

凍土遮水壁による地下水流入抑制案

2013.4.26
 鹿島

ご説明内容

1. 概要
2. 全体計画
3. 施工性及び効果
4. 品質管理・維持管理
5. 施工中・施工後の地下水管理
6. 工期・工費
7. まとめ

1. 概要

建屋内への地下水流入抑制のための**抜本的対策**の実施案

- 1～4号機を地表から適切な深度まで**凍土壁**で**取り囲み**、建屋内に流入する地下水を遮断
- 凍土壁は施工可能な**最小規模**で閉合

留意点

- ① **埋設物設置個所も含めて均一な遮水壁を施工**
- ② 既設構造物とのとりあい
- ③ 施工中、施工後の地下水管理(滞留水の漏出防止)
- ④ 遮断領域は必要最小限に限定する
- ⑤ 安定化にむけた他工事との干渉を回避
- ⑥ 短期間で施工完了
- ⑦ 汚染物質(掘削土)を発生させない
- ⑧ 作業時の被ばく低減

3

2013.4.26  鹿島

2. 全体計画

平面計画



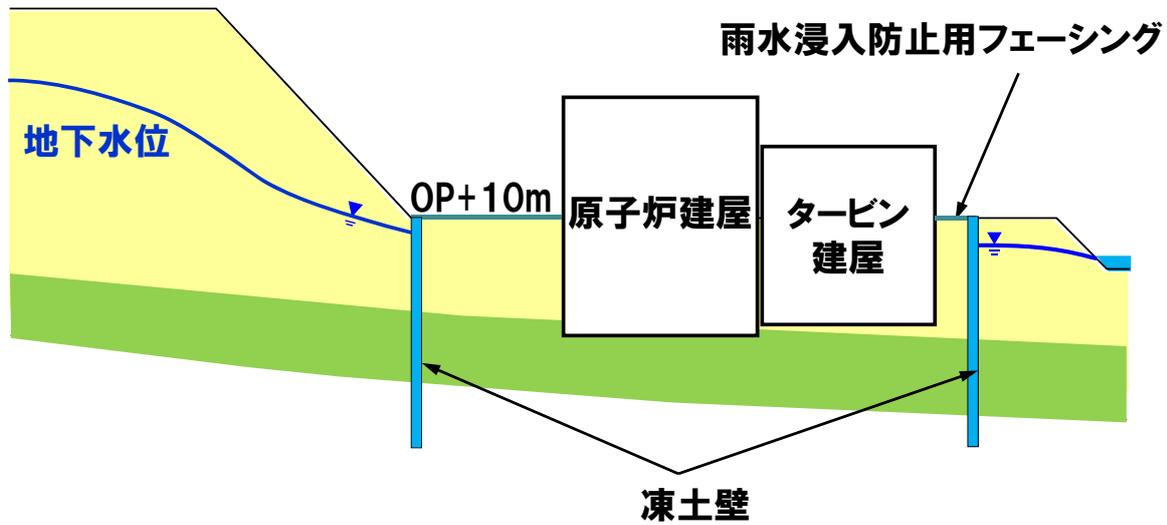
凍土壁は施工可能な**最小規模**で閉合

4

2013.4.26  鹿島

2. 全体計画

断面計画 (A-A断面)

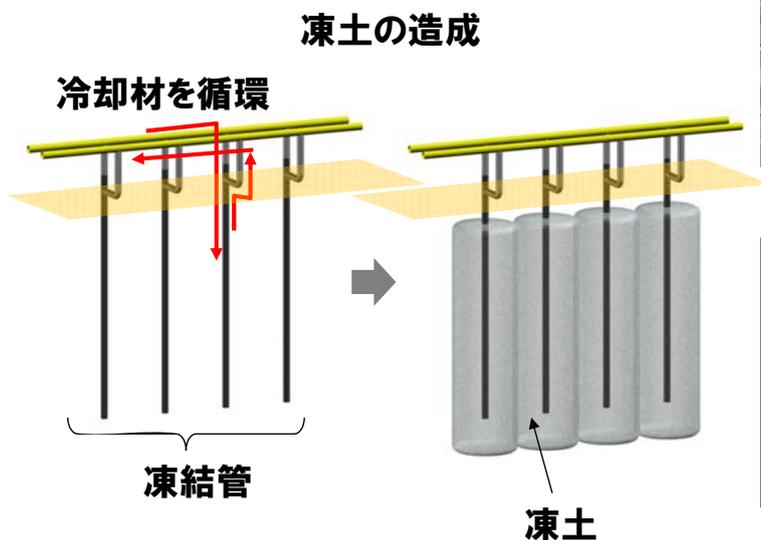


適切な深度まで凍土壁で取り囲み、建屋内に流入する地下水を遮断

2. 全体計画

凍土壁とは？

凍結管を地盤中に所定間隔(例えば1m)で設置
凍結管内に冷却材(例えば-40℃)を循環
凍結管まわりに凍土の壁を造成



冷却材

冷却材	溶質	濃度例 (%)	凝固点 (°C)	氷点付近の粘性	防食性
コールドブライン	ギ酸カリウム	50	-55	低	高
ナイブライン	エチレングリコール・プロピレングリコール	50	-45	中	中
塩化カルシウム	塩化カルシウム	30	-55	高	低

2. 全体計画

凍土壁の特長(1)

■ 遮水機能

透水係数0

凍土が融けないかぎり完全な遮水機能を維持

■ 長期健全性

地震時にクラックが入っても直ちに再固結する
自己修復性を有する

凍土は、完成後電源が喪失しても数か月
から1年程度は完全融解しないため遮水性は維持

2. 全体計画

凍土壁の特長(2)

■ 施工性

埋設物設置個所の施工(削孔)が可能
埋設物内の汚染水の漏洩を防止しながら施工(削孔)
が可能

コンパクトな施工設備(廃炉作業との競合が小)
撤去が容易(解凍し凍結管を撤去するのみ)

■ 二次廃棄物

施工時、汚染土壌、汚染水の発生量が微少
撤去時は、凍土を融解させるだけ。凍結管のみが廃材。

2. 全体計画

凍土壁の特長(3)

■ 品質管理

凍土壁の温度が所定温度以下であることを確認することにより遮水性を保証(遠隔温度モニタリング)
視認不能な地中の壁の健全性を温度により保証

■ 維持管理

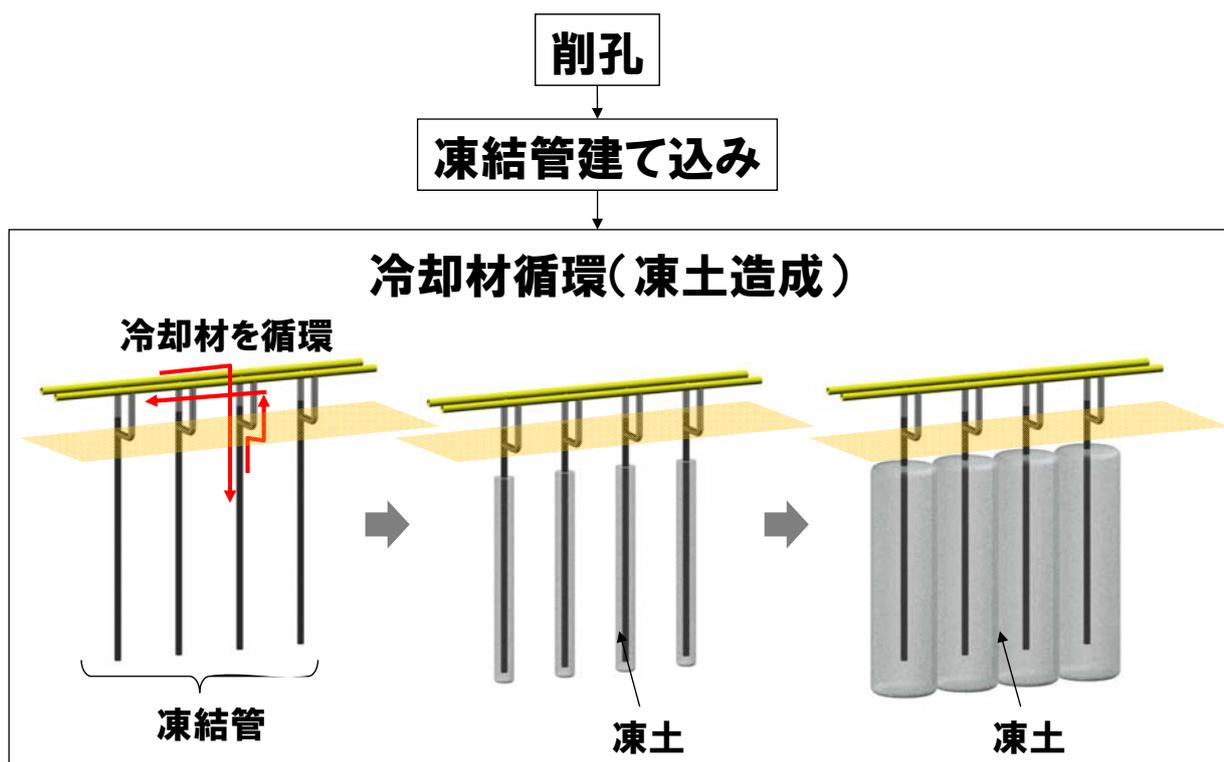
冷却材、凍結管、配管を定期的に交換することにより
長期間運用

■ 地下水管理

施工中・施工後の地下水管理が可能
建屋内滞留水の漏出防止が可能

3. 施工性及び効果

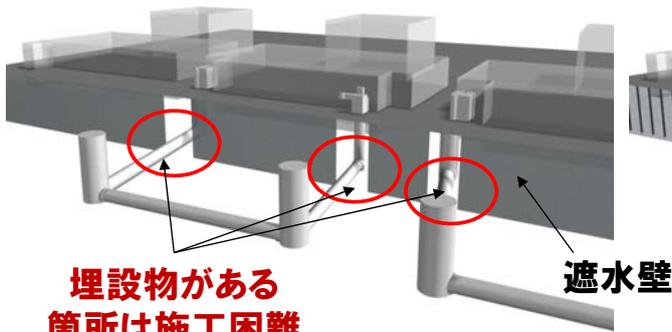
施工手順



3. 施工性及び効果

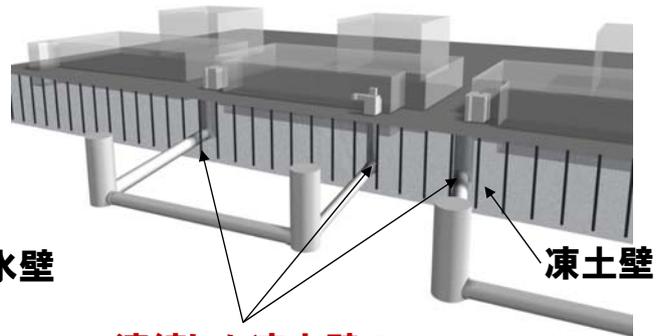
埋設物設置個所の施工(削孔)が可能

一般的な遮水壁の場合



埋設物がある
箇所は施工困難
(補助工法が必要)

凍土壁の場合



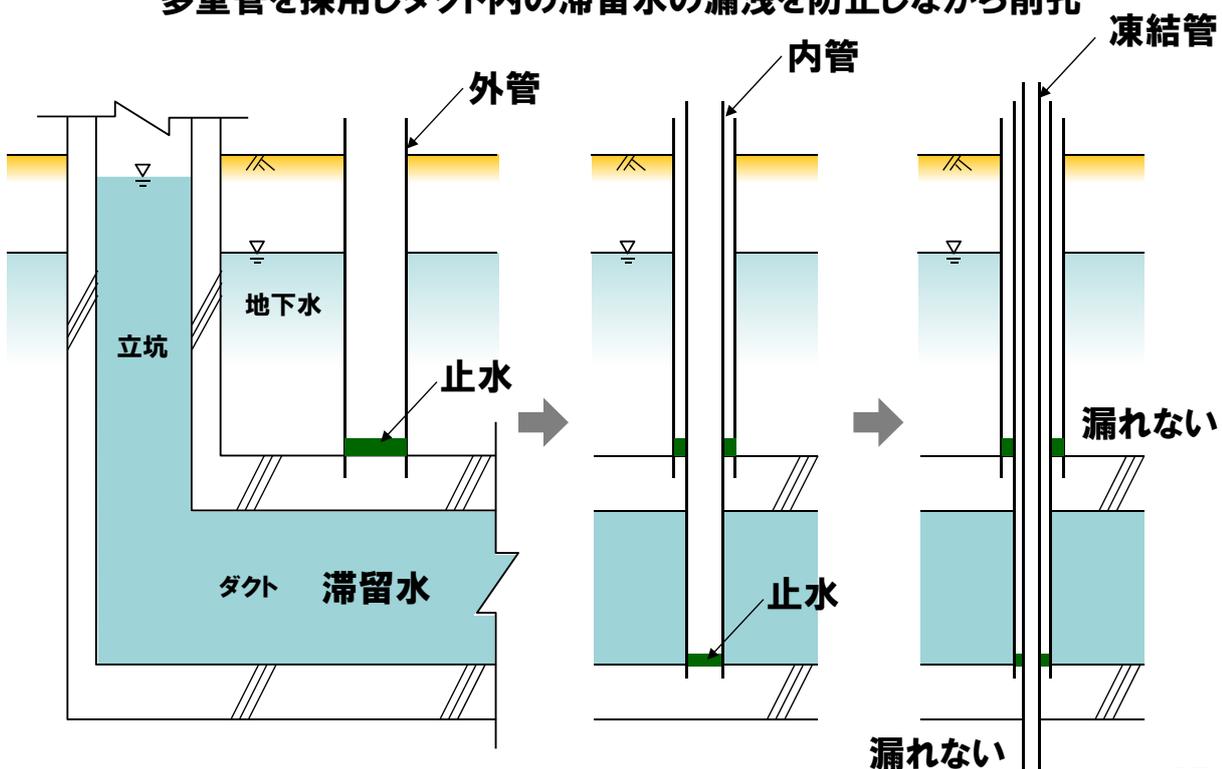
連続した凍土壁の
施工が可能

埋設物がある場所も補助工法等を用いることなく連続して凍土壁を施工することが可能

3. 施工性及び効果

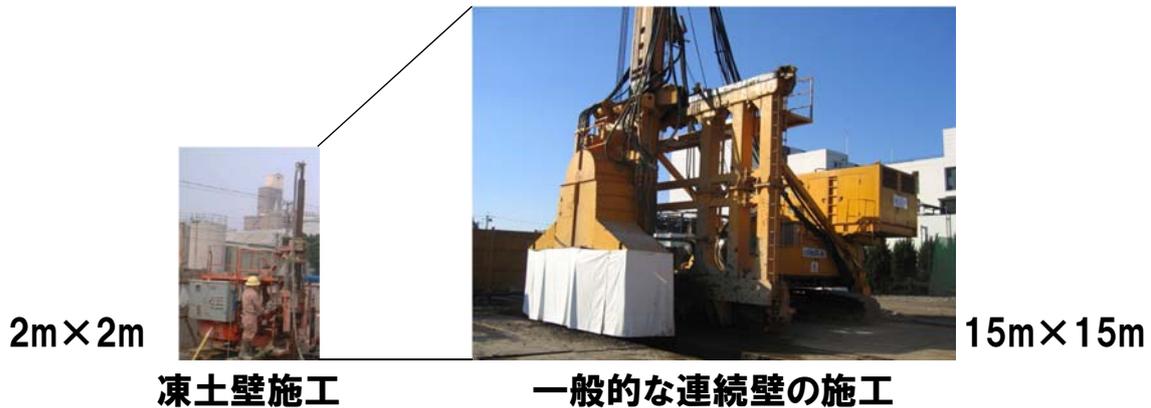
汚染水漏洩防止可能

多重管を採用しダクト内の滞留水の漏洩を防止しながら削孔



3. 施工性及び効果

コンパクトな施工設備



2m×2m



凍土壁施工



15m×15m

一般的な連続壁の施工

主な施工設備:ボーリングマシン

他作業との作業エリア調整が容易

平面線形を自由に計画可能

遮へい車に設備を搭載することで作業員被ばく対策が可能

汚染掘削土、泥土をほとんど排出しない

突発的な高線量汚染水の出水等による作業員被ばくの恐れがない

3. 施工性及び効果

施工時二次廃棄物の低減

ソイルモルタル壁施工(0.6m厚):25000m³

凍結工法:**微少**

撤去時

ソイルモルタル壁施工(0.6m厚):25000m³

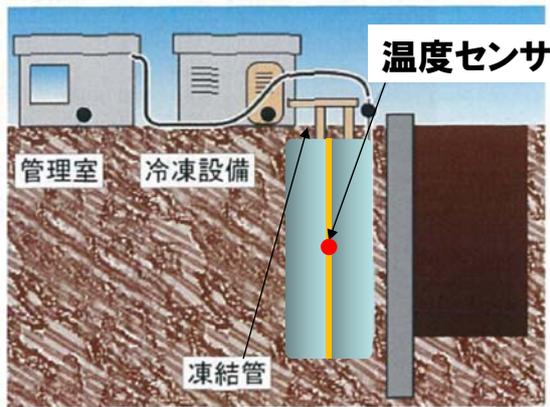
凍結工法:**凍結管のみ**

4. 品質管理・維持管理

品質管理

温度を遠隔モニタリング

温度を監視することで、凍土壁の健全性(温度が所定温度以下)を遠隔地で監視できる。

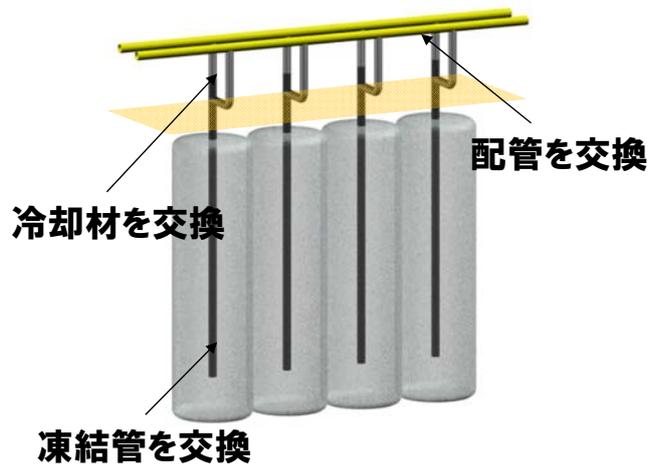


維持管理

冷却材の循環

冷却材交換

凍結管・配管交換



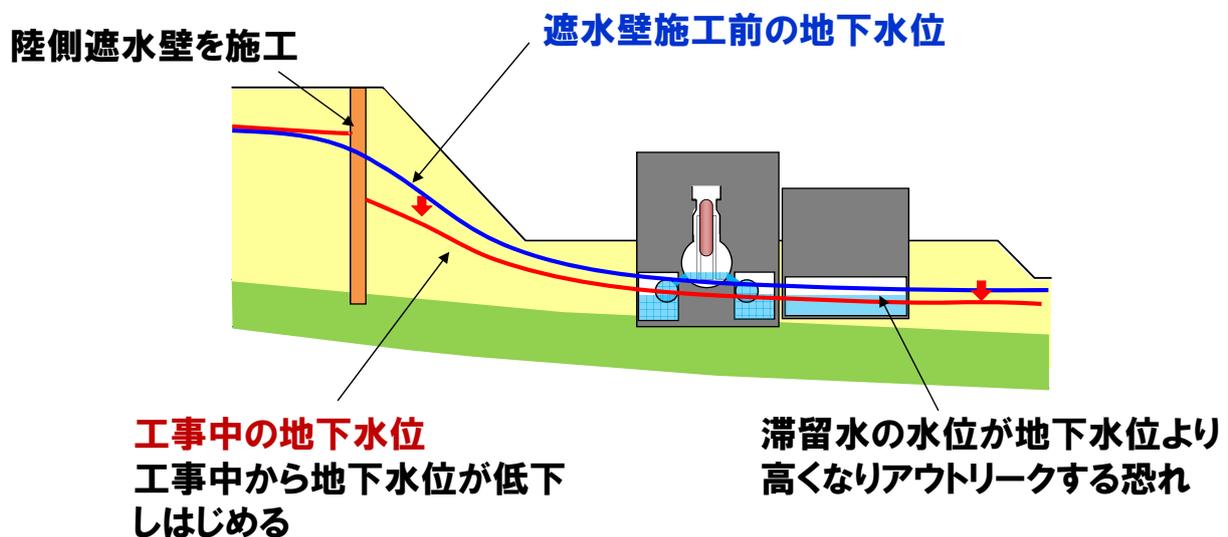
15

2013.4.26  鹿島

5. 施工中・施工後の地下水管理

施工中の地下水挙動(一般的な連続遮水壁の場合)

陸側遮水壁施工中は地下水位のコントロールができないため、滞留水流出を招く恐れがある(特定原子力施設監視・評価検討会(第8回)資料5)。



16

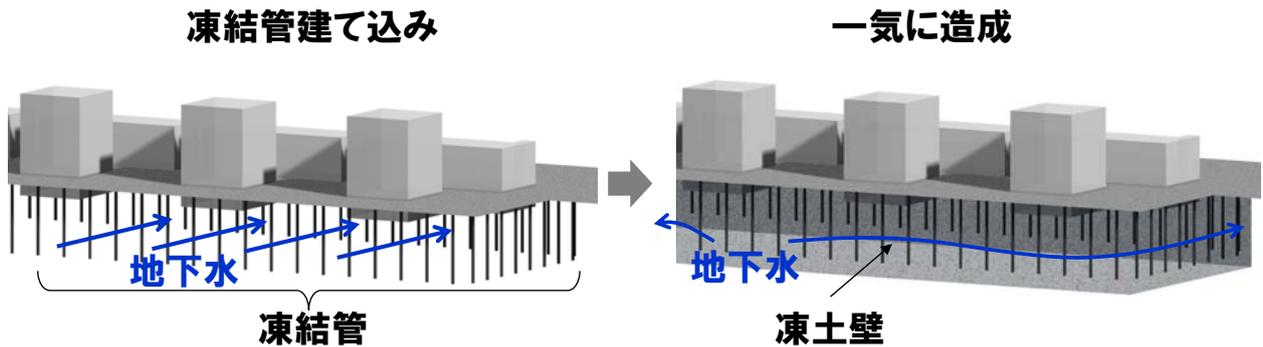
2013.4.26  鹿島

5. 施工中・施工後の地下水管理

施工中の地下水挙動(凍土遮水壁の場合)

凍土壁全ての凍結管の建て込みが完了してから、**同時に凍土壁造成を開始、短期間に閉合させる。**

建屋内滞留水の揚水を継続的に実施。
凍土壁閉合エリア内の地下水は建屋内滞留水の水位よりも高位を維持。
施工中の滞留水漏洩防止が可能。



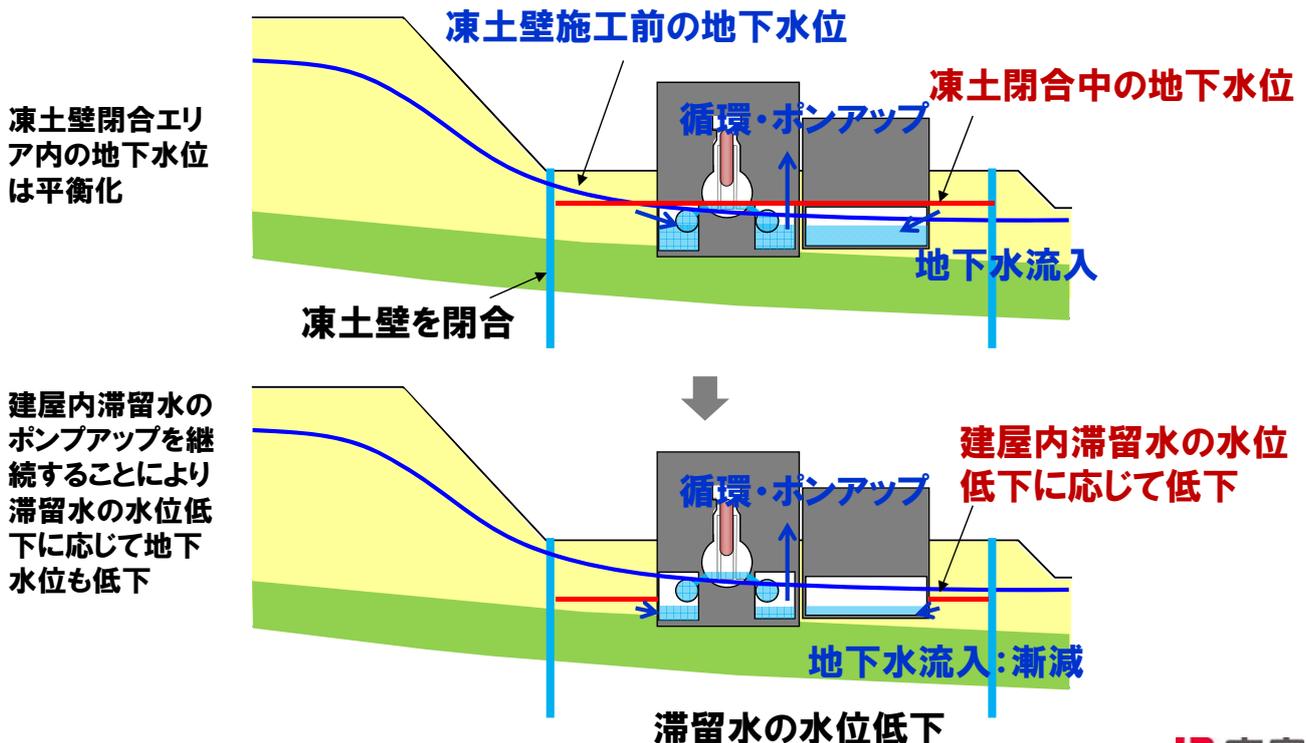
17

2013.4.26  鹿島

5. 施工中・施工後の地下水管理

施工中の地下水挙動(凍土遮水壁の場合)

凍土壁閉合エリア内の地下水は建屋内滞留水の水位よりも高位を維持



18

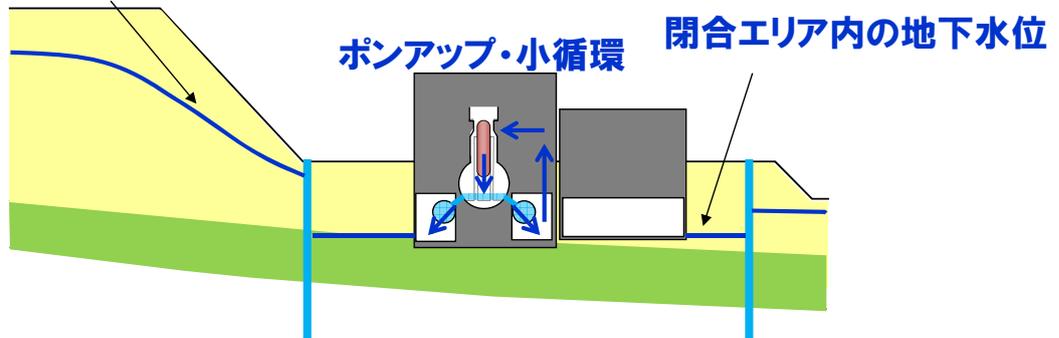
2013.4.26  鹿島

5. 施工中・施工後の地下水管理

凍土壁施工後

凍土壁閉合エリア内の地下水は建屋内滞留水の水位より若干高い位置で保持
雨水により地下水が高くなることはあるが、建屋内滞留水のポンプアップが維持
される限り、基本的には地下水位が滞留水の水位よりも低くなることはない。

閉合エリア外の地下水位



R/B、T/Bの滞留水を全てポンプアップし、小循環に移行
トラス室の止水、格納容器の止水作業へ。

6. 工期・工費

工期

着工から概ね1年間

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13~	(ヶ月)
凍結設備設置														
凍結管・測温管設置	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
冷凍機組立				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
配管工				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
防熱工						■	■	■	■	■	■	■	■	
計測設備工									■	■	■	■	■	
凍土造成														
冷凍機試運転・凍土造成												■	■	
凍土維持運転													■	

【工期検討条件】

凍結管・測温管ピッチ：1000mm
削孔設備：20セット
冷凍機：400kW、14ユニット
冷却液温度：-20~-40℃



Cf処理水貯蔵量
Max：45万m³

*工期は施工条件（トレンチ、ピット等の地下埋設物、放射線安全対策等）により変動

7. まとめ

凍土壁は地下水流入を抜本的に解決できる方法である。

しかし、今回の特殊な施工条件に鑑み、下記、課題に対する対応策の実証・確認をすることが重要である。

凍土壁の特長

- 遮水機能が高い(透水係数0)
- 埋設物のある箇所の施工が可能
- 長期健全性を維持
- 施工性がよい
- 二次廃棄物が少ない
- 品質管理(温度で健全性を保証)
- 維持管理が可能
- 地下水管理が可能

課題(実証・確認事項)

- 高線量下での施工
埋設物位置・滞留水の詳細調査
滞留水のあるトレンチ部の削孔方法
最適な凍結管ピッチ、冷却材種類・温度
作業員の被ばく低減
地表面フェーシング
- 品質管理・維持管理方法の確立
- 地下水挙動予測と管理
施工時・施工後の地下水位
施工後、建屋内滞留水の拡散による建屋外への移動
閉合エリア難透水層からの地下水流入

局所的(ピンポイント)な止水

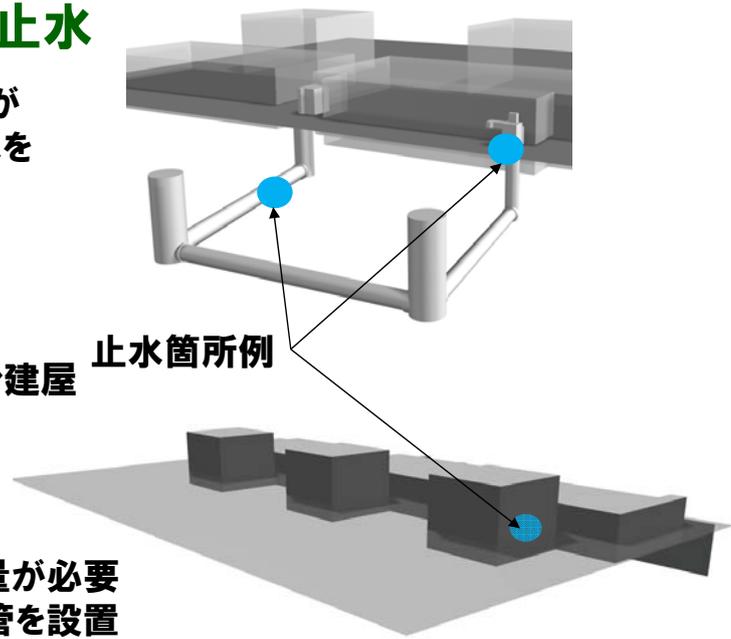
ダクト、配管等、地下水流入部が特定できる場合、局所的な止水を実施(凍結・グラウト注入等)

建屋間の止水

原子炉建屋、タービン建屋間の止水(建屋外、あるいはタービン建屋内から注入管を挿入)

建屋内滞留水の凍結

液体窒素注入の場合:膨大な量が必要
冷却材循環方式の場合:凍結管を設置できることが条件



止水箇所もしくはその近傍へ作業員がアクセスできることが条件