

第4回 水海川導水トンネル技術検討委員会

日時:令和4年11月1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

・第3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) 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、施工の确实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事
- 2) 地下水の保全に関する事
- 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 地質研究監

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 一般社団法人 日本応用地質学会 名誉会員

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3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3年11月30日（火） 13:00～15:00

■開催場所 株式会社 安藤・間 大阪支店 水海川トンネル作業所

■出席委員 阿南 修司 国立研究開発法人 土木研究所 地質研究監
 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
 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入っていると考えられる。
- ・ 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になっていると考えられる。
- ・ 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必要がある。

○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であると考えられる。
- ・ 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であると考えられる。
- ・ 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である。
- ・ 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である。
- ・ 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する。
- ・ 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であると考えられる。

以 上

第4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4年11月1日

足羽川ダム工事事務所

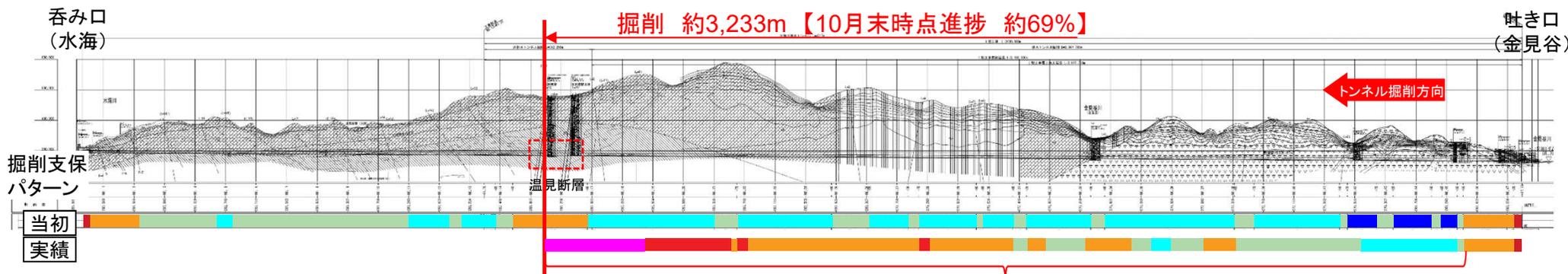
< 目 次 >

1. 水海川導水トンネル工事(工事概要)
2. 温見断層の評価について
3. 今後の施工方針について

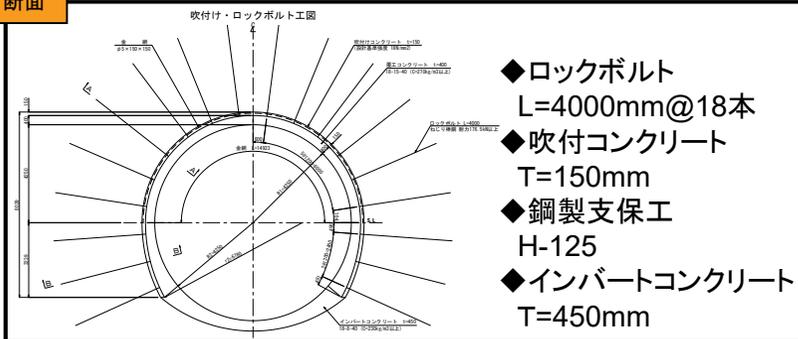
1. 水海川導水トンネル工事(工事概要)

■ 工事の進捗

○トンネル全延長4,717mに対して、令和4年10月末時点で3,233mまで掘削が進行(約69%の進捗)



D I 断面



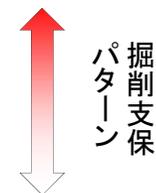
切羽状況(D I)



実績の掘削支保パターンの変更が続いている状況

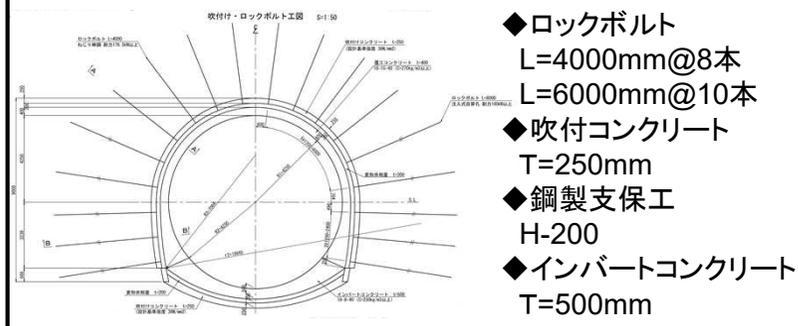


地山の状態が良い



地山の状態が悪い

E断面

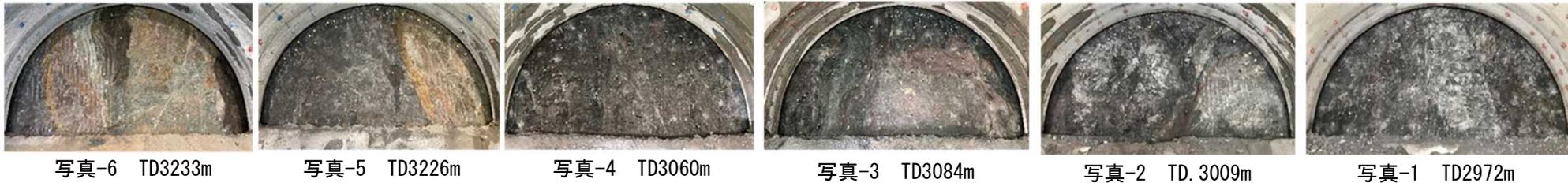
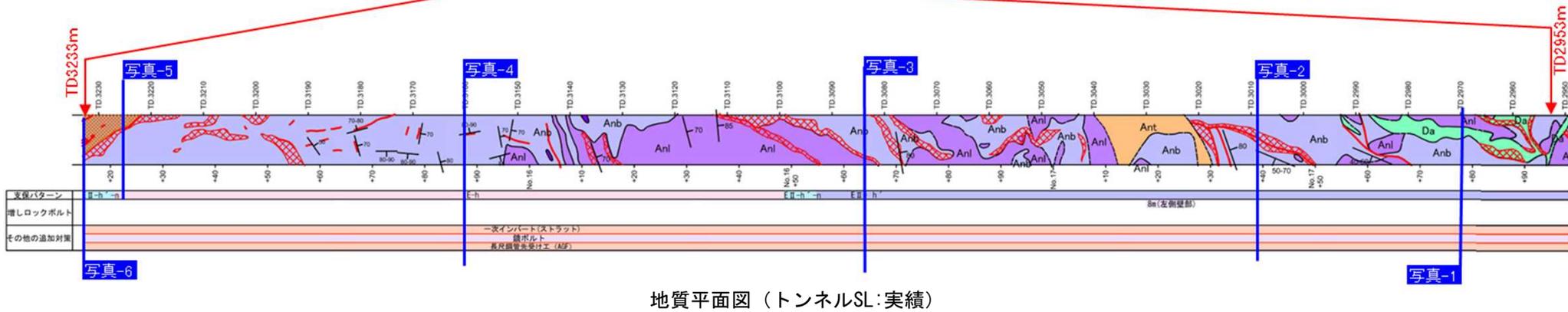
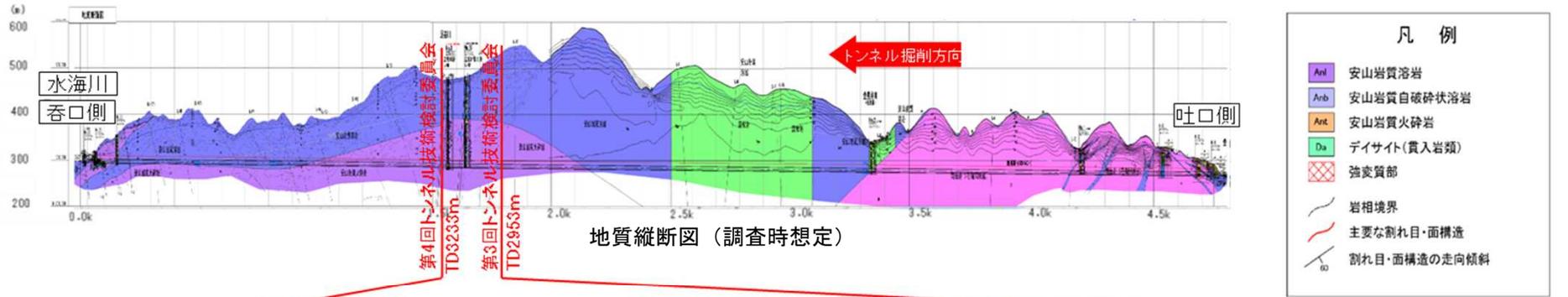


切羽状況(E)



1. 水海川導水トンネル工事(工事概要)

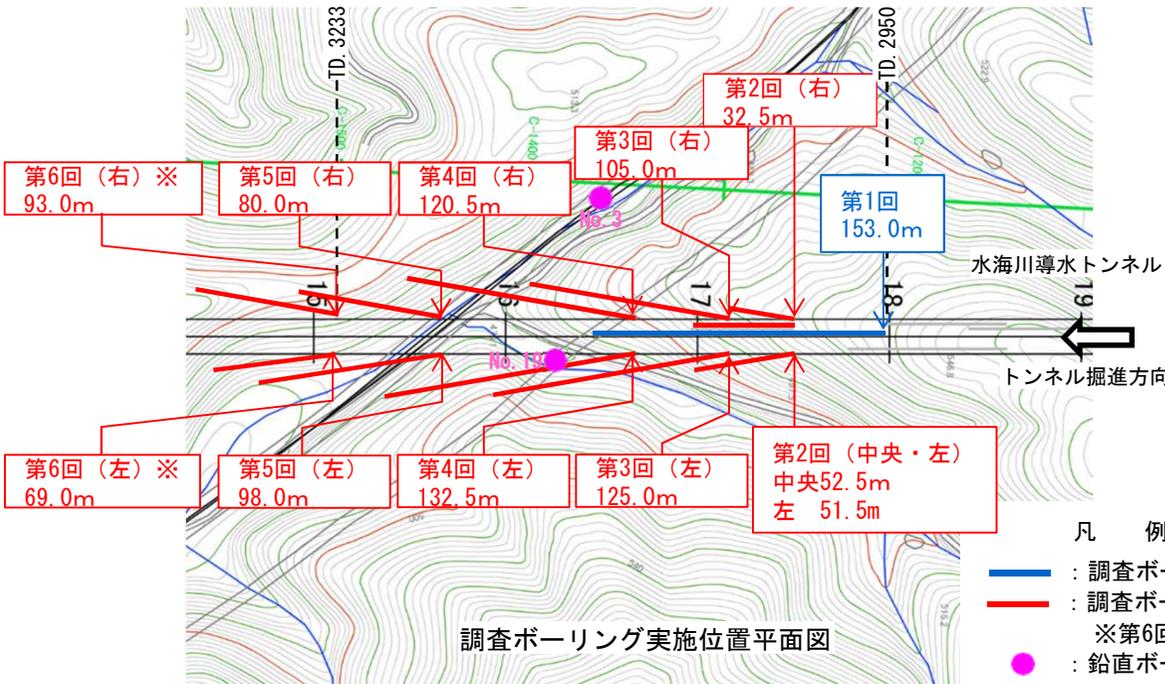
■工事区間(前回委員会以降)の地質状況



2. 温見断層について

■ 温見断層の調査

- ・ 温見断層の出現が予想されたTD2950m以降、温見断層施工時に想定されている突発湧水の確認、断層性状の確認及び切羽前方からの水抜きを目的とした長尺水平ボーリングを計6回実施した。
- ・ 第5回長尺水平ボーリング(TD3184m～)にて、茶褐色を呈する礫混じり粘土区間が確認されるとともに、切羽面においてもTD3223m以降、黄褐色に変色した地山が確認された。
- ・ 以下3点を目的として第6回長尺水平ボーリング(TD3233m～)を実施した。
 - ① 温見断層区間および断層突破後の地質状況確認
 - ② 高圧・大量湧水予測のための地下水分布状況確認
 - ③ 切羽前方の水抜き



調査ボーリング	実施年月日	開始位置	削孔位置	掘進長 (m)
第1回	2021/10/25～2021/10/26	TD2950m	中央	153.0
第2回	2022/1/5～2022/1/8	TD2998m	左右	51.5
			中央	32.5
			中央	52.5
第3回	2022/2/26～2022/3/2	TD3032m	左右	125.0
			中央	105.0
第4回	2022/4/30～2022/5/5	TD3081m	左右	132.5
			中央	120.5
第5回	2022/8/15～2022/8/19	TD3176m	左右	98.0
			中央	80.0
第6回	2022/10/14～2022/10/17	TD3232m	左右	93.0
			中央	69.0

凡 例

- (Blue line) : 調査ボーリング (第3回 水海川導水トンネル技術検討委員会時報告済)
- (Red line) : 調査ボーリング (第3回 水海川導水トンネル技術検討委員会以降実施)
- ※第6回調査ボーリングについては、現在分析中
- (Purple dot) : 鉛直ボーリング

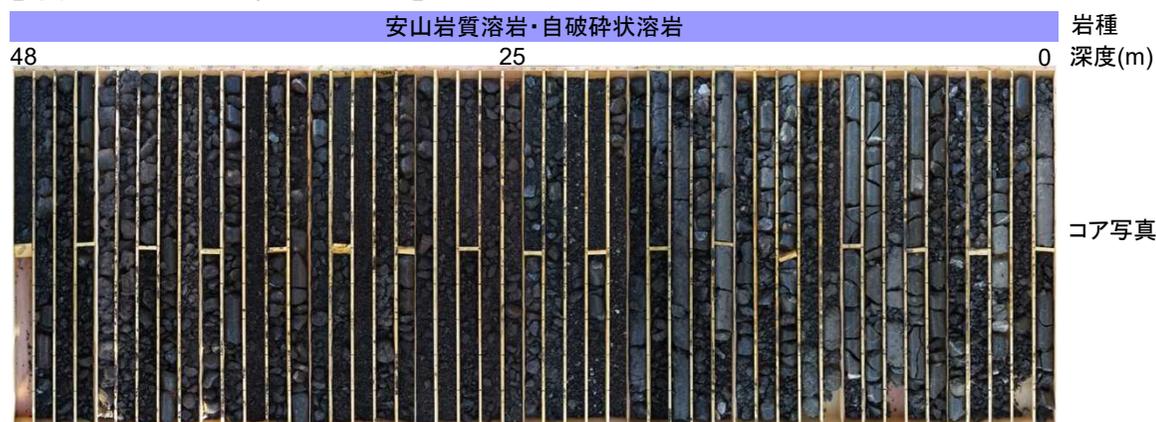
■ 第2回長尺水平ボーリング結果の概要(地質状況)

- ・ TD.2998mの側壁より2孔(左側、右側)と、中央の計3本のボーリングを実施した。
地山が脆弱で、削孔が困難な状況となり、いずれも50m程度で終了した。
- ・ 長尺水平ボーリング調査のボーリングコア観察の結果から、安山岩質溶岩・自破碎状溶岩が分布していることが分かった。

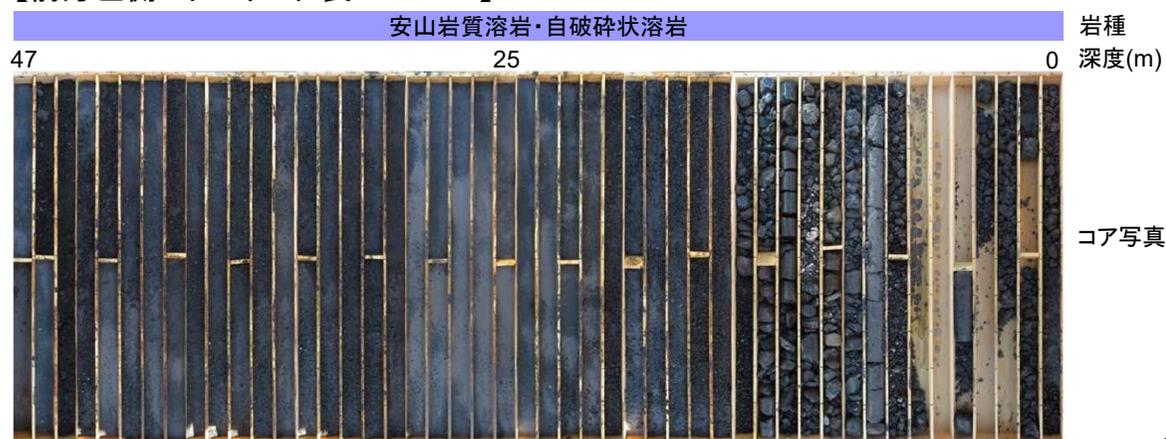
【前方右側 ボーリング長L=32.5m】



【中央 ボーリング長L=52.5m】



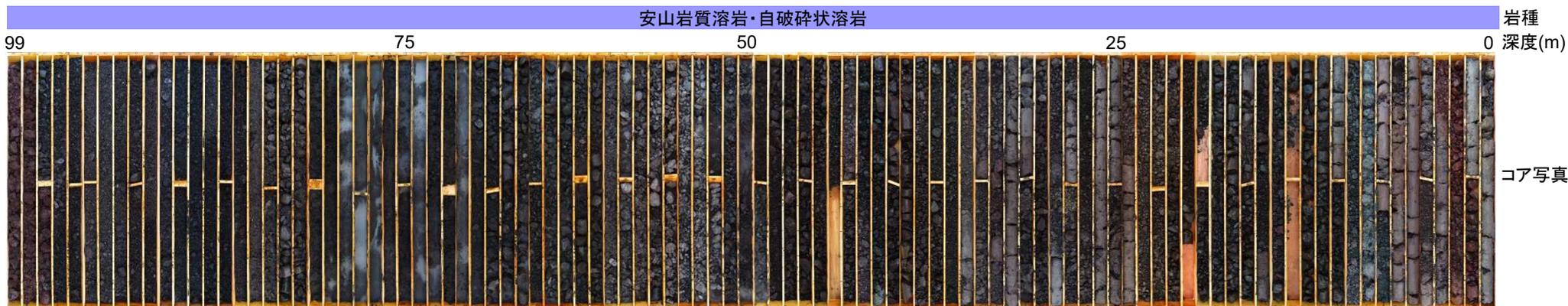
【前方左側 ボーリング長L=51.5m】



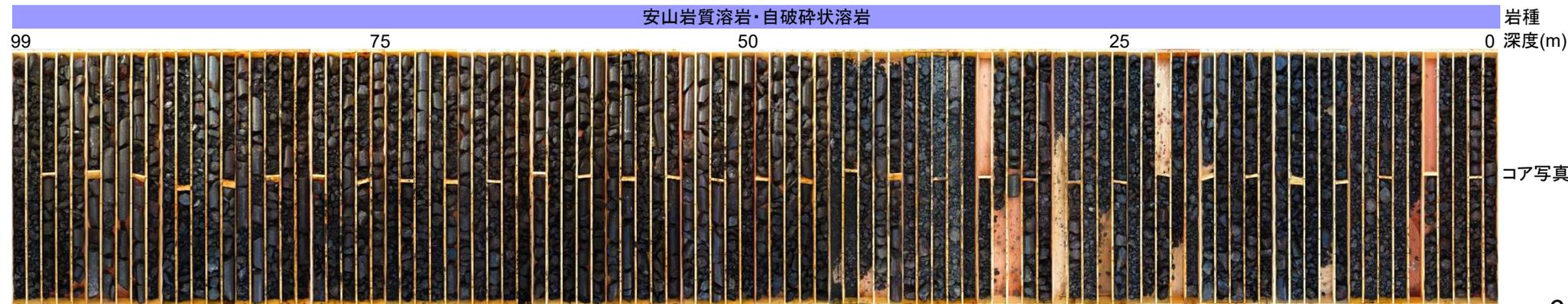
■ 第3回長尺水平ボーリング結果の概要(地質状況)

- ・ 左右のボーリングとも、コア採取が困難であるとともに、スライムが閉塞し掘進が困難となる状況が頻発したため、ケーシングを追い込みながら掘進し、コア採取とスライム採取を使い分けて掘削した。
- ・ 比較的、棒状のコアとなる変質の小さいコアが採取できている区間もある。
- ・ 長尺水平ボーリング調査のボーリングコア観察の結果から、安山岩質溶岩・自破碎状溶岩を主体とし、部分的に火砕岩が出現することが確認された。

【前方右側 ボーリング長L=105.0m】



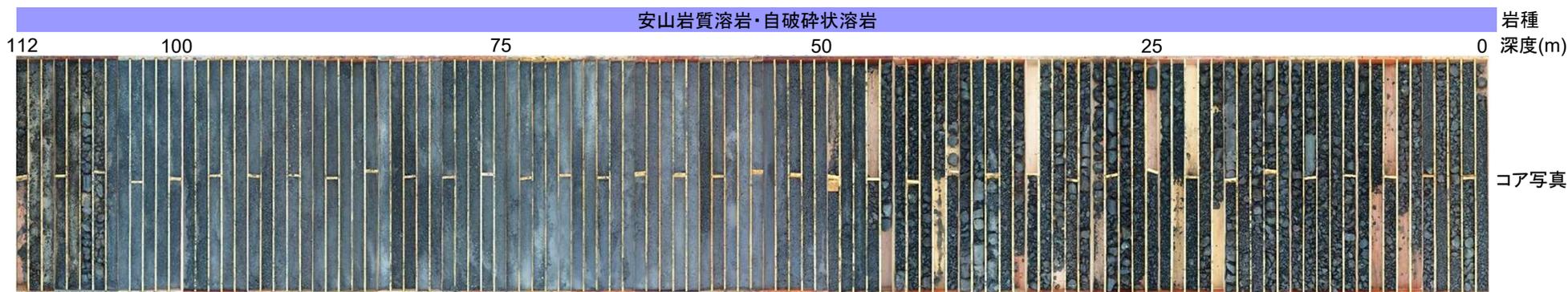
【前方左側 ボーリング長L=125.0m】



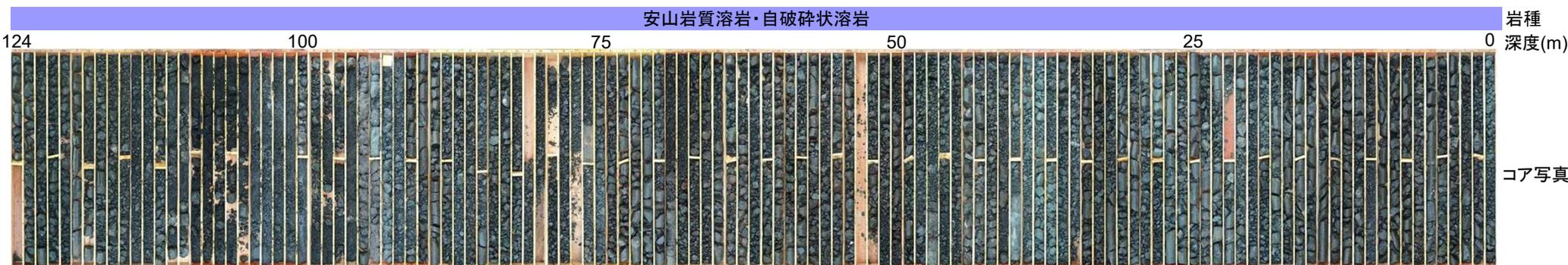
■ 第4回長尺水平ボーリング結果の概要(地質状況)

- ・ 右側ボーリングは、全線を通じて軟質で脆弱な状況であり、コア採取が困難な区間が多い状況となった。
- ・ 左側ボーリングは、60m付近までは、比較的硬質なコアが採取できている区間が多いが、数mおきにコアが細片状からスライム状に変化する脆弱地質を挟む。

【前方右側 ボーリング長L=120.5m】



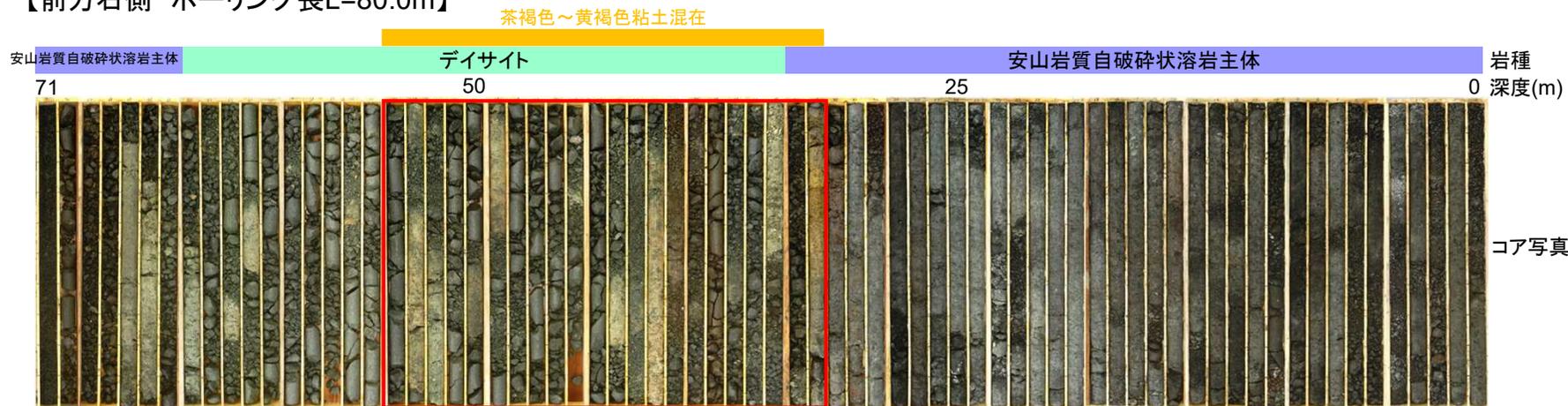
【前方左側 ボーリング長L=132.5m】



■ 第5回長尺水平ボーリング結果の概要(地質状況)

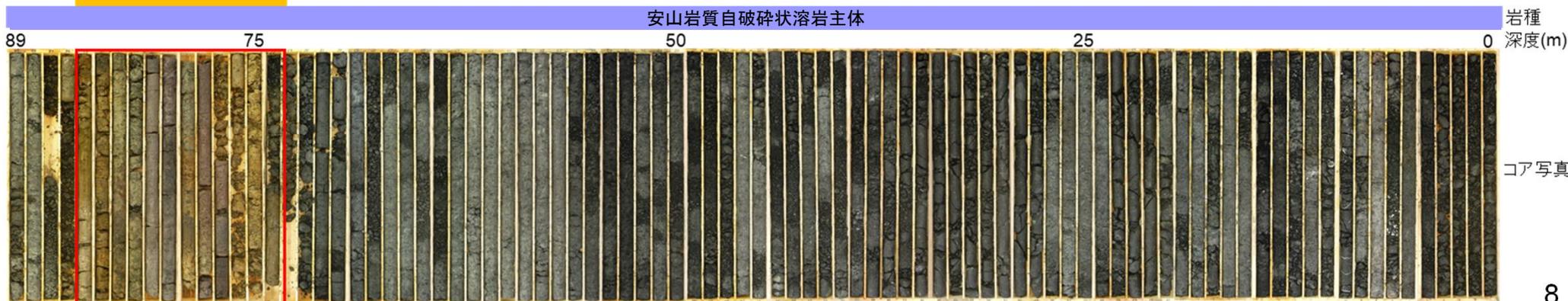
- ・ 当初設計での鉛直ボーリングの調査結果から火成岩の出現を予測していたが、長尺水平ボーリング調査によるボーリングコア観察の結果から、現在の切羽位置より右側前方35m~64mに貫入岩(デイサイト)が分布する以外は、右側前方71m、左側前方89mまで、安山岩質溶岩が分布していることが分かった。
- ・ 長尺水平ボーリングの結果から、茶褐色を呈する礫混じり粘土区間が確認された。

【前方右側 ボーリング長L=80.0m】



【前方左側 ボーリング長L=98.0m】

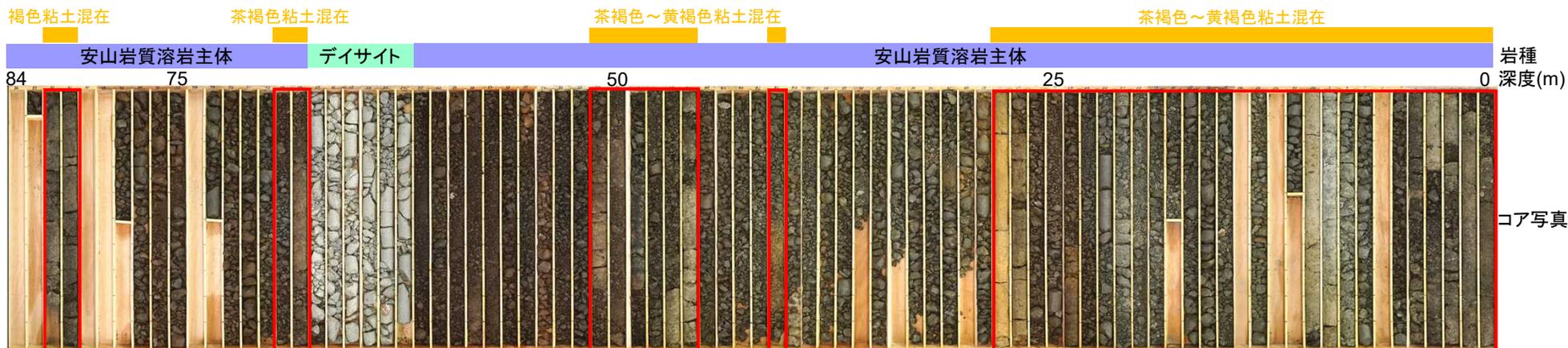
茶褐色～黄褐色粘土混在



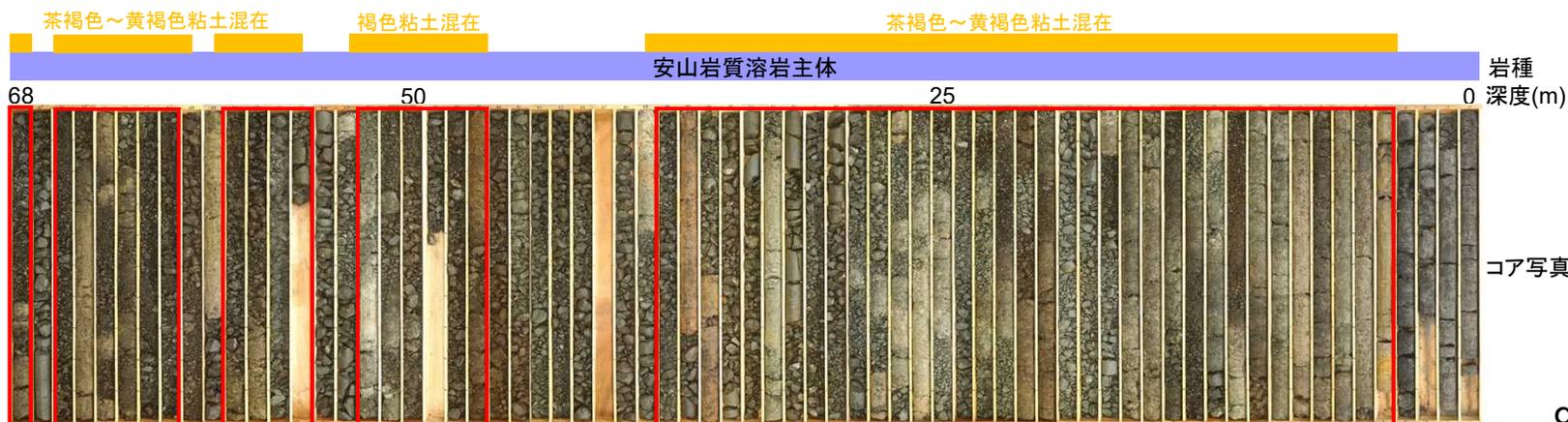
■ 第6回長尺水平ボーリング結果の概要(地質状況)

- ・ 長尺水平ボーリング調査によるボーリングコア観察の結果から、現在の切羽位置より右側前方62m付近に貫入岩(デイサイト)が分布する以外は、右側前方84m、左側前方68mまで、安山岩質溶岩が分布していることが分かった。
- ・ 第5回長尺水平ボーリングにて確認された茶～黄褐色を呈する礫混じり粘土区間が引き続き確認された。

【前方右側 ボーリング長L=93.0m】

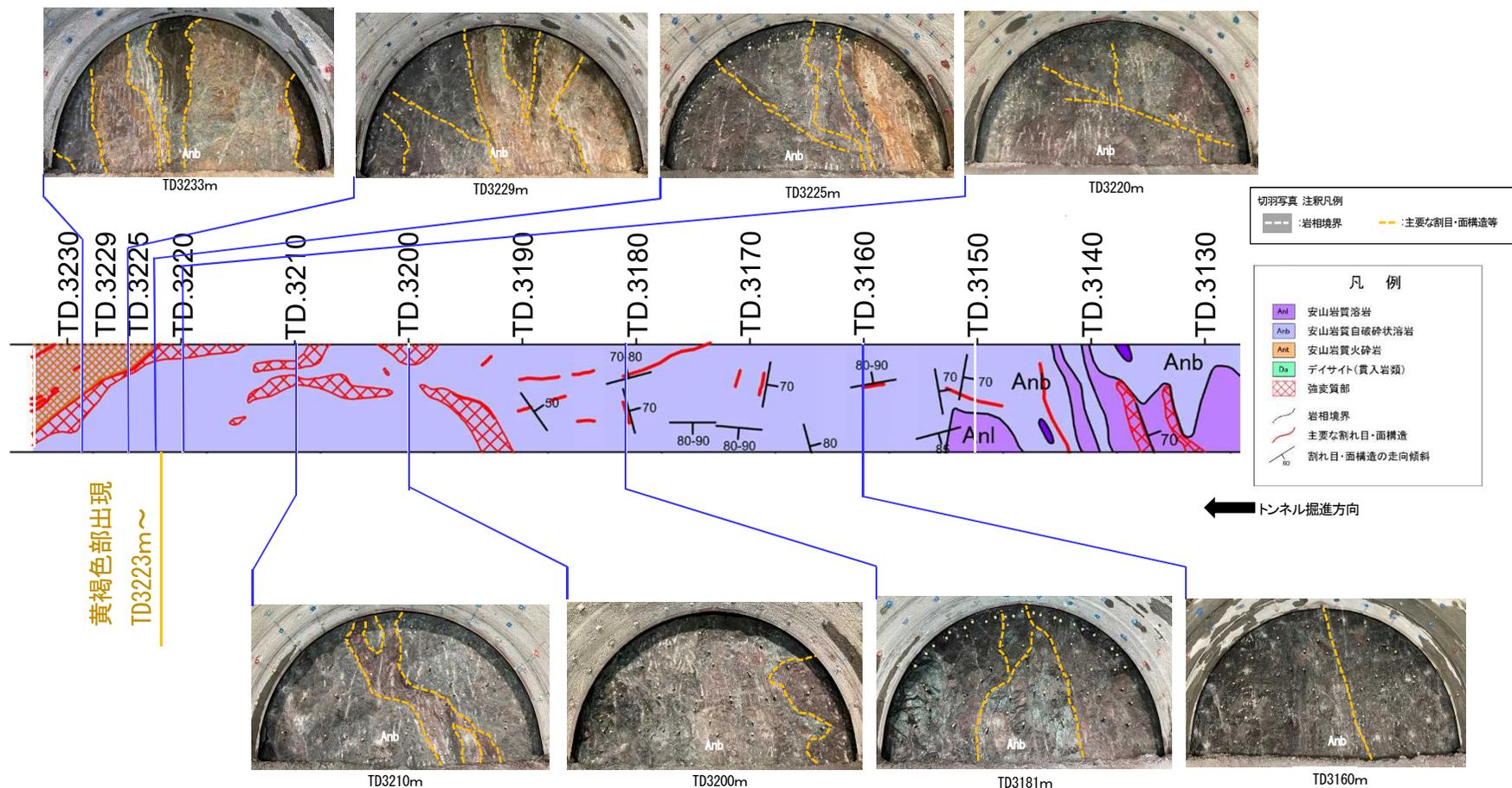


【前方左側 ボーリング長L=69.0m】



■ 切羽状況

- ・ 切羽の進行とともに、安山岩質自破碎部溶岩の割合が増加しておりTD3160m付近以降は、安山岩質自破碎部溶岩主体となる。
- ・ TD3223m以降、切羽右側から黄褐色に変色した地山が確認された。



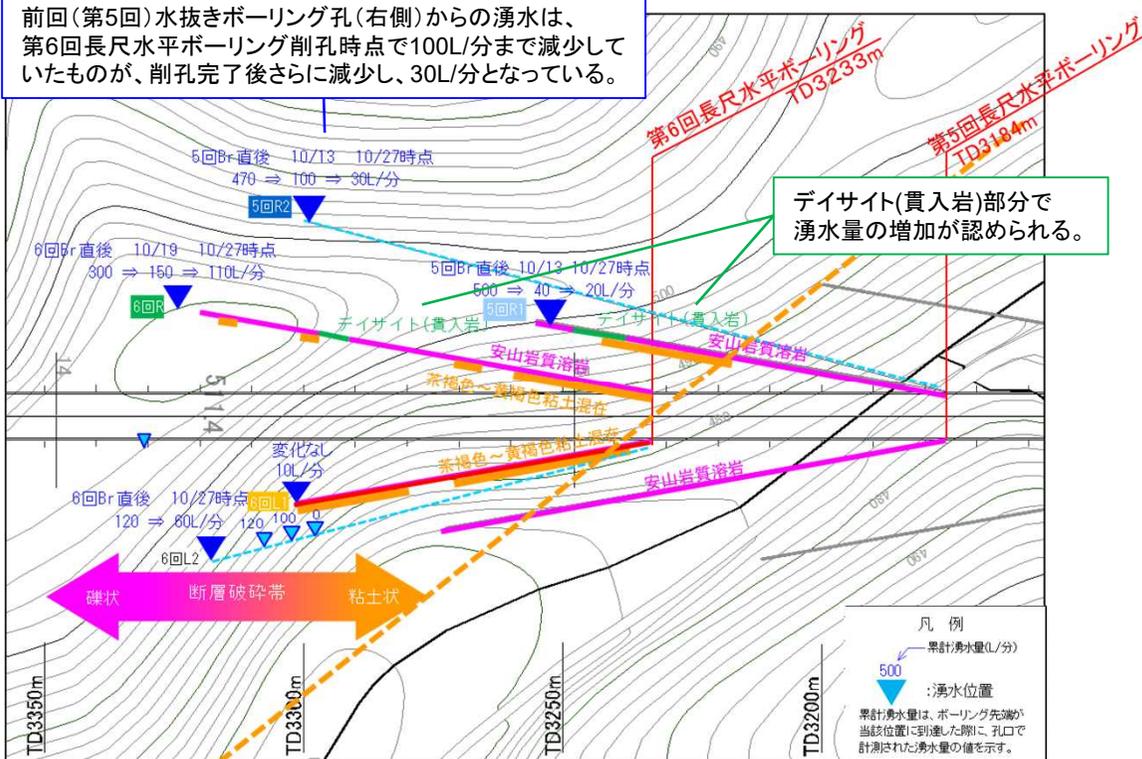
トンネルSL での地質スライスと切羽状況の変遷

2. 温見断層について

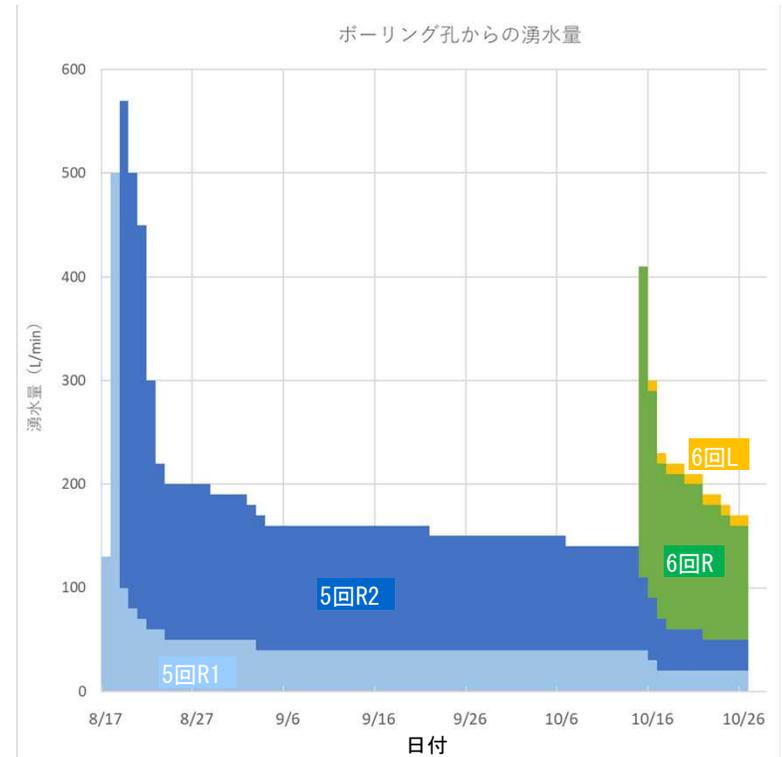
■第6回長尺水平ボーリング結果の概要(湧水状況)

- ・ボーリング孔(右側)からの湧水は、一時的に300L/分まで増えたが、最終的には110L/分に減少した。
- ・ボーリング孔(左側)からの湧水は、10L/分と少量の湧水が確認された。
- ・ボーリング孔(左側2本目水抜き)からの湧水は、70m地点までは確認されず、72m付近で100L/分、87m地点まで掘進した時点で湧水量は120L/分となったが、最終的には60L/分に減少した。
- ・断層破碎帯手前側は、粘土層により不透水層となっているが、断層破碎帯奥側については、礫状の亀裂性岩盤となっており、帯水が想定される。
- ・トンネル右側前方については、今回のボーリングにより、前回ボーリング孔からの湧水量が減少しており、地山内で水みちがつながっていると想定される。

前回(第5回)水抜きボーリング孔(右側)からの湧水は、第6回長尺水平ボーリング削孔時点で100L/分まで減少していたものが、削孔完了後さらに減少し、30L/分となっている。



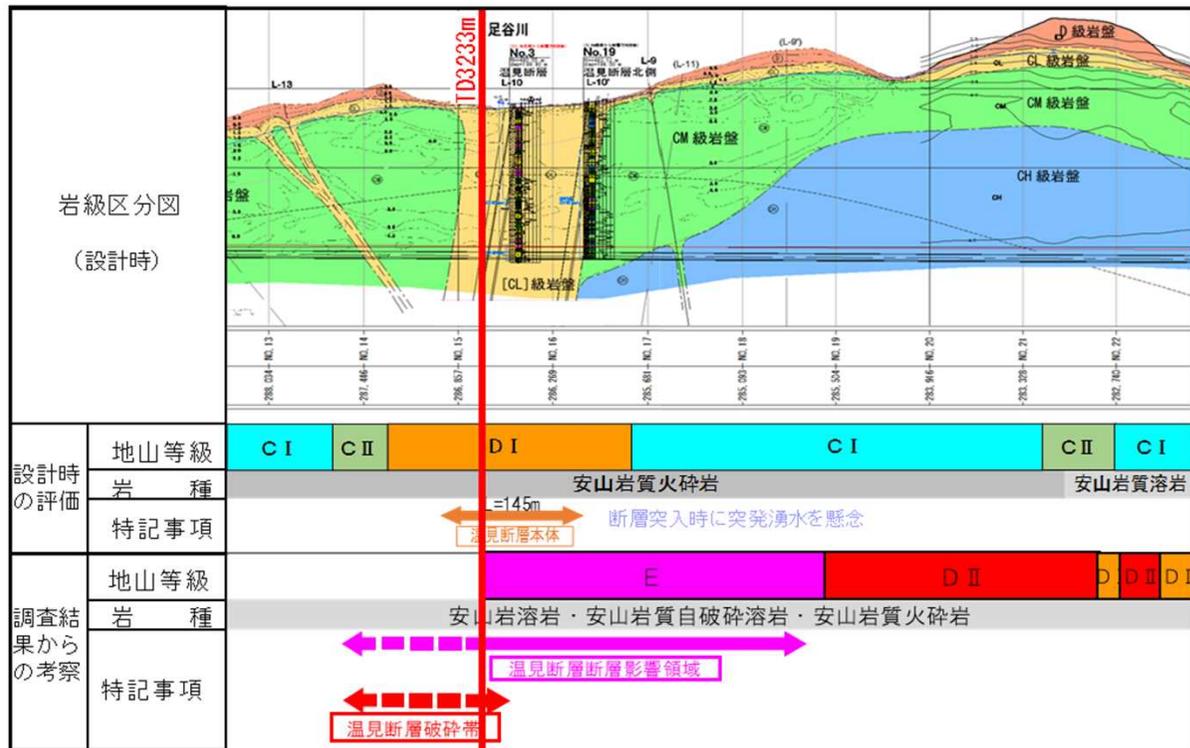
第6回長尺水平ボーリングで確認した地質概要・湧水量



ボーリング孔からの湧水量

■ 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碎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。

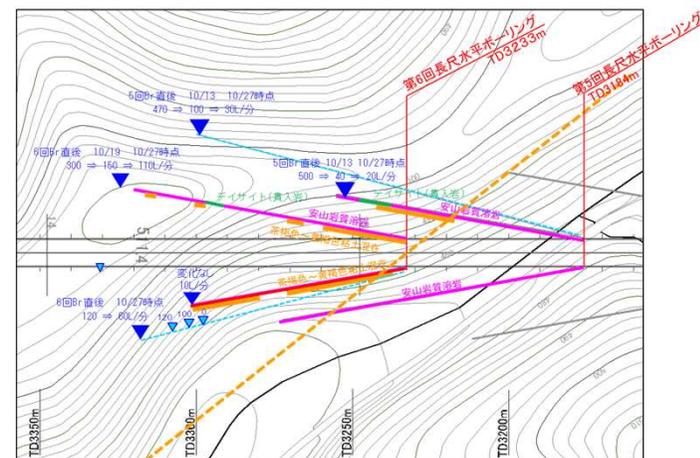


温見断層付近の地質想定



安山岩質自破碎状溶岩 (強変質) 粘土状 断層破碎帯 礫状

トンネル切羽で確認した断層破碎帯



ボーリングで確認した地質概要

3. 今後の施工方針について

■ 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に施工を進めていく。

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。

