

凍土壁の評価と今後の汚染水対策について（案）

汚染水処理対策委員会 事務局

平成30年3月7日

目次

- 凍土壁の状況（凍結の進捗、凍土壁内外の地下水位）
- 建屋へ地下水を近づけない水位管理システム（重層的な汚染水対策）
- 重層的な汚染水対策の効果
- 重層的対策における凍土壁の役割（サブドレン、護岸エリアのくみ上げ量）
- 凍土壁による効果の試算
- 今後の課題
- 凍土壁の評価と今後の汚染水対策（案）

凍土壁の状況

＜凍結の進捗＞

- 原子力規制委員会の認可を得ながら段階的に凍結を実施。
- 2016年10月に海側の凍結を完了。
- 山側は2017年8月に未凍結箇所での凍結を開始。
2018年3月現在、深部の一部を除き凍土壁は完成。

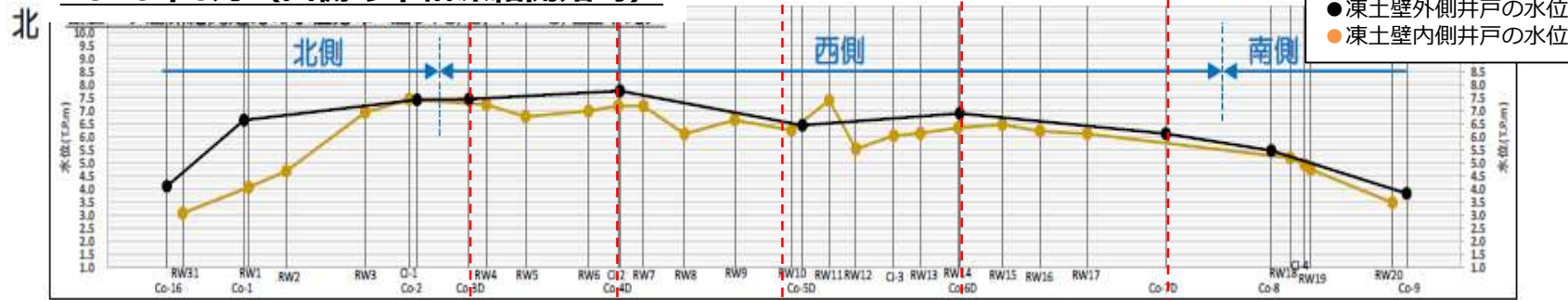


＜地下水位＞

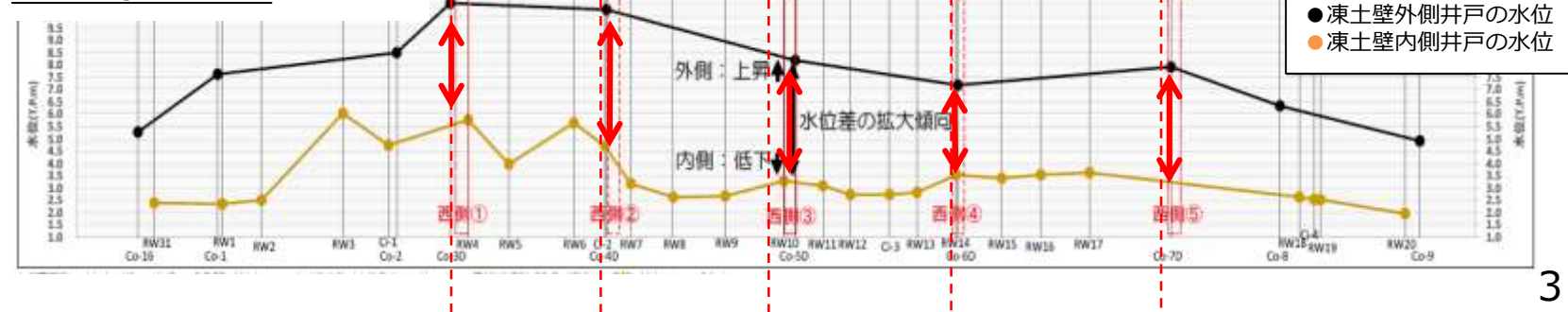
- 地中温度の低下に伴い、凍土壁内外の地下水位の差が拡大（山側では現在4~5mの水位差）。



【山側の地下水位（断面図）】
2016年6月（山側の本格凍結開始時）



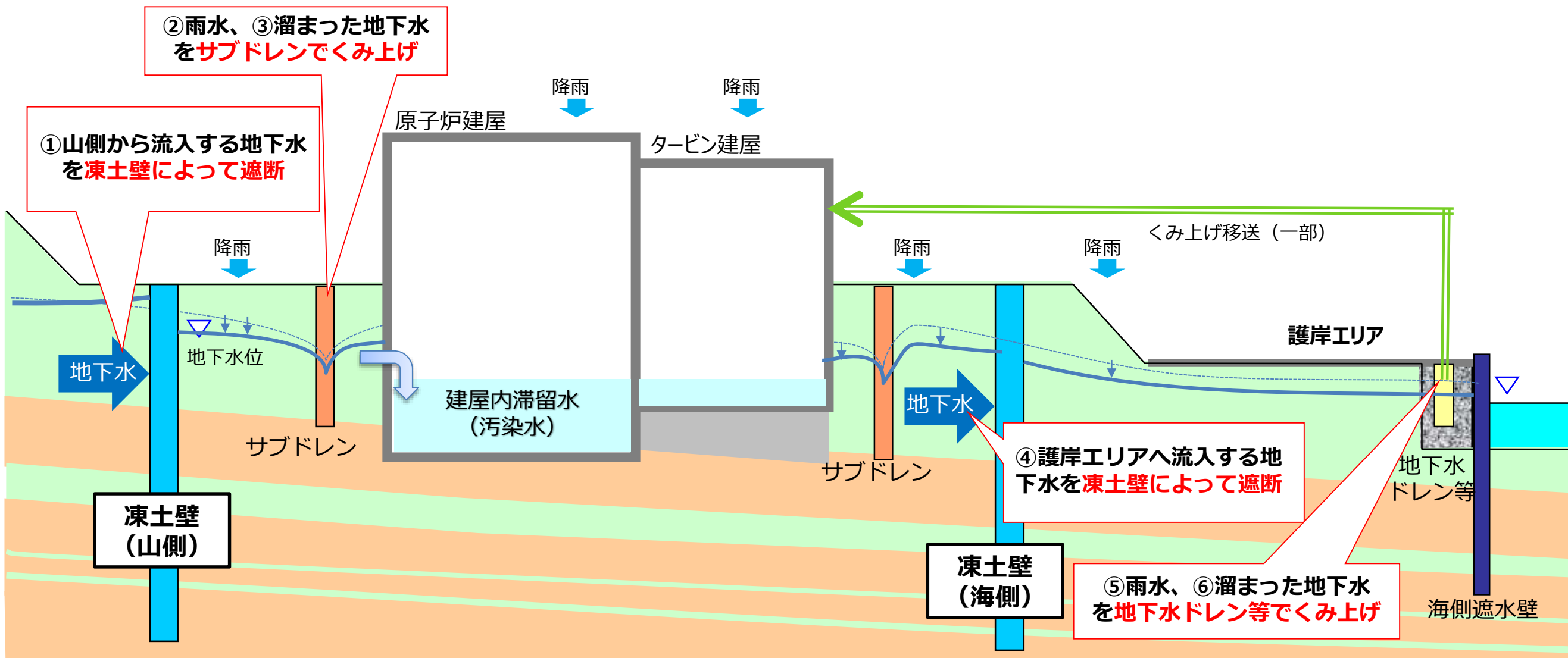
2018年3月時点



壁による地下水の遮水効果が発現

建屋へ地下水を近づけない水位管理システム（重層的な汚染水対策）

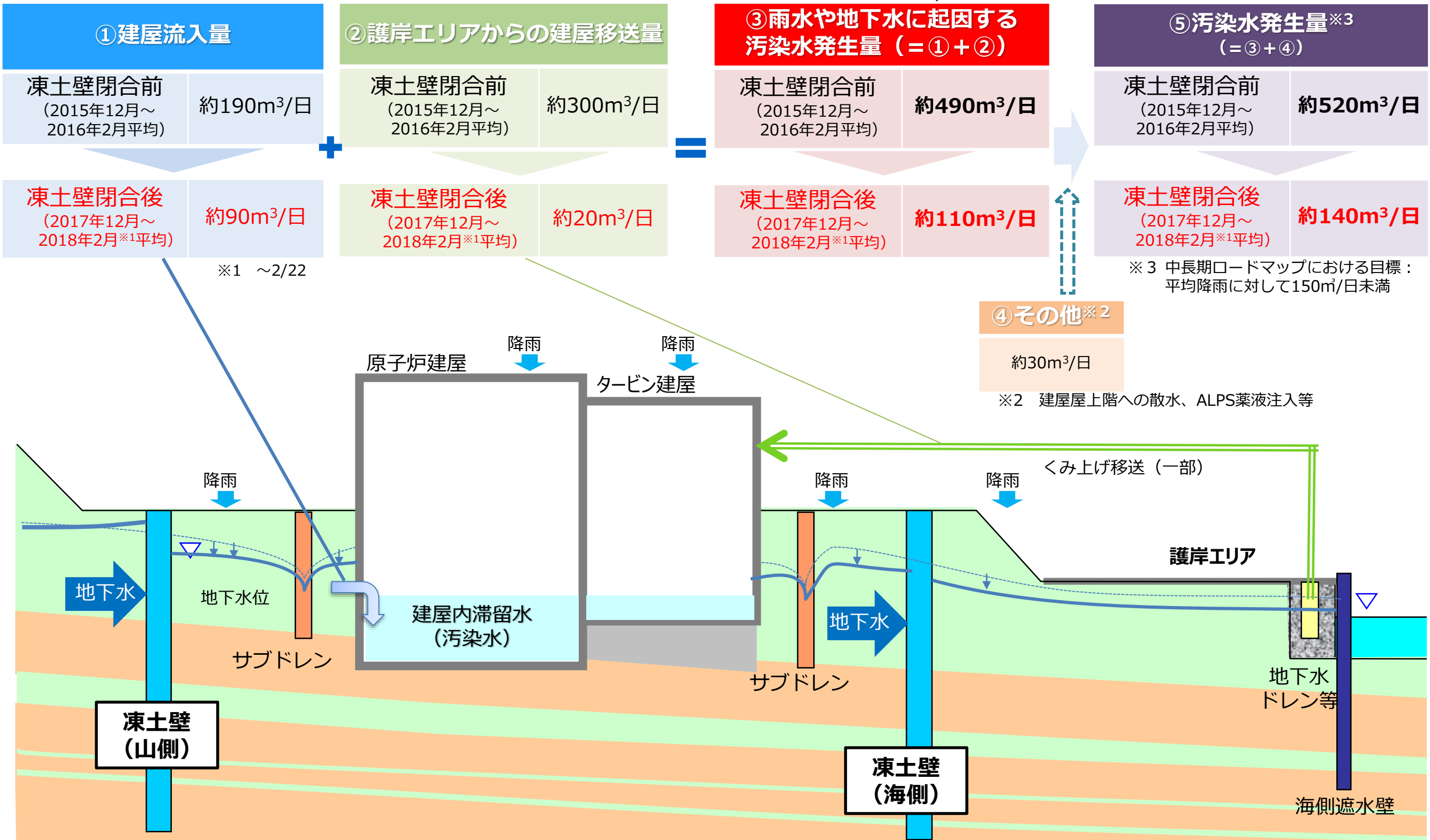
- 凍土壁とサブドレン等（井戸）により、地下水位を安定的に制御し、**建屋へ地下水を近づけない水位管理システムが構築された。**
- このシステムでは、
 - ・凍土壁によって、山側から建屋周辺や護岸エリアに供給される地下水を遮断
 - ・さらに、サブドレン等によって、凍土壁内側及び護岸エリアに貯まった地下水をくみ上げることにより、**地下水位を低位に安定させ、汚染水の発生を大幅に抑制することが可能。**
- また、**台風等**の大雨により地下水量が増加した場合、凍土壁造成以前は広い範囲から建屋周辺及び護岸エリアに地下水が流入していたため、地下水位が急上昇し、大雨後も地下水位の低下に時間を要したが、現在では**凍土壁によって地下水流入が遮断されているため、地下水位の急上昇を抑制し、短期間に低下させることが可能。**



重層的な汚染水対策の効果

- 現在は、建屋内の汚染水を漏洩させないよう建屋周辺の地下水位を一定程度高く制御している結果、地下水を建屋へ流入させている。
- こうした状況において、**地下水位をできるだけ低位に安定化させ、建屋流入量（①）を可能な限り抑制できている。**
- また、護岸エリアからの移送量（②）等も含めた**汚染水発生量（③）も過去最少の水準に低減した。**

(注) 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

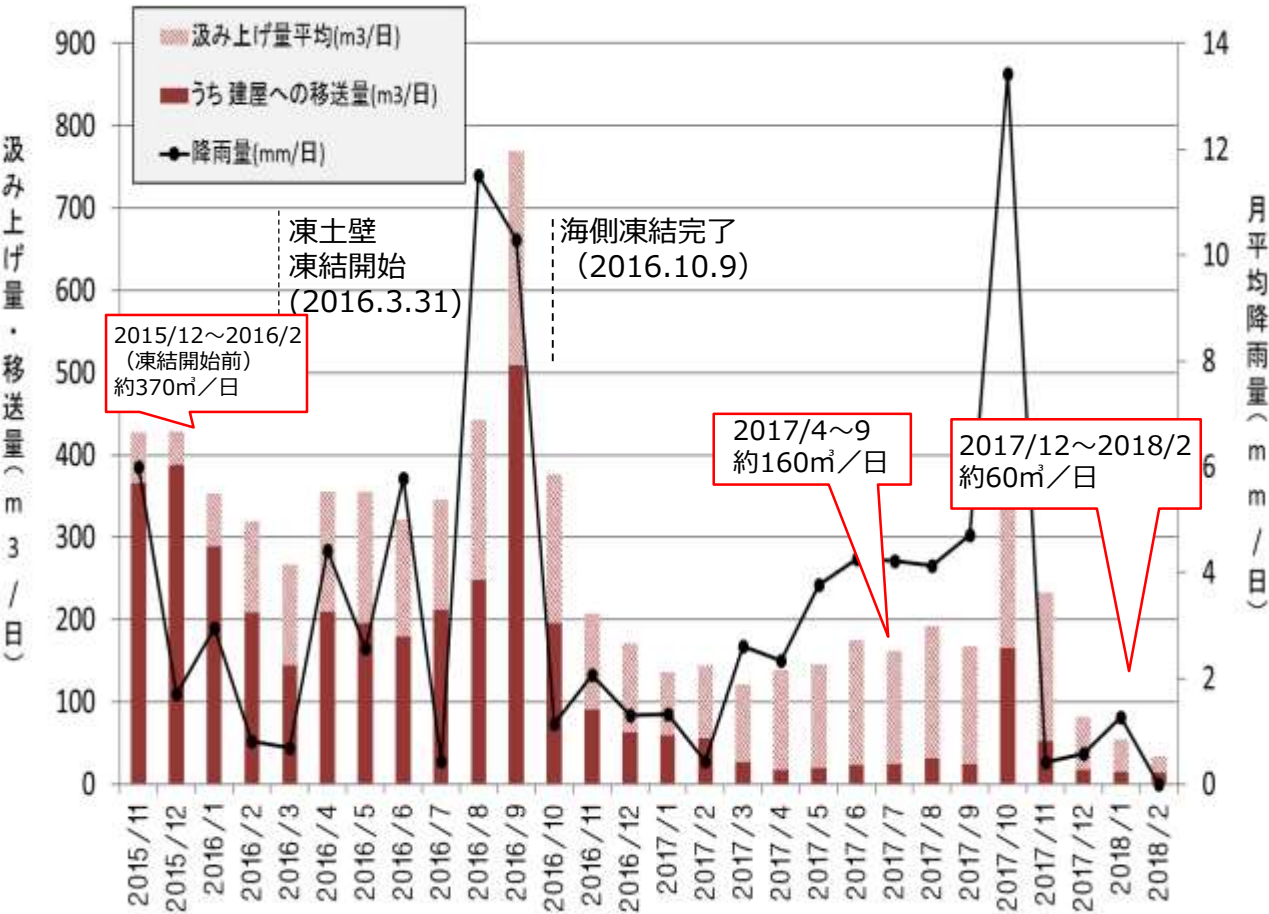


(注) 2/22までのデータには、地下水に起因しない、工事に伴う建屋流入量の増影響が含まれており、この影響が確認される前（2/8まで）のデータを用いると、①約80m³/日、②約20m³/日、③約90m³/日、④約40m³/日、⑤約130m³/日となる。

● 凍土壁による遮水効果により、**サブドレンくみ上げ量や護岸エリアのくみ上げ量自体も低減。**

<海側：護岸エリアのくみ上げ量低減>

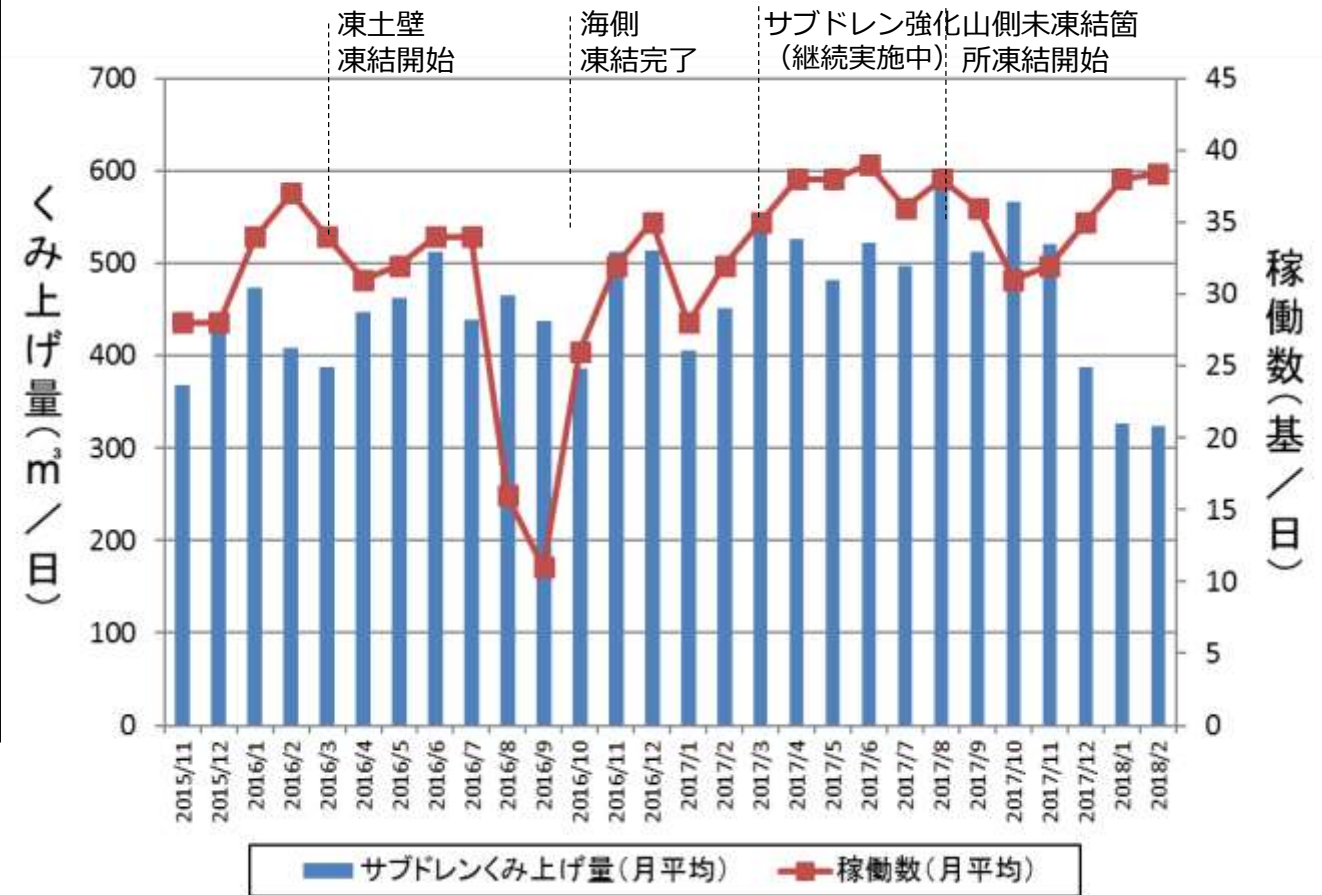
- ✓ 護岸エリアのくみ上げ量は8割以上低減し、過去最少に。
約370m³/日（2015年12月～2016年2月）
→約60m³/日（2017年12月～2018年2月※）
※2018年2月25日には過去最少の約14m³/日記録
- ✓ うち、**建屋への移送量（汚染水となる量）**が9割以上低減。
約300m³/日（2015年12月～2016年2月）→約20m³/日
（2017年12月～2018年2月※）
※2/1～22



※2/1-22

<山側：サブドレンくみ上げ量の低減>

- ✓ サブドレンのくみ上げ量が減少。サブドレン強化（全基が安定的に稼働）以降、過去最少の水準に
約530m³/日（2017年3～8月）
→約350m³/日（2017年12月～2018年2月※）
※2/1～22



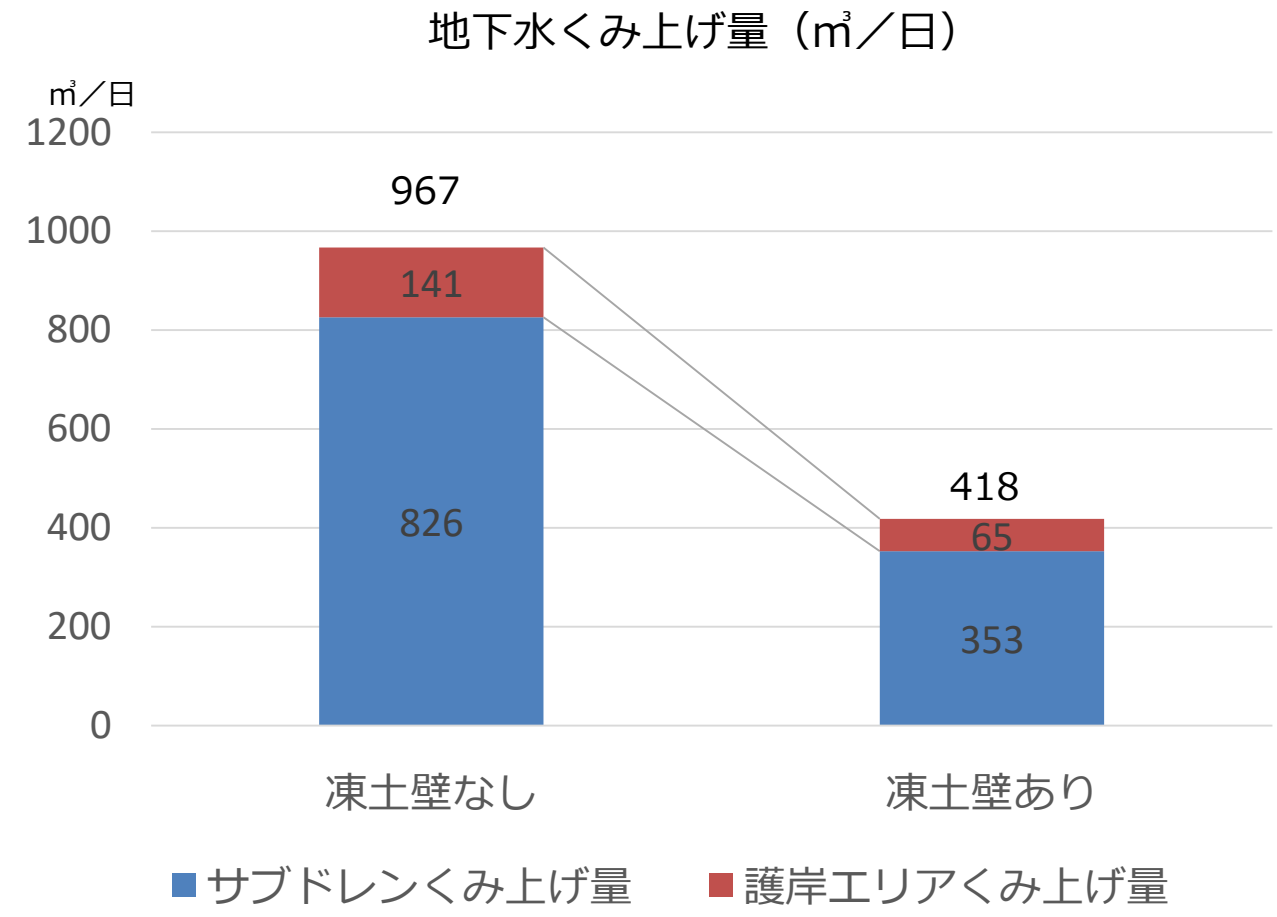
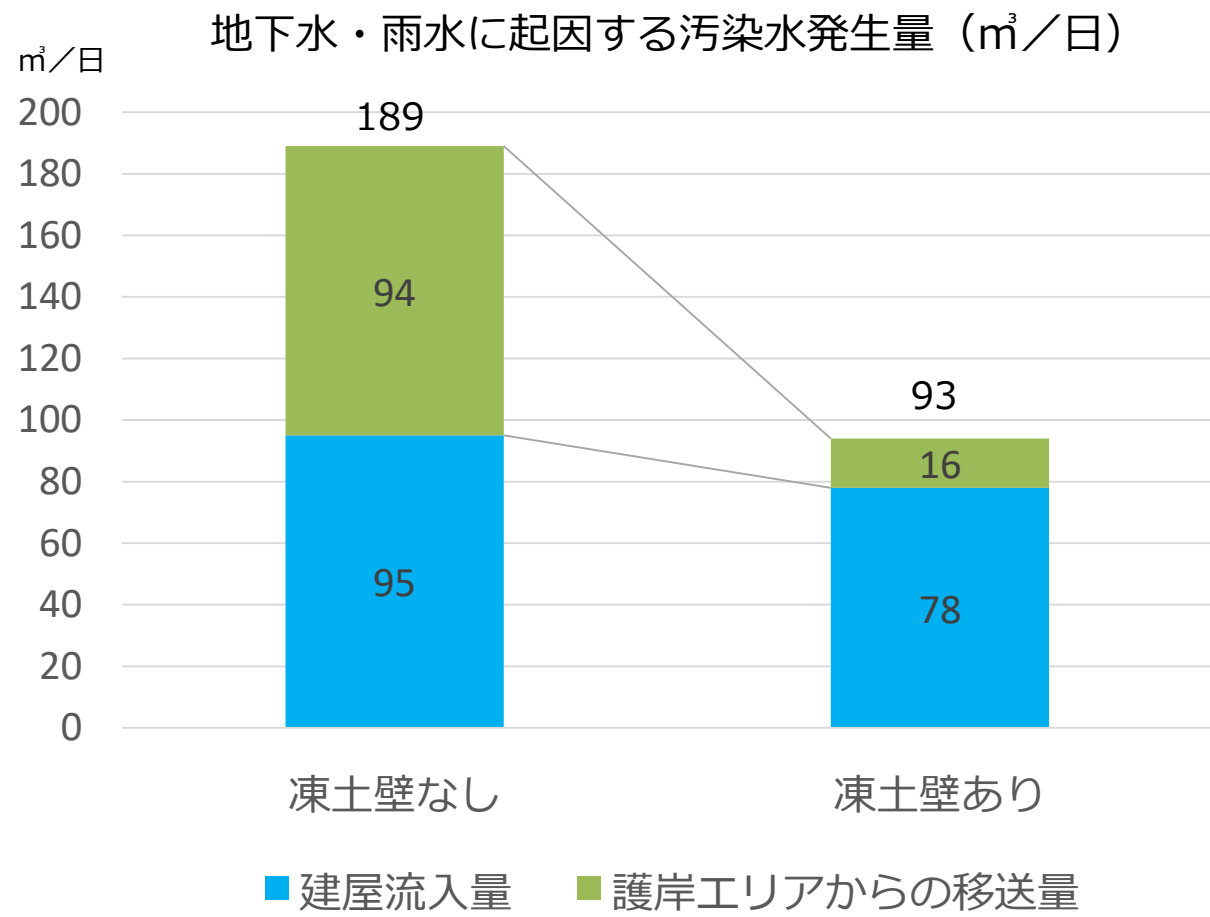
※2/1-22

凍土壁による効果の試算

- 凍土壁とサブドレン等は同時並行で実施していることなど^{※1}から、凍土壁とその他の対策の効果を切り分けるには、地下水位（サブドレン水位）を揃える等、一定の仮定を置いて試算を行う必要がある。
- **計画的に管理されている現時点の地下水位（サブドレン水位）を前提として^{※2}、土木工学で用いられている三次元浸透流解析に基づくシミュレーションを行い、凍土壁の有無による汚染水発生量の増減の推計を行った。**
- その結果、**凍土壁がある場合は、凍土壁が無い場合と比較して、汚染水発生量を半減させる効果があると推計された。**

※1 過去と現在では、凍土壁の有無による違いだけでなく、サブドレン水位等の条件が異なる。また、凍土壁の遮水効果によってサブドレンのくみ上げ量が減少・安定するなど、凍土壁はサブドレンの効果にも影響。

※2 過去における凍土壁の効果を算定することは、凍土壁が過去においても完成していたと仮定するほか、計画よりも高い水位で運用されていたサブドレン水位についても一定の仮定を置くなど様々な仮定が必要となり、凍土壁の効果の算出としては適当ではない。地下水に起因しない、工事に伴う建屋流入量の増影響が確認されるまでの期間（～2/8）について試算を実施。

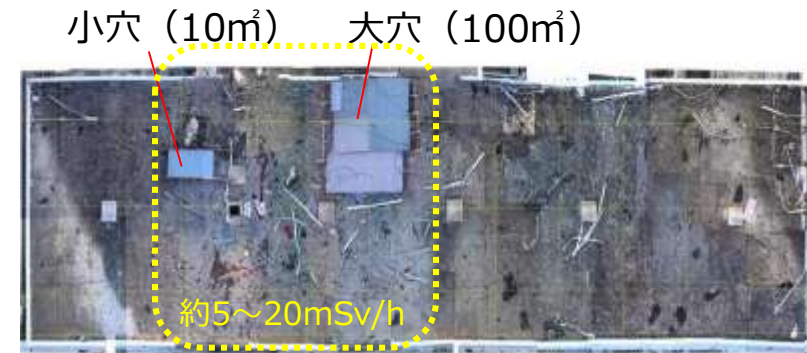


(注) 現在は、建屋内の汚染水を漏洩させないよう、建屋周辺の地下水位を一定程度高く制御しているため、一定量の地下水が建屋へ流入している。

(注) 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

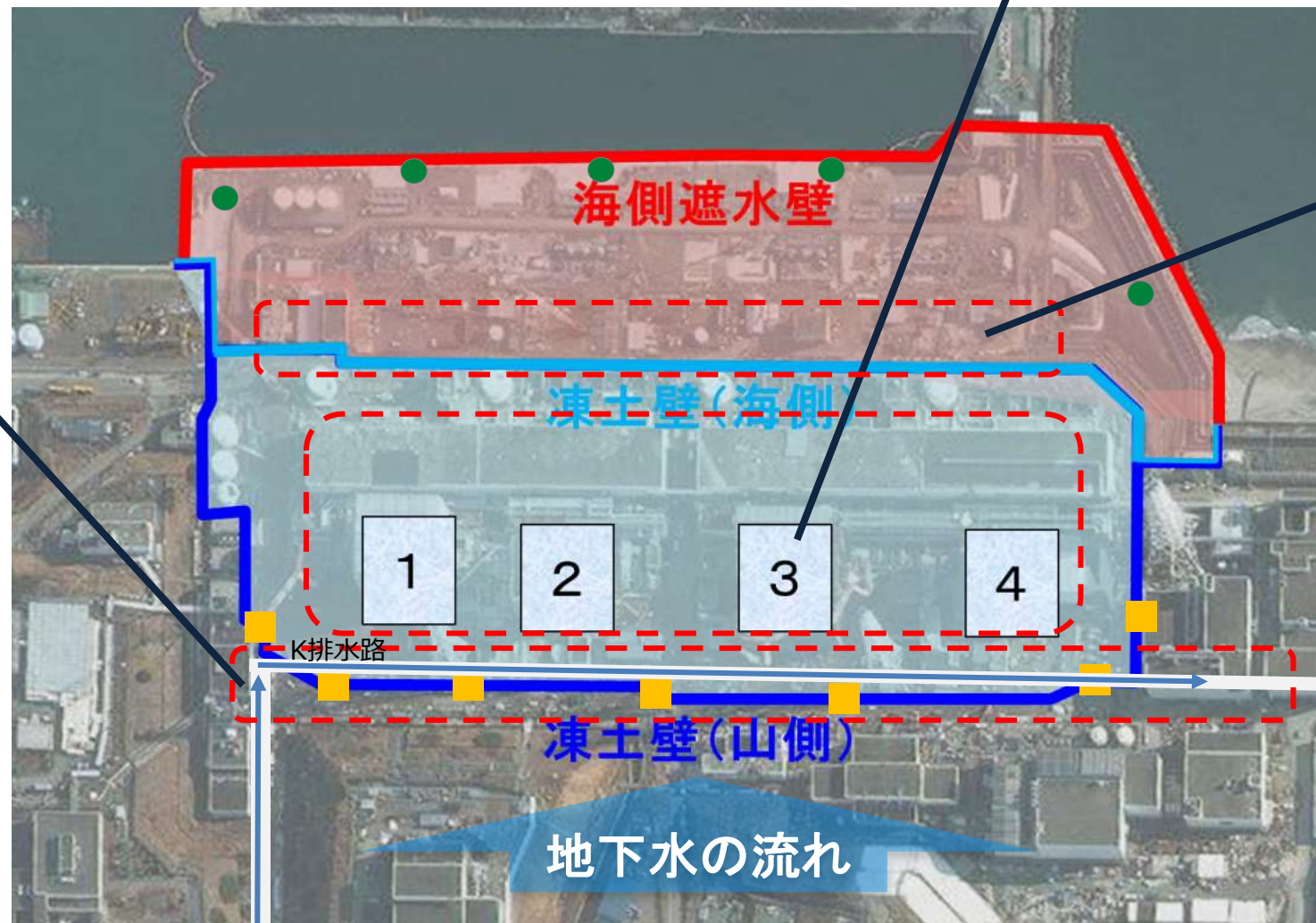
今後の課題（雨水対策、地下構造物対策等）

- 凍土壁を始めとする地下水対策が効果を挙げ、汚染水発生量が減少している中、台風等の大雨時には建屋屋根の破損部や建屋周辺の未舗装部への降雨の影響で、一時的に汚染水発生量が増加する。このため、屋根破損部の補修、フェーシング（敷地舗装）等の対策を進め、**更なる汚染水発生量の低減を図るべきである。**
- また、K排水路から建屋周辺へ地下水が供給されていることを踏まえ、**K排水路等凍土壁を貫通する構造物からの水の供給経路及び供給量などを明らかにし、必要な対策を行うべきである。**



屋根からの流入箇所例（3号機タービン建屋屋根）

K排水路
→凍土壁を貫通しており、
建屋周辺地下へ水を供給
(ヒューム管、クラック等)



未舗装のため、大雨時に降雨が浸透し、
護岸エリアのくみ上げ量が増加する



1. 凍土壁の造成状況

- (1) 凍土壁は、測温管温度及び凍土壁内外地下水位の状況等から判断して、**深部の一部を除き、造成は完了している。**
- (2) なお、深部の未凍結箇所が凍土壁内の地下水位管理に及ぼす影響は軽微と思われるが、遮水性に万全を期すため、補助工法によって凍結を促進することは妥当である。

2. 凍土壁の効果の発現状況

- (1) 建屋周辺の地下水位は、建屋内滞留水漏洩防止の観点から滞留水水位より高く管理されているものの、凍土壁の遮水効果により低位に安定的な管理がなされるようになっており、**サブドレンの効果とも相まった建屋流入量の抑制効果が認められる。**
- (2) 建屋流入量の抑制や護岸エリアからの建屋移送量の大幅な減少により、**汚染水発生量が約4分の1に低減している。**
- (3) また、凍土壁による遮水効果は、**サブドレンくみ上げ量、護岸エリアの地下水汲み上げ量自体の減少**にも認められる。

3. 凍土壁の評価

- (1) 凍土壁による地下水の遮水効果は明確に認められることから、サブドレン等の機能と併せ、**地下水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。**
- (2) これにより、**地下水位を低位で安定させ、汚染水の発生を大幅に抑制することが可能となった。**
- (3) さらに、台風等の大雨時に地下水量が増加した場合においても、**建屋周辺の地下水位の急激な上昇を抑制したり、短期間で水位を低下させることが可能になった。**
- (4) 一定の仮定を置いて試算すると、**凍土壁は、汚染水発生量を半減させる効果があると推計される。**

4. 今後の汚染水対策について

- (1) 台風等の大雨時には、**建屋屋根の破損部や建屋周辺の未舗装部からの雨水**の流入等により汚染水発生量が一時的に増加するなどの事態が発生していることから、今後これらの対策についても計画的に実施すべきである。
- (2) さらに、**K排水路など凍土壁外側からの水が流下する構造物**については、凍土壁内への水の供給経路となっている可能性が高いことから、引き続き調査を行い、必要な対策を講じるべきである。