

サブドレン稼働状況について

2019年10月3日
東京電力ホールディングス株式会社



無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

サブドレン稼働概要

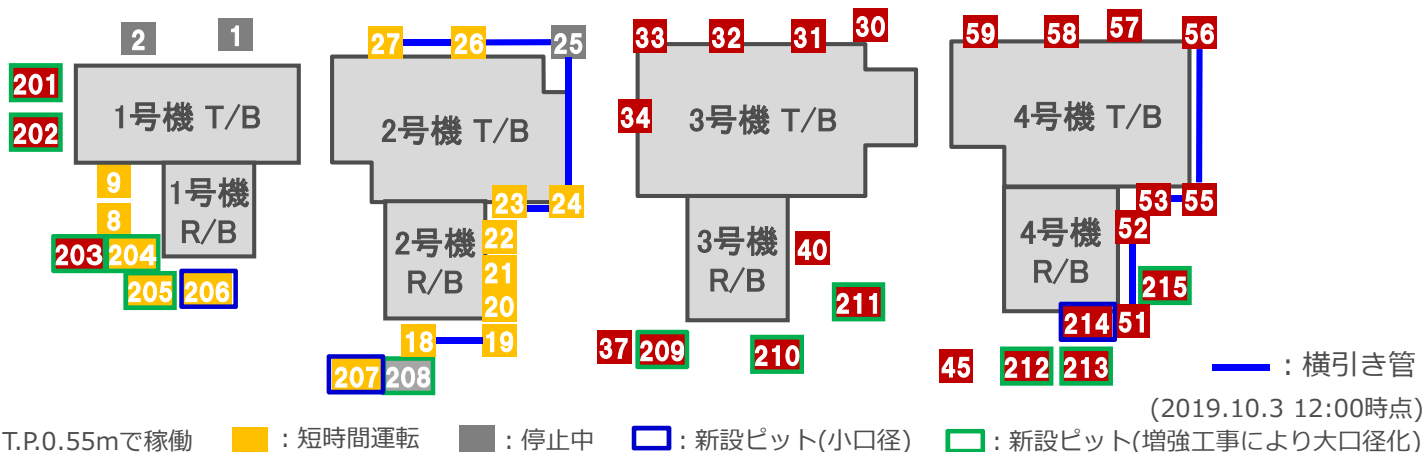
対象ピット	期間	設定値(m)		
		L値	H値(大口径)	H値(小口径)
周辺ピット	2019/2/1~(中継タンクNo.4, 5系統) ^{※3}	T.P.0.95	T.P.1.15	T.P.1.45
	2019/2/14~(中継タンクNo.1~3系統) ^{※3}	T.P.0.95	T.P.1.15	T.P.1.45
	2019/5/30~ ^{※1}	T.P.0.55	T.P.0.75	T.P.1.05
No.205~ No.208	2019/7/23~ (No.205) ^{※2}	T.P.1.15	T.P.1.35	-
	2019/10/3~ (No.206) ^{※2}	T.P.0.7	-	T.P.1.2
	2019/10/3~ (No.207) ^{※2}	T.P.0.7	-	T.P.1.2
	2019/4/11~ (No.208) ^{※2, ※4}	T.P.1.15	T.P.1.35	-

※1 滞留水移送ポンプ要起動水位をT.P.0.25m-塩分補正值⇒T.P.0.15m-塩分補正值, サブドレン設定水位をT.P.0.65m⇒T.P.0.55mへ変更

※2 地盤改良工事後のトリチウム濃度低減効果調査のため, サブドレン設定水位を順次低下予定(参考5)

※3 地下水の建屋流入量低減のため, 大口径ピットを対象にH値の設定値を順次縮小予定(参考6)

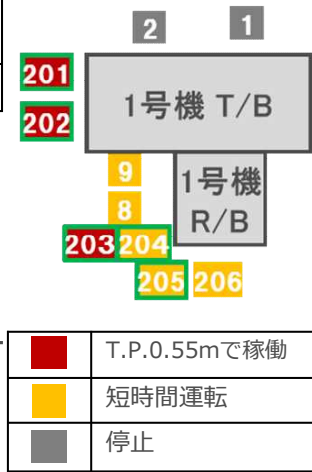
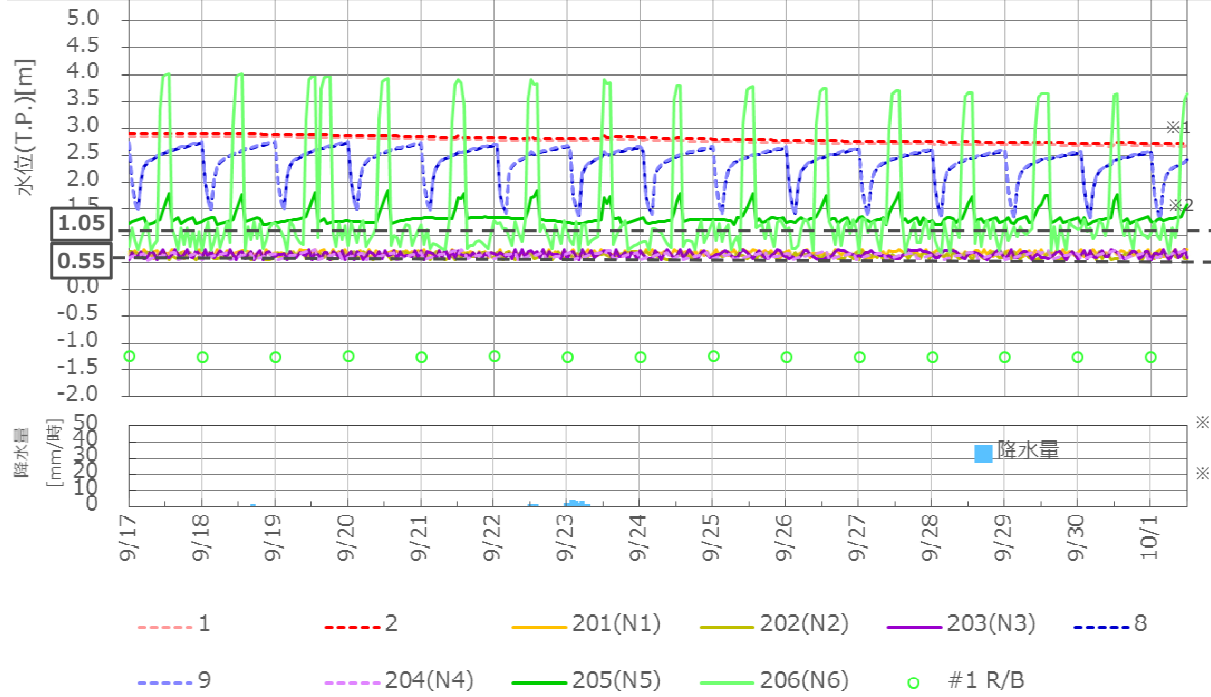
※4 1・2号機排気筒解体工事に伴い一時停止予定(7/8~11月上旬)



無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

至近の水位変動(1号機)

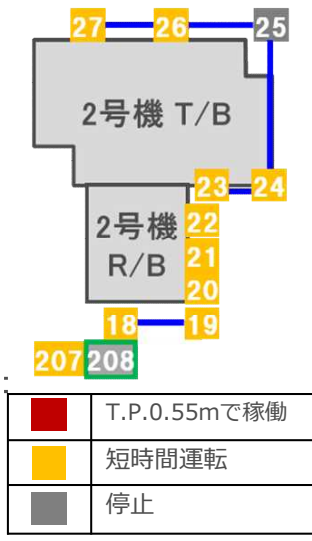
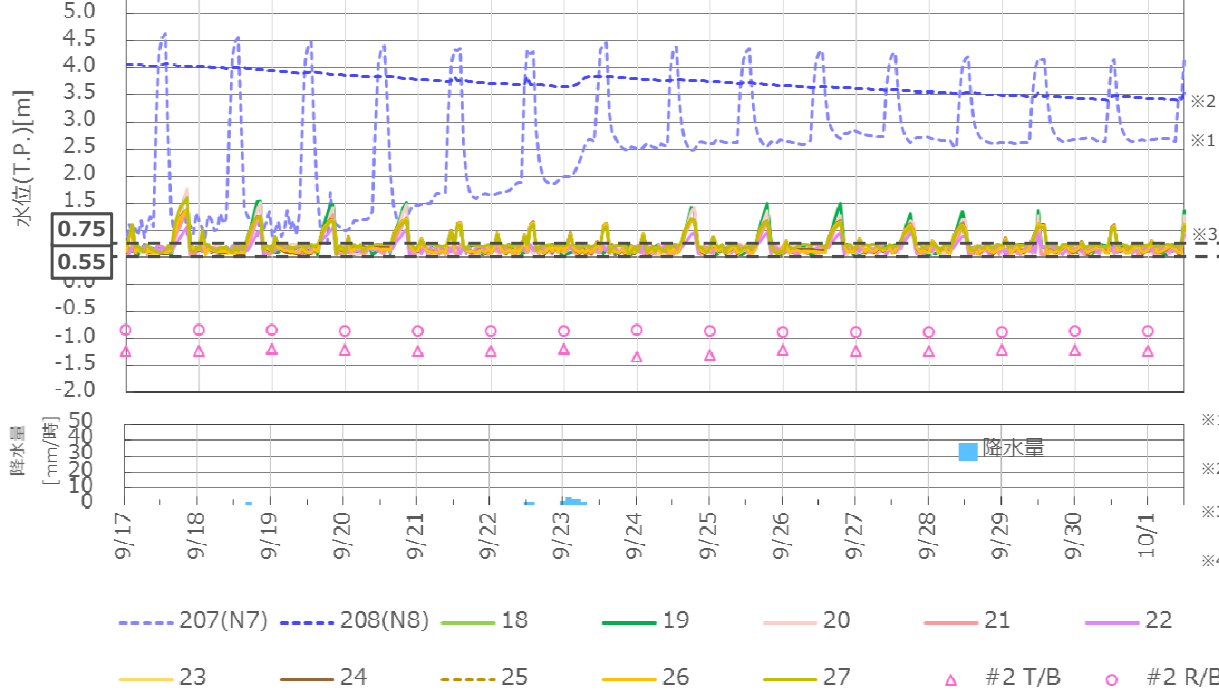
	9/16	9/17	9/19	9/20	9/21	9/22	9/23	9/24	9/25	9/26	9/27	9/28	9/29	9/30	10/1
停止ビット (赤:新規停止) (青:一時停止)	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 204~ 206	1,2 8,9 201~ 206
流量調整															



※1 No.1,2ピットにおいて全β・トリチウム濃度上昇に伴い停止
 ※2 No.8,9,204~206ピットにおいて1~2号排気筒周辺地盤改良に伴い短時間運転実施

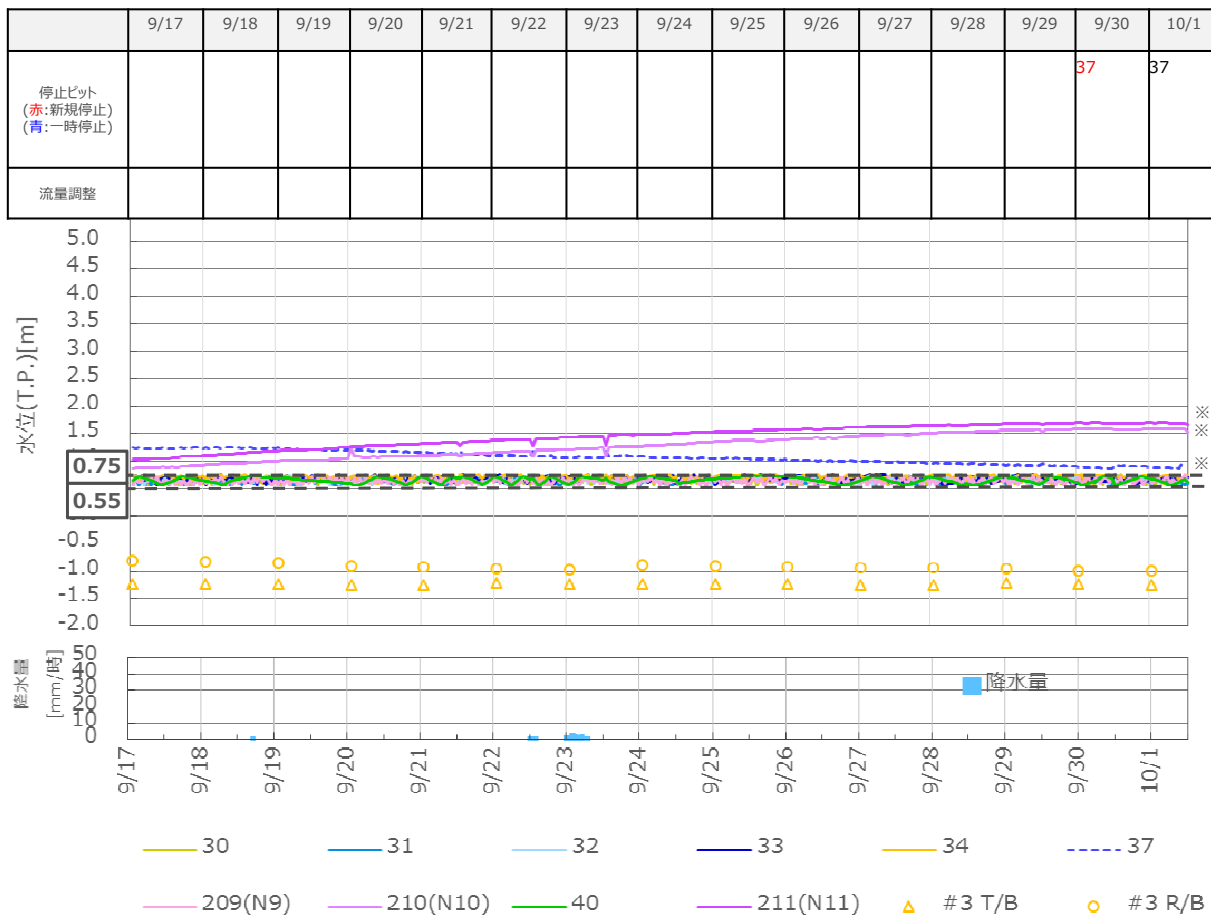
至近の水位変動(2号機)

	9/17	9/18	9/19	9/20	9/21	9/22	9/23	9/24	9/25	9/26	9/27	9/28	9/29	9/30	10/1
停止ビット (赤:新規停止) (青:一時停止)	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208	18~24 25,26,27 207,208
流量調整															



※1 No.207ピットにおいて1~2号排気筒周辺地盤改良に伴い短時間運転実施
 ※2 No.208ピットにおいて1~2号排気筒解体工事に伴い7/8~11月上旬停止予定
 ※3 No.23~27ピットにおいて全β・トリチウム濃度上昇に伴い短時間運転実施
 ※4 No.18~22ピットにおいて2号機燃料取り出し作業のための地盤調査(ボーリング作業)に伴い水位計への影響回避のため一時停止

至近の水位変動(3号機)

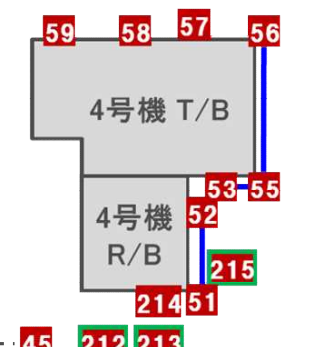
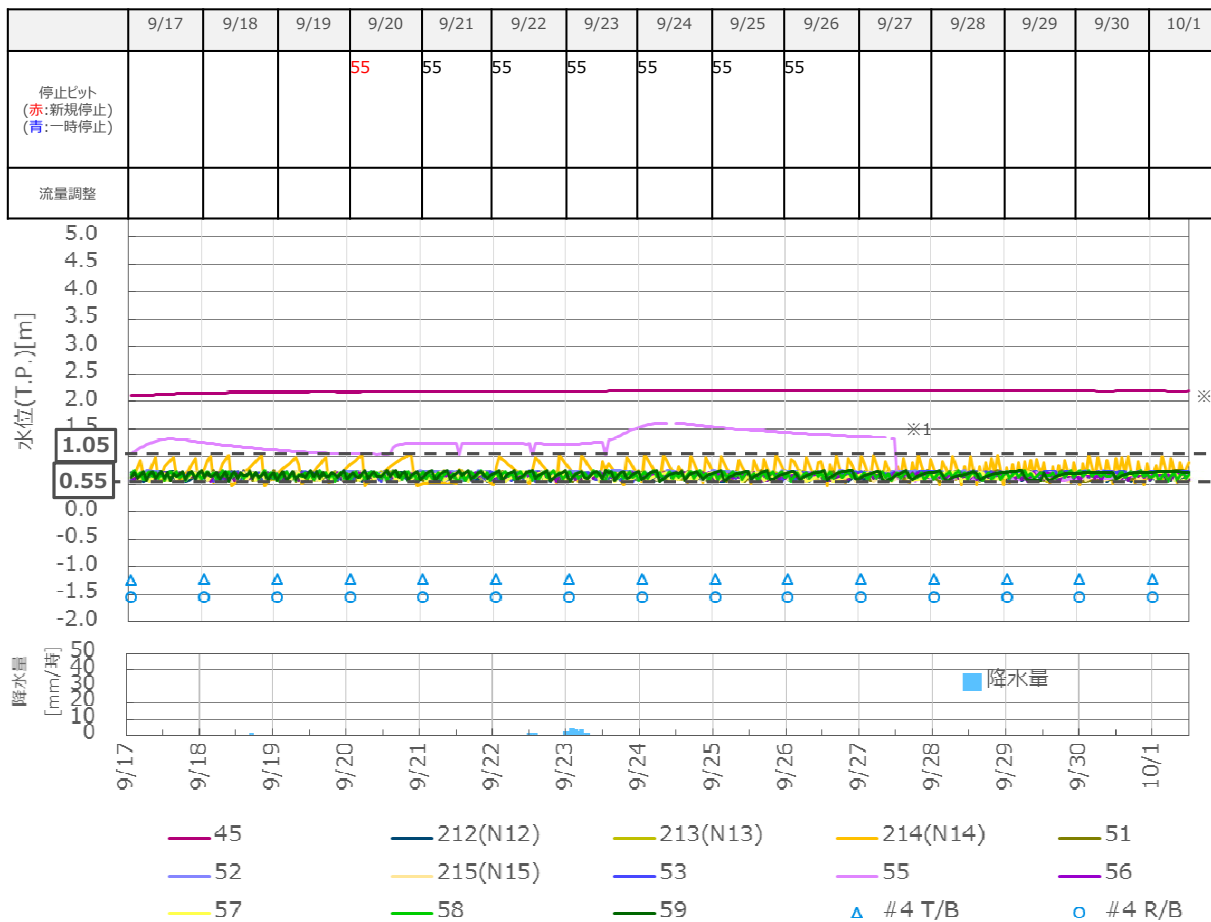


■	T.P.0.55mで稼働
■	短時間運転
■	停止

- ※1 No.37ポンプ交換に伴い一時停止
- ※2 No.210汲み上げ量低下に伴いポンプ交換予定(10/7~10/11)
- ※3 No.211汲み上げ量低下に伴いポンプ交換予定(10/15~10/18)

※サブドレン水位は毎時データ (実線が24時間自動運転のビット)

至近の水位変動(4号機)



■	T.P.0.55mで稼働
■	短時間運転
■	停止

- ※1 No.55 ポンプ交換に伴い一時停止
- ※2 No.45汲み上げ量低下に伴い10/21~10/25ポンプ交換予定

※サブドレン水位は毎時データ (実線が24時間自動運転のビット)

中継タンクくみ上げ量

単位：m³

	サブドレン						地下水ドレン							
	1	2	3	4	5	合計	A		B		C		合計	
							集水タンク	T/B	集水タンク	T/B	集水タンク	T/B	集水タンク	T/B
9/17	99	93	106	188	80	566	0	0	17	0	75	0	92	0
9/18	103	96	100	189	85	573	0	0	18	0	68	0	86	0
9/19	91	93	96	190	75	545	0	0	18	0	67	0	85	0
9/20	81	94	94	185	69	523	0	0	39	0	66	0	105	0
9/21	74	92	92	180	60	498	0	0	33	0	57	0	90	0
9/22	74	91	91	175	57	488	0	0	34	0	57	0	91	0
9/23	75	90	89	175	59	488	0	0	30	0	55	0	85	0
9/24	82	89	95	174	67	507	0	0	26	0	60	0	86	0
9/25	80	89	89	173	65	496	0	0	3	0	85	0	88	0
9/26	74	88	87	171	61	481	0	0	3	0	84	0	87	0
9/27	69	85	85	166	57	462	0	0	50	0	60	0	110	0
9/28	62	83	80	163	74	462	0	0	47	0	53	0	100	0
9/29	71	84	87	162	60	464	0	0	34	0	46	0	80	0
9/30	66	82	80	159	56	443	0	0	30	0	46	0	76	0
10/1	59	78	23	155	54	369	0	0	26	0	47	0	73	0
平均						491							89	0

(くみ上げ量は前日11時から24時間)



無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

サブドレン水質一覧(2019.10.1現在)

単位：Bq/L

既設ビット	建屋	ビット	セシウム	セシウム	全β	トリチウム	採取日
			134	137			
既設ビット	1号機	1	6	150	20,000	290	2019.9.13
			11	121	18,000	300	2019.9.27
		2	4.3	5.0	54,000	130	2019.9.13
			5.2	3.4	48,000	150	2019.9.27
		8	8.1	72	53	4,100	2019.9.11
			7	25	25	2,800	2019.9.25
		9	5.7	26	36	5,300	2019.9.11
			4	14	46	5,200	2019.9.25
		2号機	18	8	110	110	650
	6.0			103	140	670	2019.9.25
	19		16	230	260	760	2019.9.11
			17	230	310	750	2019.9.25
	20		5.8	4.4	11	310	2019.3.7
			5.1	4.0	26	920	2019.9.17
	21		5.3	14	24	110	2019.3.7
			3.3	11	14	610	2019.9.17
	22		5	63	97	200	2019.3.7
			7.6	42	52	430	2019.9.17
	3号機	23	53	720	1,100	7,000	2019.9.13
			14	220	310	2,000	2019.9.27
		24	81	1,300	1,800	12,000	2019.9.13
			70	1,100	1,600	8,300	2019.9.27
		25	142	2,000	2,800	26,000	2019.9.13
			150	2,100	2,700	25,000	2019.9.27
		26	99	1,400	2,000	8,400	2019.9.13
			52	760	990	5,400	2019.9.27
	27	15	360	1,100	130	2019.9.13	
55		1,000	3,400	130	2019.9.27		
3号機	30	130	1,700	1,600	1,000	2019.3.11	
		26	390	740	2,500	2019.9.19	
	31	4.3	18	510	660	2019.2.24	
		5.0	7	870	320	2019.9.17	
	32	5.6	4.3	13	590	2019.8.2	
		4.2	4.7	10	930	2019.9.14	
	33	5.3	6	10	790	2019.2.21	
		4.6	4	12	1,300	2019.9.17	
	34	5.0	41	54	410	2019.2.21	
		3.0	25	35	1,300	2019.9.17	
37	4.7	4.2	10	110	2019.2.21		
	5.0	5	12	136	2019.9.18		
40	4.1	7	13	190	2018.10.3		
	10	180	190	210	2019.9.18		

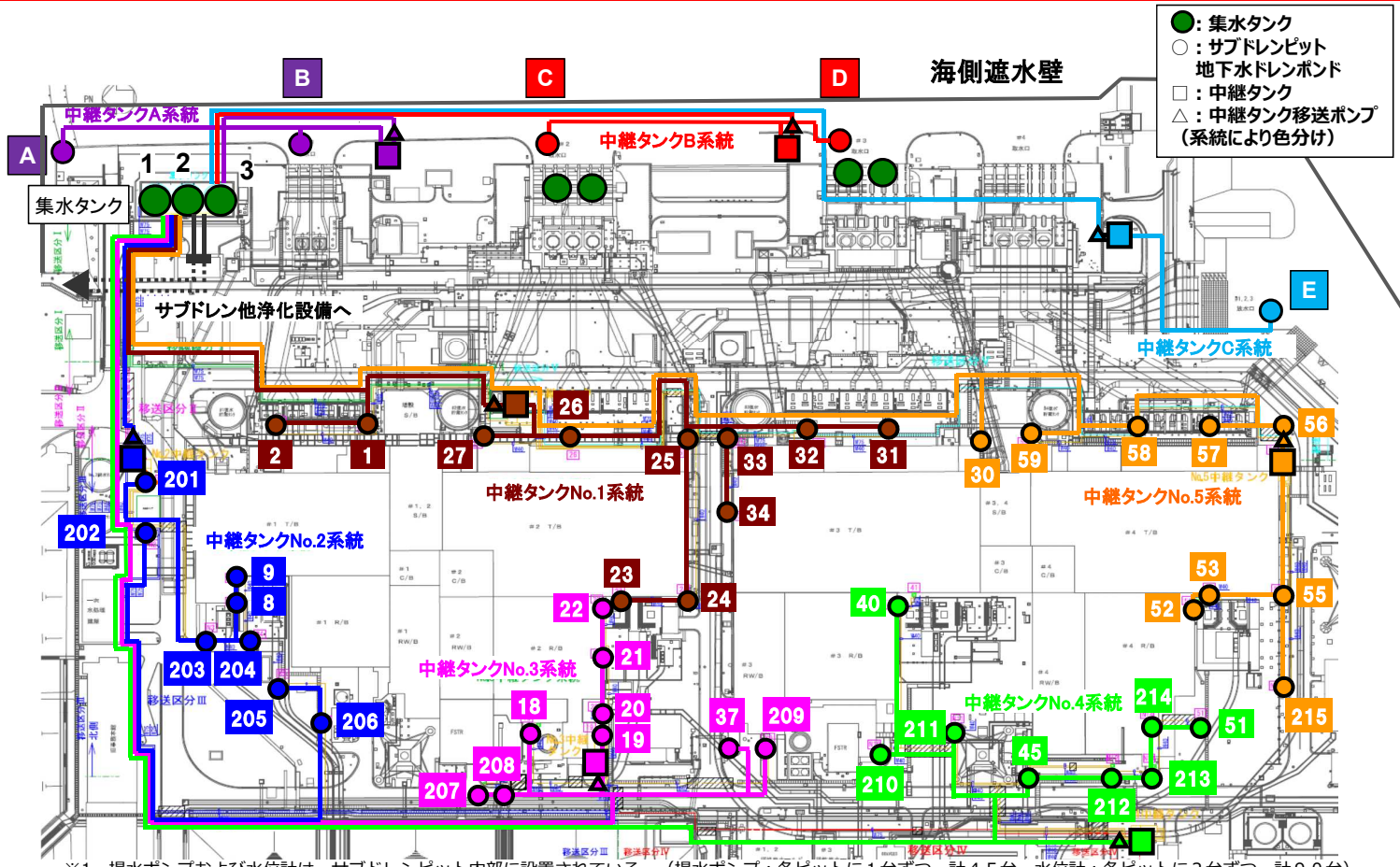
- 赤字は検出限界値未満を表す
- ハッチングは今回更新箇所を示す。

既設ビット	建屋	ビット	セシウム	セシウム	全β	トリチウム	採取日	
			134	137				
既設ビット	4号機	45	4	7	12	120	2017.9.27	
			2.7	4.7	12	110	2019.9.18	
		51	3	5	12	170	2019.3.14	
			4.5	4.4	12	112	2019.9.18	
		52	3.0	4.9	12	130	2019.2.28	
			4.5	5.0	11	115	2019.9.18	
		53	3.7	3.8	12	130	2019.2.28	
			4.1	5.6	11	116	2019.9.18	
		55	5.7	4.7	12	120	2017.9.28	
			5.0	4.8	13	120	2019.8.2	
		56	5	6	10	130	2019.9.13	
			3.2	4	10	150	2019.2.26	
	57	4	5	11	120	2019.9.19		
		2.8	8	22	130	2019.2.28		
	58	5	4	25	260	2019.9.19		
		4.9	9	68	510	2019.2.28		
	新設ビット	1号機	201	5	6	50	450	2019.9.19
				5.2	4.4	11	750	2019.3.7
			202	4.0	4.4	10	890	2019.9.25
				4.5	3.4	11	110	2019.3.7
			203	4.6	3.4	10	120	2019.9.25
				5.1	6.2	13	220	2019.9.11
			204	3.0	4.7	10	170	2019.9.25
				5.1	4.4	13	2,200	2019.9.11
			205	5.4	5.5	10	2,200	2019.9.25
				5.0	4.8	12	3,500	2019.9.11
			206	4.6	4.2	10	8,400	2019.9.25
5.7				4.4	12	10,000	2019.9.11	
2号機		207	4.0	4.6	10	11,800	2019.9.26	
			3.5	4.0	12	1,000	2019.9.11	
		4.2	3.4	12	320	2019.9.26		
3号機	208	5.9	34	39	4,900	2019.6.19		
		3.5	12	13	3,200	2019.7.2		
	5	4	12	180	2019.8.31			
4号機	209	5.7	4.8	12	340	2019.9.27		
		4.3	3.8	12	110	2019.3.14		
	210	3.9	4.8	12	110	2019.9.18		
4.8		4.4	12	120	2018.1.11			
4号機	211	4.1	4.7	12	110	2019.9.18		
		4.7	4.8	12	110	2019.3.14		
	212	5.9	5.3	12	110	2019.9.18		
		4	5	12	110	2019.3.14		
	213	2.8	3.4	11	130	2019.9.18		
		4	7	12	130	2019.8.30		
	214	2.7	4	12	12	2019.9.27		
215	5.2	4.1	12	130	2019.2.28			
	4.6	4.0	11	120	2019.9.19			



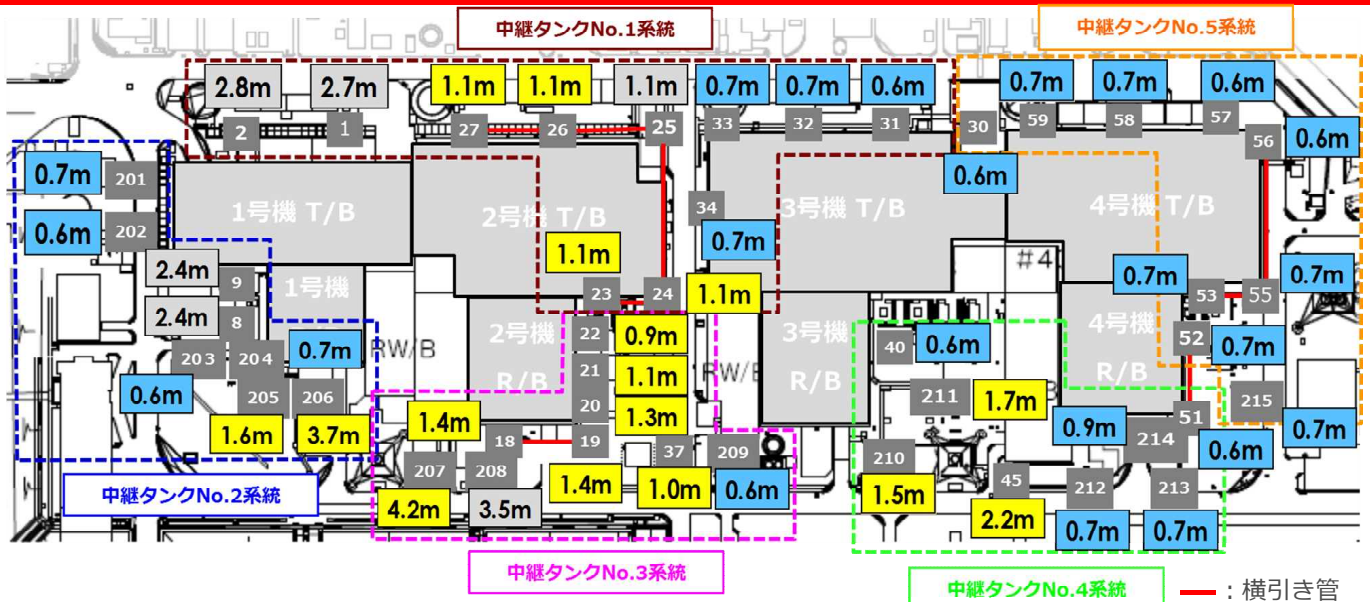
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【参考1】サブドレン・地下水ドレン 中継タンク系統図



※1 揚水ポンプおよび水位計は、サブドレンピット内部に設置されている。(揚水ポンプ：各ピットに1台ずつ、計45台、水位計：各ピットに2台ずつ、計90台)

【参考2】地下水位の状況について(2019.10.1現在)



水位の凡例

- : 設定水位範囲内 (25基/45基)
- : 設定水位より高め (16基/45基)
- : 停止中(6基/45基)

保全計画		
対象設備	実施内容	実施時期
No.210	ポンプ交換	10/7~10/11
No.211	ポンプ交換	10/15~10/18
No.45	ポンプ交換	10/21~10/25
No.4中継タンク	タンク・移送配管清掃	11/7~1/18
No.5中継タンク	タンク・移送配管清掃	11月中旬

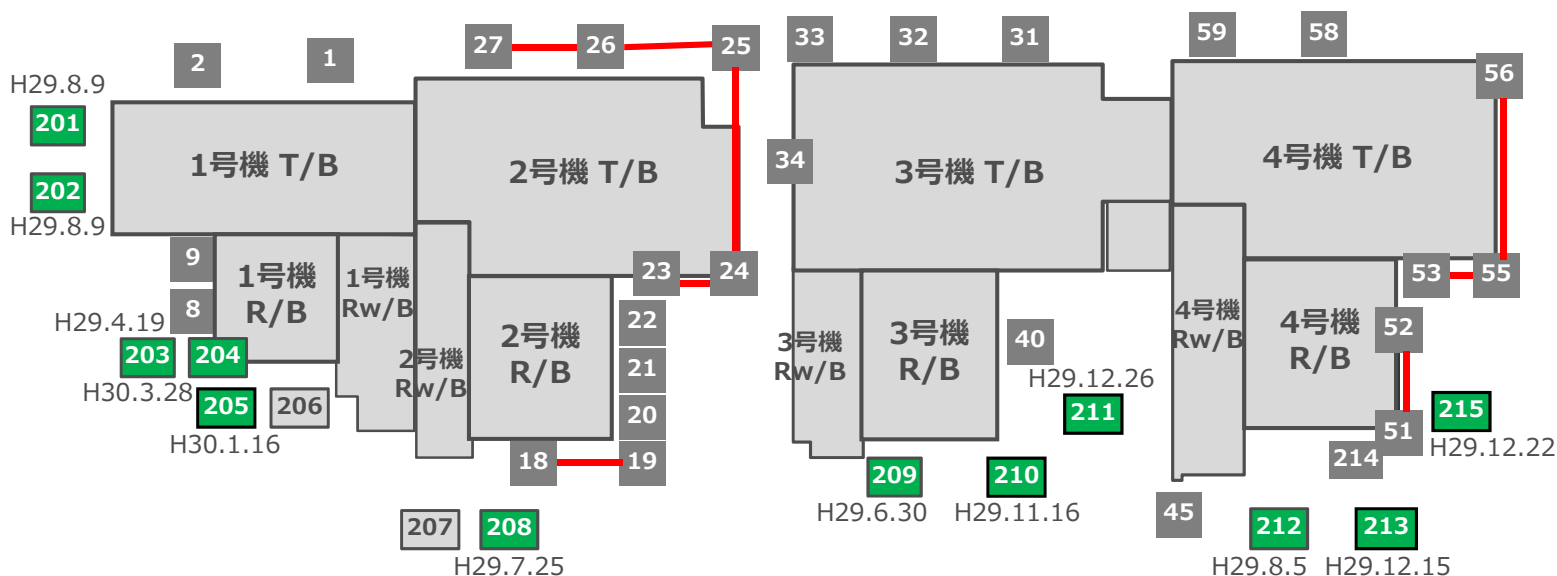
【参考3】サブドレン集水設備の稼働・保全スケジュール

	8月	9月	10月	11月
中継タンク～集水タンク間 洗浄			No.4中継タンク ・タンク清掃 (系統停止) ・出口配管, 移送配管清掃 (系統停止なし) 	No.5中継タンク ・タンク清掃 (系統停止) ・出口配管, 移送配管清掃 (系統停止なし)
ピット～中継タンク間 洗浄			No.201,203 No.206 No.51 No.59 No.55 No.37 No.210 No.211	

揚水ポンプ (交換 : ▼, 清掃 : ▽) 配管清掃 : ◆

※上記工程は水位状況等に応じて、変更の可能性有り

【参考4】サブドレン集水設備 増強工事の進捗



- 【凡例】
- 201 : インサービ
 - 202 : 掘削中
 - 203 : 掘削位置検討中
 - 204 : 設備工事中
 - 205 : 試掘中
 - 206 : 運用検討中

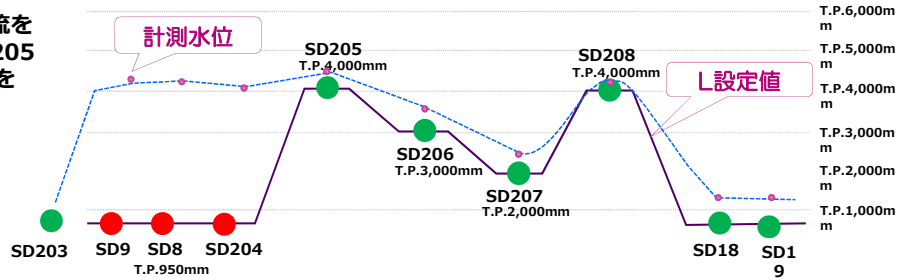
※図中のH○.○.○はインサービス日を表す

【参考5】 1 / 2号機山側サブドレンのトリチウム濃度上昇今後の対応

【地盤改良工事前】

汚染源と想定した1/2号機 排気塔周辺からの移流を抑制するため、SD206,207を連続で稼働しSD205 208については T.P.4,000mmで壁を作ることを指向。

【改良工事前】 (2018.9~10時点)



【現時点：7/24時点】

- SD206~SD208について地盤改良後の水位応答、水質を検証するため稼働中。
- 現時点で水位応答ならびにH-3濃度に有意な変動は見られていない。

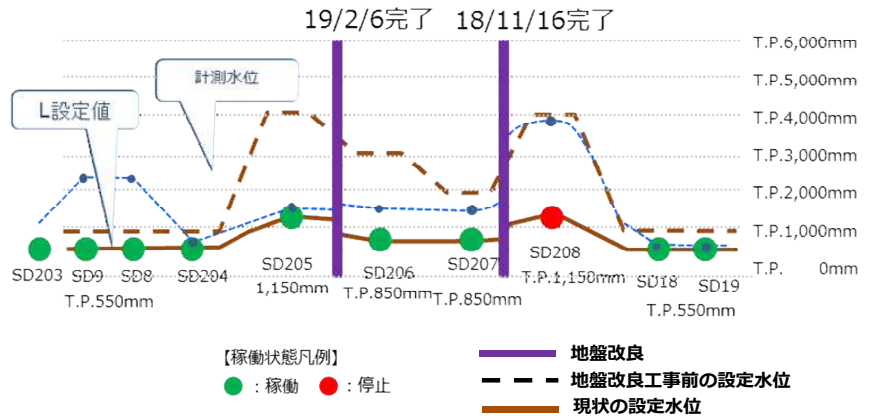
【工事前】

工事前	現在
SD205 T.P.4,000	⇒ T.P.1,150
SD206 T.P.3,000	⇒ T.P.850
SD207 T.P.2,000	⇒ T.P.850
SD208 T.P.4,000	⇒ T.P.1,150

【今後の予定】

水質を監視しながら、周辺水位と同等まで段階的に周辺ピット水位まで低下させていく。

【サブドレンの設定水位 (9/15時点)】

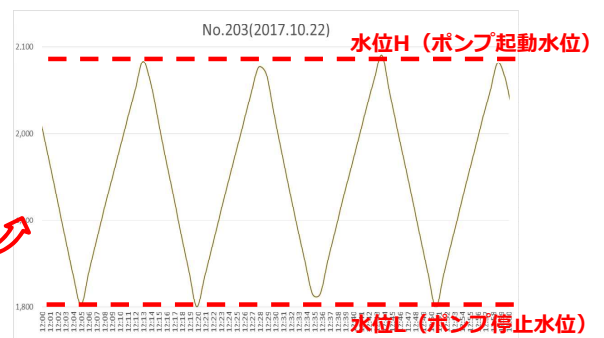
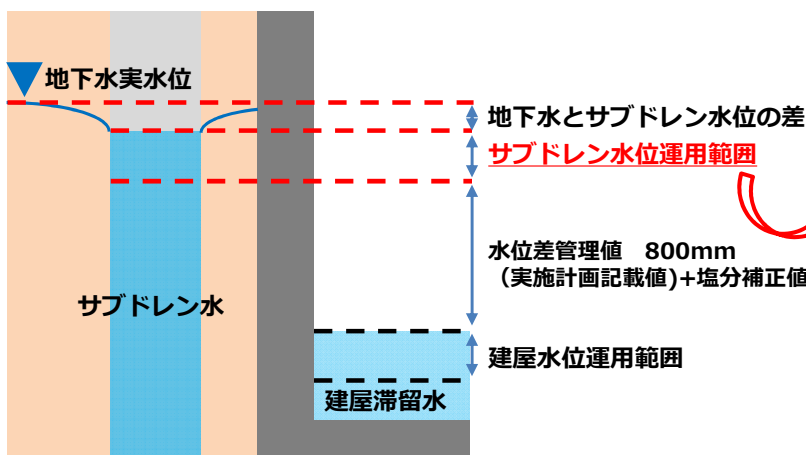


無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【参考6】 サブドレンピット水位の運用範囲L~H間の縮小について



- 建屋滞留水が建屋外へ漏えいしないよう、周辺の地下水水位建屋水位より一定差以上に高く維持する水位差管理（サブドレンポンプ停止水位－滞留水ポンプ起動水位間800mm確保）を実施している。
- 実際の水位差としては、水位差管理値800mm+実水位における水位差が上乘せされている。
- サブドレン水位運用範囲を縮小し揚水量を増加させることで、地下水実水位低下及び水位差縮小を図る。
- なお、水位管理値を縮小するものではないため、安全性への影響はない



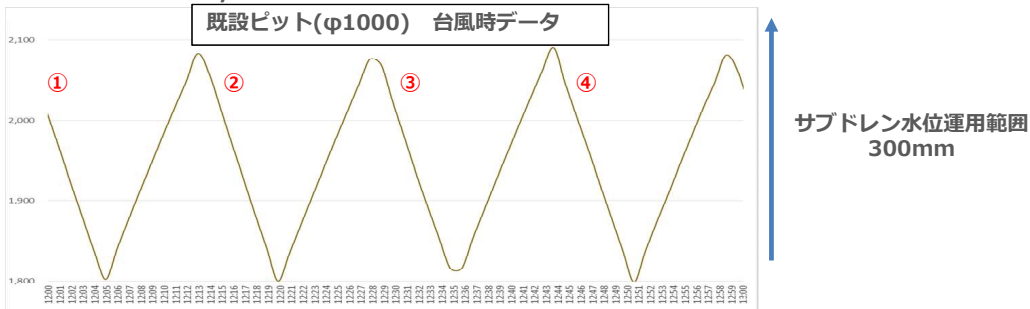
＜水位H~L間の設定＞	
・既設ピット(φ1000)	: 300mm
・新設ピット(φ 200)	: 500mm

■ 運用範囲の設定根拠

- サブドレン稼働当初に、ポンプの機器保護を目的としてメーカー推奨値である「発停回数10回以下/h」を基準に設定
- 以下の通り、運用範囲の設定をしている。
 - ・既設ピット(φ1000) : 300mm ←見直し対象
 - ・新設ピット(φ 200) : 500mm ←見直し対象外 (定常時で10回程度発停)

■ 実績確認

- 過去の運用実績より、1時間あたりの発停回数を確認し運用範囲の縮小を検討する。

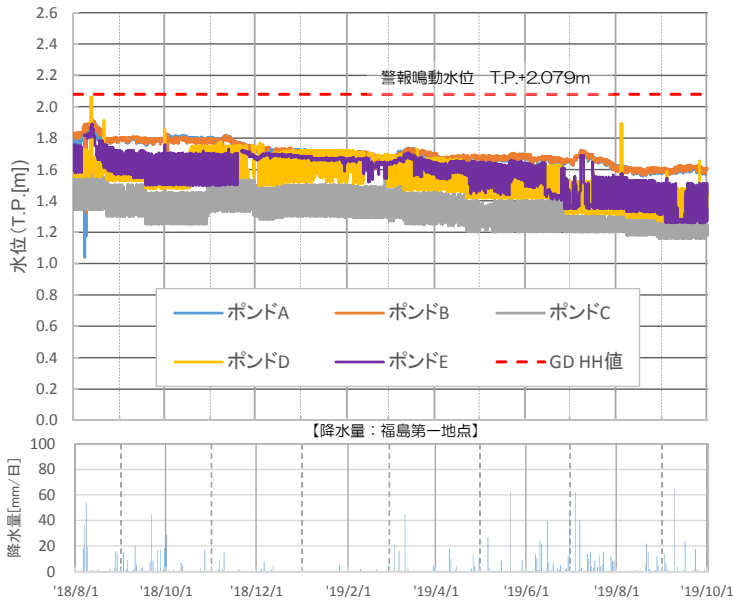


- 1時間あたりの最大発停回数は、台風襲来時でも4回程度であった。
- 過酷条件である雨季以外の定常期間では、3回程度であった。

■ まとめ

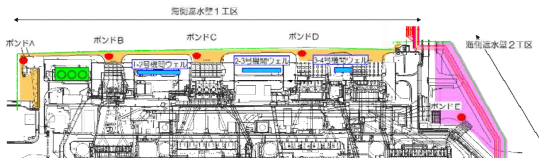
- 定常期間の発停回数を基に、試験的にサブドレン水位運用範囲を200mmに変更する。
- 運用範囲を2/3とすることから、ポンプの発停回数は現状の1.5倍が想定される。
- 今後各種データを確認し、適用拡大を検討する

【地下水ドレンポンド・観測井平均水位】



※水位計点検時の水位データは除く。

【配置図】



■ 地下水ドレン集水タンク及びT/B移送量(m³) 前日0:00より24時間

地下水ドレン 移送先	中継タンクA		中継タンクB		中継タンクC		集水タンク移送量合計	T/B移送量合計	移送量合計*
	集水タンク	T/B	集水タンク	T/B	集水タンク	T/B			
9/17	0	0	19	0	71	0	90	0	90
9/18	0	0	17	0	67	0	84	0	84
9/19	0	0	29	0	66	0	95	0	95
9/20	0	0	35	0	62	0	97	0	97
9/21	0	0	34	0	57	0	91	0	91
9/22	0	0	32	0	55	0	87	0	87
9/23	0	0	29	0	59	0	88	0	88
9/24	0	0	13	0	73	0	86	0	86
9/25	0	0	3	0	84	0	87	0	87
9/26	0	0	28	0	73	0	101	0	101
9/27	0	0	50	0	57	0	107	0	107
9/28	0	0	40	0	46	0	86	0	86
9/29	0	0	31	0	46	0	77	0	77
9/30	0	0	27	0	47	0	74	0	74
平均	0	0	28	0	62	0	89	0	89

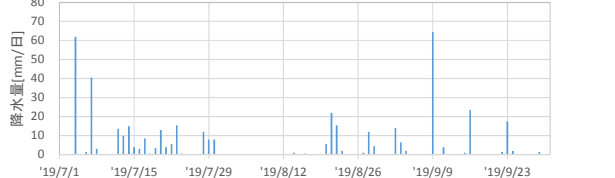
■ ウェルポイントT/B移送量(m³) 前日0:00より24時間

ウェルポイント	#1-2間	#2-3間	#3-4間	合計*
9/17	14	0	0	14
9/18	13	0	0	13
9/19	7	0	0	7
9/20	14	0	0	14
9/21	7	0	0	7
9/22	14	0	0	14
9/23	8	0	0	8
9/24	13	0	0	13
9/25	13	0	0	13
9/26	7	0	0	7
9/27	15	0	0	15
9/28	7	0	0	7
9/29	14	0	0	14
9/30	7	0	0	7
平均	11	0	0	11

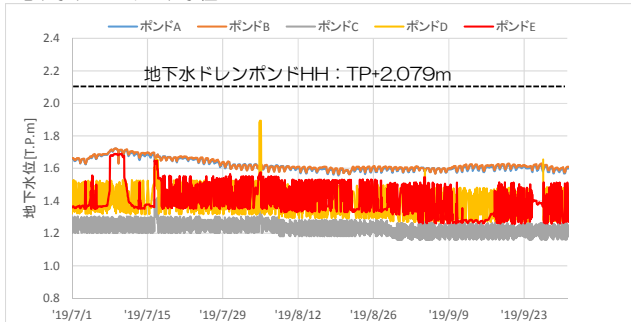
※ 合計値は小数点第一位のデータを合計しているため、個々のデータを合計した数値と合計値に差異がある場合があります。

地下水ドレン稼働状況および水位変化状況

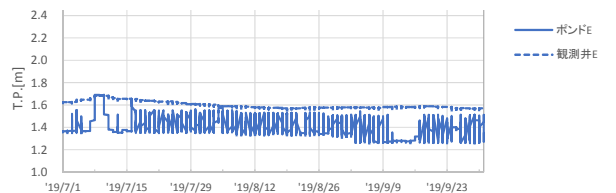
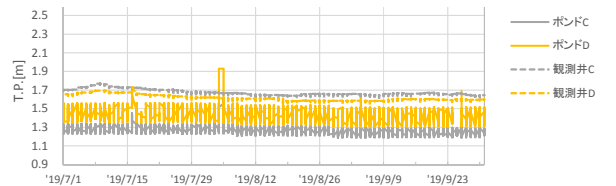
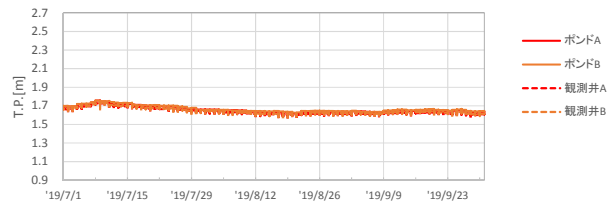
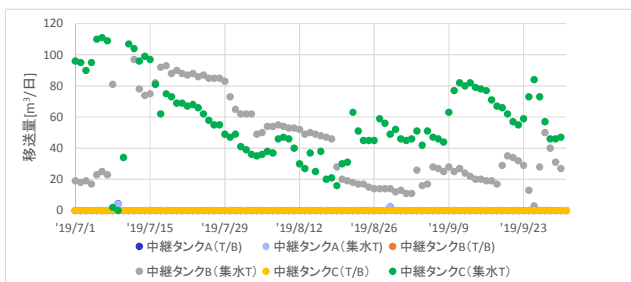
降水量（福島第一）



地下水ドレンポンド水位



地下水ドレン移送量 ※記載グラフについて、水位計点検時の水位データは除く。



- ▶ 通常時はポンドC~Dを稼働し、ポンドCの設定水位を一番低くして、H3の拡散抑制を継続。
- ▶ 集水タンクのSr濃度上昇抑制のため、サブドレンの稼働状況を踏まえて、各ポンドの設定水位の変更及び流量調整等を都度、実施。
- ▶ また、観測井水位と降雨予報も踏まえ、適宜、ポンドの稼働や観測井からの揚水を実施

▶ 現時点における設定水位及び稼働状況

	H値	L値
ポンドA	T.P.1200mm	~ 1000mm
ポンドB	T.P.1200mm	~ 1000mm
ポンドC	T.P.1260mm	~ 1160mm
ポンドD	T.P.1460mm	~ 1260mm
ポンドE	T.P.1510mm	~ 1260mm

【稼働状況】

観測井の水位変動状況等に応じて稼働
観測井の水位変動状況等に応じて稼働
稼働中
稼働中（流量調整を適宜実施）
観測井の水位変動状況等に応じて稼働

◆ 中継タンク

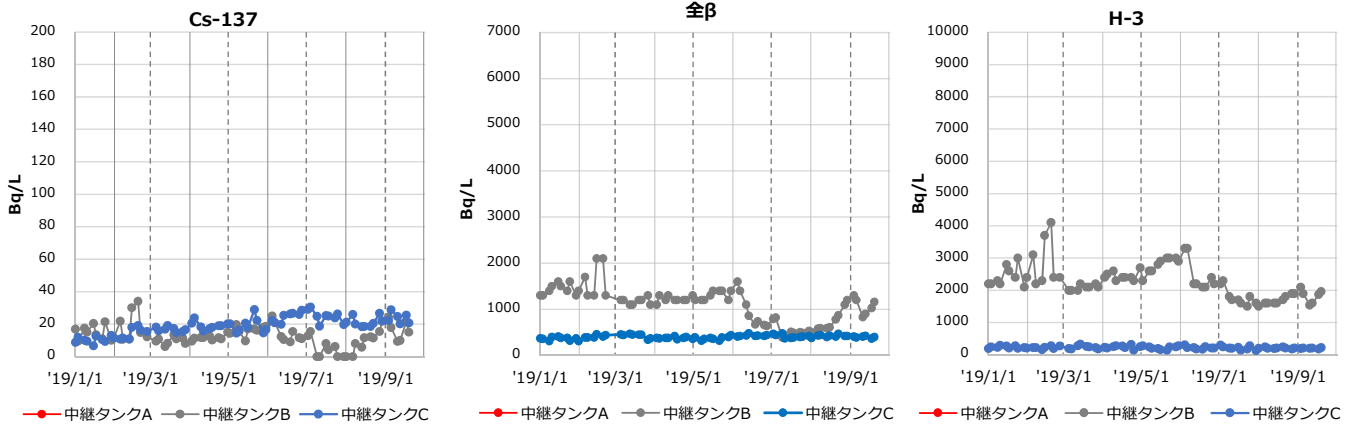
- セシウム137；中継タンクB, Cは10～30Bq/L程度で推移。
- 全β；中継タンクB, Cは, 500～1,000Bq/L程度で推移。
- トリチウム；中継タンクBは, 1,500～2,000Bq/L程度で推移。

(記載データ採取日)
 中継タンクA；2017/12/8※
 中継タンクB, C；2019/9/19

(単位) Bq/L

中継タンク	セシウム137	全β	トリチウム
A	<4.4	3,600	1,800
B	15	1,200	2,000
C	21	400	220

※ ポンドA, B非稼働のため12/8以降サンプリング休止



<参考>地下水ドレン汲み上げ水の水質 (ポンド別)

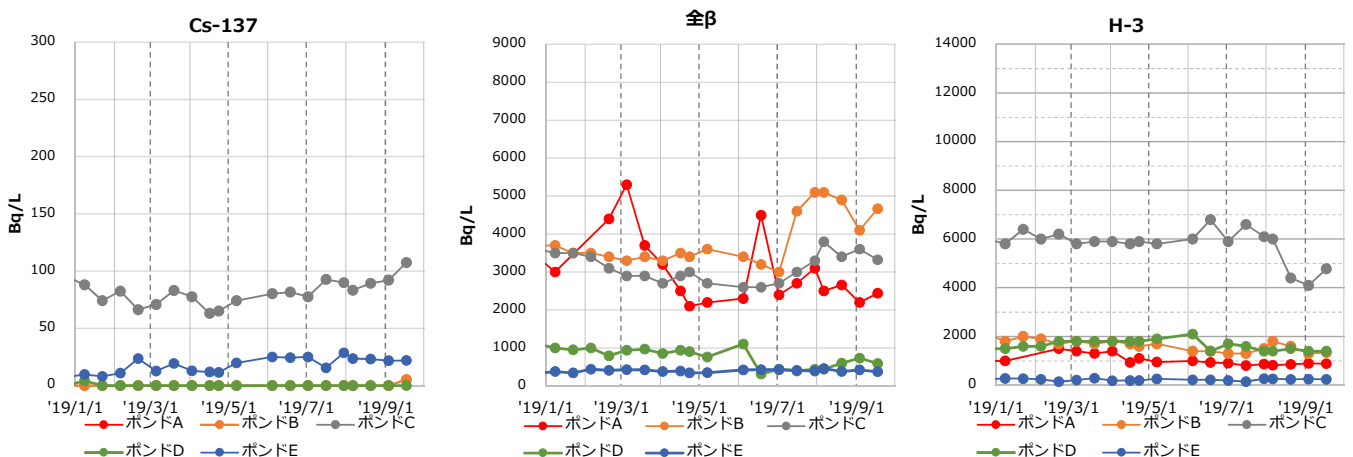
◆ ポンド

- セシウム137；ポンドCは, 100Bq/L程度で推移。
- 全β；ポンドA, B, Cは, 3,000～5,000Bq/L程度で推移。
- H-3；ポンドA, Bは, 1,000～2,000Bq/L程度で推移。
 ポンドCは, 5,000Bq/L程度で推移。
 ポンドDは, 1,500Bq/L程度で推移。

採取日 9/17

(単位) Bq/L

ポンド	セシウム137	全β	トリチウム
A	<4.0	2,400	880
B	5	4,700	1,300
C	110	3,300	4,800
D	<4.0	590	1,400
E	22	380	240



陸側遮水壁の状況（第三段階）

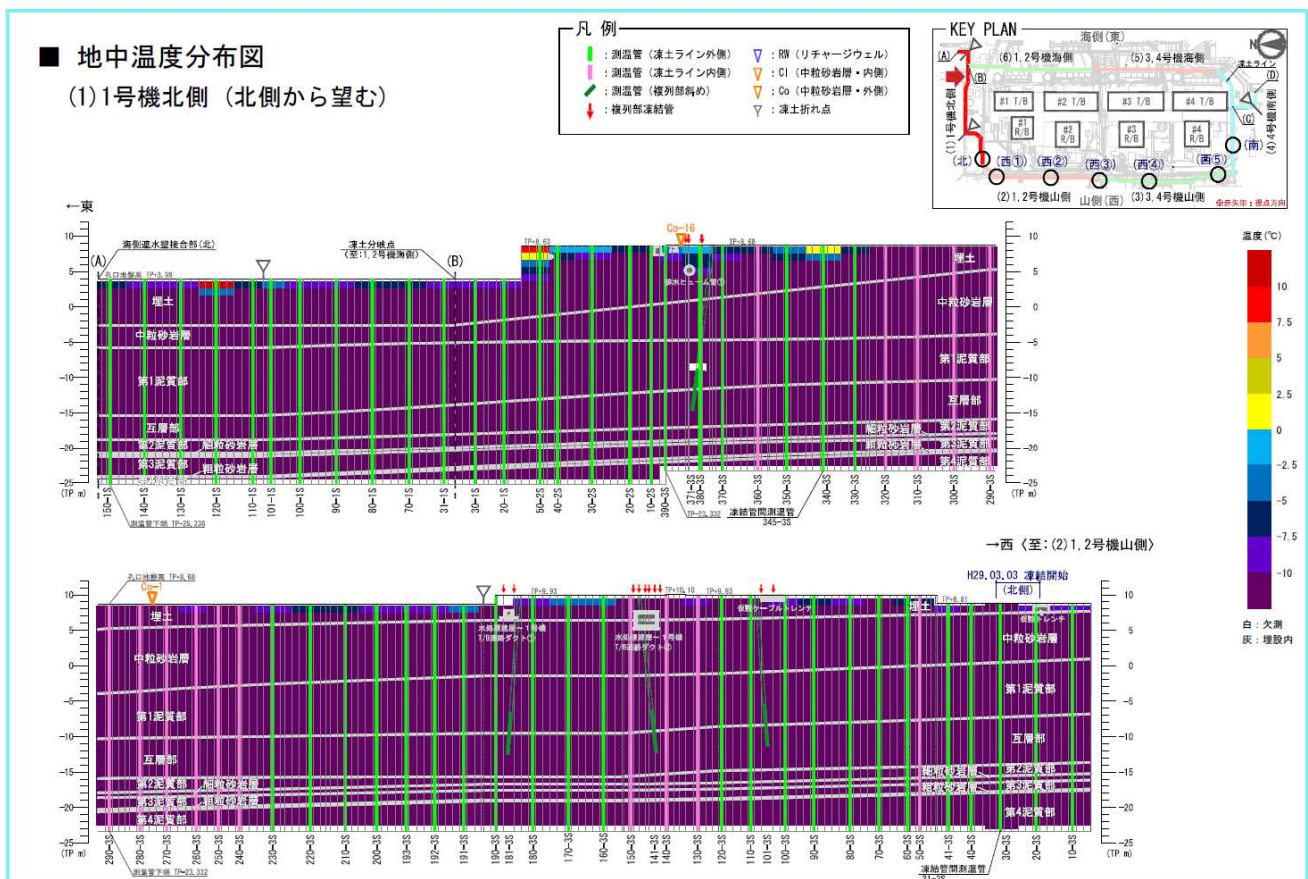
2019年10月3日

東京電力ホールディングス株式会社



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【凍結進展状況】地中温度分布図（1号機北側） 10/1 7:00現在



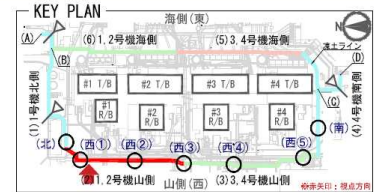
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. 無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【凍結進展状況】地中温度分布図 (1/2号機西側) 10/1 7:00現在

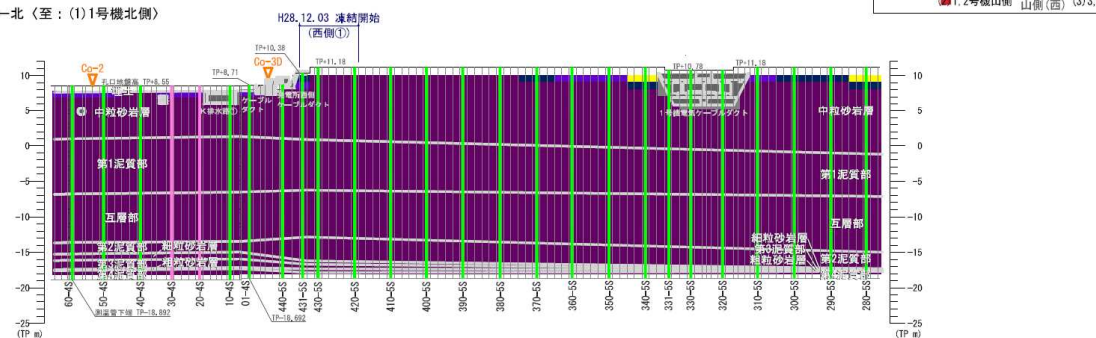
■ 地中温度分布図

(2) 1,2号機山側 (西側から望む)

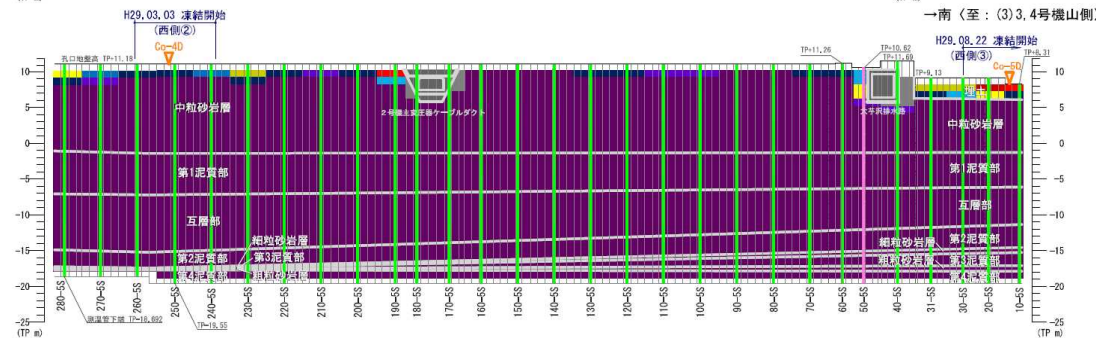
- 凡例
- 測温管 (凍土ライン外側)
 - 測温管 (凍土ライン内側)
 - 測温管 (複列部斜め)
 - 複列部凍結管
 - RW (リチャージウエル)
 - CI (中粒砂岩層・内側)
 - Co (中粒砂岩層・外側)
 - 凍土折れ点



←北 (至: (1)1号機北側)



←北 (至: (2)1,2号機北側)

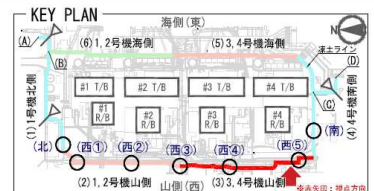


【凍結進展状況】地中温度分布図 (3/4号機西側) 10/1 7:00現在

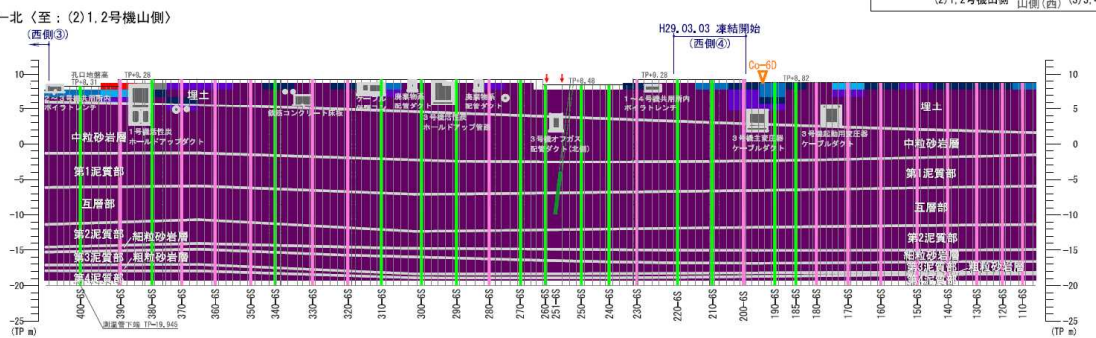
■ 地中温度分布図

(3) 3,4号機山側 (西側から望む)

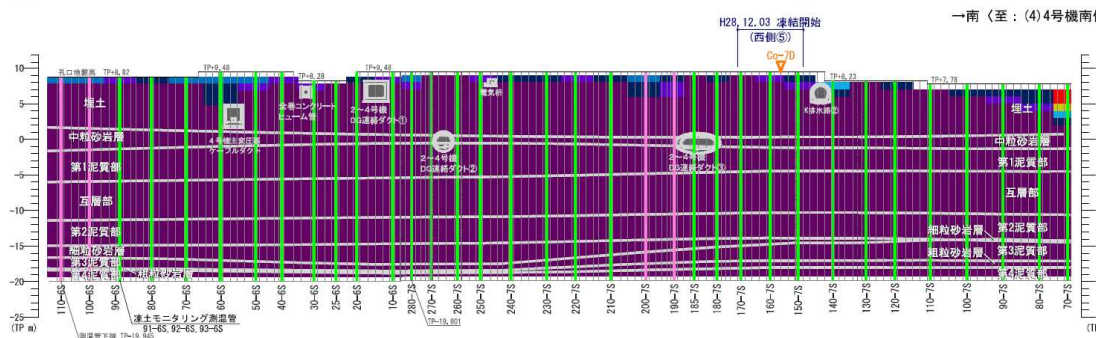
- 凡例
- 測温管 (凍土ライン外側)
 - 測温管 (凍土ライン内側)
 - 測温管 (複列部斜め)
 - 複列部凍結管
 - RW (リチャージウエル)
 - CI (中粒砂岩層・内側)
 - Co (中粒砂岩層・外側)
 - 凍土折れ点



←北 (至: (2)1,2号機北側)



←北 (至: (4)4号機北側)

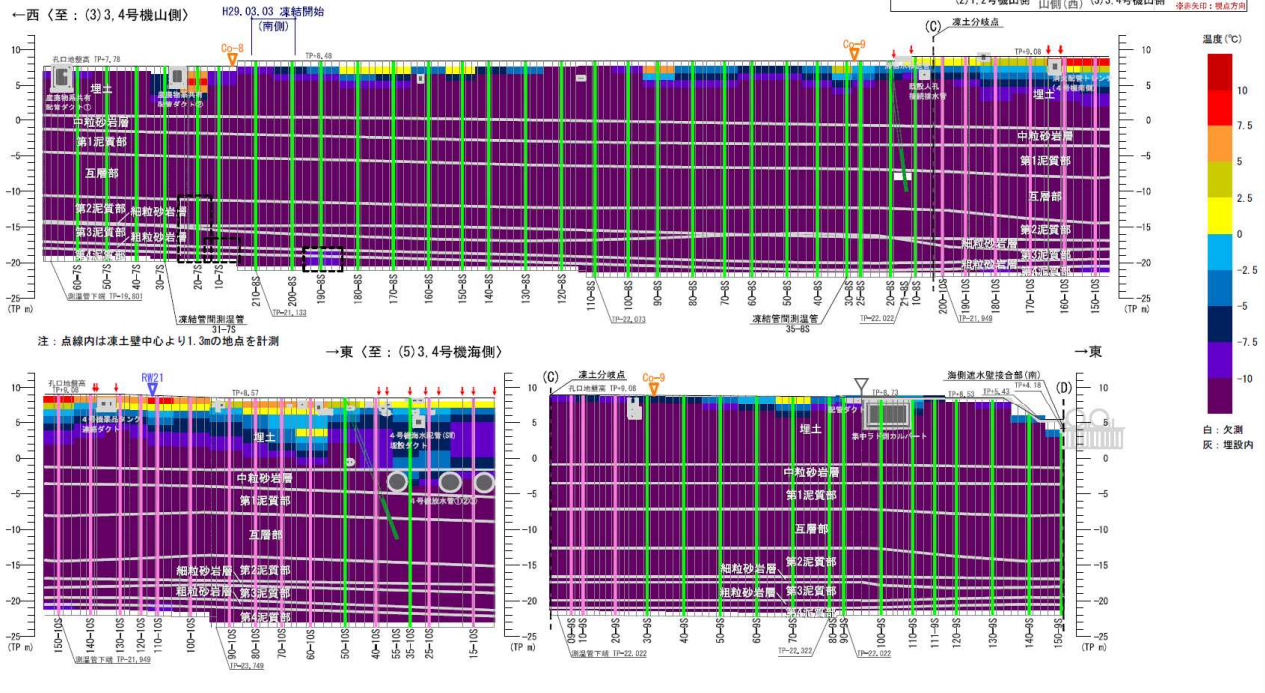
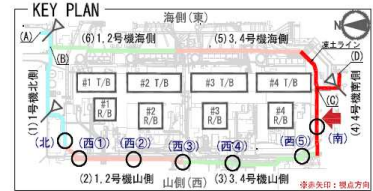


【凍結進展状況】 地中温度分布図 (4号機南側) 10/1 7:00現在

■ 地中温度分布図

(4)4号機南側 (南側から望む)

- 凡例
- 測温管 (凍土ライン外側)
 - 測温管 (凍土ライン内側)
 - 測温管 (複列部斜め)
 - 複列部凍結管
 - ▽ R (リチャージ Jewel)
 - ▽ CI (中粒砂岩層・内側)
 - ▽ Co (中粒砂岩層・外側)
 - ▽ 凍土折れ点



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

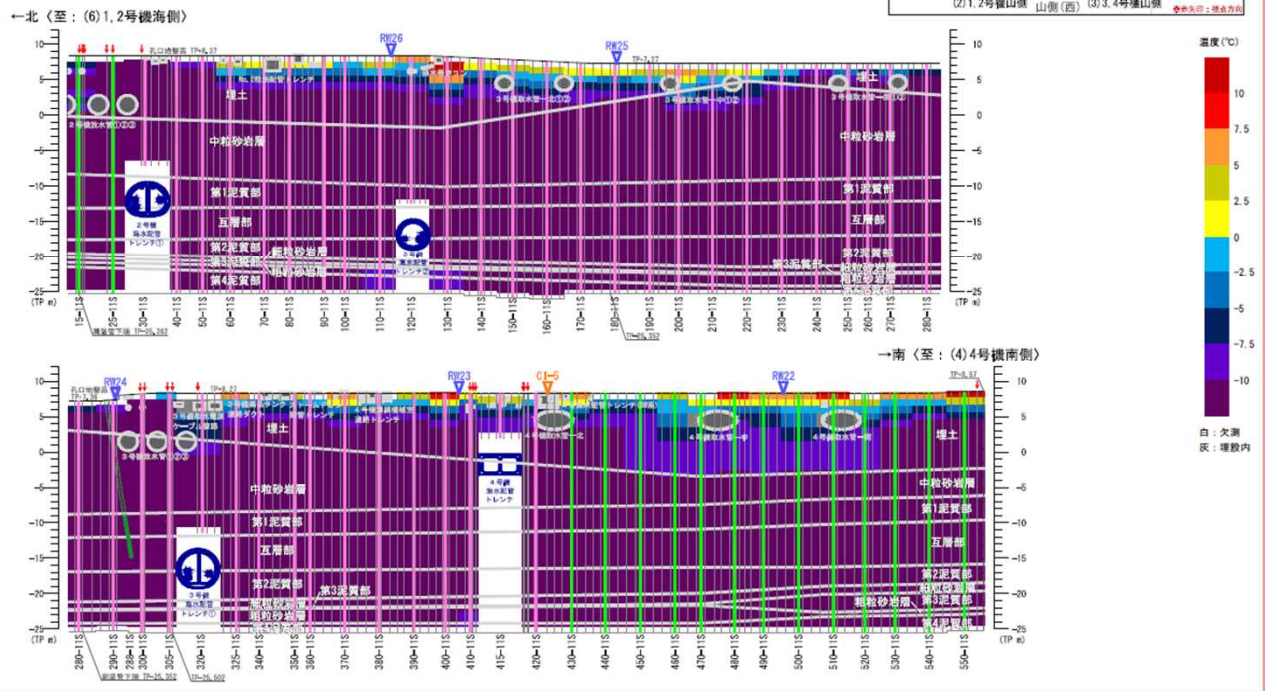
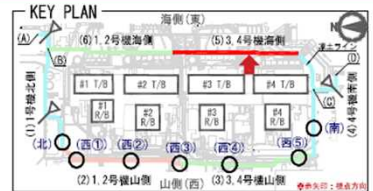
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【凍結進展状況】 地中温度分布図 (3/4号機海側) 10/1 7:00現在

■ 地中温度分布図

(5)3,4号機海側 (西側: 内側から望む)

- 凡例
- 測温管 (凍土ライン外側)
 - 測温管 (凍土ライン内側)
 - 測温管 (複列部斜め)
 - 複列部凍結管
 - ▽ R (リチャージ Jewel)
 - ▽ CI (中粒砂岩層・内側)
 - ▽ Co (中粒砂岩層・外側)
 - ▽ 凍土折れ点



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

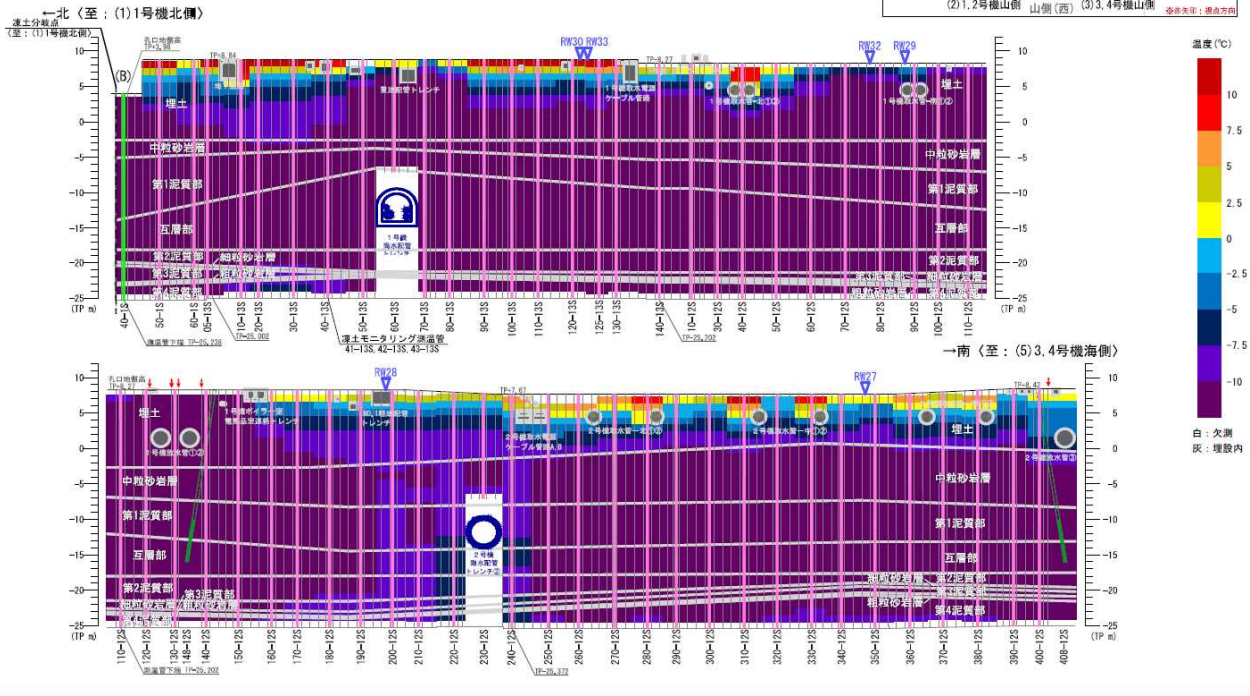
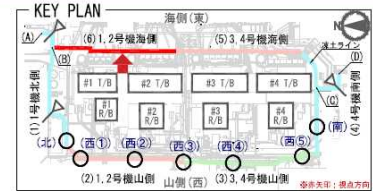
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【凍結進展状況】 地中温度分布図 (1/2号機海側) 10/1 7:00現在

■ 地中温度分布図

(6) 1,2号機海側 (西側：内側から望む)

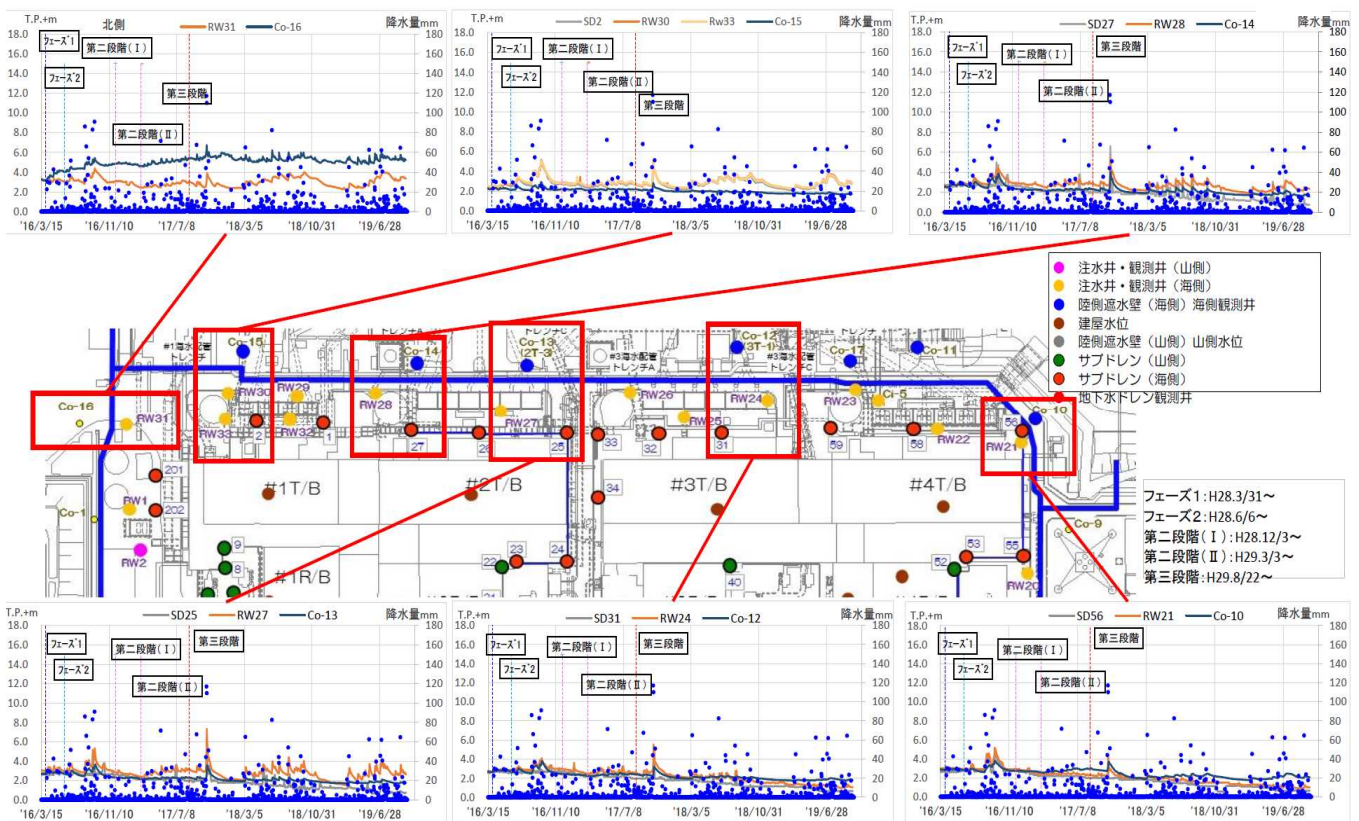
- 凡例
- 測温管 (凍土ライン外側)
 - 測温管 (凍土ライン内側)
 - 測温管 (複列部内側)
 - 測温管 (複列部外側)
 - 複列部凍結管
 - RW (リチャージウェル)
 - CI (中粒砂岩層・内側)
 - Co (中粒砂岩層・外側)
 - 凍土折れ点



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【参考】 地下水位・水頭状況 (中粒砂岩層 海側)



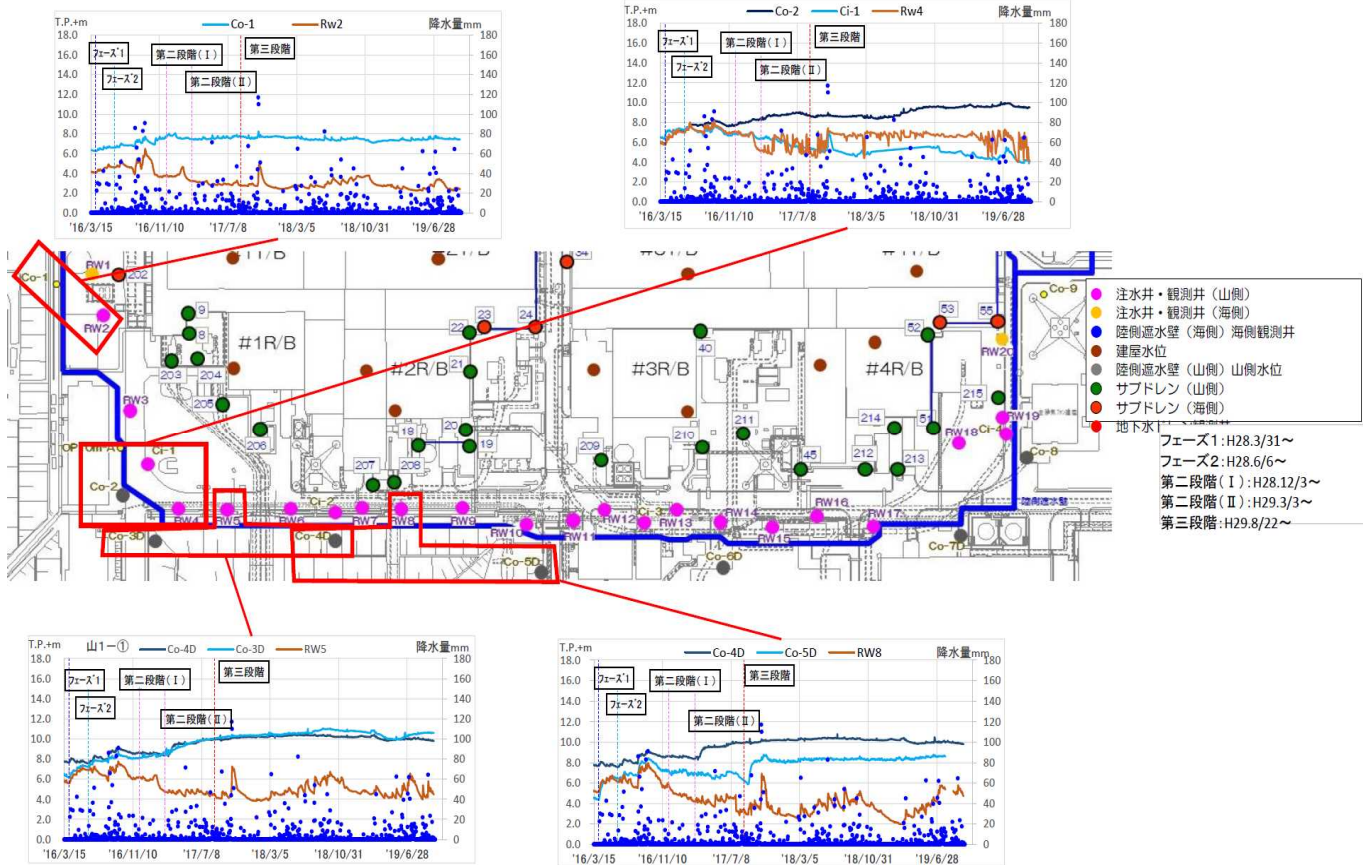
データ：~2019/9/30



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

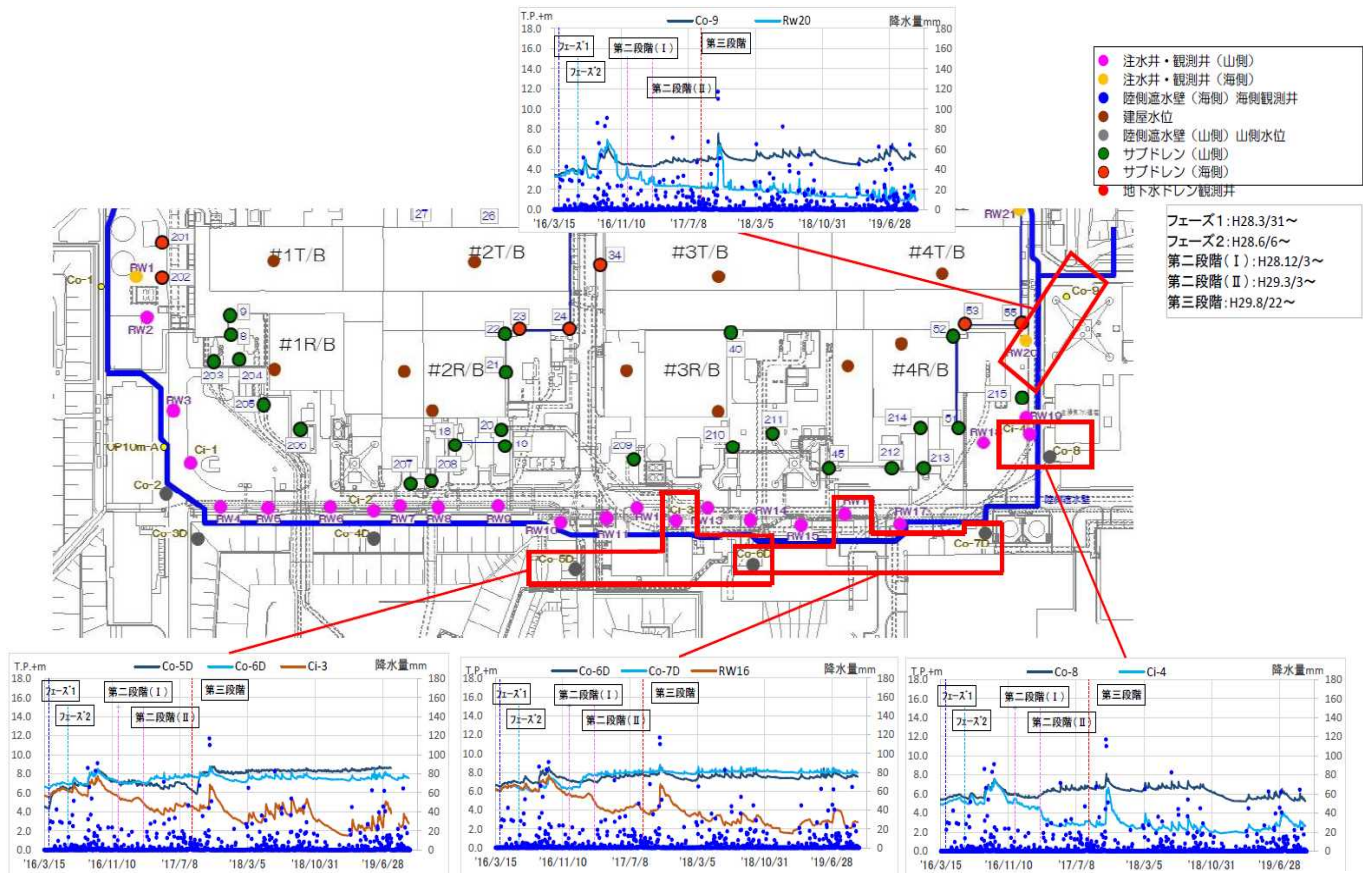
【参考】地下水位・水頭状況（中粒砂岩層 山側①）



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

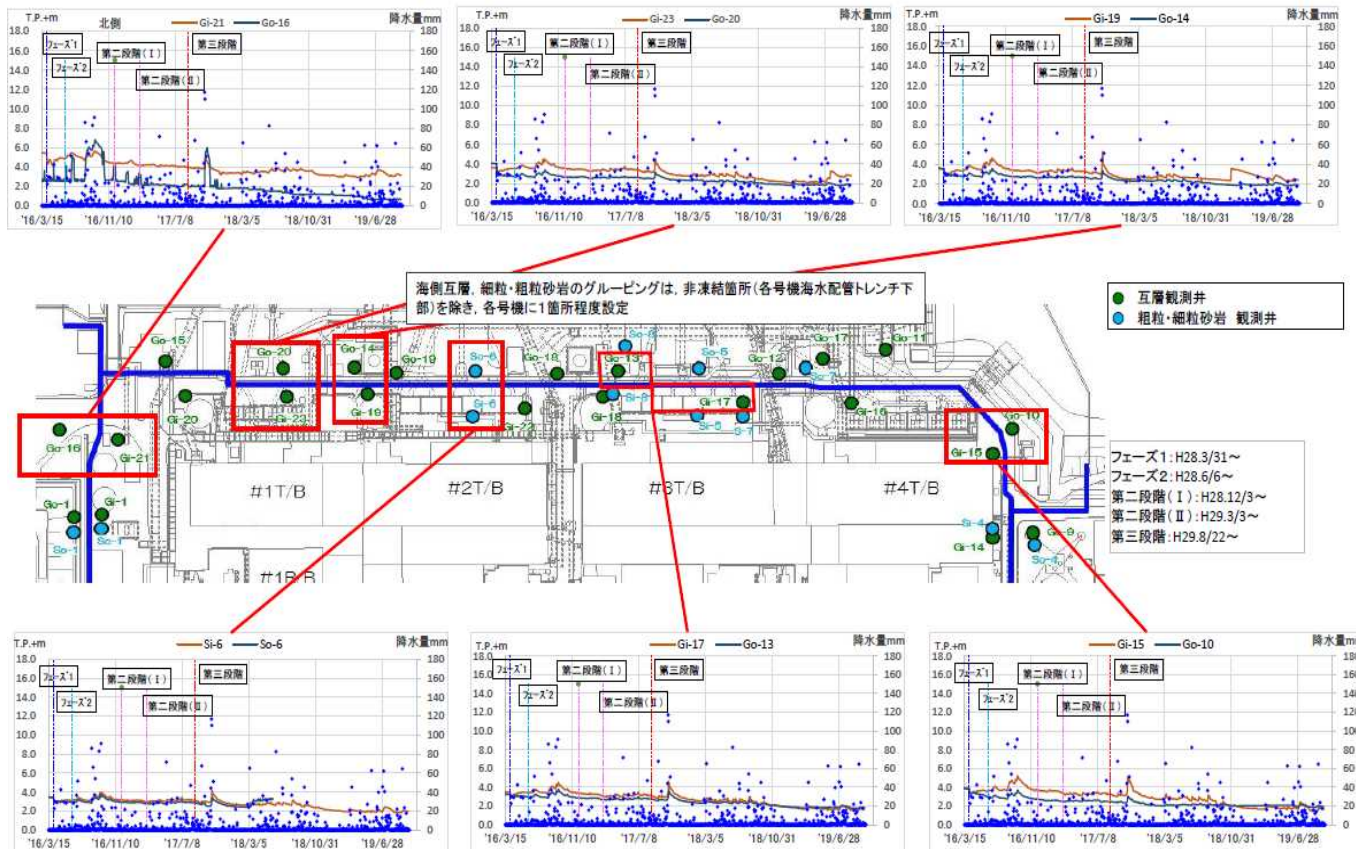
【参考】地下水位・水頭状況（中粒砂岩層 山側②）



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【参考】地下水位・水頭状況（互層、細粒・粗粒砂岩層水頭 海側）



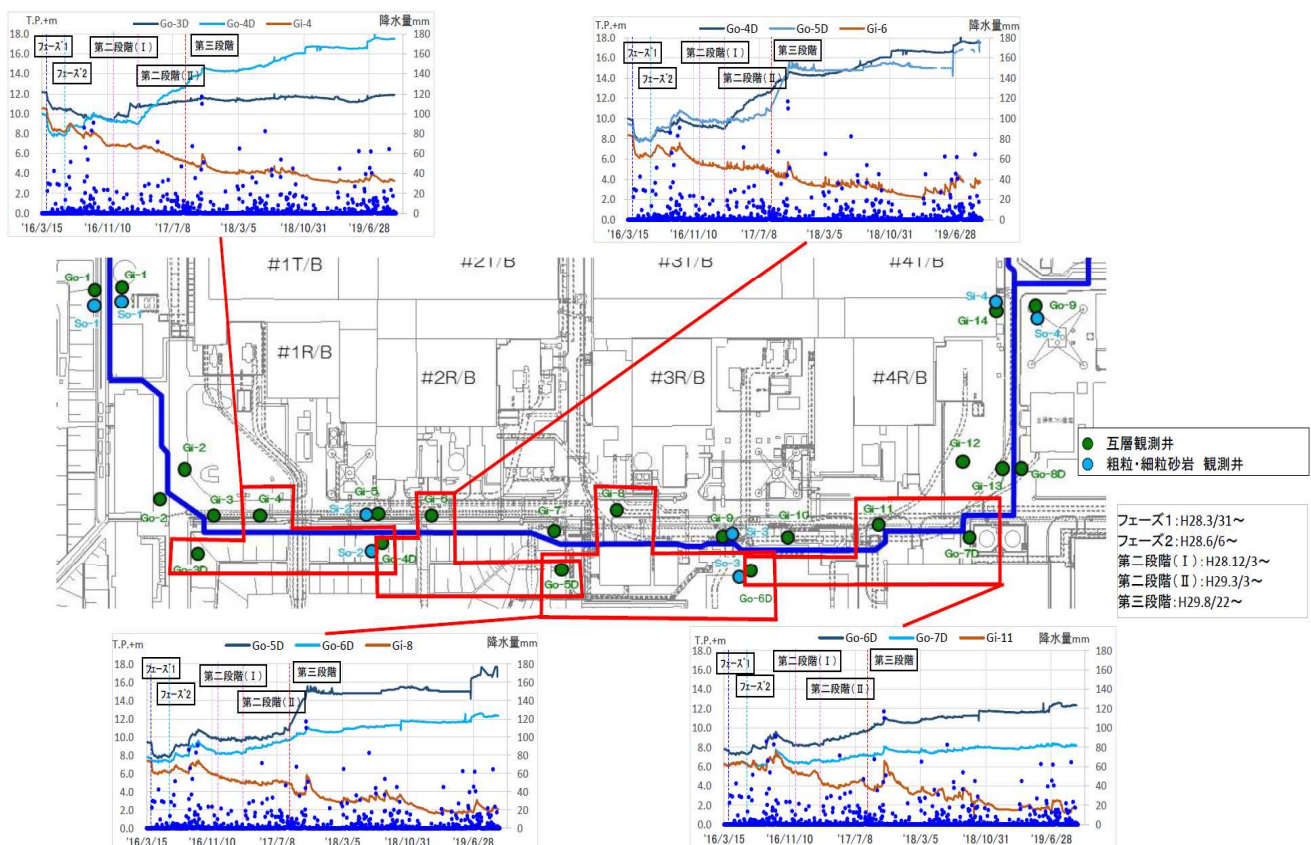
データ；～2019/9/30



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【参考】地下水位・水頭状況（互層、細粒・粗粒砂岩層水頭 山側）



データ；～2019/9/30

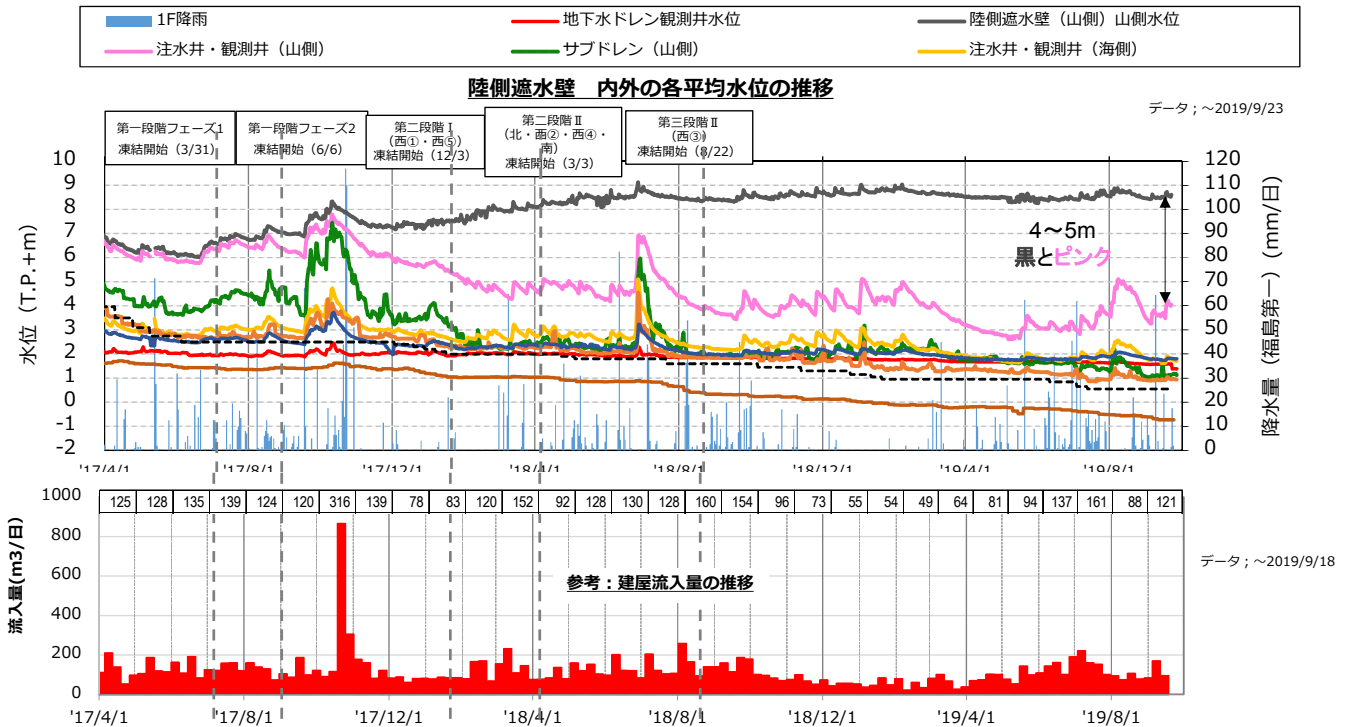


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【参考】建屋周辺の地下水位の状況

- 陸側遮水壁内側エリアの地下水位は、年々低下傾向にあり、山側では平均的に4~5mの内外水位差が形成されている。また、護岸エリア水位も地表面（T.P.2.5m）に対して低位（T.P.1.6~1.7m）で安定している状況である。
- 現状、建屋水位の低下計画に合わせてサブドレンの設定水位も段階的に低下してきており、至近では降雨時に注水井・観測井（山側）の水位が上昇するものの、サブドレン水位や地下水ドレン観測井水位の上昇は確認されていない。

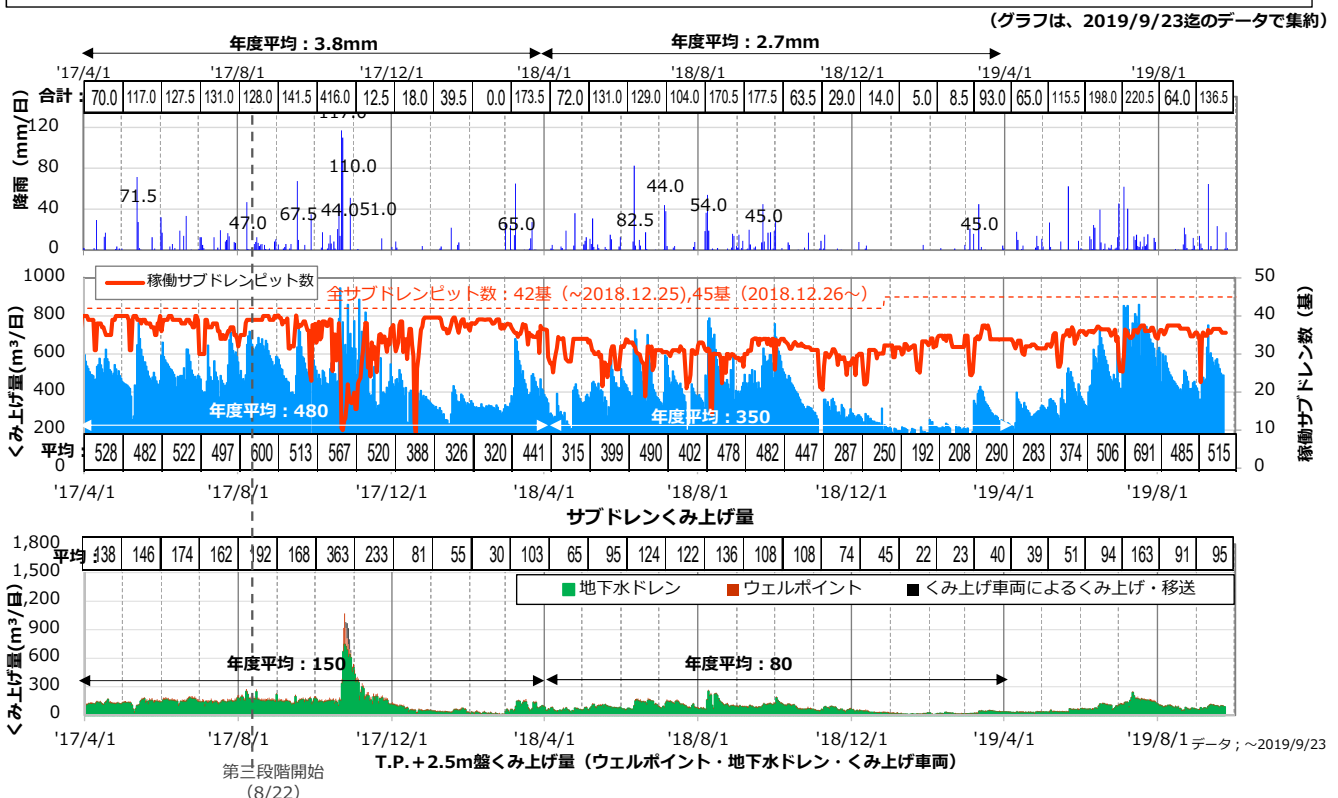


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【参考】サブドレン・護岸エリアのくみ上げ量の推移

- 重層的な汚染水対策により、豪雨時に低下していたサブドレン稼働率は安定しており、地下水をくみ上げできている。
- また、護岸エリア（.P.+2.5m盤）においては、以前は豪雨時にくみ上げ量の大幅な増加が認められたが、至近では安定したくみ上げ量となっている。

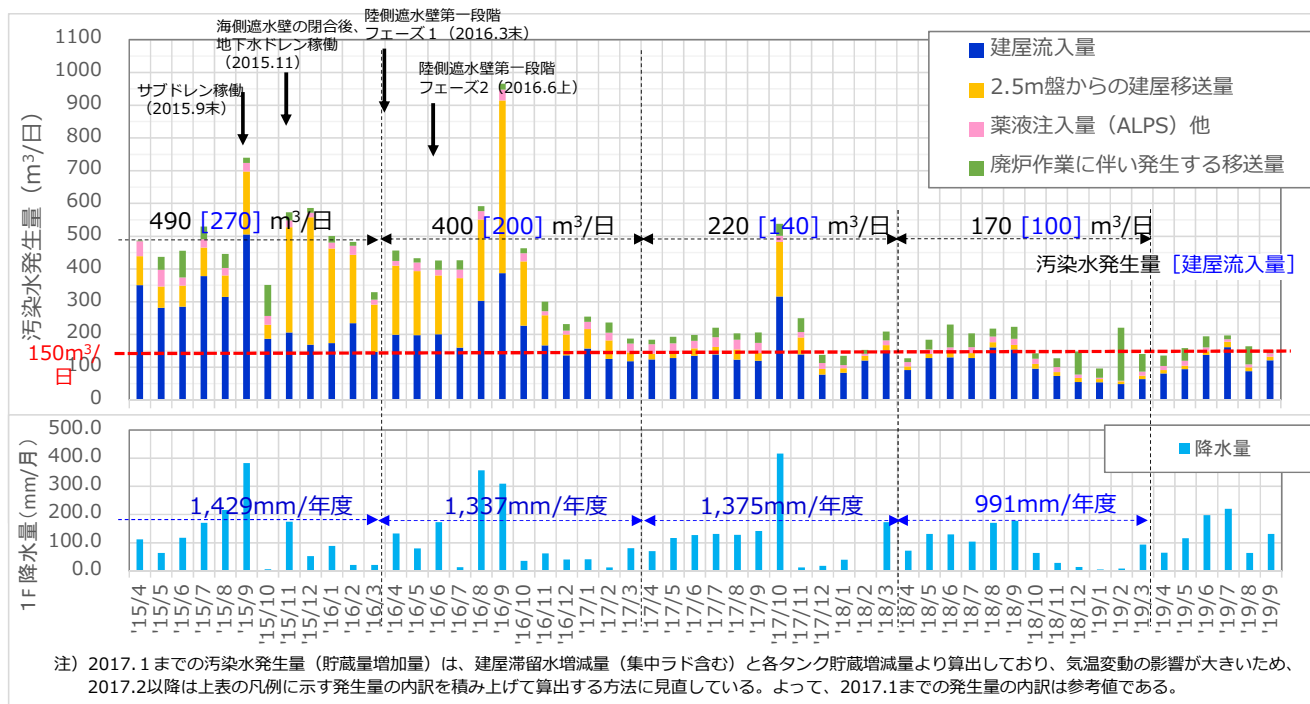


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

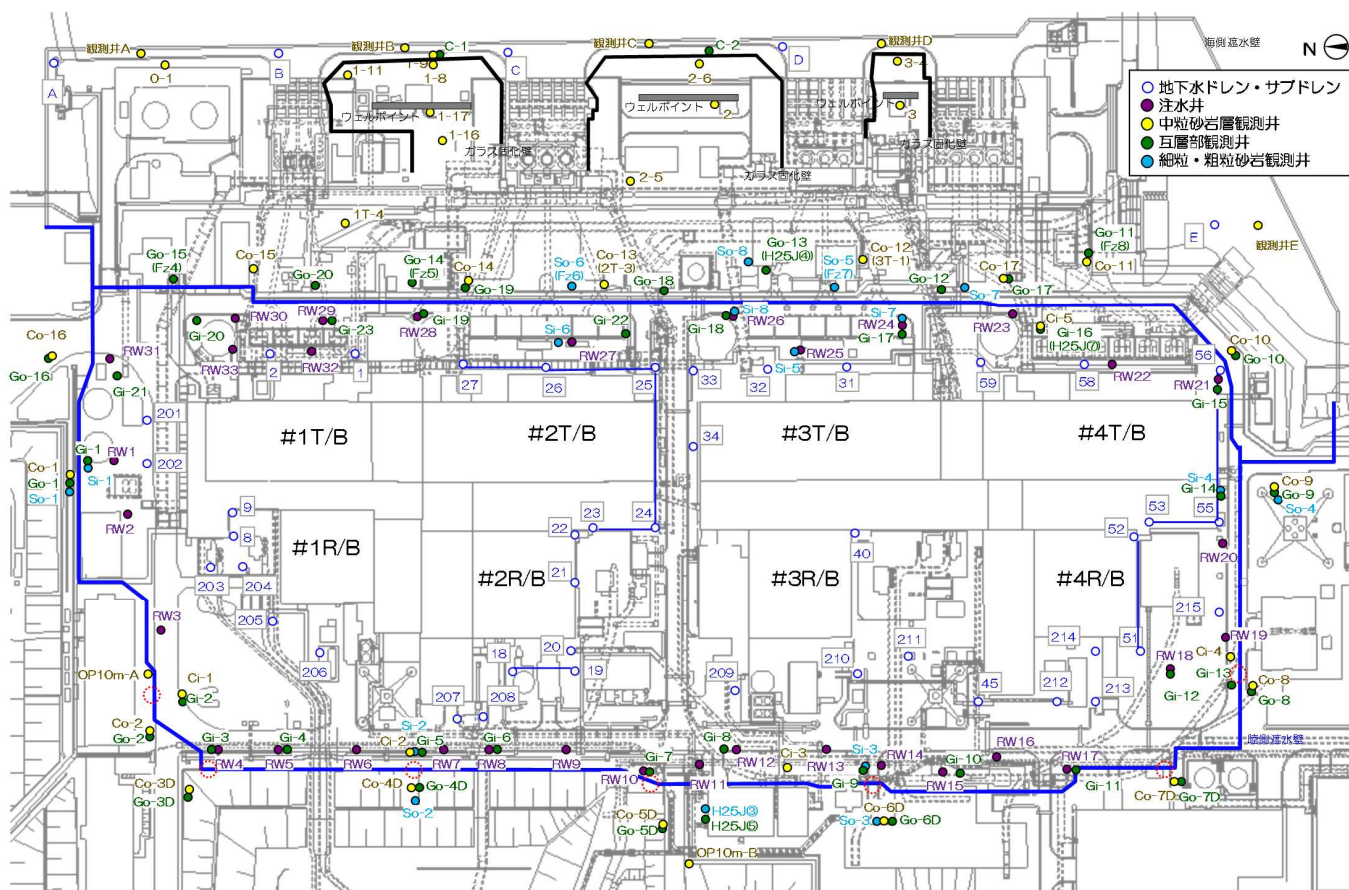
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

【参考】汚染水発生量の推移

- 陸側遮水壁、サブドレン等の重層的な対策の進捗に伴って、建屋流入量・汚染水発生量共に減少している。2018年度は降雨量が少ないこともあり、汚染水発生量は170m³/日で、2015年度の約1/3に低減している。冬期などの降雨量が比較的少ない時期には150m³/日を下回る傾向にある。
- 降雨量が多い時期においても、至近においては汚染水発生量は200m³/日を上回ることなく推移している。



【参考】地下水位観測井位置図 (2018年2月現在)



陸側遮水壁の状況

2019年10月3日

東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

要旨

陸側遮水壁の概要

- 陸側遮水壁は2013年10月より工事着手し、2016年2月に凍結準備が完了した。
- 2016年3月に許認可を受け、順次、凍結運転を開始し、2018年9月には全箇所が凍結した。
- 2019年1月には全箇所での維持管理運転に移行しており、以降は維持管理運転を継続していくための対策を適宜実施している状況である。
- 全箇所が凍結してから1年経過したが、水位逆転などの問題もなく運用できていることから、本報告をもって「陸側遮水壁の状況」の定例報告を終わりとする。

重層的な汚染水対策（陸側遮水壁含む）の主な成果

- 陸側遮水壁やサブドレン、フェーシング等の重層的な汚染水対策は、建屋周辺の地下水位の低位で安定的な管理に効果を発揮しており、汚染水発生量は、約490m³/日（2015年度平均）から約170m³/日（2018年度平均）と約1/3に低減している。
- 重層的な汚染水対策により、建屋周辺だけでなく、陸側遮水壁内側の地下水位は全体的に低下し、陸側遮水壁設置前と比べて、約2.5m低下している。陸側遮水壁の遮水効果により、サブドレンによる地下水位の制御性が向上している。
- 陸側遮水壁内の地下水位が全体的に低下し、サブドレン設定水位との相対的な水位差が低減したことから、設定水位が低下する中、サブドレン汲み上げ量は半減している。

- (1) 陸側遮水壁の目的および決定経緯
 - (2) 設備の仕様・数量
 - (3) 陸側遮水壁の施工手順
 - (4) 陸側遮水壁工事に関わる全体工程表
 - (5) 凍結閉合の経緯
 - (6) 凍結状況（地中温度分布）
 - (7) 建屋周辺の地下水位の状況
 - (8) 重層的な汚染水対策の効果（汚染水発生量）
 - (9) 設備・施工状況写真
- 【参考資料】汚染水対策処理委員会（2019年5月14日）

(1) 陸側遮水壁の目的および決定経緯

■ 目的

陸側遮水壁は、1～4号機の汚染水が滞留している建屋を囲い込むように、遮水性の高い壁を設置するものである。これにより、山側から建屋に向かう地下水の流れを遮断し、サブドレンによる建屋周辺の地下水位を効率的に低下させることができ、建屋内への地下水の流入を抑制するものである。

■ 凍土方式遮水壁採択までの経緯

- 2013年4月19日 第3回廃炉対策推進会議で汚染水処理対策委員会の設置決定
- 2013年5月30日 第3回汚染水処理対策委員会「地下水の流入抑制のための対策」にて凍土方式を提言（第1, 2回汚染水処理対策委員会で各工法を説明）
- 2013年7月1日 第1回陸側遮水壁タスクフォースにて凍土方式について検討

■ 凍土壁の優位性

構造については、汚染水処理対策委員会において、技術提案のあった「凍土方式」、「粘土方式」、「グラベル連続壁」について比較検討を実施した。その結果、凍土方式が下記理由で適切と判断された。

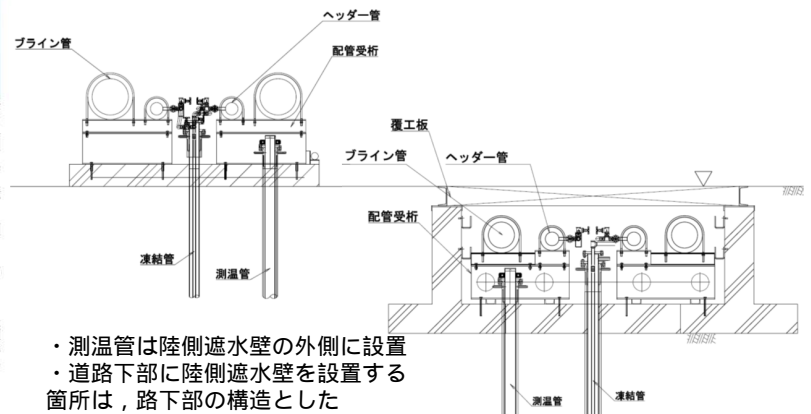
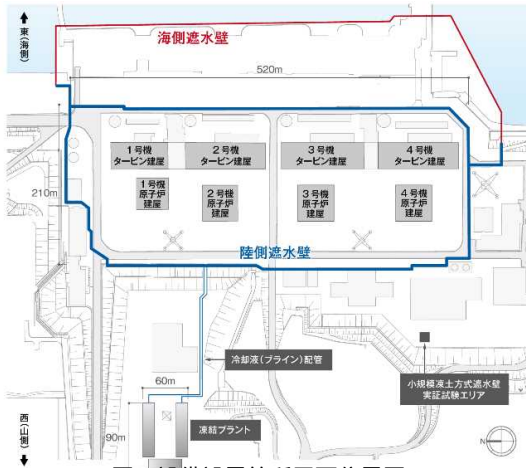
1. 遮水能力が高く、地下水の流入抑制効果が高い
2. 建屋近傍に多数存在する配管やトレンチ等の埋設構造物があっても、それらを損傷せず、柔軟かつ速やかに施工することが可能
3. 他工法と比べ、建屋を囲い込む範囲が小さく、取り扱う地下水の総量が少なくできるため、地下水位管理が比較的容易である。
4. 仮に外力等により凍土にクラックが発生しても、速やかに再凍結し遮水機能を発揮する。
5. 施工に伴う掘削土等は、放射性物質を含む廃棄物となる恐れが大きく、凍土壁は他工法と比較し、施工に伴う汚染土壌、汚染水の発生量が極めて少ないことから、廃棄物発生量の点からも優位である。

(2) 設備の仕様・数量

- ✓ 陸側遮水壁の範囲は、取り扱う地下水の総量を少なくし、地下水の制御性を確保するため、囲む範囲は可能な限り小さくするように、他の廃炉関連工事とのエリア調整、既設の地中・地上構造物との干渉を考慮し、総延長約1,500m（深さ約30m）の陸側遮水壁とした。

表 主な設備の仕様・数量

項目	主な仕様	数量
凍結管	内径100mm・25mmの二重管、深さ約30m	1,568本
測温管	内径100mm、深さ約30m	359本
冷凍機	230kWスクリーコンプレッサ式冷凍機	30台
ブライン供給管	低温配管用鋼管 内径450～200mm	約4,100m
ブラインヘッダー管	低温配管用鋼管 内径125・100mm	約2,600m
ブライン（冷却液）	塩化カルシウム30%水溶液	-



- ・測温管は陸側遮水壁の外側に設置
- ・道路下部に陸側遮水壁を設置する箇所は、路下部の構造とした

図 設備設置箇所平面位置図

出典：鹿島建設HP

図 断面図（左：地上部、右：路下部）

TEPCO

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

4

(3) 陸側遮水壁の施工手順（一般部）

福島第一原子力発電所
特定原子力施設に係る実施計画
-2-6-添 14-68

① 試掘

地表付近の埋設物の確認
（出典：FS事業※）



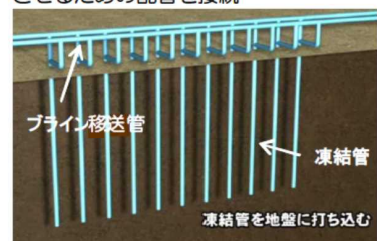
② 削孔

凍結管を建て込むため、ボーリングマシンで削孔（出典：FS事業※）



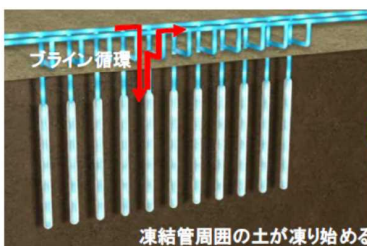
③ 凍結管建込・ブライン移送管接続

凍結管を地中に建込、ブラインを循環させるための配管を接続

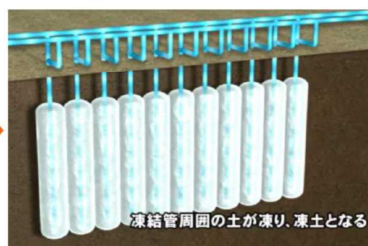


約1m間隔で凍結管を設置
凍土のイメージ

④ ブライン循環



⑤ 陸側遮水壁造成



※資源エネルギー庁公募 平成25年度発電用原子炉等廃炉・安全技術基盤整備事業（地下水の流入抑制のための凍土 方式による遮水技術に関するフィージビリティ・スタディ事業）

地盤中にできた凍土の周囲地盤を掘り返し確認できるようにした事例（出典：鹿島建設株式会社）

図 陸側遮水壁の施工手順イメージ

TEPCO

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

5

【参考】埋設構造物横断箇所の施工方法（単列施工）

✓ 単列施工は、一般部と同様に凍結管間隔（1.2m以下）の調整で対応できる小規模構造物に実施。

- 一般部と同様に約1m間隔で凍結管を設置
- 埋設物周囲の地盤を巻き込んで陸側遮水壁を造成

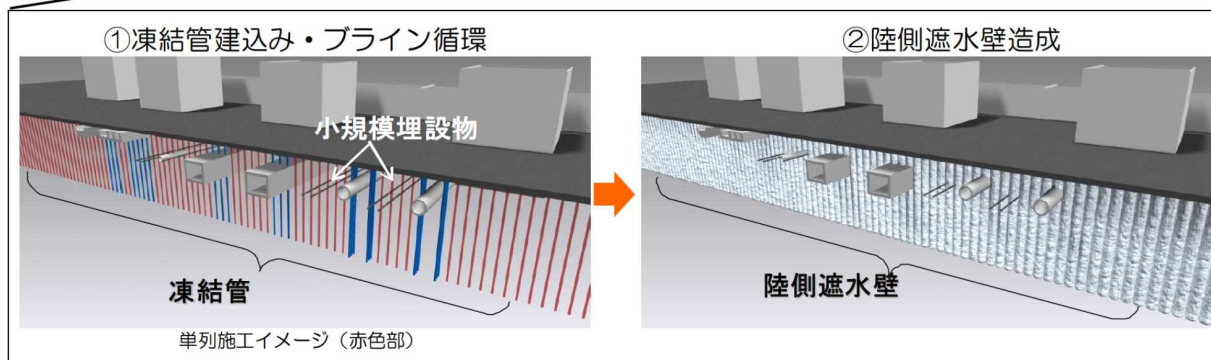
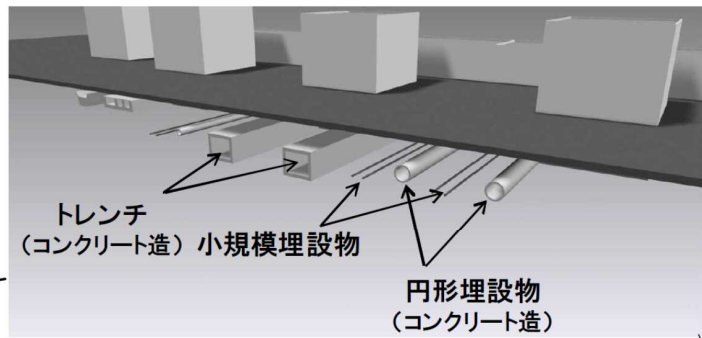


図 単列施工のイメージ



【参考】埋設構造物横断箇所の施工方法（複列および貫通施工）

✓ 単列施工で対応できない箇所は、基本的には貫通施工で対応しているが、工程等を優先する箇所については複列施工を実施 例えは、海水配管トレンチ下部は、貫通部施工を実施する場合より、約6ヶ月早く全体の98.8%を造成することができるため複列施工を実施した（陸側遮水壁タスクフォース第14回 2015.3.3資料3参照）

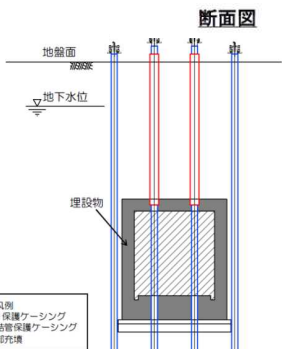
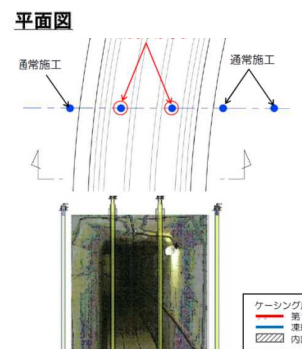
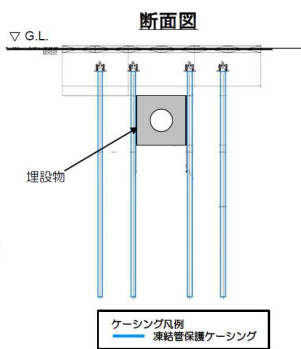
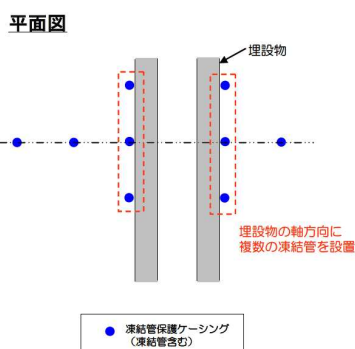
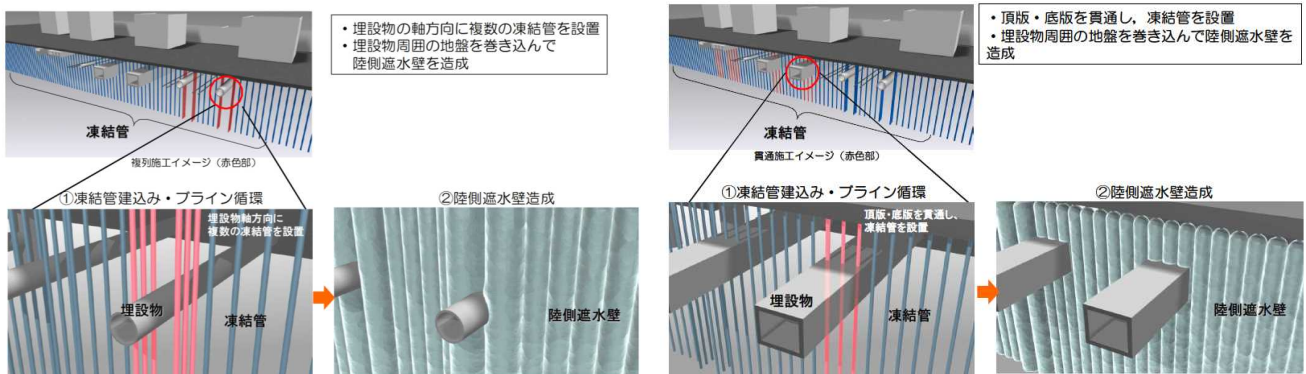


図 複列施工のイメージ

図 貫通施工のイメージ



【参考】陸側遮水壁の対象深さ

建屋内への地下水の主な流入源は中粒砂岩層（4号機原子炉建屋は互層も含む）であると想定されるが、陸側遮水壁の深度については、下部からの地下水の湧き上がりをする限り抑制する観点から、それ以深に透水層が確認されていない第4泥質部に1m以上根入れすることとした。

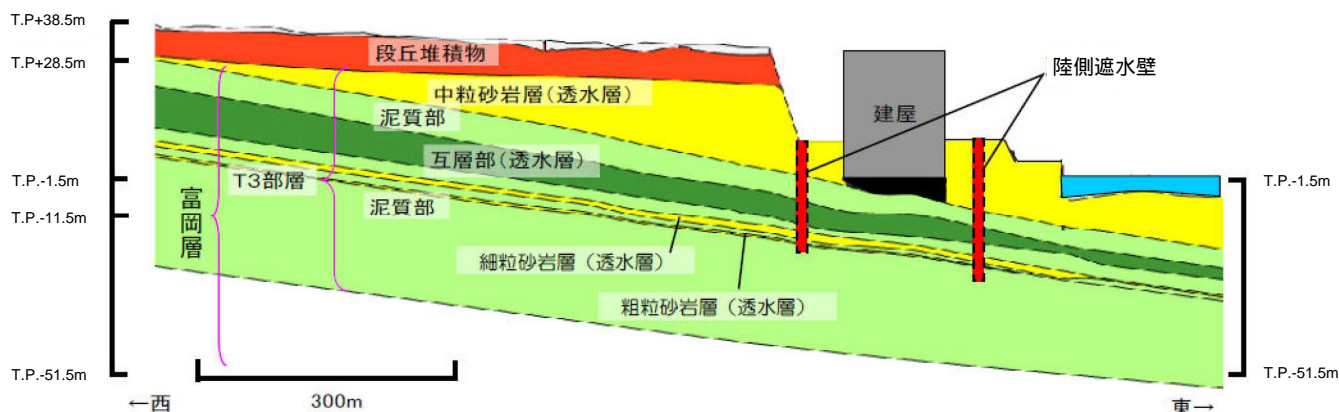


図 陸側遮水壁の設置深度のイメージ

(4) 陸側遮水壁工事に関わる全体工程表

	2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019			
	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10	1	4	7	10
FS事業																												
許認可							▽				▽				▽				▽									
陸側遮水壁工事																												
凍結プラント																												
凍結管																												
凍結開始																												

発電用原子炉等廃炉・安全技術基盤整備事業

(地下水の流入抑制のための凍土方式による遮水技術に関するフェージビリティ・スタディ事業)

【FS事業の実証試験】

実証試験(1)：凍土方式の小規模遮水壁実証試験

実証試験(2)：埋設物の存在を前提とした遮水壁施工技術に関するモックアップ試験

実証試験(3)：地下水流速が速い箇所での遮水壁運用のための技術の成立性に関する検証等

実証試験(4)：リチャージ特性評価試験

【許認可】

2014年9月17日：「山側凍結管 埋設物貫通施工」

2015年7月3日：「山側凍結管 埋設物貫通施工 追加部」

2015年7月31日：「海側凍結管 埋設物貫通施工」

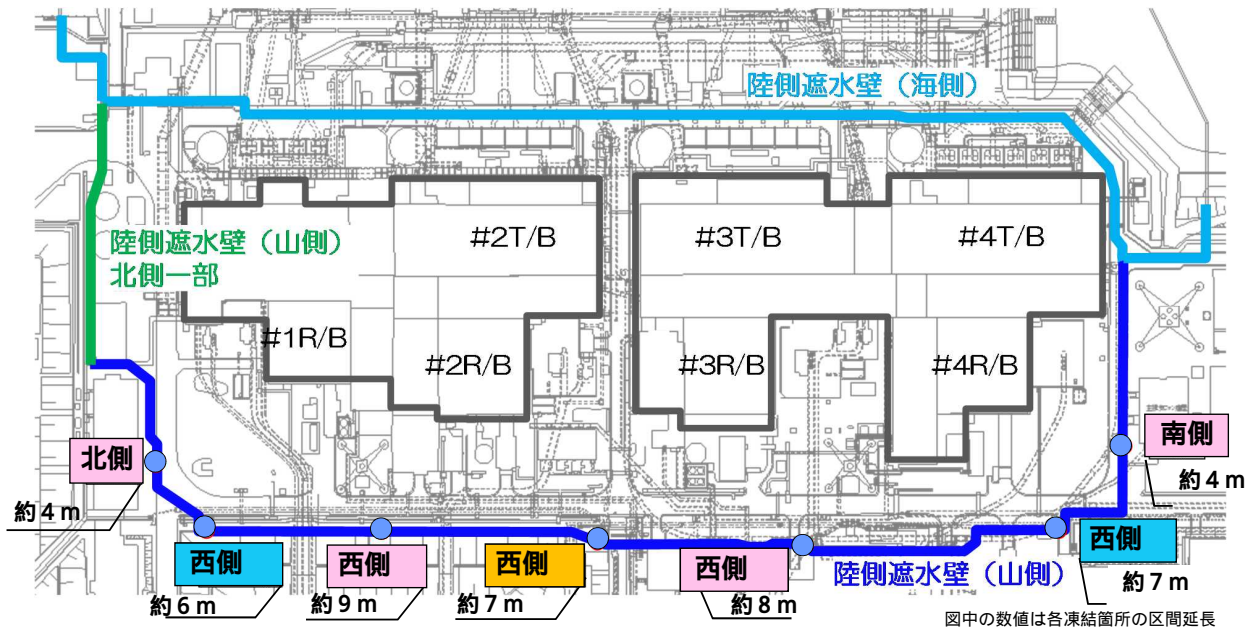
2016年3月31日：「凍結運転(海側+山側一部)1010本」

2016年12月2日：「未凍結部7箇所(68本)のうち西・西の2箇所(19本)凍結」

2017年3月2日：「未凍結部のうち北・西・西・南の4箇所(38本)凍結」

2017年8月15日：「未凍結部のうち西の1箇所(11本)凍結」

(5) 凍結閉合の経緯



図中の数値は各凍結箇所との区間延長

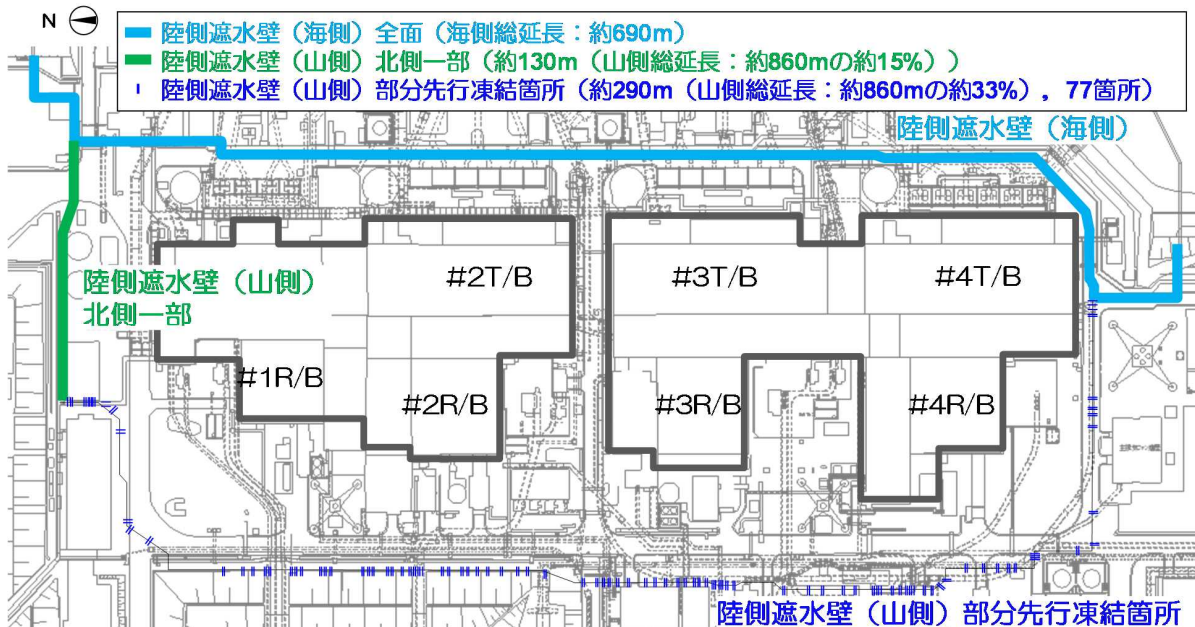
凡例	範囲	開始日	陸側遮水壁延長 (m)		
			海側	山側	累計
	第一段階フェーズ1凍結範囲	2016.3.31	690	420	1,110
	第一段階フェーズ2凍結範囲	2016.6.6	-	395	1,505
	第二段階一部閉合 () 凍結範囲	2016.12.3	-	13	1,518
	第二段階一部閉合 () 凍結範囲	2017.3.3	-	25	1,543
	第三段階凍結範囲	2017.8.22	-	7	1,550
	合計		690	860	1550



【参考】第一段階 閉合範囲 (フェーズ1)

特定原子力施設 監視・評価検討会
(第41回) 2016.3.3 資料3 より抜粋

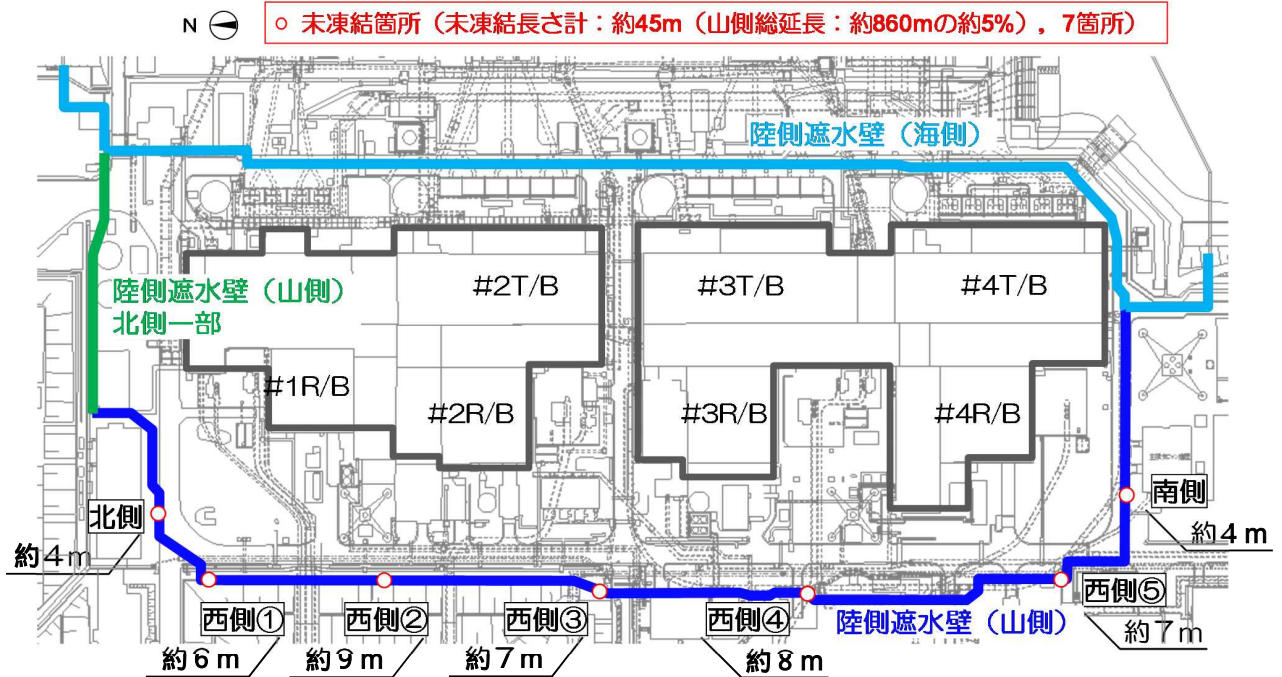
- ✓ 第一段階 (フェーズ1) では、以下の3つの範囲を先行して同時に凍結する。
海側全面 + 北側一部 + 山側部分先行凍結箇所
 - ・海側全面：山側より先行させることにより、水位逆転リスクを低減するため
 - ・北側一部：1号機建屋周辺の地下水の拡散を抑制するため
 - ・部分先行凍結箇所：凍結に時間を要すると予想される部位を先行し、確実に凍結するため
凍結管間隔が広い箇所 (複列施工箇所など) は、一般部 (凍結管間隔：約1m) と比較して、凍結に時間を要するため、一般部と同時に凍結開始した場合、地下水流が集中し、さらに凍結しにくくなる事象が想定される。これを避けるため、そのような部位を一般部に先行して凍結する。



【参考】第一段階 閉合範囲（フェーズ2）

特定原子力施設 監視・評価検討会
(第54回) 2017.6.28 資料1-2 より抜粋

- ✓「海側全面 + 北側一部 + 山側部分先行凍結箇所」の凍結後，第一段階（フェーズ2）では，閉合域内への地下水の流れ込みを確保することとし，未凍結箇所7箇所を除く山側を凍結する。



図中の数値は各未凍結箇所の未凍結長さ



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

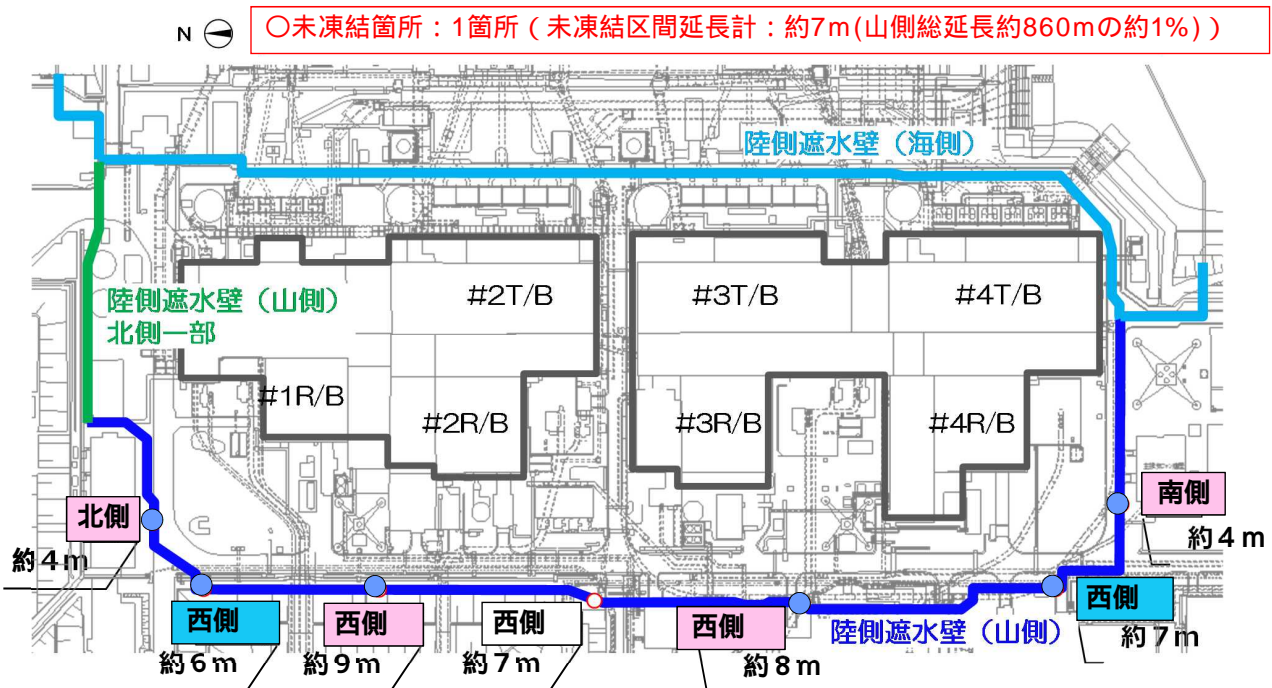
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

12

【参考】第二段階 一部閉合（ ， ）凍結範囲

特定原子力施設 監視・評価検討会
(第54回) 2017.6.28 資料1-2 より抜粋

- ✓一部閉合（ ）として2016年12月3日より「西側 ・ 」，一部閉合（ ）として2017年3月3日より「北側 ・ 西側 ・ ・ 南側」の凍結閉合を進めている。



図中の数値は各未凍結箇所の未凍結区間延長

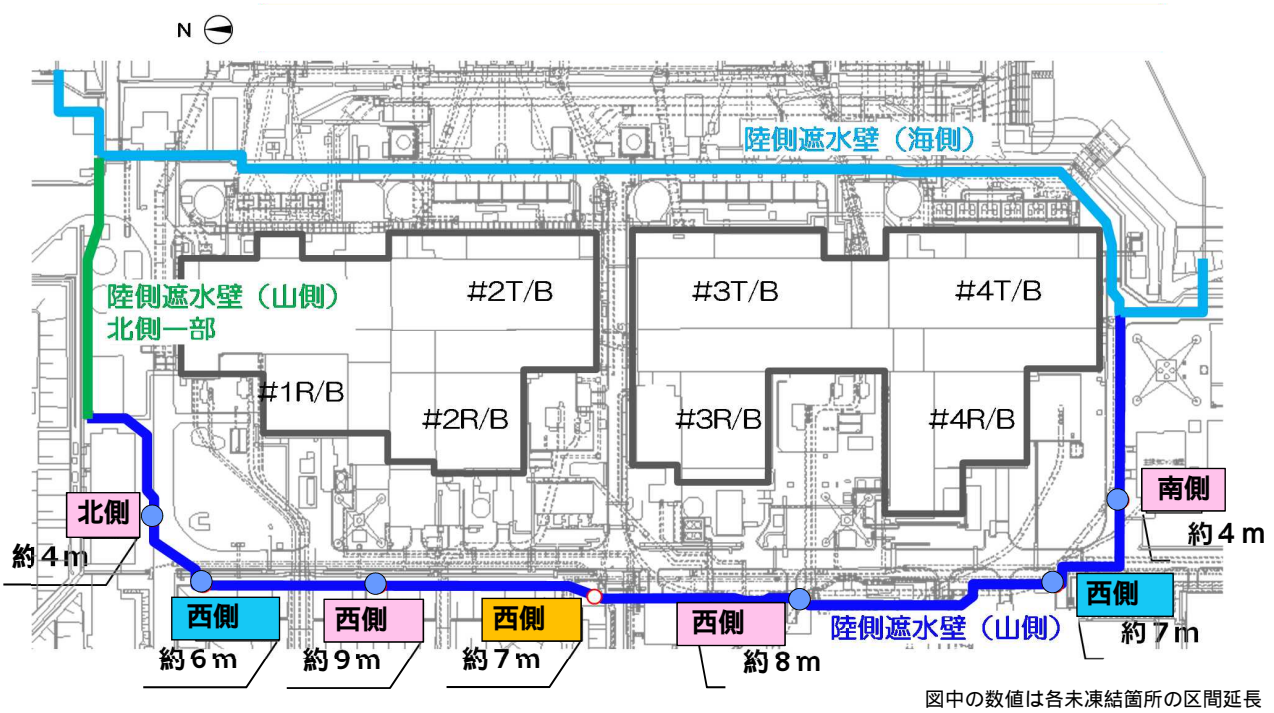


©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

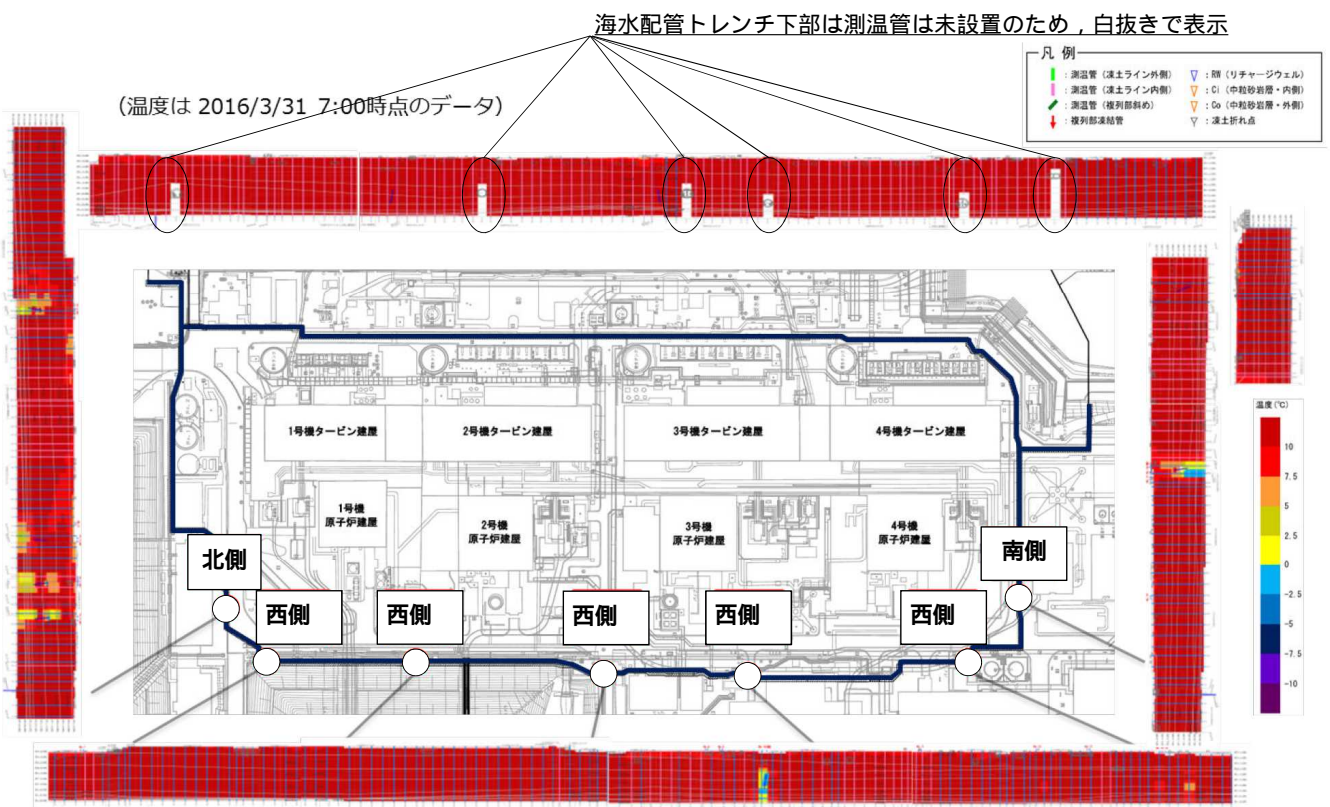
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

13

✓陸側遮水壁閉合の第三段階として2017年8月22日より「西側」の凍結閉合を開始した。



(6) 凍結状況 (地中温度分布) : 凍結開始前

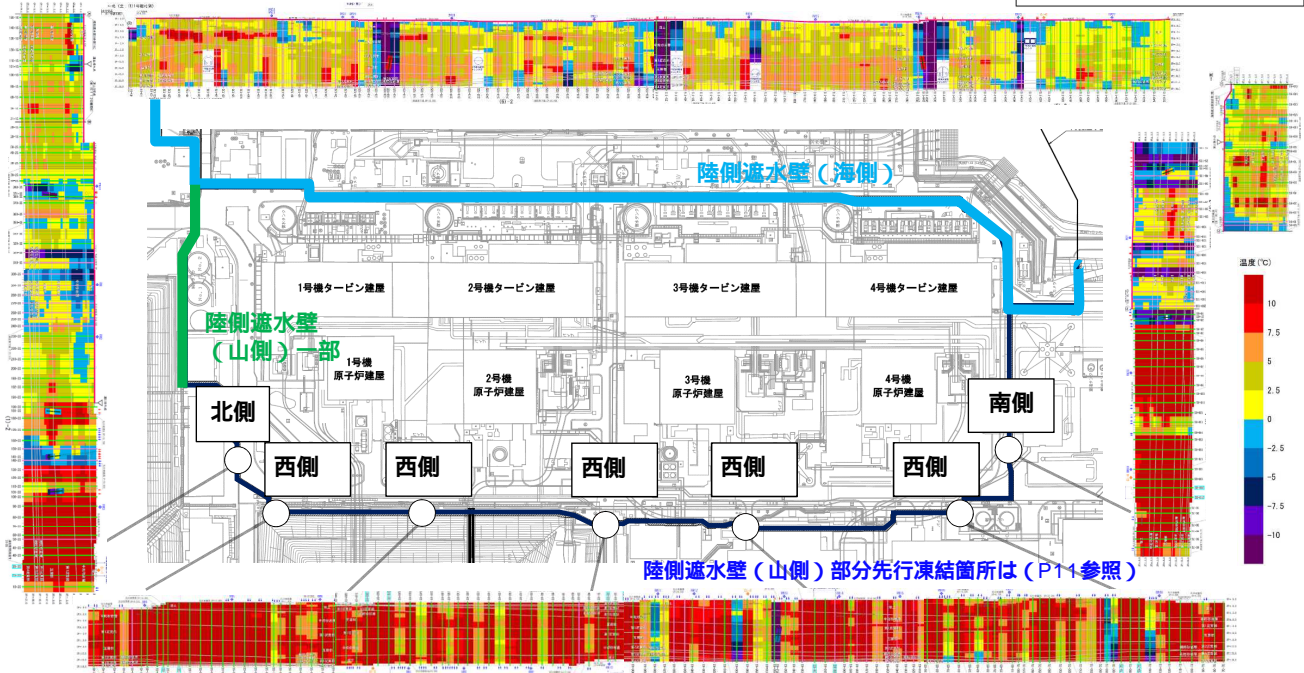


(6) 凍結状況 (地中温度分布) : 第一段階フェーズ1

- ✓ 第一段階 (フェーズ1) では, 2016年3月31日に「海側全面・北側一部・山側部分 先行凍結箇所」の凍結を開始した。

(温度は 2016/4/19 7:00時点のデータ)

凡例			
■	測温管 (凍土ライン外側)	▽	隙 (リチャージウェル)
■	測温管 (凍土ライン内側)	▽	C (中粒砂岩層・内側)
■	測温管 (複列部斜め)	▽	Co (中粒砂岩層・外側)
■	複列部凍結管	▽	凍土折れ点

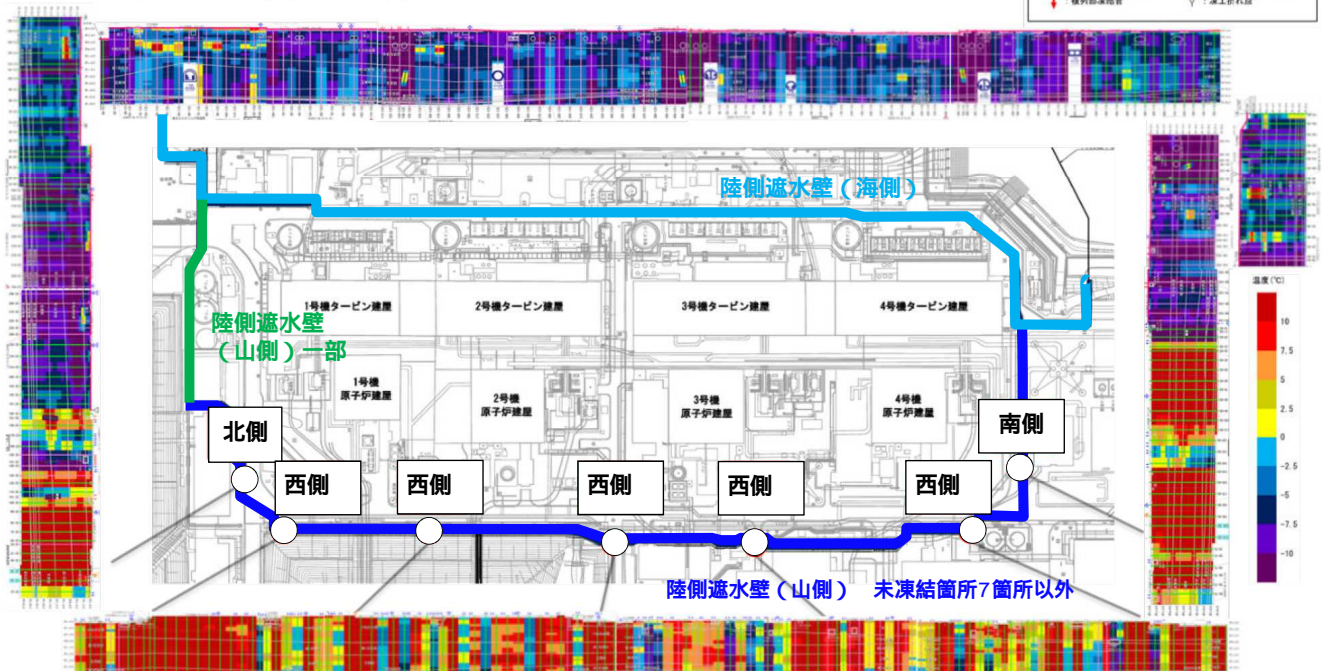


(6) 凍結状況 (地中温度分布) : 第一段階フェーズ2

- ✓ 第一段階 (フェーズ2) では, 2016年6月6日に未凍結箇所7箇所を除く山側の凍結を開始した。

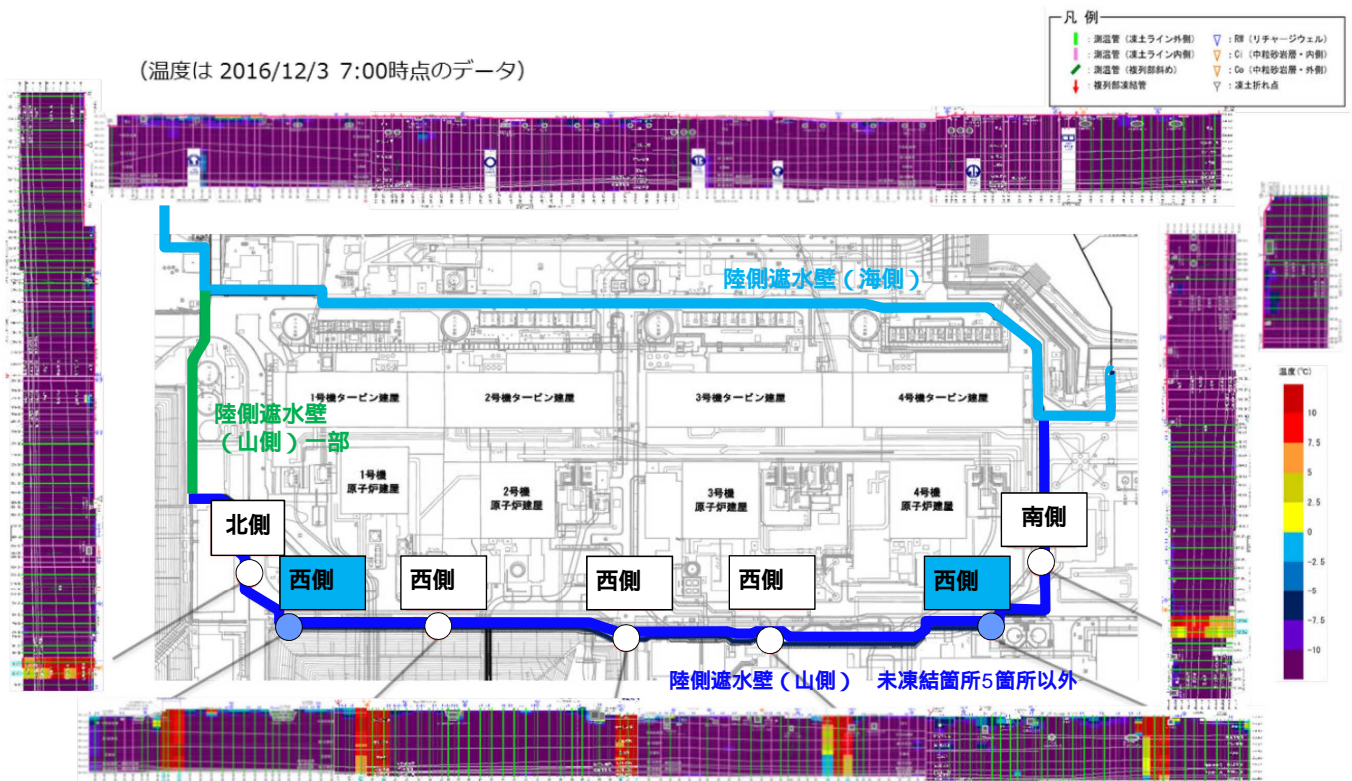
(温度は 2016/6/6 7:00時点のデータ)

凡例			
■	測温管 (凍土ライン外側)	▽	隙 (リチャージウェル)
■	測温管 (凍土ライン内側)	▽	C (中粒砂岩層・内側)
■	測温管 (複列部斜め)	▽	Co (中粒砂岩層・外側)
■	複列部凍結管	▽	凍土折れ点



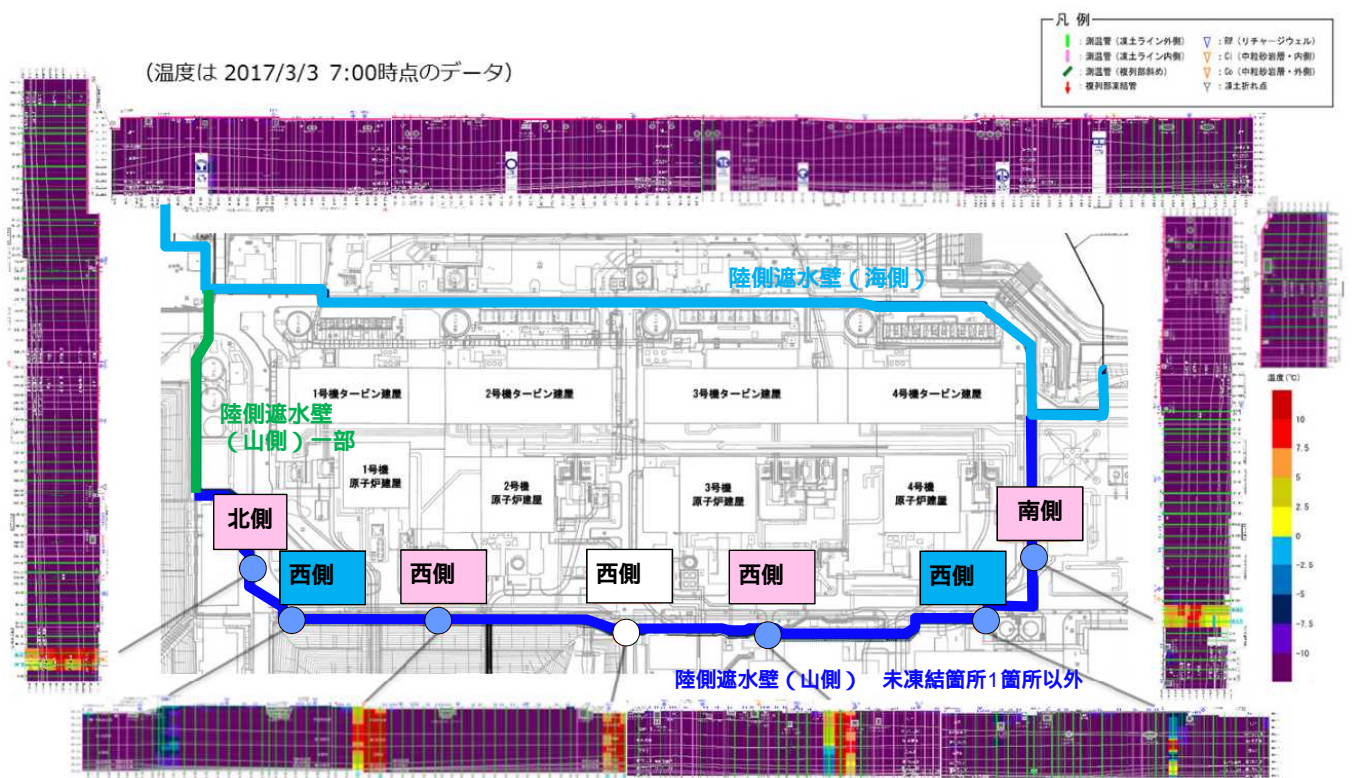
(6) 凍結状況(地中温度分布) : 第二段階一部閉合 ()

✓第二段階一部閉合()では, 2016年12月3日より「西側・」の凍結を開始した。



(6) 凍結状況(地中温度分布) : 第二段階一部閉合 ()

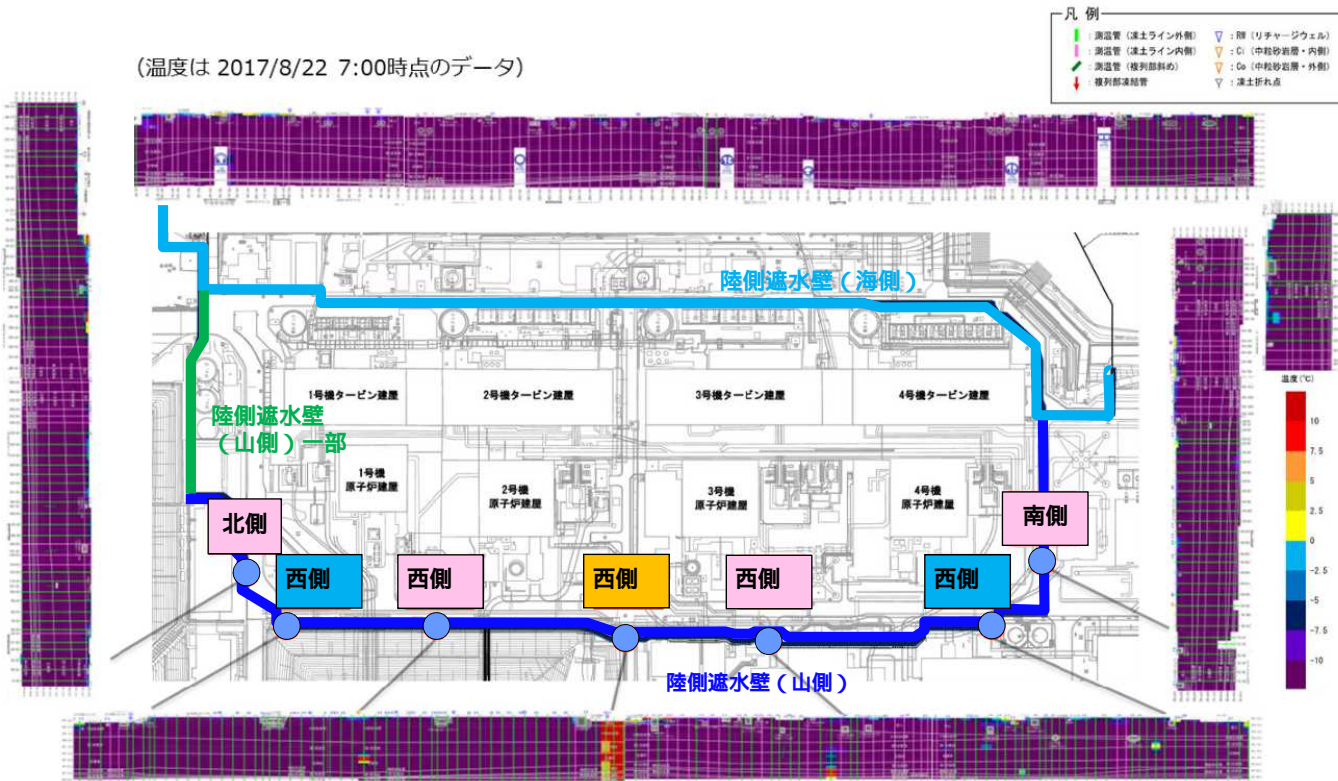
✓第二段階一部閉合()では, 2017年3月3日より「北側・西側・南側」の凍結を開始した。



(6) 凍結状況 (地中温度分布) : 第三段階

✓ 第三段階として2017年8月22日より「西側」の凍結閉合を開始した。

(温度は 2017/8/22 7:00時点のデータ)



TEPCO

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

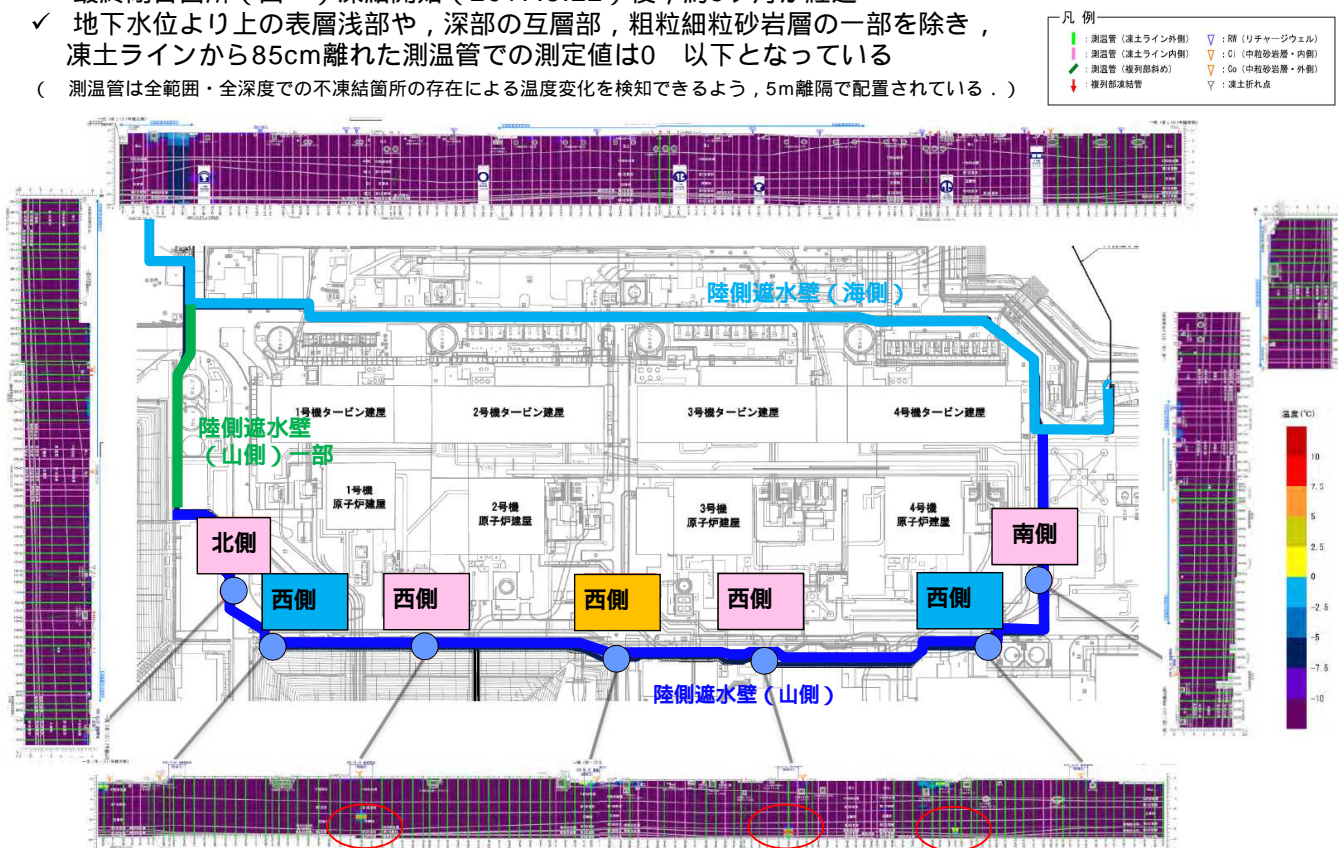
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

20

(6) 凍結状況 (地中温度分布) : 第三段階 (2018年1月)

陸側遮水壁タスクフォース
2018.1.17 抜粋

- ✓ 最終閉合箇所 (西) 凍結開始 (2017.8.22) 後, 約5ヶ月が経過
- ✓ 地下水位より上の表層浅部や, 深部の互層部, 粗粒細粒砂岩層の一部を除き, 凍土ラインから85cm離れた測温管での測定値は0 以下となっている
(測温管は全範囲・全深度での不凍結箇所が存在による温度変化を検知できるよう, 5m離隔で配置されている.)



○ : 深部未凍結箇所 (3箇所)

(温度は 2018/1/15 7:00時点のデータ)

TEPCO

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

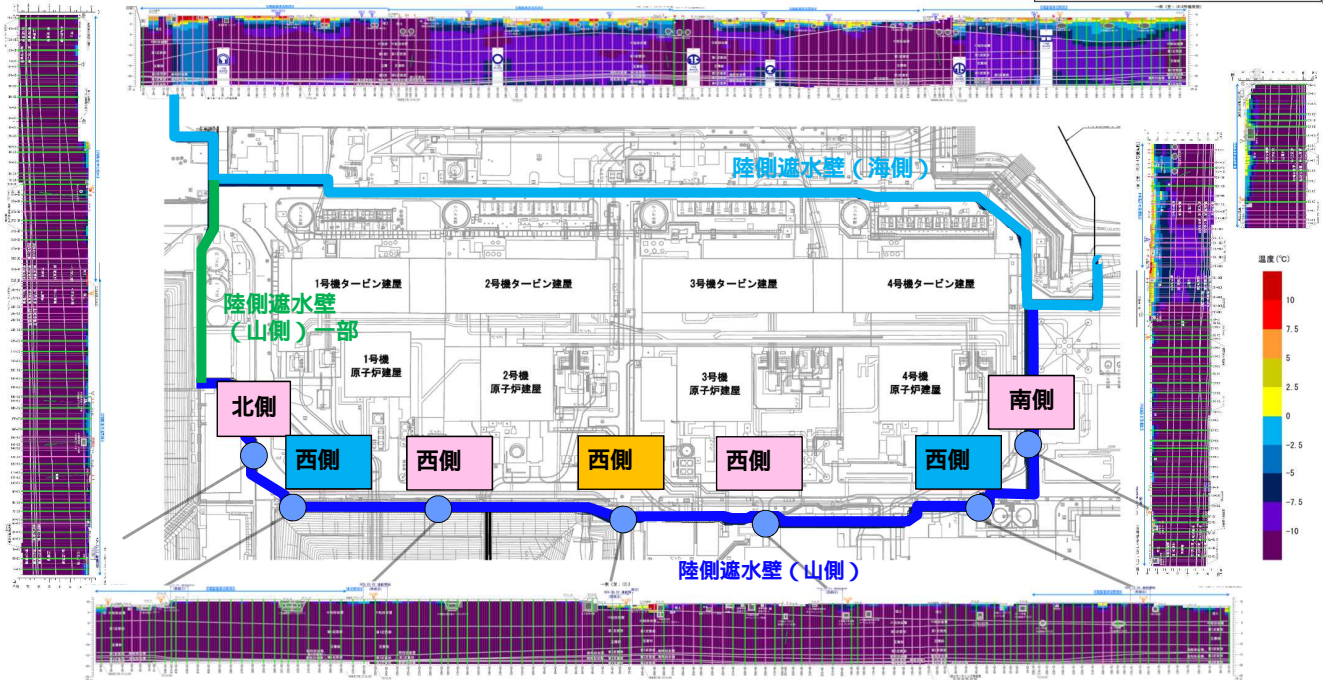
21

(6) 凍結状況 (地中温度分布) : 全箇所凍結 (2018年11月)

陸側遮水壁タスクフォース
2018.11.8 抜粋 一部加算

- ✓ 最終閉合箇所 (西) 凍結開始 (2017.8.22) 後, 1年以上経過
- ✓ 2018年1月時点 (前頁) で深部未凍結箇所が3箇所あったが, 当該箇所は凍結した
- ✓ 表層の一部を除き, 凍土ラインから85cm離れた測温管での測定値は0 以下となっている
(測温管は全範囲・全深度での不凍結箇所の存在による温度変化を検知できるよう, 5m離隔で配置されている)

(温度は 2018/11/1 7:00時点のデータ)



TEPCO

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

22

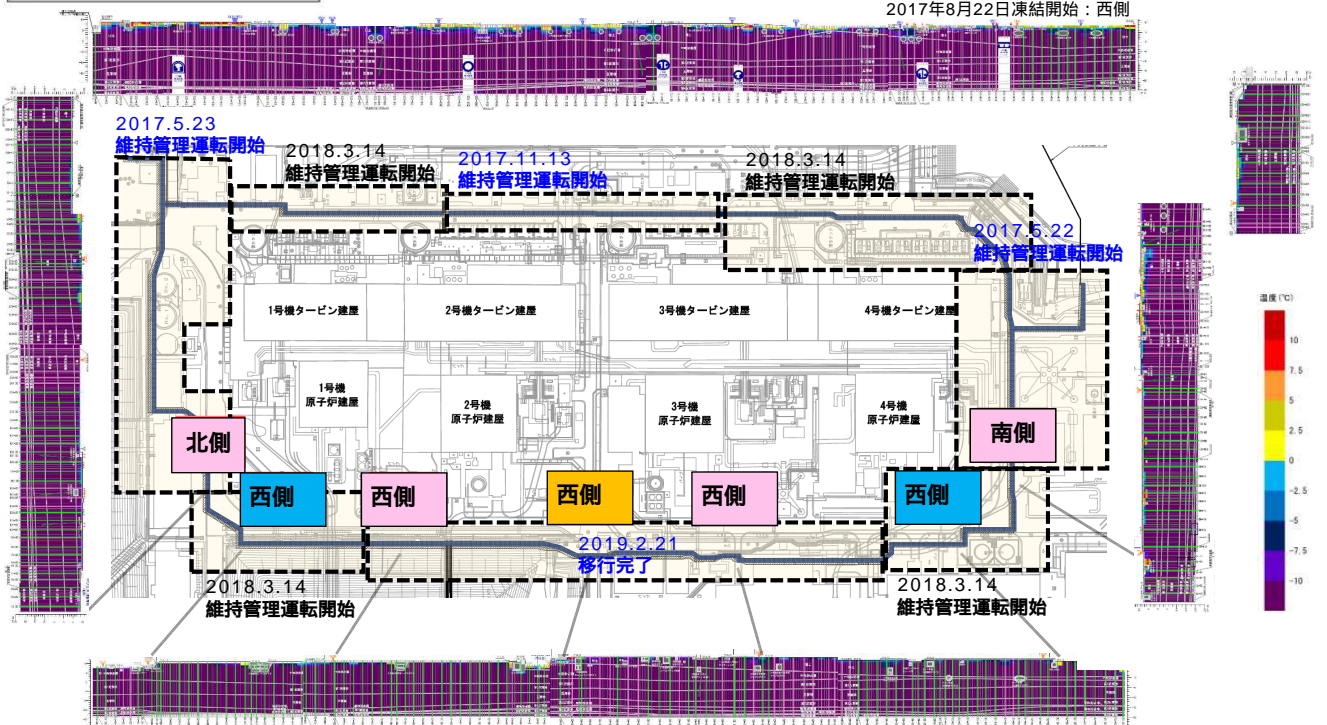
(6) 凍結状況 (地中温度分布) : 全箇所凍結 (至近2019年9月)

- ✓ 陸側遮水壁が完成し, 維持管理運転中
- ✓ 維持管理運転の全面展開は, 2019年2月21日で移行完了

(凍結開始の経緯)

2016年3月31日凍結開始: 海側全面、山側北側一部
2016年6月6日凍結開始: 山側7箇所を除く範囲
2016年12月3日凍結開始: 西側、西側
2017年3月3日凍結開始: 北側、西側、西側、南側
2017年8月22日凍結開始: 西側

(温度は 9/3 7:00時点のデータ)



TEPCO

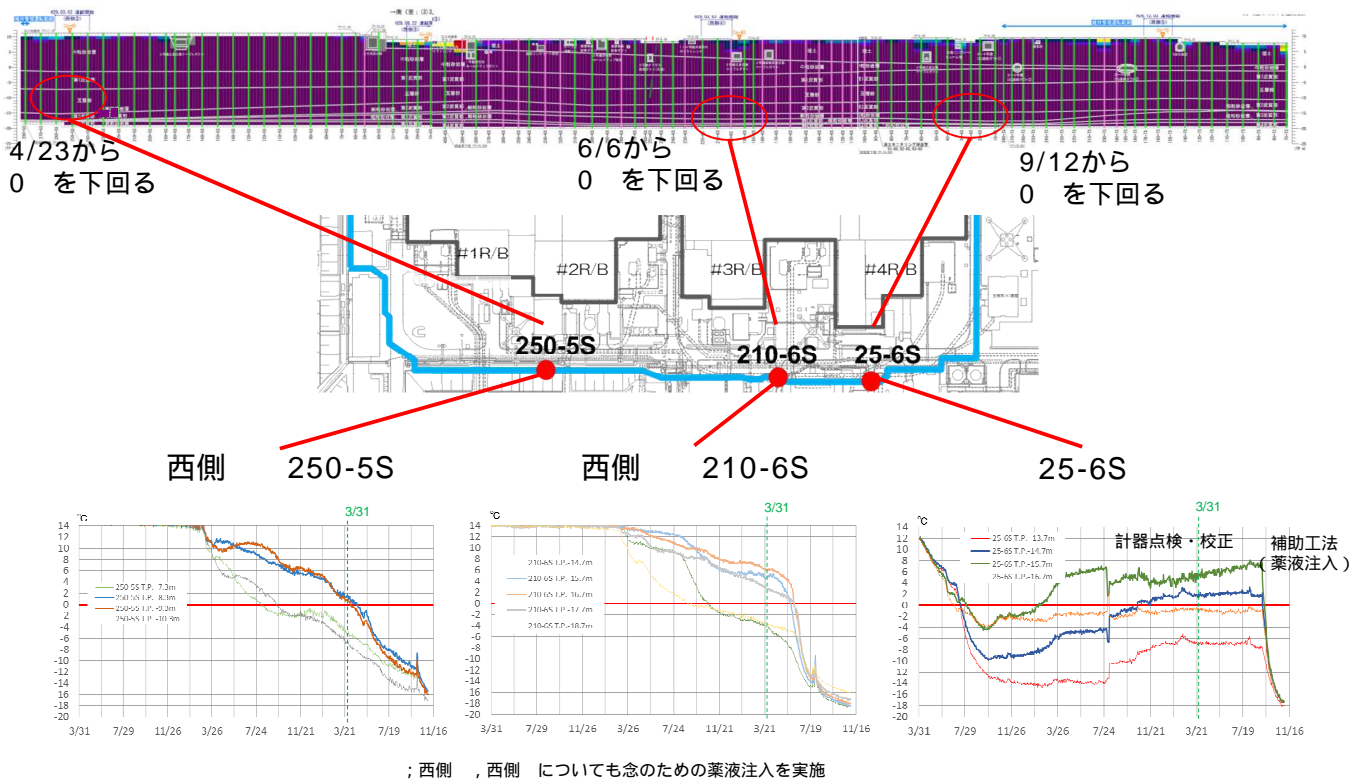
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

23

✓ 2018年3月時点で深部未凍結部とした箇所は，すべて0 を下回った。

2018/11/1現在



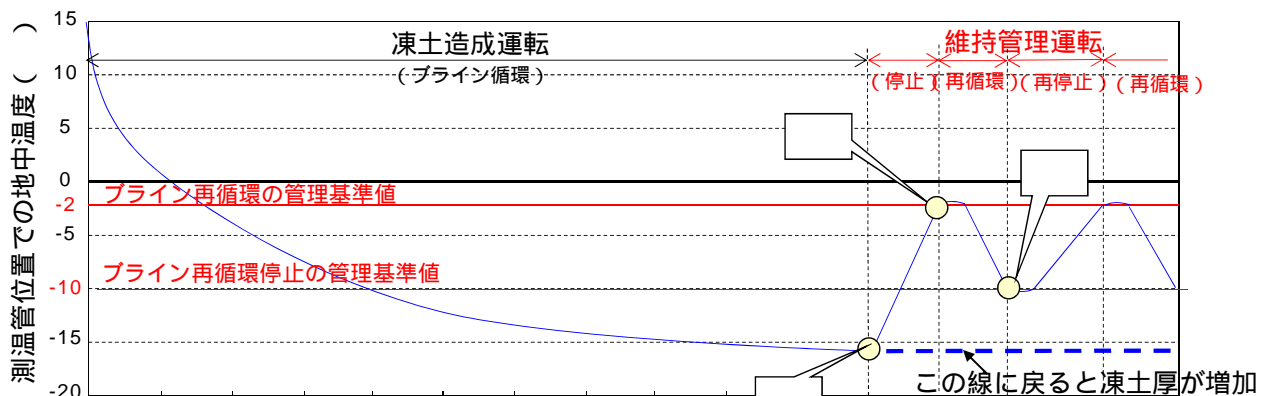
【参考】維持管理運転の方法について

汚染水対策処理委員会2019.5.14

【参考資料1-1】1Fの汚染水処理対策の状況に係わる参考資料 抜粋

✓ 維持管理運転時の地中温度イメージ

- ・ 維持管理運転に移行後（ ），ブライン再循環の管理基準値（ ）とブライン再循環停止の管理基準値（ ）を設定し，地中温度をこの範囲で管理する。



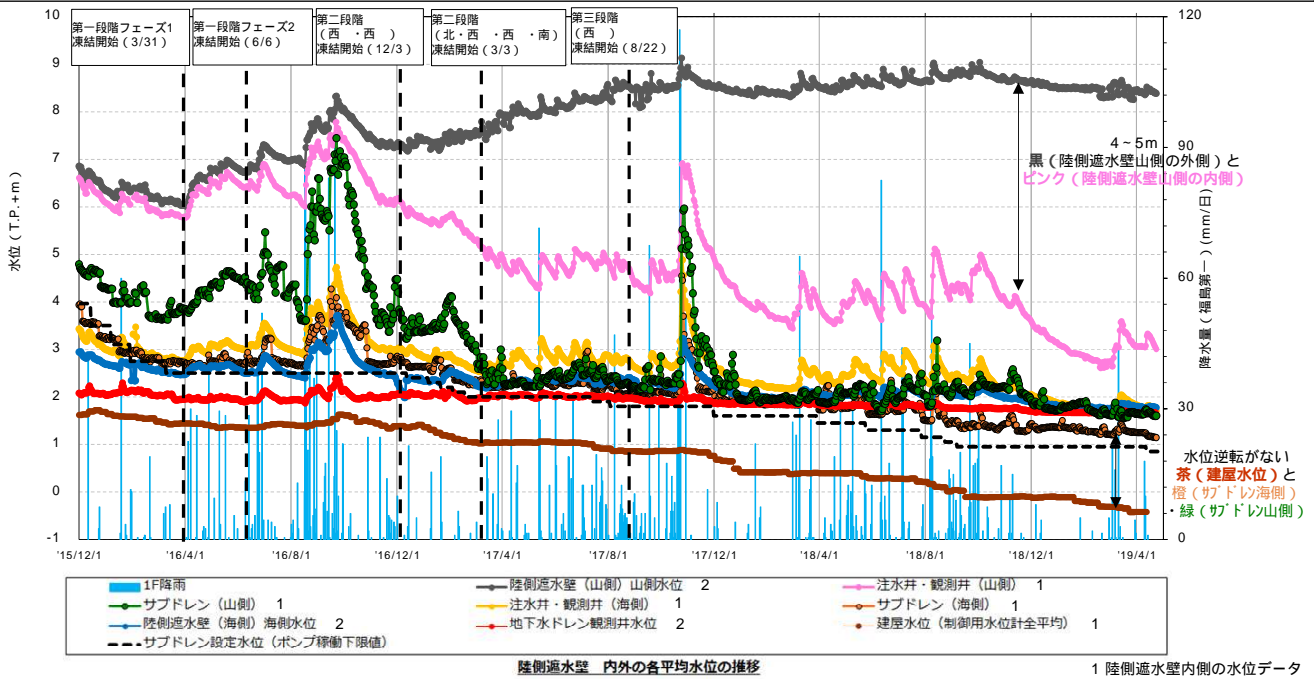
< 維持管理運転の制御ポイント >

- ： 維持管理運転へ移行
- ： ブライン再循環 … 測温点のうちいずれか1点で地中温度-2 以上
- ： ブライン再循環再停止 … 全測温点-5 以下 ，かつ全測温点平均で地中温度-10 以下

ブライン停止および再循環の管理基準値は，データを蓄積して見直しを行っていく。急激な温度上昇や局所的な温度上昇が確認された場合には，個別に評価を行い維持管理運転の運用方法を再検討する。

(7) 建屋周辺の地下水位の状況

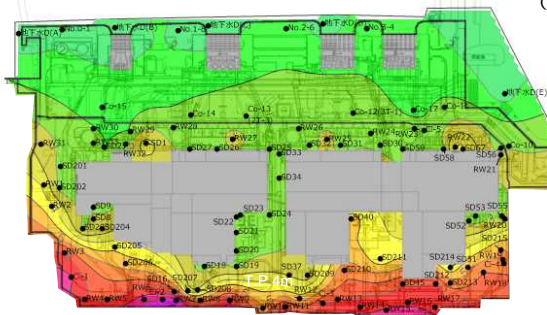
- 建屋とサブドレンの水位が逆転することなく運用している。
- 陸側遮水壁内側エリアの地下水位は、年々低下傾向にあり、山側では平均的に4～5mの内外水位差が形成されている。また、護岸エリア水位も地表面（T.P.2.5m）に対して低位（T.P.1.6～1.7m）で安定している状況である。
- なお、山側のサブドレンについては、1/2号機周辺のトリチウム濃度上昇の影響により設定水位を上げて運用していたが、現在は、段階的に設定水位を低下させている。



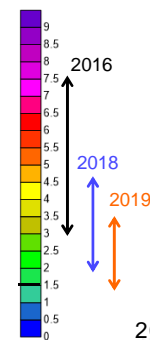
【参考】陸側遮水壁内の地下水位の変化【中粒砂岩層（各年2月）】

- 重層的な汚染水対策の進捗により、陸側遮水壁内の地下水位は、建屋周辺だけでなく、陸側遮水壁内全体で年々低下している。
- 2019年2月には、陸側遮水壁設置前（2016年2月）から、陸側遮水壁内の全体の地下水位が約2.5m低下している。

2016/2 (陸側遮水壁設置前)



水位 (T.P.m) 1号機山側除く 地下水分布範囲

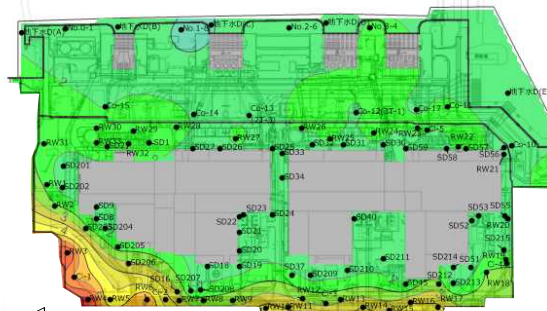


【陸側遮水壁内エリアの地下水位とサブドレン設定水位】

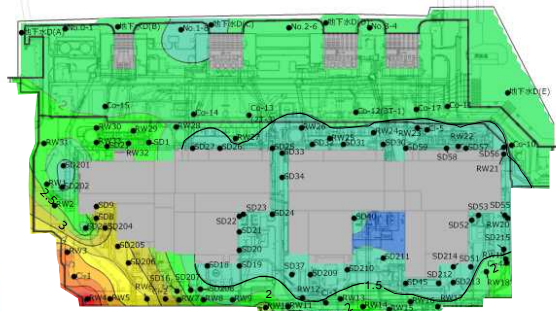
	2016.2	2018.2	2019.2
地下水位 ¹ (T.P.m)	3.0 7.5 《4.7》 ²	2.0 4.5 《3.0》 ²	1.5 3.5 《2.3》 ²
SD設定水位 (T.P.m)	2.75	1.6	0.95
月雨量(mm)	22	0	9

- 1 観測孔、RW内の各々の水位
2 全体の算術平均

2018/2



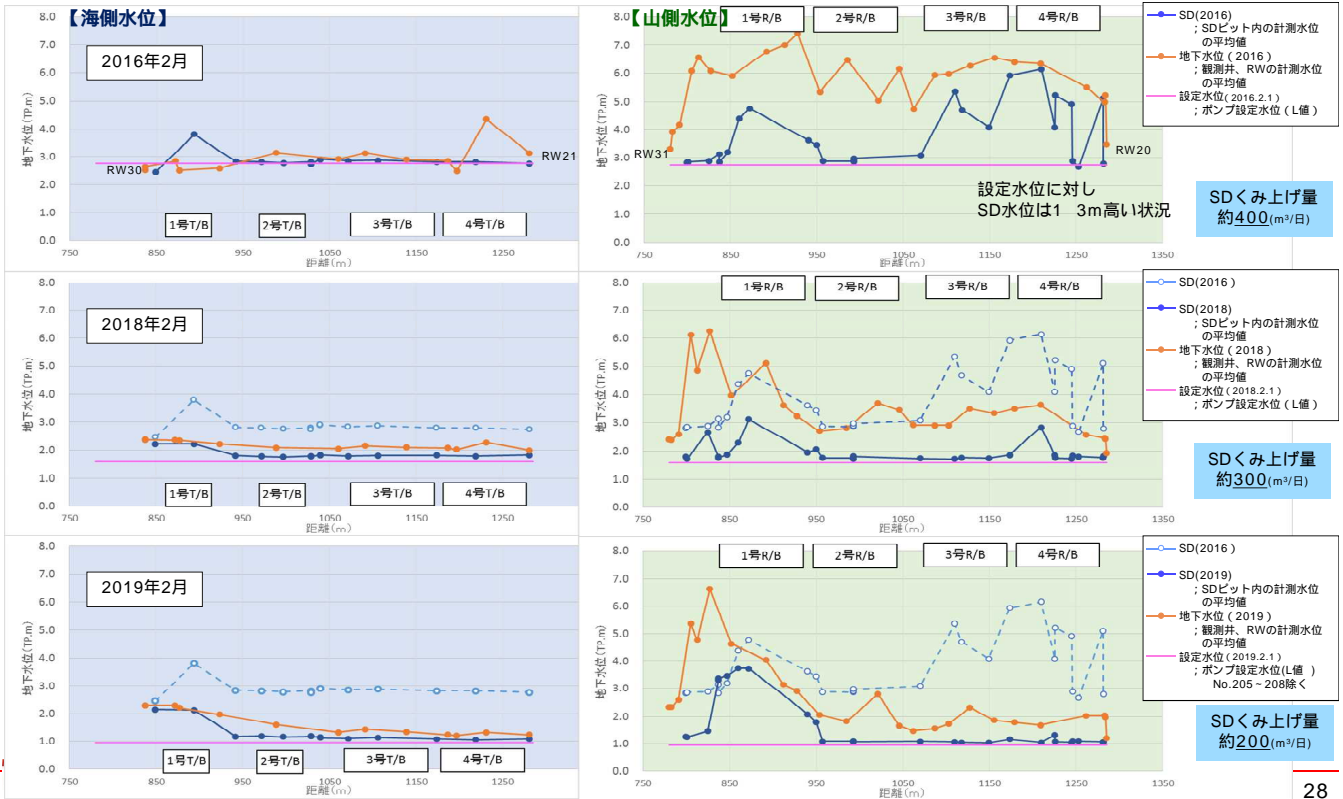
2019/2



北西部については、陸側遮水壁を横断するK排水路の影響（漏えい）や、排気筒周辺対策のためのサブドレン非稼働の影響により、部分的に地下水位が高くなっていると推定。

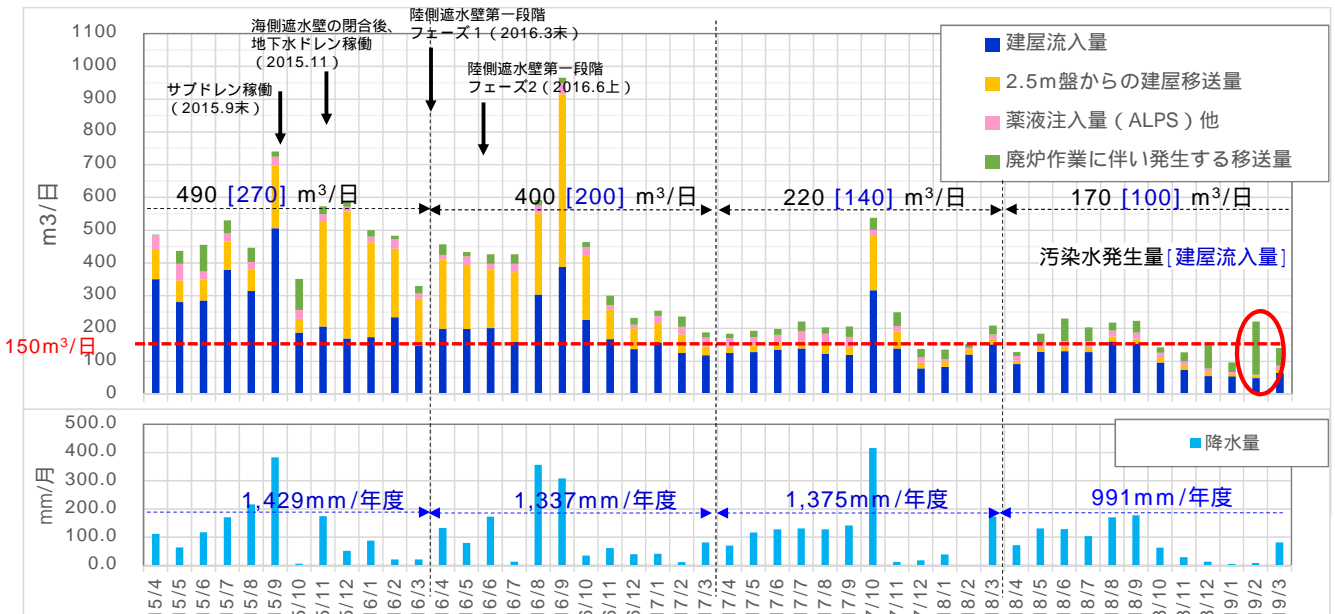


- 1/2号排気筒周辺を除き、陸側遮水壁設置前（2016年2月）と比べ、2019年2月には、SD水位はほぼ設定水位に制御できている。また、陸側遮水壁内の地下水位（観測井、注水井）とサブドレンの設定水位との差も低減している。
- 陸側遮水壁内の地下水位が全体的に低下し、SD設定水位との相対的な水位差が低減したことから、SD設定水位が低下する中、SDのくみ上げ量は半減している。
- 陸側遮水壁の遮水効果により、SDによる地下水位の制御性が向上している。



（8）重層的な汚染水対策の効果（汚染水発生量）

- 陸側遮水壁、サブドレン等の重層的な対策の進捗に伴って、建屋流入量・汚染水発生量共に減少している。2018年度は、汚染水発生量は170m³/日であり、2015年度の約1/3に低減している。冬期などの降雨量が比較的少ない時期には150m³/日を下回る傾向にある。
- 2019年2月の汚染水発生量の増加（赤丸箇所）は、陸側遮水壁の外にあるサイトバンカ建屋からの移送量の増加等に起因したものである。



注）2017.1までの汚染水発生量（貯蔵量増加量）は、建屋滞留水増減量（集中ラド含む）と各タンク貯蔵増減量より算出しており、気温変動の影響が大きい。そのため、2017.2以降は上表の凡例に示す発生量の内訳を積み上げて算出する方法に見直している。よって、2017.1までの発生量の内訳は参考値である。

(9) 設備・施工状況写真

(9) FS事業のうち凍土方式小規模実証試験(実証)



小規模凍土ヤード凍結開始時全景



プラント設備



凍土天端露出状況



凍土塊

出典：タスクフォース(第8,9回)

(9) 凍結プラント設置状況



冷凍機



ブライン循環ポンプ



冷却塔



ブライン配管



(9) 凍結管設置状況 (地上部)



配管架台設置



削孔状況



削孔機搬出



ブライン配管設置



(9) 凍結管設置状況 (路下部)



トレンチ設置



トレンチ設置完了



配管架台設置



ブライン配管設置



(9) その他 (補助工法, リチャージウェル設置)



補助工法 (1)

補助工法：温度低下が遅い箇所等に対して薬液注入を実施する



補助工法 (2)



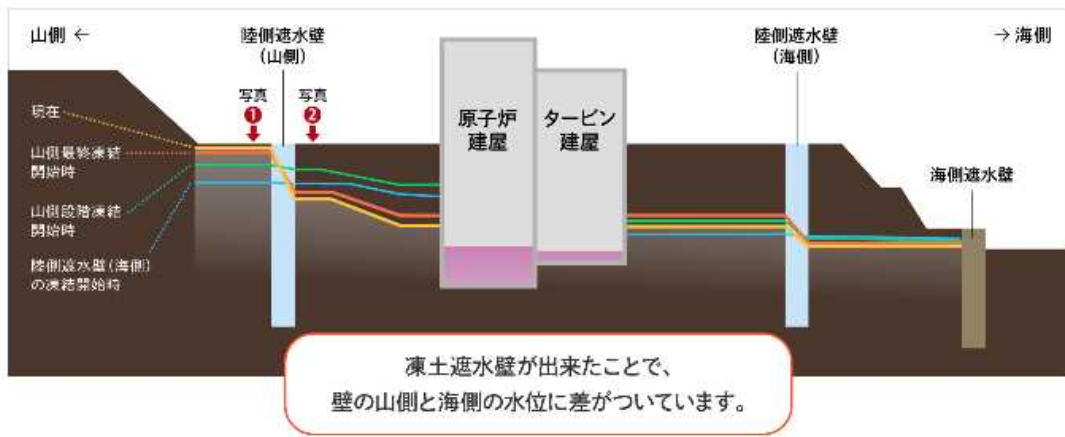
リチャージウェル設置状況 (全景)



リチャージウェル設置状況 (近景)



(9) 陸側遮水壁の内外水位確認箇所



出典：鹿島建設HP

【参考】以下，汚染水対策処理委員会（2019年5月14日）資料

福島第一原子力発電所の汚染水処理対策の状況

2019年5月14日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

TEPCO

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

38

目次

- (1) 重層的な汚染水対策の概要
- (2) 陸側遮水壁の凍結状況
- (3) 建屋周辺の地下水位の状況
- (4) サブドレン・護岸エリアのくみ上げ量の推移
- (5) 陸側遮水壁内の水収支
- (6) サブドレン信頼性向上対策の進捗状況
- (7) 雨水対策の進捗状況
- (8) タンク建設の進捗状況
- (9) 重層的な汚染水対策の効果

TEPCO

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

39

(1) 重層的な汚染水対策の概要

■ 汚染水対策は、3つの基本方針のもと、予防的・重層的な対策を進めている。

「汚染水対策」の3つの基本方針

原則1. 汚染源を取り除く

多核種除去設備（ALPS）による汚染水浄化
トレンチ^{*1}内の汚染水除去
建屋内滞留水処理（*1）配管が入った地下トンネル

原則2. 汚染源に水を近づけない

地下水バイパスによる地下水の汲み上げ
建屋近傍の井戸での地下水の汲み上げ（サブドレン水位低下）
凍土方式の陸側遮水壁の設置
雨水の土壌浸透を抑える敷地舗装（凍土周辺（内側含む））
屋根破損部の補修

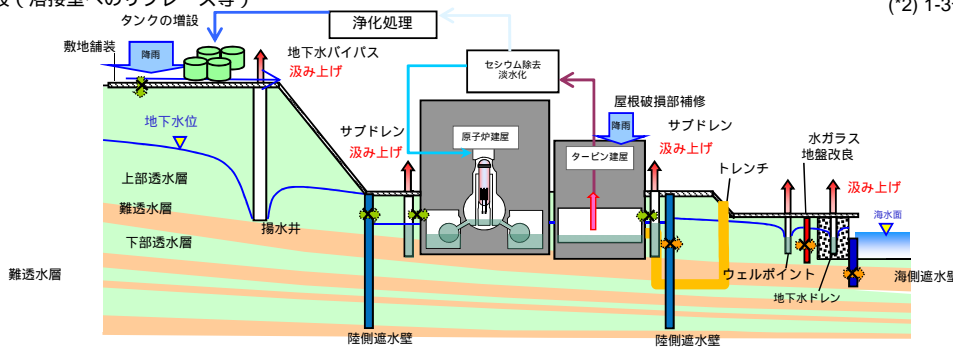
原則3. 汚染水を漏らさない

水ガラスによる地盤改良
海側遮水壁の設置
タンクの増設（溶接型へのリプレース等）

汚染水対策の中長期ロードマップ目標

内容	時期	
汚染水発生量を150m ³ /日程度に抑制	2020年内	
浄化設備等により浄化処理した水の貯水を全て溶接型タンクで実施	2018年度	
建屋内滞留水処理	1, 2号機間及び3, 4号機間の連通部の切り離し	2018年内
	建屋内滞留水中の放射性物質量を2014年度末の1/10以下に低減	2018年度
建屋内滞留水処理完了(*2)	2020年内	

(*2) 1-3号機原子炉建屋除く



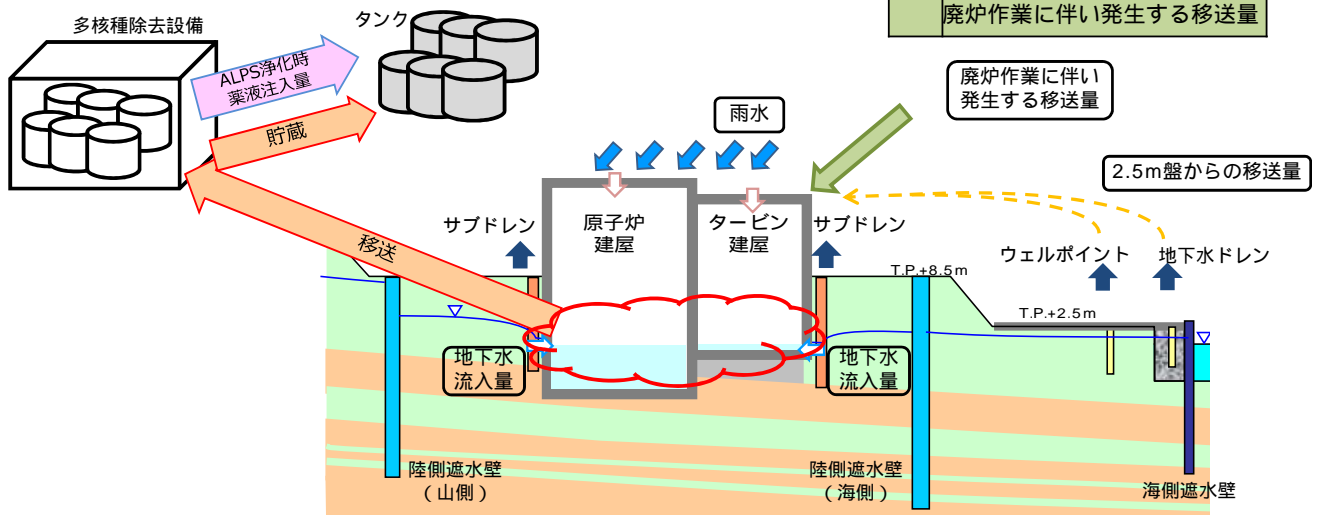
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

建屋周辺の汚染水の発生要因

■ 汚染水の発生要因は大別すると、下記に区分される。
 雨水や地下水に起因するもの：建屋流入量（ ）、T.P.+2.5m盤からの建屋移送量（ ）
 その他：ALPS浄化時薬液注入量（ ）
 廃炉作業に伴い発生するもの（ ）

汚染水発生の要因
建屋流入量
T.P.+2.5m盤からの建屋移送量
ALPS浄化時薬液注入量
廃炉作業に伴い発生する移送量



建屋周辺における水の出入り概念図



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

汚染水発生量の要因別実績と低減に向けた主な方策

- 汚染水発生量は、2015年度の約490m³/日に対して、2018年度は約170m³/日に低減している。
- 発生要因に応じた対策を計画的に実施していくことにより、中長期ロードマップに示す“平均的な降雨に対して、2020年内に汚染水発生量を150m³/日程度に抑制する”を達成できる見込みである。

汚染水発生の要因 (項目)	2015年度 実績(m ³) ³	2017年度 実績(m ³)	2018年度 実績(m ³)	150m ³ /日達成に向けた 主な汚染水発生量低減方策	2018年度実績からの 低減の個別目標 (m ³ /日)
建屋流入量 (雨水・地下水等の流入)	98,000 (約270m ³ /日)	50,000 (約140m ³ /日)	36,000 (約100m ³ /日)	<ul style="list-style-type: none"> サブドレンの水位低下 陸側遮水壁の構築 屋根破損部補修 建屋周辺フェーシング トレンチ閉塞 ルーフトレンの健全性確保 	10~
T.P.+2.5m盤からの 建屋移送量	60,000 (約160m ³ /日)	13,000 (約35m ³ /日)	5,000 (約10m ³ /日)	<ul style="list-style-type: none"> 陸側遮水壁の構築 2.5m盤のフェーシング 8.5m盤海側(陸側遮水壁外)カバー・フェーシング サブドレン水位低下 	0~ 10
ALPS浄化時薬液注入量	10,000 (約25m ³ /日)	8,000 (約20m ³ /日)	5,000 (約10m ³ /日)	ALPS処理系統内の移送水の循環利用	20~ 25
廃炉作業に伴い 発生する移送量 ²	13,000 (約35m ³ /日)	9,000 (約25m ³ /日)	17,000 (約50m ³ /日)	サイトバンカ建屋流入対策他	
汚染水発生量	181,000 (約490m ³ /日)	80,000 (約220m ³ /日)	63,000 (約170m ³ /日)	<目標値> 55,000 (約150m ³ /日)	-
参考 降水量 (mm)	1,429 (3.9mm/日)	1,375 (3.8mm/日)	997 (2.7mm/日)	平均的な降雨	

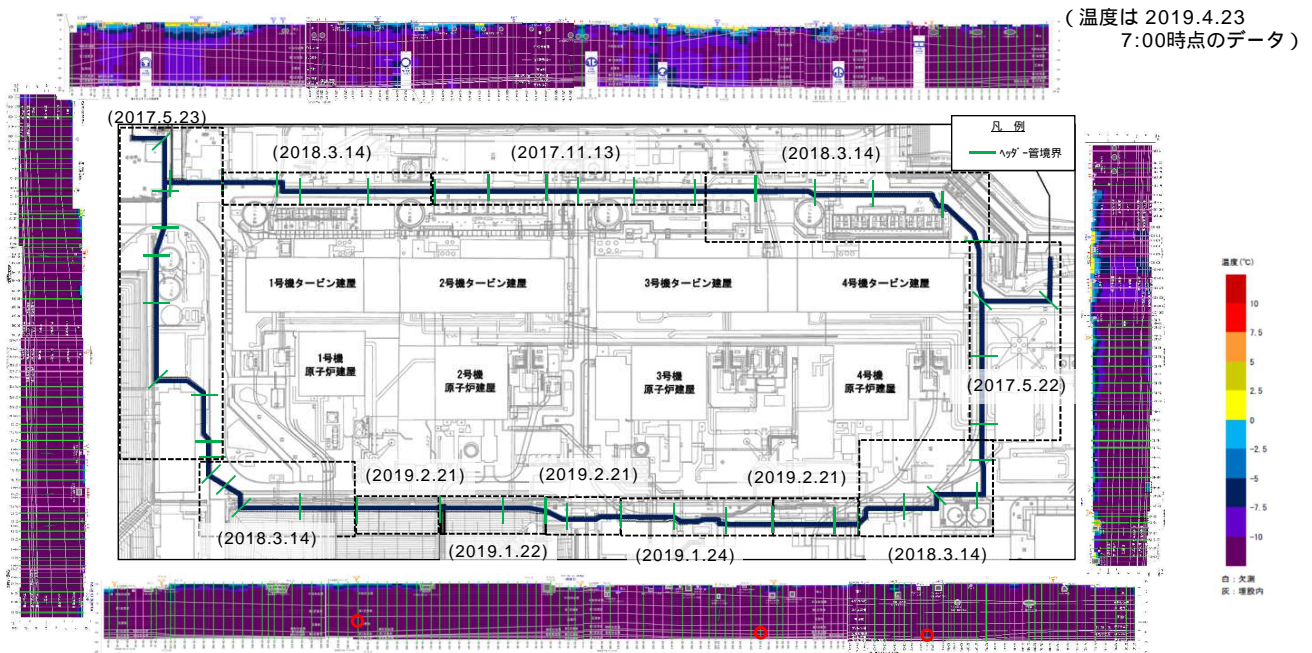
黒字；対策済み 赤字；継続実施中 青字；検討中・今後実施予定
(降雨以外の数字は百の位で四捨五入)

- 1 多核種除去設備の前処理設備に注入している薬液
- 2 オペレーティングフロアへの散水や、凍土外建屋への流入およびトレンチ溜まり水の移送を含む
- 3 2017.1までの汚染水発生量(貯蔵量増加量)は、建屋滞留水増減量(集中ラド含む)と各タンク貯蔵増減量より算出しており、気温変動の影響が大きいため、2017.2以降は上表の凡例に示す発生量の内訳を積み上げて算出する方法に見直している。よって、2017.1以前のデータを含む2016年度実績の数値は参考値である。



(2) 陸側遮水壁の凍結状況

- 陸側遮水壁については、2018年3月時点で未凍結であった深部も2018年9月までに凍結しており、造成が完了している。
- ブライン循環停止の基準温度を下回った箇所から順次維持管理運転¹に移行し、2019年2月21日で全ての区間の移行が完了。(日時は、維持管理運転開始日)



1 維持管理運転の方法は参考資料1の10頁参照

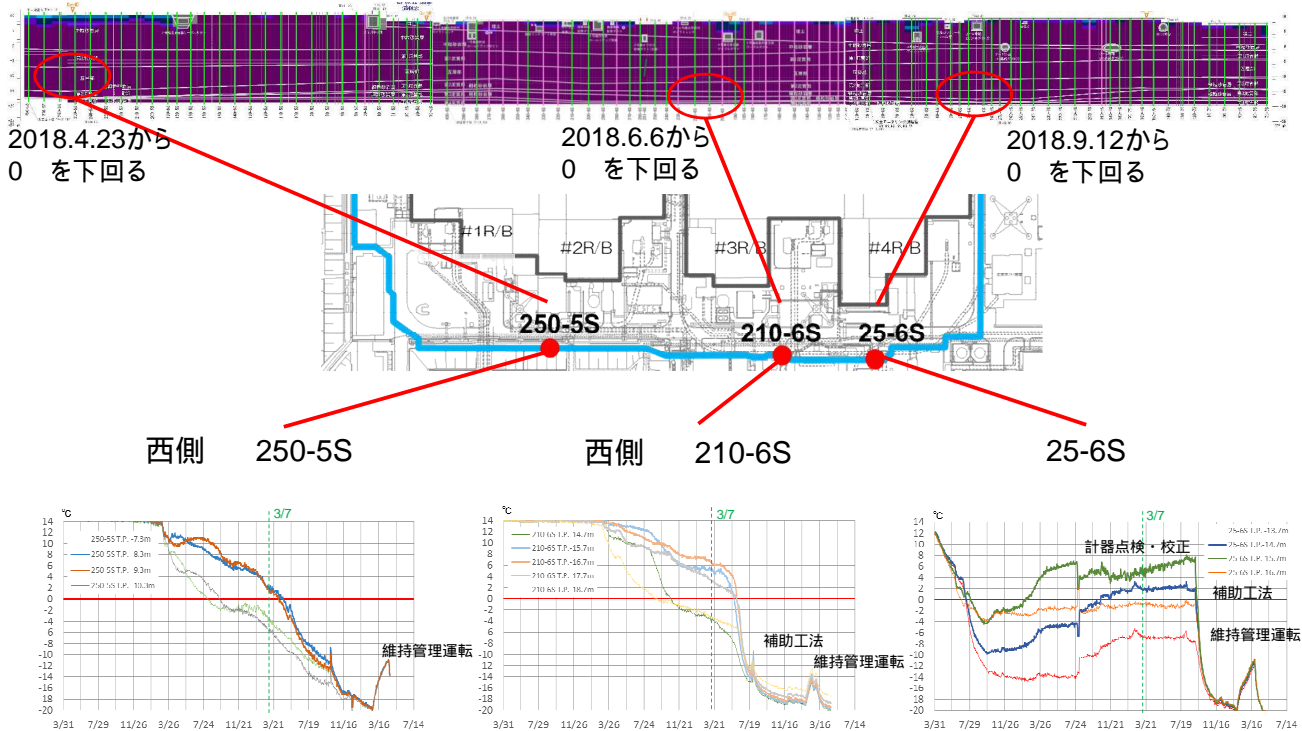
○ 2018.3時点 深部の未凍結箇所



陸側遮水壁の凍結状況（2018年3月時点の深部未凍結箇所）

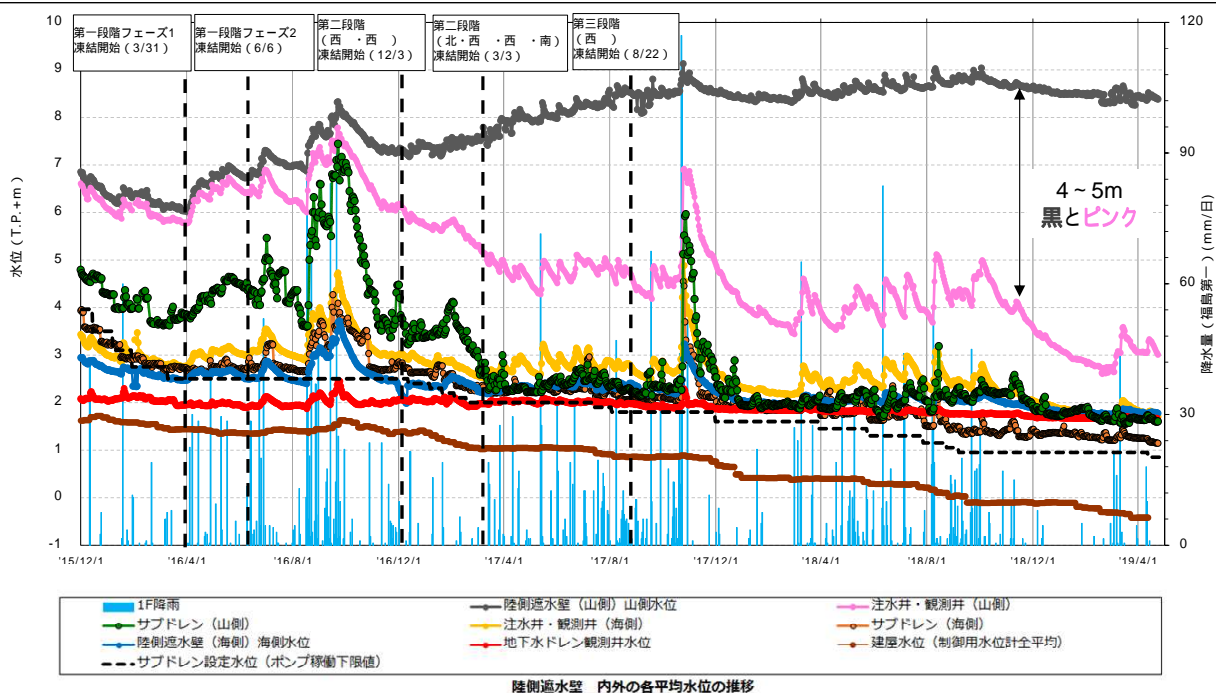
■2018年3月時点で未凍結であった深部3箇所については、2018年9月までに全て0 を下回った。

（温度は 2019.4.23
7:00時点のデータ）



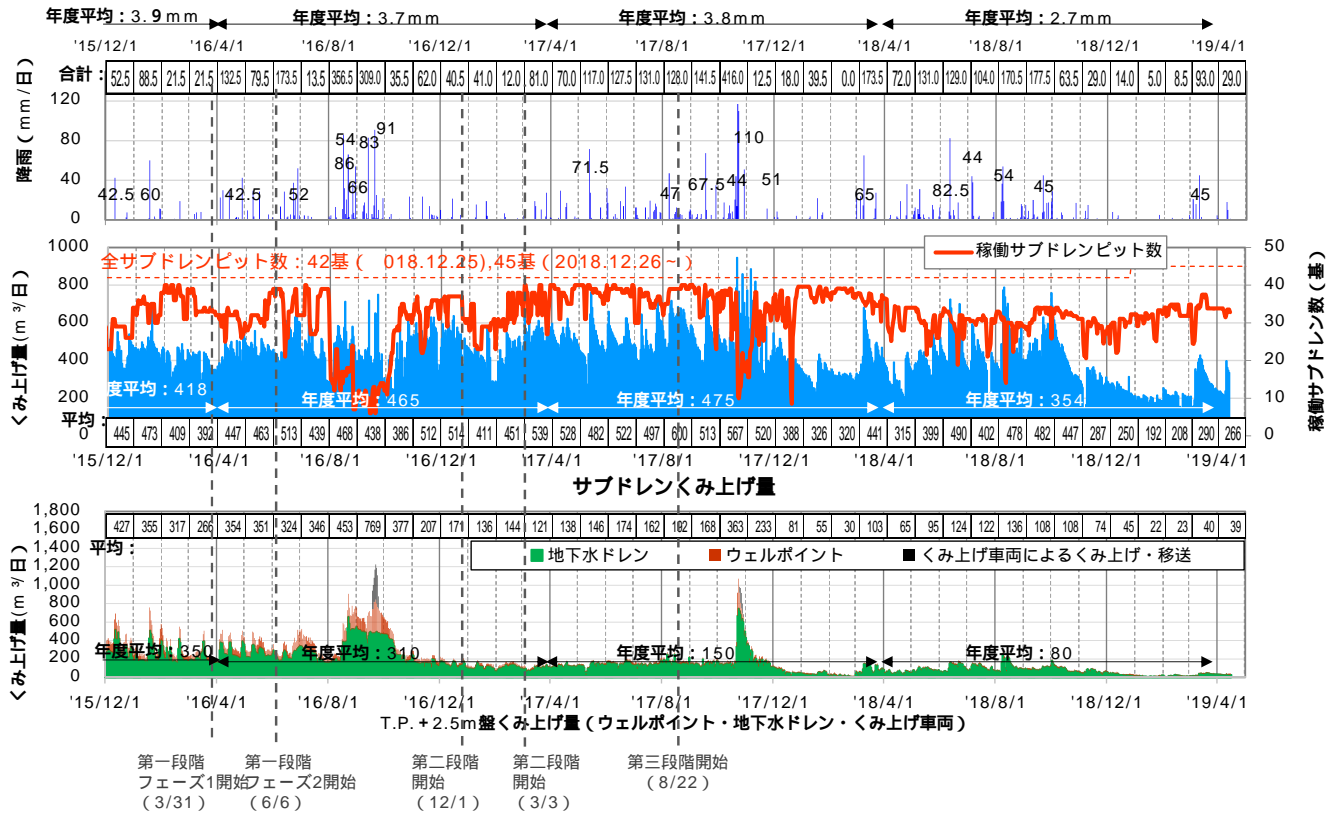
（3）建屋周辺の地下水位の状況

- 陸側遮水壁内側エリアの地下水位は、年々低下傾向にあり、山側では平均的に4～5mの内外水位差が形成されている。また、護岸エリア水位も地表面（T.P.2.5m）に対して低位（T.P.1.6～1.7m）で安定している状況である。
- なお、山側のサブドレンについては、1/2号機周辺のトリチウム濃度上昇の影響により設定水位を上げて運用していたが、現在は、段階的に設定水位を低下させている。



(4) サブドレン・護岸エリアのくみ上げ量の推移

■ 重層的な汚染水対策により、サブドレンくみ上げ量及び護岸（T.P.2.5m盤）エリアのくみ上げ量が低減し、低い水準で推移している。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

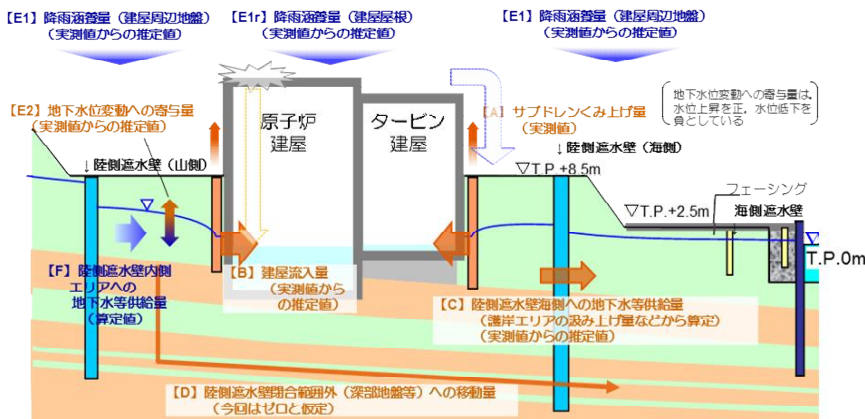
46

(5) 陸側遮水壁内の水収支

・ 凍結開始前と現状で陸側遮水壁内側の水収支を比較すると、陸側遮水壁内への地下水等供給量は減少している。

実績値(m³/日)	陸側遮水壁内側エリアへの地下水等供給量(実測からの推定値) F ¹	<参考> サブドレン平均水位	<参考> 日平均降雨量	サブドレンくみ上げ量(実測値) A	建屋流入量(実測からの推定値) B	陸側遮水壁海側への地下水等移動量 C ^{1,2} (実測からの推定値)	閉合範囲外への移動量 D ³	降雨涵養量(実測からの推定値) (E1+E1r) ^{1,2}	地下水位変動への寄与量(実測からの推定値) E2 ^{1,2}
2016.1.1～3.31	810	T.P.+3.5m	1.4mm/日	420	180	310	0	-(50+30)	-20
2017.1.1～3.31	620	T.P.+2.8m	1.5mm/日	470	130	140	0	-(50+30)	-40
2018.1.1～3.31	400	T.P.+1.9m	2.4mm/日	360	120	50	0	-(80+50)	0
2019.1.1～3.31	250	T.P.+1.5m	1.2mm/日	230	60	40	0	-(40+40)	0
(参考)2019.4.1～4.17	290	T.P.+1.4m	2.0mm/日	270	70	40	0	-(70+40)	20

- FおよびCは陸側遮水壁内側および海側への地下水等の供給量を評価したものであるが、現状の評価方法では建屋への屋根破損部からの直接流入など、地下水以外の影響が一部含まれた量となっている。
- 上表は、降雨浸透率や有効空疎率を仮定して算出しているが、その仮定条件には不確実性が含まれている。
- 現時点まで、深部透水層（粗粒、細粒砂岩）の頭が互層部と同程度で、上部の中粒砂岩層よりも高いことから、深部地盤等への移動量Dをゼロとする。



$$\text{式(1)} \quad F = A + B + C + D + (E1 + E1r) + E2$$

4月分は今後データの更新により増減する可能性があるため、参考値。

(建屋流入量には3号機コントロール建屋への流入を反映)
建屋屋根面への降雨(E1r)の行き先には以下があるが、ここでは一律地盤相当と仮定。今後引き続き見直しを検討

- ・ 屋根・ルーフトレン破損部から建屋内への直接流入
- ・ 地盤へ排水
- ・ ルーフトレンを通じて排水路へ排水

2019.4.25 廃炉・汚染水対策チーム会議/事務局会議で示した値の一部に計算誤りが確認されたため、訂正している。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

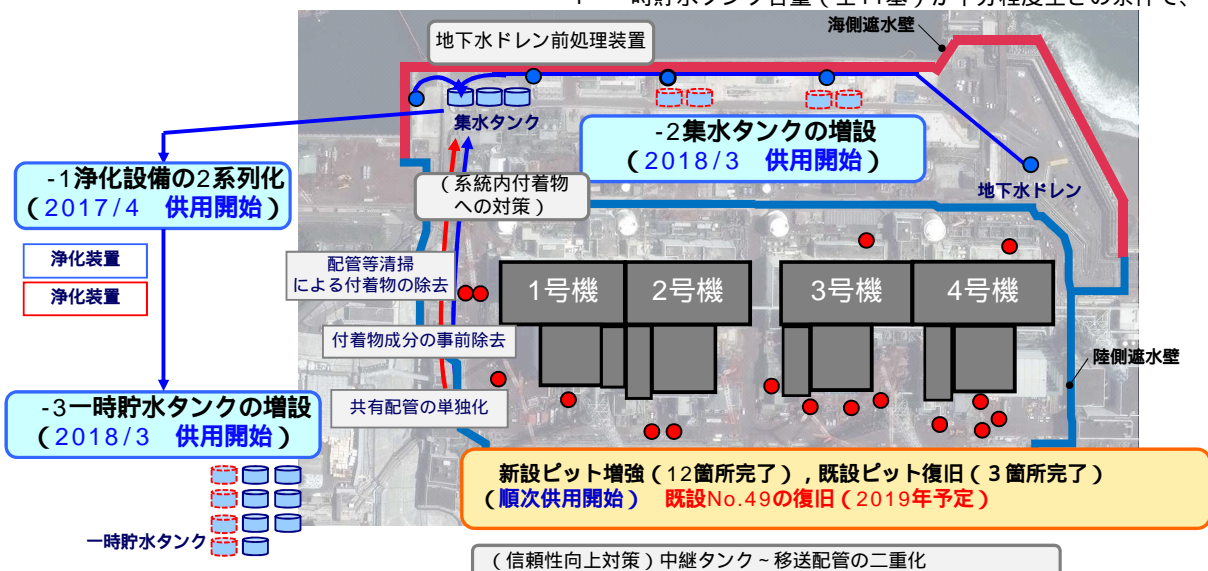
47

- 地中温度や地下水位の状況から判断して、陸側遮水壁（凍土壁）は造成されており、これにより、地下水の流れは遮断されていると考えることができる。
- 一方、これまでと同様に式(1)により、陸側遮水壁内側への地下水等供給量Fを計算すると、2019年1月 3月時点で約240m³/日と算定されるが、これはK排水路など陸側遮水壁を横断している地下構造物の影響により、一定量の水が供給されていることによるものと考えている。
- なお、式(1)で用いる降雨浸透率などの定数や屋根からの降雨涵養量などを正確に測定することは困難であることから、これらについては、一定の仮定をおいて計算しているため、Fの算定値そのものは必ずしも実際の供給量を正確に表しているものではないと考えている。

(6) サブドレンの信頼性向上対策

- サブドレンの系統処理能力については、対策を実施し、900m³/日から1,500m³/日の増強が2018年3月に完了した。（最大2,000m³/日*1）（ ）
- 汲み上げ能力向上は、2018年12月時点で新設ピットの増強が12箇所、既設ピットの復旧は3箇所完了した。今年度は既設ピットのNo.49ピットを復旧する予定である。（ ）
- また、サブドレンの中継タンク～集水タンクの移送配管の二重化も完了しており、移送配管などの清掃による停止頻度を低減している。（ ）

*1 一時貯水タンク容量（全11基）が半分程度空きの条件で、1週間弱



提供：日本スペースイメージング(株) , ©DigitalGlobe

(7) 雨水対策の進捗状況

- 2017年10月の台風時の一時的な建屋流入量の増加に関する調査・分析により、大雨時の建屋流入経路として、2号機原子炉建屋屋根ルーフトレン損傷部、3号機タービン建屋屋根損傷部、1号タービン建屋近傍のトレンチを推定。
- 各箇所の対策を含め、建屋屋根損傷部の補修、建屋接続トレンチ等からの雨水流入対策を進めるとともに、降雨の土壌浸透を抑制するフェーシングを実施中。

➤ 建屋屋根損傷箇所の補修

・降雨が建屋屋根の破損箇所から建屋内へ流入することを防止するため、屋根損傷箇所の補修を計画的に実施していき、建屋ガレキ撤去作業中の1号原子炉建屋を除いて、2020年度上期までに完了予定。

・1号原子炉建屋は、ガレキ撤去後、2023年度にカバー設置完了予定。

➤ 建屋接続トレンチ等の止水

・建屋と接続しているトレンチ等から雨水が流入することを防止するため、建屋接続トレンチ等の止水を実施。2017年10月の台風時の流入経路と推定したトレンチ等（2箇所）の止水は2018年9月までに完了。

・上記に加え、建屋流入リスクが高い（建屋接続高が既往最高地下水位以下）7箇所について2019年度末目途に止水予定。

➤ フェーシングの実施

・降雨の土壌浸透を抑制するため、敷地舗装を実施。2019年3月末で計画エリア（護岸エリア¹、建屋周辺エリア²、広域エリア³）のうち全体の94%が完了している。

1 護岸エリア：T.P.2.5m盤～T.P.6.0m盤（法面）～T.P.8.5m盤（陸側遮水壁外海側）

2 建屋周辺エリア：T.P.8.5m盤のうち護岸エリア除く（陸側遮水壁内側含む）

3 広域エリア：T.P.8.5m盤とT.P.33.5m盤の間の法面、T.P.33.5m盤

・護岸エリアのうちT.P.2.5m盤は完了し、T.P.8.5m盤の陸側遮水壁より外側の海側に関して現在実施中。（2019年度完了予定）

・建屋周辺エリアについて、陸側遮水壁内側において、実施可能な箇所から計画的に実施予定。

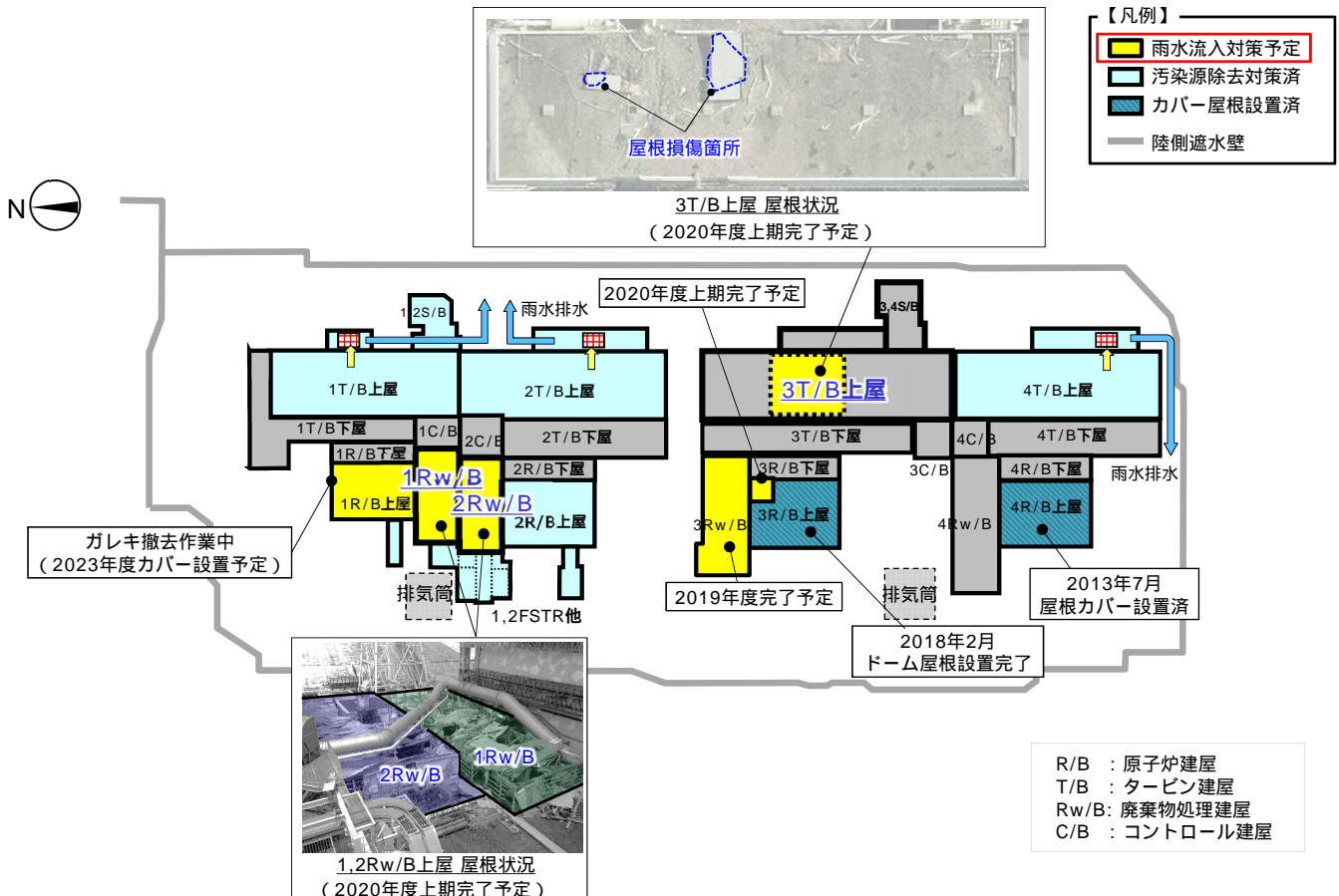
TEPCO

©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

50

建屋屋根損傷箇所の補修



TEPCO

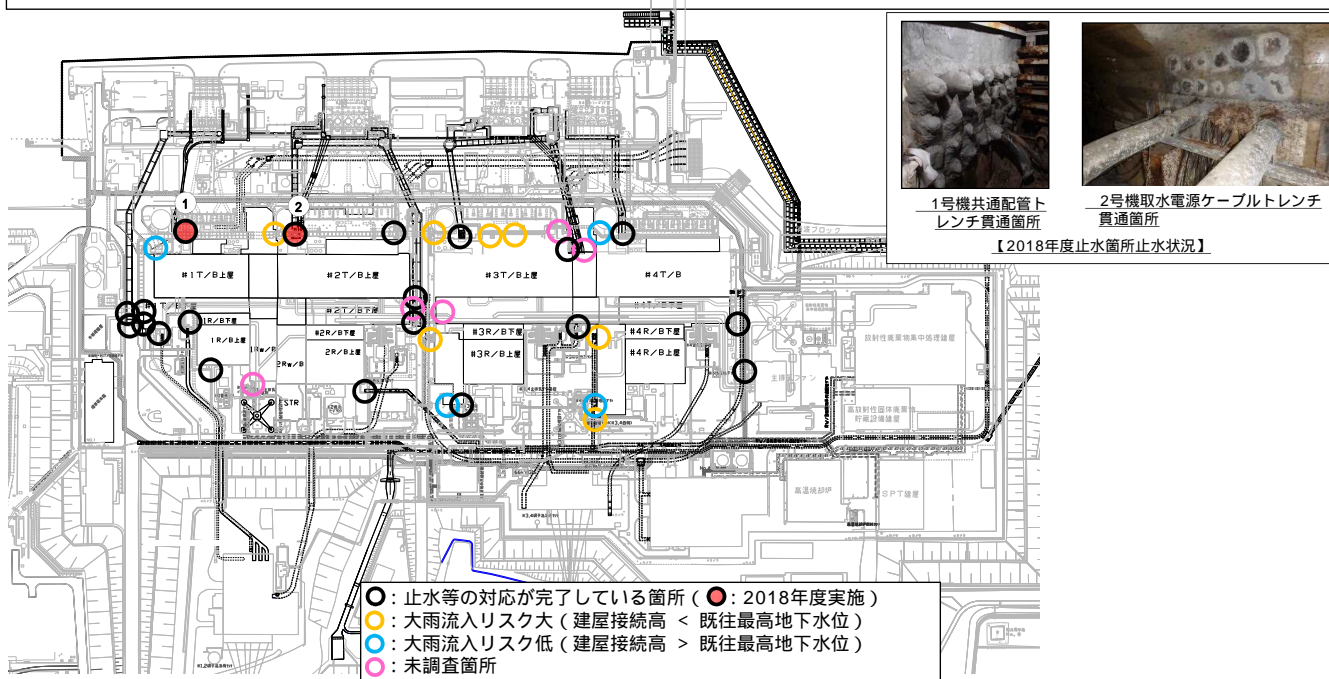
©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

51

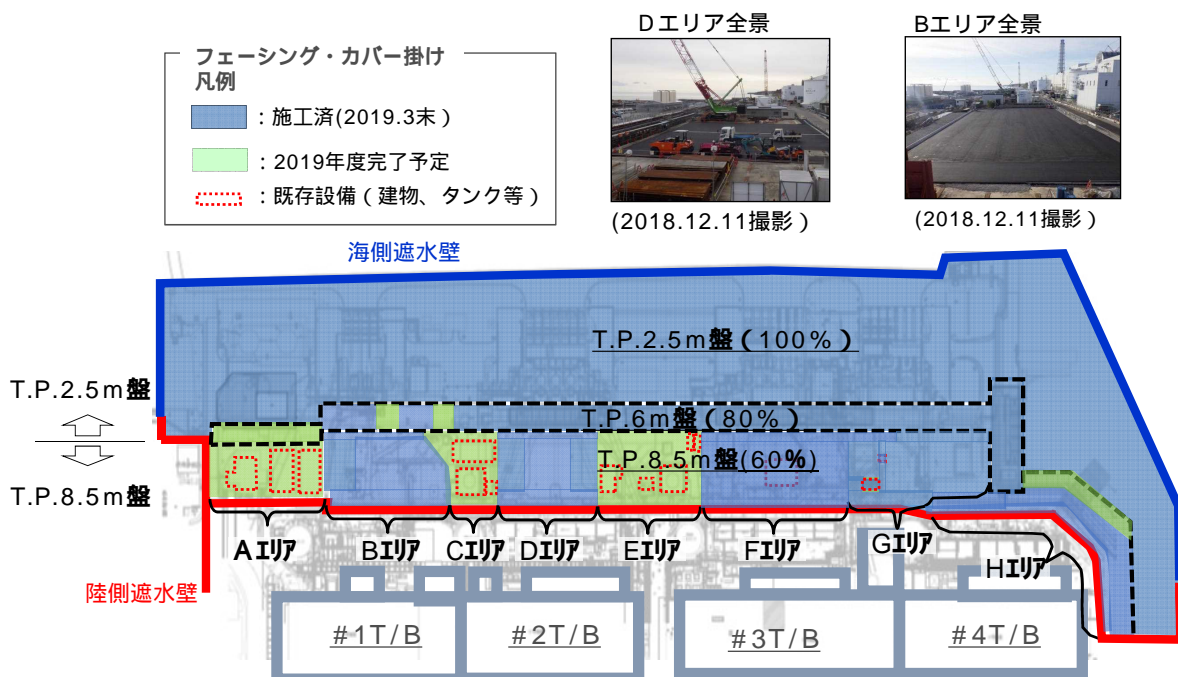
建屋接続トレンチ等の止水

- 降雨時に、建屋と接続しているトレンチ等を通じ、雨水が流入することを防止するため、建屋接続トレンチ等の止水を実施。
- 2017年10月の台風時の流入経路と推定したトレンチ等（●2箇所）の止水は2018年9月までに完了。
- 上記に加え、建屋流入リスクが高い（建屋接続高が既往最高地下水位以下）7箇所（下記○）について2019年度末目途に止水予定。
- また、アクセスできないために未調査となっている箇所（下記○5箇所）は、内部調査の方法を検討。



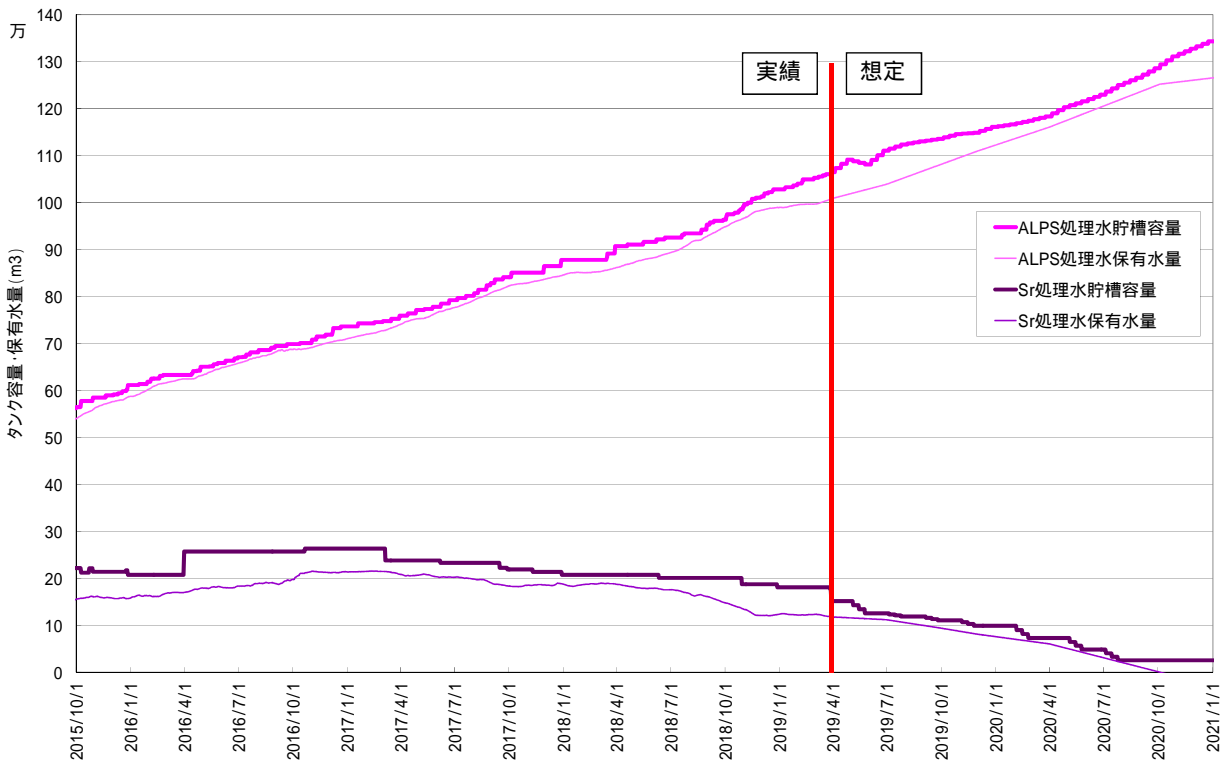
護岸エリア及び建屋周辺エリアのフェーシング進捗状況

- 護岸エリアのフェーシングに関しては、T.P.2.5m盤は完了し、T.P.6.0m盤～8.5m盤は2019年度中に完了する予定である。
- 建屋周辺エリアにおける陸側遮水壁内のフェーシングは、周辺ヤードとの調整を行い、実施可能な箇所から計画的に行っていく。



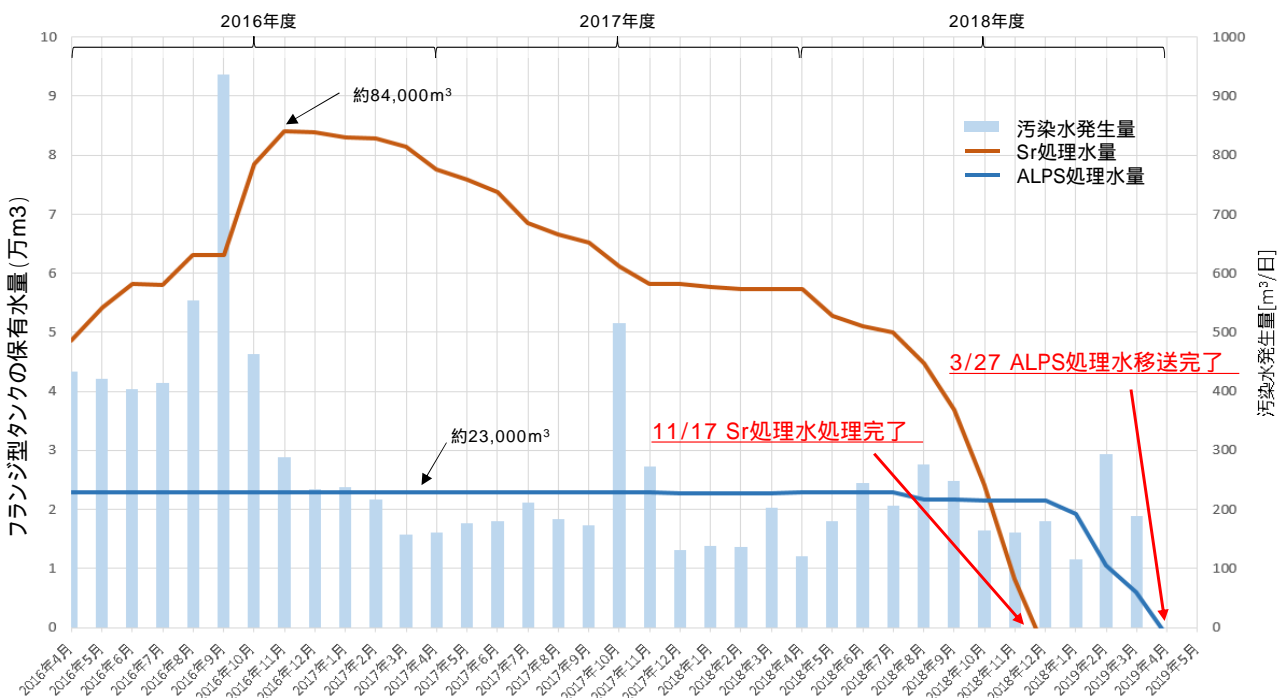
(8) タンク建設の進捗状況

- 2020年末までに約137万m³のタンク容量の確保に向け、タンクを計画的に建設中。
- 2019年4月1日時点で約106万m³を確保済み。



フランジ型タンクの保有水量の推移

- 下記の通り、浄化設備等により浄化処理した水の貯水を全て溶接型タンクで実施。
 - ・フランジ型タンクに貯留していたSr処理水の浄化処理を完了 (2018/11/17)。
 - ・フランジ型タンクに貯留していたALPS処理水を溶接型タンクへ移送 (2019/3/27)。

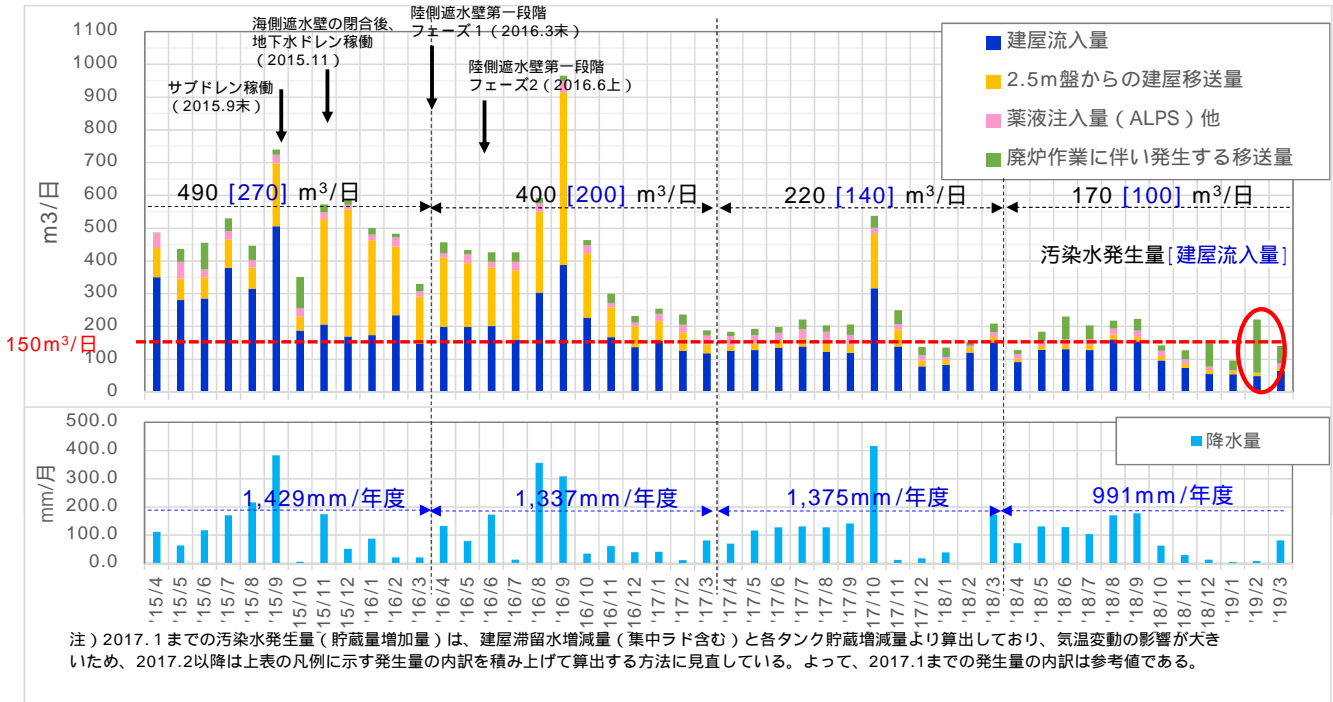


フランジ型タンクのSr処理水及びALPS処理水貯留量の推移

残水を除く

(9) 重層的な汚染水対策の効果

- 陸側遮水壁、サブドレン等の重層的な対策の進捗に伴って、建屋流入量・汚染水発生量共に減少している。2018年度は、汚染水発生量は170m³/日であり、2015年度の約1/3に低減している。冬期などの降雨量が比較的少ない時期には150m³/日を下回る傾向にある。
- 2019年2月の汚染水発生量の増加（赤丸箇所）は、陸側遮水壁の外にあるサイトバンカ建屋からの移送量の増加等に起因したものである。



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

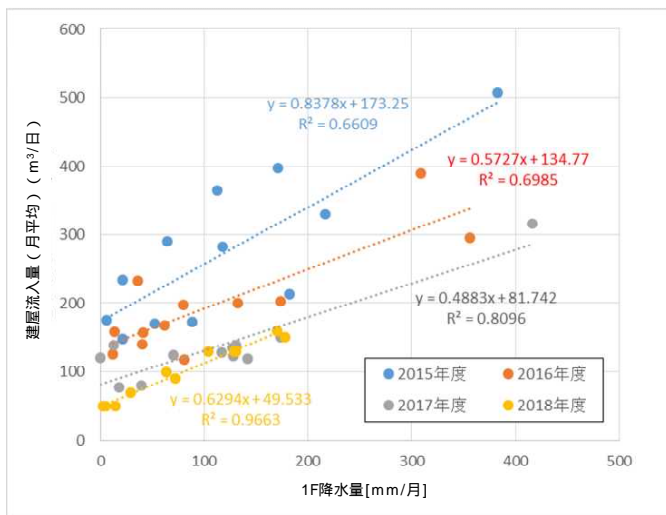
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

56

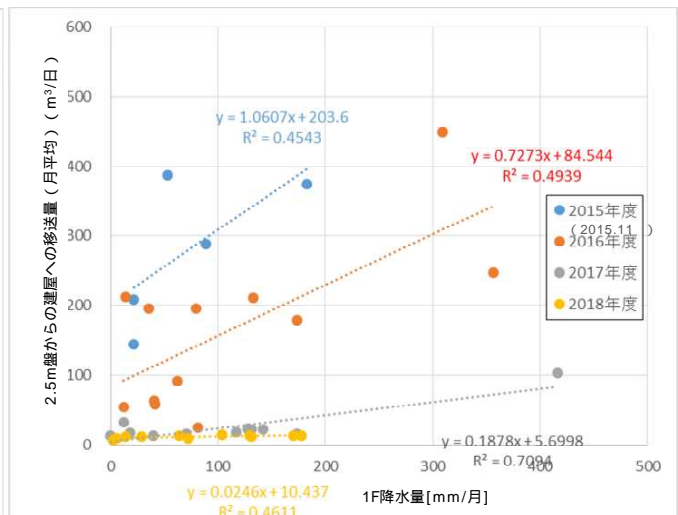
汚染水発生量と降雨量との関係

- 建屋流入量は、降雨により増加する傾向はあるものの、年々抑制されており、降雨時の流入量は、低減傾向となっている。
- 2.5m盤からの建屋への移送量は、降雨による増加傾向は大幅に抑制され、2018年度では降雨による増分は殆どなくなっている。

建屋流入量



2.5m盤からの建屋への移送量



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved.

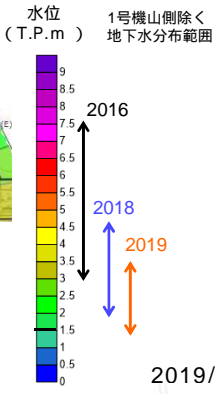
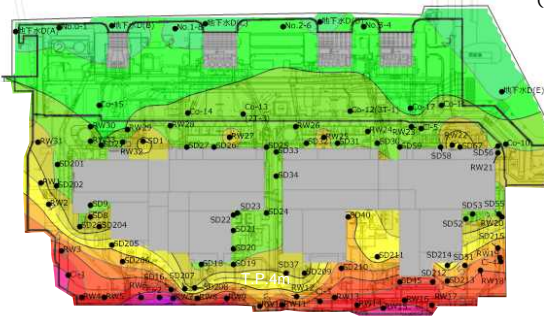
無断複製・転載禁止 東京電力ホールディングス株式会社

57

陸側遮水壁内の地下水位の変化【中粒砂岩層（各年2月）】

- 重層的な汚染水対策の進捗により、陸側遮水壁内の地下水位は、建屋周辺だけでなく、陸側遮水壁内全体で年々低下している。
- 2019年2月には、陸側遮水壁設置前（2016年2月）から、陸側遮水壁内の全体の地下水位が約2.5m低下している。

2016/2（陸側遮水壁設置前）

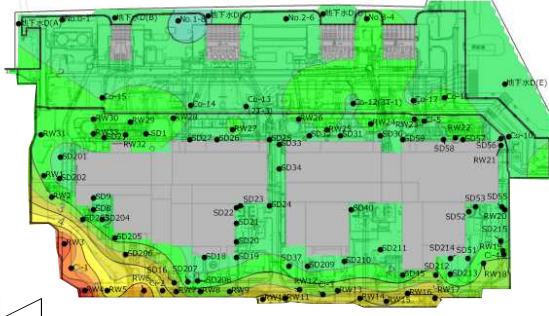


【陸側遮水壁内エリアの地下水位とサブドレン設定水位】

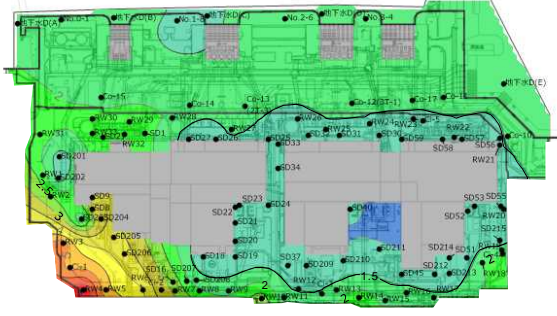
	2016.2	2018.2	2019.2
地下水位 ¹ (T.P.m)	3.0 7.5 《4.7》 ²	2.0 4.5 《3.0》 ²	1.5 3.5 《2.3》 ²
SD設定水位 (T.P.m)	2.75	1.6	0.95
月雨量(mm)	22	0	9

- 観測孔、RW内の各々の水位
- 全体の算術平均

2018/2



2019/2

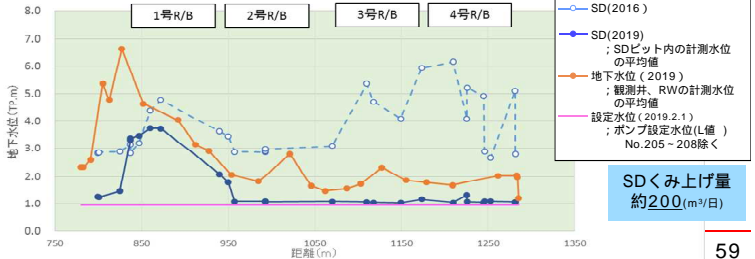
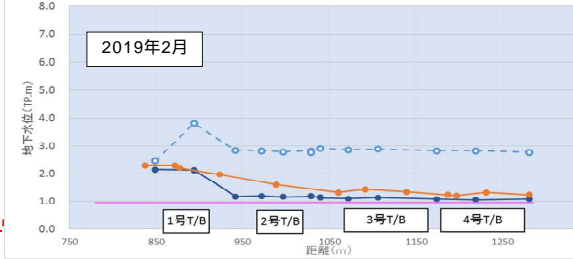
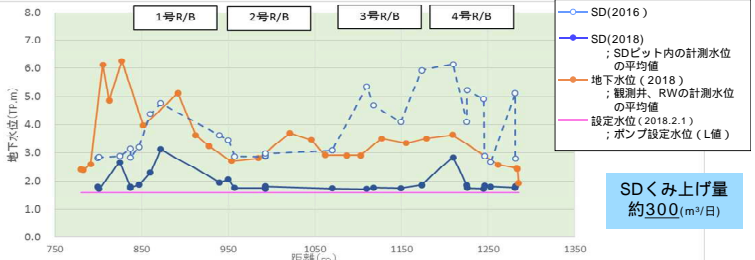
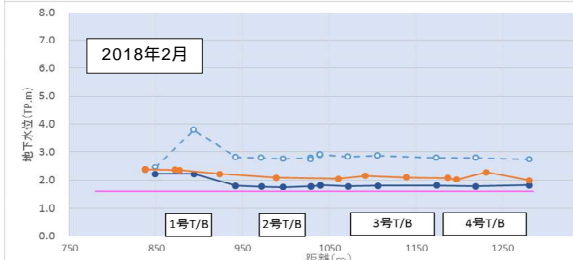
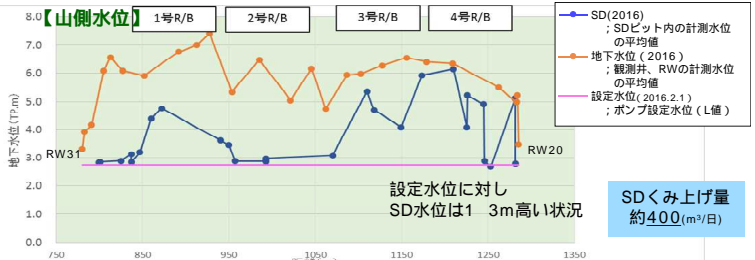


北西部については、陸側遮水壁を横断するK排水路の影響（漏えい）や、排気筒周辺対策のためのサブドレン非稼働の影響により、部分的に地下水位が高くなっていると推定。



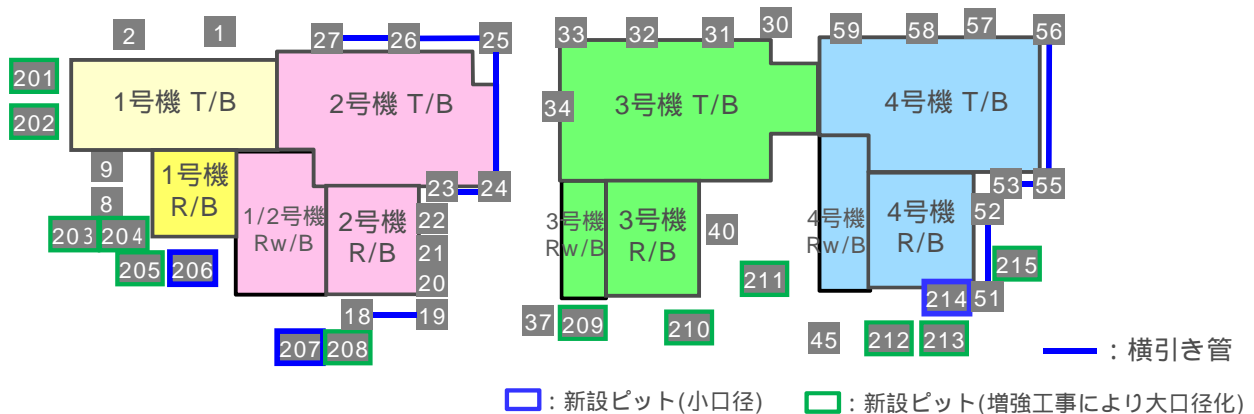
陸側遮水壁内の地下水位の変化【中粒砂岩層（地下水位とサブドレン水位の比較）】

- 1/2号排気筒周辺を除き、陸側遮水壁設置前（2016年2月）と比べ、2019年2月には、SD水位はほぼ設定水位に制御できている。また、陸側遮水壁周辺の地下水位（観測井、注水井）とサブドレンの設定水位との差も低減している。
- 陸側遮水壁内の地下水位が全体的に低下し、SD設定水位との相対的な水位差が低減したことから、SD設定水位が低下する中、SDのくみ上げ量は半減している。
- 陸側遮水壁の遮水効果により、SDによる地下水位の制御性が向上している。



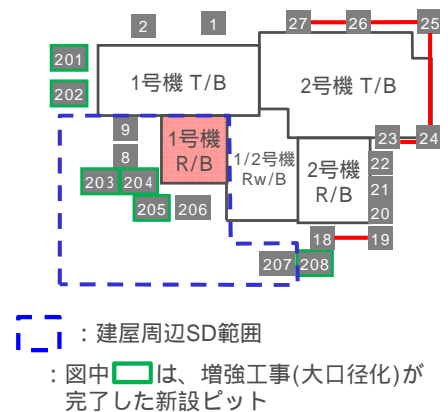
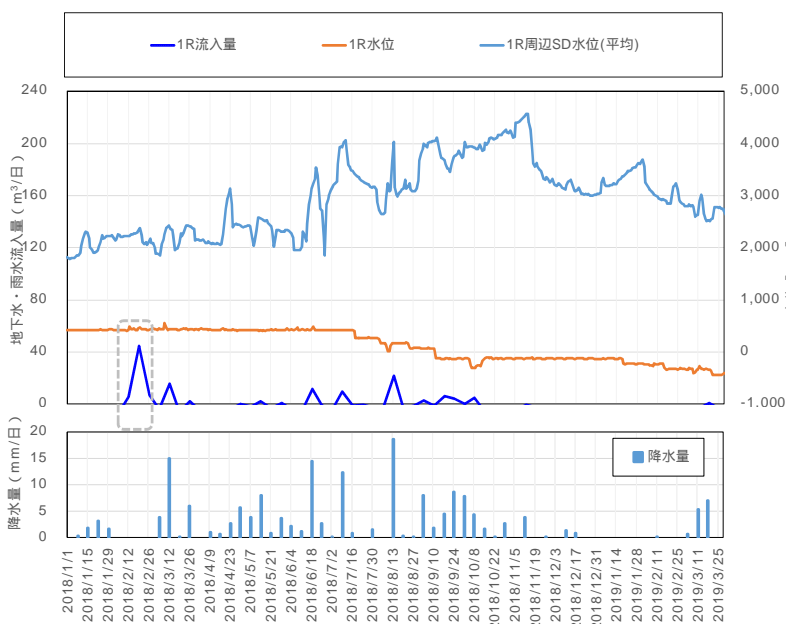
建屋・号機ごとの地下水等流入量

- 今後の建屋流入量の抑制対策や建屋滞留水処理計画を検討するため、これまで1～4号機の合計として評価してきた建屋流入量について、連通部の切り離しが完了した建屋又は号機毎の流入量評価を実施。
- 現時点では、各号機毎に地下水等の流入状況は異なっており、2号機の建屋流入量が最も多い状況となっているが、限られた期間のデータであるため、今後も傾向を監視し、要因分析等を進める。



1号機原子炉建屋の流入量

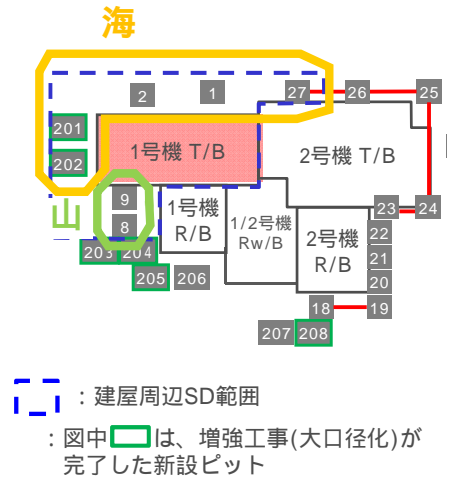
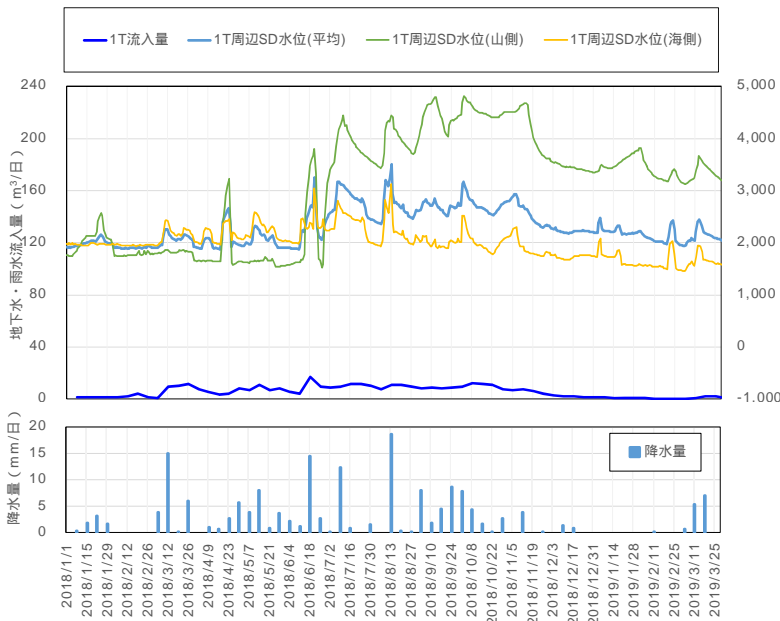
- 1R/Bの流入量は、屋根が全面的に損傷しており、降雨時に流入があるが、非降雨時の流入量は、ほとんどない状況となっている。
- 1,2号機排気筒周辺のサブドレン設定水位引き上げ等の影響により、周辺サブドレン水位は高い状況が継続。



: K排水路補修作業の影響で、建屋への流入量が増加

1号機タービン建屋の流入量

- 1T/Bの流入量は、年間通じて10m³/日以下。
- 1T/Bは屋根は損傷しておらず、地下水が流入している状況。降雨の多い3月から10月に流入量が増加する傾向。
- 周辺サブドレン水位は、稼働抑制の影響により、高い状況が継続。

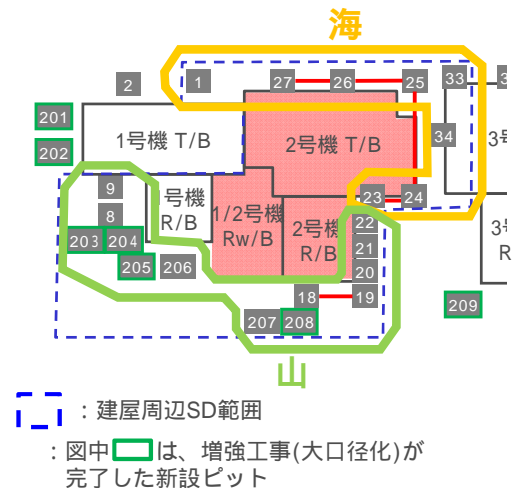
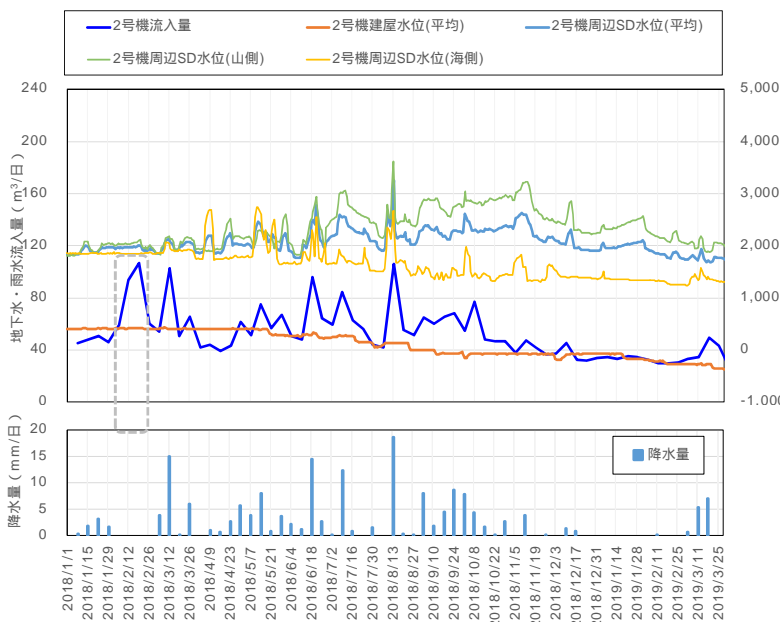


1号機タービン建屋は、床ドレンサンプ内で水位管理を実施



2号機の流入量

- 2号機の流入量は最も多く、2018年は降雨量が少ない時期で、50～60m³/日前後で推移。2018年11月以降は減少傾向で、30～40m³/日まで低下してきている。
- 1/2号機排気筒周辺のサブドレン設定水位引き上げ等の影響により、周辺サブドレン水位は高い状況が継続している。
- なお、屋根の破損箇所(1/2Rw/B)があるため、降雨量が多い時期に流入の増加が見られる。

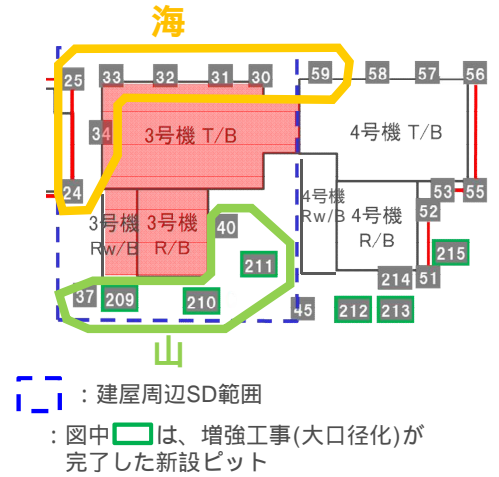
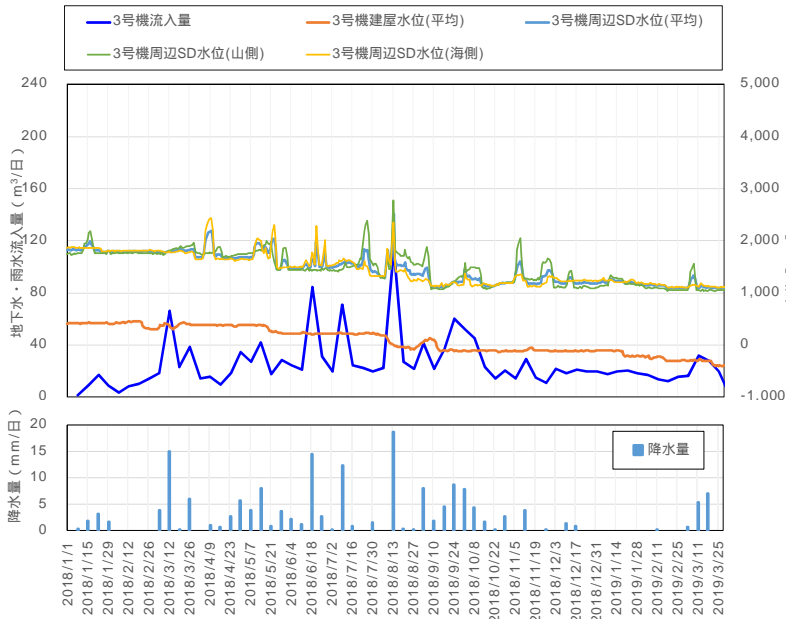


：K排水路補修作業の影響で、建屋への流入量が増加



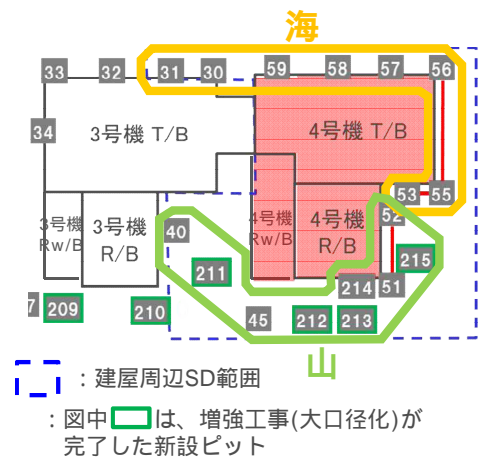
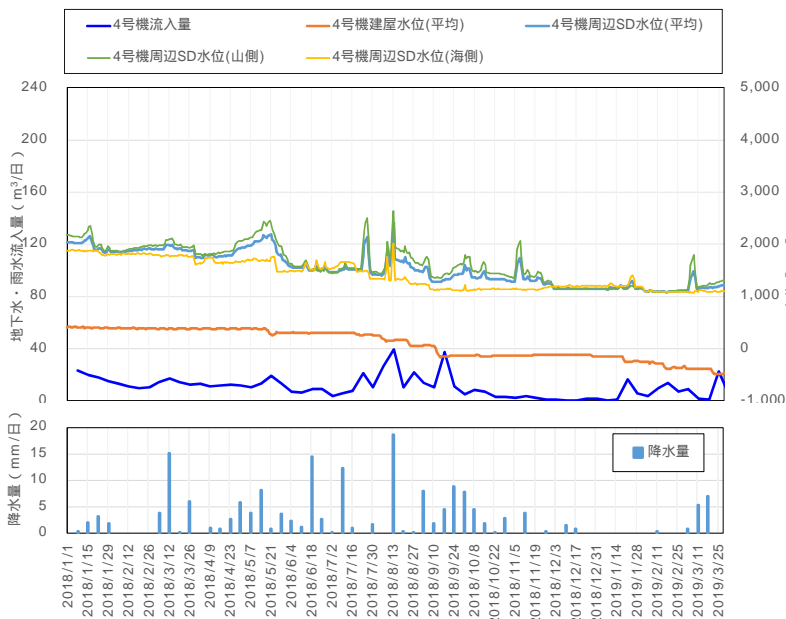
3号機の流入量

- 3号機の流入量は2号機に次いで多く、周辺サブドレン水位は低下してきているものの、降雨が無い場合は20m³/日前後で推移。
- 屋根の破損箇所(3T/B, 3Rw/B, 3R/B北東部)があるため、降雨量が多い時期に流入の増加が見られる。



4号機の流入量

- 4号機の流入量は降雨の多い時期を除き、最大で約20m³/日であったが、周辺サブドレン水位の設定水位の低下と共に低下してきている。
- 4号機の屋根は損傷しておらず、地下水が流入している状況。降雨の多い3月から10月に流入量が増加する傾向。



重層的な汚染水対策の効果のまとめ

- 陸側遮水壁やサブドレン、フェーシング等の重層的な汚染水対策は、建屋周辺の地下水位の低位で安定的な管理に効果を発揮しており、汚染水発生量は、約490m³/日（2015年度平均）から約170m³/日（2018年度平均）と約1/3に低減している。
- 重層的な汚染水対策により、建屋周辺だけでなく、陸側遮水壁内側の地下水位は全体的に低下し、陸側遮水壁設置前と比べて、約2.5m低下している。陸側遮水壁の遮水効果により、サブドレンによる地下水位の制御性が向上している。
- 陸側遮水壁内の地下水位が全体的に低下し、サブドレン設定水位との相対的な水位差が低減したことから、設定水位が低下する中、サブドレン汲み上げ量は半減している。
- 汚染水発生量の更なる低減のため、陸側遮水壁やサブドレンの確実、かつ継続的な運用により、1-4号機建屋周辺の地下水位を低位に維持するとともに、建屋の屋根破損部の補修やフェーシングなどの雨水対策を計画的に進めていく。