

## 第5回 水海川導水トンネル技術検討委員会

日時:令和5年12月5日(火) 13:00～15:00

場所:足羽川ダム工事事務所 第一会議室

### 議 事 次 第

1. 開会

2. 挨拶

3. 報告

(1) 第4回委員会の議事概要

4. 議事

(1) 進捗状況について

(2) 今後の施工方針について

(3) 高透水ゾーンでの対応方針について

(4) その他

5. 閉会

## 水海川導水トンネル技術検討委員会 設立趣意書

足羽川ダム建設事業は、足羽川、日野川、九頭竜川下流地域における洪水被害の軽減を目的として、九頭竜川水系足羽川の支川部子川に洪水調節専用のダムと併せて、他流域の4河川（水海川、足羽川、割谷川、赤谷川）の洪水を導水するための分水施設（堰・導水トンネル）を整備するものである。

当面の具体的な整備内容は、九頭竜川水系河川整備計画の目標である戦後最大規模の洪水に対応するため、ダム本体と水海川の洪水を導水する分水堰及び導水トンネルをⅠ期事業として整備し、将来的には九頭竜川水系河川整備基本方針の目標とする洪水に対応するための足羽川、割谷川、赤谷川からの導水路をⅡ期事業として整備するものである。

まずはⅠ期事業として進めている水海川の洪水を導水するための水海川導水トンネル工事に平成29年7月に着手し、これまで工事を進捗してきたところであるが、脆弱な地山性状及び多量湧水による施工スピードの低下が生じている現状であり、今後、温見断層の掘削等を行う予定であり、更に過酷な状況が想定される。

また、高透水ゾーンの掘削においては、地下水位への影響を考慮したトンネル構造を採用しており、確実な施工が求められている。

以上のことから、安全に工事を進めることを前提に、施工方法及び地下水への影響等について、専門家からの技術的な指導、助言を得るため、本委員会を設置するものである。

## 水海川導水トンネル技術検討委員会 規約

### (名称)

第1条 本会は、水海川導水トンネル技術検討委員会（以下、「委員会」という。）と称する。

### (目的)

第2条 委員会は、足羽川ダム建設事業の水海川導水トンネルに関する工事（以下、「事業に関する工事」という。）に対して、施工の確実性の向上に資するため、技術的な指導、助言を与えることを目的とする。

### (内容)

第3条 事業者である足羽川ダム工事事務所長（以下、「事務所長」という。）の求めに応じ、委員会は事業に関する工事について、次の事項について技術的な指導、助言を与える。

- 1) トンネルの施工に関すること
- 2) 地下水の保全に関すること
- 3) その他必要な事項

### (委員会)

第4条 委員会は、別紙のと通りの委員で構成する。

- 2 委員会には委員長をおき、委員会に属する委員のうちから、事務所長が指名する。
- 3 委員長は委員会の議長を務め、議事を整理する。
- 4 委員長が委員会に出席できない場合には、事務所長が指名した委員が委員会の議長を務め、議事を整理する。
- 5 委員会が必要と認めた場合は、委員以外の者に出席を求め、意見を聴取することができる。
- 6 委員は、事務所長が委嘱する。

### (委員会の開催)

第5条 委員会は、事務所長がこれを招集する。

- 2 事業に関する工事において、事務所長が必要と判断した場合は、委員会を招集することなく、委員に対して技術的な指導、助言を求めることができる。
- 3 事務所長は、前項により技術的な指導、助言を求めた場合、委員に対して、書面等により速やかに報告を行うものとする。

(設置期間)

第6条 委員会の設置期間は、足羽川ダム建設事業が完了するまでとする。

(守秘義務)

第7条 委員は、審議で知り得た内容について、委員会の許可無く第三者に漏らしてはならない。また、委員の職を退いた後も同様とする。

(委員会の公開)

第8条 委員会の設立趣意書、規約及び委員名簿については、公開とする。

2 配布資料及び結果（主な意見）については、原則公開とする。

3 委員会については、原則非公開とする。

4 これにより難しい場合は、委員会に諮った上で、事務所長が決定するものとする。

(事務局)

第9条 事務局は、近畿地方整備局足羽川ダム工事事務所におく。

(雑則)

第10条 この規約に定めるもののほか、委員会運営に必要な事項は、委員会により定める。

(附則)

本規約は、令和2年10月16日から施行する。

別紙

水海川導水トンネル技術検討委員会 委員名簿

(敬称略、50音順)

阿 南 修 司 国立研究開発法人 土木研究所 地質監

砂 金 伸 治 東京都立大学  
都市環境学部 都市基盤環境学科  
都市環境科学研究科 都市基盤環境学域 教授

大 島 洋 志 国際航業株式会社 最高技術顧問

日 下 敦 国立研究開発法人 土木研究所  
道路技術研究グループ トンネルチーム 上席研究員

真 下 英 人 一般社団法人 日本建設機械施工協会  
施工技術総合研究所 所長

## 第 4 回 水海川導水トンネル技術検討委員会 議事概要

■開催日時 令和 4 年 11 月 1 日（火） 13:00～15:00

■開催場所 足羽川ダム工事事務所

■出席委員 砂金 伸治 東京都立大学 都市環境学部 教授  
大島 洋志 一般社団法人 日本応用地質学会 名誉会員【WEB 参加】  
日下 敦 国立研究開発法人 土木研究所  
道路技術研究グループ 上席研究員  
真下 英人 一般社団法人 日本建設機械施工協会  
施工技術総合研究所 所長

(50 音順、敬称略)



### ■議事概要

#### ○温見断層について

- ・ 前回委員会後に実施された長尺水平ボーリングにより採取したコアについては、これまでは確認されなかった礫混じりの粘土層が確認された。また、トンネル切羽面においても、強い粘性をもった粘土状の層と非常に脆い砂質系の層が確認された。これらの結果も踏まえて、導水トンネルは温見断層破碎帯に入ったと考えることは妥当である。
- ・ 礫混じり粘土層と礫状の岩盤が互層で現れる複雑な地質で、その前方（断層の背面）には高压帯水層の存在が懸念されることから、調査ボーリングにより前方の地山性状を把握して施工を進めることが重要である。

## ○今後の施工方針について

- ・ 調査ボーリング及びトンネル切羽状況から、今後の施工に際して、①湧水への備え、②脆弱な地山への備え、が施工上の課題となると考えられる。
- ・ 上記の課題に基づき、以下の点を踏まえて施工を進めていくことが重要であると考えられる。
  - ✓ 湧水への備えとして、水抜き工とトンネル掘進を交互に繰り返し、湧水の有無を確認しながら施工を進める。
  - ✓ 脆弱な地山への備えとして、極力切羽へ湧水の影響が及ばないように、水抜き工を行いながら施工を進める。
  - ✓ また、計測によりトンネルの安定を確認しながら掘削を進め、トンネルの変位が増大する場合には、支保工の健全性を確保して施工を進める。
- ・ 今後の施工においては、上記のような計測や観察を丁寧に行いながら慎重に施工を行い、地山の状況に応じた対策工を適用するという提案された施工方針は妥当であると考えられる。

以 上

# 第5回 水海川導水トンネル技術検討委員会

## 水海川導水トンネル工事

---

令和5年12月5日

足羽川ダム工事事務所



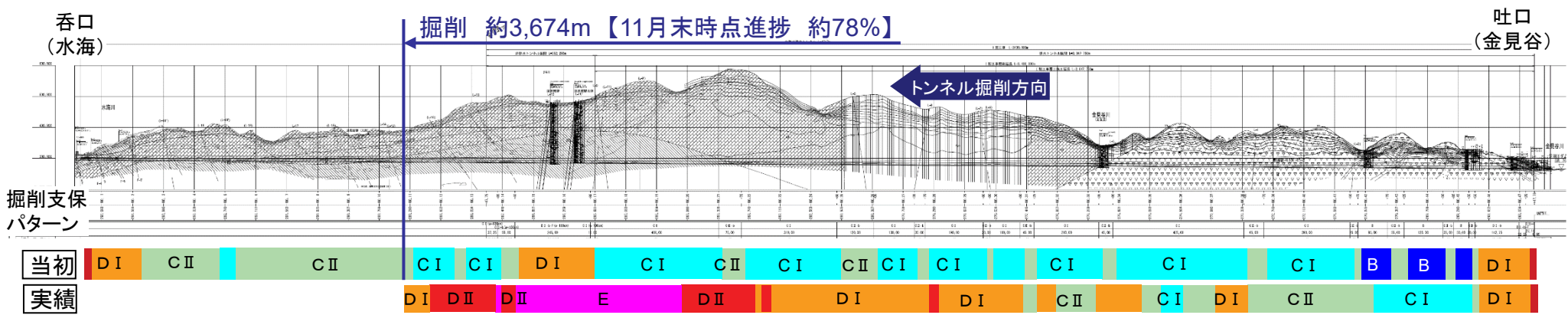
## < 目 次 >

1. 水海川導水トンネル工事(工事概要)
2. 温見断層の施工について
3. 今後の施工方針について
4. 減水注入について

# 1. 水海川導水トンネル工事(工事概要)

## ■ 工事の進捗

○トンネル全延長4,717mに対して、令和5年11月末時点で3,674mまで掘削が進行(約78%の進捗)



**DI (代表)**

- ◆ロックボルト  
L=4000mm@18本
- ◆吹付コンクリート  
t=150mm
- ◆鋼製支保工  
H-125
- ◆インバートコンクリート  
T=450mm



凡例

Blue	B	↑ 良い 地山の状態 ↓ 悪い
Cyan	CI	
Green	CII	
Orange	DI	
Red	DII	
Magenta	E	

支保パターン

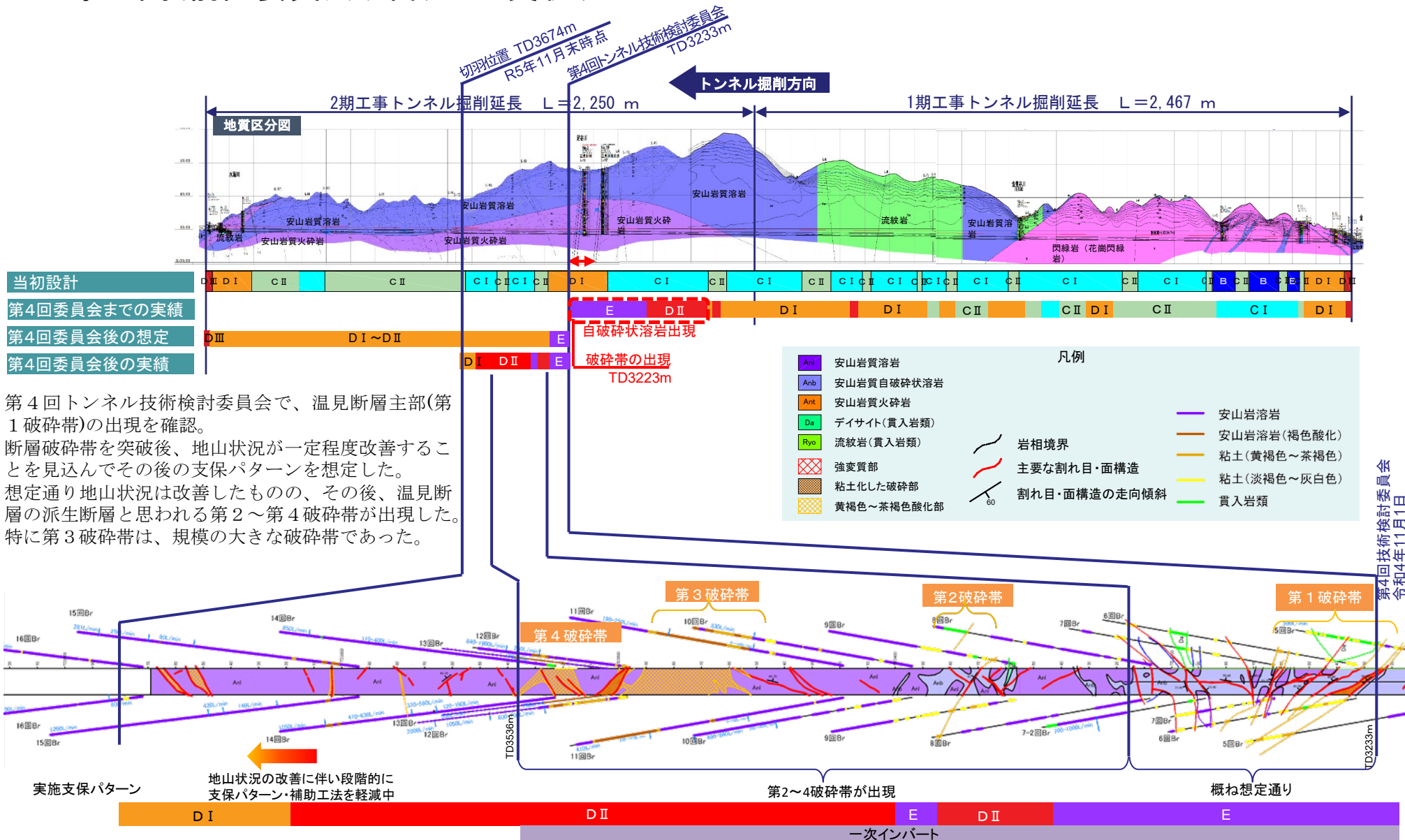
**E (代表)**

- ◆ロックボルト  
L=4000mm@8本  
L=6000mm@20本
- ◆吹付コンクリート  
t=300mm
- ◆鋼製支保工  
H-250
- ◆インバートコンクリート  
T=500mm



# 2. 温見断層の施工について

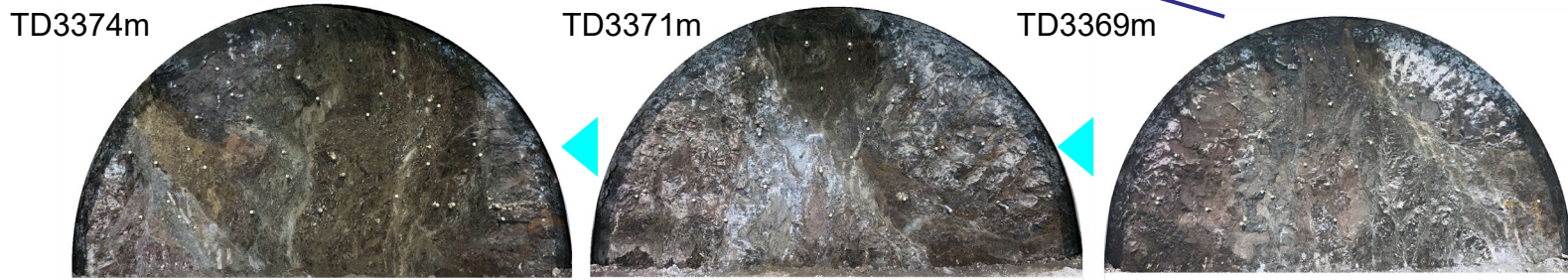
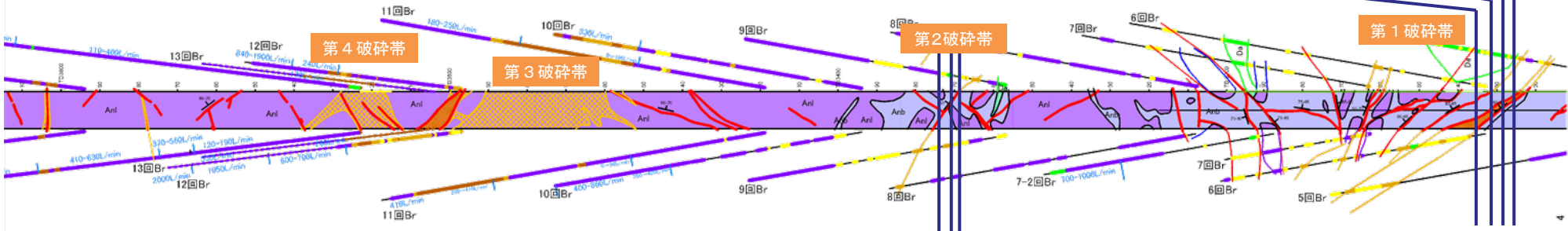
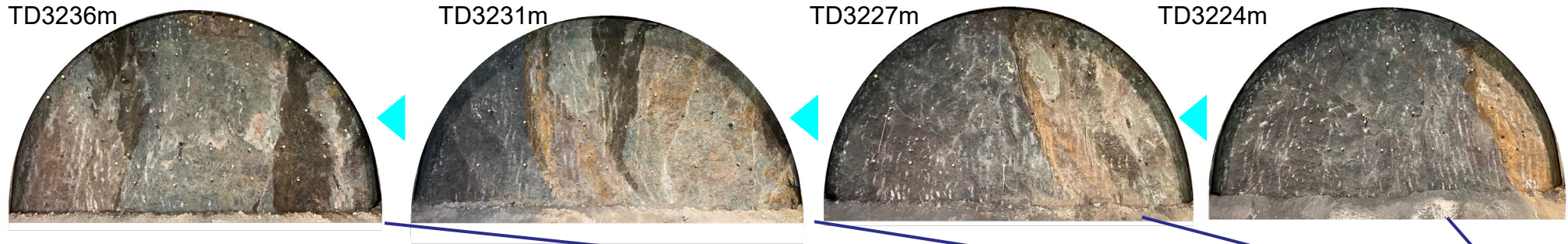
## ■ 工事区間(前回委員会以降)の地質状況



第4回トンネル技術検討委員会で、温見断層主部(第1破碎帯)の出現を確認。断層破碎帯を突破後、地山状況が一定程度改善することを見込んでその後の支保パターンを想定した。想定通り地山状況は改善したものの、その後、温見断層の派生断層と思われる第2～第4破碎帯が出現した。特に第3破碎帯は、規模の大きな破碎帯であった。

# 2. 温見断層の施工について

温見断層 第1 破碎帯



温見断層 第2 破碎帯

# 2. 温見断層の施工について

温見断層 第3破碎帯

TD3466m



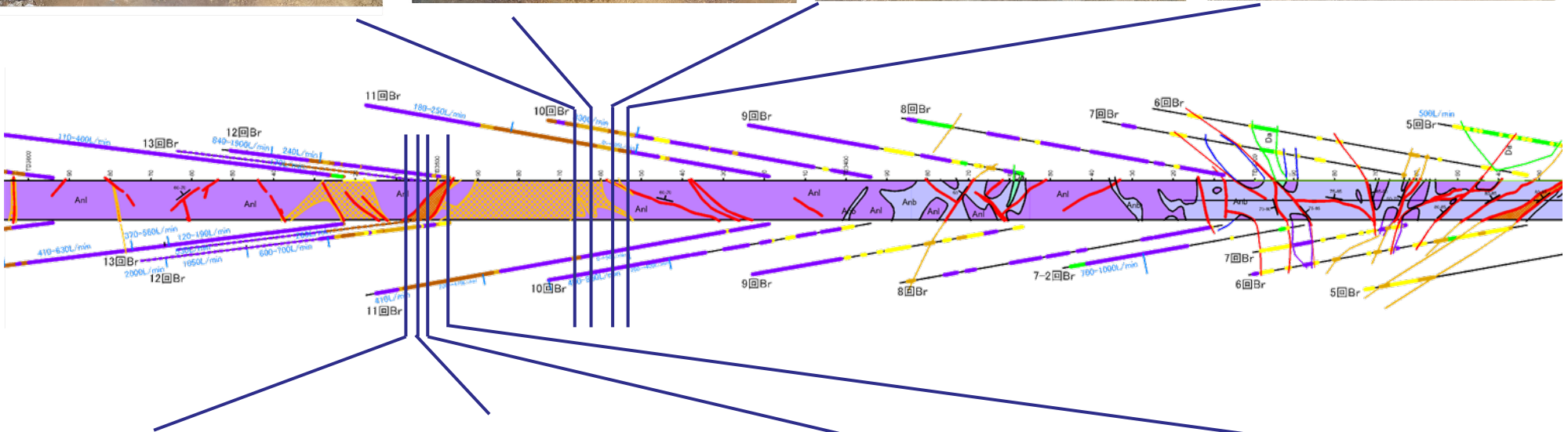
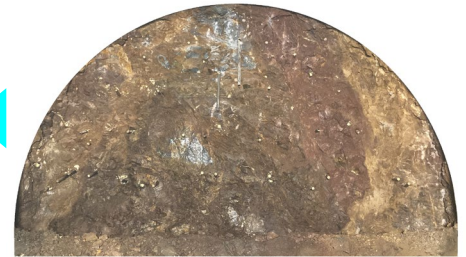
TD3461m



TD3457m



TD3453m



TD3506m



TD3503m



TD3501m

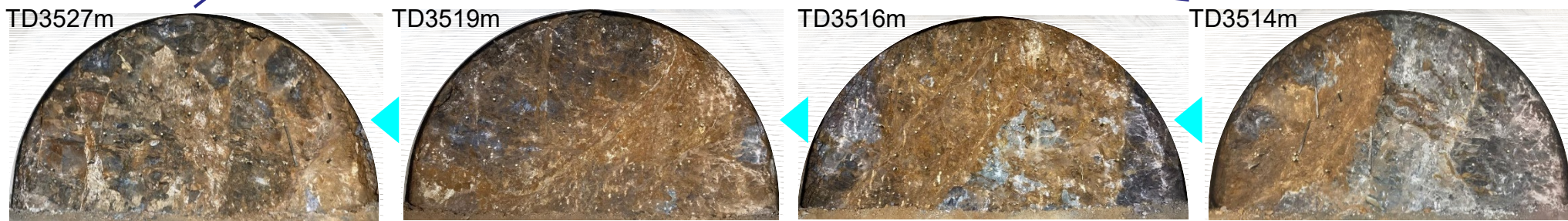
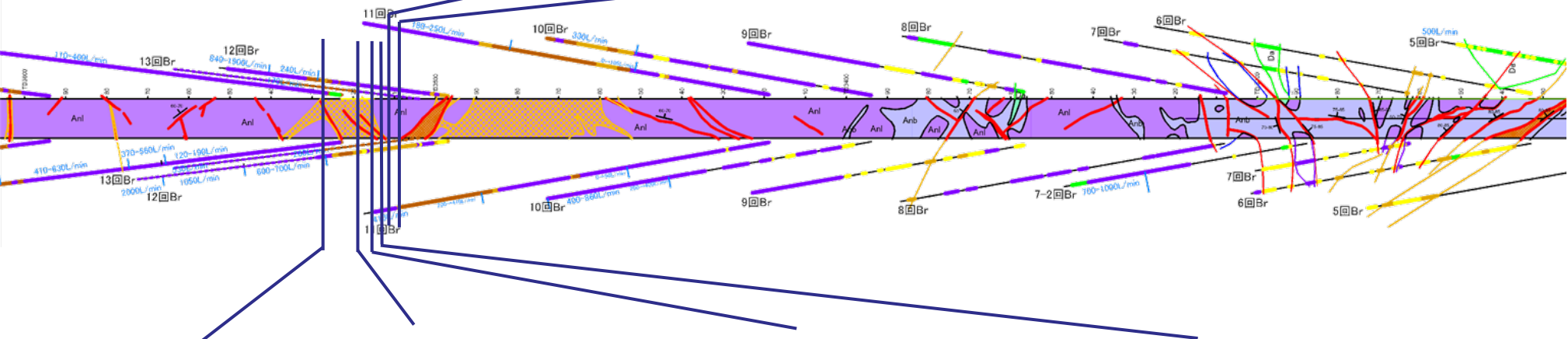
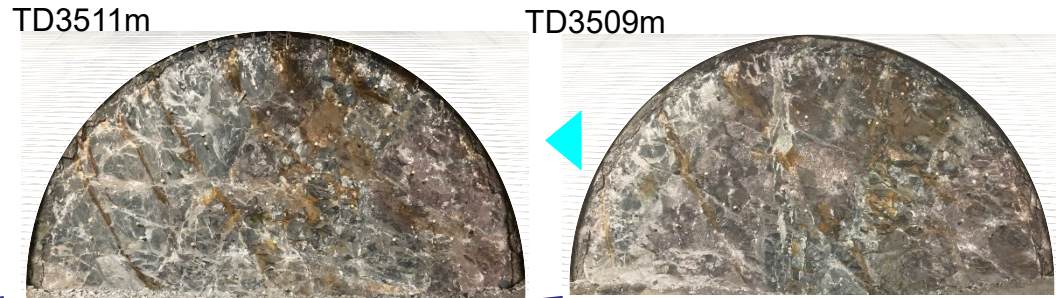


TD3497m



# 2. 温見断層の施工について

温見断層 第3破碎帯 と 第4破碎帯の間

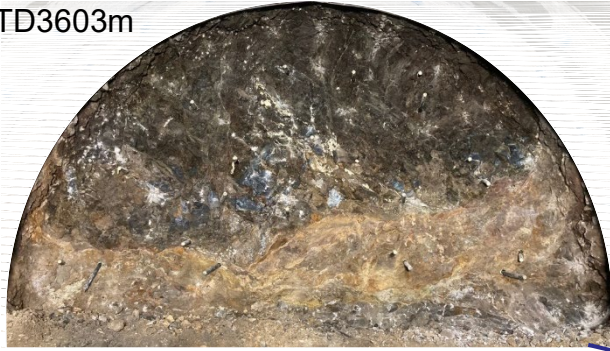


温見断層 第4破碎帯

# 2. 温見断層の施工について

## 温見断層 影響ゾーン

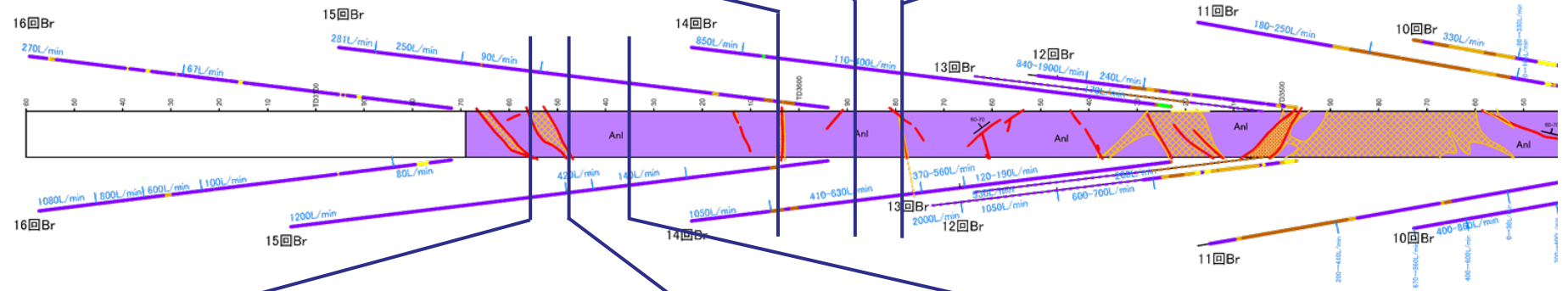
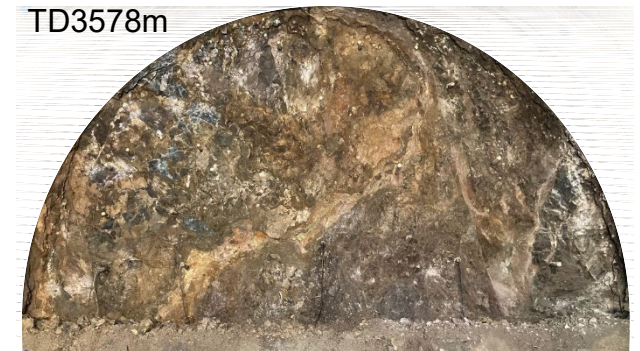
TD3603m



TD3587m



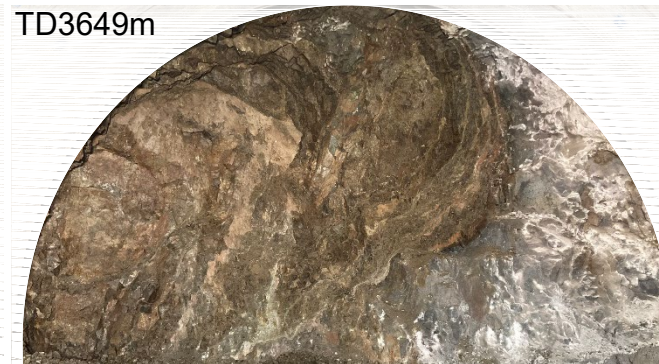
TD3578m



TD3656m



TD3649m



TD3636m



# 2. 温見断層の施工について

## ■ 温見断層区間の地形・地質状況

温見断層破碎帯突入後の土被り、自破碎状溶岩の出現状況、破碎帯の出現状況、ボーリングの湧水量、地質平面図、切羽評価点を下図にまとめる。  
 自破碎状溶岩の出現頻度が減少するとともに、破碎帯の出現頻度も減少傾向にあり、地山状況は改善しつつある。これに伴い切羽評価点も改善している。  
 また、土被りも大幅に小さくなってきており、トンネル周辺の初期地圧も大幅に低減してきている。  
 湧水は、全体的に多いが、特に第4破碎帯を抜けた時に、第12回ボーリングにて3.9t/分の大量湧水が発生した。  
 各種データにおいて、地山状況は改善傾向にあるといえる。

### ① 土被り



### ② 自破碎状溶岩の出現



### ③ 断層破碎帯の出現



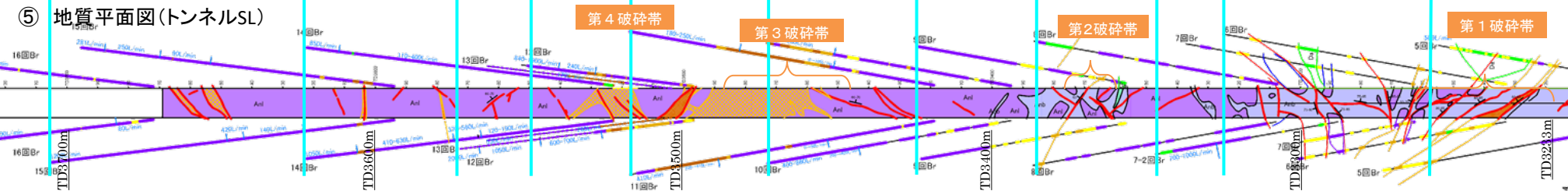
### ④ 長尺ボーリング湧水量

ボーリング孔からの最大湧水量を有効長で除したもの。  
 有効長は前回のボーリングの到達地点をすぎてからのボーリング延長。

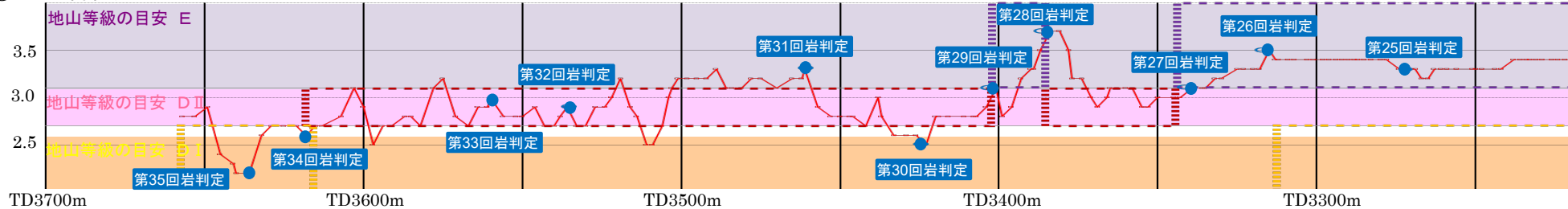
177 L/分/m



### ⑤ 地質平面図(トンネルSL)



### ⑥ 切羽評価点



### ⑦ 実施支保パターン





# 2. 温見断層の施工について

## ■支保パターンの変更履歴

表 支保パターンの変更履歴

	第4回トンネル技術検討委員会	第25回岩判定	第26回岩判定	第27回岩判定 第29回岩判定	第28回岩判定	第30回岩判定	第31回岩判定	第32回岩判定	第33回岩判定	第34回岩判定 第36回岩判定	第35回岩判定		
	TD3232～3269m	TD3269～3315m	TD3315～3338m	TD3338～3383m TD3401～3423m	TD3383～3401m	TD3423～3461m	TD3461～3536m	TD3536～3561m	TD3561～3618m	TD3618～3636m TD3659m～	TD3636～3659m		
	第1破砕帯	第2破砕帯突破後の自破砕帯容岩区間	破砕・変質の程度が低下	破砕・変質の程度が低下	第2破砕帯継続して自破砕の程度増加	破砕・変質の程度が低下	第3破砕帯突入	破砕・変質の程度が低下	破砕・変質の程度が低下	破砕・変質の程度が低下	破砕・変質の程度が低下		
	RB増強	RB削減	鋼製支保工サイズダウン RB長短縮	鋼製支保工サイズダウン	一次的にランクアップ	インバート一次閉合なし	インバート一次閉合追加	インバート一次閉合なし	標準のDⅡ+補助工法	高強度DⅠ	高強度DⅠ		
支保パターン													
吹付け	t=300 mm (36 N/mm <sup>2</sup> )		t=250 mm (36 N/mm <sup>2</sup> )	t=200 mm (36 N/mm <sup>2</sup> )	t=250 mm (36 N/mm <sup>2</sup> )	t=200 mm (36 N/mm <sup>2</sup> )		t=200 mm (36 N/mm <sup>2</sup> )		t=150 mm (36 N/mm <sup>2</sup> )			
金網	なし												
鋼製支保工	H250@1.0m		H200@1.0m	H150@1.0m	H200@1.0m	H150@1.0m		H150@1.0m		H125@1.0m			
ロックボルト	天端部	注入式 6m×8本 (@1200)	ねじり棒鋼 4m×8本 (@1200)	ねじり棒鋼 4m×18本 (@1200)									
	側壁部	注入式 6m×20本 (@600)	注入式 6m×10本 (@1200)										
一次インバート (閉合距離)	t=300 mm (36 N/mm <sup>2</sup> ) H250@1.0m (切羽から6m程度)		t=300mm(36 N/mm <sup>2</sup> ) H250@1.0m (切羽から1D程度)	t=250mm(36 N/mm <sup>2</sup> ) H200@1.0m (切羽から1D程度)	t=300mm(36 N/mm <sup>2</sup> ) H250@1.0m (切羽から1D程度)	なし	t=250mm(36 N/mm <sup>2</sup> ) H200@1.0m (切羽から1D程度)	なし		なし			
支保内圧 (Hoek Brown)	2.8	2.7	2.2	1.8	2.2	1.8		1.8		1.4			
吹付け	2.1	2.1	1.8	1.4	1.8	1.4		1.4		1.1			
鋼製支保工	0.5	0.5	0.3	0.2	0.3	0.2		0.2		0.2			
ロックボルト	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2		0.2		0.2			
補助工法	先受け	φ114.3mm 23本 6mシフト				φ76.3mm 23本 6mシフト		—					
	鏡ボルト	φ76.3mm 50本 6mシフト			φ76.3mm 36本 6mシフト		φ76.3mm 22本 6mシフト	φ76.3mm 36本 6mシフト	φ76.3mm 26本 6mシフト	φ76.3mm 14本 9mシフト		—	
備考	温見断層主部			第2破砕帯		第3～第4破砕帯		第36回岩判定 施工中					



# 3. 今後の施工方針について

## ■長尺ボーリング

引き続き、長尺水平コアボーリング、中尺ボーリングによる前方探査、水抜きを行いながら施工を行う。

## ■補助工法

地山状況が悪い場合は、長尺鋼管先受け工、長尺鏡ボルト工といった補助工法を適宜採用して施工を行う。

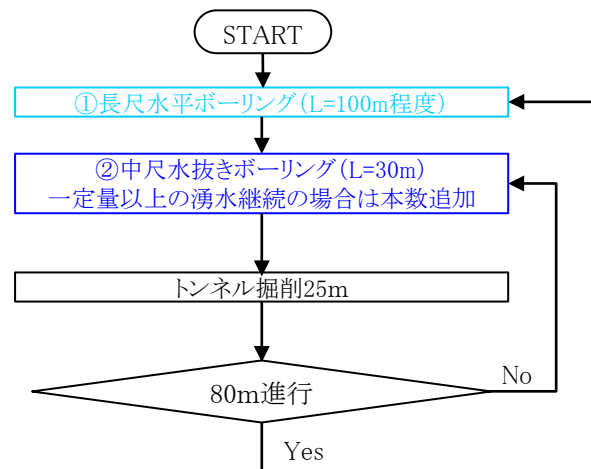


図 今後の基本施工フロー  
(状況に応じて適宜見直しを行う)

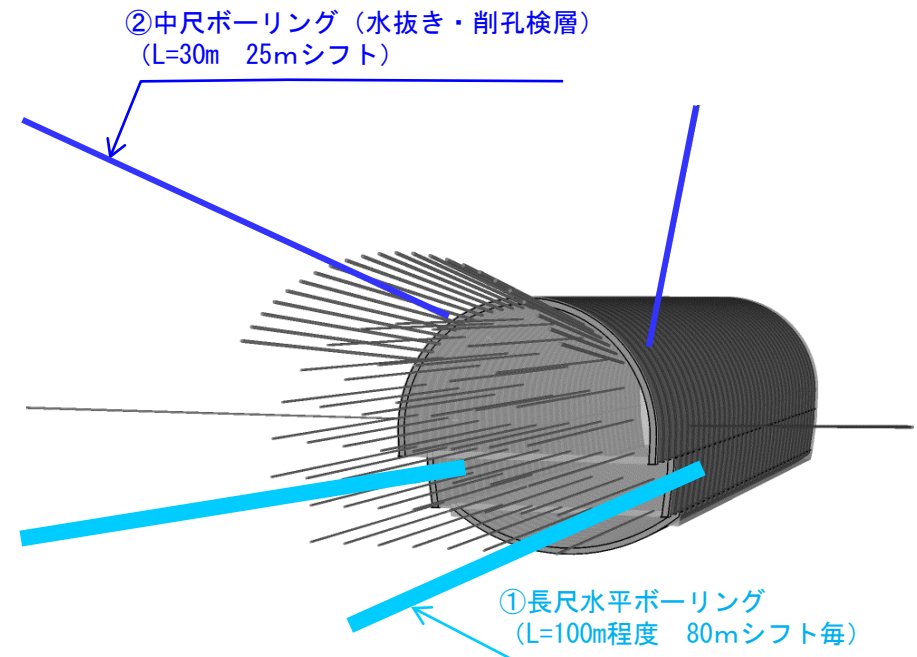


図 対策工概念図

# 4. 減水注入について

浸透流解析による減水注入による効果を図-1に示す。  
減水注入の基本フローを図-2に示す。

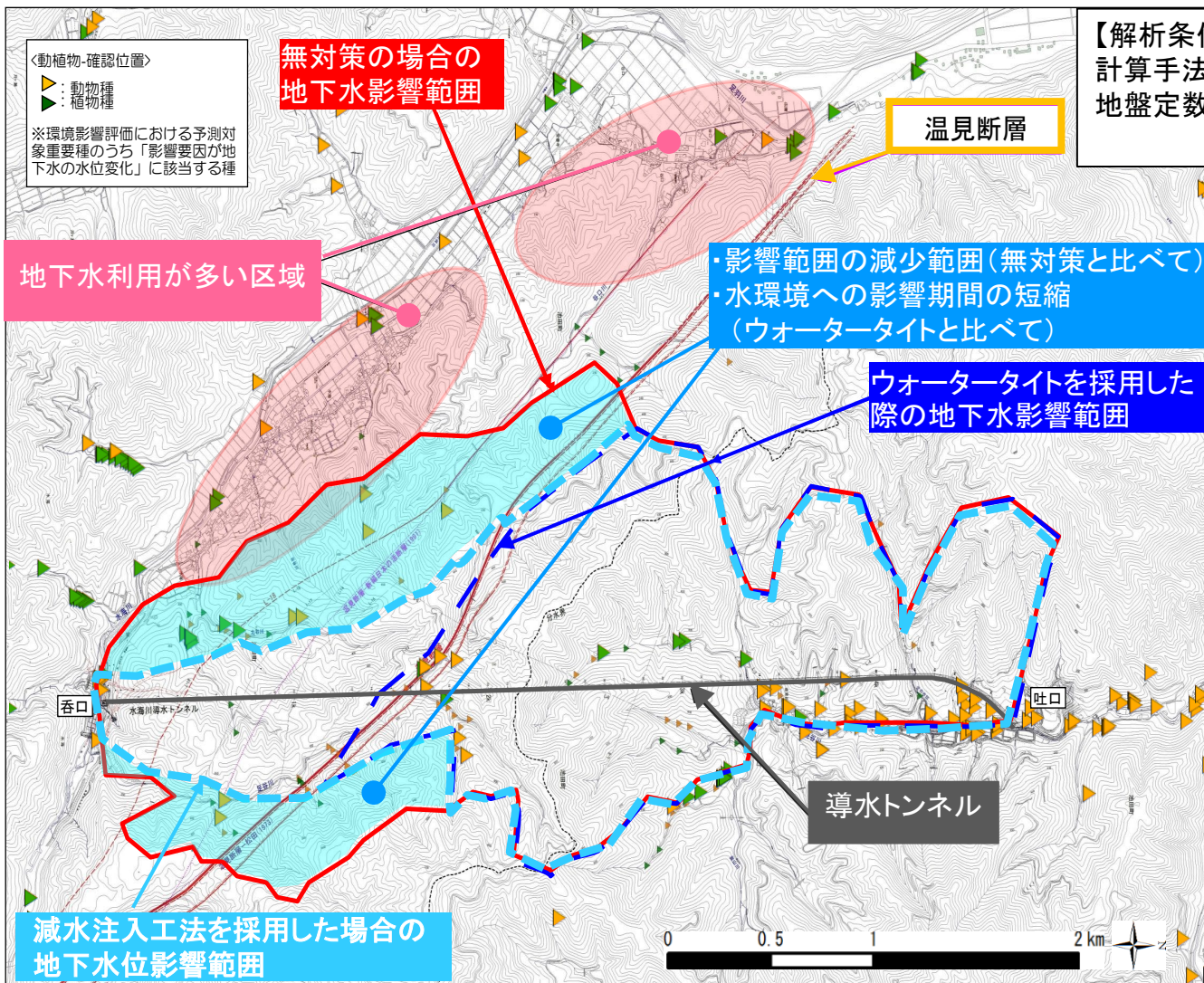


図-1 減水注入の効果

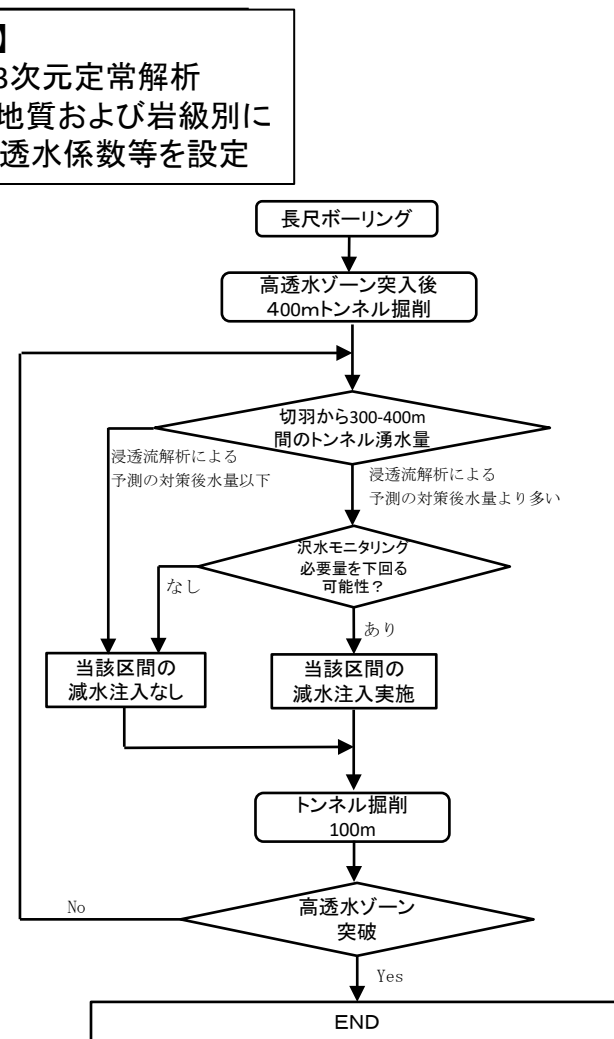


図-2 減水注入の基本フロー