資料２

岐阜県環境影響評価審査会（地盤委員会） 2026年度 第1回

≪水平ボーリング調査の実施について≫

1. 水平ボーリングの目的について
   - 地下水位低下に至ったメカニズムの解明
   - 再発防止策の検討にむけたデータ取得
2. 水平ボーリングの調査計画について
   - 工法選定
   - 調査方法及び調査項目
3. 水平ボーリング実施中における体制について
   - 観測体制
   - 水平ボーリング実施時の対応
4. 水平ボーリングの調査結果の活用について
   - 地下水の流れ等のメカニズムの検証
   - 再発防止（生活影響の回避）にむけた検討

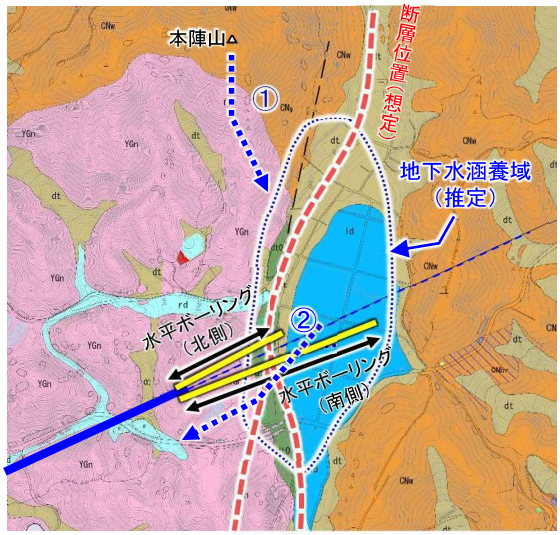
1. 水平ボーリングの目的について

地下水位低下に至ったメカニズムの解明

- これまで推定した断層構造や地下水の流れ等のメカニズムを検証するため、トンネル坑内より水平方向にボーリングを実施する。
- 水平ボーリングによって断層の詳細(位置、幅等)と地下水の状況(ボーリング湧水量や口元湧水圧等)を把握し、検証に必要な情報を取得する。
- ボーリング結果と観測井水位の関連性によって地下水の状態を把握する。

再発防止の検討にむけたデータ取得

- 再発防止（生活影響の回避）にむけた検討のため、水平ボーリングによってトンネル切羽前方の地質を直接確認する必要がある。地中の断層構造は複雑であり、断層が分岐している可能性もあるため、水平ボーリングにより盆地直下まで連続的に地質情報を取得する。
- 水平ボーリングによりコアサンプル（岩石片）を採取するほか、湧水量、ボーリング口元湧水圧、水質状況（水温、pH、EC）等を確認する。これらの情報が取得可能な工法を選択する。



令和7年度　審査会地盤委員会 第1回資料抜粋

【地下水の流れ、渇水に至ったメカニズム（推察）】

① 本陣山に降った雨が斜面から地下へ浸透、大湫盆地内の湖沼性堆積物や濃飛流紋岩中に涵養。

② トンネル掘削により亀裂の多い花崗岩に含まれる地下水を引き込んだことから、断層を通じて盆地内に涵養されていた地下水が流れ込んだ。その結果、盆地内の地下水が低下し、共同水源等で使用されていた井戸の渇水を引き起こした。

2. 水平ボーリングの調査計画について（工法選定）

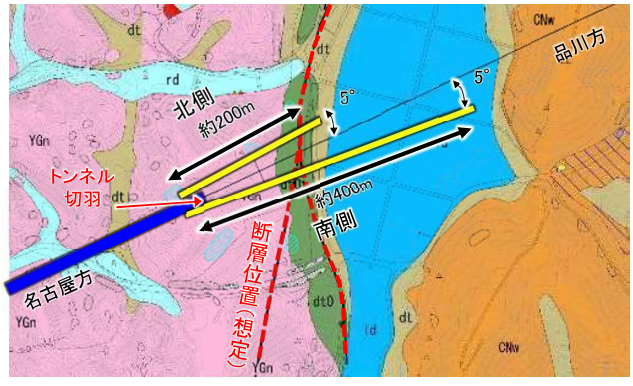
- 水平方向に実施可能な工法を複数検討し、孔壁保持が可能で、かつ最も長く削孔可能（より多くの地質情報が取得可能）なシールドリバース工法が適切であると評価した。

今回調査への適否　○：適切　△：条件付き　×：不適

工法名		シールドリバース工法		PSワイヤライン サンプリング工法		ワイヤーライン工法		普通工法（ロータリー工法）	
施工能力	水平方向の削孔能力	・最長約500m ・約15m／日	○	・最長約150m ・約50m／日	△	・最長約200m ・約15m／日	△	・最長約50m ・約5m／日	△
	掘進中の湧水湧出孔壁保持	・複数の保護管（ケーシング）で防護 ・地山からの湧水が比較的湧出しにくい	○	・保護管（ケーシング）で防護 ・シングルのため破砕箇所で拘束されるリスクがある ・地山からの湧水が比較的湧出しにくい	○	・削孔管が破砕箇所で拘束されるリスクがある ・地山からの湧水が比較的湧出しやすい	×	・削孔管が破砕箇所で拘束されるリスクがある ・地山からの湧水が比較的湧出しやすい	×
調査目的 取得データ	断層位置及び亀裂発達状況の把握	・オールコア採取可 ・硬質地山は棒状コアで採取、破砕箇所は礫状の岩片で採取	○	・オールコア採取可 ・打撃削孔のため亀裂質の岩盤では柱状コアが採取されづらい	△	・オールコア採取可 ・硬質地山は棒状コアで採取、破砕箇所は礫状の岩片で採取	○	・オールコア採取可 ・硬質地山は棒状コアで採取、破砕箇所は礫状の岩片で採取	○
	湧水状況の把握（湧水量、湧水圧の把握）	・口元湧水量を測定 ・口元に水圧計を設置し、湧水圧を測定	○	・口元湧水量を測定 ・口元湧水圧を測定可能だが、保護管が無い（裸孔）ため孔壁崩壊のリスクあり	△	・口元湧水量を測定 ・口元湧水圧を測定可能だが、保護管が無い（裸孔）ため孔壁崩壊のリスクあり	△	・口元湧水量を測定 ・口元に水圧計を設置し、湧水圧を測定	○
評価		○		△		×		×	

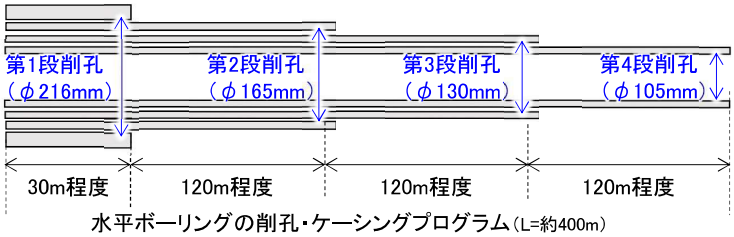
2. 水平ボーリングの調査計画について（調査方法及び調査項目）

- シールドリバース工法の削孔径はトンネル掘削断面積と比較して非常に小さく、保護管（ケーシング）によって過剰な湧水の引き込みを防ぐことができる。また、脆弱箇所を削孔する場合は、保護管が拘束されるケースもあり、計画長を削孔できない場合もあるが、保護管が4段階あるため、柔軟に対応できる。
- 南側で実施する調査は、断層を越えて濃飛流紋岩の地山性状を連続的に把握するために計画長を約400mとし、北側は断層の詳細位置を把握するために約200mとする。
- 調査期間は坑内での準備や南側から北側への段取り替え等を含め、全体で約5ヶ月を見込んでいる。また、ボーリング湧水はトンネル湧水と同様に濁水処理を行い、適切に排水する。



水平ボーリング調査延長





水平ボーリングの削孔・ケーシングプログラム（L=約400m）

2. 水平ボーリングの調査計画について（調査方法及び調査項目）

地質状況の確認（コア採取）

- 掘削全区間でコアを採取し、コアの状態から断層の幅・破砕状況を確認する。

硬質地山のコアサンプルイメージ（棒状）

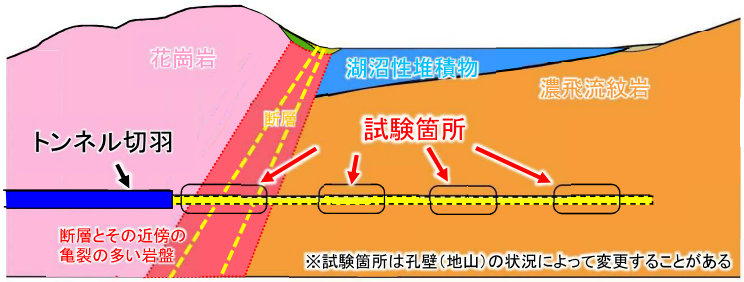


断層帯のコアサンプルイメージ（礫状）



地下水状況の把握

- 口元湧水の量、湧水の水質(水温、pH、EC)及び口元湧水圧を測定する。
- 口元湧水圧は右図の4箇所程度で測定する。濃飛流紋岩部は場所により亀裂の状況が異なる可能性があるため、複数箇所で行う。
- 箇所毎の口元湧水圧を比較することで、地山の帯水状況を推察する。



口元湧水圧測定の実施箇所

2. 水平ボーリングの調査計画について（調査方法及び調査項目）

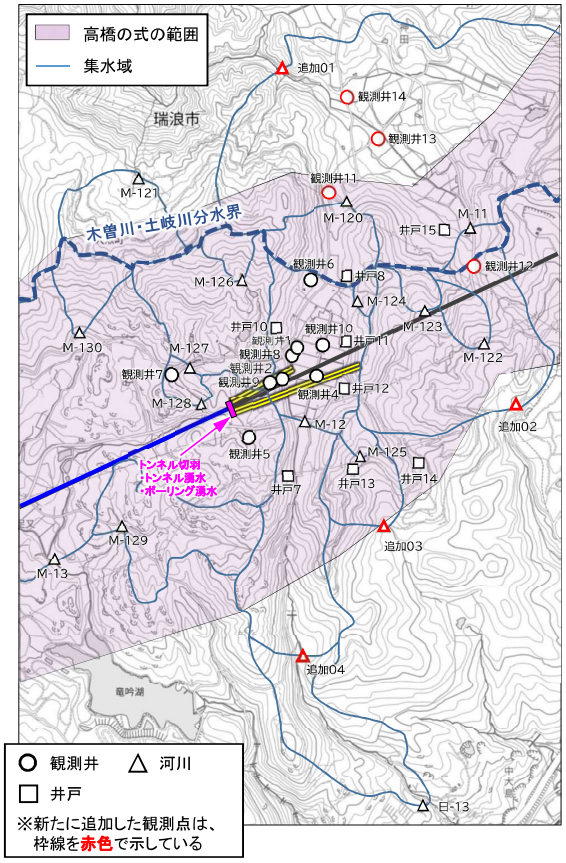
- シールドリバース工法によるボーリングの調査計画については以下のとおり。
- ボーリング調査結果は、地下水の流れ等のメカニズム検証と生活影響の回避にむけた再発防止策の検討に活用する。

調査項目		測定方法	測定頻度	調査結果	活用方法
地質状況の確認	コア観察	コア採取	調査区間全域 ※ 破砕部等、地質の状況によってコア採取が困難な場合がある。	・地質図の更新 ・柱状図 ・亀裂の状況 ・断層構造	・地下水位低下メカニズムの解明 ・今後の対策計画（湧水対策等）への反映 ・生活影響の回避にむけた再発防止策の検討への活用
地下水状況の把握	口元湧水量（削孔中）	容器法	1日1回 ※ 削孔作業の無い昼夜作業の合間に測定	・地下水の状況 ・地下水の性質	
	水質 ・水温（簡易水質） ・pH（簡易水質） ・EC（簡易水質）	現地測定（簡易計測機）	1日1回 ※ 口元湧水量の測定に合わせて実施		
	水質分析（主要溶存イオン）	採水後分析	計4箇所 ※ 湧水圧に合わせて実施		
	湧水圧測定	口元湧水圧測定	計4箇所 ※ 断層付近：1箇所、濃飛流紋岩部：3箇所		

3. 水平ボーリングの実施中の体制について（観測体制）

通常の観測体制より強化

- 影響の拡がりの有無をより正確に把握するため、集水域や分水界を考慮し、高橋の式の範囲外で計測を追加する。
- 観測井の観測を4点（通常9点＋追加4点、計13点）、河川の観測を4点（通常15点＋追加4点、計19点）追加する。
- 河川の観測頻度を1ヶ月毎より1週間毎に増やす。
- 地表面計測は通常時と同様に継続する。



ボーリング実施中の観測体制

観測項目	観測内容	頻度
トンネル湧水	切羽付近の湧水量を計測	1日毎
ボーリング湧水	口元部の湧出量を計測 （昼夜作業の合間）	1日2回 （トンネル湧水に合算）
観測井	自記水位計で水位を計測 【地点追加】	1時間毎
井戸（個人） ※個人井戸のため非公開	手計で水位を計測	1週間毎
河川・湧水	断面法又は容器法で流量を計測　【地点追加】	1週間毎【頻度増】
地表面計測	レベル測量にて地表面高さを計測	1週間毎

3. 水平ボーリングの実施中の体制について（観測体制）

- 観測井については、これまでの地下水変動の傾向に着目し、以下のとおり分類する。（①～③）

① 切羽湧水量と連動して変動する観測井

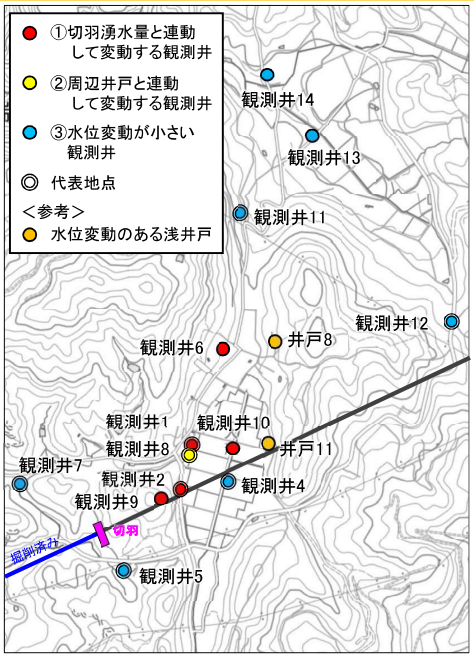
トンネル湧水量と水位増減のタイミングが一致しており、特に観測井1、6、10は類似した傾向を示す。

② 周辺井戸(個人井戸)と連動して変動する観測井

①と比較してトンネル湧水量との連動性は小さく、季節変動の増減が確認される。

③ 水位変動が小さい観測井

トンネル湧水量と地下水位変動の明確な連動は認められず、工事による影響は小さい、または確認されていない。



- 分類に基づき、地下水位低下の把握、個人井戸への影響確認、広域的な影響範囲の確認を段階的に実施できる監視体制とし、代表地点について計測結果を地域の掲示板等でお知らせする。

分類	該当箇所	代表地点
①切羽湧水量と連動して変動する観測井	観測井1、2、6、9、10	観測井1、2
②周辺井戸と連動して変動する観測井	観測井8	観測井8
③水位変動が小さい観測井	観測井4、5、7、11、12、13、14	観測井4、5、7、11、12

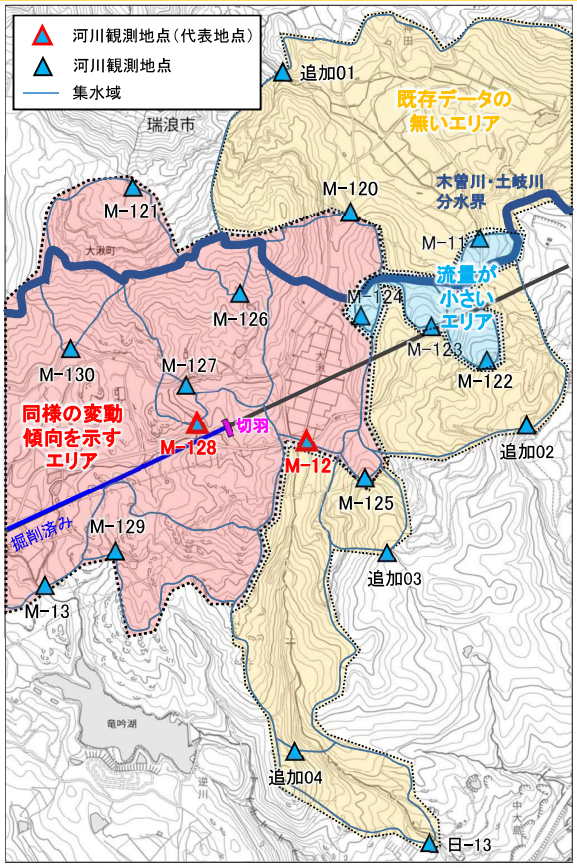
3. 水平ボーリングの実施中の体制について（観測体制）

- 既存河川水量観測地点の過去3年間の観測データを比較した結果、大湫盆地西部の観測地点では概ね同様の変動傾向が確認された。
- 一方、大湫盆地東部の観測地点では流量が小さく、降雨条件による変動の影響を大きく受ける傾向が認められた。
- このため、周辺地点と概ね同様の変動傾向を示し、かつトンネル切羽に近く変動を早期に把握できる地点として、

  ＊ M-12（御湯川上流）　＊ M-128（小牧沢川下流）

  を代表地点とする。（週毎公表）

- なお、河川水量は降雨や季節変動等の影響を受けやすいことから、単一地点の値ではなく、複数地点の観測結果および経時的な変化を踏まえ、影響の有無を確認する。

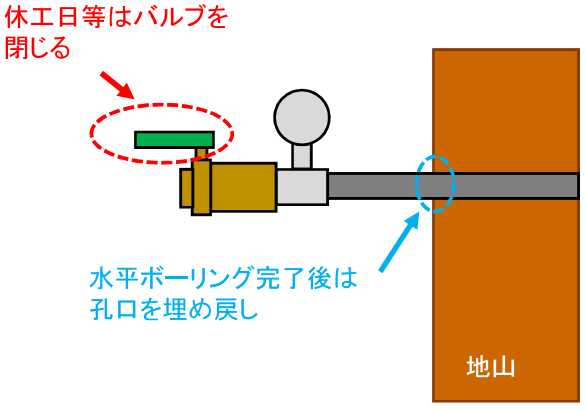


※日-13は既存観測地点であるが、半年に1度の計測であったため、継続的なデータの蓄積が無く、ここでは既存データの無いエリアに区分している

3. 水平ボーリングの実施中の体制について（観測体制）

①　水平ボーリングの湧水対策

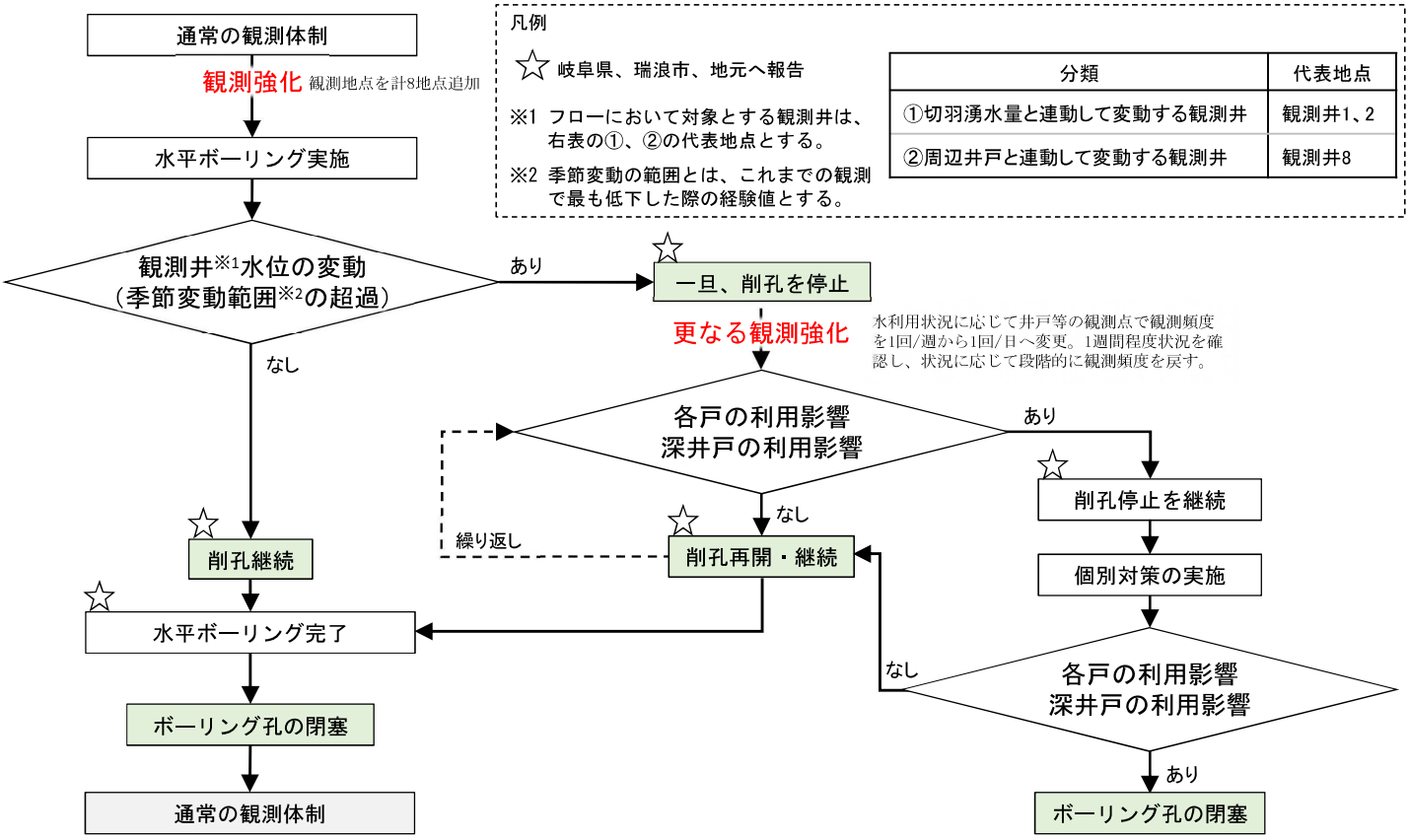
- ボーリング実施中の湧水量が一時的に増加する可能性があるため、孔口にバルブを設置し、休工日等はバルブを閉じることで、ボーリング孔から出てくる水量低減に努める。
- 水平ボーリング実施中は、現在実施している通常の観測体制を強化し、周辺の観測井や井戸の水位、河川の流量等を確認する。
- 水平ボーリング完了後は、ケーシングを残置するとともに、孔口を埋め戻し、坑内への湧水の流入を防止する。



孔口に設置するバルブ（イメージ）

3. 水平ボーリングの実施中の体制について（水平ボーリング実施時の対応）

② 水平ボーリングの実施中の対応フロー



4. 水平ボーリングから得られる情報の活用について

地下水の流れ等のメカニズムの検証

- 水平ボーリング結果(湧水増減等)と観測井の変動から地下水の流れ等のメカニズムを考察する。その上で、これまで原因究明において推定した断層構造や地下水の流れについて妥当性を評価する。

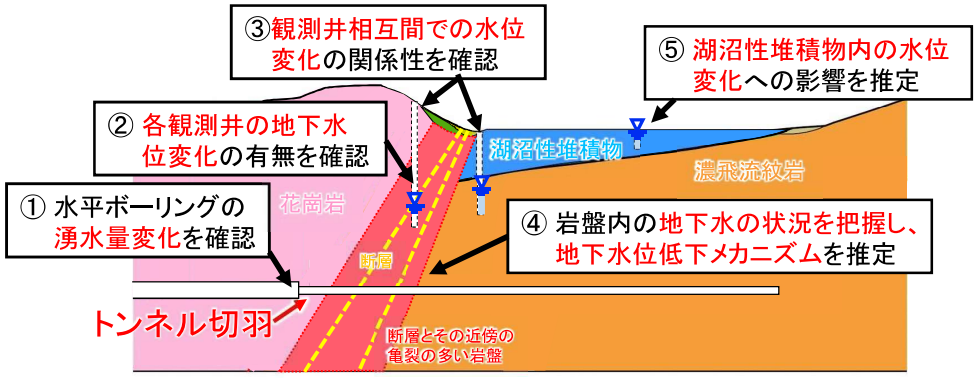
① 水平ボーリングの湧水量の変化を確認

② 各観測井の地下水位につき、①に対する反応・連動の有無、経時的変化の状況を確認（水位標高、微細な変動の有無、変動発生時期や変動量）

③ 観測井相互間での水位変化の関係性を確認

④ 岩盤（断層沿いや花崗岩・濃飛流紋岩）内のおよその地下水の状況を把握し、地下水位低下に至ったメカニズムを推定

⑤ 湖沼性堆積物内の地下水位変化に対する④の影響を推定



4. 水平ボーリングから得られる情報の活用について

再発防止（生活影響の回避）にむけた検討（浸透流解析）

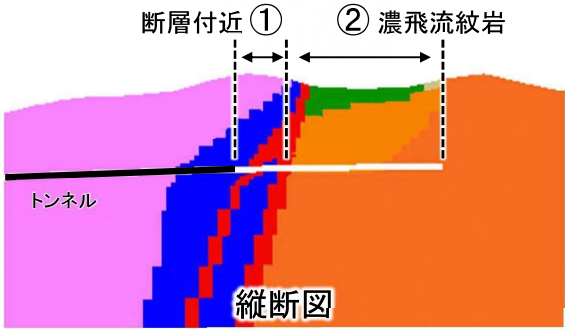
- 浸透流解析を用いて、今後検討する注入計画を踏まえてトンネル掘削した場合の地下水位への影響を予測し、再発防止策の一環として影響範囲等を評価する。なお浸透流解析を行うにあたっては、以下の2点について解析モデルを更新する。

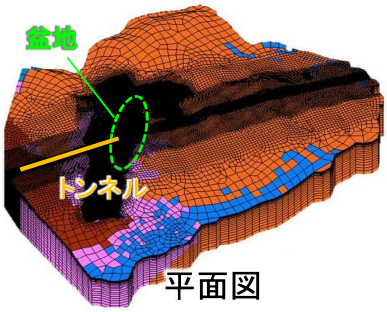
Ⅰ 地質モデルの更新

- 水平ボーリングコアの観察結果と既往の鉛直ボーリング調査や電気探査の結果を照合
- ①断層付近と②濃飛流紋岩部で地質の分布や断層の傾き等を詳しく把握し、地質モデルを更新

Ⅱ 岩盤透水性の更新

- 口元での湧水量及び湧水圧測定結果から、出現した岩盤や地質別の透水係数の妥当性を確認





現時点のモデル（2026.1時点）

解析に使用した透水係数

地質名	透水係数（m/s）
湖沼性堆積物	1.0×10^{-8}
花崗岩	5.0×10^{-9}
濃飛流紋岩	3.0×10^{-8}
濃飛流紋岩（高透水部）	1.0×10^{-6}
断層破砕帯	1.0×10^{-6}
高透水帯	5.0×10^{-7}

4. 水平ボーリングから得られる情報の活用について

再発防止（生活影響の回避）にむけた検討（浸透流解析）

- 水平ボーリング調査で取得した各種のデータを踏まえ、注入工法の適否、注入材料の選定注入の管理方法等、注入計画を策定する。

① 注入範囲の設定

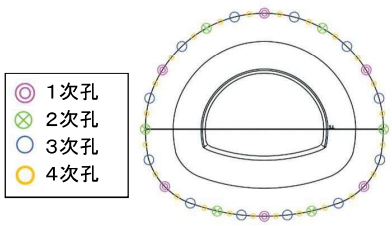
- 水平ボーリングにより把握した断層と周辺の破砕状況等を踏まえ、注入範囲を検討する。また断層より離れた区間（亀裂が少なく透水性が低い区間）の対策要否は、コア観察結果（亀裂や割れ目等）や透水性をもとに設定する。

② 注入材料の選定

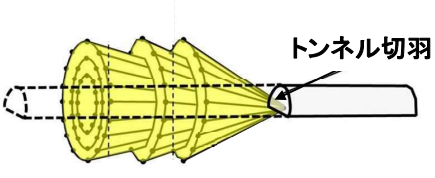
- コア観察結果によって得られる地山性状及び、風化変質、コア形状や硬軟、割れ目の状態により評価する岩級区分（右下表）を参考とし、注入材料の特性や実績等に鑑み、合理的な注入材料を選定する。

③ 注入量の検討

- 水平ボーリングのコア観察結果と湧水圧測定による透水性を踏まえ、地下水の流れやすさに応じ、これまでの注入実績を参考に、区間毎の想定注入量と注入間隔を検討する。



注入断面図



注入範囲イメージ

岩級区分毎の分類

岩級区分	注入有無	材料
B	注入無	－
CH	注入の有無を検討	普通セメント 超微粒子セメント のいずれか
CM	注入有	超微粒子セメント
CL		
D		