

伊方発電所第3号機
放水ピット残留塩素濃度の一時的な上昇について

平成28年5月
四国電力株式会社

1. 件名

伊方発電所第3号機 放水ピット残留塩素濃度の一時的な上昇について

2. 事象発生の日時

平成28年1月8日 10時45分

3. 事象発生の設備

3号機 放水ピット

4. 事象発生時の運転状況

3号機 第13回定期検査中

5. 事象発生の状況

伊方発電所3号機は定期検査中のところ、平成28年1月8日10時10分に中央制御室（3号機）において、放水ピット*1内の残留塩素濃度*2が高いことを示す信号*3が発信した。

調査の結果、2次系設備の水張り・通水による健全性確認の完了後に、2次系海水配管内の海水を排水していたところ、放水ピットにおける残留塩素濃度が基準値の0.02ppmを20分程度超えた（最大値0.029ppm）ことを確認した。

その後、2次系海水配管の海水排水作業を停止したところ、残留塩素濃度は低下し、10時30分頃以降、0.02ppm未満となった。

また、発電所前面海域（8箇所）において海水をサンプリングして測定した結果、残留塩素は検出されなかった。

なお、本事象によるプラントへの影響および周辺環境への放射能の影響はなかった。

(添付資料-1)

*1 放水ピット

2次系海水を一時的に貯留し、放水口から外洋へ排出する設備

*2 残留塩素濃度

海水中に残留している次亜塩素酸ソーダの塩素濃度

次亜塩素酸ソーダは、海水系の機器に貝などの生物が付着し、機器の機能に影響を与えることを防止するために注入している。

*3 残留塩素濃度が高いことを示す信号の設定値

残留塩素濃度 0.02ppm

6. 事象の時系列

1月8日

9時40分	2次系海水配管内の排水作業開始
10時10分	「取・放水ピット監視計器」信号発信（中央制御室） 「残留塩素濃度異常」信号発信（中央制御室） [設定：0.02ppm以上]
	「残留塩素濃度注意」信号発信（現地）
10時45分	手分析結果判明（0.029ppm）
11時06分	信号復帰（手動リセット）

3月17日

手動弁（3V-CL-300A）（以下、手動弁Aと記す）を新品に取替え

3月18日

逆止弁（3V-CL-039A/C）（以下、逆止弁A/Cと記す）点検
（内部清掃）実施

7. 調査結果

放水ピット内の残留塩素濃度が高いことを示す信号が発信した原因について、以下の調査を行い要因の検討を実施した。

（1）残留塩素計の調査

残留塩素計*4は、平成27年12月28日に定例の点検を実施しており、点検の結果、計器に異常は認められなかった。

*4 残留塩素計

放水ピットの残留塩素を連続測定する計器

（2）放水ピットへの残留塩素流入の調査

a. 流入経路の調査

平成27年12月25日に点検のため停止していた海水電解装置3号の次亜塩素酸ソーダ注入配管にて流動音があることを保修員が確認した。

配管の流動音を調査した結果、運転中の海水ポンプから軸受冷却水用海水管（2次系海水管）に流れが生じていることを確認した。

上記のことから、海水電解装置系統の弁（手動弁A、逆止弁A/C）のシートリークにより、運転中の海水ポンプから軸受冷却水用海水管（2次系海水管）に流れが発生し、次亜塩素酸ソーダの注入配管内に滞留していた次亜塩素酸ソーダが軸受冷却水用海水管（2次系海水管）に流入したものと推定した。

（添付資料-2）

b. 流入量の調査

海水電解装置3号の配管内に滞留していた次亜塩素酸ソーダの量を配管口径（約43mm～61mm）および配管長（約325m）より算出した結果、約450リットルが2次系海水配管内に流入したと推察した。

c. 海水電解装置内弁（3台）がシートリークした原因調査

（a）手動弁Aの調査

1）通水状況の調査

軸受冷却水用海水管（2次系海水管）に海水電解装置から次亜塩素酸ソーダを注入している。

直近では、平成27年11月26日から12月24日の間で注入していた。

2）保守状況の調査

当該弁は平成4年に設置し、外観点検を1回/週の頻度で実施しており、これまで不具合は確認されていなかった。なお、当該弁は不具合が確認された場合に保守する機器としているため、分解点検は実施してい

ない。

また、平成27年12月25日に当該弁のシートリークを確認したことから、上流側の弁（3V-CL-037）を閉として、流れが止まったことを流動音がないことにより確認した。

また、シートリークによる次亜塩素酸ソーダの注入が停止したことから、通常の作業計画に則り、弁の分解点検を平成28年1月に実施する計画としていた。

3) 分解点検結果の調査

当該弁を分解点検した結果、弁出入口の内部に茶色の固形物が付着していることを確認した。また、固形物を除去し内部を確認したところ、弁箱出口側のゴムライニングの一部が剥離していることを確認した。

茶色の固形物をEPMA*5分析したところ、カルシウムを主とするスケール（以下、スケール）であることが判明した。なお、このスケールは、海水電解処理の過程で、海水中に含まれるカルシウムイオンにより生成する。

以上のことから、弁内部にて流体の流量を調整する部分にて次亜塩素酸ソーダの流速が増加し、固形化したスケールが弁ゴムライニングに接触したことにより、弁ゴムライニングを剥離させたと推察される。

また、ゴムライニングを剥離させた箇所から、次亜塩素酸ソーダが弁箱（炭素鋼）と接触して弁箱表面の発錆に至り、弁の閉止機能を果たす部分に隙間が生じたことから、弁のシートリークが発生したと推定される。

（添付資料-3）

*5 EPMA

電子マイクロアナライザ (Electron Probe Micro Analyzer)

(b) 逆止弁A/Cの調査

1) 通水状況の調査

海水ポンプの運転時に、海水ポンプ出口配管に海水電解装置から次亜塩素酸ソーダを注入している。

直近では、平成27年12月17日から平成28年1月8日の間で注入していた。

2) 保守状況の調査

当該弁は平成4年に設置し、外観点検を1回/週の頻度で実施しており、これまで不具合は確認されていなかった。なお、当該弁は不具合が確認された場合に保守する機器としているため、分解点検は実施していない。

3) 分解点検結果の調査

当該弁を分解点検した結果、弁内部および弁体に白色の固形物が付着していることを確認した。

固形物を除去し内部を確認したところ、弁内部および弁体に異常は認められなかった。

白色の固形物をE PMA*⁵分析したところ、カルシウムを主とするスケールであることが判明した。なお、このスケールは、海水電解処理の過程で、海水中に含まれるカルシウムイオンにより生成する。

弁内部および弁体に固形化したスケールが付着したことにより、通水が停止したときに弁体が通常位置に復帰せず、逆止機能が失われ、シートリークしたと推定される。

(添付資料－4)

d. シートリークした類似弁の調査

海水電解装置3号を停止している状態において、シートリークの発生により次亜塩素酸ソーダが軸受冷却水用海水管（2次系海水管）に流入する可能性のある類似弁として、3V-CL-300B（以下、手動弁Bと記す）および3V-CL-039B/D（以下、逆止弁B/Dと記す）の調査を実施した。

なお、1、2号機については、軸受冷却水用海水管（2次系海水管）に次亜塩素酸ソーダを注入する系統がないため、同様の事象が発生する可能性のある類似弁はない。

(a) 手動弁Bの調査

当該弁を分解点検した結果、弁シート部付近のゴムライニングの一部に減肉が認められた。なお、弁シート部には異常は認められなかった。

(添付資料－5)

(b) 逆止弁B/Dの調査

当該弁を分解点検した結果、弁内部および弁体に白色の固形物が付着していることを確認した。白色の固形物をE PMA*⁵分析したところ、カルシウムを主とするスケールであることが判明した。なお、このスケールは、海水電解処理の過程で、海水中に含まれるカルシウムイオンにより生成する。

(添付資料－5)

(3) 2次系海水配管の海水排水作業状況の調査

2次系海水配管の海水排水は、建屋内の海水排水ピットに回収し、同ピットを経由して総合排水処理装置*⁶にて処理を行うが、取水ピットおよび放水ピットに接する配管部等の、系統構成上海水排水ピットに回収できない海水は、放水ピット、取水ピットへ排水する手順となっており、手順通りに行われていた。

*6 総合排水処理装置

タービン建屋等から排出される排水を処理する設備

8. 推定原因

海水電解装置を点検のために停止していたところ、同装置系統の弁(手動弁A、逆止弁A/C)がシートリークした状態であったため、運転中の海水ポンプから軸受冷却水用海水管(2次系海水管)に流れが発生し、次亜塩素酸ソーダの注入配管内に滞留していた次亜塩素酸ソーダが軸受冷却水用海水管(2次系海水管)に流入した。

その後、軸受冷却水用海水管(2次系海水管)に次亜塩素酸ソーダが滞留した状態で、2次系海水配管の海水排水作業を実施したことにより、復水器冷却水管を通り放水ピットへ流入し、放水ピット内の残留塩素濃度が高いことを示す信号が発信したと推定した。

9. 対策

- (1) シートリークした手動弁Aの取り替えおよび逆止弁A/Cの点検(内部清掃)を実施した。

また、シートリークした類似弁の調査にて確認した、手動弁Bの取り替えおよび逆止弁B/Dの点検(内部清掃)を実施した。

- (2) 軸受冷却水用海水管(2次系海水管)への次亜塩素酸ソーダの注入を停止する場合は、隔離弁として従来の手動弁A/Bに加えて3V-CL-037を閉止する運用とし、運転操作内規を改訂する。
- (3) 軸受冷却水用海水管(2次系海水管)と次亜塩素酸ソーダ注入配管の隔離弁とする手動弁A/Bおよび3V-CL-037が同時にシートリークした場合においても、軸受冷却水用海水管(2次系海水)内に次亜塩素酸ソーダが滞留して放水ピットに排出されないように、2次系海水の通水停止前に次亜塩素酸ソーダ注入配管内の次亜塩素酸ソーダを純水または海水に置換し、2次系海水の水抜き後に他系統への次亜塩素酸ソーダの注入を再開する運用とし、社内マニュアルを改訂する。

以 上

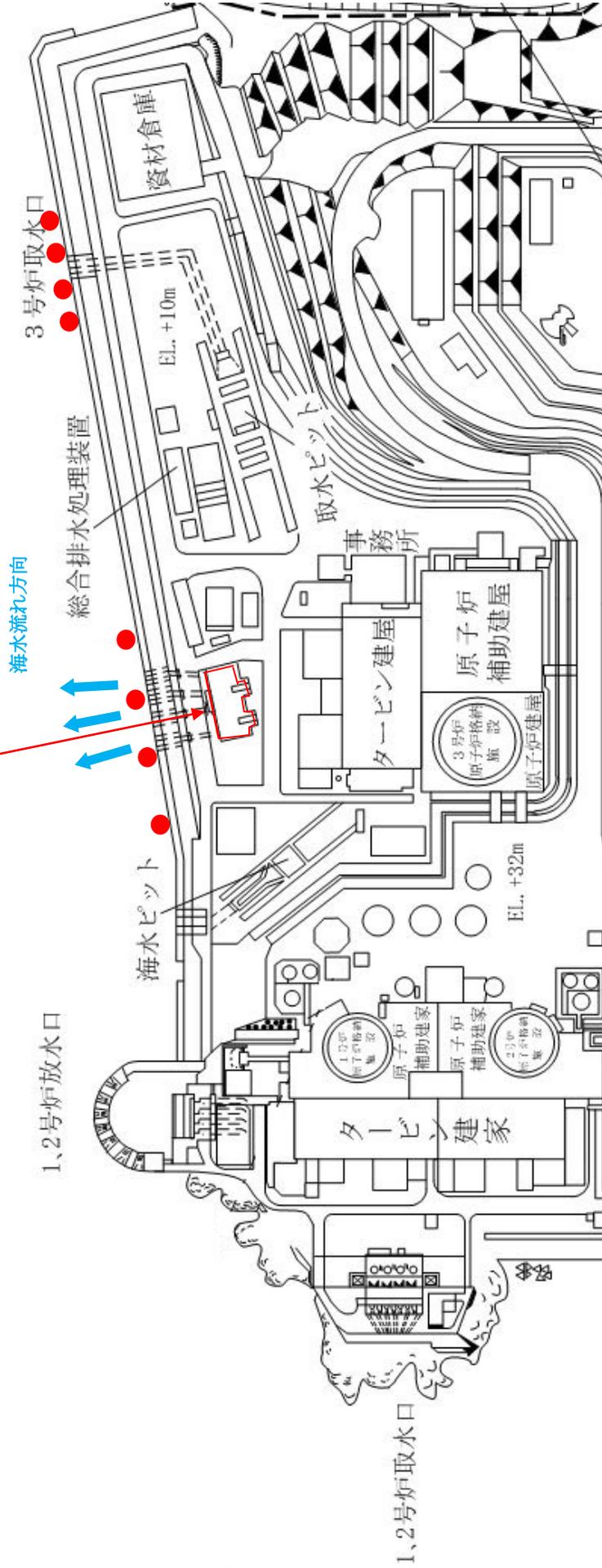
添 付 資 料

- 添付資料－ 1 3号機 放水ピット廻り概略図
- 添付資料－ 2 放水ピットへの次亜塩素酸ソーダ流入経路
- 添付資料－ 3 手動弁A（3V-CL-300A）分解点検結果
- 添付資料－ 4 逆止弁A/C（3V-CL-039A/C）分解点検結果
- 添付資料－ 5 シートリークした類似弁の調査結果

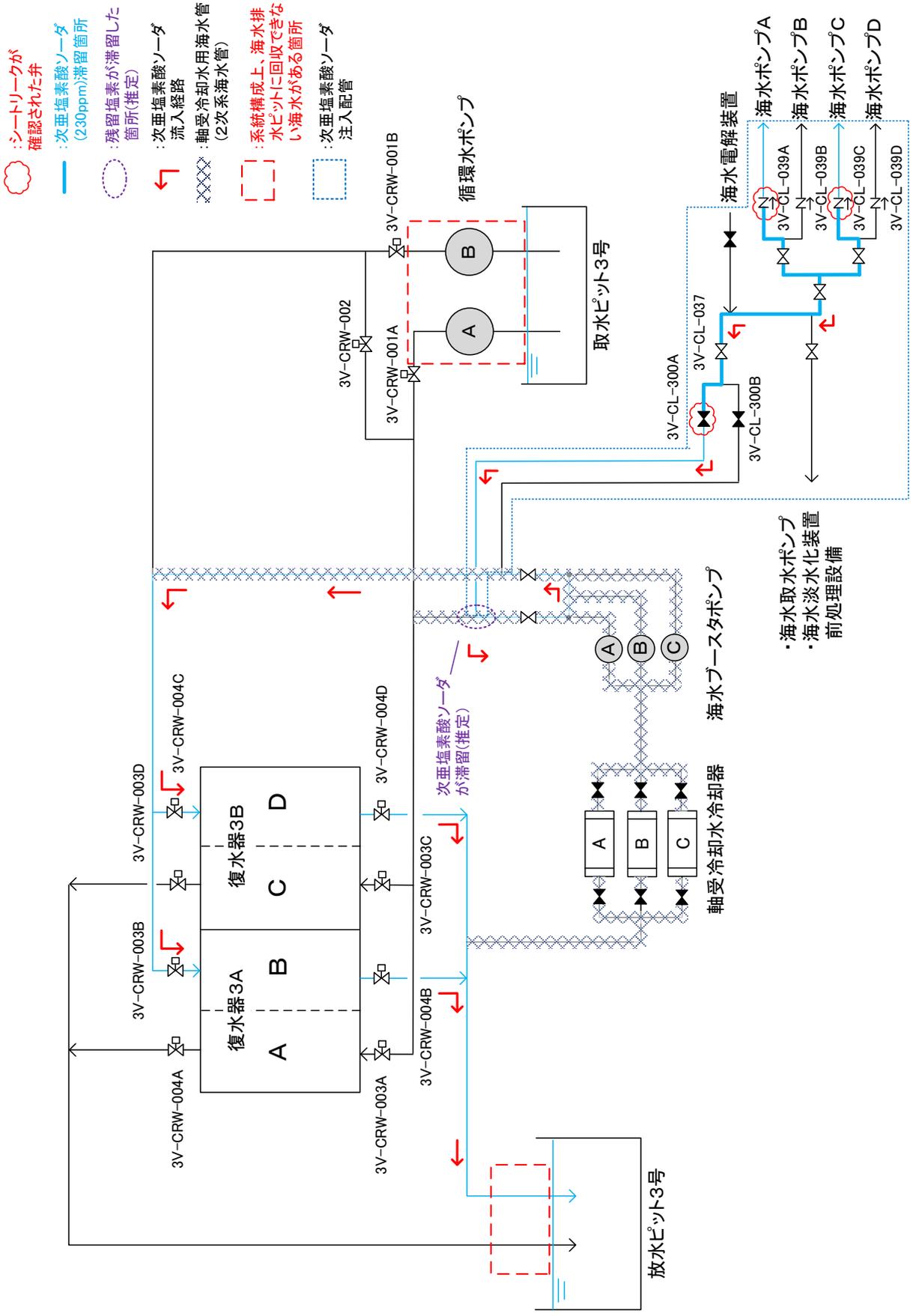
3号機放水ピット廻り概略図

● : 発電所前面海域
海水サンプリング箇所
(8箇所)

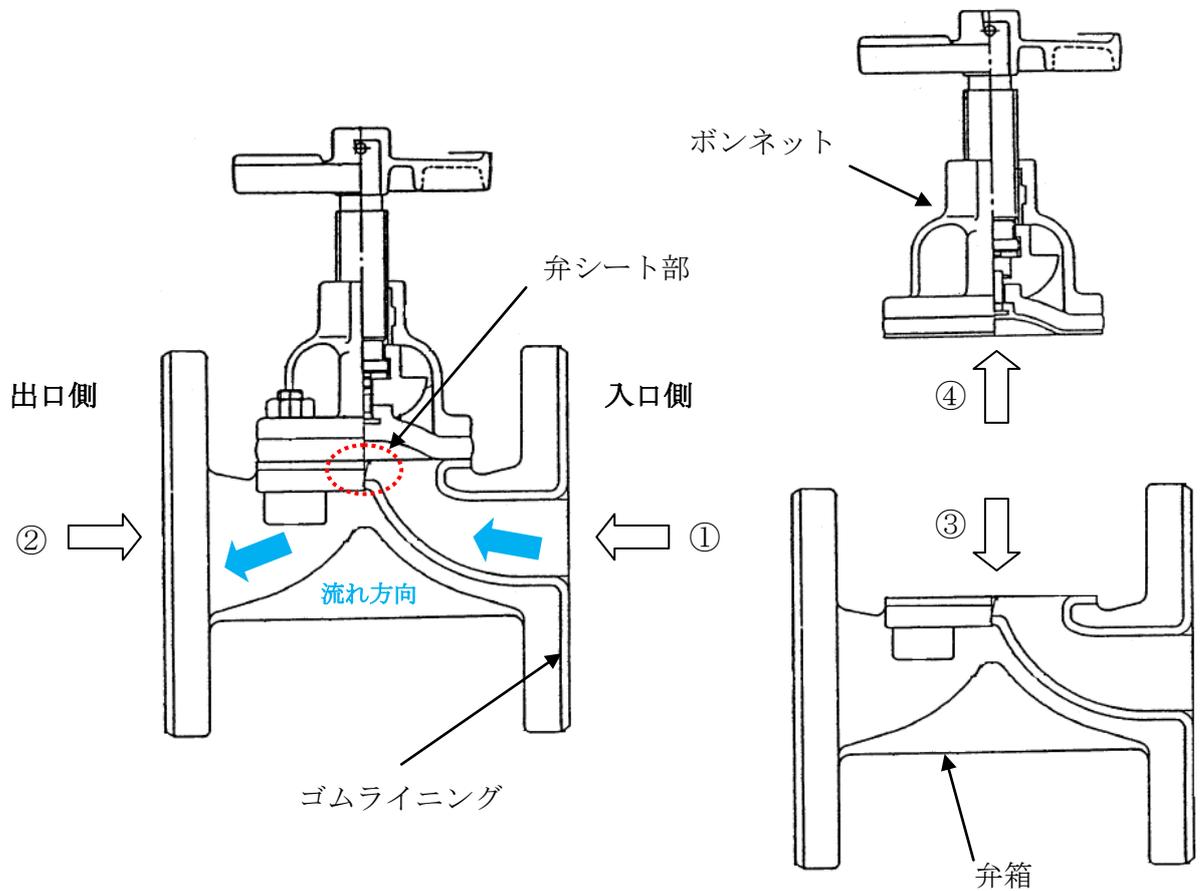
3号機放水ピット



放水ピットへの次亜塩素酸ソーダ流入経路



手動弁A (3V-CL-300A) 分解点検結果



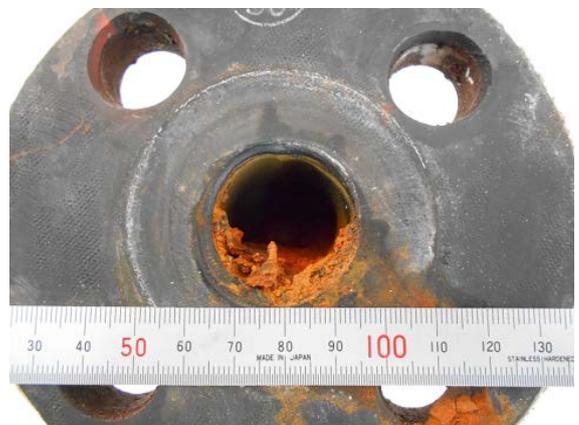
弁構造図

1. 弁出入口内部



弁出口側

弁構造図 矢視②



弁入口側

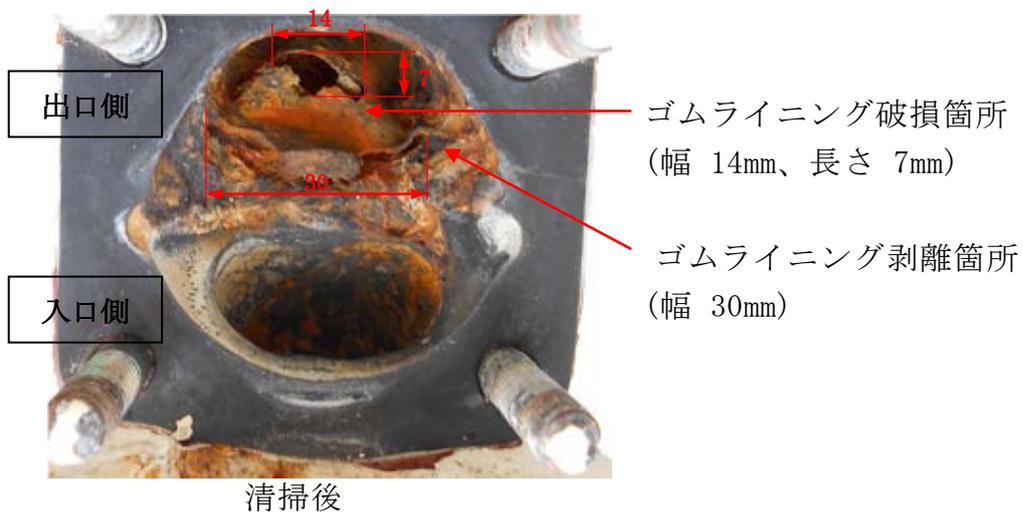
弁構造図 矢視①

手動弁A (3V-CL-300A) 分解点検結果

2. 弁箱内部



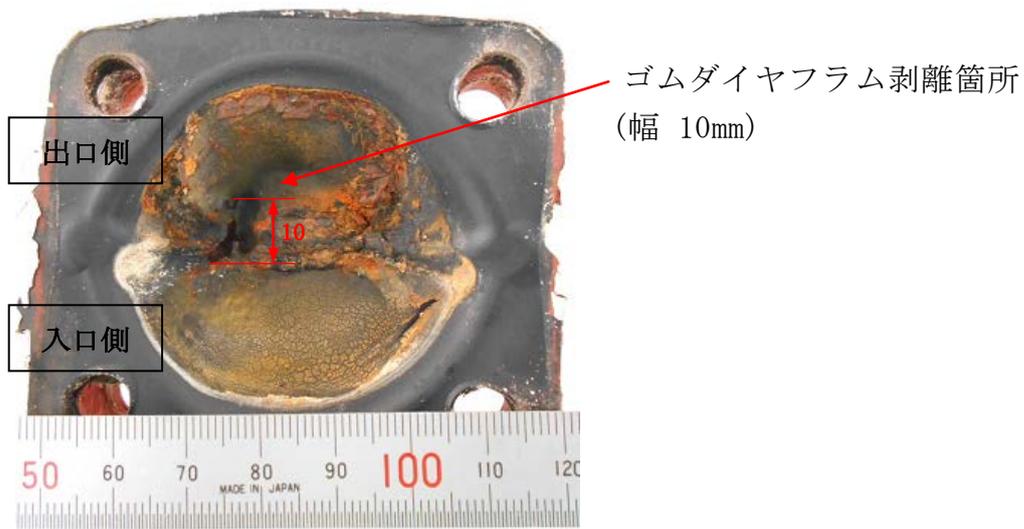
弁構造図 矢視③



弁構造図 矢視③

手動弁A (3V-CL-300A) 分解点検結果

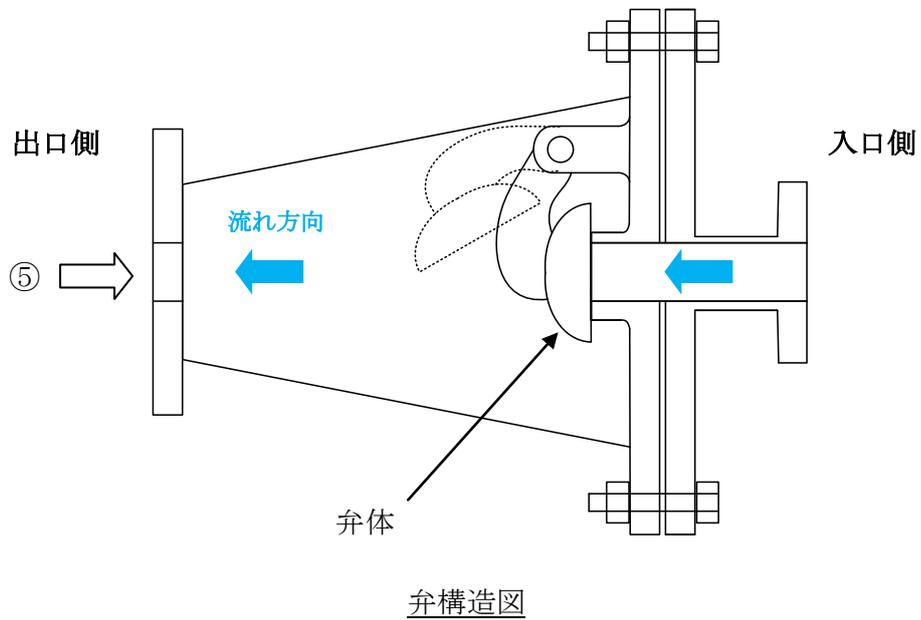
3. 弁蓋内部



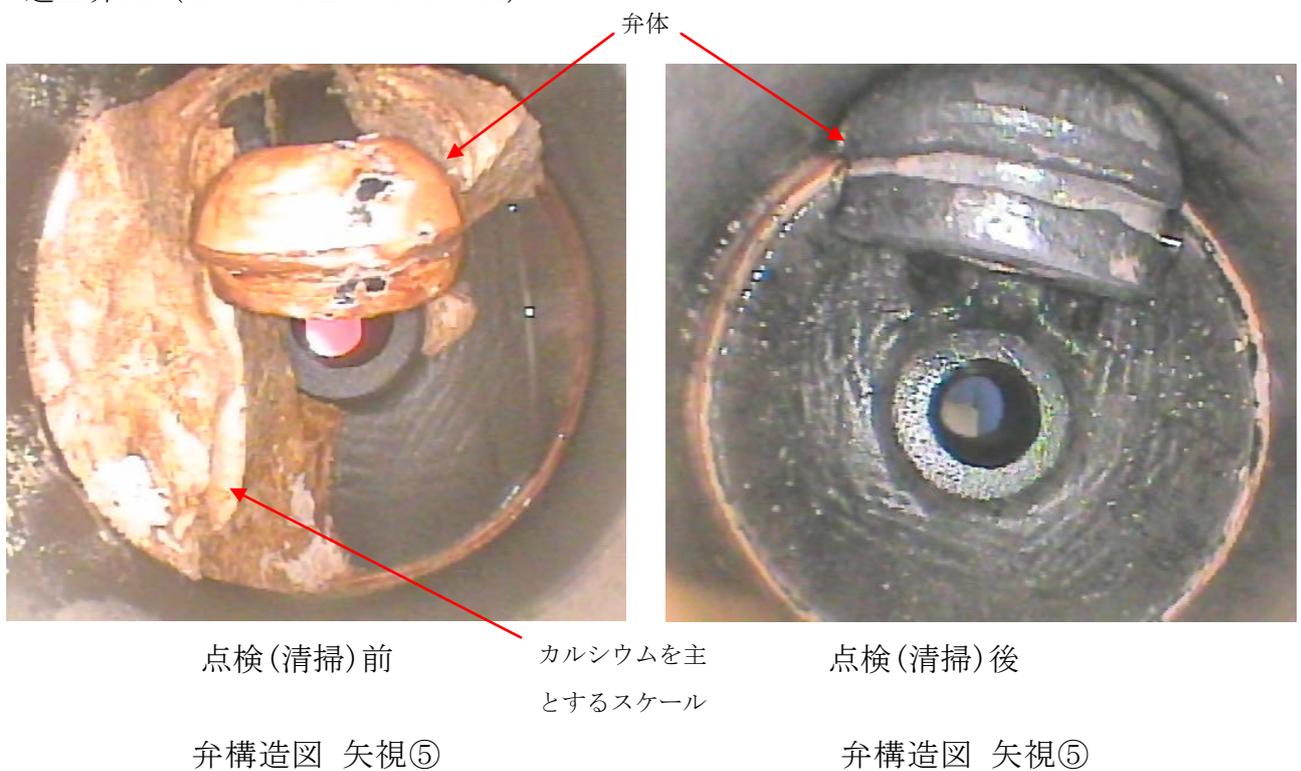
弁構造図 矢視④

弁内部にて流体の流量を調整する部分にて次亜塩素酸ソーダの流速が増加し、固形化したスケールが弁ゴムライニングに接触したことにより、弁ゴムライニングを剥離させたと推察される。

逆止弁A/C (3V-CL-039A/C) 分解点検結果

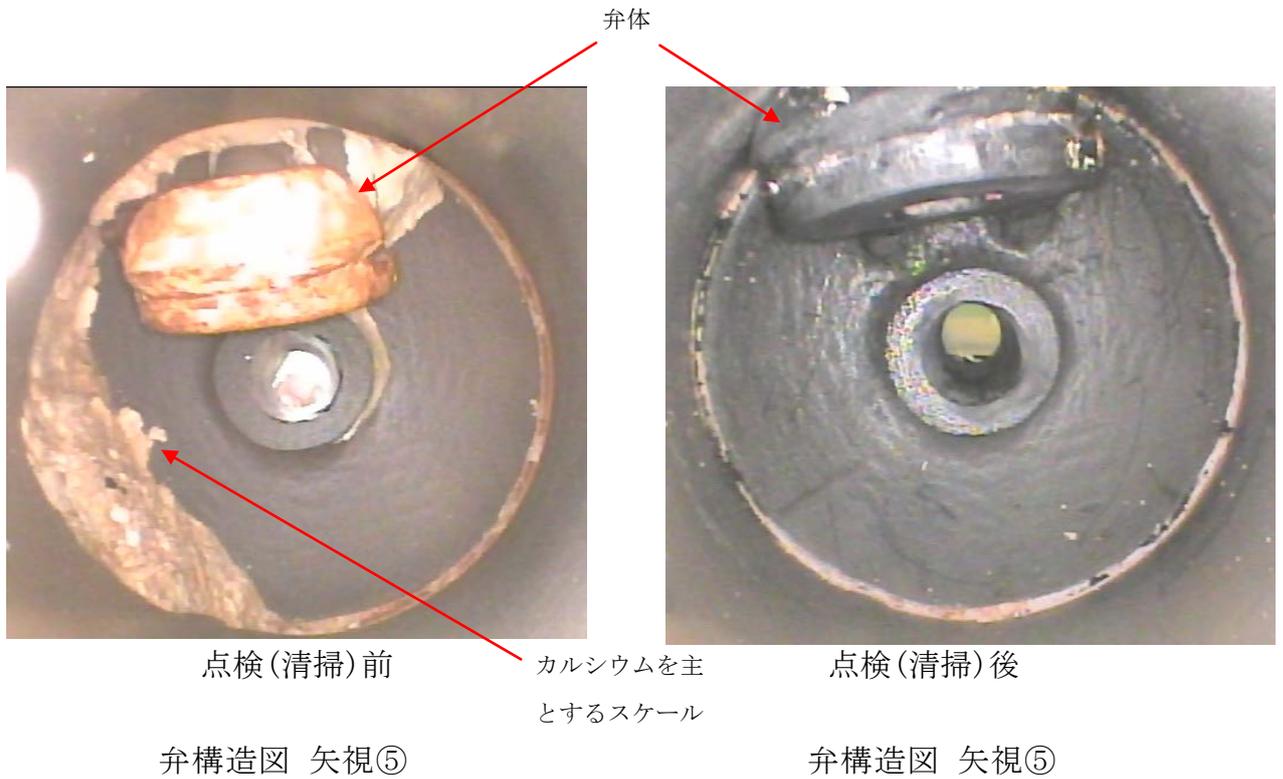


1. 逆止弁A (3V-CL-039A)



逆止弁A/C (3V-CL-039A/C) 分解点検結果

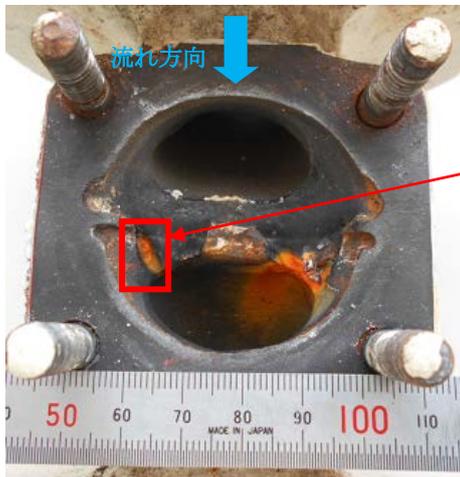
2. 逆止弁C (3V-CL-039C)



固形化したカルシウムを主とするスケールが付着していることを確認した。

シートリークした類似弁の調査結果

1. 手動弁B (3V-CL-300B)



弁箱内部

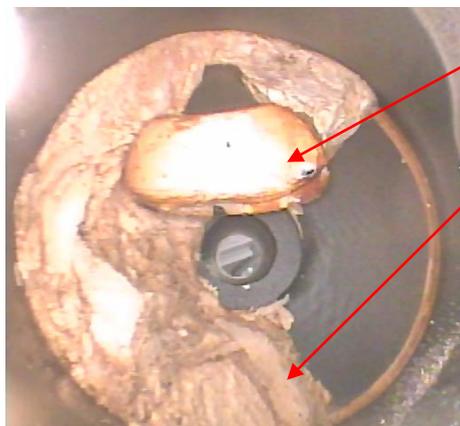
ライニング減肉
約 1.5mm



弁蓋内部

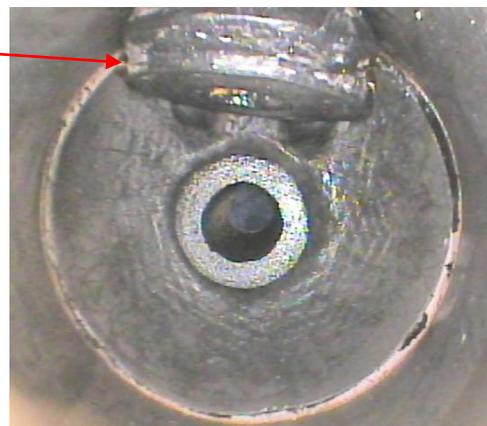
2. 逆止弁B/D (3V-CL-039B/D)

(1) 逆止弁B (3V-CL-039B)



点検(清掃)前

弁体
カルシウム
を主とする
スケール



点検(清掃)後

(2) 逆止弁D (3V-CL-039D)



点検(清掃)前

カルシウム
を主とする
スケール
弁体



点検(清掃)後