

島根原子力発電所第2号機 工事計画認可申請（補正）の概要

2021年12月
中国電力株式会社

1. 島根 2 号機 新規制基準への適合性確認に係る経緯
2. 島根 2 号機 工事計画認可申請（補正）の状況
3. 主な説明事項の抽出
 3. 1 詳細設計申送り事項の分類
 3. 2 新たな規制要求（バックフィット）への対応事項
 3. 3 今回申請内容における設置変更許可審査時からの設計変更内容
 3. 4 その他の詳細設計に係る説明事項

1. 島根2号機 新規制基準への適合性確認に係る経緯

2013年12月25日	発電用原子炉設置変更許可及び保安規定変更認可申請
	【申請内容】 <ul style="list-style-type: none"> ● 新規制基準への適合性確認
2013年12月25日 2014年9月29日	工事計画認可申請
	【申請内容】 <ul style="list-style-type: none"> ● 新規制基準への適合性確認
2021年5月10日	発電用原子炉設置変更許可申請の補正書提出
	【補正内容】 <ul style="list-style-type: none"> ● 適合性審査内容を反映（設計基準対処施設の強化，重大事故等対処施設の整備 他）
2021年6月14日	発電用原子炉設置変更許可申請の補正書提出
	【補正内容】 <ul style="list-style-type: none"> ● 適合性審査内容を反映（事故対応時の一部手順の見直しの反映や記載の適正化 他）
2021年6月17日	発電用原子炉設置変更許可申請の補正書提出
	【補正内容】 <ul style="list-style-type: none"> ● 適合性審査内容を反映（記載の明確化 他）
2021年9月6日	発電用原子炉設置変更許可申請の補正書提出
	【補正内容】 <ul style="list-style-type: none"> ● 適合性審査内容を反映（実用発電用原子炉に関する内規の改正などを踏まえた記載の適正化 他）
2021年9月15日	発電用原子炉設置変更許可
2021年10月1日	工事計画認可申請の補正書提出（一部補正）
	【補正内容】 <ul style="list-style-type: none"> ● 発電用原子炉設置変更許可内容を踏まえた記載事項の反映 ● 「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」及び関連規則等の改正内容反映 他

2. 島根2号機 工事計画認可申請（補正）の状況（1 / 2）

- 島根2号機の工事計画認可申請（補正）に関して、要目表、基本設計方針、施設共通／施設個別に要求される説明書、耐震性に関する基本方針、強度に関する基本方針及び強度計算方法等を取りまとめ、2021年10月1日に第1回補正を実施。

補正回	主な添付書類	補正図書数 (補正数/総数)
第1回補正の内容 (2021年10月1日 提出)	・発電用原子炉施設の自然現象等による損傷の防止に関する説明書	(21/21)
	・設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	(58/59)
	・安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	(2/5)
	・発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書	(1/1)
	・その他施設共通に要求される添付書類	(6/7)
	・施設個別に要求される添付書類	(31/38)
	・耐震性に関する説明書《基本方針》	(13/14)
	・耐震性に関する説明書《設計上重要な設備を設置する施設の耐震性に関する説明書》	(8/38)
	・耐震性に関する説明書《各施設の耐震計算書》	(22/484)
	・強度に関する説明書《基本方針》	(6/6)
	・強度に関する説明書《強度計算方法》	(13/13)
・強度に関する説明書《強度計算書》	(113/249)	

2. 島根2号機 工事計画認可申請（補正）の状況（2/2）

➤ 耐震／強度計算書等を取りまとめ、本年12月に第2回補正、来年3月以降に第3回補正を実施予定。

補正回	主な添付書類	補正図書数 (補正数/総数) [前回補正数含む]
第2回補正の内容 (2021年12月予定)	・発電用原子炉の設置の許可との整合性に関する説明書	(2/2)
	・安全設備及び重大事故等対処設備が使用される条件の下における健全性に関する説明書	(3/5) [5/5]
	・発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	(4/5)
	・その他施設共通に要求される添付書類	(1/7) [7/7]
	・施設個別に要求される説明書	(4/38) [35/38]
	・耐震性に関する説明書《基本方針》	(1/14) [14/14]
	・耐震性に関する説明書《設計上重要な設備を設置する施設の耐震性に関する説明書》	(8/38) [16/38]
	・耐震性に関する説明書《各施設の耐震計算書》	(79/484) [101/484]
第3回補正の内容 (2022年3月以降)	・強度に関する説明書《強度計算書》	(58/249) [171/249]
	・設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	(1/59) [59/59]
	・発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	(1/5) [5/5]
	・施設個別に要求される説明書	(3/38) [38/38]
	・耐震性に関する説明書《設計上重要な設備を設置する施設の耐震性に関する説明書》	(22/38) [38/38]
	・耐震性に関する説明書《各施設の耐震計算書》	(383/484) [484/484]
	・強度に関する説明書《強度計算書》	(78/249) [249/249]

3. 主な説明事項の抽出

工事計画認可の審査では、設置変更許可の審査等を踏まえた詳細な設備設計、評価手法及び評価結果についての説明を行う。

- 工事計画認可の審査における主な説明事項は、以下の [1] [2] [3] の項目から抽出した上で、他社プラントの審査で議論となった事項のうち、島根 2 号機の審査でも評価手法等について詳細に説明する必要があると考えた事項についても [4] として抽出した。

[1] 設置変更許可審査時に詳細設計へ申送りした事項

[2] 新たな規制要求（バックフィット）への対応事項

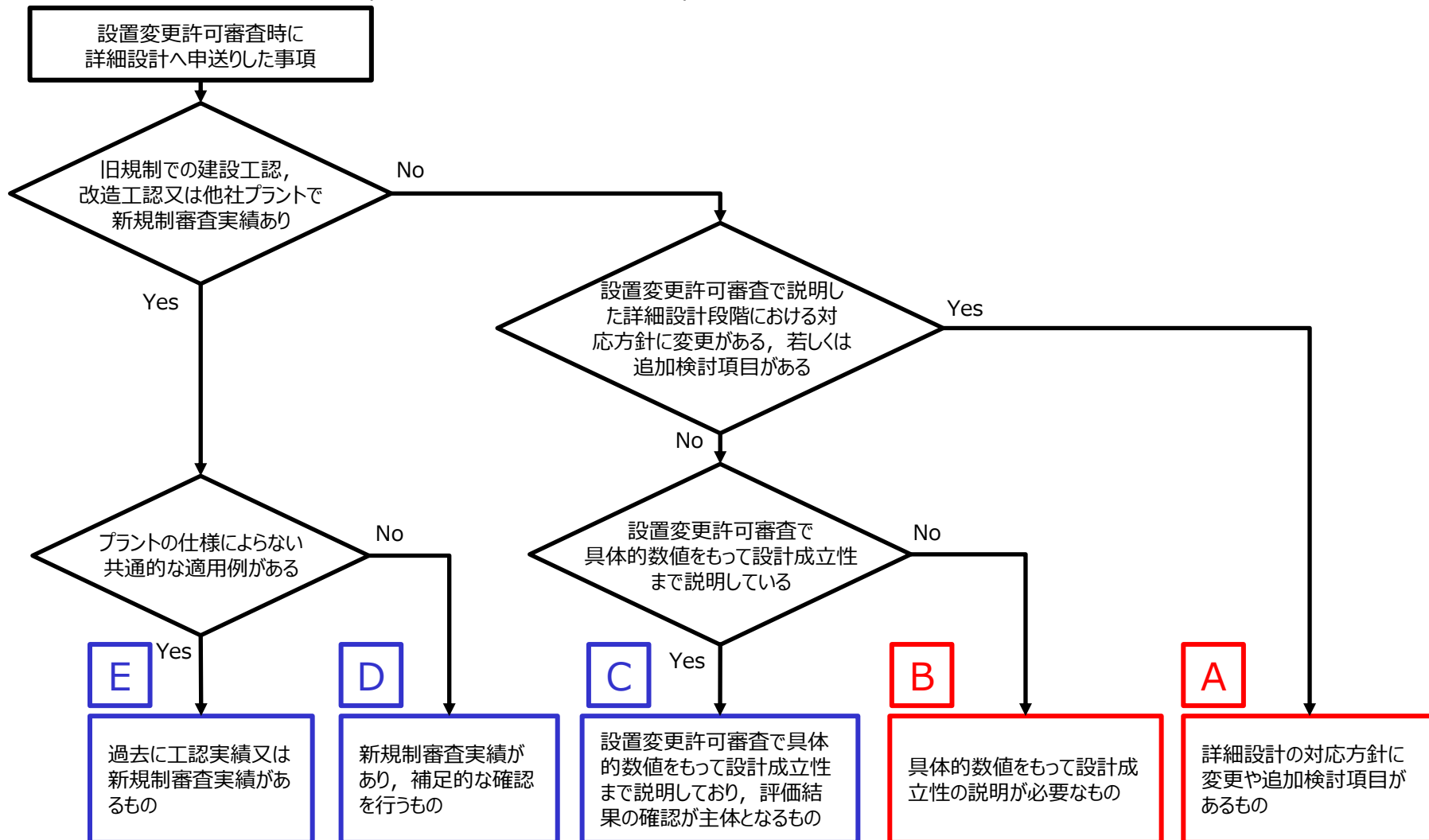
[3] 今回申請内容における設置変更許可審査時からの設計変更内容

[4] その他の詳細設計に係る説明事項

- なお、主な説明事項については、今後補正する内容及びヒアリング結果を反映し順次整理していく。

3. 1 詳細設計申送り事項の分類（1 / 5）

- 設置変更許可審査時に詳細設計へ申送りした事項について、以下のフローに基づき説明内容の重み付け（A～Eの5段階に分類）を実施し、主な説明事項（分類A, B）を抽出した。



3. 1 詳細設計申送り事項の分類 (2 / 5)

- 詳細設計申送り事項について、関連する工認図書等にて説明する。詳細設計申送り事項に係る評価手法の適用性等について、第1表に示す説明時期に説明予定。

第1表 詳細設計申送り事項 (分類A, B) (1 / 4)

No.	項目	概要	分類	説明時期	関連図書の補正回※
1-1	地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力	地震応答解析に用いる付着力について、信頼性、保守性及び地盤のばらつきを踏まえた網羅性・代表性に対する説明性を向上させる観点から、1, 2号機建物近傍において追加試験を実施した。 また、追加試験結果を踏まえ、建物基礎底面の付着力として設定した値の保守性・妥当性を説明する。	A	2022年1月	第1回補正 (設計方針及び設計結果)
1-2	建物・構築物の地震応答解析における入力地震動の評価	建物・構築物の入力地震動の評価について、既工認において採用実績のある1次元波動論又は2次元FEM解析等を採用する方針であり、解析モデルについては、建設時以降の敷地内の追加地質調査結果の反映等により、最新のデータを基に、より詳細にモデル化する。 また、入力地震動の評価について影響検討を行い、入力地震動の保守性・妥当性を説明する。	A	2022年2月	第1回補正 (設計方針及び設計結果)
1-3	横置円筒形容器の応力解析へのFEMモデル適用方針の変更	横置円筒形容器の耐震評価においては、J E A G式又ははりモデルによって荷重を算出し、その荷重を用いて胴、脚及び基礎ボルトの応力評価を行う。その際、胴の応力評価において精緻化が必要となった場合には、荷重をFEMモデルに入力することにより応力評価を行うため、その方法について説明する。	A	2022年2月	第2回補正 (設計方針及び設計結果)

※ 第1回補正：2021年10月、第2回補正：2021年12月予定、第3回補正：2022年3月以降

3. 1 詳細設計申送り事項の分類 (3 / 5)

第1表 詳細設計申送り事項 (分類A, B) (2 / 4)

No.	項目	概要	分類	説明時期	関連図書の補正回※
1-4	サプレッションチェンバの耐震評価	既工認では内部水質量を固定質量（死荷重）として扱っていたが、今回工認では有効質量として扱って3次元はりモデルによる地震応答解析を行うことから、その妥当性を説明する。 バルジングによるサプレッションチェンバへの影響が軽微であることを、3次元 F E M 解析により分析した結果を用いて説明する。 耐震評価に用いるサプレッションチェンバの水位について、DB評価及びSA評価ともにSA条件での水位を用いることの妥当性を説明する。 地震応答解析モデルについて、鉛直方向の応答を精緻に算出するため、トールス胴とサポートの間にはばね要素を追加した360°モデルを適用することの妥当性及び高次モードの影響を説明する。	A	2022年4月	第3回補正 (設計方針及び設計結果)
1-5	漂流物衝突荷重の設定	漂流物衝突荷重については、先行サイトにおける検討を参照し、追加実施した船舶の形状調査により精度向上を図った解析モデルによる非線形構造解析（衝突解析）から算定する。また、船舶の衝突形態の不確かさについても考慮することを説明する。 漂流物の衝突荷重の影響を踏まえ、津波防護施設に設置する漂流物対策工の設計方針及び構造仕様を説明し、漂流物対策工を踏まえた津波防護施設の詳細設計の結果を説明する。	A	2021年12月 (設計方針) 2022年3月 (設計結果)	第1回補正 (設計方針) 第3回補正 (設計結果)

※ 第1回補正：2021年10月、第2回補正：2021年12月予定、第3回補正：2022年3月以降

3. 1 詳細設計申送り事項の分類（4 / 5）

第1表 詳細設計申送り事項（分類A, B）（3 / 4）

No.	項目	概要	分類	説明時期	関連図書の補正回※
1-6	機器・配管系への制震装置の適用	制震装置（単軸粘性ダンパ，三軸粘性ダンパ）及びそれらを設置する設備の地震時の構造成立性については，設置変更許可段階にて示した地震応答解析手法による耐震評価結果を説明する。	B	三軸粘性ダンパ 2022年2月 単軸粘性ダンパ 2022年5月	第2回補正（設計方針及び設計結果） 第3回補正（設計方針及び設計結果）
1-7	浸水防止設備のうち機器・配管系の基準地震動 S s に対する許容限界	浸水防止設備のうち隔離弁，ポンプ及び配管の耐震設計は，従来からの耐震 S クラスの機器・配管系の方針を適用する旨を説明する。また，各施設の耐震計算書にて，基準地震動 S s による許容応力状態 IV _A S の評価に加えて，弾性設計用地震動 S d による許容応力状態 III _A S の評価結果を説明する。	B	2021年11月（設計方針） 2022年4月（設計結果）	第1回補正（設計方針） 第3回補正（設計結果）
1-8	設計地下水位の設定	3次元浸透流解析結果を踏まえた設計地下水位の設定方法について説明する。また，非定常解析について，解析の位置付け，及び信頼性を向上させた取り組みとして観測値と解析値との相関を高めるため解析モデルを変更した内容について説明する。	B	2021年12月	第1回補正（設計方針及び設計結果）
1-9	防波壁	設置変更許可段階において，構造成立性及び詳細設計段階における設計方針を説明している防波壁（多重鋼管杭式擁壁，逆T擁壁及び波返重力擁壁）について，改良地盤の仕様・範囲，グラウンドアンカーのモデル化を踏まえた健全性評価，既設コンクリートと新設コンクリートの一体性，ケーソン中詰材改良の仕様・範囲等の詳細設計の結果について，追加で実施した試験結果等を踏まえて説明する。	B	2022年1月（設計方針） 2022年3月（設計結果）	第1回補正（設計方針） 第3回補正（設計結果）

※ 第1回補正：2021年10月，第2回補正：2021年12月予定，第3回補正：2022年3月以降

3. 1 詳細設計申送り事項の分類 (5 / 5)

第1表 詳細設計申送り事項 (分類A, B) (4 / 4)

No.	項目	概要	分類	説明時期	関連図書の補正回※
1-10	土石流影響評価	防波壁と隣接している管理事務所4号館が土石流により倒壊した場合に防波壁に影響がないことについて説明する。	B	2022年1月	第1回補正 (設計方針及び設計結果)
1-11	保管・アクセス	第3保管エリア近傍斜面の抑止杭の評価にあたっては、詳細設計段階では、余裕を持った設計とするため、抑止杭を5本追加配置したレイアウトに基づき評価結果を説明する。 地震により杭間の岩盤の中抜けが生じないことを3次元FEM解析により説明する。また、杭下流側のシームすべり(肌分かれ)が起こらないこと等について、2次元動的FEM解析により説明する。	B	2022年2月	第2回補正 (設計方針及び設計結果)
1-12	ブローアウトパネル閉止装置	設置変更許可段階においてダンパを採用すること等を説明しているブローアウトパネル閉止装置について、加振試験等の詳細設計の結果について説明する。	B	2022年1月	第2回補正 (設計方針及び設計結果)

※ 第1回補正：2021年10月、第2回補正：2021年12月予定、第3回補正：2022年3月以降

【1-1】地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力

1. 概要

- 島根2号機の建物の地震応答解析には、SRモデル、ジョイント要素を用いた3次元FEMモデル及び基礎固定モデルを用いている。このうち、ジョイント要素を用いた3次元FEMモデル及びSRモデル（浮上り線形地震応答解析）では、建物の基礎底面と地盤間に存在する付着力を考慮する。
- 設置変更許可段階において、地震応答解析モデルにおける建物基礎底面の付着力は、建物直下地盤と同等の岩盤で行った付着力試験結果に基づき、十分な保守性を考慮した値とすることを説明している。
- しかし、試験地盤（3号機エリア）と建物直下地盤（1, 2号機エリア）が離れており、建物直下地盤近傍での直接的な付着力試験データが得られていないため、設計に用いる付着力について、信頼性、保守性及び地盤のばらつきを踏まえた網羅性・代表性に対する説明性を向上させる観点から、1, 2号機建物近傍において追加試験を実施した。（図1参照）
- 今回の工事計画認可申請では、追加試験結果を踏まえ、建物基礎底面の付着力として設置変更許可段階で説明した値の保守性・妥当性を説明する。

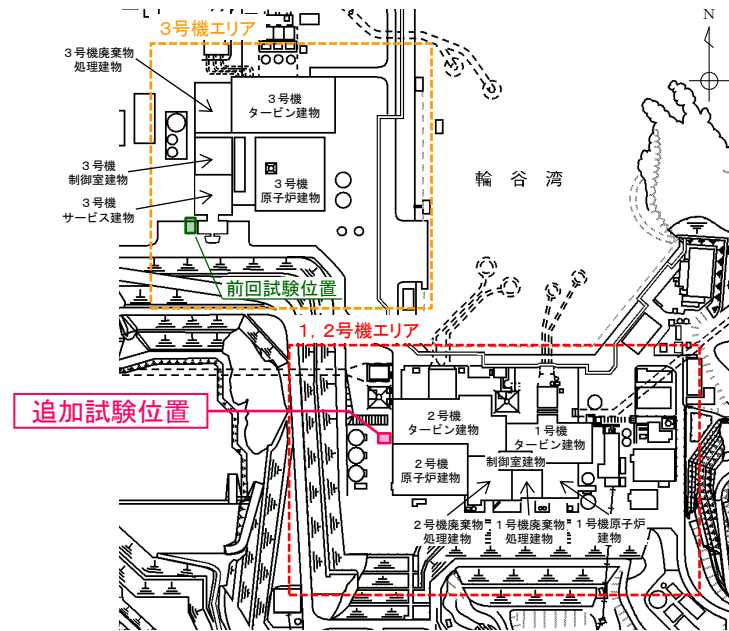


図1 付着力試験位置

2. 今後の説明予定

- 建物基礎底面の付着力として設定した値の保守性・妥当性について、第1回補正で提出の計算書等にて2022年1月以降に説明予定。

1. 概要

- 既工認では、原子炉建物等の地震応答解析における入力地震動は1次元波動論又は2次元FEM解析等により評価を実施している。
- 今回工認では、既工認において採用実績のある1次元波動論又は2次元FEM解析等を採用する方針であり、解放基盤表面で定義される基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d を基に、対象建物・構築物の地盤条件を適切に考慮したうえで、地震応答解析モデルの入力位置で評価した入力地震動を設定する。

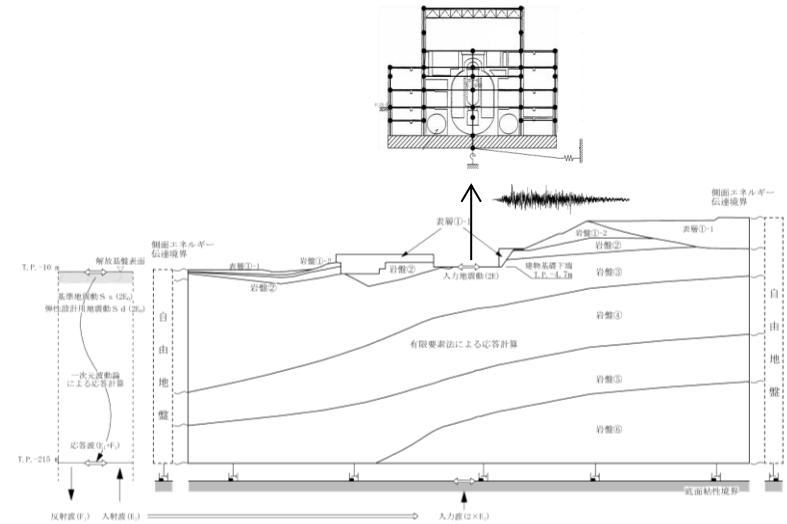


図1 入力地震動の概念図（原子炉建物NS方向の例）

- 解析モデルについては、建設時以降の敷地内の追加地質調査結果の反映等により、最新のデータを基に、より詳細にモデル化する。
- また、建物・構築物の入力地震動の評価について以下に示す影響検討を行い、入力地震動の保守性・妥当性を説明する。
 - 1次元波動論の入力地震動の保守性の確認
 - 表層地盤の物性値（せん断剛性、減衰定数）を一定値にすることの保守性の確認
 - 高振動数領域の応答に関する影響検討

2. 今後の説明予定

- 入力地震動の保守性・妥当性について、第1回補正で提出の計算書等にて2022年2月以降に説明予定。

1. 概要

- 設置変更許可段階では、胴の応力評価を精緻化する場合に、胴のみ F E Mモデルによる応答解析を実施する方針としていた。
- 今回工認では、応答解析において、評価対象部位である胴、脚及び基礎ボルトごとに解析方法を分けず、J E A G式又ははりモデルに統一し、そこで得られた荷重を用いて応力評価を行う。胴の応力評価を精緻化する場合には、荷重を F E Mモデルに入力することにより応力評価を行う。

表 1 既工認，設置変更許可段階からの応答解析方法の変更

評価対象部位	応答解析		
	既工認	設置変更許可	今回工認
胴		F E Mモデル	J E A G式 又は はりモデル
脚及び基礎ボルト	J E A G式	J E A G式 又は はりモデル	

表 2 既工認，設置変更許可段階からの応力評価方法の変更

評価対象部位	応力評価		
	既工認	設置変更許可	今回工認
胴		F E Mモデル	J E A G式
脚及び基礎ボルト	J E A G式	J E A G式	

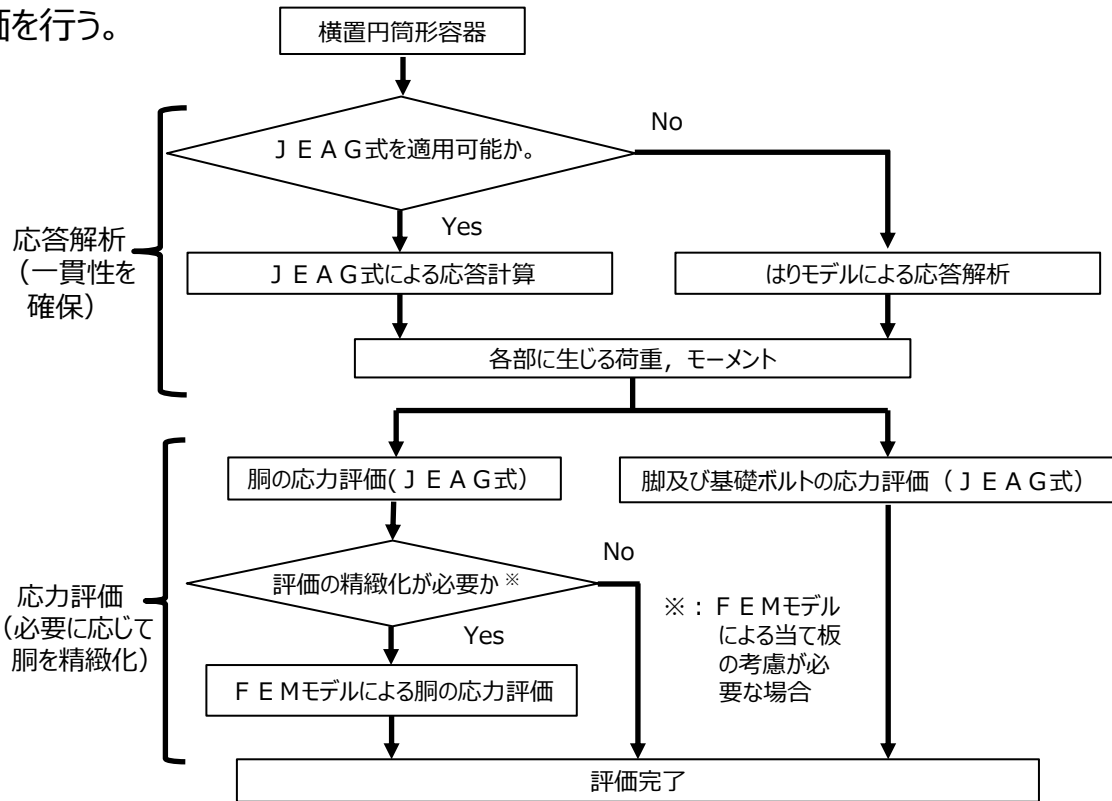


図 1 横置円筒形容器の評価フロー

2. 今後の説明予定

- 上記方針変更を踏まえた耐震評価を実施し、容器の健全性を第 2 回補正で提出の計算書等にて2022年2月以降に説明予定。

【1-4】サプレッションチェンバの耐震評価

1. 概要

- サプレッションチェンバの耐震評価では既工認から3次元はりモデルを用いている。既工認では内部水質量を固定質量（死荷重）として扱っていたが、今回工認では有効質量として扱って3次元はりモデルによる地震応答解析を行うことから、その妥当性を説明する。また、耐震評価に用いるサプレッションチェンバの水位について、DB評価及びSA評価ともにSA条件での水位を用いることの妥当性を説明する。バルジングによるサプレッションチェンバへの影響が軽微であることを、3次元FEM解析で分析した結果を用いて説明する。
- 地震応答解析モデルについて、鉛直方向の応答を精緻に算出するため、トラス胴とサポートの間にはばね要素を追加した360°モデルを適用することの妥当性及び高次モードの影響を説明する。
- サプレッションチェンバの耐震評価において、流体解析で算出したスロッシング荷重を考慮する方法について説明する。



既工認（180°モデル）

今回工認（360°モデル）

影響検討用（3次元FEMモデル）

図1 サプレッションチェンバの耐震評価モデル

2. 今後の説明予定

- 地震応答解析等の方針及び結果について、第3回補正で提出の計算書等にて2022年4月以降に説明予定。

【1-5】漂流物衝突荷重の設定

1. 概要

- 設置変更許可段階で設定した津波防護施設に考慮する漂流物のうち漁船については、操業エリア及び航行の不確かさを考慮し、最も大きい質量となる漂流物として、総トン数19トンの漁船（FRP製）を選定している。
- 島根2号機では、先行サイトにおける検討を参照し、追加実施した船舶の形状調査により精度向上を図った解析モデルによる非線形構造解析（衝突解析）から漂流物衝突荷重を算定する。また、船舶の衝突形態の不確かさについても考慮することを説明する。
- 漂流物の衝突荷重の影響を踏まえ、津波防護施設に設置する漂流物対策工の設計方針及び構造仕様を説明する。許容限界として、漂流物対策工は漂流物衝突荷重により塑性状態まで許容するが、漂流物対策工を踏まえた津波防護施設はおおむね弾性状態にとどまるよう、詳細設計の結果を説明する。
- 海域活断層から想定される地震による津波の来襲に伴う、燃料等輸送船の漂流防止を目的として追設する係船柱の詳細設計の結果を説明する。

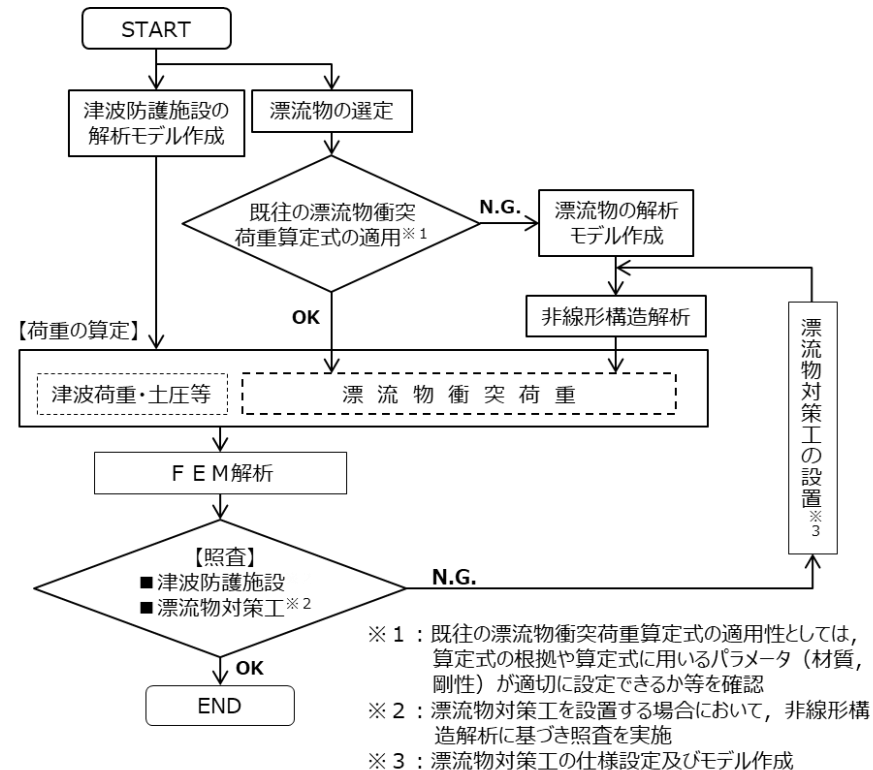


図1 津波防護施設の津波時の検討フロー

2. 今後の説明予定

- 漂流物荷重算定式や非線形構造解析の整理及び漂流物衝突荷重の設定について、第1回補正で提出の「津波への配慮に関する説明書」等にて2021年12月以降に説明予定。
- 強度計算結果について、第3回補正で提出の計算書にて2022年3月以降に説明予定。

1. 概要

- 波及的影響を防止するための対策を行う取水槽ガントリクレーン及びBクラスの配管系に、耐震性向上を目的として制震装置(単軸粘性ダンパ, 三軸粘性ダンパ)を設置する。
- 詳細設計段階で設定することとしていた以下の事項について説明する。
 - 制震装置(単軸粘性ダンパ, 三軸粘性ダンパ)及びそれらを設置する設備の地震時の構造成立性については、設置変更許可段階にて示した地震応答解析手法による耐震評価結果
 - 三軸粘性ダンパを設置した配管系の地震応答解析について、解析手法の詳細と手法の妥当性
 - 単軸粘性ダンパ及び三軸粘性ダンパの保守管理の方針



図1 単軸粘性ダンパが設置される機器の例

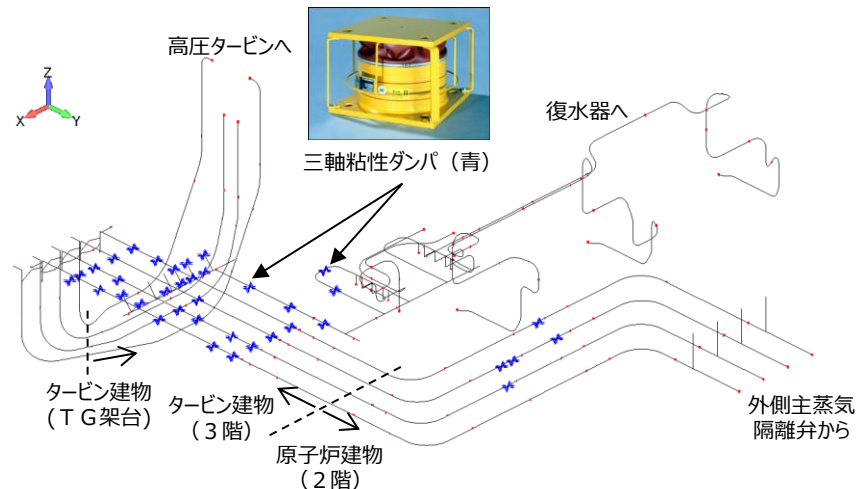


図2 三軸粘性ダンパが設置される配管系の例

2. 今後の説明予定

- 三軸粘性ダンパについて、制震装置を用いた地震応答解析手法、保守管理の方針及び詳細設計の結果を補足説明資料にて2022年2月以降に説明予定。
- 単軸粘性ダンパについて、保守管理の方針及び詳細設計の結果を第3回補正で提出の計算書等にて2022年5月以降に説明予定。

1. 概要

- 浸水防止設備のうち隔離弁，ポンプ及び配管のバウンダリ機能については， S クラスの機器・配管系と同等の信頼性を確保する観点から，基準地震動 S_s による許容応力状態 $IV_A S$ の評価に加えて，弾性設計用地震動 S_d による許容応力状態 $III_A S$ の評価を実施し，その結果を説明する。

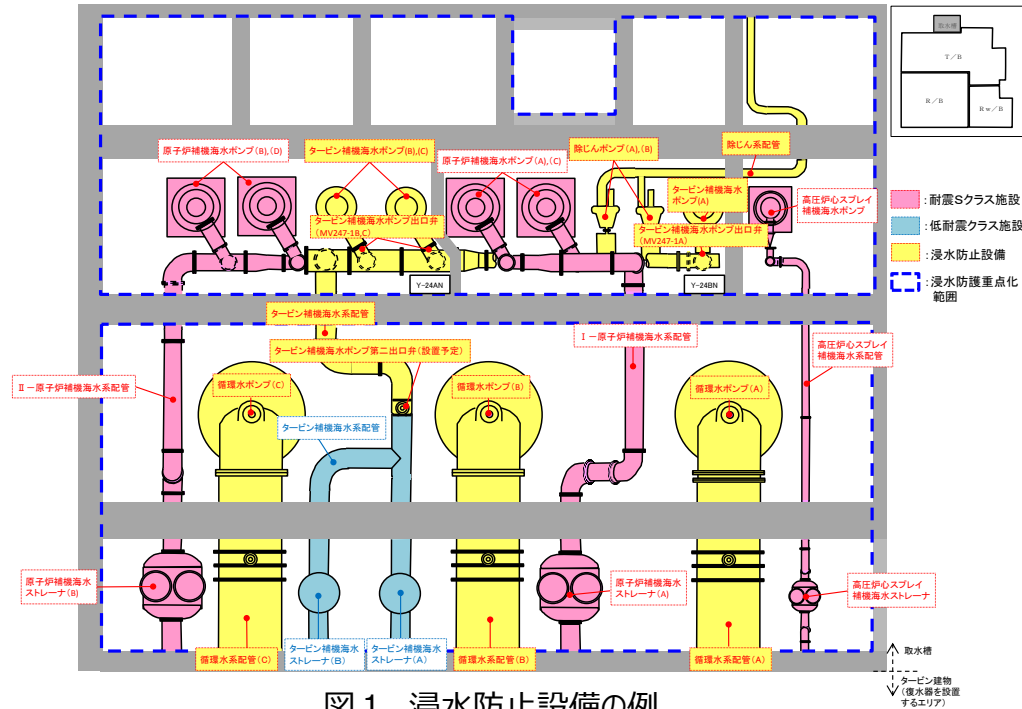


図1 浸水防止設備の例

2. 今後の説明予定

- 浸水防止設備のうち隔離弁，ポンプ及び配管の設計方針について，第1回補正で提出の「機能維持の基本方針」等にて2021年11月に説明。
- 浸水防止設備のうち隔離弁，ポンプ及び配管の基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d による耐震評価結果について，第3回補正で提出の計算書等にて2022年4月以降に説明予定。

【1-8】設計地下水水位の設定

1. 概要

- 各施設の耐震設計の条件となる設計地下水水位の設定について、既設の地下水水位低下設備についてはその機能に期待せず、屋外重要土木構造物の設計地下水水位の設定については新設する地下水水位低下設備にも期待しない解析条件を設定することを説明する。また、予測解析により求まる構造物周辺の地下水水位に、更に再現解析における解析結果と観測記録の差異を踏まえた安全余裕を加味して設計地下水水位を設定する方針について説明する。
- 非定常解析の信頼性を向上させるための取り組みとして、観測値と解析値との相関を高めるため、観測孔の設置状況及び周辺の工事状況を分析した上で、解析モデルを変更した内容について説明する。また、設計地下水水位設定における定常解析・非定常解析の位置付けについて説明する。

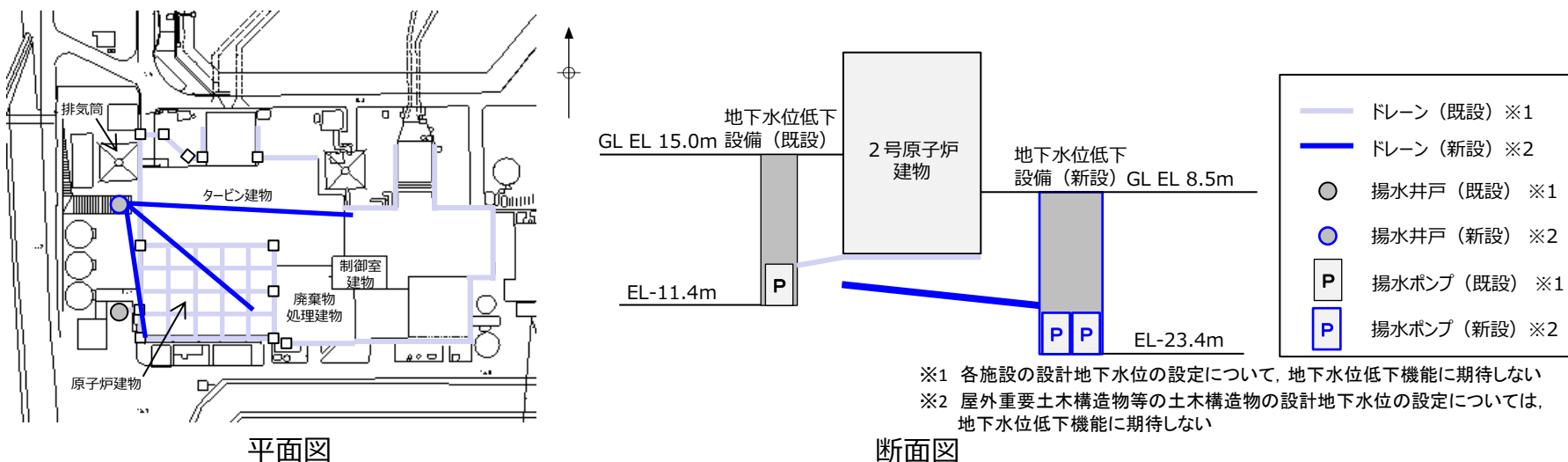


図1 地下水水位低下設備の概要

2. 今後の説明予定

- 地下水水位の設定結果について、第1回補正で提出の「地盤の支持性能に係る基本方針」等にて2021年12月以降に説明予定。

1. 概要

- 設置変更許可段階において、構造成立性及び詳細設計段階における設計方針を説明している防波壁（多重鋼管杭式擁壁、逆T擁壁及び波返重力擁壁）について、表1に示す防波壁の各構造形式における主な論点等を踏まえた詳細設計の結果について説明する。

表1 防波壁の各構造形式における主な論点

防波壁の構造形式	主な論点
防波壁 (多重鋼管杭式擁壁)	<ul style="list-style-type: none"> • 多重鋼管杭の許容限界について模型実験及び3次元静的 F E M解析による確認 • 防波壁背後の改良地盤の範囲及び仕様等の説明 • 鋼管杭周辺岩盤の破壊に伴う鋼管杭の水平抵抗への影響の確認 • 3次元静的 F E M解析による被覆コンクリートの健全性評価
防波壁 (逆T擁壁)	<ul style="list-style-type: none"> • 役割に期待しない鋼管杭による逆T擁壁への悪影響の確認 • 杭頭部の力学挙動について模型実験による確認 • グラウンドアンカーのモデル化を踏まえた健全性評価及び品質管理 • 改良地盤の範囲及び仕様等の説明（P S 検層等に基づく） • 基礎底面の傾斜に対する健全性評価
防波壁 (波返重力擁壁)	<ul style="list-style-type: none"> • 既設と新設コンクリートとの一体性について模型実験等による確認 • 3次元静的 F E M解析によるケーソンの健全性評価 • ケーソン中詰材改良の範囲及び仕様等の説明

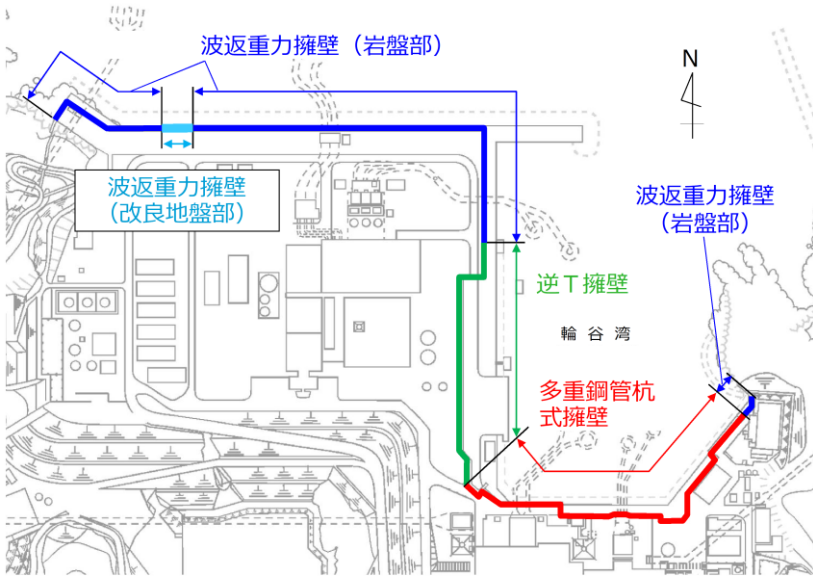


図1 防波壁の位置図

2. 今後の説明予定

- 防波壁の詳細設計方針及び地盤の解析用物性値について、第1回補正で提出の「津波への配慮に関する説明書」及び「地盤の支持性能に係る基本方針」にて2022年1月以降に説明予定。
- 防波壁（多重鋼管杭式擁壁、逆T擁壁及び波返重力擁壁）の詳細設計の結果について、第3回補正で提出の「浸水防護施設の耐震性に関する説明書」等にて2022年3月以降に説明予定。

1. 概要

防波壁と隣接している管理事務所4号館が土石流により倒壊した場合に防波壁に影響がないことについて説明する。

- 管理事務所4号館を減築することにより、その影響範囲に防波壁が含まれないよう対策を行うことを説明する。

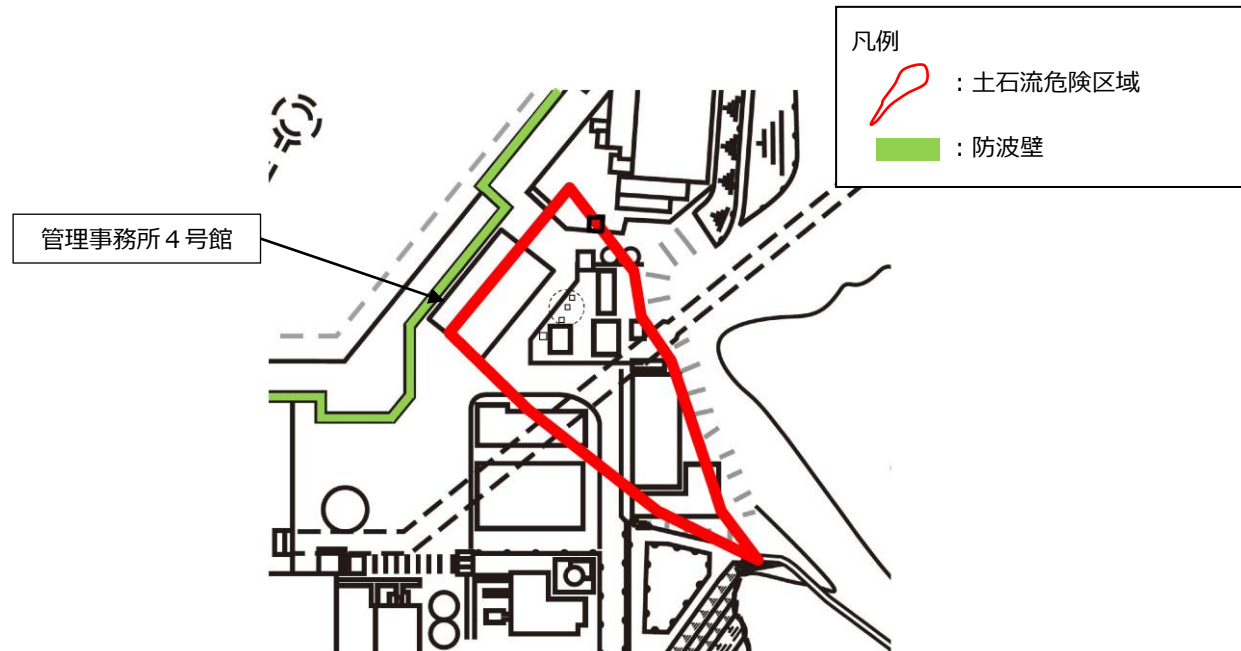


図1 防波壁，管理事務所4号館及び土石流危険区域の配置

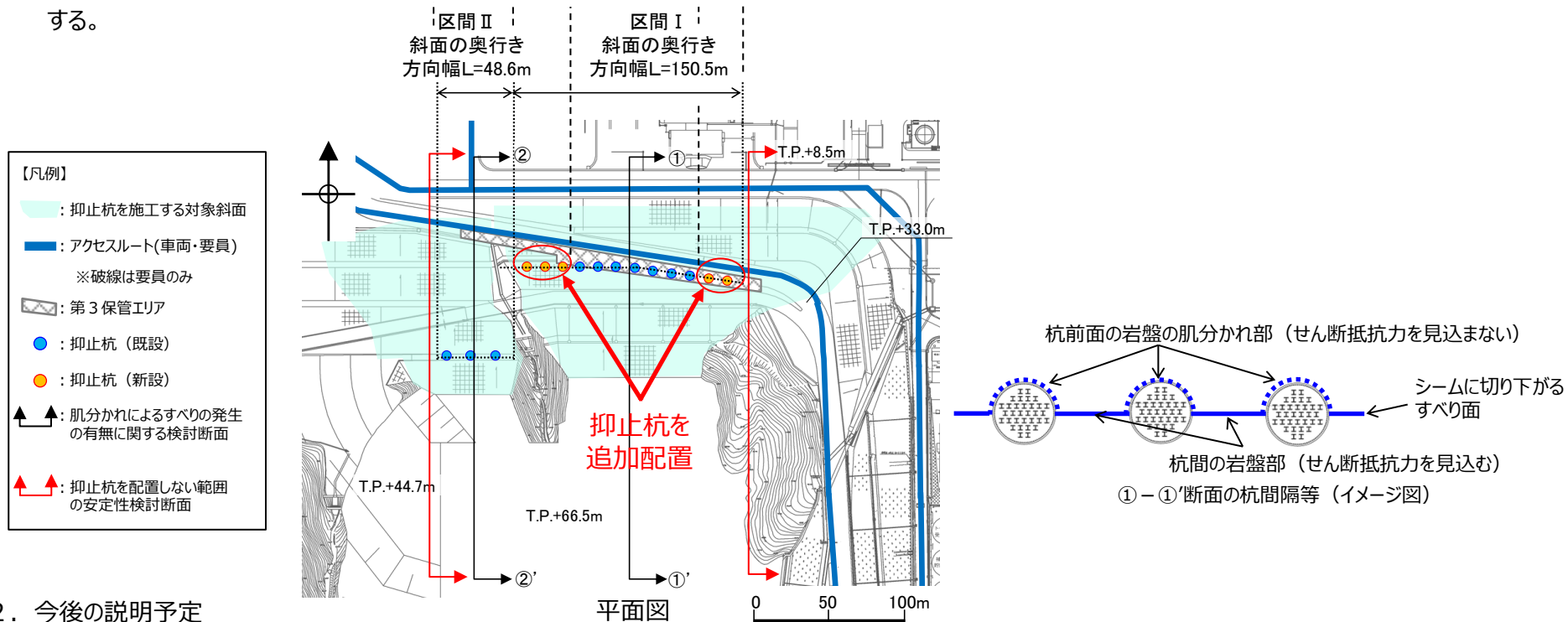
2. 今後の説明予定

- 土石流影響評価の詳細設計の結果について、「発電用原子炉施設に対する自然現象等による損傷の防止に関する説明書」に係る補足説明資料にて2022年1月以降に説明予定。

【1-11】保管・アクセス

1. 概要

- 第3保管エリア近傍斜面の抑止杭の評価にあたっては、更に余裕を持った設計とするため、詳細設計段階では抑止杭を5本追加配置したレイアウトに基づき評価結果を説明する。
- 平面配置の妥当性については、抑止杭が配置されていない範囲において実施した2次元FEM解析により、すべり安定性が確保されていることを説明する。
- 杭間の岩盤の中抜けについては、3次元FEM解析により中抜け現象が起こらないことを説明する。
- 杭下流側のシームすべり（杭前面の肌分かれ）については、杭間の岩盤の中抜けが起こらない条件を考慮したうえで、2次元FEM解析により杭下流側のシームすべりが起こらないことを説明する。
- 杭根入れ部の健全性については、2次元FEM解析により、杭根入れ部の局所安全係数が確保されていることを説明する。
- 地中構造物のモデル化については、施工中において地中構造物がない場合を想定した2次元FEM解析により、すべり安定性が確保されていることを説明する。



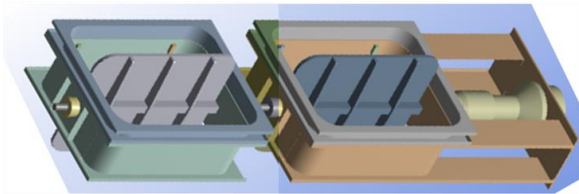
2. 今後の説明予定

- 上記解析結果について、第2回補正で提出の「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」にて2022年2月以降に説明予定。

1. 概要

- 設置変更許可段階においてダンパを採用すること等を説明しているブローアウトパネル閉止装置について、加振試験によって基準地震動 S s 相当の加振を経験した後の機能維持確認の結果等を説明する。

2 連ダンパ



3 連ダンパ

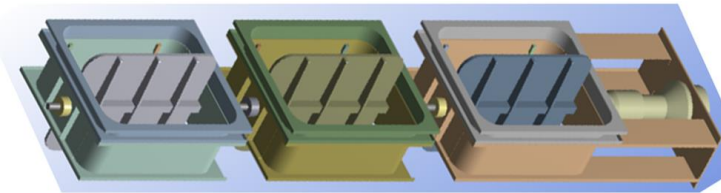


図1 閉止装置の概要図



図2 加振試験時の状況写真（3連ダンパ取付時）

2. 今後の説明予定

- ブローアウトパネル閉止装置の設計結果について、第2回補正で提出の「ブローアウトパネル関連設備の設計方針」にて2022年1月以降に説明予定。

3. 2 新たな規制要求（バックフィット）への対応事項

新たな規制要求（バックフィット）への対応事項について、関連する工認図書等にて説明する。

第2表 新たな規制要求（バックフィット）への対応事項

No.	項目	概要	説明時期	関連図書の補正回※
2-1	安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策	遮断時間と短絡電流等により求められるアークエネルギーが、電源盤燃焼試験から求められたしきい値を超えないことを評価することにより、所内電源設備及びD/G設備のHEAF対策が適切に実施されていることを説明する。	2021年12月	第1回補正（設計方針及び設計結果）
2-2	火災感知器の配置	火災感知設備が必要な火災区域に、消防法施行規則に準じた設置条件で煙感知器及び熱感知器を設置することを説明する。	2021年12月	第1回補正（設計方針及び設計結果）

※ 第1回補正：2021年10月，第2回補正：2021年12月予定，第3回補正：2022年3月以降

【2-1】安全系電源盤に対する高エネルギーアーク（HEAF）火災対策

1. 概要

- 技術基準規則第45条第3項第1号にて要求されている電気盤について、HEAF対策が適切に実施されていることを説明する。
- HEAF対策が必要な電気盤は、図1に示す「重要安全施設への電力供給に係る電気盤及び当該電気盤に影響を与えるおそれのある電気盤」と定められている。
- アーク放電により発生するアークエネルギーが、アーク火災が発生するしきい値を超えないように、遮断器の遮断時間の適切な設定及び非常用ディーゼル発電機の停止により、電気盤の損壊の拡大を防止できる設計とする。

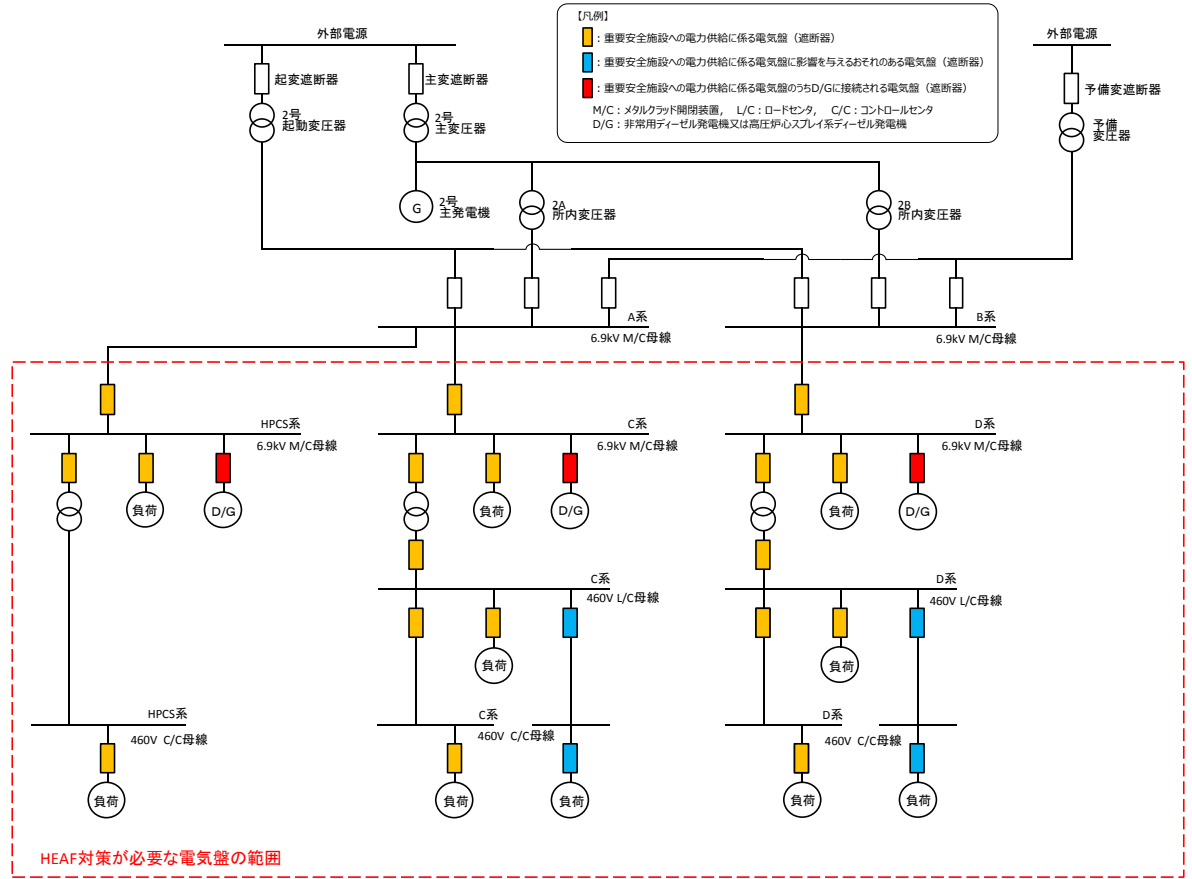


図1 島根2号機 所内電気系統図

2. 今後の説明予定

- HEAF対策について、「非常用発電装置の出力の決定に関する説明書」に係る補足説明資料にて2021年12月以降に説明予定。

【2-2】火災感知器の配置

1. 概要

- 2019年2月13日の火災防護審査基準の一部改正にて、火災感知器について、消防法施行規則第23条第4項に従い設置すること等が追加となった。
- 島根2号機における火災感知器の配置について、改正後の火災防護審査基準にも適合するものであることを説明する。

2. 今後の説明予定

- 火災防護審査基準を踏まえ、消防法に準拠した設置方針であることを設置許可審査の中で説明済みであるが、具体的な設置状況（適合性）等について、「発電用原子炉施設の火災防護に関する説明書」に係る補足説明資料等にて2021年12月以降に説明予定。

3. 3 今回申請内容における設置変更許可審査時からの設計変更内容

設置変更許可申請の審査から詳細設計の進捗により、設備設計を一部見直している。
主な設計変更の内容は以下のとおり。

第3表 詳細設計段階における設計変更内容

No.	項目	概要	説明時期	関連図書の補正回※
3-1	ドライウエル水位計（原子炉格納容器床面＋1.0m）設置高さの変更	原子炉格納容器床面及びベント管の施工誤差を踏まえ、ドライウエル水位計（原子炉格納容器床面＋1.0m）の設置高さを原子炉格納容器床面＋0.9mに変更する。 【設置変更許可申請書添付書類八（計装設備（重大事故等対処設備））関連】	2021年12月	第1回補正（設計方針及び設計結果）
3-2	格納容器酸素濃度（B系）及び格納容器水素濃度（B系）計測範囲の変更	格納容器ベント判断や可燃限界付近の適切な監視能力を確保するため、格納容器酸素濃度（B系）のナローレンジを0～5vol%から0～10vol%、格納容器水素濃度（B系）のナローレンジを0～5vol%から0～20vol%へ変更する。 【設置変更許可申請書添付書類八（計装設備（重大事故等対処設備））関連】	2021年12月	第2回補正（設計方針及び設計結果）

※ 第1回補正：2021年10月，第2回補正：2021年12月予定，第3回補正：2022年3月以降

1. 概要

- 原子炉格納容器床面及びベント管の施工誤差を踏まえ、ドライウェル水位計（原子炉格納容器床面 + 1.0m）の設置高さを原子炉格納容器床面 + 0.9mに変更する。
- 当該水位計は、原子炉格納容器への外部注水の持ち込みを抑制するため、ペDESTAL代替注水系（可搬型）による注水停止の判断を目的にベント管下端高さへの設置を計画していたが、ベント管等の構造物には施工誤差があるため、ベント管下端高さは必ずしも原子炉格納容器床面 + 1.0mではない。
- 原子炉格納容器床面 + 1.0mより低いベント管下端からサプレッションチェンバへ水が流れ込むと検出点まで水位が上昇せず検知ができないため、有効性評価に影響ないことを確認し、施工誤差を考慮しても確実に検知できる設置高さに変更する。

表1 ドライウェル水位計の変更内容

	変更前	変更後
名称	ドライウェル水位	変更なし
個数	3	変更なし
計測範囲	+1.0m* -1.0m* -3.0m*	+0.9m* 変更なし 変更なし

* 原子炉格納容器床面からの高さを示す。

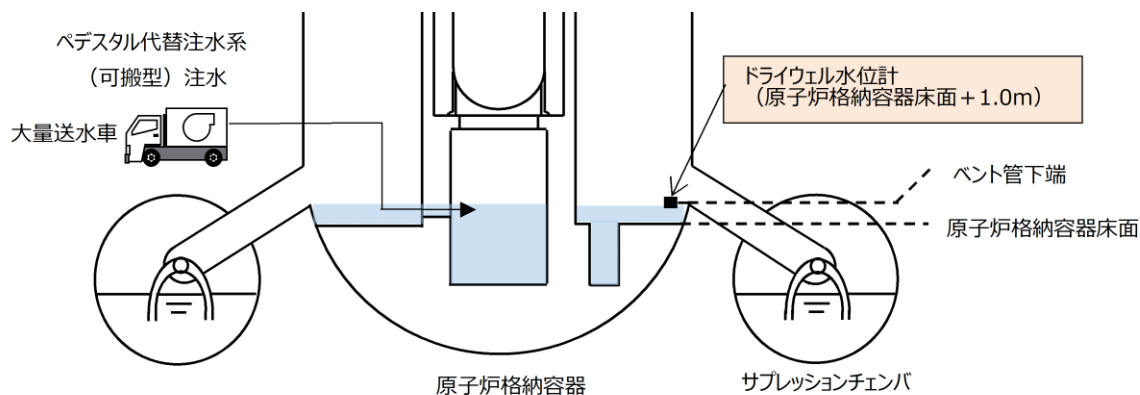


図1 ドライウェル水位計の配置図

2. 今後の説明予定

- ドライウェル水位計（原子炉格納容器床面 + 1.0m）設置高さの変更について、「計測装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書」に係る補足説明資料にて、2021年12月以降に説明予定。

【3-2】格納容器酸素濃度(B系)及び格納容器水素濃度(B系)計測範囲の変更

1. 概要

- 格納容器酸素濃度（B系）及び格納容器水素濃度（B系）について，格納容器バント判断や可燃限界付近の適切な監視能力を確保するため，ナローレンジの計測範囲を変更する。
- 格納容器バント判断基準である酸素濃度4.4vol%及び可燃限界である水素濃度4.0vol%前後を既存設備の設計を変更せずにナローレンジ0～5vol%で計測する計画であったが，ナローレンジの計測範囲上限付近では既に自動でワイドレンジに切り替わっており，上記濃度をワイドレンジで計測する可能性を排除できないことが判明した。
- ワイドレンジは，ナローレンジに比べて計測誤差が大きく格納容器バント判断や可燃限界付近の監視に適していないため，レンジの自動切り替えを考慮しても確実にナローレンジで計測可能となる以下の計測範囲に変更する。
- なお，格納容器酸素濃度（A系）及び格納容器水素濃度（A系）についても同様に計測範囲を変更する。

表1 格納容器酸素濃度及び格納容器水素濃度の変更内容

名称	個数	変更前	変更後
		計測範囲 (ナローレンジ/ワイドレンジ)	計測範囲 (ナローレンジ/ワイドレンジ)
格納容器酸素濃度	2*	0～ <u>5</u> vol%/0～25 vol%	0～ <u>10</u> vol%/0～25 vol%
格納容器水素濃度	2*	0～ <u>5</u> vol%/0～100 vol%	0～ <u>20</u> vol%/0～100 vol%

* 各2個のうち，各1個（O₂E229-101B，H₂E229-101B）を重大事故等対処設備としても使用する。

2. 今後の説明予定

- 格納容器酸素濃度（B系）及び格納容器水素濃度（B系）の計測範囲変更について，「計測装置の構成に関する説明書並びに計測範囲及び警報動作範囲に関する説明書」に係る補足説明資料にて，2021年12月以降に説明予定。

3. 4 その他の詳細設計に係る説明事項

他社プラントの審査で議論となった以下のその他の詳細設計に係る説明事項について、関連する工認図書等にて説明する。

第4表 その他の詳細設計に係る説明事項

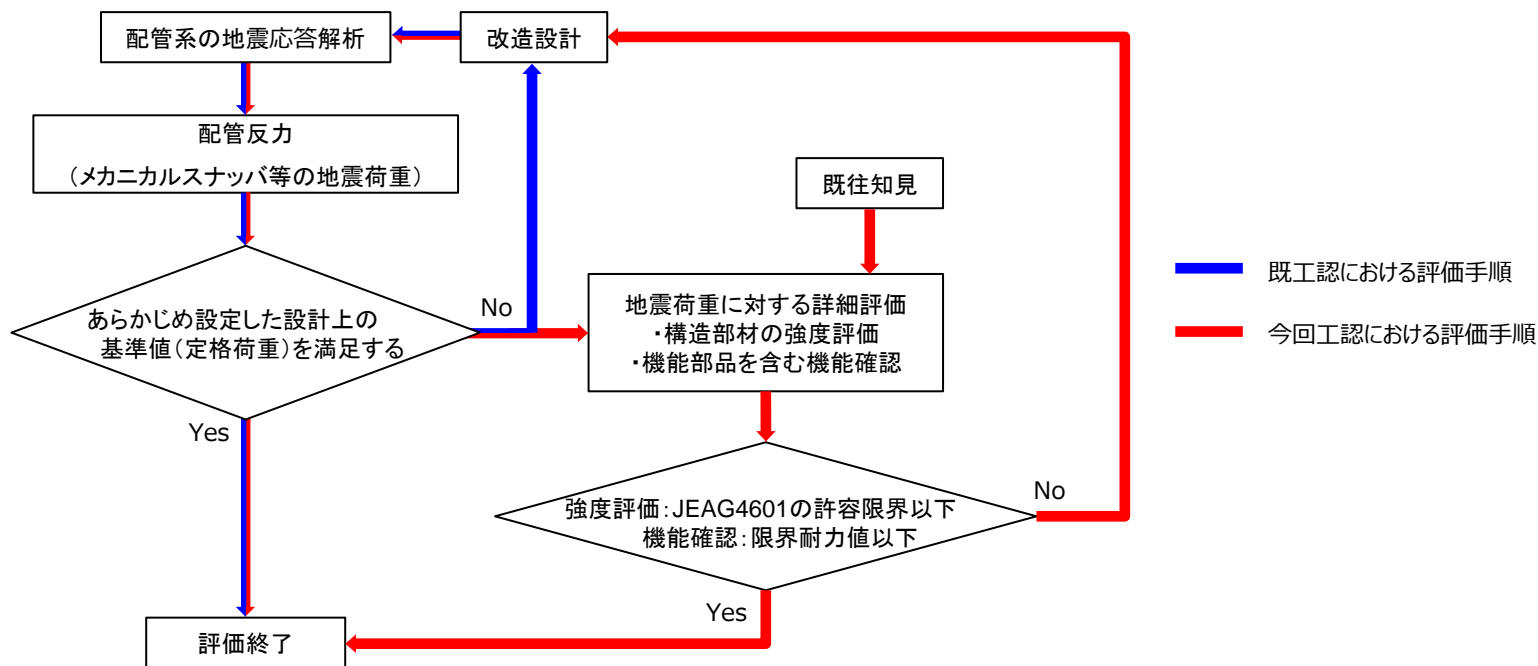
No.	項目	概要	説明時期	関連図書の補正回※
4-1	配管系に用いる支持装置の許容荷重の設定	配管系に用いる支持装置の許容荷重は、メーカーにて設定している許容荷重に加え、規格計算及び実耐力試験等の結果を用いた許容荷重を適用する。	2022年2月	第2回補正 (設計方針及び設計結果)
4-2	原子炉本体の基礎の応力評価に用いる解析モデルの変更	RPVペDESTALの開口部を精緻に評価することを目的に、CRD搬入用開口部等の開口部をモデル化したうえで、既工認で用いた90°モデルから360°モデルに変更する。	2022年2月	第2回補正 (設計方針及び設計結果)
4-3	復水器水室出入口弁への地震時復水器の影響	タービン建物への津波流入防止及び地震による溢水量低減を目的に復水器水室出入口弁を閉止する必要がある、地震時に復水器の移動(ずれ)や水室の落下により水室出入口弁に影響がないことを確認するため、3次元FEMによる耐震評価を行う。	2022年2月	第2回補正 (設計方針及び設計結果)
4-4	制御棒・破損燃料貯蔵ラック等における排除水体積質量減算の適用	制御棒・破損燃料貯蔵ラック、使用済燃料貯蔵ラック、制御棒貯蔵ハンガ等の耐震設計において、排除水体積質量の減算を考慮して評価を実施する。	2022年1月	第2回補正 (設計方針及び設計結果)

※ 第1回補正：2021年10月、第2回補正：2021年12月予定、第3回補正：2022年3月以降

【4-1】配管系に用いる支持装置の許容荷重の設定

1. 概要

- 既工認での支持装置（メカニカルスナッパ、オイルスナッパ、ロッドレストレイント）の評価は、配管系の地震応答解析で得られた配管反力が、あらかじめ設定した設計上の基準値を満足することで耐震性を確保することとしていた。
- 今回工認では、配管系の地震応答解析で得られた配管反力が、あらかじめ設定した設計上の基準値を超える場合、JEAG4601及び既往知見も踏まえ、詳細評価として構造部材の強度評価及び機能部品を含む機能確認を実施する。

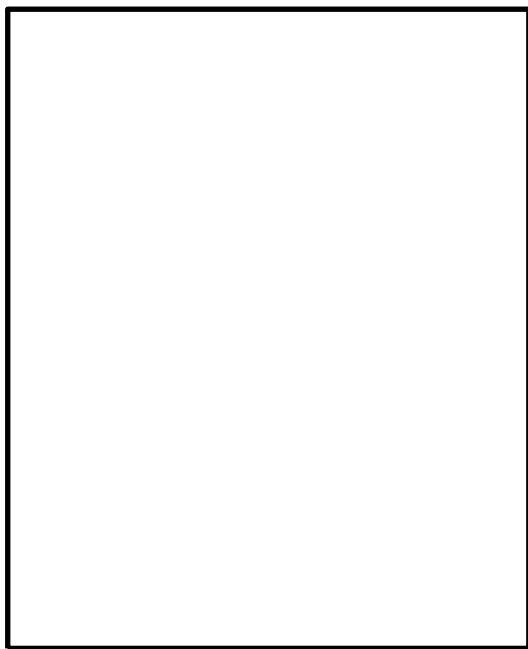


2. 今後の説明予定

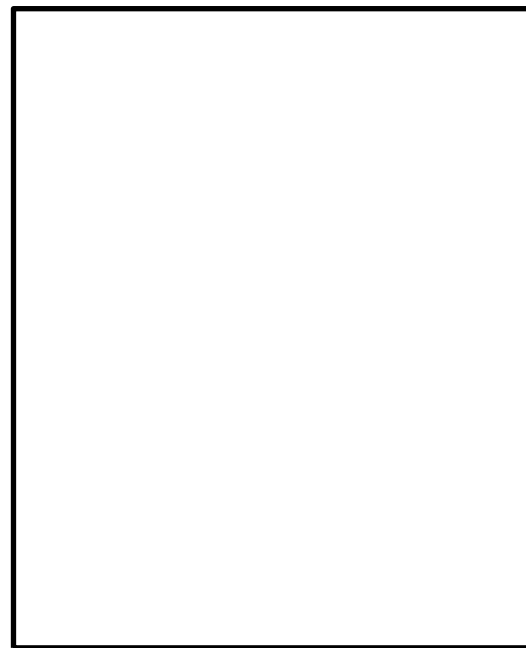
- 詳細評価として構造部材の強度評価及び機能部品を含む機能確認を実施し、支持装置の健全性について、第2回補正で提出の計算書等にて2022年2月以降に説明予定。

1. 概要

- 既工認において原子炉本体の基礎は90°モデルを用いて評価を行っていたが、CRD搬出入用開口部等の非対称に存在する開口部を精緻に評価することを目的に、開口部をモデル化した360°のモデルに変更する。



既工認 (90°モデル)



今回工認 (360°モデル)

原子炉本体の基礎の応力解析モデル

2. 今後の説明予定

- 耐震評価結果に加えて、モデル化の方法及び範囲並びに入力荷重条件の妥当性について、第2回補正で提出の計算書等にて2022年2月以降に説明予定。

1. 概要

- タービン建物への津波流入防止及び地震による溢水量低減を目的に復水器水室出入口弁を閉止する必要があるが、地震時に復水器の移動（ずれ）や水室の落下により水室出入口弁に影響がないことを確認する。
- 精緻な評価を行うため、復水器胴、水室、基礎等に3次元FEMを適用する。
また、キーサポート、細管-支え板及び給水加熱器摺動脚のすべりについて摩擦を考慮した時刻歴応答解析を行う。

2. 今後の説明予定

- 復水器水室出入口弁への地震時復水器の影響について、「溢水防護に係る施設の耐震性についての計算書」に係る補足説明資料にて2022年2月以降に説明予定。

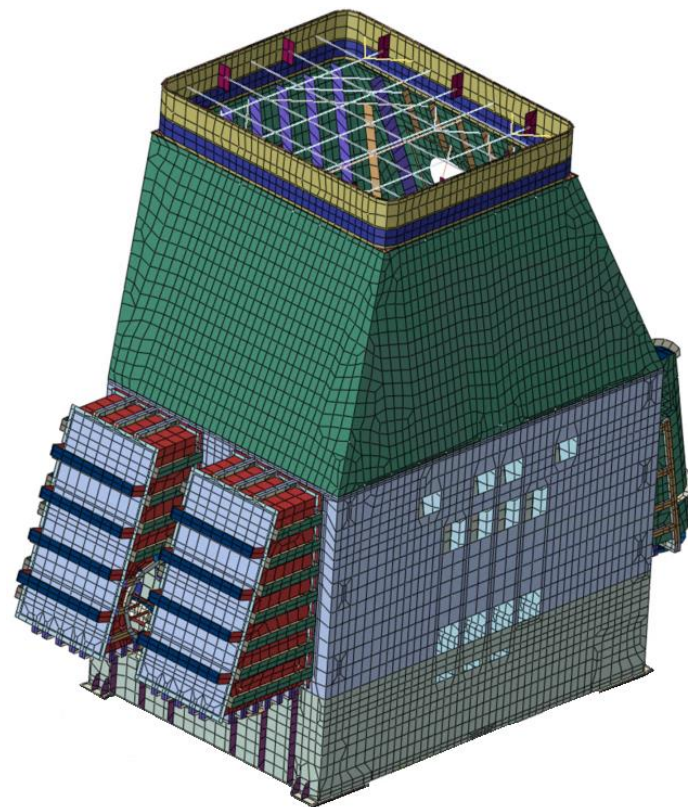


図1 復水器3次元FEM

1. 概要

- 使用済燃料貯蔵プール内に設置される制御棒・破損燃料貯蔵ラック，使用済燃料貯蔵ラック，制御棒貯蔵ハンガの耐震設計においては，従来より二重円筒モデルの考え方にに基づき，流体の抵抗による影響（付加質量）を考慮しているが，基準地震動のレベル増大に伴い，加えて新たに流体と構造物の相互作用による影響（排除水体積質量）を考慮することを説明する。

・空中で振動する場合と比較し，水中の振動によって固有振動数と刺激係数は理論式より以下となる。

$$\begin{aligned} \text{固有振動数} &\cdots \sqrt{\frac{M}{M + mv}} \quad \text{倍} \\ \text{刺激係数} &\cdots \frac{(M - Md)}{(M + mv)} \quad \text{倍} \end{aligned}$$

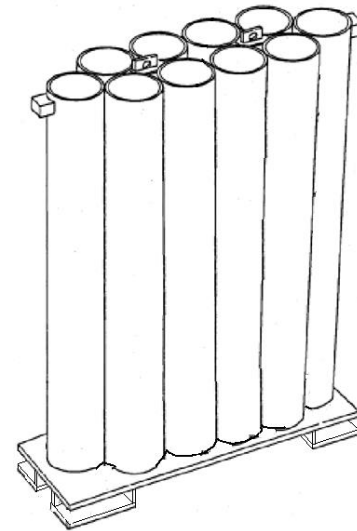
M : 内筒の質量
 mv : 負荷質量
 Md : 排除水体積質量
 F : ラックに加わる力
 α : 加速度

内筒を制御棒・破損燃料ラック，外筒を使用済燃料貯蔵プールとみなし，二重円筒モデルを適用する。

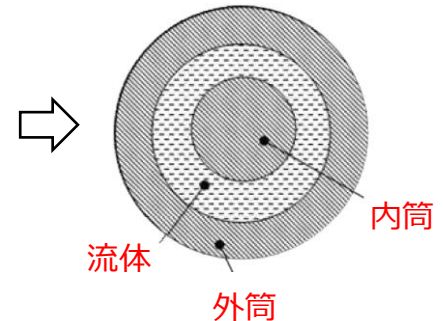
ラックに加わる力：

$$F = (M + mv) \left\{ \frac{(M - Md)}{(M + mv)} \alpha \right\} = (M - Md) \cdot \alpha$$

従来は，Md=0としていた項を考慮する。



制御棒・破損燃料貯蔵ラック



2. 今後の説明予定

- 排除水体積質量減算を考慮した計算結果及びその妥当性について，第2回補正で提出の計算書等にて2022年1月以降に説明予定。