

大飯発電所4号機の原子炉起動および 調整運転の開始について

平成24年7月17日
関西電力株式会社

大飯発電所4号機(加圧水型軽水炉 定格電気出力118万キロワット、定格熱出力342万3千キロワット)は、平成23年7月22日から第14回定期検査を実施していましたが、平成24年7月18日に原子炉を起動し、翌19日に臨界に達する予定です。その後は諸試験を実施し、21日*に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、8月下旬には経済産業省の最終検査を受けて本格運転を再開する予定です。

※：タービンバランシング作業（調整運転開始前にタービンの回転数を上昇させて振動を測定し、振動が大きい場合にはタービンの車軸におもりを取り付け、振動が小さくなるように調整する作業）の実施の有無により、工程を変更する場合があります。

以 上

(添付資料) 大飯発電所4号機 第14回定期検査の概要

大飯発電所4号機 第14回定期検査の概要

1. 主要工事等

(1) 低圧/高圧タービン取替工事 (図-1参照)

国外で発生した低圧タービン円板での応力腐食割れ事象を踏まえ、予防保全対策として、低圧タービンについて、円板と軸を一体成型した全一体ロータ構造の採用や材料の強度変更等により信頼性の向上を図った最新型に取り替えました。

また、高圧タービンについても、信頼性向上の観点から低圧タービンと併せて取り替えました。^{※1}

※1 当該工事に伴い、タービン性能が向上することにより、定格熱出力一定運転において電気出力が約3～4%上昇する。

(2) 耐震裕度向上工事 (図-2参照)

既設設備の耐震性を一層向上させるため、主蒸気系統や主給水系統および余熱除去系統の配管の支持構造物を強化しました。

(3) 600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れに係る予防保全工事 (図-3参照)

国内外PWRプラントにおける応力腐食割れ事象を踏まえ、予防保全対策として、加圧器のサージ管台、安全弁管台、逃がし弁管台、スプレイライン管台について、600系ニッケル基合金で溶接された管台から耐食性に優れた690系ニッケル基合金で溶接された管台に取り替えました。

(4) 原子炉保護装置取替工事 (図-4参照)

原子炉保護装置^{※2}について、電子部品が製造中止になったことから、今後の保守性を考慮して、原子炉安全保護計装盤と原子炉安全保護ロジック盤を最新設計のものに取り替えました。

※2 1次冷却材系統の圧力・温度信号などからプラントの異常を検出して、原子炉トリップしゃ断器および工学的安全施設を動作させるための装置。

(5) 原子炉照射試験片取出工事

中性子照射による原子炉容器の材料特性変化を定期的に把握するため、原子炉容器内部に設置している照射試験片を取り出しました。(今回で3回目)

2. 設備の保全対策

2次系配管の点検等

(図-5参照)

- ・当社の定めた「2次系配管肉厚の管理指針」に基づき、2次系配管965箇所について超音波検査(肉厚測定)等を実施しました。その結果、必要最小厚さを下回る箇所および次回定期検査までに必要最小厚さを下回る可能性があるとして評価された箇所はありませんでした。(超音波検査922箇所、内面目視点検43箇所)
- ・今定期検査開始時には48箇所の配管取替を計画していましたが、今後の保守性を考慮して46箇所を追加し、合計94箇所の配管を耐食性に優れたステンレス鋼または低合金鋼の配管に取り替えました。

3. 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

蒸気発生器4台のうち、BおよびD-蒸気発生器伝熱管全数(3,382本×2台、計6,764本)について渦流探傷検査を実施し、異常のないことを確認しました。

4. 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数193体のうち、77体(うち56体は、55,000MWd/t高燃焼度燃料の新燃料集合体)を取り替えました。

また、燃料集合体の外観検査(49体)を実施した結果、異常は認められませんでした。

5. 福島第一原子力発電所事故を踏まえた特別点検等

(図-6参照)

非常用炉心冷却系統や格納容器スプレリングの健全性確認および使用済燃料ピット冷却系統ポンプの分解点検、非常用炉心冷却系統の耐震サポート、屋内外タンク基礎ボルト等の点検を行い健全性を確認しました。

また、使用済燃料ピットの監視強化のため、水位計、温度計の電源供給を常用電源から非常用電源に変更するとともに非常用電源から電源供給される水位監視カメラを設置しました。

6. 次回定期検査の予定

平成25年秋頃

なお、定期検査の作業工程については、別紙を参照下さい。

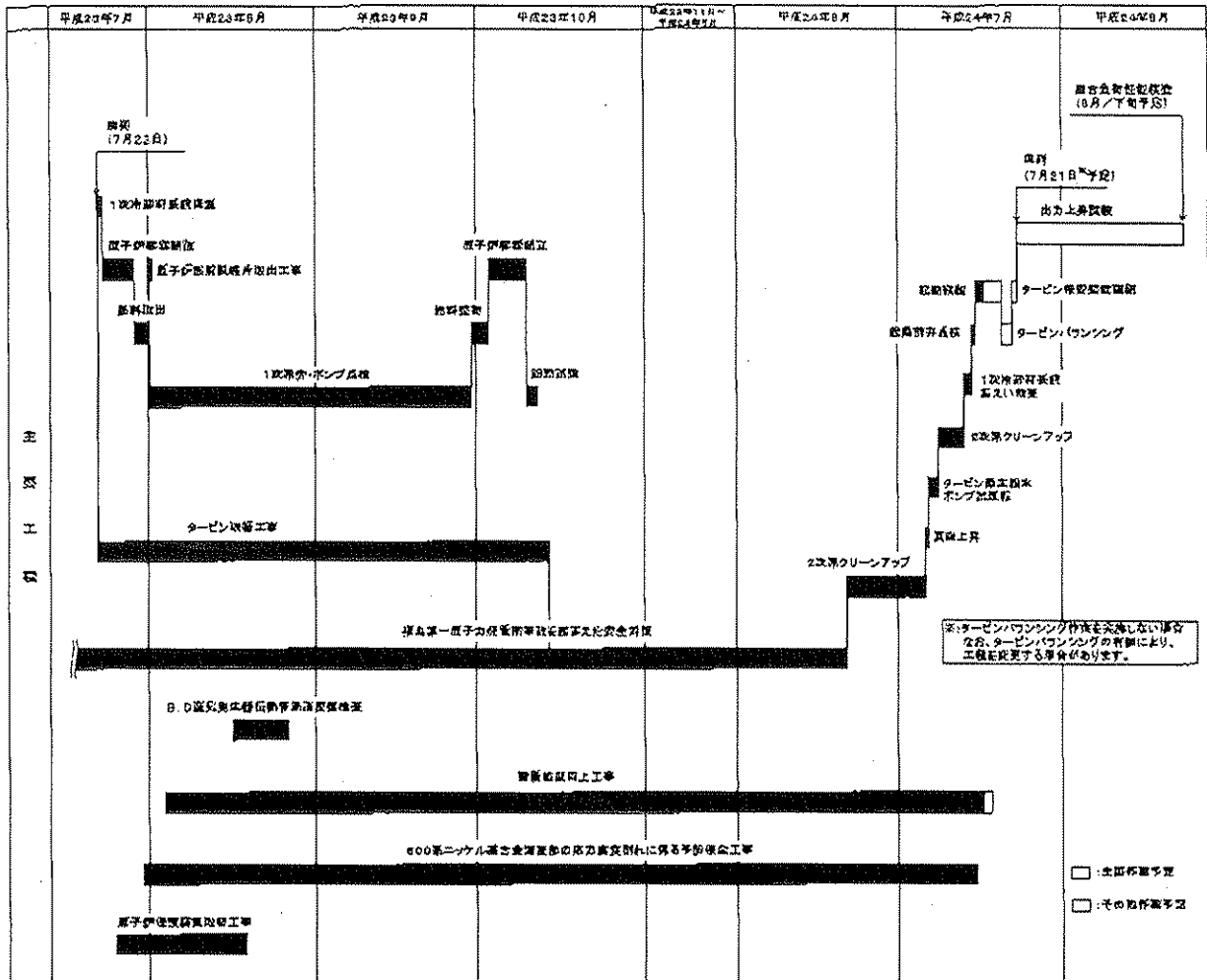
以上

別紙

大飯発電所4号機 第14回定期検査の作業工程

平成23年7月22日から、以下の作業工程にて実施しています。

(平成24年7月17日現在)



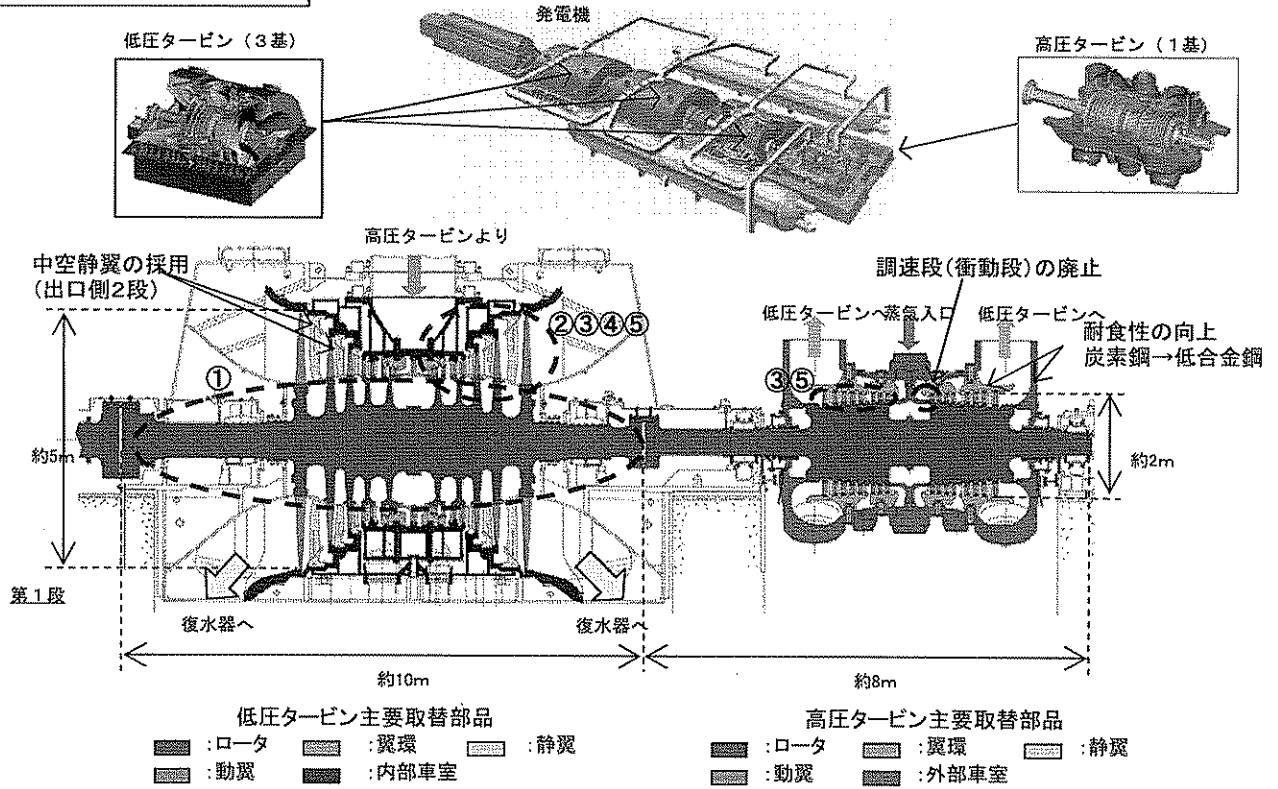
黒塗りは実績を表します。

図-1 低圧/高圧タービン取替工事

工事概要

国外で発生した低圧タービン円板での応力腐食割れ事象を踏まえ、予防保全対策として、低圧タービンについて、円板と軸を一体成型した全一体ロータ構造の採用や材料の強度変更等により信頼性の向上を図った最新型に取り替える。
また、高圧タービンについても、信頼性向上の観点から低圧タービンと併せて取り替える。

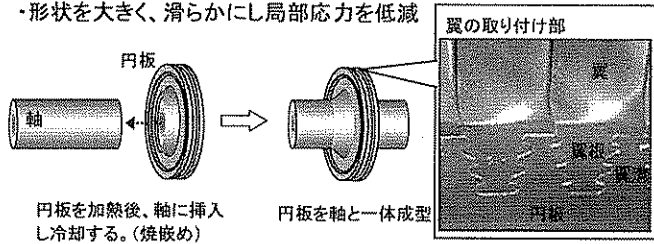
タービン発電機全体図



主な改善概要

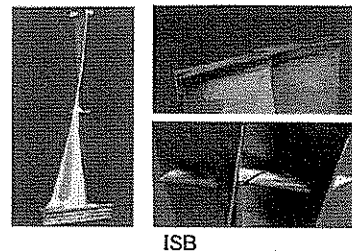
【応力腐食割れ予防保全対策】

- ①全一体ロータの採用
 - ・熱処理により応力腐食割れの感受性を低くした全一体ロータを採用
- ②大型翼根・翼溝の採用
 - ・形状を大きく、滑らかにし局部応力を低減



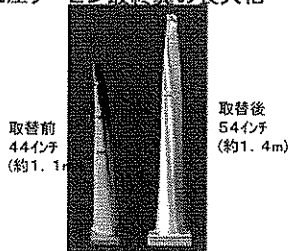
【信頼性向上技術】

- ③インテグラルシュラウド翼(ISB)の採用
 - ・タービン回転時に生じる遠心力による翼の振り戻りを利用した全周綴り構造の採用により振動応力を低減



【効率向上技術】

- ④低圧タービン最終翼の長大化



- ⑤3次元流体設計翼の採用

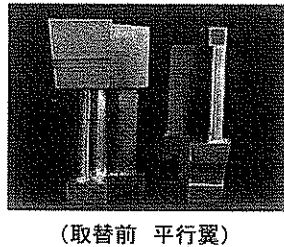
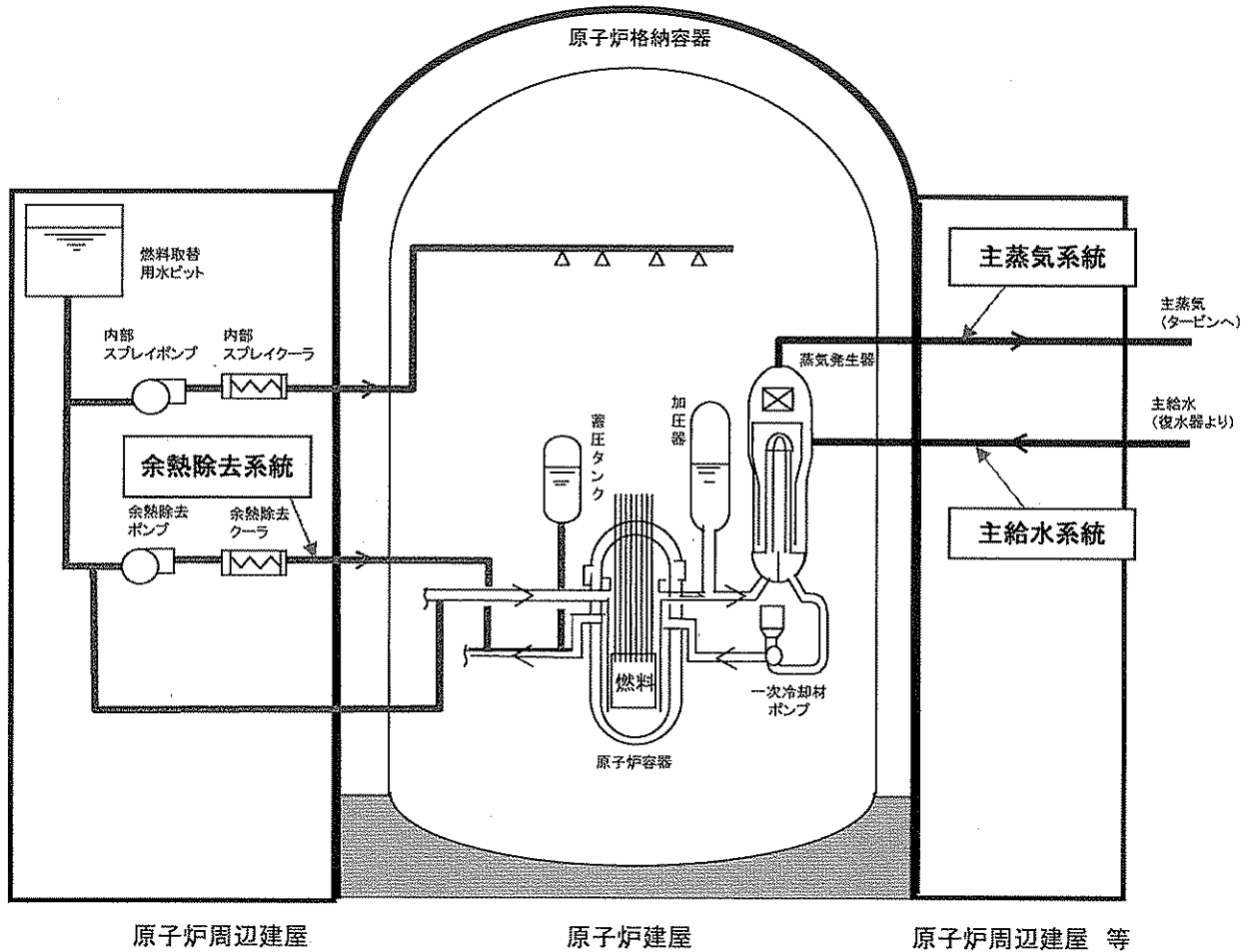


図-2 耐震裕度向上工事

工事概要

既設設備の耐震性を一層向上させるため、主蒸気系統や主給水系統および余熱除去系統の配管の支持構造物を強化する。

系統概要図



配管の支持部の強化例(イメージ)

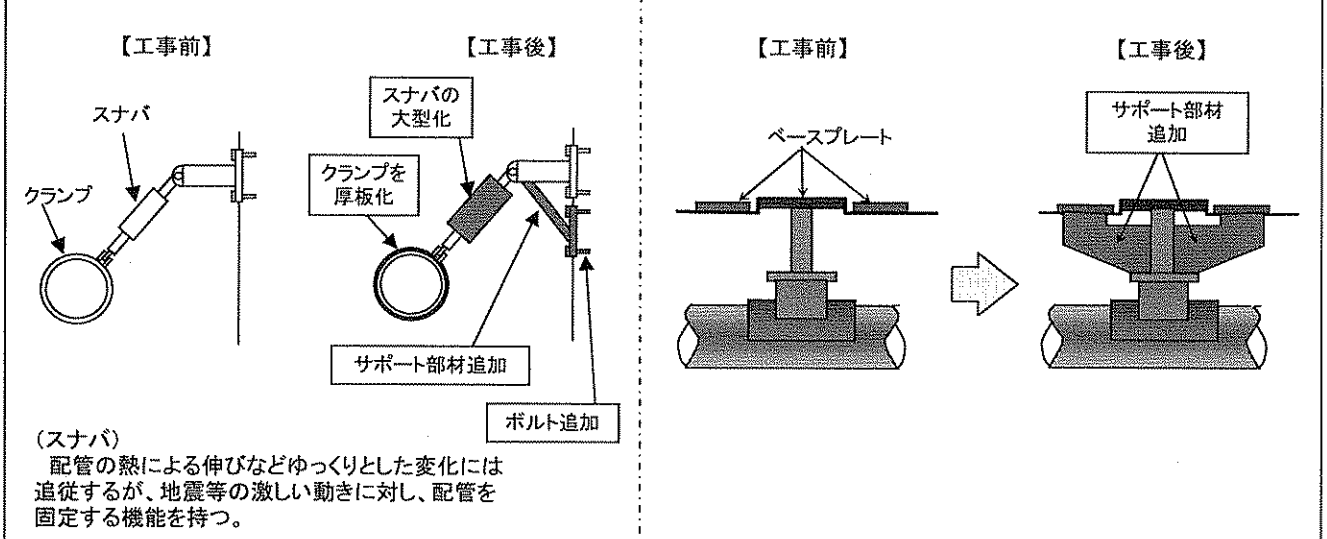


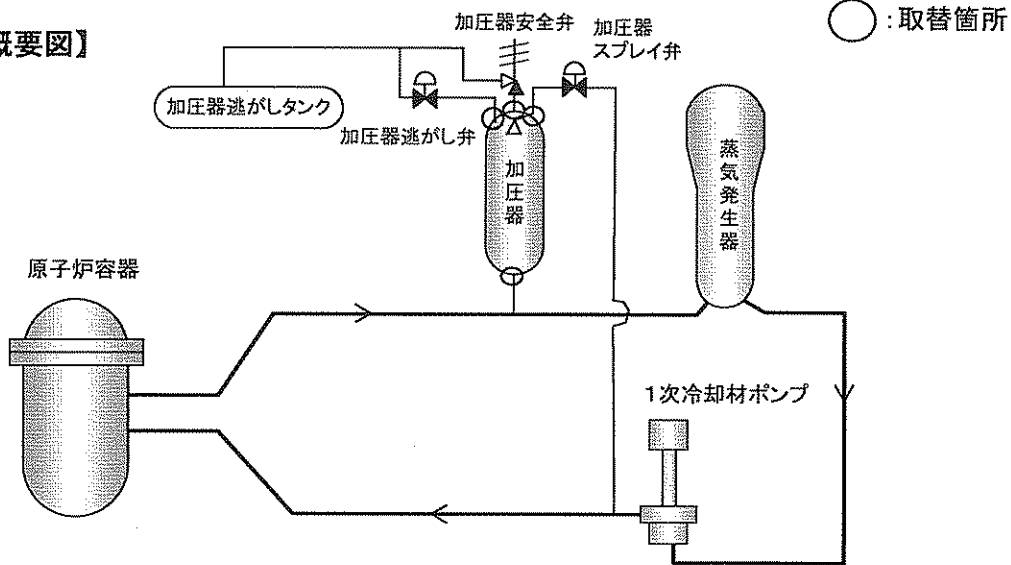
図-3 600系ニッケル基合金溶接部の応力腐食割れに係る予防保全工事

工事概要

国内外PWRプラントにおける応力腐食割れ事象を踏まえ、予防保全対策として、加圧器のサージ管台、安全弁管台、逃がし弁管台、スプレイライン管台の溶接部について、600系ニッケル基合金で溶接された管台から耐食性に優れた690系ニッケル基合金で溶接された管台に取り替える。

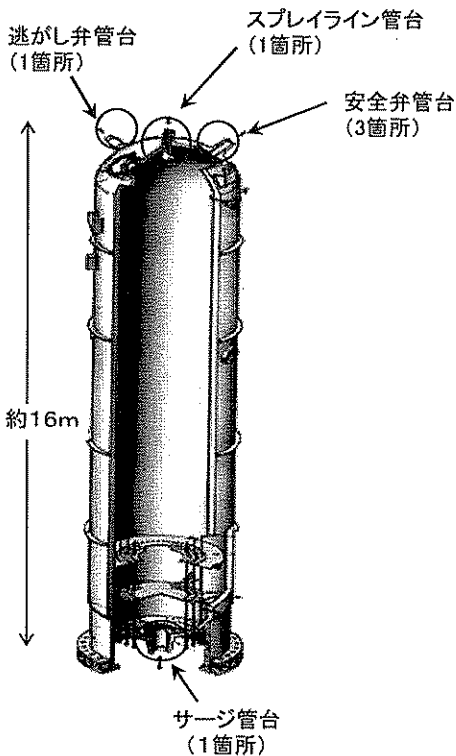
系統概要図

【系統概要図】

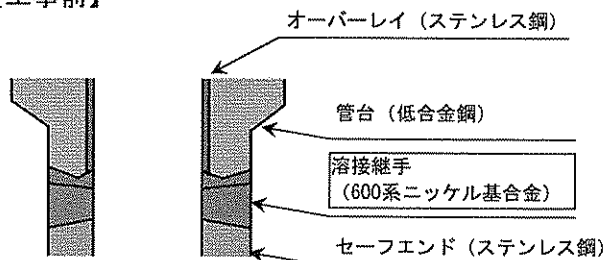


加圧器管台取替概要

【加圧器】



【工事前】



【工事後】

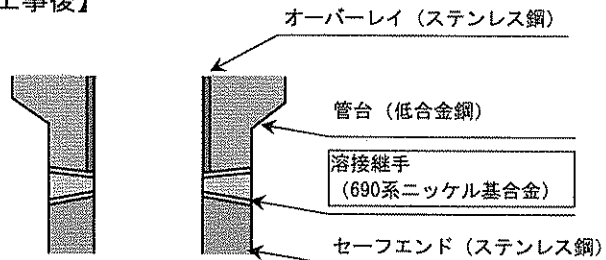


図-4 原子炉保護装置取替工事

工事概要

原子炉保護装置[※]について、電子部品が製造中止になったことから、今後の保守性を考慮して、原子炉安全保護計装盤と原子炉安全保護ロジック盤を最新設計のものに取り替える。

※ 1次冷却材系統の圧力・温度信号などからプラントの異常を検出して、原子炉トリップしゃ断器および工学的安全施設を動作させるための装置。

取替概要図

【凡例】

⋯⋯ : 取替箇所

□ : 原子炉保護装置

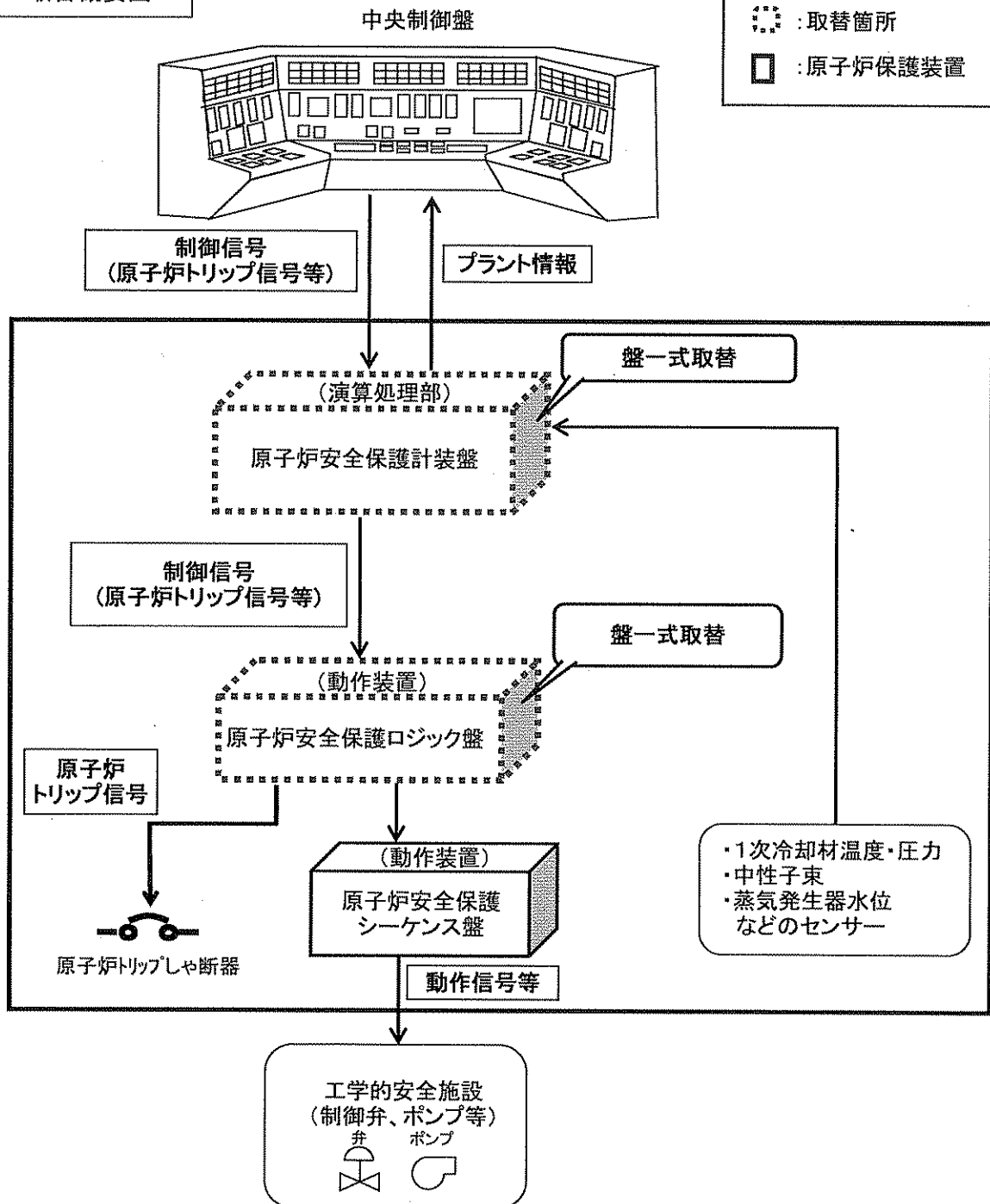


図-5 2次系配管の点検等

点検概要

今定期検査において、合計965箇所について超音波検査(肉厚測定)等を実施する。
 <超音波検査(肉厚測定):922箇所、内面目視検査:43箇所>

○2次系配管の管理指針に基づく超音波検査(肉厚測定)部位

	「2次系配管肉厚の管理指針」の 点検対象部位	今回点検実施部位
主要点検部位	1,738	843
その他部位	1,351	79
合計	3,089	922

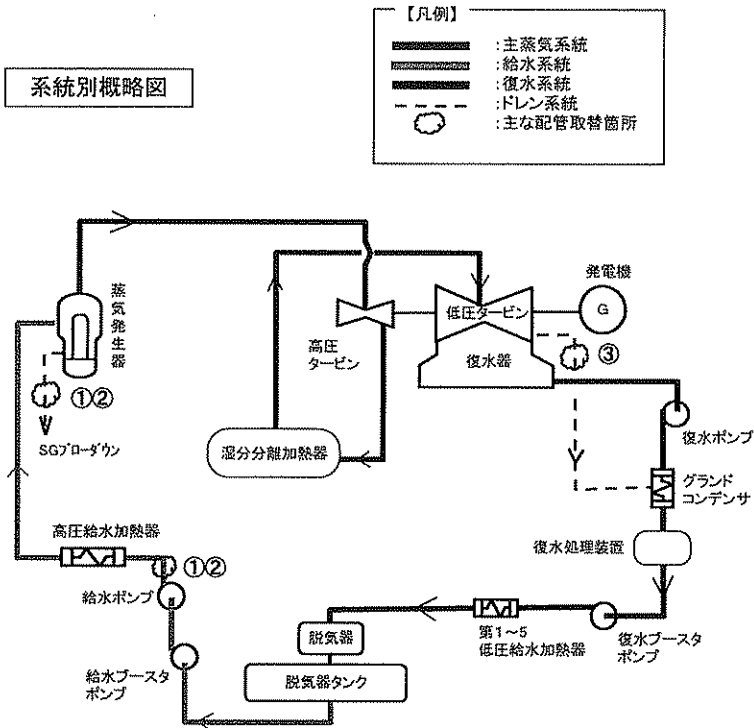
○2次系配管の管理指針に基づく内面目視点検

高圧排気管の直管部43箇所について、配管内面から目視点検を実施する。
 その結果、配管内面に減肉が認められれば、超音波検査(肉厚測定)を実施する。

取替概要

○過去の点検において減肉が確認された部位5箇所、配管取替の作業性を考慮した部位30箇所、および今後の保守性を考慮した部位13箇所、合計48箇所を耐食性の優れたステンレス鋼または低合金鋼の配管に取り替える。

系統別概略図



【取替理由】

- 過去の点検結果で減肉が認められているため計画的に取り替える箇所
 (5箇所)
 ・必要最小厚さとなるまでの期間が5年未満の箇所
 (4箇所)
 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 2箇所
 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 2箇所
 ・必要最小厚さとなるまでの期間が5年以上の箇所
 (1箇所)
 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 1箇所
 - 配管取替による作業性^{*1}を考慮して取り替える。
 (30箇所)
 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 23箇所
 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 7箇所
 - 配管の保守性^{*2}を考慮して取り替える。
 (13箇所)
 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 13箇所
- (合計 48箇所)

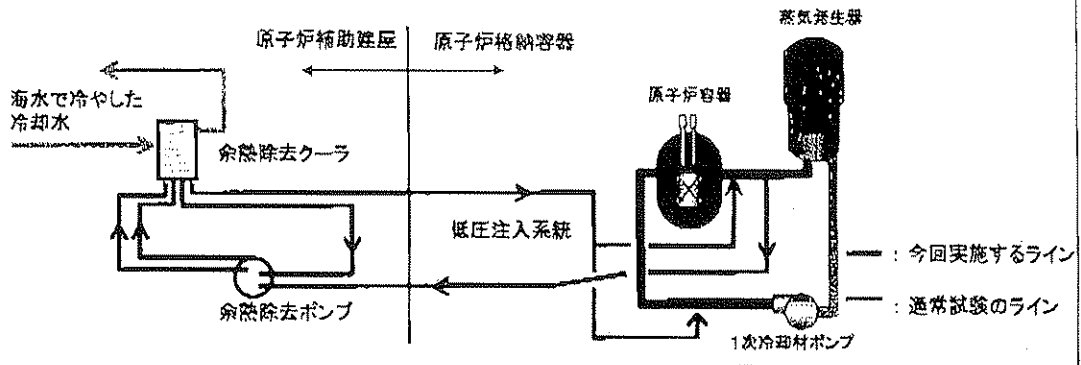
※1 配管取替時に近傍の配管も一緒に取替えた方が作業がし易いため取り替える。
 ※2 狭径部で肉厚測定がしづらい小口径配管などについて取り替える。

図-6 福島第一原子力発電所事故を踏まえた特別点検等

(1/2)

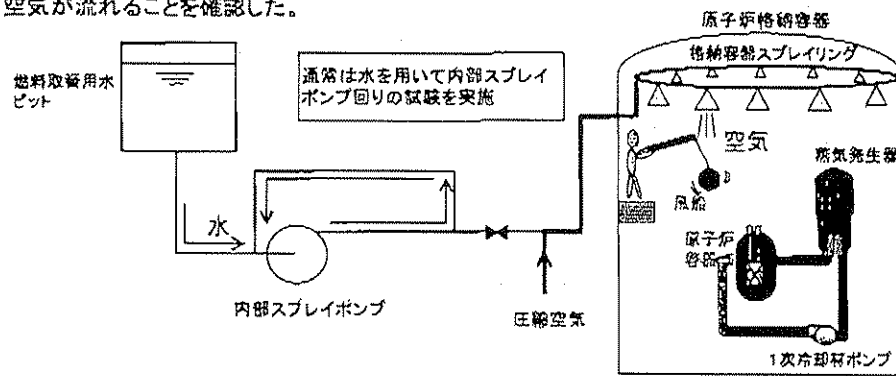
非常用炉心冷却システムの健全性確認

・定期検査中のプラントにおいて、事故を模擬し、実際に原子炉容器に水が注入されることを確認した。



格納容器スプレイングの健全性確認

・原子炉格納容器内の圧力上昇を抑制する設備の健全性を確認するため、系統配管に圧縮空気を供給し、空気が流れることを確認した。



使用済燃料ピットポンプの分解点検
使用済燃料ピットの水位計、温度計電源の変更 他

・使用済燃料の冷却に用いる使用済燃料ピットポンプの分解点検を実施し、健全性を確認した。
・使用済燃料ピットの監視強化のため、水位計、温度計の電源供給を常用電源から非常用電源に変更するとともに、非常用電源から電源供給される水位監視カメラを設置した。

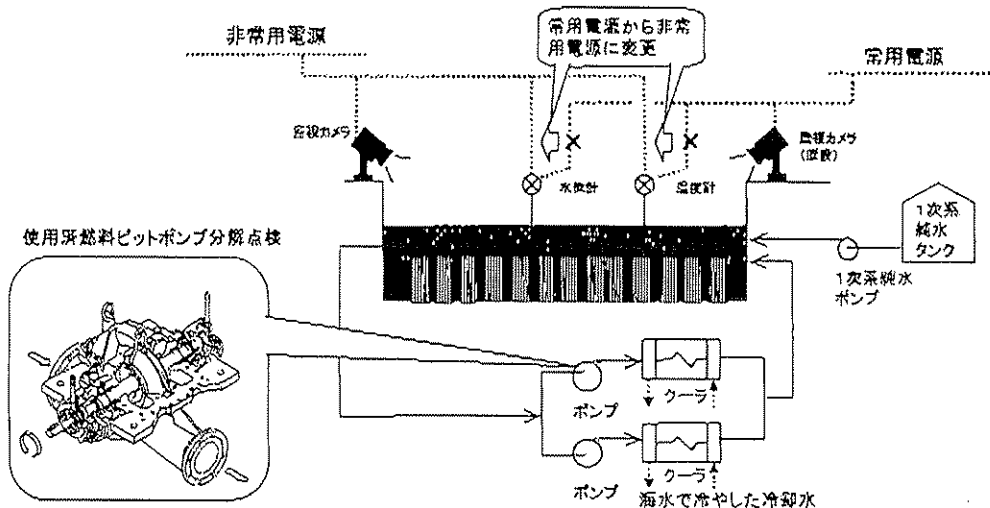
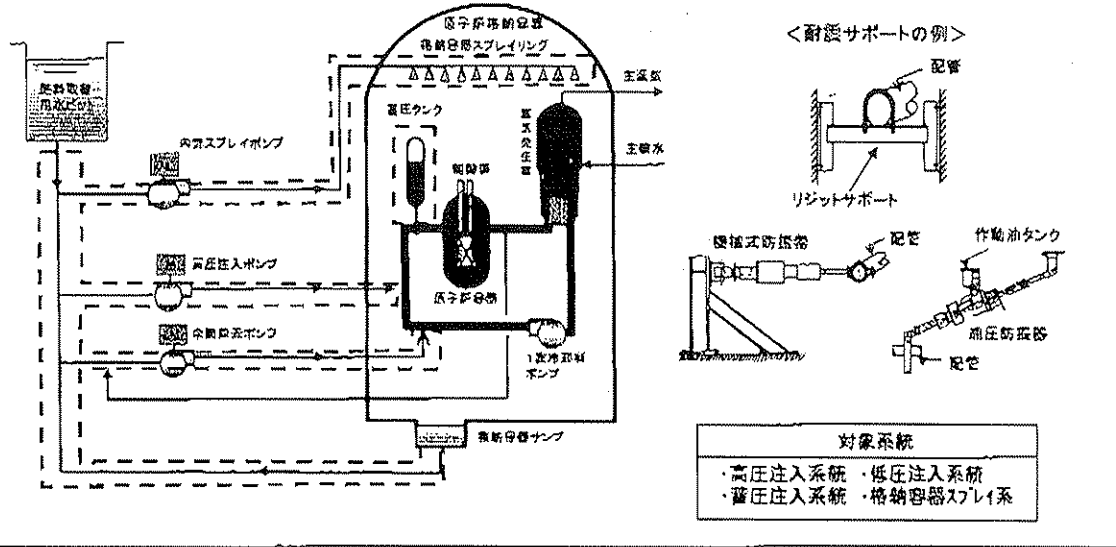


図-6 福島第一原子力発電所事故を踏まえた特別点検等

(2/2)

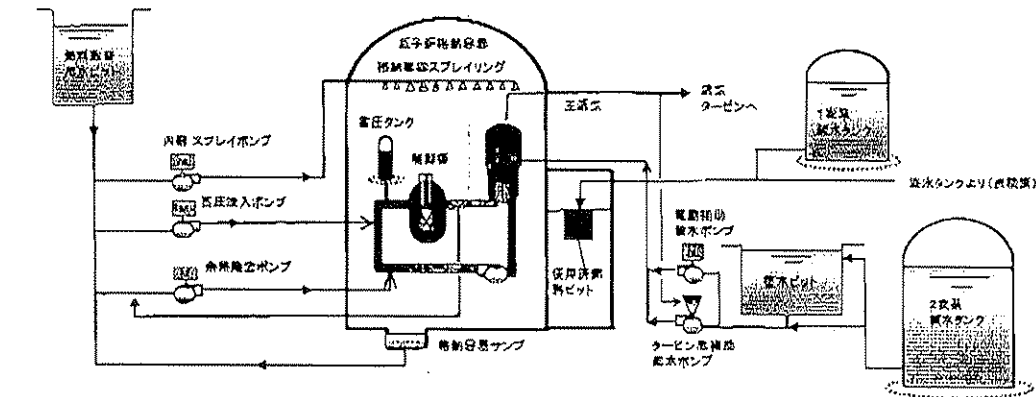
非常用炉心冷却システムの耐震サポートの総点検

非常用炉心冷却システムに設置されている支持構造物について、取付状態、干渉状態、油もれ、き裂等の異常がないことを確認した。また、支持構造物のボルト・ナットについて、緩みの無いことを確認した。



屋内外タンクの基礎ボルト等の総点検

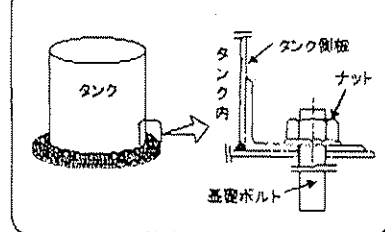
蒸気発生器及び使用済燃料ピットへの補給水源として期待される屋内外タンクや非常用炉心冷却システムに設置されている屋内外タンクの基礎ボルト等について、緩みの無いことや、タンク基礎部の腐食・塗膜のはがれ等の異常がないことを確認した。



点検内容	対象機器	
基礎ボルトの緩み確認	蓄圧タンク	1次系純水タンク
タンク基礎部の腐食・塗膜のはがれ等の確認*	2次系純水タンク	

*基礎ボルトがないタイプのタンク

<タンク基礎ボルトのイメージ>



ビューおよび2012策定(2011年度実績確定版)

2012年 7月 7日 17時18分 関西電力(株) 経営企画 人活G NO. 4247 P. 13/15

目 標	2011年度の目標と実績		取組みの評価等(社内説明用)	区分	目 標	
	実績	自己評価			2012年度	2013年度
0.232kg-CO ₂ /kWh程度 (2008~2012年度の5年平均) 0.232kg-CO ₂ /kWh程度 (2008~2012年度の5年平均)	0.414kg-CO ₂ /kWh (CO ₂ 削減率:0.460kg-CO ₂ /kWh) (参考:2008~2011年度の5年平均) 0.315kg-CO ₂ /kWh (CO ₂ 削減率:0.600%)	-	原子力発電所の長期停止の影響でCO ₂ 排出量が増加した。夏 は、原子力の稼働率低下、わが国の削減目標および国際自主行動 計画の達成率、国内外の削減の動向を踏まえつつ、当社自主 削減目標の達成率について検討中。	燃焼	0.232kg-CO ₂ /kWh程度 (2008~2012年度の5年平均)	次期目標検討中
福島第一原子力発電所を廃止した安全 性向上対策の実施、東海発電所3号機事故 の発生防止対策の継続的な改善などによる安全・安定運転の確保	[削減率] 37.6%	-	福島第一原子力発電所を廃止した安全 性向上対策の実施、東海発電所3号機事故 の発生防止対策の継続的な改善などによる安全・安定運転の確保	燃焼	福島第一原子力発電所を廃止した安全 性向上対策の実施、東海発電所3号機事故 の発生防止対策の継続的な改善などによる安全・安定運転の確保	福島第一原子力発電所を廃止した安全 性向上対策の実施、東海発電所3号機事故 の発生防止対策の継続的な改善などによる安全・安定運転の確保
45%以上	44.2%	x	原子力発電の停止に伴い、計画において発電量の追加(432~ 732MW)したことにより、発電設備(コンベンショナル機)の配分 が増加(65.9~74.1%)したため、目標には到達しなかった。	燃焼	45%以上	再生可能エネルギーの割合と普及の促進
再生可能エネルギーの 割合と普及の促進	水力発電の設備更新(箇所、1000kW増 (市川発電所)) ・太陽光発電設備の導入量:285百万kW ・再生可能エネルギー設備(2箇所、10,490kW (所大橋光発電所)(水島野原発電所))	-	再生可能エネルギーの割合と普及の促進	燃焼	再生可能エネルギーの割合と普及の促進	再生可能エネルギーの割合と普及の促進
エコキュートの普及率を普及拡大による CO ₂ 排出量削減	38千-CO ₂ /kWh (53千-CO ₂) ^{※1}	-	エコキュートの普及率を拡大し、引き続きCO ₂ 排出量を削減する。	燃焼	エコキュートに資する高効率給湯機(エコキュート)の普及拡大によるCO ₂ 排出量削減	エコキュートに資する高効率給湯機(エコキュート)の普及拡大によるCO ₂ 排出量削減
[点検率]97% [竣工率]93%	[点検率]99.2% [竣工率]99.1%	○	SF ₆ ガス回収設備の適切な運用などにより、目標を達成しました。 引継ぎ目標達成に向けた取組を進めるとともに、	燃焼	[点検率]97% [竣工率]93%	[点検率]97% [竣工率]93%
85%	86.0%	○	国内で住宅用機器の導入を促進しており、当社としても積極的に導入 している。2011年度は目標を大幅に超過した。	燃焼	86%	88%
2011年度までに200台程度 2020年度までに1,500台程度	[導入台数] 332台	○	電力大で普及促進に向け取り組んでおり、当社としても積極的に導入して いる。[2011年度までに200台程度]としていた目標については、 実績232台と大きく上回った。	燃焼	2011年度までに200台程度 2020年度までに1,500台程度	2013年度までに320台程度 2020年度までに1,500台程度
99.5%以上 (2012年度までに)	99.5%	○	2010年度に引続き、本年度も目標達成できた。引き続き、モロエ ミッションの達成に向けて取組を進めるとともに、	燃焼	2012年度までに99.5%以上	2013年度以降、取組み継続
法京圏内での全量処理 (2016年まで)	[参考]処理量 低濃度PCB 約7.1万kg(累計) 高濃度PCB 2,367台(累計)	-	本場が法令に定められた範囲内で、適正な管理のもと高濃度PCBの 廃棄の全量処理を進めるとともに、	燃焼	法京圏内での全量処理 (2016年まで)	法京圏内での全量処理 (2016年まで)
取組継続に維持 [参考]2008~2010年度の5年平均 全社 0.05g/kWh 火力 0.05g/kWh	[排出削減率] 全社 0.042g/kWh 火力 0.049g/kWh	-	取組継続に維持し、引き続きCO ₂ 排出量を削減する。	燃焼	取組継続に維持 [参考]2008~2010年度の5年平均 全社 0.05g/kWh 火力 0.05g/kWh	取組継続に維持 [参考]2008~2010年度の5年平均 全社 0.05g/kWh 火力 0.05g/kWh
取組継続に維持 [参考]2007~2011年度の5年平均 全社 0.08g/kWh 火力 0.11g/kWh	[排出削減率] 全社 0.061g/kWh 火力 0.098g/kWh	△	取組継続に維持し、引き続きCO ₂ 排出量を削減する。	燃焼	取組継続に維持 [参考]2007~2011年度の5年平均 全社 0.08g/kWh 火力 0.11g/kWh	取組継続に維持 [参考]2007~2011年度の5年平均 全社 0.08g/kWh 火力 0.11g/kWh
0.0015g/kWh以下/年未満	0.0015g/kWh以下/年未満	○	今後とも低炭素社会構築のための取組を進め、CO ₂ 削減率を向上させ、0.0015g/kWh以下を目標とする。	燃焼	0.0015g/kWh以下/年未満	0.0015g/kWh以下/年未満

参考資料

福島第一原子力発電所事故を踏まえ実施した安全対策

大飯発電所4号機で実施した福島第一原子力発電所事故を踏まえた主な安全対策は次のとおりです。

電源の確保	全交流電源喪失時の電源として電源車を配備(空冷式非常用発電装置の配備により2台を予備として運用)
	全交流電源喪失時の電源として、炉心冷却手段を拡大するため、空冷式非常用発電装置(2台)を高台に分散配置
	空冷式非常用発電装置の中継・接続盤設置と接続作業効率化のための接続コネクタの改良
	非常用ディーゼル発電機への冷却用海水を確保するため、海水供給用可搬式エンジン駆動海水ポンプやホースを配備
	外部電源の強化策として、発電所に送電する77kV送電鉄塔の長幹支持がいしの免震対策の実施
	送電線設備損傷時の迅速な復旧のための手順の整備
	全交流電源喪失時の原子炉水位計電源接続手順の整備
地震・津波対策	建屋内への浸水防止対策として、T.P.11.4mの高さまで扉等にシール施工を実施
	非常用炉心冷却系統の支持構造物について、耐震サポートの総点検実施(取付状態、油もれ、き裂等異常のないこと等の確認)
	蒸気発生器、使用済燃料ピットへの給水源として期待される屋内外タンクや非常用炉心冷却系統に設置されている屋内外タンクの基礎ボルト等の総点検の実施
	非常用ディーゼル発電機が設置されている部屋への浸水対策として、換気空調用排気ダクト等のかさ上げを実施
炉心冷却機能の確保	蒸気発生器による炉心冷却を確保するため、通常のタンク水に加え、海水を注入できるよう消防ポンプ・ホースを配備
	余熱除去系統により炉心冷却ができるよう海水ポンプが機能喪失した場合の代替手段として、移動式の大容量ポンプを配備
	海水ポンプモータが使用出来ない場合、早期に復旧できるよう海水ポンプモータの予備品を配備
	蒸気発生器への給水が確実にこなえるよう吐出圧力の高い中圧ポンプ(電動)の設置
	蒸気発生器への給水が迅速・確実にこなえるよう海水・消火水供給用恒設配管等の設置
	事故時を模擬し、原子炉容器に水が注入できることを確認するため、非常用炉心冷却系統の通常使用していないラインに通水し健全性を確認

使用済燃料ピット冷却機能の確保	使用済燃料ピットの監視強化のため、水位監視カメラを設置。また、水位計・温度計の電源を常用電源から非常用電源に変更
	使用済燃料ピット冷却システムの配管支持構造物を強化
	使用済燃料ピットへの水補給手段として、消火水や海水を供給できる消防ポンプやホースを配備するとともに消火水配管を設置
	使用済燃料の冷却に用いる使用済燃料ピットポンプの分解点検を実施し、健全性を確認
シビアアクシデント対策等	緊急対策所が使用できない場合、耐震性を有し、津波を回避できる高さにある中央制御室横の会議室で指揮ができるよう通信機器等を整備
	全交流電源喪失時の中央制御室空調装置、アニュラス排気設備の運転手順の整備
	計測制御系への電源供給が全て喪失した場合でもプラント状態を把握するために必要なパラメータを監視できるよう可搬型計測器を配備
	冷却手段がなくなった場合、原子炉容器へ海水を直接注水する手順を整備
	格納容器スプレイングからスプレイできる状態であることを確認するため、系統配管に空気を通し空気が流れることで健全性を確認
	事故環境下に対応するための高線量防護服等の資機材を配備
	がれき撤去用の重機を配備
初動人員体制の強化	発電所常駐要員を増員し、常駐要員のみで事故の初動対応が行なえる体制を整備。また、衛星携帯電話の配備等により要員召集方法を強化
	緊急時に速やかに必要な技量を持った協力会社作業員の派遣体制を構築
	プラントメーカー技術者を若狭地区へ常駐配置し、緊急時初期対応支援体制を整備
指揮命令系統の明確化	複数プラント同時発災時に発電所事故対策本部で的確に状況を把握し対応できるよう、プラント毎指揮者の設置など指揮命令系統等の明確化
シビアアクシデント対応能力の向上	地震津波による機器の損壊等を想定した長期間におよぶ全交流電源喪失時のマニュアル等を整備し、対応要員に対し教育・訓練を実施
	休日に地震・津波の影響により全プラントが同時に全交流電源喪失に至った場合を想定した原子力総合防災訓練の実施
情報通信網の強化	途絶しない通信網を確保するため、衛星電話を事故前の1台から26台に増強した。(衛星携帯電話23台と衛星を活用したパソコンや電話などが使用可能な緊急時衛星通報システム(3台)を配備)
	発電所内の通信手段を確保するため、電池を用いた携行型通話装置(20台)やトランシーバー(15台)を配備
	モニタリングポストの電源強化としてバッテリー容量を増強
災害対応資機材等の充実	災害対応資材機材等の充実(がれき撤去用ホイールローダ等の重機、現場作業用ヘッドライト、全面マスク等)
	空路・海路による運搬手段の強化(ヘリコプター発着地の拡大や大型運搬船の手配)
	被ばく管理の強化として高線量対応防護服や内部被ばく評価用測定器等を配備