

## 第7回 水海川導水トンネル技術検討委員会

日時：令和8年1月13日（火） 13:30～14:20

場所：ダムギャラリーあすわ

### 議 事 次 第

1. 開 会

2. 挨拶

3. 報 告

・第6回委員会の議事概要

4. 議 事

(1) 工事の施工状況について

(2) トンネル技術検討委員会の総括

(3) モニタリング状況について

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、委員会を召集することなく、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 6 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 6 年 7 月 2 日 (火) 15:00～16:30

■開催場所 足羽川ダム工事事務所

■出席委員 阿南 修二 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 教授  
大島 洋志 国際航業(株) 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 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

#### ○今後の施工方針について

- ・ 地山状況は改善傾向にあるが、引き続き長尺ボーリングによる前方予測と切羽の状況を見極めながら、状況に応じた支保パターンで掘削を進めること。
- ・ 地山状況の悪化が認められる場合は、適切な補助工法の採用を検討すること。

#### ○減水注入対策について

- ・ 対策（減水注入）の実施方針については妥当である。
- ・ 引き続きモニタリングを実施し、水利用への影響を把握すること。

以 上

# 第7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8年1月13日

足羽川ダム工事事務所

## < 目 次 >

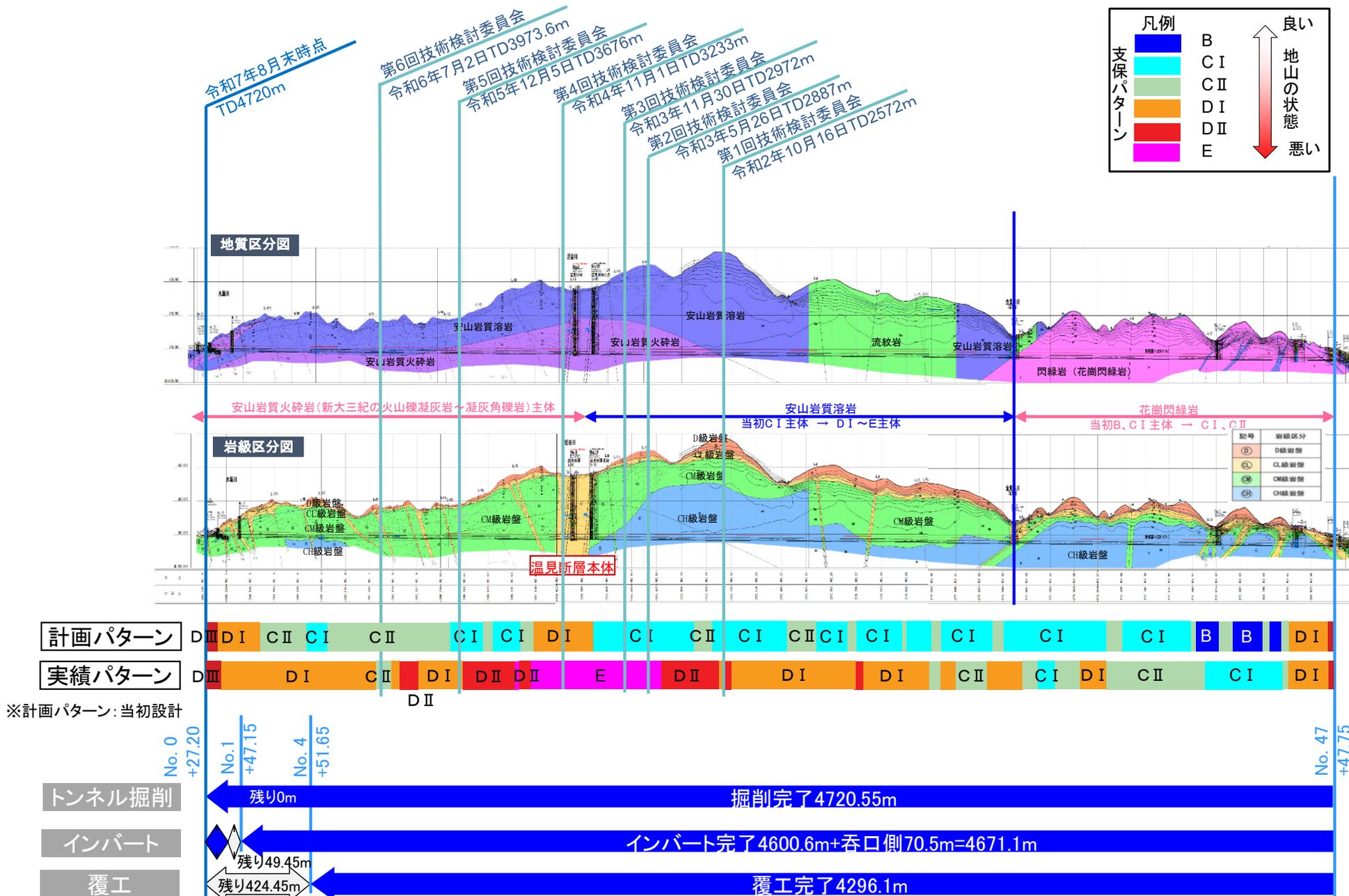
**1. 工事の施工状況**

**2. トンネル技術検討委員会の総括**

**3. モニタリング状況**

# 1. 工事の施工状況(工事の進捗)

・トンネル全延長4,720.55m(4,717m+3.55m)に対して、令和7年8月末に4,720mまで掘削完了。



※インバート、覆工の進捗状況は令和7年12月時点

図1 トンネル進捗



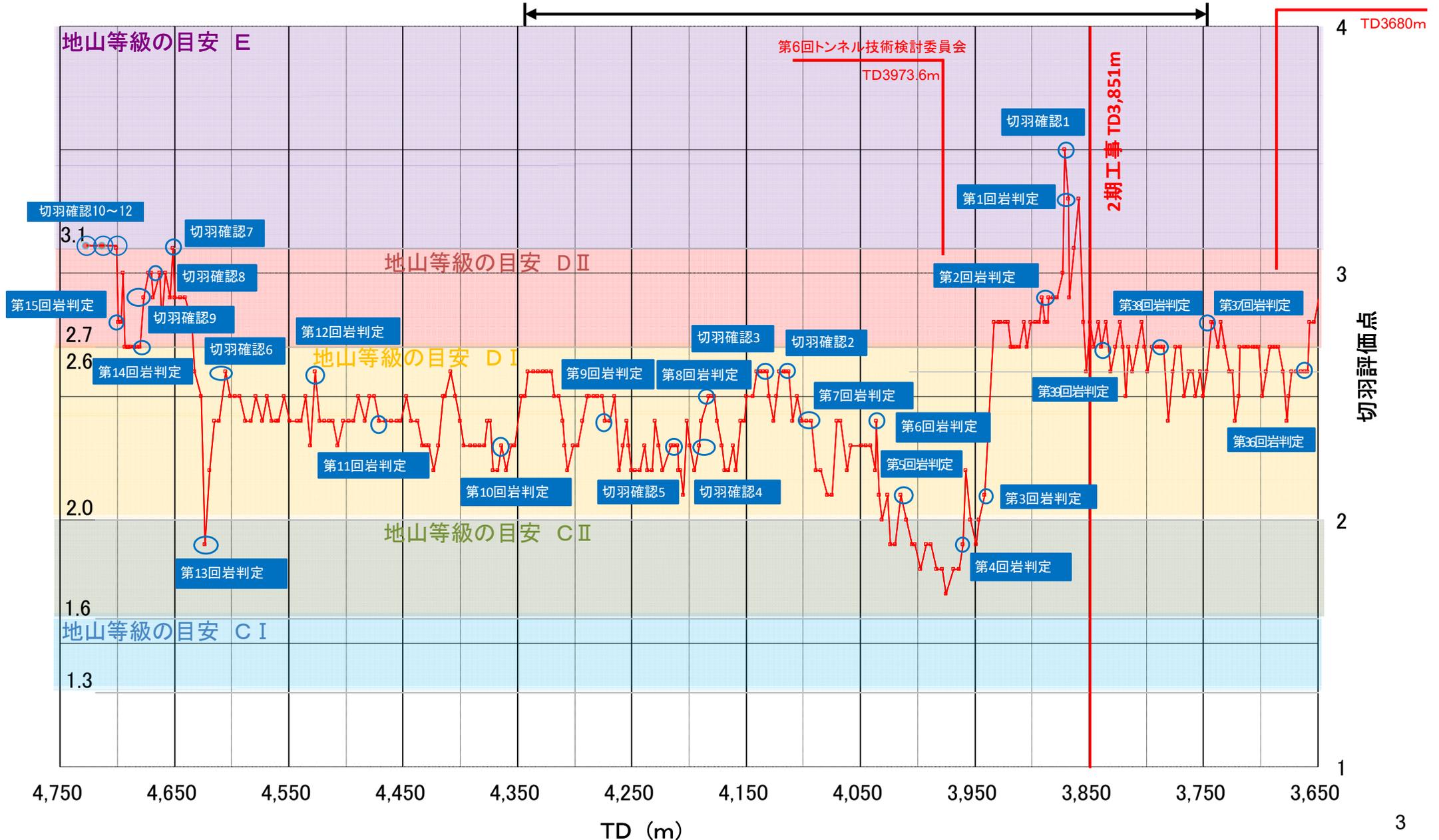
# 1. 工事の施工状況(切羽評価点の推移)

・TD3,950mから坑口付近(TD4,630m)まで、破碎帯の出現頻度や破碎の程度は低下した。

## 切羽評価点推移グラフ

対策対象区間(約600m)

第5回トンネル技術検討委員会



# 1. 工事の施工状況(ボーリング結果)

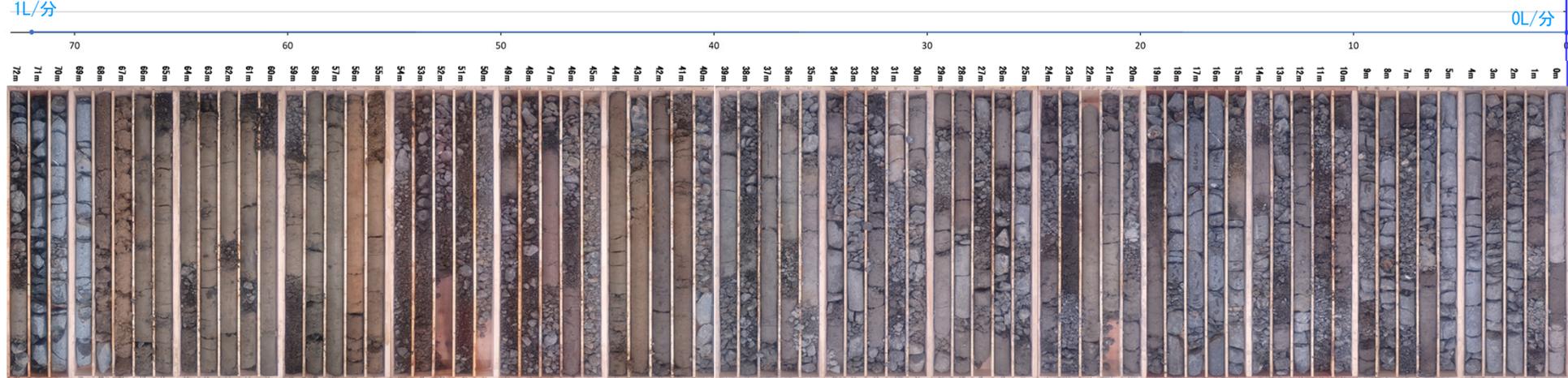
第29回ボーリングコア (令和7年6月5日~8日実施)

【第29回右側】 L=73 m

第15回切羽判定

TD4696.55m

湧水量



第29回長尺ボーリング右側  
コア採取開始位置 TD4622m

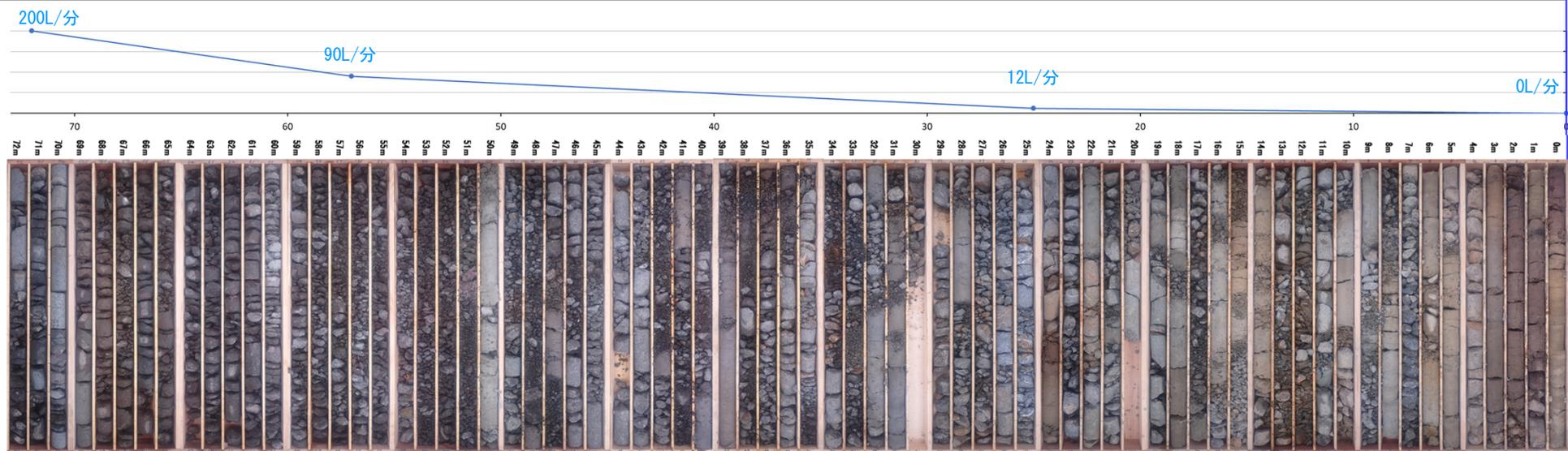
灰色粘土
褐色粘土
灰褐色粘土主体
褐色粘土
礫状主体
赤褐色粘土
褐色粘土
灰褐色粘土
灰色粘土
褐色粘土
灰色粘土褐色粘土
褐色粘土
灰色粘土
灰褐色粘土
褐色粘土
礫状
自破碎質 (岩片含む)

自破碎質 (帯赤色)

安山岩質溶岩

【第29回左側】 L=73 m

湧水量



第29回長尺ボーリング左側  
コア採取開始位置 TD4622m

自破碎質 (岩片含む・一部帯赤色)

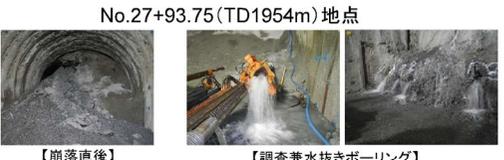
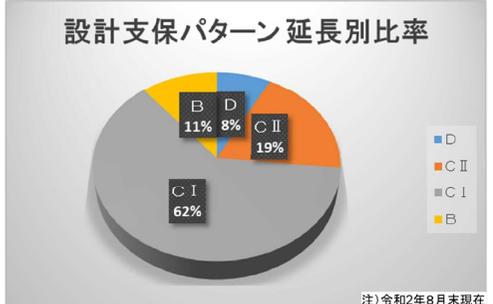
安山岩質溶岩

# 2. トンネル技術検討委員会の総括(第1回)

主な議事概要	
第1回 令和2年 10月16日 TD2572m	<p>○水海川導水トンネル2 期工事について(施工方針)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 今後の施工区間においては、最大土被りが約280m と大きく、温見断層及び破砕帯が分布することから、地山の塑性化による押出しに伴う支保の変形や高圧大量湧水によって切羽崩落の発生が想定されるため、<b>切羽前方の地質・湧水情報を事前調査等により把握して施工を行うことが必要。</b></li> <li>・ 事前調査等については、施工方針で示された滞水層を把握するための探査や前方地山の詳細を把握する<b>長尺水平ボーリング等の組合せが有効な手段。</b>また、温見断層の掘削にあたっては、<b>断層位置の把握及び湧水量等を把握する超長尺ボーリングを実施した上で事前に対策等の検討を行うことが必要。</b></li> <li>・ 切羽における地山等級の判定及び掘削支保パターンの採用について、<b>1期工事に引き続きマニュアル等に基づいて実施することが必要。</b></li> <li>・ 先行ボーリング等により<b>事前の水抜き対策を徹底</b>することが、安全かつ効率的な掘削を進める上で重要。</li> </ul> <p>○その他全般</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 周辺環境への影響について、<b>地下水、沢水等のモニタリングを継続実施し、トンネル掘削による影響を予測する等の検討を行い、工事を進めることが必要。</b></li> <li>・ <b>モニタリングの観測結果及びこれまでのトンネルの施工結果を、適宜、設計にフィードバックしながら、今後の施工に反映していく必要がある。</b></li> </ul>

## 水海川導水トンネル1期工事について(工事实績)

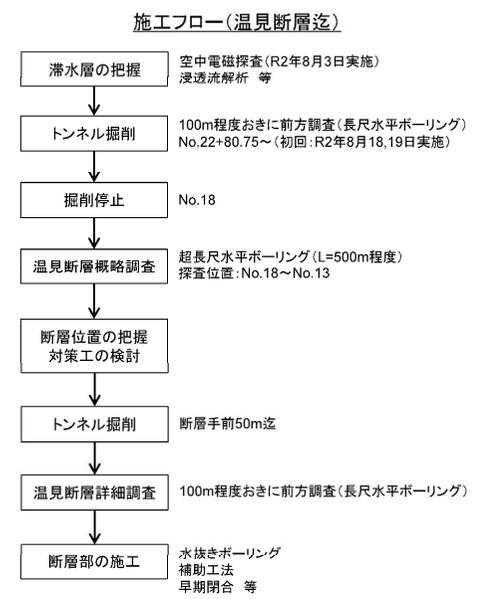
- 掘削支保パターン(設計・実績)
- 掘削支保パターンを判断する地山等級について、鋼製支保工を必要とするC II・Dの比率が設計で約27%から実績で約85%となった。
  - 掘削時の切羽における地山等級の判定及び掘削支保パターンの採用については、マニュアル等に基づいて実施した。
  - 主な変更要因として、1)岩片自体は硬質であるが、潜在的な亀裂が発達し、緩み易い地山が分布していたこと、2)地表踏査では把握できない断層の存在や多亀裂で地下水位が高いことにより切羽の自立性が悪い傾向にあったことが考えられた。



令和元年8月24日に破砕層または粘土化し多量湧水(工事全体で300m<sup>3</sup>/hr以上)の脆弱層に到達し、地山崩壊が発生。押入塵土、水抜きや支保の縫い返し、補助工法を用いて掘削を再開するも約1ヶ月の掘削中止を強いられた。

## 水海川導水トンネル2期工事について(施工方針)

- 今後の施工方針
- 今後の施工区間は、最大土被り約280mと大きく、温見断層及び破砕帯が分布することから、塑性押出しによる支保の変形や高圧大量湧水による切羽崩落の発生が想定されるため、切羽前方の地質・湧水情報を事前調査等により把握して施工を行う。
  - 事前調査等として、以下の項目を実施する。
    - 1)未掘削区間の滞水層の把握  
空中電磁探査(地山状況と滞水状況の把握)、浸透流解析(湧水量の予測)、切羽湧水の水質分析(湧水の元の特定)
    - 2)前方地山の詳細調査  
長尺水平ボーリング(延長100m程度、地山状況及び湧水状況の詳細な把握)、FEM解析(トンネルの安定性の把握)
    - 3)温見断層での高圧大量湧水調査  
超長尺水平ボーリング(延長500m程度、断層位置の確認、湧水量・湧水圧の把握)
  - 掘削時の切羽における地山等級の判定及び掘削支保パターンの採用については、マニュアル等に基づいて実施する。



# 2. トンネル技術検討委員会の総括(第2回)

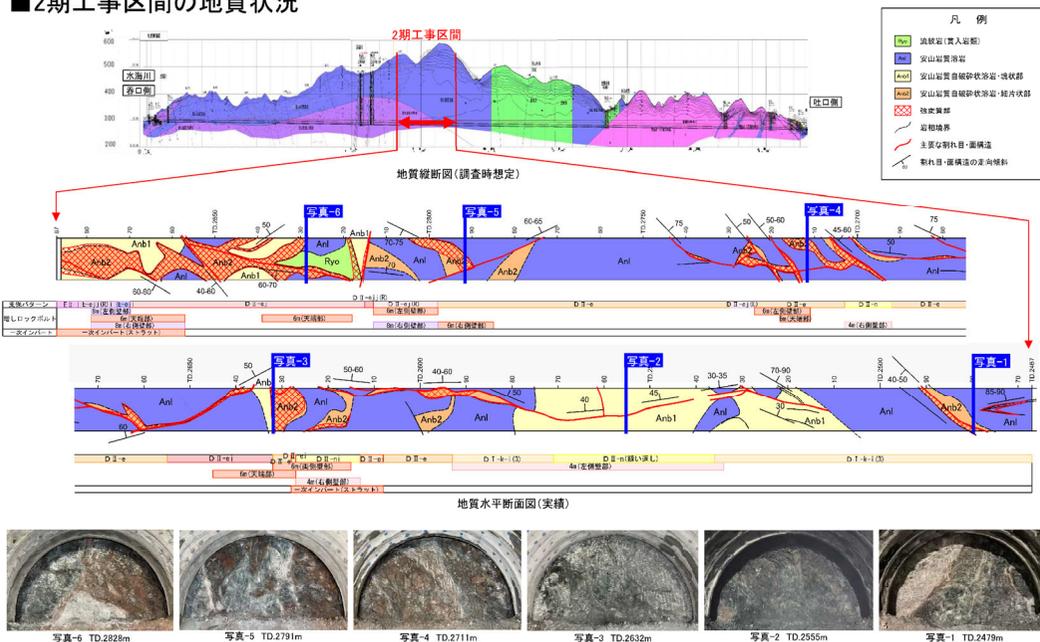
## 主な議事概要

- 第2回  
令和3年5月26日  
TD2887m
- 水海川導水トンネル2期工事について(施工実績を踏まえた今後の施工方針)
    - ・トンネル掘削時の切羽における地山等級の判定及び掘削支保パターンの採用について、マニュアル等に基づいて実施されており、妥当。
    - ・2期工事着手後、現時点までの地山状況は、安山岩質溶岩に自破碎溶岩が混在している状況にあり、更に断層破碎や強い変質作用を受けた脆弱な岩盤状況。このため、掘削支保パターン及び追加対策について、設計と実施との間に乖離が生じたと想定。
    - ・切羽前方調査の結果から今後も同程度の脆弱な地山状況が続くことが懸念され、掘削時に起こりうる変状等の現象に備え、**①支保工の高剛性化、②インバートの早期閉合、③補助工法の採用、などを組み合わせた対策工の検討結果は妥当。**
    - ・上記の対策工で対応できない場合を想定し、**トンネル断面の上半仮インバートの高剛性化、トンネル断面の円形化などを事前に準備しておき、実行できる体制を整えておくことが必要。**
    - ・今後の脆弱地山区間において、地山状況によっては上記の対策を講じたとしてもトンネルの変状が収まらないことも起こりうると考えられるため、**計測(A計測・B計測)を強化し、いち早く異常を検知できる体制を整えておくことが必要。**
    - ・切羽での湧水により地山の緩みや劣化が進むため、安全かつ確実にトンネル掘削を実施するためには、**より積極的に長孔の水抜きボーリングを行うことが必要。**
  - 温見断層把握のための事前調査について
    - ・温見断層は既往の文献や調査結果から、相当範囲において破碎帯が広がるものと想定され、今後の施工に備え綿密な事前調査を行うことが効果的。
    - ・今後のトンネル掘削において重大な施工上の課題となりうる**突発湧水を事前に把握すること、並びに温見断層の性状を事前に把握し対策工法を立案するため、超長尺ボーリングの先行実施は有効な手段。**その際に周辺環境(水環境や水利用)に及ぼす影響について把握。

## 2. 水海川導水トンネル2期工事(施工実績)

国土交通省  
(足羽川ダム工事事務所)

### ■2期工事区間の地質状況



## 4. 温見断層把握のための事前調査

国土交通省  
(足羽川ダム工事事務所)

### 【温見断層部の施工方針】

事前に超長尺ボーリング(概略調査)を行い、断層の位置、規模を特定した上で、必要に応じて追加調査を実施し、対策方針を設定した後トンネル掘削を実施する。

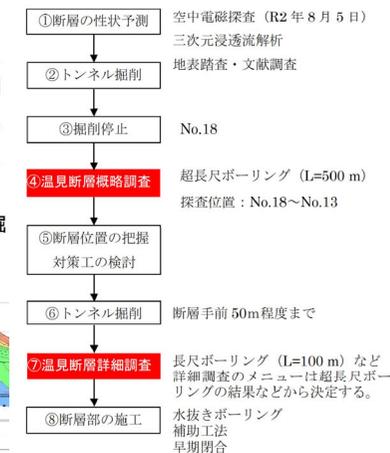
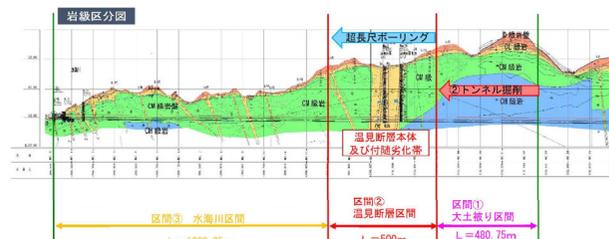
### 【超長尺ボーリングの目的】

#### ①突発湧水対策

地下水解析において、粘土層の存在により温見断層への到達、突破に際して最大11.1m<sup>3</sup>/minの突発湧水量が推定されている。無対策で、断層に到達した場合、大量の湧水による切羽崩壊など施工の安全面が懸念される。湧水が発生した場合には、トンネル掘削可能となるまで、地下水位を下げるのに長い時間を要し工程遅延のリスクがあるため、湧水情報の事前把握が必要となる。

#### ②事前の対策立案による工程管理、経済性の確保

水圧250mの被圧水が存在する大規模活断層である温見断層の性状を掘削前に把握し、適切な対策工を立案する。



温見断層部のトンネル掘削フロー

## 2. トンネル技術検討委員会の総括(第3回)

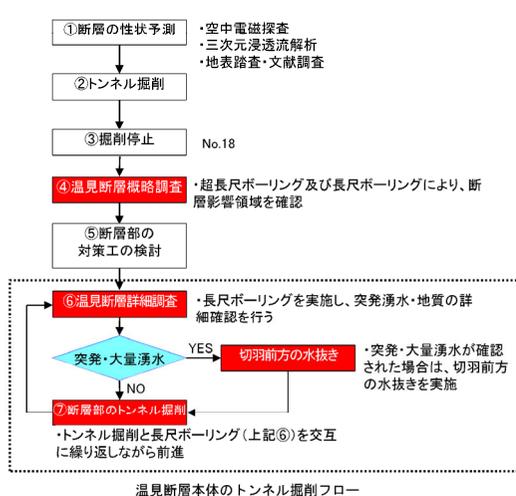
### 主な議事概要

- 第3回  
令和3年  
11月30日  
TD2972m
- 温見断層について
    - ・前回委員会後に実施された事前調査の結果から、温見断層本体及び断層影響領域は、当初想定より広く、すでに断層影響領域に到達。当初は比較的良好な岩盤が断層作用で破碎を受けて劣化していると想定されていたが、実際は、**変質を受けた岩盤が更に断層作用で破碎を受け、より脆弱な岩盤状況。**
    - ・温見断層本体突入時に想定された突発湧水は現時点では未だ確認されていないことから、**引き続き突発湧水の有無と出現地点を特定するために、切羽前方左右の地質変化及び水位観測孔の水位変化に注意しつつ、各種のボーリング調査を実施することが必要。**
  - 今後の施工方針について
    - ・当面は、脆弱なE等級相当の地山状況が連続することが予想されるため、**断層影響領域での基本的な対策工は、これまでの既掘削区間での対策工を継続することが妥当。温見断層本体で予想される突発湧水は、現時点では未だ確認できていないことから、トンネル掘削と長尺ボーリングを交互に繰り返しながら、突発湧水の出現を確認することが妥当。**
    - ・長尺ボーリングにあたっては、調査本数、位置、削孔時の各種データの収集方法を検討するとともに、**できる限りコア採取を行い、前方の地山性状を把握することが重要。**
    - ・突発湧水が確認された場合は、トンネル施工の安全性確保の観点から切羽前方の水抜きを行うことが最善であるが、**水抜きの程度に関しては、突発湧水量や近傍に配置された水位観測孔の水位低下状況等を見ながら実施することが重要。**
    - ・**温見断層以降の高透水ゾーンは、これまでの情報から当初想定より地山状況が悪くなる可能性が高いことから、追加調査の必要性を検討。**
    - ・**高透水ゾーンにおける施工については、完成後に地下水位を回復させる「非排水構造」では工事中の地下水位低下期間が長期化する恐れがある為、施工時の対応に合理性を有し、工事中から一定の地下水位低下抑制効果が期待できる「減水注入工法」を基本に検討することが妥当。**

### 3. 今後の施工方針について

#### ② 温見断層本体の施工

- ・超長尺ボーリング及び長尺ボーリングにより、断層本体より吐口側の断層影響領域の規模・性状を把握することができた。
- ・その結果、断層影響領域は、当初想定より吐口側に幅広く、既掘削区間の一部まで広がるとともに、想定より脆弱なE等級相当の地山状況が連続することが判明した。一方、断層本体で予想される突発・大量湧水は、確認できていない。
- ・トンネル掘削と長尺ボーリングを交互に繰り返しながら、前進し、突発・大量湧水の出現箇所を確認する。
- ・突発・大量湧水が確認された場合は、切羽前方の水抜きを行いながら温見断層を突破する。



11

### 3. 今後の施工方針について

#### ③ 高透水ゾーンの施工

- 今後施工する高透水ゾーンについては、当初設計時の弾性波探査等の結果において比較硬質な岩盤が分布すると想定していたが、既掘削区間における地山等級は平均して1~2等級程度低下しており、今後の高透水ゾーンについても当初想定より地山状況が悪くなる可能性が高い。
- 地山状況が悪化した場合、現在の地下水低下対策(非排水構造)では、止水効果を発揮するまでに時間を要するため、水環境への影響期間が長くなり、工事中の水環境への負荷が大きい。
- 効果を発現するまでに時間を要する「非排水構造」から、施工時の対応に合理性を有し、実施後に比較的短時間で地山の透水性を下げる事ができる「減水注入工法」に変更する。
  - ・工事中から地下水の低下を抑制する効果が期待できる(トンネル内部への湧水量を抑制)
  - ・地下水位が大幅に下がる期間が限定的で、水環境への影響期間が短縮される

項目	非排水構造	減水注入工法
工法概要	<p>止水部: 覆工 覆工厚: 最大1m 覆工+防水シートで止水</p>	<p>止水部: 地山 覆工厚: 0.4m 地山改良で止水・減水</p>
効果(止水性)	工事中: 効果なし 完成後: 減水注入工法より止水性は高い	工事中: 地山改良により効果発現 完成後: 地山改良により効果発現

12

## 2. トンネル技術検討委員会の総括(第4回)

### 主な議事概要

第4回

令和4年  
11月1日

TD3233m

#### ○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。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。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。

・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)には高圧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。**

#### ○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。

・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。

✓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。**

✓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、水抜き工を行いながら施工。**

✓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。**

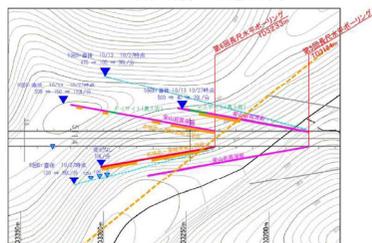
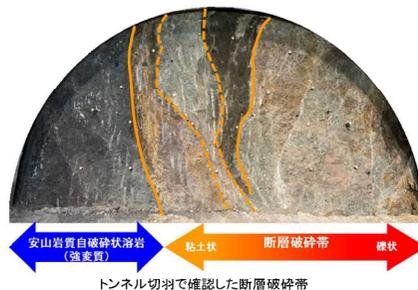
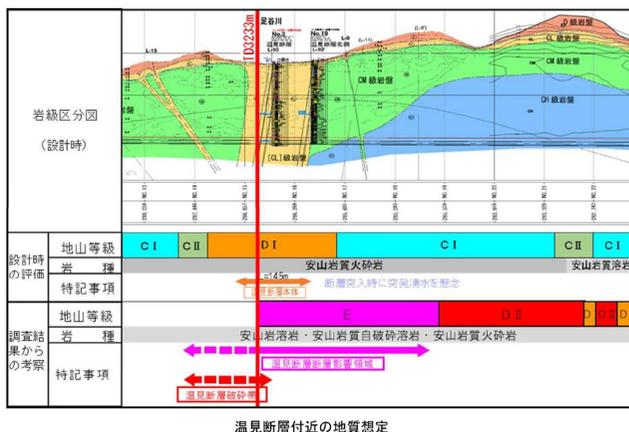
・今後の施工においては、上記のような計測や観察を丁寧に行いながら慎重に施工を行い、**地山の状況に応じた対策工を適用するという提案された施工方針は妥当。**

## 2. 温見断層について

国土交通省  
(足羽川ダム工事事務所)

### ■調査結果を踏まえた温見断層の評価

- ・トンネル切羽状況から、断層手前と考えられる強変質の安山岩質自破砕溶岩と断層の始まりの境界部付近に、強い粘性をもった粘土状の層や、非常にもろい砂質系の層が見受けられる。
- ・調査ボーリングから、茶褐色～黄褐色を呈する礫混じり粘土区間が繰り返し見受けられる。
- ・これらの結果から、温見断層破碎帯に突入したと考えられる。



12

## 3. 今後の施工方針について

国土交通省  
(足羽川ダム工事事務所)

### ■今後の施工に向けての課題

- ・調査ボーリングの結果、切羽状況および湧水状況から、今後の施工に向けて以下2項目が大きな課題となる。

#### ① 湧水対策

湧水が帯水している箇所が存在している可能性がある。

#### ② 脆弱地山対策(切羽の安定)

トンネル鏡面に砂質土および粘性土が出現しており、引き続き鏡面が脆弱な状況となるとともに、支保工に変状が発生する可能性がある。

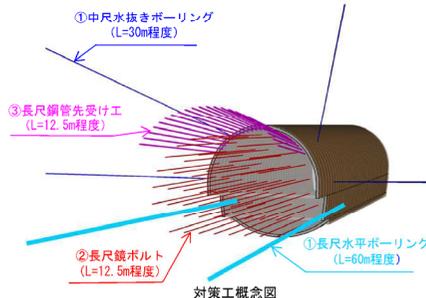
### ■今後の施工方針

#### ① 湧水対策

- ・断層破碎帯施工中および断層破碎帯背面の高圧大量湧水を想定して、トンネル掘削と長尺ボーリングを交互に繰り返ししながら前進し、突発・大量湧水の出現有無・出現範囲を確認しながら施工を進めていく。
- ・通常の湧水程度でも、切羽面が極めて脆弱なため、各種ボーリングにより、極力切羽へ湧水の影響が及ばないよう施工を進めていく。

#### ② 脆弱地山対策(切羽の安定)

- ・大土被り下の脆弱地山での切羽の押し出しや、切羽が脆性的破壊を起こした場合における、支保部材への偏圧が懸念されるため、支保工を増強した上で、補助工法を用いながら切羽の安定を確保して施工を進めていく。
- ・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、変位量に応じた支保工の剛性の増加等を行うことにより、支保工の健全性を確保して施工を進める。



13

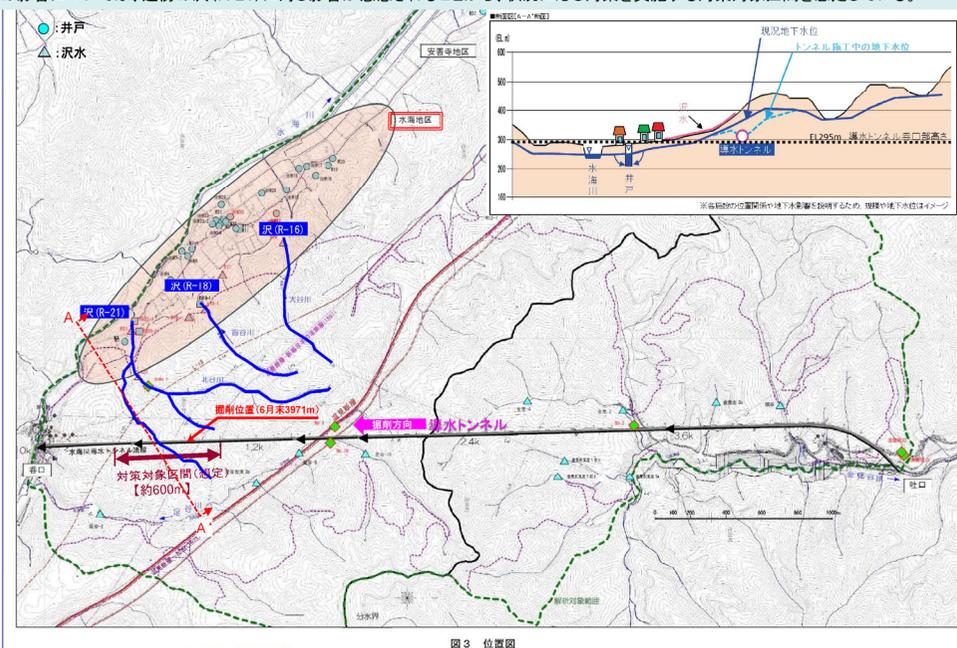


# 2. トンネル技術検討委員会の総括(第6回)

主な議事概要	
第6回 令和6年 7月2日 TD3973.6m	<p>○今後の施工方針について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・地山状況は改善傾向にあるが、引き続き長尺ボーリングによる前方予測と切羽の状況を見極めながら、<b>状況に応じた支保パターンで掘削</b>。</li> <li>・地山状況の悪化が認められる場合は、<b>適切な補助工の採用を検討</b>。</li> </ul> <p>○減水注入対策について</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・<b>対策(減水注入)の実施方針については妥当</b>。</li> <li>・<b>引き続きモニタリングを実施し、水利用への影響を把握</b>。</li> </ul>

## 2. トンネル掘削による水利用への影響と対策

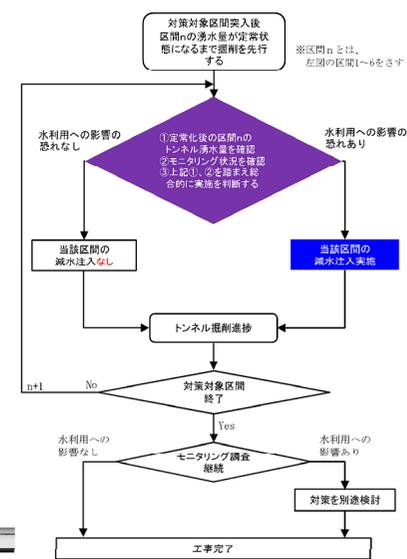
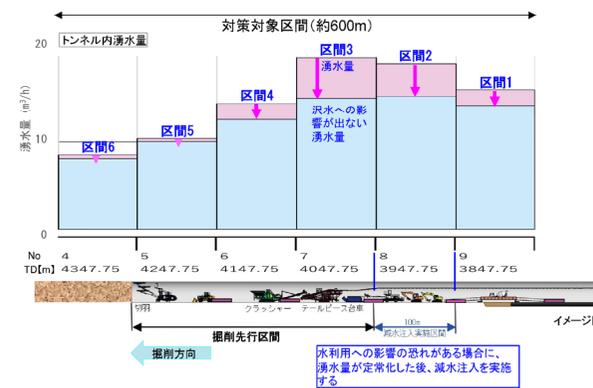
・トンネルの標高や数値解析より、井戸への影響は小さいと推定される。  
 沢水への影響については、近傍の沢(R-21)に対し影響が懸念されることから、状況に応じ対策を実施する対策対象区間を想定している。



## 2. トンネル掘削による水利用への影響と対策(対策(減水注入)の実施方針)

・想定した対策対象区間において、トンネル内の湧水量及び井戸・沢水のモニタリングを確認した上で、対策(減水注入)を実施する

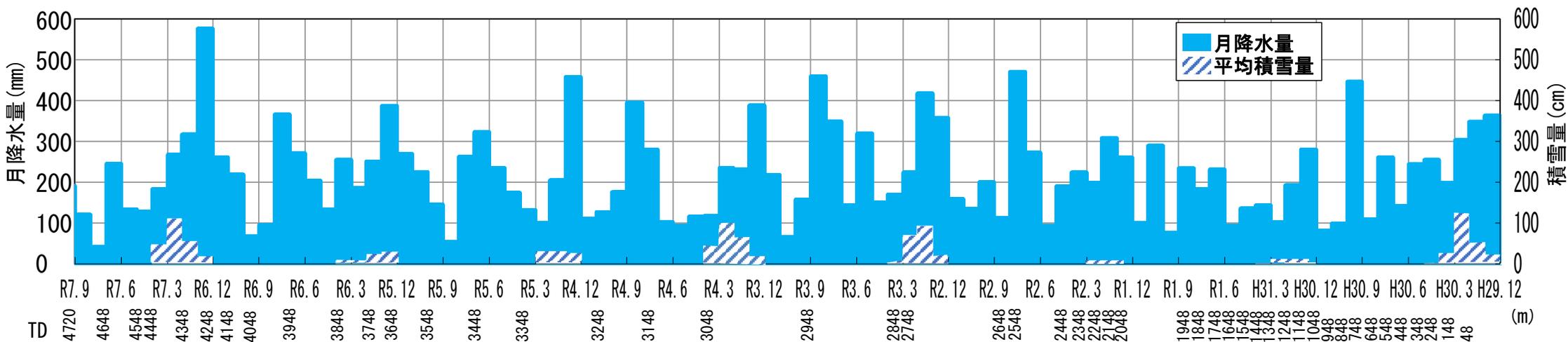
- (1)目標設定：①浸透流解析等に基づき、「湧水量」及び「沢水への影響が出ない湧水量」を設定する。  
 ②対策(減水注入)に必要な設計注入量を設定する。
- (2)実施方針：①トンネル湧水量を確認する。  
 ※区間湧水量が、上記で設定した「沢水への影響が出ない湧水量」以下だった場合は、原則として減水注入は行わない。  
 ②モニタリング(井戸、沢水)状況を確認する。  
 ③上記①、②を踏まえ、総合的に実施を判断をする。
- (3)効果確認：実施後、モニタリング調査を継続し、水利用への影響が認められた場合は対策を別途検討する。



※減水注入にあたっては、「山岳トンネル工法におけるウレタン系注入の安全管理に関するガイドライン」に基づき安全管理を行う。

### 3. モニタリング状況(トンネル湧水量の状況)

- トンネル掘削した結果、対策対象区間(想定)は、当初設計より粘土分が多かったため、透水性が低く、トンネル湧水量が少なかった。

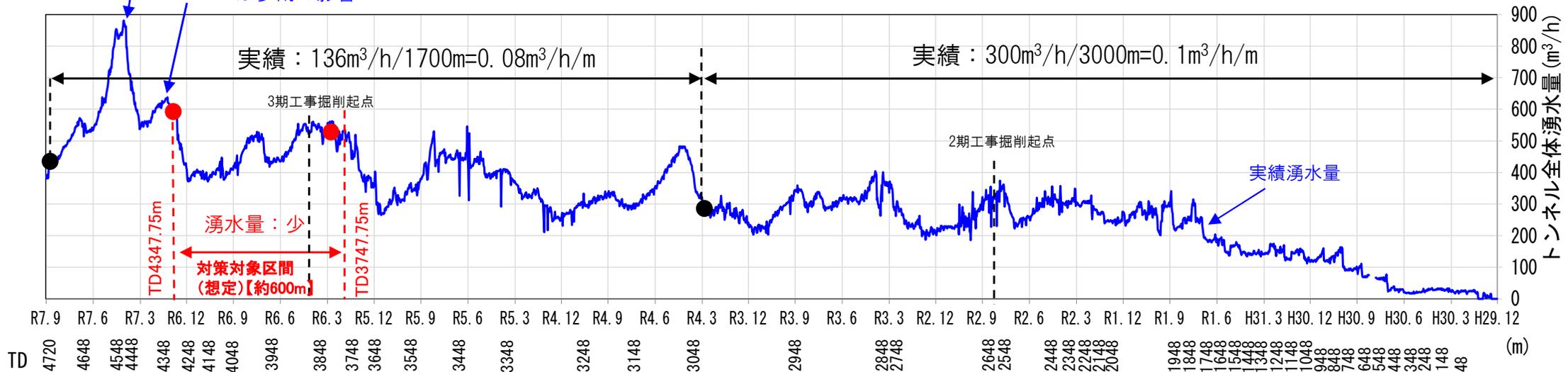


R7. 3は多雨及び融雪出水の影響によりトンネル全体で湧水量が増加

R7. 1は多雨の影響

実績：136m<sup>3</sup>/h/1700m=0.08m<sup>3</sup>/h/m

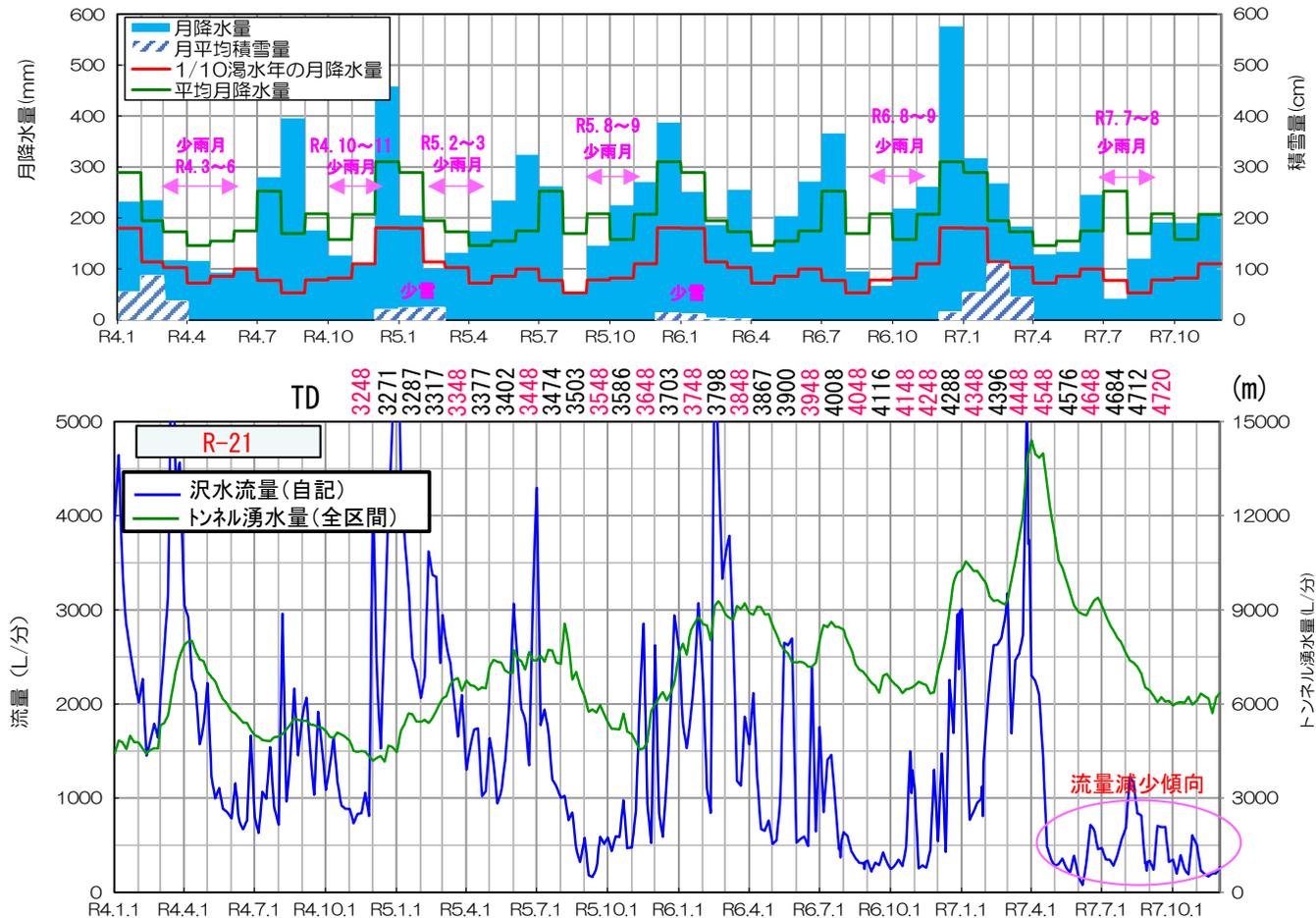
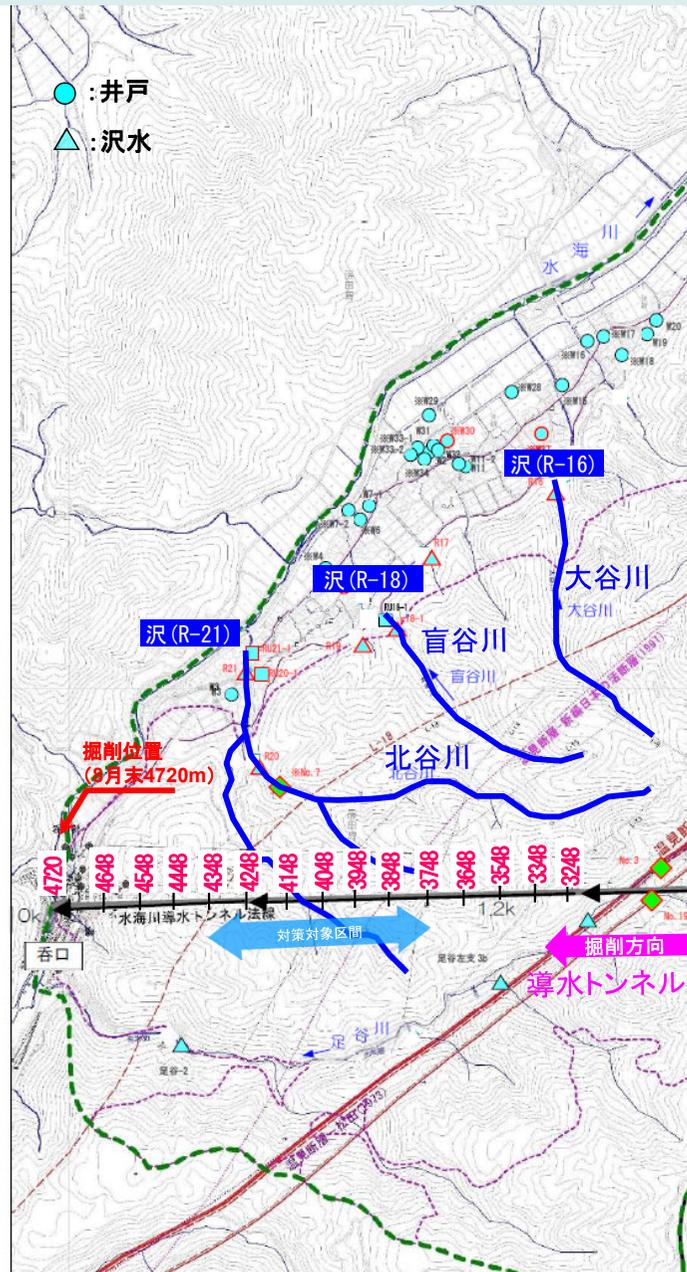
実績：300m<sup>3</sup>/h/3000m=0.1m<sup>3</sup>/h/m



トンネル全体湧水量

### 3. モニタリング状況(沢水流量の状況)

- 過去の沢水流量については、降雨等による季節変動が認められる。
- 沢(R-21)では、流量減少傾向が見られるが、その際の代替水源については別途対策実施済み。



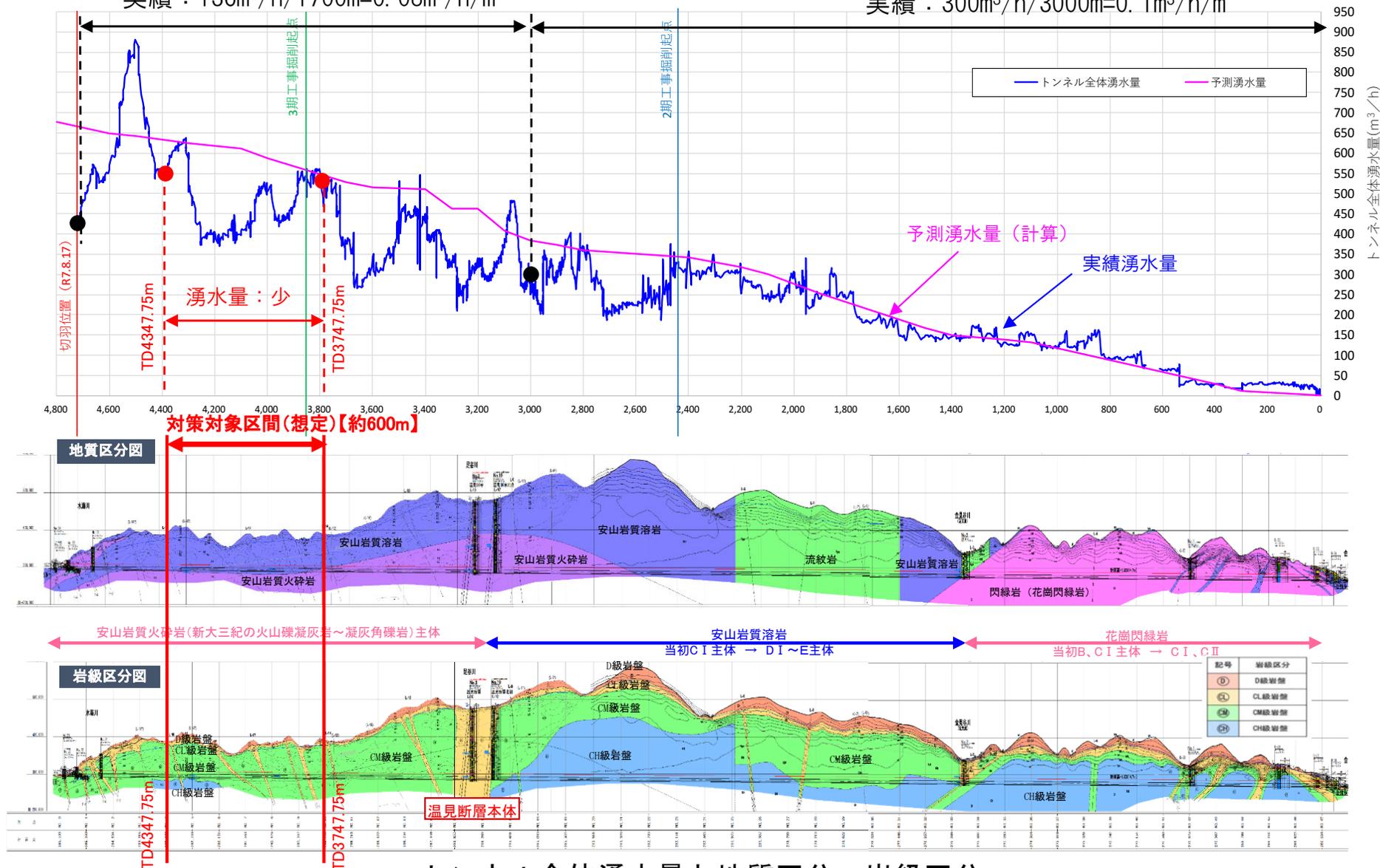
### 3. モニタリング状況

- ・ 対策対象区間（想定）には、高透水ゾーン※は認められなかった。そのため、対策（減水注入）は行わない。
- ・ 水利用への影響を把握するため、トンネル工事期間中はモニタリングを実施する。

※高透水ゾーン：地質的ぜい弱部や断層破砕帯のような透水性が高く、多量の湧水が発生させる水理地質的に特異な場所（環境影響評価書より）

実績：136m<sup>3</sup>/h/1700m=0.08m<sup>3</sup>/h/m

実績：300m<sup>3</sup>/h/3000m=0.1m<sup>3</sup>/h/m



トンネル全体湧水量と地質区分・岩級区分