

山梨・静岡県境付近の調査状況及び
工事の計画について

令和 7 年 3 月

東海旅客鉄道株式会社

目次

(1) 令和6年5月に再開した高速長尺先進ボーリングについて.....	3
1) 削孔前の計画に対する実績	4
2) これまでの調査に関する評価（地質、湧水）	8
3) 調査結果を踏まえた地質図の修正	14
4) 湧水圧測定の結果	20
5) 成分分析等の水質測定結果	23
(2) 先進坑の掘削及び県境付近からの高速長尺先進ボーリングについて	59
1) 今後の掘削及び調査の計画	59
2) 県境から山梨県側300m以内の先進坑掘削に関するリスク管理	62
3) 県境付近から実施する高速長尺先進ボーリングに関するリスク管理	72
4) 県境手前の先進坑の掘削停止位置	80
5) 先進坑掘削時の新たなデータ取得	81

(1) 令和6年5月に再開した高速長尺先進ボーリングについて

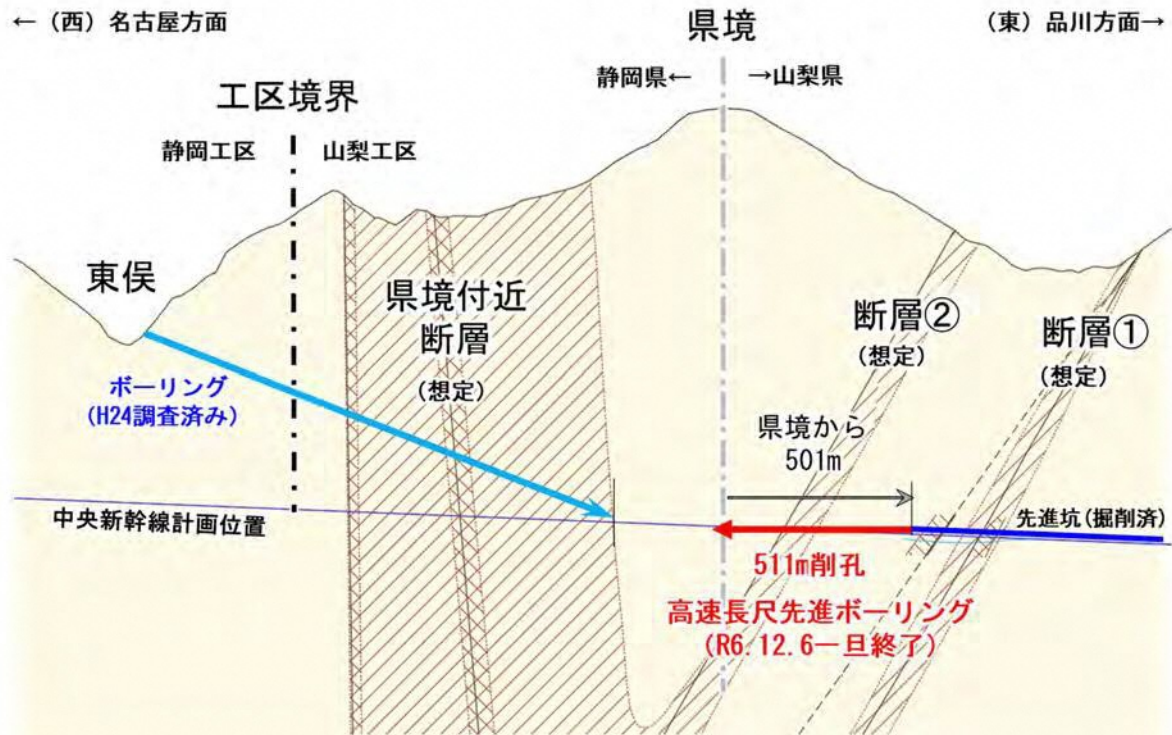
- ・令和6年5月に、県境まで501m地点から高速長尺先進ボーリングを再開し、孔口から511m（山梨・静岡県境から静岡県側10mの地点）まで削孔しました（図1）。
- ・ボーリング調査の再開以降、削孔と削孔した孔を保護するケーシング（保護管）の挿入作業を交互に行ってきましたが、これまでに地質の脆い区間を何度か通過し、これ以上ケーシングの挿入作業ができない箇所（孔口から259m）まで達したため、ケーシングによる保護なしでの削孔のみを行ってきました。
- ・その後、山梨県内の地質の脆い箇所（特に孔口から370m付近）に到達し、昼夜連続で止めることなく削孔したことで当該箇所は通過できましたが、削孔した後に孔が崩れることで削孔ロッドが拘束される状況が見られ、また、ビット交換（※）により引き抜いた後に孔詰まりが発生しました。

※高速長尺先進ボーリングのビット（先端部）は、削孔の進捗に伴って摩耗すること等により交換が必要となります。その場合、一旦ビット及び全てのロッドを引き抜く必要があります。

- ・孔詰まり後も削孔を試みましたが、孔口から370m付近よりも先には進まず、また、それ以降も孔詰まりが解消しなかったことから、これ以上の調査継続は困難と判断し、12月6日をもってボーリング調査を一旦終了することとしました。

（止水作業は完了しております。）

- ・県境から300mの地点に達して以降は、ボーリングの湧水量や水温、水質（pH、EC（電気伝導度））について頻度を上げて日毎に報告を実施しつつ、スリバチ沢の流量や河川流量（田代ダム下流、千石）の測定も実施し、測定や確認の都度速やかに報告してまいりました。
- ・あわせて、ボーリング湧水については、令和7年11月までの間、東京電力リニューアブルパワー（以降、東電RP）が田代ダムにおいて大井川からの取水を停止しており、河川流量（田代ダム下流、千石）の計測結果から算出した取水停止による流量増加量よりも少ないことを確認いたしました。
- ・なお、令和7年2月3日の大井川水利流量調整協議会で東電RPは、田代川第二発電所における水車改良工事の工期延伸に伴い、発電所を停止する期間（田代ダムにおいて大井川からの取水を停止する期間）を令和8年4月までに変更することを情報提供しています。



※断層②に関する調査結果は反映していません。

図 1 高速長尺先進ボーリングの進捗状況（令和6年5月～12月）

1) 削孔前の計画に対する実績

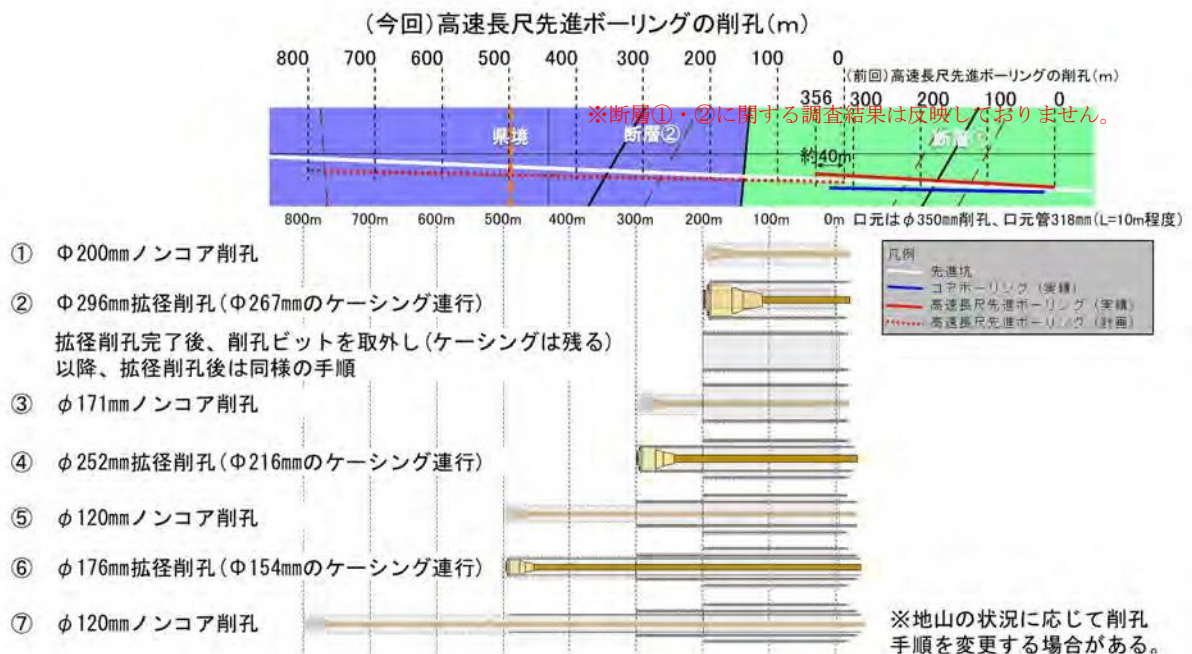


図 2 高速長尺先進ボーリングの削孔手順（計画：専門部会提示済み）

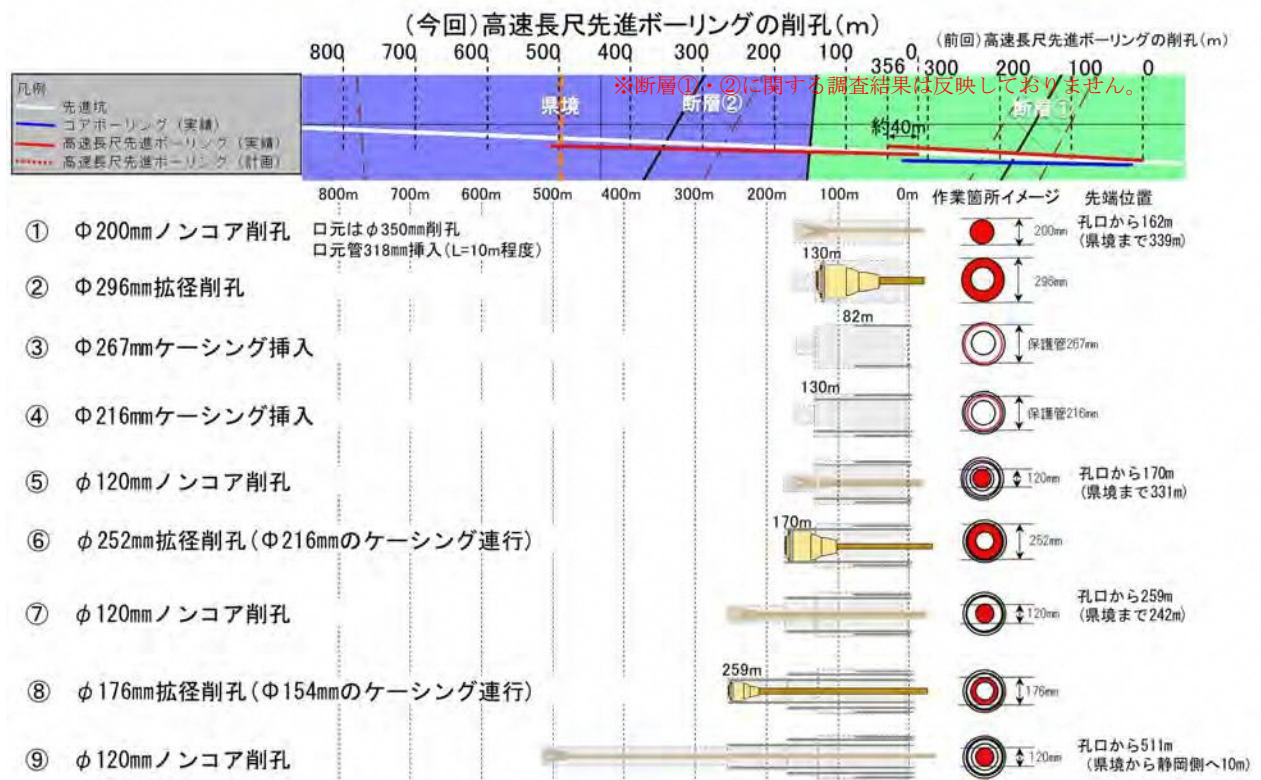


図 3 高速長尺先進ボーリングの削孔手順（実績）

- ・削孔手順については地質状況等に応じて変更しました（計画：図 2、変更後：図 3）。具体的な手順は図 3 に告示しするとおりですが、地質の脆い箇所に対応すべく、複数回分用意していた段落としについて、計画に対して全体として前倒しで実施しつつ、削孔を進めました。

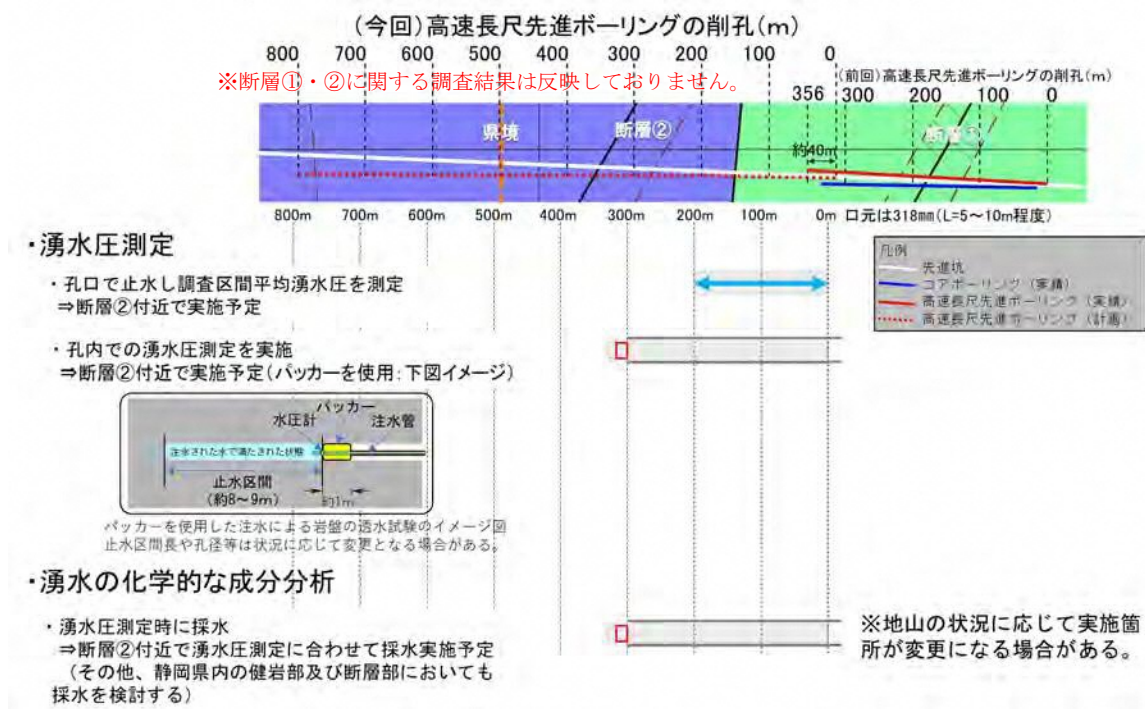


図 4 湧水圧、成分分析の実施箇所(計画:専門部会提示済み)

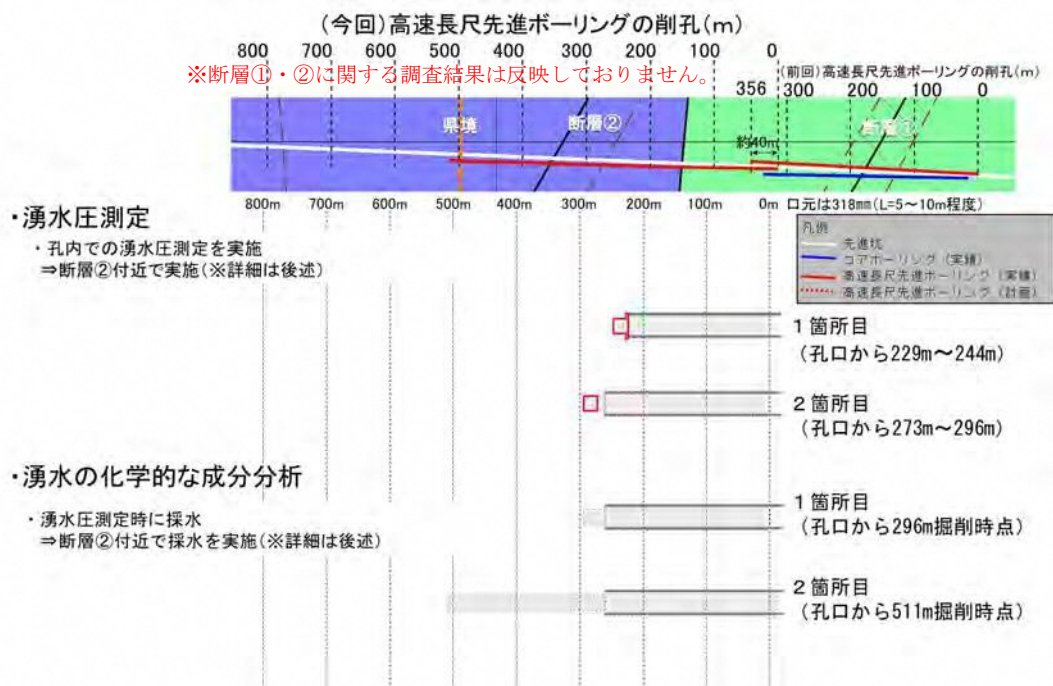


図 5 湧水圧、成分分析の実施箇所(実績)

- ・各種測定項目の内、孔口から200mの位置で実施する予定であった、孔口で止水した上での調査区間平均湧水圧の測定は、後述するように孔口から130m~160m付近(特に145m付近)で確認された脆い地山を早期に保護するため

に、可能な限り速やかにケーシングの挿入を行う必要があったため、結果として測定は実施できておりません。

- 一方で、孔内での湧水圧測定については、予定していた1箇所からもう1箇所を加え、計2箇所で実施しました（計画：図 4、実績：図 5）。具体的には孔口から229m～244mの区間及び273m～296mの区間を対象として実施しました。測定結果の詳細については「4）湧水圧測定の結果」においてお示します。
- 湧水の化学的な成分分析についても1箇所を予定していましたが、ボーリングが県境を越えて静岡県内の削孔を開始したことを踏まえて、静岡県内の情報を得ることを目的に、もう1箇所を加え、計2箇所を対象としました（計画：図 4、実績：図 5）。具体的には孔口から296m削孔した時点（※1）、及び孔口から511m削孔した時点（※2）において、採水を実施しました。分析結果の詳細については「5）成分分析等の水質測定結果」にてお示します。

※1：採水時のケーシング先端位置は孔口から259mであり、259m～296mの区間（37m分）の湧水を採水したものと想定されます。

※2：採水時のケーシング先端位置は孔口から259mであり、259m～511mの区間（252m分）の湧水を採水したものと想定されますが、370m付近が閉塞している可能性があり、その場合は259m～370mの区間（111m分）の湧水が採水されたことになります。

2) これまでの調査に関する評価（地質、湧水）

- ・これまでの調査状況に関して、掘削エネルギー値とスライム観察結果から評価します。
- ・孔口から130～160mでは連続的に掘削エネルギー値が低くなっており（図6）、岩石片の粒径が均一では無いため、脆い地質が続いているものと考えられます。特に、孔口から145m付近からはシルト質（泥状）の岩石片が排出されました。（図6の写真C）
- ・孔口から200m以降、引続き粘板岩及び砂岩粘板岩互層の地質が続きました。掘削エネルギー値は300～800MN・m/m³の範囲で高低を繰り返しており、硬い部分と軟らかい部分を繰り返す地質が続きましたが、孔口から370m付近及び480m付近で掘削エネルギー値が300MN・m/m³を下回る箇所があり、シルト質（泥状）の岩石片が再度排出されました。（図6の写真G、H）

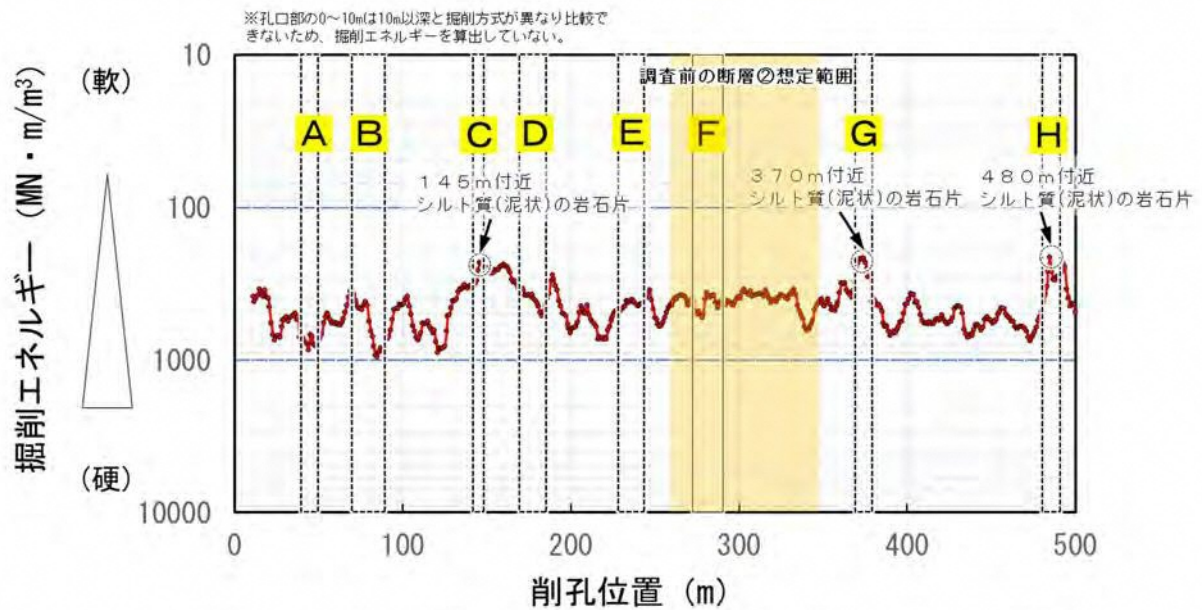


図 6 掘削エネルギー値及び代表的な岩石片 (G箇所のスライム写真を追加)

- ・図 6 の掘削エネルギーグラフに着色した「調査前の断層②想定範囲」と比較すると、軟弱な地質は断層想定範囲の前後、かついくつかの箇所に分かれて出現したことが分かります。これらの考察については、「3) 調査結果を踏まえた地質図の修正」にてお示しします。
- ・次に、孔口湧水量については $0.0004 \sim 0.0017 \text{ m}^3/\text{秒}$ で少ない状況が続きました。また、10 mあたり湧水量については最大 $0.00066 \text{ m}^3/\text{秒}$ であり、管理値である10 mあたり $0.05 \text{ m}^3/\text{秒}$ と比べて非常に小さい状況で推移しました(図 7)。

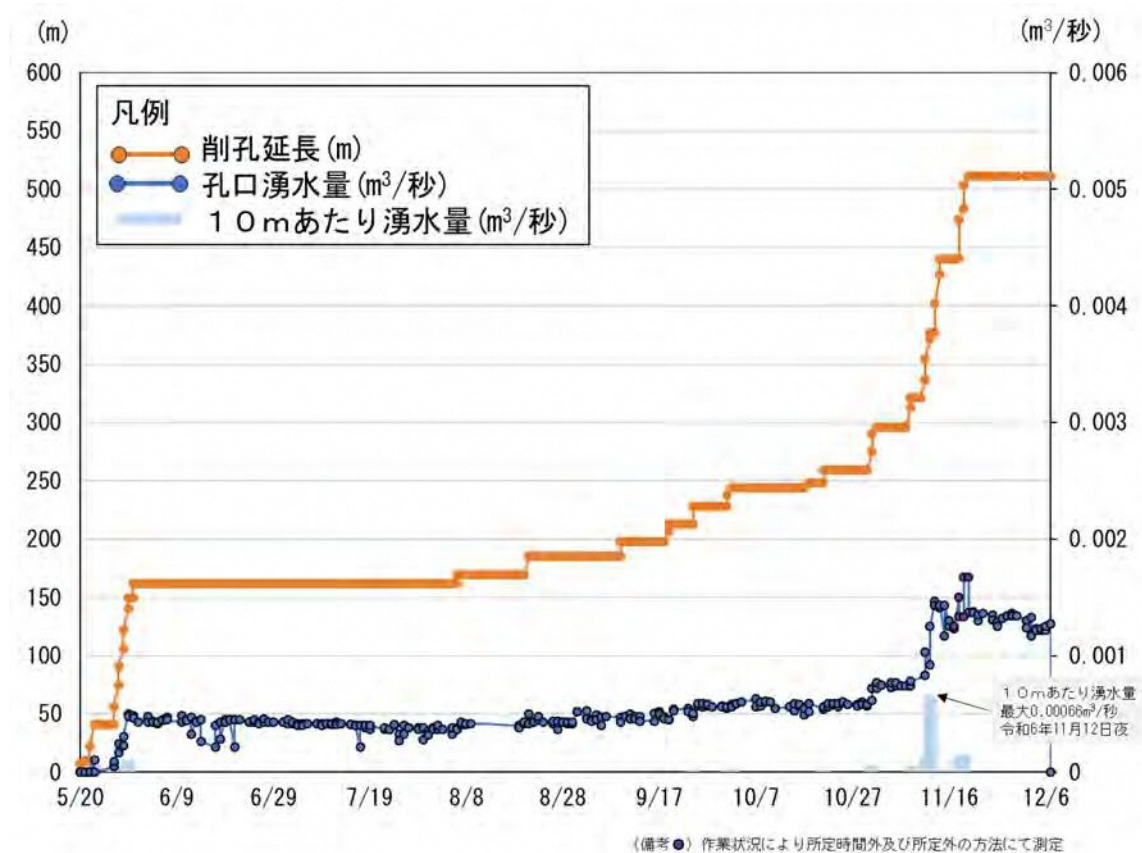


図 7 孔口湧水量と10mあたり湧水量

- ・なお、孔口から概ね300 m以降は、370 m地点で一時的に増加が見られる他は、 $\phi 120 \text{ mm}$ ノンコアの削孔進捗が大きく伸びた(※)分、図 8 のとおり、削孔延長に比例して湧水量が増加しています。

※前述のとおり、削孔と削孔した孔を保護するケーシング(保護管)の挿入作業を交互に行ってききましたが、図 6 にもお示しするとおり、これまでに脆い地質の区間を何度か通過し、これ以上ケーシングの挿入作業ができない箇所(孔口から259 m)まで達したため、 $\phi 120 \text{ mm}$ ノンコア削孔に移行しました。

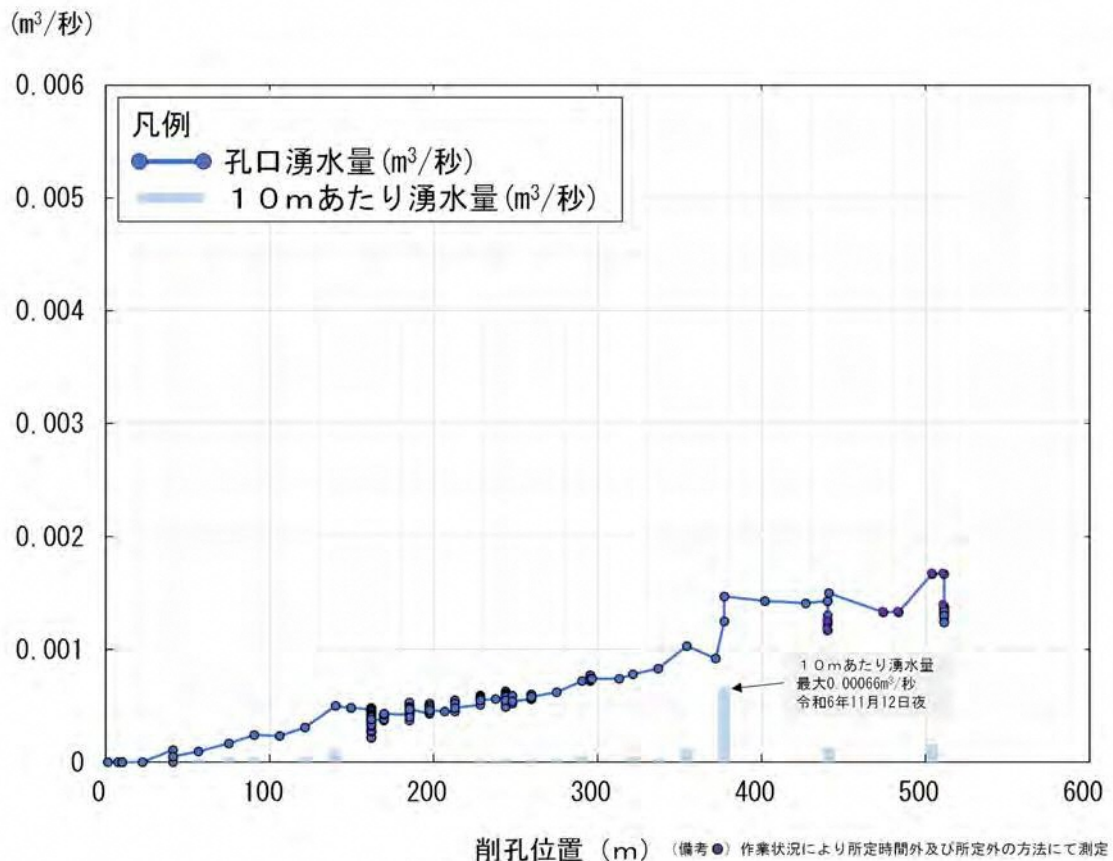


図 8 削孔進捗における孔口湧水量

- ・水温、水質(pH、EC)の測定結果は図 9～図 11 にお示しするとおりです。
- ・EC (図 11) について、概ね11月以降、値として25 mS/m 前後から35 mS/m 前後に微増しています。例えばセメンチングの作業時にはこの値が明確に増加しますが、図 11 で値が微増している期間においては基本的に上記のような作業は実施していないため、作業(調査)起因ではないものと想定されます。
- ・そのため、少しずつ地下水の成分が変化しているものと考えていますが、詳細については、「5) 成分分析等の水質測定結果」にてお示しします。

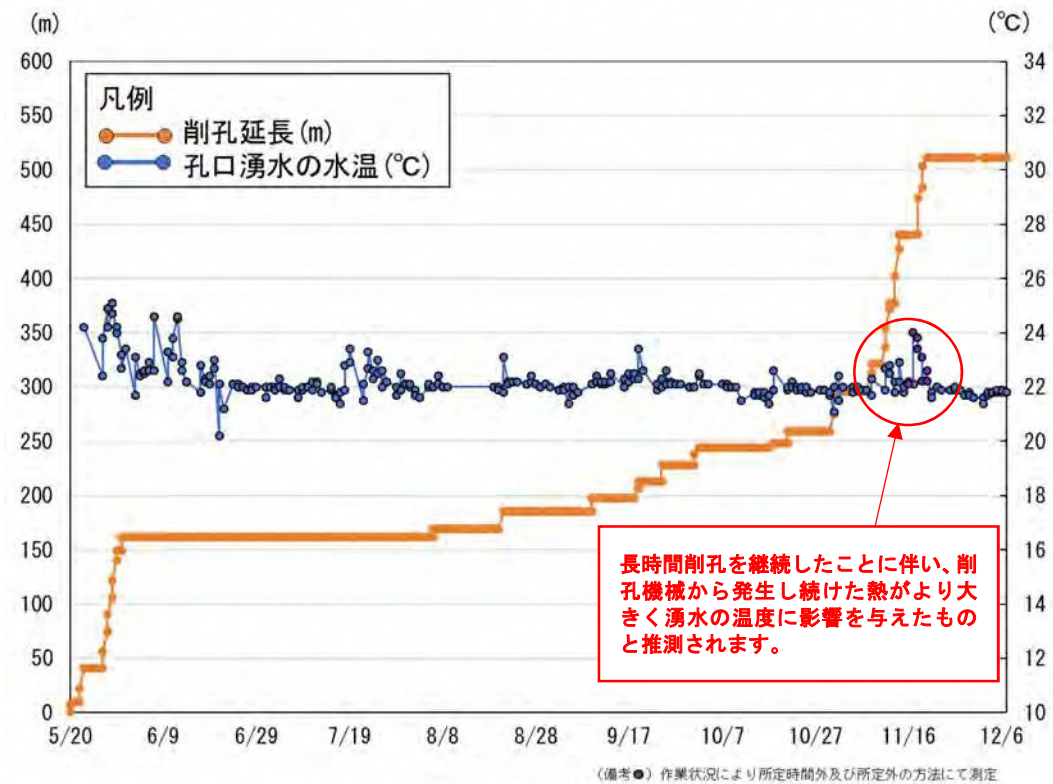


図 9 孔口湧水の水温

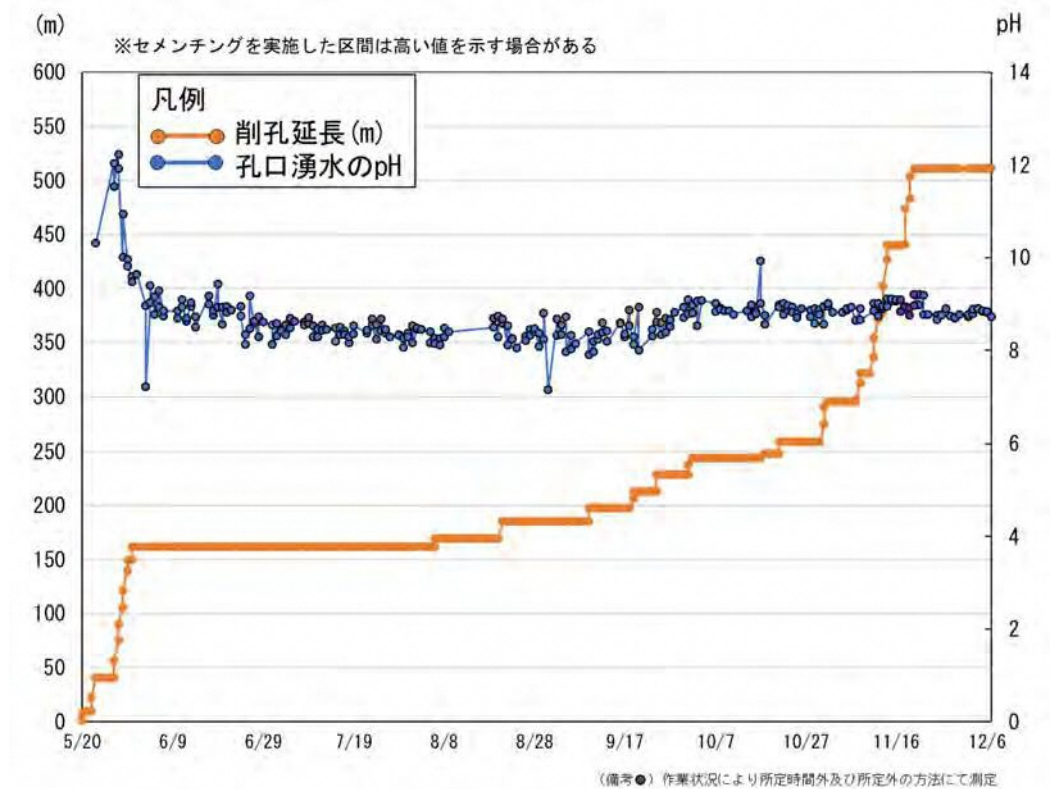


図 10 孔口湧水の水pH



図 1 1 孔口湧水のEC

3) 調査結果を踏まえた地質図の修正

- 令和6年12月に一旦終了した高速長尺先進ボーリングにおいて、掘削エネルギー値が連続して低く、かつシルト質（泥状）の岩石片が排出された箇所は、断層①における実績（令和5年2月に開始し10月に中断した高速長尺先進ボーリング、及び令和5年5月に開始し7月に終了したコアボーリング）等を踏まえると、断層部である可能性が高いと考えられます。
- 断層部である可能性が高い区間は、以下の2箇所となります（表1）。

表 1 断層部と考えられる箇所（区間①と区間②）の比較

	区間①	区間②
削孔位置 (孔口より)	144m～171m	370m～408m
掘削エネルギー値 (区間最小値)	229MN・m/m ³	215MN・m/m ³
排出された岩石片	シルト質（泥状）	シルト質（泥状） (区間①より粘土分がやや多い)
図6との対比	「C」	「G」
削孔水の状況※	時折白濁色が混じる	時折白濁色が混じる (区間①よりも濁りがやや強い)
孔詰まりの発生	有り	有り
断層としての評価	断層A(仮)	断層②(仮)

※削孔時に孔口から排出される削孔水（循環水）は、粘板岩・砂岩粘板岩を削孔している際は基本的には黒濁色です。

- 高速長尺先進ボーリング調査を実施した箇所付近の地表部では、図12より、地形の特徴から、北西－南東走向の断層②及び南北走向の断層Aの2つの断層が存在していると想定されます。上記に対し、図13にて、高速長尺先進ボーリング結果から推定されるトンネルの深さでの断層位置を表現しました。
- また、図13に対して、高速長尺先進ボーリングにおける掘削エネルギーの情報及び先進坑の詳細な線形、また県境から山梨県側の距離情報を加えた平面図が図14です。

- ・図 1 3 及び図 1 4 より、高速長尺先進ボーリングで確認された区間①と②について、先進坑掘削段階では、区間①（断層 A）は概ね平行に投影した位置に出現するものと想定されますが、区間②（断層②）はより西方、具体的には県境から山梨県側に 50 m の地点よりも静岡県側で切羽の左側から出現するものと想定され、県境を越えて数十 m 先の地点で切羽の右側に抜けていくまで、同区間内を掘削することになるものと想定されます。

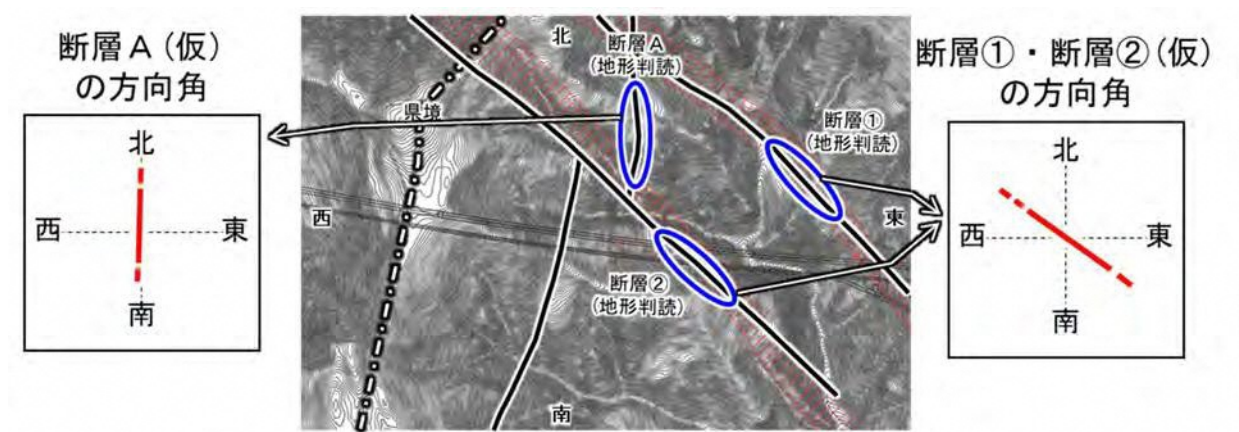


図 1 2 地表面の断層位置



図 1 3 高速長尺先進ボーリング結果から推定されるトンネル深さでの断層位置

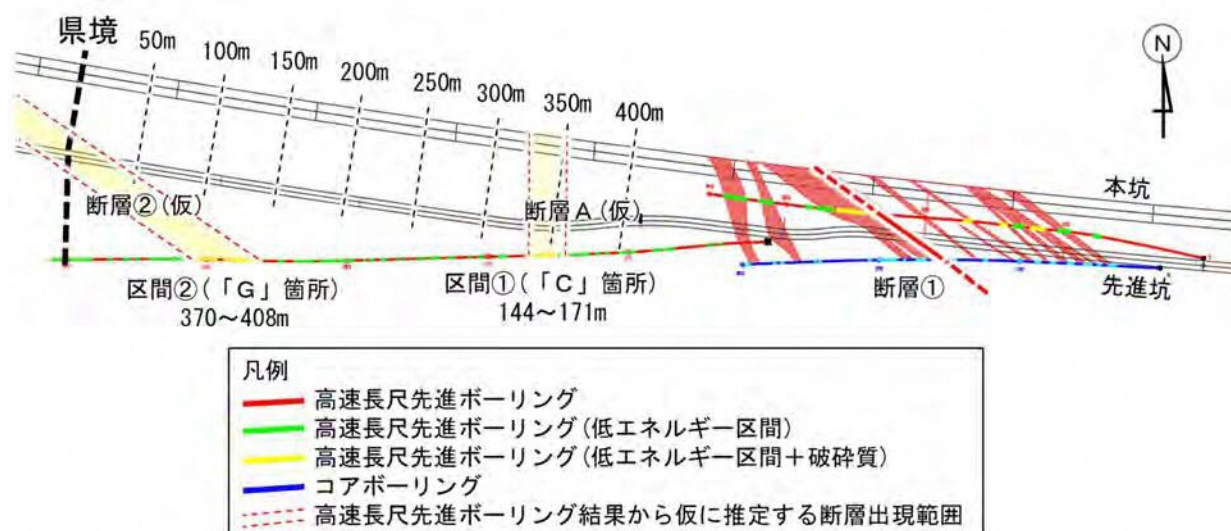


図 14 平面図（高速長尺先進ボーリングの結果とトンネル線形の対比）

- ・また、図 12 及び図 13 における「地表面」と「トンネルの位置付近」の両断層位置の関係性を立体的に表現した図 15 です。断層②は地形の特徴（リニアメント）が断層Aより明瞭であること、また、過去の地表踏査において確認された断層露頭から、破碎帯を伴うと想定されるため、断層Aは断層②によって切られるような形で存在していると考えられますが、地中の地質構造に関しては高速長尺先進ボーリングの調査結果のみによる推定は困難です。

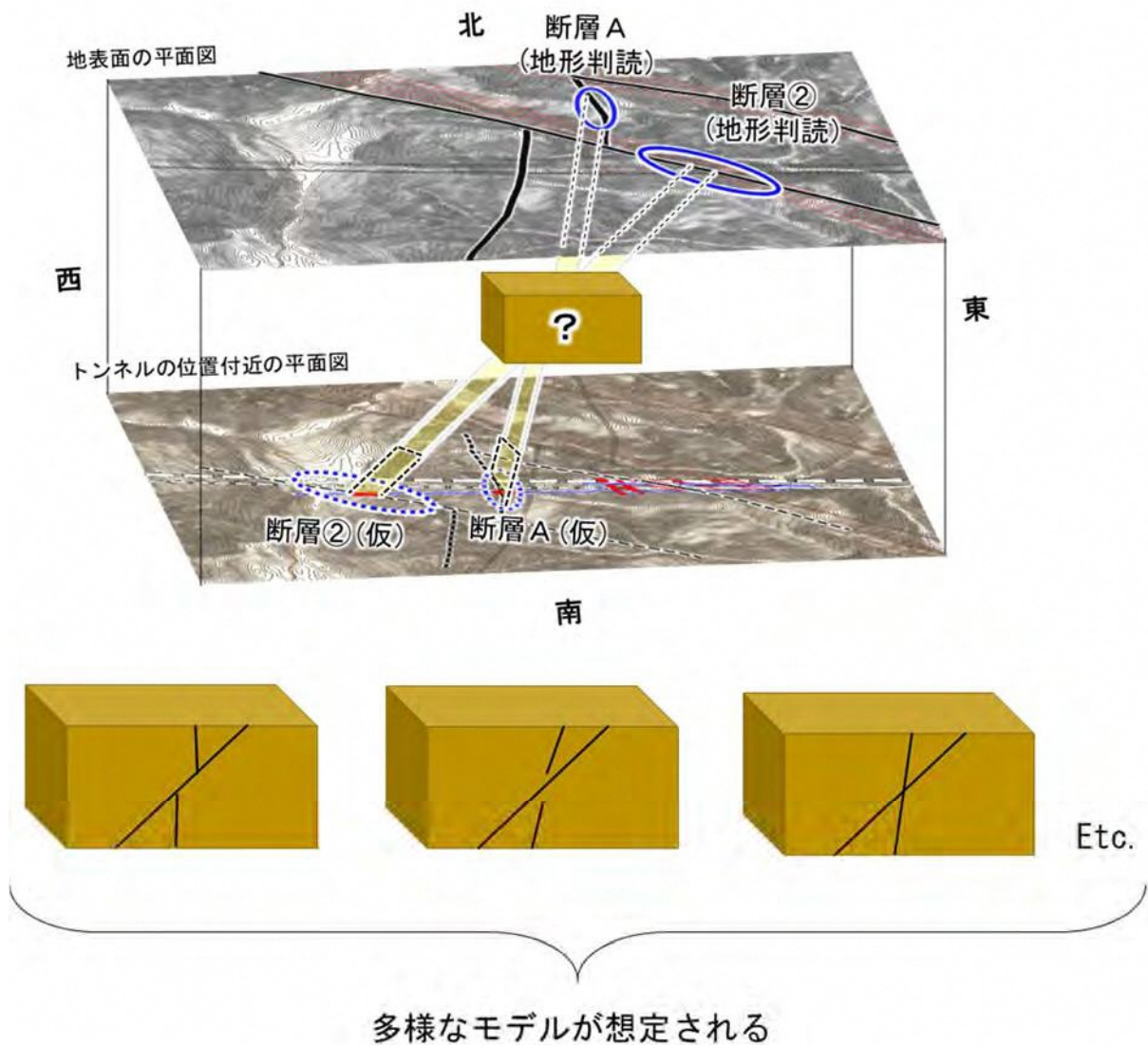


図 15 地表面とトンネルの位置付近の平面図の投影（イメージ）

- ・ 以上を踏まえ、地質縦断図を修正いたしました（図 16）。なお、ノンコアボーリングである高速長尺先進ボーリングの結果（スライム）のみでは、断層の方向性を視認できないため、現時点では仮定のもと修正しております。

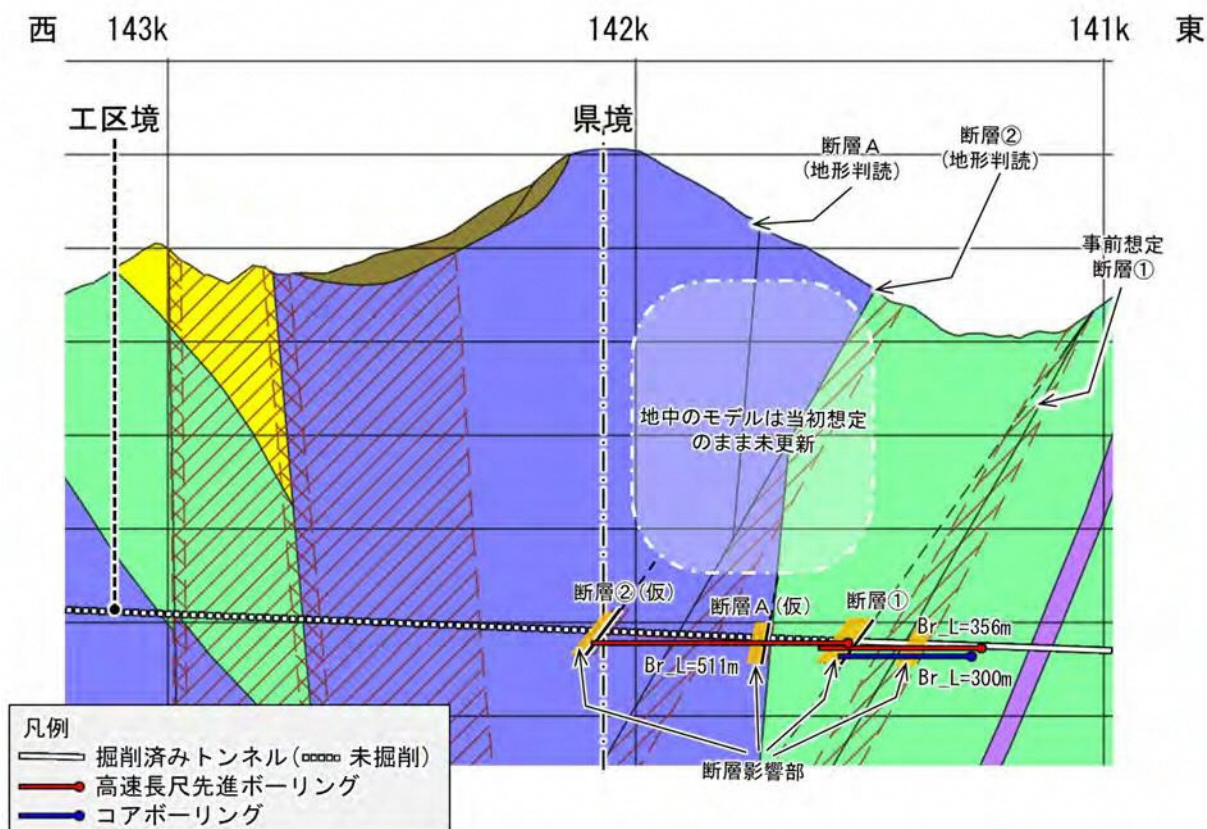


図 16 地質縦断図（修正後）

○区間①（「C」）について

- ・区間①は掘削エネルギー値が低く、シルト質（泥状）に粘土分が含まれていたこと等から強い破碎影響を受けた地山であると考えられます。また、事前の地形判読により想定した断層Aは地表から地中のトンネルの位置付近に至るまで、ほぼ真っすぐの方向角（鉛直下向き）であると想定され、地表の断層Aの位置と区間①の位置関係も鉛直方向に概ね合致することから、区間①をトンネルの位置付近で出現する断層A(仮)と推定し着色しました。今後明確に断層が確認されるまで、仮として名称設定します。
- ・なお、前述（図 14 のイメージ）のとおり、断層①と同様に表層部からトンネルの位置付近まで一本の経路で繋がっているか、あるいはいずれかが地中で途切れていたり、または地中のある深さから出現するものか等、様々なモデルが想定されるため、今回の調査結果のみから判断ができませんが、断層①と同様にトンネル湧水の発生リスクに対しては一本の経路で繋がっている断層を想定することが、最もリスクの高いモデルとなります。

○区間②（「G」）について

- ・区間①と比較して更に掘削エネルギー値が低く、シルト質（泥状）に粘土分が多く含まれ、削孔水の濁りも強かったことから、より強い破碎影響を受けた地山であると考えられます。また、断層②は地表地形の判読から断層①と同じく西北西-東南東（N 5 0 W 8 0）程度の方角角であると想定され、先進坑掘削において断層①主部を確認した際に事前想定より西方で出現したことから、トンネル位置付近の断層②の出現位置も前述のとおり西方にずれて出現する可能性が考えられます。区間①と区間②の間に連続した低エネルギー区間が無かったことから、区間②をトンネル位置付近で出現する断層②(仮)と推定し着色しました。今後明確に断層が確認されるまで、仮として名称設定します。
- ・なお、地表面の断層②確認位置を起点に、高速長尺先進ボーリングの結果より実際にトンネル位置付近に出現すると想定される位置（事前想定よりも140m程度西方）まで断層線を引いた結果、断層②（仮）の傾斜角度は50°と推測されます（事前想定した断層②の傾斜角度は58°です）。
- ・なお、断層が一本の経路で繋がっているかどうかのリスク想定は断層A（仮）と同様です。

○区間「H」について

- ・区間①、区間②と同様に低エネルギーが連続し、シルト質（泥状）の岩石片が排出されておりますが、孔口から511m以降は削孔していないため、データに連続性が無く、現時点では区間①及び区間②と同等の判断は困難です。

○まとめ

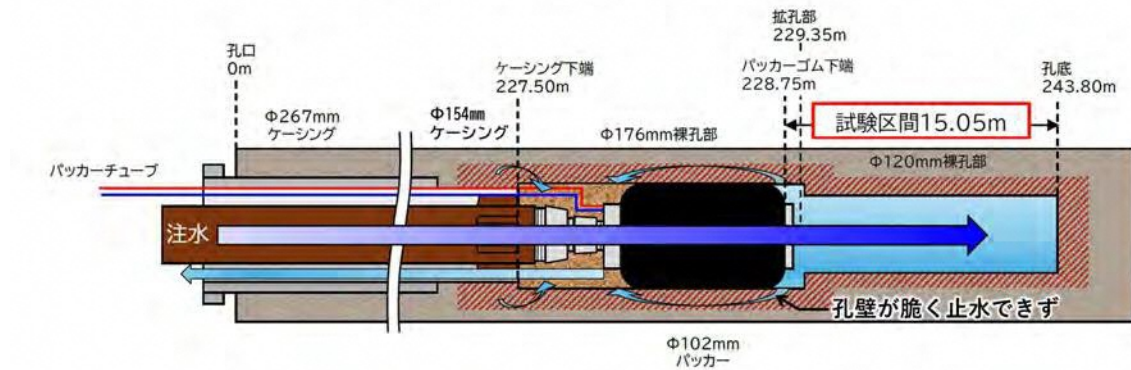
- ・現時点では高速長尺先進ボーリングの結果のみから、当初想定を軸に、区間①と区間②を仮定のもと、地質縦断図を修正しております。
- ・断層A（仮）や断層②（仮）については、今後コア採取や先進坑掘削の際に切羽面に現れる岩盤の角度を確認することで精度を高めることができると考えられます。今後コア採取や先進坑掘削を進め、地質縦断図の更新を行ってまいります。
- ・なお、高速長尺先進ボーリングが断層A（仮）、断層②（仮）を削孔していた際、湧水量の顕著な増加は認められず、いずれの断層も湧水量は少ないものと考えられ、先進坑掘削時においても湧水量は少ないものと想定されます。

4) 湧水圧測定の結果

○湧水圧測定の概要

- ・ 孔口から 229 m～244 m の区間（以下、「1 回目の測定」という。）、孔口から 273 m～296 m の区間（以下、「2 回目の測定」という。）の 2 区間で湧水圧測定を行いました。測定にあたっては、断層②と想定される区間の透水性を確認するため、これまでの高速長尺先進ボーリングの掘削エネルギー値の実績を踏まえ、孔口から 200 m 以降において掘削エネルギー値が $400 \text{ MN} \cdot \text{m} / \text{m}^3$ を下回る比較的軟らかい地質を含んだ区間を選定しました。
- ・ 湧水圧測定の方法は、水平方向のボーリング孔を対象とした基準等が無い場合、鉛直方向のボーリング孔を対象とした方法（JGS1322「地盤工学会基準 注水による岩盤の透水試験方法」）を参考として実施しました。
- ・ 1 回目の測定では、測定区間内に生じる湧水量が非常に少なく、湧水圧も非常に小さい測定環境であったため、孔口からの注水による方法で測定を行いました（図 17）。
- ・ 一方で、2 回目の測定では、測定区間内に生じる湧水量が 1 回目よりは多い状況で、ある程度の湧水圧がある測定環境であり、パッカーによって測定区間を完全に止水することができたため、揚水による方法で測定を行いました（図 17）。

1回目の測定 注水による方法



2回目の測定 揚水による方法

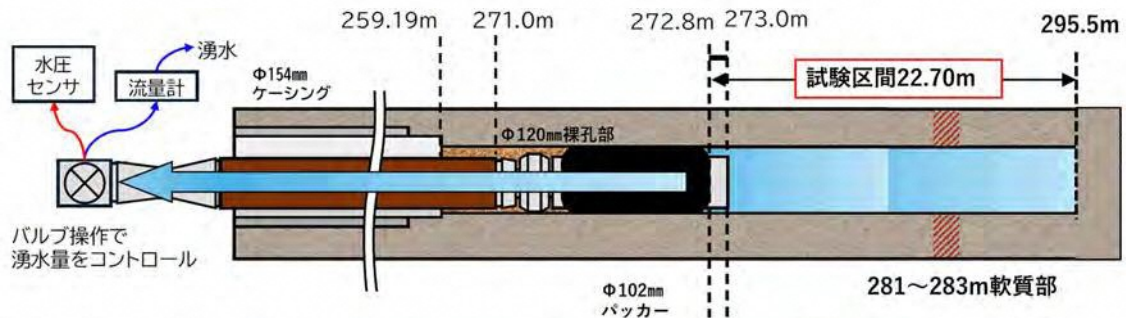


図 17 測定概略図

○湧水圧測定の結果（1回目の測定）

- ・ 水平方向のボーリング孔における湧水圧測定は技術的な難易度が高く、また孔壁が脆く崩れやすい状況で、一度目に挿入したパッカーが損傷しました。そこで、二度目のパッカーは一度目より孔口側にずらして挿入しましたが、測定区間を完全に止水することが出来なかったため、孔口より送り込む注水量と、孔口から排出される排水量を計測して補正することで、湧水圧を測定しました。その結果、測定区間（約15m）における透水係数は $8.7 \times 10^{-8} \text{ m/秒}$ と算出されました。
- ・ 1回目の測定区間は硬い部分と軟らかい部分を含む地質からなり、孔口湧水量が少ない傾向を踏まえると、透水性の小さい岩盤であることを補完する結果が得られましたが、完全な止水ができていない状態で得たデータであるため、1回目の測定は2回目の測定を踏まえた参考値と考えます。

○湧水圧測定の結果（２回目の測定）

- ・ ２回目の測定も１回目と同様にパッカーが損傷する可能性があったため、確実性を高めるべく、損傷を回避できる位置でパッカーを拡張させました。測定対象区間は、１回目と同様に孔壁が脆く崩れやすい状況であったと考えられるものの、パッカーは正常に膨張し、測定区間を完全に止水することが出来ました。その結果、測定区間（約２３ｍ）における透水係数は 2.3×10^{-8} m／秒と算出されました。
- ・ なお、２回目の測定区間は１回目と同様に硬い部分と軟らかい部分を含む地質（※）であるため、得られた透水係数は区間を平均した値となります。

※測定区間の掘削エネルギー値は断層①の掘削エネルギー値と比べて低く推移しており、特にエネルギー値の低い孔口から２８１～２８３ｍは、断層の影響により破碎された脆い地質である可能性があると考えます。

- ・ 今回得られたデータについては、「**（２）５）先進坑掘削時の新たなデータ取得**」で得られるデータとの比較を行います。

5) 成分分析等の水質測定結果

- ・「1) 削孔前の計画に対する実績」に記載のとおり孔口から296m削孔した時点、及び孔口から511m削孔した時点において採水した湧水の化学的な成分分析結果等について、第16回地質構造・水資源専門部会（令和6年5月13日）資料2-2（以降、「第16回専門部会」あるいは「第16回専門部会資料」と記載する）でお示しした内容と比較して記載します。
- ・第16回専門部会でお示しした内容は以下（参考）のとおりです。

（補足）

1) 水質データの取得について

（はじめに）

- ・今後進める高速長尺先進ボーリングにおいては、田代ダムの取水停止に伴い河川流量が通常よりも多い期間であることから、増加する河川流量が湧水量を上回るという前提条件のもと、湧水は孔口から流すこととしています。
- ・一方、令和5年4月26日の第13回静岡県地質構造・水資源部会専門部会において委員から提供された資料「山梨県側の高速長尺先進ボーリングの湧水が静岡県側の地下水である根拠を科学的に示す方法」に基づき、以下の通りデータを取得してまいります。

—————（略）—————

②湧出水の水質（水温等）による確認

- ・高速長尺先進ボーリング実施中の湧水の水温等については継続して測定します。
これまでの山梨県内の広河原斜坑及び先進坑における高速長尺先進ボーリング時の湧水の水質測定結果は図18～図20のとおりです。
- ・ボーリングの削孔を進めていくと、ボーリング孔口からは、外側の保護管（外管）から出る湧水と内側の保護管（内管）から出る湧水が出ます（図21）。外管から出る湧水は、ボーリング先端部から孔口までの区間の湧水で、内管から出る湧水は、ボーリング先端部から内管の先端部までの区間の湧水であると考えられま

す。図 18～図 20 の外管と内管で水質が異なる傾向を示すのは、集水する区間の違いが影響していると考えられます。

- ・これまで、以下のような傾向が共通してみられることを確認しています。
 - ・水温は、土被りの増加とともに徐々に高くなる。
 - ・電気伝導度（EC）は場所によって異なるものの、概ね 50 mS/m 以下の測定値となっている。一方、セメンチングを実施した区間は、局所的に電気伝導度が高くなっている場合がある。
 - ・pH は、場所によって異なるものの、概ね 9～10 程度と高めの値を示す場合が多い。
- ・一方で、地下水の水質の測定結果について、文献や鉛直ボーリングの結果を合わせて整理すると、図 22 のとおりとなり、電気伝導度（EC）の値が、山梨県内と静岡県内で大きく異なっていることなどを確認しています。
- ・今後、リスク管理の一環として、湧水の水質に変化が生じないか、継続的に測定することを通じて確認を行います。その観点については表 2 のとおりです。各測定値に変化があった場合は、他のデータの測定値も踏まえ総合的な観点（マルチトレーサー）から考察し、専門家のご意見を伺ってまいります。

表 2 考察の観点と対応

項目	考察の観点と対応
水温	(想定) ・土被りが増加することを考慮し、これまでの採水箇所から土被りが 300m 程度増すとすると、これまでの広河原斜坑の水温から地温勾配を仮定すると水温が 3℃程度高くなる。よって、今後、静岡側に削孔を進める場合も類似の傾向が継続する可能性が高いと考えている。 (データに基づく対応) ・予想値に対し急激に低下が見られる場合には、地表水流入の可能性があるので、採水し、化学的な成分分析を行う（河川の値と比較）とともに、地表への影響を確認する（河川流量の測定等）。 ・予想値に対し急激に上昇が見られる場合には、より深い部分から水が流入している可能性を考慮し、採水し、化学的な成分分析を行う

	とともに、電気伝導度の変化との関連を確認する。
電気伝 導度 (E C)	(想定) ・静岡県側よりも山梨県側における値が小さく、概ね 50mS/m であり、掘削の進捗による変化は少ない。 (データに基づく対応) ・静岡県側は 150mS/m 以上と値が高いため、急激に上昇が見られる場合には、より深い部分から水が流入している可能性を考慮し、採水し、化学的な成分分析を行うとともに、水温の変化との関連を確認する。 ・なお、局所的な粘土の存在等により値が大きくなる場合があることには留意する必要がある。
p H	(想定) ・概ね、8.0 から 10.0 の間で推移し、削孔の進捗による変化は少ない。 (データに基づく対応) ・p Hの急激な上下があった場合、水温や電気伝導度とあわせて評価する。

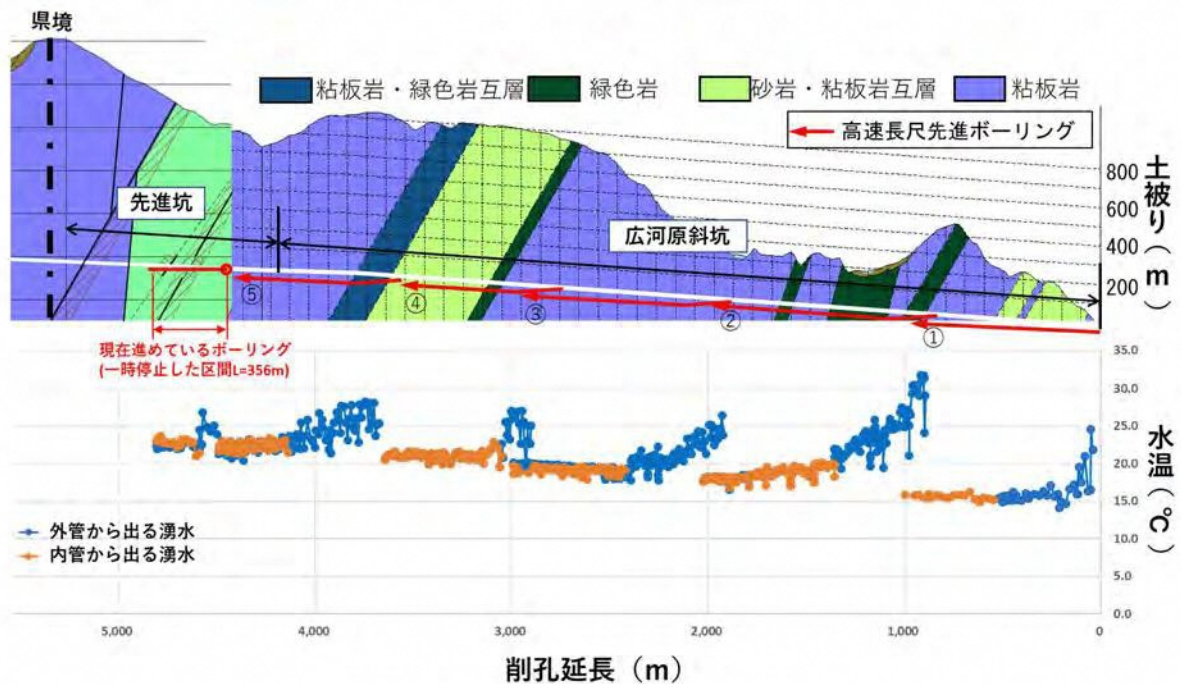


図 18 山梨県内の高速長尺先進ボーリング（広河原斜坑・先進坑）湧水の水温
（更新（縦断図））

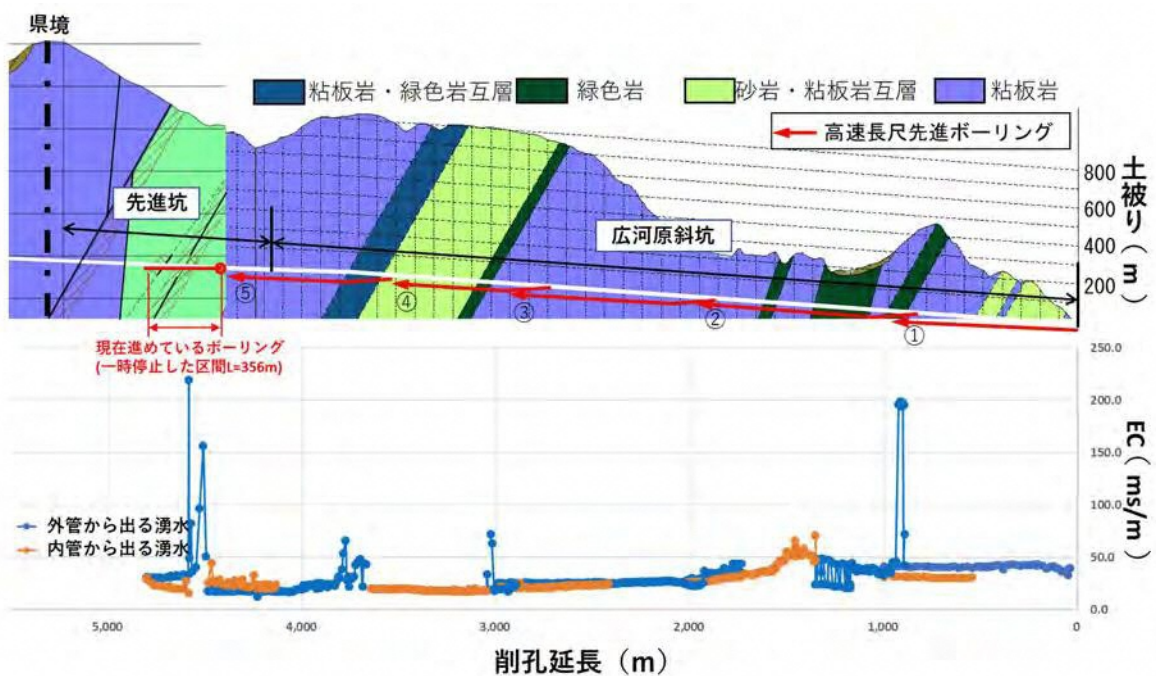


図 19 山梨県内の高速長尺先進ボーリング（広河原斜坑・先進坑）湧水の電気伝導度
（更新（縦断図））

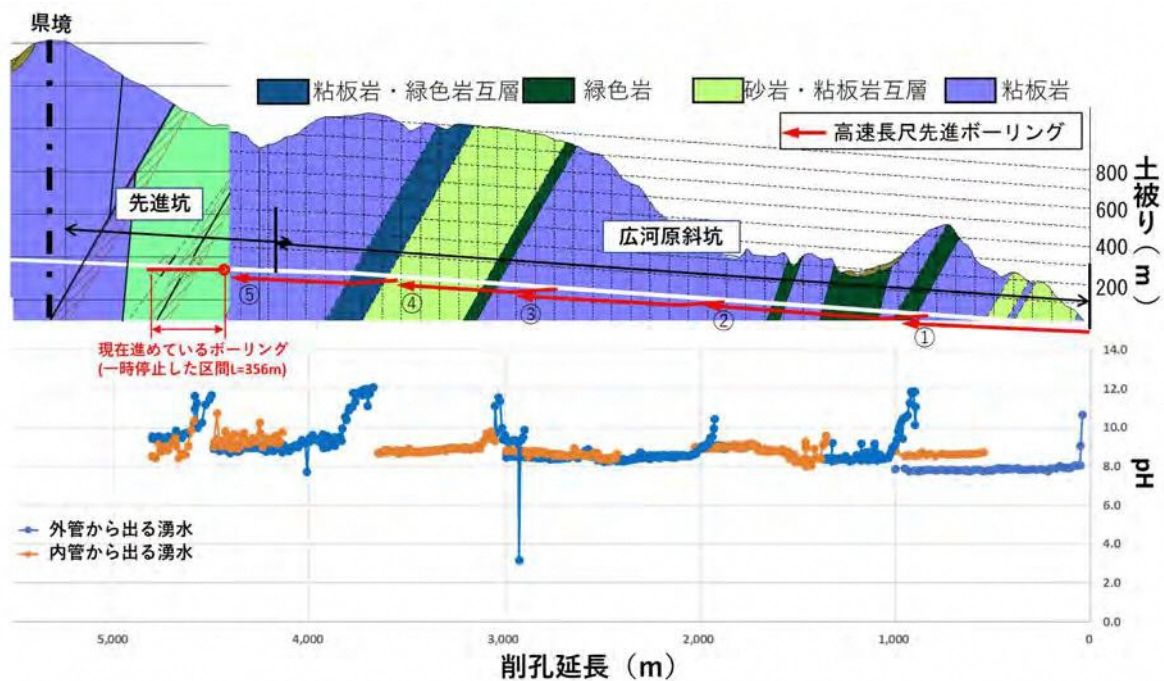


図 20 山梨県内の高速長尺先進ボーリング（広河原斜坑・先進坑）湧水の pH（更新（縦断図））

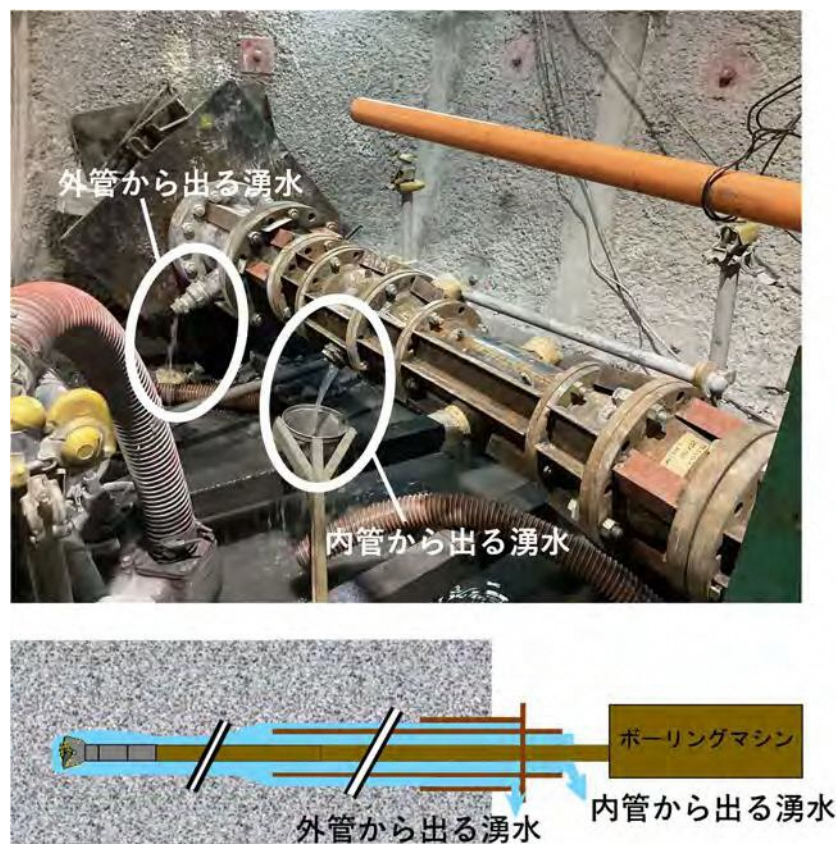


図 21 外管と内管から出る湧水の写真とイメージ図



図 2 2 地下水に関わる水質の測定結果

※出典：砂岩・粘板岩互層における赤石沢トンネル湧水の水質について (塩崎ほか, 1995)

③同位体組成等による確認

- ・ 図 2 2 のとおり成分分析を実施しており、シュティフダイアグラムの形はどちらも深層地下水の傾向を示していますが、イオンの濃度 (当量値) 等に大きな違いがあることを確認しています。
- ・ 今後、湧水を採水し、表 5 の項目に関する成分分析を実施し図 2 2 に示す結果と比較を行っていきます。
- ・ なお、今回考察を行った結果は路線から離れた地点のデータも用いているため、今後県境を越えて高速長尺先進ボーリングを行い、路線に沿った静岡県内の測定結果を得ることにより、さらに検討を深めることができると考えています。
- ・ 基本的には、西側に移るに従って地質年代は古くなり、水温の上昇、電気伝導度

の上昇、Cl、HCO₃ イオン等の増加、滞留時間が長くなること、等が考えられますが、得られた分析結果を整理し考察のうえ、専門家のご意見を伺います。

表 3 成分分析の計測項目

計測項目	概要
a) 溶存イオン	地下水は流動する箇所の地質状況などに影響を受け、さまざまな化学物質が溶け込んでおり、水循環の過程において、その組成を変化させていきます。溶存イオン分析では、主要溶存イオン（Na、K、Ca、Cl、HCO ₃ 、SO ₄ ）の組成を、各イオン同士の濃度割合や全体的な濃度の高さ等により整理し、水の起源（浅層地下水・深層地下水 ¹ 、温泉水等）の可能性を推定するものです。
b) 酸素・水素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ・ δD ）	元素には中性子数が異なる同位体が存在し、放射壊変 ² することなく安定しているものを安定同位体といいます。その同位体の存在比率は、蒸発、凝結等の相変化に伴い変化します。雨水の酸素・水素安定同位体比（ $\delta^{18}\text{O}$ ・ δD ）は標高が高いほど低くなること、地中ではあまり変化しないこと、を利用して水の平均的な涵養標高（雨水が地下に涵養した標高）を推定するものです。 山梨県側は涵養線を作成するための採水・分析を行い、静岡県側は既存の涵養線を使用いたします。
c) 放射性同位体	放射性同位体（トリチウム、炭素同位体等）は、大気中、または降水中の濃度が年代とともに変動していること、地中では安定的であること、を利用して水の滞留時間を推定するものです。誤差の補正に留意しながら、炭素同位体や塩素同位体を使用した分析の実施も検討します。 トリチウムにより滞留時間が数十年単位の水の混入を見極めるとともに、誤差の補正を考慮しながら炭素同位体により滞留時間の長さを確認します。塩素同位体を使用した分析の実施については、炭素同位体による分析結果により判断します。

④これまでの計測結果

- ・表 5 にお示する項目について、これまでに山梨県内の広河原斜坑や高速長尺先進ボーリング、コアボーリングの際に実施した計測の結果を、静岡県側の結果と比較する形で、（１）～（３）にお示しします。

¹ 浅層地下水・深層地下水：「地下水マネジメント手順書」（令和元年８月、内閣官房水循環政策本部事務局）によると「一般に、地下には、浅い帯水層や深い帯水層など、複数の帯水層があり、帯水層と帯水層の間は、粘土層などの水を通しにくい「難透水層」と呼ばれる地層により分け隔てられています。」とされている。また「概ね２０～３０ｍ程度より浅い地下水を浅層地下水、５０～６０ｍよりも深い地下水を深層地下水と呼ぶことが多い」とされている。

² 放射壊変：原子核が放射線を出すことにより他の安定な原子核に変化する現象

- ・測定箇所は図 23、図 24にお示しするとおりです。



図 23 採水位置図

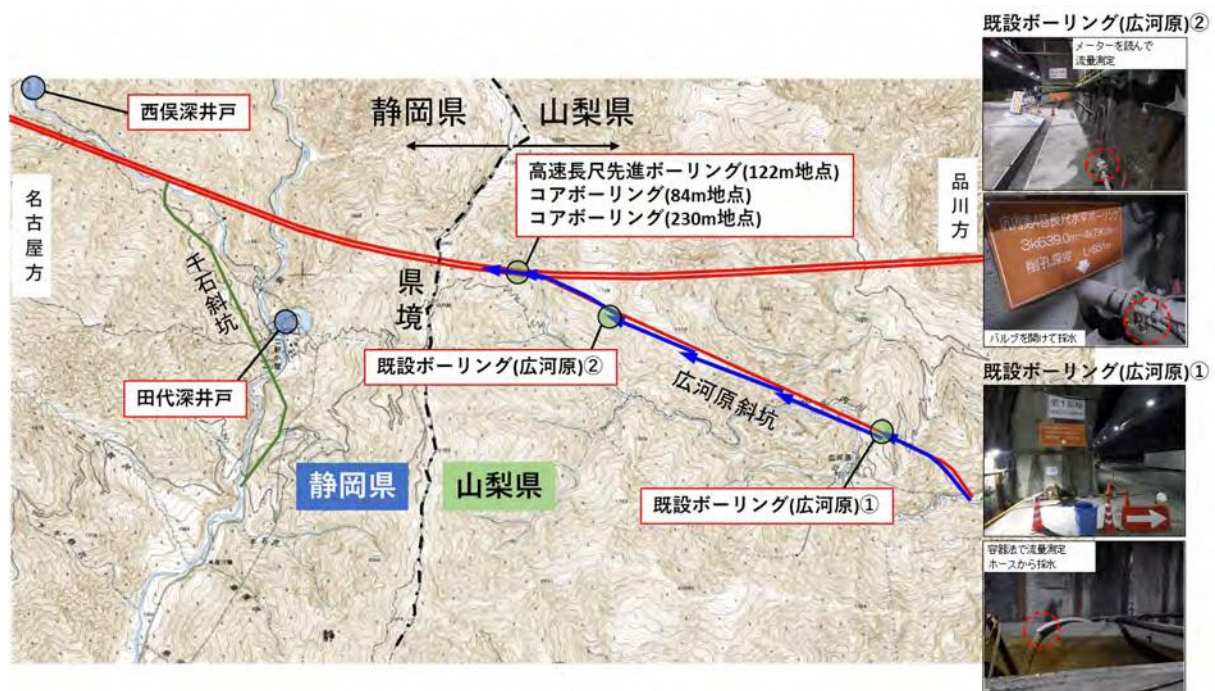


図 2 4 採水位置図（地下水詳細）

（1）簡易水質及び溶存イオン

- ・簡易水質及び溶存イオンの測定結果を表 4 にお示しします。また、溶存イオンについてシュティフダイアグラムとして整理した結果を図 2 5 に、トリリニアダイアグラムとして整理した結果を図 2 6 にお示しします。

表 4 簡易水質及び溶存イオンの測定結果まとめ

山梨県

地点	調査日	水温	pH	EC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
(単位)	—	℃	—	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
検出限界	—	—	—	—	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	<0.4
湧水①	R5.8.10	8.3	6.52	4.28	1.8	0.2	4.2	0.6	0.4	12.0	8.2	0.9
湧水②	R5.8.8	15.1	6.90	4.54	1.5	0.1	1.4	0.2	0.4	7.3	2.1	0.4
湧水③	R5.8.8	13.1	7.92	15.52	3.7	0.1	20.0	3.4	0.5	93.0	2.6	2.0
湧水④	R5.8.8	14.7	7.64	17.58	5.6	0.1	22.0	4.0	2.2	96.0	5.5	2.3
河川①	R5.4.20	9.1	7.85	11.11	2.0	0.4	14.0	1.9	0.6	21.0	30.0	0.5

山梨県
東
西
静岡県

地点	調査日	水温	pH	EC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
(単位)	—	℃	—	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
検出限界	—	—	—	—	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	<0.4
既設ボーリング (広河原) ①	R5.4.19	16.5	8.96	31.80	68.0	1.2	3.3	0.8	0.7	160.0	17.0	0.4
既設ボーリング (広河原) ②	R5.4.19	20.5	9.41	20.00	41.0	1.2	2.1	0.1	0.5	100.0	1.6	0.4
高速長尺先進 ボーリング 122m	R5.3.12	19.2	9.77	32.10	68.0	2.8	1.4	0.1	0.6	120.0	4.7	0.4
コアボーリング 84m	R5.6.14	20.5	9.37	27.60	59.0	2.0	1.1	0.1	0.6	130.0	1.3	0.4
コアボーリング 230m	R5.7.12	21.2	9.11	21.80	45.0	1.7	2.6	0.3	0.5	120.0	0.5	0.4
田代深井戸	R3.2.5	9.3※	9.19	187.20	470.0	5.5	0.9	0.1	170.0	750.0	0.2	0.4
西俣深井戸	R3.7.15	21.1	7.87	252.00	660.6	10.2	7.0	2.2	304.4	1382.0	0.3	0.0

※ 地上で曝露しているため、採水時に外気温(2月)の影響を受けている

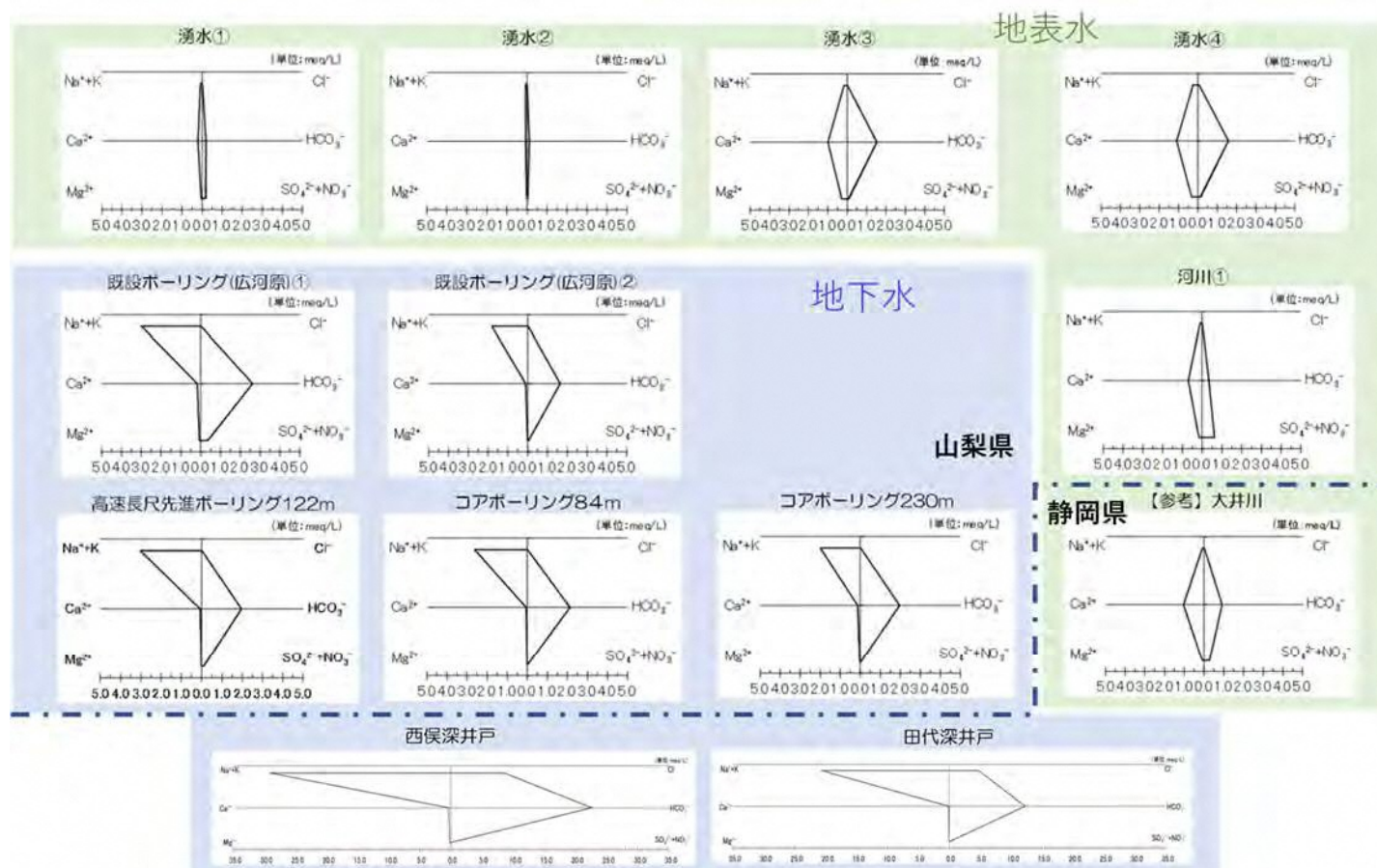


図 25 溶存イオン分析結果（水質組成図：シュティフダイヤグラム³⁾）

³⁾ シュティフダイヤグラム：主要溶存成分の濃度を当量値（meq/L）として図示したものであり、溶存成分が多い場合は大きく太った形状を示し、溶存成分が少ない場合は瘦せた形状を示す。

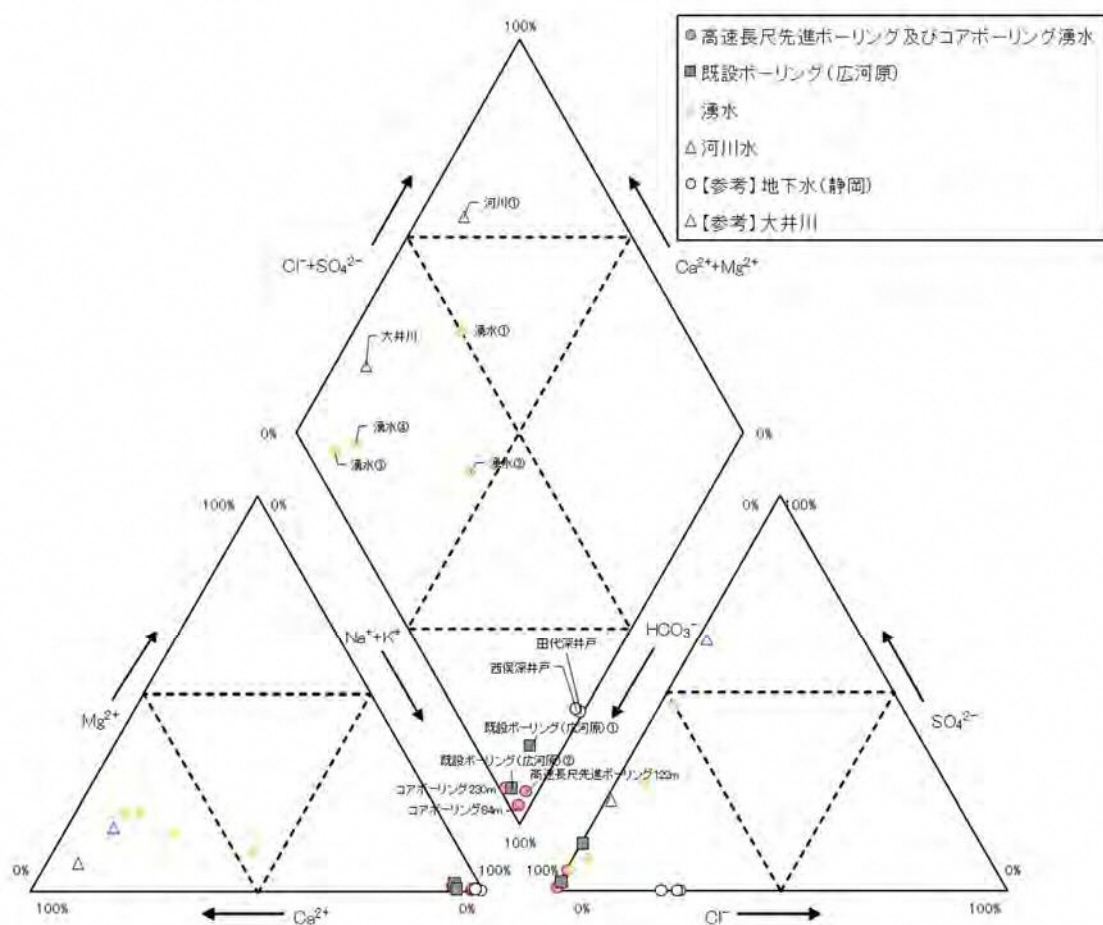
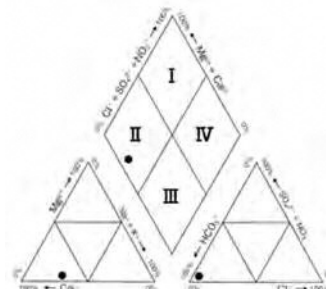


図 26 溶存イオン分析結果（水質組成図：トリリニアダイアグラム⁴⁾）

⁴⁾ トリリニアダイアグラム：中央の菱形座標図（キーダイアグラム）のどこにプロットされるかで水質組成の成り立ちを大まかに把握できる。中央の菱形座標図を4つに分け、以下のように分類される。



I：アルカリ土類非炭酸塩型

II：アルカリ土類炭酸塩型

III：アルカリ炭酸塩型

IV：アルカリ非炭酸塩型

熱水や化石水が含まれている水に多くみられる水質組成

浅層地下水に多くみられる水質組成で日本では最も一般的な水質組成

滞留時間の長い深層地下水でよくみられる水質組成

海水や温泉などで多くみられる水質組成

具体的には、I型はCa-SO₄型やMg-SO₄型、II型はCa-HCO₃型、III型はNa-HCO₃型、IV型はNa-Cl型の水が主にプロットされる。

※参考文献 日本地下水学会(2009):新・名水を化学する, 技報堂出版, 293p.

- ・結果については以下の通りです。

＜山梨県内＞

- ・高速長尺先進ボーリング、コアボーリング

いずれも滞留時間の長い深層地下水でみられるⅢ型の Na-HCO_3 型に分類され、静岡県内に賦存された地下水と比較すると、溶存成分量は少なく、特に Cl^- 濃度が非常に少ない。

- ・既存ボーリング（広河原）①②

Ⅲ型の Na-HCO_3 型に分類された。溶存成分量においては、いずれも高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングからの湧水と同程度である。

- ・湧水①～④

概ねⅡ型の Ca-HCO_3 型に分類された。溶存成分量は標高の高い湧水①と湧水②が非常に少なかった。

- ・河川水

Ⅱ型の Ca-HCO_3 型に分類され、溶存成分量は少なかった。

＜静岡県内＞

- ・深井戸（田代、西俣）

いずれもⅢ型の Na-HCO_3 型に分類され、 Cl^- が豊富である。

- ・上記の結果から、山梨県内の湧水と静岡県内の湧水を比較すると、水質組成はどちらもⅢ型の Na-HCO_3 型に分類されるものの、静岡県内に賦存される地下水は Cl^- が豊富な一方で、高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングからのボーリング湧水は Cl^- がほとんど含まれていません。また、高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングからのボーリング湧水における溶存成分量は（EC と同様に、）静岡県内地下水の 1/10 程度となっています。
- ・今回の結果より、今後水質の成分分析を実施する場合、特に Cl^- の変化に着目する必要があると確認ができました。

(2) 酸素・水素同位体比

・酸素・水素同位体比の測定・分析結果を表 5 にお示しします。

表 5 同位体分析結果一覧

地点名	地点標高	採水標高	δD	$\delta^{18}O$	d 値	涵養標高 (m)		
	m	m	‰	‰	‰	δD	$\delta^{18}O$	平均
既設ボーリング (広河原) ①	—	—	-82.31	-12.03	13.90	1923	1795	1859
既設ボーリング (広河原) ②	—	—	-89.63	-12.87	13.30	2227	2110	2169
高速長尺先進 ボーリング 1 2 2 m	—	948.0	-88.95	-12.88	14.11	2233	2081	2157
コアボーリング 8 4 m	—	954.7	-89.19	-12.91	14.12	2245	2091	2168
コアボーリング 2 3 0 m	—	970.7	-88.73	-12.91	14.51	2242	2071	2156
田代深井戸	—	1272.1	-92.20	-13.20	13.40	2408	2414	2411
西俣深井戸	—	1191.1	-99.00	-13.80	11.40	2613	2709	2661
湧水①	1920.7	1966.4	-81.50	-11.83	13.13	—	—	—
湧水②	1556.4	1654.4	-77.98	-10.96	9.70	—	—	—
湧水③	623.3	727.3	-67.21	-9.80	11.22	—	—	—
湧水④	304.2	409.5	-46.32	-7.42	13.08	—	—	—
河川①	—	—	-77.34	-11.44	14.20	1711	1581	1646

・ δ ダイアグラム⁵ (図 2 7) より、酸素・水素安定同位体比は、Craig の天水線⁶ 付近に分布することから、いずれの試料も雨水起源であることが窺えますが、地下水（高速長尺先進ボーリング、コアボーリング、既設ボーリング孔）において同位体比が低い傾向が見られ、湧水や河川水の同位体比は地下水と比較すると高い傾向を示しました。

⁵ δ ダイアグラム：縦軸に δD 、横軸に $\delta^{18}O$ をとって、試料の値をプロットした図

⁶ Craig の天水線：世界各地で採取された天水試料について、酸素と水素の同位体比を測定した際、両者間には次式の直線関係があることが分かっている。この直線を天水線と呼び、この直線上にプロットされる試料は天水起源であると概ね想定する事が出来る。

$$\delta D = 8 \times \delta^{18}O + 10$$

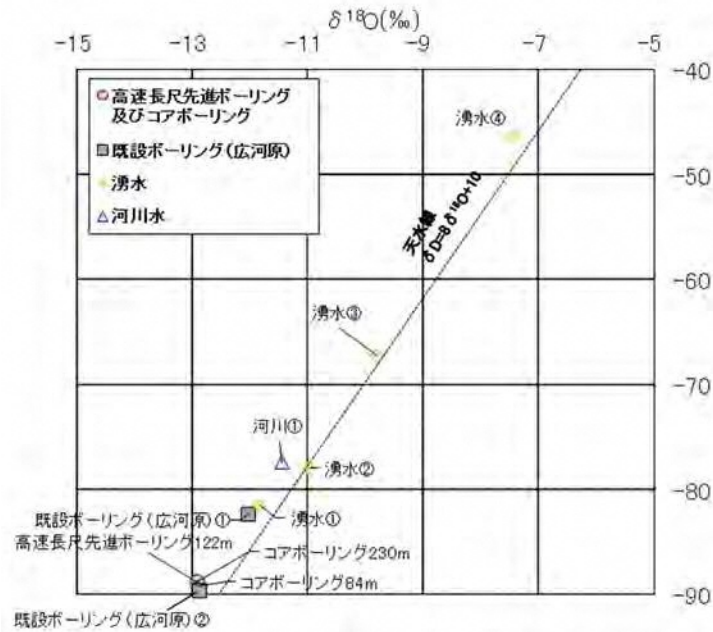


図 27 δ ダイアグラムと Craig の天水線

- 地下水、河川水の涵養標高を推定するため、湧水の同位体比と集水域の平均標高の関係を図 28 のとおり求めたところ、一般的な高度効果⁷と同程度の値が得られました。

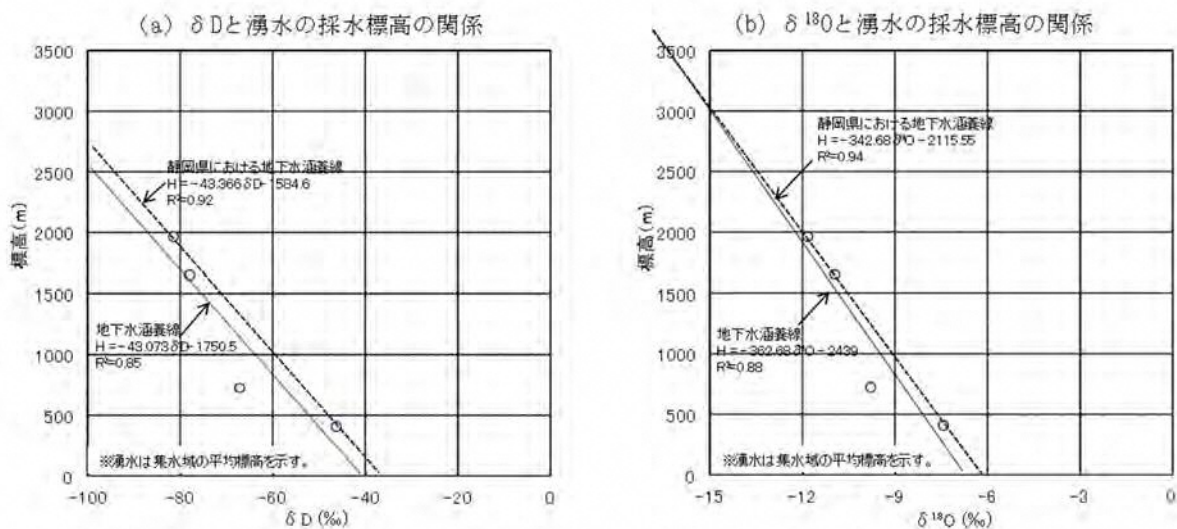


図 28 湧水の同位体比と集水域の平均標高との関係

- 以上を踏まえ、図 29 にてそれぞれの試料の涵養標高を推定した結果について、表 5 にまとめ、また、推定涵養標高線を図 30 にてお示しします。

⁷ 高度効果：低標高部に降る降水の同位体比は相対的に高く、高標高部に降る降水の同位体比は相対的に低くなる現象

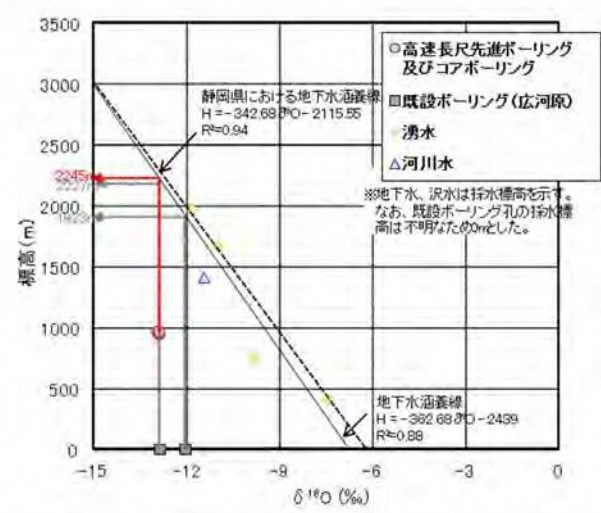
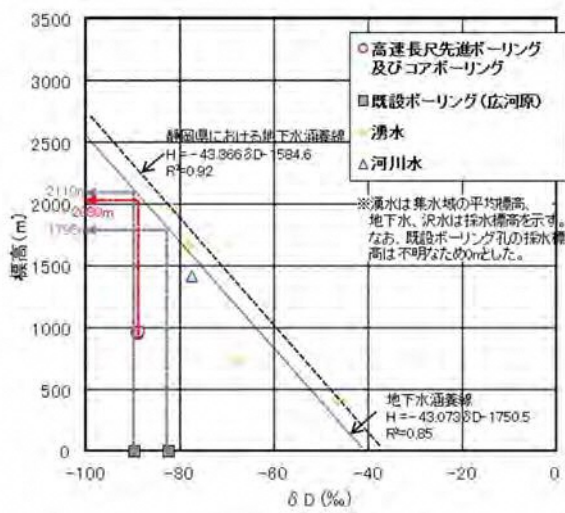


図 29 同位体比と標高の関係

- ・今後高速長尺先進ボーリング等を進めていく中で、湧水を分析した結果、涵養標高が静岡県内の値（2,500m 前後）に近い傾向を示す場合は、他のトレーサーも確認したうえで、水の起源に関わる一つの指標になると考えています。

（３） ^{14}C による年代測定

- ・ ^{14}C は半減期 5,730 年の炭素の放射性同位体で、大気の上層において宇宙線と空気中の窒素原子との衝突破砕反応によって常に生成され、植物活動を通じて土壌中に $^{14}\text{CO}_2$ として供給されます。その後、地表面から浸透してきた水に溶解し、地下水に供給されます。地下水に供給されてからは新たな ^{14}C の供給源がなくなり、放射壊変により減少するしかなくなるため、地下水中の ^{14}C 濃度から滞留年代を推定することができます。
- ・ ^{14}C の年代は、地下水流動過程におけるデッドカーボンの付与による影響を考慮し、 ^{14}C と $\delta^{13}\text{C}$ の実測値を元に算出いたしました。

表 6 ^{14}C の分析結果一覧

	地点	^{14}C pMc (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	滞留時間 (年)
山梨県	既設ボーリング (広河原) ①	2.55	-5.08	19000
	既設ボーリング (広河原) ②	2.98	-8.02	21000
	高速長尺先進 ボーリング 122m	1.83	-6.93	24000
	コアボーリング 84m	1.12	-6.91	28000
	コアボーリング 230m	1.21	-6.56	27000
静岡県	田代深井戸	<0.44	-5.11	33000<
	西俣深井戸	—	—	—

- ・表 6 の分析結果より、東側（山梨県側）から西側（静岡県側）にかけて滞留時間が長くなっていることが確認できます。よって、今後高速長尺先進ボーリング等を進めていく中で、湧水を分析した結果、滞留年数が急に長くなるような状況が見られ

れば、同様に、他のトレーサーも確認したうえで水の起源に関わる一つの指標になると考えています。

＜参考＞トリチウムによる年代測定

- ・トリチウムについては、ボーリング湧水の年代に対して、トレーサーとして有効な期間がも短すぎるため考察には用いないものとしますが、測定した結果は参考として表 7 及び図 31 でお示しします。

表 7 トリチウムによる分析結果

地点	調査日	トリチウム濃度	滞留時間
		TU	年
湧水①	R5.8.10	2.89	0～50
湧水②	R5.8.8	3.14	0～50
湧水③	R5.8.8	2.82	0～50
湧水④	R5.8.8	1.93	0～50
河川①	R5.4.20	3.4	0～50

地点	調査日	トリチウム濃度	滞留時間
		TU	年
既設ボーリング (広河原) ①	R5.4.19	<0.3	70<
既設ボーリング (広河原) ②	R5.4.19	<0.3	70<
高遠長尺先進 ボーリング122m	R5.3.12	<0.3	70<
コアボーリング 84m	R5.6.14	<0.3	70<
コアボーリング 230m	R5.7.12	<0.3	70<
田代深井戸	R3.2.5	<0.3	70<
西俣深井戸	R3.7.15	—	—

山梨県
静岡県

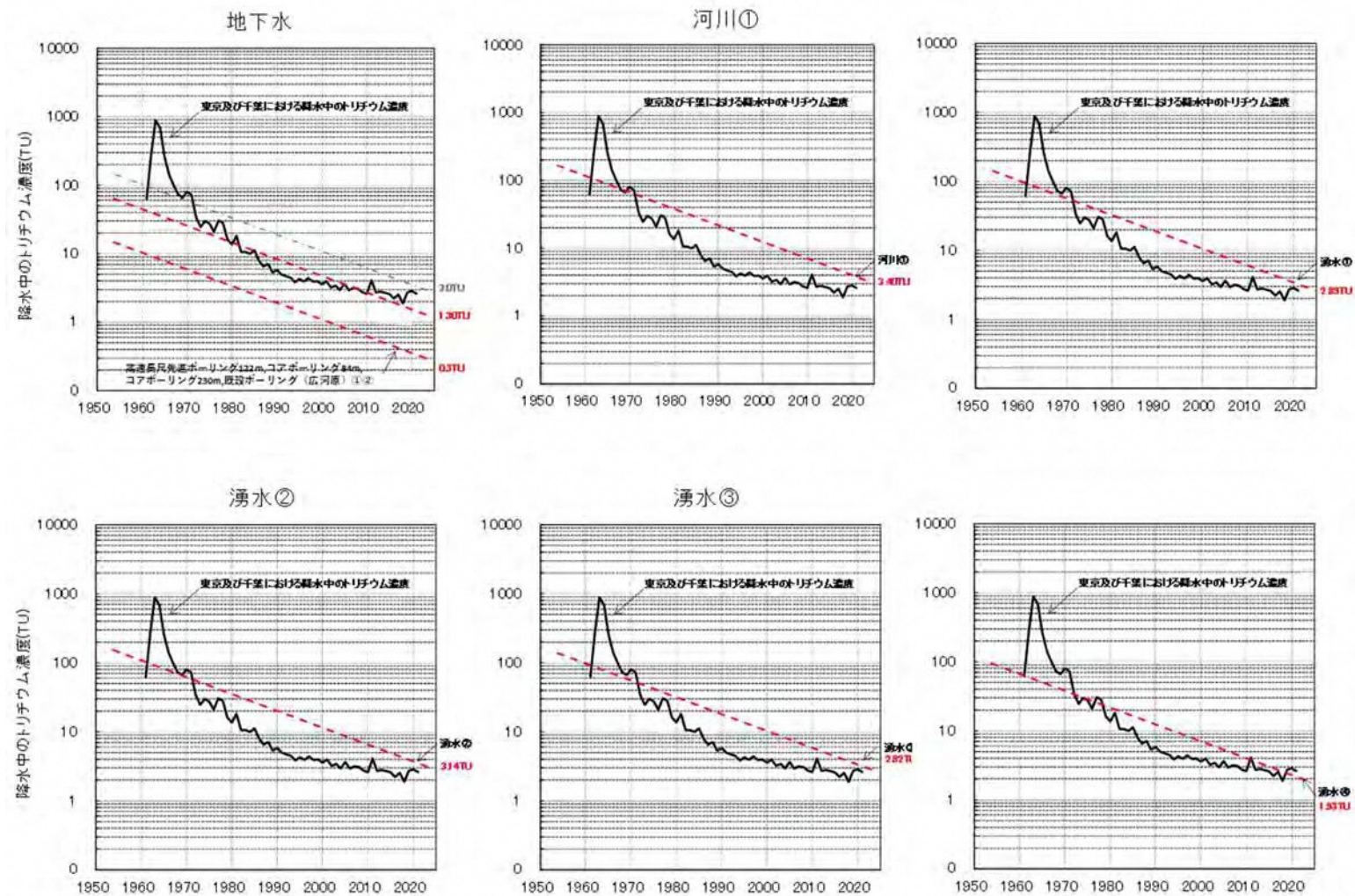


図 3 1 東京・千葉における降水中のトリチウム濃度（原子力規制庁公表データ）と地下水のトリチウム濃度の比較
（灰色線：過去 20 年間の平均値、赤色線：分析値）

⑤計測、分析結果の整理

- ・④の結果について、山梨県側の地下水と静岡県側の地下水を対比させる形で整理すると表 8 のとおりとなります。

表 8 計測、分析結果の整理

項目			静岡県内に賦存される地下水	山梨県における 高速長尺先進ボーリング及び コアボーリングで発生する湧水	比較結果
水質 の 特 徴	簡易 水質	pH	7.87～9.19	9.11～9.77	どちらもアルカリ性を示す。
		EC	187～333mS/m	22～32mS/m	高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングで発生する湧水の値は、静岡県の地下水の値の1/10程度である。
	水質組成		Cl ⁻ に富む Na-HCO ₃ 型	Na-HCO ₃ 型	水質組成はどちらもNa-HCO ₃ 型であるが、静岡県の地下水はCl ⁻ が豊富なのにに対し、高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングで発生する湧水にはCl ⁻ が含まれない。
	酸素・水素安定同位体 から推定した涵養標高		2,411～2,705m	2,156～2,168m	地形及び水の流れ方(地形に沿って流れる)を考慮すると、高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングで発生する湧水は山梨県内において涵養された地下水である。
	¹⁴ Cから推定した 滞留時間		33,000 [※] 年	24,000～28,000年	どちらも数万年以上前に涵養された古い地下水であるが、静岡県の地下水と比べると、高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングで発生する湧水は非常に若い地下水である。
	(参考) トリチウムから推定した 滞留時間		70< 年	70< 年	トリチウムが検出されないことから、どちらも70年以上前に涵養された地下水である。

※¹⁴Cが検出されないため、検出限界値と仮定し、その場合に考えられるデッドカーボン量を考慮した滞留時間

⑥計測、分析結果の考察

- ・一般的に、地下水は、①滞留時間の長い深部に賦存する地下水、②調査地周辺で降った雨水、③雨水が浸透し滞留時間の短い（溶存成分が少ない）浅層地下水、④表流水、⑤海から侵入した水、のうちいずれか、あるいは、混合したものとなります。
- ・調査地域は海岸から離れた内陸部であり、加えて海面よりも高いことから、⑤に該当する可能性は低いです。昔の海水（古海水）が地層の隙間に賦存されている可能性があります。今回、古海水は①に含まれるものとします。
- ・調査地の地質は大井川流域と同様に四万十帯に分類されます。
- ・四万十帯の地層は、調査地周辺においては山梨県側から静岡県側の方向に傾斜しており、滞留時間の長い地下深部に賦存する地下水が流動する場合、地層の傾斜に沿うと考えられます。したがって、静岡県側の地下深部に滞留する地下水が、地層の

傾斜とは異なる、山梨県側に流動するという現象は通常考え難い状況です。

- ・一般的に地下水の水質は、滞留時間の短い浅層の地下水ではカルシウムやマグネシウムの多いアルカリ土類炭酸塩型ですが、滞留時間が長い深層の地下水の水質はナトリウムやカリウムの多いアルカリ炭酸塩型に変化することが知られています。
- ・溶存イオン成分については、静岡県側の四万十帯中の地下水も、山梨県側の高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングで発生する湧水も、いずれもナトリウムが多く、滞留時間の長い深層の地下水と考えられます。(④(1)より)
- ・また、 ^{14}C から推定した滞留時間は静岡県側の地下水では 33,000 年以上、高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングで発生する湧水では 24,000~28,000 年と推定しました。(④(3)より)
- ・すなわち、静岡県側の四万十帯中の地下水も、山梨県側の高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングで発生する湧水も、①滞留時間の長い深部に賦存する地下水を含むと考えられます。
- ・山梨県側のトンネル掘削工事では、トンネル湧水量は少なく、内河内川の流量は工事開始前と比べて特段の変化が見られません。これらのことから、トンネル工事による④表流水の引き込みはほとんどなかったものと考えられます。
- ・以上のことから、高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングで発生した湧水の起源は、①四万十帯に賦存される滞留時間の長い深部に賦存する地下水、②調査地周辺で降った雨水、③雨水が浸透し滞留時間の短い(溶存成分が少ない)浅層地下水、の3成分の混合によって形成されたものと考えられます。
- ・高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングを実施しているトンネルルート沿いには赤石山地が位置し、山梨県と静岡県の県境は、山地の尾根に当たります。酸素・水素安定同位体比から推定した、高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングで発生する湧水の涵養標高は、山地の尾根の標高よりもやや低い結果となりました。(④(2)より)
- ・したがって、ボーリング湧水は、山梨県と静岡県の県境(尾根)よりも山梨県側で浸透した水であり、降水、及び、降水が浸透し滞留時間の短い浅層地下水は地形に沿って高い方から低い方に流動しますが、低い地点から尾根を越えることはありません。

せん。

- ・以上より、高速長尺先進ボーリング及びコアボーリングで発生した湧水は、主に山梨県内において涵養された水であると考えられます。

○湧出水の水質測定結果について

- ・まず、「**2）これまでの調査に関する評価（地質、湧水）**」でお示しした測定結果に続き、水温、水質（pH、EC）について表 2 の観点から再度確認をいたしました。

- ・水温

調査開始から終了まで概ね 22℃前後であり、高速長尺先進ボーリングの削孔進捗に伴う土被りの増加に対して、温度が高くなる傾向は確認されませんでした。

- ・EC

調査開始から概ね 11 月までは 25 mS/m 前後、11 月以降は 35 mS/m 前後に微増しています。11 月 7 日夜作業以降ケーシングによる保護なしでの削孔を継続し、削孔進捗が向上しておりますが、EC が微増した要因の一つとして、この削孔進捗向上に伴い、恒常的に孔内が乱された状態となり、それまでの作業よりもより多くの濁りが発生したことの影響を受けたものと推測されます。また、表 2 や表 8 に記載のとおり静岡県側の値が高い（150 mS/m 以上）想定と比較すると、上昇幅としては微小であり、後述する成分分析結果を踏まえても、より深い部分から水が流入している可能性は小さいものと考えられます。

- ・pH

調査開始から終了まで概ね 8.0 から 10.0 の間であり、想定していたとおり、高速長尺先進ボーリングの削孔進捗に伴う大きな変化は見られませんでした。なお、調査開始直後及び 10 月上旬は孔口部セメンチングによるセメント注入の影響を受けています。

○同位体組成等について

- ・同位体組成等については、第 16 回専門部会でお示した項目と同様の分析（以

降、「今回分析」と表現する。）を実施しました。

- ・測定箇所は図 3 2、図 3 3にお示しするとおりです。第16回専門部会資料でお示した採水位置に、今回採水位置を追加しております。



図 3 2 採水位置図

※令和5年2月に開始し10月に中断した高速長尺先進ボーリングにおける採水分を「高速長尺先進ボーリング122m」（県境から山梨県側に693m）、また令和6年5月に再開し12月に一旦終了した高速長尺先進ボーリングにおける採水分を「高速長尺先進ボーリング296m、511m」（それぞれ、県境から山梨県側に205m、静岡県側に10m）、さらに、令和5年5月に開始し7月に終了したコアボーリングにおける採水分を「コアボーリング84m、230m」（それぞれ県境から山梨県側に701m、555m）と表現します。

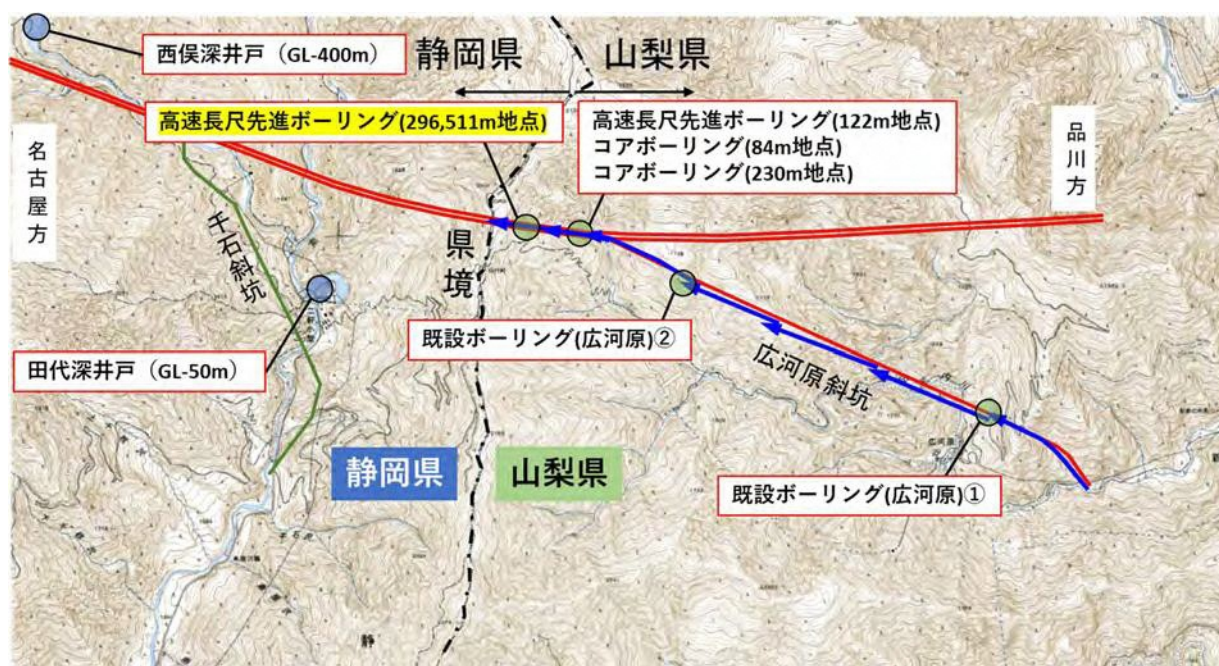


図 33 採水位置図

(1) 簡易水質及び溶存イオン

- ・簡易水質及び溶存イオンの測定結果を表 9 にお示しします。また、溶存イオンについてシュティフダイアグラムとして整理した結果を図 34 に、トリリニアダイアグラムとして整理した結果を図 35 にお示しします。

表 9 簡易水質及び溶存イオンの測定結果まとめ

山梨県	地点	調査日	水温	pH	EC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
	(単位)	—	°C	—	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	検出限界	—	—	—	—	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	<0.4
	湧水①	R5.8.10	8.3	6.52	4.28	1.8	0.2	4.2	0.6	0.4	12.0	8.2	0.9
	湧水②	R5.8.8	15.1	6.90	4.54	1.5	0.1	1.4	0.2	0.4	7.3	2.1	0.4
	湧水③	R5.8.8	13.1	7.92	15.52	3.7	0.1	20.0	3.4	0.5	93.0	2.6	2.0
	湧水④	R5.8.8	14.7	7.64	17.58	5.6	0.1	22.0	4.0	2.2	96.0	5.5	2.3
	河川①	R5.4.20	9.1	7.85	11.11	2.0	0.4	14.0	1.9	0.6	21.0	30.0	0.5
山梨県 東 ↓ 西	地点	調査日	水温	pH	EC	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻
	(単位)	—	°C	—	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	検出限界	—	—	—	—	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.5	<0.1	<0.4
	既設ボーリング (広河原)①	R5.4.19	16.5	8.96	31.80	68.0	1.2	3.3	0.8	0.7	160.0	17.0	0.4
	既設ボーリング (広河原)②	R5.4.19	20.5	9.41	20.00	41.0	1.2	2.1	0.1	0.5	100.0	1.6	0.4
	高速長尺先進 ボーリング122m	R5.3.12	19.2	9.77	32.10	68.0	2.8	1.4	0.1	0.6	120.0	4.7	0.4
	コアボーリング 84m	R5.6.14	20.5	9.37	27.60	59.0	2.0	1.1	0.1	0.6	130.0	1.3	0.4
	コアボーリング 230m	R5.7.12	21.2	9.11	21.80	45.0	1.7	2.6	0.3	0.5	120.0	0.5	0.4
	高速長尺先進 ボーリング296m	R6.11.4	22.0	9.08	27.40	58.0	2.8	2.7	0.4	0.5	150.0	2.3	0.4
	高速長尺先進 ボーリング511m	R6.11.27	21.3	9.32	35.10	81.0	2.8	1.3	0.2	0.5	187.0	0.5	0.4
	田代深井戸	R3.2.5	9.3	9.19※	187.20	470.0	5.5	0.9	0.1	170.0	750.0	0.2	0.4
	西俣深井戸	R3.7.15	21.1	7.87	252.00	660.6	10.2	7.0	2.2	304.4	1382.0	0.3	0.0

※ 地上で曝露しているため、採水時に外気温（2月）の影響を受けている

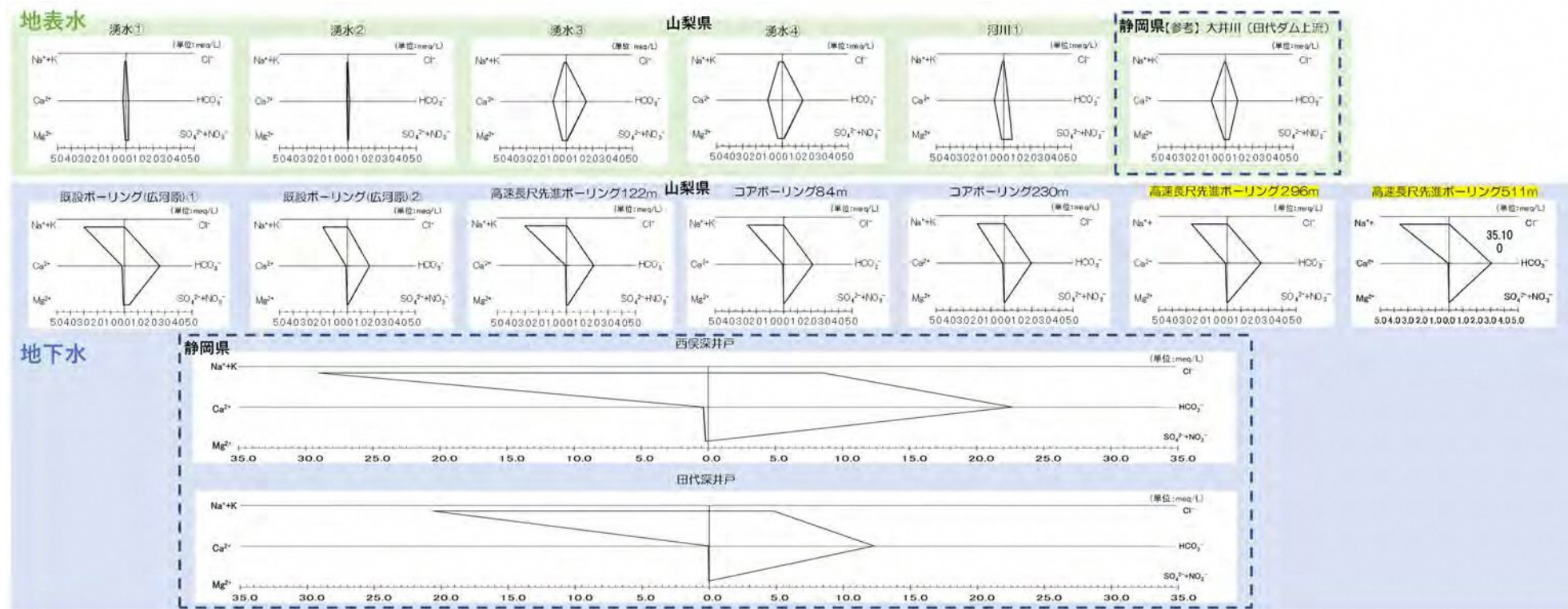


図 3 4 溶存イオン分析結果 (水質組成図: シュティフダイアグラム)

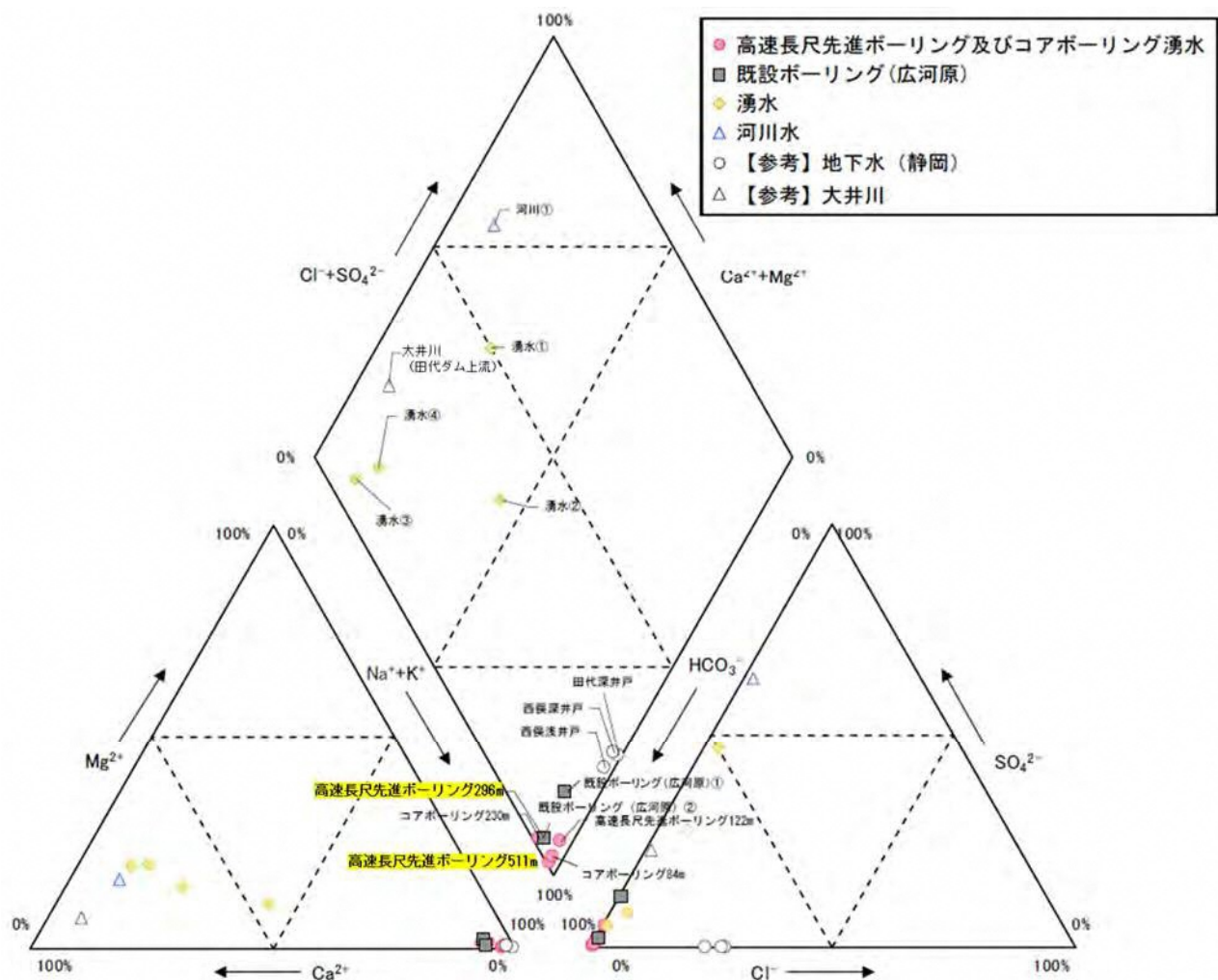


図 35 溶存イオン分析結果（水質組成図：トリリニアダイアグラム）

＜今回分析結果＞

- ・ いずれも滞留時間の長い深層地下水でみられるⅢ型の Na-HCO_3 型に分類され、静岡県内に賦存された地下水と比較すると溶存成分量は少なく、また、前回分析結果を踏まえて特に Cl^- 濃度に注目すると、今回も非常に小さい値となりました。
- ・ 以上より、簡易水質及び溶存イオンについて、前回分析結果と今回分析結果に大きな変化は見られないことが確認されました。

（２）酸素・水素同位体比

- ・ 酸素・水素同位体比の測定・分析結果を表 10 に、 δ ダイアグラムを図 36 に、また、湧水の同位体比と集水域の平均標高の関係を図 37 に、同位体比と

採水箇所の標高の関係を図 38 にお示しします。さらに、推定涵養標高線を図 39 にお示しします。

表 10 同位体分析結果一覧

i

地点名	地点標高	採水標高	δD	$\delta^{18}O$	涵養標高(m)		
	m	m	‰	‰	δD	$\delta^{18}O$	平均
既設ボーリング (広河原) ①	-	-	-82.31	-12.03	1809	1937	1873
既設ボーリング (広河原) ②	-	-	-89.63	-12.87	2132	2244	2188
高速長尺先進 ボーリング 1 2 2 m	-	948.2	-88.95	-12.88	2250	2102	2176
コアボーリング 8 4 m	-	954.7	-89.19	-12.91	2262	2113	2187
コアボーリング 2 3 0 m	-	970.7	-88.73	-12.91	2259	2092	2175
高速長尺先進 ボーリング 2 9 6 m	-	960.6	-87.20	-12.67	2025	2173	2099
高速長尺先進 ボーリング 5 1 1 m	-	960.6	-87.50	-12.65	2038	2165	2102
田代深井戸	-	1272.1	-92.20	-13.20	2414	2408	2411
西俣深井戸	-	1191.1	-99.00	-13.80	2709	2613	2661
湧水①	1920.7	1966.4	-81.50	-11.83	-	-	-
湧水②	1556.4	1654.4	-77.98	-10.96	-	-	-
湧水③	623.3	727.3	-67.21	-9.80	-	-	-
湧水④	304.2	409.5	-46.32	-7.42	-	-	-
河川①	-	1414.0	-77.34	-11.44	1724	1590	1657

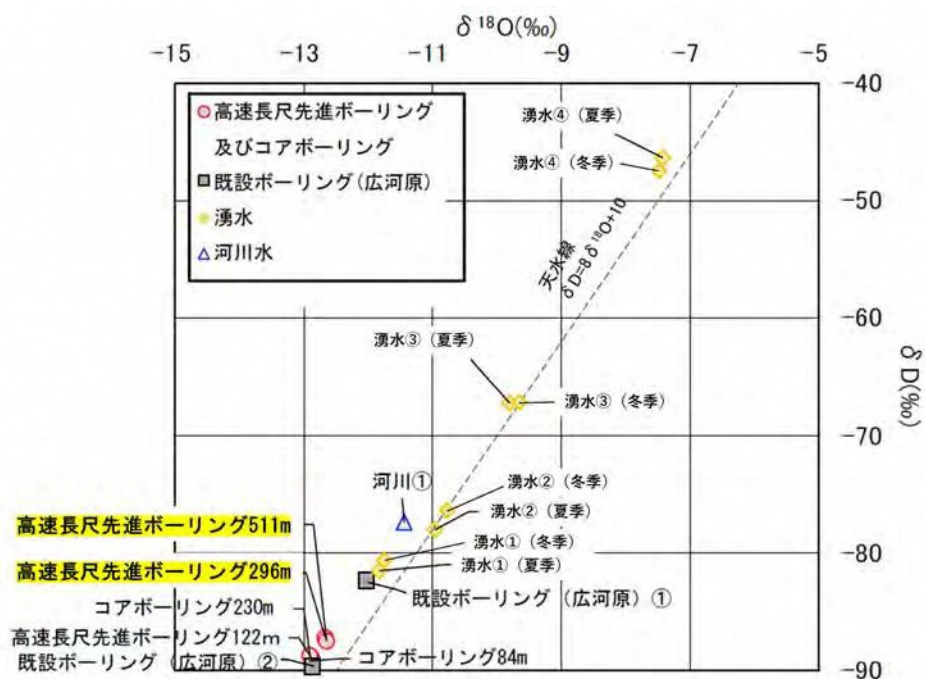


図 3 6 δ ダイアグラムと Craig の天水線

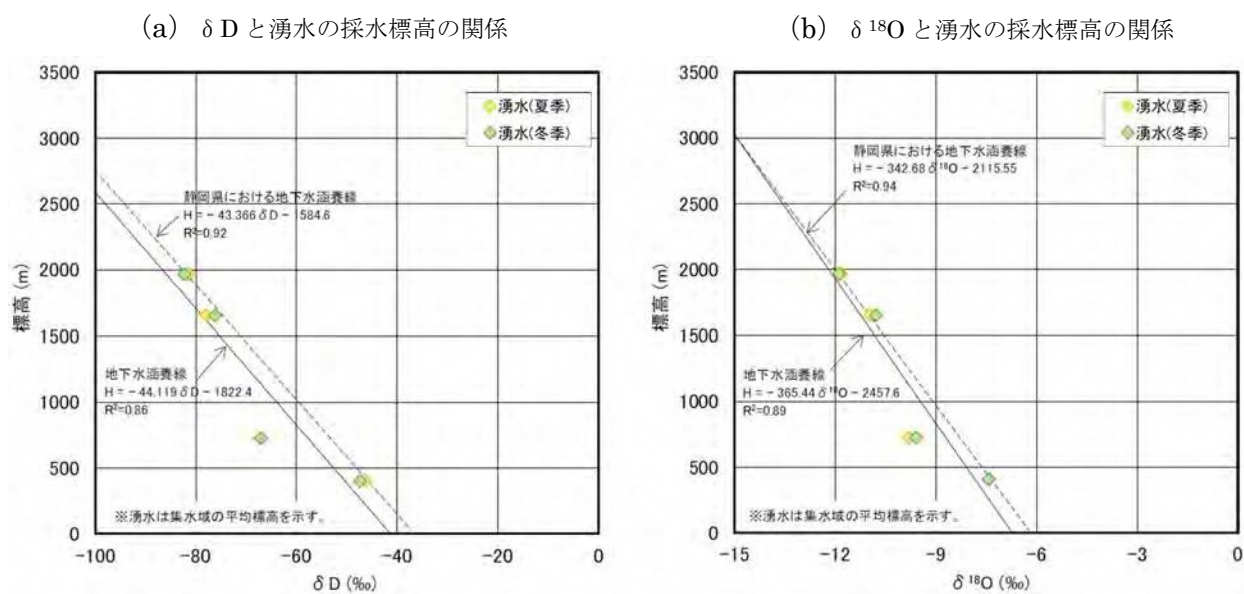


図 3 7 湧水の同位体比と集水域の標高との関係※

※第 1 6 回専門部会以降、冬季に追加で採水した結果を踏まえて地下水涵養線を微修正しております。またこれに伴い、地下水及び河川の涵養標高を今回僅かに更新しております。(表 1 0 及び図 3 6 参照)。

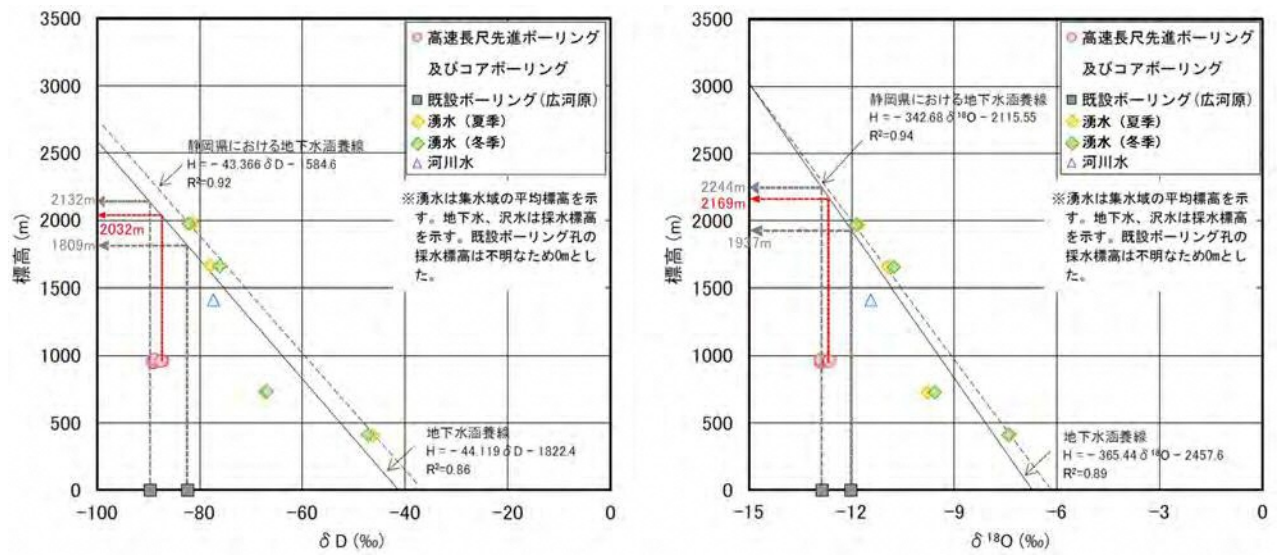


図 38 同位体比と標高の関係

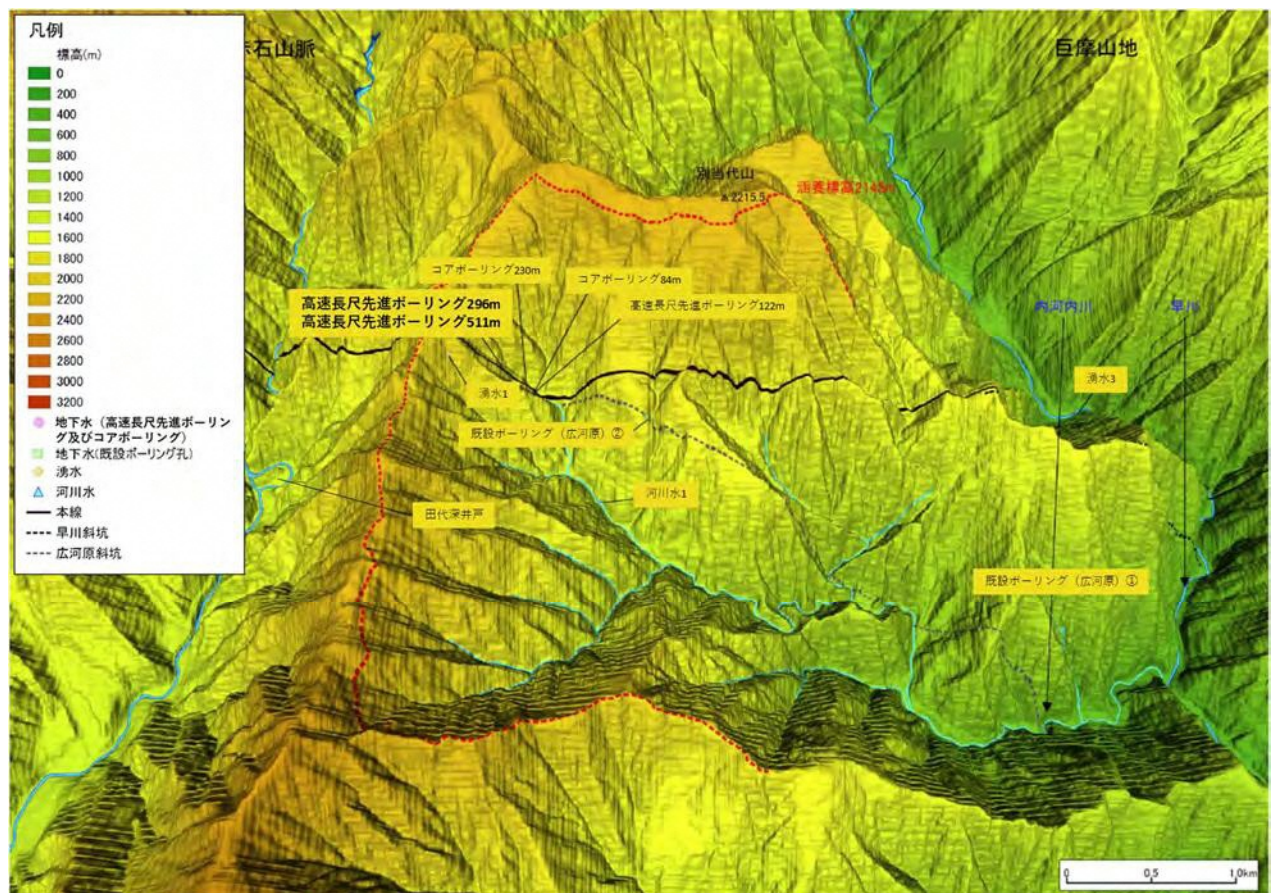


図 39 推定涵養標高線

<今回分析結果>

- ・ δ ダイアグラムより、酸素・水素安定同位体比は、Craig の天水線付近に分布することから、今回分析結果も雨水起源であることが窺えますが、前回結果に同様、地下水において同位体比が低い傾向が見られました。
- ・ 以上より、酸素・水素同位体比について、前回分析結果と今回分析結果に大きな変化は見られないことが確認されました。
- ・ なお、涵養年代の古い地下水における気候の違い（氷期、間氷期）による同位体比への影響については、様々な解釈があるため、分析にあたり考慮しておりません。

(3) ^{14}C による年代測定

- ・ ^{14}C の年代は、地下水流動過程におけるデッドカーボンの付与による影響を考慮し、 ^{14}C と $\delta^{13}\text{C}$ の実測値を元に表 11 のとおり算出いたしました。

表 11 ^{14}C の分析結果一覧

地点	^{14}C	$\delta^{13}\text{C}$	滞留時間
	pMc (%)	(‰)	(年)
既設ボーリング (広河原) ①	2.55	-5.08	19,000
既設ボーリング (広河原) ②	2.98	-8.02	21,000
高速長尺先進 ボーリング 122 m	1.83	-6.93	24,000
コアボーリング 84 m	1.12	-6.91	28,000
コアボーリング 230 m	1.21	-6.56	27,000
高速長尺先進 ボーリング 296 m	1.23	-8.42	29,000
高速長尺先進 ボーリング 511 m	0.82	-7.99	31,000
田代深井戸	<0.44	-5.11	33000<
西俣深井戸	—	—	—

東
山梨県
静岡県
西

＜今回分析結果＞

- ・前回分析結果（～27,000 年）と比較すると、いくらか滞留時間が長く（～31,000 年）なっておりますが、前回分析結果と同様に、引き続き東側（山梨県側）から西側（静岡県側）にかけて徐々に滞留時間が長くなる傾向を今回分析結果からも確認できました。（なお、 ^{14}C において滞留時間を推定できましたので、塩素同位体や希ガスの分析は実施しておりません。）

（参考）トリチウムによる年代測定

- ・トリチウムについては、第 16 回専門部会と同様に、ボーリング湧水の年代に対して、トレーサーとして有効な期間が短すぎるため考察には用いないものとしますが、測定した結果は参考として表 12 及び図 40 でお示しします。なお、トレーサーについては、第 13 回有識者会議にて、地下水の年代推定を行うにあたって使用される主なトレーサーとして、以下の表をご説明しております。

《第 13 回有識者会議資料 別冊 3 表 3－2》

表 3-2 年代推定の主なトレーサーについて				
トレーサー	種別	半減期 ³	最適年代	時間分解能 ⁴ (理論値)
SF_6 (六フッ化硫黄)	不活性ガス		0～40 年前	1 年
CF_3S (フロン類)			20～60 年前	1 年
^3H (トリチウム)	放射性 同位体	約 12.3 年	※ 1	
^{14}C (炭素)		約 5,730 年	約 100～4 万年前	約 100 年
^{36}Cl (塩素)		約 30 万年	約 5 万年～100 万年前	約 1 万年

出典：株式会社地球科学研究所HP資料 をもとに作成

※ 1 トリチウムは 1950～60 年代の核実験等により降水中濃度が急上昇しており、主にその時期より古いものかどうかを特定するために用いられる。

表 1 2 トリチウムによる分析結果

地点	調査日	トリチウム濃度	滞留時間
		T U	年
湧水①	R5.8.10	2.89	0～50
湧水②	R5.8.8	3.14	0～50
湧水③	R5.8.8	2.82	0～50
湧水④	R5.8.8	1.93	0～50
河川①	R5.4.20	3.4	0～50

地点	調査日	トリチウム濃度	滞留時間
		T U	年
既設ボーリング (広河原) ①	R5.4.19	<0.3	70<
既設ボーリング (広河原) ②	R5.4.19	<0.3	70<
高遠長尺先進 ボーリング 1 2 2 m	R5.3.12	<0.3	70<
コアボーリング 8 4 m	R5.6.14	<0.3	70<
コアボーリング 2 3 0 m	R5.7.12	<0.3	70<
高遠長尺先進 ボーリング 2 9 6 m	R6.11.4	<0.3	70<
高遠長尺先進 ボーリング 5 1 1 m	R6.11.27	<0.3	70<
田代深井戸	R3.2.5	<0.3	70<
西俣深井戸	R3.7.15	—	—

東
山梨県
静岡県
西

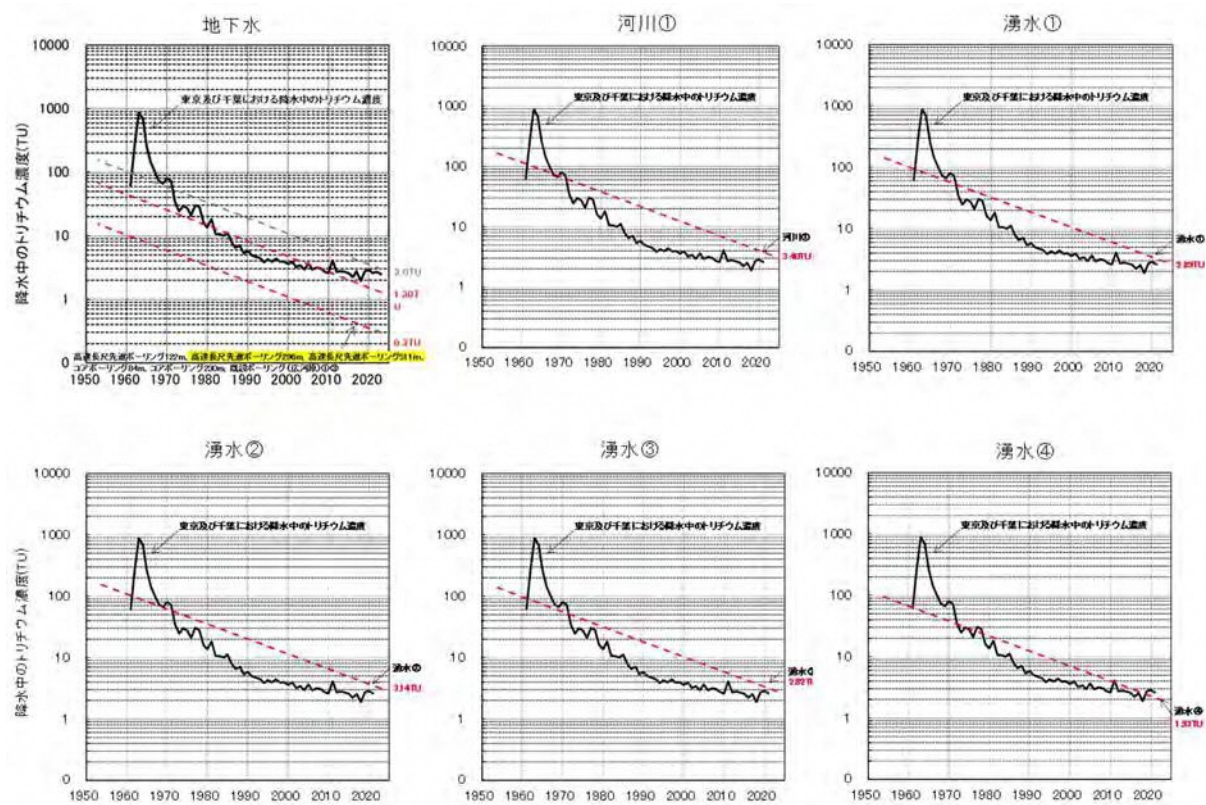


図 40 東京・千葉における降水中のトリチウム濃度（原子力規制庁公表データ）と地下水のトリチウム濃度の比較（灰色線：過去 20 年間の平均値、赤色線：分析値）

○分析結果の整理

- ・以上お示した結果について、山梨県側の地下水と静岡県側の地下水を対比させる形で整理すると表 13 のとおりとなります。

表 13 計測、分析結果の整理

				前回分析	今回分析	
項目		静岡県内に賦 存される地下 水	山梨県における 高速長尺先進 ボーリング及び コアボーリングで 発生する湧水	比較結果	山梨県における 高速長尺先進 ボーリング及び コアボーリングで 発生する湧水	比較結果
水 質 の 特 徴	pH	7.87～9.19	9.11～9.77	どちらもアルカリ性を示す。	9.08～9.77	どちらもアルカリ性を示す。
	EC	187～ 333mS/m	22～32mS/m	高速長尺先進ボーリング及びコア ボーリングで発生する湧水の値は、 静岡県の地下水の値の1/10程度で ある。	22～35mS/m	高速長尺先進ボーリング及びコア ボーリングで発生する湧水の値は、 静岡県の地下水の値の1/10程度で ある。
	溶存イオン	Cl ⁻ に富む Na-HCO ₃ 型	Na-HCO ₃ 型	水質組成はどちらもNa-HCO ₃ 型で あるが、静岡県の地下水はCl ⁻ が豊 富なのに対し、高速長尺先進ボーリ ング及びコアボーリングで発生する 湧水にはCl ⁻ が含まれない。	Na-HCO ₃ 型	水質組成はどちらもNa-HCO ₃ 型で あるが、静岡県の地下水はCl ⁻ が豊 富なのに対し、高速長尺先進ボーリ ング及びコアボーリングで発生する 湧水にはCl ⁻ が含まれない。
	酸素・水素安定 同位体から 推定した涵養標高	2,411～2,705m	2,156～2,168m	地形及び水の流れ方(地形に沿っ て流れる)を考慮すると、高速長尺 先進ボーリング及びコアボーリング で発生する湧水は山梨県内において 涵養された地下水である。	2,099～2,187m	地形及び水の流れ方(地形に沿っ て流れる)を考慮すると、高速長尺 先進ボーリング及びコアボーリングで 発生する湧水は山梨県内において 涵養された地下水である。
	¹⁴ Cから推定した 滞留時間	33,000 [※] 年	24,000～28,000年	どちらも数万年以上前に涵養された 古い地下水であるが、静岡県の地下 水と比べると、高速長尺先進ボー リング及びコアボーリングで発生す る湧水は非常に若い地下水である。	24,000～31,000年	どちらも数万年以上前に涵養された 古い地下水であるが、静岡県の地下 水と比べると、高速長尺先進ボー リング及びコアボーリングで発生す る湧水は非常に若い地下水である。
	(参考) トリチウムから 推定した滞留時間	70<年	70<年	トリチウムが検出されないことから、 どちらも70年以上前に涵養された地 下水である。	70<年	トリチウムが検出されないことから、 どちらも70年以上前に涵養された地 下水である。
※ ¹⁴ Cが検出されないため、検出限界値と仮定し、その場合に考えられるデッドカーボン量を考慮した滞留時間						

○分析結果の考察

- ・今回分析にあたっては、令和6年12月に一旦終了した高速長尺先進ボーリングにおいて、孔口から296m削孔した時点(※1)、及び孔口から511m削孔した時点(※2)の湧水を採水したため、特に後者については広範囲の水の平均値となっている可能性が高いと考えます。
- ・今回の結果については、表13の整理のとおり、基本的に第16回専門部会資料で示した結果と同様であり、静岡県内に賦存される地下水の特徴は確認されませんでした。上記の理由から、改めて後述する県境手前まで先進坑の掘削を進めた際、県境付近で採水して成分分析を行い、結果をご報告します。

※1：採水時のケーシング先端位置は孔口から259mであり、259m～296mの区間(37m分)の湧水を採水したものと想定されます。

※2：採水時のケーシング先端位置は孔口から259mであり、259m～511mの区間(252m分)の湧水を採水したものと想定されますが、370m付近が閉塞している可能性があり、その場合は259m～370mの区間(111m分)の湧水が採水されたことになります。

（２）先進坑の掘削及び県境付近からの高速長尺先進ボーリングについて

１）今後の掘削及び調査の計画

- まず、南アルプストンネルの先進坑の掘削については、これまでに専門部会等で図 4 1 をお示し手順をご説明していますが、山梨県内においても、先般実施したように高速長尺先進ボーリングによって地質や湧水等の状況を把握できた区間において先進坑を掘削し、山梨・静岡県境の付近まで進めていきます。

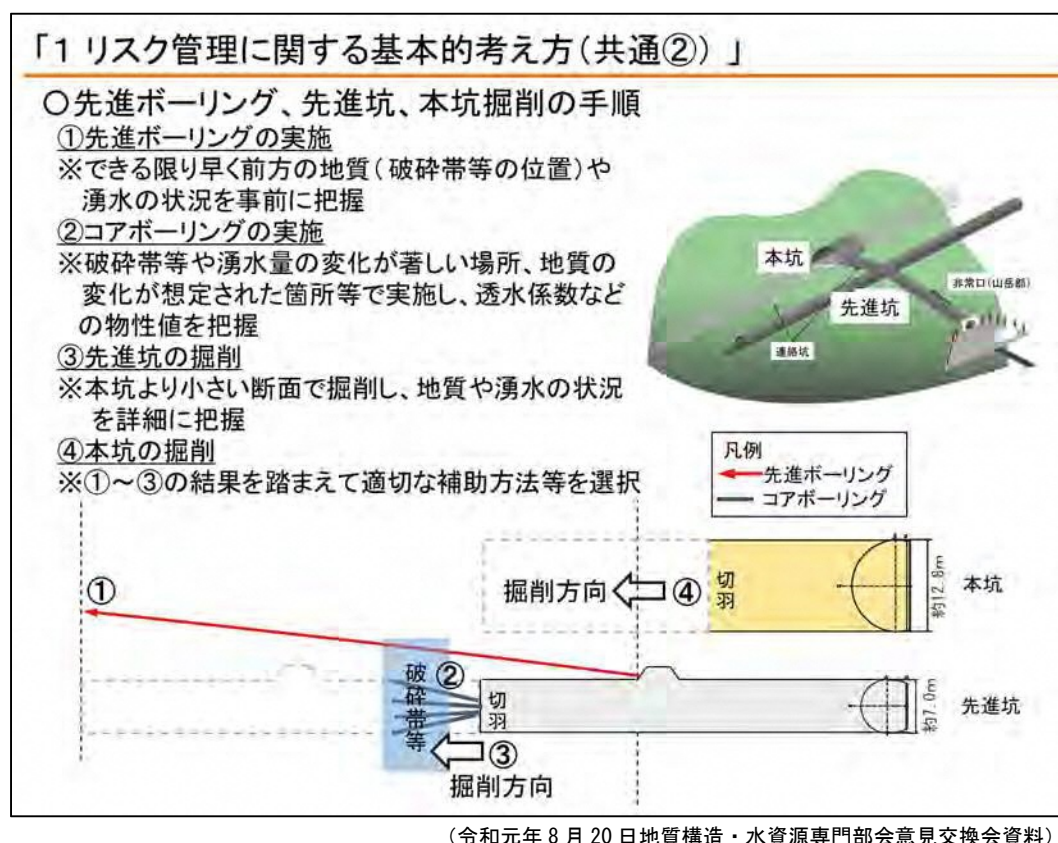


図 4 1 先進坑等の掘削手順

- 1 2 月 6 日に調査を一旦終了した高速長尺先進ボーリングによって、山梨・静岡県境から静岡県側 1 0 m の地点までの湧水が管理値と比較して少ない状況等を把握することができました。
- これまでの広河原斜坑坑内で実施した高速長尺先進ボーリングと広河原斜坑掘削の実績、並びに令和 5 年 2 月から開始した高速長尺先進ボーリングと先進坑掘削の実績から、高速長尺先進ボーリングで予め湧水量が少ないことを確認した区間では、トンネル切羽からの湧水も少ないことが分かっています。
- 以上を踏まえ、令和 7 年 1 月 8 日以降、先進坑掘削を再開し、地質及び湧水の更なる確認を進めています。
- 掘削は県境付近まで進め、県境から一定の離隔を確保した手前の地点で停止しま

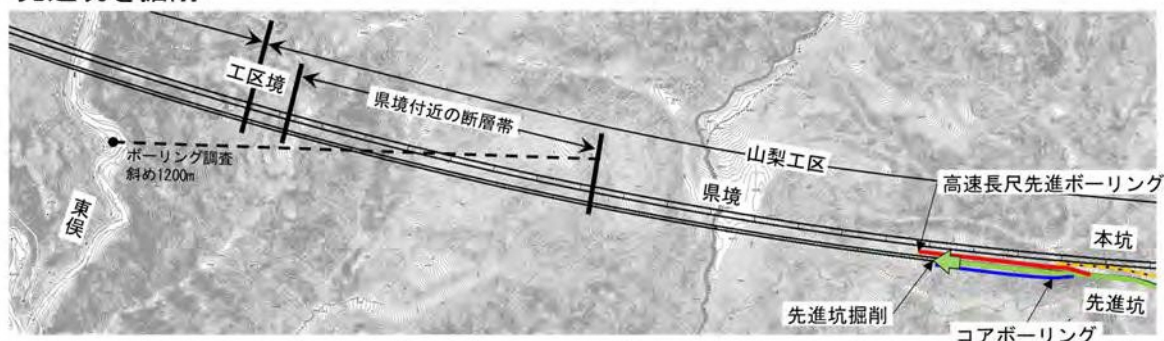
す。詳細は「4）県境手前の先進坑の掘削停止位置」にてお示しします。

- ・その後、県境付近より、県境を越えた静岡県内の高速長尺先進ボーリングを実施します。
- ・以上、今後の先進坑掘削及び県境付近から実施する高速長尺先進ボーリングに関する手順を図 4 2 にお示しします。

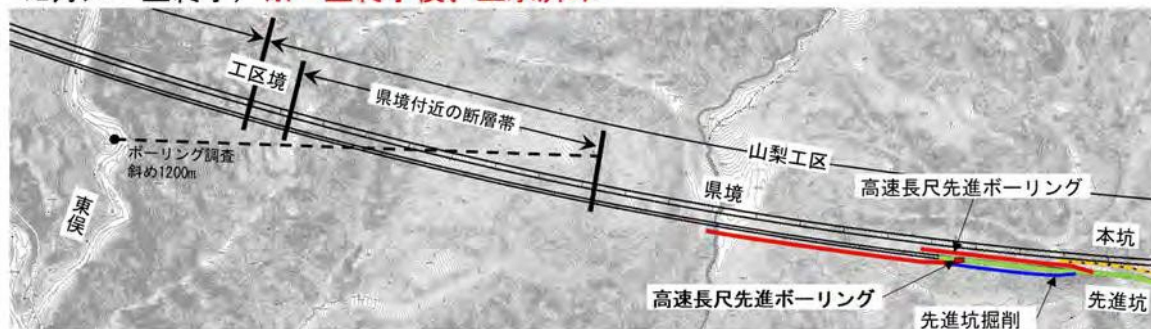
① 高速長尺先進ボーリング調査の開始



②-1 高速長尺先進ボーリング調査(R5.10~R6.5迄メンテナンスのため一時中断)、先進坑を掘削

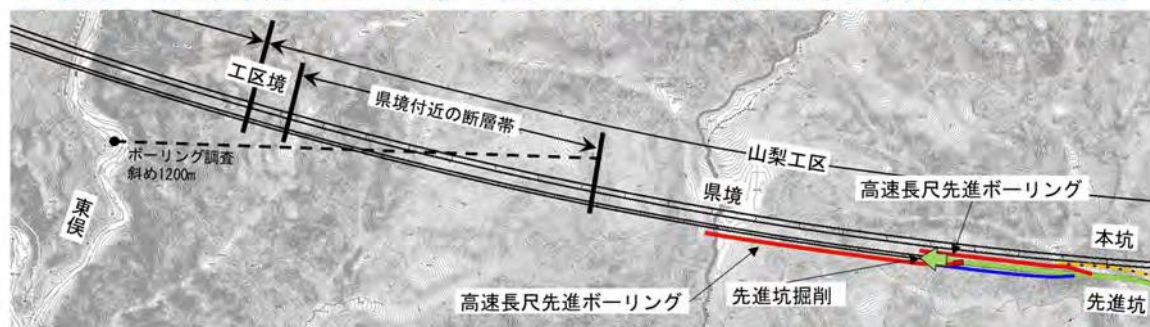


②-2 高速長尺先進ボーリング調査(R6.5より先進坑掘削が進んだ箇所より再開し、12月に一旦終了) ※一旦終了後、止水済み



③ 先進坑を掘削 (R7.1より)

※県境から山梨県側に300m地点に達するまでに、以降の区間に関わる対話を実施



④ 県境付近手前で先進坑掘削を停止



⑤ 先進坑より県境を越えて高速長尺先進ボーリング調査を実施

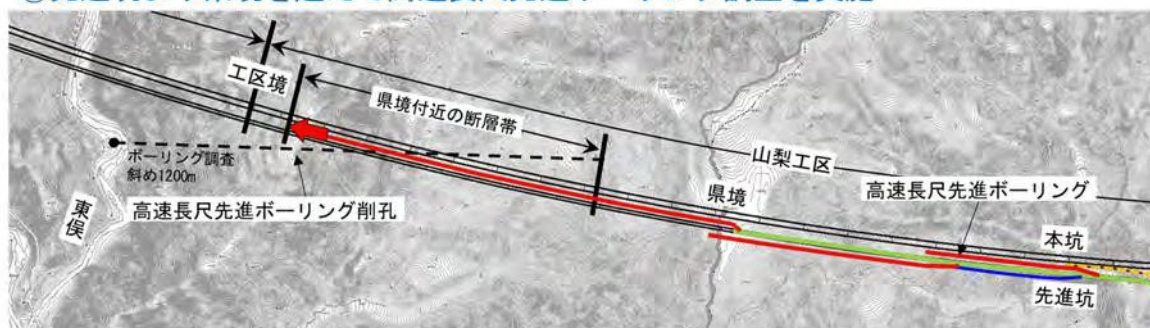


図 4 2 令和5年2月以降の掘削や調査の手順（黒字は終了、青字は今後の内容）

2) 県境から山梨県側 300 m 以内の先進坑掘削に関するリスク管理

- ・ 1 月 8 日に再開した先進坑の掘削については、3 月 1 日時点で、県境から山梨県側 397 m に位置しています。湧水量は図 43 のとおり推移しており、上記時点では $0.0004 \text{ m}^3/\text{秒}$ です。

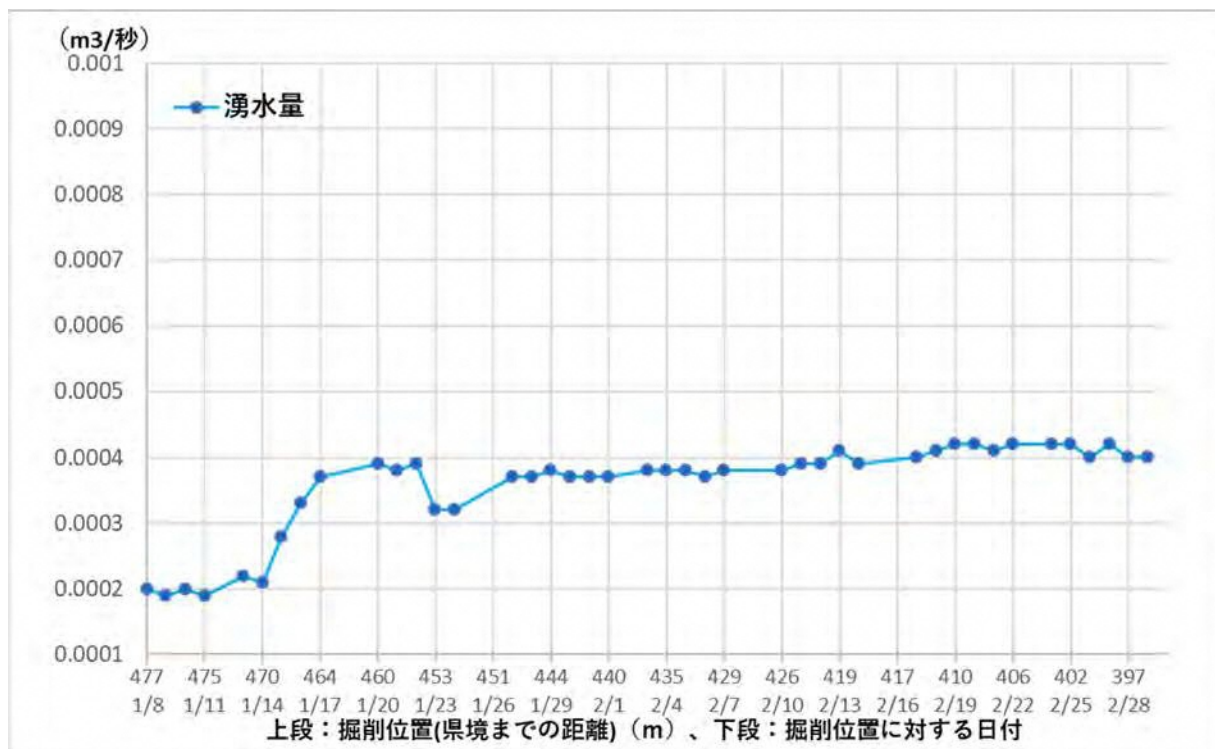


図 43 先進坑の湧水量推移（3 月 1 日時点）

- ・ 今後、県境から山梨県側 300 m 以内の掘削にあたっては、高速長尺先進ボーリング調査時に同区間の湧水量は少なかったものの、万が一トンネル掘削時においてボーリング調査時の傾向を大きく超える湧水が発生する場合等を想定して以下とおりの管理を実施します。
- ・ なお、この管理については、第 16 回専門部会でご提示し、令和 6 年 12 月に一旦終了したボーリングにおいて『慎重に管理する県境に近い区間』で実施してきたリスク管理の考え方を適用しています。

（管理項目）

- ・ 掘削中は、引き続き切羽後方の湧水量を常時計測し、変動や傾向を常に把握します。また、湧水の水温、水質（pH、EC）について、1 日に一度を基本とした頻度で計測します（※1）。なお、令和 6 年 12 月に一旦終了した高速長尺先進ボーリングで確認された、県境から山梨県側 300 m 以内における地質の脆い区間

(図 6 「G」「H」※2) においては、頻度を上げて計測します。

※1：トンネル掘削においては吹付コンクリートや補助工法に伴う注入材の影響を受けるため、その影響も踏まえて確認します。

※2：「(1) 3) 調査結果を踏まえた地質図の修正」でお示ししたとおり、先進坑においては県境付近あるいは県境よりも静岡県側で「G」「H」箇所が出現する可能性があります。それよりも手前で出現する可能性も十分想定し、地質等を密に確認しながら掘削することで、「G」「H」箇所が出現するかどうか見定めます。

- ・また、水資源・生態系へのご懸念に配慮し、図 4 4 に示すとおり静岡県内で水資源・生態系の調査を行っている沢のうち、断層帯に関連するスリバチ沢における流量、伝付峠付近に存在する湧水、また田代観測井の、水位の常時計測を実施します。以上のデータの確認は、1 カ月に一度を基本として行います。
- ・さらに、図 4 5 のように河川流量の計測も行います。田代ダム下流の地点では1 カ月に一度を基本とする頻度で測定（人による流量測定）を実施し、また千石の地点では1 カ月に一度を基本とする頻度で常時計測のデータ確認を行います。

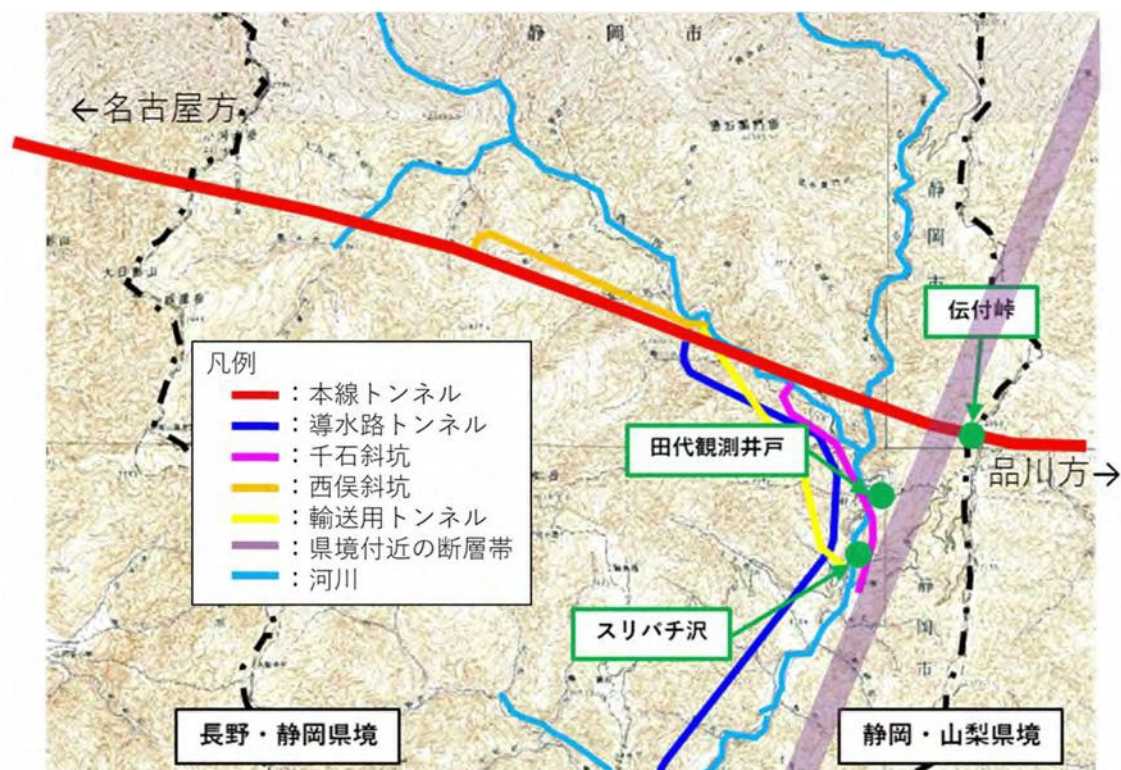


図 4 4 位置図（スリバチ沢、伝付峠、田代観測井）



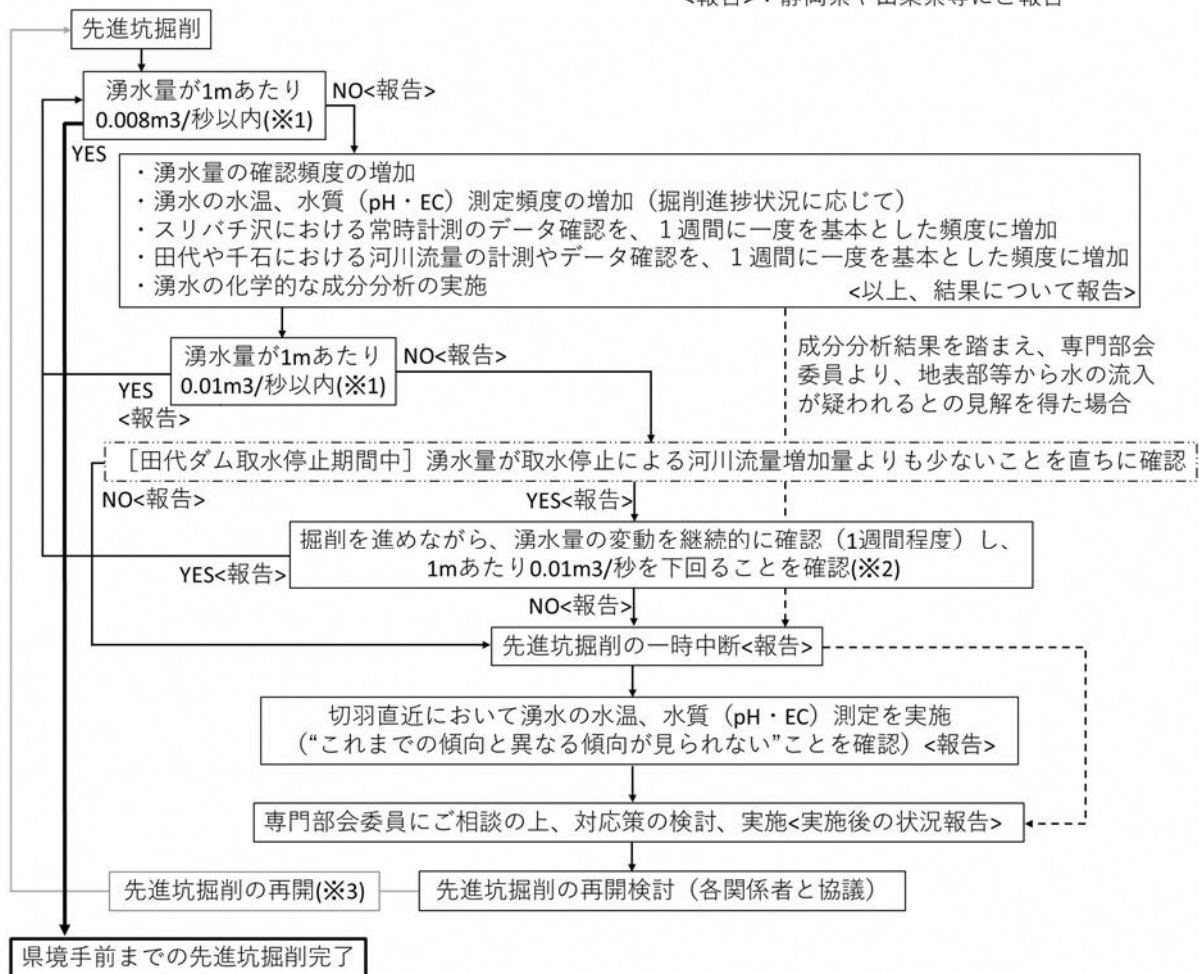
図 4 5 位置図（河川流量測定位置）

（管理フロー）

- ・掘削にあたっては、湧水量の管理値を定め、図 4 6 に示す管理フローに基づいてリスク管理を進めていきます。
- ・湧水量の管理値については、突発的な湧水発生 of 把握を主な目的として、高速長尺先進ボーリング調査における『慎重に管理する県境に近い区間』の調査時に使用した管理値の考え方を準用しました。

県境から山梨県側に300mの区間における先進坑掘削中の管理フロー

<報告>：静岡県や山梨県等にご報告



※1：掘削進捗に対する湧水量の“増分”

※2：湧水が多い箇所でも長期間切羽を止めることは安全上望ましくないため、地質が安定した箇所まで掘削を継続しつつ1週間程度湧水の状況を確認することを意図します。なお、1mあたり0.01m³/秒を下回るかどうかの確認方法（イメージ）を次の図でお示しします。

※3：1mあたり0.01m³/秒超過箇所の湧水発生等状況は継続的に確認

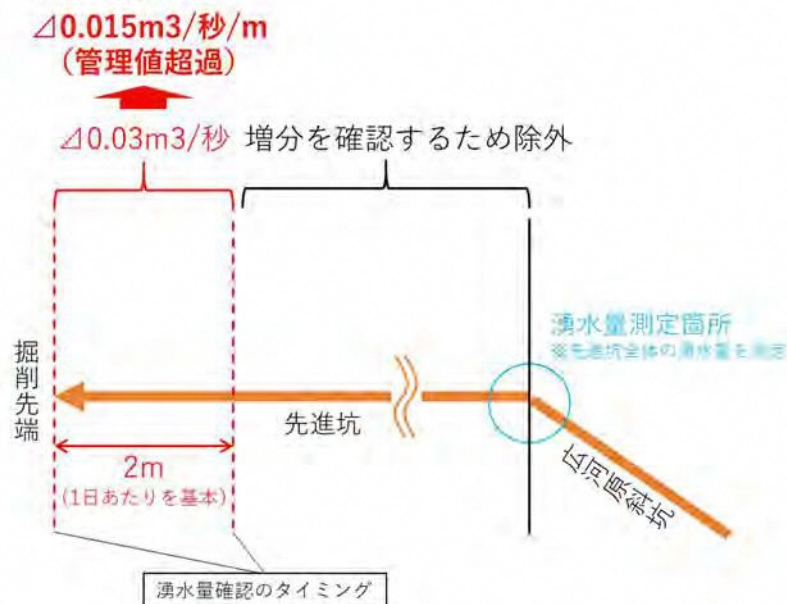
図 4 6 県境から山梨県側300m以内の区間における先進坑掘削中の管理フロー

[先進坑掘削時の湧水量の確認方法（図 4 7）]

- ・ Aの湧水量のみを切り分けて測定することは安全上困難であるため、Bの湧水量が少ない（判断は切羽における目視確認）前提で、下記の方法による。
- ・ Bの湧水量も多い場合には、静岡県、専門部会委員に速報し、取扱いを検討する。必要な場合には先進坑掘削を一時停止する。

＜参考＞「掘削を進めながら、湧水量の変動を継続的に確認（1週間程度）し、
1mあたり0.01m³/秒を下回ることを確認」するイメージ図
（1日で2m掘削が進み、その間の湧水量の増分が0.03m³/秒である場合の例）

【ステップ①（管理値超過を知得した段階）】



【ステップ②（管理値超過後、湧水の変動を確認しつつ掘削を進める段階）】

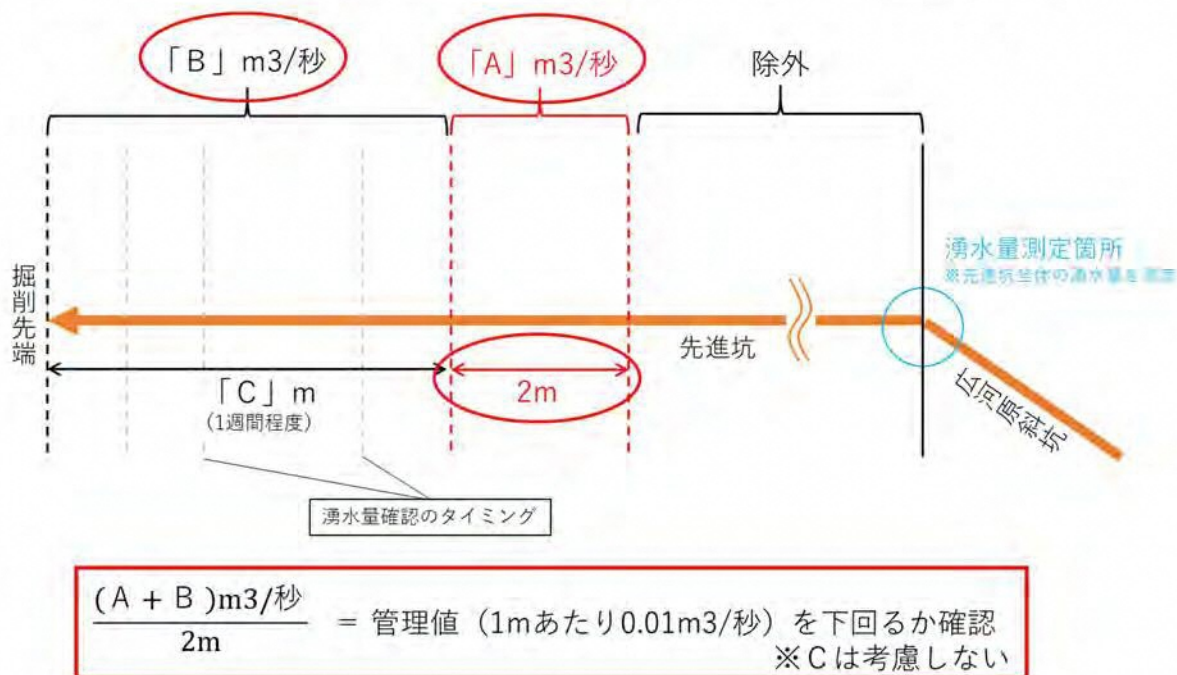


図 4 7 ＜参考＞管理値の確認方法（イメージ図）

（管理値を超えた場合の対応）

○湧水量が1 mあたり0.008 m³/秒（管理値の80％）を超える場合

・湧水量の確認頻度を増加しつつ、掘削進捗状況に応じて水温、水質（pH、EC）

の測定頻度を増加するとともに、スリバチ沢における常時計測のデータ確認の頻度を1週間に一度を基本とした頻度に増加して実施します。また、田代や千石における河川流量の計測やデータの確認頻度も1週間に一度を基本とした頻度に増加して実施します。なお、それらの頻度は、その後の湧水量の状況に合わせて変更します。

- ・湧水の化学的な成分分析を実施し、その結果、専門部会委員より、地表部等から水の流入が疑われるとの見解を得た場合には、掘削を一時中断します。

○湧水量が管理値（1mあたり0.01m³/秒）⁸を超える場合

- ・まず、田代ダム取水停止期間中は、先進坑の湧水量が取水停止による河川流量増加量よりも少ないことを直ちに確認します。
- ・その結果、先進坑の湧水量が取水停止による河川流量増加量よりも少ない場合は、掘削を進めながら湧水量の変動を1週間程度継続的に確認し、0.01m³/秒を下回るかどうか確認します。（※1）
- ・下回らなかった場合は掘削を一時中断（※2）します。
- ・なお、確認の結果、先進坑の湧水量が取水停止による河川流量増加量より多かった場合には、直ちに掘削を一時中断（※2）します。
- ・また、掘削を一時中断した場合には、切羽直近において水温、水質（pH、EC）測定を実施して結果を確認し、専門部会委員にご相談の上、対応策を検討してまいります。

※1：湧水が多い箇所では長期間切羽を止めることは安全上望ましくないため、地質が安定した箇所まで掘削を継続しつつ1週間程度湧水の状況を確認することを意図します。（なお、トンネル湧水は基本的に掘削後時間の経過とともに徐々に減少します。）

※2：安全のため、掘削サイクル（図48）の途中で中断は避け、サイクルが終了（図48⑥）し、切羽の安定が確保できた段階で中断します。

⁸ 平成31年3月13日「静岡県中央新幹線環境保全連絡会議地質構造・水資源専門部会」において提示した式（トンネル掘削時の初期湧水量を算定するために過去から用いられた式）を参考とし、以下の通り策定しました。

$$q=2\pi\cdot K\cdot H/\ln(4H/d)$$

q：単位当り湧水量（m³/秒・m）、K：透水係数(m/sec)、H：水頭差（ヘッド）(m)、d：トンネル直径(m)

Kを1.0×10⁻⁵m/sec、dを先進坑径7m、Hを山梨・静岡県境付近の最大土被り1,000m

1mあたり Q=q×1≒0.01m³/秒

なお、先進坑の進捗は1日数m程度であるため、例えば高速長尺先進ボーリングで設定した「10mあたり」を先進坑に適用すると、掘削実績に対する管理値との比較において、湧水量を10m進捗分に増加させる側の換算が日々発生し、掘削進捗の実態と乖離します。このため、先進坑については掘削進捗の最小単位である「1mあたり」（=1サイクル）を管理値の基準といたします。

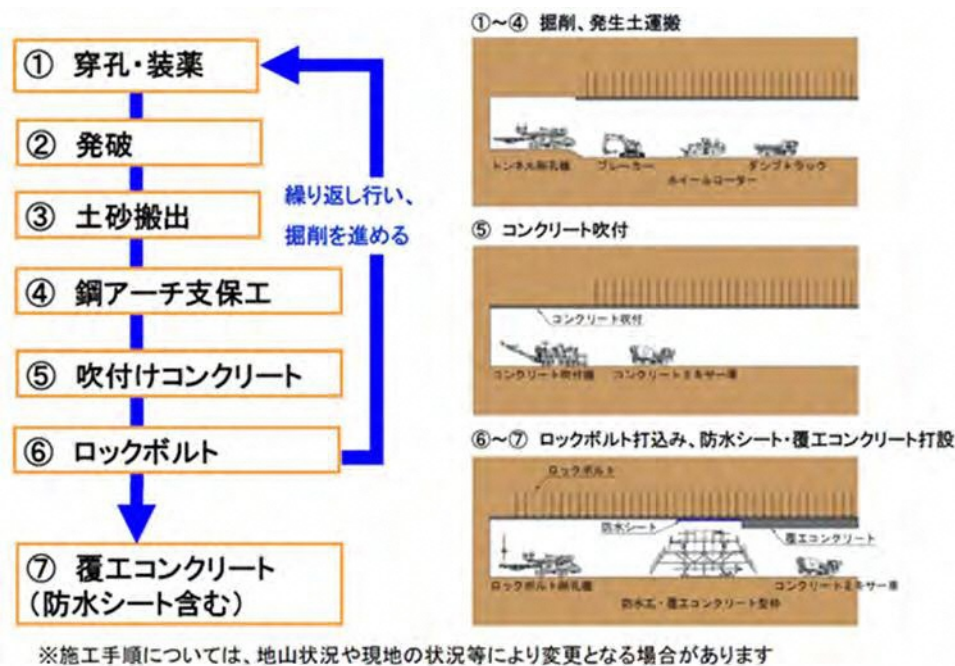


図 4 8 トンネル掘削工法の概要（NATM工法）

- ・その後、静岡県や山梨県等の各関係者と協議しつつ、先進坑掘削の再開を検討いたします。

○その他の場合

- ・湧水量が多い中で、スリバチ沢の流量が減少した場合にも、先進坑の掘削を一時中断のうえ、専門部会委員に報告、相談し、必要に応じて措置を取ります。
- ・また、田代観測井で水位低下の傾向が確認された場合には、スリバチ沢の流量を確認します。この場合や、先進坑の湧水量についてこれまでと異なる傾向を示す場合（例えば、管理値を下回るものの、急激に湧水量が増加あるいは水温、水質（pH、EC）が変化し、1週間程度湧水量が減少しない場合）には、スリバチ沢の流量、田代観測井の地下水位の確認頻度を1週間に一度を基本とした頻度に増加させます。なお、上記、先進坑の湧水量の傾向の判断に当たっては、専門部会委員のご意見もお聞きしていきます。
- ・さらに、降雨等も考慮のうえで地下水位（田代観測井）の低下に伴うスリバチ沢の流量の減少が確認される場合には、専門部会委員にご報告のうえ一旦先進坑の掘削を中断したうえで、先進坑の湧水と地表水との関連性を把握するために先進坑の湧水の化学的な成分分析を実施します。
- ・田代や千石における河川流量の計測やデータ確認について、河川流量が非常に少

なくなる場合（過去の測定結果から $2\text{ m}^3/\text{秒}$ を下回る場合）には、1 週間に一度を基本とした頻度に増加させます。

（湧水の取扱い）

- ・ 県境から山梨県側 300 m 以内の掘削においては、掘削工事により静岡県内の水が県境を越えて新たに流動している水量が推定された場合には、その時点で、「山梨県内リニア中央新幹線建設工事（南アルプストンネル）における静岡県の懸念に関する三者（山梨県・JR 東海・静岡県）合意について」（令和 6 年 6 月 18 日）に基づき、健全な水循環の回復措置（以下、回復措置）の実施の要否について、静岡県、山梨県と協議します。
- ・ 協議の結果、回復措置を実施することになった場合、回復措置の内容（水量、期間など）を静岡県、山梨県と調整のうえ、決定します。
- ・ 回復措置の実施方法としては、全ての掘削過程において田代ダム取水抑制案を基本とすることを考えています。
- ・ ただし、先進坑の掘削においては、令和 8 年 4 月まで東電 R P は田代川第二発電所において発電所を停止（田代ダムにおいて大井川からの取水を停止）する予定であることから、その期間は、第 16 回専門部会資料で示した内容と同様に先進坑湧水量が取水停止による河川流量増加量よりも少ないことを確認のうえ、取水抑制（回復措置）を実施しない（大井川に戻さない）ことを考えています。

（報告の項目、方法、頻度）

- ・ 切羽後方の湧水量、水温、水質（pH、EC）の計測結果について、1 回／日のデータとして取りまとめの上、1 週間に一度を基本として、静岡県や山梨県等にご報告します。極めて破碎質の地質が見られた場合など、湧水の状況に影響を及ぼす変化が生じた場合や新たなデータ取得を行った場合には、その内容についても整理次第、ご報告します。なお、「令和 6 年 12 月に一旦終了した高速長尺先進ボーリングで確認された、県境から山梨県側 300 m 以内における地質の脆い区間（図 6 「G」「H」※1）の掘削中」「湧水量が 1 m あたり $0.008\text{ m}^3/\text{秒}$ を超える場合」には、頻度を上げて日毎に報告する他、湧水量、水質（※2）に関する何らかの異常等（数値の増減や、変動幅）が見られた場合は速報します。また、1 週間に一度を目途として、報告した上記データについて当社ホー

ムページでの公開を検討します。

※1：「(1) 3) 調査結果を踏まえた地質図の修正」でお示ししたとおり、先進坑においては地形により、県境付近あるいは県境よりも静岡県側で「G」「H」箇所が出現する可能性があります。左記よりも山梨県側で出現する可能性も十分想定し、地質等を密に確認しながら掘削することで、「G」「H」箇所が出現するかどうか見定めます。

※2：吹付コンクリートや補助工法に伴う注入材の影響を受けるため、その影響も踏まえて確認します。

- ・管理フロー（図 4 6）で＜報告＞とお示した内容について、確認の都度速やかにご報告します。
- ・湧水の化学的な成分分析を実施した場合、その結果を確認の都度速やかに静岡県にご報告します。
- ・スリバチ沢における常時計測の流量結果及び伝付峠付近の湧水における常時計測の水位結果、また田代観測井の地下水位の結果については、確認の都度速やかに静岡県に結果をご報告します。
- ・田代観測井の地下水位低下やスリバチ沢の流量減少を確認した場合も速やかに静岡県にご報告するとともに、専門部会委員にご相談します。

（まとめ（リスク管理の相違点））

- ・前述のとおり、以上のリスク管理については、第16回専門部会でご提示し、令和6年12月に一旦終了したボーリングにおいて『慎重に管理する県境に近い区間』で実施してきたリスク管理の考え方を適用していますが、これまでに記載したように、先進坑掘削の性質上、細部で取り扱いを変更しております。
- ・その相違点について、表 1 4に記載します。

**表 14 先進坑掘削と高速長尺先進ボーリング削孔におけるリスク管理（いずれも
県境より山梨県側に300mの区間を対象）の主な相違点**

		高速長尺先進ボーリング	先進坑	相違理由
測定頻度 (湧水量、水温、水質)	通常時	日毎（2回/日）	・日毎（1回/日） ・地質の脆い区間は頻度増	進捗/日の差より
	何かあった場合等	—	頻度増加	安全側の設定
確認等頻度 (モニタリング)	通常時	一部項目を除き2週間に 一度	1カ月に一度を基本	進捗/日の差より
	何かあった場合等＜参考＞	基本的に1週間に一度	1週間に一度を基本	
管理値		10mあたり0.05m ³ /秒	1mあたり0.01m ³ /秒	mあたりについては実 進捗を踏まえて（1サイ クル進捗の最小単位に 設定し、より実態に合 わせた変化を捉えやす くするため）見直し、 湧水量については計算 式のパラメーターにト ンネルの数値を反映
管理値80%を超えた場合の対応		削孔継続（削孔速度を下 げるなど、慎重に削孔）	掘削継続	トンネル掘削は常に最 大限慎重に工事を実施
管理値を超えた場合 の対応	STEP1	・削孔中断 ・1週間程度の間に孔口 湧水量の減少傾向（2日 間連続して減少）を確認	掘削を進めながら、湧水量 の変動を継続的に確認（1週 間程度）し、管理値を下回 ることを確認	湧水が多い箇所では長期 間切羽を止めることは 安全上望ましくないとの 観点で、変更（ボー リング調査とトンネル 掘削工事では安全上考 慮すべきリスクが大き く異なる）
	STEP2	（減少しない場合：） ボーリング終了、止水	（下回らない場合：）掘削 一時中断	
	STEP3	—	・専門部会委員に相談、対 応策の検討、実施 ・掘削再開検討（各関係者 と協議）	
報告（湧水量、水温、 水質）	通常時	日毎	1週間に一度を基本	進捗/日の差より
	何かあった場合等	日毎＋その都度	・日毎＋その都度 ・極めて破碎質の地質が見 られた場合など、湧水の状 況に影響を及ぼす変化が生 じた場合や新たなデータ取 得を行った場合には、その 内容についても整理次第、 報告	安全側の設定 （専門部会委員のご意 見踏まえて）

3) 県境付近から実施する高速長尺先進ボーリングに関するリスク管理

- ・「4) 県境手前の先進坑の掘削停止位置」における先進坑の停止位置付近より、断層帯の調査を目的とした高速長尺先進ボーリングを、県境を越えて静岡県内で実施します(図 49)。
- ・このボーリングのリスク管理については、第16回専門部会でご提示し、令和6年12月に一旦終了したボーリングにおいて『慎重に管理する県境に近い区間』で実施してきたリスク管理の内容を基本とします。
- ・以降、具体的な内容について記載します。

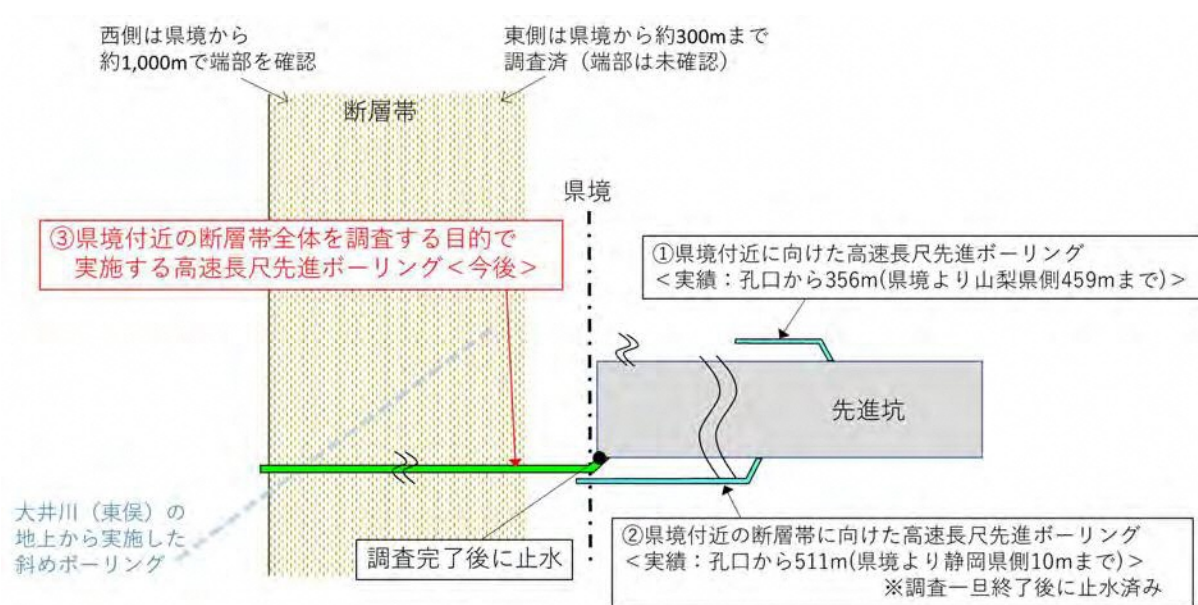


図 49 県境付近より今後実施する高速長尺先進ボーリング

(管理項目)

- ・削孔中は、湧水の湧水量、水温、水質(pH、EC)を測定します(容器法による1日2回の測定)。
- ・水質については、特に地表からの水の引込みを示す変化(水温、ECの低下等)や深部からの水の引込みを示す変化(水温、EC、Cl⁻イオン濃度の上昇等)に着目して監視します。
- ・水資源・生態系へのご懸念に配慮し、静岡県内で水資源・生態系の調査を行っている沢のうち、断層帯に関連するスリバチ沢(図 50)において流量の常時計測を実施し、2週間に一度を基本とした頻度にてデータ確認を行います。また、伝

付峠（図 50）付近に存在する湧水について、水位の常時計測を実施し、1 カ月に一度を基本とした頻度にてデータ確認を行うとともに、伝付峠に設置している地表水分計のデータ（常時計測）の結果が現状と変わらない変化を示すことを必要の都度確認します。

- ・その他、常時計測を行っている田代観測井（図 50）において、2週間に一度を基本とする頻度にて、地下水位のデータを確認します。
- ・さらに、図 51 の位置において河川流量の計測も行います。田代ダム下流の地点では2週間に一度を基本とする頻度で測定を実施し、また千石の地点では2週間に一度を基本とする頻度で常時計測のデータ確認を行います。

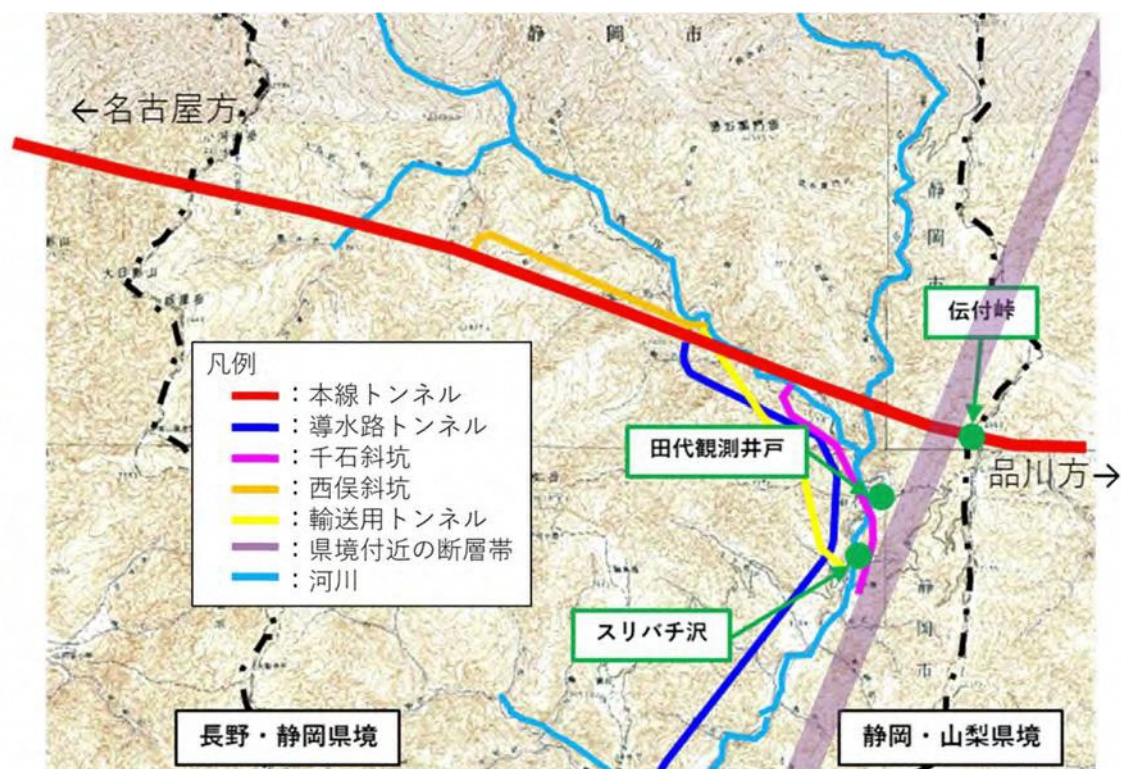


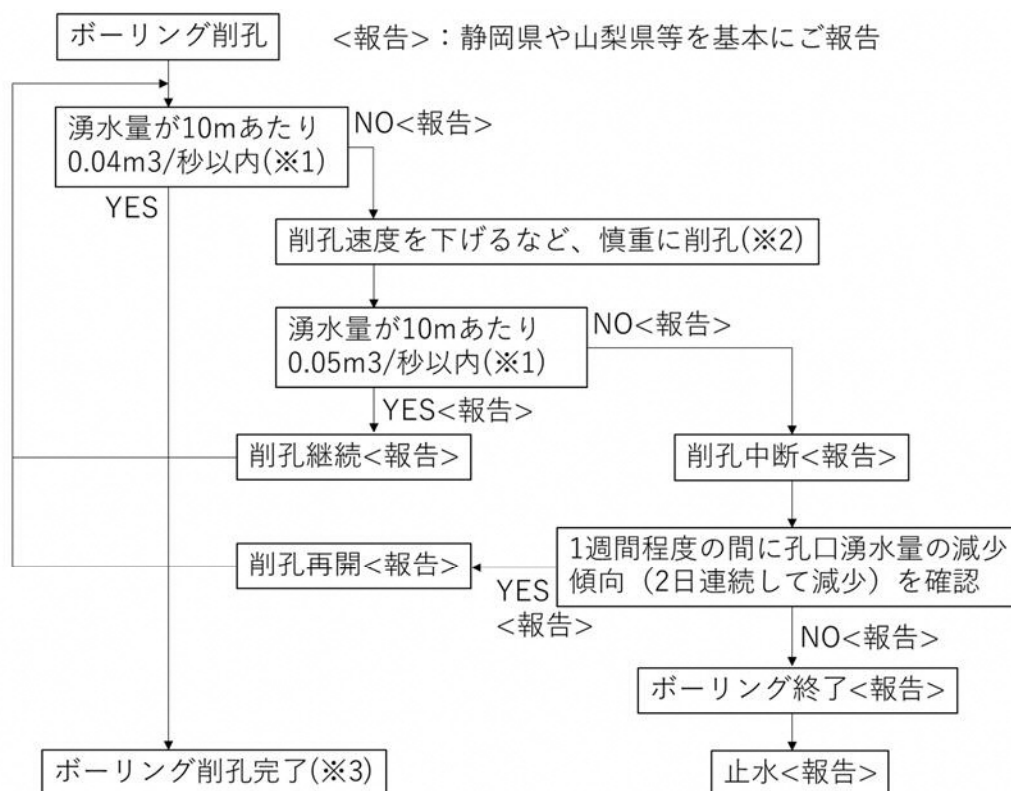
図 50 位置図（スリバチ沢、伝付峠、田代観測井）



図 5 1 位置図（河川流量測定位置）

（管理フロー及び管理値を超えた場合の対応）

- ・ 削孔にあたっては、湧水量の管理値を定め、図 5 2 に示す管理フローに基づいてリスク管理を進めていきます。



※1 削孔進捗に対する湧水量の“増分”

※2 削孔速度を下げることに加えて下記を実施します

- ・スリバチ沢における常時計測のデータ確認を、1週間に一度を基本とした頻度に増加します。
- ・田代や千石における河川流量の計測やデータ確認頻度を増加します。
- ・地表からの水をボーリングにより引き込んでいないか確認するため、湧水について化学的な成分分析を実施します。
- ・削孔中に生じる事象（回転停止等）についても報告します。
- ・水質についても併せて監視を行います。特に地表からの水の引込みを表す変化（水温、ECの低下等）や深部からの水の引込みを表す変化（水温、EC、Cl-イオン濃度情報等）に着目します。

※3 静岡県内における削孔の完了後、ボーリング孔を県境付近で閉塞します。

図 5 2 県境付近（山梨県側）より実施する高速長尺先進ボーリングにおける調査中の管理フロー

- 湧水量が10mあたり0.04m³/秒（管理値の80%と設定）を超える場合
- ・削孔速度を下げるなど、より慎重な削孔を行います。
 - ・スリバチ沢における常時計測のデータ確認を1週間に一度を基本とした頻度に増加して実施します。また、田代や千石における河川流量の計測やデータ確認頻度を増加して実施します。なお、頻度はその後の湧水量の状況に合わせて変更します。
 - ・地表からの水をボーリングにより引き込んでいないか確認するため、湧水について化学的な成分分析を実施します。

○湧水量が管理値（10mあたり0.05m³/秒）⁹を超える場合

- ・ 削孔を中断するとともに、孔口湧水量を確認します。
- ・ 1週間程度の中に孔口湧水量の減少傾向（2日間連続して減少）を確認した場合には、専門部会委員にご報告のうえ削孔を再開します。減少傾向が確認されない場合は、専門部会委員にご報告のうえ今回のボーリングを終了し、湧水はまずバルブを閉めることを基本として止水しますが、長期的な観点から必要となる場合は、バルクヘッド（過去の専門部会でご提示：以下）を採用する等、具体的な計画は今後お示しします。

⁹ 平成31年3月13日「静岡県中央新幹線環境保全連絡会議地質構造・水資源専門部会」において提示した管理値を準用し、以下により算出した管理値を第16回専門部会でお示しましたが、本調査においても、この管理値を適用します。

$$q=2\pi \cdot K \cdot H / \ln(4H/d)$$

q：単位当り湧水量（m³/秒・m）、K：透水係数(m/sec)、H：水頭差（ヘッド）（m）、d：トンネル直径(m)

Kを1.0×10⁻⁵m/sec、dを先進ボーリング径0.12m、Hを山梨・静岡県境付近の最大土被り1,000m

10mあたり Q=q×10≒0.06m³/秒 ⇒0.05m³/秒

- ・ 止水について過去の専門部会（第16回等）でお示した内容は以下です。

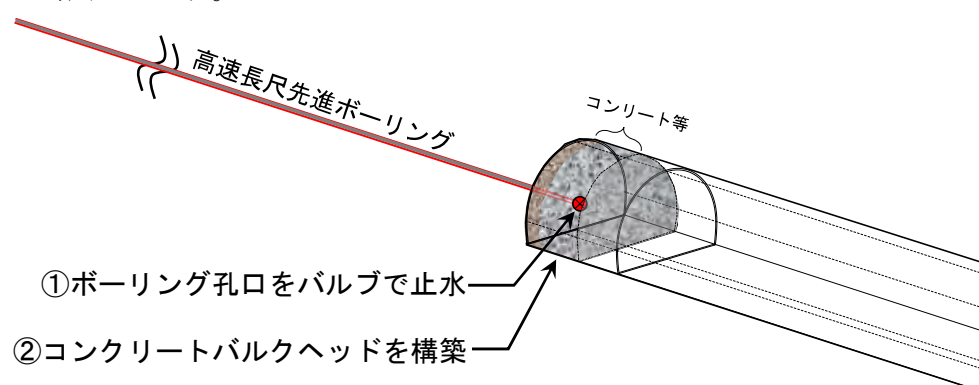
【県境付近から実施するボーリング調査 ―（略）―】

○調査中の管理

（略）

○調査完了後の扱い

- ・ 調査が完了した後は、湧水の流出を防ぐため、孔口付近で止水します。止水の方法としては、高水圧に対応可能な性能を持つバルブの使用や孔口周りの止水処理（セメンチング）の強化や、孔口に近いトンネル自体の構造の高強度化等を考えていますが、このほかにも隔壁（バルクヘッド）などの工事の事例や深地層の研究機関等で研究が進められている方法も参考にしながら、確実な止水の方法を採用してまいります。（図60、図61）具体的な計画は、実施までの間に専門部会でご報告します。



※上図は実際のトンネル工事の実績等を参考にしたコンクリートバルクヘッドのイメージ例となります。

図 53 隔壁（バルクヘッド）のイメージ



図 54 孔口バルブのイメージ

○その他の場合

- ・湧水量については、容器法による1日2回の測定を基本としつつ、電磁流量計による湧水量の変動傾向を常時把握していきます。電磁流量計の計測値が急激に変動する場合は、慎重に削孔を行います。
- ・水温や水質について、セメンチングの影響等も考慮のうえで、それまでの傾向（数値の増減や、変動幅）と異なる傾向が確認された場合や、化学的な成分分析の結果より、地表部等からの水の流入が疑われる場合、あるいは、湧水量が多い中でスリバチ沢の流量が減少した場合や、湧水量が後述する田代ダムの取水停止に伴う河川流量の増加を上回る場合には、専門部会委員にご相談し、必要に応じて追加の措置（やむを得ない場合に湧水を止めることを含む）を取ります。
- ・田代観測井で水位低下の傾向が確認された場合には、スリバチ沢の流量を確認します。この場合やボーリング湧水量についてこれまでと異なる傾向を示す場合（例えば、管理値を下回るものの、急激に湧水量が増加し、1週間程度湧水量が減少しない場合）には、スリバチ沢の流量、田代観測井の地下水位の確認頻度を1週間に1回に増加させます。なお、ボーリング湧水量の傾向の判断に当たっては、専門部会委員のご意見もお聞きしていきます。
- ・降雨等も考慮のうえで地下水位の低下に伴うスリバチ沢の流量の減少が確認される場合には、一旦バルブを使用してボーリング湧水を止めたうえで、ボーリング湧水と地表水との関連性を把握するためにボーリング湧水の化学的な成分分析を実施します。
- ・河川流量の計測やデータ確認について、河川流量が非常に少なくなる場合（過去の測定結果から $2\text{ m}^3/\text{秒}$ を下回る場合）には、頻度を増加させます。
- ・削孔中に突発湧水が生じた場合は、これまでに実施された工事、例えば青函トンネルなどの事例も参考にしながら、流出を止めるよう措置いたします。

（湧水の取扱い）

- ・令和8年4月まで、東電R Pは田代川第二発電所において発電所を停止（田代ダムにおいて大井川からの取水を停止）する予定であることから、ボーリング湧水量が取水停止による河川流量増加量よりも少ないことを確認のうえ、取水抑制を実施しない（大井川に戻さない）ことを考えています。
- ・田代ダム取水停止期間終了後の取扱いについては、令和8年4月までに静岡県と協議し合意します。

- ・調査が完了した後は、湧水の流出を防ぐため、前述のとおり孔口付近で止水します。

(報告の項目、方法、頻度)

- ・ボーリング着手時と完了時には、その旨を速やかに、静岡県や山梨県等にご報告します。
- ・ボーリングの湧水量（測定値の他、測定値から算定したボーリング開始時点からの総量も含む）、水温、水質（pH、EC）については基本的に測定やデータの確認を行った翌日までにメール等にて静岡県や山梨県等にご報告します。電磁流量計において計測値の急激な変動が見られた場合も、その内容をご報告します。また、地質の大きな変化等、湧水の状況に影響を及ぼす変化が生じた場合や、新たなデータ取得を行った場合には、その内容についても整理次第、ご報告します。
- ・また、1週間に一度を目途として、報告した上記データについて当社ホームページで公開することを考えています。
- ・湧水量が10mあたり0.04m³/秒を超える場合は、削孔中に生じる事象（回転停止等、日報に記載する内容）についても静岡県にご報告します。
- ・湧水の化学的な成分分析を実施した場合も、その結果を静岡県にご報告します。
- ・スリバチ沢における常時計測の流量結果及び伝付峠付近の湧水における常時計測の水位結果、また、田代観測井の地下水位の結果については、確認の都度速やかに静岡県に結果をご報告します。
- ・田代観測井の地下水位低下やスリバチ沢の流量減少を確認した場合も速やかに静岡県にご報告するとともに、専門部会委員にご相談します。
- ・また、河川流量の計測結果（ボーリング開始後の総量含む）と湧水量を比較して確認のうえ、静岡県にご報告します。
- ・ボーリング完了後、取得データ、採取した試料及び地質や湧水の評価について取りまとめ、専門部会でご報告します。

4) 県境手前の先進坑の掘削停止位置

- ・先進坑の掘削停止位置については、静岡県内からの湧水流出を防ぐことを考慮して、一定の離隔を確保しますが、その考え方について以下に記載します。
- ・令和6年12月に一旦終了した高速長尺先進ボーリングにおける掘削エネルギーの推移から、県境手前最深の健岩部に相当する箇所は、孔口から470m付近（県境から山梨県側に30m付近）であると確認されました。
- ・県境手前で先進坑を停止する位置については、上記箇所を参考としますが、一方では「(1)3) 調査結果を踏まえた地質図の修正」でもお示しした図55のとおり、地形の関係からボーリングと先進坑で健岩部や断層部の出現位置が異なるものと想定されるため、特に断層②は県境から山梨県側に50mの地点より手前で出現の可能性があることも踏まえ、念のためさらに山梨県側に離隔を確保し、『県境から山梨県側に60m付近』まで、一旦掘削を進めることとします。
- ・その後、図55のとおり、前方に向かって地質や湧水の確認のための探査（コア採取）を行い、地質や湧水の状況によってはさらに前方に掘削を進めます。なお、この前方探査実施にあたっては、その方法について事前に専門部会委員にご確認いただきます。
- ・また、湧水に関しては、これまでに得られた水量・水質、透水係数、化学的な成分分析の結果等からも、健全な水循環に影響を与えないという観点で県境から確保すべき離隔について、専門部会委員のご意見を踏まえて検討します。
- ・さらに、静岡県内の高速長尺先進ボーリングを進めた後に恒久的な止水を行う観点で、県境から確保すべき離隔についても検討します。
- ・以上を総合的に評価し、県境手前で先進坑を停止する位置を決定します。

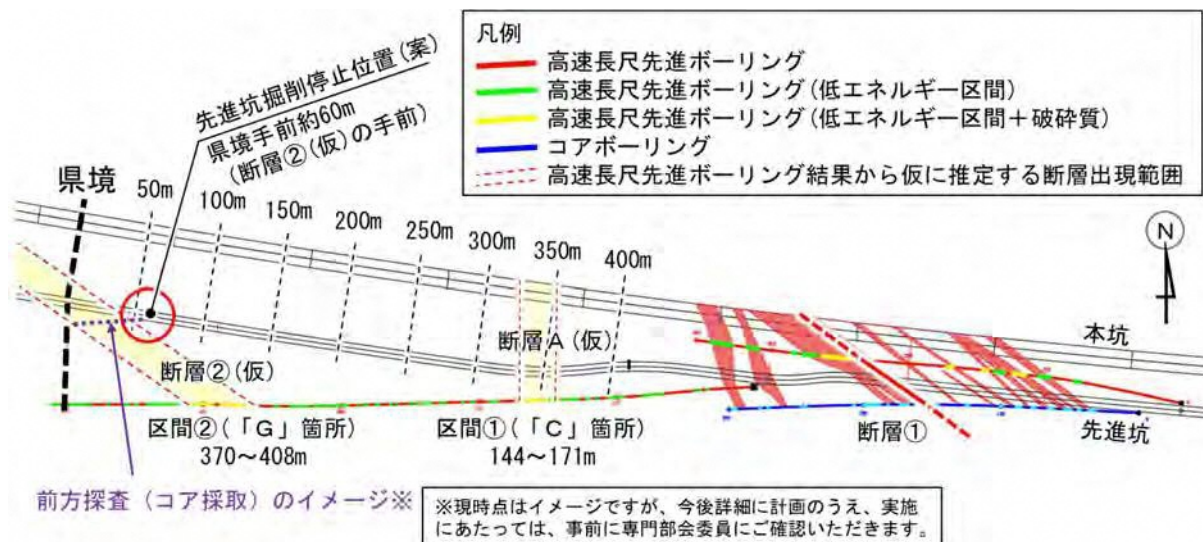


図 55 平面図（県境手前における停止位置及び前方探査のイメージ）

5) 先進坑掘削時の新たなデータ取得

- ・「(1) 3) 調査結果を踏まえた地質図の修正」にてお示ししたとおり、令和6年12月に一旦終了した高速長尺先進ボーリングで確認された、断層②(仮) (図 6「G」箇所) については、先進坑においてはこれまでに記載のとおり地形により概ね県境付近で出現するものと想定されます。そのため、まずは断層A(仮) (図 6「C」箇所) において、先進坑の掘削により当該箇所に近付いた後、コアを採取し地質を詳細に確認します (図 57)。コア採取の方法は、図 56にお示するパーカッションワイヤーラインサンプリング工法を考えております。

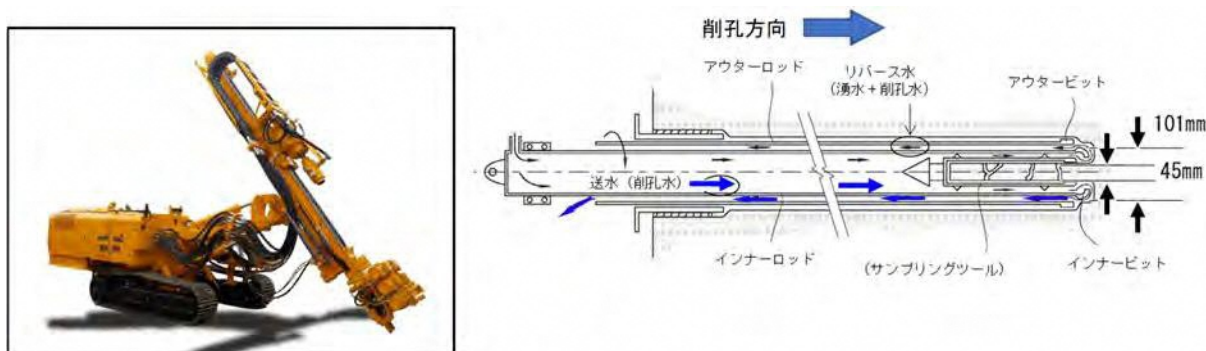


図 56 使用する機械のイメージ及びコア採取の仕組み

- ・また、専門部会委員から頂いたご意見も踏まえ、上記の際に当該箇所をピンポイントで狙った孔内湧水圧測定を実施し、透水係数及び間隙率を確認し、ご報告のうえ、水収支解析の再実施の要否について検討いたします。なお、湧水圧測定箇所は図 57のとおりです。

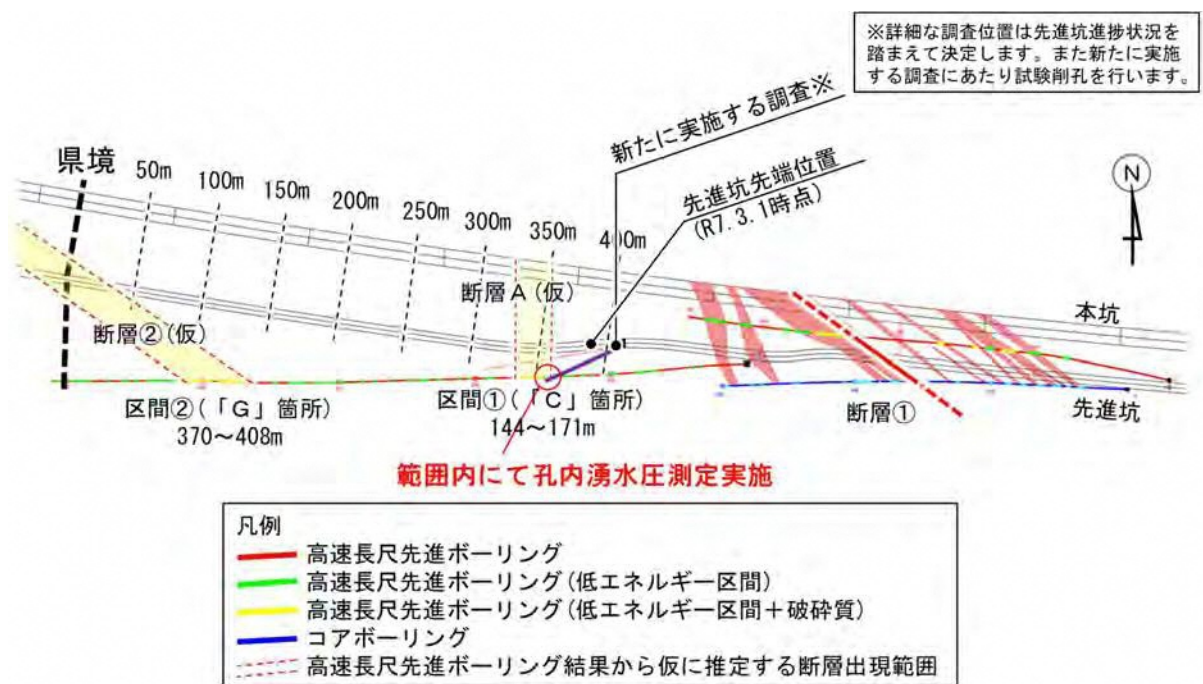


図 5 7 区間①(「C」箇所)に対する前方探査及び湧水圧測定箇所

- ・さらには、県境手前まで先進坑の掘削を進めた際に、県境付近で採水し、成分分析試験を行い、結果をご報告します。採水位置については、現時点で県境付近の地質が明確には確認できていないため、今後の先進坑掘削結果や先進坑切羽から実施を予定する前方探査の結果を踏まえ、静岡県や専門家の意見も踏まえて決定します。
- ・また、今後県境付近まで先進坑の掘削を進めたのちに実施を計画する静岡県内の高速長尺先進ボーリングにおいても、静岡県内の健岩部、及び県境付近の断層帯付近における採水・成分分析の実施を図 5 8 のように検討しており、それらの結果や、過去に実施したボーリングの調査結果等も踏まえ、第 1 6 回専門部会でお示したように、山梨県・静岡県境付近における地下水の動きについて考察を進めてまいります。



図 58 今後実施する地下水の測定計画

<参考>第16回専門部会でお示しした採水・成分分析の実施計画

- ・令和6年12月に一旦終了したボーリングにおいては、山梨県内では断層②付近にて1回、静岡県内においては健岩部にて1回及び県境付近の断層帯付近にて1回、採水・成分分析の実施を計画している旨、お示しました(図59)。



図 59 測定地点(第16回専門部会資料2-2, 図71を再掲)