

# 総合的流入抑制対策の提案 —粘土系遮水壁による恒久的対策—

2013年4月26日



## 提案のコンセプト

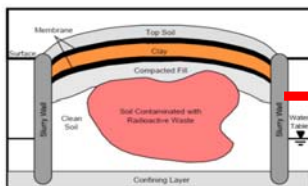
- ねらい
  - 陸側にも遮水壁を構築することにより、地下水流入量を大幅に低減する。
- 提案の特徴
  - 残土発生量が少ない工法を用いて粘性土の地中壁を構築
  - 海側遮水壁と一体化することで建屋周囲を閉合
  - 現地に即した設置位置の選定（高線量部と埋設物設置箇所回避）
  - 構築後はメンテナンスフリーかつ撤去が不要



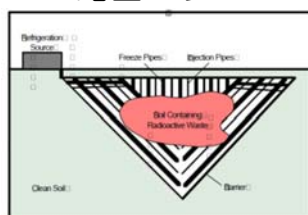
1. 海外事例の調査
2. 遮水壁の技術的成立性の検討
  - 2.1 遮水壁の選定
  - 2.2 スラリーウォール・ECウォール
    - 【参考】粘土系材料の選定例
  - 2.3 設置位置の選定
  - 2.4 現対策（海側遮水壁，地下水バイパス）との関係
3. 全体工程・コスト
4. 今後の課題

## 1. 海外事例の調査

- 米国の核軍事施設ハンフォード等の情報収集・現地視察と意見交換を行い、汚染水の管理手法として遮水壁と地下水位管理の有効性を確認
  - 遮水壁 → スラリーウォールで全周包囲
  - 遮水壁内の地下水位を外側より若干低くして漏洩管理

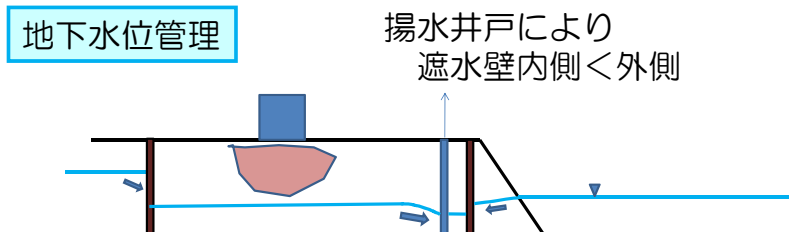


鉛直バリア



凍結バリア

(米国規制, IAEA, US-EPAより)



## 2.1 遮水壁の選定

構造	鋼製	粘土系	セメント系	RC連壁
種類	①鋼矢板 ②鋼管矢板	①スラリーウォール, ECウォール(エコレイ) ②+鋼矢板	①ソイルセメント (SMW,TRD,CRM) ②+鋼矢板	鉄筋コンクリート
概念図	① ②	① ②	① ②	
透水係数	$10^{-7} \sim 10^{-8}$ m/s	$10^{-8} \sim 10^{-9}$ m/s	$10^{-7}$ m/s	$10^{-7}$ m/s
耐震性	ジョイント部の 破損の恐れ	追従性高い	クラックの恐れ	クラックの恐れ
残土発生	○	スラリー; △ EC; ○	△	△
判定	○	◎	○	○

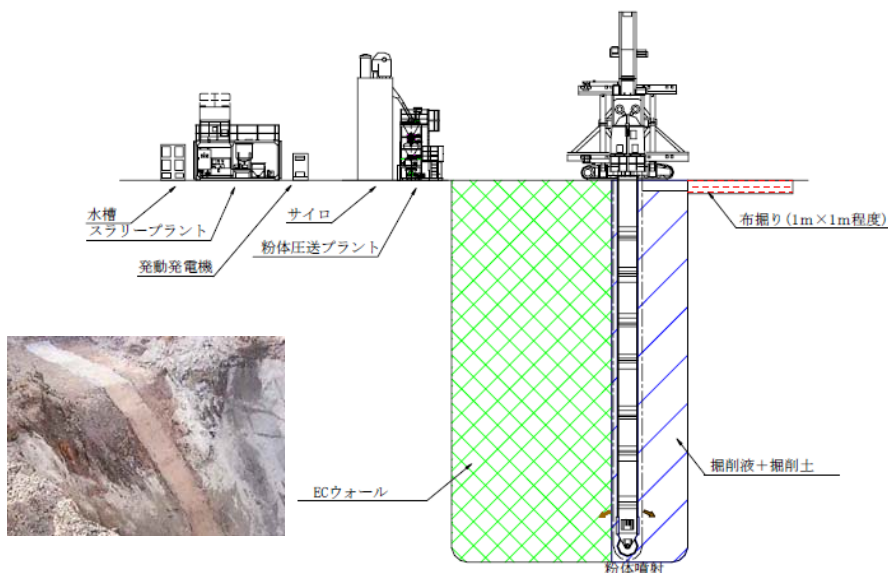
5

## 2.2 スラリーウォール・ECウォール

- ①十分な遮水性能；透水係数は $1 \times 10^{-8} \sim 10^{-9}$  m/s 以下
- ②長期難透水性能；無機の粘土鉱物を主体とし長期な耐用年数
- ③変形追従性；クラック等の亀裂が生じにくい
- ④安全性；無機の粘土鉱物を主体とするため、環境に安全
- ⑤経済性；遮水壁の掘削深さにより適切な機械を選定



スラリーウォール(低空頭BMX)



ECウォール(TRD)

6

# 【参考】粘土系材料の選定例(1)

## 選定試験に用いた材料

分類	材料
水	① 海水 ② 清水
土	① 砂 ② ブレンド土（砂：砂シルト互層：粘土=70：10：20） ③ 類似土層
粘土	① 粘土H ② ベントナイト（クニゲルV1）

## 最適テーブルフロー値

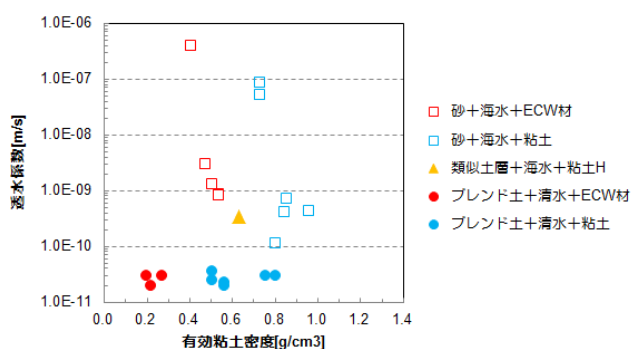
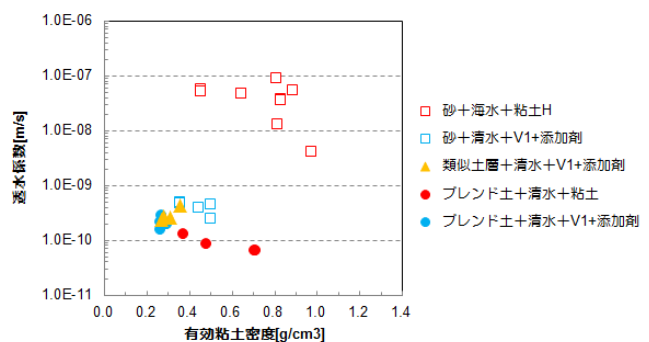


壁材	適値	試験様子
スラリーウォール	170mm以上	
ECウォール	130mm以下	

7

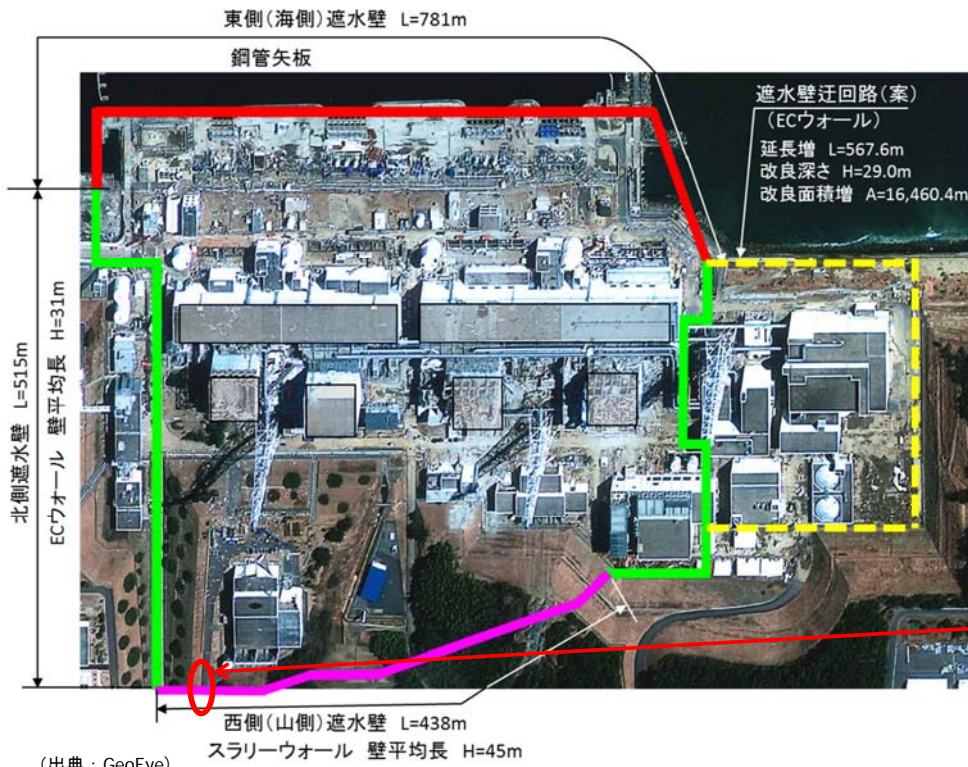
# 【参考】粘土系材料の選定例(2)

- スラリーウォール
  - ベントナイトを使用した場合は $10^{-10}m/s$ オーダーを確保
  - ブレンド土+清水+粘土Hの場合は、 $1.0 \times 10^{-10}m/s$ を確保
- ECウォール
  - 海水環境でもECウォール材または粘土の量を増加することにより $10^{-10}m/s$ オーダーを確保
  - 清水環境では少ない粘土量でも $10^{-11}m/s$ オーダーを確保でき、コストも低減可能



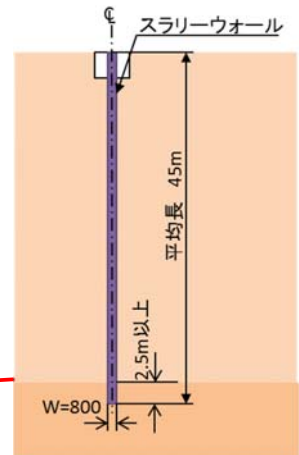
8

## 2.3 設置位置の選定



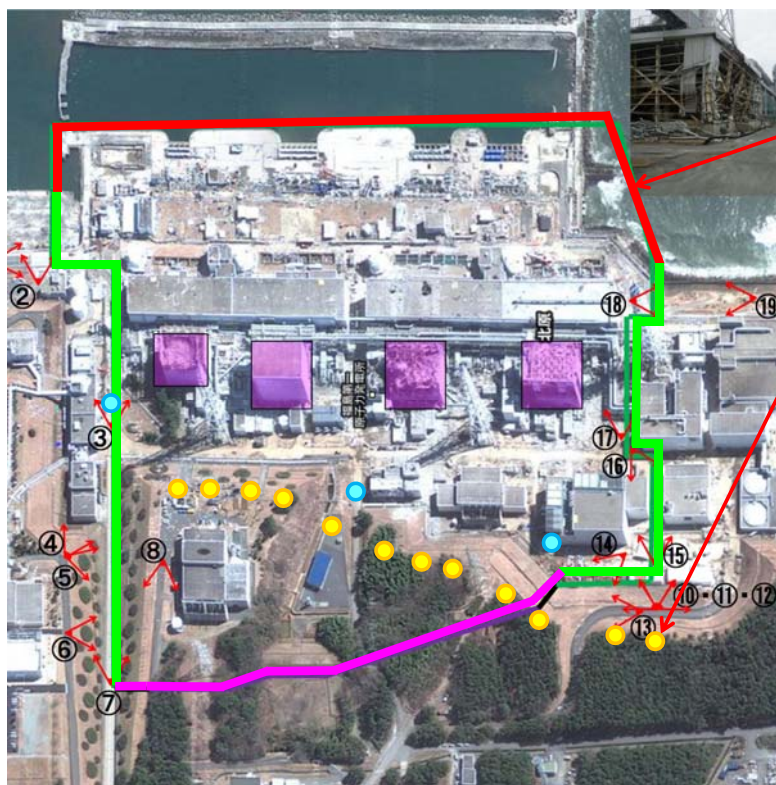
### 方針

- 電線, 配管を回避
- 作業員の被曝低減
- 長大法面は仮設栈橋



9

## 2.4 現対策との関係



建設中の海側遮水壁  
と接続してエリアを  
閉合

地下水バイパス  
(山側の揚水井戸)は  
稼働中



山側・南北側の  
遮水壁を構築しても  
揚水井戸は  
無駄にならない

10

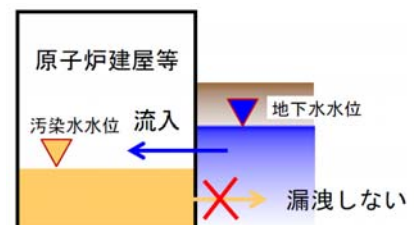
## 4. 今後の課題

- 4.1 遮水壁築造後の地下水管理
  - 地下水管理の問題
  - 地下水管理の概念の構築
  - 地下水管理システム概念図
- 4.2 施工上の課題
- 4.3 地下水流入量低減効果の評価
- 4.4 短期的対策について

12

## 4.1 地下水管理の問題

- 地下水位の管理
    - 遮水壁内側<外側
      - 大雨時に、遮水壁により地下水流出が遮断され、地下水流入量の増加が懸念
    - 原子炉・タービン建屋内側<建屋外側
      - 遮水壁内部の地下水位低下が過大となった場合、建屋内の汚染水の漏洩が懸念
- ↓
- 遮水壁内外の地下水位のコントロールが極めて重要となる。



13

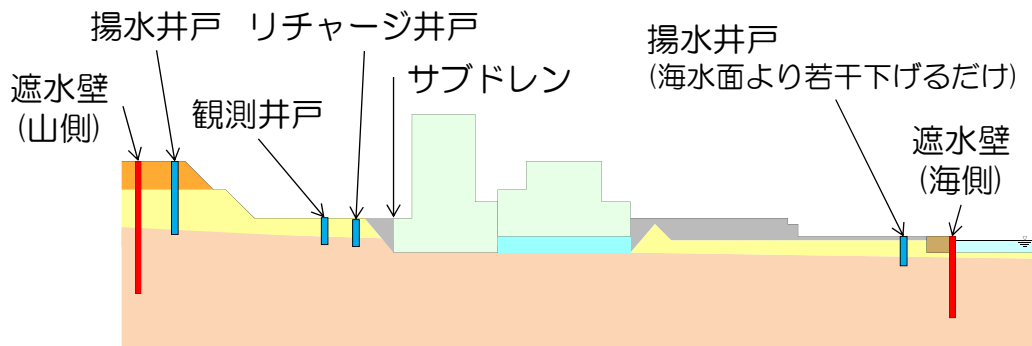
## 4.1 地下水管理の概念の構築

### ■ 地下水位管理システム

- 独立した揚水井戸（地下水バイパス，海側遮水壁）とリチャージ井戸による地下水位の管理

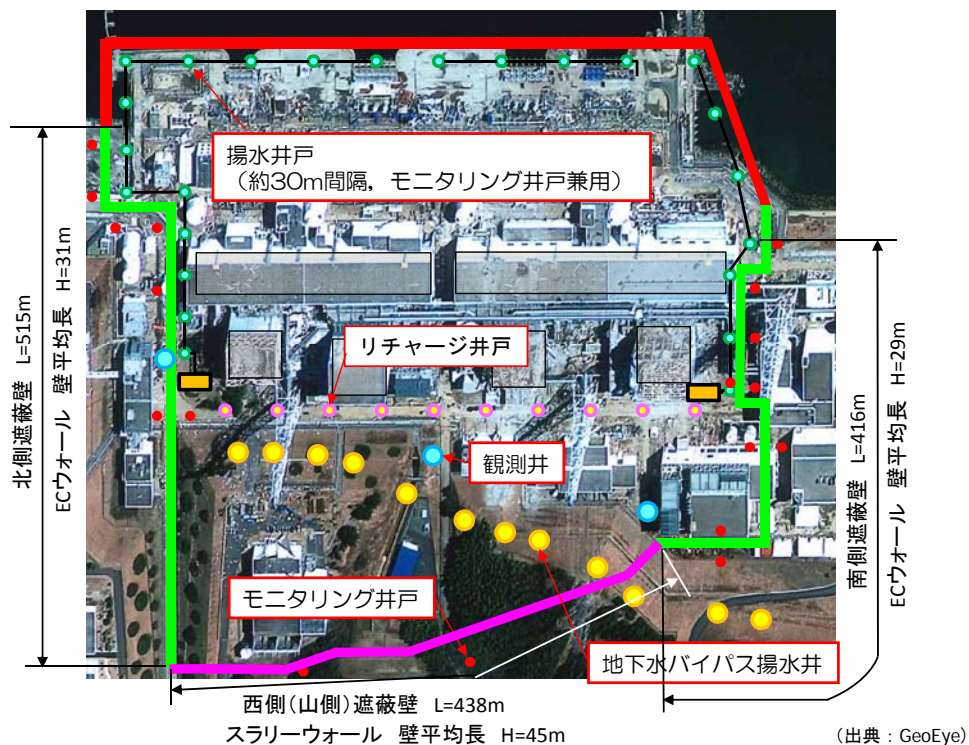
### ■ モニタリングシステム

- 地下水位観測井戸
- 汚染濃度測定



14

## 4.1 地下水管理システム概念図



15

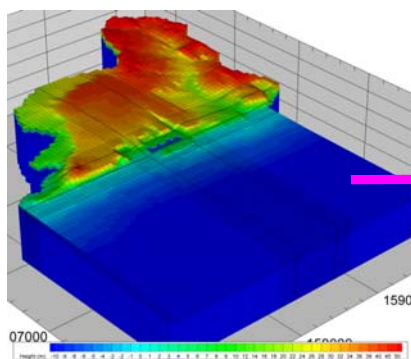
## 4.2 施工上の課題

- 工程調整
  - 他工事との干渉（電源ケーブル・配管等・道路の遮断；切替・迂回路・高架橋など）
  
- 施工位置
  - 現地の電源ケーブル，処理水配管等との取り合いを反映した遮水壁ルート
  - 既設揚水井戸（地下水バイパス）との取り合い
  - 遮水壁ルート上の線量の確認
  - 傾斜地における平坦なヤードの造成
  - プラントヤード及び施工ヤードの確保
  - 発生残土の取扱い
  
- 効果向上
  - 降雨涵養域でのフェーシングの検討

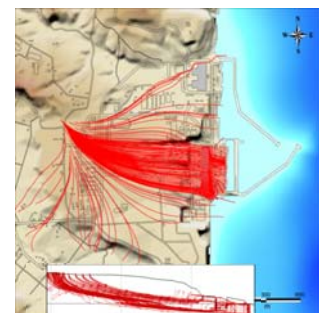
16

## 4.3 地下水流入量低減効果の評価(1)

- 現地の理解【再現解析】
  - 地下水バイパス・海側遮水壁の影響再現解析による水理地質構造モデルの検証
  
- 陸側遮水壁の効果の確認【予測解析】
  - 3次元水理地質構造モデルによる地下水流入量低減効果の算定
  - 地下水管理システムの構築（井戸の配置）



水頭コンター



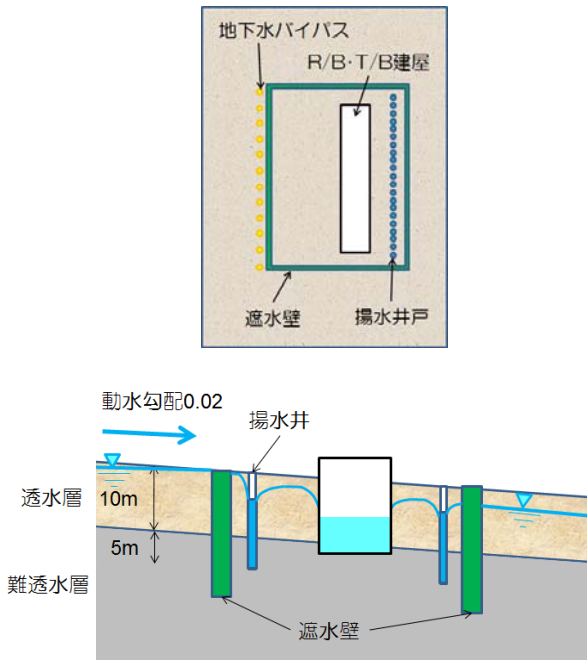
流線

17



## 4.3 地下水流入量低減効果の評価(2)

3次元詳細モデルの結果より、対象領域の流れは地層構造沿いと判断して、3次元簡易モデルを作成



なし	
地下水バイパス	
+海側遮水壁	
+陸側遮水壁 (セメント系)	
+陸側遮水壁 (粘土系)	

18

## 4.4 短期的対策について

**短期的対策 [現状対策]**  
【局所】止水

建屋クラック、ダクト、配管貫通部など

**短中期的対策 [現状対策]**  
【全体】海側遮水壁・地下水バイパス

地下水の流入<減> 水処理<減>

**中長期的対策 [抜本的対策]**  
【局所】注入等の局部止水 + 【全体】遮水壁[全周]・地下水バイパス

建屋近傍での注入により水みちを閉塞

地下水流入量抑制+汚染拡大防止

19