

島根原子力発電所第2号機 審査資料	
資料番号	NS2-他-001
提出年月日	2021年8月24日

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8月
中国電力株式会社

本資料のうち、枠囲みの内容は機密に係る事項のため公開できません。

Energia

1. 島根2号機 工事計画認可申請（補正）の状況
2. 主な説明事項の抽出
 2. 1 詳細設計申送り事項の分類
 2. 2 新たな規制要求（バックフィット）への対応事項
 2. 3 その他の詳細設計に係る主な説明事項

1. 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9月に第1回補正申請を実施予定。

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9月予定)	・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》	(119/260)	

1. 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11月に第2回補正、来年2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11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)
	・設備別記載事項の設定根拠に関する説明書	(1/59) [59/59]
	・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	(3/5) [5/5]
	・発電用原子炉施設の溢水防護に関する説明書	(5/5)
	・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》	(11/38) [19/38]
	・耐震性に関する説明書《各施設の耐震計算書》	(130/484) [152/484]
第3回補正の内容 (2022年2月以降)	・強度に関する説明書《強度計算書》	(88/260) [207/260]
	・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》	(19/38) [38/38]
	・耐震性に関する説明書《各施設の耐震計算書》	(332/484) [484/484]
	・強度に関する説明書《強度計算書》	(53/260) [260/260]

2. 主な説明事項の抽出

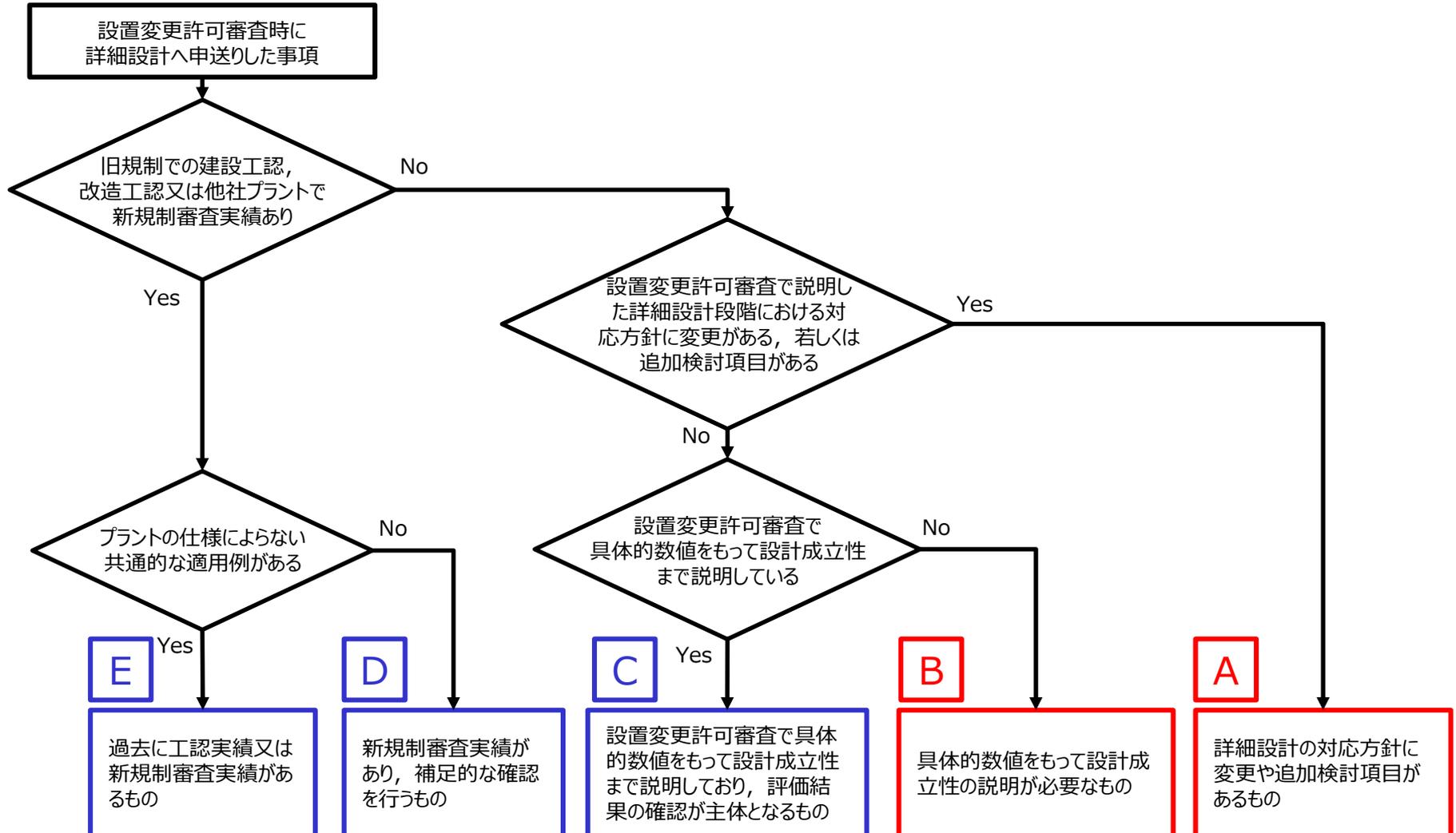
工事計画認可の審査では、設置変更許可の審査等を踏まえた詳細な設備設計、評価手法及び評価結果についての説明を行う。

- 工事計画認可の審査における主な説明事項は、以下の項目から抽出した。
 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. その他の詳細設計に係る主な説明事項

- 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。

2. 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。



2. 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。

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	設計方針の 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	2021年11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	2021年11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	2021年11月	第2回補正 (設計方針及び 設計結果)

※ 第1回補正：2021年9月予定，第2回補正：2021年11月予定，第3回補正：2022年2月以降

2. 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	設計方針の 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	<p>建設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。</p> <p>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。</p> <p>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。</p>	A	2021年12月	<p>第1回補正 （設計方針）</p> <p>第3回補正 （設計結果）</p>
1-5	漂流物衝突荷重の設定	<p>漂流物衝突荷重については、対象となる漂流物の位置・仕様等を踏まえ、漂流物衝突荷重の算定式及び非線形構造解析の整理を踏まえた設定結果を説明する。また、漂流物の衝突荷重の影響を踏まえ、津波防護施設の詳細設計の結果を説明する。</p>	A	2021年10月	<p>第1回補正 （設計方針）</p> <p>第2回補正 （設計結果）</p>

※ 第1回補正：2021年9月予定，第2回補正：2021年11月予定，第3回補正：2022年2月以降

2. 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	設計方針の 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	2021年12月	第1回補正 （設計方針） 第3回補正 （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Ss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Ss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Sd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	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について説明する。	B	2021年10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，PS検層等に基づく改良地盤の物性値及びグラウンドアンカーのモデル化を踏まえた健全性評価等の詳細設計の結果について説明する。	B	2021年11月	第1回補正 （設計方針） 第2回補正 （設計結果）

※ 第1回補正：2021年9月予定，第2回補正：2021年11月予定，第3回補正：2022年2月以降

2. 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	設計方針の 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	2021年12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について、地震により杭間の岩盤がすり抜けないことを3次元FEM解析により説明する。 また、抑止杭の平面配置の妥当性および杭前面の肌分かれを考慮した斜面安定性評価を2次元動的FEM解析により説明する。	B	2021年12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	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9月予定，第2回補正：2021年11月予定，第3回補正：2022年2月以降

1. 概要

- 島根2号機の建物の地震応答解析には、S Rモデル、ジョイント要素を用いた3次元F E M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F E Mモデル及びS R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を設定している。
- 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に設定した値の保守性・妥当性を説明する。

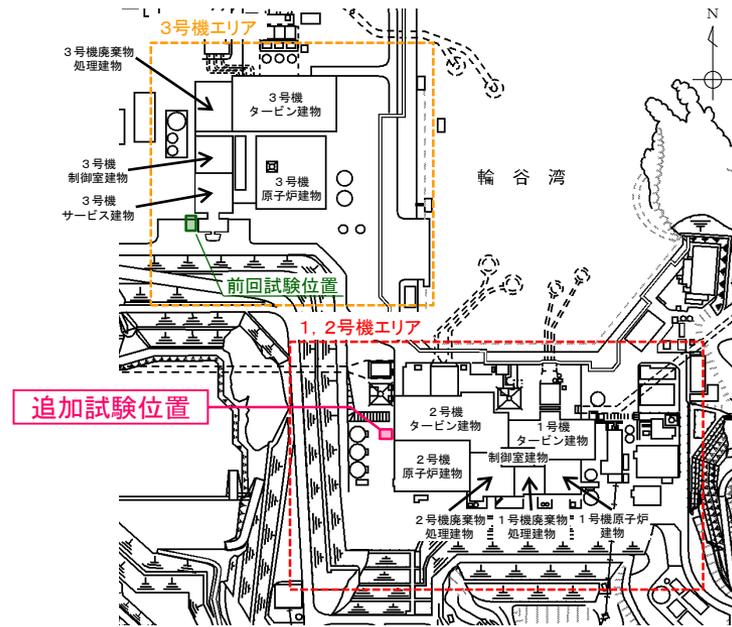


図1 付着力試験位置

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2021年11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、評価の一貫性の観点から、応答解析は J E A G式又ははりモデルによって行い、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 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	
	設置変更許可段階	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式又は はりモデル	

表 2 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	
	設置変更許可段階	今回工認
胴	F E Mモデル	
脚及び基礎ボルト	J E A G式	

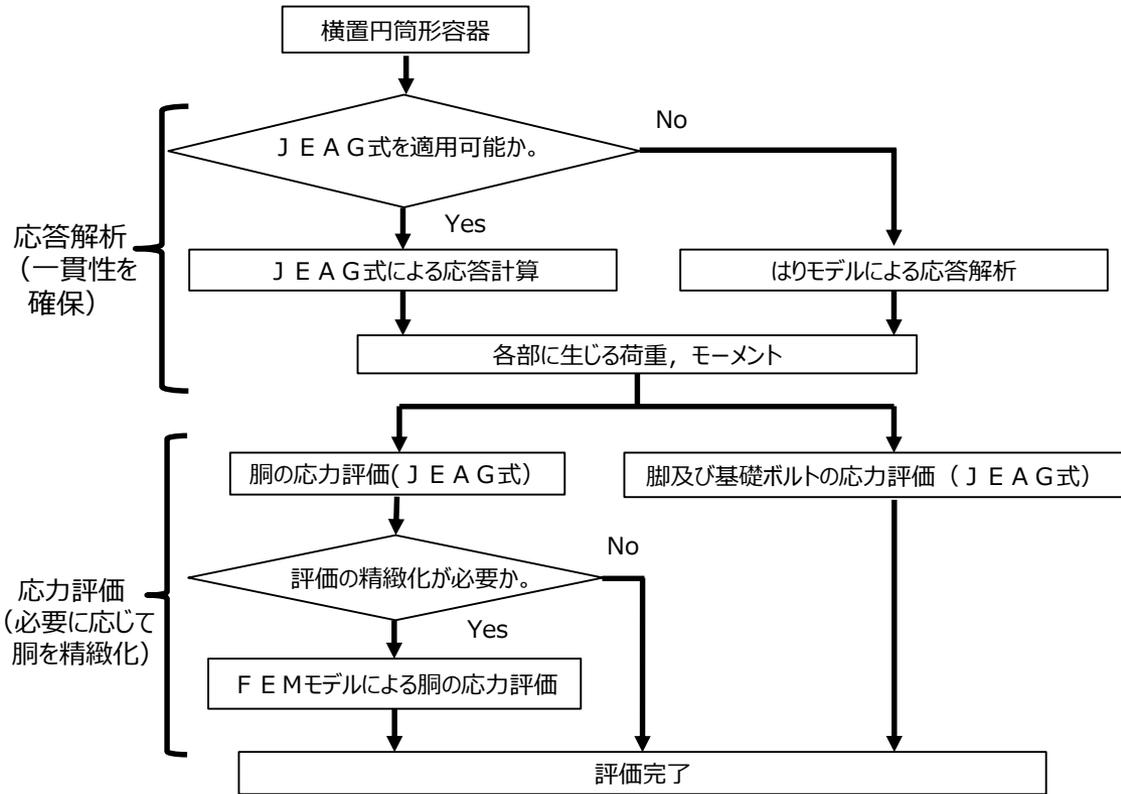


図 1 横置円筒形容器の評価フロー

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にて2021年11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建設工認から3次元はりモデルを用いている。建設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。
- 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。



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について、補足説明資料にて2021年12月以降に説明予定。
- 地震応答解析の結果について、第3回補正で提出の計算書にて2022年2月以降に説明予定。
- 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解析で分析した結果を用いて補足説明資料にて説明予定。

【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、既往の漂流物荷重算定式の適用性を確認したうえで、非線形構造解析（衝突解析）により漂流物衝突荷重を算定することを説明する。
- 漂流物の衝突荷重の影響を踏まえ、津波防護施設の詳細設計の結果を説明する。必要に応じて、津波防護施設に漂流物対策工を設置することとし、漂流物対策工を踏まえた詳細設計の結果を説明する。

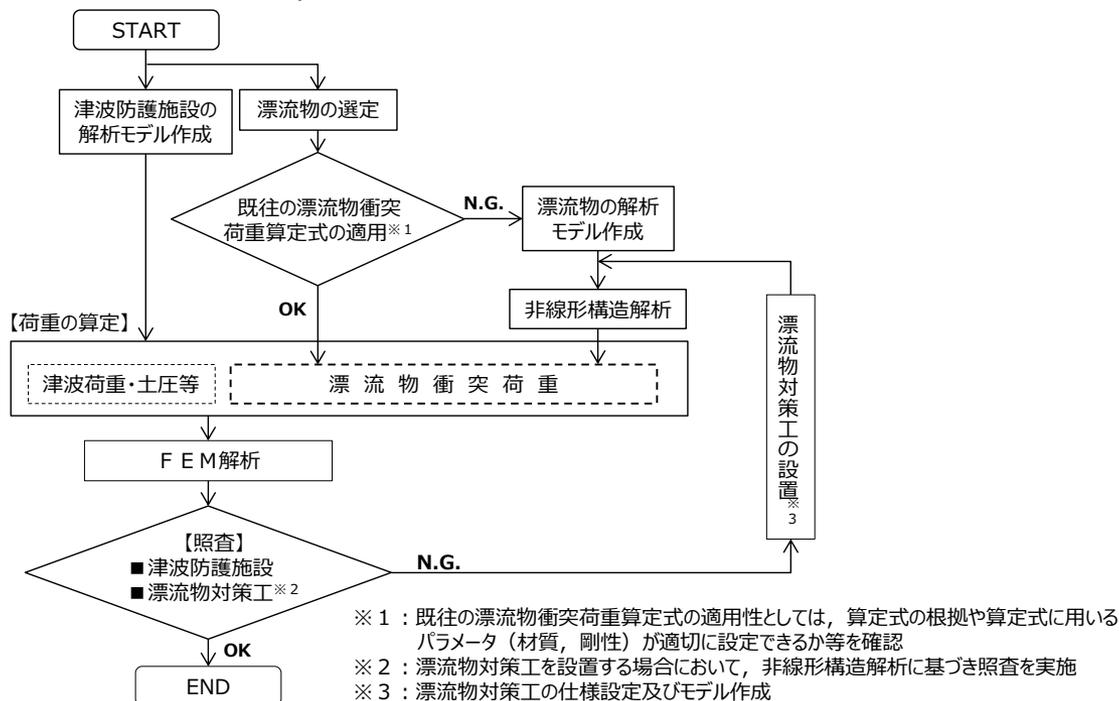


図 1 津波防護施設の津波時の検討フロー

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10月以降に説明予定。
- 強度計算結果について、第 2 回補正で提出の計算書にて2021年11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手法について、非対角成分が存在するモード空間での運動方程式に対して時間積分を行う方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

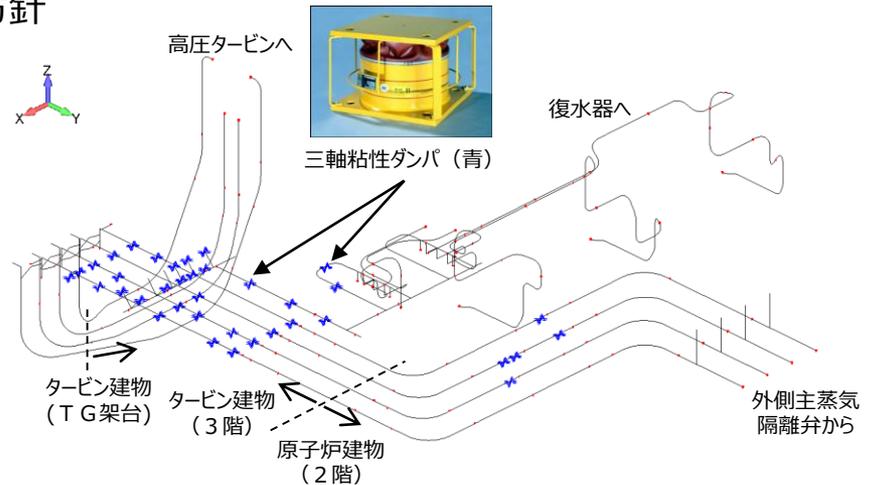


図2 三軸粘性ダンパが設置される配管系の例

2. 今後の説明予定

- 制震装置を用いた地震応答解析手法, 保守管理の方針等を補足説明資料にて2021年12月以降に説明予定。
- 制震装置の詳細設計の結果について, 第3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

- 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。

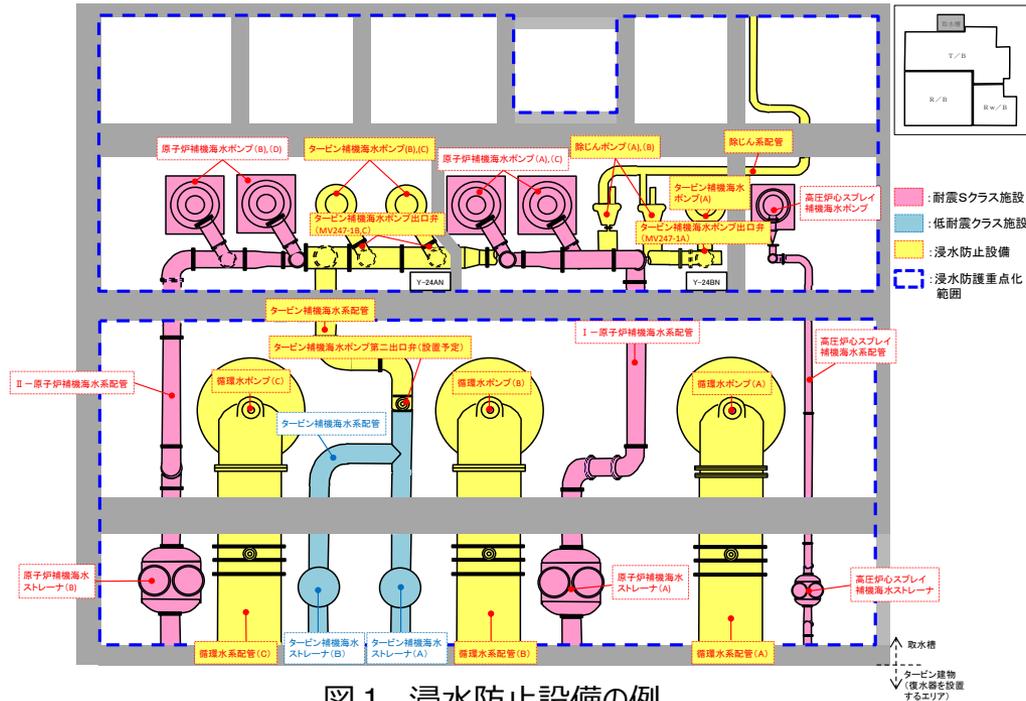


図1 浸水防止設備の例

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月以降に説明予定。
- 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2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、新設する地下水水位低下設備の考慮の有無について整理し、3次元浸透流解析を踏まえた設定結果について説明する。また、新設する地下水水位低下設備の詳細設計内容について説明する。
- 非定常解析について、観測孔における地下水水位と解析値との相関を高め解析モデルの信頼性を向上させた取り組みについて説明する。

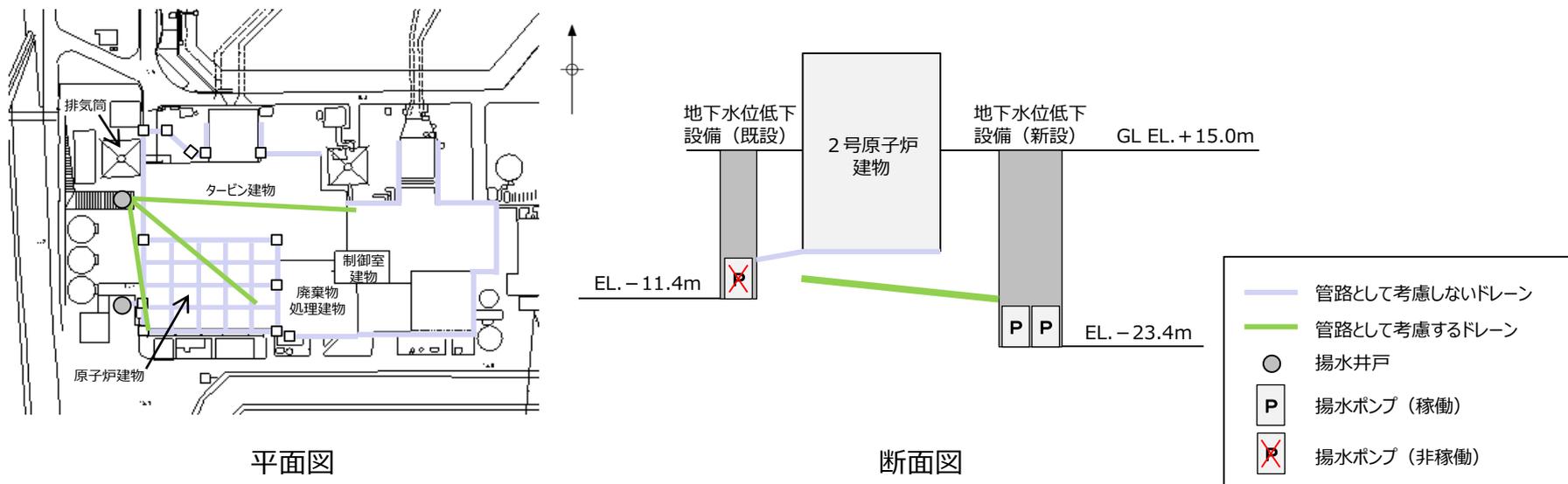


図1 地下水水位低下設備の概要

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10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，P S 検層等に基づく改良地盤の物性値及びグラウンドアンカーのモデル化を踏まえた健全性評価や地盤物性のばらつき影響評価等の詳細設計の結果について説明する。

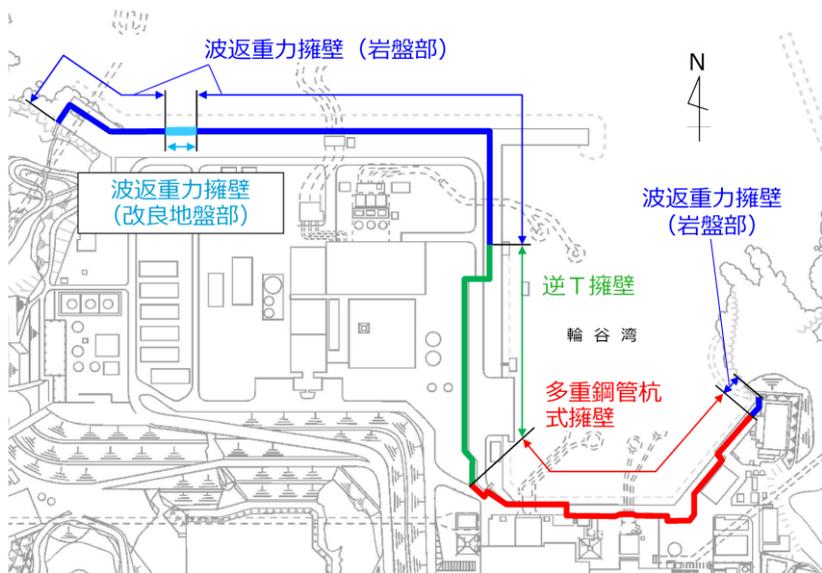


図1 防波壁の位置図

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"> 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"> P S 検層等に基づく改良地盤の物性値及びグラウンドアンカーのモデル化を踏まえた健全性評価
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 3次元静的 F E M解析によるケーソンの健全性評価

2. 今後の説明予定

- 防波壁の詳細設計に用いる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」等にて2021年11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2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2021年11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。

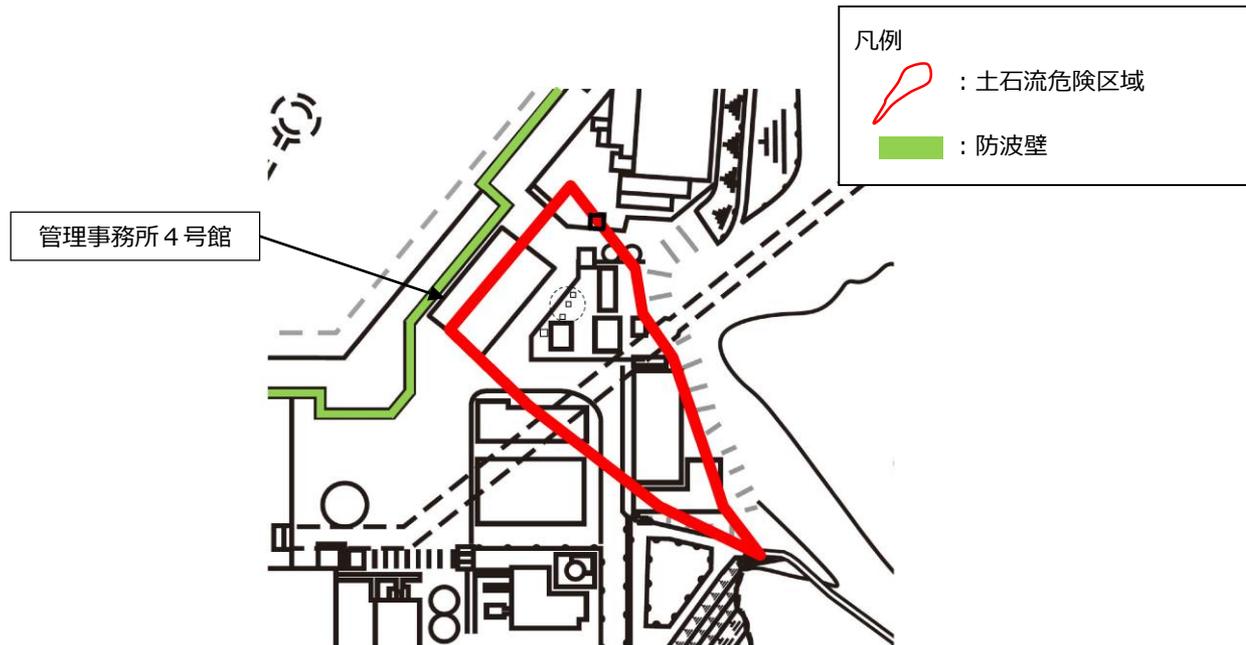


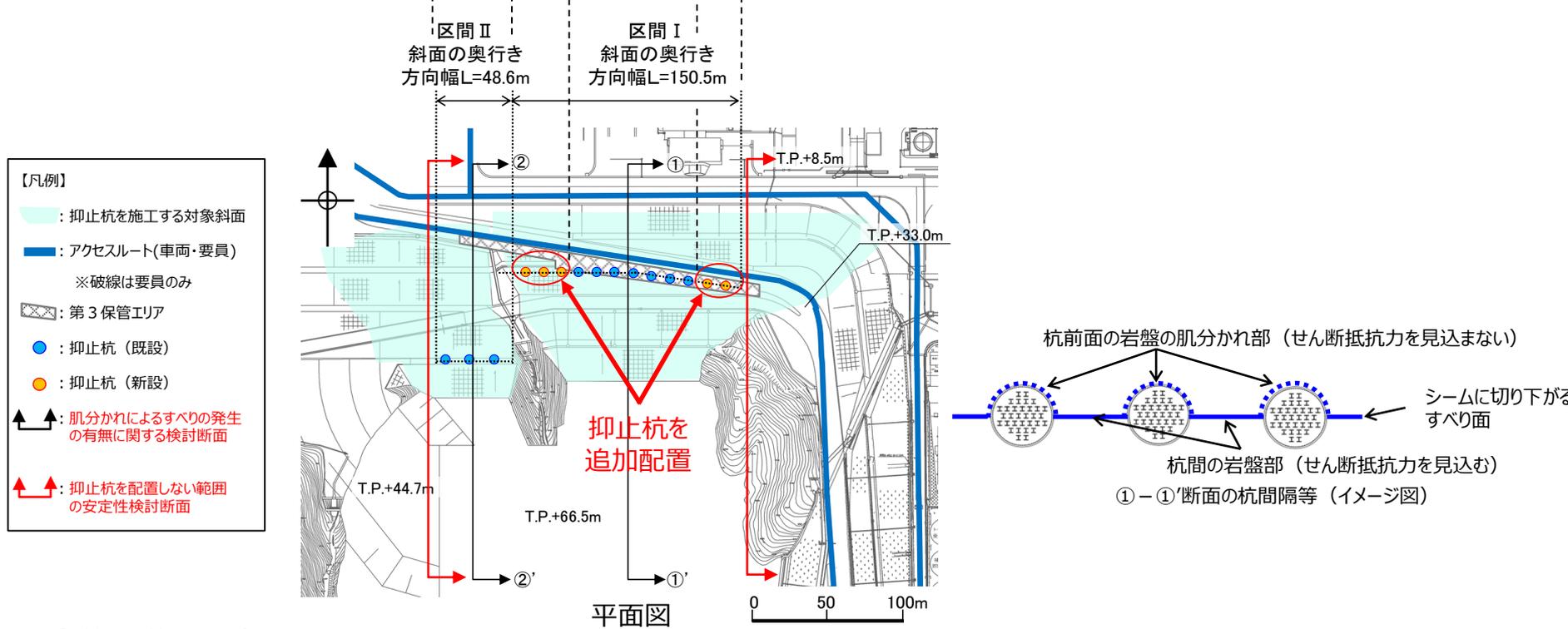
図1 防波壁，管理事務所4号館及び土石流危険区域の配置

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，第1回補正で提出の「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2021年12月以降に説明予定。

1. 概要

- 第3保管エリア近傍斜面について、裕度向上のため、抑止杭を追加配置することを説明する。
- 杭間の岩盤の中抜けの発生の有無に関する検討として、3次元FEM解析結果を説明する。
- 杭前面の肌別れによるすべりの発生の有無に関する検討として、杭前面の岩盤の肌分かれ部のせん断抵抗力を見込まない条件による安定解析結果を説明する。
- 抑止杭を配置しない範囲について、2次元FEM解析による安定解析結果を説明する。



2. 今後の説明予定

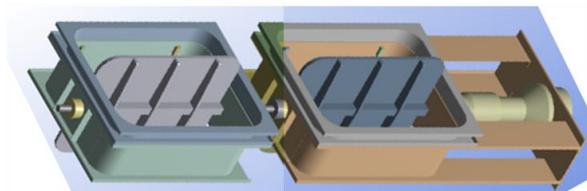
- 上記解析結果について、第2回補正で提出の「可搬型重大事故等対処設備の保管場所及びアクセスルート」にて2021年12月以降に説明予定。

【1-12】ブローアウトパネル閉止装置

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

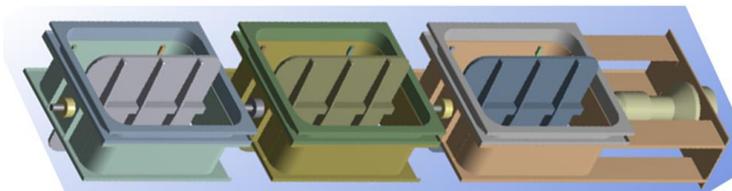


図1 閉止装置の概要図



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2021年12月以降に説明予定。

2. 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	設計方針の 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10月	第1回補正 (設計方針及び 設計結果)

※ 第1回補正：2021年9月予定，第2回補正：2021年11月予定，第3回補正：2022年2月以降

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。

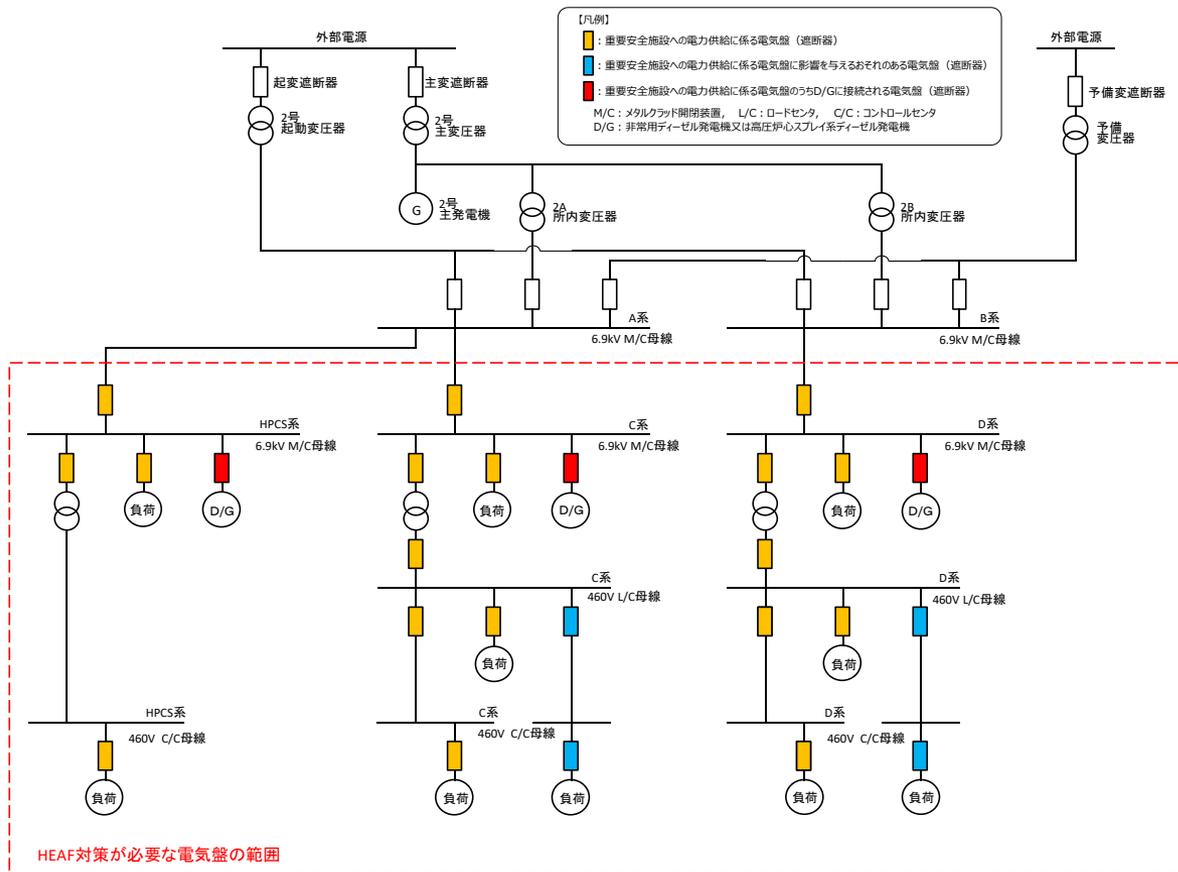


図1 島根2号機 所内電気系統図

2. 今後の説明予定

- HEAF対策について、第1回補正で提出の「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10月以降に説明予定。

2. 3 その他の詳細設計に係る主な説明事項

その他の詳細設計に係る主な説明事項について、関連する工認図書等にて説明する。

第3表 その他の詳細設計に係る主な説明事項

No.	項目	概要	設計方針の 説明時期	関連図書の 補正回※
3-1	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。	2021年11月	第2回補正 (設計方針及び 設計結果)
3-2	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、建設工認で用いた90°モデルから360°モデルに変更する。	2021年11月	第2回補正 (設計方針及び 設計結果)
3-3	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。	2021年12月	第1回補正 (設計方針) 第3回補正 (設計結果)
3-4	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。	2021年11月	第2回補正 (設計方針及び 設計結果)

※ 第1回補正：2021年9月予定，第2回補正：2021年11月予定，第3回補正：2022年2月以降