

# 陸側遮水壁閉合後の水位管理について 前回ご指摘事項へのご回答

平成27年3月4日

東京電力株式会社

鹿島建設株式会社

1. 陸側遮水壁閉合後の水位管理について（補足）
2. 陸側遮水壁 海側に期待する効果
3. 部分先行凍結の必要性和地下水管理
4. 陸側遮水壁 海側の海水配管トレンチ下部における施工について
5. 建屋滞留水の水位制御性について

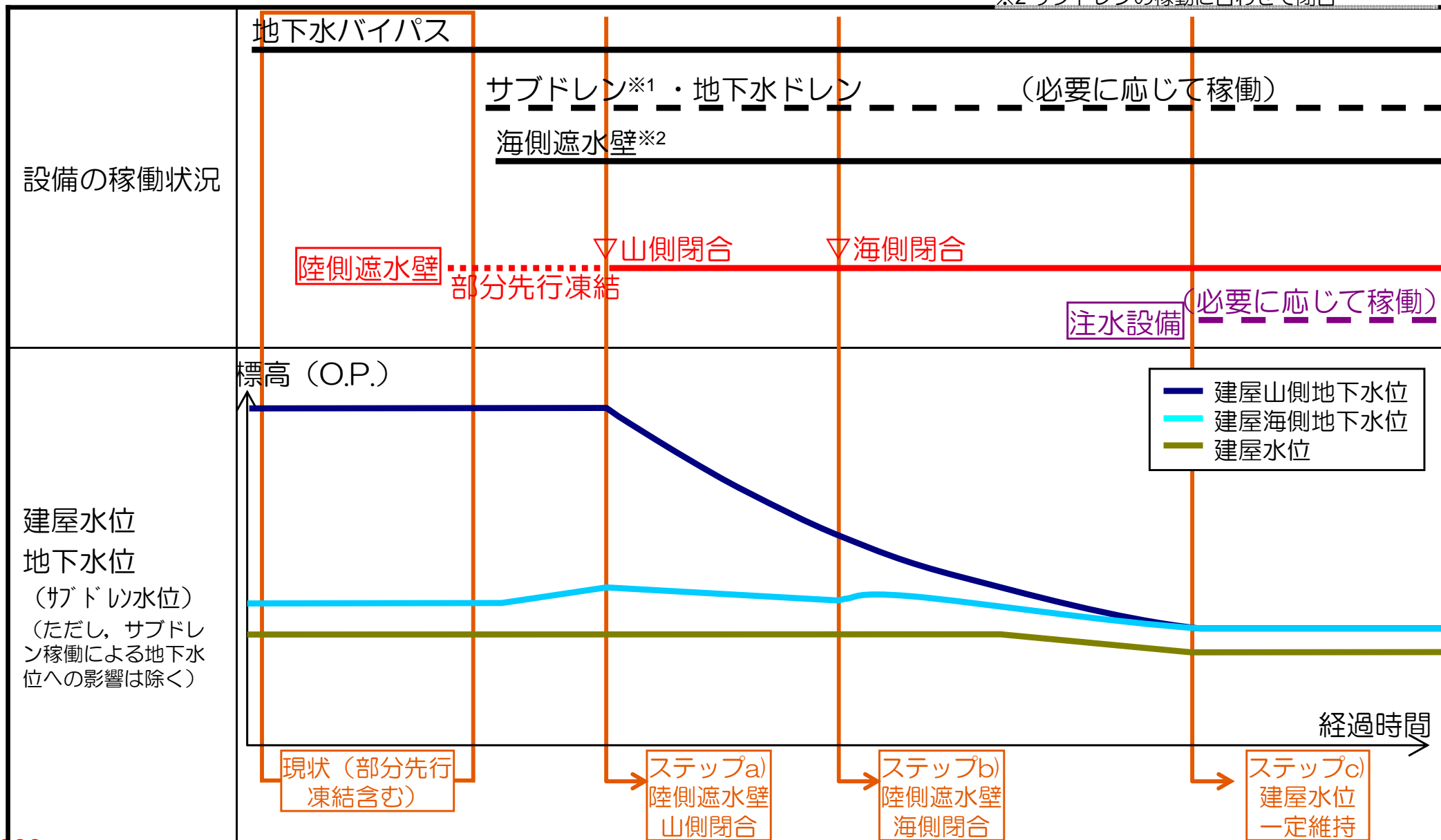
---

1. 陸側遮水壁閉合後の水位管理について（補足）

# 1. 陸側遮水壁閉合後の水位管理について (補足)

- 陸側遮水壁閉合等に伴い地下水位は以下に示すイメージで変化すると想定される。
- 以降、各ステップにおける地下水位変化の概要を示す。

※1 サブドレンの稼働は関係者と調整の上、実施  
※2 サブドレンの稼働に合わせて閉合



## 1. 陸側遮水壁閉合後の水位管理について（補足）

---

- 建屋流入量低減のため、まず、「陸側遮水壁 山側3辺」を閉合する。
- 但し、複列施工箇所など凍結に時間を要する部位については、他の部位と同時に凍結開始した場合、地下水流が集中し凍結しにくくなる。これを避けるため、そのような部位の凍結を先行的に開始し、确实かつ早期に陸側遮水壁を閉合させる（部分先行凍結）。
- 「陸側遮水壁 山側3辺」閉合後、「陸側遮水壁 海側」を閉合する。
- 建屋水位を低下させる過程で、建屋内での作業の必要に応じて建屋水位を一定に維持する。

# 1. 1 陸側遮水壁閉合と地下水バイパス・サブドレンの運用について

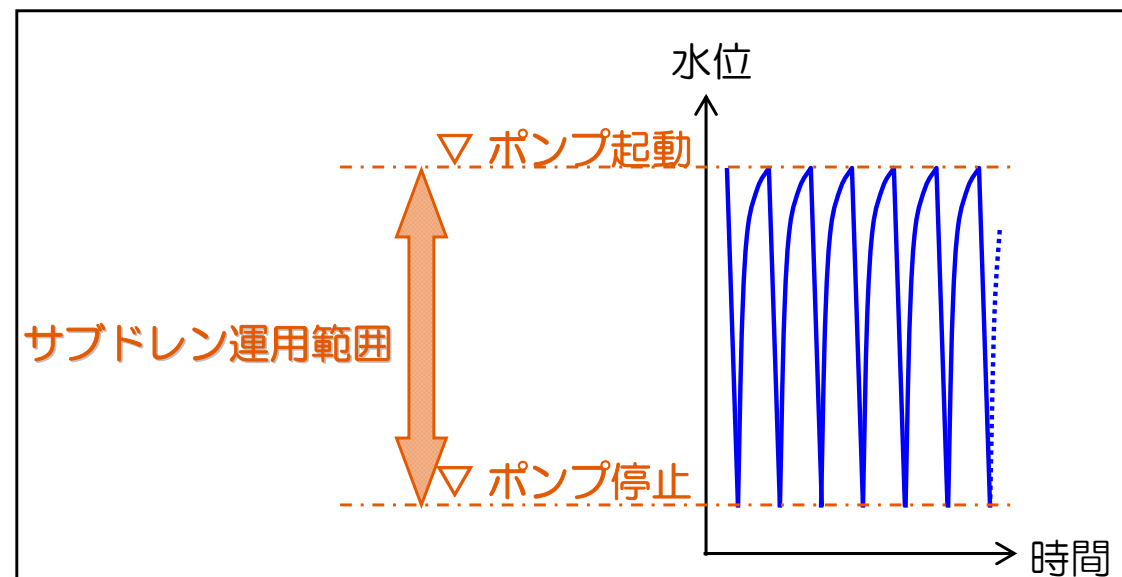
- 地下水バイパス稼働により，建屋流入量抑制について一定の効果が得られている。陸側遮水壁閉合後も継続して運用することにより，建屋への地下水流入を極力抑制する。
- 陸側遮水壁は，サブドレン稼働・非稼働いずれにおいてもその機能を発揮する。なお，サブドレンを併用することで，建屋への地下水流入抑制効果を向上させる。
  - サブドレンについては，ポンプの起動水位と停止水位を設定し，その範囲内の自動運転を基本とする。
  - 陸側遮水壁の影響等による水位変化のなかで，地下水位がサブドレンのポンプ起動水位を上回った場合，サブドレンは稼働する。一方，地下水位がサブドレンのポンプ停止水位を下回った場合，サブドレンは稼働しない。

## サブドレンの特徴

- ・建屋流入量の低減効果が早く発現する。
- ・ポンプ停止時は地下水位が回復する。
- ・降雨時の一時的な地下水位上昇を低減できる。
- ・運用上，水質管理が必要。

## 陸側遮水壁の特徴

- ・地下水位の維持・回復は「注水井からの注水」で制御可能。
- ・遮水壁内の地下水位が均一に低下していくため，建屋流入量の低減効果の確実性が高い。



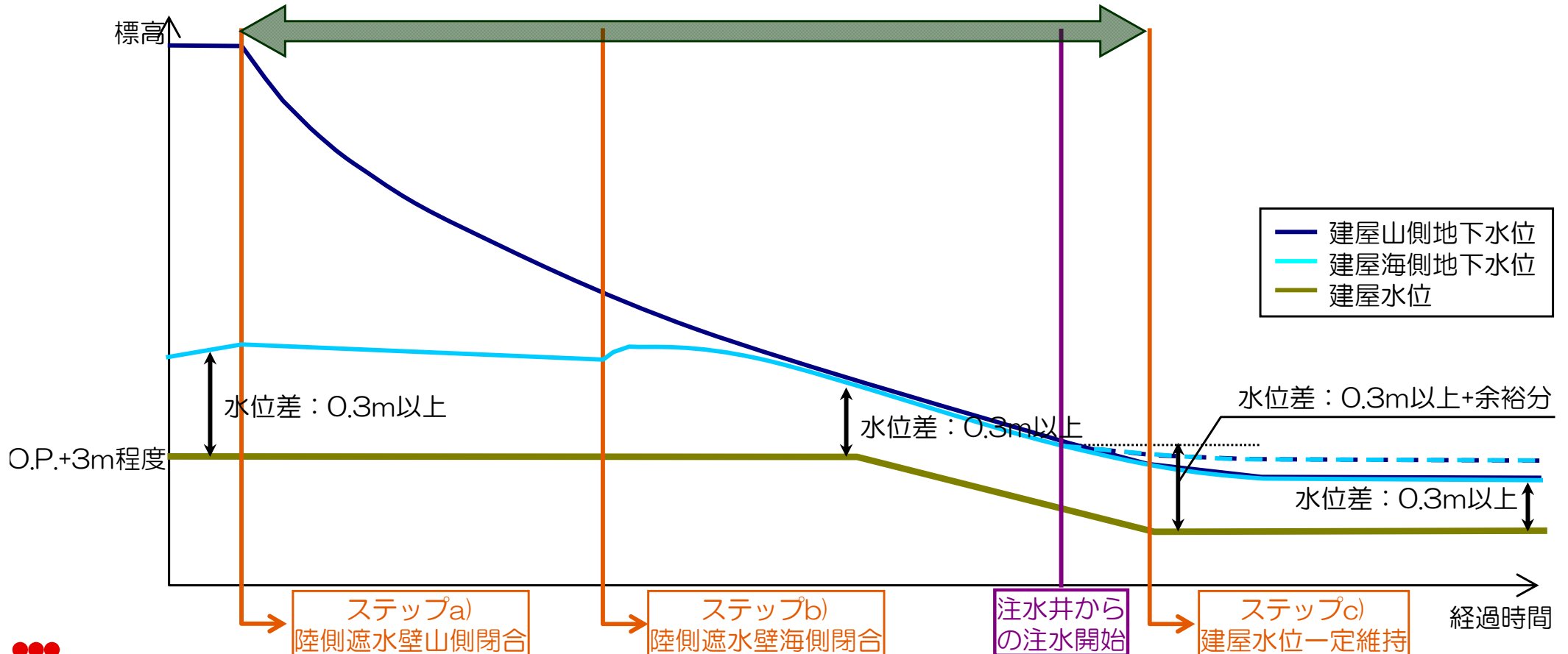
サブドレンの運用イメージ

## 1. 2 陸側遮水壁の遮水性発現後の1～4号機建屋内外の水位管理方法（1 / 2）

★基本事項：建屋水位が地下水水位を上回らないように管理する。（運用目標水位差：0.3m以上）

### 【ステップa, b】

- 地下水バイパスの効果に加えて、サブドレン・陸側遮水壁・フェーシングなど準備が整ったものから実施し、効果の発現により建屋周辺の地下水位の低下が進む。
- 地下水位と建屋水位をモニタリングし、必要によって建屋滞留水の移送により、建屋水位を低下させることで水位差を確保する。
- サブドレンポンプ停止水位は、建屋水位との水位差0.3m以上を確保する。

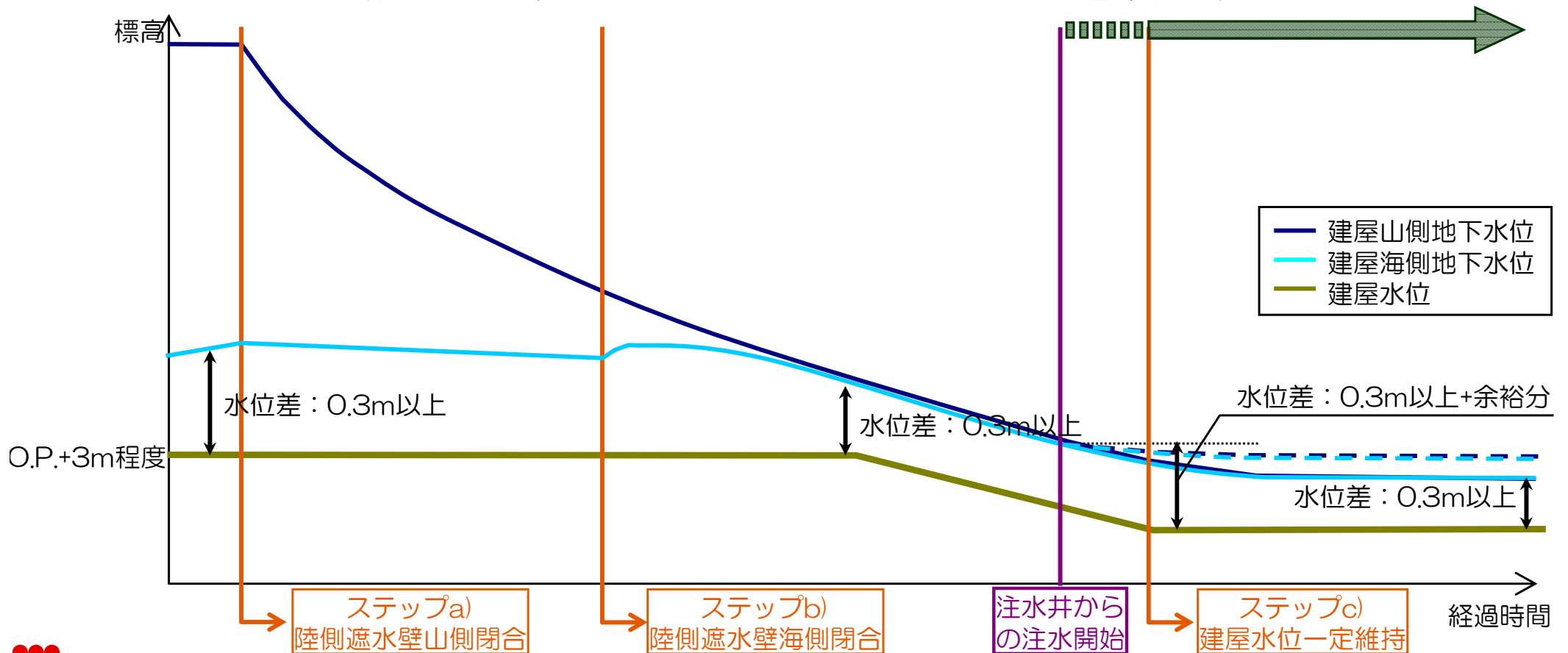


## 1. 2 陸側遮水壁の遮水性発現後の1～4号機建屋内外の水位管理方法（2/2）

★基本事項：建屋水位が地下水位を上回らないよう管理する。（運用目標水位差：0.3m以上）

### 【ステップc】

- 建屋水位一定維持期間において、降雨等による地下水涵養と建屋への地下水流入とのバランスにより建屋周辺の地下水位はある一定の水位に落ち着く。
- 必要により、地下水位の低下傾向に対して余裕のある水位で注水井からの注水を行い、建屋水位と地下水位の水位差を確保する。
- サブドレンポンプ停止水位は、建屋水位との水位差0.3m以上を確保する。





---

## 2. 陸側遮水壁 海側に期待する効果

## 2 陸側遮水壁 海側に期待する効果

### 陸側遮水壁（4辺閉合）の目的

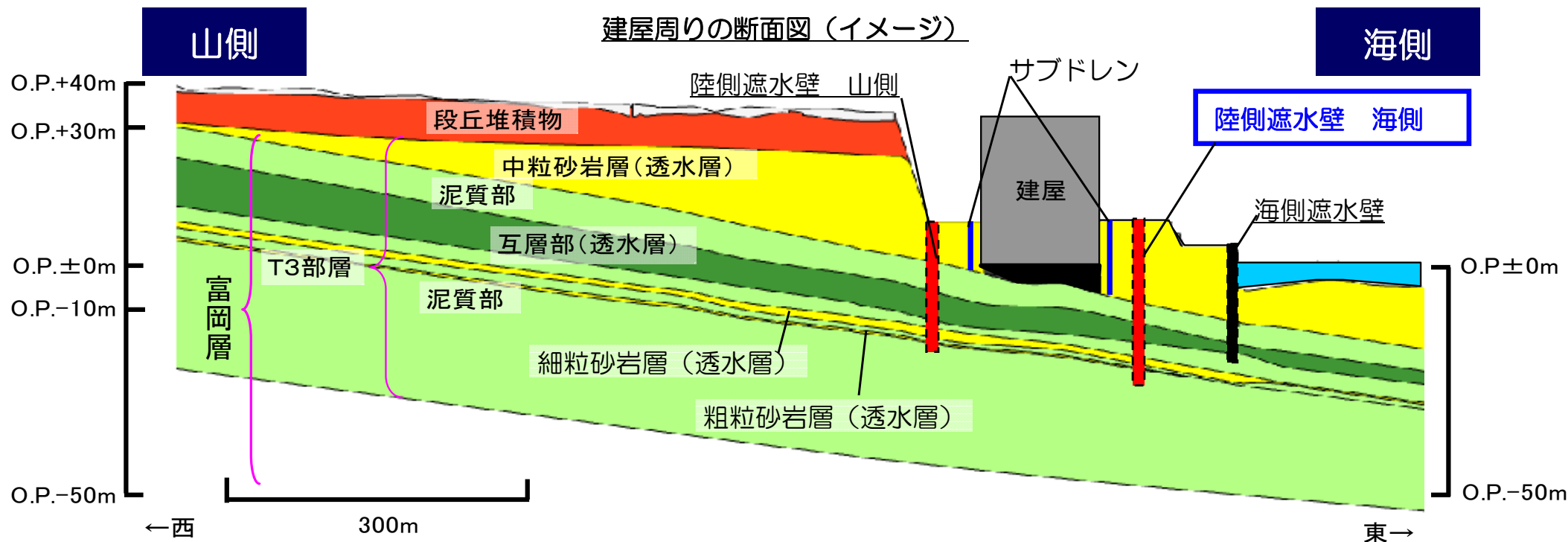
汚染源に水を「近づけない」対策として、汚染水が滞留している建屋内への地下水流入量を低減させることで**汚染水の増加を抑制**すること

### 陸側遮水壁 海側に期待する効果

陸側遮水壁で閉合する面積を最小化することで、

- 1) 1～4号機建屋への地下水流入量抑制
- 2) 地下水位管理の単純化
- 3) 迅速かつ確実な地下水位制御

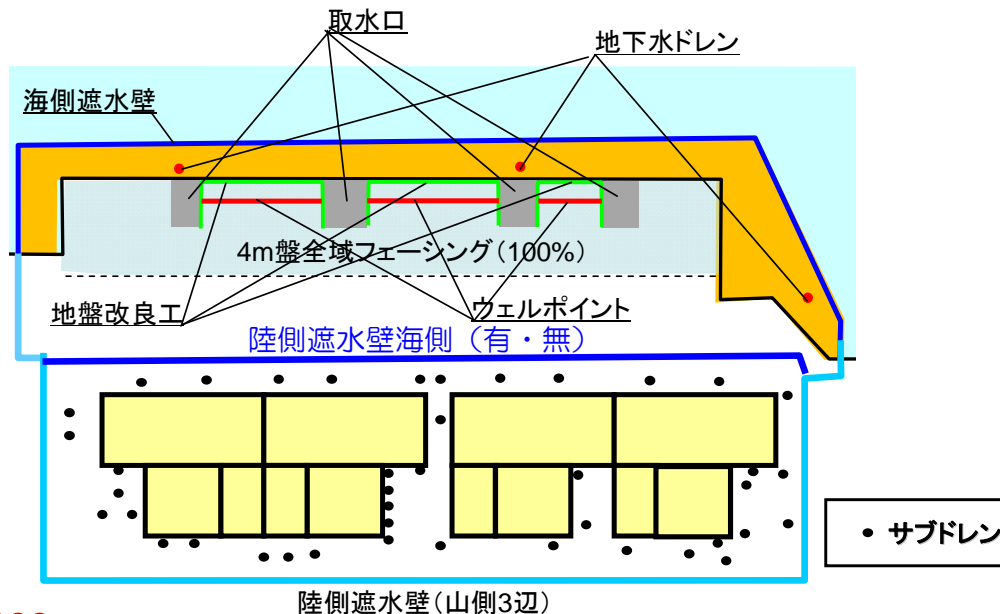
を行う。



## 2. 1 1～4号機建屋への地下水流入量抑制

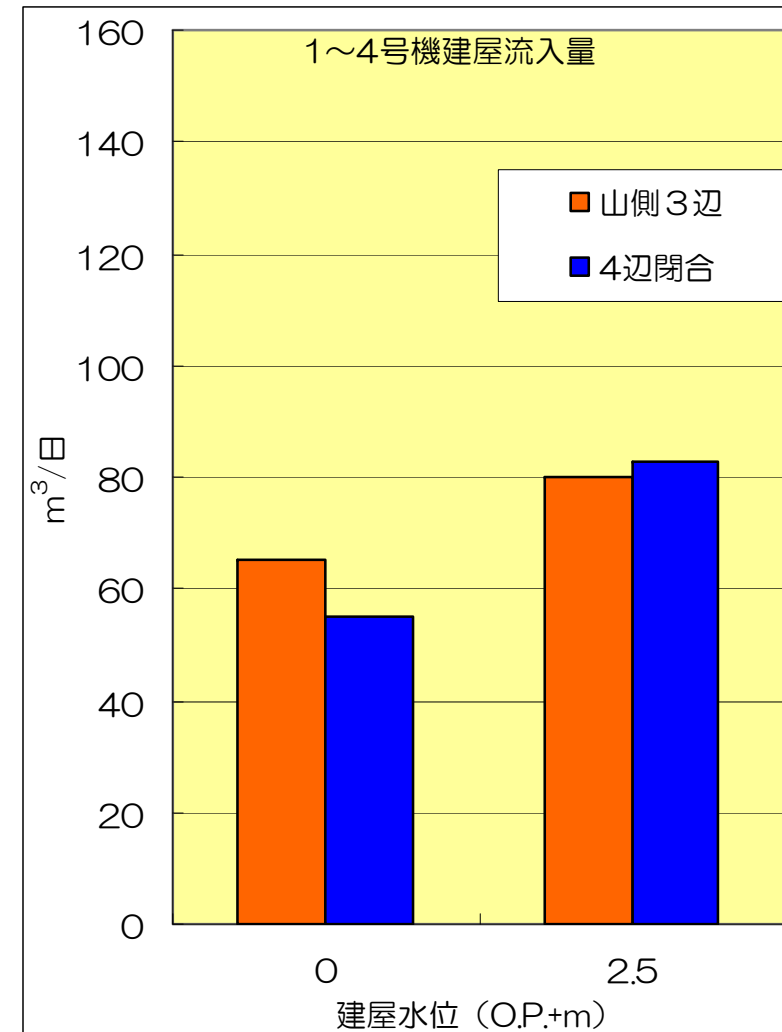
各設備		解析条件
海側（鋼管）遮水壁		閉合
4m盤	地盤改良	完了
	揚水工（ウェル・イト・地下水ドレン）	【下記】
	フェーシング	100%
4～10m盤	フェーシング	0%
10m盤 （陸側遮水壁内）	フェーシング	0%
	サブドレン	稼動（稼動水位：建屋水位+1m）
	陸側遮水壁	山側3辺閉合 4辺閉合
	建屋水位	【下記】
	注水井からの注水	無

		4m盤揚水工稼動水位
建屋水位	OP.+2.5m	OP.+3m
	OP.0m	平均潮位（OP.+1.6m）



■ 4辺閉合の方が、建屋水位低下時に  
1～4号機の建屋流入量を抑制できる。

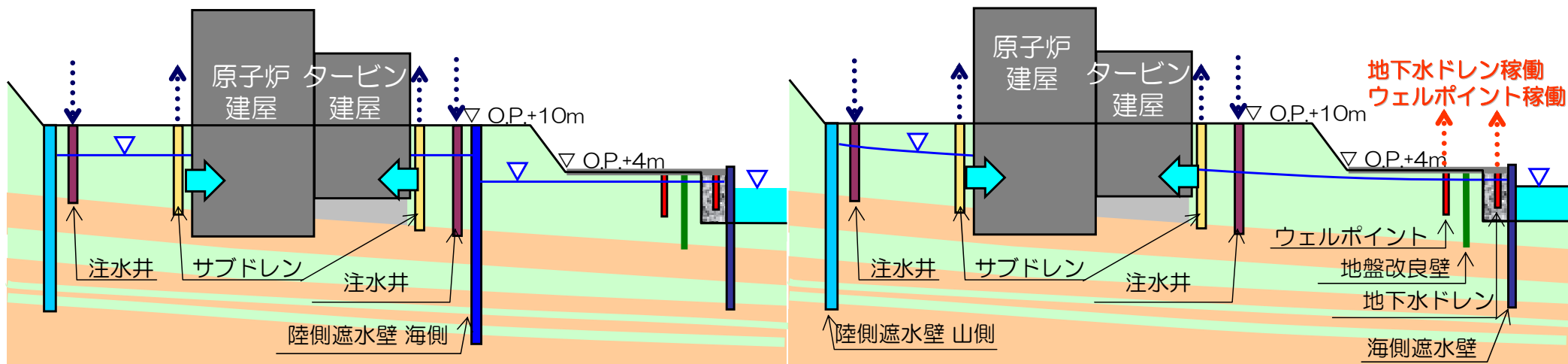
降雨量	約4mm/日 一定 （建屋以外の領域に降雨）	年平均降雨量1,545mm
降雨浸透率	55%	汚染水処理対策委員会報告より



1～4号機建屋流入量の比較

## 2. 2 地下水位管理の単純化

- 陸側遮水壁4辺で閉合の場合，建屋周辺の地下水に影響する主な因子は以下の3点であり，**地下水位管理は比較的単純**である。
  - 建屋への地下水流入
  - サブドレンの稼動
  - 注水井からの注水
- 陸側遮水壁山側3辺と海側遮水壁で閉合の場合，上記に加えて以下の2点が加わる。
  - 地下水ドレンの稼動
  - ウェルポイントの稼動
- 4m盤においては，海側遮水壁の越流防止に加え，高濃度汚染エリアに対応するための地下水ドレン・ウェルポイントの運用管理が必要であり，それらを10m盤の建屋周辺の地下水管理に複合させることは水位管理全体の複雑さを招く。



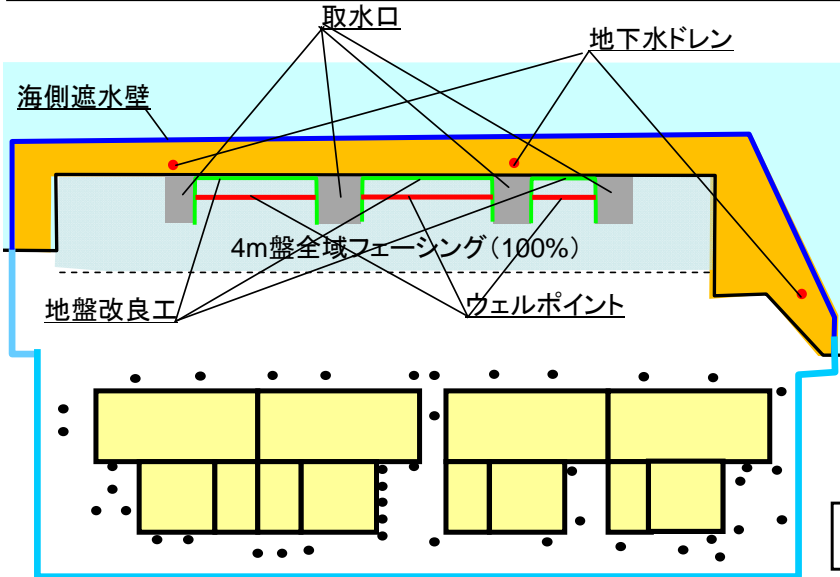
陸側遮水壁4辺で閉合

陸側遮水壁山側3辺と海側遮水壁で閉合

## 2. 3 1) 迅速かつ確実な地下水位制御 解析条件

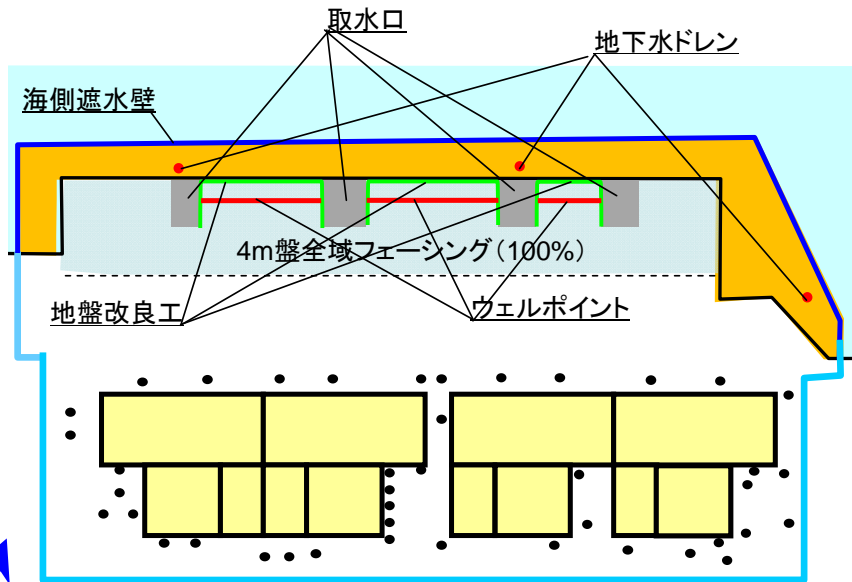
### 初期条件 (定常解析)

各設備		解析条件
海側 (鋼管) 遮水壁		閉合
4m盤	地盤改良	完了
	揚水工 (ウェルポイント・ 地下水ドレン)	稼動 (稼働水位: GL-1.0m (O.P.+3.0m))
	フェーシング	100%
4~10m盤	フェーシング	0%
10m盤 (陸側遮水壁内)	フェーシング	0%
	サブドレン	稼動 (稼働水位: 建屋水位+1m)
	陸側遮水壁	山側3辺閉合
	建屋水位	OP+2.5m
注水井からの注水		無
降雨量	約4mm/日 一定 (建屋以外の領域に降雨)	年平均降雨量1,545mm
降雨浸透率	55%	汚染水処理対策委員会報告より



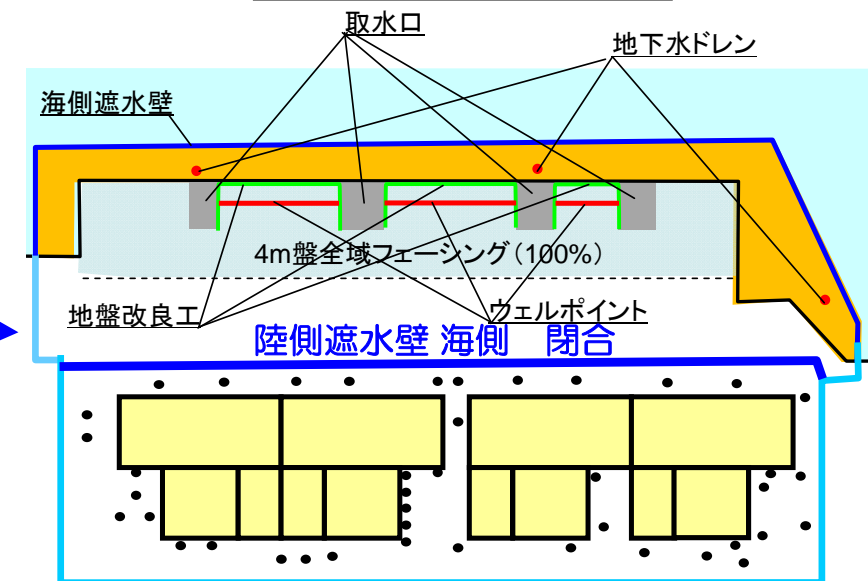
・サブドレン

### 3辺閉合 (非定常解析)



陸側遮水壁 (山側3辺)

### 4辺閉合 (非定常解析)



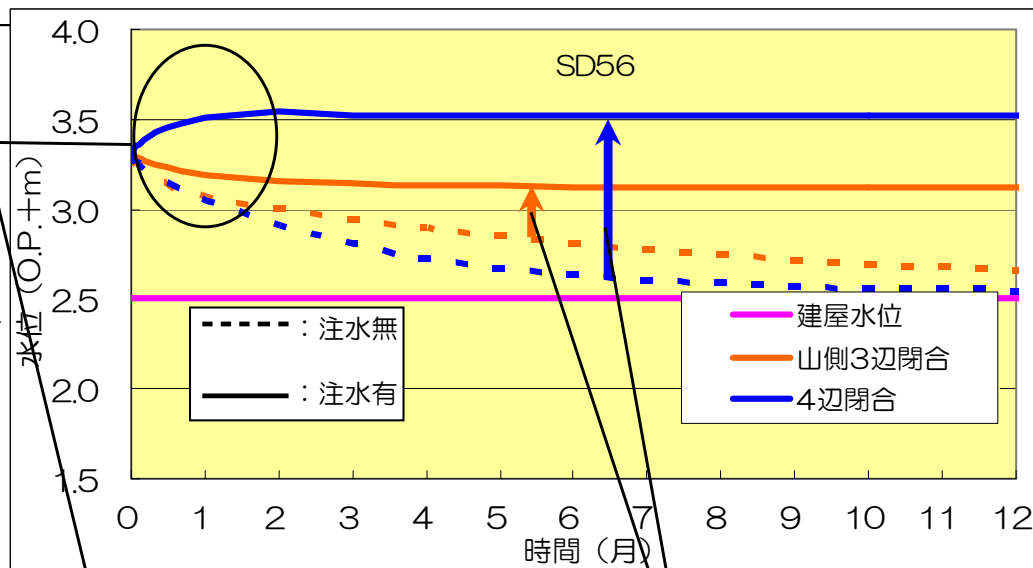
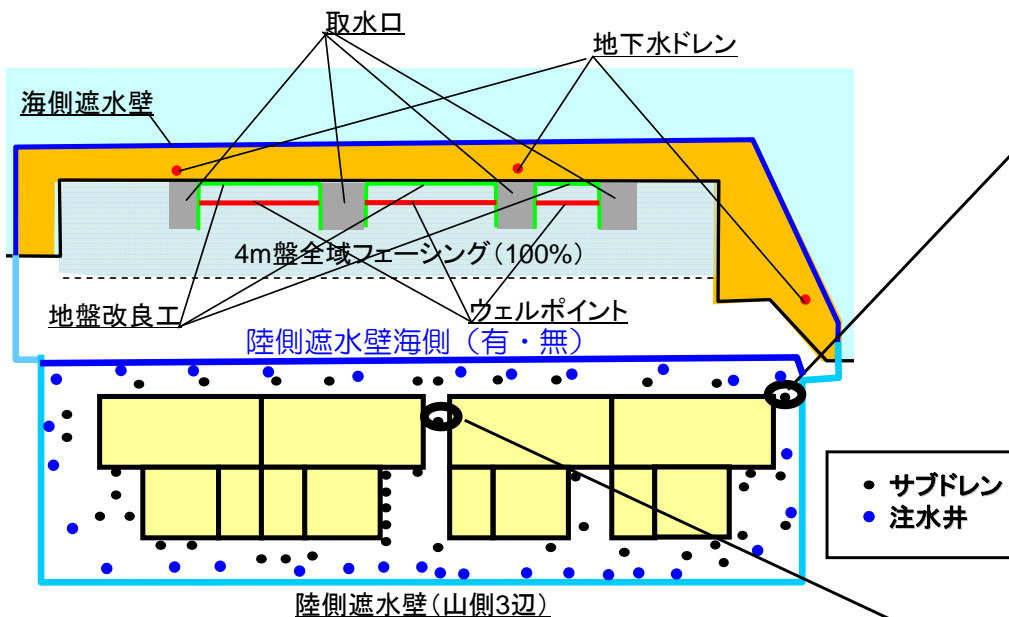
陸側遮水壁 海側 閉合

陸側遮水壁 (山側3辺)

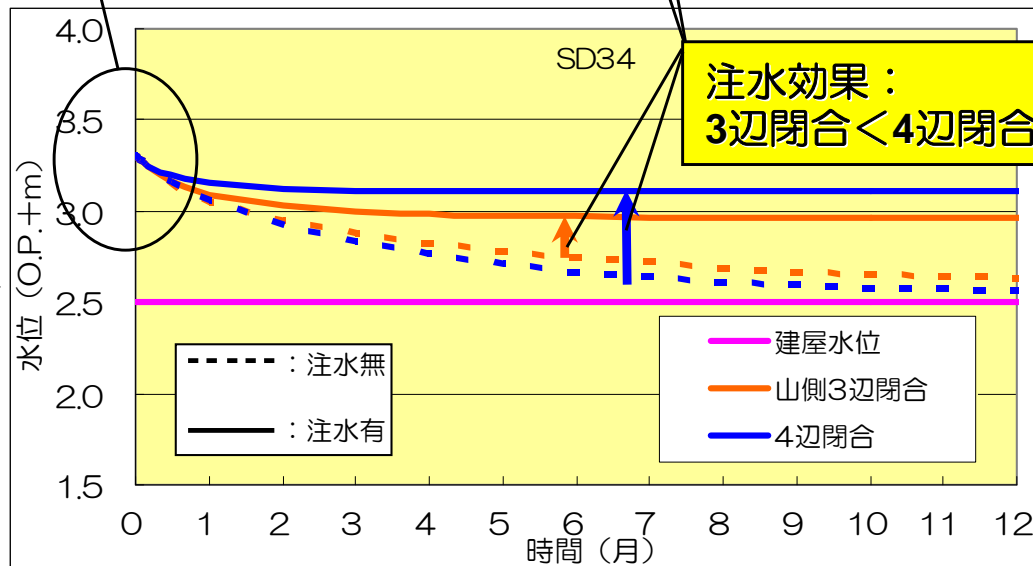
## 2. 3 2) 迅速かつ確実な地下水位制御 解析結果

■ 注水井からの注水を実施する場合には、陸側遮水壁4辺閉合の方がより迅速かつ確実に建屋との水位差を確保することが出来る。

地下水位上昇速度：  
3辺閉合 < 4辺閉合



地下水位の経時変化 (SD56)



注水効果：  
3辺閉合 < 4辺閉合

地下水位の経時変化 (SD34)

注水井からの注水	無 2L/min/孔
----------	---------------

降雨量	0mm/日	渇水期を想定
降雨浸透率	—	

## 2. 4 『陸側遮水壁 海側』 閉合の副次的効果

■ 建屋周辺と4m盤エリアとの領域を区分し，汚染範囲を限定化することができる。

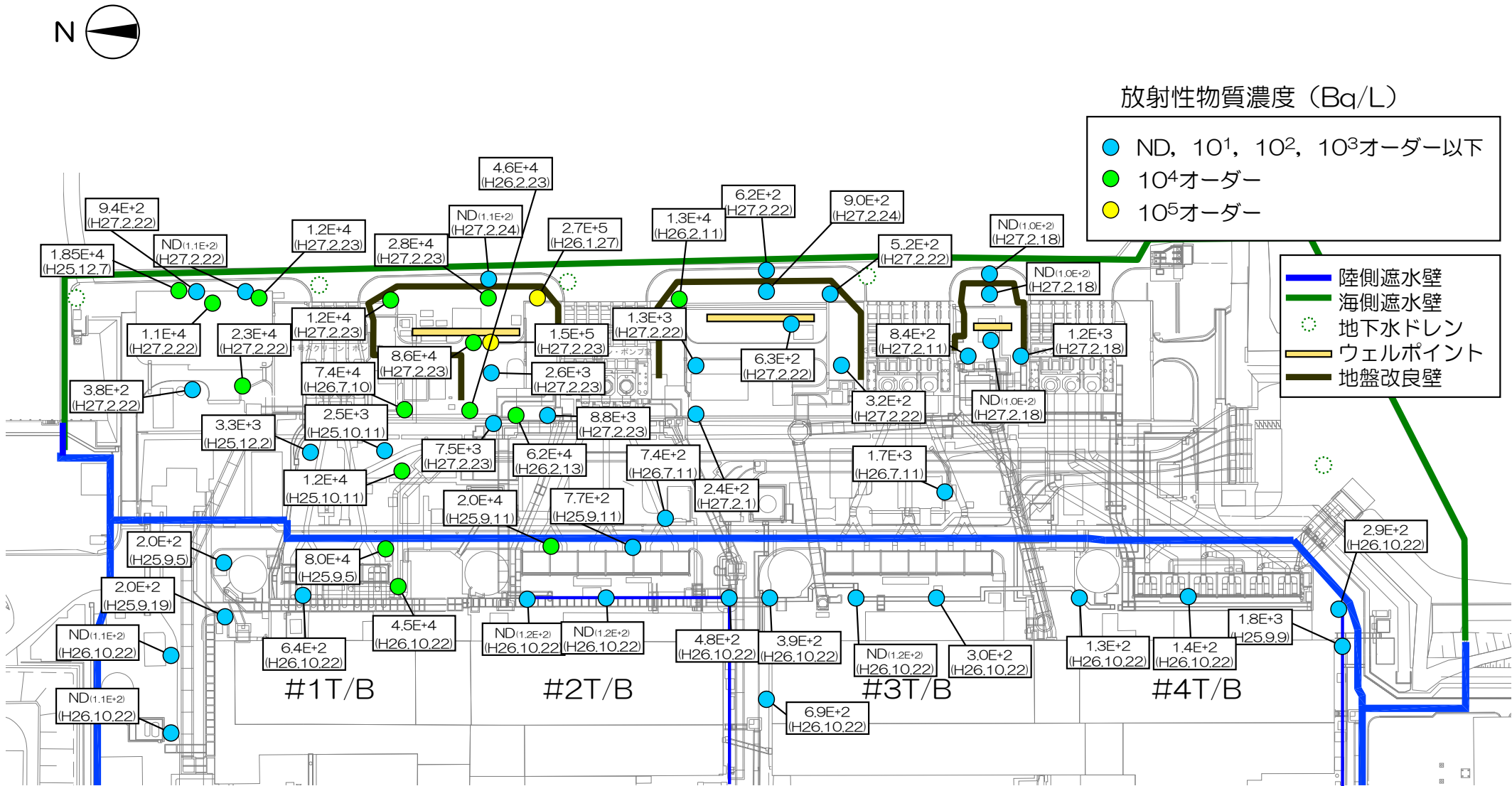


図 トリチウム分布状況

---

### 3. 部分先行凍結の必要性と地下水位管理



### 3. 部分先行凍結の必要性と地下水位管理

#### ■ 部分先行凍結の必要性

- 複列施工箇所など凍結に時間を要する部位については、他の部位と同時に凍結開始した場合、地下水流が集中し凍結しにくくなる。これを避けるため、そのような部位の凍結を先行的に開始し、確実かつ早期に陸側遮水壁を閉合させる。

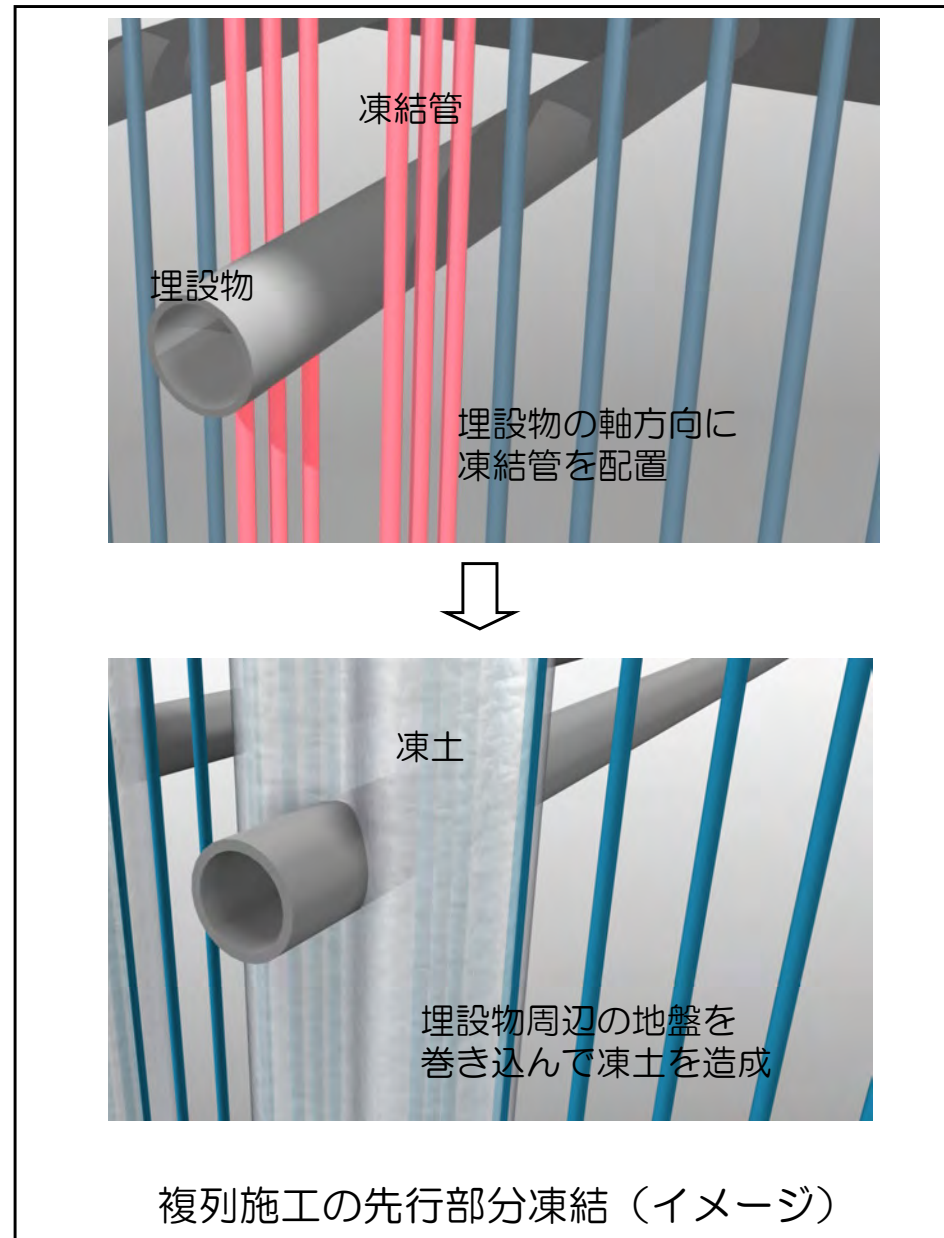
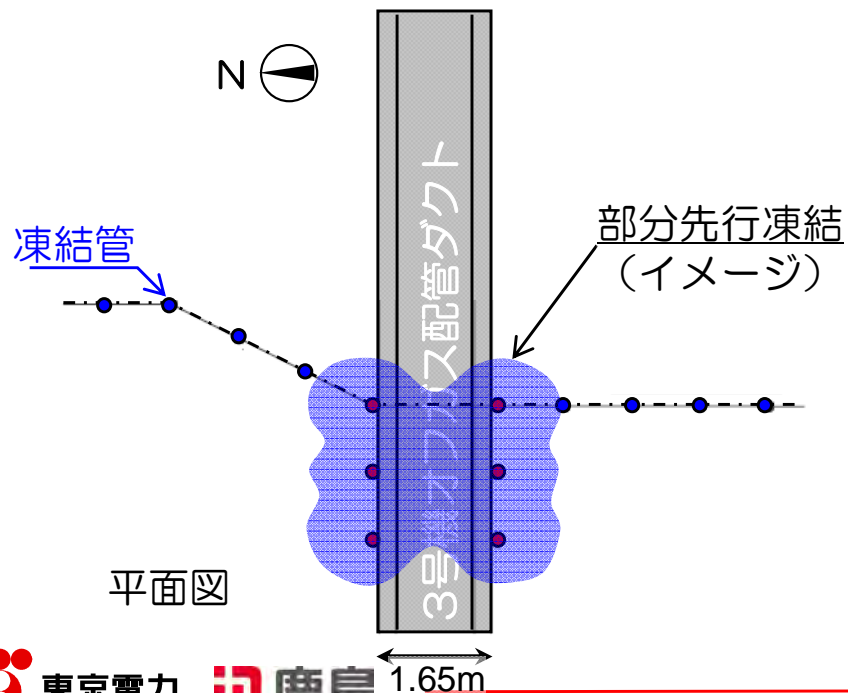
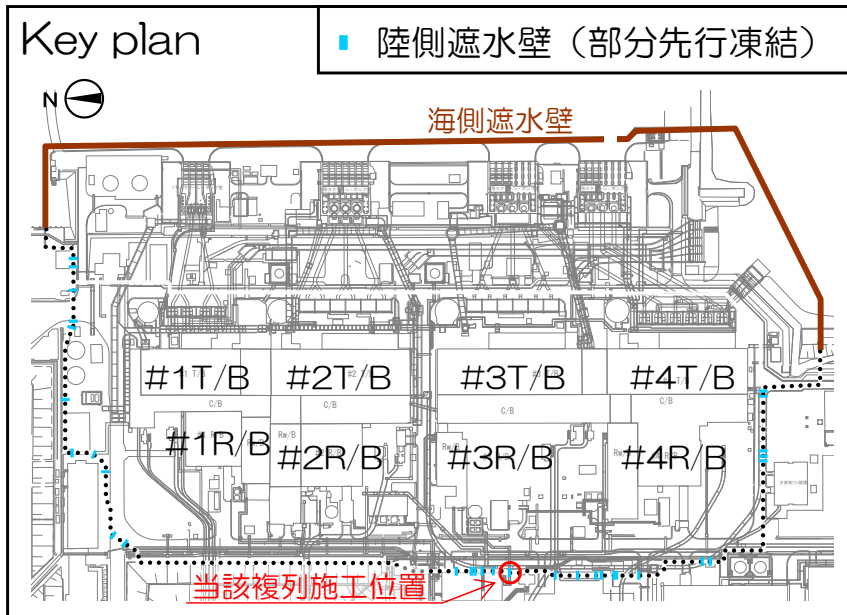
#### ■ 部分先行凍結時の地下水位管理について

- 部分先行凍結が周辺の地下水位に与える影響は、解析では、数cmの地下水位低下予測となっている。
- 地下水位管理の運用方針
  - ◆ 山側3辺凍結開始前までの間、先行凍結箇所近傍の地下水位ならびに部分先行凍結の影響がない範囲の地下水位をモニタリングして、統計的な分析の結果から有意な地下水位の低下が見られた場合には部分先行凍結を中止する。

- 以下の目的のため、陸側遮水壁山側の一部を先行凍結する。
  - 陸側遮水壁山側において凍結管間隔が広い箇所については、複列施工などを実施しているが、一般部（凍結管間隔：約1m）と比較して、凍結に時間を要することを原地盤での実証試験において確認している。複列施工箇所は、一般部の凍結期間に加え、20～40日程度の期間が必要となると考えている。
  - そのため、一般部と同時に凍結開始した場合、凍結に時間を要する部位が残り、地下水流が集中し、さらに凍結しにくくなるという事象が想定される。
  - この様な地下水流が集中する部位に対しては、部分的に地盤改良工法等の止水対策を施すことにより閉合させることが出来ると考えている。
  - しかしながら、より確実かつ早期に陸側遮水壁を閉合させるために、凍結に時間を要すると予想される部位の凍結を先行的に開始する。

### 3. 1 部分先行凍結箇所例 —複列施工箇所—

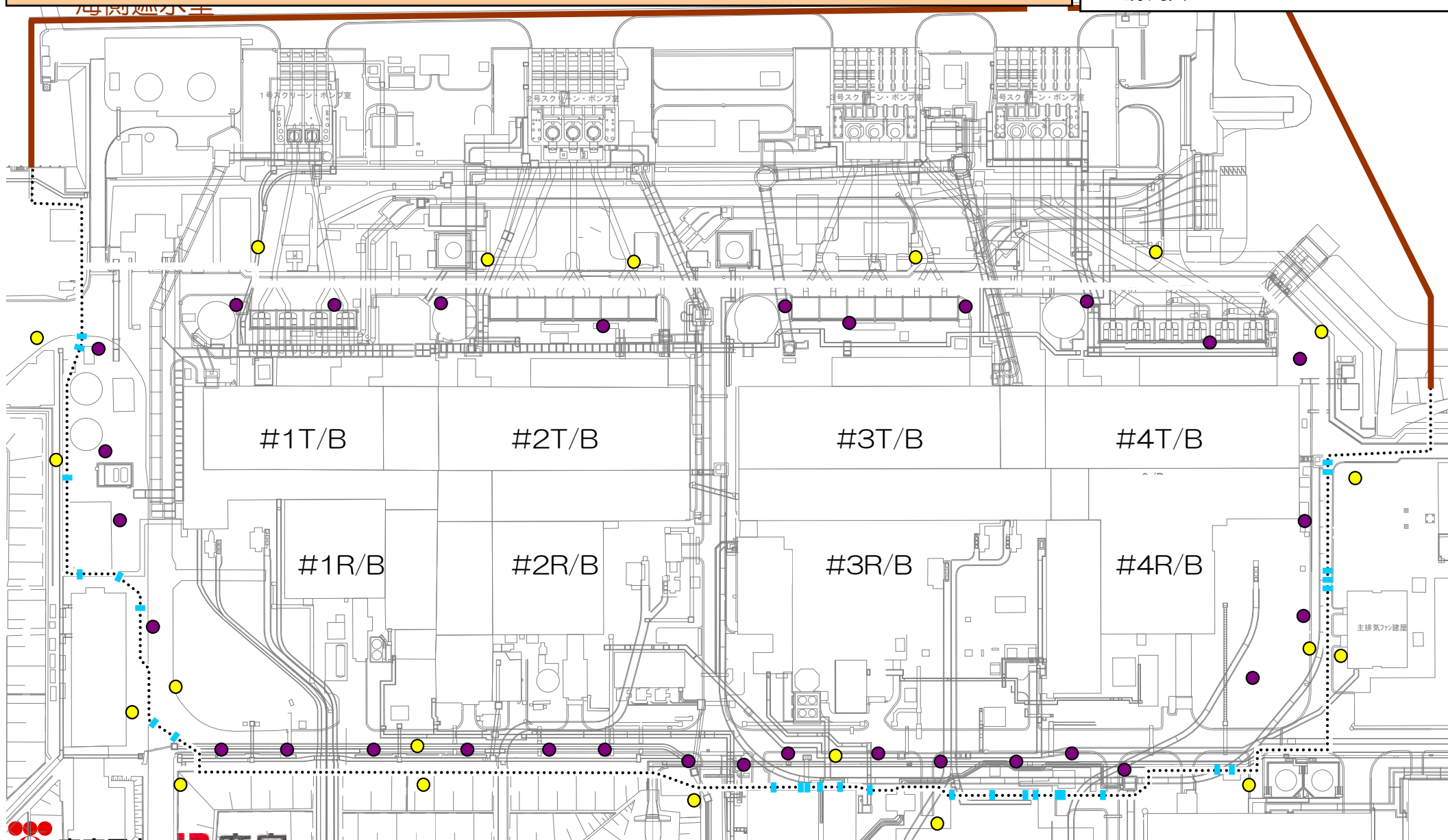
■凍結に時間を要すると予想される複列施工箇所等の凍結を先行的に開始



### 3. 2 部分先行凍結時の地下水位管理 モニタリング計画

山側3辺凍結開始前までの間、先行凍結箇所近傍の地下水位ならびに部分先行凍結の影響がない範囲の地下水位をモニタリングして、統計的な分析の結果から有意な地下水位の低下が見られた場合には部分先行凍結を中止する。

- 陸側遮水壁（部分先行凍結）
- 注水井
- 観測井



### 3. 3 部分先行凍結の地下水位への影響 解析条件

#### ■ 解析の目的

- 部分先行凍結前後での地下水位への影響評価

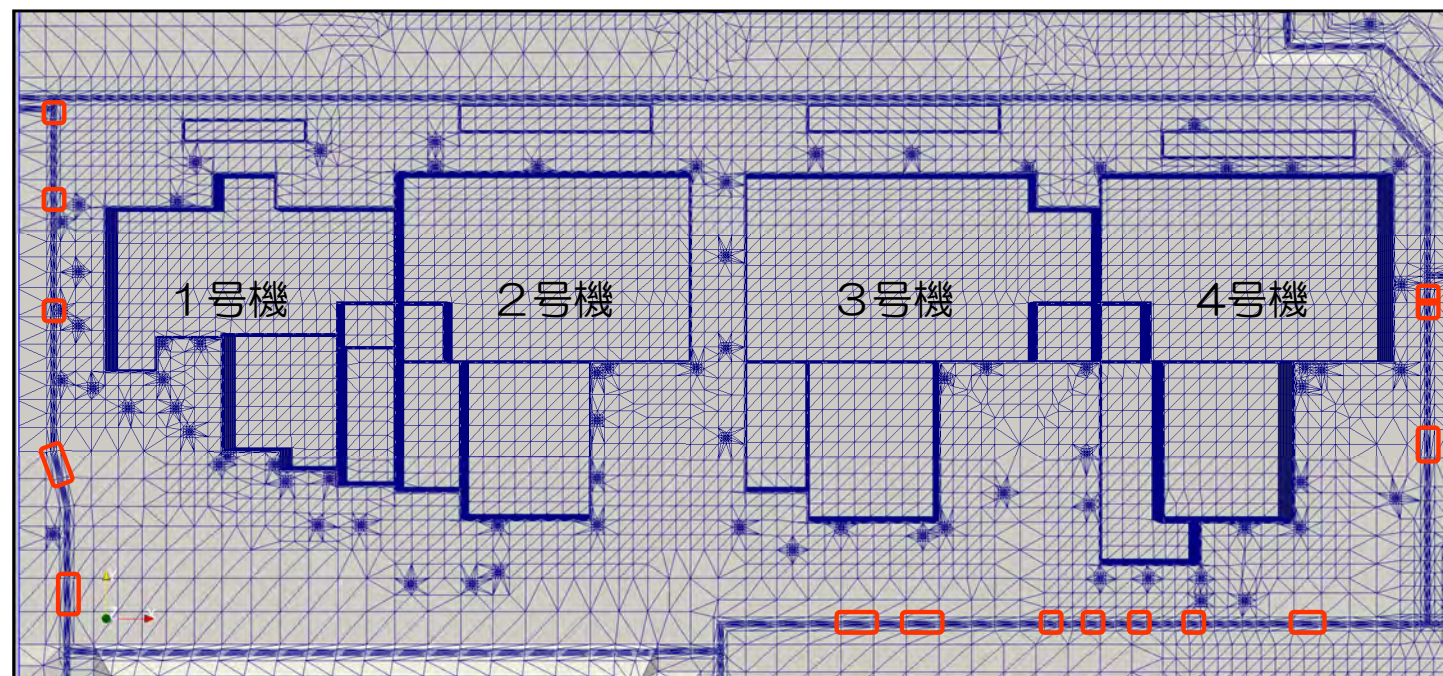
#### ■ 解析モデルおよび手法

- 解析手法：3次元浸透流解析による定常解析

#### 解析条件設定

降雨量	約4mm/日 一定 (建屋以外の領域に降雨)	年平均降雨量1,545mm
降雨浸透率	55%	汚染水処理対策委員会報告より

各設備		解析条件
海側(鋼管)遮水壁		非閉合
4m盤	地盤改良	完了
	揚水工 (ウエル・イト)	稼働
	地下水ドレン	OP+2m
	フェーシング	非稼働
4~10m盤	フェーシング	100%
	フェーシング	0%
10m盤 (陸側遮水壁内)	1~4号建屋水位	0%
	サブドレン	OP+3m
	陸側遮水壁	無
	注水井からの注水	先行凍結部分のみ 無



解析モデル

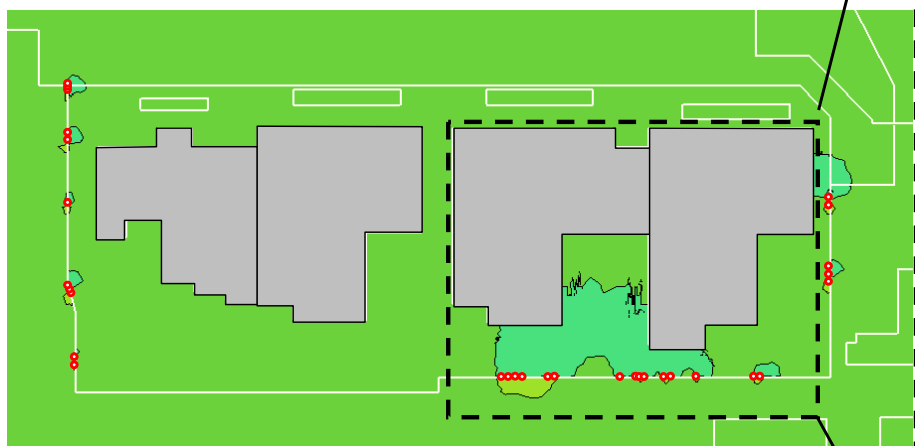
### 3. 3 部分先行凍結の地下水位への影響 解析結果

- 部分先行凍結により遮水される長さは全体の6%程度
- 解析結果
  - 部分先行凍結前に対し凍結完了後、建屋山側の地下水位が数cm程度低下する。

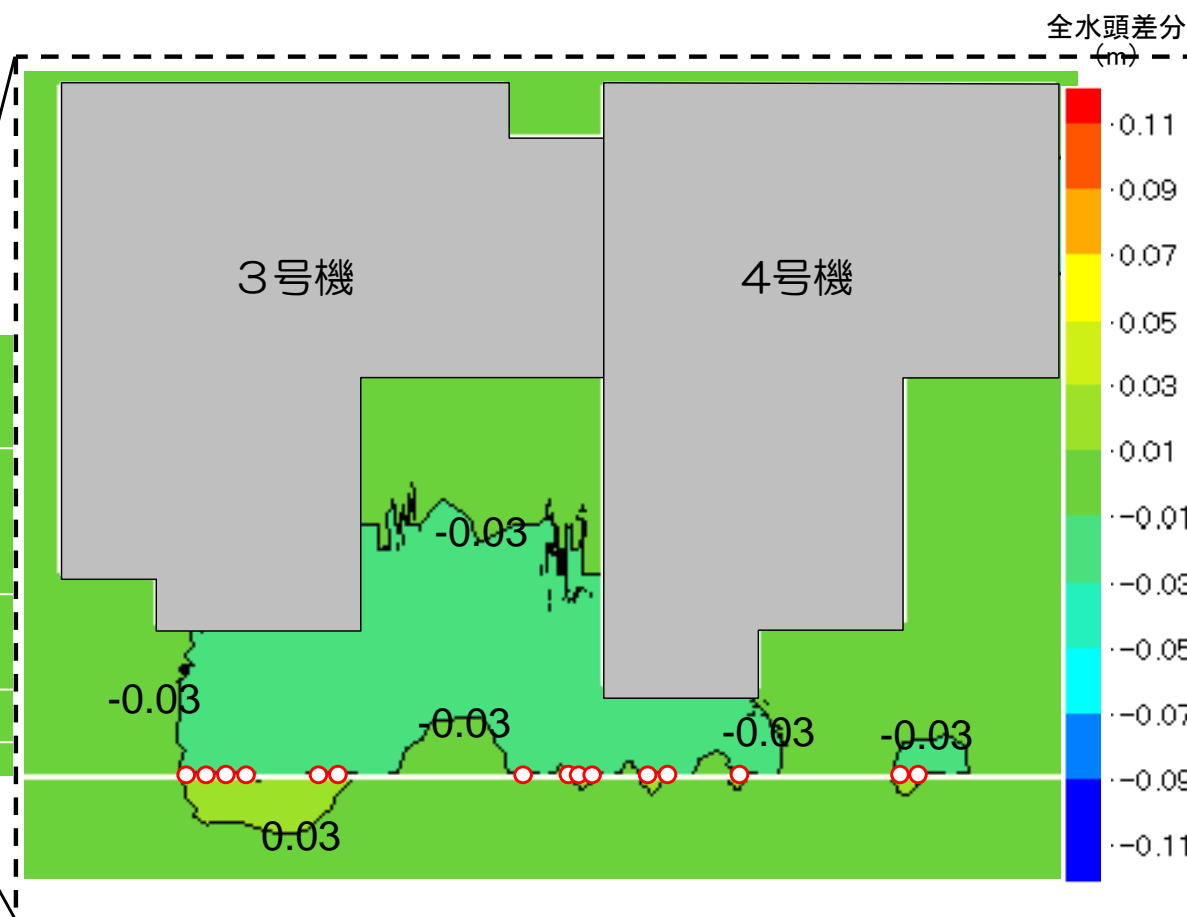
#### 解析条件

陸側遮水壁山側総延長	986m	100%
先行凍結による遮水長さ*	60m	6%

※：凍結範囲は半径1mと仮定



部分先行凍結前に対する凍結後の地下水位増減  
(地下水位の差分コンター 3次元浸透流解析による)



---

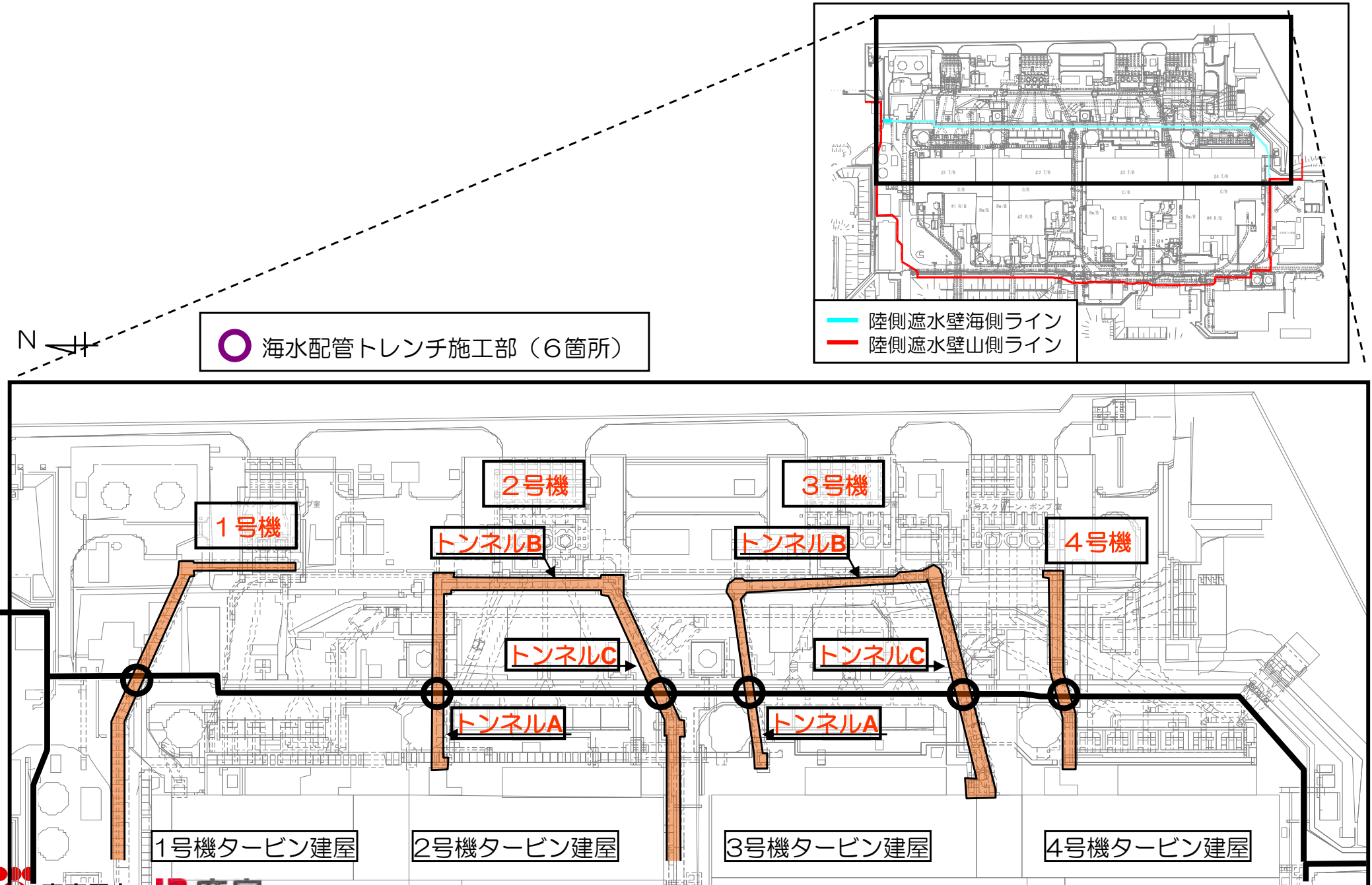
#### 4. 陸側遮水壁 海側の海水配管トレンチ下部における施工について

## 4. 1 陸側遮水壁の海水配管トレンチ下部における施工について

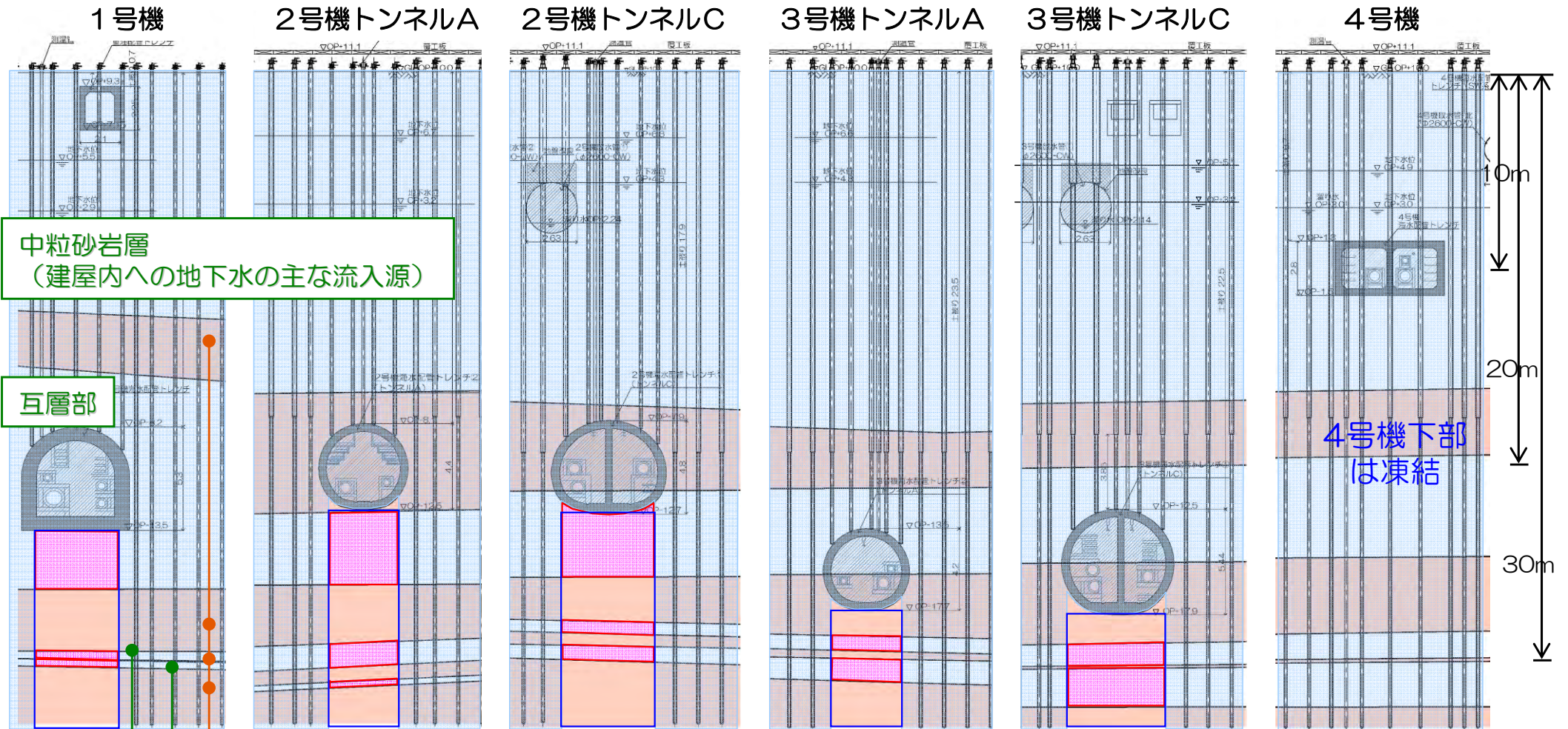
- 建屋海側の深部に位置する1～3号機海水配管トレンチ（海水配管トレンチ）部は、汚染拡散防止策（スタンドパイプ）に加え、削孔ビットがトンネル支保工（ロックボルト等）やトレンチ内部の配管架台（H鋼等）と干渉するため、削孔に長時間を要する。
- 従って、まず、1～3号機海水配管トレンチ下部の地盤を除いた範囲を早期に閉合する。その後、海水配管トレンチ近傍で地下水位のモニタリングを実施し、周辺地下水位との比較や建屋流入量への影響などを評価し、その結果を踏まえ海水配管トレンチ下部の施工時期を決める。



# 4. 2 1) 検討対象 - 1~4号機海水配管トレンチ 位置図 -



# 4. 2 2) 検討対象 - 1~4号機海水配管トレンチ 断面図一



中粒砂岩層  
(建屋内への地下水の主な流入源)

互層部

細粒砂岩層

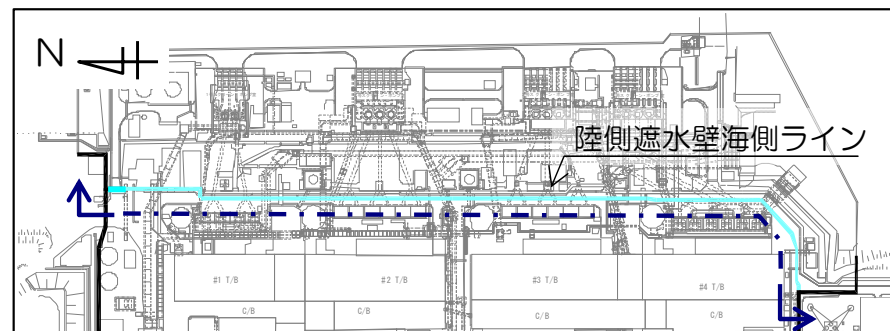
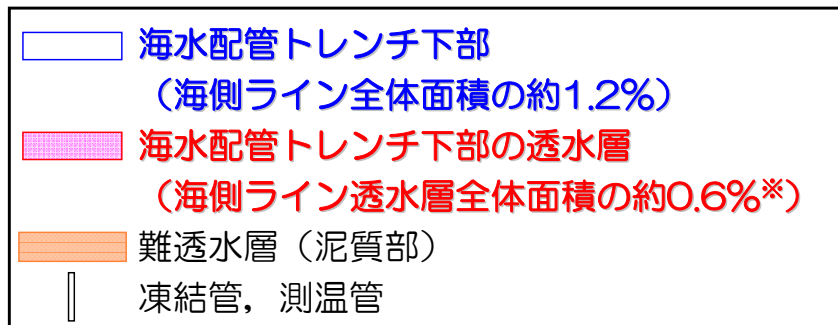
粗粒砂岩層

泥質部

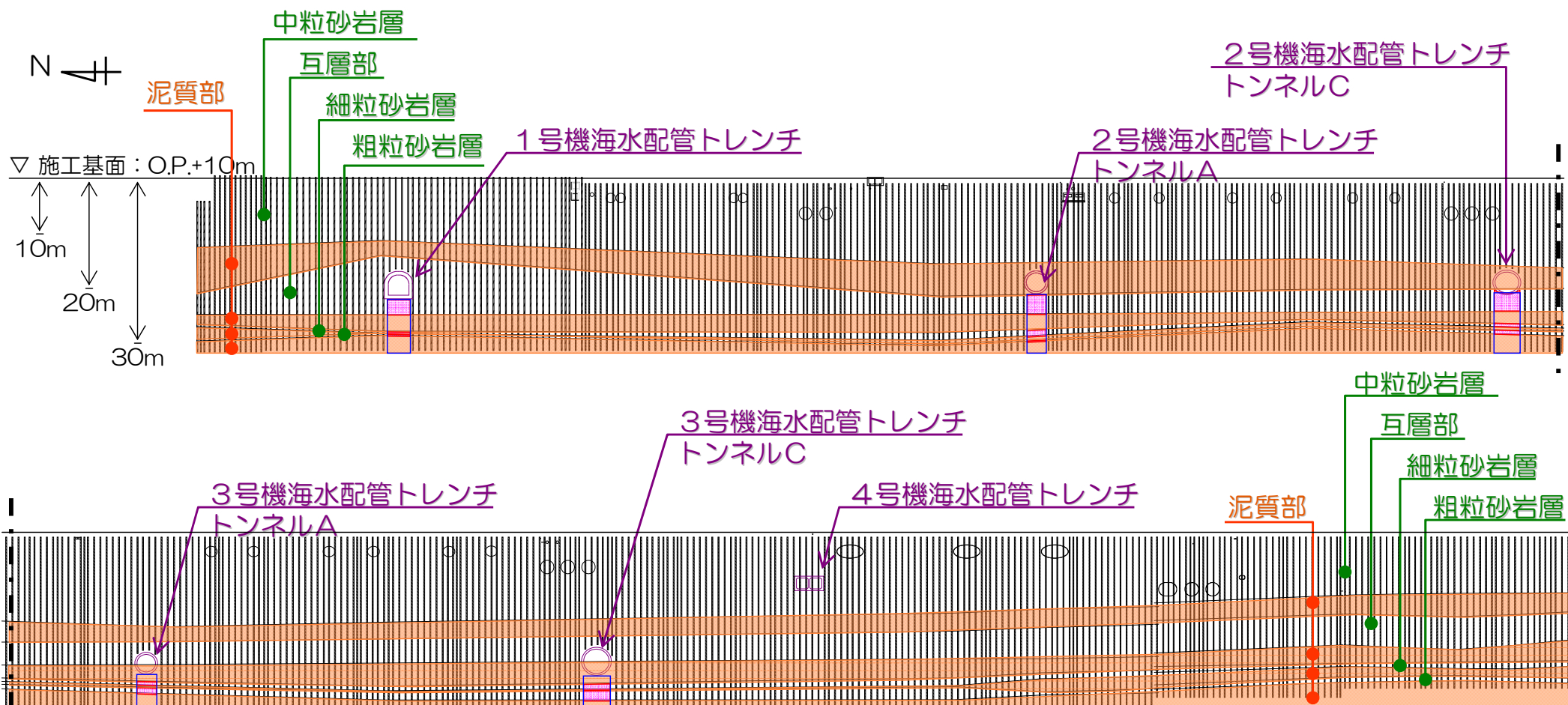
4号機下部  
は凍結

- 海水配管トレンチ下部
- 海水配管トレンチ下部の透水層
- 難透水層 (泥質部)
- 凍結管, 測温管

## 4. 2 3) 検討対象 - 海側ライン展開図 -



※ 互層部については砂岩層と泥質部の構成比が4:6として算定



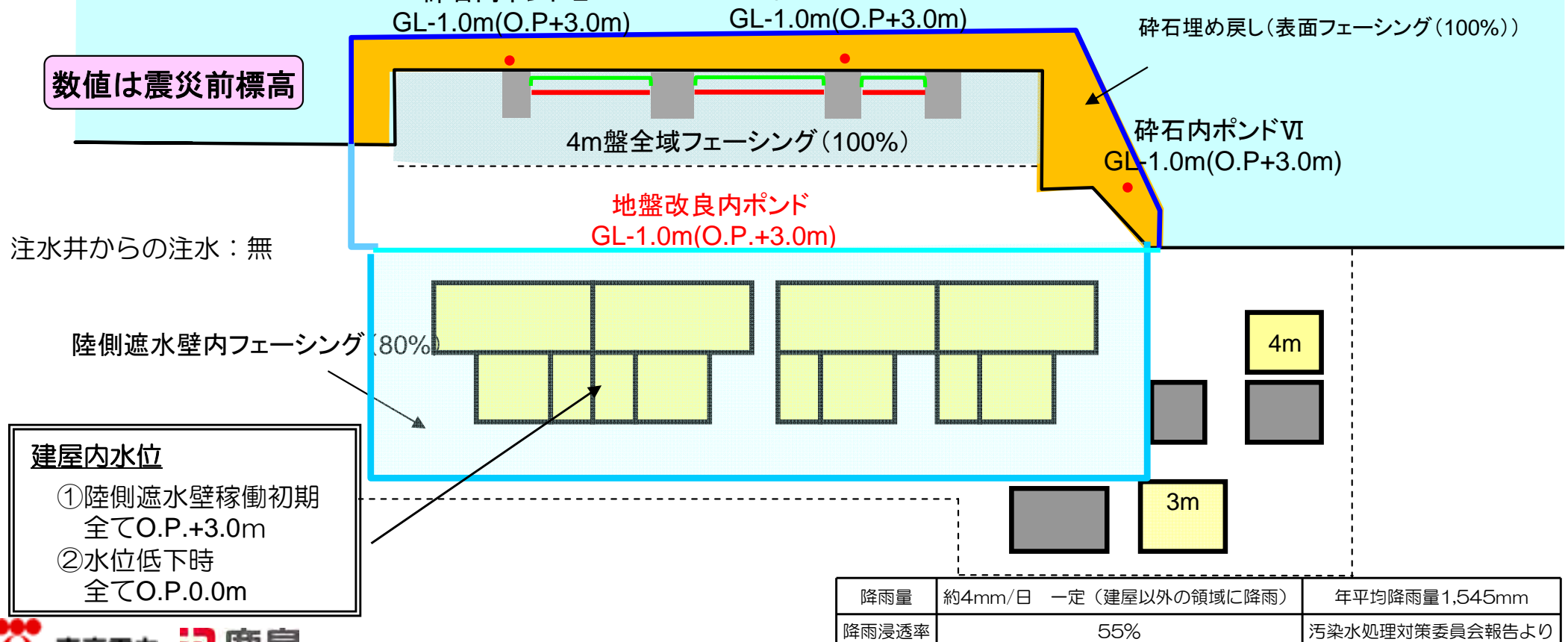
# 4. 3 1) トレンチ下部を当面閉合しない場合の地下水位への影響 解析条件

解析の目的：トレンチ下部全閉合に対する1～3号機海水配管トレンチ下部非閉合の場合の地下水位変化を想定する

モデルおよび手法	3次元浸透流解析による定常解析
海側遮水壁	閉合、採石内ポンド（全てO.P.+3m）
4m盤対策	ガラス固化壁：海側のみ、揚水工（ウェルポイント）（O.P.+3m）、フェーシング（100%）
陸側遮水壁	4辺閉合
地下水バイパス	下限水位で稼働
10m盤	フェーシング：陸側遮水壁内80%，サブドレン：非稼働，注水井からの注水：無

## 検討ケース

Case 1	1～4号機下：閉合
Case 2	1～3号機下：非閉合 4号機下：閉合

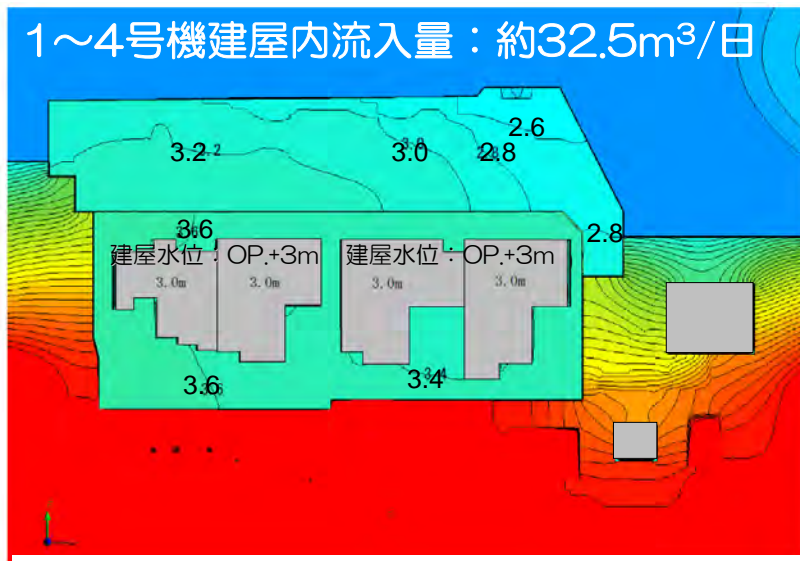


### 建屋内水位

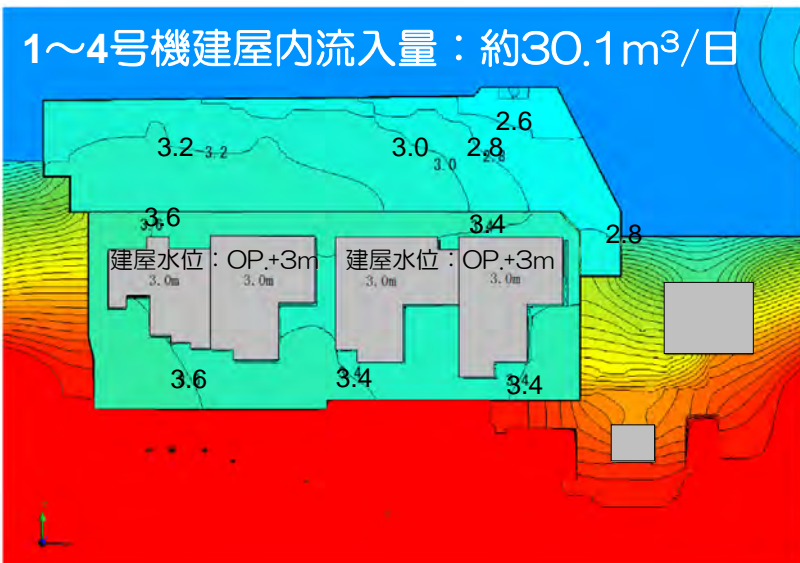
- ①陸側遮水壁稼働初期  
全てO.P.+3.0m
- ②水位低下時  
全てO.P.0.0m

## 4. 3 2) トレンチ下部を当面閉合しない場合の地下水位への影響 解析結果

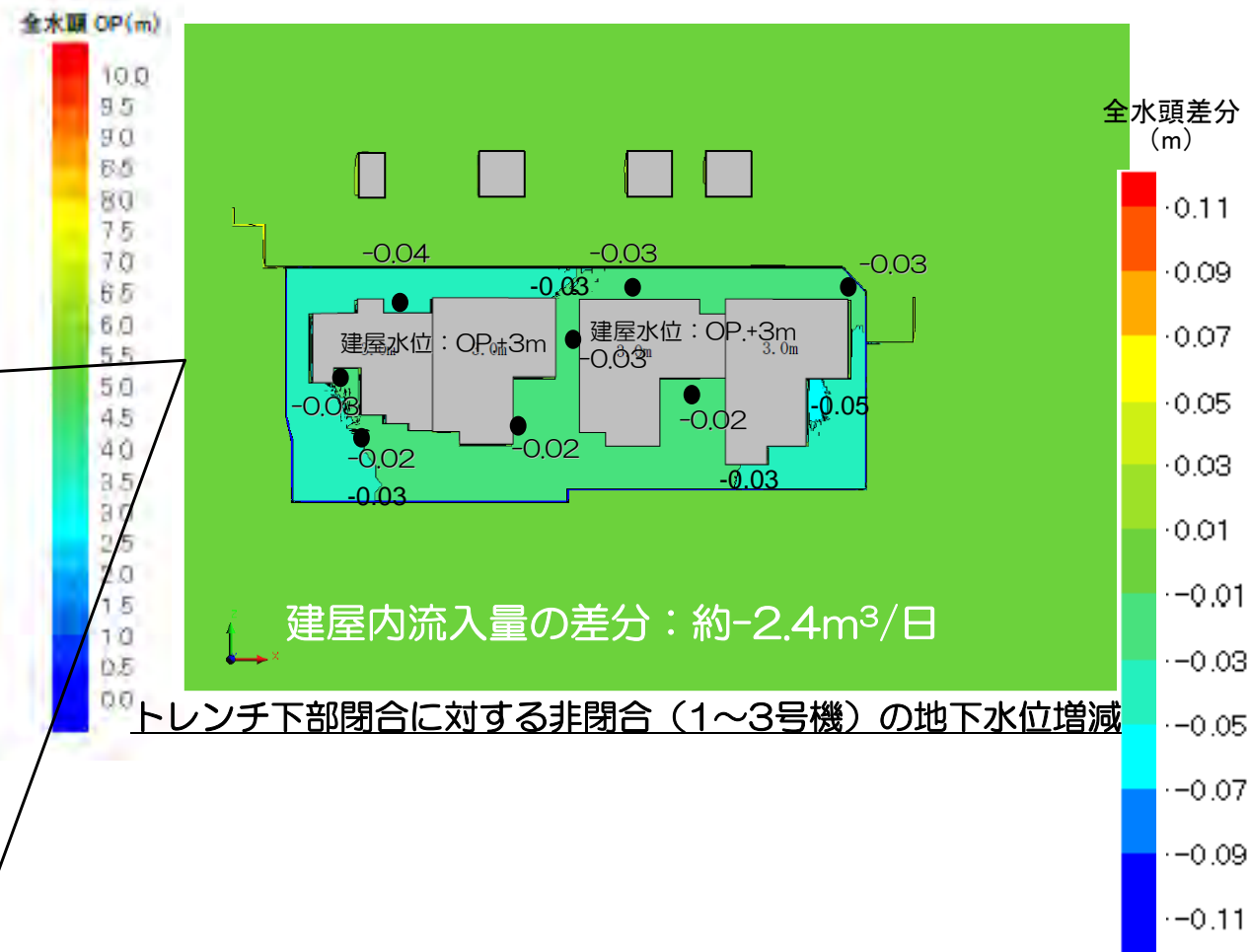
建屋内水位O.P.+3mにおいて、1～3号機海水配管トレンチ下の地盤を閉合しない場合、建屋周りの地下水位に大きな変化は見られない。また、建屋流入量については数m<sup>3</sup>/日減少する。



地下水位分布（トレンチ下：全閉合）



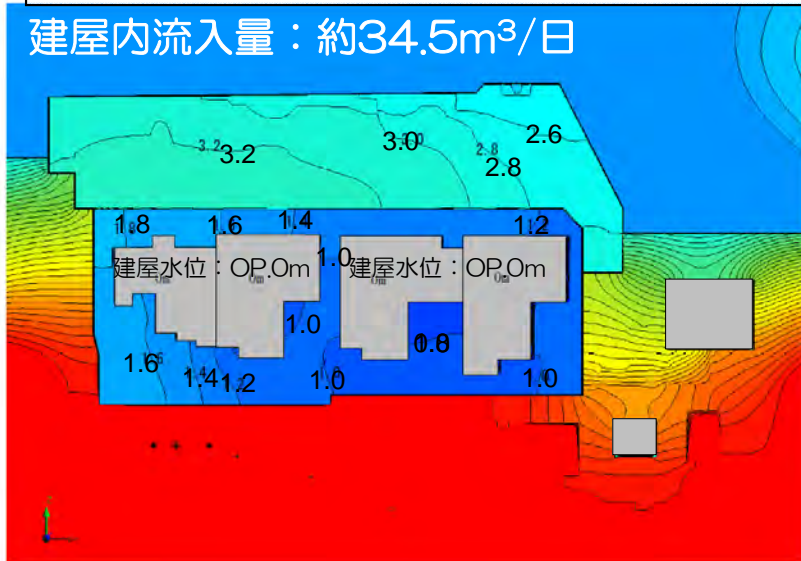
地下水位分布（1～3号機下：非閉合、4号機下：閉合）



## 4. 3 トレンチ下部を当面閉合しない場合の地下水位への影響 解析結果

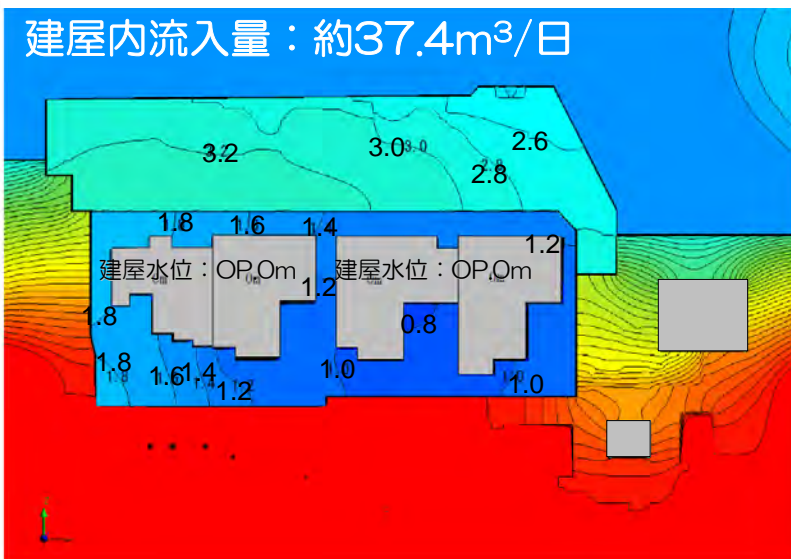
建屋内水位O.P.±0mにおいて、1～3号機海水配管トレンチ下の地盤を閉合しない場合、建屋周りの地下水位に大きな変化は見られない。また、建屋流入量については数m<sup>3</sup>/日増加する。

建屋内流入量：約34.5m<sup>3</sup>/日

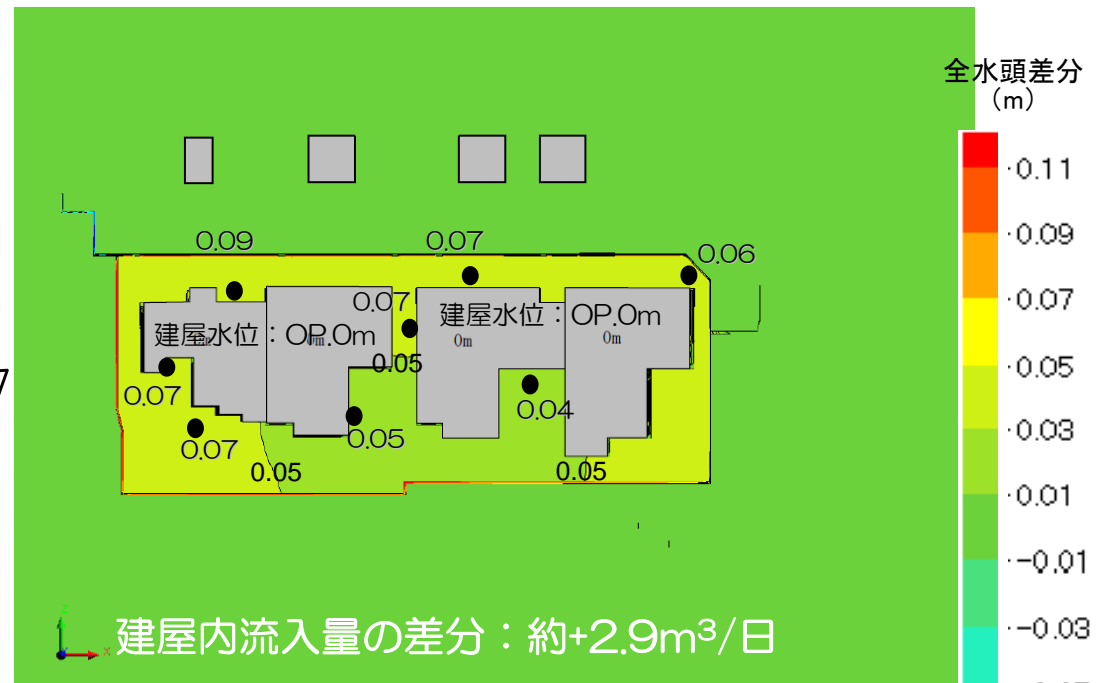


地下水位分布（トレンチ下：全閉合）

建屋内流入量：約37.4m<sup>3</sup>/日



地下水位分布（1～3号機下：非閉合、4号機下：閉合）

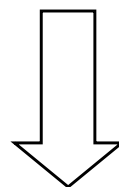


建屋内流入量の差分：約+2.9m<sup>3</sup>/日

トレンチ下部閉合に対する非閉合（1～3号機）の地下水位増減

## 4. 3 3) トレンチ下部を当面閉合しない場合の地下水位への影響 解析結果

- ・ トレンチ下部を含め閉合した場合と1～3号機トレンチ下部を閉合しない場合で建屋周りの地下水位について大きな変化はない。
- ・ 建屋流入量に関しても数 $m^3$ /日程度の差である。
- ・ 従って、当面の間1～3号機海水配管トレンチ下部を閉合しなくても地下水位管理には影響ないものと考えられる。



■ 1～3号機海水配管トレンチ下部の地盤を除いた範囲を閉合させた影響については、**念のため海水配管トレンチ近傍の地下水位をモニタリングする。**

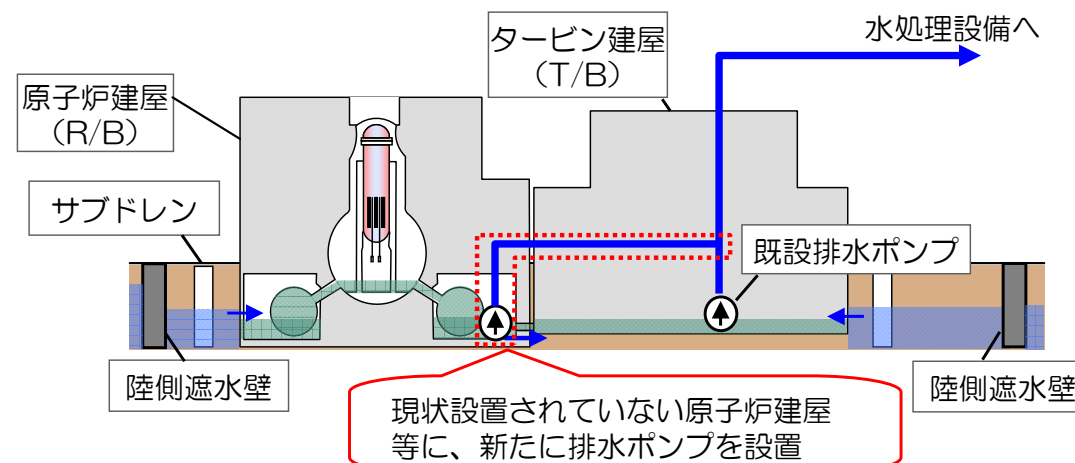
---

## 5. 建屋滞留水の水位制御性について



### ■ 目的

地下水位低下に伴う建屋内滞留水の水位制御のため、原子炉建屋等にポンプを新規設置



### ■ 従来設備からの主な改善点

- 排水ポンプを従来設置されていない建屋にも配置することで、各々の建屋水位の制御性を向上させる。
- 監視用の滞留水水位計を従来設置箇所から範囲を広げて設置することで、建屋内水位の監視機能向上を図る。
- 従来、現場の手動操作で管理していた水位制御を自動化し、制御性を向上させると共に、被ばく低減を図る。

## 5. 2 1) 従来設備と新規設備の比較 (1 / 3)

	従来設備 (現状)	新規設備 (案)
建屋水位計測頻度	3回/日 (Webカメラによる目視確認)	常時水位計測データを取り込み, 免震棟 (遠隔) にて一括管理
ポンプ等の設置箇所	各号機タービン建屋 (合計11台 (4箇所))	各号機の各建屋 (原子炉建屋, タービン建屋, 廃棄物処理建屋) に原則として1箇所設置 (合計22台 (11箇所)) .
建屋水位の計測ポイント	各建屋 1 箇所 (合計12箇所)	ポンプ設置エリアに水位制御用水位計 (11箇所), 想定外の局所的な水の滞留により屋外への流出リスクが否定できない箇所 (60箇所) に監視用水位計を設置. (合計71箇所)
水位計計測精度	放射線影響等によるドリフト (~数百mm) が発生しており, 定期的に調整を実施 (高線量作業)	耐放射線性, メンテナンス性を向上し, システム全体として信頼性向上を図る. 精度については建屋水位と地下水位の水位差に見込む.

なお, 設置箇所, 機器の詳細仕様等は, 現場調査の結果等を踏まえて適宜見直す.

## 5. 2 2) 従来設備と新規設備の比較 (2/3)

項目	従来設備 (現状)	新規設備 (案)
設備の構成	各号機タービン建屋から排水する設備構成	各建屋を同一水位にするため、各号機の各建屋 (原子炉建屋, タービン建屋, 廃棄物処理建屋) から排水する設備構成とする。 (多重化を考慮)
容量 (ポンプの容量)	<p>ポンプ単体容量12m<sup>3</sup>/h (合計11台 (4箇所))</p> <p>最大約1,920m<sup>3</sup>/日 (80m<sup>3</sup>/h)</p>	<p>ポンプ単体容量18m<sup>3</sup>/h (合計22台 (11箇所))</p> <p>現状以上の排水容量とする。 降雨時の建屋水位変動実績等を踏まえ、過去最大降雨 (浪江における24時間最大降雨) に対する建屋水位応答を評価した結果、80m<sup>3</sup>/h排水時の水位上昇は約198mmと算定した。この値は、水位差 (建屋一周辺地下水) 300mmを考慮しても余裕があると考えている。 (特定原子力施設 監視・評価検討会 (第23回) 資料参照)</p>

## 5. 2 3) 従来設備と新規設備の比較 (3/3)

項目	従来設備 (現状)	新規設備 (案)
水位制御方法	現場での手動操作によるON-OFF制御	自動で設定水位への制御を行い、各建屋の水位を一定にする。また、地下水位低下に伴う設定水位の変更やポンプの運転等を免震棟で遠隔操作できるようにし、制御性を向上させる。
水位制御の範囲	各号機タービン建屋からの排水のみ (建屋間は水位差による移動)	原則として、各号機の各建屋に排水設備を設け、各建屋を同一水位に制御する。
水位制御の能力 ・ 時間応答性		<p>上記排水容量による建屋水位低下量は約50mm/日 (炉注入量 (324m<sup>3</sup>/日) および地下水流入量 (400m<sup>3</sup>/日) を考慮した値)。これに対し、地下水位低下量は約30mm/日程度※ (建屋-地下水の水位差1.0mの場合) となっており、余裕を有している。</p> <p>また、各建屋におけるポンプ単体での排水能力は、地下水位低下に対する地下水流入量に対し十分な余裕を有している。</p> <p>(次々頁「ポンプ容量に対する建屋単体での水位低下速度」参照)</p>

※ 地下水位低下シミュレーション結果は次頁「注水による水位制御の時間応答性」参照。地下水位が約30mm/日低下する際の建屋全体への流入量の評価値は約310m<sup>3</sup>/日となるが、建屋内の水位低下量約50mm/日は400m<sup>3</sup>/日の地下水流入量を加味しているため、保守的な評価となっている。

## 5. 3 注水による水位制御の時間応答性

ケース	建屋滞留水水位	建屋周辺地下水位 (初期)	注水	注水井 (孔)	注水総量 (m <sup>3</sup> /日)	降雨浸透 (mm/日)
1	O.P. +3 m	O.P. +4 m	非稼働	31	0	0
2			非稼働⇒30日後稼働		400	

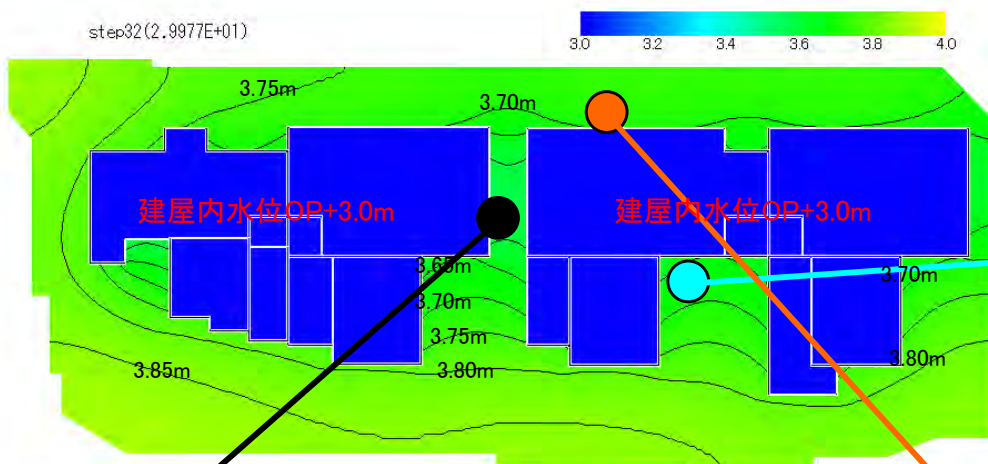
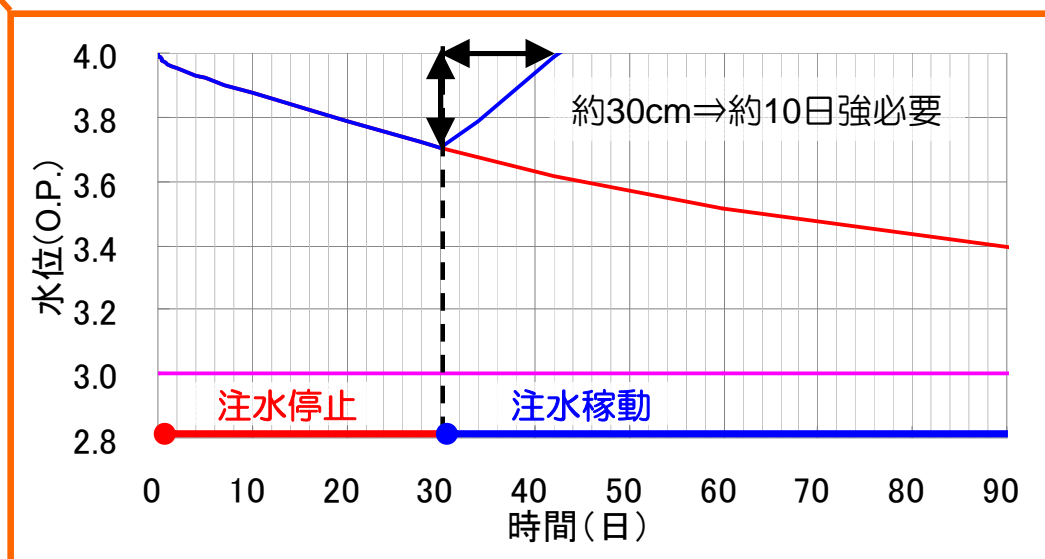
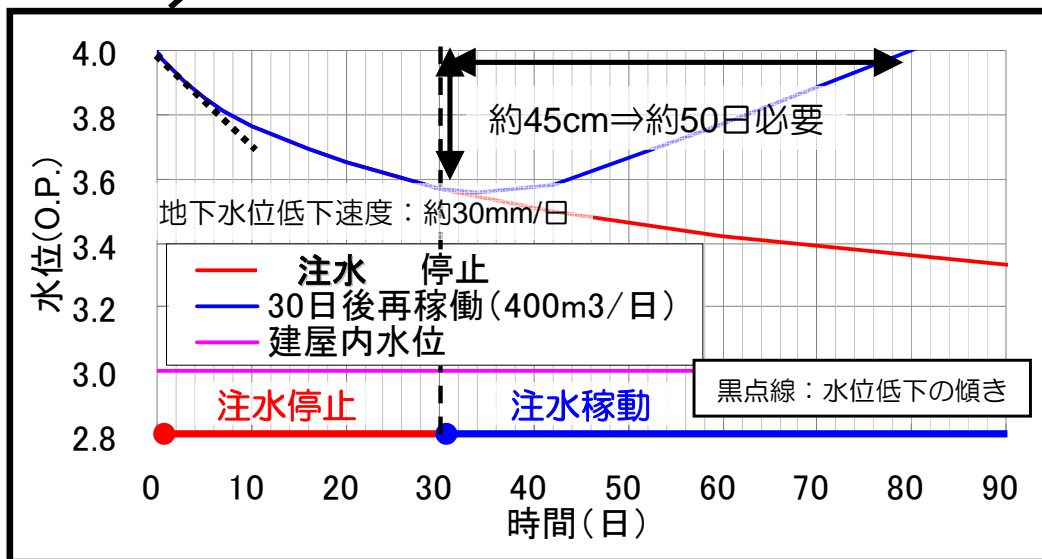
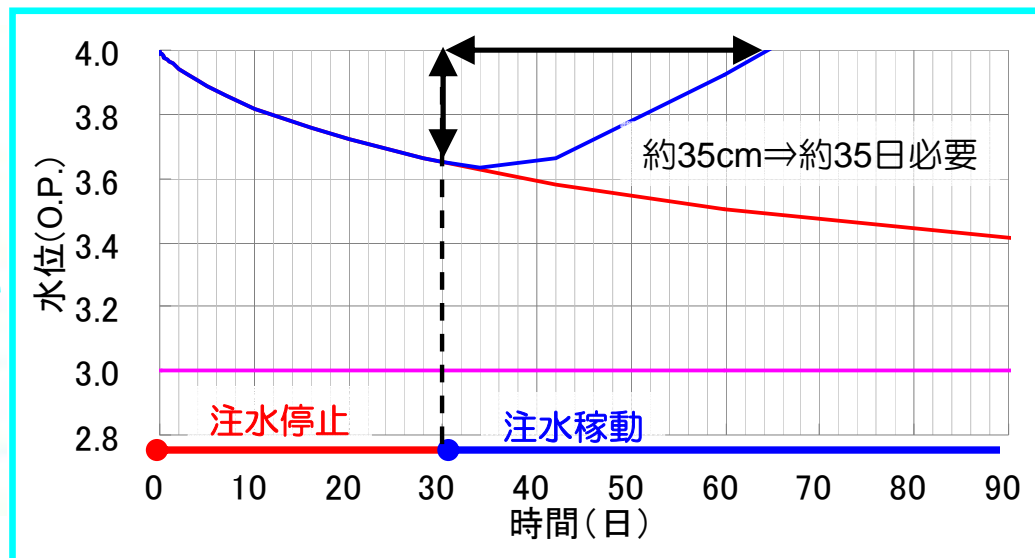


図 水位コンター (停止後30日)



降雨浸透を0mm・建屋一地下水水位差1mの場合に地下水低下速度は30mm/日程度

## 5. 4 ポンプ容量に対する建屋単体での水位低下速度

現状、地下水の流入箇所が不明であり、下記表に地下水流入量を考慮していないが、保守的にいずれかの建屋に偏って流入があると仮定すると、建屋－地下水位の水位差を1.0mとした場合、地下水位低下速度は約30mm/日となり、建屋に流入する地下水量は約13m<sup>3</sup>/h\*<sup>2</sup>（約310m<sup>3</sup>/日）と評価される。ポンプ単体性能が18m<sup>3</sup>/hであることから、1台で排水可能な容量を有している。

※1 実際には、建屋－地下水位の水位差が小さくなるに従って水位低下速度は低下するため、流入する地下水量も低下する。

号機	建屋	建屋面積* <sup>2</sup> (m <sup>2</sup> )	ポンプ容量 (m <sup>3</sup> /h)	水位低下速度 (mm/日)	備考
1号機	原子炉建屋	638	18	507.84	炉注入量4.5m <sup>3</sup> /hを考慮
	タービン建屋	596	18	724.83	
	廃棄物処理建屋	(510)	—	—	2号機廃棄物処理建屋の排水ポンプにより排出
2号機	原子炉建屋	1069	18	303.09	炉注入量4.5m <sup>3</sup> /hを考慮
	タービン建屋	5160	18	83.72	
	廃棄物処理建屋	1122	18	385.03	1号機廃棄物処理建屋分(510m <sup>2</sup> )含む
3号機	原子炉建屋	1109	18	292.16	炉注入量4.5m <sup>3</sup> /hを考慮
	タービン建屋	6028	18	71.67	
	廃棄物処理建屋	585	18	738.46	
4号機	原子炉建屋	1133	18	381.29	
	タービン建屋	5095	18	84.79	
	廃棄物処理建屋	920	18	469.57	

※2 平成23年6月2日 経済産業省原子力安全・保安院提出「福島第一原子力発電所における高濃度の放射性物質を含む水の保管・処理に関する計画について」添付資料-3に記載の建屋面積

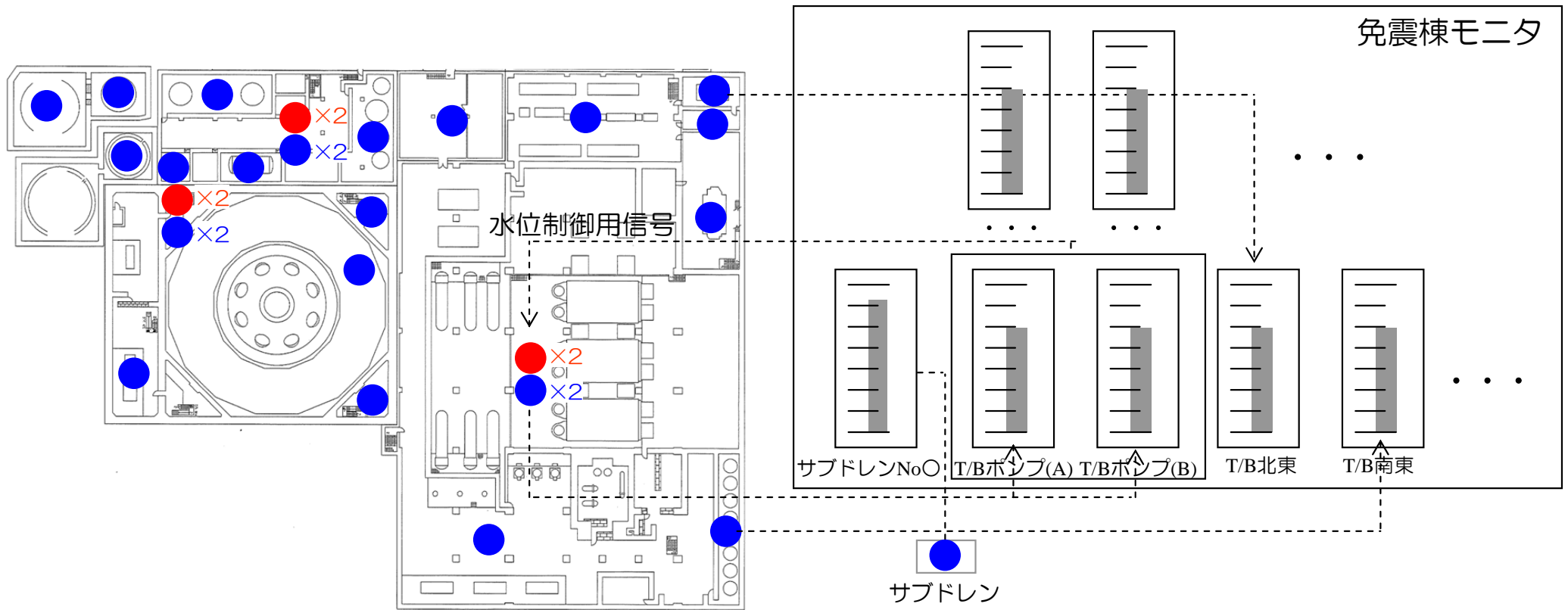
- 建屋水位データおよび地下水位データ(サブドレン水位)を免震棟に伝送し、一括管理を行う。各々の水位データを基に、以下の警報を出力させ、水位を管理する。

偏差大 : 建屋水位の指示値の中で偏差が大きい水位計を検出し警報を出力

水位差小 : 地下水位と建屋水位の水位差にて警報を出力

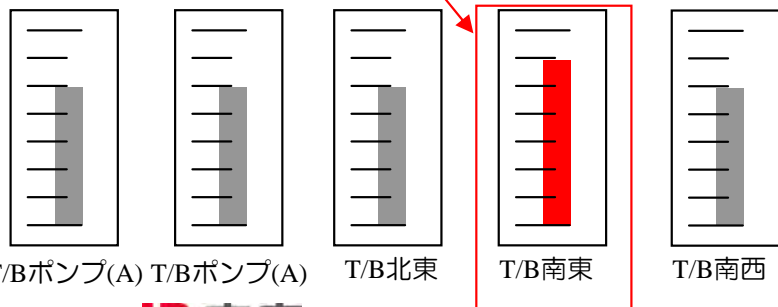
- 「偏差大」は、水位計の異常や建屋水位の挙動等の異常の検出、「水位差小」は、地下水位ー建屋水位間の水位差の管理を目的に設定。
- 次頁以降に、データ収集方法、管理方法（「偏差大」および「水位差小」のイメージ）を示す。

## ■ 建屋の各箇所における水位を免震棟に収集

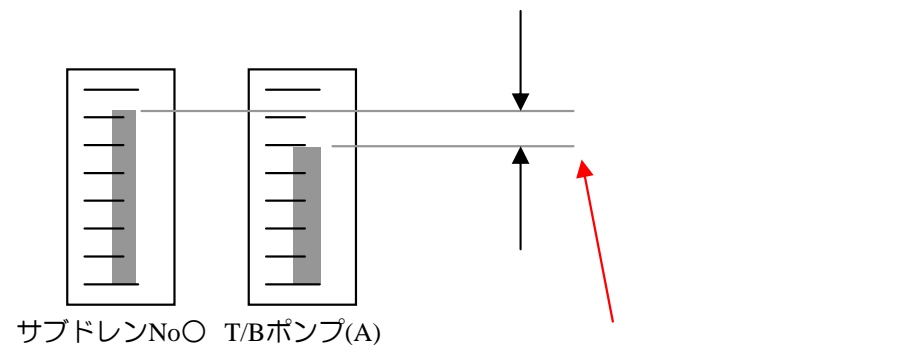


偏差大

他の水位計との偏差を検出し、警報を出力



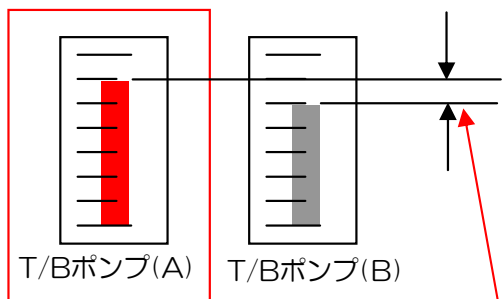
水位差小



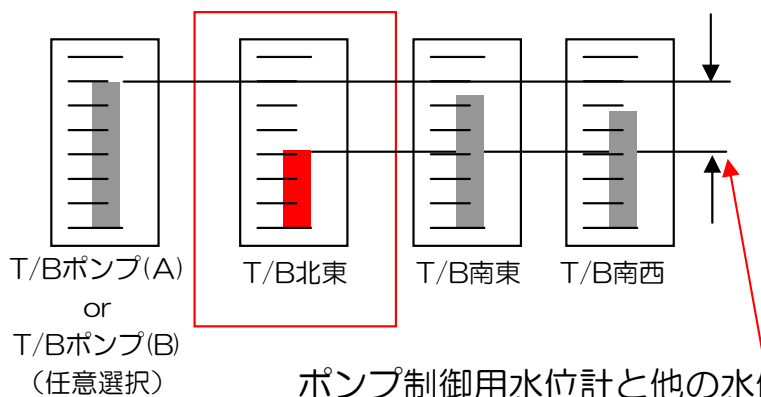
地下水位との水位差が予め定めた設定値以下になった場合に警報を出力



## ■ 偏差大



ポンプ制御用水位計同士の偏差を検出し、警報を出力



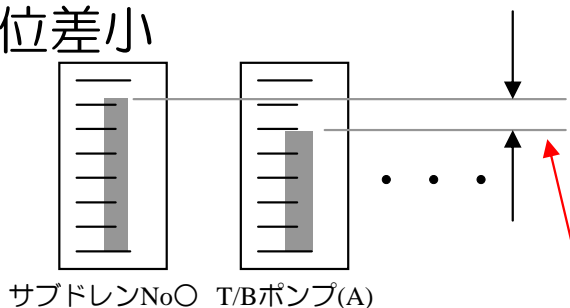
ポンプ制御用水位計と他の水位計との偏差を検出し、警報を出力

偏差大  
警報

＜対応＞

- ①現場で実水位を計測し、以下を確認する。
  - ・水位計の単体故障
  - ・局所的な残水
- ②計器校正および水中ポンプ投入による残水処理等を実施する。

## ■ 水位差小



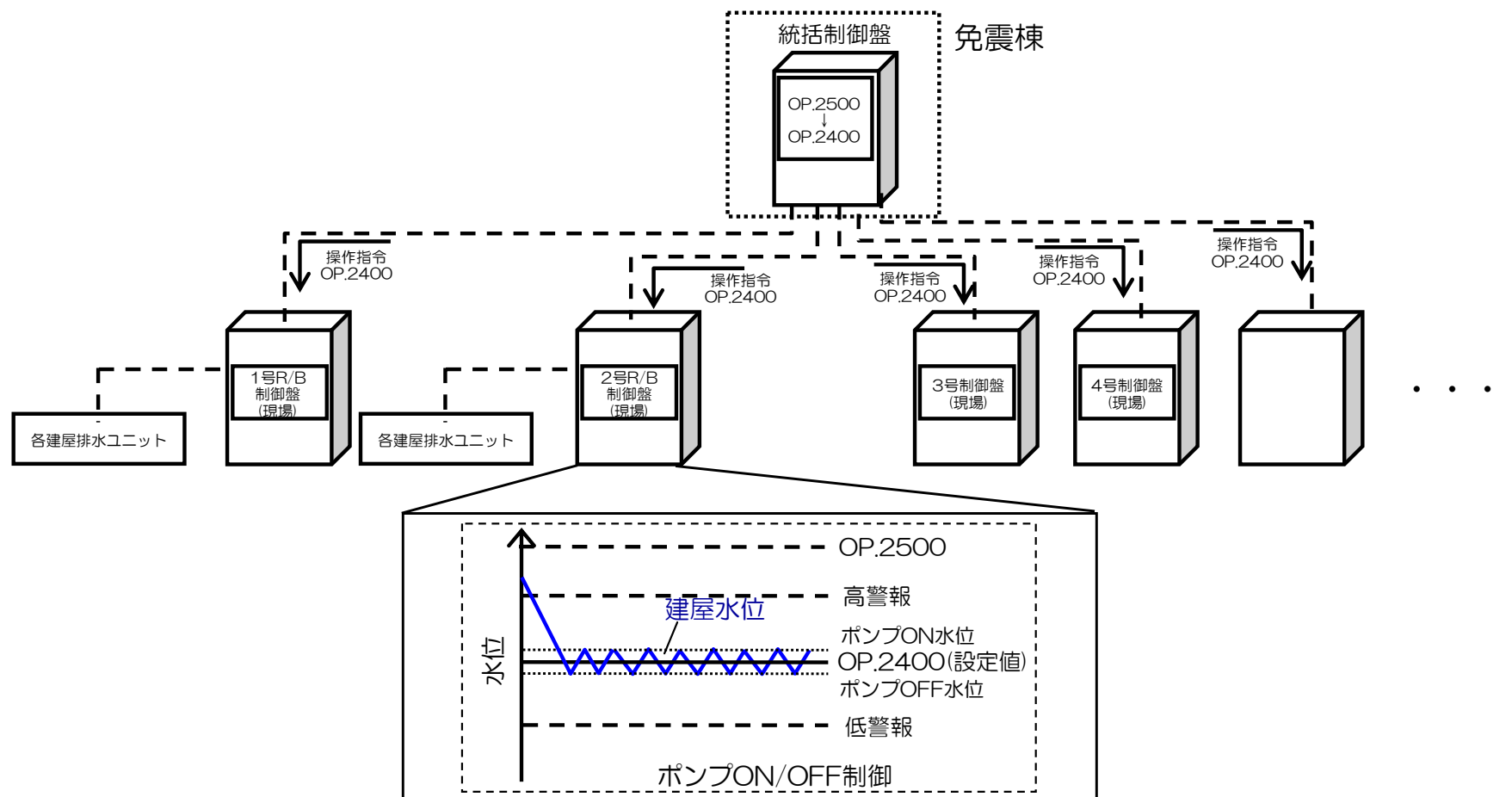
地下水水位との水位差が予め定めた設定値以下  
になった場合に警報を出力

水位差小  
警報

- ①他の水位計を確認し、偏差によるものではないことを確認  
(偏差による場合は上記手順)
- ②水位設定を免震棟にて変更し、  
建屋水位を低下させる。

## 5. 7 建屋水位制御方法について

- 建屋水位については常時監視し、各建屋の滞留水水位を総括制御盤からの指令で水位制御を行う。
- 各建屋の排水ユニットは、確実に制御可能なポンプのON-OFF制御により水位一定制御を行う。

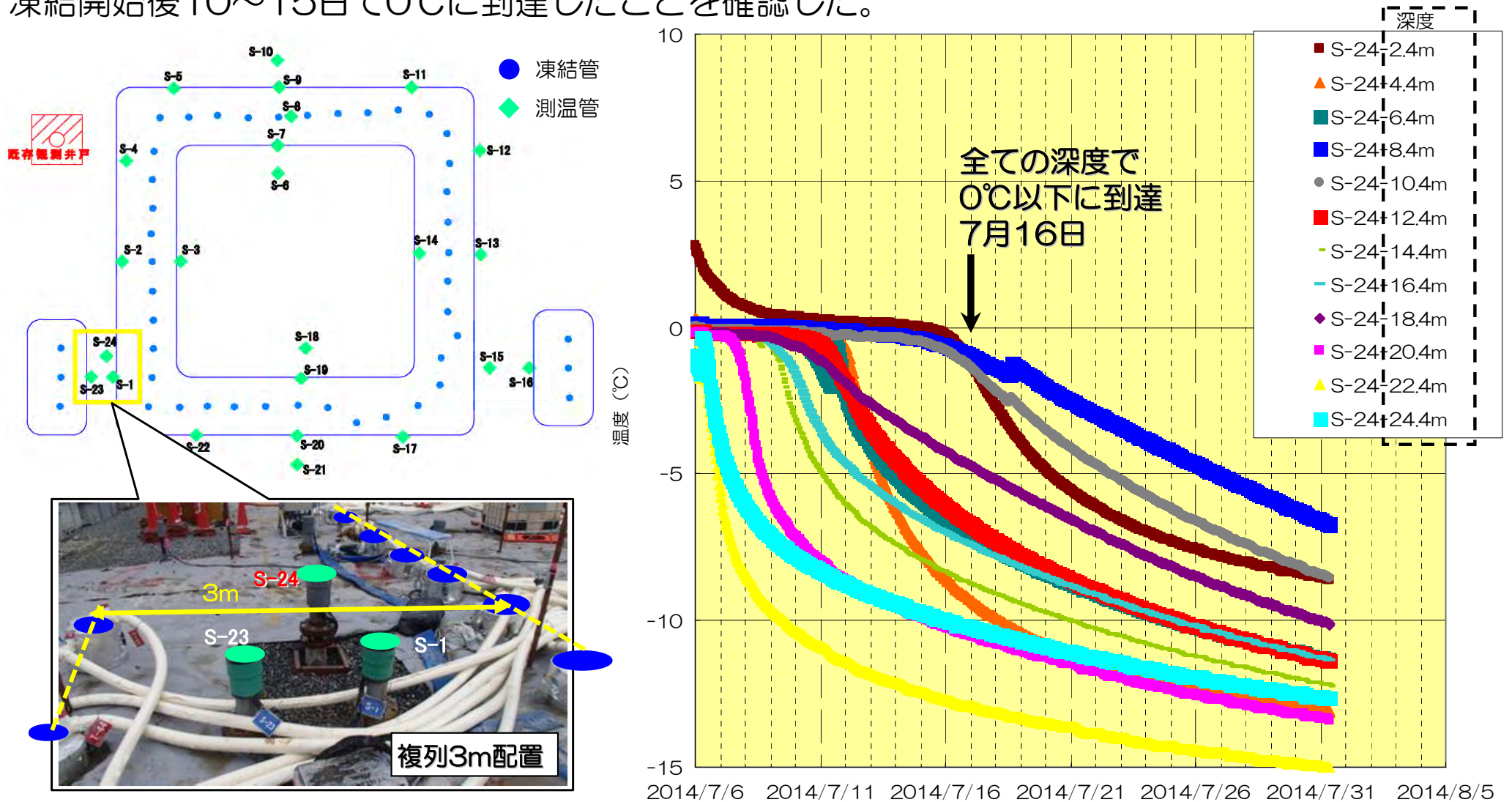


制御システム構成イメージ

---

## 参考資料 1

- 原地盤での凍結実証試験において、「貫通施工できない埋設構造物に対し複列施工する」ことを想定し、凍結管間隔3m幅に対して片側3本ずつの複列施工の凍結実証試験を実施した。
- 凍結管間の中央部（S-24）の測温結果より、3月14日に凍結開始し、7月16日に全ての深度で0℃に到達したことを確認した（凍結期間：約120日）。また、一般部（凍結管間隔：1m）は、凍結開始後10～15日で0℃に到達したことを確認した。



■ 実証試験結果をもとに物性値を定め、複列施工箇所の凍結に要する期間に関する解析を行った。

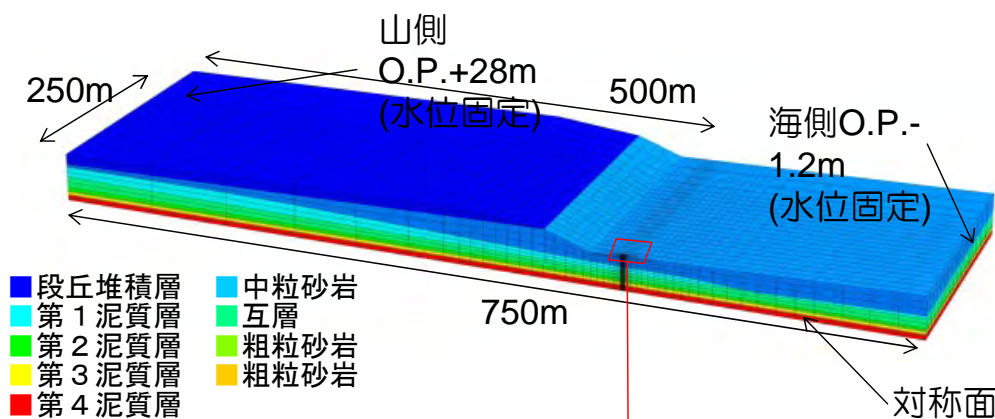
解析モデルおよび条件

水理物性

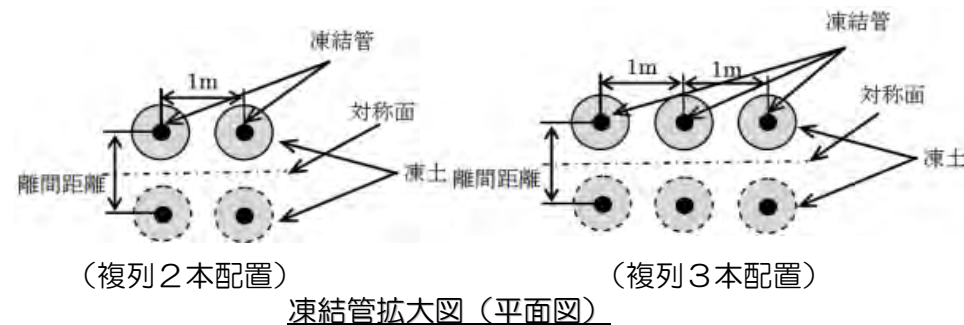
地層	透水係数(cm/s)	比貯留係数(cm <sup>-1</sup> )
段丘堆積層・砂岩	3.0×10 <sup>-3</sup>	2.9×10 <sup>-6</sup>
泥岩	1.1×10 <sup>-6</sup>	4.5×10 <sup>-7</sup>
互層	(水平) 1.0×10 <sup>-3</sup> (鉛直) 1.1×10 <sup>-6</sup>	5.8×10 <sup>-7</sup>

熱物性

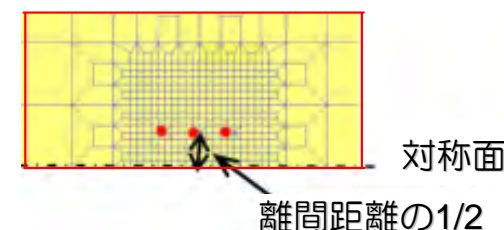
地層	透水係数(cm/s)	比貯留係数(cm <sup>-1</sup> )
段丘堆積層・砂岩	3.0×10 <sup>-3</sup>	2.9×10 <sup>-6</sup>
泥岩	1.1×10 <sup>-6</sup>	4.5×10 <sup>-7</sup>
互層	(水平) 1.0×10 <sup>-3</sup> (鉛直) 1.1×10 <sup>-6</sup>	5.8×10 <sup>-7</sup>



解析メッシュ図(1/2対称モデル)



凍結管拡大図(平面図)

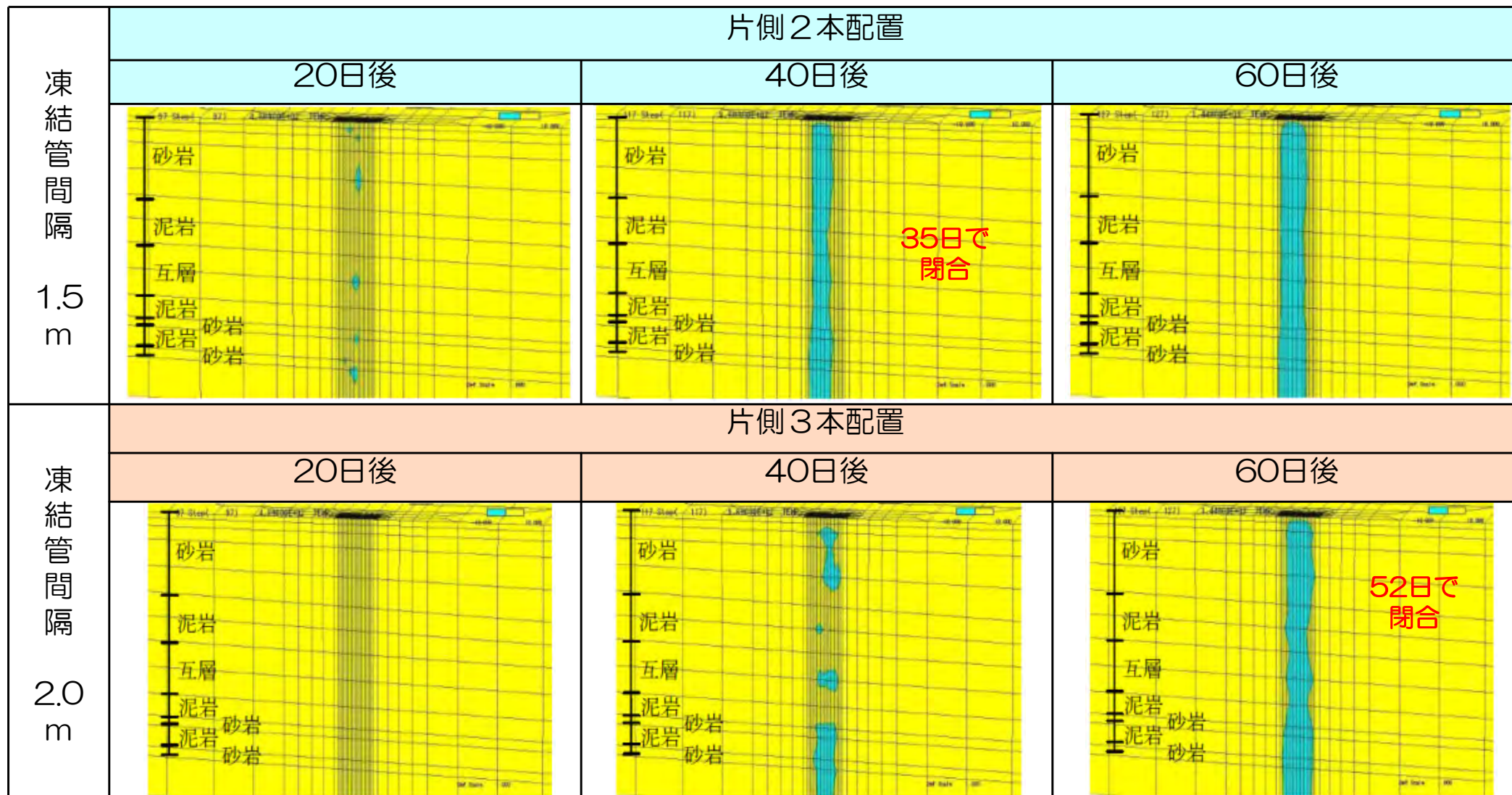


解析メッシュ拡大図(平面図)

**水理境界条件** 広域三次元地下水解析結果に基づき、陸側遮水壁閉合前は中粒砂岩層0.1m/day、互層0.03m/day、山側陸側遮水壁位置でO.P.8.5mの地下水位となるように設定(主要な水理境界条件は上図に表示)

**温度設定条件** 雰囲気温度15℃、初期地中温度15℃  
ブライン温度-30℃

- 現地の施工での複列施工箇所を分類すると、①凍結管間隔1.5m以下・片側2本配置，②凍結管間隔1.5～2m程度・片側3本配置の2種類に大別できる。
- それぞれの，凍結に要する期間は，①：35日程度，②：50日程度である



# <参考> 建屋の区画とポンプ・水位計設置箇所（1号機）

-  . . . 区画の境界線
  -  . . . 建屋内排水系や貫通部等を介して連通しているエリアの境界線
  -  . . . 土壌と面した外壁に存在する貫通部
  -  . . . ポンプ設置箇所と区画され、連通性が不明な箇所であり、かつ土壌と面した外壁に貫通部がある箇所
  -  . . . ポンプ設置箇所と建屋内排水系等を介して連通しており、かつ土壌と面した外壁に貫通部がある箇所
-  . . . ポンプ設置箇所
  -  . . . 水位計設置箇所

水位計を設置し、局所的な水の滞留を監視する。滞留が確認された場合は水中ポンプにより排水を行う。

土壌と面した外壁がないため水位計設置不要

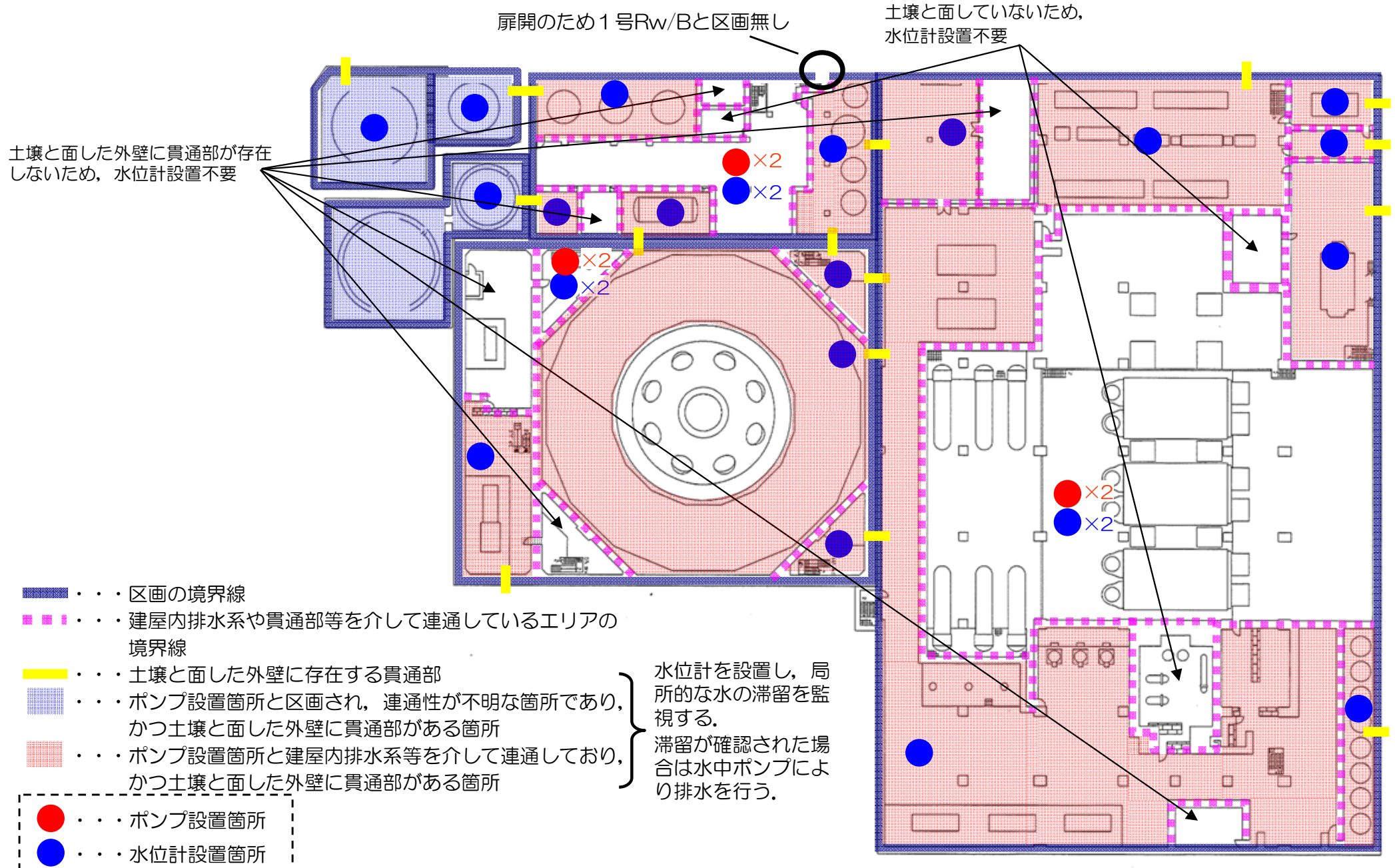
土壌と面した外壁に貫通部が存在しないため、水位計設置不要

土壌と面した外壁に貫通部が存在しないため、水位計設置不要

土壌に面していないため水位計設置不要

扉開のため2号Rw/Bと区画無し

# <参考>建屋の区画とポンプ・水位計設置箇所（2号機）



- . . . 区画の境界線
- . . . 建屋内排水系や貫通部等を介して連通しているエリアの境界線
- . . . 土壌と面した外壁に存在する貫通部
- . . . ポンプ設置箇所と区画され、連通性が不明な箇所であり、かつ土壌と面した外壁に貫通部がある箇所
- . . . ポンプ設置箇所と建屋内排水系等を介して連通しており、かつ土壌と面した外壁に貫通部がある箇所

- . . . ポンプ設置箇所
- . . . 水位計設置箇所

水位計を設置し、局所的な水の滞留を監視する。滞留が確認された場合は水中ポンプにより排水を行う。








# <参考> 建屋の区画とポンプ・水位計設置箇所（3号機）



土壌と面した外壁に貫通部が存在しないため、水位計設置不要

土壌と面した外壁がないため  
水位計設置不要

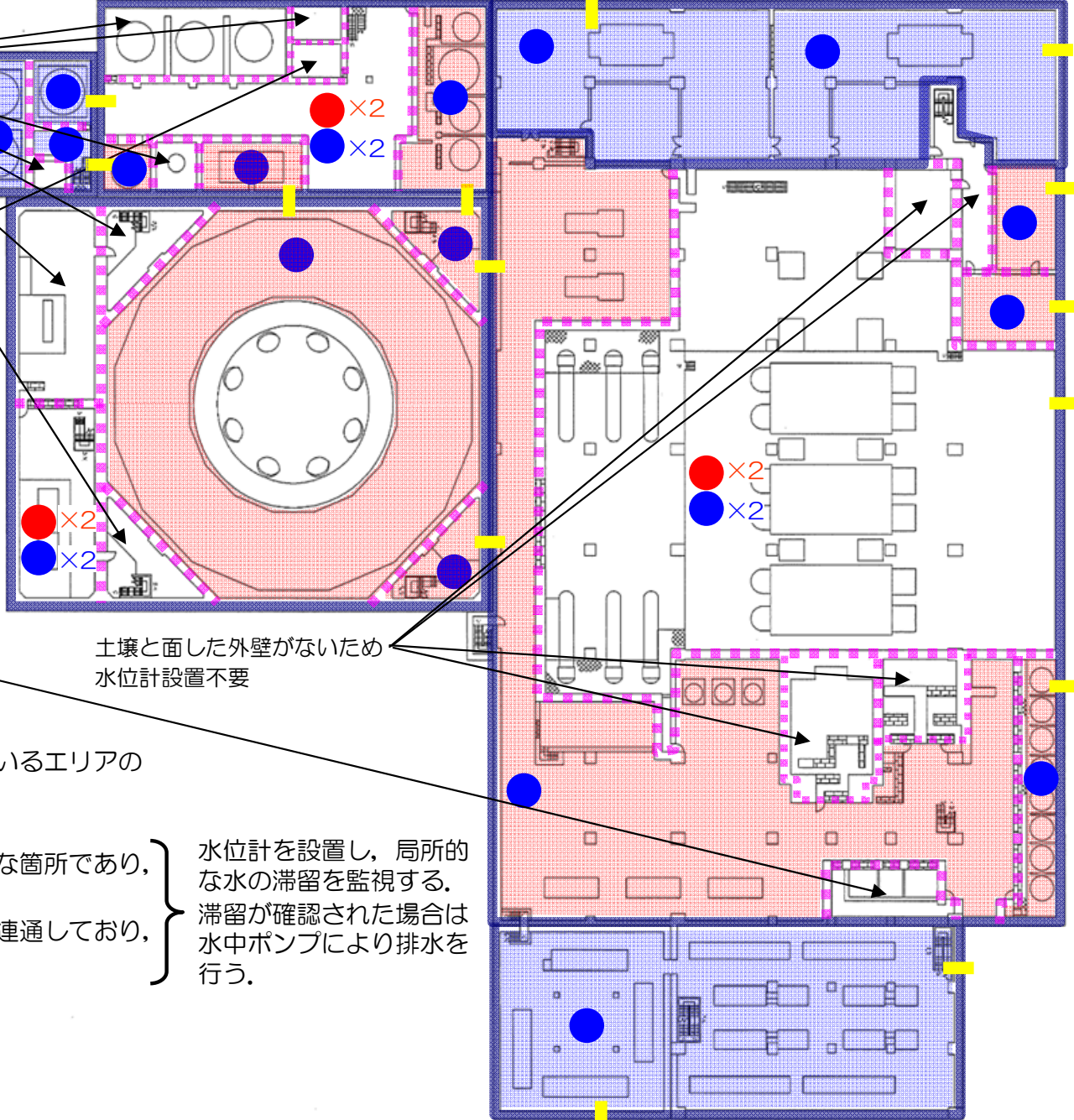
土壌と面した外壁がないため  
水位計設置不要

土壌と面した外壁がないため  
水位計設置不要

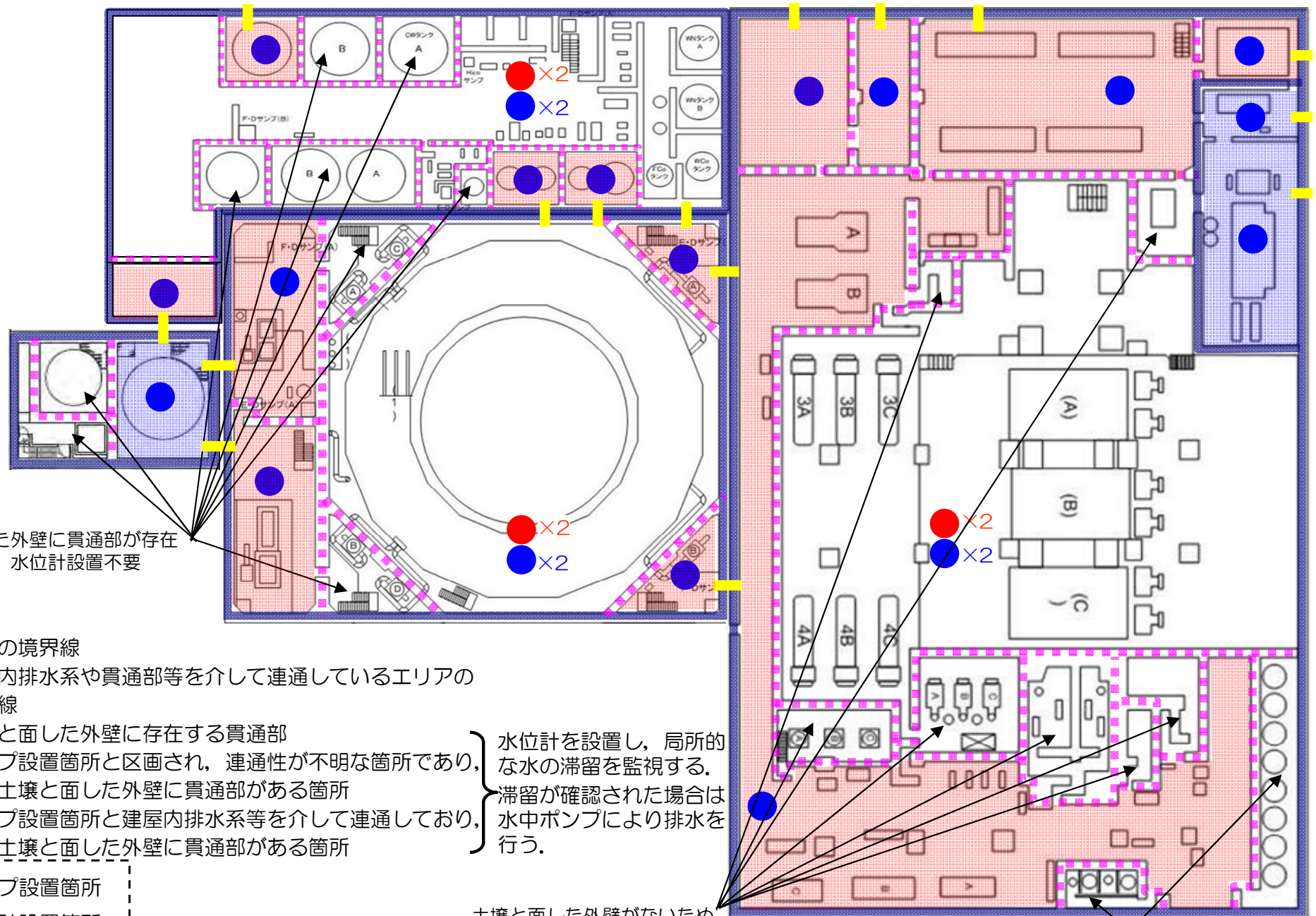
-  . . . 区画の境界線
-  . . . 建屋内排水系や貫通部等を介して連通しているエリアの境界線
-  . . . 土壌と面した外壁に存在する貫通部
-  . . . ポンプ設置箇所と区画され、連通性が不明な箇所であり、かつ土壌と面した外壁に貫通部がある箇所
-  . . . ポンプ設置箇所と建屋内排水系等を介して連通しており、かつ土壌と面した外壁に貫通部がある箇所

-  . . . ポンプ設置箇所
-  . . . 水位計設置箇所

水位計を設置し、局所的な水の滞留を監視する。滞留が確認された場合は水中ポンプにより排水を行う。



# <参考> 建屋の区画とポンプ・水位計設置箇所（4号機）



土壌と面した外壁に貫通部が存在しないため、水位計設置不要

- . . . 区画の境界線
- . . . 建屋内排水系や貫通部等を介して連通しているエリアの境界線
- . . . 土壌と面した外壁に存在する貫通部
- . . . ポンプ設置箇所と区画され、連通性が不明な箇所であり、かつ土壌と面した外壁に貫通部がある箇所
- . . . ポンプ設置箇所と建屋内排水系等を介して連通しており、かつ土壌と面した外壁に貫通部がある箇所
- . . . ポンプ設置箇所
- . . . 水位計設置箇所

水位計を設置し、局所的な水の滞留を監視する。滞留が確認された場合は水中ポンプにより排水を行う。

土壌と面した外壁がないため水位計設置不要

土壌と面した外壁に貫通部が存在しないため、水位計設置不要

---

## 参考資料2

〔以下 第31回 特定原子力施設 監視・評価検討会 資料 再掲〕

# 陸側遮水壁閉合後の水位管理について

平成27年2月9日

東京電力株式会社  
鹿島建設株式会社

1. 建屋滞留水の水位管理について
2. 陸側遮水壁の遮水性発現後の水位管理
  - 陸側遮水壁造成順序と地下水位変化の想定
  - 1～4号機建屋内外の水位管理方針

## 1. 建屋滞留水の水位管理について

## 1. 1 現状の建屋滞留水の水位管理

---

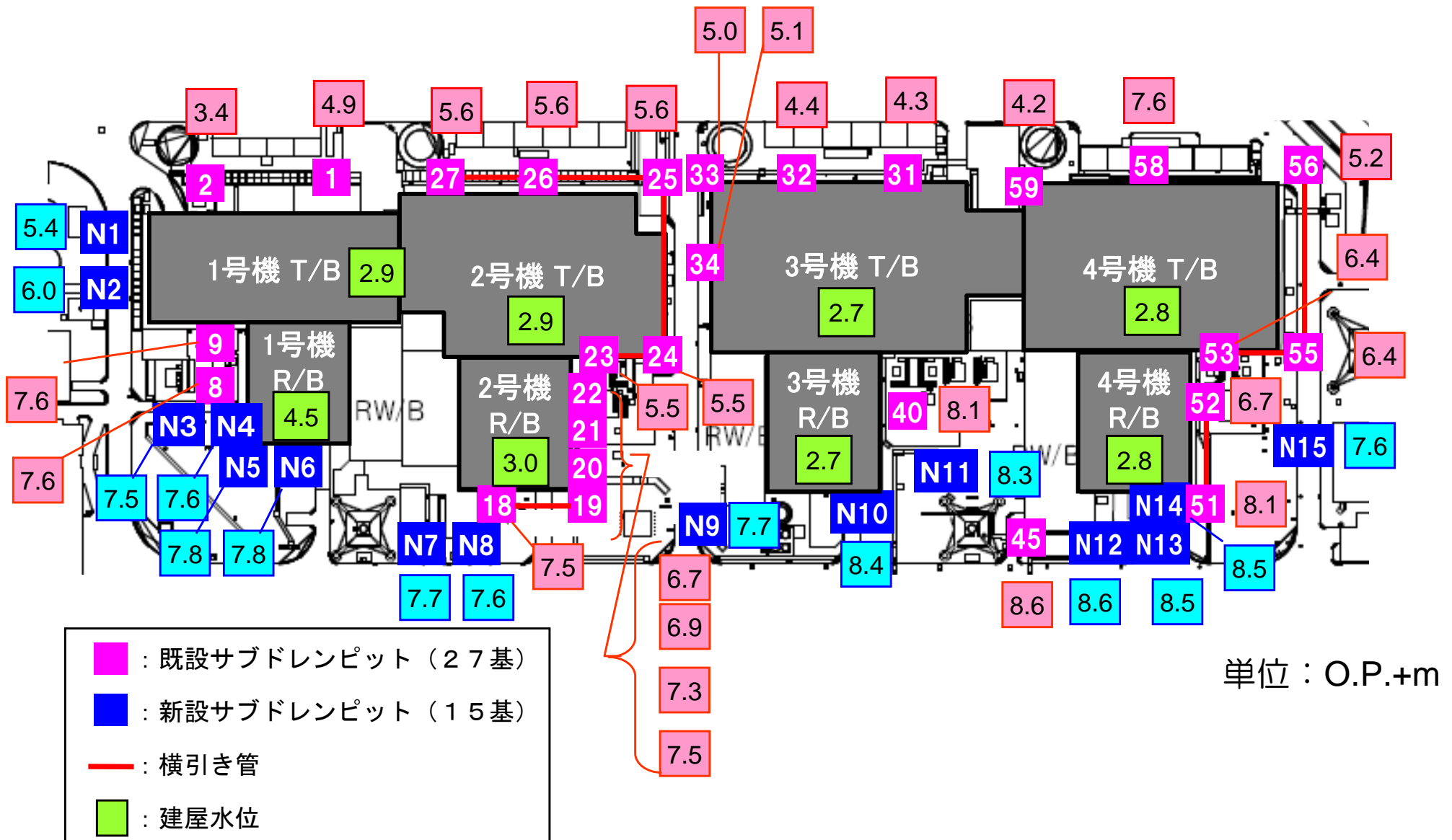
1～4号機建屋内に滞留している高濃度放射性汚染水については、プロセス主建屋・高温焼却炉建屋に移送し、さらに、汚染水処理設備により放射性核種のセシウム及び塩分を除去して淡水を生成し、原子炉への注水に再使用している（循環注水冷却）。

ただし、1～4号機の建屋内には地下水が流入しているため、高濃度放射性汚染水が系外に放出しないよう適切に建屋内水位を管理する必要がある。

現状の1～4号機の建屋滞留水の水位管理の運転上の制限は、以下のとおり。

- 2・3号炉の立坑およびタービン建屋の滞留水水位はOP3,500mm以下であること。
- 建屋滞留水の水位が各建屋近傍のサブドレン水の水位を超えないこと。

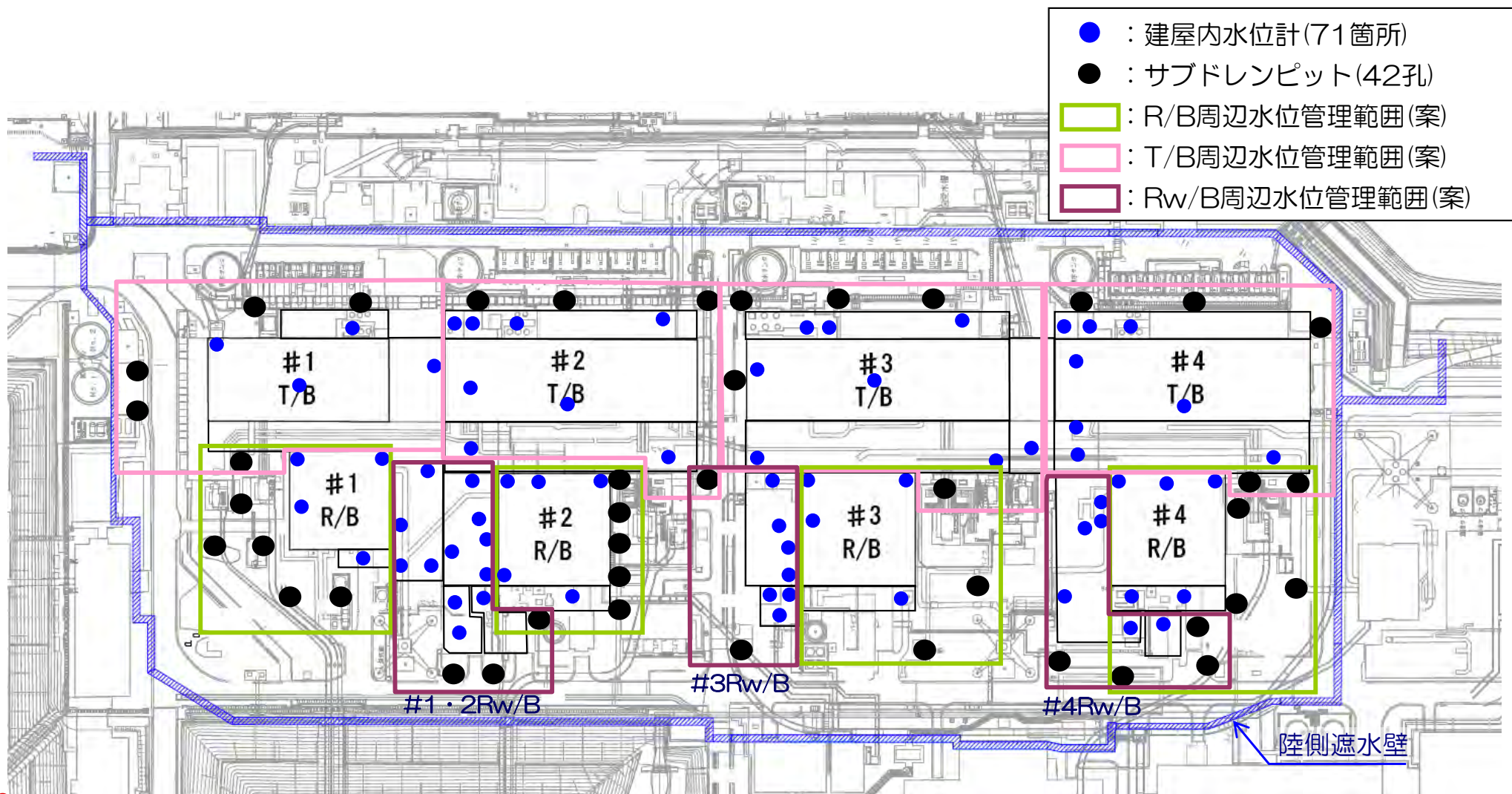
# 1. 2 現状の建屋水位とサブドレン水位 (平成26年11月10日)





## 2. 建屋内滞留水水位計設置後の水位管理（実施計画変更申請中）

- 建屋内滞留水水位計を設置した後の水位管理は以下のように行う。
  - 建屋水位と地下水位のデータ管理は、1～4号機の各建屋毎に行う。
  - 各建屋に設置した水位計の水位が近傍のサブドレン水位を上回らないように管理する。

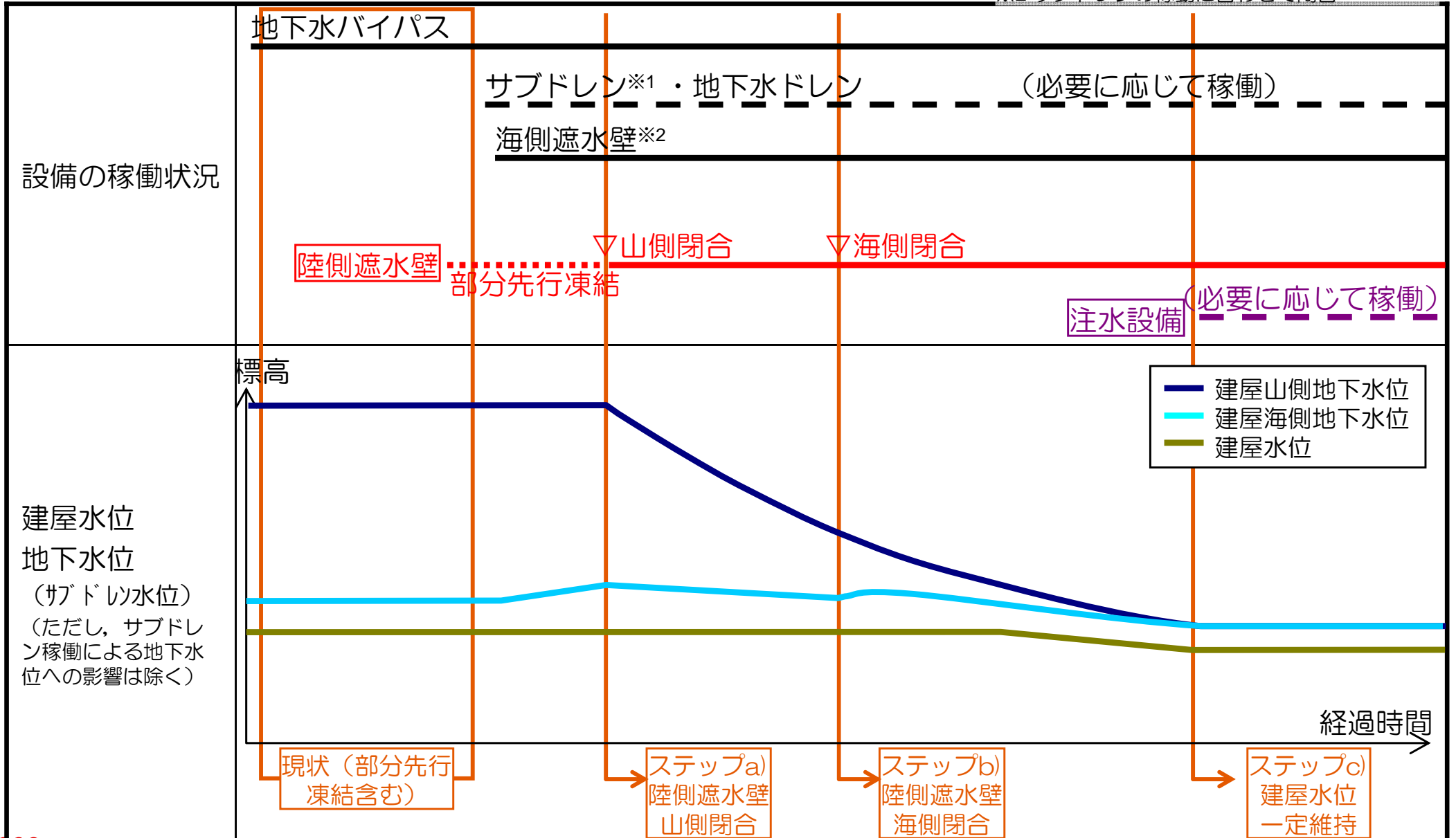


- 
2. 陸側遮水壁の遮水性発現後の水位管理
- 陸側遮水壁造成順序と地下水位変化の想定
  - 1～4号機建屋内外の水位管理方針

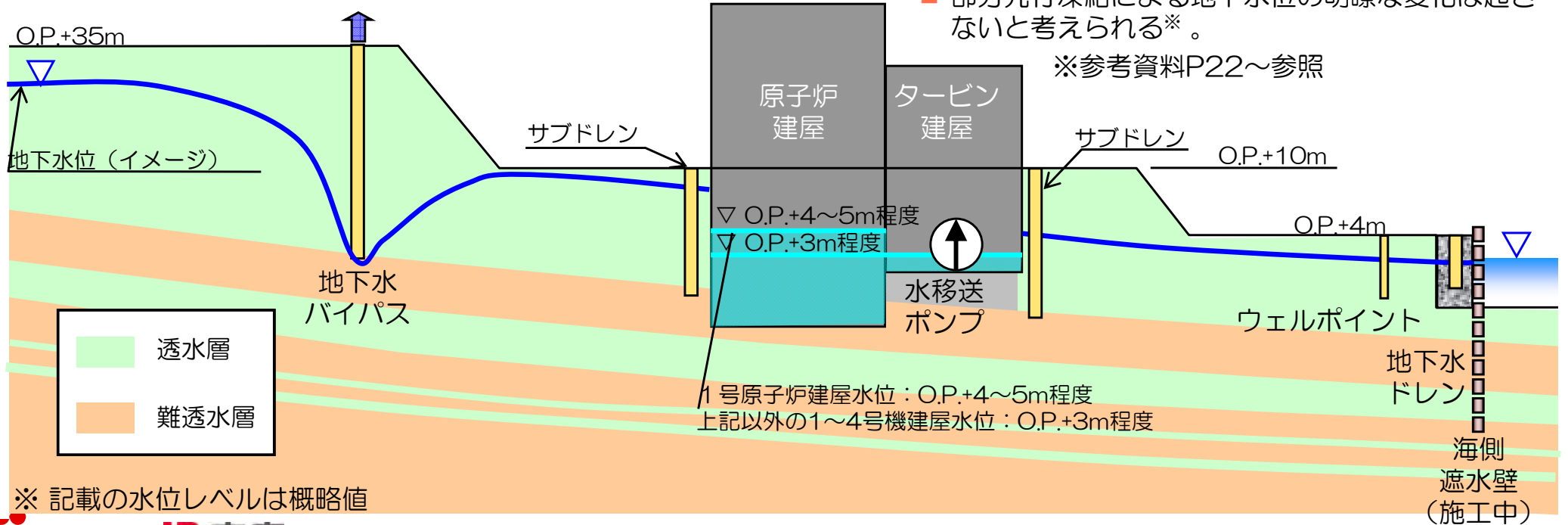
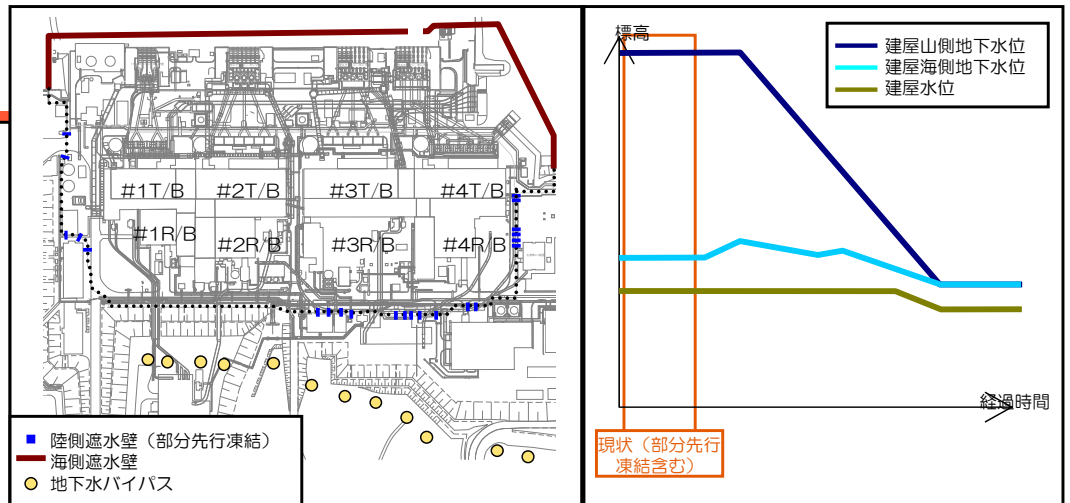
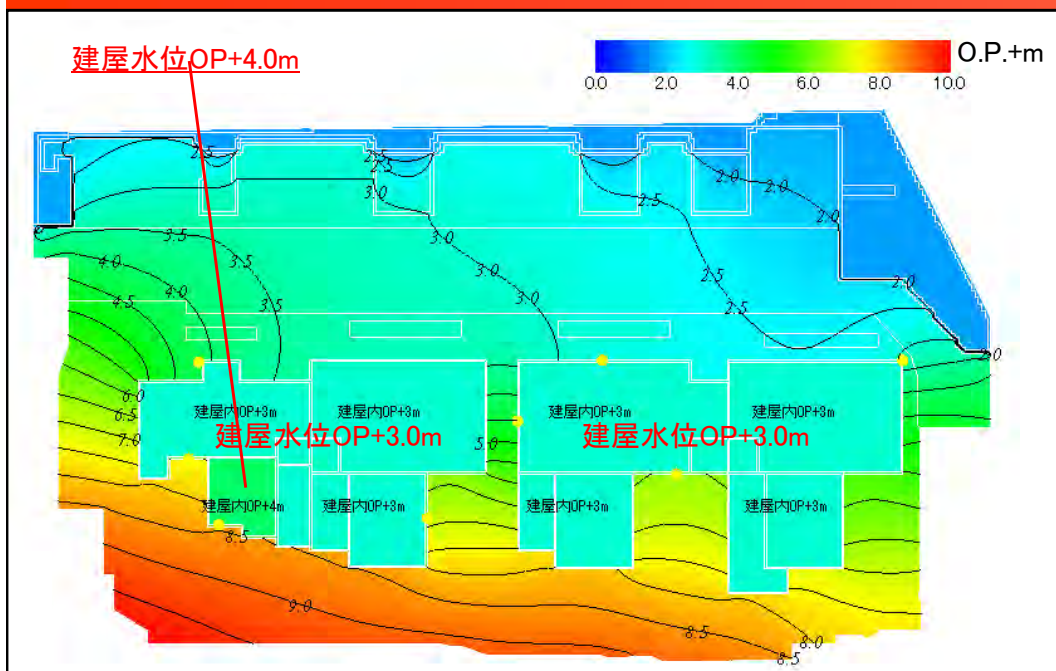
# 1. 陸側遮水壁閉合等に伴う地下水位変化の想定（イメージ）

- 陸側遮水壁造成等に伴い地下水位は以下に示すイメージで変化すると想定される。
- 以降、各ステップにおける地下水位変化の概要を示す。

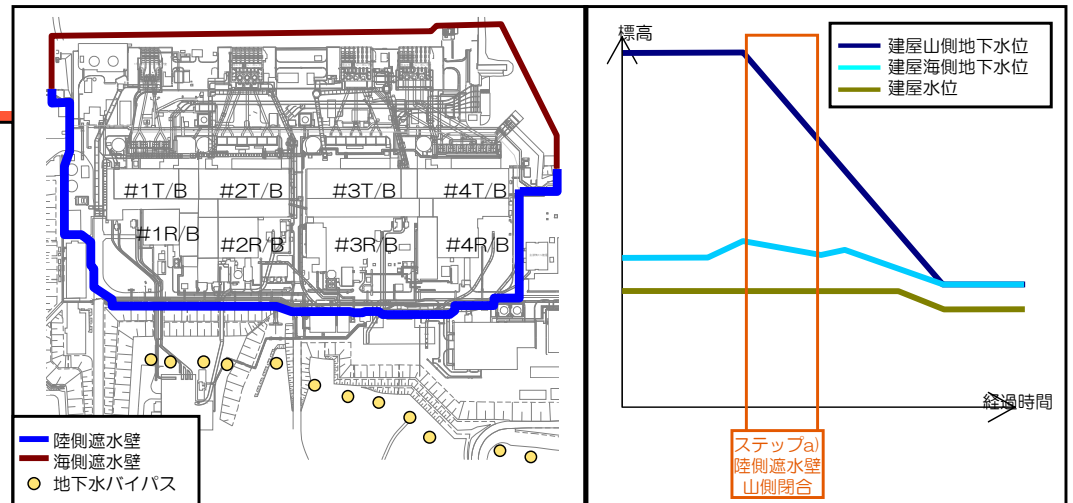
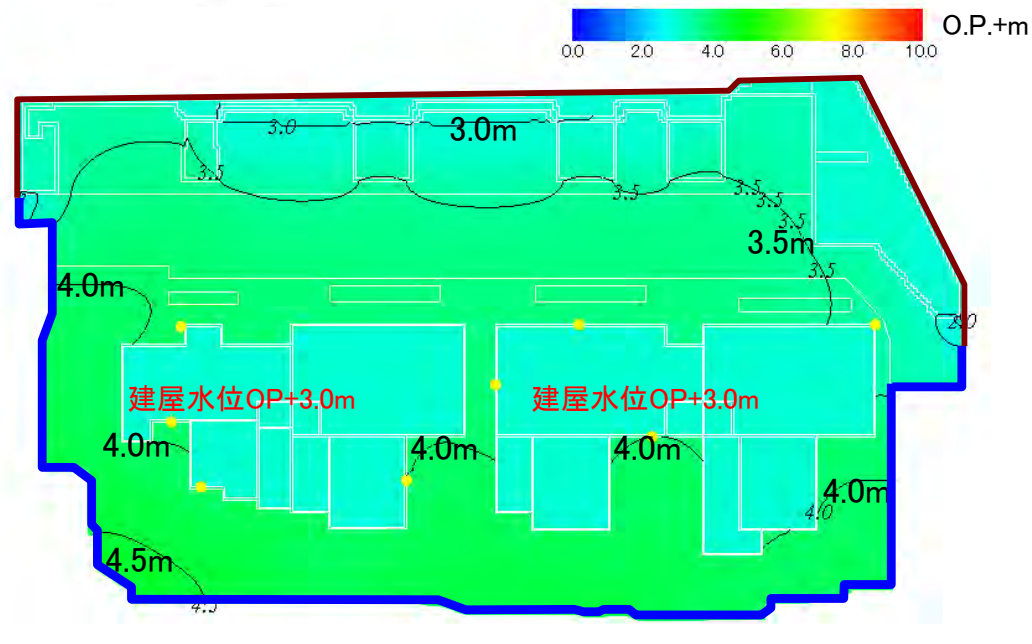
※1 サブドレンの稼働は関係者と調整の上、実施  
 ※2 サブドレンの稼働に合わせて閉合



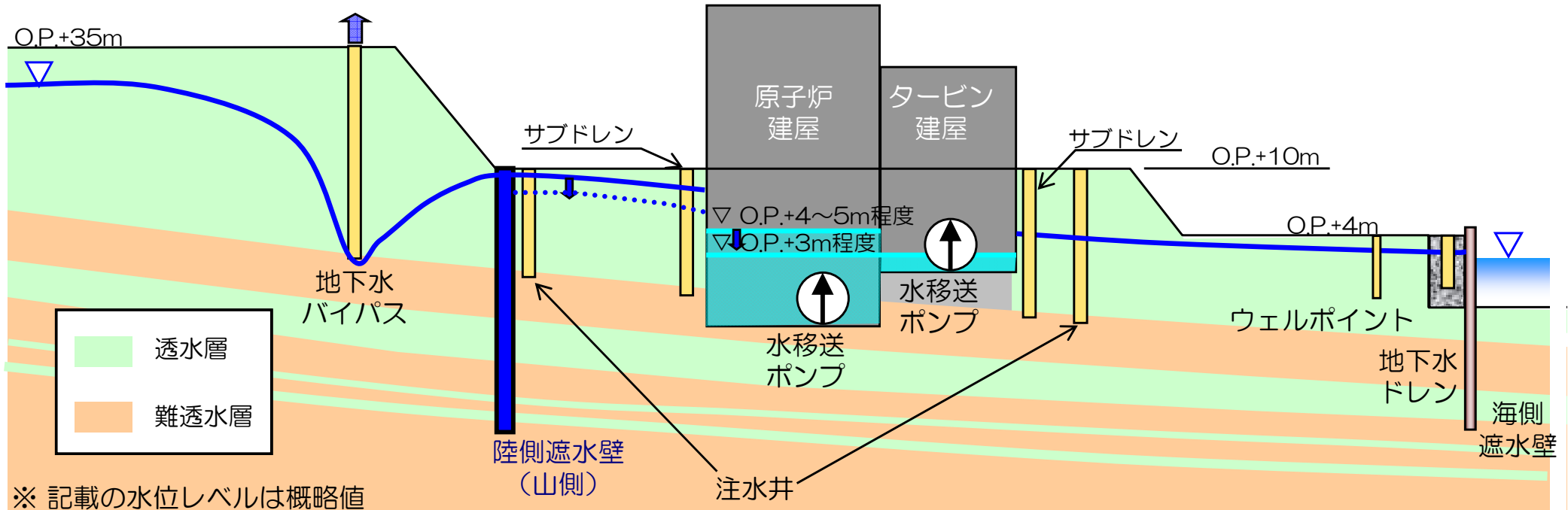
## 2. 1 現状（部分先行凍結を含む）



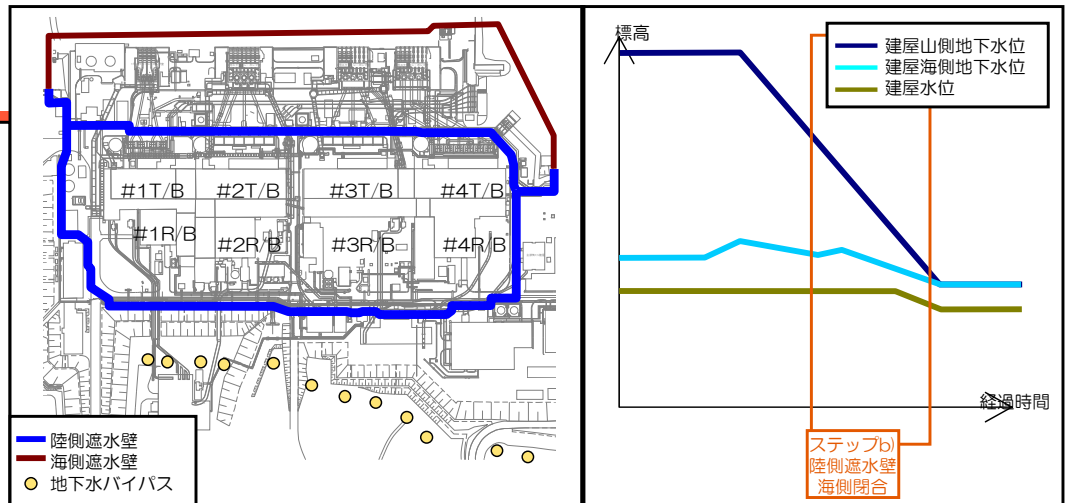
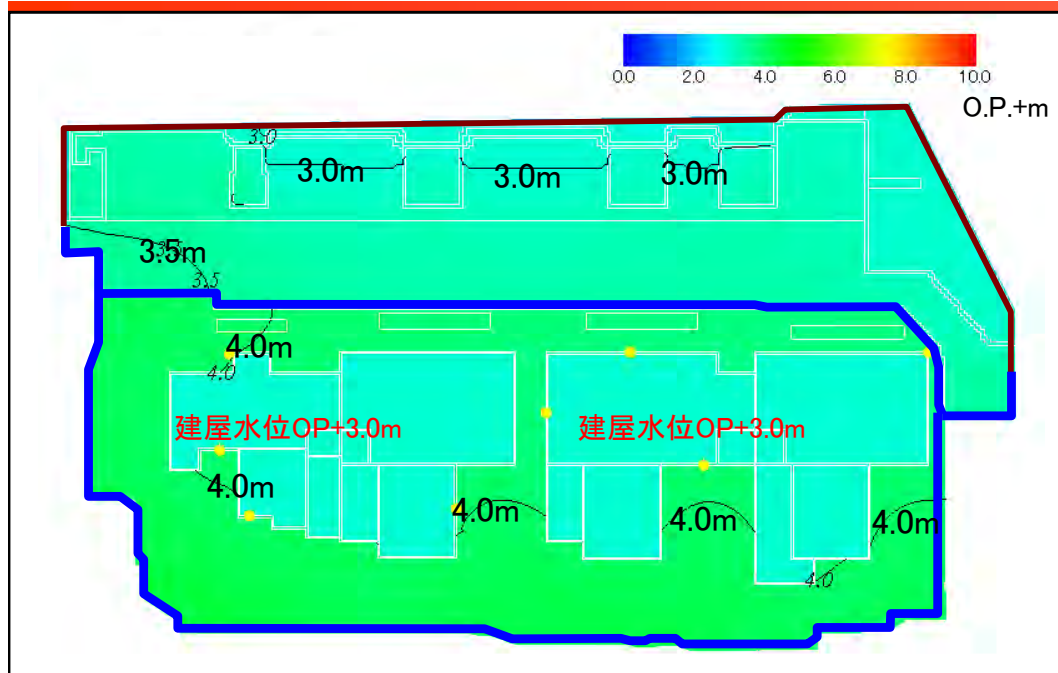
## 2. 2 ステップa) 陸側遮水壁山側閉合



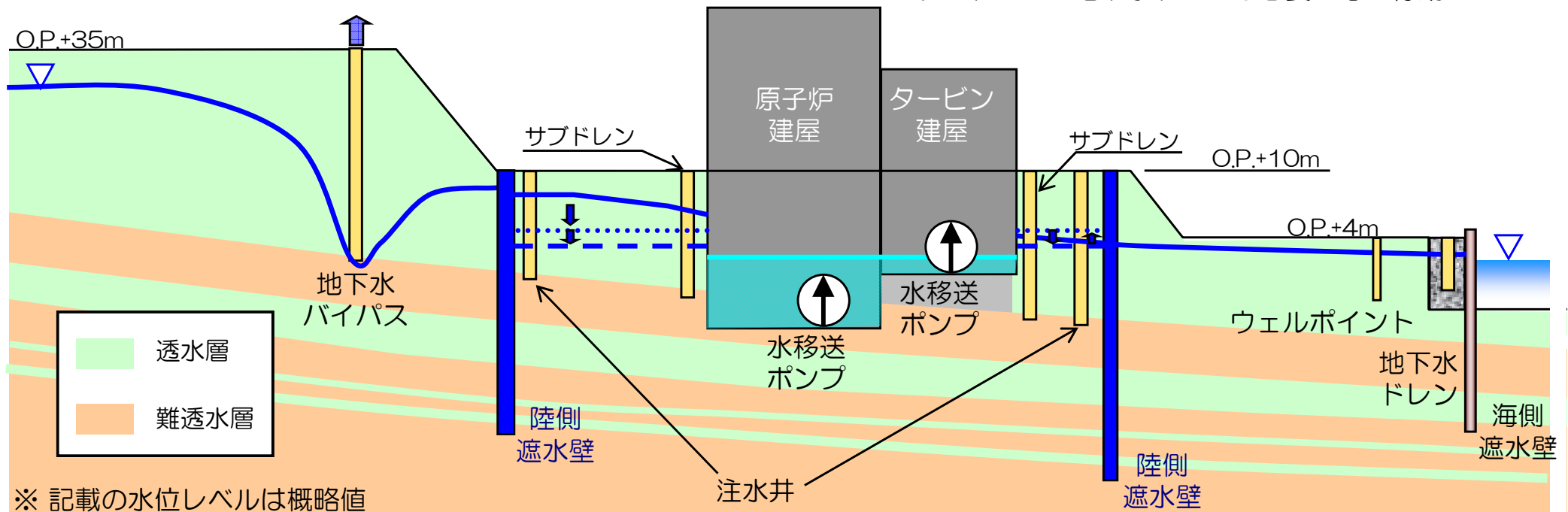
- 凍結による遮水性の発現に伴って、主に建屋山側の地下水位が低下していく。
- 建屋海側の地下水位は、海側遮水壁閉合の影響により一旦上昇した後、陸側遮水壁山側閉合により若干低下する。
- サブドレン・地下水ドレンは必要に応じ稼働
- 1～4号機の全ての建屋水位をほぼ均一にする。



## 2. 3 ステップb) 陸側遮水壁海側閉合

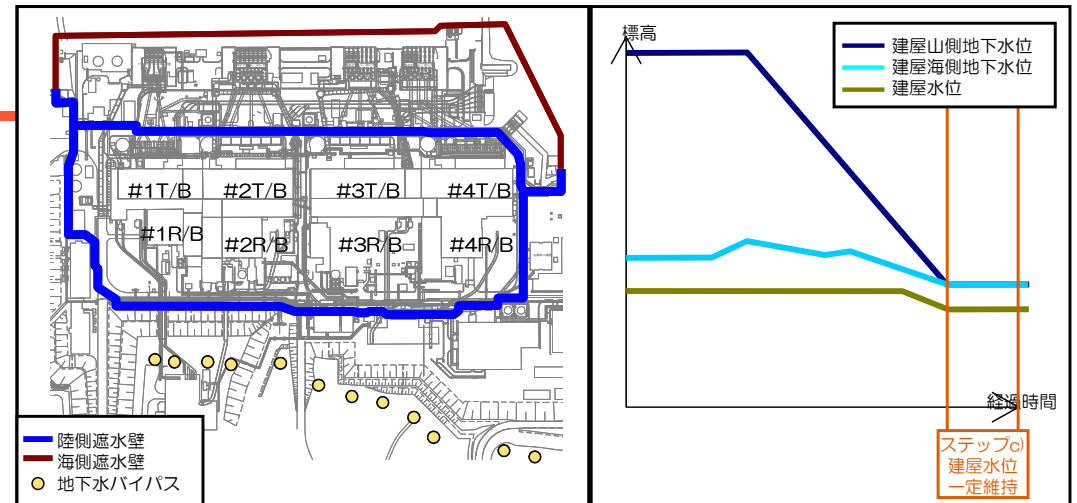
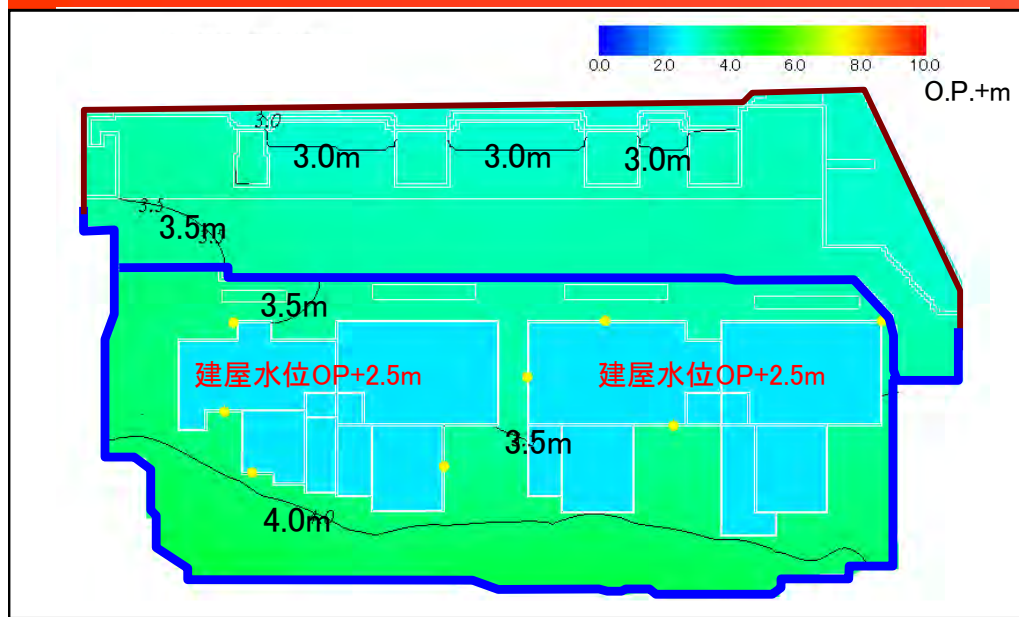


- 陸側遮水壁海側の凍結による遮水性の発現に伴って、遮水壁内の地下水位は均一化しながら低下する。
- 建屋周辺の地下水位の低下に合わせて、建屋水位を必要に応じ低下させることで建屋水位と地下水位の水位差を確保する。
- サブドレン・地下水ドレンは必要に応じ稼動

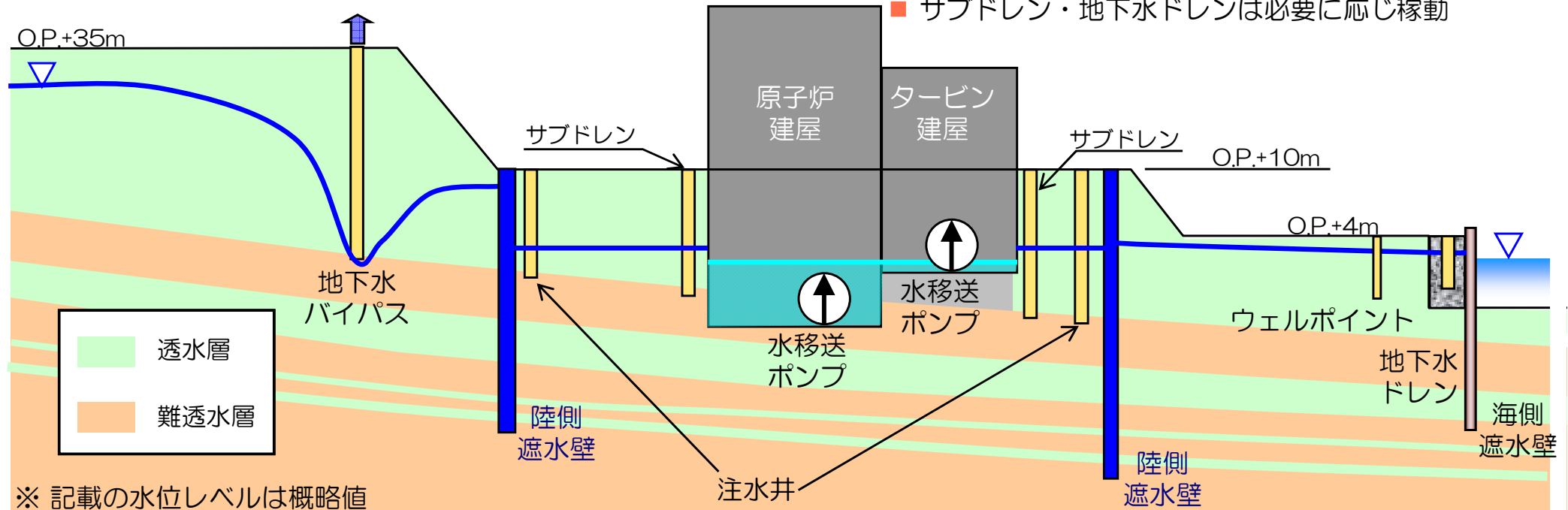


※ 記載の水位レベルは概略値

## 2. 4 ステップc) 建屋水位一定維持



- 降雨等による地下水涵養と建屋への地下水流入とのバランスにより地下水位の低下は緩慢となり、建屋周辺の地下水位はある一定の水位に落ち着く。
- 必要に応じ注水井からの注水を実施することで建屋水位と地下水位の水位差を確保する。
- サブドレン・地下水ドレンは必要に応じ稼働



※ 記載の水位レベルは概略値

---

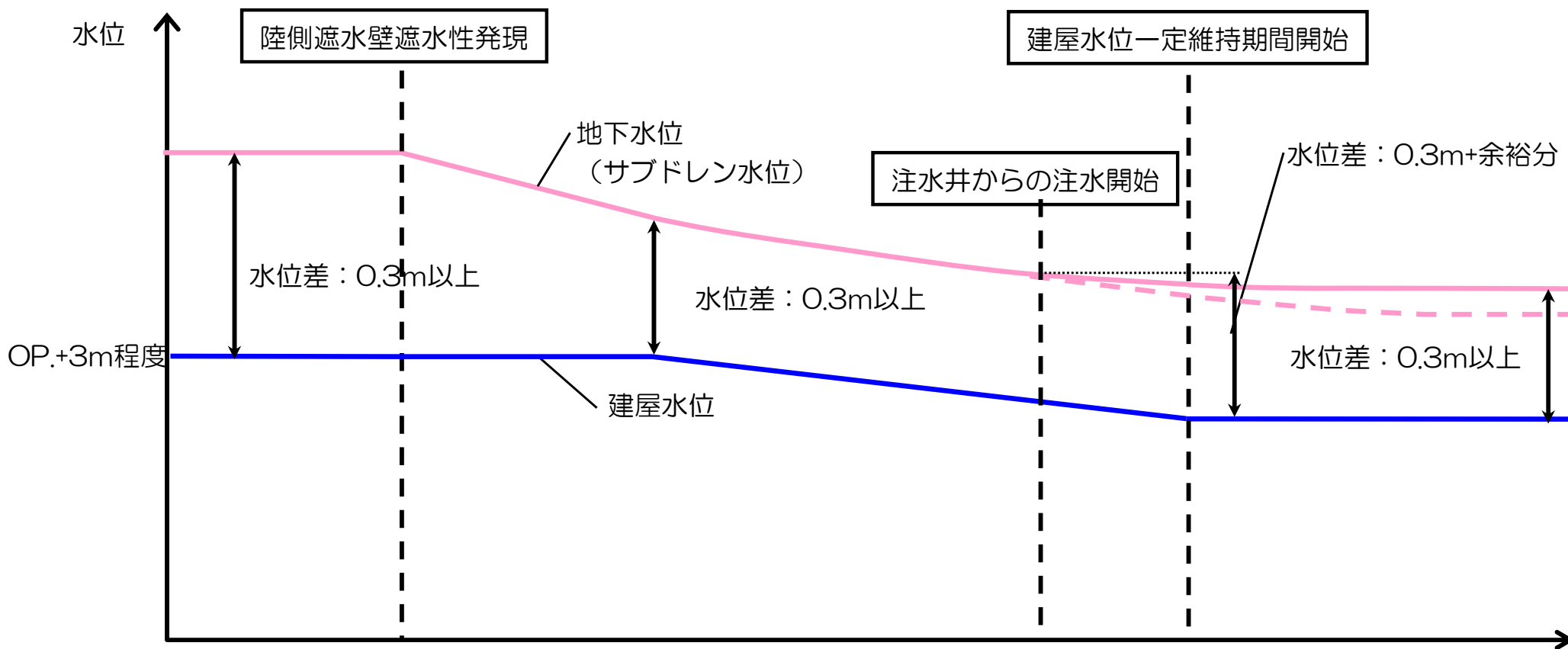
## 2. 陸側遮水壁の遮水性発現後の水位管理

- 陸側遮水壁造成順序と地下水位変化の想定
- 1～4号機建屋内外の水位管理方針



# 1. 陸側遮水壁の遮水性発現後の1～4号機建屋内外の水位管理方針

- 建屋水位が地下水位を上回ることがないように管理する。
- 地下水位の低下に合わせて必要に応じ建屋水位を低下させ、建屋水位と地下水位の水位差を確保する。
- 建屋水位一定維持期間において、降雨等による地下水涵養と建屋への地下水流入とのバランスにより建屋周辺の地下水位はある一定の水位に落ち着くが、必要に応じ注水井からの注水を行うことにより、建屋水位と地下水位の水位差を確保する。
- サブドレンは、降雨時などに建屋への地下水流入量低減のために必要に応じ稼働する。



地下水位低下に伴う建屋内外の水位管理（イメージ）

## 2. 1 陸側遮水壁山側閉合〔ステップa)〕後の地下水位低下 解析条件

### ■ 解析の目的

- 陸側遮水壁山側3辺の遮水性発現後を想定しシミュレーション解析をすることで、地下水位低下量および地下水位低下時期について解析・評価する。

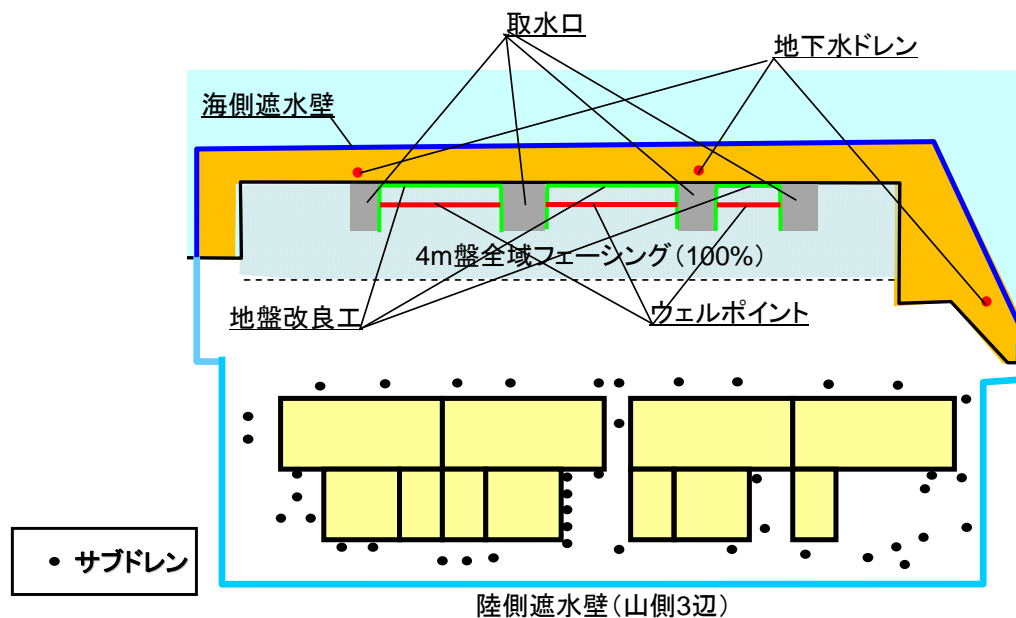
### ■ 解析モデルおよび手法

- 解析モデル化領域：海側遮水壁と陸側遮水壁山側3辺で囲まれた領域
- 解析手法：準3次元解析（GWAP）による非定常解析

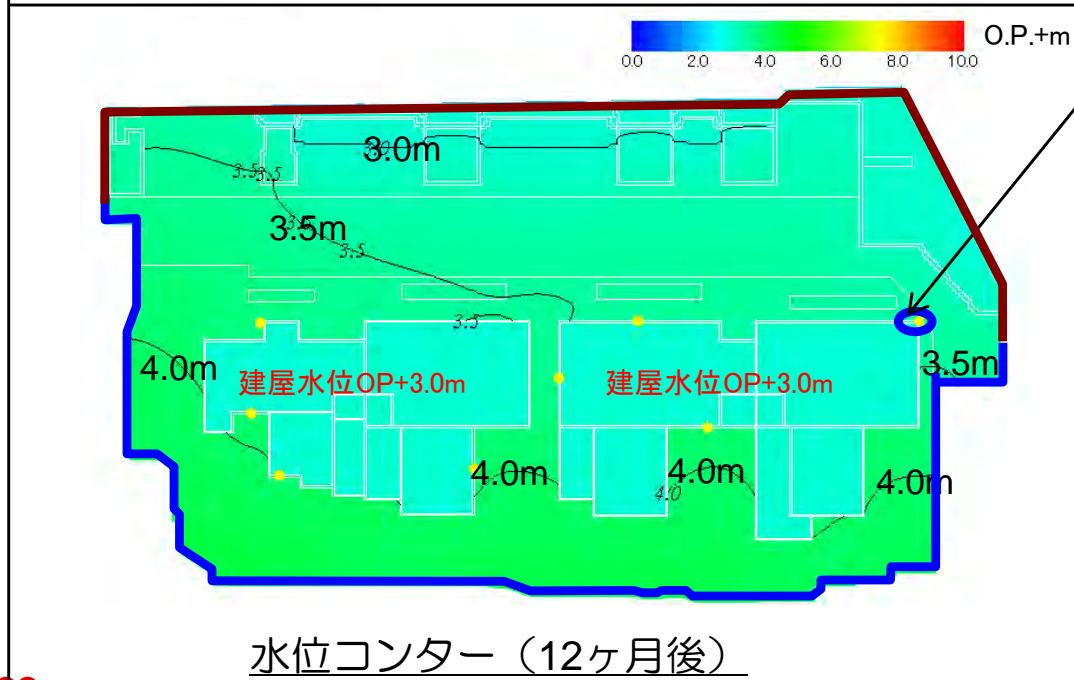
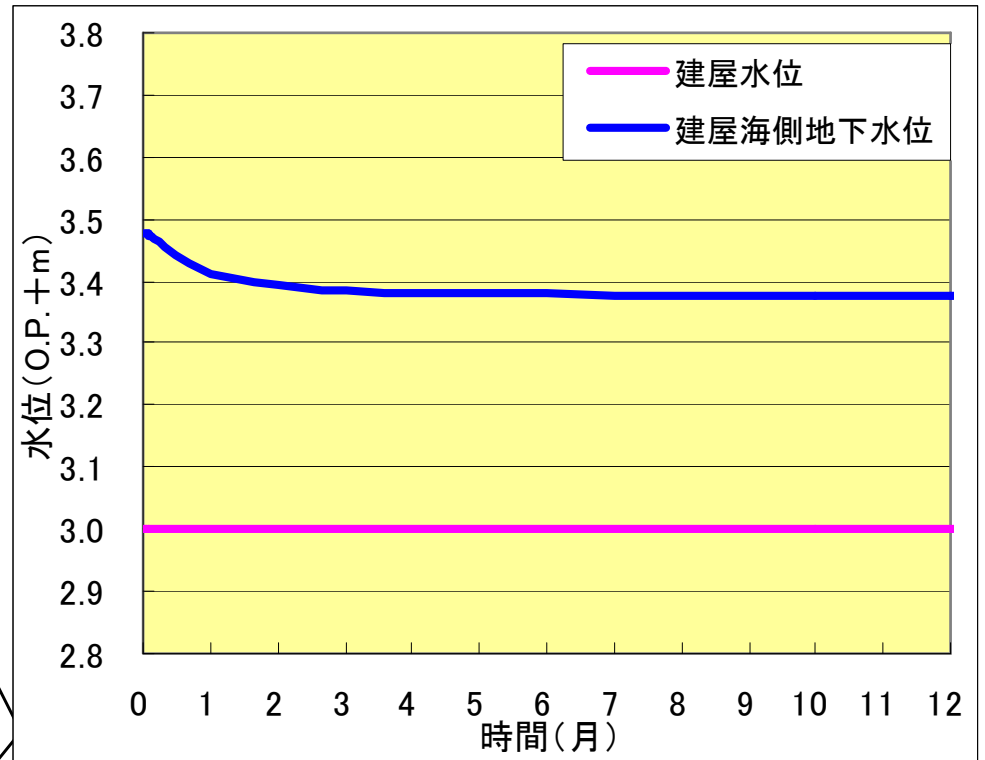
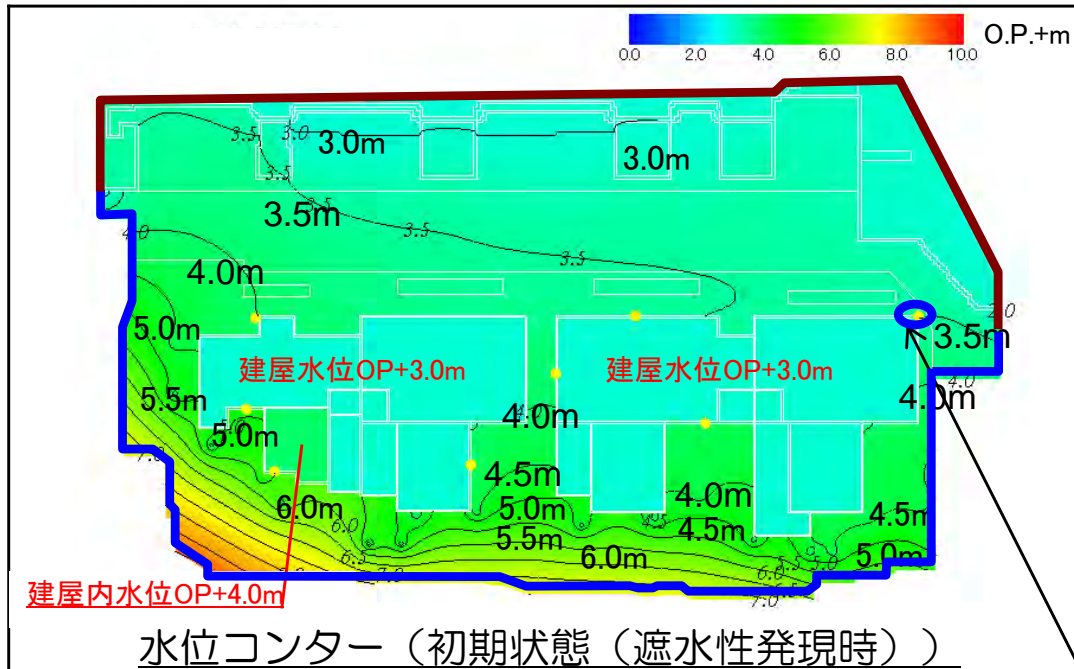
### ■ 建屋水位と地下水位の水位差が小さい（制御上厳しい）条件について解析を行った。

各設備		解析条件
海側（鋼管）遮水壁		閉合
4m盤	地盤改良	完了
	揚水工 （ウェルポイント）	稼動 （稼働水位： GL-1.0m （O.P.+3.0m）
	地下水ドレン	
	フェーシング	100%
4～10m盤間	フェーシング	0%
10m盤 （陸側遮水壁内）	フェーシング	0%
	サブドレン	稼動（稼働水位： 建屋水位+1m）
	陸側遮水壁	山側3辺閉合 （海側未閉合）
	注水井からの注水	無

降雨量	約4mm/日 一定 （建屋以外の領域に降雨）	年平均降雨量1,545mmより設定
降雨浸透率	55%	汚染水処理対策委員会報告より



## 2. 2 陸側遮水壁山側閉合〔ステップa)〕後の地下水位低下 解析結果

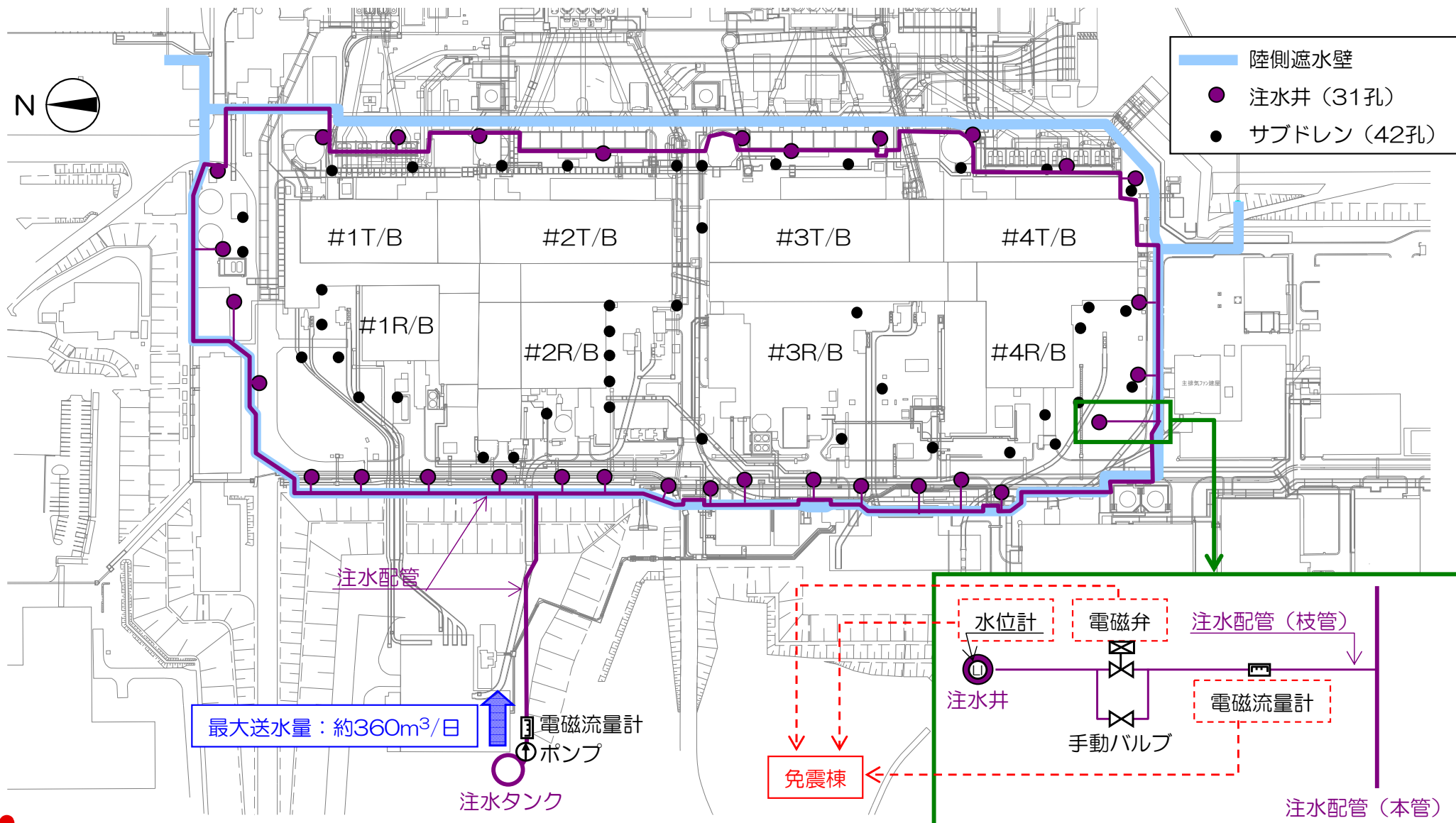


- 陸側遮水壁山側3辺閉合後の建屋海側の地下水位の低下量は0.1~0.3m程度である。

### 3.1 注水井および関連設備の配置

#### ■ 注水井配置

- 注水井 1 孔毎の計測データ（水位・注水量・電磁弁稼働状況）を取り込み、免震棟にて遠隔監視・操作が可能
- 電磁弁が故障した場合には手動バルブの開閉により注水井への注水が可能



### 3. 2 注水井からの注水効果に関する解析結果（降雨浸透率：0mm/日）

ケース	建屋水位	建屋周辺地下水位（初期）	注水井（孔）	注水総量（m <sup>3</sup> /日）	1孔当り注水量（L/分/孔）	降雨浸透(mm/日)
1	O.P. +3 m	サブドレン移動	31	0	0	0
2	→0m			40	0.9	

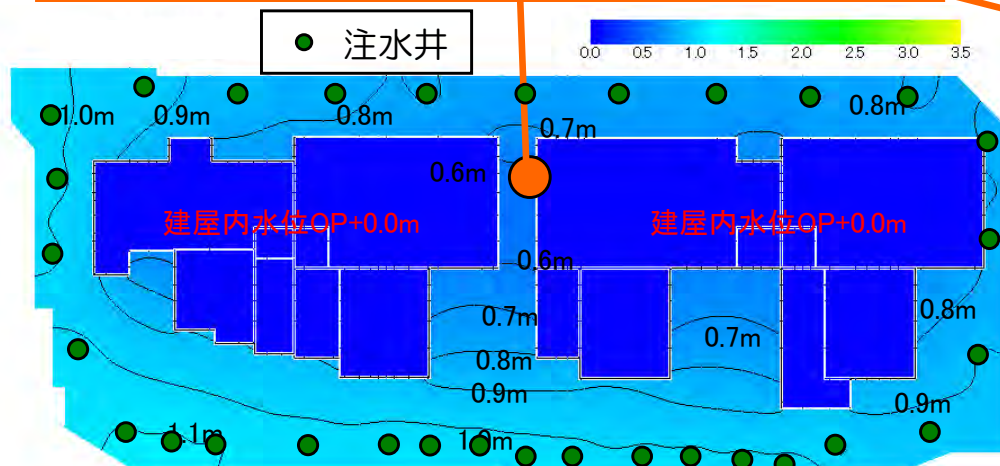
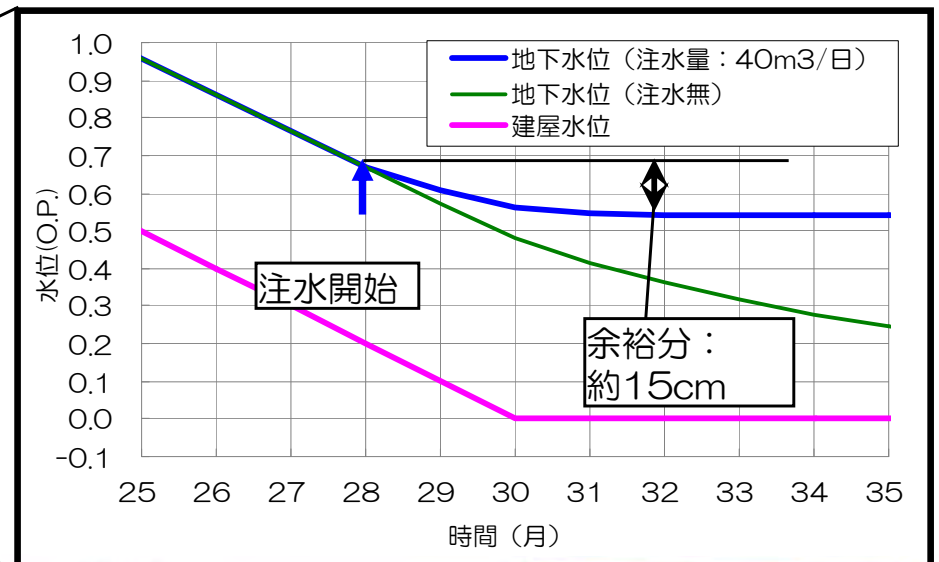
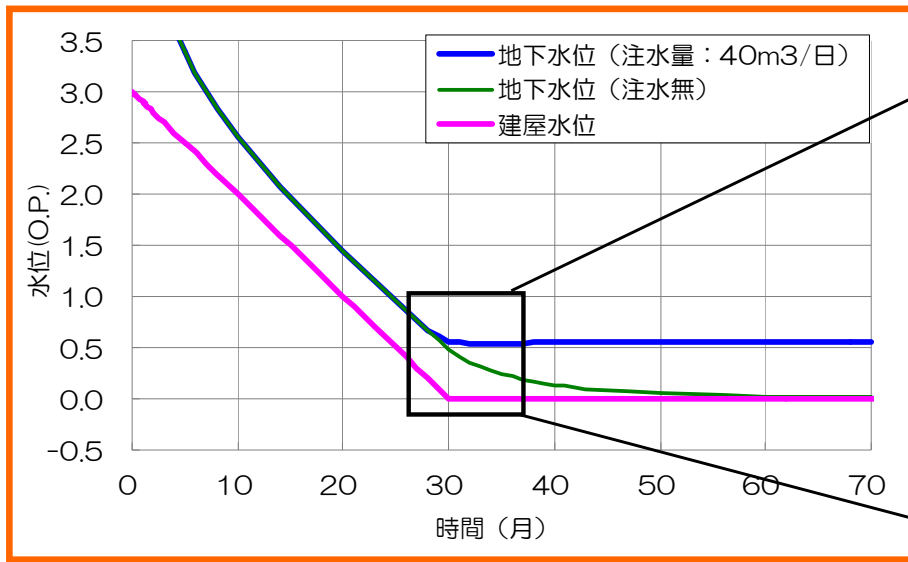


図 地下水位コンター（30ヶ月）

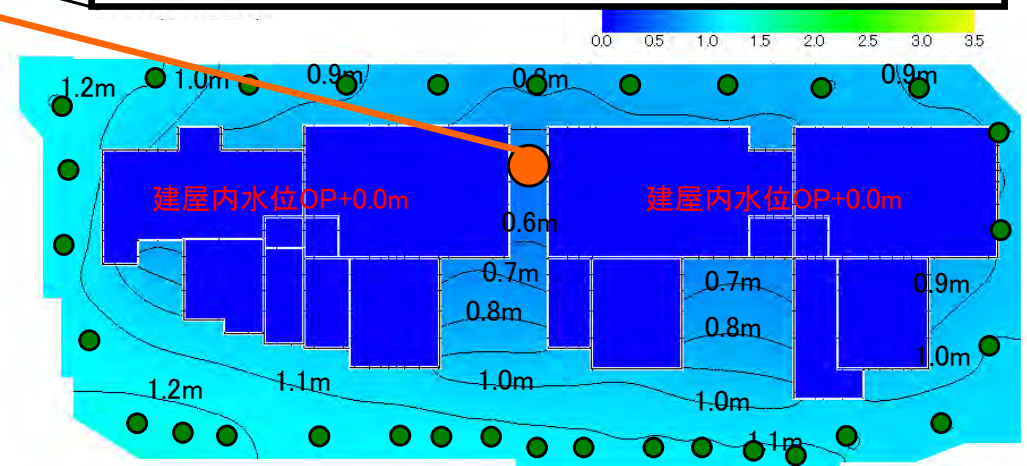


図 地下水位コンター（60ヶ月）

■ 水位差50cmを目標として、15cm程度の余裕を持って注水井からの注水を行うことで水位差を確保できる。

### 3. 3 注水井からの注水による地下水位の維持について

■5・6号機建屋周辺で実施した「注水試験結果（フィージビリティ・スタディ）」より、下記の結論が得られている。

- 注水井1本当たりの注水量：10L/分以上確保することが可能
- 注水井からの注水により、解析結果と同程度の地下水位上昇を確認

これらを基に解析を実施して、現計画の注水井配置による地下水位維持を確認した。

- 陸側遮水壁山側凍結開始前に、各注水井において上記の注水量が確保出来ることを注水試験により確認する。なお、十分な注水を行うことが出来ない場合には注水井の再設置等必要な対応を行う。
- 陸側遮水壁閉合後、現地において注水効果を確認し、不足する場合には注水井の増設等必要な対応を行う。