

新三国トンネル環境検討委員会

第1回 検討資料

平成26年 6月19日

国土交通省関東地方整備局 高崎河川国道事務所

第1回 検討資料 目次

1. 環境検討委員会の設立の背景と検討内容
 1. 1 設立の主旨と経緯
 1. 2 新三国トンネル計画概要
 1. 3 既往委員会の検討内容
 1. 4 本委員会の検討項目
2. トンネル掘削ズリ処理対策
 2. 1 トンネルズリ活用方針とズリ活用地の現状
 2. 1. 1 重金属溶出対策を要するズリ土量の検討
 2. 1. 2 ズリ活用計画地の選定
 2. 1. 3 ズリ活用計画地周辺の現況
 2. 1. 4 ズリ活用計画地の地質
 2. 2 ズリ処理対策の計画概要
 2. 2. 1 ズリ処理対策工法
 2. 2. 2 ズリ活用地の沈下予測結果・地盤改良工・盛土安定解析
 2. 2. 3 ズリ活用地の施設構成
 2. 3 トンネルズリ処理対策に関わる検討課題（案）
3. トンネル施工中及び完成後に課題となる排出水の対策
 3. 1 トンネルと河川・道路・公園の位置関係
 3. 2 トンネル排水と河川水の現状特性
 3. 2. 1 トンネル排水の現状特性
 3. 2. 2 河川水の現状特性
 3. 3 トンネル施工中・完成後の排水対策基本方針
 3. 3. 1 トンネル施工中の排水（濁水）対策基本方針
 3. 3. 2 トンネル完成後の排水対策基本方針
 3. 4 トンネル排水対策に関わる検討課題（案）

1. 環境検討委員会の設立の背景と検討内容

1. 1 設立の主旨と経緯

■三国トンネルは昭和34年の完成後50年以上が経過し、過去の補修による覆工の増厚で内空断面が縮小し、大型車同士のすれ違い時に覆工を擦るなどの事態が生じており、交通の安全性向上が求められている。

■この問題を解消するため平成22年度に「三国トンネル整備検討委員会」を設立し、トンネル整備にあたっては、「環境、機能、コストの観点から総合的に評価し、2車線の新たなトンネルを建設する」との整備方針がとりまとめられた。また、新たなトンネル建設に向けて、平成24年度に「三国トンネル技術検討委員会」を設立し、トンネルの長期健全性の確保に焦点をあて、酸性水の影響を考慮したトンネル構造、排水機能等の検討が行われた。

■本年度は、残された課題のうち、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、有識者及び行政の立場から指導・助言を頂くことを目的に「新三国トンネル環境検討委員会」を設立するものである。

三国トンネルの諸元

完 成 (供用開始)	昭和32年12月 (昭和34年6月)
延 長	1,218m
車道幅員	5.50m (完成時6.00m)

三国トンネルの主な補修経緯

昭和32年	完成
昭和34年	トンネル供用開始
昭和43～49年	覆工の補強による漏水対策
昭和46～49年	覆工の増厚による断面縮小に対応した路面の盤下げ対策
平成元年	漏水防止対策
平成11～13年	覆工裏面空洞充填、覆工剝離危険箇所の補強、漏水防止等対策
平成16～17年	三国トンネル内の排水構造物補修



漏水の様子

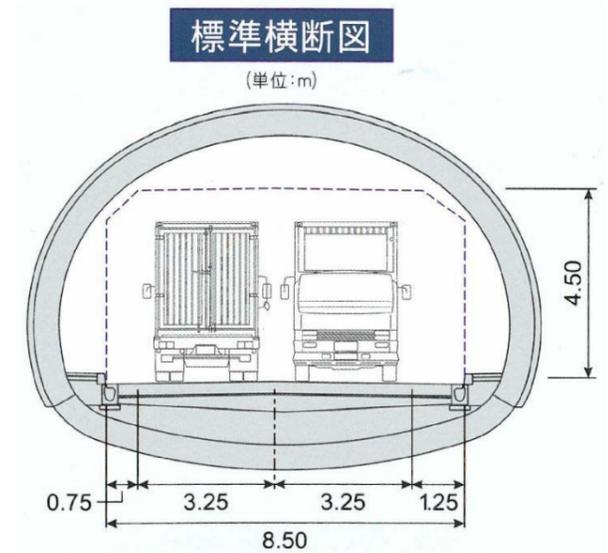


センターラインを大きくはみ出して走行する大型車

委員会名称	検討内容
平成22～23年度 三国トンネル整備検討委員会	国道17号トンネルにおいて、交通の安全性確保のため、今後の整備方針等について検討した。 【審議結果】 (1) 現トンネルに平行した2車線の新たなトンネルを建設する。 (2) トンネルズリは、周辺環境に配慮して有効活用する。 (3) 環境への影響をモニタリングする必要がある。
平成24年度 三国トンネル技術検討委員会	酸性水の影響を考慮した新トンネル構造を検討した。 【審議結果】 ・NATM支保部材の酸性水対策 ・覆工コンクリートの構造検討 ・排水機能と整備方針
平成26年度 新三国トンネル環境検討委員会	【検討内容】 ・重金属を含むトンネル掘削ズリの処理対策方法の検討。 ・新トンネル掘削中及び完成後の排水対策の検討。

1. 2 新三国トンネル計画概要

- 路線：国道17号
- 区間：群馬県利根郡みなかみ町永井～新潟県南魚沼郡湯沢町三国
- トンネル延長約1,284m（群馬側約508m，新潟側約776m）
- 車線数：2車線
- 道路規格：3種2級
- 設計速度：40km/h
- 標準幅員：8.5m
- 縦断勾配：約0.4%（群馬県側から新潟県側に向かい下り勾配）
- トンネル内空断面積：約59m²
- トンネル等級区分：B等級



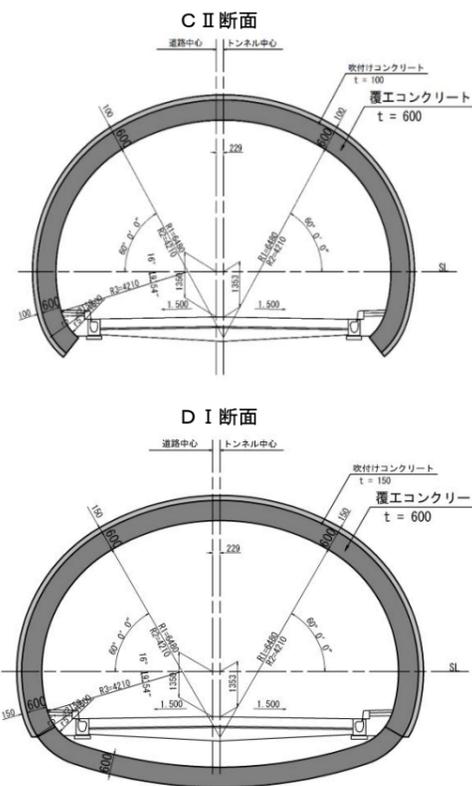
1. 3 既往委員会の検討内容

- 平成24年度の「三国トンネル技術検討委員会」では、酸性水の影響を考慮した新トンネル構造を検討した。
- 審議事項は、NATM支保部材の対策検討、覆工コンクリートの構造検討、排水機能と設備検討である。

【平成24年度 三国トンネル技術検討委員会におけるトンネル構造】に対する審議結果

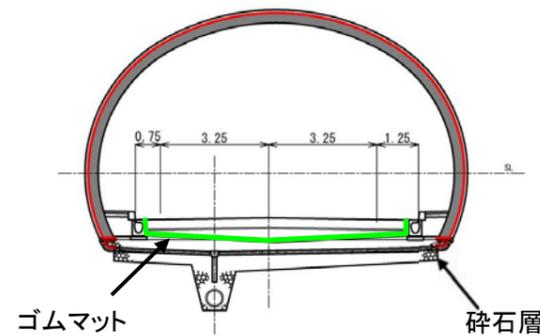
審議事項	審議内容	審議結果
1. NATM支保部材の対策検討	一次支保工の酸性水対策	一次覆工は仮設扱いとし、湧水pH3.0以下となる箇所については、耐酸性を考慮した材料を選択する。
2. 覆工コンクリートの構造検討	覆工コンクリート構造	覆工は無筋構造とするが、掘削発生土の減量化を図るため、コンクリート強度等にも着目し、覆工厚を縮減する方向で検討する(目標50cm)。また、構造計算における緩み高さについても再考すること。
	防水構造	防水構造は、インバート区間が全面防水、インバート無し区間は防水シート+下部のゴムマット・砕石案とする。 覆工コンクリートの酸性水対策として、防水シートを設置する。防水シートは、施工性及び施工時等の損傷等を考え、 $t=2.0\text{mm}$ について検討する。また、防水シートの長期耐久性を検証できる試験方法で検討する。
	覆工コンクリートの酸性水対策(補修対策工)	覆工コンクリートの酸性水対策として、事前にブロック化による補修対策工を実施する。また、対策工の検討では試験施工も考慮する。
3. 排水機能	維持管理を考慮した排水設備	中央排水管をインバート下部に設置する。ただし、維持管理用のマンホール設置については、直轄道路への設置となることから、実績が少ないため、必要性を検討する。

覆工コンクリート構造(無筋コンクリート構造)

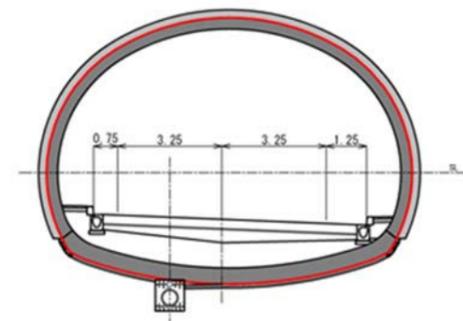


防水構造

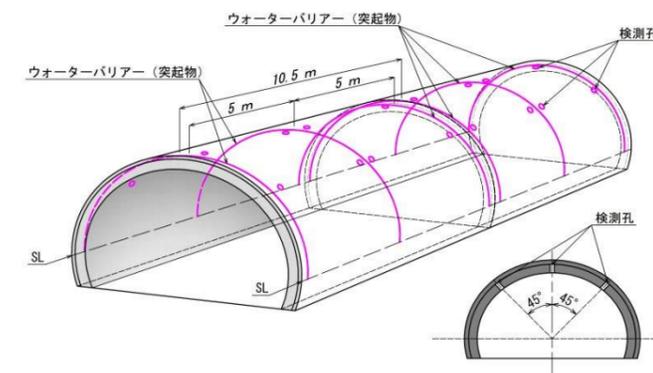
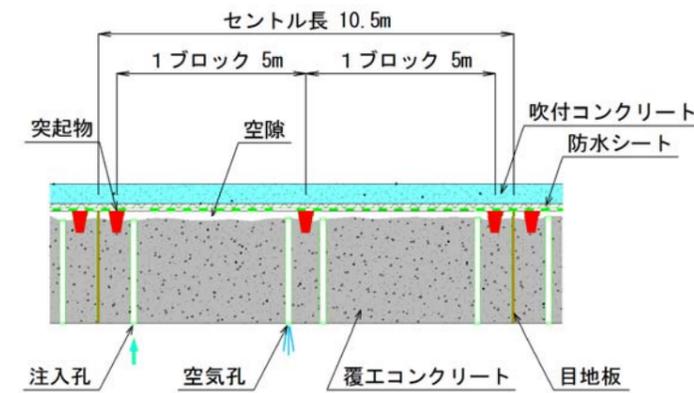
インバートなし
(防水シート+下部ゴムマット・砕石)



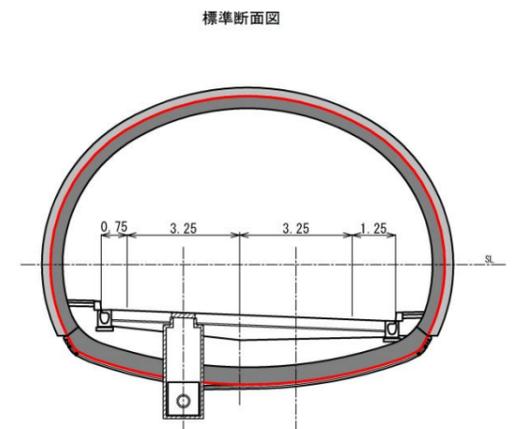
インバートあり(全周防水)



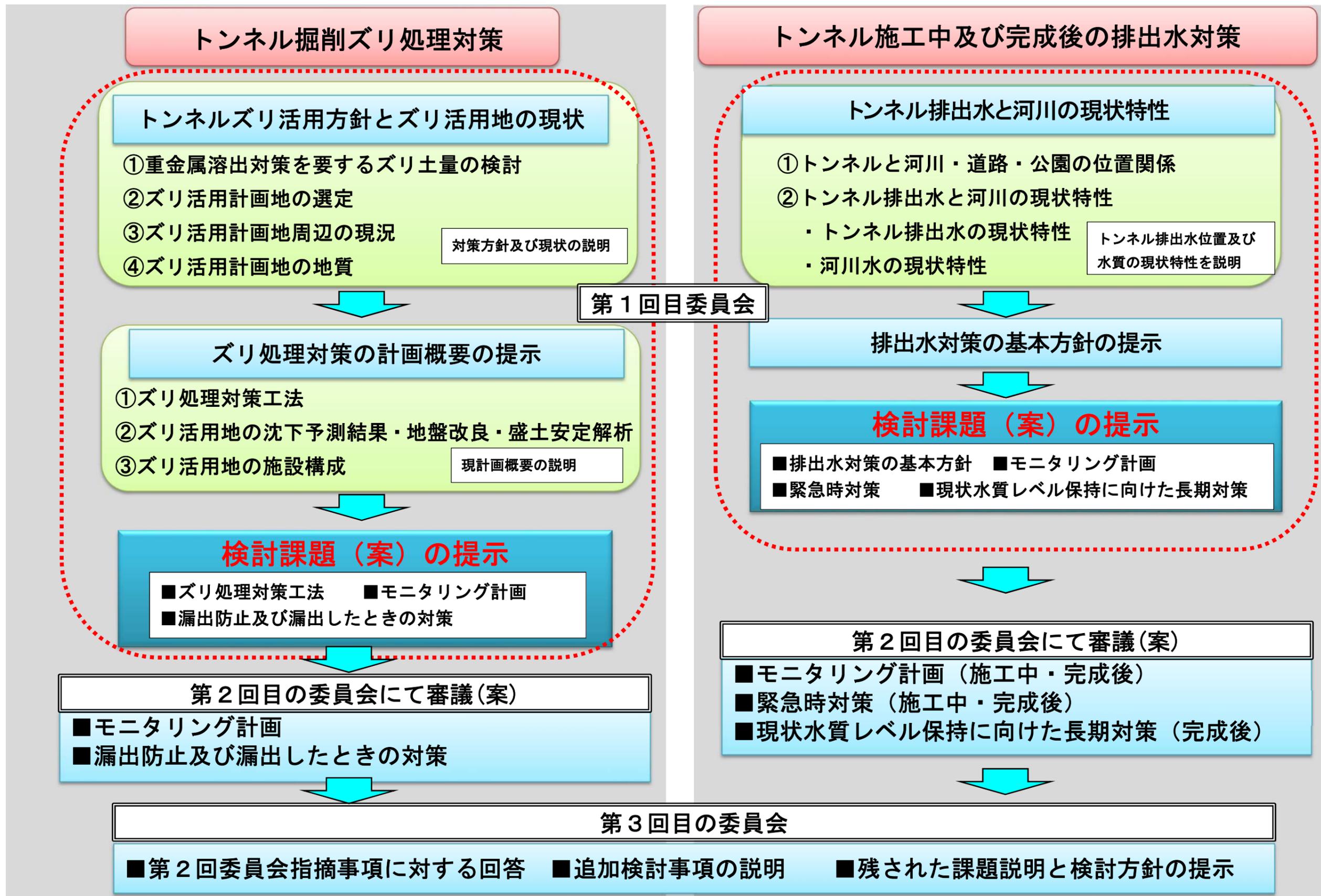
覆工コンクリート酸性水対策(補修対策工)



維持管理を考慮した排水設備(マンホール設置)



環境検討委員会の検討フロー



2. 1. 2 ズリ活用計画地の選定

【ズリを活用した道路線形改良箇所の選定】

- ズリは、道路線形改良の盛土材として活用する。
- 活用は、線形改良の必要性、三国トンネル近傍、候補地とトンネルの地質の類似性（環境リスク発現の最小化）から、三国防災事業区間とする。
- 線形改良候補のカーブ箇所（C）を抽出した（50箇所）。
- 下記条件を元に、一次選定し6箇所を抽出した。
 - ①地形 → 出尾根でないこと。大きな沢でないこと。（橋梁が設置されている谷は避ける）
 - ②地すべり → 地すべりに対し、その安定性を損なわないこと。
 - ③集落 → 集落を避けること。
 - ④水利用 → 水利用水源を避けること。
 - ⑤生態系 → オオタカ等を避けること。



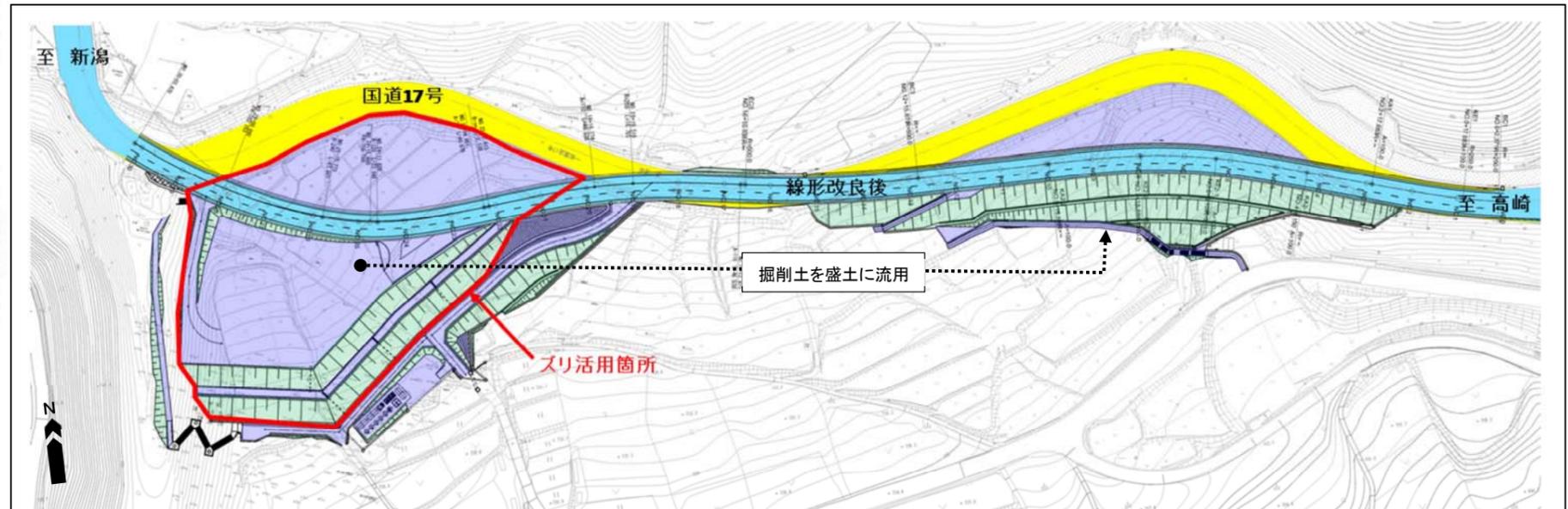
■ 6箇所のうち緩斜面のため遮水工法が適用できる地点を2箇所選定した。(C2~C1, C7~C10)

■ このうち、線形改良の寄与度がより高く全量埋立て可能な「C7~C10」を選定

地点名	地形		住環境			生態系	一次選定
	出尾根でない	大きな沢でない(橋梁がない)	地すべり	集落	水利用		
-C4	○	○	○	○	○	○	
-C3	○	○	○	○	○	○	
-C2~C1	○	○	○	○	○	○	
C0, C1	○	○	○	○	○	○	
C2	○	○	○	○	○	○	
C3, C4, C5	○	○	○	○	○	○	
C6	○	○	○	○	○	○	
C7~C10	○	○	○	○	○	○	
C11	○	○	○	○	○	○	
C12	○	○	○	○	○	○	
C13	○	○	○	○	○	○	
C14	○	○	○	○	○	○	
C15	○	○	○	○	○	○	
C16	○	○	○	○	○	○	
C17	○	○	○	○	○	○	
C18	○	○	○	○	○	○	
C19	○	○	○	○	○	○	
C20	○	○	○	○	○	○	
C21	○	○	○	○	○	○	
C22	○	○	○	○	○	○	
C23	○	○	○	○	○	○	
C24	○	○	○	○	○	○	
C25	○	○	○	○	○	○	
C26	○	○	○	○	○	○	
C27	○	○	○	○	○	○	
C28	○	○	○	○	○	○	
C29	○	○	○	○	○	○	
C30	○	○	○	○	○	○	
C31~C32	○	○	○	○	○	○	
C33	○	○	○	○	○	○	
C34	○	○	○	○	○	○	
C35	○	○	○	○	○	○	
C36	○	○	○	○	○	○	
C37	○	○	○	○	○	○	
C38	○	○	○	○	○	○	
C39	○	○	○	○	○	○	
C40, C41	○	○	○	○	○	○	
C42	○	○	○	○	○	○	
C43	○	○	○	○	○	○	
C44	○	○	○	○	○	○	
C45	○	○	○	○	○	○	
C46	○	○	○	○	○	○	
C47	○	○	○	○	○	○	
C48, C49	○	○	○	○	○	○	
C50	○	○	○	○	○	○	
C51	○	○	○	○	○	○	
C52	○	○	○	○	○	○	
C53	○	○	○	○	○	○	
C54	○	○	○	○	○	○	
C55	○	○	○	○	○	○	

遮水工法が適用できる(緩斜面である)→2箇所(-C2~C1, C7~C10)

線形改良への寄与度がより良く、全量埋立が可能である
↓
有力候補地: 1箇所 (C7~C10)



2. 1. 3 ズリ活用計画地周辺の現況

- ズリ活用計画地の下流側には水田・畑が点在している。活用計画地を横断して用水路が存在し、下流側の水田をかんがいている。
- ズリ活用計画地の下流側には、井戸が確認される。用途・深度等を今後調査したい。



2. 1. 4 ズリ活用計画地の地質

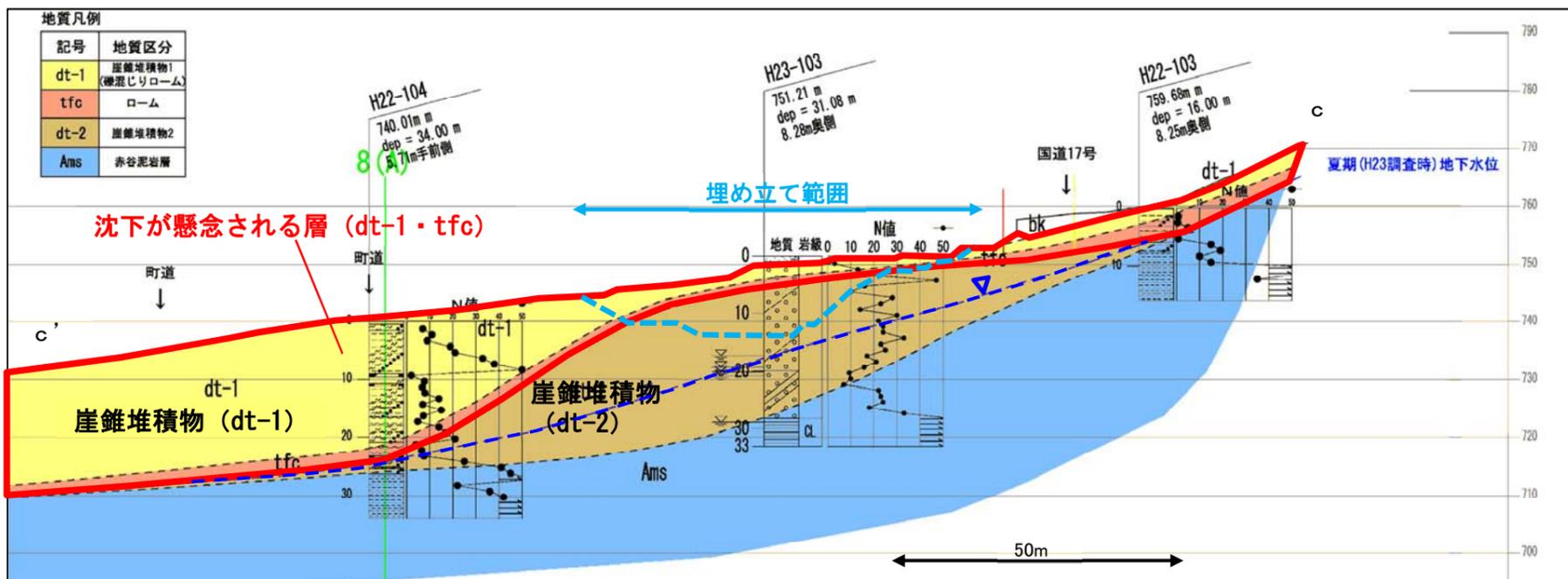
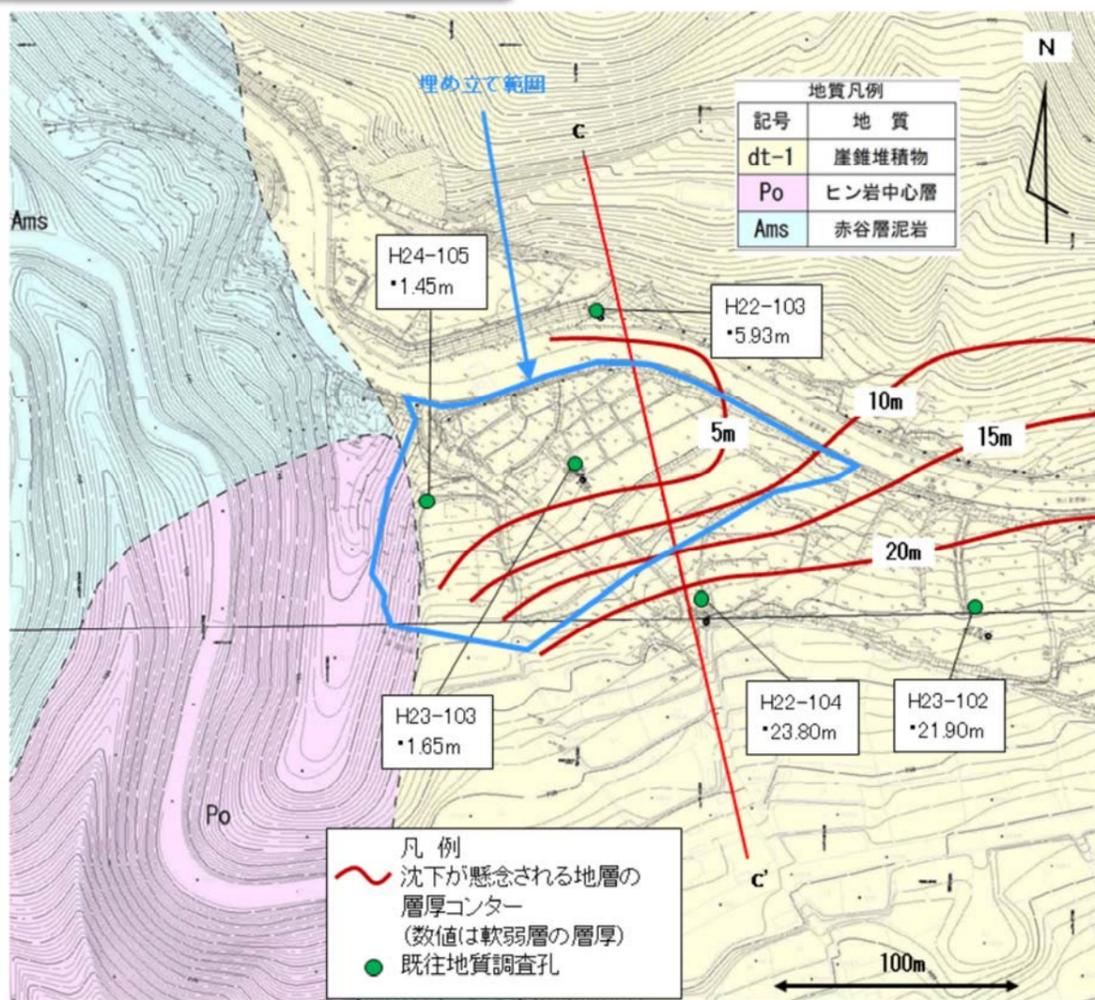
●ズリ活用計画地周辺には、赤谷層の泥岩(Ams)及びヒン岩中心相(Po)を基盤として、その上位に崖錐堆積物(dt-2)、ローム(tfc)が、表層に広く崖錐堆積物(dt-1)が分布する。

●ローム(tfc)は N 値 4 程度と軟弱な地層である。

●粒度組成は、dt-1 がばらつきが大きい、細粒分を多く含む試料は、tfc と同様である。一方、dt-2 は dt-1 及び tfc と異なる組成である。

●以上から、dt-1 と tfc 層は沈下の懸念がある地層と予想される。

●沈下が懸念される地層層厚は、埋立地の下方(南方)に従い厚くなる。



地層ごとの性状・コア写真

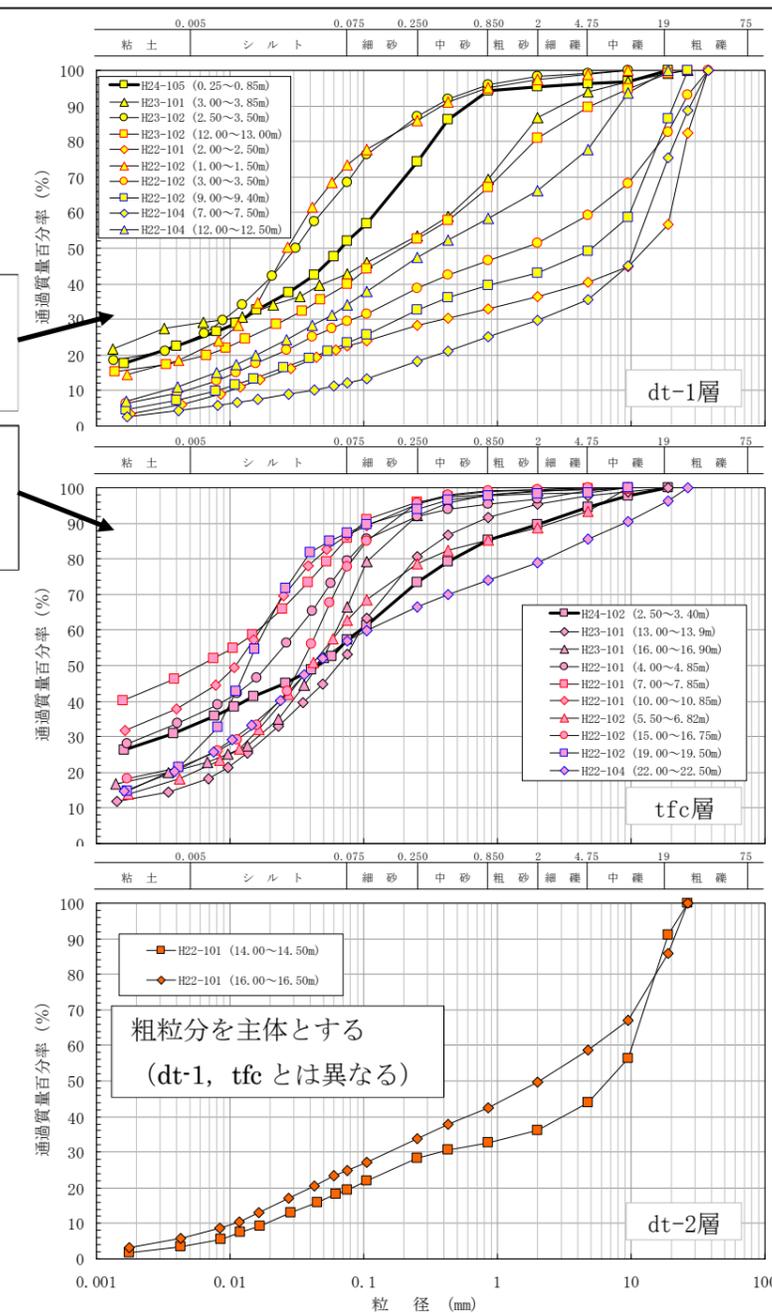
地質年代	地層区分	構成物	性状	コア写真	平均N値※
第四紀完新世	崖錐堆積物1	dt-1	礫混じりのローム層。基質はほぼ均質な茶褐色粘性土。φ1~3cmの安山岩、ひん岩角礫を含有。		10
	ローム	tfc	ローム		4
第四紀更新世	崖錐堆積物2	dt-2	礫混じりのシルト~中砂層。安山岩、ヒン岩、泥岩の礫(φ1~3cm)を多含する。		38
新第三紀中新世	赤谷層泥岩	Ams	暗灰色呈する堅硬・緻密な泥岩。潜在的に割れ目多く、コアは部分的に礫状~細片状呈す。割れ目沿い酸化みられる。		111

※既往H22結果含む

沈下が懸念される地層

粒度組成は細粒分を多く含むが、試料によりばらつきが大きい

粒度組成は細粒分を多く含み、比較的均質である



2.2 ズリ処理対策の計画概要

2.2.1 ズリ処理対策工法（1/2）

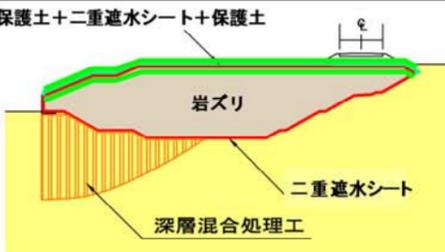
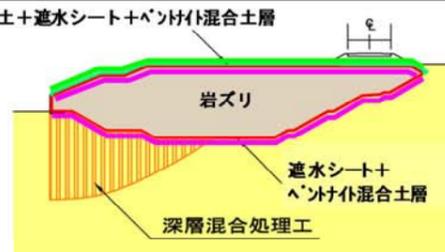
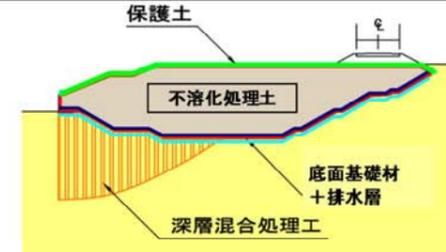
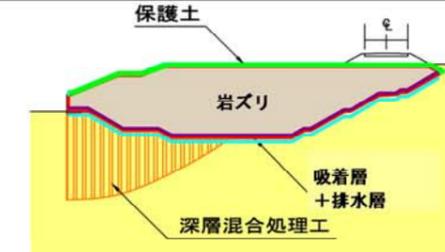
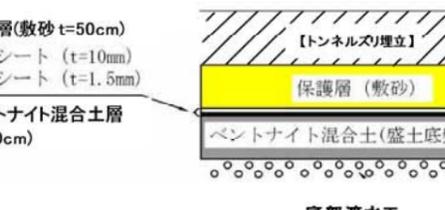
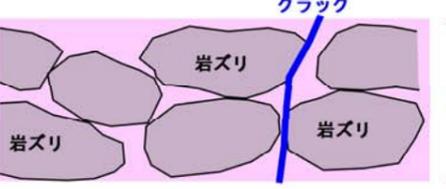
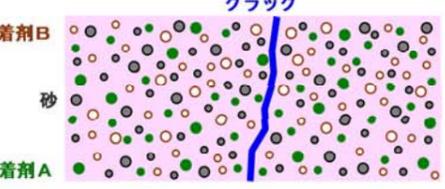
- 「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル」に記載の工法から、実績、遮水性、確実性等を勘案し、下記比較表のとおり遮水工法、不溶化工法、吸着工法を抽出し比較検討した。
- ズリ処理対策工法としては、多くの対策実績を有し、遮水性に優れ（ズリ処理地からの重金属等汚染水漏出しリスクが最も小さく）、長期確実性・安定性が期待しうる遮水工法を選択したい。

	第1案 遮水工① 二重遮水シート工法	第2案 遮水工② 遮水シート+ベントナイト層工法	第3案 不溶化工法	第4案 吸着工法
概念図 〔ズリ処理量 約12万m ³ 〕				
工法概要	<ul style="list-style-type: none"> ・重金属含有ズリを遮水シートによって封じ込める工法。 ・遮水構造は「対応マニュアル」に準拠し、遮水シートを二重構造として計画。 ・対象土が第二溶出基準超過のものにも適用できる。 ・盛土上面にもシートを配置し、雨水等の侵入を防止。またシートの紫外線劣化を防止するため保護土を計画。 	<ul style="list-style-type: none"> ・重金属含有ズリを二重遮水シートとベントナイト混合土層で封じ込める工法。 ・対象土が第二溶出基準超過のものにも適用できる。 ・盛土上面にも混合土を配置し雨水等の侵入を抑制。また混合土の乾燥を抑制するため保護土を計画。 	<ul style="list-style-type: none"> ・重金属含有ズリを薬剤と現場混合処理して、処理土を順次埋め立て。薬剤混合処理により重金属類を難溶性に変え溶出抑制する工法。 ・対象土が第二溶出基準以下のものに適用できる。 ・盛土上面には、雨水等の侵入抑制や土の飛散防止のため保護土を計画。 	<ul style="list-style-type: none"> ・重金属含有ズリの底面に、吸着材と砂等を混合した吸着層を造成。吸着層に重金属含有水を浸透通過させることにより重金属類を吸着除去する工法。 ・対象土が第二溶出基準以下のものに適用できる。 ・盛土上面には、雨水等の侵入抑制や土の飛散防止のため保護土を計画。
新三国トンネルのズリ処理における諸特性	<p>①掘削ズリの化学的特性(水質特性):</p> <ul style="list-style-type: none"> ・掘削ズリ中の硫化鉱物類の酸化に伴う酸性水の発生リスクがある。 ・ヒン岩・泥岩等の岩ズリからのカドミウム・鉛・セレン・砒素等の重金属類の溶出リスクがある。 <p>②掘削ズリの物理的特性(土質特性):</p> <ul style="list-style-type: none"> ・掘削ズリは、一般土砂とは異なり、不定歪角礫状でφ200mm前後の粒度シェアが卓越する傾向となる。 <p>③ズリ活用地の埋立形態特性:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ズリ活用地の埋立形態は、支持基盤や埋立容量等の関係から、盛土形態ではなく盛土・掘込併用形態にせざるを得ない。 <p>④ズリ活用地の支持基盤特性:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ズリ活用地の支持基盤は、支持力や掘削深さ等の関係から、崖堆積物層(dt-1層、dt-2層)とローム層(tfc層)となる。 ・崖堆積物層(dt-1層)とローム層(tfc層)ではズリ盛土に伴い10~90cm程度の圧密沈下が予想されるため、この部分には圧密沈下を抑制するための地盤改良が必要となる。 <p>⑤ズリ活用地一帯の地下水特性:</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地下水位は、ボーリング調査により掘込深度の下方に想定されているが、季節的に上昇する可能性がある。 ・ズリ活用地の下流側一帯には、水田や畑が点在し、用水路や井戸が現存している。 			
1. 対策実績	甲子トンネル(東北地方整備局), 八甲田トンネル(青森), 三豊トンネル(北海道), 仙台市地下鉄東西線, 他多数 ※ NEXCO新東名においてマニュアルで標準化 ○	第2東名設楽工区トンネル(愛知県内), 他 ※ NEXCO新東名においてマニュアルで標準化 ○	島根県発注トンネル, 近畿地方整備局発注トンネル, 他 ▲	北海道で多数の実績有り 九州地整・NEXCO発注トンネル, 福島県発注トンネル, 中部・近畿・関東地整発注トンネル, 他 △
2. 遮水性	ズリ盛土中の沈下や地震等によって多少の(10cm程度)不等変形が生じて二重のシートの伸びで遮水性が保持されるため、汚染水漏出しリスクは極めて小さい。 ○	ズリ盛土中の沈下や地震等によって多少の不等変形が生じてベントナイト層にクラックが発生した場合でもベントナイト層の自己修復機能と二重シートの伸びで遮水性が保持されるため、汚染水漏出しリスクは極めて小さい。 ○	ズリ盛土中の沈下や地震等によって多少の不等変形が生じた場合には、不溶化処理土内にクラックが発生し、この部分が水みちとなって汚染水の漏出懸念あり。 埋立形態が盛土・掘込併用形態であるため、浸出水の長期安定した排水は困難。 ▲	ズリ盛土中の沈下や地震等によって多少の不等変形が生じた場合には、吸着層内にクラックが発生し、この部分が水みちとなって汚染水の漏出懸念あり。 埋立形態が盛土・掘込併用形態であるため、浸出水の長期安定した排水は困難。 ▲
3. 対策の確実性	シート下部の下地処理、シート敷設、シート上部の保護土の十分な施工監理を行えば、高位の確実性が得られる。 保護土やズリ径の施工監理が不十分な場合には、巨岩投入などに伴うシート損傷のリスクが残る。 ○~△	盛土形態の場合には、底部が一面フラットとなるため、ベントナイト層の確実な施工が可能。今回のような盛土・掘込併用形態の場合には、底部の法面部や小段部の確実なベントナイト層の施工が難しい。 酸性水が水浸するような場合には、ベントナイト層の遮水性が低下する可能性がある。 △	完全な不溶化ではないため、事前リスク評価が必要。 当地の支持基盤特性から見て、上記クラックの発生が否めない。 ▲	完全な吸着ではないため、事前リスク評価が必要。 当地の支持基盤特性から見て、上記クラックの発生が否めない。 酸性水環境下での吸着効果は確実性に乏しい。 複数の重金属種の場合は実績が少ない。 △~▲
4. 維持管理性	盛土内部・外部の重金属類濃度のモニタリングが必要。 地震時や降雨・降雪時の法面安定点検・管理が必要。 盛土内部の定期的な水位観測と適宜の浸出水排水が必要。 △	盛土内部・外部の重金属類濃度のモニタリングが必要。 地震時や降雨・降雪時の法面安定点検・管理が必要。 盛土内部の定期的な水位観測と適宜の浸出水排水が必要。 △	盛土外部の重金属類濃度の入念なモニタリングが必要。 地震時や降雨・降雪時の法面安定点検・管理が必要。 盛土内部の定期的な水位観測が必要。 △	盛土外部の重金属類濃度の入念なモニタリングが必要。 地震時や降雨・降雪時の法面安定点検・管理が必要。 盛土内部の定期的な水位観測が必要。 △

(注) ○:良 △:普通 ▲:劣

2. 2. 1 ズリ処理対策工法 (2/2)

- 「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、実績、遮水性、確実性等を勘案し、下記比較表のとおり遮水工法、不溶化工法、吸着工法を抽出し比較検討した。
- ズリ処理対策工法としては、多くの対策実績を有し、遮水性に優れ（ズリ処理地からの重金属等汚染水漏出リスクが最も小さく）、長期確実性・安定性が期待しうる遮水工法を選択したい。

		第1案 遮水工① 二重遮水シート工法	第2案 遮水工② 遮水シート+ベントナイト層工法	第3案 不溶化工法	第4案 吸着工法
概念図	スリ処理量 約12万m ³				
新三国トンネルのスリ処理における諸特性		<p>①掘削ズリの化学的特性(水質特性):</p> <ul style="list-style-type: none"> 掘削ズリ中の硫化鉱物類の酸化に伴う酸性水の発生リスクがある。 ヒン岩・泥岩等の岩ズリからのガドリウム・鉛・セレン・砒素等の重金属類の溶出リスクがある。 <p>②掘削ズリの物理的特性(土質特性):</p> <ul style="list-style-type: none"> 掘削ズリは、一般土砂とは異なり、不定亜角礫状でφ200mm前後の粒度シェアが卓越する傾向となる。 <p>③ズリ活用地の埋立形態特性:</p> <ul style="list-style-type: none"> ズリ活用地の埋立形態は、支持基盤や埋立容量等の関係から、盛土形態ではなく盛土・掘込併用形態にせざるを得ない。 <p>④ズリ活用地の支持基盤特性:</p> <ul style="list-style-type: none"> ズリ活用地の支持基盤は、支持力や掘削深さ等の関係から、崖錐堆積物層(dt-1層, dt-2層)とローム層(tfc層)となる。 崖錐堆積物層(dt-1層)とローム層(tfc層)ではスリ盛土に伴い10~90cm程度の圧密沈下が予想されるため、この部分には圧密沈下を抑制するための地盤改良が必要となる。 <p>⑤ズリ活用地一帯の地下水特性:</p> <ul style="list-style-type: none"> 地下水位は、ボーリング調査により掘込深度の下方に想定されているが、季節的に上昇する可能性がある。 ズリ活用地の下流側一帯には、水田や畑が点在し、水路や井戸が現存している。 			
要素評価	5. 施工性	シート破損防止のため、軟弱地盤の沈下対策が必要。 シート下部の地下処理、シート敷設、シート上部の保護土に十分な施工監理が必要。これらの施工後は単純な盛土作業の繰り返しとなる。	シート破損防止やベントナイト層のクラック抑制のため、軟弱地盤の沈下対策が必要。 法面部や小段部のベントナイト層施工が難しい。	不溶化処理土のクラック抑制のため、軟弱地盤の沈下対策が必要。 粒径選別、破碎作業、不溶化材と破碎ズリとの混合が工事中は常に必要。 底面下位の面的な排水層施工がかなり難しい。	吸着層のクラック抑制のため、軟弱地盤の沈下対策が必要。 吸着層の施工が終われば、単純な盛土作業の繰り返しとなる。 底面下位の面的な排水層施工がかなり難しい。
要素評価	6. 経済性(概算工事費(経費を含む))	ズリ対策工事 (用地費、地盤改良費を除く) 9.0 億円	ズリ対策工事 (用地費、地盤改良費を除く) 13.0 億円	ズリ対策工事 (用地費、地盤改良費を除く) 14.0 億円	ズリ対策工事 (用地費、地盤改良費を除く) 4.0 億円
総合評価		<p>□トンネル掘削ズリ対策工法として多くの実績を有する。</p> <p>□③不溶化工法、④吸着工法に比べて周辺地下水汚染(二次環境汚染)に対してのリスクが小さい。</p> <p>□②遮水シート+ベントナイト層案に比べ、実績・遮水性・確実性・維持管理性でほぼ同等であるが、施工性・経済性で優れる。</p> 	<p>□トンネル掘削ズリ対策工法としての実績あり。</p> <p>□③不溶化工法、④吸着工法に比べて周辺地下水汚染(二次環境汚染)に対してのリスクが小さい。</p> <p>□①二重遮水シート案に比べ、実績・遮水性・確実性・維持管理性でほぼ同等であるが、施工性・経済性で劣る。</p>  <p>(例)NEXCO新東名マユルより</p>	<p>□ズリ盛土中の沈下や地震等によって不溶化処理土内にクラックが発生し、この部分が水みちとなって周辺地下水汚染を惹き起こすリスクが否めない。</p>  <p>□地下水水位の変動や地下水集排水施設の不備により、不溶化処理土内が水浸するリスクがある。</p> <p>□遮水性、確実性、施工性、経済性に難あり。</p>	<p>□ズリ盛土中の沈下や地震等によって底面の吸着層内にクラックが発生し、この部分が水みちとなって周辺地下水汚染を惹き起こすリスクが否めない。</p>  <p>□地下水水位の変動や地下水集排水施設の不備により、吸着層内が水浸するリスクがある。</p> <p>□酸性水環境下での吸着効果は確実性に乏しい。</p> <p>□複数の重金属種を吸着対象とした実績が少ない。</p>

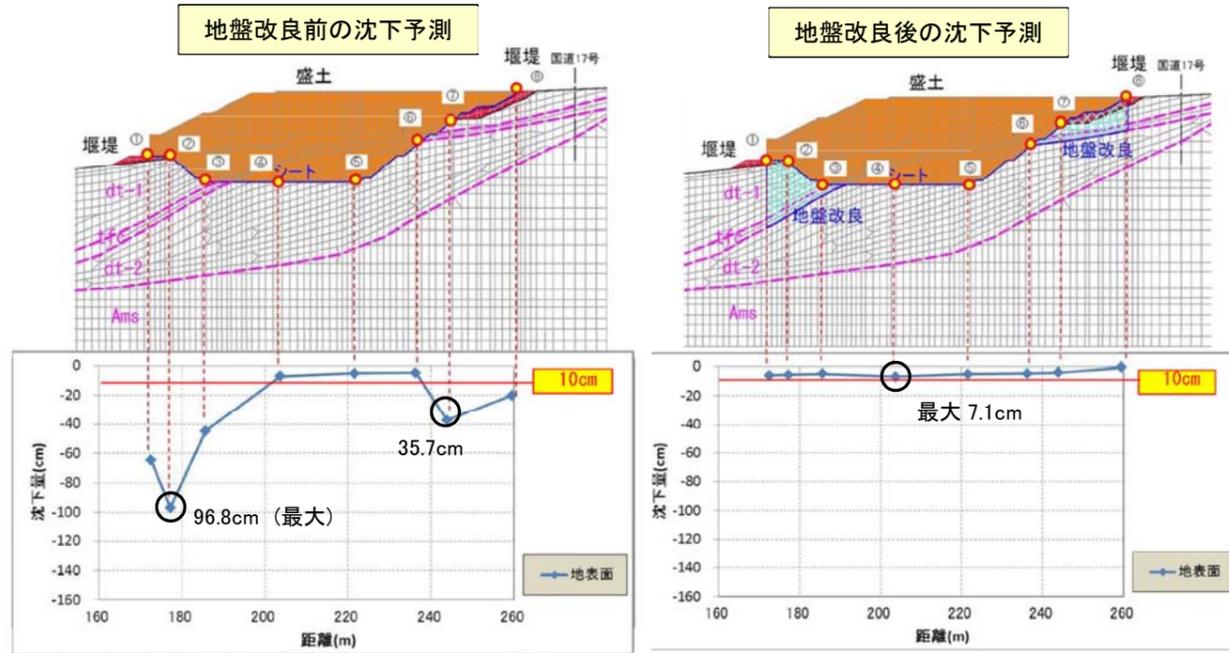
(注) ○: 良 △: 普通 ▲: 劣

2. 2. 2 ズリ活用地の沈下予測結果・地盤改良工・盛土安定

(1) 沈下の予測結果

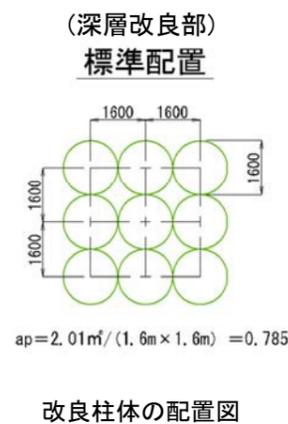
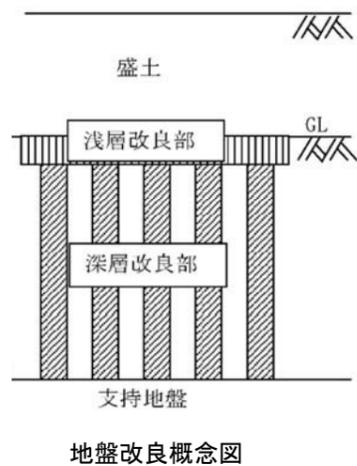
沈下の予測解析の結果、沈下量は最大 96.8cm と予測され、遮水シート破損の許容沈下量 10cm を大きく上回る。⇒ 地盤改良が必要

改良後 ($q_u = 700\text{kN/m}^2$ 、改良率 78.5%) では、沈下量は 10cm 以下に収まった。



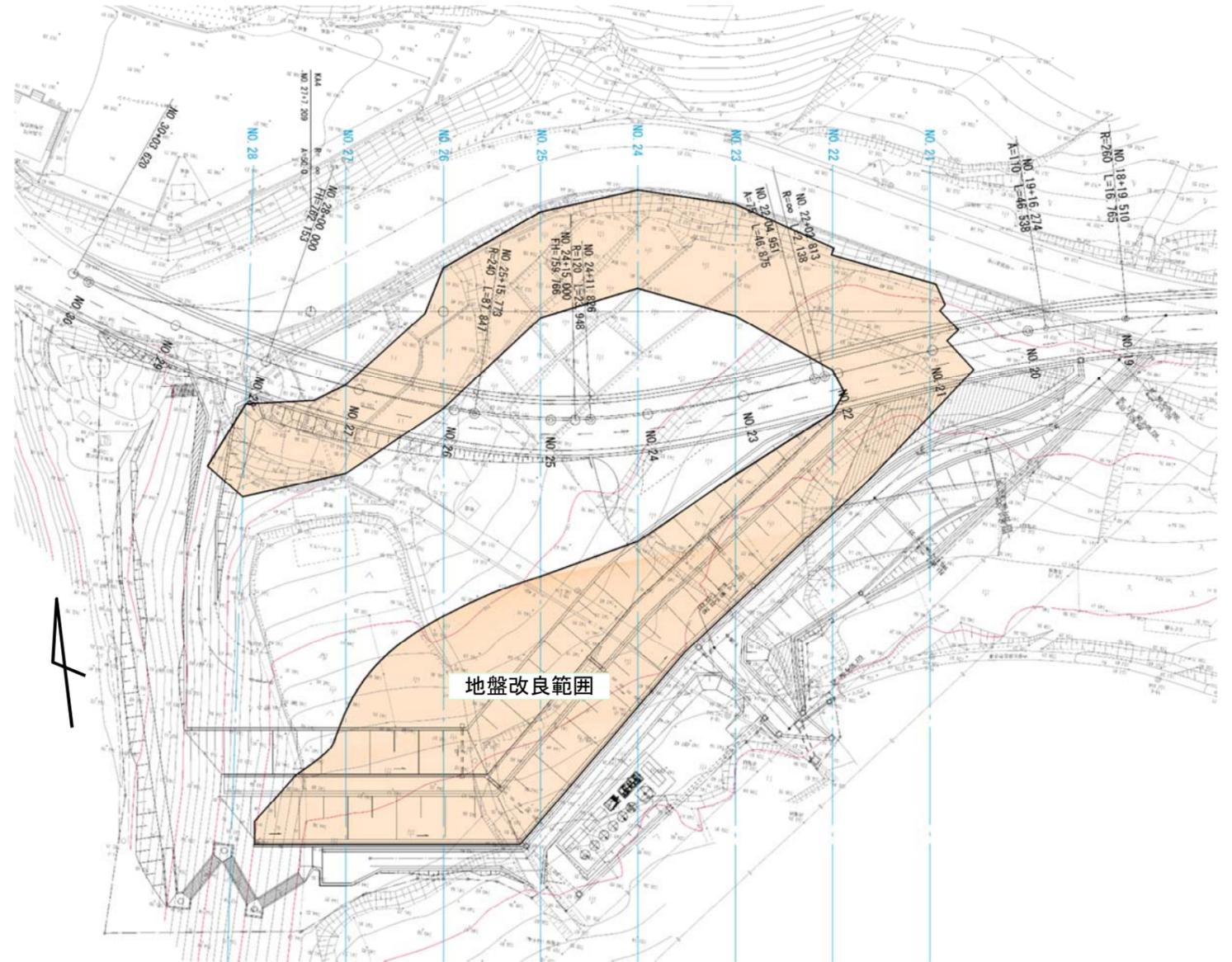
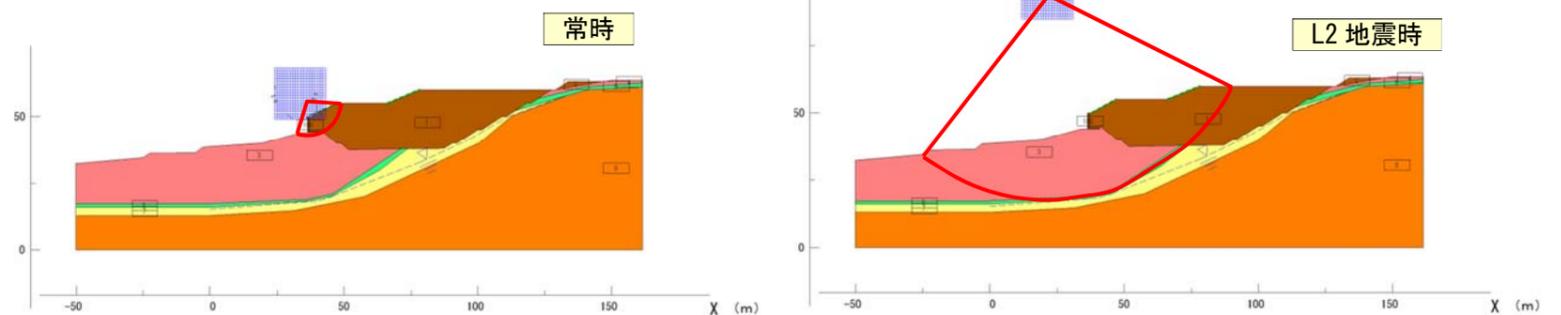
(2) 地盤改良工

- (1) 基本構造：浅層改良部(改良率 100%) + 深層改良部(改良率 78.5%, 柱体接円配置)
- (2) 改良強度： $q_u = 800\text{kN/m}^2$ (現場目標強度、浅層改良・深層改良ともに共通)
- (3) 改良深度：支持層着底(dt-2層または Ams 層に着底)

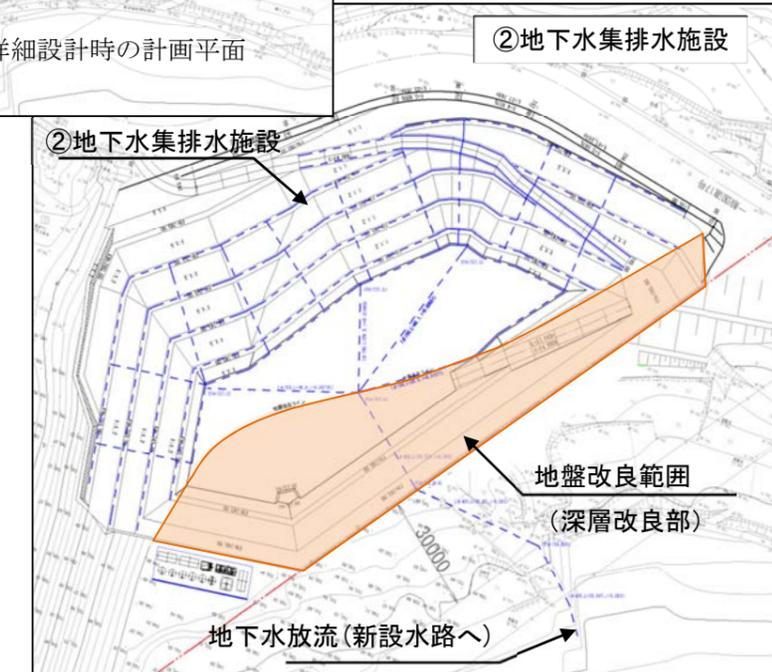
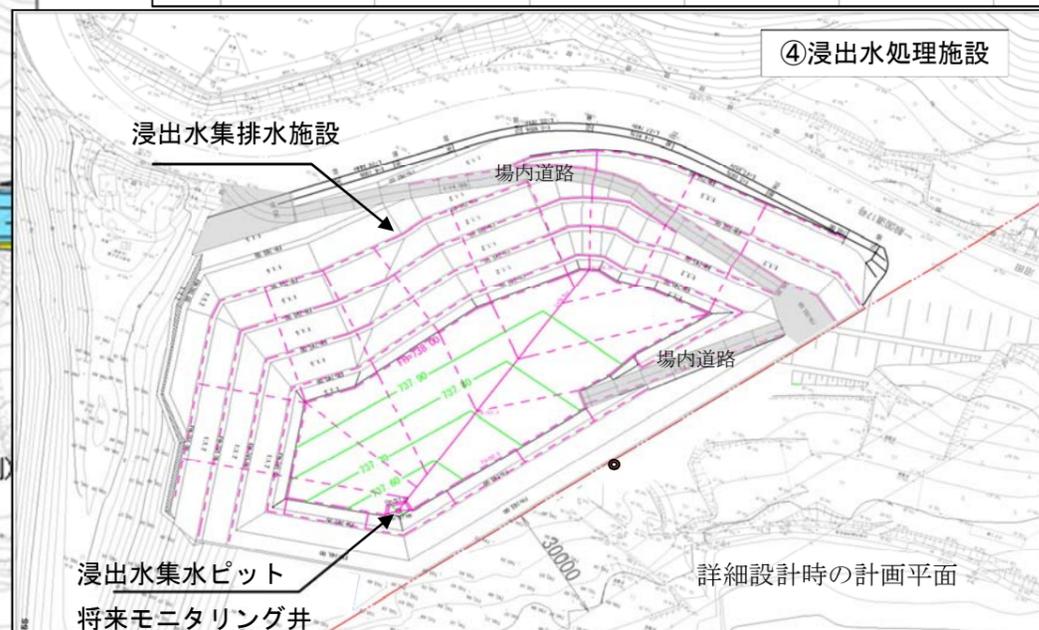
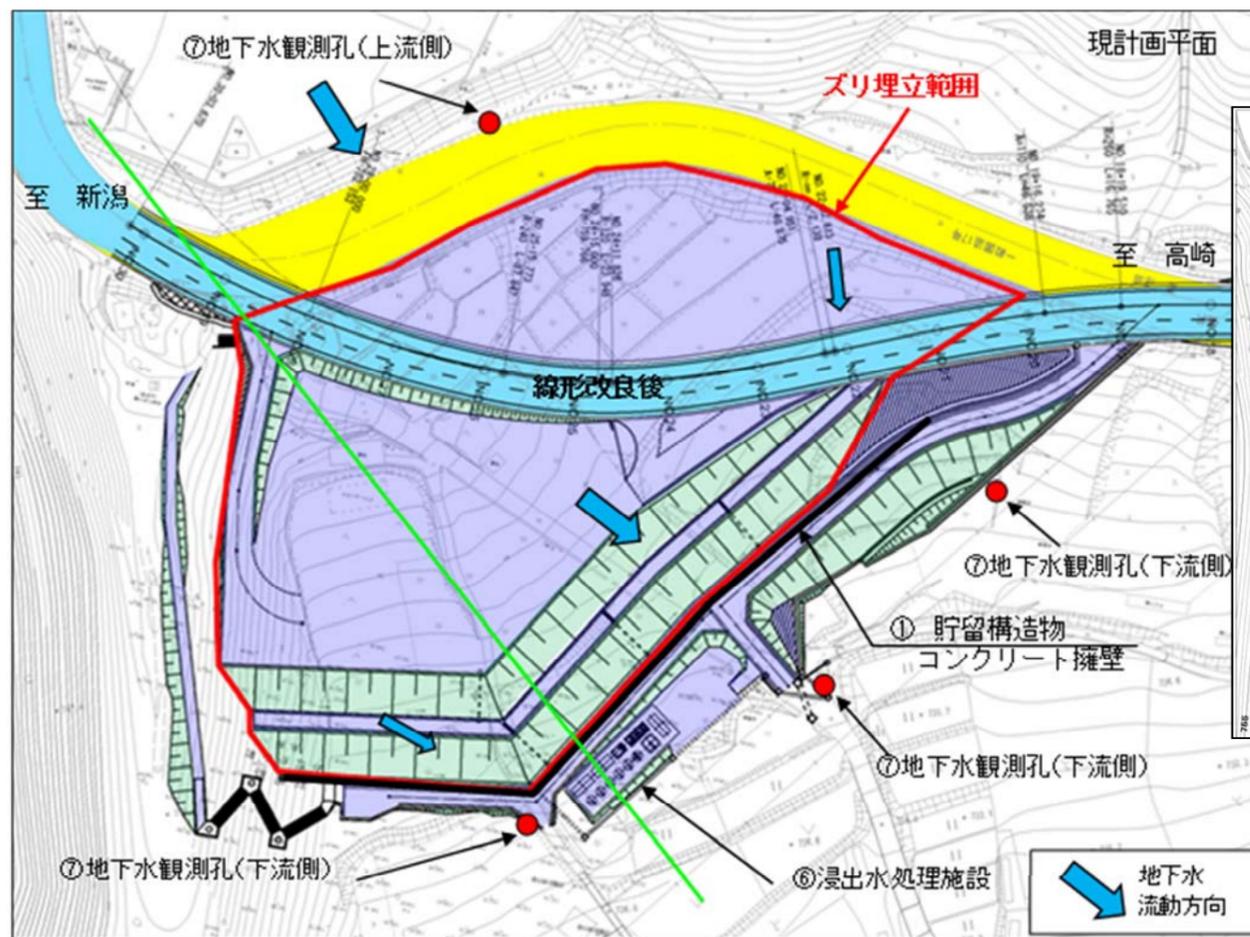
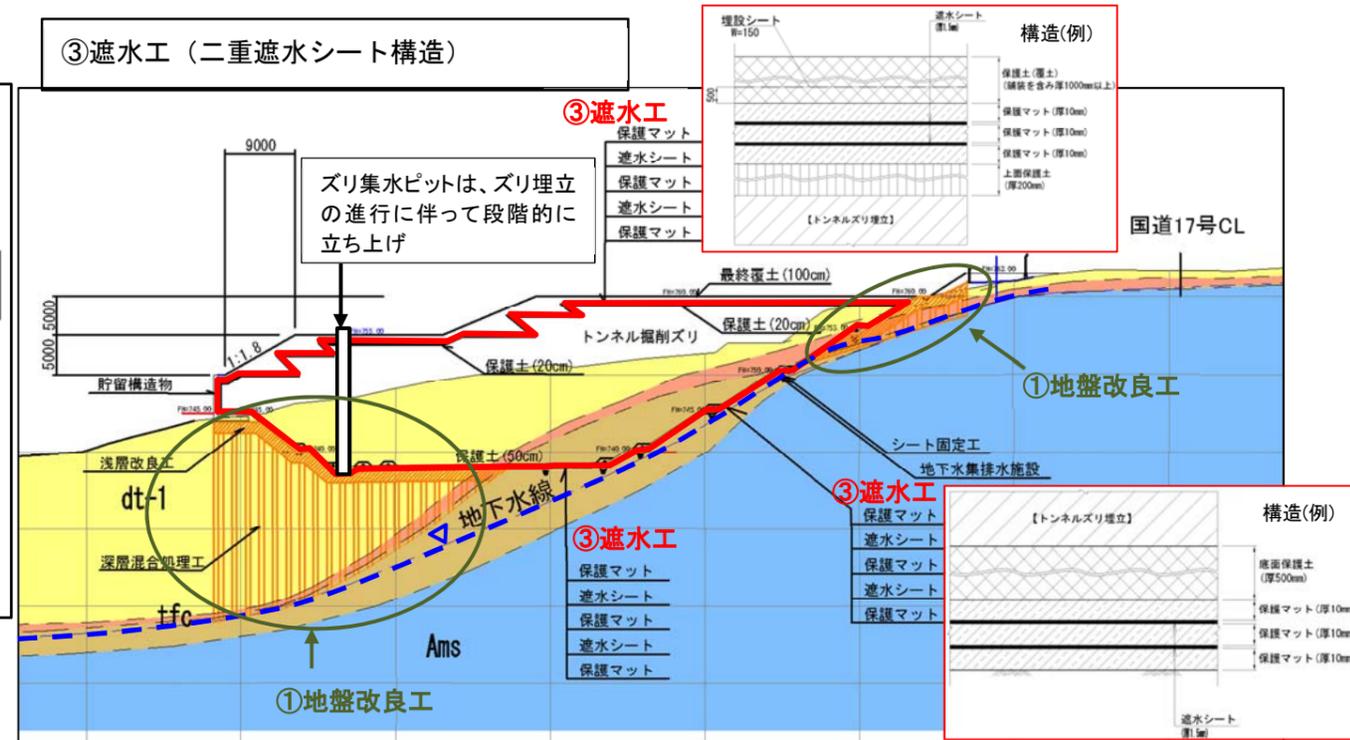
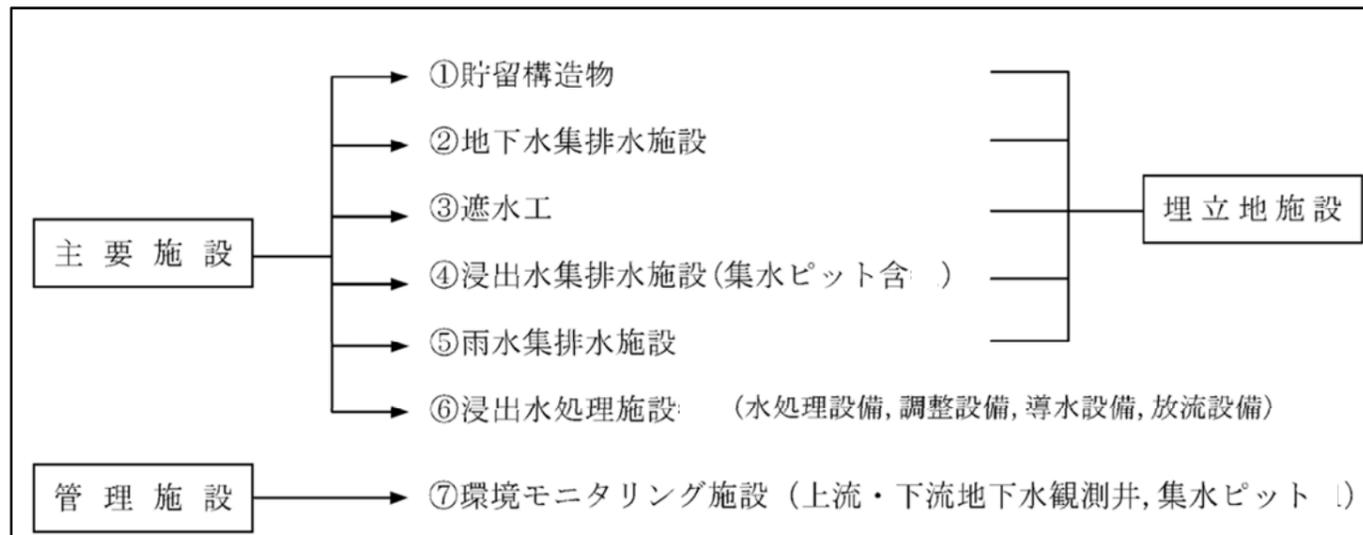


(3) 盛土安定解析(円弧すべり)

- (1) ズリ埋め立てによる基礎地盤を含むすべり安定性を検討した。
- (2) 検討は、常時及び地震時(設計水平振動)の条件で解析した。
- (3) 安定解析の結果、全ての状態で目標安全率を満足する。



2. 2. 3 ズリ活用地の施設構成



2.3 トンネルズリ処理対策に関わる検討課題(案)

新三国トンネルズリにおける重金属類の飛散・浸透対策として、下記の作業段階において、課題を抽出・検討する必要がある。
対策工法としては遮水工を選択し、そのうち二重遮水シート工法を提案したが、その比較検討結果の妥当性についても審議して頂きたい。

【トンネル施工時のトンネル坑内作業～仮置き～ズリ運搬】

・坑内掘削 ・仮置き場 ・運搬中 ・ズリ搬入時

【ズリ処理場】

・設計段階 ・施工段階（地盤改良、シート敷設、埋め立て） ・維持管理段階（モニタリング、処理施設管理） ・緊急時対応

【各段階で懸念される状況と本委員会の検討課題】

施工前、施工中、施工後の各段階での懸念される状況のうち、トンネル施工時は飛散・浸透防止等による対策が限定され、ズリ処理施設の地盤改良や維持管理では、施工管理・維持管理マニュアルでの管理となり、施工技術で対応可能と考えられる。

本委員会では、ズリ処理施設内外を対象とし、基本方針の策定が必要な下記（○、◎）の3項目を審議項目としたい。

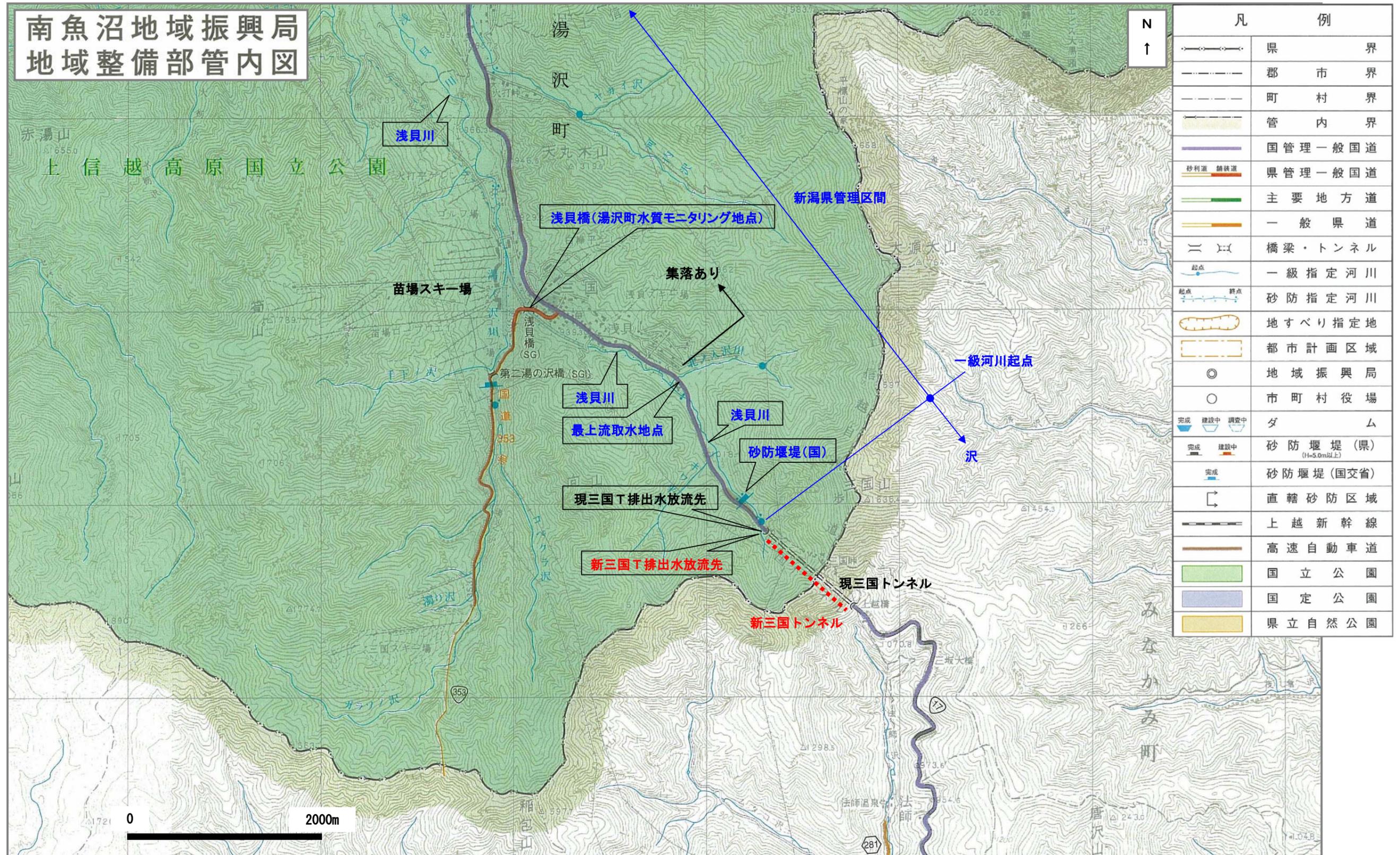
位置	段階	懸念される状況	対策方法				
			トンネル	ズリ仮置き場	運搬道路	ズリ処理施設	ズリ処理施設内外
トンネル～ 仮置き場～ 運搬道路～ ズリ処理施設	施工時	・トンネル掘削時の坑外へのズリ飛散・流出	換気対策				
		・仮置き場でのズリ飛散・地下浸透		飛散・浸透防止対策			
		・運搬中のズリの飛散			運搬車両での飛散防止対策		
		・ズリ搬入時の浸出水の処理				浸出水処理対策	
		・ズリ搬入時のズリ飛散・漏出					飛散・浸透防止対策
ズリ処理施設及び周辺	設計段階	○対策工法、地盤評価、地盤改良、施設構成等の設計基本方針					環境リスク防止に適した対策工法・設計計画(委員会審議)
	施工時	・地盤改良の不備 ・沈下の発生によるシート損傷				地盤改良の施工・品質管理	
		・シート敷設時のシートの損傷や不十分な溶着				施工管理に基づく実施(シート敷設管理)	
		・ズリ埋め立て中のシート損傷				施工管理に基づく実施(埋め立て管理)	
		・ズリ埋め立て中の降雨、降雪による浸出水地下浸透				施工管理に基づく実施(浸出水管理)	
	維持管理	・処理施設(貯留構造物、地下水集排水施設、遮水工、浸出水排水施設、雨水集排水施設、浸出水処理施設)の損傷				維持管理マニュアルに基づく実施	
		・完成後の処理場跡地(平場)でのシート損傷				構造物設置規制管理	
◎不適当なモニタリング計画による重金属類場外漏出の検知遅れ等						適した位置・深度・頻度・項目でのモニタリング(委員会審議)	
緊急時	◎重金属等の処理場外への漏出(緊急時の行動と回避対策)					漏出防止対策の計画と行動計画の策定(委員会審議)	

○印：第1回委員会審議項目 ◎：第2回委員会審議項目

3. トンネル施工中及び完成後に課題となる排出水の対策

3. 1 トンネルと河川・道路・公園の位置関係

- ・新三国トンネルの排水放流先は、現三国トンネルと同様に、上信越高原国立公園内を新潟・群馬県境付近から国道17号線沿いに北流する一級河川浅貝川の上流区間となる。
- ・浅貝川の上中流区間の河道は、中小の溪流を左右から取り込みながら、苗場スキー場付近まで、国道17号線に近接してほぼ平行状に並走している。



3. 2 トンネル排水と河川水の現状特性

3. 2. 1 トンネル排水の現状特性

○排出量

- ・現トンネルの排出量は約 1,600m³/日である（既往調査の結果）。
- ・新トンネルの施工中には亀裂の発達したヒン岩縁辺相で、湧水（約 1m³/min）の発生が予想される（既往調査の結果）。
- ・新トンネル完成後の現・新トンネルの総排出量は約 1,800m³/日と現状（約 1,600m³/日）に比べて 10%程度増加の見込みである（既往浸透流解析の結果）。

○水質

- ・新潟側坑口における現トンネル排水は、環境基準値（pH6.5～8.5，類型 AA：自然環境保全）を下回る pH3～5 の酸性水である（既往水質観測の結果）。
- ・現トンネルの排水・地下水は極微量の重金属類（砒素，ふっ素，総亜鉛）を含有し、総亜鉛は環境基準値を超過している（既往水質分析の結果）。
- ・現トンネルボーリングコアの溶出試験では一律排水基準・環境基準の基準値を超過する重金属類（カドミウム，鉛，セレン，砒素，ふっ素）が確認されている（既往コア溶出試験・水質分析の結果）。

⇒新トンネルの建設に伴い、自然由来の重金属類を含む酸性水が発生・増加し、周辺水質環境に影響を及ぼすことが懸念される。

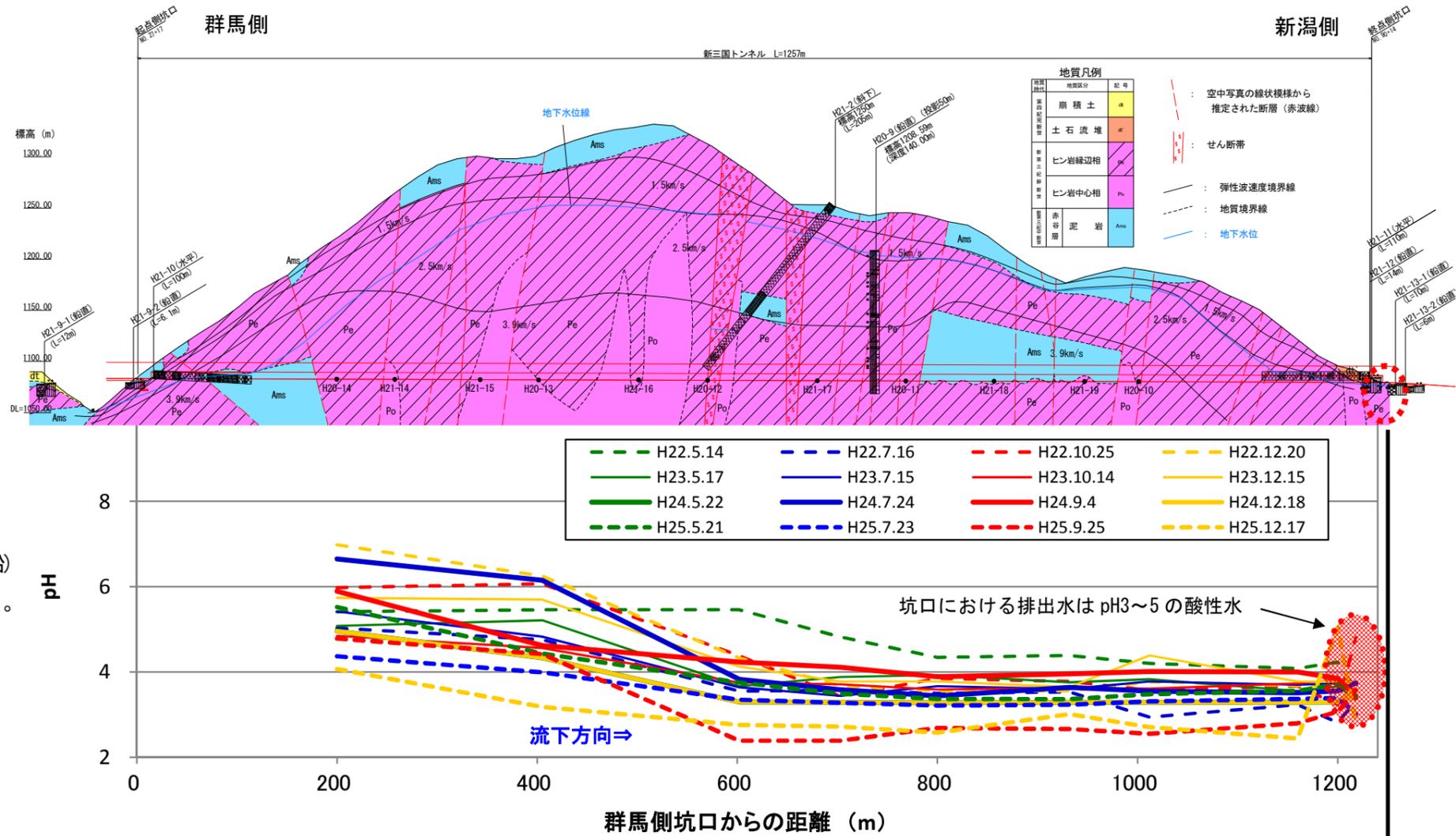


図 3. 2. 1-1 トンネル側溝に排出するトンネル湧水の pH 分布

表 3. 2. 1-1 トンネル排水およびボーリングコアに含まれる重金属類

試験	項目*1	試験結果*2 (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)
	地下水	ふっ素	0.17 mg/L	8 mg/L	0.8 mg/L	基準値以下	基準値以下	
溶出試験	ボーリングコア	総亜鉛	0.61 mg/L	2 mg/L	0.03 mg/L	-	超過	平成21年度(H21-2)
		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	平成21年度
		砒素	0.11 mg/L	0.1 mg/L	0.01 mg/L	若干超過	超過	
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。



3. 2. 2 河川水の現状特性

- ・ 現トンネル排水は pH3~5 の酸性を示すが、トンネル排水と関係のない沢でも同様に pH3~5 の酸性を呈する箇所がある。
- ・ 現トンネル排水放流地点下流側の河川水の pH は、下流に向うにつれて上昇（中性化）する傾向を示すものの、下流側 1.7km まで、全体として酸性環境下にある（既往水質観測の結果）。
- ・ トンネル周辺の河川水の pH3~6 は、「環境基本法の環境基準（pH6.5~8.5， 類型 AA¹⁾：自然環境保全）」と比較して、同基準の規定範囲を超過している。
 - ¹⁾ トンネル排水放流先となる浅貝川は類型指定されていないが、下流の清津川は AA 類型に指定されているため、当類型と比較。
- ・ トンネル坑口から約 3.3km 下流側に位置する湯沢町観測地点の浅貝橋での pH は 7 と中性を示す。

⇒ トンネル周辺の浅貝川上流区間一帯の河川水は全体として酸性環境下にあり、pH のバックグラウンド値は環境基準（pH6.5~8.5， 類型 AA：自然環境保全）を超過する概ね pH3~6 の範囲にある。

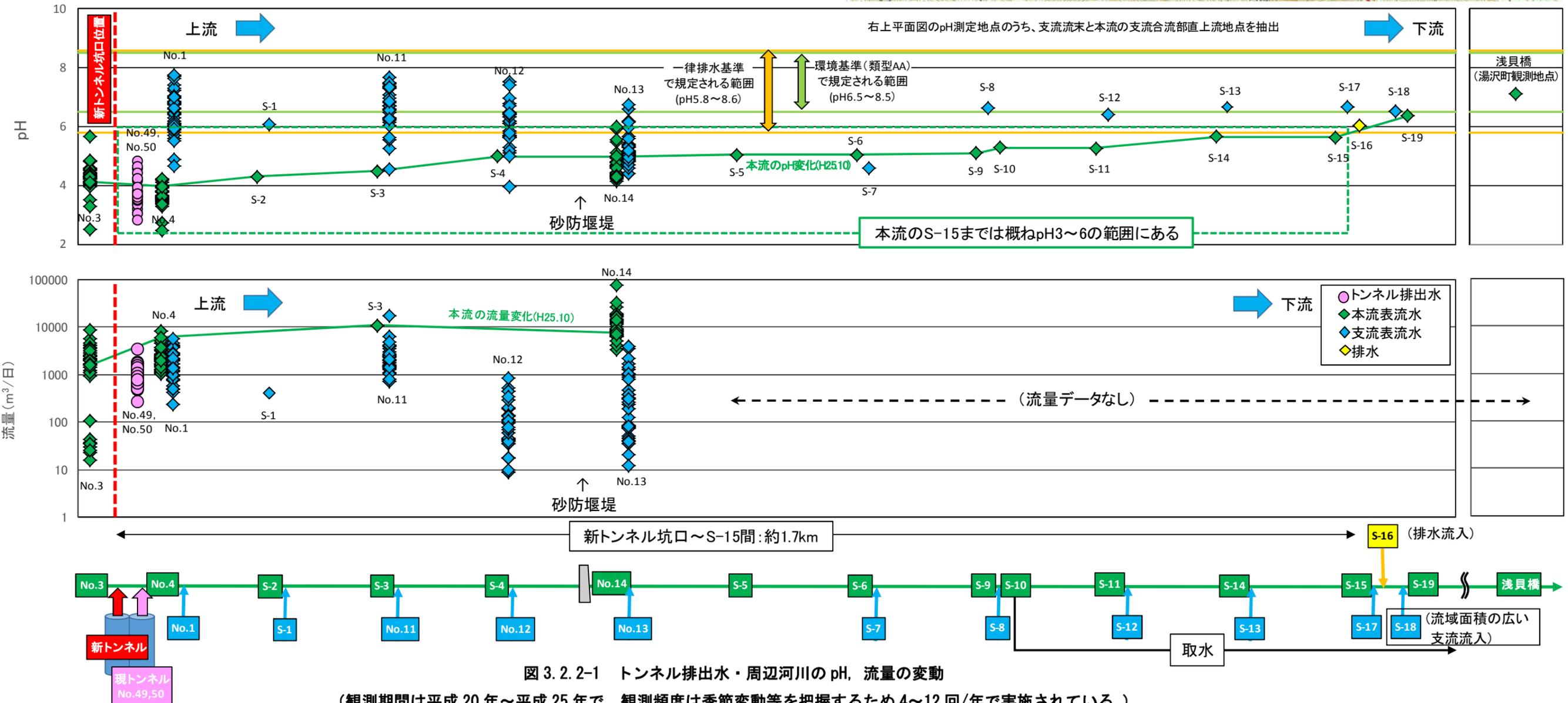
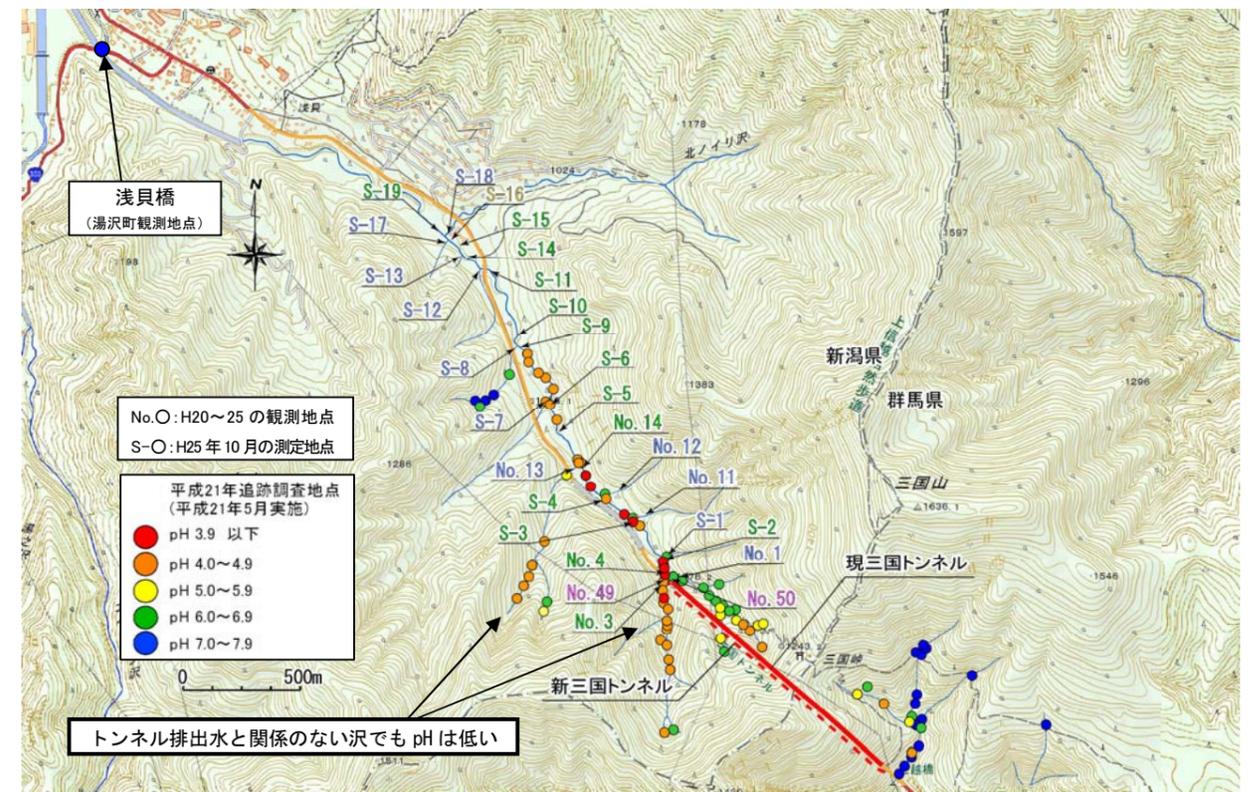


図 3. 2. 2-1 トンネル排水・周辺河川の pH, 流量の変動
(観測期間は平成 20 年~平成 25 年で、観測頻度は季節変動等を把握するため 4~12 回/年で実施されている。)

3. 3 トンネル施工中・完成後の排水対策基本方針

3. 3. 1 トンネル施工中の排水（濁水）対策基本方針

(1) 基本方針

○新トンネル施工中は、「生コンクリート製造業の用に供するバッチャープラントを設置する事業場」相当として取り扱い、「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水（濁水）処理を行う。

○トンネル施工中の排水水（濁水）の処理水は、濁水処理施設等の仮設備の設置位置（現三国トンネル新潟側坑口北方）などを考慮して、一級河川浅貝川の立石橋下流区間（新潟県管理区間）に放流する。



図 3. 3. 1-1 トンネル施工中の排水水（濁水）の処理水放流先

3. 3. 2 トンネル完成後の排水対策基本方針

(1) 基本方針

○新トンネル完成後の排水水対策方針は、浅貝川上流部の現状水質レベルを超過した場合に、対策を行うことを基本とする。具体的には、新トンネル施工中の新・現トンネル排水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。

○トンネル完成後の排水水は、現三国トンネル排水水放流先直上流の一級河川浅貝川起点（立石橋下流端付近）上流の沢に放流する。

※トンネル総排水水が1割増加したときの河川水 pH を混合計算により予測した結果、pH 低下は0.1 以下となった。



図 3. 3. 2-1 トンネル完成後の排水水の放流先

3. 4 トンネル排水対策に関わる検討課題（案）

□トンネル排水と河川水の現状特性のまとめ

- ・新トンネル完成後の現・新トンネルの総排水量は約 1,800m³/日と現状（約 1,600m³/日）に比べて 10%程度増加の見込みである。
- ・現トンネル排水は、環境基準値を超過する pH3~5 の酸性水である。
- ・現トンネル排水・地下水は、極微量の重金属類（砒素、ふっ素、総亜鉛）を含有し、総亜鉛は環境基準値を超過している。
- ・現トンネルボーリングコアの溶出試験では、重金属類（カドミウム、鉛、セレン、砒素、ふっ素）が確認されている。
- ・トンネル周辺の河川水も現トンネル排水と同様に pH3~6 の酸性を呈しており、環境基準を超過している。
- ・現トンネル排水放流地点下流側の河川水の pH は、下流に向うにつれて上昇（中性化）する傾向を示すものの、全体として酸性環境下にある。

⇒新トンネルの建設に伴い、自然由来の重金属類を含む酸性水が発生・増加することが懸念される。

∴ 以上の諸点より、新トンネル施工中・完成後においては、周辺水質環境に及ぼす影響を少なくするようにモニタリングを含めた排水対策を行う必要がある。

ただし、トンネル周辺の浅貝川上流区間一帯の河川水は全体として酸性環境下であり、pH のバックグラウンド値が環境基準を超過する pH3~6 の範囲にあること、また総亜鉛のバックグラウンド値が環境基準を超過すること等の自然由来の現状水質特性にも配慮しつつ、関連法令基準もしくは周辺水質環境の現状保持を目指した排水対策を立案する必要がある。

○トンネル施工中の排水（濁水）対策基本方針

○新トンネル施工中は、「生コンクリート製造業の用に供するバッチャープラントを設置する事業場」相当として取り扱い、「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。

○トンネル完成後の排水対策基本方針

○新トンネル完成後の排水対策方針は、浅貝川上流部の現状水質レベルを超過した場合に、対策を行うことを基本とする。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。

■トンネル排水対策に関わる検討課題と本委員会審議項目（案）

今回検討では、自然由来の現状水質特性にも配慮しつつ、関連法令基準もしくは周辺水質環境の現状保持を目指した排水対策を立案するため、下表に示すようにトンネル施工中・完成後に区分して緊急時対策・モニタリング計画も含めた排水対策を検討したい。

なお、本委員会では、下記項目の中から特に重要度が高いと考えられる「**○印項目（第1回委員会）**」、「**◎印項目（第2回委員会）**」について審議して頂きたい。

トンネル排水対策に係る検討課題と本委員会審議項目（案）

(1) トンネル施工中の排水（濁水）対策	(2) トンネル完成後の排水対策
1) 施工中の排水（濁水）対策 ○基本方針 施工中濁水の処理水量 施工中濁水の処理水質 施工中濁水の処理フロー ◎緊急時対策	1) 完成後の排水対策 ○基本方針 ◎緊急時対策 ◎現状水質レベル保持に向けた長期対策
2) 施工中のモニタリング（案） ◎基本方針 ◎モニタリング方法	2) 完成後のモニタリング（案） ◎基本方針 ◎モニタリング方法

○印：第1回委員会審議項目

◎印：第2回委員会審議項目