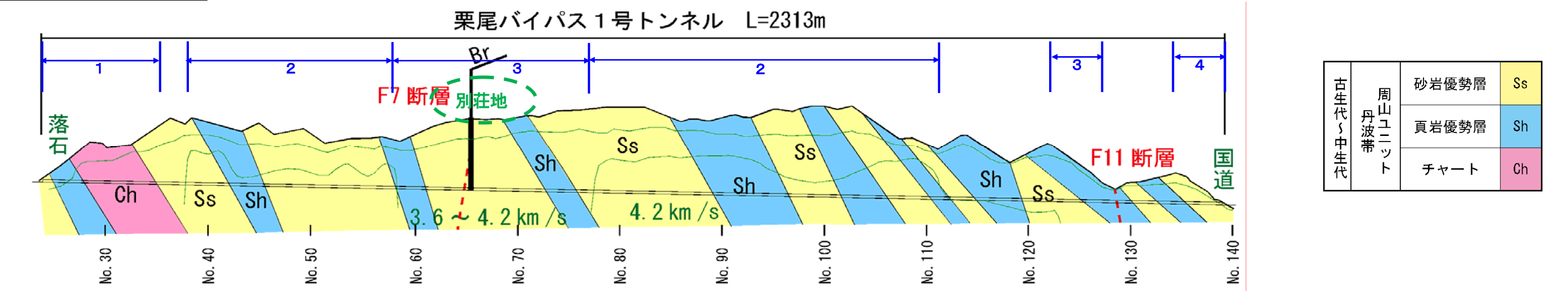


トンネル掘削に伴うリスクの抽出

栗尾バイパス トンネル技術検討委員会の議題として、以降に示す 4 つのテーマを提案する。

1. トンネル部の地質的リスク

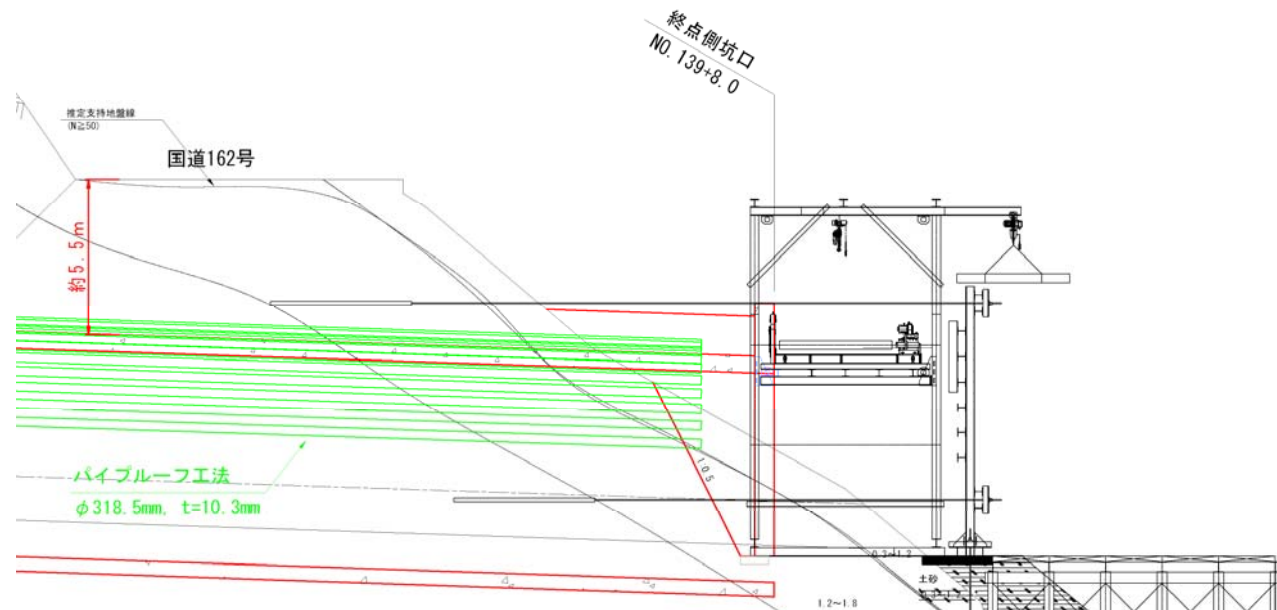
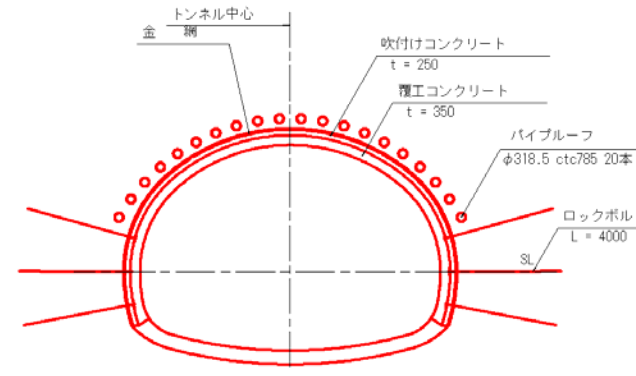


当該トンネルの地質は、丹波群層の砂岩優勢層、頁岩優勢層、チャートの互層から成り、断層破碎帯も 12 箇所想定されている。
以下に区間ごとの地質状況と予想されるリスクおよび現在検討している対策案を記述する。

位 置		予想されるリスク	現在検討している対策案
1	起点側坑口～No.35 付近	①弾性波速度値が遅く、地表地質踏査や既存ボーリングから小規模な断層が多数確認されることから、破碎質な岩盤の分布が予想されるため、施工時には 切羽の崩壊や変位増大による支保変状が発生するリスク が懸念される。	・切羽が安定しない場合の対策工及び変位増大時の 応急対策メニュー を事前に決定しておく。
		②起点部は層理面が切羽に向かって、左肩から右下へ傾斜する方向になっており、この 層理面と直角方向に変形しやすい 。	・偏圧が作用した場合の対策工を事前に決定しておく。 増しロックボルト 、 増し吹付け が有効であるが、増し吹付けについては事前に吹付け代を考慮した断面で施工する必要がある。 ・施工時には天端沈下、内空変位だけでなく 各測点の x z 変位を計測 し偏圧の有無を判断する。
		③起点側坑口背面はチャートが浮石上に露頭しており、 掘削振動による落石のリスク が懸念される。	・現地を確認し、必要であれば補強または撤去を行なう。
2	No.38～No.58 付近 No.77～No.111 付近	④本地山で最も高い弾性波速度（4.2 km/s）を示すが、付加体地質の頁岩類においては掘削時の応力開放に伴い、著しく劣化する場合があるため、 切羽の崩壊や変位増大による支保変状が発生するリスク が懸念される。	①の対策と同じ
3	No.58～No.77 付近 No.123～No.127 付近	⑤弾性波速度値及び比抵抗値線が落込んでおり、地表地質踏査及びボーリング調査により 断層 (F7) (F11) も確認されていることから、地下水を胚胎した亀裂が発達することが予想され、 多量出水を伴う落盤のリスク が懸念される。	・大量出水に対しては、ドリルジャンボによる 調査ボーリングで切羽前方地山強度と湧水調査を実施 する。 ・落盤リスクに対しては、 インバート全断面一括施工 、 短時間で強度発現が大きい吹付コンクリートの使用 、 鏡吹付コンクリートの使用 、 ロックボルト定着材に早強モルタルの使用 を考慮する。
4	終点側坑口付近	⑥終点側坑口は斜面斜交型であり偏圧が作用するため、 過大な変位が発生するリスク が懸念される。	②の対策と同じ
		⑦現国道の路肩沿いに層厚 1.7mの表土および崖錘堆積物が確認されているため、 小規模な表層崩壊のリスク が懸念される。	・7/3 以降に発生した路肩の崩落を踏まえ、次頁に示す 国道沈下リスクに対する対策 を行う。
5	全線	⑧砂岩頁岩互層部は亀裂が多いため、掘削解放力により、 切羽が崩壊するリスク が懸念される。	・切羽が安定しない場合の 対策工メニュー を事前に決定しておく。
		⑨頁岩地山では水削孔による地山の泥濘化により、 ロックボルトの定着力が確保できない 場合が懸念される。	・定着力が確保できない場合は、 ロックボルトを廃止し 、 吹付けコンクリートの増厚 で対応する。 (国交省トンネルで実績あり)

2. 終点側坑口部の国道沈下リスク

終点側坑口部は現国道直下で**土被りが5.5m程度**と薄く、道路交通を通しながらの施工となる。右側に予想されるリスクと現在検討している対策を記述する。



1. 予想されるリスク

- 大雨の影響により、7/3(土)に終点側坑口から約20m離れた地点で、また7/15(木)には坑口から約10m離れた国道162号線の路肩が崩落した。また、終点側坑口の右上部に沢水の排水が存在することから、終点側坑口上部の表土、崖錘部はルーズな状態であることが推定される。
- 現設計は坑口直上のボーリングデータより、表土および崖錘部がルーズな状態であることを想定していない。パイプルーフの剛性で土圧に抵抗する設計であり、鋼管間からの地山の剥落や抜け落ちは想定していない。

以上より、

- ①パイプルーフ自体の掘削で**地山に緩みが生じ、国道が沈下するリスク**が懸念される。
- ②パイプルーフ上部の表土および崖錘部がルーズな状態である場合、パイプルーフ（鋼管φ318.5、断面周方向に611～795mmピッチ）の**鋼管の間から地山の剥落・抜け落ちが生じ、国道が沈下するリスク**が懸念される。

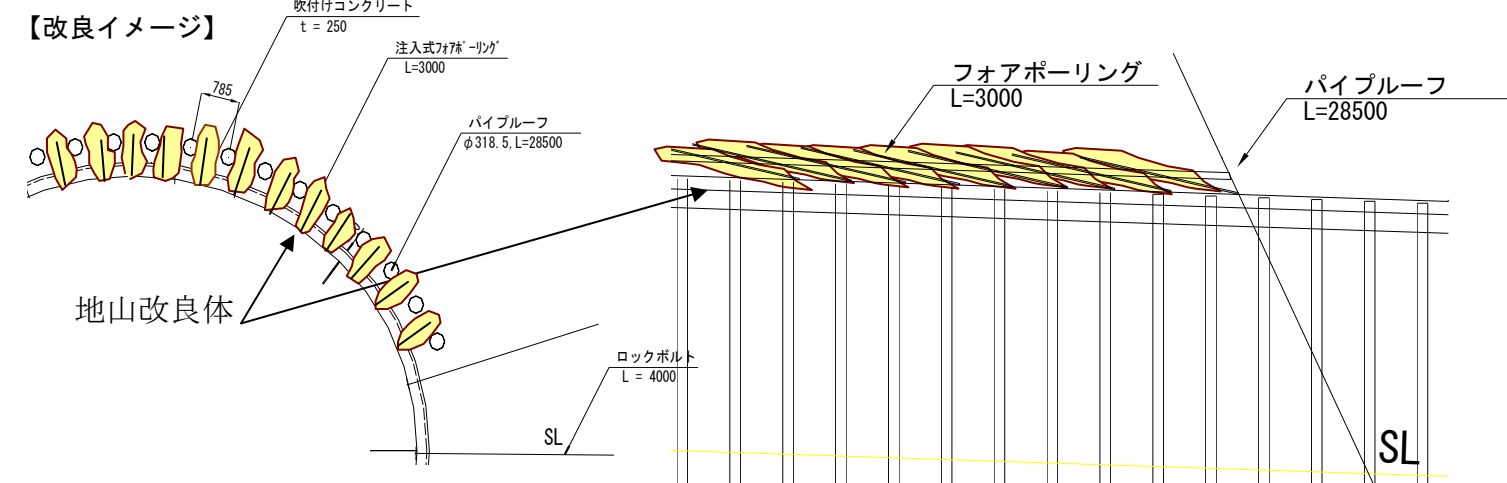
2. 現在検討している対策案

(1) ①の対策

- パイプルーフ打設時の沈下対策を早急に講じる。削孔はハンマー打撃で硬質部を粉砕掘進するため、**鏡面から法肩部にかけて鏡吹付コンクリートを施工**することにより、打撃による口元の緩み拡大を防止する。削孔は**隣接孔の連続施工をしないこと**に加え、**削孔の都度直ちに注入**することで緩み領域の拡大を抑制する。

(2) ②の対策

- パイプルーフ（鋼管φ318.5）の鋼管の間から、地山の剥落・抜け落ちが生じないように、**パイプルーフ鋼管の下部から鋼管の間にかけて注入式フォアポーリングによる地盤改良**を行う。また施工時の衝撃による地山の抜け落ちに備えて、**吹付コンクリートの施工**を待機させる。状況に応じて部分掘削し、連続して部分吹付コンクリートを実施する。



(3) 計測管理

- 国道直下でのトンネル掘削を昼夜で実施するため、国道の沈下の計測は**自動光波測距システムやGPSなどを用いて24時間リアルタイムに計測**する。（現設計は、定点観測、手動観測）また、**管理基準値を設定**し基準値を超過した場合の対策工も事前に決定しておく。
- パイプルーフの応力を計測**し、パイプルーフの健全性を常時確認する。

【計測イメージ】



TS-2&Webカメラ

(4) 掘削方法

- 国道への影響を最小限にするための施工法を検討する。
核残し掘削、鏡吹付コンクリート、水抜きボーリング、脚部補強、仮インパート、インパート全断面施工などの実施を検討する。

3. 別荘地の井戸水渇水のリスク

1. 予想されるリスク

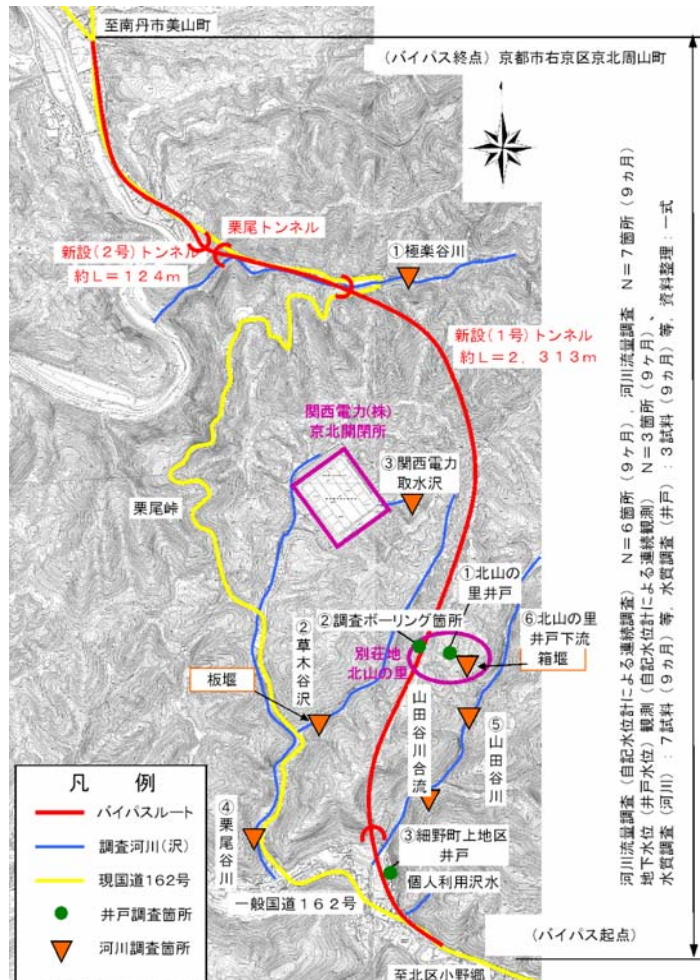
当該トンネルの計画ルートには、別荘地(北山の里)や関西電力(株)の構造物が近接している。

別荘地は生活用水として井戸を利用しており、関西電力(株)京北開閉所は生活用水および飲料水として沢水から取水している。別荘地の井戸および関西電力(株)の沢水は、「水文学的方法による渇水影響範囲」に該当するため、トンネル掘削に伴い、**水位低下および水枯れのリスク**が懸念される。

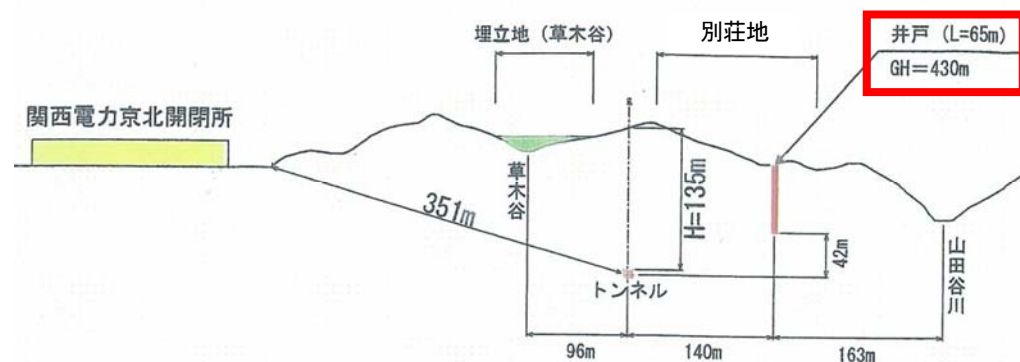
2. 現在検討している対策案

「**準3次元水収支シミュレーション解析**」を実施し、定量的な影響予測・評価を行う。

井戸枯れおよび沢水の水枯れについての**対策メニューを検討**する。(現状では井戸掘削が有力)



別荘地平面図



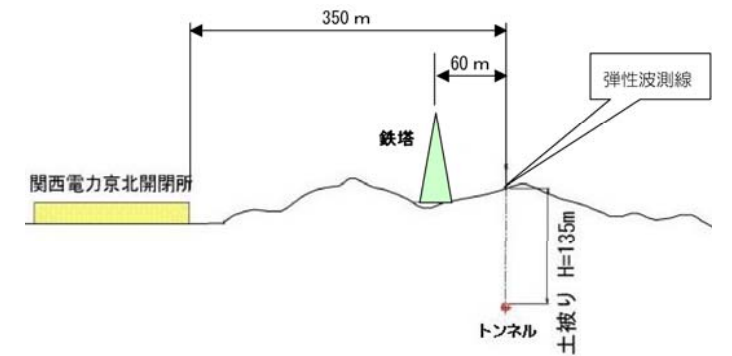
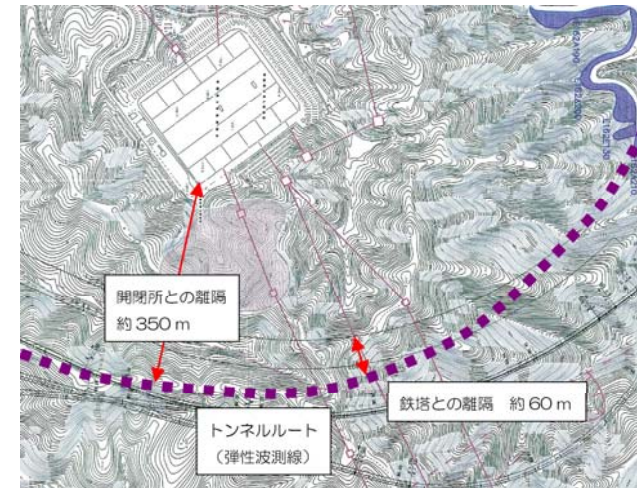
横断図

4. 関西電力構造物への振動リスク

1. 予想されるリスク

当該トンネルの計画ルートには、別荘地(北山の里)や関西電力(株)の構造物が近接している。

関西電力構造物(京北開閉所、鉄塔)は、関西圏、地域住民の生活に直結する電力を供給する重要施設であるため、トンネル施工時の発破による、**関西電力構造物への振動影響リスク**が懸念される。



2. 現在検討している対策案

発破掘削時の「**振動値の計測**」を実施し、重要構造物への影響がないことを確認しながら施工を進める。必要に応じて、掘削方法を検討する。

＜振動値の計測フロー＞

