

最近の異常事象について

(前回の原子力安全専門委員会以降)

◇美浜発電所 3 号機	2 次系純水系統内でのトリチウムの検出について	1
◇美浜発電所 3 号機	タービン建屋における補助蒸気配管サポートの損傷について	2
◇美浜発電所 1 号機	B－湿分分離加熱器加熱蒸気ドレン管からの蒸気漏れについて	3
◇美浜発電所 1 号機	加圧器安全弁出口温度上昇について	4
◇美浜発電所 1 号機	A－1 次冷却材ポンプシール水漏えいに伴う原子炉手動停止について	5
◇大飯発電所 1 号機	B－余熱除去ポンプシール水空気抜きラインからの漏えいについて	6
◇大飯発電所 1 号機	循環水管点検準備作業に伴う社員の負傷について	7
◇高浜発電所	取水路清掃作業中の労働災害について	8

美浜発電所 3 号機 2 次系純水系統内でのトリチウムの検出について

事 象

2 次系純水にトリチウムが検出された
但し
〔・ガンマ線核種は検出されていない
・ 8 月 5 日のサンプリングでは検出されていない〕

2 次系純水：主に、1, 2 次
系機器の冷却水タンク等へ
の補給に用いる、不純物を
取り除いた純水

汚染拡大防止措置を実施

非管理区域からもトリチウムが検出された

環境（海水中）に放出されたトリチウム量
（評価値：約 $1.3 \times 10^9 \text{ Bq}$ ）

<参考>年間放出管理基準値： $1.2 \times 10^{14} \text{ Bq}$

原 因

1 次系冷却材ポンプの封水注入配管の洗浄作業時において、1 次系純水と 2 次系純水を仮設ホースにより同時に使用した際、封水注入流量調整弁が全開していなかったことから、母管での圧力が 2 次系純水より高く、1 次系純水が 2 次系純水系統に流れ込んだためと推定。

背 景

- 弁の位置変更に伴い、配管ルートを変更（配管取替）した。
- 1 次系純水での洗浄後、十分な洗浄流量を確保したいとの提案で実施。
- 流量調整弁の開閉操作が固かった。

対 策

- 1 次系機器の洗浄作業では、1 次系純水と 2 次系純水を同時に使用しないことを社内のマニュアルに定める。
- 今回の事例について、社員と協力会社に対し周知徹底を行う。
- トリチウムが混入した 2 次系純水は、回収して管理区域内で処理を行い、汚染の可能性のある系統は、9 月 2 6 日洗浄完了。

場 所	測定箇所	濃度 (Bq/cm ³)
①	1 次系機器の冷却水補給等	約 1,600 ~ ND*
②	ディーゼル発電機シリンダ冷却水タンク等	約 530 ~ ND*
③	B ディーゼル発電機室サンプル	約 460
④	B ディーゼル発電機室サンプル放水管	約 340
⑤	湿分離加熱器等	約 15 ~ 100

事 象

第 2 1 回定期検査中、補助蒸気配管取替工事の準備として、9 月 1 2 日から原子炉補助建屋への補助蒸気供給を停止し、隔離弁の取付け作業を行っていた。

隔離弁設置後、9 月 1 6 日、補助建屋への補助蒸気供給を再開するため、1 6 時 0 7 分頃、補助蒸気供給元弁の開操作したところ、タービン建屋 1 階で大きな音を確認。直ちに当該元弁を閉止したところ、音は徐々に収まり、1、2 号機からの補助蒸気供給弁を閉止した結果、1 7 時頃にハンマリング音は収束した。

補助蒸気配管を点検した結果、配管サポート 2 箇所が損傷し、保温材 3 箇所が外れ等が確認された。なお、配管の外観形状や溶接部に異常は認められなかった。

原 因

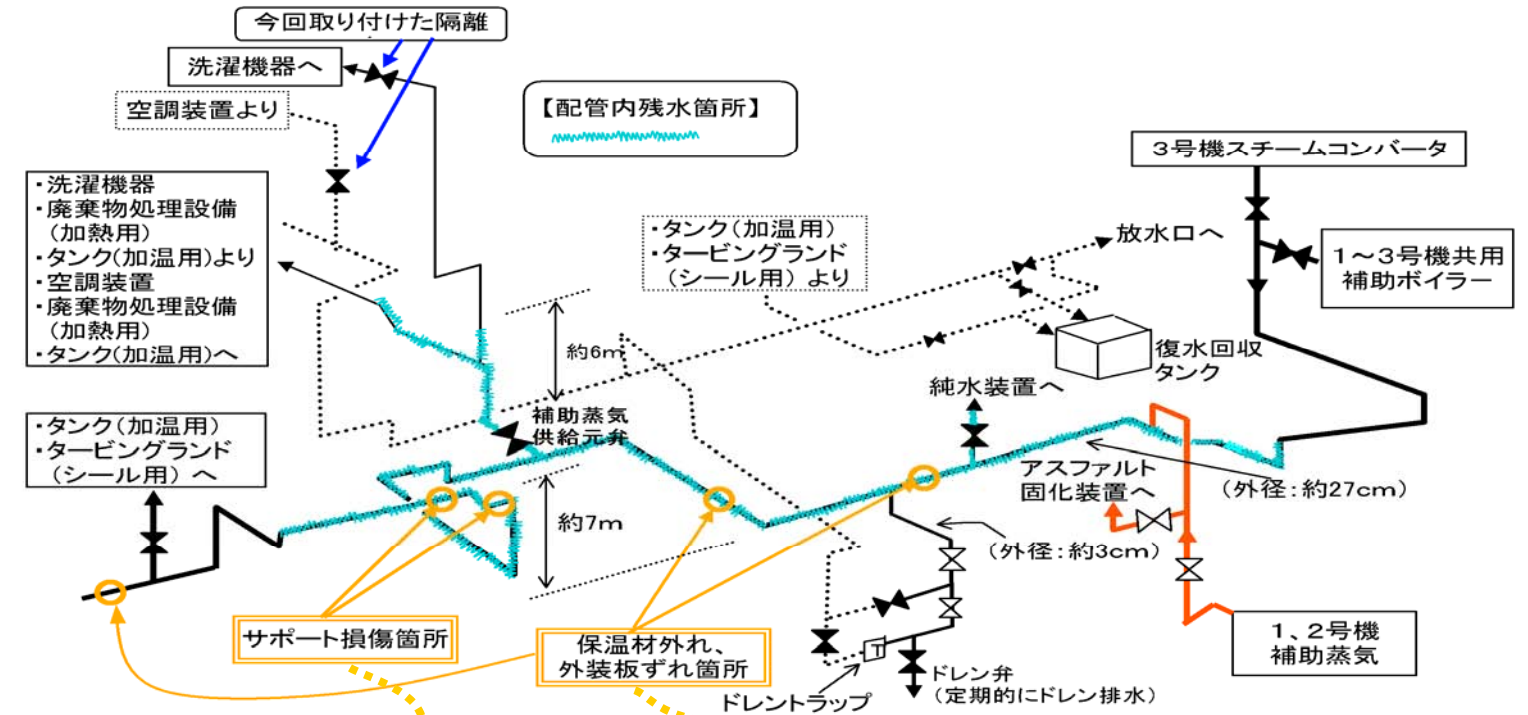
原子炉補助建屋側への補助蒸気の供給を一時停止していた間、閉止した供給元弁上流側の補助蒸気供給母管内に貯まるドレン水の排出操作を定期的に行っていた。しかし、この排出操作ではドレン水が十分排水されず、供給母管内は満水状態であったと推定され、この状態で補助蒸気供給元弁をわずかに開放したため、蒸気（約 1 7 0 °C）が供給元弁上流側のドレン水に取り込まれ、急激に凝縮し、大きな圧力変化（ウォーターハンマー）が発生し、その衝撃力によりサポートが損傷したものと推定された。

背 景

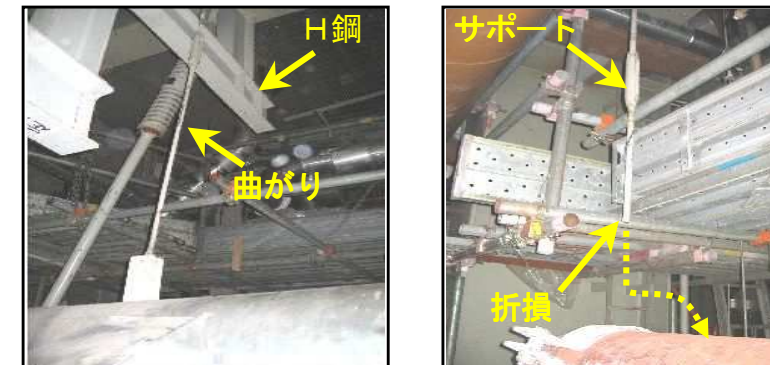
- ・ アスファルト固化装置運転のため閉止した供給元弁上流側には補助蒸気が供給され続いていた。
- ・ ドレン水の排出操作では、高温の蒸気が排出された時点で弁を閉止していた。
- ・ 4 回／日のドレン排出操作で供給母管内にドレンはないと考えていた。

対 策

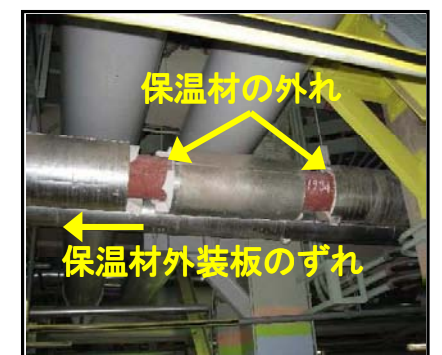
損傷が認められたサポートや保温材については、新しいものに取り替えた。
工事等により補助蒸気の供給を一時的に停止（系統隔離）した後、供給を再開するにあたっては、隔離範囲の上流側配管内に貯まったドレン水も完全に排出するよう、その旨、社内マニュアルに記載した。



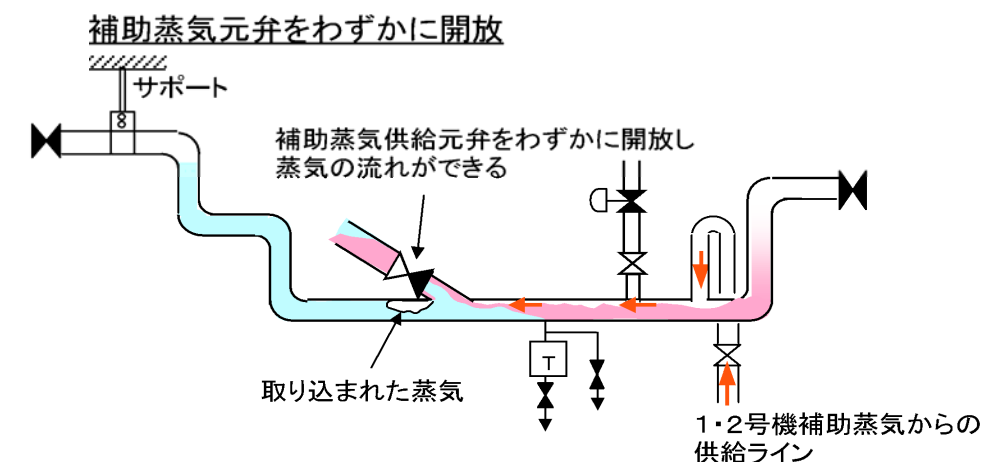
サポート損傷状況



保温材状況



推定メカニズム



事 象

第 21 回定期検査の調整運転中（電気出力約 100%）のところ、9 月 17 日 10 時 10 分頃、運転員の巡回点検で、B-湿分分離加熱器加熱蒸気ドレン管（タービン建屋 2 階）に取り付けられている、温度計の管台溶接部から、わずかな蒸気漏れを確認した。

当該湿分分離加熱器への加熱蒸気系統を隔離して点検・補修を行うため、同日 13 時 20 分から出力降下を開始し、15 時 55 分に電気出力を約 50% とした。

原 因

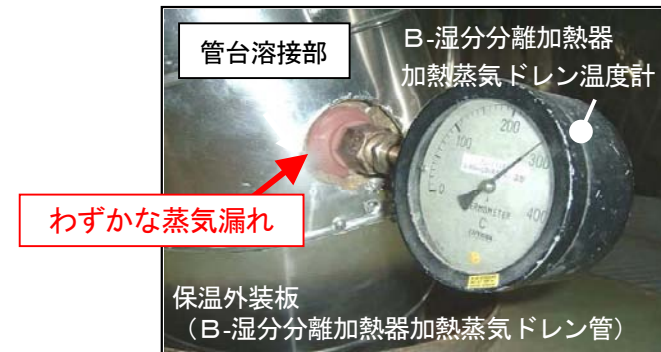
管台と温度計ウェル（温度検出部をカバーするさや管）との溶接部で、微小なピンホールが確認された。溶接部を管台から切断し、詳細調査した結果、温度計取付け溶接時の施工管理が十分でなく溶接初層部で高温割れが発生していたこと、さらに今定期検査において、当該部を非破壊検査するため、手直し溶接を実施した際、漏えい部付近では溶接材を使用せず、既存の溶接金属を再溶融させたため、溶接部の外表面で新たに高温割れが発生し、この割れが初層部の割れと結合して貫通欠陥に至り、蒸気漏えいが発生したものと推定された。

背 景

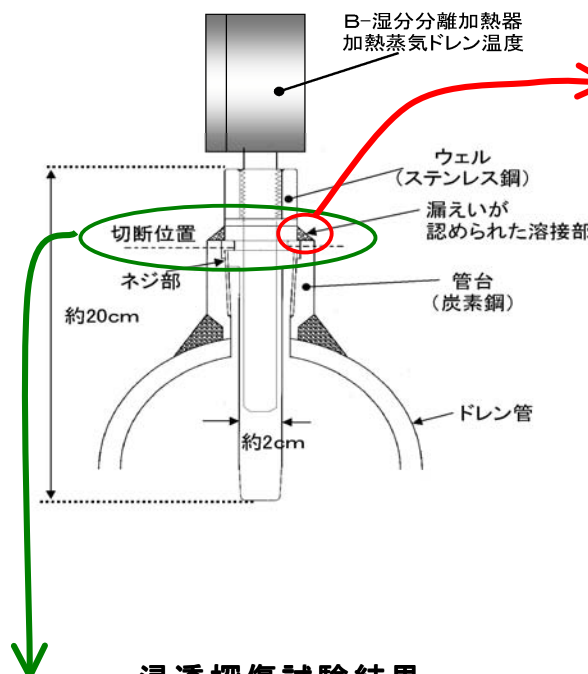
- ・管台（炭素鋼）とウェル（SUS）の漏れ止め溶接部であった。
- ・溶接初層部で高温割れは当初溶接時の施工管理不十分。
- ・閉止栓溶接部からの漏えい対応として、磁粉探傷検査を計画した。
- ・溶接表面形状が荒れていたことから、手直し溶接を行った。
- ・補修溶接時の施工方法（溶接材他）は定めていたが、今回の手直し溶接では誤った溶接材使用しており、漏えい部は溶接材を使用せず。

対 策

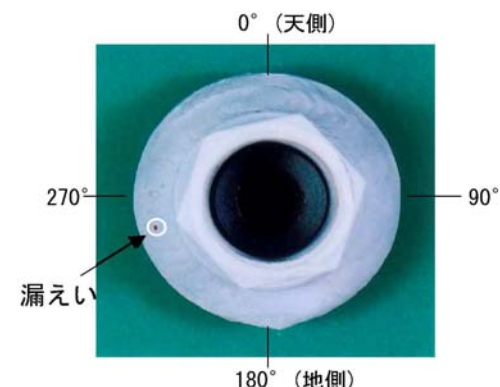
- 湿分分離加熱器ドレン管温度計管台（B 系及び A 系）について、9 月 29 日出力降下を開始し、原子炉を停止した上で以下の作業を行う。
- ・ B 系および A 系とも、当該温度計ウェルは新品と取替え、高温割れが発生しにくいステンレス鋼系の溶接材を用いて溶接する。
 - ・ 今回の手直し溶接にあたっては、今回の事象について現場作業者に十分周知したうえで実施する。



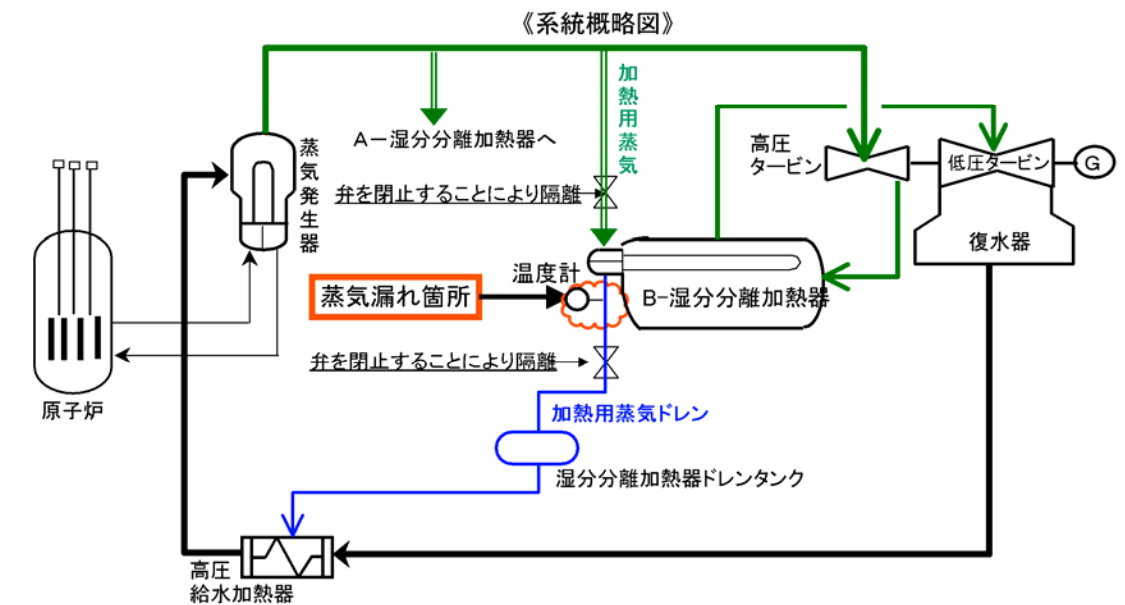
【B 湿分分離加熱器加熱蒸気ドレン管仕様】
 直径：約 17cm
 材質：炭素鋼
 運転圧力：約 4.8MPa
 運転温度：約 260℃



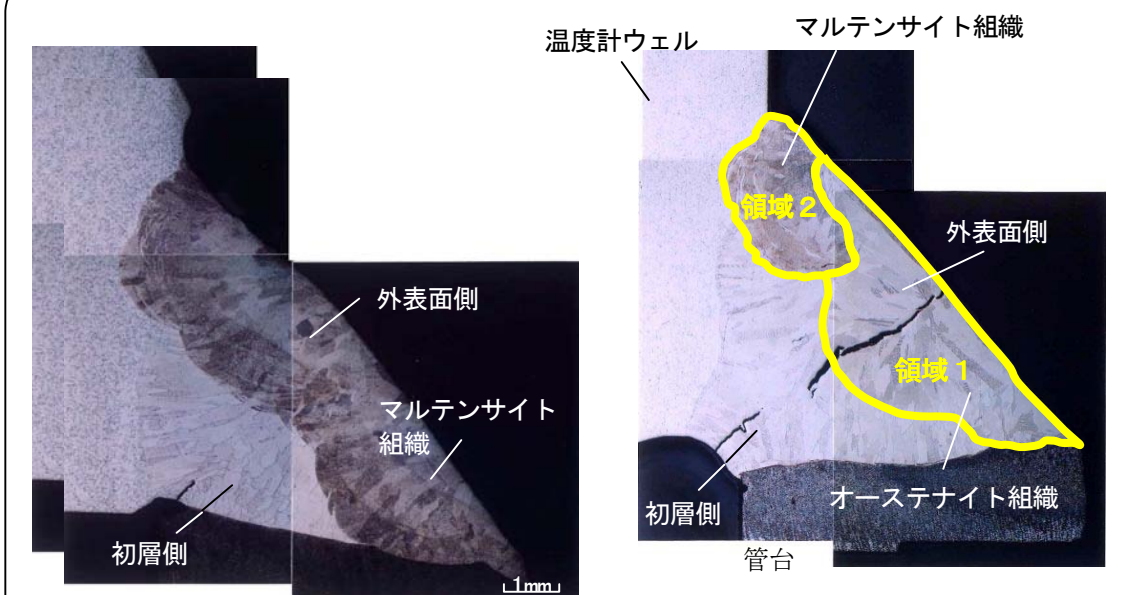
浸透探傷試験結果



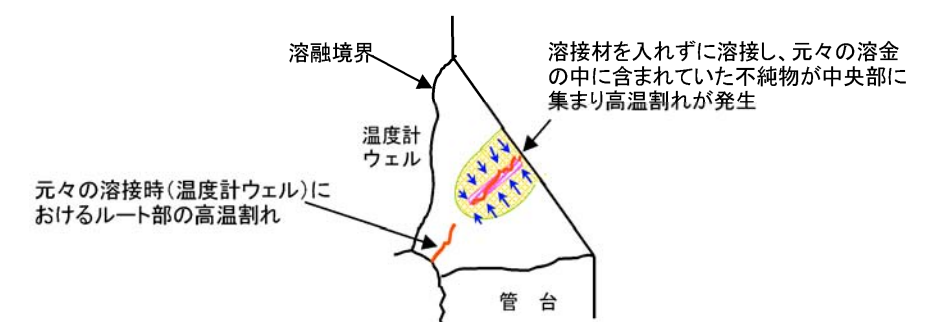
1 mm 程度のピンホール状欠陥を確認。他部位には欠陥確認されず。



破 面 観 察 結 果



推 定 原 因



事 象

第 2 1 回定期検査中、B-湿分分離加熱器加熱蒸気ドレン管温度計管台溶接部からの漏えいに伴い出力 5 0 %にて調整運転中のところ、平成 1 7 年 9 月 2 9 日 4 時 3 2 分、B加圧器安全弁の出口温度（通常約 5 2 °C）の上昇を示す注意警報（設定値 6 0 . 3 °C）が発信し、4 時 5 0 分には「加圧器逃がし弁・安全弁出口温度高」警報（設定値 7 7 °C）が発信した。

直ちに、加圧器逃がし弁および安全弁の出口温度を確認した結果、B加圧器安全弁出口温度が約 9 0 °Cに上昇していた。

シート部からの漏れが推定されるが、加圧器の水位や圧力および加圧器逃がしタンクの水位、圧力、温度等には変化が見られず、漏れの程度はわずかなものと判断されたことから監視強化を行い、湿分分離加熱器加熱蒸気ドレン管温度計管台溶接部の補修のため、予定していた出力降下を 1 7 時 1 5 分より開始し、原子炉を停止のうえ B加圧器安全弁の点検を行うこととした。

なお、本事象による環境への放射能の影響はない。

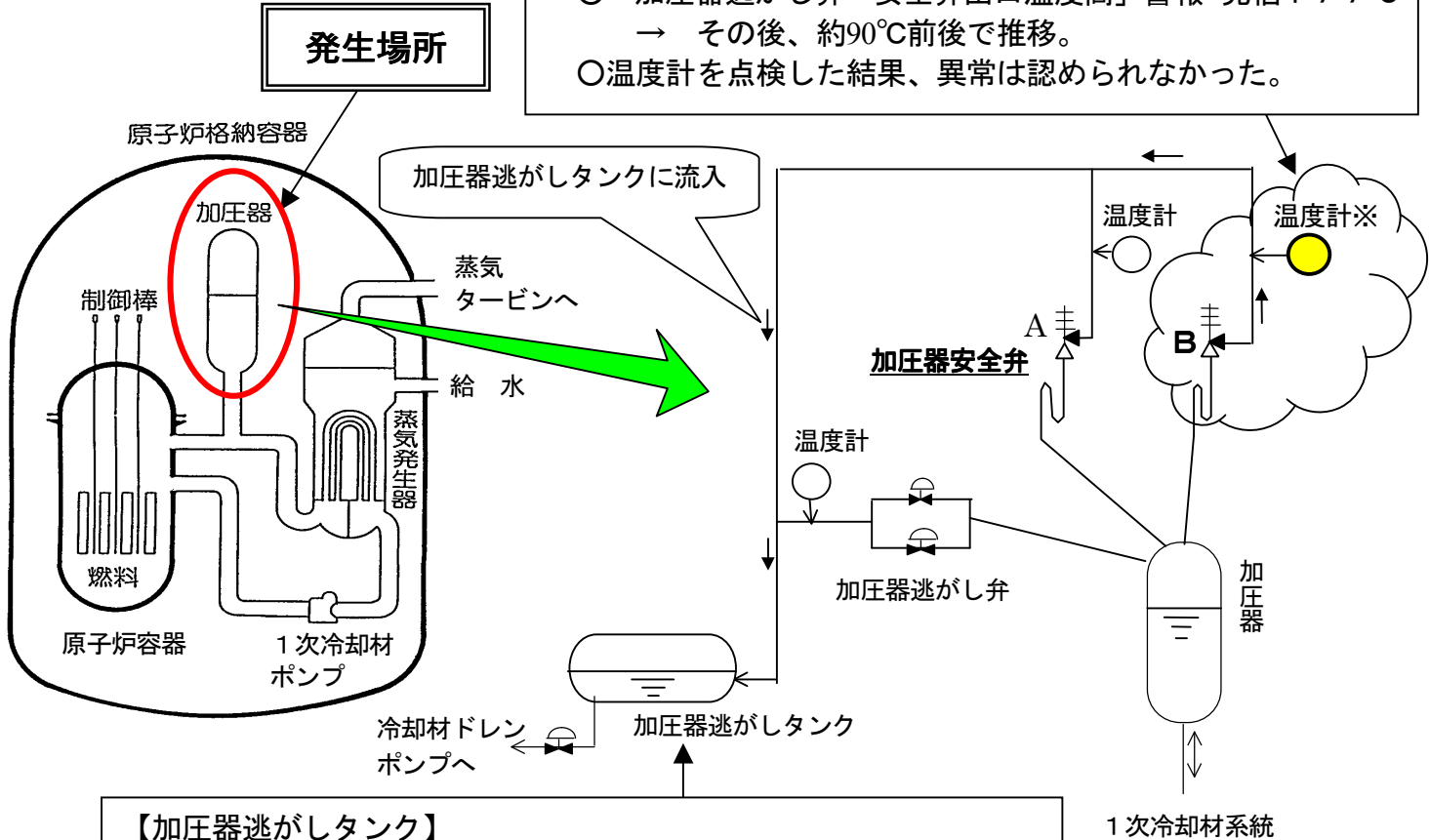
原 因

詳細な原因調査を実施中である。

対 策

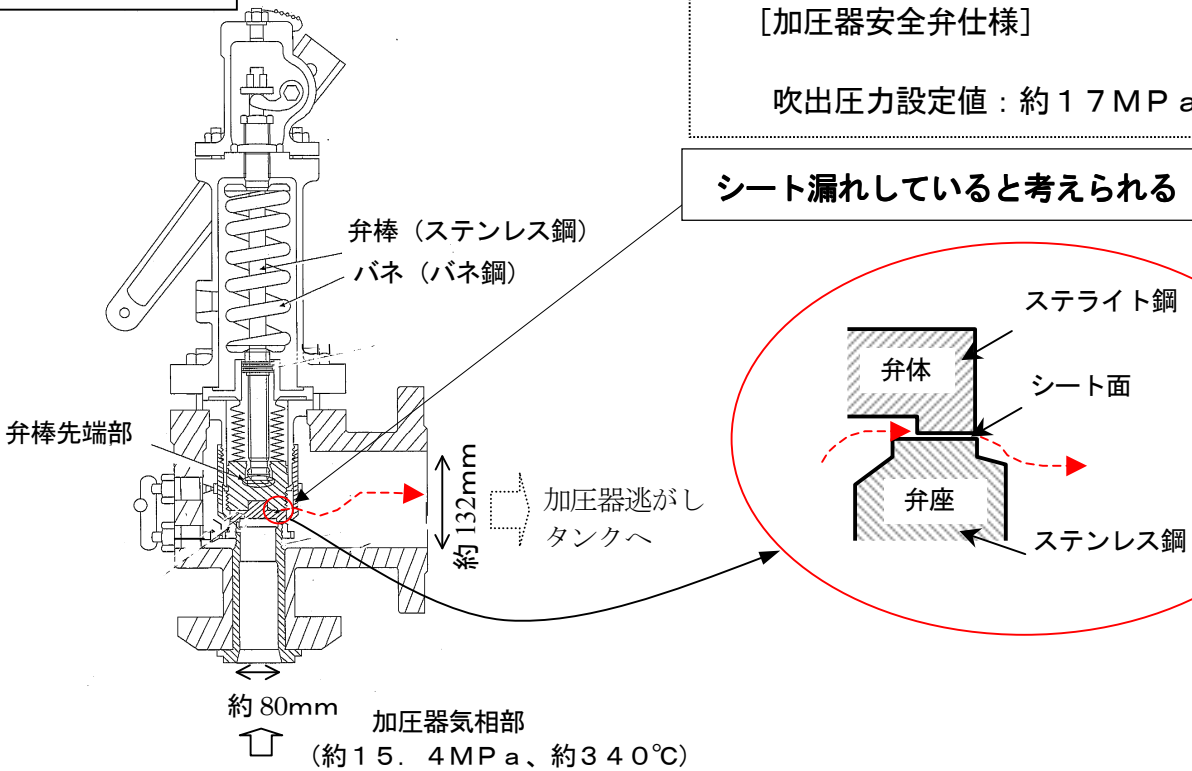
原因調査結果に基づき、適切な処置を講ずることとする。

発 生 場 所



【加圧器逃がしタンク】
水位、圧力に変動はなく、通常値で安定している。
・水位：約 8 0 %、圧力：約 0 . 0 2 MP a、温度：約 3 3 °C

加圧器安全弁構造図



事 象

第 2 1 回定期検査中、湿分分離加熱器加熱蒸気ドレン管温度計管台溶接部の補修および B 加圧器安全弁点検のため、9 月 2 9 日 1 7 時 1 5 分より出力降下中のところ、同日 1 9 時 0 8 分、「A－1 次冷却材ポンプ（封水注入系）スタンドパイプ※¹ 水位注意（水位低）」警報が発信した。

このためスタンドパイプへの水補給を実施していたが、1 9 時 4 3 分再度、同警報が発信し、格納容器テレビモニタにより A－1 次冷却材ポンプのスプラッシュガード※² から水（シール水）が漏れていることを確認した。

このため、1 9 時 5 7 分（電気出力約 2 0 %）、原子炉を手動停止した。
なお、本事象による環境への放射能の影響はない。

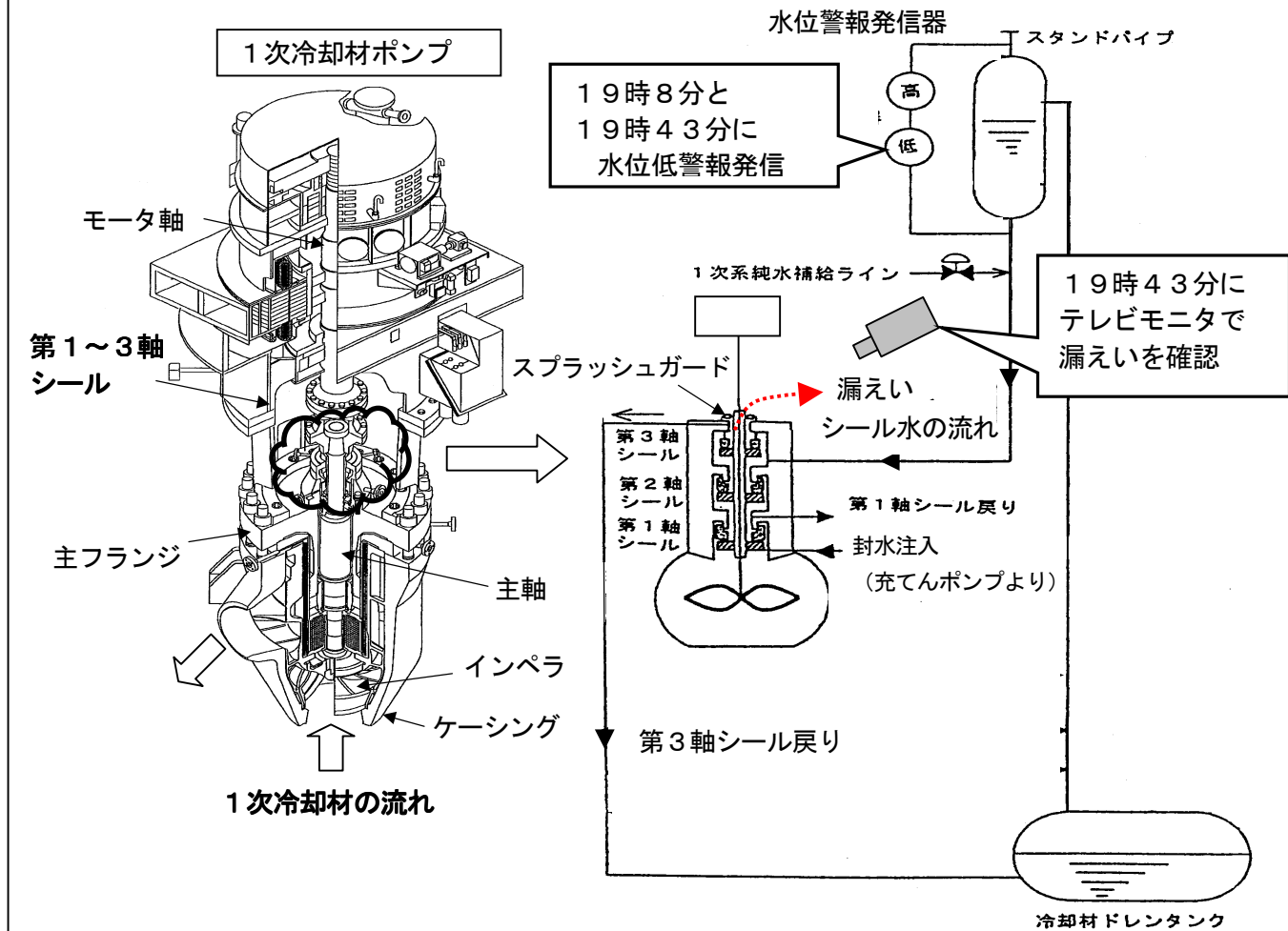
※ 1：スタンドパイプ

1 次冷却材ポンプの軸シール部と配管で接続されており、軸シール部内の水量を監視するために取り付けられた筒状の容器で、水位低の警報が発信する度毎に、軸シール部の潤滑のため水を補給している。

※ 2：スプラッシュガード

1 次冷却材ポンプのシール部からの漏えい水の飛散防止用に取り付けられている覆い板

1 次冷却材ポンプ概要図（イメージ）



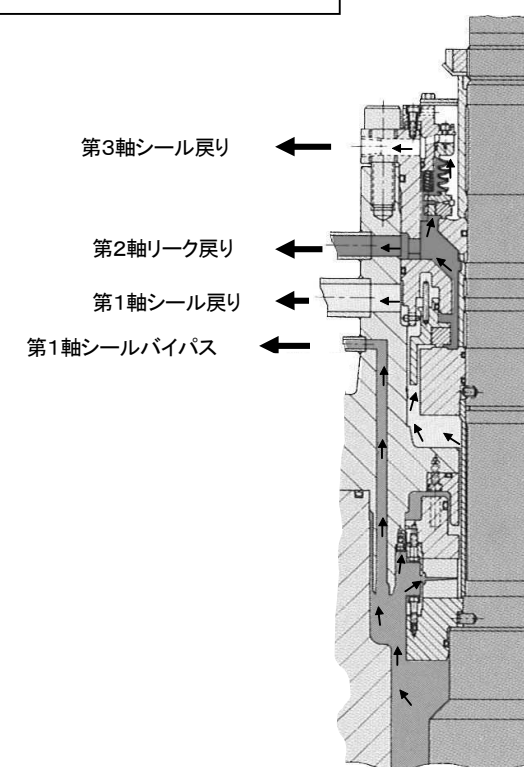
原 因

詳細な原因調査を実施中である。

対 策

原因調査結果に基づき、適切な処置を講ずることとする。

1 次冷却材ポンプ軸シール構造図



事 象

第20回定期検査のため、9月20日2時36分に原子炉を停止した後、蒸気発生器により原子炉の冷却を行うとともに、余熱除去システムを用いて冷却するため、同日、A-余熱除去ポンプによる冷却を開始した。その後、B-余熱除去ポンプの起動準備として、1次冷却水を同システムに通水し、同システムの昇温と加圧を行ったうえで、20時47分頃、運転員がメカニカルシール部の保護のため、同シール水の冷却器出口にある空気抜き弁を少し開けたところ、漏斗形状の受け皿に差し込まれている当該弁下流の配管端部から、水と蒸気（1次冷却水）が流れ出し、B-余熱除去ポンプ室内の漏水検知の警報と、火災警報が発信した。

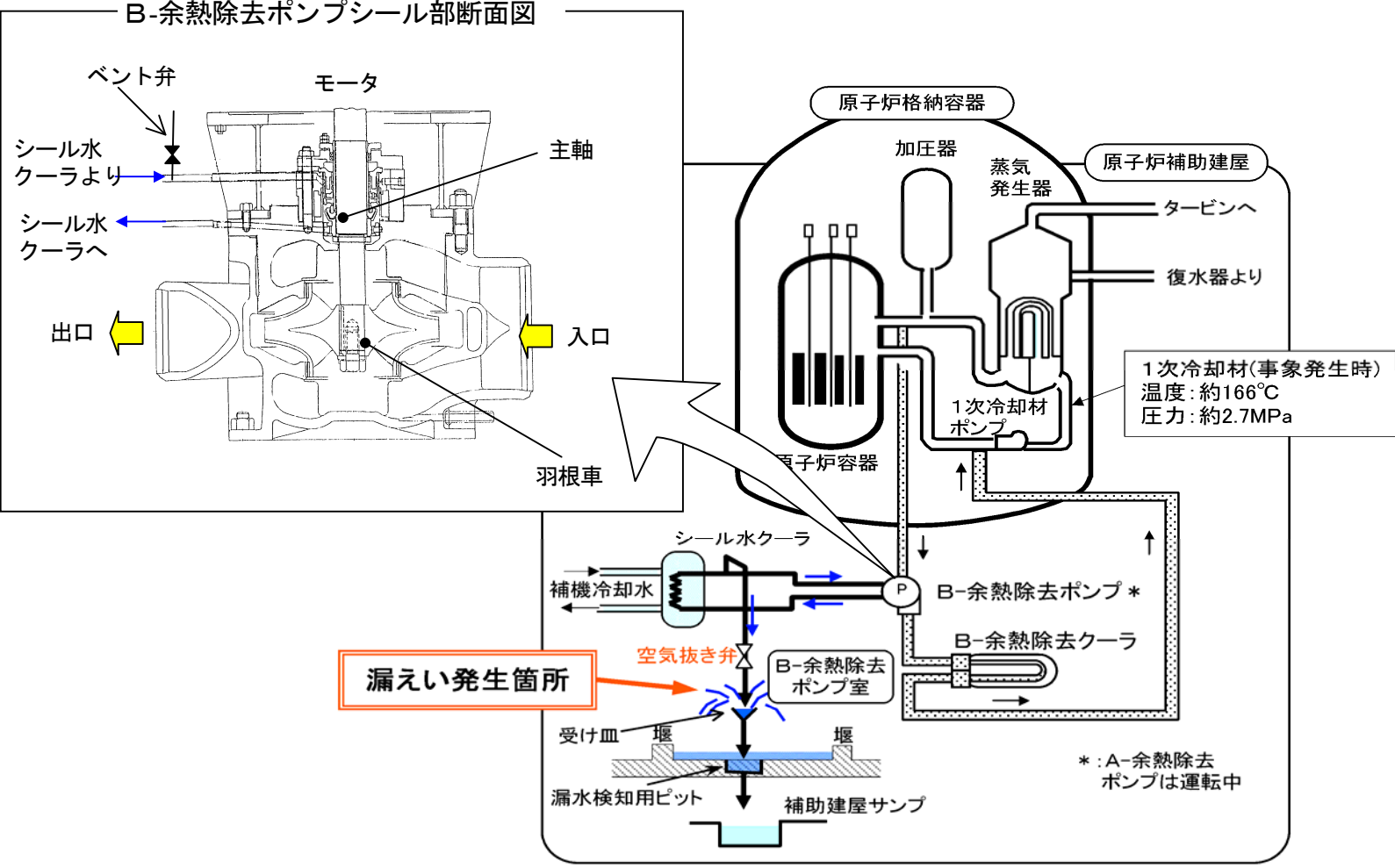
この際、弁操作を行っていた運転員の胸にしぶきがかかったが、運転員は同室内から直ちに退避し、火傷や負傷、放射能による外部汚染、内部被ばくはなかった。

その後、20時52分にB-余熱除去システムを隔離し、当該弁からの蒸気流出がなくなったことを確認した後、23時23分、当該弁を閉止した。

漏えいした水は、すべて原子炉補助建屋サンプ（管理区域内）に回収し、漏えい量は約2.6m³（漏えい放射能量：約1.5×10⁹Bq）と推定された。

原子炉の冷却は、蒸気発生器とA-余熱除去システムにより継続して行われており、プラントの安全上の問題はなく、排気筒の放射線モニタ等の指示値に変化はなかった。

なお、本事象による環境への放射能の影響はない。



原 因

当該部から水と蒸気が流れ出した原因について詳細調査中である。

現在、9月24日に原子炉の冷却を完了し、10月1日までに原子炉から燃料集合体を取り出した後、B-余熱除去システムの水抜きを行い、当該空気抜き弁の分解点検を行っている。

対 策

原因調査結果に基づき、適切な処置を講ずることとする。

B-余熱除去ポンプおよびシール水クーラ外観写真

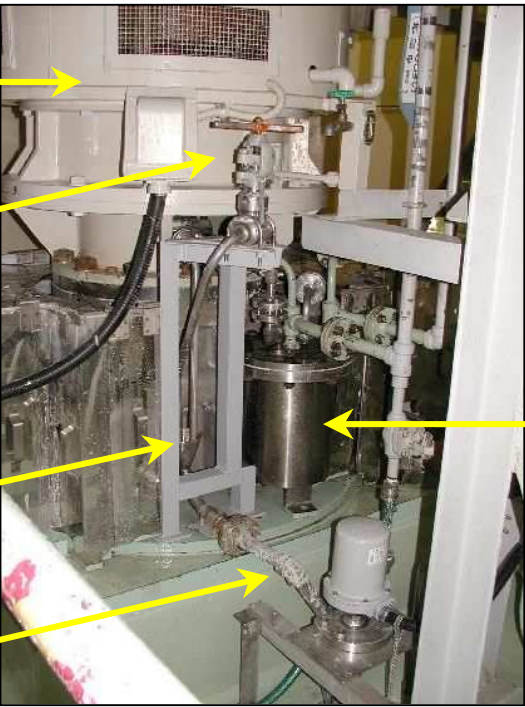
B-余熱除去ポンプ

空気抜き弁

受け皿
(水と蒸気の噴出箇所)

漏水検知用ピットへ

シール水クーラ



事 象

第 20 回定期検査中の 9 月 22 日 10 時 50 分頃、循環水管内の点検準備として運転員が循環水管の水抜き弁を開放するため、タービン建屋 1 階面から水抜き弁を探して恒設の垂直梯子を使って循環水管床面（地下階）まで降りようとしたところ、梯子の上部手すりが折れ、約 3 m 下の床面に落下し、臀部を強打した。

診察の結果、打撲傷で自宅療養（4 日程度）と診断された。

本災害発生後直ちに、大飯発電所全域の昇降設備等（垂直梯子、架台など）について、腐食等による危険箇所の有無の確認を行った結果、37 箇所（当該箇所を除く）の梯子等に腐食による不良が認められたことから、直ちに使用禁止の措置を施した。

原 因

当該梯子は、タービン建屋地下階の自然湧水対策として、側溝等を設置する工事の際に取り付けられたもので、自然湧水により腐食しやすい環境にあったことから梯子全体の腐食が進行していたが、作業等で昇降することはこれまでなかったことから補修も実施されていなかった。

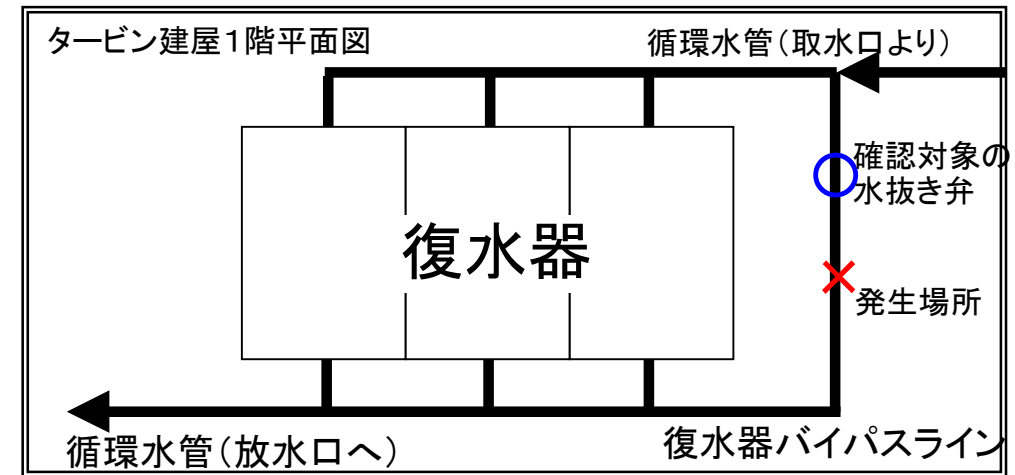
運転員は系統図で弁の位置を推測した上で、操作すべき弁を探すために当該梯子から降りようとし、その際腐食部分が折損し、バランスを崩して落下したものと推定された。

背 景

- ・通常点検等で使用しない梯子が、自然湧水により腐食しやすい環境にあった。
- ・運転員（経験 10 年）は今回初めて当該弁の操作を行った。
- ・弁の場所を確認する帳票が不十分であった。

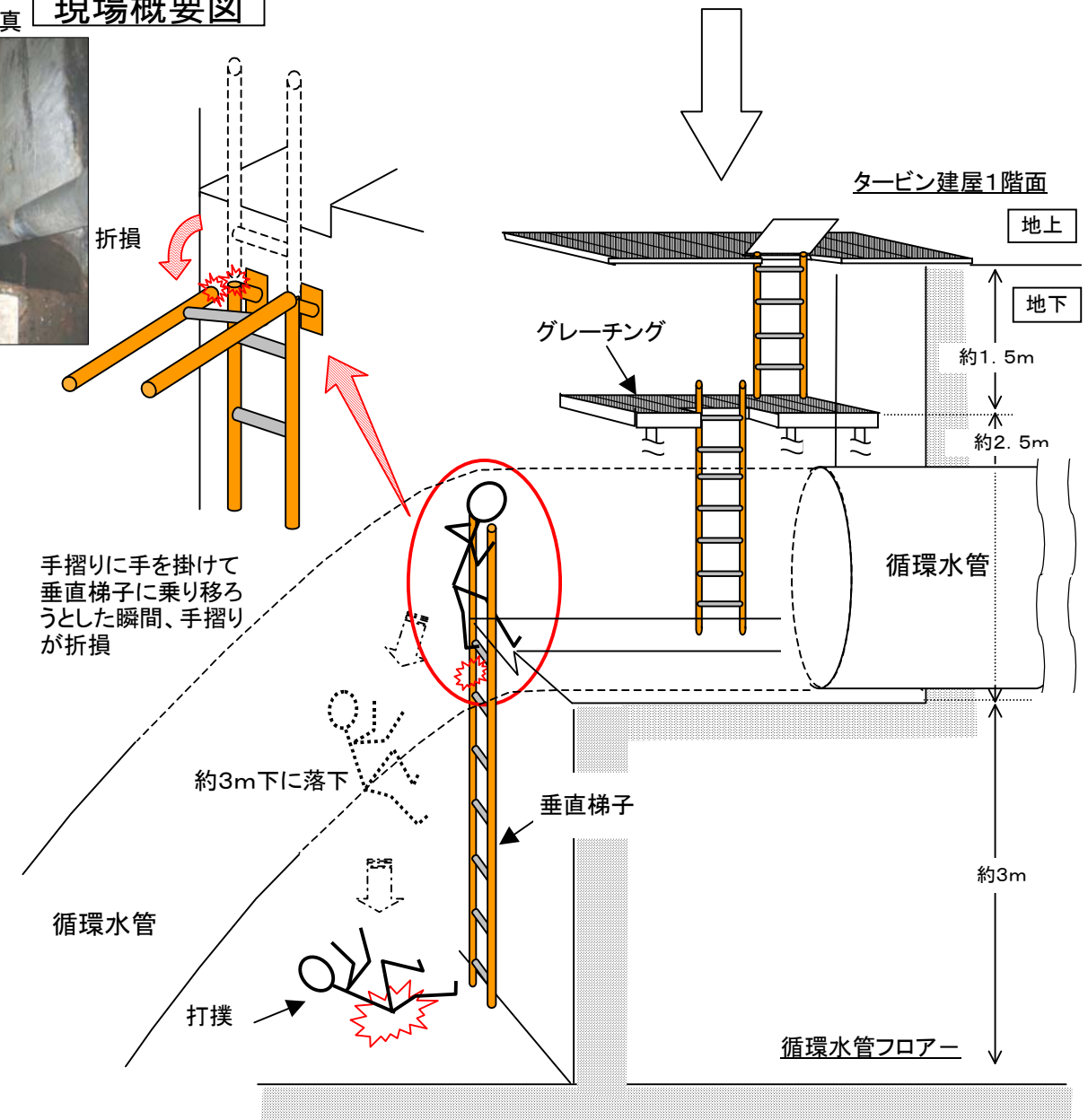
対 策

当該梯子は、今後も点検等で使用する設備でないことから撤去した。
昇降設備等を点検対象設備とし、点検計画を策定した上で、定期的に点検を実施する。
なお、大飯発電所の昇降設備等の調査で腐食が認められた 37 箇所については、今後の使用するものは補修又は取替を行い、使用しないものは撤去することとした。



現場概要図

モンキータラップ折損状況写真



事 象

第23回定期検査の作業として、A取水路の流れを止めた状態で、取水路の側壁と底部に付着している貝等を削り落とし、貝回収用ポンプ（水中ポンプ）で回収する等の清掃作業を8月中旬から実施中であった。9月4日10時頃、貝回収ポンプに詰まりが生じて自動停止したため、潜水作業員が詰まりを除去した後、同ポンプの運転確認を行ったところ、潜水作業員の右手が貝回収ポンプにまき込まれ負傷した。

このため、同ポンプは直ちに停止した。また、負傷者は自力で水中から浮上し、救急車で病院に搬送された。

原 因

貝回収ポンプの運転確認の際、潜水作業員は貝回収ポンプから約1m程度離れた位置に退避し、貝回収ホースを外した状態で、ポンプの運転開始を地上作業員に依頼し、ポンプの運転状態を確認していたが、同ポンプの吸込み口での大きな水流によりバランスを失い、結果として同ポンプに手が吸込まれ、負傷したものと推定される。

背 景

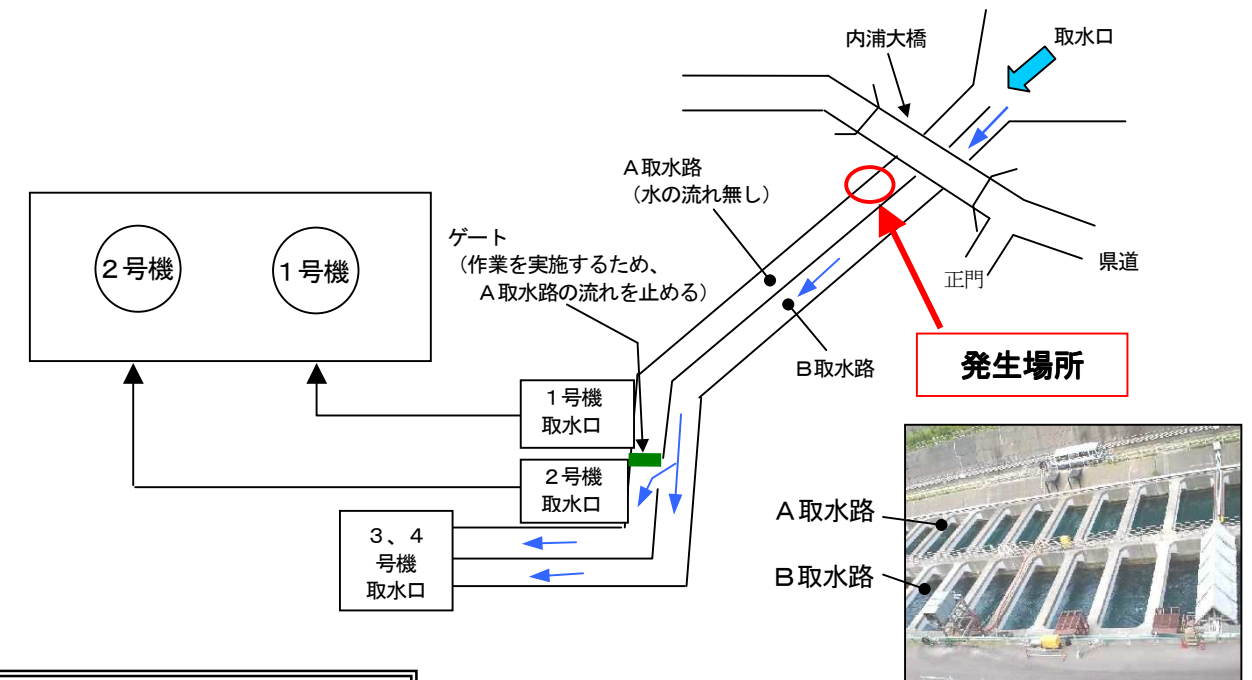
- 被災者は同作業の経験者であった。
- 回収ポンプの運転確認の際の注意事項は特になく、習慣として2m程度ポンプから離れた位置に退避していることが多かった。

対 策

- 貝回収ポンプモーター側後方に手すりを設置し、運転確認時の退避位置を明確にする。
- 貝回収ポンプの詰まり除去後には、吸込み口に短尺ホース（長さ約2m、格子付き）を取り付けて運転確認を行う。
- 取水路点検清掃作業要領書に、貝回収ポンプ詰まり除去作業の手順や安全上の注意事項を追記し、作業員へ周知徹底するとともに、作業時には、その内容を通話装置とチェックボードを用いて一つずつ確認する。

なお、高浜発電所1号機では、今定期検査において労働安全衛生マネジメントシステムの試運用を行っており、今回の事象を踏まえ、取水路点検清掃作業について労働安全に対するリスク評価を行い、必要な対策を実施していくものとする。

発 生 場 所



調査結果（作業状況）と対策

