

# ALPS処理水希釈放出設備 B群循環攪拌運転時のA群タンク水位低下事象の原因及び対策

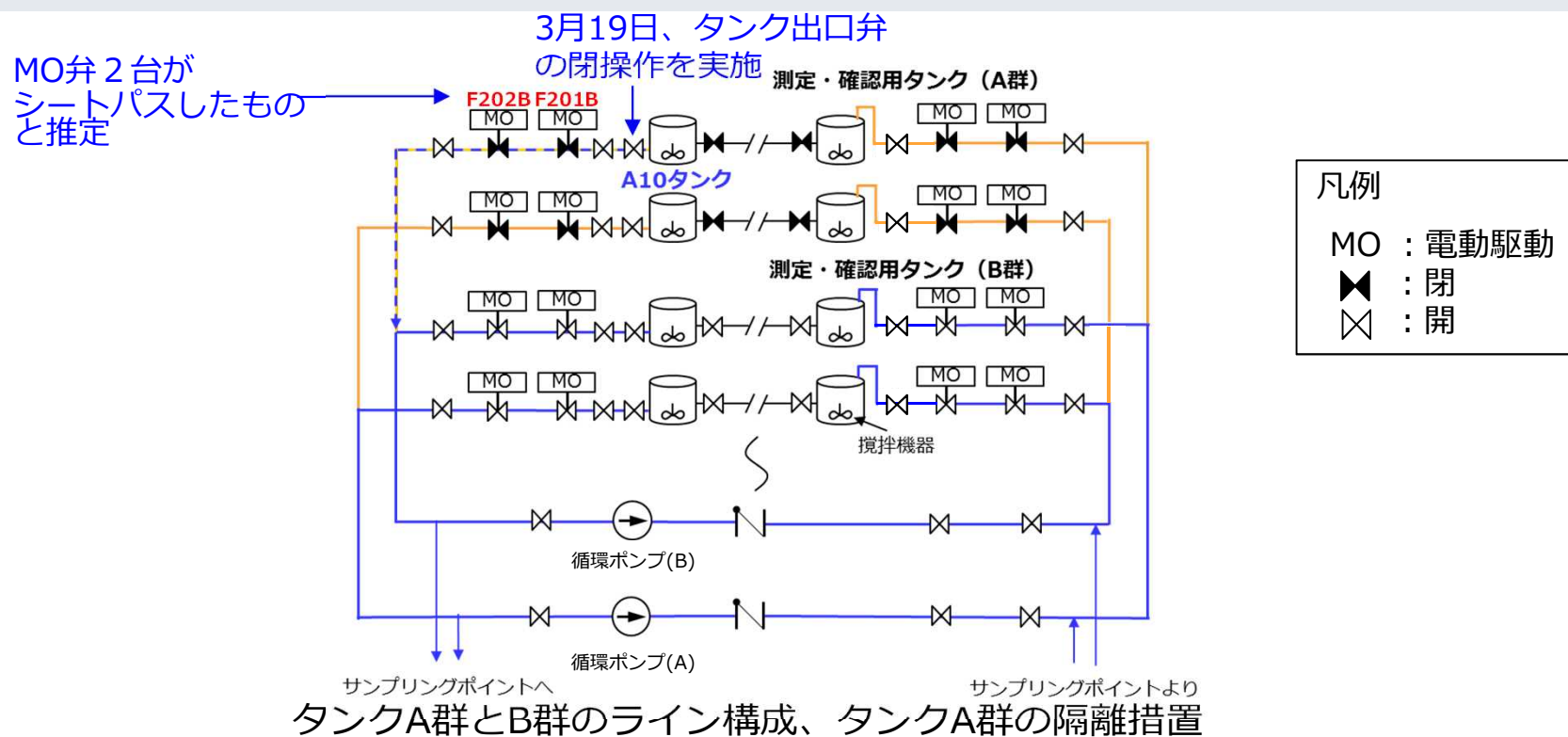
2023年4月14日



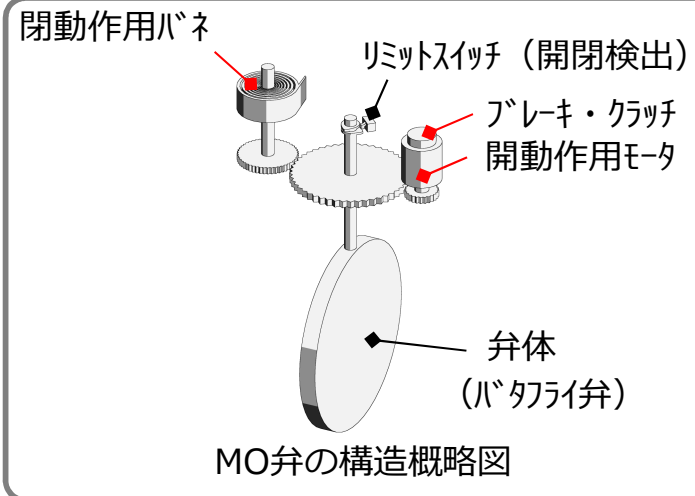
東京電力ホールディングス株式会社

# 事象概要

- 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（容量として約8m<sup>3</sup>）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（F201B、F202B）がシートパスして、循環ラインを通じてタンクB群に流入したと推定。
- 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（MO弁）2台について分解点検を実施した結果、電動機側と弁体側の駆動軸の結合（カップリング）が不十分のため、弁体にガタつきが生じ、シートパスが発生。



# 当該電動弁（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。
- 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電動機側のキー溝から分離することで、手動操作への切り替えが可能。

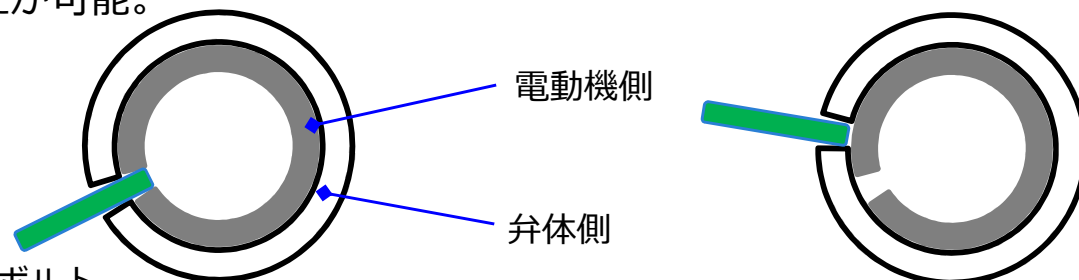


写真1 弁全体

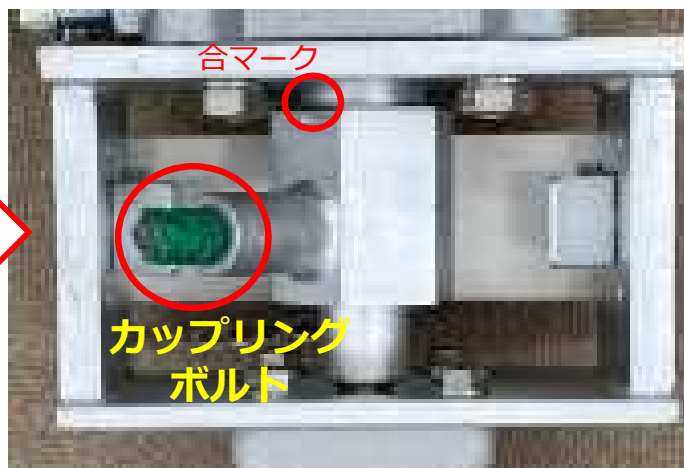
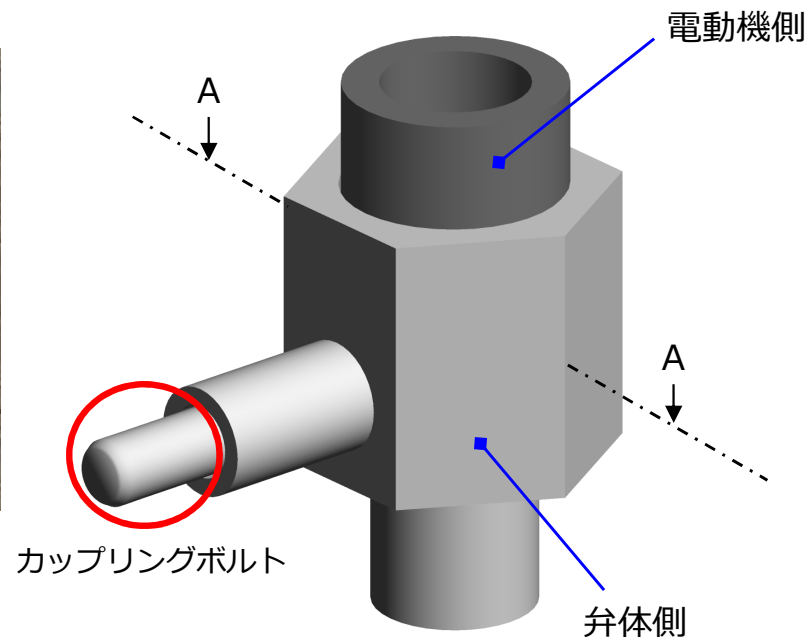


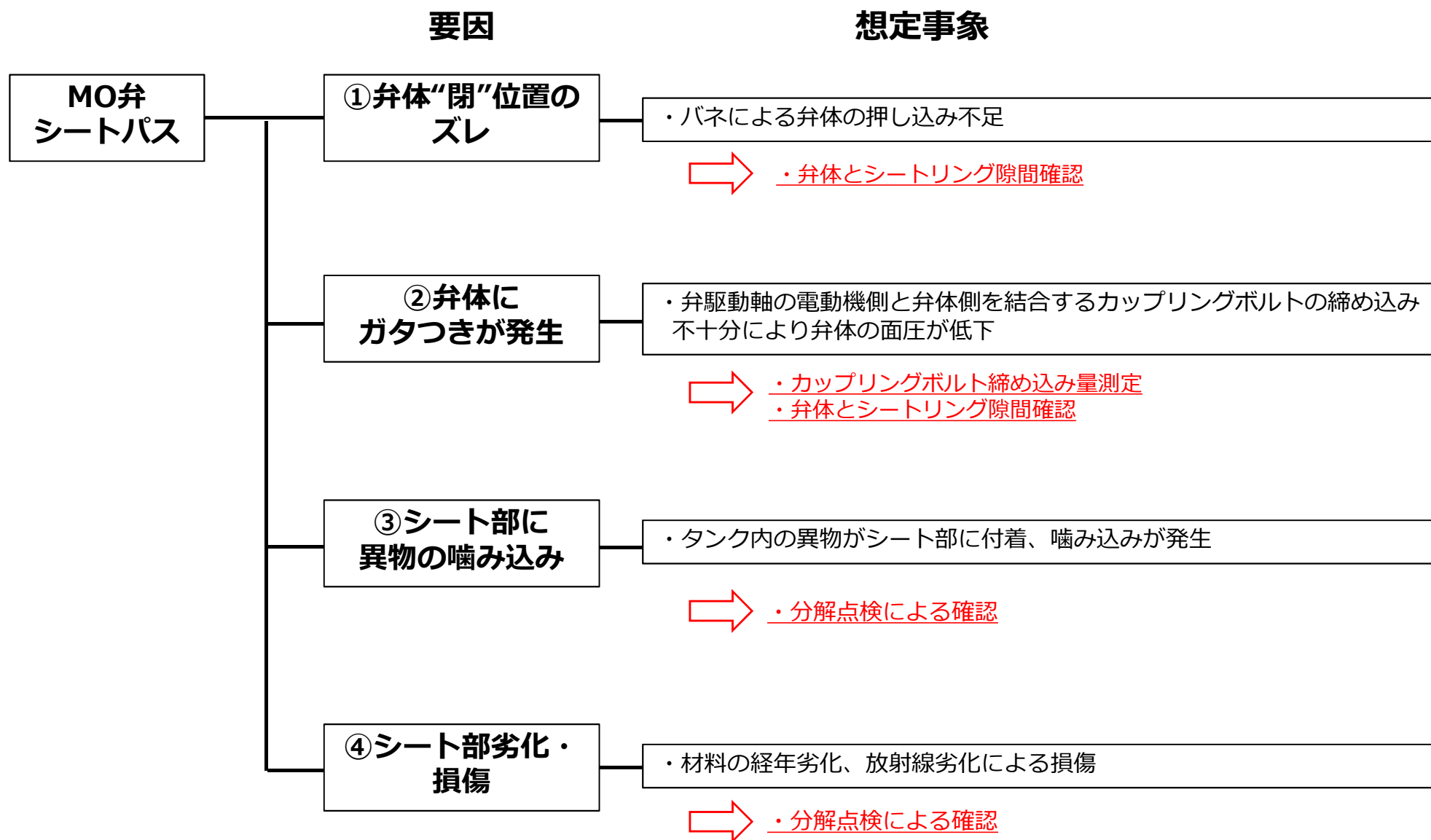
写真2 カップリング部拡大





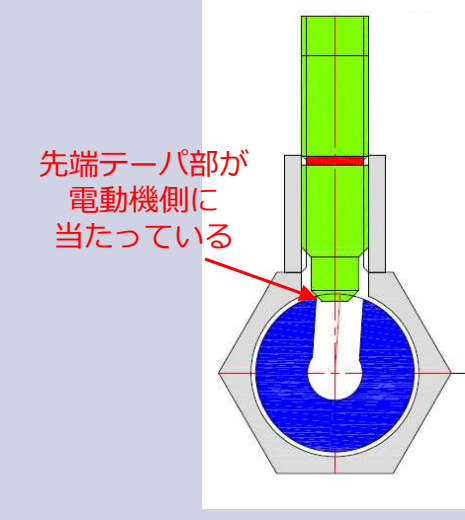
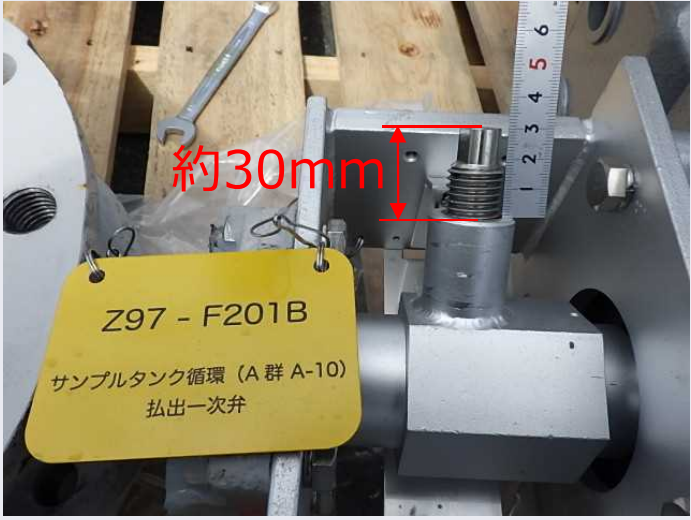

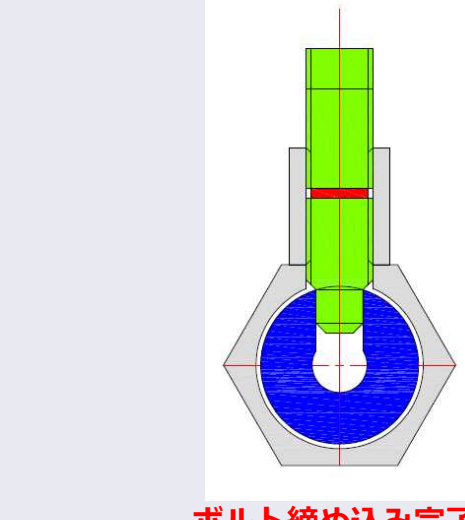
カップリング部概略図

※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)





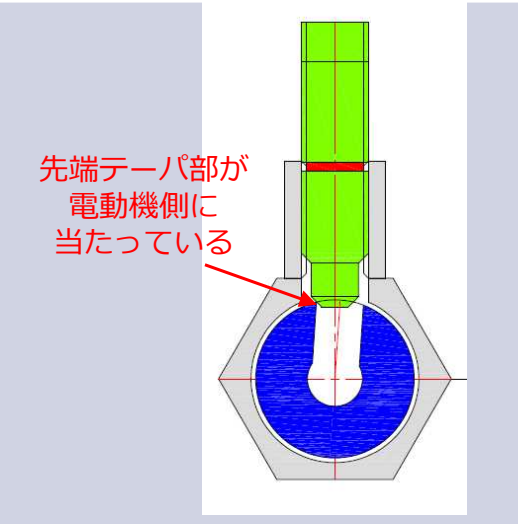


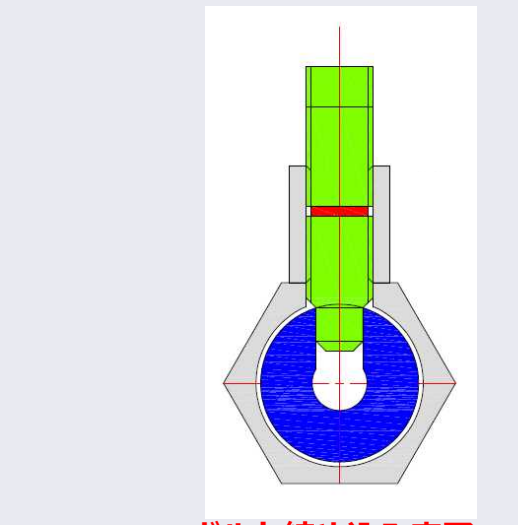
# 分解点検結果：カップリングボルト締め込み状況、弁体・シートリングの当たり状況（F201B）

	カップリングボルト締め込み状況	弁体・シートリング当たり状況	カップリング部断面図
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>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 - 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>ボルト締め込み完了</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：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締め込み状況	弁体・シートリング当たり状況	カップリング部断面図
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>ボルト締め込み完了</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：異物の噛み込み、シート部劣化・損傷状況

	F201B	F202B
弁体・シート部		
		

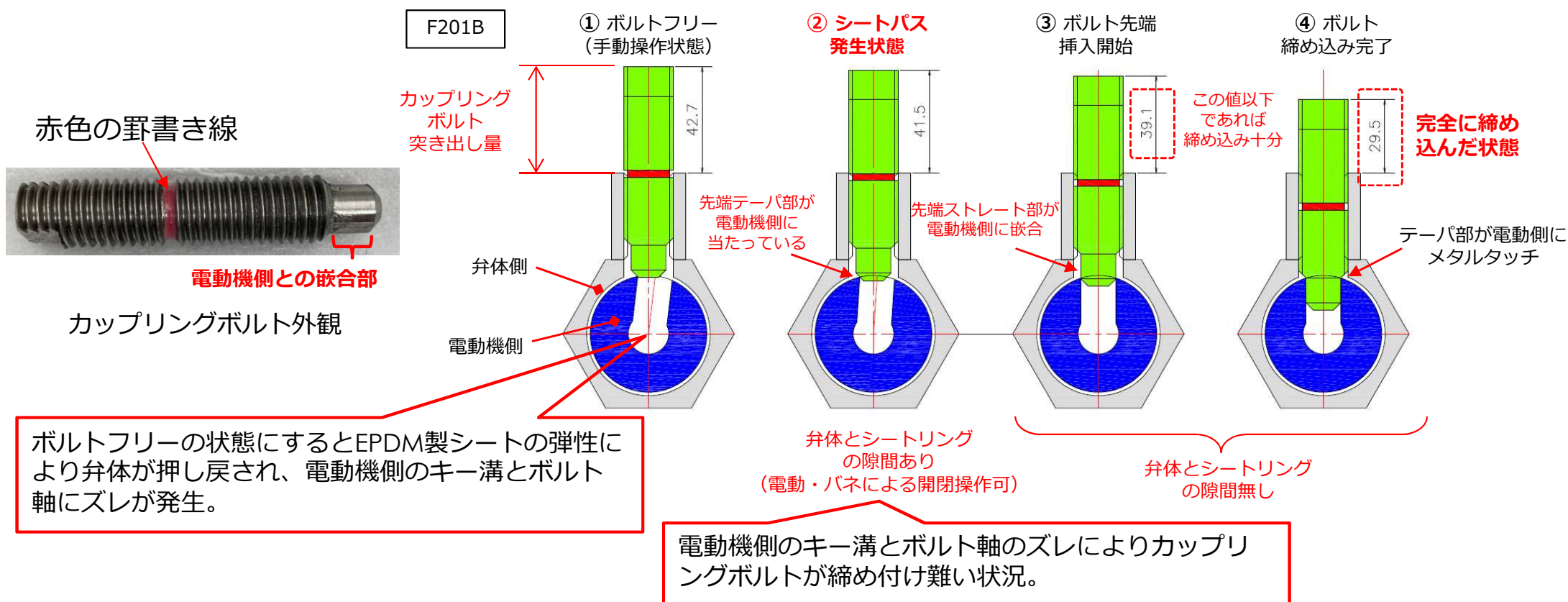
- 異物の噛み込み、弁体・シート部に有意な劣化・損傷がなかったことから、要因③「シート部に異物の噛み込み」、要因④「シート部劣化・損傷」の可能性はない。



## 要因②弁体にガタつきが発生

- 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（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）では、弁体とシートリングに隙間はなし。

【シートパスの原因】 カップリングボルトの締め込み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。

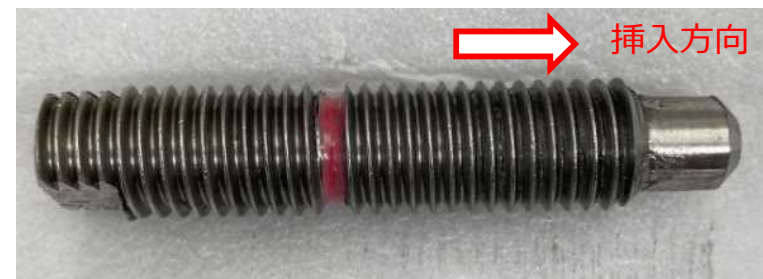


- 分解点検結果から、200A弁についてはボルト突き出し量が39mm（余裕を見て35mm）以下であれば、弁体とシートリングに隙間が発生せずシート機能は健全と判断。
  - 他200A弁のボルト突き出し量は全て35mm以下であることを確認済み。

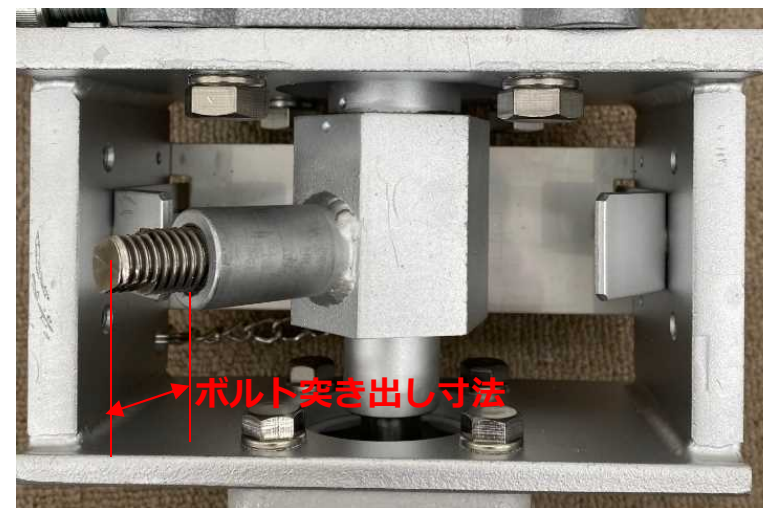
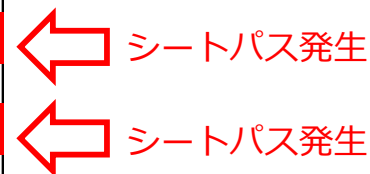


# 【参考】カップリングボルト突き出し量調査（循環系統）

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



カップリング部

## 背後要因：弁体にガタつきが発生した理由 – MO弁の履歴 –

- 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」、「耐圧漏えい検査」、「弁座漏えい検査」、「作動検査」を実施。
    - 弁座漏えい検査：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。
- 2022.10.7 当該弁取付前の動作確認
  - 2名1班 各々で手動操作。（作業員A、作業員B）
- 2023.1.11～12 配管耐圧・漏えい検査バウンダリ構成※1
  - 2名1班 各々で手動操作。（作業員B、作業員C）
- 2023.1.17～18 配管耐圧・漏えい検査バウンダリ構成※1
  - 2名1班 各々で手動操作。（作業員B、作業員C）
- ※1：当該弁を"閉"から"開"にして、バウンダリを構成。
- 2023.2.2 シーケンス試験※2に先立ち配管内部流体の凍結確認のため、カップリングボルトを緩め、**手動にてMO弁を操作**（凍結状態で電動駆動させると過負荷により故障する恐れがあるため）。
  - 4名1班 各々で手動操作。（作業員D、作業員E、作業員F、作業員G）
  - カップリングボルト復旧後、シーケンス試験における開閉指令で動作可能なことを確認。
- ※2：シーケンス試験とは、警報や表示装置が正常に動作することを確認する試験のことを指す。

# 背後要因：弁体にガタつきが発生した理由 – 2023.2.2 手動操作時の状況 –

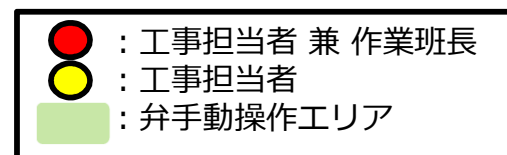
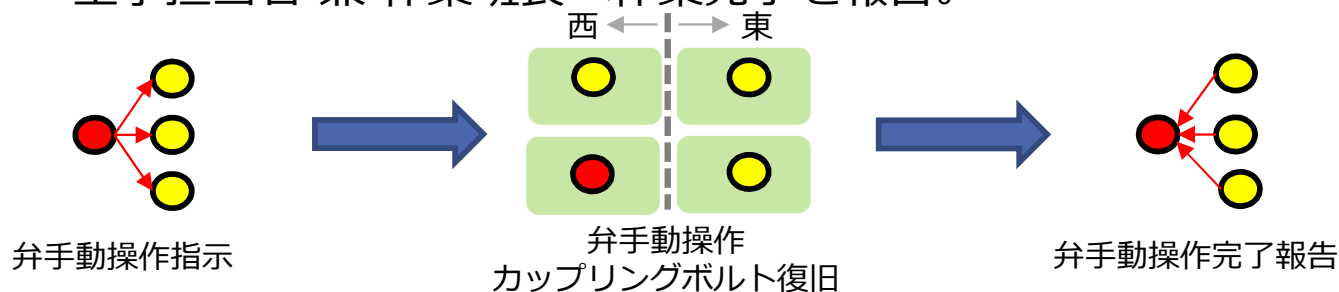
## 【施工業者の対応】

### ■ 当社への連絡について

- シーケンス試験の前に凍結確認のためMO弁の手動操作を行うことを試験前日に当社に連絡し、当社は了承。

### ■ 手動操作時の体制

- 工事担当者 兼 作業班長が弁手動操作を指示。
- 4名がK 4 タンク東西エリアに分かれて各々が弁手動操作を実施。
- 弁手動操作実施後、カップリングボルトを復旧。
- 工事担当者 兼 作業班長へ作業完了を報告。



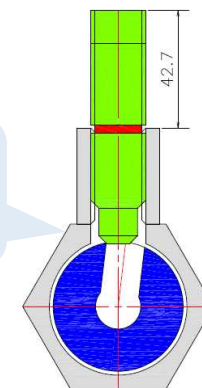
### ■ カップリングボルトの復旧

- MO弁を全閉の状態※1で、カップリングボルトを締め込む。
- カップリングボルトを手締めにて締め付け後、スパナを用いて締め付けを実施。
- カップリングボルトの緩め～手動操作～復旧までは5分程度の作業。

### ■ カップリングボルト復旧後確認

- シーケンス試験における開閉指令で、当該弁が開閉動作できることを確認。

全閉位置が合わせられないと、カップリングボルトの締め込みが不十分になるおそれがある。



カップリング部断面図

## 【施工要領書※2、施工記録について】

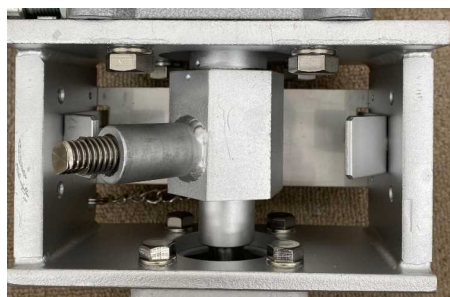
- MO弁手動操作に係る作業内容、及び手動操作時のカップリングボルトの締め付けの記録用紙は、設置工事あるいはシーケンス試験に係る施工要領書に記載はない。弁保護カバーに表示されている<要領>に従い、手動切り替えを実施。

※2：施工要領書とは施工業者が、施工方法を記載した書類。

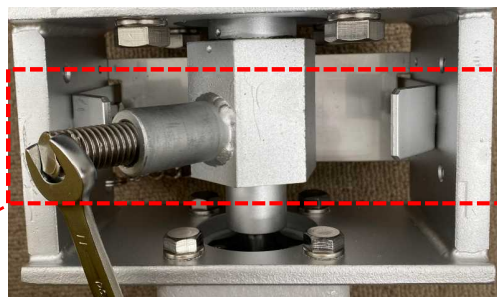


# 背後要因：弁体にガタつきが発生した理由 – 施工業者への聞き取り –

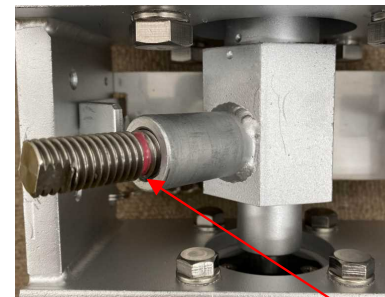
- 2023.2.2にMO弁の手動切替操作を行った設置施工業者の作業員4名に聞き取り調査を実施。
  - 4名で30台のMO弁操作を行っており、当該弁を操作した作業員は特定できず。
  - 聞き取り調査から判明した内容は以下の通り（作業員4名はみな同じ認識）。
    - カップリングボルトの締め付完了は、①ボルトに設けられている赤い野書き線が見えなくなり、且つ②手ごたえがかたくなったこと、の2点で判断。
    - 電動駆動への切り替え後も動作したので問題ないと判断。
    - **ボルトは単に駆動操作を切り替えるだけのもので、弁開度に影響を与えるとの認識はなし。**



ボルト締め込み状態

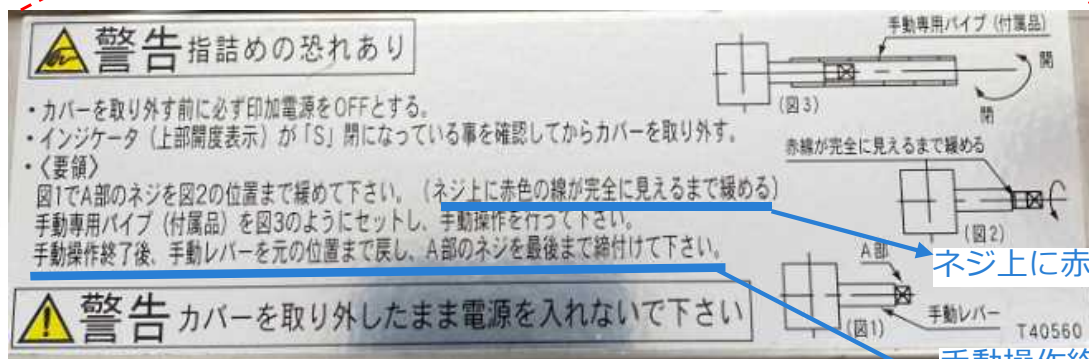


ボルト緩め状態



ボルトフリー状態

弁保護カバー  
取付位置



弁保護カバーに表示されている〈要領〉

カップリングボルト

電動機側と弁体側が  
接続されている。

ボルト赤線が見えるところまで緩めると  
電動機側と弁体側が機械的に切り離される。

弁体側が切り離される。

ネジ上に赤色の線が完全に見えるまで緩める

手動操作終了後、手動レバーを元の位置まで戻し、  
A部のネジを最後まで締め付けて下さい

- 弁保護カバーに表示されている〈要領〉では手動操作切替時は“**ネジ上に赤線が完全に見えるまで緩める**”と記載 ⇒電動機側と弁体側の**接続が切り離されることを意味した内容。**
- 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、〈要領〉とは逆の**当該の赤線が見えなくなり、且つ締め付けがかたくなれば電動機側と弁体側の結合は十分であると勘違い。**

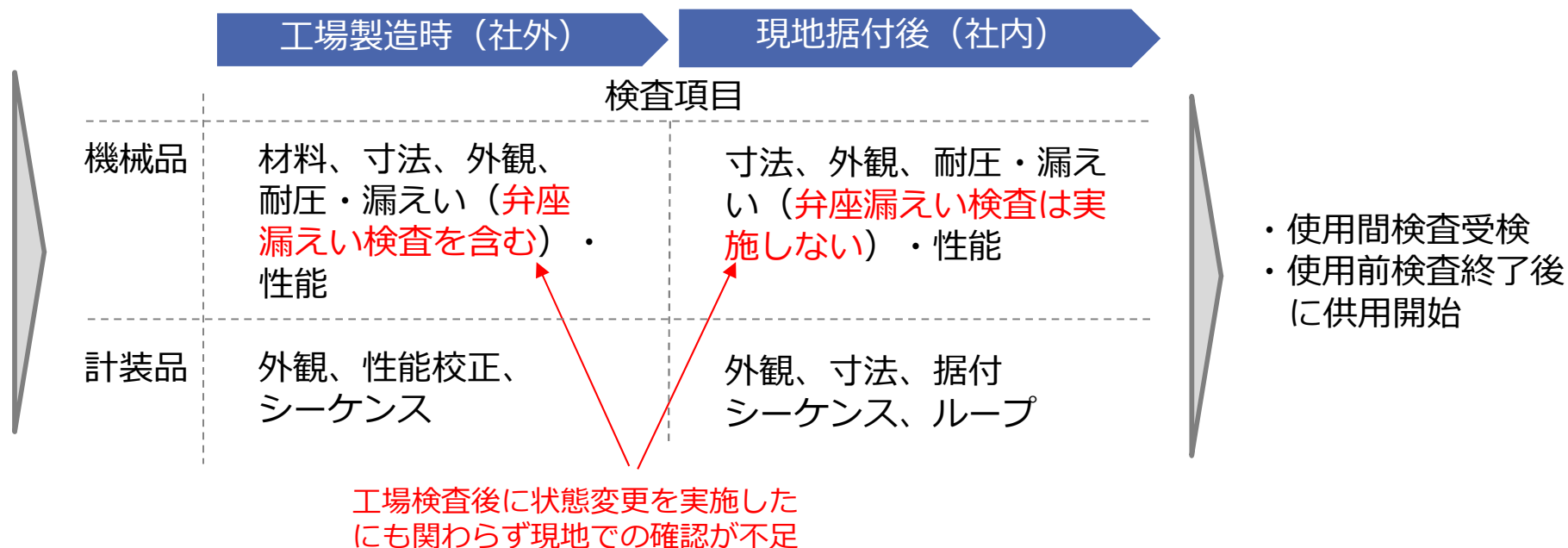


## 背後要因：弁体にガタつきが発生した理由 – 当社の管理 –

- 当該MO弁の手動操作は、原子力発電所で採用している電動弁の手動切替操作（デクラッチレバー操作）と同じ感覚でいたため、当該操作が弁の分解にあたる認識、弁のシート機能に影響を与えたとの認識がなく、施工要領書への反映等が行えていない。
- 工場完成品として据え付けるため現地での検査を省略する機器について、リスクの想定が不十分であり、以下の対応が行えていない。
  - 工場出荷状態からの状態の維持（現地で機器の分解等を行わない）。
  - シートパスを確認するための適切な社内試験時間の設定（社内試験は各タンク群で2時間程度で、タンク水位計では有意な変動が確認できない）。

### ■ 検査対象

- ・ 配管  
(PE管、鋼管)
- ・ ポンプ
- ・ 攪拌機器
- ・ 手動弁
- ・ MO弁
- ・ 電源盤
- ・ 電動機
- ・ ケーブル
- ・ 制御盤
- ・ 計器



### 問題点

- 当該MO弁の構造・構成する部品等が機能に与える影響の理解が不十分
- 現地で試験・検査を行わない項目に対するリスクの想定が不十分

## 原因・背後要因を踏まえた対策

### ■ 原因、背後要因を踏まえた直接的対策

- 当該弁の手動開閉操作を行う際の注意事項を施工要領書に反映するとともに、カップリングボルト締め込み状態（突き出し長さ）の数値管理・記録管理を行う。⇒P14,15参照
- 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、弁保護カバーに表示されている<要領>の記載を見直す。⇒P16参照
- 循環攪拌運転時、放出時のタンク群隔離用のMO弁について、シートパスが無いこと（シート機能が健全であること）を1年に1回直接確認する。⇒P17参照

### ■ 原因、背後要因を踏まえた管理的対策

【現地で試験・検査を行わない項目に対するリスクの想定が不十分であった事への対応】

- 各機器に対して工場検査、現地検査の比較を行い、各検査項目の最後から機能の変更が無いよう、以下の通り管理していく。⇒P18,19参照
  - 工場出荷時から状態の変更（機器の分解等）を行わない（工場検査時の機能を維持する）。
  - 現地で状態の変更が必要な場合は、機能回復できていることを確認する検査（代替手段を含む）を実施する。

【MO弁の構造・構成部品が機能に与える影響の理解が不十分であった事への対応】

- 今回のMO弁のような特殊な構造のもの、あるいは新規導入品に対しては、設備設置段階から操作手順、分解手順等について製作メーカーから直接確認する、あるいは予備品を購入して直接操作・分解する等して、知識の拡充を図る。

## 【参考】 施工要領書への反映 (1/2)

### ■ 施工要領書への反映 (赤字を追記)

- カップリングボルト締め込み時の注意事項について、施工要領書へ反映。
- カップリングボルトの突き出し長さ許容値を記載。

項目	要領	留意点	検査	記録	備考																
1.弁点検	<p>(5)電動解除ボルト締付</p> <p>a.電動解除ボルトの締付を行う。</p> <p>※締付においては、社内「現物による電動解除ボルト取扱い講習」修了者が行う。</p> <p>b.電動解除ボルトの突き出し長さの計測を行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・締付が固くなりはじめのボルト長さを計測する。</li> <li>・最終締付後のボルト突き出し長さを計測する。</li> </ul> <p>※計測においては、社内技術技能認定者「機械計測」が行う。</p> <p>※最終確認者は、機械計測者と品質管理Gのピアチェックとし、同一メンバーで全数確認を行う。</p> <p><b>電動解除ボルト 突き出し長さ許容値</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>弁口径</th> <th>許容値(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200A</td> <td>29.5 ± 2.0</td> </tr> <tr> <td>150A</td> <td>29.6 ± 2.0</td> </tr> <tr> <td>100A</td> <td>17.4 ± 2.0</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>使用スパナ サイズ</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>弁口径</th> <th>スパナ二面幅(mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>200A</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>150A</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>100A</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>	弁口径	許容値(mm)	200A	29.5 ± 2.0	150A	29.6 ± 2.0	100A	17.4 ± 2.0	弁口径	スパナ二面幅(mm)	200A	11	150A	11	100A	10	<p>μ 工具の掛かりを確認してからボルトを締める。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 適正工具にて締付を行う事。</li> <li>✓ 測定器は使用前点検を行う事。</li> <li>✓ 測定器は校正期限を確認し、期限が有効の物を使用する事。</li> </ul> <p>μ 周辺の電源ケーブル、弁、配管に損傷を与えないように作業体勢を確保する。</p>			<p>○△ チェックシート</p> <p>P21-0645A-MO-2</p>
弁口径	許容値(mm)																				
200A	29.5 ± 2.0																				
150A	29.6 ± 2.0																				
100A	17.4 ± 2.0																				
弁口径	スパナ二面幅(mm)																				
200A	11																				
150A	11																				
100A	10																				
1.弁点検	<p>c.電動解除ボルトに合いマークをつける。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・漏えい確認の終了したMO弁の電動解除ボルトに合いマークをつける。</li> <li>・合いマークをつけ終えたMO弁の保護カバーを復旧する。</li> </ul>																				




※：施工要領書に記載されている「電動解除ボルト」は前述の「カップリングボルト」と同義。

## 【参考】 施工要領書への反映 (2/2)

### ■ 施工要領書への反映

- カップリングボルト締め込み状態（突き出し長さ）の数値管理・記録管理用紙を施工要領書に追加。

P21-0645A-MO-2  No. XXXXXXXXXX

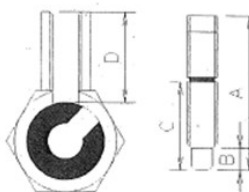
MO 弁 確 認 チェックシート					
発電所名	東京電力ホールディングス株式会社 福島第一原子力発電所 号機	東京電力HD棟 記録確認者	QC	主技	担当
工 事 件 名	1F-ALPS処理水希釈放出設備設置工事				
機 器 名 又は系統名					
対象弁番号					
対象弁名称					
口径					
No.	確認内容	確認結果	確認日	確認者	備考
1	合いマークのずれ	有無			
		(mm)			
2	電動解除ボルトの突き出し長さ	(mm)			
3	C P 孔の位置ずれ	有無			
5	合いマークのずれ	有無			
		(mm)			
6	電動解除ボルト寸法測定	A寸法			
		B寸法			
		C寸法			
		D寸法			
7	電動解除ボルト締付	固くなり始め (mm)			
		最終寸法 (mm)			
8	シートリーク	有無			

測定器	管理番号

電動解除ボルト寸法測定位置

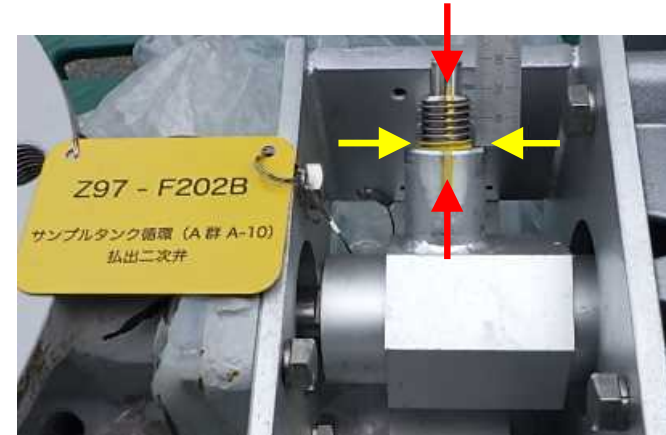
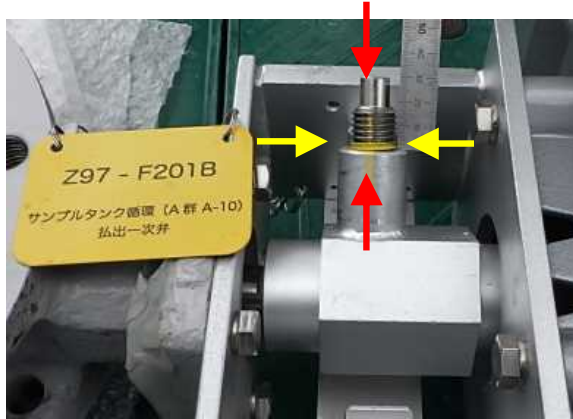




## 【参考】 対策の反映状況

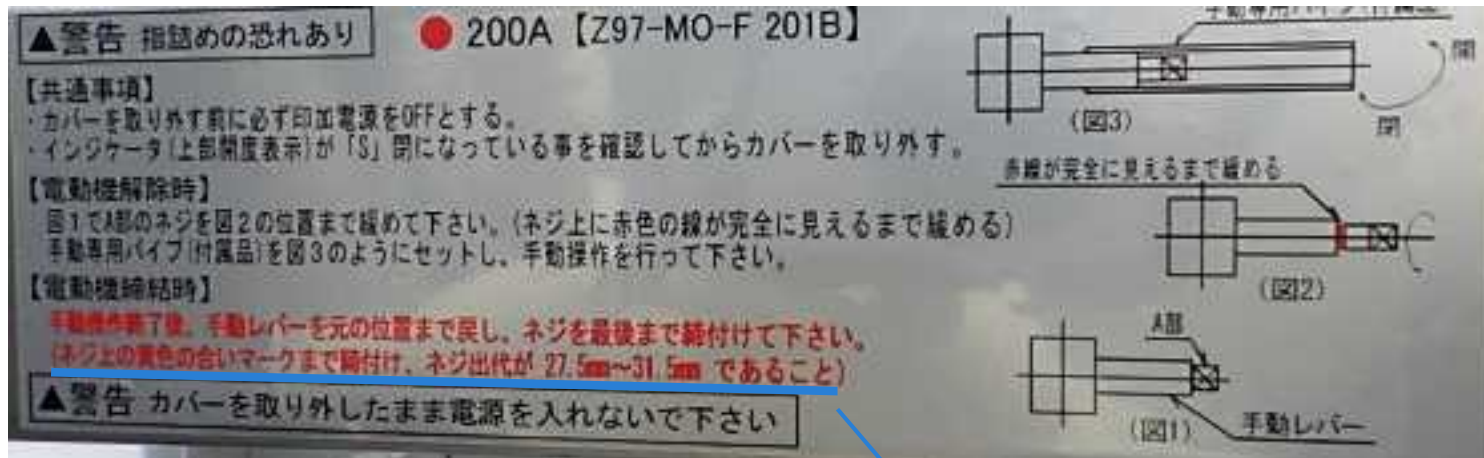
### ■ 罫書き線の追加

- 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（締め込み完了位置）に罫書き線（十字）を入れる。



### ■ 弁保護カバーに表示されている<要領>の記載見直し

- 電動機と弁体の解除時/締結時の注意事項を明確化。

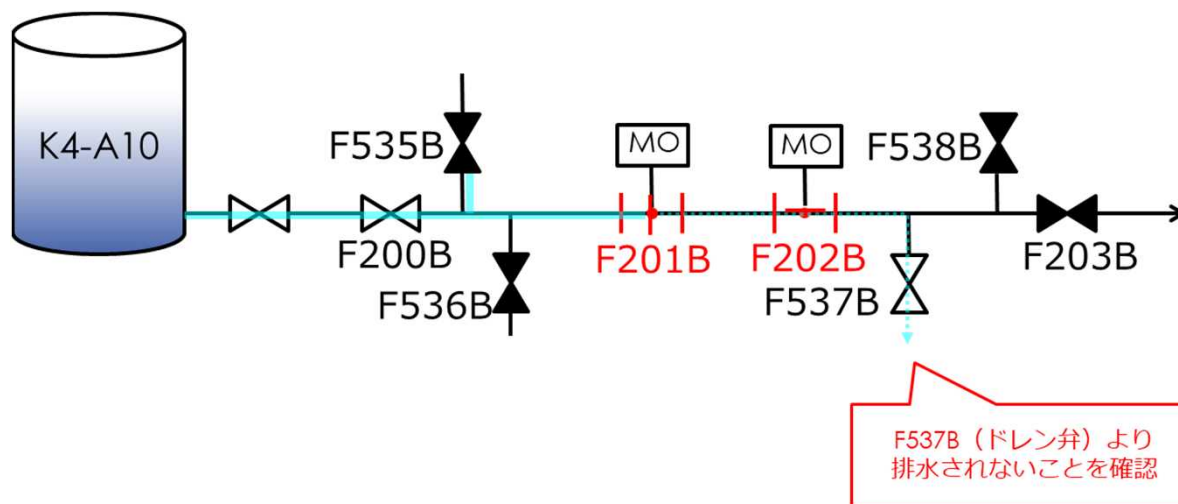


➔ネジ上の黄色の合いマークまで締付け、ネジ出代が 27.5mm~31.5mmであること

## 【参考】MO弁シートパスの確認方法（例）

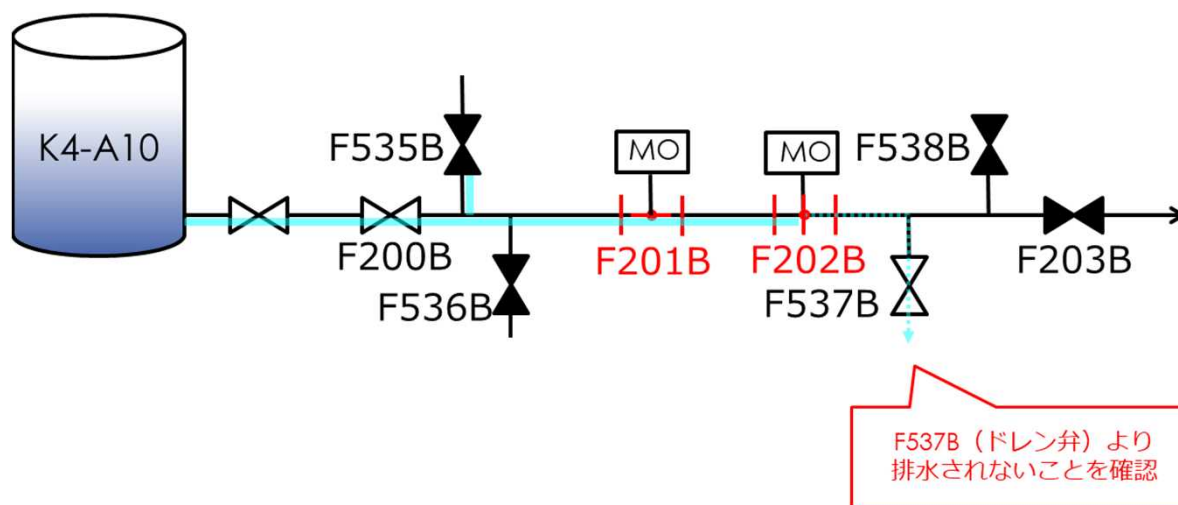
### 【F201Bの場合】

- 手動弁F203Bを「全閉」、MO-F201Bを「全閉」（シートパス確認対象）、MO-F202Bを「全開」とする。
- ドレン弁であるF537Bから排水されないことを以て、シートパス無を判断。



### 【F202Bの場合】

- 手動弁F203Bを「全閉」、MO-F201Bを「全開」、MO-F202Bを「全閉」（シートパス確認対象）とする。
- ドレン弁であるF537Bから排水されないことを以て、シートパス無を判断。



## 【参考】工場・現地検査の比較（測定・確認用設備）

- 測定・確認用設備の機器について、工場・現地の検査項目を比較し、各検査実施後の変更の有無について調査。
- シートパスを発生させた当該弁（同型弁含む）以外は、各検査実施後に状態の変更が無いことを確認。

設備	機器	工場検査項目	現地検査項目	検査実施後の変更の有無
機械	配管 (PE管)	材料・寸法・外観・耐圧漏えい等	寸法・外観・耐圧漏えい	無
	配管 (鋼管)	材料・寸法・外観・溶接・耐圧漏えい等	フランジ締付・外観・通水漏えい	無
	ポンプ (完成型)	材料・寸法・外観・溶接・耐圧漏えい・性能等	組立確認（センタリング調整等）・試運転における性能・通水漏えい	無
	攪拌機器 (完成型)	材料・寸法・外観・気密・絶縁抵抗・耐電圧・性能	外観・ローテーション・性能	無 (工場出荷状態を維持)
	手動弁	材料・寸法・外観・耐圧漏えい・弁座漏えい	外観・通水漏えい	無 (工場出荷状態を維持)
	MO弁	材料・寸法・外観・耐圧漏えい・弁座漏えい・作動	外観・通水漏えい・作動	有 ・カップリングが切り離されシート機能に影響 ・カップリングボルトの締め込み状態（突き出し長さ）を確認（シートパスした弁についてはシートパスの有無を直接確認する）
電気	電源盤	寸法・外観・耐電圧・シーケンス・性能・絶縁抵抗	外観・耐電圧・シーケンス・性能・絶縁抵抗	無
	電動機	外観・寸法・巻線抵抗・M単・ポンプ組合性能・絶縁抵抗	外観・巻線抵抗・M単・ポンプ組合性能・絶縁抵抗	無
	ケーブル	外観・絶縁抵抗・耐電圧	外観・絶縁抵抗・耐電圧・導通確認	無
計測制御	制御盤	外観・導通確認・絶縁抵抗・ソフト検証	シーケンス・インターロック	無
	計器	入出力特性	単体ループ	無

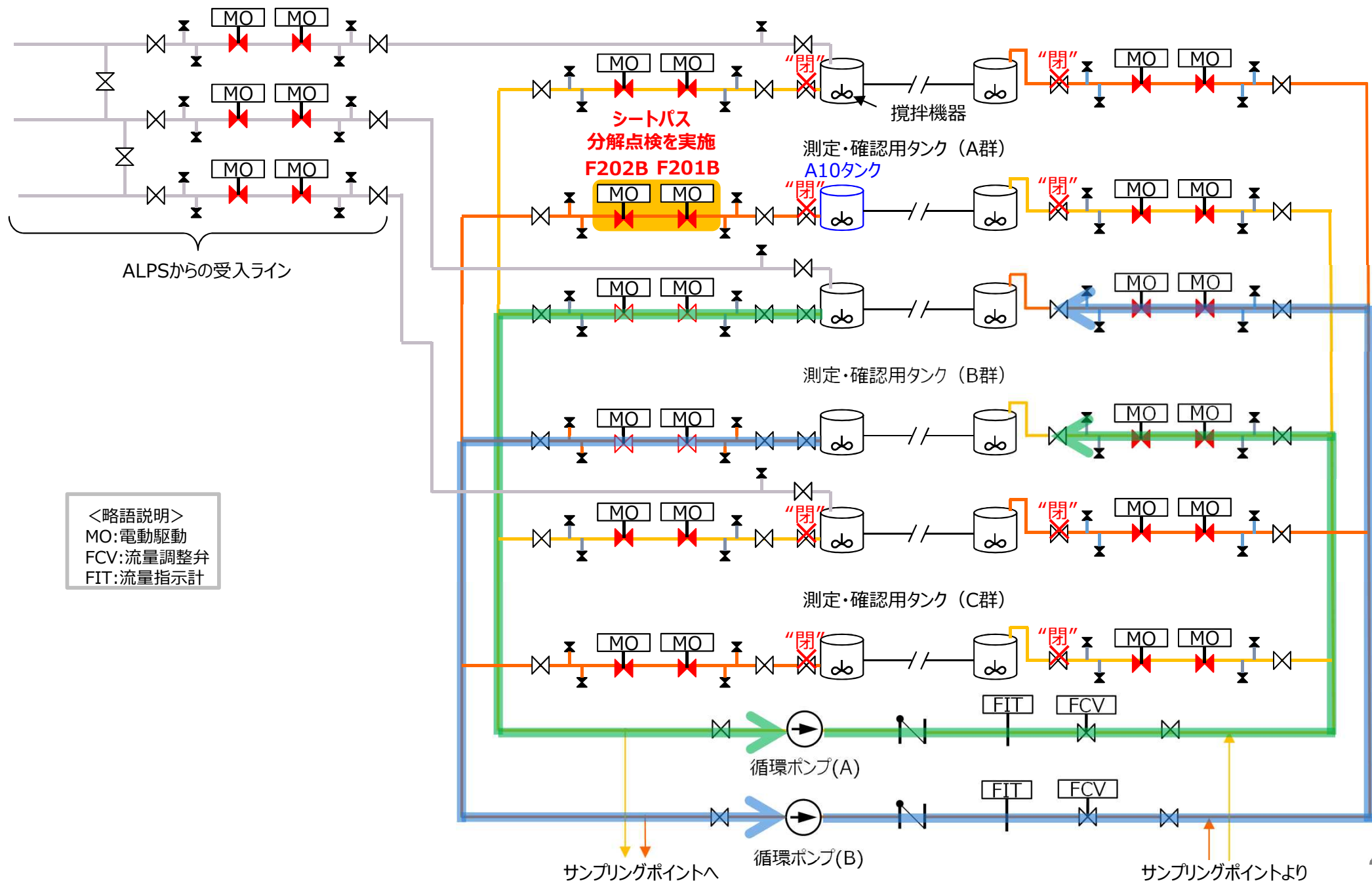
## 【参考】工場・現地検査の比較（移送・希釈・放出設備）

- 今後使用前検査を受検する移送設備、希釈設備、放出設備についても同様な管理を実施。
  - 同型のMO弁、AO弁（緊急遮断弁）は、工場出荷時の状態を維持して現地据付する計画。
  - 下表を管理し、今後計画の変更（状態の変更）がある場合は、追加の検査を実施。

設備	機器	工場検査項目	現地検査項目	現地検査の追加の必要性
機械	配管 (PE管)	材料・寸法・外観・耐圧漏えい等	寸法・外観・耐圧漏えい	無
	配管 (鋼管)	材料・寸法・外観・溶接・耐圧漏えい等	フランジ締付・外観・通水漏えい	無
	ポンプ (完成型)	材料・寸法・外観・溶接・耐圧漏えい・性能等	試運転における性能・通水漏えい	無
	ポンプ (現地組立型)	材料・寸法・外観・溶接・耐圧漏えい・性能等	試運転における性能・通水漏えい	無
	手動弁	材料・寸法・外観・耐圧漏えい・弁座漏えい	外観・通水漏えい	無 (工場出荷状態を維持)
	MO弁	材料・寸法・外観・耐圧漏えい・弁座漏えい・作動	外観・通水漏えい・作動試験	無 (工場出荷状態を維持)
	AO弁	材料・寸法・外観・耐圧漏えい・弁座漏えい・作動	外観・通水漏えい・作動試験	無 (工場出荷状態を維持)
電気	電源盤	寸法・外観・耐電圧・シーケンス・性能・絶縁抵抗	外観・耐電圧・シーケンス試験・性能・絶縁抵抗	無
	電動機	外観・寸法・巻線抵抗・M単・ポンプ組合性能・絶縁抵抗	外観・巻線抵抗・M単・ポンプ組合性能・絶縁抵抗	無
	ケーブル	外観・絶縁抵抗・耐電圧	外観・絶縁抵抗・耐電圧・導通確認	無
計測 制御	制御盤	外観・導通確認・絶縁抵抗・ソフト検証	シーケンス・インターロック	無
	計器	入出力特性	単体ループ	無



# 【参考】P&ID (循環系統)



<略語説明>  
 MO:電動駆動  
 FCV:流量調整弁  
 FIT:流量指示計