

平成12年4月24日
原子力安全対策課
(12-10)
<11時記者発表>

高浜発電所3号機の原子炉起動と調整運転開始について (第12回定期検査)

このことについて、関西電力株式会社から下記のとおり連絡を受けた。

記

高浜発電所3号機（加圧水型軽水炉；定格出力87.0万kW）は、平成12年2月16日から、第12回定期検査を実施していたが、4月25日に原子炉を起動し、翌26日に臨界となる予定である。

今後は諸試験を実施し、4月28日頃に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、5月下旬には通商産業省の最終検査を受けて営業運転を再開する予定である。

1. 主要工事等

(1) 原子炉容器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計画的に取り出した。

(2) 原子炉容器供用期間中検査等

原子炉容器の供用期間中検査として、原子炉容器内の溶接部等について、超音波探傷検査を行ない、健全性を確認した。

また、制御棒駆動装置キャノピーシール全数（169箇所）について、渦流探傷検査を実施し、健全性を確認した。

(3) 余熱除去系、格納容器スプレイ系配管接続工事 (図-1 参照)

アクシデントマネジメント対策(*1)として、炉心損傷を防止するため、工学的安全注入系の再循環注入モード(*2)による長期的な炉心冷却方式の多様化を想定し、格納容器スプレイポンプを用いた再循環も可能なように、余熱除去ポンプ出口配管と格納容器スプレイポンプ出口配管を接続した。

*1；アクシデントマネジメント対策

設計で考慮していた事故の範囲を大きく超え、炉心の損傷に至るような過酷事故（シビアアクシデント）に備え、現状の設備を有効に活用してその発生防止や発生後の影響を緩和することを考慮した対策。

*2；工学的安全注入系の再循環注入モード

1次冷却材喪失事故時、工学的安全注入系により燃料取替用水タンクのホウ酸水を原子炉内に注入するが、燃料取替用水タンク水位が低下した際には、格納容器再循環サンプに溜まった冷却水を余熱除去ポンプ等により原子炉に再注入すること。

(4) 発電機負荷開閉装置設置工事

(図－2 参照)

所内電源の信頼性向上対策として、発電機と主変圧器の間に、発電機負荷開閉装置を設置した。

2. 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果および抜管調査結果 (図－3 参照)

蒸気発生器伝熱管全数(10,118本)について、渦流探傷検査を実施した結果、A-蒸気発生器で1本およびB-蒸気発生器で3本の計4本の伝熱管について、高温側管板内拡管部上部に、有意な欠陥信号が認められた。

このため、信号が認められたB-蒸気発生器伝熱管1本について抜管調査を実施するとともに、伝熱管4本は、管板部で閉止栓(機械式栓)を施工し、使用しないこととした。
[3月16日 記者発表済]

抜管調査の結果は以下の通り。

- ・伝熱管内表面について浸透探傷検査を実施した結果、伝熱管拡管部の上端近傍3箇所(機械式拡管の重なり部)で、軸方向最大長さ約4mmの損傷指示が認められた。
- ・破面の詳細観察の結果、割れの最大深さは約0.76mm(管の厚み約1.27mm)であり、管内表面を起点とした1次側からの粒界割れであった。
- ・管板内の伝熱管外表面を観察した結果、伝熱管の上部では、2次側水の浸入跡が認められたが、下部では浸入跡は認められなかった。
- ・伝熱管の材料分析や金属組織調査等を行った結果、異常は認められなかった。

以上の調査から、今回の損傷の原因は、製作時に伝熱管を管板部で拡管(液圧拡管後に機械式拡管)した際、機械式拡管がわずかに不十分であったことから、拡管の重なり部で伝熱管内面に引張りの残留応力が発生し、これと運転時の内圧とが相まって、内面から応力腐食割れが生じたものと推定された。

3. 燃料検査結果

- ・燃料集合体全数157体のうち、49体を取り替えた。取替燃料のうち48体は、新燃料集合体である。
- ・燃料集合体の外観検査(36体)を実施した結果、異常は認められなかった。

4. 敦賀発電所2号機事故を踏まえた点検

(図－4 参照)

高浜発電所3号機の再生熱交換器は、内筒を有する構造であるが、流動模擬試験に基づく応力評価や実機の胴変位測定により敦賀2号機と同様の損傷は発生しないことが確認されている。

また、今定期検査において、以下の点検を実施し、健全性を確認した。

①再生熱交換器の点検

中間胴本体抽出水出口付近母材部（第1、2支持リング間1箇所）、連絡管溶接部、及び連絡管エルボ母材部（36箇所）について、超音波探傷検査を実施した。

②検査の充実

・高サイクル熱疲労割れの点検

過去の高サイクル熱疲労による国内外の損傷事例を踏まえ、高温・低温水の合流による温度変動が生じる類似対象箇所（39箇所）を抽出し、健全性を確認した。また、熱成層による高サイクル熱疲労の事象を反映して、類似箇所（2箇所）の点検を実施した。

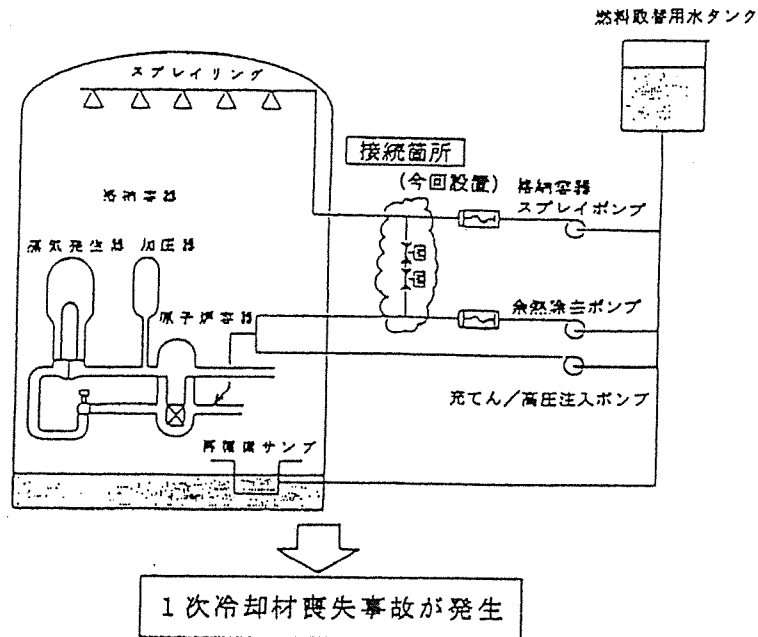
・格納容器内第3種管の検査の充実

設備の健全性に係る検査充実の観点から、第3種管のうち、格納容器内でプラント運転中に第1種管と同等の温度、圧力の1次冷却水が流れている再生熱交換器から化学体積制御系抽出系統および充てん系統の主冷却材管までの範囲（10箇所）について、超音波探傷検査を実施した。

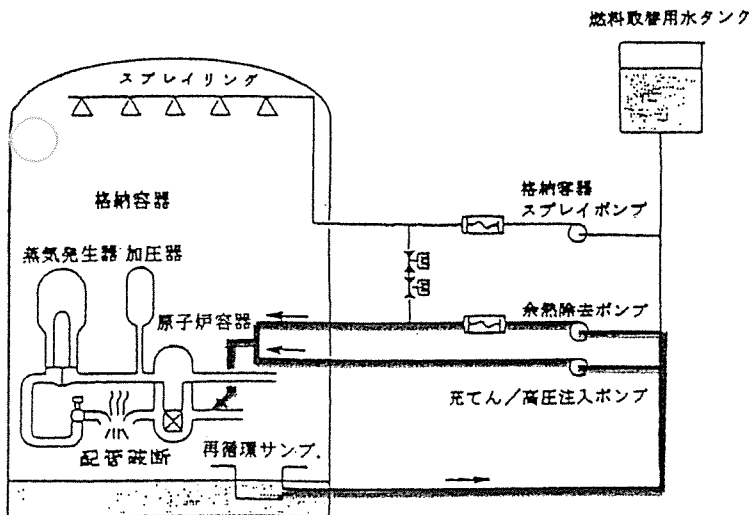
4. 次回定期検査の予定

平成13年夏頃

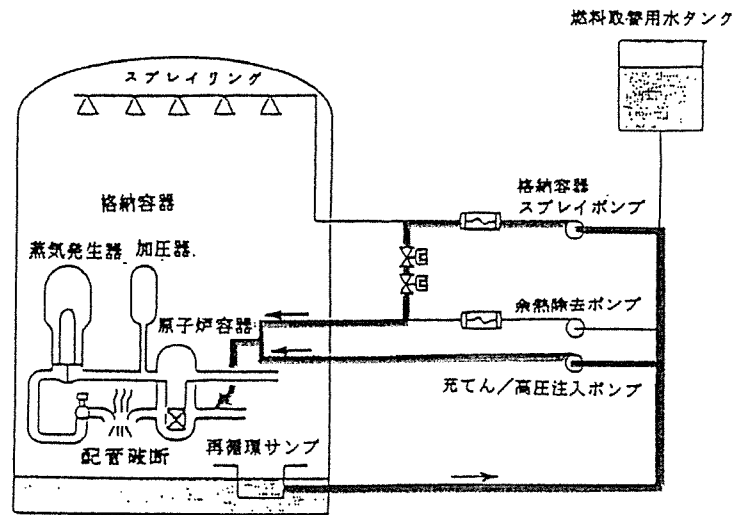
図－１ 余熱除去系、格納容器スプレイ系配管
接続工事概要図



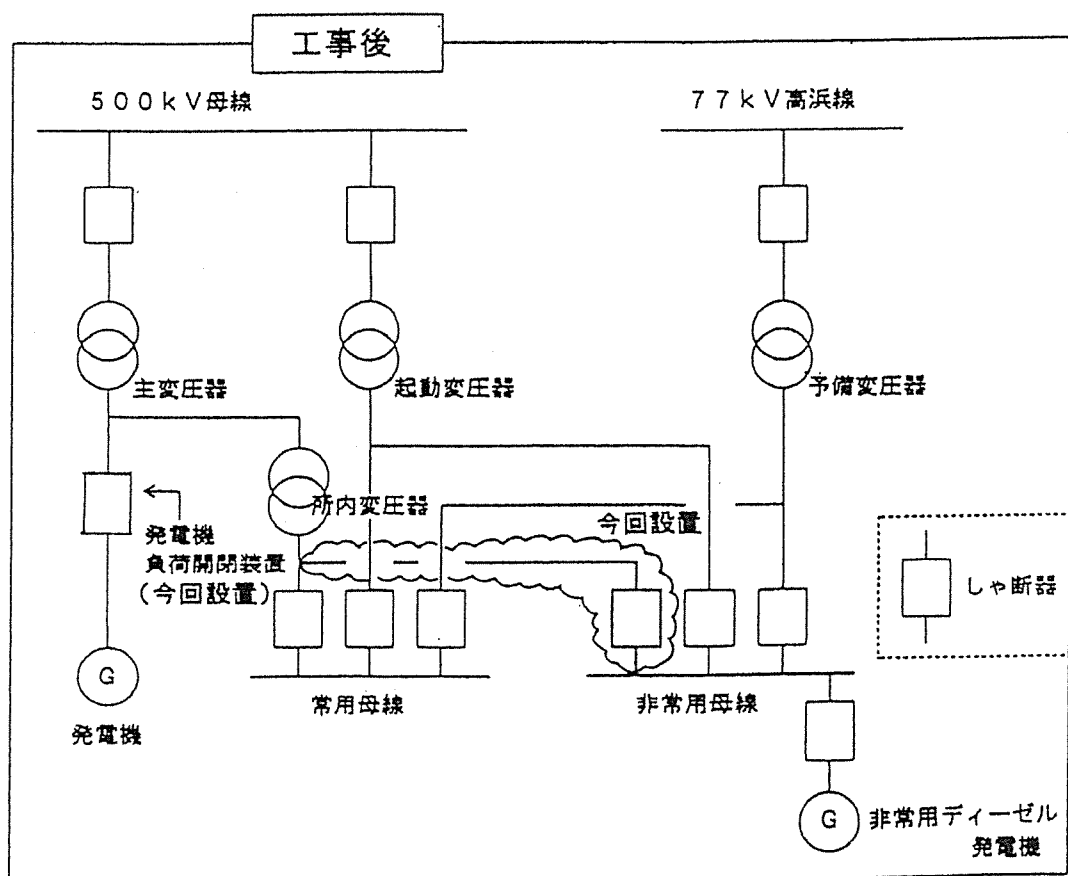
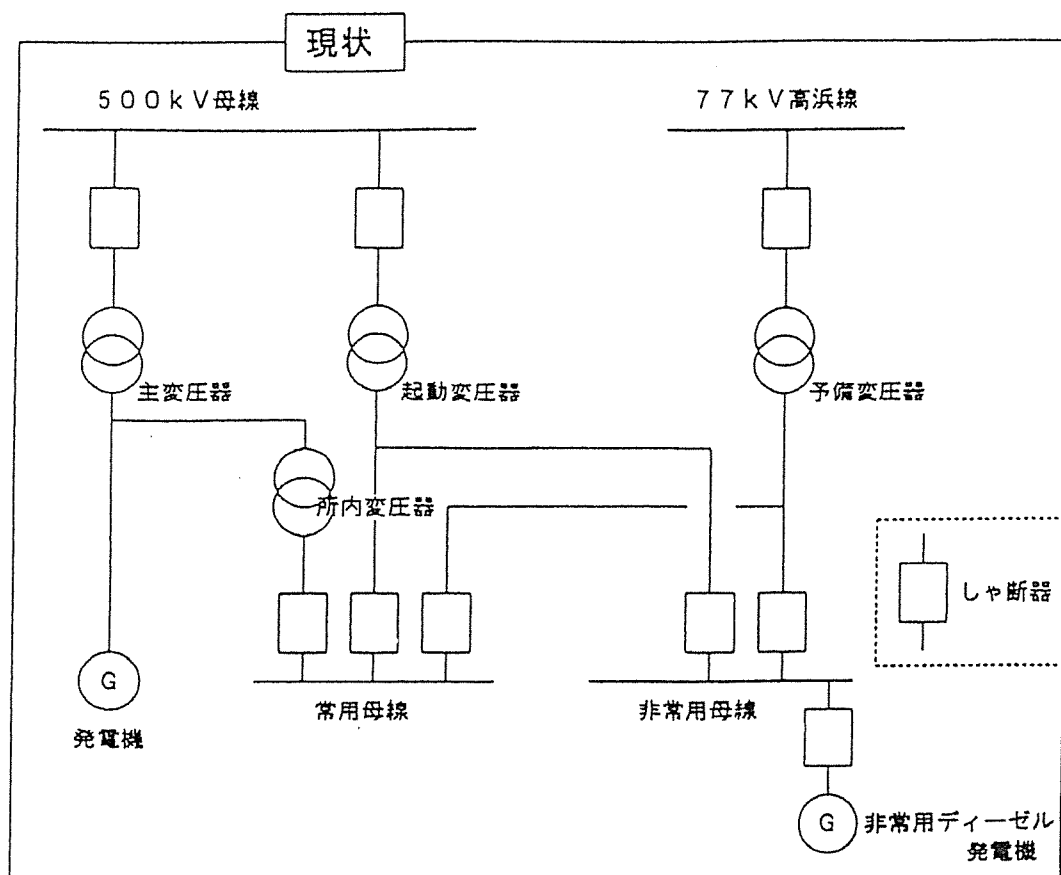
非常用炉心冷却装置の正常作動時の炉心への
冷却水の注水状態(長期冷却時)



アクシデントマネジメント時の炉心への
冷却水の注水状態(長期冷却時)

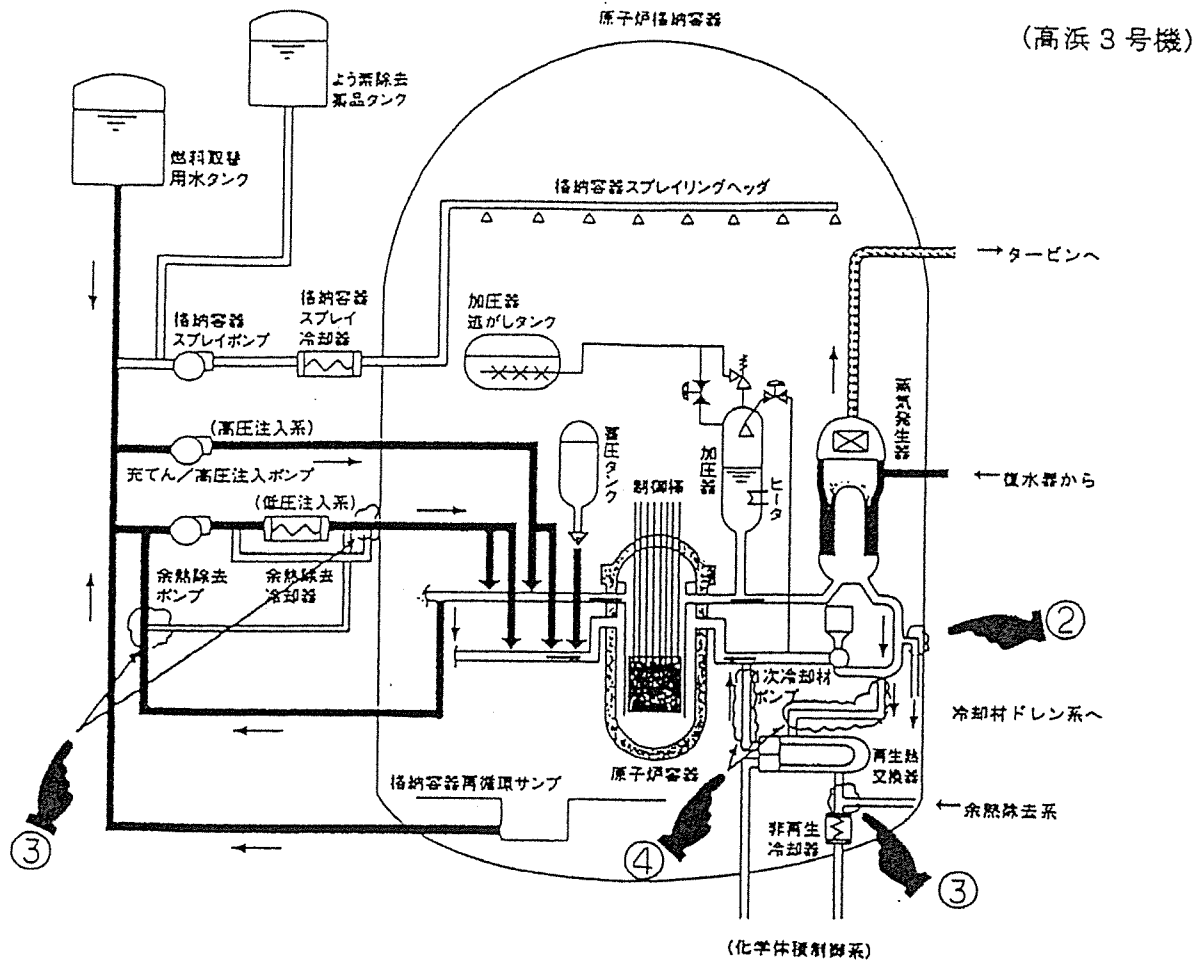


図－２ 発電機負荷開閉装置設置工事図



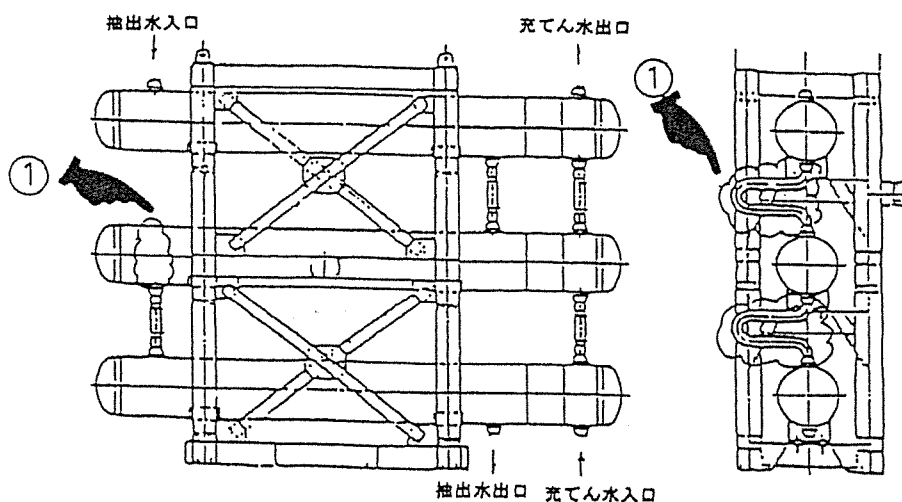
※発電機停止中においては、起動変圧器等から所内電源を受電していましたが、発電機負荷開閉装置を設置し、主変圧器からの電気を所内変圧器を通じて受電可能とすることにより、所内電源確保の信頼性向上を図ります。

図-3 敦賀2号機 一次冷却水漏えい事故反映
検査充実概要図



超音波探傷検査 (UT) 実施箇所

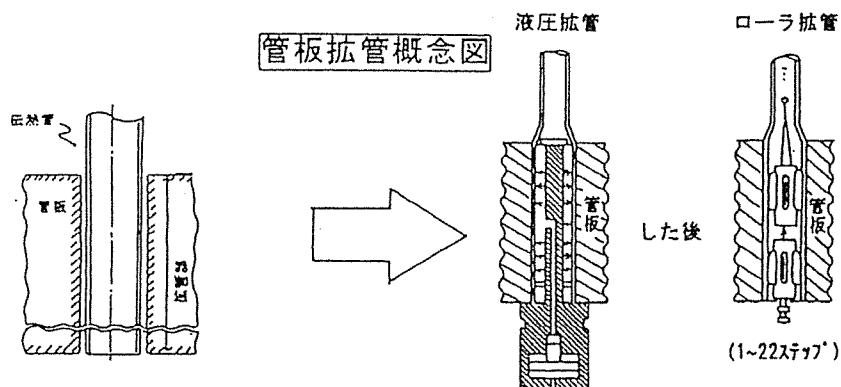
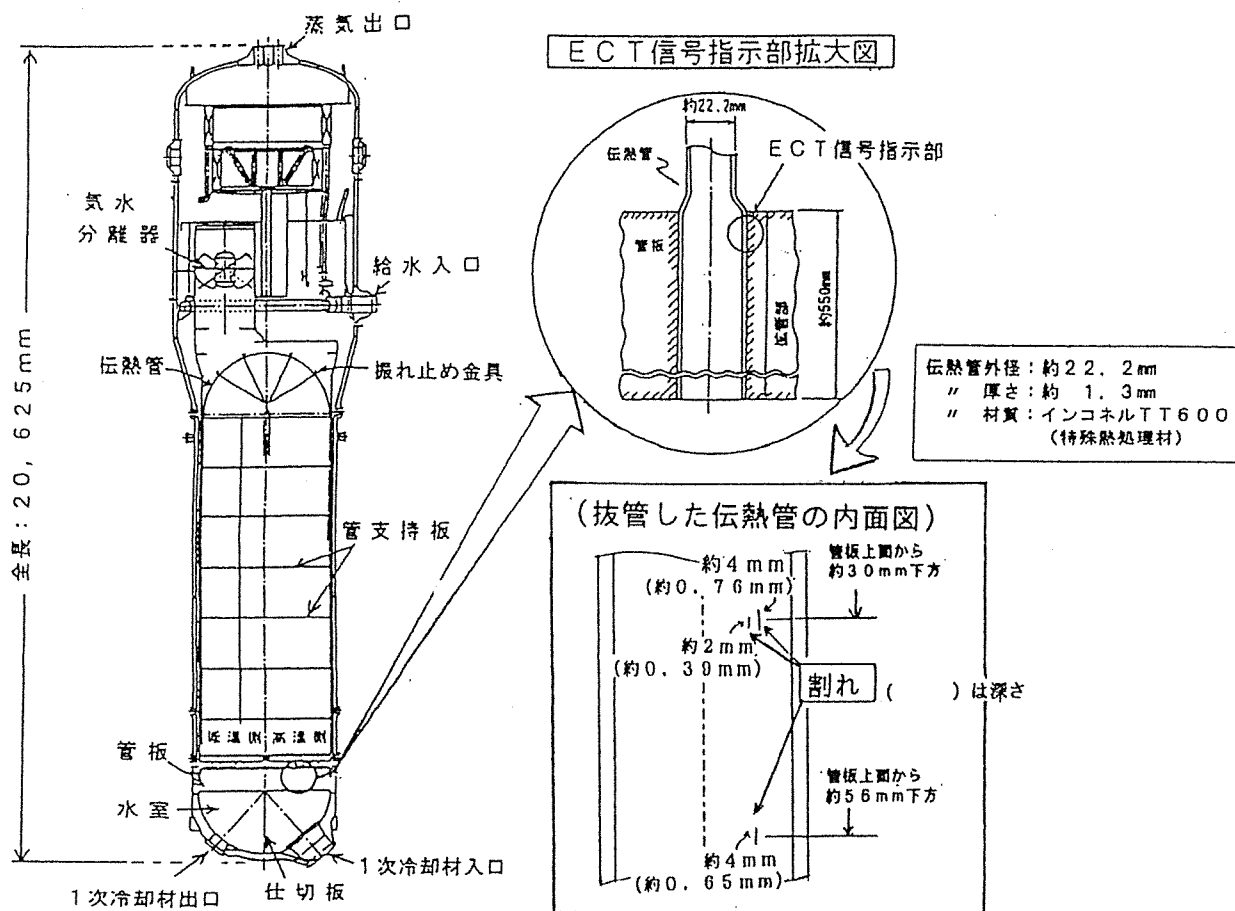
- ① 再生熱交換器の中間胴本体抽出水出口付近母材部 (第1、第2支持リング間 1箇所) および連絡管溶接部、連絡管エルボ母材部 (36箇所)
- ② 熱成層による温度境界面の変動を受けやすい箇所 (余剰抽出ライン他の溶接線、計2箇所)
- ③ フランス・シボ-発電所熱疲労事象発生箇所と類似の箇所 (溶接線と母材、計39箇所)
- ④ 再生熱交換器と原子炉冷却材系統間の充てん及び抽出系配管の突き合わせ溶接部 (計10箇所)



(高浜3号機の再生熱交換器は横型 (内筒付き) となっている。)

検査実施箇所:

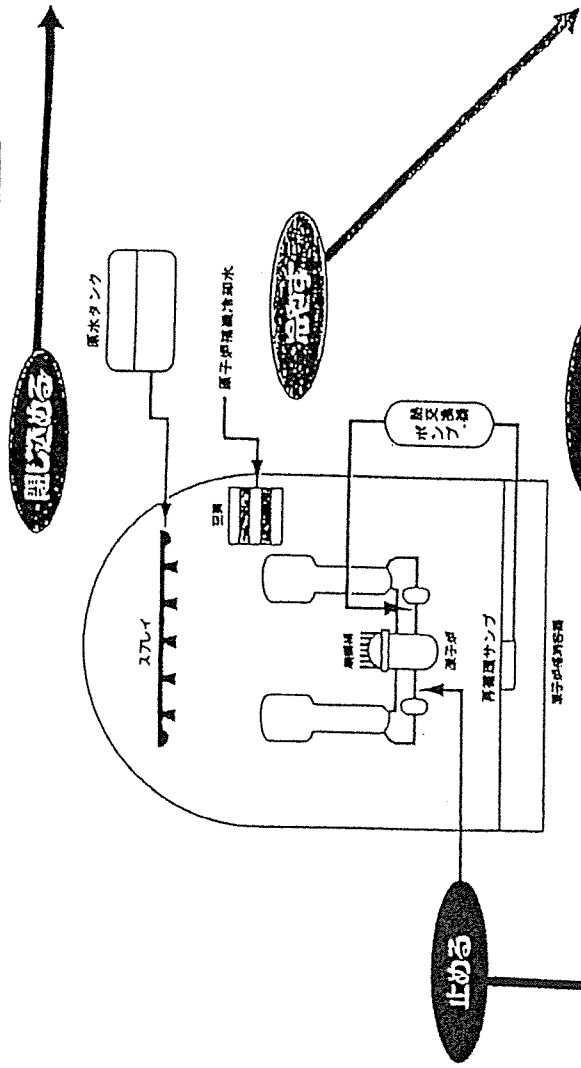
図-4 高浜3号機 蒸気発生器伝熱管のECT概要図



伝熱管施栓方法

機械式栓 (メカニカルプラグ)	スリーブ付き機械式栓
伝熱管番地 (ECT信号指示管) A-蒸気発生器 X85-Y28 B-蒸気発生器 X85-Y27, X94-Y1	伝熱管番地 (放管調整管) B-蒸気発生器 X85-Y28
メカニカルプラグ 管板 伝熱管	管板 スリーブプラグ メカニカルプラグ (高温側)

これまで原子力発電所の設計で考慮していた事故の範囲を大きく超え、炉心の損傷に至るような過酷事故（シビアアクシデント）に対し、現在の原子力発電所における設備の能力をフルに活用することで、シビアアクシデントの発生防止や仮に発生したとしてもその影響を緩和する方法をアクシデントマネジメントといいい、具体的には以下のことを実施します。



● 緊急2次系冷却の多様化

原子炉を停止した後、停止状態を安定に維持するため、原子炉の熱を蒸気発生器を通して二次系により除去する必要があります。冷却水を起動させます。
二次系による冷却の信頼性を増すために、補助冷却水に加えて、事故時に自動停止されている主給水系を手動で再起動させて、緊急2次系冷却の多様化を図ります。

運転手順書への反映済

● 号機間電源融通

当該ユニットの電源が供給されない場合の対応として、隣接ユニットの非常用ディーゼル発電機から交流電源を融通して、当該ユニットの安全系機器へ電源を供給します。

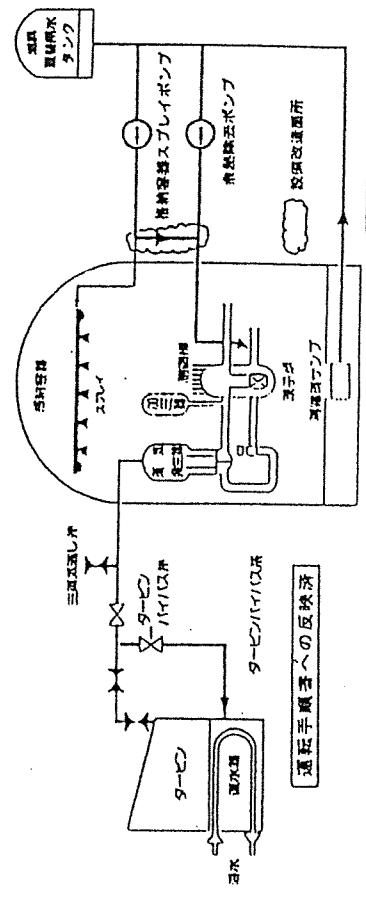
運転手順書への反映予定

● タービンバイパス系の活用

主蒸気発生器と二次系蒸気発生器2次側の蒸気を混合して、蒸気の蒸気熱により原子炉を加熱しますが、三蒸気発生器が故障した場合、蒸気をタービンバイパス系により冷却水系へ熱を逃がします。

● 代替再循環による注水継続

ECCSは事故時に外側のほうの水を蓄えたタンクから注水し、タンクの水がなくなると再循環タンクに溜まった水（配管断線時に流出した一次冷却材およびECCSにより注水され断線箇所から流出したECCS水）をECCSにより循環させて炉心を冷却します。その循環する過程での切替えができなかった場合に備えて、新たに蒸気発生器スプレッドポンプと蒸気発生器スプレッドポンプ間の連絡配管を設け炉心への注水を継続します。



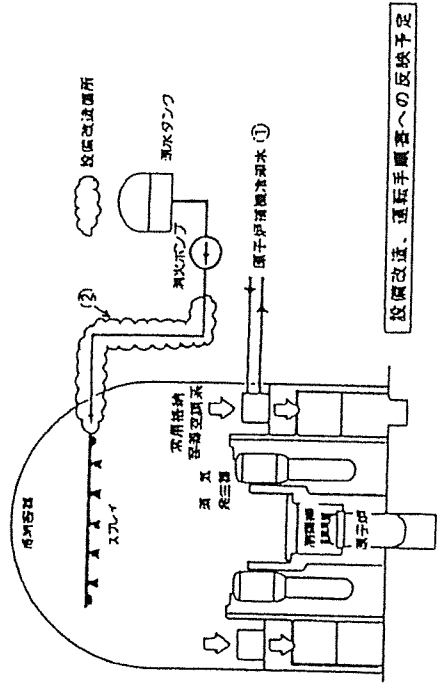
設備改造、運転手順書への反映予定

● 格納容器内自然対流冷却①

格納容器内の圧力が上昇して破損することを防止するため、非常用格納容器冷却系の機能喪失時、原子炉補給冷却水を空調整へ通水するとともに、常用格納容器冷却系のダクトに開放機構を設け、自然対流による格納容器内の除熱を行い、高温蒸気を冷やし減圧します。

● 格納容器内注水②

格納容器内の圧力が上昇して破損することを防止するため、非常用格納容器冷却系の機能喪失時、原水タンクの水を格納容器スプレッドから格納容器内に注水できるように配管を設け、除熱を行います。



設備改造、運転手順書への反映予定