

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

設工認申請に係る対応状況（案）

令和3年3月3日

 日本原燃株式会社

グループ②

耐震（建物）

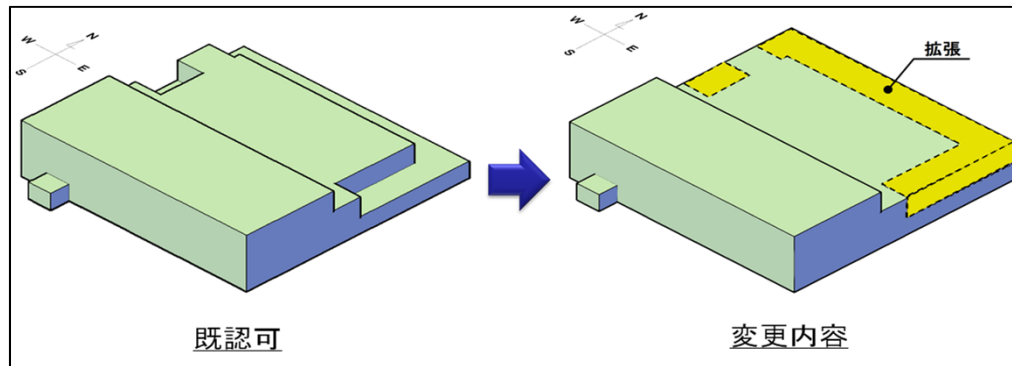
1. 耐震（建物・構築物）

MOX燃料加工建屋の設計（1/1）

MOX燃料加工建屋の設計（既認可からの変更点）



MOX燃料加工建屋（イメージ）



MOX燃料加工建屋の増床

MOX燃料加工建屋は、2013年2月（新規基準の施行前）に設工認の認可を受けている。



今回の設工認では、新規基準の適合のために建屋の設計内容について、以下の点について設計を変更。

- ・建屋の増床及び階高変更
（追加設置する機器の設置スペース確保）
- ・側壁開口部の設計変更（防火扉の設置等）
- ・排気筒の位置及び高さの変更
（多数の他工事とのエリア干渉回避）

これらの建屋の設計変更に伴い、既認可における建屋設計の評価内容からの変更が生じている。

- ・耐震評価における入力条件の変更
（設計変更内容の反映：重量や剛性の変更を反映）
- ・耐震評価のモデル変更
（耐震設計の精緻化：側面ばねの導入）

今回の設工認では、これらの内容を反映して耐震評価を行い、建屋健全性に問題がないことを確認している。

建屋への機能要求は、耐震性の他に遮蔽及び航空機衝突への対応があるが、外壁の壁厚には変更はないことから、遮蔽評価への影響はない。また、航空機衝突の影響評価についても、壁厚の変更がないことから、既設工認における屋上部の衝突評価を適用することが可能。

1. 耐震（建物・構築物）

今回の設工認審査における主な説明項目（1/3）

- 事業者が考える主な説明項目（前回審査会合にて示した項目）に関する説明状況を以下に示す。

主な説明項目	先行実績	これまでの説明状況	現状のステータス (対応予定日)	今後の説明方針
地震応答解析に用いる地盤モデルの設定	有	地盤物性の設定根拠として いるボーリング柱状図，P S 検層結果等の地盤情報につ いて拡充が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ● 基本ロジックとして，設計方針を整理した。 ● 基本ロジックの内容に基づき，補足説明資料を改定中。 (3/9提出予定) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地盤情報のデータを拡充した上で，技術的事項の説明を引き続き実施していく。
建屋埋込効果	有	側面地盤ばねの設定根拠と して地盤との接触の有無の 判断の考え方及び各建屋の 側面ばねの算定手法につい て拡充が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ● 基本ロジックとして，設計方針を整理した。 ● 基本ロジックの内容に基づき，補足説明資料を改定中。 (3/9提出予定) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 地盤ばね算定手法・算定における判断事項等を整理した上で，技術的事項の説明を引き続き実施していく。

: 本日，設計方針について説明する事項

1. 耐震（建物・構築物）

今回の設工認審査における主な説明項目（2/3）

- 事業者が考える主な説明項目（前回審査会合にて示した項目）に関する説明状況を以下に示す。

主な説明項目	先行実績	これまでの説明状況	現状のステータス (対応予定日)	今後の説明方針
隣接建屋の影響	有	隣接建屋の地震応答解析結果への影響確認の評価プロセスについて、後次回申請分も含めて明確にする必要がある。	● 補足説明資料の改訂中。 (3/23提出予定)	● 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から、第1回申請ではその内容を補足説明資料として示す。 ● なお、後次回申請における申請対象建屋については、別途、後次回申請にて説明する。
水平2方向及び鉛直方向地震力の組合せ	有	新規制基準での追加要求事項として、評価対象部位の抽出方法及び結果について整理。	● 補足説明資料の改訂中。 (3/2提出済)	● 評価方針は先行プラントと同様であることから、補足説明資料を改定した上で、その内容を示す。

: 本日、設計方針について説明する事項

1. 耐震（建物・構築物）

今回の設工認審査における主な説明項目（3/3）

- これまでの審査を踏まえ新たに加えることとした主な説明項目を以下に示す。

主な説明項目	先行実績	これまでの説明状況	現状のステータス	今後の説明方針
液状化に対する考え方	有	液状化の考慮に関して、設計用地下水位の考え方及び根拠となるデータの拡充が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ● 基本ロジックとして、設計方針を整理した。 ● 基本ロジックの内容に基づき、補足説明資料を改定中。（3/30提出予定） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 設計用地下水位の設定の考え方、地下水排水設備の設計方針及び根拠となるデータを拡充した上で、技術的事項の説明を引き続き実施していく。
洞道の設工認申請上の取り扱いについて	有	建物・構築物の耐震設計の基本方針に基づき設計することとしていたが、機能要求を踏まえた整理が必要。	<ul style="list-style-type: none"> ● 基本ロジックとして、設計方針を整理した。 ● 基本ロジックの内容に基づき、補足説明資料を改定中。（3/9提出予定） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 洞道の機能要求、耐震クラスに基づく設計手法等を整理した上で、説明を引き続き実施していく。

: 本日、設計方針について説明する事項

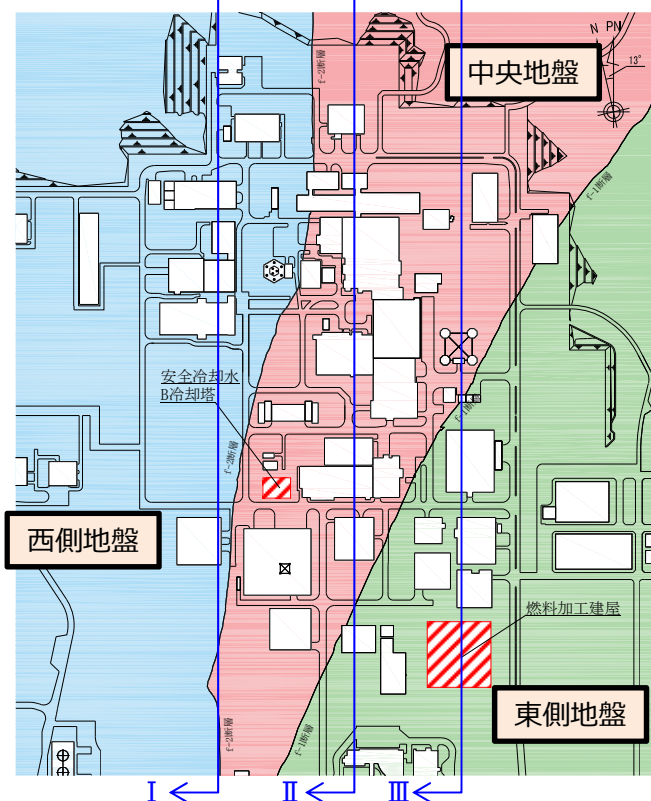
基本ロジックとして設計方針を整理した内容について、次頁以降にその内容を示す。

1. 耐震（建物・構築物）

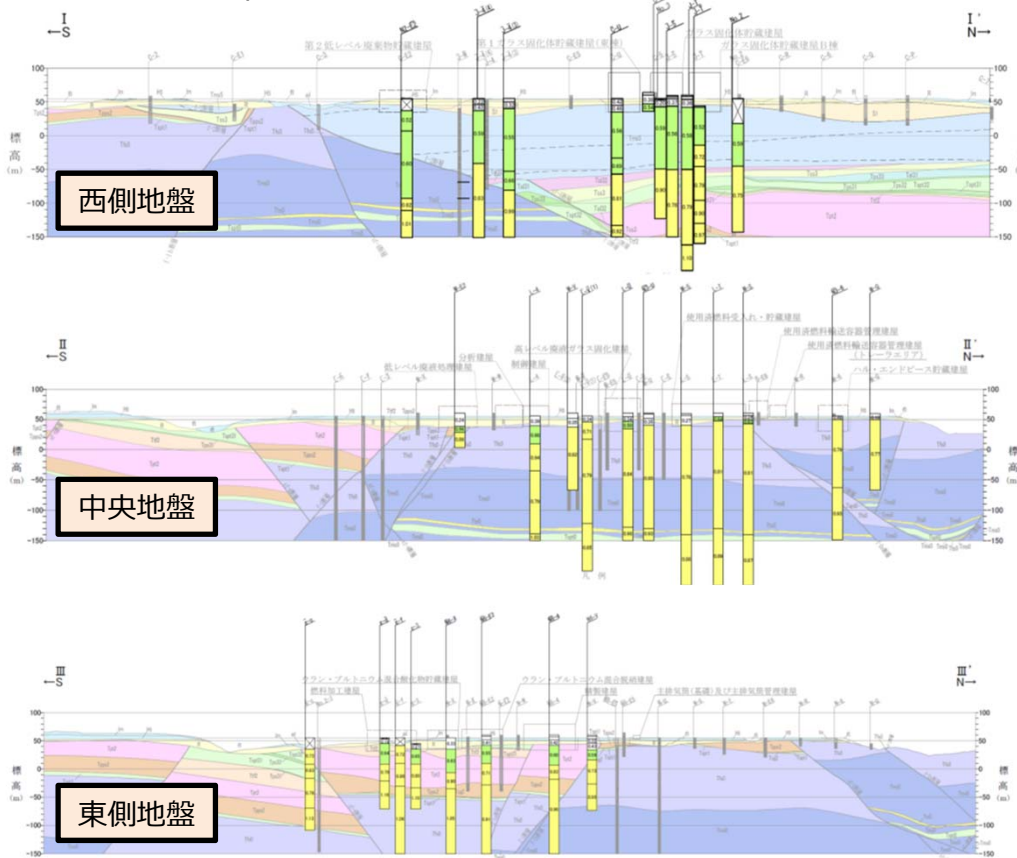
地震応答解析に用いる地盤モデルの設定について（1/2）

■ 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定の基本ロジック（敷地における地盤モデルの考え方）

- 地盤モデルは、再処理事業所の地盤特性に応じて設定する必要があるため、ボーリング調査・PS検層等の地質調査結果に基づき、地質構造に応じて設定している。
- 敷地のボーリング調査結果より、再処理事業所の敷地はf-1断層およびf-2断層を境に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）に分類して地盤モデルを設定している。
- これらの3つのエリアでは、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、概ね同様な速度構造となっている。このため、各エリアそれぞれにおいて一つの地盤モデルを設定している。



敷地平面図及び地盤種別



各エリア南北断面の地質断面図及びP S 検層結果

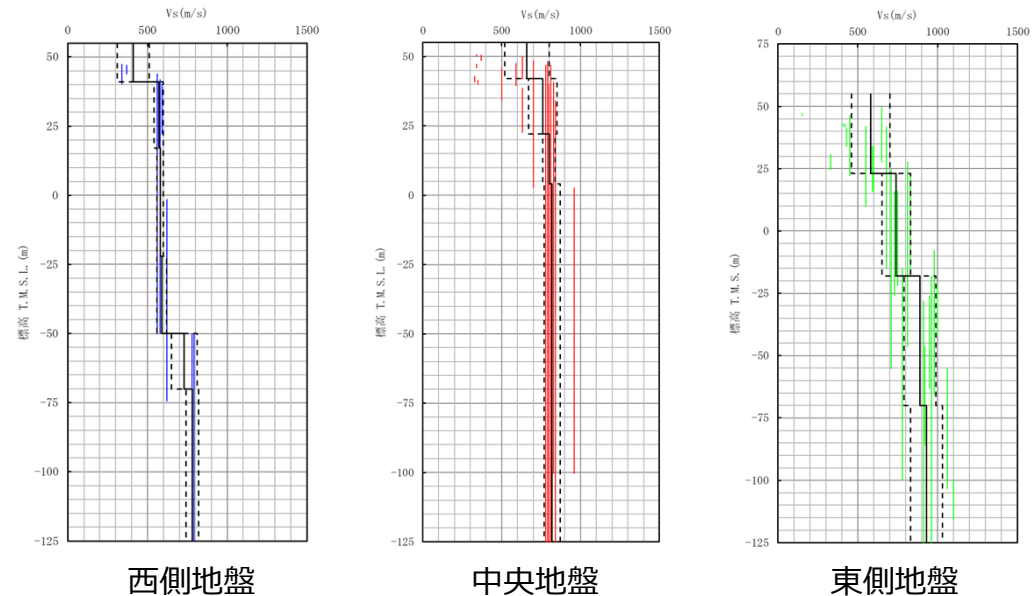
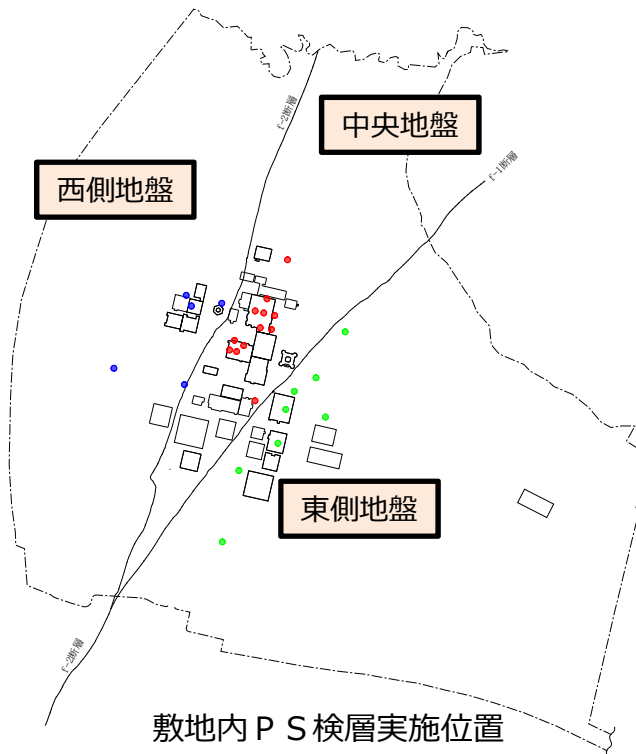
(□ : $V_s < 0.5 \text{ km/s}$, □ : $0.5 \text{ km/s} \leq V_s < 0.7 \text{ km/s}$, □ : $0.7 \text{ km/s} \leq V_s$)

1. 耐震（建物・構築物）

地震応答解析に用いる地盤モデルの設定について（2/2）

■ 地震応答解析に用いる地盤モデルの設定の基本ロジック（地盤モデルの物性値の考え方）

- 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（平面的に）網羅するように実施したボーリング調査・PS検層等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「基本ケースの地盤モデル」として各エリアで設定している。
- 更に、各エリアのPS検層結果には若干のばらつきがあることから、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「ばらつきケースの地盤モデル」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（ $\pm\sigma$ ）

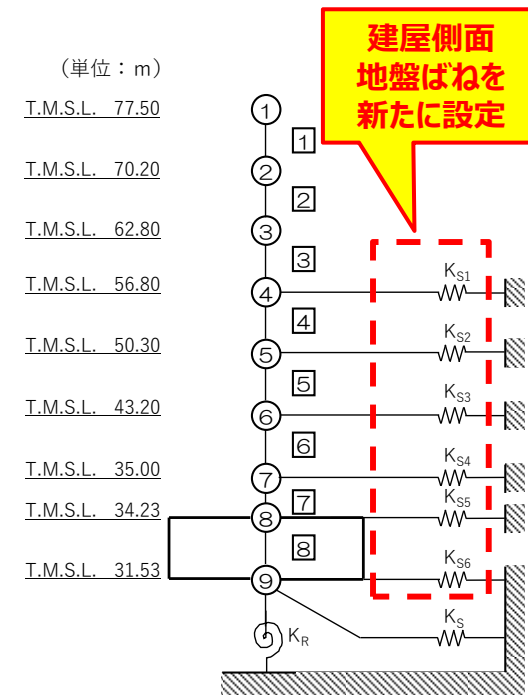
今後、上記ロジックに基づき、地盤物性の設定根拠としているボーリング柱状図、P S 検層結果等の地盤情報を整理し、説明を充実していく。

1. 耐震（建物・構築物）

地震応答解析に用いる側面地盤ばねの設定について

■ 側面地盤ばねの設定に関する基本ロジック

- 今回設工認申請における建物・構築物の地震応答解析では、既設工認では考慮していなかった建屋側面の地盤ばねを考慮している。これは、既設工認時に比べ基準地震動が増大したことから、解析モデルの精緻化を目的として、建屋が周辺地盤に埋め込まれている実状を反映したものである。
- 建屋側面地盤ばねは、JEAG等の規格・基準を参考に、「建屋側面と地盤との接触状況」及び「建屋平面形状」を踏まえ、以下の方法を用いて適用範囲に留意した上で適切に設定している。
 - 境界要素法
 - 有限要素法
 - Novakの手法
- 建屋側面地盤ばねの設定にあたっては、基礎スラブ底面から地表面までの表層地盤のひずみの非線形化の影響を考慮するため、一次元波動論に基づく等価線形解析により地盤のひずみ依存特性を考慮している。



地震応答解析モデル
(燃料加工建屋)

今後、上記ロジックに基づき、以下の側面地盤ばねの設定根拠について整理し、説明を充実していく。

- 建屋周辺地盤との接触状況及び流動化処理土、周辺洞道等の側面地盤ばね設定における考慮方針
- 敷地側面地盤の分布状況

1. 耐震（建物・構築物） 液状化に対する検討について（1/3）

■ 液状化に対する検討の基本ロジック（液状化対象層の選定）

- ▶ 建物・構築物の設計に当たっては、地盤に対する液状化の影響の有無を考慮し、耐震設計を行っている。
- ▶ 支持地盤である鷹架層に直接もしくはマンメイドロックを介して支持されている建物・構築物の底面の地盤は、道路橋示方書において液状化の判定の対象とされていない新第三紀の硬質な岩盤もしくは人工岩盤であることから、液状化しないことを確認している。
- ▶ 建物・構築物の支持地盤より浅い表層の周辺地盤の液状化に対する設計上の対応としては、再処理施設の地下水位がT.M.S.L.41.1～54.3mであり建物・構築物の底面よりも高いことから、施設ごとに、次頁以降に示す対応とする。

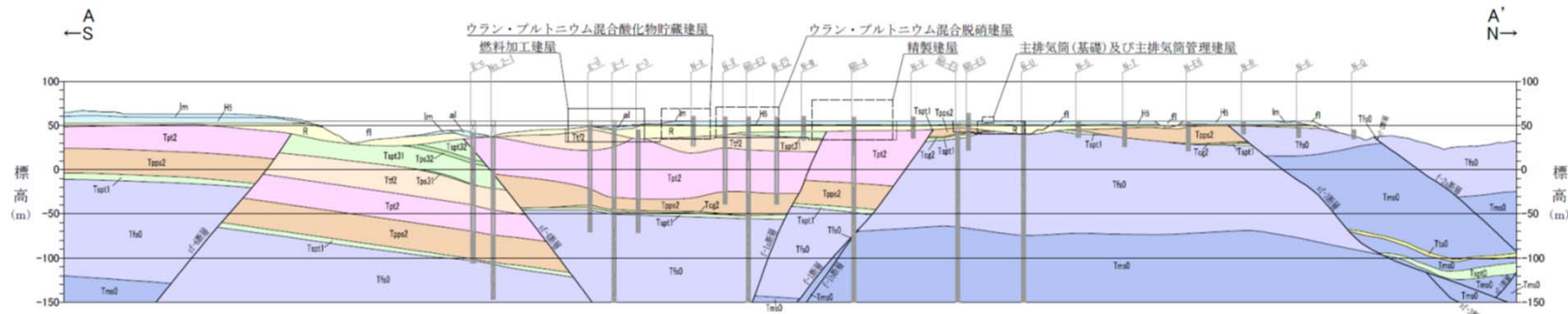
建物・構築物の支持地盤
(新第三紀の硬質な岩盤)

液状化しない

敷地における地質層序表

地質時代	地層名	記号	主な層相及び岩相	
新第三紀	崖堆積層	dt	礫、砂、粘土	
	沖積低地堆積層	al	礫、砂、粘土、腐植土	
	火山灰層	lm	褐色の粘土質火山灰	
第四紀	中位段丘堆積層	M ₂ , M ₁	主に石英粒子からなる陶汰の良い中粒砂～粗粒砂	
	高位段丘堆積層	H ₂	主に石英粒子からなる陶汰の良い中粒砂～粗粒砂	
新第三紀	六ヶ所層	R	砂、シルト、礫	
	砂子又層	S ₁	凝灰質砂岩	
新第三紀	上部層	T _{3ms}	泥岩 一部に凝灰岩を挟む。	
	中部層	T _{2ss}	礫混り砂岩	
	鷹架層	軽石混り砂岩層	T _{2ps}	砂岩・凝灰岩互層 礫混り砂岩 軽石混り砂岩(3) 砂質軽石凝灰岩(2) 軽石混り砂岩(2) 砂質軽石凝灰岩(1) 軽石混り砂岩(1)
		軽石凝灰岩層	T _{2pt}	凝灰岩 軽石凝灰岩 軽石質砂岩 礫岩
		粗粒砂岩層	T _{2cs}	砂質軽石凝灰岩 粗粒砂岩
	下部層	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、砂質軽石凝灰岩を挟む。	

注) —— は、整合関係を示す。～は、不整合関係を示す。
主な層相及び岩相の上下関係は、層位関係を示す。
【R】：従来の「砂子又層(上部層)」としての地層のうち、敷地近傍の第四系下部～中部更新統について、「六ヶ所層」と仮称する。

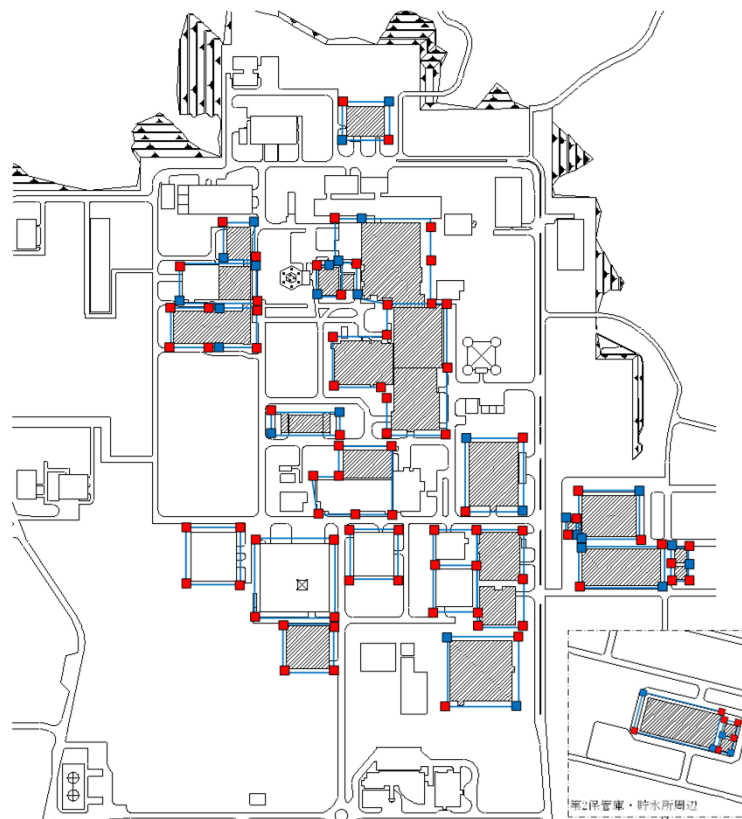


支持地盤の断面図（燃料加工建屋の南北断面の例）

1. 耐震（建物・構築物） 液状化に対する検討について（2/3）

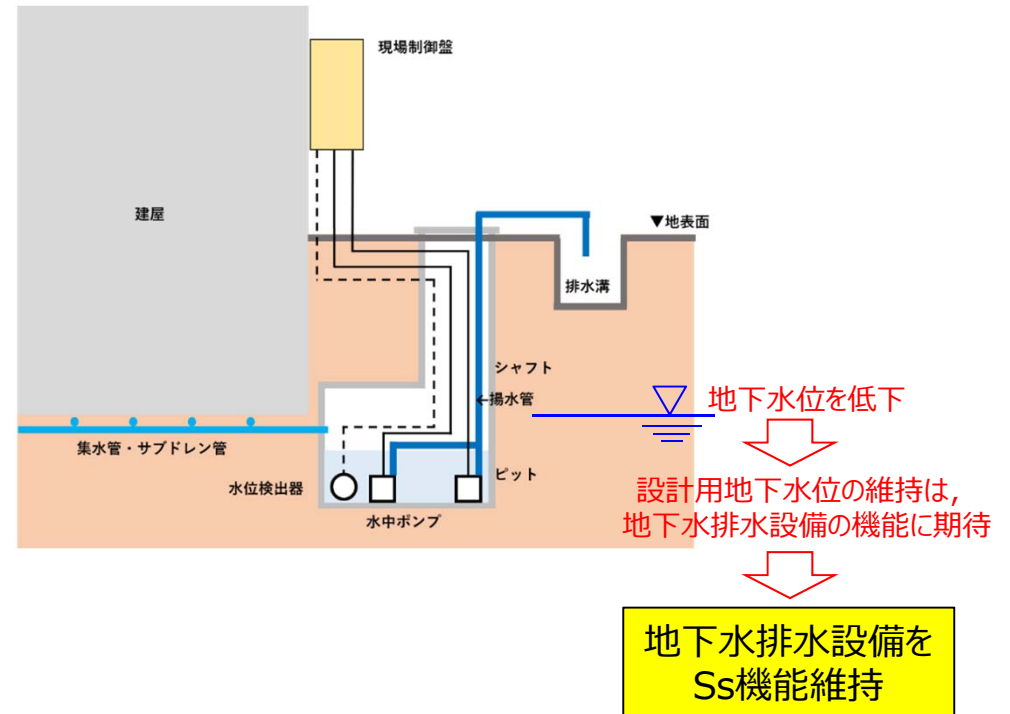
■ 液状化に対する検討の基本ロジック（建物の設計用地下水位と地下水排水設備の関係）

- 建物は、地下水排水設備により周辺の地下水位を基礎スラブ上端以下まで低下させる設計とする。また、建物の地震応答評価においては、地下水排水設備による地下水位の低下を考慮した側面ばねを設定する。
- 地震前後において設計上の地下水位を維持することを前提に、地下水排水設備は基準地震動Ssに対して機能を維持する設計とする。



- : ビット（ポンプ有）
- : ビット（ポンプ無）
- : 集水管及びサブドレン管（建屋外縁）
- : Sクラス施設の間接支持構造物
(地下水排水設備に囲まれている建物・構築物)

敷地における地下水排水設備の配置図



地下水排水設備の概要図

1. 耐震（建物・構築物） 液状化に対する検討について（3/3）

■液状化に対する検討の基本ロジック（洞道及び竜巻防護対策設備における液状化の考え方）

- 洞道については、地震時の躯体のせん断変形を抑制するため、洞道の側面地盤を流動化処理土等により改良しており、その結果液状化が抑制されていることから、原則として地盤の液状化を考慮しない解析手法（全応力解析）を設計に採用している。
- 一部の洞道の周辺において、地盤改良を行っておらず液状化が否定できない箇所があることから、当該区間に対しては、上記の液状化を考慮しない解析（全応力解析）に加え、地盤の液状化を考慮した解析（有効応力解析）を実施し、耐震評価上安全側となる設計とする。なお、上記評価における地下水位は、保守側に地表面に設定している。
- 竜巻防護対策設備（杭基礎）は、杭を支持地盤に直接支持するとともに、支持地盤と上部構造間の地盤を改良し、これらの改良地盤が液状化しないことを確認した上で、全応力解析を用いた評価を行っている。

今後、上記ロジックに基づき、以下の液状化の考慮に関する根拠について整理した上で、説明を充実していく。

- 敷地内の地下水位データ
- 地下水排水設備の配置状況、稼働状況
- 各建物・構築物に考慮する設計用地下水位の設定
- 地下水排水設備の要求機能を踏まえた耐震設計の考え方

グループ②

耐震（機器）

2. 耐震（機器・配管系）

今回の設工認審査における主な説明項目（1/3）

- 事業者が考える主な説明項目（前回審査会合にて示した項目）に関する説明状況を以下に示す。

主な説明項目	先行実績	これまでの説明状況	現状のステータス (対応予定日)	今後の説明方針
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"> 安全冷却水B冷却塔、配管の評価部位、応力分類の網羅性について説明を行った。 本資料の位置付けとしては、先行炉及び既認可との確認を行い、論点となり得る差分の抽出を行った上で第1回申請における論点及び後次回申請における論点について、当社として洗い出しを行った。 	<ul style="list-style-type: none"> 改訂した補足説明資料を3/2に提出。 	<ul style="list-style-type: none"> 本資料については、後次回を含む申請範囲の全体像を示し、洗い出した論点を含め耐震評価の全体管理資料として扱う。 後次回を含む主な論点としては、以下を実施する。 <ul style="list-style-type: none"> 隣接建屋影響を考慮した地震応答による機器、配管系への影響確認結果 配管の評価手法（標準支持間隔評価の保守性等） 重大事故評価において適用する許容限界等の考え方

2. 耐震（機器・配管系）

今回の設工認審査における主な説明項目（2/3）

- 事業者が考える主な説明項目（前回審査会合にて示した項目）に関する説明状況を以下に示す。

主な説明項目	先行実績	これまでの説明状況	現状のステータス (対応予定日)	今後の説明方針
<p>「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</p>	<p>無</p>	<ul style="list-style-type: none"> • S d評価に用いる床応答曲線は、弾性設計用地震動S dから算定したS dと基準地震動S sの床応答曲線の加速度を係数倍して作成したS dの2種類を準備していた。 • 第1回申請設備については、係数倍S dによる申請を行っていたが、1月26日のヒアリングで評価用床応答曲線の扱いについて議論を行い、弾性設計用地震動S dによる評価結果を示すこととした。 	<ul style="list-style-type: none"> • 今後の申請に対しては、全て弾性設計用地震動S dによる評価にて申請を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> • 第1回申請設備に対しては、耐震計算書に関する補足説明資料「冷却塔の評価実施内容及び既設工認からの変更点について」のなかで弾性設計用地震動S dによる評価結果を説明する。

2. 耐震（機器・配管系）

今回の設工認審査における主な説明項目（3/3）

- 事業者が考える主な説明項目（前回審査会合にて示した項目）に関する説明状況を以下に示す。

主な説明項目	先行実績	これまでの説明状況	現状のステータス	今後の説明方針
機器、配管類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"> 耐震評価における類型化方法として、JEAGの設備区分による分類を行い、更なる類型化として既認可の説明実績を踏まえた分類の考え方について説明（3/10予定） 	<ul style="list-style-type: none"> 設計方針を基本ロジックとして整理した。 補足説明資料を3/2に提出。 	<ul style="list-style-type: none"> 類型化を行った分類に対しては各分類の代表設備について説明を行うが、説明に当たってはその他補足説明資料等で実施する評価も含め、分類の中でも最も効率的な説明が出来る設備を代表設備として説明を行う。
配管設計における考慮事項について	有	<ul style="list-style-type: none"> 配管設計の基本方針の説明を行い、配管設計の考慮事項（異なる耐震クラスとの接続部、隣接配管に対する考慮、高温配管）に対して、補足説明資料を用いて具体的な説明を行うよう、コメントがあった。 	<ul style="list-style-type: none"> 設計方針を基本ロジックとして整理した。 基本ロジックの内容に基づき、補足説明資料を作成中。（3/16提出予定） 	<ul style="list-style-type: none"> 補足説明にあたり、配管設計における考慮事項については先行炉にも同様の記載があるため、先行炉との内容比較を行った上で、当社の設計方針に対する考え方を示す。