

総合的流入抑制対策の提案 —短中期的対策～中長期的対策—

2013年5月16日



1

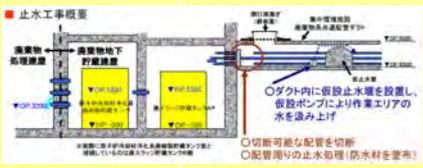
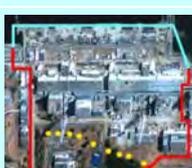


本提案の内容

1. 対策と時間軸の関係
2. 陸側遮水壁【中長期的対策】
 - 2.1 地下水流入抑制効果の試算
 - 2.2 水位コントロール方法
3. グラウト注入【短中期的対策】
 - 3.1 施工場所の選定
 - 3.2 注入工法
 - 3.3 遮蔽方法
 - 3.4 リスク
 - 3.5 工程

2

1. 対策と時間軸の関係

分類	時間軸	対象	内容	概念図
東電殿 実施中	短期的	局所	ダクト，配管貫通部，クラックなどの建屋止水	 <p>止水工事概要</p> <p>ダクト内に仮設止水壁を設置し、仮設ポンプにより作業エリアの水を汲み上げ</p> <p>○切断可能な配管も切断 ○配管周りの止水処理(防水材を塗布)</p>
	短中期的	全体	海側遮水壁 地下水バイパス サブドレン復旧	
提案	短中期的	全体	遮水体形成 グラウト注入 +高圧噴射	 <p>法尻でグラウト注入工法または高圧噴射工法により止水体を形成</p>
	中長期的	全体	陸側遮水壁	 <p>陸側に粘土系遮水壁を作成し，海側遮水壁と閉合</p>

3

【中長期的対策】

2. 陸側遮水壁

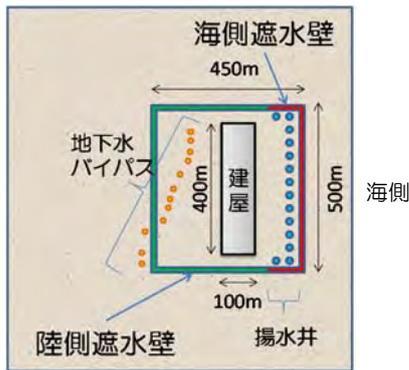
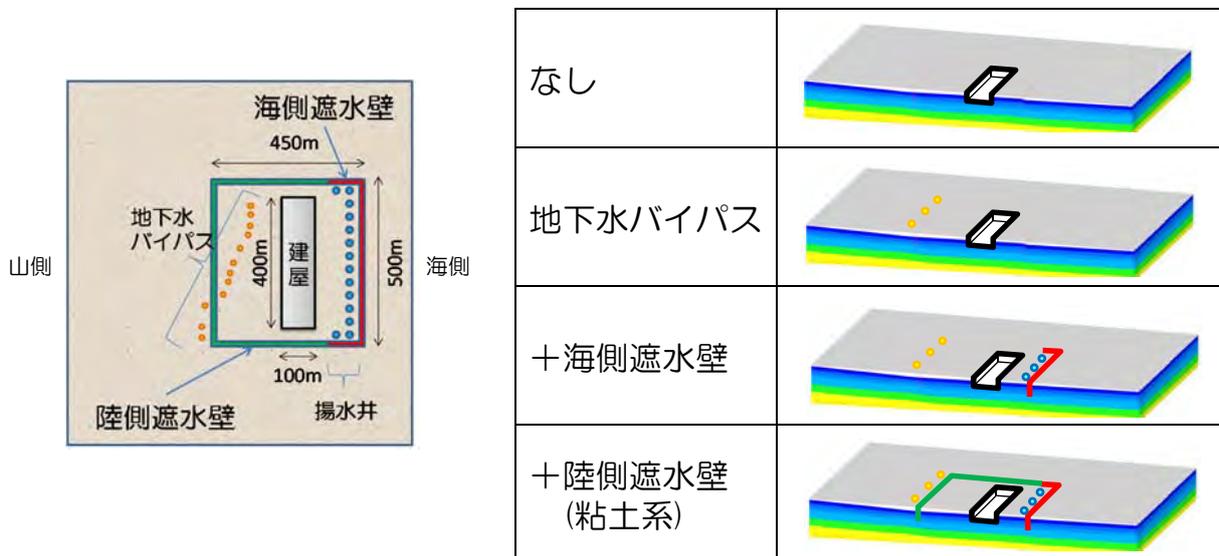
2.1 地下水流入量抑制効果の試算

2.2 水位コントロール方法

4

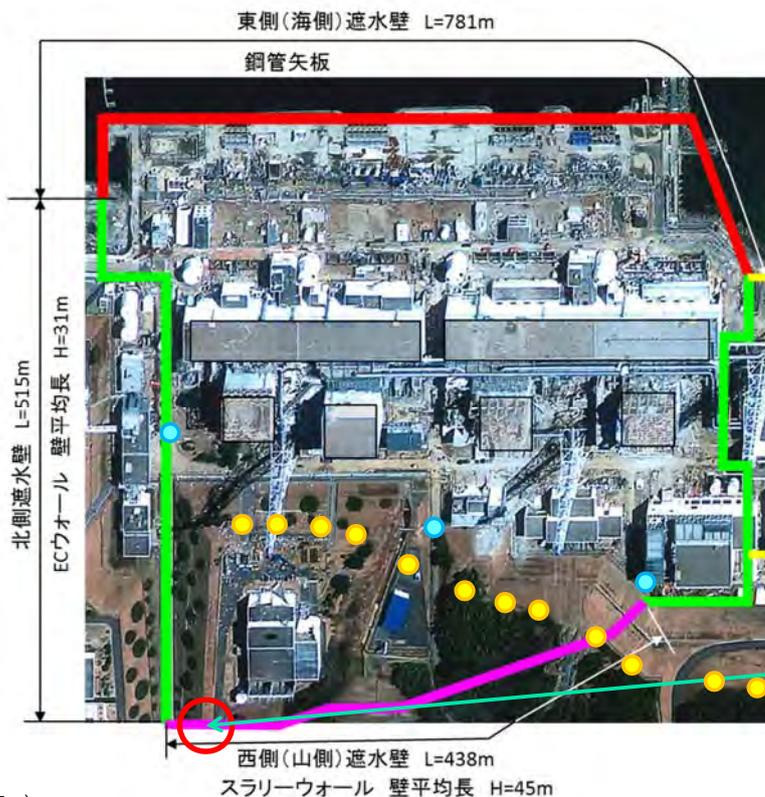
2.1 地下水流入抑制効果試算方法

- 2011年6月当時の情報を基に、対象領域の流れは地層構造に沿うと見なして3次元簡易モデルにより試算
- 現計画（地下水バイパス+海側遮水壁）に、陸側遮水壁を付加した場合を相対的に比較



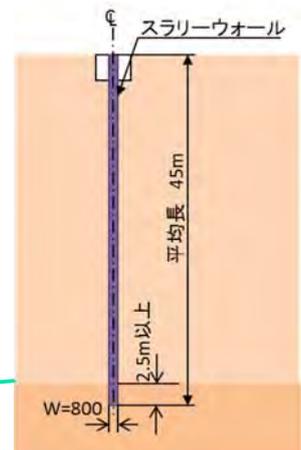
5

2.1 陸側遮水壁の構造



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

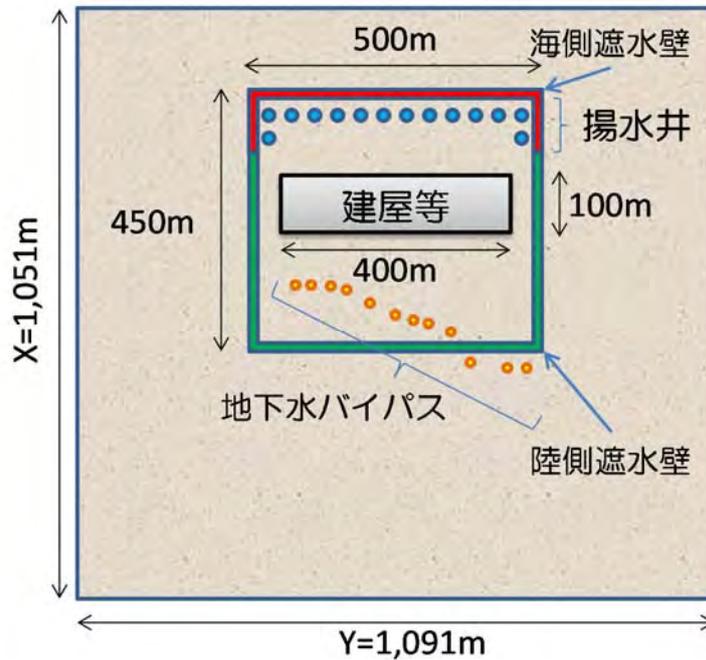


(出典 : GeoEye)

6

2.1 遮水壁の簡易モデル化

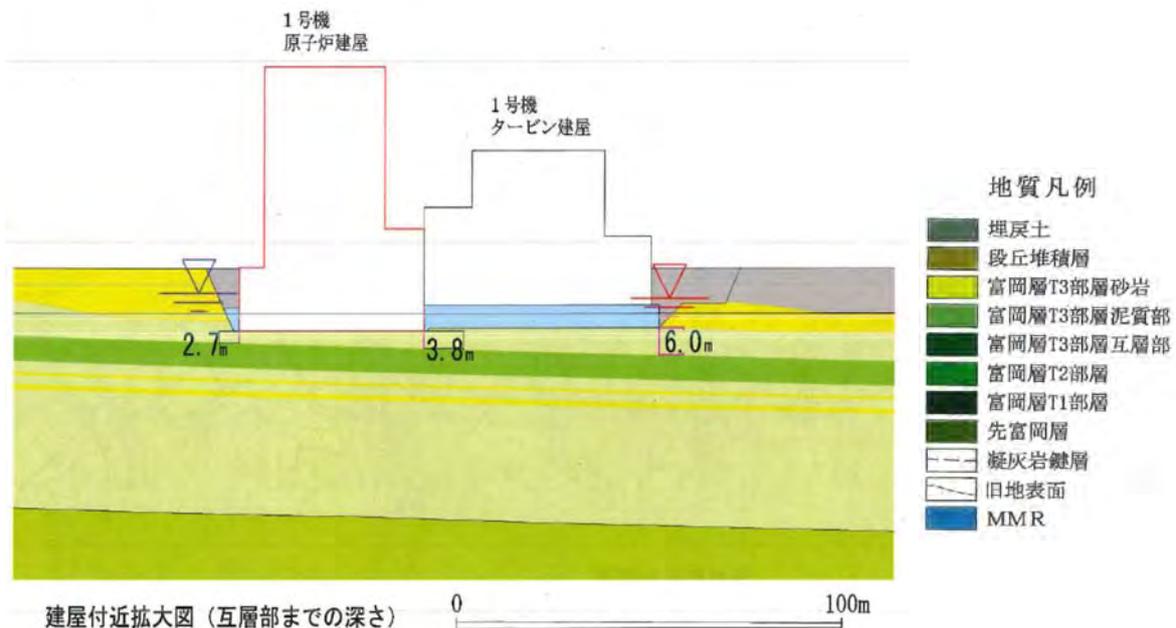
- 遮水壁をほぼ等価な面積の矩形によりモデル化
- 地下水バイパス，海側遮水壁内側での揚水をモデル化



7

2.1 既往の地質情報

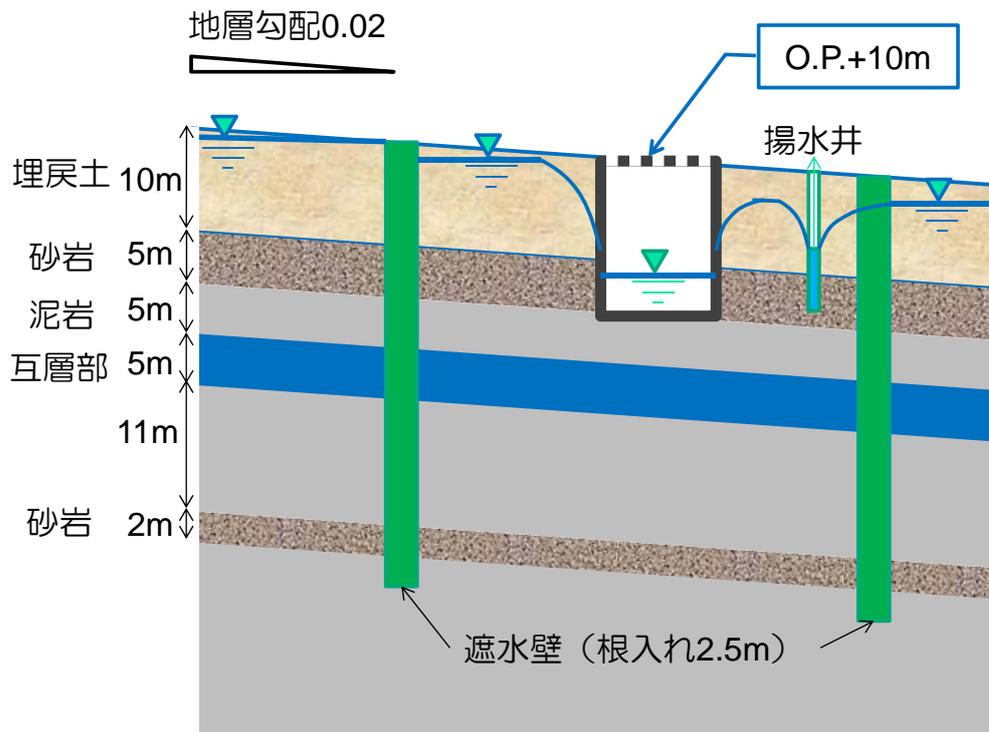
- 南北方向の地質構造は、「平成5年 福島第一原子力発電所原子炉設置変更許可申請書」に基づいて設定



建屋付近拡大図（互層部までの深さ）

8

2.1 地質構造のモデル化



9

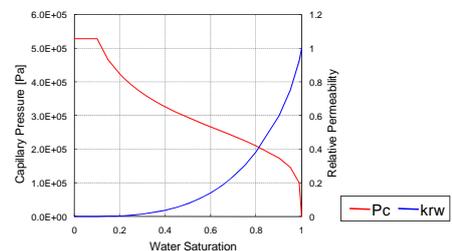
2.1 水理特性の設定

- 既往の情報および室内試験結果（スラリー壁）に基づいて設定
- 建屋壁面は，地下水流入量 $400\text{m}^3/\text{d}$ から逸脱しない値に設定

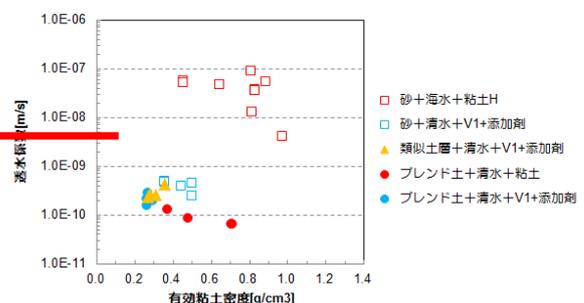
岩盤・遮水壁の透水係数

岩種・遮水壁	透水係数[m/s]	
	水平方向	鉛直方向
埋戻土・砂岩	3.0×10^{-5}	
泥岩	1.1×10^{-8}	3.0×10^{-8}
互層部	3.0×10^{-5}	1.1×10^{-8}
【海側】 鋼管矢板遮水壁	1.0×10^{-7}	
【陸側】 スラリー遮水壁	$1.0 \times 10^{-9} \sim 1.0 \times 10^{-7}$	
建屋壁面 (0.5m厚,中空洞)	1.0×10^{-7}	

※陸側遮水壁の透水係数はパラメトリックスタディを実施



岩盤・粘土系材料の不飽和特性
(van Genuchtenモデル)



スラリー壁の室内透水試験結果

10

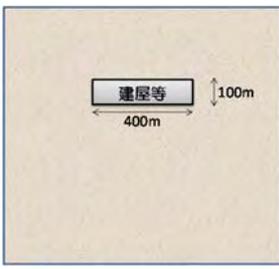
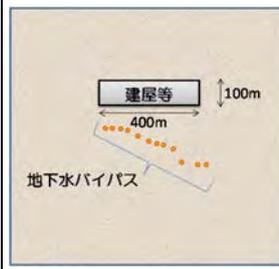
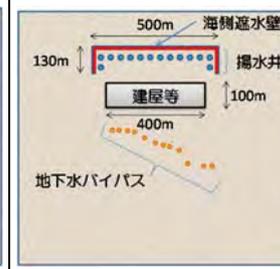
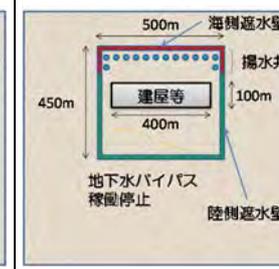
2.1 境界条件の設定

境界	設定値	設定理由
海側境界	O.P.+4mで水位固定	海側遮水壁の位置でO.P.+4mとなるように設定
山側境界	O.P.+20mで水位固定	建屋近傍の地下水位の分布が概ね実測に近づくように設定
南北側境界・底面・地表面	不透水境界	南北側の地下水流動は卓越していないこと、深度100m以深の泥岩からの流入は卓越していないと仮定
建屋内側	O.P.+3.0mで水位固定	水位一定と仮定し、O.P.+3.0mより上方は不透水境界と設定

11

2.1 解析ケースの設定

- 現状の対策に沿って4つのケースを設定した。

	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
対策工	なし	地下水バイパス稼働	+海側遮水壁+揚水	+陸側遮水壁
条件	—	バイパス位置でO.P.+6mに水位低下	遮水壁内側をO.P.+3mに水位低下	地下水バイパス停止 (透水係数 10^{-8} m/s以下)
平面図				

- 陸側遮水壁のケース4に関しては、
 - 遮水壁の透水係数を対象としたパラメトリックスタディを実施し、建屋流入量への感度を確認した。
 - 地下水バイパスを停止した。

12

2.1 解析結果(ケース1~4)

	ケース1 対策工なし	ケース2 地下水バイパス稼働	ケース3 +海側鋼矢板+揚水	ケース4 +陸側遮水壁
全水頭分布				
モデル中心断面における水位線				
ケース1との比率	100 %	58 %	43 %	8 %
建屋流入量	665 (実測推定値400)	388 (換算値233)	284 (換算値171)	55.2 (換算値33.2)
バイパス揚水量	—	1090	1060	—
海側揚水量	—	—	272	207

* 流入量, 揚水量の単位は[m³/day]

13

2.1 解析結果(ケース4のパラスタ)

	ケース4-1 陸側遮水壁 $k=10^{-9}$ m/s	ケース4-2 陸側遮水壁 $k=10^{-8}$ m/s	ケース4-3 陸側遮水壁 $k=10^{-7}$ m/s
全水頭分布			
モデル中心断面における水位線			
ケース1との比率	8 %	25 %	61 %
建屋流入量	55.2 (換算値33.2)	164 (換算値98.6)	405 (換算値244)
バイパス揚水量	—	—	—
海側揚水量	207	236	307

* 流入量, 揚水量の単位は[m³/day]

14

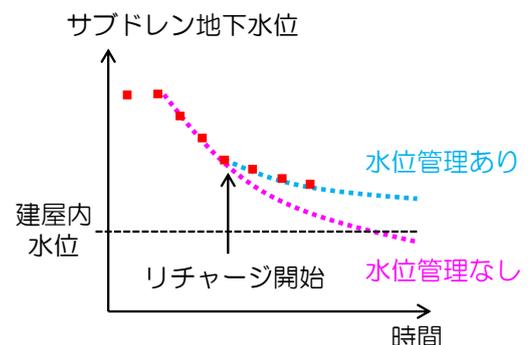
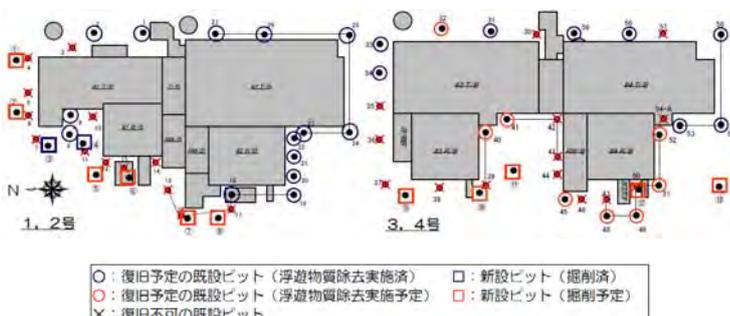
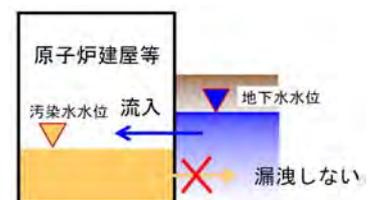
2.1 まとめ

- 地下水バイパス
 - 建屋内への流入量は対策前の**58%**まで低減した（実測 400m³/日に対して233m³/日に相当）
- 海側遮水壁
 - さらに，建屋内への流入量は対策前の**43%**まで低減した（実測 400m³/日に対して171m³/日に相当）
- 陸側遮水壁
 - 建屋内への流入量は，遮水壁の透水係数が**10⁻⁷m/s**の場合対策前の**61%**，**10⁻⁸m/s**の場合**25%**，**10⁻⁹m/s**の場合**8%**となった（それぞれ244m³/日，98.6m³/日，33.2m³/日に相当）
 - 本解析では，陸側遮水壁の透水係数が**10⁻⁸m/s**以下の場合，地下水位が低下し，地下水バイパスの稼働が不要となった。また，海側の水位調整のための揚水量も減少し，全体的に水処理量が低減する結果となった。
 - 透水係数が**10⁻⁹m/s**の場合，降雨を考慮していないため，**遮水壁内側の地下水位は建屋内とほぼ同じ**になった。

15

2.2 水位コントロール方法

- 現状，サブドレンの水位を建屋内水位よりも高く保つことによって建屋からの漏洩を防いでいる。
- 地下水流入抑制策により，サブドレンの水位が低下しはじめたら，サブドレンの水位低下が速度が緩やかになるように，**一部のサブドレンまたは新設のリチャージ井戸，遮水壁内地下水バイパスから注水**を開始し水位管理する（事前注水試験必要）。



16

【短中期的対策】

3. グラウト注入工法・高圧噴射工法

3.1 施工場所の選定

3.2 施工方法

3.3 想定されるリスク

17



3.1 施工場所の選定

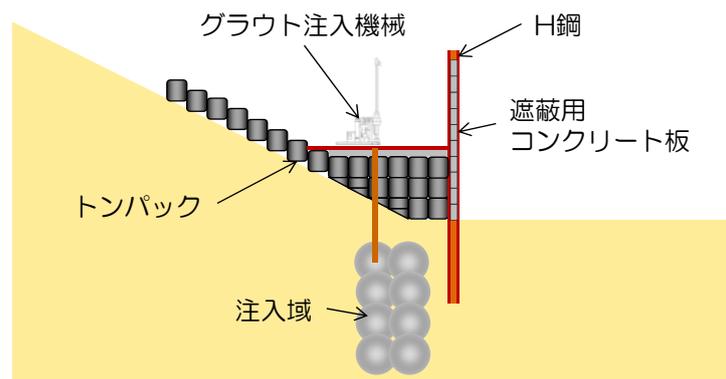
- 旧沢部の流れが卓越する所は、高止水性の高圧噴射工法を採用する
- 他工事との干渉があるため、できる場所から実施し、必ずしも完全には閉合しないこととする。
 - 他工事と干渉のある北側道路の省略、南側は道路交差部まで



18

3.2 施工方法

- 他工事との干渉を極力避けるため、**法尻部において施工**する。
- 高線量物質がある場合は除去（除染）後、トンパックを積み上げて仮設架台を作り、その上から施工する。
- 作業中の被ばく低減のため、法面部にもトンパックを、建屋側はH鋼の間にコンクリート板を設置して**遮蔽**する。



19

3.2 施工方法

- いずれの工法も泥岩～互層上部まで平均深さ約20mとする。

	一般部	一般部(旧沢部)	ダクト部
工法	グラウト注入	高圧噴射攪拌	高圧噴射攪拌
概念図			
方法	二重管ダブルパッカー工法により恒久グラウト材を注入	Φ2mのコラムを柱列状に施工し、幅1m程度の壁を形成	ダクトの両側からφ5m程度のコラムを形成
備考	排泥処理不要	排泥処理が必要	

20

3.3 想定されるリスク

対象	リスク	原因	影響	対応策
グラウト注入工法	地中埋設物境界部での注入材の流出	地盤と地中埋設物の境界で透水性が高いため	止水性能の低下	1次注入[ゲルタイムの短縮]の実施
	注入材の逸走	地下水流れが速い場所で流されてしまう	止水性能の低下	シートパイル等で地下水流れを止めてから実施または瞬結材を使用[ロッド注入]
高圧噴射工法	不完全な改良体の形成	玉石・巨礫がある場合	止水性能の低下	注入工法に切り替える
グラウト注入工法 + 高圧噴射工法	作業員の被ばく	比較的線量の高い台下の法面近傍で作業を実施するため	作業員の確保	法面の除染・作業環境の遮蔽
	他工事との干渉	道路横断時の他工事車両通行妨害	他工事の工程遅延	工事間調整, 道路回避ルート・仮設栈橋敷設等
	地中埋設物の損壊	施工位置の間違い	廃炉計画に影響	損壊させてはならない地中埋設物位置の確認