

水位管理について

サブドレン稼働・海側遮水壁閉合時の地下水挙動に基づく
陸側遮水壁閉合に関する監視・評価検討会報告事項（案）

2015年11月17日

東京電力株式会社

陸側遮水壁凍結開始前に確認する事項（確認状況）

特定原子力施設 監視・評価検討会
(第37回)資料 抜粋・加筆

■ 凍結開始前に確認する事項についての確認状況については以下の通り

(1) 建屋滞留水移送装置の性能確認

- 確認済み。追加設置した建屋滞留水移送装置は、従来設備以上の移送性能を確保するとともに、監視および制御機能の向上を図っており、それぞれの機器について所定の性能を確認している。（現在稼働中）。

(2) サブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働による建屋内外の水位差管理

- 確認済み。サブドレン水位計および建屋水位計に基づくサブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働により、建屋内外の水位差を確保している。

(3) 建屋海側サブドレン水位が海側遮水壁閉合後において上昇・維持すること

- 海側遮水壁－建屋間の地下水位の変動状況
 - ◆ 海側遮水壁の閉合工事進捗にあわせた海側遮水壁～建屋海側間の地下水ドレン・観測孔・サブドレン水位への影響が確認出来る。
 - ◆ 海側遮水壁は鋼管矢板の二次打設が完了しており、現在継手処理を実施中（10月末完了予定）である。
 - ◆ 引き続き、海側遮水壁閉合による建屋海側の地下水位の挙動を確認していく。

(4) 注水井に設計量の注水が出来ること

- 確認済み。全ての注水井において設計量の注水が可能であることを確認した。
- 注水による水位維持の効果については陸側遮水壁閉合後に確認する。

(5) 試験凍結における確認事項

- 確認済み（延長1,500mの陸側遮水壁ラインの本格凍結を実施した場合に生じる特殊な凍結条件（システム規模の大きさ等）が、凍結性能へ及ぼす顕著な影響は確認されなかった。）

 ：確認が必要な事項

1. 1 サブドレン他水処理施設の全体概要

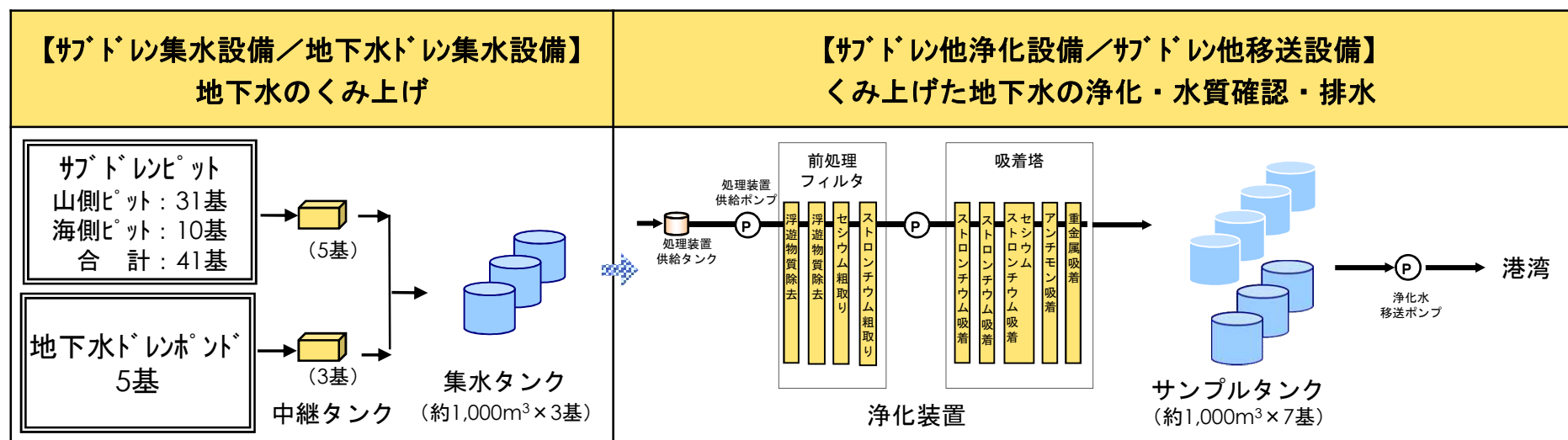
【サブドレン集水設備／地下水ドレン集水設備】

- サブドレン41基と地下水ドレン5基でくみ上げた地下水は、中継タンク（サブドレン5系統，地下水ドレン3系統）で集水し，集水タンクに貯水。
- 集水タンクに貯水した地下水は放射性物質濃度を確認した後，サブドレン他浄化設備に移送。

【サブドレン他浄化設備／サブドレン他移送設備】

- 集水タンクから移送された地下水は，前処理フィルタと吸着塔から構成される浄化装置により浄化した後，サンプルタンク（7基）に貯水。
- サンプルタンクに貯水した地下水は当社および第三者機関で，運用目標水質を満たすことを確認。
- 水質が確認されたサンプルタンクの地下水を港湾内へ排水。排水等の重要な操作はダブルアクションを要する等の設計としている。

※サブドレン他水処理施設の水質管理方法は【参考】に記載



1. 2 サブドレン稼働・海側遮水壁閉合の状況（これまでの経緯）

■ サブドレン稼働

- サブドレンは、稼働水位O.P.+6.5mから稼働開始し、0.5m毎に段階的に稼働水位を低下させている。11/17現在、稼働水位O.P.+5.5mで順調に稼働を継続している。
- 山側サブドレンの段階的な稼働水位低下による建屋海側サブドレンの水位監視を継続しており、現在のところ有意な水位低下は確認されていない。
- くみ上げた地下水は浄化・排水の工程を経て、運用目標を満足する水質で運用を継続している。

■ 海側遮水壁閉合

- 9月10日より、海側遮水壁の未閉合部分の鋼管矢板打設に着手し、9月22日に打設を完了している。また、継手処理については10月26日までに終了している。

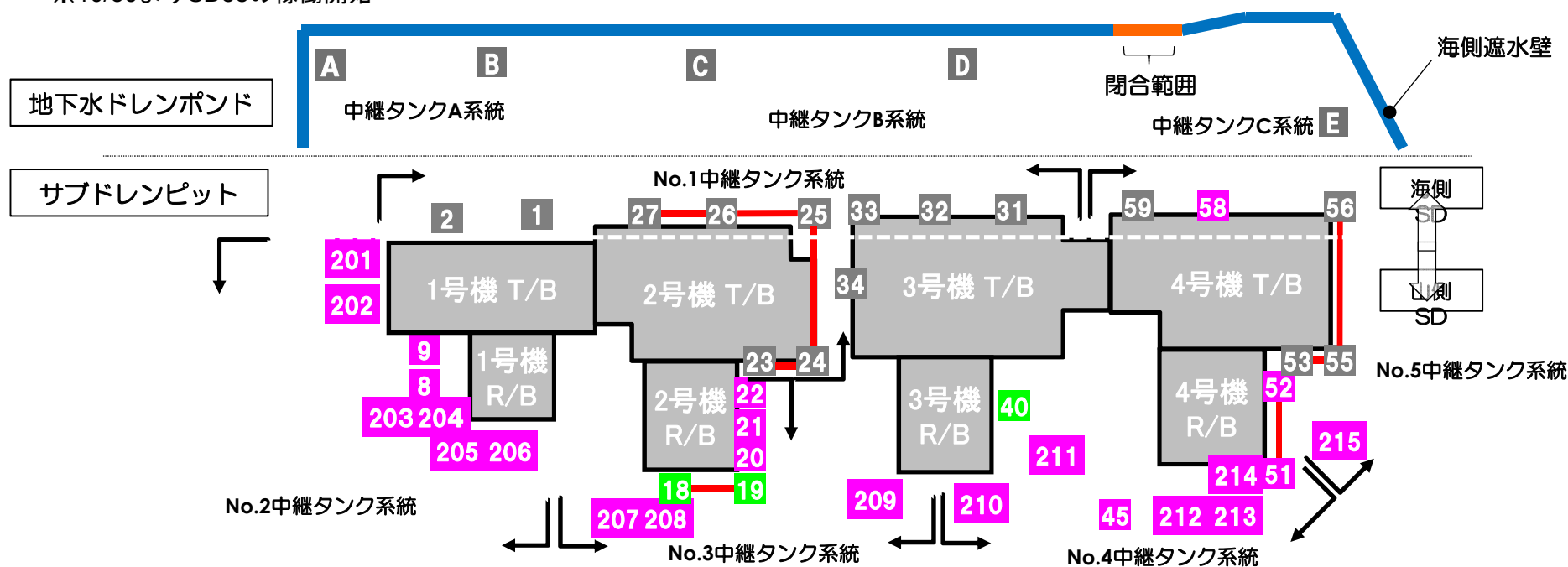
■ 地下水ドレン稼働

- 海側遮水壁閉合による閉合範囲内の地下水位上昇に伴い、11月5日より地下水ドレンのくみ上げを開始している。

1. 3 サブドレン・地下水ドレン稼働概要

期間	サブドレン				地下水ドレン		
	稼働時間	設定値(O.P.)(m)			稼働時間	設定値(O.P.)(m)	
		ポンプ停止水位	ポンプ起動水位 (既設)	ポンプ起動水位 (新設)		ポンプ停止水位	ポンプ起動水位
9/3～9/16	昼間運転	6.5	6.8	7.0	非稼働	—	—
9/17～9/30	24時間運転	6.5	6.8	7.0		—	—
10/1～10/21		6.0	6.3	6.5	試験稼働(10/5,7)	—	—
10/22～※11/4		5.5	5.8	6.0	非稼働	—	—
11/5～					稼働	3.2	3.4

※10/30よりSD58の稼働開始



- : ポンプ起動水位とポンプ停止水位の設定によって、自動で稼働させるピット
- : 集水タンクでの水質傾向を把握するまでは、手動で稼働させるピット
- : 主に海側に位置するピットで、現段階では稼働対象としていないピット

— : 横引き管

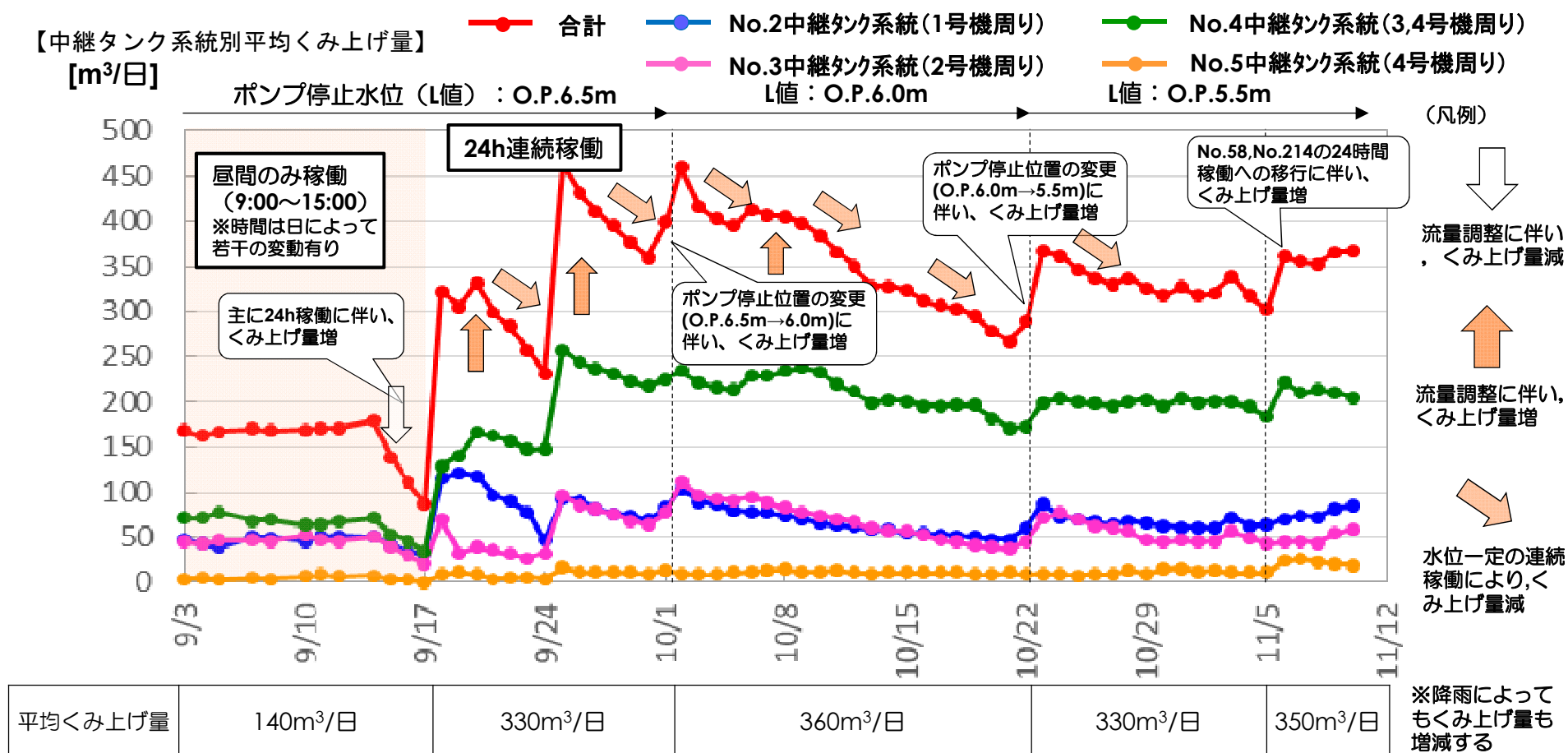


東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

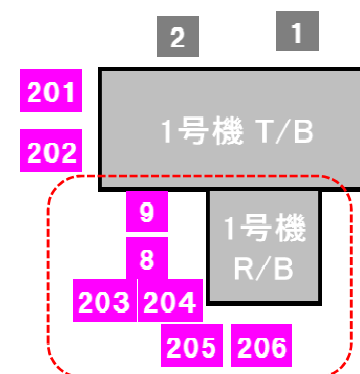
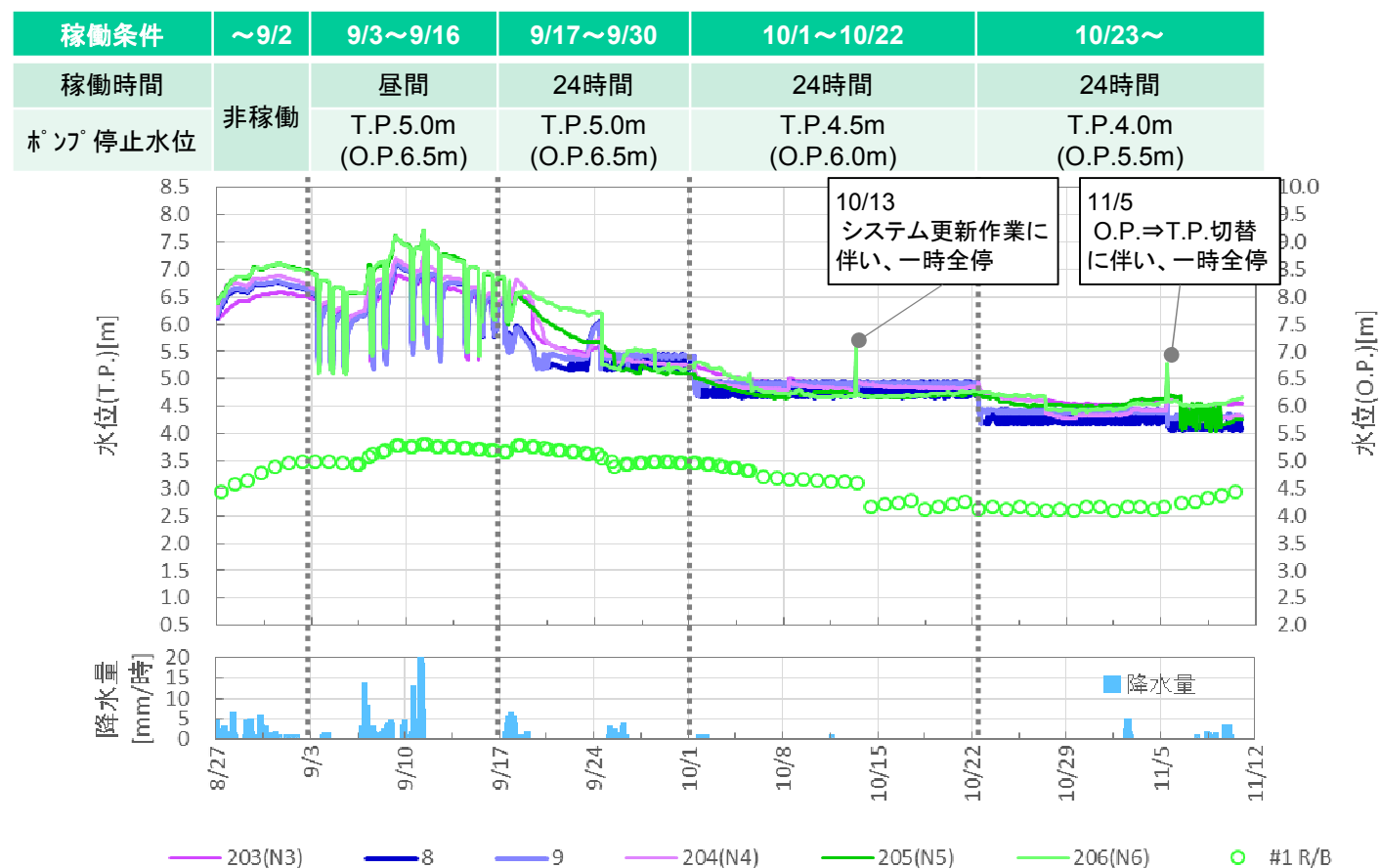
【参考】サブドレン稼働に伴うくみ上げ量の推移

- ◆ サブドレン稼働初期は、くみ上げ量、水質、水位の変化状況を確認しながら、流量調整を行い、段階的にくみ上げ量を増加させることを基本としている。
- ◆ 水位一定の条件で稼働を継続した場合、サブドレン周囲の地下水量の減少にともない、くみ上げ量は徐々に低下する傾向にある。



2. 1 (1) サブドレン稼働に伴う水位変動（1号機原子炉建屋周辺）

- ◆ サブドレン水位計および建屋水位計に基づくサブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働により、建屋内外の水位差を確保している。
 - ◆ 稼働ピットの水位を段階的に低下させ、現段階ではT.P.4.0m～4.5m(O.P.5.5m～6.0m)の範囲で管理できている。
 - ◆ 各建屋毎に建屋内外の水位の状況を見ながら、処理設備の稼働状況も考慮し、適宜移送ポンプを稼働して建屋滞留水を移送することで、建屋内外において適切な水位差を確保している。

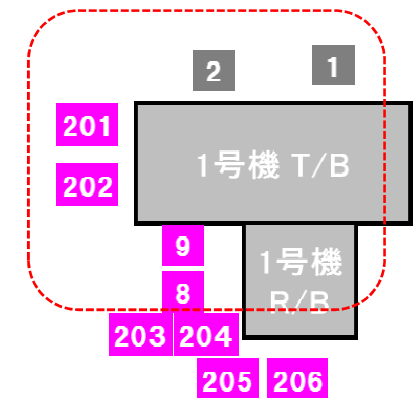
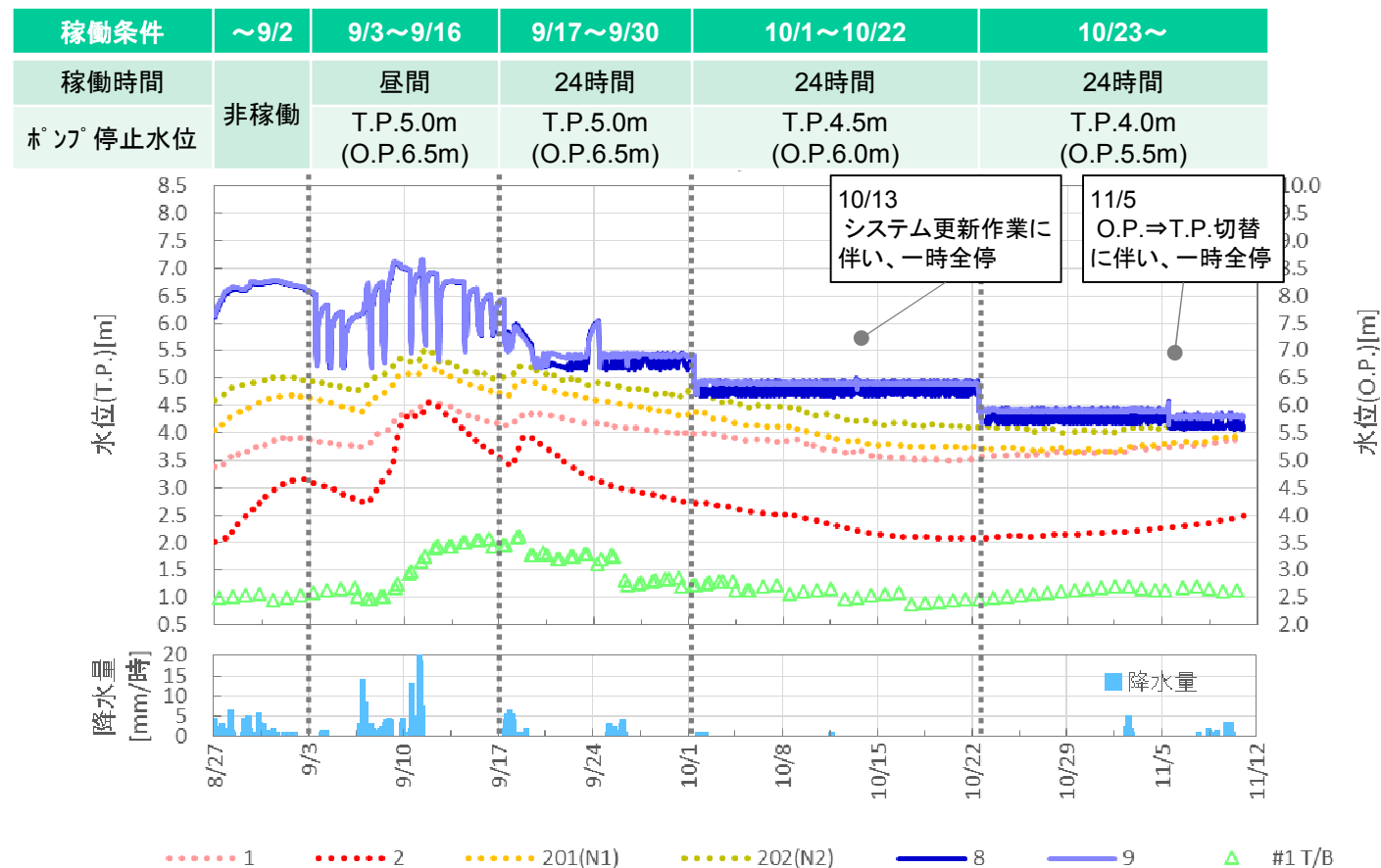


中継タンク系統	ピット
No.1	1,2
No.2	201,202,8,9,203,204,205,206

※T.P.と震災前のO.P.は地点や測量時期により、概ね1.4～1.5mの補正が必要であり、目安として記載しているもの。
 ※サブドレン水位は毎時データ(実線が自動稼働ピット)

2. 1 (2) サブドレン稼働に伴う水位変動（1号機タービン建屋周辺）

- ◆ サブドレン水位計および建屋水位計に基づくサブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働により、建屋内外の水位差を確保している。
 - ◆ 稼働ピットの水位を段階的に低下させ、現段階ではT.P.4.0m～4.5m(O.P.5.5m～6.0m)の範囲で管理できている。
 - ◆ 各建屋毎に建屋内外の水位の状況を見ながら、処理設備の稼働状況も考慮し、適宜移送ポンプを稼働して建屋滞留水を移送することで、建屋内外において適切な水位差を確保している。

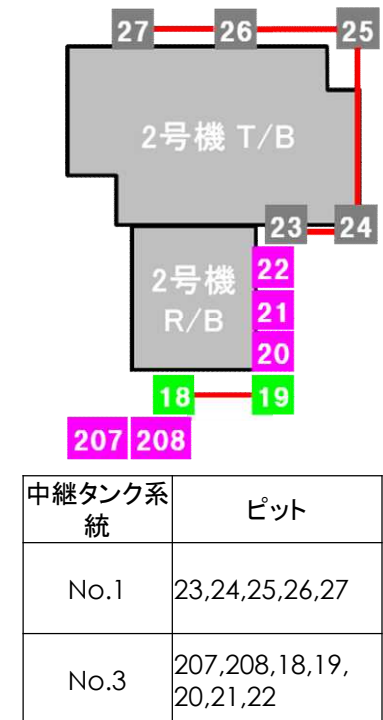
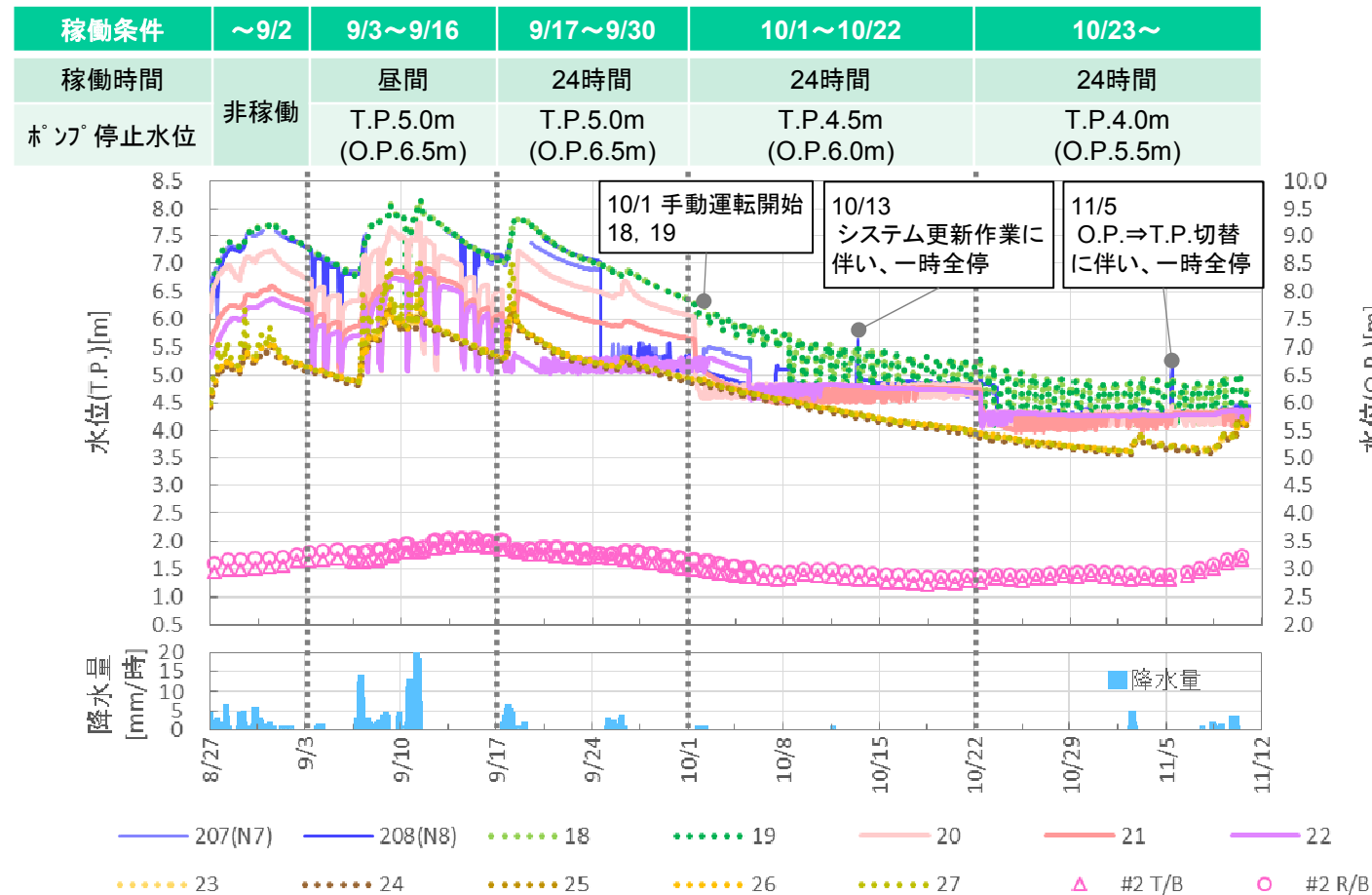


中継タンク系統	ピット
No.1	1,2
No.2	201,202,8,9,203,204,205,206

※T.P.と震災前のO.P.は地点や測量時期により、概ね1.4～1.5mの補正が必要であり、目安として記載しているもの。
 ※サブドレン水位は毎時データ(実線が自動稼働ピット)

2. 2 サブドレン稼働後の建屋内外水位の管理状況（2号機）

- ◆ サブドレン水位計および建屋水位計に基づくサブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働により、建屋内外の水位差を確保している。
 - ◆ 稼働ピットの水位を段階的に低下させ、現段階ではT.P.4.0m～4.5m(O.P.5.5m～6.0m)の範囲で管理できている。
 - ◆ 各建屋毎に建屋内外の水位の状況を見ながら、処理設備の稼働状況も考慮し、適宜移送ポンプを稼働して建屋滞留水を移送することで、建屋内外において適切な水位差を確保している。



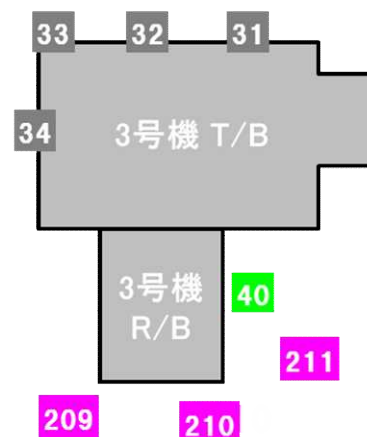
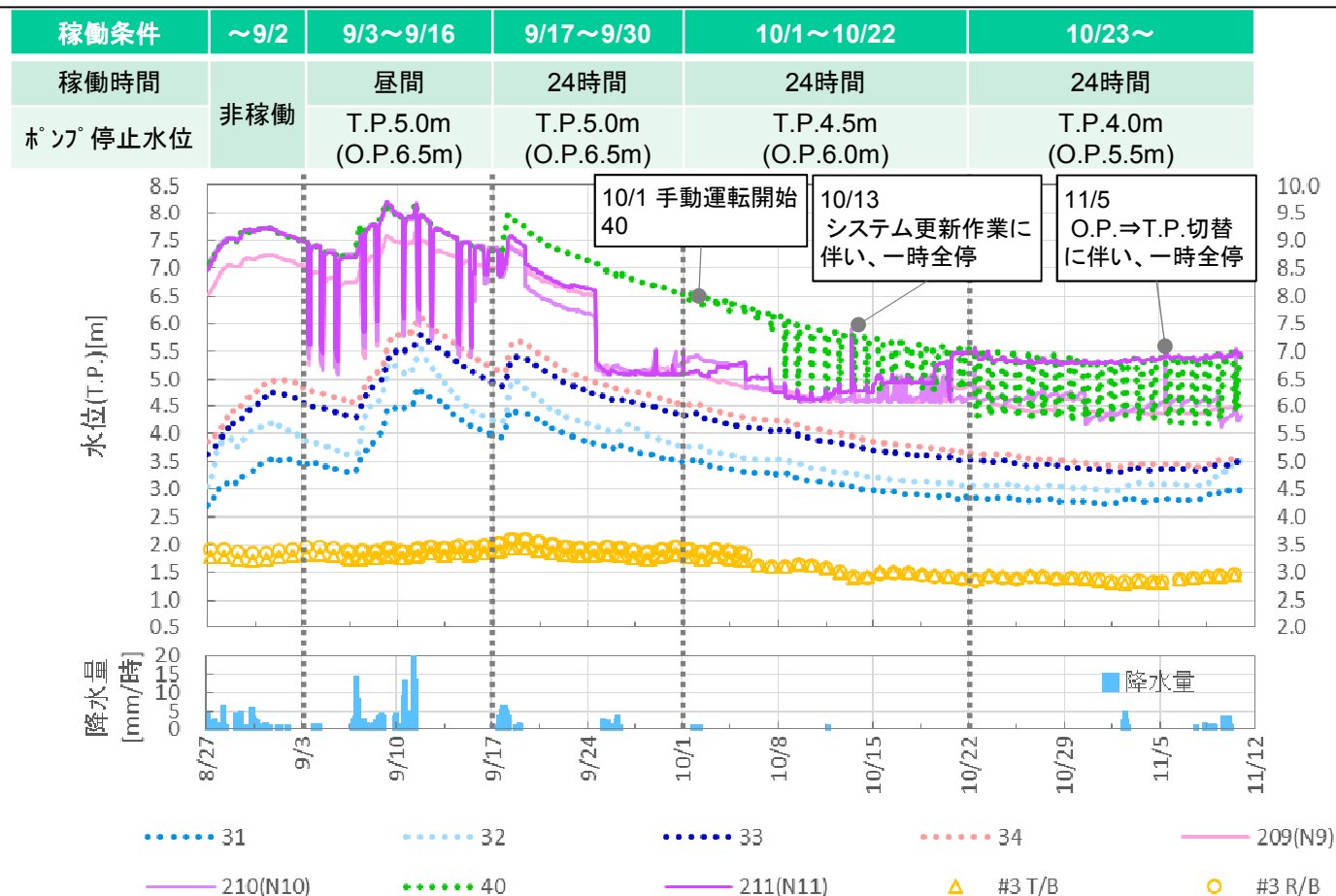
※T.P.と震災前のO.P.は地点や測量時期により、概ね1.4～1.5mの補正が必要であり、目安として記載しているもの。

※サブドレン水位は毎時データ（実線が自動稼働ピット）

注）No.18,19は集水タンクの水質を確認しながら、短時間のくみ上げを実施。

2. 3 サブドレン稼働後の建屋内外水位の管理状況（3号機）

- ◆ サブドレン水位計および建屋水位計に基づくサブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働により、建屋内外の水位差を確保している。
 - ◆ 稼働ピットの水位を段階的に低下させ、現段階ではT.P.4.0m～4.5m(O.P.5.5m～6.0m)の範囲で管理できている。
 - ◆ 各建屋毎に建屋内外の水位の状況を見ながら、処理設備の稼働状況も考慮し、適宜移送ポンプを稼働して建屋滞留水を移送することで、建屋内外において適切な水位差を確保している。



中継タンク系統	ピット
No.1	31,32,33,34
No.3	209
No.4	210,211,40

※T.P.と震災前のO.P.は地点や測量時期により、概ね1.4～1.5mの補正が必要であり、目安として記載しているもの。

※サブドレン水位は毎時データ(実線が自動稼働ピット)

注1) No.40は集水タンクの水質を確認しながら短時間のくみ上げを実施。

注2) 水位が低下していないNo.211は、設備の点検を実施中。

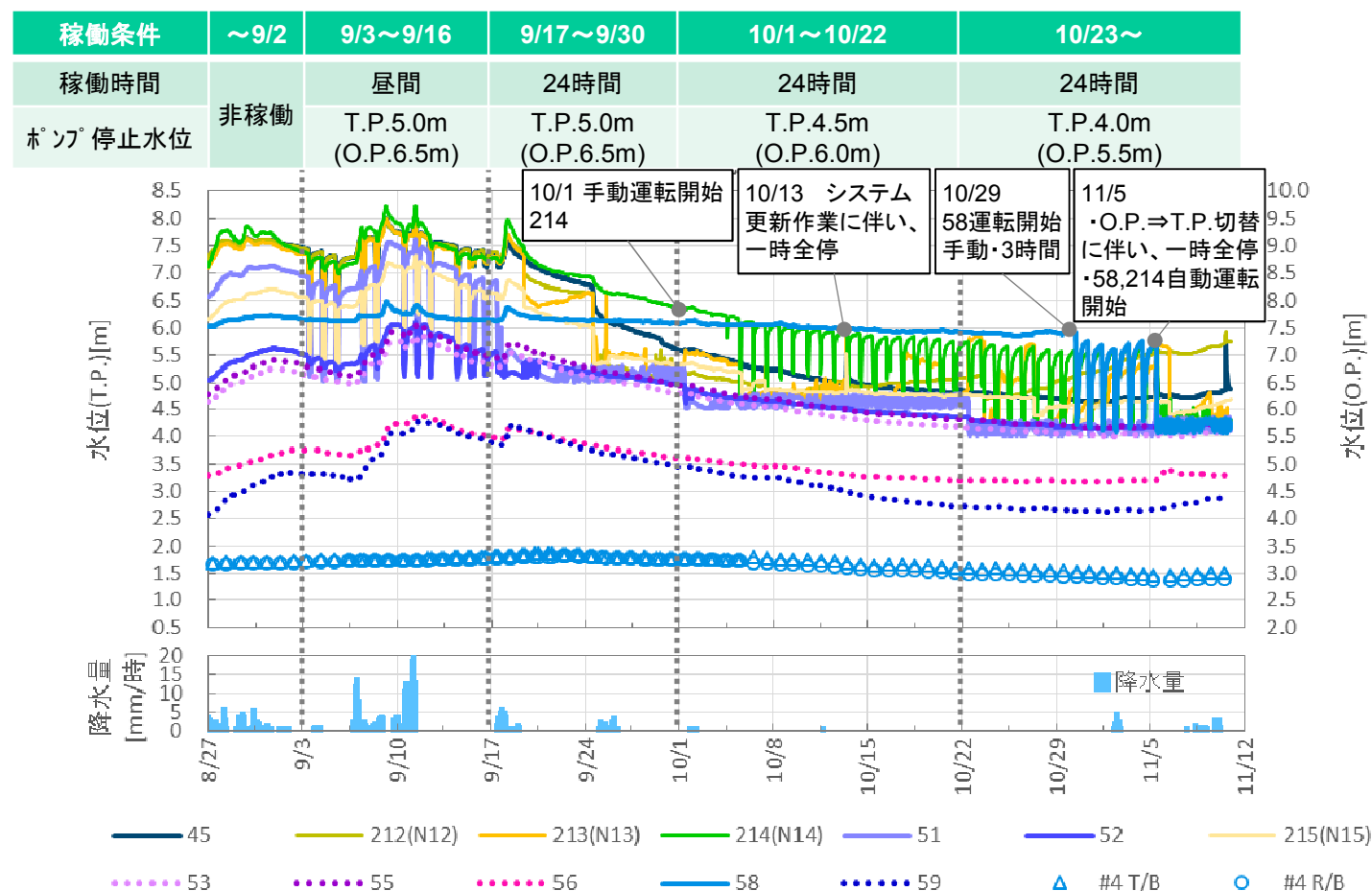


東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

2. 4 サブドレン稼働後の建屋内外水位の管理状況（4号機）

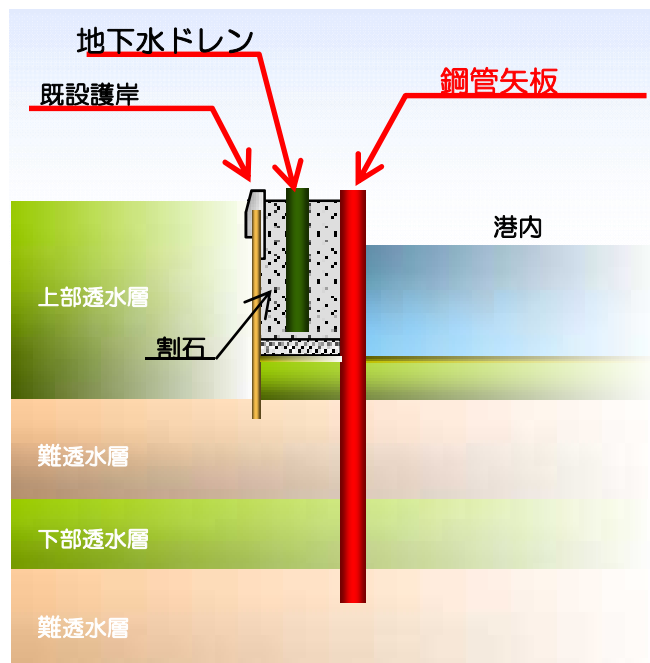
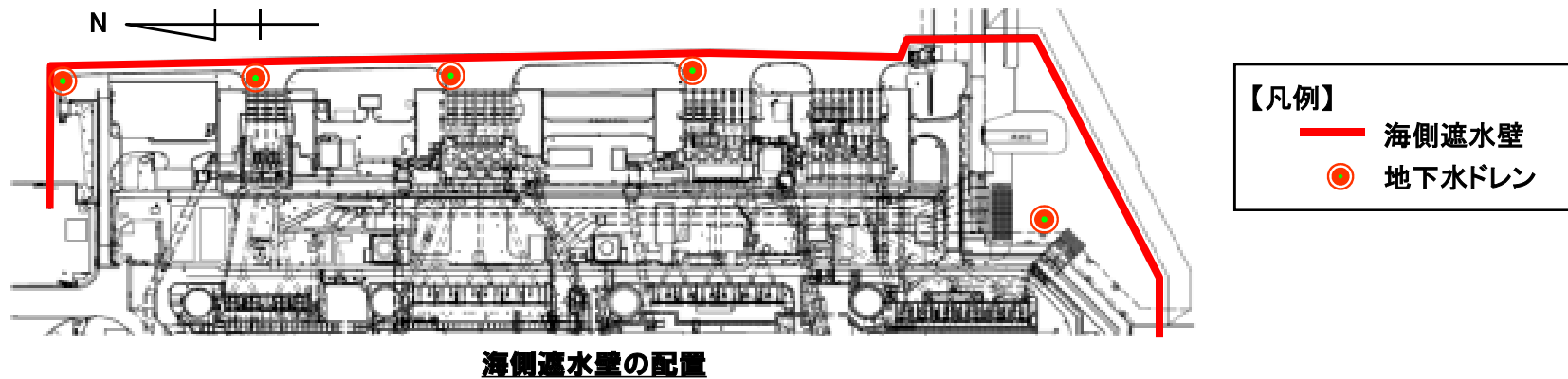
- ◆ サブドレン水位計および建屋水位計に基づくサブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働により、建屋内外の水位差を確保している。
 - ◆ 稼働ピットの水位を段階的に低下させ、現段階ではT.P.4.0m～4.5m(O.P.5.5m～6.0m)の範囲で管理できている。
 - ◆ 各建屋毎に建屋内外の水位の状況を見ながら、処理設備の稼働状況も考慮し、適宜移送ポンプを稼働して建屋滞留水を移送することで、建屋内外において適切な水位差を確保している。



※T.P.と震災前O.P.は地点や測量時期により、概ね1.4～1.5mの補正が必要であり、目安として記載しているもの。
※サブドレン水位は毎時データ（実線が自動稼働ピット）

- 注1) 海側サブドレンNo.58は10/29より短時間運転を開始し、11/5より、24時間連続稼働へ移行。
注2) No.214は短時間のくみ上げを実施し水質が改善されたため、11/5より24時間連続稼働へ移行。
注3) 水位が低下していないNo.212は設備の点検を実施中。

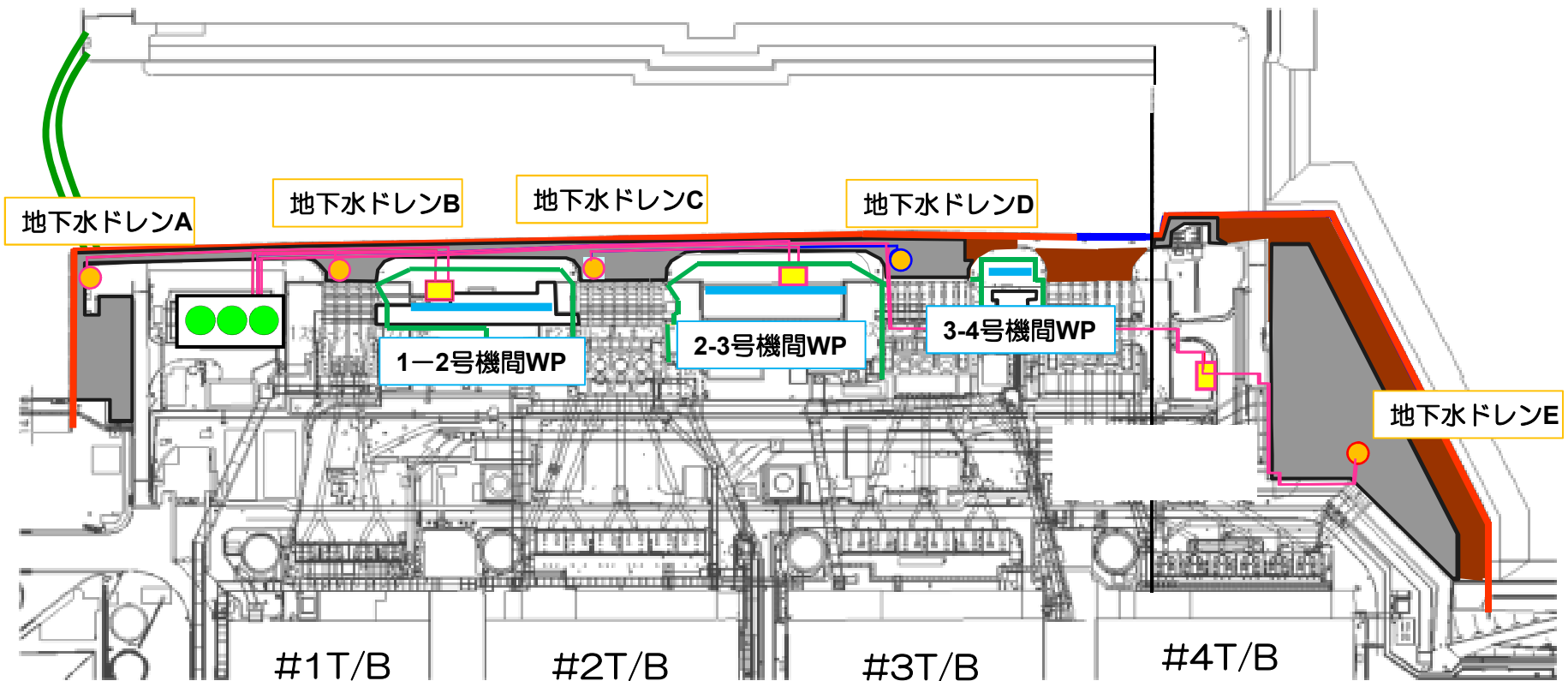
3. 1 海側遮水壁設置概要



設置状況



3. 2 O.P.4m盤地下水くみ上げ関係設備配置図（地下水ドレン及びウェルポイント）

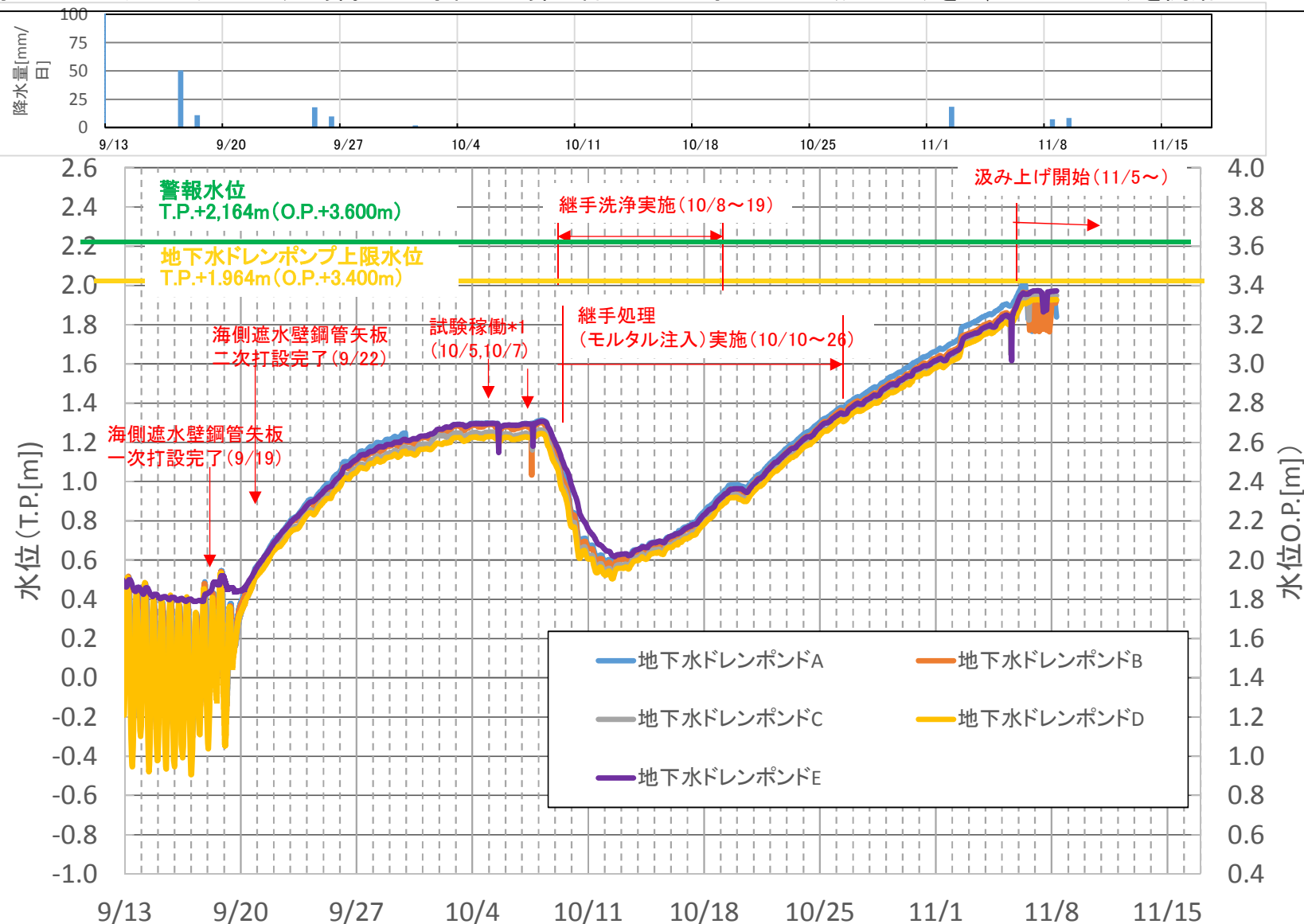


【凡例】

- 海側遮水壁
- 地盤改良（水ガラス）
- ウェルポイント（WP）（3箇所）
- 地下水ドレンポンド（5箇所）
- 地下水ドレン中継タンク（3箇所）
- 地下水ドレン配管
- 集水タンク
- 埋立てエリア（フェーシング済）
- 埋立てエリア（未フェーシング）

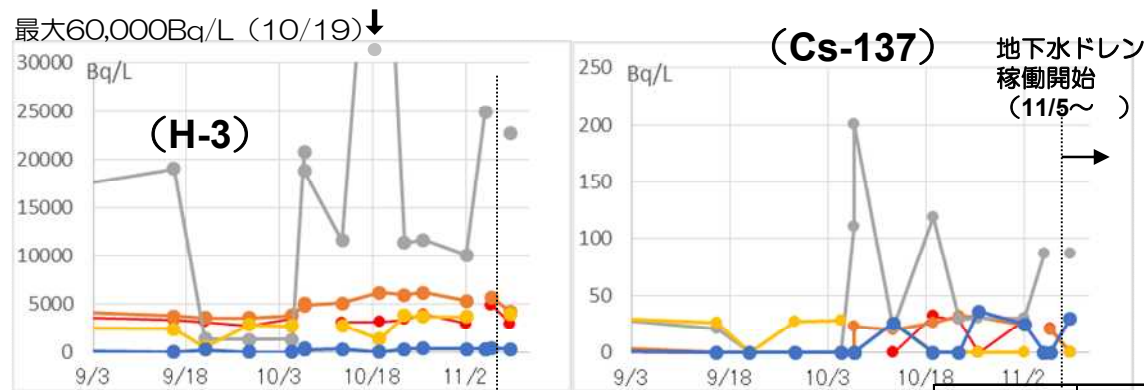
3. 3 海側遮水壁の閉合作業と地下水ドレン水位の変動

- ◆ 地下水ドレンポンド水位は、鋼管矢板打設完了後上昇し、継手洗浄（10/8～9, 19）後に一時低下がみられたが、継手へのモルタル注入により上昇。地下水位の上昇に合わせて地下水ドレンの汲み上げを11/5～くみ上げを開始している。



【参考】地下水ドレン稼働状況

- ◆ 地下水ドレンポンドよりくみ上げた地下水は、サブドレン他水処理施設の浄化性能に影響を及ぼさないことや排水運用基準を満足するように、サブドレン集水タンクおよびタービン建屋へ移送する運用を実施している。
- ◆ 「地下水ドレンくみ上げ量が4m盤くみ上げ量として想定していた100m³/日程度を大きく上回っていること」, 「くみ上げ水に含まれる放射性物質濃度が高い状態が続いている」ことから、現状ではタービン建屋への移送量が多い状態が続いている。



11/02のH-3は監視分析法による速報値

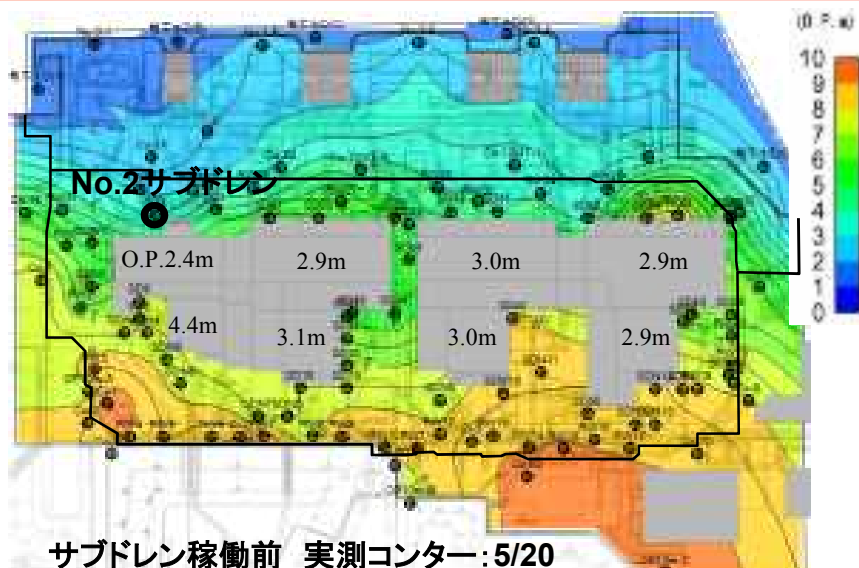


地下水ドレンポンド移送実績

	地下水ドレンポンド				
	A	B	C	D	E
移送先	T/B	T/B	SD	—	SD
制御方法	自動	自動	手動(1m3)	—	昼間自動
11月5日	0		1		10
11月6日	65		1		3
11月7日	132		1		24
11月8日	150		1		30
移送先	T/B	—	T/B	—	SD
制御方法	自動	—	自動	—	昼間自動
11月9日	128		50		37

移送先のT/Bはタービン建屋、SDはサブドレン集水タンク
移送量は、0:00~24:00データを集計

3. 4 中粒砂岩層の実測地下水位に基づく水位分布（絶対値）

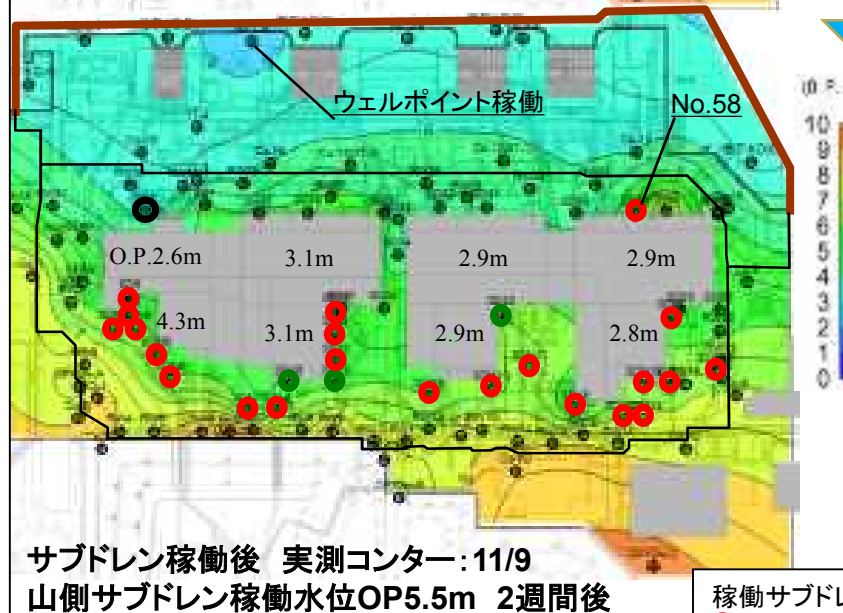
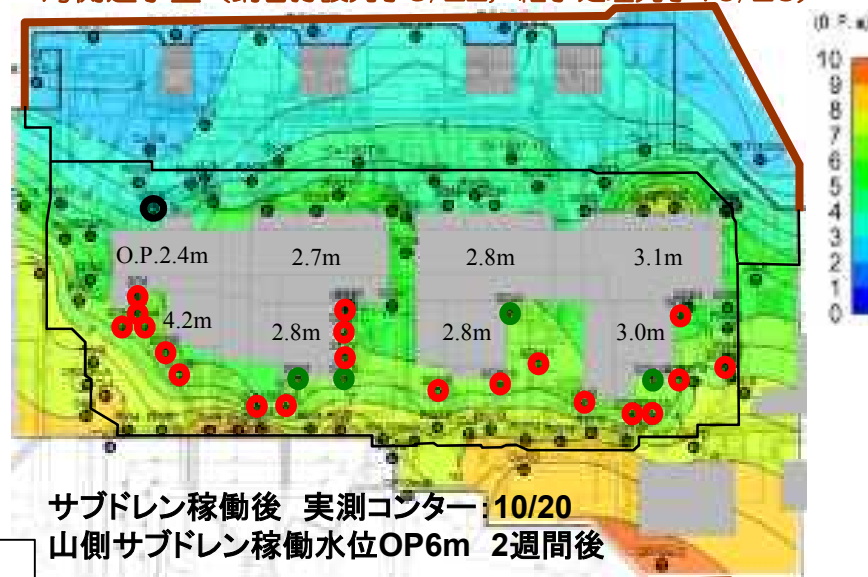


- 建屋間や建屋山側周辺における地下水位は、サブドレン稼働前は凹凸が見られるが、サブドレン稼働後は水位のバラツキが小さくなっている。また、更に山側において高い水位が見られた箇所についても低下してきており、サブドレン稼働後は等水位線が南北方向に平行に分布している。
- 海側の地下水位については、海側遮水壁閉合後、全体に上昇している。閉合前に低い水位を示していたNo.2サブドレンの水位が上昇しており、また、No.58サブドレンの稼働によって、周辺の地下水位が低下することで、南北方向での水位のバラツキが小さくなっている。
- 建屋海側～海側遮水壁間の地下水位はO.P.3mを上回っており※、タービン建屋水位が最も低い水位となってきた。従って、地下水の流れは建屋へ流れ込む方向となってきた。

→陸側遮水壁閉合によって山側からの地下水流入が低減しても、建屋水位と逆転する懸念は小さくなってきたと考えている。

※：1-2号間ウェルポイント稼働により低い水位となっている海側遮水壁近傍の箇所を除く。

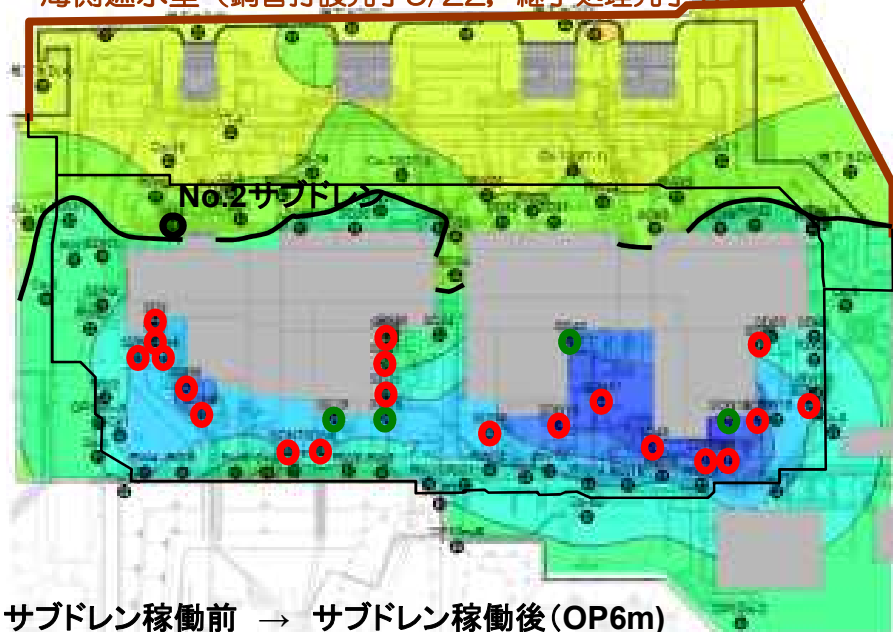
海側遮水壁（鋼管打設完了9/22，継手処理完了10/26）



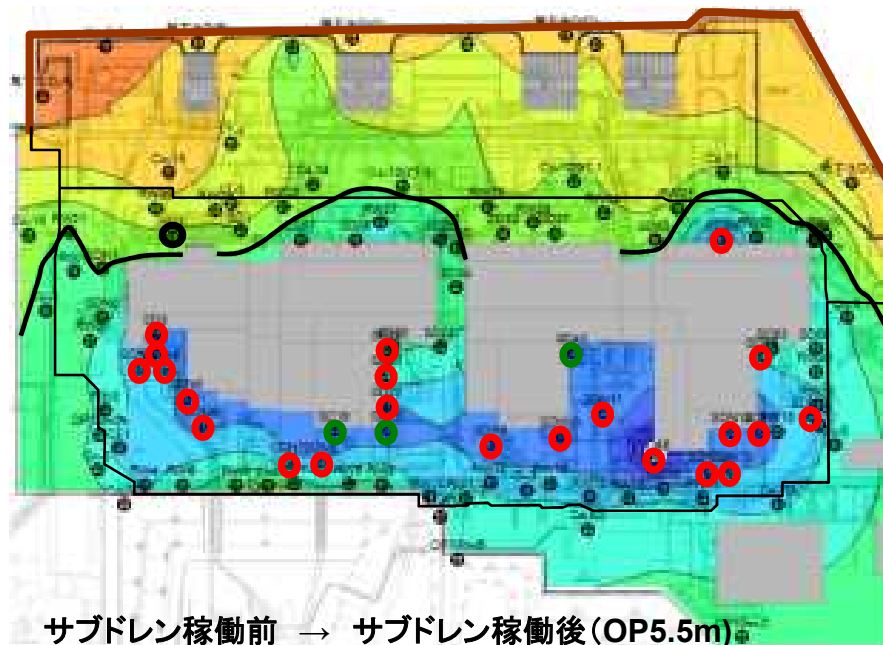
稼働サブドレン
● : 自動
● : 手動

3. 5 中粒砂岩層の実測地下水位に基づく水位変化変動分布（変化量）

海側遮水壁（鋼管打設完了9/22，継手処理完了10/26）

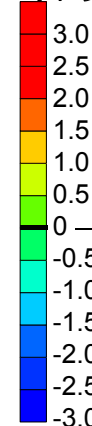


サブドレン稼働前 → サブドレン稼働後(OP6m)
(5/20) → (10/20)



サブドレン稼働前 → サブドレン稼働後(OP5.5m)
(5/20) → (11/9)

水位変動(m)



水位上昇

水位低下

稼働サブドレン

○ : 自動

○ : 手動

- 建屋海側～海側遮水壁間は全体的に地下水位が上昇しており，建屋山側は地下水位が低下している。
- 建屋山側の地下水位はサブドレンピットを中心に低下しており，サブドレン稼働水位の低下に伴って，地下水位の低下量が大きくなっている。サブドレンピット間が離れているところについては，水位低下の効果が小さい。
- 建屋海側の地下水位は海側遮水壁閉合後全体に地下水位が上昇しており，上昇はタービン建屋近傍までおよんでいる。また，10/22に山側サブドレンの稼働水位をO.P.+6→5.5mに低下させているにもかかわらず，建屋海側の地下水位は上昇が認められる。

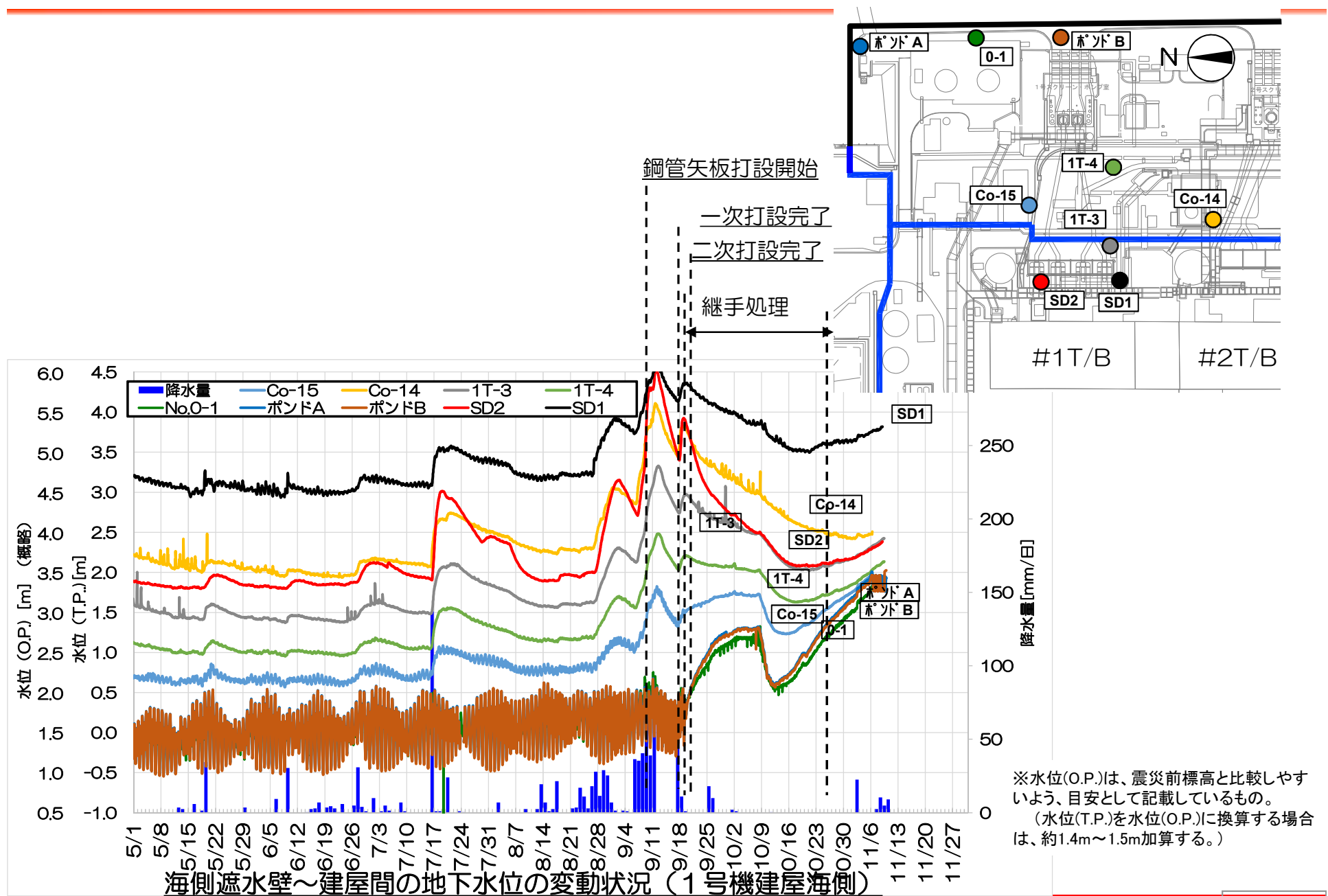


東京電力

無断複製・転載禁止 東京電力株式会社

地下水位変動分布はサブドレン・注水井・観測井の実測の水位から，Golden Software社のソフトウェアSurfer ver13を用いてKriging法に基づいて作成した。

【参考】 海側遮水壁～建屋間の地下水位の変動状況（1号機海側）



4. まとめ 凍結開始前に確認する事項（確認状況）

- 凍結開始前に確認する事項についての確認状況については、第37回特定原子力施設 監視・評価検討会における確認状況と合わせて以下になる。（赤字が前回の監視・評価検討会以降に確認した状況）

（1）建屋滞留水移送装置の性能確認

- 確認済み。追加設置した建屋滞留水移送装置は、従来設備以上の移送性能を確保するとともに、監視および制御機能の向上を図っており、それぞれの機器について所定の性能を確認している。（現在稼働中）。

（2）サブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働による建屋内外の水位差管理

- 確認済み。サブドレン水位計および建屋水位計に基づくサブドレン稼働・建屋滞留水移送ポンプ稼働により、建屋内外の水位差を確保している。
- その後、サブドレン稼働水位を低下させた状況においても、継続して、建屋内外の水位差を確保していることを確認している。

（3）建屋海側サブドレン水位が海側遮水壁閉合後において上昇・維持すること

- 海側遮水壁～建屋間の地下水位の変動状況
 - ◆ 海側遮水壁閉合後、海側遮水壁～建屋海側間の地下水位は全体にO.P.+3m以上に上昇しており、タービン建屋水位が最も低い水位となってきた。
- 従って、地下水の流れは建屋へ流れ込む方向となってきた。
- 陸側遮水壁閉合によって山側からの地下水流入が低減しても、建屋水位と逆転する懸念は小さくなってきたと考えている。

4. (2) 凍結開始前に確認する事項（確認状況）

(4) 注水井に設計量の注水が出来ること

- 確認済み。全ての注水井において設計量の注水が可能であることを確認した。
- 注水による水位維持の効果については陸側遮水壁閉合後に確認する。

(5) 試験凍結における確認事項

- 確認済み（延長1,500mの陸側遮水壁ラインの本格凍結を実施した場合に生じる特殊な凍結条件（システム規模の大きさ等）が、凍結性能へ及ぼす顕著な影響は確認されなかった。）

■ 地下水ドレンの稼働状況

- 「地下水ドレンくみ上げ量が4m盤くみ上げ量として想定していた100m³/日程度を大きく上回っていること」，「くみ上げ水に含まれる放射性物質濃度が高い状態が続いている」ことから，現状ではタービン建屋への移送量が多い状態が続いており，汚染水発生量の抑制のためには地下水ドレンくみ上げ量を低減する必要がある。
- 今後，サブドレン稼働水位を低下させていくことにより地下水ドレンくみ上げ量を低減させていく。加えて，陸側遮水壁閉合によりO.P.4m盤への地下水流入を抑制していくことで地下水ドレンくみ上げ量を更に低減していく。

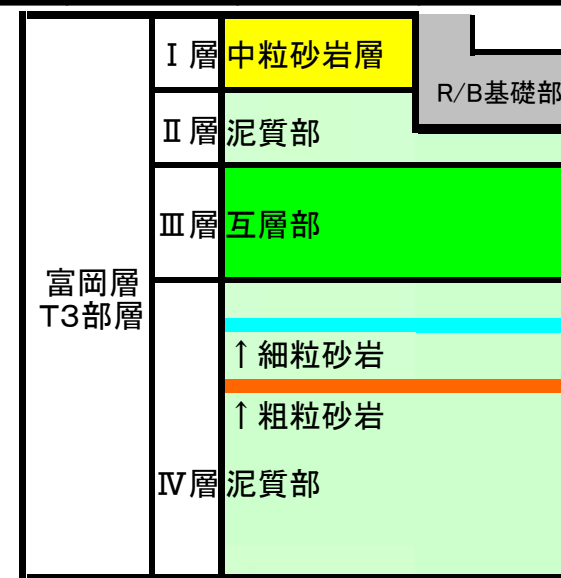
以下参考

【参考】サブドレンピット深さと地層の関係

	建屋	ピット No.	内径 (m)	材料	有孔ヒューム管 区間 O.P.(m)	ピット内底 レベル O.P.(m)	ピット内 底の地 層
サブドレン 既設ピット	1号機	1	1.2	ヒューム管	3.0～-3.0	-3.8	Ⅱ層
		2	1.2	ヒューム管	3.0～-3.0	-3.8	Ⅱ層
		8	1.2	ヒューム管	3.0～-3.0	-3.8	Ⅱ層
		9	1.2	ヒューム管	3.0～-3.0	-3.8	Ⅱ層
	2号機	18	1.0	ヒューム管	—	-1.6	Ⅱ層
		19	1.2	ヒューム管	—	-3.8	Ⅱ層
		20	1.2	ヒューム管	3.0～-3.5	-3.8	Ⅱ層
		21	1.2	ヒューム管	3.0～-3.5	-3.8	Ⅱ層
		22	1.2	ヒューム管	3.0～-3.5	-3.8	Ⅱ層
		23	1.0	ヒューム管	—	-1.6	Ⅰ層
		24	1.2	ヒューム管	—	-3.8	Ⅱ層
		25	1.2	ヒューム管	—	-4.2	Ⅰ層
		26	1.0	ヒューム管	—	-2.0	Ⅰ層
		27	1.0	ヒューム管	2.6～-4.0	-4.2	Ⅱ層
	3号機	31	1.2	ヒューム管	3.1～-1.9	-2.8	Ⅰ層
		32	1.2	ヒューム管	3.1～-1.9	-2.8	Ⅰ層
		33	1.2	ヒューム管	2.5～-2.5	-3.3	Ⅰ層
		34	1.2	ヒューム管	2.5～-3.5	-4.3	Ⅱ層
		40	1.0	ヒューム管	1.7～-1.3	-2.2	Ⅰ層

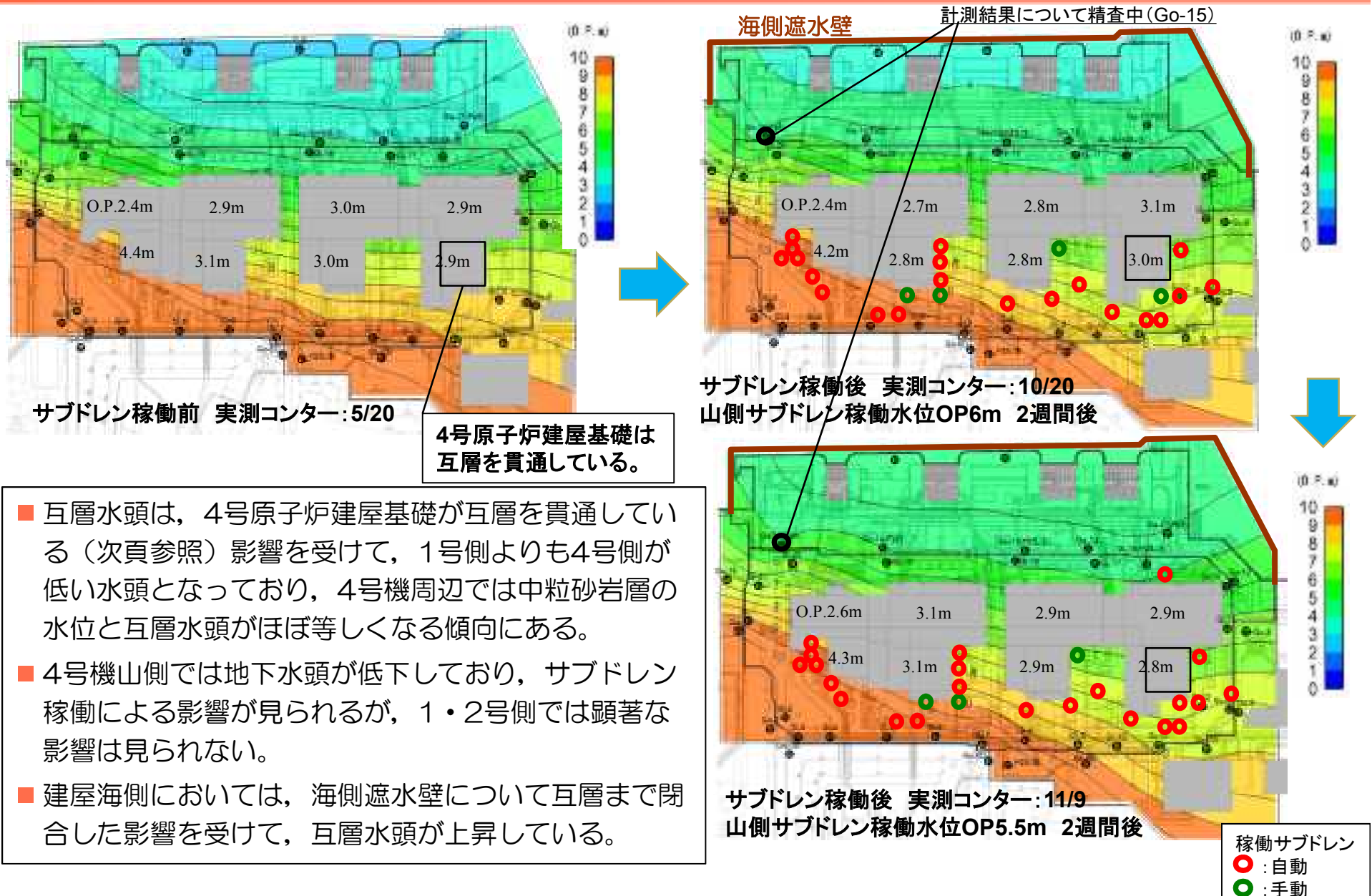
	建屋	ピット No.	内径 (m)	材料	有孔ヒューム管 区間 O.P.(m)	ピット内底 レベル O.P.(m)	ピット内 底の地 層
サブドレン 既設ピット	4号機	45	1.2	ヒューム管	2.7～-3.3	-4.3	Ⅱ層
		51	1.2	ヒューム管	—	-2.9	Ⅱ層
		52	1.0	ヒューム管	1.7～-1.3	-2.2	Ⅱ層
		53	1.0	ヒューム管	—	-3.6	Ⅱ層
		55	1.2	ヒューム管	—	-4.3	Ⅱ層
		56	1.2	ヒューム管	2.5～-3.5	-4.3	Ⅱ層
		58	0.9	ヒューム管	3.1～-1.9	-2.8	Ⅰ層
		59	1.2	ヒューム管	2.5～-3.5	-4.3	Ⅱ層
	サブドレン 新設ピット	201～215	0.2	ステンレス鋼	6.5～-1.5	-4.0	Ⅱ層

富岡層 T3部層	Ⅰ層	中粒砂岩層	R/B基礎部
	Ⅱ層	泥質部	
	Ⅲ層	互層部	
			↑細粒砂岩



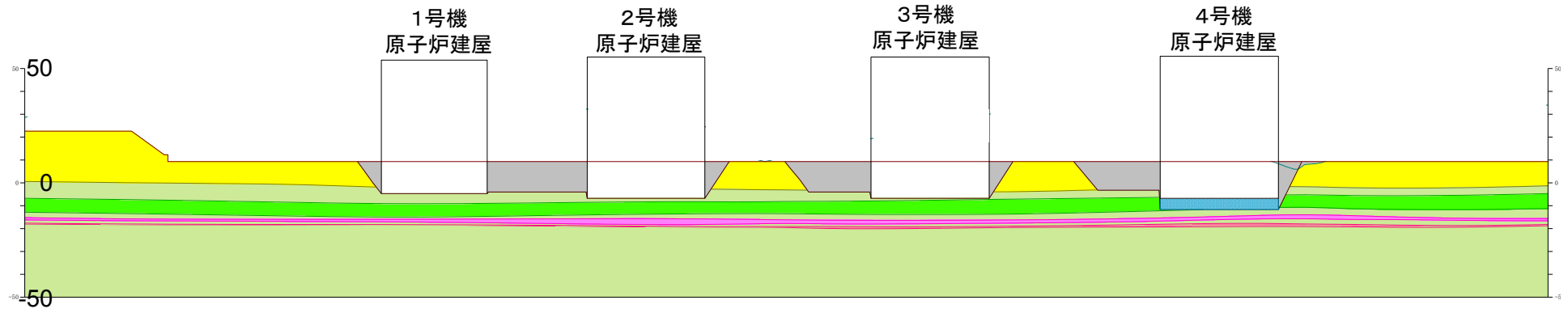
1～4号機建屋周辺の地層層序

【参考】 互層部の実測地下水頭に基づく水頭分布（絶対値）



【参考】建屋周辺の地質状況（1～4号機原子炉建屋位置の南北断面）

■ 4号機原子炉建屋は互層部を貫通している。1～3号機の原子炉建屋は中粒砂岩層下に位置する泥質部の上に構築されている。

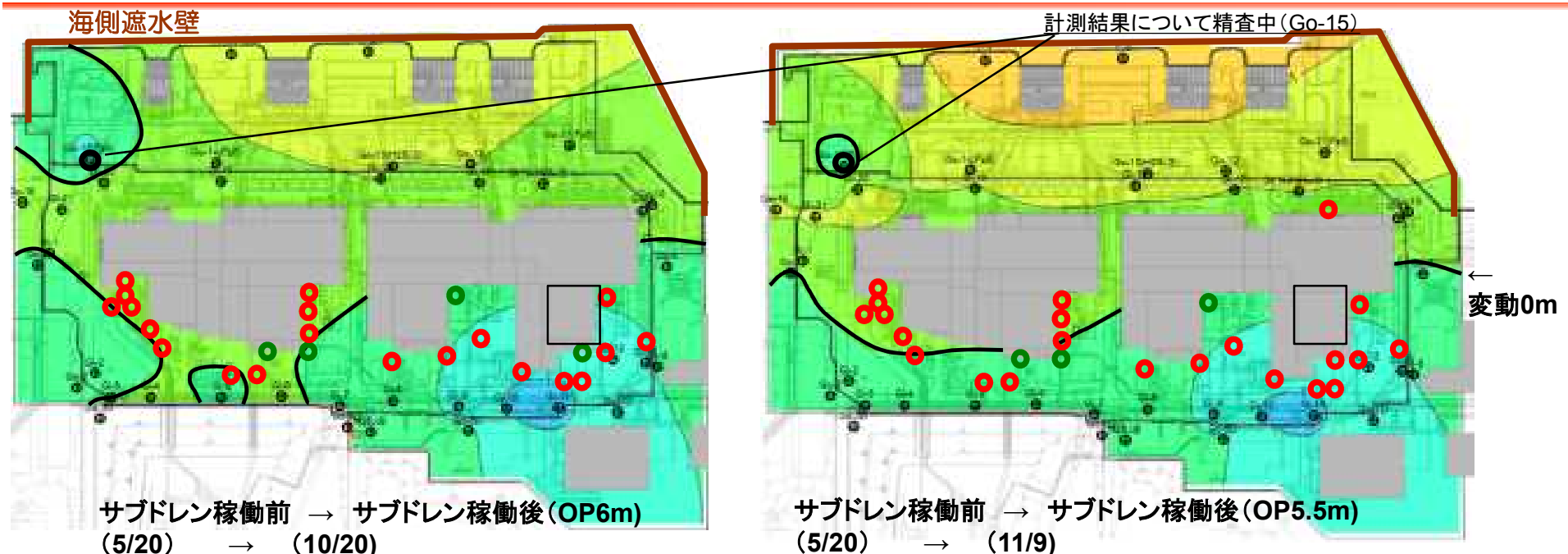


- 埋戻土
- 扇丘堆積層
- 中粒砂岩層（Ⅰ層）
- 泥質部（Ⅱ層・Ⅳ層）
- 互層部（Ⅲ層）
- 細粒砂岩層（Ⅳ層内）
- 粗粒砂岩層（Ⅳ層内）

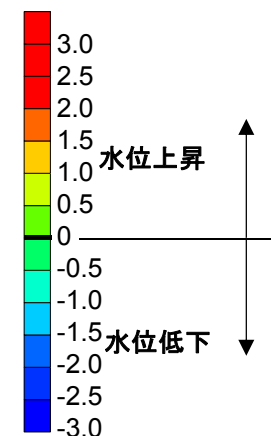
MMR

薄緑色が新第三紀富岡層群内の固結泥質岩盤層

【参考】互層部の実測地下水頭に基づく地下水頭変動分布（変化量）

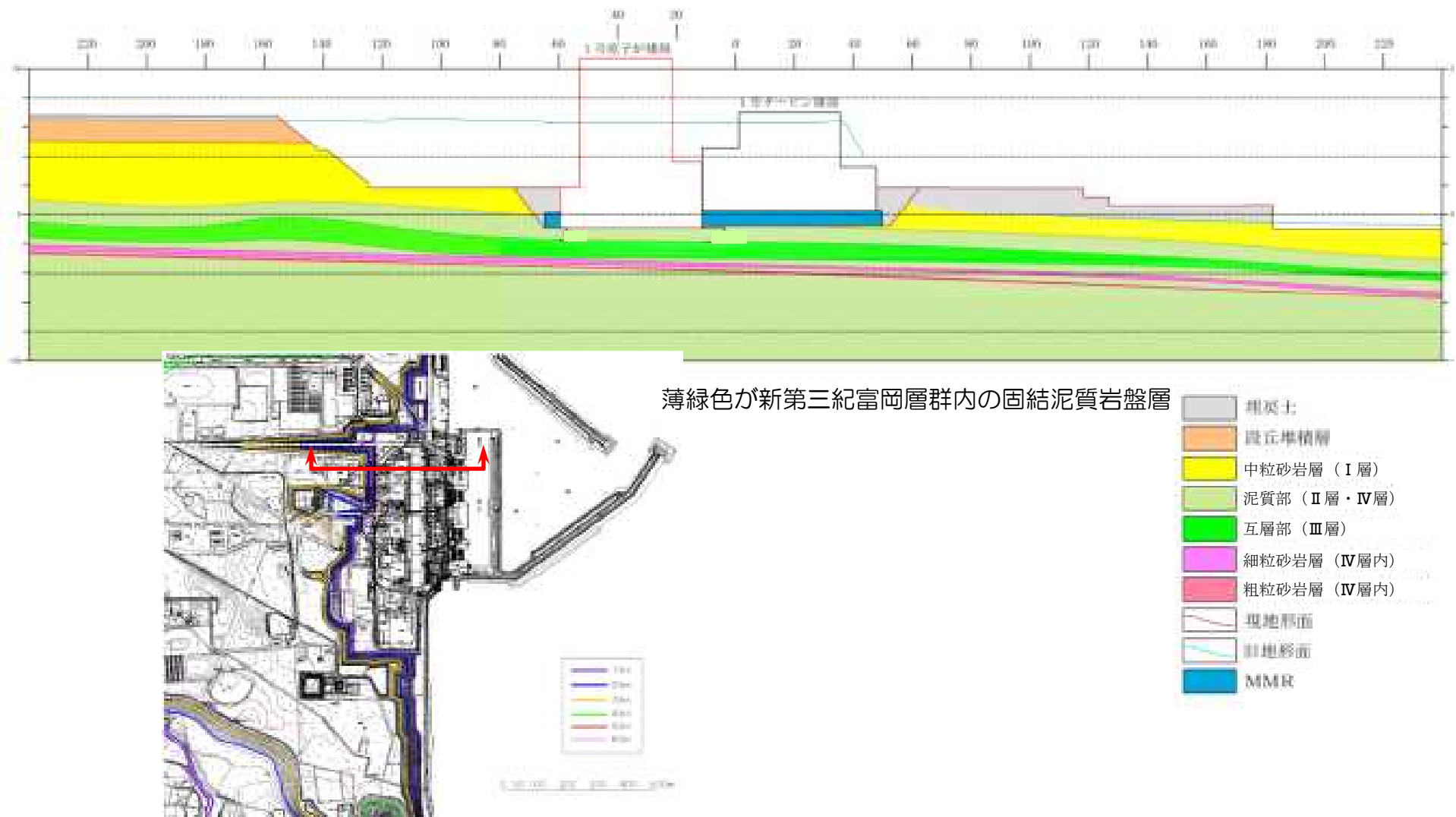


- 4号機山側では地下水頭が低下しており、サブドレン稼働による影響が見られるが、1・2号側では顕著な影響は見られない。
- 海側遮水壁閉合後、建屋海側の互層水頭は上昇しており、その影響は建屋周辺まで及んでいる。
- 中粒砂岩層の地下水位に比べて互層水頭の変動が0mのラインが山側に位置していることから、サブドレン稼働による互層水頭への影響は、中粒砂岩層の地下水位への影響よりも小さい。



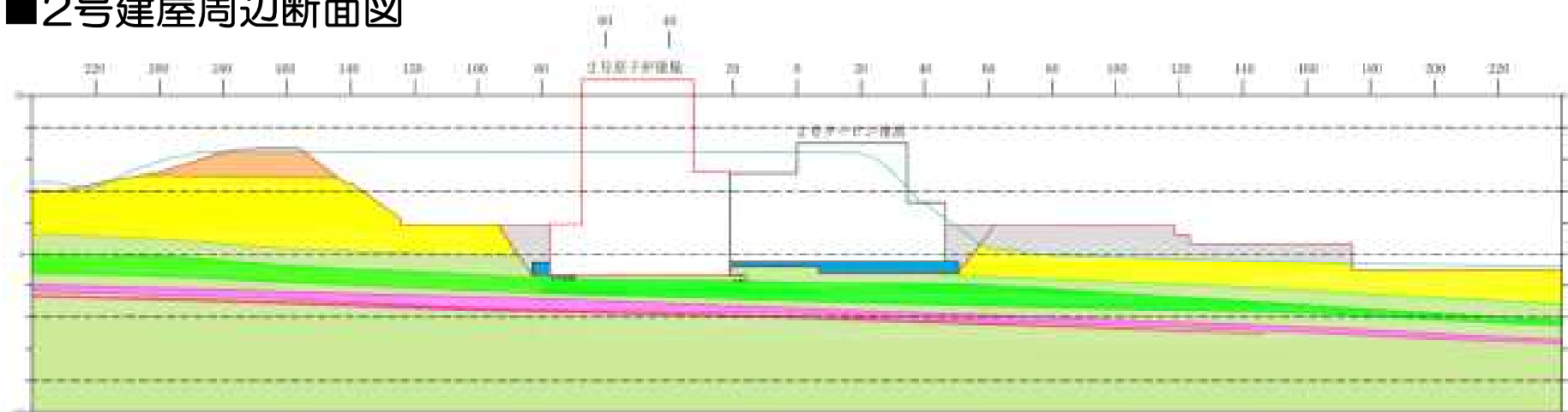
稼働サブドレン
● : 自動
● : 手動

【参考】建屋周辺の地質状況（1号機東西断面）



【参考】建屋周辺の地質状況（2号機東西断面）

■2号建屋周辺断面図



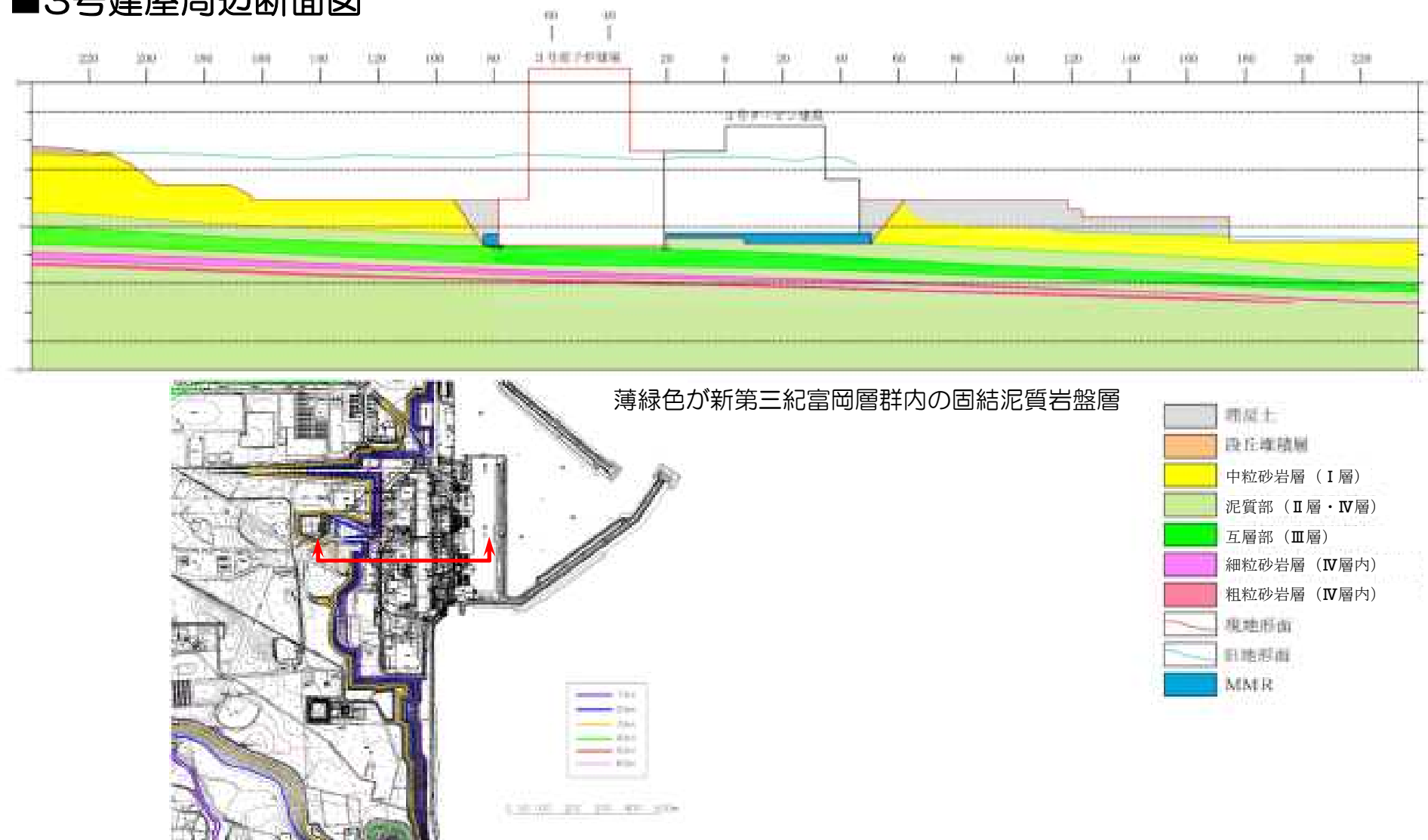
薄緑色が新第三紀富岡層群内の固結泥質岩盤層



- 埋戻土
- 段丘堆積層
- 中粒砂岩層（Ⅰ層）
- 泥質部（Ⅱ層・Ⅳ層）
- 互層部（Ⅲ層）
- 細粒砂岩層（Ⅳ層内）
- 粗粒砂岩層（Ⅳ層内）
- 現地面
- 旧地面
- MIR

【参考】建屋周辺の地質状況（3号機東西断面）

■3号建屋周辺断面図



【参考】建屋周辺の地質状況（4号機東西断面）

■4号建屋周辺断面図

