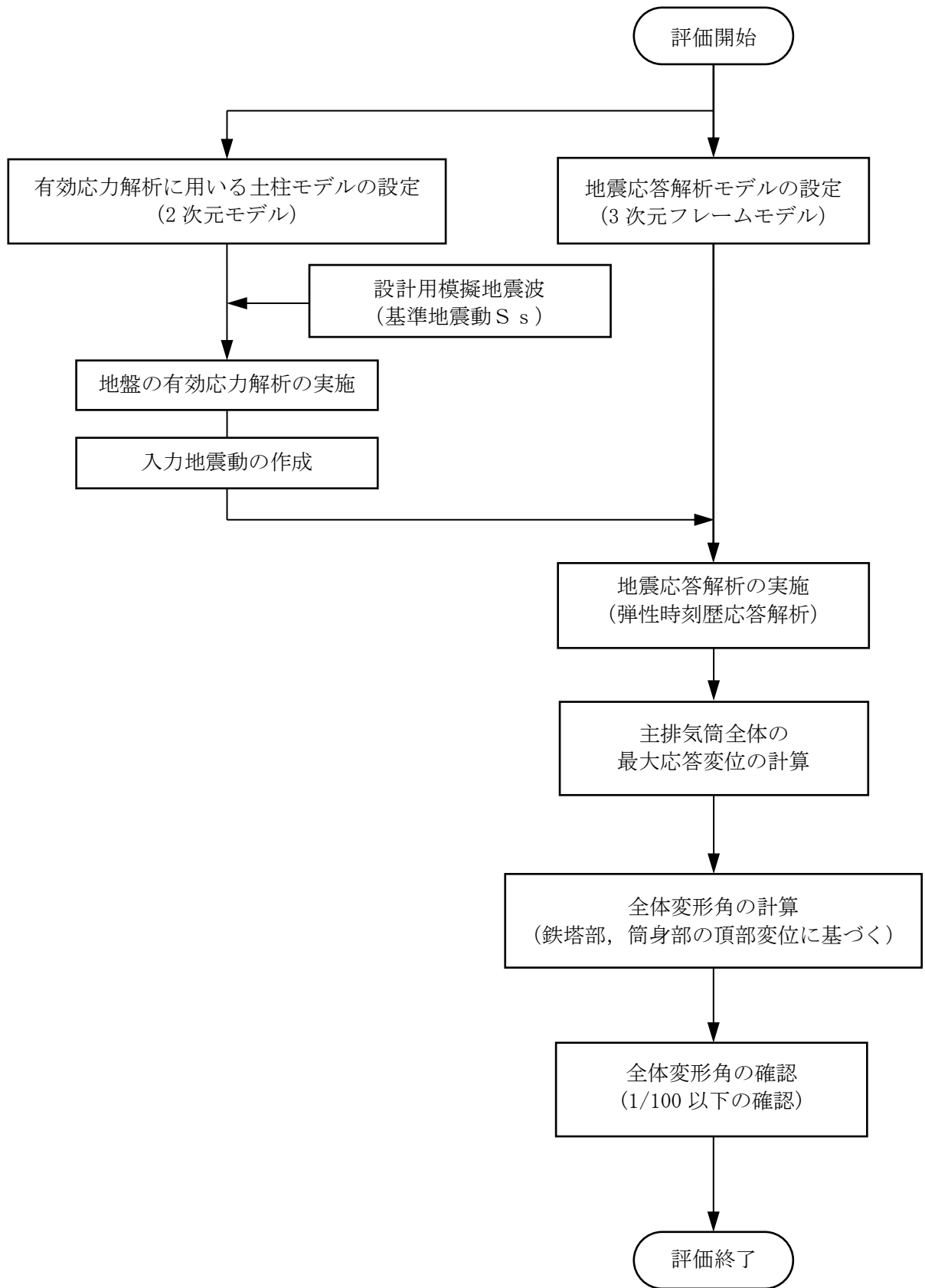


図 3-1 主排気筒の基準地震動  $S_s$  に対する波及的影響の評価フロー

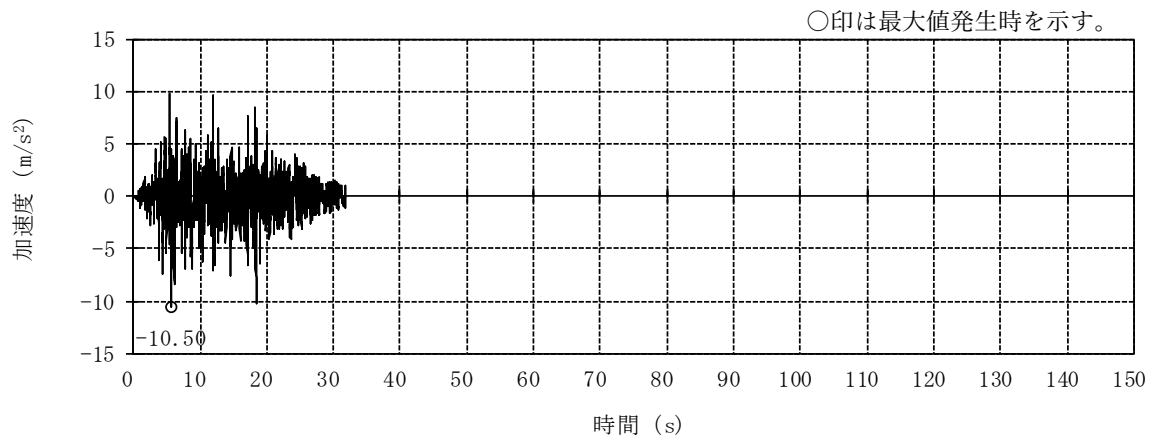
#### 4. 評価条件

##### 4.1 設計用模擬地震波

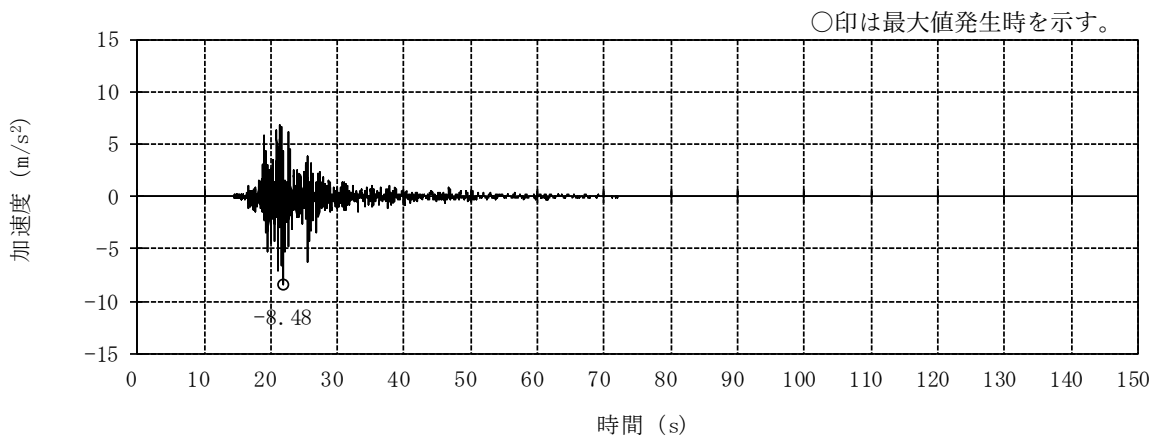
主排気筒の地震応答解析に用いる設計用模擬地震波はV-2-1-2「基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ の策定概要」に示す解放基盤表面レベルに想定する設計用模擬地震波のうち、基準地震動 $S_s$ として作成した設計用模擬地震波を用いる。

基準地震動 $S_s$ として作成した設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形と加速度応答スペクトルを図4-1～図4-4に示す。

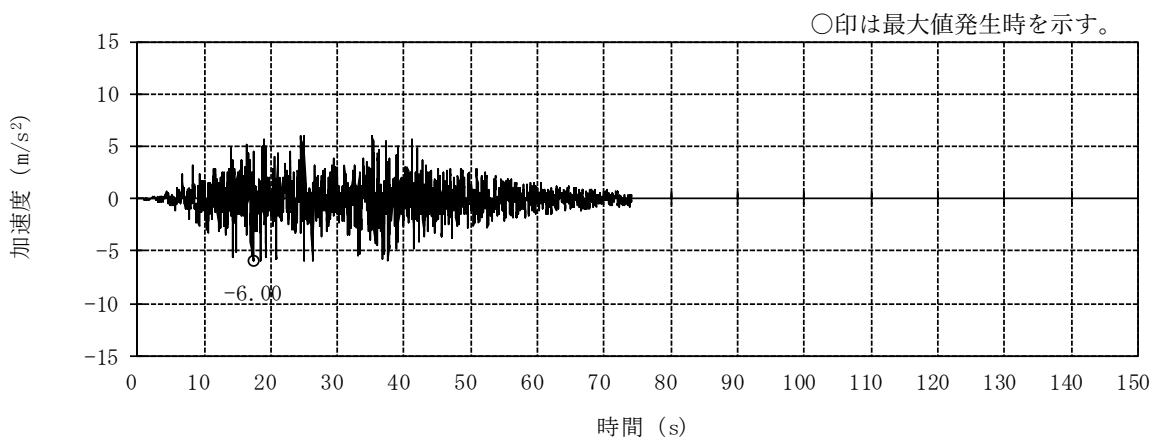




(a) Ss-1H

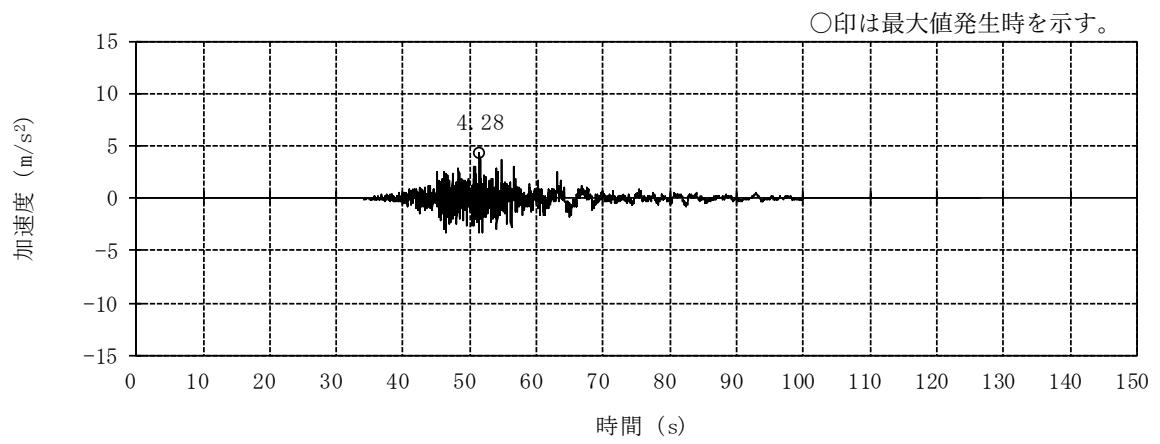


(b) Ss-2NS

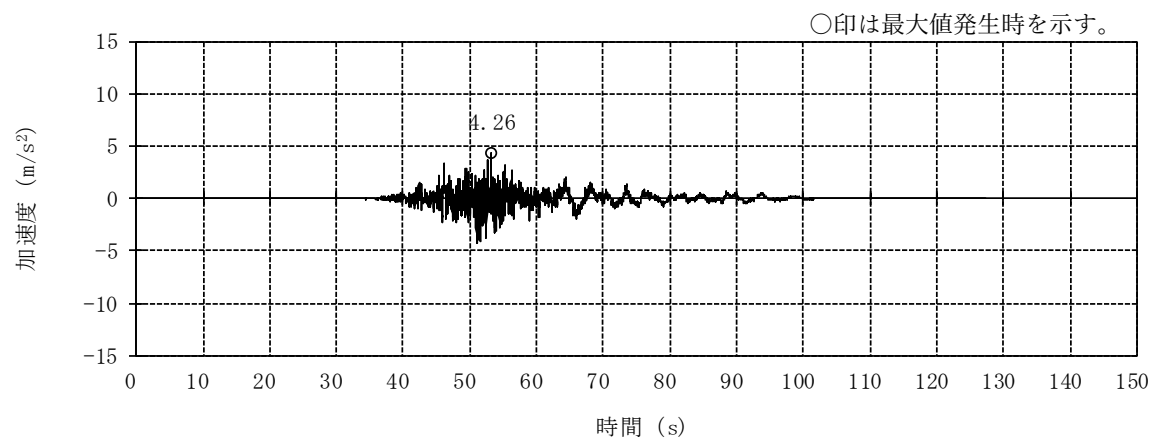


(c) Ss-3H

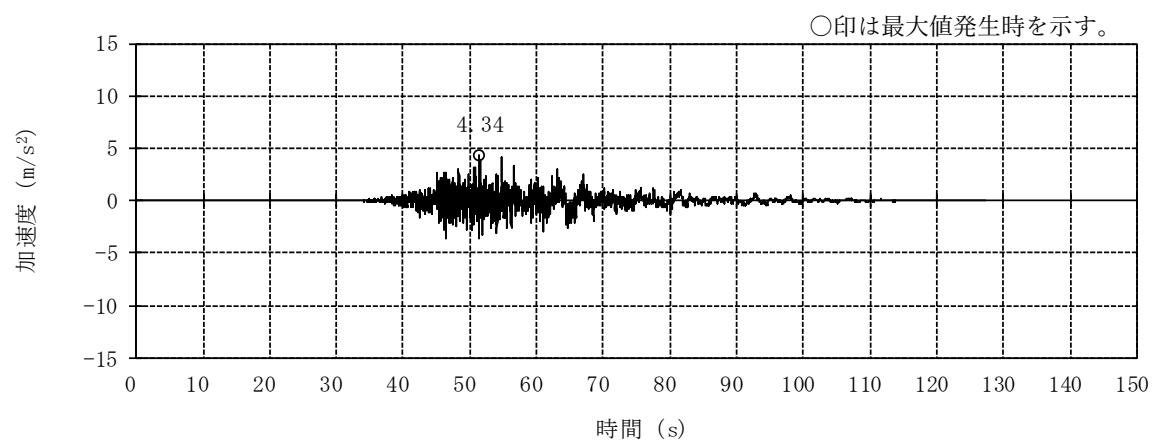
図 4-1 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (1/3)



(d) S<sub>s</sub>-4NS

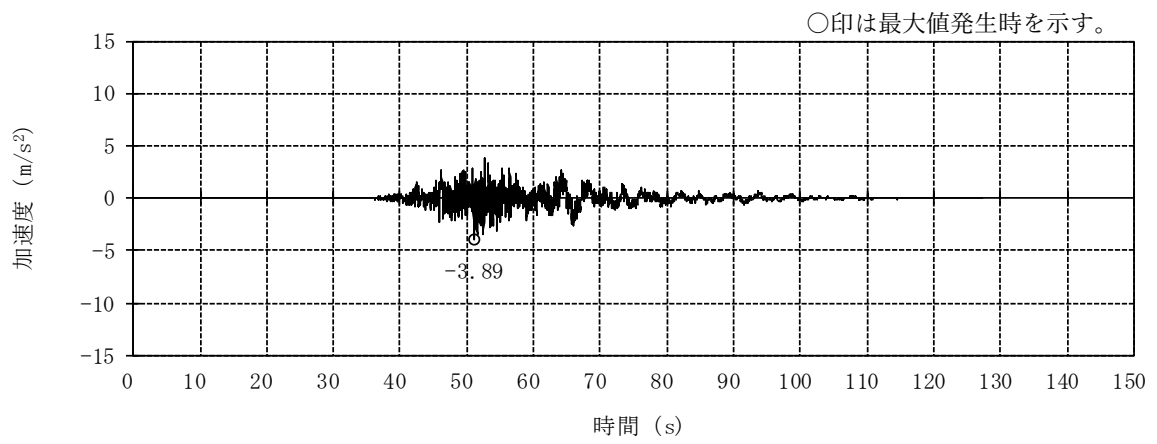


(e) S<sub>s</sub>-5NS

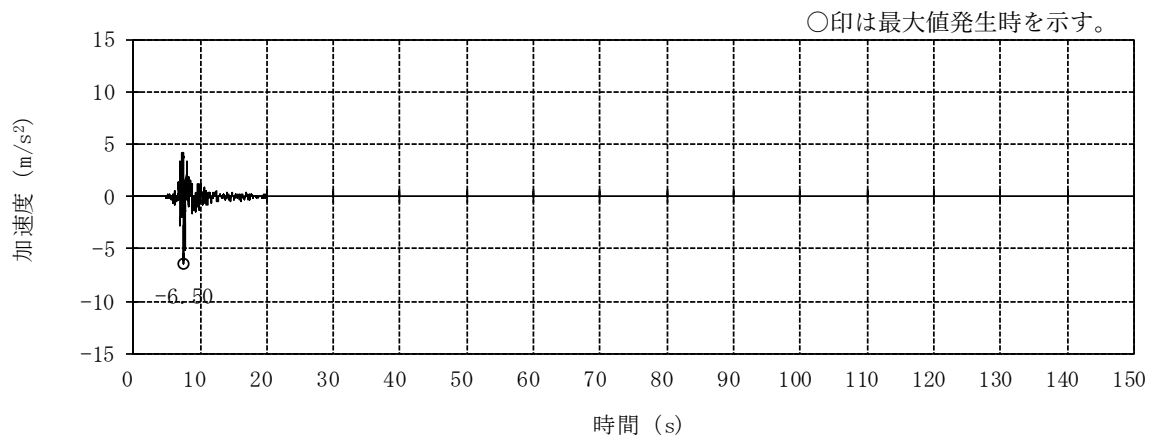


(f) S<sub>s</sub>-6NS

図 4-1 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (2/3)

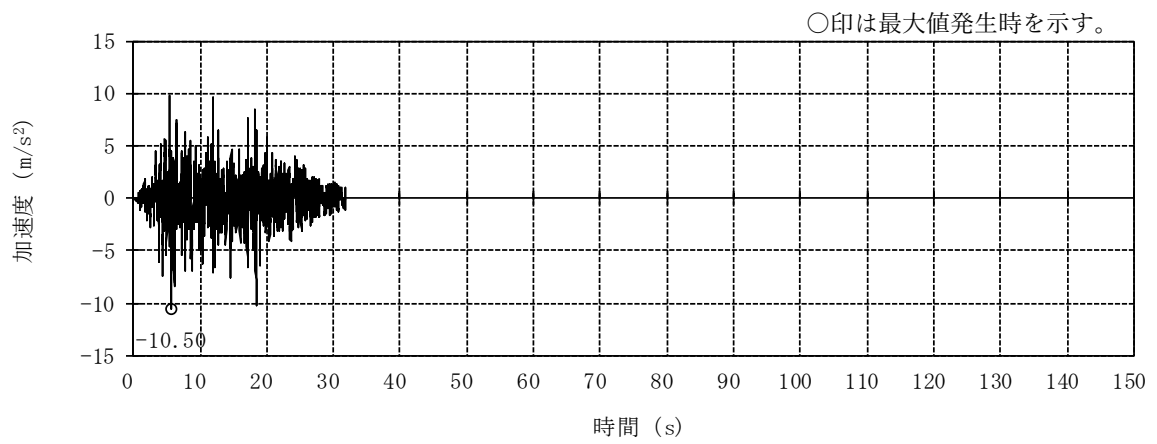


(g) S<sub>s</sub>-7NS

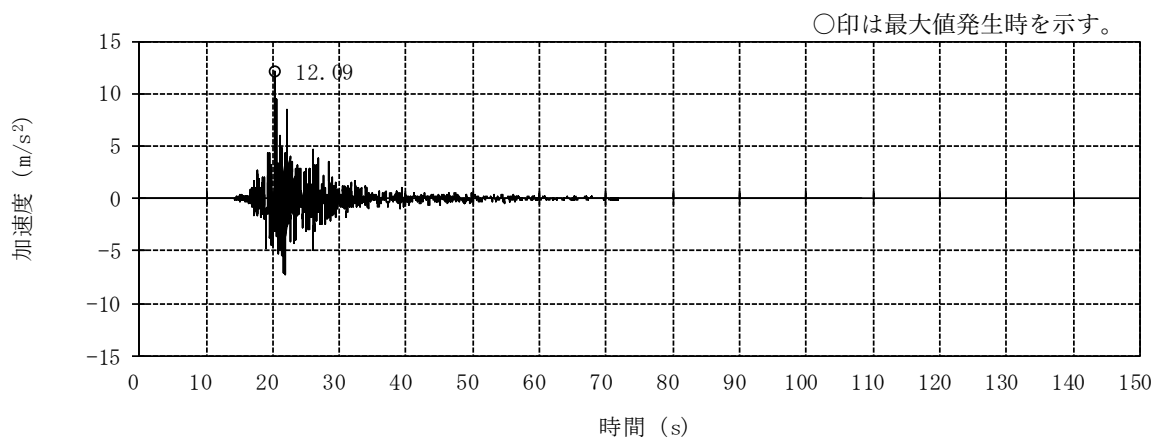


(h) S<sub>s</sub>-8H

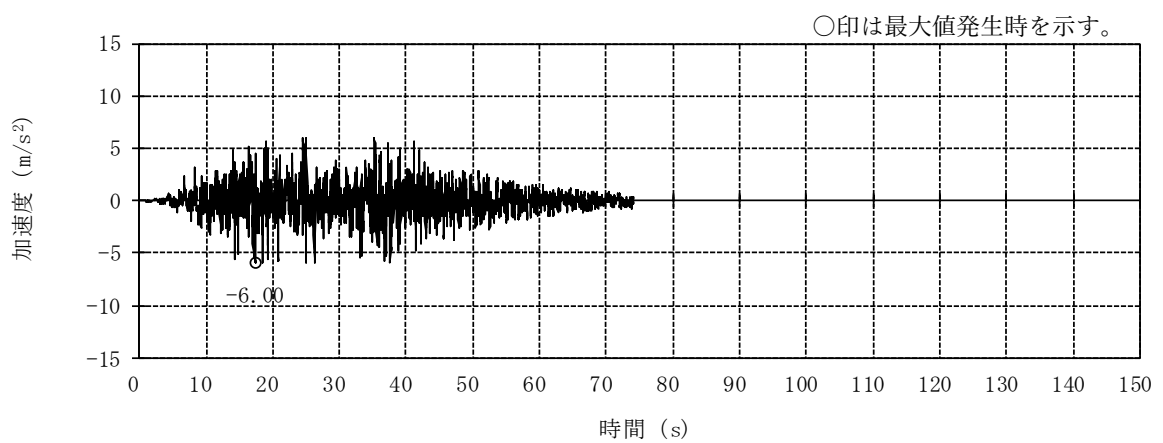
図 4-1 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S<sub>s</sub>, NS 方向) (3/3)



(a) Ss-1H

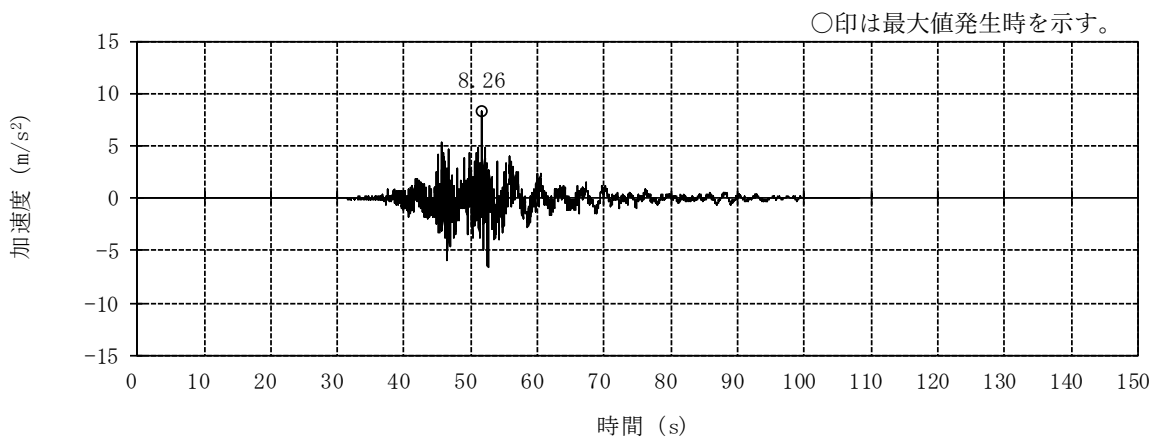


(b) Ss-2EW

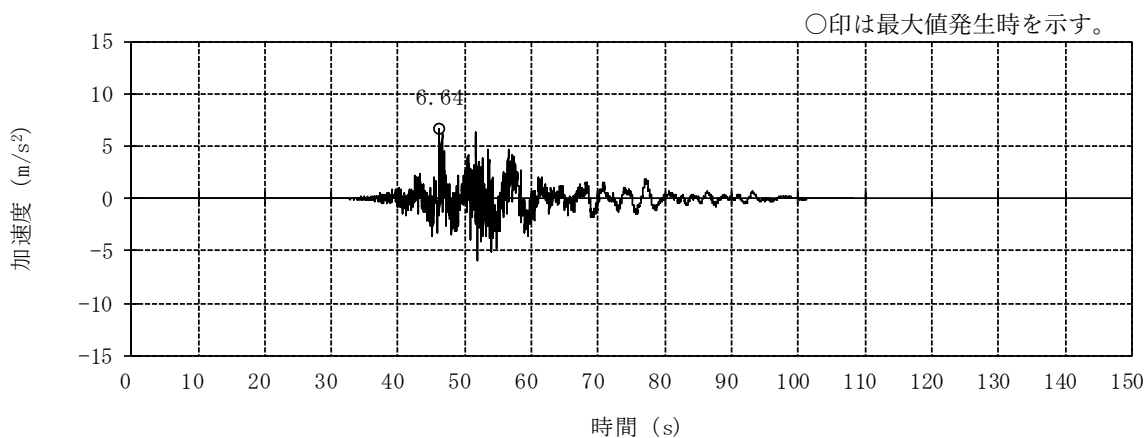


(c) Ss-3H

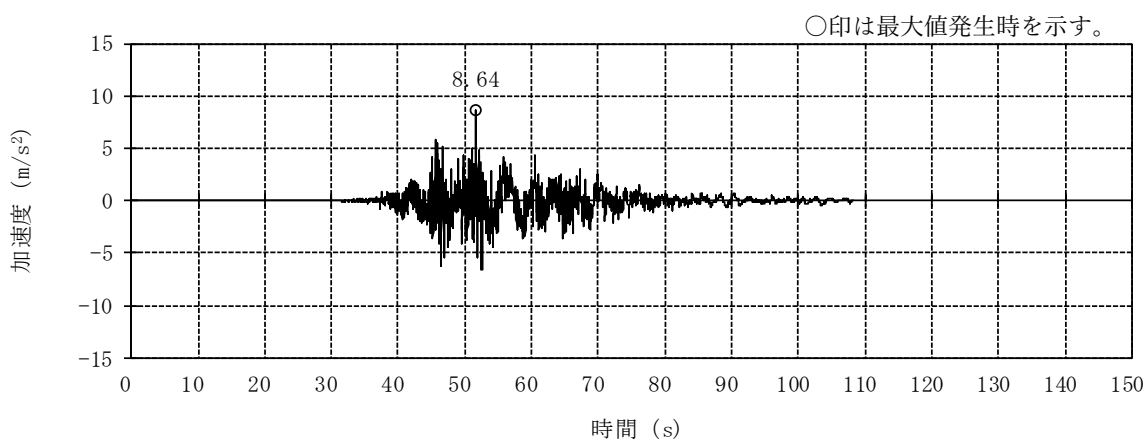
図 4-2 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (1/3)



(d) S<sub>s</sub>-4EW

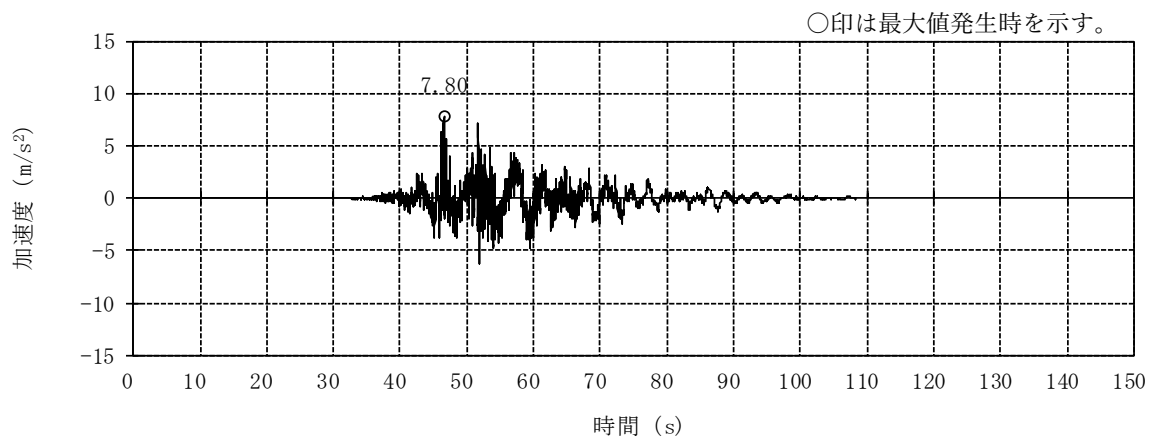


(e) S<sub>s</sub>-5EW

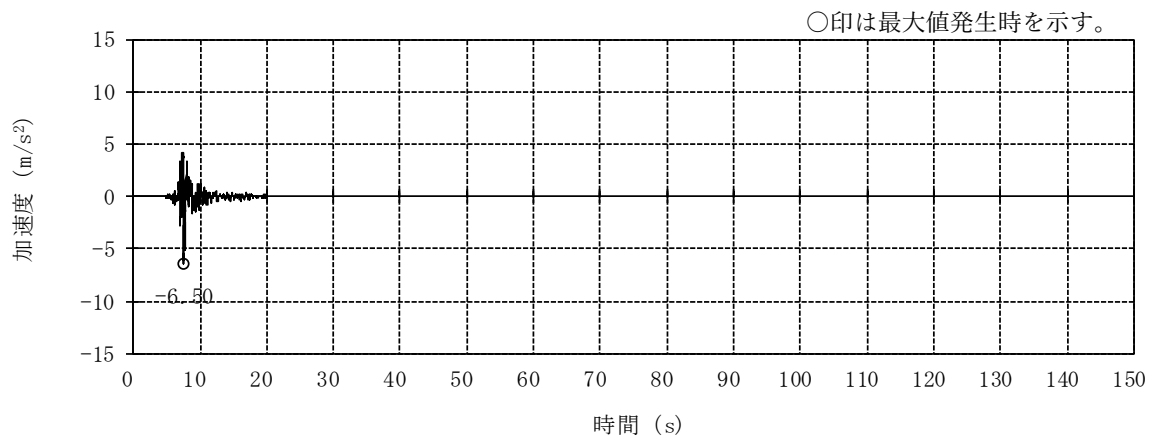


(f) S<sub>s</sub>-6EW

図 4-2 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (2/3)

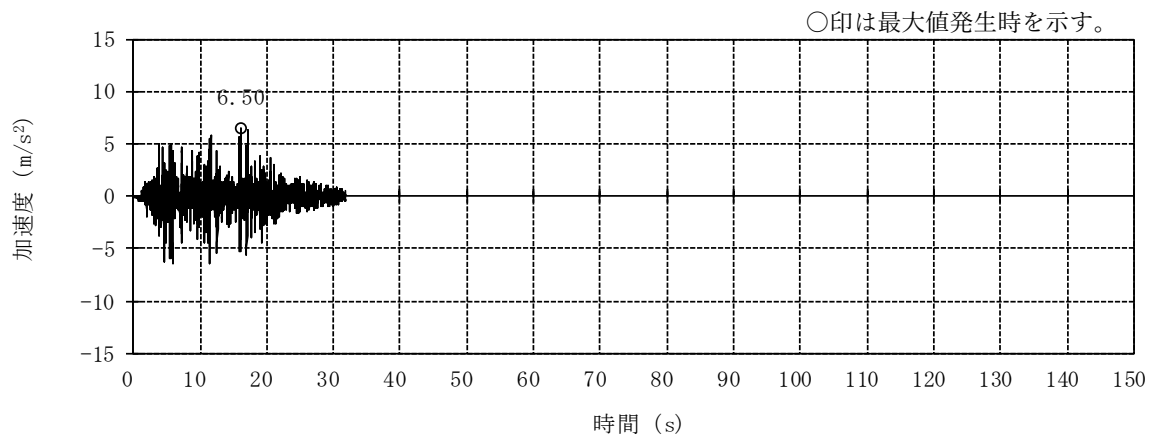


(g) S<sub>s</sub>-7EW

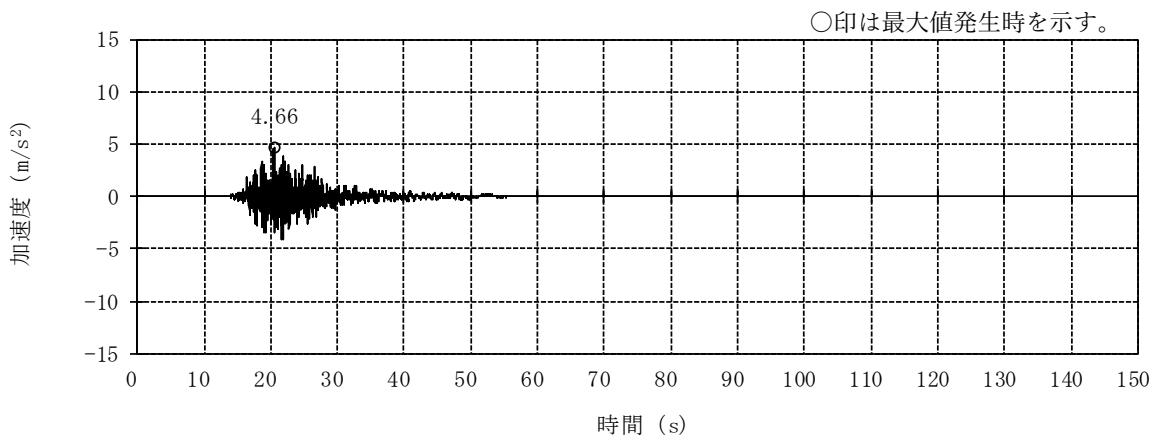


(h) S<sub>s</sub>-8H

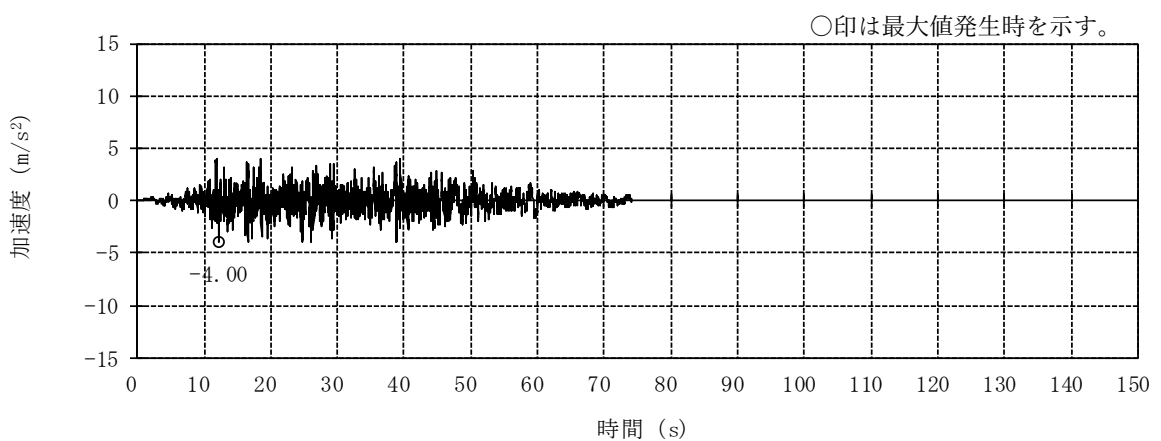
図 4-2 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S<sub>s</sub>, EW 方向) (3/3)



(a) Ss-1V

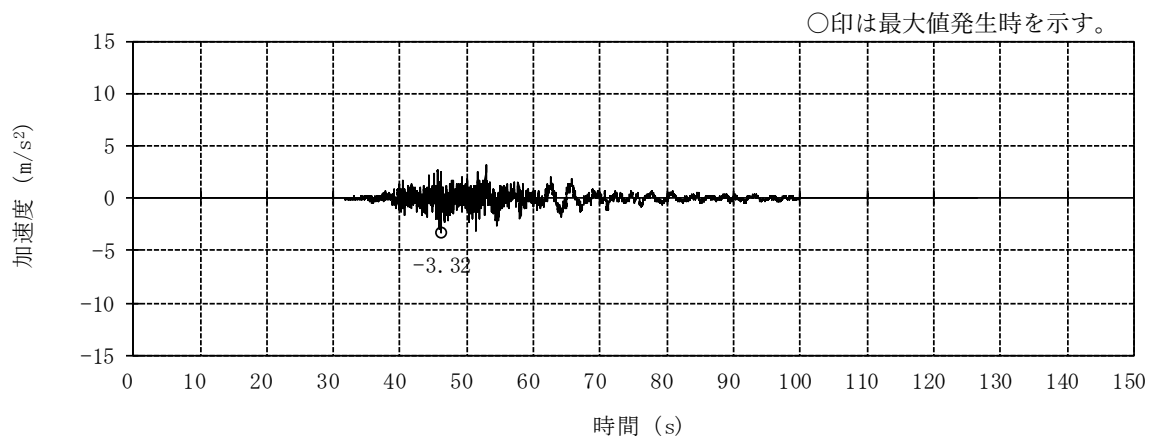


(b) Ss-2UD

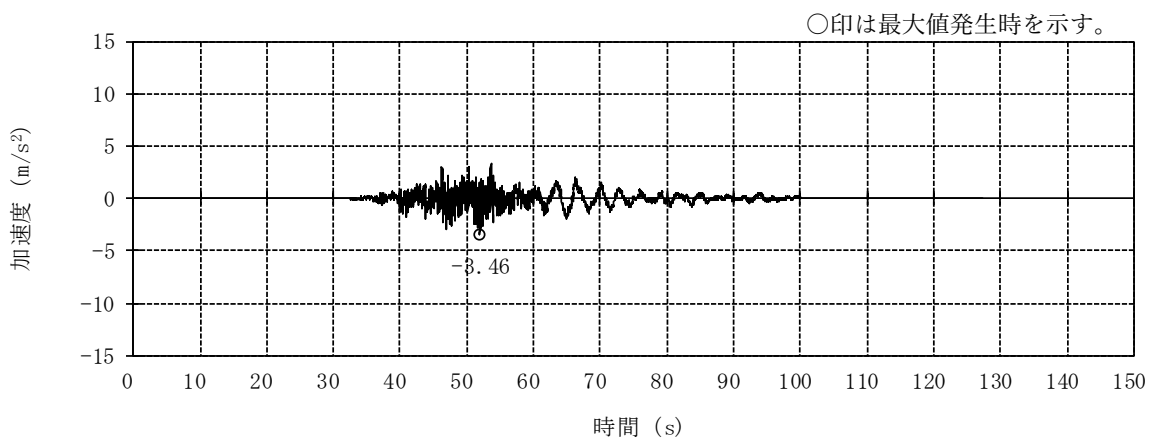


(c) Ss-3V

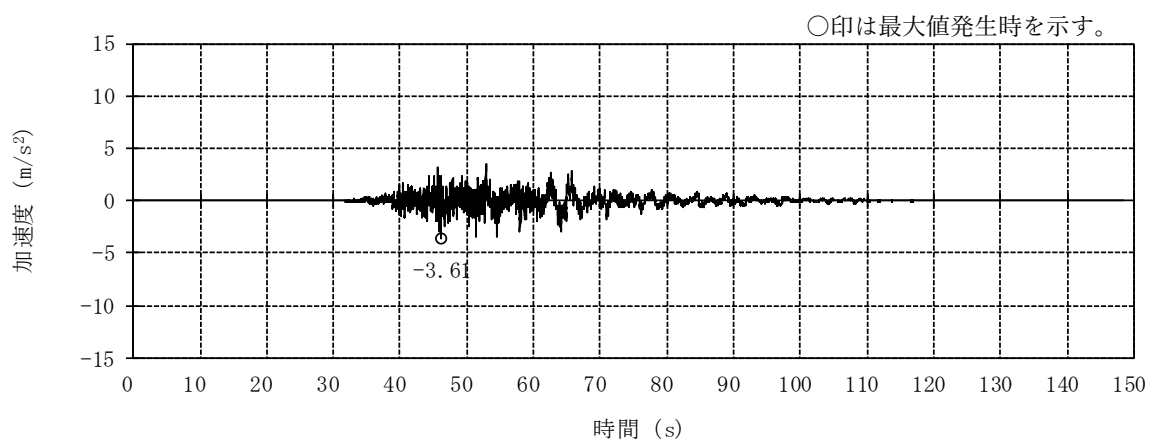
図 4-3 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S<sub>s</sub>, 鉛直方向) (1/3)



(d) S<sub>s</sub>-4UD



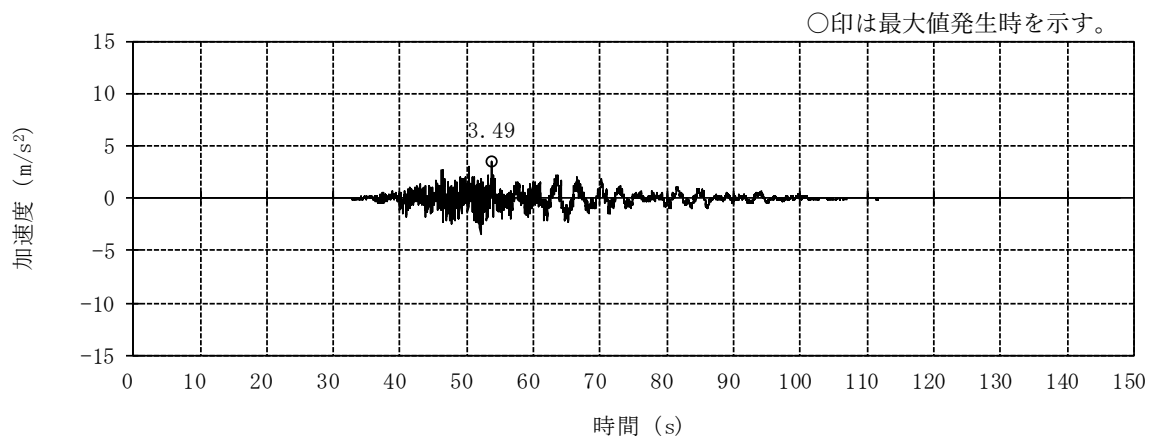
(e) S<sub>s</sub>-5UD



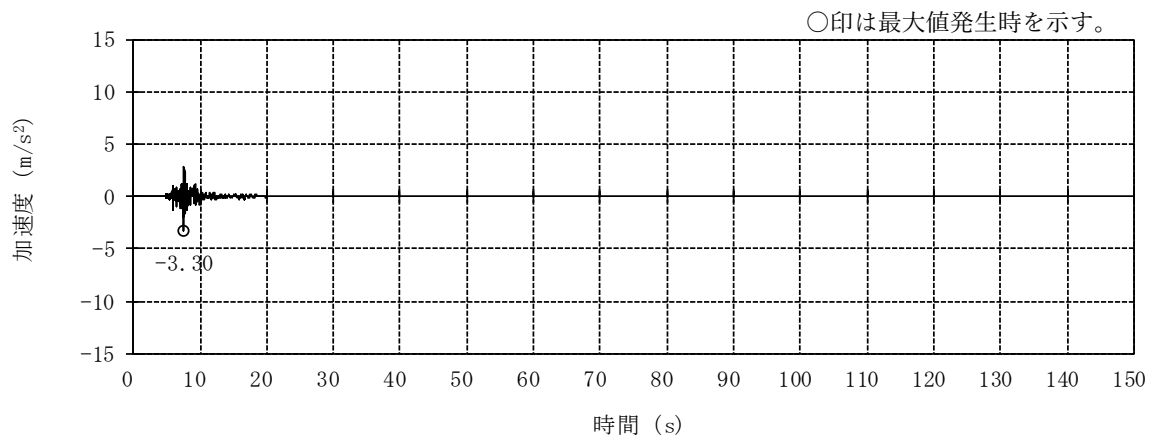
(f) S<sub>s</sub>-6UD

図 4-3 加速度時刻歴波形 (基準地震動 S<sub>s</sub>, 鉛直方向) (2/3)



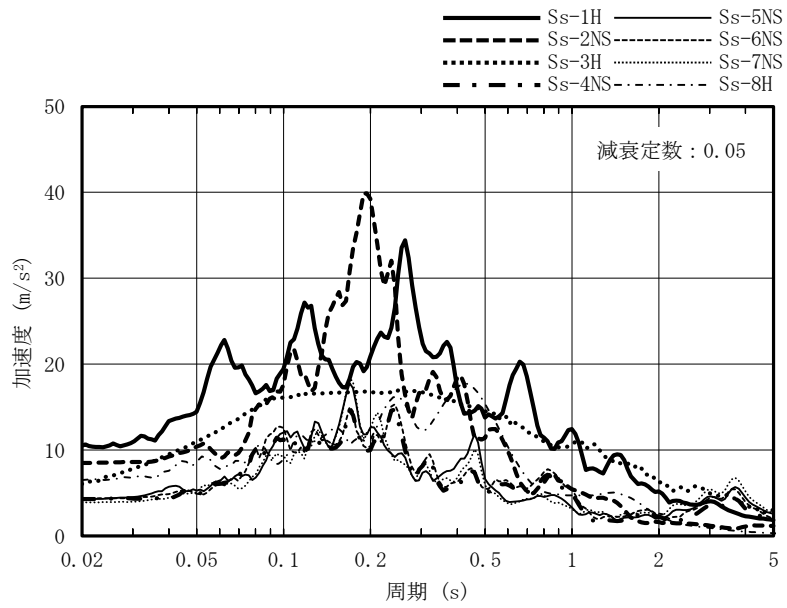


(g) Ss-7UD

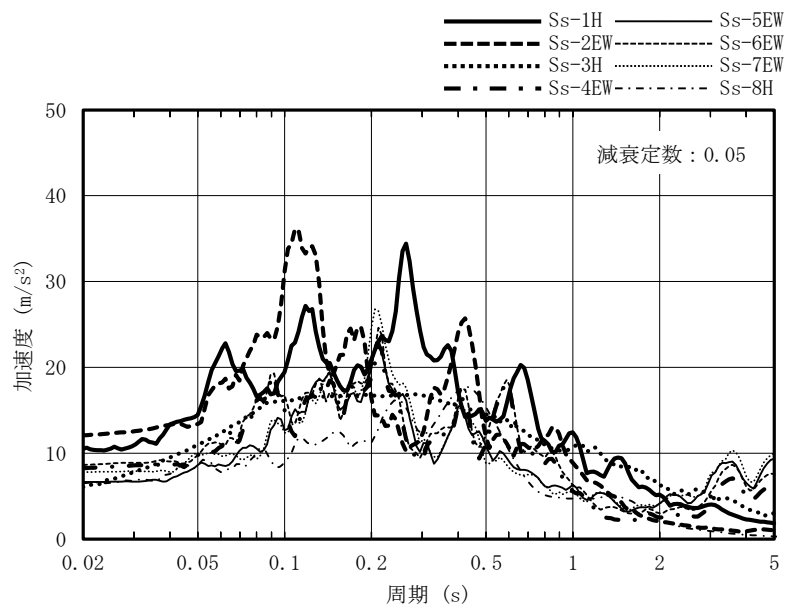


(h) Ss-8V

図 4-3 加速度時刻歴波形（基準地震動 S s，鉛直方向）(3/3)

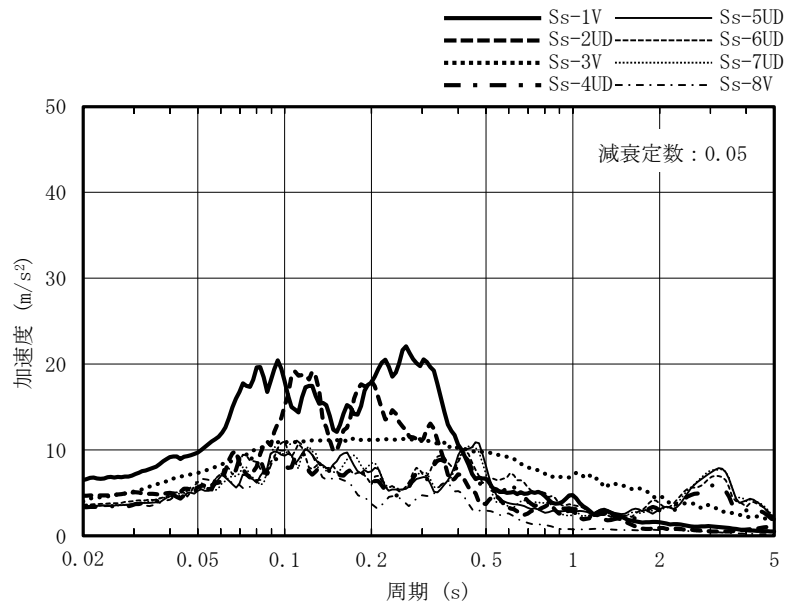


(a) NS 方向



(b) EW 方向

図 4-4 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s) (1/2)



(c) 鉛直方向

図 4-4 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s) (2/2)

#### 4.2 入力地震動

設計用模擬地震波（基準地震動  $S_s$ ）を本敷地の T.M.S.L. -134.0m に想定した解放基盤表面の波として定義し、主排気筒基礎直下の古安田層の液状化による影響を考慮した表 4-1 に示す地盤モデル（土柱モデル）を用いた有効応力解析（逐次非線形解析）を実施し、主排気筒基礎下端（T.M.S.L. 7.0m）での地盤応答波を求め、これを入力地震動とする。入力地震動の作成方法を図 4-5 に示す。

この地盤の有効応力解析に用いる条件は V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」による。また、古安田層には、液状化が否定できない A2s 層又は A3s 層が介在することから、全層を液状化対象層と仮定し、表 4-2 に示す液状化パラメータを用いて設定した液状化抵抗曲線（図 4-6）を適用する。なお、地盤の有効応力解析には、解析コード「FLIP」を用いる。

以上の有効応力解析から求めた入力地震動の加速度応答スペクトルを比較し図 4-7 に示す。これによると、主排気筒の応答に支配的な 1 次固有周期帯（表 5-1 参照）で卓越している地震波は  $S_s$ -2 であり、以降の評価では、 $S_s$ -2 で代表させることとする。その加速度波形を図 4-8 に、加速度応答スペクトルを図 4-9 に示す。

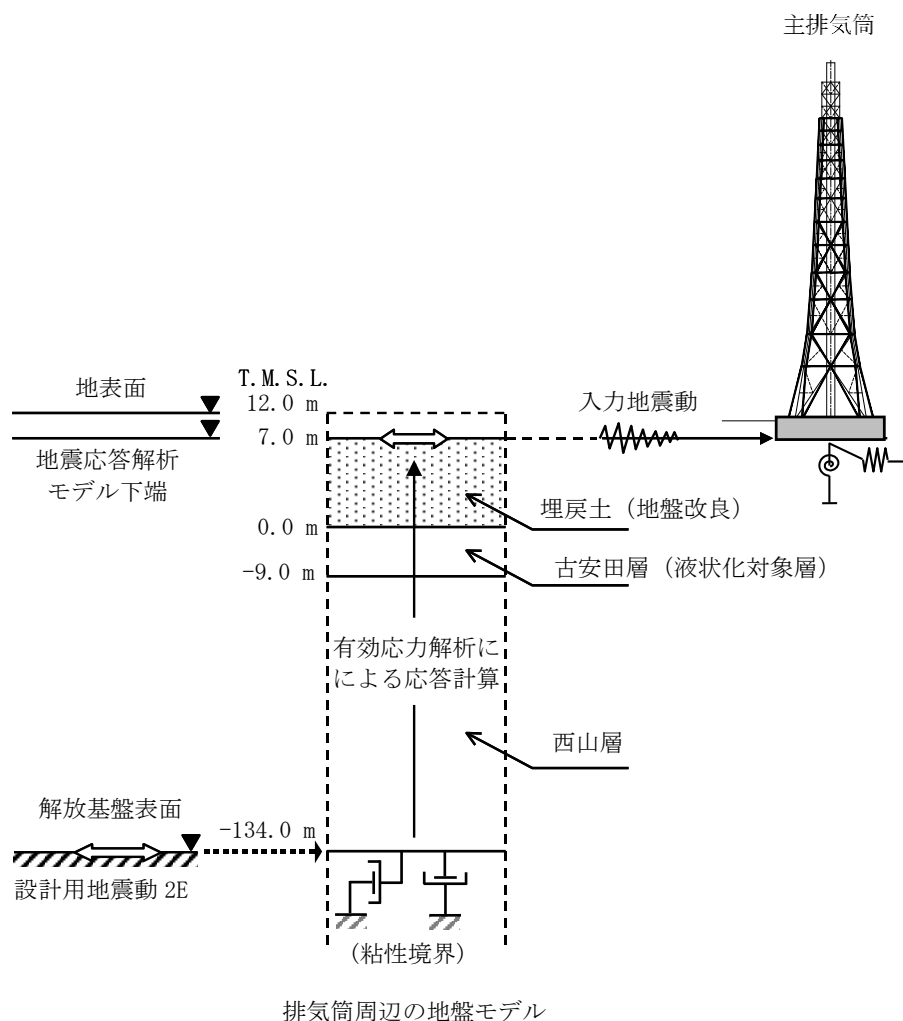


図 4-5 入力地震動の作成方法

表 4-1 地盤モデル (初期条件)

標高 T. M. S. L. (m)	地質	せん断波 速度 V <sub>s</sub> (m/s)	単体体積 重量 γ <sub>t</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 ν	初期せん断 弾性係数 G <sub>o</sub> (×10 <sup>5</sup> kN/m <sup>2</sup> )	粘着力 <sup>*3</sup> C (×10 <sup>3</sup> kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 <sup>*3</sup> φ (度)	減衰定数 <sup>*3</sup> (上限値) h <sub>max</sub> (%)
+12.0	—	—	—	—	—	—	—	—
±0.0	埋戻土 (地盤改良)	800	17.9	0.31	11.68	4.30	0.01	20.0
-9.0	古安田層	310	17.5	0.33 <sup>*1</sup>	2.39 <sup>*2</sup>	0.00	36.6	15.7
-60.0	西山層	490	16.7	0.45	4.09	1.39	0.0	20.0
-100.0		560	17.2	0.44	5.50	1.87	0.0	20.0
-134.0		610	18.0	0.43	6.83	2.33	0.0	20.0
∞	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	—	—	—

注記 \*1: 液状化対象層に適用される慣用値。

\*2: 液状化対象層に適用される拘束圧依存性を考慮した値。

\*3: 強度特性 (C, φ) 及び減衰定数 (上限値) は, 動的変形特性に基づき設定した値。

表 4-2 液状化パラメータ\*

(図 4-6 に示す液状化抵抗曲線を求めるための要素シミュレーションに用いた値)

$\sigma'_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> )	φ <sub>p</sub>	S <sub>1</sub>	w <sub>1</sub>	p <sub>1</sub>	p <sub>2</sub>	c <sub>1</sub>
200	32.0	0.005	22.00	0.50	0.80	8.90

注記 \*: V-2-1-3 「地盤の支持性能に係る基本方針」による。

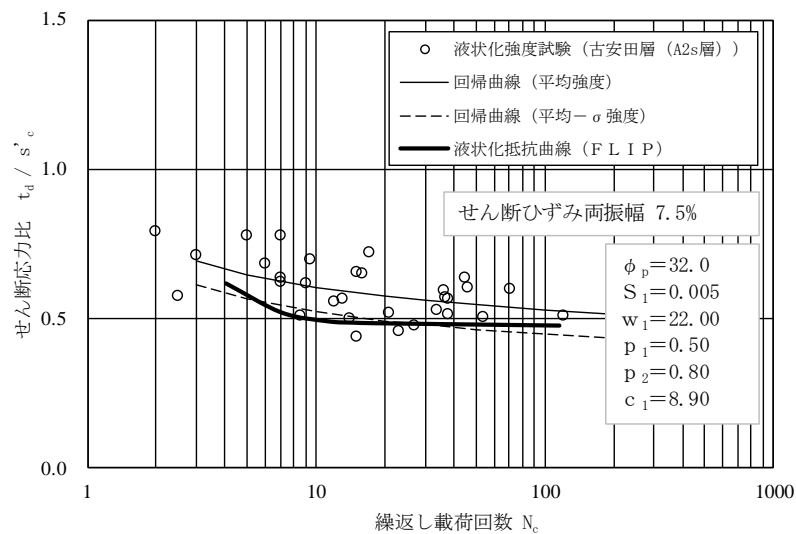
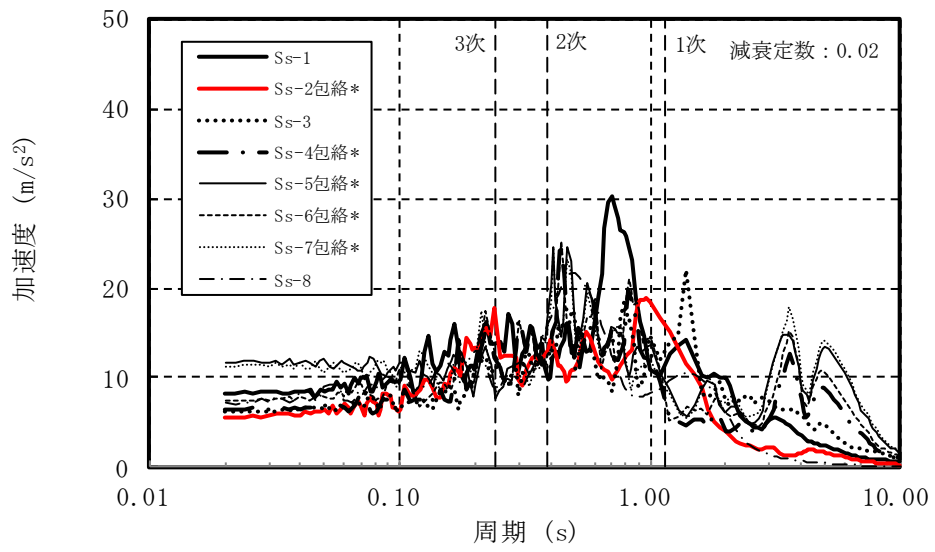
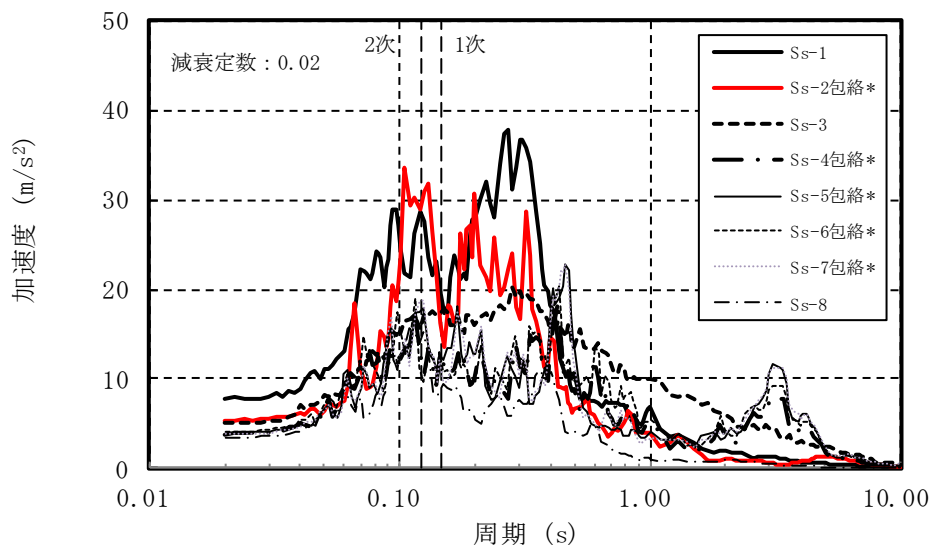


図 4-6 液状化抵抗曲線 (古安田層 A2s 層又は A3s 層: 平均値 - σ)  
(V-2-1-3 「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づき回帰した結果)



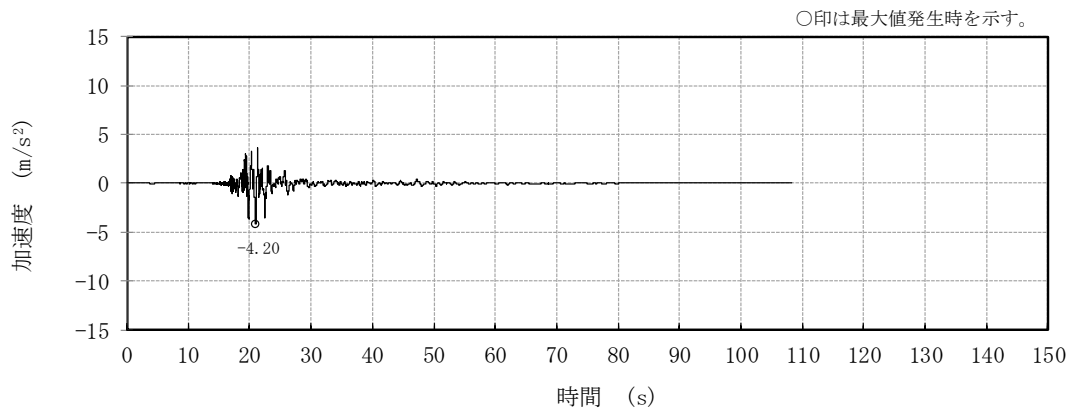
(a) 水平方向



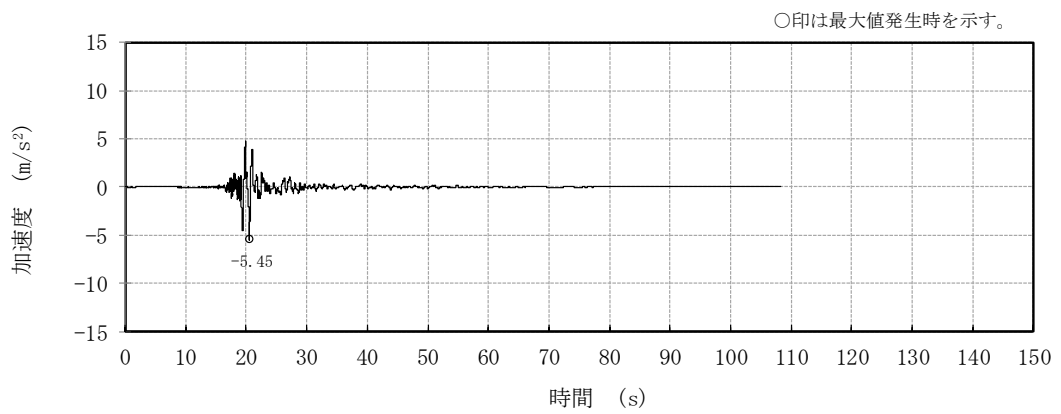
(b) 鉛直方向

注記 \* : 水平 2 成分を有する基準地震動  $S_s$  の水平鉛直同時入力により求めた入力地震動の包絡値を示す。

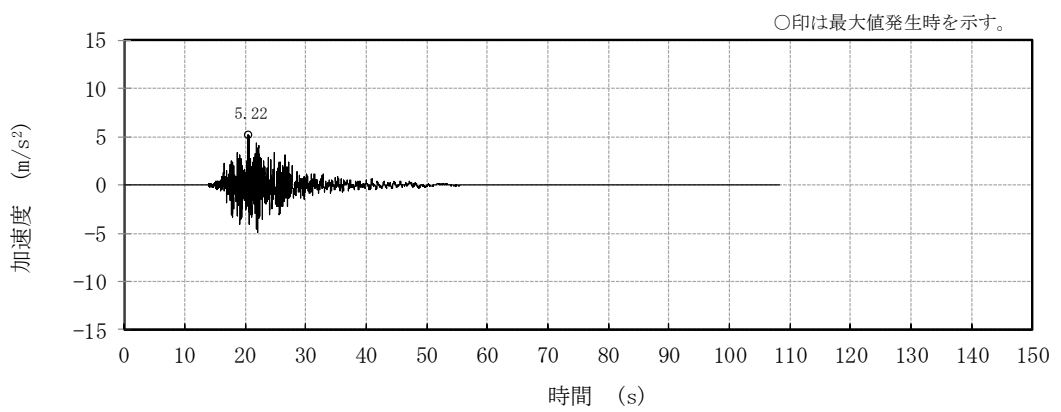
図 4-7 入力地震動の加速度応答スペクトルの比較  
(1 次, 2 次及び 3 次は表 5-1 の固有周期に対応する。)



(a) NS 方向

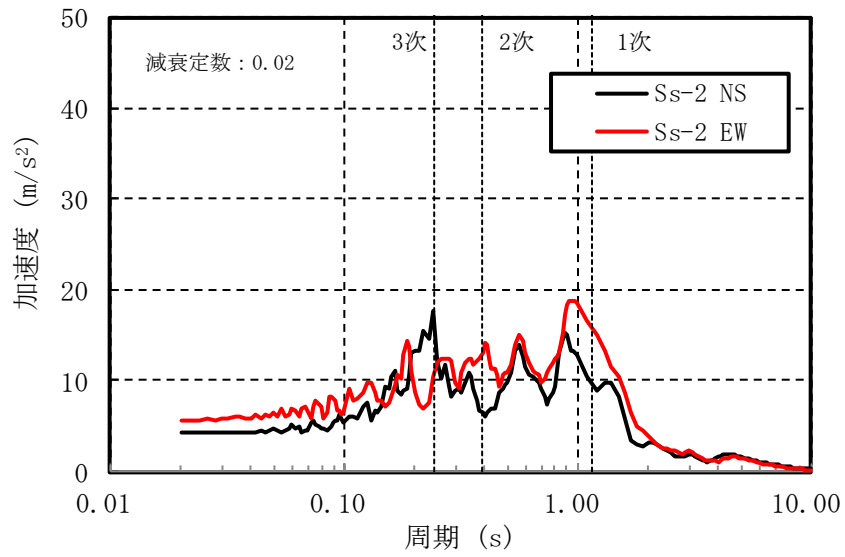


(b) EW 方向

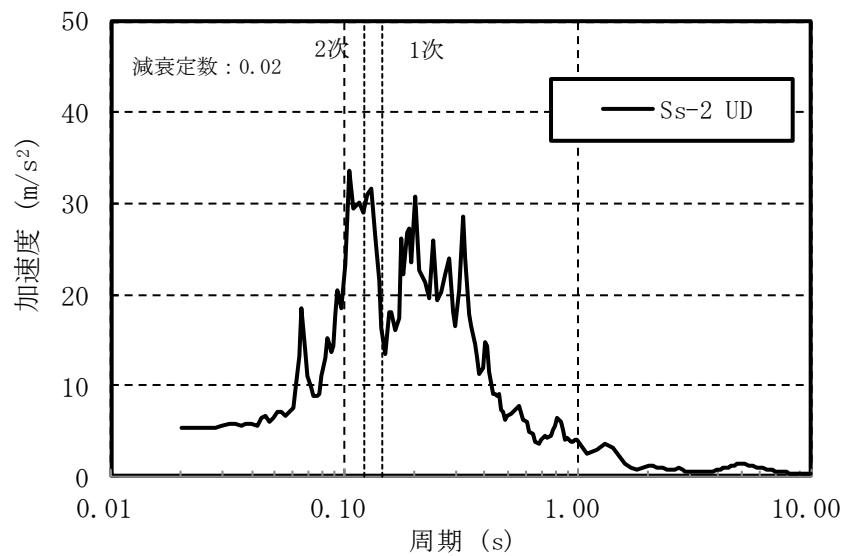


(c) 鉛直方向

図 4-8 入力地震動 (T. M. S. L. 7.0m) の加速度波形 (Ss-2)



(a) 水平方向



(b) 鉛直方向

図 4-9 入力地震動 (T. M. S. L. 7.0m) の加速度応答スペクトル (Ss-2)  
(1次, 2次及び3次は表 5-1 の固有周期に対応する。)



#### 4.3 地震応答解析モデル

主排気筒の地震応答解析モデルは、基礎上端（T.M.S.L. 12.5 m）より上部のうち、鉄塔部は部材節点間を 1 要素とする柱材（はり要素）・斜材（トラス要素）・水平材（トラス要素）とし、その中心にある筒身部は鉄塔部による水平支持フレーム（トラス要素）位置間を 1 要素とするはり要素で構成され、剛体と仮定し基礎部には水平・回転・鉛直の 5 成分を持つ地盤－杭の動的相互作用を考慮して薄層要素法により求めた地盤ばねを付けた 3 次元フレームモデルとする。重量は、基礎部並びに地上部の頂部・脚部と筒身支持位置に相当するレベルの鉄塔部及び筒身部にそれぞれの支配高さに応じた集中質点として分布させる。そのモデルを用いた地震応答解析は、「4.2 入力地震動」に示す地盤応答波を用いた弾性時刻歴応答解析により行う。減衰は、剛性比例型減衰（1 次固有振動数に対し、鉄骨造は 2%，鉄筋コンクリート造（基礎）は 5% を設定）として評価している。

主排気筒の材料諸元を表 4-3 に、その解析モデルの質点重量分布を表 4-4 に、地震応答解析モデルの概要を図 4-10 に、地盤ばねを表 4-5 に、それぞれ示す。

なお、主排気筒の地震応答解析には、解析コード「Hyper Statics and Dynamics」を用いる。また、地盤ばねの算定には、解析コード「Power-Pile」を用いる。

表 4-3 主排気筒の材料諸元

部 位	材 料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比 ν	単位体積重量 γ (kN/m <sup>3</sup> )	減衰定数 h (%)
鉄塔部 筒身部	鉄 骨	2.05×10 <sup>5</sup>	0.3	77.0	2
基 礎* 杭 体	コンクリート	2.90×10 <sup>4</sup> 2.25×10 <sup>4</sup>	0.2	24.5 24.0	5

注記 \*：解析モデルは剛体として扱う。

表 4-4 地震応答解析モデルの質点重量分布

標高 T.M.S.L. (m)	位置	質点重量(kN)			
		内側鉄塔部	外側鉄塔部	鉄塔部(内側+外側)	筒身部
160.0	TOP	—	—	—	75
152.0	A	247	—	247	121
137.0	B	401	158	559	149
126.0	C	522	328	850	144
112.0	D	476	365	841	195
94.0	E	629	452	1081	259
73.0	F	916	664	1580	293
47.5	G	1538	992	2530	398
12.5	H	653	540	1193	328
8.75*	基礎(0)	—	—	56593	7776
—	合計	—	—	65474	9738

注記 \*：基礎中央の位置に基礎質点を集約した。

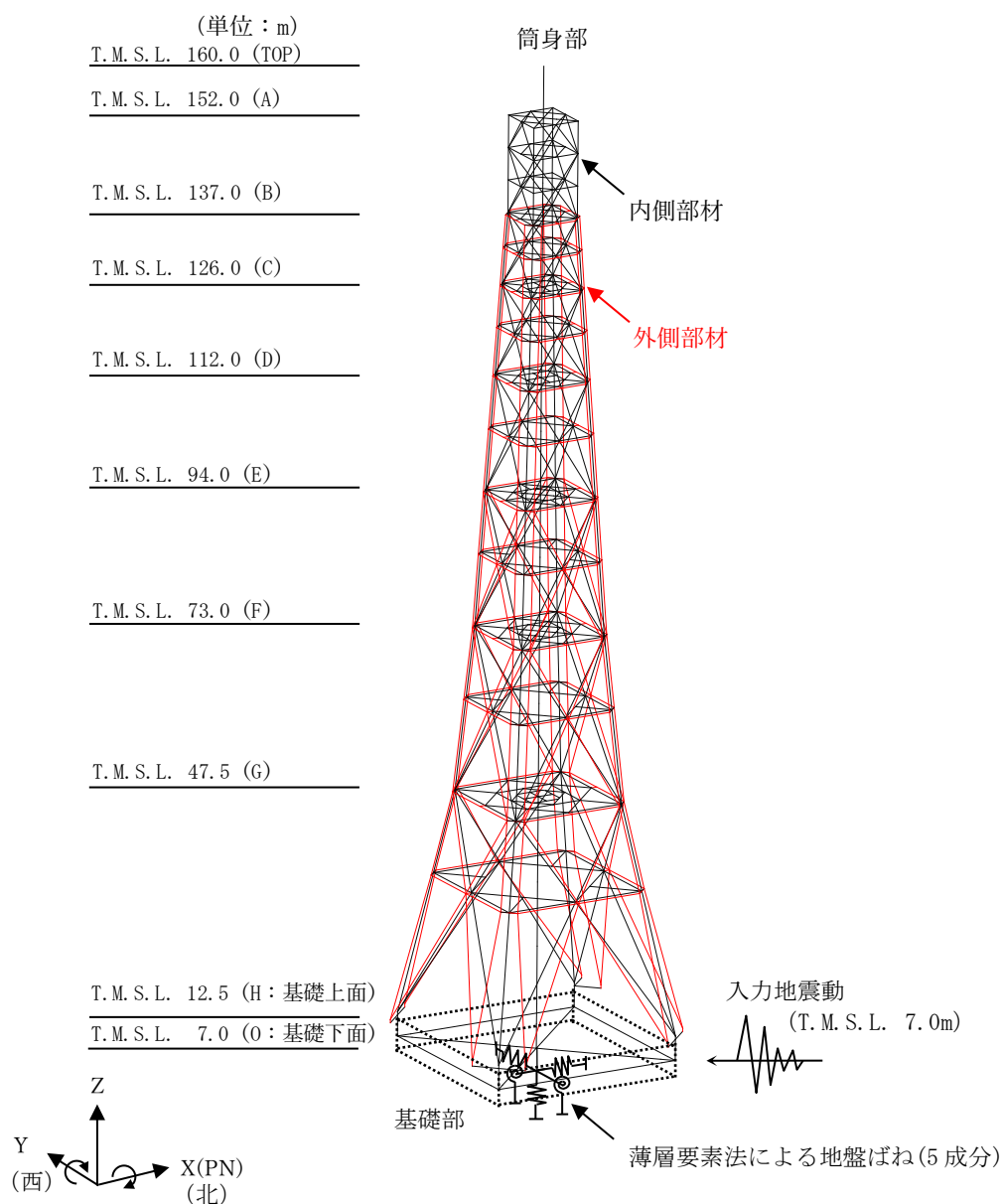


図 4-10 地震応答解析モデルの概要

表 4-5 地盤のばね定数と減衰係数

成分	ばね定数	減衰係数
水平	$4.93 \times 10^7$ (kN/m)	$1.54 \times 10^6$ (kN·s/m)
回転	$1.84 \times 10^{10}$ (kN·m/rad)	$2.18 \times 10^8$ (kN·m·s/rad)
鉛直	$5.50 \times 10^7$ (kN/m)	$3.41 \times 10^6$ (kN·s/m)

5. 固有値及び地震応答解析結果

5.1 固有値解析結果

地震応答解析モデルの固有値解析を行い、その結果として固有値（固有周期、固有振動数及び刺激係数）を表 5-1 に示す。

表 5-1 固有値（固有周期、固有振動数及び刺激係数）(Ss-2)

次数	振動数 (Hz)	周 期 (s)	刺激係数 *			備 考
			X	Y	Z	
1	0.87	1.143	1.006	0.869	-0.002	NS 方向 1 次
2	0.88	1.137	-0.868	1.014	0.000	EW 方向 1 次
4	2.51	0.398	0.455	-1.447	0.007	EW 方向 2 次
5	2.55	0.392	-1.463	-0.456	-0.010	NS 方向 2 次
7	4.09	0.245	-0.454	1.323	-0.023	EW 方向 3 次
8	4.12	0.242	1.384	0.479	0.059	NS 方向 3 次
13	6.84	0.146	-0.012	0.005	1.854	鉛直方向 1 次
19	8.19	0.122	0.021	0.005	1.232	鉛直方向 2 次

注記 \* : モードごとに固有ベクトルの最大値を 1 に基準化して得られる刺激係数を示す。

## 5.2 地震応答解析結果

基準地震動 Ss-2 による鉄塔部及び筒身部の最大応答加速度と最大応答変位を図 5-1 及び図 5-2 に示す。

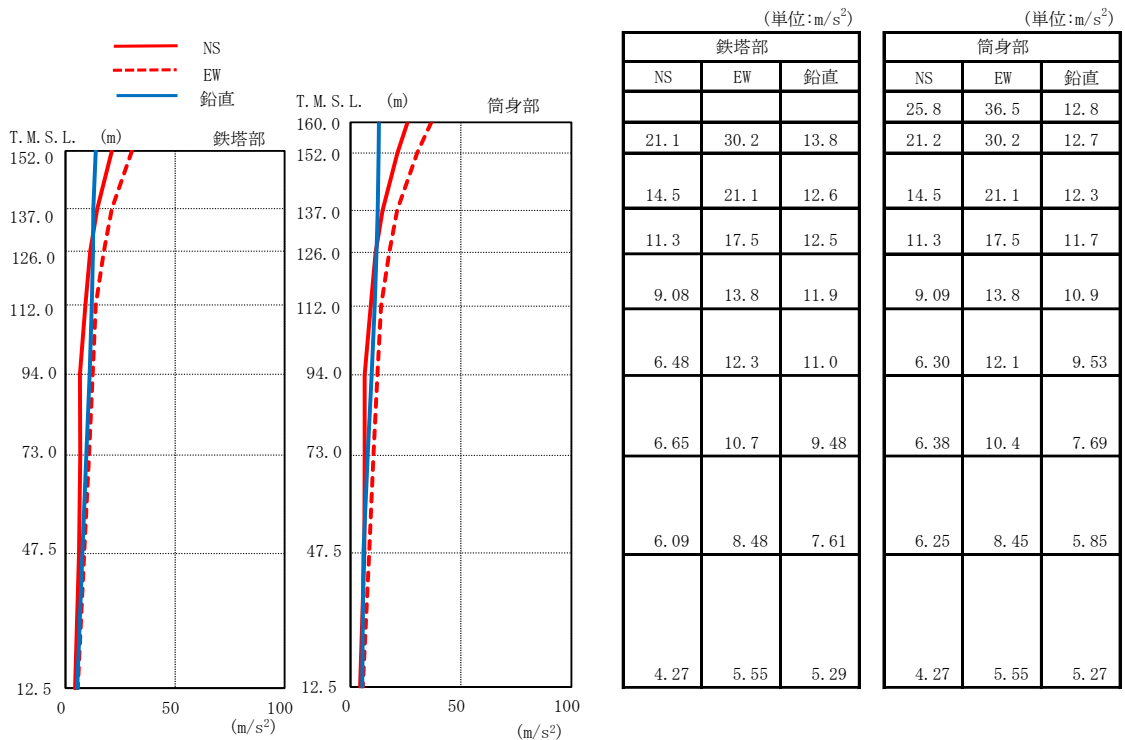


図 5-1 鉄塔部及び筒身部の最大応答加速度 (Ss-2) (1/2)

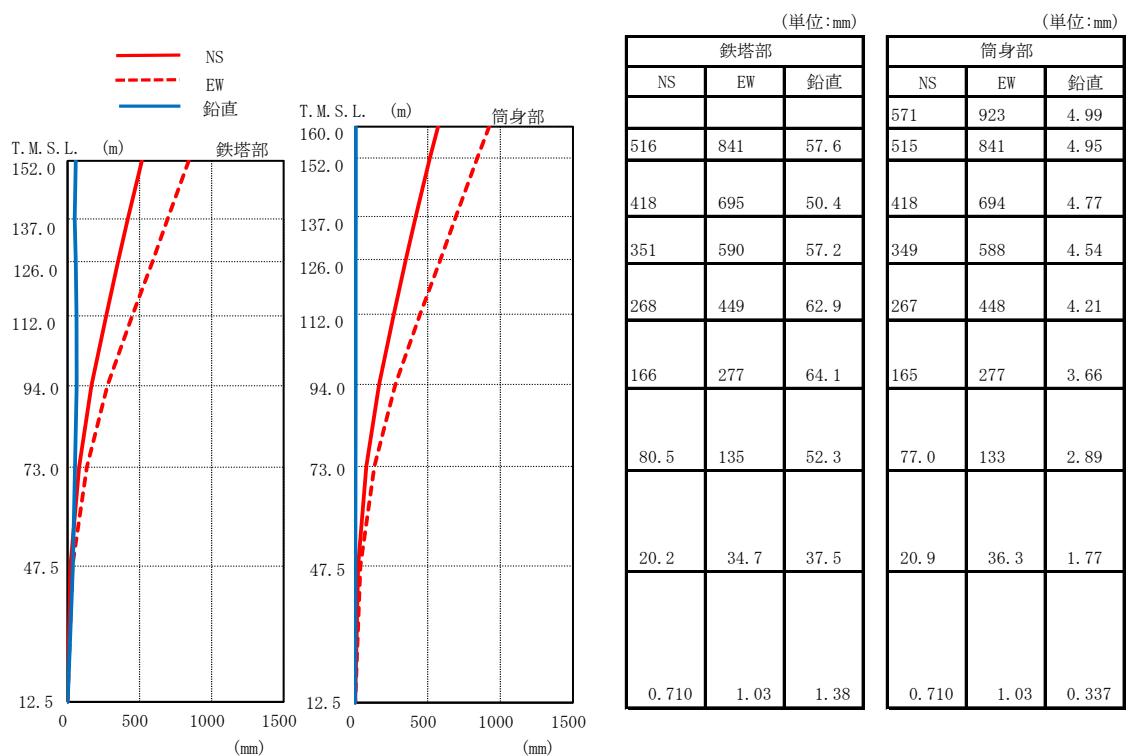


図 5-2 鉄塔部及び筒身部の最大応答変位 (Ss-2) (2/2)

6. 評価結果

主排気筒のS s地震時の変形性能の評価では、3次元フレームモデルによる地震応答解析結果のうち、鉄塔部と筒身部の頂部の水平応答変位を用いて、最大変形角の確認を行った。

その結果、最大応答変形角は、鉄塔部で1/165 (EW方向)、筒身部で1/159 (EW方向)であった。

表 6-1 全体変形角の確認結果  
(S s地震時)

項目	部位	鉄塔部		筒身部	
		NS方向	EW方向	NS方向	EW方向
高さ(m)*		139.5	139.5	147.5	147.5
水平応答変位 (mm)		516	841	571	923
全体変形角		1/270	1/165	1/258	1/159

注記 \* : 解析モデルの基点レベルの T. M. S. L. 12.5m からの高さ

## 7. まとめ

主排気筒の上位クラス施設に対する波及的影響評価のため、主排気筒の変形性能を確認した。

その結果、主排気筒の最大変形角は1/159（筒身頂部）であり、「添付資料7 5号機主排気筒の波及的影響について」に示す許容限界（1/100）以下であることから、主排気筒が倒壊しないことを確認した。

## 別紙2 年超過確率 $10^{-2}$ の風荷重に対する変位と基準地震動 $S_s$ による変位応答との重畳について

### 1. 概要

主排気筒については、基準地震動  $S_s$  による地震（以下「 $S_s$  地震時」という。）荷重に加えて、年超過確率  $10^{-2}$  に相当する風（以下「風速 16.0m/s 時」という。）荷重の重畳を考慮する。

本資料は、主排気筒の風速 16.0m/s 時の水平変位の結果を示すものである。また、「別紙 1 5号機主排気筒の基準地震動  $S_s$  による応答変位について」に示す  $S_s$  地震時の主排気筒の全体変形に、この風速 16.0m/s 時の変位を重畳させた場合の結果についても併せて示す。

### 2. 構造概要

主排気筒は、地上からの高さ 148.0m（内径 3.4m）の鋼製筒身で、高さ 140.0m（根開き 30.0m、頂部幅 7.5m）の鋼製鉄塔で支えられている鉄塔支持型排気筒である。

主排気筒の概要図を図 2-1 に示す。

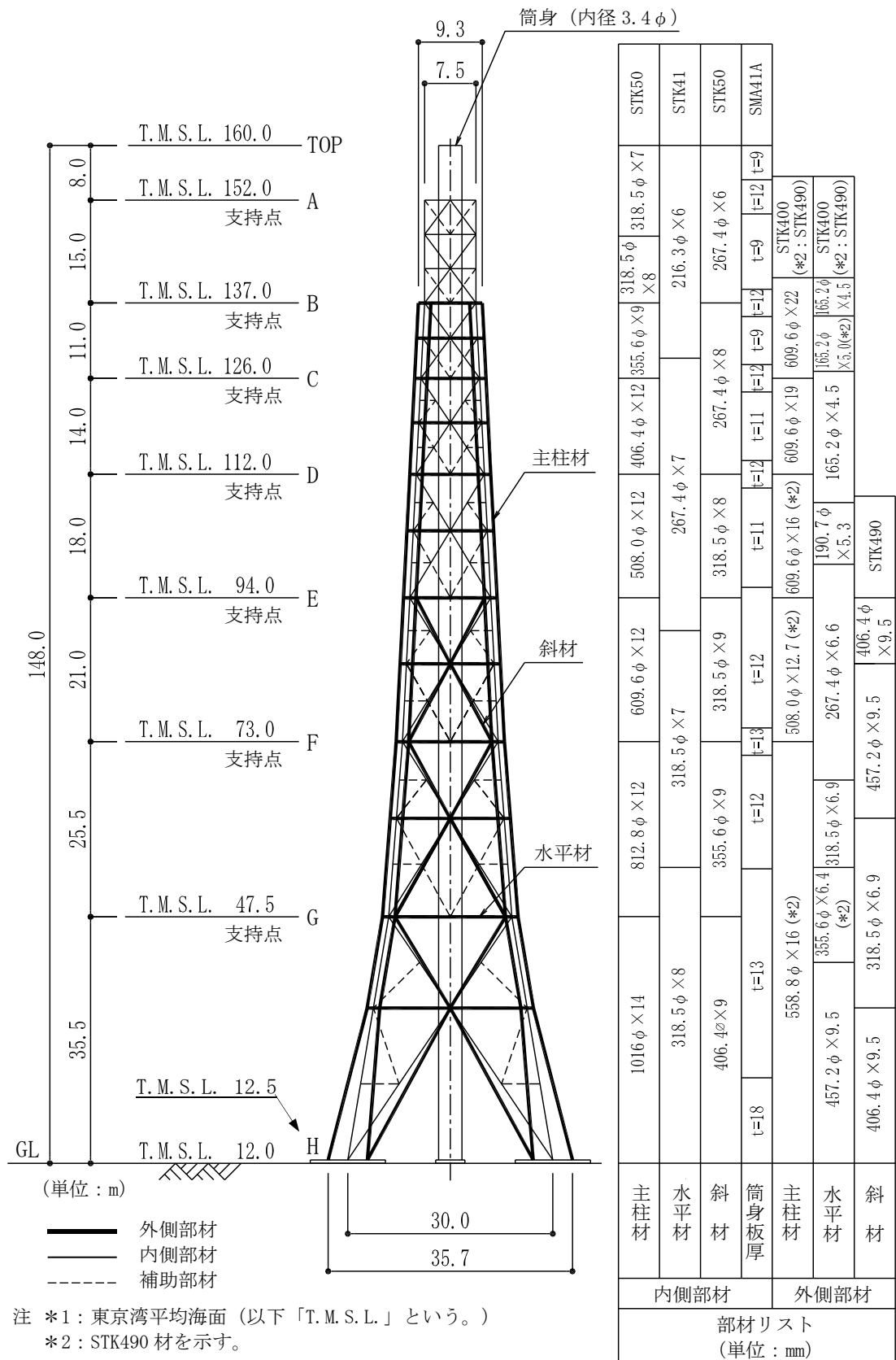


図 2-1 主排気筒の概要図



### 3. 風荷重

主排気筒に作用する風方向荷重は、次式によって算定する。

$$P = q \cdot C_f \cdot A$$

ここで、

$P$  : 風荷重 (N)

$q$  : 速度圧 (N/m<sup>2</sup>) =  $0.6 \cdot E \cdot V_0^2$

$V_0$  : 国土交通大臣が定める基準風速  $V_0$  に風速 16.0m/s を適用

$E$  : 国土交通大臣が定める方法により算出した数値

$$= E_r^2 \cdot G_f$$

$E_r$  : 平均風速の高さ方向の分布を表す係数

$$= 1.7 \cdot (Z_b / Z_G)^\alpha \quad (H \leq Z_b)$$

$$= 1.7 \cdot (H / Z_G)^\alpha \quad (H > Z_b)$$

$H$  : 建築物の高さ (m) (主排気筒の地上高 : 鉄塔部 140m, 筒身部 148m を適用)

$Z_b, Z_G, \alpha$  : 地表面粗度区分に応じて示される数値

(当該地の地表面粗度区分 II :  $Z_b=5m, Z_G=350m, \alpha=0.15$ )

$G_f$  : ガスト影響係数 (=2.0)

$C_f$  : 風力係数

$A$  : 鉄塔及び筒身の見付面積 (m<sup>2</sup>)

以上より、算定した風荷重を表 3-1 に示す。また、風荷重の方向の考え方を図 3-1 に示す。

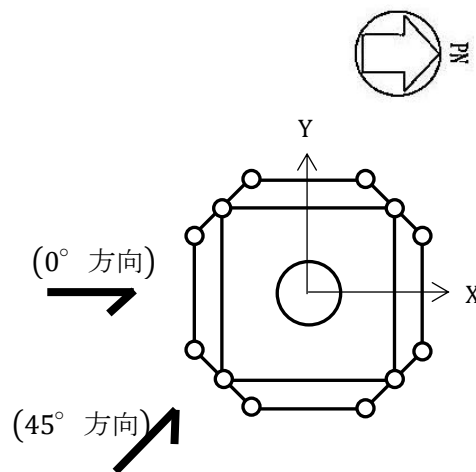


図 3-1 風荷重の方向の考え方

表 3-1 風荷重計算表 (風速 16.0m/s 時)

(a) 鉄塔部

位置	標高 T. M. S. L. (m)	速度圧 q (kN/m <sup>2</sup> )	0° 方向風荷重			45° 方向風荷重		
			風力係数 C <sub>f</sub>	見付面積 A (m <sup>2</sup> )	風荷重 P (kN)	風力係数 C <sub>f</sub>	見付面積 A (m <sup>2</sup> )	風荷重 P (kN)
TOP	—	—	—	—	—	—	—	—
A	152.0	0.68	1.98	15.2	21	1.55	24.6	26
B	137.0	0.68	1.83	37.2	47	1.44	54.5	54
C	126.0	0.68	1.64	59.3	67	1.30	80.7	72
D	112.0	0.68	1.61	80.0	88	1.29	107.2	95
E	94.0	0.68	1.52	111.0	115	1.21	155.0	128
F	73.0	0.68	1.39	153.7	146	1.10	224.3	168
G	47.5	0.68	1.20	470.4	384	0.98	628.8	419

(b) 筒身部

位置	標高 T. M. S. L. (m)	速度圧 q (kN/m <sup>2</sup> )	0° 方向風荷重			45° 方向風荷重		
			風力係数 C <sub>f</sub>	見付面積 A (m <sup>2</sup> )	風荷重 P (kN)	風力係数 C <sub>f</sub>	見付面積 A (m <sup>2</sup> )	風荷重 P (kN)
TOP	160.0	0.69	0.90	13.8	9	0° 方向風荷重に同じ		
A	152.0	0.69	0.89	39.6	25			
B	137.0	0.69	0.86	44.7	27			
C	126.0	0.69	0.84	43.0	25			
D	112.0	0.69	0.81	55.0	31			
E	94.0	0.69	0.76	67.1	36			
F	73.0	0.69	0.70	79.9	39			
G	47.5	0.69	0.59	164.1	67			

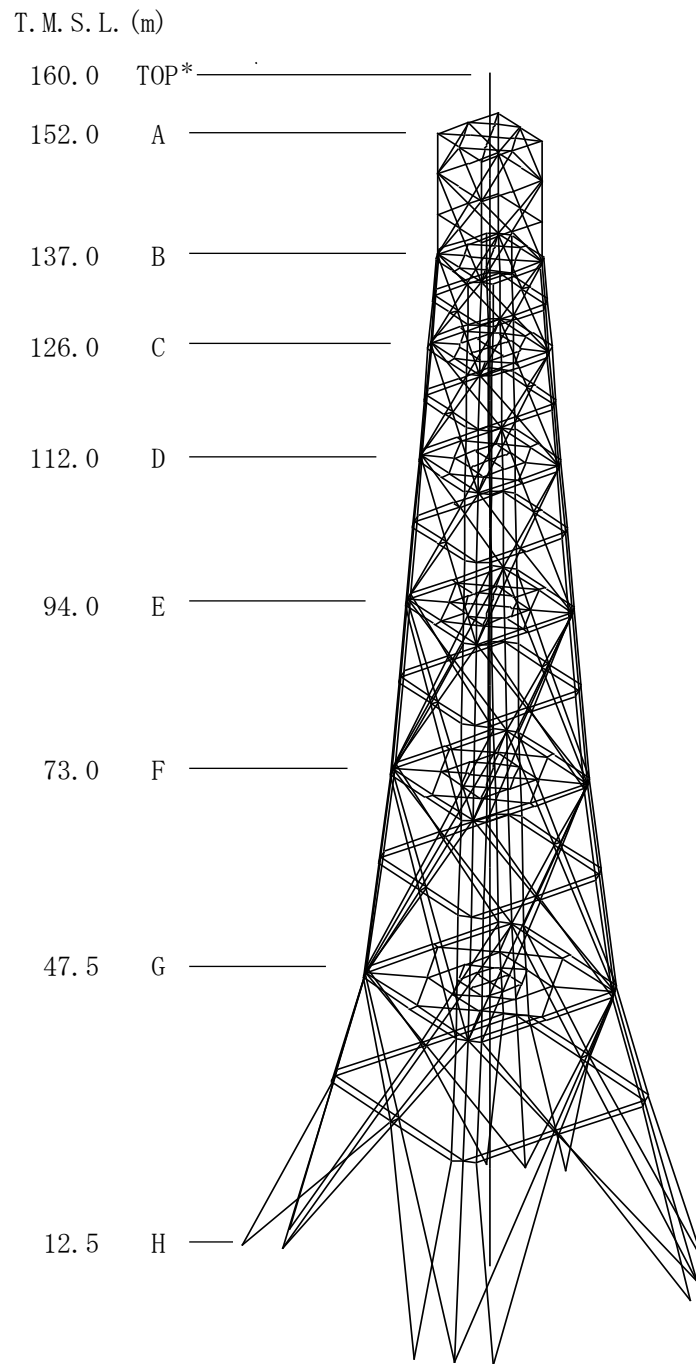
#### 4. 風荷重時の解析結果

前述した主排気筒の風速 16.0m/s 時の風荷重に基づく高さ方向の変位分布を求めるために、図 4-1 に示す 3次元フレームでモデル化した静的解析モデルを用いる。この解析モデルは、基礎上端 (T.M.S.L. 12.5 m) を固定端として、鉄塔部は部材節点間を 1要素とする柱材 (はり要素)、斜材 (トラス要素) 及び水平材 (トラス要素) とし、その中心にある筒身部は鉄塔部による水平支持フレーム (トラス要素) 位置間を 1要素とするはり要素で構成されている。

この解析モデルの代表位置 (表 3-1 の TOP 及び A~G に対応) の各節点に、静的な水平方向の集中荷重として、表 3-1 で求めた風荷重 P を載荷して、高さ方向の水平変位分布を求める。

主排気筒の静的解析には、解析コード「MSC NASTRAN」を用いる。

以上の静的解析にて求めた主排気筒の高さ方向の最大水平変位の値を表 4-1 に、その分布図を図 4-2 に示す。



注記 \* : 風荷重を載荷する節点位置の記号 (Hを除く。H部分の風荷重は保守的にGに載荷)。

図 4-1 解析モデル (基部固定)

表 4-1 主排気筒の高さ方向の最大水平変位  
(風速 16.0m/s 時)

(単位 : mm)

位置	標高 T. M. S. L. (m)	鉄塔部	筒身部
TOP	160.0	—	63.0
A	152.0	58.1	58.2
B	137.0	49.3	49.5
C	126.0	43.0	43.1
D	112.0	34.4	34.6
E	94.0	23.4	23.8
F	73.0	13.7	13.8
G	47.5	4.9	5.3
H	12.5	0.0	0.0

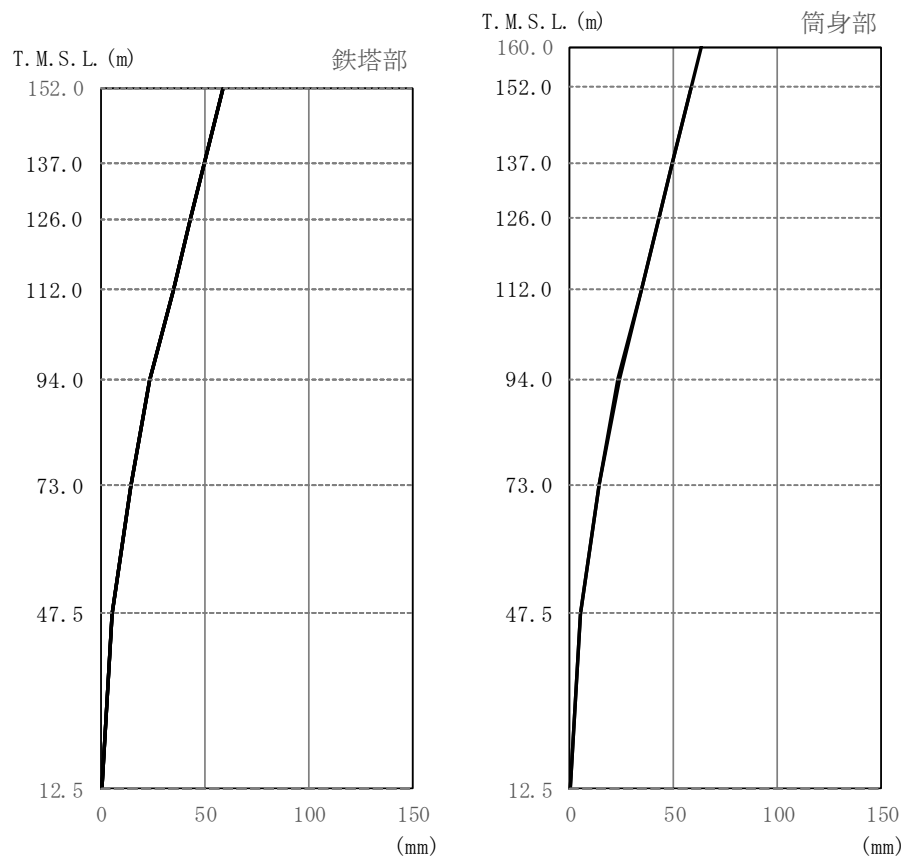


図 4-2 主排気筒の高さ方向の最大水平変位分布  
(風速 16.0m/s 時)

5. 評価結果

主排気筒の風速 16.0m/s 時の変形性能の評価では、3次元フレームモデルによる静的解析結果のうち、鉄塔部と筒身部の頂部の最大水平変位を用いて、最大変形角の確認を行った。その結果、頂部変位に基づく全体変形角は、鉄塔部で 1/2400、筒身部で 1/2340 であった。

表 5-1 全体変形角の確認結果  
(風速 16.0m/s 時)

項目 \ 部位	鉄塔部	筒身部
高さ (m) *	139.5	147.5
最大水平変位 (mm)	58.1	63.0
全体変形角	1/2400	1/2340

注記 \* : 解析モデルの基点レベルの T. M. S. L. 12.5m からの高さ。

また、「別紙 1 5号機主排気筒の基準地震動 S s による応答変位について」に示す S s 地震時の最大応答変位に、上記の風速 16.0m/s 時の風荷重に対する主排気筒頂部の最大水平変位を重畳させた場合の頂部の変位を用いて、最大変形角の確認を行った結果、鉄塔部で 1/155、筒身部で 1/149 であった。

表 5-2 全体変形角の確認結果  
(S s 地震時と風速 16.0m/s 時の重畳)

項目 \ 部位	鉄塔部	筒身部
高さ (m) * <sup>1</sup>	139.5	147.5
最大水平変位 (mm)	S s 地震時* <sup>2</sup>	923
	風速 16.0m/s 時	63.0
	重畳時	986.0
重畳時の全体変形角	1/155	1/149

注記 \*<sup>1</sup> : 解析モデルの基点レベルの T. M. S. L. 12.5m からの高さ。

\*<sup>2</sup> : S s 地震時の頂部の水平変位のうち、大きい方 (EW 成分)。

## 6. まとめ

主排気筒の上位クラス施設に対する波及的影響評価のため、主排気筒の風速 16.0m/s 時（年超過確率  $10^{-2}$ ）の風荷重に対する変形性能及び  $S_s$  地震時と重畳した場合の変形性能を確認した。

「添付資料 7 5号機主排気筒の波及的影響について」に示す許容限界（1/100）以下であることから、主排気筒が倒壊しないことを確認した。

添付資料 8 5号機タービン建屋の波及的影響について



## 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	8
2.4 適用規格・基準等	10
3. 評価方法	11
3.1 評価方針及び評価対象部位	11
3.2 設計用模擬地震波	11
3.3 荷重及び荷重組合せ	19
3.4 許容限界	20
3.5 解析方法	21
3.5.1 地震応答解析モデル	21
3.5.2 解析方法	43
3.5.3 解析条件	43
3.5.4 材料物性の不確かさ	51
3.6 評価方法	52
3.6.1 構造物全体としての変形性能の評価方法	52
3.6.2 5号機原子炉建屋への相対変位による評価方法	52
4. 評価結果	53
4.1 構造物全体としての変形性能の評価結果	53
4.2 5号機原子炉建屋への相対変位による評価結果	54
4.2.1 最大相対変位による評価結果	54
4.2.2 時刻歴相対変位による評価結果	55
4.3 まとめ	55
別紙 1 地震応答解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較	
別紙 2 地震応答解析における耐震壁及び鉄骨部のせん断スケルトン曲線の設定	
別紙 3 水平 2 方向地震力に対する上部鉄骨部層間変形角の検討	
別紙 4 応力解析による鉄骨フレームの検討	

## 1. 概要

本資料は、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、5号機タービン建屋（以下「タービン建屋」という。）が緊急時対策所（5号機原子炉建屋内緊急時対策所）（以下「5号機原子炉建屋」という。）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。その波及的影響評価は、5号機原子炉建屋の有する機能が保持されることを確認するために、下位クラス施設であるタービン建屋の構造物全体としての変形性能の評価及び5号機原子炉建屋への相対変位による評価を行う。

## 2. 基本方針

### 2.1 位置

タービン建屋の設置位置を図2-1に示す。

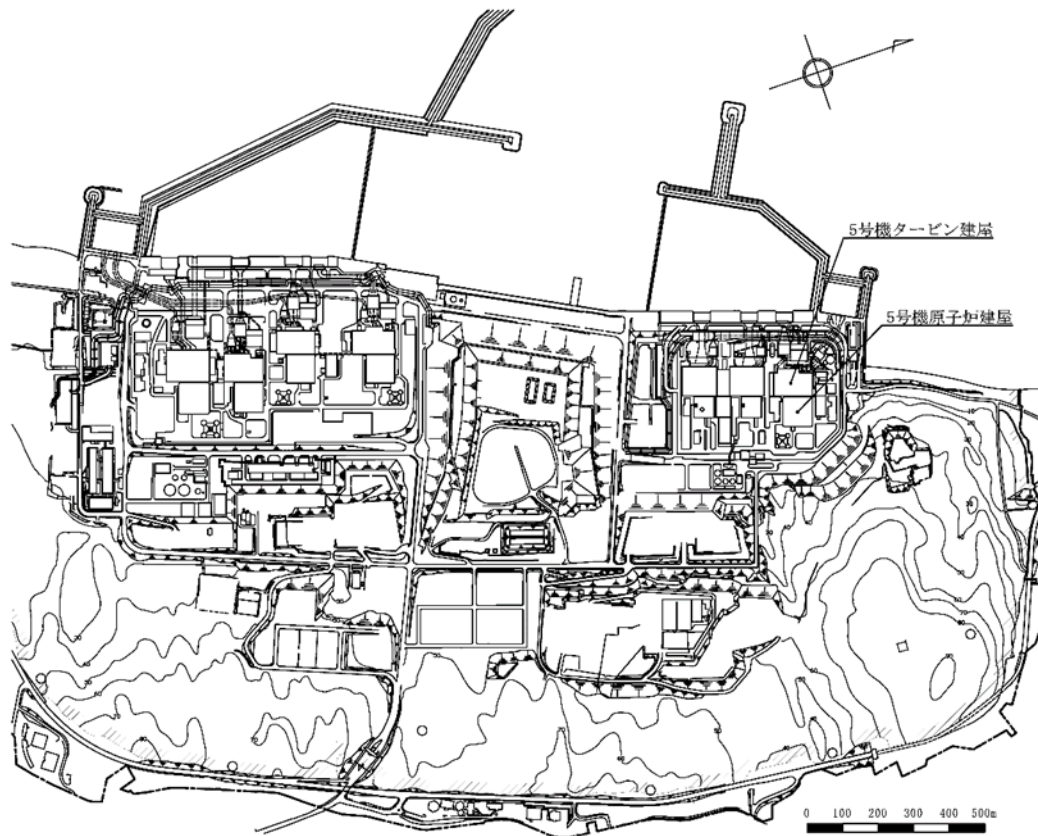


図2-1 タービン建屋の設置位置

## 2.2 構造概要

タービン建屋は、地上2階（一部3階）、地下2階の鉄筋コンクリート造（一部鉄骨鉄筋コンクリート造及び鉄骨造）の建物であり、基礎底面からの高さは49.3m（地上部33.1m，地下部16.2m）、平面の長さは、121.0m（NS方向）×76.0m（EW方向）である。タービン建屋の概略平面図を図2-2に、概略断面図を図2-3に示す。

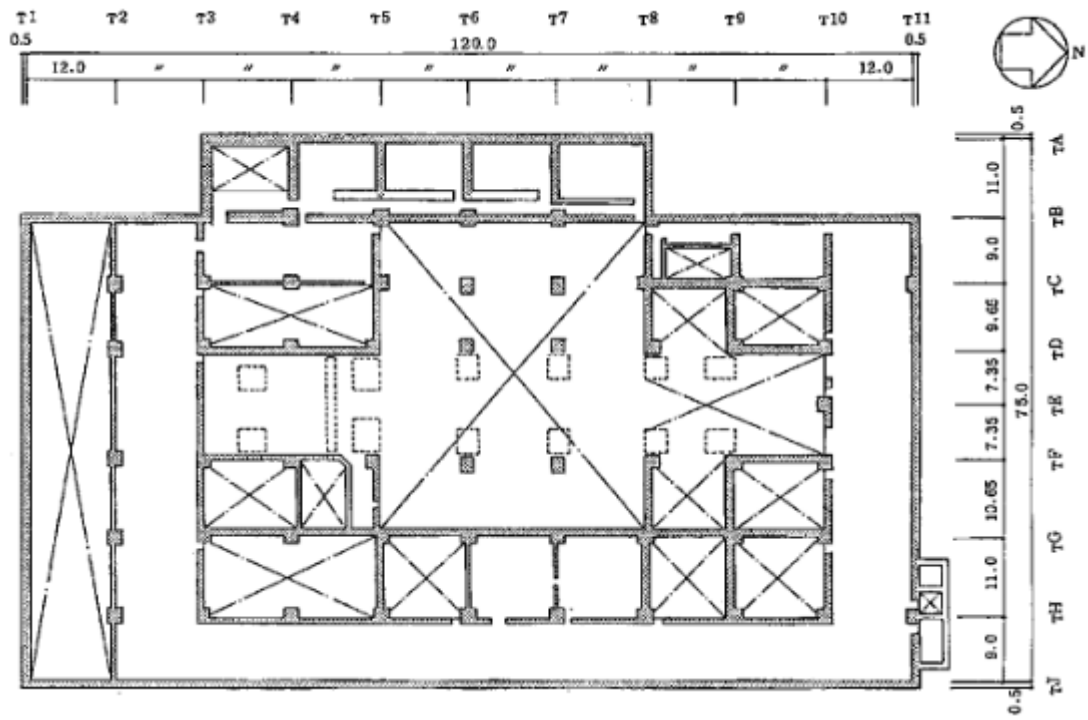
基礎スラブは厚さ2.3mのべた基礎（蒸気タービンの基礎のうちラーメン構造部（以下「T/G架台」という。）部分及びその周辺部は厚さ2.8m）で、直接又はマンメイドロックを介して支持地盤である泥岩盤上に設置されている。

蒸気タービンの基礎スラブとは、図2-2及び図2-3に示すように、タービン建屋のほぼ中央に位置するタービン発電機を支える柱及びはりによって構成される鉄筋コンクリート造のラーメン構造部及びそれを支持する基礎スラブ部をいう。

ラーメン構造部は高さ24.0m、長さ67.56m、幅約14.5mの大きさとタービン建屋とは基礎スラブ部で接続する以外は構造的に分離する。

地震又は風による水平力に対しては、耐震壁、ブレース及びラーメン構造で負担する。更に、耐震壁の配置に当たっては、ねじれを少なくするために各階とも偏心ができるだけ少なくなるようにしている。また、水平力の伝達を平滑にするため各階床レベルは統一している。

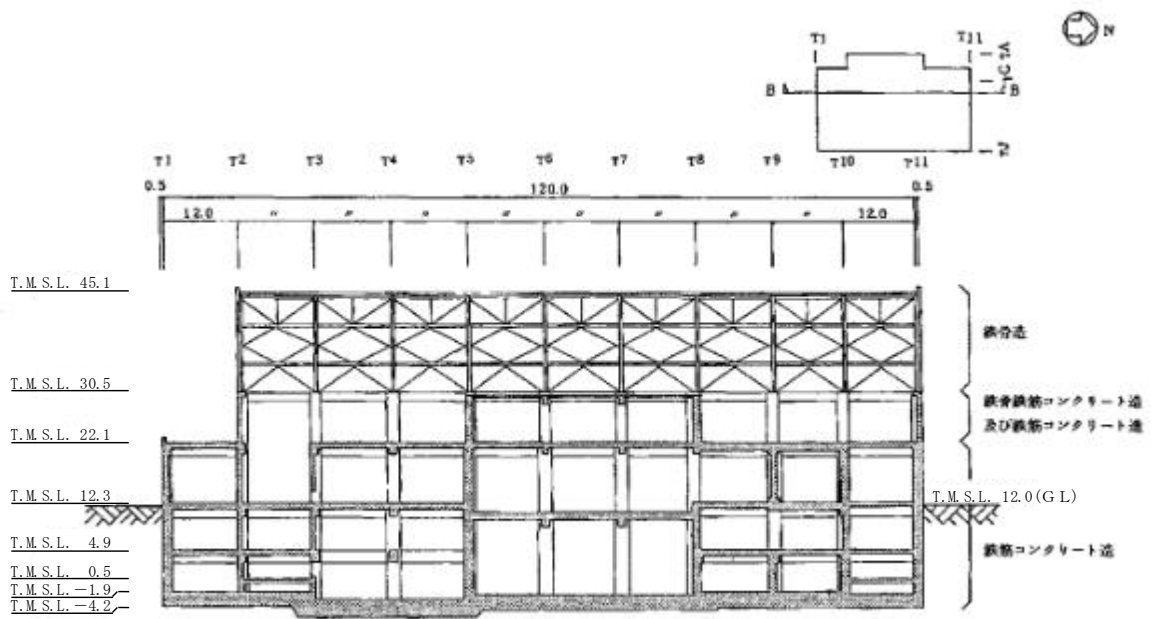
タービン建屋は隣接する5号機原子炉建屋とは構造的に分離されている。建屋配置図を図2-4に、5号機原子炉建屋とのクリアランスを図2-5に示す。



(単位：m)

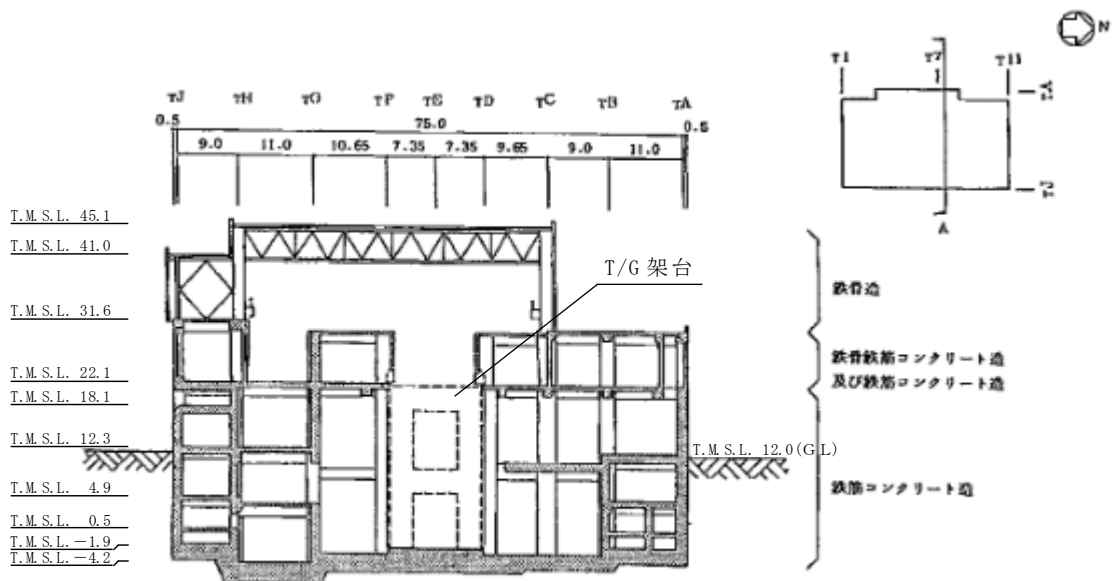
注：東京湾平均海面（以下「T.M.S.L.」という。）

図2-2 タービン建屋の概略平面図（B2F, T.M.S.L. 0.5m）



(単位：m)

NS方向



(単位：m)

EW方向

図2-3 タービン建屋の概略断面図

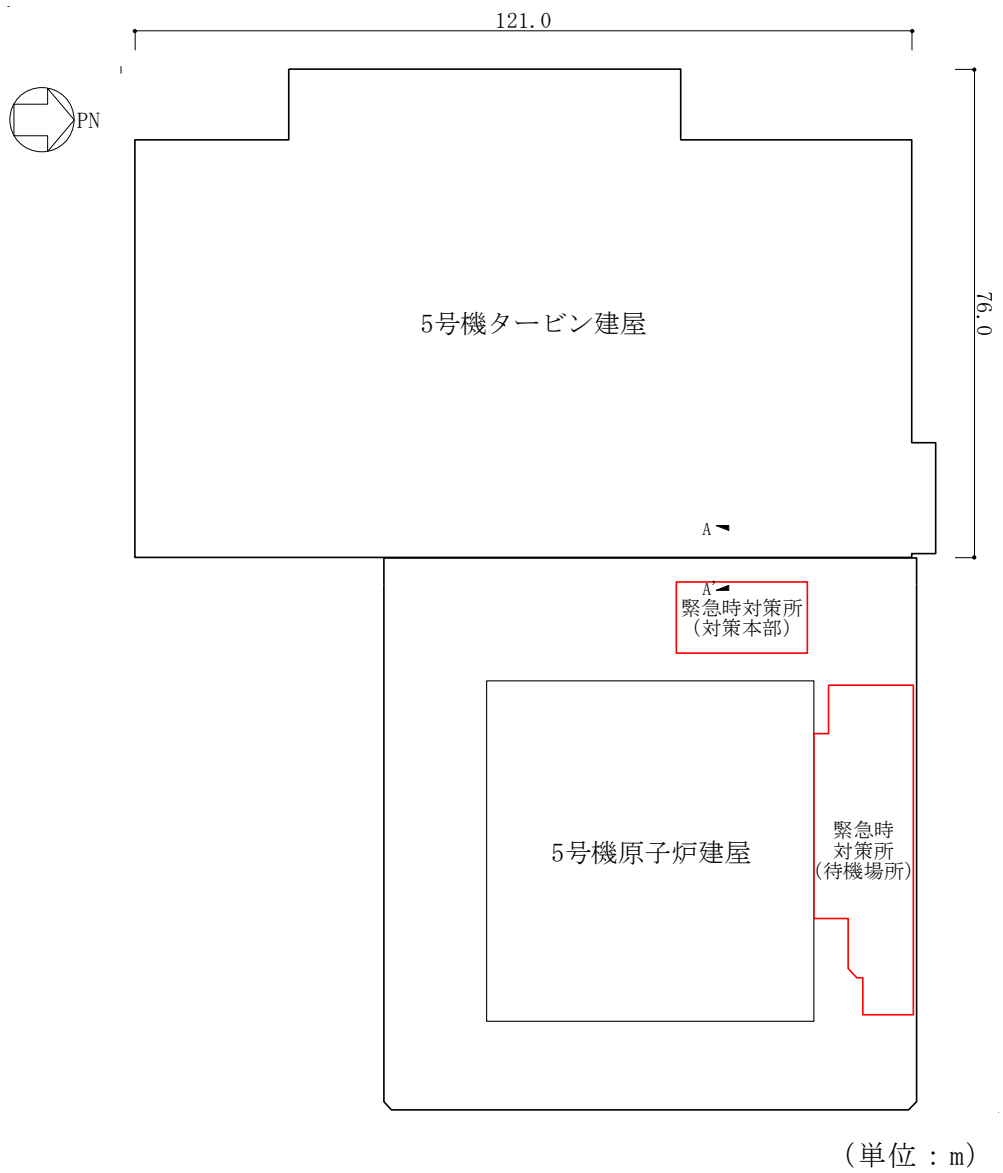


図2-4 建屋配置図

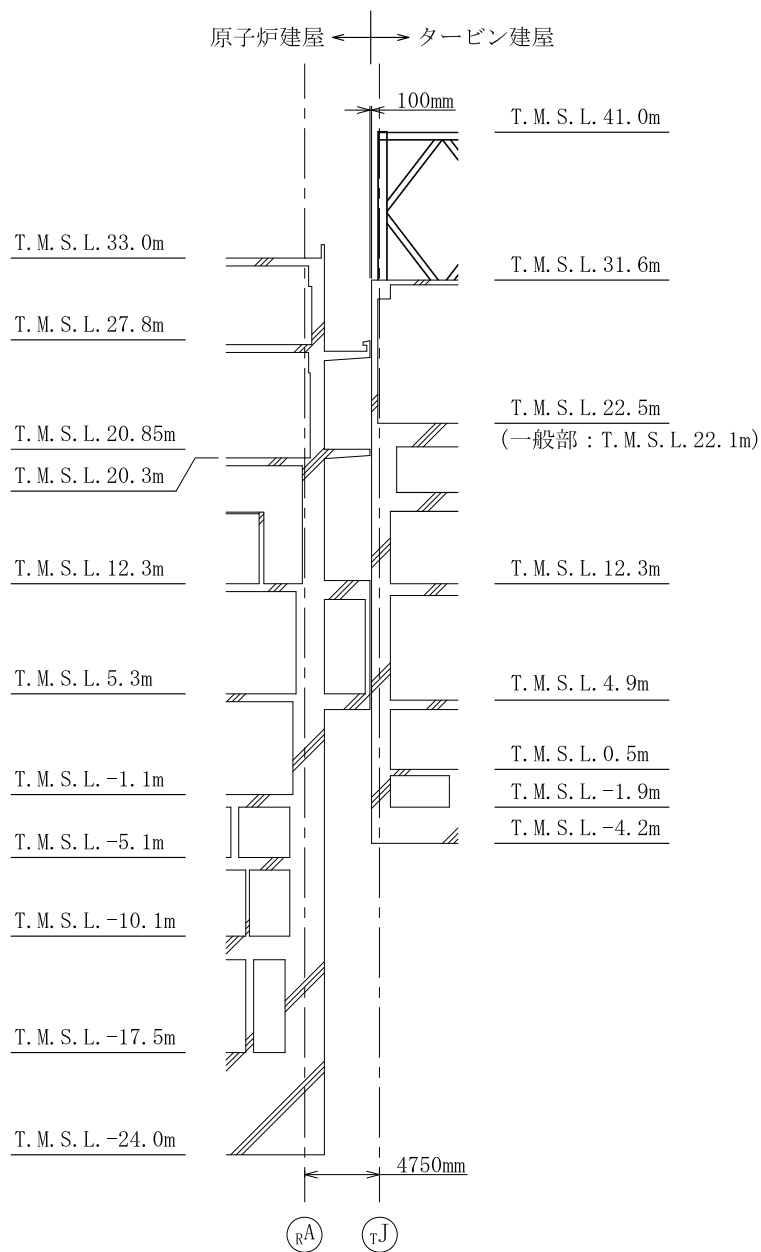


図2-5 原子炉建屋とタービン建屋のクリアランス (A-A'断面)



### 2.3 評価方針

タービン建屋は、5号機原子炉建屋と同じ運転状態を想定することから、重大事故等対処施設に対する波及的影響の評価を行う。

タービン建屋の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、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。タービン建屋の波及的影響評価は、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、層間変形角及びせん断ひずみの評価並びに5号機原子炉建屋との相対変位の評価を行うことで、5号機原子炉建屋への波及的影響確認を行う。層間変形角及びせん断ひずみの評価では、NS方向及びEW方向の地震応答解析結果から波及的影響確認を行い、相対変位の評価では、V-2-2-15「緊急時対策所の地震応答計算書」に基づき、接触する可能性が高い5号機原子炉建屋直交方向であるEW方向に対して波及的影響確認を行う。評価に当たっては、材料物性の不確かさを考慮する。

波及的影響の評価フローを図2-6に示す。

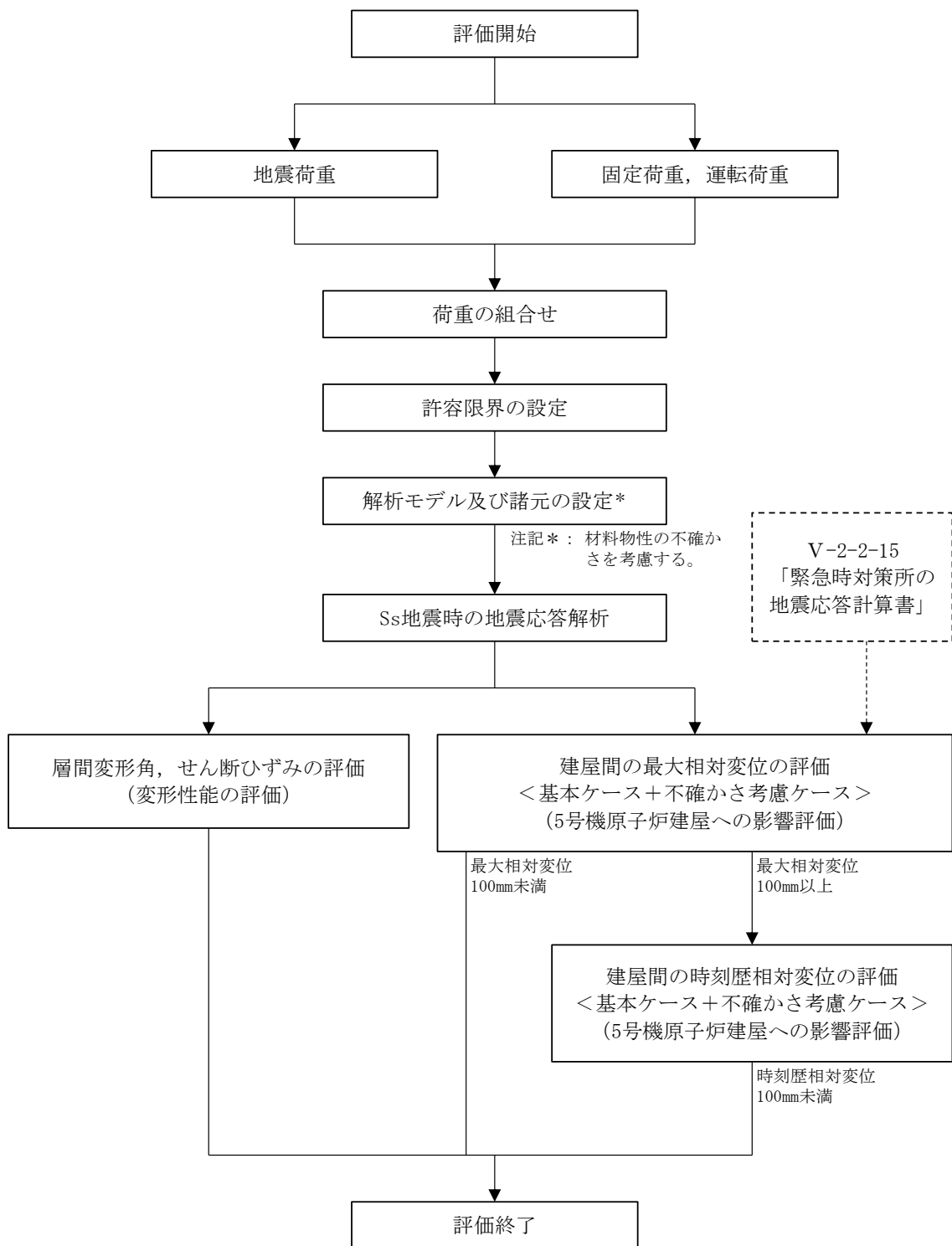


図2-6 タービン建屋の波及的影響の評価フロー

## 2.4 適用規格・基準等

タービン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 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 1999改定)
- ・ 原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説 ((社) 日本建築学会, 2005制定)
- ・ 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 J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版 ((社) 日本電気協会)
- ・ 鋼構造設計規準 ー許容応力度設計法ー ((社) 日本建築学会, 2005改定)

### 3. 評価方法

#### 3.1 評価方針及び評価対象部位

タービン建屋の波及的影響の評価は、以下の方針に基づき行う。

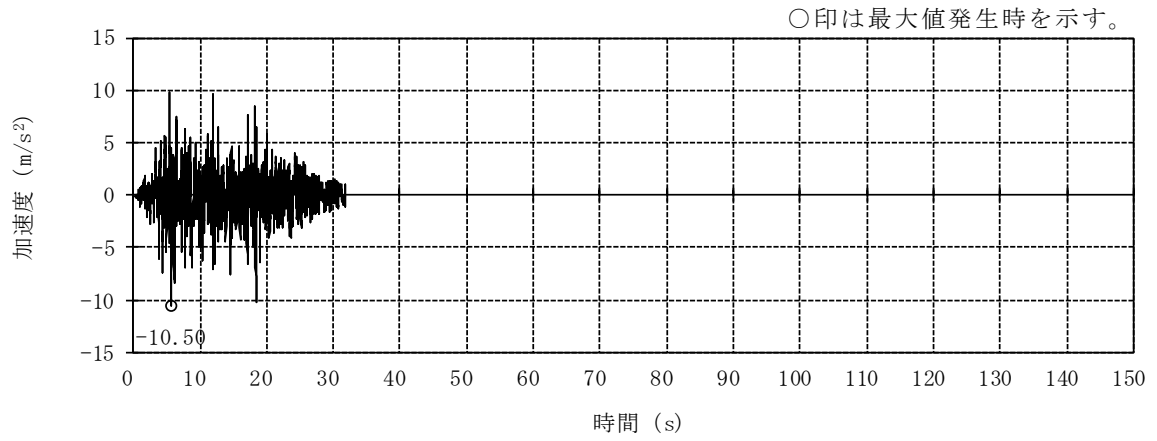
構造物全体としての変形性能の評価では、質点系モデルを用いた地震応答解析結果から求められる層間変形角及びせん断ひずみによる評価を行うこととし、層間変形角の評価については「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針（（財）日本建築防災協会）」を参考とした許容限界を超えないことを確認し、せん断ひずみの評価については「原子力発電所耐震設計技術指針 J E A G 4 6 0 1 -1987（（社）日本電気協会）」（以下「J E A G 4 6 0 1 -1987」という。）に基づき設定した許容限界を超えないことを確認することにより、タービン建屋が倒壊しないことを確認する。層間変形角の評価対象部位はT.M.S.L. 31.6mより上部の鉄骨フレーム部とし、せん断ひずみの評価対象部位はT.M.S.L. 31.6mより下部の耐震壁とする。

5号機原子炉建屋との相対変位による評価では、両建屋の最大応答変位の絶対値和（以下「最大相対変位」という。）と建屋間のクリアランスの大小関係により、隣接する5号機原子炉建屋への衝突の有無を確認する。最大相対変位が許容限界を超える場合は、両建屋の時刻歴上の相対変位（以下「時刻歴相対変位」という。）から衝突の有無を確認する。

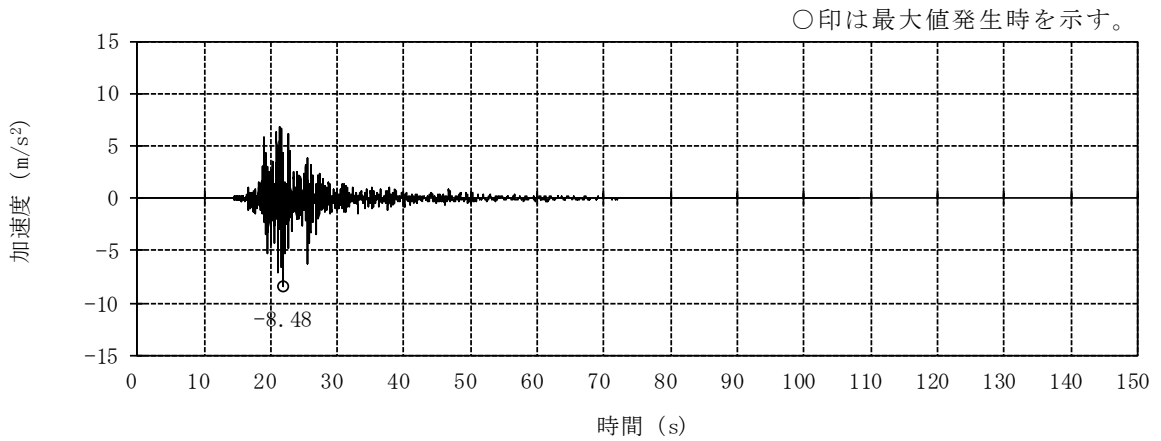
以上の評価では、材料物性の不確かさを考慮する。

#### 3.2 設計用模擬地震波

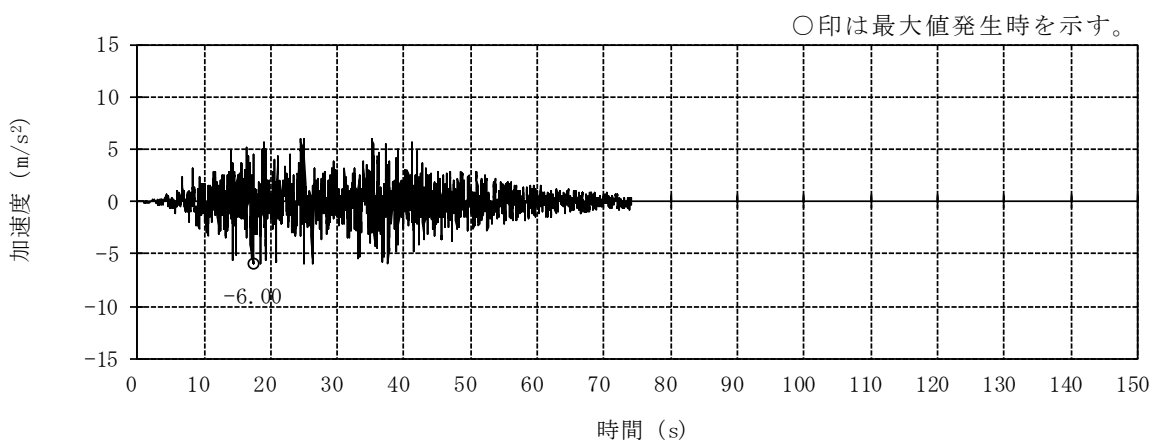
タービン建屋の地震応答解析に用いる設計用模擬地震波は、V-2-1-2「基準地震動  $S_s$  及び弾性設計用地震動  $S_d$  の策定概要」に示す解放基盤表面レベルに想定する設計用模擬地震波のうち、上位クラス施設である5号機原子炉建屋の評価で用いた地震波である基準地震動  $S_s$  を用いることとする。地震応答解析に用いた設計用模擬地震波の加速度時刻歴波形及び加速度応答スペクトルを図3-1～図3-3に示す。



(a) S<sub>s</sub>-1H

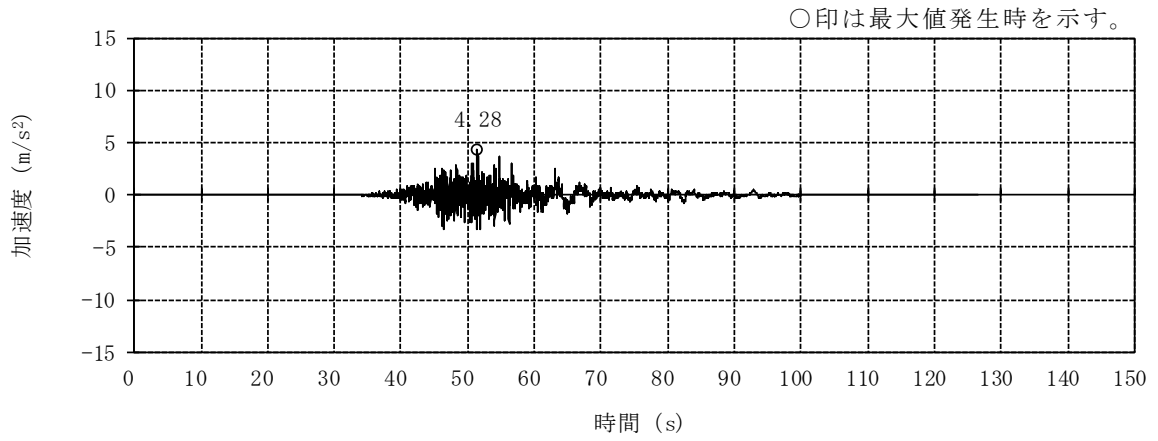


(b) S<sub>s</sub>-2NS

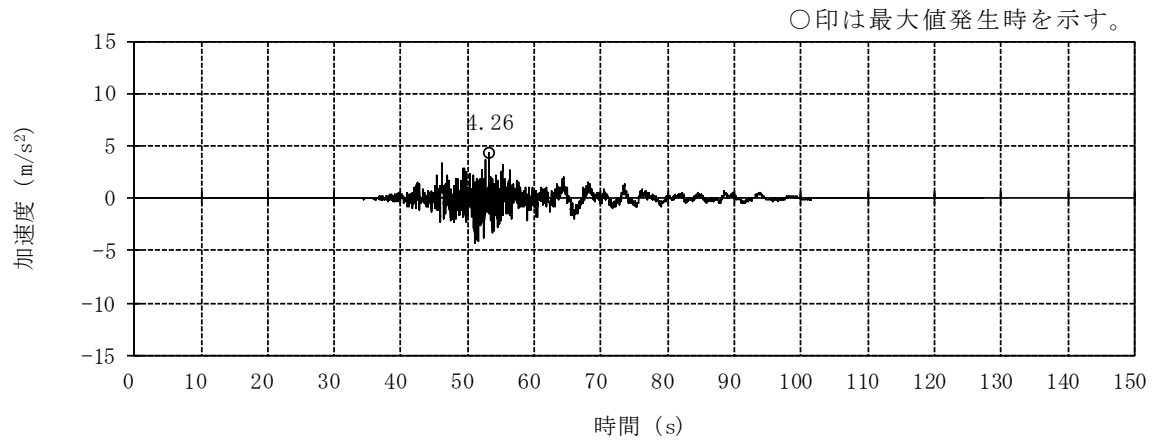


(c) S<sub>s</sub>-3H

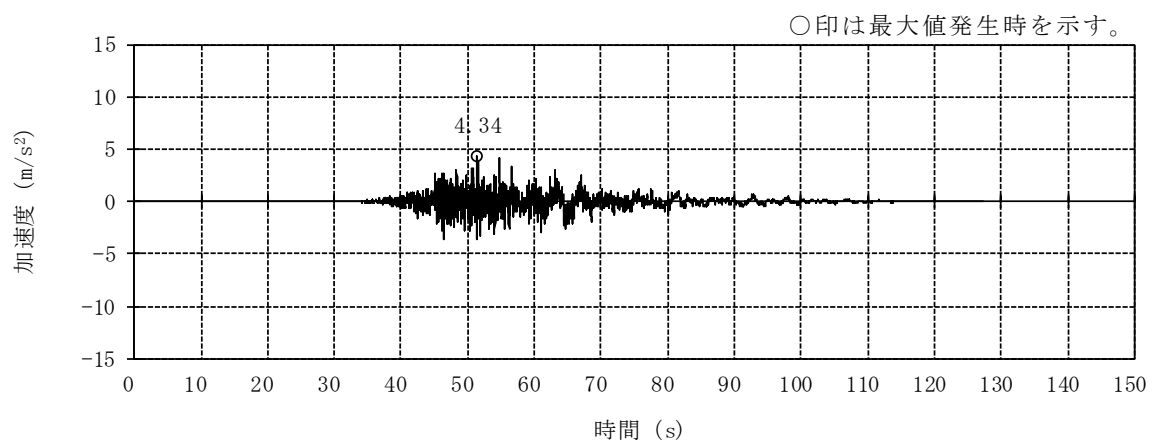
図3-1 入力地震動の加速度時刻歴波形（基準地震動 S<sub>s</sub>，NS方向）（1/3）



(d) S<sub>s</sub>-4NS

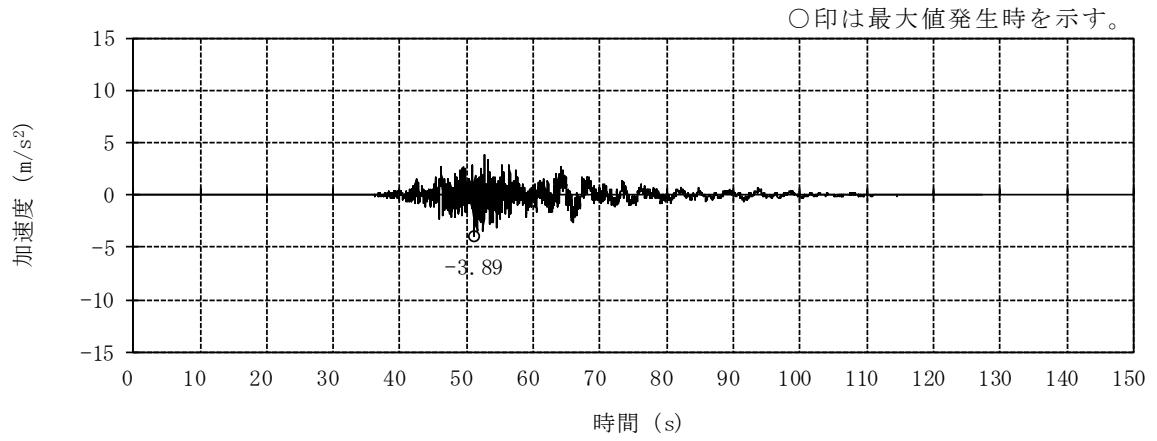


(e) S<sub>s</sub>-5NS

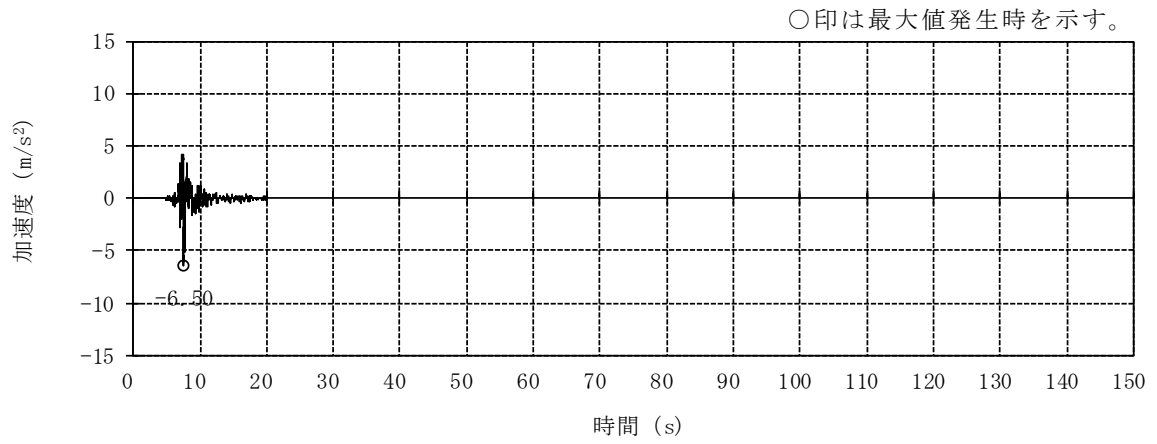


(f) S<sub>s</sub>-6NS

図3-1 入力地震動の加速度時刻歴波形（基準地震動 S<sub>s</sub>，NS方向）（2/3）

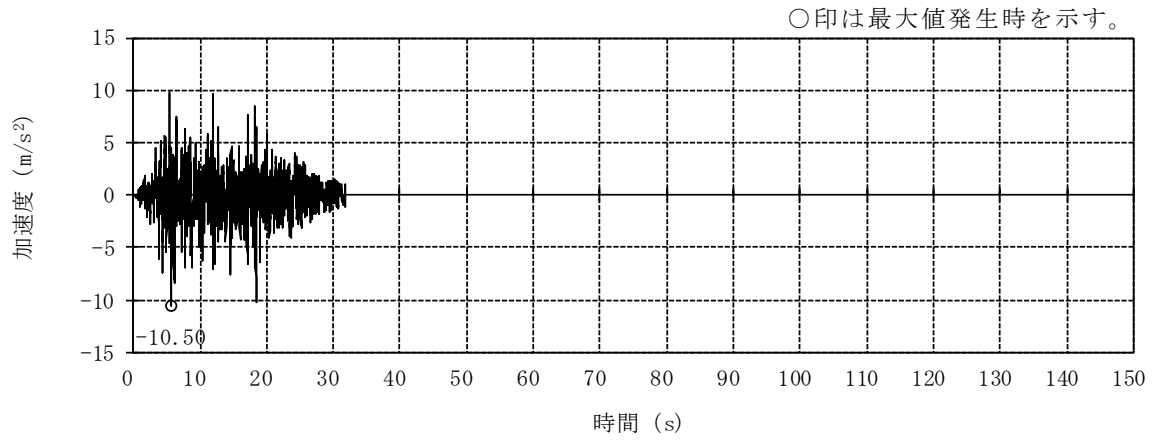


(g) Ss-7NS

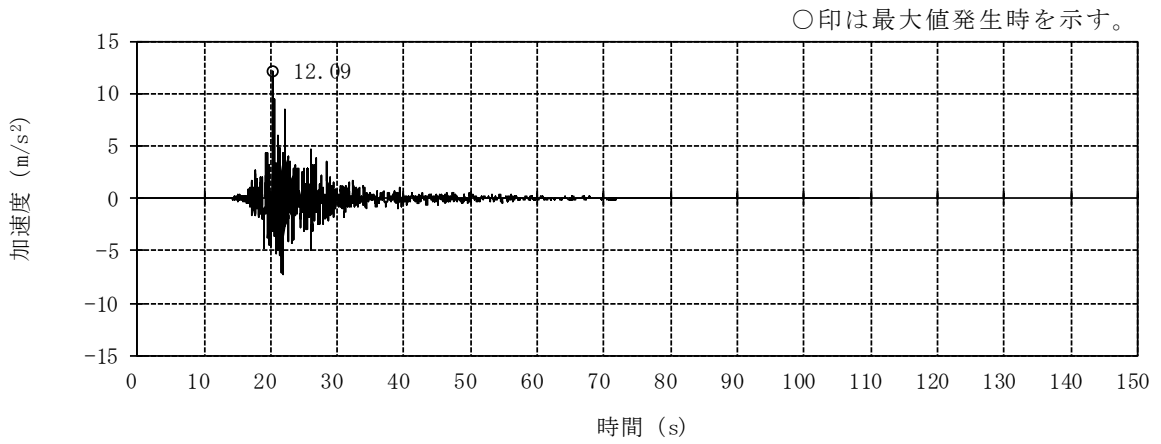


(h) Ss-8H

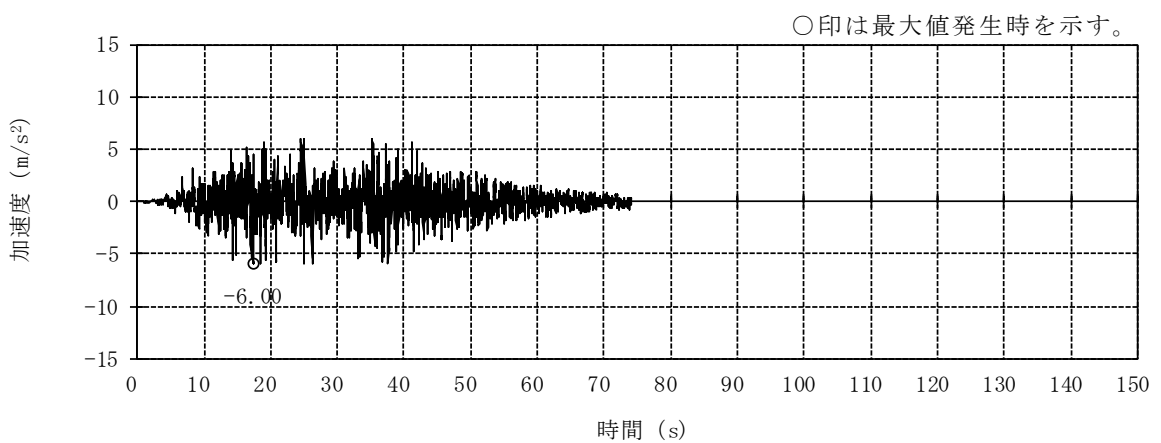
図3-1 入力地震動の加速度時刻歴波形（基準地震動 S<sub>s</sub>，NS方向）（3/3）



(a) Ss-1H



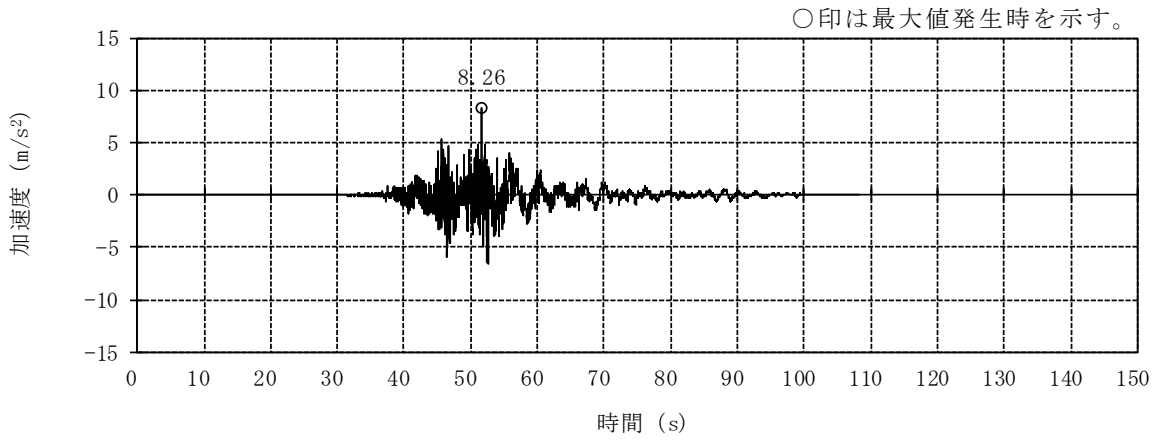
(b) Ss-2EW



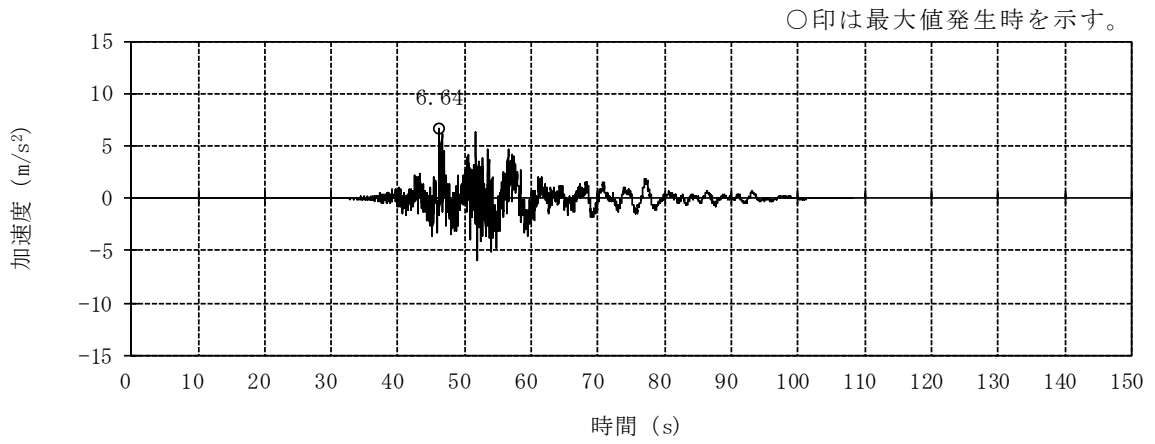
(c) Ss-3H

図3-2 入力地震動の加速度時刻歴波形（基準地震動 S<sub>s</sub>，EW方向）（1/3）

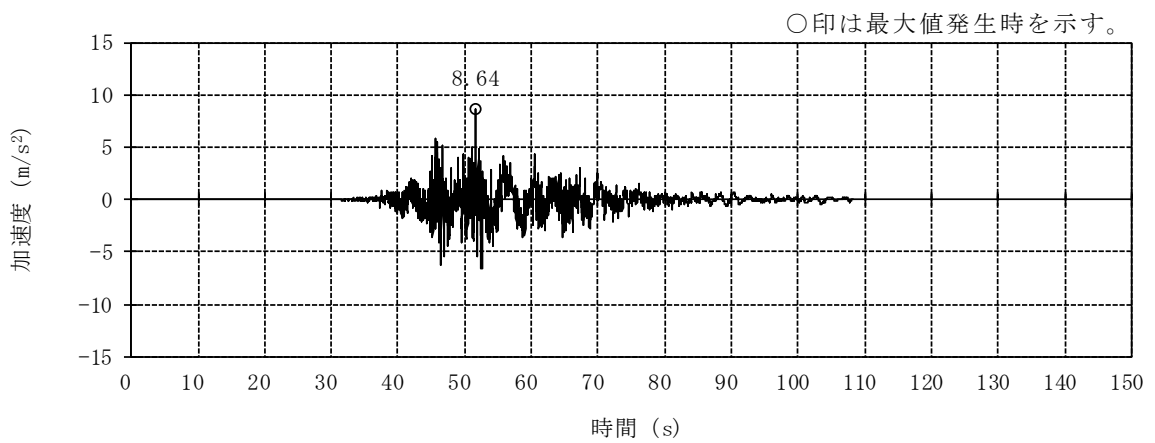




(d) S<sub>s</sub>-4EW

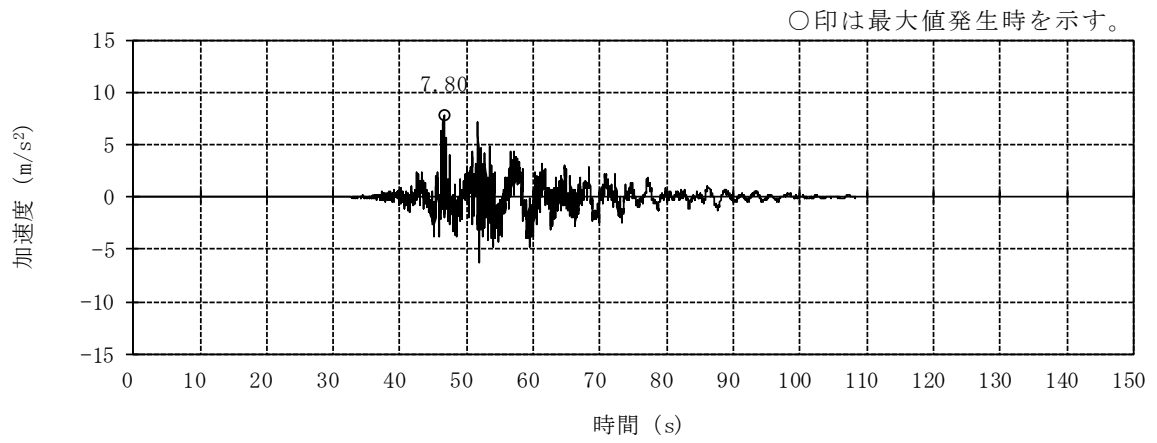


(e) S<sub>s</sub>-5EW

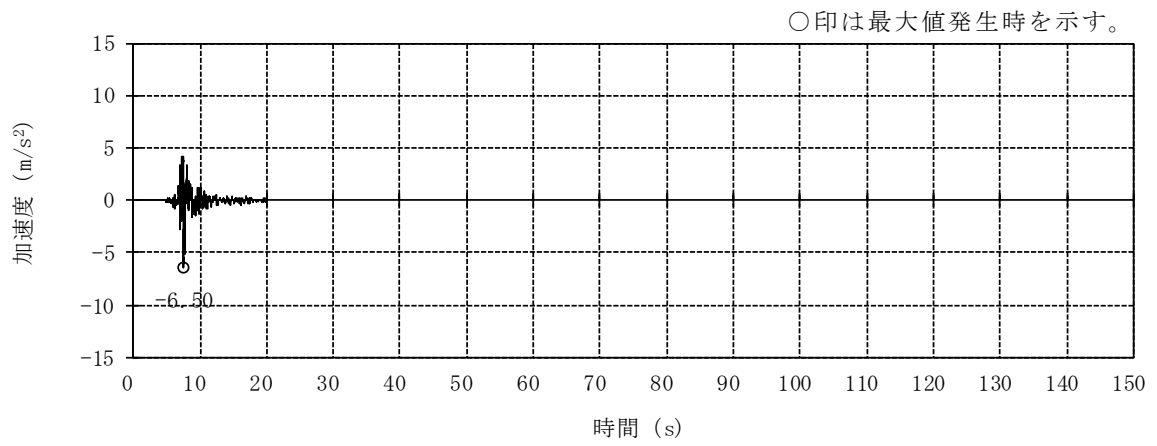


(f) S<sub>s</sub>-6EW

図3-2 入力地震動の加速度時刻歴波形（基準地震動 S<sub>s</sub>，EW方向）（2/3）

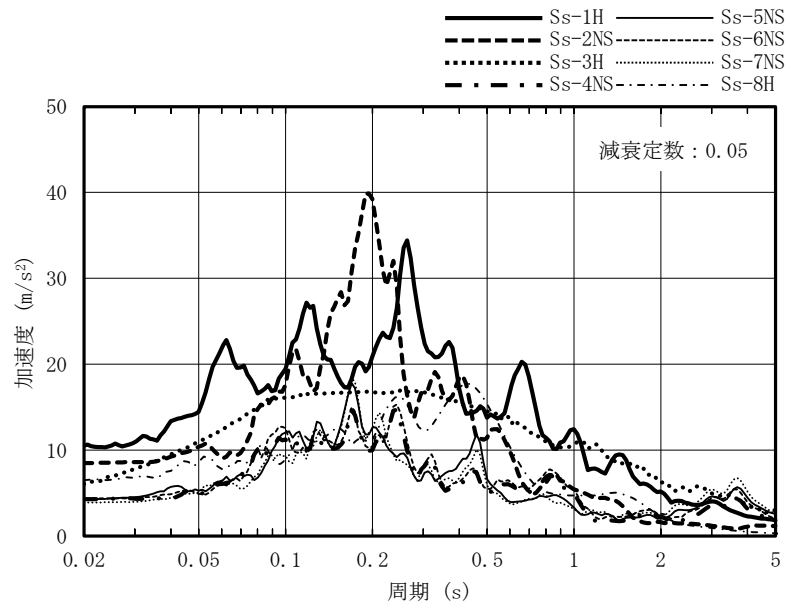


(g) Ss-7EW

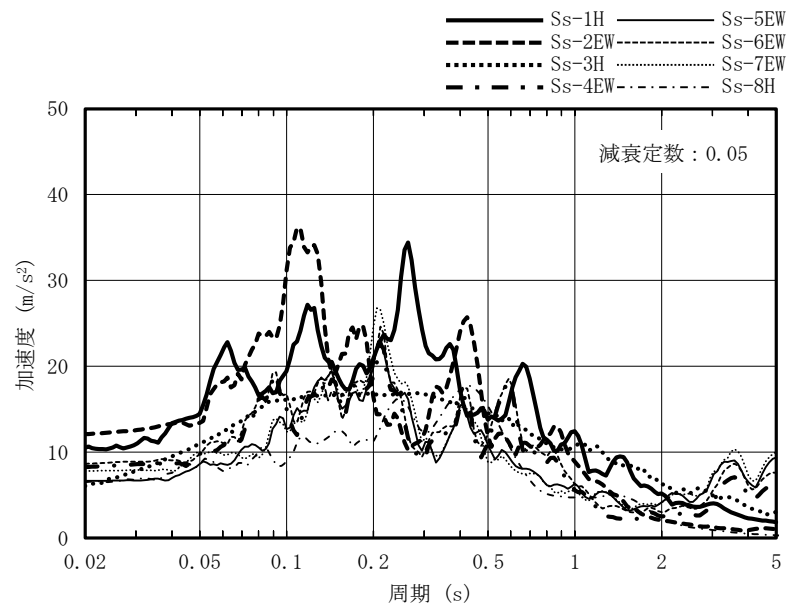


(h) Ss-8H

図3-2 入力地震動の加速度時刻歴波形（基準地震動 S<sub>s</sub>，EW方向）（3/3）



(a) NS方向



(b) EW方向

図3-3 加速度応答スペクトル (基準地震動 S s)

### 3.3 荷重及び荷重組合せ

荷重は，上位クラス施設である5号機原子炉建屋の荷重条件と同じとし，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こととする。荷重の組合せを表3-1に示す。

表3-1 荷重の組合せ

荷重の組合せ
$G + P + S_s$

〔記号の説明〕

G : 固定荷重

P : 地震と組み合わせべきプラントの運転状態  
(原子炉冷却材喪失時の状態は除く。)における運転荷重

$S_s$  : 基準地震動  $S_s$  により定まる地震力

### 3.4 許容限界

タービン建屋の5号機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、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3-2のとおり設定する。

表3-2 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 (評価基準値)
5号機原子炉建屋に波及的影響を及ぼさない	基準地震動 S <sub>s</sub>	鉄骨フレーム	最大層間変形角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	最大層間変形角 1/30*
		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 $4.00 \times 10^{-3}$
		タービン建屋 及び 5号機原子炉建屋	建屋間の相対変位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	相対変位 100 mm

注記\* : 「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針 ((財) 日本建築防災協会)」を参考に許容限界を設定している。なお、被災度区分判定基準においては、柱の残留傾斜角が1/30を超えた場合に大破と判定しているが、保守的に最大層間変形角を用いて評価を行う。

### 3.5 解析方法

#### 3.5.1 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき設定する。地震応答解析モデルの設定に用いた建物・構築物の物性値を表3-3に示す。

ここで、コンクリート剛性については、実現象に近い応答を模擬するという観点から、建設時コンクリートの28日強度データに基づき設定した実強度を用いて算定する。

表3-3 建物・構築物の物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
建屋部, T/G架台及び 基礎スラブ	コンクリート* : $\sigma_c = 31.3$ (N/mm <sup>2</sup> ) ( $\sigma_c = 320$ kgf/cm <sup>2</sup> ) 鉄筋 : SD35 (SD345相当)	$2.48 \times 10^4$	$1.03 \times 10^4$	5
屋根トラス部	鉄骨 : SS41 (SS400相当)	$2.05 \times 10^5$	$0.79 \times 10^5$	2
	鉄骨 : SM41A (SM400A相当)	$2.05 \times 10^5$	$0.79 \times 10^5$	2
	鉄骨 : SM50A (SM490A相当)	$2.05 \times 10^5$	$0.79 \times 10^5$	2

注記\* : 実強度に基づくコンクリート強度。

地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮した質点系モデルとする。長辺方向であるNS方向は、建屋全体としての曲げ剛性が非常に高いため、等価なせん断剛性を考慮したモデルとし、短辺方向であるEW方向は、曲げ及びせん断剛性を考慮したモデルとして弾塑性時刻歴応答解析を行う。

建屋のモデル化は、実現象に近い応答を模擬するという観点から設計時には考慮していなかった補助壁を耐震要素として位置づけ、地震応答解析モデルに取り込む。地震応答解析モデルを図3-4に、地震応答解析モデルの諸元を表3-4及び表3-5に示す。

地盤は、地盤調査に基づき水平成層地盤とし、基礎底面地盤ばねについては、「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。)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き求めたスウェイ及びロッキングの地盤ばねを近似法により定数化して用いる。このうち、基礎底面のロッキング地盤ばねには、基礎浮上りによる幾何学的非線形性を考慮する。基礎底面地盤ばねの評価には解析コード「G R I M P 2」を用いる。

また、埋込み部分の建屋側面地盤ばねについては、建屋側面位置の地盤定数を用いて「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」により、Novakの方法に基づき求めた水平ばねを、基礎底面地盤ばねと同様に、近似法により定数化して用いる。なお、地盤表層部(埋戻土)については、基準地震動 $S_s$ による地盤応答レベルを踏まえ、表層部では建屋-地盤相互作用が見込めないと判断し、この部分の地盤ばねは考慮しない。建屋側面の水平ばねの評価には、解析コード「N V K 2 6 3」を用いる。

解析モデルへの入力地震動は、一次元波動論に基づき、解放基盤表面レベルに想定する基準地震動 $S_s$ に対する地盤の応答として評価する。また、基礎底面レベルにおけるせん断力(以下「切欠き力」という。)を入力地震動に付加することにより、地盤の切欠き効果を考慮する。地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図を図3-5に示す。入力地震動の算定には、解析コード「K S H A K E」を用いる。

基準地震動 $S_s$ に対する地盤定数を表3-6~表3-13に示す。なお、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地盤物性値を用いる。ひずみ依存特性については、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に基づく。設定した地盤定数に基づき算定した基礎底面位置(T.M.S.L.-4.2m)における入力地震動の加速度応答スペクトルを図3-6に示す。地震応答解析に用いる地盤ばねの記号を図3-7に、地盤のばね定数と減衰係数を表3-14~表3-21に示す。

復元力特性は、建屋の方向別に、振動モデル各軸のモデル化範囲における耐震要素の水平断面形状より「J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版」に基づいて設定す

る。

なお，地震応答解析に用いる解析コードの検証，妥当性確認等の概要については，別紙「計算機プログラム（解析コード）」の概要に示す。



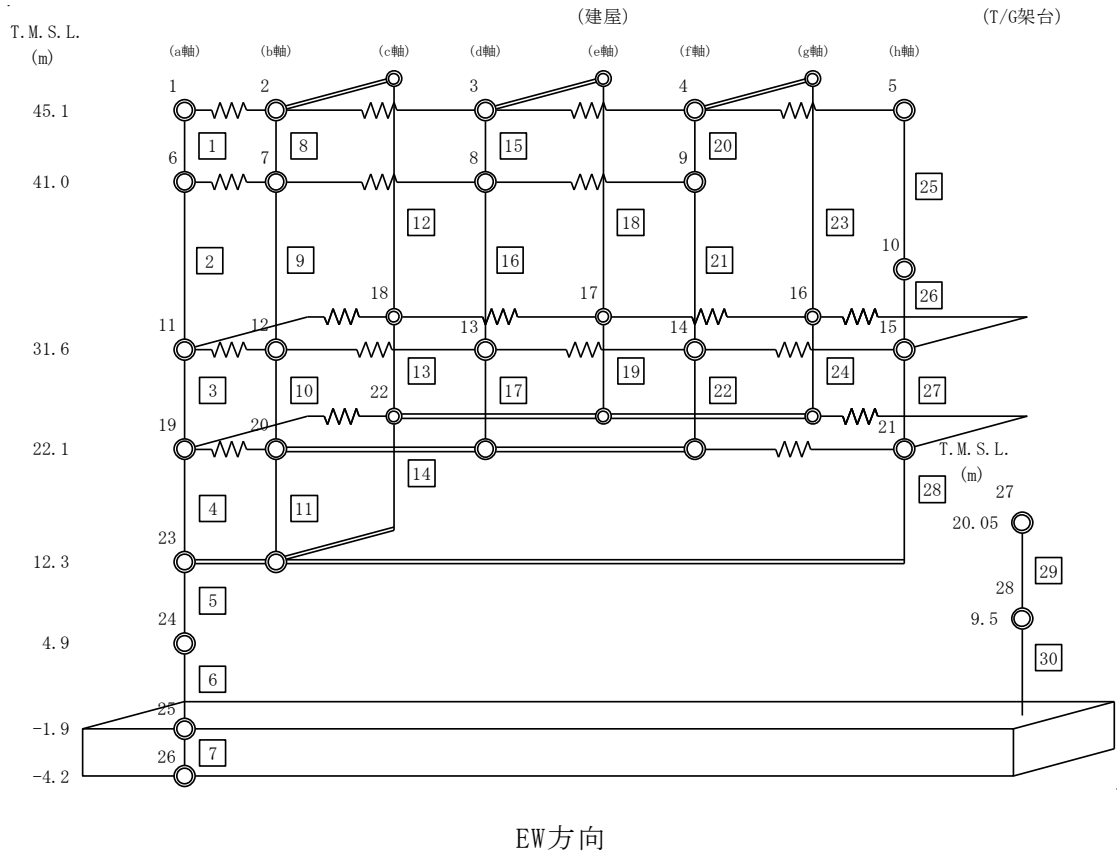
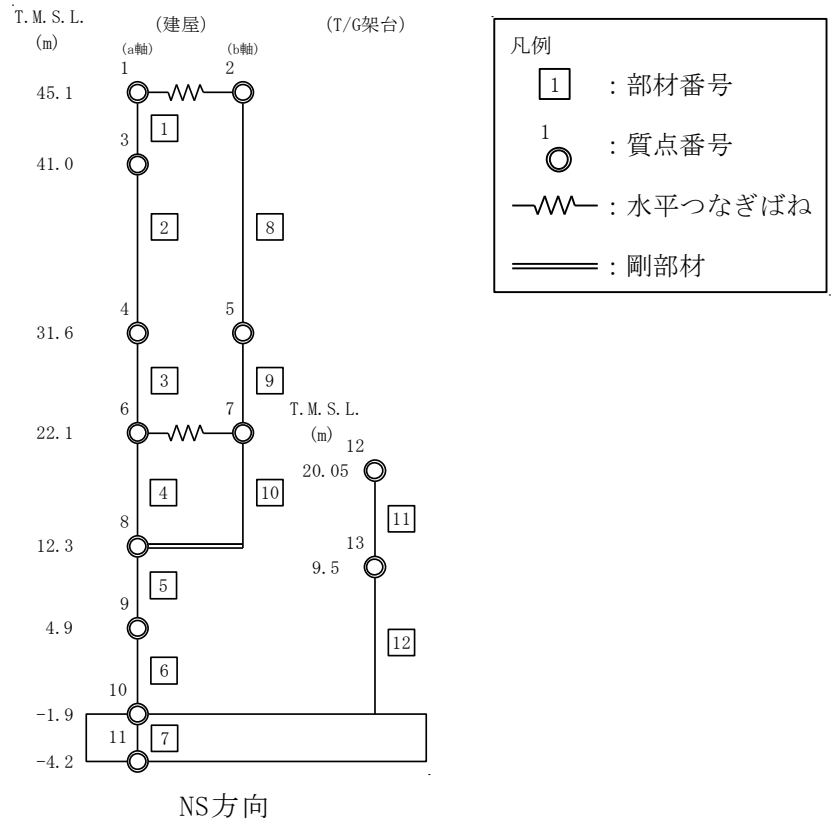


図3-4 地震応答解析モデル

表3-4 地震応答解析モデル諸元 (NS方向)

(a) 重量・回転慣性重量

T. M. S. L. (m)	T/G架台	建屋		
		1	2	
45.1		25320	24920	
		—	—	
3				
41.0		11280		
		—		
31.6		4	5	
		71010	77130	
22.1		12	6	7
		105910	263700	186720
		—	—	—
12.3		13	8	
	56670	515440		
4.9	9			
	404230			
	—			
-1.9	10			
	634340			
-4.2	11			
	247270			
	3010.6			

質点番号
重量(kN)
回転慣性重量( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ )

(b) せん断断面積・断面二次モーメント

T. M. S. L. (m)	T/G架台	建屋		
		1	8	
45.1		3.04	2.58	
		—		
41.0		2	—	
		4.23		
31.6		3	9	
		142.50	111.40	
22.1		11	4	10
		20.20	308.24	301.28
		—	—	—
12.3		12	5	
		12.80	786.25	
4.9	6			
	—	735.93		
-1.9	7			
	8536.00			

①コンクリート部  
ヤング係数 E  $2.48 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
せん断弾性係数 G  $1.03 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
ポアソン比  $\nu$  0.20  
減衰定数 h 5%

②鉄骨部  
ヤング係数 E  $2.05 \times 10^5$  (N/mm<sup>2</sup>)  
せん断弾性係数 G  $7.90 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
ポアソン比  $\nu$  0.30  
減衰定数 h 2%

基礎形状 121.0m(NS方向) × 76.0m(EW方向)

部材番号
せん断断面積(m <sup>2</sup> )
断面二次モーメント(m <sup>4</sup> )

表3-5 地震応答解析モデル諸元 (EW方向) (1/2)

(a) 重量・回転慣性重量

T. M. S. L. (m)	T/G架台	建屋							
		1	2	3	4	5	6	7	8
45.1		9440	9580	9580	10170	11470			
		—	—	—	—	—			
41.0		2630	2910	3170	2570	10320			
		—	—	—	—	—			
31.6		25880	9760	16810	10280	24250	10710	13740	26390
		—	—	—	—	—	—	—	—
22.1		105910	90450	150580	120670				88720
		—	—	—	—				—
12.3		56670	515440						
		—	—						
4.9		404230							
		—							
-1.9		634340							
		—							
-4.2		247270							
		1127.8							

質点番号
重量(kN)
回転慣性重量( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ )

表3-5 地震応答解析モデル諸元 (EW方向) (2/2)

(b) せん断断面積・断面二次モーメント

T. M. S. L. (m)	T/G架台	建屋							
		1	8	12	15	18	20	23	25
45.1		2.42	0.40	0.15	0.40	0.14	0.61	0.14	2.44
		—	—		—		—		—
41.0		2	9	—	16	—	21	—	26
		2.25	0.83		0.83		0.83		26.30
31.6		—	—	—	—	—	—	—	—
		3	10		13		17		19
22.1		52.10	18.90	16.03	16.80	0.82	21.66	26.86	46.40
		14660	311	1924	228	1890	276	2291	15800
12.3		29	4	11	14				28
		13.40	150.00	90.50	135.26				154.35
4.9		—	85020	9385	19800				69130
		30	5						
-1.9		22.40	585.58						
		—	217000	6					
		—	572.33						
		7	8536.00						
		—							

①コンクリート部

ヤング係数 E  $2.48 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 せん断弾性係数 G  $1.03 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比  $\nu$  0.20  
 減衰定数 h 5%

②鉄骨部

ヤング係数 E  $2.05 \times 10^5$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 せん断弾性係数 G  $7.90 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比  $\nu$  0.30  
 減衰定数 h 2%

基礎形状 121.0m(NS方向) × 76.0m(EW方向)

部材番号
せん断断面積(m <sup>2</sup> )
断面二次モーメント(m <sup>4</sup> )

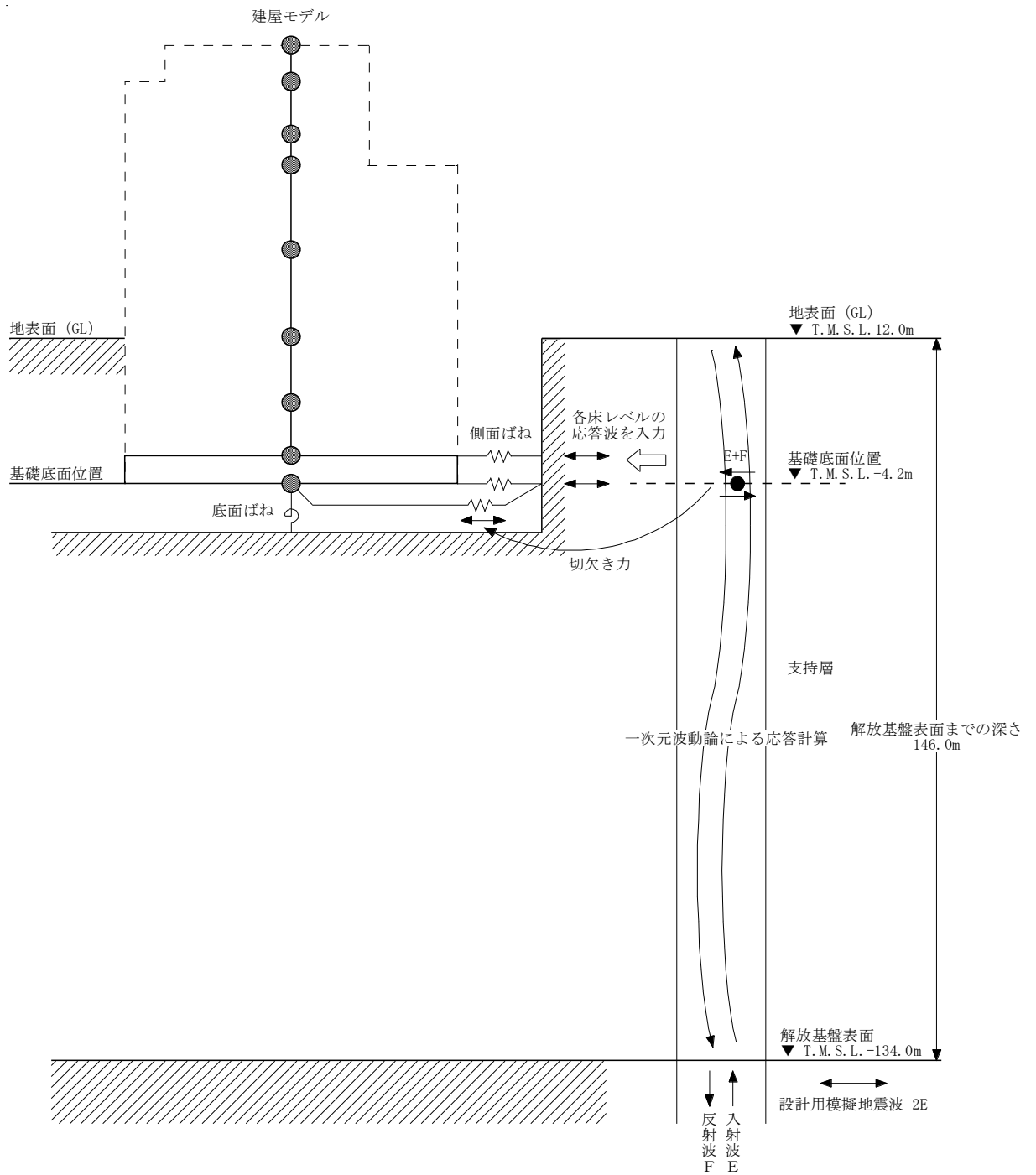


図3-5 地震応答解析モデルに入力する地震動の概念図

表3-6 地盤定数 (Ss-1)

標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 $\nu$	せん断 弾性係数 $G$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	初期せん断 弾性係数 $G_0$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	剛性 低下率 $G/G_0$	減衰 定数 $h$ (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.213	0.592	0.36	13
+8.0		230	17.6	0.415	0.123	0.949	0.13	18
+4.0		256	17.6	0.415	0.129	1.18	0.11	19
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.23	1.71	0.72	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	3.35	4.09	0.82	3
-60.0		560	17.2	0.44	4.45	5.50	0.81	3
-100.0		610	18.0	0.43	5.32	6.83	0.78	3
-134.0	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	10.2	1.00	-
$\infty$								

表3-7 地盤定数 (Ss-2)

標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 $\nu$	せん断 弾性係数 $G$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	初期せん断 弾性係数 $G_0$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	剛性 低下率 $G/G_0$	減衰 定数 $h$ (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.236	0.592	0.40	11
+8.0		230	17.6	0.415	0.132	0.949	0.14	15
+4.0		256	17.6	0.415	0.106	1.18	0.09	17
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.24	1.71	0.73	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	3.35	4.09	0.82	3
-60.0		560	17.2	0.44	4.67	5.50	0.85	3
-100.0		610	18.0	0.43	5.87	6.83	0.86	3
-134.0	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	10.2	1.00	-
$\infty$								

表3-8 地盤定数 (Ss-3)

標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 $\nu$	せん断 弾性係数 $G$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	初期せん断 弾性係数 $G_0$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	剛性 低下率 $G/G_0$	減衰 定数 $h$ (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.266	0.592	0.45	10
+8.0		230	17.6	0.415	0.170	0.949	0.18	17
+4.0		256	17.6	0.415	0.129	1.18	0.11	19
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.21	1.71	0.71	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	3.19	4.09	0.78	3
-60.0		560	17.2	0.44	4.12	5.50	0.75	4
-100.0		610	18.0	0.43	5.19	6.83	0.76	3
-134.0	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	10.2	1.00	-
$\infty$								

表3-9 地盤定数 (Ss-4)

標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 $\nu$	せん断 弾性係数 $G$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	初期せん断 弾性係数 $G_0$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	剛性 低下率 $G/G_0$	減衰 定数 $h$ (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.242	0.592	0.41	8
+8.0		230	17.6	0.415	0.170	0.949	0.18	13
+4.0		256	17.6	0.415	0.177	1.18	0.15	14
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.31	1.71	0.77	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	3.55	4.09	0.87	3
-60.0		560	17.2	0.44	4.78	5.50	0.87	3
-100.0		610	18.0	0.43	5.94	6.83	0.87	3
-134.0	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	10.2	1.00	-
$\infty$								

表3-10 地盤定数 (Ss-5)

標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 $\nu$	せん断 弾性係数 $G$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	初期せん断 弾性係数 $G_0$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	剛性 低下率 $G/G_0$	減衰 定数 $h$ (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.242	0.592	0.41	7
+8.0		230	17.6	0.415	0.161	0.949	0.17	11
+4.0		256	17.6	0.415	0.188	1.18	0.16	14
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.33	1.71	0.78	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	3.51	4.09	0.86	3
-60.0		560	17.2	0.44	4.56	5.50	0.83	3
-100.0		610	18.0	0.43	5.60	6.83	0.82	3
-134.0	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	10.2	1.00	-
$\infty$								

表3-11 地盤定数 (Ss-6)

標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 $\nu$	せん断 弾性係数 $G$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	初期せん断 弾性係数 $G_0$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	剛性 低下率 $G/G_0$	減衰 定数 $h$ (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.230	0.592	0.39	9
+8.0		230	17.6	0.415	0.161	0.949	0.17	14
+4.0		256	17.6	0.415	0.153	1.18	0.13	15
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.29	1.71	0.76	3
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	3.51	4.09	0.86	3
-60.0		560	17.2	0.44	4.62	5.50	0.84	3
-100.0		610	18.0	0.43	5.66	6.83	0.83	3
-134.0	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	10.2	1.00	-
$\infty$								

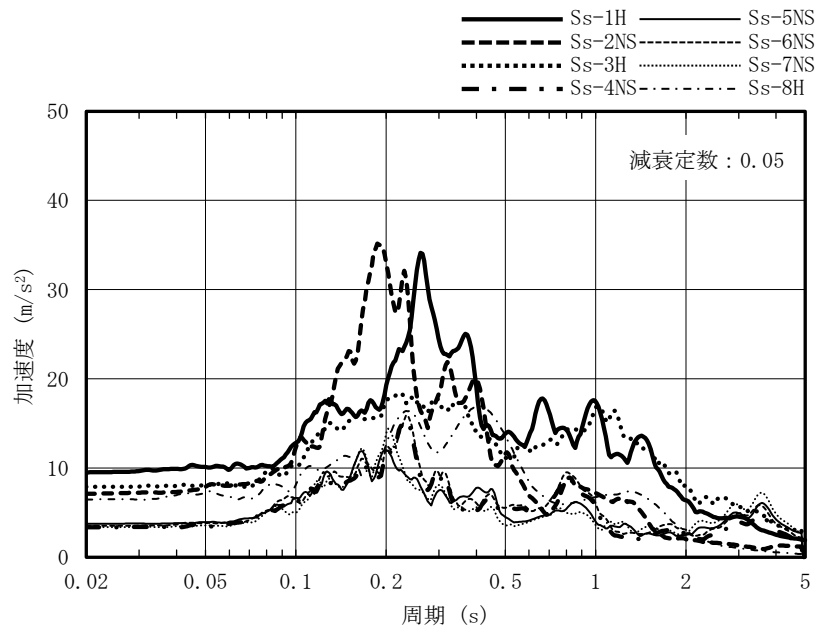


表3-12 地盤定数 (Ss-7)

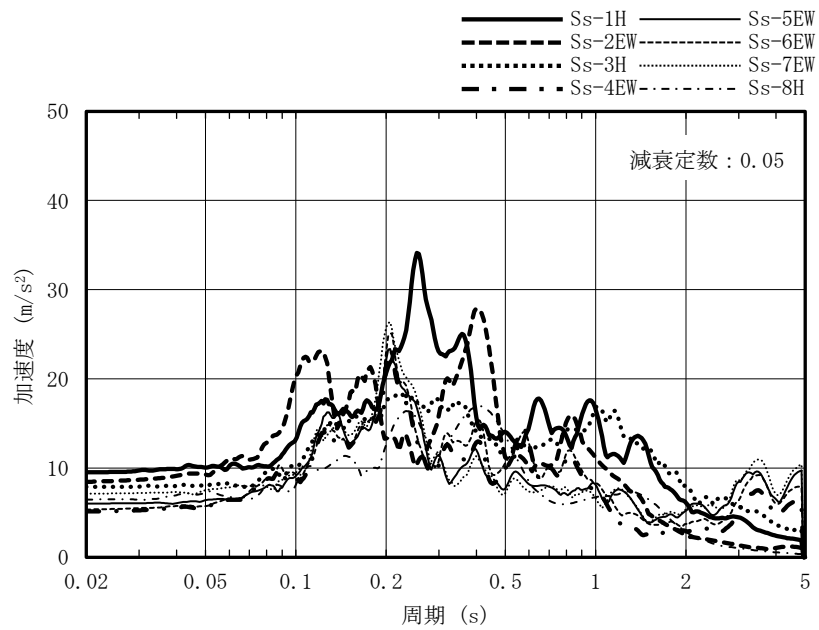
標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 $\nu$	せん断 弾性係数 $G$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	初期せん断 弾性係数 $G_0$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	剛性 低下率 $G/G_0$	減衰 定数 $h$ (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.230	0.592	0.39	8
+8.0		230	17.6	0.415	0.170	0.949	0.18	11
+4.0		256	17.6	0.415	0.224	1.18	0.19	12
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.35	1.71	0.79	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	3.47	4.09	0.85	3
-60.0		560	17.2	0.44	4.45	5.50	0.81	3
-100.0		610	18.0	0.43	5.46	6.83	0.80	3
-134.0	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	10.2	1.00	-
$\infty$								

表3-13 地盤定数 (Ss-8)

標高 T. M. S. L. (m)	地層	せん断波 速度 $V_s$ (m/s)	単位体積 重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	ポアソン比 $\nu$	せん断 弾性係数 $G$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	初期せん断 弾性係数 $G_0$ ( $\times 10^5$ kN/m <sup>2</sup> )	剛性 低下率 $G/G_0$	減衰 定数 $h$ (%)
+12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.272	0.592	0.46	10
+8.0		230	17.6	0.415	0.161	0.949	0.17	17
+4.0		256	17.6	0.415	0.118	1.18	0.10	19
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.31	1.71	0.77	4
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	3.47	4.09	0.85	3
-60.0		560	17.2	0.44	4.56	5.50	0.83	3
-100.0		610	18.0	0.43	6.01	6.83	0.88	3
-134.0	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	10.2	1.00	-
$\infty$								



(a) NS方向



(b) EW方向

図3-6 入力地震動の加速度応答スペクトル  
(基準地震動  $S_s$ , T.M.S.L.-4.2m)

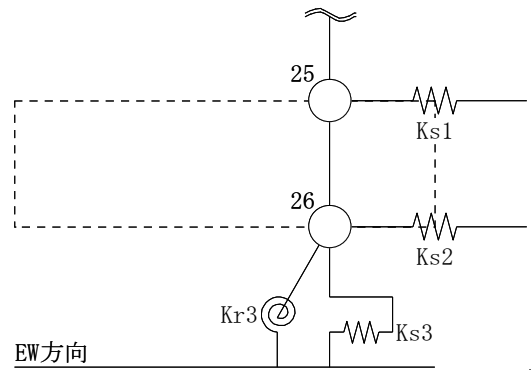
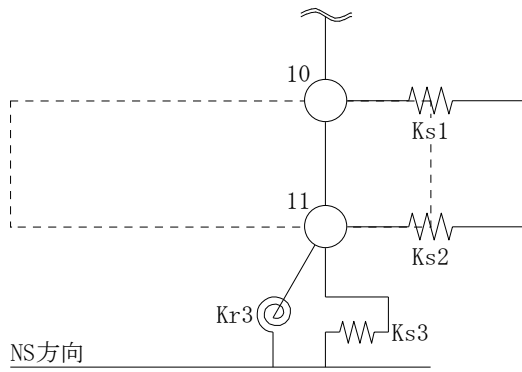
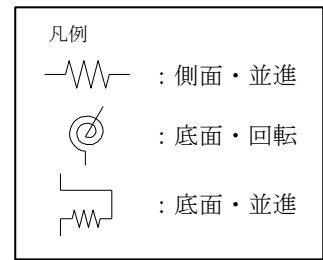


図3-7 地盤ばねの記号

表3-14 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-1)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	10	側面・並進	$1.64 \times 10^6$	$1.15 \times 10^6$
Ks2	11	側面・並進	$6.19 \times 10^5$	$4.35 \times 10^5$
Ks3	11	底面・並進	$1.04 \times 10^8$	$6.71 \times 10^6$
Kr3	11	底面・回転	$4.10 \times 10^{11}$	$1.32 \times 10^{10}$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	25	側面・並進	$1.64 \times 10^6$	$1.14 \times 10^6$
Ks2	26	側面・並進	$6.19 \times 10^5$	$4.29 \times 10^5$
Ks3	26	底面・並進	$1.09 \times 10^8$	$7.33 \times 10^6$
Kr3	26	底面・回転	$1.77 \times 10^{11}$	$3.66 \times 10^9$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

表3-15 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-2)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	10	側面・並進	$1.66 \times 10^6$	$1.16 \times 10^6$
Ks2	11	側面・並進	$6.24 \times 10^5$	$4.36 \times 10^5$
Ks3	11	底面・並進	$1.05 \times 10^8$	$6.74 \times 10^6$
Kr3	11	底面・回転	$4.15 \times 10^{11}$	$1.33 \times 10^{10}$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	25	側面・並進	$1.66 \times 10^6$	$1.14 \times 10^6$
Ks2	26	側面・並進	$6.24 \times 10^5$	$4.31 \times 10^5$
Ks3	26	底面・並進	$1.10 \times 10^8$	$7.36 \times 10^6$
Kr3	26	底面・回転	$1.79 \times 10^{11}$	$3.68 \times 10^9$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

表3-16 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-3)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	10	側面・並進	$1.62 \times 10^6$	$1.14 \times 10^6$
Ks2	11	側面・並進	$6.10 \times 10^5$	$4.30 \times 10^5$
Ks3	11	底面・並進	$9.89 \times 10^7$	$6.55 \times 10^6$
Kr3	11	底面・回転	$3.88 \times 10^{11}$	$1.29 \times 10^{10}$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	25	側面・並進	$1.62 \times 10^6$	$1.13 \times 10^6$
Ks2	26	側面・並進	$6.10 \times 10^5$	$4.24 \times 10^5$
Ks3	26	底面・並進	$1.04 \times 10^8$	$7.14 \times 10^6$
Kr3	26	底面・回転	$1.68 \times 10^{11}$	$3.59 \times 10^9$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

表3-17 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-4)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	10	側面・並進	$1.74 \times 10^6$	$1.19 \times 10^6$
Ks2	11	側面・並進	$6.58 \times 10^5$	$4.47 \times 10^5$
Ks3	11	底面・並進	$1.10 \times 10^8$	$6.91 \times 10^6$
Kr3	11	底面・回転	$4.36 \times 10^{11}$	$1.36 \times 10^{10}$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	25	側面・並進	$1.74 \times 10^6$	$1.17 \times 10^6$
Ks2	26	側面・並進	$6.58 \times 10^5$	$4.41 \times 10^5$
Ks3	26	底面・並進	$1.16 \times 10^8$	$7.54 \times 10^6$
Kr3	26	底面・回転	$1.89 \times 10^{11}$	$3.76 \times 10^9$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

表3-18 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-5)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	10	側面・並進	$1.78 \times 10^6$	$1.19 \times 10^6$
Ks2	11	側面・並進	$6.73 \times 10^5$	$4.49 \times 10^5$
Ks3	11	底面・並進	$1.08 \times 10^8$	$6.84 \times 10^6$
Kr3	11	底面・回転	$4.25 \times 10^{11}$	$1.34 \times 10^{10}$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	25	側面・並進	$1.78 \times 10^6$	$1.18 \times 10^6$
Ks2	26	側面・並進	$6.73 \times 10^5$	$4.43 \times 10^5$
Ks3	26	底面・並進	$1.13 \times 10^8$	$7.47 \times 10^6$
Kr3	26	底面・回転	$1.85 \times 10^{11}$	$3.73 \times 10^9$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad



表3-19 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-6)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	10	側面・並進	$1.72 \times 10^6$	$1.18 \times 10^6$
Ks2	11	側面・並進	$6.48 \times 10^5$	$4.44 \times 10^5$
Ks3	11	底面・並進	$1.09 \times 10^8$	$6.85 \times 10^6$
Kr3	11	底面・回転	$4.27 \times 10^{11}$	$1.35 \times 10^{10}$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	25	側面・並進	$1.72 \times 10^6$	$1.16 \times 10^6$
Ks2	26	側面・並進	$6.48 \times 10^5$	$4.38 \times 10^5$
Ks3	26	底面・並進	$1.14 \times 10^8$	$7.48 \times 10^6$
Kr3	26	底面・回転	$1.86 \times 10^{11}$	$3.73 \times 10^9$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

表3-20 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-7)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	10	側面・並進	$1.81 \times 10^6$	$1.20 \times 10^6$
Ks2	11	側面・並進	$6.82 \times 10^5$	$4.51 \times 10^5$
Ks3	11	底面・並進	$1.07 \times 10^8$	$6.81 \times 10^6$
Kr3	11	底面・回転	$4.20 \times 10^{11}$	$1.34 \times 10^{10}$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	25	側面・並進	$1.81 \times 10^6$	$1.18 \times 10^6$
Ks2	26	側面・並進	$6.82 \times 10^5$	$4.45 \times 10^5$
Ks3	26	底面・並進	$1.12 \times 10^8$	$7.43 \times 10^6$
Kr3	26	底面・回転	$1.83 \times 10^{11}$	$3.71 \times 10^9$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

表3-21 地盤ばね定数と減衰係数 (Ss-8)

(a) NS方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	10	側面・並進	$1.74 \times 10^6$	$1.18 \times 10^6$
Ks2	11	側面・並進	$6.58 \times 10^5$	$4.46 \times 10^5$
Ks3	11	底面・並進	$1.08 \times 10^8$	$6.83 \times 10^6$
Kr3	11	底面・回転	$4.24 \times 10^{11}$	$1.34 \times 10^{10}$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

(b) EW方向

ばね番号	質点番号	地盤ばね成分	ばね定数*1	減衰係数*2
Ks1	25	側面・並進	$1.74 \times 10^6$	$1.17 \times 10^6$
Ks2	26	側面・並進	$6.58 \times 10^5$	$4.39 \times 10^5$
Ks3	26	底面・並進	$1.13 \times 10^8$	$7.45 \times 10^6$
Kr3	26	底面・回転	$1.84 \times 10^{11}$	$3.72 \times 10^9$

注記\*1 : Ks1, Ks2, Ks3はkN/m Kr3はkN・m/rad

\*2 : Ks1, Ks2, Ks3はkN・s/m Kr3はkN・m・s/rad

### 3.5.2 解析方法

タービン建屋の地震応答解析には、解析コード「D Y N A 2 E」を用いる。

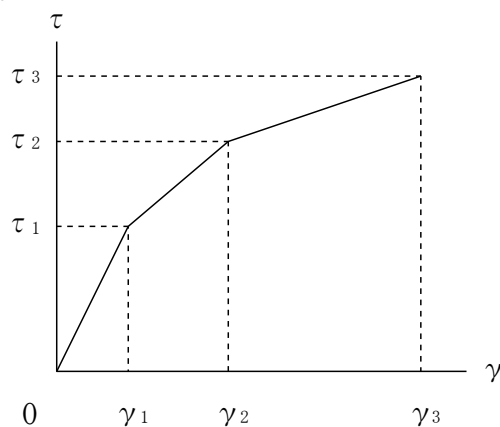
建物・構築物の動的解析は、V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に基づき時刻歴応答解析により実施する。

なお、地震応答解析に用いる解析コードの検証、妥当性確認等の概要については、別紙「計算機プログラム（解析コード）」の概要に示す。

### 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3-8に示す。



$\tau_1$  : 第1折点のせん断応力度

$\tau_2$  : 第2折点のせん断応力度

$\tau_3$  : 終局点のせん断応力度

$\gamma_1$  : 第1折点のせん断ひずみ

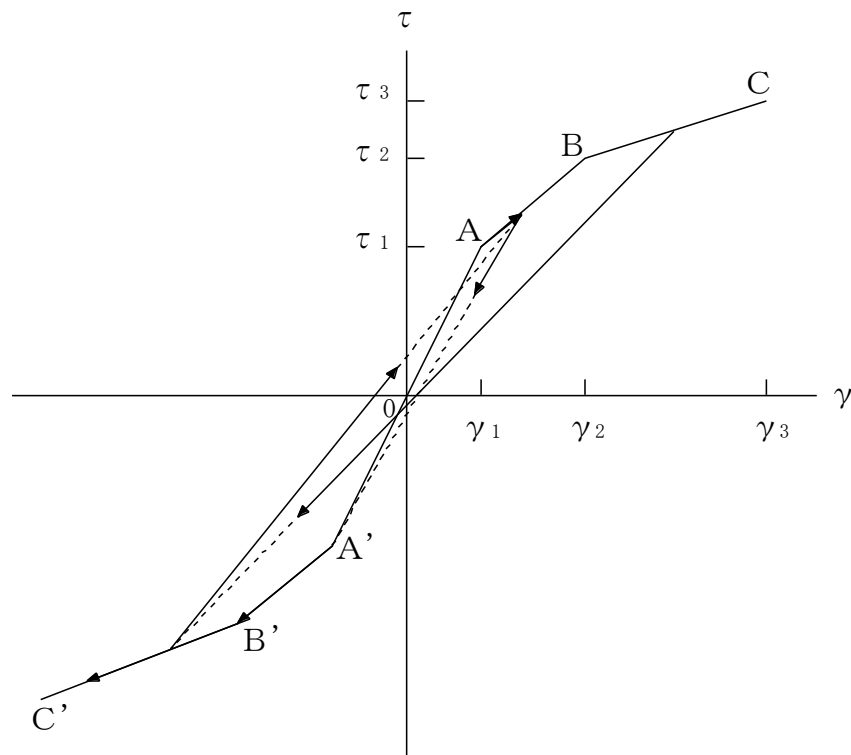
$\gamma_2$  : 第2折点のせん断ひずみ

$\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

図3-8 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、最大点指向型モデルとする。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3-9に示す。

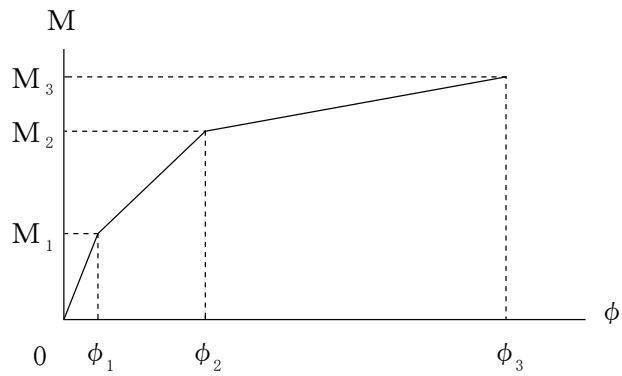


- a. 0-A間 : 弾性範囲。
- b. A-B間 : 負側スケルトンが経験した最大点に向かう。ただし、負側最大点が第1折点を越えていなければ、負側第1折点に向かう。
- c. B-C間 : 負側最大点指向。
- d. 各最大点は、スケルトン上を移動することにより更新される。
- e. 安定ループは面積を持たない。

図3-9 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3-10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

$\phi_1$  : 第1折点の曲率

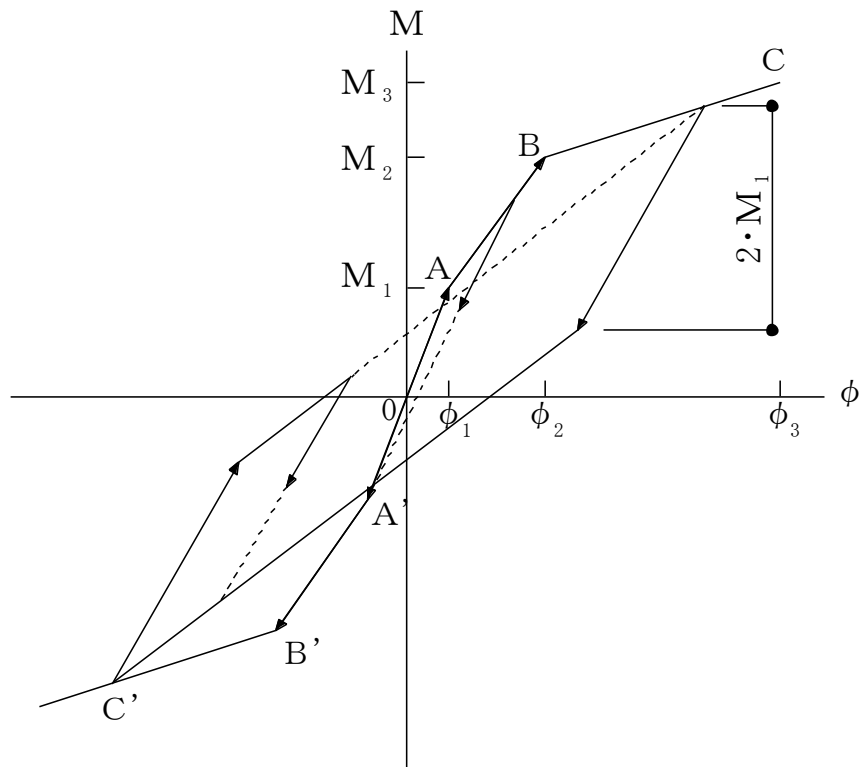
$\phi_2$  : 第2折点の曲率

$\phi_3$  : 終局点の曲率

図3-10 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3-11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かう。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折点に向かう。
- 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3-11 耐震壁の曲げモーメントー曲率関係の履歴特性

(5) スケルトン曲線の諸数値

タービン建屋の各部材について算出したせん断力及び曲げモーメントのスケルトン曲線の諸数値を表3-22～表3-24に示す。なお、NS方向は等価なせん断剛性を考慮したモデルのため、曲げモーメント－曲率関係は考慮しないものとする。



表3-22 せん断力のスケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (NS方向)

部材 番号	第1折点		第2折点		終局点	
	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	2.58	0.251	3.46	0.575	6.02	4.00
4	2.07	0.201	2.78	0.595	4.61	4.00
5	2.17	0.211	2.82	0.633	4.25	4.00
6	2.32	0.225	3.04	0.671	4.62	4.00
9	2.09	0.203	2.80	0.575	4.29	4.00
10	2.20	0.214	2.87	0.595	4.59	4.00

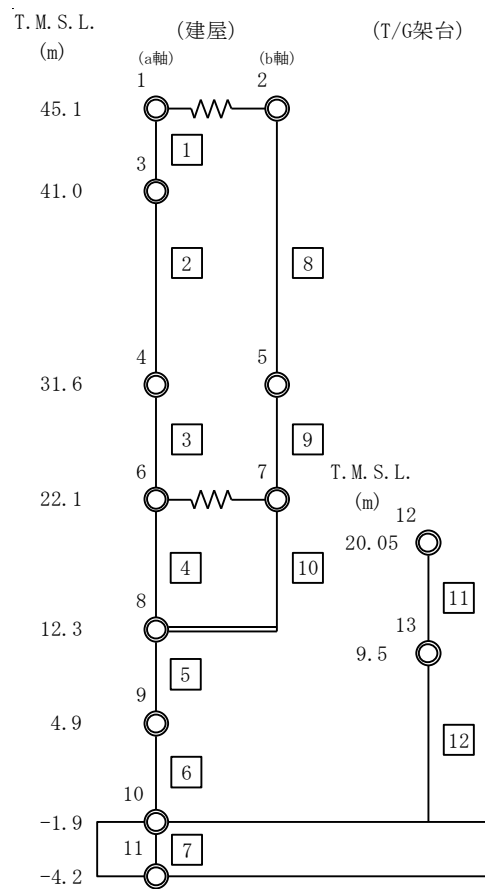


表3-23 せん断力のスケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (EW方向)

部材 番号	第1折点		第2折点		終局点	
	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	2.00	0.194	2.69	0.575	4.72	4.00
4	2.13	0.207	2.88	0.600	5.29	4.00
5	2.19	0.213	2.86	0.633	4.38	4.00
6	2.39	0.232	3.14	0.671	4.71	4.00
10	1.97	0.191	2.66	0.575	3.42	4.00
11	2.13	0.207	2.72	0.595	2.87	4.00
13	1.92	0.187	2.05	0.575	2.05	4.00
14	2.28	0.221	2.73	0.595	2.78	4.00
17	1.97	0.191	2.66	0.575	3.31	4.00
22	1.97	0.191	2.44	0.575	2.60	4.00
24	1.94	0.189	2.55	0.575	2.81	4.00
26	2.61	0.253	3.02	0.802	3.02	4.00
27	1.56	0.152	2.11	0.580	4.18	4.00
28	2.09	0.203	2.81	0.600	5.28	4.00

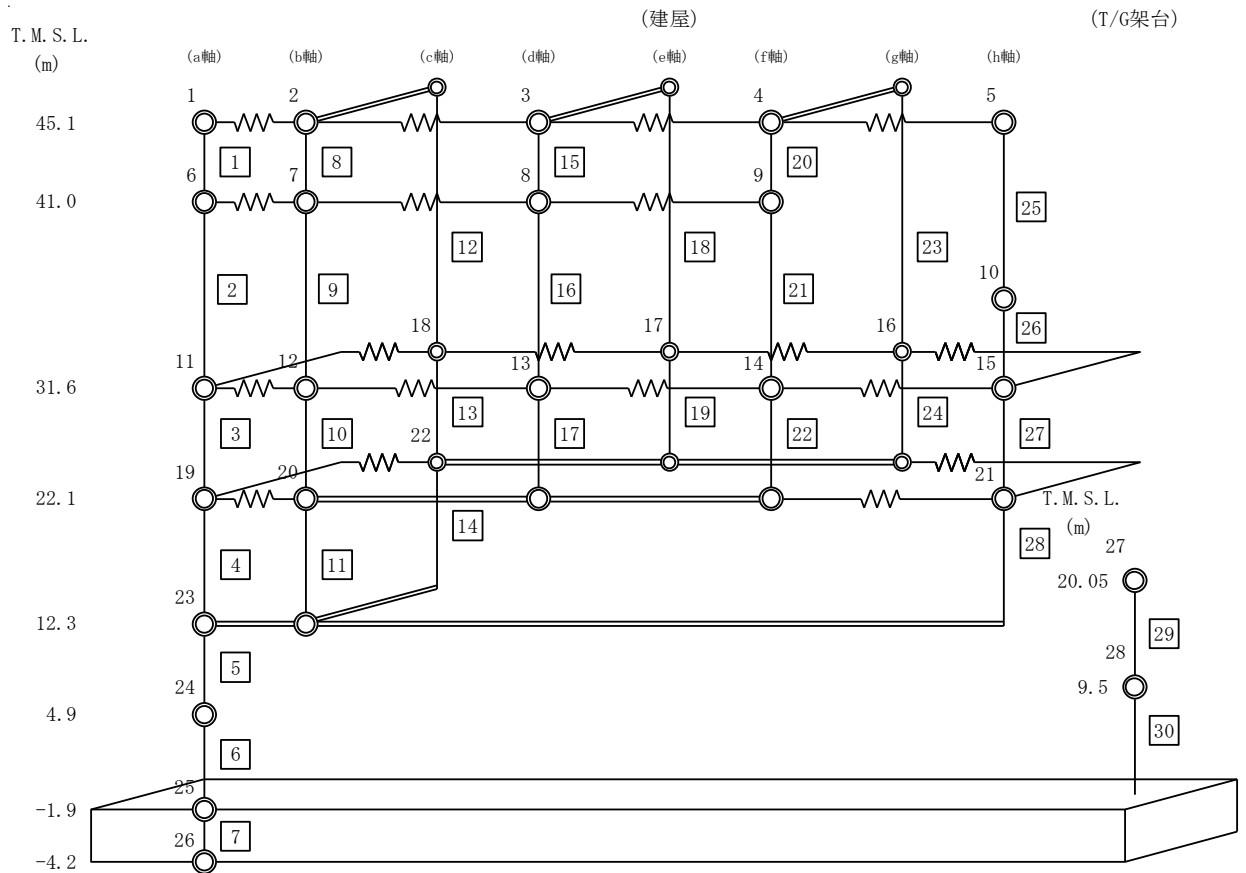
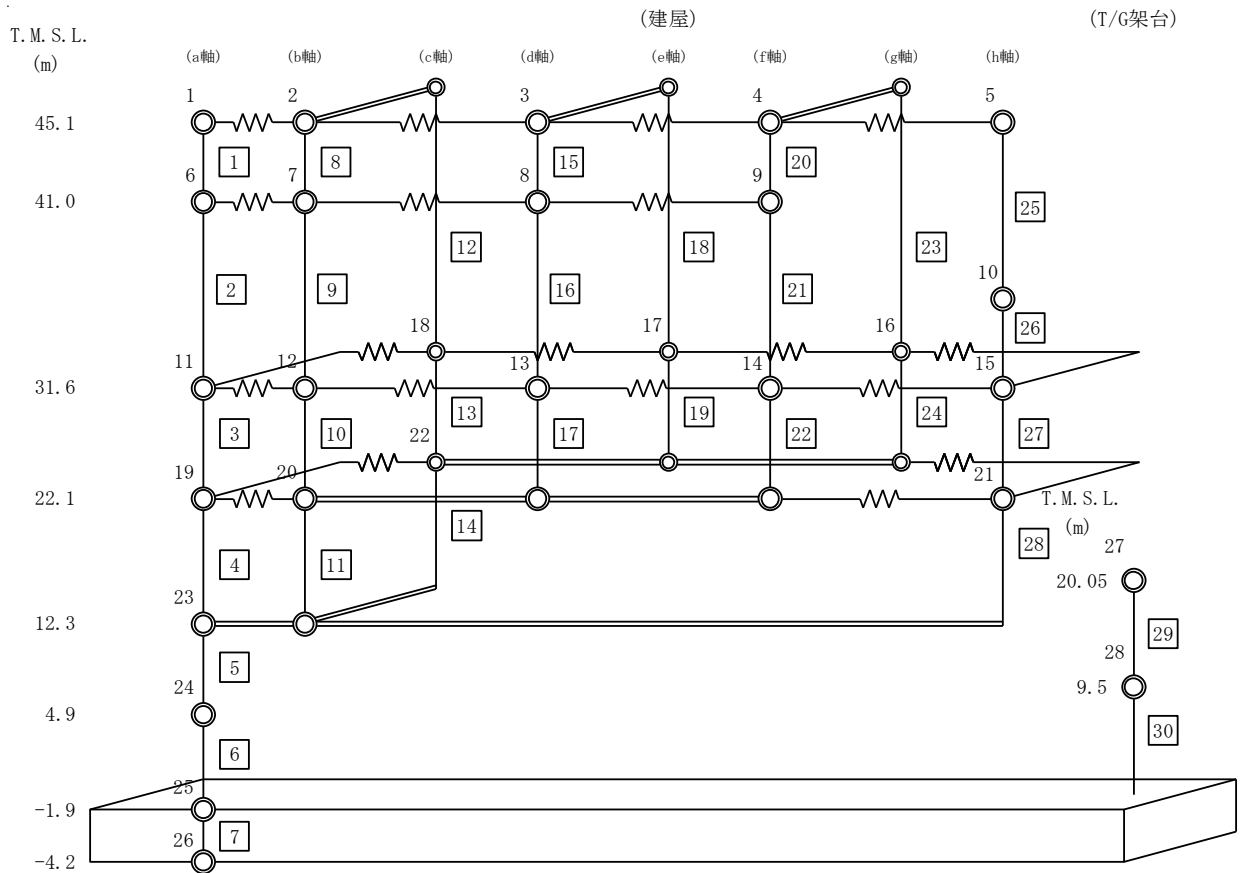


表3-24 曲げモーメントのスケルトン曲線 (M-φ関係) (EW方向)

部材 番号	第1折点		第2折点		終局点	
	M <sub>1</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>1</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	M <sub>2</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>2</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)	M <sub>3</sub> (×10 <sup>6</sup> kN・m)	φ <sub>3</sub> (×10 <sup>-6</sup> /m)
3	1.80	4.94	2.43	29.0	3.57	580
4	5.47	2.59	7.04	33.7	9.95	674
5	30.8	5.73	39.8	31.2	50.9	624
6	37.7	7.22	55.2	31.3	71.6	626
10	0.275	35.7	0.312	194	0.388	3890
11	1.56	6.72	1.76	90.0	2.24	1800
13	0.160	3.34	0.174	189	0.222	3780
14	2.51	5.11	2.70	77.2	3.47	1540
17	0.214	37.9	0.260	196	0.333	3920
22	0.234	34.2	0.275	196	0.355	3920
24	0.515	9.06	0.582	69.0	0.756	1380
27	1.18	3.01	1.75	34.6	2.61	709
28	4.74	2.77	7.06	35.5	10.4	711



### 3.5.4 材料物性の不確かさ

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、材料物性の不確かさを考慮する。材料物性の不確かさを考慮した地震応答解析は、建屋応答への影響が大きい地震動に対して実施することとし、基本ケースの地震応答解析の応答値のいずれかが最大となる地震動（Ss-1～Ss-3, Ss-7及びSs-8）に対して実施することとする。

材料物性の不確かさのうち、建屋剛性については、建設時コンクリートの28日強度の平均値程度の $31.3\text{N/mm}^2$ を基本とし、28日強度の $\pm 1\sigma$ を考慮する。更に、マイナス側については、28日強度の値として95%信頼区間の下限値に相当する値を考慮し、プラス側については、実機の経年後のコア強度の平均値を考慮する。

地盤剛性については、地盤調査結果の平均値を基に設定した数値を基本ケースとし、地盤剛性の不確かさ検討に当たっては、標準偏差に相当するばらつき（ $\pm 1\sigma$ ）を考慮する。

材料物性の不確かさを考慮する解析ケースを表3-25に示す。

表3-25 材料物性の不確かさを考慮する解析ケース

検討ケース	コンクリート剛性	地盤剛性	備考
①ケース1	実強度 ( $31.3\text{N/mm}^2$ )	標準地盤	基本ケース
②ケース2 (建屋剛性 $+\sigma$ , 地盤剛性 $+\sigma$ )	実強度 $+\sigma$ ( $34.3\text{N/mm}^2$ )	標準地盤 $+\sigma$ (初期せん断弾性係数：埋戻土 $+54\%$ せん断波速度： 古安田層 $+11\%$ ，西山層 $+11\%$ )	
③ケース3 (建屋剛性 $-\sigma$ , 地盤剛性 $-\sigma$ )	実強度 $-\sigma$ ( $28.4\text{N/mm}^2$ )	標準地盤 $-\sigma$ (初期せん断弾性係数：埋戻土 $-35\%$ せん断波速度： 古安田層 $-11\%$ ，西山層 $-11\%$ )	
④ケース4 (建屋剛性コア平均)	実強度 (コア平均) ( $49.0\text{N/mm}^2$ )	標準地盤	
⑤ケース5 (建屋剛性 $-2\sigma$ )	実強度 $-2\sigma$ ( $25.4\text{N/mm}^2$ )	標準地盤	

### 3.6 評価方法

タービン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、タービン建屋の構造物全体としての変形性能の評価及び5号機原子炉建屋への相対変位による評価を行う。

#### 3.6.1 構造物全体としての変形性能の評価方法

タービン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、最大層間変形角及び最大せん断ひずみが設定した許容限界を超えないことを確認する。

#### 3.6.2 5号機原子炉建屋への相対変位による評価方法

タービン建屋の5号機原子炉建屋への相対変位による評価は、まず、5号機原子炉建屋との最大相対変位により建屋衝突の有無を確認する。最大相対変位を算出する際の基準点は、5号機原子炉建屋の基礎底面レベルとし、衝突部位レベルに地震応答解析モデルの質点がない場合は、衝突部位レベルの上下質点の応答変位を用いた線形補間により、衝突部位レベルの変位を算出する。更に、最大相対変位が許容限界を超える箇所については、タービン建屋の時刻歴応答変位と5号機原子炉建屋の時刻歴応答変位による時刻歴相対変位が、許容限界を超えないことを確認する。

#### 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

最大層間変形角を表4-1に、最大せん断ひずみを表4-2に、最大せん断ひずみとなったケースの最大せん断ひずみと  $\tau - \gamma$  関係を図4-1に示す。

材料物性の不確かさを考慮した最大層間変形角は1/41（部材番号(1)）であり、許容限界（1/30）を超えないことを確認した。

材料物性の不確かさを考慮した最大応答せん断ひずみは $1.75 \times 10^{-3}$ であり、許容限界（ $4.00 \times 10^{-3}$ ）を超えないことを確認した。

表4-1 最大層間変形角

方向	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	許容限界
NS	1/246 (Ss-1)	1/235 (Ss-1)	1/235 (Ss-1)	1/243 (Ss-1)	1/222 (Ss-1)	1/30
EW	1/66 (Ss-1)	1/83 (Ss-1)	1/41 (Ss-1)	1/50 (Ss-7)	1/58 (Ss-1)	

注：（ ）内は各ケースにおいて応答が最大となる地震動を示す。

表4-2 最大せん断ひずみ

(単位:  $\times 10^{-3}$ )

方向	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4	ケース5	許容限界
NS	0.270 (Ss-1)	0.198 (Ss-1)	0.258 (Ss-1)	0.200 (Ss-1)	0.378 (Ss-1)	4.00
EW	1.33 (Ss-2)	0.717 (Ss-1)	1.48 (Ss-2)	0.723 (Ss-1)	1.75 (Ss-1)	

注：（ ）内は各ケースにおいて応答が最大となる地震動を示す。

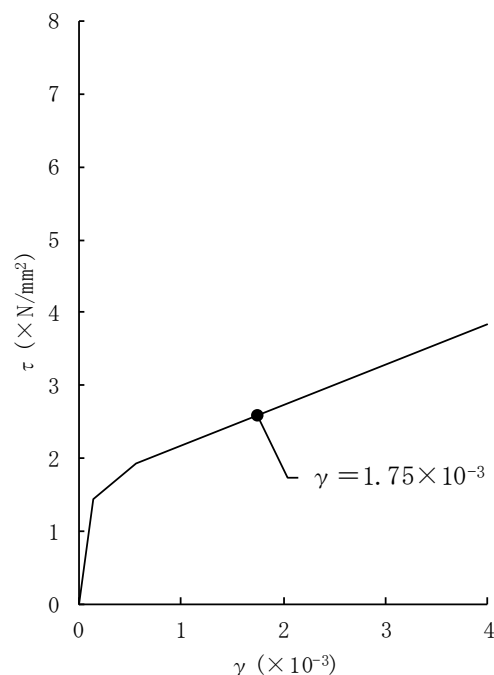


図4-1 最大せん断ひずみと  $\tau - \gamma$  関係（ケース5, EW方向, 部材番号(27)）

## 4.2 5号機原子炉建屋への相対変位による評価結果

### 4.2.1 最大相対変位による評価結果

タービン建屋と5号機原子炉建屋との最大相対変位を表4-3に示す。

最大相対変位は、最大で118mmとなり、許容限界を超える結果となった。最大相対変位が許容限界を超えるものについては、時刻歴相対変位を算定し、衝突の有無を確認する。

なお、表4-3に示す最大相対変位は、衝突の可能性のある部位全てのレベルの算定結果である。また、T.M.S.L. 33.00mから上部においては、建屋間の離隔距離が十分に大きい（約20m）ため、検討対象外としている。

表4-3 タービン建屋と5号機原子炉建屋との最大相対変位

T. M. S. L. *1 (m)	最大相対変位 (mm)									
	ケース1		ケース2		ケース3		ケース4		ケース5	
33.00 *2	108	(Ss-2)	79.9	(Ss-2)	115	(Ss-2)	94.8	(Ss-1)	115	(Ss-2)
28.60 *3	97.5	(Ss-2)	74.8	(Ss-2)	105	(Ss-8)	86.5	(Ss-2)	104	(Ss-2)
27.08 *3	108	(Ss-2)	84.1	(Ss-2)	118	(Ss-2)	96.6	(Ss-2)	114	(Ss-2)
20.85 *3	83.9	(Ss-2)	68.6	(Ss-2)	94.6	(Ss-8)	82.4	(Ss-2)	87.8	(Ss-2)
12.30	65.9	(Ss-2)	56.3	(Ss-2)	75.4	(Ss-8)	63.3	(Ss-2)	68.6	(Ss-2)
5.30 *2	55.6	(Ss-2)	48.7	(Ss-2)	64.3	(Ss-8)	53.7	(Ss-2)	57.5	(Ss-2)
-3.20 *3	41.8	(Ss-2)	39.5	(Ss-2)	50.5	(Ss-2)	42.2	(Ss-2)	42.0	(Ss-2)
-5.10 *3	40.3	(Ss-1)	37.9	(Ss-2)	48.8	(Ss-2)	40.5	(Ss-2)	40.2	(Ss-1)

注記\*1：衝突レベルを示す。

\*2：タービン建屋質点間の変位は上下質点の変位を線形補間する。

\*3：タービン建屋質点間及び5号機原子炉建屋質点間の変位は上下質点の変位を線形補間する。

注1：( )内は各ケースにおいて応答が最大となる地震動を示す。

注2：ハッチングは許容限界（100mm）を超えた値を示す。

#### 4.2.2 時刻歴相対変位による評価結果

最大相対変位が許容限界（100mm）を超えたもの全てに対してタービン建屋と5号機原子炉建屋の時刻歴相対変位の確認を行った結果、時刻歴相対変位の最大値は、37.3mmであり、S s地震時において、相対変位が許容限界を超えないことを確認した。S s地震時において、時刻歴相対変位が最大となるSs-2を入力した時のT. M. S. L. 27.08m位置での時刻歴相対変位を図4-2に示す。

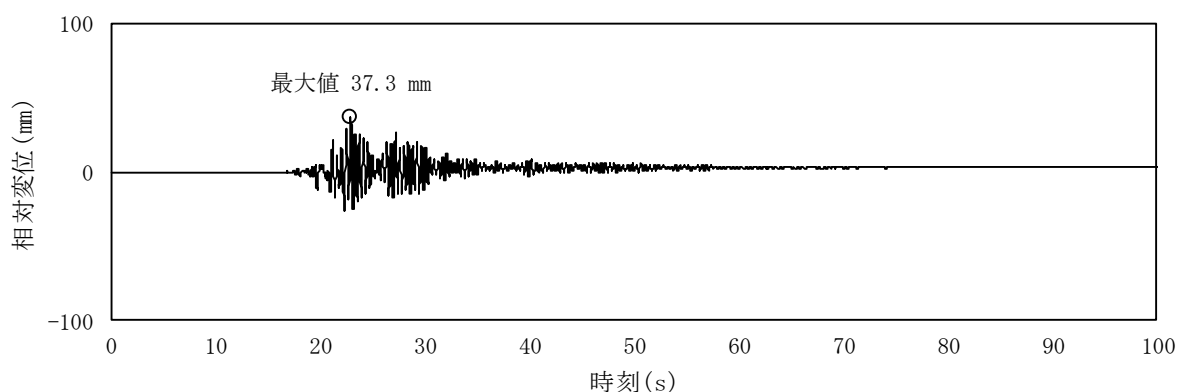


図4-2 時刻歴相対変位 (Ss-2, T. M. S. L. 27.08m, ケース3)

#### 4.3 まとめ

タービン建屋の5号機原子炉建屋に対する波及的影響評価を行った。

構造物全体として変形性能の評価では、最大層間変形角が 1/30 以下に収まっていること及び最大せん断ひずみが  $4.00 \times 10^{-3}$  以下に収まっていることにより、タービン建屋が倒壊しないことを確認した。

5号機原子炉建屋への相対変位による評価では、相対変位がクリアランスである 100mm 以下に収まっていることにより、タービン建屋が5号機原子炉建屋に衝突しないことを確認した。

以上より、タービン建屋が5号機原子炉建屋に及ぼす影響がないことを確認した。



## 別紙 1 地震応答解析における既工認と今回工認の解析モデル及び手法の比較

### 1. 概要

本資料は、5号機タービン建屋の既工認時及び今回工認時の地震応答解析モデル及び手法の比較を示すものである。

## 2. 地震応答解析モデル及び手法の比較

5号機タービン建屋の地震応答解析モデル及び手法の比較を表2-1に示す。また、今回工認時の地震応答解析モデルを図2-1に示す。

比較に用いる既工認時の地震応答解析モデル及び手法は、建設工認である。

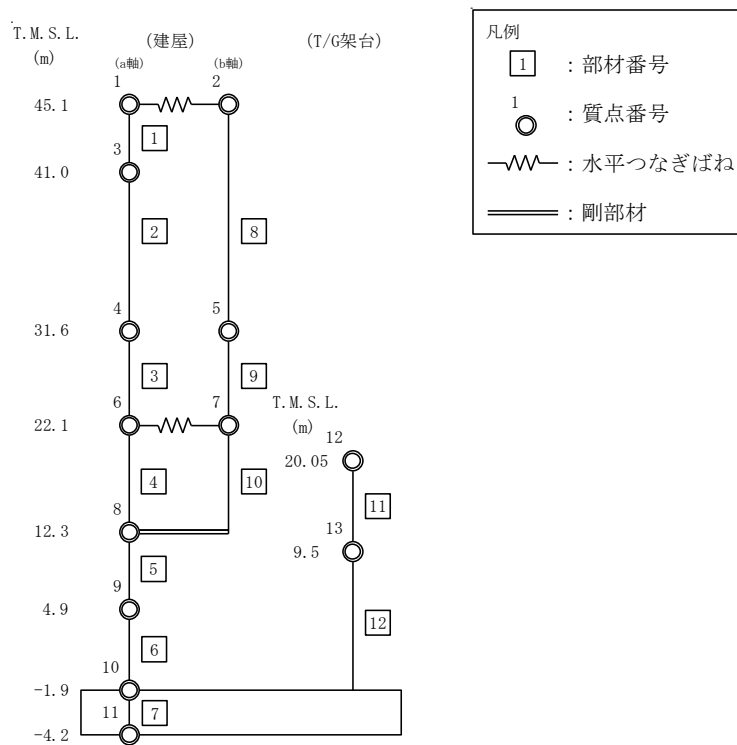
表 2-1 地震応答解析モデル及び手法の比較

項目	内容	既工認*	今回工認	備考
入力地震動の算定法		設計用模擬地震波を用いて、一次元波動論により算定	同左	—
解析コード		D A C 2	D Y N A 2 E	—
建屋のモデル化	モデル	多質点系並列地盤モデル	多質点系 SR モデル	①
	材料物性	検討時の各規準に基づき設定 ・コンクリートのヤング係数 E = 20.6kN/mm <sup>2</sup> (SI 換算) ・コンクリートのポアソン比 ν = 0.167 ・鉄骨のヤング係数 E = 206kN/mm <sup>2</sup> (SI 換算) ・鉄骨のポアソン比 ν = 0.3	適用規準の見直しによる再設定 ・コンクリートのヤング係数 E = 24.8kN/mm <sup>2</sup> ・コンクリートのポアソン比 ν = 0.2 ・鉄骨のヤング係数 E = 205kN/mm <sup>2</sup> ・鉄骨のポアソン比 ν = 0.3	②, ③
	剛性評価	耐震壁を考慮 (設計基準強度)	耐震壁及び補助壁を考慮 (実強度)	④, ⑤
	減衰定数	RC (SRC 含む) : 5% S : 2%	RC (SRC 含む) : 5% S : 2%	—
	回転拘束ばね	考慮せず	考慮せず	—
地盤のモデル化	底面ばね	水平ばねは多質点系並列地盤モデルによる評価、回転ばねは多治見の矩形式による評価により水平及び回転ばねを考慮	振動アドミッタンス理論に基づく近似法により水平及び回転ばねを考慮	⑥
	側面ばね	多質点系並列地盤モデルによる評価により水平ばねのみ考慮	Novak の方法により設定 水平ばねのみ考慮 (表層の埋戻土は無視)	⑦
非線形特性	耐震壁	考慮せず	非線形特性を考慮	⑥, ⑧
	底面ばね	考慮せず	基礎浮上りによる幾何学的非線形特性考慮	

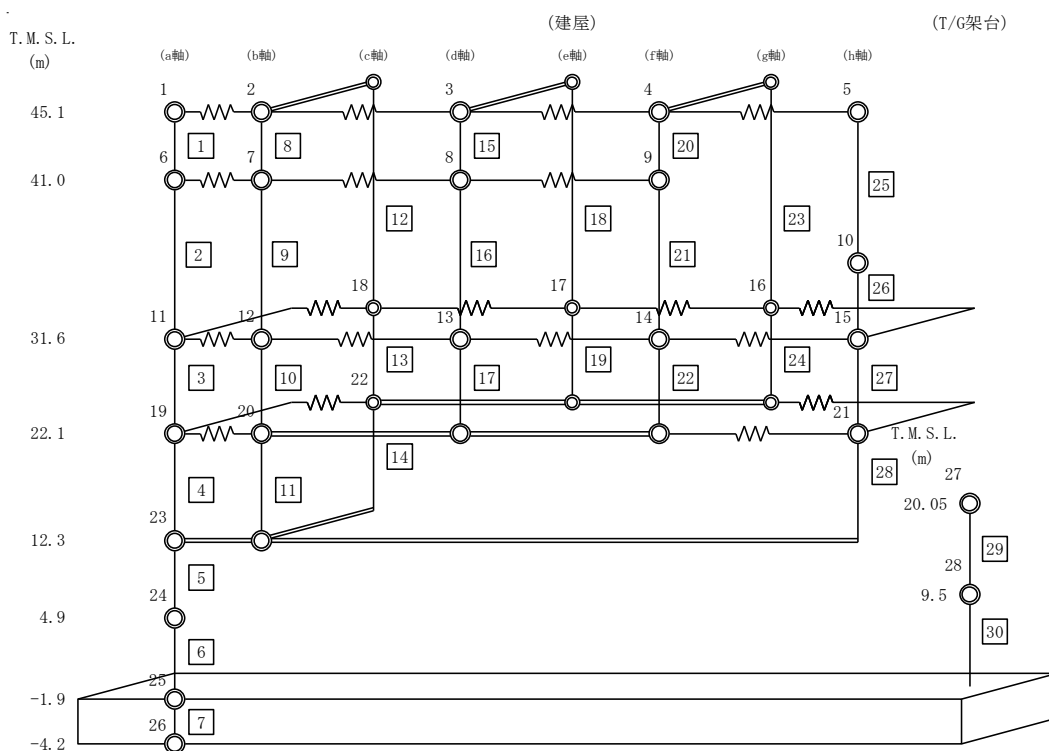
注記\* : 柏崎刈羽原子力発電所 5 号機『既工事計画認可申請書「添付資料IV-2-7「タービン建屋の耐震性についての計算書」(58 資庁第 9522 号昭和 58 年 8 月 22 日認可)』。

【具体的な反映事項】（表の備考欄に対応）

- ① 多質点系SRモデルは、「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）に基づく。
- ② コンクリートのヤング係数及びポアソン比は、「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改定）に基づく。
- ③ 鉄骨部のヤング係数は、「鋼構造設計規準－許容応力度設計法－」（（社）日本建築学会，2005改定）に基づく。
- ④ 地震時の挙動をより実応答に近い形で評価するため，実際には耐震壁として考慮可能であると考えられる壁を補助壁として，その分の剛性を考慮。補助壁の評価方法については，原子炉建屋の地震応答計算書についての補足説明資料 別紙1-3「地震応答解析モデルにおける補助壁の評価方法について」に示す。
- ⑤ 地震時の挙動をより実応答に近い形で評価するため，建屋剛性の評価においてコンクリート実強度に基づき評価される実剛性を考慮。5号機タービン建屋のコンクリート強度については，5号機原子炉建屋と同時期に同じコンクリート製造設備からコンクリートを調達しており，コンクリートの調合及び10年毎の定期点検における強度増進の状況も同等であることから，5号機原子炉建屋と同じコンクリート強度を採用している。
- ⑥ 「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）に基づく。
- ⑦ 地震時の挙動をより実応答に近い形で評価するため，地盤表層部の地盤ばねを考慮しない。地盤表層部の地盤ばねの取扱いについては，原子炉建屋の地震応答計算書についての補足説明資料 別紙1-6「表層ばねの取扱いについて」に示す。
- ⑧ 耐震壁及び鉄骨部の非線形特性の設定については別紙2に示す。



NS方向



EW方向

注：東京湾平均海面（以下「T.M.S.L.」という。）

図2-1 地震応答解析モデル

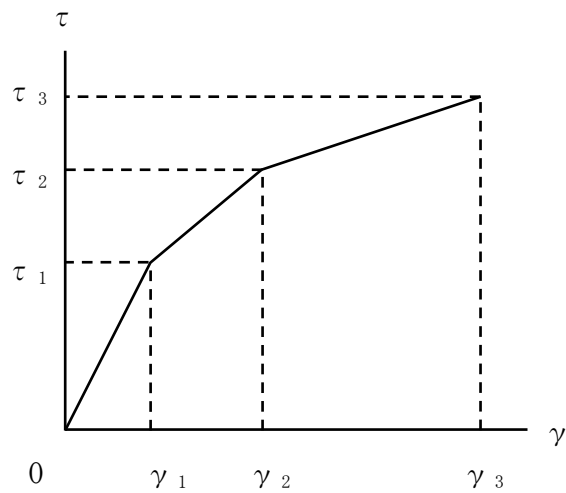
## 別紙 2 地震応答解析における耐震壁及び鉄骨部のせん断スケルトン曲線の設定

### 1. 概要

柏崎刈羽原子力発電所の 5 号機タービン建屋については、鉄筋コンクリート造の耐震壁を主体とした構造物で、屋根部分が鉄骨造（トラス構造）となっている。このため、これらの建物・構築物の地震応答解析においては、鉄筋コンクリート造耐震壁（以下「RC 造耐震壁」という。）、鉄筋コンクリート造補助壁（以下「RC 造補助壁」という。）及び鉄骨部の非線形特性を考慮している。本資料は、これらの耐震壁、補助壁及び鉄骨部のせん断スケルトン曲線の設定について説明するものである。

## 2. 耐震壁の非線形特性の設定について

RC造耐震壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$  関係）は、「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。）に基づき、トリリニア型スケルトン曲線とする。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図 2-1 に示す。



$\tau_1$  : 第1折点のせん断応力度

$\tau_2$  : 第2折点のせん断応力度

$\tau_3$  : 終局点のせん断応力度

$\gamma_1$  : 第1折点のせん断ひずみ

$\gamma_2$  : 第2折点のせん断ひずみ

$\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

図 2-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

## 2.1 第1折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第1折点は、J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$

$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

$F_c$  : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$G$  : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$\sigma_v$  : 縦軸応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>) (圧縮を正とする。)

## 2.2 第2折点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の第2折点は、J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_2 = 1.35 \tau_1$$

$$\gamma_2 = 3 \gamma_1$$



### 2.3 終局点の設定

RC造耐震壁におけるせん断スケルトン曲線の終局点は、J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版に基づき、以下の式より算出している。

$\tau_s \leq 4.5\sqrt{F_c}$  の場合

$$\tau_3 = \left( 1 - \frac{\tau_s}{4.5\sqrt{F_c}} \right) \tau_0 + \tau_s$$

$\tau_s > 4.5\sqrt{F_c}$  の場合

$$\tau_3 = 4.5\sqrt{F_c}$$

$$\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3}$$

ここで、

$$\tau_0 = \left( 3 - \frac{1.8M}{QD} \right) \sqrt{F_c}$$

ただし、 $M/QD > 1$  のとき  $M/QD = 1$

$$\tau_s = \frac{(P_v + P_H) \cdot s \sigma_y}{2} + \frac{(\sigma_v + \sigma_H)}{2}$$

ここで、

$F_c$  : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$P_v, P_H$  : 縦, 横筋比 (実数)

$\sigma_v, \sigma_H$  : 縦, 横軸応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>) (圧縮を正とする。)

$s \sigma_y$  : 鉄筋降伏応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$M/QD$  : シアスパン比

ただし、耐震壁のうち内壁の終局せん断強度は、以下の式により算定している。

$$\tau_3 = \frac{0.068 p_{te}^{0.23} (F_c + 18)}{\sqrt{M/QD} + 0.12} + 0.85\sqrt{p_{wh}\sigma_{wh}} + 0.1\sigma_0$$

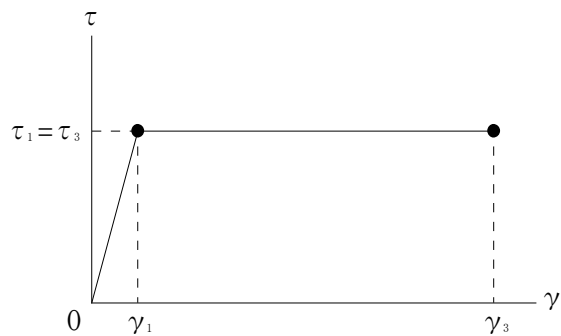
$$\gamma_3 = 4.0 \times 10^{-3}$$

ここで、

- $F_c$  : コンクリートの圧縮強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $p_{te}$  : 等価引張鉄筋比 (%)
- $p_{wh}$  :  $b_e$ を厚さと考えた場合の水平せん断補強筋比 (実数)  
ただし、 $p_{wh}$ の値が1.2%以上の場合は、1.2%として計算する。
- $b_e$  : I型断面と長さ及び断面積が等しい矩形断面の幅 (mm)  
ただし、 $b_e$ は壁厚  $t$  の1.5倍以下とする。
- $\sigma_{wh}$  : 水平せん断補強筋の材料強度 (N/mm<sup>2</sup>)
- $M/QD$  : シアスパン比
- $\sigma_0$  : 耐震壁の全断面積に対する平均軸方向応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

### 3. 補助壁の非線形特性の設定について

RC造補助壁のせん断応力度－せん断ひずみ関係（ $\tau - \gamma$  関係）は，J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版で評価される第1折点で降伏する，完全弾塑性型のスケルトン曲線として評価する方針とする。終局点を与えるせん断ひずみについても J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版の記載による値を採用する。せん断応力度－せん断ひずみ関係を図3-1に示す。



$\tau_1$  : 第1折点のせん断応力度

$\tau_3$  : 終局点のせん断応力度 ( $\tau_3 = \tau_1$ )

$\gamma_1$  : 第1折点のせん断ひずみ

$\gamma_3$  : 終局点のせん断ひずみ ( $4.0 \times 10^{-3}$ )

図3-1 せん断応力度－せん断ひずみ関係

### 3.1 第1折点の設定

RC造補助壁におけるせん断スケルトン曲線の第1折点は、J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版に基づき、以下の式より算出している。

$$\tau_1 = \sqrt{\sqrt{F_c} (\sqrt{F_c + \sigma_v})}$$

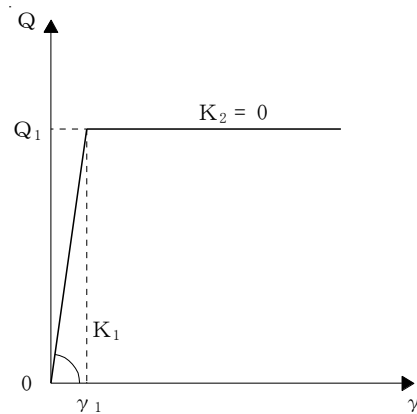
$$\gamma_1 = \tau_1 / G$$

ここで、

- F<sub>c</sub> : コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm<sup>2</sup>)
- G : コンクリートのせん断弾性係数 (kgf/cm<sup>2</sup>)
- σ<sub>v</sub> : 縦軸応力度 (kgf/cm<sup>2</sup>) (圧縮を正とする。)

#### 4. 鉄骨部の非線形特性の設定について

鉄骨部のせん断力-せん断ひずみ関係（ $Q-\gamma$ 関係）は，J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版に基づき，バイリニア型スケルトン曲線とする。せん断力-せん断ひずみ関係を図4-1に示す。



$Q_1$  : 第1折点のせん断力

$\gamma_1$  : 第1折点のせん断ひずみ

$K_1$  : 第1せん断剛性

$K_2$  : 第2せん断剛性

図 4-1 せん断力-せん断ひずみ関係

#### 4.1 第1折点の設定

鉄骨造におけるせん断スケルトン曲線の第1折点は，J E A G 4 6 0 1 -1991 追補版に基づき，以下の式より算出している。

##### (1) X型ブレース

$$Q_1 = \frac{2AF \cos \theta}{0.710 + 1.12\lambda_e}$$

$$\gamma_1 = Q_1 / K_1$$

ここで， $Q_1 \leq 2AF \cos \theta$

F : ブレースの許容応力度を決定する場合の基準値 (tf/cm<sup>2</sup>)

A : ブレースの断面積 (cm<sup>2</sup>)

$\theta$  : ブレースとはりのなす角度 (rad)

$\lambda_e$  : ブレースの一般化細長比 =  $\lambda_e \sqrt{\frac{F}{\pi^2 E}}$

$\lambda_e$  : 有効細長比 =  $\alpha \cdot \lambda$

$\alpha$  : 座屈長さ係数

$\lambda$  : ブレースの端部及び中央交差部をピンとした場合の細長比 =  $L / i_y$

L : ブレースの端部及び中央交差部の節点間距離 =  $\frac{1}{2} \sqrt{S^2 + H^2}$  (cm)

S : 架構の柱間の距離 (cm)

H : 架構の階高 (cm)

$i_y$  : ブレースの弱軸についての断面二次半径 (cm)

E : 鋼材のヤング係数 (tf/cm<sup>2</sup>)

$K_1$  : X型ブレースの第1せん断剛性 =  $\frac{2AE S^2 H}{\sqrt{(S^2 + H^2)^3}}$  (tf/rad)

$K_2$  : X型ブレースの第2せん断剛性 = 0 (tf/rad)

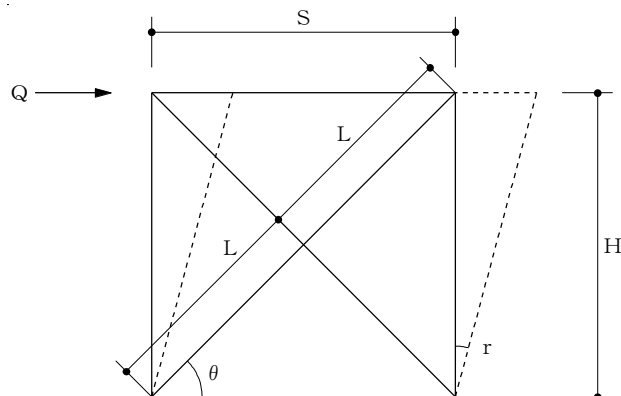


図 4-2 X型ブレース付きラーメン架構

前述で設定したスケルトン曲線を完全弾塑性モデルのバイリニア型スケルトン曲線と、スリップ型モデルのバイリニア型スケルトン曲線に分離する。

両者への分離は、分配率  $\beta_1$  により定める。なお、 $\beta_1$  はブレースの一般化細長比の関数により、次式で算定する。

$$\beta_1 = 1.29 - 1.12 \overline{\lambda}_e$$

完全弾塑性型モデルのスケルトン曲線は、次式により算定する（図 4-3 参照）。

$$Q_{P1} = Q_1 \cdot \beta_1$$

$$\gamma_{P1} = \gamma_1$$

スリップ型モデルのスケルトン曲線は、次式により算定する（図 4-4 参照）。

$$Q_{S1} = Q_1 \cdot (1 - \beta_1)$$

$$\gamma_{S1} = \gamma_1$$

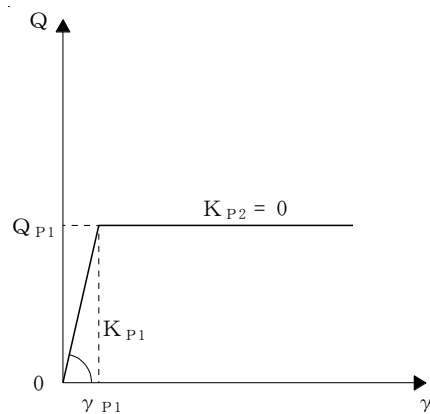


図 4-3 完全弾塑性型モデルのスケルトン曲線

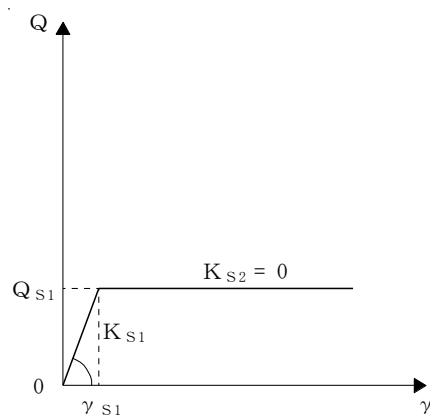


図 4-4 スリップ型モデルのスケルトン曲線

(2) K型ブレース

K型ブレース付き架構は、ブレースが取り付くはりの崩壊機構の違いにより、異なるスケルトン曲線を設定している。崩壊機構の判別は以下の式による。

はりの耐力が十分に強い場合（以下「はりが強い場合」という。）

$${}_bM_P \geq \frac{(N_y - N_u) H \cos \theta}{2}$$

はりの耐力が弱い場合（以下「はりが弱い場合」という。）

$${}_bM_P < \frac{(N_y - N_u) H \cos \theta}{2}$$

ここで、

${}_bM_P$  : はりの全塑性モーメント (tf・cm)

$N_y$  : 引張ブレース降伏軸力 =  $A F$  (tf)

$N_u$  : 引張ブレース降伏軸力 =  $\frac{1}{6\lambda_e + 0.85} N_y$  (tf)

$\theta$  : ブレースとはりのなす角度 (rad)

$\bar{\lambda}_e$  : ブレースの一般化細長比 =  $\lambda_e \sqrt{\frac{F}{\pi^2 E}}$

$\lambda_e$  : 有効細長比 =  $\alpha \cdot \lambda$

$\alpha$  : 座屈長さ係数

$\lambda$  : ブレースの端部及び中央交差部をピンとした場合の細長比 =  $L / i_y$

$L$  : ブレースの端部及び中央交差部の節点間距離 =  $\sqrt{\frac{S^2}{4} + H^2}$  (cm)

$A$  : ブレースの断面積 (cm<sup>2</sup>)

$S$  : 架構の柱間の距離 (cm)

$H$  : 架構の階高 (cm)

$i_y$  : ブレースの弱軸についての断面二次半径 (cm)

$E$  : 鋼材のヤング係数 (tf/cm<sup>2</sup>)

$F$  : ブレースの許容応力度を決定する場合の基準値 (tf/cm<sup>2</sup>)



a. はりが強い場合のスケルトン曲線

はりが強い場合のスケルトン曲線は、「(1) X型ブレース」の算出方法にならない算出している。

b. はりが弱い場合のスケルトン曲線

$$Q_1 = Q_u'$$

$$\gamma_1 = Q_1 / K_1$$

ここで、 $Q_u' = Q_B' + Q_R$

$Q_B'$  : 圧縮及び引張ブレースの耐力 =  $Q_C' + Q_t$  (tf)

$Q_C'$  : 圧縮ブレースの耐力 (tf)

$\delta_C \leq \delta_r$  のとき

$$Q_C' = Q_{cmax} - \frac{1}{2} (\delta_C - Q_{cmax} / K_B) |k_d|$$

$\delta_C > \delta_r$  のとき

$$Q_C' = \frac{(Q_{cmax} - Q_{cmin})^2}{2(\delta_C - Q_{cmax} / K_B) |k_d|} + Q_{cmin}$$

$$\delta_C : = H \cdot 2 / 100 \text{ (cm)}$$

$$\delta_r : = (Q_{cmax} - Q_{cmin}) / |k_d| + Q_{cmax} / K_B \text{ (cm)}$$

$Q_t$  : 引張ブレースの耐力 =  $N_t \cos \theta$  (tf)

$Q_R$  : フレームの耐力 =  $2(cM_P + M_P^*)$  (tf)

$Q_{cmax} = N_{cr} \cos \theta$  (tf)

$Q_{cmin} = N_u \cos \theta$  (tf)

$$N_{cr} = \left\{ 1 - 0.24 \cdot (\overline{\lambda_e})^2 \right\} N_y \text{ (tf)}$$

$N_t$  : 引張ブレースの軸力 =  $N_u + 2_b M_P / (H \cos \theta)$  (tf)

$N_u$  : 圧縮ブレース座屈後の安定耐力 (tf)

$N_y$  : 引張ブレースの降伏軸力 (tf)

$M_P^*$  :  $\text{MIN}(cM_P, bM_P)$  (tf・cm)

$cM_P$  : 構面内方向の柱の全塑性モーメント (tf・cm)

$bM_P$  : 構面内方向のはりの全塑性モーメント (tf・cm)

$K_B$  : ブレース個材のせん断剛性 =  $E A \cos^2 \theta / L$  (tf/cm)

$k_d$  : 圧縮ブレース座屈後の劣化剛性 =  $-0.15(\pi \overline{\lambda_e} - 0.5) K_B$  (tf/cm)

- $K_1$  : K型ブレース付き架構の第1せん断剛性(tf/rad)  
 $K_2$  : K型ブレース付き架構の第2せん断剛性=0(tf/rad)

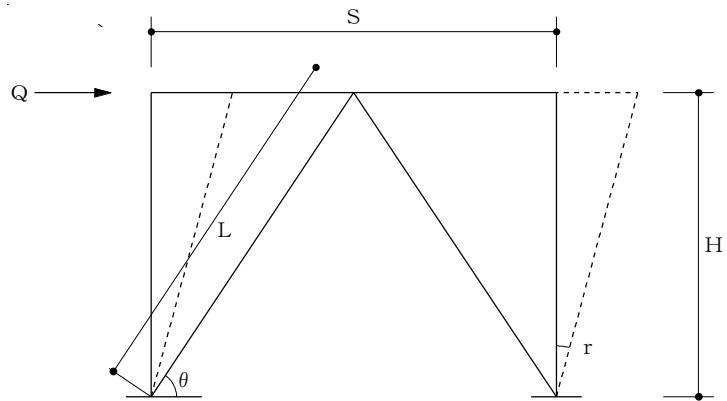


図 4-5 K型ブレース付きラーメン架構

前述で設定したスケルトン曲線を完全弾塑性型モデルと最大点指向バイリニア型モデルに分離する。

両者への分離は、分配率  $\beta_2$  により定める。なお、 $\beta_2$  はブレースの細長比、ブレースとフレームの剛性比及びはりとブレースの強度比を考慮した係数 (C) により次式で算定する。

$C \leq 0.76$  のとき

$$\beta_2 = 0$$

$C > 0.76$  のとき

$$\beta_2 = 0.15(C - 0.76)$$

$$\text{ここに、 } C = \frac{1}{(\lambda_e)^2} \cdot \frac{K_R}{K_1} \cdot \frac{N_y H \cos \theta}{b M_P}$$

$K_R$  : フレームの第1せん断剛性(tf/rad)

完全弾塑性型モデルのスケルトン曲線は、次式により算定する(図 4-6 参照)。

$$Q_{P1} = Q_1 \cdot \beta_2$$

$$\gamma_{P1} = \gamma_1$$

最大点指向バイリニア型モデルのスケルトン曲線は、次式により算定する(図 4-7 参照)。

$$Q_{M1} = Q_1(1 - \beta_2)$$

$$\gamma_{M1} = \gamma_1$$

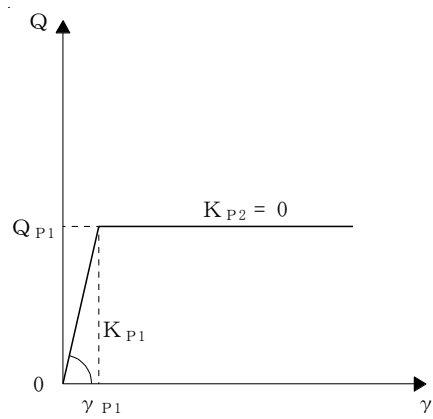


図 4-6 完全弾塑性型モデルのスケルトン曲線

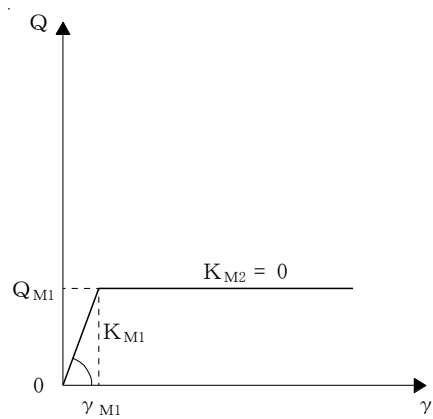


図 4-7 最大点指向型バイリニア型モデルのスケルトン曲線

## 5. せん断スケルトン曲線の設定について

### 5.1 タービン建屋

#### 5.1.1 地震応答解析モデル

地震応答解析モデルは、地盤との相互作用を考慮し、耐震壁等の曲げ及びせん断剛性を評価した多質点系モデルとしている。地震応答解析モデルを図 5-1 に、解析モデルの諸元を表 5-1 及び表 5-2 に、各部材のモデル化について表 5-3 に示す。

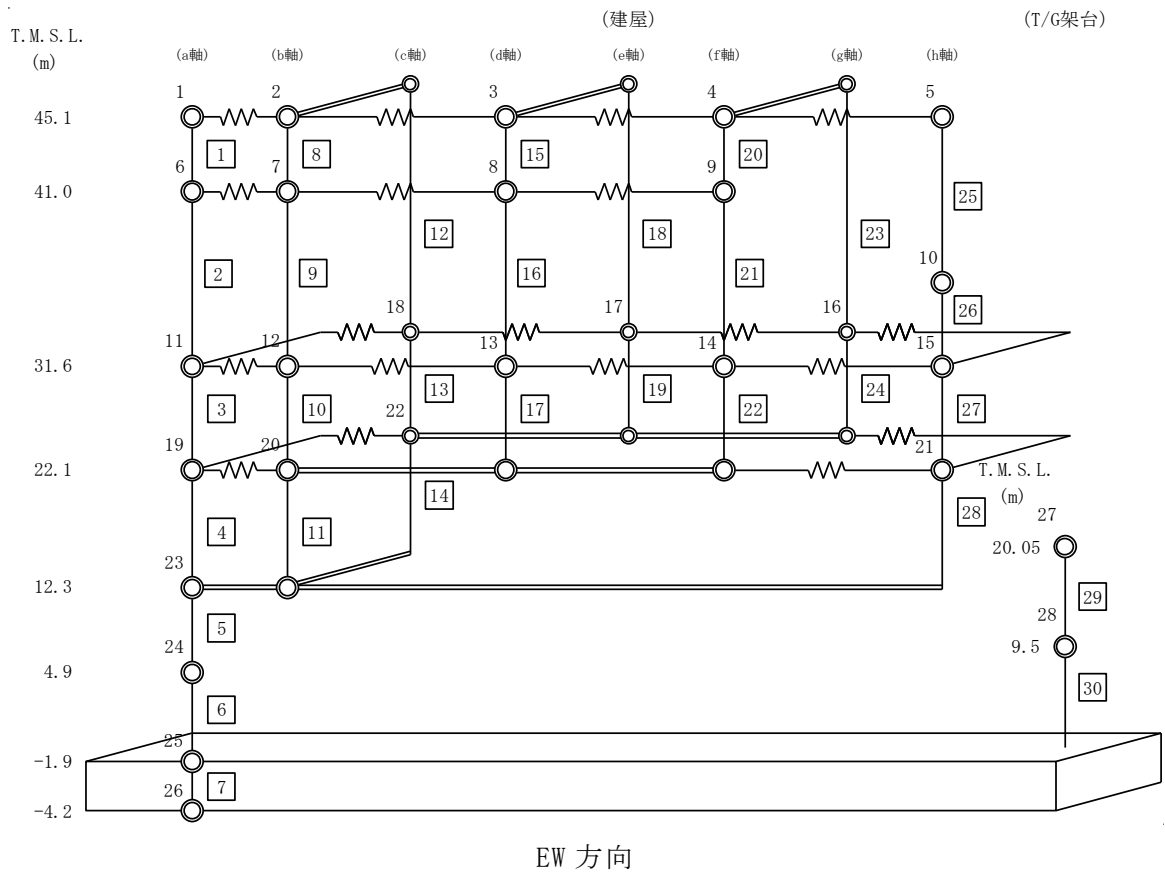
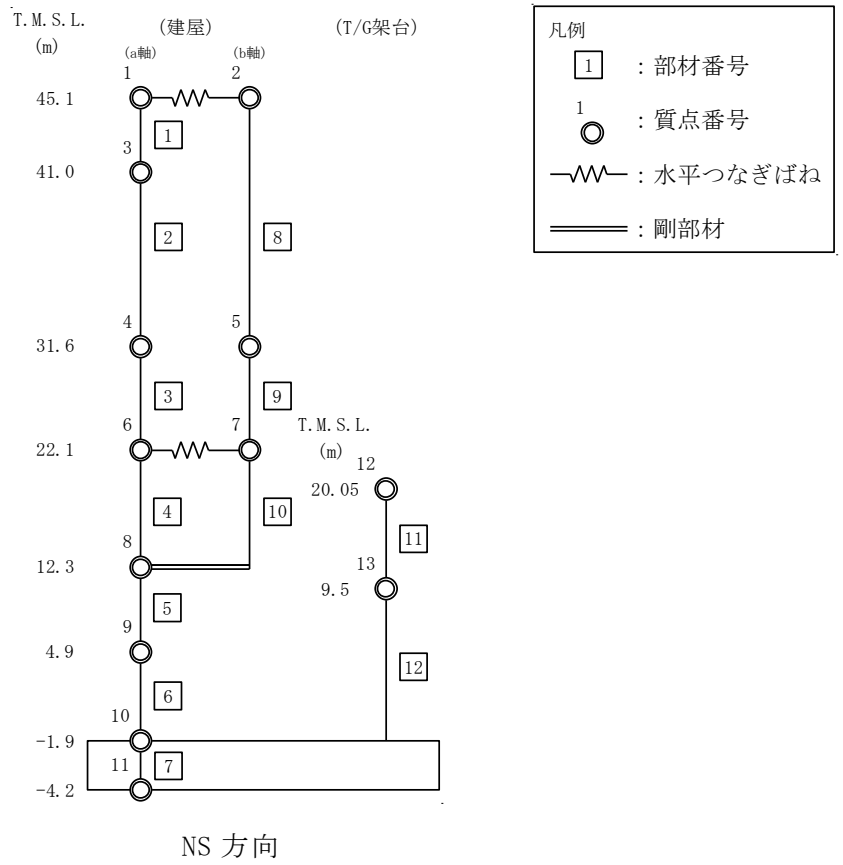


図 5-1 地震応答解析モデル

表 5-1 地震応答解析モデル諸元 (NS 方向)

(a) 重量・回転慣性重量

T. M. S. L. (m)	T/G架台	建屋		
		1	2	
45.1		25320	24920	
		—	—	
3				
11280				
—				
31.6		4	5	
		71010	77130	
—		—		
22.1		12	6	7
		105910	263700	186720
—	—	—		
12.3	13	8		
	56670	515440		
—	—	—		
4.9	9			
	404230			
—	—	—		
-1.9	10			
	634340			
—	—	—		
-4.2	11			
	247270			
—	—	3010.6		

質点番号
重量 (kN)
回転慣性重量 ( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ )

(b) せん断断面積

T. M. S. L. (m)	T/G架台	建屋		
		1	8	
45.1		3.04	2.58	
		—		
41.0		2	—	
		4.23		
—				
31.6		3	9	
		142.50	111.40	
—		—	—	
22.1		11	4	10
		20.20	308.24	301.28
—	—	—	—	
12.3	12	5		
	12.80	786.25		
—		—		
4.9	6			
	735.93			
—	—	—		
-1.9	7			
	8536.00			
—	—	—		

①コンクリート部  
ヤング係数 E  $2.48 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
せん断弾性係数 G  $1.03 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
ポアソン比  $\nu$  0.20  
減衰定数 h 5%

②鉄骨部  
ヤング係数 E  $2.05 \times 10^5$  (N/mm<sup>2</sup>)  
せん断弾性係数 G  $7.90 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
ポアソン比  $\nu$  0.30  
減衰定数 h 2%

基礎形状 121.0m(NS方向) × 76.0m(EW方向)

部材番号
せん断断面積 (m <sup>2</sup> )
断面二次モーメント (m <sup>4</sup> )

表 5-2 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向) (1/2)

(a) 重量・回転慣性重量

T. M. S. L. (m)	T/G架台	建屋							
		1	2	3	4	5	6	7	8
45.1		9440	9580	9580	10170	11470			
		—	—	—	—	—			
41.0		2630	2910	3170	2570	10320			
		—	—	—	—	—			
31.6		25880	9760	16810	10280	24250	10710	13740	26390
		—	—	—	—	—	—	—	—
22.1		105910	90450	150580	120670				88720
		—	—	—	—				—
12.3		56670	515440						
		—	—						
4.9		404230							
		—							
-1.9		634340							
		—							
-4.2		247270							
		1127.8							

質点番号
重量(kN)
回転慣性重量( $\times 10^6 \text{kN}\cdot\text{m}^2$ )

表 5-2 地震応答解析モデル諸元 (EW 方向) (2/2)

(b) せん断断面積・断面二次モーメント

T. M. S. L. (m)	T/G架台	建屋							
		1	8	12	15	18	20	23	25
45.1		2.42	0.40	0.15	0.40	0.14	0.61	0.14	2.44
		—	—		—		—		—
41.0		2	9	—	16	—	21	—	26
		2.25	0.83		0.83		0.83		26.30
31.6		—	—	—	—	—	—	—	—
		3	10	13	17	19	22	24	27
		52.10	18.90	16.03	16.80	0.82	21.66	26.86	46.40
		14660	311	1924	228	1890	276	2291	15800
22.1		29	4	11	—	—	—	—	28
		13.40	150.00	90.50					135.26
		—	85020	9385	19800	—	—	—	69130
		30	5	—	—	—	—	—	—
12.3	22.40	585.58	—						
		217000		—	—	—	—		
4.9	—	6	—					—	—
		572.33		—	—	—	—		
-1.9		210300	—					—	—
		7		8536.00	—	—	—		
		—	—	—				—	—
		—			—	—	—		

①コンクリート部

ヤング係数 E  $2.48 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 せん断弾性係数 G  $1.03 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比  $\nu$  0.20  
 減衰定数 h 5%

②鉄骨部

ヤング係数 E  $2.05 \times 10^5$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 せん断弾性係数 G  $7.90 \times 10^4$  (N/mm<sup>2</sup>)  
 ポアソン比  $\nu$  0.30  
 減衰定数 h 2%

基礎形状 121.0m(NS方向) × 76.0m(EW方向)

部材番号
せん断断面積(m <sup>2</sup> )
断面二次モーメント(m <sup>4</sup> )



表 5-3 各部材のモデル化\*

方向	RC 部材	S 部材
NS	3, 4, 5, 6, 7, 9, 10	1, 2, 8
EW	3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 17, 19, 22, 24, 26, 27, 28	1, 2, 9, 12, 16, 18, 20, 21, 23, 25

注記\*：線形でモデル化している部材を除く。

### 5.1.2 使用材料の物性値

地震応答解析に用いるタービン建屋の使用材料の物性値を表 5-4 及び表 5-5 に示す。

表 5-4 使用材料の物性値 (コンクリート)

使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
コンクリート* : $\sigma_c = 31.3$ (N/mm <sup>2</sup> ) ( $\sigma_c = 320$ kgf/cm <sup>2</sup> )	$2.48 \times 10^4$	$1.03 \times 10^4$	5

注記\* : 実強度に基づくコンクリート強度。

表 5-5 使用材料の物性値 (鉄筋)

使用材料	降伏応力度 $\sigma_y$ (N/mm <sup>2</sup> )
鉄筋 : SD35 (SD345 相当*)	345

注記\* : 建設当時の鉄筋の種類はSD35であるが、現在の規格 (SD345) に読み替えた降伏応力度を示す。

### 5.1.3 RC造耐震壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

#### (1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表5-6に示す。

表 5-6 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点) (1/3)

(a) NS 方向

部材 番号	通り	コンクリート 強度 $F_c$ ( $N/mm^2$ )	せん断弾性 係数 $G$ ( $\times 10^4 N/mm^2$ )	断面積 $A_s$ ( $m^2$ )	縦軸応力度 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	TF (T5~T7)	31.3	1.03	19.5	0.511	1.97	0.192
	TG (T5~T8)	31.3	1.03	41.4	0.511	1.97	0.192
	TH (T3~T11)	31.3	1.03	49.5	0.511	1.97	0.192
	TJ (T2~T11)	31.3	1.03	70.9	0.511	1.97	0.192
4	TF (T3~T7)	31.3	1.03	35.0	0.669	2.04	0.198
	TG (T3~T8)	31.3	1.03	63.7	0.669	2.04	0.198
	TH (T3~T9)	31.3	1.03	72.9	0.669	2.04	0.198
	TJ (T1~T11)	31.3	1.03	130.7	0.669	2.04	0.198
5	TA (T3~T8)	31.3	1.03	89.7	0.992	2.17	0.211
	TB (T1~T11)	31.3	1.03	141.6	0.992	2.17	0.211
	TC (T3~T7)	31.3	1.03	41.3	0.992	2.17	0.211
	TD (T3~T7)	31.3	1.03	50.0	0.992	2.17	0.211
	TF (T3~T7)	31.3	1.03	39.1	0.992	2.17	0.211
	TG (T3~T9)	31.3	1.03	75.7	0.992	2.17	0.211
	TH (T3~T10)	31.3	1.03	80.7	0.992	2.17	0.211
	TJ (T1~T11)	31.3	1.03	145.2	0.992	2.17	0.211
6	TA (T3~T8)	31.3	1.03	89.7	1.327	2.30	0.224
	TB (T1~T11)	31.3	1.03	141.6	1.327	2.30	0.224
	TC (T3~T7)	31.3	1.03	40.8	1.327	2.30	0.224
	TD (T3~T6)	31.3	1.03	39.2	1.327	2.30	0.224
	TF (T3~T6)	31.3	1.03	28.2	1.327	2.30	0.224
	TG (T3~T10)	31.3	1.03	90.9	1.327	2.30	0.224
	TH (T3~T10)	31.3	1.03	77.2	1.327	2.30	0.224
	TJ (T1~T11)	31.3	1.03	145.2	1.327	2.30	0.224
9	TA (T3~T8)	31.3	1.03	32.3	0.511	1.97	0.192
	TB (T7~T11)	31.3	1.03	20.4	0.511	1.97	0.192
	TC (T5~T8)	31.3	1.03	41.4	0.511	1.97	0.192
	TD (T5~T7)	31.3	1.03	19.5	0.511	1.97	0.192
10	TA (T3~T8)	31.3	1.03	83.8	0.669	2.04	0.198
	TB (T1~T9)	31.3	1.03	122.3	0.669	2.04	0.198
	TC (T3~T5)	31.3	1.03	23.5	0.669	2.04	0.198
	TD (T3~T7)	31.3	1.03	47.4	0.669	2.04	0.198

表 5-6 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点) (2/3)

(b) EW 方向

部材 番号	通り	コンクリート 強度 $F_c$ ( $N/mm^2$ )	せん断弾性 係数 $G$ ( $\times 10^4 N/mm^2$ )	断面積 $A_s$ ( $m^2$ )	縦軸応力度 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	T2 (TB~TJ)	31.3	1.03	36.4	0.511	1.97	0.192
	T3 (TA~TJ)	31.3	1.03	16.0	0.511	1.97	0.192
4	T1 (TB~TJ)	31.3	1.03	60.8	0.669	2.06	0.200
	T2 (TA~TJ)	31.3	1.03	36.5	0.669	2.06	0.200
	T3 (TA~TH)	31.3	1.03	58.1	0.669	2.06	0.200
5	T1 (TB~TJ)	31.3	1.03	78.0	0.992	2.17	0.211
	T2 (TB~TJ)	31.3	1.03	39.0	0.992	2.17	0.211
	T3 (TA~TG)	31.3	1.03	54.4	0.992	2.17	0.211
	T4 (TA~TH)	31.3	1.03	39.2	0.992	2.17	0.211
	T5 (TA~TG)	31.3	1.03	55.9	0.992	2.17	0.211
	T6 (TA~TG)	31.3	1.03	21.5	0.992	2.17	0.211
	T7 (TA~TG)	31.3	1.03	17.6	0.992	2.17	0.211
	T8 (TA~TG)	31.3	1.03	44.1	0.992	2.17	0.211
	T9 (TB~TH)	31.3	1.03	21.2	0.992	2.17	0.211
	T10 (TB~TH)	31.3	1.03	61.0	0.992	2.17	0.211
	T11 (TB~TJ)	31.3	1.03	78.0	0.992	2.17	0.211
6	T1 (TB~TJ)	31.3	1.03	78.0	1.327	2.30	0.224
	T2 (TB~TJ)	31.3	1.03	39.0	1.327	2.30	0.224
	T3 (TA~TH)	31.3	1.03	58.1	1.327	2.30	0.224
	T4 (TA~TF)	31.3	1.03	19.1	1.327	2.30	0.224
	T5 (TA~TH)	31.3	1.03	64.1	1.327	2.30	0.224
	T6 (TA~TH)	31.3	1.03	22.3	1.327	2.30	0.224
	T7 (TA~TH)	31.3	1.03	20.9	1.327	2.30	0.224
	T8 (TA~TH)	31.3	1.03	64.9	1.327	2.30	0.224
	T9 (TB~TG)	31.3	1.03	33.3	1.327	2.30	0.224
	T10 (TB~TH)	31.3	1.03	66.6	1.327	2.30	0.224
	T11 (TB~TJ)	31.3	1.03	78.0	1.327	2.30	0.224

表 5-6 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点) (3/3)

(b) EW 方向

部材 番号	通り	コンクリート 強度 $F_c$ ( $N/mm^2$ )	せん断弾性 係数 $G$ ( $\times 10^4 N/mm^2$ )	断面積 $A_s$ ( $m^2$ )	縦軸応力度 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
10	T4 (TH~TJ)	31.3	1.03	8.9	0.511	1.97	0.192
	T5 (TH~TJ)	31.3	1.03	10.0	0.511	1.97	0.192
11	T4 (TF~TG)	31.3	1.03	3.2	0.669	2.04	0.198
	T5 (TF~TH)	31.3	1.03	25.4	0.669	2.04	0.198
	T6 (TG~TH)	31.3	1.03	12.8	0.669	2.04	0.198
	T8 (TG~TH)	31.3	1.03	16.6	0.669	2.04	0.198
	T9 (TF~TH)	31.3	1.03	25.4	0.669	2.04	0.198
13	T5 (TC~TD)	31.3	1.03	13.2	0.511	1.97	0.192
14	T4 (TA~TB)	31.3	1.03	19.8	0.669	2.04	0.198
	T5 (TA~TD)	31.3	1.03	35.2	0.669	2.04	0.198
	T6 (TA~TB)	31.3	1.03	13.0	0.669	2.04	0.198
	T7 (TA~TB)	31.3	1.03	15.0	0.669	2.04	0.198
	T8 (TA~TC)	31.3	1.03	24.6	0.669	2.04	0.198
	T9 (TB~TD)	31.3	1.03	22.9	0.669	2.04	0.198
17	T6 (TH~TJ)	31.3	1.03	6.8	0.511	1.97	0.192
	T7 (TH~TJ)	31.3	1.03	10.0	0.511	1.97	0.192
22	T8 (TH~TJ)	31.3	1.03	10.0	0.511	1.97	0.192
	T9 (TH~TJ)	31.3	1.03	8.5	0.511	1.97	0.192
24	T8 (TA~TD)	31.3	1.03	23.4	0.511	1.97	0.192
26	T9 (TH~TJ)	31.3	1.03	8.7	2.636	2.75	0.267
	T10 (TH~TJ)	31.3	1.03	8.4	2.636	2.75	0.267
	T11 (TH~TJ)	31.3	1.03	7.8	2.636	2.75	0.267
27	T11 (TB~TJ)	31.3	1.03	36.4	0.511	1.99	0.193
28	T10 (TB~TH)	31.3	1.03	67.7	0.669	2.06	0.200
	T11 (TB~TJ)	31.3	1.03	85.8	0.669	2.06	0.200

(2) 第 2 折点

RC 造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第 2 折点の設定根拠を表 5-7 に示す。

表 5-7 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第 2 折点) (1/3)

(a) NS 方向

部材 番号	通り	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	TF (T5~T7)	2.66	0.575
	TG (T5~T8)	2.66	0.575
	TH (T3~T11)	2.66	0.575
	TJ (T2~T11)	2.66	0.575
4	TF (T3~T7)	2.76	0.595
	TG (T3~T8)	2.76	0.595
	TH (T3~T9)	2.76	0.595
	TJ (T1~T11)	2.76	0.595
5	TA (T3~T8)	2.94	0.633
	TB (T1~T11)	2.94	0.633
	TC (T3~T7)	2.94	0.633
	TD (T3~T7)	2.94	0.633
	TF (T3~T7)	2.94	0.633
	TG (T3~T9)	2.94	0.633
	TH (T3~T10)	2.94	0.633
	TJ (T1~T11)	2.94	0.633
6	TA (T3~T8)	3.11	0.671
	TB (T1~T11)	3.11	0.671
	TC (T3~T7)	3.11	0.671
	TD (T3~T6)	3.11	0.671
	TF (T3~T6)	3.11	0.671
	TG (T3~T10)	3.11	0.671
	TH (T3~T10)	3.11	0.671
	TJ (T1~T11)	3.11	0.671
9	TA (T3~T8)	2.66	0.575
	TB (T7~T11)	2.66	0.575
	TC (T5~T8)	2.66	0.575
	TD (T5~T7)	2.66	0.575
10	TA (T3~T8)	2.76	0.595
	TB (T1~T9)	2.76	0.595
	TC (T3~T5)	2.76	0.595
	TD (T3~T7)	2.76	0.595



表 5-7 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第 2 折点) (2/3)

(b) EW 方向

部材 番号	通り	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	T2 (TB~TJ)	2.66	0.575
	T3 (TA~TJ)	2.66	0.575
4	T1 (TB~TJ)	2.78	0.600
	T2 (TA~TJ)	2.78	0.600
	T3 (TA~TH)	2.78	0.600
5	T1 (TB~TJ)	2.94	0.633
	T2 (TB~TJ)	2.94	0.633
	T3 (TA~TG)	2.94	0.633
	T4 (TA~TH)	2.94	0.633
	T5 (TA~TG)	2.94	0.633
	T6 (TA~TG)	2.94	0.633
	T7 (TA~TG)	2.94	0.633
	T8 (TA~TG)	2.94	0.633
	T9 (TB~TH)	2.94	0.633
	T10 (TB~TH)	2.94	0.633
	T11 (TB~TJ)	2.94	0.633
6	T1 (TB~TJ)	3.11	0.671
	T2 (TB~TJ)	3.11	0.671
	T3 (TA~TH)	3.11	0.671
	T4 (TA~TF)	3.11	0.671
	T5 (TA~TH)	3.11	0.671
	T6 (TA~TH)	3.11	0.671
	T7 (TA~TH)	3.11	0.671
	T8 (TA~TH)	3.11	0.671
	T9 (TB~TG)	3.11	0.671
	T10 (TB~TH)	3.11	0.671
	T11 (TB~TJ)	3.11	0.671

表 5-7 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第 2 折点) (3/3)

(b) EW 方向

部材 番号	通り	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )
10	T4 (TH~TJ)	2.66	0.575
	T5 (TH~TJ)	2.66	0.575
11	T4 (TF~TG)	2.76	0.595
	T5 (TF~TH)	2.76	0.595
	T6 (TG~TH)	2.76	0.595
	T8 (TG~TH)	2.76	0.595
	T9 (TF~TH)	2.76	0.595
13	T5 (TC~TD)	2.66	0.575
14	T4 (TA~TB)	2.76	0.595
	T5 (TA~TD)	2.76	0.595
	T6 (TA~TB)	2.76	0.595
	T7 (TA~TB)	2.76	0.595
	T8 (TA~TC)	2.76	0.595
	T9 (TB~TD)	2.76	0.595
17	T6 (TH~TJ)	2.66	0.575
	T7 (TH~TJ)	2.66	0.575
22	T8 (TH~TJ)	2.66	0.575
	T9 (TH~TJ)	2.66	0.575
24	T8 (TA~TD)	2.66	0.575
26	T9 (TH~TJ)	3.72	0.802
	T10 (TH~TJ)	3.72	0.802
	T11 (TH~TJ)	3.72	0.802
27	T11 (TB~TJ)	2.69	0.580
28	T10 (TB~TH)	2.78	0.600
	T11 (TB~TJ)	2.78	0.600

(3) 終局点

RC造耐震壁の終局点は、「2.3 終局点の設定」に基づき、各層の終局せん断応力度を算出する。 $\sigma_H$ は安全側に0としている。

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の終局点の設定根拠を表5-8に示す。また、タービン建屋のT.M.S.L. 12.3m~T.M.S.L. 22.1mについて、各耐震壁の配筋（一例）を示したものを図5-2に示す。

表 5-8 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 終局点) (1/3)

(a) NS 方向

部材 番号	通り	$P_V$ ( $p_{te}^*$ )	$P_H$ ( $p_{wh}^*$ )	縦軸応力度 $\sigma_V$ ( $N/mm^2$ )	M/QD	$\tau_3$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	TF (T5~T7) *	0.00507	0.00507	0.511	0.400	3.60	4.000
	TG (T5~T8) *	0.00325	0.00325	0.511	0.400	3.13	4.000
	TH (T3~T11)	0.00459	0.00459	0.511	0.240	5.36	4.000
	TJ (T2~T11)	0.00511	0.00511	0.511	0.240	5.44	4.000
4	TF (T3~T7) *	0.00316	0.00316	0.669	0.400	3.12	4.000
	TG (T3~T8) *	0.00416	0.00416	0.669	0.400	3.40	4.000
	TH (T3~T9)	0.00524	0.00524	0.669	0.346	5.26	4.000
	TJ (T1~T11)	0.00409	0.00409	0.669	0.240	5.31	4.000
5	TA (T3~T8)	0.00433	0.00433	0.992	0.249	5.40	4.000
	TB (T1~T11)	0.00377	0.00353	0.992	0.240	5.31	4.000
	TC (T3~T7) *	0.00367	0.00367	0.992	0.400	3.30	4.000
	TD (T3~T7) *	0.00334	0.00334	0.992	0.400	3.21	4.000
	TF (T3~T7) *	0.00342	0.00342	0.992	0.400	3.23	4.000
	TG (T3~T9) *	0.00346	0.00346	0.992	0.400	3.24	4.000
	TH (T3~T10)	0.00350	0.00350	0.992	0.293	5.15	4.000
	TJ (T1~T11)	0.00383	0.00338	0.992	0.240	5.30	4.000
6	TA (T3~T8)	0.00478	0.00433	1.327	0.320	5.35	4.000
	TB (T1~T11)	0.00555	0.00442	1.327	0.240	5.60	4.000
	TC (T3~T7) *	0.00468	0.00468	1.327	0.400	3.59	4.000
	TD (T3~T6) *	0.00423	0.00423	1.327	0.400	3.48	4.000
	TF (T3~T6) *	0.00524	0.00524	1.327	0.400	3.72	4.000
	TG (T3~T10) *	0.00453	0.00453	1.327	0.400	3.56	4.000
	TH (T3~T10)	0.00344	0.00344	1.327	0.325	5.14	4.000
	TJ (T1~T11)	0.00645	0.00428	1.327	0.240	5.66	4.000
9	TA (T3~T8)	0.00471	0.00471	0.511	0.240	5.38	4.000
	TB (T7~T11)	0.00508	0.00508	0.511	0.240	5.44	4.000
	TC (T5~T8) *	0.00325	0.00325	0.511	0.621	2.79	4.000
	TD (T5~T7) *	0.00507	0.00507	0.511	0.400	3.60	4.000
10	TA (T3~T8)	0.00349	0.00349	0.669	0.240	5.21	4.000
	TB (T1~T9)	0.00341	0.00341	0.669	0.240	5.20	4.000
	TC (T3~T5) *	0.00325	0.00325	0.669	0.626	2.80	4.000
	TD (T3~T7) *	0.00326	0.00326	0.669	0.400	3.15	4.000

注記\* : 内壁を示す。

表 5-8 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 終局点) (2/3)

(b) EW 方向

部材 番号	通り	$P_V$ ( $p_{te}^*$ )	$P_H$ ( $p_{wh}^*$ )	縦軸応力度 $\sigma_v$ ( $N/mm^2$ )	M/QD	$\tau_3$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	T2 (TB~TJ)	0.00364	0.00364	0.511	0.256	5.16	4.000
	T3 (TA~TJ) *	0.00430	0.00430	0.511	0.400	3.65	4.000
4	T1 (TB~TJ)	0.00310	0.00310	0.669	0.240	5.15	4.000
	T2 (TA~TJ)	0.00324	0.00324	0.669	0.398	4.77	4.000
	T3 (TA~TH)	0.00393	0.00393	0.669	0.240	5.28	4.000
5	T1 (TB~TJ)	0.00383	0.00338	0.992	0.240	5.30	4.000
	T2 (TB~TJ)	0.00383	0.00383	0.992	0.400	4.96	4.000
	T3 (TA~TG)	0.00364	0.00364	0.992	0.277	5.22	4.000
	T4 (TA~TH) *	0.00379	0.00379	0.992	0.400	3.68	4.000
	T5 (TA~TG) *	0.00447	0.00447	0.992	0.400	3.74	4.000
	T6 (TA~TG) *	0.00524	0.00524	0.992	0.400	4.21	4.000
	T7 (TA~TG) *	0.00532	0.00532	0.992	0.400	4.36	4.000
	T8 (TA~TG) *	0.00443	0.00427	0.992	0.400	3.70	4.000
	T9 (TB~TH) *	0.00635	0.00635	0.992	0.400	4.17	4.000
	T10 (TB~TH)	0.00540	0.00540	0.992	0.305	5.45	4.000
	T11 (TB~TJ)	0.00383	0.00338	0.992	0.327	5.09	4.000
6	T1 (TB~TJ)	0.00645	0.00428	1.327	0.240	5.66	4.000
	T2 (TB~TJ)	0.00516	0.00516	1.327	0.446	5.19	4.000
	T3 (TA~TH)	0.00540	0.00519	1.327	0.325	5.47	4.000
	T4 (TA~TF) *	0.00509	0.00509	1.327	2.156	2.65	4.000
	T5 (TA~TH) *	0.00540	0.00540	1.327	0.400	3.92	4.000
	T6 (TA~TH) *	0.00551	0.00551	1.327	0.400	4.28	4.000
	T7 (TA~TH) *	0.00585	0.00585	1.327	0.400	4.36	4.000
	T8 (TA~TH) *	0.00444	0.00444	1.327	0.400	3.71	4.000
	T9 (TB~TG) *	0.00432	0.00432	1.327	0.400	3.99	4.000
	T10 (TB~TH)	0.00500	0.00500	1.327	0.429	5.20	4.000
	T11 (TB~TJ)	0.00645	0.00428	1.327	0.394	5.34	4.000

注記\* : 内壁を示す。

表 5-8 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 終局点) (3/3)

(b) EW 方向

部材 番号	通り	$P_V$ ( $p_{te}^*$ )	$P_H$ ( $p_{wh}^*$ )	縦軸応力度 $\sigma_V$ ( $N/mm^2$ )	M/QD	$\tau_3$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
10	T4 (TH~TJ) *	0.00481	0.00481	0.511	1.094	3.12	4.000
	T5 (TH~TJ) *	0.00428	0.00428	0.511	0.542	3.69	4.000
11	T4 (TF~TG) *	0.00318	0.00318	0.669	1.500	2.96	4.000
	T5 (TF~TH) *	0.00394	0.00394	0.669	0.681	3.17	4.000
	T6 (TG~TH) *	0.00310	0.00310	0.669	1.395	2.58	4.000
	T8 (TG~TH) *	0.00395	0.00395	0.669	1.694	2.48	4.000
	T9 (TF~TH) *	0.00325	0.00325	0.669	0.745	2.88	4.000
13	T5 (TC~TD) *	0.00349	0.00349	0.511	2.409	2.13	4.000
14	T4 (TA~TB) *	0.00321	0.00321	0.669	2.050	2.28	4.000
	T5 (TA~TD) *	0.00338	0.00338	0.669	0.703	2.85	4.000
	T6 (TA~TB) *	0.00395	0.00395	0.669	2.565	2.40	4.000
	T7 (TA~TB) *	0.00423	0.00423	0.669	3.000	2.12	4.000
	T8 (TA~TC) *	0.00309	0.00309	0.669	1.205	2.44	4.000
	T9 (TB~TD) *	0.00361	0.00361	0.669	0.861	2.89	4.000
17	T6 (TH~TJ) *	0.00629	0.00629	0.511	0.692	3.61	4.000
	T7 (TH~TJ) *	0.00428	0.00428	0.511	0.830	3.13	4.000
22	T8 (TH~TJ) *	0.00428	0.00428	0.511	0.947	3.00	4.000
	T9 (TH~TJ) *	0.00503	0.00503	0.511	2.758	2.35	4.000
24	T8 (TA~TD) *	0.00304	0.00304	0.511	0.684	2.96	4.000
26	T9 (TH~TJ) *	0.00501	0.00501	2.636	1.000	3.04	4.000
	T10 (TH~TJ) *	0.00396	0.00396	2.636	1.000	2.83	4.000
	T11 (TH~TJ) *	0.00559	0.00559	2.636	0.500	3.72	4.000
27	T11 (TB~TJ)	0.00451	0.00451	0.511	0.246	5.33	4.000
28	T10 (TB~TH)	0.00454	0.00454	0.669	0.263	5.33	4.000
	T11 (TB~TJ)	0.00416	0.00416	0.669	0.282	5.22	4.000

注記\* : 内壁を示す。



記号	縦筋	横筋
W50	内 : D16@250 外 : D16@250	内 : D16@250 外 : D16@250
W60	内 : D16, D19 交互@250 外 : D16, D19 交互@250	内 : D16, D19 交互@250 外 : D16, D19 交互@250
W90A, <input type="checkbox"/> W130A, W150	内 : D32@250 外 : D32@250	内 : D32@250 外 : D32@250
W90B, <input type="checkbox"/>	内 : D22@250 外 : D22@250	内 : D22@250 外 : D22@250
W100A, W130B <input type="checkbox"/> W160, <input type="checkbox"/>	内 : D29@250 外 : D29@250	内 : D29@250 外 : D29@250
W110, <input type="checkbox"/>	内 : D22, D25 交互@250 外 : D22, D25 交互@250	内 : D22, D25 交互@250 外 : D22, D25 交互@250

図 5-2 耐震壁の配筋図 (T. M. S. L. 12. 3m~T. M. S. L. 22. 1m)

#### 5.1.4 RC造補助壁のせん断スケルトン曲線の諸数値

##### (1) 第1折点

RC造耐震壁の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の設定根拠を表5-9に示す。



表 5-9 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係, 第 1 折点)

(a) NS 方向

部材番号	コンクリート強度 $F_c$ ( $N/mm^2$ )	せん断弾性係数 $G$ ( $\times 10^4 N/mm^2$ )	当該部分が支える重量 (kN)	断面積 ( $m^2$ )	縦軸応力度 $\sigma_v^*$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	31.3	1.03	145315	410.5	0.354	1.90	0.185
4	31.3	1.03	449037	987.1	0.455	1.95	0.189
5	31.3	1.03	515438	1185.0	0.435	1.94	0.188
6	31.3	1.03	404230	1190.1	0.340	1.90	0.184
9	31.3	1.03	145315	410.5	0.354	1.90	0.185
10	31.3	1.03	449037	987.1	0.455	1.95	0.189

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積。

(b) EW 方向

部材番号	コンクリート強度 $F_c$ ( $N/mm^2$ )	せん断弾性係数 $G$ ( $\times 10^4 N/mm^2$ )	当該部分が支える重量 (kN)	断面積 ( $m^2$ )	縦軸応力度 $\sigma_v^*$ ( $N/mm^2$ )	$\tau_1$ ( $N/mm^2$ )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
5	31.3	1.03	515438	1185.0	0.435	1.94	0.188
6	31.3	1.03	404230	1190.1	0.340	1.90	0.184
11	31.3	1.03	449037	987.1	0.455	1.95	0.189
13	31.3	1.03	145315	410.5	0.354	1.90	0.185
14	31.3	1.03	449037	987.1	0.455	1.95	0.189
22	31.3	1.03	145315	410.5	0.354	1.90	0.185
24	31.3	1.03	145315	410.5	0.354	1.90	0.185
28	31.3	1.03	449037	987.1	0.455	1.95	0.189

注記\* : 縦軸応力度  $\sigma_v =$  当該部分が支える重量 / 断面積。

### 5.1.5 鉄骨部のせん断スケルトン曲線の諸数値

#### (1) 第1折点

鉄骨部の各要素におけるせん断スケルトン曲線の第1折点の諸数値を表5-10に示す。

表5-10 せん断スケルトン曲線 (Q- $\gamma$ 関係, 第1折点)

#### (a) NS方向

部材 番号	第1折点				
	Q <sub>1</sub> (kN)	Q <sub>P1</sub> (kN)	Q <sub>S1</sub> (kN)	Q <sub>M1</sub> (kN)	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
1	76051	45430	18618	12003	2.429
2	104531	61656	22018	20857	2.397
8	56347	38688	17659	0	2.117

#### (b) EW方向

部材 番号	第1折点				
	Q <sub>1</sub> (kN)	Q <sub>P1</sub> (kN)	Q <sub>S1</sub> (kN)	Q <sub>M1</sub> (kN)	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
1	32746	24956	7790	0	1.313
2	42720	16055	8673	17992	1.847
8	17992	0	0	17992	2.104
12	9665	9665	0	0	6.173
15	17992	0	0	17992	2.104
18	9665	9665	0	0	6.687
20	25820	25820	0	0	4.123
21	17780	8784	0	8996	2.079
23	9665	9665	0	0	6.687
25	43082	34595	8487	0	1.711

## 6. まとめ

柏崎刈羽原子力発電所の5号機タービン建屋におけるせん断スケルトン曲線の設定について整理した。耐震壁及び補助壁について算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表6-1に、鉄骨部について算出したせん断スケルトン曲線の諸数値を表6-2に示す。

表 6-1 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (1/2)

(a) NS 方向

部材 番号	第1折点		第2折点		終局点	
	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	2.58	0.251	3.46	0.575	6.02	4.00
4	2.07	0.201	2.78	0.595	4.61	4.00
5	2.17	0.211	2.82	0.633	4.25	4.00
6	2.32	0.225	3.04	0.671	4.62	4.00
9	2.09	0.203	2.80	0.575	4.29	4.00
10	2.20	0.214	2.87	0.595	4.59	4.00

表 6-1 せん断スケルトン曲線 ( $\tau - \gamma$  関係) (2/2)

(b) EW 方向

部材 番号	第1折点		第2折点		終局点	
	$\tau_1$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_2$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_2$ ( $\times 10^{-3}$ )	$\tau_3$ (N/mm <sup>2</sup> )	$\gamma_3$ ( $\times 10^{-3}$ )
3	2.00	0.194	2.69	0.575	4.72	4.00
4	2.13	0.207	2.88	0.600	5.29	4.00
5	2.19	0.213	2.86	0.633	4.38	4.00
6	2.39	0.232	3.14	0.671	4.71	4.00
10	1.97	0.191	2.66	0.575	3.42	4.00
11	2.13	0.207	2.72	0.595	2.87	4.00
13	1.92	0.187	2.05	0.575	2.05	4.00
14	2.28	0.221	2.73	0.595	2.78	4.00
17	1.97	0.191	2.66	0.575	3.31	4.00
22	1.97	0.191	2.44	0.575	2.60	4.00
24	1.94	0.189	2.55	0.575	2.81	4.00
26	2.61	0.253	3.02	0.802	3.02	4.00
27	1.56	0.152	2.11	0.580	4.18	4.00
28	2.09	0.203	2.81	0.600	5.28	4.00

表 6-2 せん断スケルトン曲線 (Q- $\gamma$  関係)

(a) NS 方向

部材 番号	第1折点				
	Q <sub>1</sub> (kN)	Q <sub>P1</sub> (kN)	Q <sub>S1</sub> (kN)	Q <sub>M1</sub> (kN)	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
1	76051	45430	18618	12003	2.429
2	104531	61656	22018	20857	2.397
8	56347	38688	17659	0	2.117

(b) EW 方向

部材 番号	第1折点				
	Q <sub>1</sub> (kN)	Q <sub>P1</sub> (kN)	Q <sub>S1</sub> (kN)	Q <sub>M1</sub> (kN)	$\gamma_1$ ( $\times 10^{-3}$ )
1	32746	24956	7790	0	1.313
2	42720	16055	8673	17992	1.847
8	17992	0	0	17992	2.104
12	9665	9665	0	0	6.173
15	17992	0	0	17992	2.104
18	9665	9665	0	0	6.687
20	25820	25820	0	0	4.123
21	17780	8784	0	8996	2.079
23	9665	9665	0	0	6.687
25	43082	34595	8487	0	1.711

別紙 3 水平 2 方向地震力に対する上部鉄骨部層間変形角の検討

1. 概要

5号機タービン建屋（以下「タービン建屋」という。）の波及的影響評価において、質点系モデルの地震応答解析結果である水平 1 方向地震力に対する上部鉄骨部層間変形角が許容限界（1/30）を超えないことを確認している。ここでは、水平 2 方向地震力に対する上部鉄骨部層間変形角が許容限界（1/30）を超えないことを確認する。

2. 検討方法

水平 2 方向地震力に対する上部鉄骨部層間変形角は、質点系モデルへの集約方法の違いにより NS 方向質点系モデルと EW 方向質点系モデルにおいて部材長が異なる部分があるため、各通り個材の層間変形角を確認することとし、各柱の相対変位を部材長で除した柱の層間変形角を用いる。検討に用いる層間変形角については、添付資料 8「5号機タービン建屋の波及的影響について」にて実施した NS 方向及び EW 方向のそれぞれの地震応答解析結果における相対変位のベクトル和から算出する。本検討では保守的に、水平 1 方向地震力による NS 方向及び EW 方向の相対変位を 1.0 : 1.0 で組み合わせることとする。タービン建屋の概略平面図を図 2-1 に示す。

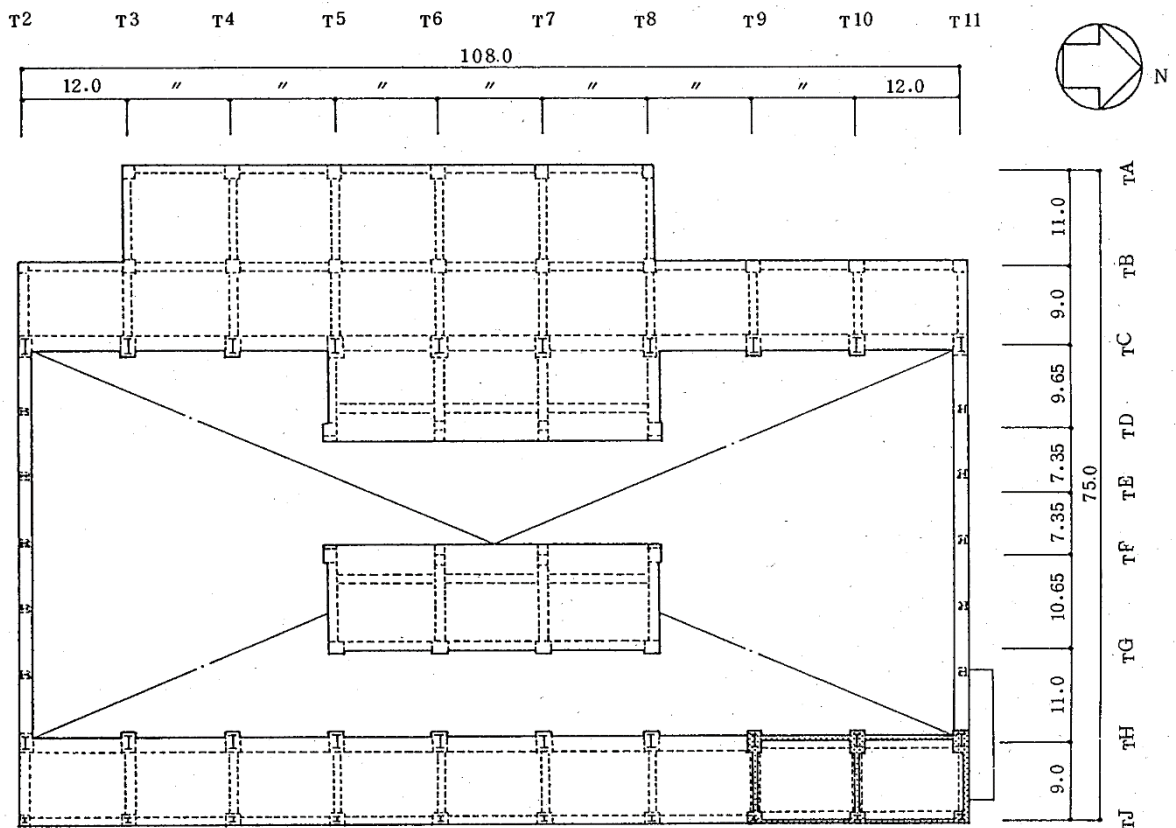


図 2-1 概略平面図 (T. M. S. L. 31.6m)

### 3. 層間変形角の算出方法

タービン建屋の地震応答解析は質点系モデルを用いたものであり、解析結果は正負の方向性を持たないため、水平2方向地震力に対する層間変形角の算出に当たっては、各方向の絶対値の最大相対変位（以下「最大相対変位」という。）を用いる。また、最大相対変位は、保守的に、地震応答解析における全ての解析ケースを包絡した最大相対変位を用いる。層間変形角の算出方法を以下に示す。

$$\theta = \frac{\sqrt{x^2 + y^2}}{h}$$

ここで、

$\theta$  : 水平2方向地震力に対する層間変形角

$x$  : NS方向の最大相対変位（全ケース包絡値）

$y$  : EW方向の最大相対変位（全ケース包絡値）

$h$  : 部材長

### 4. 検討結果

水平2方向地震力に対する上部鉄骨部層間変形角の検討結果を表4-1に示す。

表4-1より、最大層間変形角は、T2通り及びT3通りの各柱におけるT.M.S.L. 45.1m～41.0mの1/40であり、水平2方向地震力に対する上部鉄骨部層間変形角が許容限界（1/30）を超えないことを確認した。



表 4-1 評価結果 (1/2)

通り		T. M. S. L. (m)	部材長 h (mm)	相対変位 (mm)			層間変形角 $\theta$
				① x (NS)	② y (EW)	$\sqrt{\{①^2+②^2\}}$	
T2	TC	45.1~41.0	4100	18.5	100	102	1/40
		41.0~31.6	9400	42.4	50.3	65.8	1/142
	TD	45.1~41.0	4100	18.5	100	102	1/40
		41.0~31.6	9400	42.4	50.3	65.8	1/142
	TE	45.1~41.0	4100	18.5	100	102	1/40
		41.0~31.6	9400	42.4	50.3	65.8	1/142
	TF	45.1~41.0	4100	14.2	100	102	1/40
		41.0~31.6	9400	28.5	50.3	57.9	1/162
	TG西	45.1~41.0	4100	14.2	100	102	1/40
		41.0~31.6	9400	28.5	50.3	57.9	1/162
	TG東	45.1~41.0	4100	14.2	100	102	1/40
		41.0~31.6	9400	28.5	50.3	57.9	1/162
TH	45.1~41.0	4100	14.2	100	102	1/40	
	41.0~31.6	9400	28.5	50.3	57.9	1/162	
TJ	41.0~31.6	9400	28.5	50.3	57.9	1/162	
T3	TC	45.1~41.0	4100	18.5	100	102	1/40
		41.0~31.6	9400	42.4	50.3	65.8	1/142
	TH	45.1~41.0	4100	14.2	100	102	1/40
		41.0~31.6	9400	28.5	50.3	57.9	1/162
	TJ	41.0~31.6	9400	28.5	50.3	57.9	1/162
T4	TC	45.1~41.0	4100	18.5	60.3	63.1	1/64
		41.0~31.6	9400	42.4	139	146	1/64
	TH	45.1~41.0	4100	14.2	57.8	59.6	1/68
		41.0~31.6	9400	28.5	117	121	1/77
	TJ	41.0~31.6	9400	28.5	117	121	1/77
T5	TC	45.1~41.0	4100	18.5	60.3	63.1	1/64
		41.0~31.6	9400	42.4	139	146	1/64
	TH	45.1~41.0	4100	14.2	57.8	59.6	1/68
		41.0~31.6	9400	28.5	117	121	1/77
	TJ	41.0~31.6	9400	28.5	117	121	1/77
T6	TC	45.1~41.0	4100	18.5	66.2	68.8	1/59
		41.0~31.6	9400	42.4	152	158	1/59
	TH	45.1~41.0	4100	14.2	57.0	58.8	1/69
		41.0~31.6	9400	28.5	137	140	1/67
	TJ	41.0~31.6	9400	28.5	137	140	1/67

表 4-1 評価結果 (2/2)

通り		T. M. S. L. (m)	部材長 h (mm)	相対変位 (mm)			層間変形角 $\theta$
				① x (NS)	② y (EW)	$\sqrt{\{①^2+②^2\}}$	
T7	TC	45.1~41.0	4100	18.5	66.2	68.8	1/59
		41.0~31.6	9400	42.4	152	158	1/59
	TH	45.1~41.0	4100	14.2	57.0	58.8	1/69
		41.0~31.6	9400	28.5	137	140	1/67
	TJ	41.0~31.6	9400	28.5	137	140	1/67
T8	TC	45.1~41.0	4100	18.5	42.8	46.7	1/87
		41.0~31.6	9400	42.4	98.0	107	1/87
	TH	45.1~41.0	4100	14.2	82.0	83.3	1/49
		41.0~31.6	9400	28.5	126	130	1/72
	TJ	41.0~31.6	9400	28.5	126	130	1/72
T9	TC	45.1~41.0	4100	18.5	42.8	46.7	1/87
		41.0~31.6	9400	42.4	98.0	107	1/87
	TH	45.1~41.0	4100	14.2	82.0	83.3	1/49
		41.0~35.6	5400	16.4	72.0	73.9	1/73
	TJ	45.1~41.0	4100	14.2	82.0	83.3	1/49
41.0~35.6		5400	16.4	72.0	73.9	1/73	
T10	TC	45.1~41.0	4100	18.5	23.3	29.8	1/137
		41.0~31.6	9400	42.4	53.5	68.3	1/137
	TH	45.1~41.0	4100	14.2	23.3	27.3	1/150
		41.0~35.6	5400	16.4	30.7	34.9	1/154
	TJ	45.1~35.6	9500	28.8	54.0	61.2	1/155
T11	TC	45.1~41.0	4100	18.5	23.3	29.8	1/137
		41.0~31.6	9400	42.4	53.5	68.3	1/137
	TD	45.1~41.0	4100	18.5	23.3	29.8	1/137
		41.0~31.6	9400	42.4	53.5	68.3	1/137
	TE	45.1~41.0	4100	18.5	23.3	29.8	1/137
		41.0~31.6	9400	42.4	53.5	68.3	1/137
	TF	45.1~41.0	4100	14.2	23.3	27.3	1/150
		41.0~31.6	9400	28.5	53.5	60.7	1/154
	TG西	45.1~41.0	4100	14.2	23.3	27.3	1/150
		41.0~31.6	9400	28.5	53.5	60.7	1/154
	TG東	45.1~41.0	4100	14.2	23.3	27.3	1/150
		41.0~35.6	5400	16.4	30.7	34.9	1/154
	TH	45.1~41.0	4100	14.2	23.3	27.3	1/150
		41.0~35.6	5400	16.4	30.7	34.9	1/154
TJ	45.1~35.6	9500	28.8	54.0	61.2	1/155	

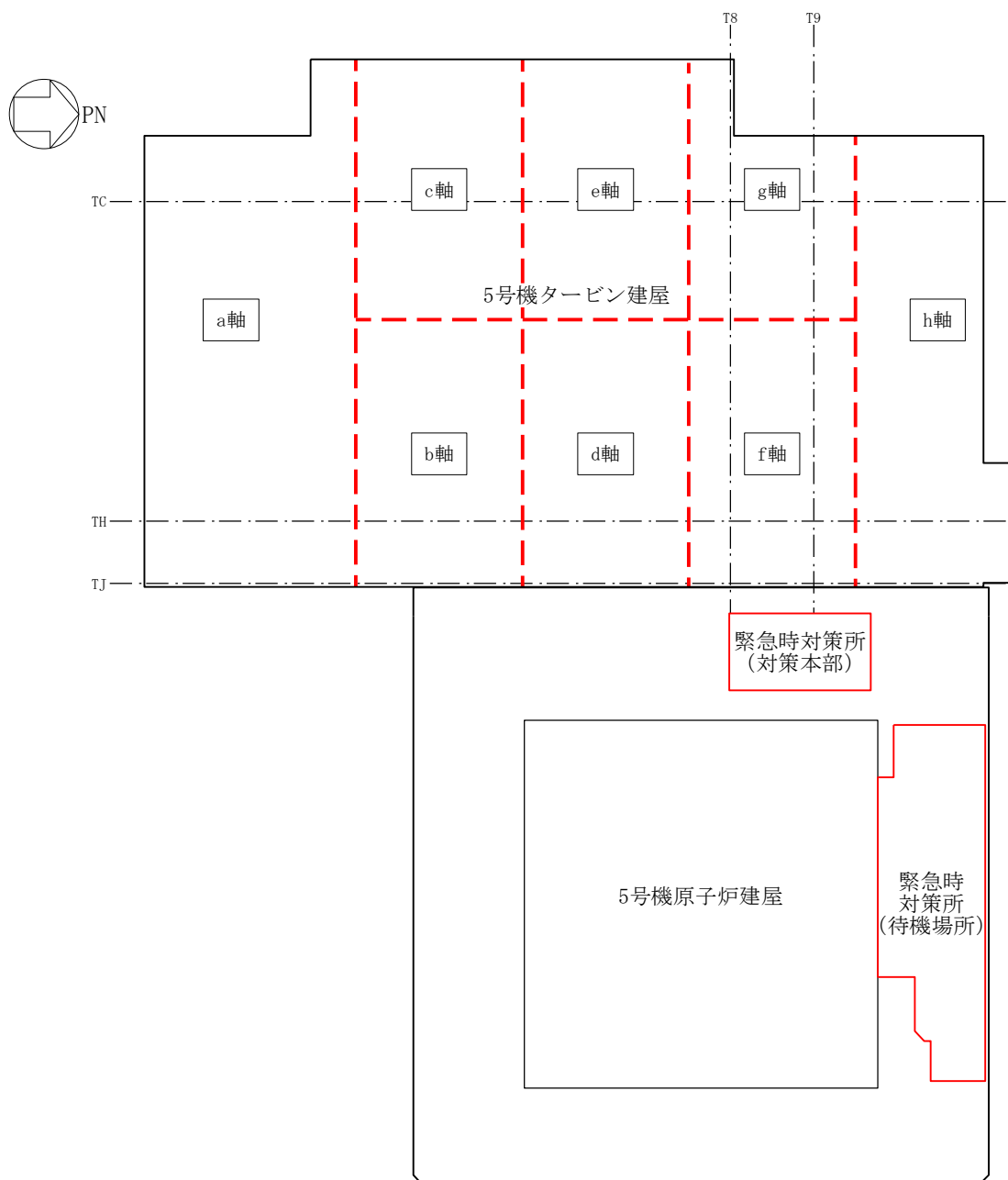
## 別紙 4 応力解析による鉄骨フレームの検討

### 1. 概要

5号機タービン建屋（以下「タービン建屋」という。）の波及的影響評価において、質点系モデルの地震応答解析結果である上部鉄骨部層間変形角が許容限界（1/30）を超えないことで、倒壊に至らないことを確認している。本資料では、応力解析による上部鉄骨部の健全性を確認することで、部材の損傷・落下に至らないことを確認する。

### 2. 評価対象部位

応力解析による上部鉄骨部の評価対象部位は、上位クラス施設である緊急時対策所（5号機原子炉建屋内緊急時対策所）（以下「5号機原子炉建屋」という。）に面しており、かつ地震応答解析結果（層間変形角）が最も大きい部位を選定する。建屋配置図を図 2-1 に、EW 方向質点系モデルの地震応答解析結果（最大層間変形角）を表 2-1 に示す。図 2-1 及び表 2-1 より、応力解析による上部鉄骨部の評価対象部位は、EW 方向質点系モデルの f 軸及び g 軸を構成する T8 通り鉄骨フレーム及び T9 通り鉄骨フレームとする。

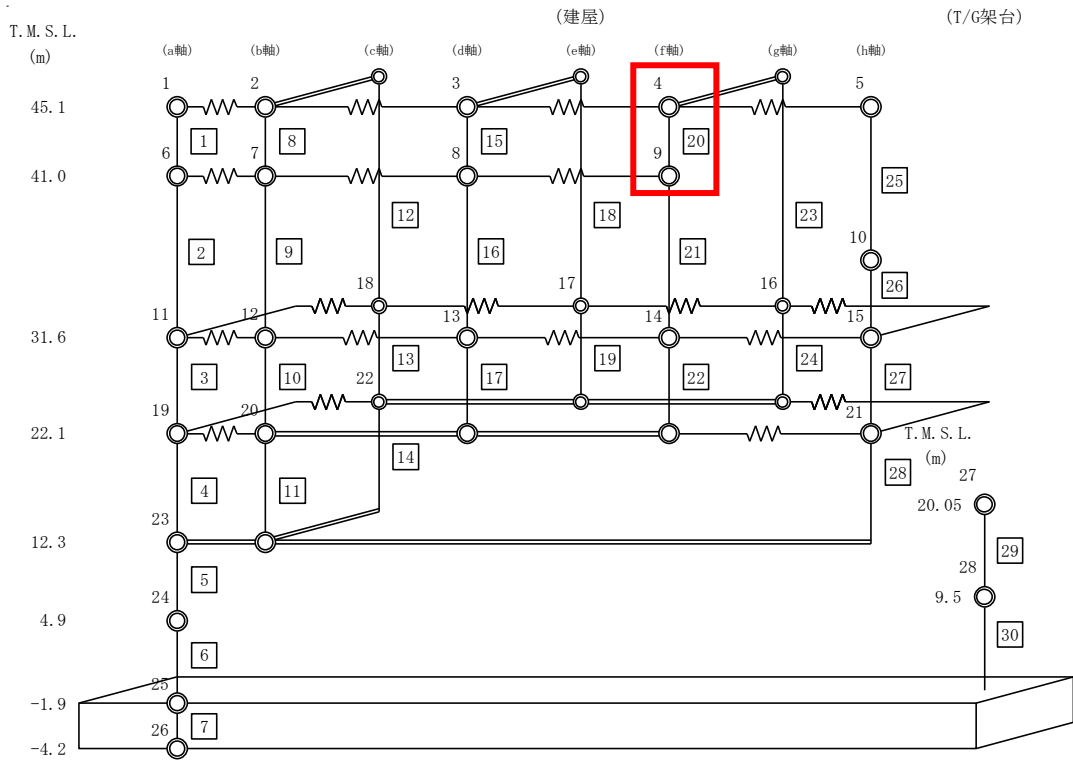


注：タービン建屋部分の赤破線は，EW 方向質点系モデルの軸範囲を示す。

図 2-1 建屋配置図

表 2-1 最大層間変形角 (EW 方向)

部材番号	最大層間変形角	基準地震動 $S_s$ (ケース)
20 (f 軸)	1/50	$S_{S-7}$ (ケース 4)



注：東京湾平均海面（以下「T.M.S.L.」という。）

図 2-2 質点系モデル (EW 方向)

### 3. 評価方法

応力解析による上部鉄骨部の評価は、2次元フレームモデルを用いた弾塑性応力解析によるものとする。

許容限界を表3-1に示す。

表3-1 タービン建屋鉄骨フレームの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
5号機原子炉建屋に波及的影響を及ぼさない	基準地震動 $S_s$	鉄骨フレーム	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	崩壊機構が形成されないこと

#### 4. 解析モデル及び解析方法

##### 4.1 解析モデル

解析モデルは、T8 通り鉄骨フレーム及び T9 通り鉄骨フレームを柱、はり及びブレース部材全てをはり要素としてモデル化した 2 次元フレームモデルとし、RC 部との接合部である脚部 (T.M.S.L. 31.6m 及び 35.6m) を固定とする。解析モデルを図 4-1 に、解析モデルの物性値を表 4-1 に示す。

##### 4.2 解析方法

固定荷重、積載荷重及び積雪荷重は分布荷重として入力する。

地震荷重は、基準地震動  $S_s$  に対する EW 方向質点系モデルの地震応答解析結果 (材料物性の不確かさを含む) から設定した地震荷重とし、T8 通り鉄骨フレーム及び T9 通り鉄骨フレームの載荷面 (T.M.S.L. 45.1m 及び 41.0m) を多点拘束により水平変位が同一となるように設定した上で 2 構面同時に集中荷重として入力する。設定した地震荷重を表 4-2 に示す。

解析ケースは、地震荷重の入力方向 (図 4-1 における X 方向の正負) を考慮したものとする。解析ケースを表 4-3 に示す。応力解析には、解析コード「SNAP」を用いる。

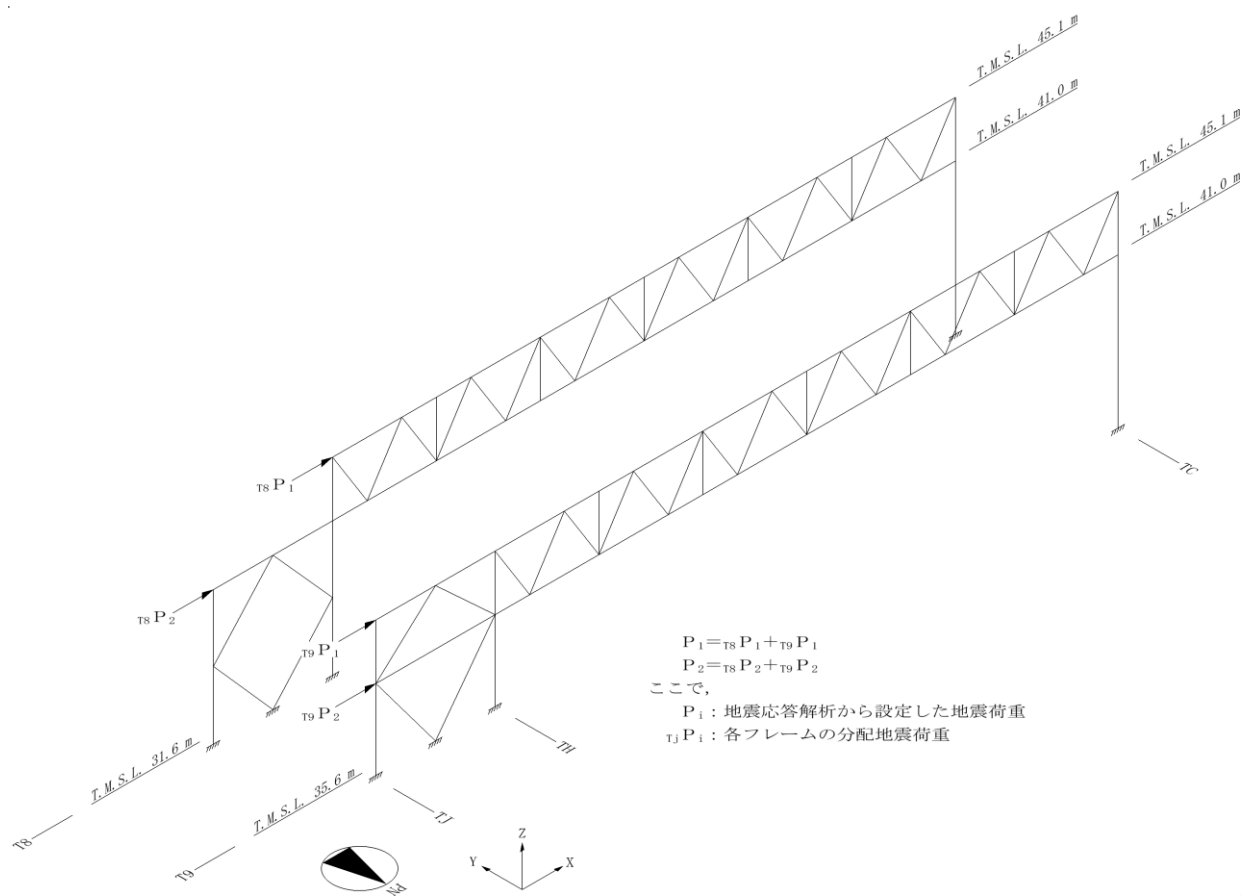


図 4-1 解析モデル

表 4-1 解析モデルの物性値

部位	使用材料	ヤング係数 E (N/mm <sup>2</sup> )	せん断弾性係数 G (N/mm <sup>2</sup> )
鉄骨フレーム	鉄骨 : SS41 (SS400相当)	$2.05 \times 10^5$	$0.79 \times 10^5$
	鉄骨 : SM41A (SM400A相当)	$2.05 \times 10^5$	$0.79 \times 10^5$
	鉄骨 : SM50A (SM490A相当)	$2.05 \times 10^5$	$0.79 \times 10^5$



表 4-2 地震荷重

T. M. S. L. (m)	地震荷重 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )	基準地震動 $S_s$ (ケース)
45.1	32.0	Ss-1 (ケース 4)
41.0		Ss-7 (ケース 4)
31.6	17.8	Ss-7 (ケース 4)

表 4-3 解析ケース

ケース No.	入力荷重
1	$F_d + F_s + 1.0 F_k$
2	$F_d + F_s - 1.0 F_k$

[記号の説明]

$F_d$  : 固定荷重 + 積載荷重

$F_s$  : 積雪荷重

$F_k$  : 地震荷重

## 5. 評価結果

応力解析結果の塑性ヒンジ図を図 5-1～図 5-4 に示す。塑性ヒンジとは、部材が降伏し変形に対する抵抗が失われている部位を示す。荷重の増加に伴い、フレーム内に形成される塑性ヒンジも増加するが、フレーム全体として変形に対する抵抗が失われる数の塑性ヒンジが形成され、水平力に対して耐えられなくなった場合にフレームは崩壊することになる。

図 5-1～図 5-4 より、地震荷重に対して柱及び TH-TJ 通り間のブレースの一部において塑性ヒンジが形成されているが、全ての柱の柱頭及び柱脚に塑性ヒンジが形成されていないことから、T8 通り鉄骨フレーム及び T9 通り鉄骨フレームに崩壊機構が形成されていないことを確認した。なお、応力解析結果より算定した最大層間変形角は 1/91 である。

以上より、タービン建屋の上部鉄骨部において、崩壊機構が形成されないことを確認した。

- [凡例]
- 曲げ降伏
  - プレース降伏 (圧縮)
  - ▲ プレース降伏 (引張)

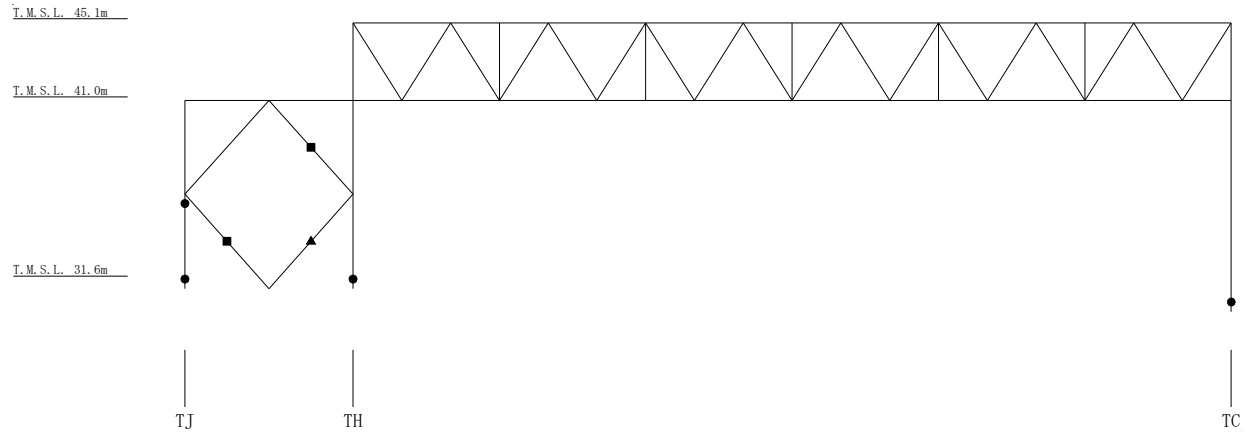


図 5-1 塑性ヒンジ図 (T8 通り, ケース 1)

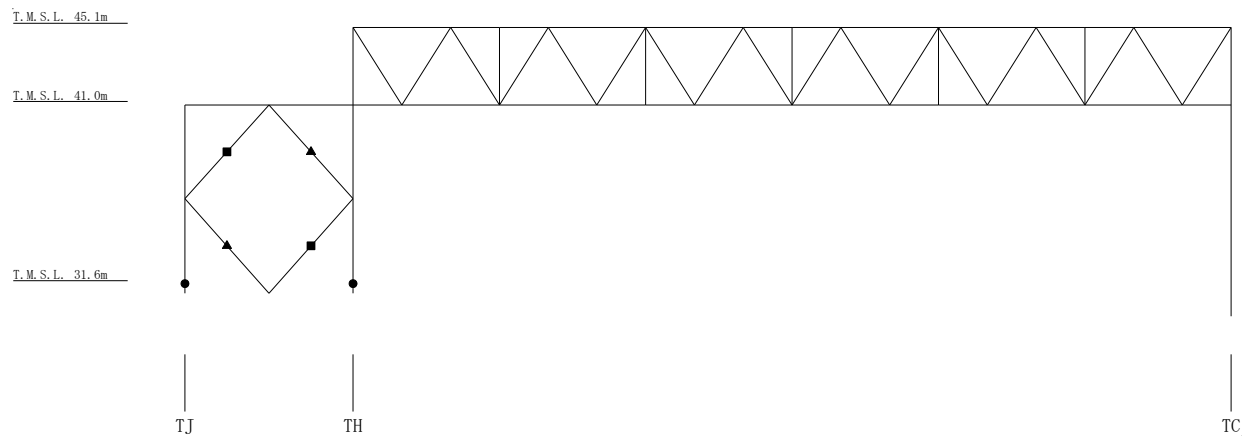


図 5-2 塑性ヒンジ図 (T8 通り, ケース 2)

- [凡例]
- 曲げ降伏
  - ブレース降伏 (圧縮)
  - ▲ ブレース降伏 (引張)

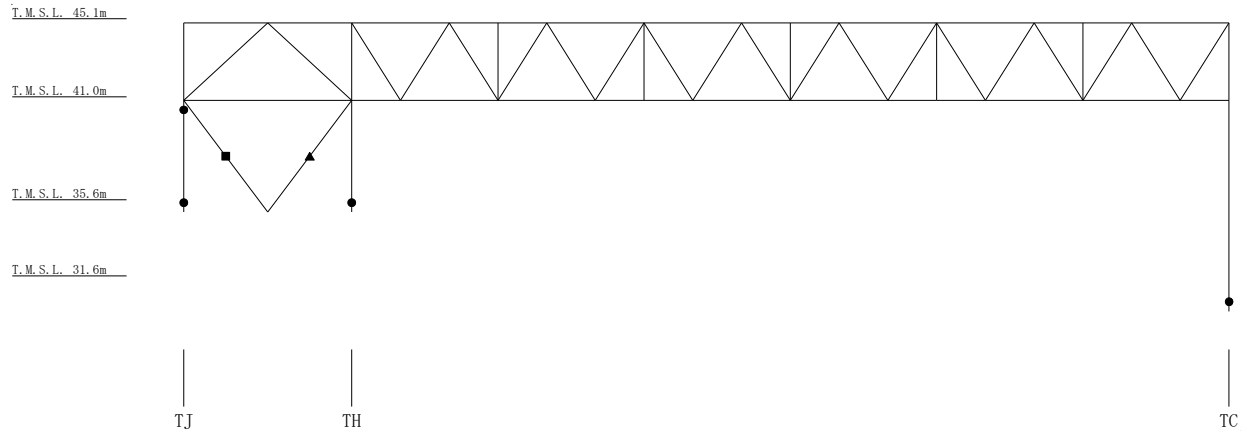


図 5-3 塑性ヒンジ図 (T9 通り, ケース 1)

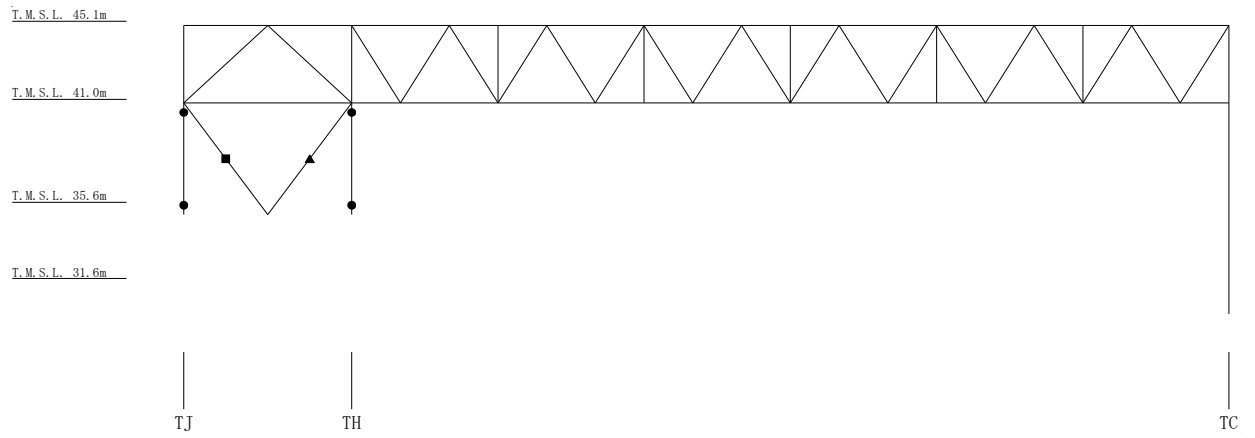


図 5-4 塑性ヒンジ図 (T9 通り, ケース 2)

## 添付資料 9 緊急時対策所に対する周辺建屋の波及的影響について

## 目次

1. 緊急時対策所（上位クラス施設）に対する周辺建屋の波及的影響について ……	1
1.1 概要 ……	1
1.1.1 5号機サービス建屋 ……	1
1.1.2 5号機連絡通路（5号機サービス建屋～5号機原子炉建屋間） ……	1
1.1.3 5号機主排気モニタ建屋 ……	1
1.1.4 5号機格納容器圧力逃がし装置基礎 ……	2
1.1.5 5号機大物搬入建屋 ……	2
2. 5号機原子炉建屋に対する波及的影響の代表評価建屋の抽出と 波及的影響評価結果 ……	11
2.1 代表評価建屋の抽出 ……	11
2.2 波及的影響評価方針 ……	11
2.3 波及的影響評価結果 ……	14
2.3.1 5号機原子炉建屋の層としての健全性評価 ……	14
2.3.2 局所的な影響の確認 ……	17
3. まとめ ……	19

別紙1 5号機原子炉建屋北側外壁東西方向の局部損傷評価について

## 1. 緊急時対策所（上位クラス施設）に対する周辺建屋の波及的影響について

### 1.1 概要

本資料では、緊急時対策所（5号機原子炉建屋内緊急時対策所）（以下「5号機原子炉建屋」という。）に隣接する下位クラス施設（5号機サービス建屋，5号機連絡通路，5号機主排気モニタ建屋，5号機格納容器圧力逃がし装置基礎及び5号機大物搬入建屋）（以下「下位クラス施設」という。）による波及的影響について，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」に基づき確認を行う。全体の配置図を図1-1に，5号機原子炉建屋の平面図及び断面図を図1-2及び図1-3に示す。（なお，東京湾平均海面を以下「T.M.S.L.」という。）

#### 1.1.1 5号機サービス建屋

5号機サービス建屋と5号機原子炉建屋との関係を図1-4に示す。

5号機サービス建屋の平面規模は，NS方向で28.75m，EW方向で59.25mであり，最高屋根面（T.M.S.L. 29.0m）の地表面（T.M.S.L. 12.0m）からの高さは17.0mである。

5号機サービス建屋は，地上3階，地下2階建で，5層の主要な床面を有する鉄筋コンクリート造の構造物である。

5号機サービス建屋の基礎は，厚さ1.5mの基礎スラブの直接基礎で，地盤改良体を介して，更新統（古安田層）に支持される。

#### 1.1.2 5号機連絡通路（5号機サービス建屋～5号機原子炉建屋間）

5号機連絡通路と5号機原子炉建屋との関係を図1-5に示す。

5号機連絡通路の平面規模は，NS方向で8.5m，EW方向で3.6mであり，最高屋根面（T.M.S.L. 25.0m）の地表面（T.M.S.L. 12.0m）からの高さは13.0mである。

5号機連絡通路は，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の構造物であり，5号機原子炉建屋北側に，エキスパンションジョイントを介して接続している。

5号機連絡通路の基礎は，厚さ1.3mの基礎スラブでマンメイドロック（MMR）を介して，更新統（古安田層）に支持される。

#### 1.1.3 5号機主排気モニタ建屋

5号機主排気モニタ建屋と5号機原子炉建屋との関係を図1-6に示す。

5号機主排気モニタ建屋の平面規模は，NS方向で9.86m，EW方向で17.06mであり，最高屋根面（T.M.S.L. 16.5m）の地表面（T.M.S.L. 12.0m）からの高さは4.50mである。

5号機主排気モニタ建屋は、地上1層の主要な床面を有する鉄筋コンクリート造の構造物である。

5号機主排気モニタ建屋の基礎は、厚さ0.75mの基礎スラブの直接基礎で、埋戻土層に支持される。

#### 1.1.4 5号機格納容器圧力逃がし装置基礎

5号機格納容器圧力逃がし装置基礎と5号機原子炉建屋との関係を図1-7に示す。

5号機格納容器圧力逃がし装置基礎の平面規模は、NS方向で9.6m、EW方向で14.1mであり、躯体上端レベル（T.M.S.L.26.3m）の地表面（T.M.S.L.12.0m）からの高さは14.3mである。

5号機格納容器圧力逃がし装置基礎は、地上1層の主要な床面を有する鉄筋コンクリート造の構造物である。

5号機格納容器圧力逃がし装置基礎は、厚さ2.5m～2.8mの基礎スラブで場所打ち鋼管コンクリート杭を用いた杭基礎となっており、岩盤（西山層）に支持される。

#### 1.1.5 5号機大物搬入建屋

5号機大物搬入建屋と5号機原子炉建屋との関係を図1-8に示す。

5号機大物搬入建屋の平面規模は、NS方向で8.9m、EW方向で11.0mであり、最高屋根面（T.M.S.L.19.6m）の地表面（T.M.S.L.12.0m）からの高さは7.6mである。

5号機大物搬入建屋は、地上1層の主要な床面を有する鉄筋コンクリート造の構造物であり、5号機原子炉建屋東側外壁面に、エキスパンションジョイントを介して接続している。

5号機大物搬入建屋の基礎は、厚さ1.0mの基礎スラブでマンメイドロック(MMR)を介して、岩盤（西山層）に支持される。



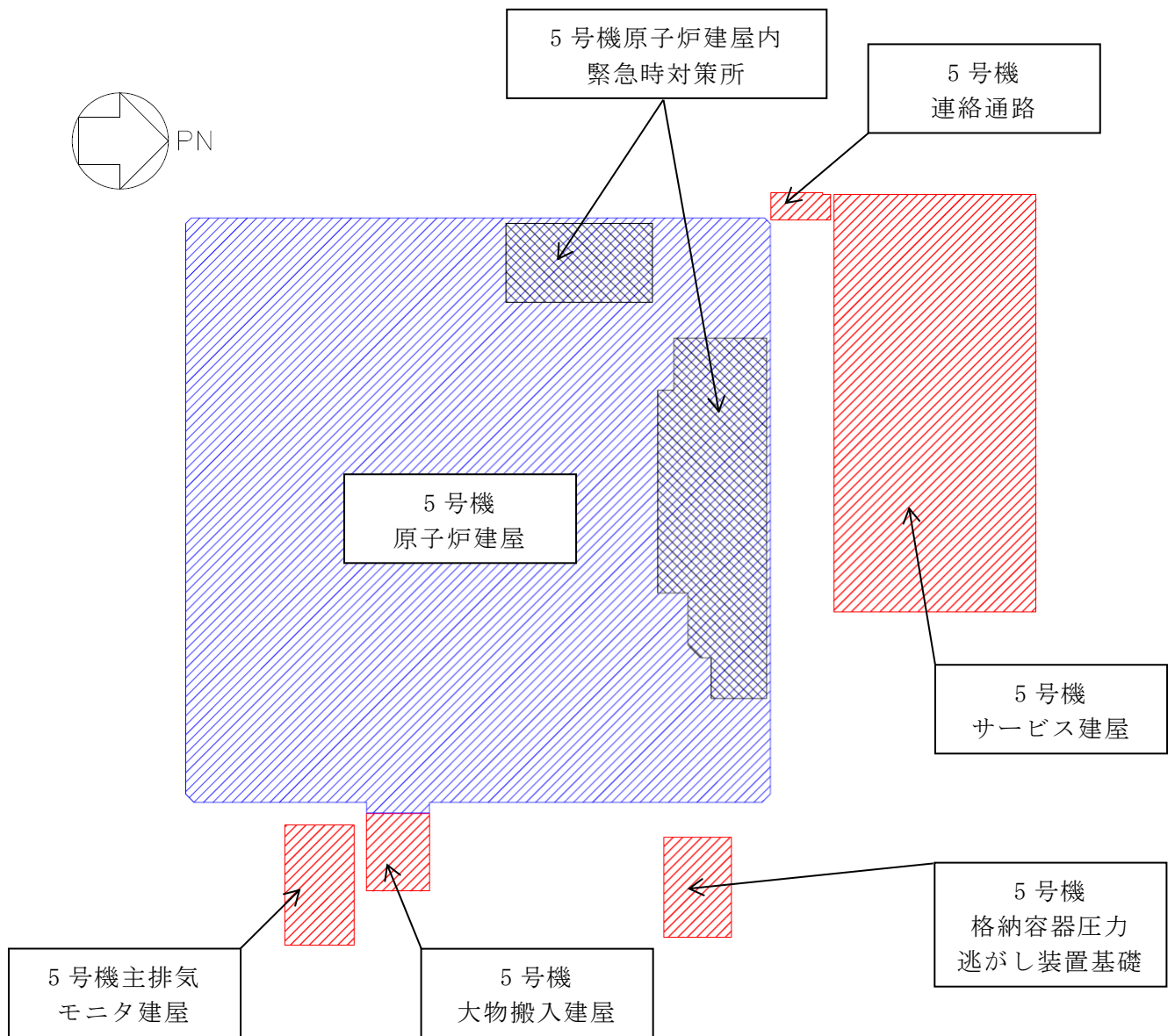
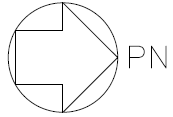
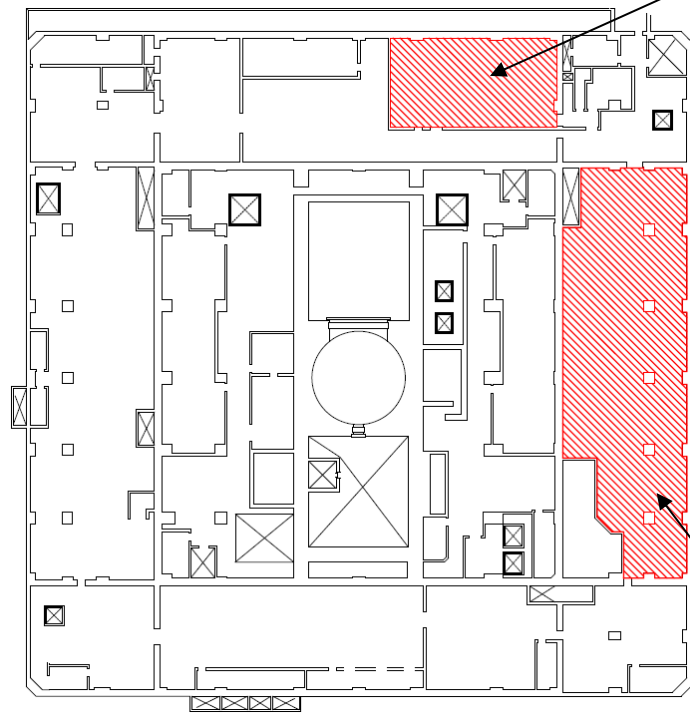


図 1-1 全体の配置図



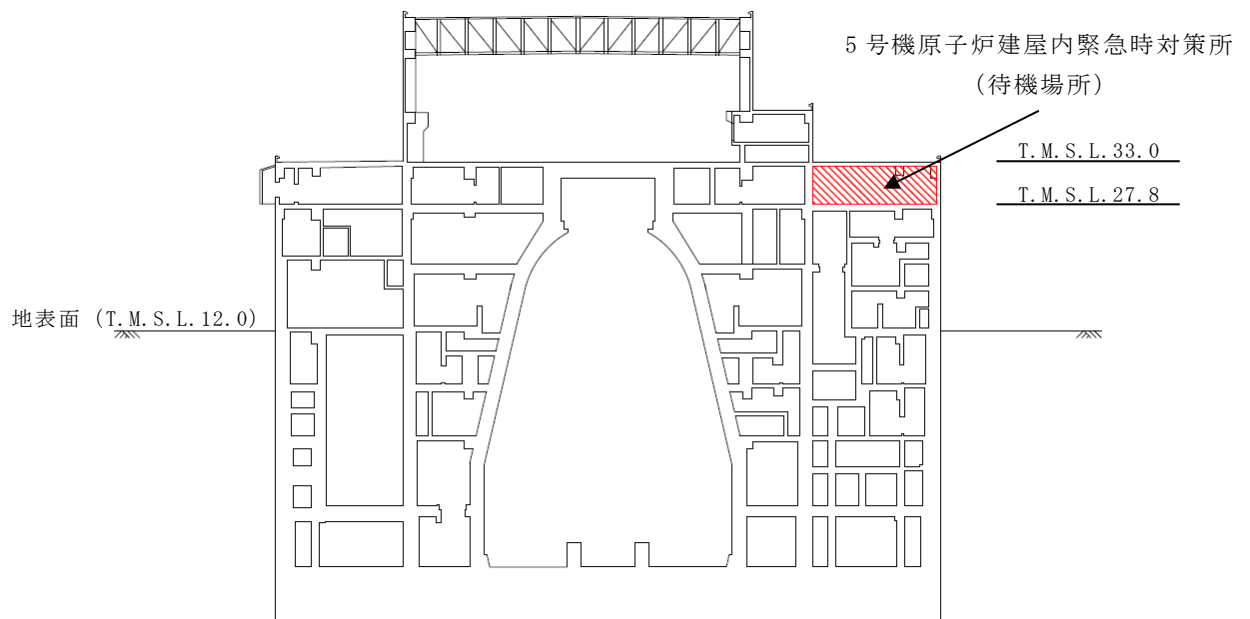
5号機原子炉建屋内緊急時対策所  
(対策本部・高気密室)



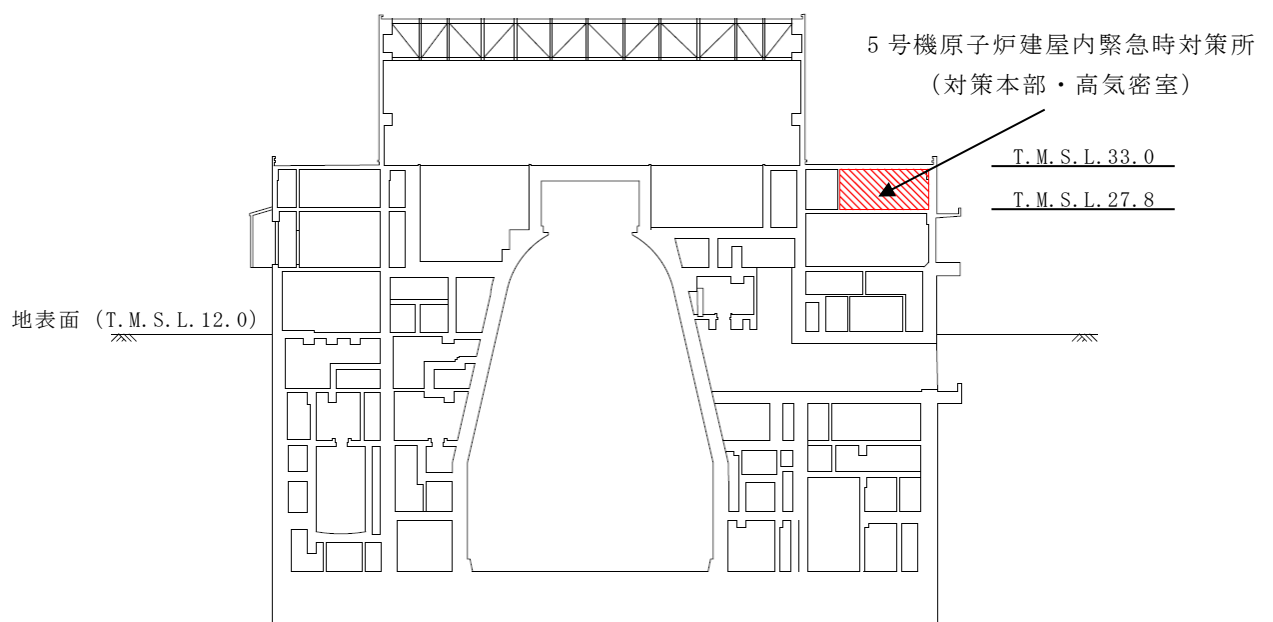
5号機原子炉建屋内緊急時対策所  
(待機場所)

(3F, T.M.S.L. 27.8m)

図 1-2 5号機原子炉建屋の平面図



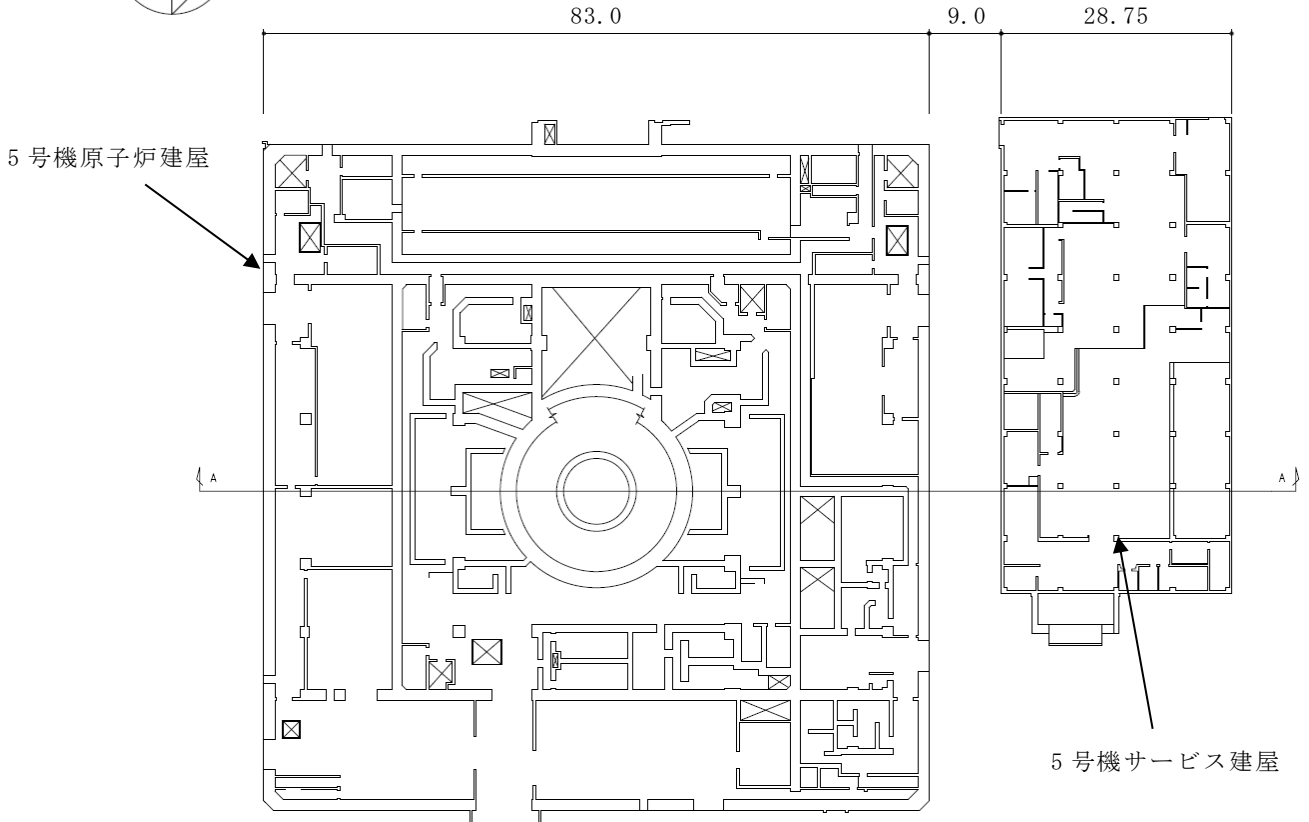
(a) NS 方向断面



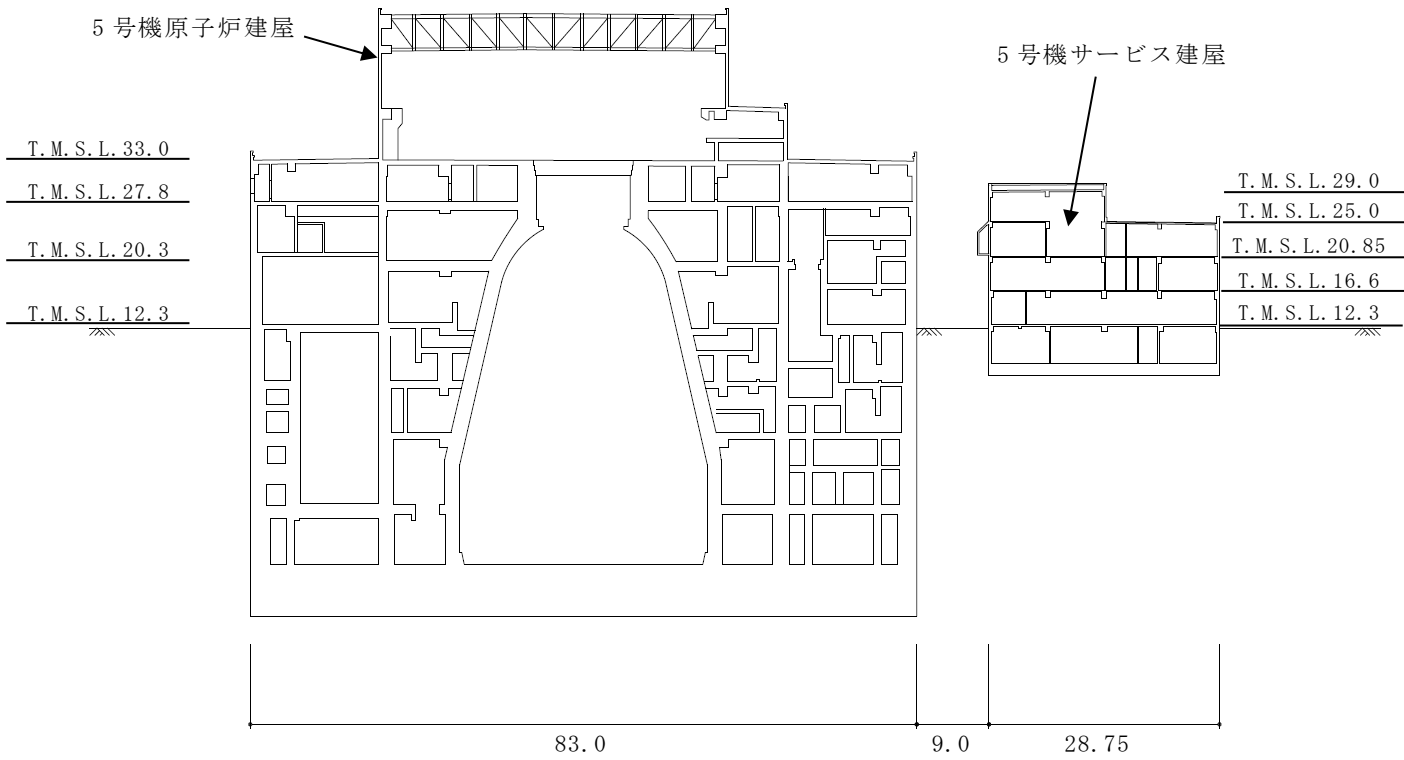
(b) EW 方向断面

(単位：m)

図 1-3 5号機原子炉建屋の断面図



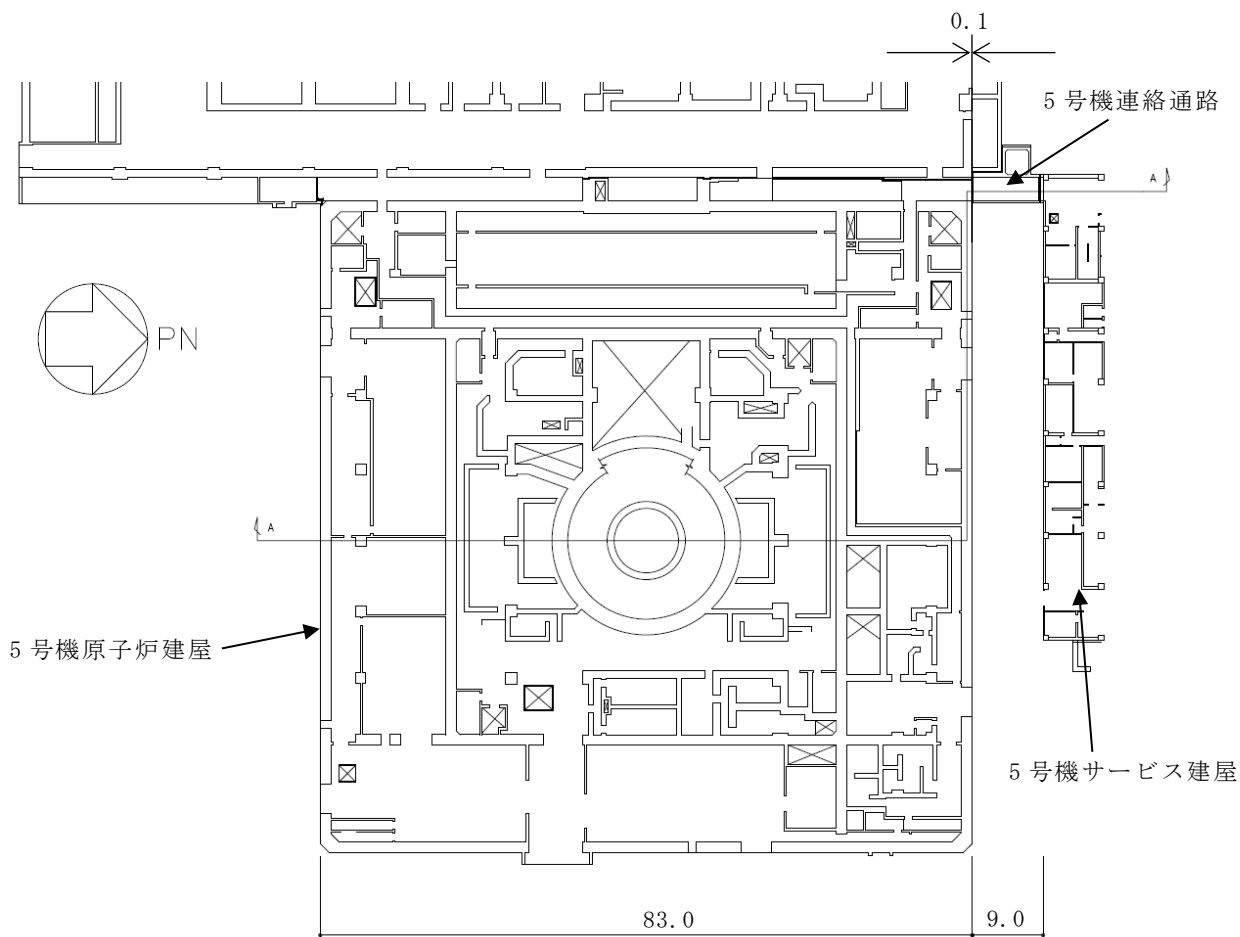
(a) 平面 (T.M.S.L. 12.3m)



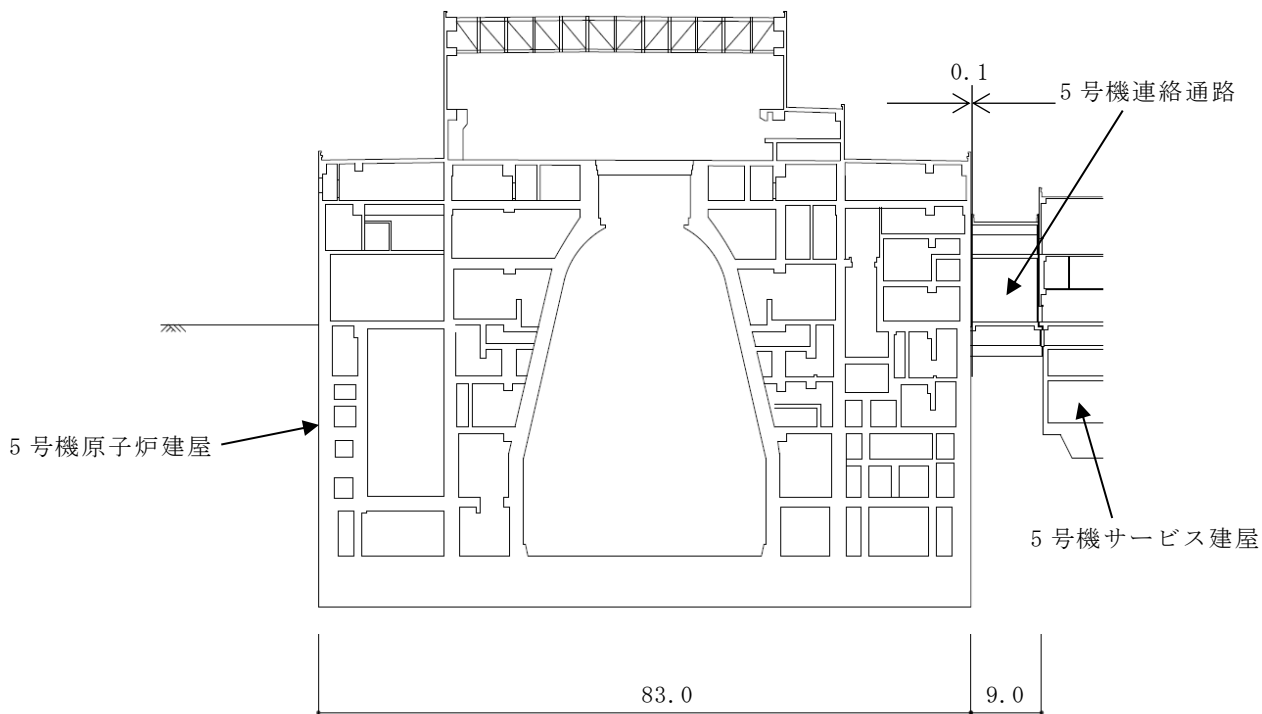
(b) NS 方向断面

(単位 : m)

図 1-4 5号機サービス建屋と5号機原子炉建屋の位置関係



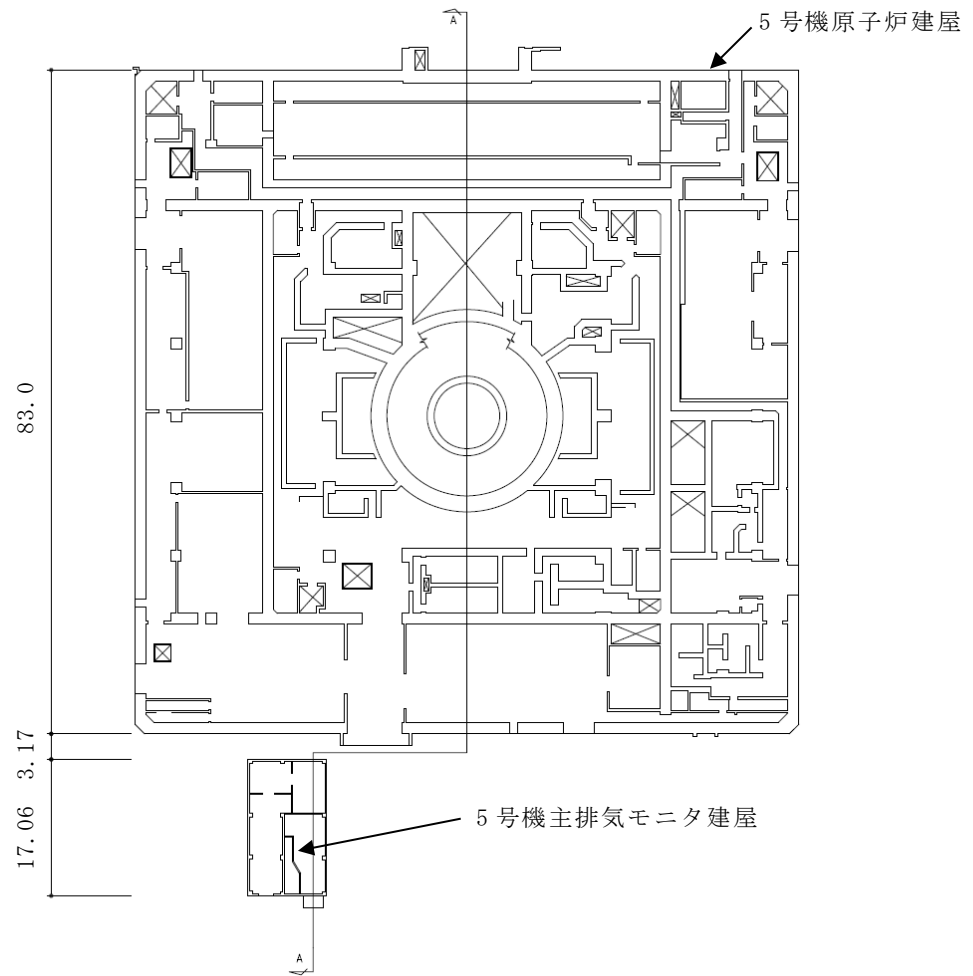
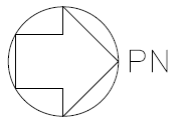
(a) 平面 (T.M.S.L. 12.3m)



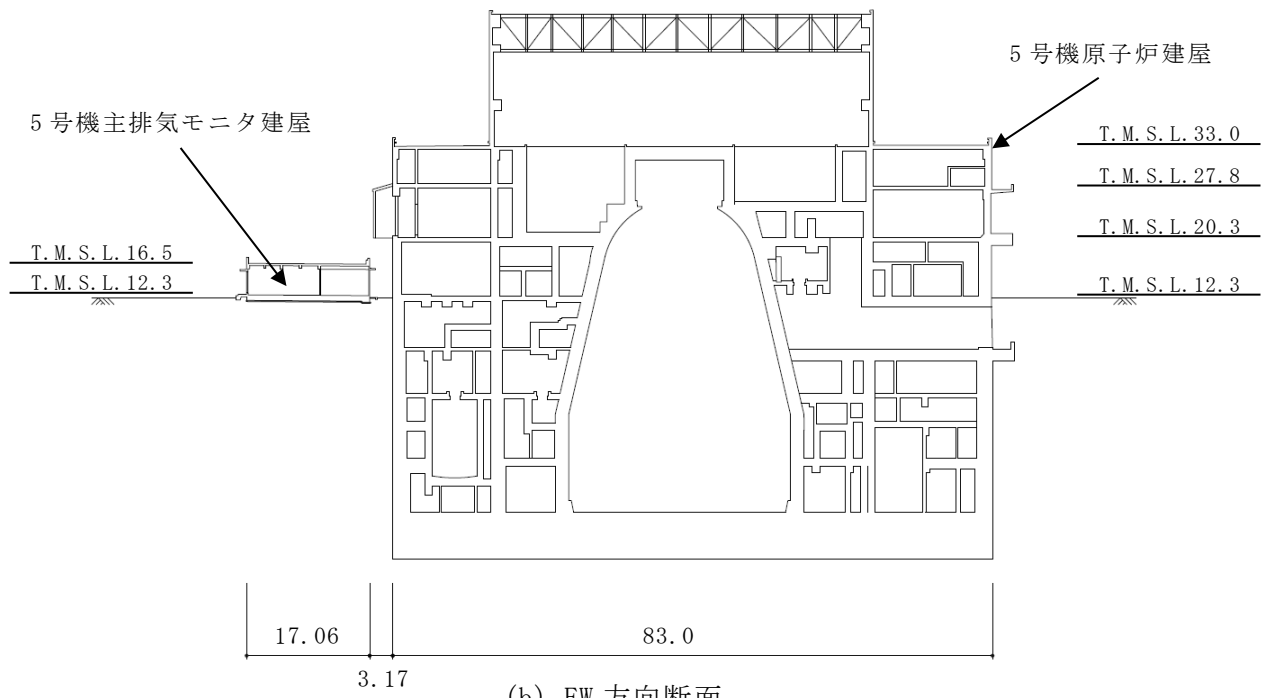
(b) NS 方向断面

(単位 : m)

図 1-5 5号機連絡通路と5号機原子炉建屋の位置関係



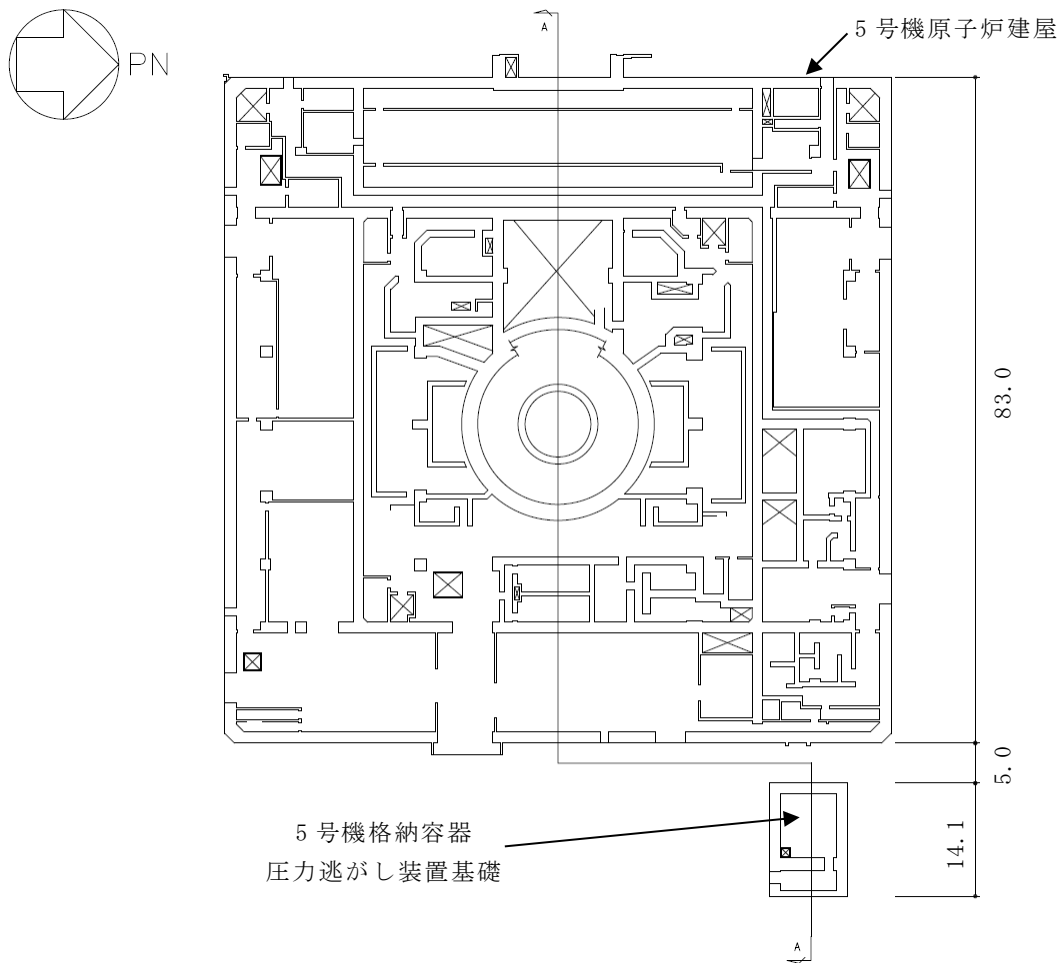
(a) 平面 (T. M. S. L. 12.3m)



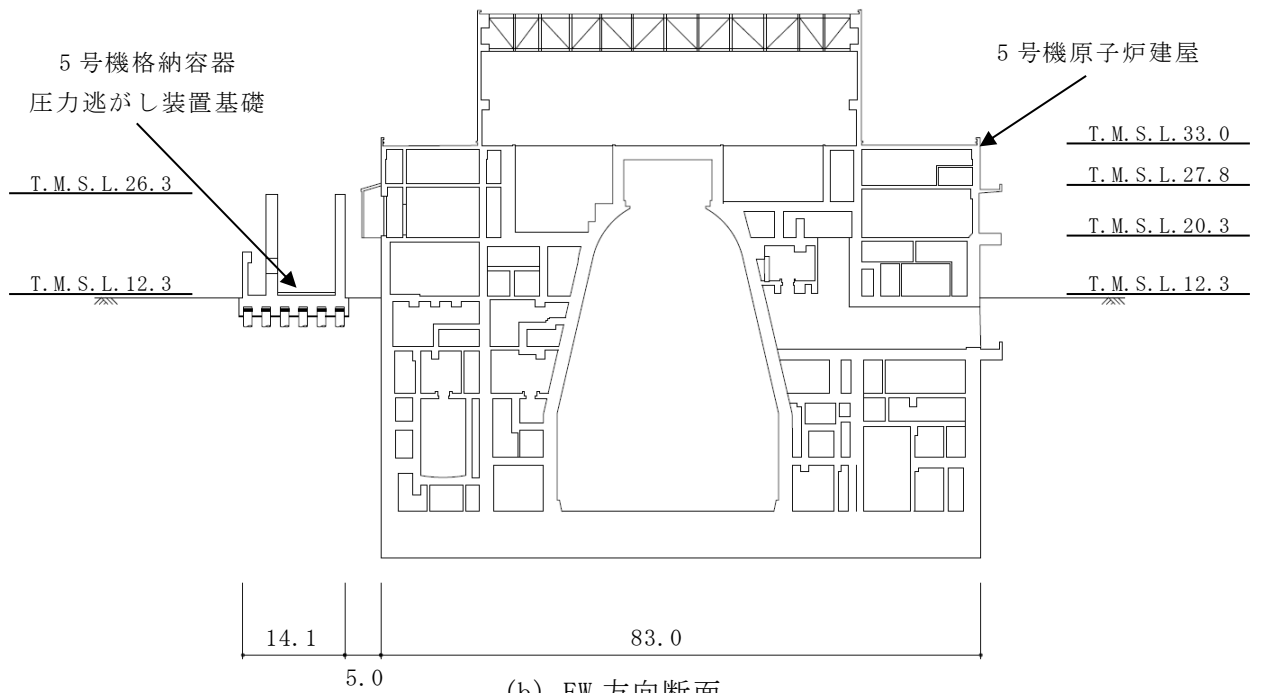
(b) EW 方向断面

(単位 : m)

図 1-6 5号機主排気モニタ建屋と5号機原子炉建屋の位置関係  
添付資料 9(8/19)



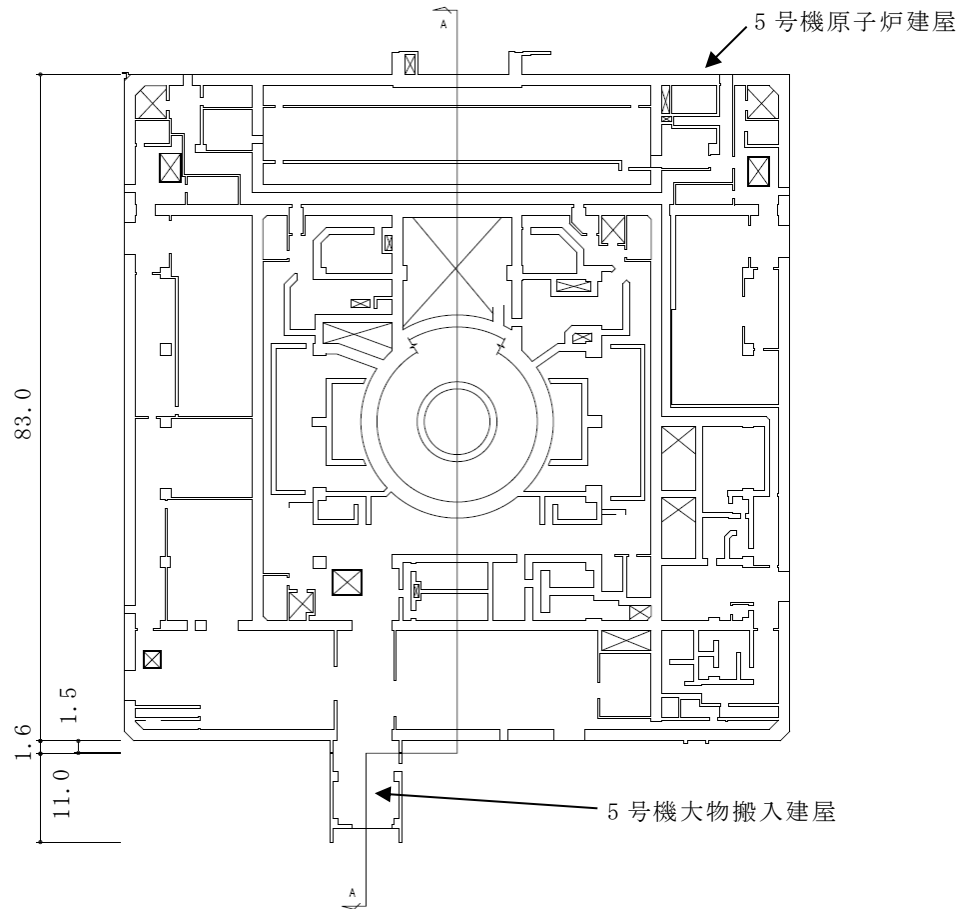
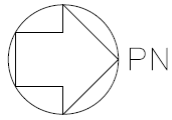
(a) 平面 (T.M.S.L. 12.3m)



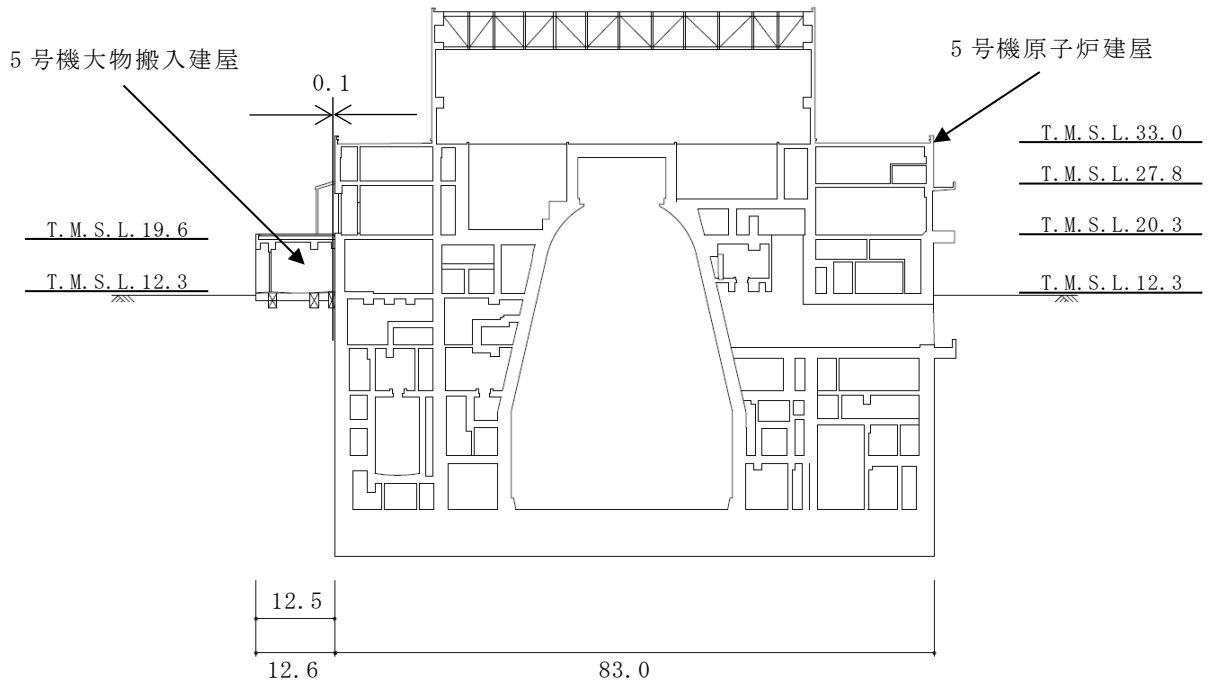
(b) EW 方向断面

(単位 : m)

図 1-7 5号機格納容器圧力逃がし装置基礎と5号機原子炉建屋の位置関係  
添付資料 9(9/19)



(a) 平面 (T.M.S.L. 12.3m)



(b) EW 方向断面

(単位 : m)

図 1-8 5号機大物搬入建屋と5号機原子炉建屋の位置関係  
添付資料 9(10/19)



## 2. 5号機原子炉建屋に対する波及的影響の代表評価建屋の抽出と波及的影響評価結果

### 2.1 代表評価建屋の抽出

5号機原子炉建屋及び下位クラス施設の施設規模並びに5号機原子炉建屋への作用荷重（作用荷重[F]＝衝突を考慮した重量[m]×重力加速度[g]）を表2-1に、5号機原子炉建屋の外壁仕様を表2-2に、下位クラス施設の5号機原子炉建屋への衝突階を表2-3に示す。表2-1より5号機サービス建屋が最も作用荷重が大きいこと、表2-2より上層ほど外壁耐力が小さいこと及び表2-3より壁耐力の小さい2階に衝突する可能性のある下位クラス施設は、5号機サービス建屋、5号機連絡通路及び5号機格納容器圧力逃がし装置基礎であること、の3点から、5号機サービス建屋を代表評価建屋として選定する。なお、5号機大物搬入建屋は、支持地盤条件が良いことから5号機原子炉建屋には不等沈下による慣性力による衝突ではなく、地震応答による衝突が考えられる。しかしながら、5号機サービス建屋の作用荷重は、5号機大物搬入建屋の4.29倍（＝13420kN／3130kN）であり、4.29Gの応答加速度が生じることは考え難いため、5号機大物搬入建屋の作用荷重は、5号機サービス建屋の作用荷重に包絡される。

### 2.2 波及的影響評価方針

5号機サービス建屋は、耐震設計上の重要度分類Cクラスであり、基準地震動 $S_s$ に対して建屋の健全性は確保できないことが予想される。しかし、5号機サービス建屋は1981年制定の新耐震基準以降の建屋であり、構造的にバランスのとれた建物で一定の耐震性を有している。また、5号機サービス建屋のいずれかの階層の崩壊を想定した場合（5号機サービス建屋の保有水平耐力／必要保有水平耐力は、1階が最も小さいため、1階が層崩壊する可能性が最も高いと考える。）であっても、5号機サービス建屋の最大階層高さは4.3mであり、5号機原子炉建屋との離隔距離は9.0mと十分であるため、5号機原子炉建屋には直接衝突しないと想定される。

しかしながら、5号機サービス建屋の支持地盤は更新統（古安田層）であり、基準地震動 $S_s$ に対して支持地盤が液状化する可能性がある。支持地盤の液状化にて不等沈下が生じ、建屋が傾斜することで、慣性力によって5号機サービス建屋は5号機原子炉建屋に衝突することが否定できない。そのため、5号機サービス建屋が衝突する層としての健全性及び局所的な影響の確認をすることにより5号機原子炉建屋への波及的影響を評価する。

5号機サービス建屋の建物高さ、5号機サービス建屋と5号機原子炉建屋との離隔距離の関係から、5号機サービス建屋の3階が、5号機原子炉建屋に衝突した場合の評価を実施する。なお、5号機サービス建屋3階の重量は、3階天井と3階半分の高さの柱及び壁の重量とそれに付随する仕上等並びに3階に存在する機器等の和とし、作用荷重としては保守的に当該重量全てを考慮する。

表 2-1 5号機原子炉建屋及び下位クラス施設の施設規模並びに5号機原子炉建屋への作用荷重

建屋	構造	延床面積 (m <sup>2</sup> )	重量 (kN)	5号機原子炉建屋 に対する比率	5号機原子炉建屋 への作用荷重 (kN)
5号機原子炉建屋	RC造 地上4階 地下4階	47544	4674410	—	—
5号機サービス建屋	RC造 地上3階 地下2階	7091	223040	面積比：14.9% 重量比：4.8%	13420
5号機連絡通路	RC造 地上2階 地下1階	109	7990	面積比：0.2% 重量比：0.2%	4580
5号機主排気 モニタ建屋	RC造 地上1階	164	6820	面積比：0.3% 重量比：0.2%	2860
5号機格納容器 圧力逃がし装置基礎	RC造 地上1階	135	34910	面積比：0.3% 重量比：0.8%	8870
5号機大物搬入建屋	RC造 地上1階	98	9220	面積比：0.2% 重量比：0.1%	3130

表 2-2 5号機原子炉建屋の外壁仕様

階数	壁厚 (mm)	配筋
3	<input type="text"/>	2-D25@200 (タテ, ヨコ共)
2	<input type="text"/>	2-D32@200 (タテ, ヨコ共)
1	<input type="text"/>	2-D35@200 + 2-D32@400 (タテ, ヨコ共)

表 2-3 下位クラス施設の5号機原子炉建屋への衝突階

下位クラス施設	5号機原子炉建屋 までの距離 (m)		地表面からの 高さ (m)	5号機原子炉 建屋への 地表面からの 衝突高さ*1 (m)	5号機原子炉 建屋への 衝突階*2
	NS 方向	EW 方向			
5号機サービス建屋	9.00	—	17.0	14.5	2・1
5号機連絡通路	0.10	—	13.0	13.0	2・1
5号機主排気 モニタ建屋	—	3.17	4.5	3.2	1
5号機格納容器 圧力逃がし装置基礎	—	5.00	14.3	13.4	2・1
5号機大物搬入建屋	—	0.10	7.6	7.6	1

注記 \*1: 5号機原子炉建屋への地表面からの衝突高さ =  $\sqrt{(\text{地表面からの高さ}^2 - \text{5号機原子炉建屋までの距離}^2)}$ 。

\*2: 5号機原子炉建屋, 地表面から1階までの高さ 0.0m ~ 8.3m。

5号機原子炉建屋, 地表面から2階までの高さ 8.3m ~ 15.8m。

5号機原子炉建屋, 地表面から3階までの高さ 15.8m ~ 21.0m (緊急時対策所設置レベル)。

## 2.3 波及的影響評価結果

### 2.3.1 5号機原子炉建屋の層としての健全性評価

5号機サービス建屋は、緊急時対策所の間接支持構造物である5号機原子炉建屋の2階及び1階の外壁に衝突する可能性がある。ここでは、保守的にS<sub>s</sub>地震時の応答せん断力が大きな5号機原子炉建屋1階に、5号機サービス建屋3階の重量が作用するものとして、5号機原子炉建屋の層としての健全性を確認する。

5号機原子炉建屋の質点系モデル図を図2-1に、5号機サービス建屋衝突時の5号機原子炉建屋への作用荷重を表2-4に、S<sub>s</sub>地震時の5号機原子炉建屋の最大応答せん断力と5号機サービス建屋による作用荷重を足し合わせた最大応答せん断力を表2-5に、スケルトン曲線上のS<sub>s</sub>地震時における最大応答値と5号機サービス建屋衝突時の5号機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2-2に示す。ここで、S<sub>s</sub>地震時の最大応答は、材料物性の不確かさを考慮した解析ケースのうち、最大応答せん断ひずみが最大となるケース5（建屋剛性-2 $\sigma$ ）とする。

S<sub>s</sub>地震時の最大応答せん断力に5号機サービス建屋の衝突による作用荷重を考慮しても、5号機原子炉建屋の最大せん断ひずみ（ $0.224 \times 10^{-3}$ ）が5号機原子炉建屋の構造強度の許容限界である $2.00 \times 10^{-3}$ を超えないことを確認した。

よって、5号機サービス建屋が衝突したとしても5号機原子炉建屋の層としての健全性への影響はない。

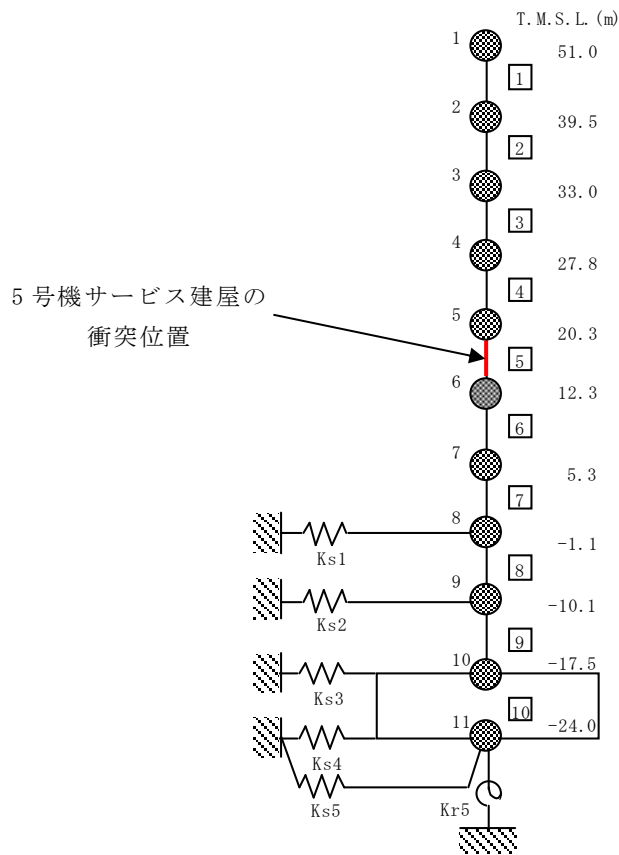


図 2-1 5号機原子炉建屋 質点系モデル

表 2-4 5号機サービス建屋衝突時の5号機原子炉建屋への作用荷重

5号機原子炉建屋への作用階	5号機原子炉建屋への作用荷重 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )
1階 (部材番号 5)	13.42

表 2-5 5号機原子炉建屋の最大応答せん断力\* (NS方向、ケース 5)

部材番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )			
	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-8
5	1110	890	881	1120

部材番号	最大応答せん断力 ( $\times 10^3 \text{kN}$ )	
	最大値	5号機サービス建屋衝突時
5	1120	1133.42

注\* : 最大応答せん断力は、V-2-2-15「緊急時対策所の地震応答計算書」より引用。

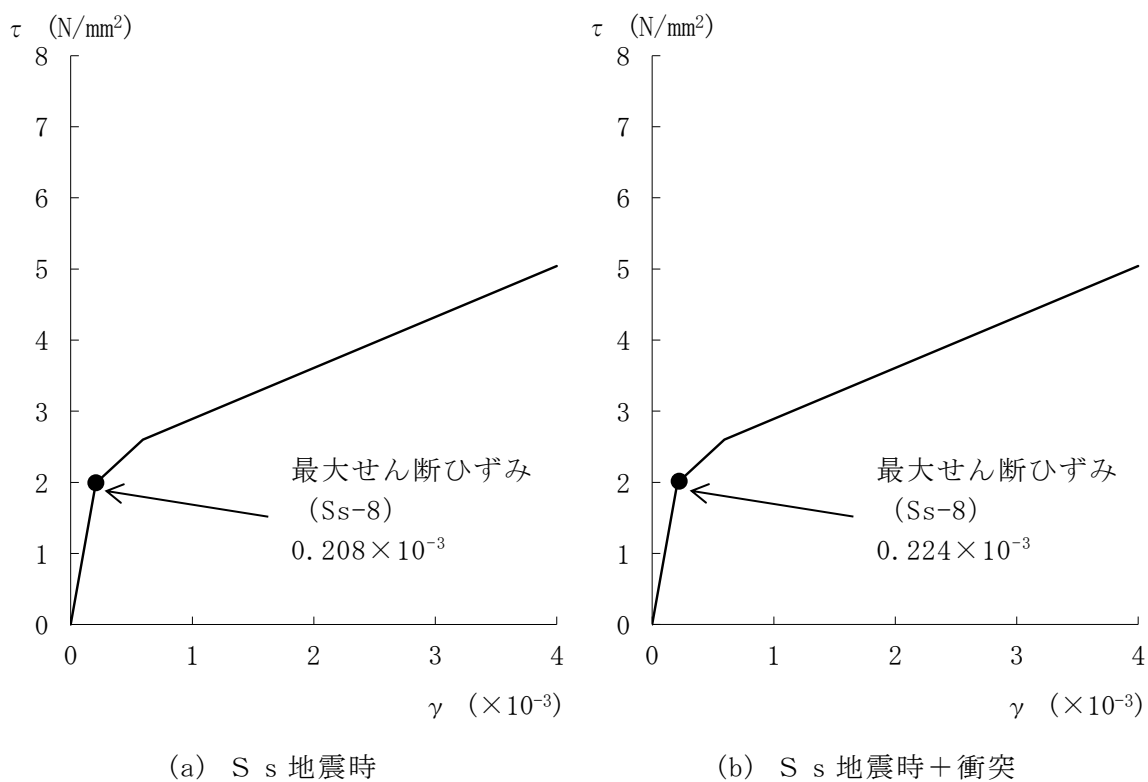


図 2-2 せん断スケルトン曲線上の最大応答値 (NS 方向、ケース 5)

### 2.3.2 局所的な影響の確認

5号機サービス建屋が衝突する5号機原子炉建屋の地表面より上部の外壁の健全性を確認する。

5号機原子炉建屋の外壁の健全性評価部位を図2-3に示す。5号機サービス建屋の3階の重量を、緊急時対策所の間接支持構造物である5号機原子炉建屋の2階に作用させるが、保守的に2階の階中央に集中荷重として作用するものとし、5号機原子炉建屋の外壁は幅1.0m、厚さは各階の壁厚、長さ20.7mで、大ばり部をピン支持とした連続ばりと仮定して耐力の検討を行う。解析モデルを図2-4に示す。耐力の検討に用いた5号機サービス建屋衝突時の5号機原子炉建屋への作用荷重、接触幅、単位幅面積当たりの作用荷重及び5号機原子炉建屋外壁の使用材料を表2-6に示す。また、表2-7に5号機サービス建屋が衝突する5号機原子炉建屋の1階から3階北側外壁の壁厚及び配筋を示す。

表2-8に評価結果を示す。表2-8より、5号機サービス建屋衝突時に5号機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、短期許容せん断応力度に比べて小さい。

以上から、5号機サービス建屋の衝突を考慮しても、5号機原子炉建屋の外壁の健全性は維持される。なお、十分な裕度があることから、5号機連絡通路による作用荷重を5号機サービス建屋の作用荷重に加えても、5号機原子炉建屋の外壁の健全性は維持される。

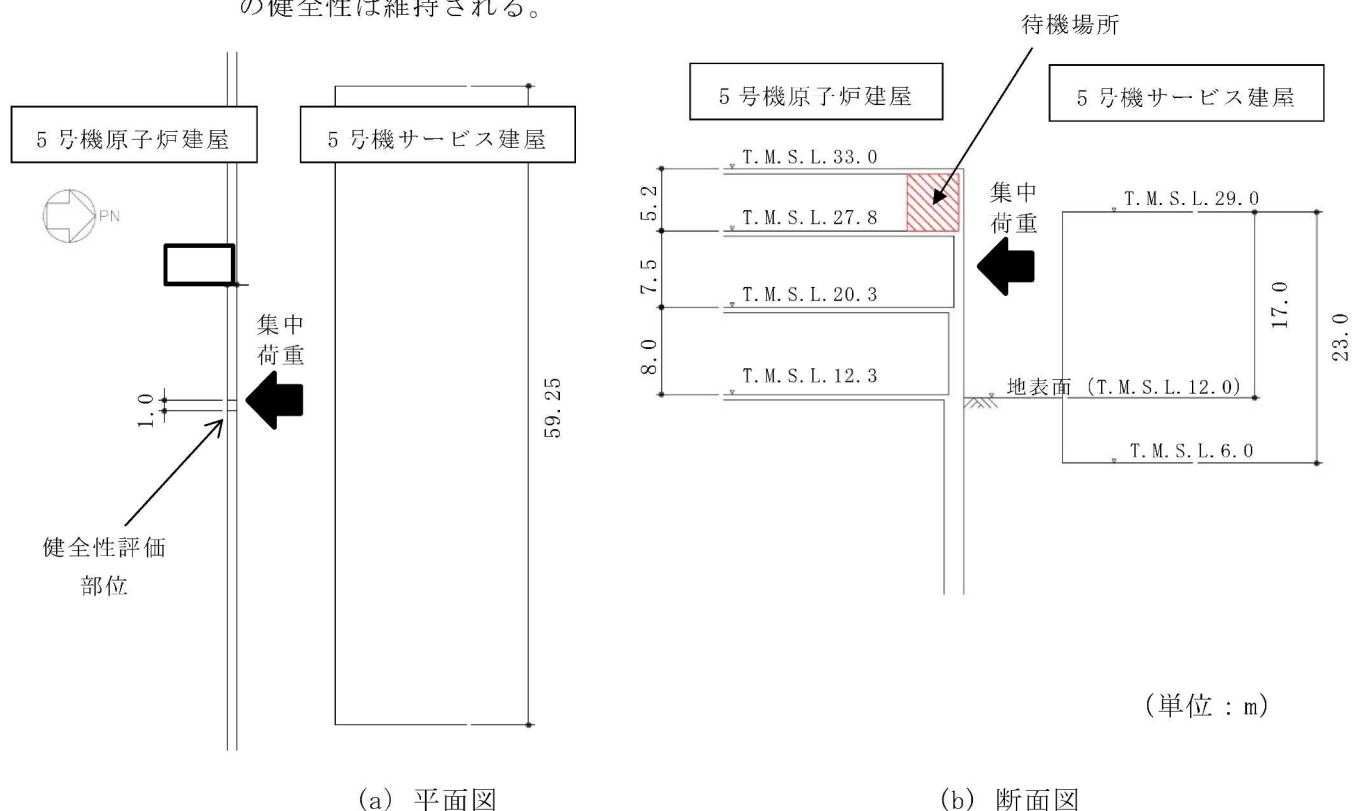


図2-3 5号機原子炉建屋の外壁の健全性評価部位

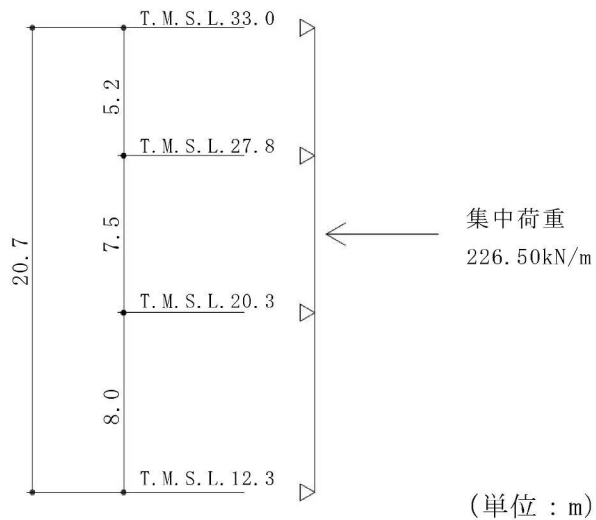


図 2-4 解析モデル図

表 2-6 5号機サービス建屋衝突時の5号機原子炉建屋への作用荷重，接触幅，  
単位幅面積当たりの作用荷重及び5号機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)	5号機原子炉建屋外壁の使用材料	
			鉄筋	コンクリート
13420	59.25	226.50	SD345[SD35]*	$F_c=23.5\text{N/mm}^2$

注\*：[ ]内は従来標記を示す。

表 2-7 5号機サービス建屋の衝突が想定される5号機原子炉建屋外壁の配筋（1～3階）

階数	位置	壁厚 (mm)	配筋	
			外側	内側
3	北壁		D25@200 (タテ，ヨコ共)	D25@200 (タテ，ヨコ共)
2			D32@200 (タテ，ヨコ共)	D32@200 (タテ，ヨコ共)
1			D35@200 + D32@400 (タテ，ヨコ共)	D35@200 + D32@400 (タテ，ヨコ共)

表 2-8 評価結果

階数	評価対象	(a) 発生値	(b) 許容値	比率 (a/b)
3	曲げモーメント	40.10 kN・m/m	290.80 kN・m/m	0.14
	せん断応力度	0.02 N/mm <sup>2</sup> /m	1.10 N/mm <sup>2</sup> /m	0.02
2	曲げモーメント	288.36 kN・m/m	922.80 kN・m/m	0.32
	せん断応力度	0.21 N/mm <sup>2</sup> /m	1.10 N/mm <sup>2</sup> /m	0.20
1	曲げモーメント	232.56 kN・m/m	2493.31 kN・m/m	0.10
	せん断応力度	0.03 N/mm <sup>2</sup> /m	1.10 N/mm <sup>2</sup> /m	0.03



### 3. まとめ

5号機サービス建屋を代表評価建屋として評価した結果、5号機サービス建屋が5号機原子炉建屋に衝突した場合を想定しても、5号機原子炉建屋の構造安全性に影響はなく、5号機サービス建屋が波及的影響を及ぼさないことを確認した。

以上より、5号機原子炉建屋に対して、周辺建屋（下位クラス施設）が波及的影響を及ぼすことがないことを確認した。

別紙 1 5号機原子炉建屋北側外壁東西方向の局部損傷評価について

1. 5号機原子炉建屋北側外壁の局部損傷評価について

1.1 概要

添付資料9「緊急時対策所に対する周辺建屋の波及的影響について」にて、緊急時対策所の間接支持構造物である5号機原子炉建屋への局部的な影響の確認では、5号機原子炉建屋の北側2階に5号機サービス建屋が衝突、保守的に2階の階中央に集中荷重として作用するものとし、5号機原子炉建屋の北側外壁は幅1.0m、厚さは各階の壁厚、長さ20.7mで、大ばり部をピン支持とした連続ばりと仮定して耐力の検討を行っている。これは、5号機原子炉建屋北側外壁の上下方向（壁のタテ筋方向）の局部損傷評価を示しているが、本資料では5号機原子炉建屋北側外壁の東西方向（壁のヨコ筋方向）の局部損傷評価を示す。

1.2 評価部位

5号機原子炉建屋北側外壁の東西方向の局部損傷評価部位を図1-1に示す。評価部位は5号機サービス建屋が衝突した場合とし、5号機原子炉建屋北側外壁の上下方向の評価部位と同じとする。

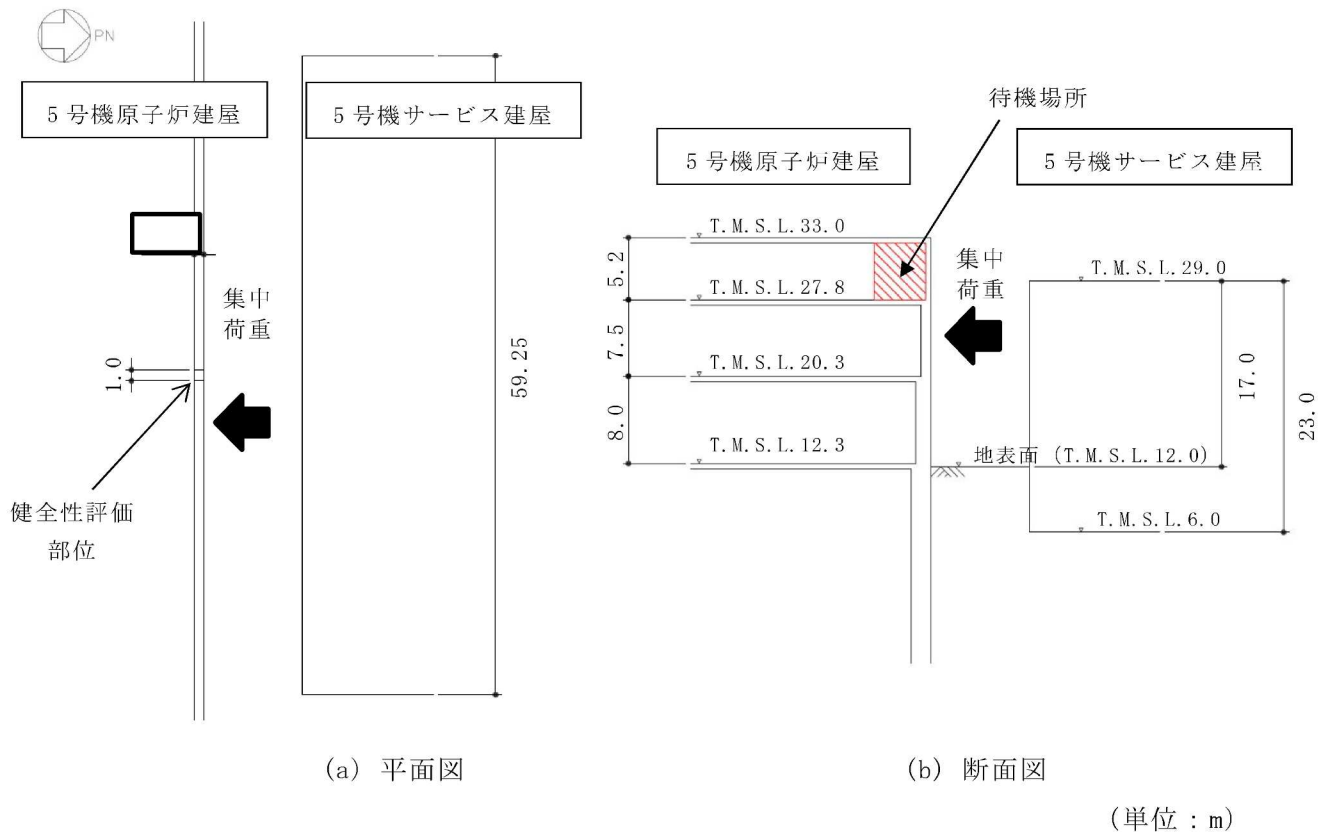


図 1-1 5号機原子炉建屋外壁の局部損傷評価部位

2. 5号機原子炉建屋北側外壁の東西方向の局部損傷評価方針と評価結果

2.1 局部損傷評価方針

応力解析モデルについては、5号機原子炉建屋北側外壁2階のヨコ筋方向の評価を実施することから、水平方向は2階スラブ上端と3階スラブ上端を固定支持、鉛直方向は2階東西方向の最大スパンである $rD$ 通りと $rE$ 通りの柱内面を固定支持とする四辺固定版とする。作用荷重は上下方向の局部損傷評価と同値とするものの、保守的に2階の階中央線上等分布線荷重として作用するものとする。解析モデルを図2-1に示す。耐力の検討に用いた5号機サービス建屋衝突時の5号機原子炉建屋への作用荷重、接触幅、単位幅面積当たりの作用荷重及び5号機原子炉建屋外壁の使用材料を表2-1に示す。また、表2-2に5号機サービス建屋が衝突する5号機原子炉建屋北側外壁2階の壁厚及び配筋を示す。

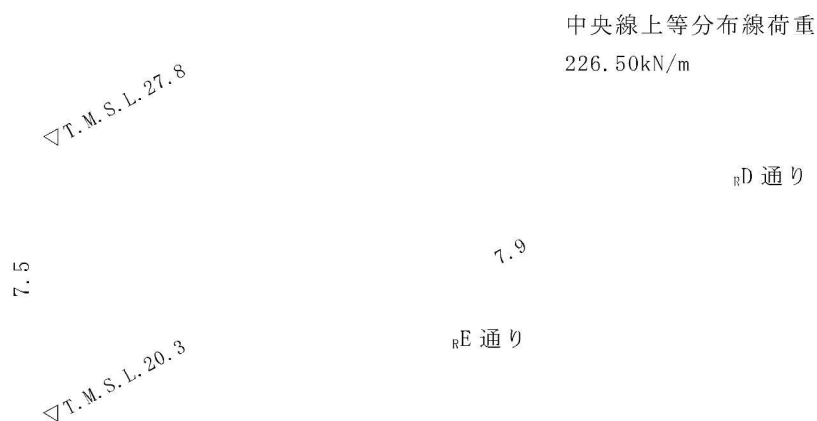


図2-1 解析モデル図

表2-1 5号機サービス建屋衝突時の5号機原子炉建屋への作用荷重、接触幅、単位幅面積当たりの作用荷重及び5号機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)	5号機原子炉建屋外壁の使用材料	
			鉄筋	コンクリート
13420	59.25	226.50	SD345[SD35]*	$F_c=23.5\text{N/mm}^2$

注\* : [ ]内は従来標記を示す。

表2-2 5号機サービス建屋の衝突が想定される5号機原子炉建屋外壁の配筋(2階)

階数	位置	壁厚 (mm)	配筋	
			外側	内側
2	北壁	□	D32@200 (タテ, ヨコ共)	D32@200 (タテ, ヨコ共)

## 2.2 局部損傷評価結果

表 2-3 に評価結果を示す。表 2-3 より、5号機サービス建屋衝突時に5号機原子炉建屋の外壁に作用する東西方向の曲げモーメントは、短期許容曲げモーメントに比べて小さく、発生する東西方向のせん断応力度は、短期許容せん断応力度に比べて小さい。また、本評価にて算出した曲げモーメントは、本編で算出した連続ばりモデルに比べて、若干低下する結果となった。これは連続ばりモデルが上下方向の一方向に応力が集約されることに対して、四辺固定版では上下方向と東西方向の二方向に応力が分散されるためであると考えられる。

以上から、5号機サービス建屋の衝突を考慮しても、5号機原子炉建屋の外壁東西方向の健全性は維持される。

表 2-3 評価結果

方向	評価対象	(a) 発生値	(b) 許容値	比率 (a/b)
東西 (ヨコ筋)	曲げモーメント	200.45 kN・m/m	958.76 kN・m/m	0.21
	せん断応力度	0.34 N/mm <sup>2</sup> /m	1.10 N/mm <sup>2</sup> /m	0.31
上下 (タテ筋)	曲げモーメント	205.55 kN・m/m	922.80 kN・m/m	0.23
	せん断応力度	0.18 N/mm <sup>2</sup> /m	1.10 N/mm <sup>2</sup> /m	0.17

### 3. まとめ

添付資料 9 本編にて、5 号機サービス建屋の外壁を上下方向のモデルとして局部損傷評価した結果、5 号機原子炉建屋の構造安全性に影響はなく、5 号機サービス建屋が波及的影響を及ぼさないことを確認した。

同様の条件で、5 号機サービス建屋の外壁の東西方向の局部損傷評価を実施した結果、上下方向の結果と同様に、5 号機サービス建屋が波及的影響を及ぼさないことを確認した。

以上より、5 号機原子炉建屋に対して、周辺建屋（下位クラス施設）が波及的影響を及ぼすことがないことを確認した。

下位クラス施設の損傷等による機械的荷重の影響について

1. はじめに

下位クラス機器が損傷した場合の上位クラス機器への波及的影響については、上位クラス施設と下位クラス施設との接続部における相互影響がないこと及び建屋内外における下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等による上位クラス施設への影響がないことを確認している。本資料では、下位クラス施設の損傷を想定する場合の機械的荷重による影響について検討する。

2. 検討方針

耐震評価においては、地震時に発生する機械的荷重を考慮した評価を実施している。耐震計算書における機械的荷重の設定よりも評価上保守的な条件として、下位クラス配管の破損を仮定した場合においても、上位クラス配管と接続される下位クラス配管について、境界サポート及び境界弁が強度上問題ないことを確認する。

具体的には、上位クラスの機器・配管系に要求される支持機能、隔離機能への影響確認として、境界サポートに対して配管破損による反力（以下「配管破損反力」という。）を踏まえた構造強度評価を実施するとともに、境界弁に対して配管破損時に弁体前後に生じる圧力差による荷重を踏まえた構造強度評価を実施する。図1に検討方針の概念図を示す。

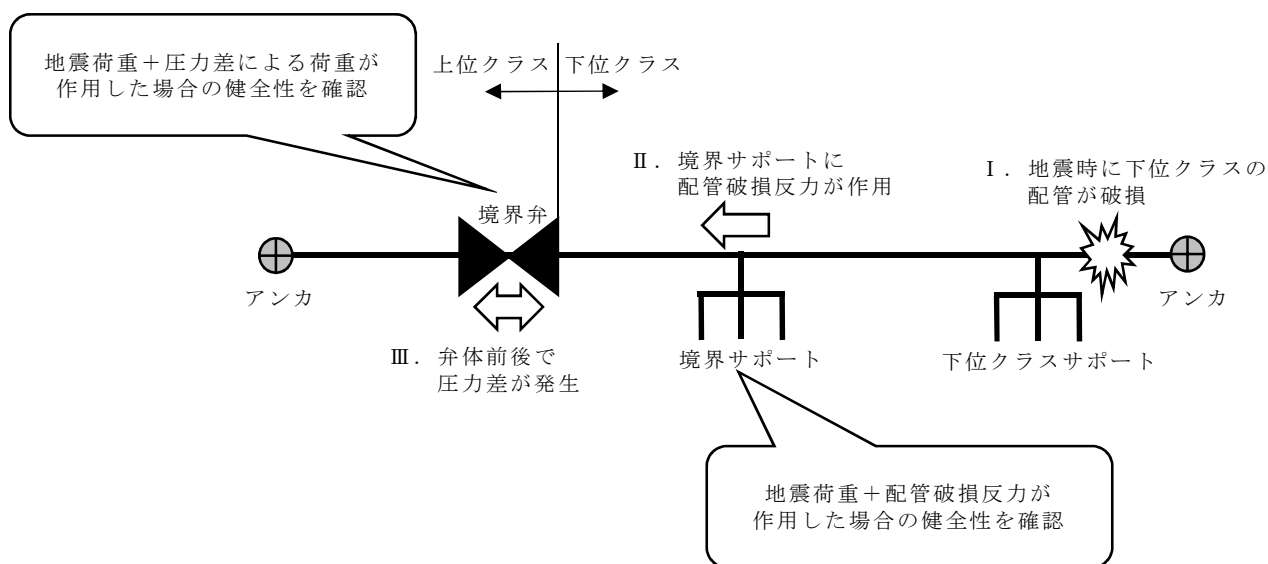


図1 概念図

図 2 に検討フローを示す。上位クラス配管の境界サポート及び境界弁に対しては、下記①～③の評価により下位クラス配管破損時の荷重に対する検討を実施する。

①下位クラス配管及びサポートが基準地震動  $S_s$  により破損しないことを確認することで、破損時の荷重が発生しないことを確認する。

②基準地震動  $S_s$  による地震荷重＋配管破損反力が作用した場合でも境界サポートが健全であることを確認する。

③基準地震動  $S_s$  による地震荷重＋圧力差が作用した場合でも境界弁が健全であることを確認する。

②の評価において、地震による下位クラス配管の破損を想定する箇所は、下位クラス配管の耐震重要度分類に応じた耐震性評価における最小裕度部位とする。

既往知見\*において、許容応力の 4 倍以上となる条件の加振試験を実施した場合であっても配管の崩壊現象やき裂貫通は生じず、配管本体に過大応答が発生するような試験体を用いた場合にのみ、振動台加振限界相当の条件による繰返し加振によってき裂貫通が生じたことが確認されている。また、影響検討対象（3.にて後述）の下位側の耐震重要度分類は全て B クラスであり、基準地震動  $S_s$  の 1/4 程度である  $1/2 S_d$  に対して設計されている。以上より、B クラス配管において基準地震動  $S_s$  地震発生時に崩壊現象やき裂貫通は生じないと考えられるが、貫通クラックを仮定した評価を実施する。

貫通クラックの面積は「原子力発電所の内部溢水影響評価ガイド(原子力規制委員会、平成 26 年 8 月 6 日改訂)」(以下「溢水ガイド」という。)を参考に  $1/2D$  (配管内径)  $\times$   $1/2t$  (配管肉厚) として算定する。

なお、基準地震動  $S_s$  による地震力が作用した場合、規格・基準に基づく許容値を下回る下位クラスサポートや、許容値を上回るもののある程度の拘束効果が期待できる下位クラスサポートがあると想定されるが、配管破損反力を算定する際は、下位クラスサポートによる拘束が無い状態を仮定する。

\*:「平成 14 年度 原子力発電施設耐震信頼性実証に関する報告書 その 1 配管系終局強度 ((財) 原子力発電技術機構、平成 15 年 3 月)」の実規模配管系試験

③の検討を実施する系統の境界弁に対して、地震時における弁の隔離機能に対する健全性評価を行う。具体的には、配管破損時に弁体前後に生じる圧力差による荷重を考慮して、地震力と組み合わせた強度評価を実施し、地震時に下位クラス配管破損を想定し

た場合でも境界弁の構造強度に問題がないことを確認する。

弁体の構造強度評価は、V-3-2-3「クラス1弁の強度計算方法」に記載されるとおりに、発電用原子力設備規格（設計・建設規格（2005年版（2007年追補版含む。））J S M E S N C 1 -2005/2007）（日本機械学会 2007年9月）VVB-3380の解説式を適用しているが、VVB-3380の解説式は強度+地震を同時に評価する規格式ではないことから、VVB-3380の解説式を準用し、最高使用圧力（P）の項を評価用圧力（ $P' = P$ （最高使用圧力）+W（地震荷重により弁体に加わる圧力））として評価を実施する。

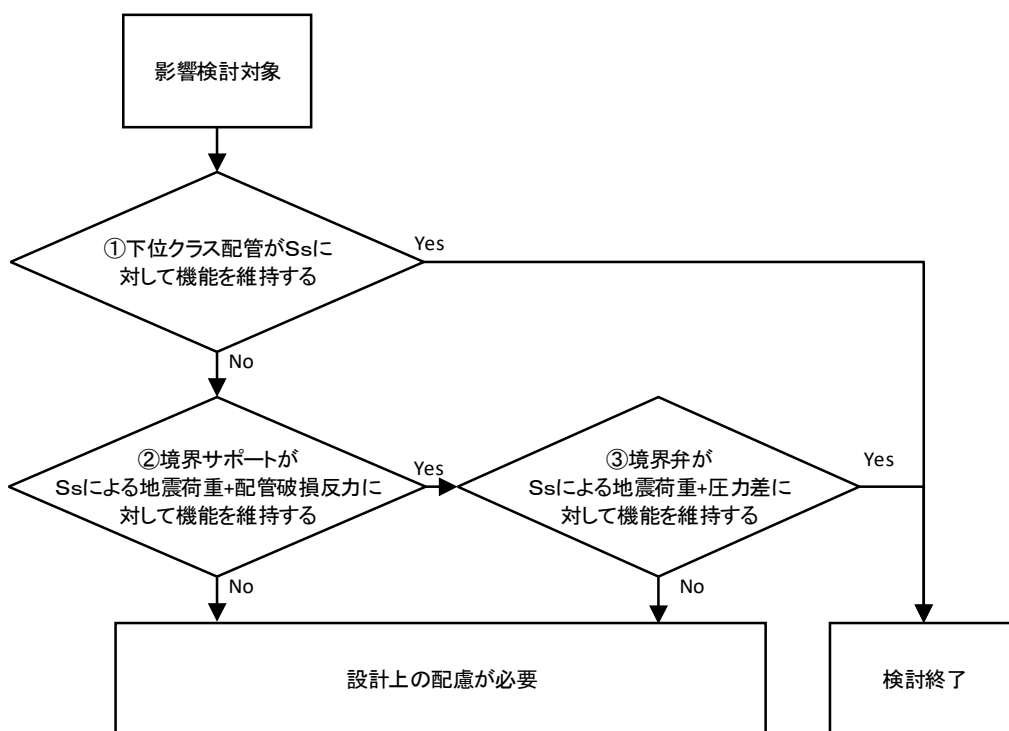


図2 検討フロー



### 3. 影響検討対象

影響検討対象の抽出は図 3 に示すフローに基づき行い、具体的には本文「4. 上位クラス施設の確認」表 4-1-1～表 4-2-2 にて抽出した上位クラス施設を対象として以下のとおり行っている。

- ・電気設備及び計測制御設備は、その破損により有意な機械的荷重が発生しないと考えられることから、影響検討の対象外とする。
- ・下位クラス施設との接続部がある機器・配管系を抽出する。
- ・上位クラスに接続される下位クラス配管部について、破損により生じる荷重と関係がある圧力が大きいものかつ配管径が大きいものを抽出する。ここで、圧力及び配管径は、溢水ガイドの高エネルギー配管の分類を参考に 1.9MPa を超える且つ 25A を超えるものとする。
- ・V-2-別添 2-2「溢水源としない耐震 B, C クラス機器の耐震計算書」において、下位クラス配管の基準地震動  $S_s$  に対する健全性が確認されているものは影響検討対象から除外する。

影響検討対象の抽出結果を表 1 に示す。ここでは、図 2 の検討フローにおける①又は②③の適用結果についてもあわせて示している。

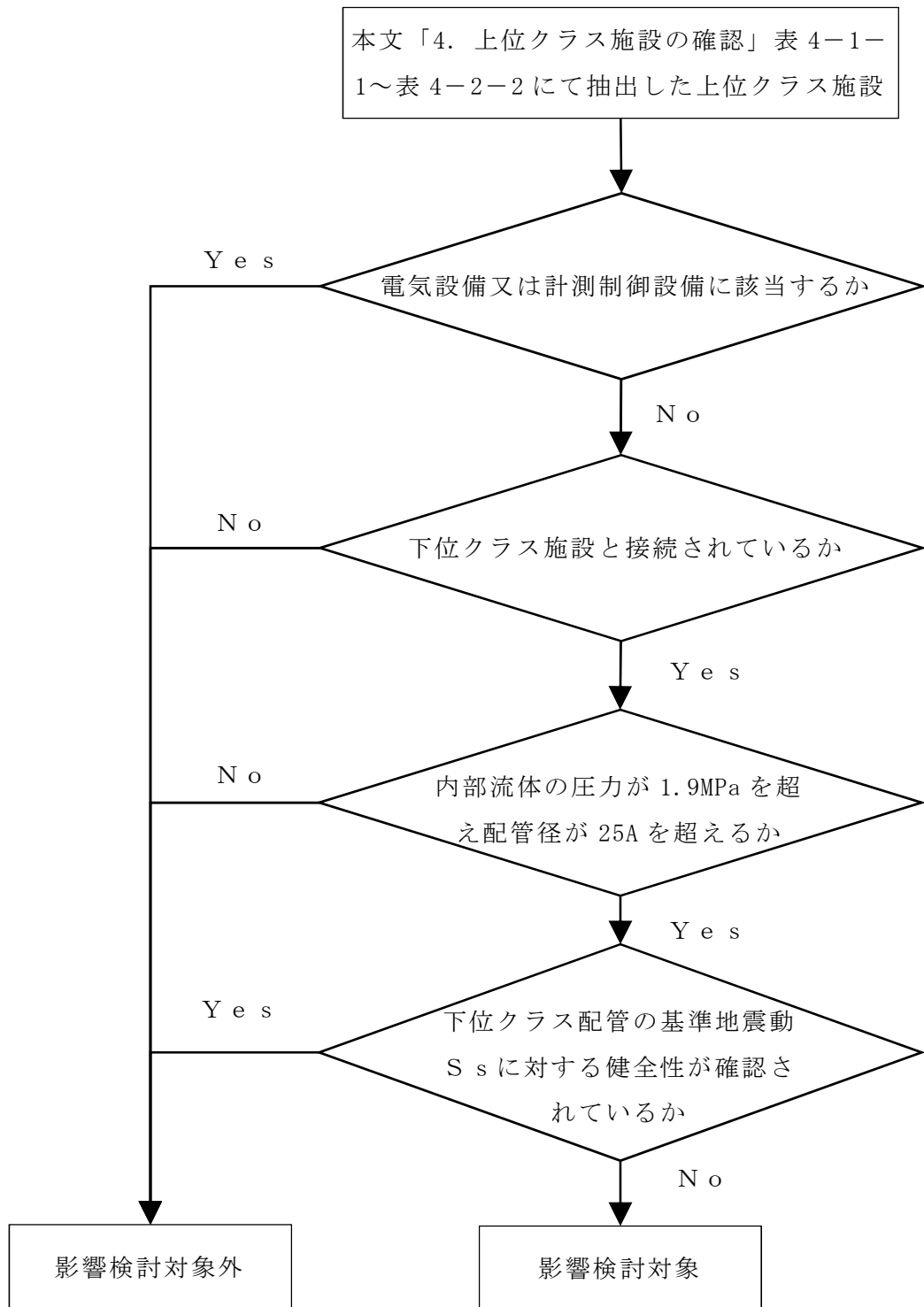


図 3 影響検討対象の抽出フロー

表 1 影響検討対象

No	系統	境界弁	圧力 (MPa)	口径 (A)	検討内容
1	主蒸気系	B21-F003A, B, C, D	8.62	700	②③
2	残留熱除去系	E11-F029A, B, C	3.43	150	①
3	復水給水系	B21-F070A, B	10.00	600	①

注：主配管を代表して示す

#### 4. 評価結果

##### 4.1 下位クラス配管の S s 機能維持評価

表 1 で検討内容①にて示すとした下位クラス配管の基準地震動 S s に対する評価結果を表 2～4 にて示す。管及び支持構造物の評価は、V-2-1-14「計算書作成の方法 添付資料-6 管の耐震性についての計算書作成の基本方針」を準用する。なお、復水給水系の設計用地震力については、配管が敷設されている範囲に対応するタービン建屋の地震応答解析モデルの質点を抽出し、NS 方向、EW 方向それぞれ方向毎に作成した床応答曲線を用いた。

全ての下位クラス配管において、計算値が許容値以下であり、基準地震動 S s により配管が破損しないことを確認した。

表 2 下位クラス配管の S s に対する評価結果

No	系統 (境界弁)	一次応力			一次＋二次応力		
		計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度
1	残留熱除去系 (E11-F029A)	104	363	3.49	164	418	2.54
2	残留熱除去系 (E11-F029B)	78	363	4.65	65	418	6.43
3	残留熱除去系 (E11-F029C)	80	363	4.53	102	418	4.09
4	復水給水系 (B21-F070A)	191	378	1.97	343	414	1.20
5	復水給水系 (B21-F070B)	191	378	1.97	343	414	1.20

表 3 残留熱除去系支持構造物の S s に対する評価結果  
(荷重評価)

支持構造物番号	種類	評価結果	
		計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)
SNM-RHR-R049T-1	メカニカルスナッパ	3	90

(応力評価)

支持構造物 番号	種類	支持点荷重						評価結果		
		反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
		F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	F <sub>Z</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>			
AN-RHR-R502	アンカ	6	24	5	5	5	11	組合せ	56	146
RE-RHR-R050	レストレイント	6	17	12	—	—	—	組合せ	45	132

表 4 復水給水系支持構造物の S s に対する評価結果  
(荷重評価)

支持構造物番号	種類	評価結果	
		計算荷重 (kN)	許容荷重 (kN)
SNM-FDW-R013	メカニカルスナッパ	382	600
FDW9-5-R08	ロッドレストレイント	459	720

(応力評価)

支持構造物 番号	種類	支持点荷重						評価結果		
		反力 (kN)			モーメント (kN・m)			応力 分類	計算 応力 (MPa)	許容 応力 (MPa)
		F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	F <sub>Z</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>			
FDW9-4-R08	レストレイント	529	611	0	—	—	—	組合せ	75	85
FDW11-1-A04	アンカ	341	148	195	180	250	450	組合せ	71	85

#### 4.2 下位クラス配管破損を考慮した境界サポート及び境界弁の評価

表 1 で検討内容②③にて示すとした主蒸気系配管の評価結果を示す。

配管モデルを図 4 に示す。4 つの境界弁は同一モデル上に存在し、境界サポートはそれぞれ 4 つの境界弁から耐震 B クラス側に最も近いサポートである。境界サポートには X 方向の拘束がないことから、配管貫通部について、基準地震動  $S_s$  による地震荷重 + 配管破損反力に対する健全性を確認する。配管貫通部の評価は V-2-9-2-12「原子炉格納容器配管貫通部の耐震性についての計算書」と同様の方法で実施する。なお、境界弁である原子炉格納容器外側主蒸気隔離弁からタービン主蒸気止め弁までは、耐震 B クラスではあるが、弾性設計用地震動  $S_d$  に対し破損しない設計としている。

##### 4.2.1 境界サポートの評価

###### (1) 破損を想定する箇所の特長

配管解析に用いた設計条件を表 5 に、設計用地震力の算出に用いる設計用床応答曲線を表 6 に示す。なお、設計用床応答曲線は V-2-1-7「設計用床応答曲線の作成方針」に基づき策定したものをを用いる。また、減衰定数は V-2-1-6「地震応答解析の基本方針」に記載の減衰定数を用いる。

表 5 設計条件

最高使用圧力 (MPa)	最高使用温度 (℃)	外径 (mm)	厚さ (mm)
8.62	302	1371.6	90.0
		872.0	70.0
		812.8	40.4
		769.8	65.0
		711.2	35.7
		609.6	54.0
		609.6	31.0
		601.6	50.0
		571.6	35.0
		558.8	28.6
		440.0	38.2
		406.4	21.4
		355.6	19.0
		318.5	17.4
267.4	15.1		

表 6 設計用床応答曲線

建物・構築物	標高	減衰定数 (%)
原子炉建屋	T. M. S. L 18.1m	3.0
	T. M. S. L 12.3m	
タービン建屋	T. M. S. L 20.4m	
	T. M. S. L 18.35m	
	T. M. S. L 12.3m	
	T. M. S. L 10.7m	
	T. M. S. L 4.9m	

注：上記設計用床応答曲線を包絡している

1/2 S d に対する評価結果を表 7 に示す。地震時に破損を想定する箇所として、評価範囲の疲労累積係数が最大となっている評価点 268（蒸気加減弁 (C) 出口と配管との溶接線，図 4 参照）とした。

表 7 1/2 S d に対する評価結果

評価点	一次応力			一次＋二次応力			疲労評価
	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度	疲労累積係数
268	134	198	1.47	200	396	1.98	0.0601

注：疲労累積係数が最も大きい評価部位を記載

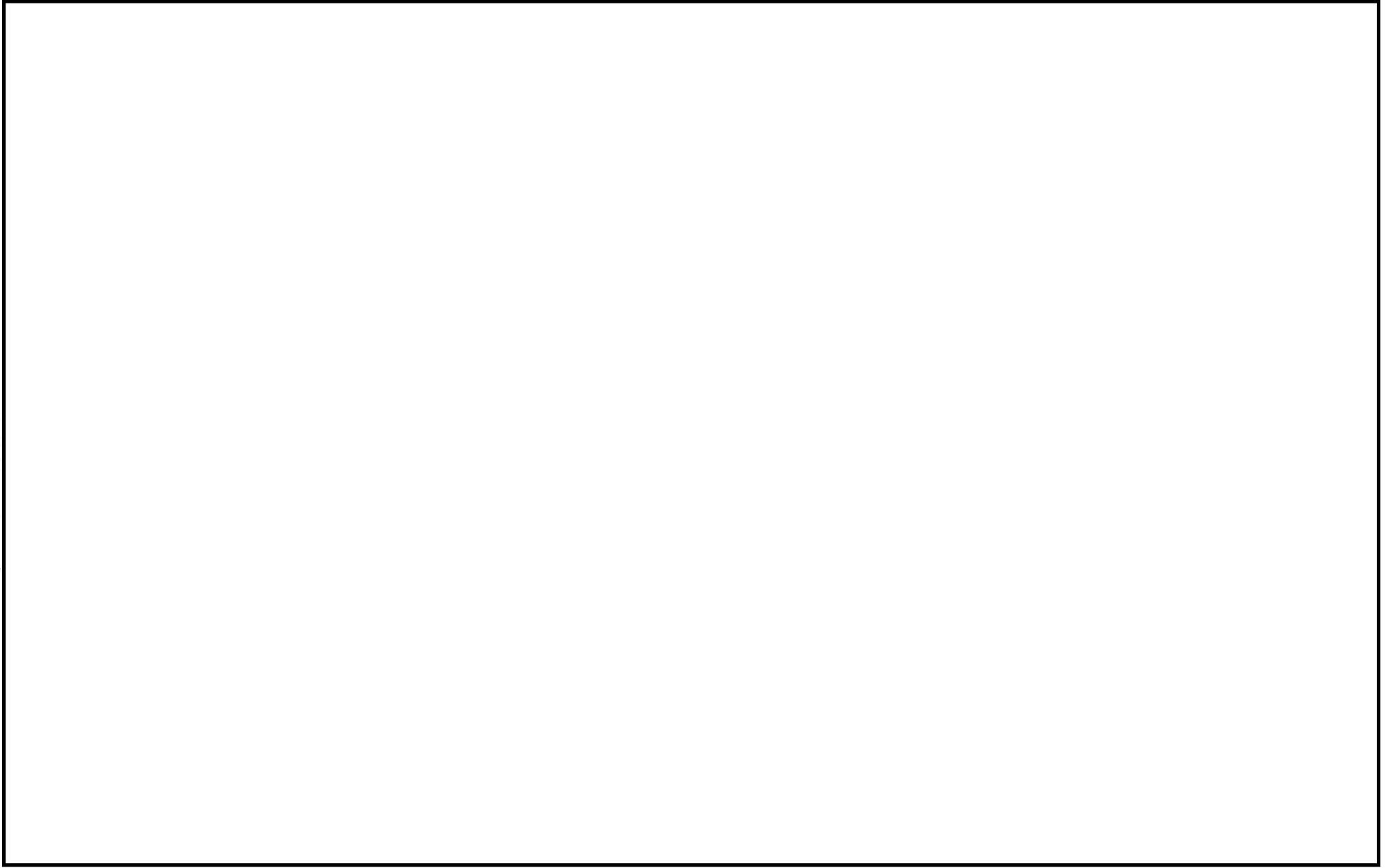


図 4 主蒸気系配管モデル



(2) 貫通クラックの面積の算定

貫通クラックの面積 A は溢水ガイドを参考に下記のとおりに算定した。

$$\begin{aligned} A &= 1/2D \times 1/2t \\ &= 1/2 \times (711.2 - 35.7 \times 2) \times 1/2 \times 35.7 \doteq 5720 \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

D : 配管内径 (mm)

t : 配管肉厚 (mm)

注 : 破損を想定した箇所の値を使用

(3) 貫通クラックによる荷重の算定

貫通クラックによる荷重 F は「design basis for protection of light water nuclear power plants against the effects of postulated pipe rupture ANSI/ANS-58.2-1988」を参考に下記のとおりに算定した。

$$\begin{aligned} F &= DLF \times C_T \times P \times A \\ &= 2 \times 1.26 \times 8.62 \times 5720 \doteq 130 \times 10^3 \text{ (N)} \end{aligned}$$

DLF : ダイナミックロードファクタ (=2\*)

$C_T$  : 定常スラスト係数 (=1.26\*)

P : 最高使用圧力 (MPa)

注記\* : 「design basis for protection of light water nuclear power plants against the effects of postulated pipe rupture ANSI/ANS-58.2-1988」より

(4) 配管破損反力の算定

配管破損反力を算定するために使用した配管モデルを図 5 に示す。下位クラスサポートについては、保守的に拘束が無い状態を仮定するため、配管モデルから削除している。破損を想定する箇所に貫通クラックによる荷重 F を X 方向, Y 方向, Z 方向にそれぞれ載荷し、境界サポート及び配管貫通部の配管破損反力を算定した。表 8 及び表 9 に基準地震動  $S_s$  による地震荷重等と配管破損反力を合計した最大値を示す。

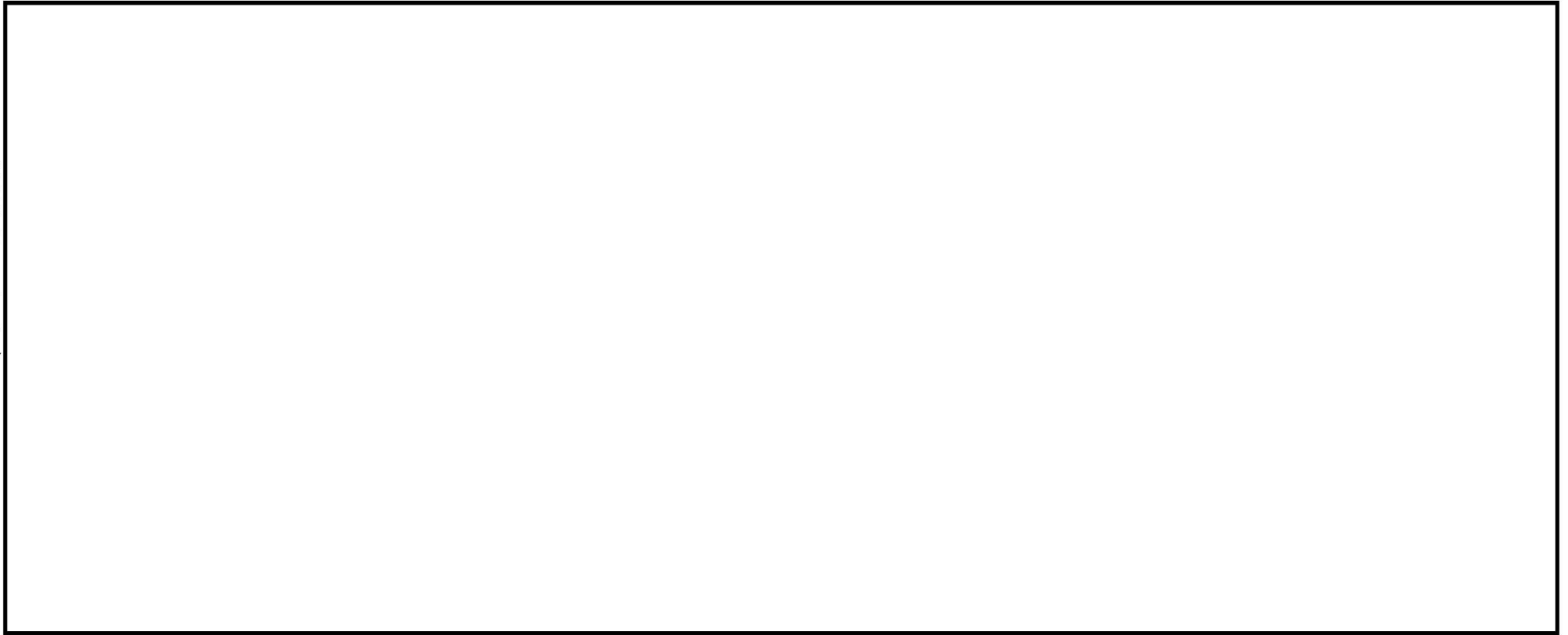


図 5 主蒸気系配管モデル (下位クラスサポートなし)

表 8 境界サポートの荷重

支持構造物番号	反力 (kN)			モーメント (kN・m)		
	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	F <sub>Z</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>Y</sub>	M <sub>Z</sub>
RE-MS-R014	0	761	1004	—	—	—
RE-MS-R015	0	758	1242	—	—	—
RE-MS-R016	0	893	1303	—	—	—
RE-MS-R017	0	949	1248	—	—	—

注 1：レストレイントは回転を拘束しないことからモーメントは発生しない。

注 2：座標軸は図 5 に示す。

表 9 配管貫通部の荷重

貫通部番号	垂直力 (N)		モーメント (N・mm)	
	F <sub>X</sub>	F <sub>Y</sub>	M <sub>X</sub>	M <sub>B</sub>
X-10A, D	1.66E+06	7.48E+05	8.62E+08	8.34E+08
X-10B, C	1.50E+06	7.09E+05	9.76E+08	8.34E+08

注：V-2-9-2-12「原子炉格納容器配管貫通部の耐震性についての計算書」と同様に形状が同一である X-10A, D と X-10B, C はそれぞれ包絡した荷重とした

(5) 配管破損反力を踏まえた評価

境界サポート及び配管貫通部について、地震荷重+配管破損反力に対する評価結果を表 10 及び表 11 に示す。全て計算値が許容値以下であり、地震荷重+配管破損反力に対して健全であることを確認した。なお、既往知見より、Bクラス配管において基準地震動  $S_s$  地震発生時に崩壊現象やき裂貫通は生じないと考えられるが、保守的に貫通クラックを仮定した評価を実施していることから境界サポートの許容応力には  $S_u$  値を採用した。

表 10 境界サポートの評価結果

種類	型式	応力分類	計算応力 (MPa)	許容応力 (MPa)	裕度
レストレイント	架構	組合せ	305	373	1.22

注：最も裕度が小さい評価部位を記載

表 11 配管貫通部の評価結果

評価部位	応力分類	計算応力 (N/mm <sup>2</sup> )	許容応力 (N/mm <sup>2</sup> )	裕度
コンクリート部	圧縮応力度 (ガセットプレート近傍)	23.2	27.5	1.18

注：最も裕度が小さい評価部位を記載

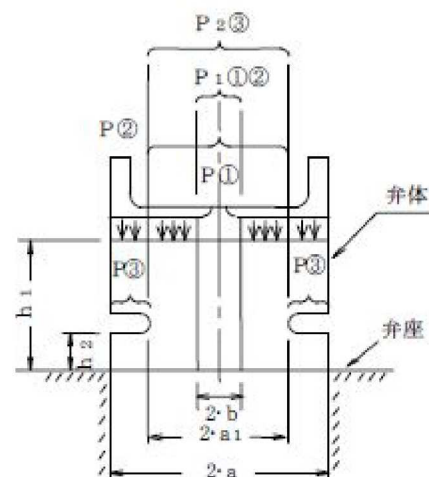
#### 4.2.2 境界弁の評価

主蒸気系配管の境界弁（B21-F003A, B, C, D）の評価結果を表 12 に示す。弁体の評価は V-3-2-3「クラス 1 弁の強度計算方法」を準用する。最高使用圧力の項 [P] は、強度+地震を同時に評価する式ではないことから、評価用圧力 [P' = P(最高使用圧力)+W (地震荷重により弁体に加わる圧力)] として評価を実施した。

$\sigma_D \leq 1.5 \cdot S_m$  であり弁体強度は十分である。

表 12 弁体の評価結果

材料	SFVC2B
形式	G2
P (MPa)	8.62
P' (MPa)	
P <sub>1</sub> (N)	$2.824 \times 10^5$
P <sub>2</sub> (N)	$1.159 \times 10^6$
h <sub>1</sub> (mm)	
h <sub>2</sub> (mm)	
a (mm)	
a <sub>1</sub> (mm)	
b (mm)	
M (kg)	780
r (mm)	
$\alpha_1$ (G)	11.5
計算応力 $\sigma_D$ (MPa)	90
許容応力 $1.5 \cdot S_m$ (MPa)	188



評価用圧力 P' は以下のとおり

$$P' = P + W$$

$$= P + \frac{M \times G \times \alpha_1}{\pi \times r^2}$$

$$= 8.62 + \frac{780 \times 9.80665 \times 11.5}{\pi \times \square^2} = \square$$

ここで、V-3-2-3「クラス1弁の強度計算方法」に記載のない記号の説明を下記に示す。

M：弁体の質量 (kg)

r：弁体の半径 (mm)

$\alpha_1$ ：評価用応答加速度 (G)

構造図を図6に示す。弁体は45°の角度で設置されていることから、評価用応答加速度は水平方向と鉛直方向を合成した値とする。弁体に考慮する水平方向及び鉛直方向の評価用応答加速度は、表13のとおりに、基準地震動S<sub>s</sub>による応答加速度を上回る値として機能確認済加速度を用いた。具体的な評価用応答加速度は、下記のとおりに、水平方向10.0G、鉛直方向6.2Gを合成した11.5Gとした。

$$\alpha_1 = \frac{6.2G}{\sqrt{2}} + \frac{10.0G}{\sqrt{2}} \approx 11.5G$$

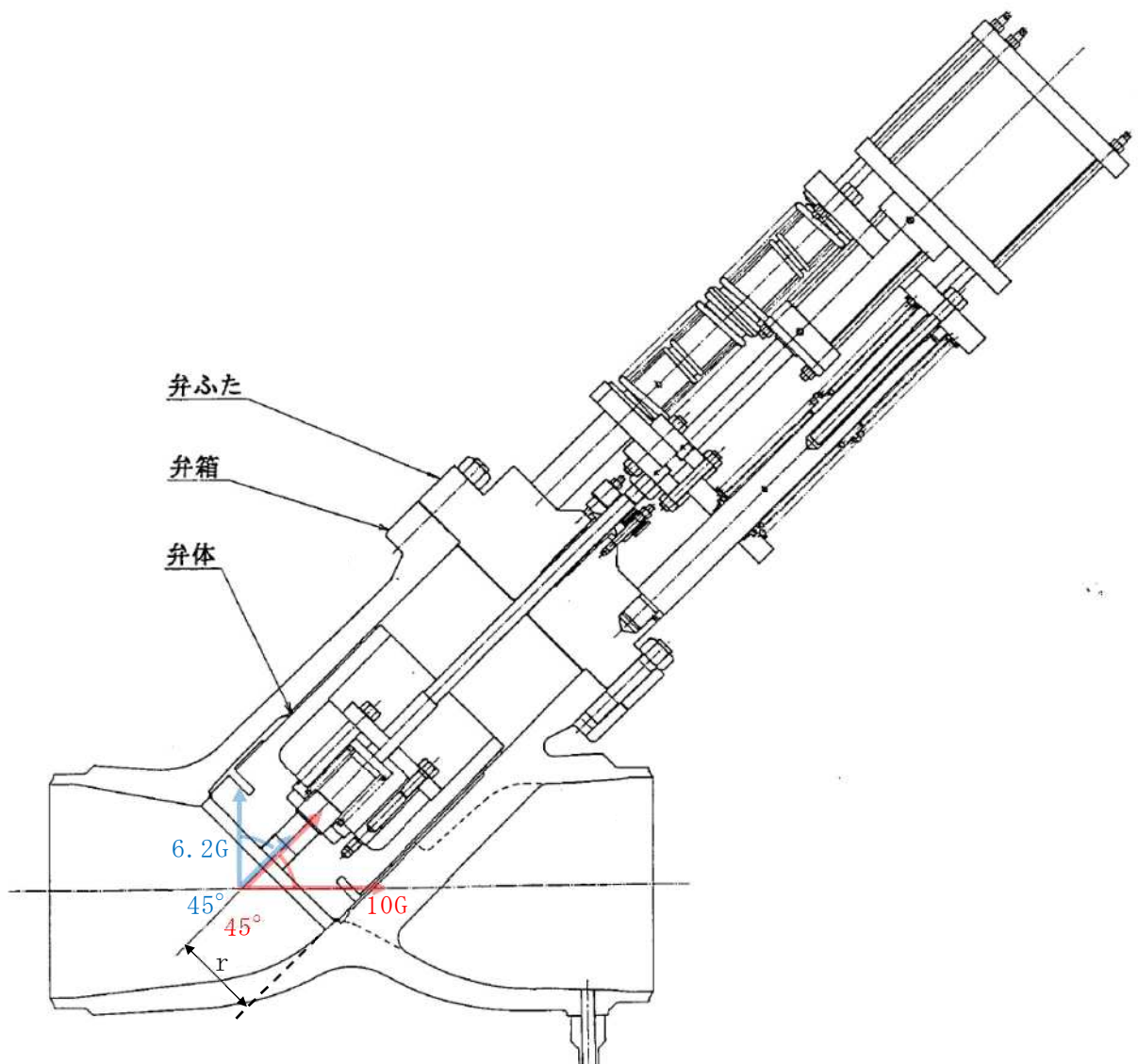


図6 主蒸気系境界弁構造図

表 13 各弁に対する応答加速度と機能確認済加速度

弁番号	水平		鉛直	
	応答加速度 (G)	機能確認済 加速度 (G)	応答加速度 (G)	機能確認済 加速度 (G)
B21-F003A	5.3	10.0	1.9	6.2
B21-F003B	4.2	10.0	1.9	6.2
B21-F003C	5.4	10.0	1.7	6.2
B21-F003D	5.1	10.0	2.0	6.2

注：機能確認済加速度はV-2-1-9「機能維持の基本方針」に基づく

## 5. まとめ

地震により下位クラス配管の破損を仮定した場合においても，上位クラス配管と接続される下位クラス配管の境界サポート及び境界弁の健全性に問題がないことを確認した。



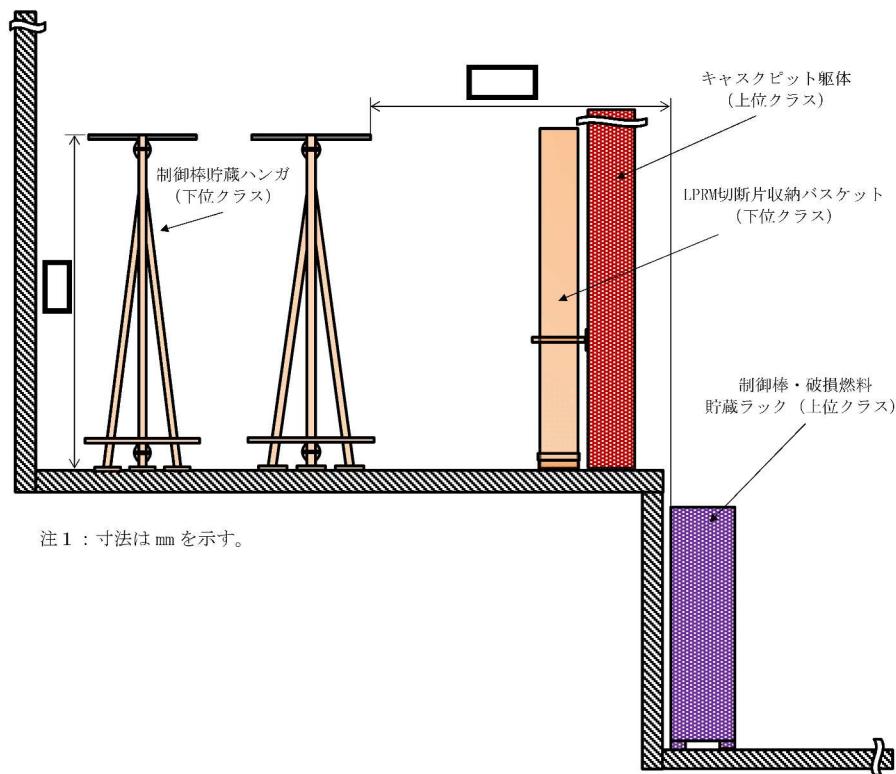
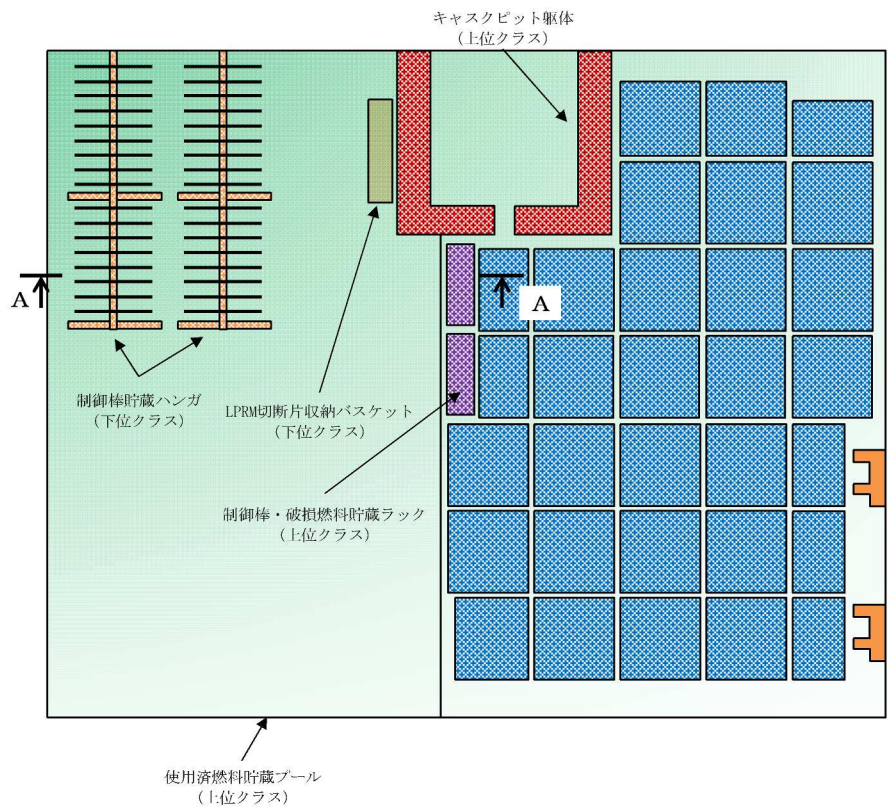
## 制御棒貯蔵ハンガ及びチャンネル着脱機の波及的影響について

### 1. 概要

本資料は、使用済燃料貯蔵プール内に設置されている制御棒貯蔵ハンガ（耐震重要度分類Bクラス）及びチャンネル着脱機（耐震重要度分類Bクラス）の損傷、転倒及び落下によって、上位クラス施設へ波及的影響を及ぼさないことを説明するものである。

### 2. 制御棒貯蔵ハンガ

制御棒貯蔵ハンガは、床置き式であることから落下のおそれはなく、仮に転倒した場合であっても下位クラス施設であるLPRM切断片収納バスケットに衝突し、上位クラス施設である使用済燃料貯蔵プール及び制御棒・破損燃料貯蔵ラックには衝突しない。（図1参照）。



注1：寸法はmmを示す。

A - A 矢視図

図1 制御棒貯蔵ハンガ配置概略図

また、制御棒貯蔵ハンガが仮に転倒した場合、床面固定部が破損することにより使用済燃料貯蔵プールへ影響を及ぼさないか、転倒時に作用する荷重のうち引抜方向の荷重を基に検討した。

床面固定部の構造図を図2に、各構成部位の許容引張荷重を表1に示す。

表1に示すとおり、取付ボルトが最も許容引張荷重が小さいことから、制御棒貯蔵ハンガが転倒した場合、取付ボルトが最初に破損すると考えられるが、取付ボルトは埋込金物を貫通して取付けられていないため貫通穴が生じることはない。

以上より、制御棒貯蔵ハンガが転倒しても、使用済燃料貯蔵プールのバウンダリ健全性へ波及的影響を及ぼすおそれはないと考えられる。

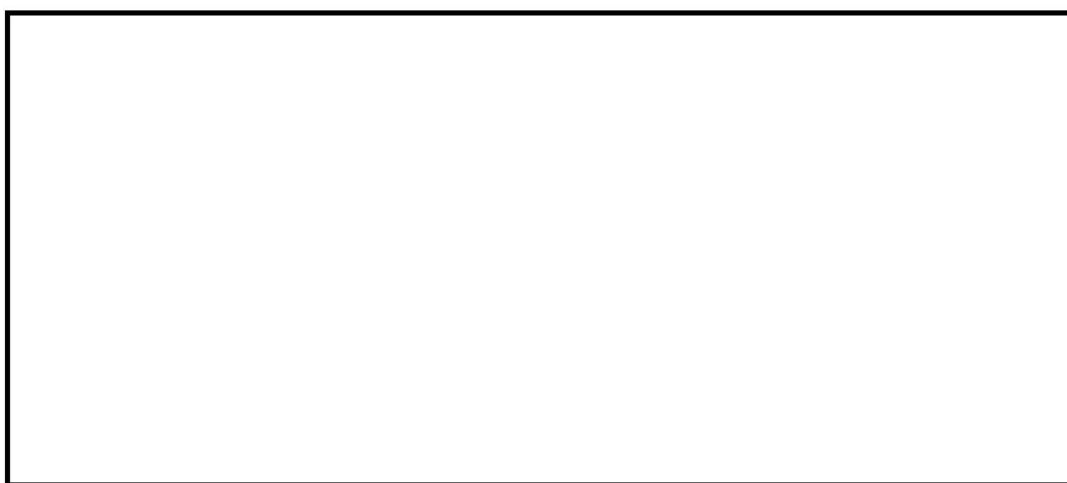


図2 制御棒貯蔵ハンガ床面固定部概略図

表1 床面固定部の許容引張荷重

構成部位名称	許容引張荷重 (kN)
取付ボルト×4本 <input type="checkbox"/>	278
埋込金物	332
溶接部 (全周溶接)	965
埋込ボルト×4本 <input type="checkbox"/>	824

### 3. チャンネル着脱機

チャンネル着脱機の近傍には、上位クラス施設である使用済燃料貯蔵プール及び使用済燃料貯蔵ラックが設置されている（図3参照）。

これらの設備は近接して設置されているが、落下及び転倒時の移動距離が短いことから、衝突による影響は小さいと考えられる。

仮に落下及び転倒した場合における衝突による影響を以下のとおり確認した。

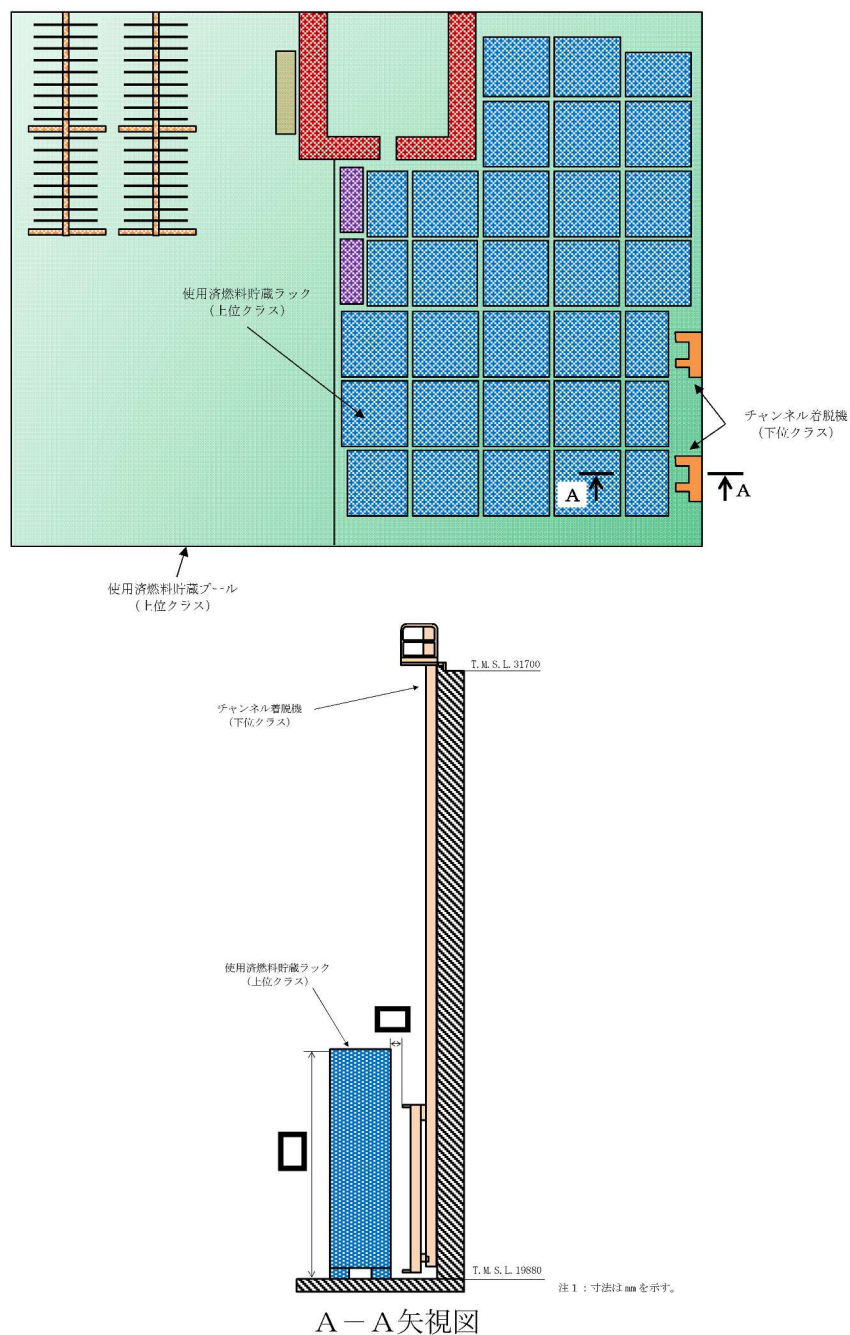


図3 チャンネル着脱機配置概略図

(1) 落下時の衝突による影響評価

設置許可まとめ資料「第 16 条 燃料体等の取扱施設及び貯蔵施設」では、燃料集合体落下時の使用済燃料貯蔵プールライニングの健全性を確認するため、気中にて高さ 5.1m より質量 310kg の模擬燃料集合体を厚さ 3.85mm のステンスライニングへ落下させ、ステンスライニングが健全であることを確認している（以下「健全性試験」という。）

上記の確認結果とチャンネル着脱機が使用済燃料貯蔵プールライニングへ落下した場合の落下エネルギーを比較することで、チャンネル着脱機落下時の衝突による影響を確認する。

確認にあたり、チャンネル着脱機の落下距離はチャンネル着脱機の最下端部と使用済燃料貯蔵プール底面との距離（ m）を、チャンネル着脱機の質量については、チャンネル着脱機の総質量である  kg とする。

健全性試験とチャンネル着脱機の落下評価について表 2 に示す。チャンネル着脱機の質量は健全性試験に対して約 3 倍あるが、落下距離は約 40 分の 1 と短いため、落下エネルギーは小さく衝突による影響は軽微である。

表 2 健全性試験とチャンネル着脱機の落下評価結果

	衝突物質量 (kg)	衝突物とライニング の離隔距離 (m)	落下エネルギー (kJ)
健全性試験	310	5.1	15.51
チャンネル着脱機	<input type="text"/>	<input type="text"/>	1.27



(2) 転倒時の衝突による影響評価

転倒時の衝突については、竜巻防護施設において飛来物に対する鋼板の貫通限界厚さの算出に使用されているBRL式<sup>(1)</sup>より限界板厚を算出し影響評価を実施した。計算式を以下に示す。

$$T^{3/2} = \frac{0.5m v^2}{1.4396 \times 10^9 \cdot K^2 \cdot d^{3/2}}$$

T：貫通限界厚さ (m)

m：衝突物の質量 (kg)

v：衝突速度 (m/s)

d：衝突物の直径 (m)

K：鋼板の材質に関する係数 (≒1.0)

衝突物の質量mには、チャンネル着脱機の総質量である  kg を用いる。

衝突速度vには、チャンネル着脱機の重心がガイドレールの中心部にあると仮定した場合において、転倒による重心位置の低下に相当する位置エネルギーを運動エネルギーに変換した速度  m/s を用いる。

衝突物の直径dには、チャンネル着脱機が転倒した場合に、使用済燃料貯蔵ラックへ最初に接触する部位をカートユニット端部 (図4参照) と想定し、その断面積  mm<sup>2</sup> より算出した等価直径 0.142m を用いる。

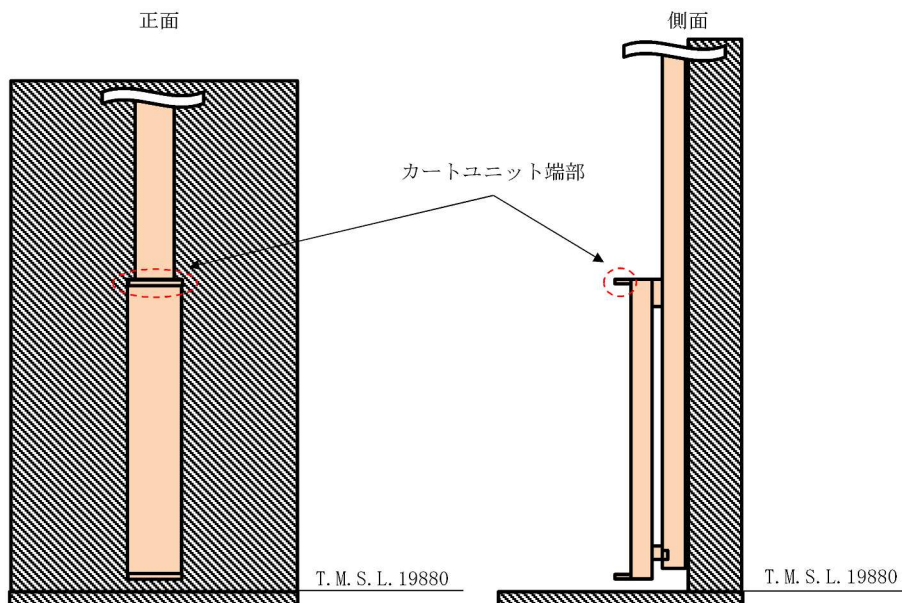


図4 カートユニット概略図

算出の結果、限界板厚は0.7mmとなる。使用済燃料貯蔵ラックの板厚は□mmであり、試算条件には水による抵抗、浮力を加味していないこと及び使用済燃料貯蔵ラックは角管を組み合わせた剛性の高い格子構造をしていることから、転倒による影響は軽微であると考えられる。

(3) 使用済燃料貯蔵プールのバウンダリ健全性への影響

チャンネル着脱機の固定ボルトは、使用済燃料貯蔵プールの水面より上に取付けられていることから、固定ボルトが破損しても使用済燃料貯蔵プールのバウンダリ健全性へ影響は与えない。

以上より、チャンネル着脱機が落下及び転倒しても、使用済燃料貯蔵プール及び使用済燃料貯蔵ラックへ波及的影響を及ぼすおそれはないと考えられる。

## 6号機のSクラス施設等及び重要SA施設からの波及的影響について

7号機の工事計画認可申請対象ではない6号機のSクラス施設等及び重要SA施設のうち、7号機の上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼす位置関係等にあるものは図1及び表1のとおりである。抽出した6号機のSクラス施設等及び重要SA施設が7号機の上位クラス施設と構造計画に類似性があること、耐震設計方針が同一であること及び既工認実績において地震応答性状が同一傾向であることより、いずれの建物・構築物の基準地震動 $S_s$ に対する地震応答性状も7号機上位クラス施設と同じ傾向となることが想定される。7号機の上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないとした根拠を以下に示す。

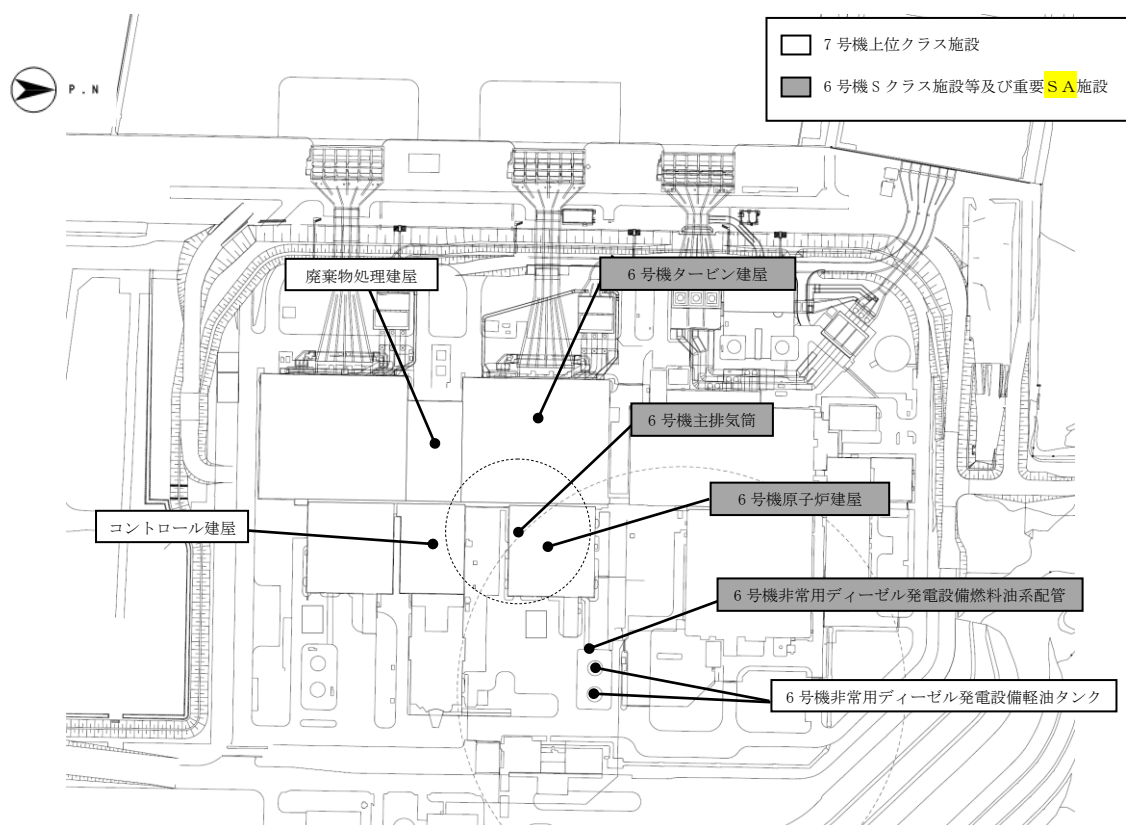


図1 波及的影響を及ぼす位置関係等にある6号機のSクラス施設等及び重要SA施設



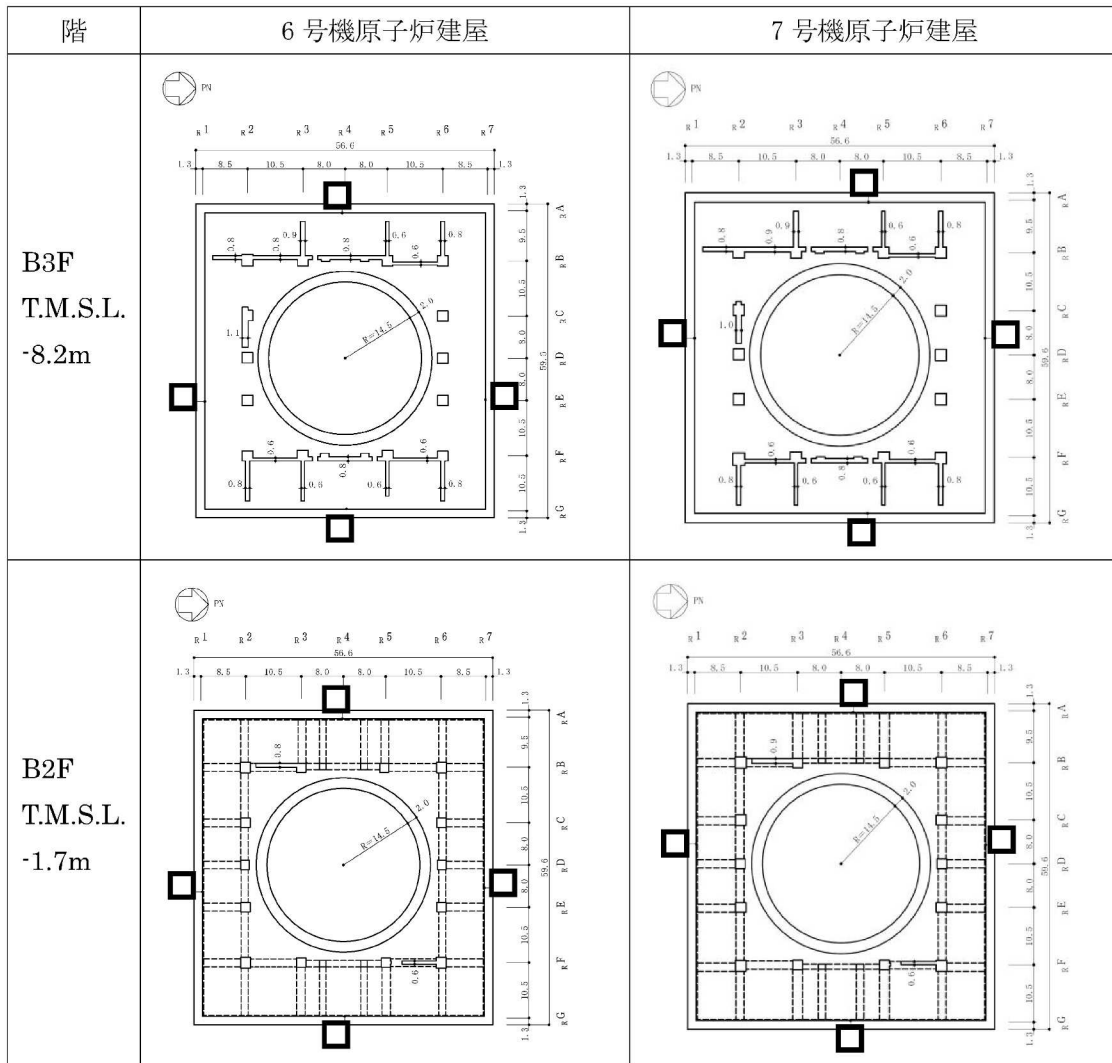
表1 波及的影響を及ぼす位置関係等にある6号機のSクラス施設等及び重要SA施設

7号機上位クラス施設	6号機のSクラス施設等 及び重要SA施設	波及的影響のおそれ (○：有，×：無)		
		不等 沈下	相対 変位	損傷 転倒 落下
・コントロール建屋	6号機原子炉建屋	○	×	○
・コントロール建屋	6号機タービン建屋	○	×	○
・廃棄物処理建屋	6号機タービン建屋	○	○	○
・コントロール建屋 ・廃棄物処理建屋	6号機主排気筒	×	×	○
・6号機非常用ディーゼル発電 設備軽油タンク	6号機非常用ディーゼル発電 設備燃料油系配管	×	×	○

1. 6号機原子炉建屋

6号機原子炉建屋及び7号機原子炉建屋の概略平面図を図2, 概略断面図を図3に示す。また, 建設工認時における両建屋の基準地震動  $S_1$  に基づく固有周期の比較を表2に示す。図2, 図3及び表2に示すとおり, 構造計画に類似性があること, 耐震設計方針が同一であること及び既工認実績において地震応答性状が同一傾向であることより, 基準地震動  $S_s$  に対する地震応答性状も7号機上位クラス施設と同じ傾向となることが想定される。

図2 6号機原子炉建屋及び7号機原子炉建屋の概略平面図 (1/4) (単位: m)



注: 東京湾平均海面 (以下「T.M.S.L.」という。)

図2 6号機原子炉建屋及び7号機原子炉建屋の概略平面図(2/4)(単位:m)

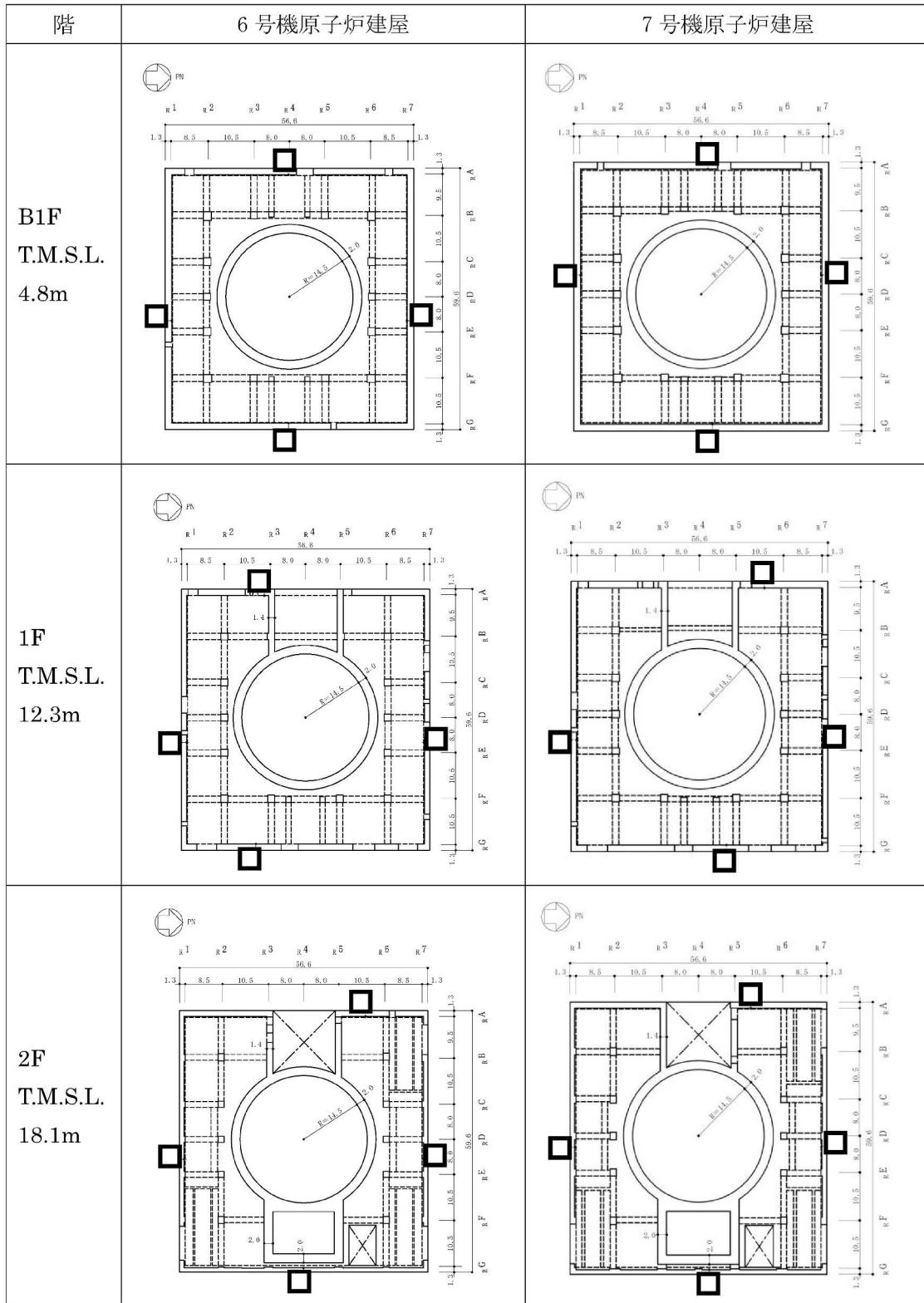


図2 6号機原子炉建屋及び7号機原子炉建屋の概略平面図(3/4)(単位:m)

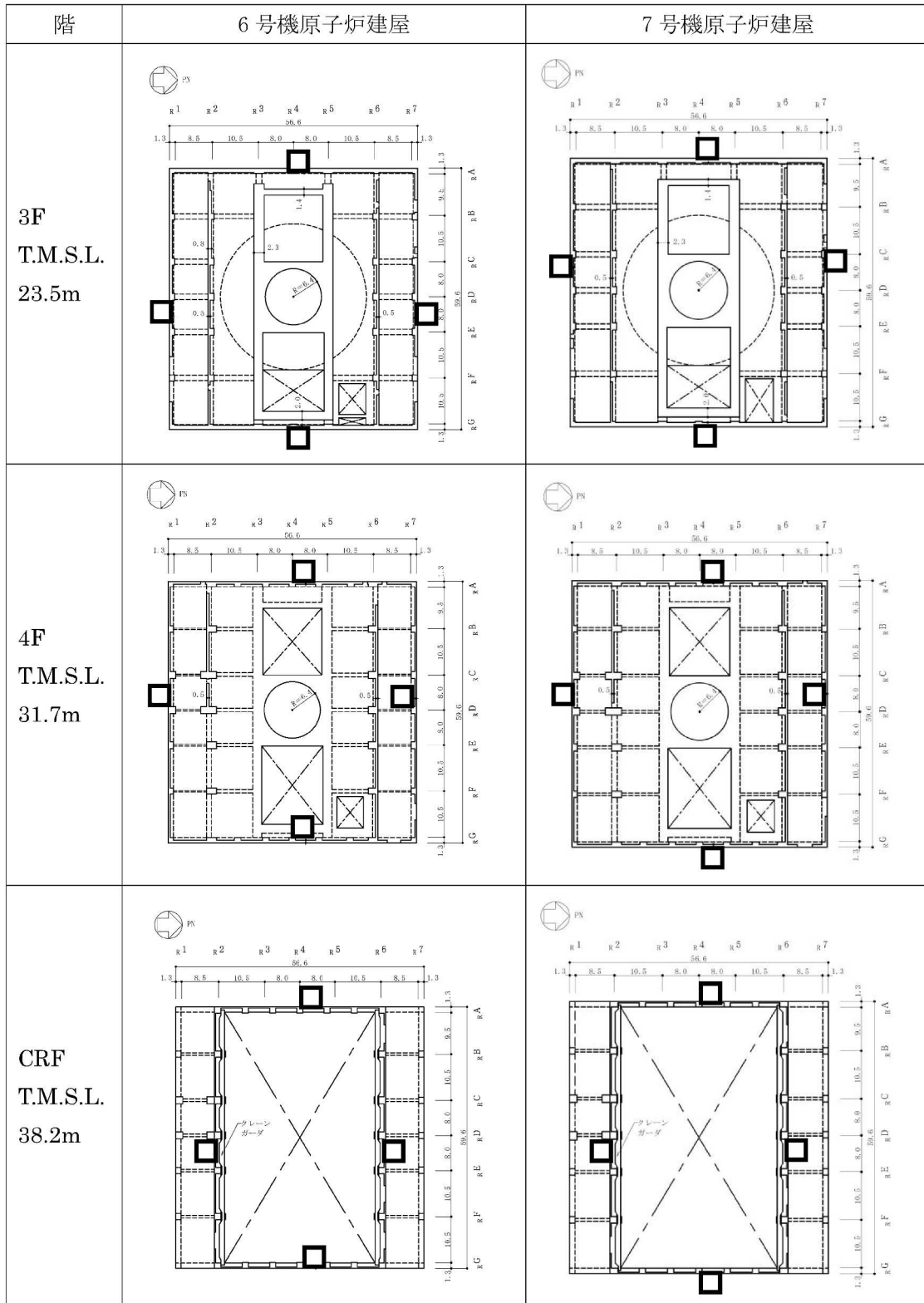


図2 6号機原子炉建屋及び7号機原子炉建屋の概略平面図(4/4)(単位:m)

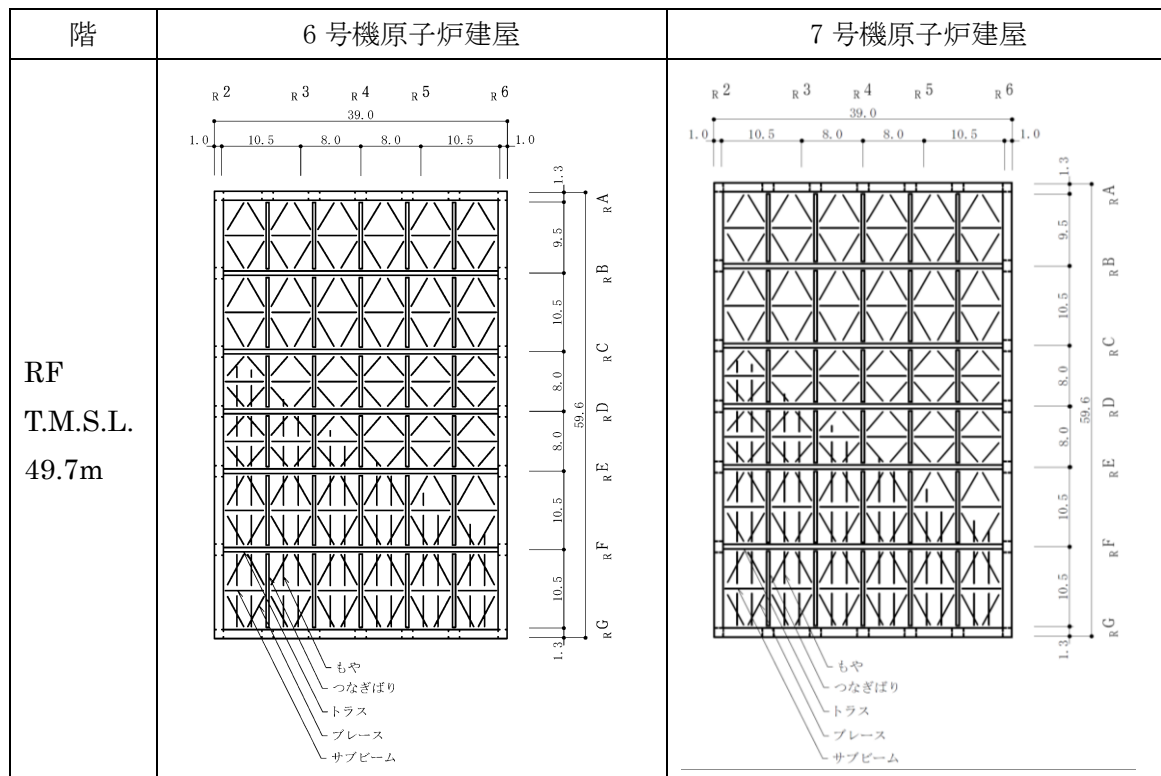
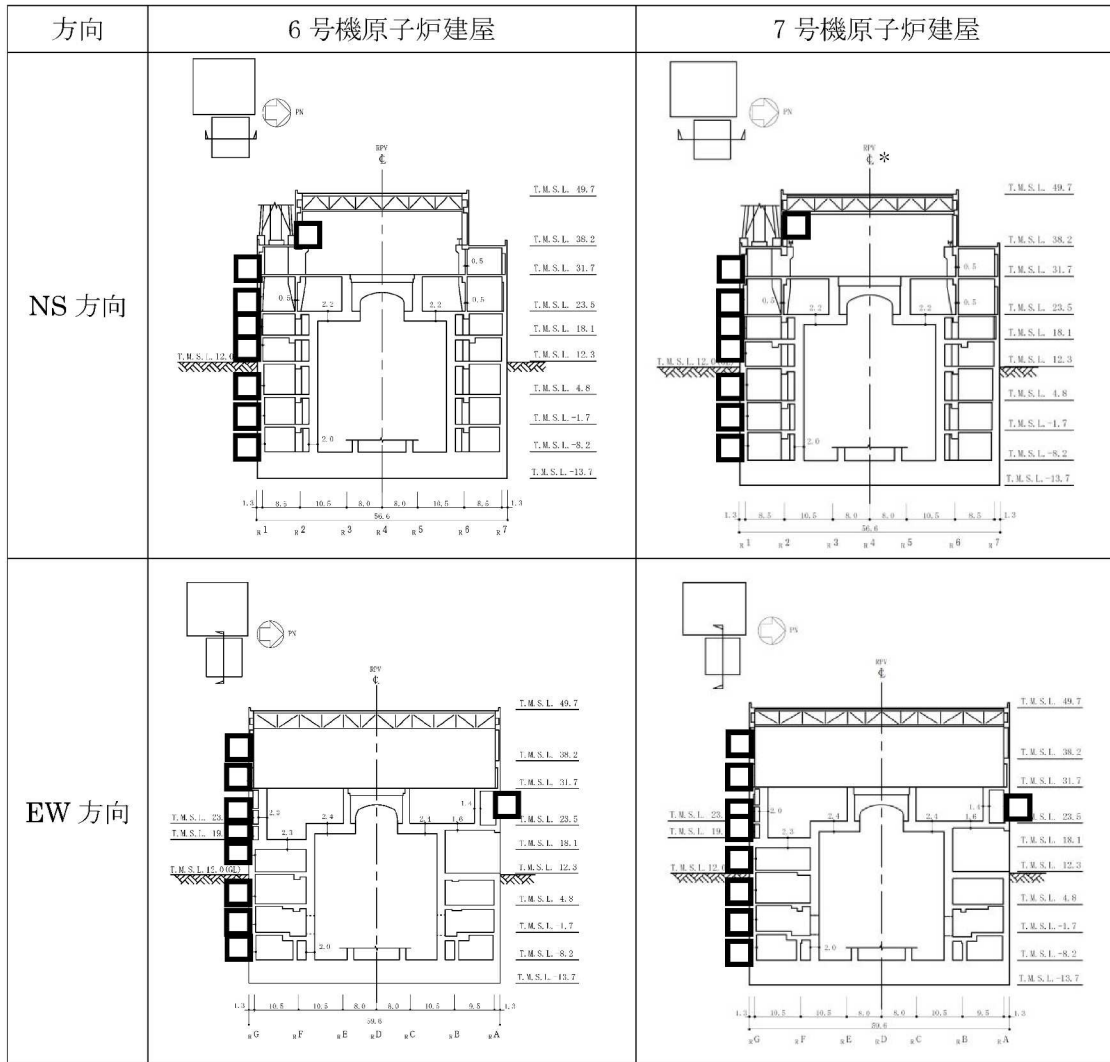


図3 6号機原子炉建屋及び7号機原子炉建屋の概略断面図（単位：m）



注記\*：原子炉压力容器（以下「RPV」という。）

表2 固有周期の比較（基準地震動S<sub>1</sub>）

項目	6号機原子炉建屋		7号機原子炉建屋	
	NS方向	EW方向	NS方向	EW方向
固有周期 (s)	0.444	0.433	0.443	0.432

## 2. 6号機タービン建屋

6号機タービン建屋及び7号機タービン建屋の概略平面図を図4、概略断面図を図5に示す。また、建設工認時における両建屋の基準地震動 $S_1$ に基づく固有周期の比較を表3に示す。図4、図5及び表3に示すとおり、両建屋の2階以上については、両建屋の中間に位置する廃棄物処理建屋に対する開口部（6号機は南側妻壁，7号機は北側妻壁）を有すること等、一部の壁の配置に差異はあるものの、基本的な構造計画に類似性があること、耐震設計方針が同一であること及び既工認実績において地震応答性状が同一傾向であることより、基準地震動 $S_s$ に対する地震応答性状も7号機上位クラス施設と同じ傾向となることが想定される。

図4 6号機タービン建屋及び7号機タービン建屋の概略平面図（1/2）（単位：m）

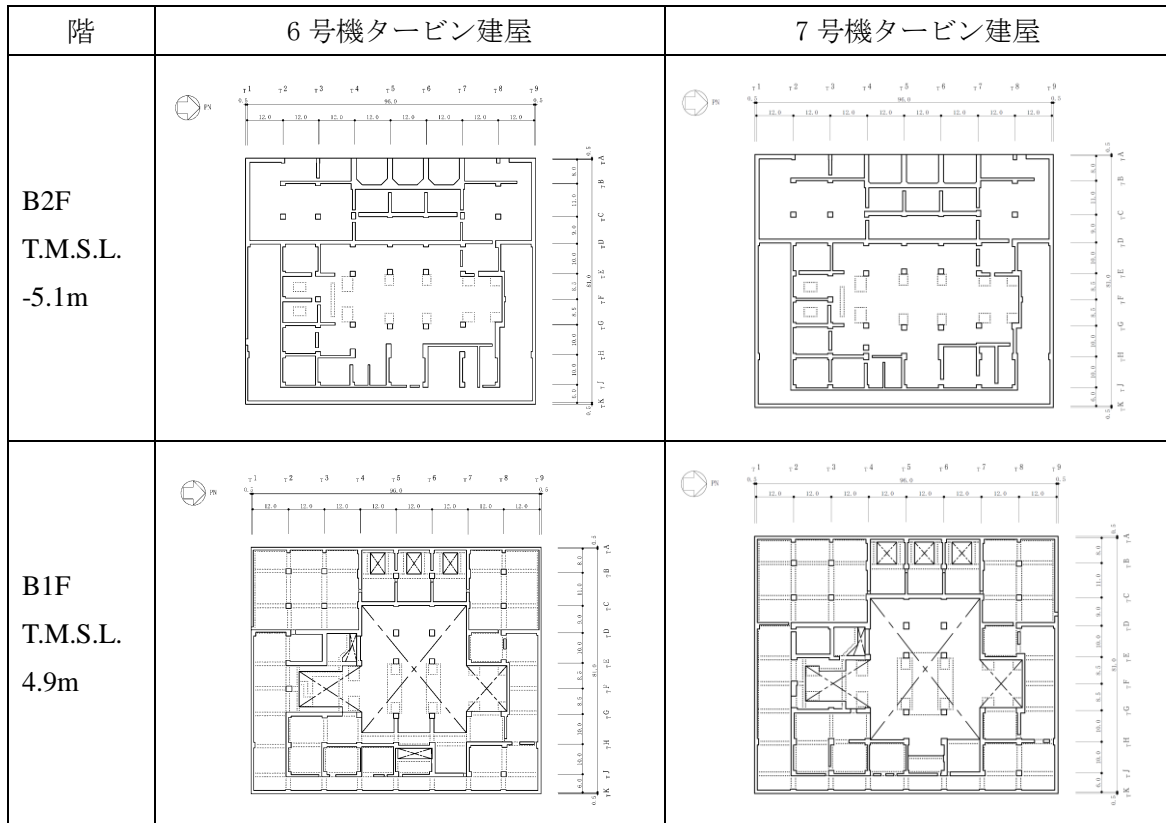


図4 6号機タービン建屋及び7号機タービン建屋の概略平面図(2/2)(単位:m)

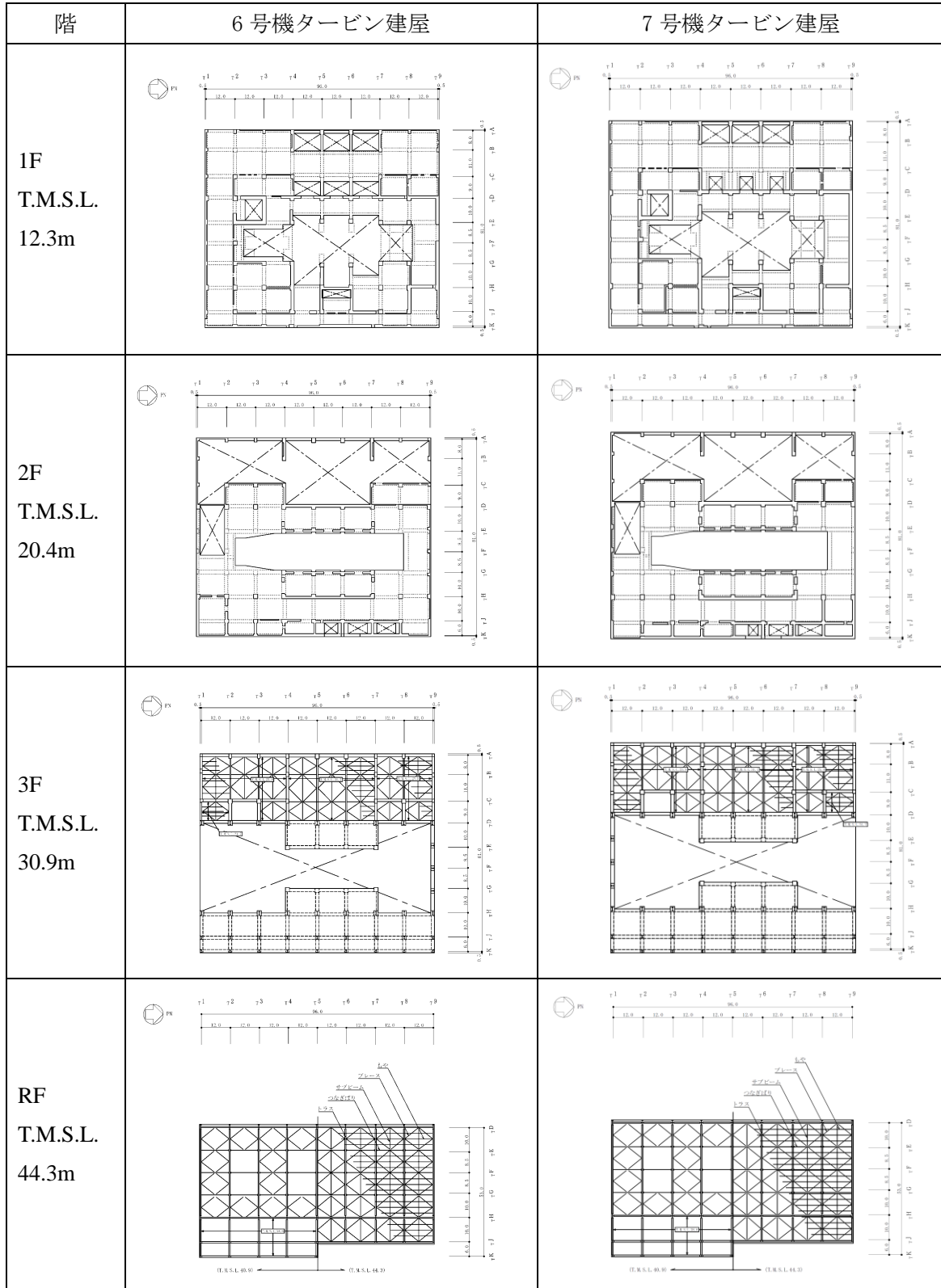




図5 6号機タービン建屋及び7号機タービン建屋の概略断面図 (1/2) (単位:m)

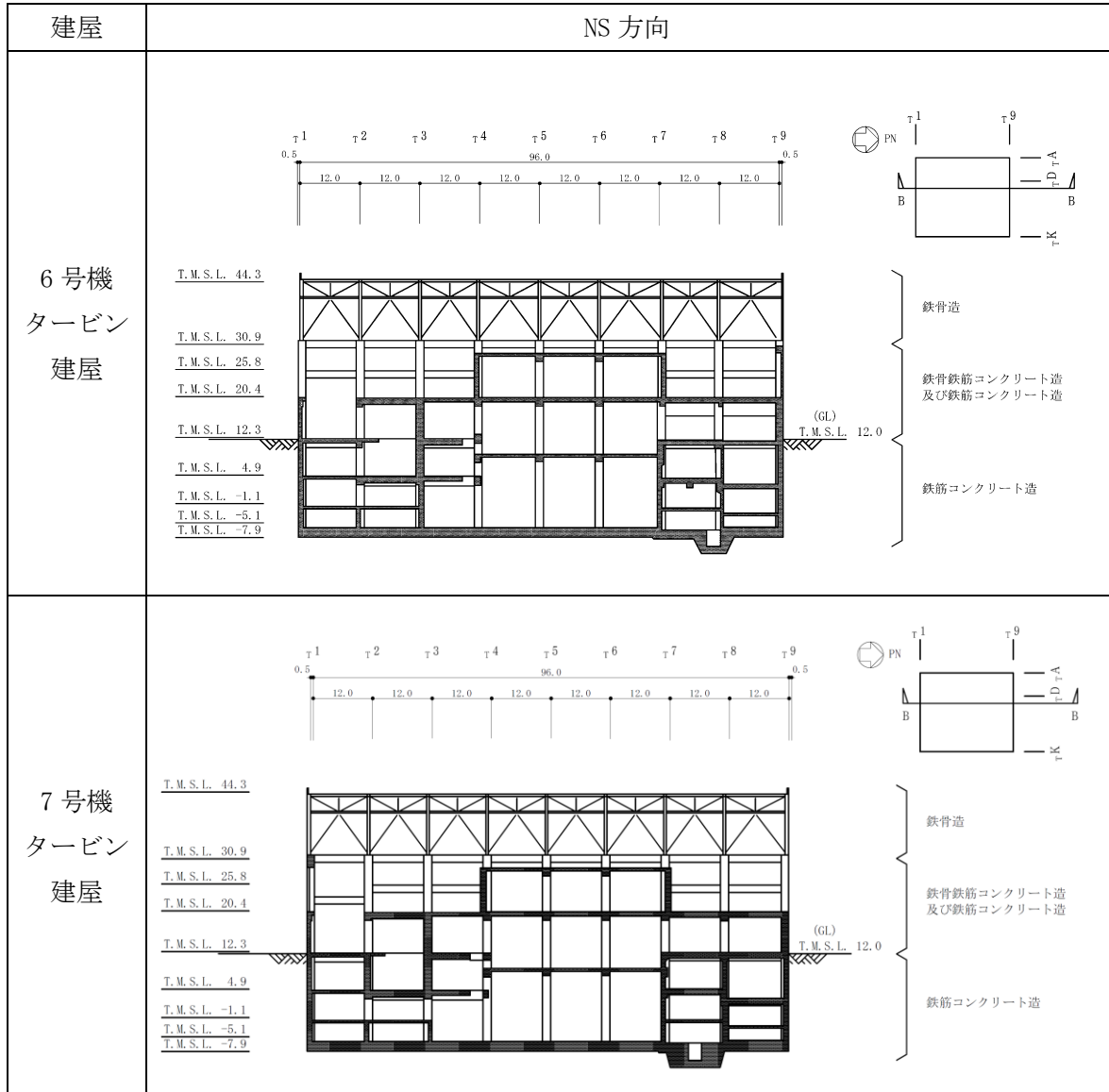


図5 6号機タービン建屋及び7号機タービン建屋の概略断面図(2/2)(単位:m)

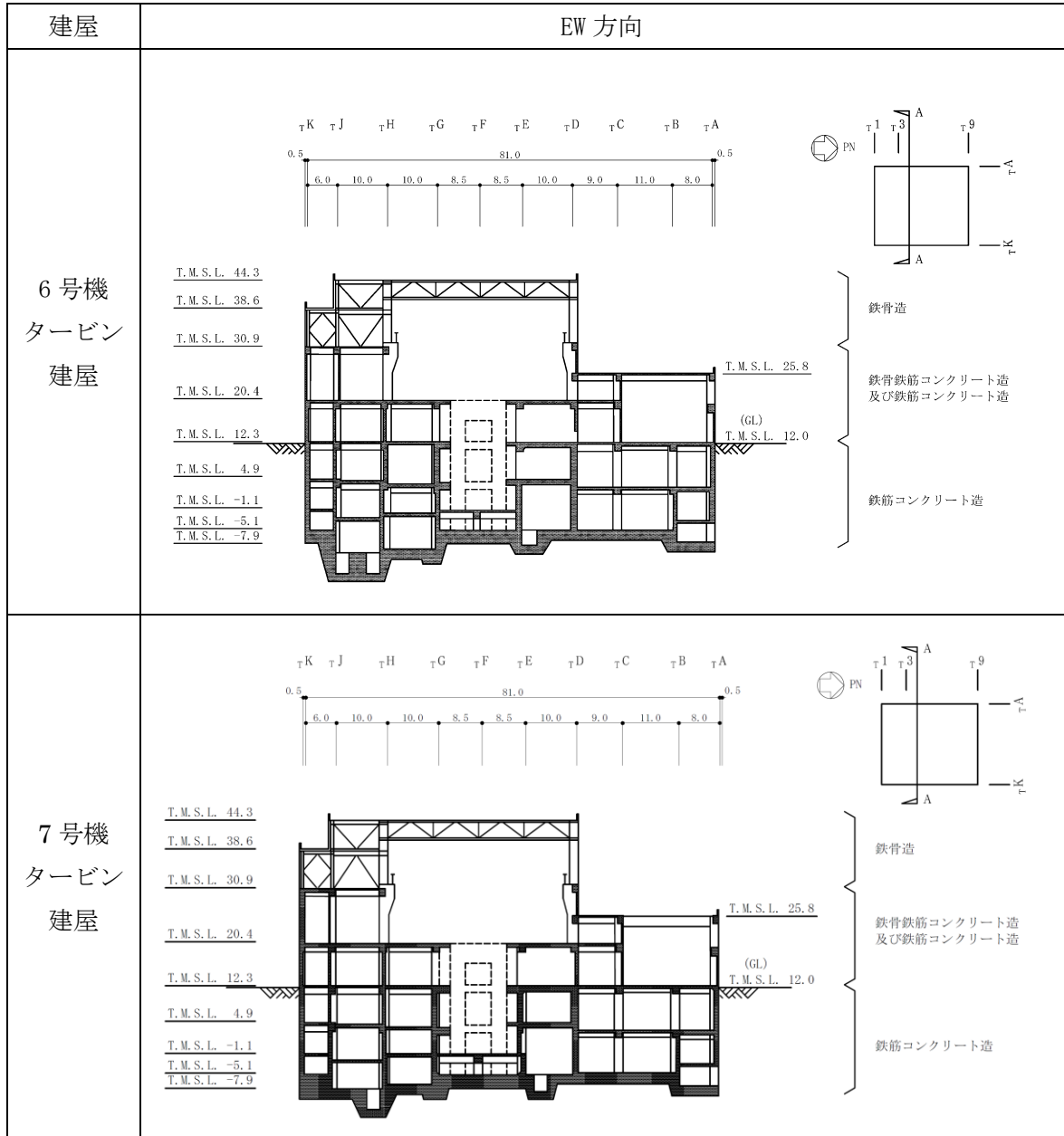


表3 固有周期の比較(基準地震動S<sub>1</sub>)

項目	6号機タービン建屋		7号機タービン建屋	
	NS方向	EW方向	NS方向	EW方向
固有周期(s)	0.380	0.352	0.385	0.358

3. 6号機主排気筒

6号機主排気筒及び7号機主排気筒の概略図を、図6に示す。また、中越沖地震に伴う補強時(届出)の両主排気筒鉄塔部の基準地震動 $S_1$ に基づく固有周期の比較を表4に示す。図6及び表4に示すとおり、構造計画に類似性があること、耐震設計方針が同一であること及び既工認実績において地震応答性状が同一傾向であることより、基準地震動 $S_s$ に対する地震応答性状も7号機上位クラス施設と同じ傾向となることが想定される。

図6 6号機主排気筒及び7号機主排気筒の概略図

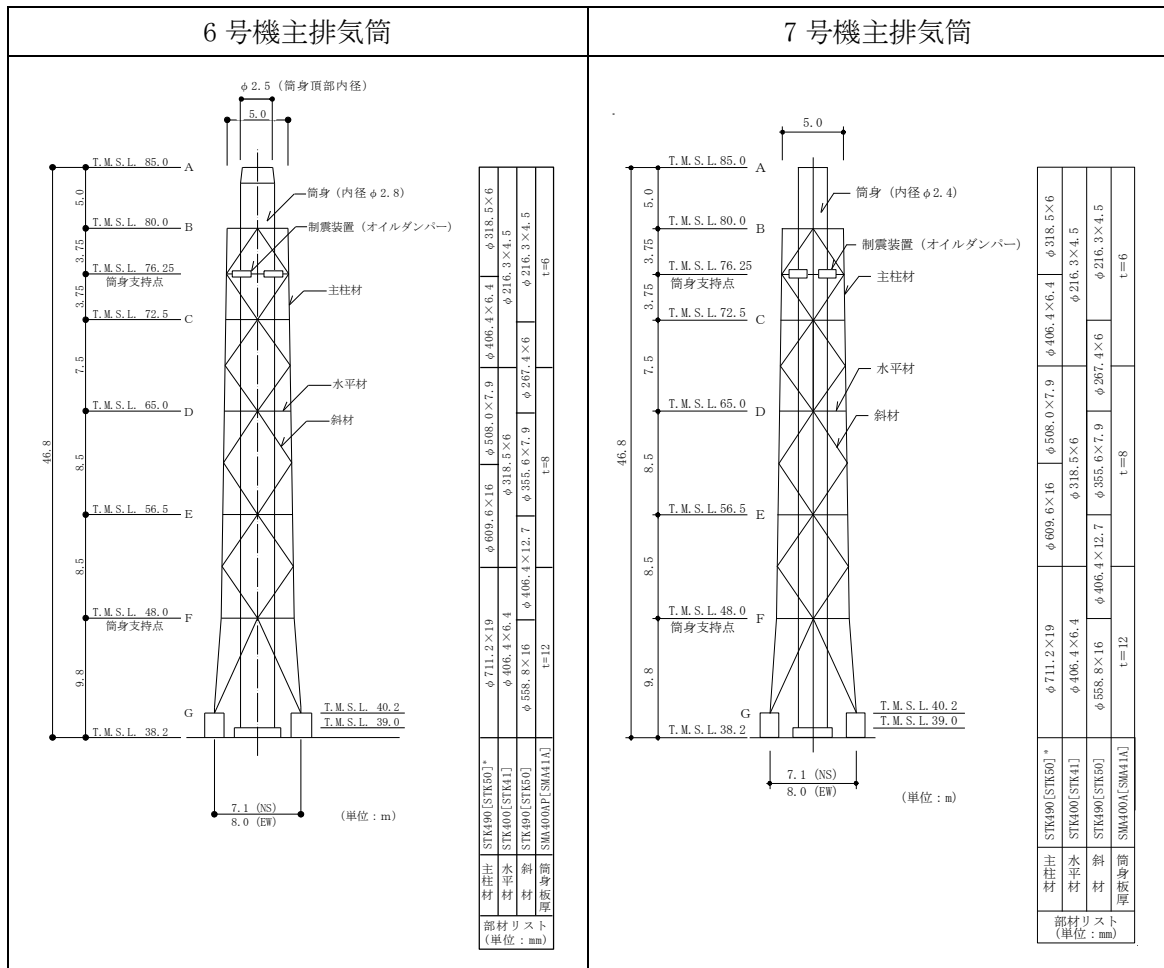


表4 固有周期の比較(基準地震動 $S_1$ )

項目	6号機主排気筒*1		7号機主排気筒*2	
	NS方向	EW方向	NS方向	EW方向
固有周期 (s)	3.83	3.91	3.85	3.93

注記 \*1: 柏崎刈羽原子力発電所 6号機「工事計画届出書」(総官発 20 第 179 号 平成 20 年 8 月 25 日)。

\*2: 柏崎刈羽原子力発電所 7号機「工事計画届出書」(総官発 20 第 180 号 平成 20 年 8 月 25 日)。

#### 4. 6号機非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管損傷時の波及的影響について

7号機の工事計画認可申請対象ではない6号機の非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管が、地震により損傷したとしても7号機の上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないとした根拠を以下に示す。

##### 4.1 対象となる7号機の上位クラス施設

6号機非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管と接続される6号機軽油タンク（7号機重要SA施設）を対象とする。

##### 4.2 波及的影響の確認方法

7号機重要SA施設である6号機軽油タンクに要求される機能は、重大事故等時に動作要求があるSA設備が7日間運転できるだけの燃料（軽油）を貯蔵できることである。これを踏まえ、6号機軽油タンクへの波及的影響の確認方法として、6号機軽油タンクに接続されている6号機非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管が損傷した場合においても、7号機SA設備の運転に必要な燃料量を確保出来ることを確認する。

###### (1) 必要燃料量

7号機SA設備の運転に必要な燃料量は表5のとおり260kLとなる。

表5 7号機SA設備の運転に必要な燃料量

7号機SA設備	台数 <sup>*1</sup>	必要燃料量 <sup>*2</sup>
可搬型代替注水ポンプ（A-2級）	4	15kL
第一ガスタービン発電機	1	168kL
電源車	2	37kL
モニタリング・ポスト用発電機	3	5kL
5号炉原子炉建屋内緊急時対策所用 可搬型電源設備	1	8kL
大容量送水車（熱交換器ユニット用）	1	27kL
合計		260kL

注記 \*1：7号機運転，6号機停止で必要となる台数。

\*2：7日間（168時間）運転に必要な燃料量。

###### (2) 6号機軽油タンク隔離が必要となる時間

地震により6号機非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管が損傷した場合においても、7号機SA設備を7日間運転するために必要となる燃料を確保するため、6号機軽油タンクの燃料が(1)で算出した必要燃料量260kL未満となる前に軽油タンクの

隔離が必要となる。

配管損傷後の燃料の漏出量を，保守的に燃料移送ポンプの定格容量（4kL/h）とすると，配管損傷後に軽油タンクの隔離が必要となるまでの時間は，

$$(510\text{kL}^* - 260\text{kL}) \div 4\text{kL/h} = 61\text{h}$$

従って，配管損傷から 61 時間後までに軽油タンクを隔離することにより，必要な燃料量を確保可能となる。

注記\*：保安規定に定められる軽油タンク内燃料最少保有量。

### (3) 6号機軽油タンク隔離に要する時間

軽油タンクの巡視点検は1回以上/日行うことが保安規定にて定められていることから，地震発生（6号機非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管損傷）後，当日もしくは翌日までに当直員が軽油タンクの巡視点検を行い，油面レベルを確認する。この際，前日の油面レベルとの比較を行うことから，6号機非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管損傷により，軽油の漏出がある場合には，巡視点検で検知が可能である。軽油漏出の検知後，速やかに軽油タンクを隔離することが可能であることから，1日程度（約24時間）で軽油タンクの隔離が完了する。

## 4.3 確認結果

以上のように，地震発生（6号機非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管損傷）後，約24時間で6号機軽油タンクの隔離が完了し，7号機SA設備の運転に必要な量の燃料が確保されることから，6号機非常用ディーゼル発電設備燃料油系配管損傷による波及的影響はない。

上位クラス電路に対する下位クラス施設からの波及的影響の検討について

1. 評価概要

下位クラス施設からの波及的影響によって上位クラス電路の機能が損なわれないことを確認するために、上位クラス電路の敷設方法から図 1 のように五つの敷設パターンに分類し、それぞれの敷設パターンについて波及的影響の有無を検討した。

- ① ケーブルトレイ水平部
- ② 上位クラスの盤等～ケーブルトレイ間電路
- ③ 建屋間渡り部
- ④ ケーブルトレイ床貫通部
- ⑤ 建屋外露出電路

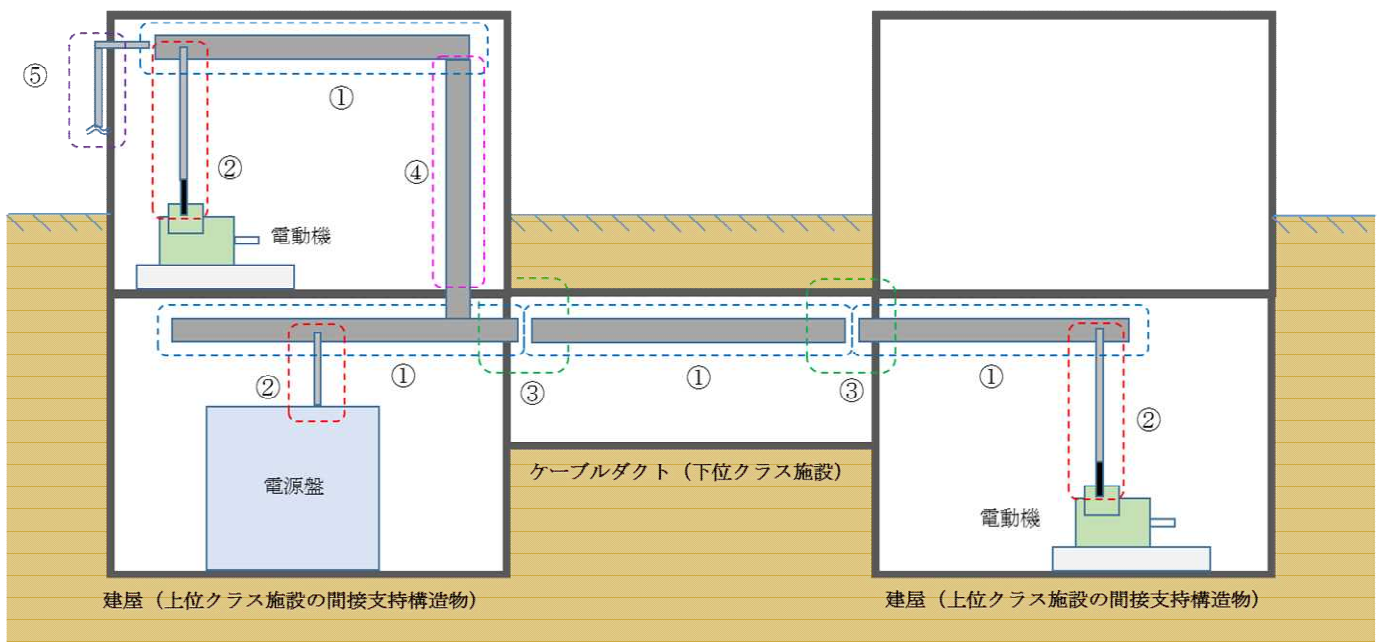


図 1 上位クラス電路の敷設方法及び評価部位

## 2. 下位クラス施設の抽出及び影響評価方法

以下の五つの敷設パターンについて、上位クラス電路へ波及的影響をおよぼすおそれのある下位クラス施設を抽出する。なお、現地調査を実施する場合は添付資料 1-1 の実施要領に従って実施する。

### 2.1 ケーブルトレイ水平部（図 1 の①）

ケーブルトレイ水平部は、図 1 の①のように各階の天井付近等の高所に設置することで下位クラス施設の損傷・転倒及び落下等による波及的影響を考慮した配置としていたため、上位クラス電路に対して下位クラス施設の損傷・転倒及び落下等による波及的影響のおそれは無い。

### 2.2 上位クラスの盤等～ケーブルトレイ間電路（図 1 の②）

上位クラスの盤等～ケーブルトレイ間電路は、図 1 の②のように盤等から天井付近まで電路が立ち上がって設置されており、上位クラスの盤等と同様に周辺に位置する下位クラス施設から波及的影響を及ぼされるおそれがある。このため、本文の図 5-3 及び第 5-4 図のフローに従い、建屋内外の上位クラス電路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現場調査により抽出し、波及的影響の有無を検討する。

### 2.3 建屋間渡り部（図 1 の③）

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の上位クラス電路渡り部（以下「建屋間渡り部」という。）は、図 1 の③のように下位クラス施設の不等沈下や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間での相対変位により、波及的影響を及ぼされるおそれがある。このため、建屋間渡り部を抽出し、波及的影響の有無を検討する。

#### (1) 建屋間渡り部の抽出

建屋間渡り部の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表 2-1 に示す。

#### (2) 耐震性の確認

(1)で抽出した下位クラス施設について、基準地震動  $S_s$  に対して上位クラス施設の間接支持構造物である建物・構築物との間に相対変位が生じないことを確認する。

表 2-1 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上位クラス電路

上位クラス施設の間接支持構造物	下位クラス施設
第一ガスタービン発電機基礎	第一ガスタービン発電機用ケーブルダクト
7号機タービン建屋	第一ガスタービン発電機用ケーブルダクト
5号機原子炉建屋	5号機格納容器圧力逃がし装置基礎



## 2.4 ケーブルトレイ床貫通部（図1の④）

ケーブルトレイ床貫通部は、図1の④及び図2-1のように床面から天井付近までケーブルトレイが立ち上がって設置されており、2.2と同様に床貫通部の周辺に位置する下位クラス施設から波及的影響を及ぼされるおそれがある。このため、本文の第5-3図のフローに従い、上位クラス電路の床貫通部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、波及的影響の有無を検討する。

### (1) 上位クラス電路床貫通部の抽出

上位クラス電路床貫通部一覧を表2-2に、上位クラス電路床貫通部の配置図を図2-2及び図2-3に示す。

### (2) 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

現場調査をもとに、上位クラス電路床貫通部に対して、損傷、転倒及び落下等により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する。

### (3) 耐震性の確認

(2)で抽出した下位クラス施設について、基準地震動 $S_s$ 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出来ることを確認する。



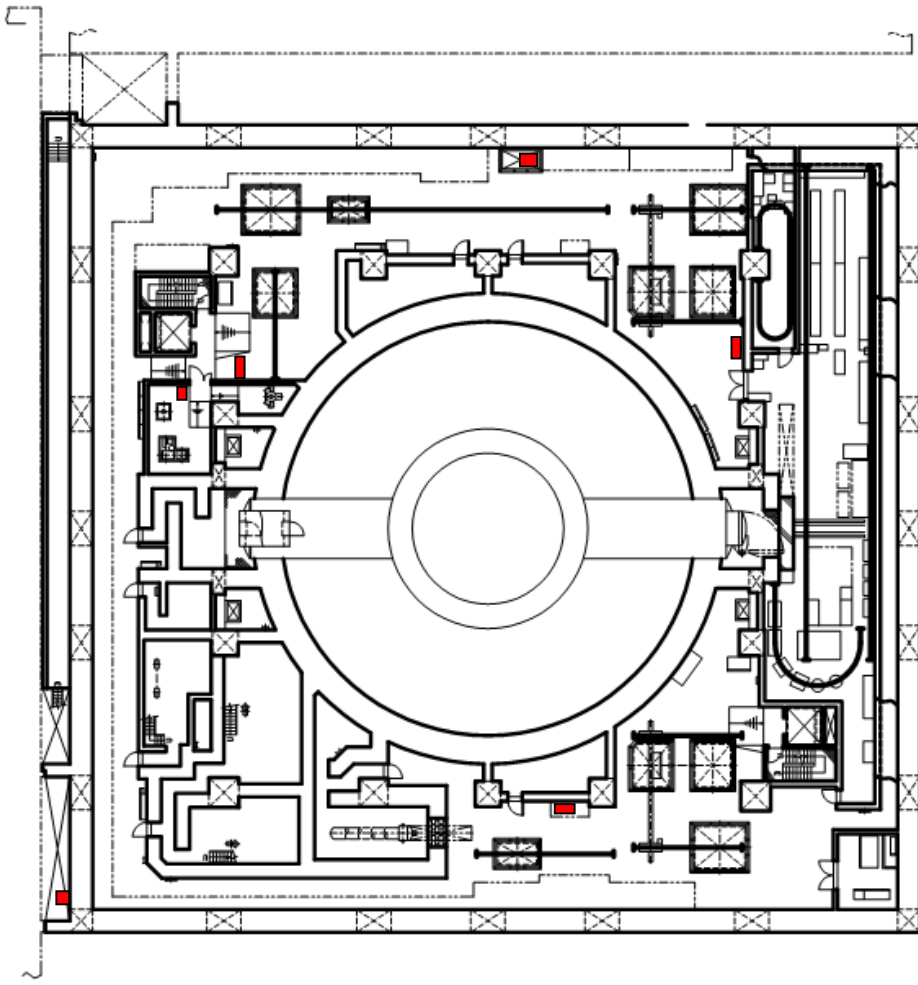
図2-1 ケーブルトレイ床貫通部外観

表 2-2 上位クラス電路床貫通部一覧表

整理 番号	7号機 上位クラス電路床貫通部	配置図 番号*
K7-C001	原子炉建屋 地下2階電路床貫通部	1
K7-C002	原子炉建屋 地下1階電路床貫通部	2
K7-C003	原子炉建屋 地上1階電路床貫通部	3
K7-C004	原子炉建屋 地上2階電路床貫通部	4
K7-C005	原子炉建屋 地上3階電路床貫通部	5
K7-C006	原子炉建屋 地上3階（中間階）電路床貫通部	6
K7-C007	原子炉建屋 地上4階電路床貫通部	7
K7-C008	タービン建屋 地下1階電路床貫通部	8
K7-C009	タービン建屋 地上1階電路床貫通部	9
K7-C010	コントロール建屋 地上1階電路床貫通部	10
K7-C011	廃棄物処理建屋 地下2階電路床貫通部	11
K7-C012	廃棄物処理建屋 地下1階電路床貫通部	12

注記\*：図 2-2 で上位クラス床貫通部が記載されている配置図の通し番号を示す。

■ 上位クラス電路貫通部  
K7-C001

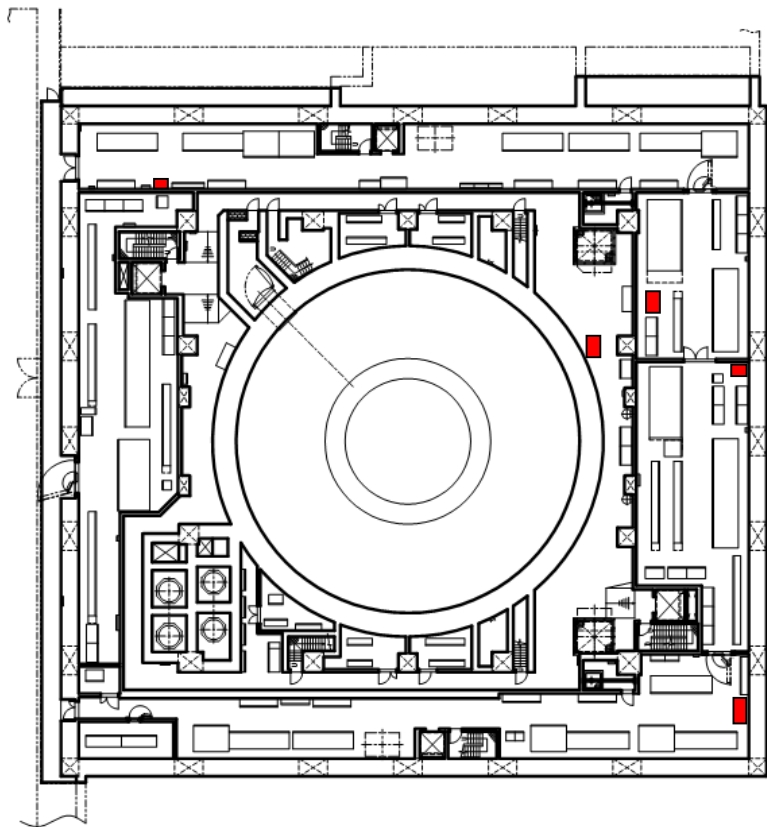


R/B T.M.S.L. - 1700

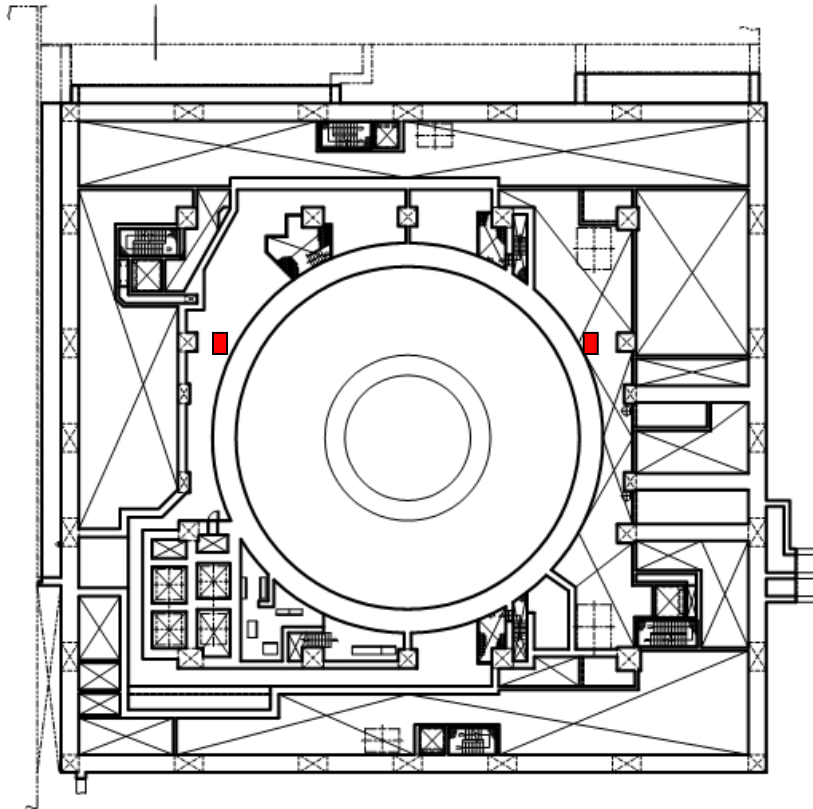
図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (1/12)



■ 上位クラス電路貫通部  
K7-C002

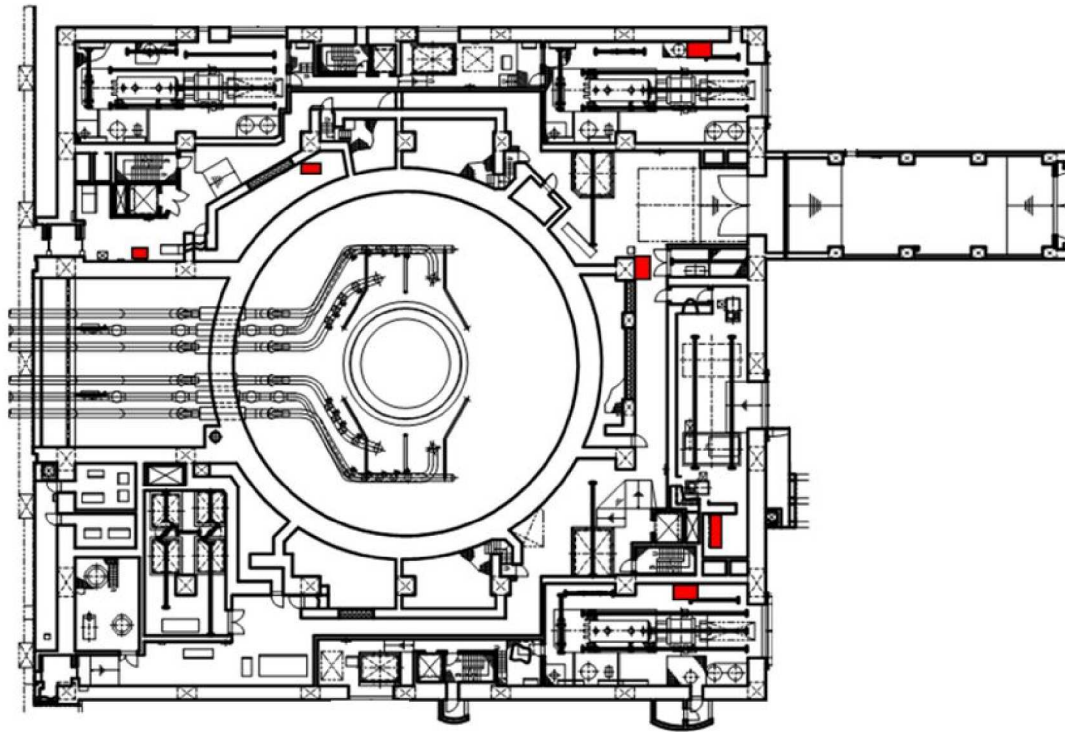


R/B T.M.S.L. 4800



R/B T.M.S.L. 8500

図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (2/12)



■ 上位クラス電路貫通部  
K7-C003

図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (3/12)

R/B T.M.S.L. 12300

■ 上位クラス電路貫通部  
K7-C004

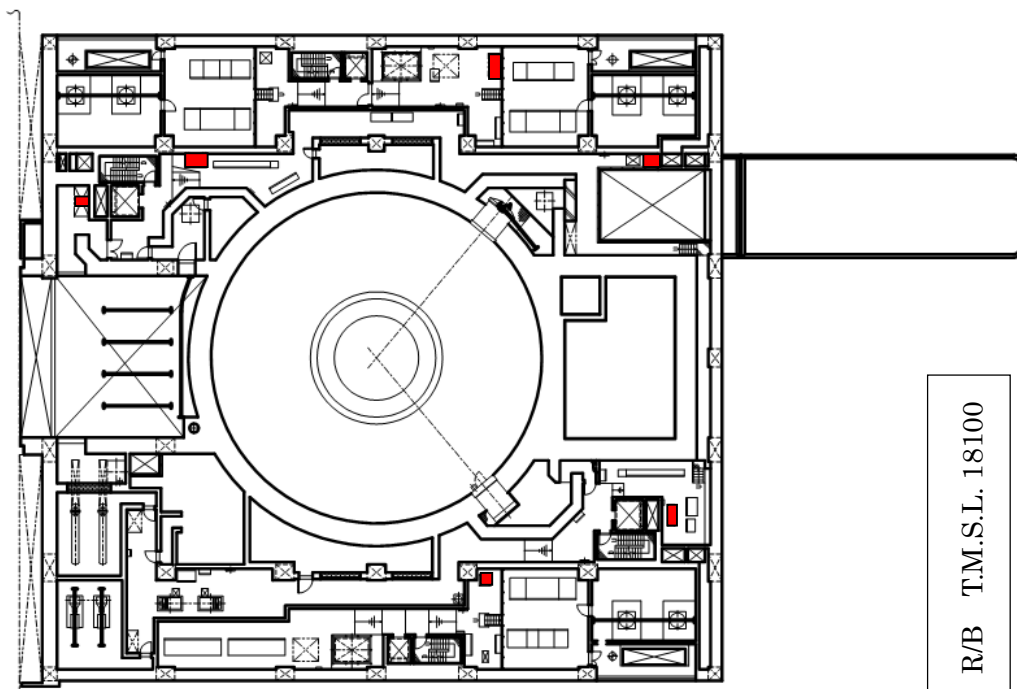
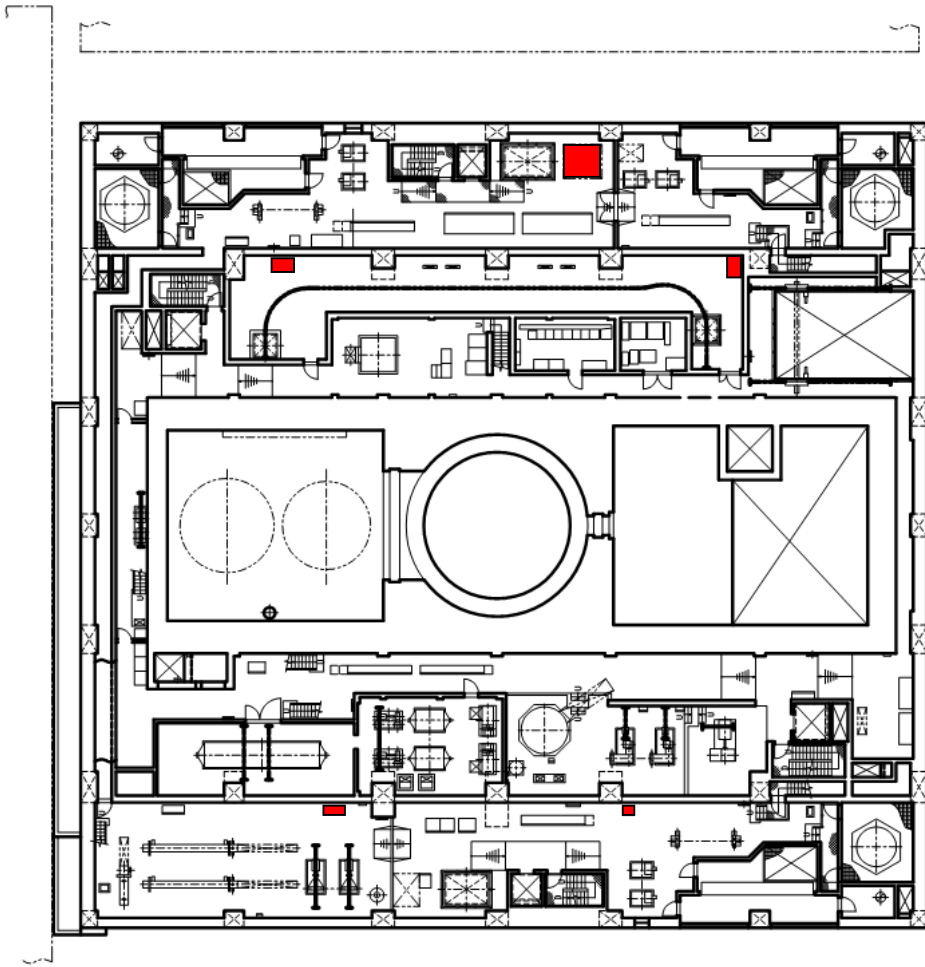


図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (4/12)

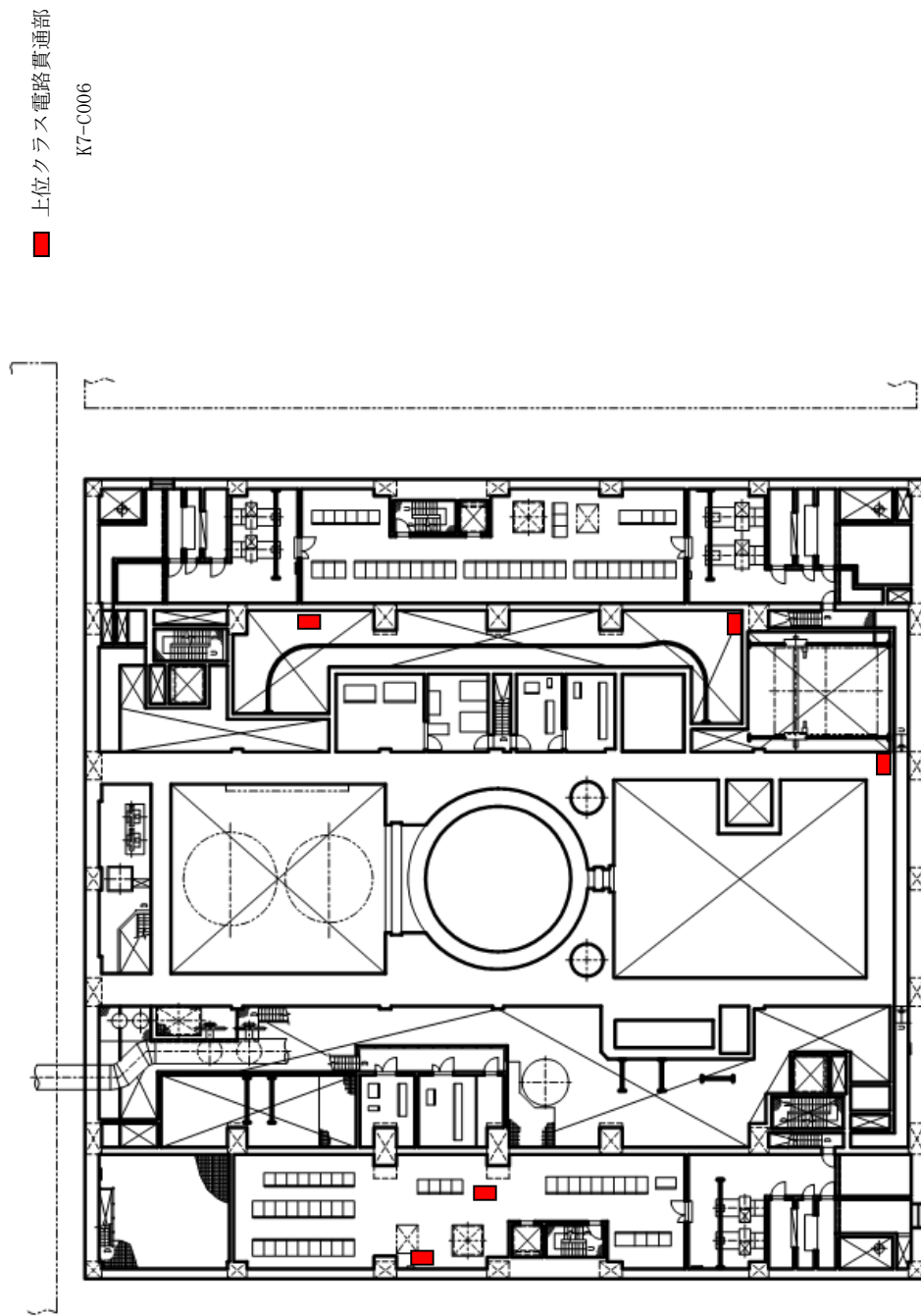


■ 上位クラス電路貫通部  
K7-C005



R/B T.M.S.L. 23500

図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (5/12)

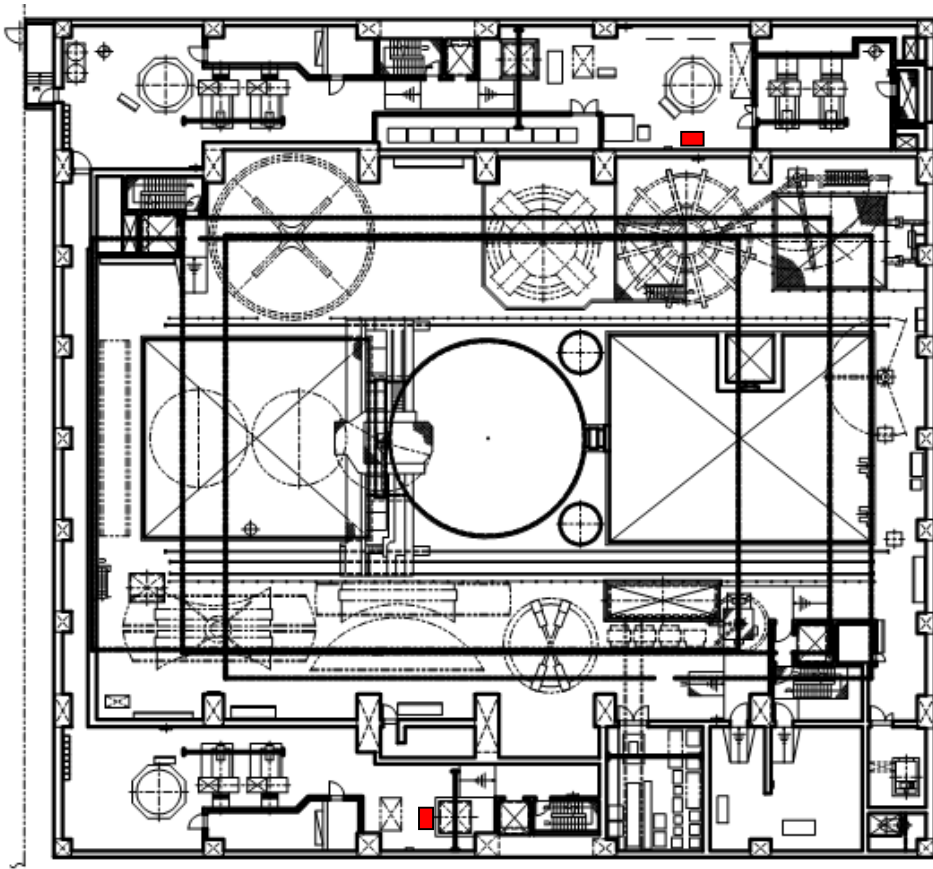


R/B T.M.S.L. 27200

図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (6/12)



■ 上位クラス電路貫通部  
K7-C007



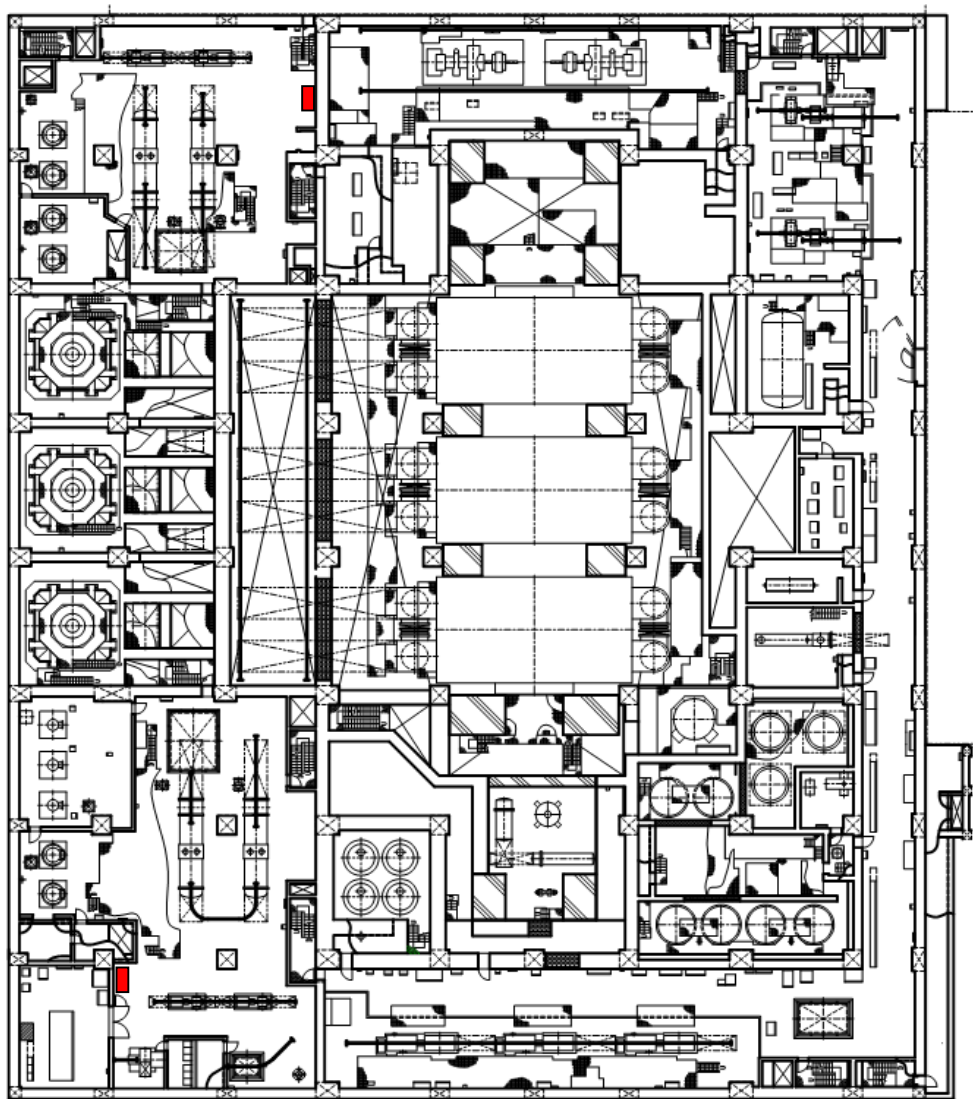
R/B T.M.S.L. 31700

図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (7/12)





■ 上位クラス電路貫通部  
K7-C008

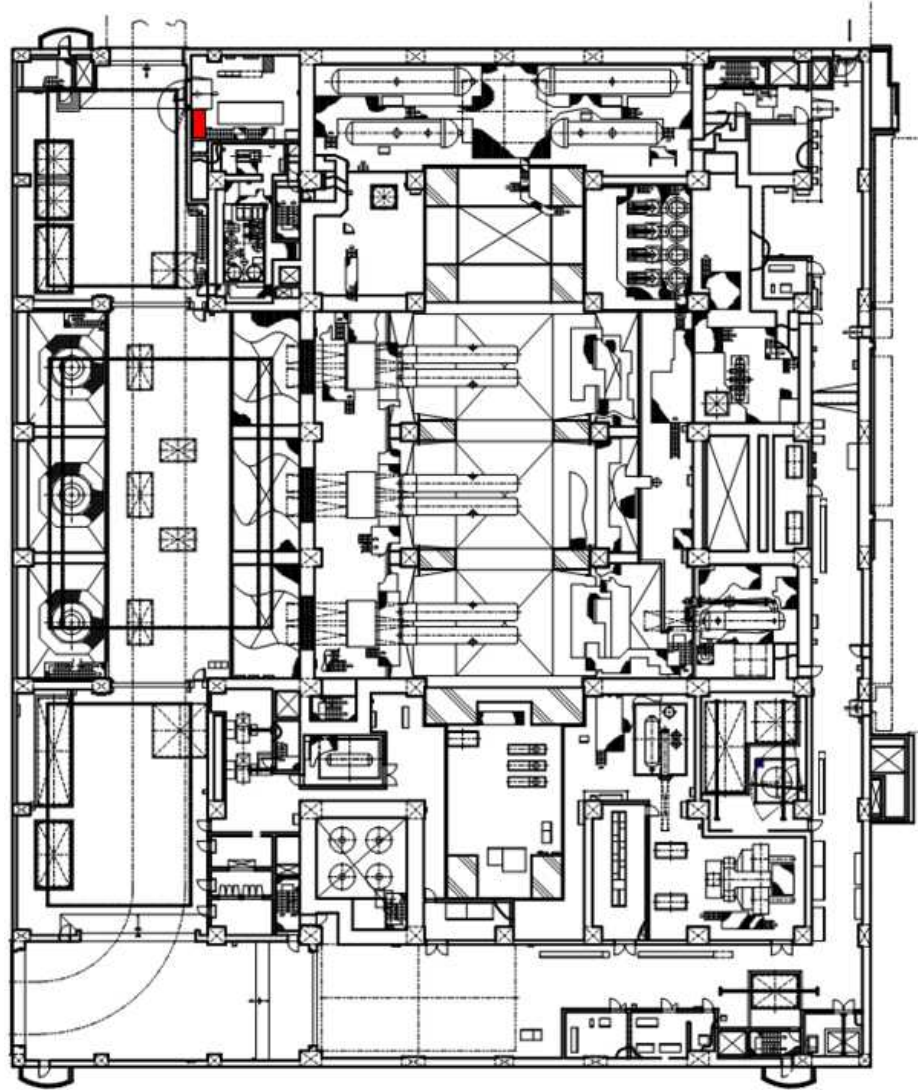


T/B T.M.S.L. 4900

図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (8/12)

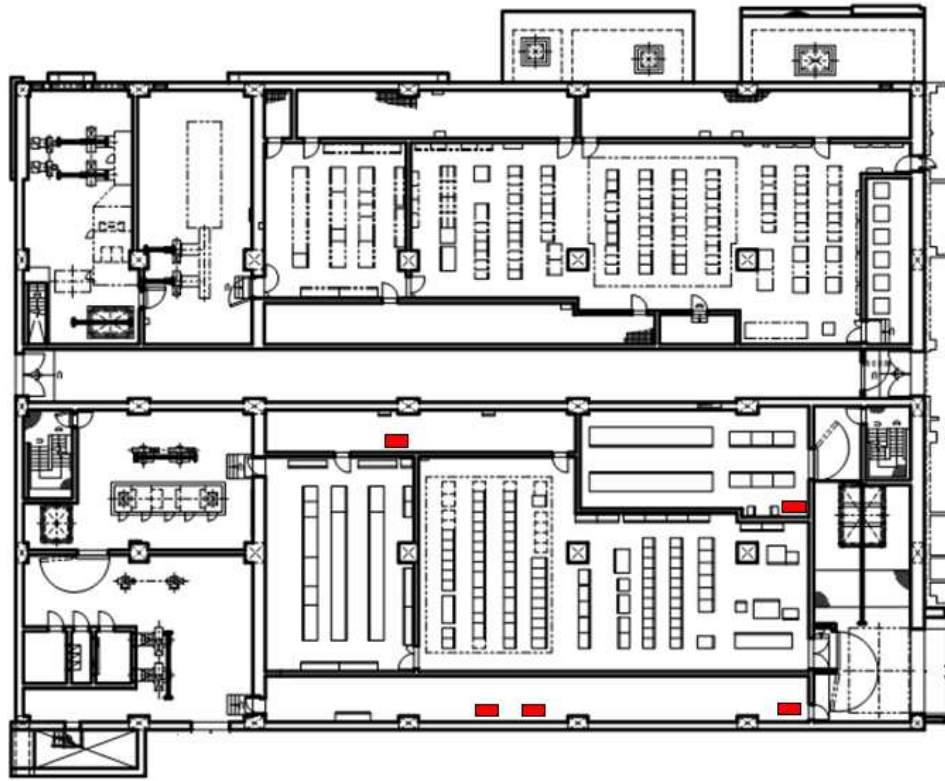


■ 上位クラス電路貫通部  
K7-0009



T/B T.M.S.L. 12300

図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (9/12)



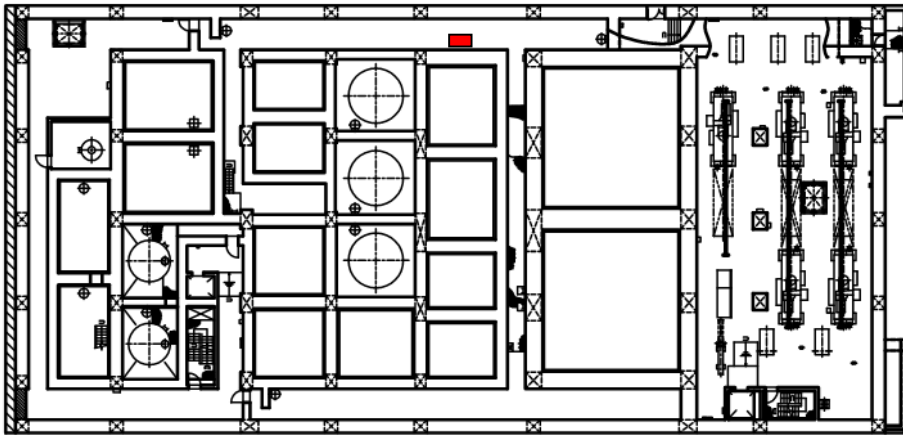
■ 上位クラス電路貫通部  
K7-0010

C/B T.M.S.L. 12300

図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (10/12)



■ 上位クラス電路貫通部  
K7-C011

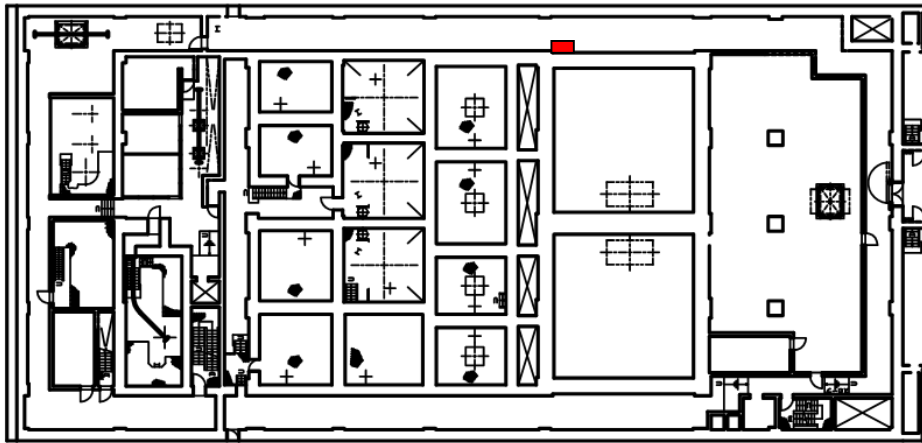


Rw/B T.M.S.L. -1100

図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (11/12)



■ 上位クラス電路貫通部  
K7-C012



Rw/B T.M.S.L. 6500

図 2-2 柏崎刈羽原子力発電所 7 号機 上位クラス電路貫通部配置図 (12/12)

## 2.5 建屋外露出電路部（図1の⑤）

建屋外露出電路は、図1の⑤のように建屋の側壁等に敷設されており、周辺に位置する建屋外下位クラス施設から波及的影響を及ぼされるおそれがある。このため、下記の検討事項を基に上位クラス電路への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、波及的影響の有無を検討する。

### 2.5.1 不等沈下による影響

本文の図5-1-1のフローに従い、上位クラス電路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、波及的影響の有無を検討する。

#### (1) 建屋外露出電路の抽出

建屋外露出電路一覧を表2-3に、建屋外露出電路の配置図を図2-3に示す。

#### (2) 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。

#### (3) 耐震性の確認

(2)で抽出した下位クラス施設について、基準地震動 $S_s$ に対して、基礎地盤が十分な支持性能を持つ岩盤に設置されていることの確認により、不等沈下しないことを確認する。

表 2-3 建屋外露出上位クラス電路一覧表

整理 番号	建屋外露出上位クラス電路
共-電 001	・ 第一ガスタービン発電機用電路
共-電 002	・ 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用電路
共-電 003	・ 津波監視カメラ用電路
共-電 004	・ 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置出口放射線モニタ用電路
共-電 005	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置水位用電路</li> <li>・ 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置金属フィルタ装置用電路</li> <li>・ 格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置スクラバ水 PH 用電路</li> </ul>
共-電 006	・ 無線連絡設備用電路
共-電 007	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 衛星電話設備用電路</li> <li>・ 無線通信装置（7号機設置）用電路</li> </ul>
共-電 008	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 無線通信装置（5号機設置）用電路</li> <li>・ 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用衛星電話設備用電路</li> </ul>
共-電 009	・ 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用無線連絡設備用電路
共-電 010	・ 5号機緊急連絡用インターフォン用電路



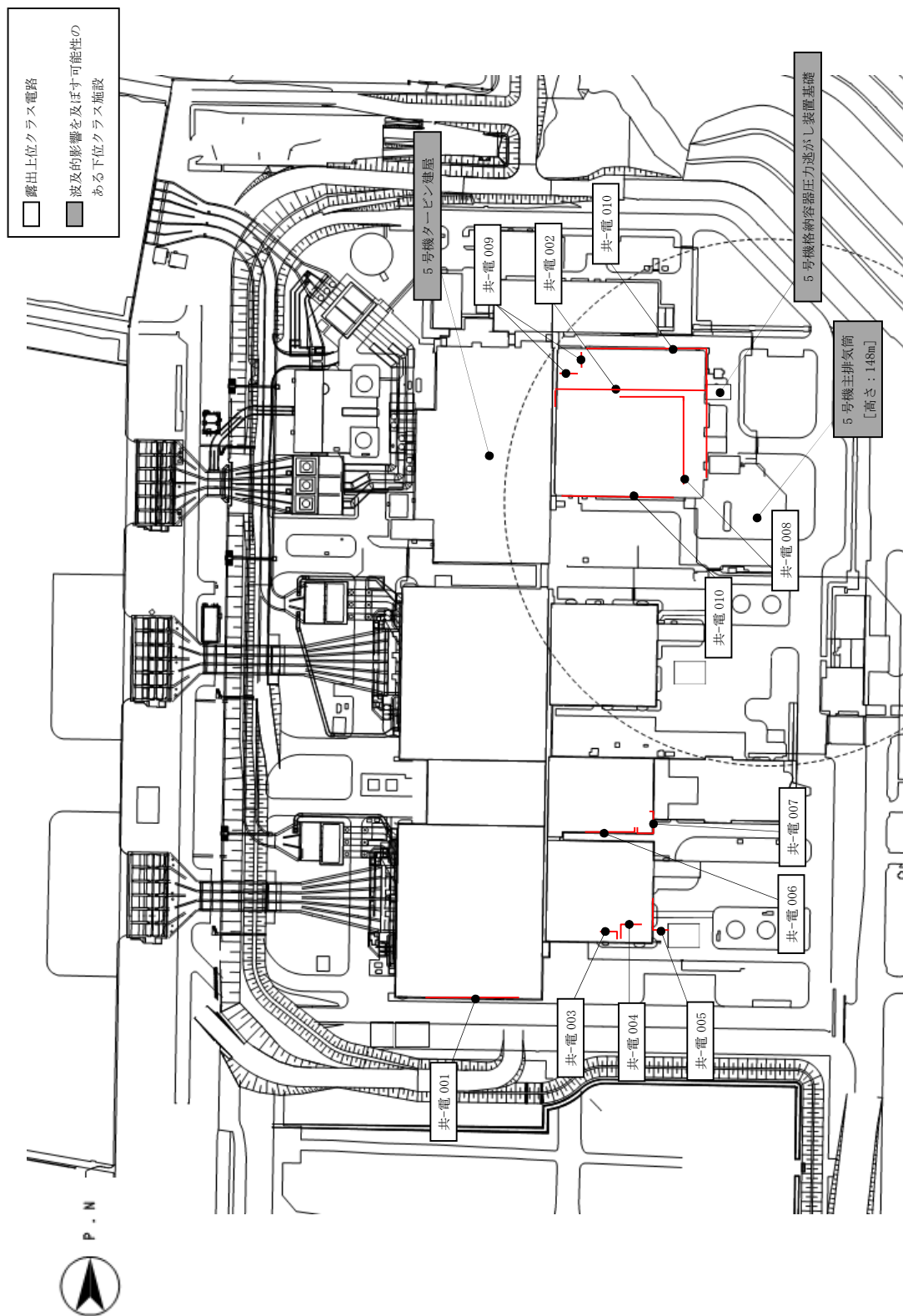


図 2-3 建屋外露出上位クラス電路配置図

## 2.5.2 建屋外における損傷、転倒及び落下等による影響

本文の図 5-4 のフローに従い、上位クラス電路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、波及的影響の有無を検討する。

### (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電路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。また、以上の確認ができなかった下位クラス施設について、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電路への影響を評価し、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。

### (2) 耐震性の確認

(1)で損傷、転倒及び落下等を想定した場合に上位クラス電路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、基準地震動  $S_s$  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。

### 3. 下位クラス施設の抽出及び影響評価結果

#### 3.1 上位クラスの盤等～ケーブルトレイ間電路（図1の②）

上位クラスの盤等からケーブルトレイ間の電路については、本文 6.3 及び 6.4 の建屋内及び建屋外における損傷，転倒及び落下等による影響検討結果の中で上位クラス施設である盤等に含んで影響検討を実施する。

#### 3.2 建屋間渡り部（図1の③）

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上位クラス電路への影響評価結果は表 3-1 のとおりであり，上位クラス電路に対して不等沈下及び相対変位により波及的影響を及ぼすおそれがないことを確認した。

表 3-1 上位クラス施設の間接支持構造物と下位クラス施設を渡って敷設されている上位クラス電路の影響評価結果(1/1)

上位クラス施設の間接支持構造物	下位クラス施設	不等沈下 有：○，無：×	相対変位 有：○，無：×	評価結果
第一ガスタービン発電機基礎	第一ガスタービン発電機用ケーブルダクト	×	×	ケーブルダクトは第一ガスタービン発電機基礎と連続した岩盤に杭を介して支持されており，不等沈下及び相対変位による影響はない。 (図 3-1 参照)
7号機タービン建屋	第一ガスタービン発電機用ケーブルダクト	×	×	第一ガスタービン発電機用ケーブルダクトは岩盤に杭を介して支持されており，不等沈下及び相対変位による影響はない。(図 3-1 参照)

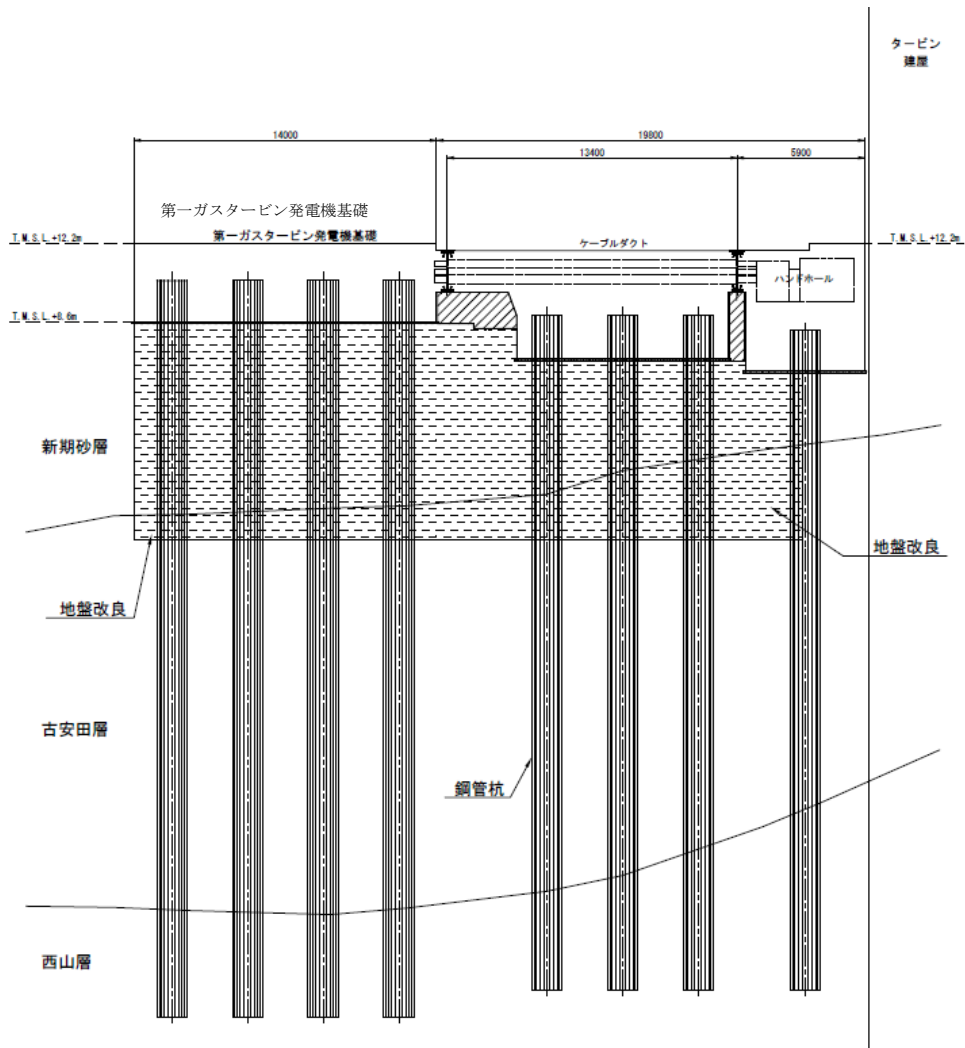
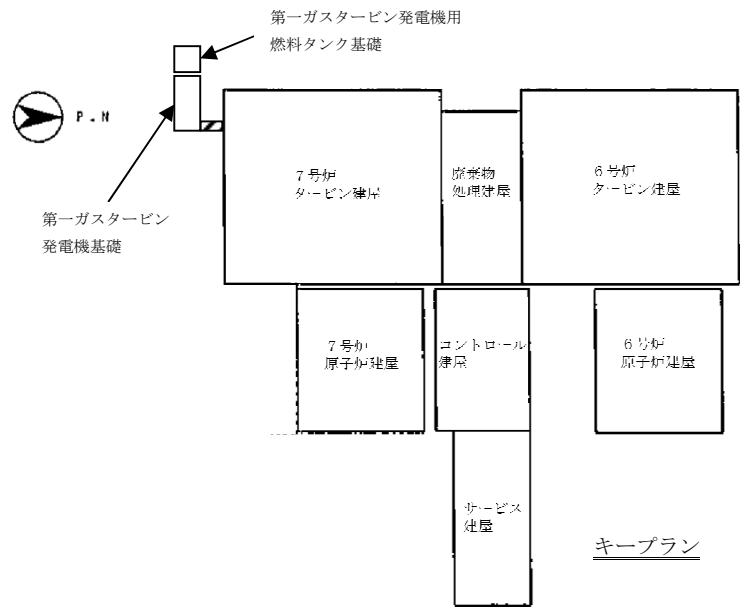


図 3-1 第一ガスタービン発電機用ケーブルダクト接地状況

### 3.3 ケーブルトレイ床貫通部（図1の④）

上位クラス電路の床貫通部に対して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結果は表3-2のとおりであり、上位クラス電路の床貫通部に対して下位クラス施設の損傷、転倒及び落下等により波及的影響を及ぼすおそれがないことを確認した。

表 3-2 7号機上位クラス電路貫通部へ波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設

整理 番号	7号炉 上位クラス電路貫通部	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 (○：有，×：無)	備考
			損傷・転倒・落下	
K7-C001	原子炉建屋 地下2階電路貫通部	—	×	
K7-C002	原子炉建屋 地下1階電路貫通部	—	×	
K7-C003	原子炉建屋 地上1階電路貫通部	—	×	
K7-C004	原子炉建屋 地上2階電路貫通部	—	×	
K7-C005	原子炉建屋 地上3階電路貫通部	—	×	
K7-C006	原子炉建屋 地上3階（中間階）電路貫通部	—	×	
K7-C007	原子炉建屋 地上4階電路貫通部	—	×	
K7-C008	タービン建屋 地下1階電路貫通部	—	×	
K7-C009	タービン建屋 地上1階電路貫通部	—	×	
K7-C010	コントロール建屋 地上1階電路貫通部	—	×	
K7-C011	廃棄物処理建屋 地下2階電路貫通部	—	×	
K7-C012	廃棄物処理建屋 地下1階電路貫通部	—	×	

### 3.4 建屋外露出電路部（図1の⑤）

#### 3.4.1 不等沈下による影響検討結果

##### (1) 下位クラス施設の抽出結果

本文の図5-1-1のフローのaに基づいて影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設を抽出した結果を表3-3に示す。

##### (2) 影響評価結果

(1)で抽出した波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の評価結果は表3-4のとおりであり、上位クラス電路に対して下位クラス施設の不等沈下により波及的影響を及ぼすおそれがないことを確認した。



表 3-3 建屋外露出上位クラス電路へ波及的影響（不等沈下）を及ぼすおそれのある下位クラス施設

整理番号	建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 (○：有，×：無)	備考
			不等沈下	
共-電 001	・第一ガスタービン発電機用電路	—	×	
共-電 002	・5号機原子炉建屋内緊急時対策所用電路	5号機タービン建屋	○	
		5号機主排気筒	○	
共-電 003	・津波監視カメラ用電路	—	×	
共-電 004	・格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置出口放射線モニタ用電路	—	×	
共-電 005	・格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置水位用電路	—	×	
	・格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置金属フィルタ装置用電路			
	・格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置スクラバ水 PH 用電路			
共-電 006	・無線連絡設備用電路	—	×	
共-電 007	・衛星電話設備用電路	—	×	
	・無線通信装置用電路			
共-電 008	・無線通信装置用電路	5号機主排気筒	○	
	・5号機原子炉建屋内緊急時対策所用衛星電話設備用電路			
共-電 009	・5号機原子炉建屋内緊急時対策所用無線連絡設備用電路	5号機主排気筒	○	
共-電 010	・5号機緊急連絡用インターフォン用電路	5号機主排気筒	○	

表 3-4 建屋外施設の評価結果（地盤の不等沈下による影響）

建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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用電路</li> </ul>	5号機タービン建屋	5号機タービン建屋は5号炉原子機建屋内緊急時対策所と連続した岩盤に直接支持されており、不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用電路</li> <li>• 無線通信装置用電路</li> <li>• 5号機原子炉建屋内緊急時対策所</li> <li>• 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用無線連絡設備用電路</li> <li>• 5号機緊急連絡用インターフォン用電路</li> </ul>	5号機主排気筒	5号機主排気筒は5号機原子炉建屋内緊急時対策所と連続した岩盤に杭を介して支持されており、不等沈下は生じない。	本資料 添付資料 5 参照

### 3.4.2 建屋外における損傷，転倒及び落下等による影響検討結果

#### (1) 下位クラス施設の抽出結果

本文の図 5-4 のフローの a に基づいて抽出された下位クラス施設について抽出したものを表 3-5 に示す。

#### (2) 耐震評価を実施する施設

(1) で抽出した建屋外下位クラス施設の評価方針について，表 3-6 に示す。

表 3-5 建屋外露出上位クラス電路へ波及的影響（損傷・転倒・落下等）  
を及ぼすおそれのある下位クラス施設

整理 番号	建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 (○：有, ×：無)	備考
			損傷・転倒・落下	
共-電 001	・第一ガスタービン発電機用電路	—	×	
共-電 002	・5号機原子炉建屋内緊急時対策所 用電路	5号機タービン建屋	○	
		5号機主排気筒	○	
共-電 003	・津波監視カメラ用電路	—	×	
共-電 004	・格納容器圧力逃がし装置フィルタ 装置出口放射線モニタ用電路	—	×	
共-電 005	・格納容器圧力逃がし装置フィルタ 装置水位用電路 ・格納容器圧力逃がし装置フィルタ 装置金属フィルタ装置用電路 ・格納容器圧力逃がし装置フィルタ 装置スクラバ水 PH 用電路	—	×	
共-電 006	・無線連絡設備用電路	—	×	
共-電 007	・衛星電話設備用電路 ・無線通信装置用電路	—	×	
共-電 008	・無線通信装置用電路 ・5号機原子炉建屋内緊急時対策所 用衛星電話設備用電路	5号機主排気筒	○	
共-電 009	・5号機原子炉建屋内緊急時対策所 用無線連絡設備用電路	5号機主排気筒	○	
共-電 010	・5号機緊急連絡用インターフォン 用電路	5号機主排気筒	○	

表 3-6 建屋外施設の評価結果（損傷、転倒及び落下等による影響）

建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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用電路</li> </ul>	5号機タービン建屋	基準地震動S <sub>s</sub> に対する構造健全性評価により、5号機タービン建屋が上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認した。	評価結果の詳細は、本資料「添付資料5」及び「添付資料8」に示す。
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用電路</li> <li>• 無線通信装置用電路</li> <li>• 5号機原子炉建屋内緊急時対策所</li> <li>• 5号機原子炉建屋内緊急時対策所用無線連絡設備用電路</li> <li>• 5号機緊急連絡用インターフォン用電路</li> </ul>	5号機主排気筒	5号機主排気筒近傍地盤の液状化による沈下を想定した場合であっても、転倒に至ることはないことを確認した。よって、5号機主排気筒が上位クラス施設に対して波及的影響を及ぼさないことを確認した。	評価結果の詳細は、本資料「添付資料5」及び「添付資料7」に示す。

上位クラス計装配管に対する下位クラス施設からの波及的影響（損傷・転倒・落下）の  
検討について

図 1 に上位クラス計器に接続する計装配管の敷設概念図を示す。計装配管敷設箇所について、本文の図 5-3 のフローに従い、建屋内の上位クラス計装配管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現地調査（プラントウォークダウン）により抽出し、波及的影響の有無を検討する。

上記検討については、本文 6.3 の建屋内における損傷、転倒及び落下等による影響検討結果の中で、計装配管が接続される上位クラス施設（計器）の一部として実施している。

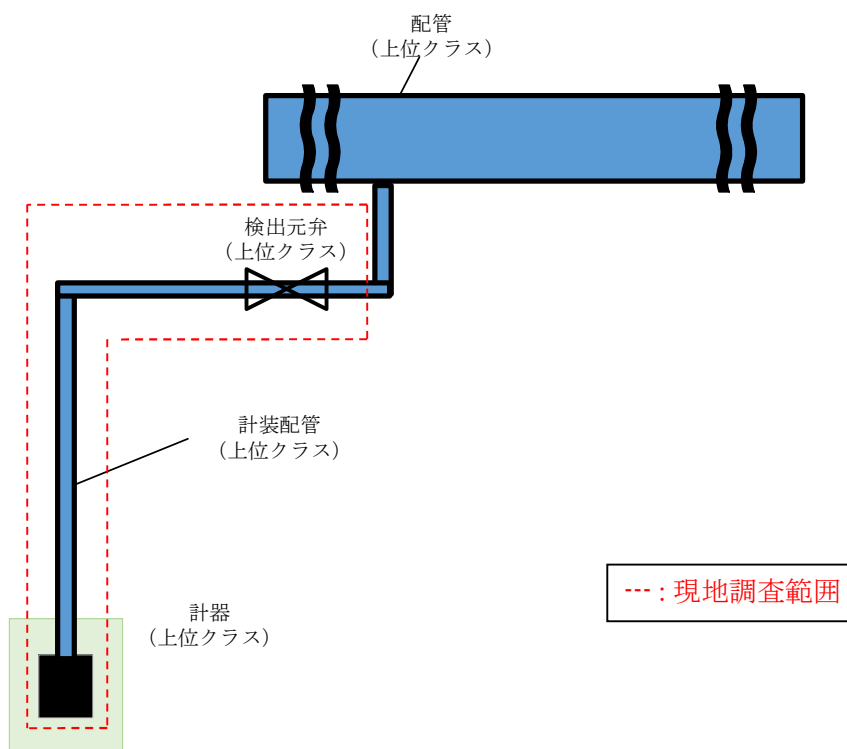


図 1 上位クラス計器に接続する計装配管の敷設概念図及び現地調査範囲

## 上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管の閉塞影響について

## 1. 概要

上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管に対して他の下位クラス施設の波及的影響による閉塞の影響を検討する。

## 2. 評価方法

本文図 5-3 及び図 5-4 図のフローの「上位クラス施設」を「上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管」, 「下位クラス施設」を「上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管以外の下位クラス施設」と読み替えて損傷, 転倒及び落下等による影響評価を実施する。評価対象の上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管を表 1 に示す。なお, 上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管のうち上位クラス施設近傍にのみ敷設される配管は上位クラスの現地調査にて確認しているため, 本検討対象からは除外している。

表 1 上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管

整理番号	7号機 下位クラスベント配管	設置場所
K7-M001	非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関 ミスト管	R/B
K7-M002	非常用ディーゼル発電設備燃料ディタンク ミスト管	R/B
K7-M003	非常用ディーゼル発電設備潤滑油補給タンク ミスト管	R/B

## 3. 評価結果

上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管に対して波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の有無を添付資料 1-1 の「上位クラス施設」を「上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管」, 「下位クラス施設」を「上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管以外の下位クラス施設」と読み替え, 現地調査にて確認した。評価結果を表 2 に, 現場の状況写真を図 1-1~図 1-4 に示す。上位クラス施設と隔離されずに接続する下位クラスベント配管に対して, 他の下位クラス施設の損傷, 転倒及び落下等により波及的影響を及ぼすおそれがないことを確認した。

表 2 7号機下位クラスベント配管へ波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設

整理 番号	7号機 下位クラスベント配管	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 (○：有，×：無)	備考
			損傷・転倒・落下	
K7-M001	非常用ディーゼル発電設備ディーゼル機関 ミスト管	—	×	
K7-M002	非常用ディーゼル発電設備燃料ディタンク ミスト管	—	×	
K7-M003	非常用ディーゼル発電設備潤滑油補給タンク ミスト管	—	×	

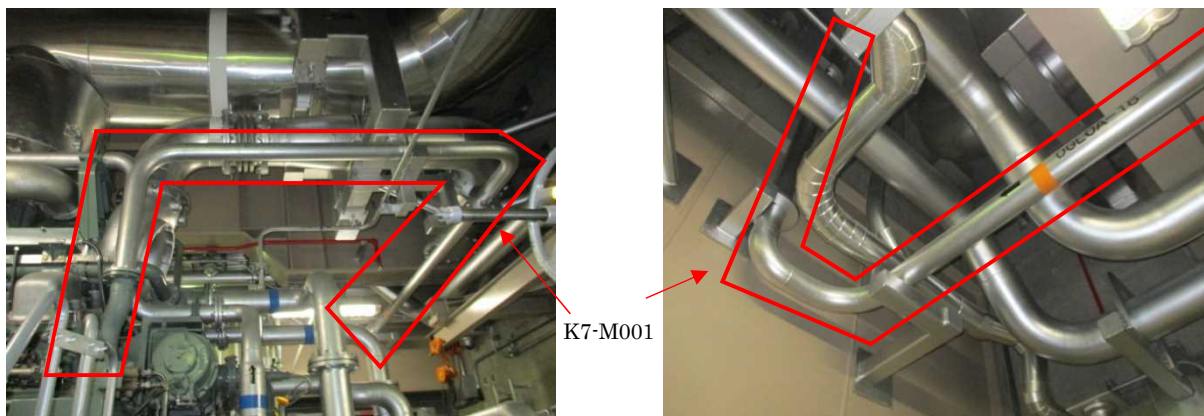


図 1-1 現場状況写真（ディーゼル機関周辺）

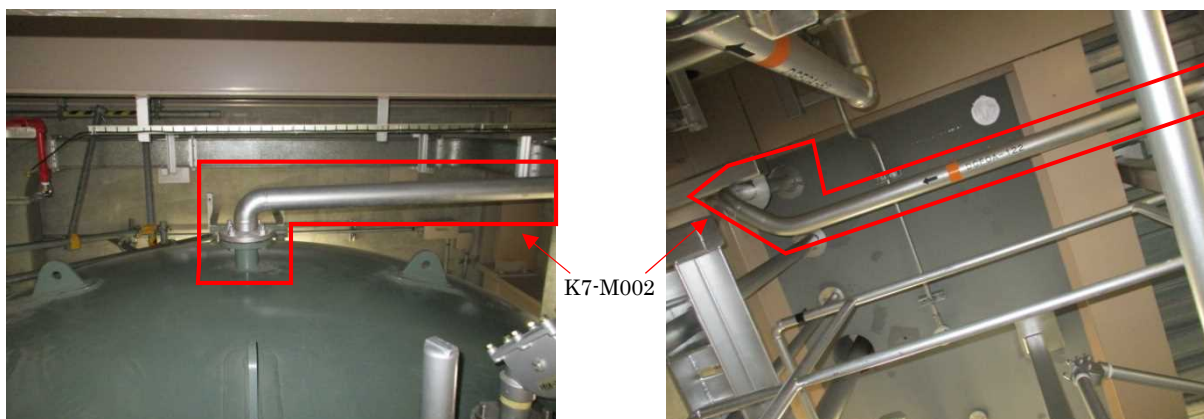


図 1-2 現場状況写真（燃料ディタンク周辺）



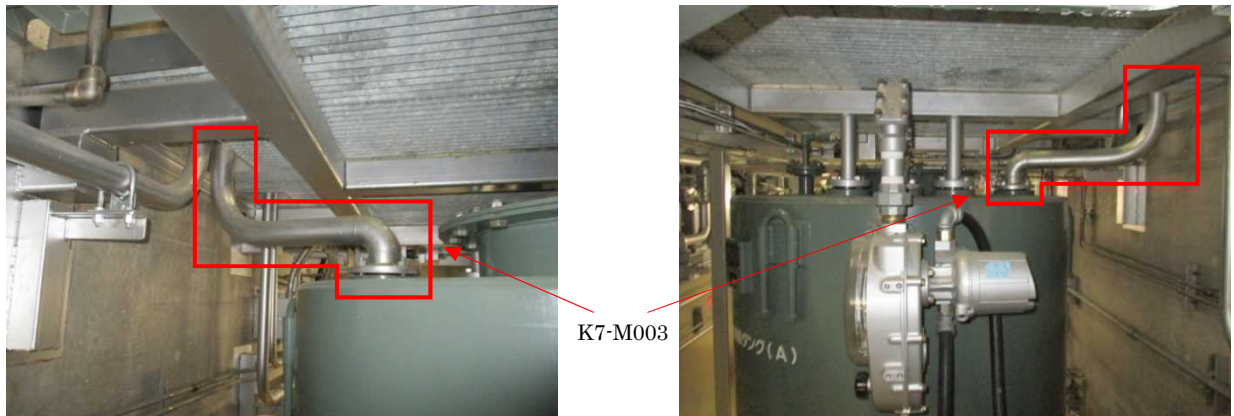


図 1-3 現場状況写真（潤滑油補給タンク周辺）

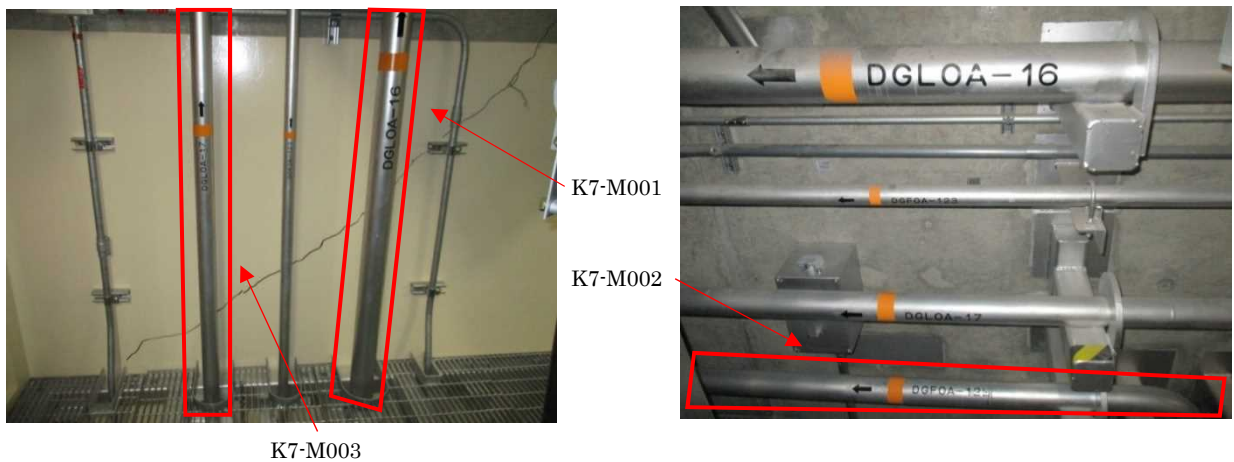


図 1-4 現場状況写真（配管敷設状況）

注：上位クラス施設に対する波及的影響検討の現地調査結果は、影響のおそれがある場合のみ詳細な記録を残している。

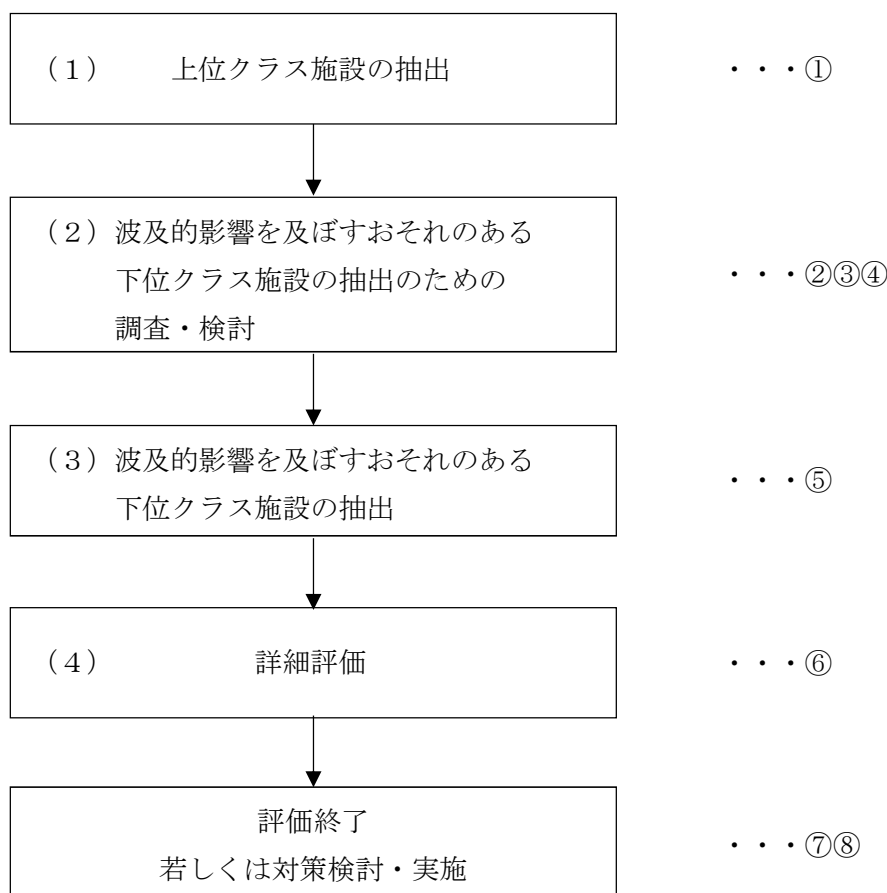
設置変更許可時からの相違点について

1. 概要

補足説明資料「下位クラス施設の波及的影響の検討について」(KK7 補足-024-3 改 0)では、上位クラス施設に対して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及びその影響評価内容について整理しているが、発電用原子炉設置変更申請(原管発官 25 第 192 号)に係る審査資料「KK-67-0090 設計基準対象施設について」の「第 4 条 地震による損傷の防止」の「別紙 8 下位クラス施設の波及的影響の検討について」(以下「設置変更許可」という。)から設計進捗により変更となった箇所があるため、設置変更許可との相違点を整理した。

2. 設置変更許可時からの変更箇所

波及的影響に係る概略検討フローを図 1 に示す。フローの(1)～(4)に基づき設置変更許可との相違点があるかを確認した。



①～⑧の数字は補足説明資料本文の図 2-1 中の①～⑧に対応する。

図 1 波及的影響に係る概略検討フロー

(1) 上位クラス施設の抽出

抽出結果に係る相違点を表 1 に示す。

(2) 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のための調査・検討

抽出のための調査・検討方法については変更無し。

(3) 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

抽出結果に係る相違点を表 2 に示す。

(4) 詳細評価

評価結果については耐震計算書及び補足説明資料の添付資料 5, 7～9 にて説明する。

なお、下位クラス施設の抽出及びその影響評価に係わらない施設名称の変更や記載する施設の細分化に伴う相違点については参考として表 3 に示す。

表1 上位クラス施設の抽出結果に係る相違点 (1/2)

整理 番号	上位クラス施設		変更理由	該当 ページ*
	変更前 (設置変更許可時)	変更後		
K7-0030	—	格納容器圧力逃がし装置配 管遮蔽	設計進捗（設計及び配置の確定）に伴う追加	11
K7-0031	—	衛星電話設備	同上	11
共-0013	—	5号機原子炉建屋内緊急時 対策所用衛星電話設備	同上	12
共-0014	—	5号機屋外緊急連絡用イン ターフォン	同上	12
共-0015	—	無線通信装置（7号機設置）	同上	12
共-0016	—	無線通信装置（5号機設置）	同上	12
共-0018	—	緊急用断路器	同上	12
K7-E140	浸水防止ダクト	—	設計進捗（溢水バウンダリの変更）に伴う削除	15
K7-E152	止水ハッチ	—	同上	15
K7-B051	—	原子炉冷却材再循環ポンプ 可変周波数電源装置盤	工事計画認可申請設備の明確化に伴う追加（設置変更許可 ではATWS緩和設備に係る主要設備のみ記載）	19
K7-B052	—	データ伝送装置	設計進捗（設計及び配置の確定）に伴う追加	19
K7-B053	—	TIP 制御盤	TIP 機能としては下位クラスであるが盤内に隔離弁を制御 する論理回路が含まれることから追加	19

注記\*：補足説明資料「下位クラス施設の波及的影響の検討について」（KK7 補足-024-3 改0）の該当ページを示す。（以下同様）

表1 上位クラス施設の抽出結果に係る変更箇所 (2/2)

整理 番号	上位クラス施設		変更理由	該当 ページ*
	変更前 (設置変更許可時)	変更後		
K7-I054	—	使用済燃料貯蔵プール監視 カメラ	SA 設備分類の変更に伴う追加	20
K7-I055	—	使用済燃料貯蔵プール監視 カメラ用空冷装置	SA 設備分類の変更に伴う追加	20
K7-I056	—	代替制御棒挿入機能用電磁 弁	工事計画認可申請設備の明確化に伴う追加 (設置変更許可 では ATWS 緩和設備に係る主要設備のみ記載)	20
K7-I057	—	残留熱除去系ポンプ吐出圧 力	工事計画認可申請設備の明確化に伴う追加 (設置変更許可 では代替自動減圧機能ロジックに係る主要設備のみ記載)	20
共-B004	—	5 号機原子炉建屋内緊急時 対策所用受電盤	設計進捗 (設計及び配置の確定) に伴う追加	21
共-B005	—	SPDS 表示装置	設計進捗 (設計及び配置の確定) に伴う追加	21
共-B006	—	緊急時対策支援システム伝 送装置	設計進捗 (設計及び配置の確定) に伴う追加	21

表2 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結果に係る相違点 (1/2)

整理 番号	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		変更理由	該当 ページ*
		変更前 (設置変更許可時)	変更後		
K7-0002	非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ	—	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ防護板	下位クラス施設の設計進捗(設計及び 配置の確定)に伴う追加	144
K7-0003	非常用ディーゼル発電設備 燃料油系配管	—	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 ポンプ防護板	同上	144
		—	非常用ディーゼル 発電設備燃料移送 配管防護板	同上	144
K7-0004	非常用ディーゼル発電設備 燃料移送ポンプ出口逆止弁	—	非常用ディーゼル発 電設備 燃料移送ポン プ防護板	同上	144
K7-0012	格納容器圧力逃がし装置配 管	—	竜巻防護鋼製フード	同上	144
K7-0018	海水貯留堰	取水護岸	—	取水護岸接続部を海水貯留堰の間接 支持構造物として上位クラス施設に 区分したことに伴う削除	144
共-0013	5号機原子炉建屋内緊急時 対策所用衛星電話設備	—	5号機主排気筒	上位クラス施設の設計進捗(設計及び 配置の確定)に伴う追加	146
共-0016	無線通信装置(5号機設 置)	—	5号機主排気筒	同上	146
共-0019	6号機海水貯留堰	取水護岸	—	取水護岸接続部を海水貯留堰の間接 支持構造物として上位クラス施設に 区分したことに伴う削除	146
K7-E042	非常用ガス処理系乾燥装置	—	耐火隔壁	下位クラス施設の設計進捗(設計及び 配置の確定)に伴う追加	125

表2 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結果に係る相違点 (2/2)

整理 番号	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		変更理由	該当 ページ*
		変更前 (設置変更許可時)	変更後		
K7-E043	非常用ガス処理系排風機	—	耐火隔壁	下位クラス施設の設計進捗(設計及び配置の確定)に伴う追加	125
K7-E045	中央制御室送風機	—	耐火隔壁	同上	125
K7-E046	中央制御室再循環送風機	—	耐火隔壁	同上	125
K7-E047	中央制御室排風機	—	耐火隔壁	同上	125
K7-E090	非常用ガス処理系室空調機	—	耐火隔壁	同上	127
K7-E111	原子炉補機冷却海水系配管	—	原子炉補機冷却海水系配管防護壁	同上	127
K7-E135	コントロール建屋計測制御電源盤区域換気空調系ダクト・配管	—	換気空調系ダクト防護壁	同上	128
K7-E136	中央制御室換気空調系ダクト・配管	—	換気空調系ダクト防護壁	同上	128
K7-E137	海水熱交換器区域換気空調系ダクト・配管	—	換気空調系ダクト防護壁	同上	128
K7-V088	非常用ガス処理系乾燥装置入口弁	—	耐火隔壁	同上	132

表3 施設名称の変更や記載する施設の細分化に伴う相違点 (1/4)

整理 番号	上位クラス施設		変更理由	該当 ページ*
	変更前 (設置変更許可時)	変更後		
K7-0032	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置 出口放射線モニタ盤	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置 出口放射線モニタ	工事計画認可申請名称への変更	11
K7-0033	(K7-0014 原子炉建屋)	大物搬入建屋	施設の細分化に伴う追加	11
K7-E158	(K7-E049 原子炉格納容器)	サプレッションチェンバ出入口	同上	15
K7-E159	(K7-0014 原子炉建屋)	原子炉建屋機器搬出入口	同上	15
K7-E160	(K7-0014 原子炉建屋)	原子炉建屋エアロック	同上	15
K7-E161	(K7-E103 燃料プール冷却浄化系配管)	サイフォンブレーク孔	同上	15
K7-E162	(K7-E062 非常用ディーゼル発電設備 ディーゼル機関)	非常用ディーゼル発電設備調速装置及 び非常調速装置	同上	15
K7-V120	(K7-E114 ほう酸水注入系配管)	ほう酸水注入系ポンプ出口逃がし弁	同上	17
K7-V121	(K7-E114 ほう酸水注入系配管)	ほう酸水注入系ポンプ入口逃がし弁	同上	17
K7-V122	(K7-E117 可燃性ガス濃度制御系配管)	可燃性ガス濃度制御系出口ライン逃が し弁	同上	17
K7-V123	(K7-E123 高圧窒素ガス供給系配管)	高圧窒素ガス供給系非常用窒素ガス安 全弁	同上	17
K7-V124	(K7-E106 残留熱除去系配管)	残留熱除去系テストライン逃がし弁	同上	17



表3 施設名称の変更や記載する施設の細分化に伴う相違点 (2/4)

整理番号	上位クラス施設		変更理由	該当ページ*
	変更前 (設置変更許可時)	変更後		
K7-V125	(K7-E106 残留熱除去系配管)	残留熱除去系停止時冷却ライン隔離弁逃がし弁	施設の細分化に伴う追加	17
K7-V126	(K7-E106 残留熱除去系配管)	残留熱除去系停止時冷却吸込側逃がし弁	同上	17
K7-V127	(K7-E108 高压炉心注水系配管)	高压炉心注水系ポンプ吸込側逃がし弁	同上	17
K7-V128	(K7-E107 原子炉隔離時冷却系配管)	原子炉隔離時冷却系ポンプ吸込側逃がし弁	同上	17
K7-V129	(K7-E103 燃料プール冷却浄化系配管)	燃料プール冷却浄化系使用済燃料貯蔵プール入口弁	同上	17
K7-V130	(K7-E118 不活性ガス系配管)	二次隔離弁バイパス弁	同上	17
K7-V131	(K7-E147 格納容器圧力逃がし装置配管)	格納容器圧力逃がし装置フィルタ装置入口弁	同上	17
K7-V132	(K7-E146 高压代替注水系配管)	高压代替注水系注入弁	同上	17
K7-V133	(K7-E107 原子炉隔離時冷却系配管)	高压代替注水系タービン止め弁	同上	18
K7-V134	(K7-E107 原子炉隔離時冷却系配管)	原子炉隔離時冷却系過酷事故時蒸気止め弁	同上	18
K7-V135	(K7-E116 非常用ガス処理系配管)	非常用ガス処理系 第二隔離弁	同上	18
K7-V136	(K7-E133 原子炉・タービン区域換気空調系ダクト・配管)	換気空調系第二隔離弁	同上	18
K7-V137	(K7-E116 非常用ガス処理系配管)	非常用ガス処理系 U シール隔離弁	同上	18

表3 施設名称の変更や記載する施設の細分化に伴う相違点 (3/4)

整理 番号	上位クラス施設		変更理由	該当 ページ*
	変更前 (設置変更許可時)	変更後		
K7-V138	(K7-E145 耐圧強化ベント系配管)	格納容器圧力逃がし装置耐圧強化ベント弁	施設の細分化に伴う追加	18
K7-V139	(K7-E063 非常用ディーゼル発電設備 空気だめ)	非常用ディーゼル発電設備空気だめ安全弁	同上	18
K7-I030	使用済燃料貯蔵プール温度 (SA 広域) 使用済燃料貯蔵プール水位 (SA 広域)	使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA 広域)	工事計画認可申請名称への変更	20
K7-I034	使用済燃料貯蔵プール温度 (SA) 使用済燃料貯蔵プール水位 (SA)	使用済燃料貯蔵プール水位・温度 (SA)	同上	20

表3 施設名称の変更や記載する施設の細分化に伴う相違点 (4/4)

整理 番号	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		変更理由	該当 ページ*
		変更前 (設置変更許可時)	変更後		
K7-E003	原子炉压力容器支持構造物	—	原子炉遮蔽壁	設置変更許可では、「原子炉压力容器スカート」へ波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設として「原子炉遮蔽壁」を抽出していた。 この「原子炉压力容器スカート」は「原子炉压力容器」の一部と位置づけていたが、工事計画認可では「原子炉压力容器支持構造物」の一部と分類を見直したことに伴い、波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設として追加した。	124
K7-E161	サイフォンブレイク孔	—	原子炉建屋クレーン 燃料取替機	上位クラス施設の細分化に伴う波及的影響を及ぼすおそれのある下位クラス施設の追加	129

波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の抽出における  
先行BWRプラントとの差異について

波及的影響の設計対象として先行BWRプラント（東海第二発電所）で抽出している下位クラス施設について、柏崎刈羽原子力発電所第7号機（以下「KK7」という。）では抽出していない考え方を表1に示す。

表1 KK7で波及的影響の設計対象として抽出していない考え方

先行BWRプラント		KK7で波及的影響の設計対象として抽出していない考え方
波及的影響を受けるおそれのある上位クラス施設	波及的影響の設計対象とする下位クラス施設	
貯留堰	土留鋼管矢板	KK7には土留鋼管矢板が設置されていないため。
原子炉建屋	タービン建屋	KK7ではタービン建屋は上位クラス施設であるため。
残留熱除去系配管	ウォーターレグシールライン（残留熱除去系）	KK7ではウォーターレグシールラインは上位クラス施設であるため。
高圧炉心スプレイ系配管	ウォーターレグシールライン（高圧炉心スプレイ系）	KK7ではウォーターレグシールラインは上位クラス施設であるため。
低圧炉心スプレイ系配管	ウォーターレグシールライン（低圧炉心スプレイ系）	KK7ではウォーターレグシールラインは上位クラス施設であるため。
使用済燃料プール 使用済燃料貯蔵ラック	制御棒貯蔵ハンガ	「1. 制御棒貯蔵ハンガ」参照。
	制御棒貯蔵ラック	KK7では「制御棒・破損燃料貯蔵ラック」に相当し、当該施設は上位クラス施設であるため。
	チャンネル着脱機	「2. チャンネル着脱機」参照。
使用済燃料乾式貯蔵容器	使用済燃料乾式貯蔵建屋クレーン 使用済燃料乾式貯蔵建屋上屋	KK7には当該施設が設置されていないため。
格納容器床ドレンサンプ 導入管	格納容器機器ドレンサンプ	「3. 格納容器機器ドレンサンプ」参照。
原子炉建屋外側ブローアウトパネル 原子炉建屋外側ブローアウトパネル閉止装置	原子炉建屋外側ブローアウトパネル防護対策施設	「4. 原子炉建屋外側ブローアウトパネル防護対策施設」参照。

## 1. 制御棒貯蔵ハンガ

先行BWRプラントの制御棒貯蔵ハンガは、使用済燃料プールの壁に固定されており、近傍に上位クラス施設である使用済燃料プール及び使用済燃料貯蔵ラックが設置されていることから、波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設として抽出されている。

KK7の制御棒貯蔵ハンガは、床置き式であることから落下のおそれはなく、仮に転倒した場合であっても上位クラス施設には衝突しないことから、波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設として抽出していない。詳細については添付資料 11 参照。

## 2. チャンネル着脱機

先行BWRプラントのチャンネル着脱機は、近傍に上位クラス施設である使用済燃料プール及び使用済燃料貯蔵ラックが設置されていることから、波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設として抽出されている。

KK7のチャンネル着脱機の近傍には、上位クラス施設である使用済燃料貯蔵プール及び使用済燃料貯蔵ラックが設置されている。

仮に落下及び転倒した場合における衝突による影響は軽微であることから、波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設としてチャンネル着脱機を抽出していない。詳細については添付資料 11 参照。

### 3. 格納容器機器ドレンサンプ

先行BWRプラントの格納容器機器ドレンサンプは、その転倒範囲に上位クラス施設である格納容器床ドレンサンプ及び導入管が設置されていることから、波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設として抽出されている。(図1参照)。

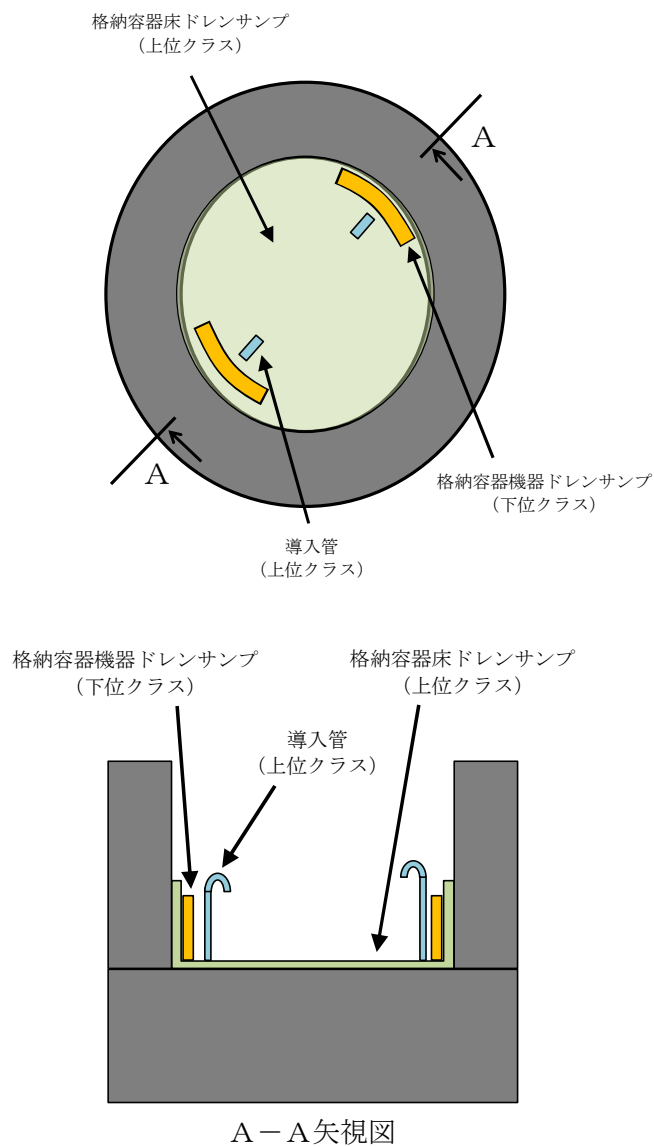


図1 先行BWRプラント 格納容器機器ドレンサンプ設置イメージ図

KK7 において先行BWRプラントの格納容器機器ドレンサンプと同様な下位クラス施設はドライウェルサンプが該当する。その近傍には上位クラス施設のコリウムシールドが設置されているが、コリウムシールドはドライウェルサンプより高い位置に設置されており、ドライウェルサンプの損傷、転倒及び落下による波及的影響を受けないと考えられることから、KK7 ではドライウェルサンプを波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設として抽出していない（図2参照）。

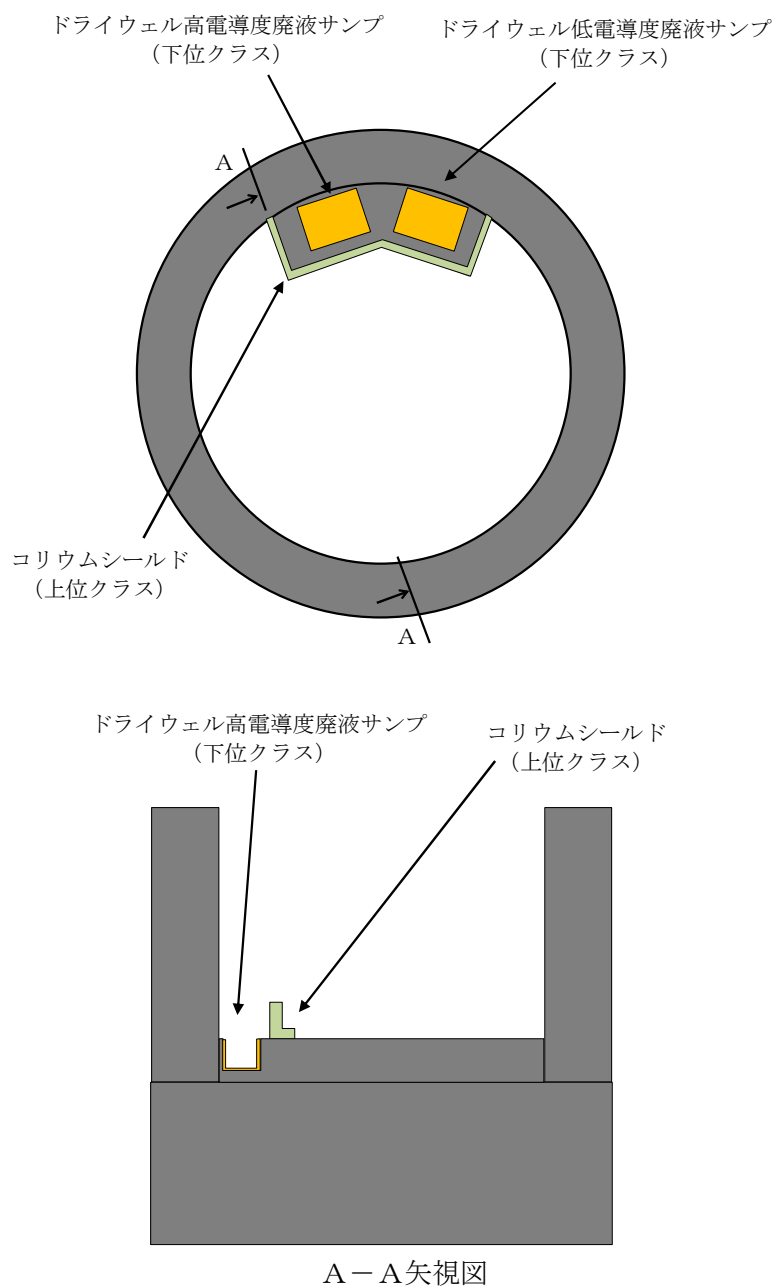


図2 KK7 ドライウェルサンプ配置概略図

#### 4. 原子炉建屋外側ブローアウトパネル防護対策施設

先行BWRプラントの原子炉建屋外側ブローアウトパネル防護対策施設は、その落下範囲に上位クラス施設である原子炉建屋外側ブローアウトパネル及び原子炉建屋外側ブローアウトパネル閉止装置が設置されていることから、波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設として抽出されている（図3参照）。

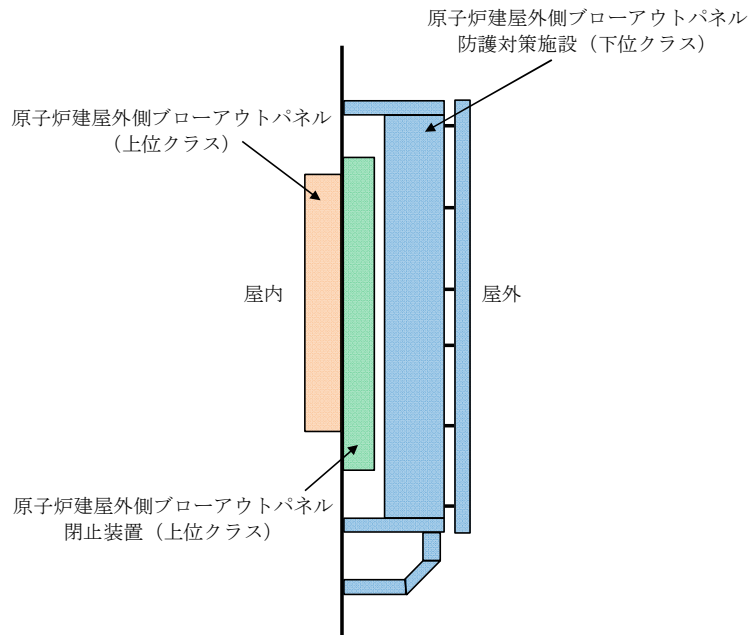


図3 先行BWRプラント 原子炉建屋外側ブローアウトパネル防護対策施設設置イメージ図



KK7 において先行BWRプラントの原子炉建屋外側ブローアウトパネル防護対策施設と同様な下位クラス施設は竜巻防護ネットが該当する。その近傍には上位クラス施設の燃料取替床ブローアウトパネルと、燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置が設置されている。燃料取替床ブローアウトパネルは原子炉建屋壁面の開口部に設置されているが、竜巻防護ネットは原子炉建屋壁面の開口部よりも大きなフレームによって、屋内の原子炉建屋壁面に取付けられていることから、竜巻防護ネットの損傷、転倒及び落下による波及的影響を受けないと考えられる。

また、燃料取替床ブローアウトパネル閉止装置は原子炉建屋の屋外側に設置されており、竜巻防護ネットは原子炉建屋の屋内側に設置されていることから、竜巻防護ネットの損傷、転倒及び落下による波及的影響を受けないと考えられる。

したがって、KK7 では竜巻防護ネットを波及的影響を及ぼすおそれがある下位クラス施設として抽出していない（図4参照）。

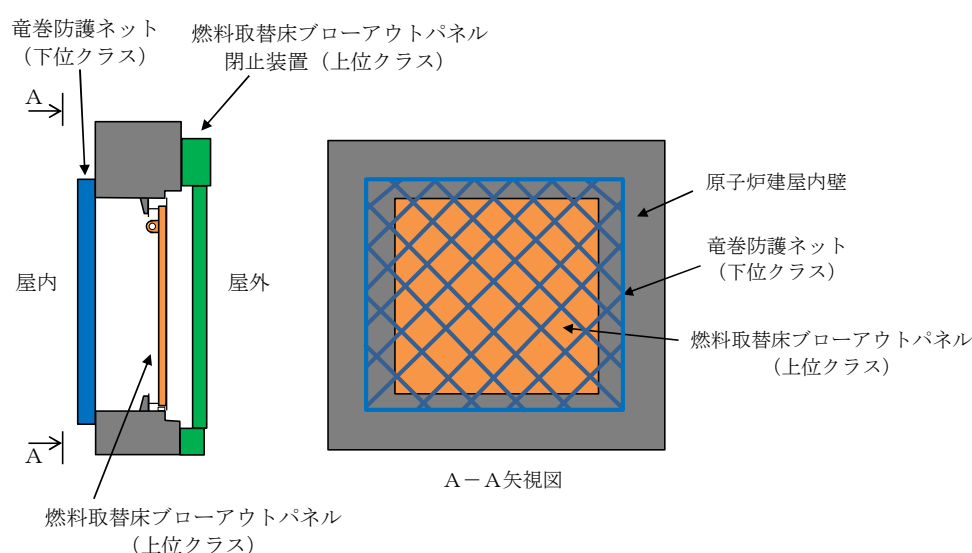


図4 KK7 竜巻防護ネット配置概略図

## 5. 参考文献

- (1) ISES7607-3 「軽水炉構造機器の衝撃荷重に関する調査 その3 ミサイルの衝突による構造壁の損傷に関する評価式の比較検討」(昭和51年10月高温構造安全技术研究組合)