

新設サブドレン水位計設定誤りに伴う 運転上の制限逸脱について

2017年10月30日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

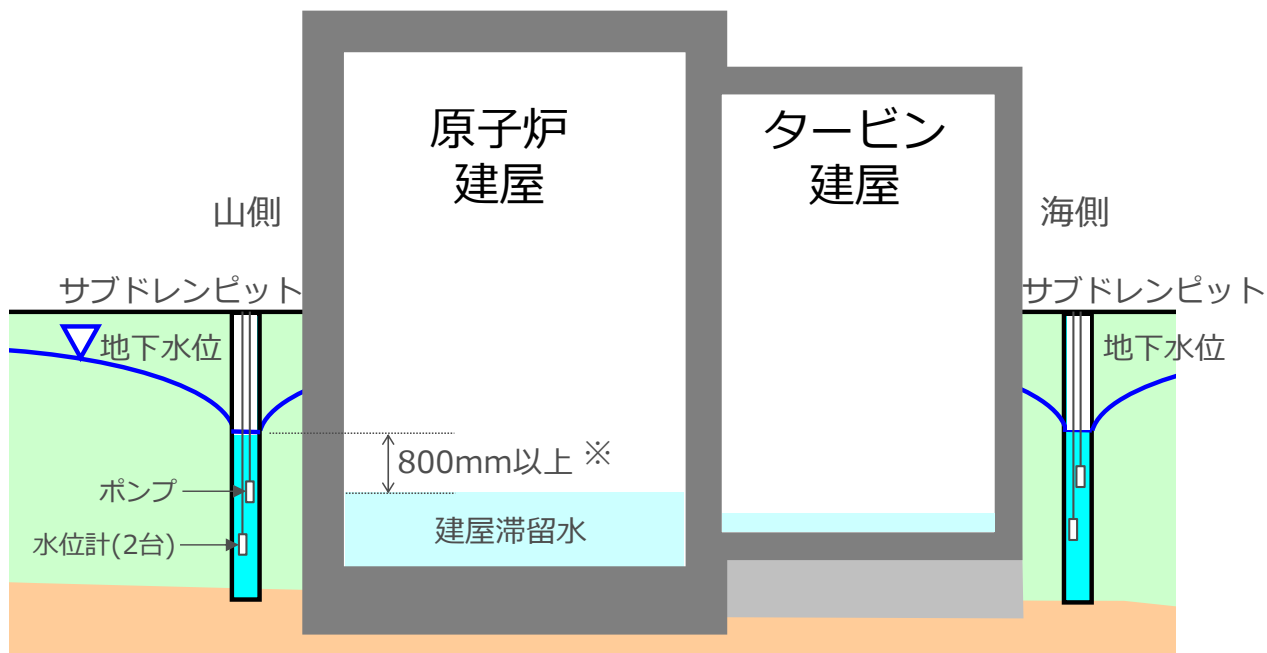
1. 事象の概要
2. 環境への影響
3. 水位計設定誤りの経緯
4. 問題点と対策（案）

1. 事象の概要

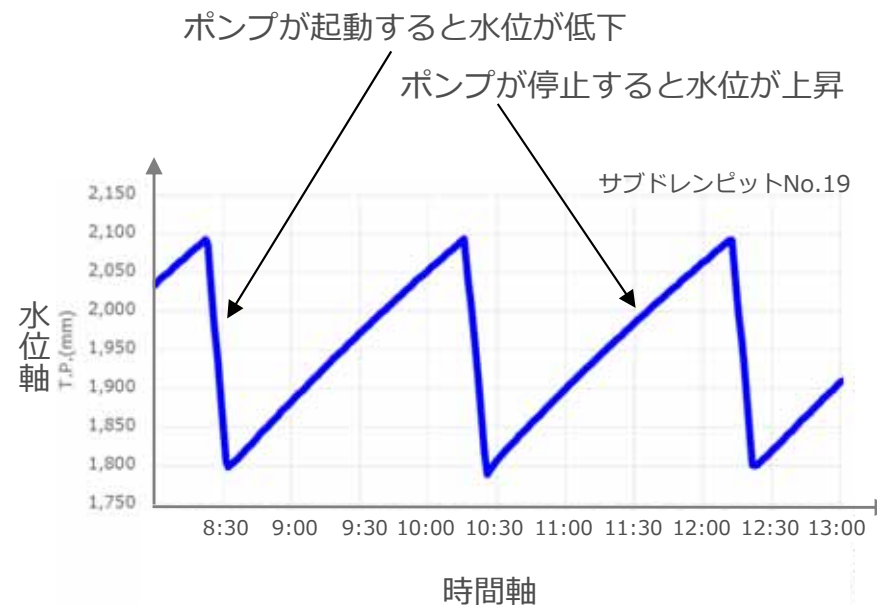
サブドレン設備概要

サブドレン設備は、建屋滞留水の増加を抑制するために建屋周辺の地下水を汲み上げる設備である。

なお、建屋滞留水が建屋外へ漏えいしないよう、サブドレンの水位は近傍の建屋滞留水の水位より800mm以上高く保つように管理している。



サブドレン設備と建屋滞留水の断面イメージ図



サブドレンピット水位管理の例

※ 800mm+建屋の塩分濃度補正

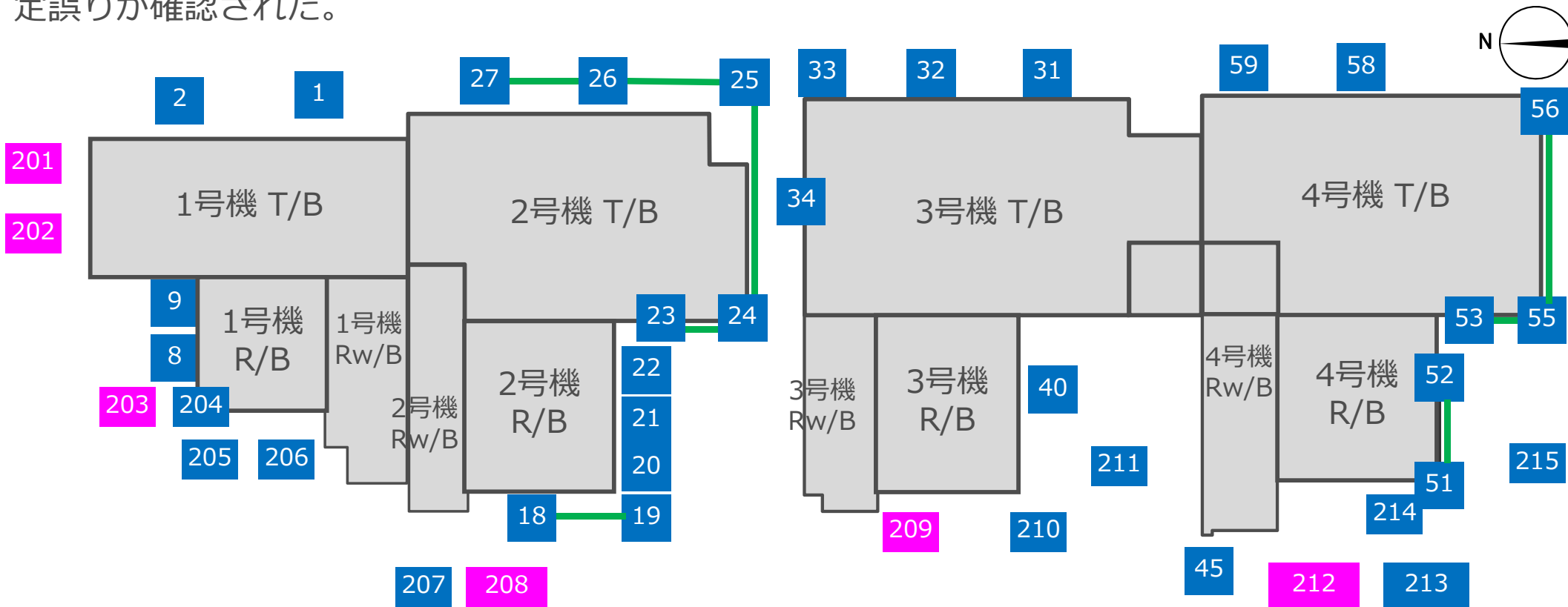
800mm = サブドレン水位計誤差200mm + サブドレンアンダーシート200mm + 滞留水水位計誤差200mm + 大雨時滞留水上昇量200mm

1. 事象の概要

サブドレンピット配置図

1~4号機建屋周辺には、下図のようにサブドレンピットが配置されている。

このうち、平成29年4月19日以降に新設したサブドレンピット(6箇所)において、690mmの水位計設定誤りが確認された。



201 : 水位計の設定を誤った新設サブドレンピット (6箇所)

1 : 既設サブドレンピット

: 横引き管

R/B : 原子炉建屋
T/B : タービン建屋
Rw/B : 廃棄物処理建屋

サブドレンピット配置図

平成29年9月28日

15時55分 1~4号機建屋周辺の新設サブドレンピット(6箇所)の水位計に設定誤りがあることが判明。新設サブドレンピット(6箇所)と1~4号機建屋滞留水の水位が逆転している可能性があることから運転上の制限（以下、「LCO」という）からの逸脱と判断し、全てのサブドレンピットの汲み上げを停止。

平成29年9月29日

8時00分 過去にさかのぼり水位を確認した結果、サブドレンピットNo.203のみが建屋滞留水水位(1号機Rw/B)と逆転の可能性があった。No.203の実水位を測定した結果、1号機Rw/B滞留水の水位より高い位置にあることを確認(①)、新設サブドレンピット及び各建屋周辺サブドレンピットの放射能濃度が、 1.0×10^5 Bq/L未満であることを確認(②)。

8時20分 上記①②を満足していることから、LCO逸脱からの復帰を判断。

10時04分 サブドレンピットからの汲み上げを順次再開。

2. 環境への影響

No.203実水位の確認

速報値として、水位データに保守的な計器誤差等を考慮して各サブドレン水位と建屋滞留水水位の水位差を計算したところ、サブドレンピットNo.203の水位が1号機Rw/B滞留水水位より最大約19mm (計器誤差等を詳細確認すると最大約4mm[参考6]) 低い計算結果となった。

なお、他の5つの新設サブドレンピットの水位※は、建屋滞留水水位より高いことを確認した。

※各建屋滞留水水位との比較対象サブドレンピットは[参考2]

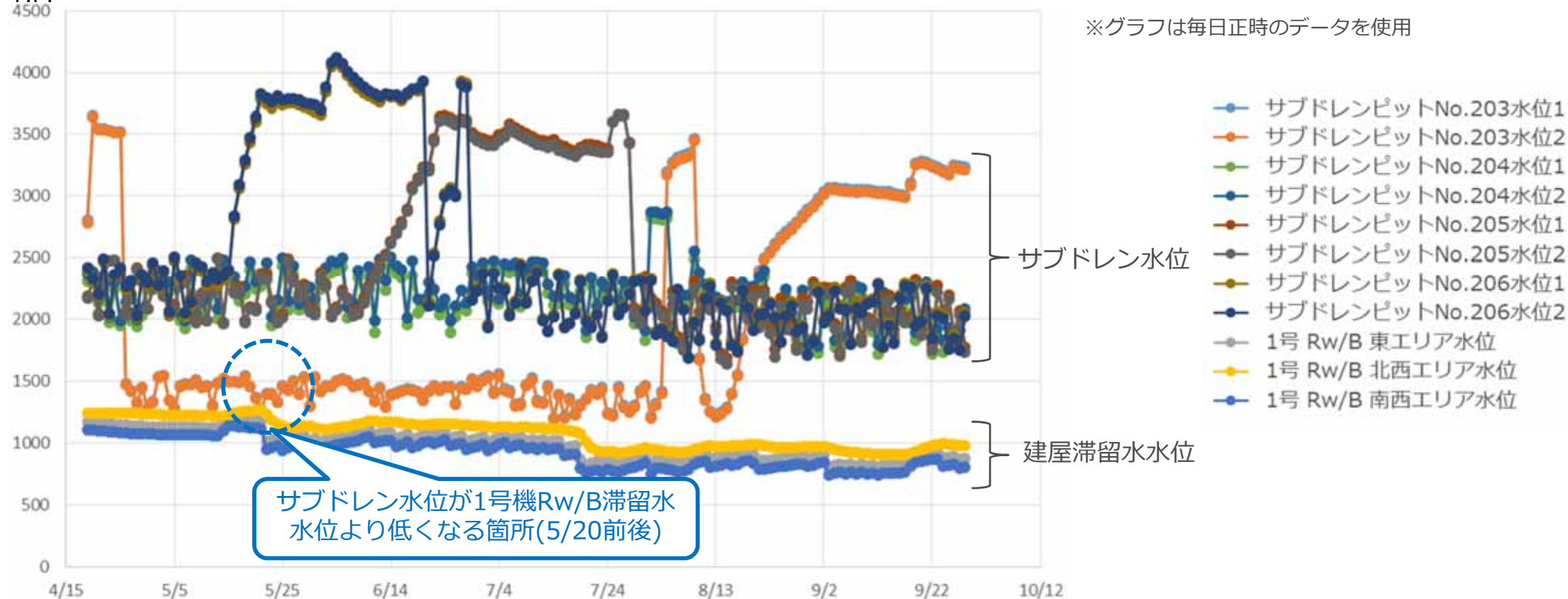
[単位 : mm]

T.P.

4500

1号機廃棄物処理建屋比較トレンド

※グラフは毎日正時のデータを使用



2. 環境への影響

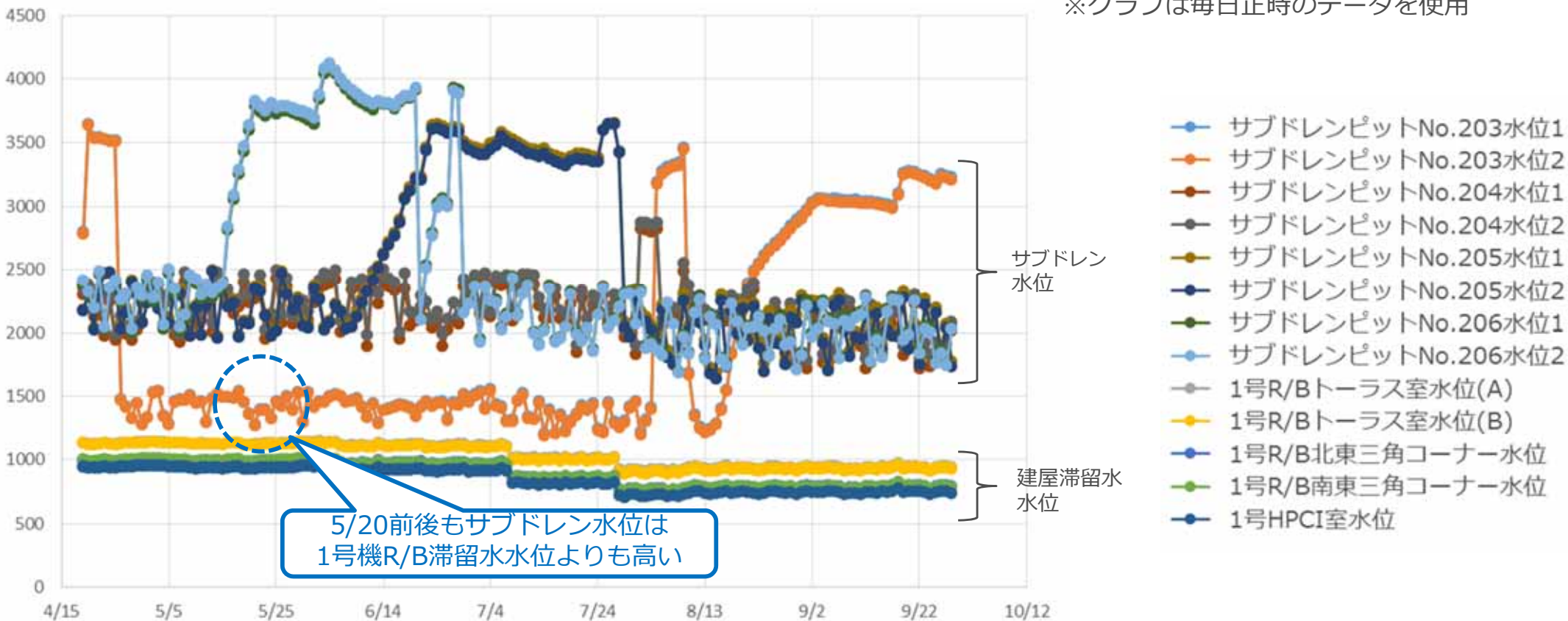
No.203実水位の確認

サブドレンピットNo.203の水位は、サブドレンピットNo.203と1号機Rw/Bの間に位置する1号機R/B滞留水水位より高いことを確認した。

[単位：mm]

T.P. 1号機原子炉建屋比較トレンド

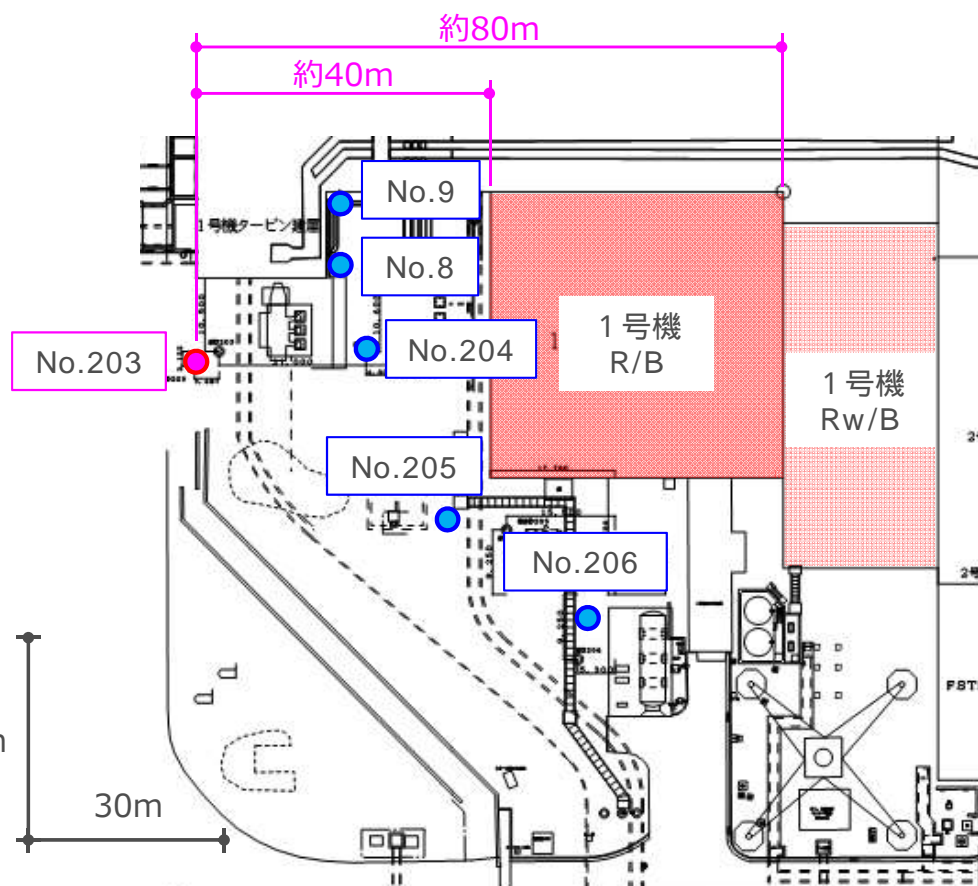
※グラフは毎日正時のデータを使用



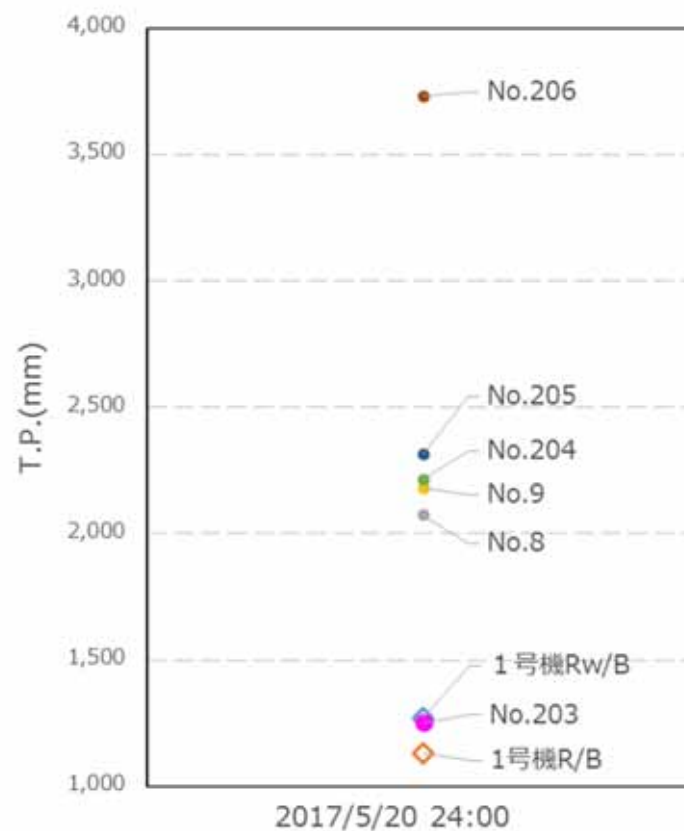
2. 環境への影響

評価

サブドレンピットNo.203の水位については、1号機Rw/B滞留水水位と比較して低くなっていたが、中間にあるサブドレンピットNo.204及び周辺サブドレンピットNo.8、9、205、206の水位が1号機Rw/B滞留水水位よりも高いことから、No.203の水位が低かったことに起因する同建屋からの漏えいはないものと判断した。



サブドレンNo.203と建屋の位置関係（平面図）



建屋滞留水水位とサブドレン水位の関係

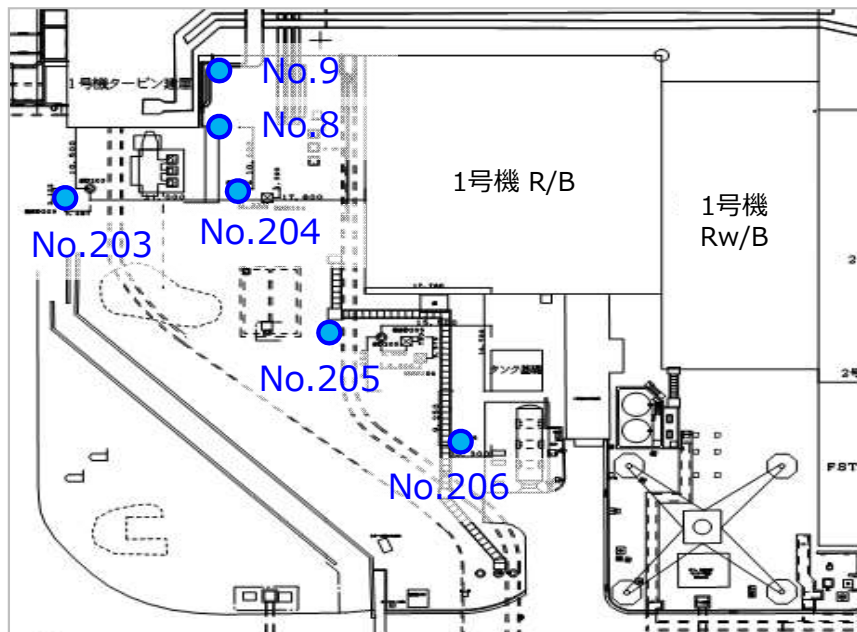
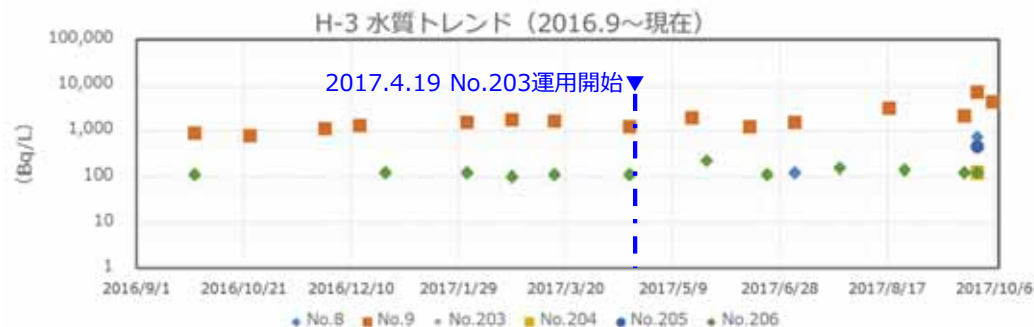
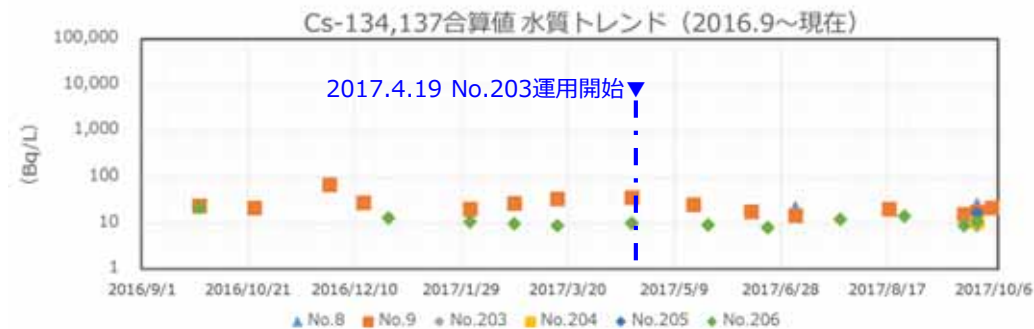
2. 環境への影響

運用開始前後の放射能濃度

サブドレンピットNo.203の運用を開始した4月19日以降の1号機R/B、Rw/B周辺サブドレンピットの水質は、運転上の制限であるセシウム(Cs)*の放射能濃度 $1.0 \times 10^2 \text{Bq/cm}^3$ (10万Bq/L)を超えていないことを確認した。

なお、サブドレンピットNo.9のトリチウム(H-3)濃度が一時的に上昇しているが、他の周辺サブドレンピットは低い濃度で推移しているため、今回事象との関連性は低いと推定している。

※Cs-134及びCs-137 (合算値)



1号機R/B、Rw/B周辺のサブドレン配置図

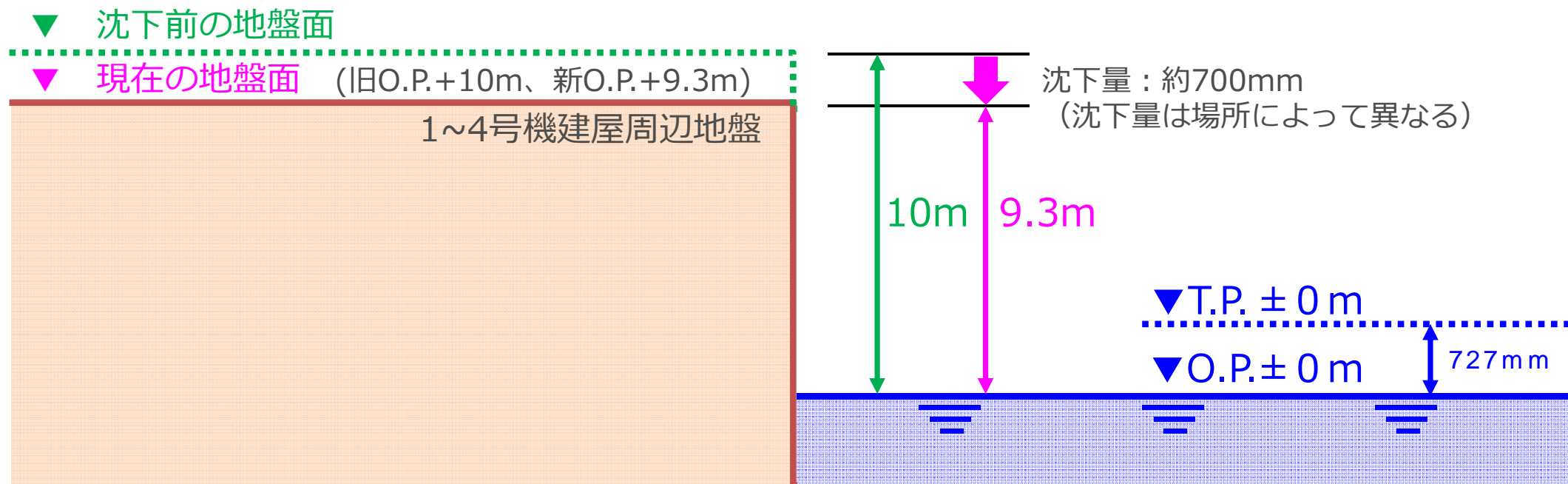
3. 水位計設定誤りの経緯

「新、旧O.P.」・「T.P.」

東北地方太平洋沖地震により、福島第一原子力発電所構内の地盤が約700mm沈下し標高が変わった。沈下前に作成された図面では、沈下前の標高(旧O.P.と呼ぶ)を用いている。同地点で沈下後に再測量した結果は、旧O.P.に比べ約700mm低い値となっている(新O.P.と呼ぶ)。

H27年11月以降、水位管理では、新旧「O.P.」の混乱を避けるために「T.P.」を使用している。

<参考> 福島第二原子力発電所の地盤沈下量は、約700mmである。



「O.P.」とは、小名浜港工事基準面※(小名浜港における最低水面)

「T.P.」とは、東京湾平均海面(全国の標高の基準となる平均海水面の高さ)

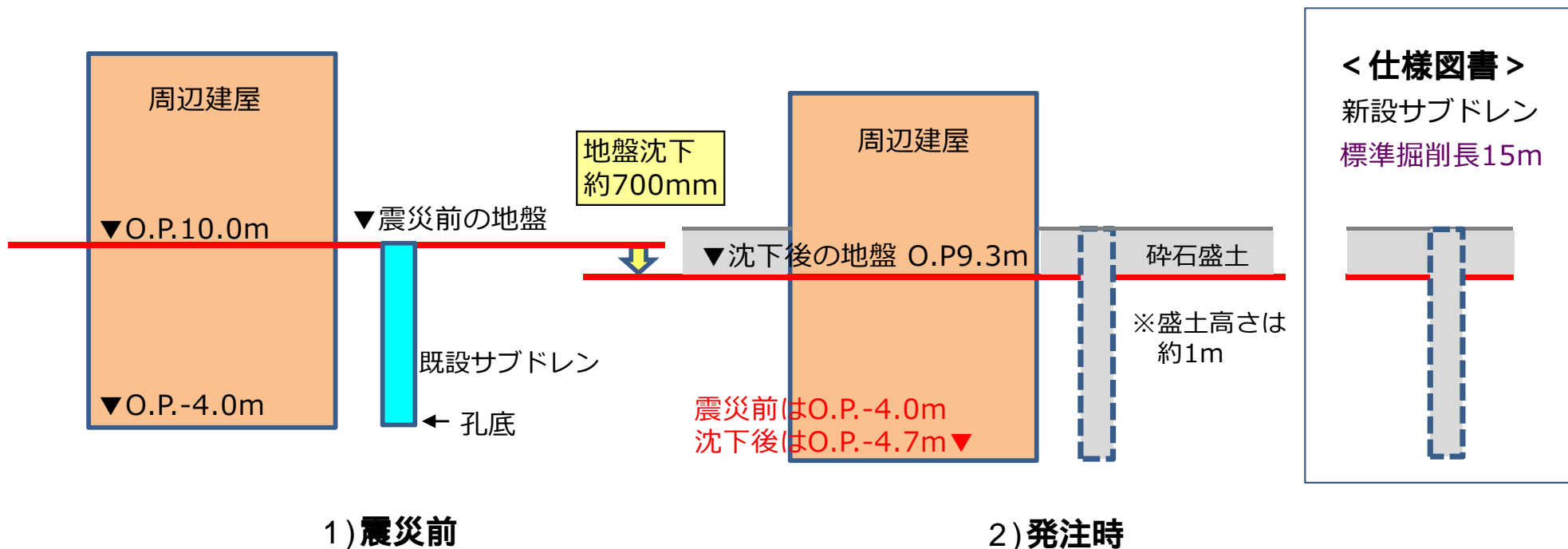
※工事基準面とは港湾工事行う際に、地域ごとの港湾、河川にて定められる基準面のこと

地盤沈下による標高変化のイメージ図

3. 水位計設定誤りの経緯（1/6）

- 1) [～H23.3] 震災前の既設サブドレンは、建屋基礎の深さに合わせ孔底をO.P.-4.0mとして設置していた。
- 2) [H28.12] 震災後、現場の地盤沈下や碎石盛土の状況が地点によって異なり掘削深度が確定できないため、当社は、発注時の仕様図書に標準掘削長15mのみを記載し、標高に関する指示を記載しなかった。

（問題点）発注時の仕様図書に標高に関する要求事項を記載していなかった。



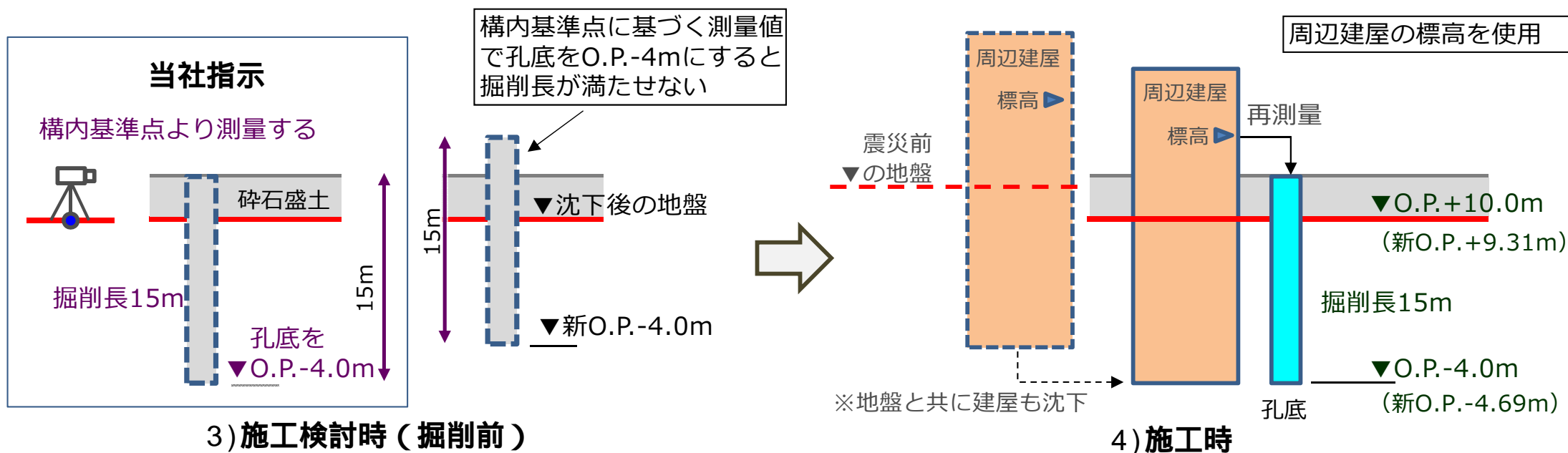
3. 水位計設定誤りの経緯（2/6）

3) [H29.2~3] 掘削前の施工検討図を作成する際、当社は、新旧O.P.を区別することなく、構内基準点より測量し、既設サブドレンにあわせ孔底をO.P.-4.0mとするよう指示した。施工会社は、構内基準点から測量し、孔底をO.P.-4mに合わせると、掘削長15mを満たせないので以下の提案をした。

（問題点）当社の工事関係者が、T.P.と新旧O.P.の取り扱いを承知していなかった。

4) [H29.3~4] 施工会社は、周辺建屋外壁に表示された標高（旧O.P.）を参考に再測量した結果を用いると掘削長を満たすことができた。よって、構内基準点からの測量値と690mmの差がある周辺建屋外壁に表示された標高を用いて施工することとした。

（問題点）施工会社は、T.P.と新旧O.P.の取り扱いを承知していなかった。



3. 水位計設定誤りの経緯（3/6）

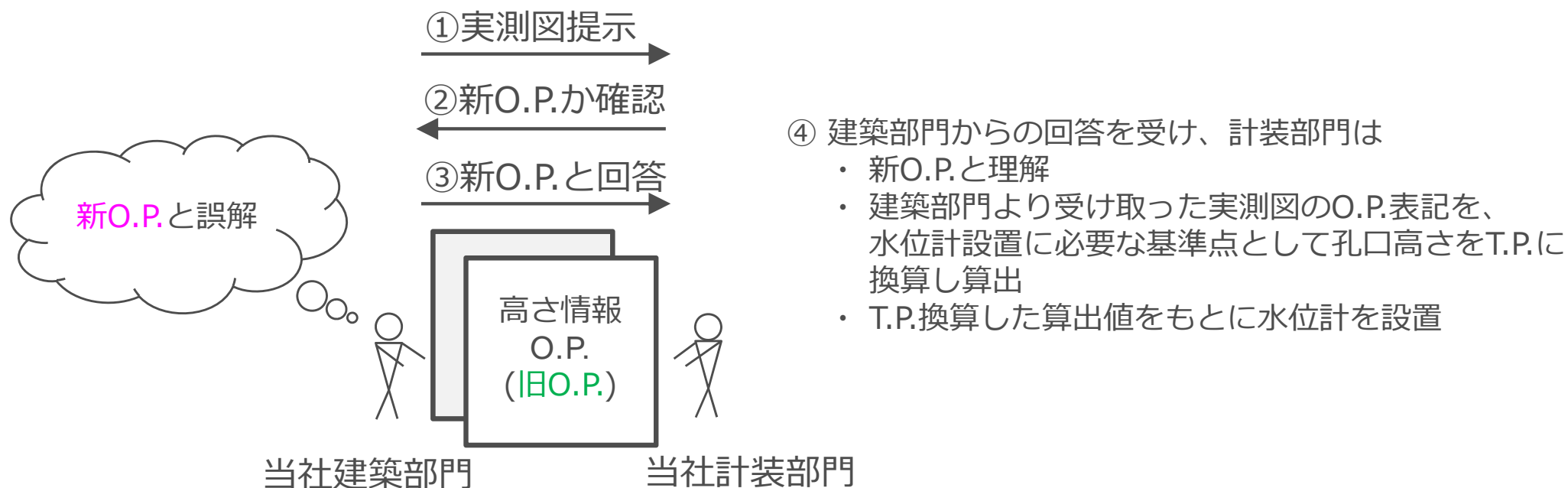
- 5) [H29.4] 当社は、サブドレン施工後の孔口高さの立会検査時に、基準点や測定の過程を確認しなかったため、測量値に690mm加算されていることを確認できなかった。
- （問題点）当社は、立会検査時に測量記録の確認を行わなかったため、測量値の誤りを確認できなかった。
- 6) [H29.4] 福島第一原子力発電所では、平成27年11月より水位管理にT.P.を使用することとしていた。しかし、当社は、工事（設計・施工）等で使用する標高に関する取り扱いをルール化していなかったため、施工会社は、構内基準点からの測量値に690mmを加算したO.P.表記（旧O.P.）の実測図を当社に提出した。
- （問題点）標高基準として「T.P.」「新O.P.」「旧O.P.」が混在していた。

3. 水位計設定誤りの経緯（4/6）

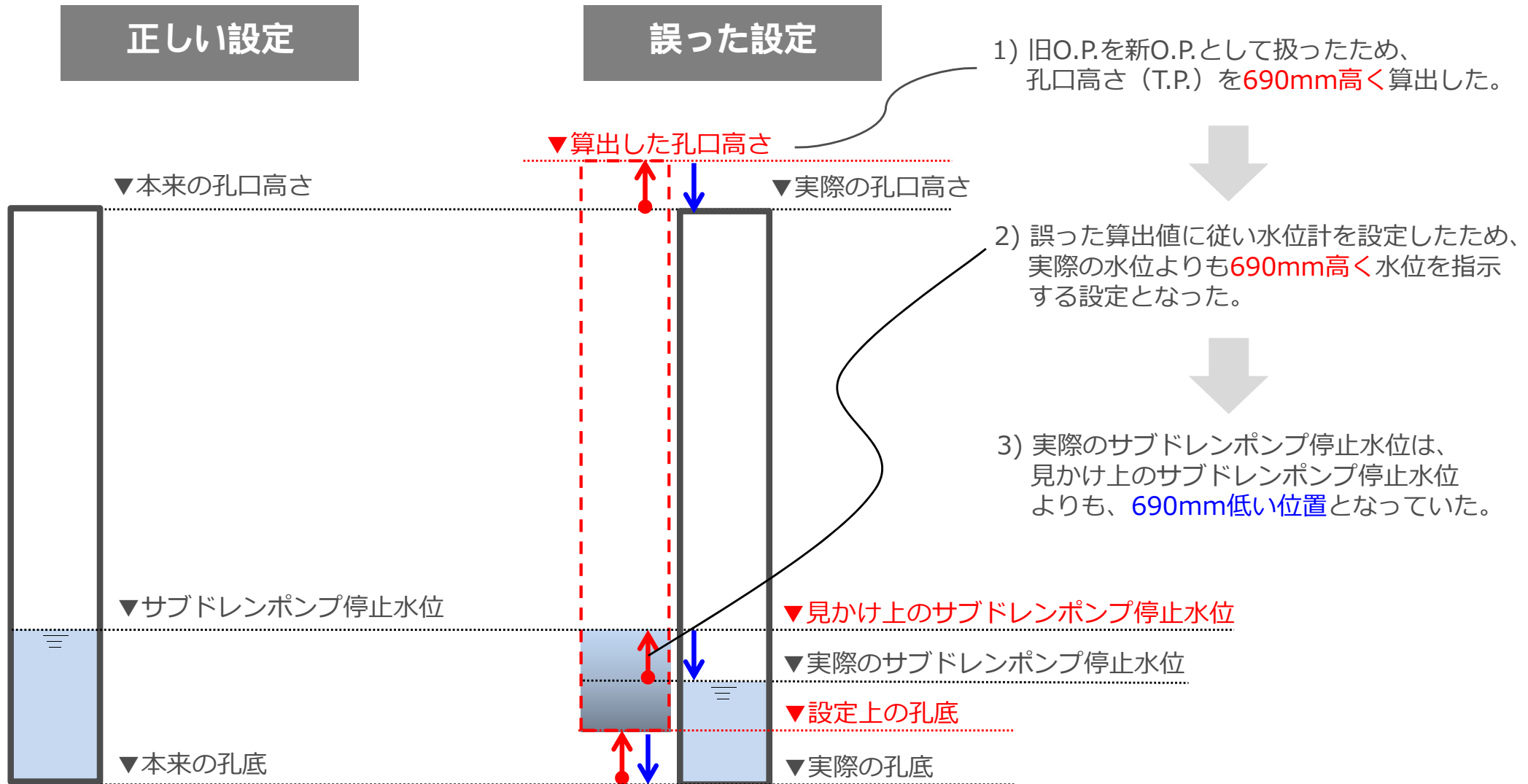
7) [H29.4] 当社建築部門は、水位計を設定する当社計装部門に実測図を渡した。実測図の標高表記方法を定めていなかったため、T.P.表記ではなくO.P.表記（新旧区分せず）による実測図に記載の測量値を提示した。

（問題点）当社内部門間でのデータ授受が、T.P.表記ではなくO.P.表記により行われた。

8) [H29.4] 当社計装部門は、実測図の測量値は新O.P.か確認したが、当社建築部門から新O.P.であるとの回答を得たため、旧O.P.を新O.P.として扱い、T.P.に換算して水位設定を行い運用を開始した。



3. 水位計設定誤りの経緯 (5 / 6)



3. 水位計設定誤りの経緯（6/6）

水位計設置誤りに気付いた経緯

- 1) [H29.8.25] サブドレンNo.51の水位低下事象対応時に、新設サブドレンNo.215の実測図をT.P.表記で作成していたため、当社建築部門は、T.P.表記の実測図を当社計装部門に提示した。
(サブドレンNo.51の水位低下事象前まではO.P.表記で提示していた)
- 2) [H29.9.27] その後、新設したサブドレンNo.210の図面がO.P.表記に戻っていたため、当社計装部門は違和感を覚え、当社建築部門に図面の表記は新・旧O.P.のどちらなのかを確認した。
その結果、当社建築部門は、提示した図面は新O.P.であると当社計装部門へ回答した。
- 3) [H29.9.28] 当社計装部門は、新設したサブドレンに関する水位トレンドを確認したところ、約700mmの差があることを確認したため、当社建築部門へ図面の表記は新・旧O.P.のどちらを意図するのか再確認した。当社建築部門は、施工会社に確認し、図面の表記は旧O.P.であることが判明したため、当社計装部門にその旨を回答した。
- 4) [H29.9.28] その後、当社建築部門が施工会社に再確認したところ、新設サブドレンNo.210の図面に記載されたO.P.は、周辺建屋外壁に表示された標高を使用しており、構内基準点からの測量値(新O.P.)に690mmを加算した値(旧O.P.)であることに気付いた。

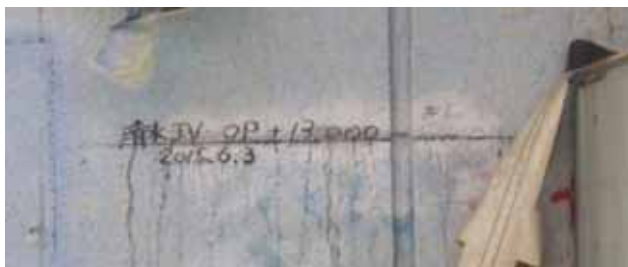
4. 問題点と対策（案）（1/4）

1. 【標高基準が混在していた問題】

標高基準として「T.P.」「新O.P.」「旧O.P.」が混在していた。

➡ 発電所内の標高の基準を「T.P.」に統一する。

- 今後作成する図書はT.P.表記とする。（速やかに開始）
- これまで作成した図書のO.P.表記は、標高情報として使用しない。
図書のO.P.表記の標高情報の誤使用防止策として図書へのスタンプ等を実施する。（着手、年度内完了目途）
- 構内（現場）の基準点の標高はT.P.表記に統一し、既存のO.P.表記は誤使用防止の注記を行う。（年内）



構内基準点の例：
現場のO.P.表記をT.P.表記に是正

2. 【標高の取り扱いの周知が不十分だった問題】

標高に関するT.P.と新旧O.P.の取り扱いについて所内に十分周知されていなかった。

➡ 社内外関係者で共有し、かつ恒久ルールとするために、T.P.の取り扱いをマニュアル等に明記する。

- 設計、発注、工事監理に関わるマニュアルに、T.P.の使用ルール（基準点の場所や表記）を追記する。（年内）
- 所内・協力会社に今回の事象と、「T.P.」に統一すること、「新O.P.」及び「旧O.P.」の違いについて文書で通知を行うとともに、説明会を行う。（通知実施済み、説明会H29/11中）

4. 問題点と対策（案）（2/4）

3. 【発注時の仕様の問題】

発注時の仕様図書に標高に関する要求事項を記載していなかった。



サブドレン工事については、発注時の仕様図書に、基準点・孔底深度・孔口高さ等の要求事項を明記する。（次回発注時から実施）

発注に関わるマニュアルの仕様図書チェックシートにサブドレン工事における上記要求事項を追記する。（11月中）

4. 【立会検査時の記録確認の問題】

孔口高さの立会検査時に、記録の確認を行わなかったため、測量値の誤りを確認できなかった。



サブドレン工事に限らず発電所内で標高の測量を実施する際には、測量の記録を確認するためのチェックリストを工事監理に関わるマニュアルに追記する。（11月中）

当社は、工事施工要領書(施工会社作成)に、測量手順・立会確認項目・記録確認項目が記載されていることを確認する。（次回測量時から実施）

4. 問題点と対策（案）（3/4）

5. 【部門間でのデータ授受の問題】

データの受け渡しに関するフォーマットを定めていなかったため、T.P.表記ではなくO.P.表記によるデータを提示した。



建屋水位管理に関わるデータの受け渡しについては、標準フォーマットを作成する。（実施済み）
また、データ提出前には、記載内容及び根拠を上位職が確認のうえ、授受を行う。（実施済み）

【その他：変更管理】

設備等の変更・改造を行った際は、要求仕様に相違していないか確認するとともに、変更・改造の前後で異常がないことを確認する。

なお、サブドレン設備では、水位計設定誤りの可能性をより低減するため、建屋水位管理に関わる水位計を設置する際は、運用開始前に周囲の水位と比較確認する。（次回設置時から実施）

4. 問題点と対策（案）（4/4）

個別対策とは別に、以下の総点検を実施する。

1. サブドレンに関するLCO全事象の総点検の実施

安全性向上のため、サブドレンに関する全てのLCO対象項目について総点検を行う。

➡ サブドレンに関して監視上必要となる機器・設備が適切に設置されていること、管理（運用・保守）されていることを調査した結果、LCO逸脱となる重大な誤りは確認されなかった。

なお、現状の水位計基準点と2016年に実施した測量記録との差異が大きいピットが2箇所、基準点の誤記等があるピット2箇所が確認されことから、速やかに設定値を修正した。

2. 業務リスク総点検の実施

「新旧O.P.」が混在する等、震災後の応急的な処置として実施している福島第一原子力発電所特有の業務の潜在的なリスクの総点検を行う。

➡ 現在、運用しているルールや決め事が、正しく運用されているか確認し、マニュアル化すること等で業務リスクを除去する。

【T.P.表記導入の経緯】

サブドレンの運用に際してピット等を測量したところ、東北地方太平洋沖地震により概ね700mm沈下しており、場所毎に沈下量が異なることがわかった。



それまでO.P.（旧O.P.）で管理していた水位についてより正確に管理するため、上記測量結果を反映して管理することとした。



その際、測量値の表記を従来のO.P.（旧O.P.）と明確に区別するため、T.P.表記で管理することとした。

【T.P.表記の運用ルール について】

- 地下水位および地下水位と相対比較する必要のある水位・設備については、測量結果に基づきT.P.表記で水位を設定して管理する。
- 地下水位との相対比較が不要なものは、地震前の図面に記載されている標高（旧O.P.）を使用できるものとする。
- 図面での施工検討において、旧O.P.を用いる場合は、T.P.を旧O.P.に換算して対応する。
- 測量は共通の構内基準点より実施する。

※平成27年4月に社内周知して運用中

【参考2】建屋と比較対象サブドレンピット

号機	建屋名称	対象ピットNo.
1号機	タービン建屋	1,2,8,9,27,201,202
	原子炉建屋	8,9,203,204,205,206,207
	廃棄物処理建屋	8,9,203,204,205,206,207
2号機	タービン建屋	1,21,22,23,24,25,26,27,33,34
	原子炉建屋	18,19,20,21,22,23,24,205,206,207,208
	廃棄物処理建屋	18,19,20,21,22,23,24,205,206,207,208
3号機	タービン建屋	24,25,31,32,33,34,40,59,211
	原子炉建屋	24,40,209,210,211
	廃棄物処理建屋	24,40,209,210,211
4号機	タービン建屋	31,40,52,53,55,56,58,59,211
	原子炉建屋	40,45,51,52,53,55,211,212,213,214,215
	廃棄物処理建屋	40,45,51,52,53,55,211,212,213,214,215

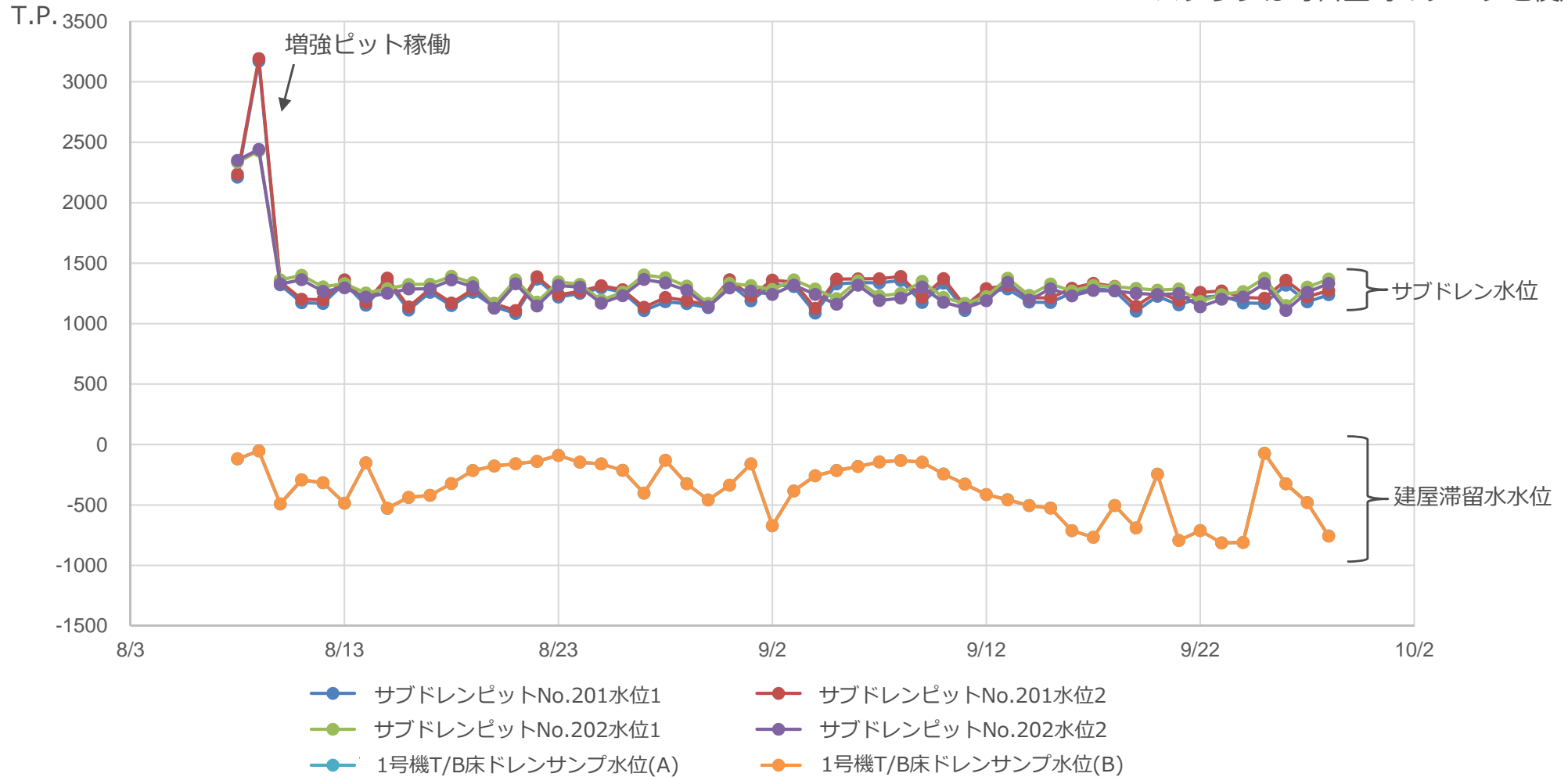
水位計の設定を誤ったサブドレンピット

【参考3】サブドレンピット201、202と1号機T/B水位比較

[単位 : mm]

1号機タービン建屋比較トレンド

※グラフは毎日正時のデータを使用

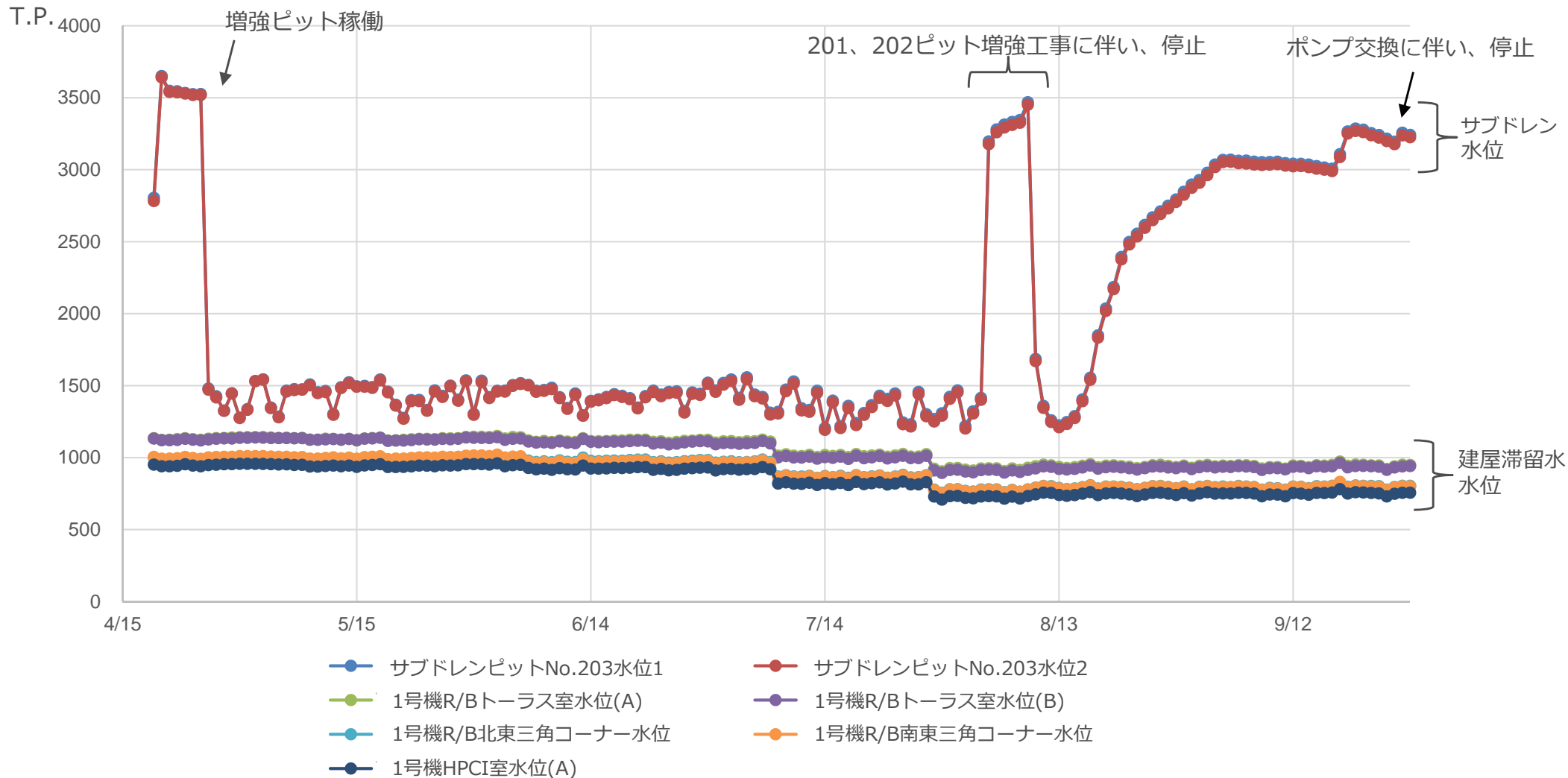


【参考3】サブドレンピット203と1号機R/B水位比較

[単位 : mm]

1号機原子炉建屋比較トレンド

※グラフは毎日正時のデータを使用

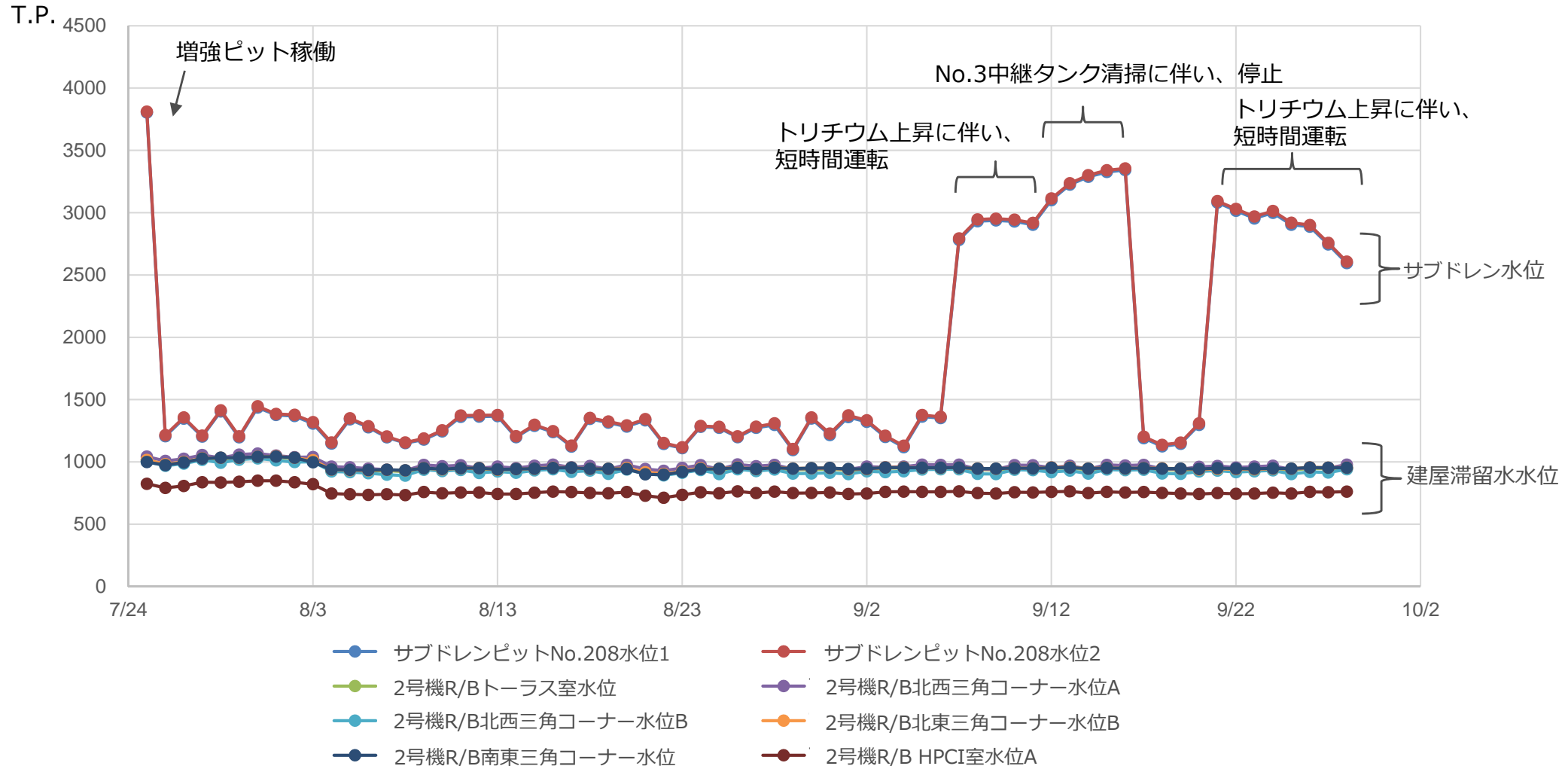


【参考3】サブドレンピット208と2号機R/B水位比較

[単位 : mm]

2号機原子炉建屋比較トレンド

※グラフは毎日正時のデータを使用

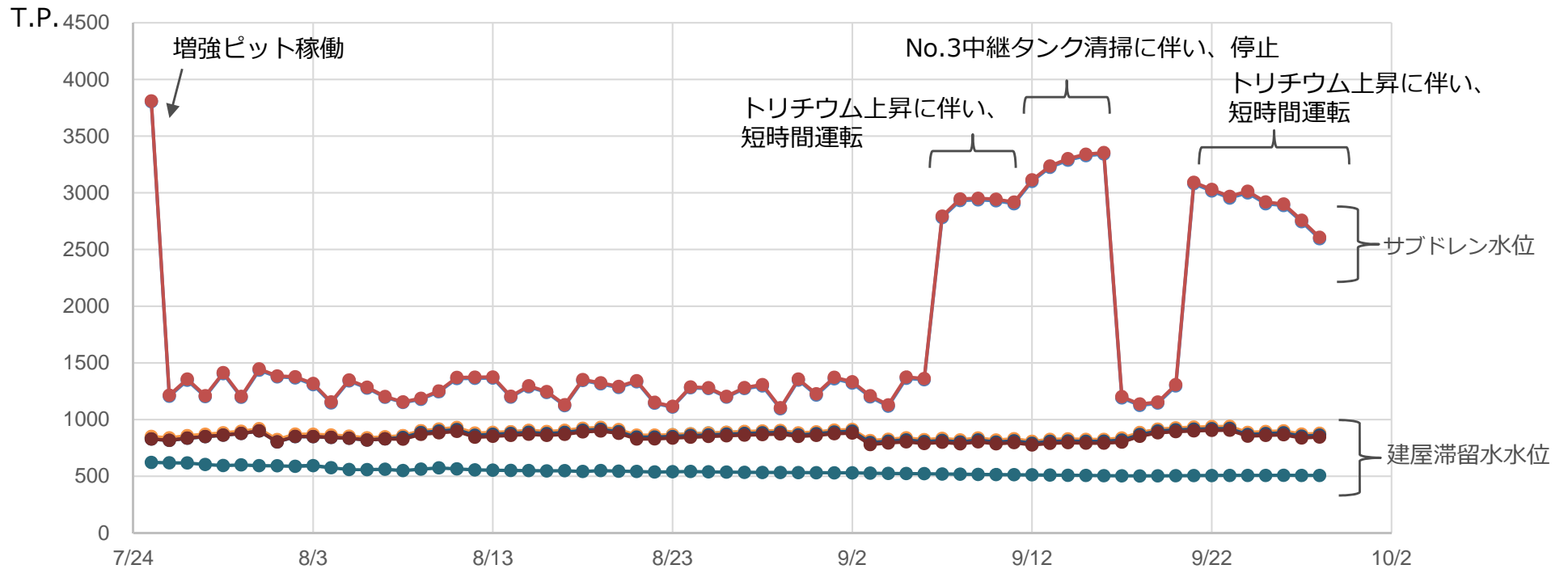


【参考3】サブドレンピット208と2号機Rw/B水位比較

2号機廃棄物処理建屋比較トレンド

※グラフは毎日正時のデータを使用

[単位：mm]



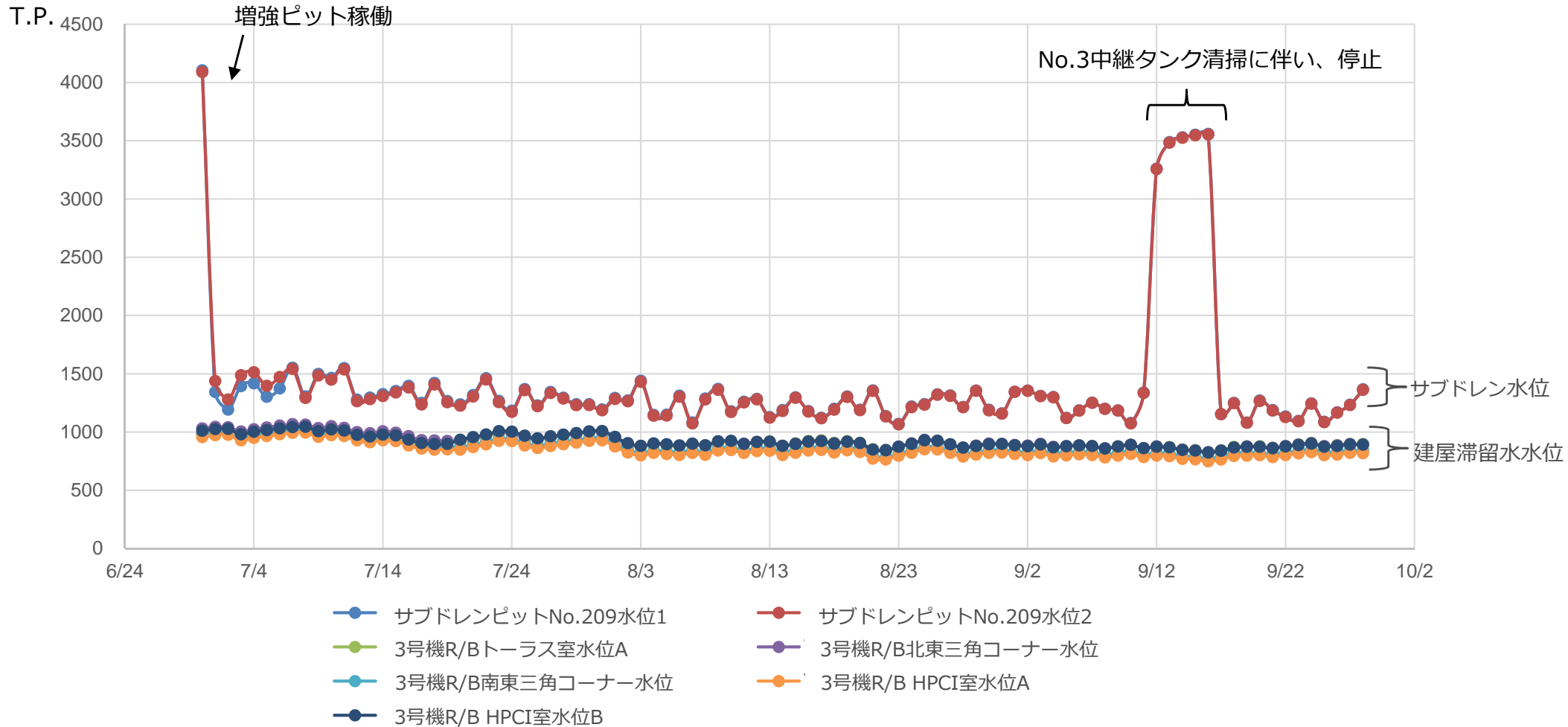
- サブドレンピットNo.208水位1
- サブドレンピットNo.208水位2
- 2号機Rw/Bポンプエリア水位A
- 2号機Rw/Bポンプエリア水位B
- 2号機Rw/B北エリア水位
- 2号機Rw/B南西エリア水位
- 2号機Rw/B南エリア水位
- 2号機Rw/B東エリア水位
- 2号機FSTR水位

【参考3】サブドレンピット209と3号機R/B水位比較

[単位 : mm]

3号機原子炉建屋比較トレンド

※グラフは毎日正時のデータを使用



【参考3】サブドレンピット209と3号機Rw/B水位比較

[単位 : mm]

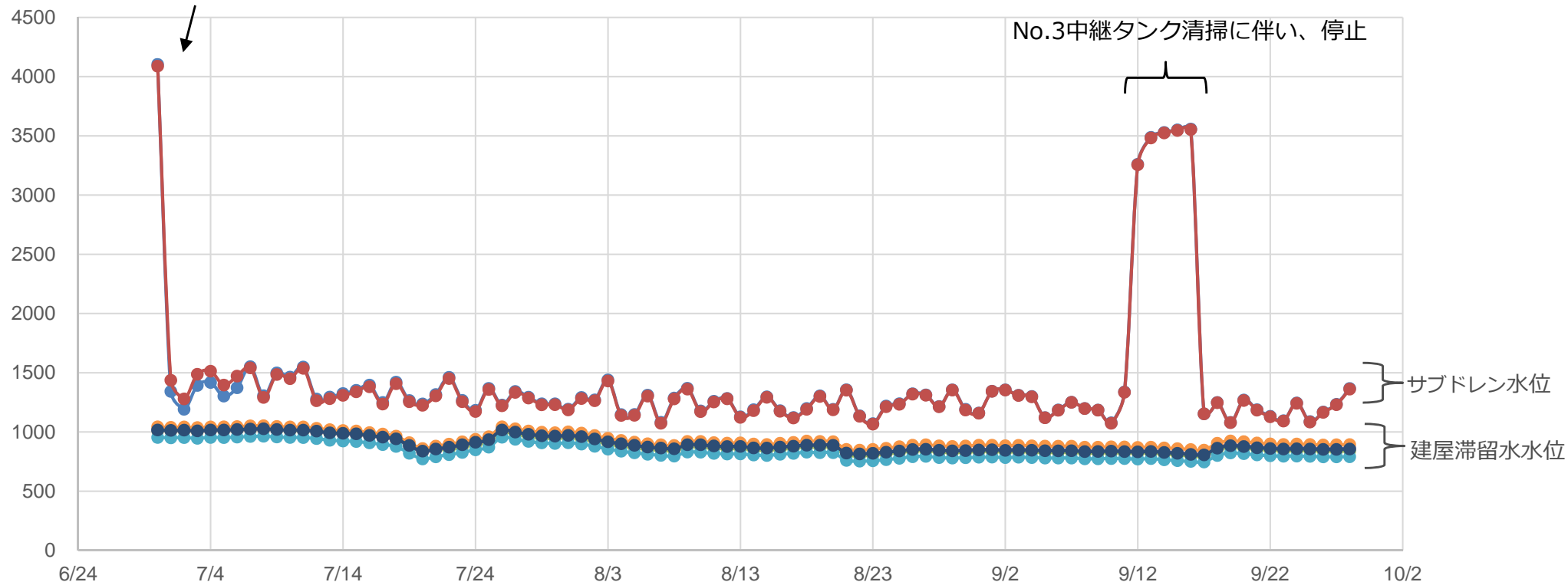
3号機廃棄物処理建屋比較トレンド

※グラフは毎日正時のデータを使用

T.P.

増強ピット稼働

No.3中継タンク清掃に伴い、停止



- サブドレンピットNo.209水位1
- サブドレンピットNo.209水位2
- 3号機Rw/Bポンプエリア水位A
- 3号機Rw/Bポンプエリア水位B
- 3号機Rw/B南西エリア水位
- 3号機Rw/B南エリア水位
- 3号機Rw/B東エリア水位

【参考3】サブドレンピット212と4号機R/B水位比較

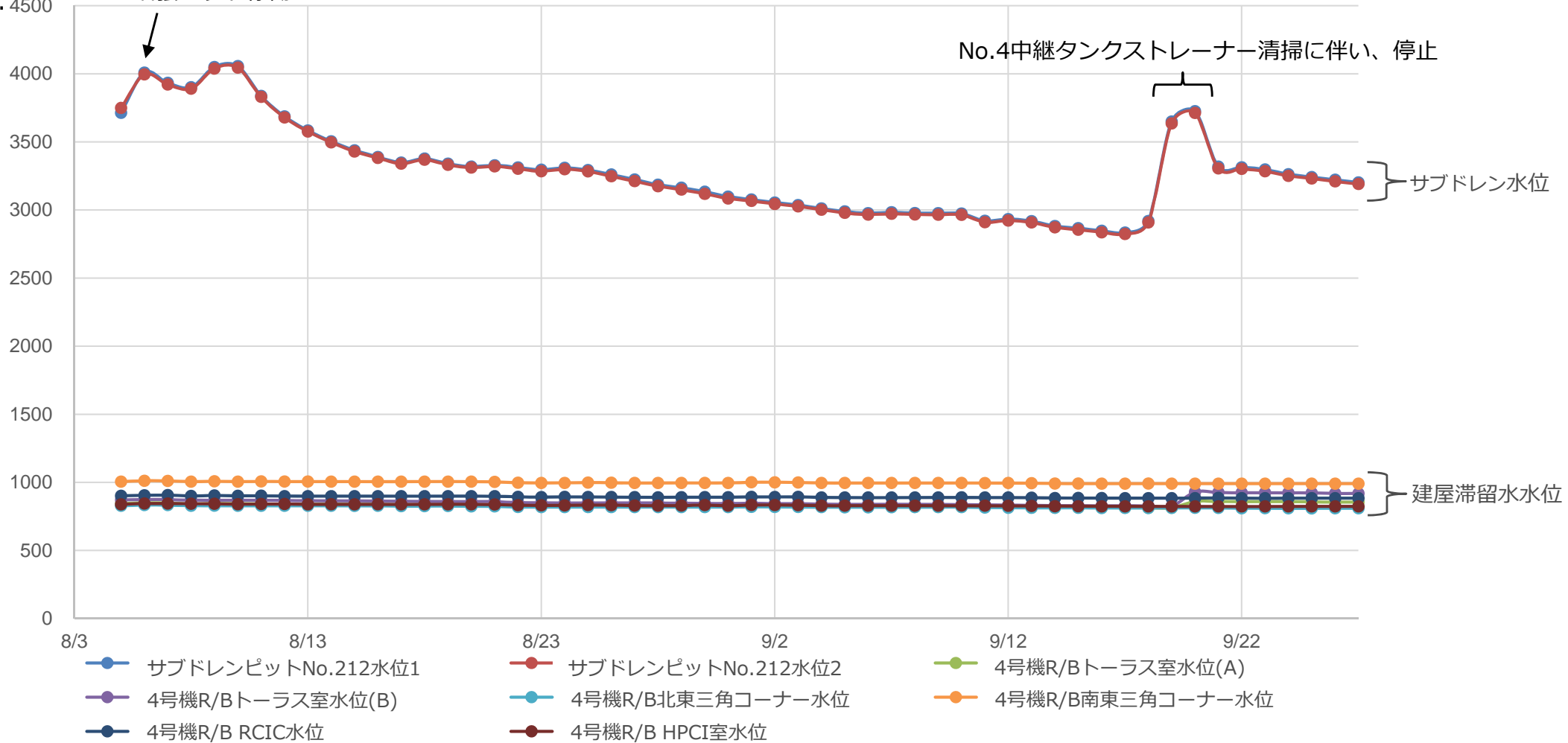
[単位 : mm]

T.P. 4500

増強ピット稼働

4号機原子炉建屋比較トレンド

※グラフは毎日正時のデータを使用



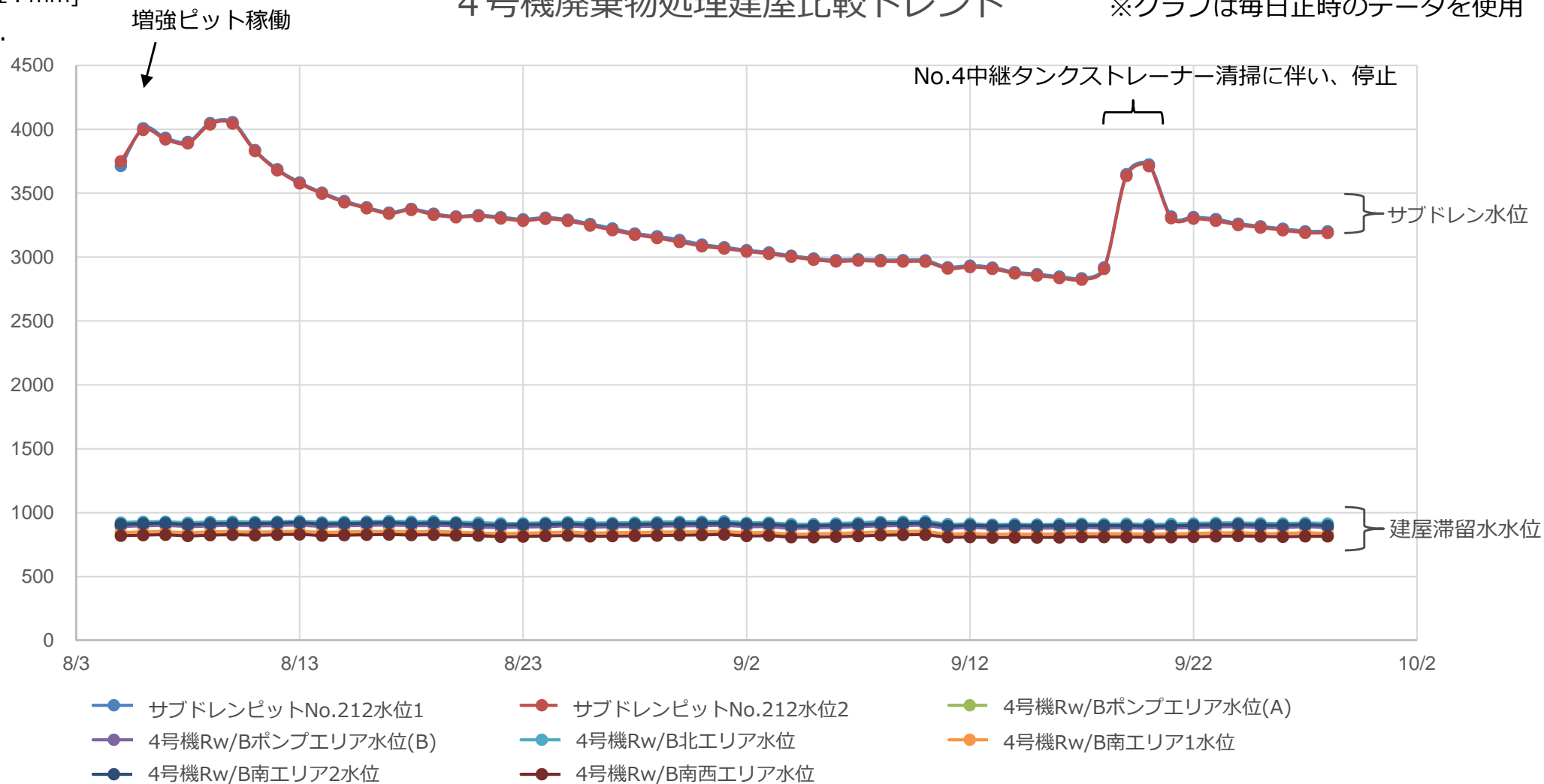
【参考3】サブドレンピット212と4号機Rw/B水位比較

[単位 : mm]

T.P.

4号機廃棄物処理建屋比較トレンド

※グラフは毎日正時のデータを使用



【参考4】時系列（O.P. T.P.変更時）

年月日	事象・対応内容
H27.4.23	<ul style="list-style-type: none"> 当社の水位管理を担当する部門は、福島第一原子力発電所構内の地下水位等の高さを正確に計測するため、構内基準点からの測量結果をもとに算定した値を用いたT.P.表記で管理する方針を決定し、社内会議にて、福島第一原子力発電所構内の地下水位等の高さをT.P.表記で管理する方針について了解を得た。
H27.7.21	<ul style="list-style-type: none"> 当社は、福島第一原子力発電所構内の地下水位等の高さをT.P.表記で管理することに伴う、実施計画Ⅲの変更認可申請を実施。
H27.10	<ul style="list-style-type: none"> 当社の水位管理を担当する部門は、社内会議にて、福島第一原子力発電所構内の地下水位等の高さをT.P.表記へ変更することを、会議の出席者に対して周知を実施。（H27.10.6、H27.10.20の2回実施） <ul style="list-style-type: none"> 建物の中や屋上で実施する工事は震災前の図面を使用するので旧O.P.が使いやすい等の個別事情があり、工事（設計・施工）等では、使用する標高に関する取り扱いをルールは統一しなかった。
H27.10.20	<ul style="list-style-type: none"> 当社の水位管理を担当する部門は、社内会議にて、福島第一原子力発電所構内の地下水位等の高さをT.P.表記へ変更するために見直しが必要な要領書・手順書等を抽出し、その内容について、当社の水位管理に係わる関係部門へ修正依頼を実施。具体的には、以下の項目のとおり。 <ul style="list-style-type: none"> 要領書/手順書 水位計指示値の設定 操作盤、表記盤の表記
H27.10.20～ H27.11.5	<ul style="list-style-type: none"> 当社の水位管理に係わる関係部門は、福島第一原子力発電所構内の地下水位等の高さをT.P.表記へ変更するために見直しが必要な要領書・手順書等の修正を実施。
H27.11.1	<ul style="list-style-type: none"> 福島第一原子力発電所構内の地下水位等の高さをT.P.表記で管理することに伴う実施計画Ⅲが施行。
H27.11.5	<ul style="list-style-type: none"> 当社は、福島第一原子力発電所構内の地下水位等の高さをT.P.表記で管理する準備が整ったため、福島第一原子力発電所構内の地下水位等の高さがT.P.表記で運用が開始されたことを、プレスリリースにて公表。

【参考4】時系列（現場施工時）（1/4）

年月日	事象・対応内容
H28.9	<ul style="list-style-type: none"> 当社計画部門は、新設サブドレンの15箇所追加を計画し、その内容について、社内会議で了解を得た。 社内会議資料では、新設サブドレンの断面図にT.P.表記およびO.P.表記（旧O.P.）を併用し記載した。
H28.11	<ul style="list-style-type: none"> 新設サブドレンの増強工事を担当する当社建築部門担当者が人事異動に伴い変更となった。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 当社建築部門担当者は、サブドレン業務は未経験であった。 ➢ 当社建築部門担当者は、水位管理におけるT.P.取り扱いルールを知らなかった。
H28.12	<ul style="list-style-type: none"> 当社計画部門より当社建築部門へ新設サブドレン増強工事の実施を依頼。 当社建築部門は、施工会社に新設サブドレン増強工事の付託を実施。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 施工会社は震災後にサブドレン工事の実績があった。 震災後、現場の地盤沈下や碎石盛土の状況が地点によって異なり掘削深度が確定できないため、当社から施工会社へ渡した工事付託書類（仕様図書）では、標準掘削長15mのみを記載し、標高に関する指示を記載していなかった。
H29.1	<ul style="list-style-type: none"> 施工会社との工事契約締結後、当社と施工会社による施工計画に関する社内会議を実施。当該の社内会議において、標高に関する協議は実施されなかった。
H29.2	<ul style="list-style-type: none"> 施工会社は、標高の基準を下記のいずれを採用すべきか、当社建築部門へ問い合わせた。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ H25～H27に実施したサブドレン復旧工事で使用した基準点 ➢ 凍土壁工事で使用した基準点 当社建築部門は、施工会社へ最終深度O.P.-4m（旧O.P.）が確保されれば、凍土壁工事で使用した基準点を用いて良いと回答し、H27.3に担当していた新事務本館新設工事で入手したO.P.表記（新O.P.）の基準点資料を施工会社へ送付し、これに基づいて高さの基準を確認するよう指示した。（新旧O.P.を区別して指示はしていない） 当社建築部門は、施工会社に社内会議資料（サブドレン断面図にT.P.・O.P.（旧O.P.）表記あり）を提示した。その際、社内会議資料の詳細説明は行わなかった。 当社建築部門と施工会社は、物揚場にて構内基準点（新O.P.）を確認した。
H29.2～3	<ul style="list-style-type: none"> 施工会社は、物揚場の構内基準点（新O.P.）から新設サブドレンNo.203の測量を実施した。 施工会社は、1号機原子炉建屋壁面に1号カバー工事で記入されたO.P.+13mの墨だし跡（旧O.P.相当）（以下、1号カバー工事基準点）があり、物揚場の構内基準点（新O.P.）と686mmの高低差があることを確認した。

【参考4】時系列（現場施工時）（2/4）

年月日	事象・対応内容
H29.3.2	<ul style="list-style-type: none"> • 施工会社は、当社建築部門に物揚場の構内基準点（新O.P.）を採用し、孔底新O.P.-4.0m及び掘削深さ15mとすると、新設サブドレンNo.203の天端が現状地盤から約1m突出(本来の天端突出は約0.3m)するので、1号カバー工事基準点（旧O.P.相当）を採用すれば既設サブドレンNo.203の高さに近くなり突出しなくなると提案した。 • 当社建築部門は、既設サブドレンNo.203の汲み上げ状況が良好なので、スクリーン※位置を既設サブドレンNo.203に合わせることで施工会社の提案に了解した。 ※ 地下水を取り込むための開口部を加工した筒状の鋼管 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 当社建築部門は、基準点を構内基準点（新O.P.）から1号カバー工事基準点（旧O.P.相当）に変更するとは認識しなかった。 ➢ 施工会社は、基準点を構内基準点（新O.P.）から1号カバー工事基準点（旧O.P.相当）に変更することを当社建築部門に了解されたと認識した。
H29.4.上旬	<ul style="list-style-type: none"> • 施工会社は、1号カバー工事基準点（旧O.P.相当）と物揚場の構内基準点（新O.P.）を再測量した結果、690mmの高低差があることを確認した。 • 施工会社は、物揚場の構内基準点（新O.P.）からの測量値に、1号カバー工事基準点（旧O.P.相当）との高低差690mmを換算して施工図を作成した。
H29.4.中旬	<ul style="list-style-type: none"> • 当社建築部門と施工会社は、現場で新設サブドレンNo.203の掘削深さを確認した。
H29.4.中旬	<ul style="list-style-type: none"> • 当社建築部門と施工会社は、現場で新設サブドレンNo.203の孔口高さが施工図と整合していることを、測量により確認した。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 施工会社は、現場の立会前に、物揚場の構内基準点（新O.P.）と1号カバー工事基準点（旧O.P.相当）との高低差690mmを測量装置に換算したが、当社建築部門には伝えていなかった。 ➢ 当社建築部門は、現場立会検査時に基準点や測量の過程がわかる記録を確認していなかった。 • 施工会社は、O.P.表記（旧O.P.相当）のみの実測図を作成し、当社建築部門に提出した。
H29.4.中旬	<ul style="list-style-type: none"> • 当社建築部門は、施工会社から提出された実測図に孔口高さ確認の現場立会時の測量値が、実測図の孔口高さに記載されていることを確認した。 • 当社建築部門は、施工会社から提出された実測図とサブドレンポンプ据付記録を当社計装部門へメールにて提出した。当該文書には、当社建築部門上位職の確認はなされていなかった。 • 当社計装部門は上司からの指示により、当社建築部門に実測図に記載の数値は、新O.P.もしくは旧O.P.のどちらを意図するのかを問い合わせた。 • 当社建築部門は新O.P.であると当社計装部門へ回答した。

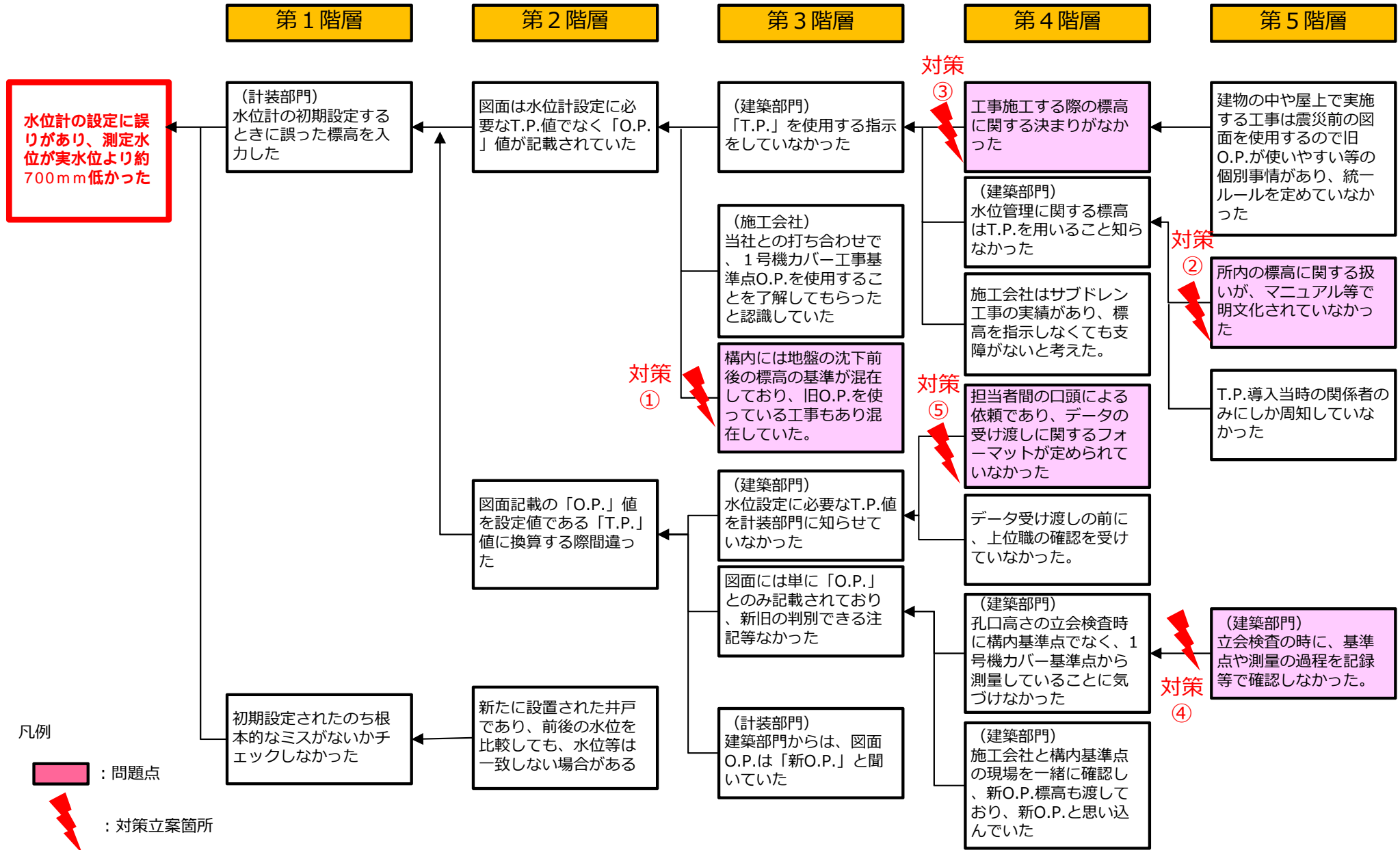
【参考4】時系列（現場施工時）（3/4）

年月日	事象・対応内容
H29.4.中旬	<ul style="list-style-type: none"> 新設サブドレンNo.203孔内へ孔底+1mの位置に水位計を設置した。 当社計装部門は、当社建築部門から提出された実測図をもとに、水位0~100%スパンレンジ（T.P.）を算出し設定した。 当社計装部門と設備工事施工会社は、現場で水位計設置レベルと設定した水位レベルに相違がないことを孔口高さを基準とした検尺により確認した。
H29.4.中旬	<ul style="list-style-type: none"> 当社建築部門と設備工事施工会社は、配管の漏えい確認やサブドレンポンプ稼働確認等の最終確認を行った。
H29.4.19	<ul style="list-style-type: none"> 当社建築部門は、新設サブドレンNo.203を当社当直に引き渡し、当社は、新設サブドレンNo.203の運用を開始した。
H29.4 ~H29.8	<ul style="list-style-type: none"> 施工会社は、新設サブドレンNo.203の運用開始後、新設サブドレン（No.201、No.202、No.208、No.209、No.212）の増強工事を新設サブドレンNo.203と同様の手順で実施し、完了させた。
H29.7	<ul style="list-style-type: none"> 施工会社は、新設サブドレンNo.210、No.215の掘削作業を開始した。
H29.8.1	<ul style="list-style-type: none"> 当社建築部門責任者は、人事異動のため社内の他事業所へ転出。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 転入してきた当社建築部門責任者は、サブドレン業務は未経験であった。 ➢ 当社建築部門担当者は、水位管理におけるT.P.取り扱いルールを承知していなかった。
H29.8.3	<ul style="list-style-type: none"> 当社建築部門は、サブドレンNo.51の急激な水位低下に伴う運転上の制限の逸脱した事象に伴い、新設サブドレンNo.210、No.215の掘削作業中断を判断し、施工会社へ掘削作業中断を指示した。 当社建築部門は、サブドレンNo.51の急激な水位低下に伴う運転上の制限を逸脱した事象により、その発生事象をプレスリリースで公表するため、サブドレンNo.51近傍に設置されている新設サブドレンNo.215の図面表記をT.P.表記とするよう、施工会社へ図面作成を依頼。 施工会社は、新設サブドレンNo.215の図面をT.P.表記に修正し、当社建築部門担当者へ図面を提出。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 施工会社は、はじめてT.P.表記があることを認識し、当社プレスリリース資料を調べる。 当社は、サブドレンNo.51の急激な水位低下に伴う運転上の制限を逸脱した事象について、プレスリリースにて公表を実施。
H29.8.23	<ul style="list-style-type: none"> 当社建築部門は、新設サブドレンNo.210、No.215の掘削作業再開を判断し、施工会社へ掘削作業再開を指示。 施工会社は、当社からの作業再開指示を受け、新設サブドレンNo.210、No.215の掘削作業を再開。
H29.8.24	<ul style="list-style-type: none"> 施工会社は、新設サブドレンNo.215の掘削が高止まりし、所定の位置までの掘削が困難となったことと、その状況を記した図面を当社建築部門へメールで送付した。
H29.8.25	<ul style="list-style-type: none"> 当社建築部門は、施工会社から送付された図面を当社計装部門へメールで送付し、新設サブドレンNo.215水位計の設置に影響がないことを確認した。 当社計装部門は、水位計及びサブドレンポンプの設置位置が従来と変わらなければ問題ないと回答した。

【参考4】時系列（現場施工時）（4/4）

年月日	事象・対応内容
H29.8.下旬	<ul style="list-style-type: none"> 当社建築部門および施工会社は、新設サブドレンNo.210を測量し、新設サブドレンNo.210の孔口高さが施工図と整合していることを確認した。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 施工会社は、物揚場の構内基準点（新O.P.）と1号カバー工事基準点（旧O.P.相当）の差分(690mm)を測量装置にあらかじめ換算していたが、このことを当社建築部門には伝えていなかった。
H29.9.15	<ul style="list-style-type: none"> 施工会社は、O.P.表記（旧O.P.相当）のみの新設サブドレンNo.210の実測図を作成し、当社建築部門へ提出した。 当社建築部門は、施工会社から提出された実測図に現場立会時の測量値が、孔口高さに記載されていることを確認した。
H29.9.22	<ul style="list-style-type: none"> 当社建築部門は、当社計装部門へ新設サブドレンNo.210,211の実測図とサブドレンポンプ据付記録をメールで送付し、水位計の設定を依頼した。
H29.9.25	<ul style="list-style-type: none"> 当社計装部門は、H29.10初旬に移設を控えている新設サブドレンNo.210の水位計設置のため、当社建築部門から提出された実測図を確認したところ、孔口高さの数値がO.P.表記で提出されていることを確認した。 当社計装部門は、以前当社建築部門から受領した新設サブドレンNo.215の図面はT.P.表記であったので違和感を覚えた
H29.9.27	<ul style="list-style-type: none"> 当社計装部門は、当社建築部門から提出された新設サブドレンNo.210の実測図のO.P.表記が、新O.P.もしくは旧O.P.のどちらを意図するのかを、当社建築部門に確認した。 当社建築部門は、提出した実測図のO.P.表記は新O.P.であると、当社計装部門へ回答した。 当社計装部門は、念のため、T.P.表記への換算値は727mmで良いかどうか、当社建築部門に確認した。 当社建築部門は、サブドレンNo.51の急激な水位低下に伴う運転上の制限の逸脱した事象により、O.P.表記からT.P.表記への換算値が約1,400mmである旨を確認したため、O.P.表記からT.P.表記への換算値は約1,400mmであると当社計装部門へ回答した。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 当社計装部門は、当社建築部門の回答に疑問を持った。
H29.9.28	<ul style="list-style-type: none"> 当社計装部門は、これまで移設した新設サブドレン（No.201、No.202、No.203、No.208、No.209、No.212）6カ所の水位計について、移設前後の水位トレンドを確認したところ、約700mmの差があることを確認したことから、当社建築部門へ実測図のO.P.表記が新O.P.もしくは旧O.P.のどちらを意図するのかを、再確認した。 当社建築部門は、施工会社へ提出された実測図のO.P.表記が新O.P.もしくは旧O.P.のどちらを意図するのかを、再度施工会社へ確認し、施工会社から旧O.P.であることを確認した。 当社建築部門は、旧O.P.である事が判明したため、当社計装部門へ旧O.P.であることを回答した。 当社計装部門は、1～4号機建屋周辺の新設サブドレン6カ所の水位計の測定水位を確認し、水位の設定に誤りがあり、測定水位よりも実水位が約700mm低いことが判明。 当社は、新設サブドレン6カ所と1～4号機建屋滞留水の水位が逆転している可能性があることから、運転上の制限を逸脱していると判断。 当社は、運転上の制限を逸脱していることが判断したことから、稼働しているサブドレンを全台停止した。

【参考5】背後要因分析



【参考6】水位差の再評価

速報値(1時間毎のデータ)による評価では、最大で約19mmの水位の逆転が生じていたが、詳細確認(1分毎のデータによる再評価)を実施した結果、サブドレンピットNo.203については最大で約4mmの水位の逆転が発生している評価となった。

なお、計器誤差等を加味せず、指示値のみの比較では、水位の逆転は発生していない。速報値との評価方法の違いは下表を参照。

※使用数値は全てT.P.値

項目	速報値 (1時間データによる評価)	詳細確認 (1分データによる再評価)
①サブドレン水位	2本の水位計の水位のうち低い方の値を採用	2本の水位計それぞれの(水位+計器誤差)のうち、低い方の値を採用
②サブドレン水位計の計器誤差	2本の水位計の計器誤差のうち大きい方の値を採用(マイナス側に考慮)	
③サブドレン水位補正值	旧O.P.、新O.P.換算補正值=690mm	同左
④滞留水水位	2本の水位計の水位のうち高い方の値を採用	2本の水位計それぞれの(水位+計器誤差)のうち、高い方の値を採用
⑤建屋滞留水水位計の計器誤差	2本の水位計の計器誤差のうち大きい方の値を採用(プラス側に考慮)	
⑥塩分補正值	建屋滞留水には海水が含まれるため、塩分補正を実施 ※誤って塩分補正值を多く見込んだ	建屋滞留水には海水が含まれるため、塩分補正を実施 ※誤って多く見込んでいたものを修正

$$\text{水位差} = (\text{①サブドレン水位測定値} - \text{②サブドレン水位補正值} - \text{③サブドレン水位計の計器誤差}) - (\text{④滞留水水位測定値} + \text{⑤建屋滞留水水位計の計器誤差} + \text{⑥塩分補正值})$$

【参考6】水位差の再評価（1分データ）

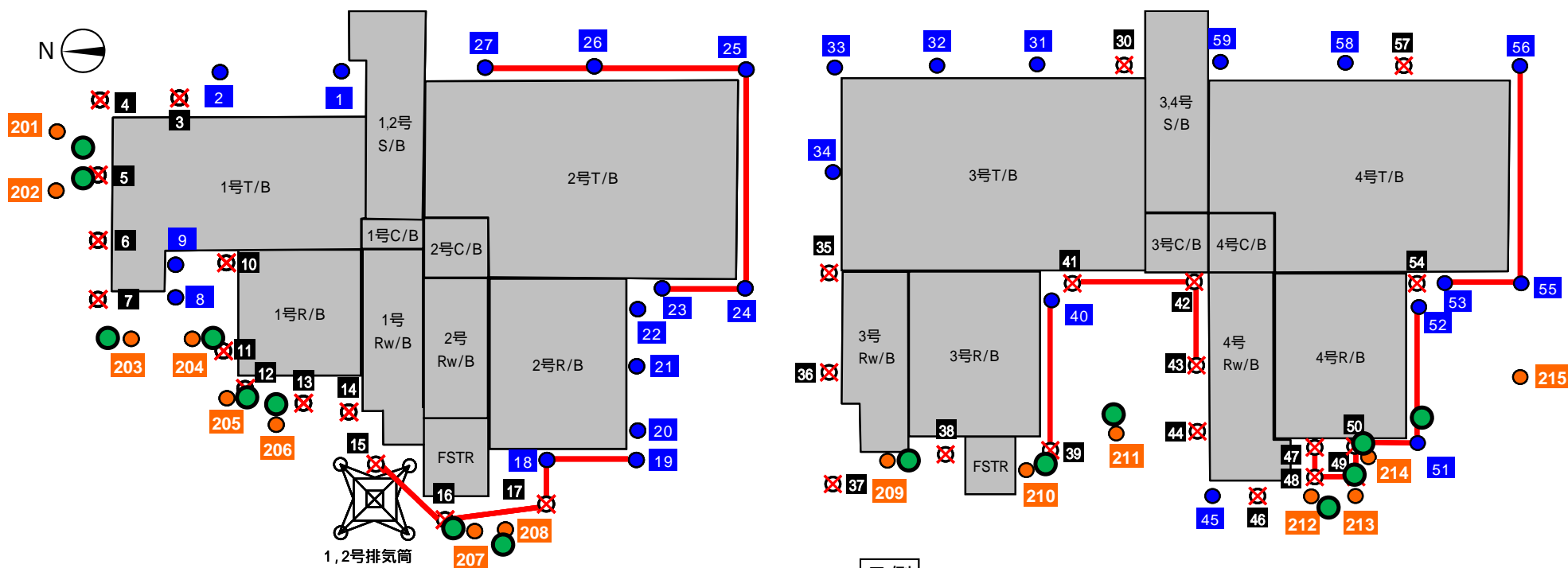
日時		S D水位 測定値1	S D水位 測定値2	S D水位 測定誤差	S D水位計 計器誤差1	S D水位計 計器誤差2	① S D水位 (補正後)	1号Rw/B エリア 水位	1号Rw/B エリア 水位 (切上)	建屋水位計 計器誤差	塩分補正值 (通知換算)	② 建屋水位 (補正後)	使用開始後 最小水位差 (①-②)
5月20日	11:26	1998	2010	-690	-32.3	-56.1	1263.9	1262.8	1263	0	5	1268	-4.1
5月20日	14:35	2001	2012	-690	-32.3	-56.1	1265.9	1264.5	1265	0	5	1270	-4.1
5月20日	15:19	1999	2011	-690	-32.3	-56.1	1264.9	1263.0	1263	0	5	1268	-3.1
5月20日	17:01	2004	2013	-690	-32.3	-56.1	1266.9	1264.2	1265	0	5	1270	-3.1
5月20日	17:45	2000	2012	-690	-32.3	-56.1	1265.9	1263.5	1264	0	5	1269	-3.1
5月20日	10:57	2001	2012	-690	-32.3	-56.1	1265.9	1262.3	1263	0	5	1268	-2.1
5月20日	14:06	2000	2013	-690	-32.3	-56.1	1266.9	1263.7	1264	0	5	1269	-2.1
5月20日	16:32	2003	2014	-690	-32.3	-56.1	1267.9	1264.7	1265	0	5	1270	-2.1
5月20日	18:58	1998	2014	-690	-32.3	-56.1	1267.9	1264.6	1265	0	5	1270	-2.1
5月21日	7:26	1998	2014	-690	-32.3	-56.1	1267.9	1264.3	1265	0	5	1270	-2.1
5月21日	12:31	2000	2012	-690	-32.3	-56.1	1265.9	1262.0	1263	0	5	1268	-2.1
5月18日	17:24	1999	2009	-690	-32.3	-56.1	1262.9	1258.9	1259	0	5	1264	-1.1
5月21日	12:02	1999	2012	-690	-32.3	-56.1	1265.9	1262.0	1262	0	5	1267	-1.1
5月19日	15:48	2001	2014	-690	-32.3	-56.1	1267.9	1262.1	1263	0	5	1268	-0.1
5月19日	20:37	1999	2014	-690	-32.3	-56.1	1267.9	1262.1	1263	0	5	1268	-0.1
5月21日	1:12	1998	2016	-690	-32.3	-56.1	1269.9	1264.3	1265	0	5	1270	-0.1
5月21日	2:24	1999	2014	-690	-32.3	-56.1	1267.9	1262.7	1263	0	5	1268	-0.1
5月21日	10:20	2000	2014	-690	-32.3	-56.1	1267.9	1262.2	1263	0	5	1268	-0.1
5月21日	14:13	1999	2010	-690	-32.3	-56.1	1263.9	1259.0	1259	0	5	1264	-0.1
5月21日	14:57	2000	2010	-690	-32.3	-56.1	1263.9	1258.6	1259	0	5	1264	-0.1

- ・使用開始後最小水位差は、（①S D水位（補正後）-②建屋水位（補正後））
- ・①S D水位（補正後）は、S D水位測定値2 - S D水位測定誤差 - S D水位計計器誤差2（1と2を比較し水位の低い値を採用）
- ・S D水位計計器誤差及び建屋水位計計器誤差は、過去の点検結果をもとに前回点検日から評価日までを想定した計器誤差を算出。
 なお、建屋水位計計器誤差は、点検結果がプラス側のドリフトだったため、評価結果通りのドリフトをしていたと仮定した場合、実水位は低くなるため、評価上厳しめとなるように0※とした。
 ※例：1号Rw/B北西エリア水位計のドリフト評価量：43mm（実水位は43mm低くなる = サブドレンとの水位差が43mm大きくなる）
- ・1号Rw/Bエリア水位は、最も水位が高い北西エリアを採用
- ・②建屋水位（補正後）は、1号Rw/Bエリア水位（切上） + 塩分補正值（通知換算）

太字：計算使用値
[単位：mm]

【参考7】サブドレンピットの増強工事について

- 建屋滞留水処理完了に向けて、確実に地下水位を下げていくため、口径の小さいピット（φ200）を、口径の大きいピット(φ1,000)へ変更し、サブドレンピット集水能力の向上・くみ上げ量の増加を図る。(候補15箇所)
- 口径の大きいピットは、既設の口径の小さいピット近傍に配置し、代替する。



凡例

- : 増強対象外既設サブドレンピット(φ900~1,200)[27基]
- : 増強対象既設サブドレンピット(φ200)[15基]
- : 増強サブドレンピット設置候補箇所(φ1,000)[15基]
- ⊗ : 未復旧サブドレンピット[30基]
- : 横引き管