

# 再処理施設 廃棄物管理施設 MOX燃料加工施設

## 設工認申請に係る対応状況 (耐震)

令和3年4月13日



日本原燃株式会社

# 目次

I. 建物・構築物	3
1. 主な説明項目	4
2. 技術的内容に係る説明	6
a. 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定	6
(1) 設計用地盤モデルの設定方針	
(2) 支持地盤の設定	
(3) 表層地盤の設定	
(4) 建屋直下PS検層結果を踏まえた検討	
(5) 今後の説明事項	
d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定	33
(1) 設計用地下水位の設定方針	
(2) 地下水排水設備に囲まれている建物	
(3) 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物	
II. 機器・配管系	51
1. 主な説明項目	52
2. 詳細説明	54
類型化について	54
c. 機器・配管系の類型化に対する分類の考え方について	55

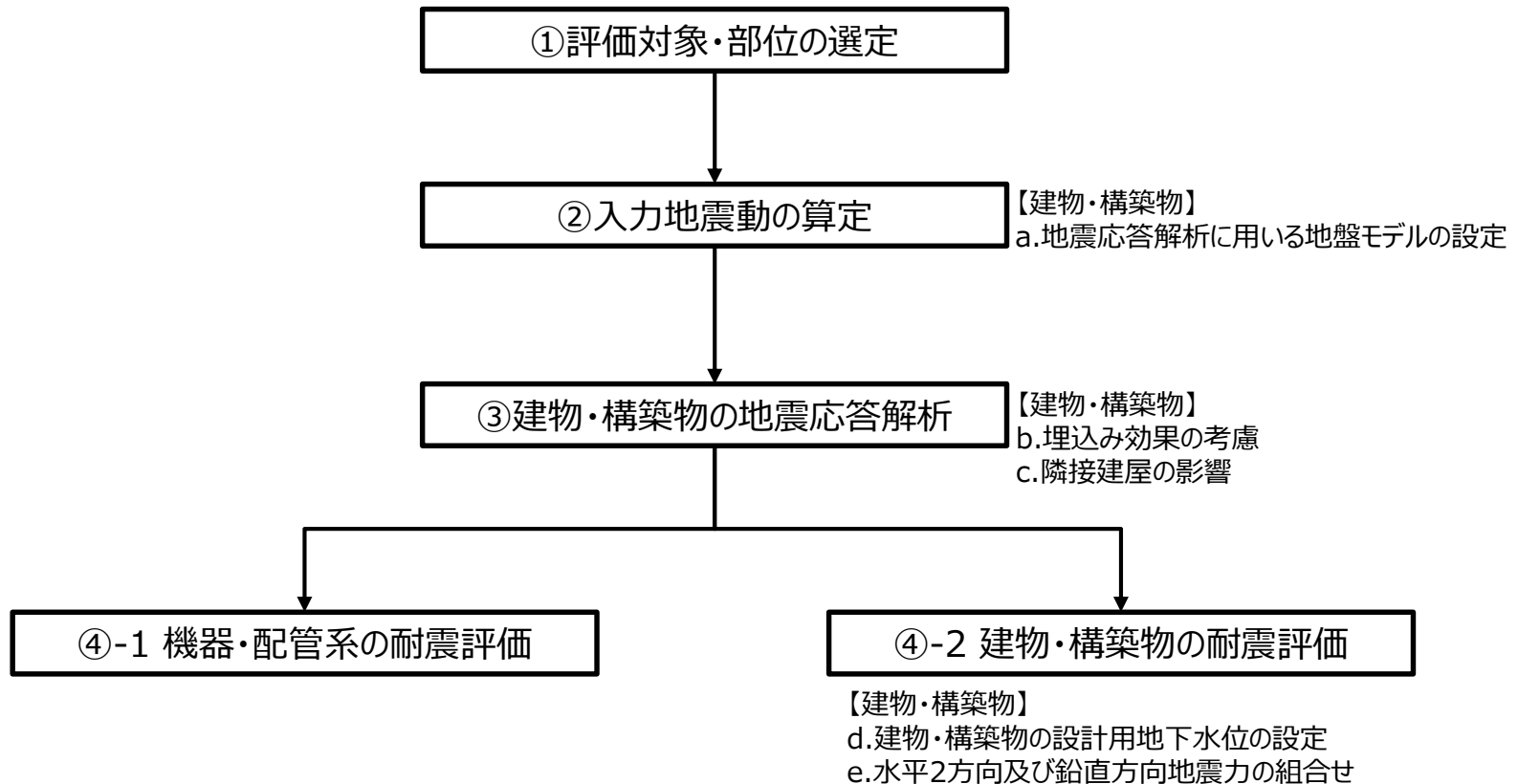
---

# I . 建物・構築物

1. 主な説明項目
2. 技術的内容に係る説明

# 1. 主な説明項目

- 建物・構築物の耐震設計は、技術基準要求に適合するよう実施する。
- 建物・構築物の耐震設計は、①評価対象・部位の選定、②入力地震動の算定、③建物・構築物の地震応答解析、④耐震評価のプロセスで実施することから、それぞれの段階での第1回申請及び後次回申請における主な説明項目を次頁以降に示す。



# 1. 主な説明項目

- **建物・構築物の耐震設計に係る主な説明項目**に関する設計方針の整理について以下に示す。

主な説明項目		先行実績	説明内容	本日説明内容
a	地震応答解析に用いる地盤モデルの設定	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>入力地震動の算定に用いる地盤モデルについて、敷地の特徴を踏まえた設定としている。</li> <li>敷地における地盤モデルの考え方及び地盤モデルの物性値の設定方法について整理した。</li> <li>地盤モデルの設定に係る根拠となるデータを整理した。</li> </ul>	詳細説明
b	埋込み効果の考慮	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設工認からのモデルの変更点として、埋め込み効果を考慮することとし、側面地盤ばねを考慮している。</li> <li>側面地盤ばねの設定に関する考え方について整理した。</li> </ul>	3/15説明済 補足説明資料 再整理中
c	隣接建屋の影響	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>燃料加工建屋については、隣接建屋による影響が無いことを確認した。</li> <li>後次回申請における申請対象建屋についても、隣接建屋の影響の有無について、ケーススタディを踏まえた考察を行う。</li> </ul>	今後説明 (4月末提示予定)
d	建物・構築物の設計用地下水位の設定	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>設計用地下水位については、地下水排水設備の設置状況等を踏まえて設定する。</li> <li>設計用地下水位の設定の考え方及び液状化の考慮方針について整理した。</li> <li>地下水排水設備の設計方針及び液状化影響の評価方針について整理した。</li> </ul>	詳細説明
e	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せによる影響の可能性のある部位を抽出し、評価を行う。なお、抽出方法については、先行発電炉と同様である。</li> </ul>	3/15説明済 補足説明資料 再整理中

  : 本日詳細説明を行う項目

### a. 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定

- (1) 設計用地盤モデルの設定方針
- (2) 支持地盤の設定
- (3) 表層地盤の設定
- (4) 建屋直下PS検層結果を踏まえた検討
- (5) 今後の説明事項

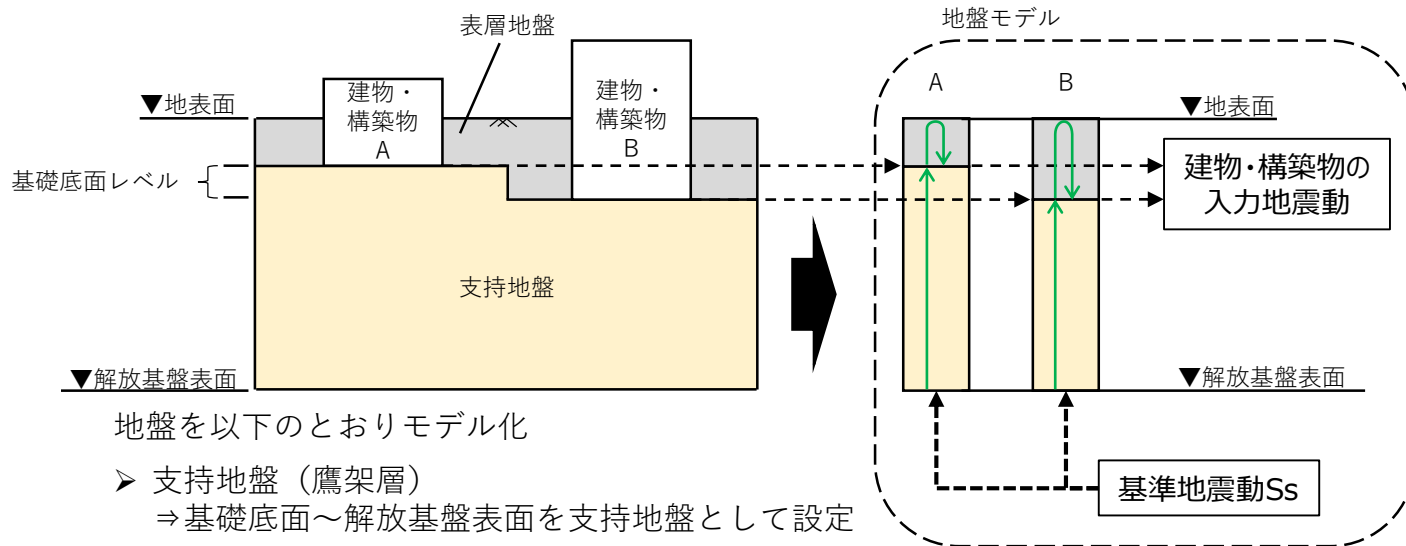
## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 3月15日審査会合における指摘事項

No.	指摘事項	対応
1	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。	本日説明
2	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。	本日説明

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

### ■今回設工認における設計用地盤モデルの考え方

- 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）までの地盤モデル（以下、「設計用地盤モデル」という。）を設定している。
- 設計用地盤モデルは、下図に示すとおり、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位置する岩盤である支持地盤及び、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）に該当する土層である表層地盤（埋戻し土、造成盛土及び六ヶ所層）で構成される。
- 入力地震動の算定にあたっては、解放基盤表面に基準地震動 $S_s$ 等を入力し、表層地盤を考慮した地盤応答を、建屋の入力地震動として地震応答解析を実施する。



敷地における設計用地盤モデルの概要



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

### ■ 敷地における設計用地盤モデルの設定方針

入力地震動の算定に用いる設計用地盤モデルは、以下のとおり作成している。

#### 【支持地盤】

- 設計用地盤モデルのうち、支持地盤については、当初設計時点（既設工認時点）において、水平成層と見なすことができる3つのエリア（中央地盤、東側地盤、西側地盤）に分類し、各エリアそれぞれにおいて一つの設計用地盤モデルを設定し、各エリアで広域に実施されているPS検層結果に基づく平均的な値を物性値として設定している。
- 今回設工認においては、地盤物性のばらつきとして、各エリアごとのPS検層結果の平均 $\pm 1\sigma$ を考慮する。

#### 【表層地盤】

- 今回設工認においては、耐震評価において建物・構築物の埋め込み状況を反映するために、設計用地盤モデルに表層地盤を考慮している。
- 設計用地盤モデルのうち、表層地盤については、再処理事業所における掘削工事及び埋め戻し工事の状況を踏まえて設定している。
- 物性値については、ボーリング調査結果に基づく深さ方向の回帰式を基本ケースとして設定し、地盤物性のばらつきとして、ボーリング調査結果の平均 $\pm 1\sigma$ を考慮している。
- 表層地盤については、基準地震動 $S_s$ 及び弾性設計用地震動 $S_d$ に対して剛性低下が生じることを考慮し、繰返し三軸試験の結果に基づき、ひずみ依存特性を設定している。

#### 【今後の説明事項】

- 今後、設計用地盤モデルの設定プロセスを明示するとともに、敷地地盤の速度構造や設計用地盤モデルの層境界の設定の考え方、敷地で得られた地震観測記録に基づくシミュレーション解析等により、設計用地盤モデルの設定の妥当性について説明する。

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

### ■ 設計用地盤モデルに対する直下PS検層データの照合評価方針

- 設計用地盤モデルと建屋直下又は近傍でのPS検層（以下、「直下PS検層」という。）の照合においては、速度構造の照合を行う。
- 設計用地盤モデルと直下PS検層との照合の結果、速度構造の乖離が大きい場合には、設計用地盤モデルが、入力地震動の算定及び施設影響の観点において、安全上支障がないことを確認する。
- 本日の審査会合においては、燃料加工建屋を対象に、設計用地盤モデルに対する直下地盤の入力地震動及び施設の耐震性への影響度合いを示すものとして、設計用地盤モデルと直下地盤モデル（直下PS検層データに基づく地盤モデル）による地震応答解析を比較して示す。

### ■ 対象建物・構築物

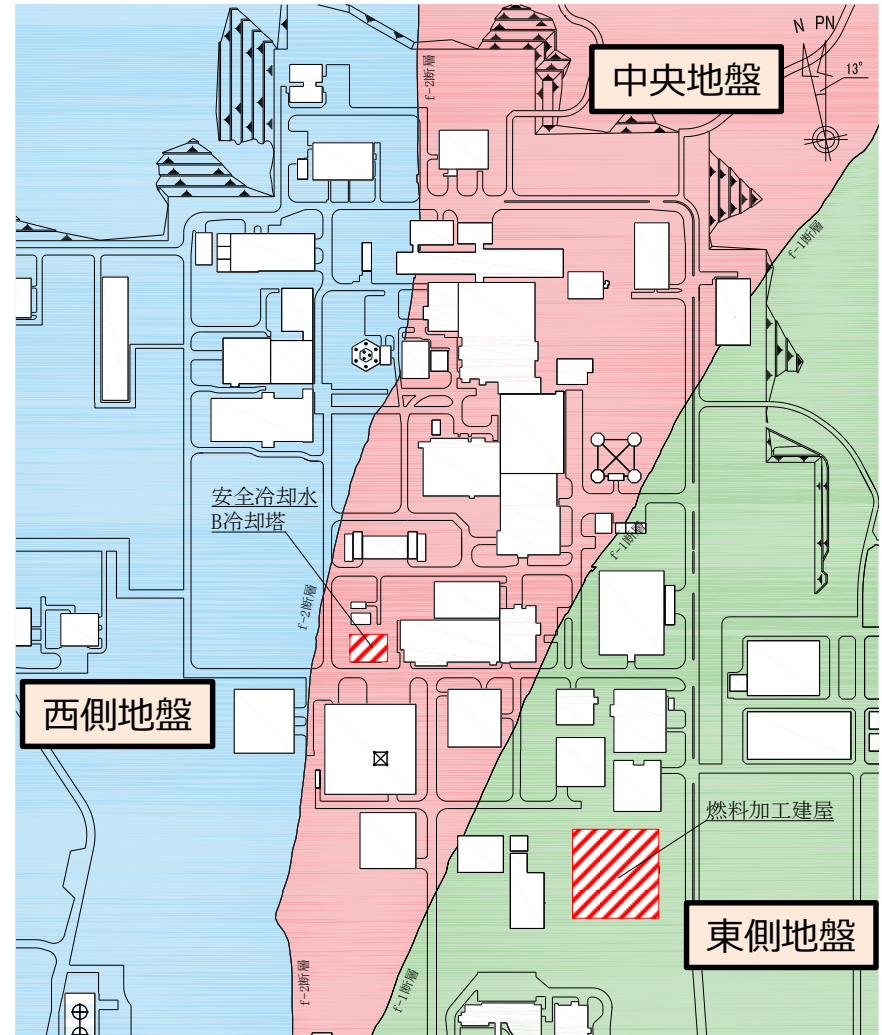
- 第1回申請対象の燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔については、その確認結果を第1回申請にて示す。
- 第2回申請以降の対象の建物・構築物については、各申請回次にて示す。

## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (2) 支持地盤の設定 (支持地盤に考慮するエリアの考え方)

### ■ 支持地盤の設定において考慮するエリアの考え方

- 設計用地盤モデルのうち、支持地盤については、当初設計時点（既設工認時点）にて設定した地盤モデルであり、敷地内で実施されているボーリング調査結果に基づいて設定している。
- ボーリング調査・PS検層等の地質調査結果に基づき、f-1断層およびf-2断層を境に支持地盤（鷹架層）の地質構造が異なることから、敷地を3つのエリア（中央地盤、東側地盤、西側地盤）に分類して各エリアそれぞれにおいて一つの設計用地盤モデルを設定している。
- これらの3つのエリアでは、ボーリング調査に基づく地質断面図よりそれぞれのエリア内で地下構造に大きな傾斜や地質層序の違いはなく、概ね水平成層に広がっていると同時に、同一のエリア内で実施されたPS検層結果より同一のエリア内では深さ方向の速度構造が概ね同様であることを確認している。そのため地盤モデルは、各エリアそれぞれにおいて一つの地盤モデルを共通モデルとして設定している。

今後、地質断面図や速度構造に対する考察を行い、各エリアそれぞれにおいて1つの地盤モデルとして設定していることの妥当性を説明する。



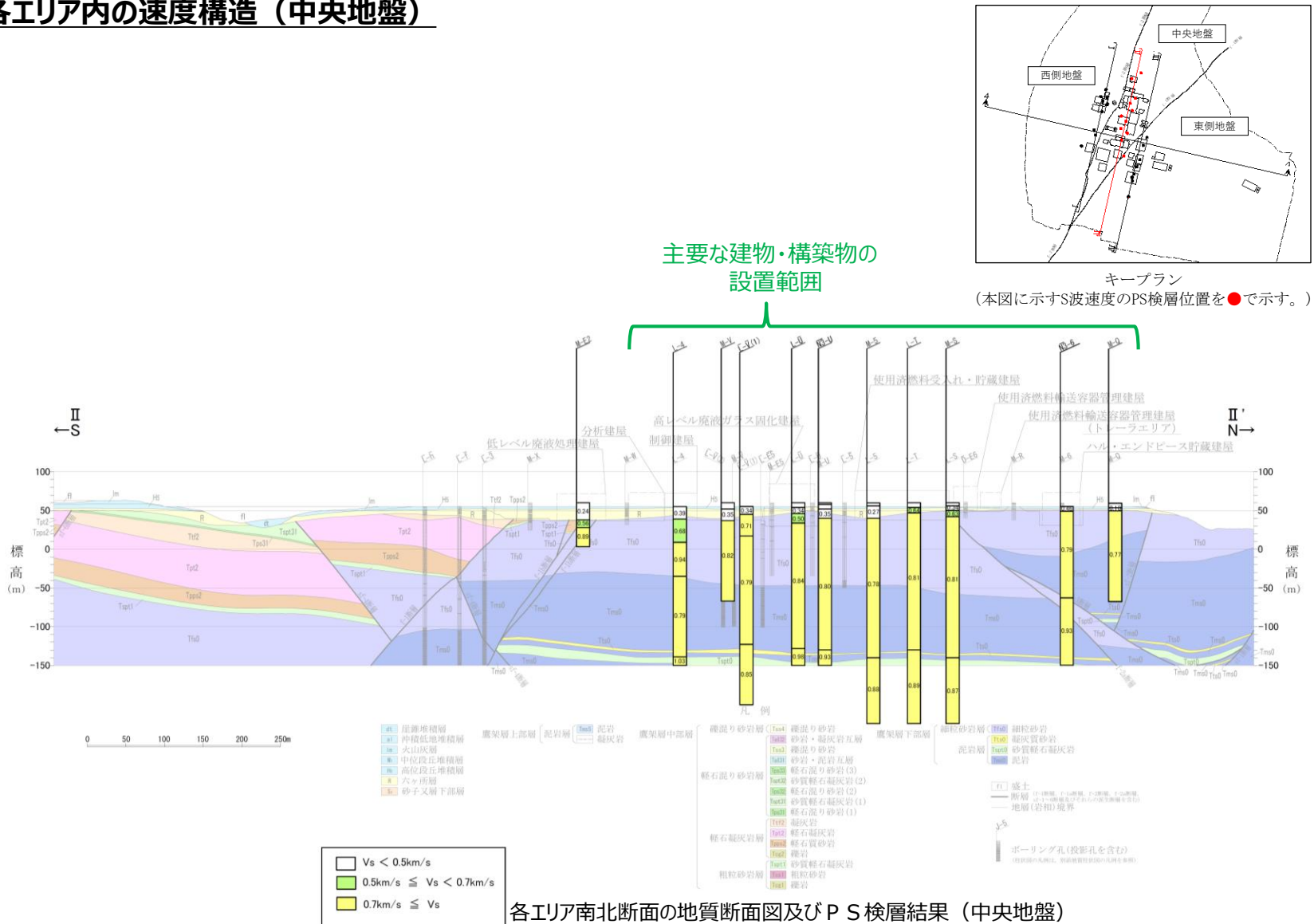
f-2断層 f-1断層

敷地平面図及び支持地盤（鷹架層）の地盤種別



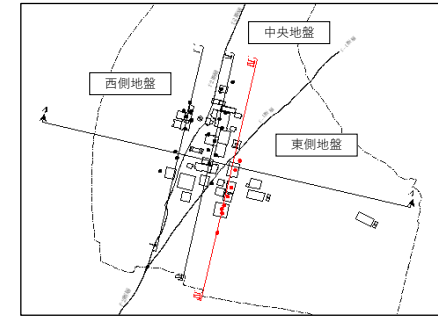
## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (2) 支持地盤の設定 (支持地盤に考慮するエリアの考え方)

### ■各エリア内の速度構造 (中央地盤)



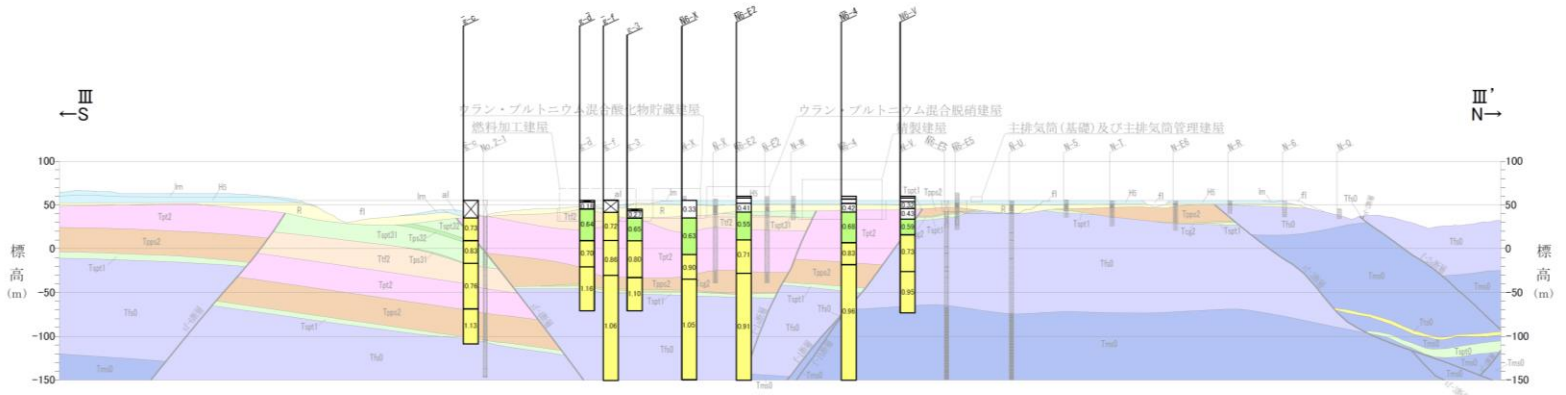
## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (2) 支持地盤の設定 (支持地盤に考慮するエリアの考え方)

### ■各エリア内の速度構造 (東側地盤)



キープラン  
(本図に示すS波速度のPS検層位置を●で示す。)

主要な建物・構築物の  
設置範囲

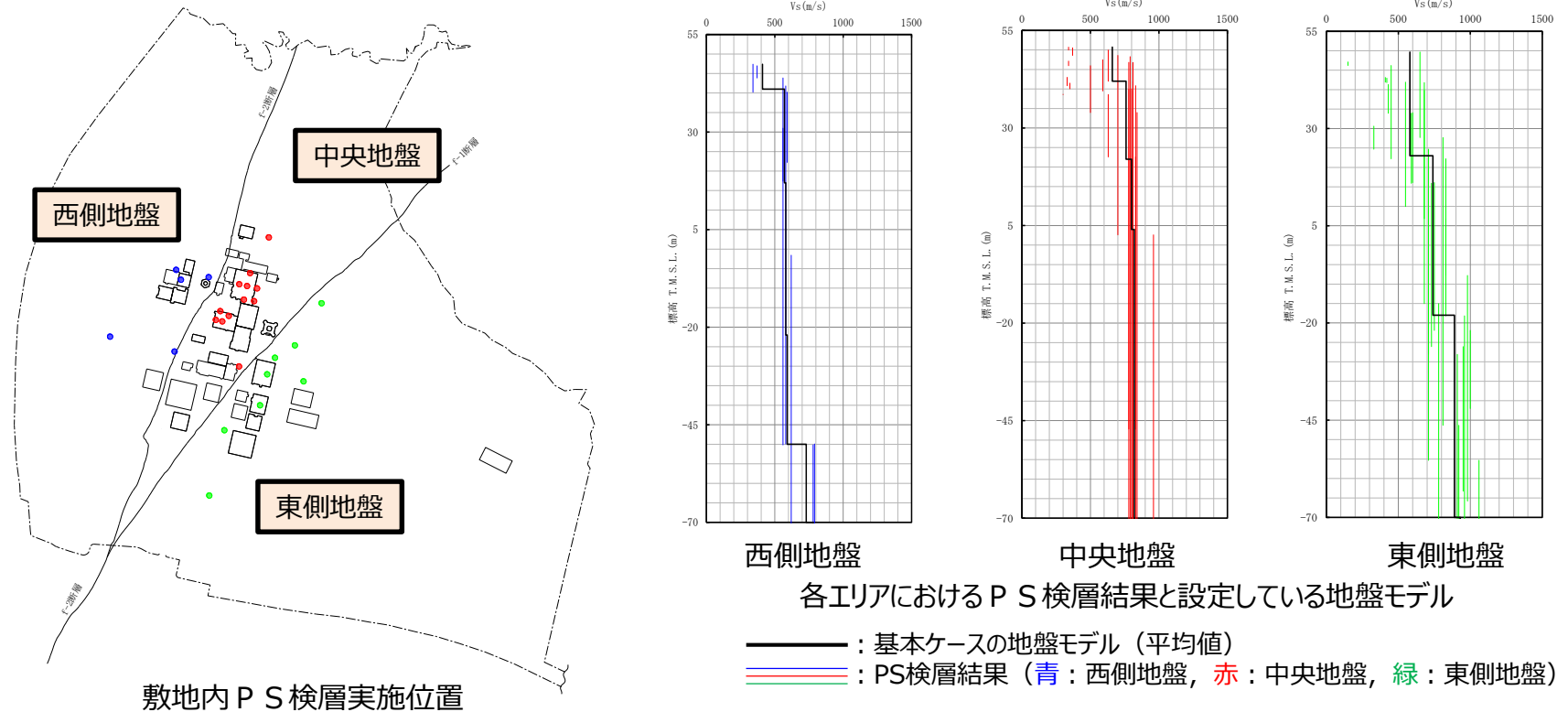


各エリア南北断面の地質断面図及びP S 検層結果 (東側地盤)

## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (2) 支持地盤の設定 (物性値の設定)

### ■ 設計用地盤モデルの物性値の考え方 (基本ケース)

- 各エリアにおける地盤モデルの諸元は、各エリア内でエリア全体を広域に実施したボーリング調査・PS検層等の平均的な地盤物性値に基づき設定している。
- 具体的には、各エリア内の調査結果において、エリア内では深さ方向に概ね同様な速度構造となっていることから、調査結果の深さ方向各層の平均値の物性を「基本ケース」として各エリアで設定している。



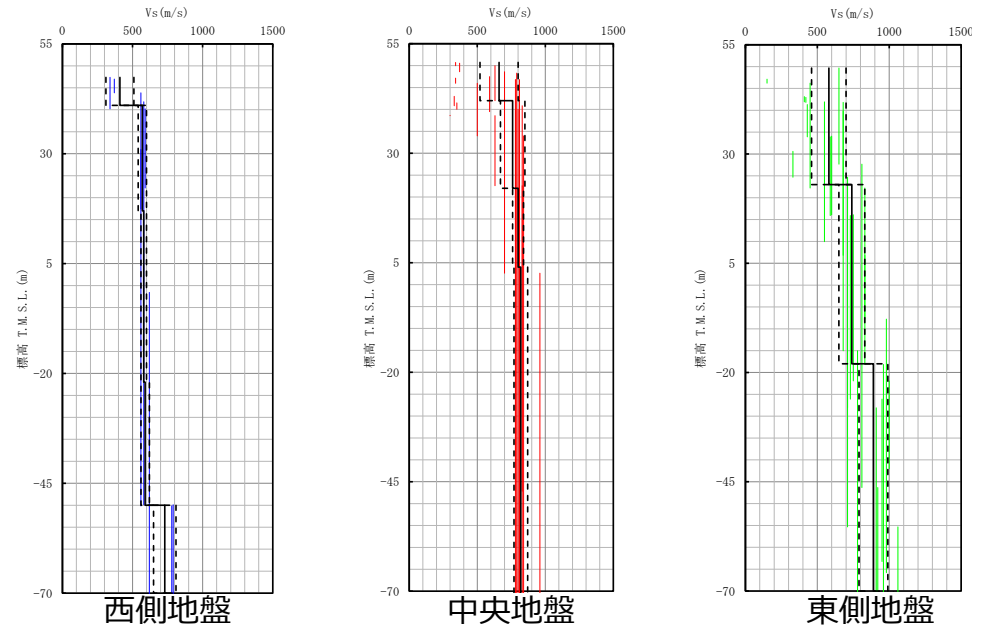
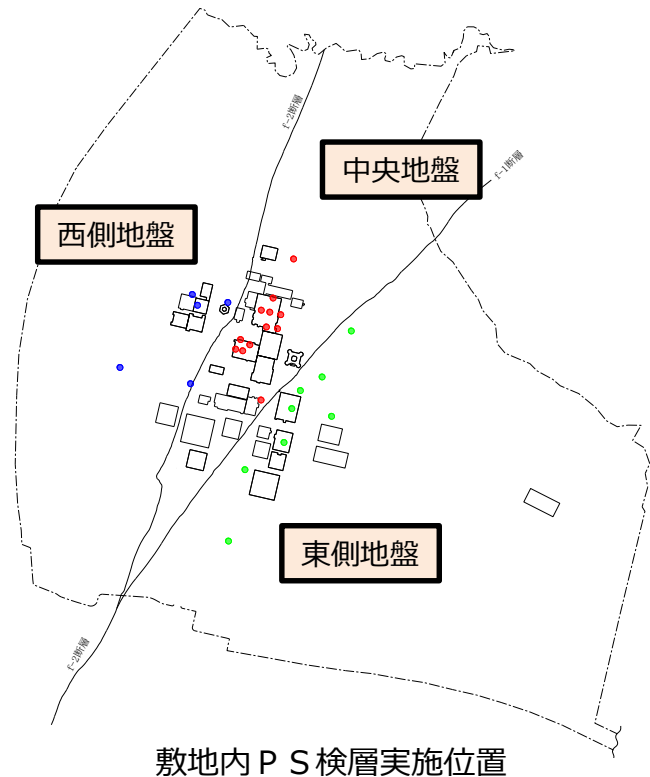
今後、当初設計時点における設計用地盤モデルの設定プロセスを明示するとともに、設計用地盤モデルの設定の妥当性について、以下の観点を踏まえ整理する。

- 設計用地盤モデルの設定における速度構造の設定
- エリア内の各地点における岩盤種別との対応状況
- 敷地で得られた地震観測記録に基づくシミュレーション解析

## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (2) 支持地盤の設定 (物性値の設定)

### ■ 設計用地盤モデルの物性値の考え方 (地盤物性のばらつきケース)

- 今回設工認では、設計用地盤モデルに設定する地盤物性値に対し、材料物性のばらつきによる変動幅を考慮している。
- 各エリア内のPS検層結果の平均値の標準偏差 $\pm 1\sigma$  (先行発電炉の実績と同様) の物性値を与えたものを「地盤物性のばらつきケース」として設定している。



各エリアにおける P S 検層結果と設定している地盤モデル

- : 基本ケースの地盤モデル (平均値)
- - - - : ばらつきケースの地盤モデル ( $\pm 1\sigma$ )
- — — : PS検層結果 (青 : 西側地盤, 赤 : 中央地盤, 緑 : 東側地盤)



## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (2) 支持地盤の設定 (設計用地盤モデルの諸元)

### ■ 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 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	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
	14.8	410	1610	
	41.0	570	1720	
	15.9	580	1680	
	16.4	590	1690	
	17.0	730	1860	
▽解放基盤表面	-70.0	780	1940	

西側地盤

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							
	410	1610	100	70	510	1680	310	1540
	41.0	570	30	110	600	1830	540	1610
	17.0	580	20	20	600	1700	560	1660
	-22.0	590	30	30	620	1720	560	1660
	-50.0	730	80	100	810	1960	650	1760
▽解放基盤表面	-70.0	780	40	60	820	2000	740	1880

中央地盤

標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	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
	18.1	660	1840	
	42.0	760	1910	
	22.0	800	1950	
	18.2	820	1950	
▽解放基盤表面	-70.0	820	1950	

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							
	660	1840	140	280	800	2120	520	1560
	42.0	760	90	140	850	2050	670	1770
	22.0	800	40	40	840	1990	760	1910
	4.0	820	50	40	870	1990	770	1910
▽解放基盤表面	-70.0	820	50	40	870	1990	770	1910

東側地盤

標高 T. M. S. L. (m)	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	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
	15.7	580	1710	
	23.0	740	1870	
	15.3	890	2030	
▽解放基盤表面	-70.0	930	2050	

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							
	580	1710	120	230	700	1940	460	1480
	23.0	740	90	100	830	1970	650	1770
	-18.0	890	100	110	990	2140	790	1920
▽解放基盤表面	-70.0	930	100	80	1030	2130	830	1970

## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (2) 支持地盤の設定 (地表付近の取り扱いについて)

### ■ 地表付近の地盤モデルとPS検層データの関係について

- 建物・構築物は、鷹架層に支持させるため、PS検層で確認されている深度まで掘削を行った上で設置していることから、耐震評価上は確認されたデータのみを用いている。

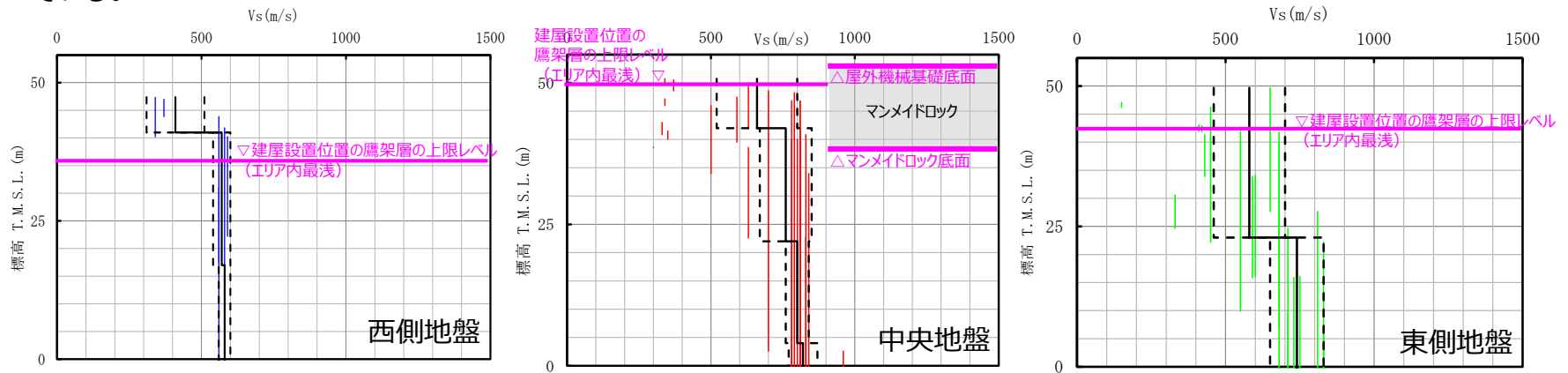
【PS検層データ上限レベル】

- 中央地盤：T.M.S.L.50.73m
- 東側地盤：T.M.S.L.49.67m
- 西側地盤：T.M.S.L.47.37m

【建屋設置位置の鷹架層の上限レベル (エリア内最浅)】

- 中央地盤：T.M.S.L.50.00m (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))
- 東側地盤：T.M.S.L.42.50m (第1保管庫・貯水所)
- 西側地盤：T.M.S.L.35.70m (ガラス固化体貯蔵建屋他)

- なお、屋外機械基礎のように地上に設置しているものは、マンメイドロックを介して鷹架層に支持させており、これらの地震応答解析では、鷹架層より堅硬なマンメイドロックを、PS検層で確認されている鷹架層の物性値に置き換えて用いている。



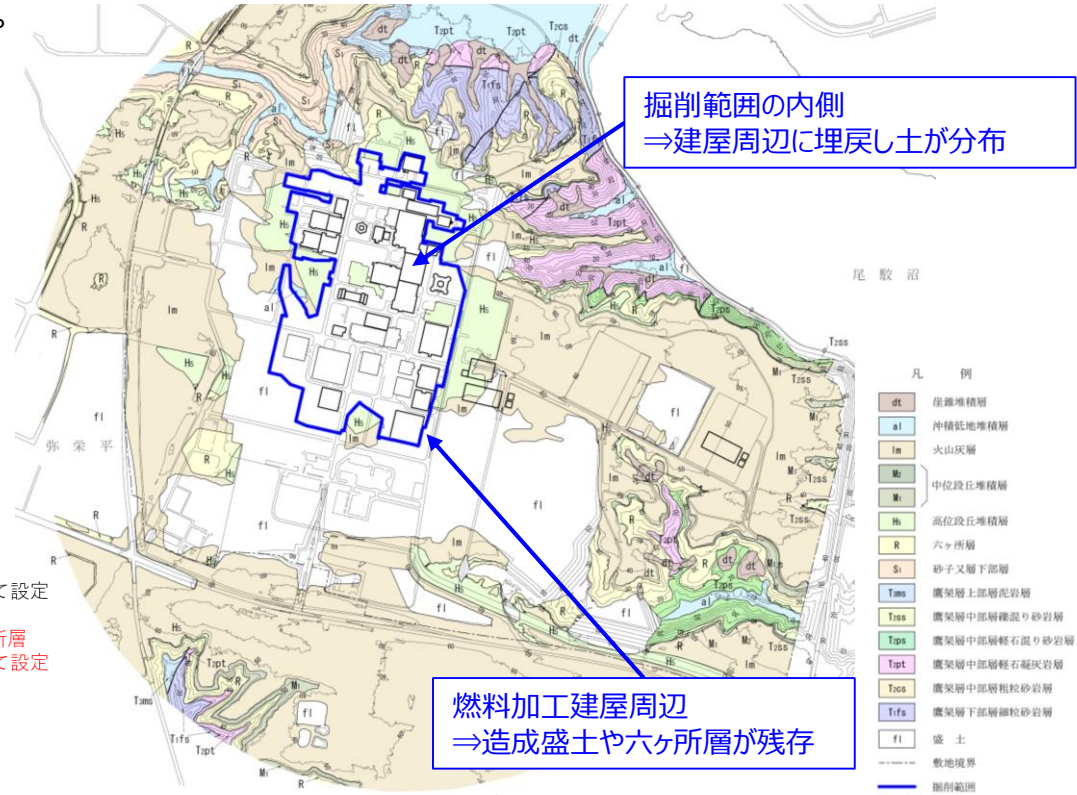
設計用地盤モデル, PS検層データ, 建物・構築物設置レベルの関係図

- : 基本ケースの地盤モデル (平均値)
- - -: ばらつきケースの地盤モデル ( $\pm 1\sigma$ )
- (青): PS検層結果 (青: 西側地盤, 赤: 中央地盤, 緑: 東側地盤)

## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (3) 表層地盤の設定 (概要)

### ■ 表層地盤の概要について

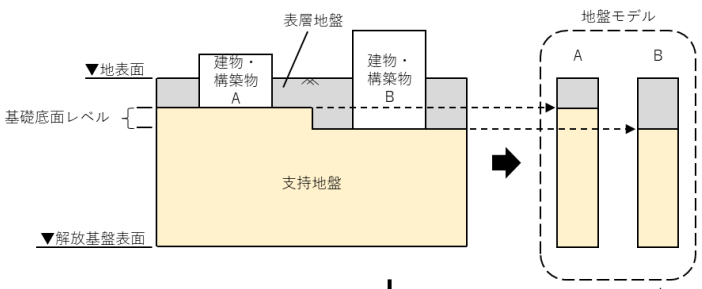
- 今回設工認においては、耐震評価において建物・構築物の埋め込み状況を反映するために、設計用地盤モデルに表層地盤を考慮している。
- 再処理事業所は、造成済みの敷地に大規模な掘削工事を実施し、諸施設を建設後に埋め戻しを行っていることから、建物・構築物周辺には埋戻し土が分布している。
- 燃料加工建屋においては、山留壁を用いて掘削工事が行われていることから、敷地造成時の造成盛土や六ヶ所層が残存している。
- 以上を踏まえ、表層地盤について、再処理施設及び廃棄物管理施設の建物・構築物では埋戻し土を、燃料加工建屋では造成盛土及び六ヶ所層を考慮する。



掘削範囲の内側  
=> 建屋周辺に埋戻し土が分布

燃料加工建屋周辺  
=> 造成盛土や六ヶ所層が残存

凡 例	
dt	崖堆積層
al	沖積低地堆積層
lm	火山灰層
Mt	中位段丘堆積層
R	高位段丘堆積層
Hs	六ヶ所層
Si	砂子又層下部層
Tams	腐葉層上部層凝灰岩層
Tms	腐葉層中部層凝灰岩層
Tps	腐葉層中部層軽石混り砂岩層
Tsp	腐葉層中部層軽石混り砂岩層
Tso	腐葉層中部層粗粒砂岩層
Tsps	腐葉層下部層粗粒砂岩層
fi	盛土
	敷地境界
	掘削範囲



- 地盤を以下のとおりモデル化
- 支持地盤（鷹架層）  
=> 基礎底面～解放基礎表面を支持地盤として設定
  - 建屋周辺の埋戻し土，造成盛土及び六ヶ所層  
=> 地表面～基礎底面レベルを表層地盤として設定

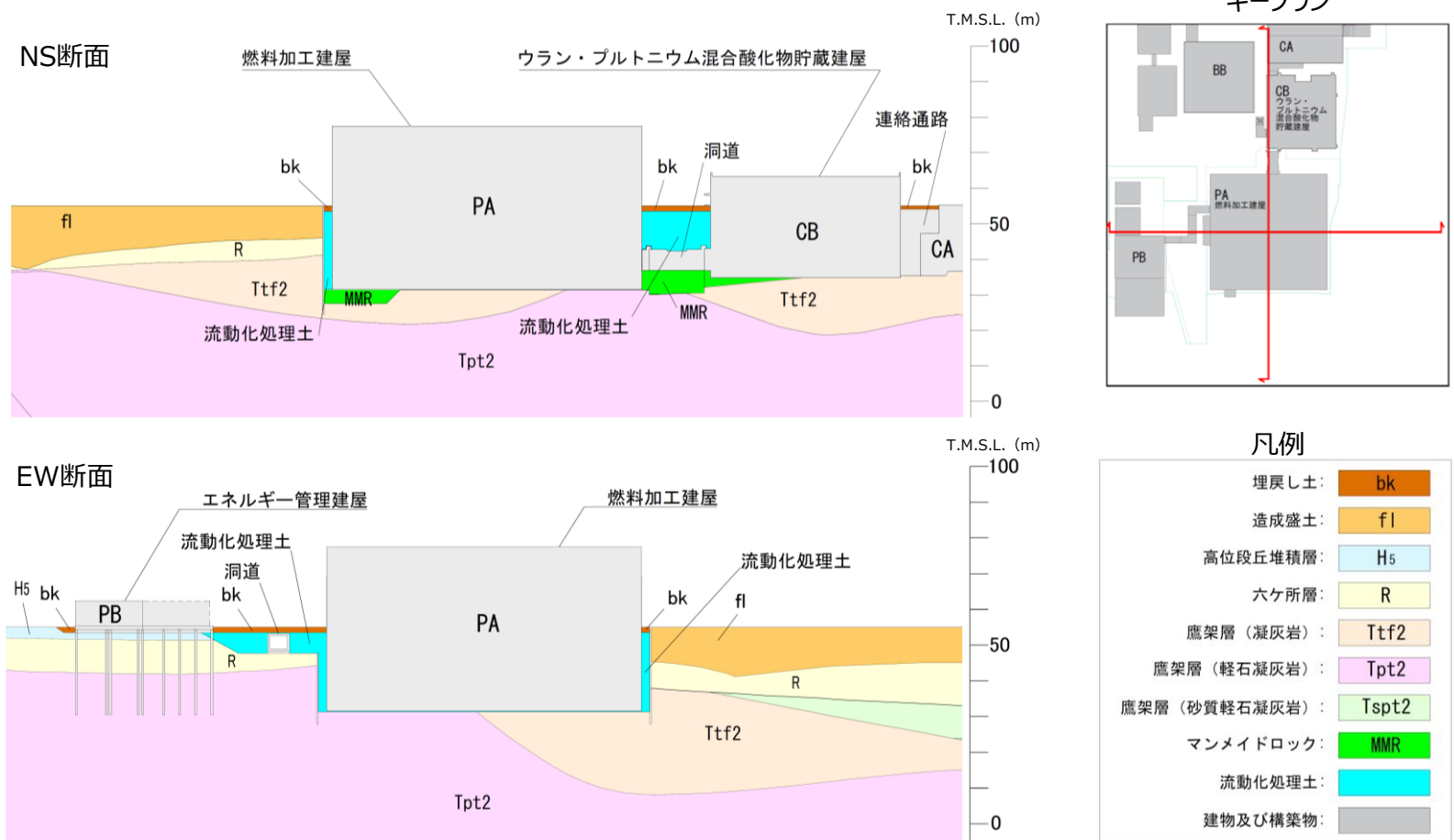
敷地における地盤モデルの概要

敷地表層地盤及び掘削範囲図

## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (3) 表層地盤の設定 (燃料加工建屋周辺の地盤分布)

### ■ 燃料加工建屋の表層地盤の設定について

- 前頁に示した通り、燃料加工建屋については、山留壁を用いて掘削工事が行われており、敷地造成時の造成盛土や六ヶ所層が残存していることから、その分布状況の詳細を下図に示す。
- 燃料加工建屋周辺では、造成盛土及び六ヶ所層が建屋側面に分布しており、建屋は岩盤である鷹架層に支持されている。

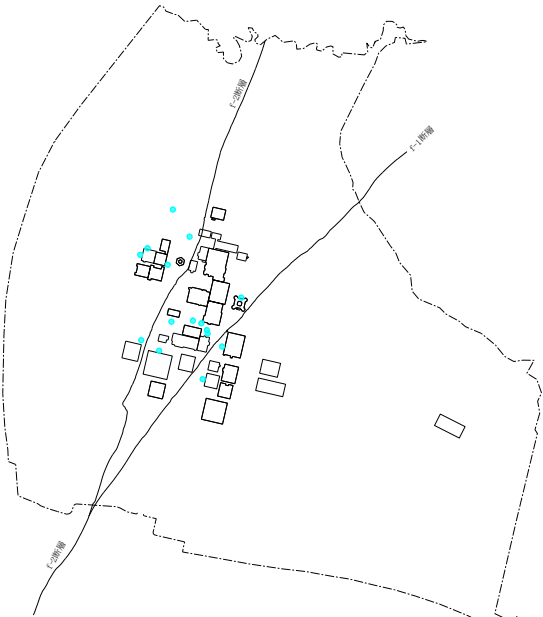


燃料加工建屋周辺の地盤分布

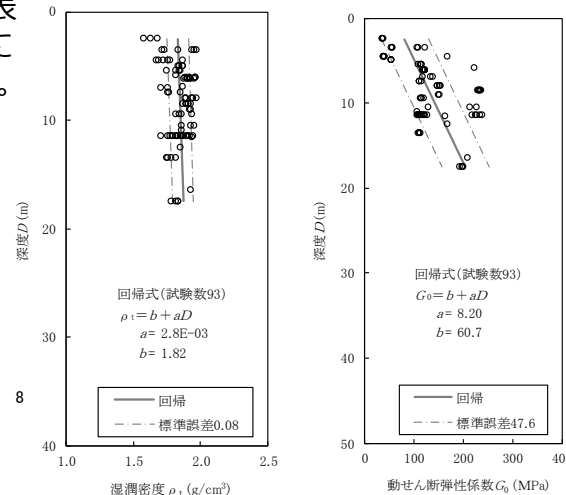
## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (3) 表層地盤の設定 (物性値の設定)

### ■ 表層地盤の物性値の設定

- 表層地盤の物性値は、ボーリング調査結果に基づく深さ方向の回帰式を設定し、これを「基本ケース」として設定する。
- ボーリング調査結果のばらつきを考慮し、回帰式の標準偏差 ( $\pm 1\sigma$ ) を設定し、これを「地盤物性のばらつきケース」として設定する。
- 表層地盤については、基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdに対して剛性低下が生じることを考慮し、繰返し三軸試験の結果よりひずみ依存特性 ( $G/G_0-\gamma$ ,  $h-\gamma$ ) を設定する。
- 埋戻し土の物性値の設定結果について、本頁図及び表に示す。造成盛土及び六ヶ所層の物性値の設定結果については、「(添付1) 表層地盤の物性値」に示す。



埋戻し土の物性値算定に用いるボーリング調査孔位置

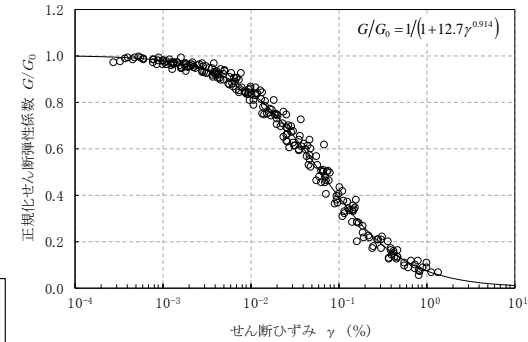


湿潤密度及び初期せん断剛性の

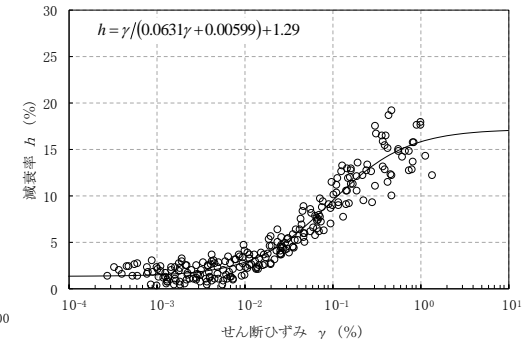
回帰式と標準偏差

埋戻し土の基本ケース及び地盤物性のばらつきケースの物性値

	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	初期せん断剛性 $G_0$ (kN/m <sup>2</sup> )
基本ケース	$17.8 + 0.0274D_p$	$60700 + 8200D_p$
標準偏差	0.817	47600
地盤物性の ばらつきケース	+ 1 $\sigma$	$18.617 + 0.0274D_p$
	- 1 $\sigma$	$16.983 + 0.0274D_p$



(a) 動的変形特性



(b) 減衰特性

ひずみ依存特性

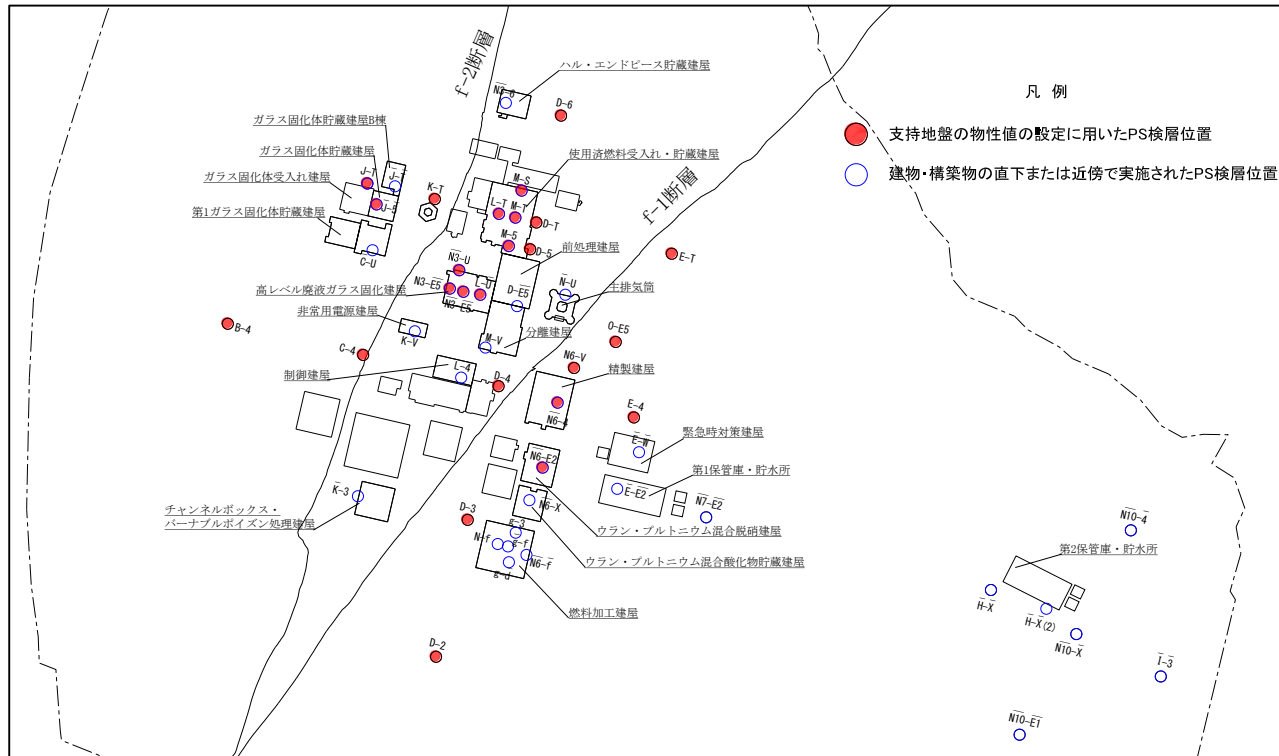
今後、以下の観点を踏まえ、表層地盤の物性値の設定の妥当性について説明する。

- 表層地盤の材料特性 (埋戻し土の材質等)
- 物性値を深さ依存の回帰式として設定していることの方

## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (4) 建屋直下PS検層結果を踏まえた検討

### ■ 設計用地盤モデルに対する直下PS検層データの照合評価方針

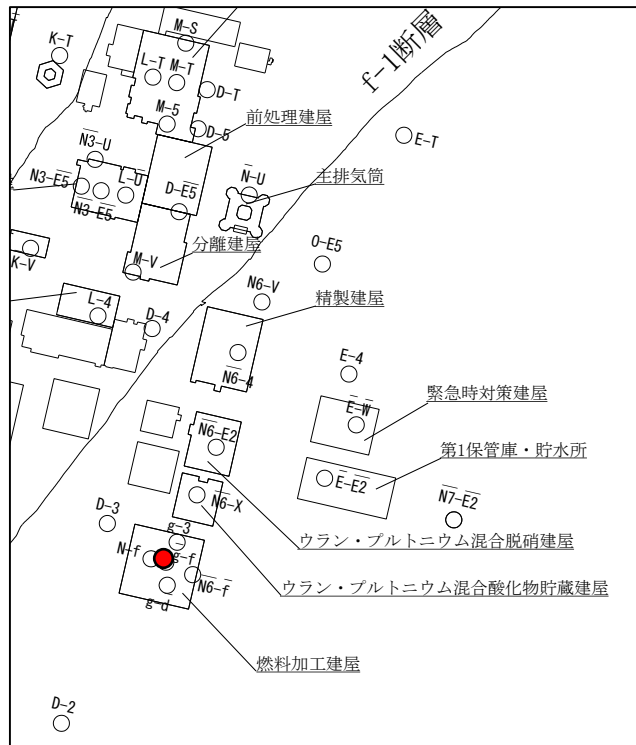
- 燃料加工建屋については、設置位置直下及び近傍でのPS検層（以下、「直下PS検層」という。）を行っていることから、直下PS検層データを設計用地盤モデルと照合し、エリアごとの平均的な地盤物性値に基づき設定している設計用地盤モデルの適用性を確認する。
- 設計用地盤モデルと直下PS検層との照合においては、入力地震動に影響を与える因子である、速度構造の観点で、設計用地盤モデルの基本ケース及びばらつきケースとの対応性を確認する。



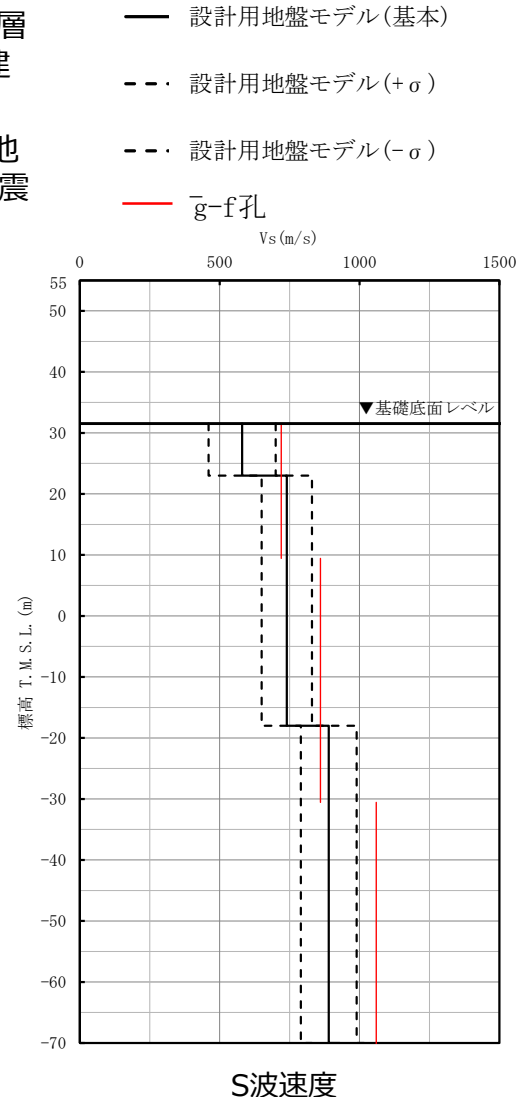
## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (4) 建屋直下PS検層結果を踏まえた検討

### ■ 燃料加工建屋の直下PS検層結果 (g-f孔) との照合

- 東側地盤の南端に位置している燃料加工建屋については、T.M.S.L.-30m～T.M.S.L.-70mにおいて、直下PS検層結果のS波速度が設計用地盤モデルよりも大きい値となっており、S波速度の層境界の傾向も設計用地盤モデルと異なる。(本頁では、燃料加工建屋の直下PS検層のうち、g-f孔について示す。)
- 以上より、燃料加工建屋の直下PS検層結果については、設計用地盤モデルとは速度構造が異なることから、「直下地盤モデル」による地震応答解析を実施し、耐震性への影響を評価する。



キープラン



S波速度

(孔口標高：55.44m)

標高 (m)	柱状図	地質	
		地層名	層相
55		盛土 (f1)	粘土
46.87		沖積低地堆積層 (a1)	有機質土
44.09			砂
41.26		六ヶ所層 (R)	凝灰岩
25.24		廣石凝灰岩中部層 (T2p)	軽石凝灰岩
-30.97			軽石質砂岩
-44.86			礫岩
-47.09			砂質軽石凝灰岩
-49.62			細粒砂岩

柱状図

## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (4) 建屋直下PS検層結果を踏まえた検討

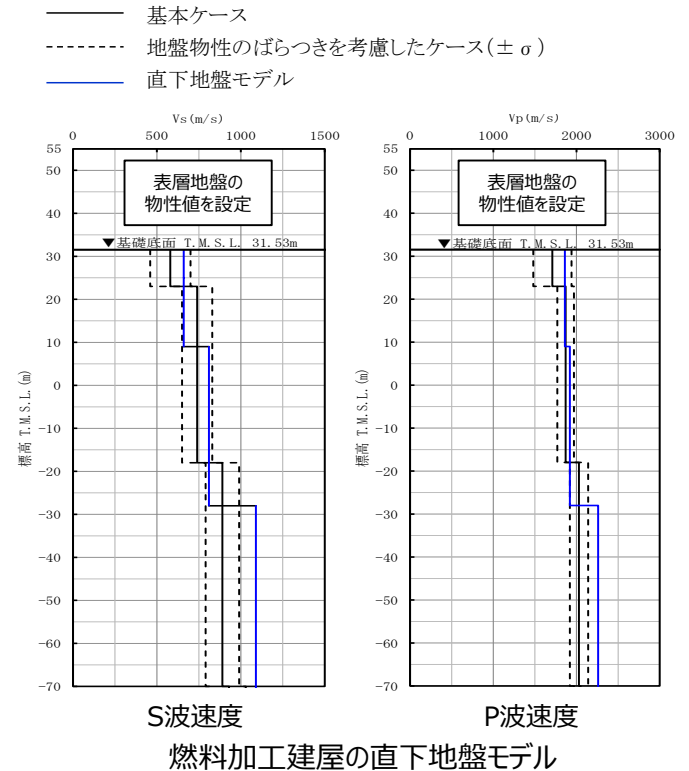
### ■ 燃料加工建屋の直下地盤モデル

- ▶ 燃料加工建屋の直下地盤モデルは、建屋直下PS検層結果（5孔）の速度構造に基づき、設計用地盤モデルと同様の手法により作成する。

直下地盤モデルの設定プロセスは、設計用地盤モデルと同様であることから、設計用地盤モデルの設定プロセスとあわせて今後提示する。

### ■ 直下地盤モデルを用いた場合の影響確認（参考）

- ▶ 燃料加工建屋について、直下地盤モデルによる地震応答解析を実施し、設計用地盤モデルによる地震応答解析結果の比較を行う。「直下地盤モデル」を用いた場合の耐震性への影響については、その確認方針をp29に示す。
- ▶ 本日の審査会合においては、設計用地盤モデルに対する直下地盤モデルの影響度合いを示すものとして、燃料加工建屋を対象に、基準地震動Ss-Aによる地震応答解析結果について示す。



燃料加工建屋の直下地盤モデル諸元

標高 T.M.S.L. (m)	単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	S波速度 $V_s$ (m/s)	P波速度 $V_p$ (m/s)	減衰定数 h
造成盛土	*1	*1	*1	*1
48.6	17.0	*2	*2	*2
▽基礎スラブ底面				
31.53	15.3	660	1860	0.03
鷹架層	15.6	810	1920	
9.0	18.2	1090	2260	
-28.0	18.2	1090	2260	
▽解放基盤表面				
-70.0	18.2	1090	2260	

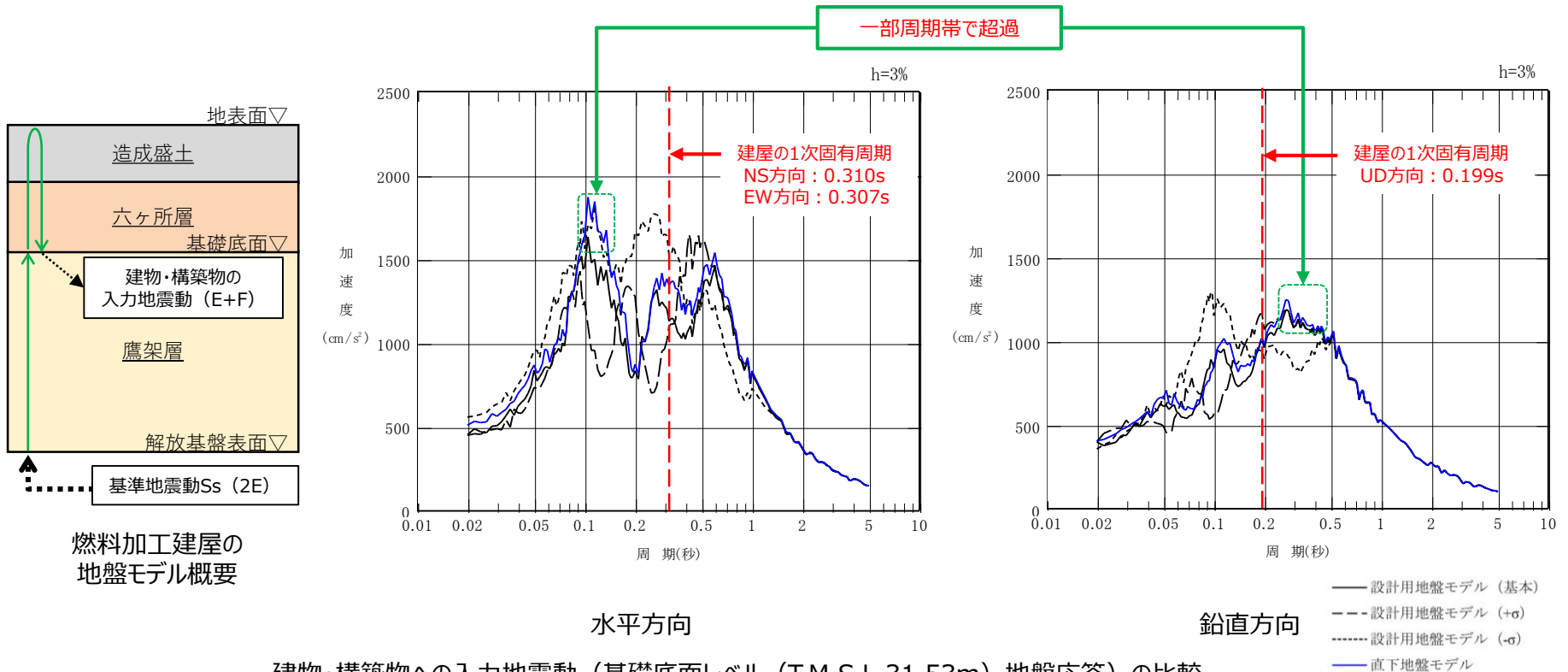
\*1: 「(2) 表層地盤」に示す造成盛土の地盤物性値  
\*2: 「(2) 表層地盤」に示す六ヶ所層の地盤物性値



## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (4) 建屋直下PS検層結果を踏まえた検討

### ■ 直下地盤のデータを用いた影響評価結果 (建屋基礎底面レベルの入力地震動)

- 燃料加工建屋について、直下地盤モデルによる入力地震動は、設計用地盤モデルによる入力地震動と概ね同等であることを確認した。

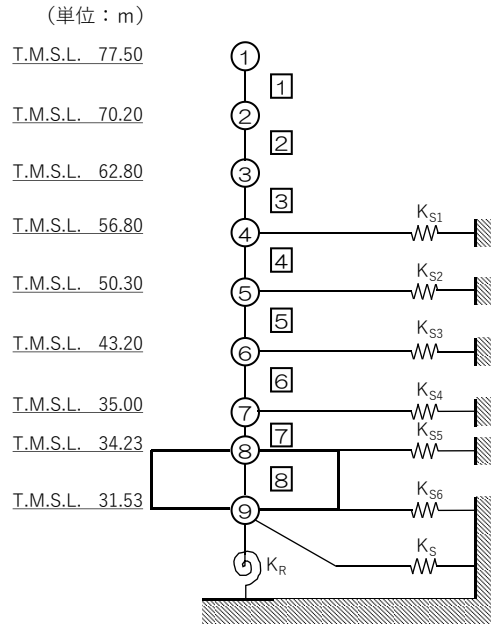


建物・構築物への入力地震動 (基礎底面レベル (T.M.S.L.31.53m) 地盤応答) の比較

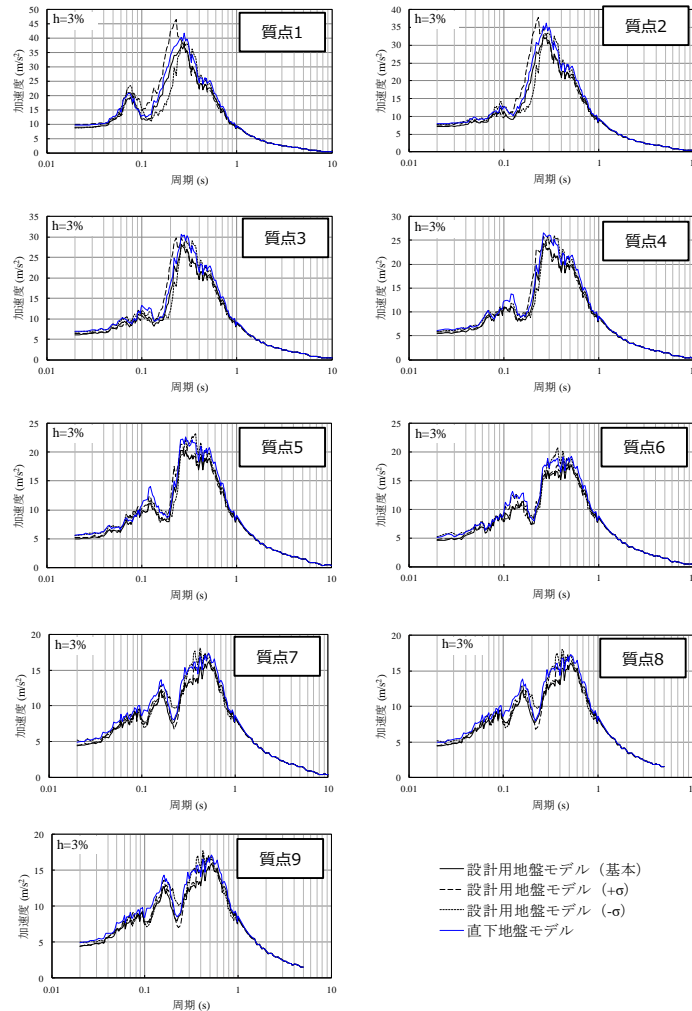
## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (4) 建屋直下PS検層結果を踏まえた検討

### ■ 直下地盤のデータを用いた検証結果 (NS方向)

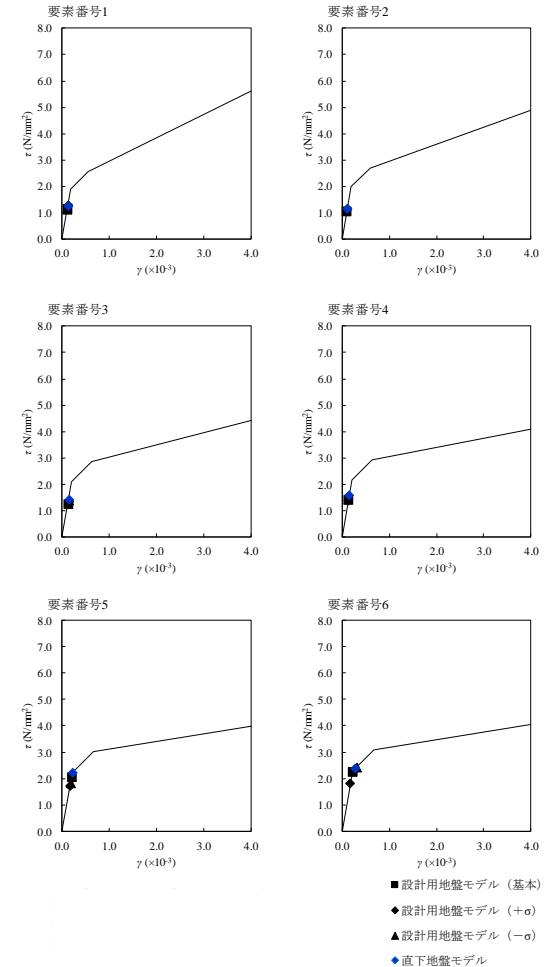
- 直下地盤モデルによる地震応答解析結果 (床応答スペクトル及び最大層せん断ひずみ度) は、一部の周期で直下地盤モデルによる応答が、設計用地盤モデルによる応答をわずかに上回るが、設計用地盤モデルによる応答と概ね同等である。



地震応答解析モデル  
(NS方向)



建屋床応答の比較 (床応答スペクトル)  
(NS方向)

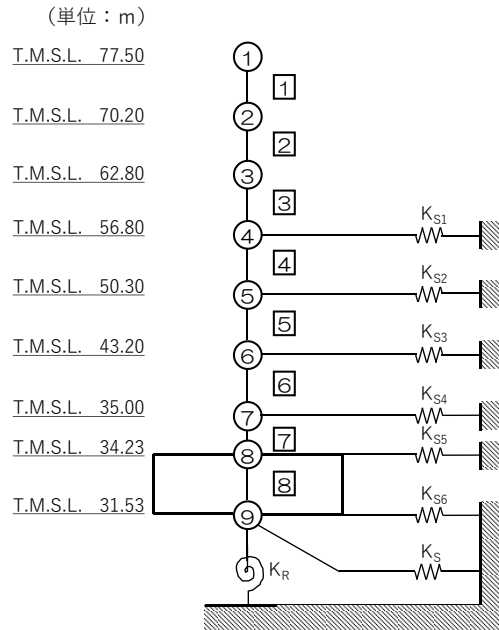


建屋床応答の比較 (最大層せん断ひずみ度)  
(NS方向)

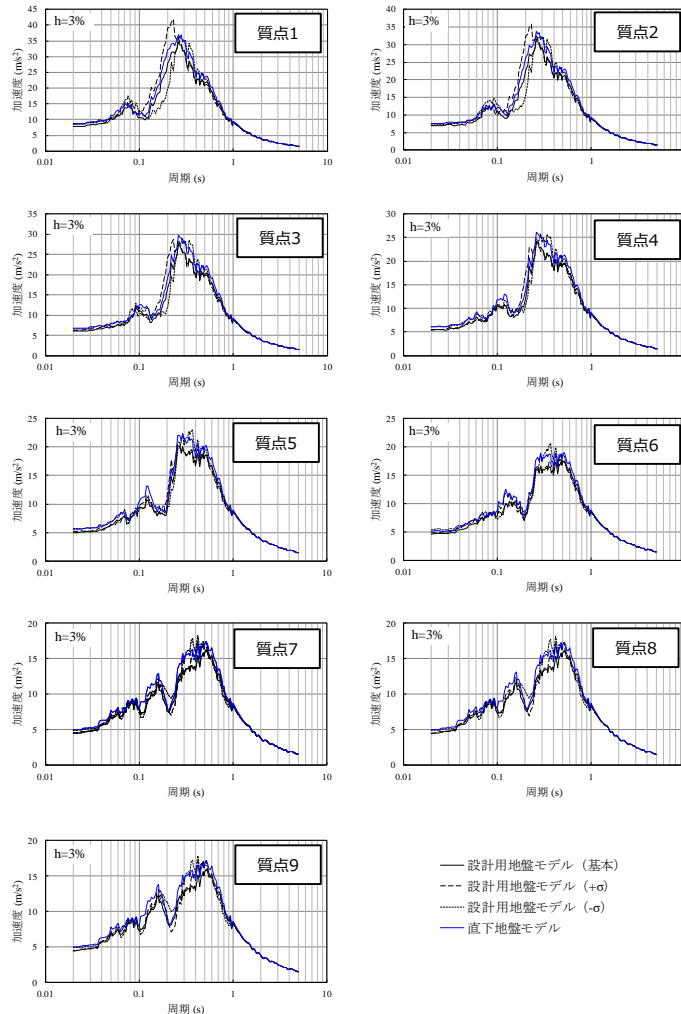
## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (4) 建屋直下PS検層結果を踏まえた検討

### ■ 直下地盤のデータを用いた検証結果 (EW方向)

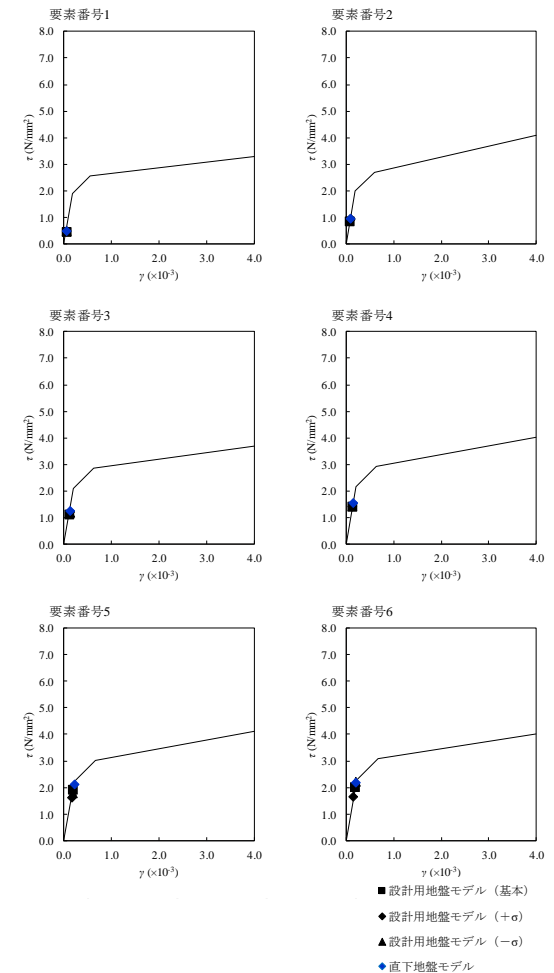
- 直下地盤モデルによる地震応答解析結果 (床応答スペクトル及び最大層せん断ひずみ度) は、一部の周期で直下地盤モデルによる応答が、設計用地盤モデルによる応答をわずかに上回るが、設計用地盤モデルによる応答と概ね同等である。



地震応答解析モデル  
(EW方向)



建屋床応答の比較 (床応答スペクトル)  
(EW方向)

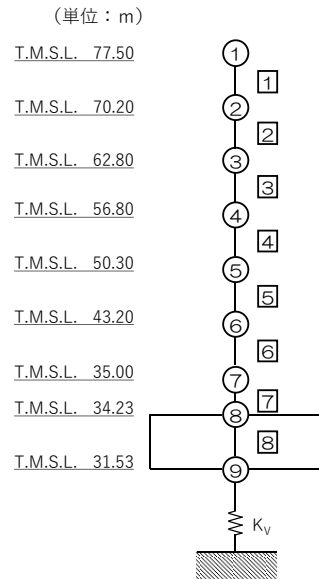


建屋床応答の比較 (最大層せん断ひずみ度)  
(EW方向)

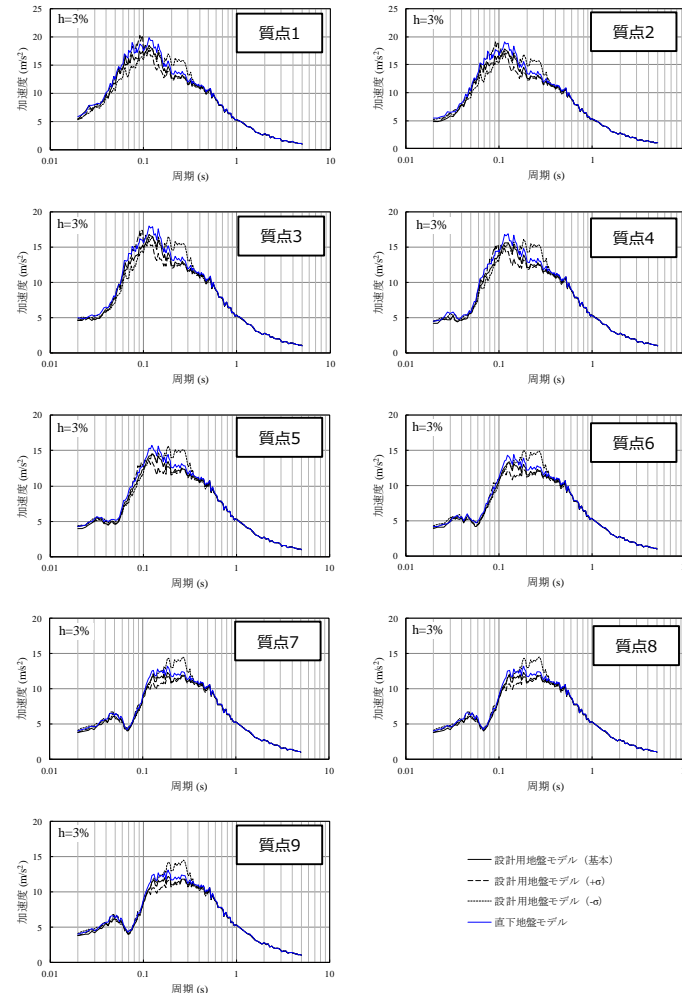
## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (4) 建屋直下PS検層結果を踏まえた検討

### ■ 直下地盤のデータを用いた検証結果 (UD方向)

- 直下地盤モデルによる地震応答解析結果 (床応答スペクトル) は、一部の周期で直下地盤モデルによる応答が、設計用地盤モデルによる応答をわずかに上回るが、設計用地盤モデルによる応答と概ね同等である。



地震応答解析モデル  
(UD方向)



建屋床応答の比較 (床応答スペクトル)  
(UD方向)

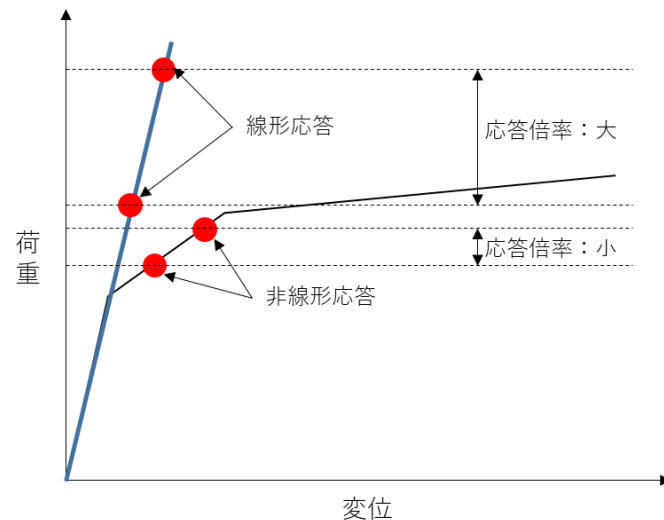
## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (4) 建屋直下PS検層結果を踏まえた検討

### ■影響の確認方針

- 設計用地盤モデルと直下PS検層の照合においては、両者の速度構造の乖離が大きい場合には、以下の方針で影響確認を実施する。
- 設計用地盤モデルが、入力地震動の算定及び施設影響の観点において、安全上支障がないことを確認するために、直下地盤モデルによる地震応答解析を実施し、施設の耐震性への影響を確認する。
- その際、表層地盤の物性値は、地震応答解析モデルの側面地盤ばねの剛性に影響を与えることから、地盤ばねの剛性を変化させ、施設の耐震性への影響を確認する。
- 施設の耐震性への影響確認においては、直下地盤モデルを用いた場合と設計用地盤モデルを用いた場合の地震応答解析による応答比率を用い、当該応答比率を施設の耐震評価結果に乗じて確認することを基本とするが、その結果、許容値を上回るものについては、詳細な検討を実施する。
- 影響評価に用いる地震動は、建屋の非線形性の影響を受けず、応答比率が保守的な検討となる弾性設計用地震動Sdを用いて算定する。考慮する地震動については、施設の特徴（固有値等）を踏まえ設定する。

#### 【参考】弾性設計用地震動Sdと応答比率の関係

- 評価に用いる応答比率は、弾性設計用地震動Sdに基づく応答比率を用いることとしている。右図に示すとおり、線形応答に基づく応答比率は、非線形応答に基づく応答比率より保守的に設定することができる。
- この応答比率を、建屋の非線形性等を考慮した地震応答解析及び応力解析に基づく耐震評価結果に掛けることによって、施設の耐震性への影響を確認する。



## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (5) 今後の説明事項

### ■ 設計用地盤モデルの設定

- 今後の説明としては、当初設計時点における設計用地盤モデルの設定プロセスを示し、そのうえで、以下の観点で、今回設工認における各建物・構築物に対する設計用地盤モデルの適用性及び妥当性を確認し、今後提示する。

#### (支持地盤の設定プロセスにおける確認事項)

- 設計用地盤モデルの設定における速度構造の設定の考え方
- エリア内の各地点における岩盤種別との対応
- 敷地で得られた地震観測記録に基づくシミュレーション解析
- 設計用地盤モデルにおける基本ケース及び地盤物性のばらつきと、直下PS検層結果との対応

#### (表層地盤の設定プロセスにおける確認事項)

- 表層地盤の材料物性値の考え方（埋戻し土の材質等）
- 物性値を深さ依存の回帰式として設定していることの考え方

#### (設計用地盤モデルに対する直下PS検層データの照合評価方針)

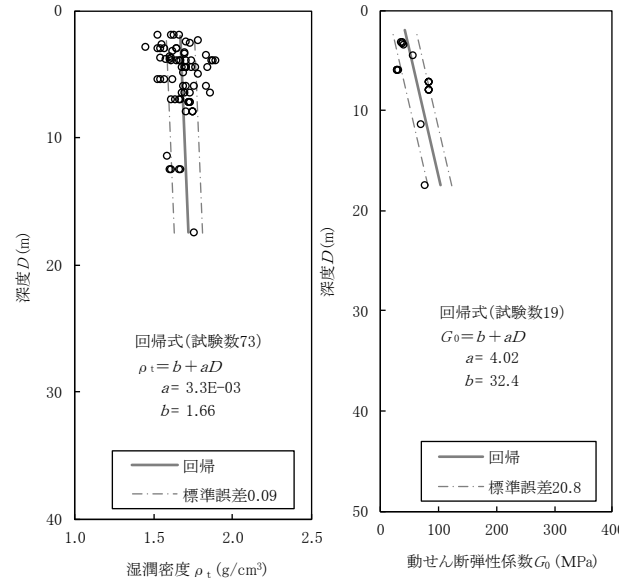
- 第1回申請対象の燃料加工建屋及び安全冷却水B冷却塔において、直下地盤モデルとの照合結果を示す。
- 施設の耐震影響評価において弾性設計用地震動 $S_d$ を用いて応答倍率を算出することの妥当性
- 評価に用いる地震動の選定の考え方

## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (添付1) 表層地盤の物性値 (造成盛土)

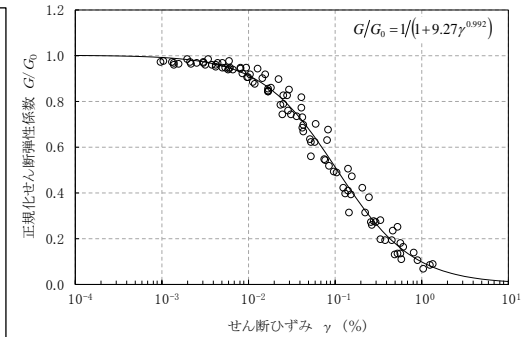
- ▶ 造成盛土の物性値の設定結果について、本頁図及び表に示す。



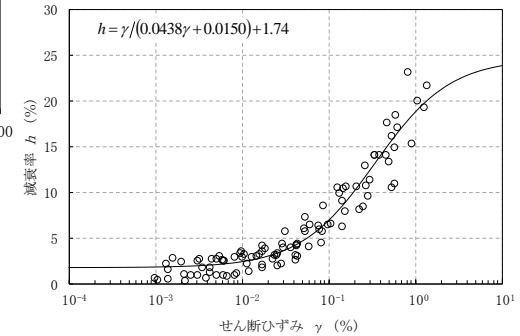
造成盛土の物性値算定に用いるボーリング調査孔位置



湿潤密度及び初期せん断剛性の  
回帰式と標準偏差



(a) 動的変形特性



(b) 減衰特性

ひずみ依存特性

造成盛土の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物性値

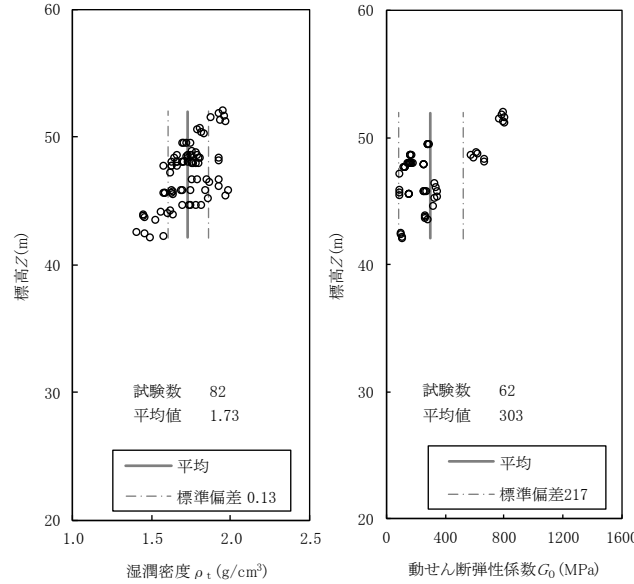
	単位体積重量 $\gamma_t$ ( $\text{kN/m}^3$ )	初期せん断剛性 $G_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )
基本ケース	$16.3 + 0.0324D_p$	$32400 + 4020D_p$
標準偏差	0.883	20800
地盤物性のばらつきを 考慮したケース	+ 1 $\sigma$	$17.183 + 0.0324D_p$
	- 1 $\sigma$	$15.417 + 0.0324D_p$

## 2. 技術的内容に係る説明 a.地震応答解析に用いる地盤モデルの設定 (添付1) 表層地盤の物性値 (六ヶ所層)

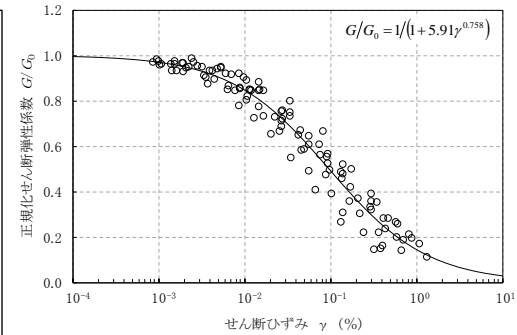
▶ 六ヶ所層の物性値の設定結果について、本頁図及び表に示す。



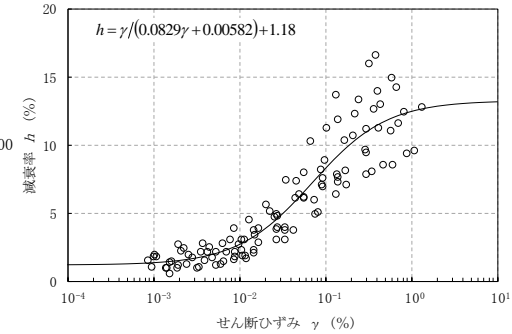
六ヶ所層の物性値算定に用いるボーリング調査孔位置



湿潤密度及び初期せん断剛性の  
回帰式と標準偏差



(a) 動的変形特性



(b) 減衰特性

ひずみ依存特性

六ヶ所層の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物性値

		単位体積重量 $\gamma_t$ ( $\text{kN/m}^3$ )	初期せん断剛性 $G_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )
基本ケース		17.0	303000
標準偏差		1.3	217000
地盤物性のばらつきを 考慮したケース	+ 1 $\sigma$	18.3	520000
	- 1 $\sigma$	15.7	86000



### 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
- (2) 地下水排水設備に囲まれている建物
- (3) 地下水排水設備の外側に設置される建物・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  
3月15日審査会合における指摘事項

No.	指摘事項	対応
1	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。	本日説明
2	液状化の影響を受ける可能性のある施設については，今回申請だけでなく今後の申請対象施設も含めて，施設の網羅的な抽出をまず行った上で，液状化の影響を考慮した設計の考え方を体系的に整理して説明すること。	本日説明

## 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概要

- 建物・構築物（洞道を含む）の耐震設計に用いる設計用地下水位は、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】

- 地下水排水設備による地下水位低下を考慮し、設計用地下水位を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】

- 洞道、杭基礎を有する飛来物防護ネット及び上位クラスへの波及的影響を考慮する一部建屋が該当し、敷地における地下水位の上昇要因を抽出した上で、保守的に地表面に設計用地下水位を設定。

### ■ 地下水排水設備の設計概要

- 地下水排水設備については、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することから、基準地震動 $S_s$ に対し機能を維持する設計とし、申請対象施設として取り扱う。

## 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方針

- 建物・構築物（洞道を含む）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。
- 設計用地下水位を設定する施設は、基準地震動Ss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、地下水による影響（揚水圧、地下水圧、液状化等）を受ける建物・構築物とする。
- 岩盤又はマンメイドロックに支持され、且つ地下に躯体を有していない建物・構築物（例：屋外機械基礎、地下階を有しない建屋）については、耐震設計上、地下水による影響を受けないことから、設計用地下水位は設定しない。

#### 【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位低下を考慮。

#### 【地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物】

- 洞道、杭基礎を有する飛来物防護ネット及び上位クラス施設への波及的影響を考慮する一部建屋が該当する。
- 対象施設が地下水排水設備の外側に配置される場合は、地下水水位観測記録等に基づく地下水位を検討。
- その際、建物・構築物の配置状況、地盤改良等的人為的要因及び降雨等のばらつき等の自然的要因による地下水位の上昇要因を抽出した上で、保守的に地下水位を設定。

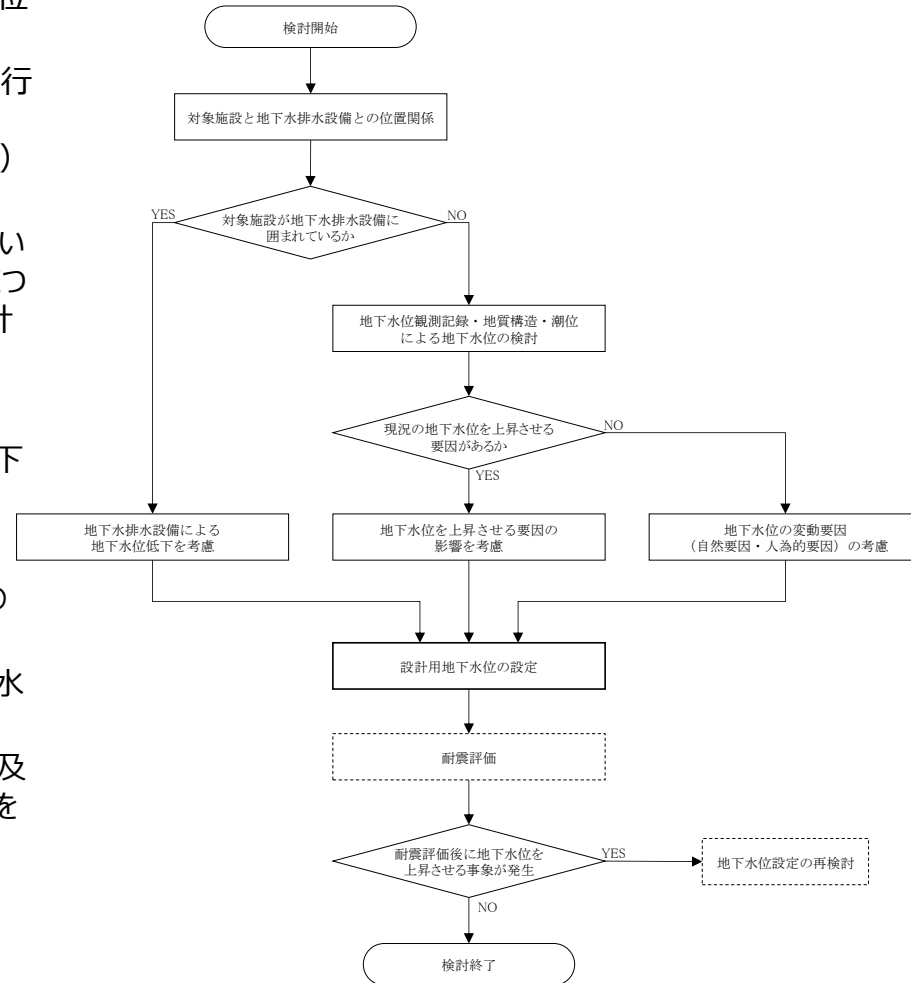
#### 設計用地下水位の設定

##### 【地下水排水設備に囲まれている建物】

- 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



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

### ■ 設計用地下水位を基礎スラブ上端以下に設定する建物・構築物

分類	建物・構築物名称	地下部躯体	支持地盤 (※1)	設計用地下水位の 設定要否	地下水排水設備の 有無	
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	有	岩着	要	○	
	前処理建屋	有	岩着	要	○	
	分離建屋	有	岩着	要	○	
	精製建屋	有	岩着	要	○	
	ハル・エンドピース貯蔵建屋	有	岩着	要	○	
	制御建屋	有	岩着	要	○	
	ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋	有	岩着	要	○	
	ウラン・プルトニウム混合酸化物貯蔵建屋	有	岩着	要	○	
	チャンネルボックス・バーナブルポイズン処理建屋	有	岩着	要	○	
	使用済燃料受入れ・貯蔵建屋	有	岩着	要	○	
	非常用電源建屋	有	岩着	要	○	
	高レベル廃液ガラス固化建屋	有	岩着	要	○	
	第1ガラス固化体貯蔵建屋	有	岩着	要	○	
	使用済燃料貯蔵施設用冷却水設備(B基礎)	有	岩着	要	○	
	第1非常用ディーゼル発電設備用重油タンク室(基礎)	有	岩着	要	○	
	燃料油貯蔵タンク(基礎)	有	岩着	要	○	
	ガラス固化体貯蔵建屋	有	岩着	要	○	
	ガラス固化体貯蔵建屋B棟	有	岩着	要	○	
	耐震重要重大事故等対処設備	緊急時対策建屋	有	岩着	要	○
		第1保管庫・貯水所	有	岩着	要	○
第2保管庫・貯水所		有	岩着	要	○	
第1軽油貯槽(基礎)		有	岩着	要	○	
第2軽油貯槽(基礎)		有	岩着	要	○	
上位クラス施設等への波及的影響を考慮する施設	重油貯槽(基礎)	有	岩着	要	○	
	分析建屋	有	岩着	要	○	
	ウラン脱硝建屋	有	岩着	要	○	
	ウラン酸化物貯蔵建屋	有	岩着	要	○	
	低レベル廃棄物処理建屋	有	岩着	要	○	
使用済燃料受入れ・貯蔵管理建屋	有	岩着	要	○		
ガラス固化体受入れ建屋	有	岩着	要	○		

※1：マンメイドロックを介して岩盤に支持されている建物についても、「岩着」と記載している。

## 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

### (1) 設計用地下水位の設定方針

#### ■ 設計用地下水位を地表面に設定する建物・構築物（洞道を含む）

分類	建物・構築物名称	地下部躯体	支持地盤 (※1)	設計用地下水位の 設定要否	地下水排水設備の 有無
Sクラス施設またはSクラス施設の間接支持構造物	分離建屋/高レベル廃液ガラス固化建屋間洞道	有	岩着	要	—
	精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道	有	岩着	要	—
	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	有	岩着	要	—
	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	有	岩着	要	—
	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	有	岩着	要	—
	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	有	岩着	要	—
	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	有	岩着	要	—
上位クラス施設等への波及的影響を考慮する施設	出入管理建屋	有	岩着	要	—
	安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット	無	杭基礎	要	—
	安全冷却水A冷却塔 飛来物防護ネット	無	杭基礎	要	—
	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)	無	杭基礎	要	—
	安全冷却水系冷却塔A 飛来物防護ネット	無	杭基礎	要	—
	安全冷却水系冷却塔B 飛来物防護ネット	無	杭基礎	要	—

※1：マンメイドロックを介して岩盤に支持されている建物についても、「岩着」と記載している。

#### ■ 設計用地下水位を設定しない建物・構築物

分類	建物・構築物名称	地下部躯体	支持地盤 (※1)	設計用地下水位の 設定要否	地下水排水設備の 有無
Sクラス施設またはSクラス施設の間接支持構造物	主排気筒管理建屋	無	※2	—	—
	主排気筒(基礎)	無	岩着	—	—
	安全冷却水A冷却塔(基礎)	無	岩着	—	—
	安全冷却水B冷却塔(基礎)	無	岩着	—	—
	冷却塔A,B(基礎)	無	岩着	—	○※3
	使用済燃料貯蔵施設用冷却水設備(A基礎)	無	岩着	—	—
上位クラス施設等への波及的影響を考慮する施設	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)	無	岩着	—	—
	使用済燃料輸送容器管理建屋(トレーラエリア)	無	岩着	—	—
	北換気筒(基礎)	無	岩着	—	—
	冷却塔A,B 飛来物防護ネット	無	岩着	—	—

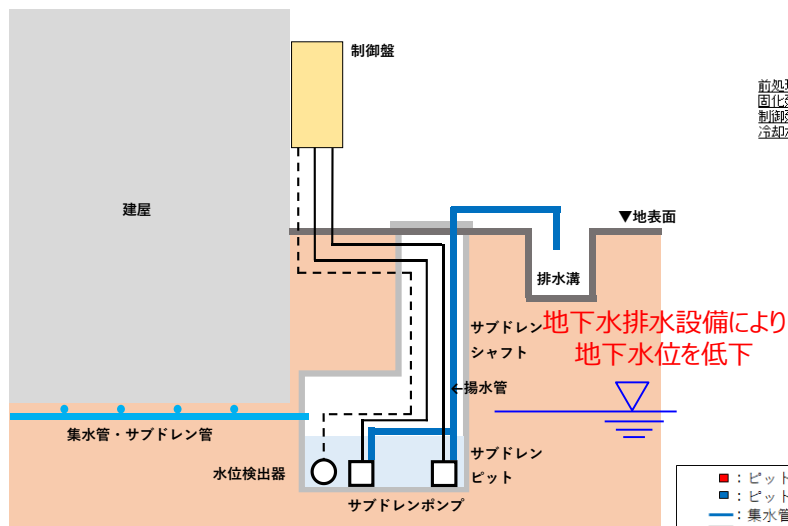
※1：マンメイドロックを介して岩盤に支持されている建物についても、「岩着」と記載している。 ※2：主排気筒の基礎版上に設置している。 ※3：制御建屋の地下水排水設備に囲まれている。

### 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

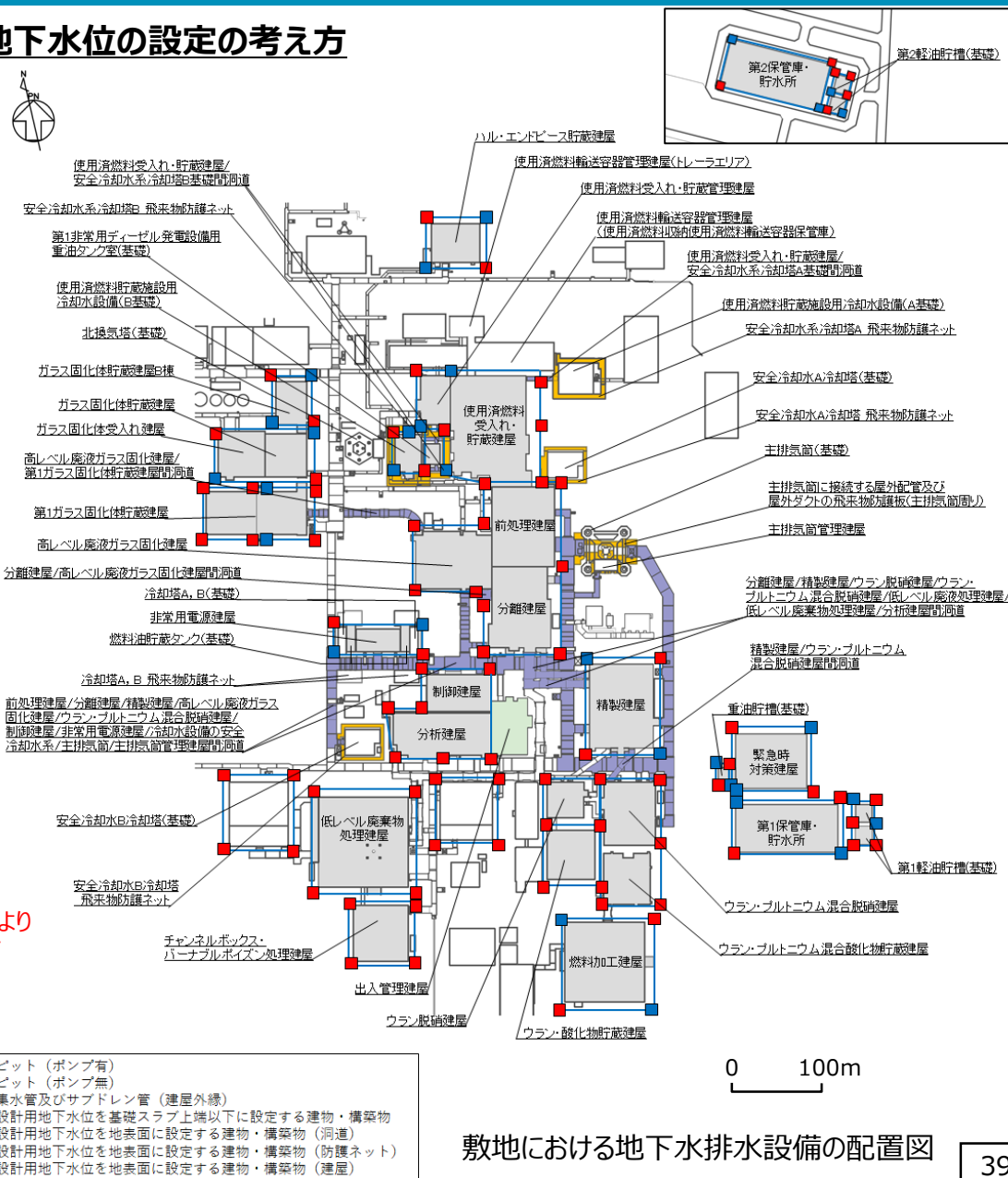
## (2) 地下水排水設備に囲まれている建物 (設計用地下水水位の設定)

### ■ 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建物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。



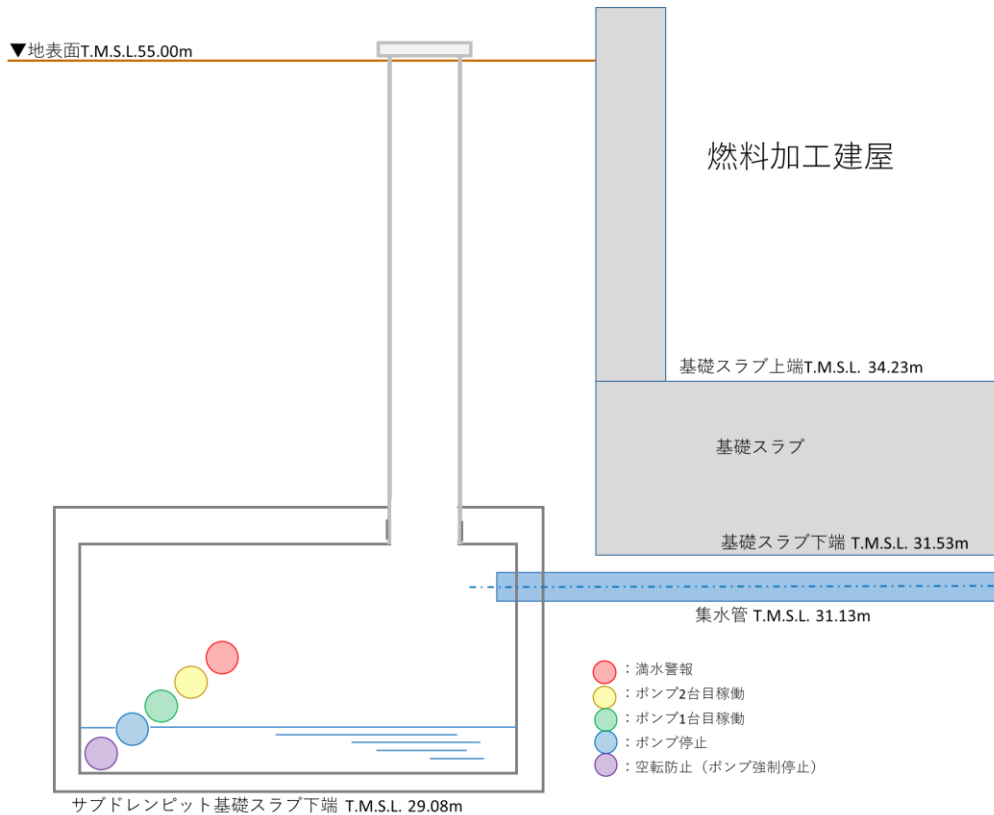
地下水排水設備の概要図



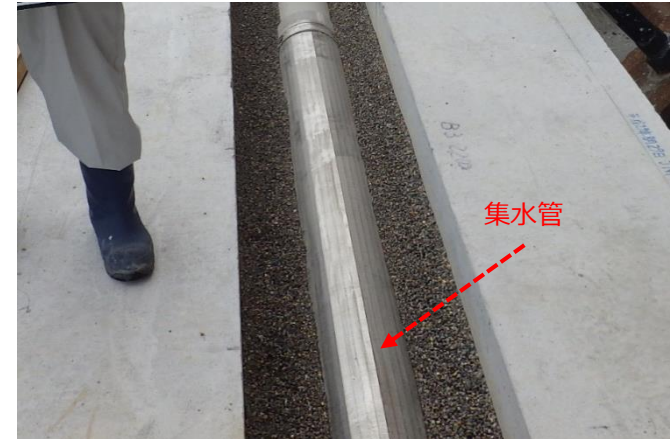
## 2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水水位の設定 (2) 地下水排水設備に囲まれている建物 (地下水排水設備の設計方針)

### ■ 地下水排水設備の設置状況

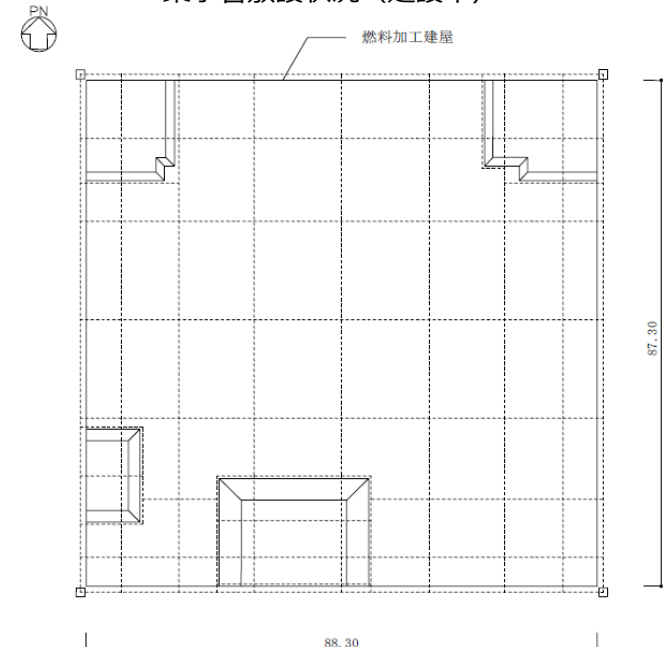
- 地下水排水設備は、建屋基礎底面以深に敷設した集水管及びサブドレン管にて集水した地下水を、サブドレンピット内部に設置した2台のサブドレンポンプにより排出する設備である。
- サブドレンピット内部には水位を監視する水位検出器を設置しており、水位レベルに応じてサブドレンポンプを作動させている。



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)

--- サブドレンピット



## 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）

- (1) にて設計用地下水位の設定要否を「要」とし、かつ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
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・パ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)	○	—	○	—	
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)	○	○	○	○	

【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
ウラン脱硝建屋	-(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)		
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)		
低レベル廃棄物処理建屋	-(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)		
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）

#### ■地下水排水設備の機能維持設計方針

- 地震時において、前頁表に示した建物に設置された地下水排水設備については、右表に示す各部位における要求機能を維持する設計とする。
- 集水機能、排水機能、支持機能及び制御機能については、その機能を有する各構成部位について、**基準地震動Ssに対し機能を維持する設計**とする。
- 排水機能については、既往の排水実績及び敷地周辺における降水量データを踏まえて想定する湧水量等を踏まえ、十分な排水能力を有する設計とする。
- 常用電源が喪失した際に非常用電源または基準地震動Ssに対し機能維持可能な発電機からの電源供給が可能な設計とする。
- したがって、地震時においても地下水水位が上昇し続けることはない。

#### ■地下水排水設備の申請上の扱い

- 上記設計方針を踏まえ、Ss機能維持設計の対象として選定した地下水排水設備については、申請上以下の通り取り扱う。
- 第1回申請における設工認本文の基本設計方針「地震による損傷の防止」において、地震時及び地震後において設計用地下水水位を維持することを前提としている建物については、建屋の耐震性を確保するため、地下水排水設備を設置する旨記載し、当該地下水排水設備について、基準地震動Ssによる地震力に対して必要な機能が保持できる設計とする旨、記載する。
- また、地下水排水設備に属する機器の申請を行う際、設備の具体的な仕様を記載（記載箇所及び内容については検討中）するとともに、設備仕様に関連する設計方針と評価結果について、添付書類「耐震性に関する説明書」にて示す。

地下水排水設備の要求機能

機能	構成部位	設計方針
集水機能	集水管・サブドレン管	・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。
排水機能	サブドレンポンプ	・基準地震動Ssに対し機能（地下水の排水機能）を維持する設計とする。 ・支持金物は基準地震動Ssに対し機能（サブドレンポンプの支持機能）を維持する設計とする。
	揚水管	・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に対し機能（揚水管の支持機能）を維持する設計とする。
支持機能	サブドレンピット	・基準地震動Ssに対し機能（サブドレンポンプ及び揚水管の支持機能並びに閉塞防止機能）を維持する設計とする。
	サブドレンシャフト	・基準地震動Ssに対し機能（サブドレンポンプ及び揚水管の支持機能並びに閉塞防止機能）を維持する設計とする。
制御機能	水位検出器	・基準地震動Ssに対し機能（サブドレンポンプの起動停止の制御機能）を維持する設計とする。 ・支持金物は基準地震動Ssに対し機能（水位検出器の支持機能）を維持する設計とする。
	制御盤	・基準地震動Ssに対し機能（サブドレンポンプの制御機能）を維持する設計とする。
電源機能	電源	・常用電源が喪失した際に非常用電源または基準地震動Ssに対し機能維持可能な発電機からの電源供給が可能な設計とする。

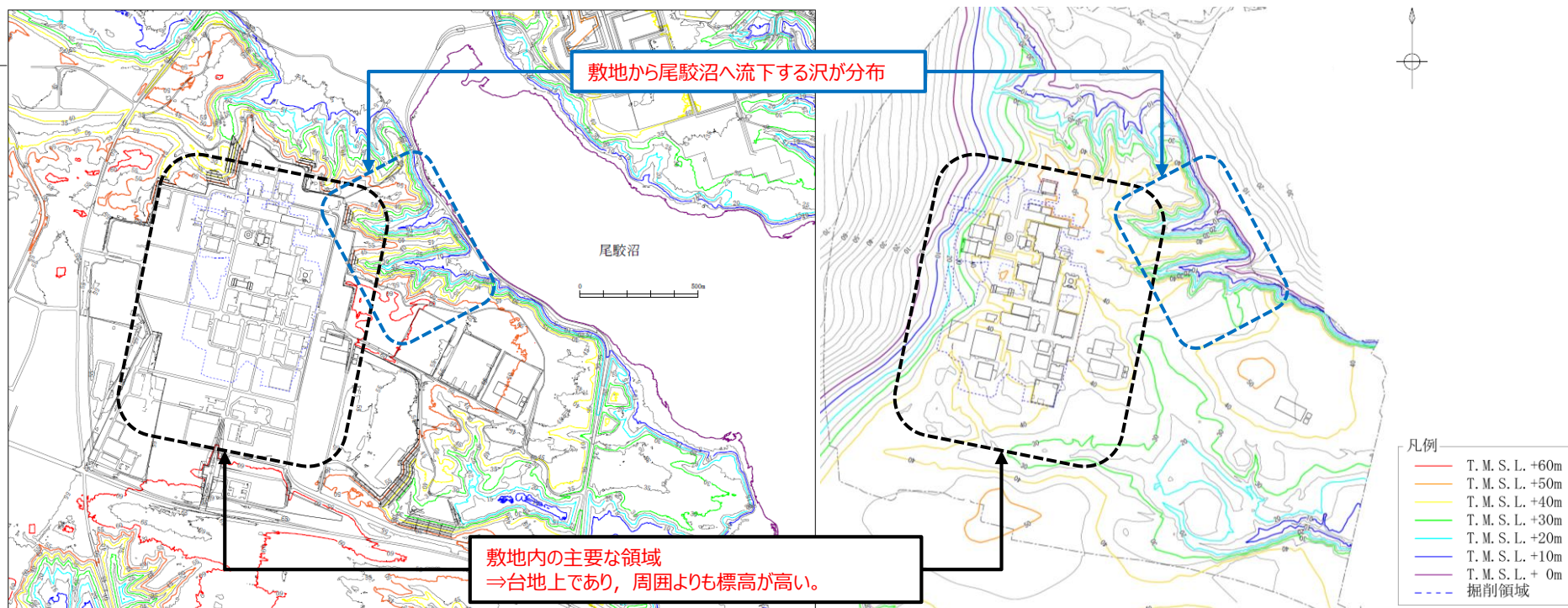
注記：前頁表において「地震（1.2Ss）」に「○」を付した建物については、本頁における「基準地震動Ss」を「基準地震動を1.2倍した地震動」に読み替える。

## 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（設計用地下水位の設定）

#### ■敷地全体の地下水の流れ及び敷地内の地下水位

- ▶地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の設計用地下水位は、敷地全体の地下水の流れ及び敷地内の地下水位に基づいて設定する。
  - ▶再処理事業所の敷地は、六ヶ所地域北東部の尾駮沼と鷹架沼との間の標高60m前後の平坦な台地に位置しており、周囲よりも標高が高い。
  - ▶敷地北部には南から北へ流下する沢が分布し、敷地東部や南東部には西から東へ流下する沢が分布する。
  - ▶岩盤である鷹架層の上部に砂を主体とする地層が分布していることから、地下水は鷹架層上限面を境として流下する。
- ⇒敷地の地形・地質的特徴から、再処理事業所の敷地は、敷地外からの地下水の流入は無く、降水の浸透による地下水が敷地外に流出する環境にある。



敷地周辺の地形図

鷹架層上限面コンター図

敷地内の地下水位観測孔における地下水位観測を実施していることから、そのデータについて今後提示する。

## 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（設計用地下水位の設定）

#### ■ 敷地内における現況の地下水位を上昇させる要因の抽出

- 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の設計用地下水位は、敷地における現況の地下水位を上昇させる要因について抽出し、その影響を考慮して設定する。

##### 【人為的要因】

基礎が岩着している建物・構築物及び基盤まで地盤改良した地盤改良体が挙げられる。これらは敷地から尾駁沼への地下水の流動を妨げ、構築物の上流側の地下水位を上昇させる可能性がある。

##### 【自然的要因】

年ごとの降水量のばらつき及び季節に応じた降水量の増減により、敷地における地下水位を上昇させる可能性がある。

#### ■ 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の設計用地下水位の設定結果

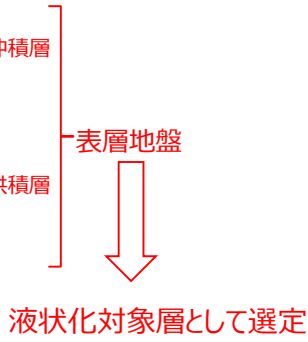
- 敷地の地形・地質的特徴から、再処理事業所の敷地は、敷地外からの地下水の流入は無く、降水の浸透による地下水が敷地外に流出する環境にある。
- 基礎が岩着している建物・構築物及び基盤まで地盤改良した地盤改良体による敷地内の地下水の流動を妨げる可能性がある。また、年ごとの降水量のばらつき及び季節に応じた降水量の増減により、敷地における現況の地下水位を上昇させる可能性がある。
- 以上を踏まえ、地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物については、降雨などの自然的要因による地下水位の変動を考慮し、保守的に地表面に設計用地下水位を設定する。
- 地表面に設計用地下水位を設定した建物・構築物については、液状化による耐震性への影響を評価する。

## 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 紀 世	完 新 世	崖錐堆積層	dt	礫、砂、粘土
	沖積低地堆積層	a1	礫、砂、粘土、腐植土	
四 更 期	火 山 灰 層	lm	褐色の粘土質火山灰	
	中位段丘堆積層	M2, M1	主に石英粒子からなる詢状の良い中粒砂～粗粒砂	
	高位段丘堆積層	H5	主に石英粒子からなる詢状の良い中粒砂～粗粒砂	
	六ヶ所層	R	砂、シルト、礫	
生 新 紀 世	砂子又層	下部層	S1	凝灰質砂岩
	後 期	上部層	T3ms	泥岩 一部に凝灰岩を挟む。
		中部層	T2ss	礫混り砂岩
	中 部 層	軽石混り砂岩層	T2ps	砂岩・凝灰岩互層 凝灰質砂岩 砂岩・泥岩互層 軽石混り砂岩(3) 砂質軽石凝灰岩(2)
		軽石凝灰岩層	T2pt	凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 礫岩
		粗粒砂岩層	T2cs	砂質軽石凝灰岩 粗粒砂岩
		細粒砂岩層	T1fs	細粒砂岩 一部に粗粒砂岩を挟む。
	下部層	泥岩層	T1ms	泥岩 一部に凝灰質砂岩、砂質軽石凝灰岩を挟む。



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<sub>p</sub>が15以下の土層
- 3) 50%粒径D<sub>50</sub>が10mm以下で、かつ、10%粒径D<sub>10</sub>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

## 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

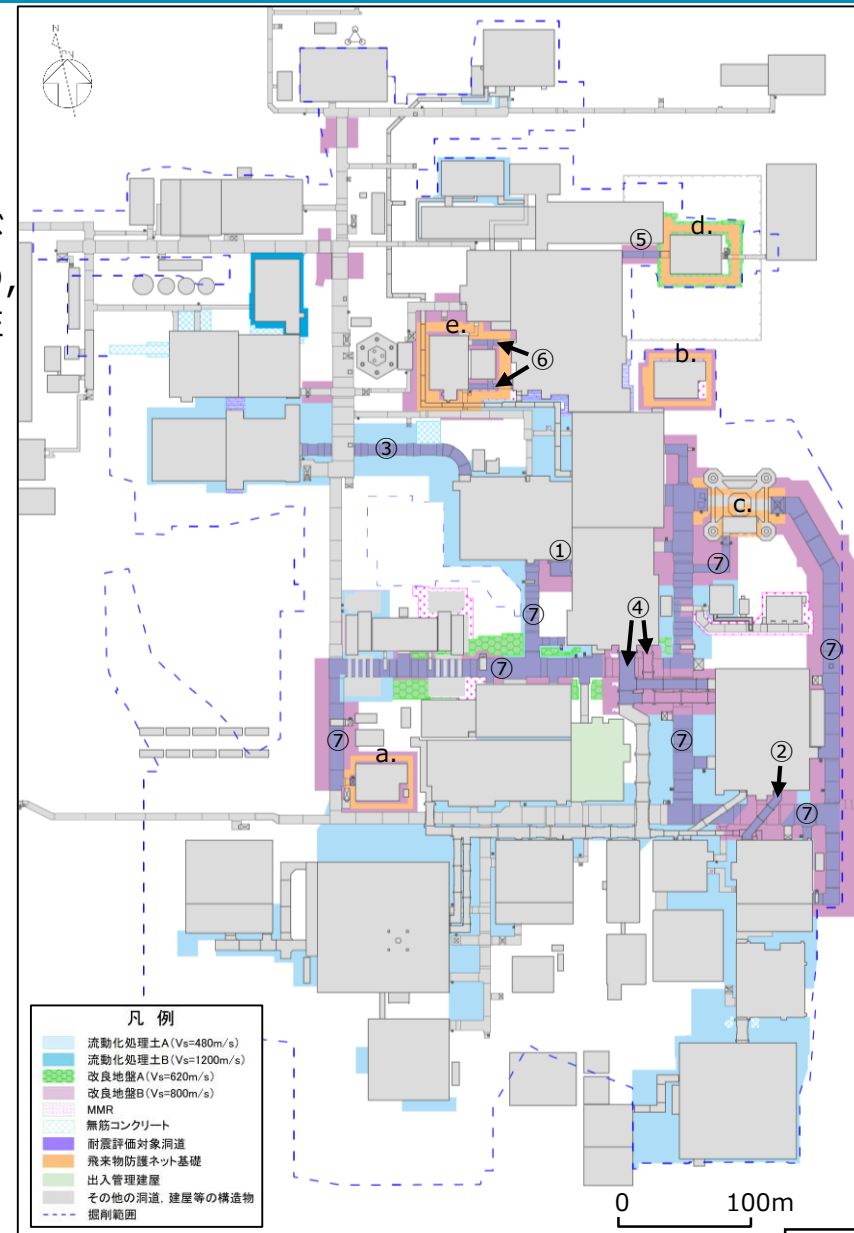
### (3) 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物（液状化による影響評価方針）

#### ■ 設計用地下水水位を地表面に設定する建物・構築物について

- 液状化による影響を考慮する建物・構築物（洞道を含む）を、下表及び右図に示す。
- 上記建物・構築物（洞道を含む）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。
- 地盤改良の種類と目的について、次ページに示す。

表 液状化による影響を評価する建物・構築物（洞道を含む）

分類	建物・構築物名称
洞道 (スクラス施設またはスクラス施設の間接支持構造物)	① 分離建屋/高レベル廃液ガス固化建屋間洞道
	② 精製建屋/ウラン・プルトニウム混合脱硝建屋間洞道
	③ 高レベル廃液ガス固化建屋/第1ガ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
飛来物防護ネット (上位クラス施設等への波及的影響を考慮する施設)	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 (上位クラス施設等への波及的影響を考慮する施設)	出入管理建屋



地盤改良状況の概要

## 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）

#### ■改良地盤の種類及び目的

- 飛来物防護ネット及び洞道の周辺は、下図に示すように、様々な目的により地盤改良工事を行っており、地盤の液状化の影響が軽減されていることから、液状化による影響評価にあたっては、地盤改良の工法、範囲及び改良地盤の強度等を考慮し、液状化の影響度合いを確認（耐震照査）する。

改良地盤の種類と目的

	飛来物防護ネット	洞道		
目的	変形抑制	変形抑制	浮上り防止	施工性向上
種類（仕様）	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良地盤A (<math>\bar{V}_s = 620\text{m/s}</math>)</li> <li>改良地盤B (<math>V_s \geq 800\text{m/s}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良地盤A (<math>\bar{V}_s = 620\text{m/s}</math>)</li> <li>改良地盤B (<math>V_s \geq 800\text{m/s}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>改良地盤B (<math>V_s \geq 800\text{m/s}</math>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>流動化処理土A (<math>\bar{V}_s = 480\text{m/s}</math>)</li> <li>流動化処理土B (<math>\bar{V}_s = 1200\text{m/s}</math>)</li> </ul>
構造形式（模式図）				

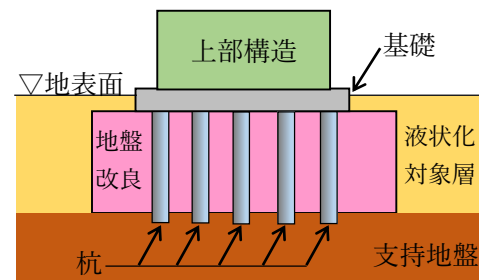


## 2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水位の設定

### (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）

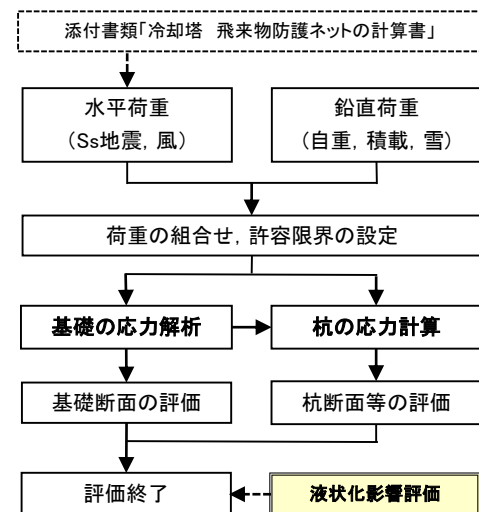
#### ■ 構造概要（飛来物防護ネット基礎）

- 飛来物防護ネット基礎は、鉄筋コンクリート造の基礎、場所打ちコンクリート杭にて構成され、上部構造(防護ネット及び防護板と支持架構)を支持する。
- 杭は支持岩盤である鷹架層に打ち込む。杭周辺の表層地盤は基礎下位置から支持地盤まで地盤改良される。



#### ■ 耐震設計方針（飛来物防護ネット基礎）

- 飛来物防護ネットは、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地震時に上位クラス施設に波及影響を及ぼさないよう設計する。
- 飛来物防護ネット基礎の耐震計算は、Ss地震時の各種荷重の組合せに対して、基礎の応力解析及び杭の応力計算により断面評価等を実施する。
- 基礎の応力解析による評価は、Ss地震に対して有限要素法モデル（以下、「FEMモデル」という。）を用いた弾性応力解析による応力が、「RC-N規準」に基づく許容限界を超えないことを確認する。
- 杭の応力解析による評価は、Ss地震に対して上記FEMモデルの応力解析結果を用いて行うこととし、断面に作用する応力及び支持力、引抜力が、「基礎指針」に基づく許容限界を超えないことを確認する。
- 以下の液状化影響評価を合わせて実施し、波及影響を及ぼさないことを確認する。



飛来物防護ネット基礎の耐震評価フロー

#### ■ 液状化による影響評価方針（飛来物防護ネット）

- ① 液状化対象層がないものと仮定し、地盤改良体に作用する荷重(杭反力)に対する地盤改良体の健全性を確認する。
- ② 液状化対象層を液体と仮定し、地盤改良体に作用する荷重(動水圧等)に対する地盤改良体の健全性を確認する。

- 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。

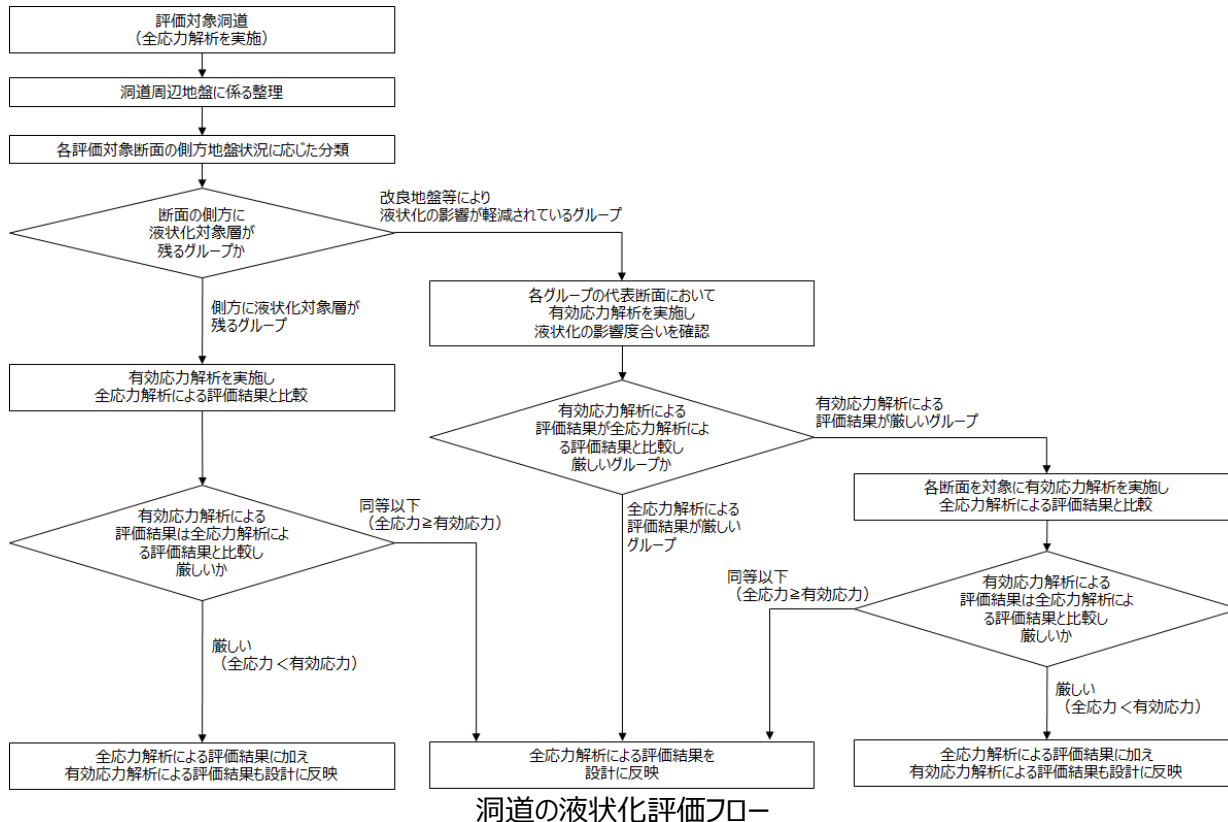
## 2. 技術的内容に係る説明 d. 建物・構築物の設計用地下水水位の設定

### (3) 地下水排水設備の外側に配置される洞道及び構築物（液状化による影響評価方針）

#### (参考) 液状化による影響評価方針（洞道）

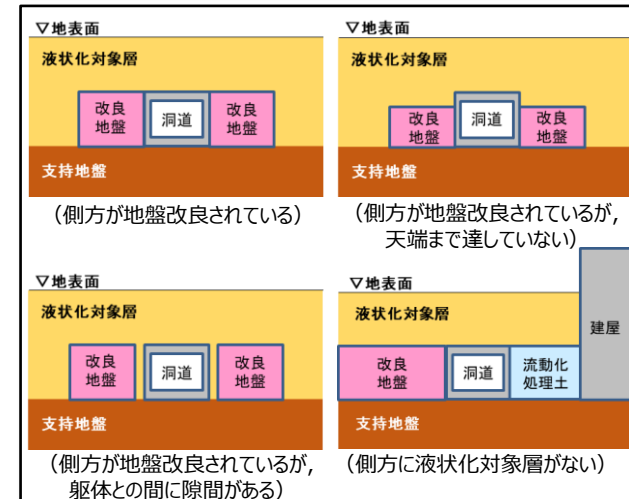
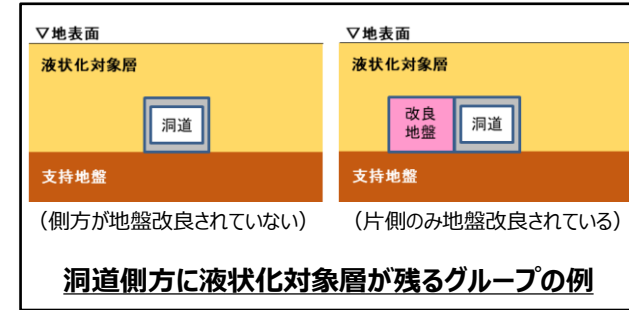
- 設計用地下水水位を地表面に設定する代表的な施設である、洞道における液状化影響評価方針を参考に示す。
- 洞道については、基本的には周囲に建屋や地盤改良があることから液状化の影響を考慮しない解析による設計を行うが、下記フロー図に基づき液状化による影響評価※を実施し、洞道の耐震設計への影響について確認するものとする。
- 洞道周辺に地盤改良を施工している場合には、地盤改良仕様、分布範囲等を明確にし、各評価対象断面の側方地盤状況に応じた分類を行ったうえで、想定される液状化の影響度合いを確認（耐震照査）する。
- 液状化の影響を考慮する場合には、液状化による有効応力を考慮できる解析による評価を行うこととし、液状化を考慮しない解析による評価結果と比較し、洞道の耐震設計への影響を確認することとする。液状化による有効応力を考慮できる解析に用いる物性値については、液状化強度試験等の結果を踏まえて設定する。

※液状化による揚圧力の発生に伴う接地圧の低減は考慮しない。



洞道の液状化評価フロー

側方地盤状況に応じたグループ分類の詳細、代表断面選定の考え方、有効応力解析用物性値設定の考え方、評価結果等については、洞道の申請回次において別途提示する。



---

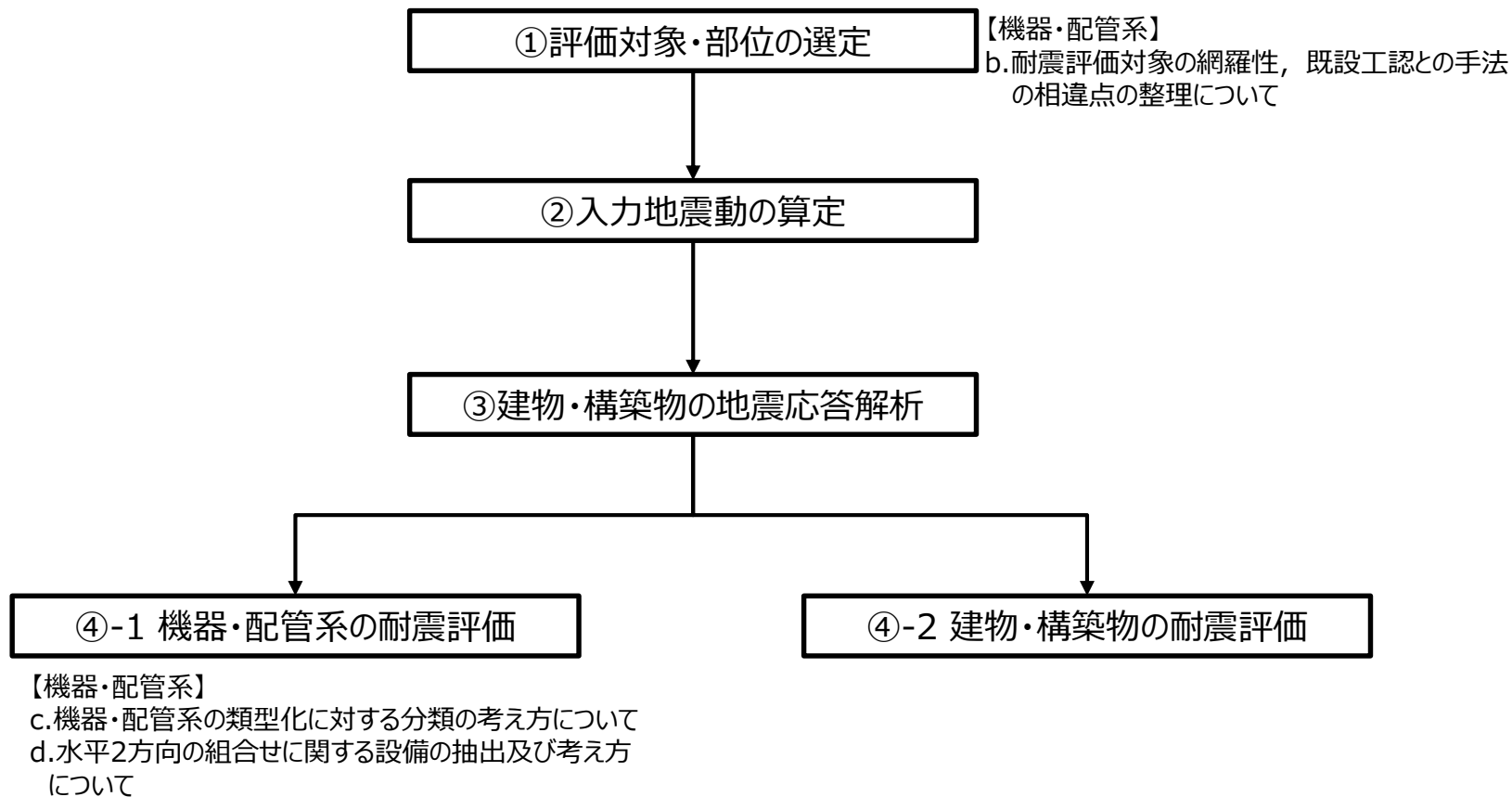
## Ⅱ．機器・配管系

- 1．主な説明項目
- 2．詳細説明

# 1. 主な説明項目

## 設計方針及び主な説明項目

- 建物・構築物及び機器・配管系の耐震設計は、技術基準要求に適合するよう実施する。
- 建物・構築物及び機器・配管系の耐震設計は、①評価対象・部位の選定、②入力地震動の算定、③建物・構築物の地震応答解析、④耐震評価のプロセスで実施することから、それぞれの段階での第1回申請及び後次回申請における主な説明項目を次頁以降に示す。



# 1. 主な説明項目

- **機器・配管系の耐震設計に係る主な説明項目**に関する設計方針の整理について以下に示す。

主な説明項目		先行実績	説明内容	説明予定
a	「S sの床応答曲線の加速度を係数倍した評価用床応答曲線S d」と「弾性設計用地震動S dから作成した床応答曲線S d」について	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>先行炉と同様に弾性設計用地震動S dにて評価を行うこととする。</li> <li>後次回申請設備についても、弾性設計用地震動S dによる評価結果にて申請を行う。</li> </ul>	3/15説明済
b	耐震評価対象の網羅性、既設工認との手法の相違点の整理について	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>補足説明資料「耐震建物01」において、事業許可との整合性、既設工認からの変更点、新規制基準における追加要求事項、その他先行発電プラントの審査実績の4つの観点により今回設工認における説明事項を設備ごとに整理し一覧表に示している。</li> <li>上記一覧表について、類型化した設備分類に対する代表設備選定の考え方を説明するために類型化の資料に活用する。</li> </ul>	3/15説明済
c	機器・配管系の類型化に対する分類の考え方について	無	<ul style="list-style-type: none"> <li>類型化については、設工認添付書類である再処理施設の耐震性に関する計算書の構成に対して行い効率的な申請書の作成を行う。</li> <li>類型化の考え方及び再処理施設の耐震性に関する計算書の構成、代表設備の選定方法について説明を行う。</li> </ul>	今回説明
d	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	有	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在の水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価を行う設備の設備分類は、先行炉設備と同様の形状及び再処理特有形状設備を含め、設備形状に対する技術的観点から分類を行っている。</li> <li>本分類の考え方、妥当性について整理した上で説明を行う。</li> <li>なお、安全機能が維持されることの確認に必要な耐震評価項目については、要求される安全機能の整理結果を踏まえて説明を行う。</li> </ul>	次回審査会合にて説明

   : 今回説明する事項

## 2. 詳細説明

### 類型化について

#### ■ 類型化の目的

設工認の申請を合理的かつ効果的に進めることを目的とし、申請項目を類似する区分で整理すること。

#### ■ 設工認申請への具体的展開

##### ➤ 設工認申請書での活用

⇒設工認の添付書類を「類型化を考慮した纏まり（類型化パターン）」で構成し、申請書物量を低減する。

##### ➤ 設工認申請内容説明での活用

⇒「類型化を考慮した纏まり（類型化パターン）」のうち説明が必要となる「論点」を抽出し、抽出した「論点」の単位で該当する機器を明確化、「論点」の網羅性等を考慮して「代表設備」を選定する。

⇒抽出した「論点」に対して補足説明資料を作成し、「代表設備」を例に「論点」に対する説明を集中的に実施することで、設工認申請内容の説明を効果的に実施する。

#### ■ これまでの説明との関係

➤ 各条文による整理の進捗で類型化パターンを見直す場合もあるが、考え方はこれまでの説明と同様である。

➤ 本資料は、「建物・構築物」の耐震評価及び「機器・配管系」の耐震評価の対応状況を説明するものであるが、次頁以降では申請物量が多い「機器・配管系」の耐震の類型化についての具体的展開を述べる。

## 2. 詳細説明

### c. 機器・配管系の類型化に対する分類の考え方について

#### ■ 目的

- 機器・配管系の耐震評価における類型化としては、設工認の添付書類である再処理施設の耐震性に関する計算書（以下、「耐震計算書」という。）の構成が類似した設備に対して行う。
- 耐震計算書に対する対応としては、以下の3点による整理を行う。
  - ① 耐震計算書に対する類型化
  - ② 類型化パターンごとの代表設備の選定
  - ③ 代表設備に対する設工認申請書と代表以外の設備に対する設工認申請書の構成

#### ■ 実施内容

##### ① 耐震計算書に対する類型化（P57～58参照）

- 評価に用いる計算式に対する類型化としては、再処理施設の耐震性に関する基本方針及び耐震計算書作成の基本方針（以下、「基本方針」という。）上で計算式を示した上で評価を行っている定型式等による評価設備と耐震計算書内で個別に計算式を示している設備で方法が異なる。
- 基本方針上で計算式を示している設備については、既設工認において各設備の物理的挙動を模擬するため、設備の支持条件、形状に伴うパラメータ等を踏まえた計算式の分類を行っていることからその分類を活用する。
- 機器のFEM解析については、耐震計算書内で個別に計算式を示していることから、類似した設備（計算式）ごとに分類を行う。

## 2. 詳細説明

### c. 機器・配管系の類型化に対する分類の考え方について

#### ■ 実施内容

##### ② 類型化パターンごとの代表設備の選定 (P59)

- 代表設備の選定に当たっては、以下の4つの観点から評価項目に抜けが無いことを整理する。
  - (1) 事業許可との整合性
  - (2) 既設工認からの変更点
  - (3) 新規制基準における追加要求事項
  - (4) その他先行発電プラントの審査実績
- 分類ごとに、上記評価項目が最も該当する設備を代表として選定する。

##### ③ 代表設備に対する設工認申請書と代表以外の設備に対する設工認申請書の構成 (P60)

- 代表設備に対する耐震計算書の構成としては、モデル図、要目表、評価結果のほか、概要、計算式まで耐震計算書一式の構成を添付し、代表以外の設備はモデル図、要目表、評価結果について添付する。
- 定型式による評価等、計算式自体が基本方針上で示されている設備については、基本方針のどの計算式に該当するのか示した上で（既設工認からの対応）、要目表及び評価結果について添付する。

#### ■ 今後の対応

- 今後の対応としては、本資料にて示した耐震計算書に対する確認方法の類型化について示す。
- 第1回申請を行った安全冷却水B冷却塔以外の冷却塔については、計算式が同一であるため、後次回以降の申請においてモデル図、要目表及び評価結果を示す。



## 2. 詳細説明

### c. 機器・配管系の類型化に対する分類の考え方について

#### ① 耐震計算書に対する類型化（1 / 2）

- 機器・配管系の耐震評価において基本方針上で計算式及び評価方法を示している設備は、「配管の耐震支持方針」、「ダクトの耐震支持方針」、「機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針」、「配管類の耐震性に関する計算書作成の基本方針」による評価を行っている。
- 今回申請における基本方針及び機器・配管系の評価に用いる基本方針について以下に示す。

IV-1 再処理施設の耐震性に関する基本方針	
IV-1-1	耐震設計の基本方針
IV-1-1-1	基準地震動Ss及び弾性設計用地震動Sdの概要
IV-1-1-2	地盤の支持性能に係る基本方針
IV-1-1-3	重要度分類及び重大事故等対処設備の設備分類の基本方針
IV-1-1-4	波及的影響に係る基本方針
IV-1-1-5	地震応答解析の基本方針
IV-1-1-6	設計用床応答曲線の作成方針
IV-1-1-6別紙	各施設の設計用床応答曲線
IV-1-1-7	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価方針
IV-1-1-7別紙	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ評価対象設備の抽出結果
IV-1-1-8	機能維持の基本方針
IV-1-1-9	構造計画, 材料選択上の留意点
IV-1-1-10	機器の耐震支持方針
IV-1-1-11	配管類の耐震支持方針
IV-1-1-11-1	配管の耐震支持方針
IV-1-1-11-1別紙	各施設の配管標準支持間隔
IV-1-1-11-2	ダクトの耐震支持方針
IV-1-1-11-2別紙	各施設のダクト標準支持間隔
IV-1-1-12	電気計測制御装置等の耐震設計方針
IV-1-1-13	地震時の臨界安全性検討方針

IV-1-2 耐震計算書作成の基本方針	
IV-1-2-1	機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針
IV-1-2-2	配管類の耐震性に関する計算書作成の基本方針
IV-1-2-3	重大事故評価における計算書作成の基本方針

IV-2 再処理施設の耐震性に関する計算書	
IV-2-1-3	機器・配管系
IV-2-1-4	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結果
IV-2-2	水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに関する影響評価結果

基本方針に示している計算式等による評価を実施

FEM解析等計算書内で個別に計算式を示している設備

基本方針に示している計算式等による評価を実施

## 2. 詳細説明

### c. 機器・配管系の類型化に対する分類の考え方について

#### ① 耐震計算書に対する類型化（2 / 2）

##### <類型化の考え方及び計算書の構成>

##### ■ 基本方針上で計算式を示している設備

- 基本方針上に計算式を示している設備については、既設工認時の分類を活用する。また、耐震計算書においては、基本方針の計算式と紐付けた上で計算結果を示す（既設工認からの対応）。

##### ■ 耐震計算書内で個別に計算式を示している設備

- 機器のFEM解析については、複雑な設備形状に対して評価を行うことを目的に耐震計算書内に個別の計算式を示した上で評価を行っており、これらの設備については、計算式が類似する設備に対して類型化を行う。また、耐震計算書においては、代表設備の耐震計算書で代表以外の設備全てに対する計算式及び評価部位が網羅的となるように示す。

##### <基本方針へ追加対応する事項>

- 既設工認において計算式を示していなかった標準支持間隔による評価については、機械工学便覧に記載されている一般的な計算式を用いていることを補足説明資料により示す計画としていたが、基本方針上に計算式を記載する。

## 2. 詳細説明

### c. 機器・配管系の類型化に対する分類の考え方について

#### ② 類型化パターンごとの代表設備の選定

- 代表設備の選定に当たっては、既設工認時からの変更有無のほか、評価項目に抜けが無いことを目的に以下に示す4つの観点にて整理し、影響評価等の新たな評価を実施した設備を含め多くの評価項目に該当する設備を代表として選定する。
  - (1) 事業許可との整合性  
一 関東の鉛直地震動、重大事故対応等、事業変更許可申請書において対応方針を記載した項目に対して整理する。
  - (2) 既設工認からの変更点  
既設工認時の評価条件、評価手法等、今回設工認に対して変更を行った設備に対して整理する。
  - (3) 新規制基準における追加要求事項  
新規制基準により追加要求された水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せに対して整理する。
  - (4) その他先行発電プラントの審査実績  
先行発電プラントにて実施している対応項目、そのうち当社においても対応が必要となる項目に対して整理する。
- 本方法にて選定した代表設備の耐震計算書及び代表設備以外の耐震計算書構成イメージを次頁に示す。

## 2. 詳細説明

### c. 機器・配管系の類型化に対する分類の考え方について

#### ③ 代表設備に対する設工認申請書と代表以外の設備に対する設工認申請書の構成

- 耐震計算書の構成は基本方針上で計算式を示している設備または耐震計算書内で個別に計算式を示している設備によって異なる。ここでは機器に対する各々の耐震計算書構成イメージを示す。

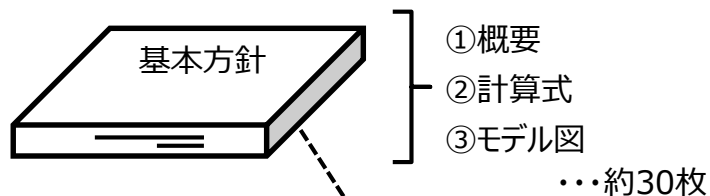
##### <ケース1：基本方針上で計算式を示している設備の耐震計算書の構成>

- 基本方針に記載の①概要、②計算式、③モデル図との紐付けを行い、耐震計算書では④要目表と⑤評価結果を示す構成とする。

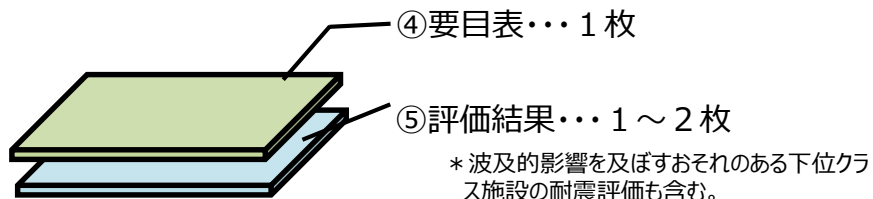
##### <ケース2：FEM解析を行う設備の耐震計算書の構成>

- ①概要、②計算式については、分類ごとに記載内容が同一であることから代表設備にて示す。
- 代表以外の設備については設備ごとに異なる③モデル図、④要目表及び⑤評価結果を示す構成とする。

#### a. ケース1の構成イメージ（1分類あたり）

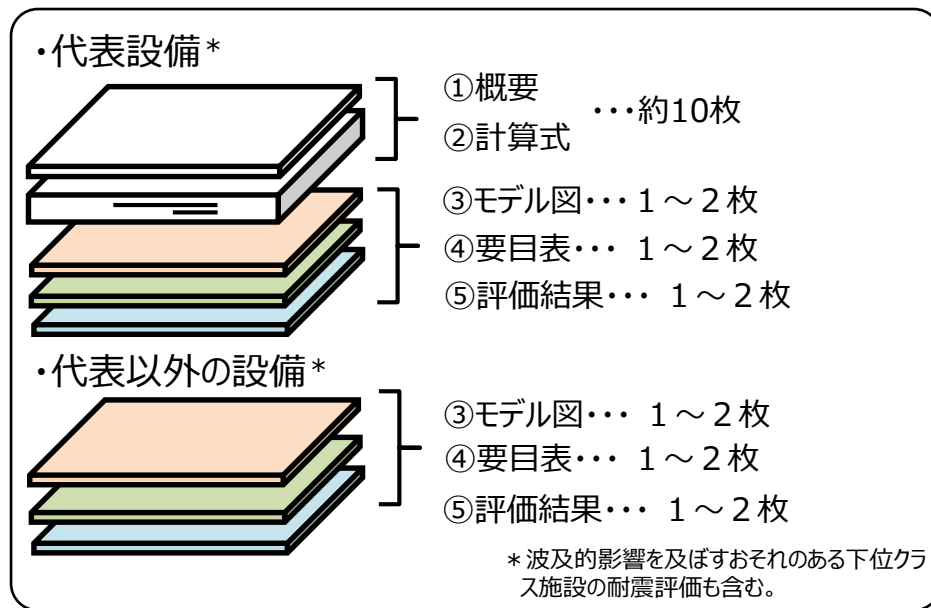


基本方針上で①～③を記載しているため、該当する基本方針を示すことで代表及び代表以外の設備\*における耐震計算書の構成は同一となる。



設備数：約800基

#### b. ケース2の構成イメージ（1分類あたり）



設備数：約150基

# <参考>

## 基本方針上で計算式を示している機器の計算書数

IV-1-2-1 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針		計算書数
別添-1	横置一胴円筒形容器（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(16)
別添-2	中間支持たて置円筒形容器（4ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	64
別添-3	中間支持たて置円筒形容器（4ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(19)
別添-4	スカート支持たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	30
別添-5	スカート支持たて置円筒形容器（基本設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(29)
別添-6	たて軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(16)
別添-7	横軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	65
別添-8	横軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(38)
別添-9	天井クレーン（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(6)
別添-10	横置一胴円筒形容器（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	43
別添-11	平底たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	8
別添-12	中間支持たて置円筒形容器（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	54
別添-13	たて軸ポンプ（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	8
別添-14	ゼミスタ（2脚支持、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	27
別添-15	中間支持たて置円筒形容器（1ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	58
別添-16	中間支持たて置角形容器（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	18
別添-17	中間支持たて置円筒形容器（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(36)
別添-18	中間支持たて置円筒形容器（1ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(13)
別添-19	ゼミスタ（1脚支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(19)
別添-20	フィルタユニット（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(15)
別添-21	四脚たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	8
別添-22	四脚たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(7)
別添-23	ゼミスタ（1脚支持、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	18
別添-24	ゼミスタ（2脚支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(7)
別添-25	プレート式熱交換器（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	12
別添-26	フィルタユニット（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	40
別添-27	フィルタユニット（しゃへい体一体形、耐震設計上の重要度分類Aクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	34
別添-28	平底たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(1)
別添-29	上部スカート支持たて置円筒形容器（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(2)
別添-30	中間支持たて置円筒形容器（長手方向2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	5
別添-31	中間支持たて置円筒形容器（長手方向2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(1)

IV-1-2-1 機器の耐震性に関する計算書作成の基本方針		計算書数
別添-32	中間支持たて置角形容器（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(4)
別添-33	環状形槽（平底たて置、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	22
別添-34	環状形槽（平底たて置、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(3)
別添-35	円筒形バルスカラム（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	5
別添-36	円筒形バルスカラム（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(1)
別添-37	充てん塔（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	4
別添-38	ミキサ・セトラ（耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	4
別添-39	ミキサ・セトラ（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(12)
別添-40	グローブボックス等（耐震設計上の重要度分類A及びBクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	20
別添-41	バッファチューブ（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	5
別添-42	バッファチューブ（2ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(1)
別添-43	バッファチューブ（小口径タイプ、耐震設計上の重要度分類A s及びAクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	5
別添-44	バッファチューブ（小口径タイプ、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(2)
別添-45	冷媒フィルタ（耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(2)
別添-46	フィルタユニット（しゃへい体一体形、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(3)
別添-47	中間支持横置円筒形容器（1ラグ支持、耐震設計上の重要度分類Bクラス）の耐震性に関する計算書作成の基本方針	(4)



個別の耐震計算書に計算式を示している設備	計算書数
横置円筒形容器（3脚以上支持）	2
中間支持たて置円筒形容器（フランジ固定）	3
ディーゼル機関・発電機	4
矩形電気計装設備	211
躯体付構造設備	5
燃料仮置きラック	1
昇降装置	1
固定式クレーン	1
クレーン・台車類	3

既設工認において基本方針上で計算式を示している47分類の計算式の他に、9分類の計算式を個別に計算書に示して申請していた。  
 今回設工認においては、個別に計算書に示していた計算式を基本方針に示す。

■：Bクラス設備※に対する定型式  
 ※Bクラス設備に対する評価は事業者管理として実施するため、類型化対象としない。