

重層的な汚染水対策の効果について

2018年3月26日

TEPCO

東京電力ホールディングス株式会社

要旨

- ◆ 地下水・雨水の建屋への流入等により増え続ける汚染水の問題は、廃炉を進めて行くうえで深刻な課題であったことから、陸側遮水壁等の対策を重層的に進めることとした。
- ◆ 2017年8月22日の陸側遮水壁最終閉合開始から約半年が経過し、ほぼ全ての範囲で地中温度が0℃を下回るとともに、山側では4～5mの内外水位差を形成しており、深部の一部を除き陸側遮水壁は完成していることから、重層的な汚染水対策の現状、陸側遮水壁の果たした役割・効果について具体的に取りまとめた。
- ◆ 取りまとめた結果、陸側遮水壁とサブドレン等の重層的な汚染水対策により、地下水位を安定的に制御し、建屋に地下水を近づけない水位管理システムが構築されたと判断した。
- ◆ また、台風等の大雨により地下水量が増加した場合、陸側遮水壁造成以前は広い範囲から建屋周辺およびT.P.+2.5m盤に地下水が流入していたため、地下水位が急上昇し、大雨後も地下水位の低下に時間を要したが、現在では陸側遮水壁によって地下水流入が遮断されているため、地下水位の上昇を抑制し、短期間に低下させることが可能となっている。
- ◆ 汚染水対策はたゆまなく進めていくものであることから、今後も建屋滞留水・サブドレン稼働水位の低下、建屋屋根・フェーシングによる雨水対策等に継続して取り組み、一層の汚染水発生量の低減に努めていく。

重層的な汚染水対策の効果の概要

重層的な汚染水対策については、対策の進捗により汚染水発生量が大幅に減少している。

- ◆ 陸側遮水壁・サブドレン等の重層的な汚染水対策の進捗により、「雨水や地下水に起因する汚染水発生量」は、陸側遮水壁閉合前に490 m³/日であったものが、閉合後は110 m³/日と1/4以下まで低減している。(スライド10)
- ◆ その結果、汚染水の発生量は、渇水期時点ではあるものの、中長期ロードマップにおいて2020年内の目標としている150 m³/日を下回っている。(スライド11)
- ◆ 重層的な汚染水対策における陸側遮水壁の効果について、解析を用いて試算した結果においても、汚染水発生量低減効果が確認された。また、サブドレンくみ上げ量およびT.P.+2.5m盤くみ上げ量の減少により、建屋周辺の地下水位の低下・サブドレンの安定的な制御などにも寄与していると評価した。(スライド13)

建屋周辺における重層的な汚染水対策の概要

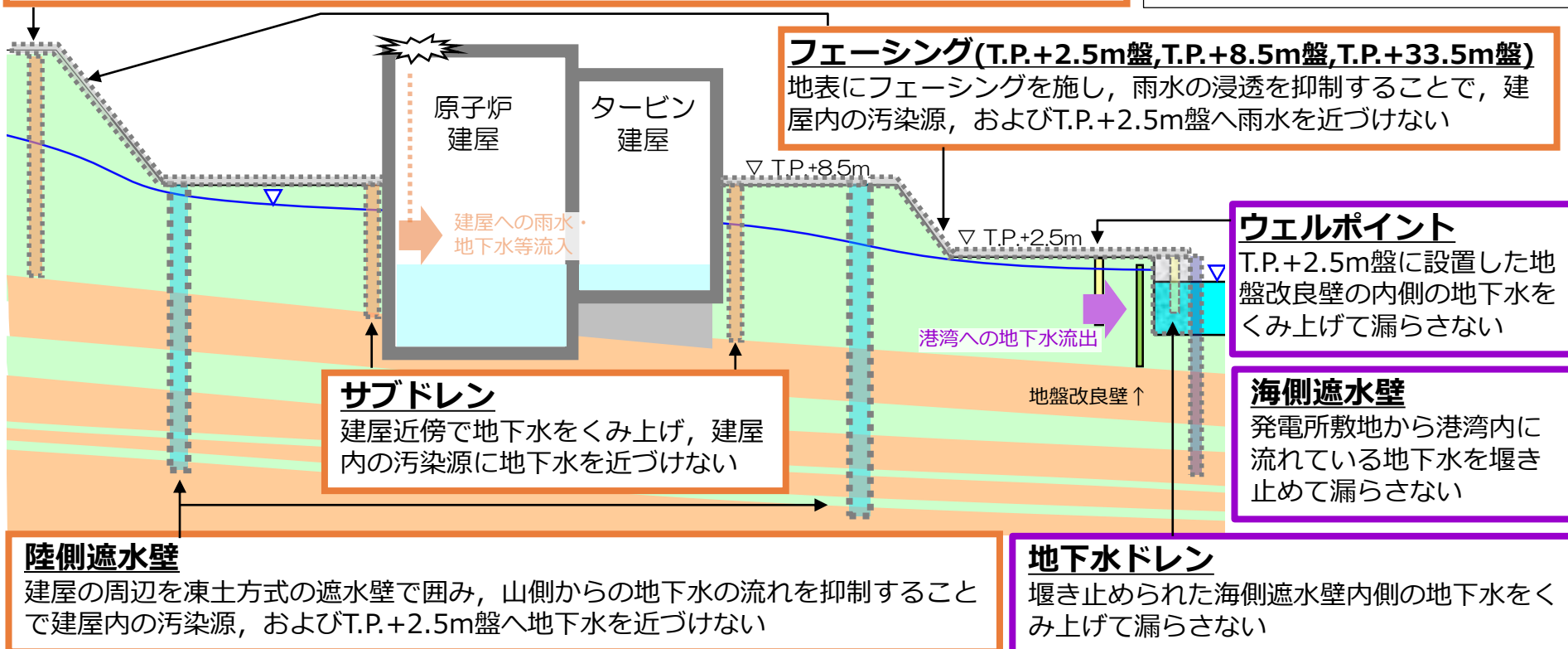
【重層的な対策実施前】

- ▶ 山側から建屋周辺へ流れ込んでいた地下水は、一部が建屋へ流入し、港湾内へ流れていた。
- ▶ 建屋への流入を低減し、汚染水の発生を抑制するとともに、港湾内への地下水の流出を遮断するため、下図に示す汚染水対策を検討した。
- ▶ 検討に当たっては、建屋周辺における高い空間放射線量などによる現場作業上の制限や、既設の設備が震災前の状態に復旧できない可能性がある状況下においても、確実に汚染水対策を進めるため、各対策を重層的に組み合わせた。

地下水バイパス

建屋から離れたT.P.+33.5m盤で地下水をくみ上げ、建屋内の汚染源に地下水を近づけない

- : 汚染源に水を近づけない対策
- : 汚染水を漏らさない対策



重層的な汚染水対策による効果（メカニズム）

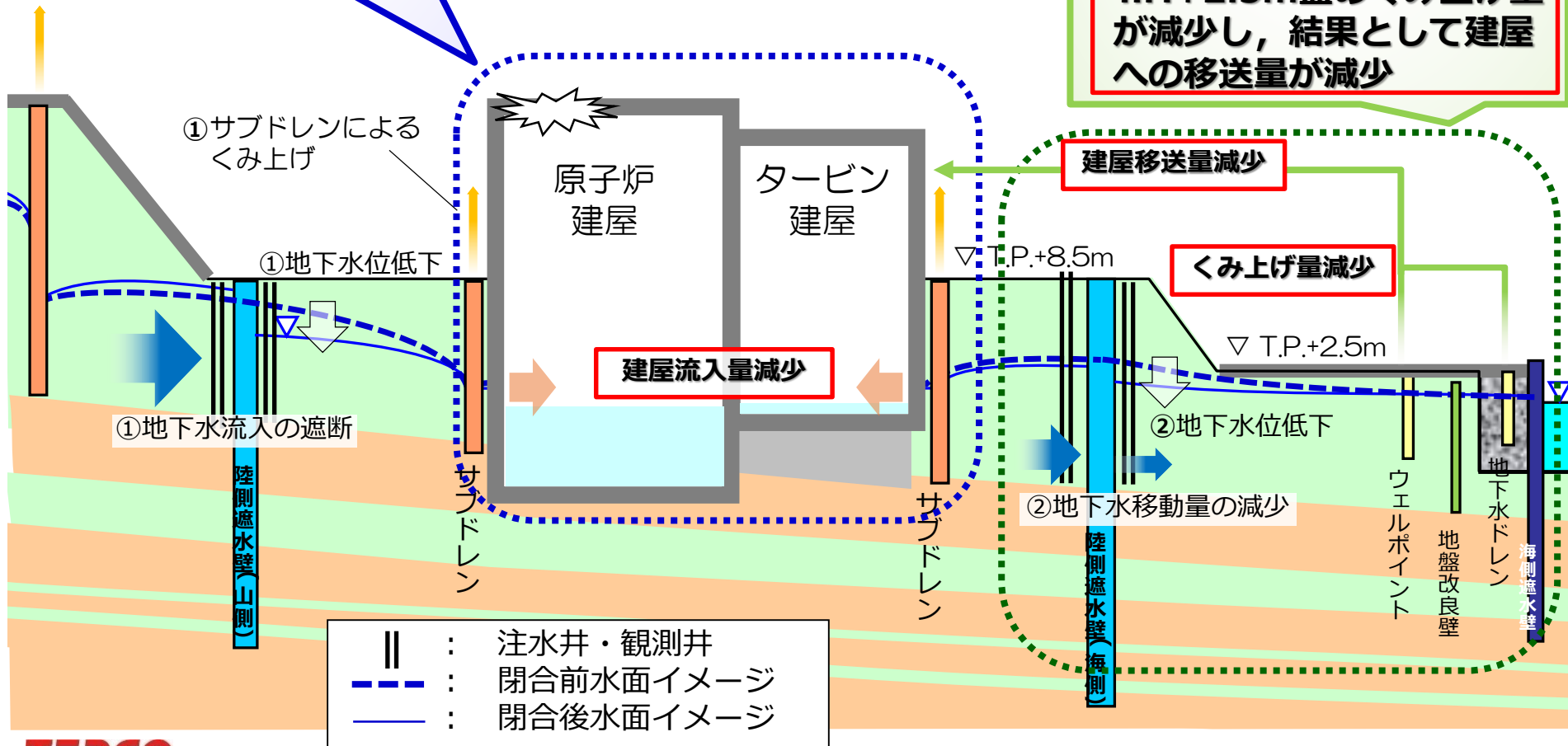
① 地下水流入の遮断およびサブドレンによる地下水くみ上げに伴い、建屋周辺の地下水位を安定的に低下

建屋流入量の減少

汚染水発生量の低減

② 陸側遮水壁（海側）による、陸側遮水壁海側エリアへの地下水移動量の減少、およびフェーシングによる雨水浸透抑制に伴い、T.P.+2.5m盤の地下水位が低下

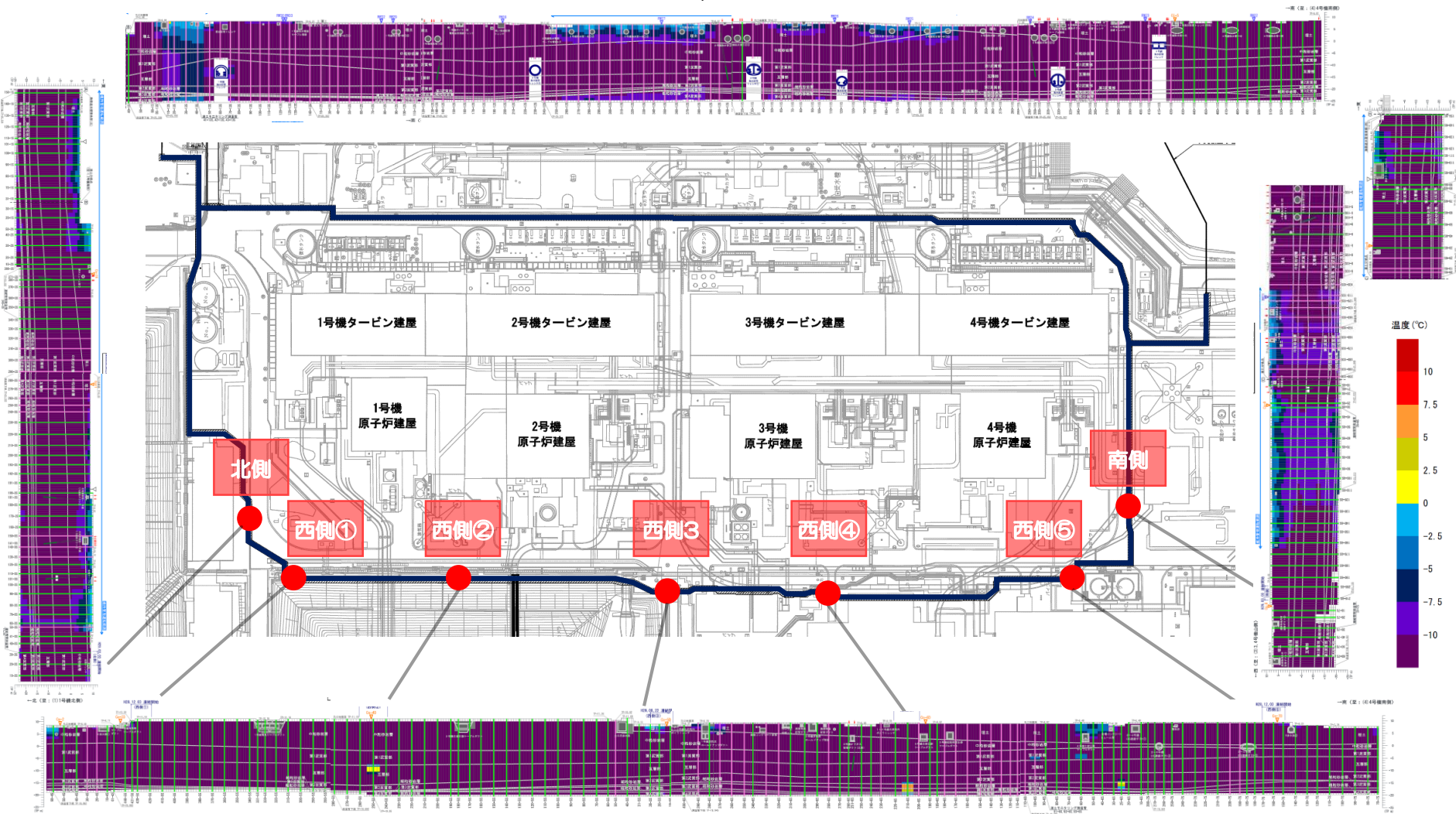
T.P.+2.5m盤のくみ上げ量が減少し、結果として建屋への移送量が減少



凍結状況

- 最終閉合箇所（西③）凍結開始（2017.8.22）後、約6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°C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）

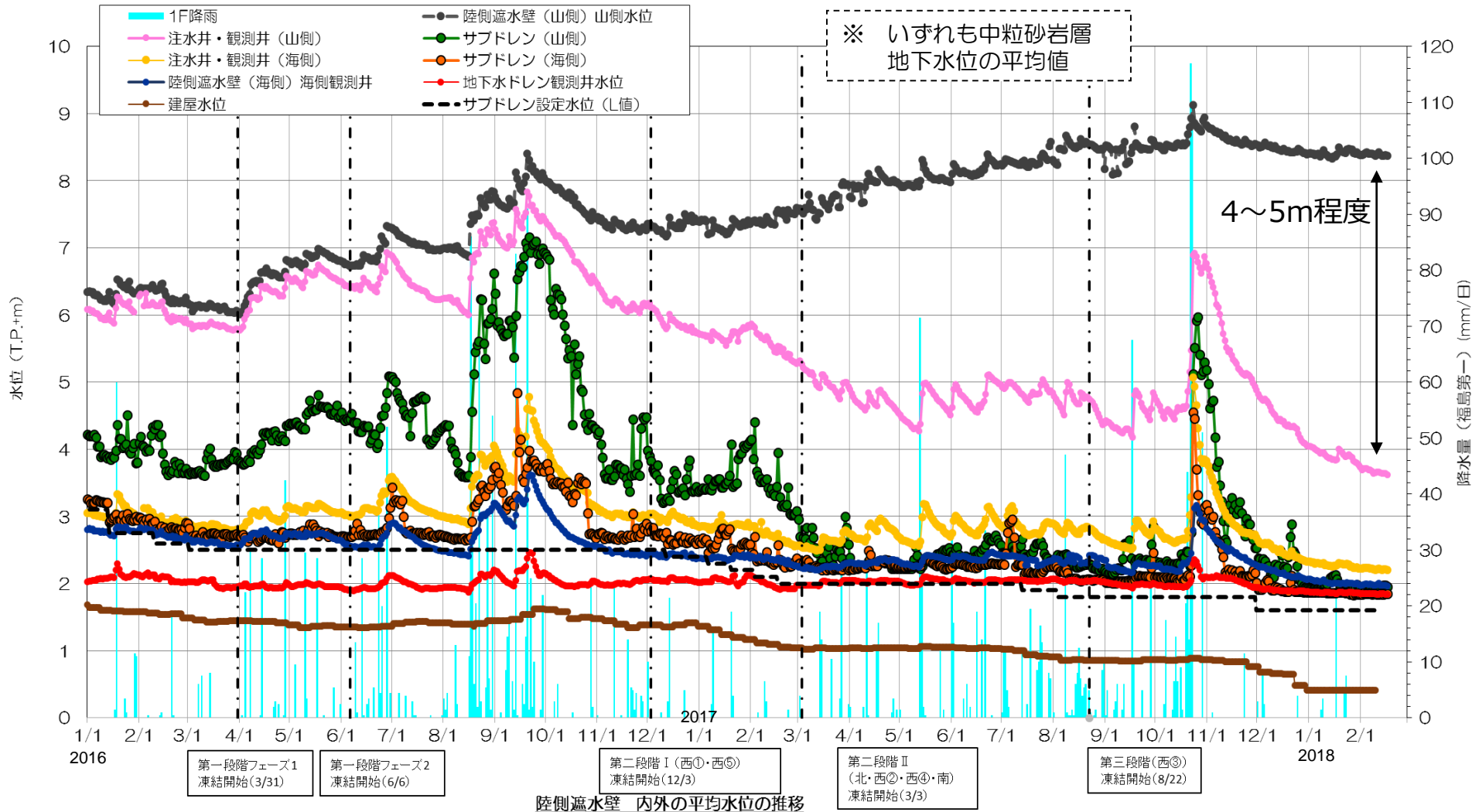
凡例			
■	測温管（凍土ライン外側）	▽	RW（リチャージウェル）
■	測温管（凍土ライン内側）	▽	Cl（中粒砂岩層・内側）
■	測温管（複列部斜め）	▽	Co（中粒砂岩層・外側）
■	複列部凍結管	▽	凍土折れ点



(温度は 2018/2/26 7:00時点のデータ)

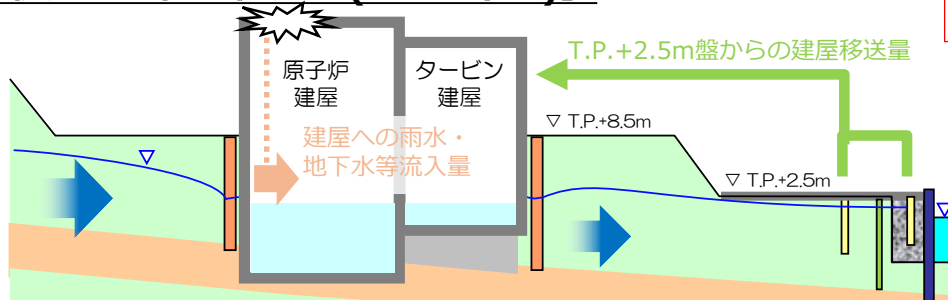
陸側遮水壁内外の地下水位の経時変化

- 陸側遮水壁の段階的な凍結閉合とサブドレンの安定的な稼働により、大雨時を除いて、陸側遮水壁内側エリアの地下水位は低下傾向にあるとともに、陸側遮水壁の内外水位差は4~5m程度となっている。
- 2017年10月の台風以降、降雨が少ないことや、11月30日にサブドレン設定水位を下げた (T.P.+1.8m→1.6m) ことに伴い、陸側遮水壁内側エリアの平均地下水位は、既往最低レベルを更新している。



重層的な汚染水対策の現状と今後

【陸側遮水壁閉合開始前(2015年度)】

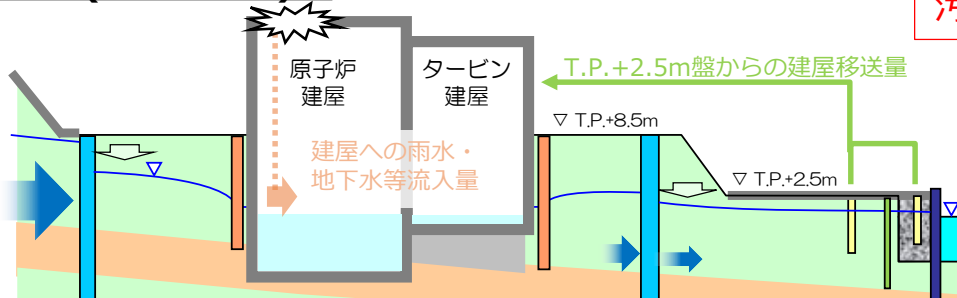


陸側遮水壁の閉合, T.P.+2.5m盤フェーシング, 建屋滞留水水位・サブドレン水位の低下等

汚染水発生量※1 ≒ 520m³/日(湯水期)

- サブドレンが稼働し、建屋への地下水流入を抑制。サブドレン地下水水位は低下できていなかった。
- 地盤改良壁内でのウェルポイントによる汲み上げに加え、海側遮水壁の閉合によりせき止められた地下水を、地下水ドレンでくみ上げ、その一部を建屋へ移送していたため、一時的に汚染水発生量が増加。

【現状(2017年度)】

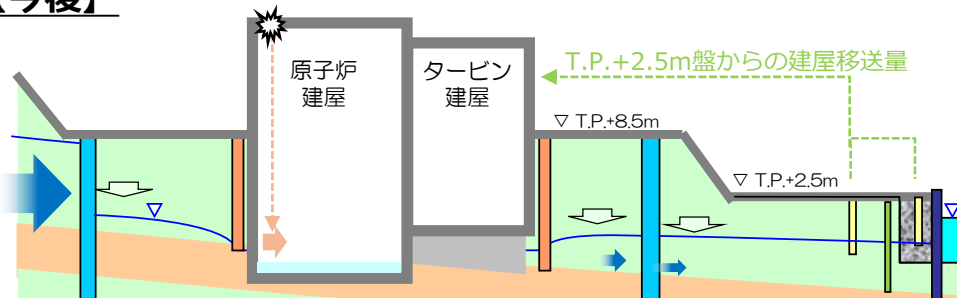


屋根雨水流入対策, T.P.+8.5m盤フェーシング, 建屋滞留水水位・サブドレン水位の低下等

汚染水発生量※1 ≒ 140m³/日(湯水期), 170m³/日(平均降雨相当)

- 陸側遮水壁の閉合およびサブドレン信頼性向上対策等の実施に伴い、サブドレン水位をサブドレンの設定水位付近まで低下でき、建屋への地下水流入およびT.P.+2.5m盤でのくみ上げ量を抑制した。
- 陸側遮水壁とサブドレン等の重層的な汚染水対策により、地下水水位を安定的に制御し、建屋に地下水を近づけない水位管理システムが構築された。

【今後】



※1 建屋への雨水・地下水流入量, T.P.+2.5m盤からの建屋移送量, ALPS薬液注入量など

汚染水発生量※1 ≒ 150m³/日(平均降雨相当)

- 建屋への流入は、2020年以降も原子炉建屋等の内外水位差を確保するため、一部継続する。
- 今後、建屋滞留水水位およびサブドレン水位を低下させるとともに、屋根雨水流入対策等の追加対策を含めた重層的な汚染水対策に継続して取り組み、汚染水発生量を限りなくゼロに近づけていく。

重層的な汚染水対策に伴う効果 (T.P.+8.5m盤)

【陸側遮水壁造成前における, T.P.+8.5m盤の概況】

- 建屋周辺の地下水が各建屋へ流入し, 汚染水となっており, サブドレンにより建屋周辺の地下水をくみ上げることで建屋への流入を抑制していた。

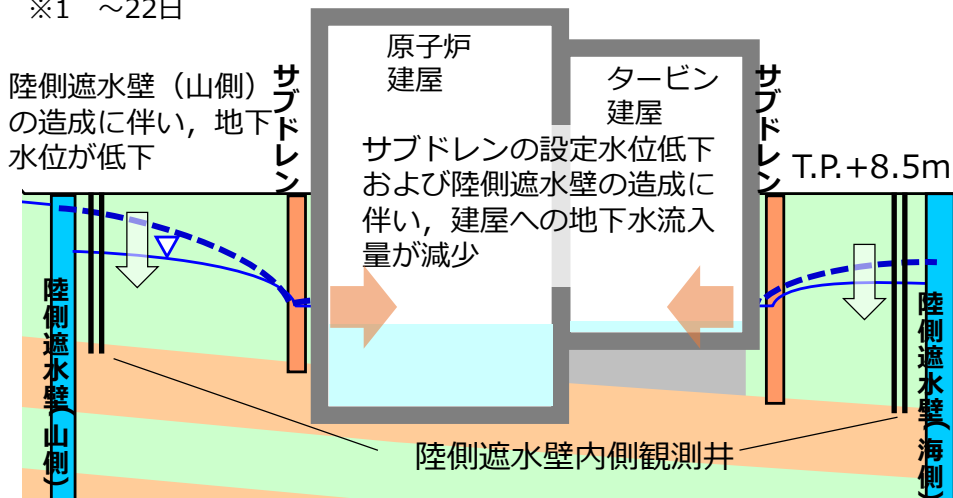
【重層的な汚染水対策に伴う効果】

- 陸側遮水壁 (山側) の造成に伴い陸側遮水壁内側への地下水の流入が遮断されたこと, 並びにサブドレンの信頼性向上対策により, サブドレンは通常時は安定的に運用できている。
- 陸側遮水壁の造成前後において, 重層的な汚染水対策に伴い, 建屋周辺の地下水位をT.P.+4.9mからT.P.+3.3mと約1.6m低下することができている。
- 結果として, 建屋への地下水流入が約190m³/日から約90m³/日まで低減された。

陸側遮水壁内側観測井平均水位

陸側遮水壁閉合前 (2015年12月～2016年2月平均)	T.P.+4.9m (サブドレン設定水位: T.P.+3.5m→2.5m)
昨年度渇水期 (2016年12月～2017年2月平均)	T.P.+4.5m (サブドレン設定水位: T.P.+2.4m→2.0m)
2017年12月～ 2018年2月※平均	T.P.+3.3m (サブドレン設定水位: T.P.+1.6m)

※1 ～22日



効果概要 (T.P.+8.5m盤)

建屋への雨水・地下水等流入量

陸側遮水壁閉合前 (2015年12月～2016年2月平均)	約190m ³ /日
陸側遮水壁閉合後 (2017年12月～2018年2月※1平均)	約90m ³ /日
(参考) 既往最低値	51m ³ /日(週平均) (2017年12月22日～28日)

陸側遮水壁閉合前後で建屋への雨水・地下水等流入量を1/2以下まで低減

重層的な汚染水対策に伴う効果 (T.P.+2.5m盤)

【陸側遮水壁造成前における, T.P.+2.5m盤の概況】

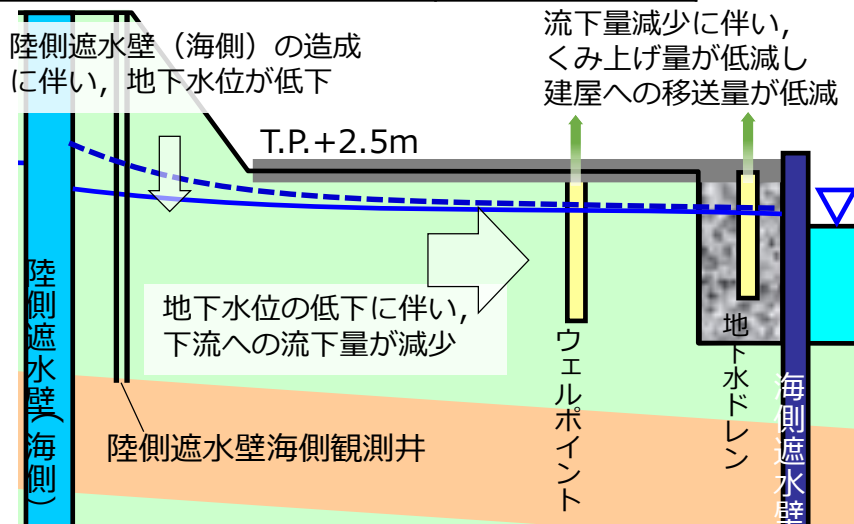
- T.P.+2.5m盤では, 海側遮水壁により港湾への地下水の流出を遮断しており, 上流からの地下水がせき上がるため, 地表面に達することのないよう, 地下水をくみ上げていた。
- T.P.+2.5m盤においてくみ上げた地下水の一部は, タービン建屋へ移送しており, 汚染水となっていた。

【重層的な汚染水対策に伴う効果】

- 陸側遮水壁 (海側) の造成に伴い, T.P.+2.5m盤への流下が抑制され, 陸側遮水壁海側の地下水位が T.P.+2.8mからT.P.+2.0mまで低下した。
- 地下水位の低下に伴い, T.P.+2.5m盤のくみ上げ量が減少したため, くみ上げ量のうち建屋への移送量が約 300m³/日から約20m³/日と1/10以下まで低減した。

陸側遮水壁海側観測井平均水位

陸側遮水壁閉合前 (2015年12月~2016年2月平均)	T.P.+2.8m	閉合前 に比べ 約80cm 低下
昨年度渇水期 (2016年12月~2017年2月平均)	T.P.+2.4m	
2017年12月~ 2018年2月*平均	T.P.+2.0m	



T.P.+2.5m盤からの建屋移送量 (T.P.+2.5m盤総くみ上げ量(地下水ドレン・ウェルポイント))

陸側遮水壁閉合前 (2015年12月~2016年2月平均)	約300m³/日 (約370m ³ /日)
陸側遮水壁閉合後 (2017年12月~2018年2月*1平均)	約20m³/日 (約60m ³ /日)
(参考) 既往最低値	7m ³ /日(2018年1月1日) (19m ³ /日(2018年2月20日))

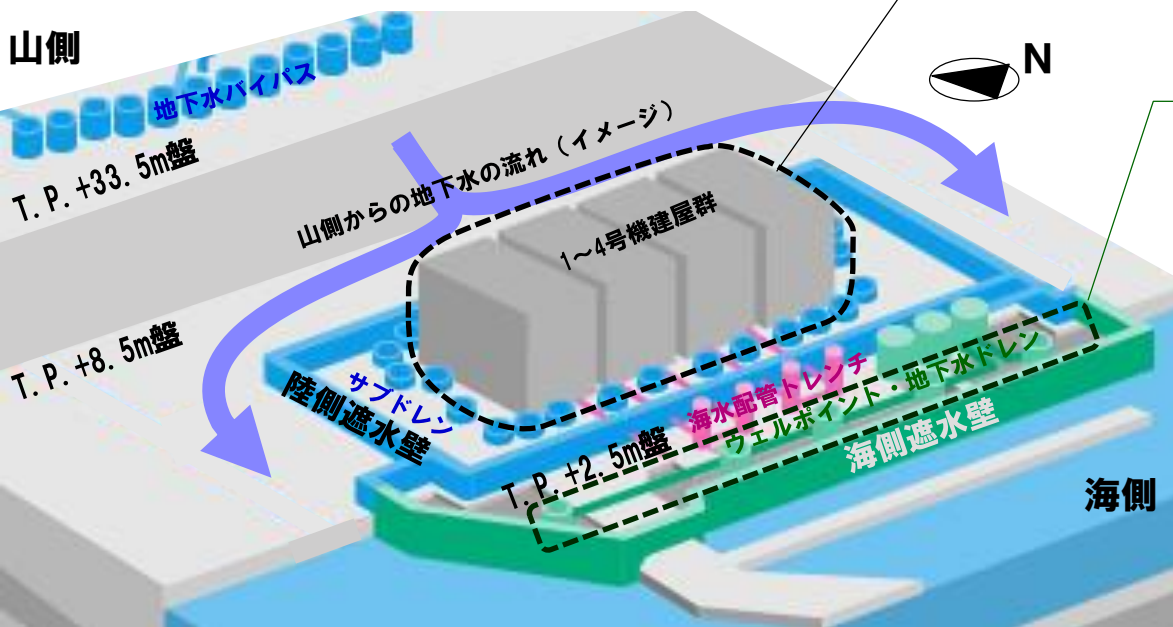
陸側遮水壁閉合前後でT.P.+2.5m盤からの建屋移送量を約 1 / 10 以下まで低減

※1 ~22日

効果概要 (T.P.+8.5m盤)

重層的な汚染水対策による効果（雨水・地下水起因の汚染水発生量の低減）

陸側遮水壁の閉合に伴い、山側からの地下水はせき上げられ、建屋周辺を迂回して海側へ流下している。



評価に当たっては、降雨による推定誤差が少ない条件での評価とするため、渇水期同士のデータにおいて同程度の降雨である期間を比較

（参考）降水量

陸側遮水壁閉合前 (2015年12月～2016年2月平均)	約1.8mm/日
陸側遮水壁閉合後 (2017年12月～2018年2月※1平均)	約0.7mm/日

① 建屋への雨水・地下水等流入量

陸側遮水壁閉合前 (2015年12月～2016年2月平均)	約190m ³ /日
----------------------------------	-----------------------

陸側遮水壁閉合後 (2017年12月～2018年2月※1平均)	約90m ³ /日
------------------------------------	----------------------

② T.P.+2.5m盤からの建屋移送量

陸側遮水壁閉合前 (2015年12月～2016年2月平均)	約300m ³ /日
----------------------------------	-----------------------

陸側遮水壁閉合後 (2017年12月～2018年2月※1平均)	約20m ³ /日
------------------------------------	----------------------

雨水や地下水に起因する汚染水発生量※2

陸側遮水壁閉合前 (2015年12月～2016年2月平均)	約490m ³ /日
----------------------------------	-----------------------

陸側遮水壁閉合後 (2017年12月～2018年2月※1平均)	約110m ³ /日
------------------------------------	-----------------------

※1 ～22日

※2 ALPS薬液注入量などのその他移送量は含んでいない

陸側遮水壁閉合前後で「雨水や地下水に起因する汚染水発生量」を1/4以下まで低減

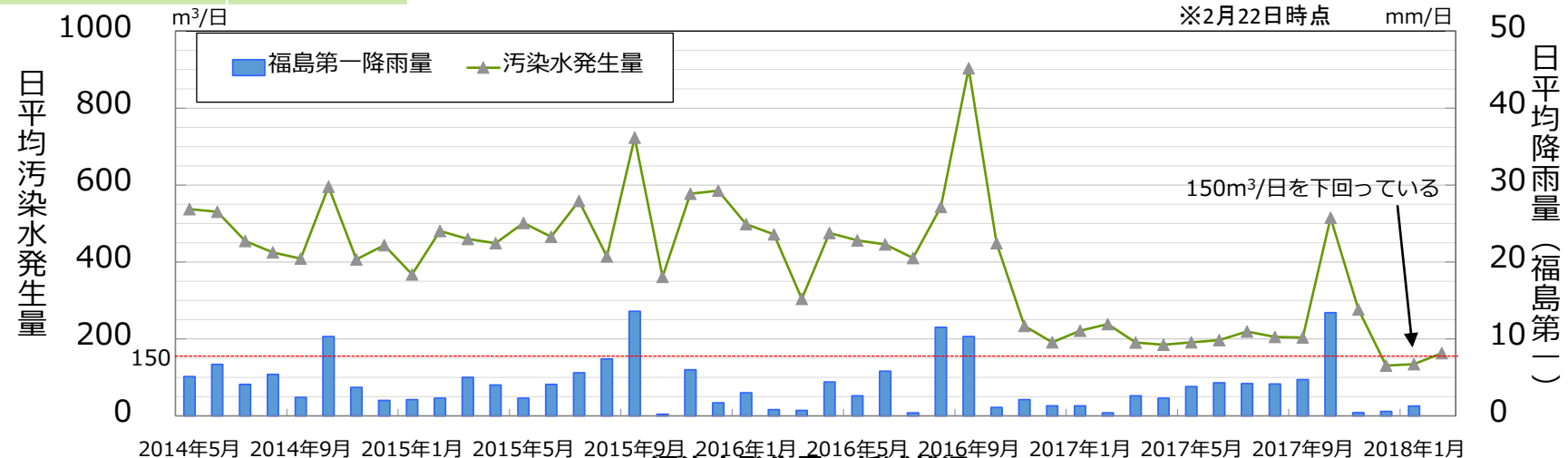
重層的な汚染水対策に伴う汚染水発生量の低減状況

汚染水発生量（雨水や地下水に起因する汚染水発生量にその他移送量※1を加えたもの）は、2017年12月～2018年2月※2の平均で約140m³/日まで減少しており、渇水期の参考データではあるものの、中長期ロードマップにおける2020年内の目標である150m³/日を下回っている。



※1 廃炉作業に伴い発生する移送量であり、オペレーティングフロアへの散水やトレンチ溜まり水の移送、ALPS薬液注入量などを含む。

※2 ～22日



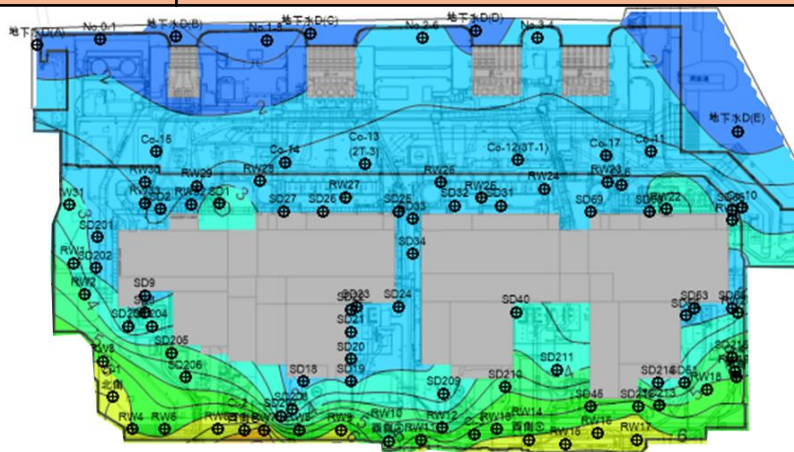
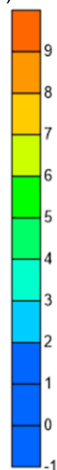
【参考】陸側遮水壁による建屋への流入量および各くみ上げ量の抑制(概要)

- 重層的な汚染水対策において、陸側遮水壁の構築とサブドレンの強化・水位低下は同時並行に実施されているものであるため、三次元浸透流解析を用いて陸側遮水壁の効果を評価した。
- 解析は、2013年に汚染水処理対策委員会で作成したモデルをベースに追加情報を反映し、陸側遮水壁(山側)～海側遮水壁の範囲をモデル化した。
- 凍結開始前の渇水期(2016年2月16日～3月21日)について計算し、建屋への地下水流入量、各くみ上げ量、地下水分布について、再現されていることを確認した。
- このモデルを利用し、陸側遮水壁閉合後の渇水期(2017年12月1日～2018年2月8日※)のサブドレン水位・建屋滞留水水位で、陸側遮水壁がないとした状況について計算し、建屋への地下水流入量、各くみ上げ量について、実測値と比較することにより、陸側遮水壁の効果を評価した。

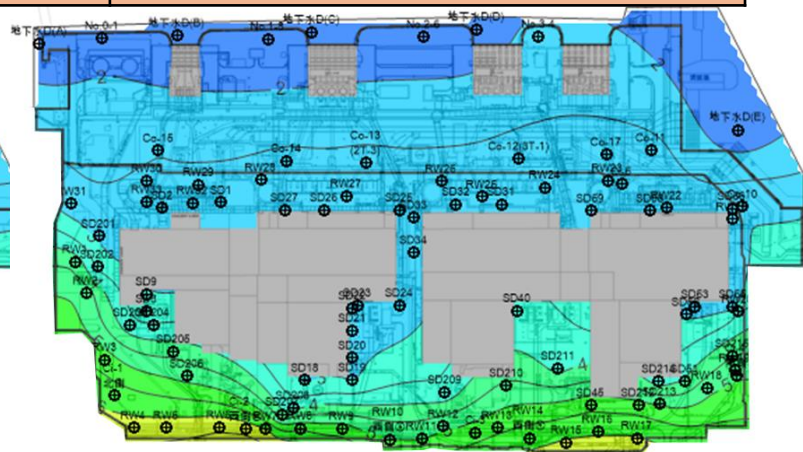
※ 作業に伴う建屋流入量の増影響が確認される前までの期間
単位 (m³/日)

	凍結開始前実績	解析結果
建屋への雨水・地下水流入量	140	130
T.P.+2.5m盤 くみ上げ量	310	240
サブドレンくみ上げ量	430	410

T.P.(m)



凍結開始前実績



解析結果

中粒砂岩層地下水位コンター

【参考】陸側遮水壁による建屋への流入量および各くみ上げ量の抑制状況

- 陸側遮水壁は、95m³/日の雨水や地下水起因の汚染水発生量の低減に寄与しており、陸側遮水壁がなかった場合(189m³/日)から半減できている。

＜雨水や地下水起因の汚染水発生量＞

	陸側遮水壁なし	陸側遮水壁あり(実績) [2017.12.1~2018.2.8※]	効果
建屋への 雨水や地下水流入量	95m ³ /日	78m ³ /日	17m ³ /日 低減
+			
T.P.+2.5m盤からの 建屋移送量	94m ³ /日	16m ³ /日	78m ³ /日 低減
↓			
雨水や地下水起因の 汚染水発生量 合計	189m ³ /日	93m ³ /日	95m ³ /日 低減

- なお、山側からの地下水を陸側遮水壁で遮断し、建屋周辺へ近づけることなく迂回させた結果、サブドレン・T.P.+2.5m盤くみ上げ量の合計が549m³/日低減しており、建屋周辺の地下水位の低下・サブドレンの安定的な制御に寄与している。

＜サブドレン・T.P.+2.5m盤くみ上げ量＞

	陸側遮水壁なし	陸側遮水壁あり(実績) [2017.12.1~2018.2.8※]	効果
サブドレンくみ上げ量	826m ³ /日	353m ³ /日	473m ³ /日 低減
T.P.+2.5m盤くみ上げ量	141m ³ /日	65m ³ /日	76m ³ /日 低減

(端数処理(四捨五入)により、表内の合計が一致しない場合がある)

※ 作業に伴う建屋流入量の増影響が確認される前までの期間

重層的な汚染水対策に伴う汚染水発生量の低減状況【～2/8】

汚染水発生量（雨水や地下水に起因する汚染水発生量にその他移送量※1を加えたもの）は、2017年12月～2018年2月※2の平均で約130m³/日まで減少しており、渇水期の参考データではあるものの、中長期ロードマップにおける2020年内の目標である150m³/日を下回っている。



※1 廃炉作業に伴い発生する移送量であり、オペレーティングフロアへの散水やトレンチ溜まり水の移送、ALPS薬液注入量などを含む。

※2 ～8日
(端数処理(四捨五入)により合計値が一致しない場合がある)

