

# 新三国トンネル環境検討委員会

## 第2回 検討資料

平成26年 8月1日

国土交通省関東地方整備局 高崎河川国道事務所

## 第2回 検討資料 目次

1. 第2回環境検討委員会の検討項目
2. 第1回環境検討委員会の概要
3. 第1回環境検討委員会の意見に対する検討結果
  3. 1 ズリ活用地の計画容量 12 万 m<sup>3</sup>について
  3. 2 自己修復機能を持たせた遮水シートについて
  3. 3 FEM沈下予測解析の変形係数について
  3. 4 地盤改良の六価クロム溶出について
4. トンネル掘削ズリ処理対策
  4. 1 モニタリング計画（案）
    4. 1. 1 モニタリングの位置づけ
    4. 1. 2 ズリ活用計画地周辺の現況
    4. 1. 3 地下水観測井の設置計画（案）
    4. 1. 4 浸出水処理の基本方針と処理フロー
    4. 1. 5 施工前～完成後までのモニタリング計画（案）
  4. 2 漏出防止及び漏出したときの対策（案）
    4. 2. 1 漏出防止及び漏出したときの対策（案）
    4. 2. 2 監視体制と各段階の行動計画（案）
5. トンネル施工中・完成後の排水対策
  5. 1 トンネル施工中の排水対策
    5. 1. 1 施工中のモニタリング（案）
    5. 1. 2 施工中の排水処理（案）
  5. 2 トンネル完成後の排水対策
    5. 2. 1 完成後のモニタリング（案）
    5. 2. 2 完成後の排水処理（案）

# 1. 第2回環境検討委員会の検討項目

## トンネル掘削ズリ処理対策

### 第1回委員会の意見に対する回答・検討

- ①ズリ活用地の計画容量 12 万 m<sup>3</sup>について
- ②自己修復機能を持たせた遮水シートについて
- ③FEM沈下予測解析の変形係数について
- ④地盤改良の六価クロム溶出について

### モニタリング計画(案)の提示

- ①ズリ活用計画地周辺の現状
- ②地下水観測井の設置計画
- ③モニタリング計画

### 漏出防止及び漏出したときの対策(案)の提示

- ①漏出防止及び漏出したときの対策
- ②監視体制と各段階の行動計画

## トンネル施工中及び完成後の排水対策

### トンネル施工中の排水対策(案)の提示

- ①施工中のモニタリング計画
- ②施工中の排水対策と緊急時対策

### トンネル完成後の排水対策(案)の提示

- ①完成後のモニタリング計画
- ②完成後の排水対策

第2回目委員会

第3回目の委員会

■第2回委員会指摘事項に対する回答 ■まとめ

## 2. 第1回環境検討委員会の概要

第1回環境検討委員会では、トンネル掘削ズリ処理対策の検討、トンネル施工中及び完成後の排水対策の検討について、審議が行われた。

### ■ トンネル掘削ズリ処理対策

検討項目	検討結果	第1回委員会結果	
		審議結果	意見
①重金属溶出対策を要するズリ土量の検討	・対策を要するズリ土量は <u>全量</u> （約12万m <sup>3</sup> ）とした	事務局案とする	・暴露試験について継続して実施している分析結果を確認すること。
②ズリ活用計画地の選定	・線形改良の寄与度が高く全量埋め立て可能な <u>みなかみ町永井地区（C7～C10）の1箇所</u> を選定した	事務局案とする	・選定地のズリ処理容量12万m <sup>3</sup> の根拠を示すこと
③ズリ処理対策工法	下記案を比較検討し、 <u>二重遮水シート工法</u> を提案した ・二重遮水シート工法 ・遮水シート+ベントナイト層工法 ・不溶化工法 ・吸着工法	事務局案とするが右記を考慮すること	・シートの損傷リスクが考えられるので、自己修復機能を持たせたシートを検討して欲しい
④ズリ活用地の沈下予測結果・地盤改良・盛土安定解析・施設構成	・dt-1層とtfc層は沈下の懸念がある地層と予想される。 ・沈下予測解析の結果、遮水シート破損の許容沈下量を上回り、 <u>地盤改良が必要</u> である ・盛土安定解析の結果、目標安全率を上回る ・貯留構造物、地下水集排水施設、遮水工、浸出水集排水施設、モニタリング施設を設置する	事務局案とするが、右記を考慮すること	・FEM沈下予測解析において、軟弱層として取り扱っていないdt-2層の変形係数を平均N値から設定している。これでも問題はないが、ボーリング原位置試験の実施結果から再検証することも検討して欲しい。 ・地盤改良において六価クロムが溶出する懸念について対策資料を提示すること。
⑤第2回目委員会の審議項目	下記検討課題を委員会の審議事項とすることを提案 ・ <u>モニタリング計画</u> ・ <u>漏出防止及び漏出したときの対策</u>	事務局案とする	・モニタリングでは、用水路・井戸の水質等のデータは事前に得ておくこと

### ■ トンネル施工中及び完成後の排水対策

検討項目	検討結果	第1回委員会結果	
		審議結果	意見
①排水対策基本方針	【新トンネル施工中】 「水質汚濁防止法の一律排水基準」並びに「新潟県の上乗せ排水基準」、「湯沢町の（指導的）排水規制」に適合するように排水（濁水）処理を行う。 【新トンネル完成後】 浅貝川上流部の現状水質レベルを超過した場合に対策を行う。具体的には、新トンネル施工中の新・現トンネル排水と河川水のモニタリング結果により、対応策を最終決定する。	事務局案とする	・施工中の排水対策については、管理項目について行政側の指導に従って実施すること。
②第2回目委員会の審議項目	下記検討課題を委員会の審議事項とすることを提案 ・施工中のモニタリング計画と緊急時対策 ・完成後のモニタリング計画と緊急時対策 ・完成後の現状水質レベル保持に向けた長期対策	事務局案とする	

### 3. 第1回環境検討委員会の意見に対する検討結果

#### 3.1 ズリ活用地の計画容量 12万 m<sup>3</sup> について

第1回委員会での意見：ズリ活用地の容量 12万 m<sup>3</sup> について根拠を示すこと。

掘削量は、全区間覆工厚 50cm で算出した場合、下記のとおりとなる。

- ・上下半の掘削量（支払） : 94,606.7m<sup>3</sup>
- ・インバートの掘削量（支払） : 4,560.6m<sup>3</sup>
- 合計掘削 : 99,167.3m<sup>3</sup>

掘削において想定される岩種は、CI・CII が中硬岩、DI が軟岩 II、DIII が軟岩 I に相当する。  
 締固め後の土量変化率 C は、中硬岩が 1.25、軟岩 II が 1.20、軟岩 I が 1.15 とされるため、本トンネルからズリ活用地に包容するズリ土量は、表 3.1.1 のとおり約 12 万 m<sup>3</sup> (121,878.4m<sup>3</sup>) と算出される。なお、施工時の地山状況には不確定要素を含むため、変化率の大きな中硬岩が主体と仮定した場合においても、締固め後の掘削土量は 123,959.1m<sup>3</sup> 程度である

表 3.1.1 支保パターンおよび岩種ごとの掘削ズリの締固め後の土量

掘削区分	岩種	加背割等	運搬距離が1.2km以下の区間				運搬距離が1.2kmを超える区間				掘削延長 (m)	掘削量合計		変化率C	締固め後の土量 (m <sup>3</sup> )			
			掘削延長 (m)	設計		支払		掘削延長 (m)	設計			支払い				合計 (m <sup>3</sup> )	設計 (m <sup>3</sup> )	支払 (m <sup>3</sup> )
				掘削断面積 (m <sup>2</sup> )	掘削量 (m <sup>3</sup> )	掘削断面積 (m <sup>2</sup> )	掘削量 (m <sup>3</sup> )		掘削断面積 (m <sup>2</sup> )	掘削量 (m <sup>3</sup> )		掘削断面積 (m <sup>2</sup> )	掘削量 (m <sup>3</sup> )					
CI-i	中硬岩	全断面	121.000	70.901	8,579.0	75.706	9,160.4	-	-	-	-	-	121.000	8,579.0	9,160.4	1.25	11,450.5	
			-	70.901	8,579.0	75.706	9,160.4	-	-	-	-	-	-	8,579.0	9,160.4	-	11,450.5	
CII-b-i	中硬岩	全断面	726.849	70.901	51,534.3	75.263	54,704.8	-	-	-	-	-	726.849	51,534.3	54,704.8	1.25	68,381.0	
			-	70.901	51,534.3	75.263	54,704.8	-	-	-	-	-	-	51,534.3	54,704.8	-	68,381.0	
DI-b	軟岩II	上部半断面	243.000	49.121	11,936.4	52.166	12,676.3	37.000	49.121	1,817.5	52.166	1,930.1	280.000	13,753.9	14,606.4	1.20	17,527.7	
			243.000	22.858	5,554.5	23.540	5,720.2	37.000	22.858	845.7	23.540	871.0	280.000	6,400.2	6,591.2	1.20	7,909.4	
		インバート	243.000	10.767	2,616.4	11.355	2,759.3	37.000	10.767	398.4	11.355	420.1	280.000	3,014.8	3,179.4	1.20	3,815.3	
			-	82.746	20,107.3	87.061	21,155.8	-	82.746	3,061.6	87.061	3,221.2	-	23,168.9	24,377.0	-	29,252.4	
DIIIa	軟岩I	上部半断面	-	-	-	-	-	26.393	50.901	1,343.4	54.000	1,425.2	26.393	1,343.4	1,425.2	1.15	1,639.0	
			-	-	-	-	-	29.025	23.260	675.1	23.940	694.9	29.025	675.1	694.9	1.15	799.1	
		インバート	-	-	-	-	-	30.000	11.373	341.2	11.973	359.2	30.000	341.2	359.2	1.15	413.1	
CII-b-1-i	中硬岩	全断面	10.000	72.003	720.0	76.409	764.1	-	-	-	-	-	10.000	720.0	764.1	1.25	955.1	
			-	72.003	720.0	76.409	764.1	-	-	-	-	-	-	720.0	764.1	-	955.1	
DI-b-1	軟岩II	上部半断面	35.000	49.121	1,719.2	52.166	1,825.8	-	-	-	-	-	35.000	1,719.2	1,825.8	1.20	2,191.0	
			35.000	23.972	839.0	24.690	864.2	-	-	-	-	-	35.000	839.0	864.2	1.20	1,037.0	
		インバート	35.000	10.660	373.1	11.244	393.5	-	-	-	-	-	35.000	373.1	393.5	1.20	472.2	
			-	83.753	2,931.3	88.100	3,083.5	-	-	-	-	-	-	2,931.3	3,083.5	-	3,700.2	
DIIIa-1	軟岩I	上部半断面	22.400	50.901	1,140.2	54.000	1,209.6	-	-	-	-	-	22.400	1,140.2	1,209.6	1.15	1,391.0	
			22.400	24.394	546.4	25.112	562.5	-	-	-	-	-	22.400	546.4	562.5	1.15	646.9	
		インバート	22.400	11.263	252.3	11.859	265.6	-	-	-	-	-	22.400	252.3	265.6	1.15	305.4	
DIIIa-A-1	軟岩I	上部半断面	26.943	50.901	1,371.4	54.000	1,454.9	-	-	-	-	-	26.943	1,371.4	1,454.9	1.15	1,673.1	
			29.575	24.394	721.5	25.112	742.7	-	-	-	-	-	29.575	721.5	742.7	1.15	854.1	
		インバート	30.600	11.263	344.6	11.859	362.9	-	-	-	-	-	30.600	344.6	362.9	1.15	417.3	
			-	86.558	2,437.5	90.971	2,560.5	-	-	-	-	-	-	2,437.5	2,560.5	-	2,944.6	
合計												93,669.6	99,167.3		121,878.4			

岩種	軟岩II	中硬岩	硬岩I
変化率C	1.20	1.25	1.40
支払掘削量(余掘り含む土量)の合計	99,167.3	99,167.3	99,167.3
締固め後の土量(地山土量×変化率C)	119,000.8	123,959.1	138,834.2

#### ① 土量変化率

- 土量の変化  
 土量変化は、次の3つの状態の土量に区分して考える。  
 地山の土量……………掘削すべき土量  
 ほぐした土量……………運搬すべき土量  
 締固め後の土量……………出来上りの盛土量  
 三つの状態の体積比を次式のように表わし、L及びCを土量の変化率という。  

$$L = \frac{\text{ほぐした土量 (m}^3\text{)}}{\text{地山の土量 (m}^3\text{)}}$$

$$C = \frac{\text{締固め後の土量 (m}^3\text{)}}{\text{地山の土量 (m}^3\text{)}}$$
 土量の配分計画を立てる場合には、この土量変化率を用いて、切土、盛土の土量計算を行う。
- 土量変化率  
 統一分類法により分類した土の各土質に応じた変化率は、表2.1を標準とする。なお、細分し難いときは、表2.2を使用する。

表2.1 土量の変化率

主要区分	分類名称		記号	変化率L	変化率C
	レキ質土	砂及び砂質土			
レキ質土	レキ	(GW) (GP) (GPs)	(G-M) (G-C)	1.20	0.95
	レキ質土	(GM) (GC) (GO)		1.20	0.90
砂及び砂質土	砂	(SW) (SP) (SPs)	(S-M) (S-C) (S-V)	1.20	0.95
	砂質土(普通土)	(SM) (SC) (SV)		1.20	0.90
粘性土	粘性土	(ML) (CL) (OL)		1.30	0.90
	高含水比粘性土	(MH) (CH)		1.25	0.90
岩塊・玉石				1.20	1.00
軟岩 I				1.30	1.15
軟岩 II				1.50	1.20
中硬岩				1.60	1.25
硬岩 I				1.65	1.40

(注) 本表は体積(土量)より求めたL、Cである。

表2.2 土量の変化率

分類名称	変化率L	変化率C
レキ質土	1.20	0.90
砂及び砂質土	1.20	0.90
粘性土	1.25	0.90

(注) 本表は体積(土量)より求めたL、Cである。

### 3. 2 自己修復機能を持たせた遮水シートについて

第1回委員会での意見：

ズリ処理対策工法として提示された4案のうち、事務局が推奨している第1案で概ね良いと考えられるが、リスクとしてシートの損傷が考えられるので、自己修復機能を持たせたシートについて検討し、次回委員会で提案してほしい。

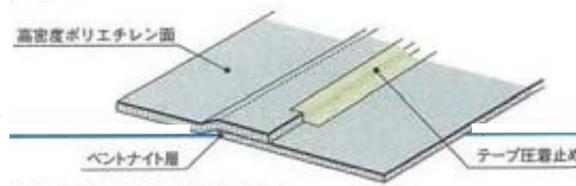
#### (1) 自己修復性を持たせたシートについて

##### 1) 廃棄物最終処分場に用いられる自己修復機能付き遮水シート（ベントナイトシート）

廃棄物最終処分場の遮水シートで自己修復機能を有しているものとして、「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領、2010 改訂版」では、ベントナイト系遮水シートのシート・ベントナイト複合遮水材（ベントナイトシート）を示している。

この遮水材は、高密度ポリエチレンシート（HDPE）の片面に粒状のベントナイトを接着させた二層構造の遮水材で、HDPEの遮水性・機械的強度等の性能とベントナイトの膨潤による自己修復性を兼ね備えたものである。

一般にはベントナイト層を基礎地盤面に向けて設置する。シートの接合は、(a)粘着テープによる重ね合わせ圧着、或いは(b)その部分のみベントナイトを付けずに通常の遮水シートのように溶着（この場合には、接合部のみベントナイトが無い状況）となる。



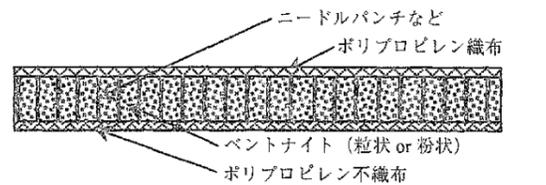
(a)粘着テープによる重ね合わせ圧着概念(H社カタログ)

施工時の問題としては、下地が湿潤であったり、地下水位が高いと当初よりベントナイトが膨潤状態となり、ベントナイトが遮水シートから剥離する可能性などが挙げられる。

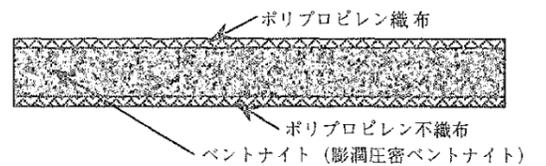
##### 2) 廃棄物最終処分場に用いられる自己修復機能付き繊維・ベントナイト複合遮水材（ベントナイト不織布）

上述の遮水シートにベントナイトを付着させた資材の他に、ベントナイトを不織布等で固定し、遮水シートとは独立させた繊維・ベントナイト複合遮水材（ベントナイト不織布）がある。

これらは現時点では遮水層としては認められていないが、遮水シートが破損した場合にその膨潤により破損箇所を塞ぐことが可能なため、遮水シートと組み合わせることにより自己修復機能と同等の機能が期待できる。



(a) 繊維・不織布とベントナイトをニードルパンチで拘束したもの



(b) 膨潤させ圧密したベントナイトを繊維・不織布で支持したもの

繊維・ベントナイト複合遮水材（ベントナイト不織布）の構造例  
(廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領)

#### (2) 本活用地に採用する遮水工構成

ベントナイトは強酸や強アルカリで遮水性（膨潤力）が損なわれることが明らかとなっており、酸性側のpH 3以下になると膨潤量が減少すること、pH 1ではベントナイトの膨潤阻害に起因して高い透水係数（ $10^{-5} \sim 10^{-8} \text{cm/s}$  オーダー）を示すことが報告されている<sup>※1</sup>。本ズリ活用地では、浸出水 pH を 3.5 に設定しているが、ボーリングコアの暴露試験での最小値 pH2.1 から見ると、浸出水 pH が局所的に 3 以下になる可能性も否めない。従って、シートベントナイト複合遮水材（ベントナイトシート）並びに繊維・ベントナイト複合遮水材（ベントナイト不織布）の長期安定した完全に近い自己修復機能維持は両者共に担保し難い。

※1：掘削土砂から発生する酸性水が粘土ライナーの遮水性能に及ぼす影響（最上 裕生・勝見 武・乾 徹・嘉門 雅史），日本学術振興会 平成 20 年度 科学研究費補助金基礎研究(B)，「自然由来汚染土の環境影響ポテンシャルの迅速評価法の確立と対策工に関する研究」

従って、本計画では、土壌汚染対策法に基づく標準的な遮水工構成（現計画）を採用する。なお、参考として、以下に、標準的な遮水工構成（現計画）／ベントナイト不織布を用いた場合の遮水工構成とコスト（直接工事費）の関係を示す。

参考：標準的な遮水工構成（現計画）／ベントナイト不織布を用いた場合の遮水工構成とコストの関係

	遮水工構成	遮水工の配置概念
標準 (現計画)	岩ズリ 保護土 保護マット 遮水シート 保護マット 遮水シート 保護マット 基盤	<p>上部遮水工 二重遮水シート</p> <p>岩ズリ</p> <p>地下水観測井戸 (上流側)</p> <p>底部遮水工 二重遮水シート</p> <p>地下水水位</p> <p>深層混合 処理工</p> <p>地下水観測井戸</p> <p>底部遮水工 直接工事費 ¥270,000 千円</p>
ベントナイト 不織布を 用いた場合	岩ズリ 保護土 保護マット 遮水シート <b>ベントナイト不織布<sup>※2</sup></b> 遮水シート 保護マット 基盤	<p>上部遮水工 二重遮水シート</p> <p>岩ズリ</p> <p>地下水観測井戸 (上流側)</p> <p>底部遮水工 二重遮水シート</p> <p>シート間： ベントナイト不織布</p> <p>地下水水位</p> <p>深層混合 処理工</p> <p>地下水観測井戸</p> <p>底部遮水工 直接工事費 ¥360,000 千円</p>

※2：ベントナイト不織布は、二重遮水シート間に敷設するなど遮水工と組み合わせることにより、膨潤性や自己修復性を生かして、複合遮水工として用いられる。

### 3.3 FEM沈下予測解析の変形係数について

第1回委員会での意見：

沈下予測のFEMにおいてdt-2層のN値から換算した変形係数を使用するのは問題でないのかとの質問について、N値だけでも問題はないと思うが、ボーリング調査をできるのならば実施してほしい。

#### ◆dt-2層の工学的特徴

dt-2層は礫とロームが混じり合う不均質な土質であるが、全体の傾向としては礫分が優勢な「礫質地盤」で、地層全体の平均N値は37を示す。

「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編」によると、杭基礎の支持層の目安としては砂質土・礫質土で  $N \geq 30$ 、粘性土で  $N \geq 20$  が示されている。当該地のdt-2層は、杭基礎の支持層と同等の強度を有しており、その変形性も極めて小さいと想定される。

#### ◆dt-2層の変形係数の設定方法および妥当性

dt-2層の変形係数は、N値からの一般的な推定式 ( $E=2,800N$ ; 「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編」に記載) を用いて算出している。

N値からの推定値は下図<sup>1)</sup>に示す孔内水平載荷試験から得られる変形係数  $E_m$  と N値の関係 ( $E_m=700N$ ) から地盤反力係数の換算係数  $\alpha$  (常時: 4) を用い  $E=4E_m=700N \times 4=2800N$  となっている。

構造物基礎の設計などで地盤の変形係数を設定する場合には、孔内水平載荷試験を行いこの結果から設定することが望ましい。

しかし、当該地盤のdt2層を見てみると、深度方向あるいは調査地点ごとにN値にバラツキが大きく、これらを全てに対して孔内水平載荷試験から変形係数を求めるのは、連続的な調査が必要で調査期間とコストを考慮すると現実的では無かったと考えられる。また、下図の孔内水平載荷試験から得られる変形係数  $E_m$  と N値の関係を見てもバラツキはあるものの、概ね良好な相関があると言える。

以上のことを勘案すると、dt2層全体を評価する場合には、平均N値による一般的な推定式  $E=2800N$  から設定することで妥当と判断できる。

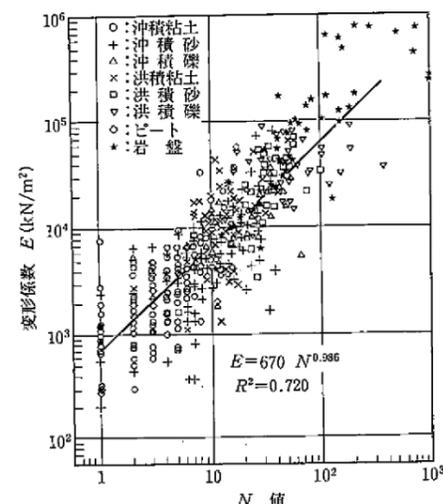
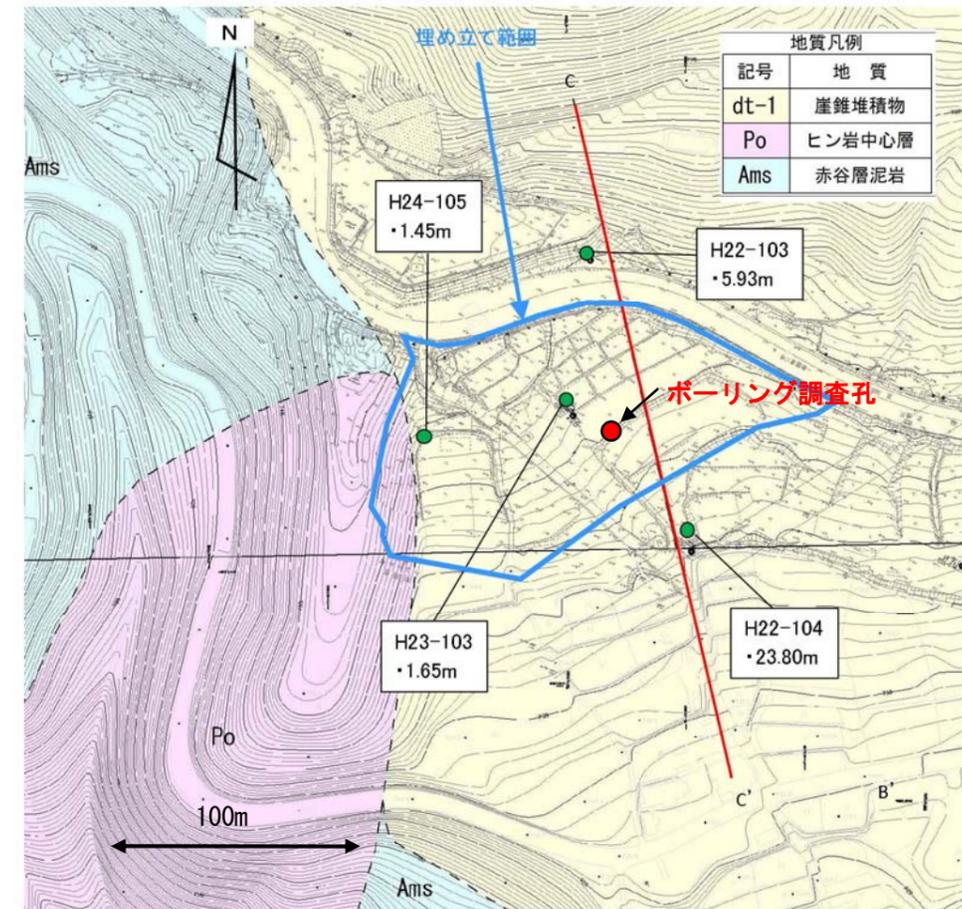
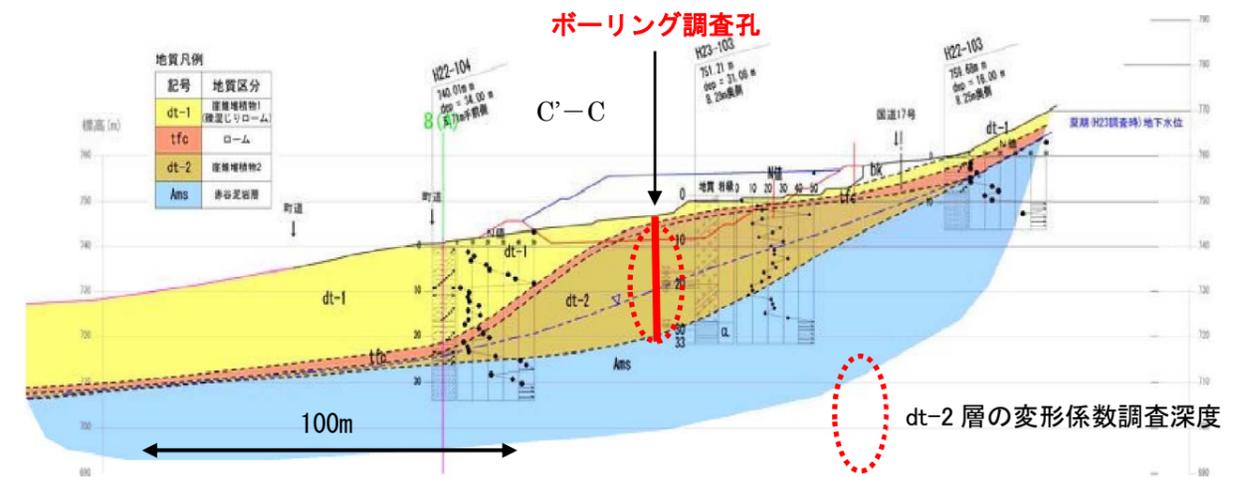


図-2.6.1 孔内載荷試験より得られた変形係数とN値との関係 (土谷・豊岡<sup>65)</sup>に加筆修正)

1) 地盤調査の方法と解説 地盤工学会 p687 より抜粋

#### 現時点における dt-2 層の変形係数の設定方法について→ボーリング調査により変形係数を確認

- dt-2層の分布層厚が最も厚い処理地中央付近にて孔内水平載荷試験による地盤の変形係数を把握するためのボーリング調査を計画する。
- [モニタリング孔を本資料 4.1.3 にて提案しているが、処理地外にあたり、dt-2層の分布は薄いと想定されるため、別に調査孔を計画する。]



### 3. 4 地盤改良の六価クロム溶出について

第1回委員会での意見：

地盤改良の深層混合で六価クロムが溶出する懸念についての資料を提示すること。

深層混合による地盤改良では、セメントまたはセメント系固化材を添加混合する。土と固化材を混合したセメント改良土中ではセメントの水和物が生成される。改良の対象となる土の種類によっては、セメントの水和反応（セメントと水が反応して不溶性のセメント水和物をつくり凝結固化する現象）が阻害される場合があり、本来、セメント水和物に固定される六価クロムが外部へ溶出しやすい状態で存在することがある。

そのため、地盤改良に用いる固化材は、「セメント及びセメント系固化材を使用した改良土の六価クロム溶出試験実施要領（案）の一部変更について：国官技第16号国営建第1号（平成13年4月20日）」に準じて、六価クロムの溶出量が環境基準値（0.05mg/L以下）を満足するものを用いる。また、対象地盤には水和反応を阻害しやすい火山灰質粘性土（tfc層）が含まれるため、施工後の改良体からの溶出量が環境基準を満足することを確認する。加えて、地下水のモニタリングを実施して、周辺環境へ影響が及んでいないことを確認する。

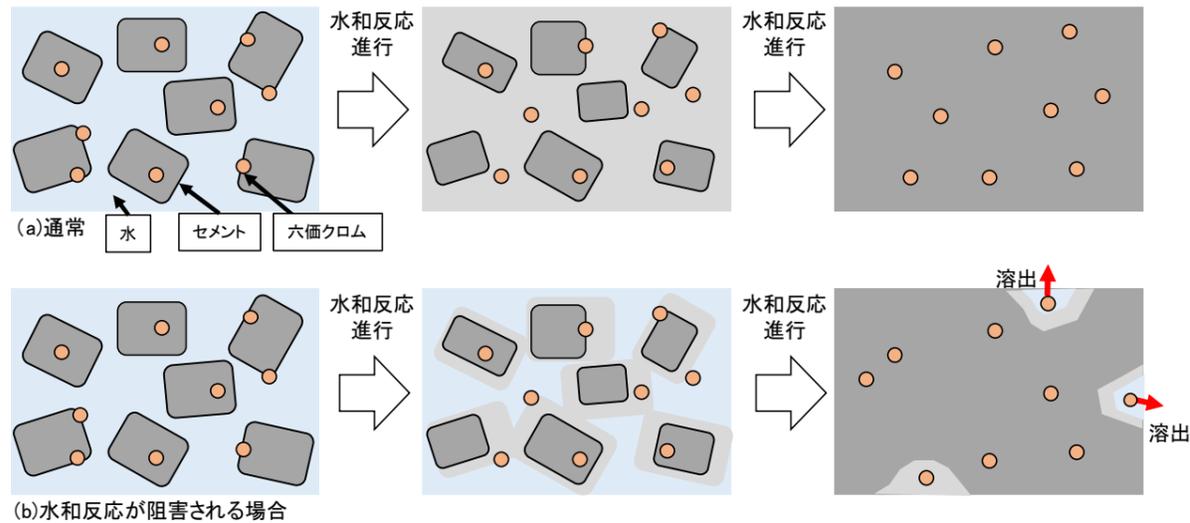


図 3. 4. 1-1 改良土中における六価クロムの挙動の概念

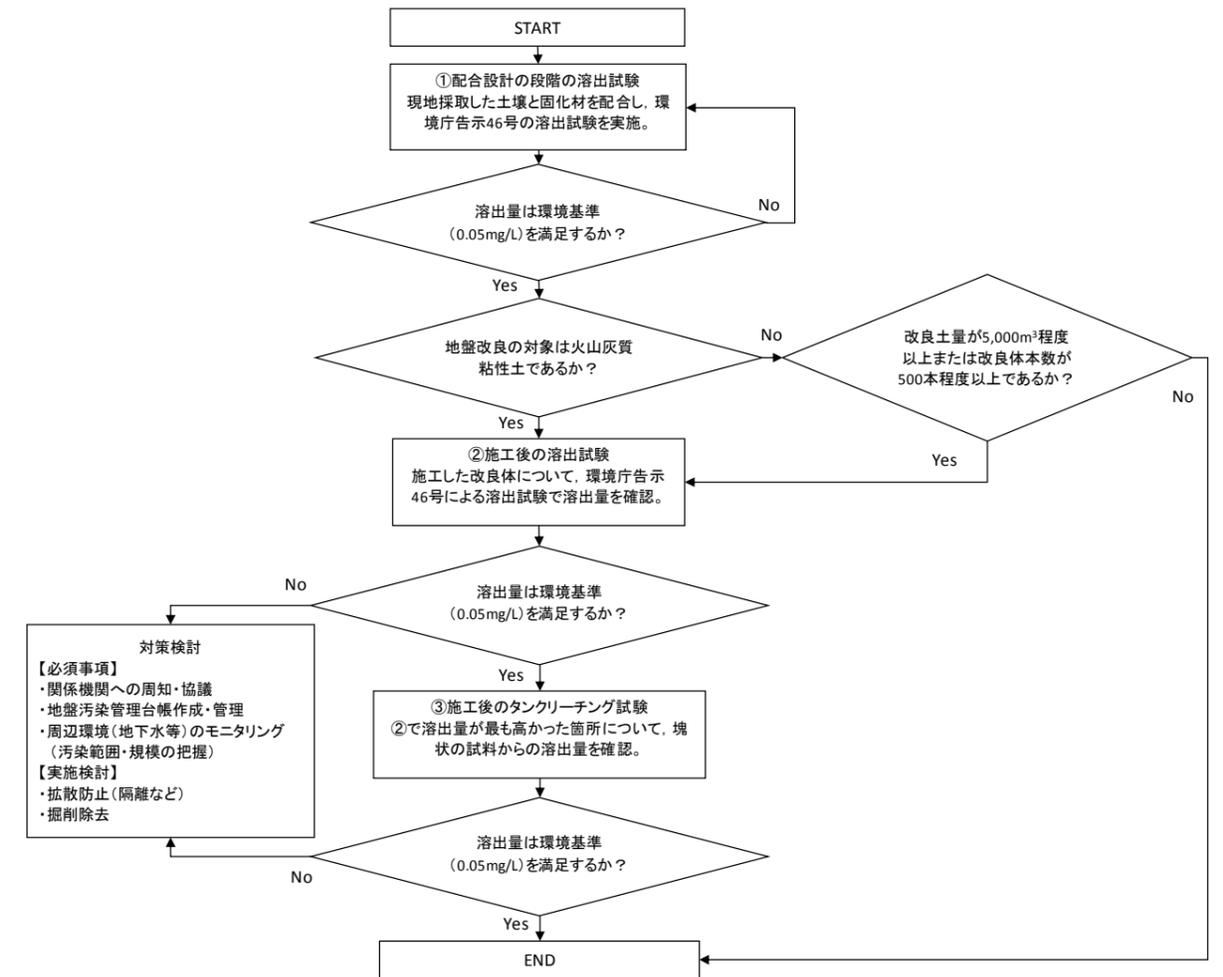


図 3. 4. 1-2 国官技第16号国営建第1号に準じた改良土の試験フロー

表 3. 4. 1-2 改良土の六価クロム溶出濃度および含有量の事例（対象土：火山灰質粘性土）

（セメント系固化処理土に関する検討最終報告書（案）：セメント系固化処理土検討委員会，平成15年6月30日）

表 3. 4. 1-1 ズリ活用地の地盤構成

地質年代	地層区分	構成物	性状	コア写真	平均N値※
第四紀 完新世	崖錐 堆積物 1	dt-1	礫混じりのローム層。基質はほぼ均質な茶褐色粘性土。φ1~3cmの安山岩、ひん岩角礫を含有。	H23-102孔14.5m付近：礫混じりローム	10
	ローム	tfc	茶褐色呈する火山灰質粘性土～シルトを主体とする。礫の混在はほとんどみられない。	H23-101孔11.5m付近：ローム	4
第四紀 更新世	崖錐 堆積物 2	dt-2	礫混じりのシルト～中砂層。安山岩、ひん岩、泥岩の礫（φ1~3cm）を多含する。	H23-101孔36.85m付近：粘土混じり礫	38
新第三紀 中新世	赤谷層 泥岩	Ams	暗灰色呈する堅硬・緻密な泥岩。潜在的に割れ目多く、コアは部分的に塊状～細片状呈す。割れ目沿い酸化みられる。	H23-101孔46m付近：岩盤	111

地盤改良  
対象層

※既往H22結果含む

固化材		六価クロム溶出濃度 (mg/l) <sup>*1</sup>	六価クロム含有量 (mg/kg) <sup>*2</sup>
種類	添加量 (kg/m <sup>3</sup> )		
普通 ポルトランドセメント	100	0.14	1.5
	200	0.16	4.6
	300	0.13	5.0
高炉セメントB種	100	0.04	0.8
	200	0.08	1.5
	300	0.09	2.0
セメント系固化材	100	0.15	2.6
	200	0.20	4.3
	300	0.19	4.7
新型固化材	100	0.04	1.1
	200	0.03	0.7
	300	0.02	<0.5
定量下限値		0.02	0.5

\*1：溶出試験は平成3年環境庁告示第46号による。  
\*2：含有量試験は平成15年環境省告示第19号による。  
その他：対象土は火山灰質粘性土。試験材齢は28日。

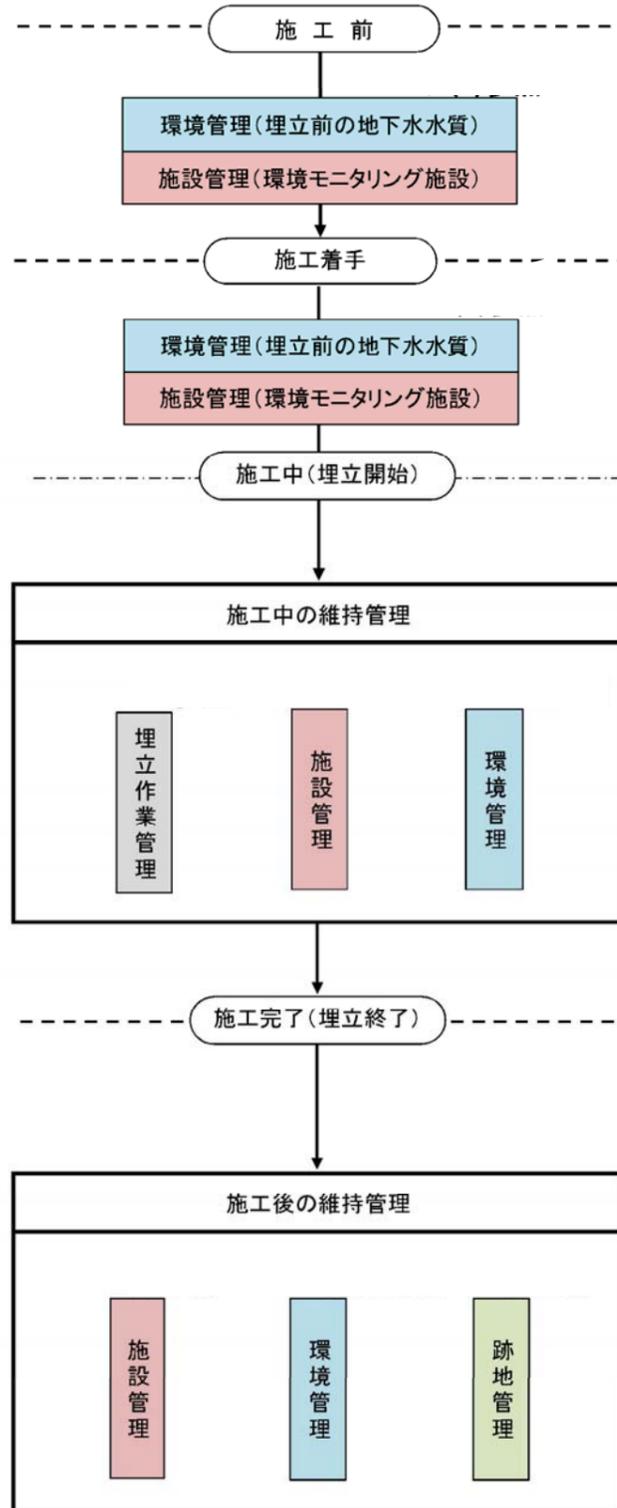
# 4. トンネル掘削ズリ処理対策

## 4. 1 モニタリング計画 (案)

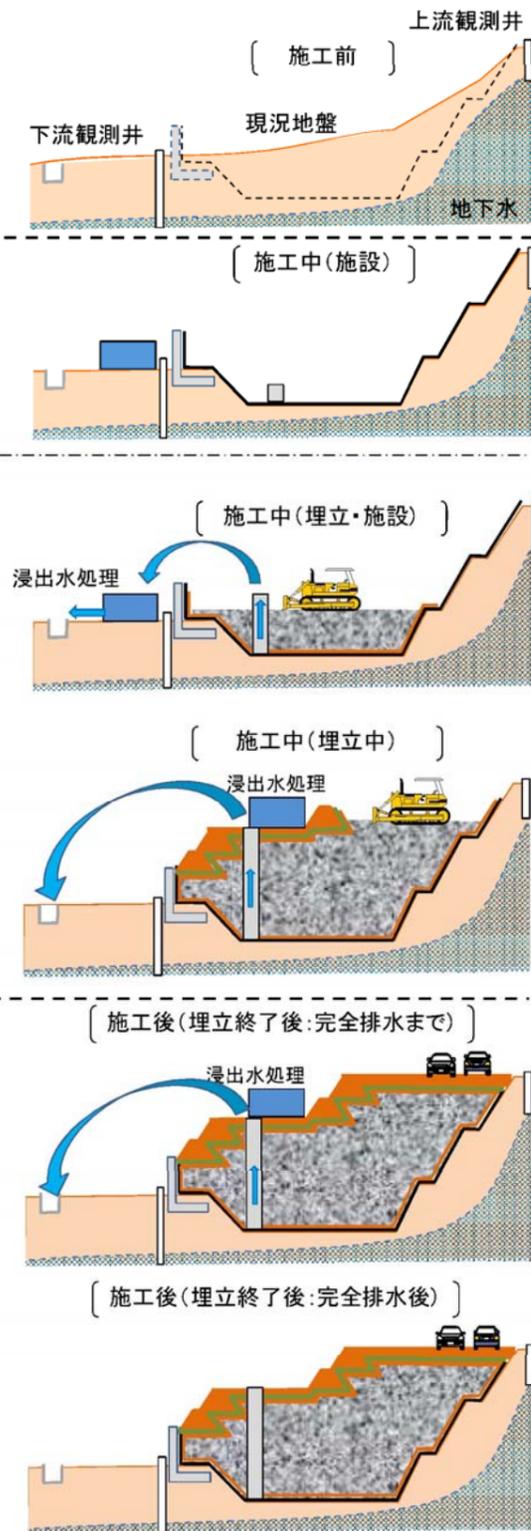
### 4. 1. 1 モニタリングの位置づけ

- 維持管理は、環境管理（地下水・浸出水）、施設管理、跡地管理に区分される。
- モニタリングは環境管理に該当し、施工前～後までの各段階での実施を計画する。

【維持管理の内容】



【現場・施工の状況】



施工前・施工中・施工後の維持管理			
埋立作業管理	施設管理	環境管理	跡地管理
底面・のり面部のシート破損に配慮した埋立て	ズリ活用地の施工時・完成後の管理	地下水への漏出対応とモニタリング	完成後の平地のシート破損防止管理
		<b>■地下水観測井</b> ・設置位置 ・深度・構造	
		<b>■モニタリング方法</b> 【バックグラウンド値の把握】 ・地下水観測井 ・周辺井戸水、水路水	
	<b>■施設の設置管理方法</b> ①貯留構造物 ②地下水集排水施設 ③遮水工 ④浸出水集排水施設	<b>■モニタリング方法</b> 【バックグラウンド値及び環境基準値との比較】 <b>■異常時の対応方法</b> ・監視体制 ・対応方針	
<b>作業管理方法</b> ・地盤改良管理			
	<b>■施設の設置管理方法</b> ①貯留構造物 ②地下水集排水施設 ③遮水工 ④浸出水集排水施設 ⑤雨水集排水施設 ⑥浸出水処理施設	<b>■モニタリング方法</b> 【バックグラウンド値及び環境基準値との比較】 <b>■異常時の対応方法</b> ・監視体制 ・対応方針	
<b>埋立作業管理方法</b> ・埋立手順 ・埋立方法 ・ズリ管理			
	<b>■施設の維持管理方法</b> ズリ浸出水の完全排水後には、⑥浸出水集排水施設を撤去 <b>■地震時・豪雨時・積雪時の管理・対応方法</b>	<b>■モニタリング方法</b> 【バックグラウンド値及び環境基準値との比較】 <b>■異常時の対応方法</b> ・監視体制 ・対応方針	<b>■跡地管理方法</b> ・平地のシート破損防止管理

4. 1. 2 ズリ活用計画地周辺の現況

井戸調査結果・水質分析結果



■井戸調査結果[平成 26 年 6 月 26 日調査]

- ・井戸はズリより計画地下流側に2箇所確認された。
- ・2箇所共に現在不使用、井戸径は共に0.8mである。
- 深度は井戸1が約17m、井戸2が約9mである。(深度は地盤からの深さ)
- ・井戸1はほとんど湛水がなかった。
- ・井戸2は0.6mの湛水深があり、地下水湧出が存在した。(下記参照)

【井戸2の地下水湧出量】

小型採水ポンプを仮設し採水した。採水時のデータから地下水湧出量を推定した。

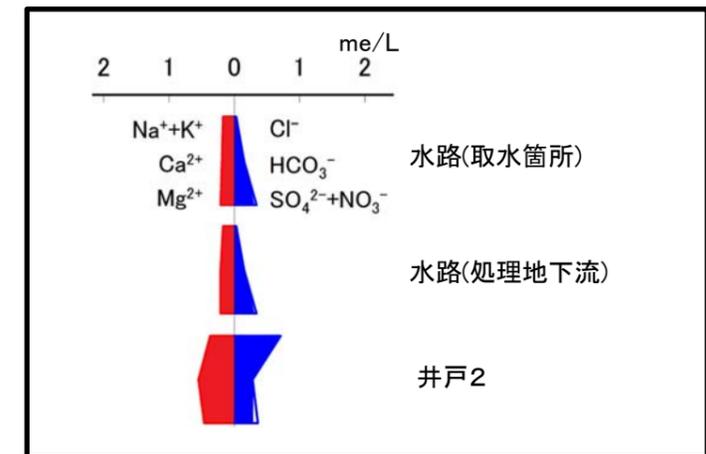
- ・揚水量 4.0L/min ・揚水時間 15分 ・総揚水量 60L ・井戸径 0.8m
- 総揚水量の水深換算 = 総揚水量/井戸面積 =  $0.06\text{m}^3 / (0.4^2 \times \pi) = 12\text{cm}$
- ・揚水前水位 8.20m ・揚水終了時水位 8.22m(2cm低下)

※総揚水量の水深換算(12cm)に比べ、実際の水位低下深(2cm)は小さいことから、井戸へ地下水の湧出が存在する。

・地下水湧出量 = (総揚水深 - 水位低下深) × 井戸面積 / 揚水時間  
=  $(12 - 2)\text{cm} \times (0.4^2 \times \pi) / 15\text{分} = 3.3\text{ L/min}$

■水質分析結果 [平成 26 年 6 月 26 日採水]

- ・分析地点: 水路(取水箇所), 水路(処理地下流), 井戸2
- ・分析項目: 重金属類, 溶存イオン項目, 飲料水簡易項目(井戸水), 農業用水項目(水路水), 等
- ・分析結果:
  - ・重金属類の検出はない。
  - ・溶存イオン項目  
ヘキサダイアグラムを下図に示す。  
水路水と井戸水は水質型が異なっている。

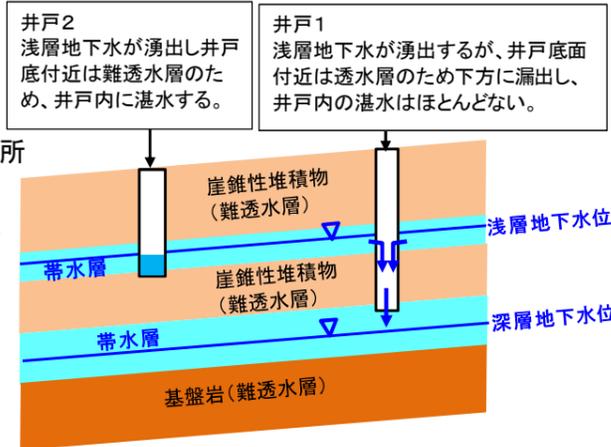


### 4.1.3 地下水観測井の設置計画(案)

【目的】ズリ活用地計画地周辺の地下水性状を把握し、適切な位置・深度のモニタリング井を設置する。

#### 【地下水の現状】

・現調査結果では、ズリ活用地計画箇所の中央付近に基盤(赤谷層泥岩 Ams)の谷が存在し、地下水はこれに沿って北西から南東方向へ流動していると想定されるが、現調査結果では、地下水位データが少なく、十分に把握されていない。  
 ・井戸周辺においては、浅層地下水の存在も予想される。(右上模式図参照図)



井戸周辺の地下水模式図

#### 【観測井設置方針】

・ズリ活用地計画箇所の上下流に地下水観測井を設置する。  
 ・下流側は、ズリ活用地計画箇所の下流側端ラインに沿って、3箇所の地下水観測井の配置を計画する。  
 ・H26-002: 基盤の谷西側の地下水流動  
 ・H26-003: 基盤の谷中央付近の地下水流動  
 ・H26-004: 基盤の谷東側の地下水流動  
 →3箇所の調査結果を比較し、流動方向及び流動が卓越する分布箇所を把握。  
 ・下流側掘削時のコア・水位変化等により、浅層地下水の存在が確認された場合、浅層地下水を対象とする地下水観測井を設置する。

#### 【観測計画】

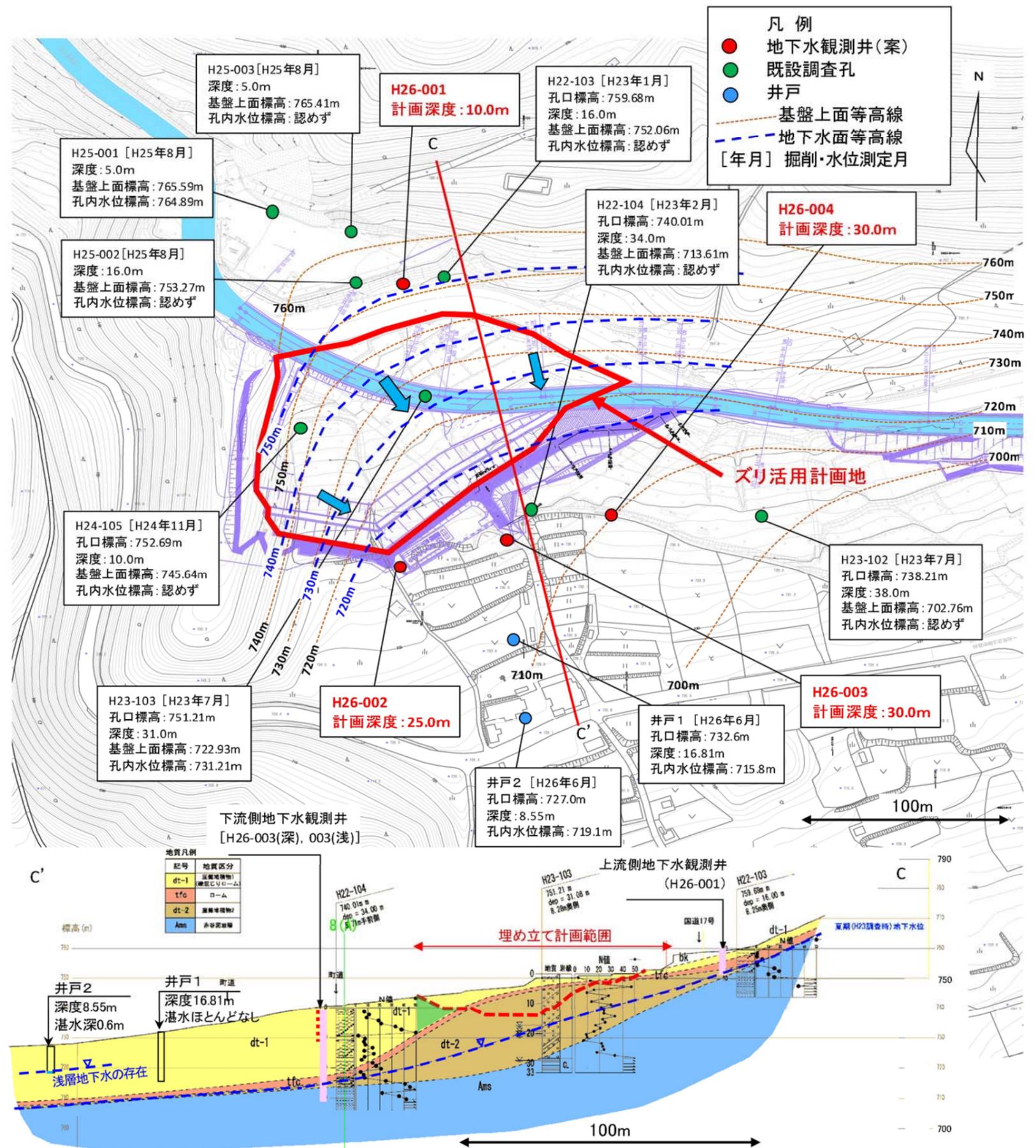
・上流側1箇所、下流側3箇所  
 ・施工前の水位・水質(pH, EC, 重金属類)モニタリングを実施し、施工後までのモニタリング箇所を判断する。

孔番	位置	計画深度	現位置試験
H26-001	・上流側観測井設置	10.0m	地下水原位置試験 ・現場透水試験 ・簡易揚水試験 (透水性の把握)
H26-002	・下流側地下水観測井	25.0m	
H26-003	・下流側地下水観測井	30.0m	
H26-004	・下流側地下水観測井	30.0m	

\*H26-002, 003, 004の掘削結果(コア状況、掘進中の水位変化等)により、浅層地下水が認められた場合には、浅孔の観測孔を設置する。

\*φ86mmオールコアボーリングによって地質状況を確認する。

\*H26-003は、応急対応時の揚水井としても併用するため、φ250mm程度の井戸仕上げを予定する。



#### 4. 1. 4 浸出水処理の基本方針と処理フロー

##### ■浸出水処理の基本方針

・ズリ活用地で発生する浸出水は、「水質汚濁防止法に基づく一律排水基準」及び「群馬県の生活環境を保全する条例(平成12年3月23日 条例第50号)による上乘せ基準」を遵守して処理し排出する。

・ズリは無機質であることから、生物化学的酸素要求量、化学的酸素要求量は該当せず、酸性水に係る水素イオン濃度(pH)、造成工事やクラッシングされたズリの微細な屑などが要因となる浮遊物質質量(SS)を対象とする。

・重金属については、下表のとおりボーリングコアを用いた土壌溶出量試験では砒素が、暴露試験では砒素のほか、カドミウム、セレンが一律排水基準を超過している。

濁水処理では主として凝集沈殿法が用いられ、重金属も同法で除去されることや、SS成分の凝集時に一緒に取り込まれ共沈することが知られている。したがって、現段階ではSSと重金属の処理方式として凝集沈殿法とし、重金属に関しては水質を確認しながら処理を行う。

項目	単位	試験結果			一律排水基準値
		抽出	土壌溶出量試験	暴露試験	
水素イオン濃度(pH)		最低値	4.6	2.1	5.8以上8.6以下
電気伝導率	mS/m	最高値	18.7	-	-
カドミウム及びその化合物	mg/L	最高値	<0.005	0.127	0.1mg/L以下
鉛及びその化合物	mg/L	最高値	0.001	0.077	0.1mg/L以下
砒素及びその化合物	mg/L	最高値	0.11	1.3	0.1mg/L以下
セレン及びその化合物	mg/L	最高値	0.007	0.77	0.1mg/L以下
六価クロム化合物	mg/L	最高値	<0.01	0.41	0.5mg/L以下
水銀及びその化合物	mg/L	最高値	<0.0005	<0.0005	0.005mg/L以下
ふっ素及びその化合物	mg/L	最高値	1.5	7.9	8mg/L以下
ほう素及びその化合物	mg/L	最高値	0.1	0.17	10mg/L以下

上記データはトンネル断面近傍のボーリングコア試験結果を抽出。  
暴露試験の粒径40mmとズリ粒度に比べ小さいことや、通過雨水と試料の固液比が実際より小さいと考えられることから暴露試験の重金属濃度は高めの結果と考えられる。

##### ・計画流入水質・処理水質(下表)及びモニタリング項目

水質項目	単位	計画流入水質	処理水質
pH	-	3.5	5.8~8.6 ※1
SS	mg/L	600	50 ※1
重金属類	mg/L	-	※2

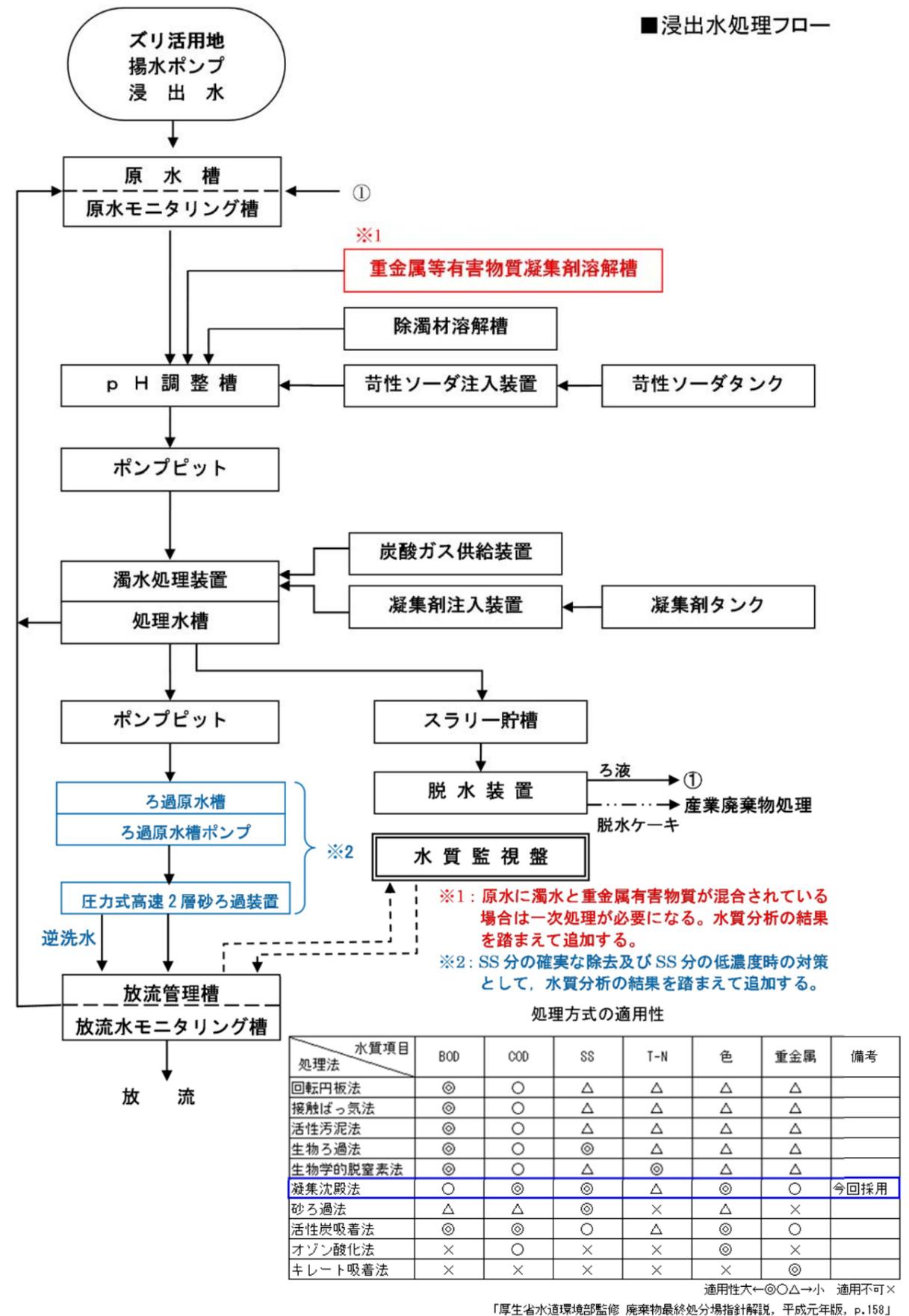
※1：群馬県の生活環境を保全する条例  
※2：水質汚濁防止法に基づく排水基準を遵守  
pHの計画流入水質は、現トンネル排水のデータをもとに設定  
SSの計画流入水質は、「建設工事における濁水・泥水の処理工法」のSS濃度の平均値

・浸出水処理施設の規模：処理能力 60m<sup>3</sup>/hr(30m<sup>3</sup>/hr×2系統)

・：降雨強度等から求めた浸出水量が埋め立て地内水位 50cm を超えない施設規模。

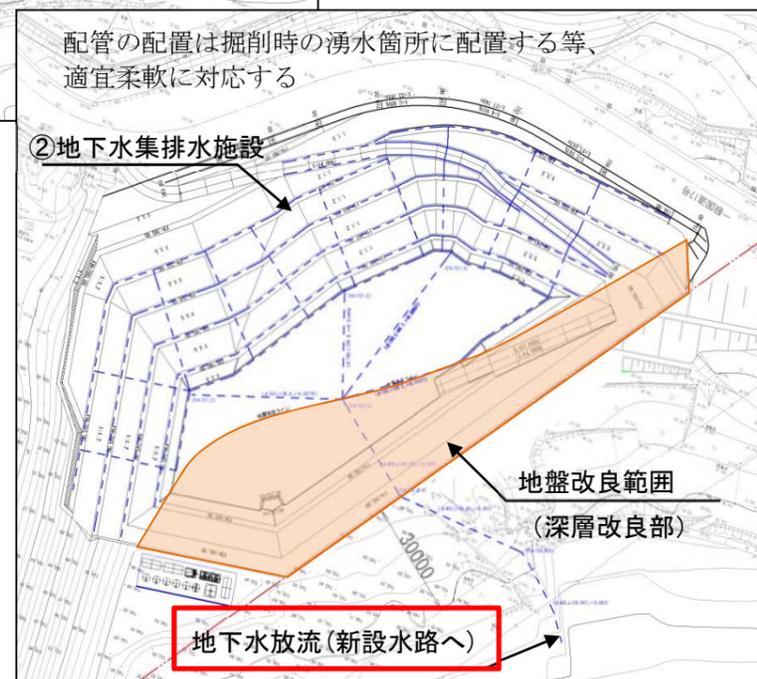
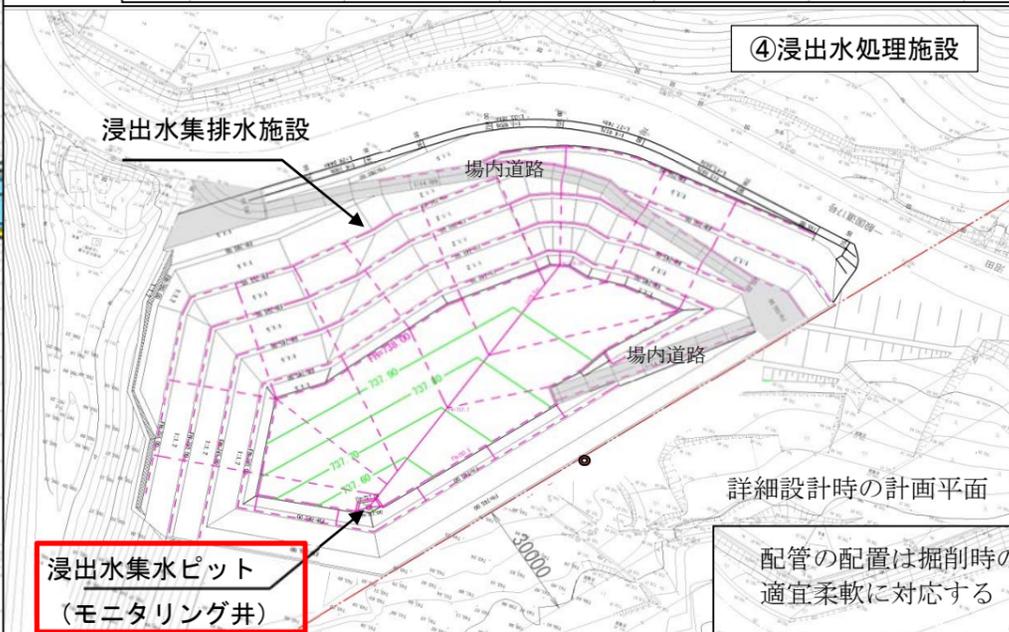
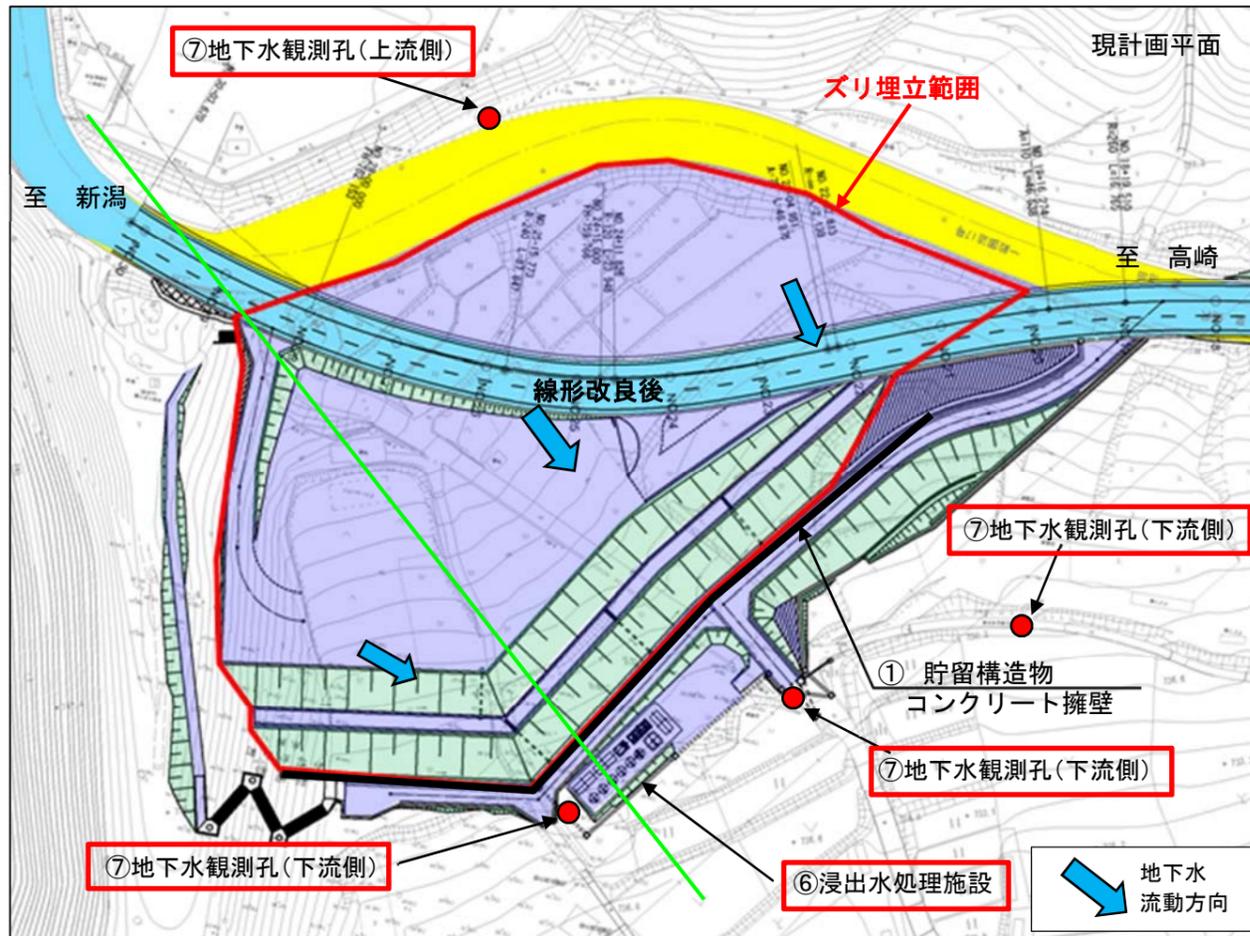
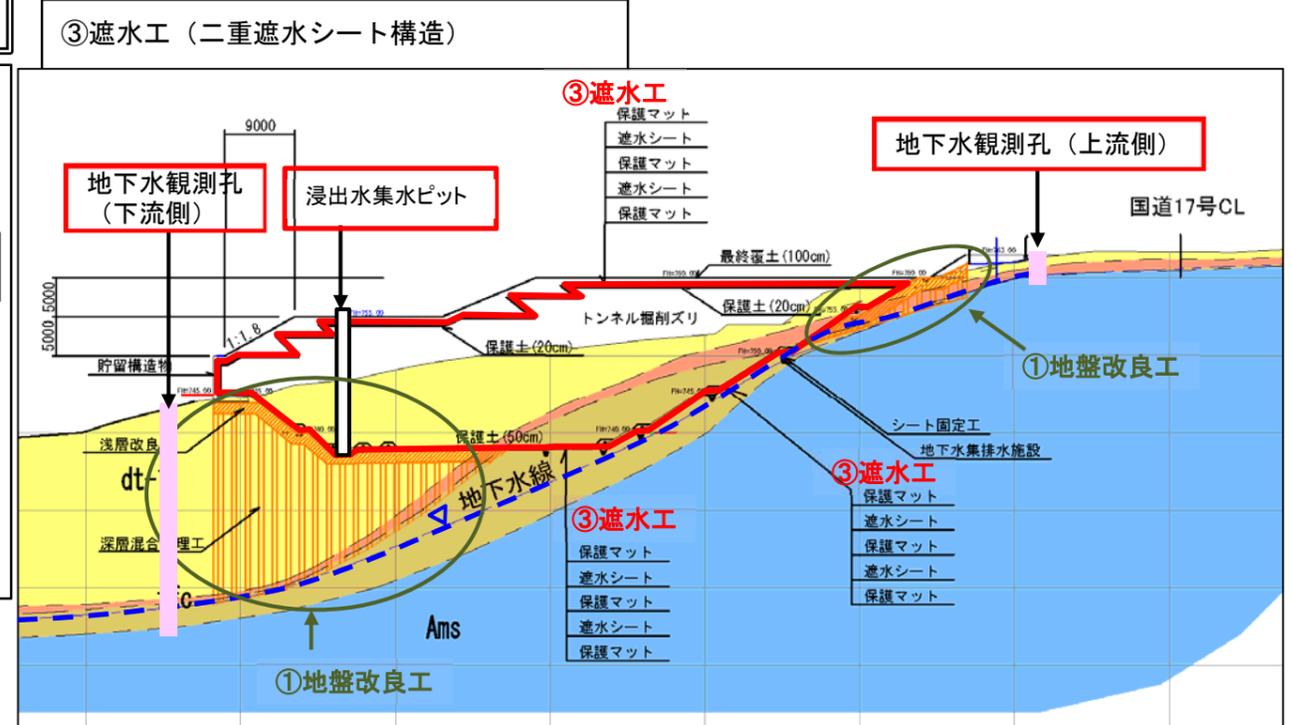
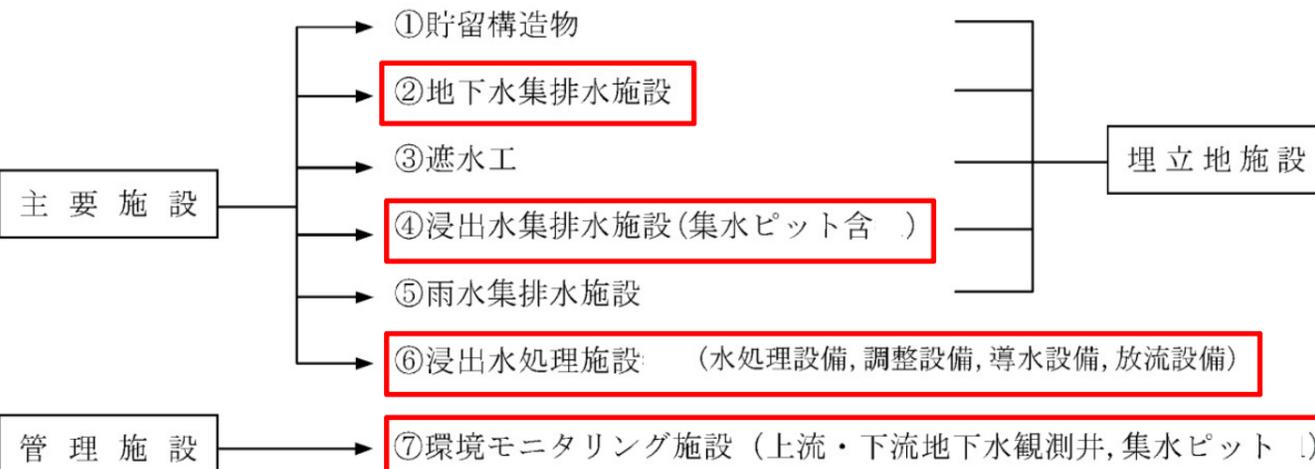
・処理水は、現存する農業用水路とは別に新設する水路に排水する。

##### ■浸出水処理フロー



4. 1. 5 施工前～完成後までのモニタリング計画

モニタリング位置



モニタリング対象地点

4. 1. 5 施工前～完成後までのモニタリング計画

モニタリング基本方針とモニタリング方法

■モニタリングの基本方針

【施工前】 周辺地下水・井戸水・水路水について、事前調査を行い、バックグラウンド値を得ておく。水質項目は pH・EC・重金属類のほか、井戸水・水路水については利用目的(飲料水簡易項目、農業用水項目)による水質項目を実施する。着工まで期間が短いことから、水位は自記観測とし、水質分析は調査頻度を月1回として、項目は基準項目全てを実施する。

【施工中】 り活用地からの浸出水と地下水排水を追加モニタリングし、浸出水に関してはなくなるまで継続する。浸出水と地下水排水の重金属類水質分析は簡易機器を用いた毎日の観測とする。水質分析項目は、トンネル付近のボーリングコア溶出試験及び施工前調査により検出された項目について実施する。飲料水項目・農業用水項目は施工に関連すると考えられる項目を抽出して実施する。

【完成後】 浸出水処理施設撤去後のモニタリング終了時期については、水位や水質がある程度一定となった状態でのモニタリング結果がバックグラウンド値・基準値を上回らないことを2年以上確認すればモニタリングを完了する。<sup>1)</sup>

1)参考:「建設工事における自然由来重金属含有岩石・土壌への対応マニュアル(暫定版)より」

項目	地点	観測項目	施工前 (掘削前まで)		施工中 (埋立て前まで)		施工中 (埋立て開始～道路完成まで)		完成後 (浸出水がなくなるまで)		通常管理 (浸出水処理施設撤去後)		記事
			頻度	方法	頻度	方法	頻度	方法	頻度	方法	頻度	方法	
地下水	・上流観測井 [1孔] ・下流側観測井 「3孔(浅層地下水が確認された場合は浅孔も実施)」	pH,EC	1回/月	携帯計	1回/月	携帯計	1回/月	携帯計	1回/月	携帯計	1回/1～3ヶ月	携帯計	
		重金属類 <sup>1)</sup>	1回/月	室内分析	1回/月	室内分析	1回/月	室内分析	1回/月	室内分析	1回/1～3ヶ月	室内分析	
		主要溶存イオン <sup>4)</sup>	1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析	
		水位	自動計測	自記計	自動計測	自記計	自動計測	自記計	自動計測	自記計	自動計測	自記計	
井戸	・井戸1 (水質は採水可能時のみ) ・井戸2	pH,EC	1回/月	携帯計	1回/月	携帯計	1回/月	携帯計	1回/月	携帯計	1回/1～3ヶ月	携帯計	・井戸1は水位観測により湛水が継続して確認された時点で実施する。
		重金属類 <sup>1)</sup>	1回/月	室内分析	1回/月	室内分析	1回/月	室内分析	1回/月	室内分析	1回/1～3ヶ月	室内分析	
		主要溶存イオン <sup>4)</sup>	1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析	
		飲料水項目 <sup>2)</sup>	1回/月	室内分析	1回/月	室内分析	1回/月	室内分析	1回/月	室内分析	1回/1～3ヶ月	室内分析	
		水位	自動計測	自記計	自動計測	自記計	自動計測	自記計	自動計測	自記計	自動計測	自記計	
水路水	水路上下流 (2地点)	pH,EC	1回/月	携帯計									・用水路は地表に位置するため、ズリ処理地からの汚染水は流入せず水質影響は小さいと考えられるが、施工中後の水質変化有無の情報があつたときに対応するため、施工前にバックグラウンドを把握しておく。
		重金属類 <sup>1)</sup>	1回/月	室内分析									
		主要溶存イオン <sup>4)</sup>	1回/3ヶ月	室内分析									
		農業用水項目 <sup>3)</sup>	1回/月	室内分析									
		流量	1回/月	容器法									
浸出水	水処理施設 (原水、放流水)	pH,EC,濁度(SS)	-	-			自動計測	自記計	自動計測	自記計	-	-	・濁度計測からSSへ換算する。
		重金属類 <sup>1)</sup>	-	-			1回/日	簡易機器	1回/日	簡易機器	-	-	・毎日の観測は簡易機器によるが、1回/1ヶ月は確認のため室内分析を実施する。
		主要溶存イオン <sup>4)</sup>					1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析			
	集水ピット	水位	-	-			自動計測	自記計	自動計測	自記計	-	-	
地下水排水	排出地点	排水量	-	-			1回/日	容器法	1回/日	容器法	1回/1～3ヶ月	容器法	・排水があれば、排水量と水質を調査
		pH,EC	-	-			1回/日	携帯計	1回/日	携帯計	1回/1～3ヶ月	携帯計	
		主要溶存イオン <sup>4)</sup>					1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析	1回/3ヶ月	室内分析	
		重金属類 <sup>1)</sup>	-	-			1回/日	簡易機器	1回/日	簡易機器	1回/1～3ヶ月	室内分析	・毎日の観測は簡易機器によるが、1回/1ヶ月は確認のため室内分析を実施。

・施工中～通常管理時に水質変化等の情報があつたときに、適宜追加実施する。

区分	施工前(掘削前まで)		施工中～施工後	
	選定基準	分析項目	選定基準	水質分析項目
1)重金属類+pH	地下水環境基準のうち重金属類及びトンネル地山地下水で検出されている亜鉛+pH	カドミウム、六価クロム、シアン、総水銀、アルキル水銀、セレン、鉛、ヒ素、フッ素、ホウ素、亜鉛、pH	「建設工事における自然由来重金属含有岩石・土壌への対応マニュアル」の対象物質のうち、土壌溶出試験・暴露試験にて検出された項目及び施工前調査により検出された項目	カドミウム、六価クロム、セレン、鉛、ヒ素、フッ素、ホウ素、亜鉛、pH
2)飲料水簡易項目等	今後井戸水を飲用に利用することを考慮して、飲料水簡易項目と色に関する項目(鉄、マンガン)を計画	大腸菌、一般細菌、塩化物イオン、TOC、臭気、色度、濁度、鉄、マンガン	左記項目のうち、施工に関連すると考えられる項目を抽出。(有機系項目は除外)	色度、濁度、鉄、マンガン
3)農業用水等項目	水田灌漑に利用されていることから、農業用水項目及び着色に関する項目(鉄、マンガン)を計画。亜鉛は重金属類にて実施のため除外	COD、SS、銅、全窒素、DO、EC、鉄、マンガン	左記項目のうち、施工に関連すると考えられる項目を抽出。(亜鉛は重金属類にて実施のため除外。総窒素は肥料起源も考えられ、農地を改変することから選定)	SS、全窒素、EC、鉄、マンガン
4)主要溶存イオン項目	水を分類するために、測定される主要溶存イオン項目	重炭酸イオン、塩化物イオン、硫酸イオン、硝酸イオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン	水を分類するために、測定される主要溶存イオン項目	重炭酸イオン、塩化物イオン、硫酸イオン、硝酸イオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン、マグネシウムイオン

観測頻度区分

自動計測
毎日
1回/月
1回/1～3ヶ月。少なくとも1年間は1回/1ヶ月。水質の定常化が確認された後は1回/3ヶ月。
1回/3ヶ月

※水温は、基礎的項目として採水時に測定を実施する。  
※重金属濃度の測定には浮遊性物質が濃度に影響するため、試料水のフィルタリングを行う

## 4. 2 漏出防止及び漏出したときの対策（案）

### 4. 2. 1 漏出防止及び漏出した時の対策（案）

#### (1) 漏出防止対策

- 漏出防止対策については、第1回検討委員会の審議結果を受けて、「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル」に記載の工法から、遮水性（ズリ活用地からの重金属等汚染水の漏出防止性）や長期確実性・安定性に優れた二重遮水シート工法を採用する。

#### (2) 漏出した時の応急対策

- ズリ活用地の埋立中及び埋立完了後において環境基準を超過するような地下水汚染が確認された場合には、活用地周辺の水・土壌環境汚染や人への健康被害の防止を目的として、応急的に汚染の拡散を防止する対策（応急対策）を講じる必要がある。

- ズリ活用地及び活用地周辺の地下水汚染は、活用地に埋め立てられた重金属含有ズリから流出する浸出水が遮水シートの破損部から地下水系へ漏出することによって発生することが多いことから、漏出した時の応急対策メニューとしては、次の2つが基本となってくる（図4.2.1-1）。

《応急対策の基本メニュー》

- ① 浸出水の汲み上げと浸出水処理
- ② 汚染地下水の汲み上げと汚染水処理
- ・（その他流入水対策など）

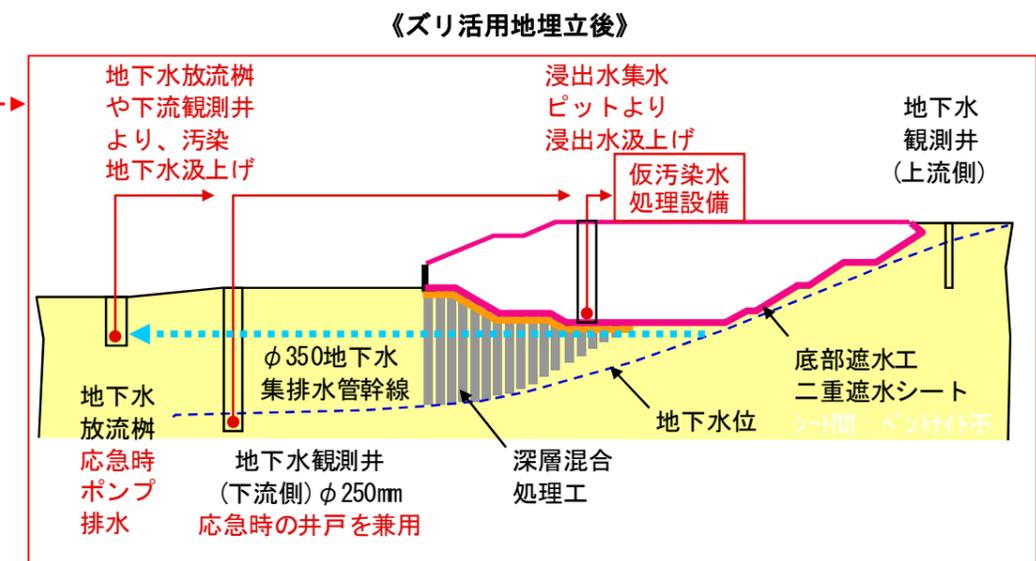
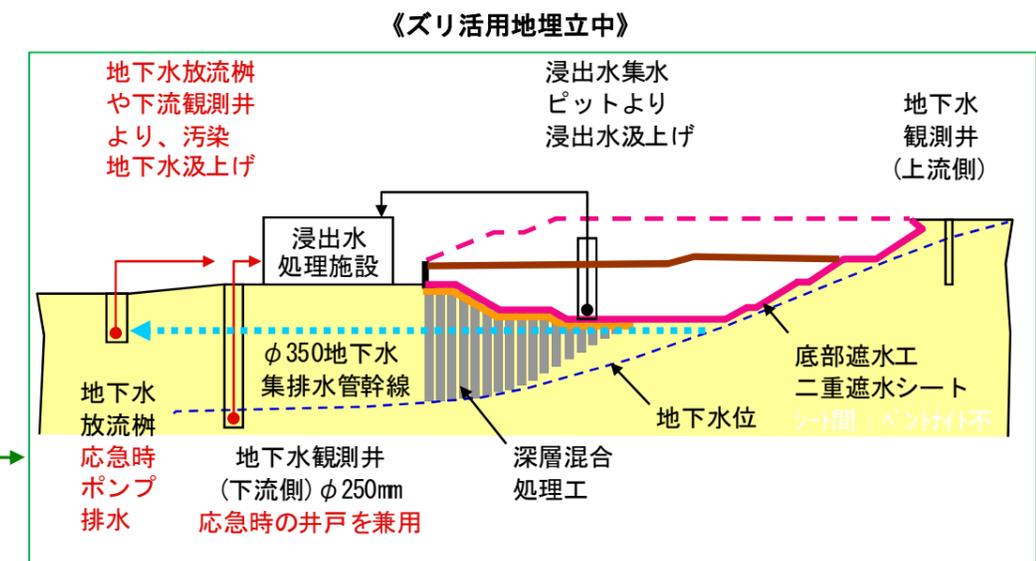
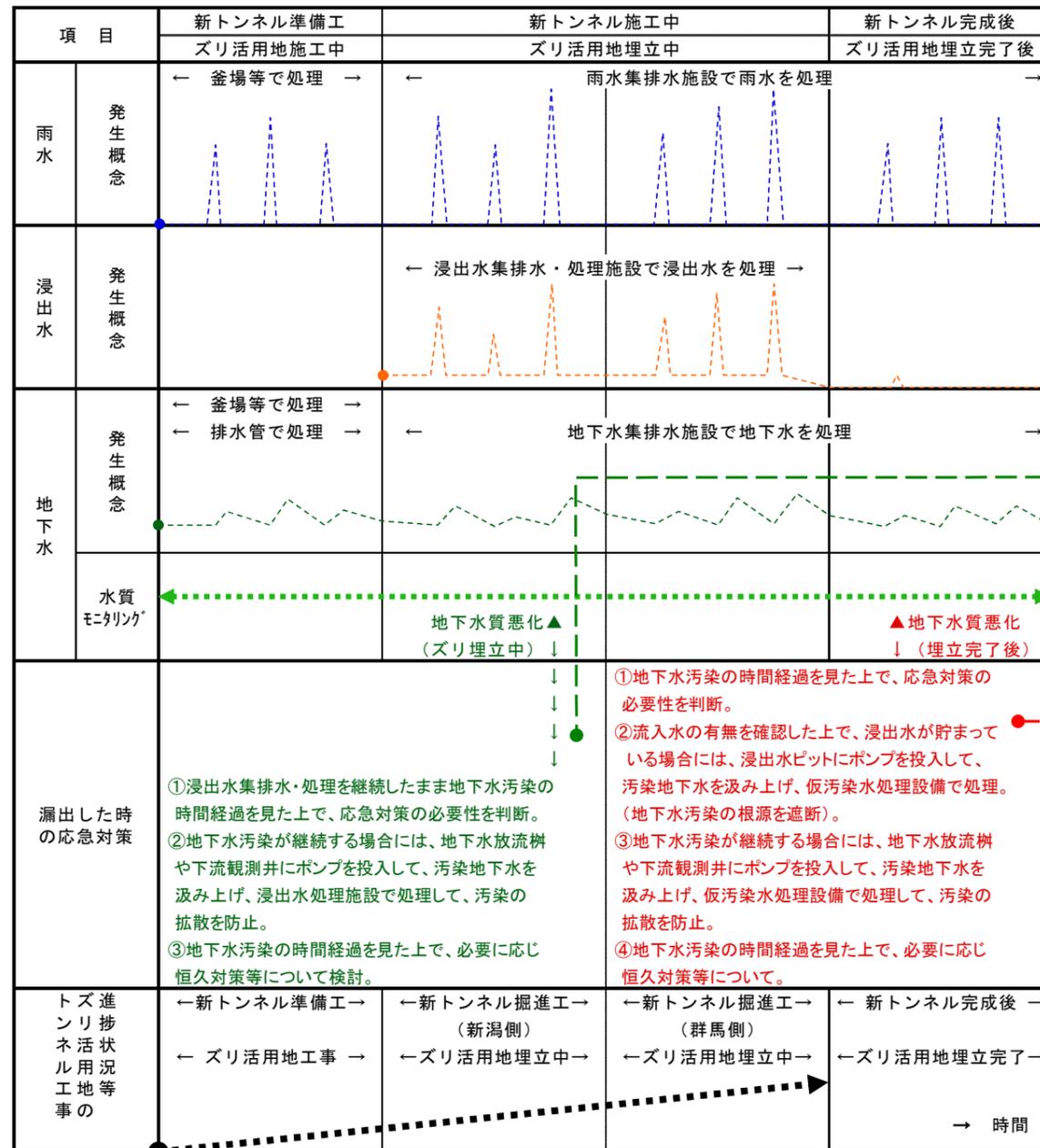


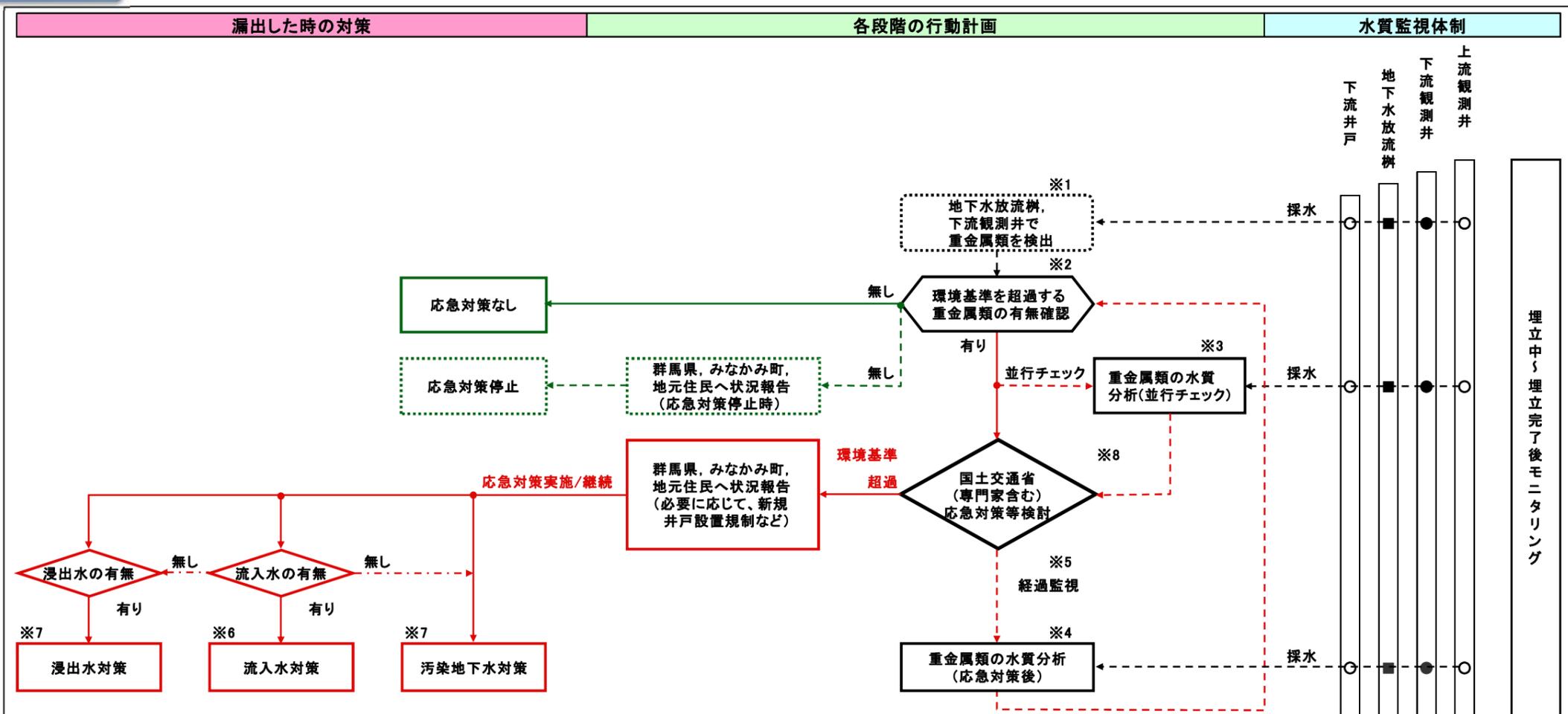
図 4. 2. 1-1 ズリ活用地の埋立中及び埋立完了後における漏出した時の応急対策基本メニュー

4. 2. 2 監視体制と各段階の行動計画（案）

ズリ活用地埋立中～埋立完了後における汚染水が漏出した時の対策・各段階の行動計画・水質監視体制フロー

・右図に、ズリ活用地埋立中～埋立完了後における汚染水が漏出した時の対策・各段階の行動計画・水質監視体制フローを示す。

・遮水シート破損等によって汚染水が漏出した時には、まず、地下水放流柵（地下水集排水幹線の出口）での、次いで下流観測井での水質悪化が予想されることから、本計画では両者の重金属類モニタリングに重点を置いた計画とした。



注 記

- ※1 漏出した時の行動をコントロールする基本水質判定指標
  - 漏出した時の行動をコントロールする基本水質判定指標は、埋立中、埋立完了後共に重金属類(環境基準)とする。
  - 理由1: pHは、ズリ活用地から地下水系への酸性汚染水の大量漏出がない限り有意な低下を示し難いため、基本水質判定指標として不適である。  
(∴.pHは、バックグラウンド値把握、無漏出時/漏出時の時系列水質監視のための参考指標と位置付ける)
  - 理由2: ECは、現地地下水のECと重金属類のデータが相当量蓄積されて両者間の相関特性が明らかになっていない現状では、基本水質判定指標として不適である。  
(∴.ECは、バックグラウンド値把握、無漏出時/漏出時の時系列水質監視のための参考指標と位置付ける)
- ※2 環境基準を超過する重金属類の有無確認
  - ・ 携帯型計測器(地下水放流柵)或いは室内分析(地下水放流柵, 下流観測井)により、環境基準を超過する重金属類の有無を確認。
- ※3 重金属類の水質分析(並行チェック)
  - ・ 重金属類の汚染項目・程度・分布をチェックするため、埋立中、埋立完了後共に、上流観測井, 下流観測井, 地下水放流柵, 下流井戸で早期採水し、重金属類の公定分析を行う。
- ※4 重金属類の水質分析(緊急対策後)
  - ・ 環境基準を超過した重金属類を主体として、埋立中、埋立完了後共に、上流観測井, 下流観測井, 地下水放流柵, 下流井戸で採水し、重金属類の公定分析を行う。
- ※5 経過監視
  - 埋立中: EC/pHの時系列水質監視、ズリ活用地内外のモニタリング設備の作動状況監視など
  - ◎ 埋立完了後: 同左
- ※6 流入水対策
  - 埋立中: 埋立済み区画表面のシート被覆による降雨浸透抑制, 上流側の地下水汲上げ井戸設置による地下水位低下など
  - ◎ 埋立完了後: 穿孔動物の穴掘りや樹木根の地下侵入等に起因した上部平地部/法面部のシート破損箇所の補修, 上流側の地下水汲上げ井戸設置による地下水位低下など
- ※7 緊急対策
  - 埋立中:
    - ・ 浸出水処理の継続(埋立中には、浸出水集排水・処理施設あり)
    - ・ 地下水放流柵/下流観測井へのポンプ投入→汚染地下水の汲み上げ→浸出水処理施設での処理
    - ・ 必要に応じ、流入水対策の追加
  - ◎ 埋立完了後:
    - ・ 浸出水集水ピットへのポンプ投入→浸出水の汲み上げ→仮汚染水処理設備での処理
    - ・ 地下水放流柵/下流観測井へのポンプ投入→汚染地下水の汲み上げ→仮汚染水処理設備での処理
    - ・ 必要に応じ、流入水対策の実施
- ※8 漏出した時の国土交通省 高崎河川国道事務所(専門委員含む)の主な検討項目
  - 埋立中:
    - ・ 汚染項目・程度・分布・推移の把握, 漏出原因想定・究明, 緊急対策の要否・方法, モニタリング重点項目・頻度, 埋立工事停止の要否(必要に応じて、新規井戸設置規制の要否, 恒久対策の要否)など
  - ◎ 埋立完了後:
    - ・ 汚染項目・程度・分布・推移の把握, 漏出原因想定・究明, 緊急対策の要否・方法, モニタリング重点項目・頻度(必要に応じて、新規井戸設置規制の要否, 恒久対策の要否)など

## 5. トンネル施工中・完成後の排水対策

### 5.1 トンネル施工中の排水対策

#### 5.1.1 施工中のモニタリング（案）

##### (1) 基本方針

- トンネル施工中は、トンネル排水の汚染状態等の把握・記録するため、トンネル排水の連続的なモニタリングを行う。また、周辺河川等についてもトンネル排水の環境影響を把握するため定期的なモニタリングを行う。
- トンネル施工中のモニタリングは処理水の性状把握・緊急対応の有無に重きを置いた処理水の連続観測と、周辺環境に及ぶ施工の影響評価のための周辺河川・現トンネル排水の定期観測を行う。

##### (2) モニタリング方法

###### ①モニタリング地点

モニタリング地点は、既設観測点に加えて、処理排水・施工の影響が周辺環境・湯沢町非常用水源井戸に及ぶか否かを把握するため、新たな観測点（浅貝地点等）を設置する（図5.1.1-1）。なお、バックグラウンドを把握するため、モニタリングは施工前から開始（1回/月程度）する。また、湯沢町の定期観測点（浅貝橋）の結果も参照する。

###### ②モニタリングの項目

モニタリングの主要項目は、pH・電気伝導度（EC）・水温・流量・浮遊物質量（SS）・重金属類（カドミウム、鉛、砒素、ふっ素、ほう素、セレン、亜鉛）・生物化学的酸素要求量（BOD）、主要溶存イオンとする（表5.1.1-1）。

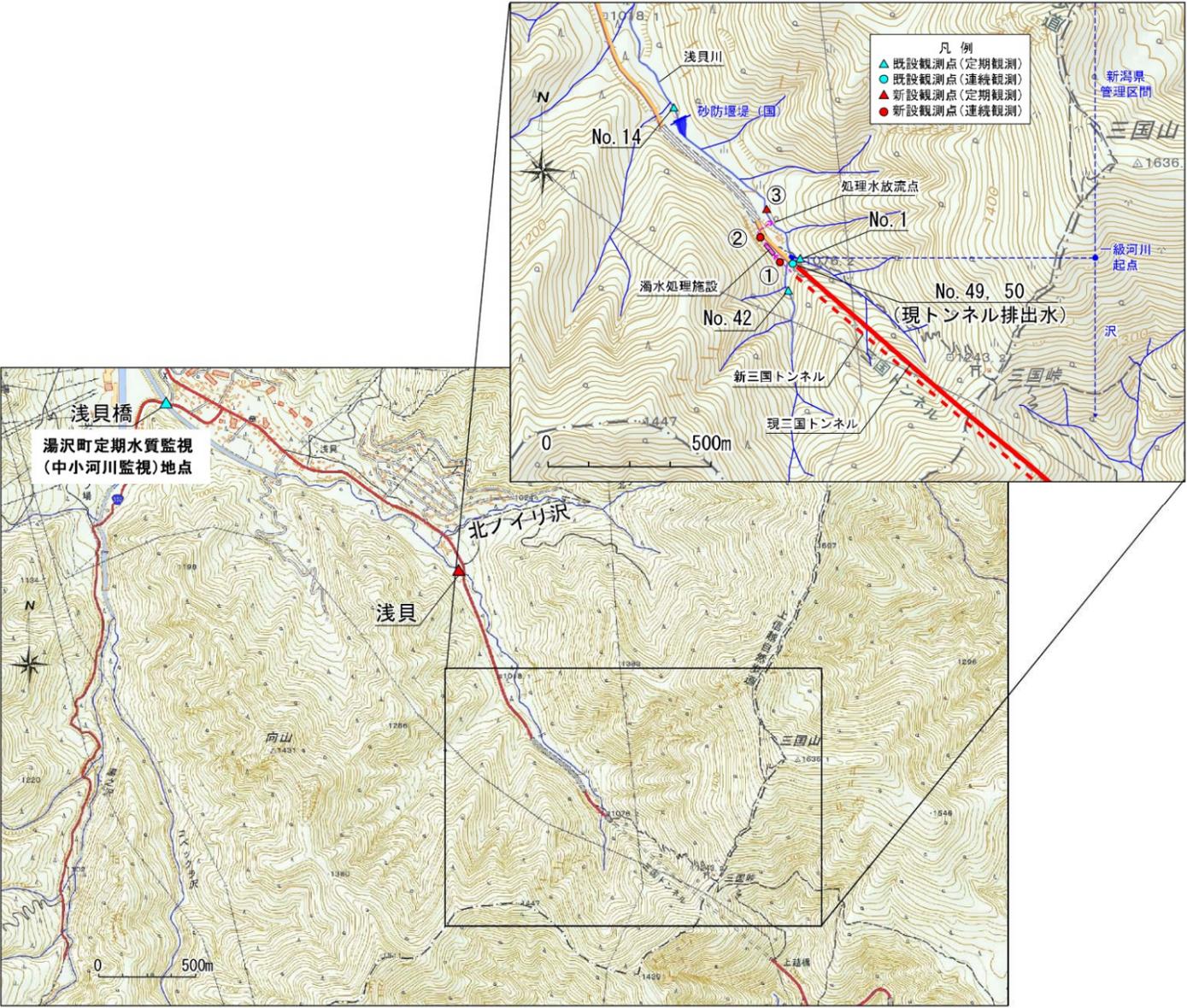


図 5.1.1-1 トンネル施工中のモニタリング地点

- \* 浅貝：湯沢町の非常用水源井戸の直上にあたる浅貝川・北ノイリ沢合流部の上流に位置。井戸に影響する水質変化の把握を主眼。
- \* No. 1・14・42：トンネルが直接的に影響すると推定される流域の末端部に位置。施工に伴う水質・流量の変化（濁水影響含む）の把握。
- \* ①・②・③：新トンネルの排水の把握に関連した観測点。①は処理前・濁水処理施設に流入直前の排水、②は処理後・放流直前の排水、③は排水放出地点の下流。③は処理過程の漏水の把握に着目。
- \* No. 49・50：現トンネル排水。トンネル施工に伴う水質・流量の把握。

表 5.1.1-1 トンネル施工中における観測点ごとのモニタリング項目

項目	河川水				新トンネル排水		河川水		現トンネル排水	
	浅貝	No.1	No.14	No.42	①	②	③	No.49	No.50	
	北ノイリ沢合流地点上流	右岸側(三国峠側)流域流末	本流定点観測地点	左岸側(三国峠反対側)流域	処理前	処理後	処理水流入の下流側	上り線側	下り線側	
pH	○	○	○	○	●	●	○	●	●	
EC	○	○	○	○	●	●	○	●	●	
水温	○	○	○	○	●	●	○	●	●	
流量	○	○	○	○	●	●	○	●	●	
浮遊物質量	○	○	○	○	●	●	○	●	●	
重金属類	○	○	○	○	●	●	○	●	●	
BOD*1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
主要溶存イオン	△	△	△	△	△	△	△	△	△	

- ：連続観測あるいは1回/日程度の観測，○：定期観測（1回/月程度），△：定期観測（4回/年）。
- \*1 BODは分析に時間（培養が必要で数週間程度）を要するため、定期観測（1回/月程度）とする。
- \*2 重金属類の分析に供する試料はフィルタリングを行った後に測定する。

###### ③モニタリングの頻度

モニタリングの頻度は、現トンネル排水（No. 49・50）、新トンネル排水（①・②）については1回/日程度の連続観測、他の観測点については1回/月程度の定期観測とする。なお、連続観測では迅速な性状把握が求められるため、主に携帯型計測器等を用いたモニタリング主体とし、測定値の確認のため1回/月程度の室内分析を併用する。

###### ④モニタリングの着目点

トンネル施工中のモニタリングは、主に水質が「水質汚濁防止法の一貫排水基準」並びに「新潟県の上乗せ排水基準」に適合するか否かに着目する。

## 5. 1. 2 施工中の排水処理（案）

### (1) 施工中濁水の処理水量

・ 施工中濁水の処理水量は、新三国トンネル施工後のトンネル湧水量予測値 853m<sup>3</sup>/日（35.5m<sup>3</sup>/h）に施工中の坑内削孔水量等（12m<sup>3</sup>/h）を加えた水量となる（表 5.1.2-1）。

$$\therefore \text{処理水量} = \text{湧水量 } 35.5(\text{m}^3/\text{h}) + \text{坑内削孔水量等 } 12(\text{m}^3/\text{h}) = 48\text{m}^3/\text{h}^{\ast 1}$$

※1: 上記処理水量は、トンネル全線掘削時の水量。

表 5.1.2-1 新三国トンネル施工後のトンネル湧水量予測結果

	施工前	施工後	
	現三国トンネル	現三国トンネル	新三国トンネル
湧水量 (m <sup>3</sup> /日)	1575	948	853
		1801	

### (2) 施工中濁水の処理水質

i) 施工中濁水の処理対象水質項目は、トンネル排水の現状特性（第1回検討会で提示）やトンネル掘進時の施工状況等を踏まえ、①水素イオン濃度（pH）、②生物化学的酸素要求量（BOD）、③浮遊物質量（SS）、④重金属類2種（一律排水基準を僅かに超える可能性のある鉛、砒素）の5項目を基本とする（表 5.1.2-2）。

表 5.1.2-2 トンネル排水及びボーリングコアに含まれる重金属類

試験	項目 <sup>*1</sup>	試験結果 <sup>*2</sup> (最大値)	許容限度		比較		調査年度	
			一律排水基準	環境基準	一律排水基準	環境基準		
水質分析	トンネル排水	砒素	0.004 mg/L	0.1 mg/L	0.01 mg/L	基準値以下	基準値以下	平成25年度 (5月,7月,9月,12月)
		ふっ素	0.17 mg/L	8 mg/L	0.8 mg/L	基準値以下	基準値以下	
	地下水	総亜鉛	0.61 mg/L	2 mg/L	0.03 mg/L	-	超過	平成21年度(H21-2)
溶出試験	ボーリングコア	カドミウム	0.06 mg/L	0.1 mg/L	0.003 mg/L	基準値以下	超過	平成20年度
		鉛	0.12 mg/L	0.1 mg/L	0.01 mg/L	若干超過	超過	
		セレン	0.023 mg/L	0.1 mg/L	0.01 mg/L	基準値以下	超過	
		砒素	0.11 mg/L	0.1 mg/L	0.01 mg/L	若干超過	超過	平成21年度
		ふっ素	1.5 mg/L	8 mg/L	0.8 mg/L	基準値以下	超過	
	ほう素	0.2 mg/L	10 mg/L	1 mg/L	基準値以下	基準値以下		

\*1: 既往・現況調査で検出された項目を抽出。

\*2: 全データの最大値を示す。

ii) 施工中濁水の処理水質目標については、水素イオン濃度（pH）に一律排水基準を、生物化学的酸素要求量（BOD）と浮遊物質量（SS）に新潟県の上乗せ排水基準を、重金属類2種に一律排水基準を適用する（表 5.1.2-3）。

表 5.1.2-3 施工中濁水の処理対象水質項目と排水基準・処理水質 青枠□は基本処理項目

処理対象 水質項目	排水基準（法令）		処理水質
	一律排水基準 <sup>※1</sup>	上乗せ排水基準 <sup>※2</sup>	
水素イオン濃度 pH	5.8以上8.6以下	—	5.8以上8.6以下
生物化学的酸素要求量 BOD	160mg/L (日平均120mg/L)	60mg/L (日平均50mg/L)	60mg/L (日平均50mg/L)
浮遊物質量 SS	200mg/L (日平均150mg/L)	90mg/L (日平均70mg/L)	90mg/L (日平均70mg/L)
鉛及びその化合物 <sup>※3</sup>	0.1mg/L	—	0.1mg/L
砒素及びその化合物 <sup>※3</sup>	0.1mg/L	—	0.1mg/L
カドミウム及びその化合物 <sup>※3</sup>	0.1mg/L	—	0.1mg/L
セレン及びその化合物 <sup>※3</sup>	0.1mg/L	—	0.1mg/L
ふっ素及びその化合物 <sup>※3</sup>	8mg/L	—	8mg/L
亜鉛含有量 <sup>※3</sup>	2mg/L	—	2mg/L

※1: 「水質汚濁防止法」による。

※2: 「新潟県水質汚濁防止法に基づく排水基準を定める条例」による。

※3: 重金属類は既往調査業務において微量検出された項目。

### (3) 処理方法

①重金属類2種（一律排水基準を僅かに超える可能性のある鉛、砒素）については、今回採用予定である凝集沈殿プロセスを組み込んだ濁水処理設備にて処理可能と判断される（表 5.1.2-4）。なお、濁水処理水の水質モニタリングにおいて、これらの重金属類が排水基準値を満足しない場合には、重金属用の凝集剤や砂ろ過装置などを適宜追加する。

表 5.1.2-4 処理方式の適用性

処理法	水質項目	BOD	COD	SS	T-N	色	重金属	備考
回転円板法		◎	○	△	△	△	△	
接触ばっ気法		◎	○	△	△	△	△	
活性汚泥法		◎	○	△	△	△	△	
生物ろ過法		◎	○	◎	△	△	△	
生物学的脱窒素法		◎	○	△	◎	△	△	
凝集沈殿法		○	◎	◎	△	◎	○	今回採用
砂ろ過法		△	△	◎	×	△	×	
活性炭吸着法		◎	◎	○	△	◎	○	
オゾン酸化法		×	○	×	×	◎	×	
キレート吸着法		×	×	×	×	×	◎	

適用性大←◎○△→小 適用不可×

「厚生省水道環境部監修 廃棄物最終処分場指針解説, 平成元年版, p.158」

②施工中濁水の処理フロー

・施工中濁水の処理フローについては、以下を基本採用する（図 5.1.2-1, 2, 3）。なお、前述したように、濁水処理水の水質モニタリングにおいて、これらの重金属類が排水基準値を満足しない場合には、重金属用の凝集剤や砂ろ過装置などを適宜追加する。

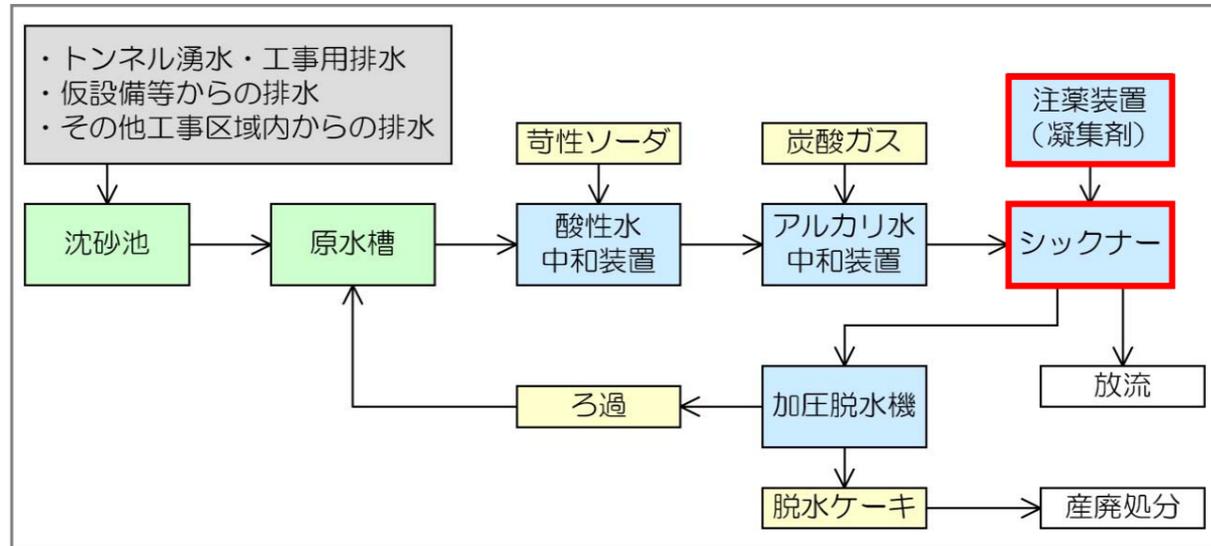


図 5.1.2-1 濁水処理フロー図

图中、赤枠□は重金属類処理系

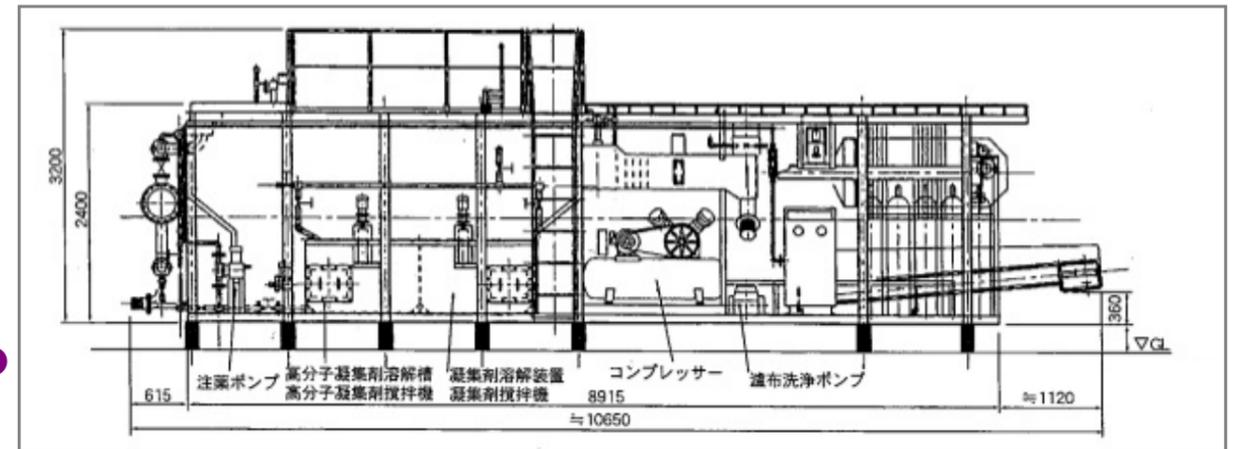
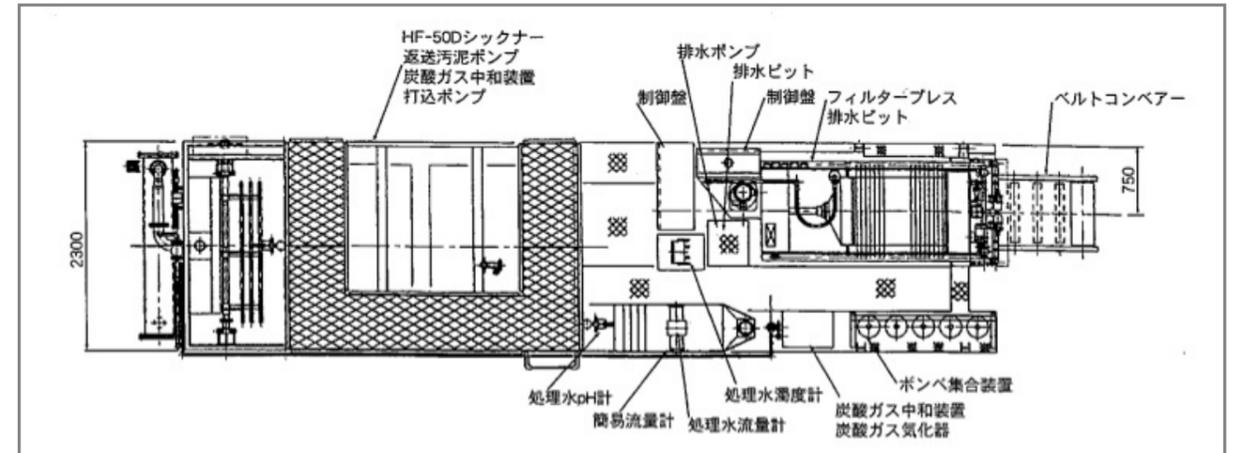


図 5.1.2-3 30m³/h 級ポータブル型機械脱水処理機例 (2.3m×10.7m×24kW)

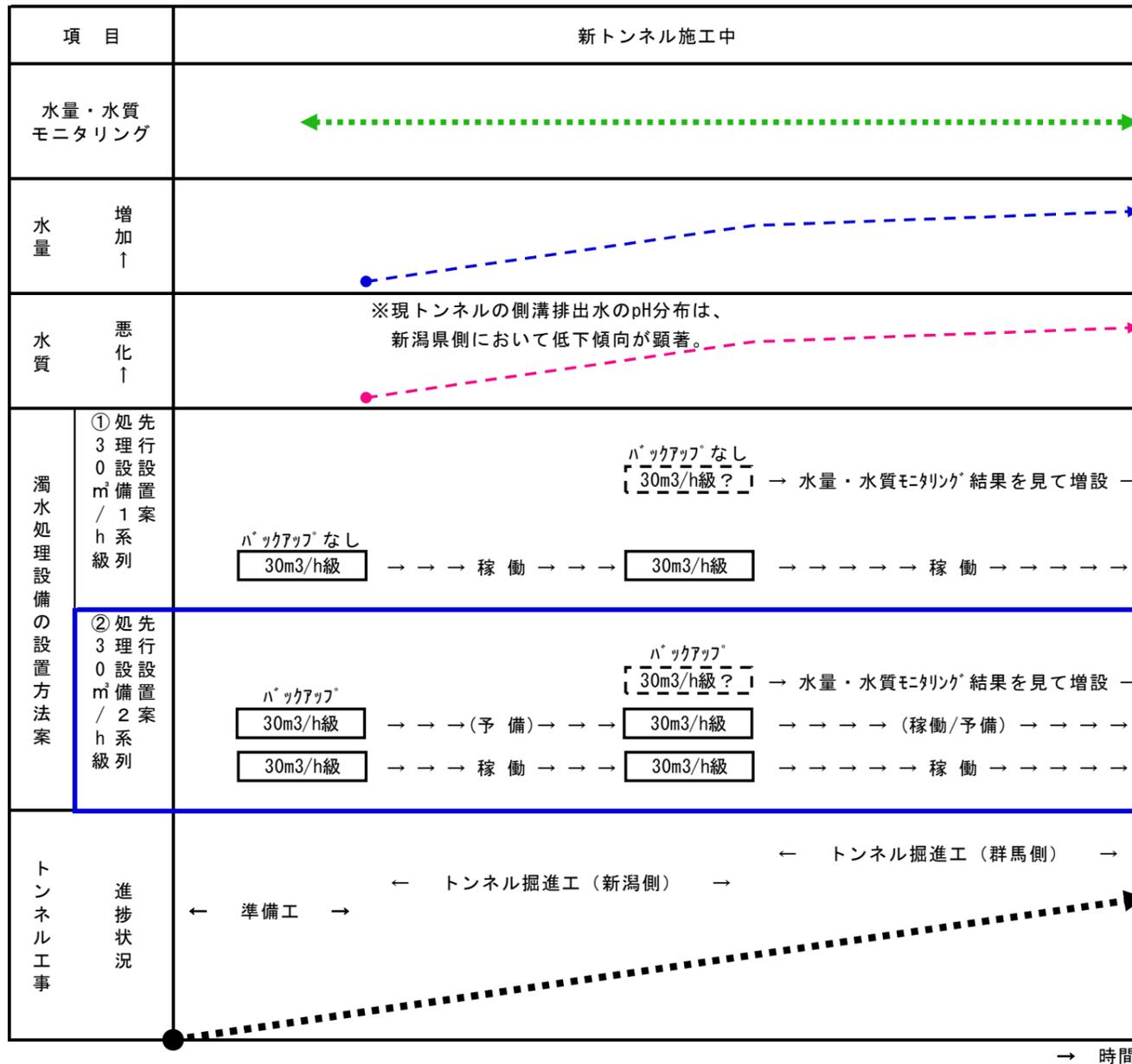


図 5.1.2-2 濁水処理設備配置概念図

(4) 施工中の緊急時対策

- ・ 施工中の緊急状況としては、発生源（切羽部等）での水質急変や水量急増、濁水処理設備での機械的故障や停電を含めた電氣的故障などが挙げられる。
- ・ 一方、濁水処理設備の設置方法としては、①案：30m<sup>3</sup>/h 級設備 1 系列を先行設置し、トンネル工事の進捗に伴う水量・水質モニタリング結果等を見ながら増設対応する案（停電時や機電設備故障時等には、ある程度の未処理放流を許容する案）、②案：30m<sup>3</sup>/h 級設備 2 系列を先行設置して、緊急時（停電時や機電設備故障時等）の未処理放流を最小化する案がある（表 5.1.2-5）。

表 5.1.2-5 濁水処理設備の設置方法案と水量・水質モニタリング、水量・水質傾向等の関係



- ・ 本計画では、下記の理由から、②案：30m<sup>3</sup>/h 級設備 2 系列を先行設置する案を基本としたい（図 5.1.2-4）。
- 1) 施工中濁水の処理水放流先が上信越高原国立公園内の一級河川浅貝川であることから、特段の環境配慮が必要である。
- 2) 現トンネルの側溝排水の pH 分布は、新潟県側において低下傾向が顕著である。また、現トンネルからの横ボーリングコア試料を用いた含有量試験、溶出量試験、暴露試験の結果からみても、新潟県側の重金属類溶出リスクが群馬県側に比べて相対的に大きい潜在傾向にあると判断できる。  
⇒ 新潟側掘進時の緊急対応が肝要である。

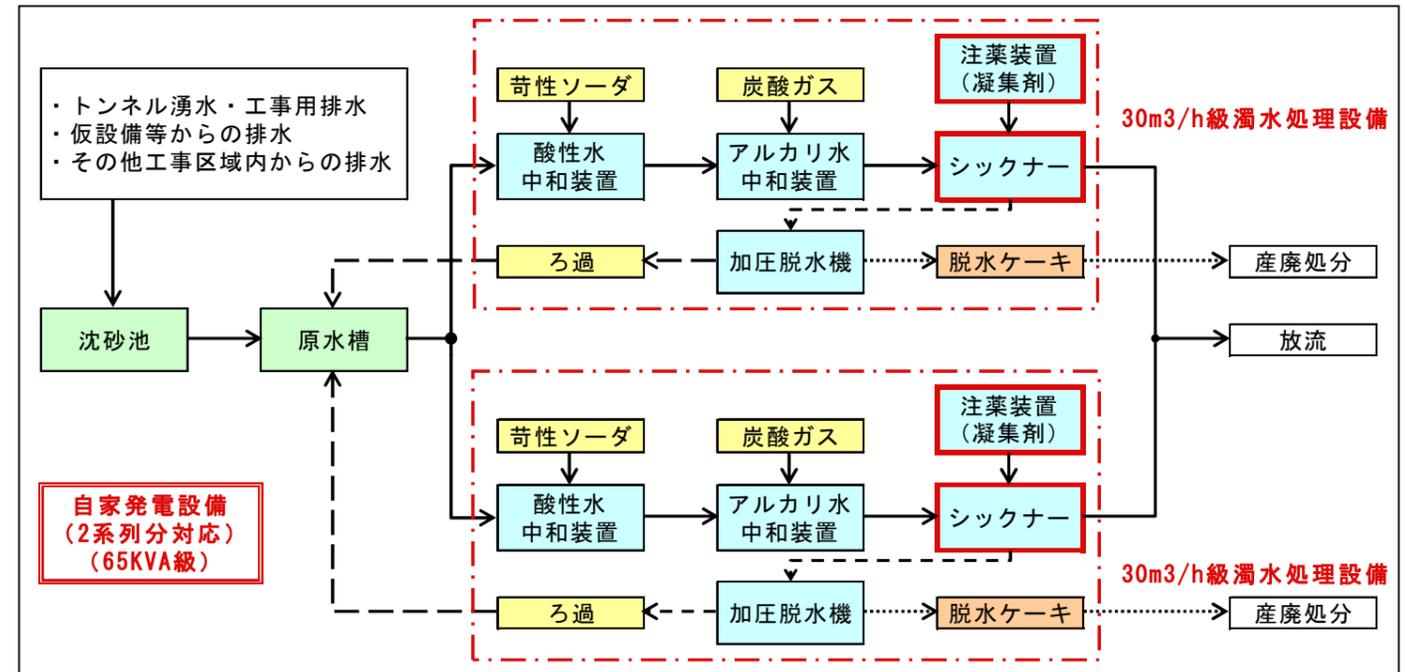


図 5.1.2-4 自家発電設備を常設した 2 系列の処理システム系の概念 図中、赤枠□は重金属類処理系

## 5.2 トンネル完成後の排水対策

### 5.2.1 完成後のモニタリング（案）

#### (1) 基本方針

○トンネル完成後は、新トンネル排水の性状把握・周辺環境が現状レベルを保持していることを把握するため、定期的なモニタリングを行う。

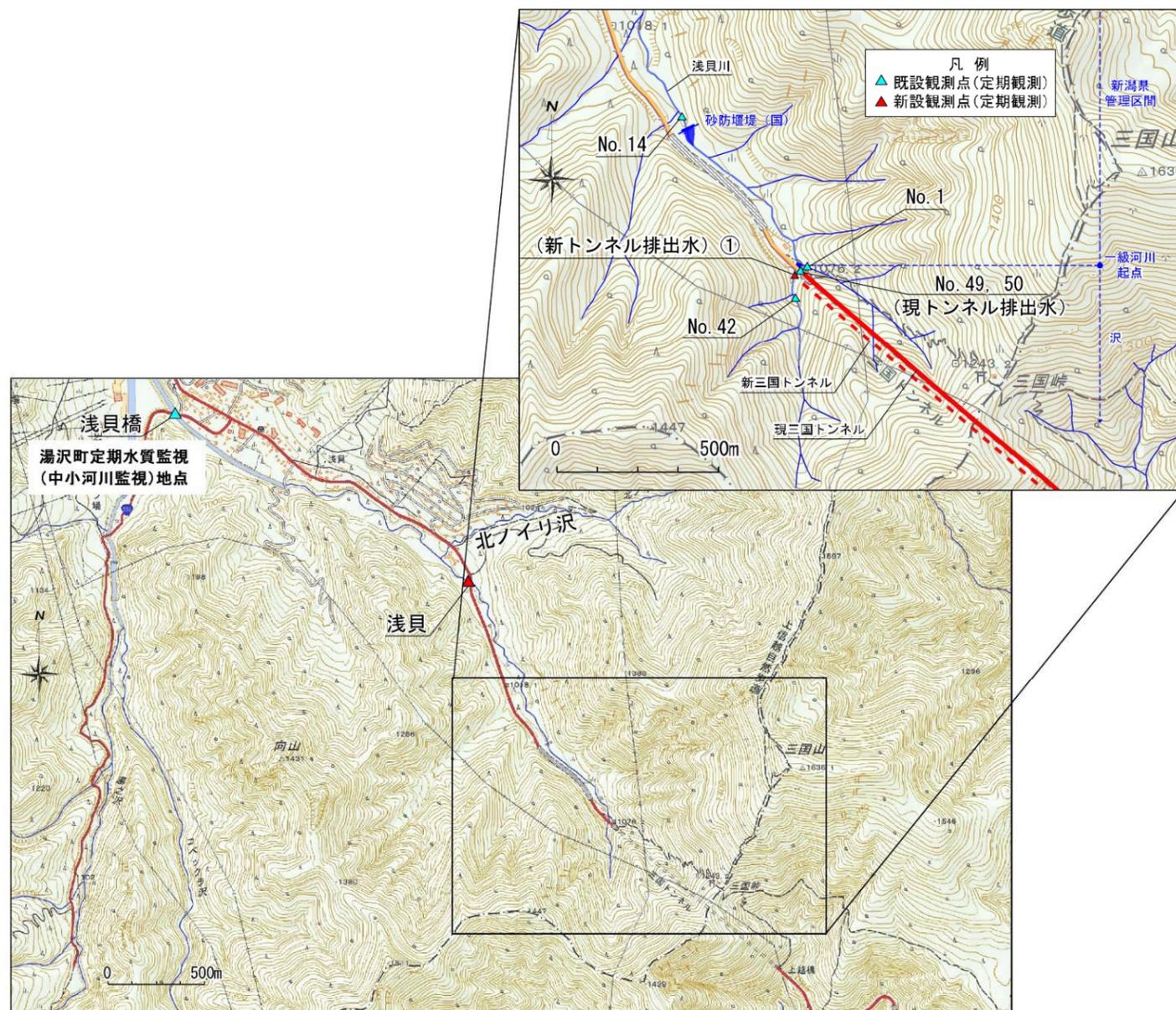


図 5.2.1-1 トンネル完成後のモニタリング地点

- \* 浅貝：湯沢町の非常用水源井戸の直上にあたる浅貝川・北ノイリ沢合流部の上流に位置。井戸に影響する水質変化の把握を主眼。
- \* No. 1・14・42：トンネルが直接的に影響すると推定される流域の末端部に位置。施工に伴う水質・流量の変化（濁水影響含む）の把握。
- \* ①：新トンネル排水。後述のモニタリングピットで実施する。施工後の水質・流量の把握。
- \* No. 49・50：現トンネル排水。トンネル施工に伴う水質・流量の把握。

#### (2) モニタリング方法

##### ・モニタリング地点

モニタリング地点は、トンネル施工以前のバックグラウンドを把握するために継続している既設観測点に加えて、新トンネル排水の性状を把握するための観測点（後述のモニタリングピット）、および湯沢町非常用水源井戸への影響を把握するための観測点を設定しモニタリングする（図 5.2.1-1）。なお、湯沢町の定期観測点の結果も参照する。

##### ・モニタリングの項目

モニタリングの主要項目は、pH・電気伝導度（EC）・水温・流量・浮遊物質質量・重金属類（カドミウム、鉛、砒素、ふっ素、ほう素、セレン、亜鉛）、主要溶存イオンとする（表 5.2.1-1）。

##### ・モニタリングの頻度

モニタリングの頻度は、トンネル完成後少なくとも1年間は1回/月程度の定期観測を行い、水質・流量の定常化を確認する。水質・流量が定常化した後は、土壤汚染対策法に準じて4回/年の定期観測を2年間以上継続し、トンネル排水が周辺環境の現状レベルの保持に悪影響を及ぼしていないことなどを確認した後にモニタリングを完了する。

##### ○モニタリングの着目点

トンネル完成後のモニタリングは、主に pH が浅貝川の現状水質レベルの保持に悪影響を及ぼすか否か、重金属類の濃度が環境基準（トンネル排水は一律排水基準）に適合するか否かに着目する。

表 5.2.1-1 トンネル完成後における観測点ごとのモニタリング項目（案）

項目	地点	河川水				新トンネル排水	現トンネル排水	
		浅貝 北ノイリ沢合流地点上流	No.1 右岸側(三国峠側) 流域流末	No.14 本流定点観測地点	No.42 左岸側(三国峠反対側)流域	① 放流前	No.49 上り線側	No.50 下り線側
pH		○	○	○	○	○	○	
EC		○	○	○	○	○	○	
水温		○	○	○	○	○	○	
流量		○	○	○	○	○	○	
浮遊物質質量		○	○	○	○	○	○	
重金属類		○	○	○	○	○	○	
主要溶存イオン		△	△	△	△	△	△	

○：定期観測（少なくとも1年間は1回/月程度。水質・流量の定常化が確認された後には4回/年程度。）

△：定期観測（4回/年程度）。

\*1 重金属類の分析に供する試料はフィルタリングを行った後に測定する。

## 5. 2. 2 完成後の排水処理（案）

### (1) モニタリングピット

- トンネル坑口付近の車道内での採水作業や湧水量計測作業は危険である他、車両通行に一時的な支障を与えることから、トンネル坑口付近の車道外に細長形状のモニタリングピットを常設する（図5.2.2-1）。

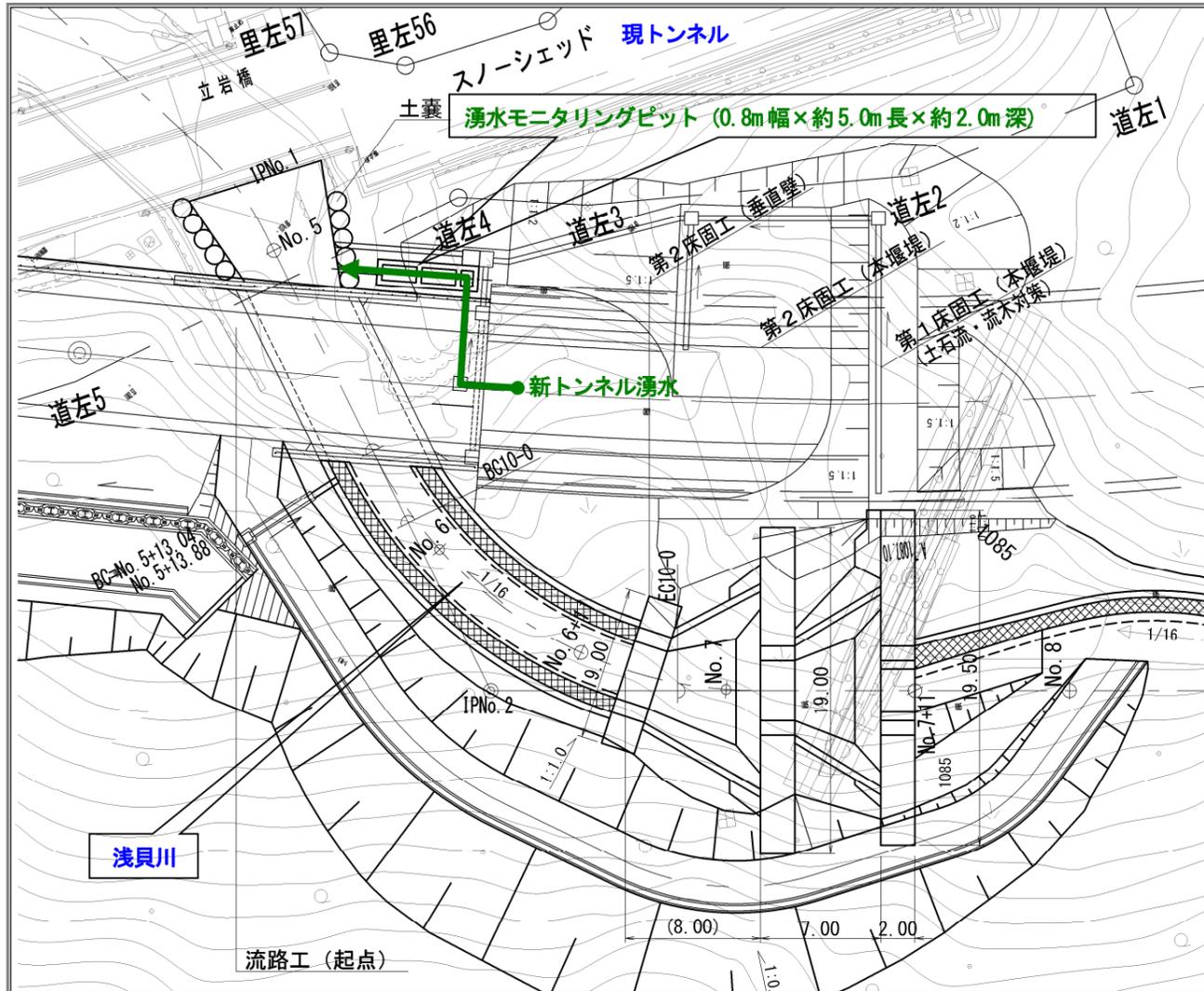


図5.2.2-1 モニタリングピットの設置予定位置

### (2) 完成後の緊急時対策

- 完成後の緊急状況としては、発生源（トンネル周縁部等）での水質急変や水量急増などが挙げられる。これらの緊急状況に対しての基本的な緊急時対応方向を、以下に示す（表5.2.1-1、図5.2.1-2）。

表5.2.2-1 完成後の緊急状況と基本的な緊急時対応方向

完成後の緊急状況		基本的な緊急時対応方向
発生源 (トンネル 周縁部等)	水質急変 (pH, 重金属類)	・現トンネルが残置予定のため水質の急変は考え難いが、仮にトンネル周縁部の変質帯の局所的な酸化の異常進行等によって、排水の pH や重金属類濃度（砒素や鉛等）が悪化した場合には、モニタリングピットに薬剤（例えば、土嚢袋に詰めた固形アルカリ剤や粒状活性炭等）を投入するなどして一時的・補助的な簡易処理を行う。
	水量急増	・現トンネルが残置予定のため水量の急増も考え難いが、仮に湧水量が著しく増加した場合には、水質の良否を確認した上で、モニタリングピットを利用した一時的・補助的な簡易処理やポータブル処理設備の搬入などについて検討し、最善の緊急時対策を講じる。

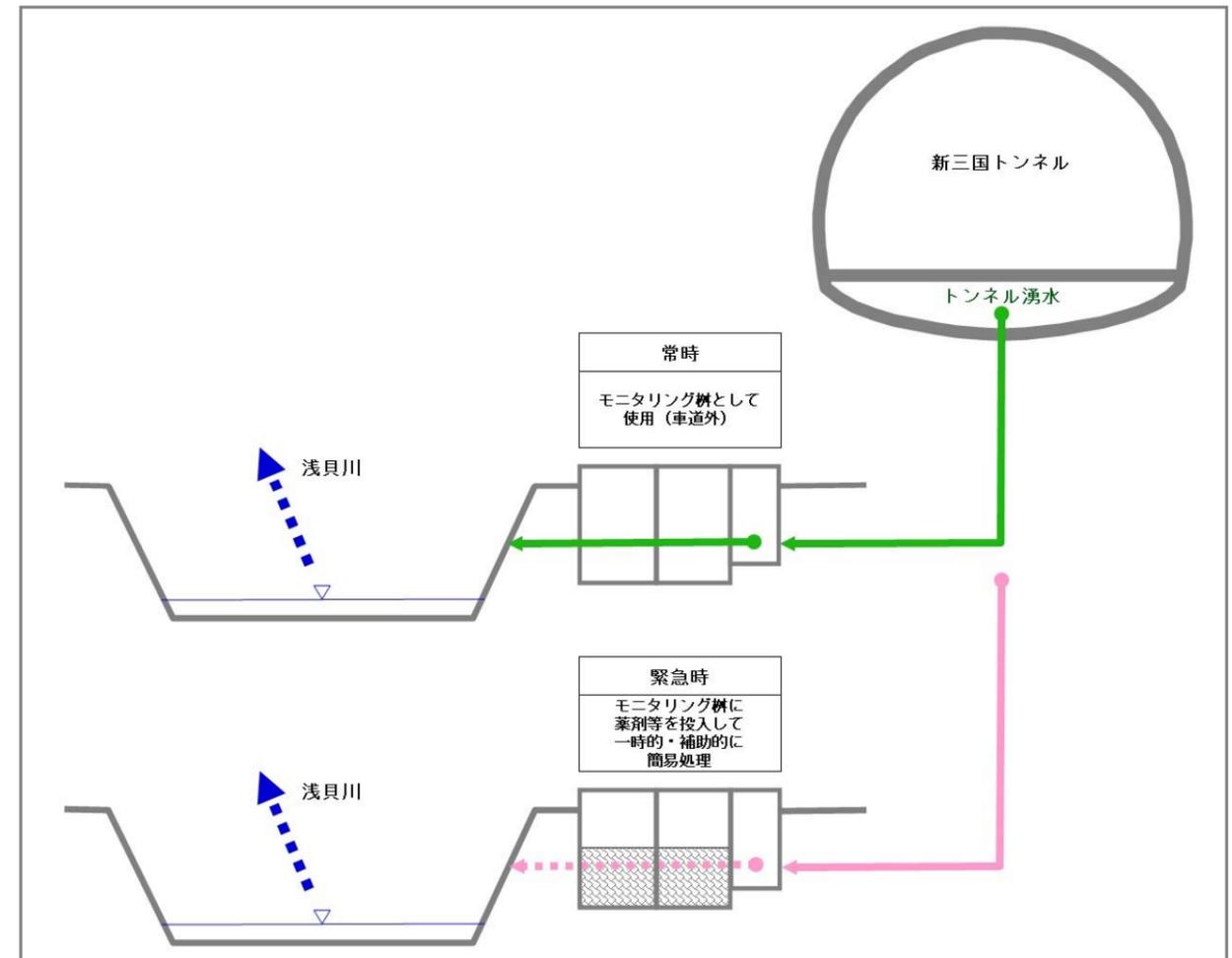


図5.2.2-2 緊急時の一時的・補助的な簡易処理の概念