



平成24年5月23日

中部電力株式会社

本日のご説明内容



- ◆ 浜岡原子力発電所の津波対策工事の状況について
- ◆ 南海トラフ巨大地震による震度分布・津波高を踏まえた浜岡原子力発電所における影響評価および対策について
- ◆ 浜岡原子力発電所5号機 主復水器細管損傷の影響調査について

浜岡原子力発電所の 津波対策工事の状況について

津波対策の概要

- ◆ 今回の津波対策では、「浸水防止対策」として、まず、①防波壁の設置等による発電所敷地内浸水防止対策、次に②建屋内浸水防止対策を講じることとしました。
- ◆ さらに、福島第一原子力発電所で発生した「全交流電源喪失」および「海水冷却機能喪失」を仮定した場合にも、確実かつ安全に冷温停止に導くことができるよう、多重化・多様化の観点から冷却機能を確保する対策とし、「緊急時対策の強化」を図ることとしました。

浸水防止対策1 : 発電所敷地内浸水防止

防波壁(T.P.+18m)の設置等による発電所敷地内への浸水防止

浸水防止対策2 : 建屋内浸水防止

敷地内浸水時の海水冷却機能維持および建屋内への浸水防止

緊急時対策の強化 : 冷却機能確保

全交流電源・海水冷却機能の喪失を仮定した冷却機能の確保

- ◆ 電源・注水・除熱の各機能に対し、多重化・多様化の観点から代替手段を講じることにより、原子炉の安定した高温停止状態を維持し、確実かつ安全に冷温停止状態に導く

その他 : 外部電源の信頼性強化

外部電源の早期復旧

- ◆ 代替の変圧器等を発電所敷地高台に設置するとともに、送電・配電部門と連携し外部電源の早期復旧を図る

◆ 発電所敷地内への浸水を防止します。

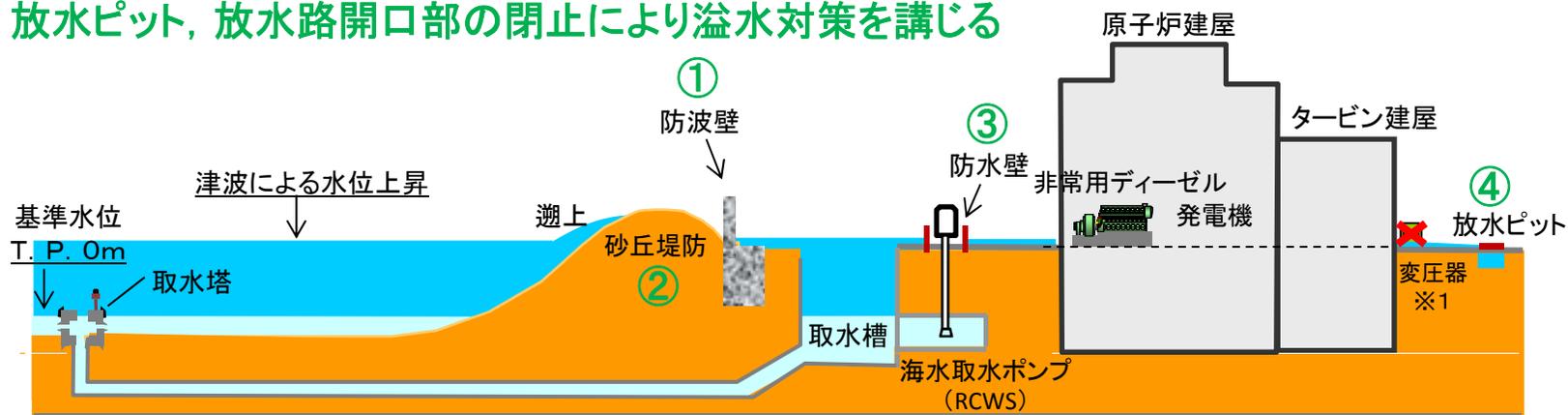
- (1) 津波が発電所敷地内に直接浸入することを防ぐ「浸水防止」を図ります。
- (2) 津波による海面上昇により、取水槽等の水位が上昇し、そこから海水が溢れても問題ないように、「溢水対策」も行います。

「浸水防止」としては、津波が発電所敷地内へ浸入すること自体を防止するため、

- ① 発電所敷地海側へ防波壁(天端高さT.P.+18m)の設置
- ② 発電所敷地前面砂丘堤防の一部および防波壁の左右両端部の盛土の嵩上げにより津波の浸入を防ぐ

「溢水対策」として、

- ③ 海水取水ポンプエリアへの防水壁(高さ:1.5m)の設置
- ④ 放水ピット, 放水路開口部の閉止により溢水対策を講じる



※1 屋外変圧器は敷地への浸水により、使用不可能となるものとし、外部電源が復旧したとしても屋外変圧器からの早期受電は期待しない。

敷地内浸水時においても、海水冷却機能の維持と建屋内への浸水を防止します。

- ◆ 仮に津波が防波壁を超え、敷地が浸水した場合には、
 - ・屋外に設置してある海水取水ポンプが水に浸かって停止し、海水を利用した原子炉施設の冷却機能が失われるおそれがあります。(海水冷却機能喪失)
 - ・また、建屋内が大きく浸水してしまうおそれがあります。
- ◆ 以上から、「浸水防止対策②」として、
 - (1) 海水冷却機能の維持、(2) 建屋内浸水防止、(3) 機器室内浸水防止 の対策を行います。

(1) 海水冷却機能の維持

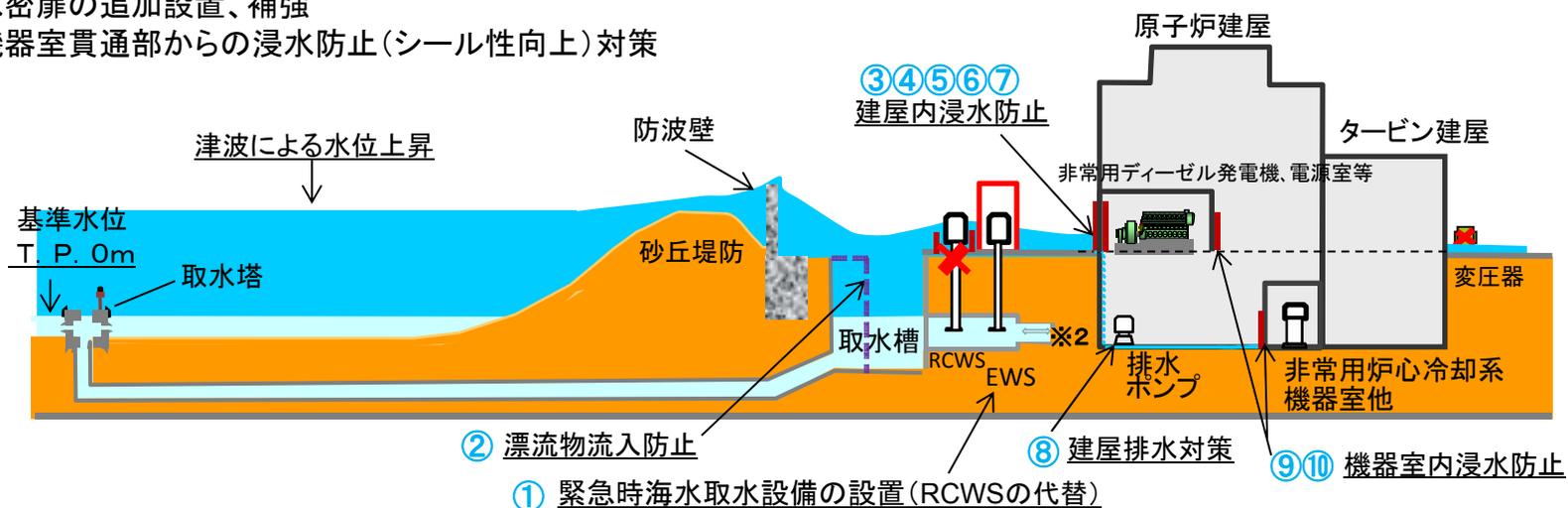
- ① 緊急時海水取水設備(EWS)の設置
(原子炉機器冷却海水系(RCWS)の代替)
- ② 取水槽への漂流物流入防止対策

(3) 機器室内浸水防止

- ⑧ 建屋排水対策の強化(排水ポンプ設置)
- ⑨ 水密扉の追加設置、補強
- ⑩ 機器室貫通部からの浸水防止(シール性向上)対策

(2) 建屋内浸水防止

- ③ 建屋外壁の防水構造扉の信頼性強化
- ④ 建屋外壁の給排気口(開口部)からの浸水防止対策
- ⑤ 建屋貫通部からの浸水防止(シール性向上)対策
- ⑥ 地下配管ダクト点検口、入口扉等閉止
- ⑦ 建物構造強化(4,5号海水熱交換器建屋)



※2 他号機の取水槽連絡トンネルと接続

「冷却機能の確保」(「__」下線部は対策実施済)

(1) 電源設備対策

- ① ガスタービン発電機の高台設置
- ② 災害対策用発電機の建屋屋上への設置
- ③ 予備蓄電池の確保
- ④ 電源盤および配電盤の上層階または高台への設置

(2) 注水設備対策(淡水)

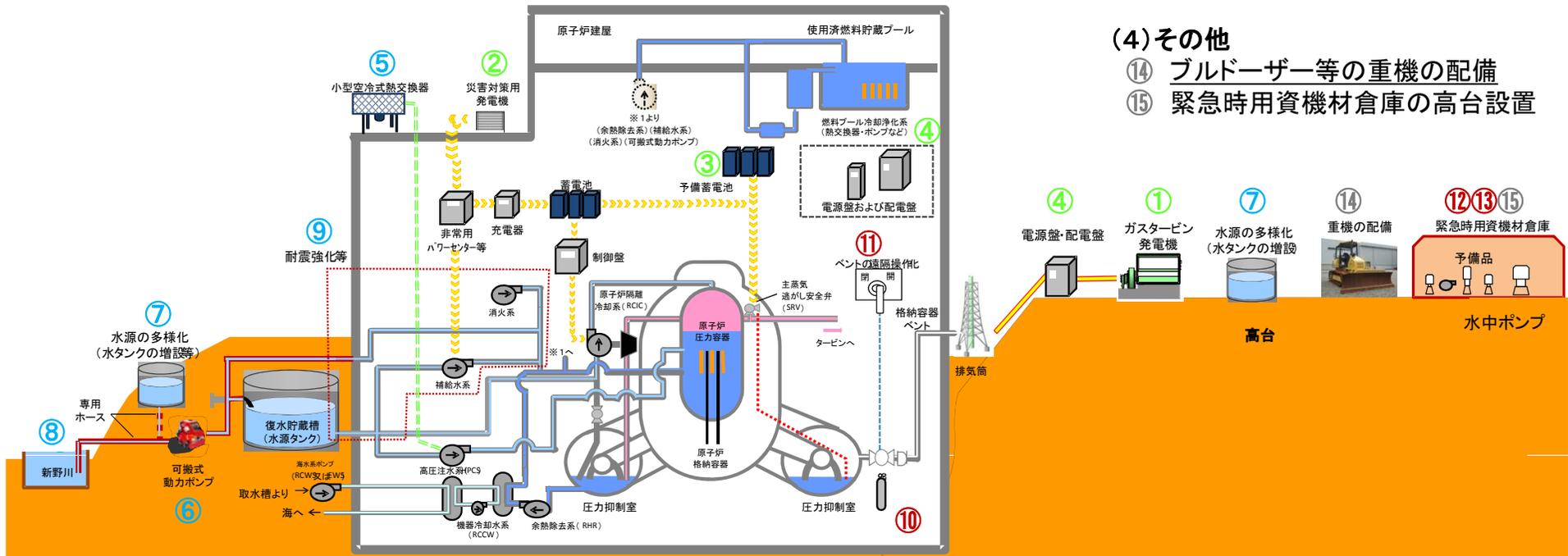
- ⑤ 高圧注水系を運転可能とするための機器冷却の代替確保(空冷式熱交換器設置)
- 【電源はガスタービン発電機より供給】
- ⑥ 可搬式動力ポンプによる水源の確保
- ⑦ 水源の多様化(水タンクの増設等)
- ⑧ 取水源の多様化(新野川からの取水)
- ⑨ 補給水系等の耐震強化、注水配管の追加設置

(3) 除熱設備対策

- ⑩ 格納容器ベント弁操作室素ボンベの設置
- ⑪ 格納容器ベントの遠隔操作化
- ⑫ 原子炉機器冷却海水系(RCWS)、原子炉機器冷却水系(RCCW)、余熱除去系(RHR)ポンプおよび電動機の予備品確保
- ⑬ 水中ポンプの確保(RCWSポンプの代替)

(4) その他

- ⑭ ブルドーザ等の重機の配備
- ⑮ 緊急時用資機材倉庫の高台設置



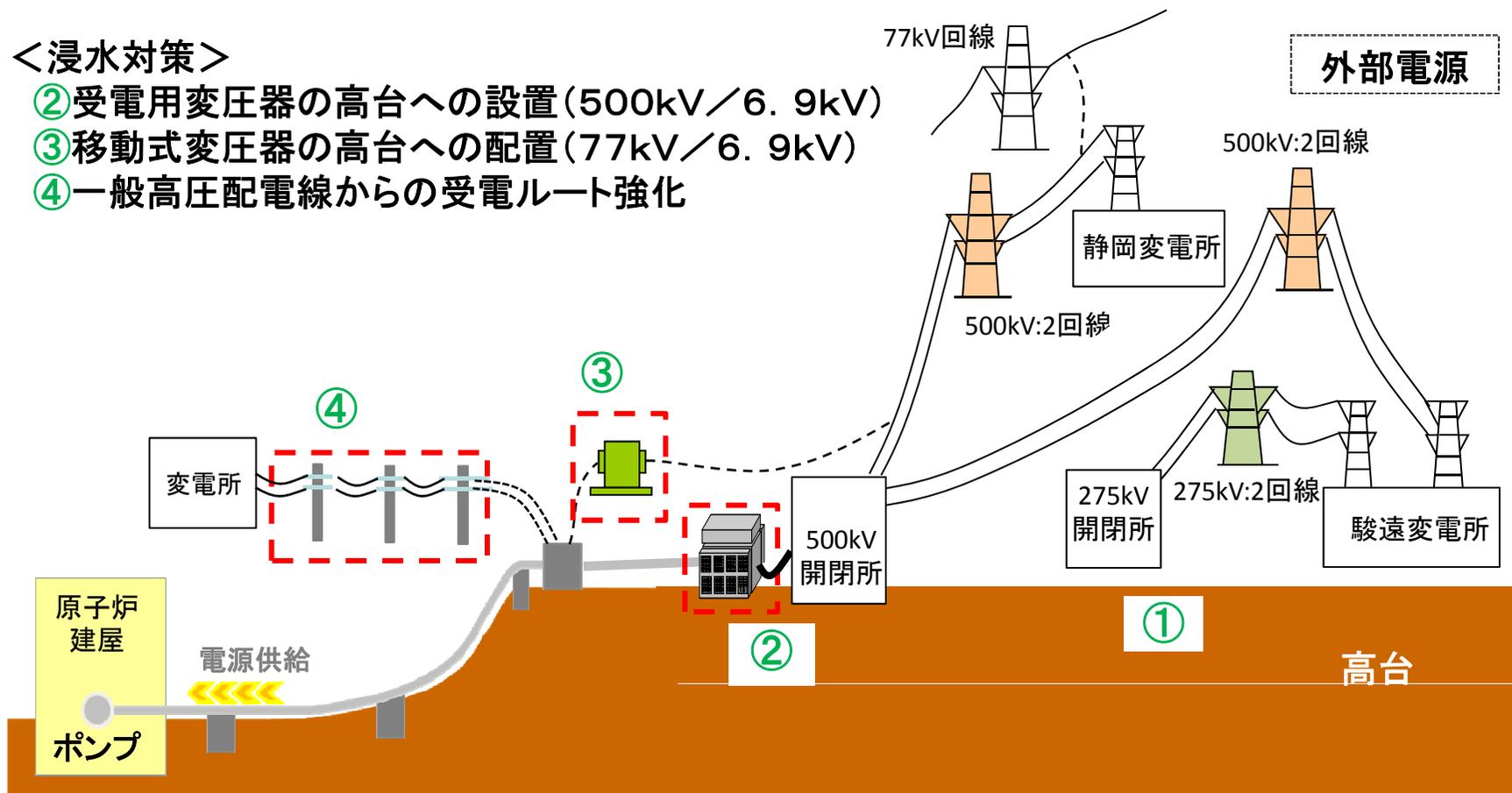
電源の重要性を考えると外部電源の早期復旧は重要と考え、信頼性向上対策を実施します。

<外部電源信頼性強化>

- ①5号機を受電回路の増設(2系統→3系統) ※3・4号機は3系統確保済み

<浸水対策>

- ②受電用変圧器の高台への設置(500kV/6.9kV)
- ③移動式変圧器の高台への配置(77kV/6.9kV)
- ④一般高圧配電線からの受電ルート強化



津波対策工事の対応スケジュールについて



	平成23年度				平成24年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
浸水防止対策1	調査・準備工事							
防波壁の設置		本体準備工事			本体工事(基礎・壁工事)			
砂丘堤防および東側西側盛土の嵩上げ					嵩上げ工事(砂丘堤防・東側西側盛土)			
防水壁の設置	防水壁の設置工事							
放水ピット、放水路開口部の閉止					放水ピット、放水路開口部の閉止工事			
浸水防止対策2			準備工事					
緊急時海水取水設備(EWS)の設置				新設ポンプ室設置工事				
取水槽への漂流物流入防止対策					漂流物流入防止対策工事			
建屋外壁の防水構造扉の信頼性強化	短期対策完了			防水構造扉の信頼性強化工事				
建屋外壁の給排気口(開口部)からの浸水防止対策	短期対策完了				給排気口(開口部)からの浸水防止対策工事			
建屋貫通部からの浸水防止(シール性向上)対策	短期対策完了				浸水防止(シール性向上)対策工事			
地下配管ダケ外点検口、入口扉等閉止					地下配管ダケ外点検口等の閉止工事			
建物構造強化(4, 5号機海水熱交換器建屋)					熱交換機建屋の構造強化工事			
建屋排水対策の強化(排水ポンプ設置)					排水ポンプ・配管等設置工事			
水密扉の追加設置、補強				水密扉の追加設置、補強工事				
機器室貫通部からの浸水防止(シール性向上)対策					浸水防止(シール性向上)対策工事			

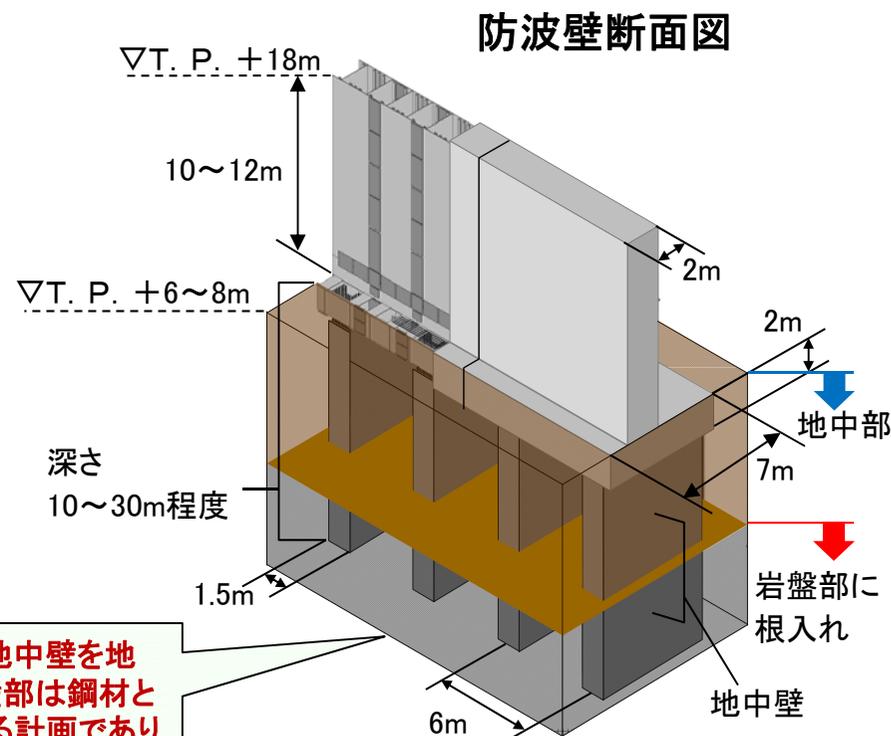
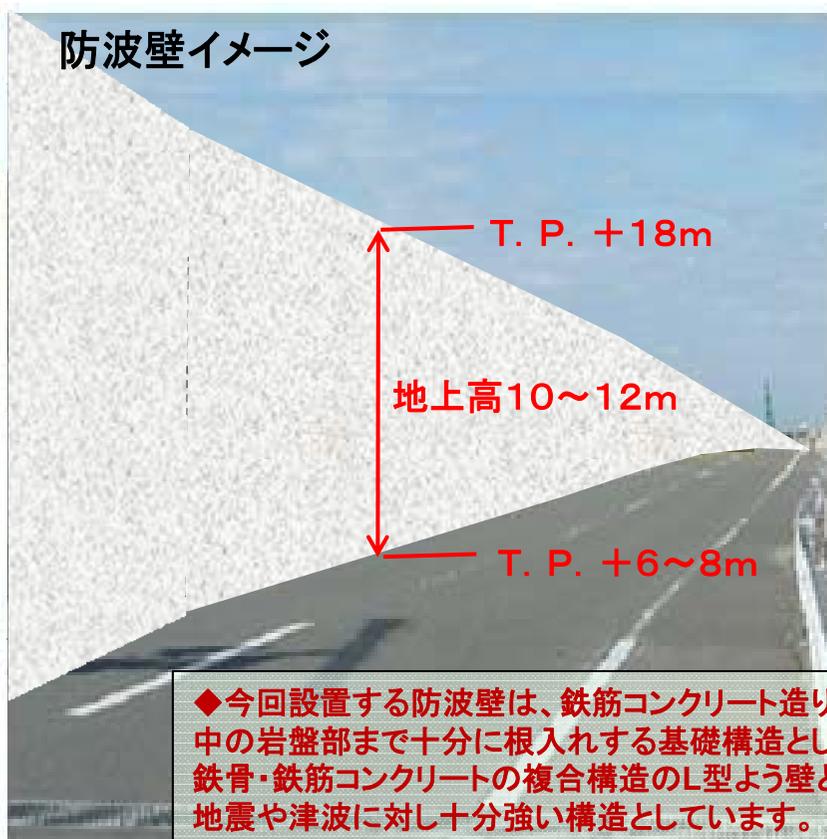
津波対策工事の対応スケジュールについて



	平成23年度				平成24年度			
	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月	4～6月	7～9月	10～12月	1～3月
緊急時対策の強化								
ガスタービン発電機の高台設置	ガスタービン発電機手配				高台造成工事		ガスタービン発電機・燃料タンク高台設置工事	
災害対策用発電機の建屋屋上への設置	設置完了							
予備蓄電池の確保			予備蓄電池手配		予備蓄電池の設置工事			
電源盤等の上層階および高台への設置					電源盤等の上層階および高台への設置工事			
高圧注水系を運転可能とするための機器冷却の代替確保					機器冷却代替設備の設置工事			
可搬式動力ポンプの確保	配備済み							
取水源の多様化(新野川からの取水)	短期対策完了 (可搬式動力ポンプ配備)					取水設備搬入		
水源の多様化(水タンクの増設)			高台造成工事		水タンクの増設工事、試掘トンネル水源化工事			
補給水系等の耐震強化、注水配管の追設					耐震強化、注水配管追設工事			
格納容器ベント弁操作室素ポンへの設置	配備済み							
格納容器ベントの遠隔操作化						遠隔操作化工事		
RCWSポンプ、電動機等の予備品確保		予備品手配						
水中ポンプの確保				水中ポンプ手配				
ブルドーザー等の重機配備	配備済み				排水ポンプ・配管等設置工事			
緊急時用資機材倉庫の高台設置			高台造成工事		資機材倉庫設置工事			
その他			5号機受電回路増設・受電変圧器の高台設置・移動式変圧器の設置等					
外部電源の信頼性強化								

発電所敷地の海側へ設置する防波壁の構造は以下のとおりです。

- ◆ 天端高さ : T. P. +18m
- ◆ 壁部構造 : L型よう壁(鋼材と鉄骨・鉄筋コンクリート複合構造)
- ◆ 基礎構造 : 地中壁(鉄筋コンクリート造、岩盤部に根入れ)



《基礎部構築》・・・196/218箇所完了(平成24年5月21日時点)

- ①基礎部掘削
- ②掘削部に鉄筋建て込み
- ③コンクリート打設

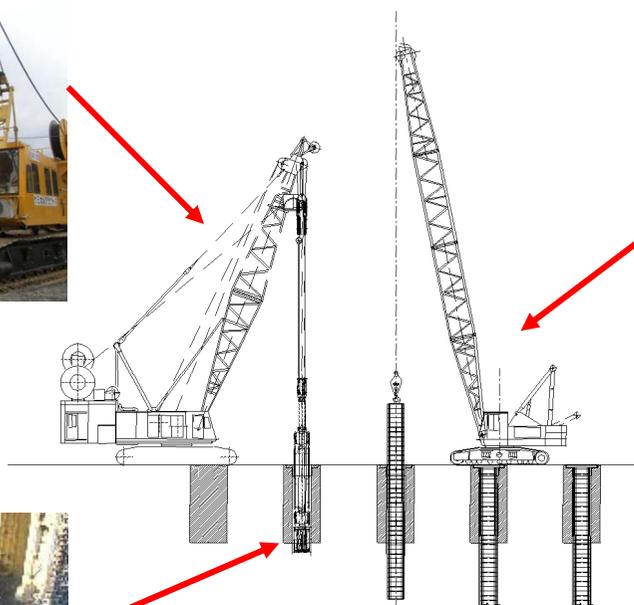
(防波壁基礎部構造イメージ)



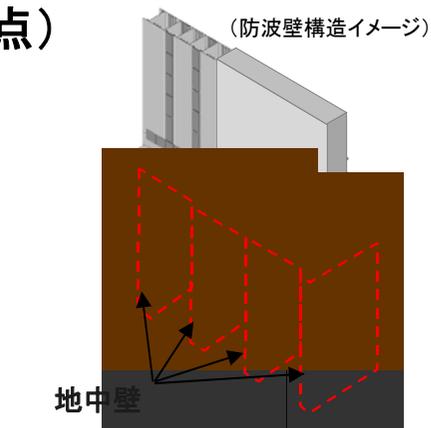
掘削機



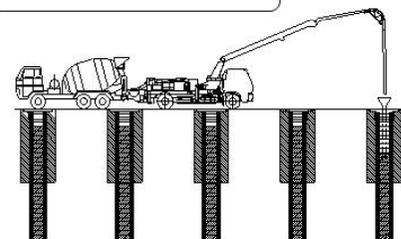
基礎部掘削作業



鉄筋建て込み作業



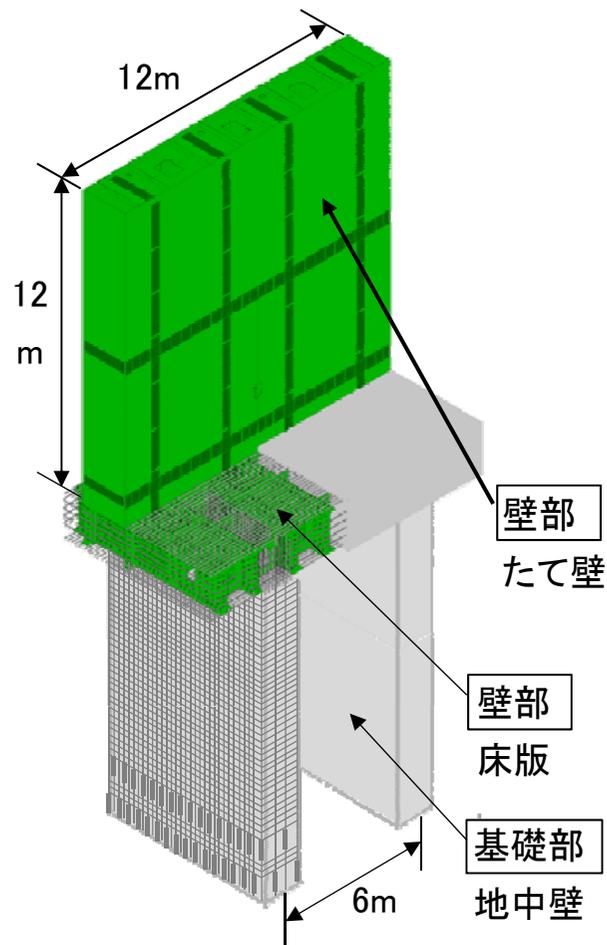
コンクリートポンプ車



コンクリート打設作業

《壁部構築》

防波壁の基礎工事が完了した箇所から、順次、壁部を構成する床版およびたて壁の設置工事を進めています。



防波壁1ブロック(長さ12m)の完成図

たて壁の設置状況

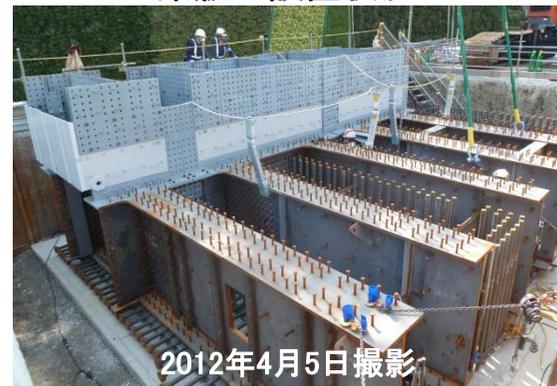


2012年4月19日撮影



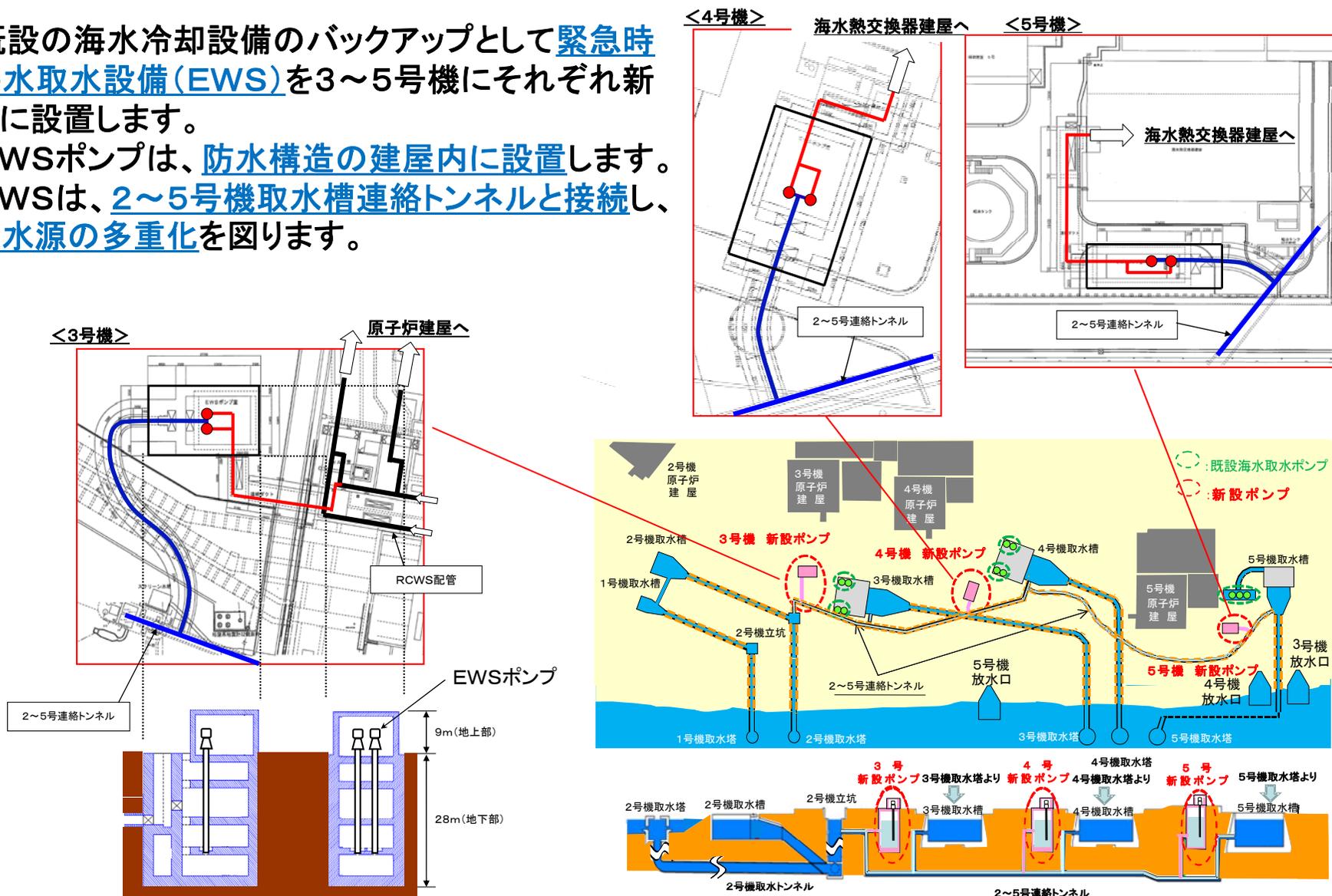
2012年4月24日撮影

床版の設置状況



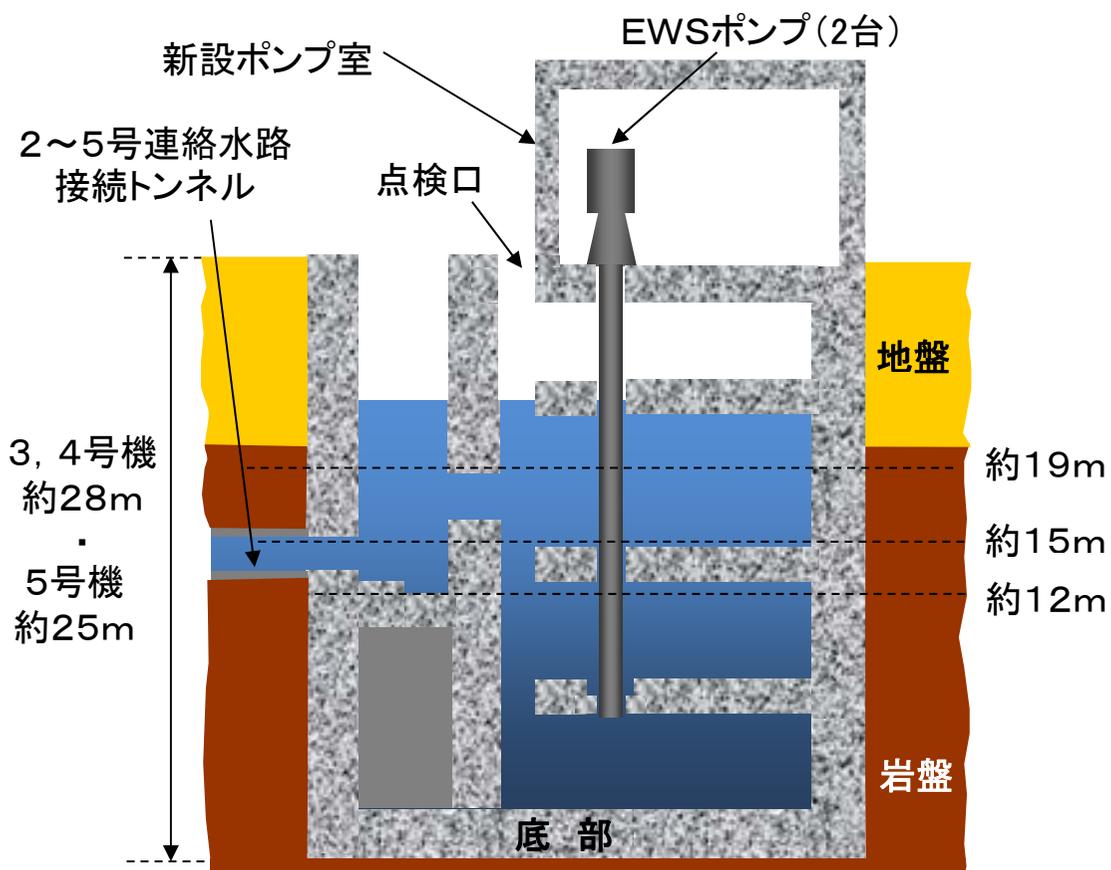
2012年4月5日撮影

- ◆既設の海水冷却設備のバックアップとして**緊急時海水取水設備(EWS)**を3～5号機にそれぞれ新たに設置します。
- ◆EWSポンプは、**防水構造の建屋内に設置**します。
- ◆EWSは、**2～5号機取水槽連絡トンネルと接続**し、**取水源の多重化を図ります**。



水槽(地下)のコンクリート打設作業の状況(平成24年5月21日現在)

- 3号機 ... 地下約28mの底部から高さ約19mまで打設完了
- 4号機 ... 地下約28mの底部から高さ約15mまで打設完了
- 5号機 ... 地下約25mの底部から高さ約12mまで打設完了



新設ポンプ室の掘削の様子(4号機)

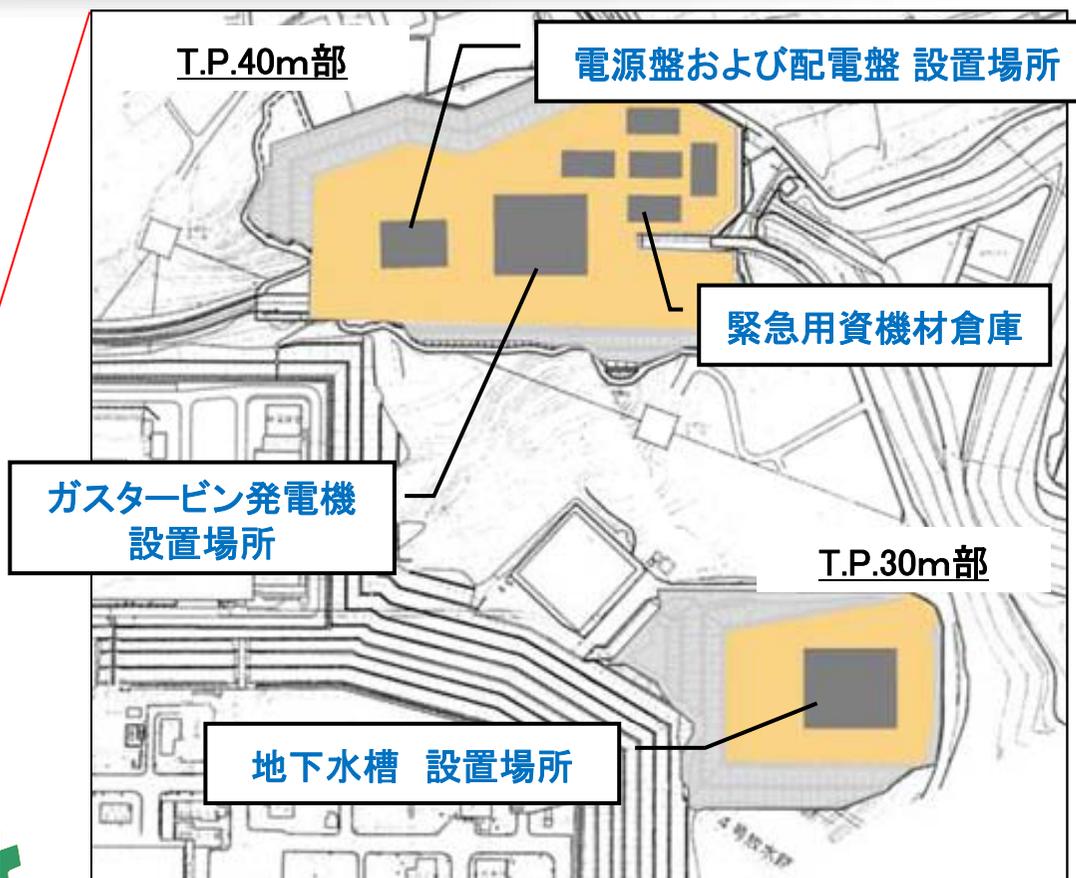
高台造成工事の状況(1)

●高台造成工事実施中

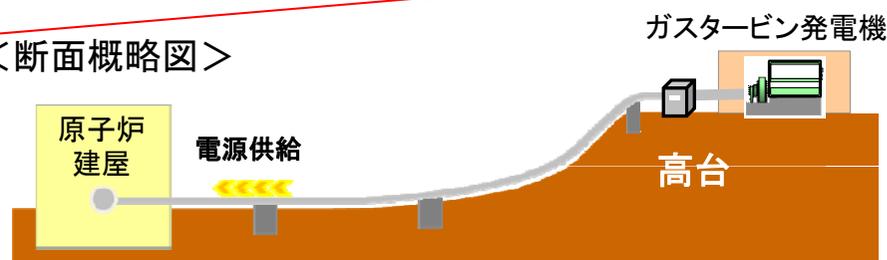
①T.P.40m部
ガスタービン発電機および
電源盤・配電盤等を設置予定

②T.P.30m部
地下水槽を設置予定

<浜岡原子力発電所敷地概略図>



<断面概略図>



高台造成工事の状況(2)



砂丘堤防を有する発電所の津波対策検討会



- ◆ 津波対策の考え方や防波壁の設計などについては、中部電力のみで検討するのではなく、土木工学の高度な専門知識を有する有識者の意見を反映しながら進めることが望ましいと考え、(財)地震予知総合研究振興会に「砂丘堤防を有する発電所の津波対策検討会」を設置するとともに、発電所の津波対策と防波壁の設計の妥当性に関する検討を実施していただきました。
- ◆ 主たる検討項目は以下のとおり。
 - ① 浜岡原子力発電所の津波対策の考え方
 - ② 砂丘堤防の耐震安全性
 - ③ 防波壁の耐震・耐津波設計の考え方
 - ④ 設計の妥当性の検証
- ◆ 検討会の実施期間: 平成23年7月～平成24年3月
- ◆ 検討会からの主なご意見として、①浜岡原子力発電所の津波対策の考え方については、以下のご意見をいただきました。
 - ・防波壁により津波を敷地内に入れない「発電所敷地内浸水防止対策」に加え、敷地内に入った場合の「建屋内浸水防止対策」の2段構えの対策は妥当と考えられる。
 - ・「全交流電源喪失」および「海水冷却機能喪失」を想定し、冷却機能を確保する対策を多重化・多様化していることは妥当と考えられる。
 - ・日常点検と日常訓練が重要である。

南海トラフ巨大地震による震度分布・津波高を
踏まえた浜岡原子力発電所における
影響評価及び対策について

最大津波高を踏まえた評価について



■内閣府「南海トラフの巨大地震モデル検討会」が推計結果を公表（平成24年3月31日）

- 御前崎市の最大震度 : 震度7
- 御前崎市の最大津波高 : 21.0m

■原子力安全・保安院より、評価実施の指示（平成24年4月2日）

- 上記公表内容を踏まえた最大津波高による浜岡原子力発電所への影響評価を行い、その結果を報告するとともに、必要に応じ、当該評価を踏まえた対策を実施することを求める。

■原子力発電所への影響評価・対策について報告（平成24年4月16日）

（評価の前提条件）

- ◆現在の発電所の状況とする。（1, 2号機廃止措置中、3, 4, 5号機停止中）
- ◆最大津波高（21m）を踏まえ、発電所内の高所に配備している資機材のみ使用可能とする。

（高所に配備している資機材の例）

原子炉、使用済燃料貯蔵プールへの注水に必要な資機材	・可搬式動力ポンプ、ホース、燃料（ガソリン）
原子炉、使用済燃料貯蔵プールの水位、水温の監視に必要な資機材	・圧力計、温度計、巻き尺、工具類等
現場へのアクセス、作業性確保に必要な資機材	・重機、照明装置、電源設備、燃料（軽油）
通信連絡に必要な資機材	・衛星携帯電話、トランシーバ
放射線管理に必要な資機材	・線量計、防護服、マスク等

水位が燃料頂部に到達するまでの時間

- ◆ 原子炉及び使用済燃料貯蔵プールの冷却・注水が停止した場合を想定して、水位が燃料頂部に到達するまでの時間を評価した結果、最短でも約6日（5号機原子炉）の時間があることを確認しました。

		1号機	2号機	3号機	4号機	5号機
原子炉	燃料の数	燃料なし	燃料なし	764体	燃料なし	872体
	水位到達まで	—	—	約10日	—	約6日
使用済燃料貯蔵プール	燃料の数	1体	1164体	2060体	2741体	1373体
	水位到達まで	到達しない	約108日	約36日	約39日	約119日

（平成24年4月2日0時時点の評価）

1号機の燃料1体は、原子炉から取り出して以降17年以上が経過しており、崩壊熱がほとんどないため水位が燃料頂部まで到達しないことを確認しました。

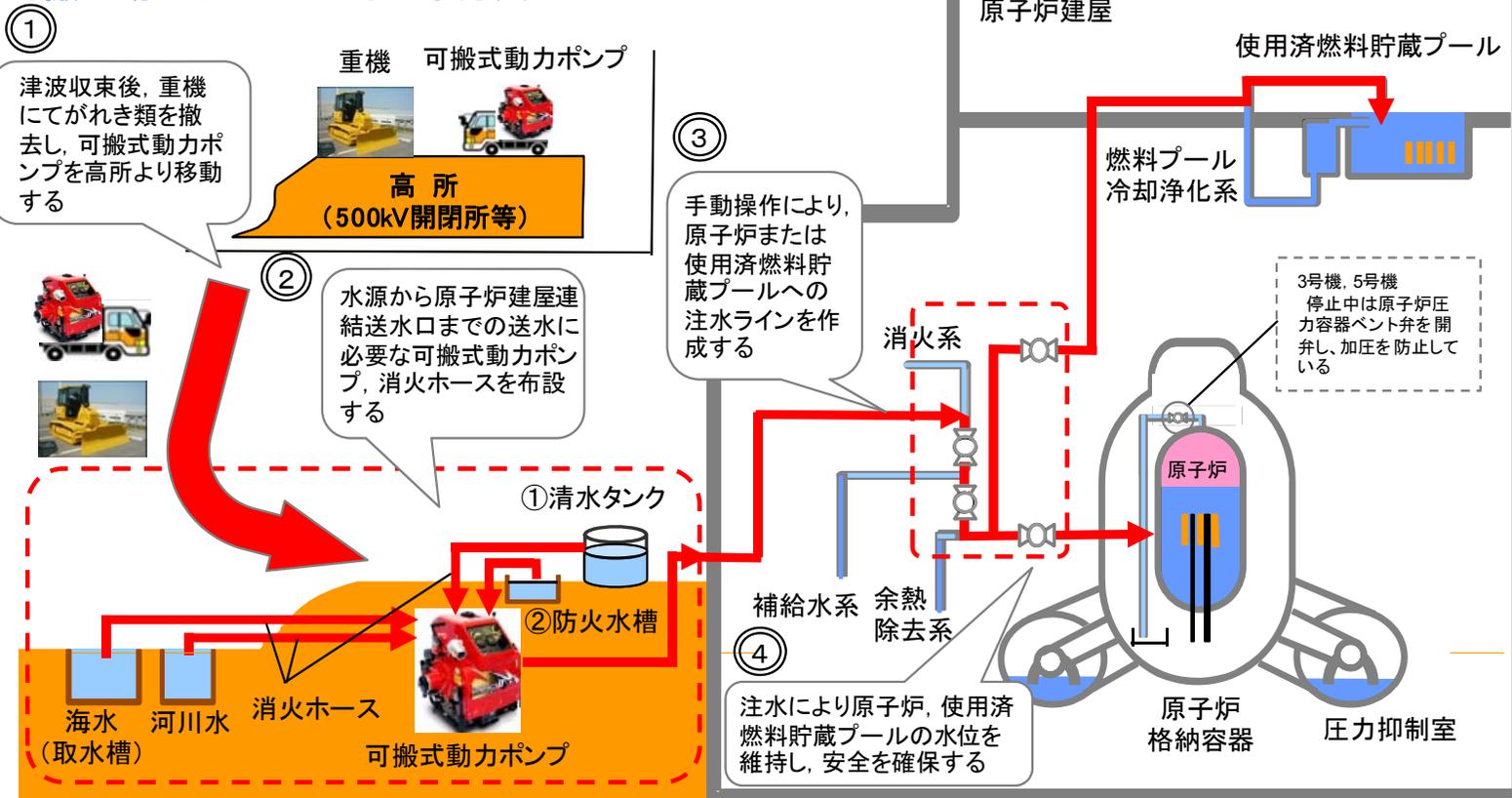
内閣府による「南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について」 を踏まえた影響評価および対策について



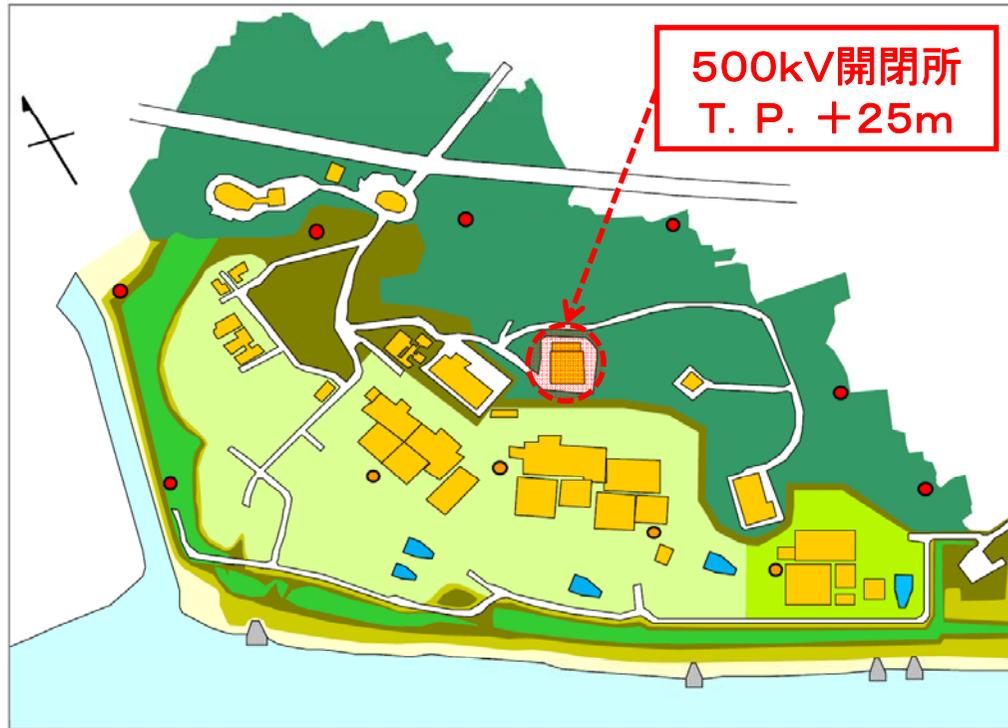
◆評価結果について

- 原子炉およびプール水位が燃料有効長頂部（実際に燃料ペレットが収納されている上端位置）到達するまでには最短でも約6日（5号機原子炉の場合）の時間があることを確認しました。
- その間に、発電所内の高所に緊急安全対策で配備した可搬式動力ポンプで注水することにより、安全を確保できることを確認しました。

可搬式動力ポンプによる注水方法



資機材の配備状況例



訓練の実施状況

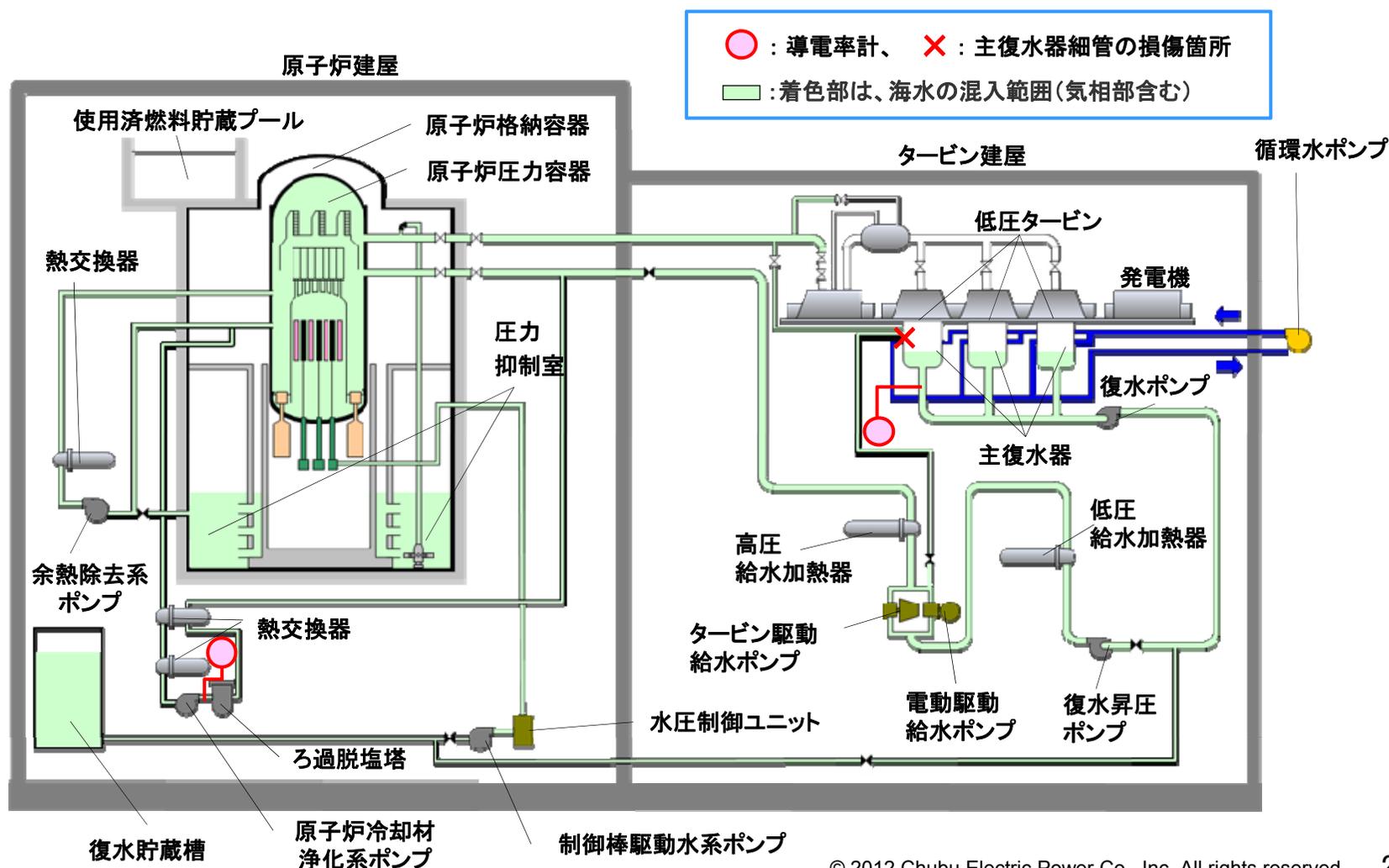
- ◆ 高所に配備している資機材を用いて訓練を実施し、実効性を確認しました。
- ◎ 訓練期間：平成24年4月11日、12日
- ◎ 訓練項目：
 - ・可搬式動力ポンプを用いた河川水(新野川)の送水訓練
 - ・仮設計器を用いた原子炉及び使用済燃料貯蔵プール水位、水温の監視訓練
- ◎ 訓練人員：約40名



浜岡原子力発電所5号機 主復水器細管損傷の影響調査について

浜岡5号機 主復水器細管損傷の概要(1)

- ◆平成23年5月14日、浜岡5号機は原子炉停止後の冷温停止操作過程で、主復水器の導電率計の指示値が上昇しました。その後、原子炉水の導電率を示す導電率計の指示値も上昇しました。
- ◆こうした状況から、主復水器内で熱交換に用いている海水が系統内に混入したと推定しました。



浜岡5号機 主復水器細管損傷の概要(2)

◆主復水器を点検した結果、主復水器(A)の細管のうち幅約17cm、深さ約70cmの範囲で43本が損傷し、2本が変形していました。

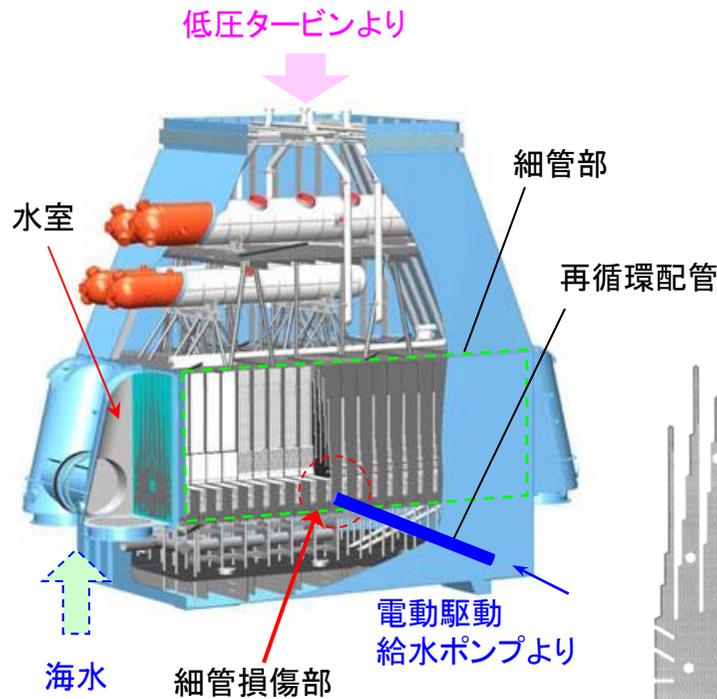
◆電動駆動給水ポンプの再循環配管ラインのエンドキャップの脱落に伴う、再循環配管からの噴流により細管が損傷に至ったと推定しました。



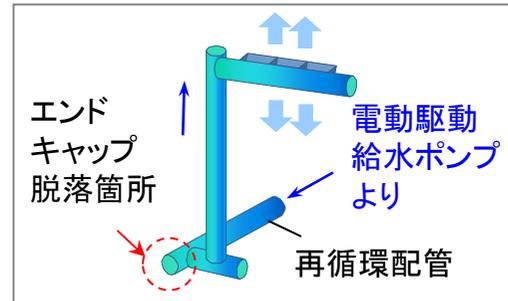
【細管損傷部】



【再循環配管】



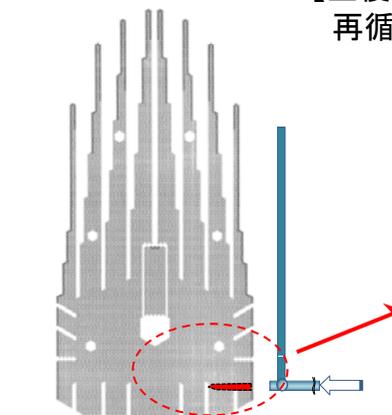
【主復水器 概要図】



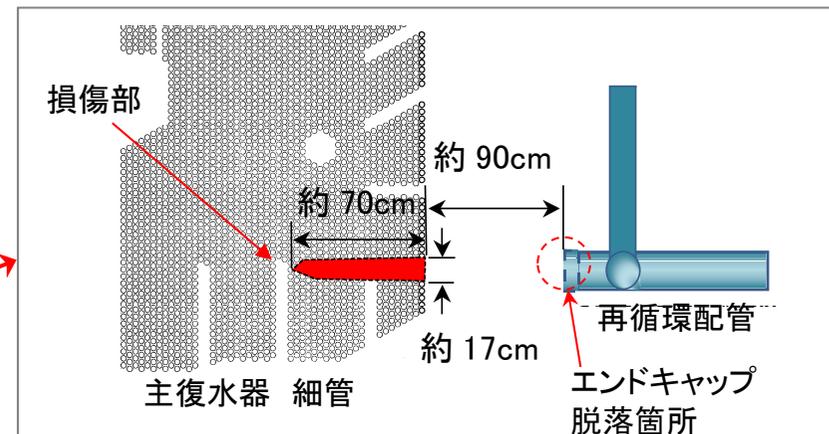
【主復水器内の再循環配管の概要図】



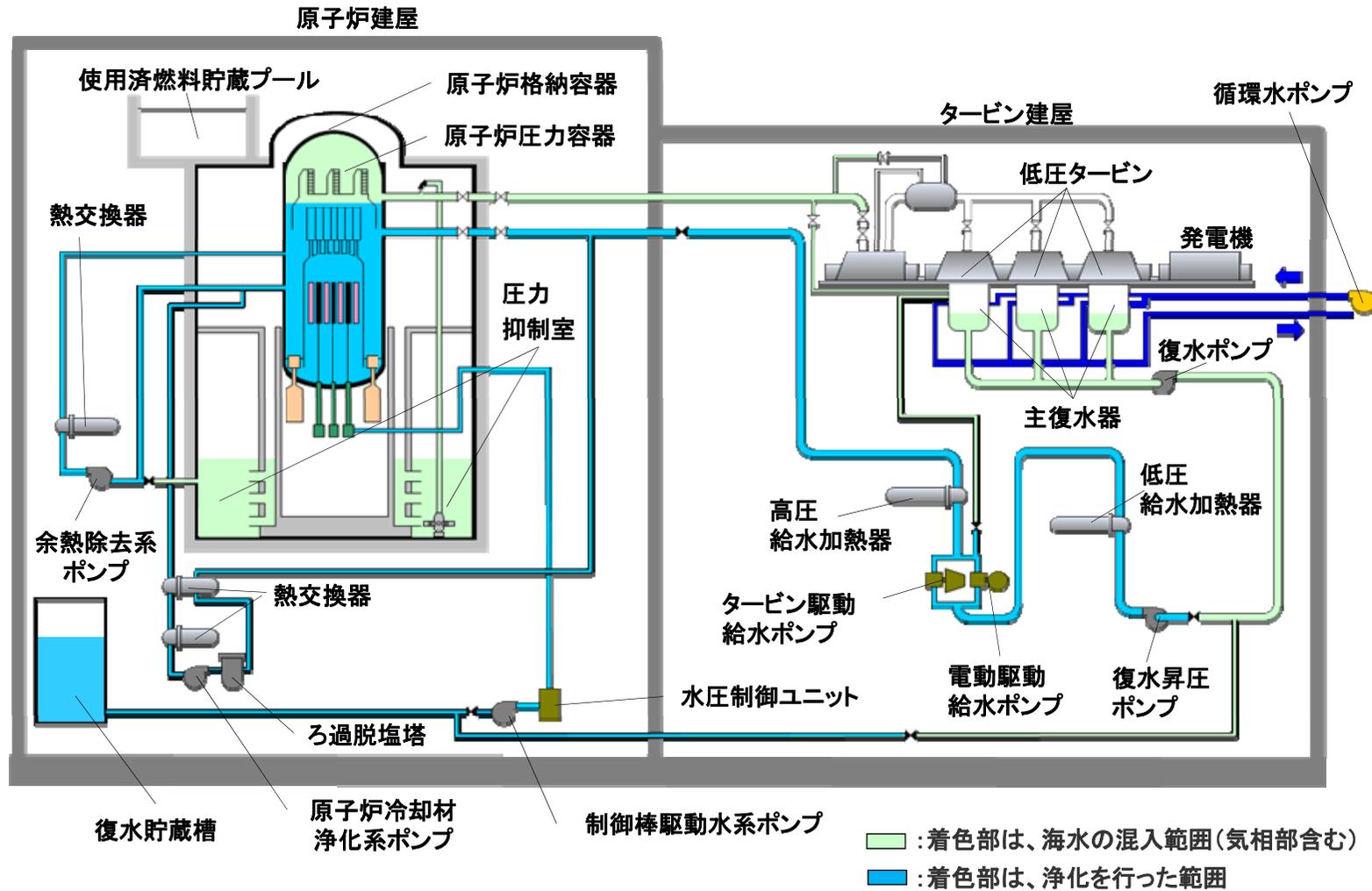
【脱落したエンドキャップ】



【復水器内部側面図】



主復水器細管損傷による海水混入範囲と浄化の状況



実機調査結果(例)

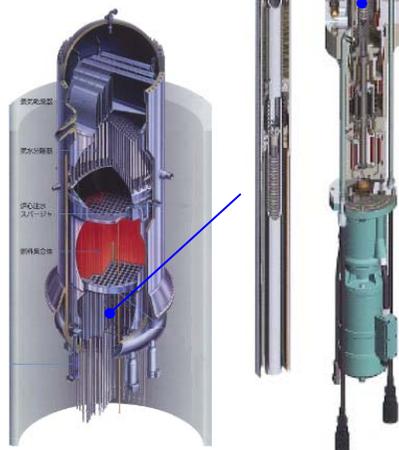
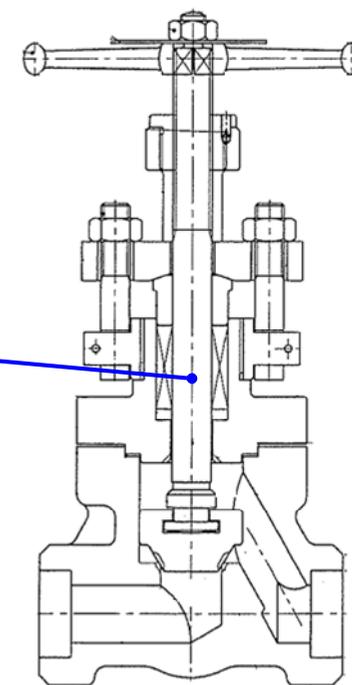
- ◆ 実機の腐食状況を把握するため、サンプルとして選定した設備を分解・開放する実機調査を行いました。
- ◆ 実機調査の結果、全般的に過去の点検に比べて付着物や錆が多く認められましたが、手入れにより除去可能な程度でした。
 - 制御棒駆動機構については、窒化処理が施されている部品等に腐食が認められました。
 - 制御棒駆動水系、補給水系等の一部の弁に腐食が認められました。

制御棒駆動機構

制御棒駆動機構のボールねじ	
手入れ前(付着物を確認)	手入れ後
	

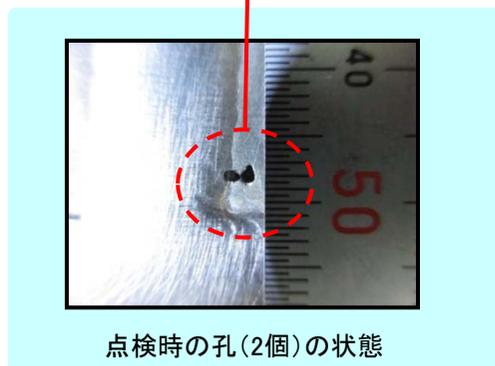
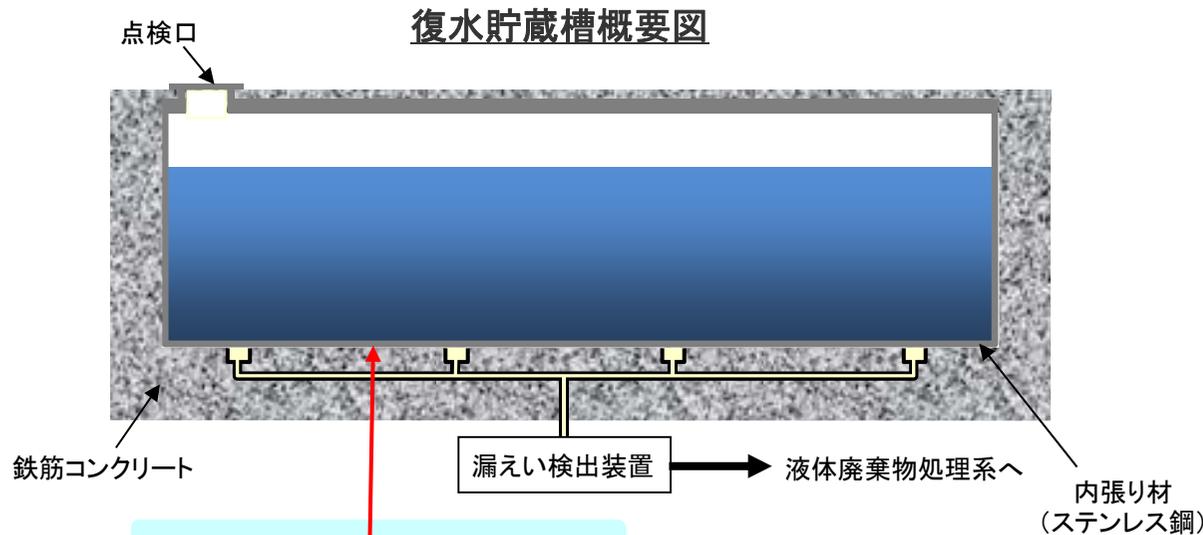
補給水系弁

補給水系の弁棒	
手入れ後	拡大(腐食を確認)
	

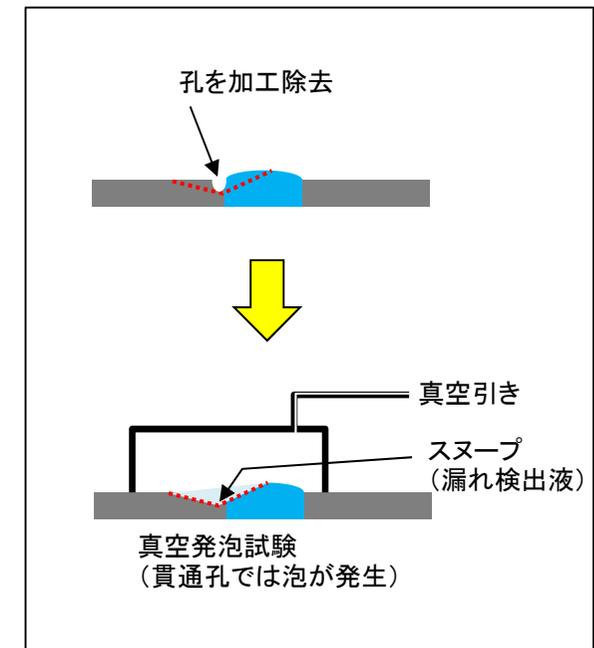


実機調査結果(例)

- ◆復水貯蔵槽については、内張り材の溶接部および溶接部近傍に孔が認められました。
 - ・溶接部および溶接部近傍に40個の孔(底部35個、壁部5個)を確認しました。
 - ・底部35個の孔を26箇所に分けて真空発泡試験を行った結果、11箇所で孔が貫通していることを確認しました。壁部では孔の貫通がないことを確認しました。本事象は技術基準に適合していないと判断し、国への報告を行いました(平成24年3月30日)。
 - ・現在、原因の究明および当該部の補修を行っています。



真空発泡試験の概要



設備健全性評価検討委員会の設置



- ◆ 海水が混入した設備について調査および試験を進めていますが、得られた結果から健全性評価を行うのに際し、社外の専門家からご意見を聞くことを目的に設備健全性評価検討委員会を設置しました。
- ◆ また、この委員会の傘下に原子炉・タービン材料ワーキンググループおよび燃料材料ワーキンググループを設置しました。
- ◆ 委員会およびワーキンググループにて、専門家の委員への報告を行い、いただいたご意見については、適時、調査および試験に反映しています。

<開催実績、既公表済み>

- H23. 8. 30: 第1回設備健全性評価検討委員会
- H23. 12. 14: 原子炉・タービン材料ワーキンググループ
- H23. 12. 16: 燃料材料ワーキンググループ

今後の計画



- ◆ 今後は、海水が混入した設備の分解・開放点検等を実施し、それらの結果に基づき設備の「健全性評価」を行います。
- ◆ なお、設備の分解・開放点検や健全性評価等は、実機調査および材料試験の結果を踏まえて実施します。

参考資料

浜岡原子力発電所における津波対策について
(平成23年7月22日公表)

津波対策の概要

- ◆ 今回の津波対策では、「浸水防止対策」として、まず、①防波壁の設置等による発電所敷地内浸水防止対策、次に②建屋内浸水防止対策を講じることとしました。
- ◆ さらに、福島第一原子力発電所で発生した「全交流電源喪失」および「海水冷却機能喪失」を仮定した場合にも、確実かつ安全に冷温停止に導くことができるよう、多重化・多様化の観点から冷却機能を確保する対策とし、「緊急時対策の強化」を図ることとしました。

浸水防止対策1 : 発電所敷地内浸水防止

防波壁(T.P.+18m)の設置等による発電所敷地内への浸水防止

浸水防止対策2 : 建屋内浸水防止

敷地内浸水時の海水冷却機能維持および建屋内への浸水防止

緊急時対策の強化 : 冷却機能確保

全交流電源・海水冷却機能の喪失を仮定した冷却機能の確保

- ◆ 電源・注水・除熱の各機能に対し、多重化・多様化の観点から代替手段を講じることにより、原子炉の安定した高温停止状態を維持し、確実かつ安全に冷温停止状態に導く

その他 : 外部電源の信頼性強化

外部電源の早期復旧

- ◆ 代替の変圧器等を発電所敷地高台に設置するとともに、送電・配電部門と連携し外部電源の早期復旧を図る

◆ 発電所敷地内への浸水を防止します。

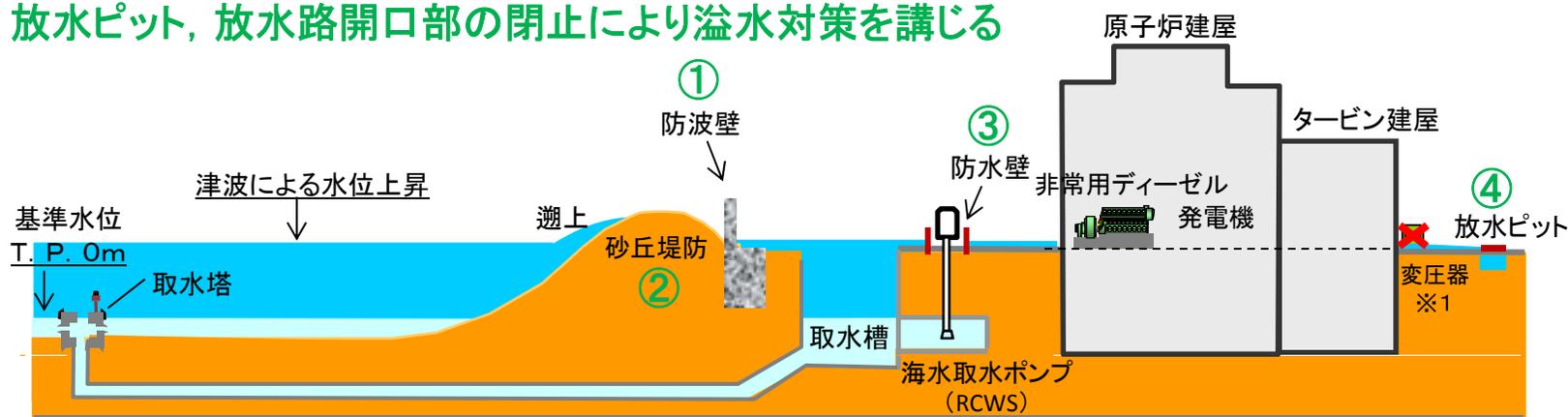
- (1) 津波が発電所敷地内に直接浸入することを防ぐ「浸水防止」を図ります。
- (2) 津波による海面上昇により、取水槽等の水位が上昇し、そこから海水が溢れても問題ないように、「溢水対策」も行います。

「浸水防止」としては、津波が発電所敷地内へ浸入すること自体を防止するため、

- ① 発電所敷地海側へ防波壁(天端高さT.P.+18m)の設置
- ② 発電所敷地前面砂丘堤防の一部および防波壁の左右両端部の盛土の嵩上げにより津波の浸入を防ぐ

「溢水対策」として、

- ③ 海水取水ポンプエリアへの防水壁(高さ:1.5m)の設置
- ④ 放水ピット, 放水路開口部の閉止により溢水対策を講じる



※1 屋外変圧器は敷地への浸水により、使用不可能となるものとし、外部電源が復旧したとしても屋外変圧器からの早期受電は期待しない。

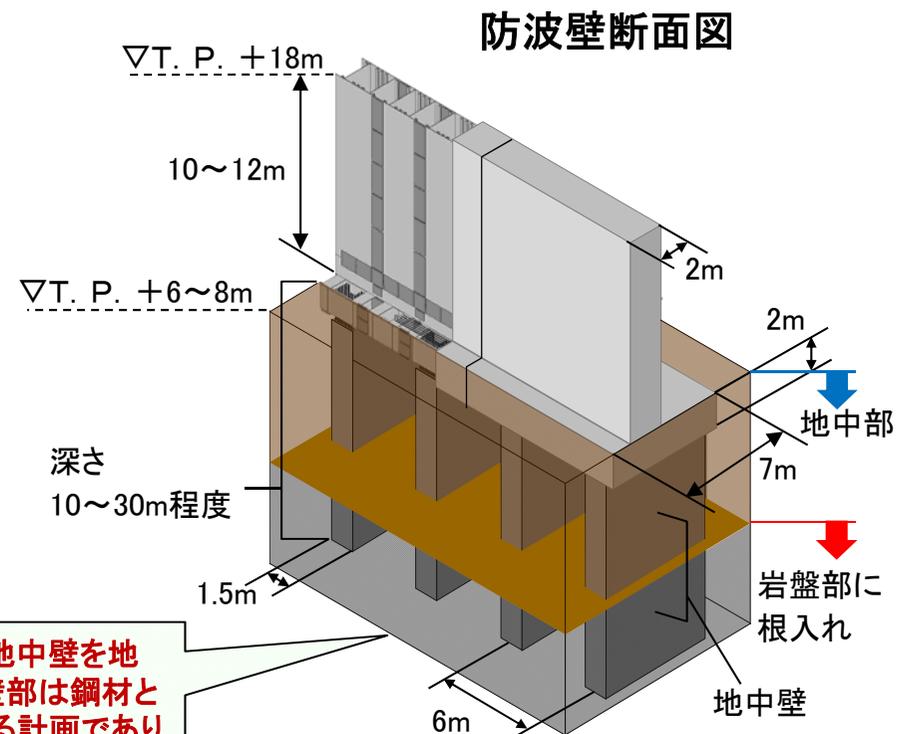
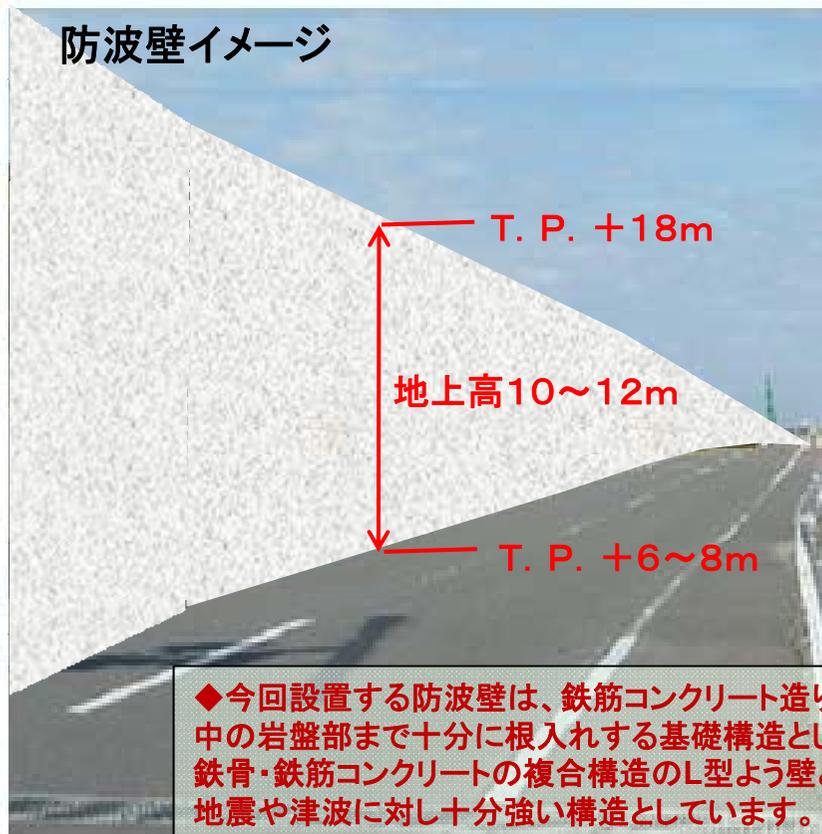
①発電所敷地海側への防波壁の設置

◆ 天端高さ : T. P. +18m

浜岡原子力発電所前面の砂丘堤防高さ(T. P. +10~15m)に、福島第一原子力発電所での津波遡上高(T. P. +15m程度)も考慮し、防波壁の高さをT. P. +18mとします。

◆ 壁部構造 : L型よう壁(鋼材と鉄骨・鉄筋コンクリート複合構造)

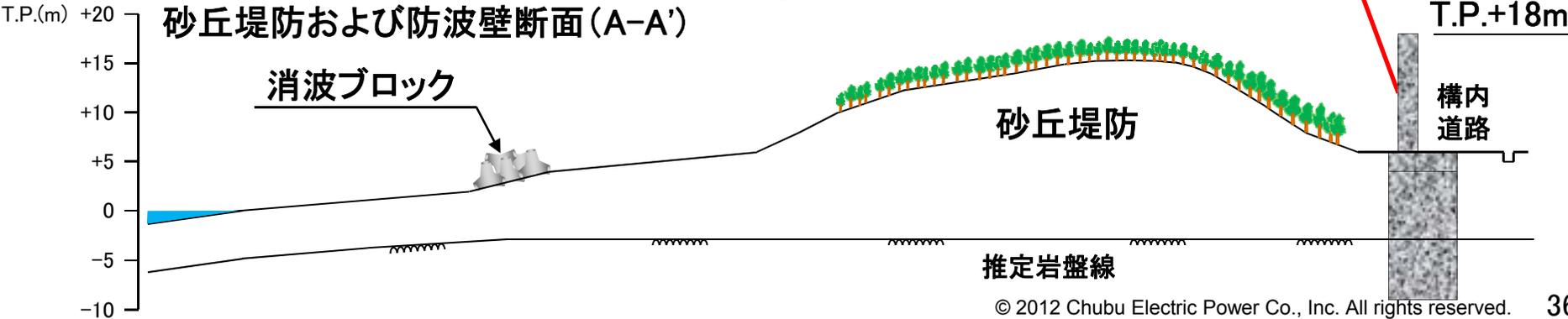
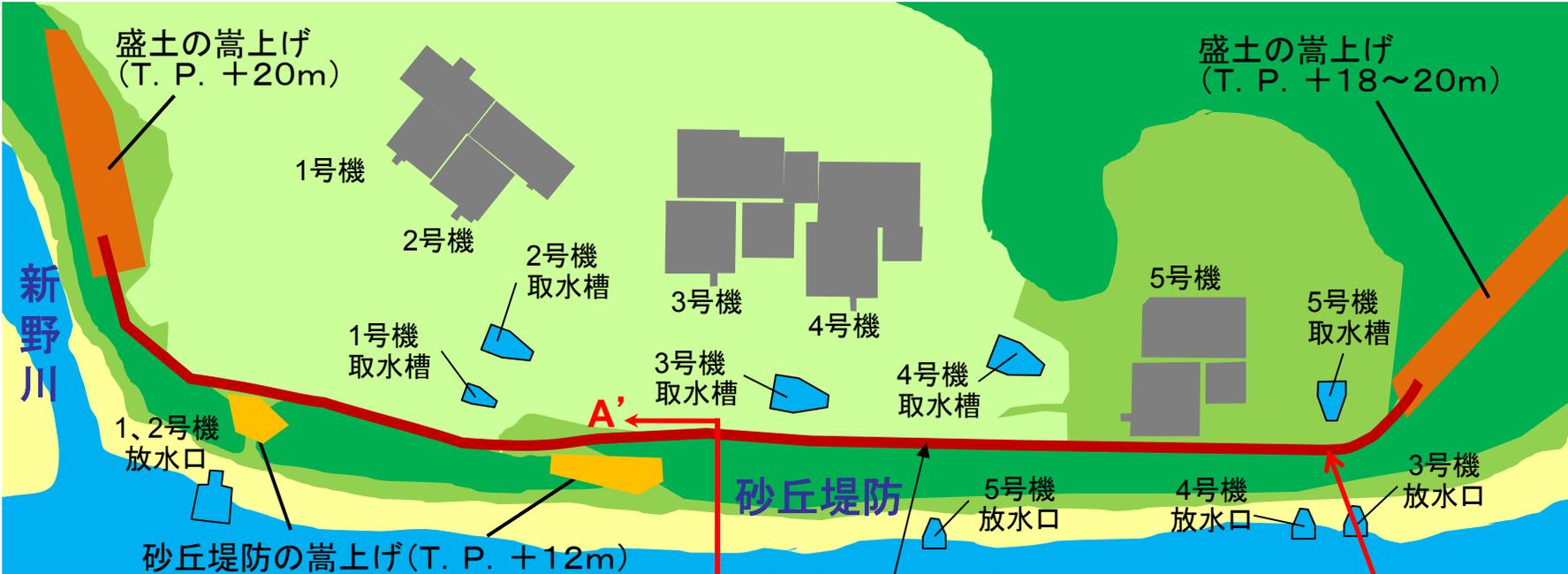
◆ 基礎構造 : 地中壁(鉄筋コンクリート造、岩盤部に根入れ)



防波壁等の配置状況

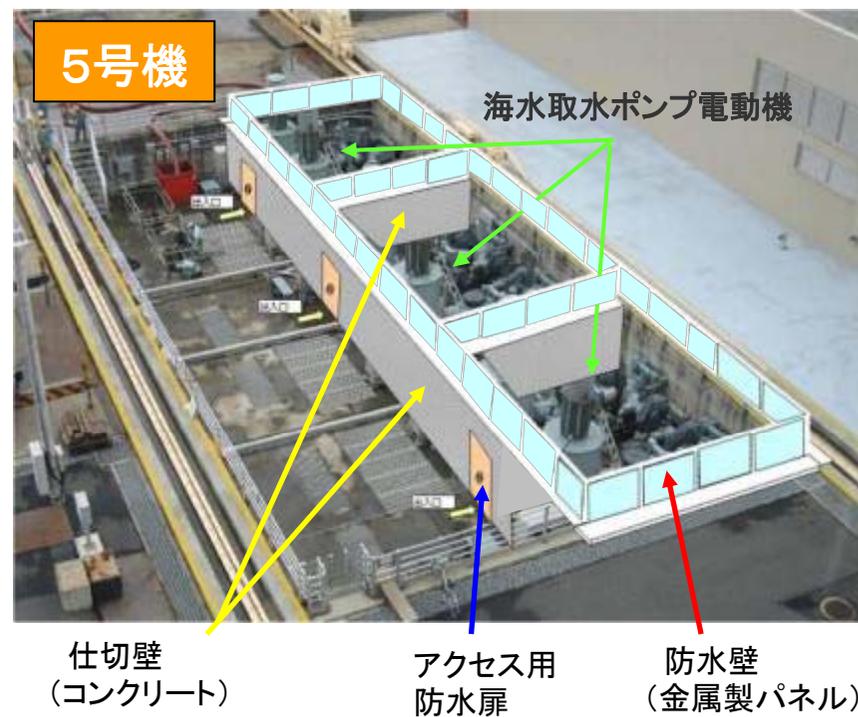
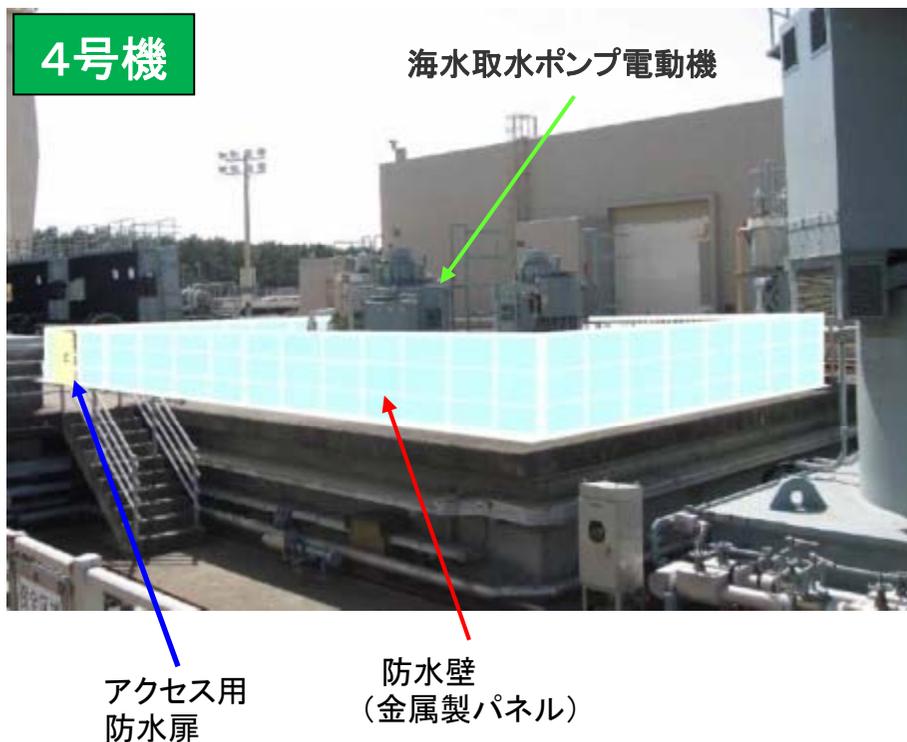


①発電所敷地海側等へ防波壁の設置 ②発電所敷地前面の砂丘堤防および東側西側盛土の嵩上げ
 発電所敷地海側の砂丘堤防背面および側面の一部に高さT.P.+18m、総延長1.6kmの防波壁を設置し、その両端部はT.P.+18~20mに盛土の嵩上げをします。これにより敷地前面および側面からの津波の浸入を防ぐとともに、背面への回り込みによる被害も生じないようにします。



③海水取水ポンプエリアへの防水壁の設置

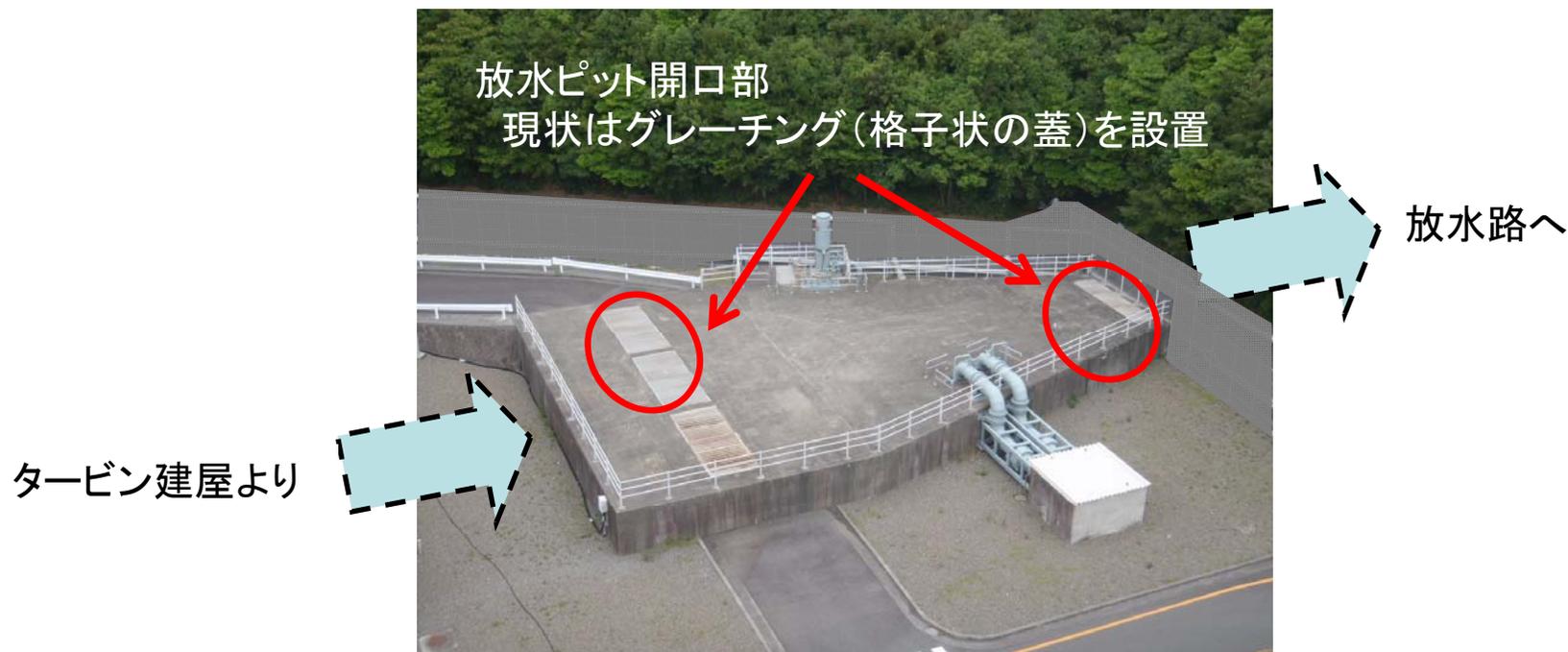
津波発生時には、取水槽など海につながっている箇所から敷地内に水が溢れ、原子炉施設の冷却に必要な海水取水ポンプが浸水し、停止することのないよう、海水取水ポンプの周囲に高さ1.5mの防水壁を設置します。



④放水ピット, 放水路開口部の閉止

・津波による水位上昇時に放水ピット、放水路開口部から水ができるだけ溢れないよう、開口部を閉止します。

- ◆放水ピット開口部: 定期点検時に角落しを挿入するための開口部
- ◆放水路開口部: 構内排水路との接続部等の開口部



放水ピット開口部 の具体例(4号機)

※具体的な閉止範囲等の仕様は詳細検討により決定します。

敷地内浸水時においても、海水冷却機能の維持と建屋内への浸水を防止します。

- ◆ 仮に津波が防波壁を超え、敷地が浸水した場合には、
 - ・屋外に設置してある海水取水ポンプが水に浸かって停止し、海水を利用した原子炉施設の冷却機能が失われるおそれがあります。(海水冷却機能喪失)
 - ・また、建屋内が大きく浸水してしまうおそれがあります。
- ◆ 以上から、「浸水防止対策②」として、
 - (1) 海水冷却機能の維持、(2) 建屋内浸水防止、(3) 機器室内浸水防止 の対策を行います。

(1) 海水冷却機能の維持

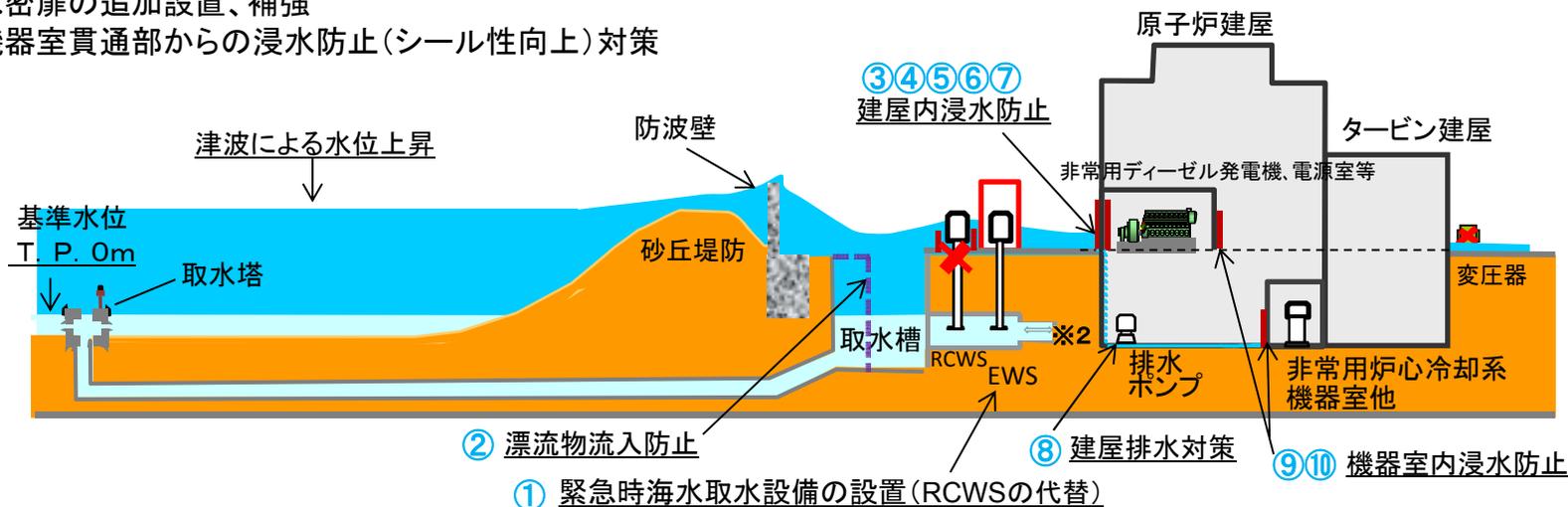
- ① 緊急時海水取水設備(EWS)の設置
(原子炉機器冷却海水系(RCWS)の代替)
- ② 取水槽への漂流物流入防止対策

(3) 機器室内浸水防止

- ⑧ 建屋排水対策の強化(排水ポンプ設置)
- ⑨ 水密扉の追加設置、補強
- ⑩ 機器室貫通部からの浸水防止(シール性向上)対策

(2) 建屋内浸水防止

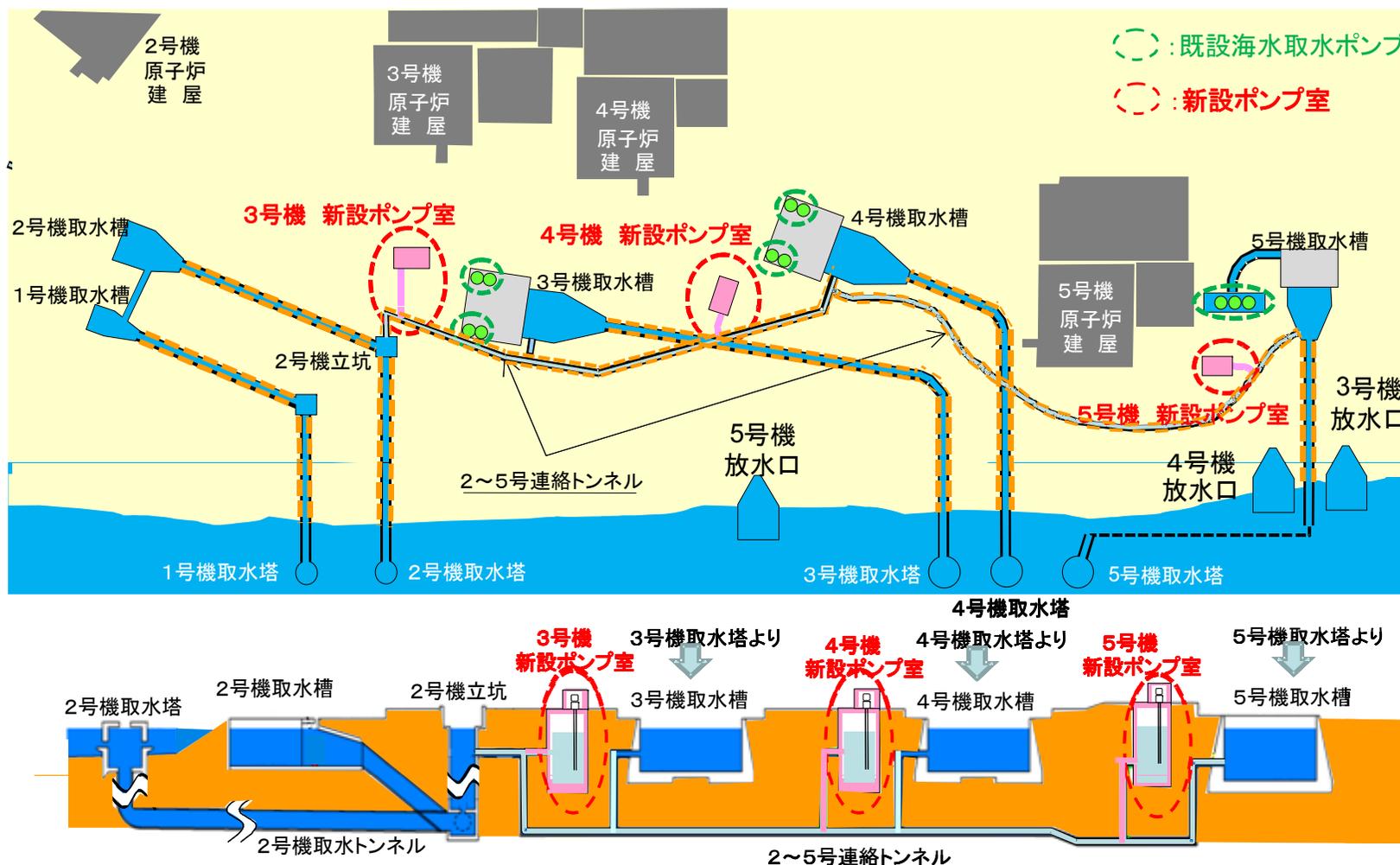
- ③ 建屋外壁の防水構造扉の信頼性強化
- ④ 建屋外壁の給排気口(開口部)からの浸水防止対策
- ⑤ 建屋貫通部からの浸水防止(シール性向上)対策
- ⑥ 地下配管ダクト点検口、入口扉等閉止
- ⑦ 建物構造強化(4,5号海水熱交換器建屋)



※2 他号機の取水槽連絡トンネルと接続

①緊急時海水取水設備(EWS)の設置

- ◆海水冷却機能の代替として緊急時海水取水設備(EWS)を3～5号機にそれぞれ新たに設置します。
- ◆新たな海水取水ポンプを防水構造の建屋に設置することにより、浸水の影響を受けることなく海水冷却機能を維持します。
- ◆また、2～5号機取水槽の連絡トンネルと接続することで取水源の多重化も図ります。



- EWSポンプは、防水構造建屋内に設置します。



EWSポンプ

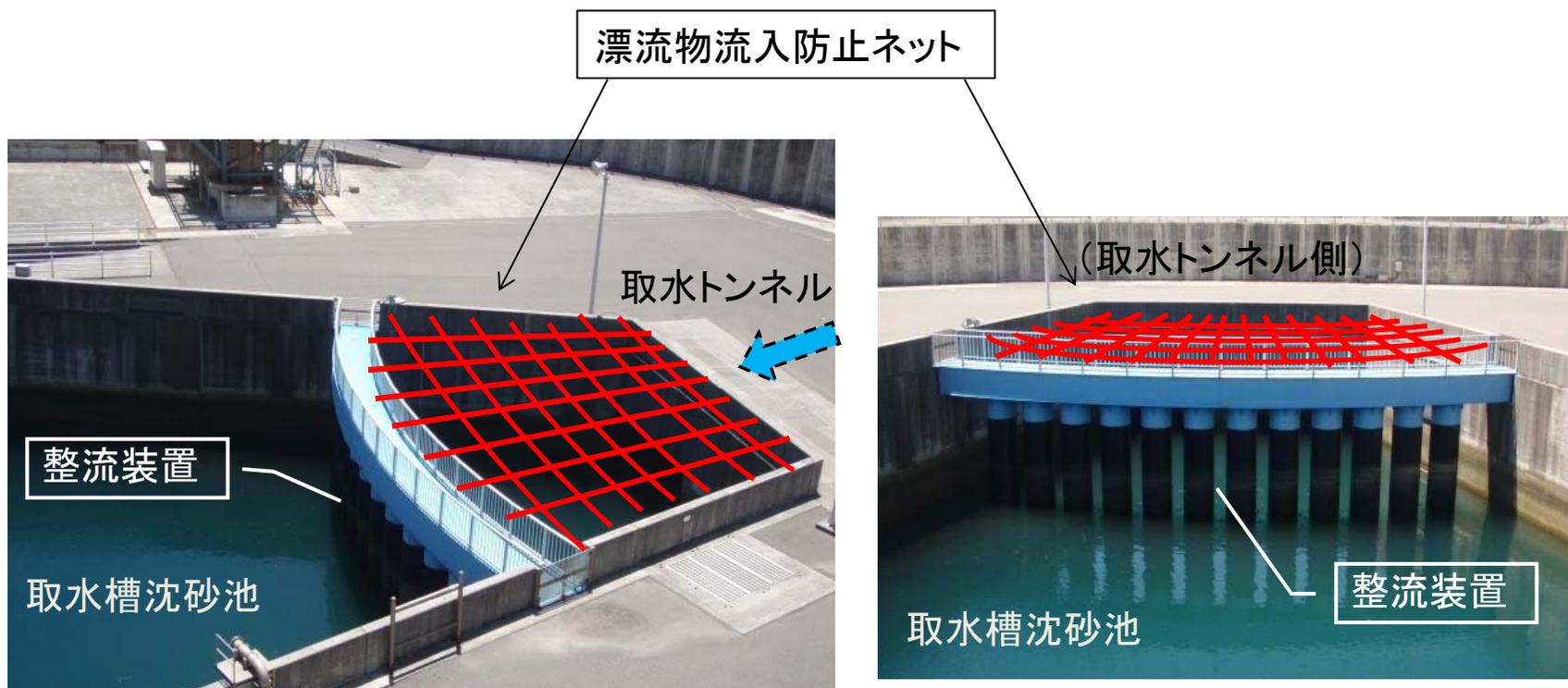


EWS設置・防水構造建屋

原子炉停止4時間後の崩壊熱量を除熱できる能力を有するポンプを、3～5号機に各2台設置します。(1台は予備機)

②取水槽への漂流物流入防止対策

- ・引き津波の際に取水トンネルへ漂流物が流入することを防止するため、流入防止ネットを設置します。
- ・取水槽沈砂池に既存の整流装置(鋼管を約40cm間隔で設置)付近の開口部に流入防止ネットを設置し、取水トンネルへの漂流物流入を防ぎます。



取水槽への漂流物流入防止対策

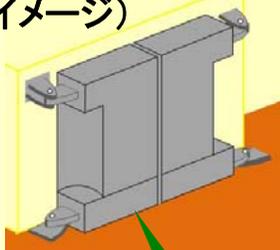
※ネットの材質およびメッシュ寸法は詳細検討により決定します。

建屋内・機器室内浸水防止対策

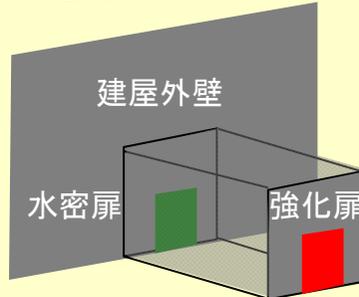
③建屋外壁の防水構造扉の信頼性強化 ④建屋外壁の給排気口(開口部)からの浸水防止対策

- ◆ 防水構造扉の二重化や水密扉への取替え等の「建屋外壁の防水構造扉の信頼性強化」を実施します。また、「建屋外壁の給排気口からの浸水防止対策」として、給排気口をシュノーケルタイプへ変更します。

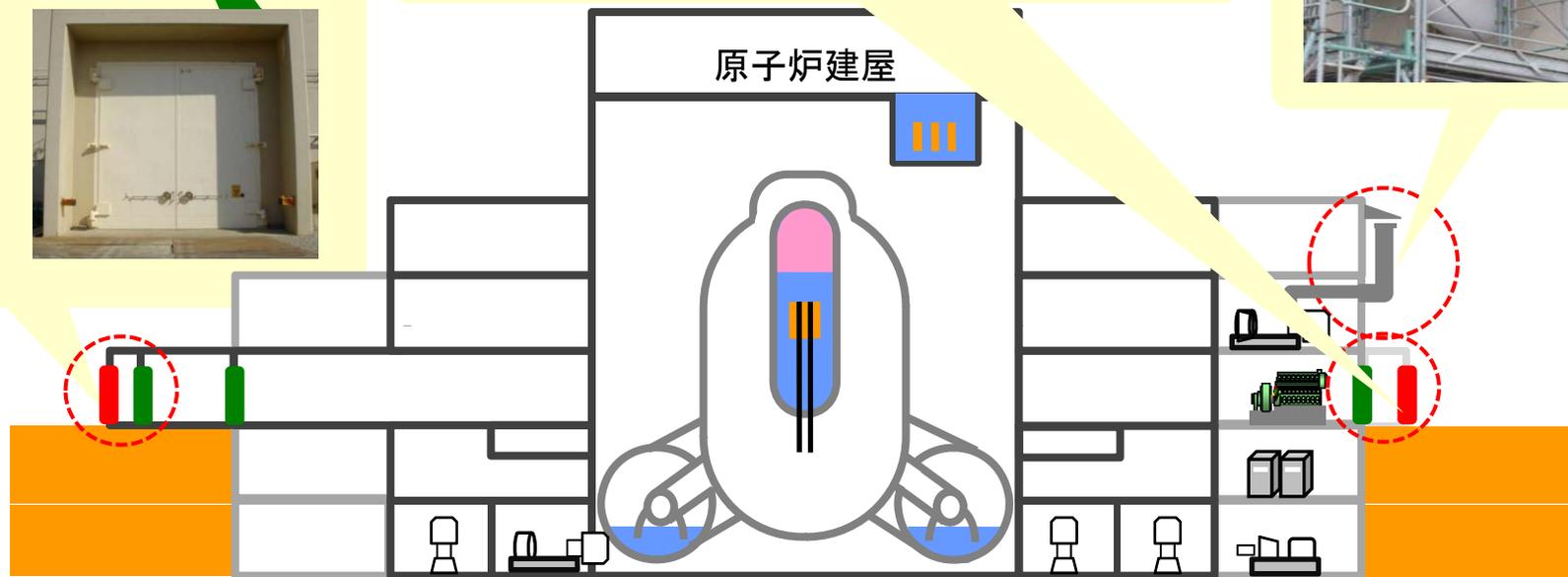
大物搬入口扉
対策後(イメージ)



強化扉(一般扉)



建屋外壁の給排気口
からの浸水防止



: 放射線管理区域内
 : 放射線管理区域外

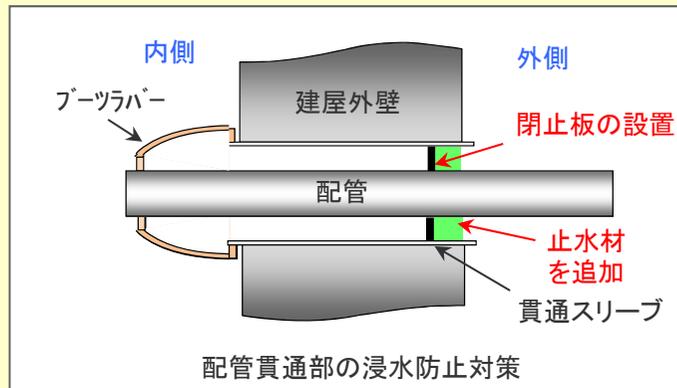
建屋貫通部からの浸水防止(シール性向上)対策

⑤, ⑩ 建屋貫通部、機器室貫通部からの浸水防止(シール性向上)対策

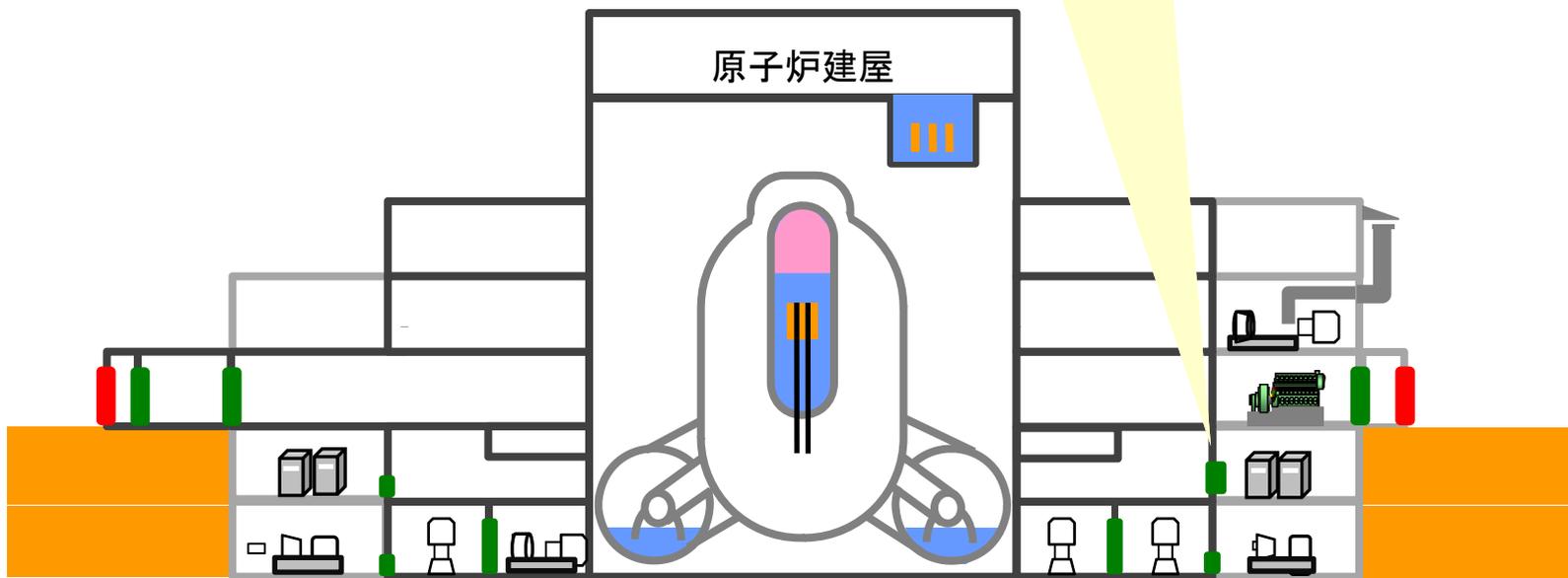
◆ 配管等の建屋貫通部についても、隙間に閉止板の設置や止水材の追加により、防水性能の向上を図ります。



配管貫通部(内側)の例

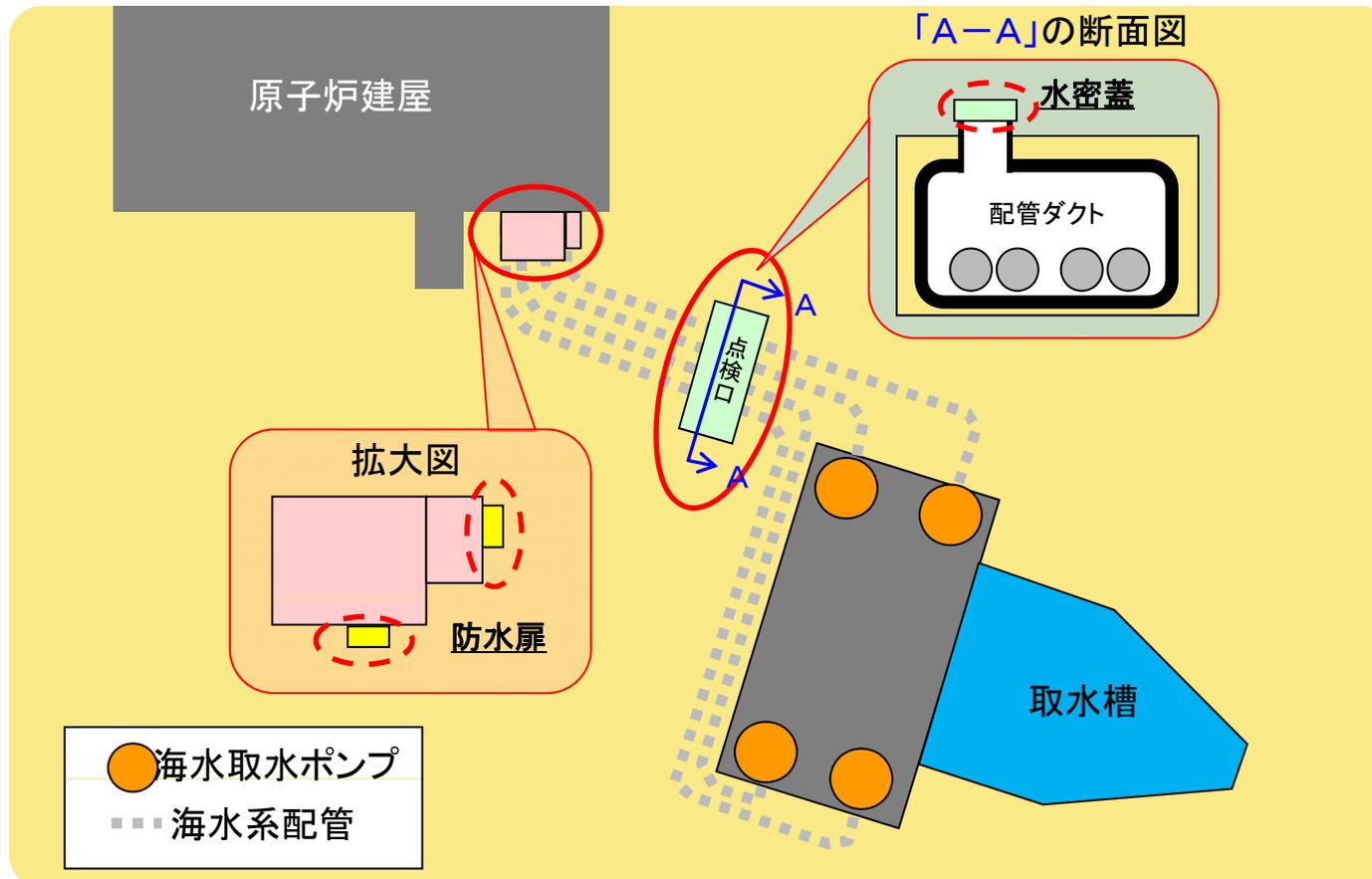


配管貫通部の浸水防止対策



⑥地下配管ダクト点検口、入口扉閉止

海水取水ポンプから原子炉建屋に冷却水を送水する配管は、屋外配管ダクト(地下階)を通じて原子炉建屋とつながっています。このため、敷地内に浸水した場合を想定し、配管ダクトの点検口や入口扉等を水密蓋や防水構造の扉に変更します。



建物構造強化(4, 5号機海水熱交換器建屋)

⑦建物構造強化

(4, 5号機海水熱交換器建屋)

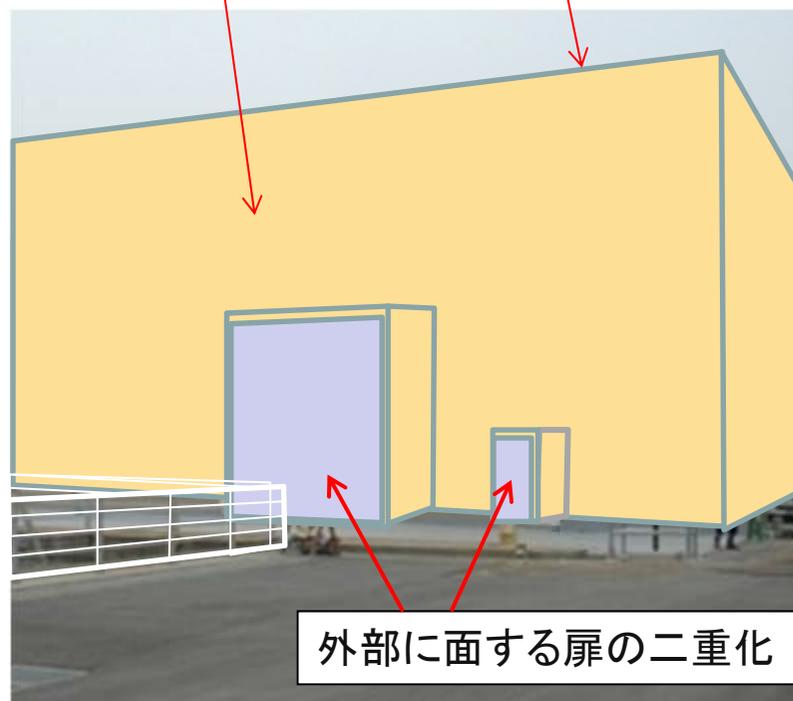
・空調用給排気口



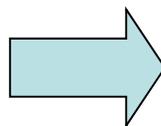
海水熱交換器建屋 改造前
(高さは5号機の例)

・建物改造
(水密化のための新設
壁設置)

屋上に空調用給排
気口を設置

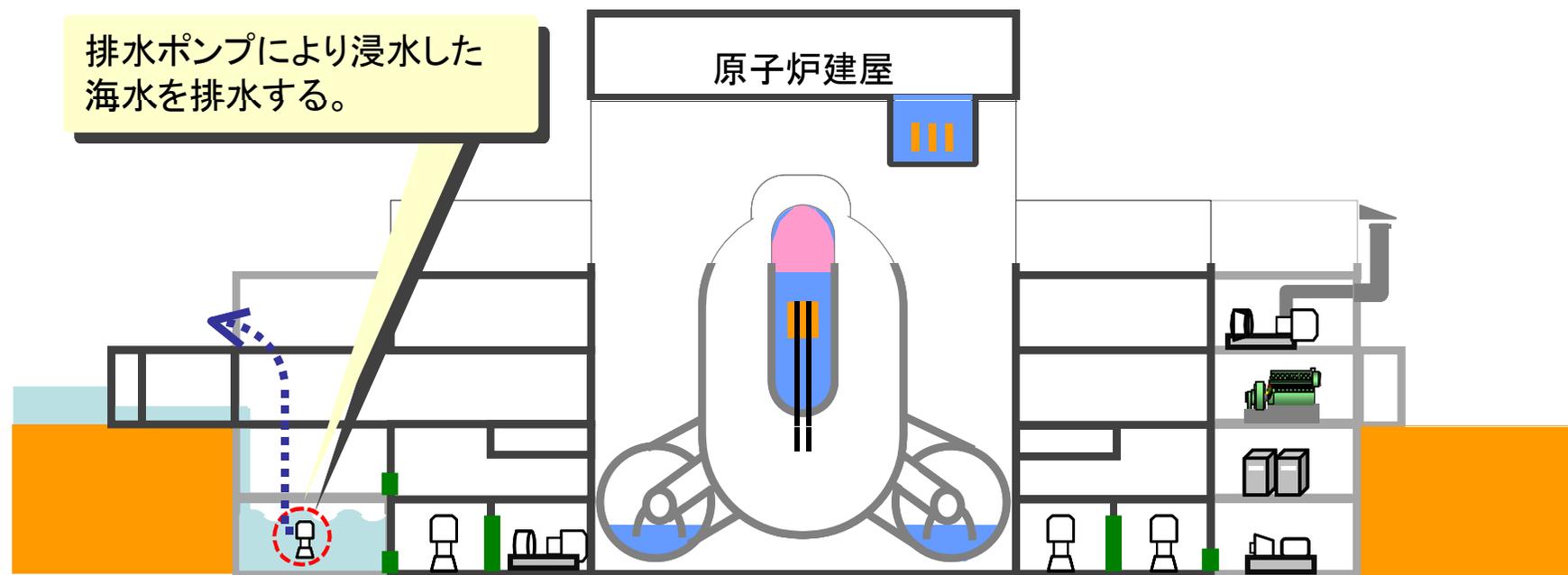


海水熱交換器建屋 改造後



⑧ 建屋排水対策の強化(排水ポンプ設置)

◆ 建屋内浸水防止対策により、浸水リスクは十分低下しますが、万一の建屋内への浸水を想定し、浸水した海水を排水するためのポンプを確保します。



建屋内・機器室内浸水防止対策

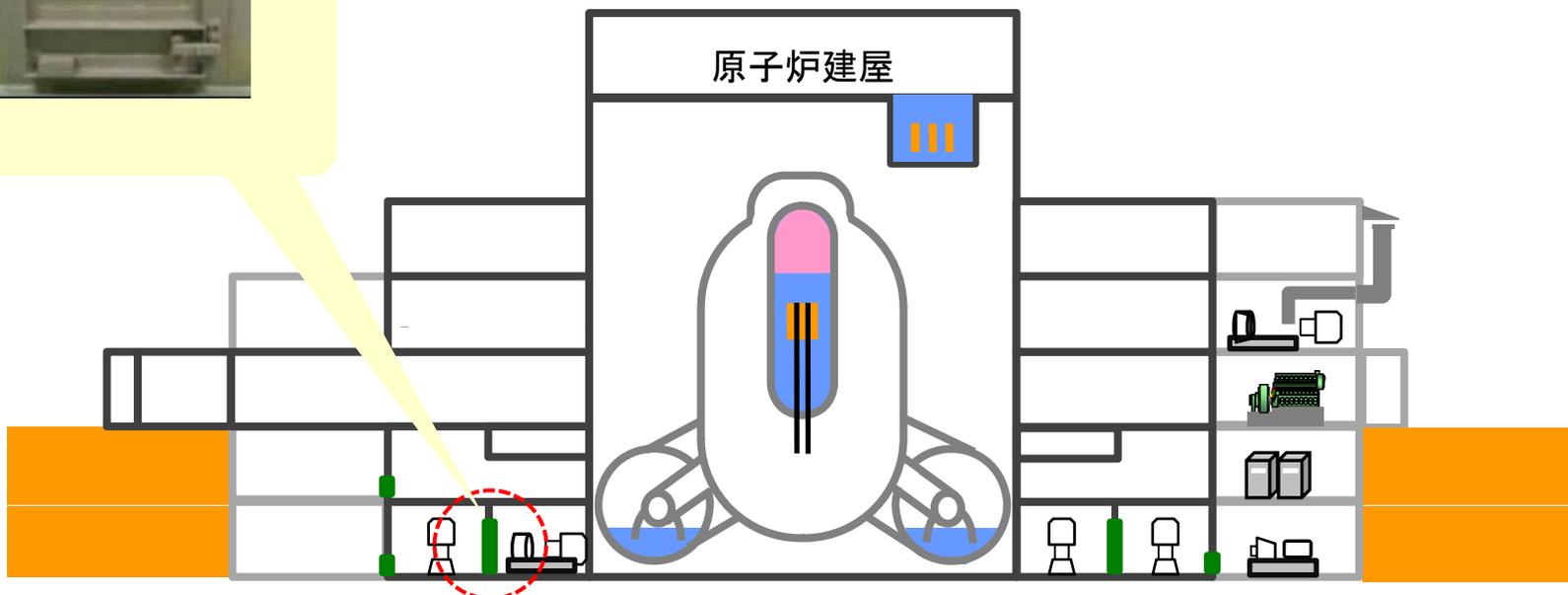
⑨水密扉の追加設置、補強

機器室への浸水防止



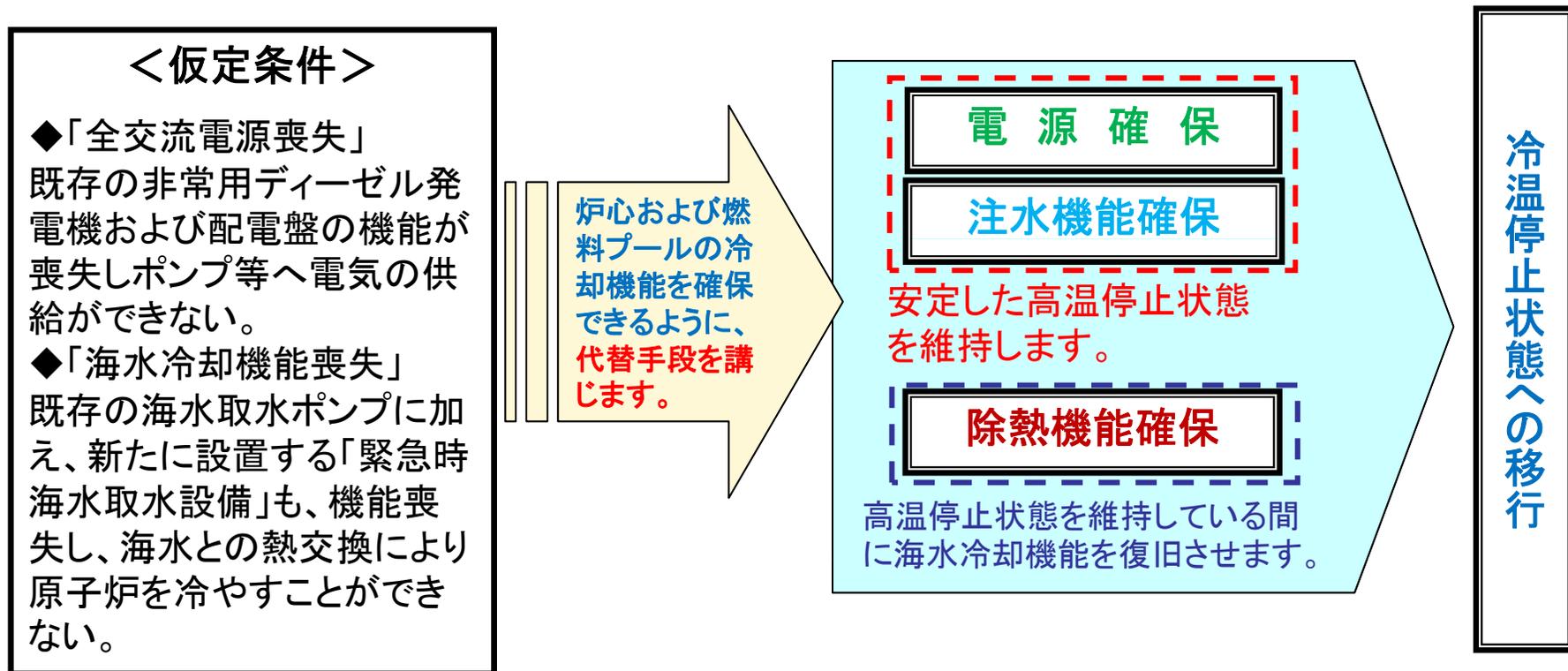
◆さらに、「冷やす」にかかわる機器や電源などの重要機器は、建屋内の個別の機器室内に設置されていることから、「建屋内への浸水防止」に加えて、「機器室への浸入防止」についても対策を行います。

◆具体的には、「水密扉の追加設置・補強」や「機器室貫通部からの浸水防止対策」を実施するとともに、排水ポンプの設置等による「建屋内の排水対策の強化」を行います。

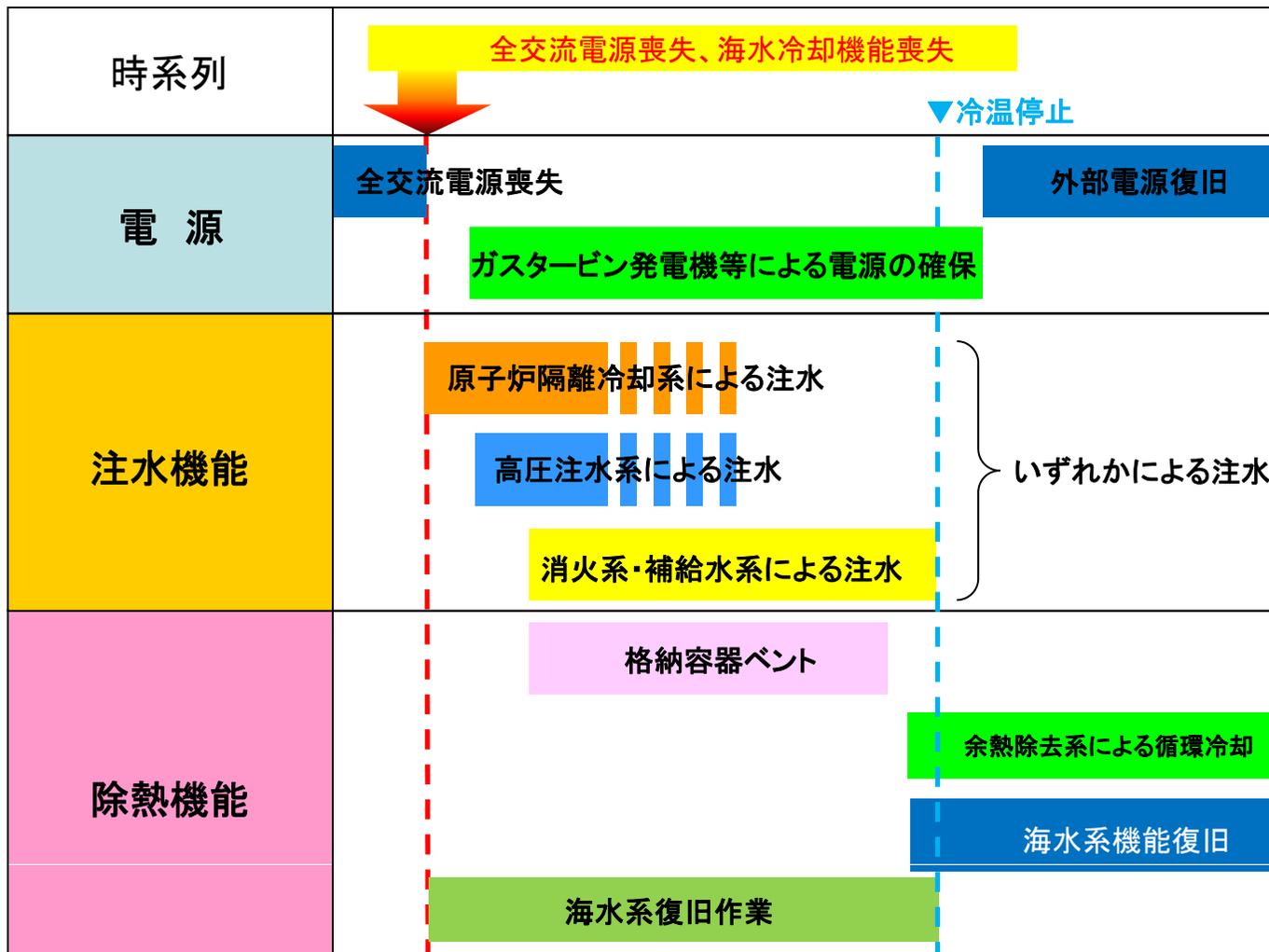


◆「冷却機能の確保」について

福島第一原子力発電所で発生した全交流電源喪失および海水冷却機能喪失を仮定した場合にも、電源・注水・除熱の機能に対し、多重化・多様化の観点から代替手段を講ずることにより、原子炉を安定した高温停止状態に維持しつつ、海水冷却機能を復旧させ冷温停止状態へ導くことが出来る対策を図ります。



■ 原子炉を冷温停止に導くためには、注水や除熱に必要な電源を確保し、原子炉への注水を維持しながら、原子炉の安定した高温停止状態を確保しつつ、海水系機能の復旧作業を行うことにより、確実かつ安全に冷温停止状態に導きます。



緊急時対策の強化

緊急時対策の強化 「冷却機能の確保」(「 」下線部は対策実施済)

(1) 電源設備対策

- ① ガスタービン発電機の高台設置
- ② 災害対策用発電機の建屋屋上への設置
- ③ 予備蓄電池の確保
- ④ 電源盤および配電盤の上層階または高台への設置

(2) 注水設備対策(淡水)

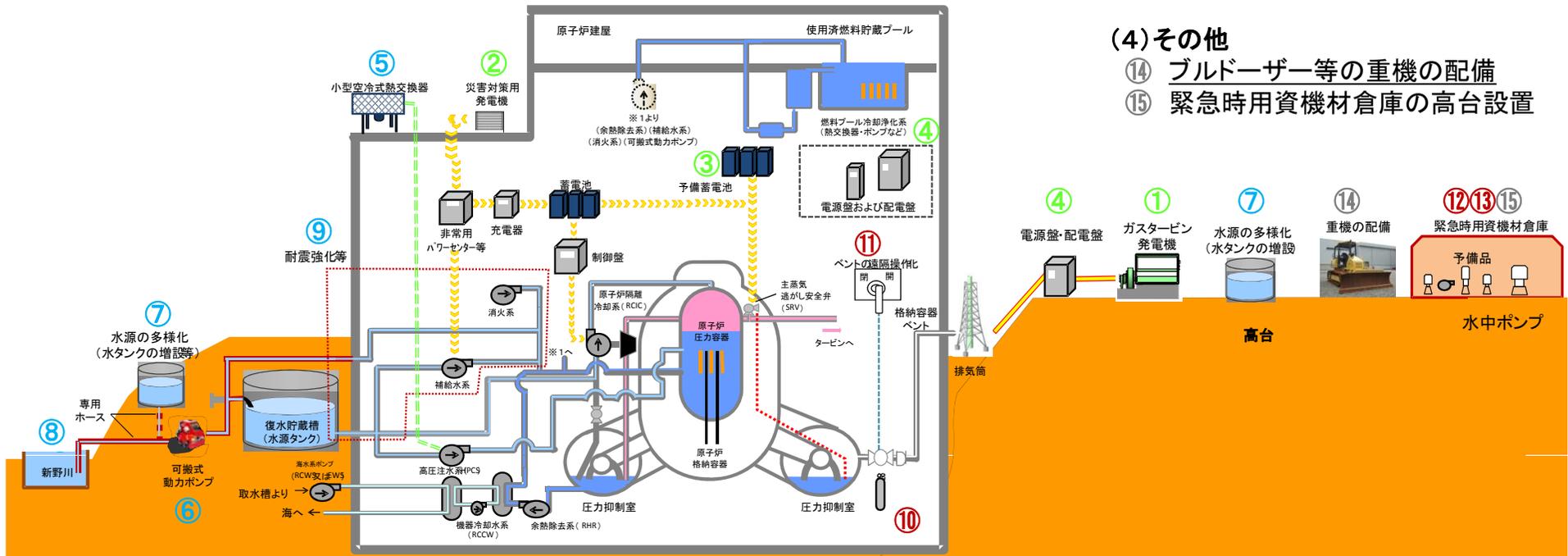
- ⑤ 高圧注水系を運転可能とするための機器冷却の代替確保(空冷式熱交換器設置)
- 【電源はガスタービン発電機より供給】
- ⑥ 可搬式動力ポンプによる水源の確保
- ⑦ 水源の多様化(水タンクの増設等)
- ⑧ 取水源の多様化(新野川からの取水)
- ⑨ 補給水系等の耐震強化、注水配管の追加設置

(3) 除熱設備対策

- ⑩ 格納容器ベント弁操作室素ボンベの設置
- ⑪ 格納容器ベントの遠隔操作化
- ⑫ 原子炉機器冷却海水系(RCWS)、原子炉機器冷却水系(RCCW)、余熱除去系(RHR)ポンプおよび電動機の予備品確保
- ⑬ 水中ポンプの確保(RCWSポンプの代替)

(4) その他

- ⑭ ブルドーザ等の重機の配備
- ⑮ 緊急時用資機材倉庫の高台設置



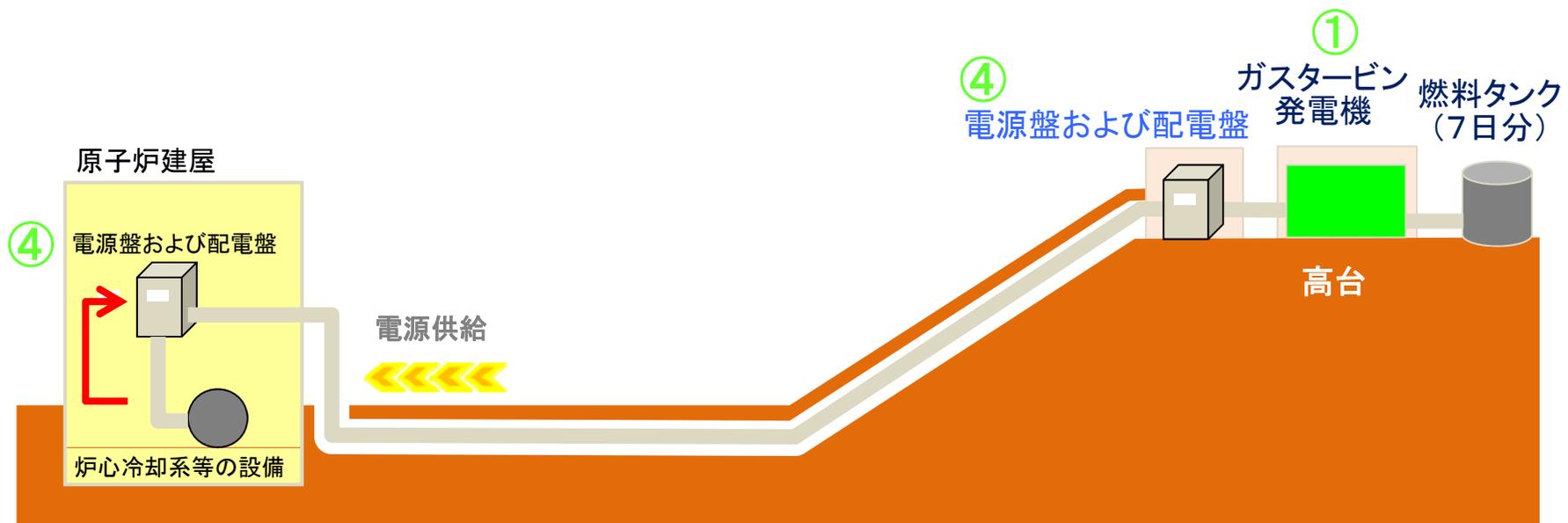
①ガスタービン発電機の設置

ガスタービン発電機を津波の影響がない発電所敷地内高台に設置します。

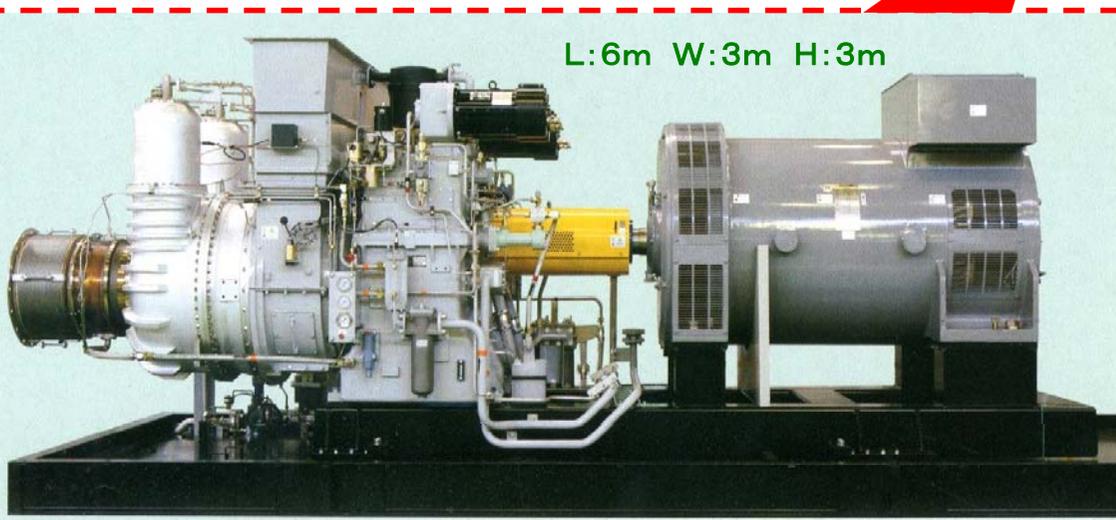
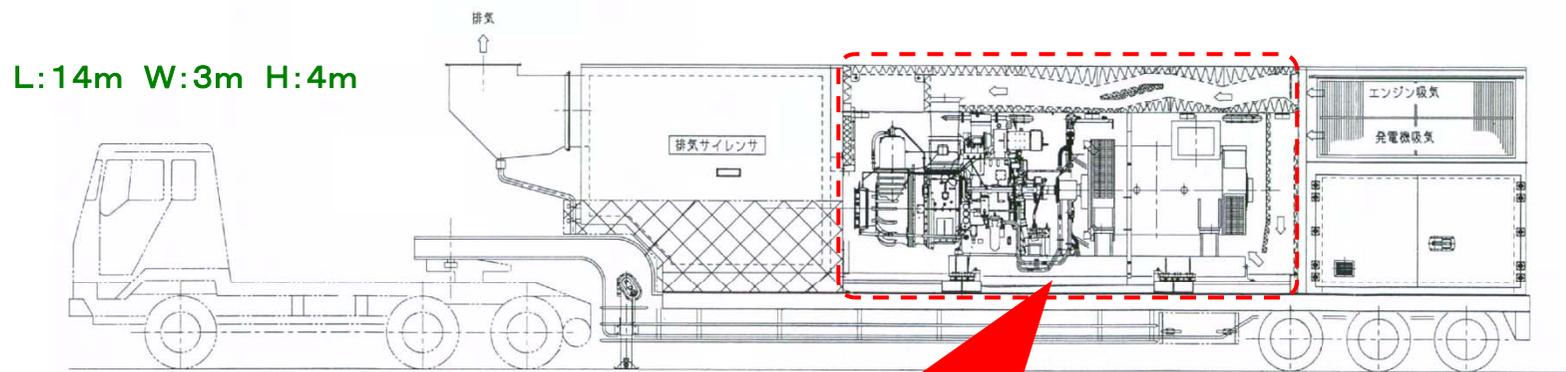
- 外部電源および非常用ディーゼル発電機が使用できない状況に備え、津波の影響がない発電所敷地内高台にガスタービン発電機を設置し、炉心冷却系等の設備に速やかに電源を供給します。

④電源盤および配電盤の上層階又は高台への設置

炉心冷却等の設備に電力を供給するための電源盤および配電盤を高台へ設置します。



ガスタービン発電機の概要図



ガスタービン発電機の仕様

(非常用炉心冷却ポンプ等へ電力を供給)

【発電装置】

- 定格出力 3,200kW
- 燃料 A重油、灯油、軽油
- 燃料消費量 1,390リットル/h(軽油)
- 始動時間 40秒以内

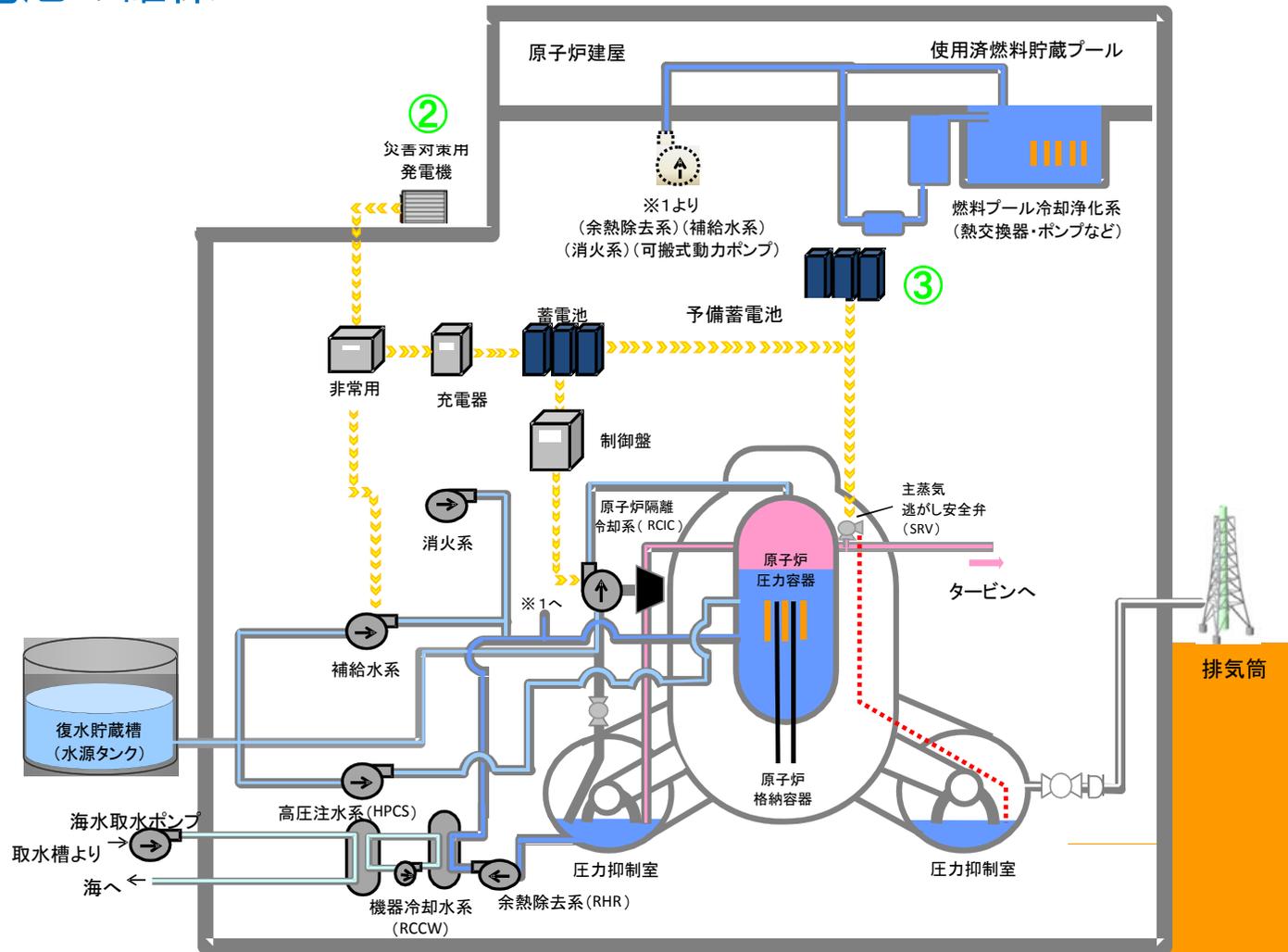
【発電機】

- 定格出力 4,000kVA
- 電圧 3,300~6,600V

【ガスタービン】

- 定格出力 4,700PS

- ② 災害対策用発電機の建屋屋上への設置
- ③ 予備蓄電池の確保

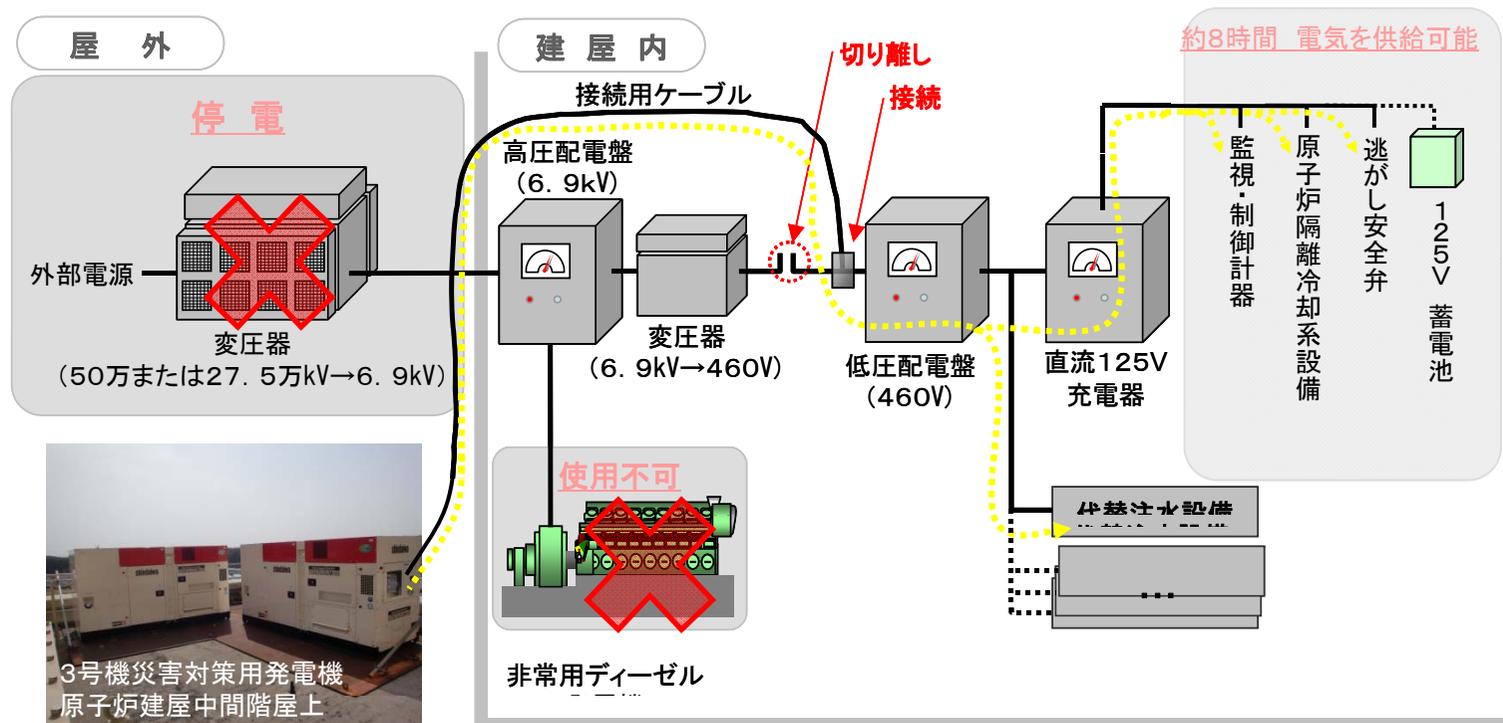


災害対策用発電機の建屋屋上への設置

■ 災害対策用発電機の建屋屋上への設置

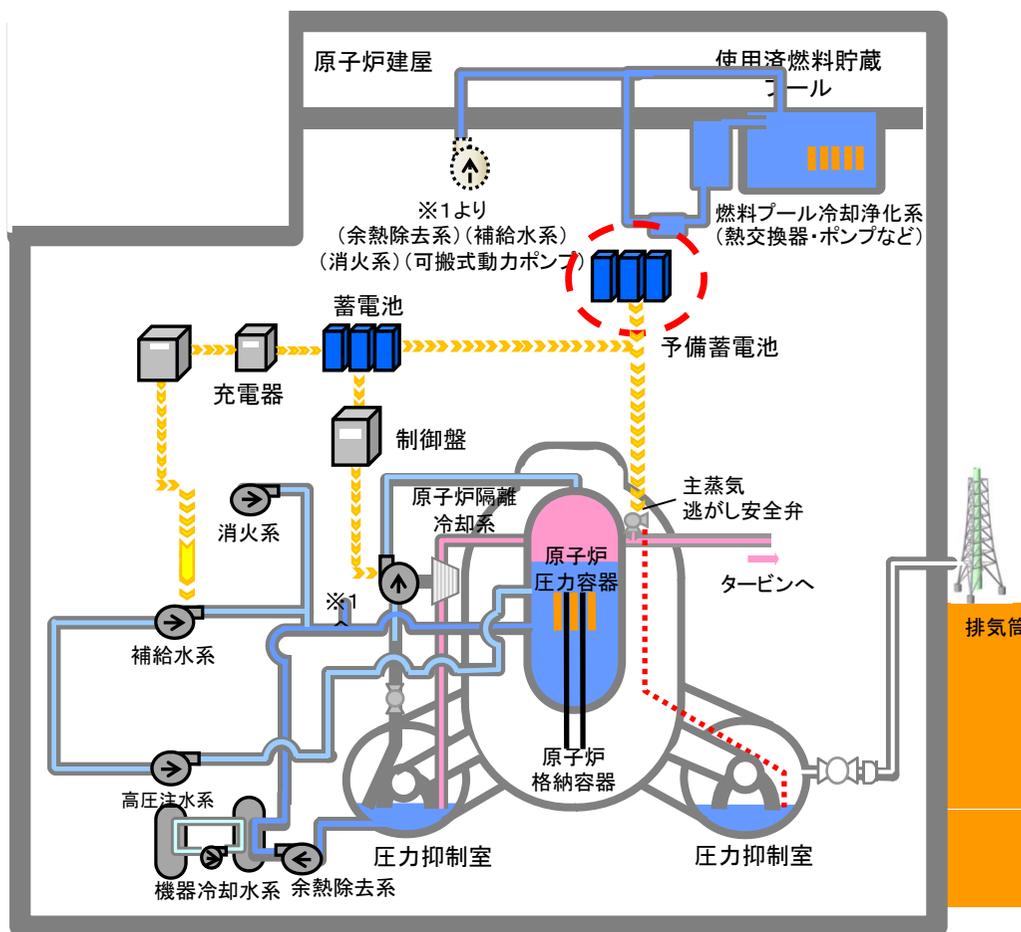
全ての交流電源が使用できない場合の電源を確保するため、災害対策用発電機、電源ケーブルを配備しました。

- 全ての交流電源が使用できない場合においても、災害対策用発電機により、原子炉を冷却するための原子炉隔離冷却系や監視・制御計器に必要な電源を供給します。
また、原子炉や使用済燃料貯蔵プールへ代替注水するためのポンプ等へ電源を供給します。



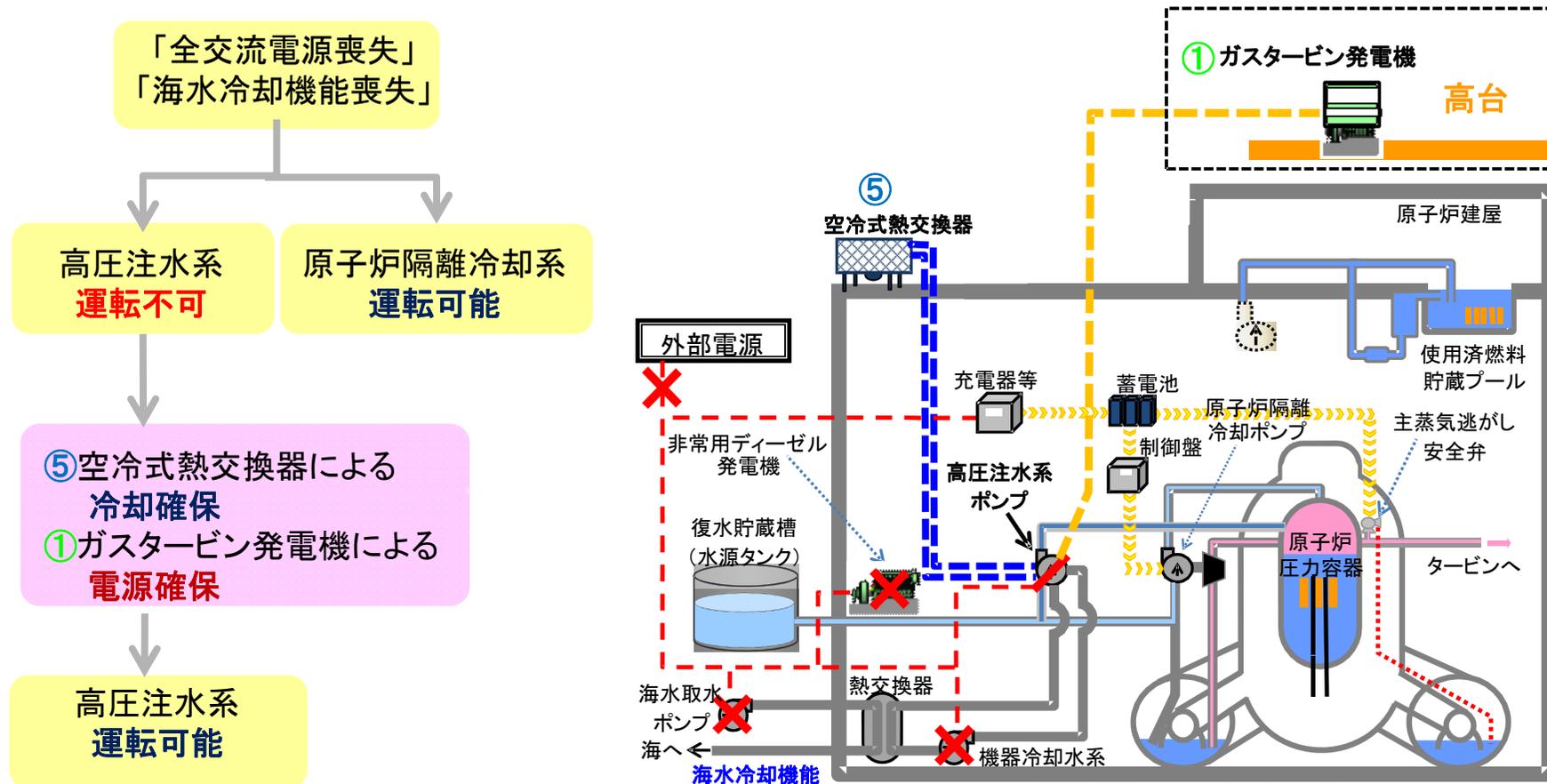
■ 予備蓄電池の確保

外部電源および非常用ディーゼル発電機が使用できない状況に備え、原子炉を冷却する系統（原子炉隔離冷却系、主蒸気逃がし安全弁）へ電源を供給するための蓄電池について、予備を確保します。

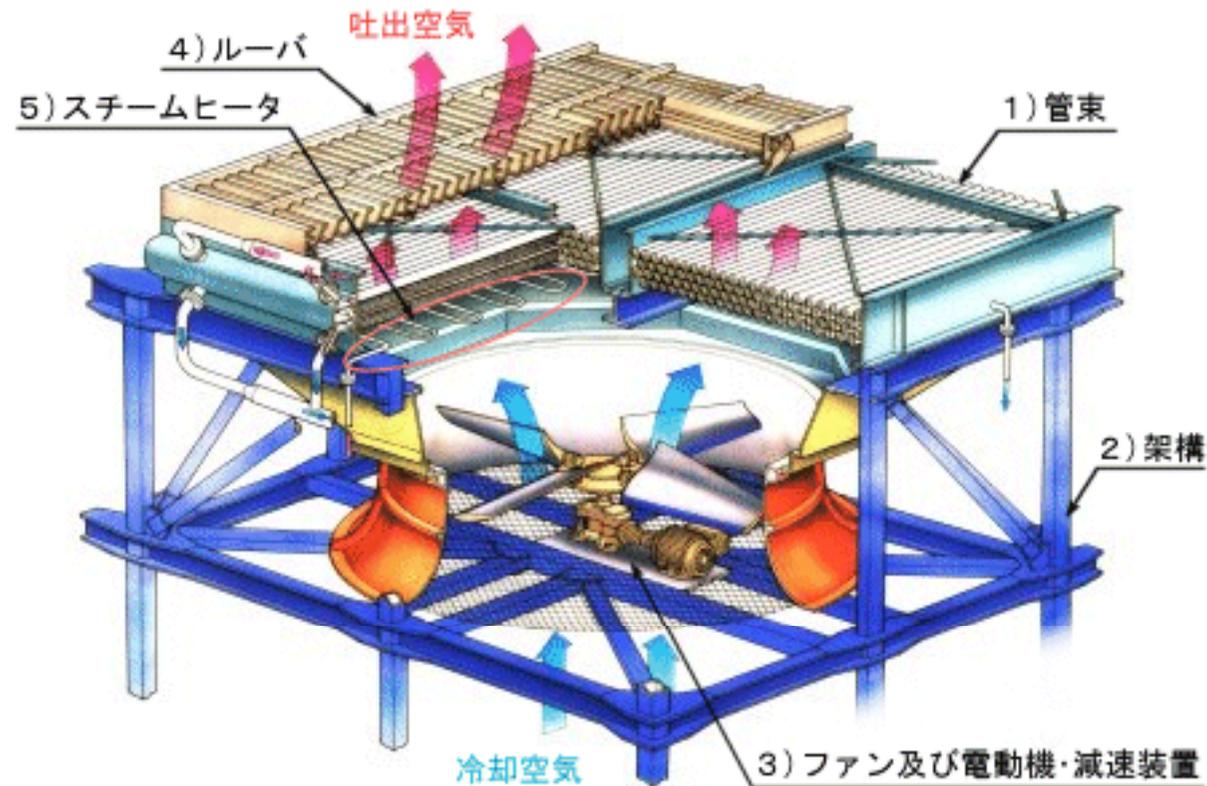


⑤ 高圧注水系を運転可能とするための機器冷却の代替確保(空冷式熱交換器設置)

- ◇ 高圧注水機能を持つ系統は、原子炉隔離冷却系と高圧注水系があります。
- ◇ 原子炉隔離冷却系は、「全交流電源喪失時」や「海水冷却機能喪失時」においても一定時間継続して稼働することができます。
- ◇ 「全交流電源喪失時」や「海水冷却機能喪失時」においても高圧注水系が運転可能となるように、
 - ①ポンプに空冷の代替冷却機能を新たに追加し、②電源についても新たに高台に設置するガスタービン発電機から受電することで、高圧注水機能を強化します。

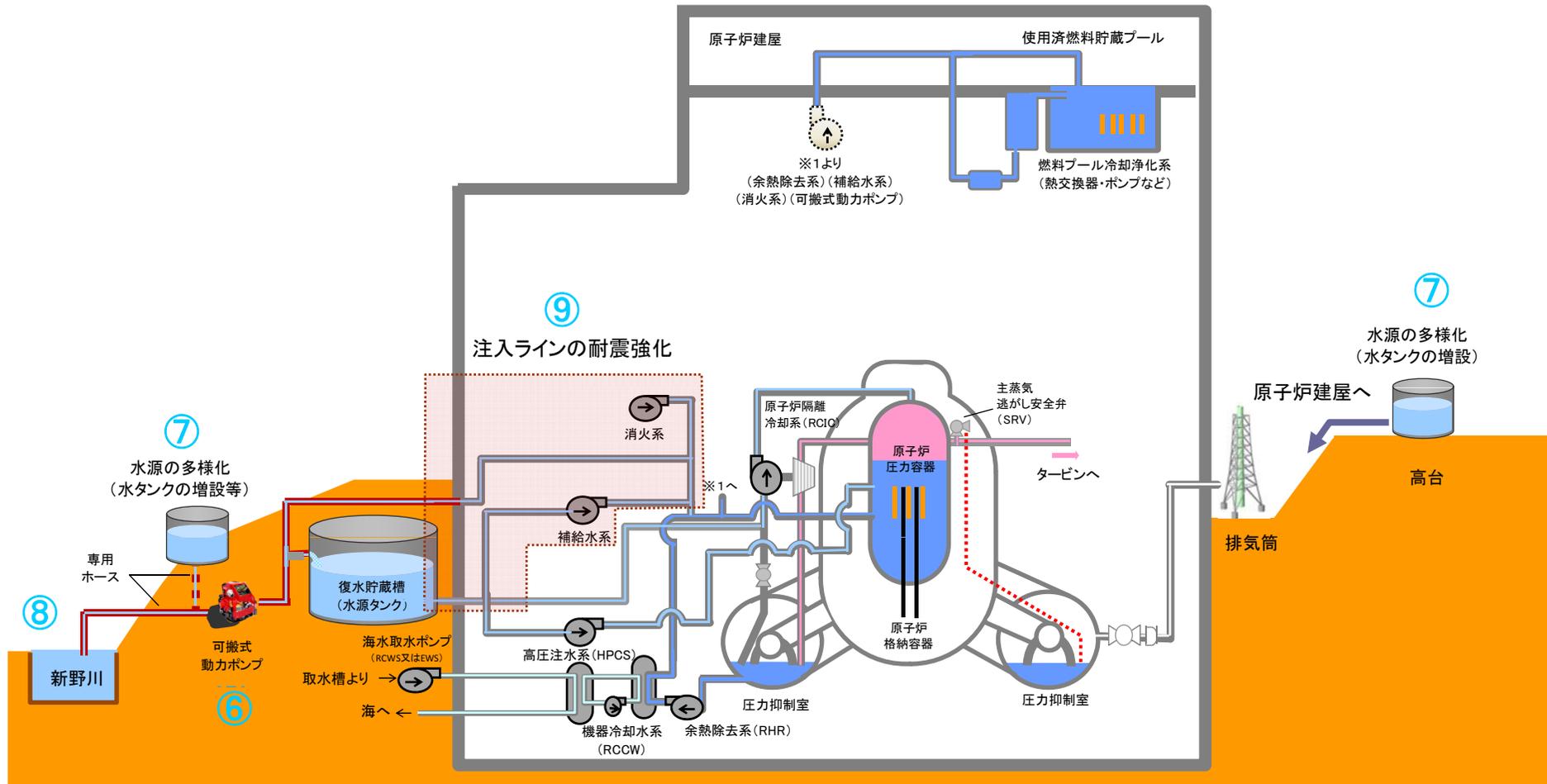


空冷式熱交換器の概要図



⑥⑦⑧⑨ 水源タンクの増設、供給ライン耐震性向上

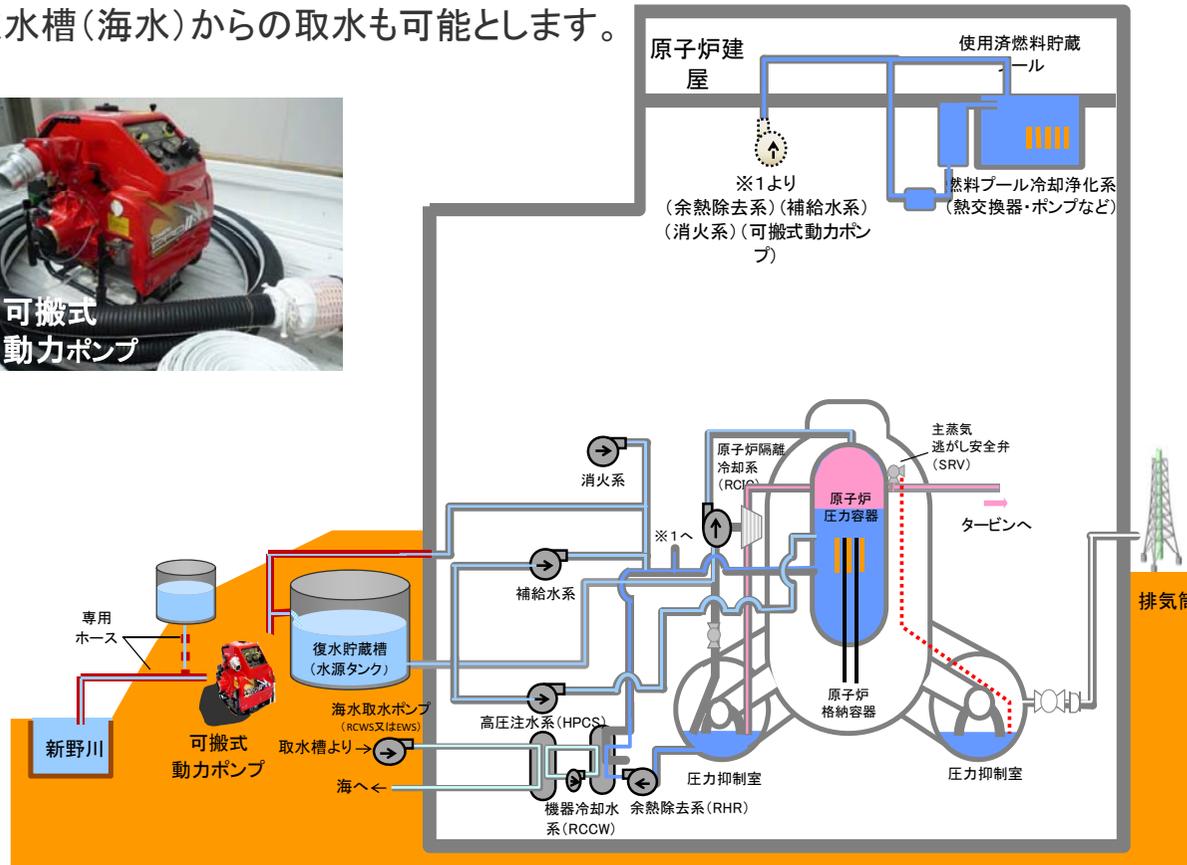
原子炉及び使用済燃料貯蔵プールへ注水するために設置されている復水貯蔵槽に加え、水源タンクを増設するとともに、既設の供給ラインの耐震性向上、あるいは耐震Sクラスの供給配管の新設を行います。



⑥可搬式動力ポンプによる水源の確保

原子炉への注水を継続するための原子炉隔離冷却系の水源を確保するため、可搬式動力ポンプ、ホース等の資機材を配備しました。

- 原子炉隔離冷却系の水源を圧力抑制室から水源タンクへ切り替えた際、水源タンクの水位を確保するため、可搬型動力ポンプを用いて他のタンク(淡水)または新野川(淡水)から冷却水を補給します。また、取水槽(海水)からの取水も可能とします。



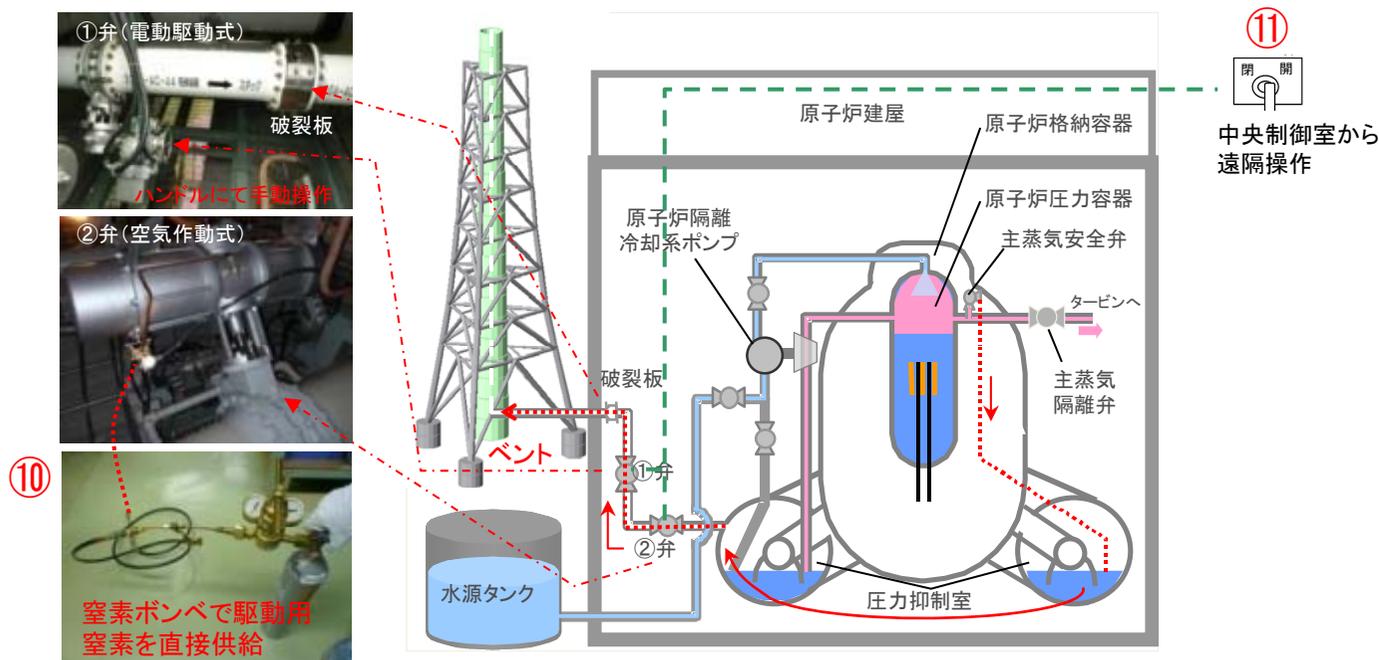
除熱設備対策 格納容器ベントシステムの強化

⑩原子炉格納容器ベント弁操作用窒素ポンベの設置

全ての交流電源喪失時において、原子炉格納容器のベントが必要な場合に、現場ですみやかに開弁できるように窒素ポンベ等の資機材を配備しました。(2011年4月11日対応完了)

⑪原子炉格納容器ベントの遠隔操作化

速やかなベント操作実施に向けて、中央制御室からの遠隔操作化を図ります。



炉心から発生する蒸気により、原子炉格納容器圧力が上昇します。
このため、原子炉格納容器圧力を逃すベント操作を実施します。

除熱設備対策 非常用炉心冷却系等の復旧

⑫ 原子炉機器冷却海水系等の予備品確保、復旧

- ◆ 既に配備している海水系ポンプ電動機予備品に加え、原子炉を冷やすために必要な機器の故障に備え、必要な予備品を確保しておきます。



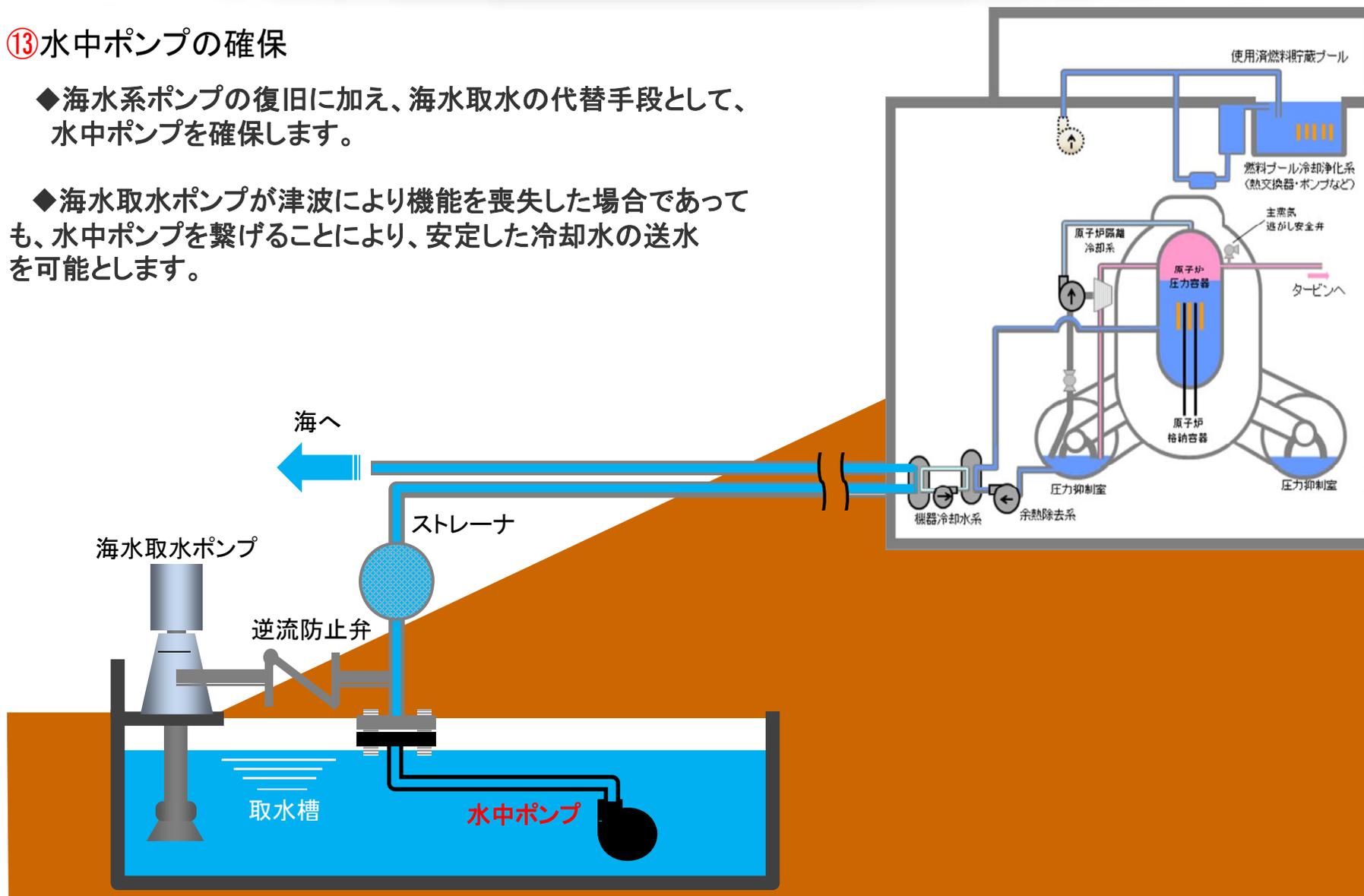
海水取水ポンプ（4号機原子炉機器冷却海水系ポンプ）

- ◆ 原子炉および燃料プールの注入を継続しながら、並行して海水冷却機能の復旧を行うことにより、機能喪失から1週間程度で冷温停止状態にすることが可能となります。

⑬ 水中ポンプの確保

◆ 海水系ポンプの復旧に加え、海水取水の代替手段として、水中ポンプを確保します。

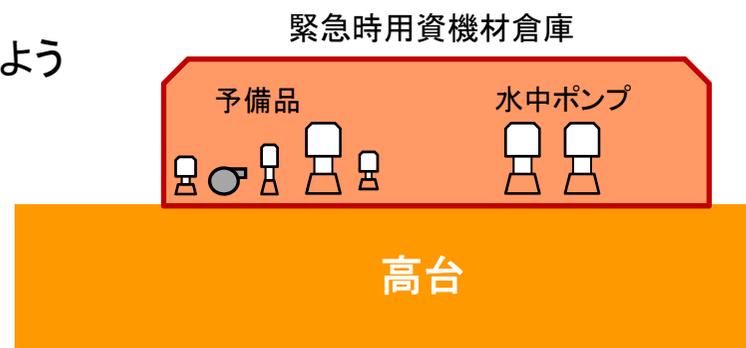
◆ 海水取水ポンプが津波により機能を喪失した場合であっても、水中ポンプを繋げることで、安定した冷却水の送水を可能とします。



⑮緊急時用資機材倉庫の設置

専用の資機材倉庫を津波の影響がない発電所敷地内の高台に設置します。

- 緊急時の予備品等の資機材をすみやかに使用できるように専用の資機材倉庫に保管します。



⑭ブルドーザー等の重機を配備

津波による漂流物などを除去し、予備品の搬送等の作業環境を確保するため、重機を配備しました。



ホイールローダー



ブルドーザー



クローラーキャリア



油圧ショベル
(アーム先端は取替可能)

電源の重要性を考えると外部電源の早期復旧は重要と考え、信頼性向上対策を実施します。

<外部電源信頼性強化>

- ①5号機を受電回路の増設(2系統→3系統) ※3・4号機は3系統確保済み

<浸水対策>

- ②受電用変圧器の高台への設置(500kV/6.9kV)
- ③移動式変圧器の高台への配置(77kV/6.9kV)
- ④一般高圧配電線からの受電ルート強化

