

資料1-1

泊発電所3号炉 新規制基準適合性審査への対応について

平成28年10月27日

北海道電力株式会社

1. 1 はじめに

1. はじめに

- (1) 平成28年7月26日の審査会合においては、①基準地震動・基準津波の見直しに伴う変更及び泊発電所3号炉の特徴的な事項、②先行プラントの論点等の反映、③未回答の指摘事項・適合方針を見直した事項から、今後詳細な説明が必要と考える事項を整理して提示した。(図-1「泊発電所3号炉審査の経緯」参照)
- (2) 今後の審査においては、詳細な説明が必要な事項を中心に、これまでいただいた指摘事項の回答も含め、基準適合性について説明させていただくこととした。また、今後の新たな指摘事項、新たに詳細な説明が必要となる事項についても、審査会合で説明させていただくなど適切に対応することとした。

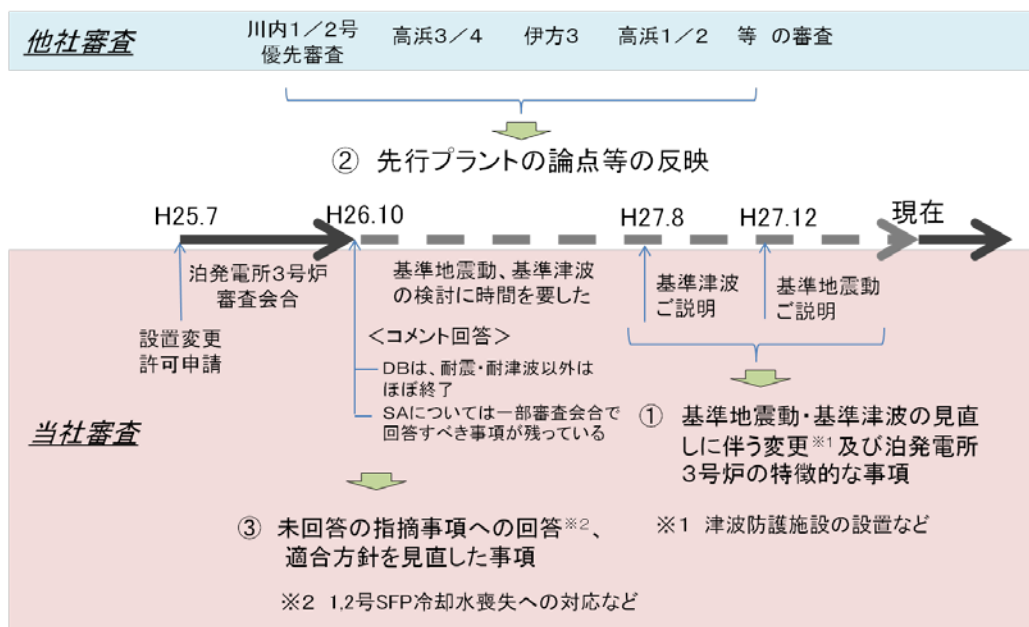


図-1 泊発電所3号炉審査の経緯

1. 2 本日のご説明内容（1 / 5）

- a. 今回、平成28年7月26日の適合性審査会合でご提示した詳細な説明が必要と考える事項およびこれまでいただいた指摘事項のうち、②先行プラントの論点等の反映、③未回答の指摘事項・適合方針を見直した事項に該当するもの12件について資料をとりまとめたのでご説明する。
- b. また、④平成28年9月9日の現地調査時に受けた指摘事項3件の回答について、あわせてご説明する。
- c. 最後に、上述の適合性審査でご提示した詳細な説明が必要と考える事項のうち、とりまとめに時間を要している3件の事案について検討状況をご報告する。

<詳細な説明が必要と考える事項のうち本日回答分>

| 項目 | 概要 | 該当頁 | 補足説明資料 |
|----|--|------|---------|
| ② | 【SA荷重の組み合わせ】 ・SA荷重と地震の組み合わせについて頻度概念を導入する考え方や仮設再循環設備に関する説明を行う。 | 7～12 | 資料1-2-1 |

1. 2 本日のご説明内容 (2 / 5)

<これまでいただいた指摘事項(平成26年10月時点で未回答)のうち本日回答分> (1 / 2)

| 項目 | 指摘事項 | 該当頁 | 補足説明資料 |
|----|---|-------|---------|
| ③ | 【ECCS再循環機能喪失】 No.0827-09 ・審査資料に網羅されない自主的な手順があるのなら、今後手順の全体像を示すこと。 | 13～16 | 資料1-2-2 |
| ③ | 【2次冷却系からの除熱機能喪失】 No.0827-02 ・優先すべき手順や判断基準の明確化について、技術的能力の審査で改めて確認する。 | 13～16 | 資料1-2-2 |
| ③ | 【重大事故等の発生及び拡大の防止に必要な手順書・体制・教育の整備】 No.1219-13 ・水源の淡水と海水について、どちらを選択するかを判断をケース毎に整理すること。 | 17～19 | 資料1-2-3 |
| ③ | 【重大事故等の発生及び拡大の防止に必要な手順書・体制・教育の整備】 No.1219-09 ・補足資料4-5について、原子炉格納容器内の水位の把握、残存デブリの対処を含め、設置許可基準第47条への適合性の観点から全体を整理すること。 | 20～21 | 資料1-2-4 |
| ③ | 【重大事故等の発生及び拡大の防止に必要な手順書・体制・教育の整備】 No.141007-03 ・設計基準事故及び重大事故対応における1次冷却材温度変化率の適用の考え方を整理して説明すること。 | 22～23 | 資料1-2-5 |
| ③ | 【格納容器過温破損】 No.0926-04 ・手順における各操作について、得られているパラメータ、得られていないパラメータ、その不確定性を踏まえ、どのように判断しているか別途確認する。 | 24～26 | 資料1-2-6 |

1. 2 本日のご説明内容 (3 / 5)

<これまでいただいた指摘事項(平成26年10月時点で未回答)のうち本日回答分> (2 / 2)

| 項目 | 指摘事項 | 該当頁 | 補足説明資料 |
|----|---|-------|----------|
| ③ | <p>【手順書の概要】 No. 1022-05</p> <ul style="list-style-type: none"> 安全機能パラメータについて適切に計測できること、推定手段を別段設けることが要求されている。重大事故や大規模損壊の審査の際に、あわせて技術基準適合性を確認する。 | 24～26 | 資料1-2-6 |
| ③ | <p>【原子炉停止機能喪失】 No. 0801-02</p> <ul style="list-style-type: none"> 重大事故等対処設備が、規則43条(重大事故等対処設備)の要求事項のうち、共通要因により設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能を損なわれるおそれがないよう措置していることを示すこと。 | 27～28 | 資料1-2-7 |
| ③ | <p>【操作及び作業の成立性】 No. 1029-05</p> <ul style="list-style-type: none"> 複数の手順が輻輳した場合における、既にホースを敷設した箇所の車両通行等への対策について整理して提示すること。 | 29～32 | 資料1-2-8 |
| ③ | <p>【格納容器過温破損】 No. 0926-02</p> <ul style="list-style-type: none"> 格納容器過温では、原子炉容器上部プレナム温度は1500℃を超える。接合部や機器からリークが生じ、解析結果に影響することがないか確認すること。 | 33～35 | 資料1-2-9 |
| ③ | <p>【原子力事業者の技術的能力】 No. 141007-02</p> <ul style="list-style-type: none"> 本店と泊発電所の業務分担や連携の仕組みについて説明すること。また、発電所の運転・保守の経験が設計に適切に反映されることを示すこと。 | 36～39 | 資料1-2-10 |

1. 2 本日のご説明内容（4 / 5）

<平成28年9月9日現地調査における指摘事項の回答>

| 項目 | 指摘事項 | 該当頁 | 補足説明資料 |
|----|--|-------|----------|
| ④ | 【対象施設：緊急時対策所】 No.1 ・先行プラントでは、緊急時対策所に設置している機材の配置等を工夫し、限られたスペースを有効に活用している例があるため、泊の配置等について更に工夫すること。 | 40～42 | — |
| ④ | 【対象施設：緊急時対策所】 No.2 ・緊急時対策所においては、即応センターとの情報の共有が最も重要であるため、TV会議システム用モニタが指揮スペースの中央となるよう統合原子力防災ネットワーク用TV会議システムのモニタとの配置を工夫すること。 | 40～42 | — |
| ④ | 【対象施設：中央制御室 AM設備監視操作盤】 No.3 ・重大事故等時にAM設備監視操作盤及び水素濃度監視盤でしか監視できない水素濃度やPARとイグナイタに関するパラメータについて、監視性を向上するよう工夫すること。 | 43 | 資料1-2-11 |

1. 2 本日のご説明内容（5 / 5）

< 詳細な説明が必要と考える事項のうち、本日検討状況を説明するもの >

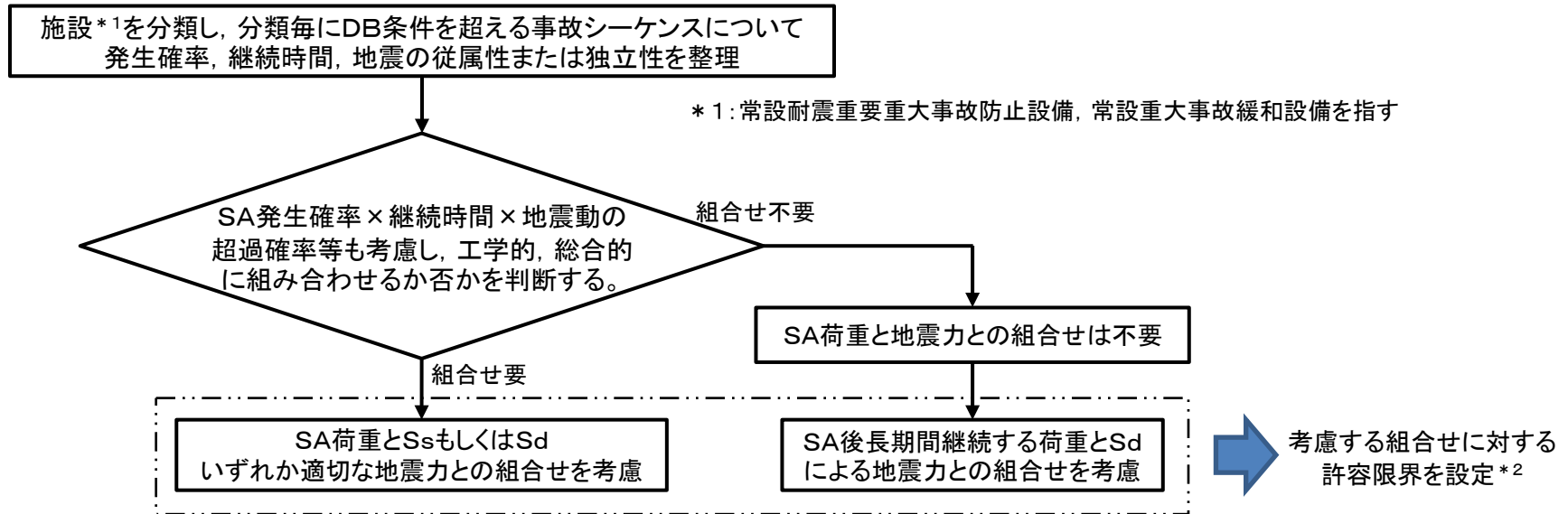
| 項目 | 概要 | 該当頁 | 補足説明資料 |
|----|---|-------|----------|
| ① | <p>【防波堤の津波への影響について】</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊発電所では、港湾内の静穏度を確保するため、敷地前面の海域に防波堤を設置している。今回、防波堤は津波影響軽減効果を期待しない施設とすることから、プラントへの波及的影響の観点から、地震・津波に対する耐性の確認を行う。 | 44～47 | 資料1-2-12 |
| ① | <p>【埋立土の液状化の可能性・揺すり込み沈下について】</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊発電所では、防潮堤（セメント改良土盛立部）の設置地盤に埋立土が分布しており、入力津波の設定における地形条件を決定するため、埋立土の液状化及び揺すり込み沈下による影響評価を行う。 | 48 | — |
| ① | <p>【砂質土の液状化について】</p> <ul style="list-style-type: none"> 泊発電所では、防潮堤（鉄筋コンクリート壁部）の海側に砂層が分布しており、地震時の砂層の液状化の影響評価を行う。 | 49 | — |

2. 1 重大事故等対処施設の荷重の組合せ基本方針（1 / 6）

重大事故等対処施設(SA施設)における重大事故時を含む各運転状態での荷重と地震荷重の組合せについては、先行の審査を踏まえ、設計基準対象施設(DB施設)の考え方を準用し、適切な地震力との組合せを考慮する。

1. 概要

通常運転時、運転時の異常な過渡変化時及び事故時の状態の荷重については、DB施設のSs機能維持として用いる荷重の組合せ及び許容限界を準用し、重大事故時の状態の荷重と地震荷重との組合せについては、下図のフローに基づき設定する。



* 2: SAの状態と地震との組合せにおいて、許容応力状態として V_{AS} を定義する。
泊3号炉では、 V_{AS} の許容限界については IV_{AS} と同じものを用いることとする。

2. 1 重大事故等対処施設の荷重の組合せ基本方針（2／6）

2. フローに対する基本的な考え方

1. のフローにおける各々の整理・判断に関して、その基本的な考え方を以下に示す。

(1) 炉心損傷防止に係る重大事故等対策の有効性評価において想定した全ての事故シーケンスにおいて、以下の通りSA事象は決定論的に地震従属事象ではなく、確率論的な考察においても地震従属事象となる確率は十分小さいことから、SA事象は地震の独立事象として扱えることを確認した。

- a. 決定論的には、耐震Sクラスの設備は基準地震動によって損傷することではなく、耐震Sクラス設備が健全であれば、安全機能の喪失は発生しないことから、複数の事故事象の重畳であるSA事象には至らないため、SA事象は地震の独立事象として扱える事を確認した。
- b. 確率論的には、基準地震動相当までの地震力によってDB条件を超える事故シーケンスの炉心損傷頻度が性能目標に占める割合は1%未満であることから、DB条件を超える確率は小さい事を確認した。

(2) 組み合わせる各々の事象の発生確率について以下の通り設定した。

- a. SA事象の発生確率としては、炉心損傷頻度の性能目標値である 10^{-4} ／炉年を適用する。
- b. SA事象の継続時間としては、重要事故シーケンス等から抽出したDB条件を超える事故シーケンスにおいてDB条件を超えている時間を適用する。
- c. S_s , S_d の超過確率はJEAG4601・補-1984で記載されている S_2 , S_1 の発生確率を S_s , S_d の超過確率に読み替えて適用する。

(3) 荷重の組合せの判断

- a. 国内外の基準等でスクリーニング基準として参照されている値、炉心損傷頻度及び格納容器機能喪失頻度の性能目標値に保守性を持たせた値を目安として、泊3号炉では 10^{-8} ／炉年を目安とし判断を行う。
- b. 事象の発生確率、継続時間、地震動の超過確率の積が非常に小さい場合においても、事故後長時間継続する荷重と S_d による地震力を組み合わせる。

2. 1 重大事故等対処施設の荷重の組合せ基本方針（3 / 6）

3. SA長期荷重の継続時間の設定

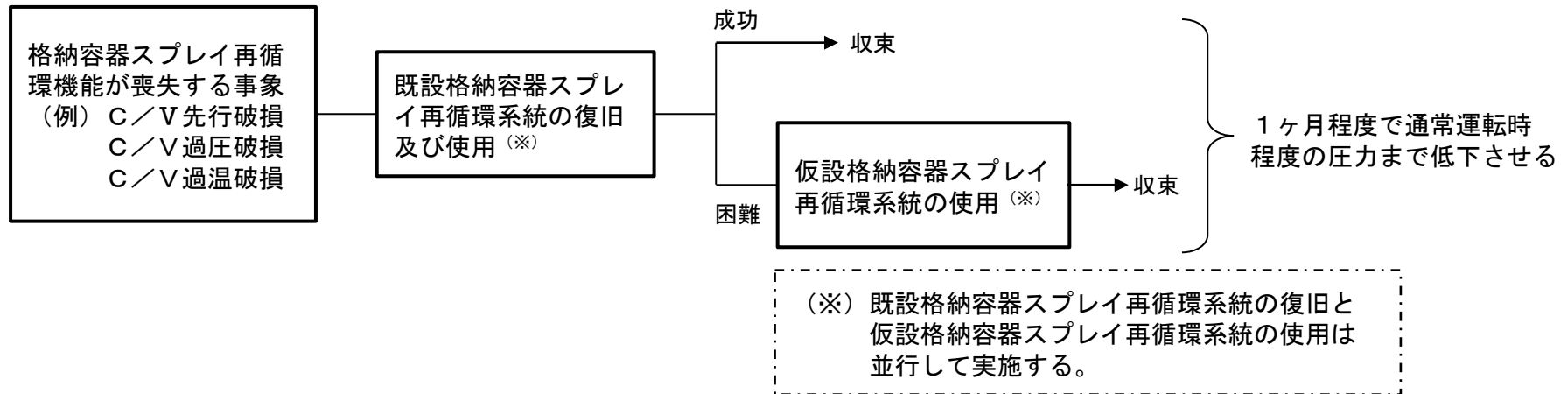
泊3号炉の原子炉格納容器バウンダリを構成する設備の荷重の組合せにおいて、短期荷重の継続時間は 10^{-2} 年、長期荷重の継続時間は 2×10^{-1} 年（約2.4ヶ月）を用いることとし、長期荷重とSd以外の組合せは不要と判断している。

この長期荷重の継続時間の考え方に関して、SA発生後の原子炉格納容器バウンダリの圧力を1ヶ月程度で通常運転状態程度まで低減させる手段について以下に示す。

(1) SA発生後の原子炉格納容器の圧力低減方策

SA発生後に格納容器スプレイ再循環機能が喪失した場合、格納容器再循環ユニットを用いた自然対流冷却により、長期的に格納容器の圧力・温度を安定状態に保つことができることを確認している。

更に、格納容器圧力を早期に低減させるために、外部電源等のプラント冷却に必要なサポート系を復旧させ、既設格納容器スプレイ再循環システムの復旧及び仮設格納容器スプレイ再循環システムの構築を並行して実施することとしている。なお、既設格納容器スプレイ再循環システムの復旧及び使用を最優先で実施し、復旧が困難な場合は仮設格納容器スプレイ再循環システムを使用し、早期に格納容器圧力を通常運転状態程度まで低減することとしている。



2. 1 重大事故等対処施設の荷重の組合せ基本方針 (4 / 6)

(2) 仮設格納容器スプレイ再循環系統の構築

重大事故発生後の原子炉格納容器の圧力低減方策として、仮設格納容器スプレイ再循環系統を設けることで、格納容器スプレイ再循環開始後、早期に格納容器圧力を低減できることを確認した。

なお、仮設格納容器スプレイ再循環系統は1ヶ月程度で構築することが可能である。仮設系統の概念を図1に示す。格納容器過圧破損事象において事象発生後約1ヶ月まで格納容器自然対流冷却を行った後に格納容器スプレイ再循環を実施した場合、格納容器圧力は7日程度で大気圧近傍まで低減可能であり、評価結果を図2に示す。

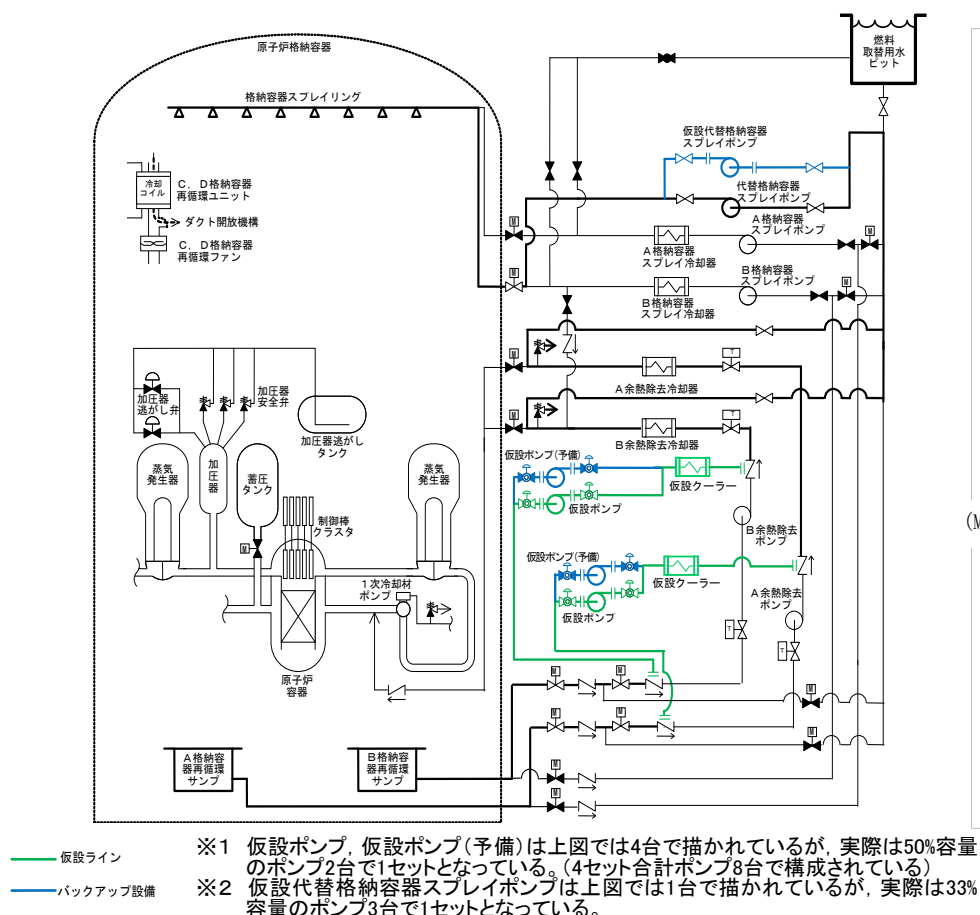


図1 仮設系統の概念図

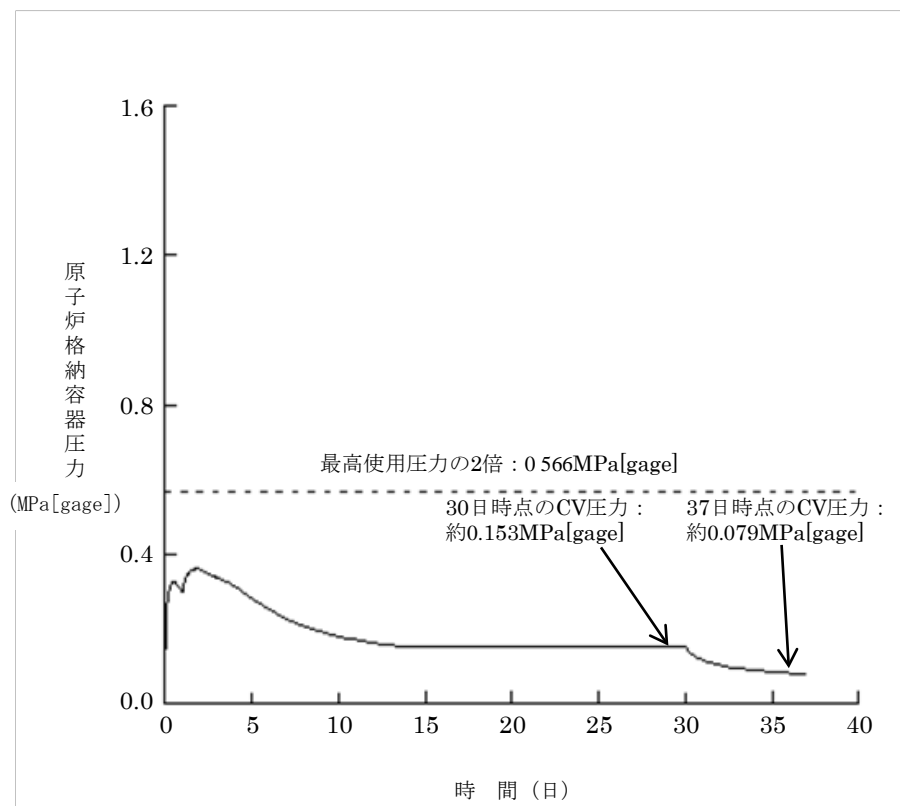
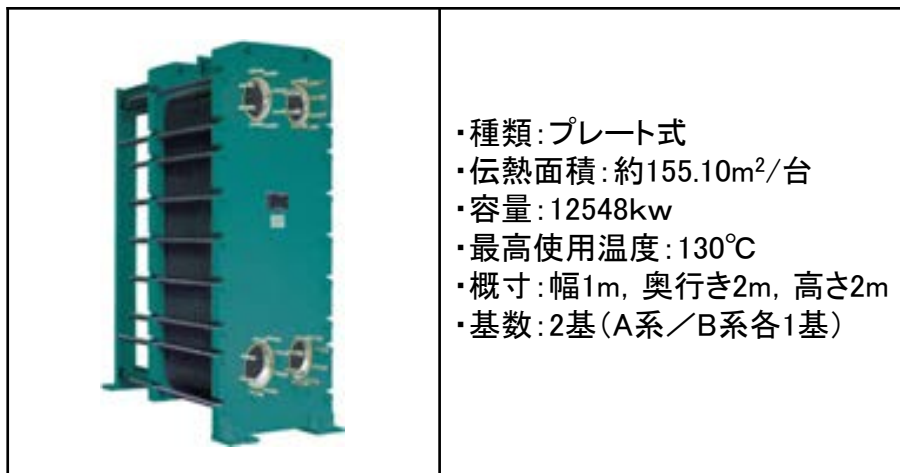


図2 格納容器圧力の変化

2. 1 重大事故等対処施設の荷重の組合せ基本方針（5 / 6）

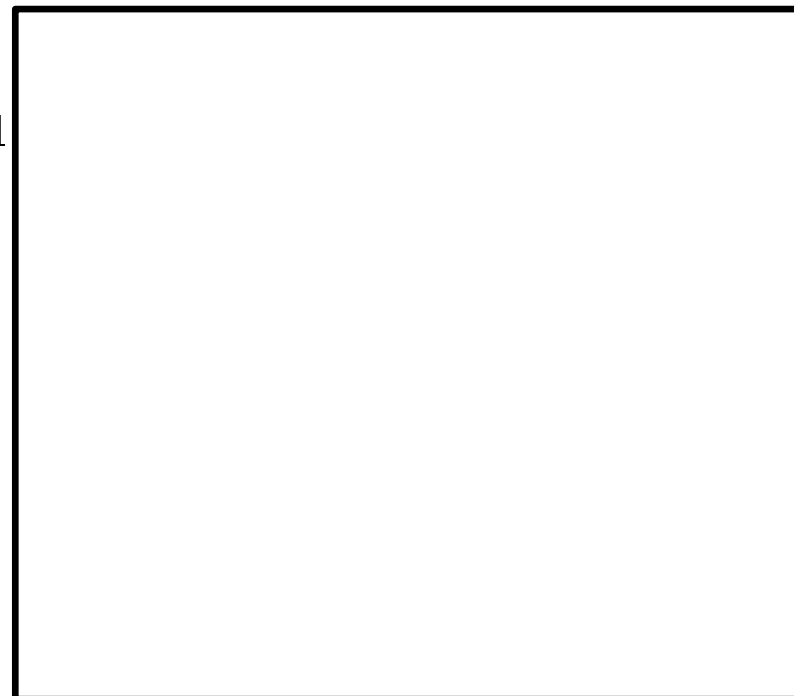
【仮設クーラーイメージ図及び仕様】



【仮設格納容器スプレイ再循環システムの概要】

- ・仮設格納容器スプレイ再循環システムについては、余熱除去システムの逆止弁の上蓋及び弁体を取り外し、当該部に仮設ライン・仮設ポンプ・仮設クーラーを取り付けることにより代替格納容器スプレイポンプ及び仮設代替格納容器スプレイポンプへの供給ラインを構成する。
- ・仮設格納容器スプレイ再循環設備については、遮へい壁で区画された安全補機室(安全系ポンプバルブ室)内及び鉛マット等により遮へい可能な安全補機室(安全系ポンプバルブ室)近傍に設置する。なお、仮設ラインの使用にあたっては、格納容器再循環サンプからの汚染水を通水する前に仮設洗浄ポンプで非汚染水を水張りし、健全性確認を行う。

【機器の配置イメージ図】

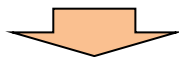


【仮設格納容器スプレイ再循環システム構築に必要な作業と所要期間(概略)】

| 作業 | 所要期間 |
|---|--------------------|
| 格納容器再循環サンプ出口ラインの逆止弁と余熱除去ポンプ入口逆止弁の上蓋等取外し、耐熱ホース取付 | 1週間※1,2 |
| 仮設ポンプ、仮設クーラー準備 | 1週間※1,2 |
| 通水試験等 | 漏えい不具合発生時の対応を含め1週間 |

※1:運搬に要する期間は除く

※2:併行して作業可能



上記のとおり、1ヶ月程度で仮設格納容器スプレイ再循環システムを構築することが可能である。

2. 1 重大事故等対処施設の荷重の組合せ基本方針（6／6）

4. 検討結果

前述の議論を踏まえ、SAの発生確率、継続時間及び地震動の超過確率から各施設の荷重の組合せの要否を確認した。その結果を下表に示す。各組合せの事象の発生確率が 10^{-8} /年を上回るものは地震との組合せを考慮する。ただし、RCPBはすべての組合せの事象が 10^{-8} /年を下回るが、保守的にSA長期荷重とSdの組合せを考慮する。

【凡例】
○：組合せ要
－：組合せ不要

【全般施設】

| | ①SA発生確率 | ②継続時間 | ③地震超過確率 | ①×②×③ | 組合せ要否 | 考慮する組合せ |
|------------|---------------|-------|---------------------------|----------------|-------|---------|
| SA 荷重※1 | 10^{-4} /炉年 | 40年※2 | 5×10^{-4} /年(Ss) | 10^{-5} /年以下 | ○ | SA荷重+Ss |
| | | | 10^{-2} /年(Sd) | 10^{-4} /年以下 | ○ | |

※1：短期荷重、長期荷重を区別せず、それらを包絡する条件とSsを組み合わせる。

※2：継続時間は40年と設定するが、SAの収束においては早急な対応に努める。

【C/Vバウンダリ】

| | ①SA発生確率 | ②継続時間 | ③地震超過確率 | ①×②×③ | 組合せ要否 | 考慮する組合せ |
|------------------------|---------------|---------------------------|---------------------------|----------------|-------|-----------|
| 短期 荷重 | 10^{-4} /炉年 | 10^{-2} 年※3 | 5×10^{-4} /年(Ss) | 10^{-9} /年以下 | － | SA長期荷重+Sd |
| | | | 10^{-2} /年(Sd) | 10^{-8} /年以下 | － | |
| 2×10^{-1} 年※4 | | 5×10^{-4} /年(Ss) | 10^{-8} /年以下 | － | | |
| | | 10^{-2} /年(Sd) | 10^{-6} /年以下 | ○ | | |

※3：最高使用圧力・温度を超える時間

※4：通常運転圧力・温度を超える時間

【RCPB】

| | ①SA発生確率 | ②継続時間 | ③地震超過確率 | ①×②×③ | 組合せ要否 | 考慮する組合せ |
|-------------|---------------|---------------------------|---------------------------|----------------|-------|-----------|
| 短期 荷重 | 10^{-4} /炉年 | 10^{-2} 年 | 5×10^{-4} /年(Ss) | 10^{-9} /年以下 | － | SA長期荷重+Sd |
| | | | 10^{-2} /年(Sd) | 10^{-8} /年以下 | － | |
| 10^{-2} 年 | | 5×10^{-4} /年(Ss) | 10^{-9} /年以下 | － | | |
| | | 10^{-2} /年(Sd) | 10^{-8} /年以下 | － | | |

5. 補足説明資料 資料1-2-1

●泊発電所3号炉「設置許可基準規則等への適合性について(重大事故等対処設備)補足説明資料」(39-4)

2. 2. 1 審査会合における指摘事項の回答 (1 / 4) 【No. 0827-09, 0827-02】

1. 指摘事項

【ECCS再循環機能喪失】 (0827-09)

審査資料に網羅されない自主的な手順があるのなら、今後手順の全体像を示すこと。

【2次冷却系からの除熱機能喪失】 (0827-02)

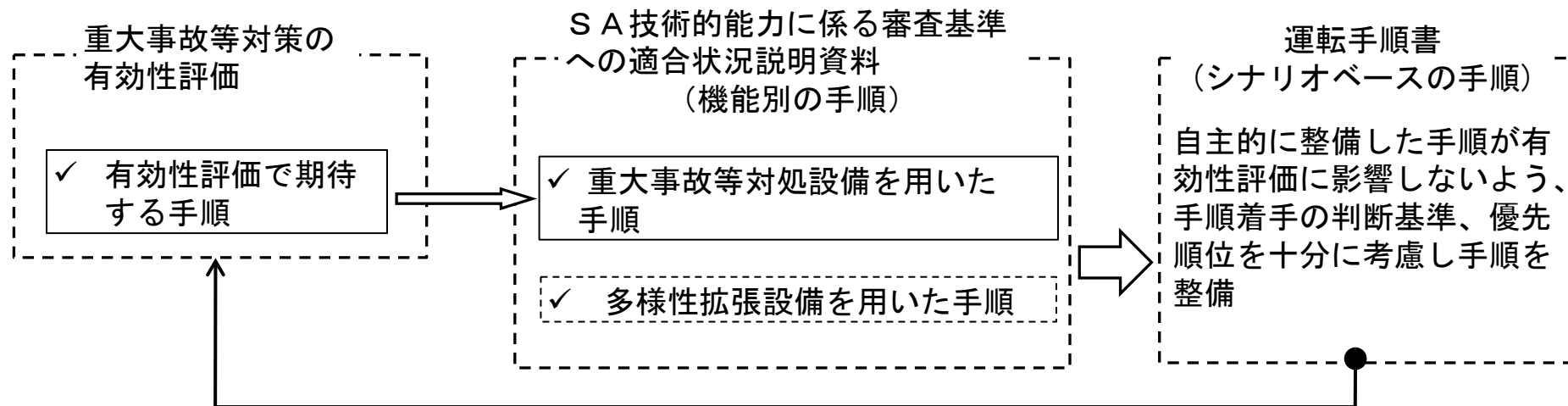
優先すべき手順や判断基準の明確化について、技術的能力の審査で改めて確認する。

2. 回答

2013年8月27日審査会合における重大事故等対策の有効性評価に係る審査資料では、重大事故等対処設備を用いた手順の他に、有効性評価上期待しない自主的に整備する手順も含めて示していたが、これら自主的な手順を含めた手順の全体像を示すようご指摘をいただいた。

(1) SA技術的能力に係る審査基準にて要求される機能別の手順

重大事故等対処設備を用いた手順の他に、重大事故等対応の多様化を図るため自主的に整備する多様性拡張設備を用いた手順を含め、SA技術的能力に係る審査基準への適合状況説明資料にて整理している。



2. 2. 1 審査会合における指摘事項の回答（2 / 4） 【No. 0827-09, 0827-02】

2. 回 答（続き）

(2) 手順着手の判断基準及び優先順位の明確化

S A技術的能力に係る審査基準1.0においては、炉心の著しい損傷及び原子炉格納容器の破損を防ぐために最優先すべき操作等の判断を明確化することが要求される。

重大事故等対処設備及び多様性拡張設備を用いた手順は、手順着手の判断基準及び優先順位を明確化している。

S A技術的能力に係る審査基準
への適合状況説明資料

1. 整備する手順毎に手順着手の判断基準を定める。

- ① 判断基準を明確化
(具体的な数値や状況で示す)
- ② 判断に必要なパラメータを整理

2. 整備する手順の優先順位を明確化

以下の事項を踏まえ、手順着手の判断基準及び優先順位を明確化

- ✓ 炉心損傷発生時は、原子炉格納容器への注水を最優先とする。
- ✓ 淡水源が使用できない状況においては、迷うことなく海水注水する。
- ✓ 可搬型設備を必要な時期に使用可能とするため、準備に要する時間を考慮する。
- ✓ 炉心損傷発生時においては、水素濃度制御装置の必要な起動時期を見失うことがないように、速やかに起動する。
- ✓ その他の各操作については、必要な時期に重大事故等対処設備を使用可能とする。
- ✓ 設計基準事故時に用いる操作の制限事項は適用しない。

3. 補足説明資料 資料1-2-2

●泊発電所3号炉「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料(1.0(抜粋), 1.1~1.19の例示として1.2(抜粋))

2. 2. 1 審査会合における指摘事項の回答（3 / 4） 【No. 0827-09, 0827-02】

（参考）対応手段と設備の整備状況の例

S A 技術的能力に係る審査基準1.2 蒸気発生器 2 次側による炉心冷却機能が喪失した場合の手順

| 分類 | 機能喪失を想定する設計基準事故対応設備 | 対応手段 | 対応設備 | 整備する手順書 | 手順の分類 | |
|----------------------------------|---|----------------------------------|-----------|-----------|------------------------|----------------------------|
| フロントライン系機能喪失時 | 電動補助給水ポンプ及びタービン動補助給水ポンプ又は補助給水ピット又は主蒸気逃がし弁 | 1次系のフイードアンドブリード | 高圧注入ポンプ | 重大事故等対応設備 | 蒸気発生器の除熱機能を維持又は代替する手順等 | 炉心の著しい損傷及び格納容器破損を防止する運転手順書 |
| | | | 加圧器逃がし弁 | | | |
| | | | 燃料取替用水ビット | | | |
| 格納容器再循環サンプ | | | | | | |
| 格納容器再循環サンプスクリーン | | | | | | |
| 余熱除去ポンプ | | | | | | |
| 余熱除去冷却器 | | | | | | |
| 充てんポンプ | | | 拡張設備 | | | |
| 燃料取替用水ビット | | | | | | |
| 電動補助給水ポンプ及びタービン動補助給水ポンプ又は補助給水ピット | 蒸気発生器 2 次側による炉心冷却（注水） | 電動主給水ポンプ | 多様性拡張設備 | | | |
| | | 脱気器タンク | | | | |
| | | SG直接給水用高圧ポンプ | | | | |
| | | 補助給水ピット | | | | |
| | | 可搬型大型送水ポンプ車 | | | | |
| | | 可搬型大型送水ポンプ車代替屋外給水タンク | | | | |
| | | 可搬型大型送水ポンプ車原水槽 2次系純水タンクろ過水タンク | | | | |
| 主蒸気逃がし弁 | 蒸気発生器 2 次側による炉心冷却（注水） | タービンバイパス弁 | 多様性拡張設備 | | | |

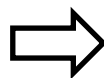
2. 2. 1 審査会合における指摘事項の回答（4 / 4） 【No. 0827-09, 0827-02】

（参考）手順着手の判断基準及び優先順位の明確化の例

SA技術的能力に係る審査基準1.2

① 手順着手の判断基準の明確化の例（1次系のフィードアンドブリードの場合）

補助給水ポンプの故障等による蒸気発生器への注水機能の喪失によって蒸気発生器水位が低下し、すべての蒸気発生器が除熱を期待できない水位（蒸気発生器水位（広域）指示値が10%未満）になった場合に、原子炉へ注水するために必要な燃料取替用水ピットの水位が確保されている場合。



| 判断基準 | 判断に用いるパラメータ |
|---|---|
| 補助給水ポンプの故障等による蒸気発生器への注水機能の喪失によって蒸気発生器水位が低下 | <ul style="list-style-type: none"> 蒸気発生器水位（広域） 補助給水流量 |
| すべての蒸気発生器が除熱を期待できない水位（蒸気発生器水位（広域）指示値が10%未満） | <ul style="list-style-type: none"> 蒸気発生器水位（広域） |
| 燃料取替用水ピットの水位が確保 | <ul style="list-style-type: none"> 燃料取替用水ピット水位 |

② 優先順位の明確化の例（蒸気発生器2次側による炉心冷却機能が喪失した場合の手順）

補助給水ポンプによる蒸気発生器への注水機能が喪失した場合は、多様性拡張設備である電動主給水ポンプ、SG直接給水用高圧ポンプ又は可搬型大型送水ポンプ車による蒸気発生器への注水を行う。操作の容易性から電動主給水ポンプを優先し、電動主給水ポンプが使用できなければ、SG直接給水用高圧ポンプを使用する。

可搬型大型送水ポンプ車は使用準備に時間を要することから、補助給水ポンプによる注水手段を失った場合に準備を開始し、準備が整った際に他の注水手段がなければ蒸気発生器に注水を行う。

蒸気発生器2次側による炉心冷却（蒸気放出）における蒸気発生器からの蒸気放出は、重大事故等対処設備である主蒸気逃がし弁を使用する。主蒸気逃がし弁が機能喪失した場合は、タービンバイパス弁を使用する。

上記手段による蒸気発生器2次側による炉心冷却による原子炉の冷却を優先し、蒸気発生器の除熱機能が喪失した場合は、高圧注入ポンプによる原子炉への注水と加圧器逃がし弁の開操作による1次系のフィードアンドブリードを行う。

1. 指摘事項 【重大事故等の発生及び拡大の防止に必要な手順書・体制・教育の整備】
水源の淡水と海水について、どちらを選択するかをケース毎に整理すること。

2. 回 答

SA技術的能力に係る審査基準1.13の要求事項である「複数の淡水源を確保すること」及び「海を水源として利用できること」を満足する設備として、淡水源又は海を水源として利用できる可搬型大型送水ポンプ車を配備している。

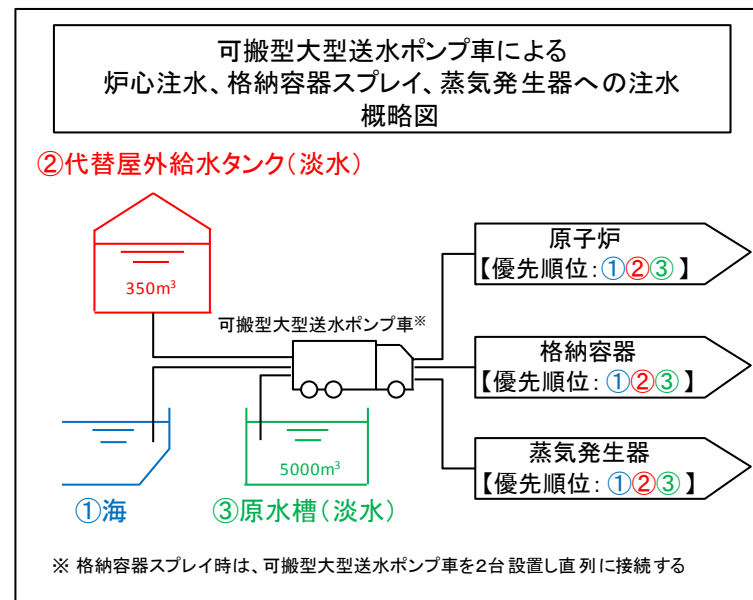
可搬型大型送水ポンプ車は、燃料取替用水ピットへの補給、補助給水ピットへの補給、使用済燃料ピットへの注水等の多様な対応手段に用いる設備であるが、これらの対応手段で用いる淡水又は海水の選択については、財産（設備等）保護よりも安全を優先する方針に基づき、淡水よりも海水を優先する手順を基本としている。

以下に可搬型大型送水ポンプ車の使用用途毎の水源選択に係る方針について整理する。

(1) 可搬型大型送水ポンプ車による炉心注水、格納容器スプレイ、蒸気発生器への注水

常設設備である代替格納容器スプレイポンプ等の故障等により使用できない場合、若しくはそれら設備の水源となる補助給水ピットや燃料取替用水ピットが故障等により使用できない場合の代替手順として、可搬型大型送水ポンプ車から原子炉、格納容器又は蒸気発生器へ直接注水する手順を整備している。

これらの原子炉等へ直接注水する手順においては、中断することなく注水を継続することが重要であることから、水源の切り替えが必要となる淡水源よりも、海を優先して使用する。



2. 回 答 (続き)

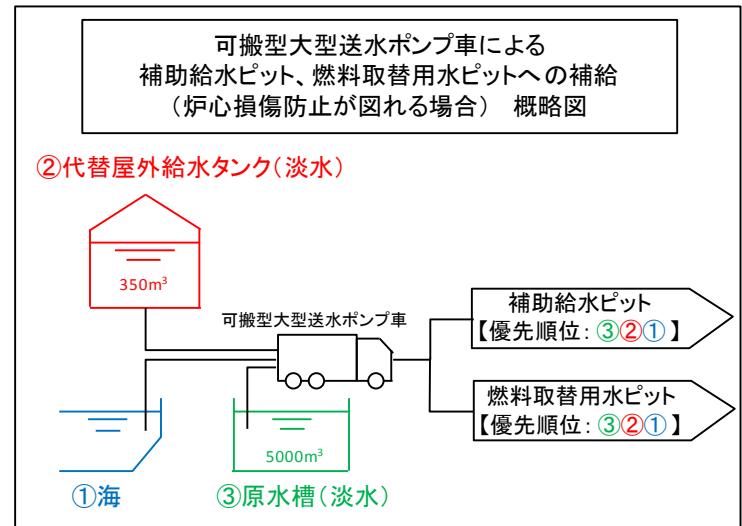
(2) 可搬型大型送水ポンプ車による補助給水ピット、燃料取替用水ピットへの補給

可搬型大型送水ポンプ車により淡水又は海水を補助給水ピット又は燃料取替用水ピットへ補給を行うための手順を整備しており、これら手順の淡水又は海水の選択に係る方針は以下のとおり。

a. 炉心損傷防止が図れる場合※1

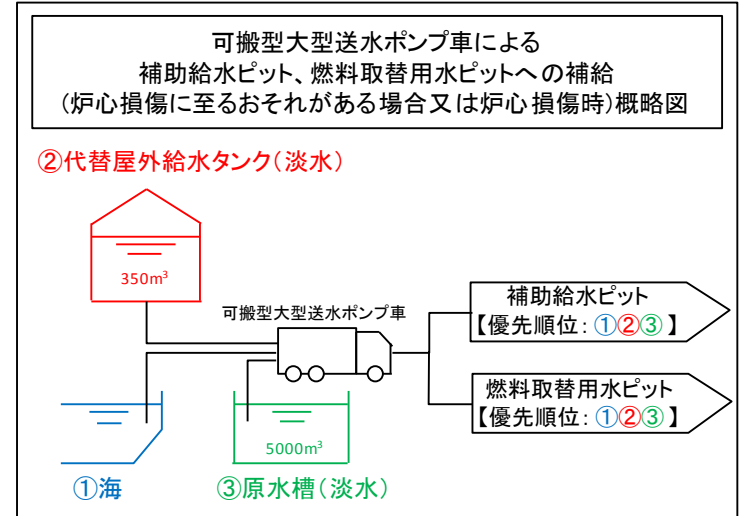
可搬型大型送水ポンプ車は、有効性評価における必要注水流量を十分上回る送水能力を有しているため、補助給水ピット等に十分な水量を確保することで淡水から海水に水源を切替えるための時間を確保することが可能であることから、淡水を優先して使用する。

なお、淡水を補給中に事象が進展し炉心損傷に至った場合においても、淡水補給開始時点から海を水源とするための準備を開始していること、並びに淡水補給により燃料取替用水ピットに十分な水量を確保することで淡水から海水に水源を切替えるための時間を確保することが可能である。



b. 炉心損傷に至るおそれがある場合※2 又は炉心損傷時

淡水源の使用の可否を判断するための状況確認等による作業員の被ばくを回避するため、燃料取替用水ピット等への補給については、海を最優先に使用する。



※1 「炉心損傷防止が図れる場合」の判断

- ・全交流動力電源喪失又は原子炉補機冷却機能喪失時に1次冷却材喪失事象が同時に発生していない場合又は1次冷却材喪失事象が同時に発生しても1次冷却材圧力が蓄圧タンク動作圧力まで急激に低下しない場合

※2 「炉心損傷に至るおそれがある場合」の判断

- ・全交流動力電源喪失又は原子炉補機冷却機能喪失時に1次冷却材喪失事象が同時に発生し1次冷却材圧力が蓄圧タンク動作圧力まで急激に低下した場合
- ・全交流動力電源喪失又は原子炉補機冷却機能喪失時に補助給水機能が喪失した場合

2. 回 答 (続き)

(3) 可搬型大型送水ポンプ車による使用済燃料ピットへの注水・スプレー

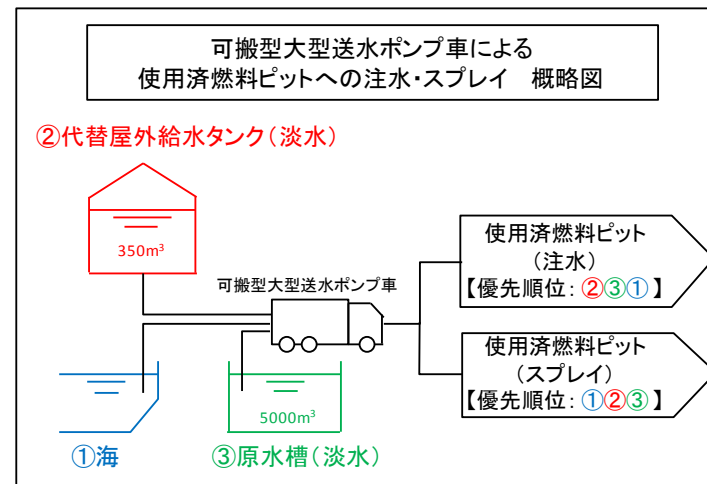
可搬型大型送水ポンプ車により淡水源又は海水を使用済燃料ピットへ注水又はスプレーを行う手順を整備しており、これら手順の淡水又は海水の選択に係る方針は以下のとおり。

a. 使用済燃料ピットへの注水

可搬型大型送水ポンプ車は、有効性評価における必要注水量を十分上回る送水能力を有しているため、使用済燃料ピットに十分な水量を確保することで淡水から海水に水源切替するための時間を確保することが可能であることから、淡水源を優先して使用する。

b. 使用済燃料ピットへのスプレー

使用済燃料ピットからの大量の水の漏えい発生時の対応手順であり、中断することなくスプレーを継続することが重要であることから、水源の切り替えが必要となる淡水源よりも、海を優先して使用する。



3. 設置許可基準規則及びS A技術的能力に係る審査基準への適合性について

以上により、淡水源及び海を水源として利用できる可搬型大型送水ポンプ車を配備し、かつプラントの状況、その使用用途等に応じて淡水よりも海水を優先して選択する手順書を整備する方針であることから、S A技術的能力に係る審査基準1.0、1.13及び設置許可基準規則第56条に適合する方針である。

4. 補足説明資料 資料 1 - 2 - 3

●泊発電所3号炉「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料(1.13(抜粋)、1.11(抜粋))

1. 指摘事項 【重大事故等の発生及び拡大の防止に必要な手順書・体制・教育の整備】
補足資料4-5について、原子炉格納容器内の水位の把握、残存デブリの対処を含め、設置許可基準第47条への適合性の観点から全体を整理すること。

2. 回 答

2013年12月19日審査会合において上記資料により、重大事故等時に対処するために整備する手順のうち、炉心の著しい損傷が発生した場合に対処する運転手順書（運転要領緊急処置編第3部）の操作フローを示したが、溶融デブリが原子炉容器に残存した場合に原子炉を冷却するための手順並びに原子炉格納容器内の水位の把握についての説明を充実するようご指摘をいただいた。これらの手順及び手順に使用する設備の設置許可基準規則第47条への適合性について以下に整理する。

（1）溶融デブリが原子炉容器に残存する場合の冷却手順

著しい炉心の損傷、溶融が発生した場合に、溶融炉心は原子炉容器を破損し格納容器下部に落下するが、格納容器スプレイにより原子炉下部キャビティ室に注水することで溶融炉心を冷却する。

原子炉容器に溶融デブリが残存した場合には、格納容器スプレイを継続し格納容器に水張りすることで残存溶融デブリを冷却する手順を整備している。

なお、格納容器内の水位を把握するために設置した格納容器水位計の作動により、格納容器スプレイを停止する手順としている。

この手順に使用する格納容器スプレイポンプ、代替格納容器スプレイポンプ等の基準適合性については、設置許可基準規則第47条適合性説明資料にて整理する。

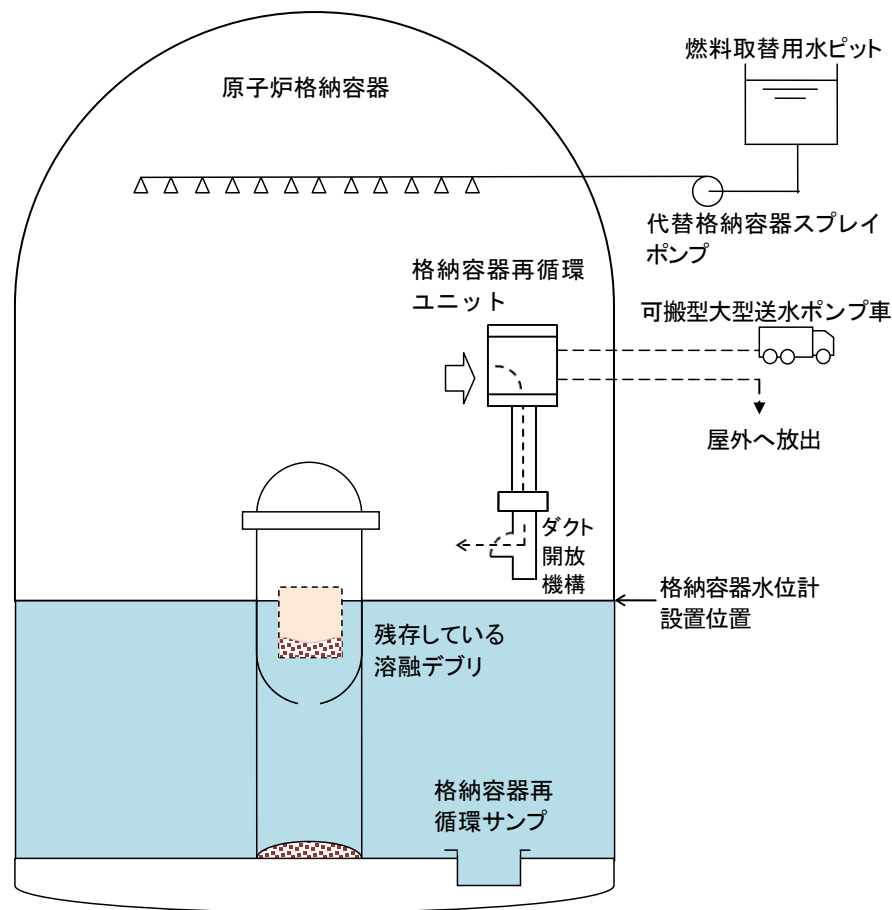
次ページに全交流動力電源喪失及び1次冷却材喪失事象が重畳する場合を想定した手順の例を示す。

2. 回答 (続き)

<手順の例>

全交流動力電源喪失及び大破断LOCAが重畳した場合、以下の手順を実施。

- ✓ 原子炉下部キャビティ室への注水、格納容器内の冷却のため、代替格納容器スプレイポンプによる格納容器スプレイを実施
- ✓ 継続的な格納容器内の冷却及び格納容器内の重要機器の水没を未然に防止する観点から、格納容器内冷却手段を格納容器スプレイから格納容器内自然対流冷却に切替え
- ✓ 原子炉容器に溶融デブリが残存し、格納容器内が過熱状態となっていることを確認した場合には、代替格納容器スプレイポンプによる格納容器スプレイを継続し、炉心発熱有効長上端位置から0.5m下まで水張りを行う
- ✓ 炉心発熱有効長上端の0.5m下の位置に格納容器水位計の検知器を設置し、格納容器水位計が作動した場合には格納容器スプレイを停止



残存溶融デブリ冷却手順 概略図

3. 補足説明資料 資料 1 - 2 - 4

- 泊発電所 3号炉 「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料(1.4)(抜粋)
- 泊発電所 3号炉 「設置許可基準規則等への適合性について(重大事故等対処設備)」(第47条)(抜粋)

1. 指摘事項 【重大事故等の発生及び拡大の防止に必要な手順書・体制・教育の整備】

設計基準事故及び重大事故対応における1次冷却材温度変化率の適用の考え方を整理して説明すること。

2. 回 答

2014年10月7日の審査会合において、通常運転時等の「1次冷却材温度変化率の制限」が重大事故等における運転操作の妨げとならないことの一例として、ECCS注水機能喪失においては、「1次冷却材温度変化率の制限」を適用せずに運転操作を行うと説明したが、1次冷却材温度変化率の制限を適用しない考え方及び設計基準事故も含め1次冷却材温度変化率の制限を適用しないで対応する事象について整理するようご指摘頂いたことから、以下のとおり整理した。

設計基準事故及び重大事故等への対応において、1次系を急速に冷却するために用いる運転操作として、主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却操作がある。この主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却は、事象発生後の過渡状態から1次系を早期に冷却・減圧し、プラントを早期に安定状態に移行させるために行う操作であるため、1次冷却材温度変化率の制限を適用しない。

設計基準事故及び重大事故等への対応において、このように1次冷却材温度変化率の制限を適用せず主蒸気逃がし弁による2次系強制冷却を行う具体的目的は以下の4ケースである。

- a. 1次冷却材の漏えいを抑制するために2次系強制冷却が必要な場合。
- b. 全ての高圧注入系が機能喪失した場合、又は炉心出口温度が350℃以上の場合において、早期に蓄圧注入系、低圧注入系又は代替設備による炉心注入を行い炉心損傷を防止するために2次系強制冷却が必要な場合。
- c. 原子炉格納容器の健全性確保のため、1次冷却材から原子炉格納容器へ放出されるエネルギーを低減することにより原子炉格納容器の圧力上昇を緩和するために2次系強制冷却が必要な場合。
- d. 原子炉容器が高圧状態で破損し、溶融炉心、水蒸気及び水素等が急速に放出され、原子炉格納容器が熱的及び機械的負荷により破損することを防止するために2次系強制冷却が必要な場合。

これらの2次系強制冷却が必要な状況となる設計基準事故及び重大事故等を次ページに示す。

2. 回 答 (続き)

表 2次系強制冷却が必要な設計基準事故及び重大事故等で使用する手順書

| 使用する手順書(2次系強制冷却操作を記載している運転要領) | 2次系強制冷却の目的分類 | 2次系強制冷却が必要な事象 | |
|---|--------------|----------------------------|----------------------|
| 緊急処置編 第1部 蒸気発生器伝熱管破損 | a | 設計基準事故 | 蒸気発生器伝熱管破損 |
| 緊急処置編 第2部 事象ベース 全交流電源喪失 | a, b | 運転中の原子炉における重大事故に至るおそれがある事故 | 全交流動力電源喪失 |
| 緊急処置編 第2部 事象ベース 全交流電源喪失 | a, b | | |
| 緊急処置編 第2部 事象ベース 補機冷却機能喪失 | a, b | | RCPシールLOCAなし |
| 緊急処置編 第2部 安全機能ベース 格納容器健全性の確保 | c | | 原子炉補機冷却機能喪失 |
| 緊急処置編 第1部 事故直後の操作および事象の判別 (ECCS作動を伴うRCS漏えい、かつ全ての高圧注入系が機能喪失した場合) | a, b | | 原子炉格納容器の除熱機能喪失 |
| 緊急処置編 第2部 事象ベース LOCA時ECCS再循環不能 | a, b, c | | ECCS注水機能喪失 |
| 緊急処置編 第2部 事象ベース インターフェイスLOCA | a, b | | ECCS再循環機能喪失 |
| 緊急処置編 第2部 事象ベース SGTR時破損SG減圧継続 | a | 格納容器バイパス | インターフェイスシステムLOCA |
| 緊急処置編 第2部 安全機能ベース 炉心冷却の維持(1) - 炉心過熱 | a, b, c | | SGTR時に破損SGの隔離に失敗する事故 |
| 緊急処置編 第3部 1次系の減圧 | d | 重大事故 | 水素燃焼 |
| | | | 格納容器過温破損(※) |

※左記手順書における2次系強制冷却操作は、有効性評価では解析上考慮していない補助給水系等の回復時に実施する操作

3. 補足説明資料 資料1-2-5

●泊3号炉技術的能力に係る適合状況説明資料(1.0 重大事故等対策における共通事項)

添付資料 1.0.17 設計基準事故及び重大事故等対応における1次冷却材温度変化率の制限適用の考え方について

2. 2. 5 審査会合における指摘事項の回答（1 / 3）【No. 0926-04, 1022-05】

1. 指摘事項

【格納容器過温破損】（No. 0926-04）

手順における各操作について、得られているパラメータ、得られていないパラメータ、その不確定性を踏まえ、どのように判断しているか別途確認する。

【手順の概要】（No. 1022-05）

安全機能パラメータについて適切に計測できること、推定手段を別段設けることが要求されている。重大事故や大規模損壊の審査の際に、あわせて技術基準適合性を確認する。

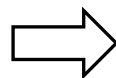
2. 回 答

SA技術的能力に係る審査基準1.15では、重大事故等が発生し、計測機器の故障により当該重大事故等に対処するために監視することが必要なパラメータを計測することが困難となった場合においても当該パラメータを推定するために必要な手順を整備することが要求されている。

重大事故等時に対処するために整備する手順では、手順着手の判断及び操作に用いるパラメータを明確にし、炉心損傷防止対策及び格納容器破損防止対策を成功させるために把握することが必要な原子炉施設の状態を直接監視するパラメータ（以下、主要パラメータという。）を計測することが困難となった場合においても代替パラメータにより推定する手順を整備している。

主要パラメータを計測する計器が正常であることの判断

- ✓ 読み取った指示値が計測レンジ範囲内であること
- ✓ プラント状況等によりあらかじめ推定される値との間に大きな差異がないこと
- ✓ 他チャンネル又は他ループの計器により読み取った値と大きな差異がないこと



・計器の故障が疑われた場合

- ✓ 他チャンネル又は他ループによる計測
- ✓ 代替パラメータによる推定

・計測範囲を超える場合

- ✓ 代替パラメータによる推定
- ✓ 可搬型計測器による測定

なお、大規模損壊発生時においては、中央制御室の監視機能が喪失する可能性も考慮し、中央制御室外で直接プラントパラメータを計測するための代替手段を整備している。

主要パラメータ及び代替パラメータの整理状況の例を示す。

2. 2. 5 審査会合における指摘事項の回答（2 / 3）【No. 0926-04, 1022-05】

2. 回 答（続き）

（1）整備する手順書では、対応手順毎に手順着手の判断基準及び操作に用いるパラメータを明確化しており、その例を示す。

（例）炉心損傷時における高圧溶融物放出及び格納容器雰囲気直接加熱を防止する手順の場合（S A技術的能力に係る審査基準1.3）

炉心損傷時に原子炉冷却材圧力バウンダリが高圧状態である場合において、高圧溶融物放出及び格納容器雰囲気直接加熱による格納容器破損を防止するため、加圧器逃がし弁により1次冷却系を減圧する手順を整備している。

・ 手順着手の判断基準
炉心損傷時、1次冷却材圧力（広域）が2.0MPa[gage]以上の場合。



<手順の着手判断に用いるパラメータ>
・ 炉心損傷を判断するために用いるパラメータ
炉心出口温度、格納容器内高レンジエリアモニタ（高レンジ）
・ 1次冷却材圧力（広域）

・ 操作手順
① 発電課長（当直）は、手順着手の判断基準に基づき、運転員に加圧器逃がし弁による1次冷却系の減圧を指示する。
② 運転員は1次冷却材圧力（広域）を確認し、2.0MPa[gage]以上である場合、加圧器逃がし弁を開操作する。
③ 運転員は、中央制御室で1次冷却材圧力（広域）が2.0MPa [gage]未滿まで減圧したことを確認する。



<操作に用いるパラメータ>
1次冷却材圧力（広域）

（2）代替パラメータの整理

主要パラメータを計測する計器の故障が疑われた場合及び計測範囲を超えた場合に使用する代替パラメータの例を示す。

（例）炉心出口温度の場合

| 分類 | 主要パラメータ | 代替パラメータ | 代替パラメータ推定方法 |
|-----------|---------|------------------------------------|---|
| 原子炉容器内の温度 | 炉心出口温度 | 1次冷却材温度（広域－高温側） 1次冷却材温度（広域－低温側） | ・ 炉心出口温度（多様性拡張設備）の計測が困難となった場合は、1次冷却材温度（広域－高温側）又は1次冷却材温度（広域－低温側）により推定する。推定は、炉心出口のより直接的なパラメータである1次冷却材温度（広域－高温側）を優先する。 |

2. 2. 5 審査会合における指摘事項の回答（3 / 3）【No. 0926-04, 1022-05】

2. 回 答（続き）

(3) 大規模損壊を想定したプラントパラメータの計測について

大規模損壊発生時においては、中央制御室の監視機能が喪失する可能性も考慮し、中央制御室外で直接プラントパラメータを計測するための代替手段を整備する。

また、計測対象は、大規模損壊に対応するための戦略の実行判断を迅速に行うこと及び当該戦略の成功判断を行うことを目的としたパラメータとしている。

(例) 放射性物質放出低減する戦略の実行判断及び成功判断を行うためのパラメータ

① 中央制御室

② 安全系計装盤室等

※1は可搬型計測器による確認

※3は専用の可搬型蓄電池を接続して確認

③ 現場盤、現場計器

※2は可搬型計測器による確認

| パラメータ区分 | プラント状態確認 パラメータ項目 | パラメータ確認手段 | | | 代替パラメータ項目 | パラメータ確認手段 | | | パラメータ確認不能な場合の間接的な確認手段 |
|----------------------|---------------------|-----------|-----|-----|--------------|-----------|-----|-----|-----------------------|
| | | ① | ② | ③ | | ① | ② | ③ | |
| 環境モニタ確認 パラメータ | モニタリングポスト | ○ | | ○※2 | モニタリングステーション | ○ | | ○※2 | ・可搬型線量計による測定 |
| CVB 機能確認 パラメータ | CV圧力 | ○ | ○※1 | ○※2 | CV圧力(AM) | ○ | ○※1 | ○※2 | - |
| | | | | | CV内温度 | ○ | ○※1 | ○※2 | |
| | CV圧力(AM) | ○ | ○※1 | ○※2 | CV圧力 | ○ | ○※1 | ○※2 | |
| | | | | | CV内温度 | ○ | ○※1 | ○※2 | |
| 炉心状態の確 認パラメータ | CV高レンジエリアモニタ(高レンジ) | ○ | ○※3 | | CV圧力 | ○ | ○※1 | ○※2 | ・可搬型線量計による測定 |
| | | | | | CV圧力(AM) | ○ | ○※1 | ○※2 | |

3. 補足説明資料 資料 1-2-6

●泊発電所3号炉「実用発電用原子炉に係る発電用原子炉設置者の重大事故の発生及び拡大の防止に必要な措置を実施するために必要な技術的能力に係る審査基準」に係る適合状況説明資料(1.1~1.19の例示として1.15(抜粋)、1.3(抜粋)、2.1(抜粋))

1. 指摘事項 【原子炉停止機能喪失】

重大事故等対処設備が、規則43条(重大事故等対処設備)の要求事項のうち、共通要因により設計基準事故対処設備の安全機能と同時にその機能を損なわれるおそれがないよう措置していることを示すこと。

2. 回答

規則43条のうち、次の項号の要求事項に対して共通要因故障防止を図る設計方針としている。

- ・ 共通要因故障防止を求めている条項 : 2項3号の常設SA設備、3項7号の可搬型SA設備、3項3号の接続口
- ・ 共通要因故障防止を考慮する必要がある条項 : 3項5号の保管場所、3項6号のアクセスルート

これら条項の設計方針として、『同じ機能を有する設備と位置的分散を図った設置又は保管、多様性、多重性を有する設計』とすることで共通要因故障防止を図っている。なお、各条項において設計上考慮不要とする共通要因については、考慮不要とする理由も含めて設計方針としている。

考慮する共通要因は、環境条件、自然現象、外部人為事象、溢水及び火災による影響並びにサポート系の機能喪失とし、各条項の要求事項に対する共通要因故障防止について、43条補足説明資料【共-2】に示している。
下表では、アクセスルートの具体的設計のみとなる3項6号を除き、SA設備に具体的な設計をする必要のある項号のみ記載している。

設置許可基準 43条

共通要因故障防止にかかる要求事項

- 【常設SA設備】
2項3号；共通要因故障防止
- 【可搬SA設備】
3項3号；接続口
- 3項5号；保管場所
- 3項6号；アクセスルート
- 3項7号；共通要因故障防止

適合の考え方

43条 補足説明資料
【共-2】

類型化区分及び適合内容

共通要因故障防止
にかかる設計方針

- ・ 位置的分散
- ・ 多様性
- ・ 多重性

具体的設計

文書化

43条 設計方針

43条 要求事項に対する設計方針

設計上考慮する共通要因 及び 43条の設計方針 (【共-2】の概要)

| 共通要因 | 常設SA設備(2項3号) | 接続口(3項3号) | 保管場所(3項5号) | 可搬SA設備(3項7号) |
|--|---|-------------------|--|--|
| 環境条件(温度、放射線、荷重その他) 凍結、降水、積雪 火山の影響 電磁的障害 | | | ・想定されるSA環境にて機能を発揮できる設計 | |
| 地盤 | ・38条に基づく設計 | ・隣接しない接続口の配置(*1) | ・頑健な屋内に保管 ・地盤影響により機能喪失しない位置に設置 | |
| 地震、津波 | ・39条、40条に基づく設計 ・DB設備と可能な限り位置的分散 ・溢水水位を考慮した設計 | ・隣接しない接続口の配置(*1) | ・頑健な屋内に保管 ・常設SA設備及びDB設備等と位置的分散 ・溢水水位を考慮した設計 | |
| 風(竜巻)、台風 落雷 生物学的事象 | ・頑健な屋内に設置 ・DB設備等と位置的分散 ・屋外の代替非常用発電機は避雷設備又は設置設備により防護 | ・隣接しない接続口の配置(*1) | ・頑健な屋内に保管 ・常設SA設備及びDB設備等と位置的分散 | |
| | | | ・小動物の障害防止 | |
| 高潮 | | | ・影響を受けない敷地高さに設置 | ・海生生物に対して多重的に ・海生生物に対して予備を保管 ・影響を受けない敷地高さに保管 |
| 森林火災 敷地内危険物タンクの火災 航空機墜落による火災 発電所港湾内に入港船舶の火災 | ・頑健な屋内に設置 ・DB設備等と位置的分散 | ・隣接しない接続口の配置(*1) | ・頑健な屋内に保管 ・常設SA設備及びDB設備等と位置的分散 | |
| 飛来物(航空機落下等) 故意による大型航空機の衝突その他のテロリズム | ・飛来物は、遭遇確率により考慮不要 ・テロは、可搬SA設備により対応 | ・飛来物は、遭遇確率により考慮不要 | ・頑健な屋内に保管 ・建屋から隔離し、常設SA設備及び海水ポンプと位置的分散 | |
| 溢水 | ・DB設備等と位置的分散 | | ・常設SA設備及びDB設備等と位置的分散 | |
| | | | ・溢水水位を考慮した設計 | |
| 火災 | ・DB設備等と位置的分散 ・溢水水位を考慮した設計 | ・隣接しない接続口の配置(*1) | ・41条に基づく設計 ・常設SA設備及びDB設備等と位置的分散 ・溢水水位を考慮した設計 | |
| サポート系の機能喪失 | ・異なる駆動源、冷却源を用いる設計 ・可能な限り異なる水源 | | | ・異なる駆動源、冷却源を用いる設計 |

(*1)異なる建屋面の隣接しない位置に複数箇所設置するか、建屋内の異なる区画に複数箇所設置し、異なる建屋面から接続できる設計
⇒(次葉にて記載)設計方針のうち、位置的分散、異なる駆動源等は、各SA設備について対象とするDB設備等を明確化した個別設計方針を定める

2. 回 答 (続き)

規則43条の共通要因故障防止にかかる設計方針及び44条～62条の各要求事項を踏まえ、44条～62条の対応手段を構成する各SA設備の共通要因故障防止について、43条の補足説明資料【共-2】の設計方針に基づき、各SA設備の具体的な設計を【共-4-1】及びその設計根拠【共-4-2】に示し、各SA設備の具体的な設計方針については、44条～62条のまとめ資料にて示している。

具体例として、46条の常設SA設備であるタービン動補助給水ポンプについて、【共-2】に基づき“位置的分散”及び“多様性”を具体的な設計とした【共-4-1】、46条の多様性、位置的分散にかかる設計方針を以下に示す。

43条 補足説明資料
【共-2】
類型化区分及び適合内容
共通要因故障防止にかかる設計方針
(・ 位置的分散
・ 多様性
・ 多重性)

↓ 具体的設計

43条 補足説明資料
【共-4-1】
SA設備 基準適合一覧表
【共-4-2】
SA設備 基準適合性確認資料
(配置図、概略系統図)

↓ 文書化

44～62条 設計方針
各重大事故等対処設備の設計方針

【共-4-1】 SA設備 基準適合一覧表 (46条;タービン動補助給水ポンプの共通要因故障防止について抜粋)

| 原子炉冷却材圧力バウンダリを減圧するための設備 | | | | タービン動補助給水ポンプ | 類型化区分 | エビデンス |
|-------------------------|-----|-----|----------|--|-------|---|
| 第43条 | 第2項 | 第3号 | 共通要因故障防止 | 環境条件 自然現象 外部人為事象 溢水、火災 【S/G2次側による冷却】 防止設備/共通要因の考慮対象設備あり/屋内 (加圧器逃がし弁を使用した1次冷却系統の減圧に多様性) (加圧器逃がし弁と位置的分散) 【S/G2次側による炉心冷却(機能回復)】 防止設備/共通要因の考慮対象設備なし | A a | [配置図]配-4 |
| | | | サポート系要因 | 対象(サポート系あり) 別の手段 (蒸気加減弁は手動で操作できる設計とし、軸受油は手動で潤滑油給油できる) | C | [現場での人力によるタービン動補助給水ポンプの起動]45-7 [技術的能力]添付資料1.2.11 |

46条 設計方針 (タービン動補助給水ポンプの共通要因故障防止について抜粋)

電動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ、補助給水ピット、蒸気発生器及び主蒸気逃がし弁を使用した蒸気発生器2次側による炉心冷却を用いた1次冷却系統の減圧は、加圧器逃がし弁を使用した1次冷却系統の減圧に対して多様性を持つ設計とする。

電動補助給水ポンプ、タービン動補助給水ポンプ、主蒸気逃がし弁及び補助給水ピットは原子炉建屋内に設置し、蒸気発生器は原子炉格納容器内の加圧器逃がし弁と別の区画に設置することで、原子炉格納容器内の加圧器逃がし弁と位置的分散を図る設計とする。

タービン動補助給水ポンプの機能回復においてタービン動補助給水ポンプの蒸気加減弁は、専用の工具を用いて手動で操作できる設計とし、軸受油は専用の注油器を用いて手動で潤滑油を供給できる設計とする。タービン動補助給水ポンプ駆動蒸気入口弁は、ハンドルを設けることで手動操作を可能とし、常設直流電源を用いた弁操作に対して多様性を持つ設計とする。

3. 補足説明資料 資料1-2-7

●設置許可基準規則等への適合性について (重大事故等対処設備) (43条抜粋、44～62条の例示として46条 抜粋)

2. 2. 7 審査会合における指摘事項の回答（1 / 4）

【No. 1029-05】

1. 指摘事項

複数の手順が輻輳した場合における、既にホースを敷設した箇所車両の通行等への対策について整理して提示すること。

2. 回答

重大事故対応におけるホース敷設や継続的に行う給油活動においては、敷設済のホースが車両の通行に支障となる箇所が存在することから、当該箇所へのホースブリッジ設置の考え方について以下に示す。

(1) 車両通行上ホースブリッジの設置が必要な箇所数の抽出の考え方

a. 重大事故対応で車両を用いる活動としては以下がある。

(a) 可搬型大型送水ポンプ車を用いた補助給水ピット又は燃料取替用水ピットへの補給、格納容器再循環ユニットへの注水、使用済燃料ピットへの補給、代替炉心注水、代替格納容器スプレイ、蒸気発生器への注水

(b) 可搬型大容量海水送水ポンプ車及び放水砲を用いた格納容器等への放水、代替補機冷却

(c) 可搬型タンクローリーを用いた、可搬型重大事故等対処設備、代替非常用発電機への給油

上記(a)、(b)の活動において使用する車両にはホース敷設のためのホース延長回収車が含まれる。

b. ホースブリッジを必要とする箇所の抽出

(a) 可搬型大型送水ポンプ車を用いる補給や注水対応等においては、ホース敷設ルートによってはホースを跨いで敷設する必要が生じるが以下の理由からホースブリッジの設置は必要ない。

・跨ぐ箇所が最終接続箇所に比較的に近いことから、ホースブリッジを設置して車両を用いホースを敷設する場合と人力でホースを敷設する場合とで時間があまりかわりないことから人力で敷設することとしている。

・跨ぐ箇所数が少なく、一度敷設してしまえば、敷設作業で再度跨ぐことはないこと

(b) 放水対応、給油対応は、b. (a)のホース敷設後に対応するものであること、ホースを車両で跨がずに対応することが難しいことから、車両で跨ぐ箇所についてホースブリッジを設置することとする。

(c) また、上記の放水対応後も給油対応は継続することから、可搬型タンクローリーで放水対応用ホースを跨ぐ箇所についてホースブリッジを設置することとする。

c. ホースブリッジの準備数の考え方

上記a. の(a)、(b)のホース敷設ルートは複数ルートを準備していることから、各々のホース敷設ルート毎に跨ぐ必要のある箇所を選定する。

その上で、技術的能力の手順で生じる各々の対応の組み合わせを考慮して、各組み合わせごとに必要となる箇所数を算定し、その最大値を上回るホースブリッジを配備することとする。

(2) 跨ぐ箇所の抽出結果及びホースブリッジの必要準備数

上記の考え方で抽出した結果、可搬型大型送水ポンプ車を用いた補給、注水対応等で敷設するホース（口径150A）で3箇所、放水対応で敷設するホース（口径300A）で1箇所となり、それぞれこれを上回る16セット、6セットを準備することとしている。

(3) ホースブリッジ設置時期と作業時間に与える影響

a. 可搬型大型送水ポンプ車を用いた補給、注水対応等で敷設するホース用のホースブリッジ

ホース敷設に使用するホース延長回収車8台に2個ずつ積載することとしている。ホースブリッジの設置が必要な3箇所のうち可搬型タンクローリーの給油対応のために跨ぐ必要のある箇所については、本対応が有効性評価で期待しているものであることから、ホース敷設時合わせてホースブリッジを設置することとしている。

ホースブリッジ設置に要する時間は5分／箇所であり、ホースブリッジ設置を考慮しても有効性評価で設定した作業時間内に終了できることを確認している。

また、残りの2箇所は、放水対応など有効性評価で期待されていない作業のために車両で跨ぐ必要のある箇所であることから、ホース敷設完了後速やかにホースブリッジを設置することとしている。

b. 放水対応のため敷設するホース用のホースブリッジ

放水対応は、炉心損傷後格納容器スプレイ手段を喪失してから準備を開始し、ホース敷設に4時間、その後ホースブリッジの設置しても更に1時間程度要するが、格納容器が破損し放水が必要となるまでにはまだ間があると想定され、ホースに通水して跨ぐことができなくなる前にホースブリッジの設置を完了できる。

なお、本ホースブリッジは可搬型タンクローリーによる給油作業のために跨ぐ箇所に設置するものである。

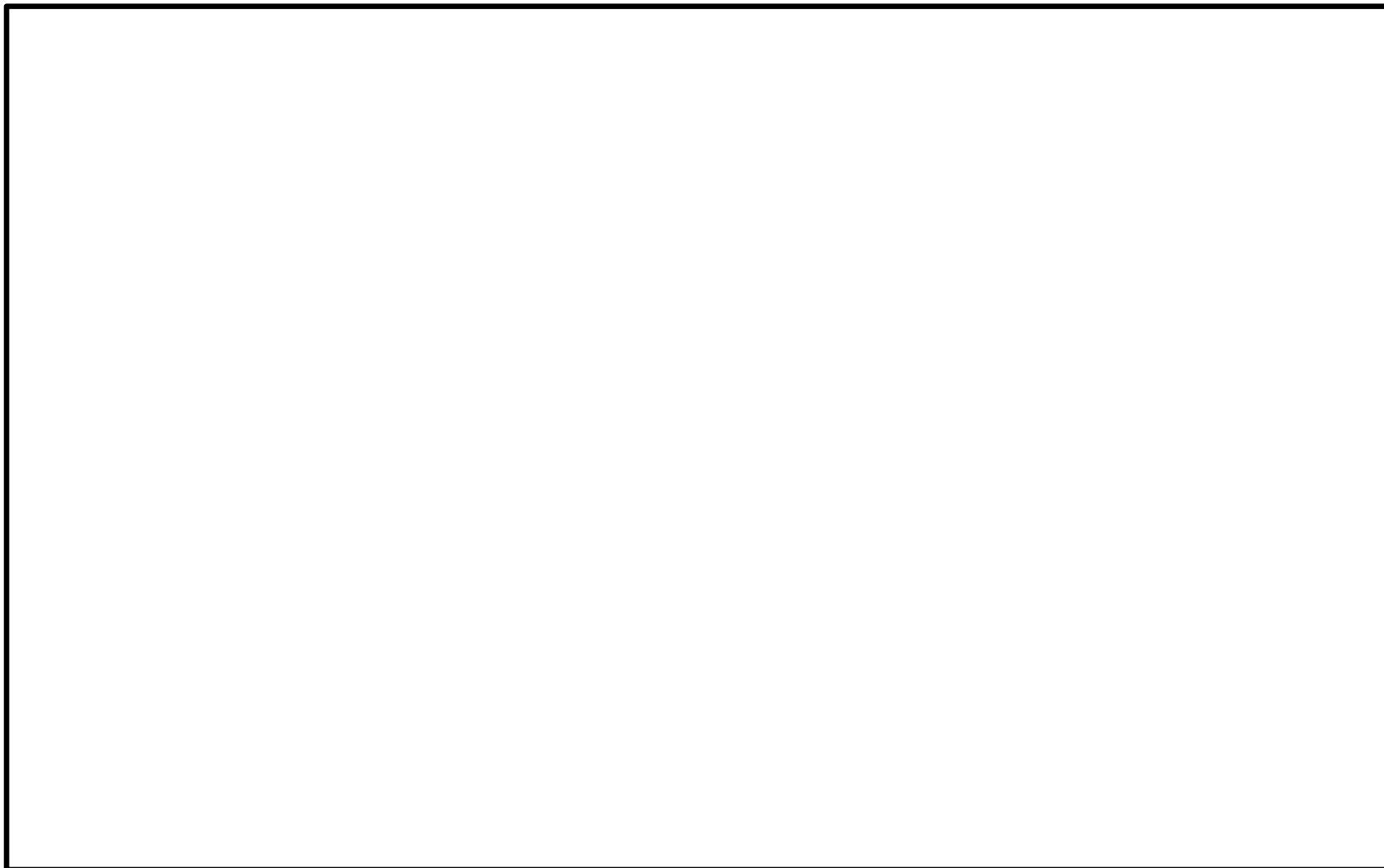


可搬型大型送水ポンプ車を用いた補給、注水対応等で敷設するホース用のホースブリッジ



放水砲用のホース用のホースブリッジ

ホースブリッジ設置必要数が最大となるホース敷設ルート
（取水場所：3号機取水口、ホースルート：東側ルート）



3. 補足説明資料 資料1-2-8

- ホースブリッジ設置必要箇所抽出について

1. 指摘事項【格納容器過温破損】

格納容器過温では、原子炉容器上部プレナム温度は1500℃を超える。接合部や機器からリークが生じ、解析結果に影響することがないか確認すること。

2. 回 答(1 / 2)

【有効性評価解析】

「格納容器過温破損(全交流動力電源喪失+補助給水失敗)」では、「高圧溶融物放出/格納容器雰囲気直接加熱」における有効性評価の観点から、1次冷却材圧力を高く保持するために、原子炉冷却材圧力バウンダリ(以下「RCPB」という。)からの漏えいが少なくなるよう、RCPシールからシールリーク(約1.5m³/h/台)のみの漏えいを想定している。

【RCPB健全性評価】

解析上、上部プレナムの気相温度が1,500℃を超える結果となったため、RCPBの健全性の検討が必要と考えられる接合部や機器を抽出した。

有効性評価解析の結果に基づき、各部の冷却材及び構造材の温度変化から、抽出された部位・機器の健全性に与える影響及び有効性評価への影響を考察・検討した結果は以下のとおりである。

| 抽出された部位・機器 | 漏えい評価 |
|---------------|--|
| 加圧器逃がし弁及び安全弁 | 流路閉塞はなく、フェイルクローズによる閉止の懸念はないことから、事象進展に影響なし |
| 蒸気発生器伝熱管 | 2次系が低圧状態ではないことから伝熱管の破損による漏えいは生じない |
| RCPシール部 | <u>事故発生後、早期にシール部が損傷してRCPシールLOCAが発生⇒感度解析実施(次頁)</u> |
| 原子炉容器蓋フランジ | <u>炉心露出後の温度上昇に伴いシール部が損傷して漏えいが発生⇒感度解析実施(次頁)</u> |
| 加圧器マンホール | フランジ部から漏えいが生じる可能性があるが、想定される漏えい面積は加圧器逃がし弁の流路面積と比較して十分小さいため、有効性評価への影響は小さい |
| 蒸気発生器1次側マンホール | フランジ部から漏えいが生じる可能性があるが、想定される漏えい面積は加圧器逃がし弁の流路面積と比較して十分小さいため、有効性評価への影響は小さい |
| 高温側配管、加圧器サージ管 | 漏えいが生じる可能性があるが、現実的にはRCPシール部や原子炉容器蓋フランジ部からの漏えいが先行して発生するため、1次系が減圧されることによりクリープ破損に至らない |

2. 回 答(2/2)

【RCPBからの漏えいが事象進展に与える影響】

現実的にはまずRCPシールLOCAが発生すると考えられることから、当該シーケンスにおいてRCPシールから約99m³/h/台^{※1}の漏えいが発生した場合を解析した(図1参照)。RCPシールLOCAの発生により1次系の減温・減圧が進むためフィードアンドブリード操作が可能となり、結果として炉心損傷に至ることはなく、また、原子炉容器蓋フランジや高温側配管から漏えいすることもない。

また、仮に1次冷却材圧力が高く保持され、原子炉容器蓋フランジから2インチ口径相当^{※2}の漏えいが発生した場合を解析した(図2参照)。基本ケースよりも減圧が早くなり蓄圧注入も早まるため事象進展が遅れ、原子炉容器破損も遅くなる。また、原子炉格納容器圧力及び温度に与える影響は軽微であり、事象進展の推移が基本ケースと大きく変わることはないことから、運転員操作に影響を及ぼすことはない。

※1 泊3号炉のシールLOCA時の漏えい評価量

※2 原子炉容器シール材の片面が全周に渡り損傷した場合の漏えい面積に相当

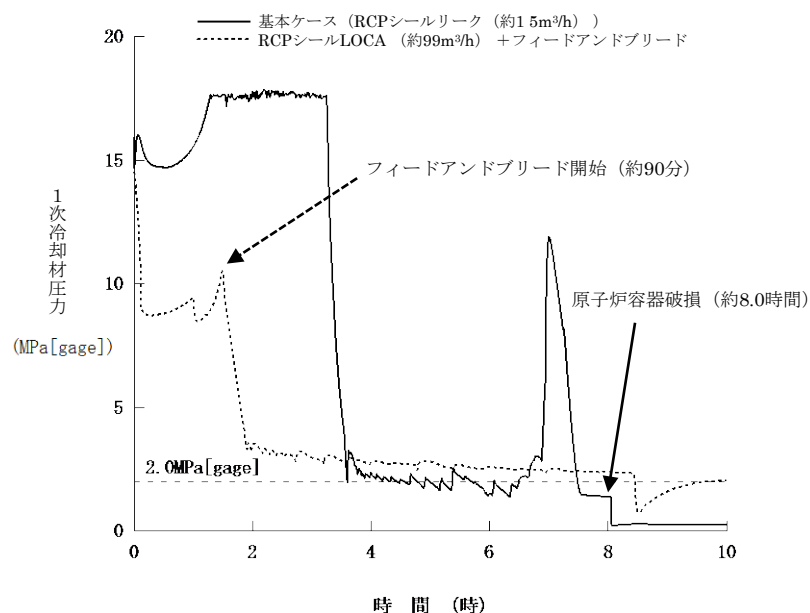


図1 1次冷却材圧力の推移
(RCPシールLOCA(約99m³/h)+フィードアンドブリード)

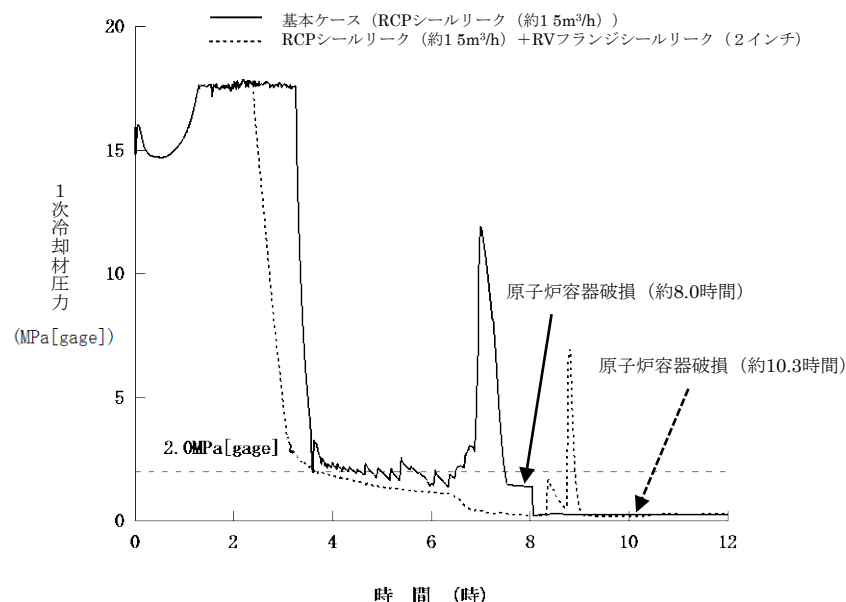


図2 1次冷却材圧力の推移
(RCPシールリーク(約1.5m³/h)+RVフランジシールリーク(2インチ))

3. 補足説明資料 資料1-2-9

● 泊発電所3号炉 重大事故等対策の有効性評価 7. 2. 1. 2 格納容器過温破損

添付資料7. 2. 1. 2. 2 「全交流動力電源喪失+補助給水失敗」における原子炉冷却材圧力
バウンダリから現実的な漏えいを想定した場合の事象進展について

1. 指摘事項【原子力事業者の技術的能力】

本店と泊発電所の業務分担や連携の仕組みについて説明すること。また、発電所の運転・保守の経験が設計に適切に反映されることを示すこと。

2. 回答

「原子力事業者の技術的能力に関する審査指針」(指針1及び5)においては、設計及び工事並びに運転及び保守のための組織について、適確に遂行するに足りる役割分担が明確化された組織が適切に構築されていること、又は構築される方針が適切に示されていることが要求されている。

当社は泊発電所原子炉施設保安規定(以下「保安規定」という。)及び社内規程に定められた業務所掌に基づき、泊発電所の設計及び工事並びに運転及び保守に係る業務を実施することを審査会合(平成26年10月7日)において説明し、その際に上記ご指摘を頂いた。ご指摘を踏まえ、本店と泊発電所の業務分担や連携する仕組み、泊発電所での運転及び保守から学んだ経験等が設計に適切に反映される仕組みについて以下に示す。

(1) 設計及び工事並びに運転及び保守の業務分担及び連携の仕組みについて

- a. 設計及び工事に係る基本的な業務分担として、発電用原子炉施設等の改造に係る設計及び工事に関する業務については、泊発電所において設計方針の立案から詳細設計及び工事まで実施する。
- b. 原子炉設置(変更)許可申請書本文に記載する構築物等の変更を伴う工事等は、本店が設計の基本方針を定め、泊発電所では当該方針及び社内規程に基づいて、現地における具体的な設計の業務(設計計画の策定、詳細設計の実施等)及び工事の業務(工事の実施、試験・検査の実施等)を行うことを基本とする。
- c. 運転及び保守の業務については、保安規定第5条(保安に関する職務)に定める役割分担に基づき、泊発電所において実施する。また、本店は、同条の役割分担に基づき泊発電所における保安活動の支援業務を行う。

2. 回 答(続き)

(1)設計及び工事並びに運転及び保守の業務分担及び連携の仕組みについて(続き)

- d. 発電用原子炉施設の保安に関する事項を審議するものとして、保安規定に基づき本店に原子力発電安全委員会を、泊発電所に泊発電所安全運営委員会を設置しており、両委員会の審議事項等が本店及び泊発電所双方に連携される仕組みとしている。
- e. 本店の原子力発電安全委員会は、原子力部長を委員長として、原子力品質保証室長及び関係する本店のグループリーダー以上の職位の者から委員長が指名した者等に加え、泊発電所長、発電用原子炉主任技術者、泊発電所品質保証室長で構成されており、当該委員会における審議事項が泊発電所と連携される仕組みを構築している。
- f. 泊発電所安全運営委員会は、泊発電所長を委員長として、発電用原子炉主任技術者、泊発電所の課長以上の職位の者に加え、委員長が指名した者等で構成しているが、審議事項は本店の原子力発電安全委員会に報告されており、当該委員会における審議事項が本店と連携される仕組みを構築している。
また、上記審議事項のうち、本店と泊発電所において共通するQMS文書の制定・改正に関する内容については本店の原子力品質保証室長が合議することとしており、本店のQMS文書と泊発電所のQMS文書との整合性や統一の観点から審査するほか、必要に応じ本店のQMS文書に反映されるなど、連携を図る仕組みを構築している。

2. 2. 9 審査会合における指摘事項の回答（3 / 4）

【No. 141007-02】

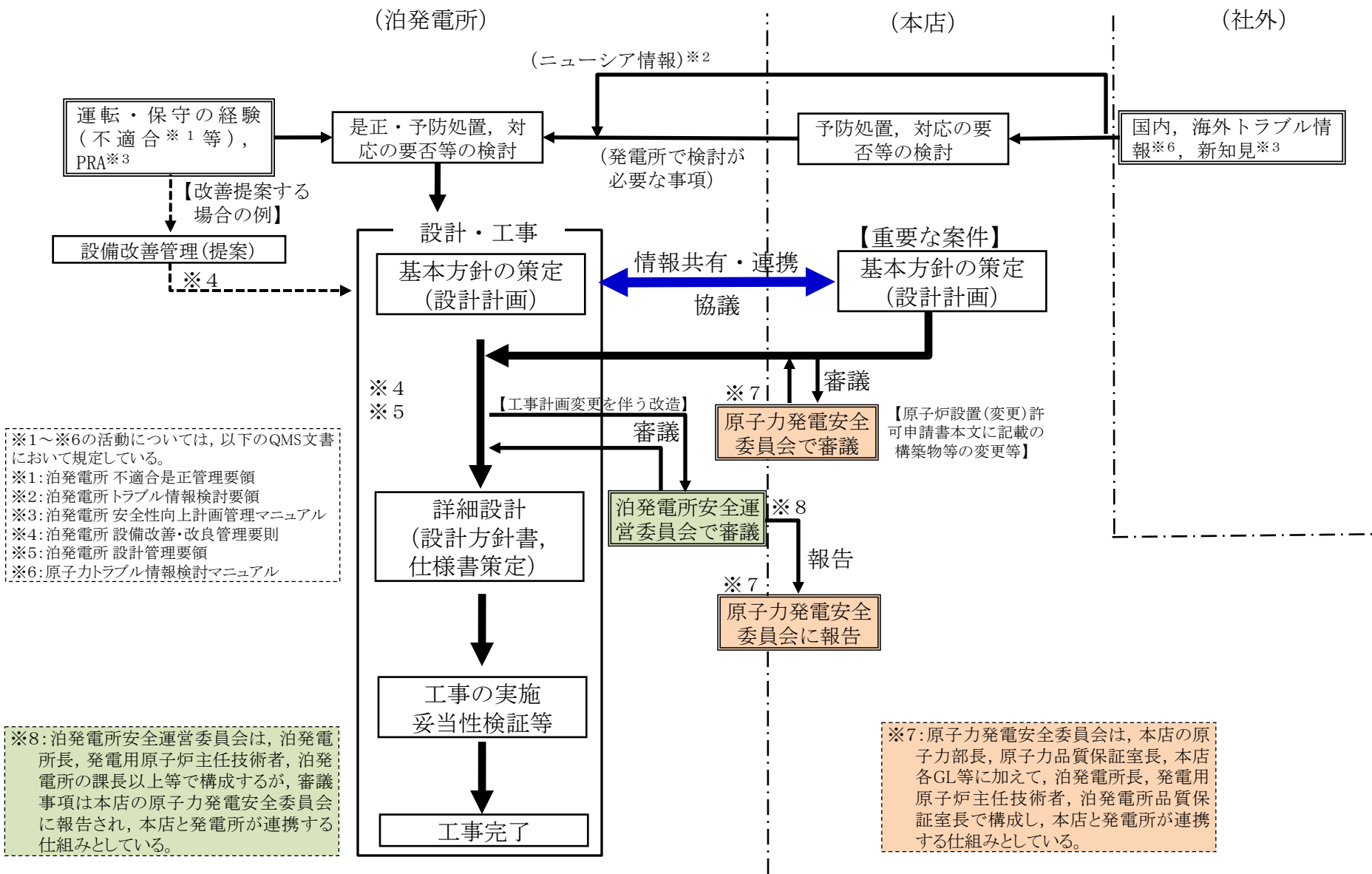
2. 回 答（続き）

(2) 発電所の運転・保守の経験が設計に適切に反映される仕組みについて

- a. 運転・保守の業務等において必要と判断した発電用原子炉施設の改造工事等の設計及び工事に関する業務は、泊発電所において実施する。当該の設計及び工事が原子炉設置(変更)許可申請書本文に記載の構築物、系統及び機器の変更等の重要な案件に該当する場合には、泊発電所と本店が一体となって設計検討を行い、設計の基本方針は本店で定め、詳細設計は泊発電所において行う。
- b. 自社における運転・保守の経験（不適合の是正処置等）に加え、他社(国内及び国外)におけるトラブル等の情報や他の施設から得られた知見等から水平展開の必要性を本店及び泊発電所において検討し、予防処置を泊発電所で行う仕組みをQMS文書に定め運用している。
- c. 福島第一原子力発電所の事故後、安全性向上に関する取組みの一環として、新知見の情報収集を計画的に実施するとともに、リスク低減対策の要否を検討し、必要となった場合の設備面や運用面に関する対策を講じる仕組みを構築し実施している。
- d. また、泊発電所においては、運転・保守の経験による安全性向上に資する設備改造等の提案を行うための提案手続き、方針の検討・調整及び工事完了について総括的に確認・管理するための仕組みをQMS文書に定め運用している。
- e. 発電用原子炉施設の改造工事等の設計に関する仕組みの概要を第1図に示す。
- f. 以上より、泊発電所における運転・保守の経験等が設計に適切に反映される仕組みを構築している。

3. 補足説明資料 資料1-2-10

- 原子力事業者の技術的能力に関する審査指針への適合性について（抜粋）



第1図 泊発電所の運転・保守の経験等が設計に反映される基本的な仕組み(概要)

2. 3. 1 現地調査における指摘事項の回答（1 / 3）

【No. 1, 2】

1. 指摘事項 【緊急時対策所の配置について】

- (1) 先行プラントでは、緊急時対策所に設置している機材の配置等を工夫し、限られたスペースを有効に活用している例があるため、泊の配置等について更に工夫すること。
- (2) 緊急時対策所においては、即応センターとの情報の共有が最も重要であるため、TV会議システム用モニタが指揮スペースの中心となるよう、統合原子力防災ネットワーク用TV会議システムのモニタとの配置を工夫すること。

2. 回 答

(1) 緊急時対策所の機材再配置について

緊急時対策所室内を、より有効利用するために、これまでに調査した他電力の緊急時対策所の機材配置を再精査し、当社独自の配置として実施できるものはないかを検討した。

検討のポイントは、機材や座席の配置変更により、各種活動に伴う人の動きや情報伝達機能向上など。

検討した結果、以下の2点を抽出した。

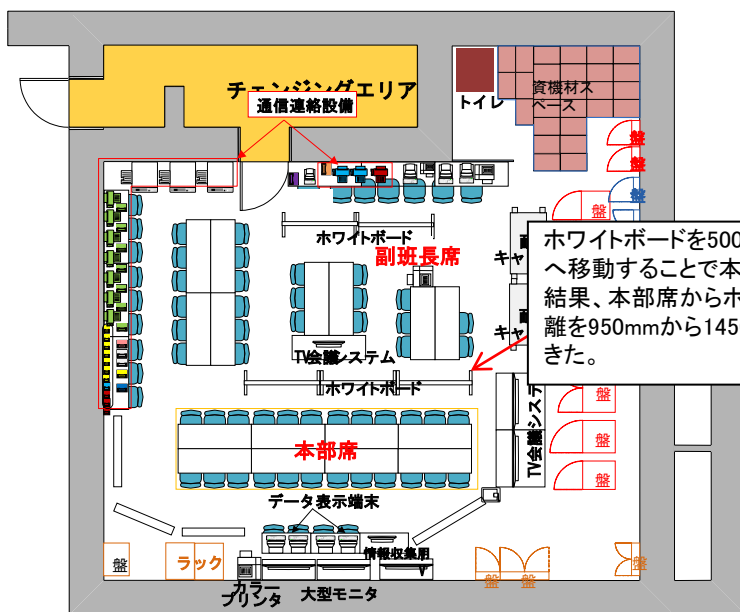
- a. 天井梁等を利用した棚等の設置
 - b. 本部席側周りのスペース拡大のための機材・座席の再配置
- a. 天井梁等を利用した棚等の設置
資機材スペースへの棚の設置、天井梁等を利用した棚等を設置することを検討。このことにより、副班長席側にフリーな床面積が広がり、打ち合わせスペース、休憩スペース等を確保するとともに、人の動くスペースも拡大できる。
なお、今後も当社の訓練、他社の訓練状況を通じて緊急時対策所室内での活動がよりスムーズになるよう、機材配置について検討を継続していく。
 - b. 本部席側周りの動線拡大のための機材・座席の再配置
泊発電所における現地調査時の配置では、本部席と副班長席のそれぞれの活動エリアを仕切るために設置した時系列を整理するホワイトボードが本部席側に近く、要員が必ずしもスムーズに移動できる状態ではなかった。このため、ホワイトボードを副班長席側にできる限り寄せてスペースを確保した。
9月16日に実施した本部要素訓練時において、上記再配置により、本部席側における人の動きがスムーズに移動できることを確認した。

2. 3. 1 現地調査における指摘事項の回答 (2 / 3)

【No. 1, 2】

現地調査時の緊急時対策所配置

配置変更後の緊急時対策所

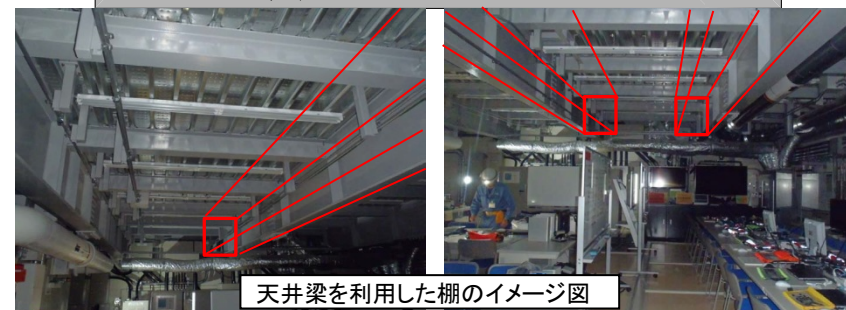


ホワイトボードを500mm程度副班長席側へ移動することで本部席間の動線を確保。結果、本部席からホワイトボードまでの距離を950mmから1450mmに広げることができた。

資機材スペースへの棚の設置



天井梁を利用した棚の設置



天井梁を利用した棚のイメージ図

(2) TV会議用モニタの配置について

泊発電所の緊急時対策所に設置されている外部とのコミュニケーションのためのTV会議システムは、「社内TV会議システム」と「統合防災ネットワークTV会議システム」があり、現状、各TV会議システムのモニタ配置については、本部席の中心に近い側に「統合防災ネットワークTV会議システム」のモニタを設置している。

社内TV会議システムのモニタは、本部席の中心を外れた位置に設置しているが、本店対策本部とのブリーフィング等の場合、本部長の視線を遮るものはない状況ではある。

しかし、使用頻度は社内TV会議システムの方が高いことから、現在、防災ネットワークTV会議システムに使用しているモニタを社内TV会議システムのモニタとすることで視認性を向上させる。

現在、防災NWTV会議システムモニタとして使用しているモニタを社内TV会議システムモニタとする

社内TV会議システムモニタ



防災NWTV会議システムモニタ

泊発電所緊急時対策所

1. 指摘事項 【対象施設：中央制御室 AM設備監視操作盤】

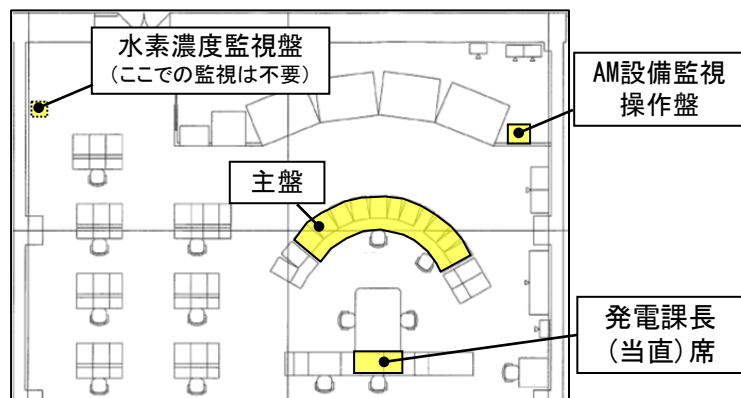
重大事故等時にAM設備監視操作盤及び水素濃度監視盤でしか監視できない水素濃度(※)やPARとイグナイタに関するパラメータについて、監視性を向上するよう工夫すること。

2. 回 答

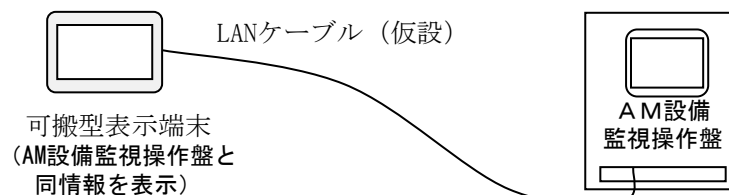
重大事故等発生時のパラメータ監視は、中央制御室内に設置した主盤及びAM設備監視操作盤により行うこととしている。

AM設備監視操作盤は、移動に時間を要しない主盤近傍に設置するとともに、主に炉心損傷後のプラント状態を把握するために必要なパラメータについて主盤のパラメータを代替するもので監視できるように設計しており、炉心損傷後一時的に運転員が主盤を離れAM設備監視操作盤でのみ監視可能なパラメータを確認する際にも、そこで継続的にプラント状態を把握できるよう配慮している。

しかし、AM設備監視操作盤でのみ監視可能な格納容器内水素濃度、PAR温度、格納容器水素イグナイタ温度等は重大事故等対処のための重要なパラメータであり、より速やかに監視できることが望ましいことから、AM設備監視操作盤の監視対象パラメータと同じものを表示できる可搬型表示端末を必要時に主盤や発電課長(当直)席に設置することとし、更なる監視性の向上を図ることとする。



中央制御室 (平面図)



可搬型表示端末イメージ図

3. 補足説明資料 資料1-2-11

●重大事故等時における監視性の更なる向上のための対策について

※：水素濃度監視盤はアナログ水素濃度及び格納容器水素濃度の信号をAM設備監視操作盤まで中継する盤であり、監視機能も有しているが、運転員による監視には用いないこととしている。

2. 4. 1 防波堤の検討状況（1 / 4）

泊発電所では、平常時の復水器に必要な安定した冷却水の取水などを目的に港内の静穏度を確保するため、敷地前面の海域に防波堤を設置している。

防波堤については、平成26年1月の審査会合では、津波影響軽減施設として説明をした。

その後、基準津波の規模を大きくしたことに伴い、防波堤の安定性を確保することが厳しいとの見通しとなったことから、平成28年7月26日の審査会合では、津波影響軽減施設とはせず、入力津波の設定に当たっては、防波堤がないものとして評価したうえで、取水路・放水路等の経路からの流入防止、津波の2次的影響評価に与える防波堤の影響等について検討を進める旨を説明した。

本資料では、その後の検討進捗を踏まえ、防波堤に係る検討方針を取りまとめた。

1. 津波影響軽減施設としての防波堤に期待される効果

港内における期待される主な効果は、以下のとおりである。

- (1) 波及的影響の低減（津波防護施設の損傷防止）
- (2) 入力津波の低減（水位及び流速の低減：設計外力の低減）
- (3) 津波の2次的影響の低減（取水口・取水路の砂の堆積量・濃度の低減、漂流物の衝突力の低減）

2. 泊発電所防波堤の安定性に関する概略の検討結果

泊発電所の防波堤について、基準地震動による堤体の沈下量及び基準津波による堤体の安定性（堤体の滑動安全率及び転倒安全率、基礎地盤の支持力安全率）の試算による概略の検討結果は以下のとおり。

- (1) 設置箇所に砂層が厚く堆積しており、基準地震動発生時の液状化により大幅な沈下が発生する可能性がある。
- (2) 基準津波の規模が大きく、堤体の移動を伴う滑動等に対する安定性を確保することが困難な見通しである。

2. 4. 1 防波堤の検討状況 (2 / 4)

3. 泊発電所防波堤の取扱い

「2.」の検討結果を踏まえて、泊発電所防波堤については津波影響軽減施設とせず、波及的影響評価により安全性を確認する。

また、津波影響軽減施設としないことにより失われる効果については、適切に設計側の外力等に見込み、耐津波設計を行う。

そのため、「基準津波及び耐津波設計方針に係る審査ガイド」及び「耐津波設計に係る工認審査ガイド」に基づき、波及的影響に関する解析的評価及び水理模型実験、地質調査結果を踏まえた防波堤の沈下量解析などを基に、以下の検討を進め、評価結果に応じ適切な対策を講じる。

- (1) 津波防護施設等への波及的影響の検討(津波防護施設の損傷、堤体による取水口閉塞)
- (2) 保守性を持たせた入力津波の詳細検討(水位及び流速(設計外力)、敷地開口部からの溢水)
- (3) 津波の2次的影響に関する詳細検討(取水口・取水路の砂の堆積量・濃度、漂流物の軌跡)

4. まとめ

- (1) 泊発電所の防波堤については、基準地震動及び基準津波による影響に関して試算を行った結果に基づき、津波影響軽減施設とせず、波及的影響がないことを示し基準適合性を説明する。
- (2) 波及的影響、入力津波及び津波の2次的影響に関して検討を進めるとともに、防波堤に対して必要に応じて対策工事を実施することとし、十分に安全率(余裕)を保持していることを示す。
- (3) 今後、既存の地質調査結果を踏まえた沈下量解析結果、入力津波の設定結果、解析的評価による波及的影響の検討結果及び追加の地質調査の計画・結果、水理模型実験の計画・結果等について説明する。

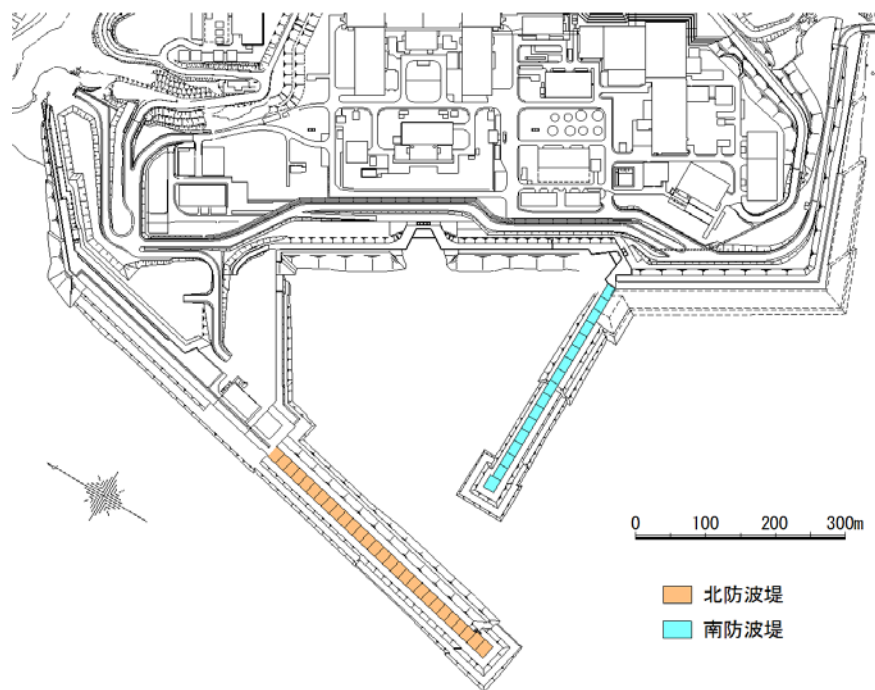
5. 補足説明資料 資料1-2-12

- 防波堤の検討状況に関する補足説明資料

2. 4. 1 防波堤の検討状況（3 / 4）

【参 考】

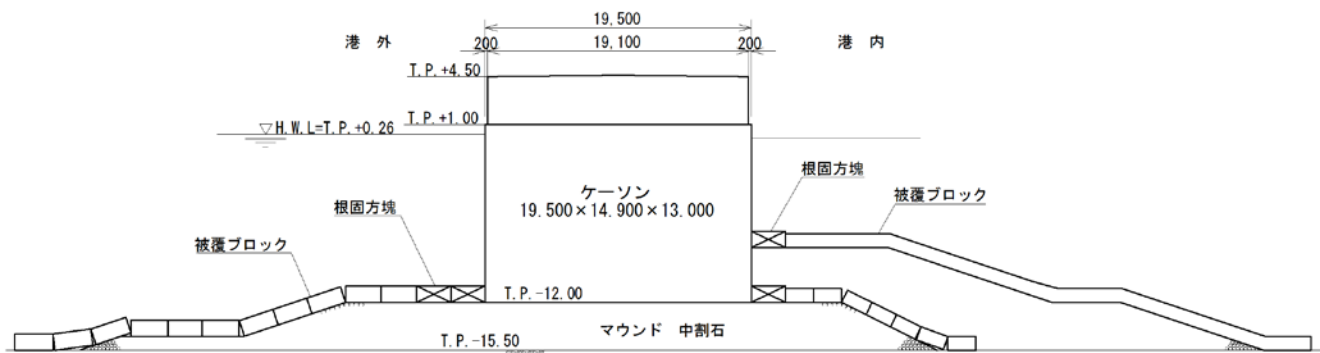
- ① 泊発電所では、港内の静穏度を確保する目的で、発電所敷地前面海域に北防波堤及び南防波堤を構築している。
- ② 北防波堤及び南防波堤ともに、構造形式はケーソン式混成堤であり、北防波堤は、港内側に割石を腹付した補強マウンドを有する構造である。
- ③ 北防波堤及び南防波堤が設置されている地盤は、厚く堆積した砂層である。
- ④ 北防波堤の腹付工及び各防波堤の基礎マウンド表面には、洗掘対策として根固工及び被覆工を施工している。
- ⑤ ケーソン内は、コンクリートで区画をし、砂で充填をしている。
- ⑥ なお、基準津波による敷地前面および3号炉取水口前の最大水位上昇量は、それぞれ12.63mおよび8.47mである。



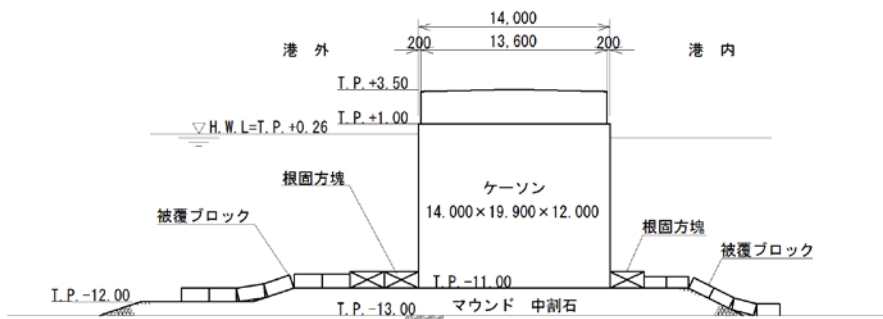
| | 構 造 | ケーソン 天端高 (m) | 延 長 (m) |
|------|----------|-----------------|------------|
| 北防波堤 | ケーソン式混成堤 | T. P. +4. 5 | 422 |
| 南防波堤 | ケーソン式混成堤 | T. P. +3. 5 | 340 |

防波堤配置図

2. 4. 1 防波堤の検討状況 (4 / 4)



北防波堤標準断面図



南防波堤標準断面図

2. 4. 2 防潮堤（セメント改良土盛立部）の検討状況

平成28年7月26日の審査会合において、津波防護施設としての防潮堤（セメント改良土盛立部）の設置地盤の検討内容について、以下のとおり説明を行った。

- (1) 防潮堤（セメント改良土盛立部）設置地盤に埋立土が分布している。
- (2) 入力津波の設定における地形条件を決定するためには、埋立土の液状化及び揺すり込み沈下による影響を考慮する必要がある。
- (3) したがって、埋立土のデータ拡充をしたうえで液状化に対する評価、揺すり込み沈下による防潮堤（セメント改良土盛立部）への影響評価を行っていく。

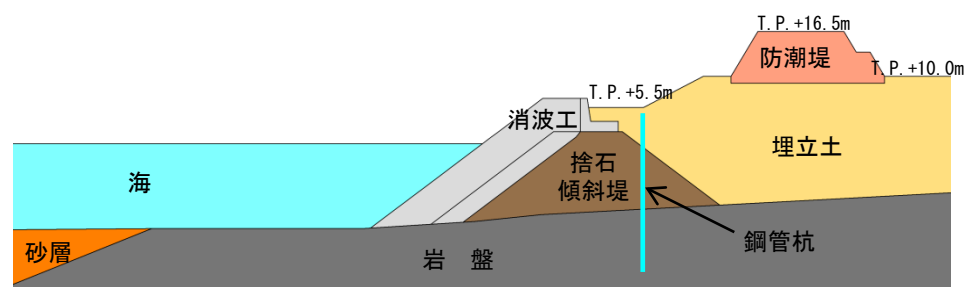
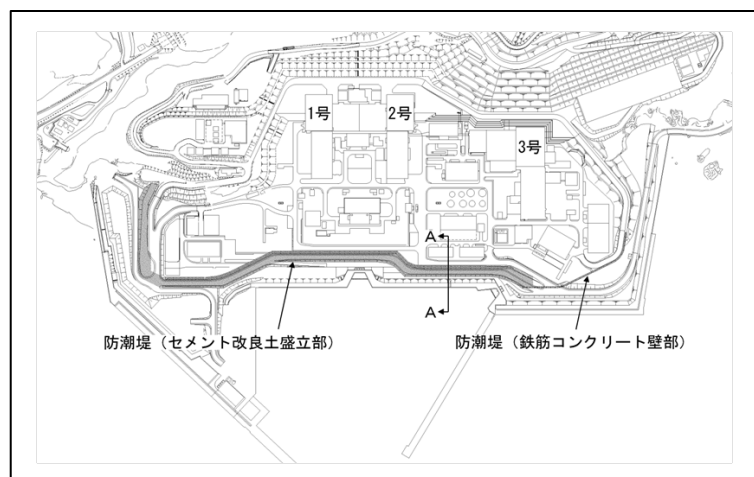
○検討状況

<当初の評価>

- (1) 埋立土には発電所造成時の掘削岩砕を使用しており、埋立土の液状化については道路橋示方書※に基づき、埋立土の粒度分布特性から、液状化の判定は不要と評価していた。

<今後について>

- (1) 埋立土の性状データを拡充するために、追加地質調査及び室内試験を行っている。
- (2) 今後、主な項目として、埋立土の液状化に関する評価、防潮堤（セメント改良土盛立部）の地盤状況の違いによる揺すり込み沈下に対する防潮堤（セメント改良土盛立部）への影響と対策について説明する。



A-A断面

2. 4. 3 防潮堤（鉄筋コンクリート壁部）の検討状況

平成28年7月26日の審査会合において、津波防護施設としての防潮堤（鉄筋コンクリート壁部）の設置地盤の検討内容について、以下のとおり説明を行った。

- (1) 防潮堤（鉄筋コンクリート壁部）の海側に砂層が分布しており、地震時の砂層の液状化による地盤の沈下が懸念される。
- (2) 入力津波の設定における遡上解析に用いる地形条件及び防潮堤（鉄筋コンクリート壁部）の地震時の評価については、砂層の液状化の影響を考慮した評価が必要である。

○ 検討状況

<当初の評価>

- (1) 砂層については、既往地質調査結果から、緩い砂層 ($N < 20$) 及び締まった砂層 ($N > 50$) により分類し、緩い砂層についてはN値が低いこと等から液状化強度試験に基づく液状化パラメータを設定し、評価を実施していた。
- (2) 締まった砂層については、締まった砂層の下位の深度25m程度以深に分布するN値が概ね50以上の締った砂層であり、既往文献レビュー等から、非液状化層として評価していた。

<今後について>

- (1) 泊発電所の基準地震動の規模、既往地質調査結果の増強等を考慮し、砂層のデータを拡充するために、追加地質調査及び室内試験を行い、砂層の区分及び液状化パラメータの再評価を行っている。
- (2) 液状化対策として、防潮堤（鉄筋コンクリート壁部）付近の砂層については、海側埋立土の沈下抑制を目的とした地盤改良工事を実施している。
- (3) 今後、砂層の液状化の再評価結果、並びに防潮堤（鉄筋コンクリート壁部）に対する液状化の影響と対策内容及び評価について説明する。

