

山梨・静岡県境付近の調査状況及び
工事の計画について（報告）

令和6年12月

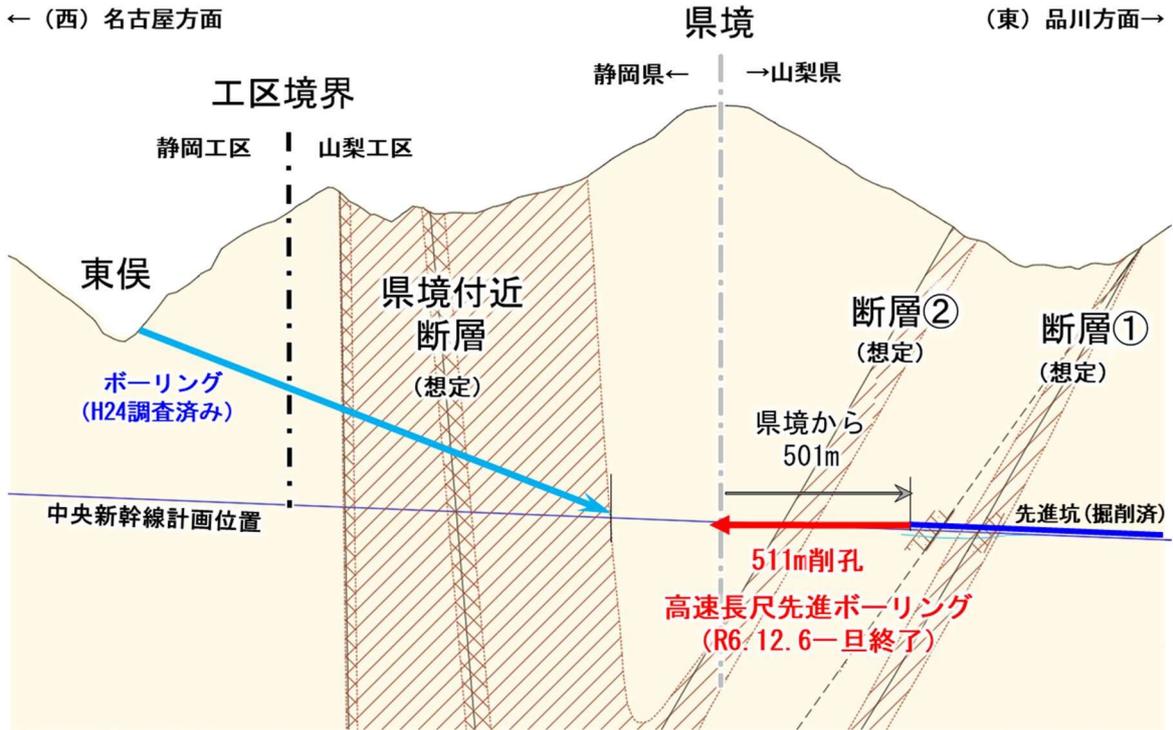
東海旅客鉄道株式会社

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）.....	7
3) 湧水圧測定の結果（速報）.....	1 2
(2) 先進坑の掘削について.....	1 4
1) 今後の掘削計画.....	1 4

(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ところまで達したため、ケーシングによる保護なしで通常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、削孔した後に孔の周り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。
- ・その後、12月12日時点では孔内で止水作業を実施しています。
- ・なお、県境まで300mの地点に達して以降は、ボーリングの湧水量や水質（水温、pH、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）の計測も実施し、測定や確認の都度速やかに報告してまいりました。



※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～)

1) 削孔前の計画に対する実績

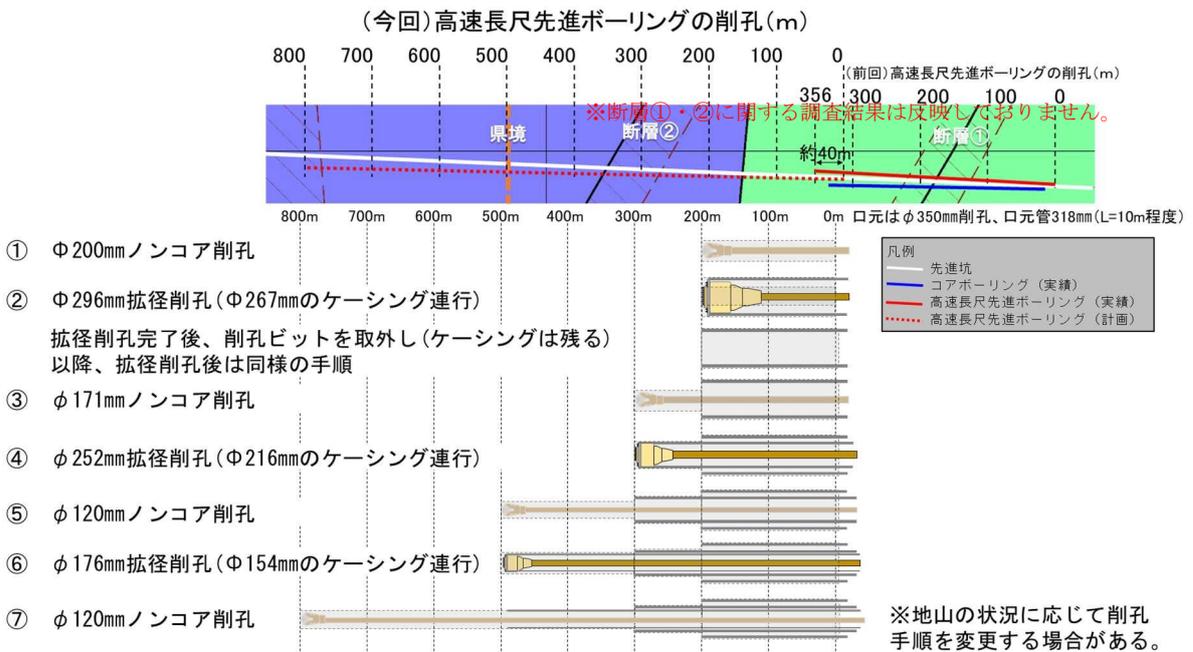


図 2 高速長尺先進ボーリングの削孔手順 (計画：専門部会提示済み)

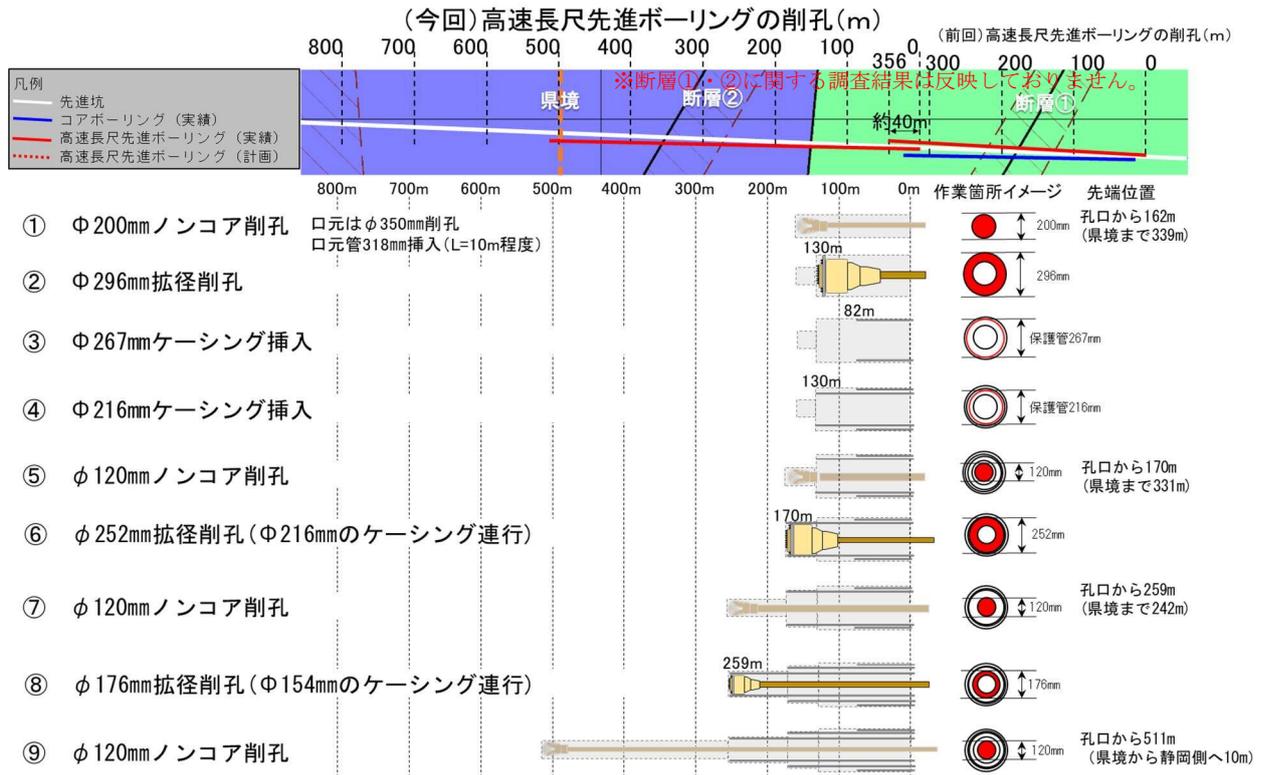


図 3 高速長尺先進ボーリングの削孔手順 (実績)

- 削孔手順については地山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 にお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。

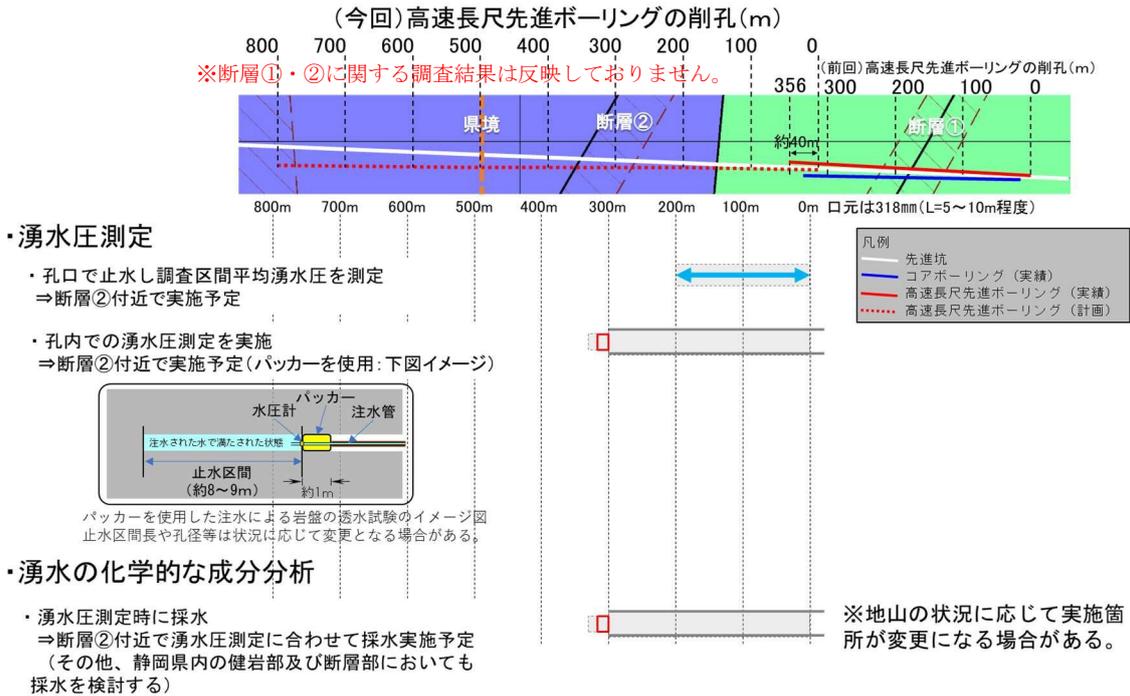


図 4 湧水圧、成分分析の実施箇所 (計画: 専門部会提示済み)

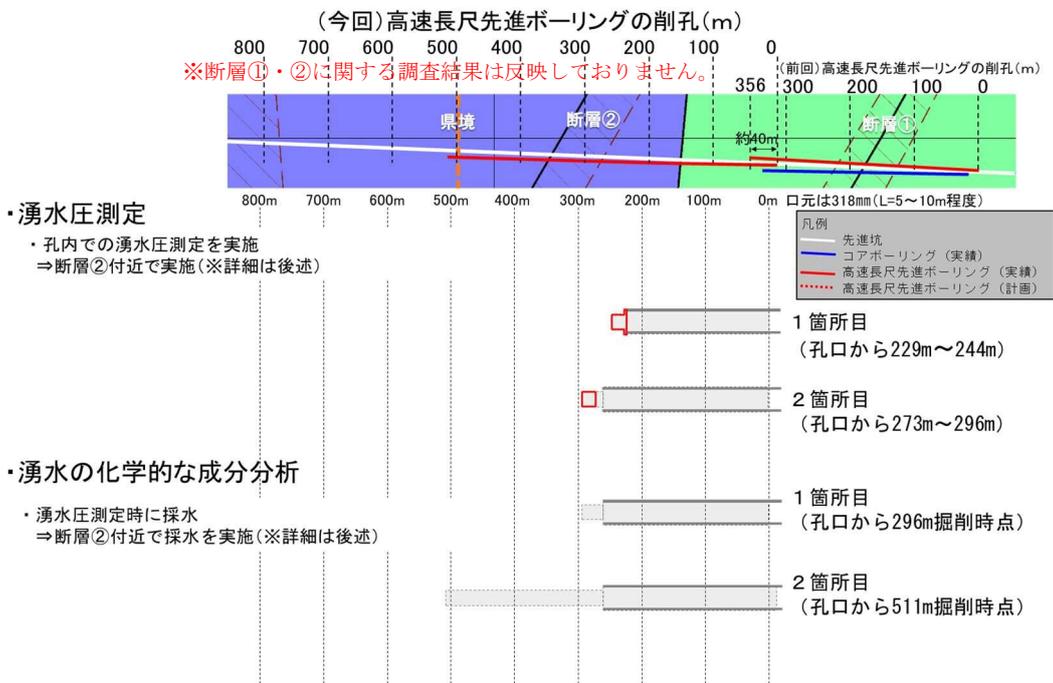


図 5 湧水圧、成分分析の実施箇所 (実績)

- ・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)で確認された軟弱な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**3）湧水圧測定の結果（速報）**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箇所加えて計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（ケーシング先端位置は259m）、及び孔口から511m削孔（※）した時点（同様）において、採水を実施しました。（現在分析中のため結果については今後お示しします。）

※孔口から370m付近より先が閉塞している可能性があり、その場合は370mまでの区間の湧水が採取されたこととなります。

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、軟弱な地山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、硬質と軟質な地質が繰り返す地山が続きましたが、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

- ・ 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。この点については、今後考察を深めてまいります。

- 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、10m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10m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）。

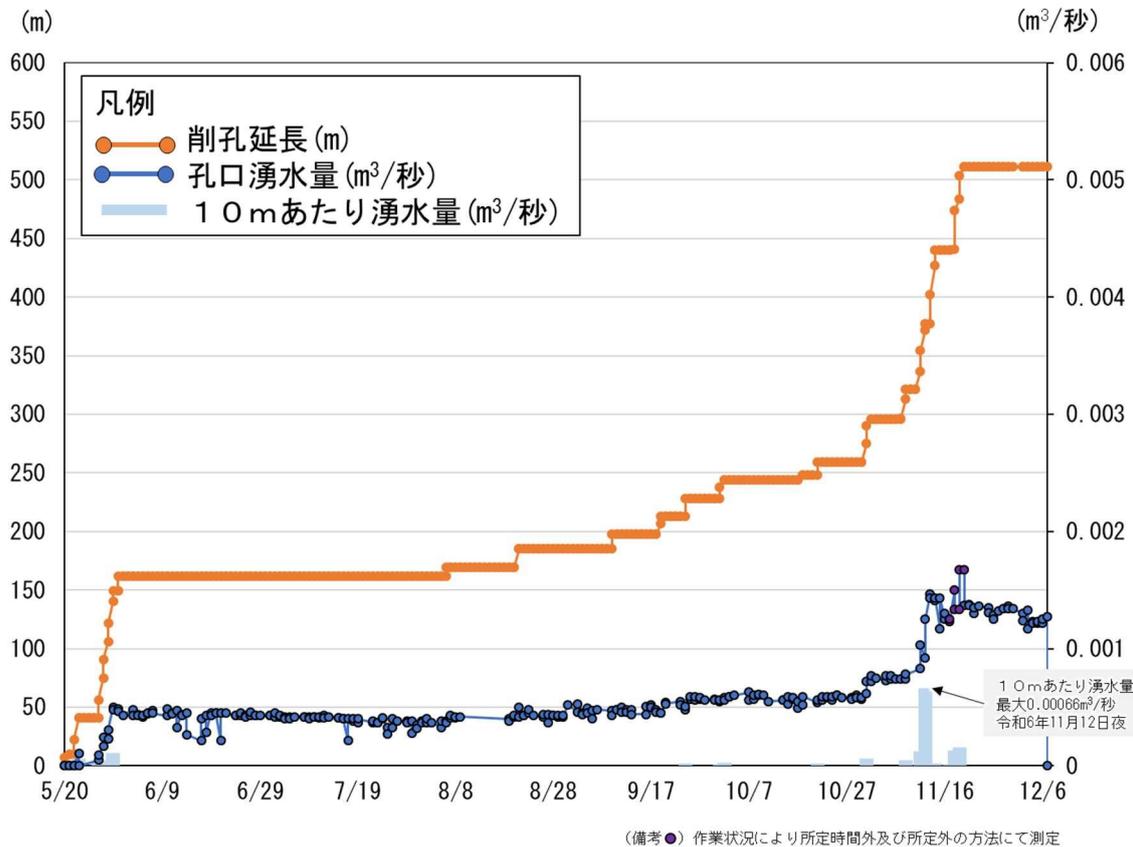


図7 孔口湧水量と10mあたり湧水量

- なお、孔口から概ね300m以降は、370m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ところまで達したため、 $\phi 120 \text{ mm}$ ノンコア削孔に移行しました。

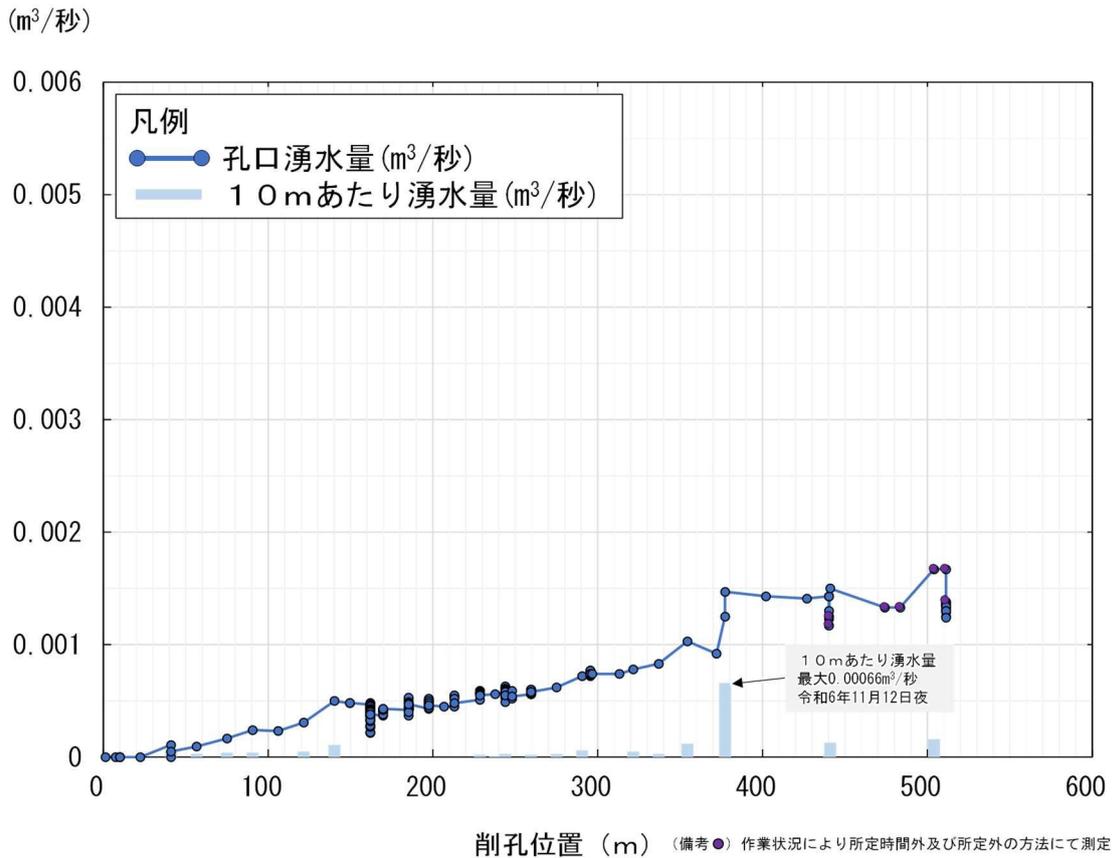


図 8 削孔進捗における孔口湧水量

- 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2.5mS/m前後から3.5mS/m前後に微増しています。例えばセメンチング等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、現在実施中の湧水の化学的な成分分析の結果に合わせて、引き続き考察を進めます。

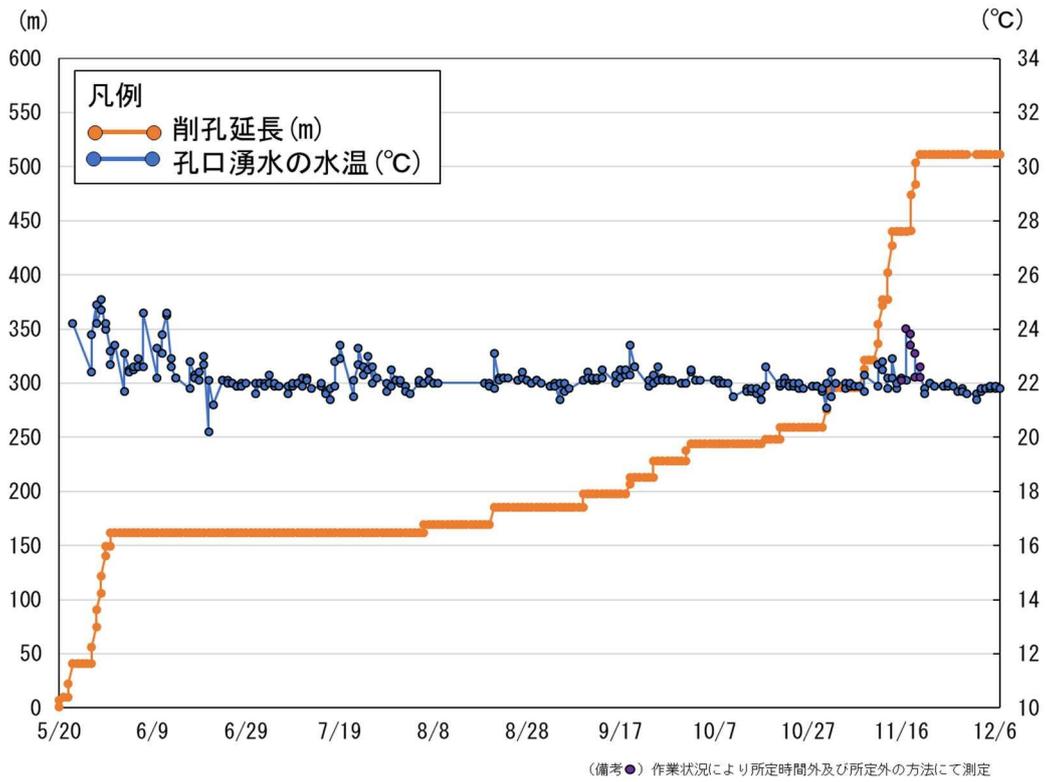


図 9 孔口湧水の水温

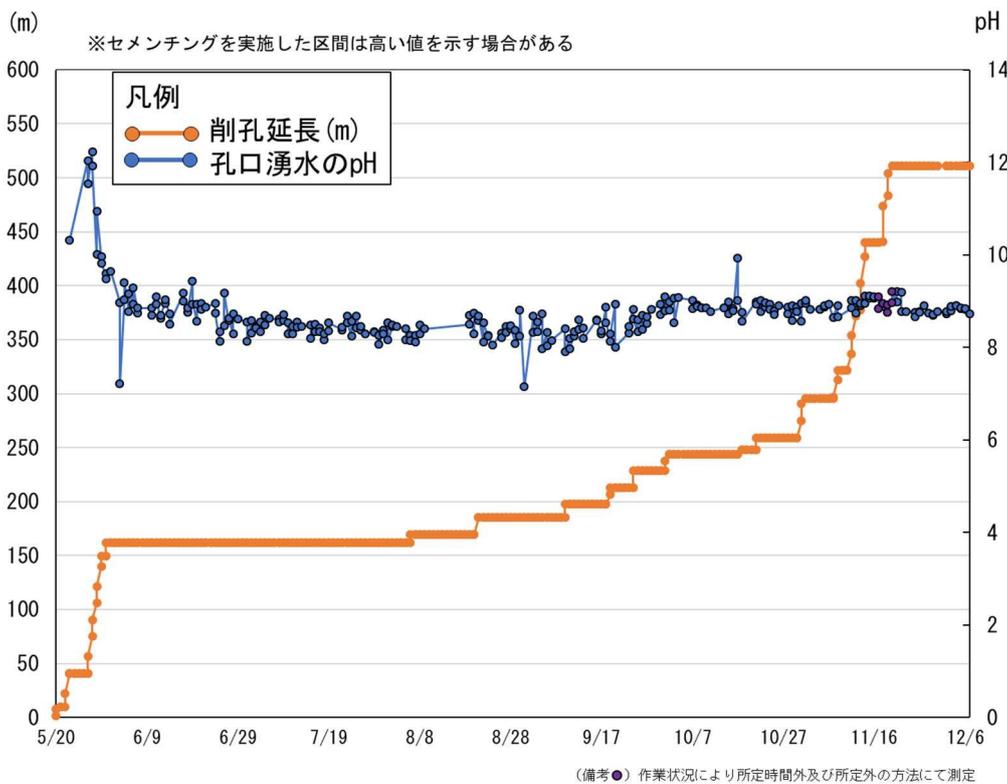


図 10 孔口湧水の pH

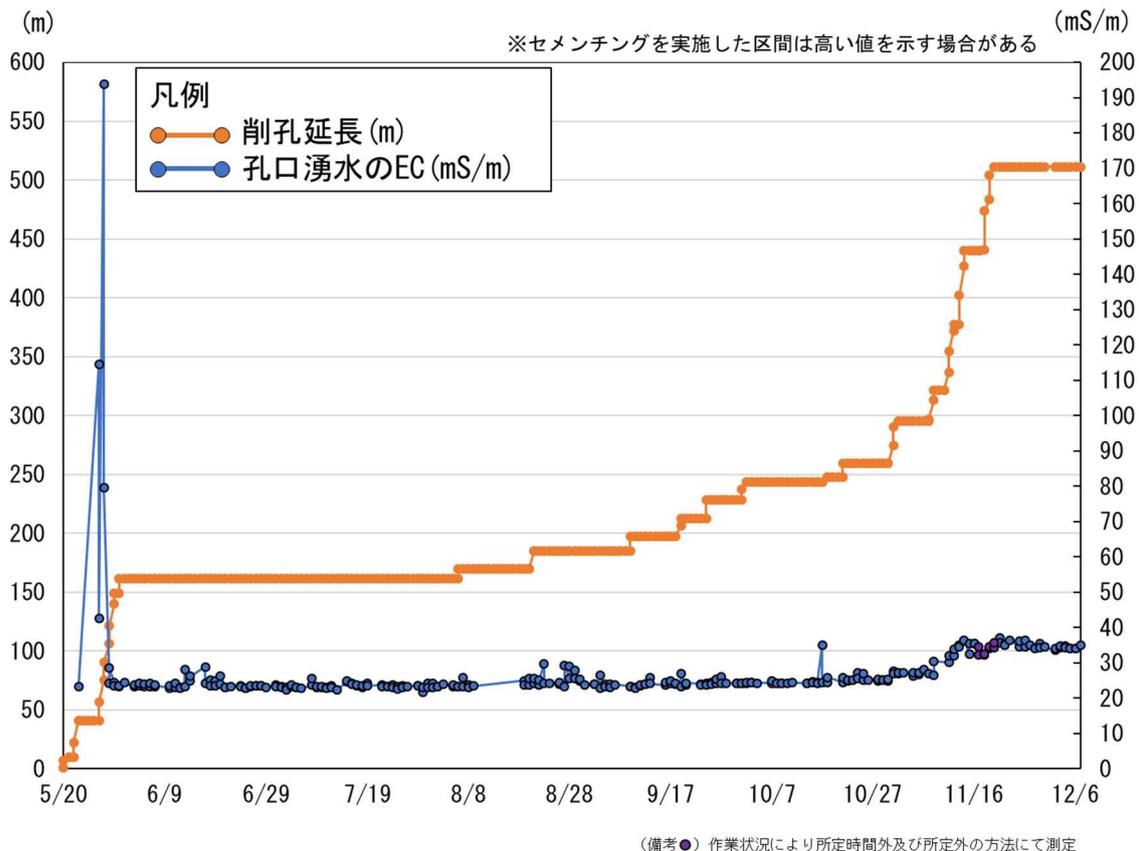


図 11 孔口湧水のEC

3) 湧水圧測定の結果 (速報)

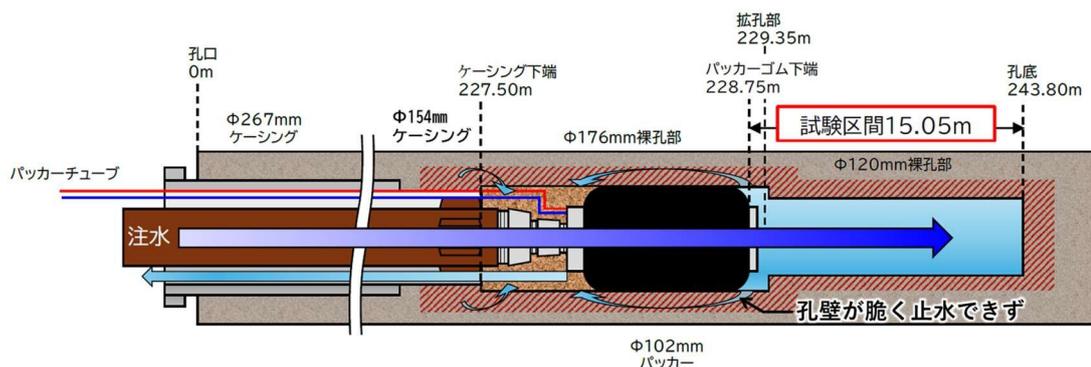
○湧水圧測定の概要

- ・ 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 $400 \text{ MN} \cdot \text{m} / \text{m}^3$ を下回る比較的軟質な地山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ため、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 1 2）。

- 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 1 2）。

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

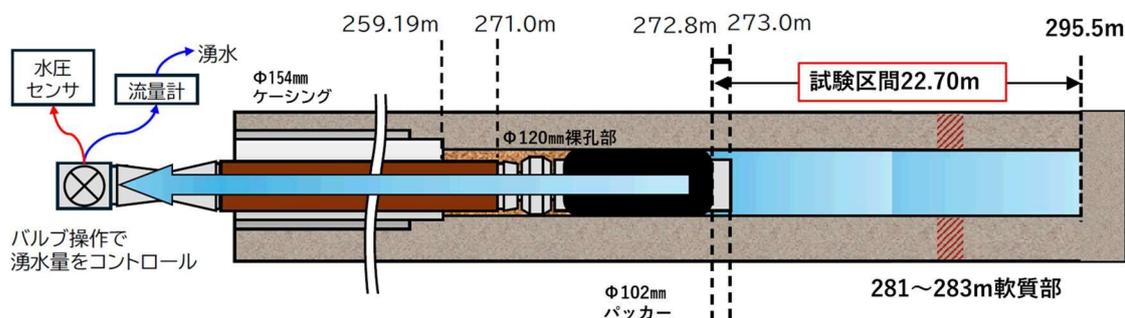


図 1 2 測定概略図

○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 1 5 m）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質部と軟質部を含む地山からなり、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2.3m）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回目と同様に硬質部と軟質部を含む地山（※）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281～283mは、断層の影響により破碎された脆い地山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、さらに考察を進めてまいります。

（2）先進坑の掘削について

1）今後の掘削計画

- ・ 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 13等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ます。

「1 リスク管理に関する基本的考え方(共通②)」

○先進ボーリング、先進坑、本坑掘削の手順

①先進ボーリングの実施

※できる限り早く前方の地質(破碎帯等の位置)や湧水の状況を事前に把握

②コアボーリングの実施

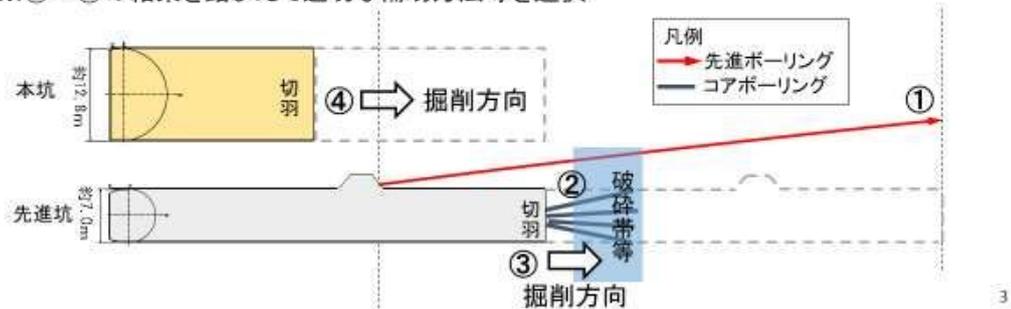
※破碎帯等や湧水量の変化が著しい場所、地質の変化が想定された箇所等で実施し、透水係数などの物性値を把握

③先進坑の掘削

※本坑より小さい断面で掘削し、地質や湧水の状況を詳細に把握

④本坑の掘削

※①～③の結果を踏まえて適切な補助方法等を選択



(令和元年8月20日地質構造・水資源専門部会意見交換会資料)

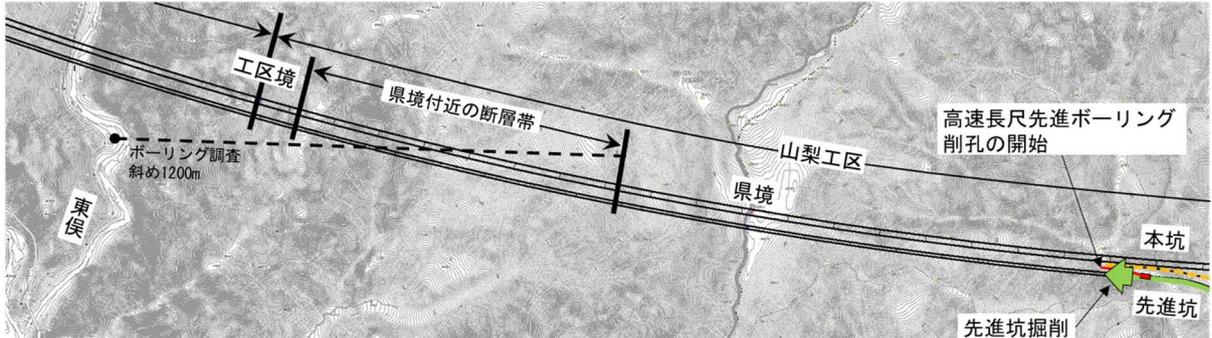
図 1 3 先進坑等の掘削手順

- ・ 12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10m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ます。なお、先進坑の掘削を進めるにあたっては切羽後方の湧水量等を常時計測し、変動や傾向を常に把握したうえで、湧水量等については引き続き、静岡県等に定期的にご報告します。
- ・ その後、県境付近まで掘削を進め、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。停止位置の決定にあたっては、先進坑掘削時の地山・湧水の状況も参考にしますが、具体的には山梨県、静岡県及び専門家等とご相談のうえ、決定します。
- ・ なお、山梨・静岡県境から山梨県側に300m以内の区間の掘削を進めるにあた

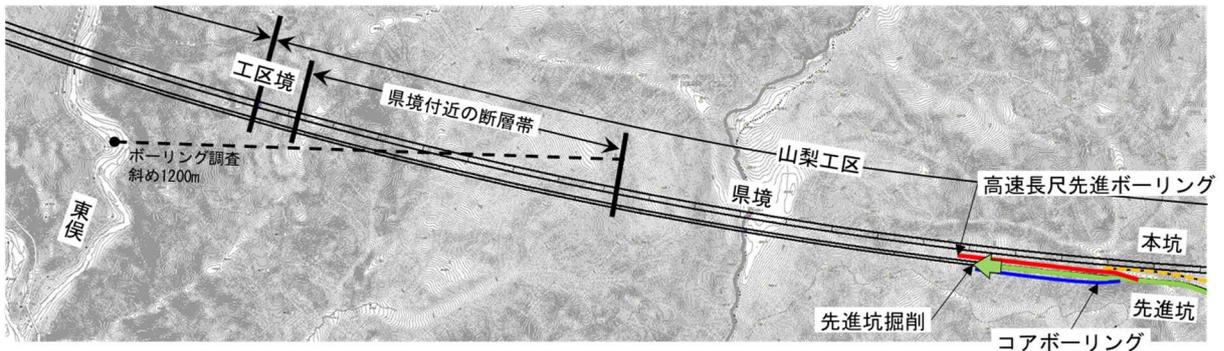
り、これまでに実施した高速長尺先進ボーリングにより把握された地質や湧水量等の状況を踏まえて、当該区間のリスク管理や計測内容・結果の報告等について、先進坑が山梨県側に300mの地点に達するまでに対話を実施し、合意します。

・以上、今後の先進坑掘削等の手順を図14にお示しします。

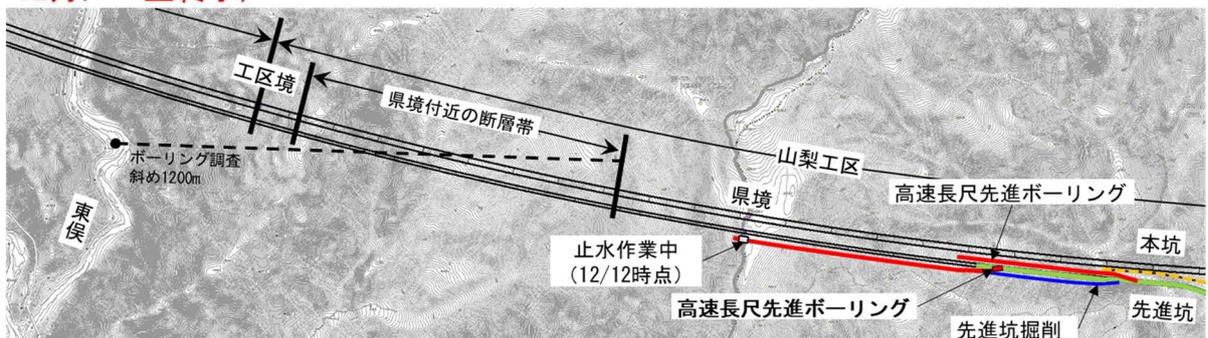
① 高速長尺先進ボーリング調査の開始



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

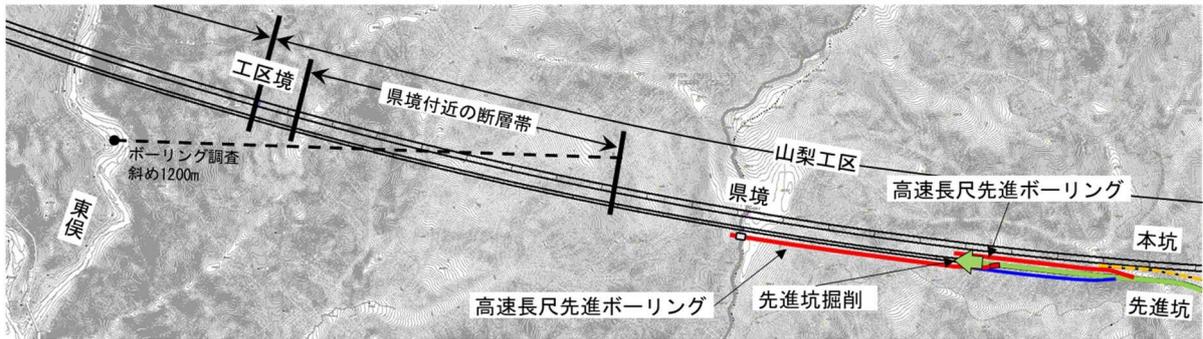


②-2 高速長尺先進ボーリング調査(R6.5より先進坑掘削が進んだ箇所より再開し、12月に一旦終了)

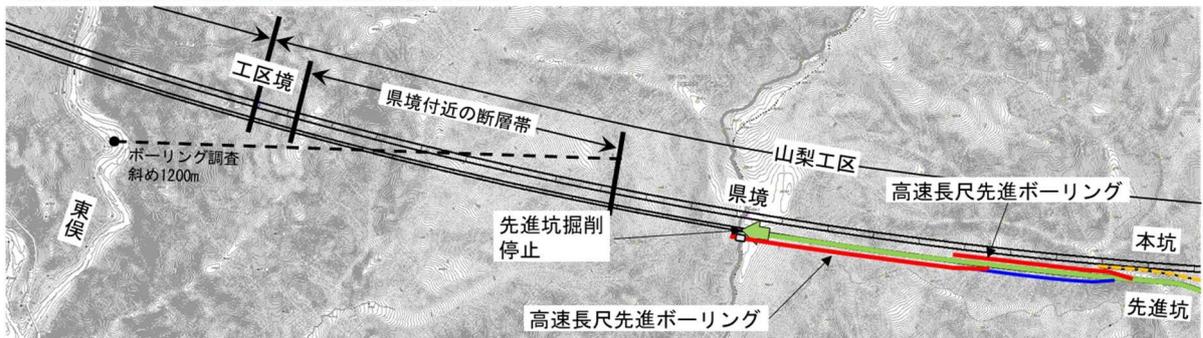


③ 先進坑を掘削(R7.1より)

※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

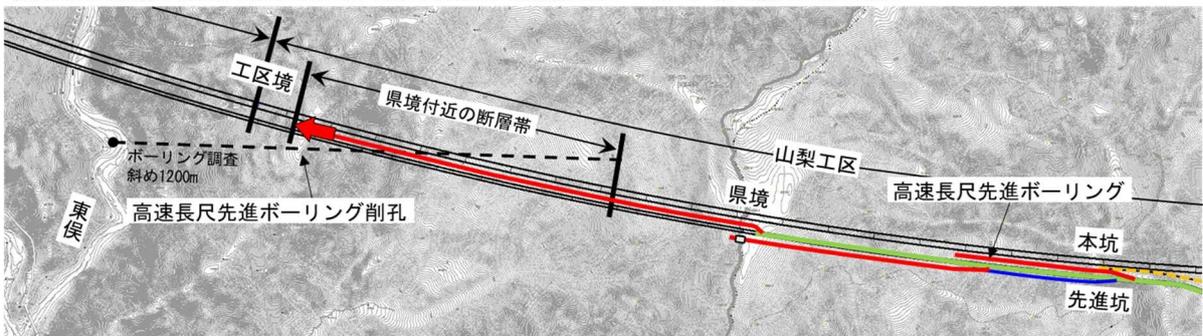


図 1 4 先進坑掘削等の手順（黒字は既に終了、赤字は現在以降の内容）

- ・なお、県境付近まで掘削を進めたのち、県境を越えた静岡県内の高速長尺先進ボーリングを計画しております(図 1 4 ⑤)が、その内容やリスク管理については、別途静岡県と対話を行ってまいります。