

高浜発電所1号機の原子炉起動と調整運転の開始について (第25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1号機(加圧水型軽水炉;定格電気出力82.6万kW)は、平成20年3月19日*から第25回定期検査を実施しているが、7月8日に原子炉を起動し、翌9日に臨界となる予定である。

その後は諸試験を実施し、7月10日頃に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、8月上旬には経済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。

※ 定格熱出力一定運転中の平成20年1月9日に、1次冷却材中のヨウ素131濃度の上昇が認められ、燃料漏えいの疑いがあると判断された。このため、1次冷却材中のヨウ素濃度等の監視を強化し、運転を継続していたが、放射性廃棄物の放出抑制および作業員の被ばく低減の観点から、十分な放射能低減期間を確保することとし、定期検査開始を約11日前倒した。

1 主要工事等

(1) 耐震裕度向上工事 (図-1参照)

既設設備の耐震性を一層向上させるため、内部スプレクーラや安全系機器用変圧器、格納容器排気筒などのダクト、化学体積制御系統などの配管の支持構造物を強化した。

(2) 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-2参照)

国内外PWRプラントにおける応力腐食割れ事象を踏まえ、600系ニッケル基合金が使用されている原子炉容器冷却材出入口管台、炉内計装筒の溶接部について、渦流探傷試験や目視点検を実施し、異常がないことを確認するとともに、予防保全対策として溶接部表面の残留応力を低減させるため、ウォータージェットピーニング工事*を実施した。

※ 溶接部に高圧ジェット水を吹き付けることにより、溶接部表面の引っ張り残留応力を圧縮応力に変化させる。

- (3) 昇圧変圧器取替工事 (図－3 参照)
昇圧変圧器のコイル絶縁性能が低下傾向にあることから、予防保全として昇圧変圧器を新品に取り替えた。

- (4) 原子炉冷却系統設備小口径配管他取替工事
今定期検査において、応力腐食割れの予防保全対策として安全注入系統の溶接部16箇所について溶接形状を変更する工事を計画していたが、熟練作業員の確保が困難となったことから次回定期検査に延期することとした。
なお、延期するにあたり、取替工事を計画していた溶接部について超音波探傷検査を行い、異常がないことを確認した。

2 設備の保全対策

- (1) 高サイクル熱疲労割れに係る対策工事 (図－4 参照)
国内外PWRプラントにおける高サイクル熱疲労割れ事象（温度ゆらぎによる疲労）を踏まえ、AおよびB余熱除去冷却器バイパスライン合流部の2箇所について、温度ゆらぎが抑制できる合流部形状に変更するとともに、応力集中が小さい溶接形状に変更した。

- (2) 2次系配管の点検等 (図－5 参照)
①関西電力㈱の定めた「2次系配管肉厚の管理指針（平成19年3月改正）」に基づき、2次系配管1,752箇所^{※1}について超音波検査（肉厚測定）等を行った（超音波検査 1,732箇所^{※1}、内面目視点検 6箇所、内面目視点検および超音波検査 14箇所^{※2}）。
その結果、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評価された部位が1箇所確認された。当該箇所については、耐食性に優れたステンレス鋼の配管に取り替えた。

※1 今定期検査開始時には1,749箇所について超音波検査を実施する計画であったが、このうち17箇所を保守性の観点から配管取替部位に追加したことから、合計1,732箇所について超音波検査を実施した。

※2 高圧排気管直管部20箇所について、配管内面から目視点検を実施した結果、14箇所に減肉が認められたため、配管外面から超音波検査を追加で実施した。その結果、必要最小厚さを下回る部位はなかった。

- ②今定期検査開始時には442箇所の配管取替えを計画していたが、保守性の観点から17箇所を追加し、合計459箇所の配管を取り替えた。

3 燃料集合体漏えいに伴う燃料集合体検査の結果

(図—6参照)

今定期検査前の平成20年1月9日、1次冷却材中のヨウ素131濃度の上昇が認められたことから、燃料集合体に漏えい^{*1}が発生した疑いがあるものと判断された。

このため、今定期検査において、燃料集合体全数(157体)の SHIPPING 検査^{*2}を実施した結果、2体の燃料集合体で漏えいが確認された。当該燃料集合体2体について詳細調査を実施した結果、燃料棒に偶発的に微小孔(ピンホール)が発生したものと推定された。

当該燃料集合体2体は、再使用しない。

この事象による、環境への放射能の影響はなかった。

※1 燃料ペレットを収納している燃料被覆管から漏えいがあると、燃料被覆管内のヨウ素131が1次冷却材中に放出される。このため、1次冷却材中のヨウ素131の変化から、漏えいの有無を判断している。

※2 漏えい燃料集合体から漏れ出てくる核分裂生成物(キセノン133)を検出し、バックグラウンドと比較することにより、漏えい集合体かどうか判断する。

[平成20年1月9日、3月18日、5月16日 公表済]

4 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

蒸気発生器3台のうち、AおよびC—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た。

5 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数157体のうち、77体(うち56体は新燃料集合体)を取り替えた。

再度使用する燃料集合体の外観検査(10体)を実施した結果、異常は認められなかった。

6 次回定期検査の予定

平成21年 夏頃

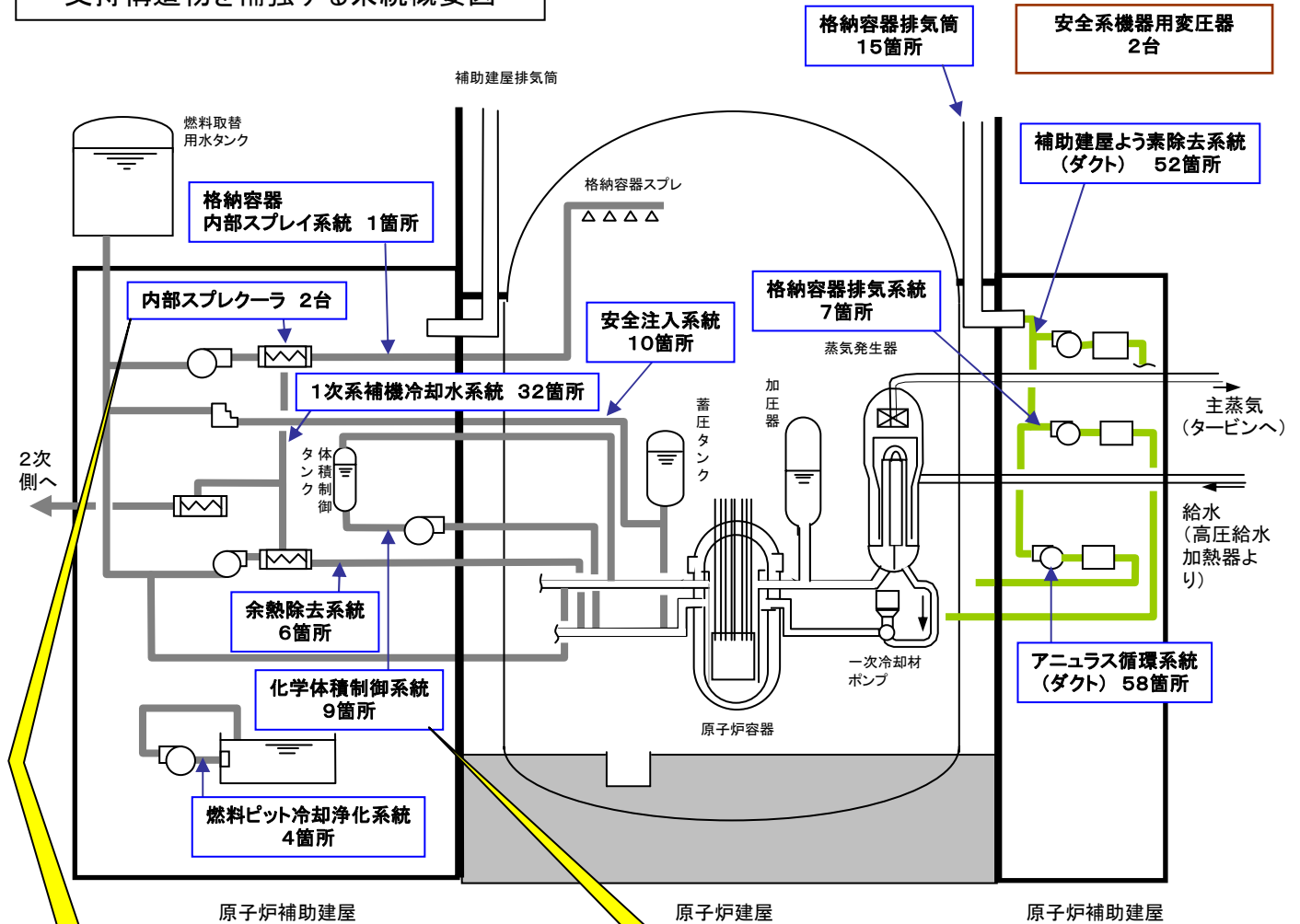
問い合わせ先(担当：神戸)
内線2354・直通0776(20)0314

図-1 耐震裕度向上工事

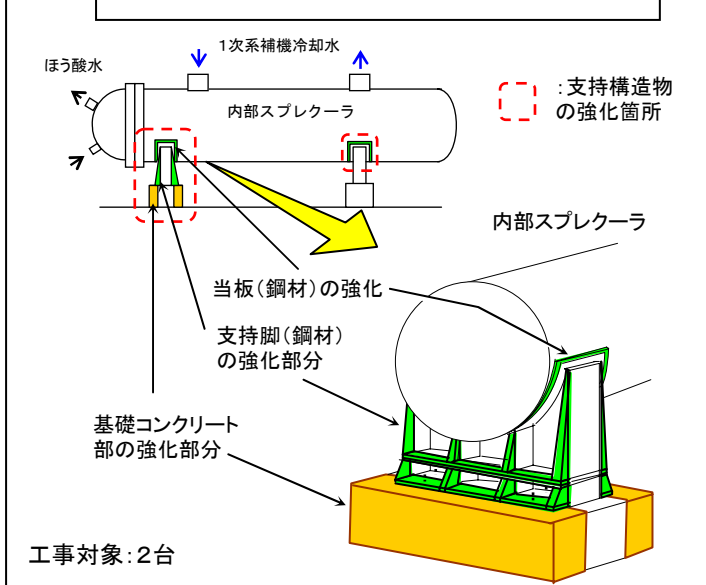
工事概要

既設設備の耐震性を一層向上させるため、内部スプレューラや安全系機器用変圧器、格納容器排気筒などのダクト、化学体積制御系統などの配管の支持構造物を強化した。

支持構造物を補強する系統概要図



内部スプレューラ支持部の強化例



化学体積制御系統 配管の支持部の強化例

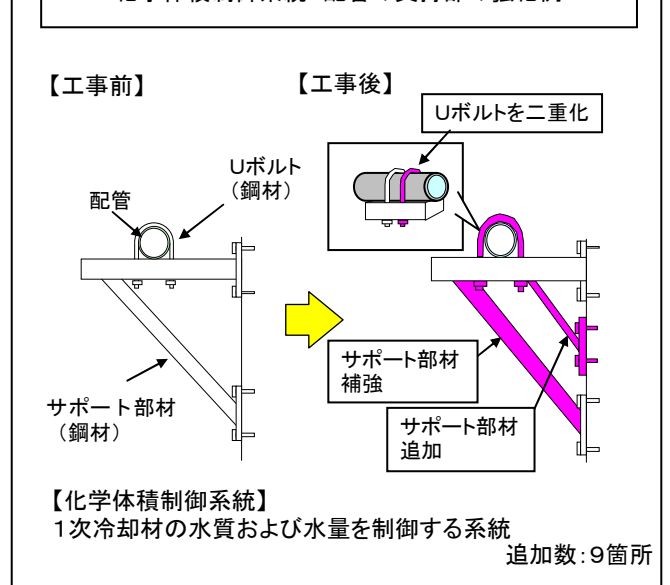
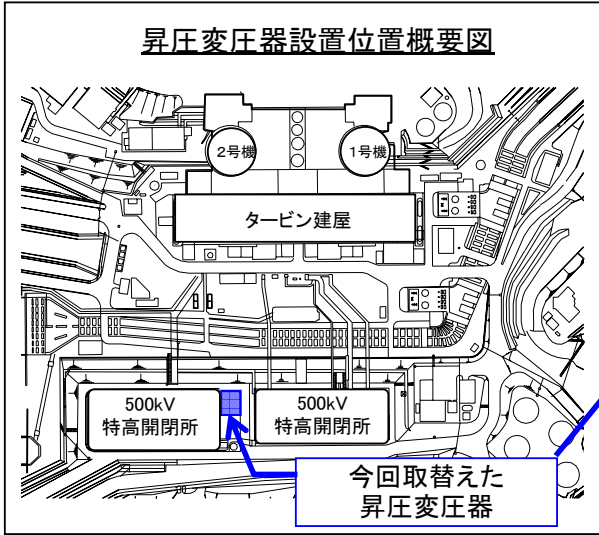


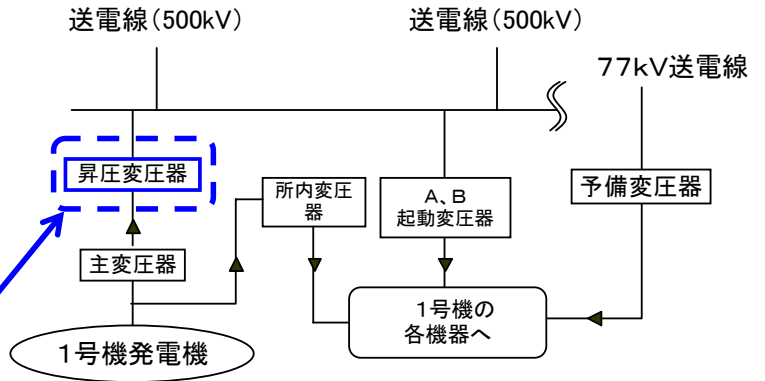
図-3 昇圧変圧器取替工事

工事概要

昇圧変圧器のコイル絶縁性能が低下傾向にあることから、予防保全として昇圧変圧器を新品に取り替えた。

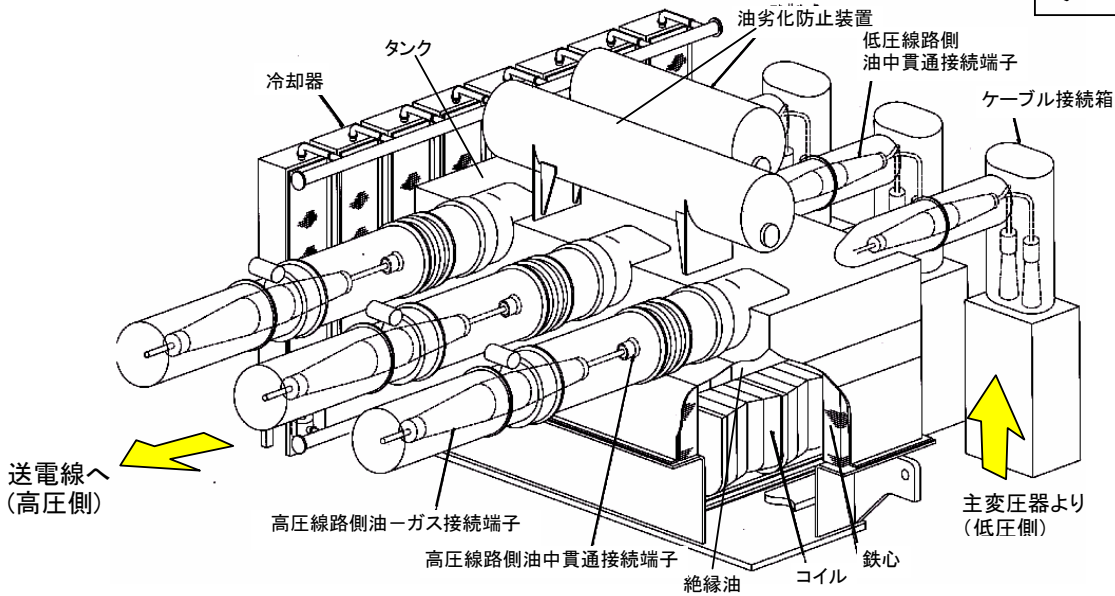


電源系統概要



取替後の昇圧変圧器概要図

【凡例】
 : 電気の流れ



| | 取替前の昇圧変圧器仕様 | 取替後の昇圧変圧器仕様 |
|----------|-------------------------|-------------------------|
| 定格電圧 | 高圧 525kV / 低圧 275kV | 同 左 |
| 定格容量 | 8 6 0 MVA ^{※1} | 9 1 5 MVA ^{※1} |
| 冷却方式 | 導油風冷方式 ^{※2} | 同 左 |
| 外形寸法(全体) | W約11.7×D約13.2×H約8.3(m) | W約11.7×D約13.3×H約8.5(m) |

※1: 定格容量の増加に伴い、平成16年5月に国の確認を受けた「定格熱出力一定運転実施に伴う発電設備の健全性評価書」の電気設備の使用上限について健全性の再評価を行い、改めて経済産業省原子力安全・保安院に提出し、平成20年4月16日に確認を受けた

※2: 変圧器内部の絶縁油を、変圧器横側に設置されている風冷式冷却器に導き冷却する方式

図-4 高サイクル熱疲労割れに係る対策工事

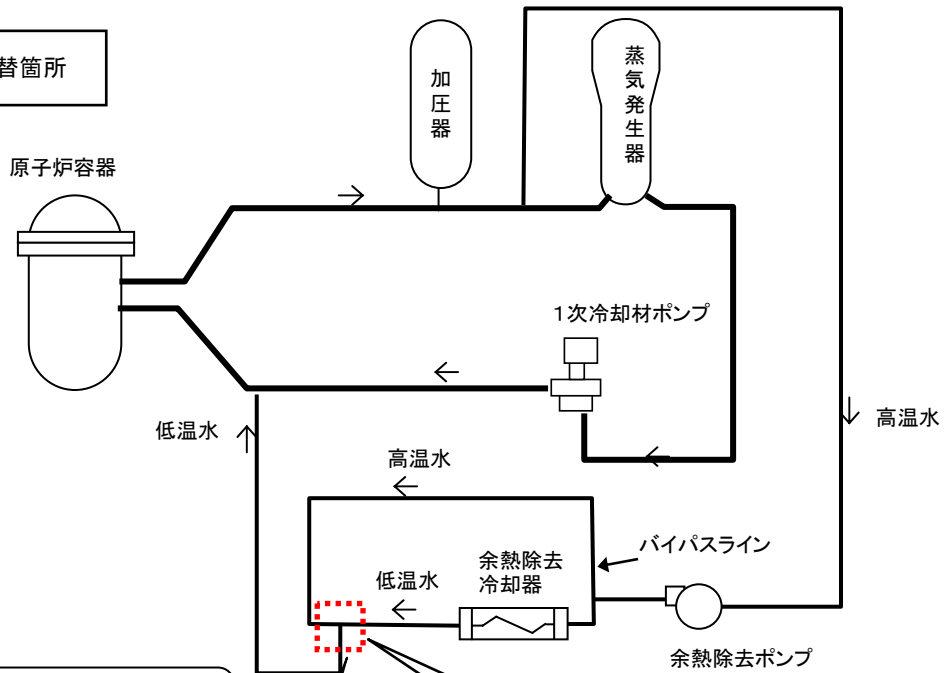
工事概要

国内外PWRプラントにおける高サイクル熱疲労割れ事象(温度ゆらぎによる疲労)を踏まえ、AおよびB余熱除去冷却器バイパスライン合流部の2箇所について、温度ゆらぎが抑制できる合流部形状に変更するとともに、応力集中が小さい溶接形状に変更した。

系統概要

凡例

⊖ : 配管取替箇所



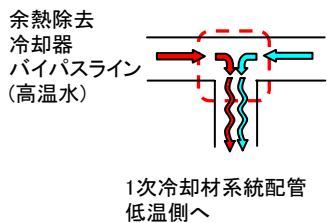
【余熱除去系】

プラント停止時等に、1次冷却材を再循環して炉心を冷却する系統

A、B系統各1箇所 計2箇所

取替概要図

【変更前】

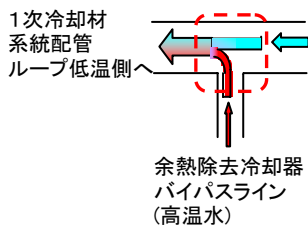


凡例

⊖ : 配管取替箇所

余熱除去冷却器
出口ライン
(低温水)

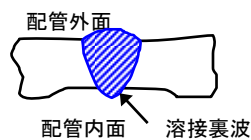
【変更後】



余熱除去冷却器
出口ライン
(低温水)

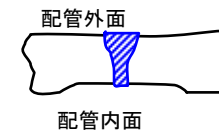
配管溶接形状を変更

【変更前】



配管内面に溶接裏波が突起部として存在することで、当該部に応力が集中する。

【変更後】



- ・溶接裏波を取り除き、応力集中を小さくする。
- ・開先形状(狭開先)を変更することにより、溶接残留応力を低減する。

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1,752箇所について超音波検査(肉厚測定)等を実施した。

<超音波検査(肉厚測定):1,732箇所、内面目視点検:6箇所、内面目視点検および超音波検査(肉厚測定):14箇所>

○2次系配管肉厚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 ※ | 今回点検実施後の点検未実施部位 |
|--------|-----------------------|-------|------------|-----------------|
| | 総数 | 未点検部位 | | |
| 主要点検部位 | 1,610<0> | 0<0> | 938<-12> | 0<0> |
| その他部位 | 1,289<0> | 0<0> | 794<-5> | 0<0> |
| 合計 | 2,899<0> | 0<0> | 1,732<-17> | 0<0> |

<>は定検開始時からの増減

※:配管取替えにより17箇所について測定対象から除いた。

○2次系配管肉厚の管理指針に基づく内面目視点検

高圧排気管の直管部20箇所について、配管内面から目視点検を実施した結果、14箇所の配管内面に減肉傾向が認められたため、配管外面から超音波検査(肉厚測定)を実施した。

(結果)

- 測定評価から、必要最小厚さを下回る箇所はなかった。
- 余寿命が次回定期検査までに、必要最小厚さを下回ると評価された部位1箇所について、炭素鋼からステンレス鋼の配管に取替えた。

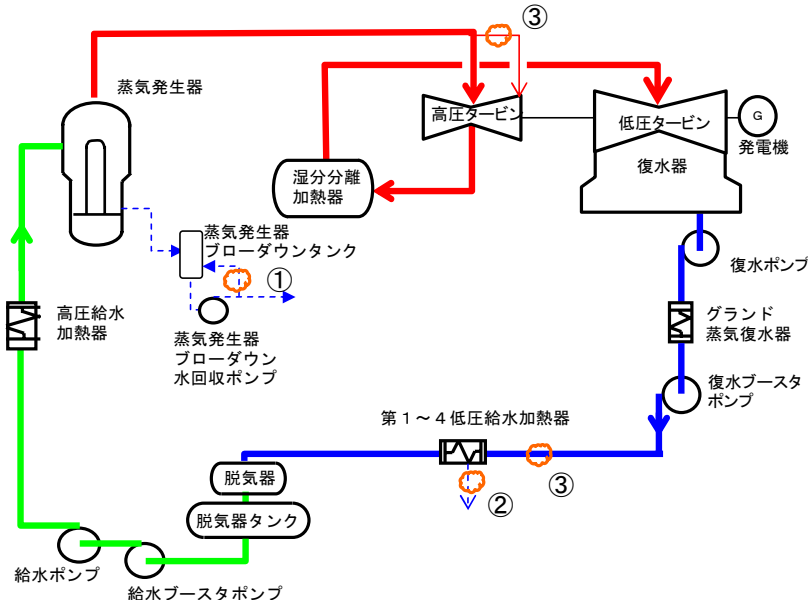
取替概要

○今定期検査開始時には442箇所の配管取替を計画していたが、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部位1箇所および保守性の観点から取り替える17箇所を追加して、合計460箇所の配管を取り替えた。

系統別概要図

🔴:主な配管取替箇所

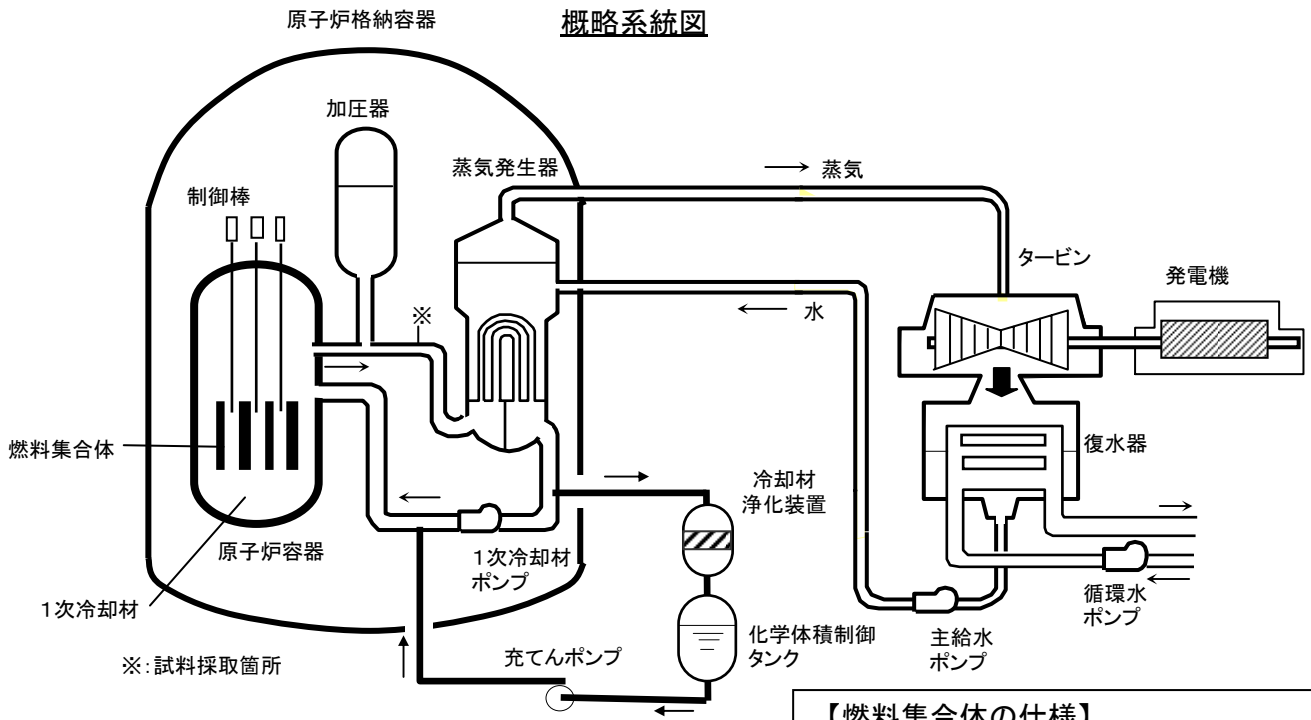
| | |
|-------|---|
| 復水系統 | 🔵 |
| 給水系統 | 🟢 |
| 主蒸気系統 | 🔴 |
| ドレン系統 | ⚪ |



【取替理由】

- ① 次回定期検査までに必要最小厚さを下回ると評価されたため取り替えた (1箇所)
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 1箇所
(1箇所を追加取替)
- ② 余寿命10年以上であるが減肉が確認されたため取り替えた (3箇所)
炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 3箇所
- ③ 今後の保守性を考慮して取り替えた (456箇所)
炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 392箇所
炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 64箇所
(17箇所を追加取替)

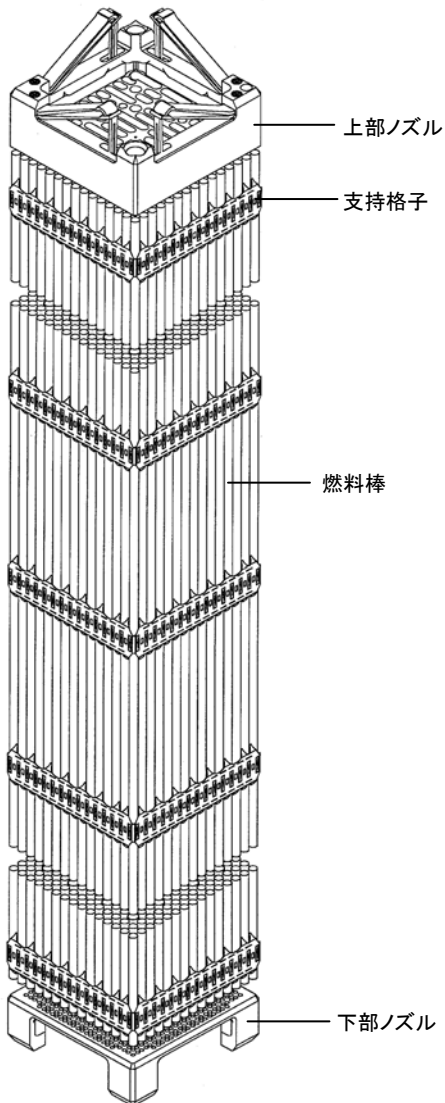
(合計 460箇所)



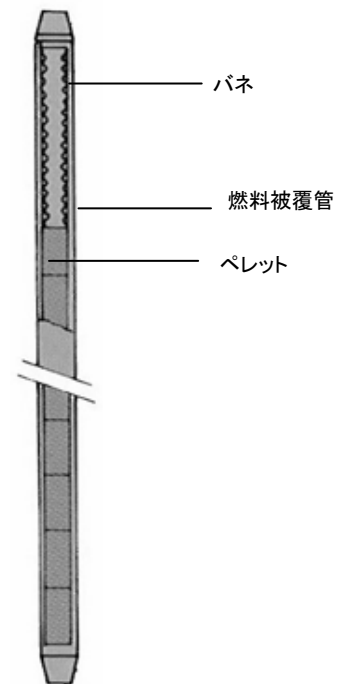
【燃料集合体の仕様】

燃料タイプ : 15×15型
 全 長 : 約4m
 全 幅 : 約20cm
 支持格子数 : 7個
 燃料被覆管材質: ジルカロイ-4
 燃料被覆管外径: 約11mm
 燃料被覆管肉厚: 約0.6mm
 燃料棒の本数 : 204本
 制御棒案内管 : 20本

燃料集合体概略図

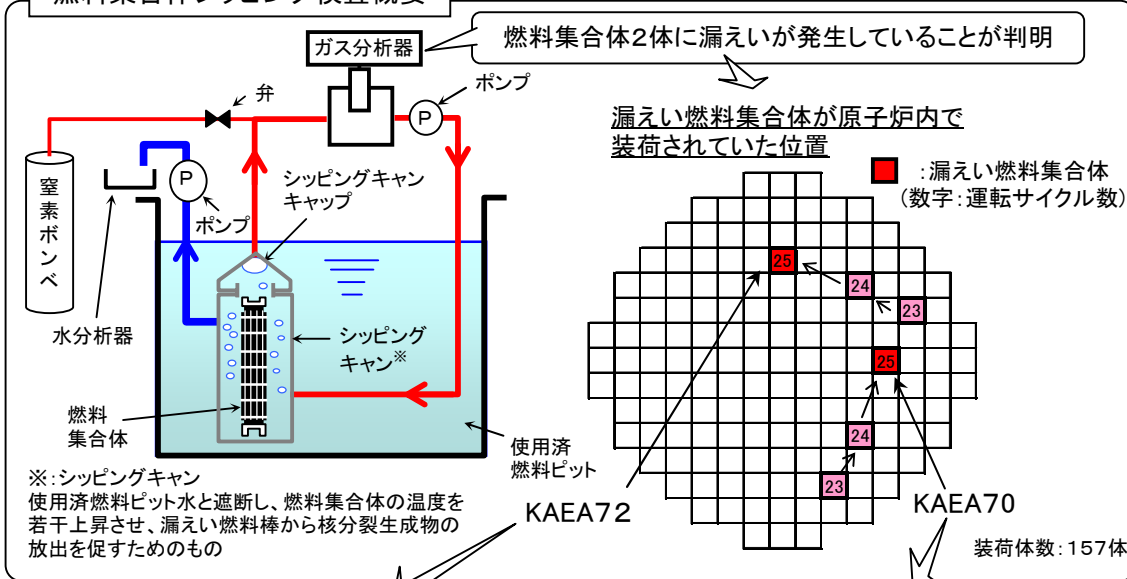


燃料棒



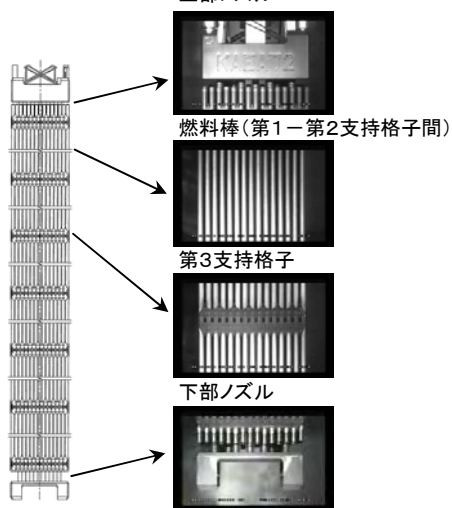
燃料集合体 SHIPPING 検査概要

(2/2)



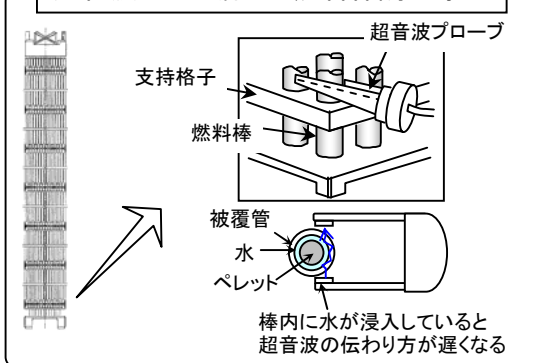
KAEA72の調査結果

○目視検査: 異常は認められなかった



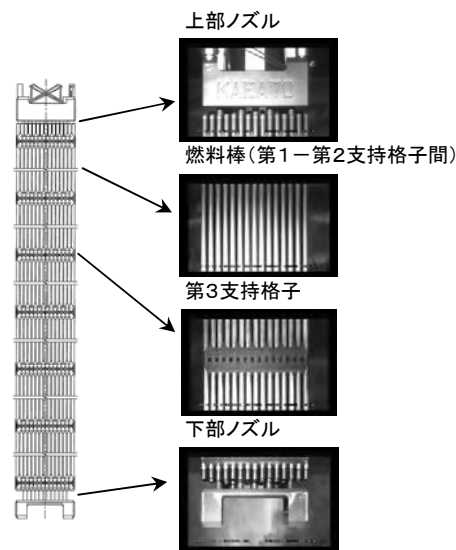
○超音波による調査 漏えい燃料棒の特定には至らなかった

超音波による漏えい燃料棒調査原理

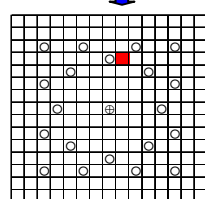


KAEA70の調査結果

○目視検査: 異常は認められなかった



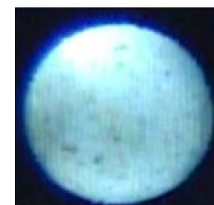
○超音波による調査 漏えい燃料棒1本を確認



- : 漏えい燃料棒
- : 燃料棒
- : 制御棒案内管
- ⊕ : 炉内計装用案内管

ファイバースコープの結果

燃料棒表面に傷や割れは認められなかった

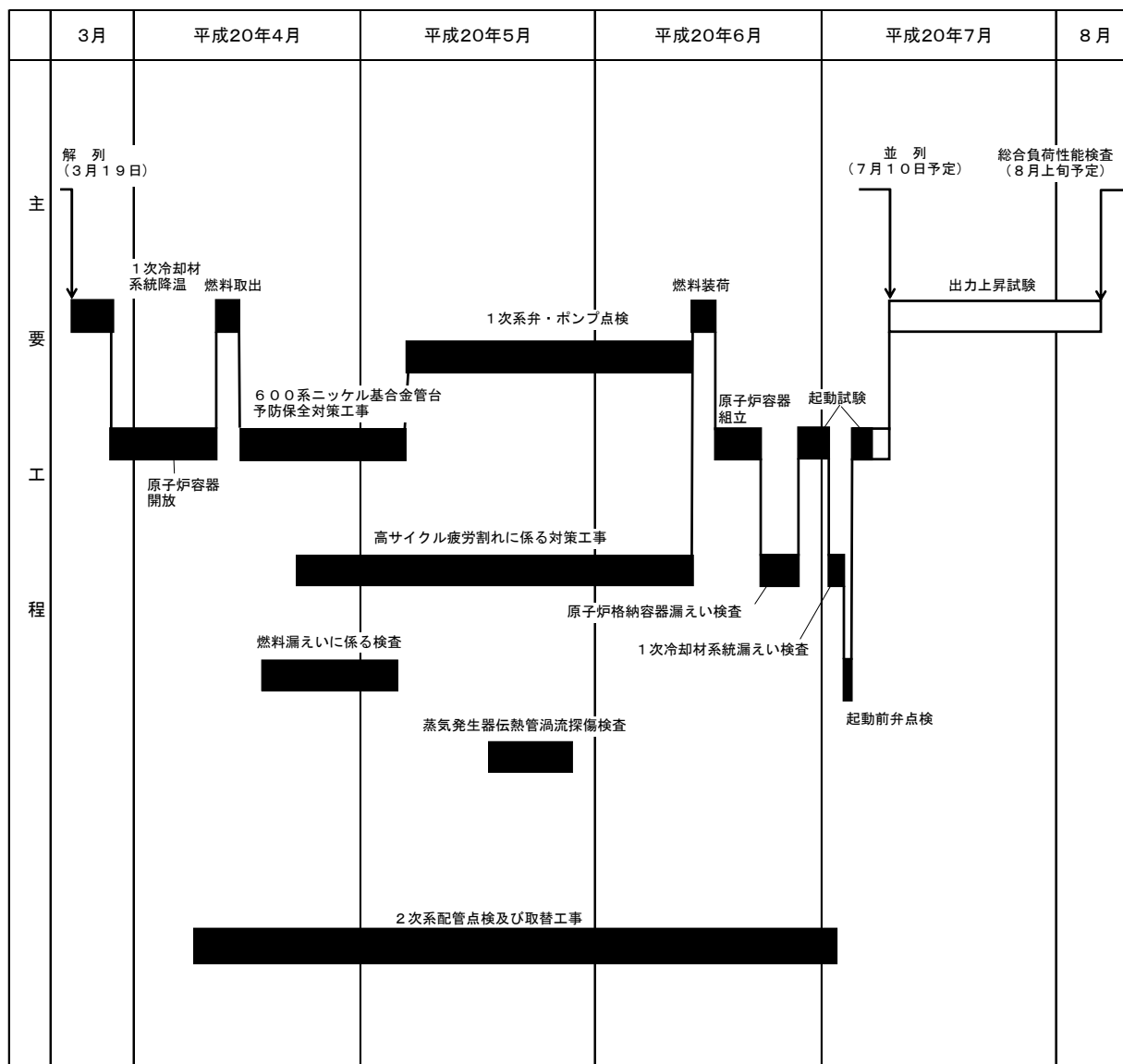


(矢印から観察)

高浜発電所1号機 第25回定期検査の作業工程

平成20年3月19日から約5ヶ月の予定であり、以下の作業工程にて実施しています。

(平成20年7月7日現在)



注：黒塗りは実績を示す

(参考) 高経年化対策として実施する主な作業

○原子炉格納容器トップドーム部検査

原子炉格納容器トップドーム部の健全性 (有意な腐食の無いこと) を板厚により確認しました。