

4m盤汲上抑制対策及び サブドレン他の強化策について

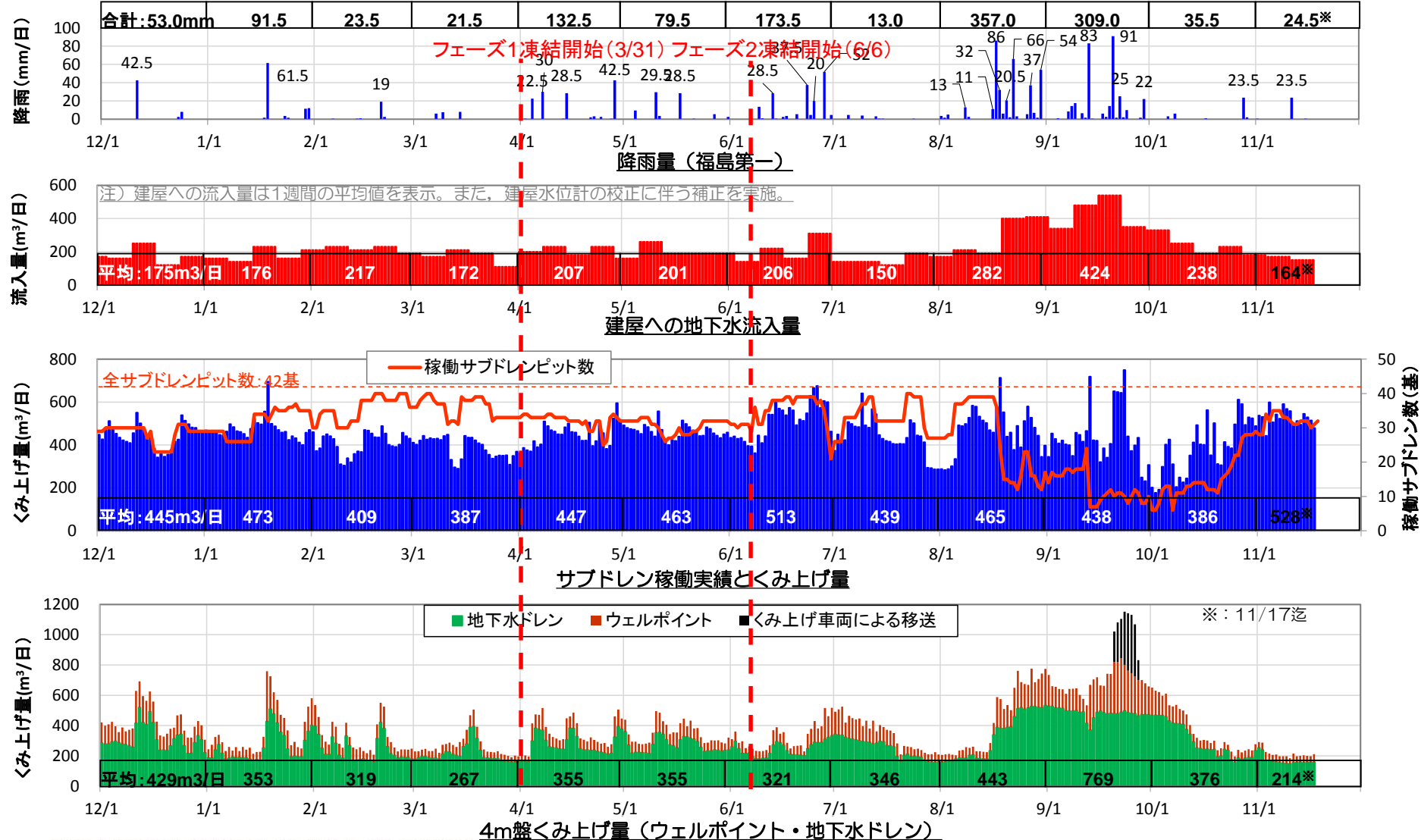
2016年11月25日



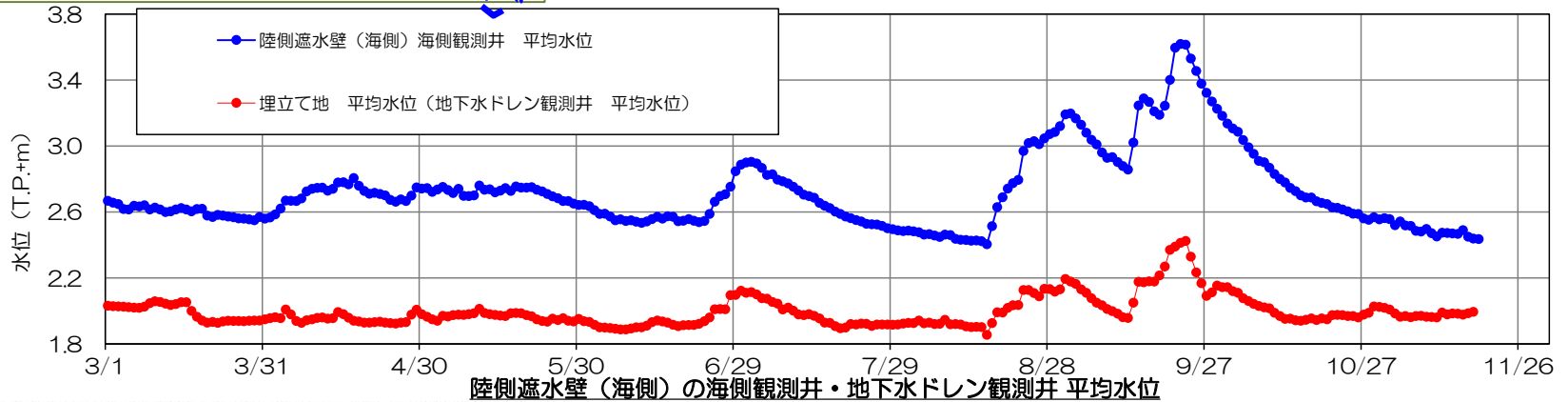
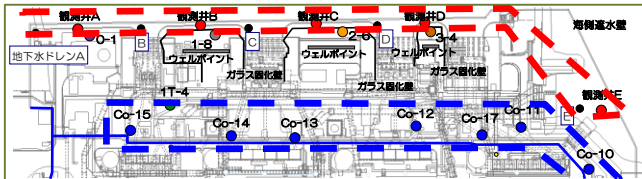
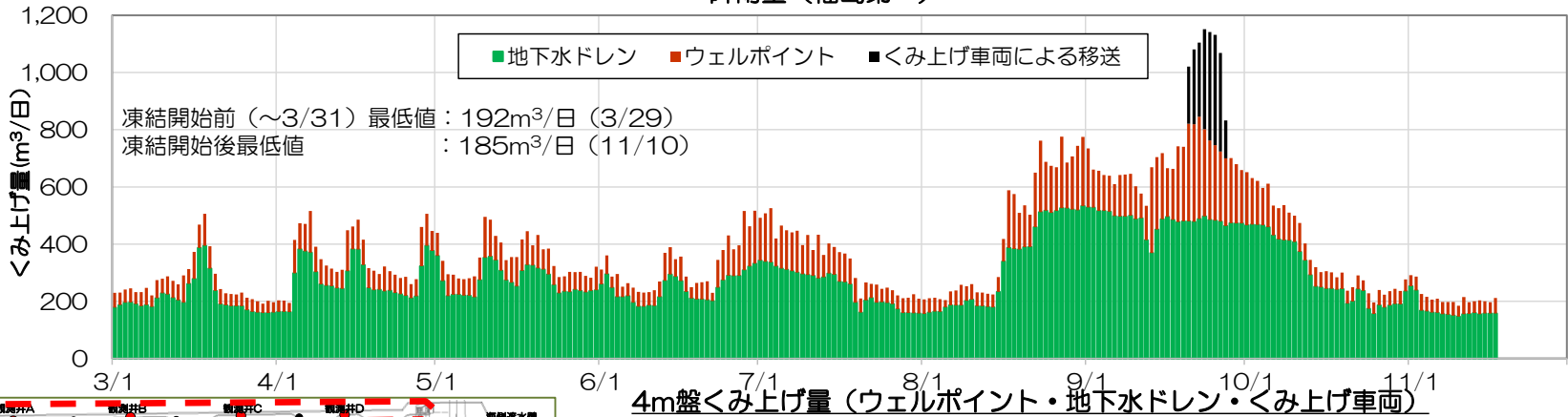
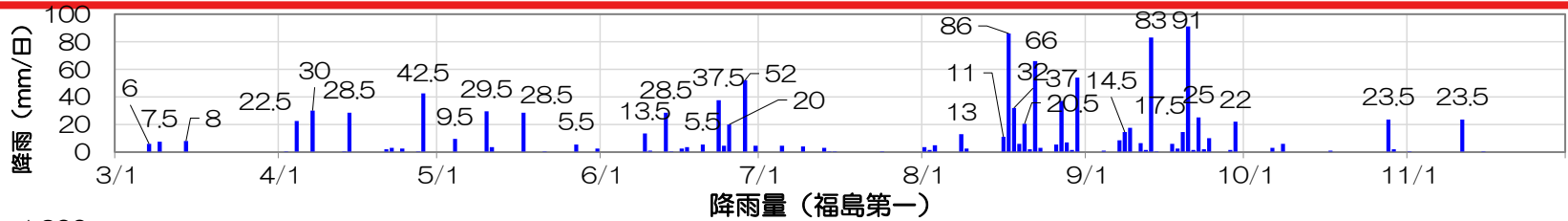
東京電力ホールディングス株式会社

1-1. 1F降雨と建屋への地下水流入量・各くみ上げ量の推移

- ・建屋流入量の平均値については、7月までは200m³/日前後で推移していたが、8月中旬以降、降雨の影響により増加。
- ・サブドレンのくみ上げ量の平均値については、400~500m³/日程度で推移していたが、8月中旬以降、地下水ドレンのくみ上げ量増加に伴い稼働数が減少。
- ・4m盤くみ上げ量の平均値については、7月までは350m³/日前後で推移していたが、8月中旬以降、降雨の影響により増加。

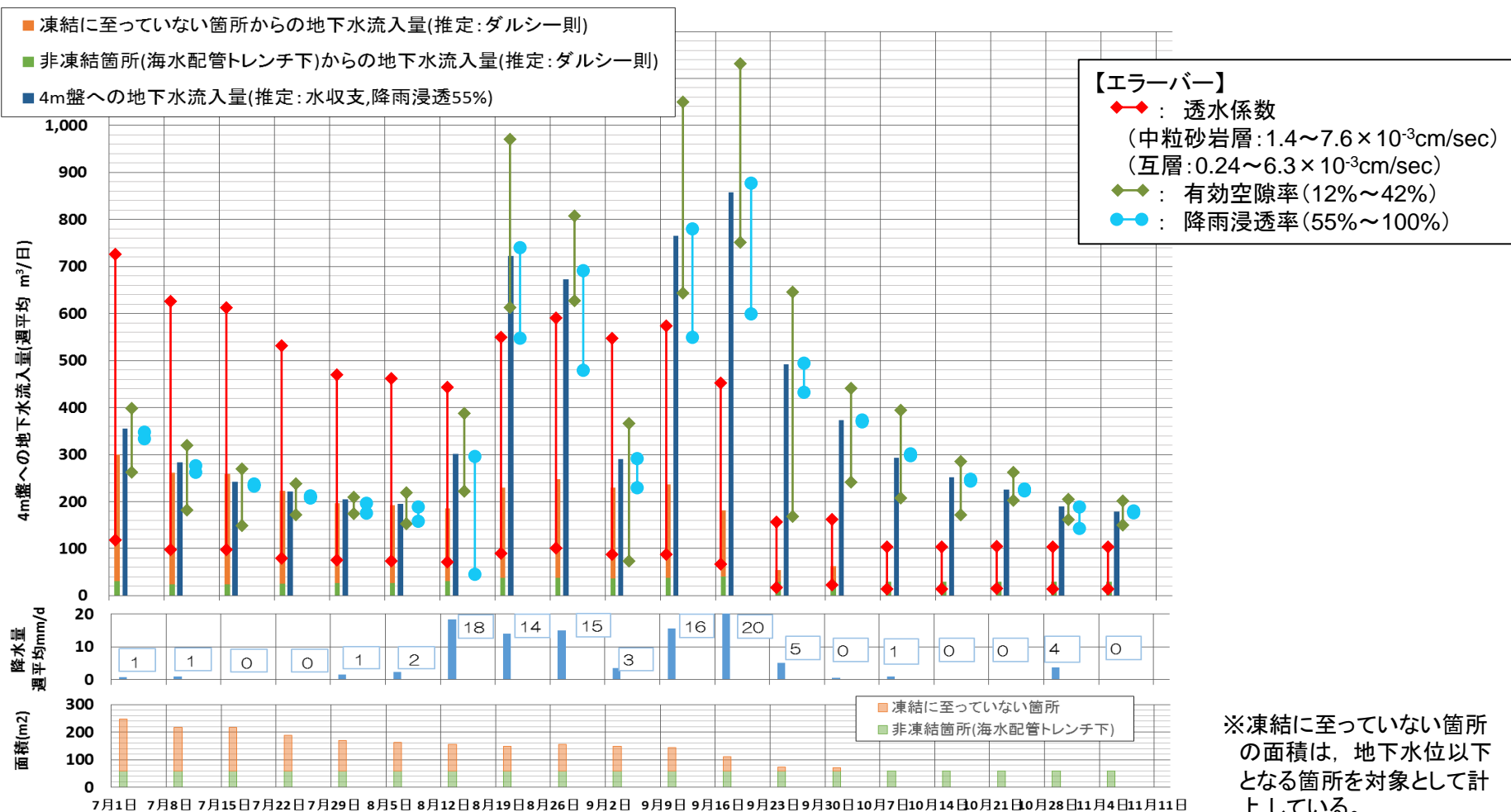


1-2. 4m盤くみ上げ量と陸側遮水壁の海側および埋立て地水位の推移 **TEPCO**



1-3. 4m盤への地下水流入量 「水収支による推定値」と「未凍結面積と内外水位差による推定値」の比較

- 「水収支に基づく4m盤への地下水流入量の推定値」と「陸側遮水壁(海側)の凍結に至っていない箇所・非凍結箇所(1~4号海水配管トレンチ下)の面積と内外水位差からの推定値」について、週毎に比較した。
- どちらの推定方法も仮定条件下のものであり、不確実性を含んでいる。



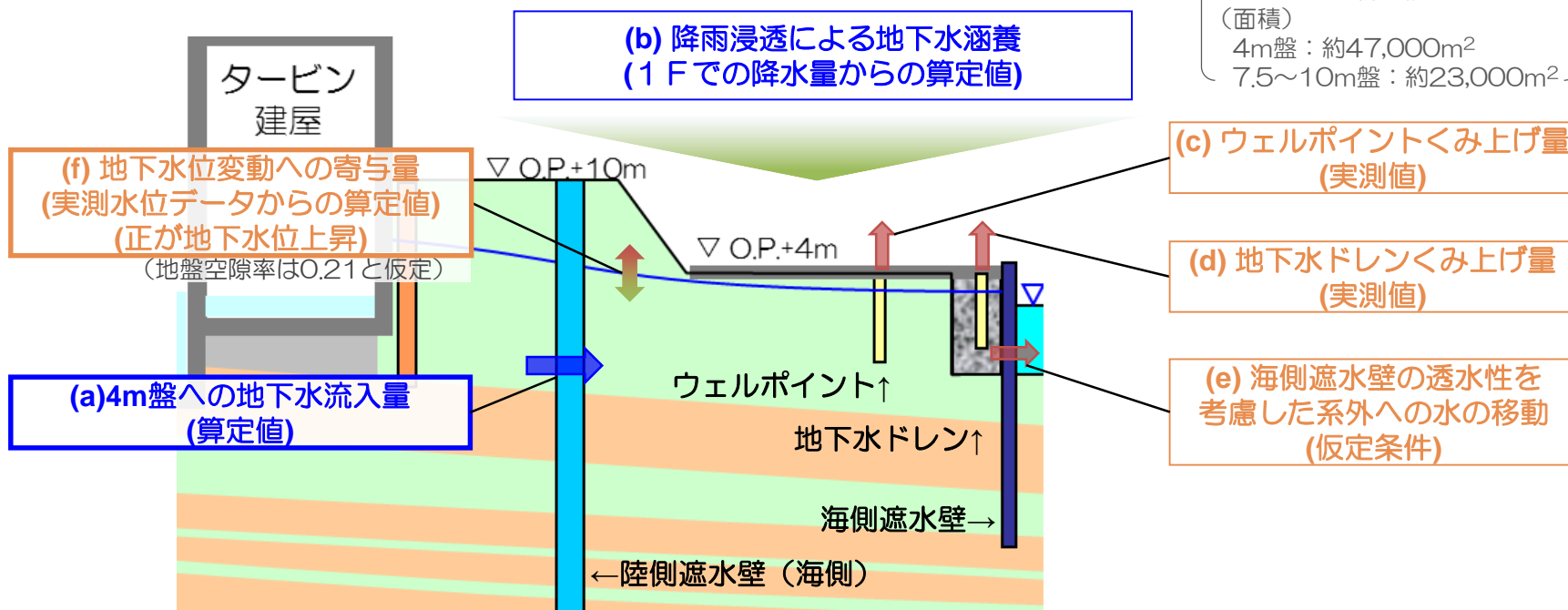
1-4. 4m盤の地下水収支の算定の考え方 (実測値・算定値・仮定条件など) TEPCO

- 4m盤の地下水流入量は、下図の地下水収支に示すように、ウェルポイントおよび地下水ドレンのくみ上げ量の実績に地下水位変動等を考慮し、下式で算定した。

	(a)算定値	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
実測値(m ³ /日) [期間:2016.10.28~11.10]	180	30	50	180	30	△50

$$\begin{array}{l}
 \text{[供給量]} \\
 (a) + (b) = (c) + (d) + (e) + (f) \\
 \text{[支出量]}
 \end{array}$$

〔4m盤の浸透率は、フェーシングを考慮しフェーズ1開始以降は10%浸透と仮定
7.5m盤は55%と仮定
(面積)
4m盤：約47,000m²
7.5~10m盤：約23,000m²〕



4m盤の地下水収支の考え方

- 地盤への雨水浸透防止を目的として1～4号機海側(10m盤陸側遮水壁から4m盤まで)のフェーシングおよびカバー設置を実施する。

	エリア	全体面積 (㎡)	施工済み面積 (㎡)	進捗率
実施中	7.5m盤 (法面)	5,000 [※]	2,650 [※]	53%
	4m盤	40,000	38,400	96%
合計		45,000	41,050	91%

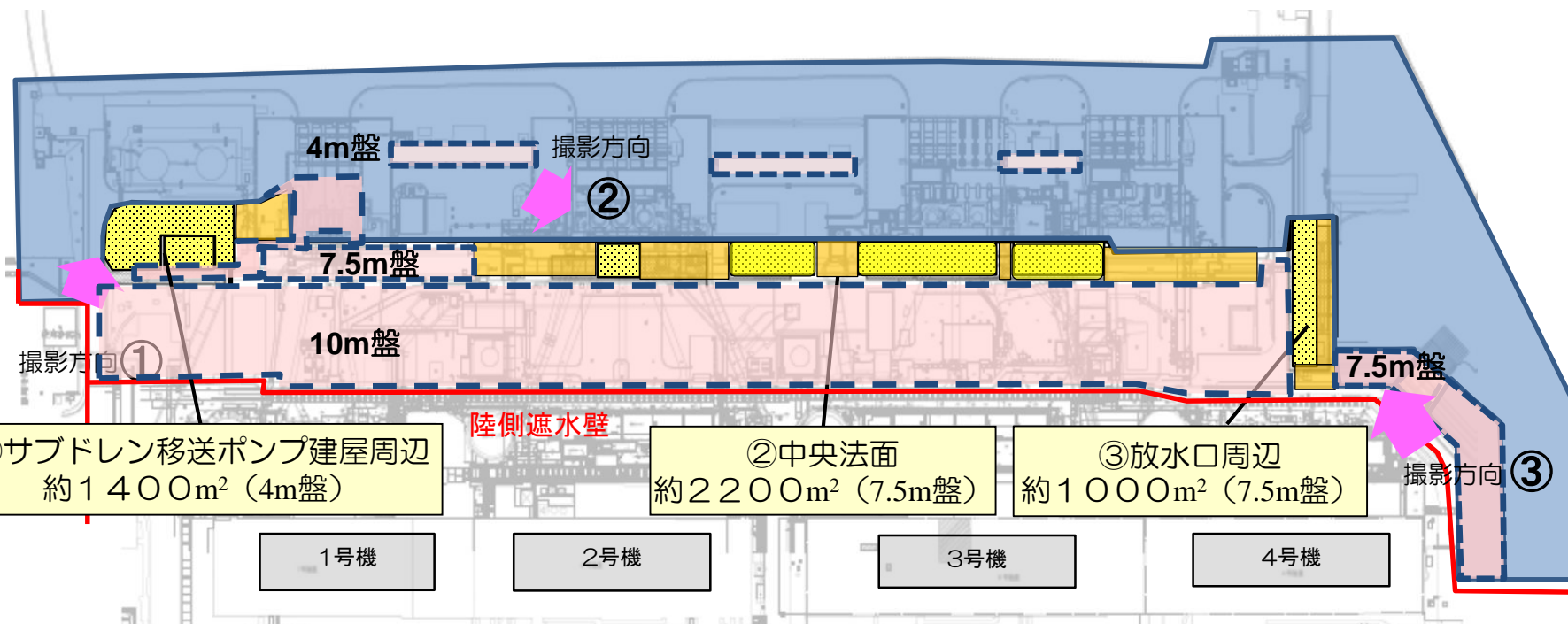
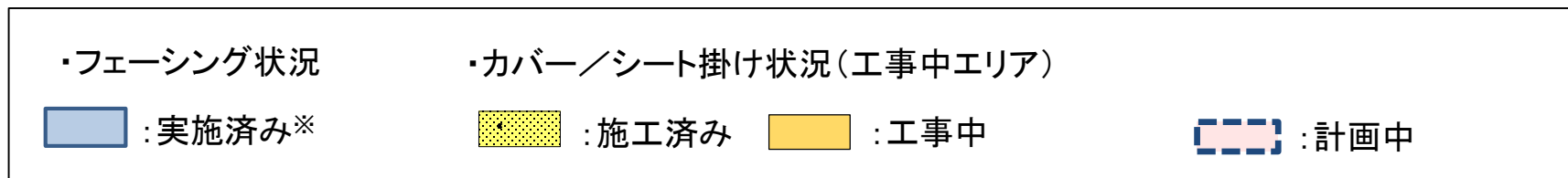
	エリア	対象面積 (㎡)	備考
計画中	10m盤 (道路含む)	20,000	対策計画中
	7.5m盤 (水平投影面積)	1,800 [※]	対策計画中
	4m盤	1,600	対策計画中
合計		23,400	

※7.5m盤法面の範囲にかかるカバー・シートの水平投影面積を示す

2-2. 10m盤・7.5m盤・4m盤 フェーシングの実施状況

- ・フェーシング : 地表面をコンクリートやアスファルトで覆う。
- ・カバー・シート : 屋根やシートを設置する。

(凡例)

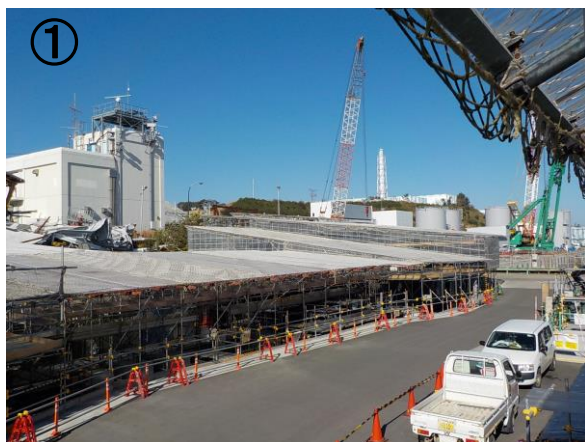


2-3. 工事中エリア（4m・7.5m盤）カバー・シート対策の進捗状況 **TEPCO**

	2016年度												進捗(2016.11.16現在)	
	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月		
①サブドレン 移送ポンプ建 屋周辺 (4m盤)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				1,070㎡/1,400㎡ (76%)
②中央法面 (7.5m盤)	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	1,080㎡/2,200㎡ (49%)
③放水口周辺 (7.5m盤)		■	■	■	■				■	■	■	■	■	500㎡/1000㎡ (50%)

■ 工事の進捗状況：カバー設置

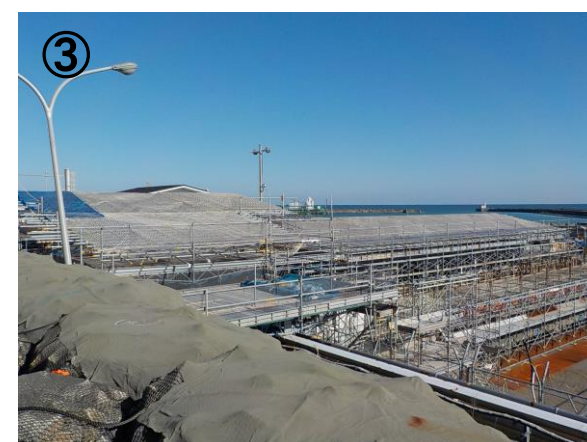
2016.11.22撮影



① サブドレン移送ポンプ建屋周辺

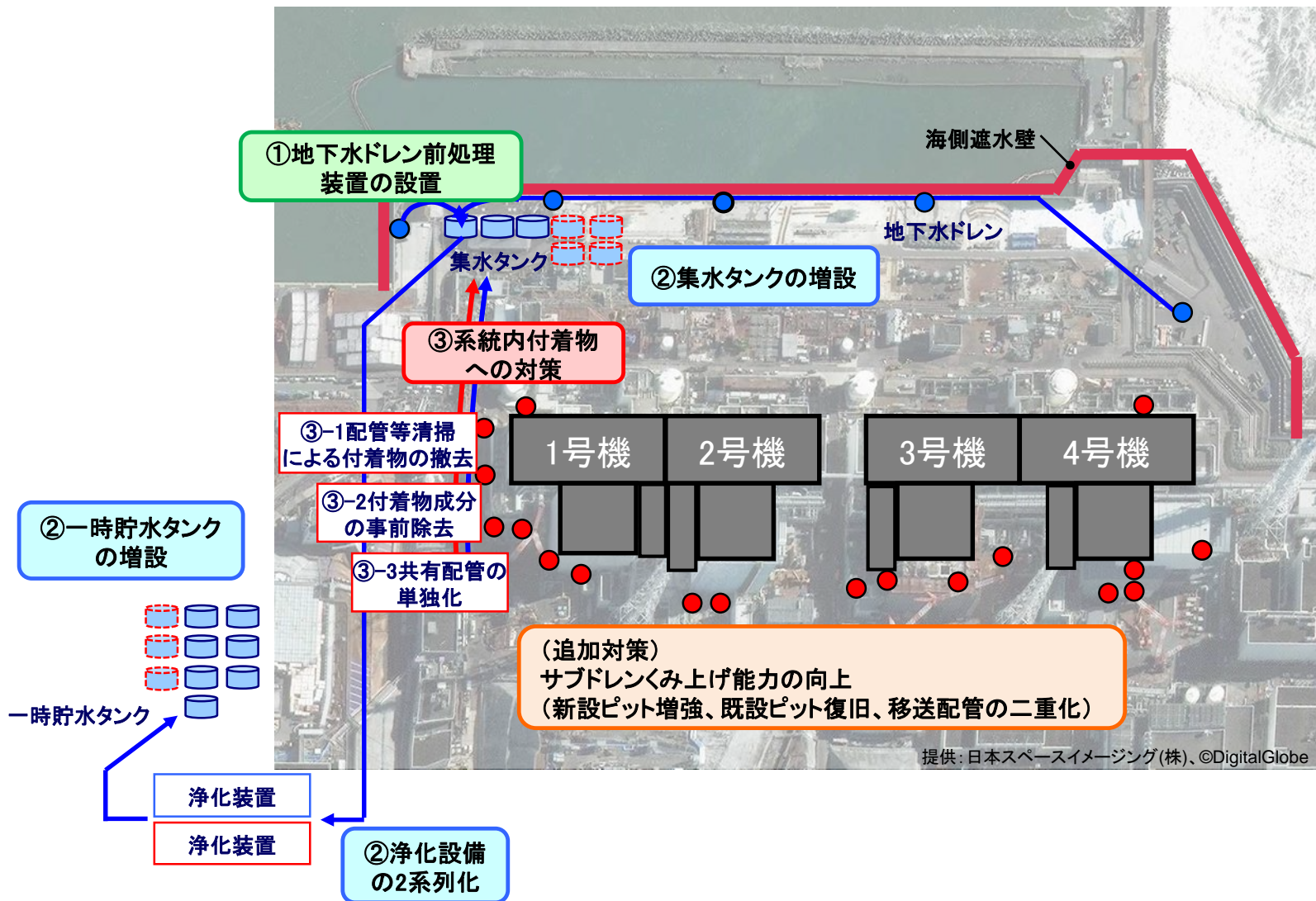


② 法面



③ 放水口周辺

3. サブドレン他強化対策



3-1. 地下水ドレン前処理装置の設置

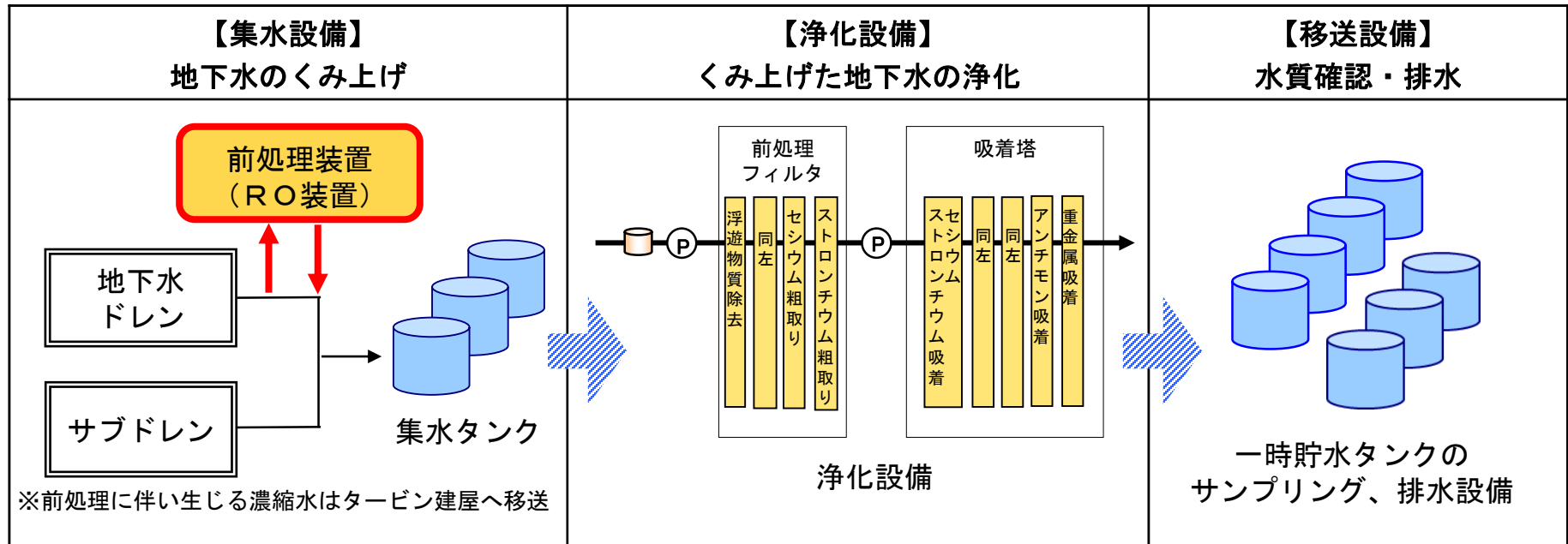
【要因①】 地下水ドレンの水質がサブドレン他浄化設備の水質基準を超過

- 地下水ドレンはサブドレンに比べて、塩分濃度、全β濃度等が想定より高いことから、サブドレン他浄化設備で処理できない一部の水をタービン建屋へ移送している。

【対策①】

前処理装置の設置

塩分濃度、全β濃度を低減するための前処理装置（RO装置）を設置し、地下水ドレンの水質を改善した後、集水タンクに移送することによりタービン建屋への移送量を半分に低減する。



3-1. 地下水ドレン前処理装置の設置

		2016年度		2017年度				2018年度		
月		10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12
①地下水ドレン 前処理装置	実施計画審査 (申請済み)	■ 実施計画申請書審査								
	据付・試験 使用前検査	■ 使用前検査								
	供用開始		■							



【地下水ドレン前処理装置の設置状況（4m盤）】



【コンテナ内部の状況】

3-2. サブドレン処理系統容量の増加

【要因②】 サブドレン処理系統の容量が不足

- 豪雨時には、集水タンク容量が不足するため、一部サブドレンの運転を抑制しなければならず、地下水位を設定値に維持できない。
- 浄化設備のフィルタ交換等による停止による稼働率が低下している。
- 水質分析に10日程度の期間を要するため一時貯水タンクが不足している。

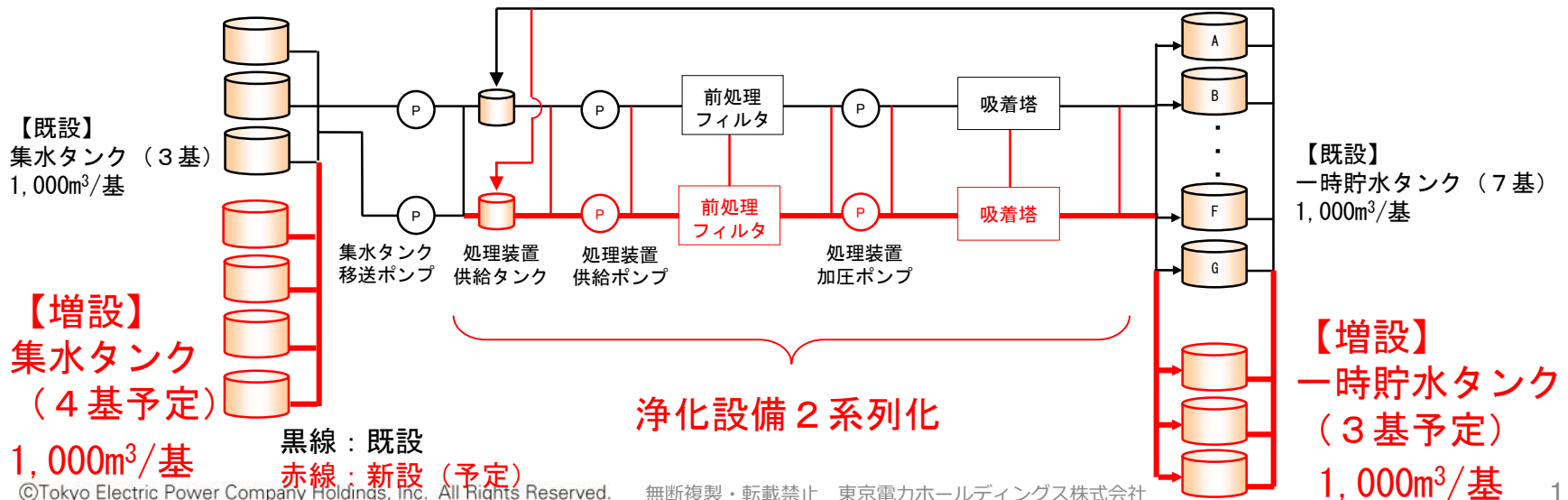
【対策②】

- ・ 集水タンクの増設
- ・ 浄化設備の2系列化
- ・ 一時貯水タンクの増設



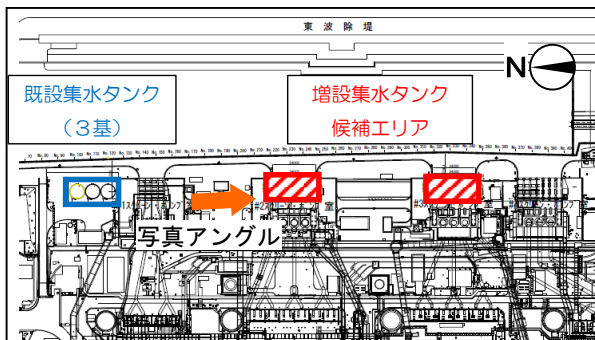
サブドレン処理系統容量※の増加
800m³/日→1,500m³/日

※800m³/日 : 670又は1,000m³/日の運用平均値
1,500m³/日 : 1,000又は2,000m³/日の運用平均値



3-2. 集水タンクの増設

		2016年度		2017年度				2018年度		
月		10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12
②集水タンクの増設	設計・発注	■								
	実施計画		■ 実施計画申請書作成・申請 ■ 実施計画申請書審査							
	工場製作		■ 制御盤製作							
	工事・試験 使用前検査		■ エリア整備 ■ 基礎・堰 ■ タンク設置 ■ 配管・付帯設備 ■ 盤設置・制御改造・試験 ■ 使用前検査							※ヤード調整等により 工期見直しの可能性あり
	供用開始					■				



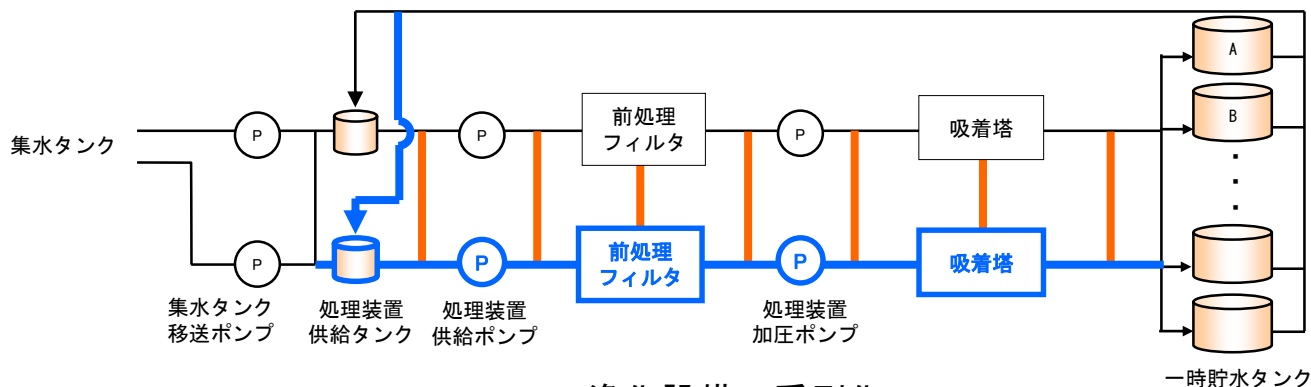
【集水タンク増設候補エリア(4m盤)】



【候補エリア写真】

3-2. 浄化設備の2系列化

		2016年度		2017年度				2018年度		
月		10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12
② 浄化設備の2系列化	実施計画	■ 実施計画申請書作成・申請 ■ 実施計画申請書審査								
	工場製作	■ タンク・機器等製作 ■ タイライン製作								
	工事・試験 使用前検査	■ タンク・機器等設置・試験 ■ タイライン設置、試験 ■ 制御改造、試験								
	供用開始		■ 一部供用開始	■	■	■	■	■ 供用開始		

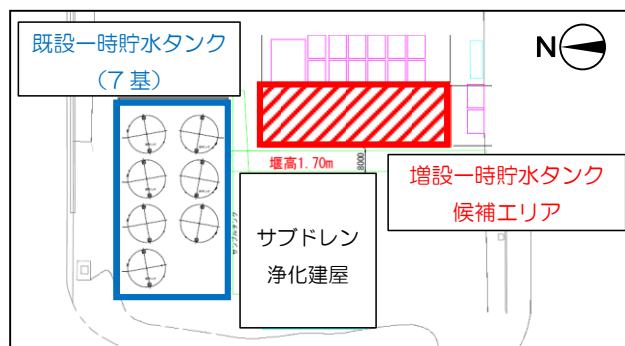


浄化設備 2系列化

黒線：既設
 青線：新設(予定) (2017年4月～一部供用開始)
 橙線：新設(予定) (2017年7月～供用開始)

3-2. 一時貯水タンクの増設

		2016年度		2017年度			2018年度			
月		10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12
② 一時貯水タンクの増設	設計・発注	■								
	実施計画		■ 実施計画申請書作成・申請 ■ 実施計画申請書審査							
	工場製作		■ 制御盤製作							
	工事・試験 使用前検査		■ エリア整備 ■ 基礎・堰 ■ タンク設置 ■ 配管・付帯設備 ■ 盤設置・制御改造・試験 ■ 使用前検査							※ヤード調整等により 工期見直しの可能性あり
	供用開始					■				



【一時貯水タンク増設候補エリア(35m盤)】

3-3. 付着物成分の事前除去

【要因③】 系統内の配管内等*付着物によるくみ上げ量低下

土壌中に含まれる鉄分により、系統配管内等へ付着物が発生している。その結果、ピットのかき上げ性能低下や中継タンクの移送量低下に伴うくみ上げ量制限が生じ、サブドレン設定水位を維持できない箇所が生じている。

【対策③-1】
配管等清掃による付着物の撤去

【対策③-2】
付着物成分（酸化鉄）の事前除去



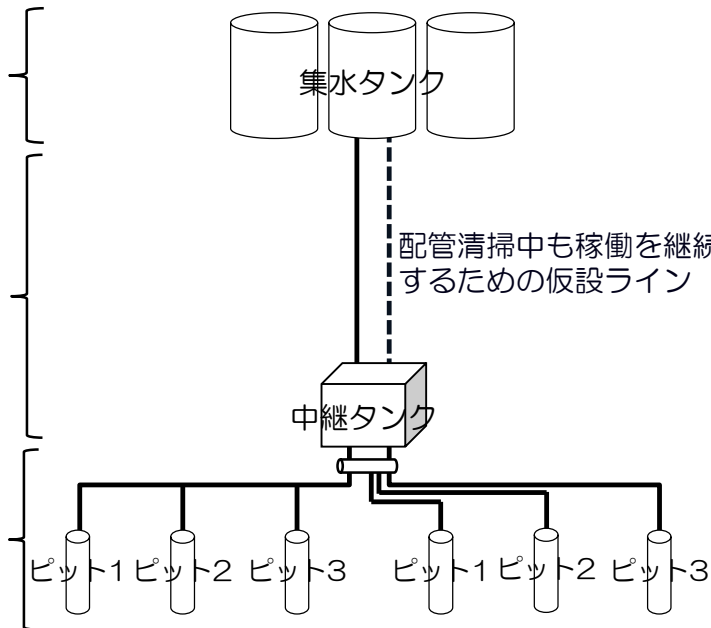
移送量確保による
くみ上げ性能の向上

*配管内等には、集水タンク、中継タンク、ポンプ、バルブ、ストレーナーを含む

・集水タンク

・中継タンク
・移送ポンプ
・配管
・ストレーナー
・バルブ

・揚水ポンプ
・配管
・バルブ



【サブドレン集水設備の清掃範囲】

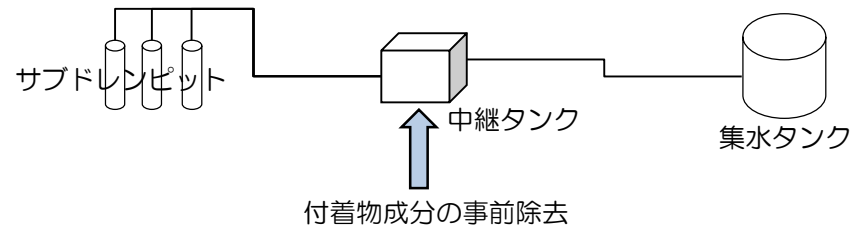


(清掃前)



(清掃後)

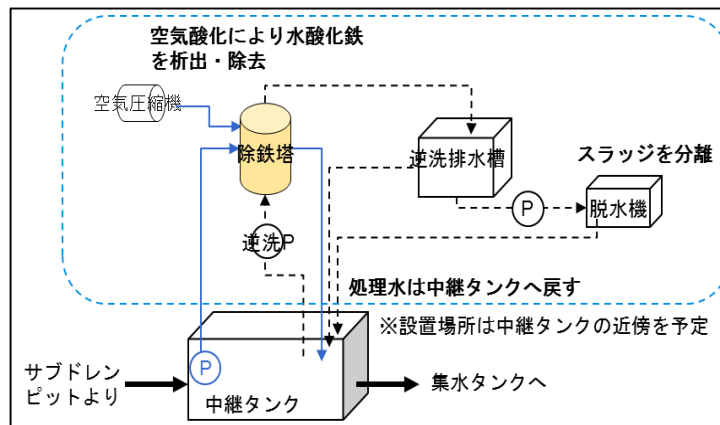
【配管清掃状況】



【付着物成分の事前除去】

3-3. 付着物成分の事前除去

		2016年度		2017年度				2018年度		
月		10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12
③ 2 付着物成分の事前除去	設計・発注	[Red Bar]								
	工事・試験 使用前検査		装置製作		架台	装置据付・配管敷設				
	供用開始					設置が完了した系統から順次供用開始				



【付着物事前除去装置（案）】

※ヤード調整等により
工期見直しの可能性あり

3-3. 共有配管の単独化

【要因③】 系統内の配管内等付着物によるくみ上げ量低下

建屋山側の一部サブドレンでは、ピット～中継タンクの配管共有部分において付着物による閉塞が確認されている。また、この付着物撤去清掃時に2、3ピットが同時に停止している。

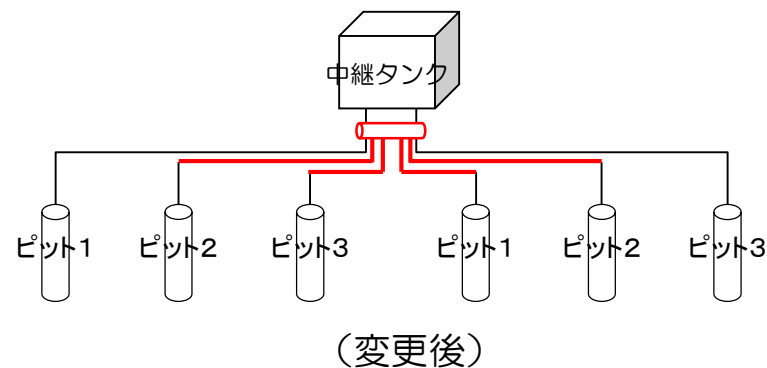
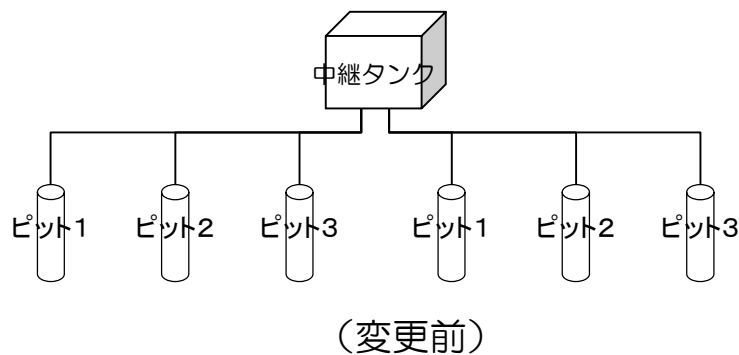
【対策③-3】

サブドレンピットから中継タンク間の共有配管を単独化



配管清掃時に近接するサブドレンピットの同時停止を回避

※建屋山側の設定水位より水位が高いピットを対象に優先実施
今後の水位状況等に応じてその他ピットの配管構成の変更も検討



【配管単独化のイメージ】

3-3. 共有配管の単独化

		2016年度		2017年度				2018年度		
月		10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12
③ 3 共有配管の 単独化	実施計画審査 (申請済み)	■ 実施計画申請書審査								
	工事・試験 使用前検査	■ ヘッダ設置・配管敷設・耐圧試験 ■ 使用前検査								
	供用開始									



【中継タンクNo.2 西側】



【中継タンクNo.4 北側】

3-4. サブドレンくみ上げ能力の向上等

水位低下に向けた備え

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、サブドレンピットのかみ上げ能力を向上する。

現場状況（施工性、被ばく線量、他工事との干渉等）を勘案し、まずは、対策1、2を実施（2017年度から順次）。周辺環境の状況をふまえ、対策3も計画していく。

くみ上げ能力の向上

	対策1	対策2	対策3
	新設ピットの増強	既設ピットの復旧	ピットの増設
内容	口径の小さい新設ピットの大口径化（φ800～1,000程度）により、くみ上げ性能を向上させる。	未復旧ピットのうち、現場環境の変化等で施工可能となったピットを復旧する。	配置上、ピットが不足している箇所（#1、2山側、#3、4山側）に、ピットを増設する。
課題等	・#1～4周辺工事や設備、地下埋設物との干渉により、増強の困難なピットがある。	・現場状況（高線量、路盤嵩上げ等）により、多くのピットが復旧に長期間を要する状況。 ・現状で復旧可能なピットは2～3ピットと考えられる。	・高線量 ・#1～4周辺工事や設備との干渉による施工ヤード確保が困難 ・掘削時の地下埋設物との干渉
効果	・ピット集水能力の向上 ・くみ上げ量の増加	・ピット間隔を狭めることで、建屋周辺地下水位をより均平に低下できる ・くみ上げ量の増加	・ピット間隔を狭めることで、建屋周辺地下水位をより均平に低下できる ・くみ上げ量の増加

※くみ上げ停止による水位上昇範囲を最小限に止めるための設備改善策も実施していく（単独系統の二重化等）。

3-4. 新設ピットの増強

		2016年度		2017年度				2018年度			
月		10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	
(追加対策)新設ピットの増強	設計・発注	■									
	実施計画	※実施計画変更の要否は別途相談									
	工事・試験 使用前検査		掘削 付帯設備工事	■	■	■	■	■	■	■	■
	供用開始			■ 設置が完了した系統から順次供用開始							

※ヤード調整等により
工期見直しの可能性あり



【掘削重機(例)】

3-4. 既設ピットの復旧

		2016年度		2017年度				2018年度			
月		10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	
(追加対策)既設ピットの復旧	設計・発注	■									
	実施計画		■ 実施計画申請書作成・申請	■ 実施計画申請書審査							
	工事・試験 使用前検査		■ 道路横断部管路敷設	■	■	■					
			■	■	■	■					
				■	■	■					
供用開始										■	

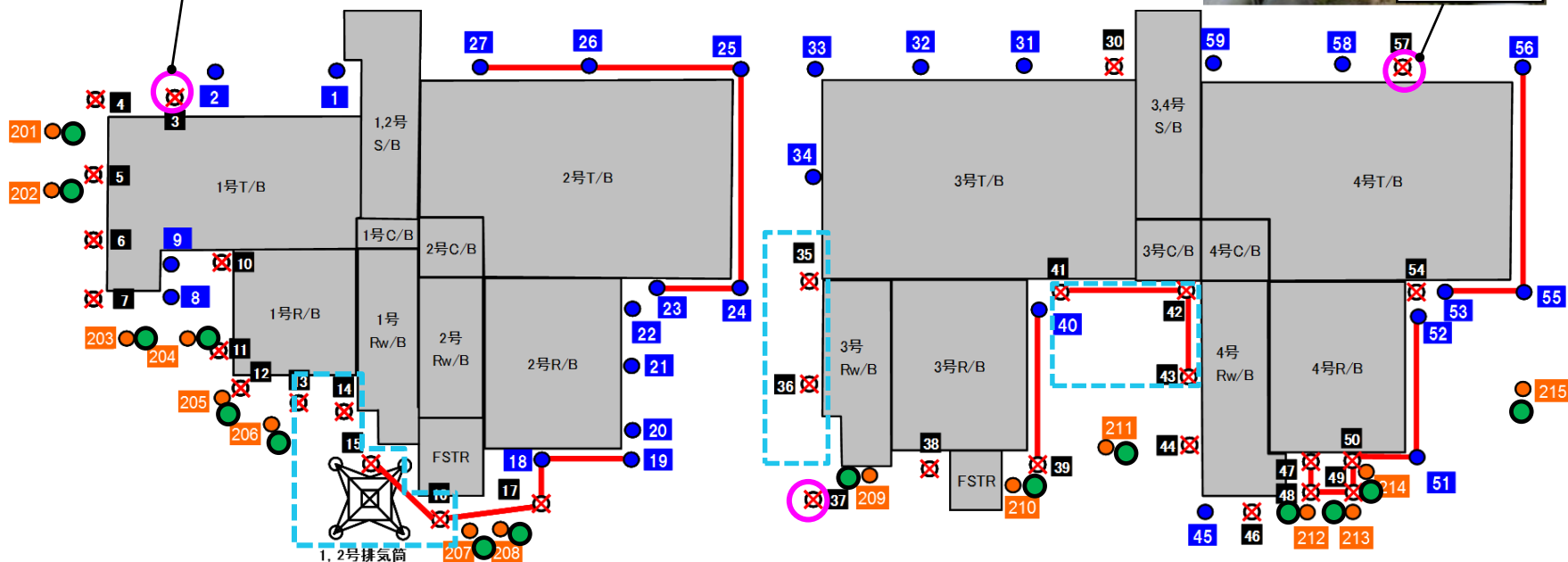
※ヤード調整等により
工期見直しの可能性あり

3-4. 中継タンク~集水タンク移送配管の二重化

		2016年度		2017年度				2018年度				
月		10~12	1~3	4~6	7~9	10~12	1~3	4~6	7~9	10~12		
移送配管の二重化 (追加対策)中継タンク~集水タンク	設計・発注											
	実施計画		実施計画申請書作成・申請		実施計画申請書審査							
	工事・試験 使用前検査		道路横断部管路敷設 No.1系統		No.2系統		No.3系統		No.4系統		No.5系統	
					■	■	■		■		■	
	供用開始				設置が完了した系統から順次供用開始							

※班体制の強化、ヤード調整等により
工期見直しの可能性あり

3-4. 【参考】サブドレンピットの増強・復旧の計画案



- : 【対策1】増強ピットの候補箇所 (15箇所)
 - : 【対策2】復旧ピットの候補箇所 (3箇所)
 - : 【対策3】増設ピットの候補エリア
- ※増強・復旧対象ピットは現場状況等により、変更となる可能性有り

凡例

- : 復旧済みサブドレンピット (既設) [27基]
- : 新設サブドレンピット [15基]
- ⊗ : 未復旧サブドレンピット [30基]
- : 横引き管

※1 No.1ピットは現状稼働対象外
 ※2 No.28, 29は欠番

■ サブドレン他強化対策の効果と時期

- ▶ 地下水ドレン前処理装置の稼働（2017年2月～）
 - ⇒地下水ドレンからタービン建屋への移送量が低減
（中継タンクAからの移送量（約90m³/日^{※1}）が半減する見込み）
- ▶ サブドレン浄化設備2系列化の一部供用開始（2017年4月～）
 - ⇒梅雨時期までに、現状よりサブドレン系統処理能力が向上
（フィルタ交換等による停止（現状5～10回/月程度【約24h/回】^{※2}）を回避）
- ▶ 集水タンク、一時貯水タンク、サブドレン浄化設備の運用開始（2017年9月～）
 - ⇒台風時期までに、サブドレン系統処理能力が向上（約800m³/日→約1,500m³/日）
- ▶ その他信頼性向上対策
 - 付着物事前除去装置の供用開始（2017年10月）
 - ⇒付着物による移送量低下を抑制
 - 増強した新設サブドレンピットの供用開始（2017年11月）
 - ⇒ピット集水能力の向上
 - 追加復旧した既設サブドレンピットの供用開始（2017年8月）
 - ⇒建屋周辺地下水位をより均平に低下

※1：2016年3月～7月の平均値

※2：2016年3月～7月の実績は平均6回/月

4. 地下水ドレンポンド清掃計画等

■目的：地下水ドレンポンド（A～E：5箇所）底部に堆積する砂等を排出し、ポンドへの流入量を改善・維持させる。（ポンドDは8月実施済み）

概略工程

項目	H28年度											
	10月	11月	12月			1月	2月		3月			
社内設計・契約手続き	←											
ポンド清掃			ポンプ外観点検に合わせて試験的な清掃（ポンドE） ←→			年末・年始休暇			ポンドA～C・E※ （ポンドDは汲み上げ状況に応じて） ←→			

※降雨が少なく、天候・水位が安定している時に実施：ポンド1カ所辺り1週間程度（蓋設置撤去含）
 清掃時は、必要に応じて観測井D・Eの仮設ポンプから代替して汲み上げを実施予定。



ポンドD

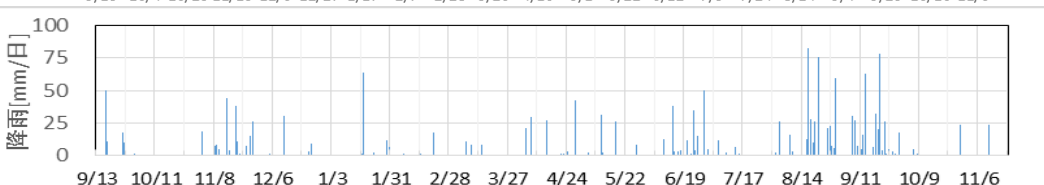
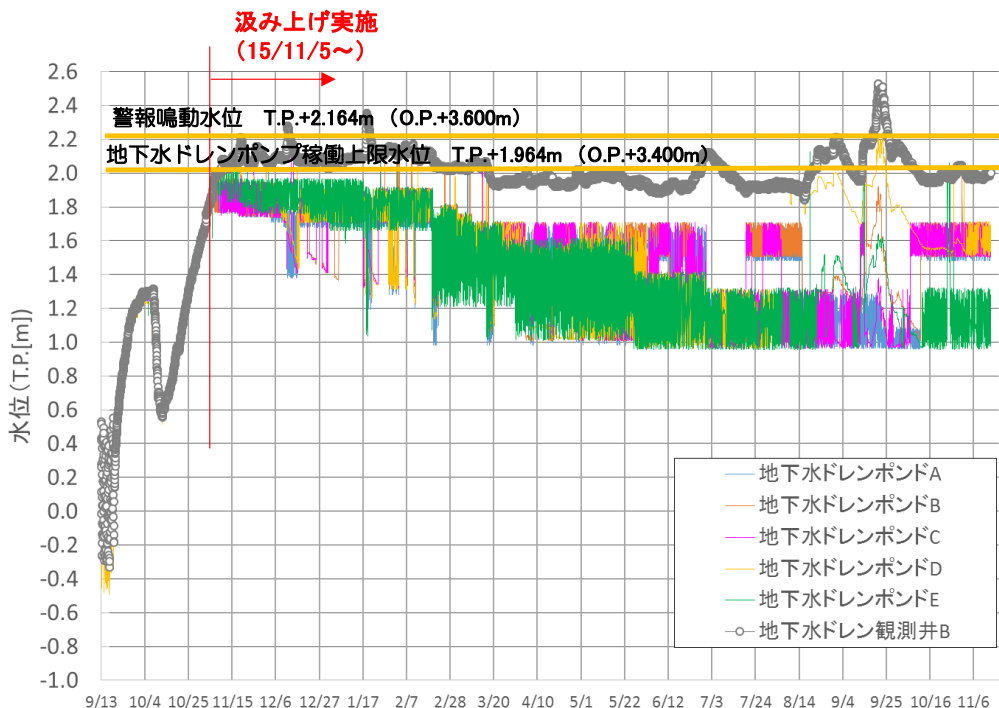


ポンドD清掃状況
 （蓋（φ1100mm）を開口して、エアリフトを実施）

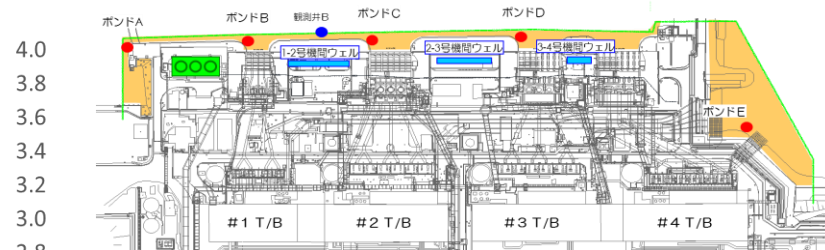
■清掃による汲み上げ状況の改善度合いを踏まえて、仮設ポンプの追加の必要性を検討。

【参考1】地下水ドレン水位および稼働状況

■ 10月以降、降雨が少ないこともあり、水位安定に必要な汲み上げ量の減少傾向が確認されている。



※水位(O.P.)は、震災前標高と比較しやすいよう、目安として記載しているもの。
 (水位(T.P.)を水位(O.P.)に換算する場合は、約1.4m~1.5m加算する。)
 ※水位計点検時の水位データは除く。
 ※地下水汲み上げにより観測井Cの地下水位データが欠測しているため、観測井Bのデータを使用する。



サブドレン集水タンク及びT/B移送量 (m³/日平均)

水位O.P.[m]	地下水ドレン					
	ボンドA ボンドB		ボンドC ボンドD		ボンドE	
	移送先 T/B	T/B	集水タンク	T/B	集水タンク	
2.4	9/13 ~ 9/19	113	127	41	0	183
2.2	9/20 ~ 9/26	113	119	57	0	192
2.0	9/27 ~ 10/3	109	156	20	0	183
1.8	10/4 ~ 10/10	101	84	57	0	187
1.6	10/11 ~ 10/17	46	59	53	0	128
1.4	10/18 ~ 10/24	41	19	85	0	72
1.2	10/25 ~ 10/31	41	15	92	0	41
1.0	11/1 ~ 11/7	39	20	66	0	61
0.8	11/8 ~ 11/14	37	2	76	0	37

※11/8~11/11: 合計152m³/日週平均

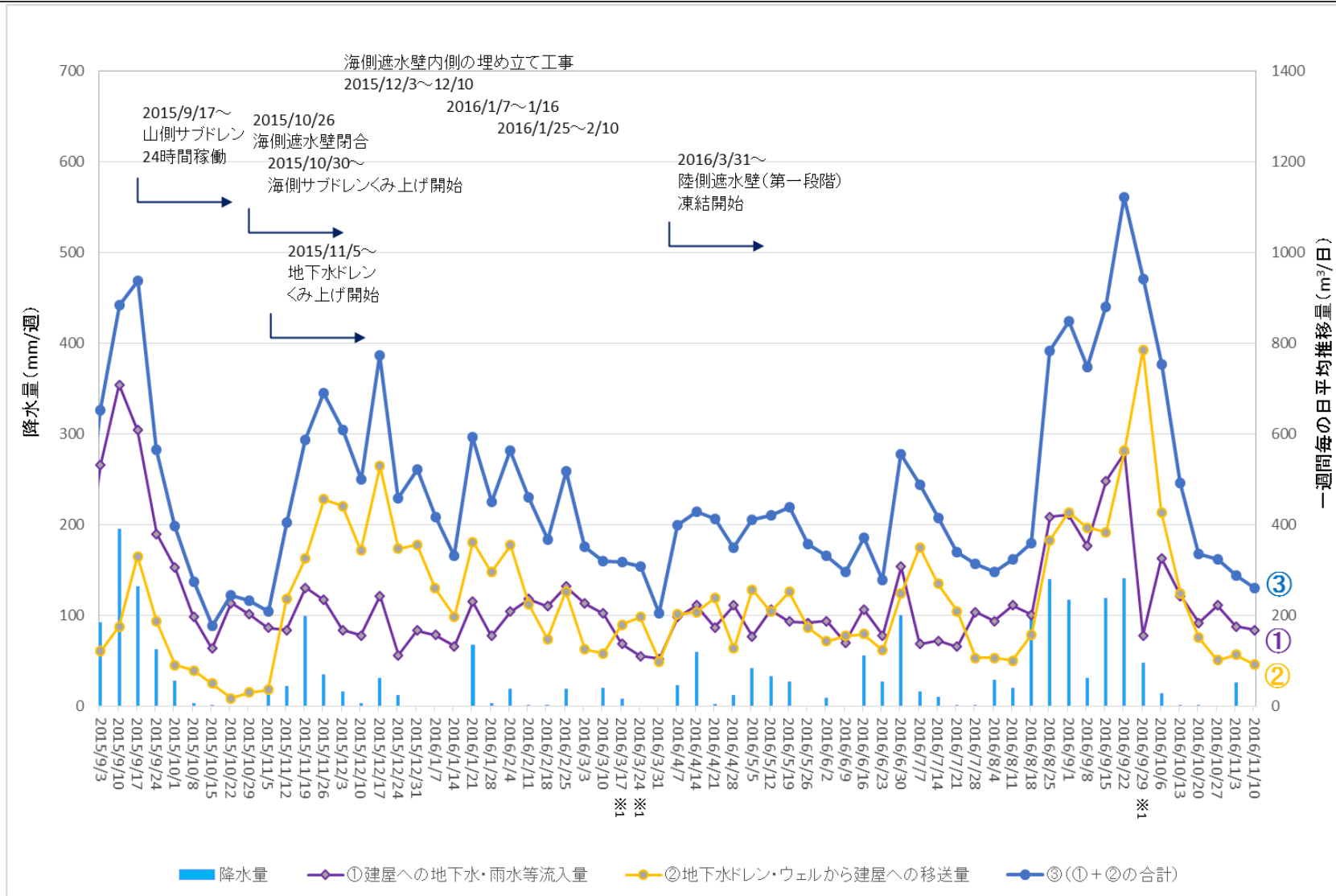
ウエルポイント移送量 (m³/日平均)

移送先	ウエルポイント		
	1-2号間	2-3号間	3-4号間
	T/B	T/B	T/B
9/13 ~ 9/19	87	134	11
9/20 ~ 9/26	129	162	15
9/27 ~ 10/3	63	123	8
10/4 ~ 10/10	62	51	2
10/11 ~ 10/17	48	16	1
10/18 ~ 10/24	45	4	0
10/25 ~ 10/31	42	4	2
11/1 ~ 11/7	43	5	0
11/8 ~ 11/14	44	1	1

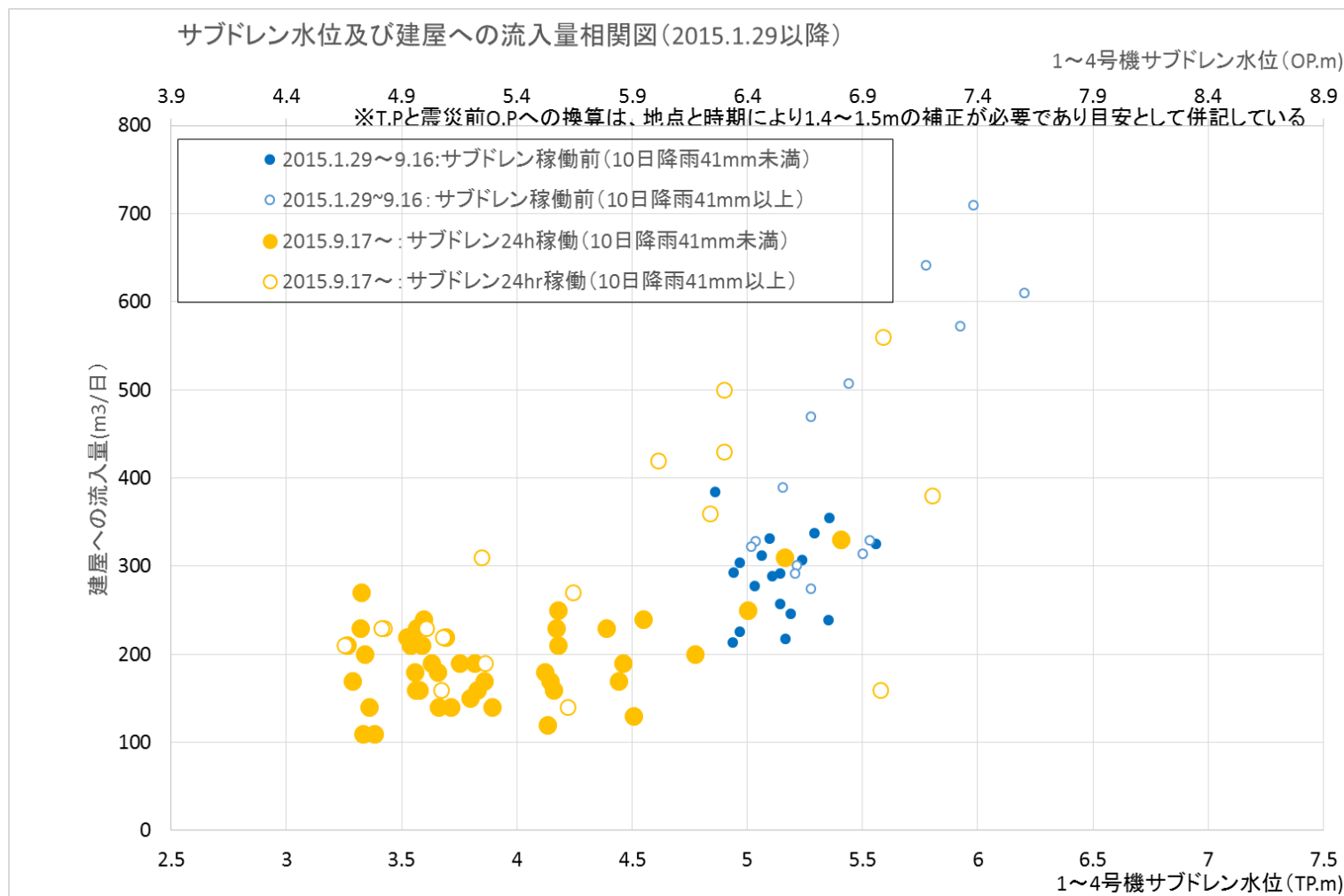
※移送先のT/Bはタービン建屋、集水タンクはサブドレン集水タンク

【参考2】建屋への地下水ドレン移送量・地下水流入量等の推移

■ ①建屋への地下水・雨水等流入量:168m³/日, ②地下水ドレン・ウェルからの建屋への移送量:92m³/日, ③(①+②の合計):260m³/日, 降雨量:0.0mm/週
■ ※1 建屋水位計の校正を実施



- 建屋への地下水流入量はサブドレンの水位と相関が高いことから、サブドレンの水位（全孔平均）でサブドレン稼働の影響を評価した。
- サブドレン稼働によりサブドレン水位がTP3.5m程度まで低下した段階では、建屋への流入量は150~200m³/日程度に減少している。



【参考4】サブドレン稼働後における建屋流入量評価結果（サブドレン水位-建屋水位）

- 建屋への地下水流入量はサブドレンの水位－建屋水位とも相関が高いことから、サブドレンの水位（全孔平均）－建屋水位でサブドレン稼働の影響を評価した。
- サブドレン稼働により水位差が2m程度まで低下した段階では、建屋への流入量は150～200m³/日程度に減少している。

