

1. 件名

美浜発電所3号機 A海水ポンプの自動停止に伴うディーゼル発電機の運転上の制限の逸脱について

2. 事象発生日時

2020年4月10日（金） 09時47分
（運転上の制限を満足していないと判断）

3. 事象発生前の状況

第25回定期事業者検査中（モード外）

4. 事象発生の状況

（添付資料－1～3）

美浜発電所3号機は第25回定期事業者検査中のところ、2020年4月10日（金）09時46分 中央制御室に「A海水ポンプ注意」警報が発信した後、09時47分に「A海水ポンプトリップ」警報が発信し、A海水ポンプが自動停止した。

A海水ポンプの自動停止に伴いAディーゼル発電機への冷却水（海水）の供給ができなくなったことからAディーゼル発電機は動作不能となった。その結果、動作可能なディーゼル発電機は非常用発電機のみ（Bディーゼル発電機は定期点検中）となったことから、原子炉施設保安規定（以下、「保安規定という。」）に定める運転上の制限（第75条：ディーゼル発電機2基が動作可能であること）を満足していないと09時47分に当直課長が判断した。

その後、09時59分に待機中であったB海水ポンプを手動起動し、B海水ポンプの運転状態に問題がなく、Aディーゼル発電機への冷却水（海水）の供給も問題ないことが確認できたことから、10時30分に運転上の制限を満足していると当直課長が判断した。

なお、本事象による周辺環境への影響はなかった。

5. 主要時系列

4月10日（金）

09時46分 「A海水ポンプ注意」警報発信

09時47分 「A海水ポンプトリップ」警報発信（3 A海水ポンプ自動停止）
「Aディーゼル発電機注意」警報（海水流量低）発信
運転上の制限を満足していないと当直課長が判断

09時55分 A海水ポンプ潤滑水流量が低下していることを現場流量計にて発電室員が確認

- B海水ポンプ起動準備開始
- 09時59分 B海水ポンプ手動起動
- 10時15分 「Aディーゼル発電機注意」警報リセット
- 10時30分 Aディーゼル発電機待機状態「異常なし」を確認
 運転上の制限を満足していることを当直課長が判断
- 13時00分 A海水ポンプ潤滑水系統点検開始
- 14時30分 潤滑水配管の点検に向け保温材を取り外していた際に潤滑水流量
 が自然復帰
- 18時55分 A海水ポンプ潤滑水系統点検終了（異常なし）
- 19時10分 A海水ポンプ試運転準備開始
- 21時30分 A海水ポンプ試運転準備完了
- 21時37分 A海水ポンプ試運転開始（待機除外復帰）
- 21時45分 B海水ポンプ手動停止（通常待機状態）
- 23時00分 A海水ポンプ試運転終了（試運転結果「良好」）
- 23時00分
 ～4月11日（土） 07時00分 監視強化（結果良好。再現性なし。）

6. 原因調査 (添付資料－4～8、11)

A海水ポンプが自動停止した原因について、要因分析図に基づき原因調査を実施した。

(1) 現場調査結果

海水ポンプの自動停止要素の4要素について状況を確認した結果、次のとおりであった。

a. 過電流リレー動作確認

過電流リレーについて、現地表示灯にて動作状況を確認した結果、リレーが動作していないことを確認した。

b. 低電圧リレー動作確認

低電圧リレーについて、現地表示灯にて動作状況を確認した結果、リレーが動作していないことを確認した。

c. 海水ポンプ軸受潤滑水喪失 ()

A海水ポンプ自動停止後、速やかに発電室員がA海水ポンプ潤滑水流量計（FI-2073）にてA海水ポンプの潤滑水流量を確認した結果、約 $0.5\text{ m}^3/\text{h}$ （通常値： $3.0\text{ m}^3/\text{h}\sim 4.0\text{ m}^3/\text{h}$ ）であったことを確認した。また、潤滑水流量が低下した際に「開」動作するバックアップ電磁弁が動作 ()

) していることを確認した。なお、A海水ポンプモータ冷却水流量計（F I - 2 0 7 7）にてA海水ポンプモータ冷却水の流量を確認した結果、約50 L / m i n（標準値：40～45 L / m i n）であり異常はなかった。

d. 現地停止操作の有無確認

現地にて停止操作は実施していないことを発電室員に聞き取りにて確認した。

現場調査の結果から、「過電流リレー」や「低電圧リレー」は動作しておらず、現地でのA海水ポンプ停止操作も行っていないことが確認されたことから、潤滑水流量が低下した原因を詳細に点検することとした。

(2) A海水ポンプ潤滑水系統の詳細点検結果

A海水ポンプ潤滑水系統の詳細点検を行った結果、以下の通りであった。

a. 潤滑水配管の点検

潤滑水配管の詰まりや損傷の有無等について確認した結果、以下のとおり異常のないことを確認した。

1) 通水確認

A海水ポンプ潤滑水流量検出器（F T - 2 0 7 3）の下流にあるA海水ポンプ潤滑水管ベント弁（以下「S W - 4 1 1 A」という。）を開放し通水状況を確認した結果、S W - 4 1 1 Aの開放と共に出口配管（口径：3 / 4 B）から流水が認められ、S W - 4 1 1 Aの弁開度が微開の状態でも出口配管の口径と同様の太さで流水が認められたことから、潤滑水配管の通水状況に異常は認められなかった。また、S W - 4 1 1 A開放時には出口配管にフィルタを取り付けたが異物は確認されなかった。

なお、通水確認後、潤滑水配管の点検に向けた保温材取外し作業を行っていたところ、潤滑水流量が約6 m³ / hに自然復帰していることを発電室員が確認した。

2) 配管内面点検

潤滑水配管を取り外し、目視およびファイバースコープにて配管内面を点検した結果、海生生物などの付着物や異物が通過した痕跡は認められなかった。

なお、配管内面点検の範囲については、(1) 現場調査結果にてバックアップ電磁弁が動作した際にA海水ポンプモータ冷却水の流量が正常であったことから、潤滑水バックアップ系統からの潤滑水の供給に異常は認められなかったこと、また、1) 通水確認において、S W - 4 1 1 Aから問題なく流水が確認できたことから潤滑水バックアップ系統から潤滑水系統への供給についても異常は認められなかったことを踏まえ、A海水ポンプ潤滑水ストレーナ出口潤滑

水ライン逆止弁（SW-019A）からA海水ポンプまでの配管について点検を実施した。

3) 損傷有無点検

潤滑水配管の外観を目視にて確認した結果、変形等の異常は認められなかった。

b. 潤滑水バックアップ配管の点検

a. 潤滑水配管の点検結果を踏まえ、潤滑水バックアップ配管を点検した結果、以下のとおり異常のないことを確認した。

1) 通水確認

潤滑水バックアップ配管が詰まっていないことを、A海水ポンプモータ冷却水流量計（FI-2077）の指示値にて確認した結果、流量は50 L/min（標準値：40～45 L/min）であり通水されていることを確認した。

2) 損傷有無点検

潤滑水バックアップ配管の外観を目視にて確認した結果、変形等の異常は認められなかった。

c. 弁の点検

潤滑水系統の弁を点検した結果、以下のとおり異常のないことを確認した。

1) 弁開閉確認

潤滑水の通水を停止したうえで、潤滑水系統の流量計の前後にあるA海水ポンプ潤滑水流量発信器入口弁（SW-020A）、A海水ポンプ潤滑水流量発信器出口弁（SW-021A）の開閉操作を実施した結果、開閉状態に異常はなく、弁体の脱落は発生していないことを確認した。

2) 通水確認

SW-411Aを開放した結果、潤滑水の流れが確認できたことから、弁に閉塞が発生していないことを確認した。

d. 流量計の点検

A海水ポンプ潤滑水流量計を取り外し、流量計の検出器および変換器について点検を行った結果、以下のとおり異常のないことを確認した。

1) 検出器の点検

検出器について導通試験および各線間の絶縁抵抗測定を実施した結果、管理基準値の範囲内であり異常のないことを確認した。

また、目視により検出器の内部および外観についても異常のないことを確認した。

2) 変換器の点検

変換器について入出力試験を実施した結果、入力に対する出力は管理基準値の範囲内であり異常のないことを確認した。

また、目視により変換器の内部および外観についても異常のないことを確認した。

なお、a. 1) の通水確認において、SW-411Aを開放し通水状況を確認した際、通水できていることが確認されたが、その状況においてもA海水ポンプ潤滑水流量計(FI-2073)の指示値に変化が認められなかった。

以上のことから、潤滑水系統の配管、弁に詰まり等の異常は認められなかった。また、流量計の単体点検においても異常は認められなかったが、潤滑水系統の通水状況を確認した際、通水できている状態にもかかわらずA海水ポンプ潤滑水流量計(FI-2073)の指示値が約 $0.5\text{ m}^3/\text{h}$ から変化が認められなかったことから、流量計の指示値が偶発的に低下したものと考えられる。

7. 推定原因

A海水ポンプ運転中に、海水ポンプ軸受へ供給される潤滑水流量に問題はなかったが、A海水ポンプ潤滑水流量計(FI-2073)の指示値が偶発的に低下し、A海水ポンプ自動停止要素以下となったことから、A海水ポンプが自動停止に至ったものと推定した。

8. 対 策

(添付資料-9~11)

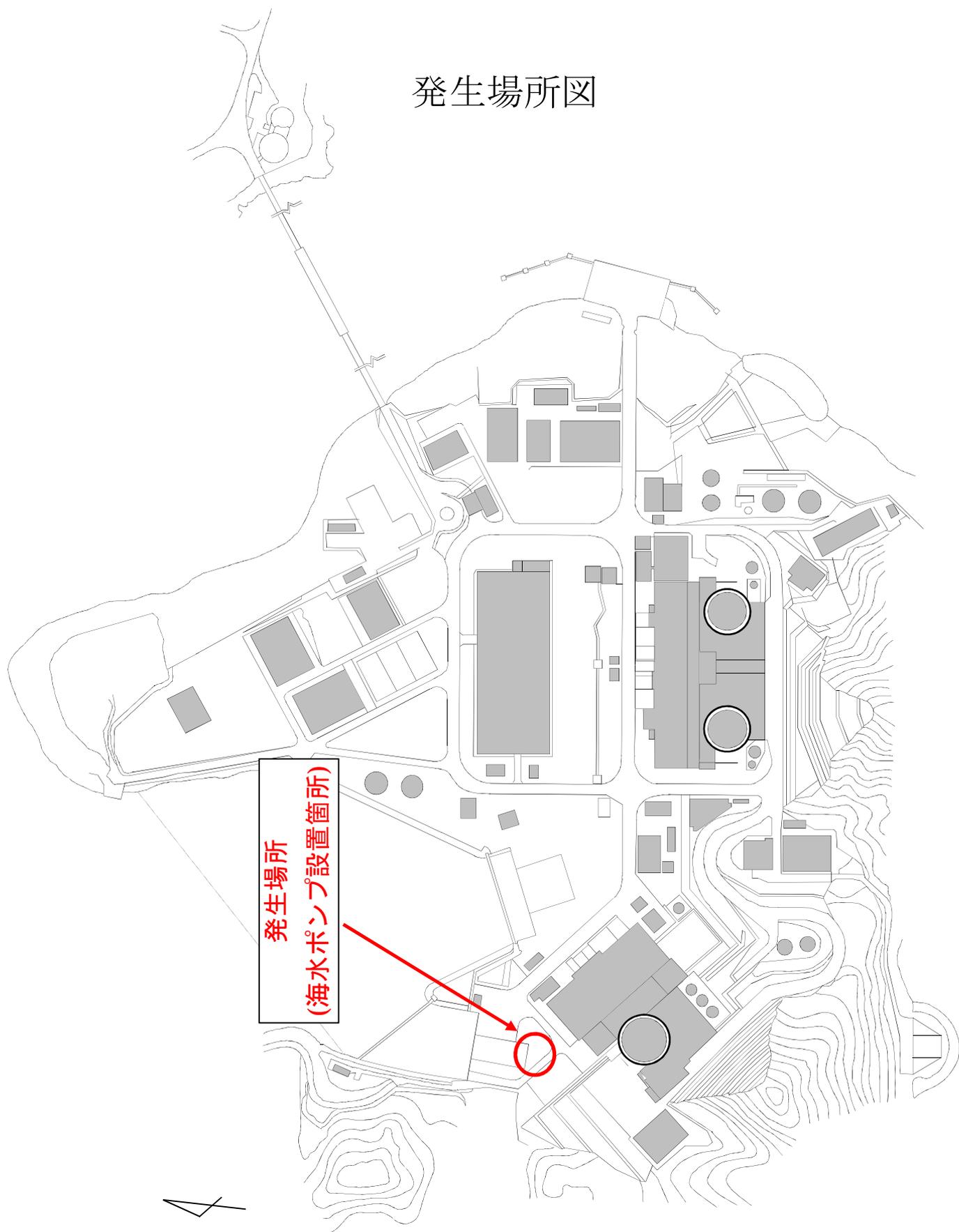
- (1) 当該A海水ポンプ潤滑水流量検出器(FT-2073)および変換器について、予備品に取り換えを行った。(4月10日実施済み)
- (2) A海水ポンプ試運転後、巡回点検の頻度を1回/日から3回/日に変更するとともに、巡回点検時に潤滑水圧力(中央制御室にて監視)および潤滑水流量(現場仮設計器にて監視)の監視を強化した。(4月10日から4月11日実施済み)

以 上

添付資料

1. 発生場所図
2. 保安規定（抜粋）
3. 海水系統図
4. A海水ポンプ潤滑水流量低下要因分析（F T）図
5. 過電流リレー・低電圧リレー動作状況確認結果
6. A海水ポンプ潤滑水配管内面点検結果
7. A海水ポンプ潤滑水流量計検出器点検結果（導通試験）
8. A海水ポンプ潤滑水流量計変換器点検結果（入出力試験）
9. A海水ポンプ試運転データ（潤滑水流量）
10. A海水ポンプ試運転データ（潤滑水圧力）
11. A海水ポンプ潤滑水流量低によるトリップ調査実績工程

発生場所図



保安規定（抜粋）

（ディーゼル発電機 モード1、2、3および4以外）

第 7 5 条 モード1、2、3および4以外において、ディーゼル発電機は、表75-1で定める事項を運転上の制限とする。

2. ディーゼル発電機が前項で定める運転上の制限を満足していることを確認するため、次号を実施する。
 - (1) 当直課長は、モード1、2、3および4以外において、1ヶ月に1回、ディーゼル発電機について以下の事項を実施する。
 - (a) ディーゼル発電機を待機状態から起動し、無負荷運転時の電圧が $6,900 \pm 345$ V および周波数が 60 ± 3 Hz であることを確認する。
 - (b) 燃料油サービスタンクの貯油量を確認する。
3. 当直課長は、ディーゼル発電機が第1項で定める運転上の制限を満足していないと判断した場合、表75-3の措置を講じるとともに、照射済燃料の移動を中止する必要がある場合は、原子燃料課長に通知する。通知を受けた原子燃料課長は、同表の措置を講じる。

表75-1

| 項 目 | 運転上の制限 |
|------------------------|--|
| ディーゼル発電機 ^{※1} | (1) ディーゼル発電機2基が動作可能であること ^{※2※3} (2) (1)のディーゼル発電機に対応する燃料油サービスタンクの貯油量が表75-2に定める制限値内にあること ^{※4} |

※1：ディーゼル発電機は、重大事故等対処設備を兼ねる。

※2：ディーゼル発電機の予備潤滑運転（ターニング、エアラン）を行う場合、運転上の制限を適用しない。

※3：ディーゼル発電機には、非常用発電機1基を含めることができる。非常用発電機とは、所要の電力供給が可能なものをいう。なお、非常用発電機は複数の号炉で共用することができる。

※4：ディーゼル発電機が運転中および運転終了後の24時間は、運転上の制限を適用しない。

75-2

| 項 目 | 制 限 値 |
|-------------------------|------------------------|
| 燃料油サービスタンク貯油量 (保有油量) | 0.66 m ³ 以上 |

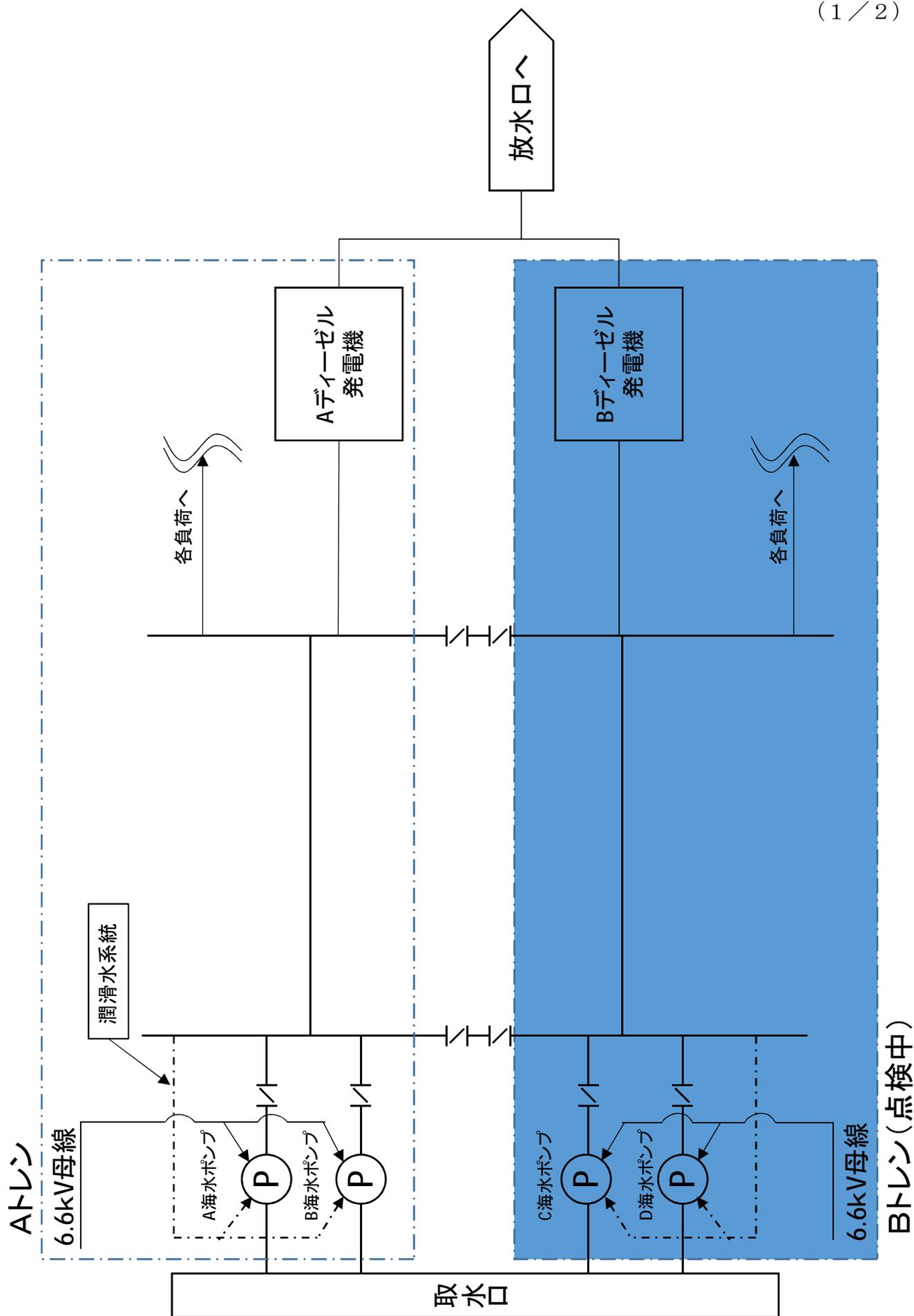
表75-3

| 条 件 | 要求される措置 | 完了時間 |
|---|---|------|
| A. ディーゼル発電機2基および非常用発電機1基のうち、2基以上が動作不能 ^{※5} である場合 | A.1 原子燃料課長は、照射済燃料の移動を中止する ^{※6} 。 および | 速やかに |
| | A.2 当直課長は、1次冷却材中のほう素濃度が低下する操作を全て中止する。 および | 速やかに |
| | A.3 当直課長は、ディーゼル発電機2基および非常用発電機1基のうち、少なくとも2基を動作可能な状態に復旧する措置を開始する。 | 速やかに |

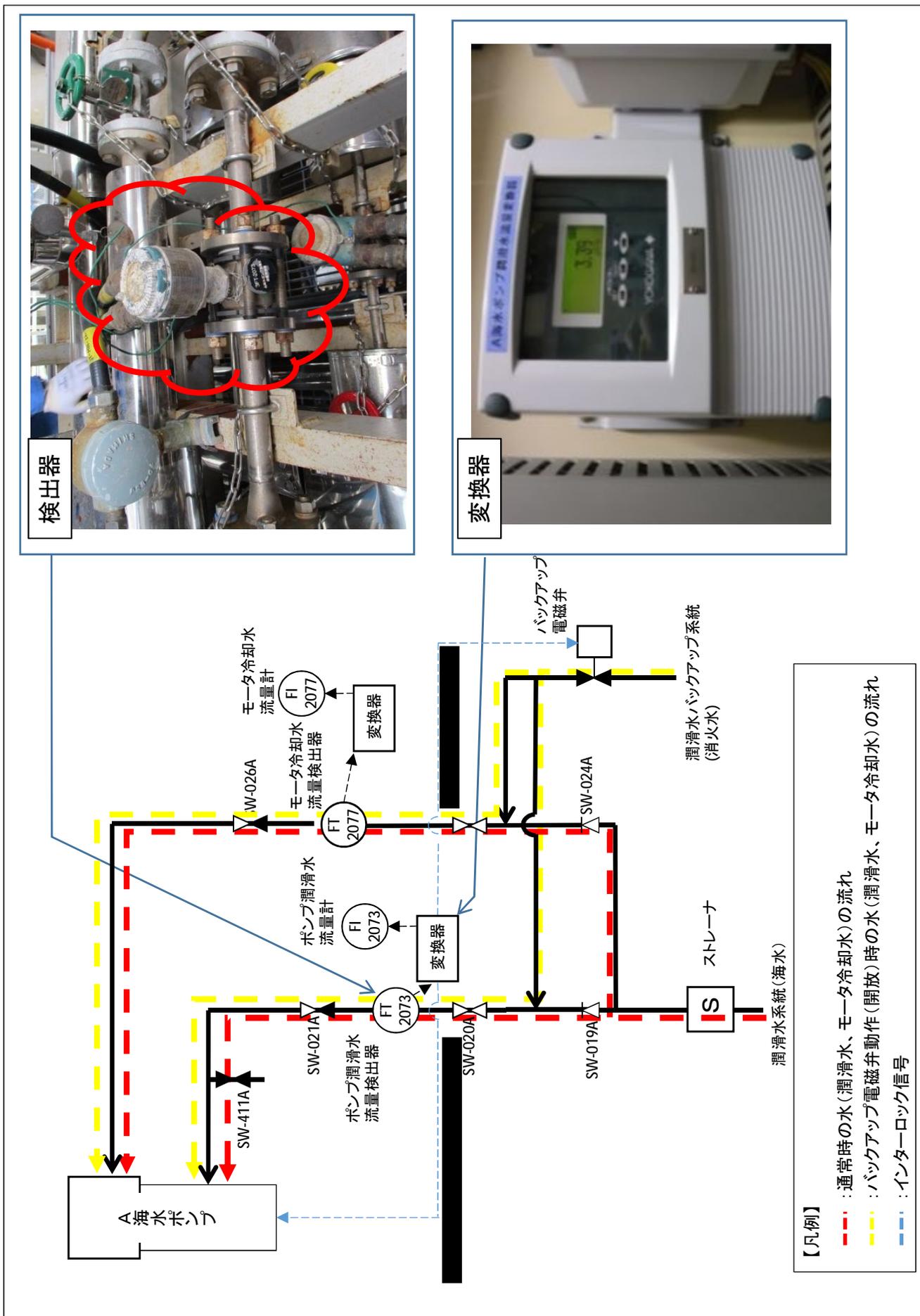
※5：ディーゼル発電機の燃料油サービスタンクの貯油量（保有油量）が制限値を満足していない場合を含む。

※6：移動中の燃料を所定の位置に移動することを妨げるものではない。

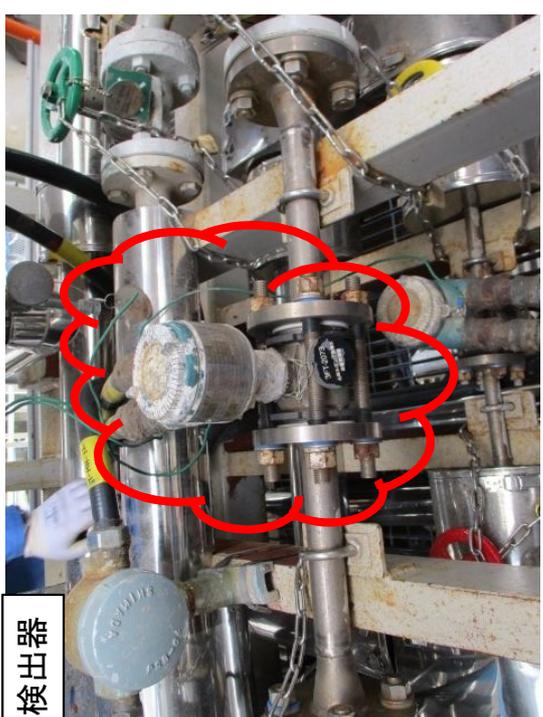
海水系統図



海水系統図
(A-海水ポンプ潤滑水系統)



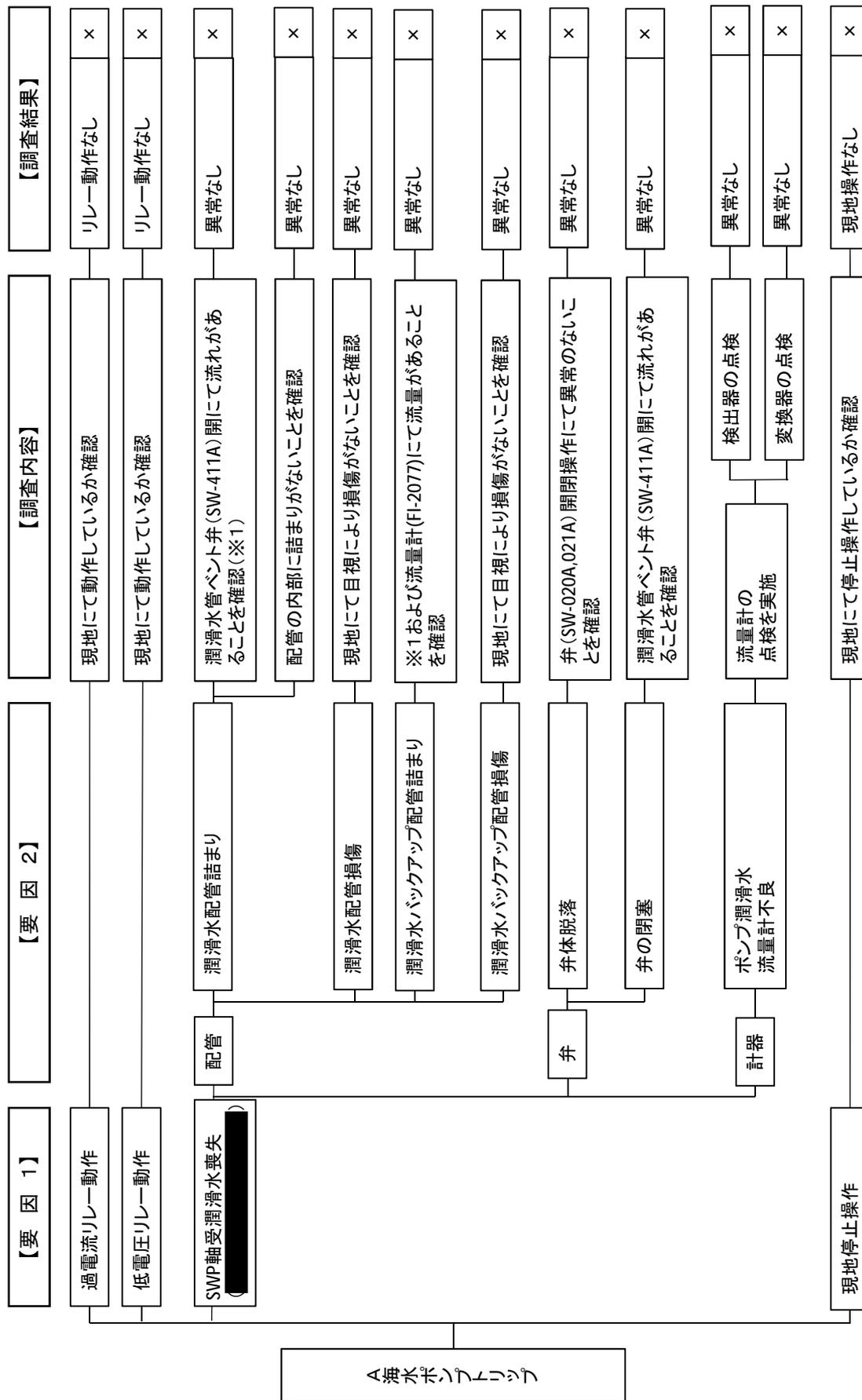
検出器



変換器



A海水ポンプ潤滑水流量低下要因分析(FT)図



○: 要因である △: 要因として考えられる ×: 要因でない

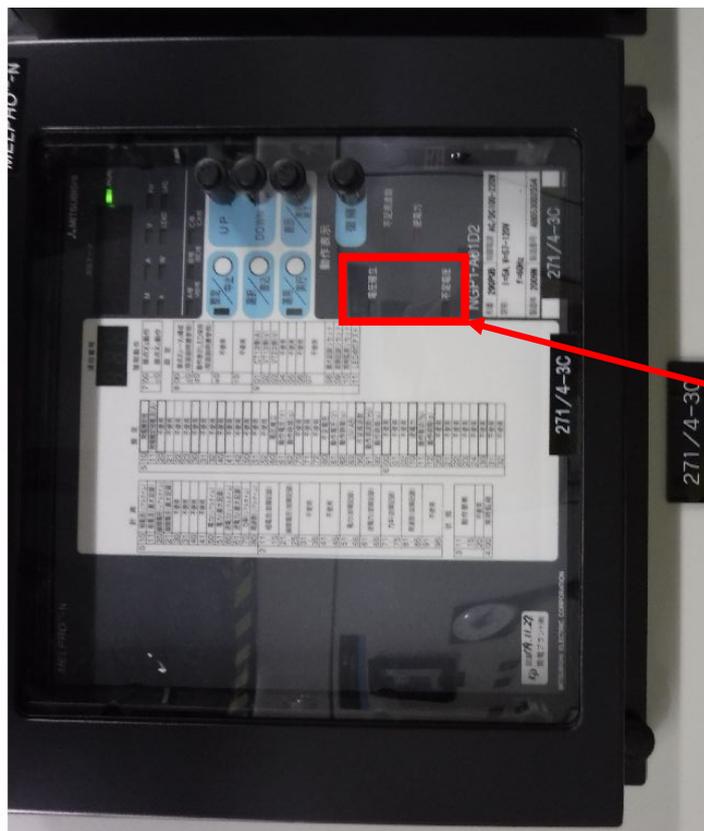
過電流リレー・低電圧リレー動作状況確認結果

過電流リレー



表示灯にてリレーが動作していないことを確認した

低電圧リレー

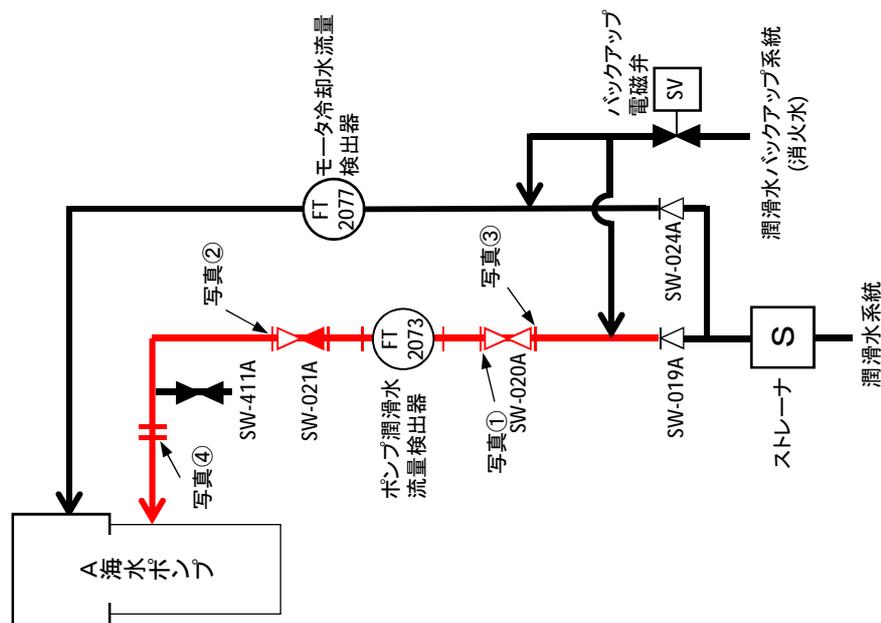


表示灯にてリレーが動作していないことを確認した

※リレー動作時は赤枠部の表示灯(レッドランプ)が点灯する。

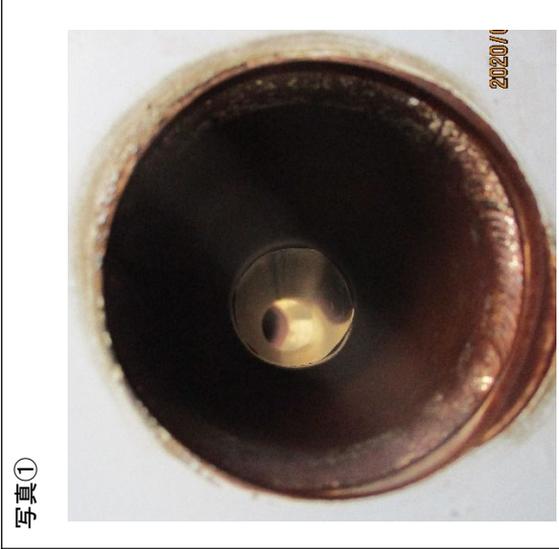
A海水ポンプ潤滑水配管内面点検結果

点検方法
 ポンプ潤滑水配管を取外し、目視およびファイバー
 スコープにて配管内面の点検を行う。



【凡例】 : 点検範囲
 ————

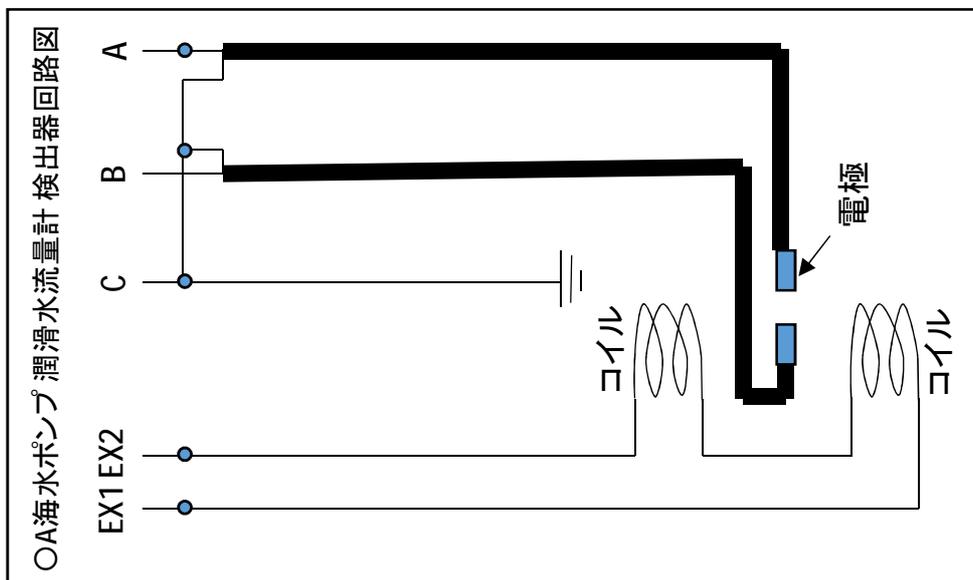
点検結果
 ポンプ潤滑水配管を取外し、目視およびファイバー
 スコープにて配管内面を点検した結果、海生生物など
 の付着物や異物が通過した痕跡は認められなかった。



A海水ポンプ 潤滑水流量計 検出器点検結果(導通試験)

点検方法

潤滑水流量計の検出器について、外観点検、内部点検および検出器の各線間の絶縁抵抗を測定し、異常がないかを確認する。



試験日: 2020.4.10

| 判定 | TagNo.: | 3FT-2073 | 計器名: | | A海水ポンプ潤滑水流量発信器 | |
|--------|-------------------|----------|------|------------|----------------|----|
| | | | 設定値 | 管理基準値 | 測定値 | 判定 |
| 導通チェック | EX-1・EX-2線間 (オーム) | 検出器単体 | — | 導通がある事 | 67.04 Ω | 良 |
| 絶縁抵抗値 | EX-1・A線間 (メガオーム) | 検出器単体 | 100 | 100メガオーム以上 | >100MΩ | 良 |
| 絶縁抵抗値 | EX-1・B線間 (メガオーム) | 検出器単体 | 100 | 100メガオーム以上 | >100MΩ | 良 |
| 絶縁抵抗値 | EX-1・C線間 (メガオーム) | 検出器単体 | 1 | 1メガオーム以上 | >100MΩ | 良 |
| 絶縁抵抗値 | C・A線間 (メガオーム) | 検出器単体 | 100 | 100メガオーム以上 | >100MΩ | 良 |
| 絶縁抵抗値 | C・B線間 (メガオーム) | 検出器単体 | 100 | 100メガオーム以上 | >100MΩ | 良 |
| 絶縁抵抗値 | A・B線間 (メガオーム) | 検出器単体 | 100 | 100メガオーム以上 | >100MΩ | 良 |
| 外観点検 | | | — | 異常のない事 | 異常なし | 良 |
| 内部点検 | | | — | 異常のない事 | 異常なし | 良 |

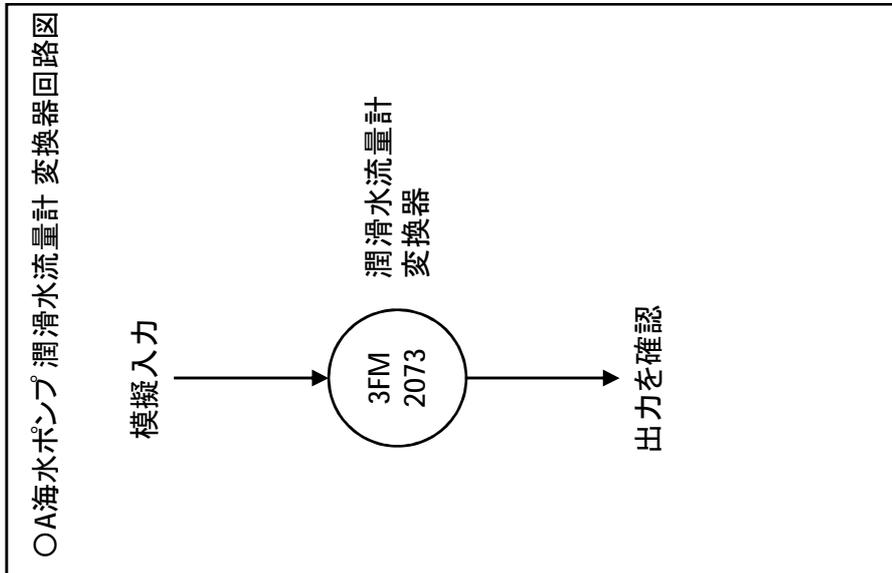
点検結果

外観点検、内部点検の結果、異常のないことを確認した。
 検出器の各線間の絶縁抵抗を測定した結果、管理基準値の範囲内であり、異常がないことを確認した。

A海水ポンプ 潤滑水流量計 変換器点検結果(入出力試験)

点検方法

潤滑水流量計の変換器について、外観点検、内部点検および模擬入力による出力を確認し、異常がないかを確認する。



試験日：2020.4.10

計器番号：3FM-2073 計器名称：A海水ポンプ潤滑水流量変換器

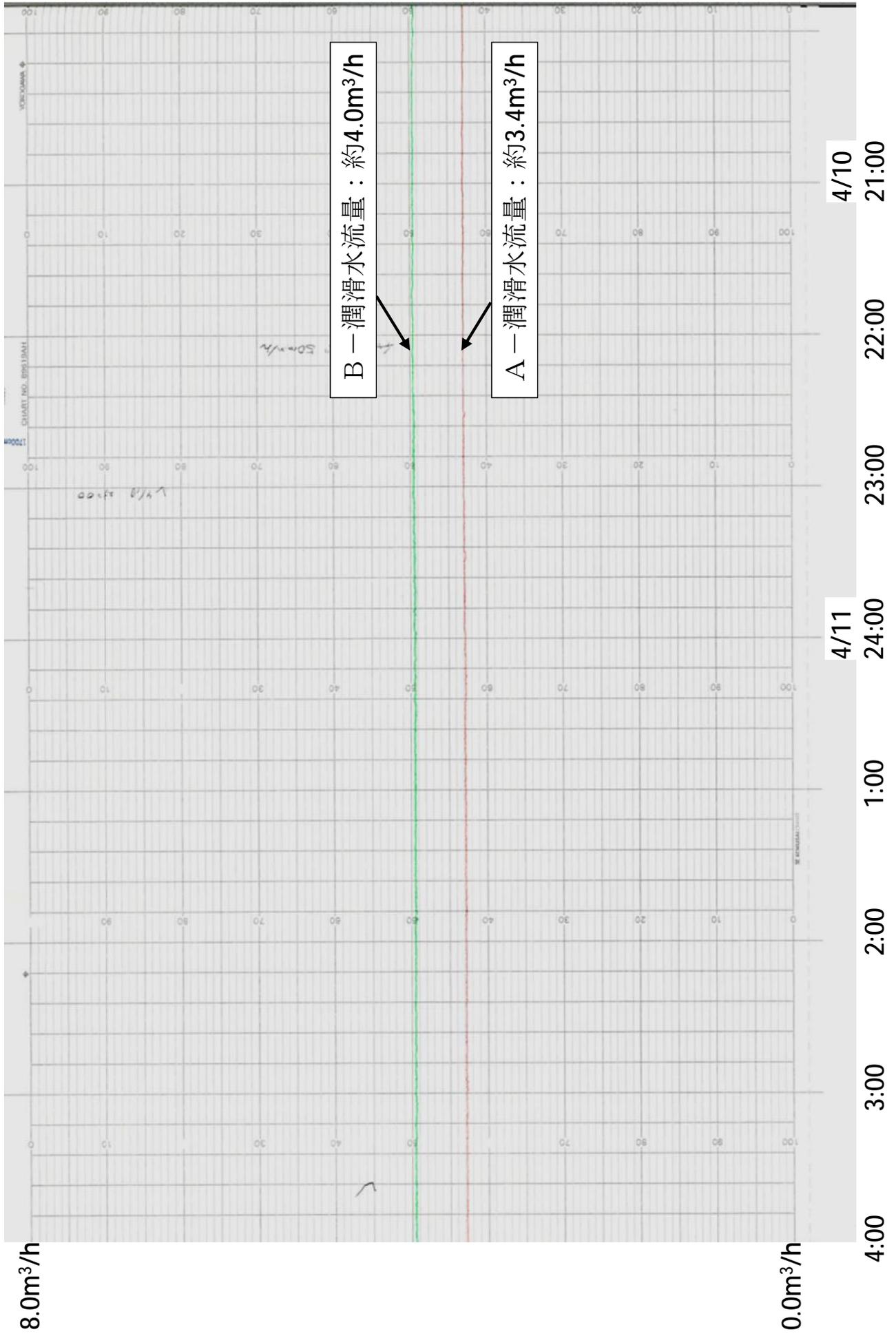
判定：良 試験者：[Redacted]

| 標準入力機能 | | 3FM-2073 | | 3FM-2073 (LED参考値) | |
|---------|-----|---------------------|-------|-------------------|---------|
| TAG No. | 機能 | 標準 | 上げ | 下げ | 標準 |
| 単位 | % | m A | m A | m A | m 3 / h |
| 1 | 0 | 4.00 | 3.99 | 3.99 | 0.00 |
| 2 | 25 | 8.00 | 7.99 | 8.00 | 2.00 |
| 3 | 50 | 12.00 | 11.99 | 12.00 | 4.00 |
| 4 | 75 | 16.00 | 16.00 | 16.00 | 6.00 |
| 5 | 100 | 20.00 | 20.01 | 20.01 | 8.00 |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 管理基準値 | | -0.08 mA ~ +0.08 mA | | | |
| 器差 (+側) | | 0.01 mA | | | |
| 器差 (-側) | | -0.01 mA | | | |
| 判定 | | 良 | | | |
| 計器仕様 | | 使用試験器 | | | |
| 横河電機 | | 備考 | | | |
| | | ・外観点検 | | 良 | |
| | | ・内部点検 | | 良 | |

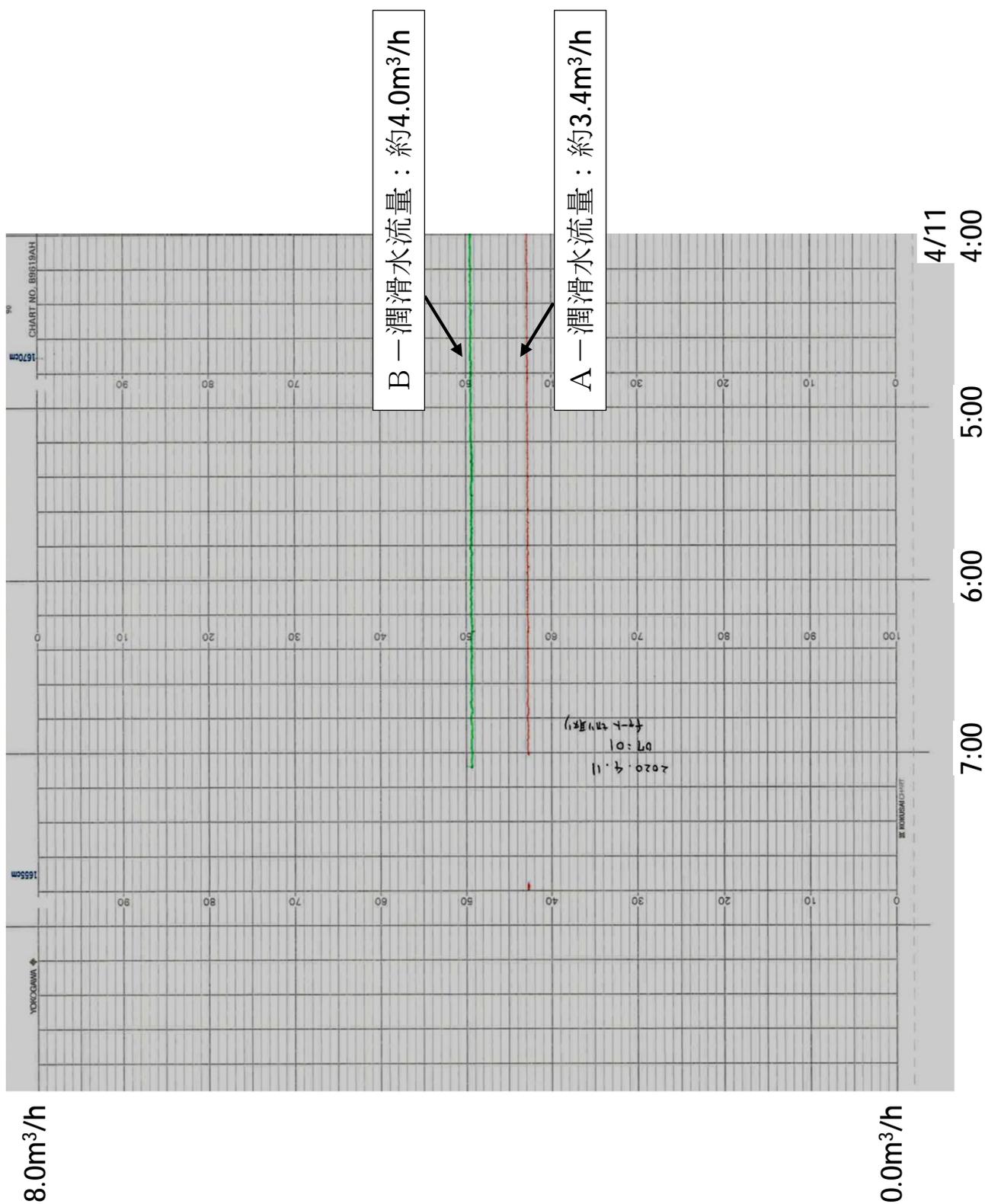
点検結果

外観点検、内部点検の結果、異常のないことを確認した。
 変換器の入出力を確認した結果、模擬入力に対する出力は管理基準値の範囲内であり、異常がないことを確認した。
 また、参考に現場の表示計器(LED)にて模擬入力に対する各段階の流量値を確認した結果、適切な流量値であることを確認した。

A海水ポンプ試運転データ(潤滑水流量):【仮設計器】(1 / 2)



A海水ポンプ試運転データ(潤滑水流量) :【仮設計器】(2 / 2)

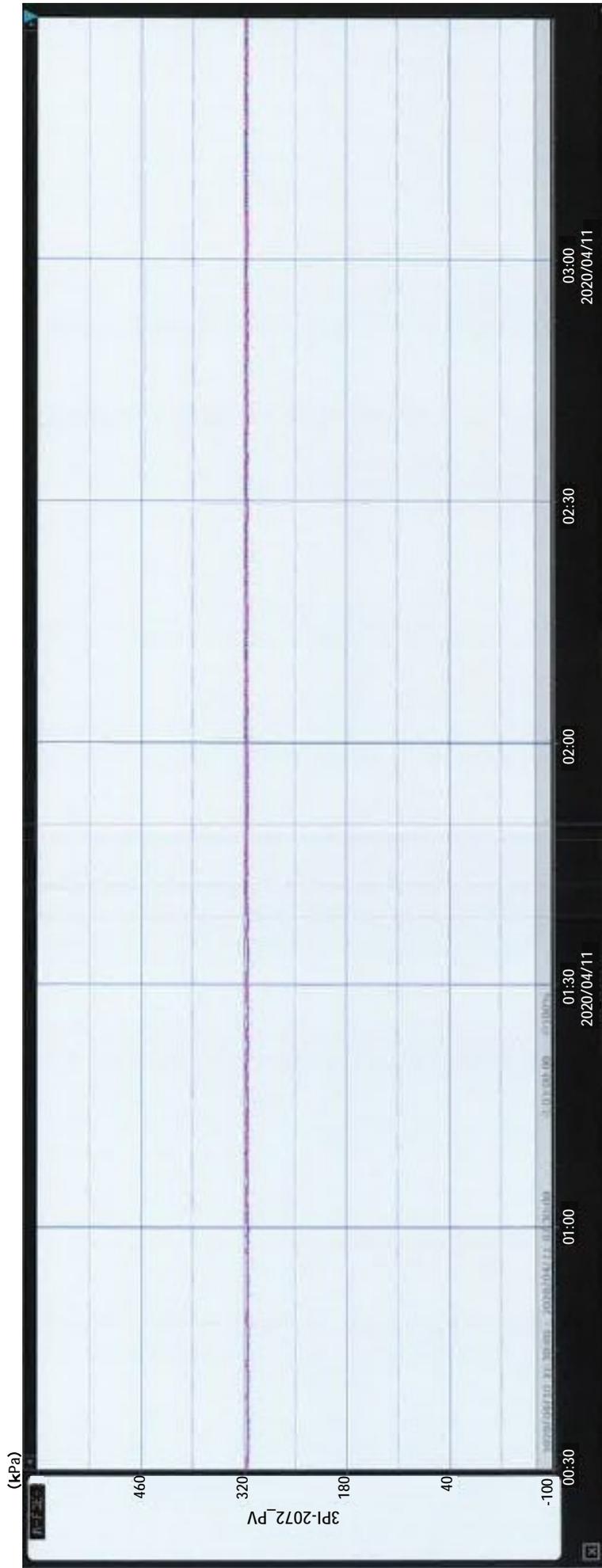


A海水ポンプ試運転データ(潤滑水圧力)(1/4)



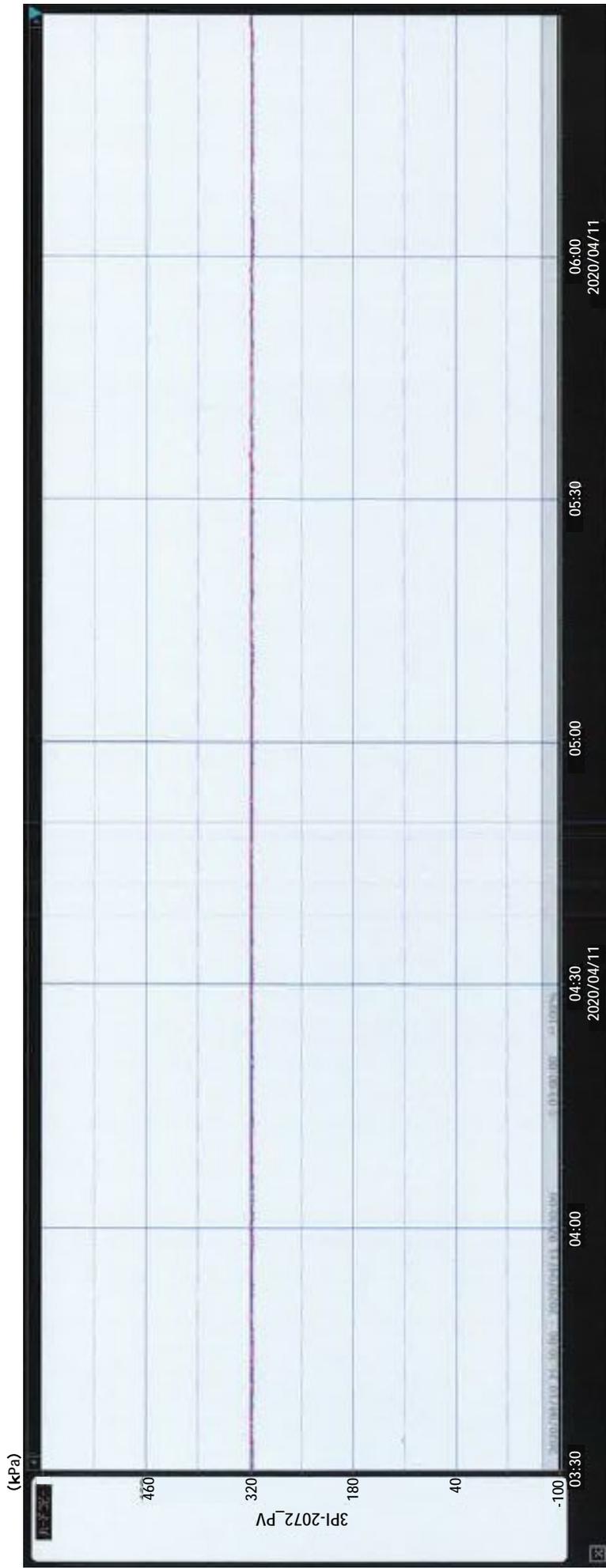
青: A-海水ポンプ潤滑水圧力
赤: B-海水ポンプ潤滑水圧力

A海水ポンプ試運転データ(潤滑水圧力) (2/4)



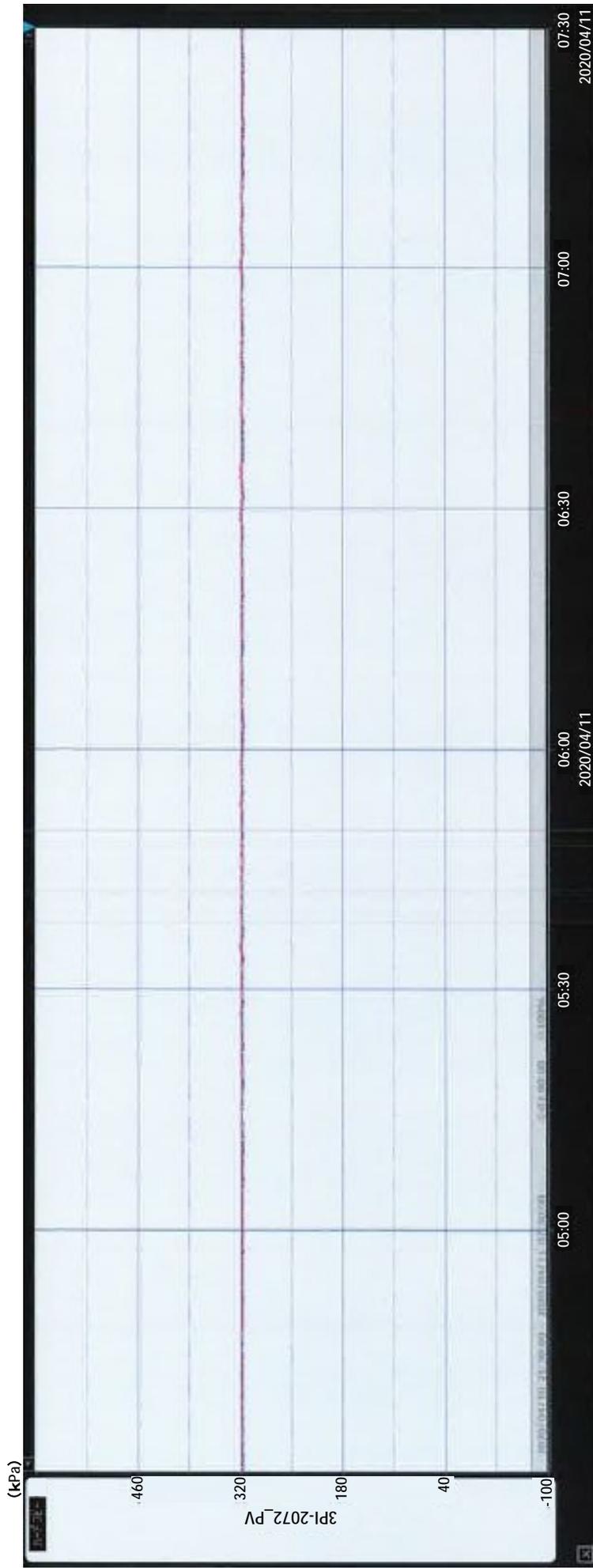
青:A-海水ポンプ潤滑水圧力
赤:B-海水ポンプ潤滑水圧力

A海水ポンプ試運転データ(潤滑水圧力) (3/4)



青:A-海水ポンプ潤滑水圧力
赤:B-海水ポンプ潤滑水圧力

A海水ポンプ試運転データ(潤滑水圧力) (4/4)



青:A-海水ポンプ潤滑水圧力
赤:B-海水ポンプ潤滑水圧力

A海水ポンプ潤滑水流量低によるトリップ調査実績工程

| 2020年4月10日 | | 13:00 | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 | 20:00 | 21:00 |
|-------------------|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 日時 | | | | | | | | | | |
| 準備 | | 13:00 | | 15:20 | | | | | | |
| 系統詰まり (潤滑水系統) | 通水確認 | 13:00 | 13:30 | | | | | | | |
| | 弁開閉確認 | | 15:20 | 15:30 | | | | | | |
| 計器故障 (FT-2073) | 配管内面点検 | | | 15:30 | | | 18:00 | | | |
| | 復旧 | | | | | | 18:00 | 18:50 | | |
| 試運転 | 流量計点検 | | | 15:30 | | | | | | |
| | 取替・復旧 | | | | | 17:30 | 18:55 | | | |
| | 点検結果速報 | | | | | | | 19:10 | | |
| | ラインアップ、水張 | | | | | | | | 21:30 | |
| | 試運転 | | | | | | | | | 21:37 |
| | | | | | | | | | | 23:00 |