

平成 30 年 8 月 30 日
原子力安全対策課
(3 0 - 2 6)
< 1 4 時記者発表 >

高浜発電所 4 号機の原子炉起動と調整運転の開始について (第 2 1 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 4 号機（加圧水型軽水炉；定格電気出力 87 万 kW）は、平成 30 年 5 月 18 日から第 21 回定期検査を実施しているが、平成 30 年 8 月 31 日に原子炉を起動し、翌 9 月 1 日に臨界となる予定である。

その後は、諸試験を実施し、9 月 3 日頃に定期検査の最終段階である調整運転を開始し、9 月下旬には原子力規制委員会の最終試験を受けて営業運転を再開する予定である。

1 主要工事等

安全系計器用電源装置取替工事 (図-1 参照)

安全系計器用電源装置の構成部品が製造中止となったことから、今後の保守性を考慮し、最新の電源装置に取り替えた。

2 設備の保全対策

2 次系配管の点検等 (図-2 参照)

関西電力㈱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 1,523 箇所について超音波検査（肉厚測定）を実施した。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なかった。

また、過去の点検で減肉傾向が確認された部位 38 箇所、配管取替時の作業性を考慮した部位 36 箇所、今後の保守性を考慮した部位 30 箇所、合計 104 箇所を耐食性に優れたステンレス鋼もしくは低合金鋼の配管に取り替えた。

3 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果 (図-3参照)

3台ある蒸気発生器(SG)の伝熱管全数(既施栓管を除く計9,754本)について、渦流探傷検査を実施した結果、A-SGの伝熱管2本の高温側管板部で、有意な欠陥信号が認められた。

原因は、過去の調査結果等から蒸気発生器製作時に、伝熱管を管板部で拡管する際に発生した引張り残留応力と、運転時の内圧とが相まって、伝熱管内面で応力腐食割れが発生・進展したものと推定された。

対策として、当該伝熱管を使用しないこととし、閉止栓(機械式栓)を施工した。

[平成30年6月22日 公表済]

4 燃料集合体の取替え

燃料集合体全数157体のうち、85体を取り替えた。今回装荷した新燃料集合体は56体(うち16体はMOX燃料)である。また、MOX燃料は20体(新燃料を含む)を装荷した。

燃料集合体の外観検査(30体)を実施した結果、異常は認められなかった。

5 次回定期検査の予定

2019年(平成31年) 夏頃

6 定期検査中に発生した安全協定に基づく異常事象

(1) タービン動補助給水ポンプの運転上の制限の逸脱 (図-4参照)

平成30年8月19日8時11分頃、中央制御室において「タービン動補助給水ポンプ^{*1}制御油圧力低」警報^{*2}が発信した。運転員が直ちに現場(中間建屋地下1階のタービン動補助給水ポンプ室)の状況を確認したところ、床面に油(約1m×約1m×約2cm(最深部):約2リットル)が漏れていることを確認したことから、油ポンプを停止した。このため、同日8時26分に保安規定に定める運転上の制限^{*3}を満足していない状態にあると判断し、タービン動補助給水ポンプを待機除外とした。なお、本事象による環境への放射能の影響はなかった。

現場調査の結果、タービン動補助給水ポンプの制御油系統の油供給継手部からの漏えいを確認したことから、当該継手部を取り外したところ、パッキンが損傷していることを確認した。

油が漏えいした原因は、前回(平成27年10月)の当該ポンプの分解点検後に、制御油系統の配管とホース継手部を接続する際、袋ナットを締めすぎたことにより、継手内のパッキンが損傷し、その後の定期的なポンプ起動試験(1回/月)に伴う圧力変動により損傷部分が拡大し、漏えいに至ったものと推定した。

対策として、当該パッキンを取替えた後、制御油ポンプの確認運転を行い、同日22時40分に運転上の制限を満足する状態に復帰した。

また、制御油系統の配管とホース継手部を接続する袋ナットの締め付けに関する具体的な方法および注意事項について、作業手順書に反映した。

- ※1 タービン動補助給水ポンプは、主給水系統事故時など、通常の給水系統の機能が失われた場合に、蒸気発生器に給水を行うためのポンプで、蒸気発生器で発生した主蒸気の一部でタービンを回し、その回転力で駆動するポンプである。そのほか高浜発電所4号機には、補助給水ポンプとして、電動補助給水ポンプが2台ある
- ※2 「タービン動補助給水ポンプ制御油圧力低」警報：油圧が177kPa以下となった場合に発信する（平常値は約200～380kPa）
- ※3 運転中は、補助給水ポンプ3台が動作可能であることが求められている

(2) 原子炉容器上蓋の温度計引出管接続部からの蒸気漏れ (図-5参照)

平成30年8月20日15時頃、保修課員が原子炉起動前の巡視点検として、原子炉上部の点検を行ったところ、原子炉容器上蓋に設置されている原子炉内温度計の引出管の接続部[※]から、僅かに蒸気が漏れいしていることを確認した。なお、本事象による環境への放射能の影響はなかった。

蒸気漏れいが確認された温度計引出管接続部の構成部品を取外し、各部位の点検を行った結果、温度計引出管の支持筒（コラム）とフランジの間に挿入されていたパッキンのコラムとの接触面にほう酸の析出痕および微小なへこみ（直径約0.3mm）が認められたため、何らかの微小な異物が噛込んだ可能性があるものと推定された。

作業手順を確認した結果、コラムにパッキンを装着、フランジを据付けた後、異物混入防止のため、コラムとフランジの隙間に養生テープを取付けていた。その後、ポジショナ（コラム位置決め治具）を、フランジに取付ける直前に養生テープを取外した際、異物が混入した可能性があるものと推定された。

原因は、当該箇所[※]の組立て作業時に、養生テープ表面に付着していた何らかの微小な異物がコラムとフランジの隙間に混入し、パッキンのコラムとの接触面に噛込んだため、一次冷却材の温度上昇等に伴い、異物が押し出されたことにより、その部分が漏れい経路となり蒸気の漏れいに至ったものと推定した。

対策として、当該漏れい箇所[※]のパッキンを新品に取り替えるとともに、ポジショナ取付け前に養生テープ表面の清掃を行うことを作業手順書に追記して異物混入防止の更なる徹底を図った。

※ 原子炉容器内の温度計は引出管の中を通過しており、上蓋に引出管の接続部がある。

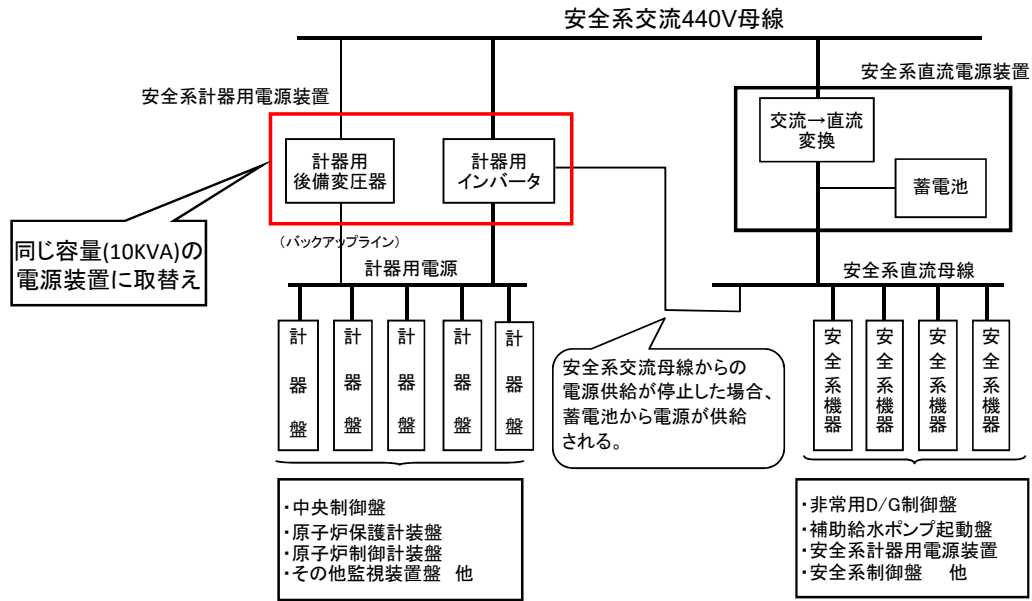
[平成30年8月20日、8月24日 公表済]

図-1 安全系計器用電源装置取替工事

工事概要

安全系計器用電源装置の構成部品が製造中止となったことから、今後の保守性を考慮し、最新の電源装置に取り替えた。

取替範囲概略図



インバータ

半導体素子により、電圧・周波数が安定した交流電源を供給するための装置。

計器用後備変圧器

インバータが故障した際のバックアップとして、交流電源を供給するための電圧を微調整する機能を持った変圧器。

図-2 2次系配管の点検等

点検概要

今定期検査において、1,523箇所について超音波検査(肉厚測定)を実施した。

○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
主要点検部位	1,807	1,020
その他部位	1,108	503
合計	2,915	1,523

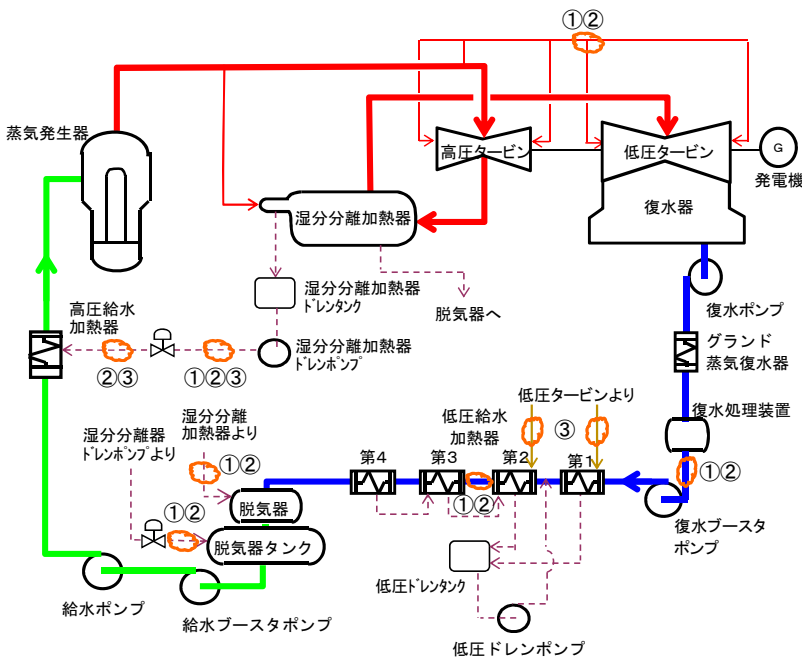
(結果)

必要最小厚さを下回っている箇所、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なかった。

取替概要

過去の点検で減肉傾向が確認された部位38箇所、配管取替え時の作業性を考慮した部位36箇所、今後の保守性を考慮した部位30箇所、合計104箇所を耐食性に優れたステンレス鋼もしくは低合金鋼の配管に取り替えた。

系統別概要図



【凡例】

- :主蒸気系統
- :給水系統
- :抽気系統
- :復水系統
- - - :ドレン系統
- :主な配管取替箇所

【取替理由】

- ① 過去の点検で減肉傾向が確認されているため計画的に取り替えた箇所 (38箇所)
 - ・必要最小厚さとなるまでの期間が10年未満の箇所
 - 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 2箇所
 - 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 1箇所
 - ・必要最小厚さとなるまでの期間が10年以上の箇所
 - 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 33箇所
 - 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 2箇所
 - ② 配管取替え時の作業性^{※1}を考慮して取り替えた箇所 (36箇所)
 - 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 31箇所
 - 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 5箇所
 - ③ 今後の保守性^{※2}を考慮して取り替えた箇所 (30箇所)
 - 炭素鋼 ⇒ ステンレス鋼 28箇所
 - 炭素鋼 ⇒ 低合金鋼 2箇所
- [合計 104箇所]

※1: 配管取替え時に近隣の配管も一緒に取り替えた方が作業をし易いために取り替えた
 ※2: 狭隘部で肉厚測定がしづらい配管について取り替えた

図-3 蒸気発生器伝熱管の渦流探傷検査結果

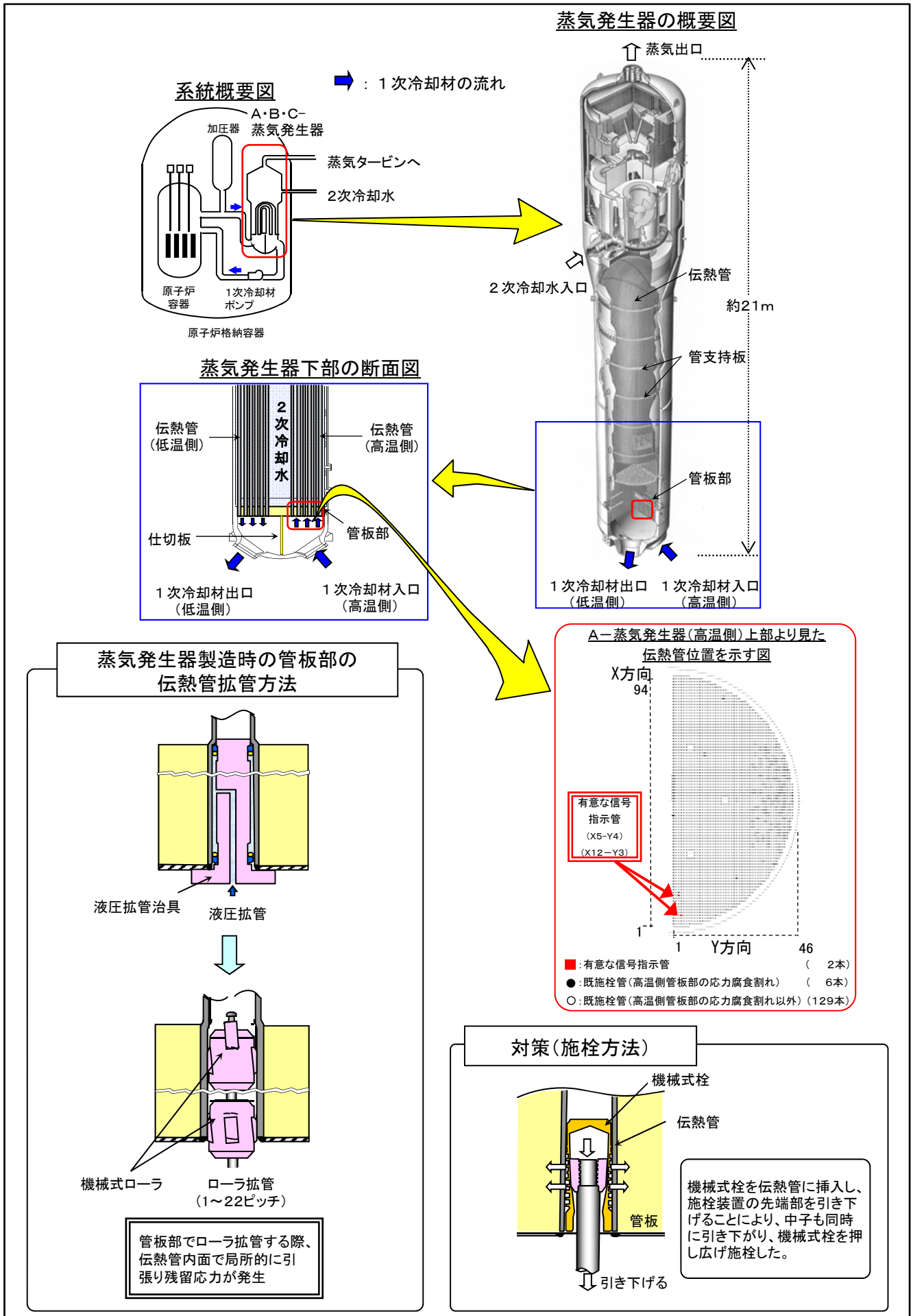
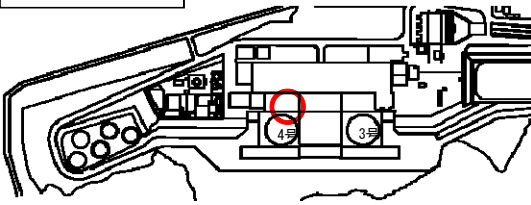
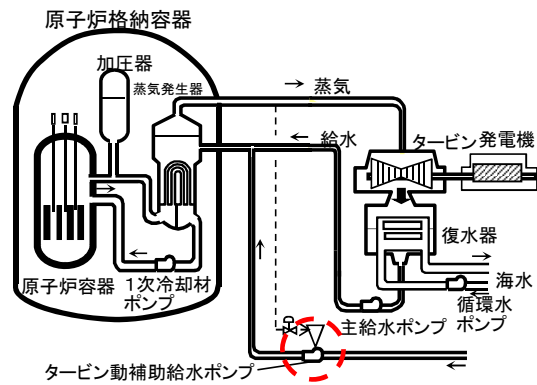


図-4 タービン動補助給水ポンプの運転上の制限の逸脱

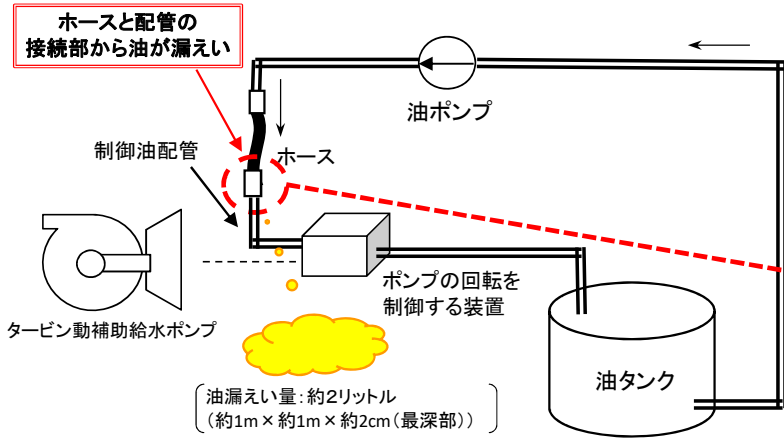
現場状況図



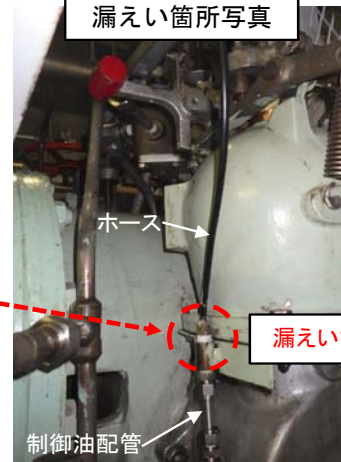
○ 発生場所: 4号機中間建屋(非管理区域)
タービン動補助給水ポンプ室(EL.-2.0m)



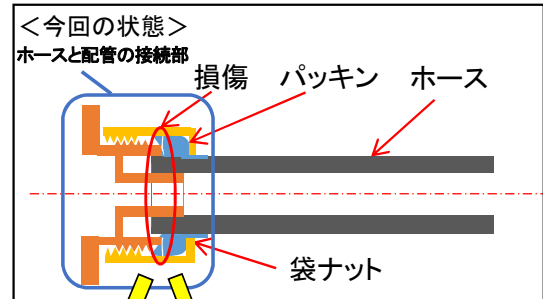
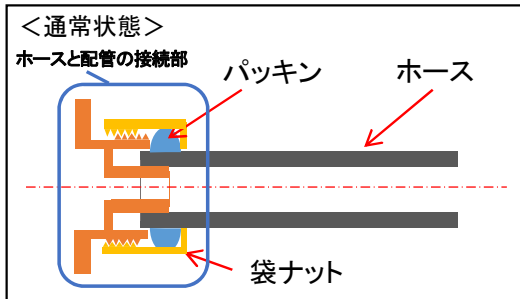
タービン動補助給水ポンプ制御油系統概略図



漏えい箇所写真



油漏えい推定メカニズム



- 袋ナットを締めすぎたことにより、袋ナット内でパッキンが損傷。
- その後の定期的なポンプ起動試験(1回/月)による圧力変動により、損傷部分が拡大し漏えいに至った。

【パッキンの仕様】

- ・材質: テフロン
- ・サイズ: (外径)約9mm (厚み)約1.5mm (幅)約2mm

破断面

割れ



原因

タービン動補助給水ポンプの分解点検後に、制御油系統の配管とホース継ぎ手部を接続する際、袋ナットを締めすぎたことにより、パッキンが損傷し、その後の定期的なポンプ起動試験による圧力変動により、損傷部分が拡大し、漏えいに至ったものと推定した。

対策

- ・当該漏えい箇所のパッキンを新品に取り替えた。
- ・制御油系統の配管とホース継ぎ手部を接続する袋ナットの締め付けに関する具体的な方法および注意事項について、作業手順書に反映した。

図-5-1 原子炉容器上蓋の温度計引出管接続部からの蒸気漏れ概略図とメカニズム

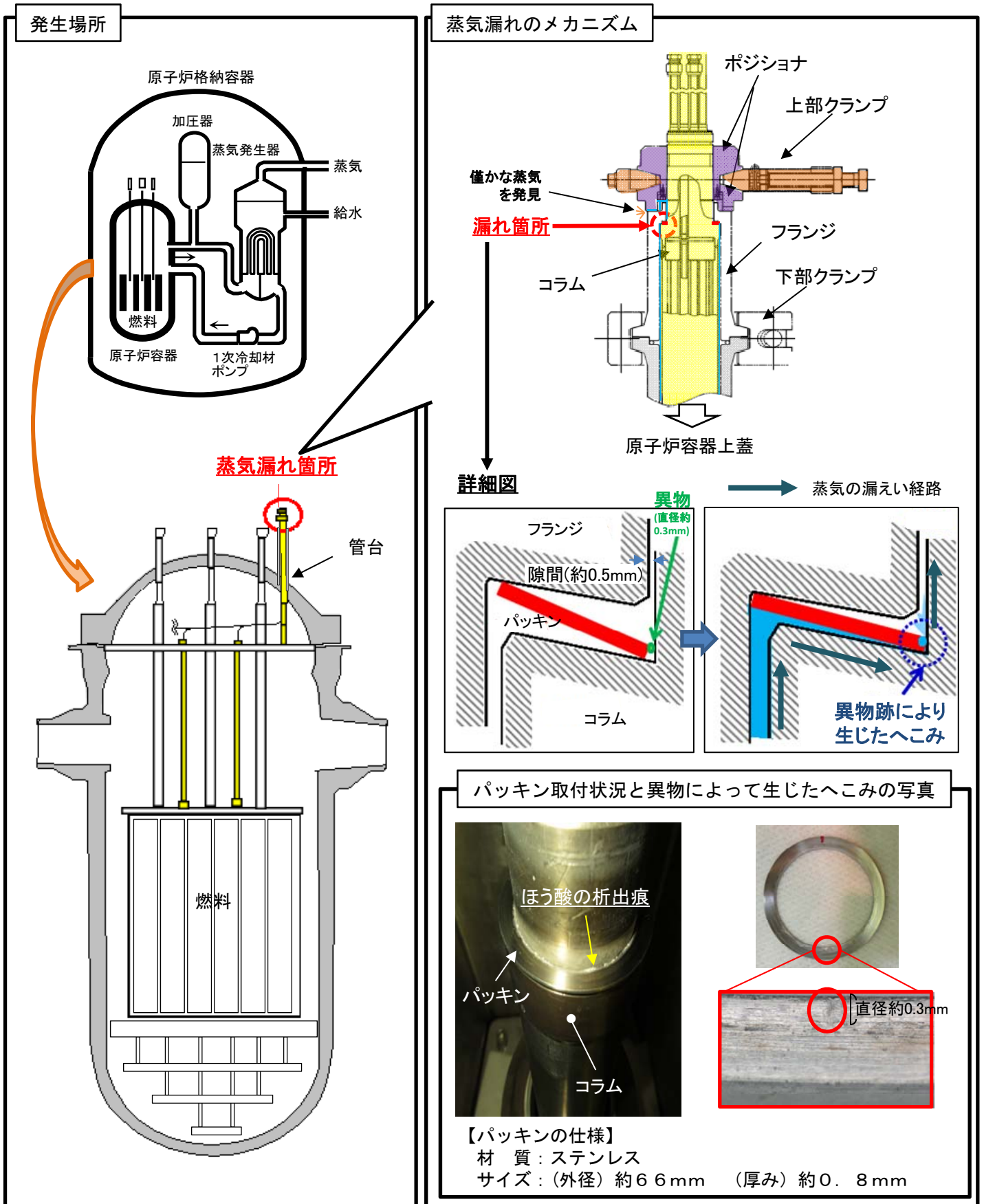
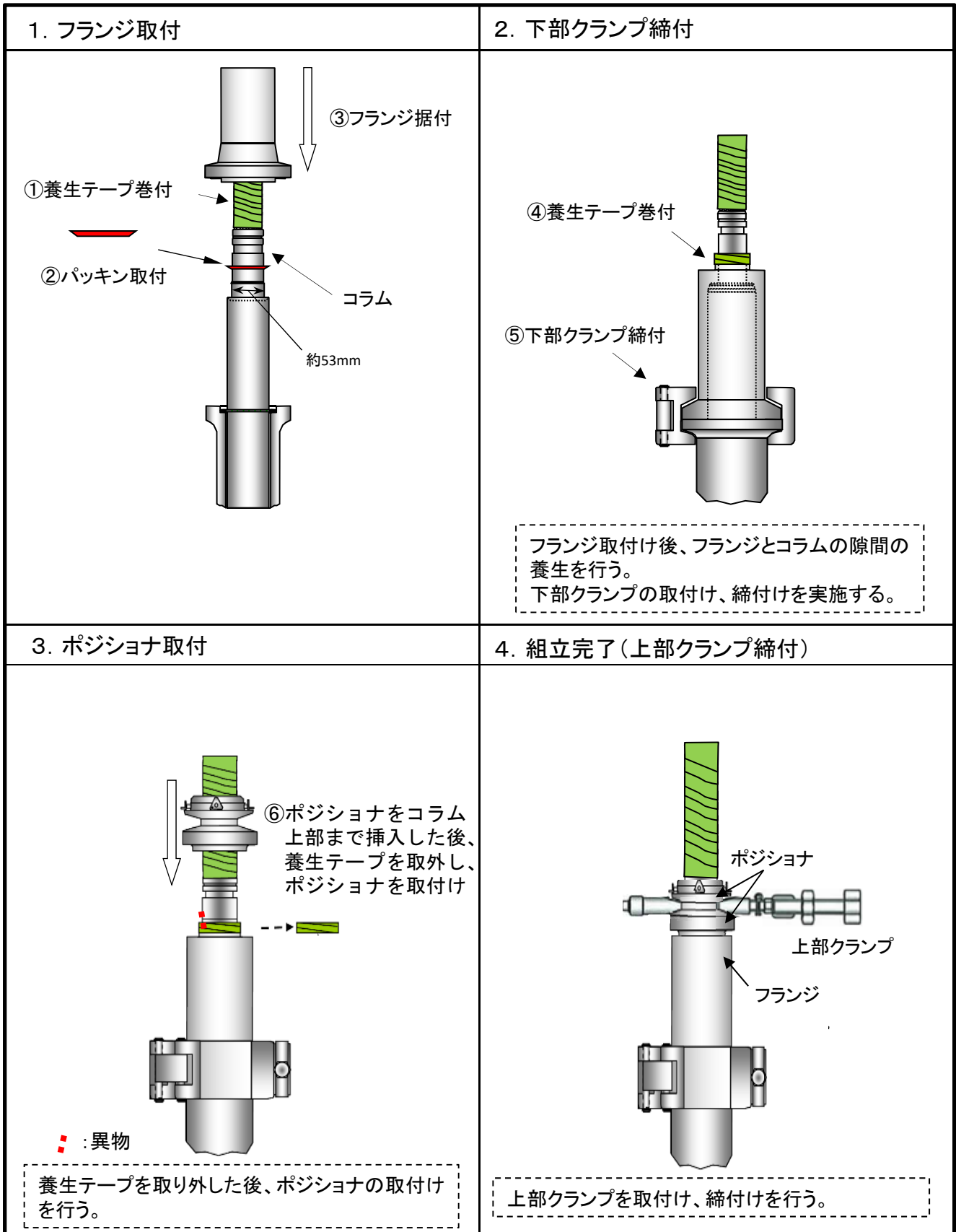


図-5-2 原子炉容器上蓋の温度計引出管点検後の組立手順



高浜発電所 4号機 第 2 1 回定期検査の作業工程

(平成30年 8 月 30 日 現在)

