

再処理施設
廃棄物管理施設
MOX燃料加工施設
ウラン濃縮加工施設

使用前事業者検査の実施方針及び
設工認申請に係る対応状況
(耐震)

令和 3 年6月14日

3. 技術的内容に係る説明

(耐震：建物・構築物)

- ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定
- ② 設計用地下水の設定
- ③ 隣接建屋の影響

① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (1) 本日の説明内容及び審査会合における指摘事項

■ 本日の説明内容

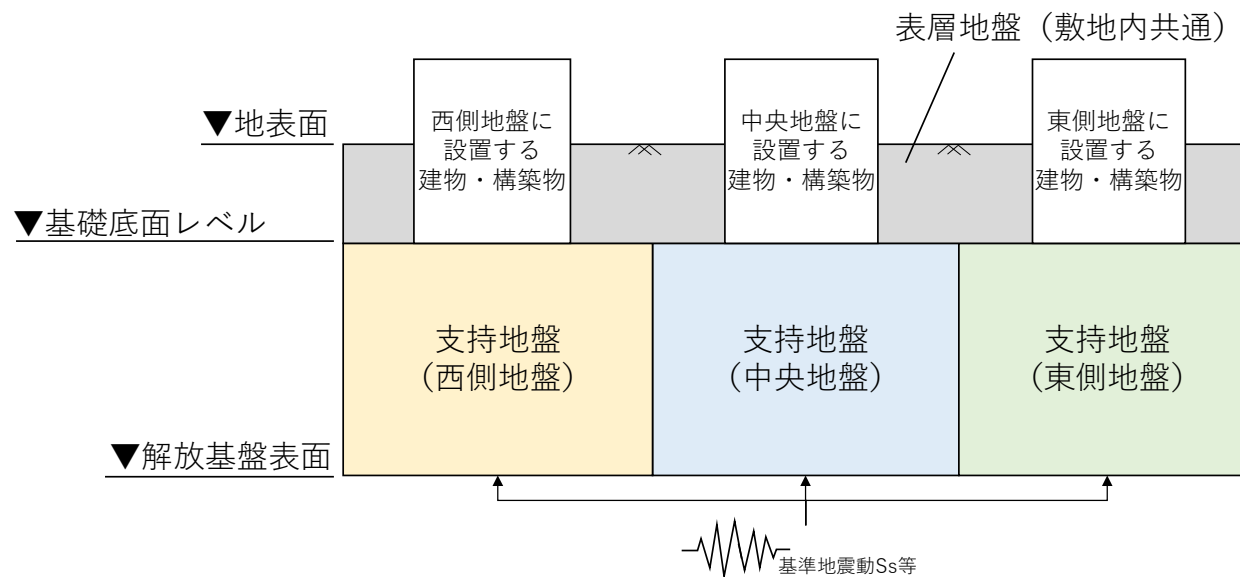
- 建物・構築物の入力地震動の算定に用いる設計用地盤モデルの設定に関する内容について、これまでの審査会合での指摘を踏まえた対応方針について示す。

No.	審査会合日	指摘事項	対応方針
1	2021.3.15	エリアごとの平均的な地盤物性値に基づく地盤モデルを用いる場合は、その妥当性の説明ロジックとして、その地盤モデルを入力地震動の評価に用いても安全上支障がないこと、設計用地震力の設定において施設への影響評価も含めて地盤のばらつきが適切に考慮されていることの観点で整理すること。	エリアごとの平均的な物性値に加え、各建物・構築物の直下PS検層データを用いた耐震評価を実施する方針とする。
2	2021.3.15	データの拡充にあたっては、各エリア内で得られた調査結果を詳細に示したうえで、地下構造が同様な速度構造であること、PS検層結果と地盤モデルのばらつき範囲の関係性、地表付近でPS検層結果のデータが得られていない部分の扱いについて説明すること。	各エリア内において速度構造が建屋位置ごとに相違していることから、各建物・構築物の直下PS検層データを用いた耐震評価を実施する方針とする。
3	2021.4.13	第1回申請対象施設である安全冷却水B冷却塔についても近傍データに基づき整理すること。また、他の建物・構築物に対しても第1回申請において示す基本的な方針との関係を踏まえて必要な説明をすること。	安全冷却水B冷却塔について、近傍のPS検層データを用いた耐震評価を実施する方針とする。
4	2021.4.13	直下もしくは近傍の直下PS検層データが複数得られている場合について、直下地盤モデルとしてばらつきを考慮するのか、ロジックを整理し根拠を明確にして説明すること。	直下PS検層データが複数得られている建物・構築物については、そのデータのばらつきを考慮した耐震評価を実施する方針とする。
5	2021.4.13	表層地盤を敷地全体のモデルとして扱い、そのデータのばらつきの影響評価について、地盤ばねの剛性を变化させた場合の検討として行うのであれば、 $\pm 1\sigma$ を超えるデータがあることに留意すること。	各建物・構築物の直下PS検層データによれば、速度構造設計用地盤モデルに考慮しているばらつき幅を超えるものがあることから、各建物・構築物の直下PS検層データを用いた耐震評価を実施する方針とする。
6	2021.4.13	Ssや1.2Ssの入力では支持地盤や建物・構築物の非線形が進む可能性を考慮し、その場合の影響も踏まえて施設への影響を確認すること。	直下PS検層データを用いた耐震評価にあたっては、支持地盤の非線形が進む場合を考慮する方針とする。
7	2021.5.25	直下地盤モデルを用いた評価方針については、今回設工認の基本方針に記載することで検討すること。	今回設工認への反映事項として、左記の方針の対応とすることで本資料に記載。
8	2021.5.25	直下地盤モデルを用いた評価結果の記載場所については、今後申請建屋の影響の大きさに応じて、耐震計算書の別添に限定せず、適切に記載箇所を検討すること。	

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (2) 設計用地盤モデルの概要

■ 設計用地盤モデルの概要

- 設計用地盤モデルは、安全機能を有する施設の耐震評価において、建物・構築物（屋外重要土木構造物である洞道を含む）への入力地震動を算定する際に用いる地盤モデルである。「設計用地盤モデル」の作成にあたっては、解放基盤表面から建物・構築物までの地震動の伝播特性を適切に考慮する必要がある。
- 建物・構築物の地震応答解析では、解放基盤表面（T.M.S.L.-70m）で定義される基準地震動 S_s 等に基づき、建物・構築物の底面及び側面への入力地震動を算定するために、解放基盤表面（T.M.S.L.-70m）から地表面（T.M.S.L.55m）までの設計用地盤モデルとなっている。
- 設計用地盤モデルは、解放基盤表面（T.M.S.L.-70m）から建物・構築物ごとの基礎底面レベルに該当する支持地盤（岩盤）及び、建物・構築物ごとの基礎底面レベルから地表面（T.M.S.L.55m）に該当する表層地盤（埋戻し土、造成盛土及び六ヶ所層）で構成されている。



設計用地盤モデルの概要図

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (3) 課題の整理

R3.5.25
資料1
P20 再掲

■ 地震応答解析に用いる地盤モデルの設工認上の扱い

- 設計用地盤モデル（支持地盤）の基本ケースは、再処理事業所の耐震設計において、可能な限り複数の建物・構築物で共通的なモデルを用いることができるよう、地質構造に基づいて再処理事業所の敷地を3エリアに区分し、エリアごとのボーリング調査結果に基づく平均的な地盤物性値を設定し、岩盤であることから線形材料として設定している。今回設工認において建物・構築物の入力地震動の算定に用いる設計用地盤モデル（支持地盤）の基本ケースは、既設工認から変更していない。
- 設計用地盤モデル（支持地盤）の地盤物性のばらつきについては、既設工認では考慮していなかったが、今回設工認において考慮している。
- 設計用地盤モデル（表層地盤）は、既設工認では考慮していなかったが、今回設工認では、建物・構築物の埋め込み状況を反映するために、各建物・構築物の基礎底面レベルから地表面までの地盤特性に応じて地震波の伝播特性を評価するために、表層地盤（埋戻し土、造成盛土及び六ヶ所層）を「設計用地盤モデル」に反映し、敷地内のボーリング調査結果に基づく平均的な地盤物性値を設定し、さらに、地盤物性のばらつきを考慮している。

■ 今回設工認において説明すべき課題及び確認項目

- 設計用地盤モデルを入力地震動の評価に用いても安全上支障が無いことを示す上で挙げられる課題及び課題に対する確認項目としては、以下の項目が挙げられる。各確認項目の詳細については次頁以降に示す。
 - ① 設計用地盤モデルについて、地質構造や敷地内のボーリング調査結果に基づくエリア区分の考え方及び平均的な物性値の設定方法が適切であることの確認
⇒支持地盤及び表層地盤について、地盤モデルの設定方法の妥当性について確認を行う。
 - ② 設計用地盤モデルによる地震波の伝播特性が適切に設定されていることの検証
⇒敷地における地震観測記録を用いた検証を行う。
 - ③ ①、②により、敷地における地震波の伝播特性を考慮する上で適切なモデルが作成されていることを確認しているものの、建物・構築物直下もしくは近傍のPS検層データ（以下、「直下PS検層データ」という。）を参照した場合、その速度構造が設計用地盤モデルにおいて考慮している地盤物性のばらつき幅を超えるデータが得られている。
⇒建物・構築物の直下PS検層データを用いた施設の耐震評価を行う。

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (5) 支持地盤の設定方法に係る確認項目

R3.5.25
資料1
P22 再掲

■ 確認項目及び確認の視点 (支持地盤の設定方法)

- 設計用地盤モデル (支持地盤) の設定方法について、今回設工認における設定の考え方及び確認項目を整理した。
- 各確認項目及び確認の視点に対して示すべきデータについては、今後示す。

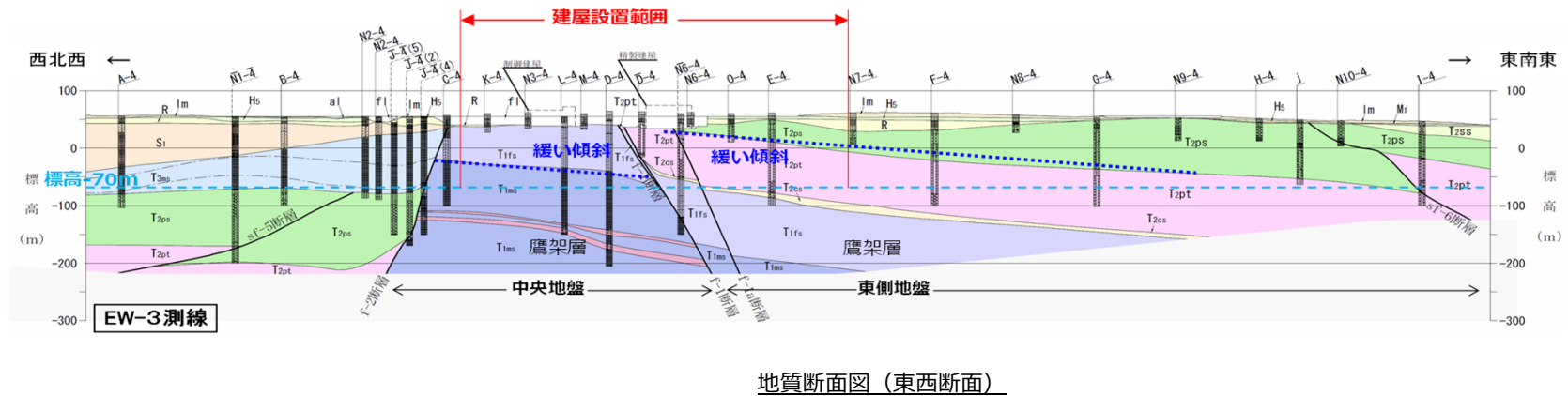
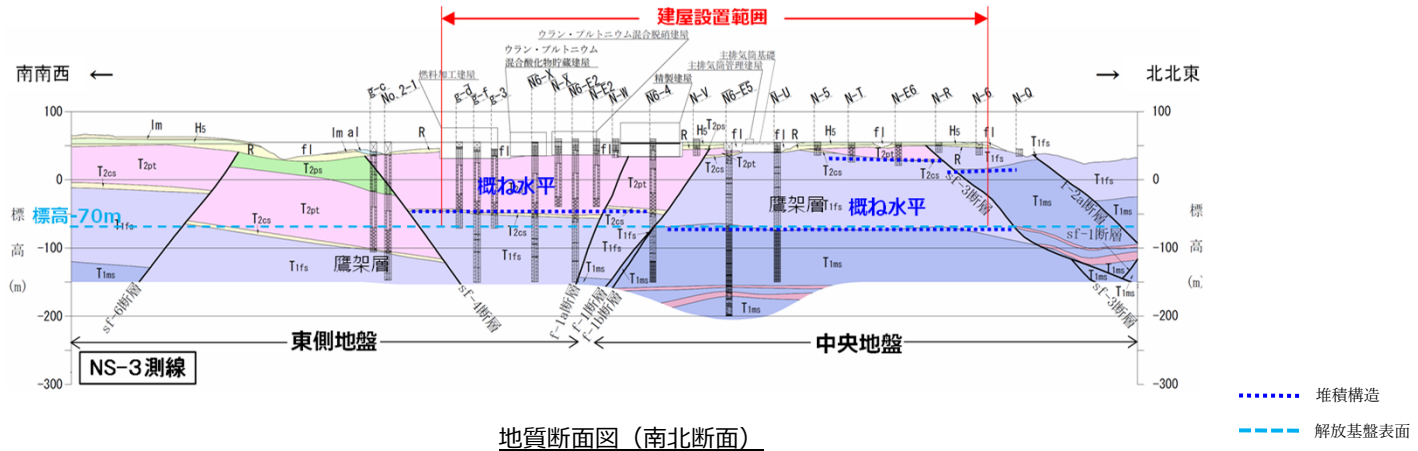
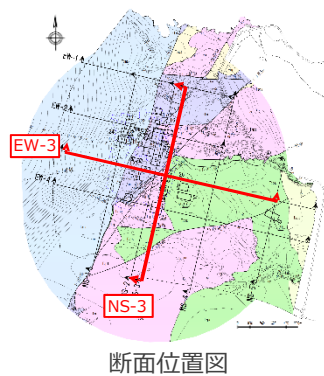
課題に対する確認すべき項目 (支持地盤の設定方法)

課題	今回設工認における設定の考え方	確認項目	確認の視点	示すべきデータ (今後提示)	提出時期
① 設計用地盤モデル (支持地盤) の設定の考え方が適切であること	a. 地質構造に基づいて再処理事業所の敷地を3エリアに区分し、エリア単位で共通のモデルを用いている	敷地を3エリアに区分することが妥当であること	敷地を3つのエリアに区分することが再処理事業所地下の地質構造及び速度構造と整合していることを確認する	<ul style="list-style-type: none"> 地質断面図 敷地内の速度構造分布 地質構造図 	5月下旬
			各エリアで、地質構造及び速度構造が概ね水平成層な構造となっていることを確認する	<ul style="list-style-type: none"> 地質断面図 敷地内の速度構造分布 	5月下旬
	b. エリアごとのPS検層結果に基づく平均的な地盤物性値を基本ケースとして設定	設計用地盤モデルに考慮する基本ケースとして各エリア内の平均的な速度を用いることが妥当であること	物性値の設定に用いるPS検層孔が、建物・構築物の配置状況を考慮し、さらに、重要度の高い建物・構築物をカバーするように選定されていることを確認する	<ul style="list-style-type: none"> PS検層孔の選定の考え方及び選定結果 	5月下旬
			物性値の算定における層境界の設定方法及び速度構造の平均化の考え方が適切であることを確認する	<ul style="list-style-type: none"> 設計用地盤モデル作成に用いたPS検層結果 	5月下旬
			地盤物性のばらつきとして基本ケースに対する $\pm 1\sigma$ としていること の考え方	<ul style="list-style-type: none"> 上記の設定方法が妥当であること及び地震観測記録を用いたシミュレーション結果により、基本ケースを用いることが妥当であることを確認した上で、先行審査プラントの実績を踏まえ、地盤物性の不均質性を考慮して$\pm 1\sigma$のばらつき幅を設定していることを確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 設計用地盤モデル作成に用いたPS検層結果

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (5) 支持地盤の設定方法に係る確認項目

<確認の視点>

- 敷地を3つのエリアに区分することが再処理事業所地下の地質構造及び速度構造と整合していることを確認する。

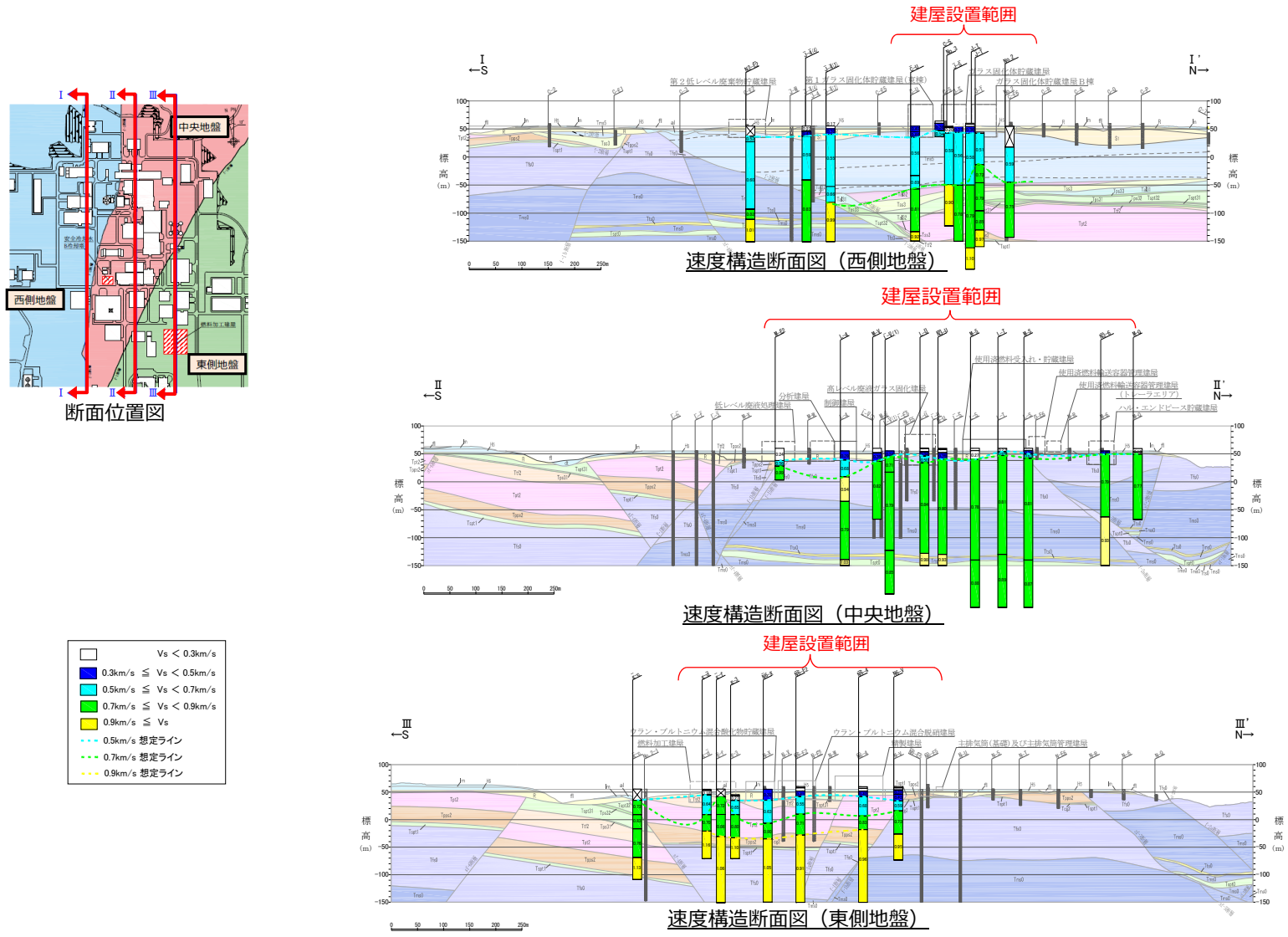


⇒設計用地盤モデルはf-1断層とf-2断層を境界として3つの地盤に区分され、地質構造は緩い傾斜はあるものの、概ね水平である。

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (5) 支持地盤の設定方法に係る確認項目

<確認の視点>

- 各エリアで、地質構造及び速度構造が概ね水平成層な構造となっていることを確認する。



⇒速度構造は一部速度境界の高低差は認められるものの、地質構造と整合しており、概ね水平成層となっている。

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (5) 支持地盤の設定方法に係る確認項目

<確認の視点>

- 物性値の設定に用いるPS検層孔が、建物・構築物の配置状況を考慮し、さらに、重要度の高い建物・構築物をカバーするように選定されていることを確認する。

【選定の基本的な考え方】

①重要度の高い建屋位置の直下ボーリングによるPS検層を選定

西側地盤：廃棄物管理建屋

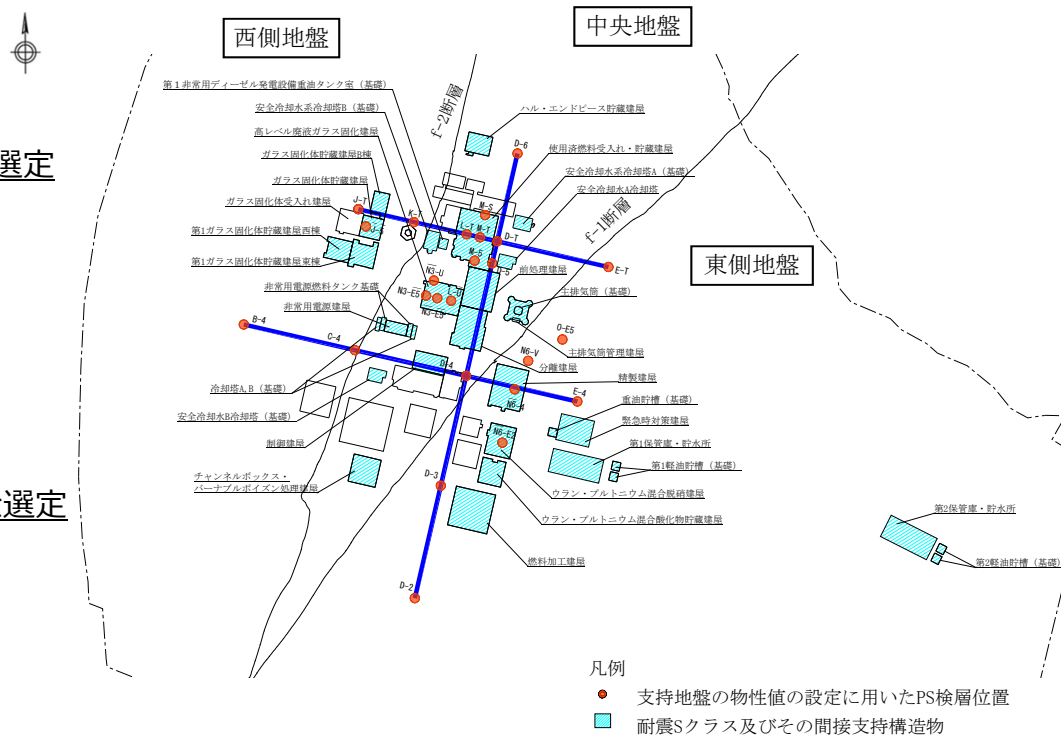
中央地盤：使用済み燃料受入れ・貯蔵建屋

高レベル廃液ガラス固化建屋

東側地盤：精製建屋

ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋

②エリアの横断方向に、十字状に描いた側線上のPS検層を選定



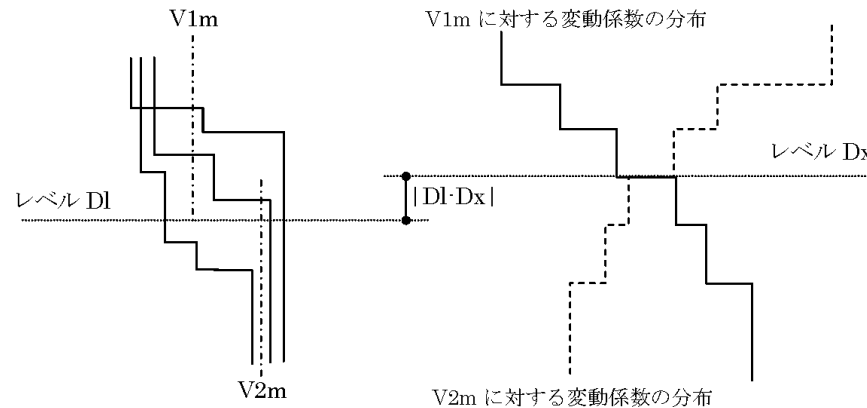
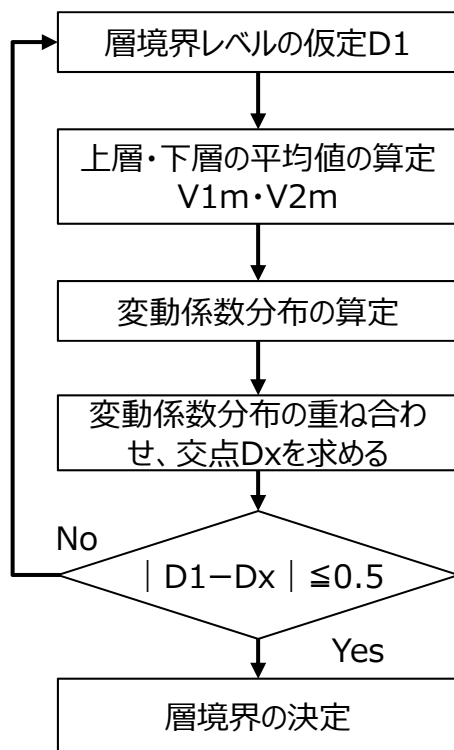
敷地の建屋配置及びPS検層位置図

⇒設計用地盤モデルに用いるPS検層のボーリング孔は、重要度の高い建設位置をカバーするPS検層データに基づき設定している。

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (5) 支持地盤の設定方法に係る確認項目

<確認の視点>

- 物性値の算定における層境界の設定方法及び速度構造の平均化の考え方が適切であることを確認する。
- 地盤の速度構造は、地盤内で連続的に変化するものを工学的に離散化することから、複数孔の速度境界の乖離を最小にし、平均化された速度構造を構築する。
- 速度構造の平均化にあたっては、以下の層境界決定フローに従って層区分を行い、区分位置の上下それぞれの層の平均値に対する変動係数が原則として最小となる深度とした。



層境界設定フロー

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (6) 支持地盤の設定方法に係る確認結果

■ 設計用地盤モデルの諸元

➤ 以上を踏まえて設定した設計用地盤モデルの諸元について下表に示す。

基本ケース (平均値)

標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	減衰定数 h (%)
▽地表面	55.0			3.0
	41.0	14.8	410	
	17.0	15.9	570	
	-22.0	15.6	580	
	-50.0	16.4	590	
▽解放基盤表面	-70.0	17.0	730	
		15.9	780	1940

西側地盤

標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	減衰定数 h (%)
▽地表面	55.0			3.0
	42.0	18.1	660	
	22.0	18.2	760	
	4.0	18.2	800	
▽解放基盤表面	-70.0	17.8	820	
		17.0	820	

中央地盤

標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	減衰定数 h (%)
▽地表面	55.0			3.0
	23.0	15.7	580	
	-18.0	15.3	740	
▽解放基盤表面	-70.0	17.4	890	
		18.1	930	

東側地盤

ばらつきケース (平均±σ)

標高 T. M. S. L. (m)	基本		標準偏差		+σ		-σ	
	V_s (m/s)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p (m/s)
▽地表面	55.0							
	41.0	1610	100	70	510	1680	310	1540
	17.0	570	1720	30	110	600	1830	540
	-22.0	580	1680	20	20	600	1700	560
	-50.0	590	1690	30	30	620	1720	560
▽解放基盤表面	-70.0	730	1860	80	100	810	1960	650
		780	1940	40	60	820	2000	740

標高 T. M. S. L. (m)	基本		標準偏差		+σ		-σ	
	V_s (m/s)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p (m/s)
▽地表面	55.0							
	42.0	1840	140	280	800	2120	520	1560
	22.0	760	1910	90	140	850	2050	670
	4.0	800	1950	40	40	840	1990	760
▽解放基盤表面	-70.0	820	1950	50	40	870	1990	770
		820	1950	50	40	870	1990	770

標高 T. M. S. L. (m)	基本		標準偏差		+σ		-σ	
	V_s (m/s)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p (m/s)	V_s (m/s)	V_p (m/s)
▽地表面	55.0							
	23.0	1710	120	230	700	1940	460	1480
	-18.0	740	1870	90	100	830	1970	650
▽解放基盤表面	-70.0	890	2030	100	110	990	2140	790
		930	2050	100	80	1030	2130	830

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (7) 表層地盤の設定方法に係る確認項目

■ 確認項目及び確認の視点 (表層地盤の設定方法)

- 設計用地盤モデル (表層地盤) の設定方法について、今回設工認における設定の考え方及び確認項目を整理した。
- 各確認項目及び確認の視点に対して示すべきデータについては、今後示す。

課題に対する確認すべき項目 (表層地盤の設定方法)

課題	今回設工認における設定の考え方	確認項目	確認の視点	示すべきデータ (今後提示)	提出時期
①設計用地盤モデル (表層地盤) の設定の考え方が適切であること	a.敷地全体のボーリング調査結果に基づく平均的な地盤物性値を基本ケースとして設定	設計用地盤モデルに考慮する基本ケースとして、敷地全体の平均的な速度を用いることが妥当であること	表層地盤 (埋戻し土, 造成盛土, 六ヶ所層) の物性値が、統計的に平均値として扱うことが妥当な相関関係となっており、さらに、敷地全体で偏りなく広範なデータに基づき設定されていることを確認する	• ボーリング調査孔配置図	5月下旬
			平均的な地盤物性として、深さ依存の回帰式として設定することが妥当であることを確認する	• 試験結果深度分布	5月下旬
	地盤物性のばらつきとして基本ケースに対する $\pm 1\sigma$ としていること	上記の設定方法が妥当であること及び地震観測記録を用いたシミュレーション結果により、基本ケースを用いることが妥当であることを確認した上で、先行審査プラントの実績を踏まえ、地盤物性の不均質性を考慮して $\pm 1\sigma$ のばらつき幅を設定していることを確認する。	• 設計用地盤モデル作成に用いたPS検層結果	5月下旬	
	b.岩盤ではない表層地盤については、非線形性を考慮し、ひずみ依存特性を考慮	ひずみ依存特性の考慮方法が妥当であることについて確認を行う	ひずみ依存特性が、敷地内ボーリング調査における繰返し三軸圧縮試験により、適切に考慮されていることを確認する	• 繰返し三軸圧縮試験結果	5月下旬

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (6) 表層地盤の設定方法に係る確認項目

<確認の視点>

- 表層地盤（埋戻し土，造成盛土，六ヶ所層）の物性値が，統計的に平均値として扱うことが妥当な相関関係となっており，さらに，敷地全体で偏りなく広範なデータに基づき設定されていることを確認する。
- 平均的な地盤物性として，深さ依存の回帰式として設定することが妥当であることを確認する
- 地盤物性の不均質性を考慮して±1σのばらつき幅を設定していることを確認する。

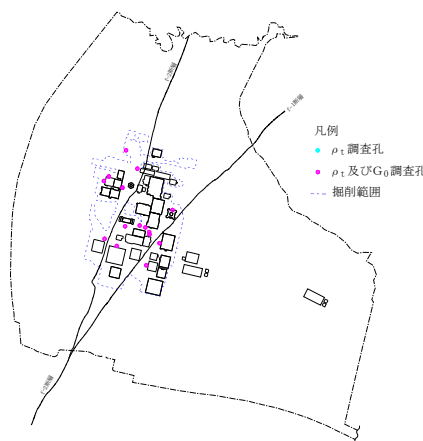
【埋戻し土及び造成盛土】

- 概ね掘削範囲全域において，同等の密度及び力学特性が得られるような管理をしている。
- 敷地全体を偏りなく広範囲にサンプリングしており，統計量も十分にあることから妥当な物性値の設定である。
- 転圧による締固めにより密度，力学特性が深度方向に大きくなること，相関性（深度依存の相関係数0.1以上）が認められることから湿潤密度，初期せん断剛性は深度依存とする。
- 地盤物性は，±1σのばらつき幅を設定する。

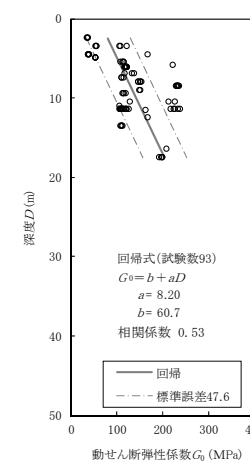
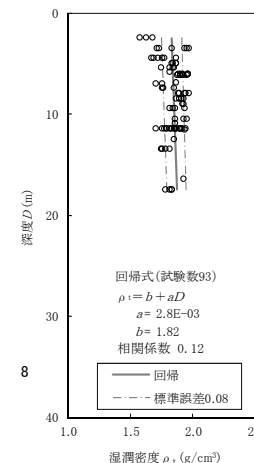
【六ヶ所層】

- 六ヶ所層は，敷地掘削範囲に関わらず，敷地全体及び出現深度を偏りなく広範囲にサンプリングしており，統計量も十分にあることから妥当な物性値の設定である。物性値は，堆積後の履歴の影響により深度方向に増大する傾向が認められないことから平均とし，±1σのばらつき幅を設定する。

<物性値設定の例（埋戻し土）>



埋戻し土の物性値算定に用いるボーリング調査孔位置



埋戻し土の湿潤密度及び初期せん断剛性

埋戻し土の基本ケース及びばらつきケースの物性値

		単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	初期せん断剛性 G_0 (kN/m^2)
基本ケース		$17.8 + 0.0274D$	$60700 + 8200D$
標準誤差		0.817	47600
ばらつきケース	+1σ	$18.617 + 0.0274D$	$108300 + 8200D$
	-1σ	$16.983 + 0.0274D$	$13100 + 8200D$

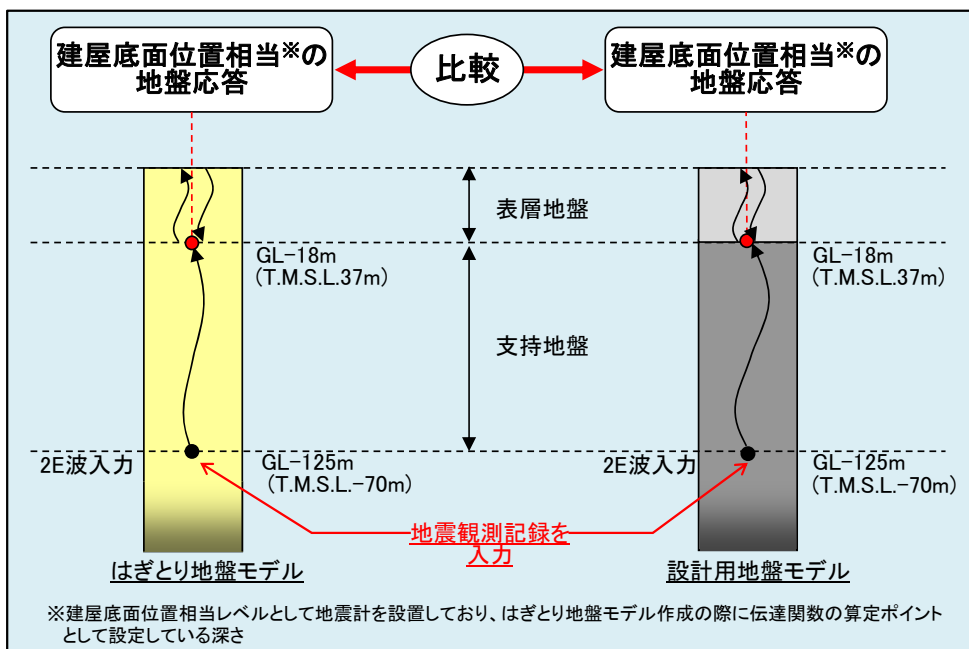
3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (8) 地震観測記録を用いた検証に係る確認項目

■ 確認項目及び確認の視点 (地震観測記録を用いた検証)

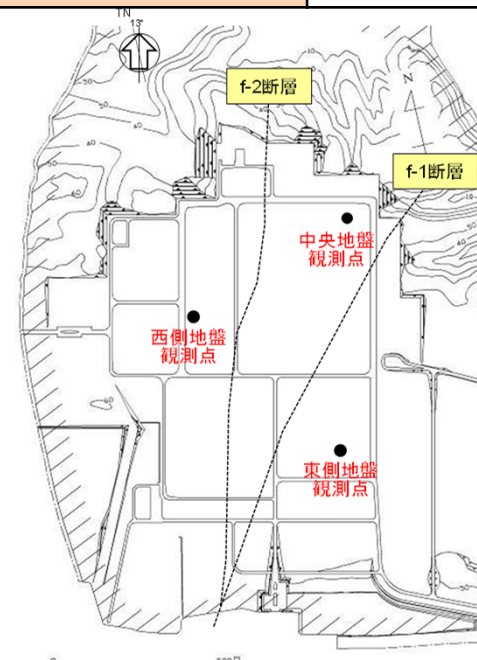
- 地震観測記録を用いた検証について、今回設工認における設定の考え方及び確認項目を整理した。
- 各確認項目及び確認の視点に対して示すべきデータについては、今後示す。

課題に対する確認すべき項目 (地震観測記録を用いた検証)

課題	今回設工認における設定の考え方	確認項目	確認の視点	示すべきデータ (今後提示)	提出時期
②設計用地盤モデルによる地震波の伝播特性が適切に設定されていること	事業許可に基づき、敷地における地震観測記録による検証を実施	設計用地盤モデルによる地震波の伝播特性が、敷地における地震観測記録から得られている伝播特性と整合していることについて確認	事業許可にて示している、各エリアにおける地震観測記録の深さ方向の伝達関数を再現することが可能な地盤モデル (事業変更許可申請書における「はざとり地盤モデル」) を用いたシミュレーション解析を行い、設計用地盤モデル (支持地盤及び表層地盤) とはざとり地盤モデル双方の解放基盤表面位置に地震観測記録を入力した場合の地盤応答解析により、建屋底面位置相当における応答スペクトルが整合していることを確認する。	・地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果	6月上旬



シミュレーション解析の概要



敷地内の地震観測位置

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (9) 地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

■ はぎとり地盤モデルの位置づけ

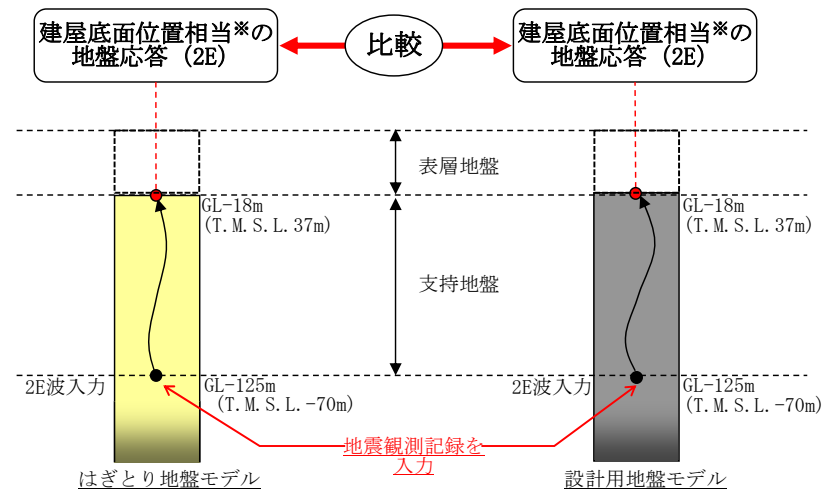
- ▶ はぎとり地盤モデルは、中央地盤、東側地盤及び西側地盤の各エリアにおける複数の地震観測記録に基づき、地震観測点の各設置深さ間の伝達関数を再現するように、層厚、速度構造及び減衰定数に対して逆解析による同定を行って作成された地盤モデルである。はぎとり地盤モデルが、各エリアにおいて地震観測記録の伝達関数を再現し、地震波の伝播特性を説明できていることについては、事業許可において確認されている。
- ▶ 敷地の各エリアにおいて1ヶ所ずつ実施している鉛直アレー地震観測については、敷地地下における地震波の屈折や重複反射等による影響が含まれた地震観測記録の伝播特性が得られていることから、はぎとり地盤モデルは、敷地内の各エリア内全体における地震波の伝播特性を代表的に表したモデルとして扱うことができる。

■ 検討① 支持地盤の伝播特性に対する確認

- ▶ 支持地盤のみを考慮した設計用地盤モデルとはぎとり地盤モデルの双方に対し、解放基盤表面レベルに地震観測記録 (G.L.-125mにおける2E波) を入力し、それぞれのモデルを用いた一次元波動論による線形地盤応答解析を実施し、再処理事業所の建物・構築物の基礎底面レベル相当であるG.L.-18m位置の2E波を比較する。なお、設計用地盤モデルについては、基本ケース及び地盤物性のばらつきケース (±σ) について解析を行う。

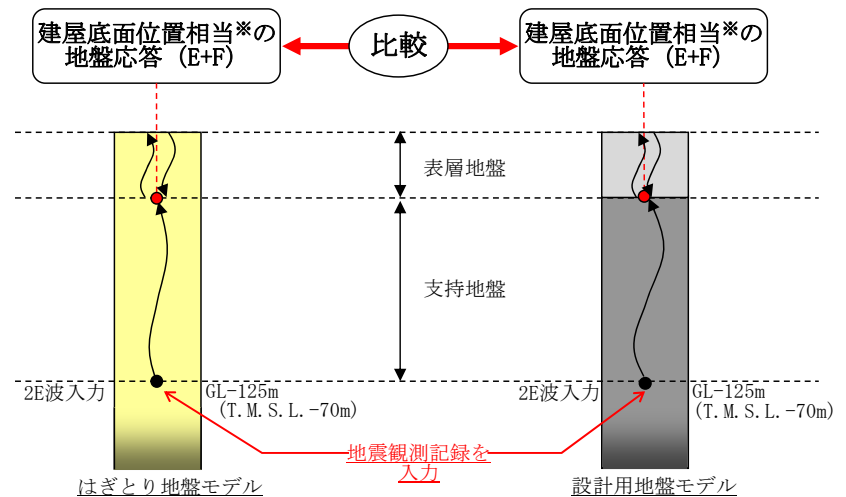
■ 検討② 支持地盤+表層地盤の伝播特性に対する確認

- ▶ 検討①において確認した支持地盤に加え表層地盤についても考慮した設計用地盤モデルとはぎとり地盤モデルの双方に対し、解放基盤表面レベルに地震観測記録 (G.L.-125mにおける2E波) を入力し、それぞれのモデルを用いた一次元波動論による線形地盤応答解析を実施し、建屋基礎底面相当として、支持地盤 (鷹架層) と表層地盤の境界レベルでのE+F波を比較する。
- ▶ 表層地盤に設定する物性値のうち、設計用地盤モデルとして考慮している六ヶ所層及び造成盛土については、設計用地盤モデルに設定した物性値を用い、設計用地盤モデルでは考慮していない中位段丘堆積層及び砂子又層下部層については、六ヶ所層及び造成盛土と同様の手法により、敷地全体のボーリング調査結果に基づいて設定された、事業変更許可申請書に記載している物性値を用いる。



※建屋底面位置相当レベルとして地震計を設置しており、はぎとり地盤モデル作成の際に伝達関数の算定ポイントとして設定している深さ

検討①の実施概要



※支持地盤 (鷹架層) と表層地盤の境界レベル

検討②の実施概要

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (9) 地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

■ 地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

【検討① 支持地盤の伝播特性に対する確認結果】

- 設計用地盤モデルによる再処理事業所の建物・構築物の基礎底面レベル相当の地震動の応答スペクトルは、中央地盤、東側地盤及び西側地盤のいずれのエリアにおいても、はざとり地盤モデルによる地盤応答解析結果と全周期帯で整合している。
- なお、2011年3月11日2011年東北地方太平洋沖地震及び 2012年5月24 青森県東方沖の地震のいずれのシミュレーション解析によっても、上記結果について同様の傾向となっている。

【検討② 支持地盤＋表層地盤の伝播特性に対する確認結果】

- 設計用地盤モデルによる再処理事業所の建物・構築物の基礎底面レベル相当の地震動の応答スペクトルは、中央地盤、東側地盤及び西側地盤のいずれのエリアにおいても、はざとり地盤モデルによる地盤応答解析結果と全周期帯で整合している。
- なお、2011年3月11日2011年東北地方太平洋沖地震及び 2012年5月24 青森県東方沖の地震のいずれのシミュレーション解析によっても、上記結果について同様の傾向となっている。

■ 地震観測記録を用いたシミュレーション解析に関するまとめ

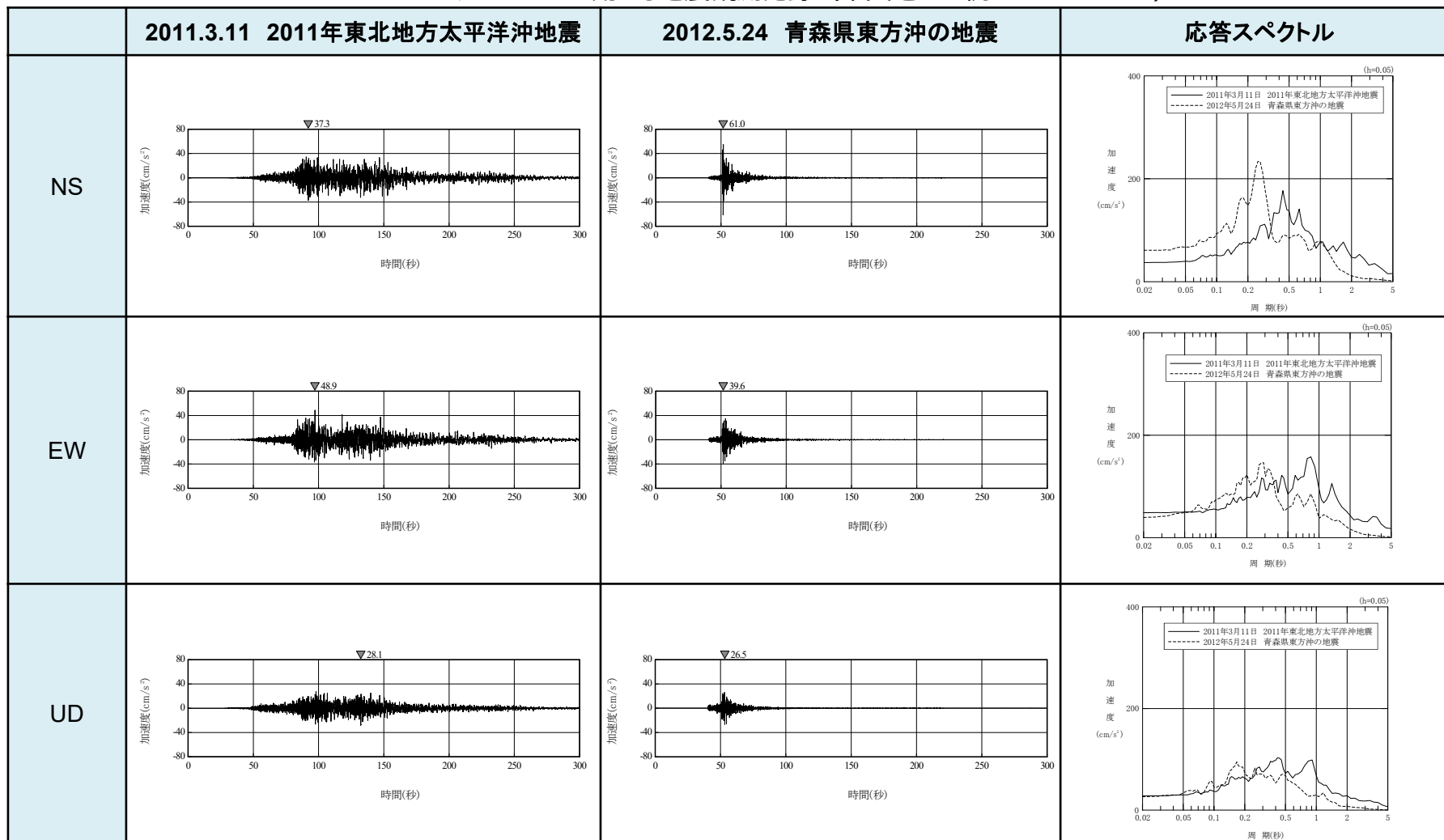
- 地震観測記録を用いたシミュレーション解析として、設計用地盤モデル（支持地盤及び表層地盤）とはざとり地盤モデル双方の解放基盤表面位置に地震観測記録を入力した場合の地盤応答解析を実施した結果、建屋底面位置相当における応答スペクトルは整合していることから、設計用地盤モデルは、敷地における地中の地震波の伝播特性を適切に考慮したモデルになっていると言える。
- 次頁以降に、検討①及び検討②における建屋底面位置相当における応答スペクトルの比較図を示す。

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (9) 地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

■ シミュレーション解析に用いる地震動

- 解析に用いる地震観測記録は、敷地において地震観測記録が得られている地震のうち、2011年3月11日2011年東北地方太平洋沖地震と、敷地の解放基盤表面レベルにおいて得られた最大加速度が既往最大の地震である2012年5月24日 青森県東方沖の地震を選定し、解放基盤表面 (G.L.-125m) の2E波を用いる。

シミュレーションに用いる地震観測記録 (中央地盤の例 : G.L.-125m)

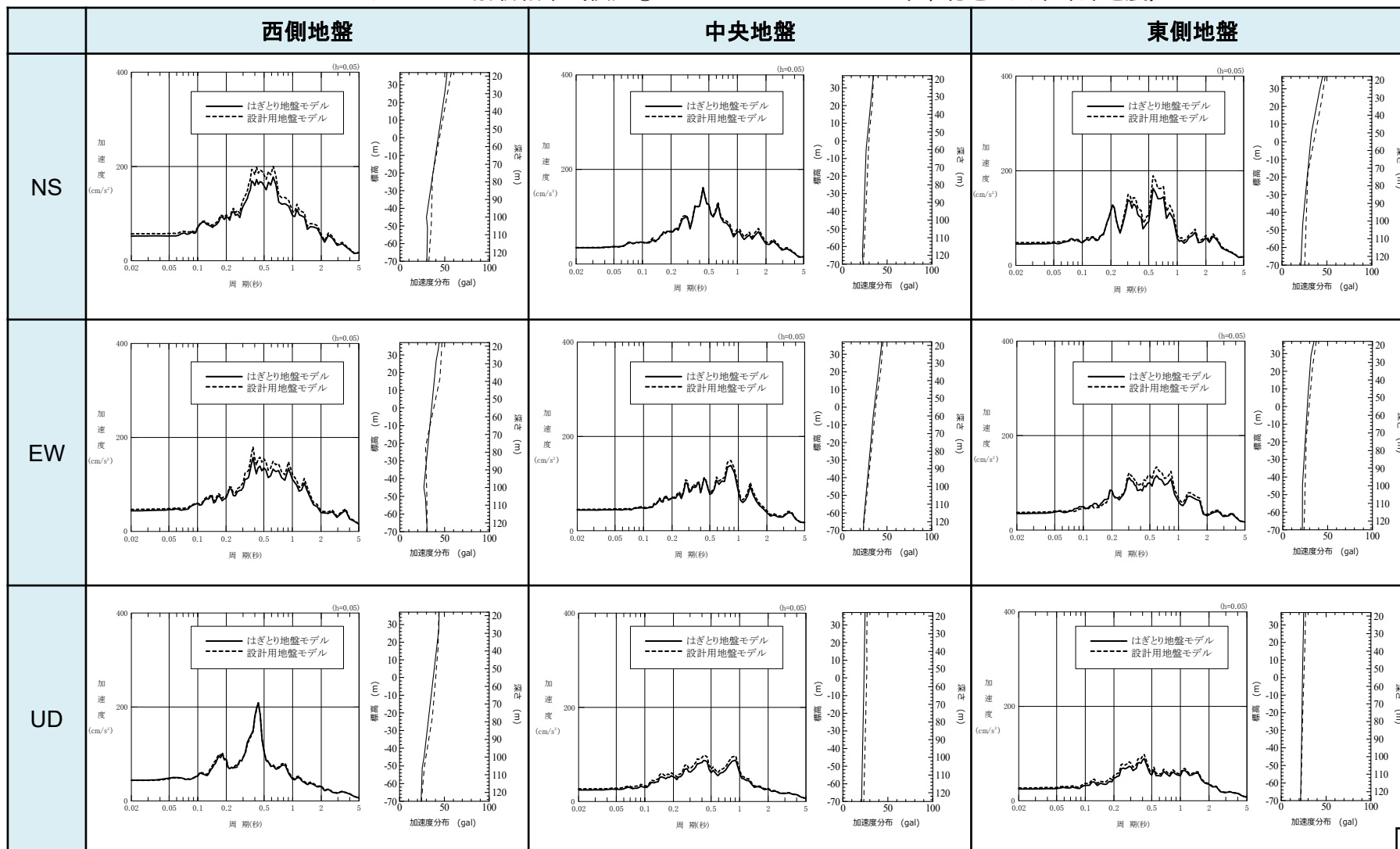


3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (9) 地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

■ 検討① 支持地盤の伝播特性に対する確認結果 (2011.3.11 2011年東北地方太平洋沖地震)

➤ 上記に示した方針に従い実施した設計用地盤モデル及びはざとり地盤モデルを用いた地盤応答解析について、再処理事業所の建物・構築物の基礎底面レベル相当であるG.L.-18m位置の2E波を比較した結果を下図に示す。

シミュレーション解析結果 (検討①のうち2011.3.11 2011年東北地方太平洋沖地震)

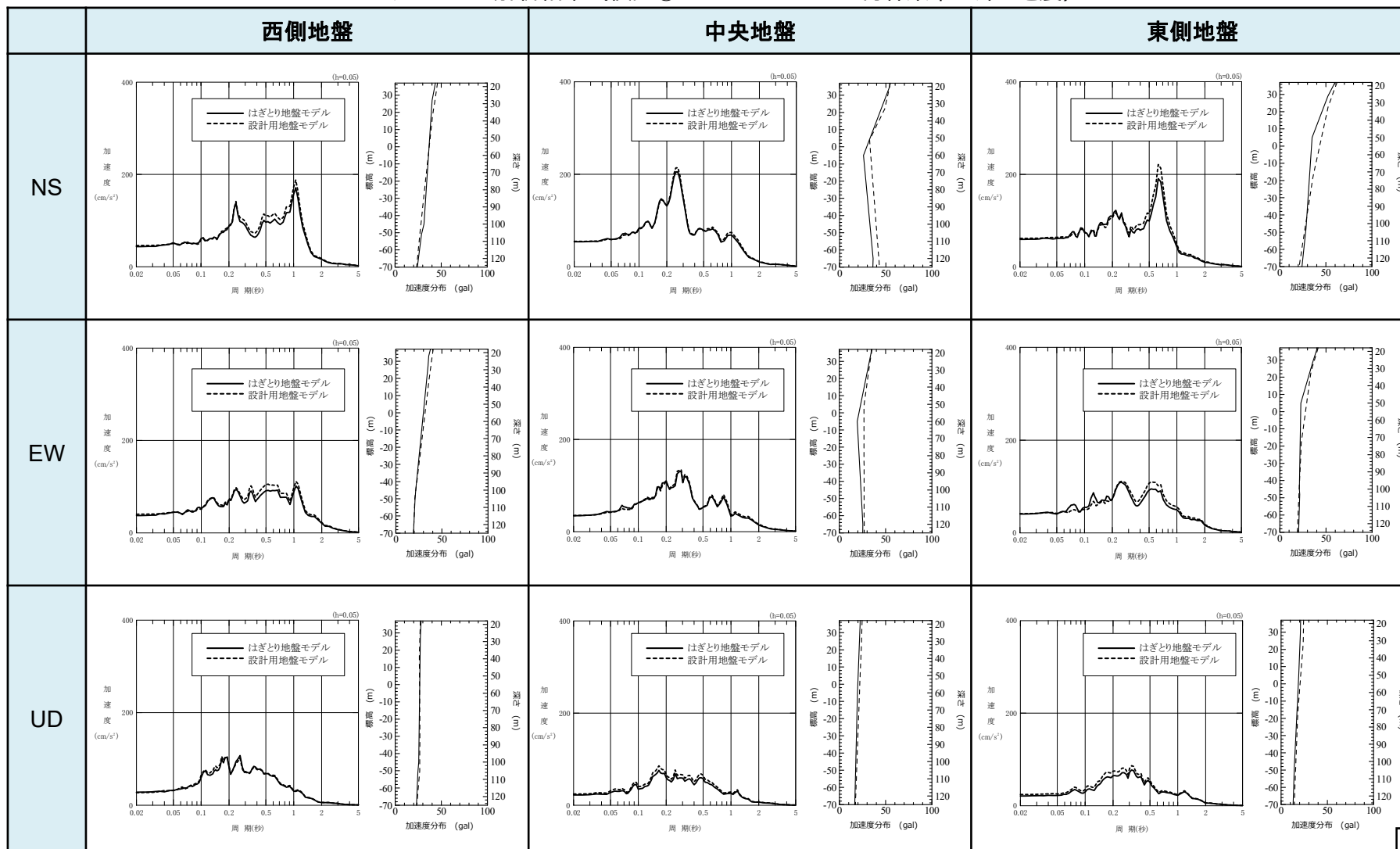


3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (9) 地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

■ 検討① 支持地盤の伝播特性に対する確認結果 (2012.5.24 青森県東方沖の地震)

➤ 上記に示した方針に従い実施した設計用地盤モデル及びはざとり地盤モデルを用いた地盤応答解析について、再処理事業所の建物・構築物の基礎底面レベル相当であるG.L.-18m位置の2E波を比較した結果を下图に示す。

シミュレーション解析結果 (検討①のうち2012.5.24 青森県東方沖の地震)

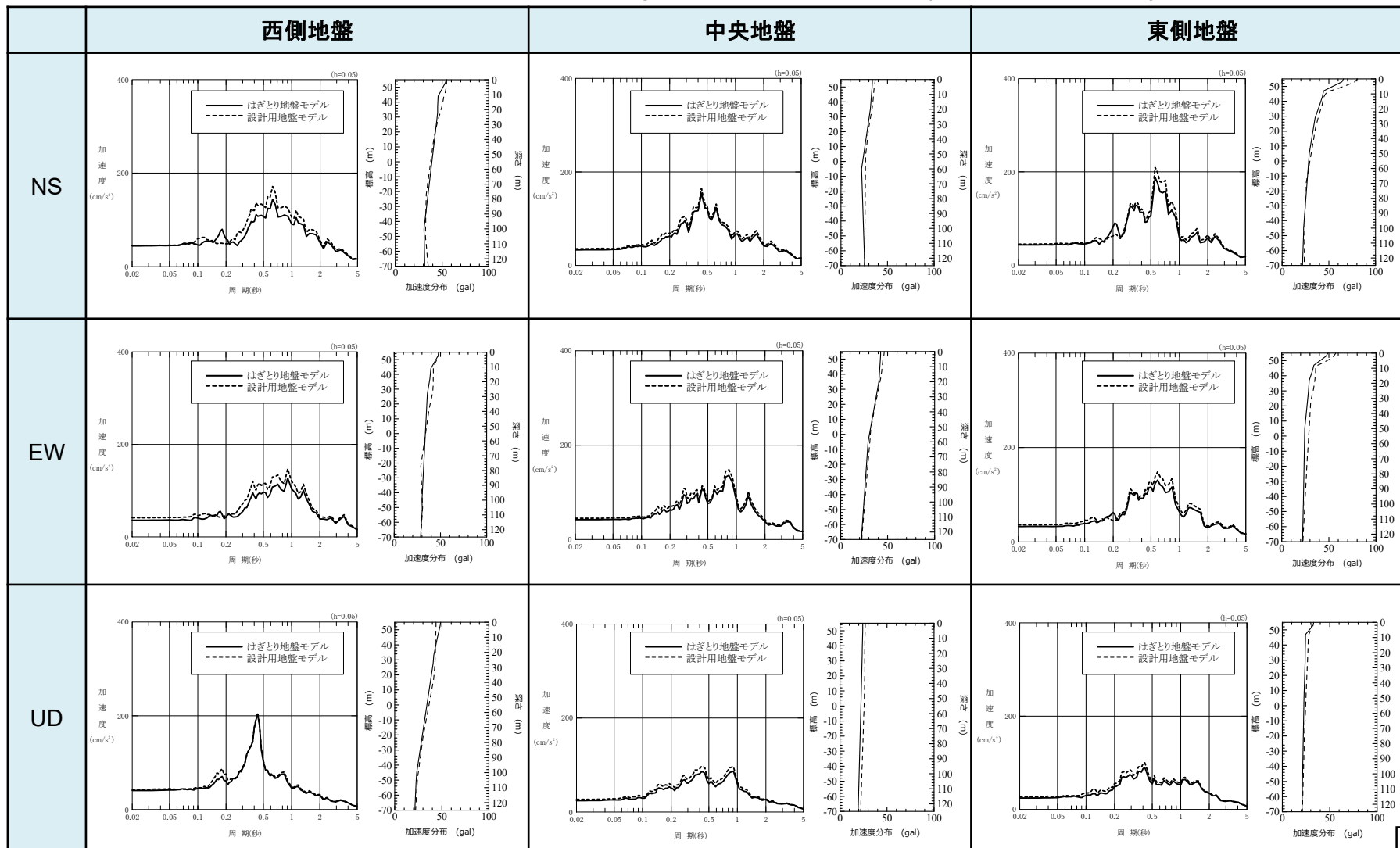


3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (9) 地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

■ 検討② 支持地盤+表層地盤の伝播特性に対する確認 (2011.3.11 2011年東北地方太平洋沖地震)

➤ 上記に示した方針に従い実施した設計用地盤モデル及びはざとり地盤モデルを用いた地盤応答解析について、再処理事業所の建物・構築物の基礎底面レベル相当であるG.L.-18m位置の2E波を比較した結果を下図に示す。

シミュレーション解析結果 (検討②のうち2011.3.11 2011年東北地方太平洋沖地震)

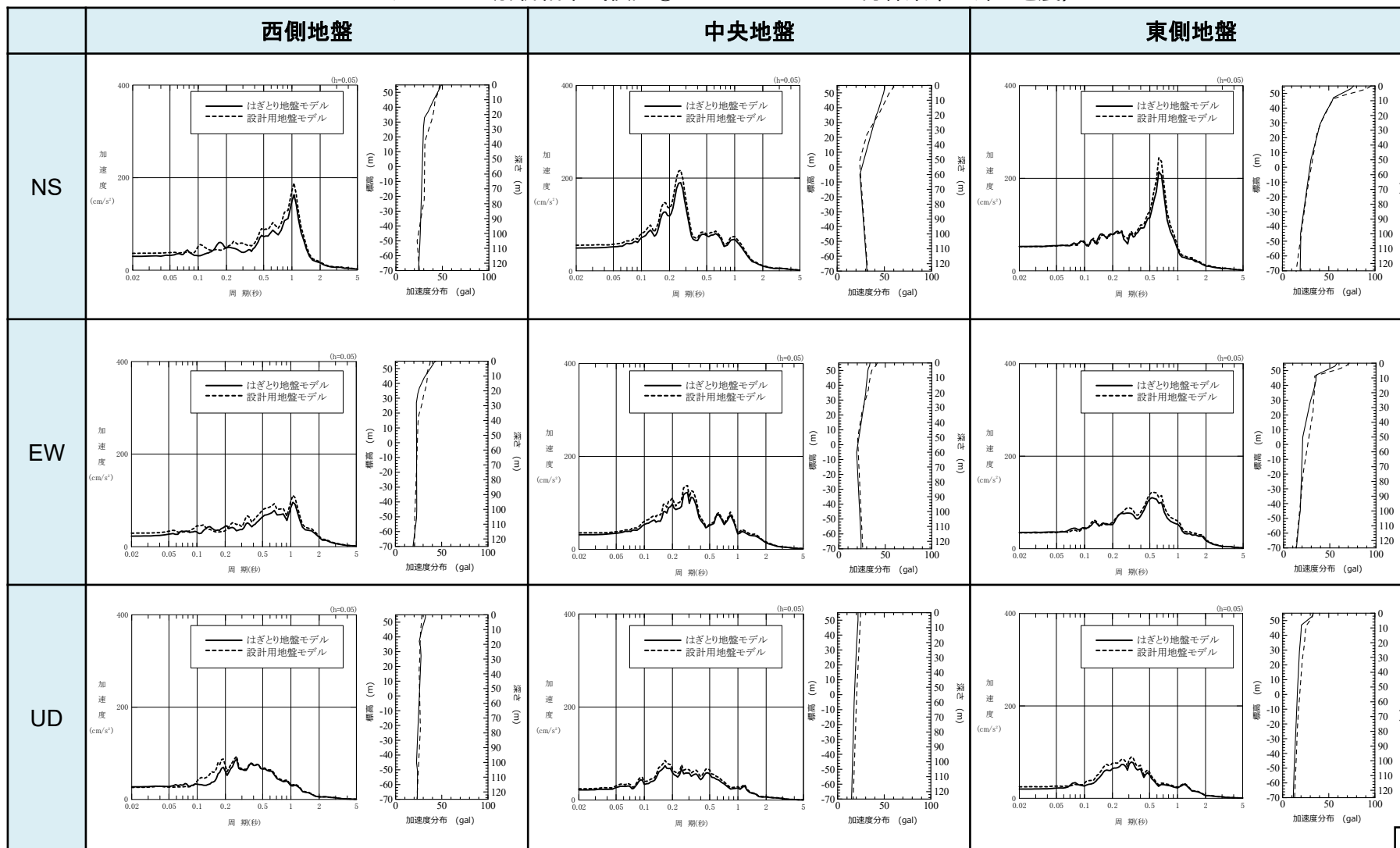


3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (9) 地震観測記録を用いたシミュレーション解析結果

■ 検討② 支持地盤＋表層地盤の伝播特性に対する確認 (2012.5.24 青森県東方沖の地震)

➤ 上記に示した方針に従い実施した設計用地盤モデル及びはざとり地盤モデルを用いた地盤応答解析について、再処理事業所の建物・構築物の基礎底面レベル相当であるG.L.-18m位置の2E波を比較した結果を下图に示す。

シミュレーション解析結果 (検討②のうち2012.5.24 青森県東方沖の地震)



3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (10) 直下PS検層データを用いた耐震評価に係る確認項目

■ 確認項目及び確認の視点 (直下PS検層データを用いた耐震評価)

- 直下PS検層データの参照について、今回設工認における確認項目を整理した。
- 各確認項目及び確認の視点に対して示すべきデータについては、今後示す。
- 直下PS検層データを用いた耐震影響評価の詳細な方針については、次頁に示す。

課題に対する確認すべき項目 (直下PS検層データの参照)

課題	確認項目	確認の視点	示すべきデータ (今後提示)	提出時期
③建物・構築物の直下PS検層データにおいて、その速度構造が設計用地盤モデルにおいて考慮している地盤物性のばらつき幅を超えるデータが得られていること	直下PS検層データを用いた耐震評価を行い、施設の耐震性に影響が無いことの確認を行う	評価対象建屋の直下PS検層データの速度構造について、設計用地盤モデルに考慮しているばらつき幅からの乖離がある場合は、これらのPS検層結果を考慮しても、施設の耐震評価における検定値または応力比が1.0を超えず、耐震性に影響が無いことを確認する	<ul style="list-style-type: none"> • 直下PS検層データと設計用地盤モデルの照合結果 • 影響評価対象施設の選定結果 • 直下PS検層データを考慮した耐震影響評価結果 	6月 月上旬

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (10) 直下PS検層データを用いた耐震評価に係る確認項目

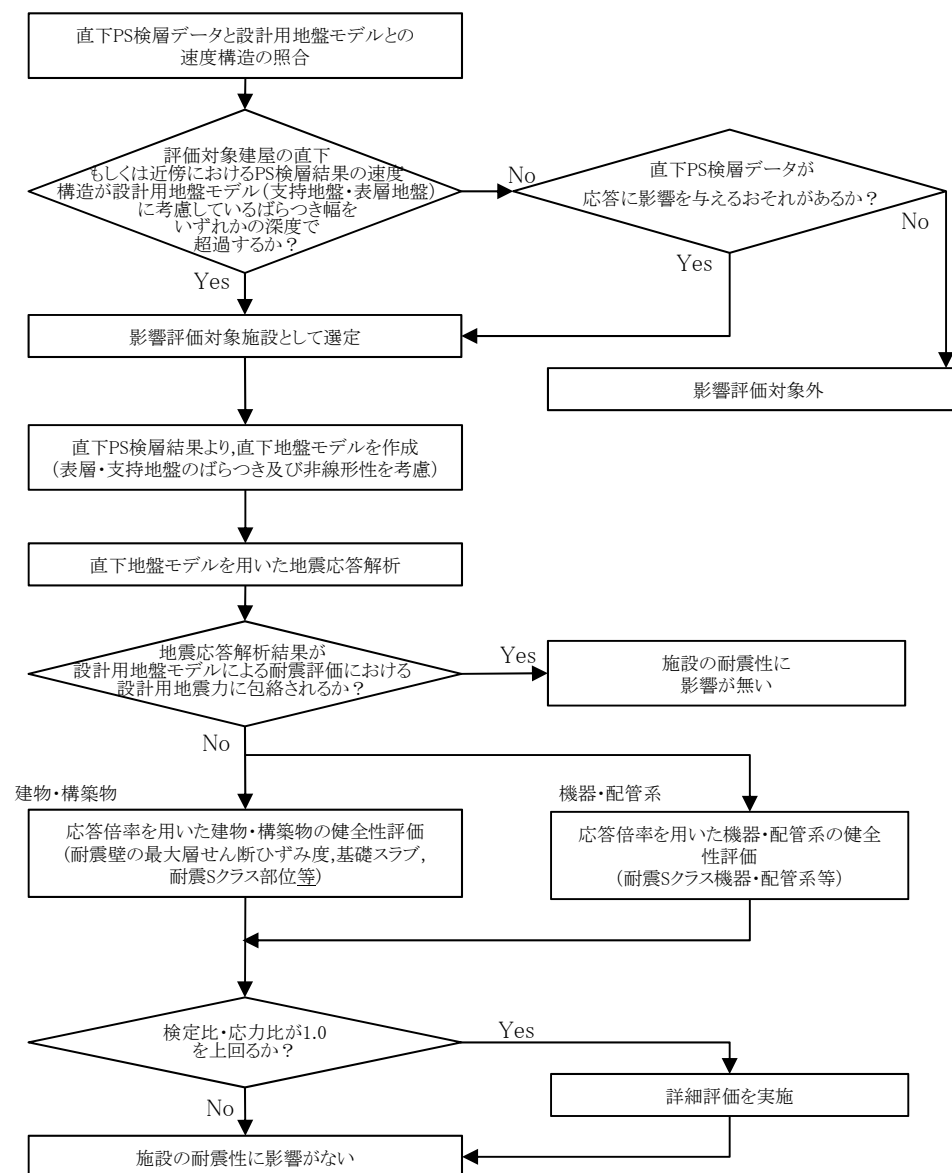
R3.5.25
資料1
P26,27 加除修正

■ 影響評価対象施設の選定方針

- 直下PS検層データのS波速度またはP波速度が、設計用地盤モデルに考慮しているばらつき幅 ($\pm 1\sigma$) をいずれかの深度で超える建物・構築物について、影響評価対象施設として選定する。
- なお、設計用地盤モデルに考慮しているばらつき幅 ($\pm 1\sigma$) をいずれの深度においても超えない建物・構築物についても、速度構造のインピーダンス比等に着眼した検討等により、応答に与える影響への配慮を行った上で、影響評価対象施設として選定するか検討を行う方針とする。

■ 直下地盤モデルの作成方針

- 直下PS検層データを考慮した直下地盤モデルは、以下の方針で作成する。
 - 直下地盤モデルは、建物・構築物直下もしくは近傍の支持地盤の物性値に加え、近傍の表層地盤の物性値を用いることとする。
 - 影響評価対象施設の建物・構築物について、直下PS検層データが1孔のみの場合は、支持地盤及び表層地盤ともに、そのPS検層データの速度構造を基本ケースとして設定する。また、地盤物性のばらつきとして、設計用地盤モデルに考慮しているS波速度及びP波速度それぞれの変動係数 ([変動係数]=[標準偏差]÷[平均値]) を設定する。
 - 影響評価対象施設の建物・構築物について、直下PS検層データが複数孔ある場合は、設計用地盤モデルの物性値の設定方法と同じ手法により、複数の直下PS検層データに基づき、S波速度及びP波速度の層境界を設定し、基本ケース及びばらつきケースの物性値を設定する。表層地盤についても、複数の近傍PS検層データに基づき、S波速度及びP波速度について、同じ手法により基本ケース及びばらつきケースの物性値を設定する。
 - Ssや1.2Ssの入力では支持地盤の非線形が進む可能性について考慮し、支持地盤のひずみ依存特性を考慮する。



直下PS検層データを考慮した耐震影響評価フロー

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (10) 直下PS検層データを用いた耐震評価に係る確認項目

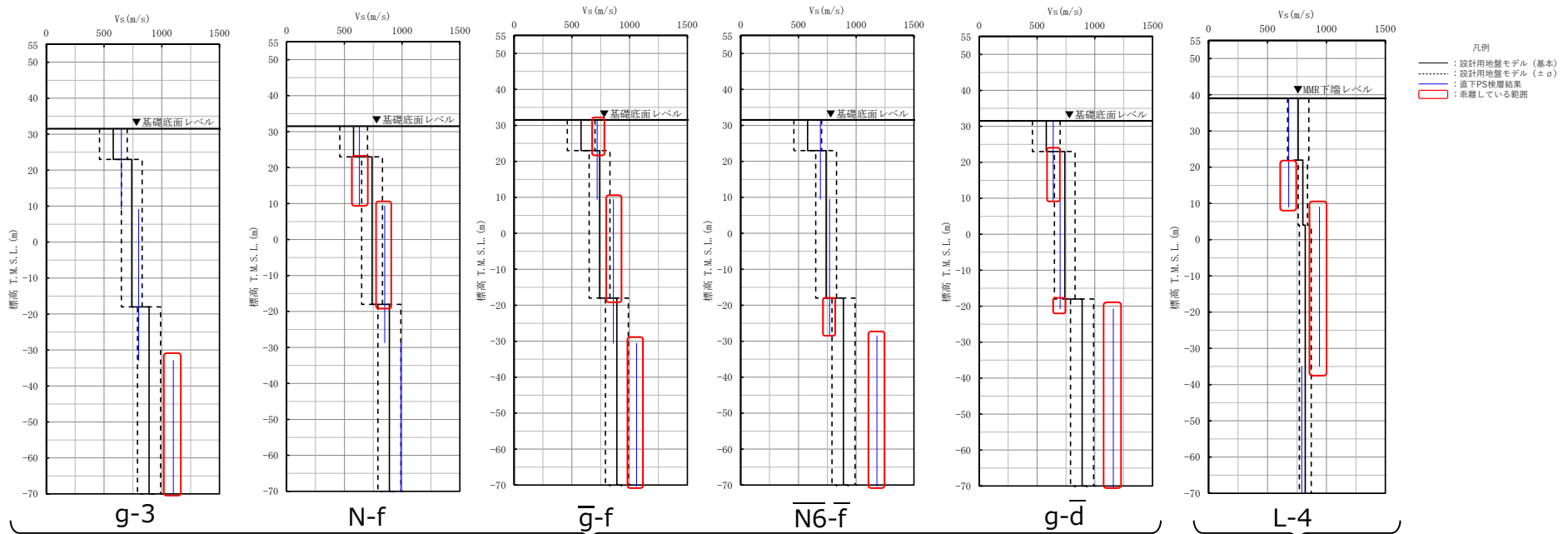
R3.5.25
資料1
P● 加除修正

■ 影響評価対象施設の選定結果

- 第1回申請対象施設について、直下 P S 検層データの S 波速度または P 波速度が、設計用地盤モデルに考慮しているばらつき幅 ($\pm 1\sigma$) をいずれかの深度で超える建物・構築物の抽出結果と、影響評価対象施設としての選定結果を示す。
- 第1回申請対象施設である燃料加工建屋、安全冷却水B冷却塔及び安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネットについては、支持地盤において直下PS検層データが設計用地盤モデルに考慮しているばらつき幅 ($\pm 1\sigma$) を超えることから、影響評価対象施設として選定する。
- 後次回申請対象施設についても同様に直下PS検層データの数値構造を確認し、影響評価対象施設の選定を実施する方針とする。なお、確認にあたっては、支持地盤だけでなく表層地盤についても速度構造の比較を実施することとする。

影響評価対象施設の選定結果 (第1回申請対象施設)

分類	建物・構築物名称	設置地盤	直下 or 近傍	直下PS検層孔名称					備考	影響評価対象施設の選定	
				1	2	3	4	5		速度構造に乖離があるか	影響評価対象施設の選定結果
Sクラス施設またはSクラス施設の間接支持構造物	燃料加工建屋	東側地盤	直下	g-3	N-f	ḡ-f	N6-f̄	g-d̄	-	乖離がある	評価対象
	安全冷却水B冷却塔	中央地盤	近傍	L-4					制御建屋の直下PS検層孔を参照	乖離がある	評価対象
上位クラス施設等への波及的影響を考慮する施設	安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット	中央地盤	近傍	L-4					制御建屋の直下PS検層孔を参照	乖離がある	評価対象



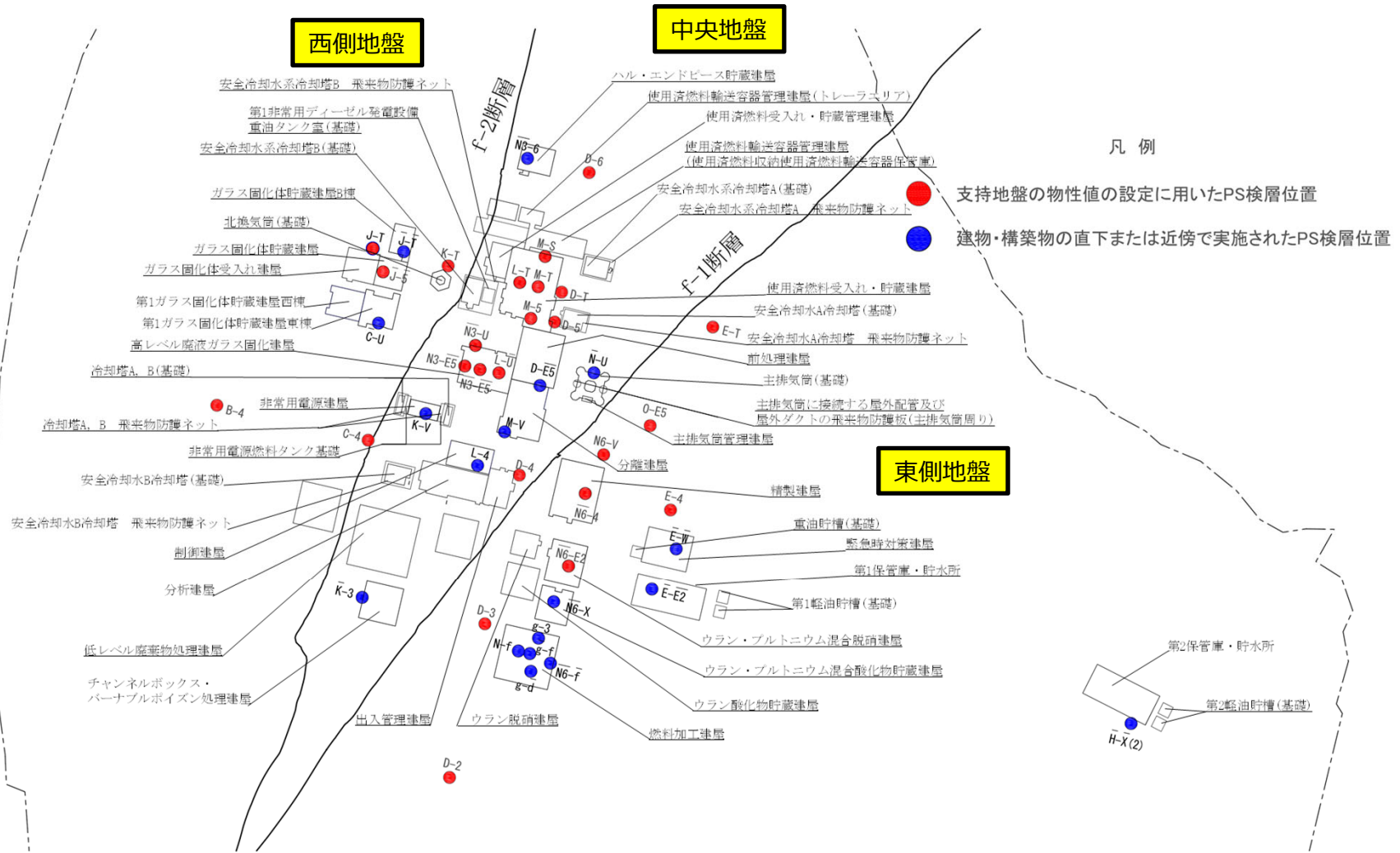
燃料加工建屋の直下PS検層孔における速度構造

安全冷却水B冷却塔、同飛来物防護ネットの直下PS検層孔における速度構造

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (10) 直下PS検層データを用いた耐震評価に係る確認項目

R3.5.25
資料1
P21 再掲

■ 直下PS検層データの位置



設計用地盤モデル(支持地盤)の作成に用いたPS検層位置及び直下PS検層結果が得られているボーリング調査孔の位置

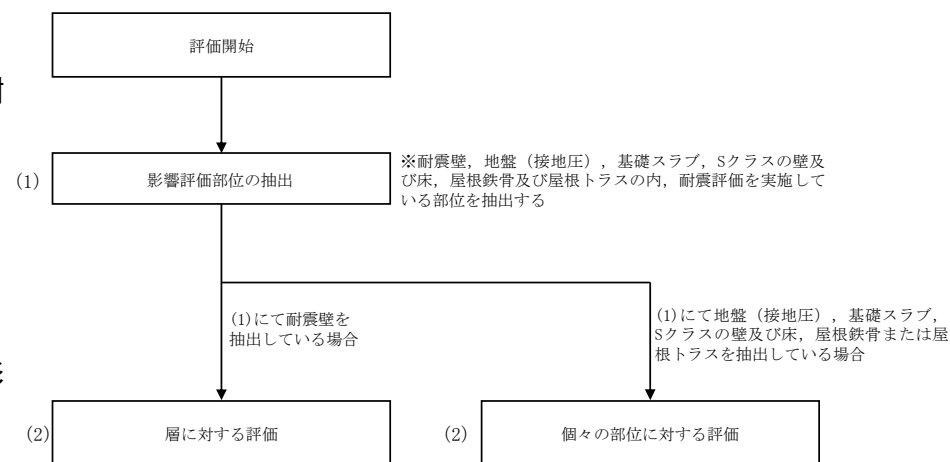
3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (10) 直下PS検層データを用いた耐震評価に係る確認項目 (建物・構築物)

■ 直下PS検層データを用いた耐震評価の方針

- 建物・構築物の耐震影響評価は、直下地盤モデルを用いた地震応答解析結果のうち、耐震性に影響の大きい地震動に対して行う。
- 建物・構築物について、主要な耐震部材である耐震壁については「直下地盤モデル」の応答値の最大せん断ひずみが許容限界 (2.0×10^{-3}) 以内であること及び、その他評価部位 (Sクラス部位, 基礎スラブ) については「直下地盤モデル」の応答値を「設計用地盤モデル」の応答値で除した際に求められる応答倍率を「設計用地盤モデル」の最大の検定値 (発生値/許容値) に乗じ、その際の検定値が1.0以下であることを確認。検定値が1.0を超える場合は、別途詳細評価を行い、検定値が1.0以下であることを確認することにより、耐震評価上、安全上支障が無いことを示す。

■ 直下PS検層データを用いた耐震評価の内容

- まず、影響評価部位の抽出を行う。影響評価部位としては、申請対象の建物・構築物において、耐震評価を実施している部位とする。具体的には、耐震評価は層に対する評価として耐震壁、個々の部位に対する評価として地盤 (接地圧), 基礎スラブ, Sクラスの壁, Sクラスの床, 屋根鉄骨及び屋根トラスに対して実施している。そのため、影響評価部位としてはこれらの部位の中で、各建物・構築物で耐震評価を実施している部位を抽出する。 (フロー図 (1))
- 次に、フロー図の (1) で抽出した部位に対して、直下地盤モデルを用いた地震応答解析結果に基づく影響評価を行う。影響評価については、影響評価部位に応じて、層に対する評価と、個々の部位に対する評価について実施する。 (フロー図 (2))

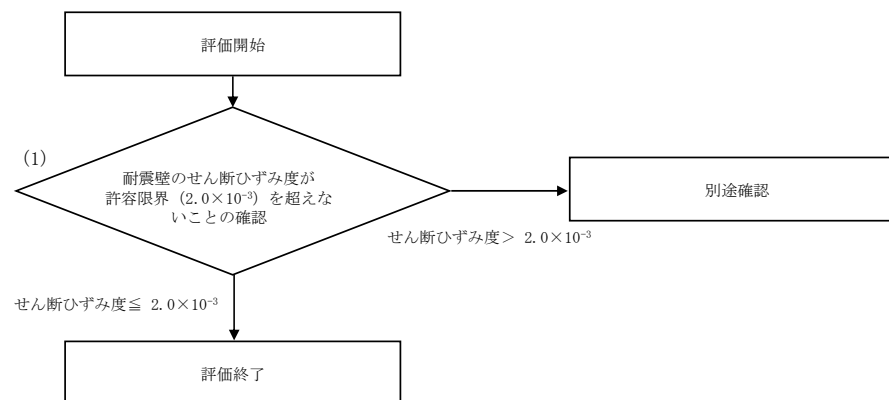


直下PS検層データを用いた耐震評価フロー

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (10) 直下PS検層データを用いた耐震評価に係る確認項目 (建物・構築物)

■ 層に対する評価

- 層に対する評価としては、耐震壁についてSs地震時及び1.2×Ss地震時に対して、各層の最大せん断ひずみ度に対する評価を行っている。そのため、Ss地震時及び1.2×Ss地震時に対して直下PS検層データを考慮した地震応答解析を実施し、各層の最大せん断ひずみ度が許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認する。



層に対する評価フロー

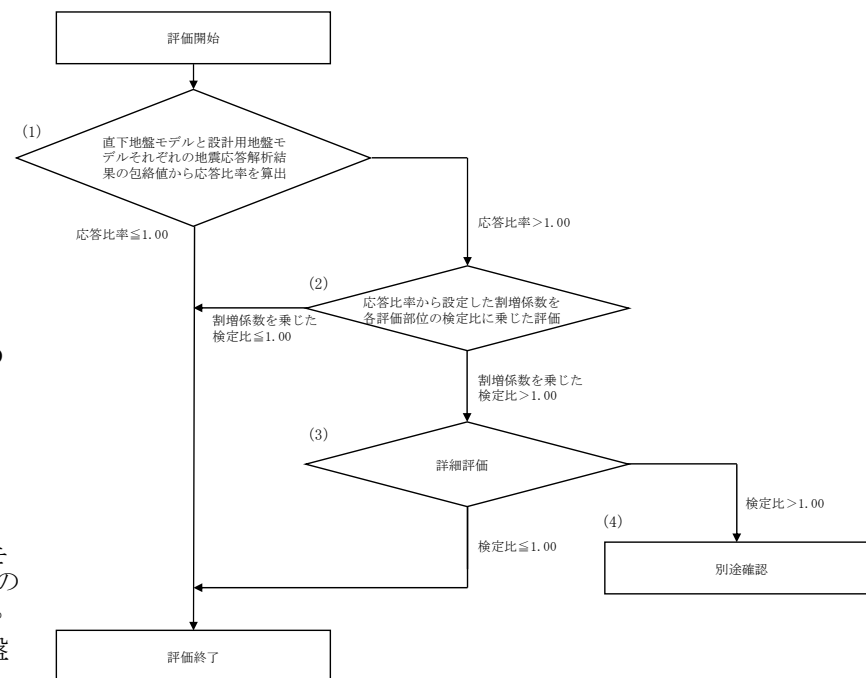
■ 個々の部位に対する評価

- 直下地盤モデルを用いた地震応答解析による最大応答値と、設計用地盤モデルを用いた地震応答解析による最大応答値を比較し、直下地盤モデルによる応答比率を算出し、応答比率が1.00以内に収まっているかどうかを確認する。
- なお、応答比率は、各評価対象部位に対し、評価部位の位置及び評価に用いる荷重等の種類を踏まえて算定する。
- 個々の部位に対する評価としては、各計算書に示す評価対象部位の耐震評価結果に割増係数を乗じて評価を行うことを基本とし、検定比が1.0を超えないことを確認する。
- 評価に用いる割増係数は、設計用地盤モデルを用いた地震応答解析結果と直下地盤モデルを用いた地震応答解析結果による応答比率から算出することとする。

$$\text{応答比率} = \frac{\text{直下地盤モデルを用いた地震応答解析結果の包絡値}^{*1}}{\text{設計用地盤モデルを用いた地震応答解析結果の包絡値}^{*2}}$$

*1：基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースの直下地盤モデルを用いた地震応答解析結果における包絡値とするが、現段階での評価としては建屋応答にクリティカルな地震波を選定して評価する。

*2：基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースの設計用地盤モデルを用いた地震応答解析結果における包絡値とする。



個々の部位に対する評価フロー

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (11) 直下地盤モデルの作成結果 (燃料加工建屋)

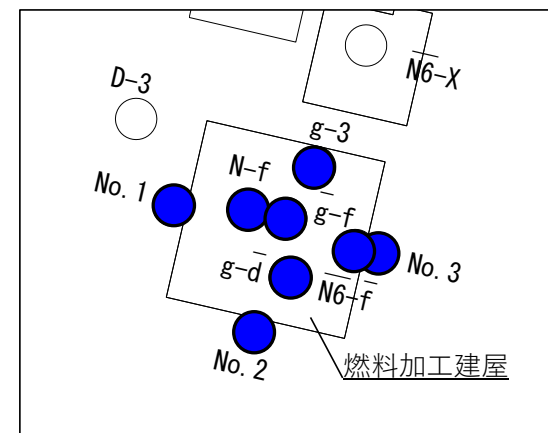
■燃料加工建屋の直下地盤モデルの作成

【支持地盤】

- 支持地盤の物性値の設定において、燃料加工建屋には直下PS検層データが複数孔あることから、前述の直下地盤モデルの作成方針に従い、設計用地盤モデルの物性値の設定方法と同じ手法により、複数の直下PS検層データに基づき、S波速度及びP波速度について、基本ケースとして平均値を、地盤物性のばらつきケースとして平均値 $\pm 1\sigma$ を設定する。
- 支持地盤のひずみ依存特性については、支持地盤の岩種ごとに剛性低下率及び減衰定数の傾向が異なるため、直下PS検層データの地質柱状図の速度境界間を占める主な岩種を確認し、岩種ごとの繰返し三軸圧縮試験結果に基づくひずみ依存特性を設定する。
- なお、支持地盤の物性値の設定に用いるS波速度及びP波速度は、右図に示す燃料加工建屋の直下PS検層データ位置図のうち、解放基盤表面 (T.M.S.L.-70m) 以深まで支持地盤の物性が得られている5箇所 (g-3孔, N-f孔, g-f孔, g-d孔, N6-f孔) のデータを用いる。

【表層地盤】

- 表層地盤の物性値の設定においても、支持地盤同様に、設計用地盤モデルの物性値の設定方法と同じ手法により、複数の直下PS検層データに基づき、S波速度及びP波速度について、基本ケースとして平均値を、ばらつきケースとして平均値 $\pm 1\sigma$ を設定する。
- 表層地盤のひずみ依存特性については、造成盛土及び六ヶ所層それぞれについて、直下ボーリングにおける繰返し三軸圧縮試験結果に基づくひずみ依存特性を設定する。
- なお、表層地盤の物性値設定に用いるS波速度及びP波速度は、第3.1-1図の燃料加工建屋の直下PS検層データ位置図のうち、表層地盤の物性が得られている7箇所 (g-3孔, N-f孔, g-d孔, N6-f孔, No.1孔, No.2孔, No.3孔) のデータを用いる。



● : 直下地盤モデル作成に用いる直下PS検層データ
燃料加工建屋の直下地盤モデル作成に用いる
直下PS検層データの位置図

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (11) 直下地盤モデルの作成結果 (燃料加工建屋)

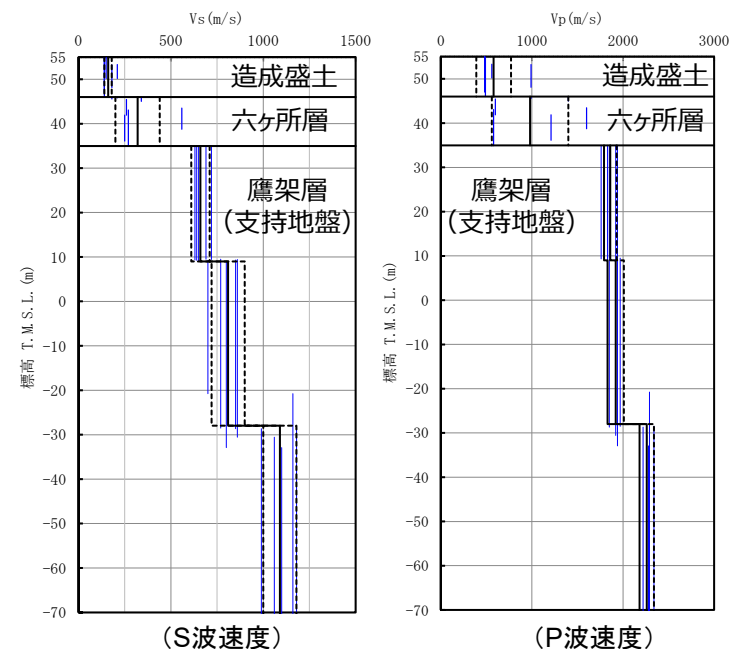
■燃料加工建屋の直下地盤モデルの作成結果

- ▶ 燃料加工建屋の直下地盤モデルは、直下PS検層データに基づき、設計用地盤モデル（支持地盤）と同じ手法により、層境界及び速度構造を算定した。
- ▶ 表層地盤について、建屋近傍地盤の岩種の分布状況を踏まえ、六ヶ所層と造成盛土の境界レベルをT.M.S.L.46.0mに、六ヶ所層と鷹架層の境界レベルをT.M.S.L.35.0mに設定した。
- ▶ 燃料加工建屋の直下PS検層データによれば、いずれのボーリング孔においてもT.M.S.L.-49.0mに速度境界は認められないが、次頁に示す直下ボーリング孔における岩種との対応関係において軽石質砂岩と細粒砂岩の境界が認められることを踏まえ、ひずみ依存特性を考慮するための層境界を設定している。
- ▶ さらに、直下地盤モデルに考慮するばらつきとして、直下PS検層データに基づく平均値±1σを考慮した。

燃料加工建屋の直下地盤モデル

標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0 - \gamma$	減衰定数 $h - \gamma$
▽地表面						
55.0	造成盛土	15.7	160	580	* 1	
46.0	六ヶ所層	16.5	320	980	* 2	
35.0						
▽基礎スラブ底面						
31.53	軽石凝灰岩	15.3	660	1860	* 3	
9.0		15.6	810	1920		
-28.0	軽石質砂岩	18.2	1090	2260	* 4	
-49.0	細粒砂岩					
▽解放基礎表面						
-70.0	細粒砂岩	18.2	1090	2260	—	

- * 1：造成盛土のひずみ依存特性を設定する。
- * 2：六ヶ所層のひずみ依存特性を設定する。
- * 3：軽石凝灰岩のひずみ依存特性を設定する。
- * 4：軽石質砂岩のひずみ依存特性を設定する。
- * 5：細粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。



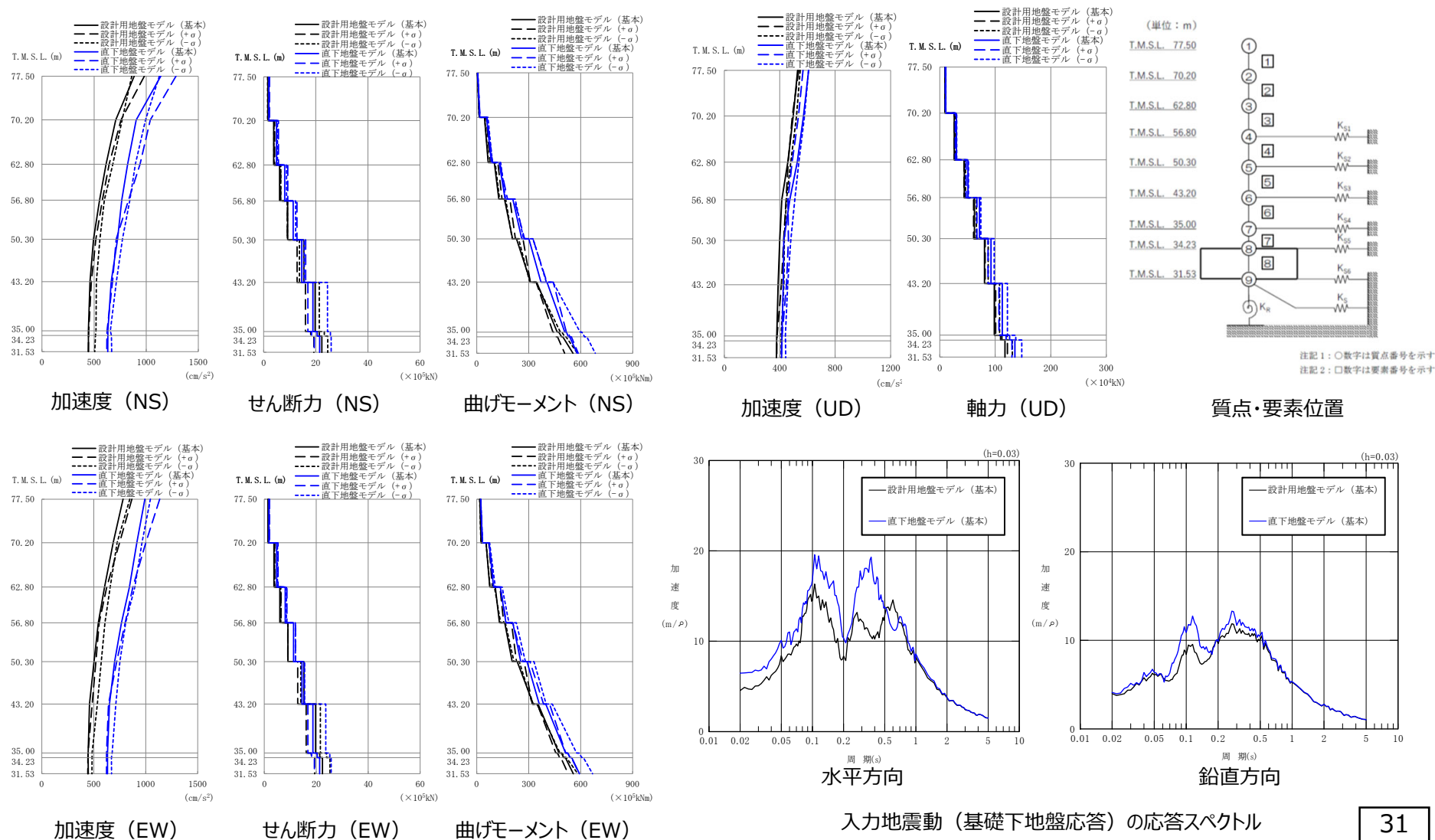
燃料加工建屋の直下PS検層データと
直下地盤モデルの速度構造
(黒線: 直下地盤モデル, 青線)

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定

(12) 直下PS検層データを用いた地震応答解析結果 (燃料加工建屋)

■ 直下PS検層データを用いた地震応答解析結果

➤ 地震応答解析より得られた燃料加工建屋の最大応答値について、設計用地盤モデルによる解析結果と直下地盤モデルによる解析結果の比較を下図に示す。(本資料では代表として基準地震動Ss-Aによる結果を示す。)



3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (13) 直下PS検層データを用いた耐震評価結果 (燃料加工建屋)

■直下PS検層データを用いた耐震評価結果 (概要)

- ▶ 下表に、燃料加工建屋に対する直下地盤PS検層データを用いた耐震評価結果の概要を示す。
- ▶ 燃料加工建屋の各部位について、直下地盤モデルを用いた場合であっても、耐震評価上、安全上支障は無いことを確認した。
- ▶ 次頁以降に、燃料加工建屋に対する各部位の耐震評価結果の詳細を示す。

燃料加工建屋に対する耐震評価結果のまとめ

建物・構築物名称	検討対象部位	評価内容	検討対象地震動	評価に用いる指標	概略評価結果
燃料加工建屋	耐震壁	層に対する評価	Ss	直下地盤を用いた地震応答解析結果における最大せん断ひずみ度	許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認
			1.2Ss	直下地盤を用いた地震応答解析結果における最大せん断ひずみ度	許容限界 (2.0×10^{-3}) を超えないことを確認
	地盤 (接地圧)	個々の部位に対する評価	Ss	曲げモーメント及び軸力の応答比率	検定比が1.0を超えないことを確認
	基礎スラブ	個々の部位に対する評価	Ss	せん断力、曲げモーメント及び軸力に対する応答比率	検定比が1.0を超えないことを確認
	重要区域の壁	個々の部位に対する評価	Ss	上記耐震壁の評価で代表	耐震壁のSsに対する評価で代表
			Sd	せん断力による応答比率 曲げモーメント及び軸力に対する応答比率	検定比が1.0を超えないことを確認
	重要区域の床	個々の部位に対する評価	Ss	鉛直方向の最大応答加速度の応答比率	検定比が1.0を超えないことを確認
			Sd	上記Ssによる評価で代表	重要区域の床のSsによる評価で代表

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (13) 直下PS検層データを用いた耐震評価結果 (燃料加工建屋)

■耐震壁

- 耐震壁については、Ss地震時及び1.2×Ss時に対する評価として、せん断ひずみ度が最も大きくなる層の最大せん断ひずみ度が許容限界(2.00×10⁻³)を超えないことを確認した。
- 燃料加工建屋の耐震壁において、直下地盤モデルを用いた場合のせん断ひずみ度は、最大で1.08×10⁻³(地下3階壁)であり、許容限界(2.00×10⁻³)以内であることから、耐震評価上、安全上支障は無いことを確認した。

■地盤 (接地圧)

- 地盤 (接地圧) については、Ss地震時に対する評価として、水平地震力 (曲げモーメント) 及び鉛直地震力 (軸力) の組合せにより算出していることから、基礎スラブが位置するT.M.S.L.31.53m~34.23m (要素番号8) の基準地震動Ssに対する最大応答曲げモーメント及び軸力の応答比率について整理した。
- 応答比率が1.00を超えていることから、割増係数を用いた影響確認を行った。割増係数は応答比率の最大値である1.130とする。
- 割増係数を用いた影響確認の結果、接地圧に対しては直下地盤モデルによる割増係数を考慮しても、検定比が1.0を超えないことから、耐震評価上、安全上支障は無いことを確認した。

評価に用いる応答比率と耐震評価要否

要素番号	応答種別	最大応答値		応答比率 (②/①)	評価要否
		①設計用地盤モデル*1	②直下地盤モデル*2		
8	曲げ(NS) (×10 ⁵ kNm)	720.46	788.06	1.094	要
	曲げ(EW) (×10 ⁵ kNm)	731.93	816.55	1.116	
	軸力(UD) (×10 ⁴ kN)	130.75	147.74	1.130	

*1: 基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースの設計用地盤モデルを用いた地震応答解析結果における包絡値とする。
*2: 現段階では、基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースにおける、選定した地震波についての包絡値
*3: 赤字は応答比率の最大値を示す。

直下PS検層データを用いた地盤 (接地圧) の評価結果

方向	最大接地圧 (kN/m ²)	極限支持力度 (kN/m ²)	検定比 ①	割増係数 ②	①×② 検定比	判定
NS	1229	38800	0.032	1.130	0.037	OK
EW	1231		0.032		0.037	OK

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (13) 直下PS検層データを用いた耐震評価結果 (燃料加工建屋)

■基礎スラブ

- 基礎スラブについては、Ss地震時に対する評価として、上部構造からの水平地震力（せん断力及び曲げモーメント）及び鉛直地震力（軸力）の組合せ応力を考慮することから、基礎スラブ上層T.M.S.L.34.23m～35.00m（要素番号7）の最大応答せん断力、曲げモーメント及び軸力の応答比率について整理した。
- 応答比率が1.00を超えていることから、割増係数を用いた影響確認を行った。割増係数は応答比率の最大値である1.130とする。
- ここで、設計用地盤モデルの地震応答解析結果から設定している地震荷重は、せん断力及び曲げモーメントについてはSs-C1で決まっており、軸力についてはSs-Aで決まっている。そこで、Ss-A及びSs-C1の個々の設計用地盤モデルの地震応答解析結果から得られた地震荷重に対する検定比に対して、割増係数を乗じる影響確認を行うこととする。影響確認はより厳しい評価となる水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた入力に対する検定比に対して行った。
- 割増係数を用いた影響確認の結果、基礎スラブに対しては直下地盤モデルによる割増係数を考慮しても、検定比が1.0を超えないことから、耐震評価上、安全上支障は無いことを確認した。

評価に用いる応答比率と耐震評価要否

要素番号	応答種別	最大応答値		応答比率 (②/①)	評価 要否
		①設計用地盤 モデル*1	②直下地盤 モデル*2		
7	せん断(NS) ($\times 10^5$ kN)	29.10	29.94	1.029	要
	せん断(EW) ($\times 10^5$ kN)	29.02	31.50	1.086	
	曲げ(NS) ($\times 10^5$ kNm)	635.13	696.30	1.097	
	曲げ(EW) ($\times 10^5$ kNm)	644.06	720.70	1.119	
	軸力(UD) ($\times 10^4$ kN)	121.26	136.94	1.130*3	

*1：基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースの設計用地盤モデルを用いた地震応答解析結果における包絡値とする。
 *2：現段階では、基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースにおける、選定した地震波についての包絡値
 *3：赤字は応答比率の最大値を示す。

軸力及び曲げモーメントに対する評価

方向	発生曲げ モーメント (kN· m/m)	許容値 (kN· m/m)	検定比 ①	割増 係数 ②	①×② 検定比	判定
NS	14727	26450	0.557	1.130	0.630	OK
EW	2782	6283	0.443		0.501	OK

面外せん断力に対する評価

方向	地震波	発生面外 せん断力 (kN/m)	許容値 (kN/m)	検定比 ①*	割増 係数 ②	①×② 検定比	判定
NS	Ss-A	4523	6890	0.657	1.130	0.743	OK
	Ss-C1	6007	7815	0.769		0.869	OK
EW	Ss-A	4866	7528	0.647	1.130	0.732	OK
	Ss-C1	6515	7711	0.845		0.955	OK

*：「検定比①」については、全波包絡荷重に対する検定比を用いるのが基本であるが、水平方向と鉛直方向の応答が大きい波ごとの応力解析結果（検定比）を用いる。

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (13) 直下PS検層データを用いた耐震評価結果 (燃料加工建屋)

■重要区域の壁

- ▶ 重要区域の壁は、弾性設計用地震動Sdによる地震力又は静的地震力のいずれか大きい方の地震力に対して、水平地震力（せん断力及び曲げモーメント）及び鉛直地震力（軸力）の組合せ応力を考慮しており、せん断力による鉄筋の応力度と、軸力及び曲げモーメントによる鉄筋の応力度について評価を行っている。そのため、重要区域の壁が位置するT.M.S.L.35.00m～50.30m（要素番号5～要素番号6）のせん断力に対する応答比率と、軸力及び曲げモーメントに対する応答比率について整理した。
- ▶ 応答比率が1.00を超えていることから、割増係数を用いた影響確認を行った。
- ▶ 割増係数を用いた影響確認の結果、重要区域の壁に対しては耐震計算書に示す応力評価結果に割増係数を乗じた場合においても、検定比が1.0を超えないことから、耐震評価上、安全上支障は無いことを確認した。

評価に用いる応答比率と耐震評価要否

要素番号	方向及び評価項目	応答種別	最大応答値		応答比率(②/①)	評価要否	
			①設計用地盤モデル*1	②直下地盤モデル*2			
5	NS	せん断	せん断(NS) ($\times 10^5$ kN)	10.53	14.99	1.424*3	要
		軸曲げ	曲げ(NS) ($\times 10^5$ kNm)	229.52	272.73	1.189*3	
	EW	せん断	軸力(UD) ($\times 10^4$ kN)	43.79	48.92	1.118	要
			せん断(EW) ($\times 10^5$ kN)	10.42	14.87	1.428*3	
		軸曲げ	曲げ(EW) ($\times 10^5$ kNm)	228.08	274.53	1.204*3	
		軸力(UD) ($\times 10^4$ kN)	43.79	48.92	1.118		

重要区域の壁に対する評価

要素番号	方向	評価鉄筋	解析結果		割増係数を考慮した解析結果		許容値		検定比	判定
			${}_s\sigma_t$ (N/mm ²)	${}_s\sigma_s$ (N/mm ²)	上段: ${}_s\sigma_t$ (N/mm ²) (下段:割増係数)	上段: ${}_s\sigma_s$ (N/mm ²) (下段:割増係数)	f_t (N/mm ²)	${}_s f_t$ (N/mm ²)		
5	NS	水平	-	184.6	-	262.9 (1.424)	345	345	0.763	OK
		鉛直	0.0	184.6	0 (1.189)	262.9 (1.424)	345	345	0.763	OK
	EW	水平	-	211.6	-	302.2 (1.428)	345	345	0.876	OK
		鉛直	26.6	141.1	32.1 (1.204)	201.5 (1.428)	345	345	0.678	OK
6	NS	水平	-	230.4	-	275.8 (1.197)	345	345	0.800	OK
		鉛直	105.6	172.8	124.7 (1.180)	206.9 (1.197)	345	345	0.962	OK
	EW	水平	-	183.5	-	219.5 (1.196)	345	345	0.637	OK
		鉛直	87.0	183.5	103.8 (1.193)	219.5 (1.196)	345	345	0.938	OK

*1: 基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースの設計用地盤モデルを用いた地震応答解析結果における包絡値とする。
*2: 現段階では、基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースにおける、選定した地震波についての包絡値
*3: 赤字は応答比率の最大値を示す。

${}_s\sigma_t$: 軸力及び曲げモーメントにより生じる鉄筋引張応力度
 ${}_s\sigma_s$: せん断力により生じる鉄筋引張応力度
 f_t : 鉄筋の短期許容引張応力度
 ${}_s f_t$: 鉄筋のせん断補強用短期許容引張応力度
検定比: ${}_s\sigma_t/f_t + {}_s\sigma_s/{}_s f_t$

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (13) 直下PS検層データを用いた耐震評価結果 (燃料加工建屋)

■重要区域の床

- ▶ 重要区域の床は、基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdに対して鉛直方向の地震荷重として慣性力を考慮することから、重要区域の床が位置するT.M.S.L.35.00m～50.30m（質点番号5～質点番号7）の鉛直方向の最大応答加速度の応答比率を整理する。なお、耐震計算書においてはSs地震時及びSd地震時ともに評価の判定値が同じであることから、Ss地震時に対してのみ評価を行っているため、応答比率についてもSs地震時の応答に対して算出する。
- ▶ 応答比率が1.00を超えていることから、割増係数を用いた影響確認を行う。割増係数は応答比率の最大値である1.107とする。
- ▶ 割増係数を用いた影響確認の結果、重要区域の床に対しては耐震計算書に示す応力評価結果に割増係数を乗じた場合においても、検定比が1.0を超えないことから、耐震評価上、安全上支障は無いことを確認した。

評価に用いる応答比率と耐震評価要否

T.M.S.L. (m)	質点 番号	最大応答加速度 (鉛直方向) (cm/s ²)		応答比率 (②/①)	割増係数を 乗じた評価 の要否
		①設計用地盤 モデル*1	②直下地盤 モデル*2		
50.30	5	433	479	1.107*3	要
43.20	6	430	458	1.066	
35.00	7	410	441	1.076	

*1：基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースの設計用地盤モデルを用いた地震応答解析結果における包絡値とする。
*2：現段階では、基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースにおける、選定した地震波についての包絡値
*3：赤字は応答比率の最大値を示す。

重要区域の床に対する評価

方向		NS	EW
部位	標高	T.M.S.L. 43.20m	
曲げ モーメント	発生曲げモーメント M (kN・m)	127	181
	短期許容曲げモーメント M _A (kN・m)	221	230
	検定比 M/M _A ①	0.575	0.787
	割増係数 ②	1.107	
	①×② 検定比	0.637	0.872
判定		OK	OK
せん断力	発生面外せん断力 Q (kN)	193	206
	許容せん断力の割増し係数 α	1.0	1.0
	短期許容面外せん断力 Q _A (kN)	528	548
	検定比 Q/Q _A ①	0.366	0.376
	割増係数 ②	1.107	
①×② 検定比	0.406	0.417	
判定		OK	OK

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (14) 直下地盤モデルの作成結果 (安全冷却水B冷却塔)

■ 安全冷却水B冷却塔基礎の直下地盤モデルの作成結果

- 安全冷却水B冷却塔は直下にPS検層データがないことから、安全冷却水B冷却塔直下の地下構造と概ね同様の地下構造であることを確認した上で、近傍のPS検層データとして制御建屋の直下のPS検層 (L-4孔) を直下地盤モデルの作成に用いるPS検層データとして選定した。
- 安全冷却水B冷却塔の直下地盤モデルは、直下PS検層データが1孔のため、S波速度及びP波速度について、基本ケースとして直下PS検層データのS波速度及びP波速度を設定し、地盤物性のばらつきケースとして設計用地盤モデル (中央地盤) のS波速度及びP波速度それぞれの変動係数 ([変動係数]=[標準偏差]÷[平均値]) から定めた標準偏差 (±1σ) を設定した。
- 支持地盤のひずみ依存特性については、支持地盤の岩種ごとに剛性低下率及び減衰定数の傾向が異なるため、直下PS検層データの岩種を確認し、岩種ごとの繰返し三軸圧縮試験結果に基づくひずみ依存特性を設定した。



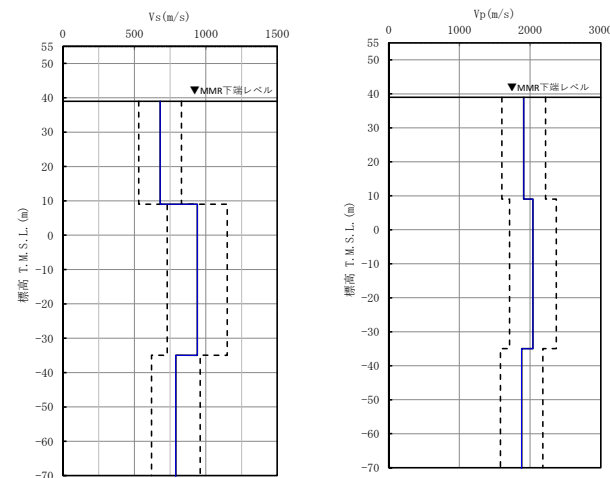
● : 直下地盤モデル作成に用いる直下PS検層データ

安全冷却水B冷却塔の直下地盤モデル作成に用いる直下PS検層データの位置図

安全冷却水B冷却塔の直下地盤モデル

標高 T. M. S. L. (m)	岩種	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	S波速度 V_s (m/s)	P波速度 V_p (m/s)	剛性低下率 $G/G_0 - \gamma$	減衰定数 $h - \gamma$
▽基礎スラブ底面						
▽MMR下端レベル	MMR	*1	*1	*1		*1
39.00	細粒砂岩	18.3	680	1910		*2
36.72	粗粒砂岩					*3
36.22	細粒砂岩					*2
17.90	粗粒砂岩					*3
17.56	細粒砂岩	18.1	940	2040		*2
9.02	細粒砂岩					
-34.98	泥岩 (下部層)	16.9	790	1880		*4
▽解放基礎表面	泥岩 (下部層)	16.9	790	1880		-

- *1 : 支持地盤相当の岩盤に支持されているとみなし、MMR直下の支持地盤の物性値を設定する。
- *2 : 第4.2-2図に示す細粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。
- *3 : 第4.2-3図に示す粗粒砂岩のひずみ依存特性を設定する。
- *4 : 第4.2-4図に示す泥岩 (下部層) のひずみ依存特性を設定する。



(S波速度)

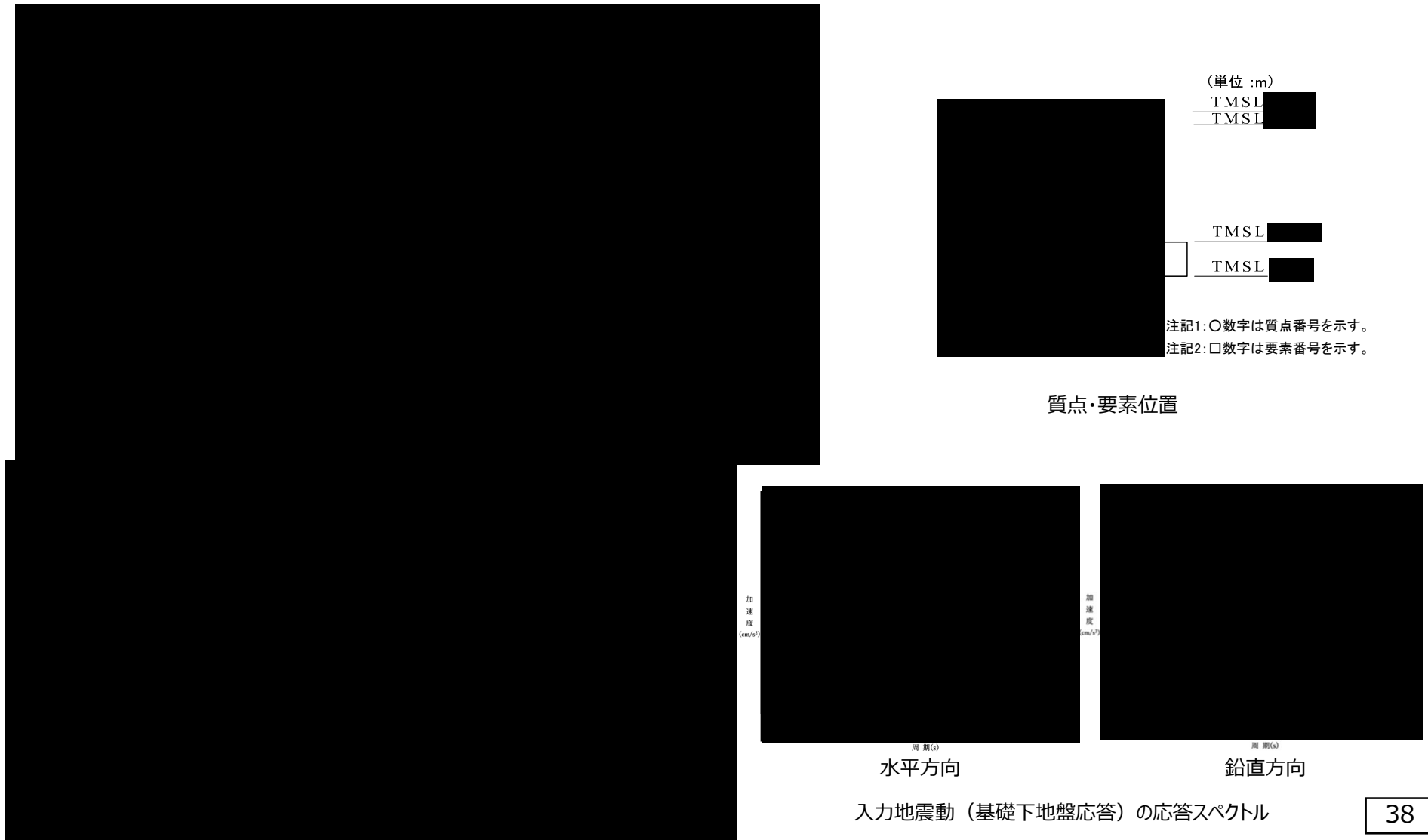
(P波速度)

安全冷却水B冷却塔の直下PS検層データと直下地盤モデルの速度構造

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (15) 直下PS検層データを用いた地震応答解析結果 (安全冷却水B冷却塔)

■ 直下PS検層データを用いた地震応答解析結果

- 地震応答解析より得られた燃料加工建屋の最大応答値について、設計用地盤モデルによる解析結果と直下地盤モデルによる解析結果の比較を下図に示す。(本資料では代表として基準地震動Ss-Aによる結果を示す。)



3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (16) 直下PS検層データを用いた耐震評価結果 (安全冷却水B冷却塔基礎)

■ 直下PS検層データを用いた耐震評価結果 (概要)

- 下表に、安全冷却水B冷却塔基礎に対する直下地盤PS検層データを用いた耐震評価結果の概要を示す。
- 安全冷却水B冷却塔基礎の各部位について、直下地盤モデルを用いた場合であっても、耐震評価上、安全上支障は無いことを確認した。
- 次頁以降に、安全冷却水B冷却塔基礎に対する各部位の耐震評価結果の詳細を示す。

安全冷却水B冷却塔基礎に対する耐震評価結果のまとめ

建物・構築物名称	検討対象部位	評価内容	検討対象地震動	評価に用いる指標	概略評価結果
安全冷却水B冷却塔基礎	地盤 (接地圧)	個々の部位に対する評価	Ss	曲げモーメント及び軸力の応答比率	検定比が1.0を超えないことを確認
	基礎スラブ	個々の部位に対する評価	Ss	せん断力, 曲げモーメント及び軸力に対する応答比率	検定比が1.0を超えないことを確認

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (16) 直下PS検層データを用いた耐震評価結果 (安全冷却水B冷却塔基礎)

■地盤 (接地圧)

- 地盤 (接地圧) については、Ss地震時に対する評価として、水平地震力 (曲げモーメント) 及び鉛直地震力 (軸力) の組合せにより算出していることから、基礎スラブが位置するT.M.S.L. [redacted] m～ [redacted] m (要素番号3) の基準地震動Ssに対する最大応答曲げモーメント及び軸力の応答比率について整理した。



評価に用いる応答比率と耐震評価要否

要素番号	応答種別	最大応答値		応答比率 (②/①)	評価要否
		①設計用地盤モデル*1	②直下地盤モデル*2		
3	曲げ(NS) ($\times 10^4$ kNm)	[redacted]		[redacted]	要
	曲げ(EW) ($\times 10^4$ kNm)	[redacted]			
	軸力(UD) ($\times 10^3$ kN)	[redacted]			

*1: 基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースの設計用地盤モデルを用いた地震応答解析結果における包絡値とする。
*2: 現段階では、基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースにおける、選定した地震波についての包絡値
*3: 赤字は応答比率の最大値を示す。

直下PS検層データを用いた地盤 (接地圧) の評価結果

	最大接地圧 (kN/m ²)	極限支持力度 (kN/m ²)	検定比 ①	割増係数②	①×② 検定比	判定
NS	[redacted]				[redacted]	OK
EW	[redacted]				[redacted]	OK

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (16) 直下PS検層データを用いた耐震評価結果 (安全冷却水B冷却塔基礎)

■基礎スラブ

➤ 基礎スラブは、Ss地震時に対する評価として、上部構造からの水平地震力（せん断力及び曲げモーメント）及び鉛直地震力（軸力）の組合せ応力を考慮することから、基礎スラブ上層T.M.S.L. []m～[]m（要素番号1）及びT.M.S.L. []m～[]m（要素番号2）の最大応答せん断力、曲げモーメント及び軸力の応答比率について整理した。

- [REDACTED]
- [REDACTED]
- [REDACTED]

評価に用いる応答比率と耐震評価要否

要素番号	応答種別	最大応答値		応答比率 (②/①)	割増係数を乗じた評価の要否
		①設計用地盤モデル*1	②直下地盤モデル*2		
1	せん断(NS) ($\times 10^3$ kN)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	要
	せん断(EW) ($\times 10^3$ kN)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
	曲げ(NS) ($\times 10^4$ kNm)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
	曲げ(EW) ($\times 10^4$ kNm)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
	軸力(UD) ($\times 10^3$ kN)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
2	せん断(NS) ($\times 10^3$ kN)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	要
	せん断(EW) ($\times 10^3$ kN)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
	曲げ(NS) ($\times 10^4$ kNm)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
	曲げ(EW) ($\times 10^4$ kNm)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	
	軸力(UD) ($\times 10^3$ kN)	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	

*1：基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースの設計用地盤モデルを用いた地震応答解析結果における包絡値とする。
 *2：現段階では、基本ケース及び地盤物性のばらつきを考慮したケースにおける、選定した地震波についての包絡値
 *3：赤字は応答比率の最大値を示す。

軸力及び曲げモーメントに対する評価

方向	発生曲げモーメント (kN・m/m)	許容値 (kN・m/m)	検定比 ①	割増係数 ②	①×② 検定比	判定
NS	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	OK
EW	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	OK

面外せん断力に対する評価

方向	発生面外せん断力 (kN/m)	許容値 (kN/m)	検定比 ①	割増係数 ②	①×② 検定比	判定
NS	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	OK
EW	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	[REDACTED]	OK

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (17) 直下PS検層データを用いた耐震評価に係る確認項目 (飛来物防護ネット)

補足説明資料 (安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット)
【耐震建物24_竜巻防護対策設備の直下地盤モデルを用いた影響評価について】
上記の資料をヒアリングにて説明後、本資料に展開する

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定
(18) 直下PS検層データを用いた耐震評価に係る確認項目 (機器・配管系)

補足説明資料 (安全冷却水B冷却塔)
【耐震機電20_直下地盤モデルを用いた影響評価について】
上記の資料をヒアリングにて説明後、本資料に展開する

3. 技術的内容に係る説明 ① 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (19) 今回設工認への反映の考え方

R3.5.25
資料1
P28 加除修正

- 以下の確認結果をもって、「設計用地盤モデル」を、今回設工認の添付書類における各施設の地震応答計算書に記載する入力地震動の算定に用いる地盤モデルとする。
 - 設計用地盤モデルの設定に用いるデータの選定や物性値の算定方法の考え方について妥当性を示すことにより、設計用地盤モデルの設定の考え方が適切であることを確認した。
 - 地震観測記録を用いたシミュレーション解析により、設計用地盤モデルによる地震波の伝播特性が適切に設定されていることを確認した。
 - 建物・構築物の直下PS検層データにおいて、その速度構造が設計用地盤モデルにおいて考慮している地盤物性のばらつき幅を超えるデータが得られていることについて、建物・構築物の直下PS検層データを用いた耐震評価により、施設の耐震評価における検定値または応力比が1.0を超えず、耐震性に影響が無いことを確認した。
 - また、直下PS検層データに基づく影響評価については、評価方針について今回設工認の添付書類における基本方針に記載するとともに、評価結果に対して各施設の耐震性に影響が無いことを確認し、今回設工認における添付書類※として、影響評価結果を記載する方針とする。
 - 2020年12月24日に第1回申請を実施した燃料加工建屋、安全冷却水B冷却塔及び安全冷却水B冷却塔飛来物防護ネットについては、上記方針に従い、第1回申請において直下地盤モデルを用いた影響評価結果を添付書類※に記載する。
 - 後次回申請対象施設については、第1回申請における説明において、各建物・構築物において参照する直下PS検層データと設計用地盤モデルとの速度構造の照合と、影響評価対象施設としての選定結果まで示し、影響評価結果については、各建物・構築物の申請回次にて示す。
- ※ 「再処理施設の耐震性に関する計算書」及び「加工施設の耐震性に関する計算書」の別添を基本とするが、影響評価結果が設計に与える影響度合いに応じて、施設ごとに記載箇所について検討する。

② 設計用地下水位の設定

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水水位の設定 審査会合における指摘事項

■ 本日の説明内容

- 建物・構築物の設計用地下水水位の設定に関する内容について、これまでの審査会合での指摘を踏まえた対応方針について示す。

No.	審査会合日	指摘事項	対応方針
1	2021.3.15	地下水排水設備に要求する機能，申請対象施設としての取り扱い，耐震設計上の位置づけなどについて明確に整理すること。	地下水排水設備の要求機能及び耐震設計上の位置づけ，申請対象施設としての取り扱いについて整理した。(P55～57)
2	2021.4.13	地下水排水設備の設計方針については，先行炉の整理も踏まえて示すこと。	地下水排水設備の設計方針について、先行炉の整理を踏まえ、「設計の考え方」、「排水能力」、「耐震性」、「電源構成」等について整理した。(P55, 56)
3	2021.4.13	出入管理建屋の設計用地下水水位について、耐震評価上の位置づけを整理すること。	出入管理建屋の設計用地下水水位は、耐震設計上安全側となるように設計用地下水水位を地表面に設定する。(P50) 出入管理建屋の液状化対象施設としての評価方針等については、本建屋の申請回次において示す。(P63)
4	2021.4.13	液状化の影響検討において、周辺建屋や支持地盤の傾斜の影響等を踏まえていることを示し、体系的に整理すること。	液状化に伴う影響因子，液状化対象層，施設周辺の地盤の整理し，各因子に対して各対象施設が液状化影響がないか体系的に整理した。

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定

(1) 設計用地下水位の設定方針

■ 建物・構築物の設計用地下水位の設定に関する基本方針

- 基準地震動 S_s または基準地震動 S_s を1.2倍した地震力による評価を行う建物・構築物※（上位クラスへの波及的影響を評価する施設を含む）のうち地下部に基礎以外の躯体を有する建屋及び屋外機械基礎に対して、地下水による影響を低減させることを目的として、その周囲に地下水排水設備を設置することを基本方針とする。
- 建物・構築物の耐震設計に用いる設計用地下水位は、右記フロー図に基づき、以下の通り設定する。

【地下水排水設備に囲まれている建物】

- 対象施設が地下水排水設備に囲まれている建物については、地下水排水設備による地下水低下を考慮して設計用地下水位を基礎スラブ上端以下に設定する。

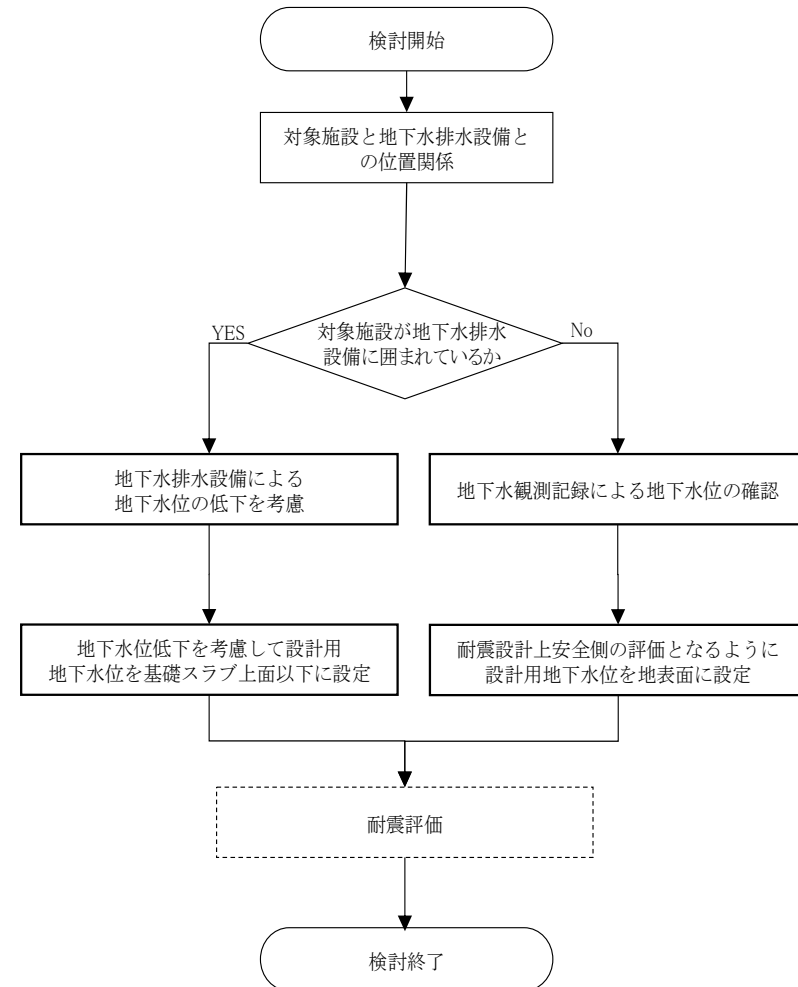
【地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物】

- 対象施設が地下水排水設備に囲まれていない場合は、地下水位観測記録等に基づく敷地内の地下水位の状況を踏まえ設定することが考えられるが、耐震設計上安全側となるように設計用地下水位を地表面に設定する。



設計用地下水位の設定
【地下水排水設備に囲まれている建物・構築物】 ➤基礎スラブ上端以下に設定
【地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物】 ➤地表面に設定

※ここで、建物・構築物とは、建屋、屋外機械基礎、屋外重要土木構造物（洞道）、竜巻防護対策設備、排気筒及び換気筒の総称とする。



設計用地下水位の設定フロー

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定 (1) 設計用地下水位の設定方針

基準地震動Ssまたは基準地震動Ssを1.2倍した地震力による評価を行う建屋・屋外機械基礎の設計用地下水位

分類	名称	地下躯体	地下水排水設備	設計用地下水位		
				既設工認	今回設工認	
建屋	燃料加工建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	前処理建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	分離建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	精製建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	ハル・エンドピース貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	制御建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	非常用電源建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	高レベル廃液ガラス固化建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	第1ガラス固化体貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	ガラス固化体貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	緊急時対策建屋	有	有	—※	基礎スラブ上端以下	
	第1保管庫・貯水所	有	有	—※	基礎スラブ上端以下	
	第2保管庫・貯水所	有	有	—※	基礎スラブ上端以下	
	分析建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	ウラン酸化物貯蔵建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	ガラス固化体受入れ建屋	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	ウラン脱硝建屋	有	有	地表	地表	
	低レベル廃棄物処理建屋	有	有	地表	地表	
	出入管理建屋	有	無	地表	地表	
	使用済燃料輸送容器管理建屋(使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫)	有	無	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
	主排気筒管理建屋	無	無	地表	地表	
	使用済燃料輸送容器管理建屋(トレーラエリア)	無	無	地表	地表	
	屋外機械基礎	使用済燃料貯蔵施設用冷却水設備(B基礎)	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
		第1非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室(基礎)	有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下
燃料油貯蔵タンク(基礎)		有	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
冷却塔A,B(基礎)		無	有	基礎スラブ上端以下	基礎スラブ上端以下	
第1軽油貯蔵(基礎)		有	有	—※	基礎スラブ上端以下	
第2軽油貯蔵(基礎)		有	有	—※	基礎スラブ上端以下	
重油貯槽(基礎)		有	有	—※	基礎スラブ上端以下	
安全冷却水A冷却塔(基礎)		無	無	—※	地表	
安全冷却水B冷却塔(基礎)		無	無	地表	地表	
使用済燃料貯蔵施設用冷却水設備(A基礎)		有	無	地表	地表	

※既設工認で申請していない建物・構築物

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定 (1) 設計用地下水位の設定方針

基準地震動Ssまたは基準地震動Ssを1.2倍した地震力による評価を行う竜巻防護対策設備、
屋外重要土木構築物(洞道)、排気筒及び換気筒の設計用地下水位

分類	名称	設計用地下水位	
		既設工認	今回設工認
竜巻防護対策設備	安全冷却水A冷却塔 飛来物防護ネット	—※	地表
	安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット	—※	地表
	主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板(主排気筒周り)	—※	地表
	安全冷却水系冷却塔A 飛来物防護ネット	—※	地表
	安全冷却水系冷却塔B 飛来物防護ネット	—※	地表
	冷却塔A,B 飛来物防護ネット	—※	地表
屋外重要土木構築物 (洞道)	分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道	地表	地表
	精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道	地表	地表
	高レベル廃液ガラス固化建屋/第1ガラス固化体貯蔵建屋間洞道	地表	地表
	分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道	地表	地表
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔A基礎間洞道	地表	地表
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔B基礎間洞道	地表	地表
	前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道	地表	地表
排気筒	主排気筒	地表	地表
換気筒	北換気筒	地表	地表

※既設工認で申請していない建物・構築物

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定 (1) 設計用地下水位の設定方針

- ◆ 「設計用地下水位の設定フロー」によらず設計用地下水位を設定した建物・構築物の考え方を以下に示す。

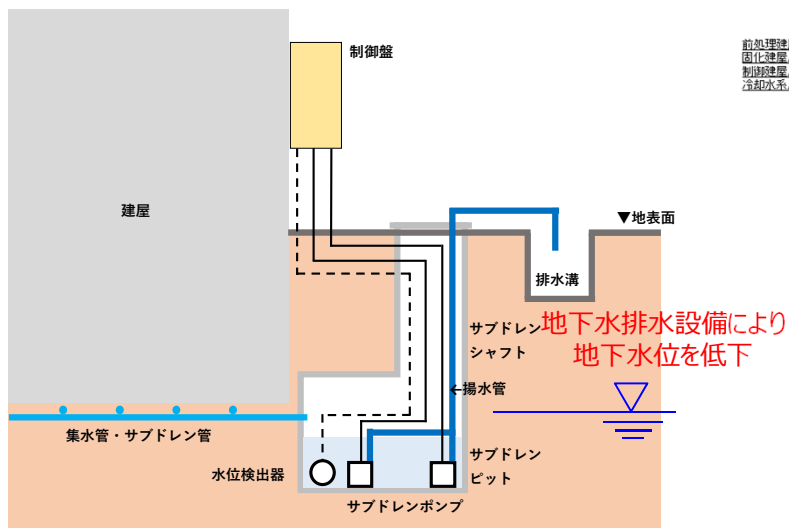
名称	地下 躯体	地下水 排水設備	設計用地下水位 (今回設工認)	設計用地下水位設定の考え方
ウラン脱硝建屋	有	有	地表面	当該建屋の周囲に設置した地下水排水設備の影響により地表面よりも低下していると考えられるが、耐震設計上安全側となるように設計用地下水位を地表面に設定する。
低レベル廃棄物処理建屋	有	有	地表面	当該建屋の周囲に設置した地下水排水設備の影響により地表面よりも低下していると考えられるが、耐震設計上安全側となるように設計用地下水位を地表面に設定する。
出入管理建屋	有	無	地表面	周辺建屋の地下水排水設備の影響により地表面よりも低下していると考えられるが、耐震設計上安全側となるように設計用地下水位を地表面に設定する。
使用済燃料輸送容器管理 建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）	有	無	基礎スラブ 上端以下	周辺建屋の地下水排水設備の影響により地表面よりも低下していると考えられることから設計用地下水位を基礎スラブ上面以下に設定する。

- ◆ 使用済燃料輸送容器管理建屋（使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫）の設計用地下水位の保守性、具体的な検討方針及び検討結果については、当該建屋の申請回次において示す。

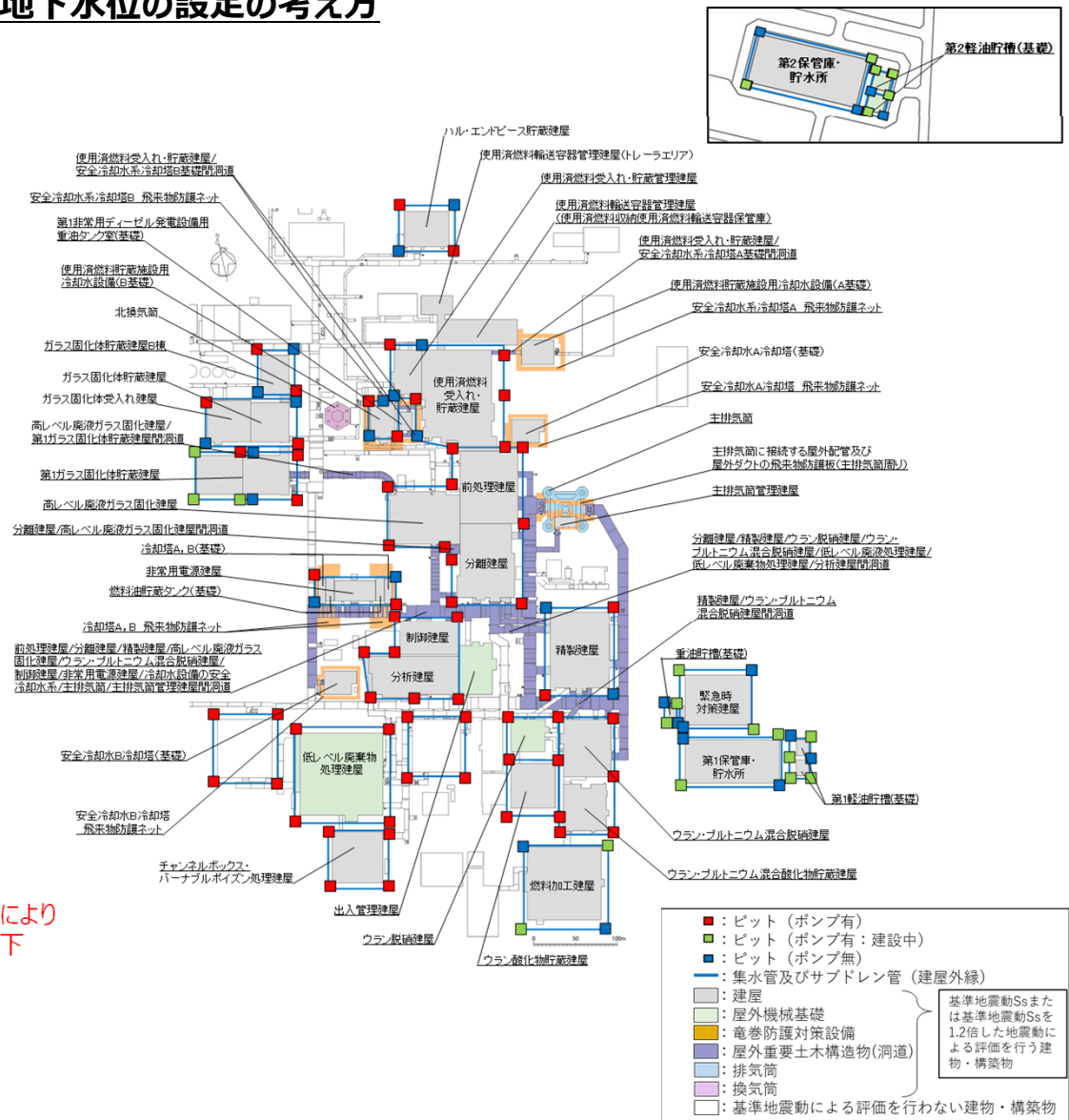
3. 技術的内容に係る説明 c.建物・構築物の設計用地下水水位の設定 (2) 地下水排水設備に囲まれている建物 (設計用地下水水位の設定)

■ 地下水排水設備に囲まれている建物の設計用地下水水位の設定の考え方

- 再処理事業所における地下部に基礎以外の躯体を有する建屋及び屋外機械基礎の底面及び周囲には、地下水水位を低下させ、建屋に作用する揚圧力を低減するための地下水排水設備を設置している。
- 下図に示した地下水排水設備に囲まれた内側は、地下水水位を低下させている。
- 建物の耐震設計における設計用地下水水位については、地下水排水設備による地下水水位の低下を考慮し、基礎スラブ上端以下に設定することにより、耐震設計に用いる揚圧力及び地下水圧を低減させる設計とする。



地下水排水設備の概要図

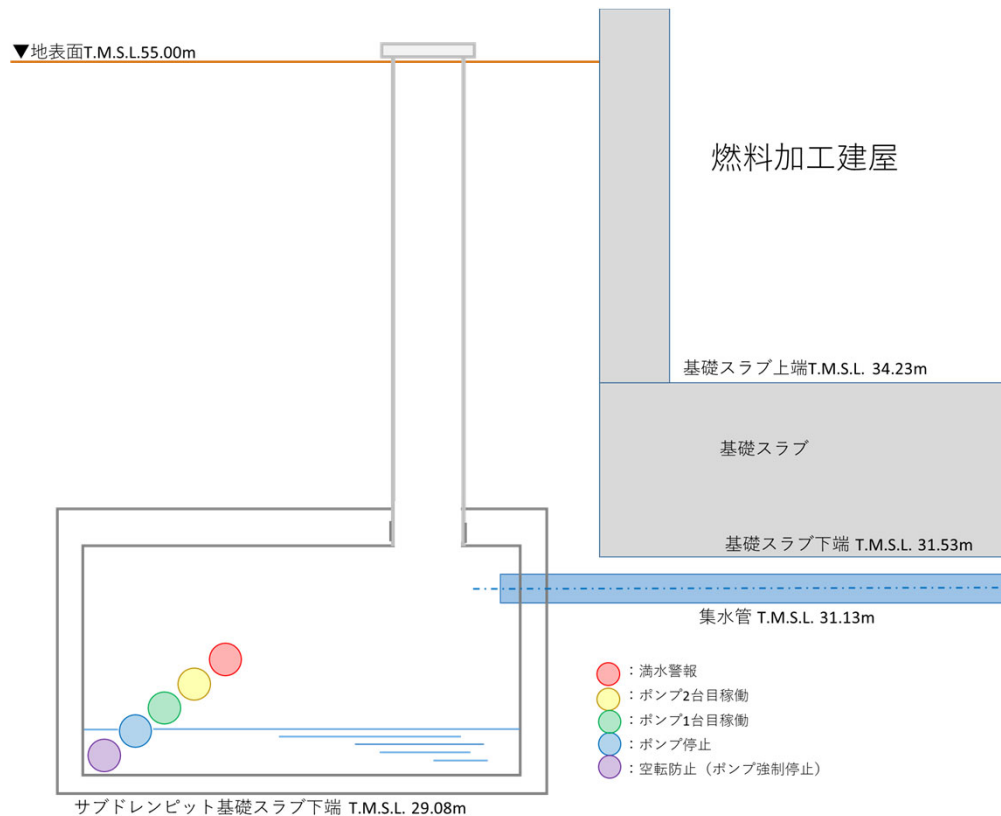


敷地における地下水排水設備の配置図

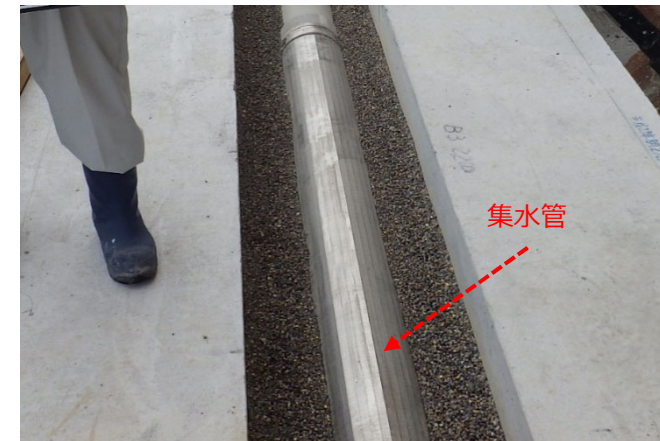
2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水水位の設定 (2) 地下水排水設備に囲まれている建物 (地下水排水設備の設計方針)

■ 地下水排水設備の設置状況

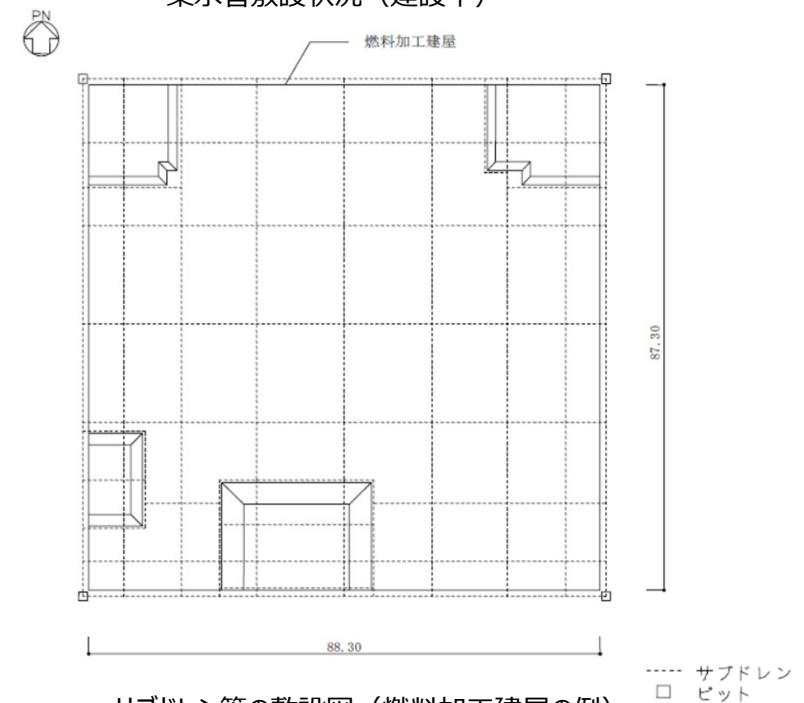
- 地下水排水設備は、建屋基礎底面以深に敷設した集水管及びサブドレン管にて集水した地下水を、サブドレンピット内部に設置した2台のサブドレンポンプにより排出する設備である。
- サブドレンピット内部には水位を監視する水位検出器を設置しており、水位レベルに応じてサブドレンポンプを作動させている。



水位レベルとポンプ運転モード概念図 (燃料加工建屋の例)



集水管敷設状況 (建設中)



サブドレン管の敷設図 (燃料加工建屋の例)

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定 (2) 地下水排水設備に囲まれている建物 (地下水排水設備の設計方針)

■ 地下水排水設備に期待する事項 (1 / 2)

- ▶ 地下水排水設備に囲まれている下表に示す建物は、耐震設計上、地下水位の低下を期待した評価を行っていることから、事業許可基準規則及び技術基準規則の各条項に基づく地下水排水設備の耐震設計上の扱いについて整理した。
- ▶ 地下水排水設備の機能に期待し、地震時及び地震後において設計用地下水位を維持することを前提としている建物は、**地下水排水設備について、基準地震動Ssに対して要求される機能を維持する設計**とする。
- ▶ なお、下表において「地震(1.2Ss)」に「○」を付した建物は、地下水排水設備について、基準地震動を1.2倍した地震動に対して要求される機能を維持する設計とする。

<再処理施設>

建物	事業指定基準規則		技術基準規則		今回設工認における地下水位の扱い
	7条, 31条	33条	6条, 33条	36条	
	地震(1.0Ss)	地震(1.2Ss)	地震(1.0Ss)	地震(1.2Ss)	
前処理建屋	○	○	○	○	地下水排水設備の効果を見込んだ地下水位を考慮して耐震評価を実施。 ⇒地震時及び地震後において設計用地下水位を維持することを前提として設計 【凡例】 ○: 当該条項に適合するための設計の前提条件として、地下水排水設備による地下水位の低下を期待している建物・構築物 -: 当該条項に適合するための設計の前提条件として、地下水排水設備による地下水位の低下を期待していない建物・構築物
分離建屋	○	○	○	○	
精製建屋	○	○	○	○	
ハル・エンドピース貯蔵建屋	○	-	○	-	
制御建屋	○	○	○	○	
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	○	○	○	○	
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	○	○	○	○	
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	○	-	○	-	
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	○	○	○	○	
非常用電源建屋	○	-	○	-	
高レベル廃液ガラス固化建屋	○	○	○	○	
第1ガラス固化体貯蔵建屋	○	○	○	○	
使用済燃料貯蔵施設用冷却水設備(B基礎)	○	-	○	-	
第1非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室(基礎)	○	-	○	-	
燃料油貯蔵タンク(基礎)	○	-	○	-	
冷却塔A,B(基礎)	○	-	○	-	
緊急時対策建屋	○	○	○	○	
第1保管庫・貯水所	-	○	-	○	
第2保管庫・貯水所	-	○	-	○	
第1軽油貯槽(基礎)	○	○	○	○	
第2軽油貯槽(基礎)	○	○	○	○	
重油貯槽(基礎)	○	○	○	○	

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定 (2) 地下水排水設備に囲まれている建物 (地下水排水設備の設計方針)

■ 地下水排水設備に期待する事項 (2 / 2)

<MOX燃料加工施設>

建物	事業許可基準規則		技術基準規則		今回設工認における 地下水位の扱い
	7条 31条	33条	6条 27条	30条	
	地震 (1.0Ss)	地震 (1.2Ss)	地震 (1.0Ss)	地震 (1.2Ss)	
燃料加工建屋	○	○	○	○	地下水排水設備の効果を見込んだ地下水位を考慮して耐震評価を実施。 ⇒地震時及び地震後において設計用地下水位を維持することを前提として設計

<廃棄物管理施設>

建物	事業許可基準規則		技術基準規則		今回設工認における 地下水位の扱い
	6条		6条		
	地震 (1.0Ss)		地震 (1.0Ss)		
ガラス固化体貯蔵建屋	○		○		地下水排水設備の効果を見込んだ地下水位を考慮して耐震評価を実施。 ⇒地震時及び地震後において設計用地下水位を維持することを前提として設計
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	○		○		

<上位クラス施設等への波及的影響を考慮する施設>

建物	事業許可基準規則		技術基準規則		今回設工認における 地下水位の扱い
	7条(再), 31条(再), 6条(廃)		6条(再), 33条(再), 6条(廃)		
	地震(波及的影響)		地震(波及的影響)		
分析建屋	-(クラス施設への波及的影響を考慮する建屋)		-(クラス施設への波及的影響を考慮する建屋)		地下水排水設備の効果を見込んだ地下水位を考慮して、上位クラス施設等に対する波及的影響の評価を実施。 ⇒地震時及び地震後において設計用地下水位を維持することを前提として設計
ウラン酸化物貯蔵建屋	-(クラス施設への波及的影響を考慮する建屋)		-(クラス施設への波及的影響を考慮する建屋)		
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	-(クラス施設への波及的影響を考慮する建屋)		-(クラス施設への波及的影響を考慮する建屋)		
使使用済燃料輸送容器管理建屋 (使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫)	-(クラス施設への波及的影響を考慮する建屋)		-(クラス施設への波及的影響を考慮する建屋)		
ガラス固化体受入れ建屋	-(輸送容器の波及的破損を防止する建屋)		-(輸送容器の波及的破損を防止する建屋)		

【凡例】○: 当該条項に適合するための設計の前提条件として、地下水排水設備による地下水位の低下を期待している建物・構築物
 -: 当該条項に適合するための設計の前提条件として、地下水排水設備による地下水位の低下を期待していない建物・構築物

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定

(2) 地下水排水設備に囲まれている建物（地下水排水設備の設計方針）

■ 地下水排水設備の設計方針（1/2）

【地下水排水設備の基本的な設計の考え方】

- 地下水排水設備に囲まれている建物・構築物の耐震設計において、地下水排水設備の機能に期待し、設計用地下水位を維持することを前提としていることから、**地下水排水設備を「安全機能を有する施設」として整理する。**
- 地下水排水設備は、**想定される自然現象または人為事象に対して機能を維持することもしくは損傷を考慮して代替設備により必要な機能を確保すること、安全上支障の生じない期間に修理を行うことまたはそれらを組み合わせることにより安全機能を損なわない設計とする。**

【地下水排水設備の排水能力】

- 地下水排水設備の排水能力の設定にあたっては、事業変更許可申請書に示している降水量を条件として算定する湧水量に基づき保守的な想定湧水量を設定し、**本想定湧水量を上回る排水能力を有するサブドレンポンプを設置する。**また、稼働中の地下水排水設備による地下水の排水実績と上記算定値の比較検討を行い、想定湧水量の設定が裕度を持った値であることを確認する。

【地下水排水設備の耐震性】

- ◆ **Sクラス施設またはSクラス施設の間接支持構造物及び上位クラス施設等への影響を考慮する施設**
- 通常時及び基準地震動 S_s の発生時において、地下水排水設備により設計用地下水位を維持することを期待していることから、集水機能、排水機能、支持機能、制御機能及び電源機能を保持するため、地下水排水設備を構成する各部位は、**基準地震動 S_s を考慮した設計とする。**
- ◆ **地震を要因とする重大事故等に対する施設**
- 基準地震動 S_s を1.2倍した地震動の発生時及びその後の基準地震動 S_s の発生時において、地下水排水設備により設計用地下水位を維持することを期待していることから、集水機能を有するサブドレン管及び集水管並びに支持機能を有するサブドレンシャフト及びサブドレンピットについて**基準地震動 S_s を1.2倍した地震動を考慮した設計とする。**
- 排水機能を有するサブドレンポンプ及び揚水管並びに制御機能を有する制御盤及び水位検出器について**基準地震動 S_s を1.2倍した地震動を考慮した設計とするか、または、可搬型ポンプ及び可搬型電源を準備して機能維持することを運用で定める。**

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定 (2) 地下水排水設備に囲まれている建物（地下水排水設備の設計方針）

■ 地下水排水設備の設計方針（2/2）

【地下水排水設備の電源構成】

- 地下水排水設備の電源は基準地震動Ssに対して耐震性を有する必要があることから、**非常用電源または基準地震動Ssに対し機能維持が可能な可搬型発電機**から給電可能な設計とする。
- 基準地震動Ssを1.2倍した地震動の発生後において、地下水排水設備により地下水位を維持するため、**可搬型発電機を準備して、機能維持**することを運用で定める。

【地下水排水設備機能維持の運用】

- 地下水排水設備の耐震性向上及び電源強化等を行うが、万が一、**地下水排水設備が停止した場合**、地下水位が上昇し基礎スラブ上端に達する水位上昇猶予時間内に、**可搬型ポンプ及び可搬型発電機を準備して、機能維持**することを運用で定める。

機能	構成部位	地下水排水設備の設計方針		
		Sクラス施設またはSクラス施設の間接支持構造物及び上位クラス施設等への影響を考慮する施設の周囲に設置する地下水排水設備	地震を要因とする重大事故等に対する施設の周囲に設置する地下水排水設備	
集水機能	集水管・サブドレン管	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssに対し地下水の集水経路を維持する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対し地下水の集水経路を維持する設計とする。 	
排水機能	サブドレンポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssに対し排水機能を維持する設計とする。 ➤ 支持金物は基準地震動Ssに対し支持機能を維持する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対し排水機能を維持する設計とする。 ➤ 支持金物は基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対し支持機能を維持する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 可搬型ポンプ及び可搬型電源を準備して機能維持することを運用で定める。
	揚水管	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssに対し揚水ポンプで汲み上げた地下水の排水経路を維持する設計とする。 ➤ 支持金物は、基準地震動Ssに対し支持機能を維持する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対し揚水ポンプで汲み上げた地下水の排水経路を維持する設計とする。 ➤ 支持金物は、基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対し支持機能を維持する設計とする。 	
支持機能	サブドレンピット	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssに対し支持機能を維持する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対し支持機能を維持する設計とする。 	
	サブドレンシャフト	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssに対し支持機能を維持する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対し支持機能を維持する設計とする。 	
制御機能	水位検出器	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssに対し制御機能を維持する設計とする。 ➤ 支持金物は、基準地震動Ssに対し支持機能を維持する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対し制御機能を維持する設計とする。 ➤ 支持金物は、基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対し支持機能を維持する設計とする。 	
	制御盤	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssに対し制御機能を維持する設計とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 基準地震動Ssを1.2倍した地震力に対し制御機能を維持する設計とする。 	
電源機能	電源	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 非常用電源または基準地震動Ssに対し機能維持可能な設備からの電源供給が可能な設計とする。 ➤ 基準地震動Ssを1.2倍した地震力の発生後において、地下水排水設備により地下水位を維持するため、可搬型発電機を準備して、機能維持することを運用で定める。 		

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定

(2) 地下水排水設備に囲まれている建物（地下水排水設備の設計方針）

■地下水排水設備の申請上の整理

- 第1回設工認では、「基本設計方針」及び添付書類「耐震性に関する説明書」において、地下水位の低下を期待する建物・構築物に地下水排水設備を設けること、建物・構築物の耐震評価で地下水排水設備により設計用地下水位を維持することを前提としていることを記載する。併せて、添付書類で地下水排水設備を後次回で申請することを記載する。
- 後次回の地下水排水設備の申請において、地下水排水設備の仕様表、設定値根拠説明書、耐震計算書及び添付図面を示す。この際、排水機能を有するサブドレンポンプ、制御機能を有する水位検出器、電源機能を有する非常用電源及び可搬型発電機を「仕様表対象設備」として整理する。なお、非常用電源は「保安電源設備」側の「仕様表対象設備」として整理する。

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定

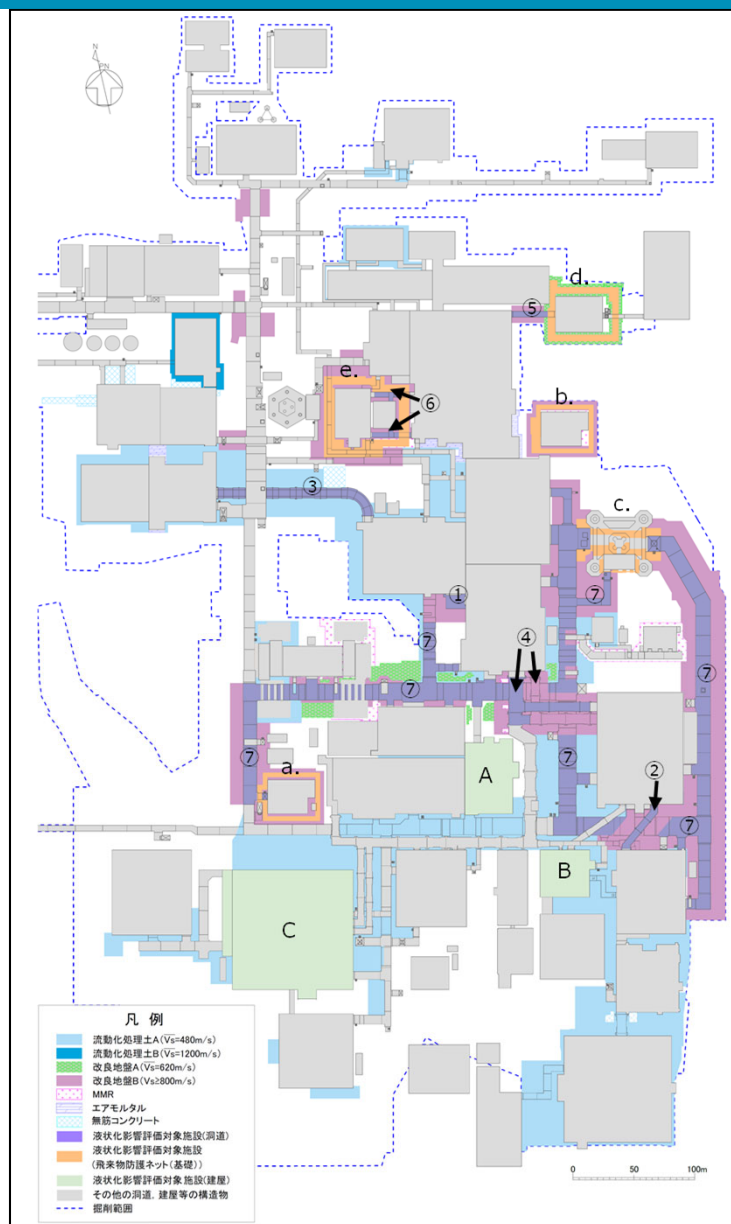
(3) 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物（液状化による影響評価方針）

■ 設計用地下水位を地表面に設定する建物・構築物について

- 地下水排水設備の外側に配置され、設計用地下水位を地表面に設定する建物・構築物（以下、「液状化影響評価対象施設」という。）を、下表及び右図に示す。
- 液状化影響評価対象施設の周辺地盤のうち、岩盤及びMMRを除いた箇所は、地震の際の液状化が否定できないものの、一部の区間を除いて、変形抑制、浮き上がり防止、施工性向上の観点から目的に応じた各種地盤改良を実施しており、総じて液状化の影響が軽減されている。
- 液状化による影響評価方針について、次ページ以降に示す。

液状化影響評価対象施設

分類	建物・構築物名称
構造物の耐震性への影響の観点から評価を実施する施設	①分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道
	②精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道
	③高レベル廃液ガラス固化建屋/第1ガラス固化体貯蔵建屋間洞道
	④分離建屋/精製建屋/ウラン脱硝建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/低レベル廃液処理建屋/低レベル廃棄物処理建屋/分析建屋間洞道
	⑤使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔A基礎間洞道
	⑥使用済燃料受入れ・貯蔵建屋/安全冷却水系冷却塔B基礎間洞道
	⑦前処理建屋/分離建屋/精製建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋/制御建屋/非常用電源建屋/冷却水設備の安全冷却水系/主排気筒/主排気筒管理建屋間洞道
上位クラス施設への波及的影響の観点から評価を実施する施設	a. 安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット
	b. 安全冷却水A冷却塔 飛来物防護ネット
	c. 主排気筒に接続する屋外配管及び屋外ダクトの飛来物防護板（主排気筒周り）
	d. 安全冷却水系冷却塔A 飛来物防護ネット
	e. 安全冷却水系冷却塔B 飛来物防護ネット
建屋	A. 出入管理建屋
	B. ウラン脱硝建屋
	C. 低レベル廃棄物処理建屋

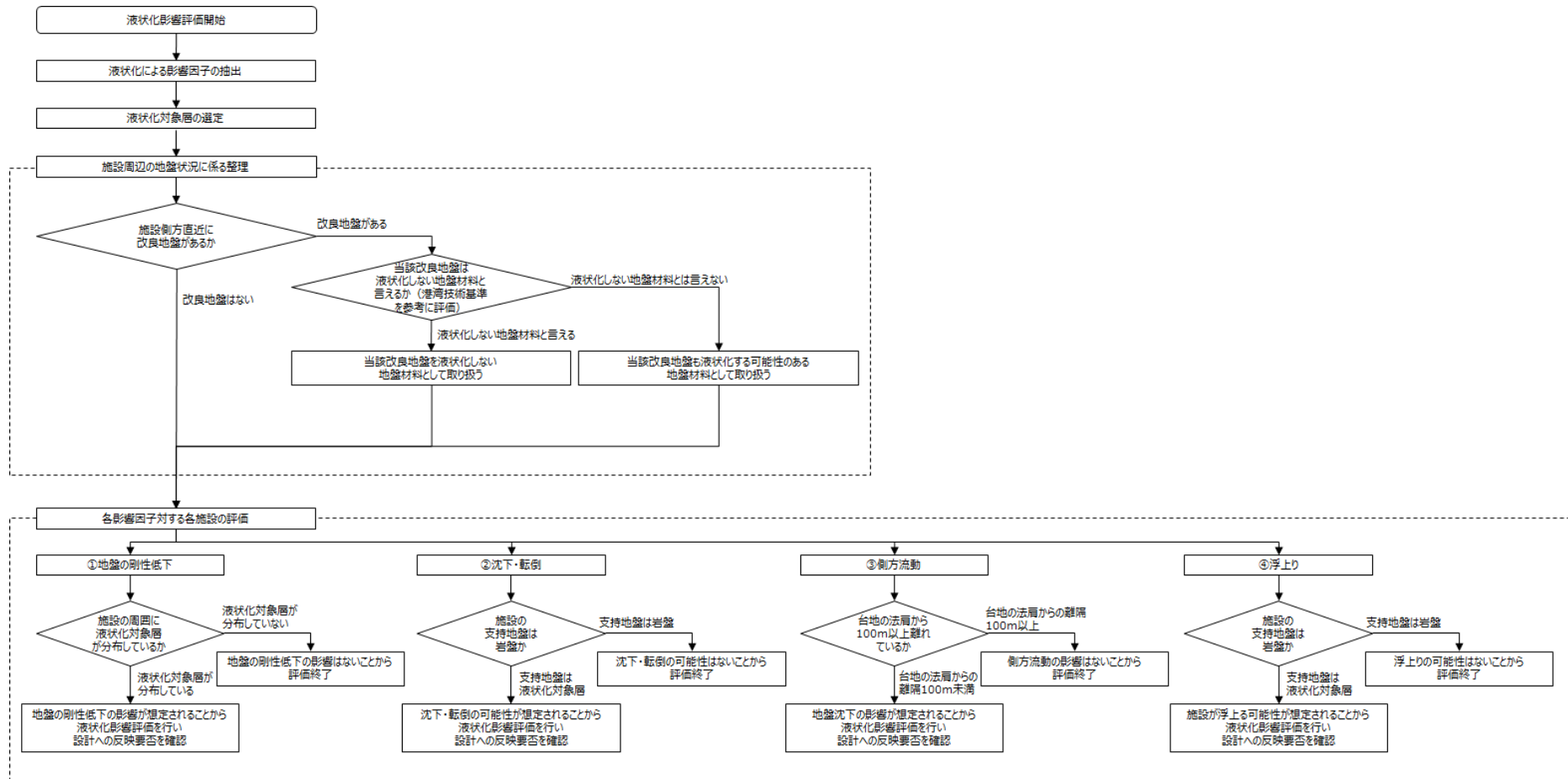


液状化影響評価対象施設の位置

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定 (3) 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物（液状化による影響評価方針）

■ 液状化による影響評価方針

- 液状化影響評価については、以下に示すフローに基づき実施する。
- 液状化による影響評価に当たっては、液状化による影響因子の抽出、液状化対象層の選定及び施設側方の地盤状況に係る整理を行ったうえで、各影響因子に対する影響の有無を確認し、影響が想定される影響因子に対して各施設の評価の観点を踏まえた液状化影響評価を行い、設計への反映要否を確認することとする。



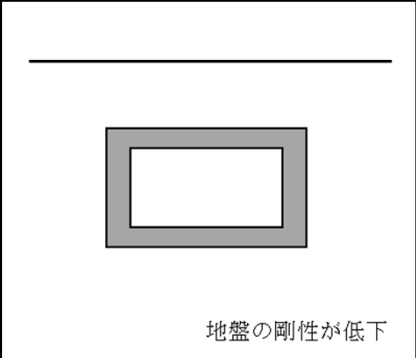
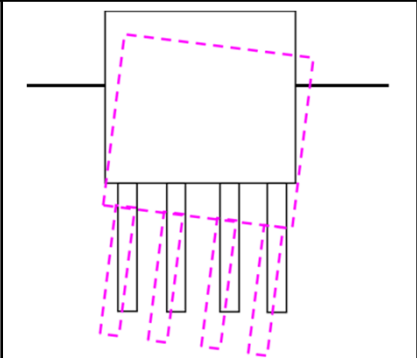
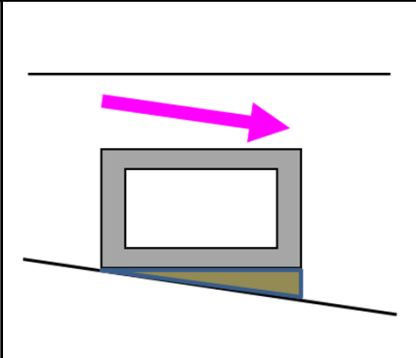
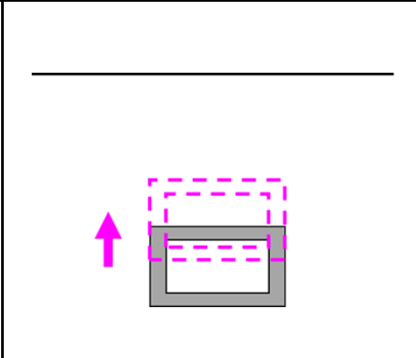
液状化影響評価フロー

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定 (3) 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物（液状化による影響評価方針）

■液状化による影響因子の抽出

- 地震時に地盤が液状化した場合、以下に示す4点の影響が想定される。
- 液状化による影響評価においては、各施設の評価の観点及び各施設の周辺地盤状況を踏まえ、影響が想定される因子に対して評価を行い、設計への反映要否を確認する。

液状化による影響因子

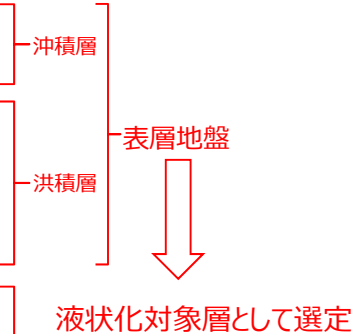
影響因子	①剛性低下	②沈下・転倒	③側方流動	④浮上り
概要図	 <p>地盤の剛性が低下</p>			
影響因子に対する判断基準等	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 施設の周囲に液状化対象層が分布する場合には、地震時の液状化により、地盤の剛性低下の影響を受ける恐れがある。 ➤ 地盤の剛性低下による影響の確認に当たっては、各施設の周囲に液状化対象層が分布しているか否かを判断基準とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 施設が液状化対象層に設置されている場合には、地震時の液状化により、施設が沈下・転倒する恐れがある。 ➤ 沈下・転倒の可能性の確認に当たっては、各施設の支持地盤が岩盤であるか否かを判断基準とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 施設周辺の液状化対象層が傾斜して分布している場合、施設設置位置が高低差のある台地の法肩に近い場合等においては、地震時の液状化により、施設が側方流動の影響を受ける恐れがある。 ➤ 側方流動の影響の有無の確認に当たっては、道路橋示方書を参考に、液状化対象層の水平方向の連続性を考慮した上で、高低がある台地の法肩から100m以上の離隔があるか否かを判断基準とする。 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 施設が液状化対象層に設置されている場合には、地震時の液状化により、施設が浮き上がる恐れがある。 ➤ 浮上りの可能性の確認に当たっては、各施設の支持地盤が岩盤であるか否かを判断基準とする。

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定 (3) 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物（液状化による影響評価方針）

■液状化対象層の選定

- 表層地盤について、各層が液状化のおそれのある「液状化対象層」に該当するか個別に確認した。
- 崖錐堆積層、沖積低地堆積層については、沖積層の土層であり、道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説によれば、液状化の判定を行うこととされていることから、液状化対象層として整理する。
- 六ヶ所層、高位段丘堆積層、中位段丘堆積層については、洪積層の土層であり、道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説によれば、原則として液状化判定の対象とする必要はないとされている。しかしながら、基準地震動の規模が大きいことから液状化する可能性が否定できないものと考え、保守的に、表層地盤についてはすべての層を液状化対象層として整理する。
- 建物・構築物周辺の埋戻し土及び造成盛土についても液状化対象層として整理する。

地質時代	地層名	記号	主な層相及び岩相		
新世	完新世	崖錐堆積層	dt	礫、砂、粘土	
	沖積低地堆積層	al	礫、砂、粘土、腐植土		
第四紀	後更新世	火山灰層	lm	褐色の粘土質火山灰	
	中更新世	中位段丘堆積層	M ₂ , M ₁	主に石英粒子からなる陶状の良い中粒砂～粗粒砂	
	高位段丘堆積層	H ₅	主に石英粒子からなる陶状の良い中粒砂～粗粒砂		
新紀	前期	六ヶ所層	R	砂、シルト、礫	
	鮮新世	砂子又層	S ₁	凝灰質砂岩	
中生代	後期	上部層 (T ₃)	泥岩層	T _{3ms}	泥岩 一部に凝灰岩を挟む。
	中部層 (T ₂)	凝灰質砂岩層	T _{2ss}	凝灰質砂岩	
	軽石混り砂岩層	T _{2ps}	砂岩・凝灰岩互層 凝灰質砂岩 砂岩・凝灰岩互層 軽石混り砂岩(3) 砂質軽石凝灰岩(2) 砂質凝灰岩(1) 軽石混り砂岩(1)		
	下部層 (T ₁)	凝灰質砂岩層	T _{2cs}	凝灰質砂岩 砂質凝灰岩 凝灰質砂岩 凝灰岩	
	粗粒砂岩層	T _{1fs}	砂質凝灰岩 粗粒砂岩		
	細粒砂岩層	T _{1fs}	細粒砂岩 一部に粗粒砂岩を挟む。		
	泥岩層	T _{1ms}	泥岩 一部に凝灰質砂岩、砂質凝灰岩を挟む。		



沖積層の土層で次の3つの条件全てに該当する場合においては、地震時に橋に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、(2)の規定によって液状化の判定を行わなければならない。

- 1) 地下水位が地表面から10m以内にあり、かつ、地表面から20m以内の深さに存在する飽和土層
- 2) 細粒分含有率FCが35%以下の土層、又は、FCが35%を超えても塑性指数I_pが15以下の土層
- 3) 50%粒径D₅₀が10mm以下で、かつ、10%粒径D₁₀が1mm以下である土層

洪積層は、東北地方太平洋沖地震や兵庫県南部地震を含む既往の地震において液状化したという事例は確認されていない。洪積層は一般にN値が高く、また、続成作用により液状化に対する抵抗が高いため、一般には液状化の可能性は低い。このため、原則として洪積層は液状化の判定の対象とする必要はない。なお、ここでいう洪積層とは、第四紀のうち古い地質時代（更新世）における堆積物による土層に概ね対応すると考えてよい。

「道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説」における記載

敷地内地質層序表と液状化対象層の選定結果

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定

(3) 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物（液状化による影響評価方針）

■ 施設周辺の地盤状況に係る整理

- 施設周辺の地盤状況に係る整理に当たっては、各液状化評価対象施設周辺の地盤状況（施設周辺の液状化対象層等）について整理するとともに、改良地盤がある場合には、当該改良地盤の液状化に対する有効性（液状化しない地盤材料か否か）も確認することとする。
- 液状化影響評価対象施設の周辺は、下図に示すように、変形抑制、浮上り防止及び施工性向上を目的として地盤改良を実施しており、これらの改良地盤により総じて液状化による施設への影響が低減されている。
- 各改良地盤の液状化に対する有効性の確認に当たっては、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」（平成30年、（財）日本港湾協会）に基づき、「埋立地の液状化対策ハンドブック（改訂版）」※（平成9年、（財）沿岸開発技術研究センター）を参考に、当該改良地盤の一軸圧縮強度を基に、液状化しない地盤材料とすることに問題ないか評価する。

※当該ハンドブックにおいては、「一軸圧縮強度が $0.5\text{kgf/cm}^2 \sim 1.0\text{kgf/cm}^2$ であれば液状化しないと考えてもよい」とされている。

改良地盤の種類と目的

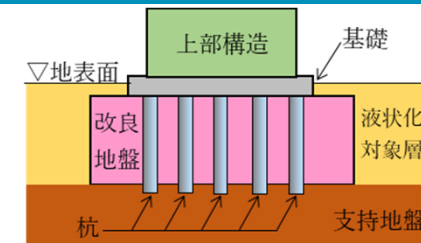
目的	変形抑制	浮上り防止	施工性向上
改良地盤種別	<ul style="list-style-type: none"> 改良地盤A ($\bar{V}_s = 620 \text{ m/s}$) 改良地盤B ($V_s \geq 800 \text{ m/s}$) 	<ul style="list-style-type: none"> 改良地盤B ($V_s \geq 800 \text{ m/s}$) 	<ul style="list-style-type: none"> 流動化処理土A ($\bar{V}_s = 480 \text{ m/s}$)
構造形式(模式図)			

2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定

(3) 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物（液状化による影響評価方針）

■各施設の液状化影響評価

- 第1回申請対象施設における液状化影響評価対象施設である安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネットについて、液状化評価フローに基づく評価方針を以下に示す。
- その他の液状化評価対象施設の評価方針等については、各施設の申請回次にて示す。



■液状化影響評価方針（安全冷却水系冷却塔B 飛来防護ネット）

【構造概要及び基本方針】

- 竜巻防護機能を持った防護ネット及び防護板を支持する鉄骨架構を上部構造とし、それらを鉄筋コンクリート造の基礎及び場所打ちコンクリート杭にて支持する構造である。杭周辺の表層地盤は基礎下レベルから支持地盤レベルまでの範囲を地盤改良し、杭は支持岩盤である鷹架層に支持する。
- 上位クラス施設である冷却塔を取り囲む配置となるため、Ss地震時に冷却塔へ波及影響を及ぼさない設計とする。

【各影響因子に対する評価】

① 地盤の剛性低下

側方に液状化対象層が分布することから、地盤の剛性低下に係る液状化影響評価として、液状化対象層が無いものと仮定した評価及び液状化対象層が液体と仮定した評価を行い、設計への反映要否を確認する。

① 沈下・転倒

飛来物防護ネット直下は改良地盤及び鷹架層であり、液状化対象層ではないため沈下・転倒の恐れはない。ただし、改良地盤が液状化により影響を受けないことは、液状化対象層が無いものと仮定した評価及び液状化対象層が液体と仮定した評価により確認する。

① 側方流動

飛来物防護ネットが設置される基礎地盤は、鷹架層を台形状に掘削して水平に埋戻し土、流動化処理土で埋め戻されていること、高低がある台地の法肩から100m以上離れていること、埋戻し土の高低差までの水平方向の連続性が確認されないことから、液状化に伴う側方流動による施設への影響はない。

① 浮上り

杭基礎と支持する改良地盤は杭の周面摩擦により引抜き力作用時に抵抗できるため飛来物防護ネットと改良地盤は一体であると考えられ、液状化対象層は改良地盤の底部より下に存在しないため、液状化対象層による浮力は作用しないことから、浮上りの可能性はない。

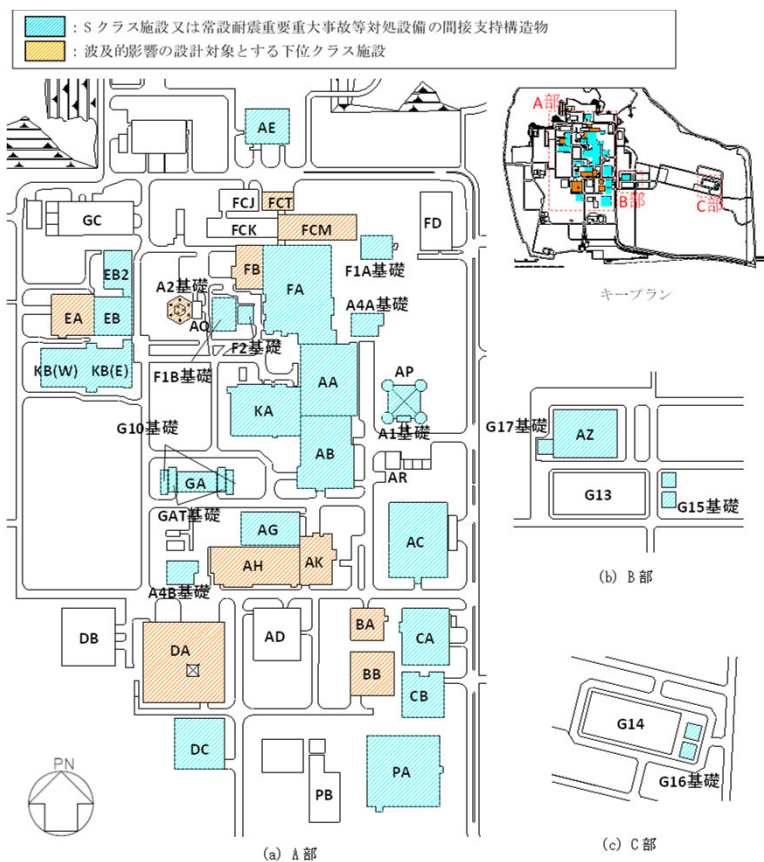
- 第1回申請対象施設のうち、安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネットに係る本評価結果について、資料番号-耐震建物23「[補足説明資料]安全冷却水B冷却塔 竜巻防護ネットの耐震性評価に関する補足説明」にて、今後提示する。

③ 隣接建屋の影響

3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (1) 再処理施設等の建物・構築物の隣接状況

■ 再処理施設等の建物・構築物の隣接状況

▶ 当社事業所は、再処理施設等の建物・構築物が互いに隣接して配置される構成となっているが、建物・構築物の地震応答解析においては、隣接建屋の影響は考慮しておらず、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いている。



建物・構築物名称		建物・構築物名称	
前処理建屋	AA	使用済燃料輸送容器管理建屋 (除染エリア)	FC (FCJ)
分離建屋	AB	使用済燃料輸送容器管理建屋 (空使用済燃料輸送容器保管庫)	FC (FCK)
精製建屋	AC	使用済燃料輸送容器管理建屋 (使用済燃料収納使用済燃料輸送容器保管庫)	FC (FCM)
低レベル廃液処理建屋	AD	使用済燃料輸送容器管理建屋 (トレーラエリア)	FC (FCT)
ハル・エンドピース貯蔵建屋	AE	第1低レベル廃棄物貯蔵建屋	FD
制御建屋	AG	安全冷却水系冷却塔A (基礎)	F1A基礎
分析建屋	AH	安全冷却水系冷却塔B (基礎)	F1B基礎
出入管理建屋	AK	第1非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室 (基礎)	F2基礎
主排気筒管理建屋	AP	非常用電源建屋	GA
北換気筒管理建屋	AQ	燃料油貯蔵タンク基礎	GAT基礎
試薬建屋	AR	ユーティリティ建屋	GC
緊急時対策建屋	AZ	冷却塔A, B (基礎)	G10基礎
主排気筒 (基礎)	A1基礎	第1保管庫・貯水所	G13
北換気筒 (基礎)	A2基礎	第2保管庫・貯水所	G14
安全冷却水A冷却塔 (基礎)	A4A基礎	第1軽油貯蔵所 (基礎)	G15基礎
安全冷却水B冷却塔 (基礎)	A4B基礎	第2軽油貯蔵所 (基礎)	G16基礎
ウラン脱硝建屋	BA	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	DC
ウラン酸化物貯蔵建屋	BB	ガラス固化体受入れ建屋	EA
ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	CA	ガラス固化体貯蔵建屋	EB
ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	CB	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2
低レベル廃棄物処理建屋	DA	ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB(W)
第2低レベル廃棄物貯蔵建屋	DB	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	FA
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	DC	使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	FB
低レベル廃棄物貯蔵建屋	EA		
第1軽油貯蔵所 (基礎)	GA		
第2軽油貯蔵所 (基礎)	GAT基礎		
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	GC		
冷却塔A, B (基礎)	G10基礎		
第1保管庫・貯水所	G13		
第2保管庫・貯水所	G14		
第1軽油貯蔵所 (基礎)	G15基礎		
第2軽油貯蔵所 (基礎)	G16基礎		
チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	DC		
ガラス固化体受入れ建屋	EA		
ガラス固化体貯蔵建屋	EB		
ガラス固化体貯蔵建屋B棟	EB2		
ガラス固化体貯蔵建屋西棟	KB(W)		
使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	FA		
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	FB		

注記：評価対象建屋に隣接する施設として、洞道も考えられるが、洞道は建屋と比較して重量が著しく小さいことから、評価対象建屋の応答に与える影響は無いと判断している。

3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (1) 再処理施設等の建物・構築物の隣接状況

■ 前回（2021年5月25日）の審査会合での説明事項

- 隣接建屋が、評価対象建屋の建屋応答に与える影響について検討を実施することで、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いても安全上支障がないことを確認する。※

※：本資料においては、建屋及び屋外機械基礎を対象とし、洞道、竜巻防護対策設備、排気筒及び換気筒、並びに機器・配管系については、各設備の申請回次において別途説明する。

- **申請を実施した燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔（基礎）**については、上記影響検討として、先行発電炉に倣い、**FEMモデルを用いた詳細検討を実施する。**

■ 今回説明事項

- 申請を実施した燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔（基礎）について、**FEMモデルを用いた詳細検討の内容及び結果を示し、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いても安全上支障がないことを説明する。**

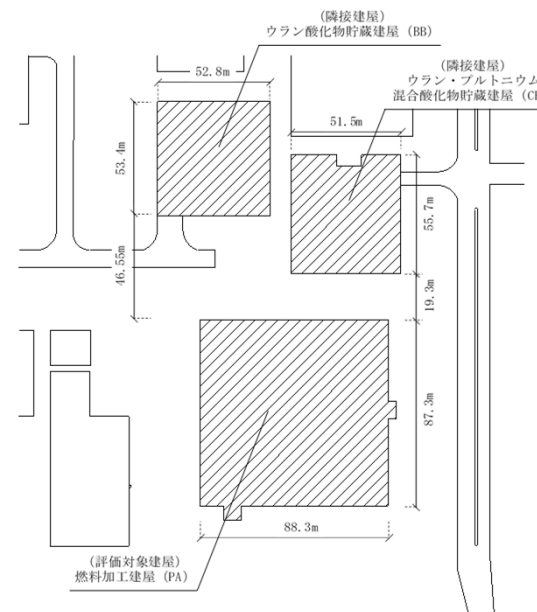
3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (2) 検討概要

■ 検討概要

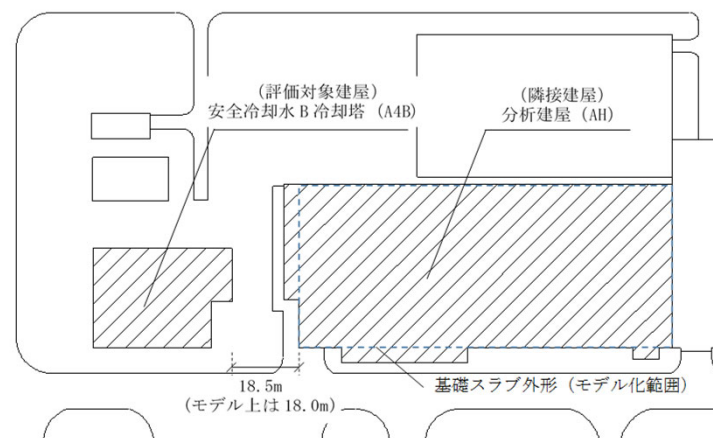
- FEMを用いた詳細検討は、先行発電炉に倣い、実際の建屋配置状況に則して各建屋を配置する場合（**隣接モデル**）と各建屋を単独でモデル化する場合（**単独モデル**）の地震応答解析を実施し、両者の建屋応答の比較を行う。
- 上記建屋応答の比較から得られる**応答比率（隣接モデル/単独モデル）**が1を超える場合については、**応答比率を用いた影響検討**を行い、**建物・構築物の耐震評価に与える影響を確認**する。
- 検討に用いる解析モデルは、先行発電炉に倣い、建屋を質点系モデルとし、地盤を3次元FEMモデルとした**地盤3次元FEMモデル**を用いる。
- 隣接モデルには、下表に示すとおり、評価対象建屋に隣接する隣接建屋をモデル化する。

隣接モデルに考慮する隣接建屋

評価対象建屋	隣接建屋
燃料加工建屋	ウラン・プルトニウム 混合酸化物貯蔵建屋
	ウラン酸化物貯蔵建屋
安全冷却水B冷却塔（基礎）	分析建屋



燃料加工建屋の周辺配置図



安全冷却水B冷却塔の周辺配置図

3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (3) FEMを用いた詳細検討 (地震応答解析)

■ 検討用モデル

➤ 検討用モデルである、地盤3次元FEMモデルの概要を示す。

評価対象	隣接モデル	単独モデル
燃料加工建屋	<p>ウラン酸化物貯蔵建屋 (BB) ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋 (CB) 燃料加工建屋 (PA) 建屋周辺部拡大</p>	<p>燃料加工建屋 (PA) 建屋周辺部拡大</p>
安全冷却水の冷却塔 (基礎)	<p>分析構架 (AR) 安全冷却水の冷却塔 (AB) 建屋周辺部拡大</p>	<p>安全冷却水の冷却塔 (AB) 建屋周辺部拡大</p>

3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (3) FEMを用いた詳細検討 (地震応答解析)

■解析条件 (燃料加工建屋, 安全冷却水B冷却塔 (基礎) 共通) (1/2)

➤ 地震応答解析の解析条件については, 先行発電炉の実績を参考に, 下表のとおり設定した。

分類		解析条件の設定方法	【参考】 先行発電炉の実績 (柏崎刈羽7号機)	
検討用モデル	モデル 建屋	構成要素	・質点系モデル	・同左
		諸元	・地震応答計算書に示す解析モデルの諸元 ・弾性設計用地震動Sdを用いた検討のため, 部材の非線形特性は考慮しない	・同左
	モデル 地盤	構成要素	・ソリッド要素	・同左
		諸元	・地震応答計算書に示す水平成層地盤の諸元 (ひずみ依存特性を考慮した収束物性値) ・ただし, 建屋周辺の地盤改良の状況を, 実態に即して考慮	・同左
		減衰	・レーリー減衰 (基準振動数は, 評価対象建屋の基礎底面及び地表面レベルの地盤の 応答が, 一次元波動論に基づき算定した地盤の応答と一致するように設定)	・同左
		境界条件	・底面: 粘性境界 ・側面: 粘性境界かつ繰り返し境界	・同左
		モデル化領域	・平面領域: 粘性境界付近での解析精度の低下が, 評価対象建屋の応答に与える影 響を低減させるために, 評価対象である各建屋の基礎底面に比べて地盤モデルの平面 サイズを十分に大きく設定 (約3倍以上) ※1 ・深さ方向: 解放基盤表面～地表面の領域をモデル化	・同左
		メッシュ分割	・水平: 建屋近傍は細かく分割 ・深さ方向: 地盤のS波速度Vsに対応する波長の1/5以下を目安として設定※1	・同左

※1: 原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1991((社)日本電気協会)に基づく

3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (3) FEMを用いた詳細検討 (地震応答解析)

■解析条件 (燃料加工建屋, 安全冷却水B冷却塔 (基礎) 共通) (2/2)

➤ 地震応答解析の解析条件 (燃料加工建屋, 安全冷却水B冷却塔 (基礎) 共通) については, 先行発電炉の実績を参考に, 下表のとおり設定した。

分類		解析条件の設定方法	【参考】 先行発電炉の実績 (柏崎刈羽7号機)	
検討用モデル	建屋-地盤間の境界条件	基礎底面 - 底面地盤	・同左	
	建屋側面 - 側面地盤	・建屋側面地盤ばねを設定している部分：建屋質点と同じ高さの地盤節点（1 FLの建屋質点は地表面）について，水平方向に対しては同一挙動するように結合することで，埋込み効果を考慮（鉛直方向は，建屋質点と地盤節点が独立して挙動する） ・建屋側面地盤ばねを設定していない部分：側面地盤との結合は行わず，埋込み効果は考慮しない	・同左	
その他	時刻歴応答解析の条件	・線形解析 （隣接建屋の影響程度の把握を主たる検討目的としていることから，材料の非線形特性による影響を受けないう，弾性設計用地震動Sdを用いた検討とするため）	・同左	
	検討用地震動	地震動の選定	・弾性設計用地震動Sdのうち，卓越周期に著しい偏りがなく，継続時間が長いSd-A	・選定の考え方は同左
		入力方法	・評価対象建屋の基礎下位置における自由地盤の応答が，一次元波動論による応答計算と等価となるような地震動を，地盤3次元FEMモデルの底面に入力	・同左
	入力方向	・NS方向及びEW方向	・同左	

⇒次項以降, 地震応答解析結果の一例として, 燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔 (基礎) について, 建屋の並び方向への加振時の結果を示す。

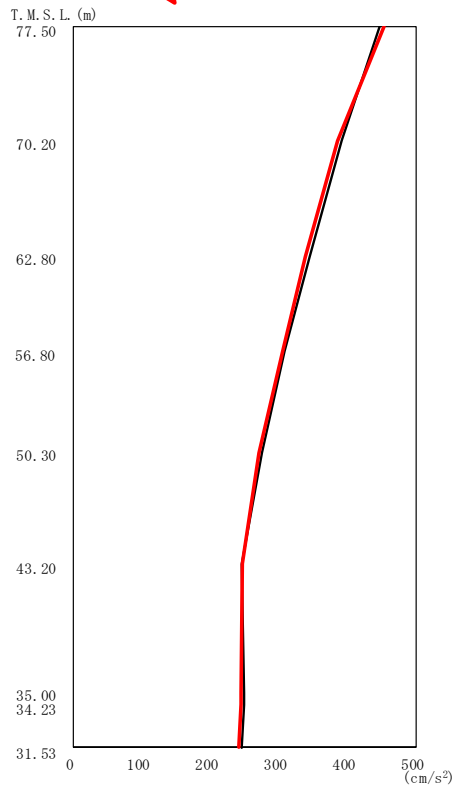
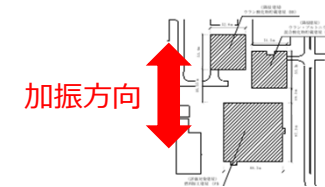
3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (3) FEMを用いた詳細検討 (地震応答解析)

■ 地震応答解析結果 : 燃料加工建屋の最大応答値 (NS方向)

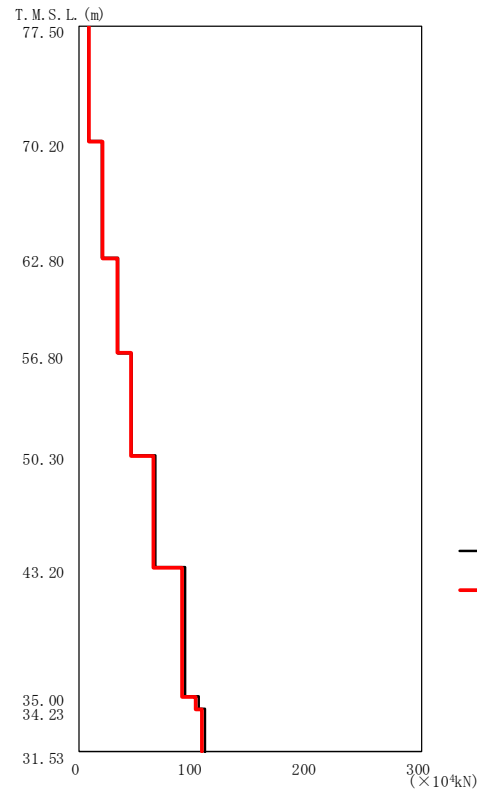
建屋の並び方向への加振時

➤ 隣接建屋の影響を考慮した場合と建屋単独の場合の結果と比較すると、最大応答値についてはほぼ整合しているが、応答比率 (隣接モデル/単独モデル) が1を超える部分が存在することから、応答比率を用いた影響検討を行う。

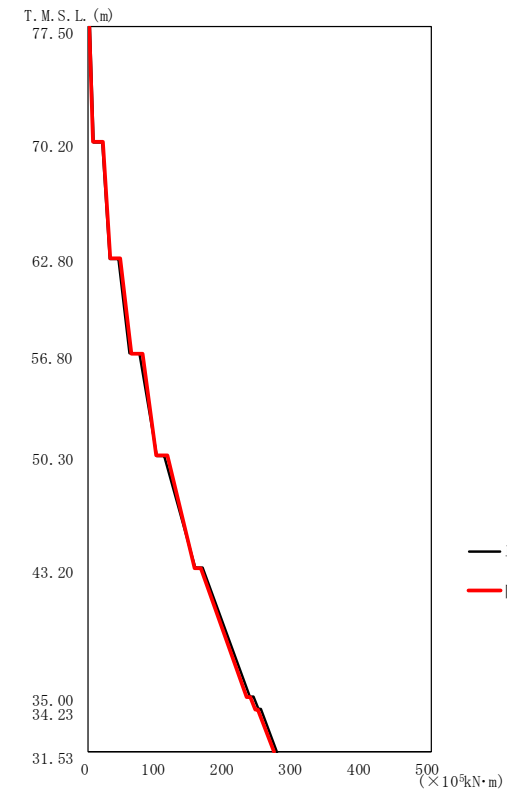
結果については、
最終チェック中



(a) 最大応答加速度



(b) 最大応答せん断力



(c) 最大応答曲げモーメント

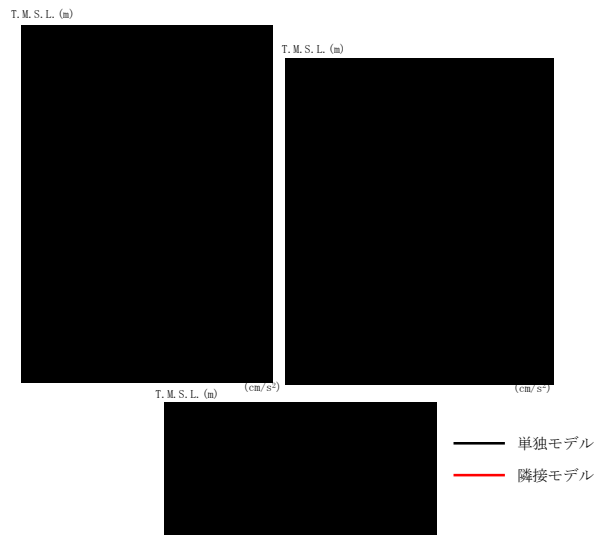
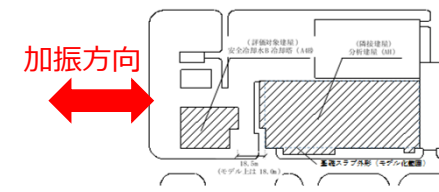
3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (3) FEMを用いた詳細検討 (地震応答解析)

■ 地震応答解析結果 : 安全冷却水B冷却塔 (基礎) の最大応答値 (EW方向)

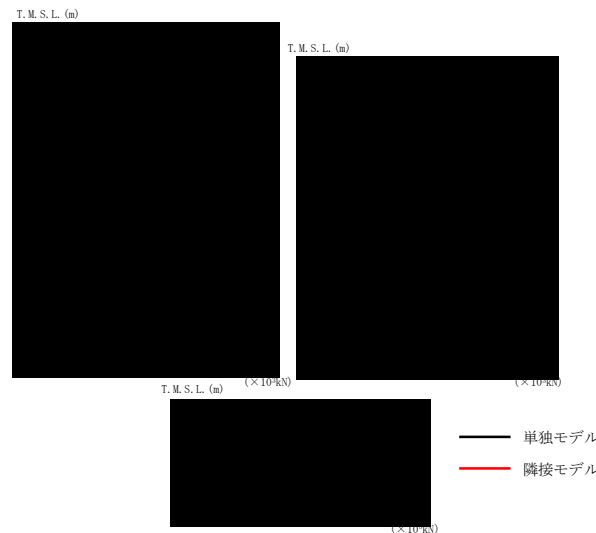
建屋の並び方向への加振時



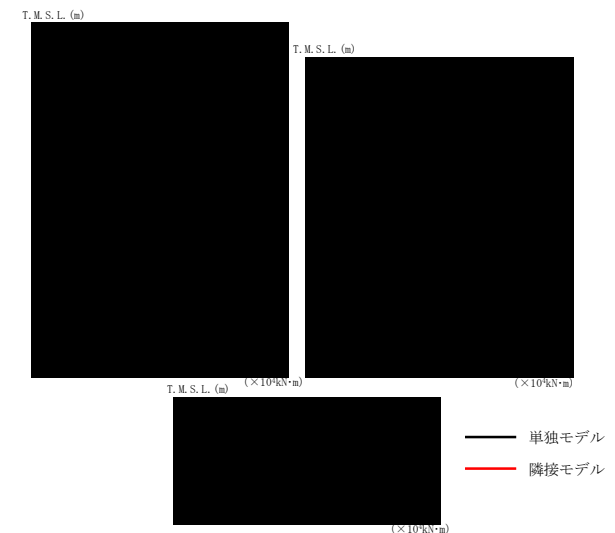
結果については、
最終チェック中



(a) 最大応答加速度



(b) 最大応答せん断力



(c) 最大応答曲げモーメント

3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響

(3) FEMを用いた詳細検討 (耐震評価への影響検討)

■ 検討対象部位及び検討方法 (燃料加工建屋, 安全冷却水B冷却塔 (基礎) 共通) (1/2)

- **検討対象部位**は、各計算書において耐震評価結果を示す部位のうち、**水平方向の地震力の影響を受ける部位**とし、耐震壁、地盤 (接地圧)、基礎スラブ、Sクラスの壁及び床^{※1}、屋根鉄骨及び屋根トラスとする。
- 建物・構築物の耐震評価への影響確認では、**隣接モデルと単独モデルの建屋応答の比較から得られる応答比率 (隣接モデル/単独モデル) を考慮した検討**を行う。具体的には、以下(1)～(4)のとおりである。
 - (1) 検討対象部位の耐震評価において、地震力として考慮する応答成分を耐震要素毎に抽出し、応答比率を算定する。
 - (2) 各耐震要素毎に算定した応答比率の最大値を割増係数として設定する。
 - (3) 上記の割増係数を、各計算書に示す耐震評価結果の検定比^{※2}に乗じる。
 - (4) 割増係数を考慮した検定比が1.00を超えないことを確認^{※3}する。
- 上述の**応答比率**は、**Sd-Aによる線形解析の結果に基づき算定した値**であるが、「**Ss地震時に対する評価**」にも適用する。ここで、建物・構築物の「**Ss地震時に対する評価**」は、各層の変形 (耐震壁のせん断ひずみ) 又は部材に発生する応力を確認していることを踏まえ、**耐震評価への影響確認にあたっては、以下a, bのとおり配慮**している。
 - a. **各層の変形 (耐震壁のせん断ひずみ) の評価**については、部材の非線形化による変形の進行を考慮し、**エネルギー一定則に基づき評価**する。
 - b. **部材に発生する応力の評価**については、線形解析により算定した応答比率を用いて評価するが、**線形解析により算定した応答比率は、部材の非線形化による剛性低下を考慮して算定した応答比率よりも大きくなる**。

※1：セル壁及び床、貯蔵区域の壁及び床、受入れ室の壁及び床、貯蔵室等の壁及び床、検査室の壁及び床、重要区域の壁及び床、プールの壁及び床

※2：検定比 = 解析結果 (発生応力等) / 許容値。各計算書に示す検定比は、地盤物性のばらつきを考慮した地震力に対する値である。

※3：割増係数を考慮した検定比が1.00を超える場合は、別途詳細な評価を実施する。

3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (3) FEMを用いた詳細検討 (耐震評価への影響検討)

■ 検討対象部位及び検討方法 (燃料加工建屋, 安全冷却水B冷却塔 (基礎) 共通) (2/2)

検討対象部位毎の応答比率の設定

検討対象部位	検討項目	応答比率 (隣接モデル/単独モデル) の算定に考慮する応答成分
耐震壁	各層のせん断ひずみ	各層の ・最大応答せん断力
地盤 (接地圧)	接地圧	基礎スラブ下端の ・最大応答曲げモーメント
基礎スラブ	基礎スラブに生じる断面力	基礎スラブ直上の部材の ・最大応答せん断力 ・最大応答曲げモーメント (両者の応答比率のうち大きい方を採用)
Sクラスの壁及び床	鉄筋量	Sクラスの壁及び床が位置する要素における ・最大応答せん断力 ・最大応答曲げモーメント (両者の応答比率のうち大きい方を採用)
屋根鉄骨及び屋根トラス	部材に生じる断面力	柱脚部※1レベルの ・最大応答加速度

※1: 屋根鉄骨及び屋根トラスの評価は, 屋根鉄骨及び屋根トラスを支持する柱部材までモデル化した立体フレームモデルへの入力地震動として, 柱脚部の時刻歴応答加速度を用いている。

3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (3) FEMを用いた詳細検討 (耐震評価への影響検討)

■ 耐震評価への影響検討結果

- 申請を実施した燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔 (基礎) の影響検討結果を示す。
⇒ 割増係数を乗じた検定比が1.00を超えないことから、安全上支障がないことを確認した。

結果については、
最終チェック中

耐震評価への影響検討結果
(割増係数を乗じた検定比が最も厳しいケースを代表して記載)

評価対象 建屋	検討対象部位	割増係数を乗じた検定比が 最も厳しいケース			①耐震計算書に 示す結果※ ¹ (検定比換算)	②割増係数	③割増係数を 乗じた検定比※ ¹ (①×②)	判定	
		地震力	方向	項目					
燃料加工 建屋	耐震壁	Ss	NS	せん断ひずみ	0.312	1.017	0.319※ ²	OK	
	地盤 (接地圧)	Ss	EW	接地圧	0.0318	—※ ³	—※ ³	OK	
	基礎スラブ	Ss	EW	面外せん断力	0.853	—※ ³	—※ ³	OK	
	Sクラスの 壁 床	壁	Sd	NS	鉄筋量	0.807	—※ ³	—※ ³	OK
		床				該当部位無し			
屋根鉄骨 及び屋根トラス				該当部位無し					
安全冷却水B (基礎) 冷却塔	耐震壁				該当部位無し				
	地盤 (接地圧)	Ss	NS	接地圧				OK	
	基礎スラブ	Ss	EW	軸力+曲げモーメント				OK	
	Sクラスの 壁 床	壁				該当部位無し			
		床				該当部位無し			
屋根鉄骨 及び屋根トラス				該当部位無し					

※¹: 有効数字3桁表記 (4桁目を保守的に切り上げ), ※²: エネルギー一定則を考慮した値のため, 単純に①×②の値とはならない,
※³: 応答比率が1を超えないため, 割増係数を考慮した検討は不要

3. 技術的内容に係る説明 ③ 隣接建屋の影響 (4) まとめ

■まとめ

- 当社事業所は、**再処理施設等の建物・構築物が互いに隣接して配置される構成となっているが、建物・構築物の地震応答解析においては、隣接建屋の影響は考慮しておらず、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いている。**
- 上述の状況を踏まえ、申請を実施した燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔（基礎）について、**FEMモデルを用いた詳細検討を実施した。**FEMを用いた詳細検討は、先行発電炉に倣い、実際の建屋配置状況に則して各建屋を配置する場合（隣接モデル）と各建屋を単独でモデル化する場合（単独モデル）の地震応答解析を実施し、両者の建屋応答の比較から得られる**応答比率を用いて建物・構築物の耐震評価に与える影響を確認した。**
- **申請を実施した燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔（基礎）について、FEMモデルを用いた詳細検討の結果、隣接建屋の影響による割増係数を考慮した検定比が1.00を超えないことから、構造毎に独立して構築した解析モデルを用いても安全上支障がない。**

4. 技術的内容に係る説明

(耐震：機器・配管系)

- ④ 水平2方向の組合せに関する設備の抽出及び考え方について

4. 技術的内容に係る説明 ④ 水平2方向の組合せに関する設備の抽出及び考え方について

(1) 影響検討方針

■ 水平2方向及び鉛直方向地震力の組み合わせに対する影響評価

水平2方向及び鉛直方向地震力の組み合わせに対する影響について、「再処理施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則の解釈」別記2に基づき、水平2方向及び鉛直方向地震力を組み合わせた場合の従来評価に対する影響（以下「水平2方向影響」という。）評価を行う。

■ 影響検討方針

<対象設備の選定>

- 水平2方向影響の検討は、「再処理施設の技術基準に関する規則」（以下「技術基準規則」という。）における15の安全機能（放射性物質の閉じ込め機能等）を維持するために実施している耐震設計上の評価項目に対して行う。
- 15の安全機能に対する耐震評価上の担保方法としては、構造強度、機能維持、地震時未臨界に対する地震時の変形に対する評価であることから、水平2方向影響の検討はこれらの評価項目を対象に実施する。

<検討の進め方>

- 検討にあたっては、基本方針上の評価方針として設備形状ごとの計算式を設定していることから、基本方針の計算式ごとに行い、その場合の分類数としては機器・配管系の57分類が対象となる。また、各分類における設備形状の確認として、設備ごとの形状及び物理的な影響の確認を行う。

4. 技術的内容に係る説明 ④ 水平2方向の組合せに関する設備の抽出及び考え方について (2) 影響検討内容

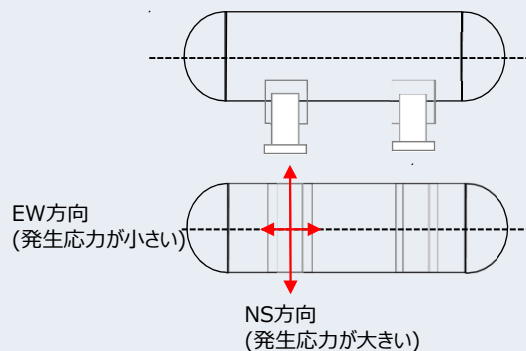
■ 影響検討内容

＜水平2方向地震力を組み合わせることによる影響＞

- 耐震評価に用いる地震力には、水平方向として2種類（NS方向及びEW方向）、鉛直方向として1種類（UD方向）があり、水平2方向影響評価では、水平2方向と鉛直方向の地震力が同時に作用することを前提として3方向の地震力を受ける設備形状の確認を行う。
- その場合、設備形状によって物理的な振動が生じる方向（以下、「応答軸」という。）が異なり、水平2方向影響の有無に違いが生じるため、形状に応じた対応が必要となる。
- 異なる応答軸から地震力を受けた場合の影響は、水平2方向からの地震力が重なり合うことによる応力の増加及び新たな応力成分の発生が2種類あり、これらが発生する形状であった場合、影響が有る設備となる。

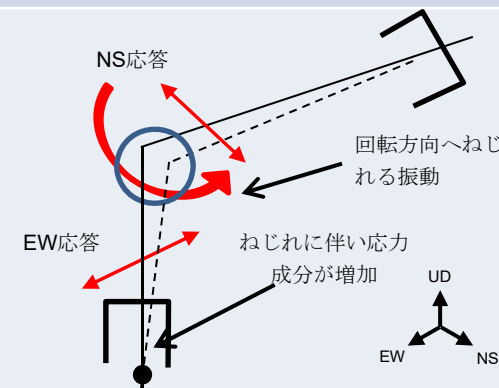
地震力の重なりによる応力の増加

- ・異なる応答軸からの水平方向地震力が重なり合うことで応力増加が発生する可能性がある。
- ・短辺方向と長辺方向の寸法が異なり、発生応力の大きくなる断面と小さくなる断面が明確である場合は応力の増分が小さい。



新たな応力成分の発生

- ・異なる応答軸方向の力が加わることにより、回転方向にねじれの振動が生じる。
- ・ねじれによる応力成分が増加する可能性がある。



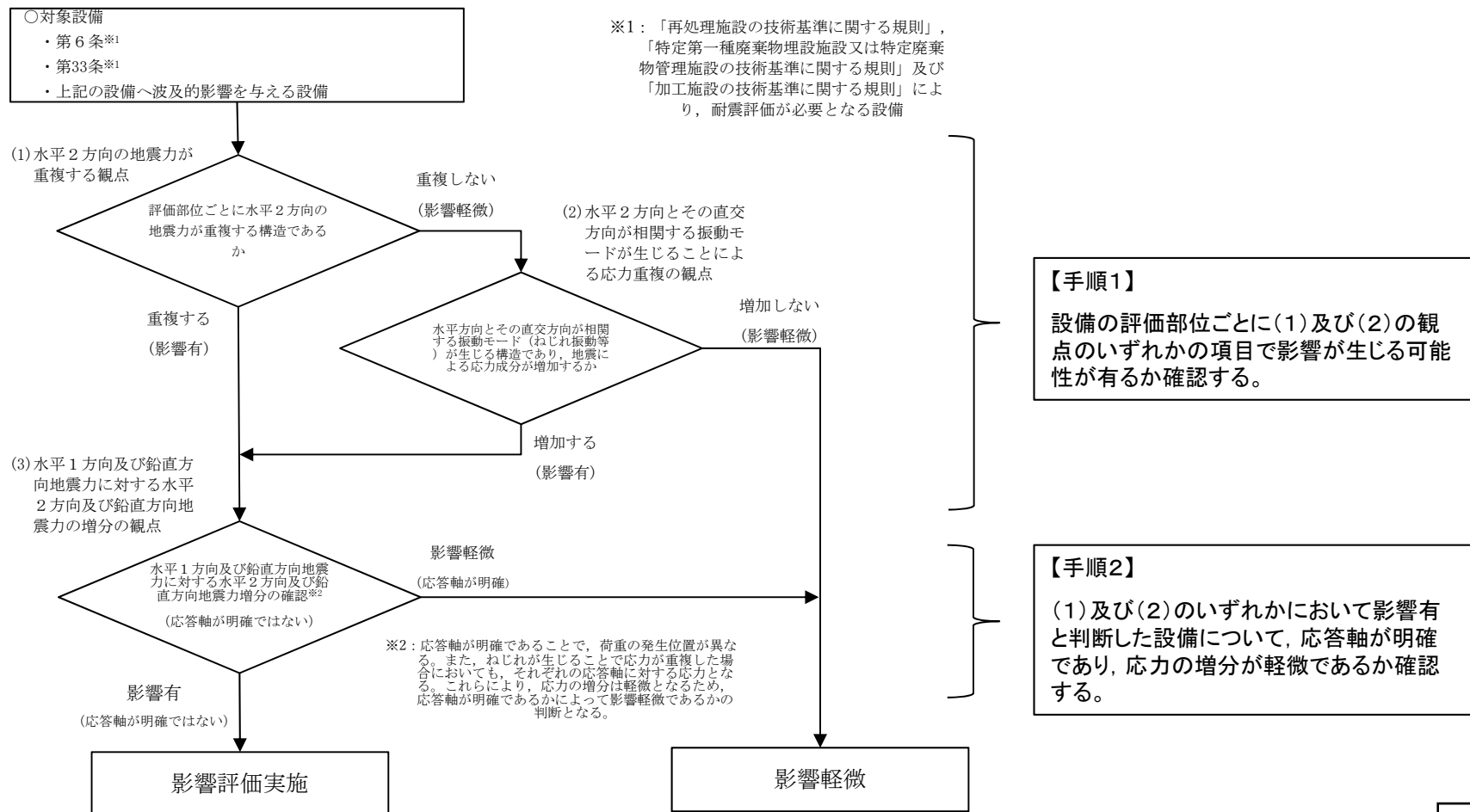
- 上記の検討内容を踏まえた影響評価対象設備の抽出手順について次頁に示す。

4. 技術的内容に係る説明 ④ 水平2方向の組合せに関する設備の抽出及び考え方について

(2) 影響検討内容

<水平2方向影響評価対象設備の抽出>

- 影響評価対象設備の抽出の手順について以下に示す。
- 地震時未臨界に対する変形は構造強度評価における応力が発生する場合の変形であるため、構造強度評価と合わせて実施する。



4. 技術的内容に係る説明 ④ 水平2方向の組合せに関する設備の抽出及び考え方について (3) 影響評価結果

■ 影響評価結果

- 水平2方向影響有無の抽出結果は、機器・配管系の全57分類に対し、影響有として影響評価を実施する分類は12分類となり、影響軽微となる分類は45分類となることを確認した。
- 影響有として抽出した12分類に該当する設備は、後次回申請対象設備であることから、水平2方向と鉛直方向の地震力の組み合わせた影響評価結果について後次回申請時に添付書類として示す。
- なお、第1回申請対象である冷却塔及び冷却塔配管は影響軽微となる分類に該当する。これら設備に対する確認結果について次ページに示す（P83）。

4. 技術的内容に係る説明 ④ 水平2方向の組合せに関する設備の抽出及び考え方について (4) 影響検討

＜安全冷却水B冷却塔に対する水平2方向の影響検討について＞

- 下記に安全冷却水B冷却塔の図を示す。
- ➤ P80・81にて示す水平2方向に対する検討内容及び影響評価対象設備の抽出手順に従い、安全冷却水B冷却塔における水平2方向の影響について検討を実施した結果を以下に示す。

＜安全冷却水B冷却塔に対する水平2方向の影響検討結果について＞

- [Redacted]
- [Redacted]

