

立コミ本第281号

2025年10月/7日

佐賀県知事

山口 祥義 様

九州電力株式会社

代表取締役

社長執行役員

西山



玄海原子力発電所4号機 定期検査中における
主蒸気隔離弁ベント弁の不具合に係る原因と対策について

拝啓 時下ますますご清栄のこととお喜び申し上げます。

かねてから当社事業につきましては、格別のご高配を賜り厚くお礼申し上げます。

玄海原子力発電所4号機の定期検査中における主蒸気隔離弁ベント弁の不具合に係る原因と対策について取りまとめましたので、「原子力発電所の安全確保に関する協定書」第5条第5号に基づき、別紙のとおりご連絡申し上げます。

今後とも、原子力発電所の安全確保に万全を期してまいり所存でございますので、よろしくご指導を賜りますようお願い申し上げます。

敬 具

玄海原子力発電所 4 号機 定期検査中における
主蒸気隔離弁ベント弁の不具合に係る原因と対策について

1 事象概要

玄海原子力発電所 4 号機は第 17 回定期検査中のところ、主蒸気安全弁機能検査^{※1}における復旧時に、4 B 主蒸気隔離弁ベント弁（4V-MS-534B）（以下「ベント弁 B」）の微少のシート漏れ^{※2}を確認した^{※3}。

このため、ベント弁 B のシート漏れを止めることを目的として、正常なシート面圧を確保するために閉弁状態から閉方向に締め込む操作（以下「増し締め操作」）を実施したものの、シート漏れは継続した。

シート漏れが継続したため、さらに増し締め操作を実施したところ弁棒が折損した。

上記状況を踏まえ、ベント弁 B の操作ができなくなったため、取り外して点検が必要と判断し、安全に作業を実施できる温度まで低下させる必要があることから、1 次冷却材系統の降温降圧後に分解点検を実施した。

ベント弁 B の分解点検にあわせて、4 A、4 C、4 D 主蒸気隔離弁ベント弁（以下、それぞれ「ベント弁 A」、「ベント弁 C」、「ベント弁 D」）についても分解点検を実施した。

- ※1：主蒸気系統の圧力と油圧装置を用いて主蒸気安全弁が動作する圧力まで加圧し、主蒸気安全弁を実動作させ、吹き出し圧力が設定値を満足していることを確認する検査（添付資料－1）
- ※2：弁体と弁座が接触している状態でも異物の混入等による接触面の隙間の発生により流体が漏れる現象のこと。
- ※3：ベント弁 B のシート漏れは、ベント弁の先に取り付けられた検査装置の検査用主蒸気圧力計元弁を開弁して確認し、目視で極僅かに白い湯気が確認できる程度であった。

2 時系列

2025年9月28日

- 5時10分
 - ・主蒸気安全弁機能検査準備開始
 - 検査装置の取り付けに伴い、ベント弁A～D 閉→開
- 6時30分
 - ・主蒸気安全弁機能検査開始
- 8時05分
 - ・主蒸気安全弁機能検査復旧開始
- 8時20分～
 - ・ベント弁A～D 閉→開操作(補助工具使用なし)
 - ベント弁の先に取り付けられた検査装置の検査用主蒸気圧力計元弁を開弁してベント弁A～Dの閉弁状況を確認したところ、ベント弁Bの微少なシート漏れを確認
 - なお、ベント弁A、C、Dは漏えいなし(手動操作のみ実施)
- 8時40分
 - ・ベント弁Bについて、保修部管理職立会のもと補助工具(ウィルキー)での増し締め操作を実施し、シート漏れ量が減少したが、漏えいが停止しなかった。
- 8時42分
 - ・ベント弁Bについて、増し締め操作によりシート漏れを止めることは可能であると考え、保修部管理職立会のもとさらに補助工具(パイプ型)で増し締め操作を実施したが、漏えいが停止しなかった。この増し締め操作の際、弁棒が折損した。(添付資料－2)
- 8時42分頃～11時30分
 - ・漏えい状況の確認、弁棒が折損した状態の弁の操作可否などシート漏れを停止するための方策の検討(机上検討、現場での成立性確認)及び点検要否の検討
- 11時30分
 - ・ベント弁Bの点検が必要と判断
- 12時13分
 - ・佐賀県へ連絡
- 12時13分
 - ・玄海町へ連絡
- 12時15分
 - ・唐津市へ連絡
- 12時30分
 - ・1次冷却材系統の降温降圧操作開始
 - (RCS 温度 281.3℃、RCS 圧力 15.52MPa、主蒸気圧力 6.28MPa)
- 16時00分
 - ・伊万里市へ連絡

2025年9月29日

- 3時15分
 - ・1次冷却材系統の降温降圧操作完了
 - (RCS 温度 75.2℃、RCS 圧力 2.7MPa、主蒸気圧力 0.50MPa)

16時23分～

2025年9月30日

1時35分

- ・ベント弁B及びベント弁A、C、Dの点検
- ベント弁B：分解点検を実施し、弁体を新品と取り替えるとともに、弁体(新品)と弁座(既設品)との当たり確認等を行った。(添付資料－2)
- ベント弁A、C、D：分解点検を実施した。(添付資料－2)

- | | |
|---------------------------------|---|
| 13時10分
～15時00分 | ・ベント弁B弁体（定検取替品）シート面の詳細点検
弁体（定検取替品）シート面について、マクロ撮影による外
観点検を実施（添付資料－2） |
| 18時45分
～23時51分 | ・ベント弁B弁座（既設品）及び弁体（新品）シート面の再点検
弁座（既設品）及び弁体（新品）シート面について、マクロ
撮影による外観点検を実施（添付資料－2） |
| 2025年10月1日
20時33分～ | ・ベント弁A、C、D弁座（既設品）及び弁体（定検取替品）
シート面の再点検 |
| 2025年10月2日
11時05分 | 弁座（既設品）及び弁体（定検取替品）シート面について、
マクロ撮影による外観点検を実施（添付資料－2） |
| 2025年10月7日
16時58分
～18時19分 | ・ベント弁A～Dのシート面等の洗浄
ベント弁A～Dの弁体、弁箱（弁座含む）及び接続配管につ
いて、純水により洗浄を実施。その後、弁体及び弁座のシー
ト面周辺について専用の洗浄液により洗浄を実施 |
| 2025年10月8日
11時23分
～15時47分 | ・ベント弁A～Dを復旧
ベント弁Bのみ純水及び専用の洗浄液により再洗浄を実施並
びにベント弁A～Dの復旧を実施 |
| 17時20分
～23時41分 | ・蒸気発生器（2次側）を窒素で加圧（約0.2MPa）し、ベント
弁A～Dのシート漏れがないことを仮設圧力計にて確認 |
| 2025年10月14日
15時00分 | ・1次冷却材系統の昇温昇圧操作開始
（RCS 温度 80.0℃、RCS 圧力 2.7MPa、主蒸気圧力 0.00MPa） |
| 2025年10月16日
13時00分 | ・1次冷却材系統の昇温昇圧操作完了
（RCS 温度 291.9℃、RCS 圧力 15.4MPa、主蒸気圧力 7.42MPa） |
| 13時40分
～13時53分 | ・ベント弁A～Dのシート漏れがないことを目視にて確認※ ⁴ |
- ※4：ベント弁下流配管（閉止キャップ付近）の温度測定を行い、温度が十分低く作業可
能であることを確認したうえで、閉止キャップを取り外し、水及び蒸気の漏えいが
ないことを目視で確認した。（ベント弁A 45.2℃、ベント弁B 46.1℃、ベント弁C
49.0℃、ベント弁D 46.4℃）

3 設備概要

主蒸気隔離弁ベント弁の使用用途及び仕様は以下のとおり。

(1) 使用用途

主蒸気隔離弁ベント弁は、定期検査時の系統流体の排出等のために設置している。

なお、主蒸気安全弁機能検査時に主蒸気圧力を確認する際にも開弁する。

(2) 仕様

仕様は以下のとおり。（添付資料－3）

呼び径	20A（配管外径約 30mm）
型式	玉形弁
弁箱の材質	炭素鋼
弁体・弁棒の材質	ステンレス鋼
高さ	約 300mm
幅	約 130mm

4 定期検査の点検内容（本事象発生前）

今回の定期検査においては、分解点検を実施し、弁棒、弁体等の取り替えを実施した。

弁座（既設品）については、外観点検、浸透探傷試験及び弁体（定検取替品）との当たり確認を実施した。

5 原因調査

本事象に対する各種要因について検討し調査を行った。

原因調査結果は以下のとおり。

(1) 弁分解点検内容及び結果（添付資料－2、4）

a. 分解点検内容

- ・弁棒の外観点検
- ・弁体の外観点検（マクロ撮影含む）、弁体の浸透探傷試験
- ・弁箱の外観点検、弁箱（接続配管含む）の内部確認
- ・弁座の外観点検（マクロ撮影含む）、弁座の浸透探傷試験、弁座のすり合わせ、弁座と弁体との当たり確認
- ・ヨーク、ヨークネジハメ輪及びパッキン押え輪の外観点検
- ・グランドパッキン等の消耗品取替
- ・弁棒及び弁体の取替（ベント弁 B のみ）

b. 分解点検結果

【ベント弁 B】

- ・弁体（定検取替品）のシート面について、マクロ撮影による外観点検を実施したところ、極微小の傷を確認した。
- ・弁体（定検取替品）のシート面以外には点検の結果問題はなかった。
- ・弁体（定検取替品）のマクロ撮影による外観点検の結果を踏まえ、弁座（既設品）及び弁体（新品）のマクロ撮影による外観点検を行った結果、問題はなかった。

【ベント弁A、C、D】

- ・分解点検を実施し、点検の結果問題はなかった。
- ・ベント弁Bの弁体（定検取替品）のマクロ撮影による外観点検の結果を踏まえ、弁座（既設品）及び弁体（定検取替品）のマクロ撮影による外観点検を行った結果、問題はなかった。

(2) 第17回定期検査時のベント弁A～D分解点検から事象発生までの操作実績

ベント弁A～Dの操作実績及びその際の操作内容について作業員への聞き取りを実施し、以下のとおり確認した。（添付資料－5）

- ・9月22日（1次冷却材系統漏えい検査前系統水張り）
1次冷却材系統漏えい検査前系統水張り時にベント弁A～Dを空気抜きのために開弁し、玄海3号機第18回定期検査で発生した事象「玄海原子力発電所3号機定期検査中における主蒸気隔離弁ベント弁の不具合」（以下「3号機事象」という。）を踏まえた対策であるフラッシングを実施後、閉弁した。（シート漏れなし）
- ・9月28日（主蒸気安全弁機能検査時）
ベント弁Bについては、主蒸気安全弁機能検査の検査装置取り外し時に補助工具（ウィルキー及びパイプ型）を用いて増し締め操作を実施したことを確認した。その他のベント弁については、補助工具は使用していない。

(3) 弁の構造や材料の選定

ベント弁A～Dの使用環境（温度、圧力）を踏まえた設計条件に応じ、当該条件で性能要求を満足する設計の弁であること（材料選定や構造設計がシート漏れの要因となるような設計でないこと）を確認した。

(4) 主蒸気安全弁機能検査時の系統構成

主蒸気安全弁機能検査時の系統構成は、ベント弁A～Dを主蒸気圧力の取出口としており、当該弁を高温高圧状態で操作していたが、検査装置取り外し時にベント弁のシート漏れが発生した場合、ベント弁の隔離ができない系統構成となっていたため、点検ができない状態となっていた。

(5) 本事象と3号機事象の連続発生要因の確認

本事象は、3号機事象に続いて連続して発生したことから、3号機事象発生前に実施した運用変更などが、連続して発生した要因となっていないか確認した。

主蒸気安全弁機能検査の検査方法や体制、手順について、3号機事象発生前と比較して変更がないことを確認した。また、水質管理や保全方針等についても、3号機事象発生前と比較して変更がないことを確認した。

6 3号機事象を踏まえた対策実施状況

3号機事象を踏まえた対策について、4号機での実施状況を整理した。4号機では、シート漏れへの対策、弁の構成部品の固着及び変形に対する対策等について適切に実施されていることを確認した。（添付資料－6）

7 シート漏れに対する推定原因と対策

(1) 推定原因

原因調査の結果、ベント弁Bにおいては、弁体（定検取替品）にマクロ撮影で確認できる程度の極微小な傷が確認されたことから、シート面への異物の噛み込みによりシート漏れが発生したと考えられる。

シート面への異物の噛み込みについては、1次冷却材系統漏えい検査前のフラッシング時に開閉した以降、主蒸気安全弁機能検査の検査装置取り付け時までシート漏れはなかったことから、高温高压状態での検査装置取り付け後の開弁時にシート面へ異物が流入^{※5}し、検査装置取り外し時の閉弁時に発生したものと推定した。（添付資料－7）

ベント弁A～Dについて、主蒸気安全弁機能検査において高温高压状態で操作が必要である系統構成であった。また、主蒸気圧力取出口はシート漏れ発生時に高温高压状態において隔離できないベント弁A～Dに接続されていることから、仮にシート漏れが発生した場合に点検できない系統構成となっており、結果としてシート漏れを止めることができなかった。

※5：高温高压状態は、低温状態に比べ、流体のエネルギーが高い蒸気流であり、機器・配管が減肉しやすく、また付着しているスケール等が剥がれ、系統内に排出されやすい状態である。このような条件下においてベント弁を開閉した場合、系統内に排出されたスケール等が、シート面に異物として付着するリスクが相対的に高いと考えられる。

(2) シート漏れに対する対策

3号機事象を踏まえ、1次冷却材系統漏えい検査前の主蒸気隔離弁ベント弁までの水張り時に、ベント弁を開弁しフラッシングを行い、異物の噛み込みの可能性を低減させていたが、本事象が発生したため、以下の対策を行う。

a. 異物低減のための更なる取り組み

異物の低減に対しては、これまでも配管等へのスケール付着低減の対策に取り組んでいるが、更なる異物低減を目的に、次回以降の定期検査中の蒸気発生器（2次側）の水質管理について以下のとおり運用変更を行う。（添付資料－8）

- ・蒸気発生器（2次側）保管時の還元性雰囲気（腐食防止）の強化のため、水張り時のヒドラジン（脱酸素剤）の濃度を30ppmから50ppmへ変更する。
- ・プラント起動時の蒸気発生器（2次側）への腐食生成物の更なる持込み防止のため、鉄濃度及び濁度の管理値を変更する。

鉄濃度：100ppb 未満から 50ppb 未満へ変更

濁度：1 ppm 未満から 0.5ppm 未満へ変更

b. 異物噛み込み防止対策

ベント弁A～Dにおいて高温高压状態でシート漏れが発生した場合は、作業安全上の懸念により異物を除去するためのフラッシングができない。このため、高温高压状態での開閉操作を極力行わないことが重要であることから、異物噛み込み防止として、以下のとおり対策を行う。

- ・ベント弁A～Dは、本事象による手入れ完了後、次回定期検査までプラント運転管理として操作をする必要がない弁であるため、今定期検査時において操作しない。

c. 主蒸気安全弁機能検査時における系統構成の変更

ベント弁A～Dは、主蒸気安全弁機能検査においてシート漏れが発生した場合に隔離できないことから、次回定期検査時に以下の対策を実施する。

- ・主蒸気安全弁機能検査の検査装置を取り付ける主蒸気圧力取出口を変更（追設）し、ベント弁A～Dについては高温高压状態では操作しないこととする。
変更後の系統においては、仮にシート漏れが発生した場合でも点検可能な系統構成とする。（添付資料－9）

d. シート漏れに対する更なる取り組み

(a) 弁取替後の昇温昇圧操作における取り組み

弁取替後の最終的な健全性確認のための昇温昇圧にあたり、以下のシート漏れに対する取り組みを行う。

- ・ベント弁の弁体、弁座のシート面等の手入れ後に弁体、弁箱（弁座含む）及び接続配管を純水にて洗浄し、その後、弁体及び弁座のシート面周辺を専用の洗浄液にて洗浄した。（添付資料－10）
- ・昇温昇圧前の蒸気発生器（2次側）への窒素加圧時にベント弁のシート漏れがないことを確認し、シート機能の健全性を確認した。（添付資料－11）
- ・昇温昇圧時に、異物以外の要因によるベント弁のシート漏れを早期に発見できるように温度の連続測定による監視強化を実施する。また、運転中においても温度変化を確認できるラベルを設置し監視強化を実施する。（添付資料－12）

(b) 次回定期検査以降における取り組み

本事象後に分解点検を実施したベント弁A～Dにおいて、次回定期検査以降に以下のシート漏れに対する取り組みを行う。

- ・次回定期検査において、ベント弁A～Dの弁箱を含め弁一式の取替を実施する。
- ・ベント弁A～Dは、5定検に1回の分解点検（グランドパッキン等の消耗品取替に加え点検状況に応じて必要な弁の構成部品の取替を実施）に加え、10定検に1回の頻度で弁箱を含む弁一式を取り替える計画とする。

(3) 水平展開

a. 工程変更リスクへの対応

本事象を踏まえ、シート漏れ発生の際に、モード変更、出力降下を行う工程変更リスクを下げるため、点検が必要な弁を検討フローに基づき抽出し、ベント弁A～Dに加え、下記3弁についても、高温高压時は、原則として操作を実施しないこととする。（添付資料－13）

- (a) 4号 T/D AFWP 蒸気下流側第1 ドレントラップバイパス弁
- (b) 4号 T/D AFWP 蒸気下流側第2 ドレントラップバイパス弁
- (c) 4号 T/D AFWP 蒸気下流側第3 ドレントラップバイパス弁

また、本事象発生後にベント弁A～Dにあわせて念のため分解点検を実施した結果、異常はみられなかった。なお、グランドパッキン等の消耗品の取替を実施した。

b. 玄海3号機への対応

本事象を踏まえ、玄海3号機においても、4号機と同様に以下の対策を行う。

- ・定期検査中の蒸気発生器（2次側）の水質管理の運用を変更する。
- ・ベント弁A～Dは高温高压状態では操作を実施しない。
- ・T/D AFWP 蒸気下流側ドレントラップバイパス弁3弁は高温高压状態では原則操作を実施しない。
- ・主蒸気安全弁機能検査における主蒸気圧力取出口を次回定期検査時に変更（追設）する。
- ・異物以外の要因によるベント弁のシート漏れでも早期に発見できるように温度変化を確認できるラベルを設置し監視強化を実施する。
- ・ベント弁A～Dは、次回定期検査時に弁一式の取替を実施し、5定検に1回の分解点検（グランドパッキン等の消耗品取替に加え点検状況に応じて必要な弁の構成部品の取替を実施）に加え、10定検に1回の頻度で弁箱を含む弁一式を取り替える計画とする。

8 弁棒折損に対する推定原因と対策

(1) 推定原因

ベント弁A～Dの操作者及び保修部管理職は、3号機事象を踏まえ、過大な力が加わると弁棒が折損に至ることを認識していたものの、補助工具（ウィルキー）による増し締め操作によりシート漏れ量を低減できたため、もう少しの増し締め操作でシート漏れが止まると判断し、さらに補助工具（パイプ型）により増し締め操作^{※6}を行った結果、弁棒の耐力を上回る過大なトルクが作用し弁棒が折損した。

※6：高温高压状態になると低压状態と比べ弁体の上流と下流に圧力差がある状態では、弁体に上流から系統圧がかかるため、弁操作により多くの力が必要になることから、弁操作において補助工具を使用しなければならない可能性が高くなる。

(2) 対策

推定原因を踏まえ、以下の対策を実施する。

- ・ベント弁A～Dについて、補助工具（パイプ型）を使用した増し締め操作を禁止する。
- ・増し締め等に補助工具を使用する場合の過大なトルクが作用する影響及び操作時の補助工具の使用に係る運用について、周知・教育を定期的の実施する。（添付資料-14）
- ・ベント弁A～D及びT/D AFWP 蒸気下流側ドレントラップバイパス弁3弁について、弁棒折損に至らないトルクの管理値を定めて、増し締め操作時にはトルク管理値の範囲内で操作^{※7}する。

※7：正確にトルク管理ができるよう、ベント弁A～Dのハンドルをラチェット型から一文字型へ変更した。（添付資料-15）

以上

添付資料目次

添付資料

1. 主蒸気安全弁機能検査の概要
2. 分解点検の状況
3. 主蒸気隔離弁ベント弁の諸元
4. 弁体と弁座の当たり確認の方法及びベント弁Bに関する評価について
5. ベント弁A～Dの分解点検以降の操作実績聞き取り調査
6. 玄海3号機第18回定期検査時における事象の対策実施状況
7. 主蒸気隔離弁ベント弁への異物噛み込みメカニズムについて
8. 異物低減のための更なる取り組みについて
9. 主蒸気安全弁機能検査における系統構成の変更について
10. 主蒸気隔離弁ベント弁のシート面等の洗浄について
11. 主蒸気隔離弁ベント弁の健全性確認（低温低圧時）について
12. 主蒸気隔離弁ベント弁の健全性の監視強化について
13. 分解点検又は取替要否検討フロー
14. 本事象を受けた教育の充実について
15. ベント弁A～Dのハンドル変更について

主蒸気安全弁機能検査の概要

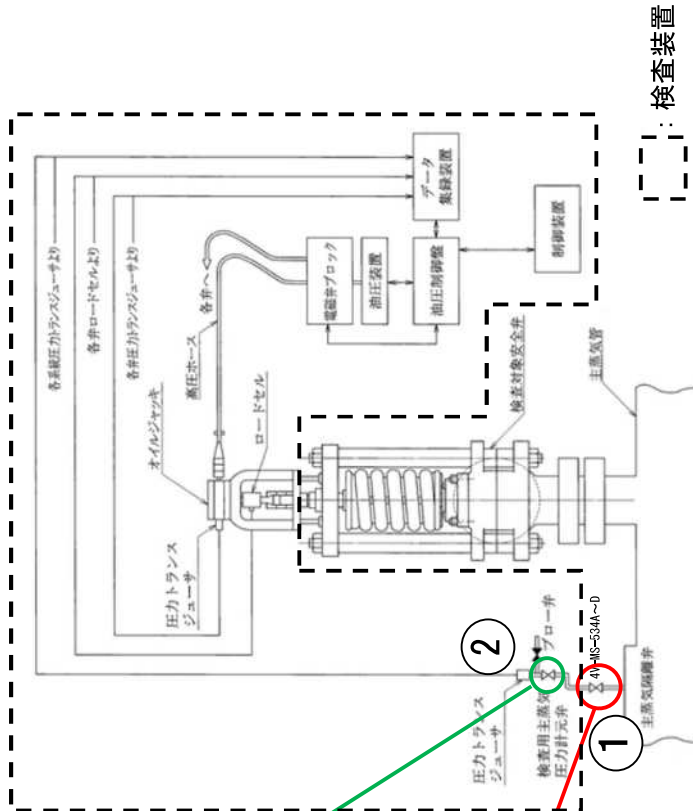
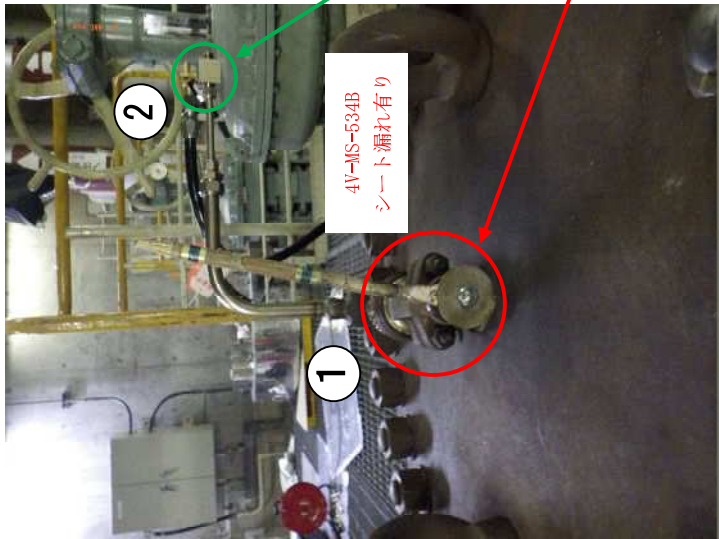
(1) 検査概要

主蒸気系統の圧力と油圧装置を用いて主蒸気安全弁が動作する圧力（約 8 MPa）まで加圧し、主蒸気安全弁を実動作させ、吹き出し圧力が設定値を満足していることを確認する。なお、主蒸気系統の圧力を検査装置にて確認する必要^{*}があり、近接する主蒸気隔離弁に設置される主蒸気隔離弁ベント弁を開弁し確認している。

※検査用主蒸気圧力計元弁から主蒸気圧力をデータ集録装置に入力することで、主蒸気安全弁が動作した時の主蒸気圧力を制御装置に自動で表示させている。通常（ブルドン管を使用した）の圧力計は、電子信号を処理できないため使用していない。

(2) 検査条件

- ・ 1 次冷却材温度：約 282.5℃ ・ 主蒸気圧力：約 6.5MPa



検査後の復旧時の主蒸気隔離弁ベント弁の状況

以上

分解点検の状況

No. ^{※1}	部位	確認事項	確認方法	4V-MS-534A	4V-MS-534B ^{※3}	4V-MS-534C	4V-MS-534D
1	弁本体	ゆがみ、曲がり	外観点検	良	良	良	良
2	接続配管	変形	外観点検	良	良	良	良
3	ヨーク	摩耗、変形	外観点検	良	良	良	良
4-1	ヨークネジ ハメ輪	摩耗、変形 (ヨーク(外)側)	外観点検	－	良	－	－
4-2		摩耗、変形 (弁棒 (内)側)	外観点検	－	良	－	－
5-1	弁棒	固着 (ヨークネジハメ輪側)	外観点検	良	良	良	良
5-2		摩耗、変形 (ヨークネジハメ輪側)	外観点検	良	良	良	良
5-3		摩耗、変形 (パッキン押え輪側)	外観点検	機能に影響のない 揺動痕あり	機能に影響のない 揺動痕あり	機能に影響のない 揺動痕あり	機能に影響のない 揺動痕あり
5-4		曲がり	外観点検	良	折損 (曲がりなし)	良	良
6	パッキン 押え輪	固着 (弁棒側)	外観点検	キズなし	キズなし	キズなし	キズなし
7-1	弁体 (シート面)	キズ、割れ	外観点検	良	良	良	良
7-2			浸透探傷試験	良	良	良	良
7-3		腐食、打こん	外観点検	良	良	良	良
7-4		異物	外観点検	なし	なし	なし	なし
7-5	弁座 (シート面)	キズ、割れ	マクロ撮影による 外観点検	良	極微細なキズあり	良	良
8-1			外観点検	良	良	良	良
8-2		キズ、割れ	浸透探傷試験	良	良	良	良
8-3			外観点検	良	良	良	良
8-4		腐食、打こん	外観点検	良	良	良	良
8-5		異物	外観点検	なし	なし	なし	なし
8-6		弁体との当たり	当たり確認	良	良	良	良
8-6		キズ、割れ	マクロ撮影による 外観点検	良	良	良	良
9	弁箱 ^{※2}	異物	外観点検 (7A1A ^{※2} ～7D ^{※2})	なし	なし	なし	なし
10	弁体 (シート面) (取替後)	キズ、割れ	外観点検	良	良	良	良
11	弁座 (当たり) (取替後)	弁体との当たり	当たり確認	良	良	良	良
12	弁座・弁体 (シート面) (取替後)	キズ、割れ	浸透探傷試験	良	良	良	良
13	弁本体 (組込み 後)	取付状況	外観点検	良	良	良	良

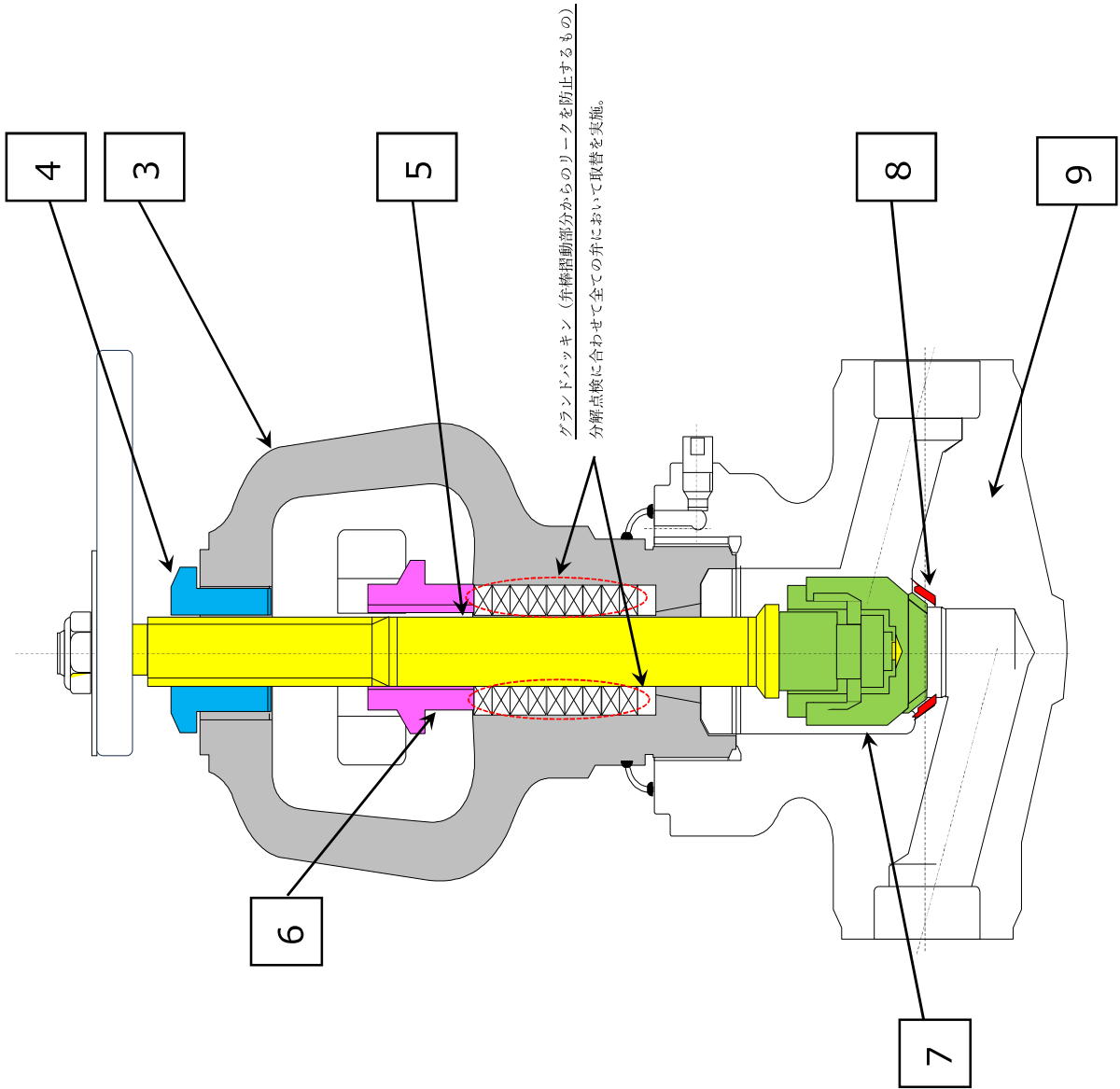
※ 1 別紙-1に該当する箇所を図示し、別紙-2として点検時の写真を示す

※ 2 別紙-3に弁箱取替えの判定基準を示す

※ 3 別紙-4にベント弁Bの取替え部品を示す

以 上

No.	部位	確認事項	確認方法
1	弁本体	ゆがみ、曲がり	外観点検
2	接続配管	変形	外観点検
3	ヨーク	摩耗、変形	外観点検
4-1	ヨークネジ ハム輪	摩耗、変形 (ヨーク(外)側)	外観点検
4-2		摩耗、変形 (弁棒 (内)側)	外観点検
5-1	弁棒	固着 (ヨークネジハム輪側)	外観点検
5-2		摩耗、変形 (ヨークネジハム輪側)	外観点検
5-3		摩耗、変形 (パッキン押え輪側)	外観点検
5-4		曲がり	外観点検
6	パッキン 押え輪	固着 (弁棒側)	外観点検
7-1	弁体 (シート面)	キズ、割れ	外観点検
7-2			浸透探傷試験
7-3		腐食、打こん	外観点検
7-4		異物	外観点検
7-5		キズ、割れ	マクロ撮影による 外観点検
8-1	弁座 (シート面)	キズ、割れ	外観点検
8-2			浸透探傷試験
8-3		腐食、打こん	外観点検
8-4		異物	外観点検
8-5		弁体との当たり	当たり確認
8-6	弁箱	キズ、割れ	マクロ撮影による 外観点検
9		異物	外観点検 (ファイバースコープ)



別紙－２－１ ベント弁A～D分解点検の状況

1. ベント弁B 分解点検（弁棒、弁体等の取替を実施）

（1）弁本体



（2）接続配管

外観点検により変形がないことを確認

（3）ヨーク（既設品）（ヨークネジハメ輪側）

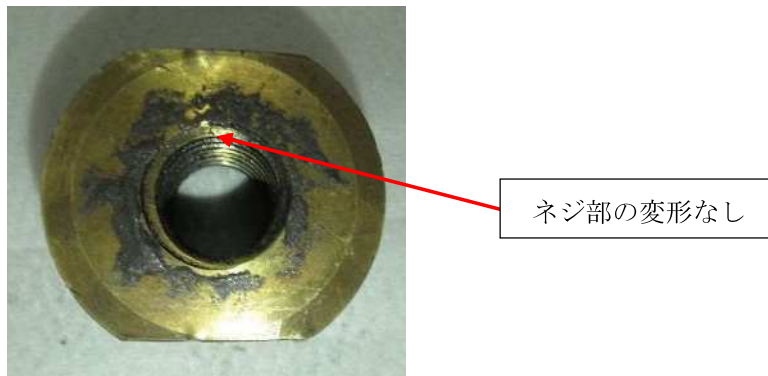


(4) ヨークネジハメ輪（定検取替品）

・ヨーク（外）側（4－1）



・弁棒（内）側（4－2）



(5) 弁棒（定検取替品）

- ・ヨークネジハメ輪側（5－1， 5－2）



固着、摩耗及び変形なし

- ・パッキン押え輪側（5－3）



機能に影響のない摺動痕あり

- ・弁棒外観（5－4）



折損部

曲がりなし

(6) パッキン押え輪（定検取替品）



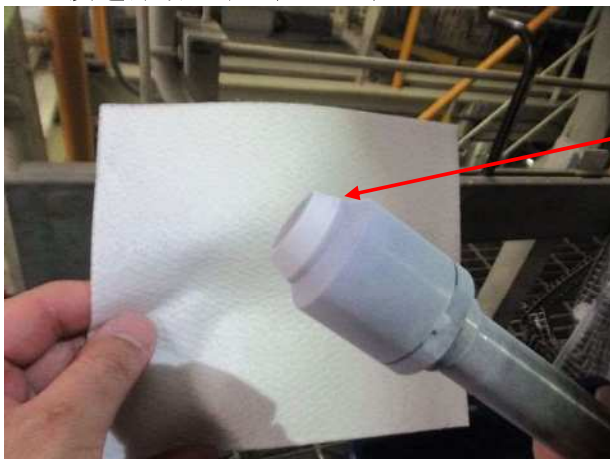
(7) 弁体（定検取替品）（シート面）

- ・弁体外観（7-1， 7-3， 7-4）



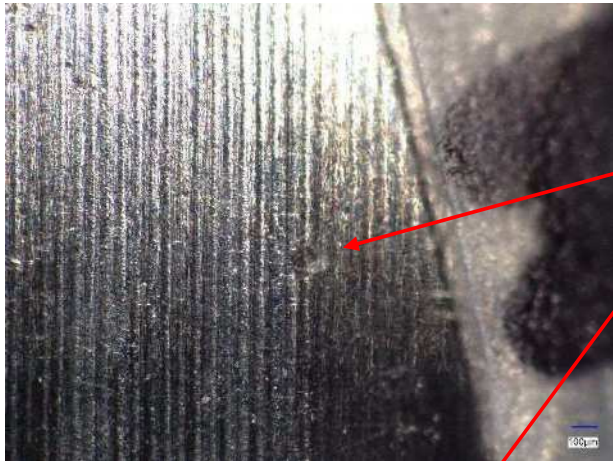
- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

- ・浸透探傷試験（7-2）



- 浸透探傷試験（弁体）
- ・指示模様なし

・マクロ撮影による外観点検（7－5）



マクロ撮影による外観点検（弁体）

- ・極微小なキズあり



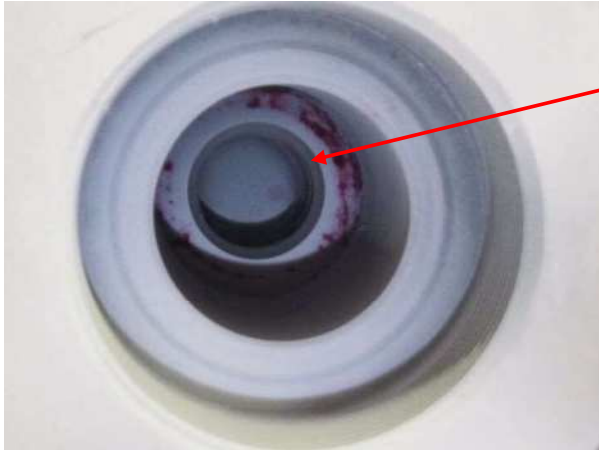
（8）弁座（既設品）（シート面）

- ・弁座外観（8－1， 8－3， 8－4）



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

・浸透探傷試験（８－２）



浸透探傷試験（弁座）
・指示模様なし

・マクロ撮影による外観点検（８－６）



マクロ撮影による外観点検（弁座）
・キズ、割れなし



- ・ 弁体（定検取替品）との当たり（８－５）



シート面の密着状態問題なし



（９）弁箱（既設品）



外観点検（ファイバースコープ）により、異物がないことを確認

弁箱は下記判定基準を満たしていることから、弁箱取替不要と判断した。

外観点検：表面に有意な欠陥がないこと。

浸透探傷試験：機能・性能に影響を及ぼすものでないこと。

当たり確認：当たりに切れ目がなく均一であること。

（１０）弁体（新品）外観



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

（１１）弁座（既設品）と弁体（新品）との当たり

- ・弁座



- ・弁体

- シート面の当たり確認
- ・シート面の密着状態は良好



（1 2）弁座（既設品）と弁体（新品）の浸透探傷試験

・弁座



浸透探傷試験（弁座・弁体）
・指示模様なし

・弁体



（1 3）弁本体（組込み後）



2. ベント弁A 分解点検（グラندパッキン等の消耗品の取替を実施）

（1）弁本体



（2）接続配管

外観点検により変形がないことを確認

（3）ヨーク（既設品）



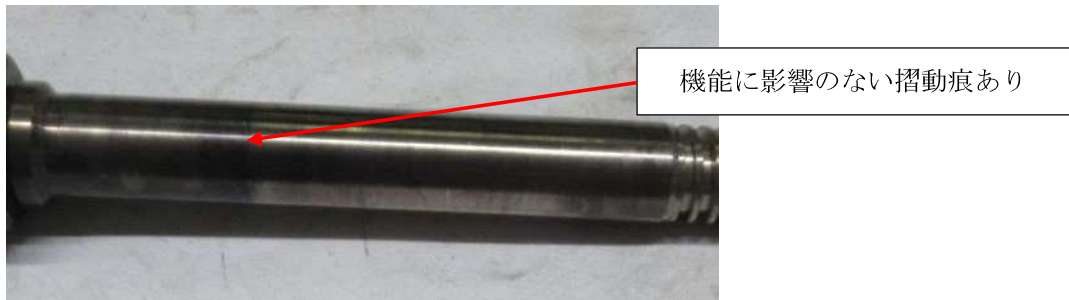
（4）欠番

(5) 弁棒 (定検取替品)

- ・ ヨークネジハメ輪側 (5-1, 5-2)



- ・ パッキン押え輪側 (5-3)



- ・ 弁棒外観 (5-4)



(6) パッキン押え輪 (定検取替品)



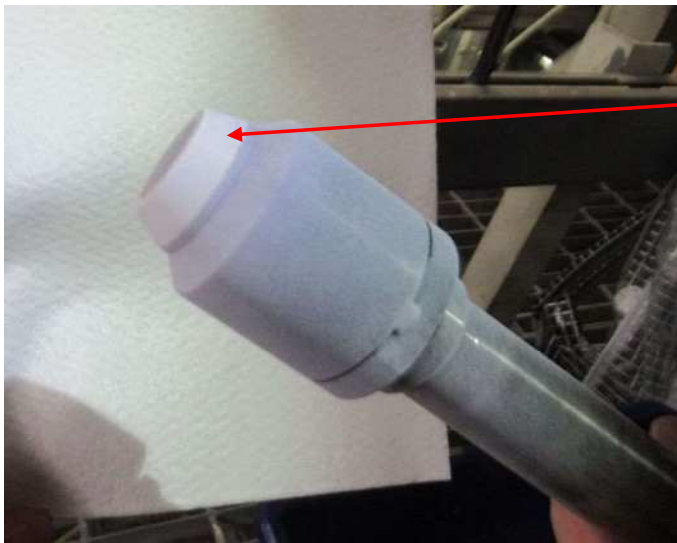
(7) 弁体 (定検取替品) (シート面)

- ・ 弁体外観 (7-1, 7-3, 7-4)



- ・ キズ、割れなし
- ・ 腐食、打こんなし
- ・ 異物なし

- ・ 浸透探傷試験 (7-2)



- 浸透探傷試験 (弁体)
- ・ 指示模様なし

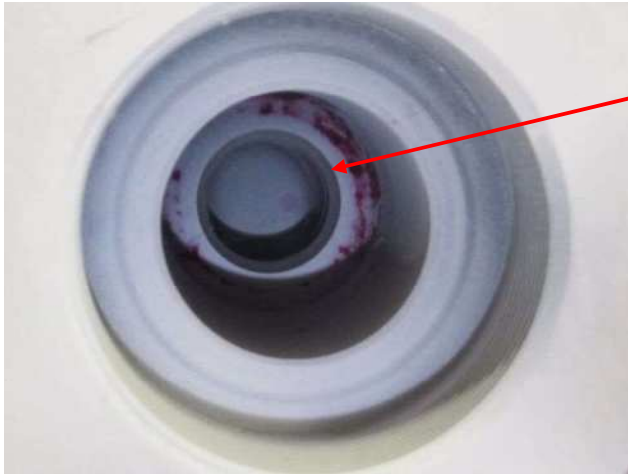
(8) 弁座（既設品）（シート面）

- ・ 弁座外観（8－1， 8－3， 8－4）



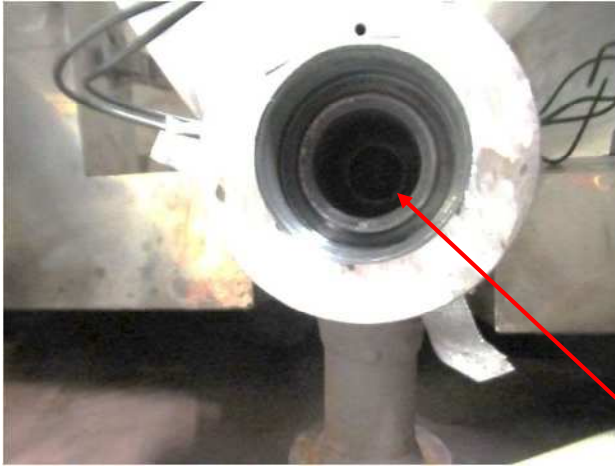
- ・ キズ、割れなし
- ・ 腐食、打こんなし
- ・ 異物なし

- ・ 浸透探傷試験（8－2）



- 浸透探傷試験（弁座）
- ・ 指示模様なし

- ・ 手入れ前の弁体（定検取替品）との当たり（8－5）



シート面の密着状態問題なし



（9）弁箱（既設品）



外観点検（ファイバースコープ）により、異物がないことを確認

弁箱は下記判定基準を満たしていることから、弁箱取替不要と判断した。

外観点検：表面に有意な欠陥がないこと。

浸透探傷試験：機能・性能に影響を及ぼすものでないこと。

当たり確認：当たりに切れ目がなく均一であること。

（１０）手入れ後の弁体（定検取替品）外観



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

（１１）手入れ後の弁座（既設品）と弁体（定検取替品）との当たり
・弁座



- シート面の当たり確認
- ・シート面の密着状態は良好

・弁体



（12）手入れ後の弁座（既設品）と弁体（定検取替品）の浸透探傷試験

・弁座



・弁体



浸透探傷試験（弁座・弁体）
・指示模様なし

（13）弁本体（組込み後）



3. ベント弁C 分解点検（グラندパッキン等の消耗品の取替を実施）

（1）弁本体



（2）接続配管

外観点検により変形がないことを確認

（3）ヨーク（既設品）



（4）欠番

(5) 弁棒（定検取替品）

- ・ヨークネジハメ輪側（5-1，5-2）



固着、摩耗及び変形なし

- ・パッキン押え輪側（5-3）



機能に影響のない摺動痕あり

- ・弁棒外観（5-4）



曲がりなし

(6) パッキン押え輪 (定検取替品)



キズなし

(7) 弁体 (定検取替品) (シート面)

- ・弁体外観 (7-1, 7-3, 7-4)



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

- ・浸透探傷試験 (7-2)



浸透探傷試験 (弁体)

- ・指示模様なし

(8) 弁座 (既設品) (シート面)

- ・ 弁座外観 (8-1, 8-3, 8-4)



- ・ キズ、割れなし
- ・ 腐食、打こんなし
- ・ 異物なし

- ・ 浸透探傷試験 (8-2)



- 浸透探傷試験 (弁座)
- ・ 指示模様なし

- ・ 手入れ前の弁体 (定検取替品) との当たり (8-5)



- シート面の密着状態問題なし

（9）弁箱（既設品）



外観点検（ファイバースコープ）により、
異物がないことを確認

弁箱は下記判定基準を満たしていることから、弁箱取替不要と判断した。

外観点検：表面に有意な欠陥がないこと。

浸透探傷試験：機能・性能に影響を及ぼすものでないこと。

当たり確認：当たりに切れ目がなく均一であること。

(10) 手入れ後弁体 (定検取替品) 外観



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

(11) 手入れ後の弁座 (既設品) と弁体 (定検取替品) との当たり

- ・弁座



- ・弁体



- シート面の当たり確認
- ・シート面の密着状態は良好

(12) 手入れ後の弁座 (既設品) と弁体 (定検取替品) の浸透探傷試験
・弁座



浸透探傷試験 (弁座・弁体)
・指示模様なし

・弁体



(13) 弁本体 (組込み後)



4. ベント弁D 分解点検（グラندパッキン等の消耗品の取替を実施）

（1）弁本体



（2）接続配管

外観点検により変形がないことを確認

（3）ヨーク（既設品）



（4）欠番

(5) 弁棒 (定検取替品)

- ・ヨークネジハメ輪側 (5-1, 5-2)



固着、摩耗及び変形なし

- ・パッキン押え輪側 (5-3)



機能に影響のない摺動痕あり

- ・弁棒外観 (5-4)



曲がりなし

(6) パッキン押え輪 (定検取替品)



キズなし

4V-MS-534D

(7) 弁体 (定検取替品) (シート面)

- ・ 弁体外観 (7-1, 7-3, 7-4)



- ・ キズ、割れなし
- ・ 腐食、打こんなし
- ・ 異物なし

- ・ 浸透探傷試験 (7-2)



- 浸透探傷試験 (弁体)
- ・ 指示模様なし

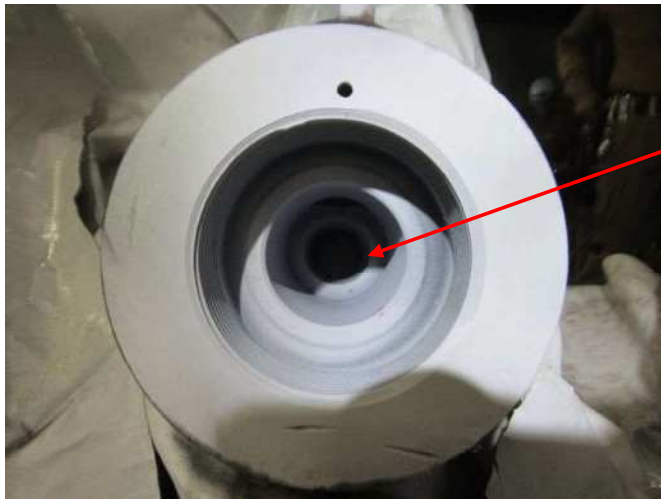
(8) 弁座 (既設品) (シート面)

- ・ 弁座外観 (8-1, 8-3, 8-4)



- ・ キズ、割れなし
- ・ 腐食、打こんなし
- ・ 異物なし

- ・ 浸透探傷試験 (8-2)



- 浸透探傷試験 (弁座)
- ・ 指示模様なし

- ・ 弁体（定検取替品）との当たり（8－5）



シート面の密着状態問題なし



（9）弁箱（既設品）



外観点検（ファイバースコープ）により、異物がないことを確認

弁箱は下記判定基準を満たしていることから、弁箱取替不要と判断した。

外観点検：表面に有意な欠陥がないこと。

浸透探傷試験：機能・性能に影響を及ぼすものでないこと。

当たり確認：当たりに切れ目がなく均一であること。

（１０）手入れ後の弁体（定検取替品）外観



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

（１１）手入れ後の弁座（既設品）と弁体（定検取替品）との当たり
・弁座



・弁体



- シート面の当たり確認
- ・シート面の密着状態は良好

（１２）手入れ後の弁座（既設品）と弁体（定検取替品）の浸透探傷試験
・弁座



浸透探傷試験（弁座・弁体）
・指示模様なし

・弁体



（１３）弁本体（組込み後）



別紙ー 2ー 2 ベント弁B再分解点検の状況（手入れ後）

ベント弁B 分解点検（グラウンドパッキン等の消耗品の取替を実施）

1. 弁体（新品）外観点検



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

・マクロ撮影による外観点検（弁体）



マクロ撮影による弁体外観点検
・キズ、割れなし

2. マクロ撮影による弁座（既設品）外観点検



マクロ撮影による弁座外観点検
・キズ、割れなし

3. 取替後の弁座（既設品）と弁体（新品）との当たり（手入れ後）

・弁座

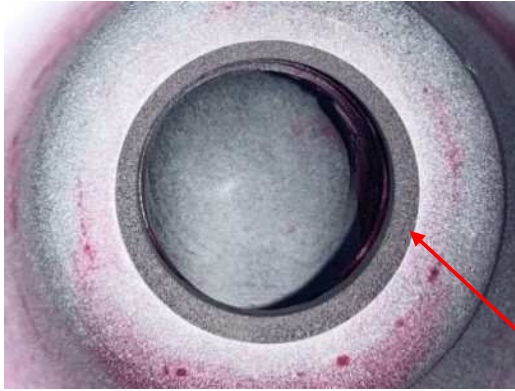


シート面の当たり確認
・シート面の密着状態は良好

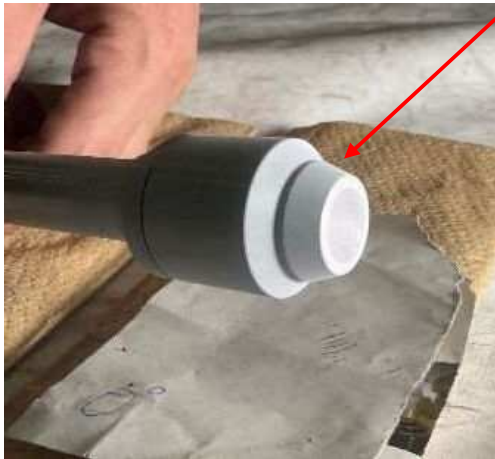
・弁体



4. 取替後の弁座（既設品）と弁体（新品）の浸透探傷試験（手入れ後）
・弁座



・弁体



浸透探傷試験（弁座・弁体）
・指示模様なし

別紙ー 2ー 3 ベント弁 A, C, D再分解点検の状況 (手入れ前)

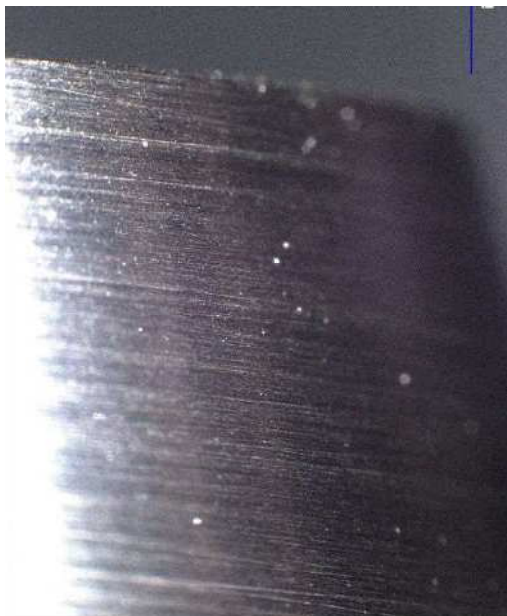
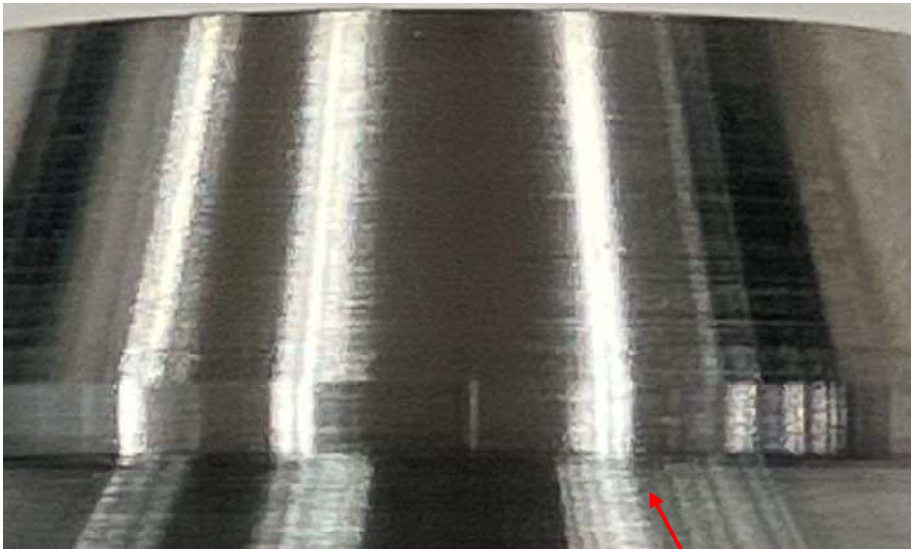
1. ベント弁 A 分解点検 (グラウンドパッキン等の消耗品の取替を実施)

(1) 弁体 (定検取替品) 外観点検



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

・マクロ撮影による外観点検 (弁体)



- マクロ撮影による弁体外観点検
- ・キズ、割れなし

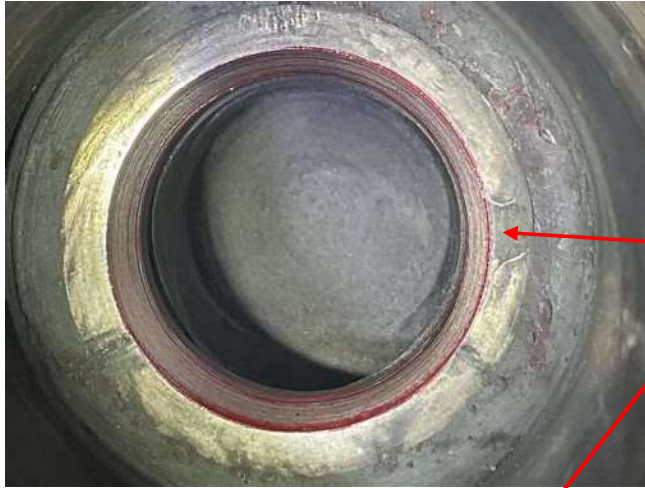
（２）マクロ撮影による弁座（既設品）外観点検



マクロ撮影による弁座外観点検
・キズ、割れなし

（３）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）との当たり

・弁座



シート面の当たり確認
・シート面の密着状態は良好

・弁体



（４）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）の浸透探傷試験

・弁座



・弁体



浸透探傷試験（弁座・弁体）
・指示模様なし

2. ベント弁C 分解点検（グランドパッキン等の消耗品の取替を実施）

（1）弁体（定検取替品）外観点検



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

・マクロ撮影による外観点検（弁体）



- マクロ撮影による弁体外観点検
- ・キズ、割れなし

（２）マクロ撮影による弁座（既設品）外観点検



マクロ撮影による弁座外観点検
・キズ、割れなし

（３）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）との当たり

・弁座



シート面の当たり確認
・シート面の密着状態は良好

・弁体



（４）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）の浸透探傷試験

・弁座



・弁体



浸透探傷試験（弁座・弁体）
・指示模様なし

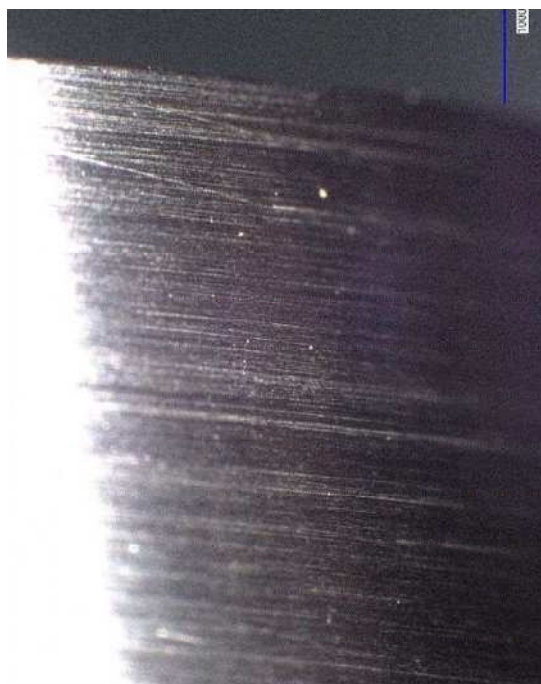
3. ベント弁D 分解点検（グランドパッキン等の消耗品の取替を実施）

（1）弁体（定検取替品）外観点検



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

・マクロ撮影による外観点検（弁体）



- マクロ撮影による弁体外観点検
- ・キズ、割れなし

（２）マクロ撮影による弁座（既設品）外観点検



マクロ撮影による弁座外観点検
・キズ、割れなし

（３）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）との当たり

・弁座



シート面の当たり確認
・シート面の密着状態は良好

・弁体



(4) 弁座 (既設品) と弁体 (定検取替品) の浸透探傷試験

・ 弁座



・ 弁体



浸透探傷試験 (弁座・弁体)
・ 指示模様なし

別紙ー 2ー 4 ベント弁 A, C, D再分解点検の状況 (手入れ後)

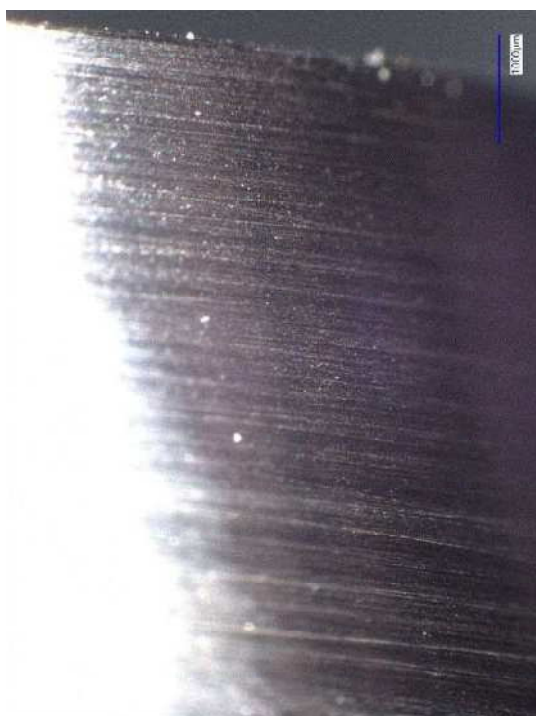
1. ベント弁 A 分解点検 (グランドパッキン等の消耗品の取替を実施)

(1) 弁体 (定検取替品) 外観点検



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

・マクロ撮影による外観点検 (弁体)



- マクロ撮影による弁体外観点検
- ・キズ、割れなし

（２）マクロ撮影による弁座（既設品）外観点検



マクロ撮影による弁座外観点検
・キズ、割れなし

（3）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）との当たり

・弁座



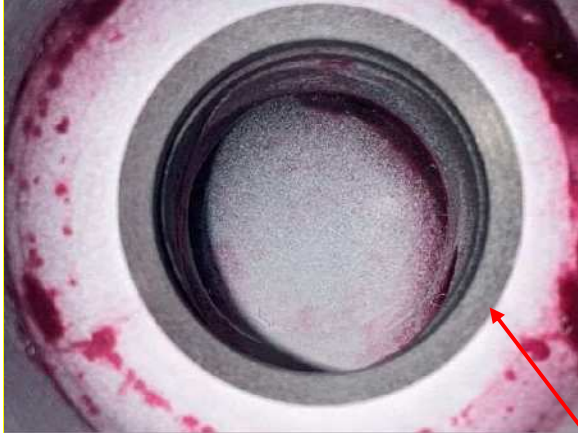
シート面の当たり確認
・シート面の密着状態は良好

・弁体



（４）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）の浸透探傷試験

・弁座



・弁体



浸透探傷試験（弁座・弁体）
・指示模様なし

2. ベント弁C 分解点検（グラウンドパッキン等の消耗品の取替を実施）

（1）弁体（定検取替品）外観点検



- ・キズ、割れなし
- ・腐食、打こんなし
- ・異物なし

・マクロ撮影による外観点検（弁体）



- マクロ撮影による弁体外観点検
- ・キズ、割れなし

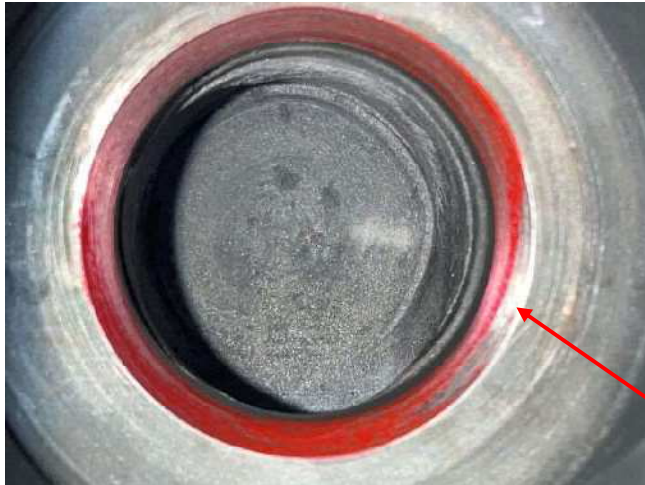
（2）マクロ撮影による弁座（既設品）外観点検



マクロ撮影による弁座外観点検
・キズ、割れなし

（３）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）との当たり

・ 弁座



シート面の当たり確認
・ シート面の密着状態は良好

・ 弁体



（４）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）の浸透探傷試験

・ 弁座



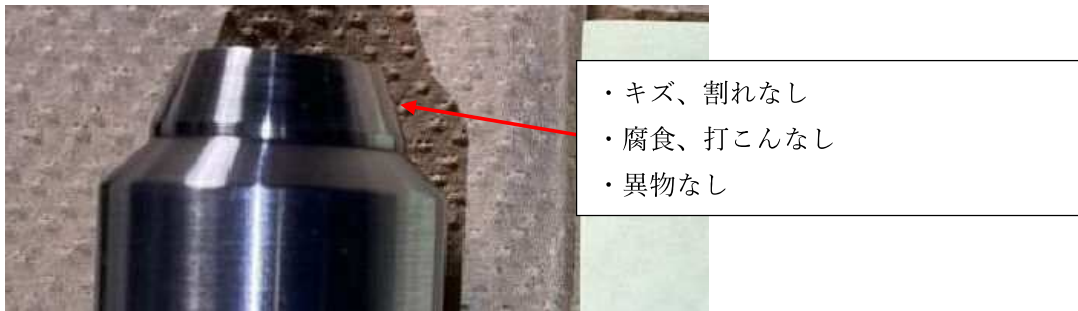
浸透探傷試験（弁座・弁体）
・ 指示模様なし

・ 弁体



3. ベント弁D 分解点検 (グランドパッキン等の消耗品の取替を実施)

(1) 弁体 (定検取替品) 外観点検



・マクロ撮影による外観点検 (弁体)



マクロ撮影による弁体外観点検
・キズ、割れなし

（2）マクロ撮影による弁座（既設品）外観点検



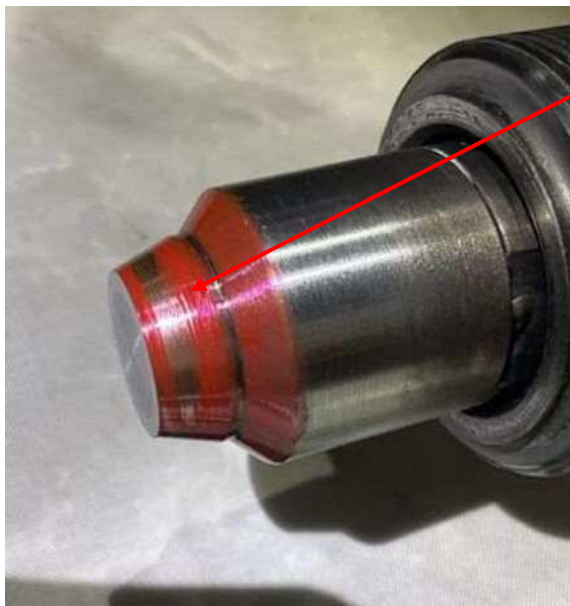
マクロ撮影による弁座外観点検
・キズ、割れなし

（３）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）との当たり

・弁座



・弁体



シート面の当たり確認
・シート面の密着状態は良好

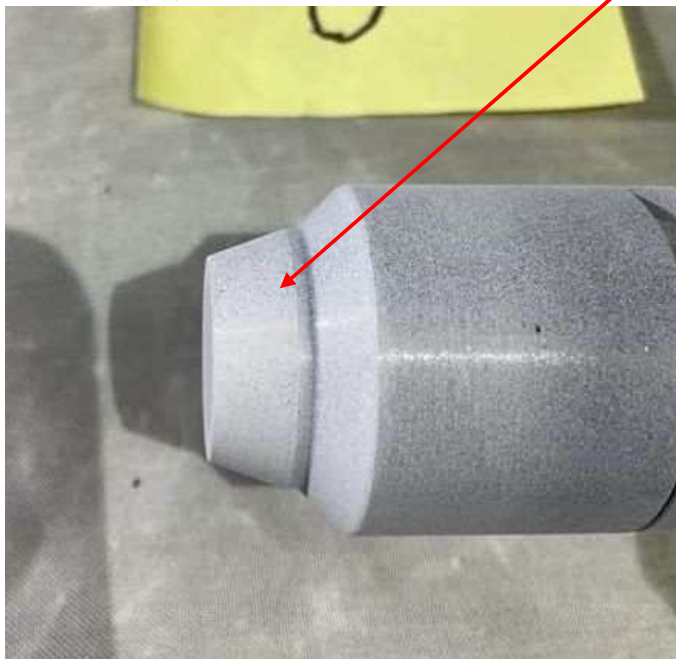
（４）弁座（既設品）と弁体（定検取替品）の浸透探傷試験

・弁座



浸透探傷試験（弁座・弁体）
・指示模様なし

・弁体



弁箱取替えの判定基準（4V-MS-534A～D）について

1. 判定基準

- 目視点検：表面に有意な欠陥がないこと。
 浸透探傷試験：機能・性能に影響を及ぼすものでないこと。
 当たり確認：当たりに切れ目が無く均一であること。

2. 点検結果（4V-MS-534A～D）

（１）４号 17 回分解点検

	4V-MS-534A	4V-MS-534B	4V-MS-534C	4V-MS-534D
目視点検	良	良	良	良
浸透探傷試験	良	良	良	良
当たり確認	良	良	良	良

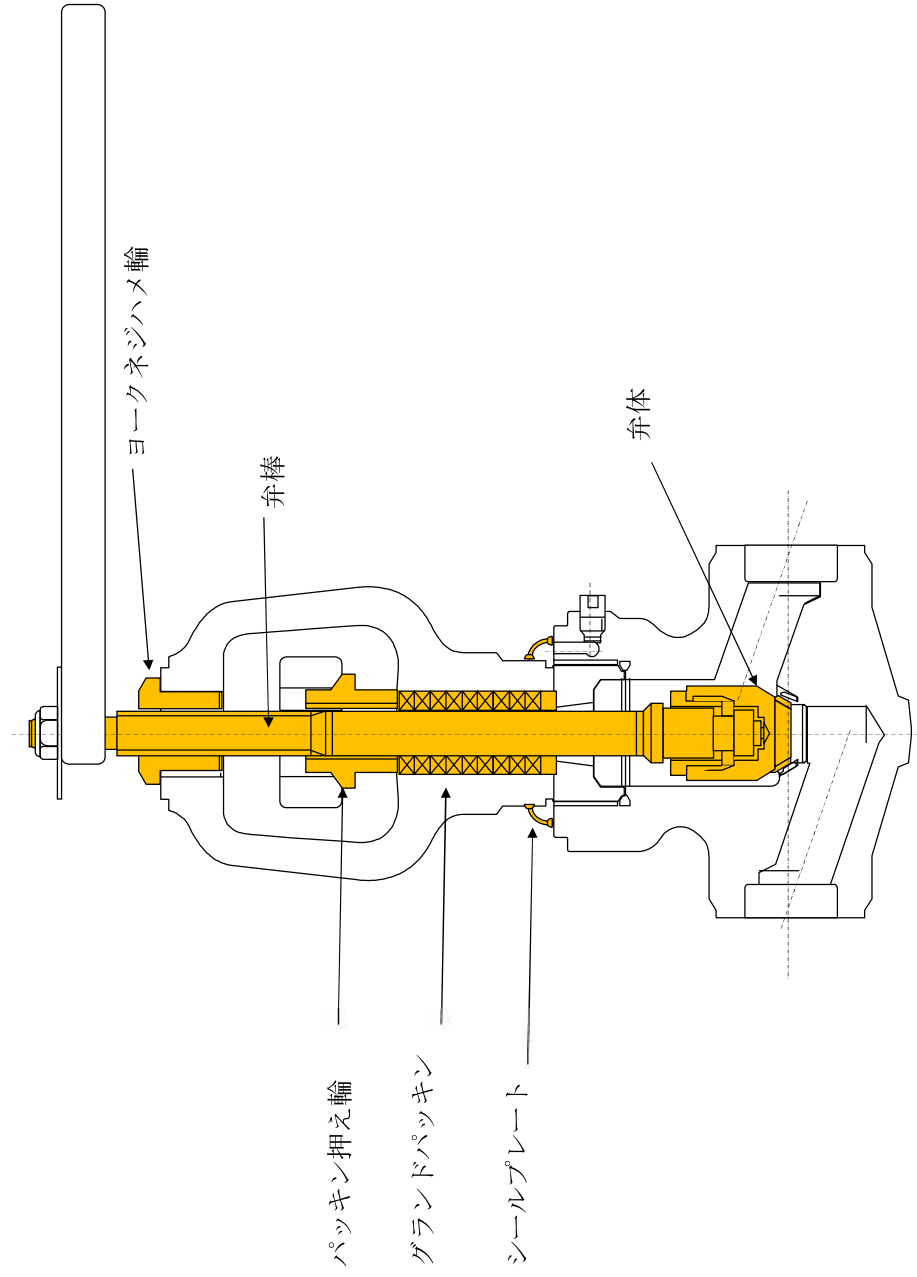
（２）追加点検（弁折損後）

	4V-MS-534A	4V-MS-534B	4V-MS-534C	4V-MS-534D
目視点検	良	良	良	良
浸透探傷試験	良	良	良	良
当たり確認	良	良	良	良

3. 弁箱取替え要否の判断について

1. 2. より弁箱取替え不要とし、弁箱の取替えは行わない。

4V-MS-534B の取替部品 (着色部)



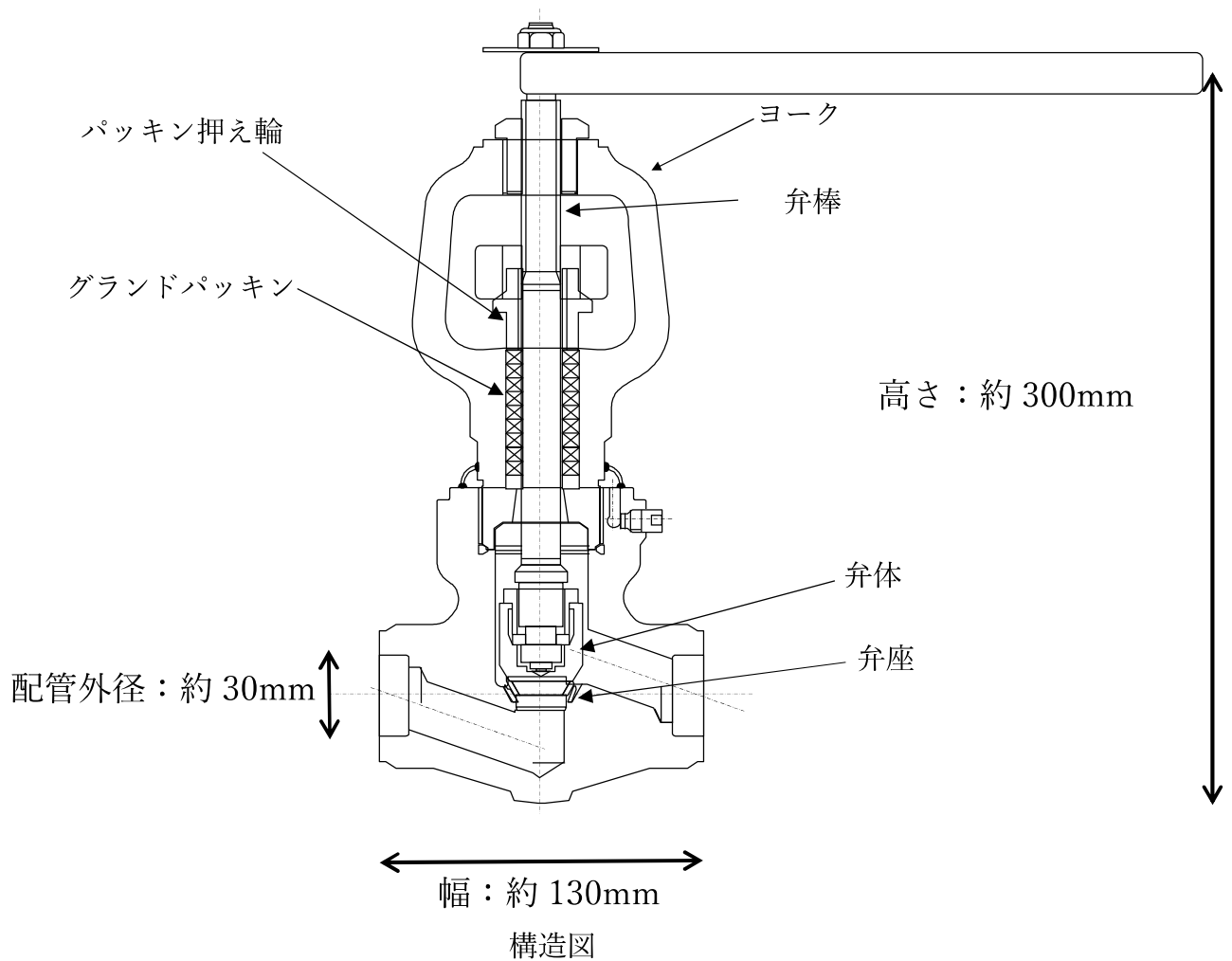
※玄海 4 号機第 17 回定期検査における分解点検時取替部品と同様の構成部品を取り替え

主蒸気隔離弁ベント弁の諸元

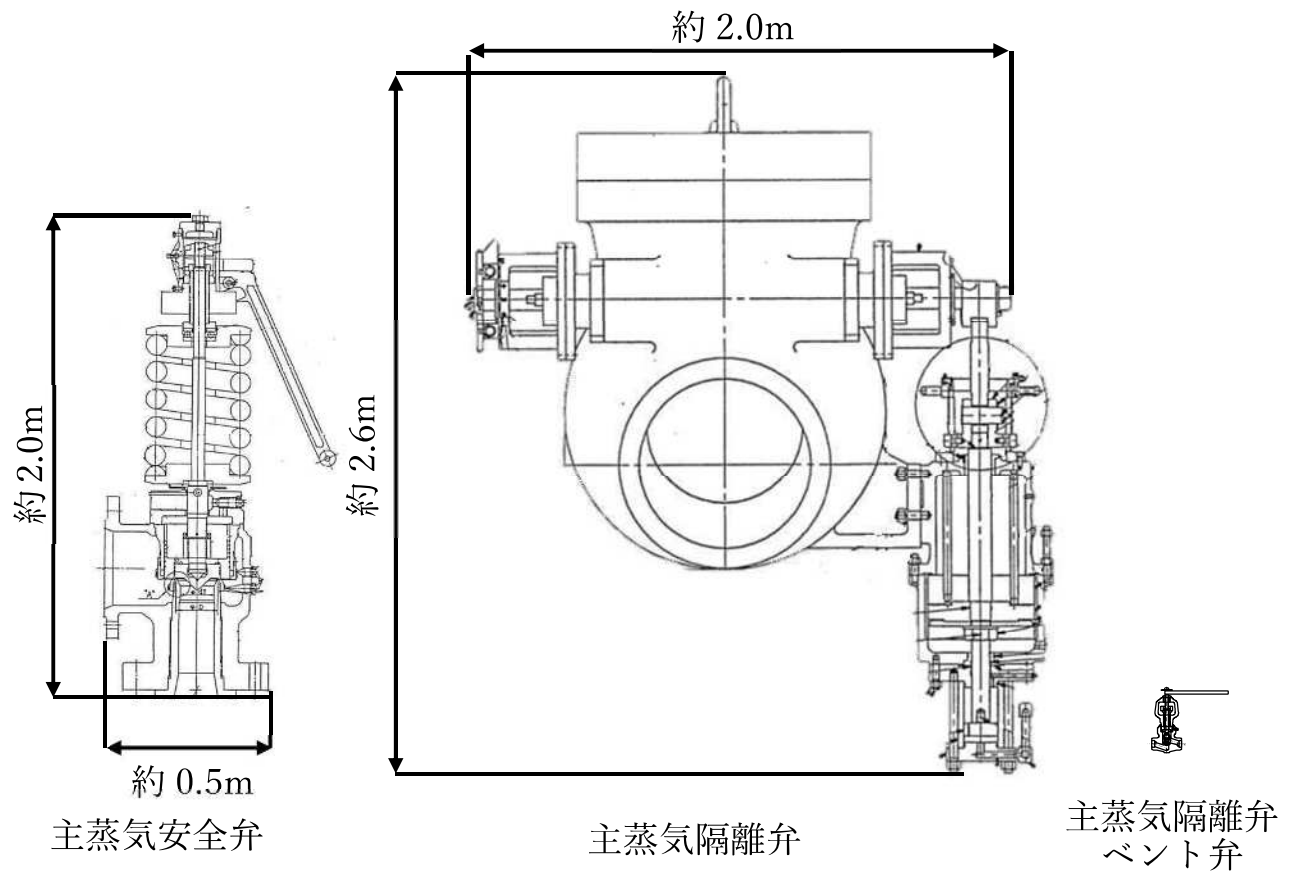
主蒸気隔離弁ベント弁の諸元は以下のとおり。

主な仕様

材質	弁箱	炭素鋼
	弁体・弁棒	ステンレス鋼
	パッキン押え輪	ステンレス鋼
呼び径		20A



主蒸気安全弁、主蒸気隔離弁との大きさの比較イメージ図

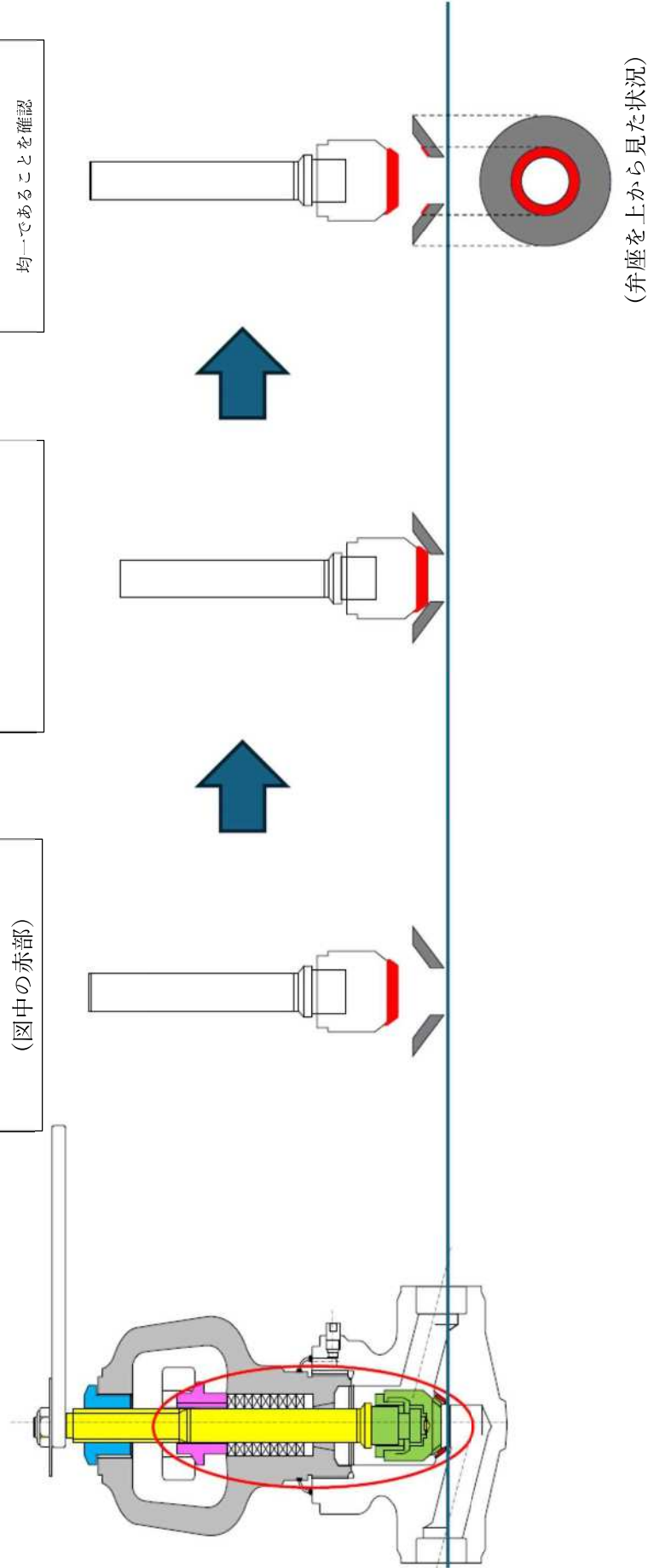
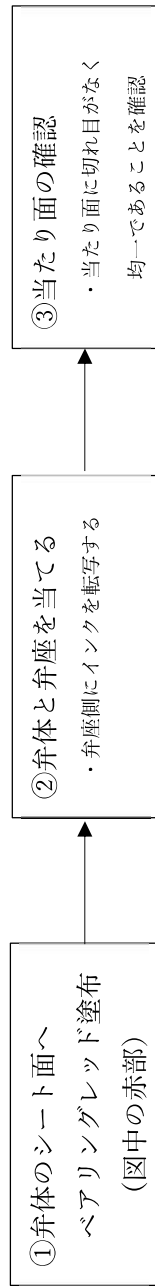


以 上

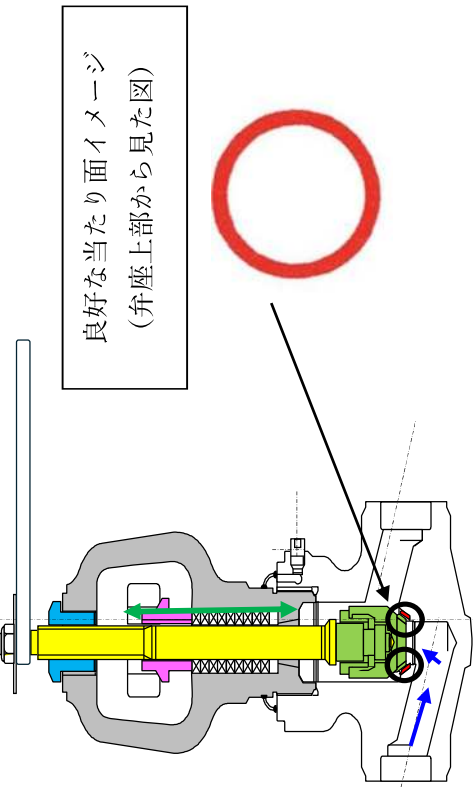
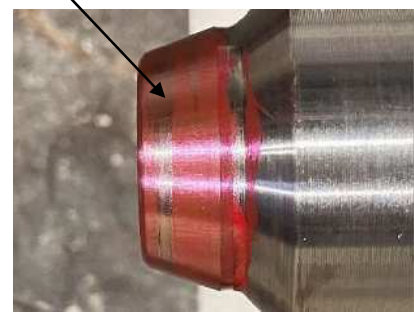
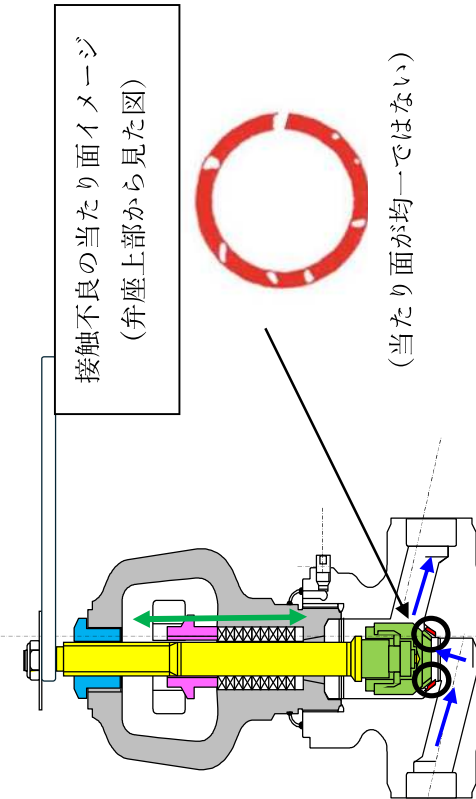
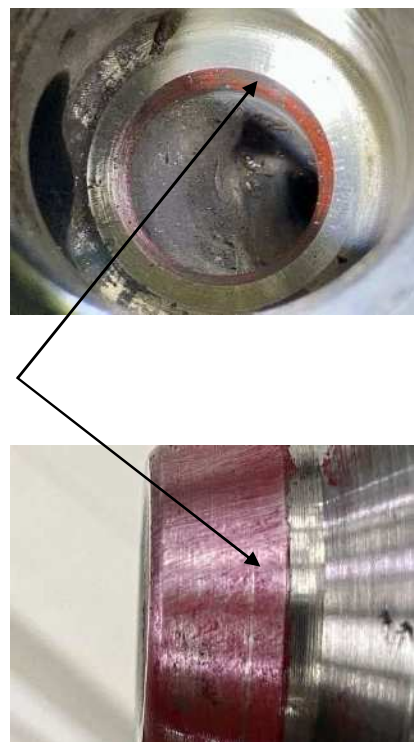
弁体と弁座の当たり確認の方法及びベント弁 B に関する評価について

1. 当たり確認手順

弁シート面における、当たり確認手順は以下のとおり。



2. 当たり確認結果

良い例：接触痕が均一	悪い例（接触不良）
当たり面が均一であれば、弁体及び弁座シート面に、シート機能に影響するゆがみや変形はない。  ○実際の例  当たり面が切れ目なく均一	芯ずれや加工不良、シート機能に影響するゆがみや変形があった場合は、当たり面が均一でない結果となる。  ○実際の例  当たり面に切れ目があり、均一ではない

【参考】すり合わせ方法

弁体：旋盤加工 A photograph of a large industrial lathe machine in a workshop. A large, dark, cylindrical workpiece is mounted on the lathe bed and is rotating. The machine is made of heavy metal and has various adjustment knobs and tools visible. A close-up photograph of a precision-machined metal part, likely a valve body. It has a complex, multi-faceted shape with a central cylindrical section and several smaller, angled sections. The surface is highly polished and reflective.	弁座：すり合わせ A photograph showing a person wearing a blue uniform and white gloves working on a valve seat. The person is using a tool to grind or finish the surface of the valve seat, which is mounted on a large, dark metal block. A photograph of a T-shaped grinding tool, likely used for grinding valve seats. It has a long, thin handle and a wider, flat base. すり合わせ工具
---	---

3. ベント弁 B に関する評価
弁体の旋盤加工及び弁座のすり合わせを行い、弁体及び弁座シート面の当たり面が均一であることを確認した。

弁体（新品）	弁座（既設品）
	

以上

ベント弁Ａ～Ｄの分解点検以降の操作実績聞き取り調査

第 17 回定期検査におけるベント弁Ａ～Ｄの分解点検以降の操作実績は以下のとおり。
第 17 回定期検査においては、ベント弁Ｂのみ補助工具を用いて増し締め操作を実施した。

○2025 年 9 月 22 日：１次冷却材系統漏えい検査前の系統水張り

ベント弁	操作内容（補助工具使用の有無）	系統圧力・温度	漏れの有無※ ¹
A	閉確認（使用なし） 閉⇒開（使用なし） 開⇒閉（使用なし） 閉⇒微開⇒閉※ ² 増し締めなし	0.1MPa、40℃※ ³	操作後漏れなし
B	閉確認（使用なし） 閉⇒開（使用なし） 開⇒閉（使用なし） 閉⇒微開⇒閉※ ² 増し締めなし		操作後漏れなし
C	閉確認（使用なし） 閉⇒開（使用なし） 開⇒閉（使用なし） 閉⇒微開⇒閉※ ² 増し締めなし		操作後漏れなし
D	閉確認（使用なし） 閉⇒開（使用なし） 開⇒閉（使用なし） 閉⇒微開⇒閉※ ² 増し締めなし		操作後漏れなし

※¹：漏れの有無は閉止キャップ継手に取り付けたホースへの流出がないことにて確認

※²：３号機事象を踏まえ、１次冷却材系統漏えい検査前の主蒸気隔離弁ベント弁までの水張り時に、ベント弁を開弁し通水を行い、弁のシート面から異物を除去するため実施

※³：系統温度は直接計測できないことから、原子炉側水温(余熱除去冷却器入口温度)から推定

○2025 年 9 月 28 日：主蒸気安全弁機能検査準備（検査装置取り付け）

ベント弁	操作内容（補助工具使用の有無）	系統圧力・温度	漏れの有無※ ⁴
A	閉確認： <u>増し締め（使用なし）</u> 閉⇒開（使用なし）	6.5MPa、282.5℃※ ⁵	操作前漏れなし
B	閉確認： <u>増し締め（使用なし）</u> 閉⇒開（使用なし）		操作前漏れなし
C	閉確認： <u>増し締め（使用なし）</u> 閉⇒開（使用なし）		操作前漏れなし
D	閉確認： <u>増し締め（使用なし）</u> 閉⇒開（使用なし）		操作前漏れなし

※⁴：漏れの有無は閉止キャップ取外しにて確認※⁵：系統温度は直接計測できないことから、原子炉側水温（ループ温度）から推定

○2025 年 9 月 28 日：主蒸気安全弁機能検査復旧（検査装置取り外し）

ベント弁	操作内容（使用工具）	系統圧力・温度	漏れの有無※ ⁶	弁棒折損
A	開⇒閉（使用なし） <u>増し締めなし</u>	6.5MPa、282.5℃※ ⁷	操作後漏れなし	なし
B	開⇒閉（使用なし） <u>増し締め</u> <u>（補助工具（ウィルギ、パイプ型））</u>		操作後 シート漏れあり※ ⁸	※ ⁸ あり
C	開⇒閉（使用なし） <u>増し締めなし</u>		操作後漏れなし	なし
D	開⇒閉（使用なし） <u>増し締めなし</u>		操作後漏れなし	なし

※⁶：漏れの有無は検査用主蒸気圧力計元弁の開操作にて確認※⁷：系統温度は直接計測できないことから、原子炉側水温（ループ温度）から推定※⁸：ベント弁 B のシート漏れのため点検し、弁棒取替済

以 上

玄海3号機第18回定期検査時における事象の対策実施状況（4号機第17回定期検査時）

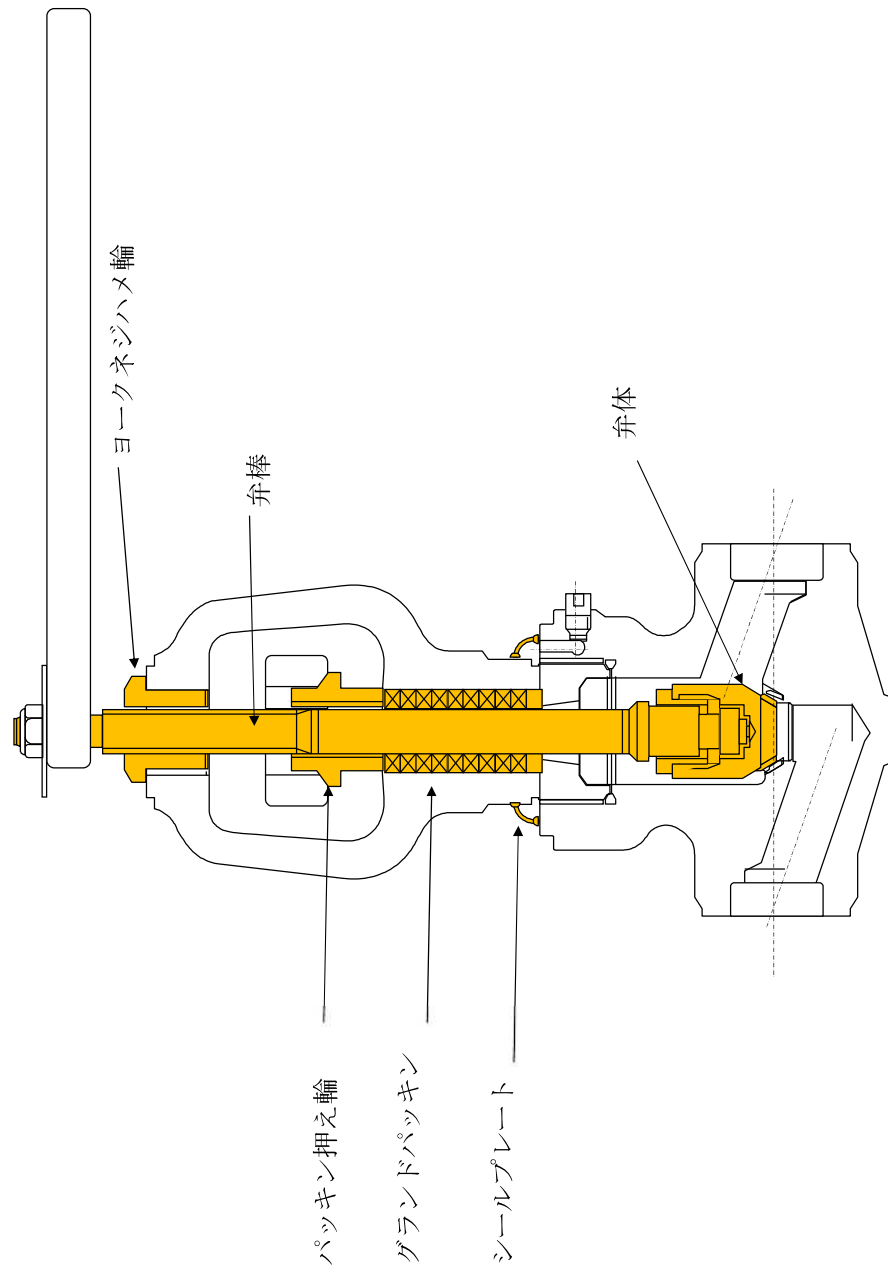
(1) シート漏れに対する対策

対 策	4号機第17回定期検査時の実施状況	備 考
1 次冷却材系統の漏えい検査前の主蒸気隔離弁ペント弁までの水張り時に、ペント弁を開弁し通水を行い、弁のシート面から異物を除去することで、異物の噛み込みを可能な限り低減させることとする。	9/22 各1分間程度のフラッシングを実施（フラッシング方法） ペント弁を微開状態で通水し、ホースにて通水状態を目視確認。	

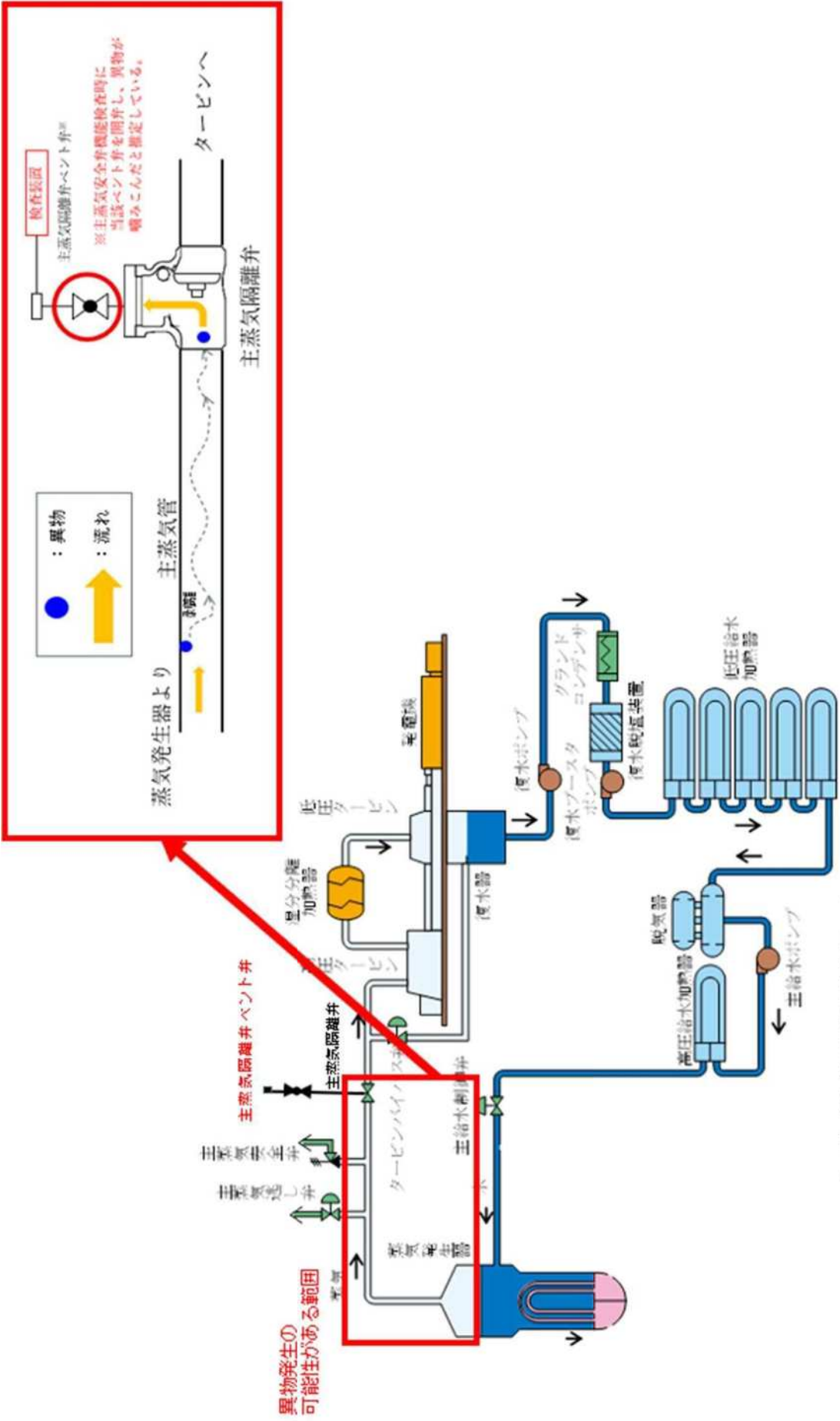
(2) 弁の構成部品の固着及び変形に対する対策

対 策	4号機第17回定期検査時の実施状況及び結果	備 考
鋼管等を使用した締め込み操作を禁止する。	使用禁止としている鋼管等を用いた締め込み操作はしていないが、補助工具を用いた増し締め操作時に弁棒が折損した。	
閉弁操作時の補助工具の使用に係る運用について、周知・教育を実施する。	玄海3号機第18回定期検査時及びその後の異動者に対して、補助工具の使用に係る運用について周知・教育を実施したが、弁棒が折損した。	
閉弁操作時に補助工具を使用する場合は、管理職の指示のもと増し締め操作を実施したが、弁棒が折損した。	保修部担当者が補助工具を使用する際、保修部管理職指示のもと増し締め操作を実施したが、弁棒が折損した。	
閉弁操作時はヨークネジハメ輪の状態を確認しながら慎重に増し締め操作を実施することとする。	ヨークネジハメ輪の状態を確認しながら増し締め操作を実施した。 なお、操作時に変形等の異常は見られなかった。	
弁棒とパッキン押え輪の間及び弁棒とヨークネジハメ輪の固着のリスクを低減させるため、定期的な分解点検の実施を保全計画へ反映し、分解点検時に必要に応じて部品の取替を実施する。	3号機事象を踏まえ、今定期検査において当該の分解点検を実施し、弁体、弁棒等の取替を実施。今後、分解点検を1回／5定検の頻度で実施していくことで、保全計画へ反映する。	取替部品については、「4V-MS-534A,B,C,D 今定期検査時の取替部品（着色部）」参照

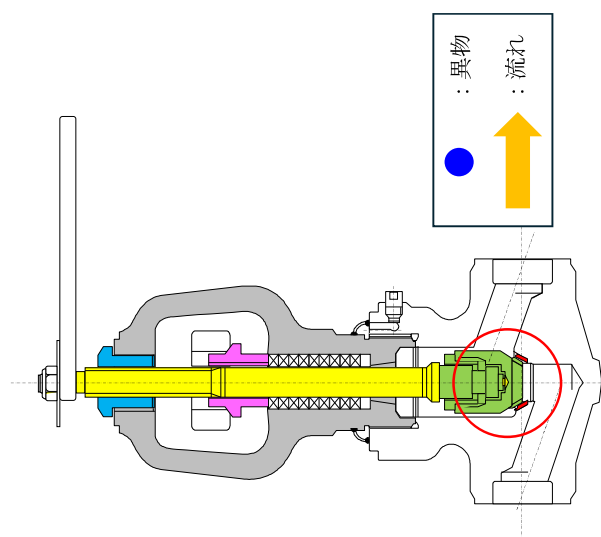
4V-MS-534A, B, C, D 今定期検査時の取替部品（着色部）



主蒸気隔離弁ベント弁への異物噛み込みメカニズムについて



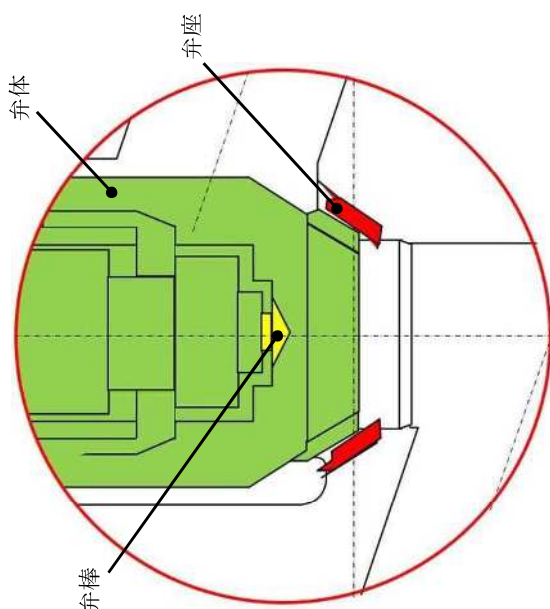
2次系概略系統図



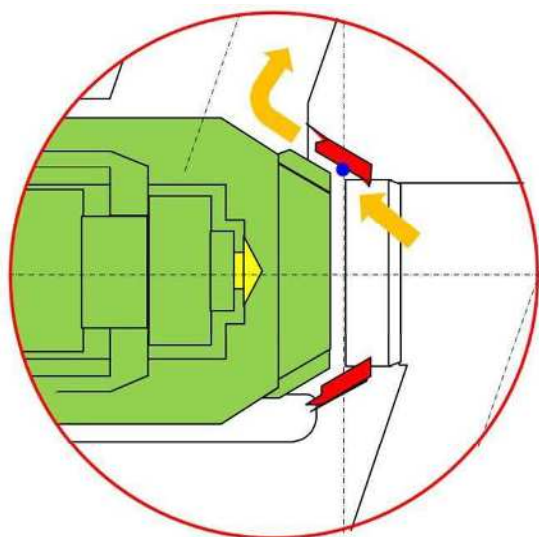
<今回の事象>

- ③ 「閉」：異物噛み込み
 ⇒ リークパスによるシート漏れ
 ⇒ 異物の噛み込みにより締め付けトルクに
 よる力が極小さい異物の面積に集中し
 非常に大きな面圧が発生したと推定

① 「閉」

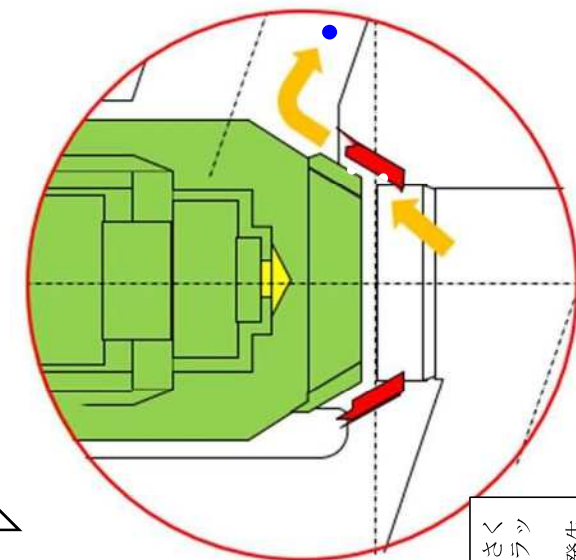


② 「開」：異物浸入

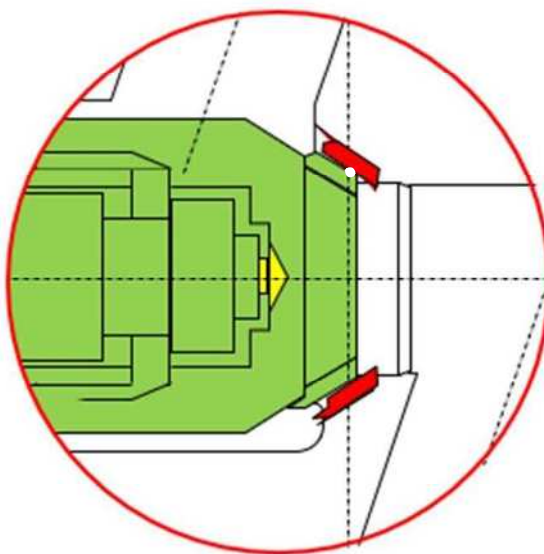


参考：
開とした場合

④ 「開」：異物が押し出される



⑤ 「閉」：シート漏れなし



発生した面圧は、弁締め込みによる弁体の接触面の変化等により小さくなるものの、弁体（ステライト）と同等以上の硬さを持つ異物（スラッジ：酸化鉄）との間で、ステライトの塑性変形に至る圧縮応力（約 $1.7 \times 10^3 \text{MPa}$ （メーカ値））を超える面圧が加わり、弁体側に傷が発生したと推定される。

異物低減のための更なる取り組みについて

今回の事象は、配管等に付着しているスケールが剥がれ、そのスケールが主蒸気隔離弁ベント弁のシート面に付着したことで、シート漏れが生じたものと推定している。

発電所構成材料の腐食を抑制し、そこから発生する鉄を低減することで、配管等へのスケールとしての付着を低減することを目的に、玄海 3 / 4 号機では通常運転中の高 pH 運転※や定期検査中の水質管理を適切に実施している。

※：発電所におけるスケールの主成分は、鉄であり、鉄の腐食速度は pH に強く依存し、pH が高くなるにつれて腐食速度が低下することから、系統内の pH を高くすることで給水の鉄濃度が低減される。

高 pH 運転については、玄海 3 号機では第 17 運転サイクル、玄海 4 号機では第 16 運転サイクルから開始しており、高 pH 運転開始前と比較して、給水の鉄濃度は約 1 / 5 に低減されており、スケールの生成による異物発生の低減に大きく寄与していると考えられる。(表 1 参照)

表 1 高 pH 運転導入前後の鉄濃度

給水中の 鉄濃度比較	高 pH 運転導入前	高 pH 運転導入後
	約 2 ～ 4 ppb	約 0.3～0.9 ppb

今回の事象を受け、更なる異物低減を目的に、定期検査中の蒸気発生器（2 次側）の水質管理について以下のとおり運用変更を行うこととする。

- ・蒸気発生器（2 次側）保管時の還元性雰囲気（腐食防止）の強化のため、水張り時のヒドラジン（脱酸素剤）の濃度を 30ppm から 50ppm へ変更する。
- ・プラント起動時の蒸気発生器（2 次側）への腐食生成物の更なる持込み防止のため、鉄濃度及び濁度の管理値を変更する。

鉄濃度：100ppb 未満から 50ppb 未満へ変更

濁 度：1 ppm 未満から 0.5ppm 未満へ変更

以 上

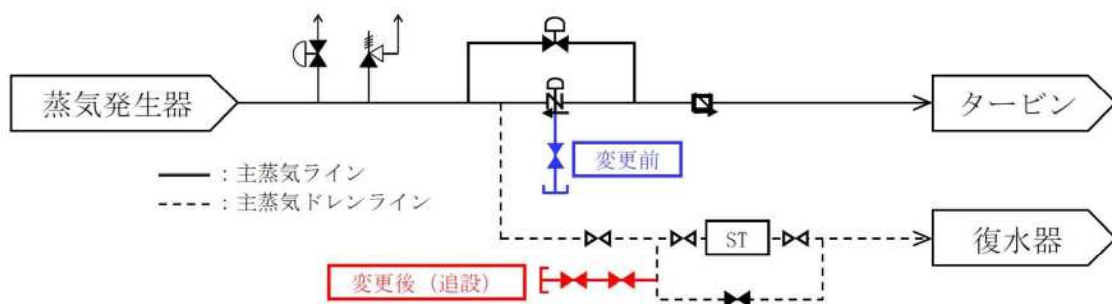
主蒸気安全弁機能検査における系統構成の変更について

1. 概 要

主蒸気安全弁機能検査において、主蒸気圧力取出口として主蒸気隔離弁ベント弁を使用していたが、3号機第18回定期検査及び4号機第17回定期検査中に主蒸気隔離弁ベント弁を閉止した際にシート漏れが発生したことから、主蒸気圧力取出口としてより適切な箇所がないか検討し、以下の箇所を計画している。

2. 新たな主蒸気圧力取出口

主蒸気管ドレンラインに分岐配管と弁を追設（赤色部）し、新たに設置する当該箇所を主蒸気圧力取出口とする。当該箇所を新たな主蒸気圧力取出口とすることで隔離可能な構成となる。



【弁追設概要図（イメージ）】

3. 工事実施時期（計画）について

現場調査（成立性確認）を実施し、詳細設計、材料手配、工場製作等を実施したうえで、3、4号機ともに次回の定期検査で工事を実施する計画としている。

以 上

主蒸気隔離弁ベント弁のシート面等の洗浄について

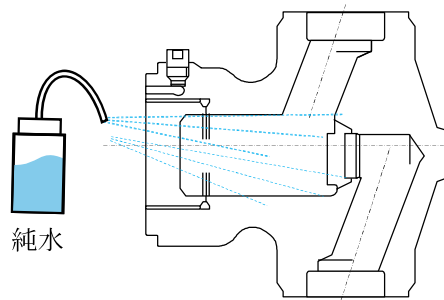
1. 概要

これまでに玄海原子力発電所で発生した主蒸気隔離弁ベント弁（以下「ベント弁」）からの微小のシート漏れ事象を踏まえ、ベント弁のシート面等の洗浄を実施する。

2. 洗浄手順

（1）純水洗浄

- ・ 弁箱について、純水でシート面周辺及び接続配管を洗浄する。
- ・ 弁体について、純水でシート面周辺を洗浄する。



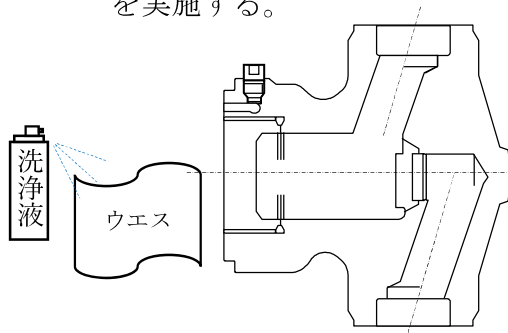
（弁箱洗浄）



（弁体も同様に洗浄）

（2）専用の洗浄液による洗浄

- ・ 弁箱及び弁体について、専用の洗浄液（FR-U）とウエスを用いてシート面周辺を洗浄する。
- ・ 弁箱内については、ファイバースコープを用いて、シート面周辺及び接続配管内（ファイバースコープ稼働可能範囲）の異物確認を実施する。



（弁箱洗浄）



（弁体も同様に洗浄）

以 上

○洗浄手順

①洗浄前の内部確認※



※ファイバースコープによる内部確認

②純水による洗浄



③洗浄液による洗浄



④洗浄後の内部確認※



※ファイバースコープによる内部確認

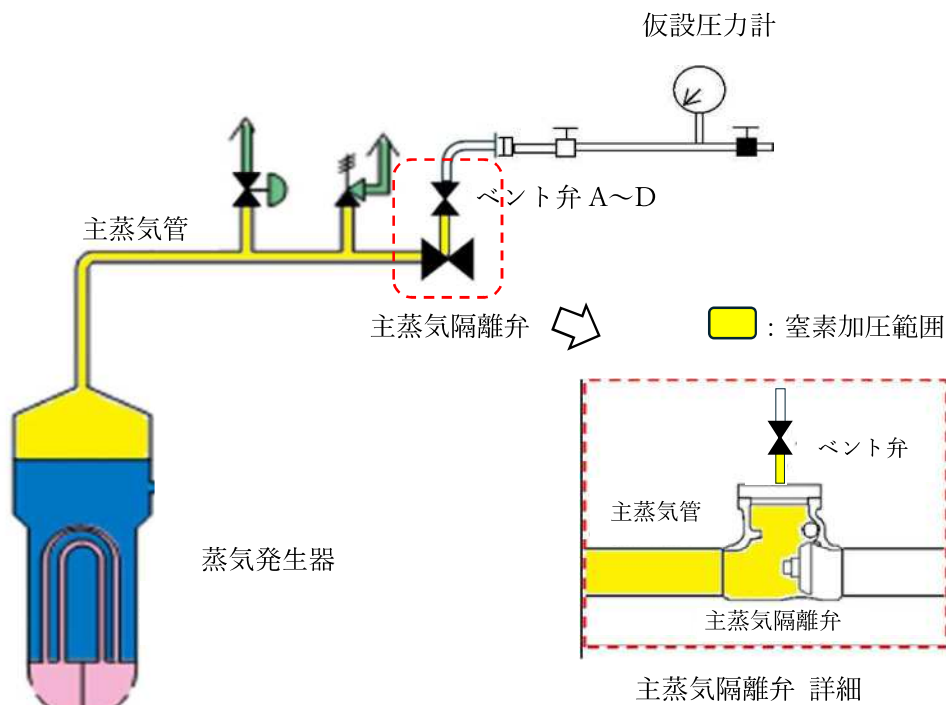
主蒸気隔離弁ベント弁の健全性確認（低温低圧時）について

1. 概要

これまでに玄海原子力発電所で発生したベント弁からの微少のシート漏れ事象を踏まえ、低温低圧時に実施可能な健全性確認として、下記の要領で漏えい確認を実施する。

2. 漏えい確認要領

- (1) 実施時期：蒸気発生器（2次側） 窒素加压時（窒素圧力約 0.2MPa）
- (2) 実施要領
 - ・ベント弁 A～D 下流の継手に、仮設圧力計を取付ける。
 - ・蒸気発生器（2次側）を窒素加压後、仮設圧力計にて圧力上昇がないことを確認する。



＜漏えい確認条件＞
窒素圧力約 0.2MPa
圧力計測定範囲 0～0.25MPa

健全性確認（低温低圧時） 系統概要図

以 上

主蒸気隔離弁ベント弁の健全性の監視強化について

1. 概要

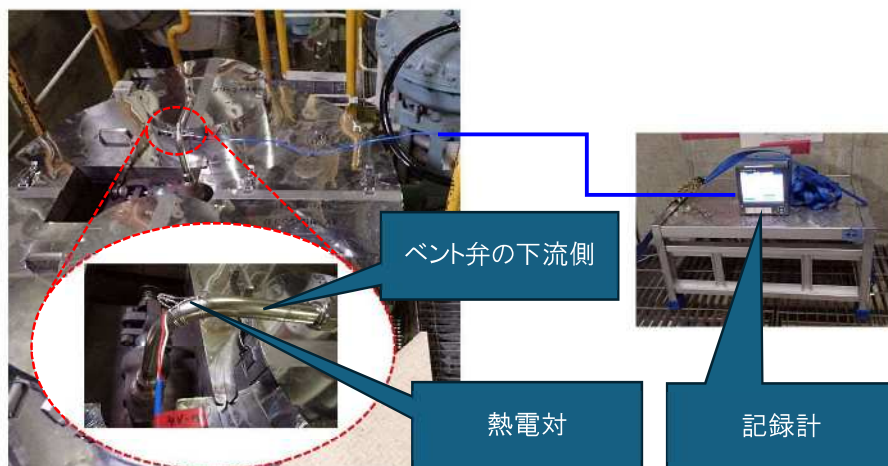
これまでに玄海原子力発電所で発生したベント弁からの微少のシート漏れ事象を踏まえ、今回のプラント起動時における対策として、起動工程から通常運転時におけるベント弁シート面の健全性の監視強化を実施する。

2. 監視強化

起動工程から通常運転時におけるベント弁のシート面の健全性の監視強化は、ベント弁の下流側の温度監視を以下の2項目により実施する。

（1）定検中（ヒートアップ開始前から定格熱出力一定運転到達まで）

- ・ベント弁の下流側に熱電対を設置し、記録計により温度を監視
- ・測定範囲： $-40^{\circ}\text{C} \sim 1200^{\circ}\text{C}$
- ・測定方法は下図のとおり。



（2）運転中（定格熱出力一定運転到達以降）

- ・ベント弁の下流側にサーモラベル※を設置し温度を監視するとともに、定期的に温度測定を実施する。
- ・測定範囲： $100^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$
- ・サーモラベルは下図のとおり。



※特定の温度に達すると色が変わり、温度の変化を視覚的に確認できるラベル

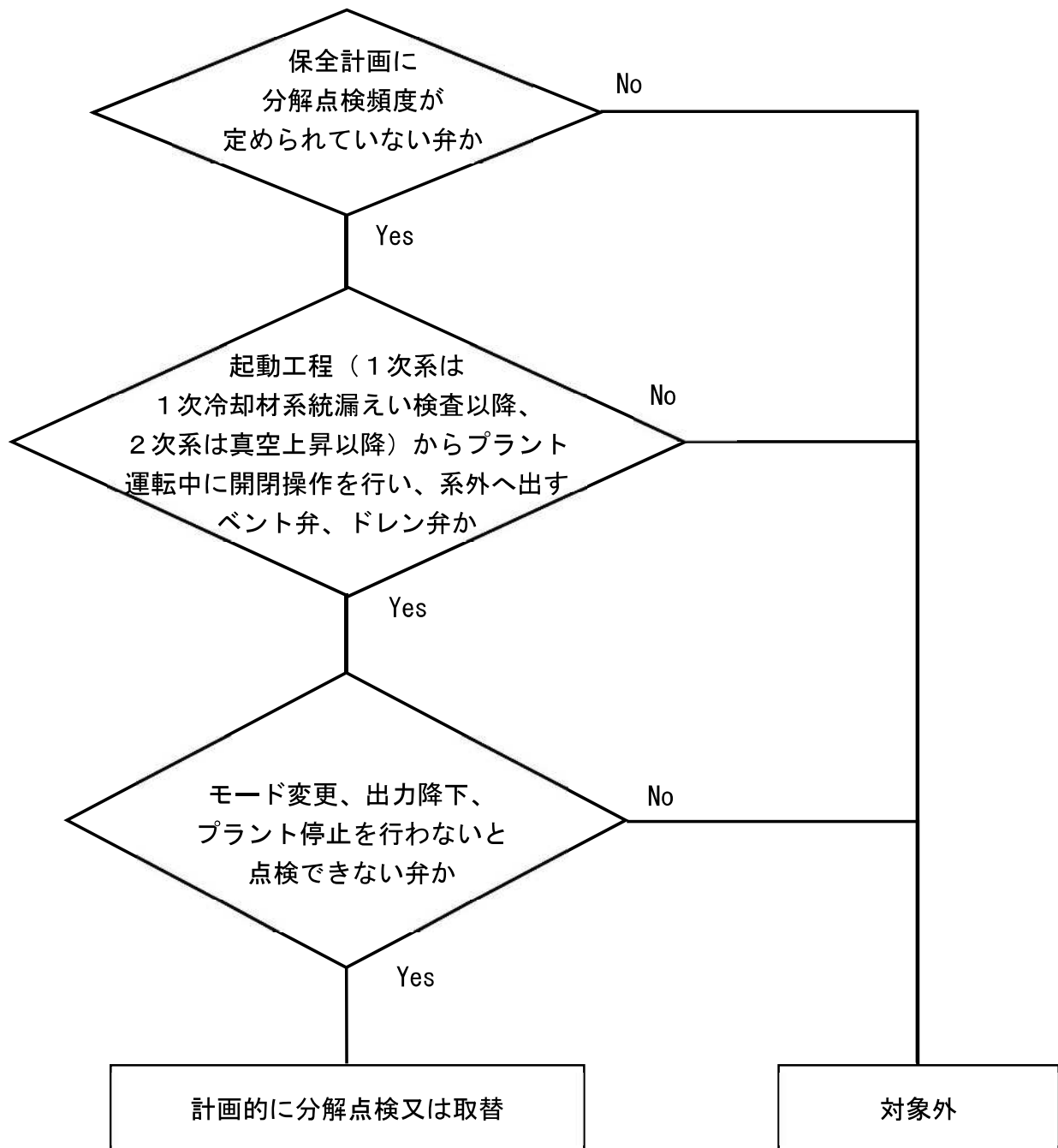
3. 温度上昇時の対応

当該ベント弁で温度上昇が確認され、シート漏れが解消できなかった場合は、通常の定期検査時の停止操作と同様に以下の手順でプラントを停止し、弁の点検を行う。

- ・発電機負荷降下、解列
- ・タービン及び原子炉を停止
- ・系統の降温降圧
- ・点検実施

以　　上

分解点検又は取替要否検討フロー



- ・ 4 A～D 主蒸気隔離弁ベント弁
- ・ 4 号 T/D AFWP 蒸気下流側第 1 ドレントラップバイパス弁
- ・ 4 号 T/D AFWP 蒸気下流側第 2 ドレントラップバイパス弁
- ・ 4 号 T/D AFWP 蒸気下流側第 3 ドレントラップバイパス弁

本事象を受けた教育の充実について

1 目的

玄海原子力発電所3号機 第18回、及び4号機 第17回定期検査時に主蒸気隔離弁ベント弁の弁棒折損事象が続けて発生した。

本事象を受け、3号機にて発生した際に作成した教育内容の充実を図るため、今後、弁操作におけるトルクを体感できるモックアップを新設し、同様な事象の発生を防止することを目的とする。

2 教育対象者

すべての保修部員

3 教育内容

（1）3号機第18回定期検査時事象を踏まえた教育

① 事象概要

- ・事象発生の状況、弁棒折損の状況の写真
- ・推定原因、補助工具（ウィルキー）と鋼管の写真

② 弁操作時の注意事項

- ・原則として手動のみで操作を行うこと。
- ・過大なトルクがかかる補助工具を使用する場合は、管理職立会のもと操作を行うこと。
- ・弁の構造及び特性を理解して操作すること。
- ・一度きりの操作では損傷しない場合であっても、繰り返し過度なトルクが負荷されると疲労破壊につながることを。

（2）4号機第17回定期検査時事象を踏まえて追加する教育

3号機第18回定期検査時事象を踏まえた教育に加え、以下の内容について教育内容を充実化する。

① 弁操作時の許容トルク

弁の仕様（弁棒の材質、寸法等）を考慮した、増し締め操作時の弁棒に対する許容トルクに関する理解を深める。

○弁の仕様（弁棒の材質、寸法等）を考慮した弁操作時の許容トルク表を作成し、以下の観点で許容トルクに関する理解を深める。

- ・弁の仕様（弁棒寸法）の違いによる許容トルクの違い
- ・許容トルクは温度に依存する（高温状態においては許容トルクが低下）こと

② モックアップを用いた弁操作体感訓練の実施

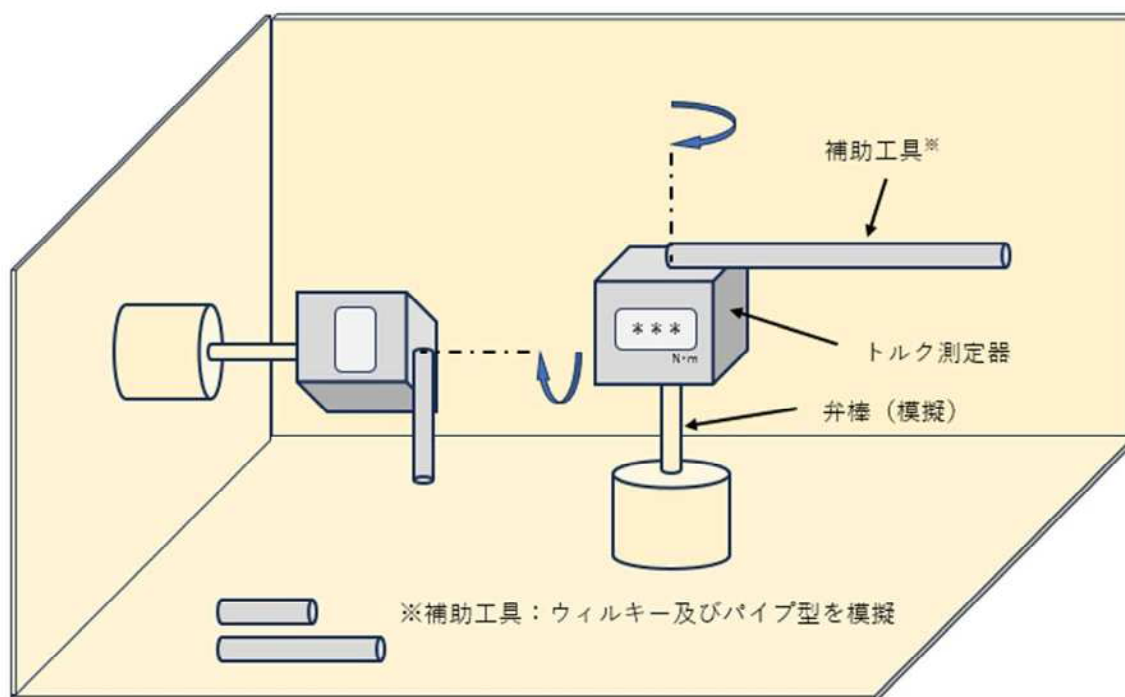
自身の操作により弁棒へ加わるトルク値を確認する。

○弁棒を模擬した治具にトルク測定器を取り付ける。

○補助工具の長さを模擬し、弁棒までの距離を変えて力を加える。

○弁棒へ加わるトルク値を確認する。

- ・力の加え方の違いによる変化
- ・補助工具の長さの違いによる変化
- ・弁の取付位置（操作姿勢）の違いによる変化

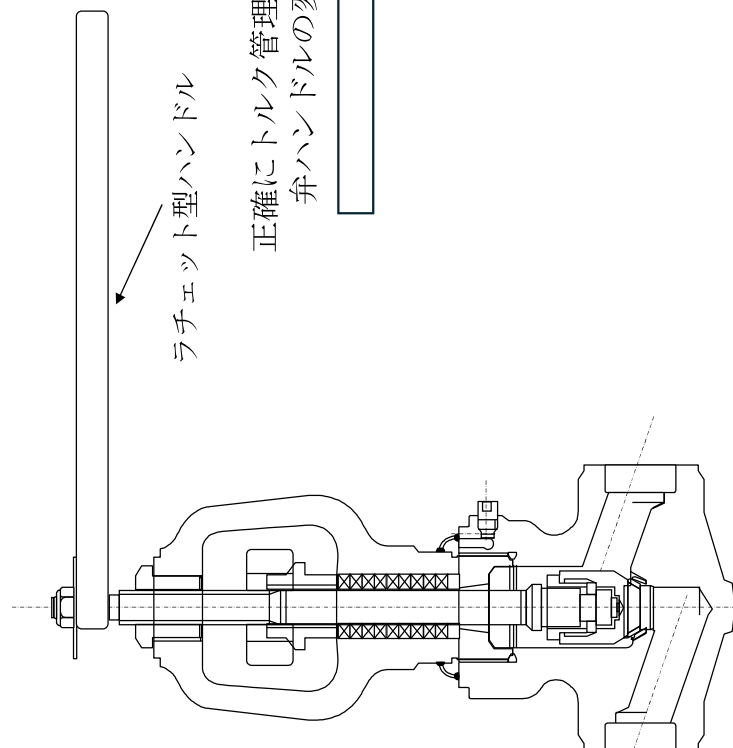


体感訓練のモックアップイメージ図

以 上

ベント弁 A～D のハンドル変更について

【変更前】



正確にトルク管理ができるよう
弁ハンドルの変更を実施



【変更後】

