

ALPS処理水希釈放出設備 B群循環攪拌運転時のA群タンクの水位低下について

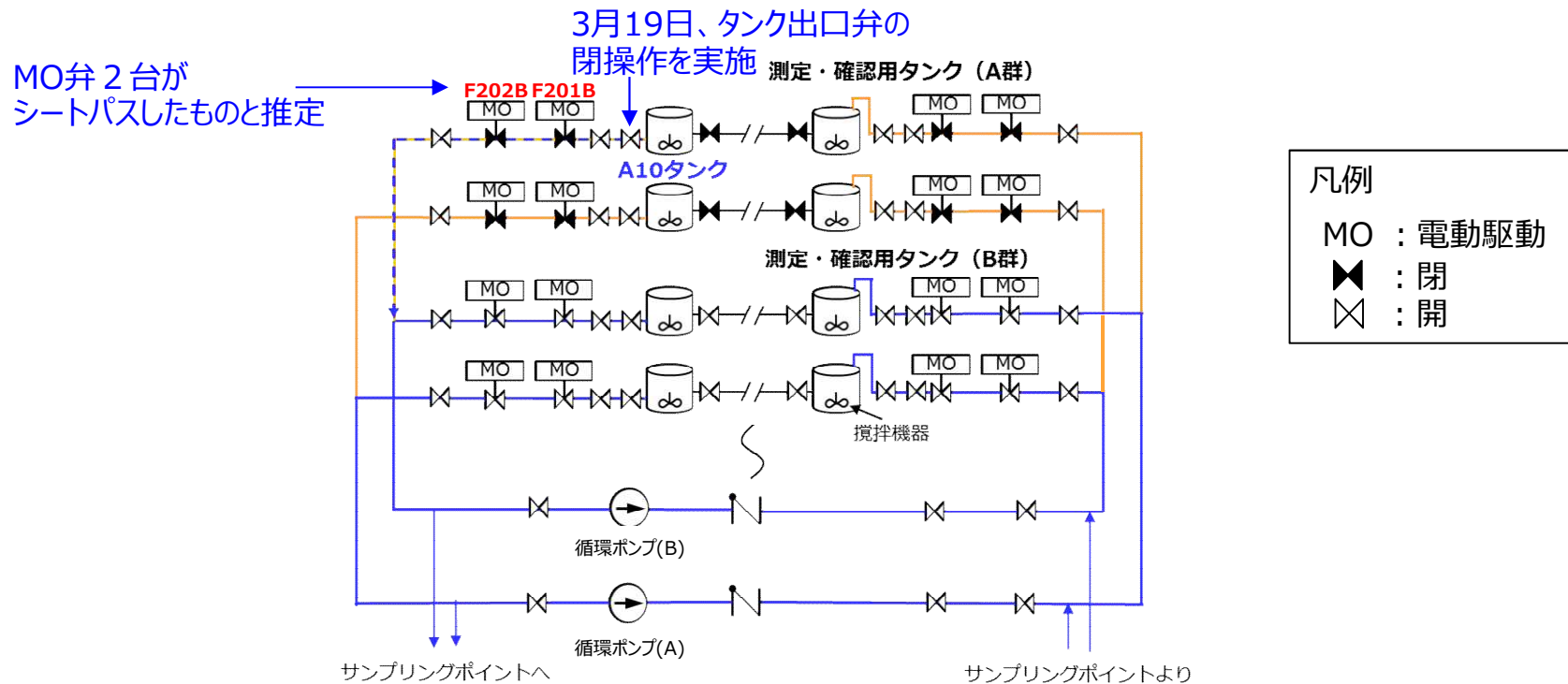
2023年3月31日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

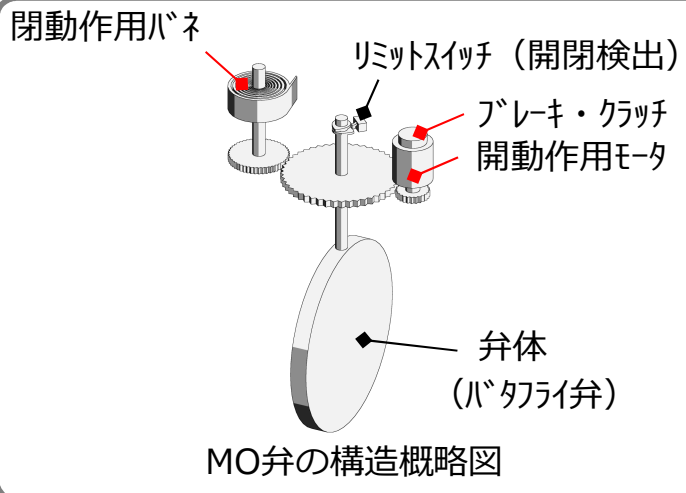
事象概要：測定・確認用タンク（A10タンク）水位低下について

- 3月17日 午前11時頃より測定・確認用タンクB群についてサンプリングのための循環攪拌運転を開始。
- 3月19日 午前0時頃、待機中のタンクA群「A10タンク」の水位が約10cm低下していることを、当社運転員が免震重要棟の集中監視室にて確認。
- 3月19日 午前1時58分、当社運転員が「A10タンク」出口弁を閉操作し、それ以降、「A10タンク」の水位低下が停止したことを確認。
- 「A10タンク」出口弁を閉操作したことでタンクの水位低下が停止したこと、外部漏えいがないこと、その他のタンクA群・C群の水位が変動していないことから、タンクA群の隔離弁である電動弁（閉状態）がシートパスして、循環ラインを通じてタンクB群に約8m³流入したと推定（その後、タンクB群の水位計でも約8m³増加を確認）。
- 循環攪拌運転の基点を3月19日午前1時58分に変更し、3月27日にタンクB群の試料採取を実施。その後、原因調査のため、シートパスの可能性がある電動弁2台について分解点検を実施。



タンクA群とB群のライン構成、タンクA群の隔離措置

MO弁の構造



- 当該MO弁はスプリングリターン方式のバタフライ弁であり、“開”は電動、“閉”はバネにより動作する。
- また、電動機側と弁体側の駆動軸を結合するカップリングボルトの締め込みを緩めることにより、手動操作への切り替が可能。

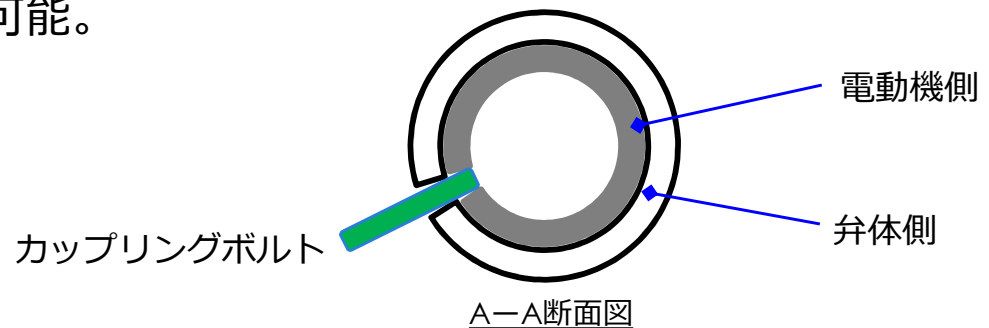


写真1 弁全体

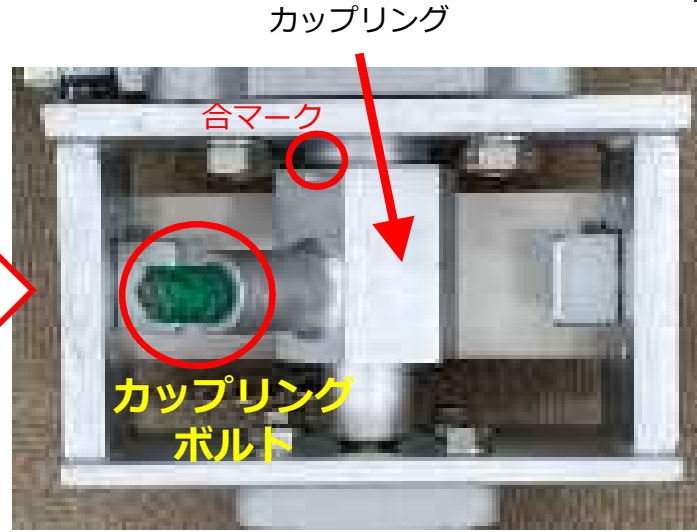
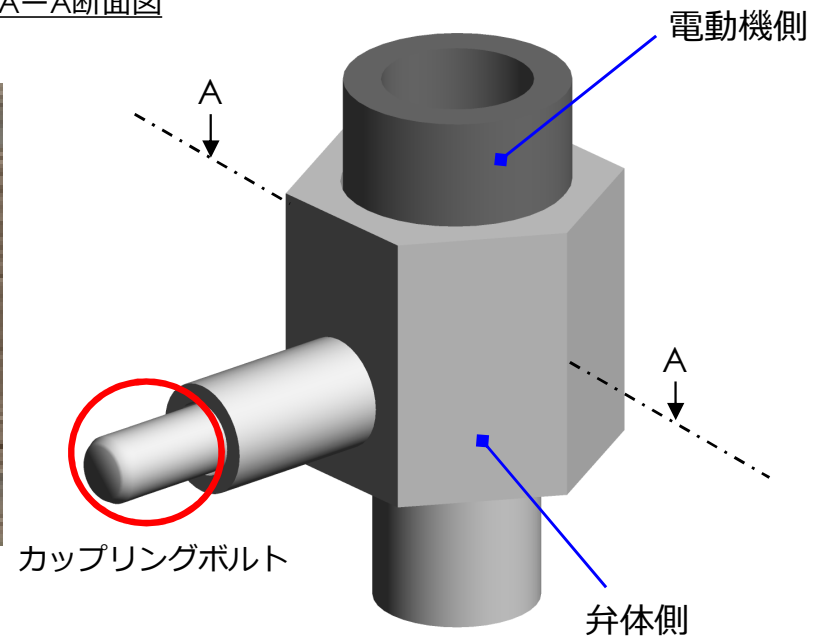


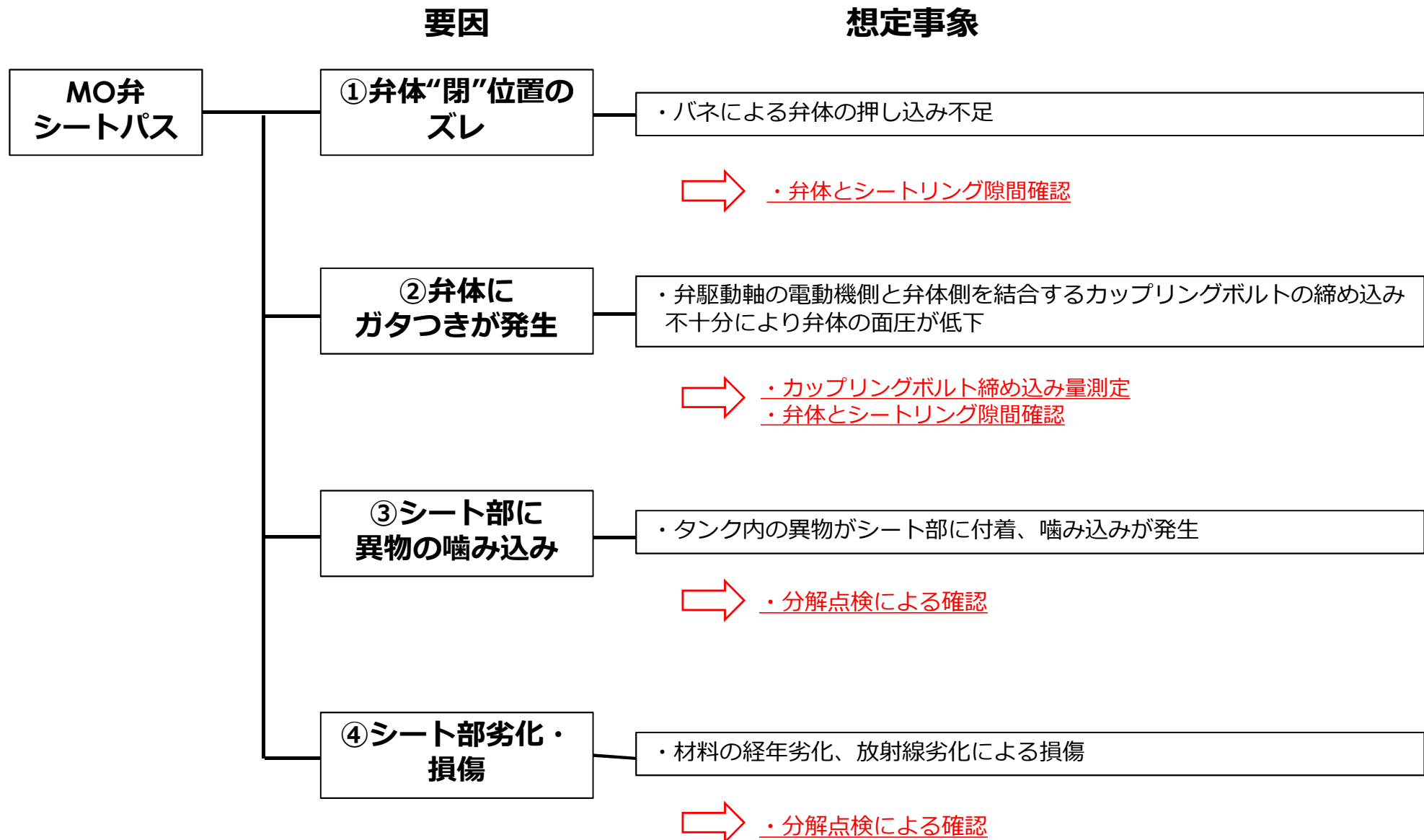
写真2 カップリング部拡大





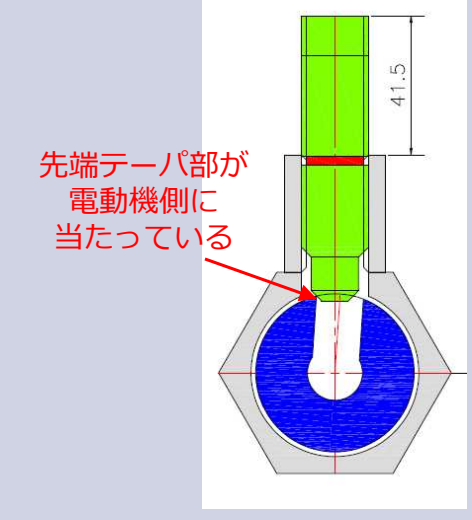
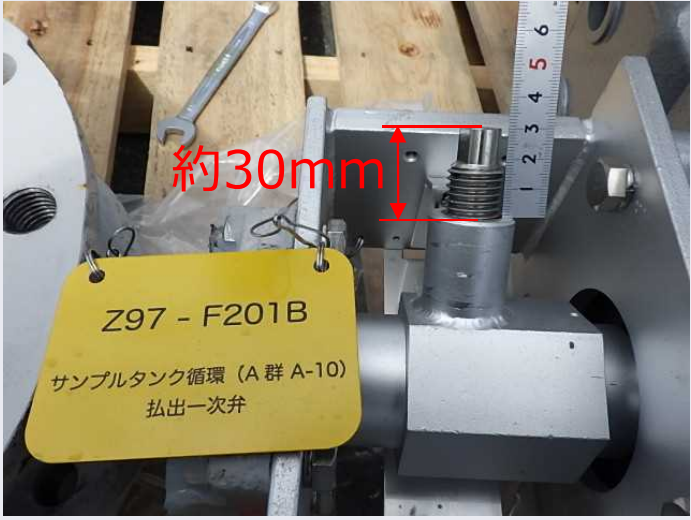

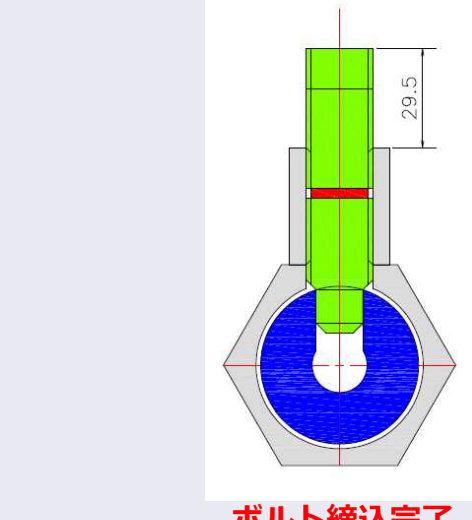
カップリング部概略図

※写真は100A 対象弁は200A (駆動部は200Aも同一機構)

MO弁シートパスの要因分析 (FTA)



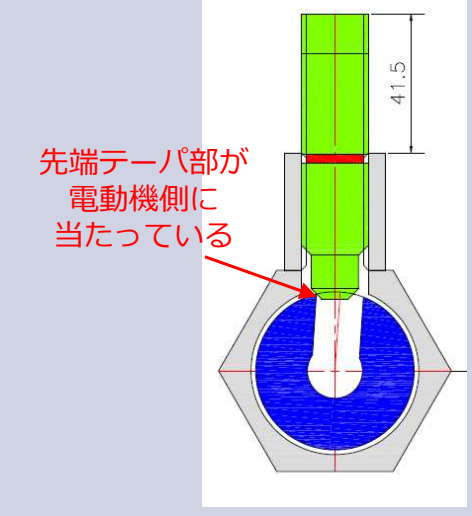


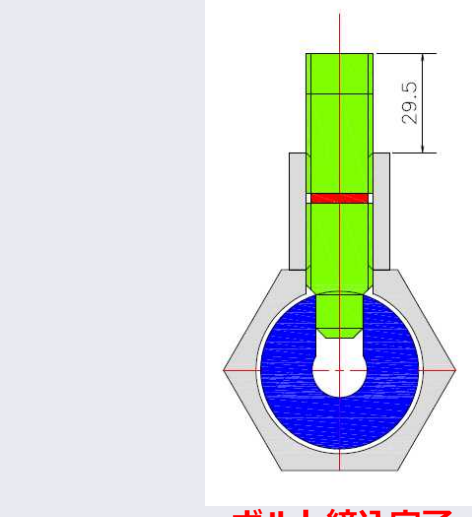


分解点検結果：カップリングボルト締め込み状況、弁体・シートリングの当たり状況（F201B）

	カップリングボルト挿入代	弁体・シートリング当たり状況	駆動部CP状況
分解時	 <p>約40mm</p> <p>Z97 - F201B サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出一次弁</p>	 <p>隙間(光の通り道)有り</p> <p>200</p>	 <p>先端テーパ部が 電動機側に 当たっている</p> <p>41.5</p>
ボルト調整後	 <p>約30mm</p> <p>Z97 - F201B サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出一次弁</p>	 <p>隙間(光の通り道)無し</p> <p>200</p>	 <p>ボルト締め完了</p> <p>29.5</p>


- ボルト調整により全閉位置になったことから要因①「弁体“閉”位置のズレ」の可能性はなく、要因②「弁体にガタつきが発生」の可能性あり

分解点検結果：カップリングボルト締め込み状況、弁体・シートリングの当たり状況（F202B）

	カップリングボルト挿入代	弁体・シートリング当たり状況	駆動部CP状況
分解時	 <p>約40mm</p> <p>Z97 - F202B サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出二次弁</p>	 <p>隙間(光の通り道)有り</p>	 <p>先端テーパ部が電動機側に当たっている</p>
ボルト調整後	 <p>約30mm</p> <p>Z97 - F202B サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出二次弁</p>	 <p>隙間(光の通り道)無し</p>	 <p>ボルト締め完了</p>

- ボルト調整により全閉位置になったことから要因①「弁体“閉”位置のズレ」の可能性はなく、要因②「弁体にガタつきが発生」の可能性あり

分解点検結果：異物噛み込み、シート部の損傷状況

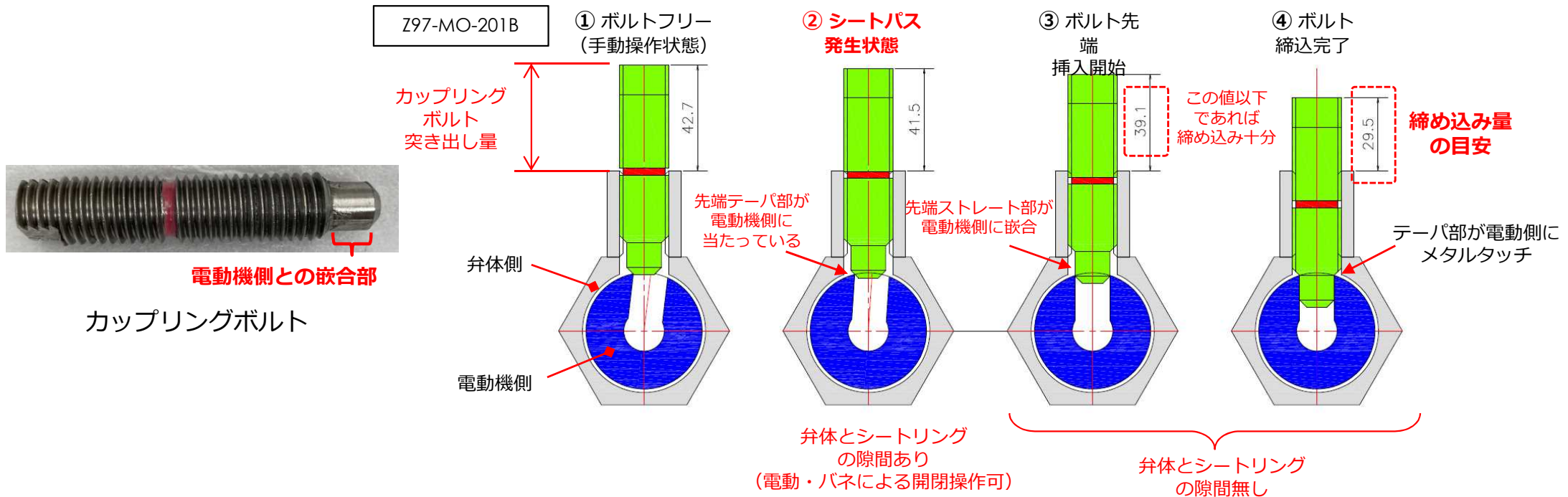
	F201B	F202B
弁体・シート部		
		

- 異物噛み込み、弁体・シート部に有意な傷がなかったことから、要因③「シート部に異物の噛み込み」、要因④「シート部劣化・損傷」の可能性はない

推定原因：要因②弁体にガタつきが発生（1/2）

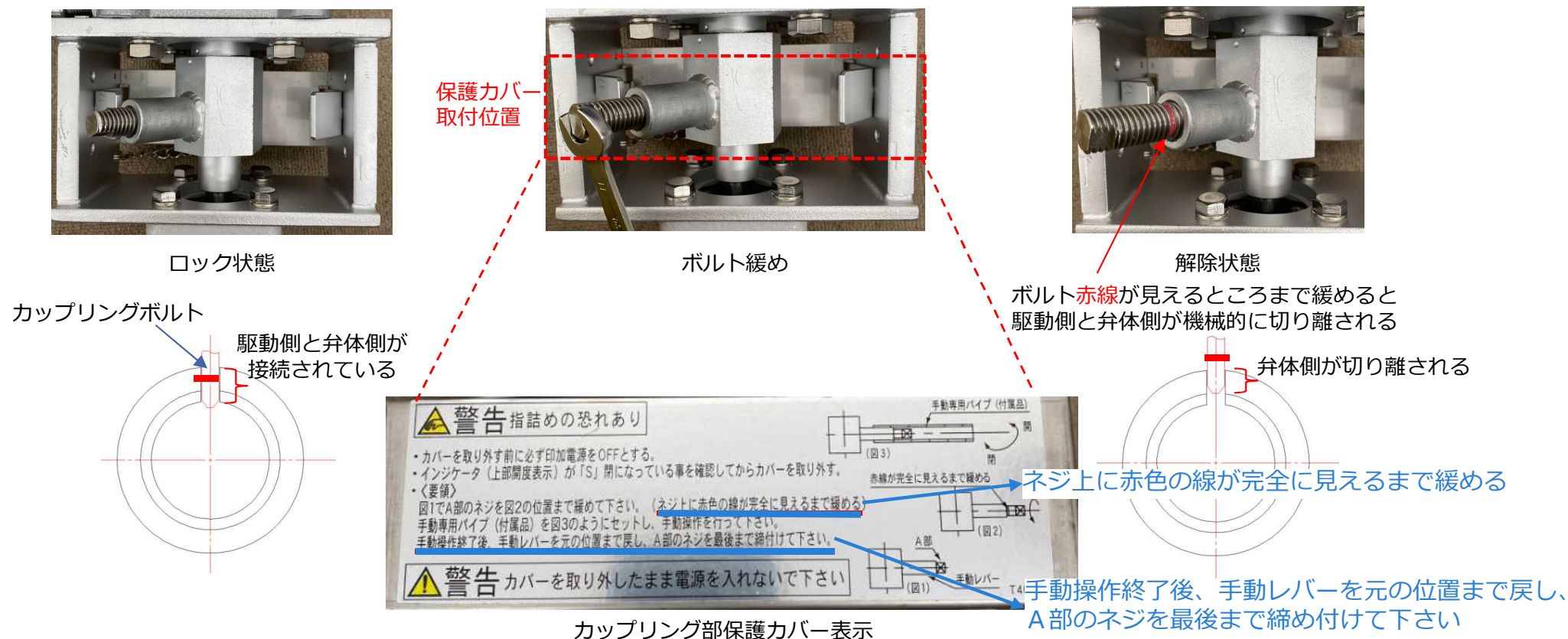
- カップリングボルト締め込み量と、弁体の状態（遠隔操作による動作可否含む）を確認
 - 下図②の状態でも電動・バネによる開閉操作が可能であることを確認（但し、弁体とシートリングの隙間あり）
 - 下図③（ボルト先端ストレート部がわずかでも電動機側に嵌合した状態）であると弁体とシートリングに隙間は確認されなかった

【シートパスの推定原因】 カップリングボルトの締め込み量が十分でないと電動機側と弁体側の駆動軸に遊びが生じ、弁体に十分な面圧が確保できずシートパスが発生。



- 分解点検結果から、200A弁についてはボルト突き出し量が39mm（余裕を見て35mm）以下であれば、弁体とシートリングに隙間が発生せずシート機能は健全と判断
 - 他200A弁のボルト突き出し量は全て35mm以下であることを確認済み

推定原因：要因②弁体にガタつきが発生（2/2）



- 保護カバー警告書き“手動操作切替時はネジ上に赤線が完全に見えるまで緩める”
⇒電動機側と弁体側の結合が外れることを意味した警告書き
- これに対し、カップリングボルトの締め付けを行った作業員は、警告書きとは逆の当該の赤線が見えなくなるところまで締め込めば電動機側と弁体側の結合は十分であると勘違いした可能性がある

【参考】MO弁履歴

- 2022.6.15～17 工場にてMO弁のシート機能を確認

工場では「寸法検査」、「耐圧・弁座試験」、「作動検査」を実施

弁座試験：弁体片側より水圧（1.1MPa）を掛けて、シート部より漏えいがないことを確認



- 2023.2.2 現地据付後、カップリングボルトを取り外して手動にて操作

シーケンス試験に先立ち、電動で作動させる前に凍結有無の確認のため、電動解除ボルトの取り外し・復旧を実施
（凍結状態で電動作動させると過負荷により故障する恐れがあるため、機器保護の観点から実施）



- 2023.2.2 カップリングボルト復旧後、電動にて当該弁が開閉できることを確認

開閉指令により問題なく動作することの確認を実施

推定原因・対策等

■ 物的原因

- 当該弁のシーケンス試験前の凍結有無確認のため手動開操作を行った後の復旧の際、カップリングボルトの締め付け不良により弁体のガタつきが発生し、弁体の面圧が低下することでシートパスが発生

■ 物的原因の対策

- 当該弁を手動開操作を行う際は、カップリングボルト締め付け量の数値管理・記録管理を行う（施工要領書へ反映）
- B群の循環攪拌運転中にA群のALPS処理水が混入したことを踏まえ、当該弁の十分な実績を得るまでは、循環攪拌運転中のタンク群と待機中のタンク群の隔離をより確実にするため手動弁の閉鎖など手順上の追加対策を講じる

■ 人的原因

- 当該弁の手動開操作を行った作業員は、弁カップリング部保護カバーの警告書きに対し、カップリングボルト上の赤線が見えなくなるところまで締め込めば電動機側と弁体側の結合は十分であると勘違いした可能性がある
 - ・ 実際は、赤線は電動機側と弁体側の結合が外れることを意味した警告書き

■ 人的原因の対策

- カップリングボルトに電動機側と弁体側の十分な結合が得られる箇所に罫書き線を入れるとともに、警告書きの記載を見直し（施工要領書に締め付け時の注意事項を記載）

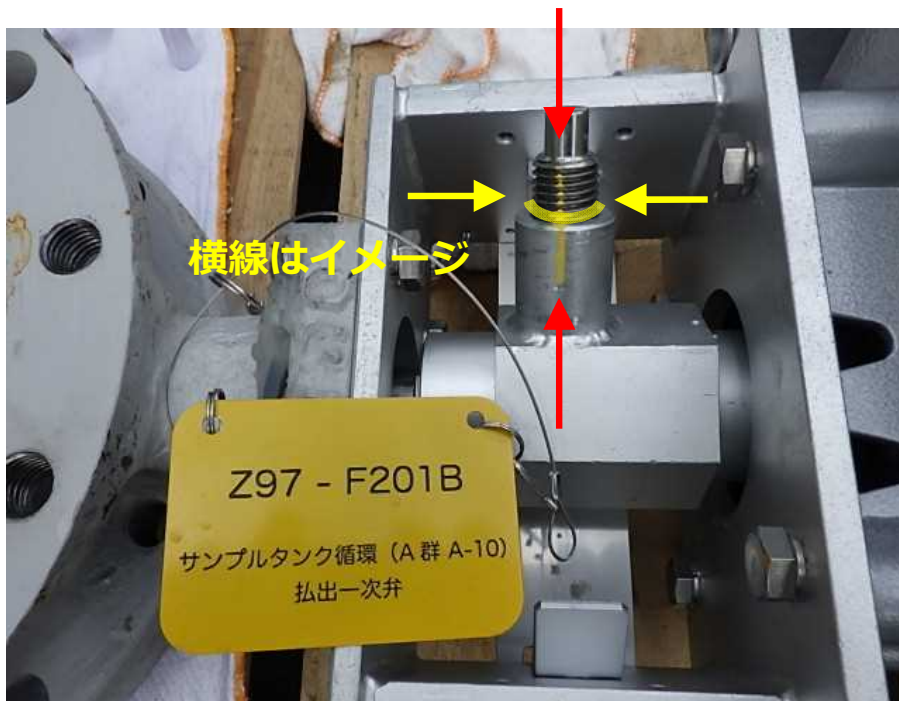
■ その他（今後の対応）

- 分解点検したZ97-MO-201B・202Bは今後復旧する際、漏えい確認を実施
- その他の同型弁については、当該弁同様に手動操作する際は、カップリングボルト締め付け量の数値管理・記録管理、罫書き線等の対策を行う
- 上記推定原因に至った根本原因・対策については更なる追及を行っていく

【参考】カップリングボルト罫書き線の追加

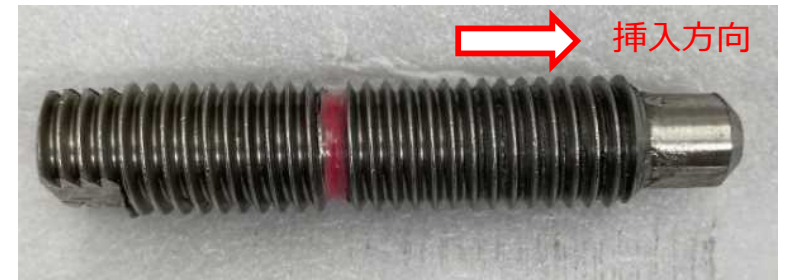
■ 間接的原因の対策

- カップリングボルトに電動機側と弁体側の十分な結合が得られる箇所（締込完了位置）に罫書き線（十字）を入れる

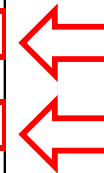


【参考】カップリングボルト突き出し量調査（循環系統）

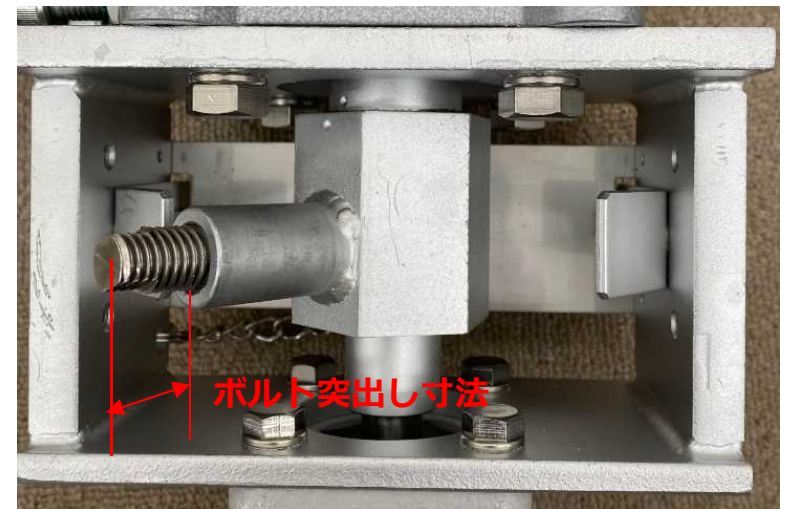
No.	機器番号	機器名称	呼び径	電動解除ボルト ボルト長さ (mm)
1	Z97-MO-162A	サンプルタンク受入 (A群) 入口一次弁	100A	17.3
2	Z97-MO-162B	サンプルタンク受入 (B群) 入口一次弁	100A	17.5
3	Z97-MO-162C	サンプルタンク受入 (C群) 入口一次弁	100A	17.4
4	Z97-MO-163A	サンプルタンク受入 (A群) 入口二次弁	100A	16.5
5	Z97-MO-163B	サンプルタンク受入 (B群) 入口二次弁	100A	17.7
6	Z97-MO-163C	サンプルタンク受入 (C群) 入口二次弁	100A	17.7
7	Z97-MO-201A	サンプルタンク循環 (A群 A-1) 払出一次弁	200A	31.3
8	Z97-MO-201B	サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出一次弁	200A	41.5
9	Z97-MO-202A	サンプルタンク循環 (A群 A-1) 払出二次弁	200A	31.0
10	Z97-MO-202B	サンプルタンク循環 (A群 A-10) 払出二次弁	200A	42.2
11	Z97-MO-205A	サンプルタンク循環 (B群 B-1) 払出一次弁	200A	30.0
12	Z97-MO-205B	サンプルタンク循環 (B群 B-2) 払出一次弁	200A	30.5
13	Z97-MO-206A	サンプルタンク循環 (B群 B-1) 払出二次弁	200A	30.3
14	Z97-MO-206B	サンプルタンク循環 (B群 B-2) 払出二次弁	200A	30.0
15	Z97-MO-209A	サンプルタンク循環 (C群 C-1) 払出一次弁	200A	30.0
16	Z97-MO-209B	サンプルタンク循環 (C群 C-6) 払出一次弁	200A	30.1
17	Z97-MO-210A	サンプルタンク循環 (C群 C-1) 払出二次弁	200A	31.1
18	Z97-MO-210B	サンプルタンク循環 (C群 C-6) 払出二次弁	200A	31.1
19	Z97-MO-218A	サンプルタンク循環 (A群 A-6) 受入一次弁	150A	30.5
20	Z97-MO-218B	サンプルタンク循環 (A群 A-5) 受入一次弁	150A	29.9
21	Z97-MO-219A	サンプルタンク循環 (A群 A-6) 受入二次弁	150A	31.1
22	Z97-MO-219B	サンプルタンク循環 (A群 A-5) 受入二次弁	150A	30.6
23	Z97-MO-222A	サンプルタンク循環 (B群 B-6) 受入一次弁	150A	30.0
24	Z97-MO-222B	サンプルタンク循環 (B群 B-7) 受入一次弁	150A	29.8
25	Z97-MO-223A	サンプルタンク循環 (B群 B-6) 受入二次弁	150A	30.1
26	Z97-MO-223B	サンプルタンク循環 (B群 B-7) 受入二次弁	150A	30.3
27	Z97-MO-226A	サンプルタンク循環 (C群 C-10) 受入一次弁	150A	31.3
28	Z97-MO-226B	サンプルタンク循環 (C群 C-5) 受入一次弁	150A	30.0
29	Z97-MO-227A	サンプルタンク循環 (C群 C-10) 受入二次弁	150A	30.0
30	Z97-MO-227B	サンプルタンク循環 (C群 C-5) 受入二次弁	150A	31.6



カップリングボルト外観



シートパス弁



駆動部C P部

【参考】試料採取状況

- 3月27日 タンクA群の出口弁（手動弁）を閉操作し、B群の隔離が確認された3月19日午前1時58分より144時間以上の循環攪拌運転を実施し、準備が整ったことから試料採取を国と地元自治体関係の皆さまのお立会のもと実施。
- 今後、採取した試料の分析を行い、放出基準（ALPS処理水に含まれるトリチウム以外の放射性物質の告示濃度比総和が1未満）満足することを確認する。



採取作業の様子



採取した試料



お立会の様子 1



お立会の様子 2