

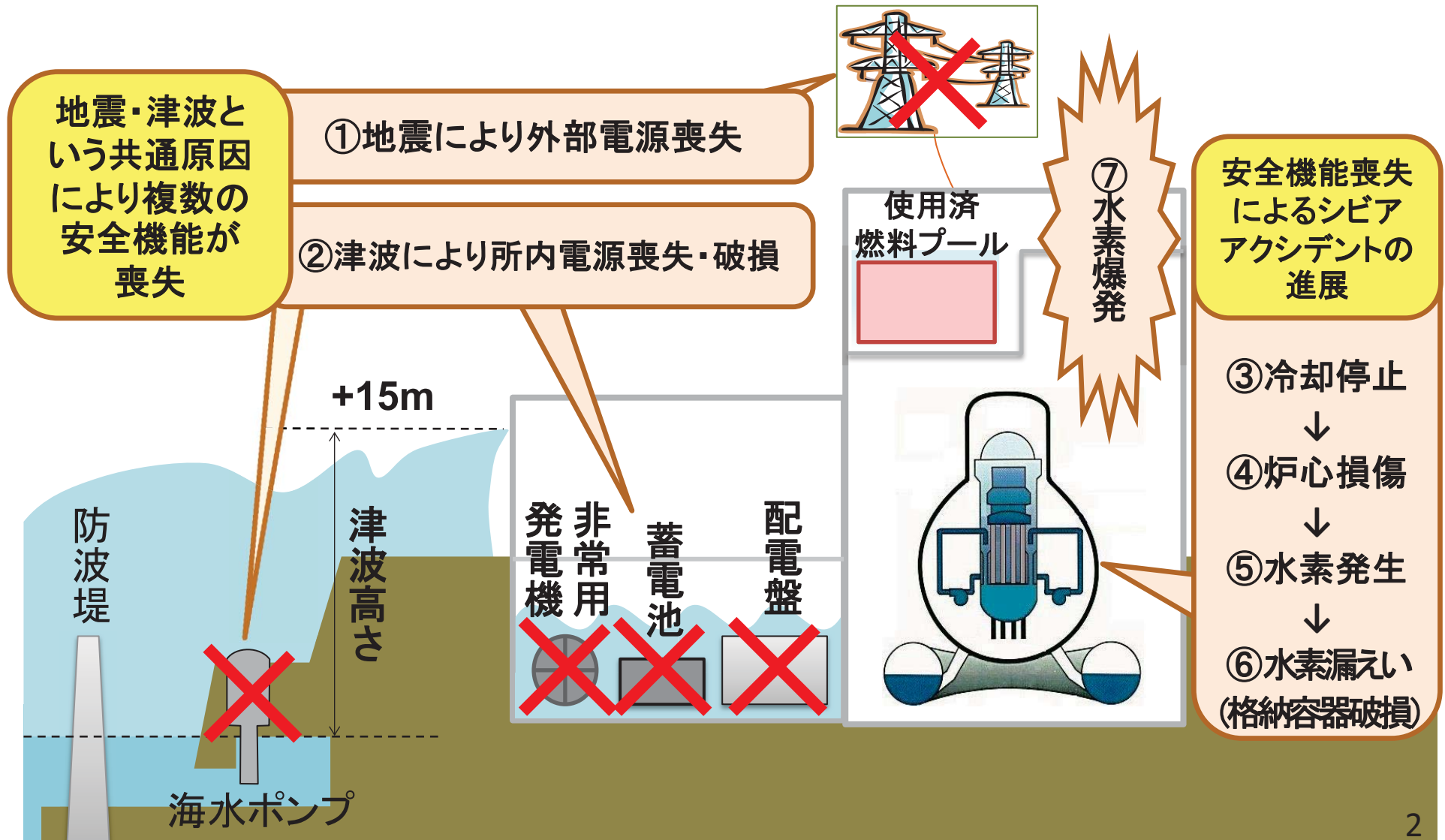
伊方発電所3号炉の設置変更に関する 審査書の概要

平成27年8月

1. 新規制基準の概要

福島第一原発事故における教訓

- 福島第一原発事故では地震や津波などの共通原因により複数の安全機能が喪失。
- さらに、その後のシビアアクシデントの進展を食い止めることができなかった。



新規制基準の基本的な考え方と主な要求事項

➤ 共通原因による機能喪失及びシビアアクシデントの進展を防止するための基準を策定

共通原因による
安全機能の複数
喪失を防止
(シビアアクシデ
ントの防止)

(従来の対策は不十分)

大規模な自然災害
への対応強化

火災・内部溢水・停
電などへの耐久力
向上

- 地震・津波の想定手法を見直し
- 津波浸水対策の導入
- 火山・竜巻・森林火災も想定
- 火災対策の強化・徹底
- 内部溢水対策の導入
- 外部電源の信頼性向上
- 所内電源・電源盤の多重化・分散配置
- モニタリング・通信システム等の強化

万一シビアアクシ
デントが発生して
も対処できる設備・
手順の整備

(これまで要求せず)

炉心損傷の防止

格納容器の閉じ込
め機能等の維持

放射性物質の拡散
抑制

指揮所等の支援機
能の確保

原子炉建屋外設備
が破損した場合等
への対応

- 原子炉の停止対策の強化
- 原子炉の減圧対策の強化
- 原子炉への注水・除熱対策の強化
- 使用済燃料プールへの注水対策の強化
- 格納容器の破損防止対策の強化
- 建屋等の水素爆発防止対策の導入
- 放射性物質の拡散抑制対策の導入
- 緊急時対策所
- 原子炉から100m離れた場所に電源車等を保管。更なる信頼性向上対策として常設化(特定重大事故等対処施設)

テロや航空機
衝突への対応

(これまで要求せず)

(対策に共通性)

従来の基準と新基準との比較

- ▶ 従来と比較すると、シビアアクシデントを防止するための基準を強化するとともに、万一シビアアクシデントやテロが発生した場合に対処するための基準を新設

＜従来の規制基準＞

シビアアクシデントを防止するための基準(いわゆる設計基準)
(単一の機器の故障を想定しても炉心損傷に至らないことを確認)

自然現象に対する考慮
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

＜新規制基準＞

意図的な航空機衝突への対応
放射性物質の拡散抑制対策
格納容器破損防止対策
炉心損傷防止対策 (複数の機器の故障を想定)
内部溢水に対する考慮(新設)
自然現象に対する考慮 (火山・竜巻・森林火災を新設)
火災に対する考慮
電源の信頼性
その他の設備の性能
耐震・耐津波性能

新設 (テロ対策)
新設 (シビアアクシデント対策)

強化又は新設

強化

2. 伊方発電所3号炉の 設置変更に関する 審査書の概要

伊方発電所 3号炉の審査の経緯

2013年7月8日 新規制基準施行

同日 四国電力が設置変更許可申請書を提出

2013年7月16日～

公開の審査会合での審査(原子力規制委員、規制庁審査官)

※74回の審査会合と3回の現地調査を実施

※約400回のヒアリング実施

2015年5月20日

原子力規制委員会で設置変更許可に係る審査結果のとりまとめ、意見募集(パブリックコメント)の実施了承、原子力委員会・経済産業大臣への意見聴取の決定

(5月21日～6月19日まで意見募集)

2015年7月15日

原子力規制委員会で意見募集及び関係機関(原子力委員会、経済産業大臣)への意見聴取の結果を踏まえ、設置変更許可を決定。

伊方発電所 3 号炉の設置変更に関する 審査書の概要

＜本日の説明の順序＞

(1) 重大事故の発生を防止するための対策

- 地震・津波などの自然現象及び人為事象への対策の強化
- 火災対策、溢水対策等

(2) 重大事故の発生を想定した対策

- 「止める」ための対策(原子炉停止対策)
- 「冷やす」ための対策(炉心損傷防止対策)
- 「閉じ込める」ための対策(格納容器破損防止対策)
- 訓練などのソフト面での対策

(3) 放射性物質の拡散抑制対策等

- 「抑える」ための対策(放射性物質拡散抑制対策)
- 大規模な損壊が発生した場合の対応

(1) 重大事故の発生を 防止するための対策

格納容器を守り「閉じ込める」対策
(水素爆発対策等)

原子炉を「冷やす」多様な対策
(炉心への代替注水等)

原子炉を確実に「止める」対策
(ほう酸注入等)

重大事故(炉心溶融)等の発生を想定

事故(炉心損傷)への拡大防止

- ・放射性物質を「閉じ込める」格納容器
- ・原子炉を「冷やす」JECS等
- ・原子炉を「止める」制御棒

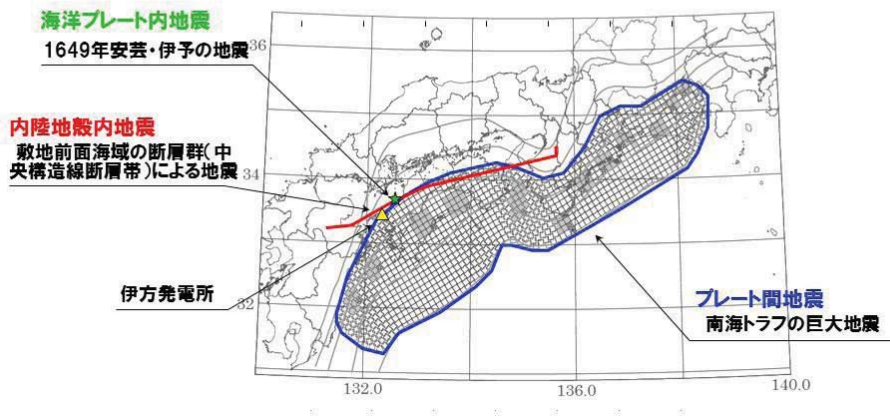
事故の発生を防止

- ・内部溢水、火山、竜巻、森林火災対策(新設)
- ・火災に対する考慮(強化)
- ・電源の信頼性(強化)
- ・耐震・耐津波性能(強化)

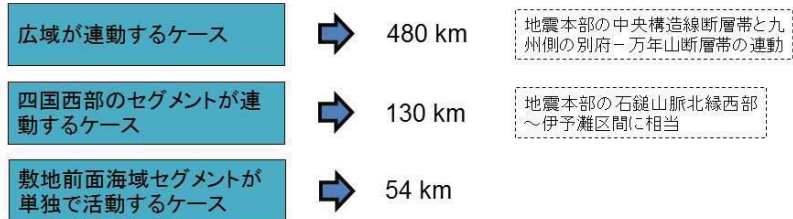
基準地震動

- 内陸地殻内地震の敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)による地震について、事業者は申請当初、地震調査委員会の知見よりも断層長さの短いケースで評価していたため、審査において、より長い連動ケースを検討するよう指摘し、中央構造線断層帯と別府-万年山断層帯が連動する断層長さ約480kmを基本モデルとした評価に変更。また、部分破壊も考慮し、断層長さ約130km及び約54kmのケースについても評価。応答スペクトルに基づく評価により基準地震動S_s-1、断層モデルを用いた手法による評価でS_s-1を上回る8波を基準地震動S_s-2-1～ S_s-2-8に設定。
- 海洋プレート内地震としては1649年安芸・伊予の地震を考慮した想定スラブ内地震、プレート間地震としては南海トラフの巨大地震(M9.0)をもとにした評価の結果、基準地震動S_s-1を下回ることを確認。
- 震源を特定せず策定する地震動として、全サイト共通に適用するMw6.5未満の地震は北海道留萌支庁南部地震を考慮した地震動(S_s-3-1)を、地域性を考慮して適用するMw6.5以上の地震は鳥取県西部地震の震源近傍での観測記録に基づく地震動(S_s-3-2)を設定。

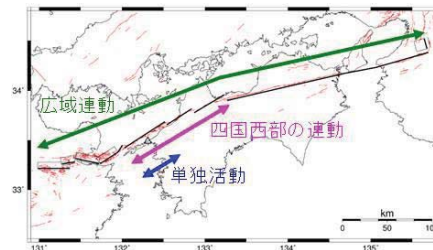
内陸地殻内地震 : 敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)による地震
海洋プレート内地震 : 1649年安芸・伊予の地震(M6.9)
プレート間地震 : 南海トラフの巨大地震(M9.0 内閣府検討会 陸側ケース)



敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)の活動区間としては



が想定されるが、最大規模を想定するとの観点から、480kmを基本震源モデルの長さとする。しかし、部分破壊も考慮することとし、130kmモデル、54kmモデルでも評価を行う。

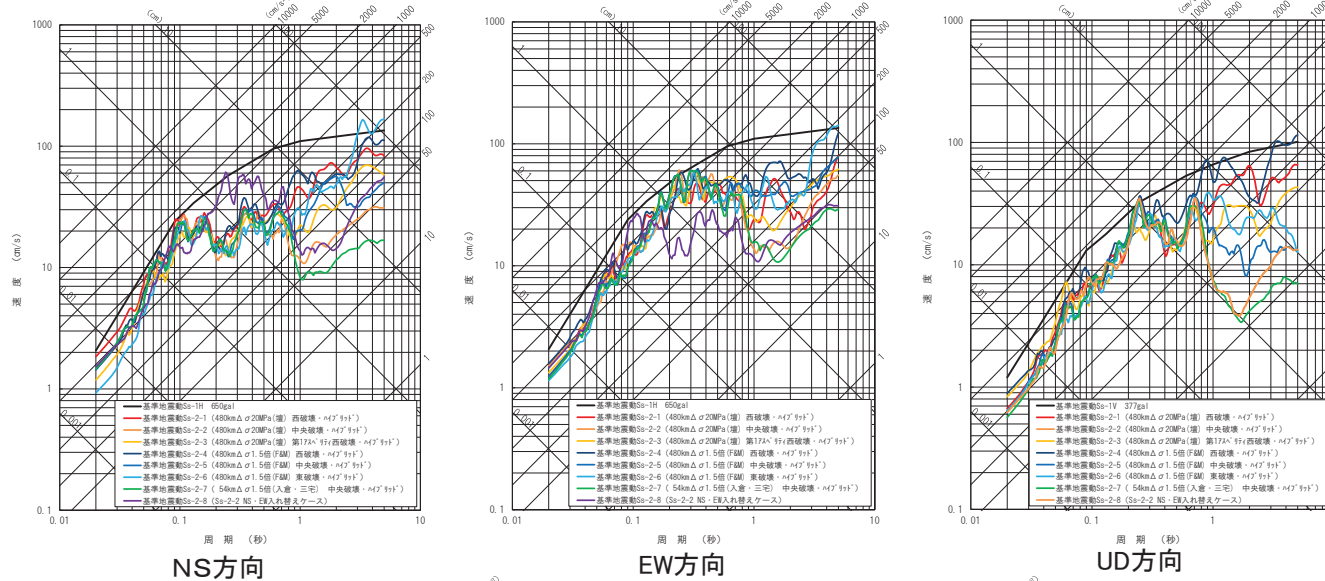


(出典:四国電力説明資料に一部加筆)

基準地震動

→ 11種類の基準地震動を設定。

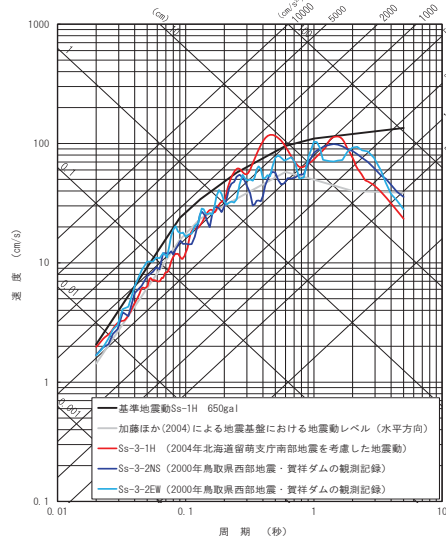
申請当初の最大加速度570ガルから650ガルに引き上げ。



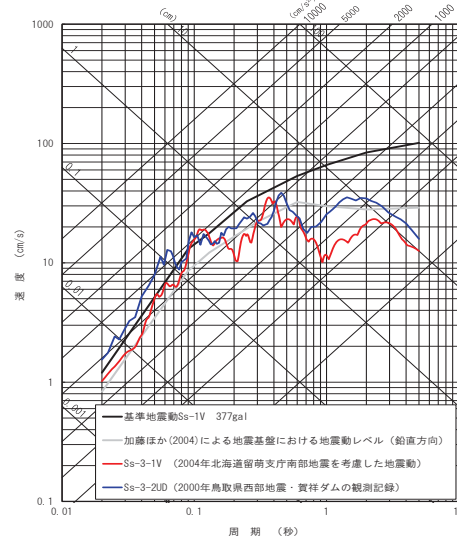
NS方向

EW方向

UD方向



水平方向



鉛直方向

【敷地ごとに震源を特定して策定する地震動】

(敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)による地震)

Ss-1:

応答スペクトル法

Ss-2-1~Ss-2-8:

断層モデルを用いた手法

【震源を特定せず策定する地震動】

Ss-3-1:

2004年北海道留萌支庁南部地震

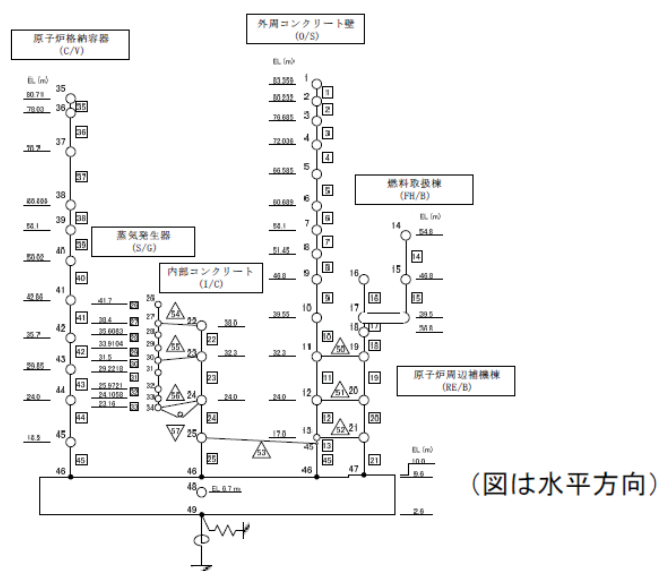
Ss-3-2:

:2000年鳥取県西部地震

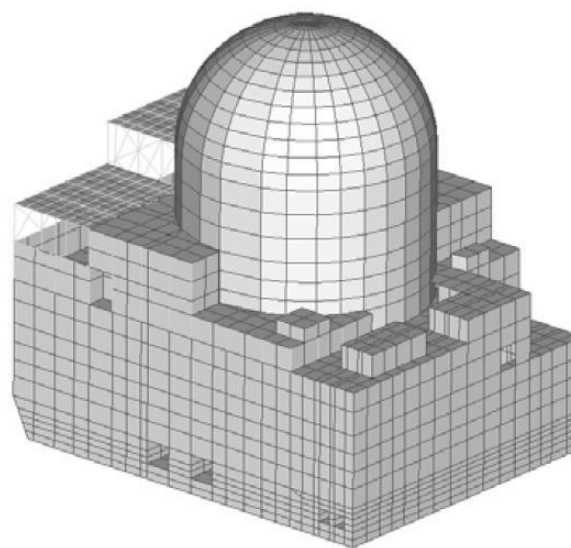
(出典: 四国電力説明資料に一部加筆)

耐震設計方針

- 発電所の施設・設備等を耐震重要度に応じてSクラス、Bクラス及びCクラスに分類し、クラスに応じて適用する地震力に対して安全機能が損なわれるおそれがないように設計することを確認。
- 津波対策施設等についても、地震力に対してそれぞれの施設等に要求される機能が保持できるよう設計することを確認。
- 耐震設計に用いる基準地震動 S_s 及び弾性設計用地震動 S_d による地震力は、水平2方向及び鉛直方向について適切に組み合わせて算定することを確認。



多質点多軸モデル(原子炉建屋) (四国電力説明資料を一部抜粋)



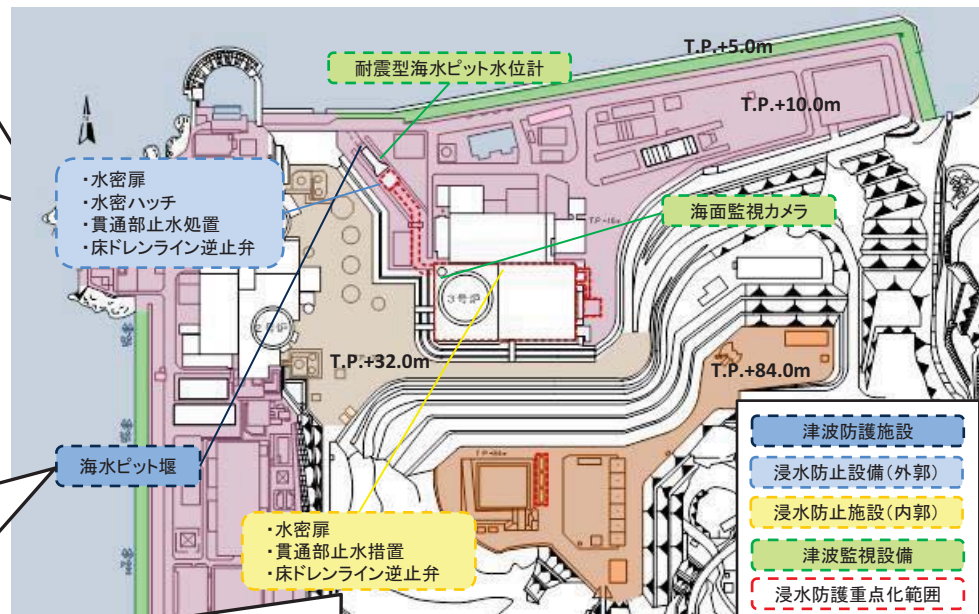
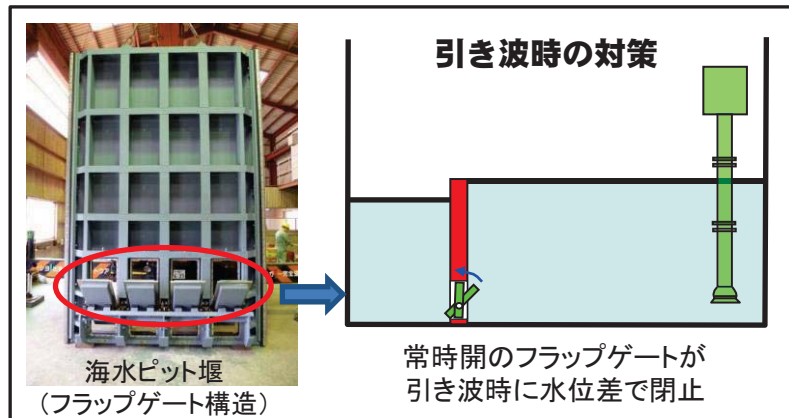
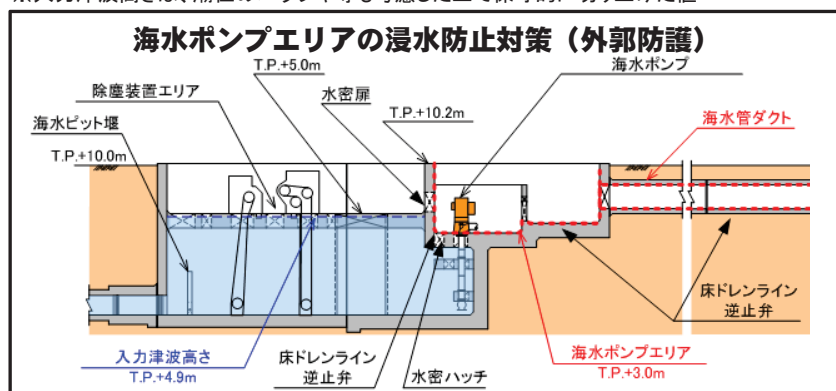
3次元FEMモデル(原子炉建屋)

(四国電力説明資料を一部抜粋)

基準津波及び耐津波設計方針

- 地震による津波の波源として、伊予セグメント、敷地前面海域の断層群及び別府一万年山断層帯の連動を考慮するとともに、別府湾沿岸部での痕跡高を再現している大分県モデルを基本とした。
- 上記の津波と伊予灘沿岸部の陸上地すべりによる津波との組合せを考慮して、基準津波を設定。
- 3号炉北側での入力津波高さ8.7mに対し、敷地高さが10m以上であり津波の遡上はない。取水路からの浸水(海水ピットポンプ室の入力津波高さ4.9m)を防止するため、海水ポンプエリアを約10mまで水密化。
- 引き波時の対策として海水ピット堰を設置し、海水ポンプによる取水性を確保。

※入力津波高さは、潮位のバラツキ等も考慮した上で保守的に切り上げた値



原子炉建屋等の浸水防止対策（内郭防護）

内部溢水との重畳も考慮した浸水防止対策として、原子炉建屋・原子炉補助建屋とタービン建屋の境界には、水密扉等を設置。

自然現象及び人為事象への対策①

【要求事項】

外部からの衝撃による損傷の防止

- 安全施設は、想定される自然現象（地震及び津波を除く。次項において同じ。）が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- 重要安全施設は、当該重要安全施設に大きな影響を及ぼすおそれがあると想定される自然現象により当該重要安全施設に作用する衝撃及び設計基準事故時に生ずる応力を適切に考慮したものでなければならない。
- 安全施設は、工場等内又はその周辺において想定される発電用原子炉施設の安全性を損なわせる原因となるおそれがある事象であって人為によるもの（故意によるものを除く。）に対して安全機能を損なわないものでなければならない。

自然現象及び人為事象への対策②

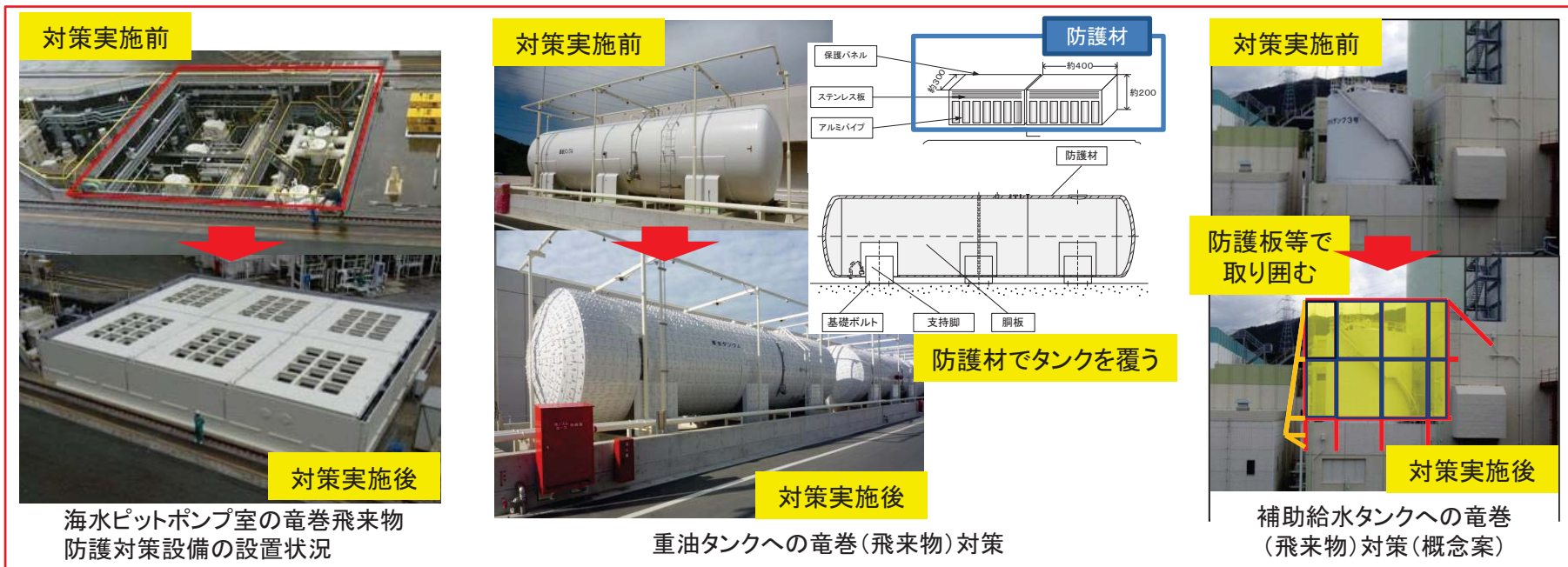
【確認結果】

＜自然現象＞

- 想定される自然現象（竜巻、森林火災、火山の影響、地滑り等）及びこれらの組合せを想定しても、安全施設の安全機能が損なわれない設計方針であることを確認。また、設計基準事故の影響が及ぶ期間に発生すると考えられる自然現象により重要安全施設に作用する衝撃と設計基準事故時に生じる応力を適切に考慮する設計方針であることを確認。

（竜巻対策）

風速100m/sの竜巻に対して、車両の固縛、飛来物に対する防護対策等を確認。



（出典：四国電力提供写真を使用）

自然現象及び人為事象への対策③

【確認結果】

(火山の影響対策)

阿蘇は現在の後カルデラ火山噴火ステージでの既往最大規模、それ以外の九重山等の火山は既往最大規模の噴火を考慮しても、敷地までは十分な距離があることから、火砕流等が発電所に及ぶ可能性は十分に小さいと評価。火山灰は最大層厚15cmと評価。

降下火砕物の直接的影響(機械的影響、化学的影響等)及び間接的影響(外部電源喪失及び交通の途絶)によって、安全機能が損なわれない方針を確認。

(森林火災対策)

森林火災を想定し、必要な防火帯幅や熱影響を考慮した離隔距離を確保する方針を確認。

<人為事象>

- 想定される人為事象(近隣工場等からの火災、有毒ガス等)を想定しても、安全施設の安全機能が損なわれない設計方針であることを確認。

(外部火災対策)

発電所敷地内に存在する危険物タンク火災等によって、安全機能が損なわれない設計方針を確認。

発電所近隣には、石油コンビナート等に相当する施設はないことを確認。



内部火災への対策①

【要求事項】

火災による損傷の防止

- ・ 設計基準対象施設は、火災により発電用原子炉施設の安全性が損なわれないよう、火災の発生を防止することができ、かつ、早期に火災発生を感知する設備（以下「火災感知設備」という。）及び消火を行う設備（以下「消火設備」といい、安全施設に属するものに限る。）並びに火災の影響を軽減する機能を有するものでなければならない。
- ・ 消火設備（安全施設に属するものに限る。）は、破損、誤作動又は誤操作が起きた場合においても発電用原子炉を安全に停止させるための機能を損なわないものでなければならない。

内部火災への対策②

【確認結果】

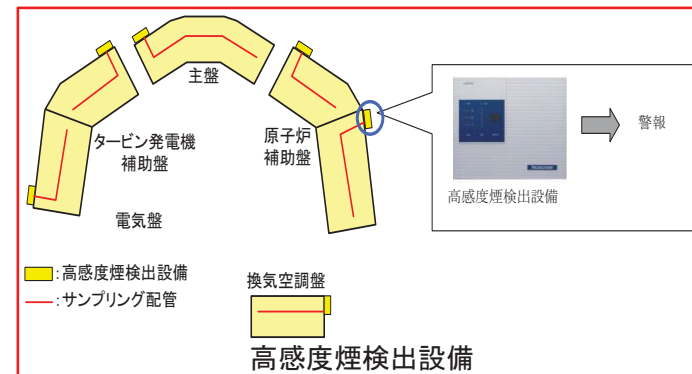
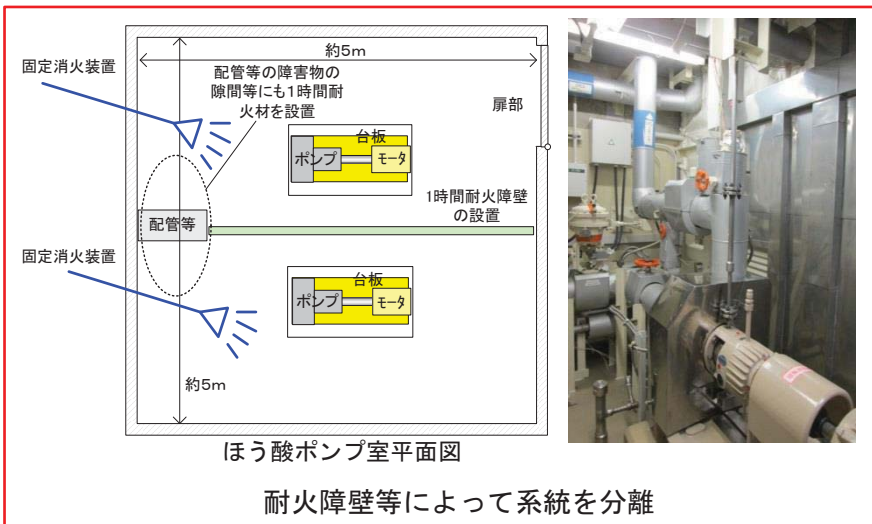
- 安全機能を有する構造物、系統及び機器を火災から防護することを目的として火災区域又は火災区画を設定し、火災発生防止、早期の火災感知・消火、影響軽減のそれぞれの方策により対策を講じる設計方針であることを確認。
 - ・火災発生防止のため、不燃性材料又は難燃性材料、難燃ケーブルを使用する方針を確認。
 - ・早期の火災感知のため、異なる種類の火災感知器を組み合わせて設置する方針を確認。また、火災区域又は火災区画には、消火設備として、原則ハロン消火設備を使用する方針を確認。
 - ・影響軽減のため、原子炉停止、冷却等に必要な安全機能の系統分離方針(3時間以上の耐火能力を有する隔壁等)を確認。

原子炉格納容器の火災影響軽減対策

- 火災源の影響の限定化
- 消火活動の手順の整備・訓練等

原子炉制御室の火災影響軽減対策

- 火災の早期発見のための高感度煙検出設備設置
- 常駐運転員の消火訓練等



- 外部火災対策を含めた火災防護対策実施のために必要な手順等を定めた火災防護計画を策定する方針を確認。



内部溢水への対策①

【要求事項】

溢水による損傷の防止

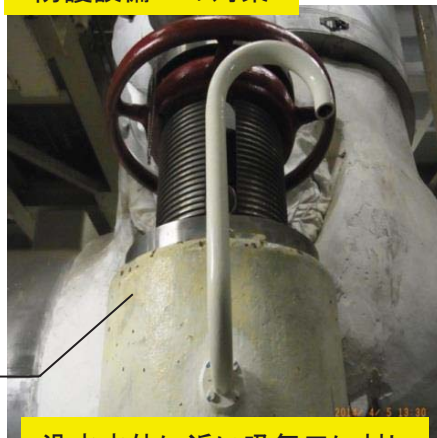
- 安全施設は、発電用原子炉施設内における溢水が発生した場合においても安全機能を損なわないものでなければならない。
- 設計基準対象施設は、発電用原子炉施設内の放射性物質を含む液体を内包する容器又は配管の破損によって当該容器又は配管から放射性物質を含む液体があふれ出た場合において、当該液体が管理区域外へ漏えいしないものでなければならない。

内部溢水への対策②

【確認結果】

- 没水、被水、蒸気の影響により、防護対象設備の安全機能が損なわれない設計であることを確認。
 - ・溢水源として、機器の破損、消火水の放水、地震等による機器の破損等を想定することを確認。
 - ・溢水によって発生する外乱に対する評価方針を確認。
- 放射性物質を含む液体の管理区域外への漏えいを防止するための設計方針を確認。

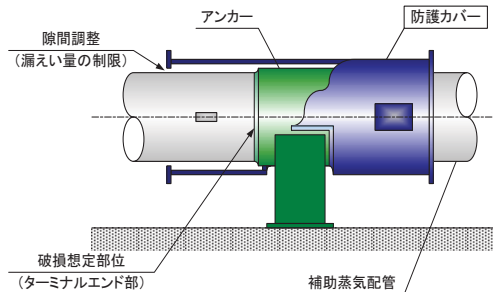
防護設備への対策



主蒸気隔離弁の
アクチュエータ

没水水位に近い吸気口に対して、ノズルを設置して嵩上げ

溢水源への対策



配管破損時の蒸気漏えい量を制限するため、防護カバーを設置

溢水経路への対策

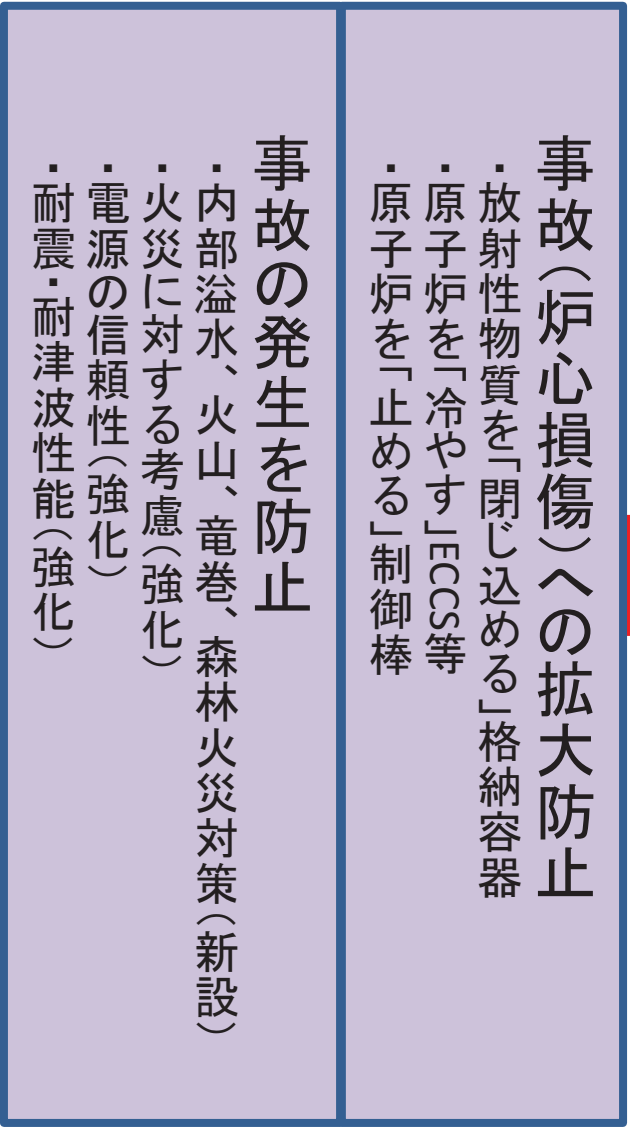


高圧注入ポンプの
補助油ポンプ



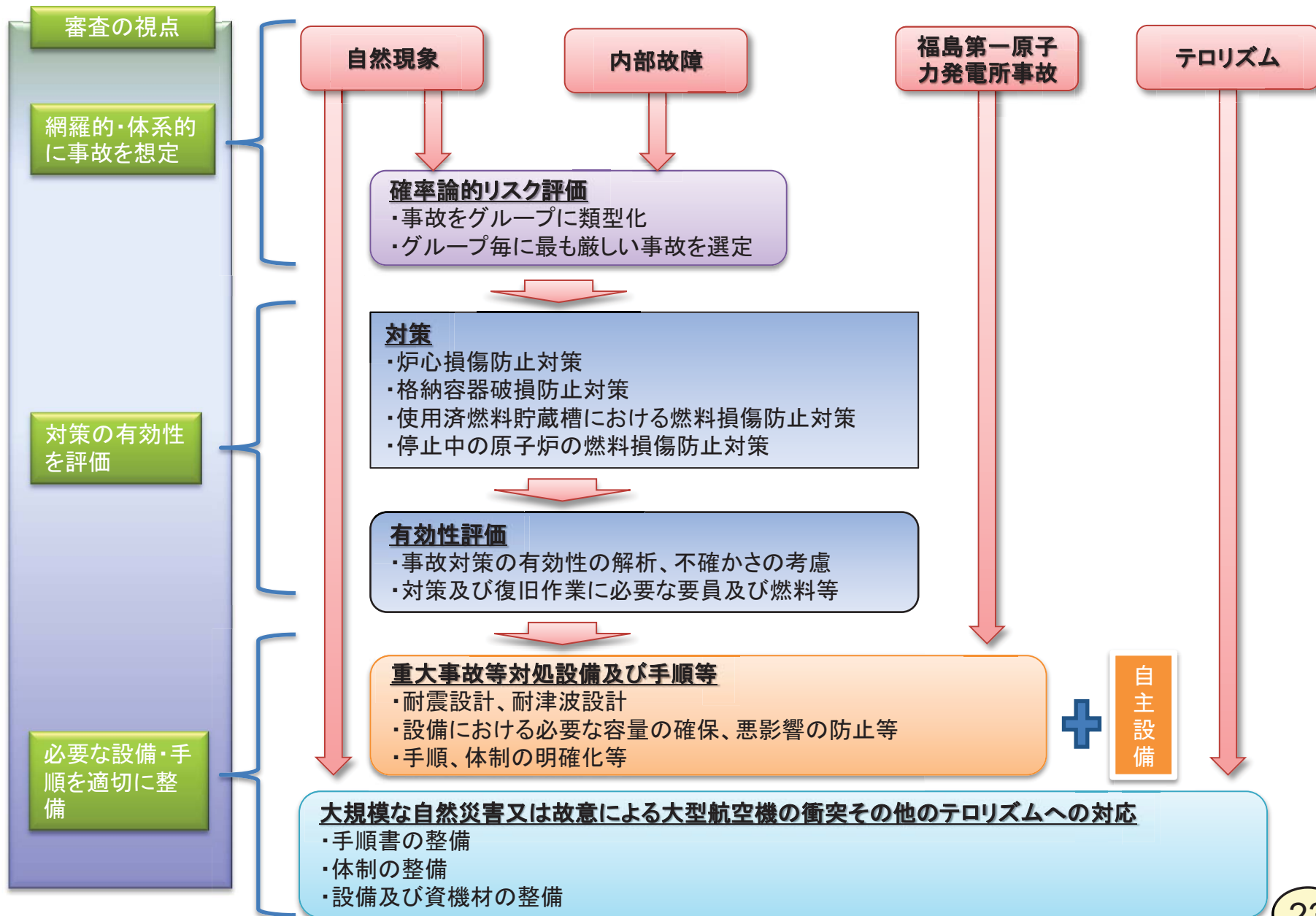
流入・流出を防止するため、
浸水防止堰を設置

(2) 重大事故の発生を 想定した対策



等

重大事故等対処に係る審査の概要



重大事故等対処に係る有効性評価

重大事故等への対処が有効であることを示すため、評価対象とする事故シーケンスを整理し、対応する評価項目を設定したうえで、計算プログラムを用いた解析等を踏まえ、設備、手順及び体制の有効性を評価

有効性評価

- 重大事故等対処設備を用いて、事故が収束し、安定状態に移行できることを確認
- 必要となる水源、燃料及び電源を確認し、7日間継続してこれらの資源が供給可能であることを確認 等

- 要員確保の観点で、時間外、休日（夜間）でも対処可能な体制であることを確認
- 必要な作業が所要時間内に実施できる手順であることを確認
- 手順着手の判断基準が適切であることを確認 等

重大事故等への対策

設備の設置
(ハード対策)

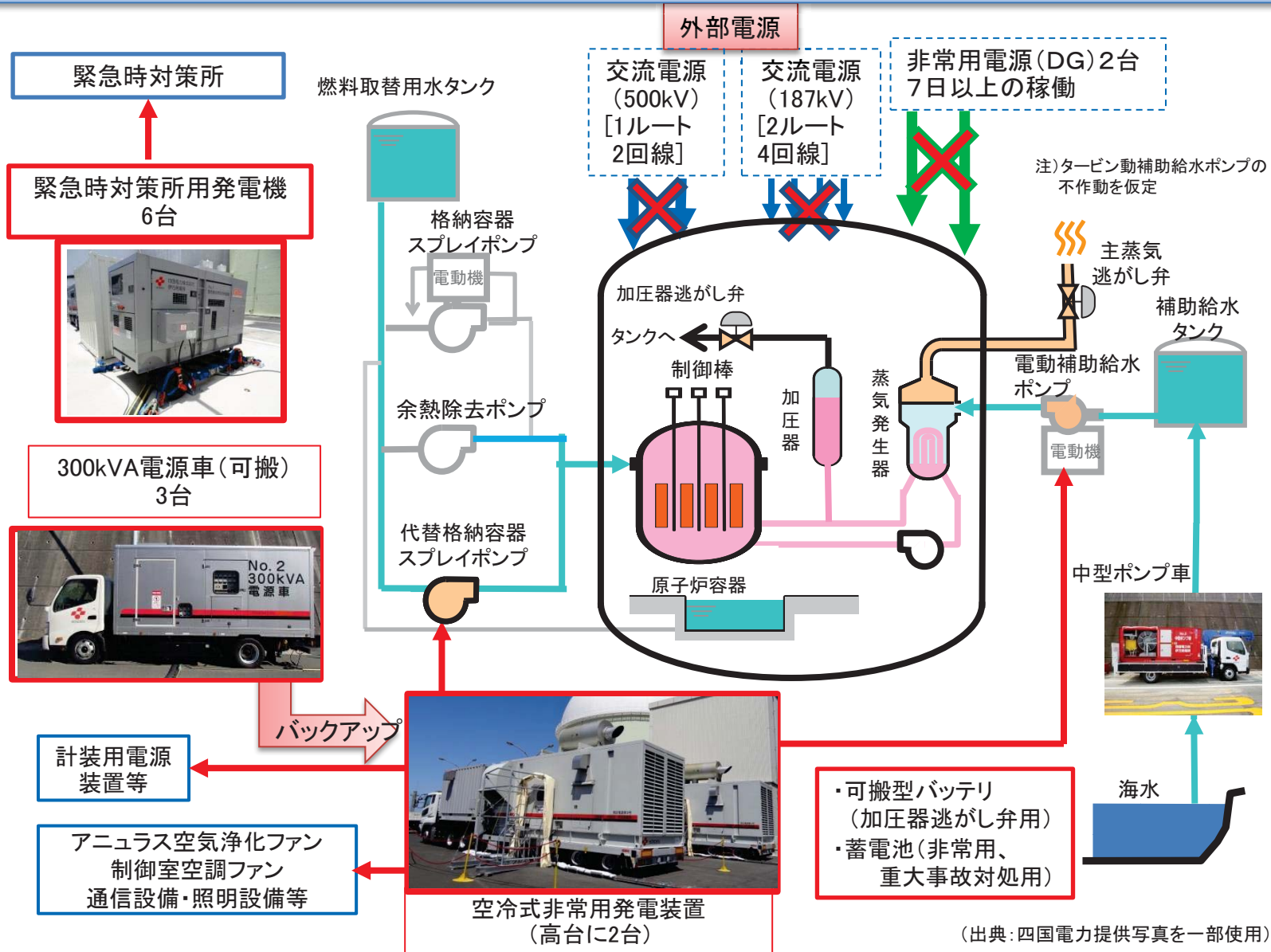


手順及び体制の整備
(ソフト対策)

※解析コード及び解析条件の不確かさとして、運転員等操作時間に与える影響、評価項目となるパラメータに与える影響及び要員の配置による他の操作に与える影響を確認し、それらの影響を踏まえても評価項目を満足することを感度解析等による確認

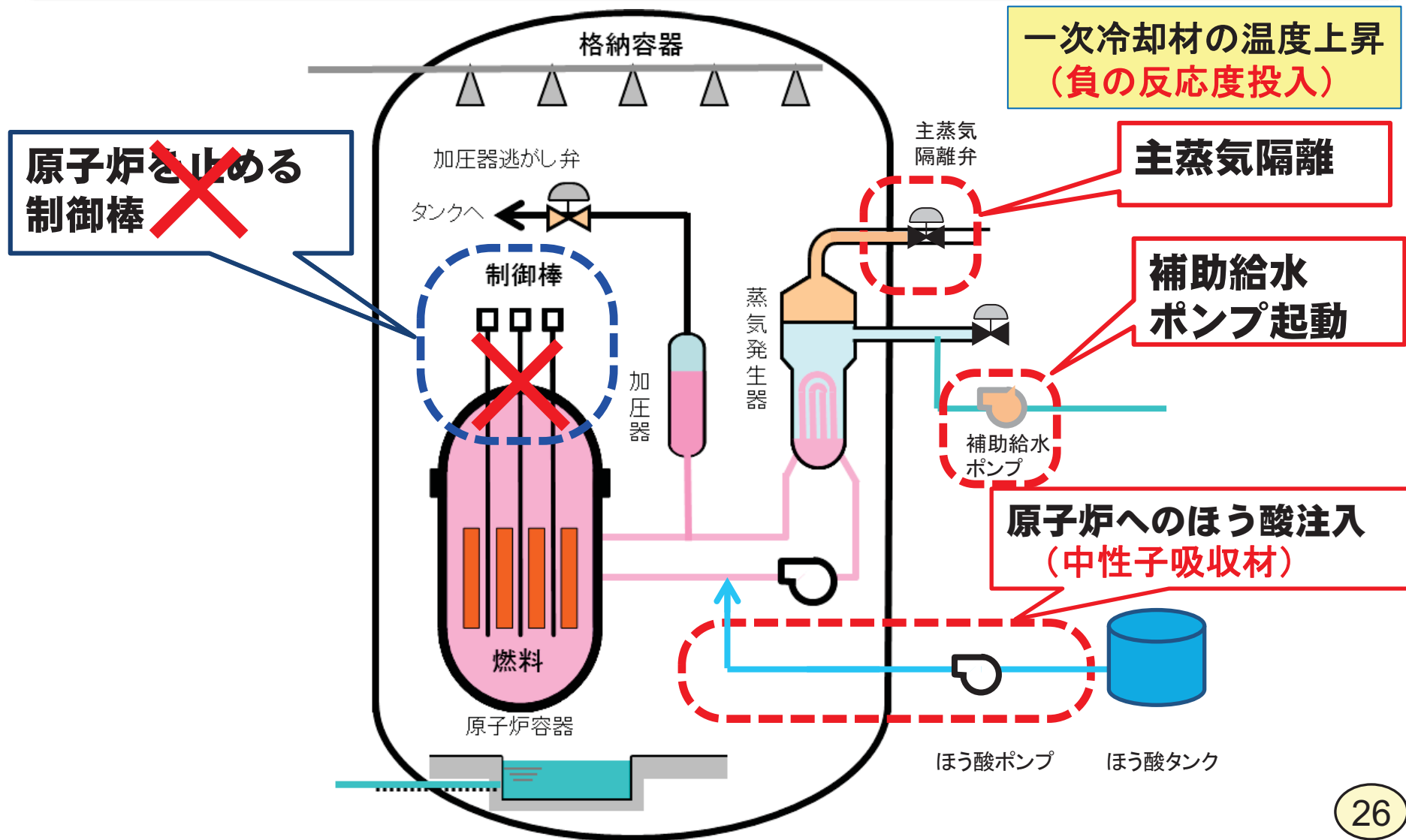
電源の確保(全交流動力電源喪失(SBO)対策)

全交流動力電源が喪失した場合でも、炉心の著しい損傷、原子炉格納容器の破損等を防止するために**必要な電力を確保**することを要求



原子炉を停止させる対策(止める)

原子炉の緊急停止装置が機能しないおそれがある場合又は実際に機能しない場合でも、炉心損傷に至らせないための対策を要求



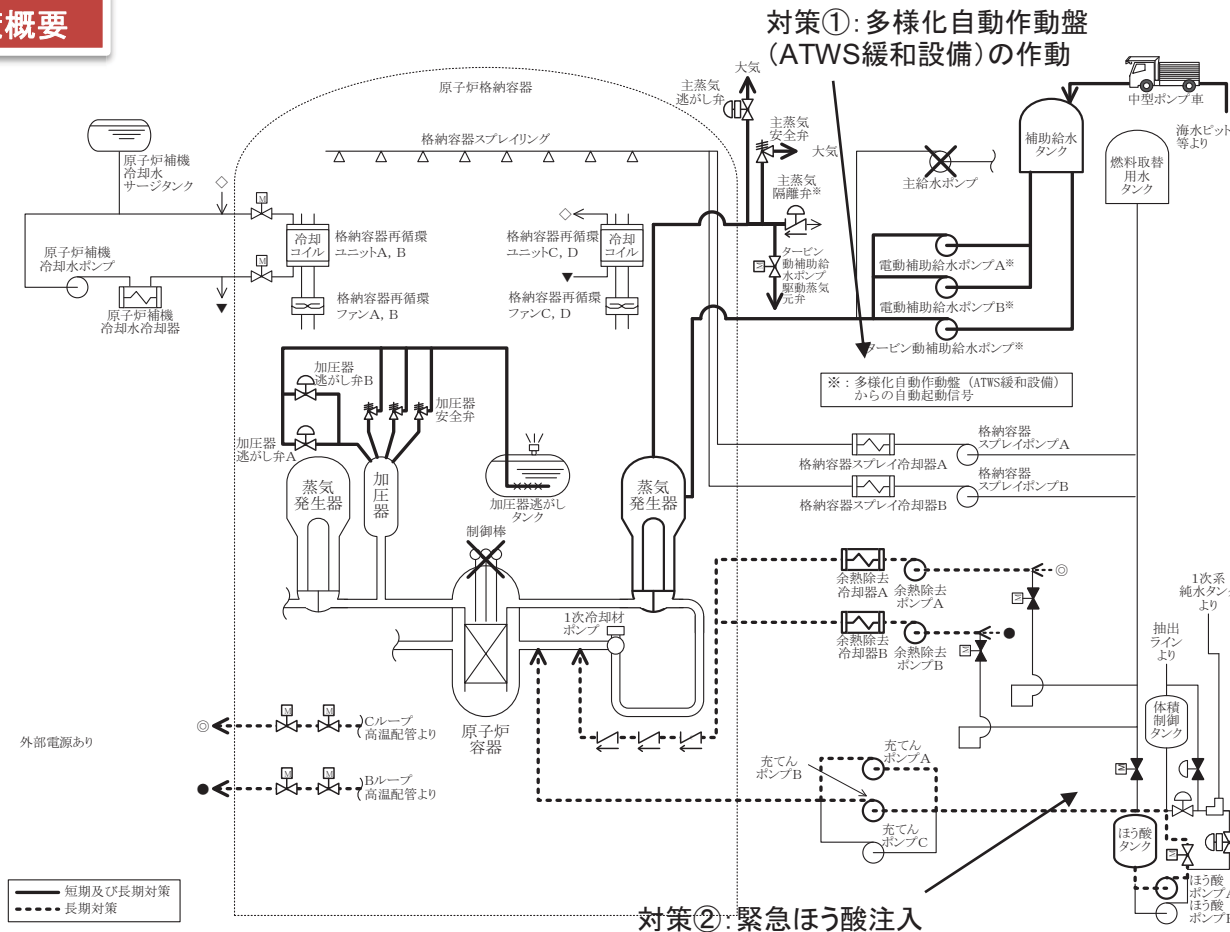
原子炉を停止させる対策(止める) (原子炉停止機能喪失(ATWS)対策①)

【要求事項】「原子炉停止機能喪失」において、最も厳しい事故シーケンスに対し、炉心損傷を防止すること

事故想定

主給水流量喪失時に原子炉自動停止機能が喪失する事故

対策概要



主な設備及び手順等

- 手動による原子炉緊急停止
 - ・原子炉トリップスイッチ
- 自動作動による原子炉出力の抑制
 - ・多様化自動作動盤(ATWS緩和設備)
 - ・主蒸気隔離弁
 - ・電動補助給水ポンプ 等
- 化学体積制御設備又は非常用炉心冷却設備を用いたほう酸の注入
 - ・ほう酸ポンプ
 - ・ほう酸タンク
 - ・充電ポンプ
 - ・燃料取替用水タンク 等
- 自主設備
 - ・MGセット電源
 - ・原子炉トリップしゃ断器スイッチ
 - ・制御棒操作スイッチ
 - ・タービントリップスイッチ

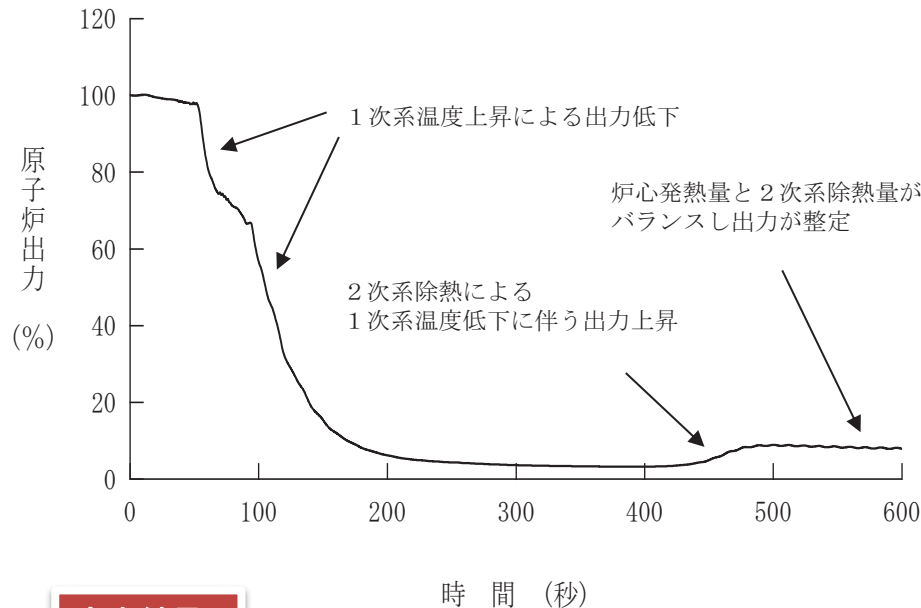
○: 要求事項
・: 申請者の対策

(出典: 四国電力説明資料に一部加筆)

原子炉を停止させる対策(止める) (原子炉停止機能喪失(ATWS)対策②)

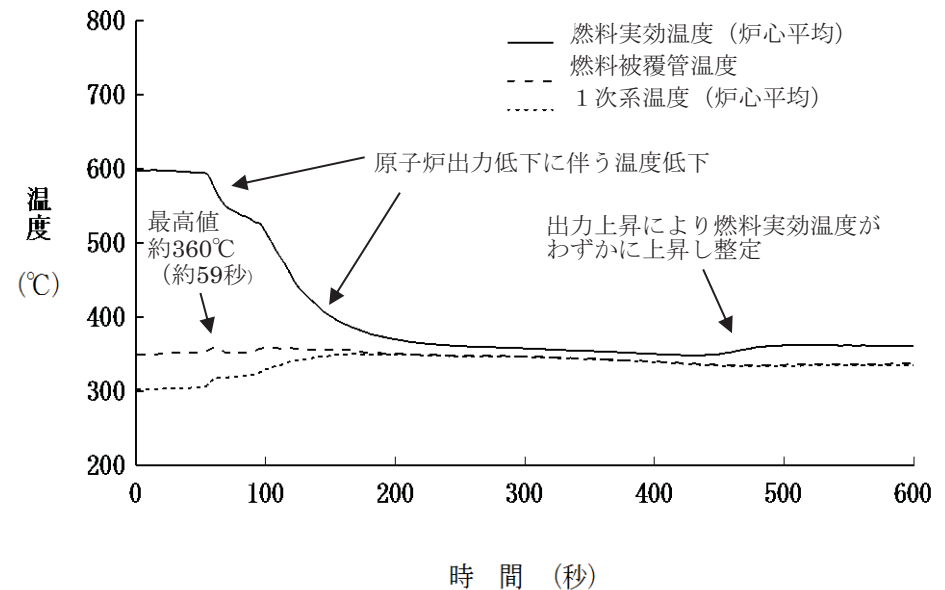
解析結果

原子炉出力の推移



燃料被覆管温度の推移

評価項目: 燃料被覆管の温度が1200°C以下であること



審査結果

(出典: 四国電力説明資料に一部加筆)

【設備及び手順】

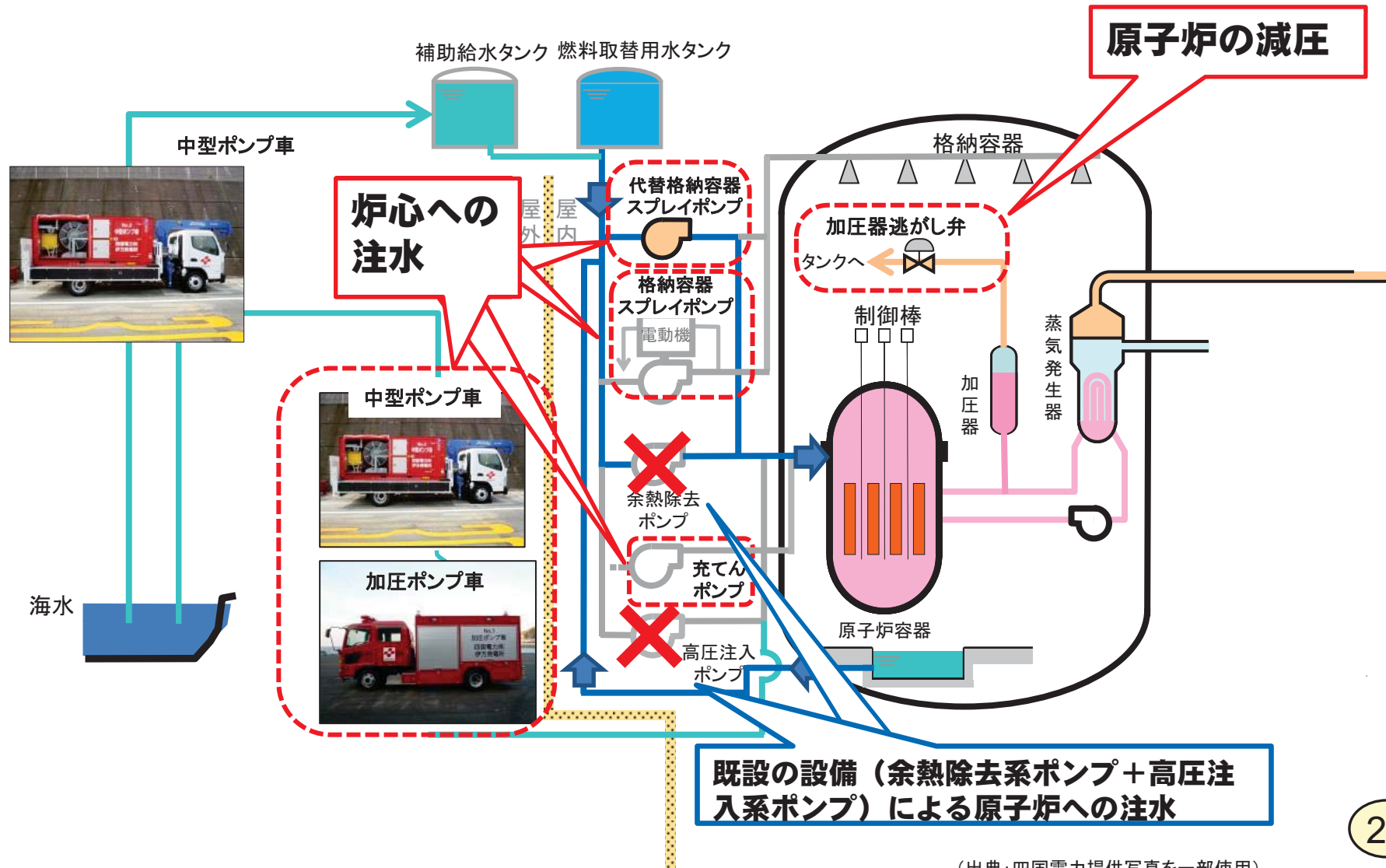
要求事項に対し設備・手順等が適切に整備されていることを確認し、要求事項に適合していると判断。

【有効性評価】

申請者の解析結果について炉心損傷防止対策の評価項目を満足していること、当該対策及び復旧作業に必要な要員及び燃料等について計画が十分であることを確認。よって「原子炉停止機能喪失」に対する炉心損傷防止対策が有効なものであると判断。

原子炉を冷やすための対策(冷やす)①

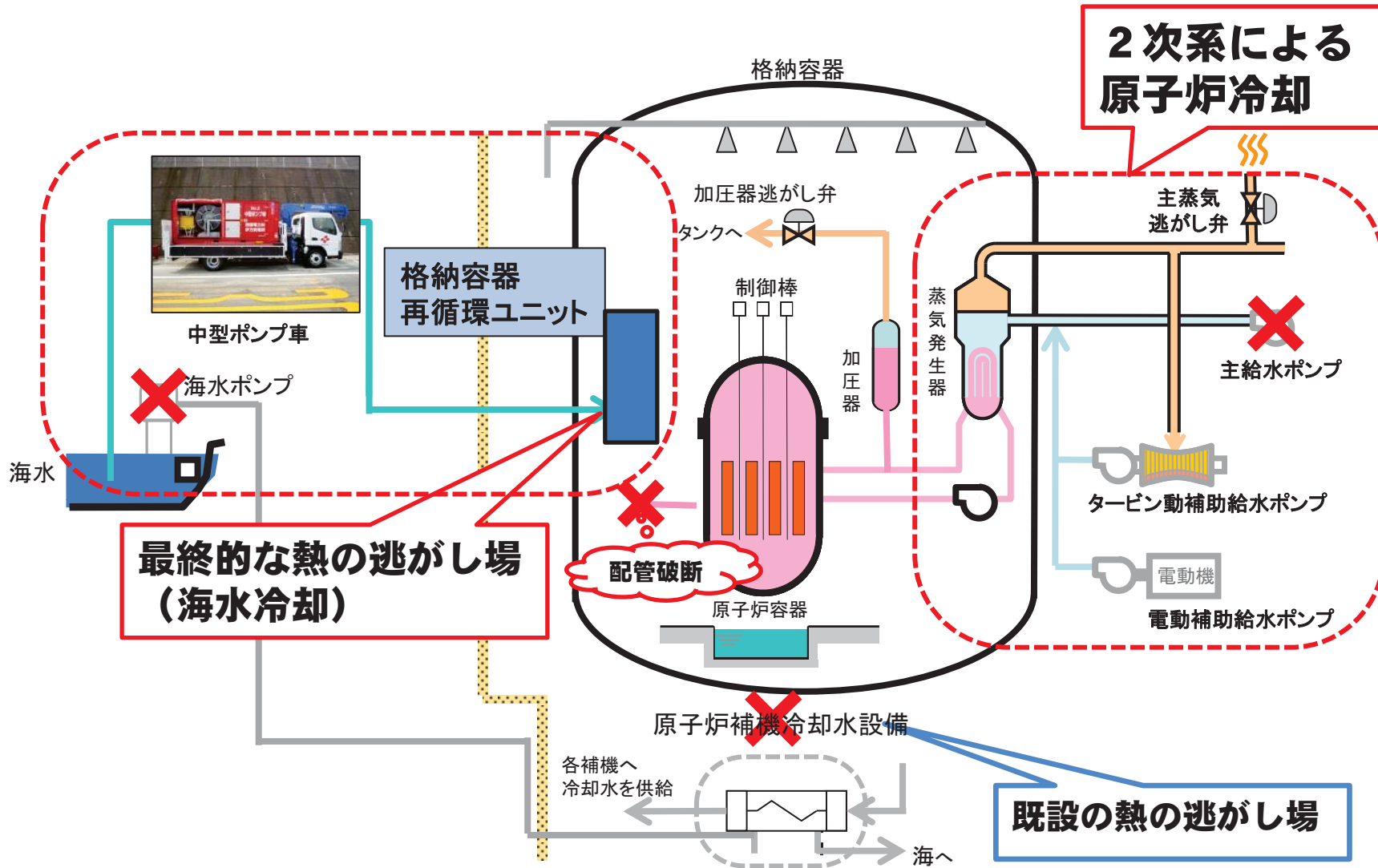
既存の対策が機能しない場合でも、炉心注水及び減圧によって、炉心損傷に至らせないための対策を要求



(出典: 四国電力提供写真を一部使用)

原子炉を冷やすための対策(冷やす)②

既存の対策が機能しない場合でも、**最終的な熱の逃がし場を確保し**、炉心損傷に至らせないための対策を要求



(出典: 四国電力提供写真を一部使用)

原子炉を冷やすための対策(冷やす) (ECCS注入機能喪失対策①)

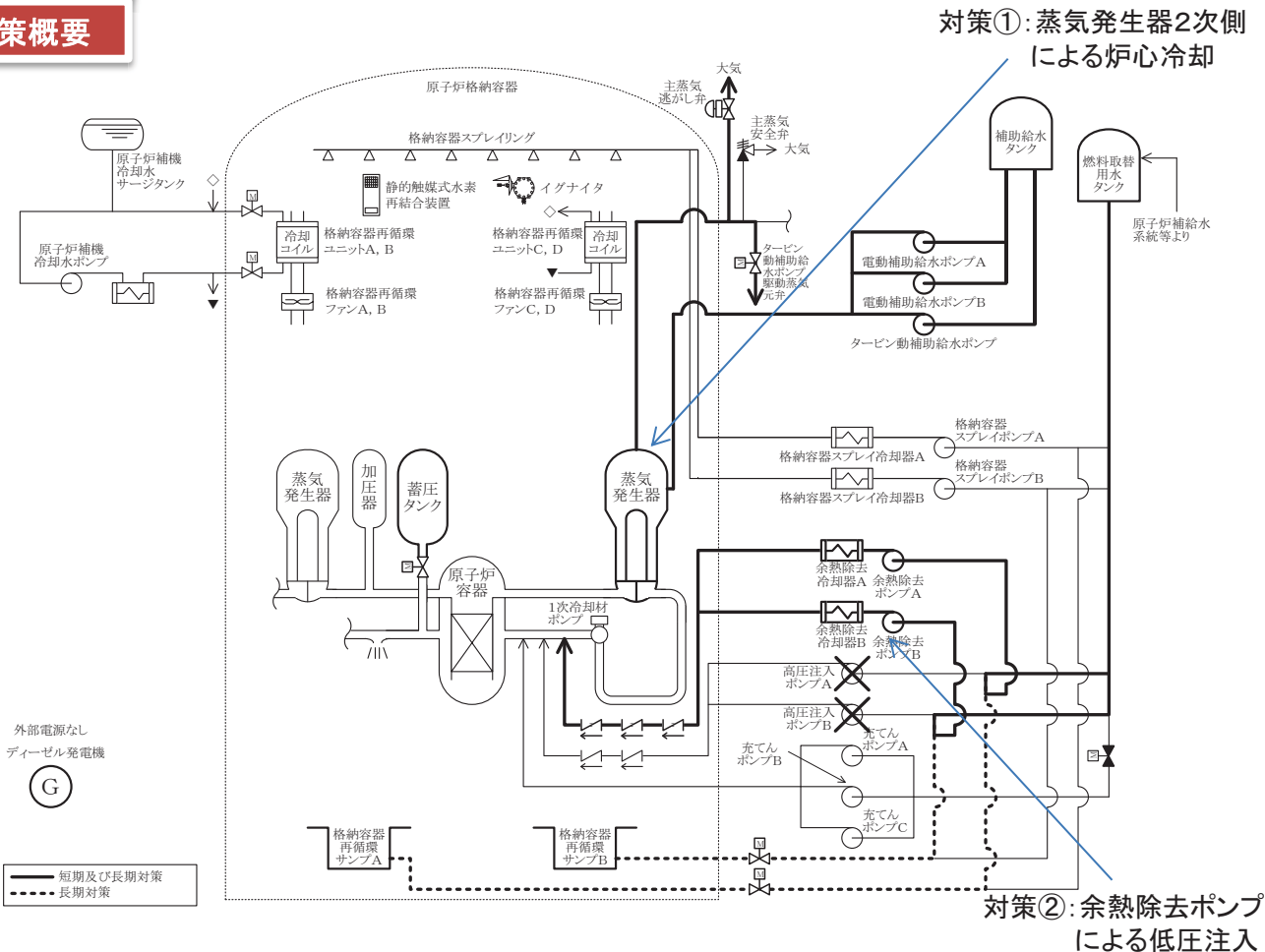
【要求事項】

事故シーケンスグループ「ECCS注水機能喪失」について、最も厳しい事故シーケンスに対して、炉心損傷を防止すること

事故想定

中破断LOCA時に、高圧注入機能が喪失する事故

対策概要



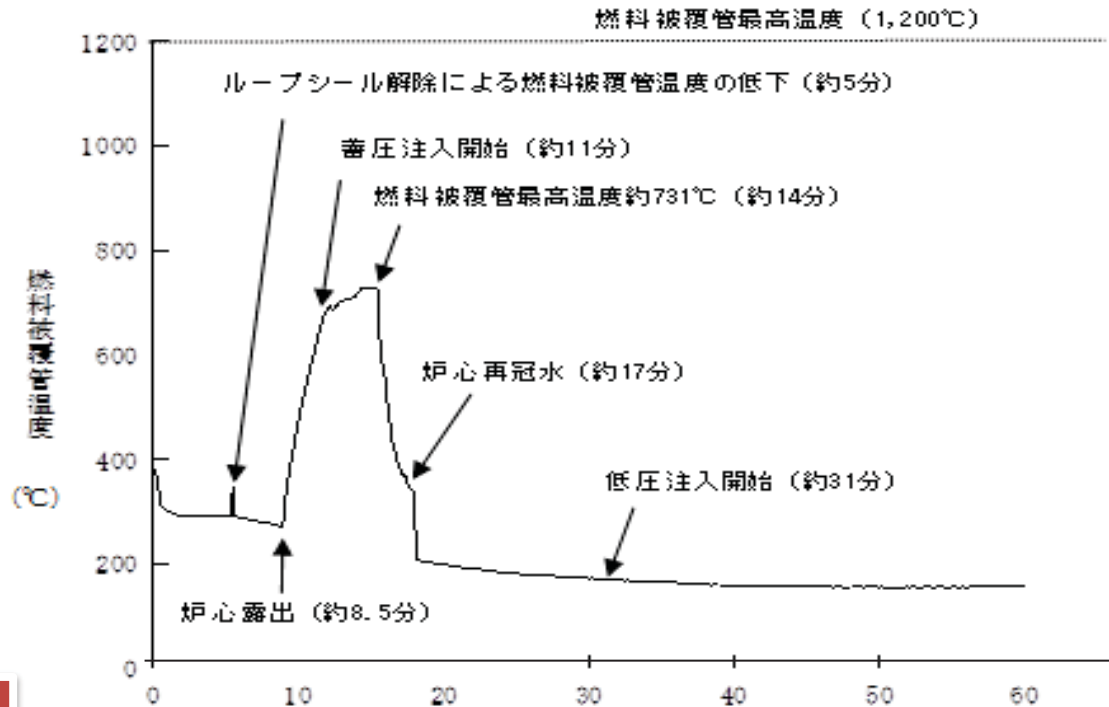
主な設備及び手順等

- 2次系強制冷却
 - ・補助給水ポンプ
 - ・主蒸気逃がし弁
 - ・蒸気発生器
 - ・補助給水タンク 等
 - 低圧注水
 - ・余熱除去ポンプ
 - ・燃料取替用水タンク 等
 - 低圧再循環
 - ・余熱除去ポンプ
 - ・格納容器再循環サンパ 等
 - 自主設備
 - ・電動主給水ポンプ、蒸気発生器水張りポンプ等
 - ・主蒸気ダンプ弁
 - ・蒸気発生器代替注水ポンプ
 - ・格納容器スプレイポンプ(自己冷却式)等
- : 要求事項
・: 申請者の対策

原子炉を冷やすための対策(冷やす) (ECCS注入機能喪失対策②)

解析結果

燃料被覆管温度の推移



燃料被覆管最高温度は
1200°C以下を満たしてい
る(左図)

(出典:四国電力説明資料に一部加筆)

審査結果

【設備及び手順】

要求事項に対し設備・手順等が適切に整備されていることを確認し、要求事項に適合していると判断。

【有効性評価】

申請者の解析結果について、申請者が使用した解析コード、解析条件の不確かさを考慮しても、炉心損傷防止対策の評価項目を満足していること、対策及び復旧作業に必要な要員及び燃料等から、対策が有効なものと判断。

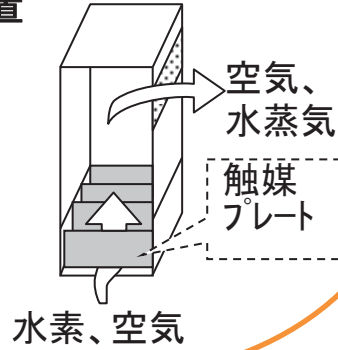
炉心溶融後に格納容器破損を防ぐ対策(閉じ込める)

炉心損傷が起きてても格納容器を破損させないための対策を要求

格納容器の過圧、
過温防止
放射性ヨウ素等
の濃度の低下

水素濃度の
低減

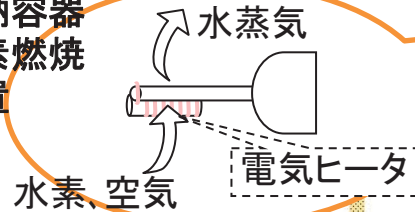
静的触媒式
水素再結合装置



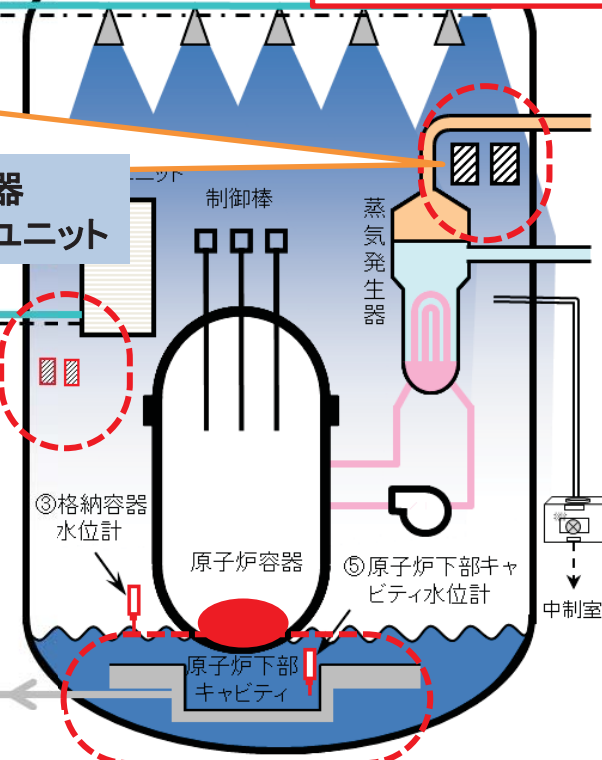
代替格納容器スプレィ

格納容器再循環
ユニットへの
海水供給

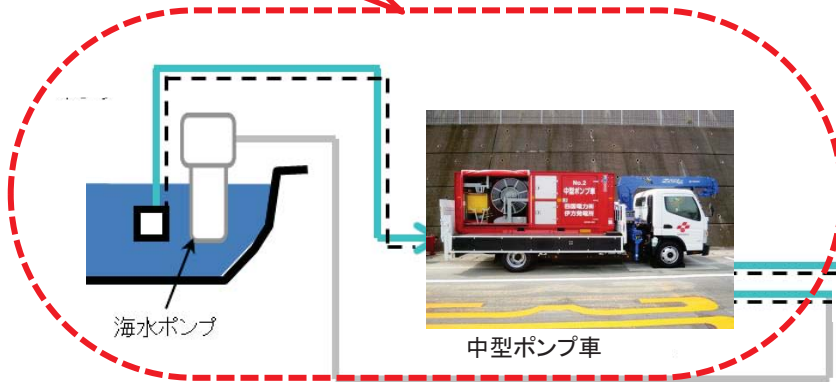
格納容器
水素燃焼
装置



格納容器
再循環ユニット



溶融炉心の冷却
溶融炉心・コンクリート
相互作用対策



(出典: 四国電力提供写真を一部使用)

炉心溶融後に格納容器破損を防ぐ対策(閉じ込める) (格納容器過圧破損防止対策①)

【要求事項】

格納容器破損モード「格納容器過圧破損」について、最も厳しいプラント損傷状態に対して、格納容器破損を防止すること

事故想定

大破断LOCA時に低圧・高圧注入機能喪失及び格納容器スプレイ注水機能喪失、さらに全交流動力電源喪失及び原子炉補機冷却機能喪失が重畳する事故。

対策概要

- ①PAR、②イグナイタ、③代替格納容器スプレイポンプによる代替格納容器スプレイ
- ④格納容器再循環ユニットによる格納容器内自然対流冷却

主な設備及び手順

○格納容器再循環ユニットの設置

- ・格納容器再循環ユニット (A及びB)
- ・中型ポンプ車
- 等

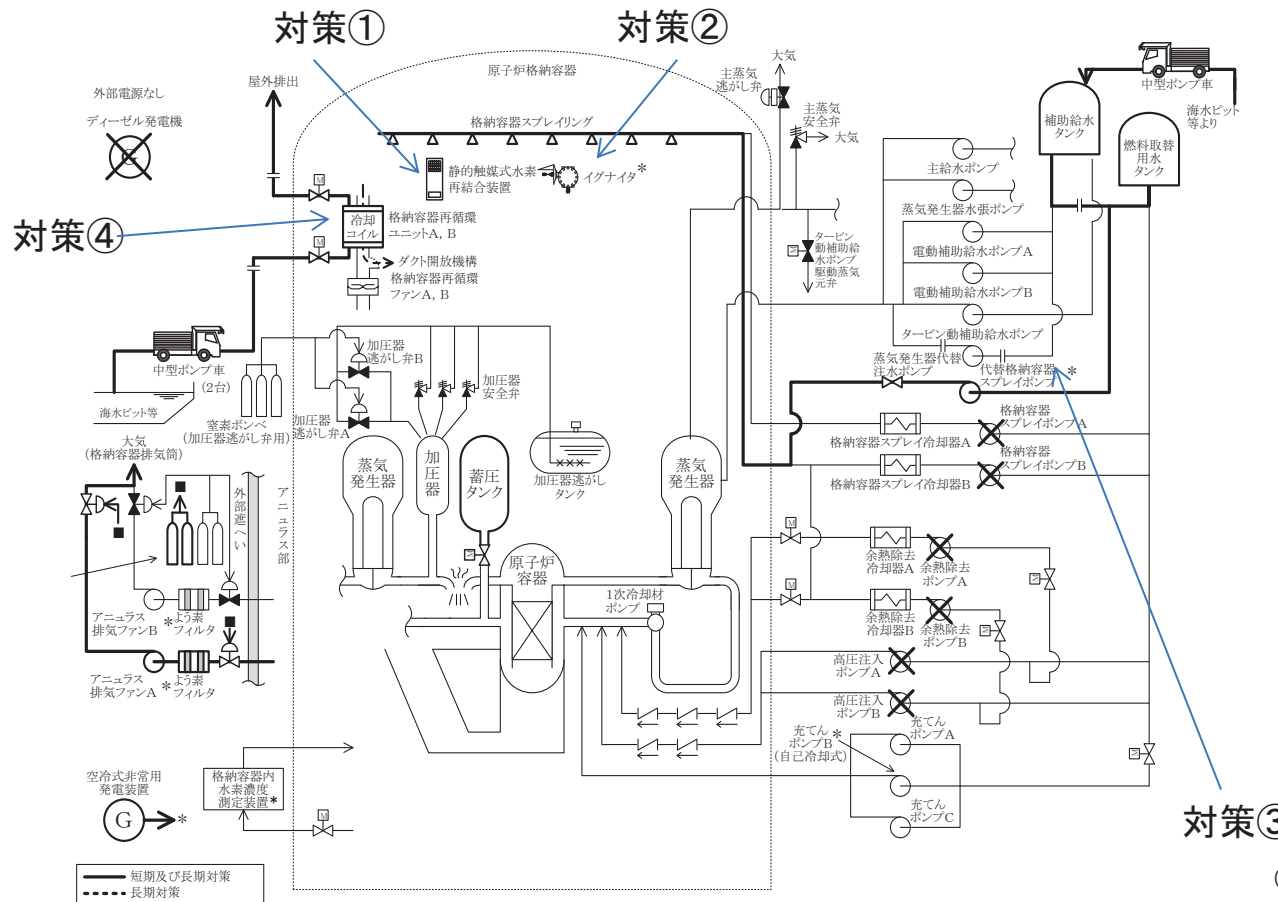
○格納容器スプレイ代替注水設備の配備

- ・代替格納容器スプレイポンプ
- ・燃料取替用水タンク
- ・補助給水タンク
- ・空冷式非常用発電装置
- 等

●自主設備

- ・電動消火ポンプ、ディーゼル消火ポンプ 等
- ・格納容器スプレイポンプ (B、自己冷却式)
- 等

○: 要求事項
・: 申請者の対策

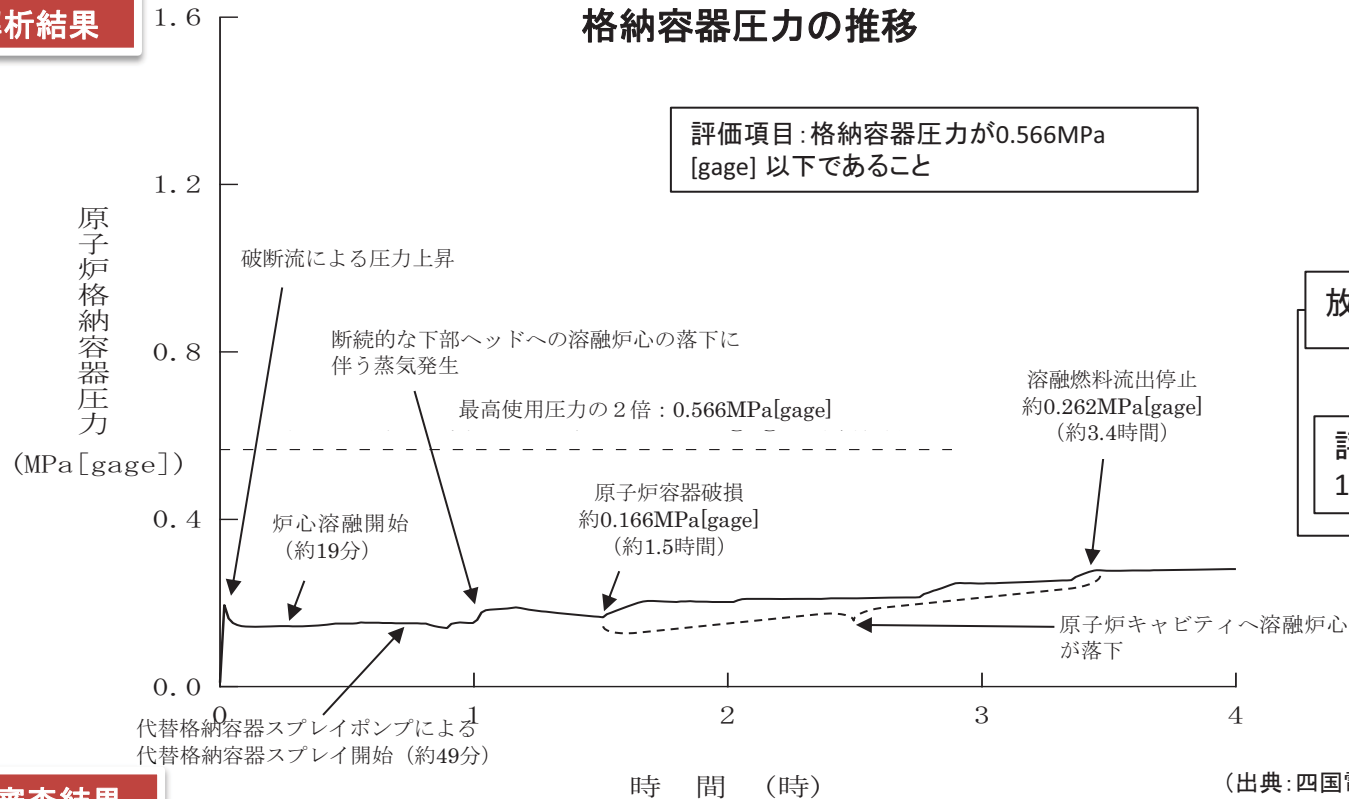


対策③

(出典: 四国電力説明資料に一部加筆)

炉心溶融後に格納容器破損を防ぐ対策(閉じ込める) (格納容器過圧破損防止対策②)

解析結果



審査結果

【設備及び手順】

要求事項に対し設備・手順等が適切に整備されていることを確認し、要求事項に適合していると判断。

【有効性評価】

申請者の解析結果について、申請者が使用した解析コード、解析条件の不確かさを考慮しても、格納容器破損防止対策の評価項目を満足していること、対策及び復旧作業に必要な要員及び燃料等から、対策が有効なものと判断。

炉心溶融後に格納容器破損を防ぐ対策(閉じ込める) (水素対策①)

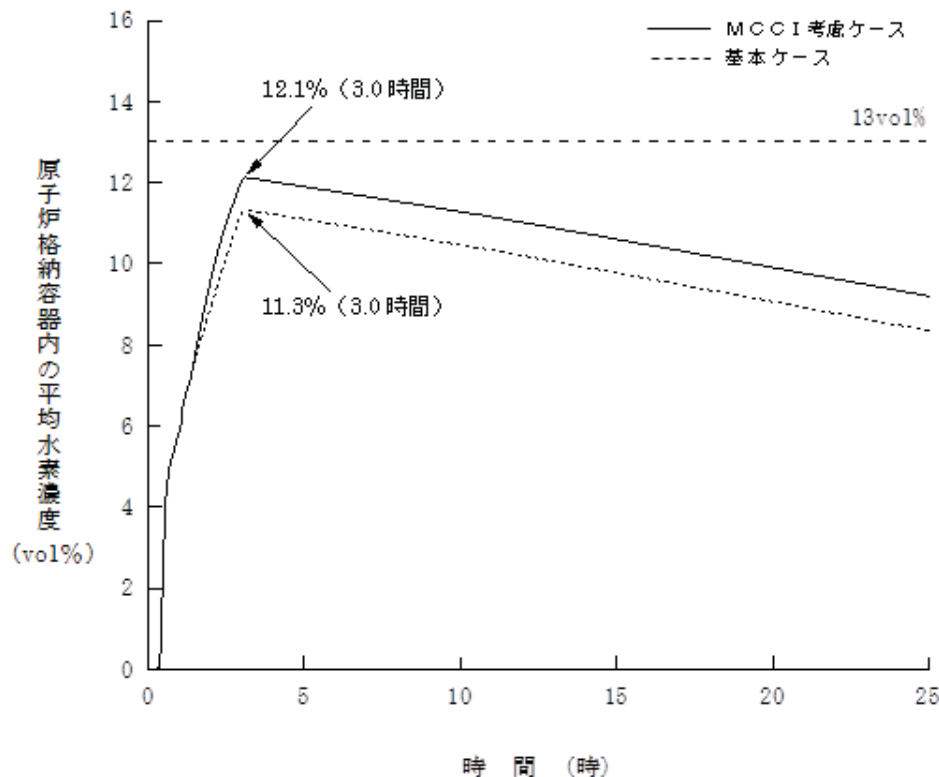
【要求事項】 「水素燃焼」について、最も厳しいプラント損傷状態に対し、格納容器破損を防止すること

事故想定 大破断LOCA時に低圧・高圧注入機能が喪失する事故

対策概要 主に炉心損傷時に発生した水素の処理のためにイグナイタを設置する。
加えて、継続的に発生する水素の処理のためにPARを設置する。
なお、有効性評価においてはイグナイタの効果に期待しない。

解析結果

水素濃度の推移



水素濃度の最大値は、炉心の75%のジルコニウムが反応した場合(規制要求)は約11.3%である。さらに、MCCIに伴い発生する水素の不確かさを考慮し、保守性を入れて評価した場合でも約12.1%(左図)であり、13%以下を満足した。

主な設備及び手順等

- 原子炉格納容器内の水素濃度の低減
 - ・静的触媒式水素再結合装置(PAR)
 - ・PAR作動温度計測装置
 - ・原子炉格納容器水素燃焼装置(イグナイタ)
 - ・イグナイタ作動温度計測装置

- 原子炉格納容器内の水素濃度の監視
 - ・格納容器水素濃度計測装置
 - ・可搬型代替冷却水ポンプ
 - ・代替格納容器雰囲気ガスサンプリング圧縮装置等

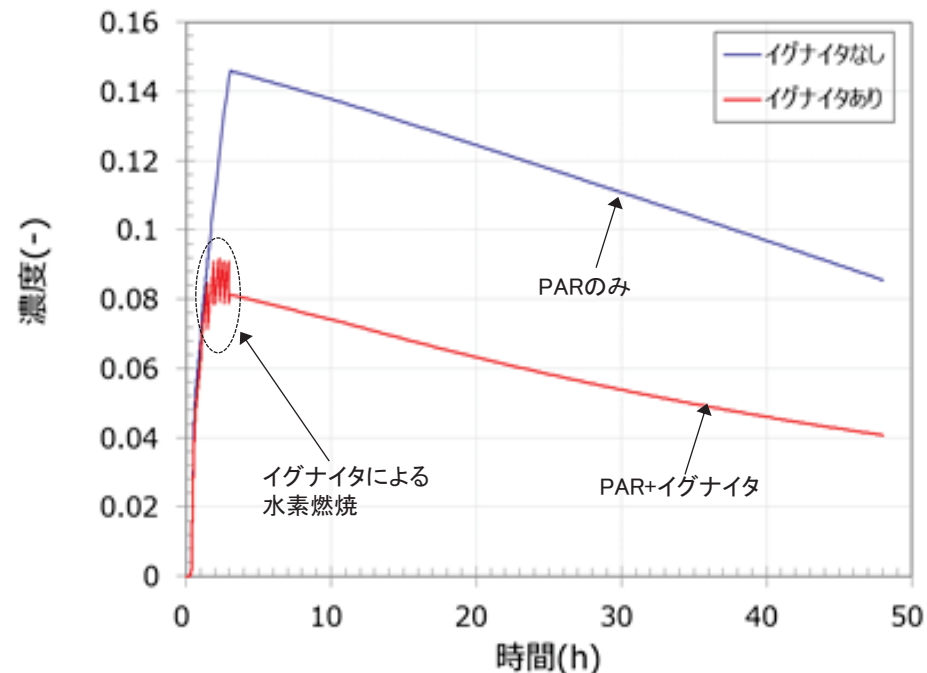
- 自主設備
 - ・ガス分析計

○: 要求事項
・: 申請者の対策

炉心溶融後に格納容器破損を防ぐ対策(閉じ込める) (水素対策②)

解析結果

前頁の評価は、PARのみの評価結果であるが、実際には、これに加えてイグナイタの効果も期待できるため、申請者の評価は十分に保守的である。
(右下図、赤線)



注: 全炉心内100%のZrと水が反応した場合の評価結果

(出典: 四国電力説明資料に一部加筆)

審査結果

【設備及び手順】

要求事項に対し設備・手順等が適切に整備されていることを確認し、要求事項に適合していると判断。

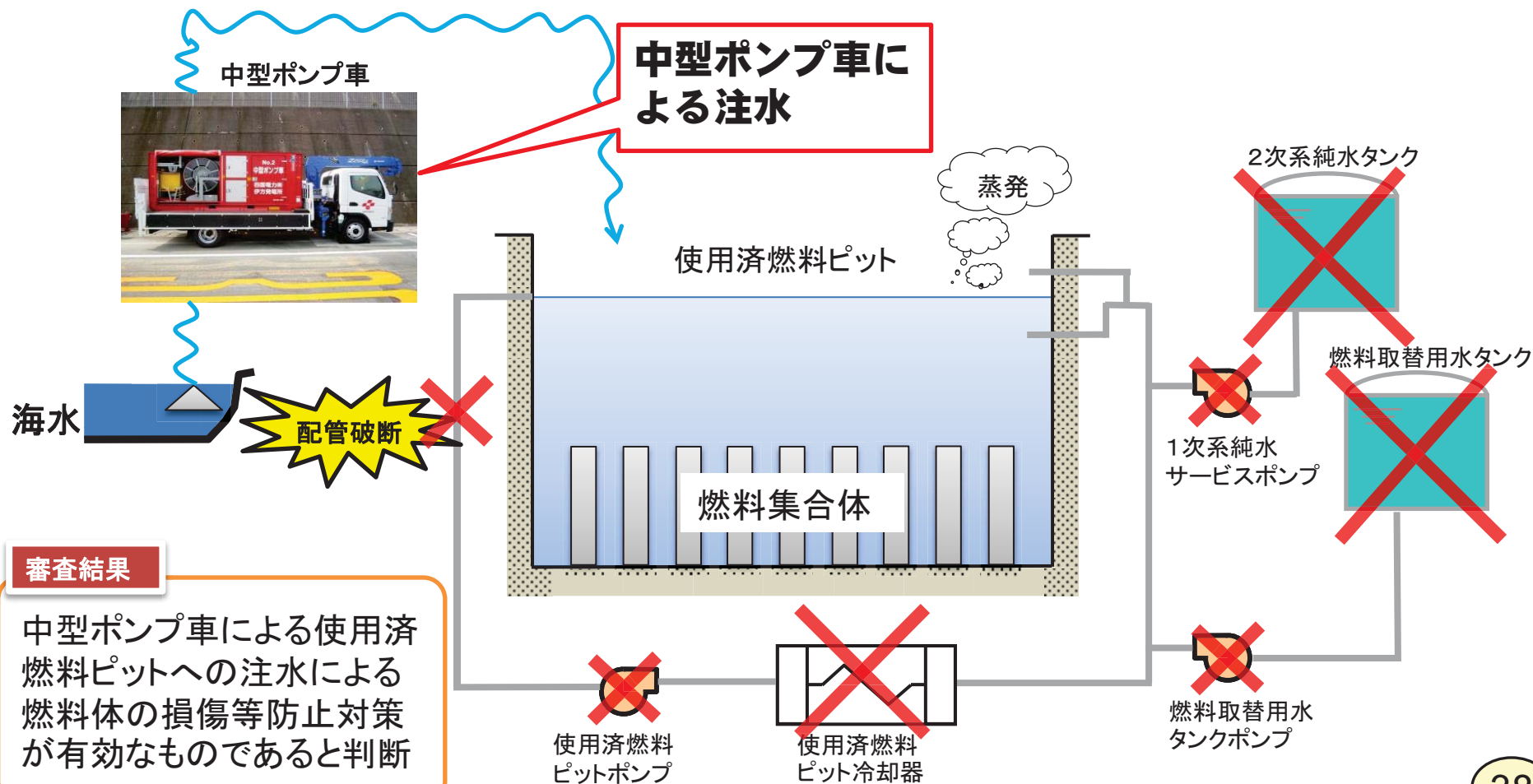
【有効性評価】 申請者の解析結果について、申請者が使用した解析コード、解析条件の不確かさを考慮しても、格納容器破損防止対策の評価項目を満足していること、対策及び復旧作業に必要な要員及び燃料等から、対策が有効なものと判断。また、イグナイタは、水素が格納容器頂部に成層化する可能性も考慮し、格納容器ドーム部頂部付近にも設置することを確認。

使用済燃料ピットにおける燃料損傷防止対策

水の漏えい等により使用済燃料ピットの水位が低下した場合でも、燃料体を冷却し、放射線を遮蔽し、臨界を防止するための対策を要求

事故想定

配管破断によるサイフォン現象等により使用済燃料ピット内の水の小規模な喪失が発生し、水位が低下する事故



(出典: 四国電力提供写真を一部使用)

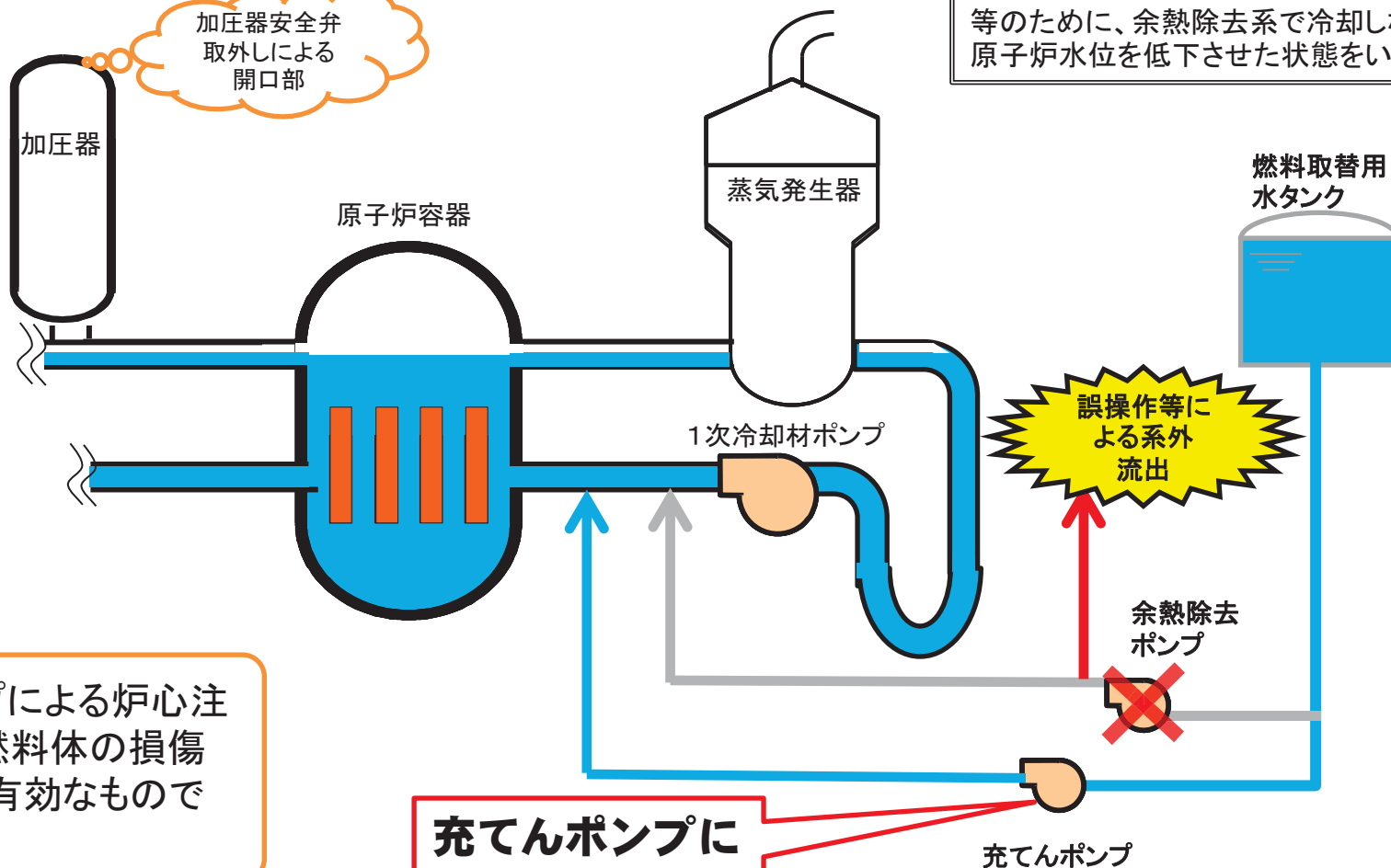
停止中の原子炉の燃料損傷防止対策

原子炉が運転停止中に水が系外に流出した場合でも、保有水量を確保し、炉心損傷に至らせないための対策を要求

事故想定

燃料取出前のミドループ運転(※)に原子炉冷却材圧力バウンダリが喪失する事故

加圧器安全弁
取外しによる
開口部



ミドループ運転:

原子炉停止時に蒸気発生器の点検作業等のために、余熱除去系で冷却しながら、原子炉水位を低下させた状態をいう

審査結果

充てんポンプによる炉心注水等による燃料体の損傷防止対策が有効なものと判断

充てんポンプによる注水

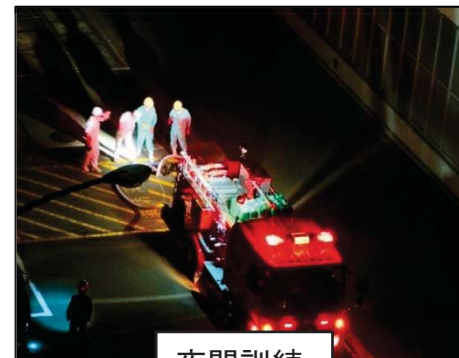
充てんポンプ

ソフト対策

重大事故等時におけるソフト面の対策として、要員に対する訓練の実施、体制の整備、設備復旧のためのアクセスルートの確保等を要求

主な確認内容

- 緊急時の訓練(重大事故体制)
 - ・高線量下になる場所を想定した訓練、夜間、降雨、強風等の悪天候下等を想定した訓練を実施
- 体制の整備
 - ・発電所内または近傍に、必要な要員を確保
 - ・複数号機の同時発災への対応
 - ・指揮命令系統の明確化
 - ・外部との連絡設備等の整備、外部からの支援体制
 - ※緊急時対策の拠点として緊急時対策所をEL.32mに新たに設置
- アクセスルート確保
 - ・可搬型設備や設備の運搬、設置ルートの確保
 - ・アクセスルートの多重性確保、障害物除去機器の確保



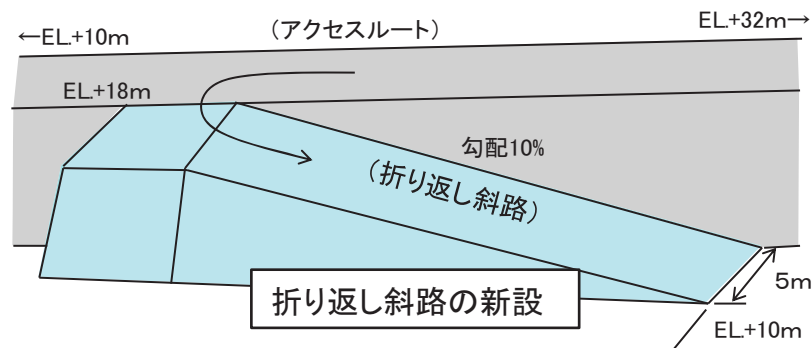
夜間訓練



ホイールローダ

審査結果

重大事故対応のための要員に対する教育・訓練の繰り返し実施による力量確保、アクセスルートの多重性の確保等により、適切に事故に対処できる方針であることを確認



(出典: 四国電力提供写真を一部使用)

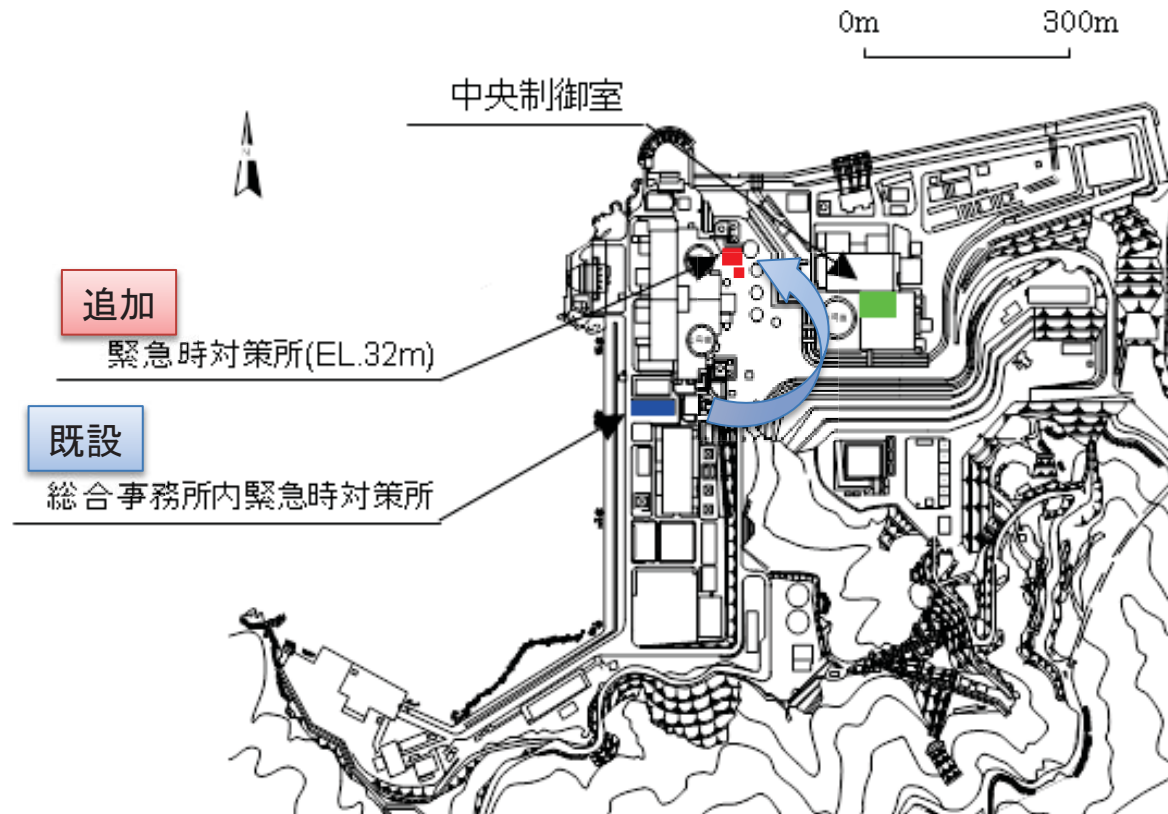
緊急時対策所の審査結果①

【要求事項】

- ◆ 緊急時対策所と原子炉制御室は共通要因により同時に機能喪失しないこと
- ◆ 福島第一原子力発電所事故と同等の放射性物質の放出量を想定し、緊急時対策所内の要員の実効線量が7日間で100mSvを超えないこと
- ◆ 必要な指示のために情報を把握し、発電所内外との通信連絡を行うために必要な設備を備えること
- ◆ 重大事故等に対処するために必要な指示を行う要員が収容できること 等

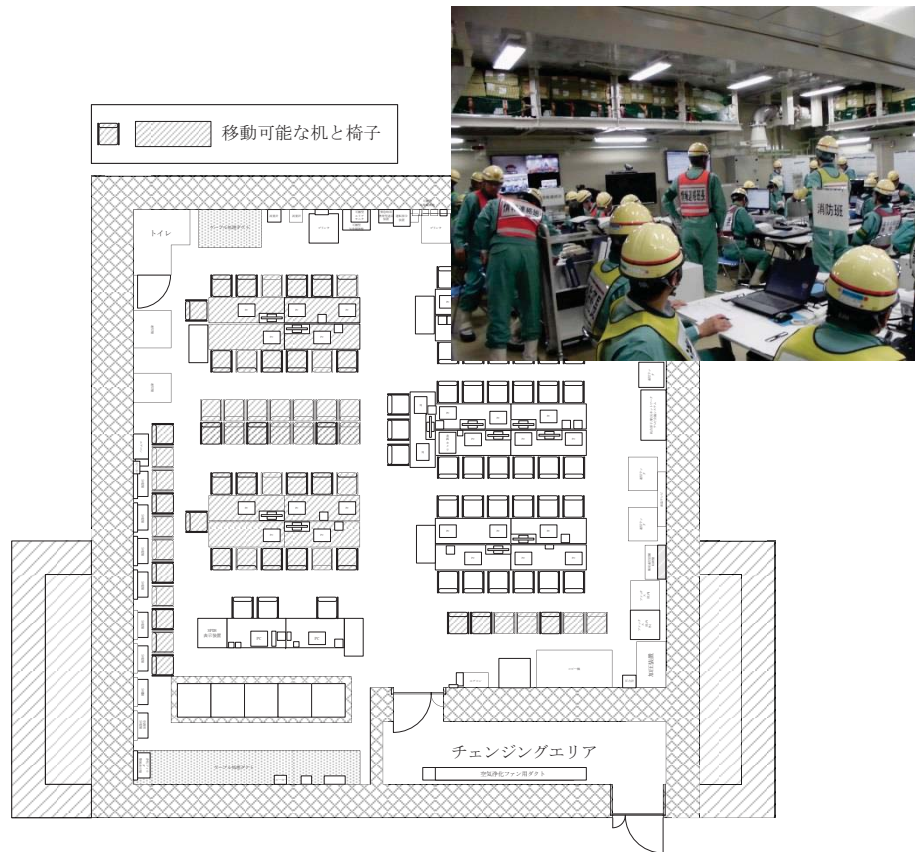
<緊急時対策所の追加設置の経緯>

- 既存の総合事務所内緊急時対策所の耐震評価をした結果、建物の基礎部分の一部(杭)について新規制基準への適合が困難であることが判明。
- このため、新たに緊急時対策所(EL.32m)を設置。



緊急時対策所の審査結果②

主な確認結果



審査結果

中央制御室と独立した建屋とする方針であること、また、事故状態の把握や判断、事故収束のための指揮、所外への通報連絡等の活動拠点として必要な機能や設備を備え、要員が活動できる施設を設置する方針であることを確認

(1) 設置場所

3号炉中央制御室との共通要因(火災、内部溢水等)により同時に機能を損なうおそれがないよう、3号炉中央制御室のある原子炉補助建屋とは独立した建屋とし、3号炉心からは約170m離隔して設置

(2) 構成

最大100名が収容できる広さとし、最大人数を収容した場合でも酸素濃度等の居住性を確保

(3) 被ばく評価

実効線量で約15mSv/7日間

(4) 主要設備等

- ・ 空気浄化設備(空気浄化ファン、空気浄化フィルタユニット)、加圧装置
- ・ 緊急時対策所遮へい
- ・ 酸素濃度計、二酸化炭素濃度計
- ・ 電源設備(専用の発電機1セット(予備2セット)等)
- ・ 通信・情報設備(安全パラメータ表示システム、SPDS表示端末、緊急時用携帯型通話設備、衛星電話設備、無線通信設備等)
- ・ 全面マスク、線量計
- ・ 外部支援なしに1週間活動するために必要な飲料水及び食料等を備蓄 等

(3) 放射性物質の拡散を 抑制する対策 等

事故の発生を防止
事故（炉心損傷）への拡大防止

重大事故（炉心溶融）等の発生を想定

原子炉を「冷やす」多様な対策
格納容器を守り「閉じ込める」対策
原子炉を確実に「止める」対策

等

敢えて放射性物質の放出を想定

放射性物質の拡散を出来るだけ
「抑える」ための対策

※

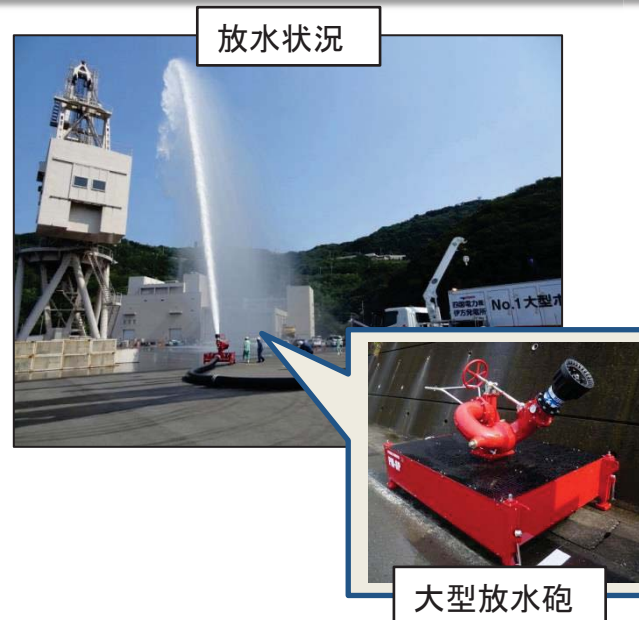
※このほか、意図的な大型航空機衝突等のテロによる
施設の大規模な損壊への対策も要求

放射性物質の拡散を抑制する対策(抑える)

格納容器等が破損した場合も想定し、敷地外への放射性物質の拡散を抑制するために必要な対策を要求

主な確認結果

- 大気への拡散抑制
 - 海を水源として、大型ポンプ車(泡混合機能付)又は大型ポンプ車及び大型放水砲により、格納容器等の破損箇所に向けて放水
- 海洋への拡散抑制
 - 放水した水を、敷地内のドライエリア(建屋の外壁に接して掘り下げられた区域)に貯留
 - 海洋への流出経路に放射性物質吸着剤を設置
 - 海水ピット等にシルトフェンスを設置



審査結果

大型ポンプ車及び大型放水砲等の放水設備により敷地外への放射性物質の拡散を抑える対策及び海洋への拡散防止対策が適切に実施される方針であることを確認

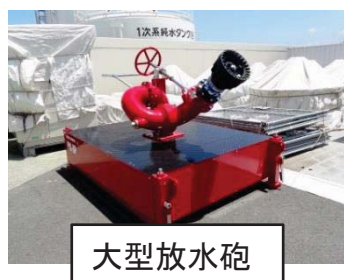


原子炉施設の大規模な損壊への対応

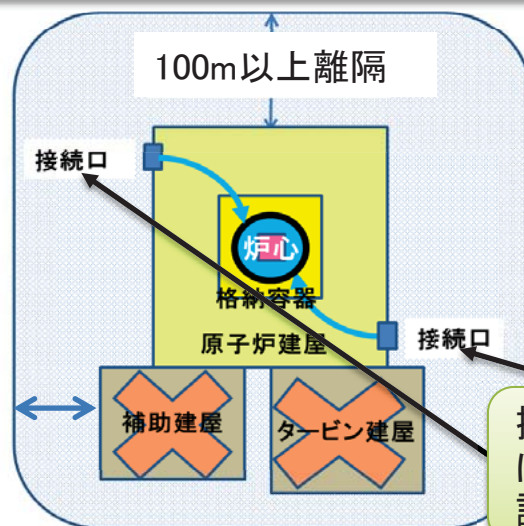
大規模な自然災害や故意による大型航空機の衝突その他のテロリズムが発生した場合に活動するための手順書、体制及び設備の整備等を要求

主な確認結果

- 可搬型設備による対応を中心とした多様性及び柔軟性を有する手順書を整備
- 通常と異なる対応が必要な場合でも柔軟に対応できるよう体制を整備
- 設備の整備にあたっては、共通要因による同等の機能を有する設備の損傷を防止、複数の可搬型設備の損傷を防止するよう配慮



原子炉建屋及び原子炉補助建屋から100m以上離隔をとった高台に、複数箇所に分散配置



接続口をそれぞれ互いに異なる複数の場所に設置



審査結果

大規模損壊に対して必要な手順や体制等が適切に整備される方針であることを確認

参考：審査書について

※審査書全文は原子力規制委員会ホームページに掲載しています。

「四国電力株式会社伊方発電所3号炉の設置変更の
許可について」

<https://www.nsr.go.jp/disclosure/law/PWR/00000066.html>

「審査結果」

<http://www.nsr.go.jp/data/000114945.pdf>