

福島第一原子力発電所 集中廃棄物処理施設焼却工作建屋等への 滞留水の誤った移送に関する原因と対策について

平成26年5月19日

東京電力株式会社



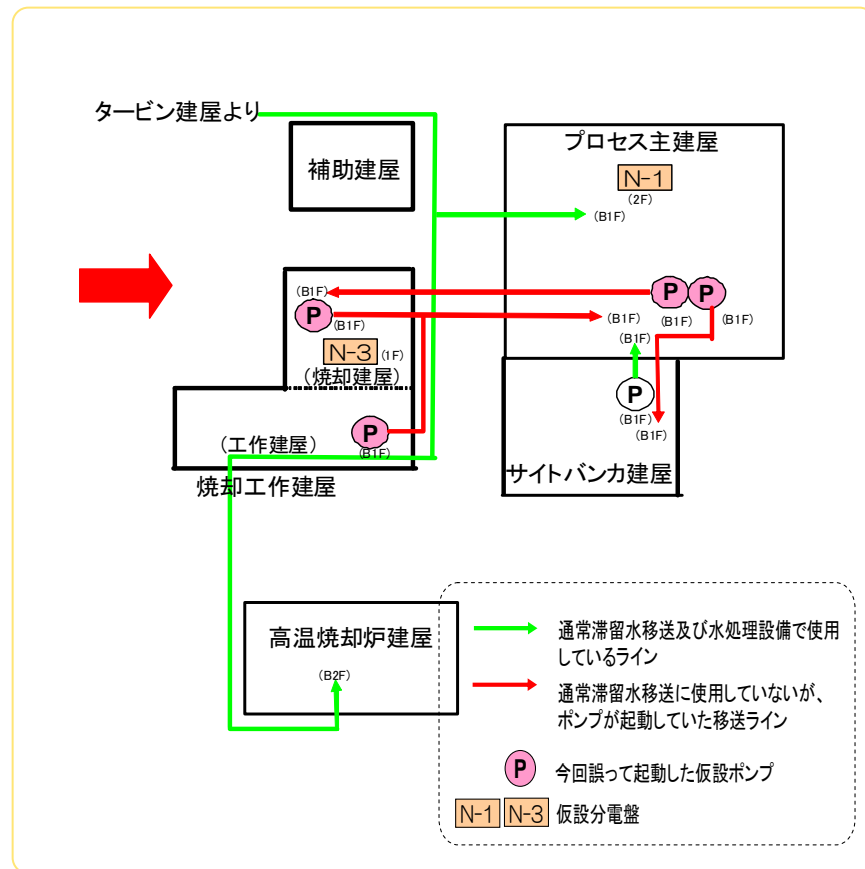
東京電力

1. 事象の概要

- 平成26年4月13日、プロセス建屋および焼却工作建屋に設置している通常使用していない仮設ポンプ（4台）が運転中であることを確認
- 仮設ポンプの運転（誤移送）による滞留水を焼却・工作建屋に確認（約203 m³）

■推定原因

- 移送ライン設置当時（平成23年6月）から弁開の状態維持されており、仮設ポンプの電源が入れば今回の誤移送が発生する環境にあった
- 分電盤内のスイッチに識別表示がなされていないという作業環境の中、平成26年3月20日に当該分電盤の負荷（空調設備）のスイッチを入れようとした際に、誤って仮設ポンプ4台のスイッチを入れた可能性が高い。



2. 再発防止対策と対応状況

	再発防止対策	対応状況
電源盤内負荷機器の明確化	電源盤内負荷機器の識別標示や電源盤近傍に単線結線図を配置するなど、誤操作が発生しうる環境の改善	<ul style="list-style-type: none"> ・当該電源盤は実施済 ・上記以外は計画中（重要度の高い設備について優先的に実施した後（6月末完了予定、残りの設備へ順次展開予定）
使用予定のない仮設設備の処置	当面使用する計画のない建屋滞留水移送に関わる仮設設備については、ポンプの電源を切り離し、ポンプ吐出弁を閉にするなど、誤操作等による意図しない機器の動作を防止	<ul style="list-style-type: none"> ・弁閉処置済 ・電源切り離しは計画中（5月末完了予定）

（更なる現場強化策）

電源盤等の施錠管理	作業者が安易に操作を実施できないよう施錠管理の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・当該電源盤は実施済 ・上記以外は実施中（約700箇所中約570箇所完了、6月末完了予定）
現場監視機能の強化	特に重要な設備を設置している建屋・エリアについて、監視カメラ設置等の実施	<ul style="list-style-type: none"> ・インフラ（ケーブルやカメラなどの準備）の整備も含めて現在検討中

福島第一原子力発電所 集中廃棄物処理施設焼却・工作建屋等への 滞留水の誤った移送について

平成26年5月2日

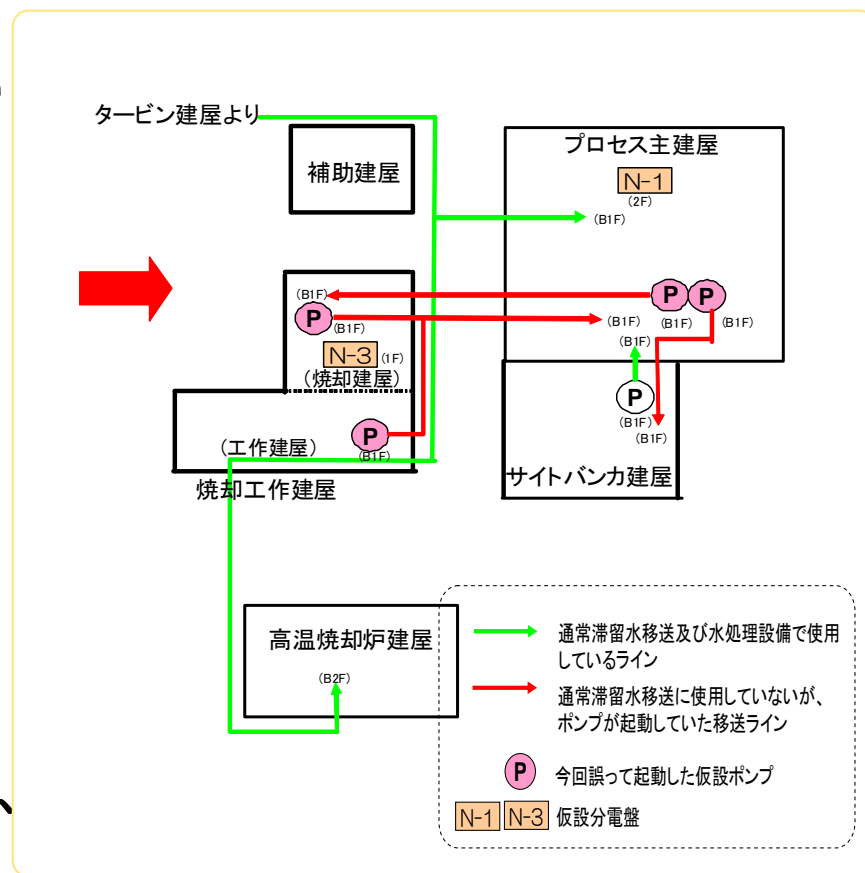
東京電力株式会社



東京電力

1. 事象の概要

- 平成26年4月10日にサイトバンカ建屋からプロセス主建屋へ水移送後、サイトバンカ建屋水位の更なる上昇傾向、プロセス主建屋水位の低下傾向が確認された。原因調査の結果、4月13日に通常使用していない仮設ポンプ（4台）が運転中であったことを確認。
- 仮設ポンプ停止後の現場確認において、焼却・工作建屋に約203 m³（焼却建屋：約165 m³、工作建屋：約38 m³）の滞留水があることを確認（その後の調査で工作建屋への誤移送がなかったことを確認）。
- 焼却建屋・サイトバンカ建屋ともに今回誤って移送された水位レベルに配管貫通部はなく、また建屋水位・サブドレンの水質分析結果に有意な変化がないこと、更にサブドレン水位は建屋水位に比べ高いことから、外部への漏えいは無いものと判断。



2. 各建屋と仮設ポンプの設置状況（断面図）

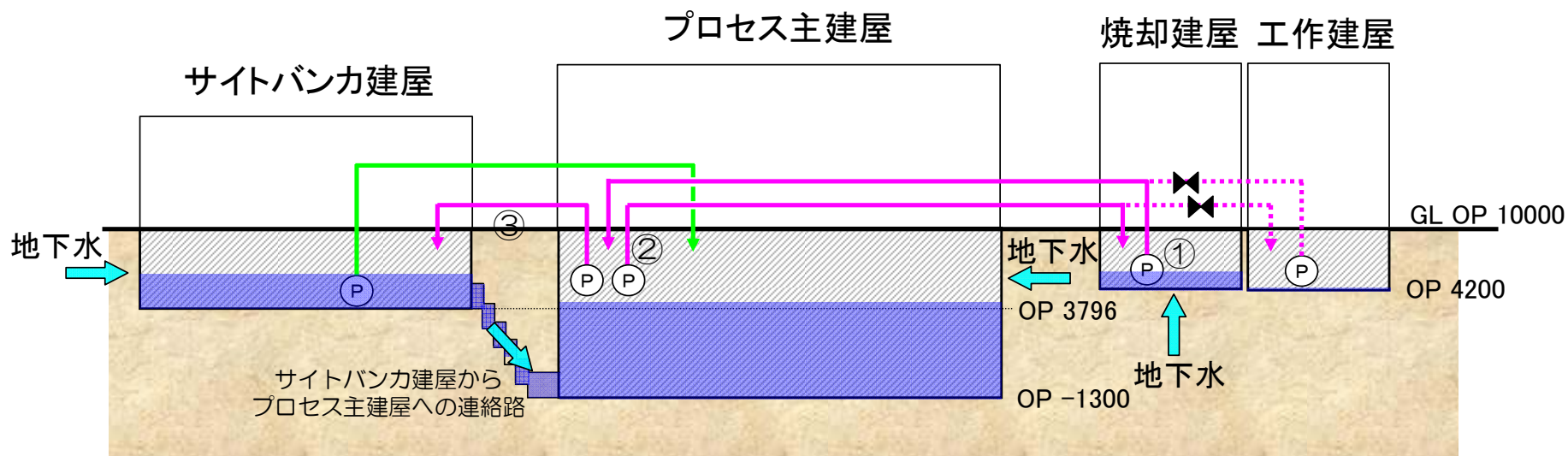
誤って起動した仮設ポンプのうち、移送が可能であったものは3台

①焼却建屋からプロセス主建屋に移送する仮設ポンプ 1台

②プロセス主建屋から焼却建屋に移送する仮設ポンプ 1台

③プロセス主建屋からサイトバンクカ建屋に移送する仮設ポンプ 1台

※ 工作建屋に設置されていた仮設ポンプは吐出ライン弁閉のため移送不可



3. 原因調査内容（1 / 2）

■ 調査事項

- i. 仮設ポンプ起動時期の推定
 - a. 関連する建屋水位データから、仮設ポンプの起動時期を推定した。
- ii. ヒューマンエラーの可能性
 - a. 当社社員を対象としたヒアリングおよび当該設備設置当時の資料調査を行い、ヒューマンエラー発生の可能性を調査した（実施期間：平成26年4月17日～4月25日）。
 - b. 上記 i において推定した仮設ポンプ起動時期近傍における作業件名のうち、分電盤の設置建屋（プロセス主建屋および焼却・工作建屋）に入域する作業の有無を調査した。
- iii. 設備状態の確認
 - a. 当該分電盤の回路を確認し、誤動作が発生する可能性について調査した。
 - b. その他、有益な情報について書類調査・ヒアリングを行った。

3. 原因調査内容（2／2）

原因の特定にあたっては、まず仮設ポンプの起動時期を絞り込む必要があることから、長期的トレンド（6頁参照）から、水移送実績等を踏まえ、水位データについて分析調査を行った。

なお、調査にあたっては、4つの仮設ポンプが起動することで誤移送の影響を受ける建屋で、且つ連続的に水位監視しているプロセス主建屋とサイトバンク建屋の水位に着目して、起動時期の特定を図った。

特に、サイトバンク建屋については、通常流入するラインが無いことから、水位変動の傾向を掴みやすいこともあり、サイトバンク建屋における水位変動の特徴から以下の3つの期間に分け、それぞれの段階における仮設ポンプ起動の有無について検討した。

- ① サイトバンク建屋水位上昇が殆どない（～5mm/日程度）段階
（8月上旬～11月中旬）
- ② サイトバンク建屋水位がほぼ一定で上昇（5mm/日程度）している段階
（11月中旬～3月下旬）
- ③ サイトバンク建屋水位が更に上昇（10mm/日以上）している段階
（3月下旬～4月上旬）

4. 調査結果（一覽）

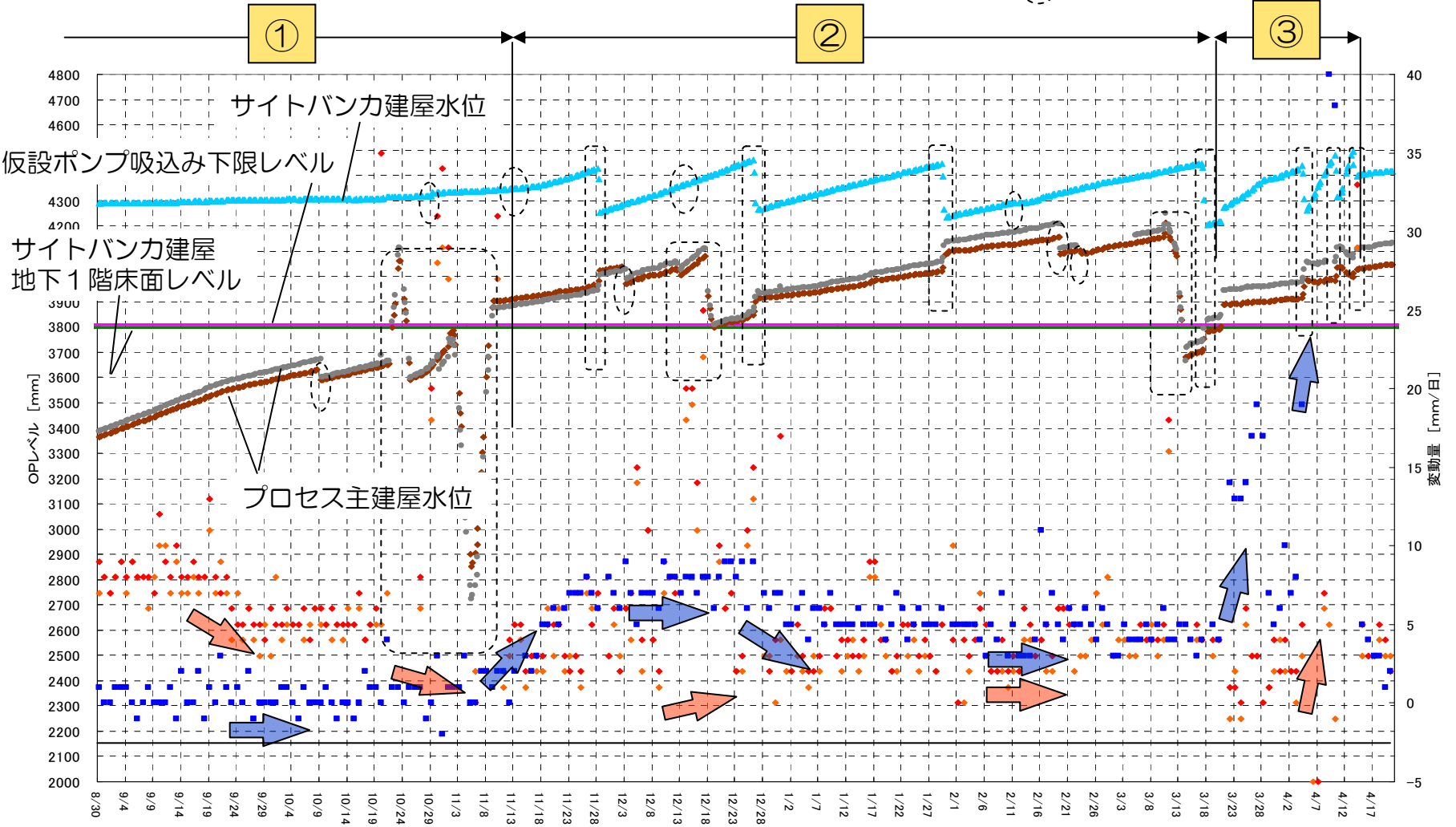
■調査結果は以下の通り

項目		調査内容	調査結果
i	仮設ポンプ起動時期の推定	関連する建屋水位データから、仮設ポンプの起動時期を推定	プロセス主建屋及びサイトバンク建屋の水位が急上昇し始めた平成26年3月20日12時以降に仮設ポンプの電源が入った可能性が高いと推定
ii	ヒューマンエラーの可能性	a. ヒアリングおよび当該設備設置当時の資料調査	仮設ポンプの電源が入れば今回の誤移送が発生する環境、スイッチの誤認による誤操作の発生しやすい環境であること、 仮設ポンプの推定起動時期（平成26年3月20日）において、プロセス主建屋及び焼却・工作建屋の双方に入域する作業に従事した社員がいることを確認
		b. 分電盤の設置建屋（プロセス主建屋および焼却・工作建屋）に入域する作業の有無を調査	
iii	設備状態の確認	a. 当該分電盤の回路を確認し、誤動作が発生する可能性について調査	当該分電盤の回路を確認し、誤動作の発生する可能性の無いことを確認 建屋滞留水の状況 焼却建屋 平成24年5月30日：膝位（20～30cm）程度 平成25年4月1日：45cm程度 平成26年2月24日：膝上（50～60cm）程度 工作建屋 平成25年12月30日：5cm程度
		b. 有益な情報について書類調査・ヒアリング	

4. 調査結果 i 仮設ポンプ起動時期推定 (1 / 3)

■ プロセス主建屋とサイトバンク建屋の水位挙動

 : 本設備による移送、水処理装置による変動
 : 水位測定結果による補正

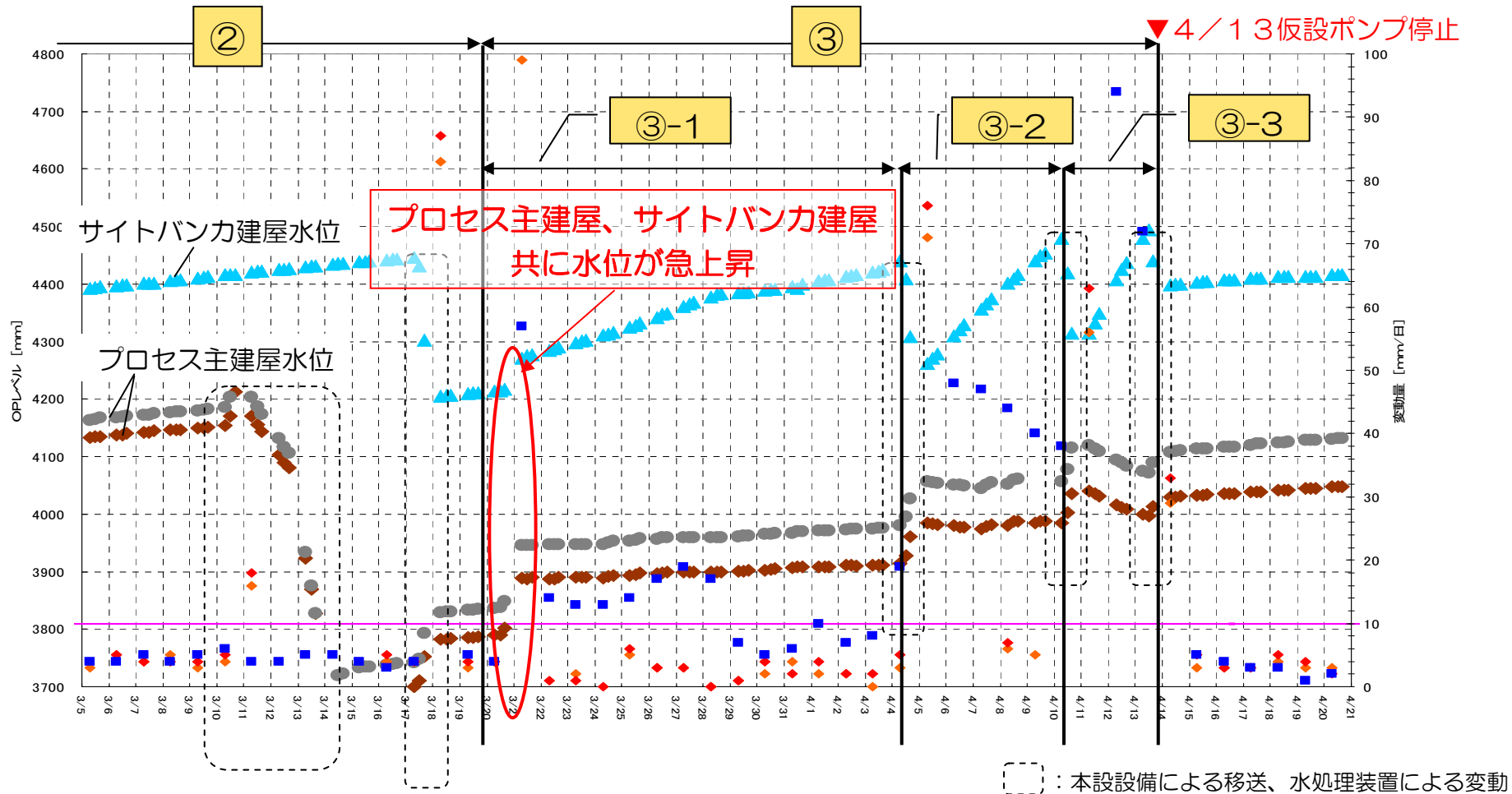


➡ : サイトバンク建屋水位変動量 (mm/日)
➡ : プロセス主建屋水位変動量 (mm/日)

4. 調査結果 i 仮設ポンプ起動時期推定 (2/3)

■平成26年3月1日～4月13日までの水位挙動

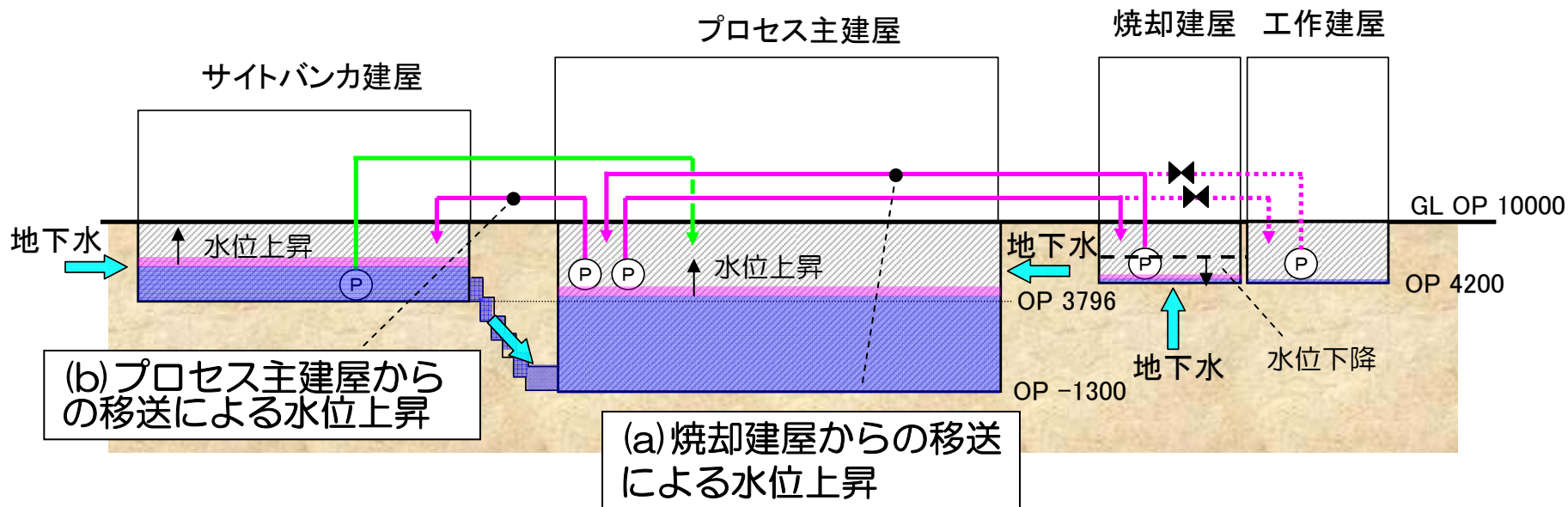
- ・ 3月19日までと仮設ポンプを停止した4月14日以降の水位挙動は概ね一致。
- ・ 3月20日の12時以降にプロセス主建屋及びサイトバンク建屋の水位が急上昇し始めている。



4. 調査結果 i 仮設ポンプ起動時期の推定 (3/3)

③-1 平成26年3月20日～4月3日

- ・ 3月20日の12時以降に仮設ポンプの電源が入り焼却建屋の水がプロセス主建屋へ移送されプロセス主建屋の水位が急上昇した。(a)
- ・ また、プロセス主建屋の水位が仮設ポンプの移送可能なレベルに到達し、プロセス主建屋からサイトバンク建屋への移送も行われたことから、サイトバンク建屋の水位も急上昇した。(b)
- ・ 以上のことから、同日12時以降に仮設ポンプの電源が入った可能性が高いと推定した。



4. 調査結果 ii ヒューマンエラーの可能性（1 / 2）

a.当社社員を対象としたヒアリングおよび当該設備設置当時の資料調査を行い、ヒューマンエラー発生の可能性を調査した。

その結果、今回の誤移送に関連すると思われる情報は以下の通り。

当社社員のうち、当該設備所管部門、当該建屋所管部門、当該建屋内設備所管部門、および運転所管部門の計94名を対象に今年3月以降の作業状況等についてヒアリングを実施。

■当該移送ライン設置当時の弁開閉状態

- 当該移送ラインは、既に建屋滞留水の移送先として使用していたプロセス主建屋および高温焼却炉建屋に加え、サイトバンク建屋および焼却・工作建屋を移送先として確保するため、平成23年6月に設置したものであった。
- 書類調査により、当該移送ライン設置後の弁開閉状態は誤移送発見時（平成26年4月13日）と同様の状態であったことを確認した。
その後、当該移送ラインを使用した実績がないことから、弁開閉状態は平成23年6月以降も変化がなかったと推測され、仮設ポンプの電源が入れば今回の誤移送が発生する環境にあったものと考えられる。

■当該分電盤の作業環境

- 当該分電盤には、仮設ポンプ以外にも空調設備等のスイッチが格納されていた。
- 分電盤内のスイッチは番号管理がなされているものの、負荷機器名称等の識別がなされておらず、スイッチの誤認による誤操作の発生しやすい環境であった。

4. 調査結果 ii ヒューマンエラーの可能性（2/2）

■ 当該分電盤の状態

- 分電盤N-1（プロセス主建屋に設置）については、平成25年5月21日時点（※）で2台の仮設ポンプ（CEN-AおよびCEN-B）の電源は「切」状態であった。
（※）予備端子の有無に関する調査時に撮影した写真により確認。

b. 分電盤の設置建屋（プロセス主建屋および焼却・工作建屋）に入域する作業の有無を調査

■ 作業実績の有無

仮設ポンプの推定起動時期（平成26年3月20日）において、プロセス主建屋及び焼却・工作建屋の双方に入域する以下に示す作業に従事した社員のいることが確認された。（ただし、操作の内容については記録が残っておらず、操作者の記憶によるものである。）

- P/C（C）全停作業の復旧にあたり、当該分電盤の負荷（空調設備）の入操作を実施（平成26年3月20日。なおP/C（C）受電は同日12時頃）
- 当該操作にあたっては、現場にて関連書類（負荷リストおよび単線結線図）を確認しながら操作を実施した。

なお、協力企業については、当該日においてプロセス主建屋及び焼却・工作建屋の双方に入域する作業は確認されなかった。

4. 調査結果 iii 設備状態の確認

設備状態について、以下の確認・調査を実施した。

- 当該分電盤の回路を確認し、誤動作が発生する可能性について調査
 - 当該分電盤の回路を確認し、誤動作の発生する可能性の無いことを確認した。

- 有益な情報について書類調査・ヒアリング
 - 焼却・工作建屋に立ち入った当社社員が、下記の水位があることを確認している。
 - < 焼却建屋 >
 - ◆ 平成24年5月30日：膝位（20～30cm）程度
 - ◆ 平成25年4月 1日：45cm程度
 - ◆ 平成26年2月24日：膝上（50～60cm）程度
 - < 工作建屋 >
 - ◆ 平成25年12月30日：5cm程度

5. 推定原因と問題点

■誤移送に至った推定原因

調査結果より、誤移送に至った経緯は以下と推定した。

- 当該移送ライン設置当時（平成23年6月）から弁開閉状態は誤移送発見時（平成26年4月13日）と同様の状態で維持されており、仮設ポンプの電源が入れば今回の誤移送が発生する環境にあったものと推定される。
- 分電盤内のスイッチに識別表示がなされていないという作業環境の中、平成26年3月20日に当該分電盤の負荷（空調設備）のスイッチを入れようとした際に、誤って仮設ポンプ4台のスイッチを入れた可能性が高い。

■今回の事象における問題点

- 当該分電盤内負荷機器が不明確であったこと
 - ◆当該分電盤内の負荷機器名称等の識別がなされておらず、スイッチの誤認による誤操作の発生しやすい環境であった。
- 使用予定のない仮設設備が、電源が入れば誤移送が発生する機器状態にあったこと
 - ◆現状では使用予定のない仮設設備であったにも関わらず、仮設ポンプの電源が入れば誤移送が発生する機器状態であった。
- 焼却・工作建屋の水位の管理が十分でなかったことから、誤移送の確認に時間がかかったこと。

6. 再発防止対策

今回の原因に対する対策を以下の通り実施する。

■電源盤内負荷機器の明確化

- 特に重要な電源盤の負荷について、電源盤内負荷機器を明確化し、誤操作が発生しうる環境を改善する。

■使用予定のない仮設設備の処置

- 震災直後に設置した当該移送ラインのように当面使用する計画のない建屋滞留水移送に関わる仮設設備については、ポンプの電源切り離し、またはポンプ吐出弁閉等、誤操作等による意図しない機器の動作を防止する。
- 上記措置については、設備図書（配管系統図等）に反映する。

■現在汚染水を貯留している建屋に加え、今後汚染水を移送する可能性のある建屋（焼却・工作建屋）の水位についても水位管理を行う。

また、今回の原因に対する対策ではないが、福島第一原子力発電所における現場強化策として、以下の対応も検討していく。

■電源盤等の施錠管理

- 作業者が安易に操作を実施しないよう、操作スイッチのある電源盤、操作盤、制御盤について、施錠管理を行う。

■現場監視機能の強化

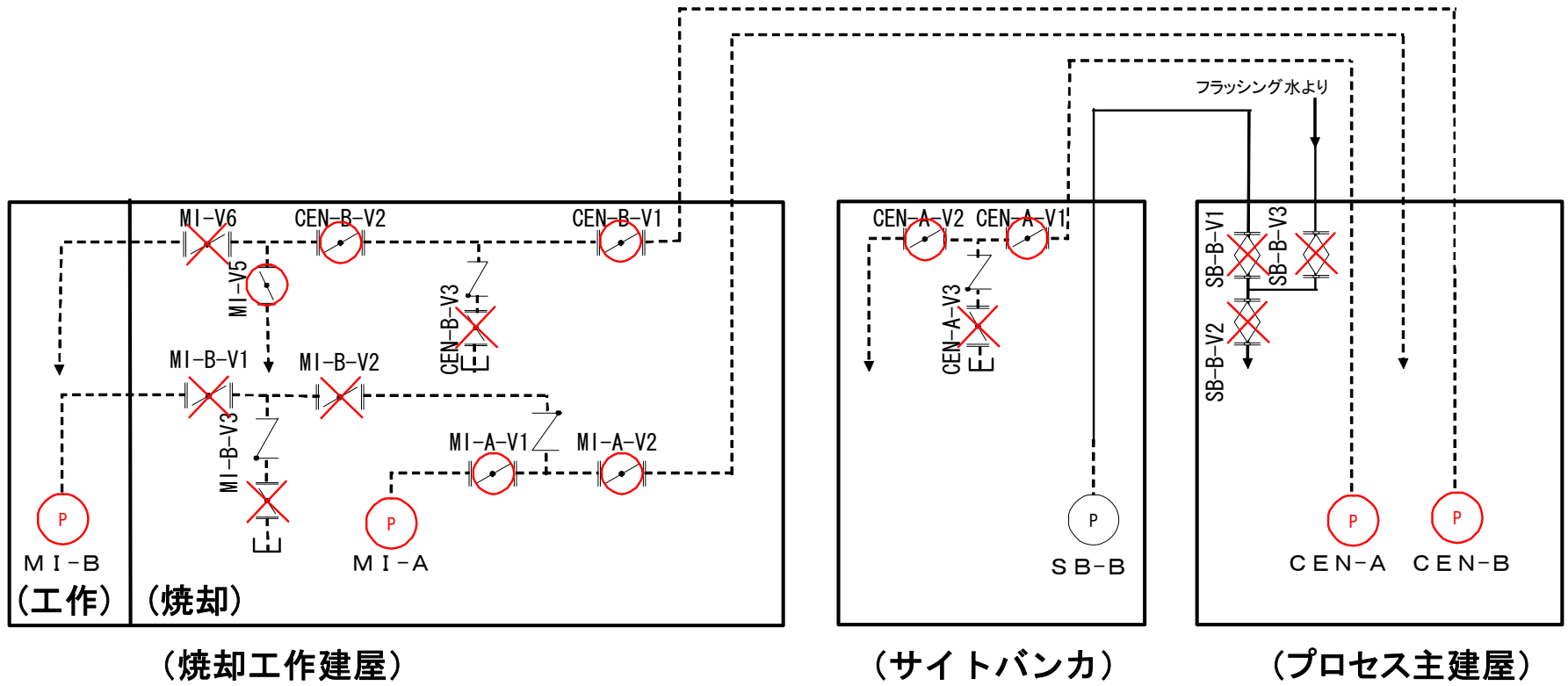
- 特に重要な設備を設置している建屋・エリアについて、監視カメラの設置等を行う。

【参考1】主な時系列

【時系列】

- 4/10 9:41~17:44 サイトバンカー→プロセス主建屋水移送実施。
- 4/11 12:00頃~ 12時・16時のデータより、サイトバンカ水位上昇・プロセス主建屋水位低下傾向を確認、継続監視。
- 4/12 18:00頃~ サイトバンカ水位が継続して高かったため、調査実施（サイトバンカ移送後の過去の水位データ実績・サイフォン効果による逆流の可能性、水位計の信憑性確認等）。
- 4/12 19:30頃~21:30頃 プロセス主建屋水位を確認し、水位傾向に変化がないことを確認。
朝方まで状況を確認することとし、監視強化を継続。
- 4/13 6:00頃~ 7:30頃 サイトバンカー→プロセス主建屋のラインナップの現場確認を実施。仮設ホースに流れらしきものを確認し、報告。
- 11:30頃~14:30頃 仮設ポンプが起動していることを確認。
仮設ホースのライン（ポンプ側～排出箇所）及び電源が接続されている仮設分電盤を確認。
- 14:30頃~16:30頃 仮設分電盤に識別表示がなかったことから、誤操作を避けるため、電源資料を調査。
- 17:02~17:22 仮設ポンプ4台を停止。
- 20:00頃~ 水位測定、浸水範囲確認開始
- 21:20頃 現場調査中の当社社員が焼却・工作建屋地下1階に滞留水を発見。
- 22:15 法令トラブルと判断
- 4/14 2:35 焼却建屋の滞留水深さが約18cmで変化がないことを確認。
- 3:50 工作建屋の滞留水深さが約5cmで変化がないことを確認。

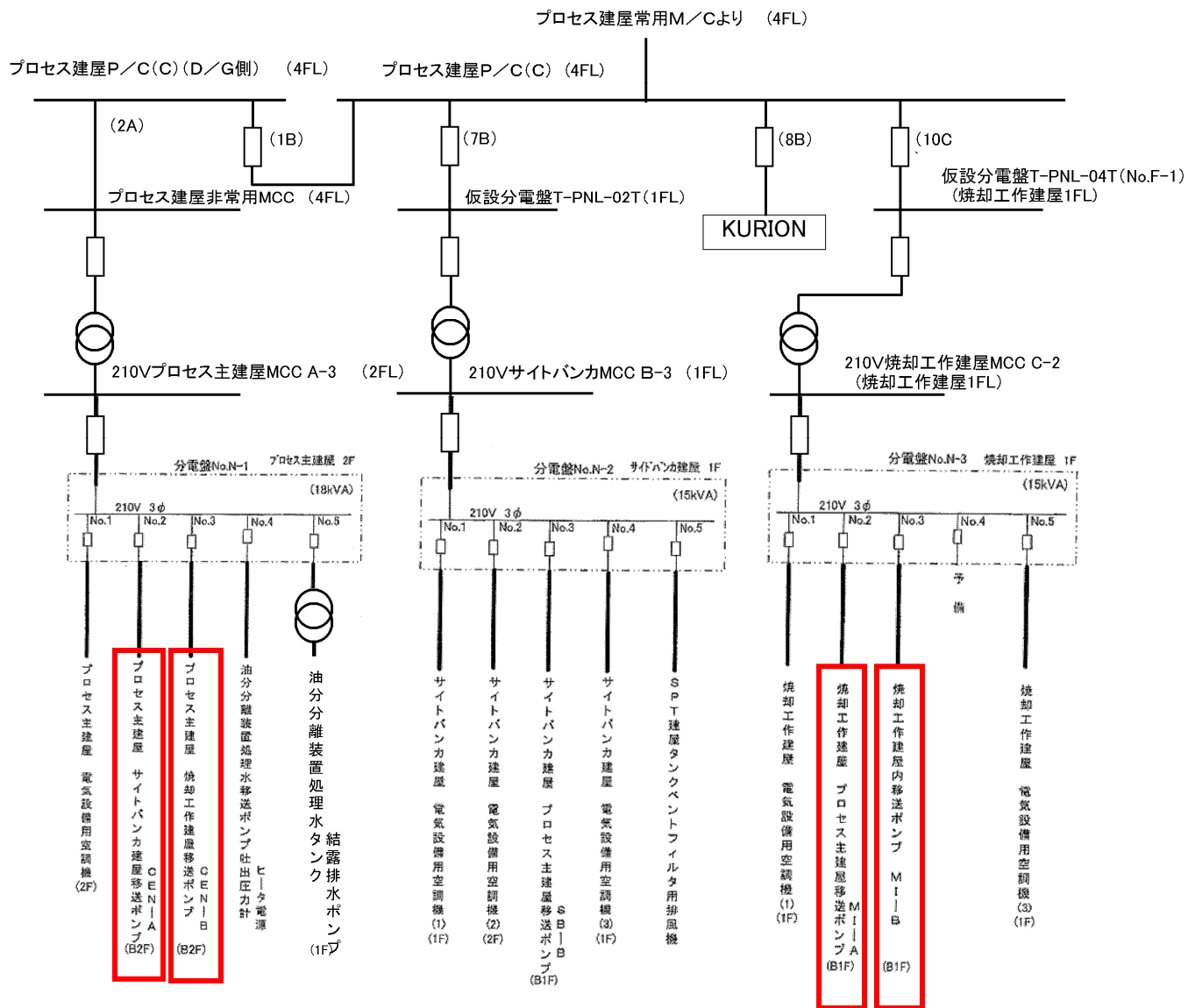
【参考2】現場状況（ポンプ起動停止状態・弁開閉状態）



- : PE管
- : カナフレックスホース
- : 弁 "開" 状態
- × : 弁 "閉" 状態
- Ⓟ : ポンプ起動状態
- Ⓜ : ポンプ停止状態

仮設ポンプ起動時点における現場確認状況
 （確認日：平成26年4月13日）

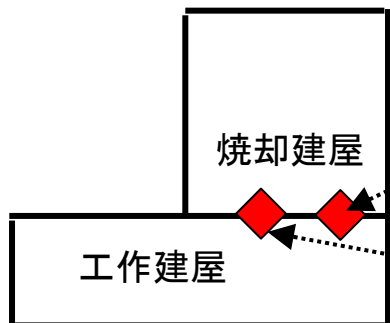
【参考3】単線結線図



【参考4】焼却建屋—工作建屋間の止水処置

- 震災直後、焼却・工作建屋を建屋滞留水の移送先として確保する準備として、焼却建屋—工作建屋間の開口部および貫通部は止水処置がなされている（平成23年6月）。
- なお、当該止水処置実施後の工事記録により、工作建屋側には数cm程度の津波の残水があったことを確認した。

止水処置状況



焼却-工作建屋間配管貫通部止水状況



焼却-工作建屋間扉止水状況



工作建屋における止水処置実施後の残水状況
（平成23年6月9日撮影）

【参考5】焼却・工作建屋ープロセス主建屋間の移送

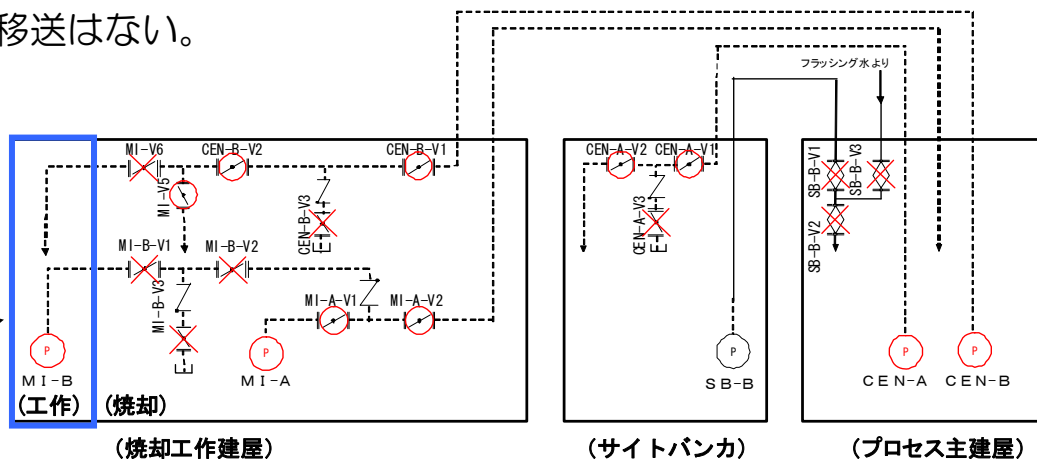
■ プロセス主建屋→工作建屋

- 当該ラインの弁が閉であったこと（4/13確認）
- 焼却建屋ー工作建屋間は、震災後に貫通部の止水処置がなされており、誤移送後の現場確認においても当該止水部からの水の流れが確認されていないこと（4/21確認）
- 以上から、プロセス主建屋から工作建屋への移送はない。

■ 工作建屋→焼却建屋

- 当該ラインの弁が閉であったこと（4/13確認）
- 仮設ポンプ停止後に確認した工作建屋水位が5cmであり、当該ポンプ吸込み下限値（仕様：15cm）以下であったこと（4/13確認）
- 以上から工作建屋から焼却建屋への移送はない。

プロセス主→工作建屋 移送無し
 工作建屋→焼却建屋 移送無し



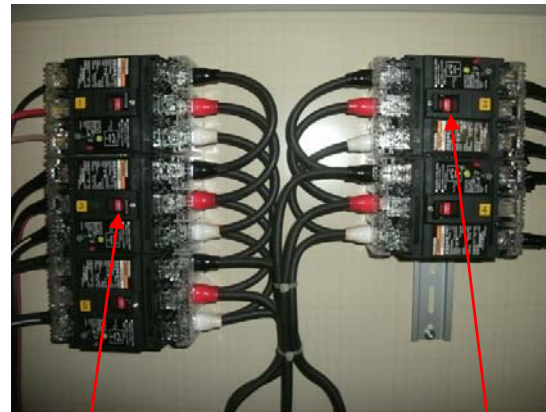
- : PE管
- - - : カナフレックスホース
- : 弁 "開" 状態
- × : 弁 "閉" 状態
- ⊙ : ポンプ起動状態
- : ポンプ停止状態

仮設ポンプ起動時点における現場確認状況
 （確認日：平成26年4月13日）

【参考6】現場状況（分電盤状況）

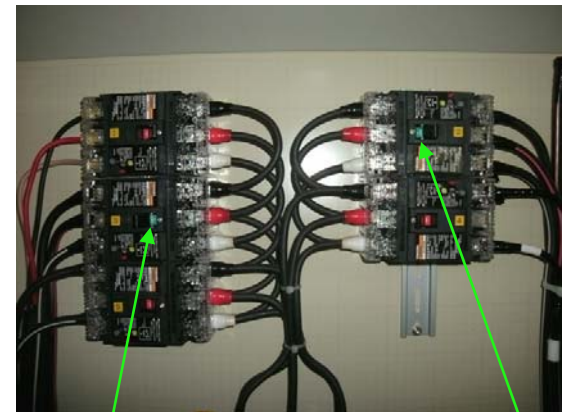


仮設分電盤N-1
(プロセス主建屋2階)



No.3 ON No.2 ON

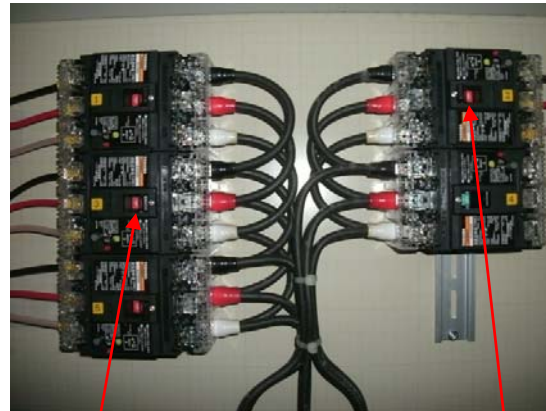
No.2 プロセス主建屋排水ポンプ (CEN-A)
No.3 プロセス主建屋排水ポンプ (CEN-B)



No.3 OFF No.2 OFF

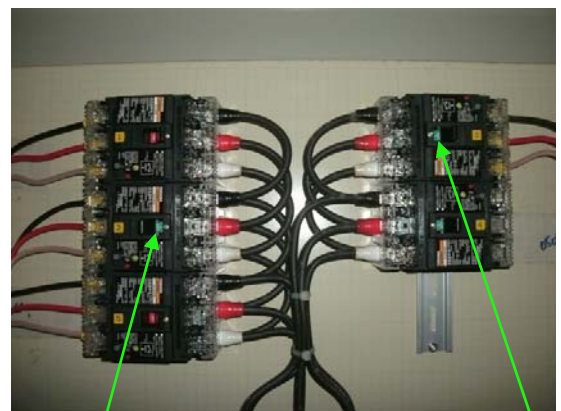


仮設分電盤N-3
(焼却・工作建屋1階)



No.3 ON No.2 ON

No.2 焼却・工作建屋 (焼却) 排水ポンプ (MI-A)
No.3 焼却・工作建屋 (工作) 排水ポンプ (MI-B)

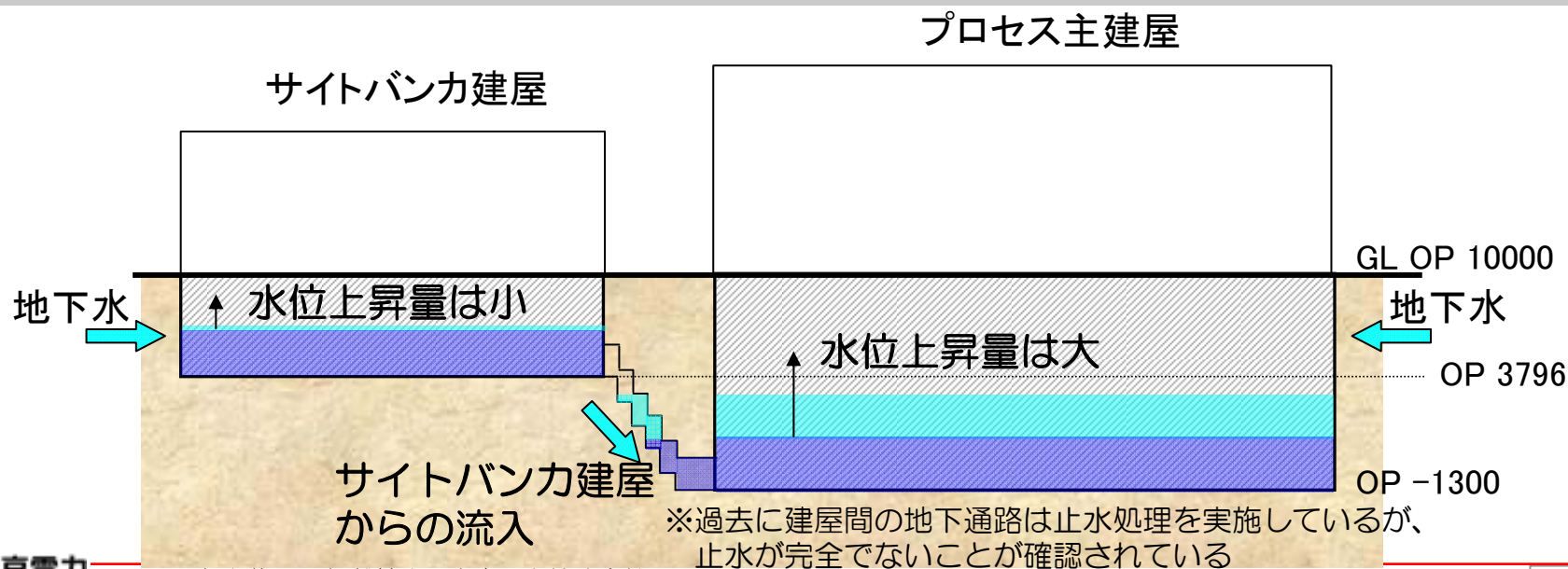


No.3 OFF No.2 OFF

【参考7】 調査結果 i 仮設ポンプ起動時期推定 (①)

① 平成25年11月中旬以前

- ・タービン建屋からの移送、水処理装置（KURION）等による水位変動は見られるが、今回発生したプロセス主建屋、サイトバンク建屋の急激な水位上昇がないことから仮設置ポンプが起動していた可能性はなかったと推定した。
- ・なお、この期間における水位挙動は、サイトバンク建屋とプロセス主建屋間の連絡通路を經由してサイトバンクの水がプロセス主建屋へ流入したため、サイトバンク建屋の水位上昇量は小さく、プロセス主建屋の水位上昇量が大きい傾向を示すと考えられる。

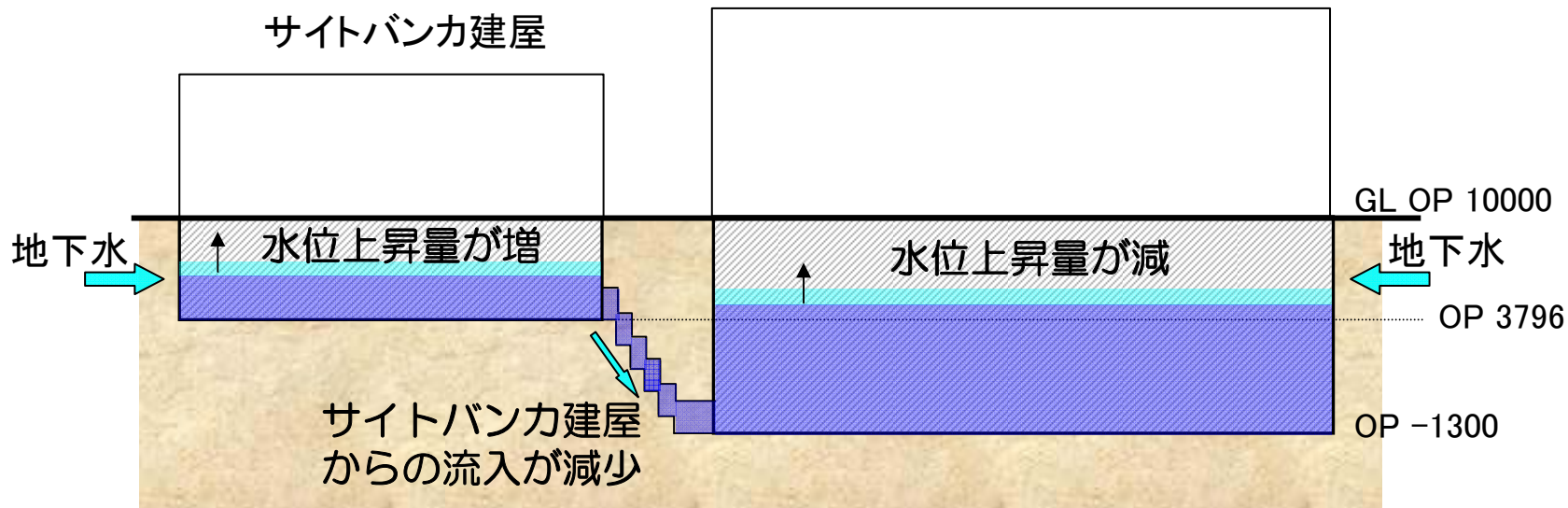


【参考7】 調査結果 i 仮設ポンプ起動時期推定 (②)

② 平成25年11月中旬～平成26年3月19日

- ・タービン建屋からの移送、水処理装置（KURION）等による水位変動は見られるが、今回発生したプロセス主建屋、サイトバンク建屋の急激な水位上昇がないことから仮設置ポンプが起動していた可能性はなかったと推定した。
- ・なお、この期間における水位挙動は、プロセス主建屋の水位がサイトバンク地下1階床面レベルを超えると水位差が小さくなることから、サイトバンクからプロセス主建屋への流入量が少なくなり、サイトバンク建屋の水位上昇量が増え、プロセス主建屋の水位上昇量が減る傾向を示すと考えられる。

プロセス主建屋



【参考7】 調査結果 i 仮設ポンプ起動時期の推定（③-1）

③-1 水位急上昇時（3/20 12時～3/21 7時）における評価

- 平成26年2月時点で焼却建屋に50～60cm程度の水があったことが確認されていることから、プロセス主建屋及びサイトバンカ建屋の水位が急上昇する要因としては、焼却建屋の水がプロセス主建屋に移送され、プロセス主建屋からサイトバンカへ移送されたと考えられる。

プロセス主建屋、サイトバンカ建屋の水位上昇量は以下の通り。

	3/20 12時～ 3/21 7時の水 位上昇*1	建屋の床面積	左記の上昇量	
			各建屋	合計
プロセス主建屋	約100mm	3897m ²	約390m ³	約455m ³
サイトバンカ建屋	約53mm	1217m ²	約65m ³	

上記水位上昇量から仮設ポンプ起動前に焼却建屋内に滞留していた水位を算出すると、
上昇量 455m³ ÷ 焼却建屋床面積 918m² + 18cm² = 約68cm
となり、平成26年2月時点で確認された水位と概ね一致する。

*1：3/19までの通常水位上昇分を減した水位上昇量

*2：仮設ポンプで移送できなかった残水の水位

【参考7】 調査結果 i 仮設ポンプ起動時期の推定 (③-2, 3)

③-2 平成26年4月4日～4月9日

③-3 平成26年4月10日～4月13日

- ・本設設備によりサイトバンク建屋からプロセス主建屋に移送を行ったことから、プロセス主建屋の水位が上昇した。(a)
- ・そのため、仮設ポンプによるプロセス主建屋からサイトバンク建屋への移送量が増えサイトバンクの水位が急上昇した。(b)

