

【CO59】

海岸急峻地での新道路トンネル計画における地質リスク評価と地質調査事例

株式会社村尾技建 ○池田裕香 江村剛 波形治 長谷川和弘 草野互

1. はじめに

本事例は、海岸部に面した急峻地における新たな道路トンネル計画のための地質調査である。当該道路は主幹線道路である一方で、地形条件の厳しさにより道路線形が悪く土砂災害の危険があるため、抜本的な路線変更が計画されている。このため、地質リスク保有箇所を予察的に抽出し、効果的な調査を行うことが課題であった。課題を踏まえ、赤色立体地図を用いた地形分析を行い、地質リスク保有箇所を抽出・整理し、調査を実施した。

2. 事業目的

対象とする事業は、海岸部に面した急峻地における新たな道路トンネル計画（別線整備）である。

当該道路は高速道路と並走する国道であり、緊急時や物流面で多用される主幹線道路である。一方で、災害危険箇所が存在し、連続雨量による事前通行規制区間が設定されている。このため、通行規制に伴う集落の孤立や交通の滞りなどの問題を抱えている。また、塩害や波浪による構造物の老朽化が進んでおり、補修工事に伴う通行規制も非常に多い。

道路トンネル計画は、これらの防災上の問題や構造物の老朽化といった課題を解消することを目的としており、本事例ではトンネル坑口付近の地質調査を実施した。

トンネルは路線が決定された後では、大幅な変更が難しい。坑口付近の調査結果は施工や維持管理に関連し、トンネル計画段階の調査として重要となる。

3. 調査地域の特徴

(1) 地形

調査地域は、全体として急峻な山地が海にそのまま接して海岸線をなす（図-1）。本事例の対象である4号トンネル新潟側坑口部の既存道路付近には、急斜面と緩斜面および平坦地の地形的な変化が確認される。緩斜面の

東側では河川が直線的に流下する。

調査地付近は、既設道路の他に高速道路や新幹線・在来線が通り、他機関のトンネル構造物が数多く存在する。

(2) 地質

調査地に分布する地質は、白亜紀～古第三紀に形成された火山岩および火砕岩である。同地域の工事記録からは、安山岩およびデイサイトに断層粘土を伴う破砕帯が複数存在することが判明している。このため、地質に由来する災害が非常に多い。

4. 課題

業務に先立ち現地踏査を実施し、地質調査を行う上での課題を整理した。結果を表-1に示す。

表-1_課題、調査項目、リスクを整理した表

目的	トンネル坑口のリスク要因となりうる地質の把握	
課題	緩い崖錐堆積物の層厚と分布の把握	崖錐堆積物や基岩の性状工学的性質の把握
調査項目	ボーリング調査 弾性波探査	原位置試験・検層 岩石試験
リスク	偏土圧の発生 地耐力不足	近接構造物(高速道路・鉄道等)への影響

表1を踏まえ、本事例の重点事項を以下に述べる。

(1) 坑口周辺の地山条件について

坑口付近には、厚い未固結堆積物とその下位に基岩が分布する。未固結地山の場合、地質リスクとして湧水に伴う地山の流出や切羽の崩壊等が想定される。

このため、緩斜面を形成する未固結堆積物の分布状況、地下水状況の把握が必要となる。

(2) 既設道路への影響について

計画道路と既設道路の位置関係から、トンネル掘削は既設道路に近接して工事することになる。設計段階で近接工の影響を検討する必要がある。このため、影響判断のための工学的性質の把握が必要となる。

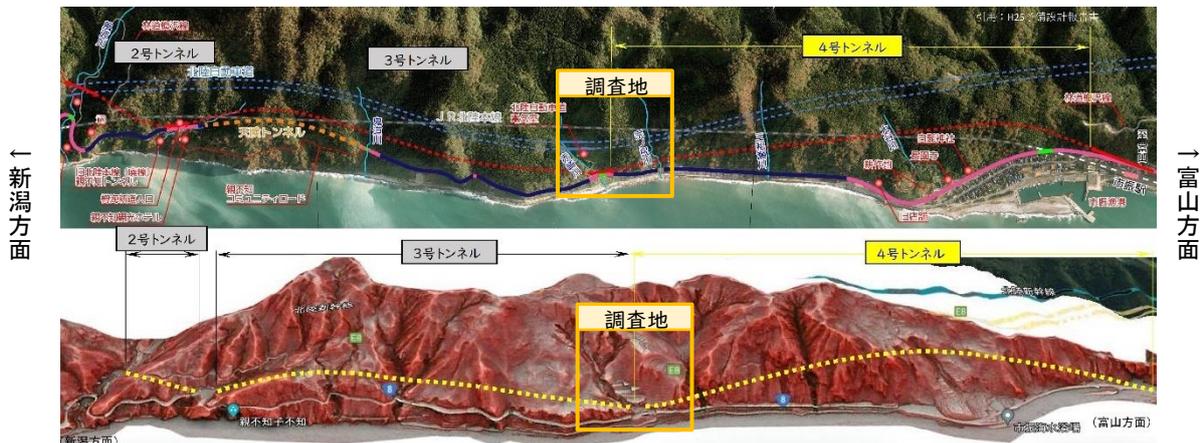


図-1 新たな道路トンネル位置図（上図：航空写真 下図：赤色立体地図（鳥観図））¹⁾

5. 調査方法の提案と結果

崖錐堆積物の分布状況、基岩の性質および工学的性質を把握するために、複数の手法を用いて総合的な評価を行った。手法を以下に示す。

(1) 赤色立体地図による微地形判読

計画：堆積物の平面的な分布状況を推定するため、赤色立体地図を用いた地形判読を提案し以下の結果を得た。

結果：トンネル坑口付近の緩斜面は、沢の流水による浸食をあまり受けていない。付近の河川も出口が狭く直線的であり、河川による浸食の影響も少ないと考えられる。このため、河川左岸側は堆積物が厚く残存していると考えられる(図-2)。

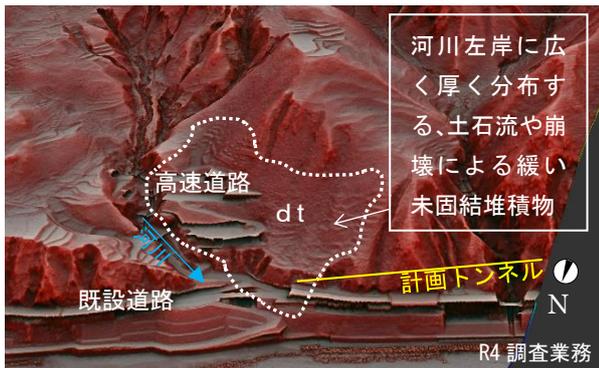
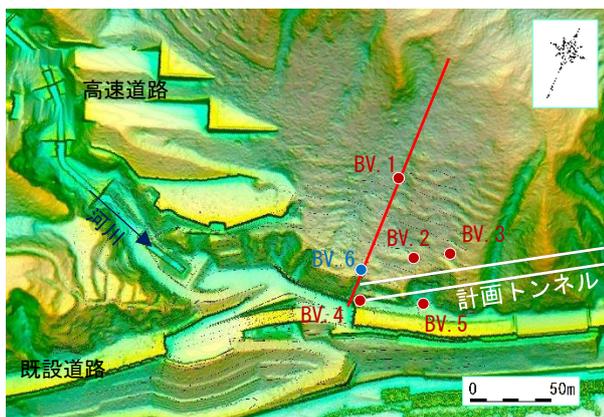


図-2 赤色立体地図 (鳥観図) 1)

地形判読結果は、弾性波探査やボーリング調査の位置選定の基礎資料とした。調査地点として、崖錐堆積物の分布が3次的に評価できる位置、かつ既設道路に対する影響評価に用いる地質工学的情報を得られる位置を選定した(図-3)。



● : ボーリング調査(本調査) ● : ボーリング調査(既存)
— : 弾性波探査

図-3 調査位置図

(2) 弾性波探査

計画：地形判読結果から未固結堆積物が厚く堆積する箇所を推定し、弾性波探査を提案した。弾性波探査では地震波の伝播速度の違いから深度方向に対する面的な地山の強度評価を行う。

結果：弾性波探査結果より、トンネル上部の斜面には、表層から最大で深度 17m 付近まで一般的に沖積層・洪積

層とされる速度値 1.5km/sec 以下の土質が分布し、深度 24m 付近まで速度値 2.0km/sec 以下の土石流堆積物などの砂礫層や亀裂の卓越した基岩等が分布する(図-4)。

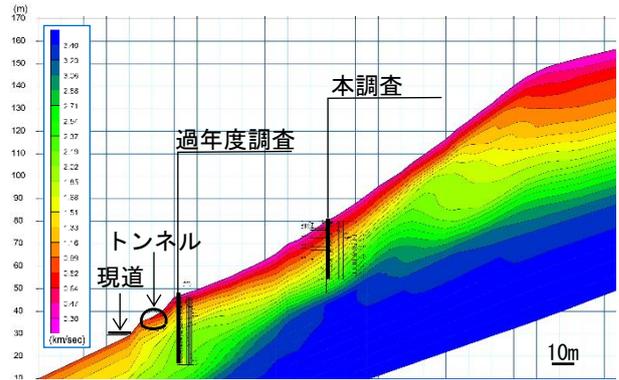


図-4 弾性波探査結果

(3) ボーリング調査

計画：坑口付近における未固結堆積物の分布状況および近接工の影響評価のため、ボーリング調査を提案した。

また、弾性波探査結果と、岩質や地下水の有無などの地質条件をあわせて地山の総合的な評価とするため、未固結堆積物が最も厚く堆積すると想定される地点(BV.1)でボーリング調査を計画した。

結果：トンネル坑口から山側に向かうにつれて未固結堆積物の分布深度が徐々に浅くなるのがわかった。BV.4-BV.6、BV.2-BV.5 断面上においてトンネルは岩塊や玉石が混じる未固結堆積物の中を通る一方、BV.3 付近ではN値 300 程度以上の基岩を通ることが判明した。

トンネルが未固結堆積物中を通る箇所では原位置試験を実施し、基岩中を通る箇所では岩石試験を実施した。

(4) 調査結果の総括

業務に先立ち、机上での空間情報を利用した地形判読や現地踏査により全体を俯瞰し、現地作業、室内試験へと細部へ詰めることで調査の精度向上がはかれた。坑口付近では当初の予想通り、緩い未固結堆積物が分布する。近接工の影響評価として、今後の設計業務において FEM 解析とそれを踏まえた坑門設計を提案した。

6. まとめ

本事例は、災害リスクが高く他機関の既設構造物が多く見られる区間において、新たに計画されている道路トンネルのための地質調査を実施したものである。微地形判読、物理探査、ボーリング調査、原位置試験、岩石試験など、さまざまな手段の調査方法を組み合わせることで、高精細な地盤情報を取得できた。

隣接する地域でも同様の道路トンネル計画が進められている。今後も空間情報の利用や物理探査、岩石試験等、総合的な手法として活用できるよう業務に取り組みたい。

<引用・参考文献>

1) 令和4年度糸魚川地区地質調査その2業務 報告書