

現地レポート

長野国道事務所における地質リスクマネジメントへの取組（試行）

嶋原謙二・小野寺純一

1. はじめに

日本の地形や地質は、世界の中でも複雑かつ脆弱な性質を有しており、台風や局地的集中豪雨による自然災害が発生し、多くの被害をもたらしている。こうした環境下での社会基盤整備では、地質に起因する多くの不確実な要素（以下「リスク」という。）が存在し、このリスクは建設から維持管理に至るまでのコストに大きな影響を与える。このため適切な段階で地質リスクを抽出・検討することが重要である。

今回は、長野国道事務所管内の下諏訪岡谷バイパス（1工区）における地質リスクマネジメント（試行）の取組を紹介する。

2. 背景

長野国道事務所では現在下諏訪岡谷バイパス（1工区）事業を進めている（図-1）。

事業地である長野県諏訪地域は、我が国の主要な地溝帯の一つであるフォッサマグナの西縁にあたる糸魚川静岡構造線上に位置しているといわれ地質上複雑である（図-2）。

また周辺の湖北トンネル（国道142号線バイパス）及び塩嶺トンネル（JR中央線）建設時には大湧水や崩落のため工事が難航した記録が残っている。

今回事業を進めている下諏訪岡谷バイパスの計画区間においてもトンネル等の計画があり同様の懸念がある。

このため本バイパスの調査設計にあたり地質上の観点から、事業箇所全体で地質調査請負者、詳細設計請負者、地元下諏訪町役場職員及び地元町会役員とともに合同現地踏査及びリスクの抽出を行ったところ、計画されているトンネル坑口部について、既往成果により相反する説明があったり明確な根拠が示されていないと、リスクが明確になっていないことが判明した。

そのため今後の工事実施段階において、地質上のリスクにより、工事費の増大や防災対策等への追加投資を招く可能性が高いと判断した。

このリスクを回避するため、下諏訪岡谷バイパス（1工区）調査・設計時において地質リスクマネジメントを試行した。



図-1 下諏訪岡谷バイパス(1工区)位置図

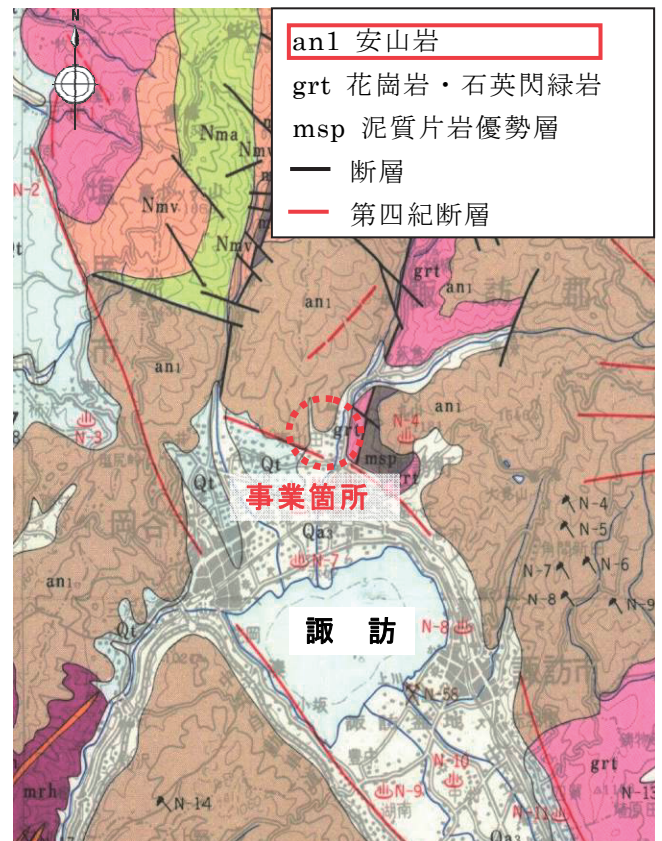


図-2 周辺の地質分布図（中部地方土木地質図）

3. 下諏訪岡谷バイパス（1工区）の概要

下諏訪岡谷バイパス（1工区）は、長野県諏訪郡下諏訪町東町を起点とし、長野県岡谷市長地鎮を終点とする延長1.7kmのバイパスである。本バイパスの起点側には砥川を渡河する約200mの長大橋が、終点側には約500mのトンネルが計画されている（図-3）。

また本バイパス建設予定箇所は地質的には前期更新世火山岩の塩嶺累層、石英閃緑岩、泥質片岩等多様な地質が分布しているが、特に塩嶺累層が広く分布している。塩嶺累層はしばしば著しい変質と脆弱化が認められるケースがあり、道路施設建設時に湧水や落盤等による建設費の増加や工期延長のリスクが存在する可能性がある。

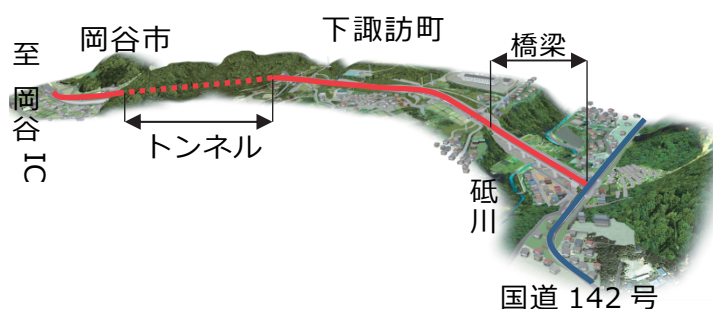


図-3 下諏訪岡谷バイパス(1工区)イメージ

4. 地質調査における現状と課題

道路事業においては通常、概略設計時に広範な地質調査を実施し地質面からの検討がなされ総合的な判断の結果、適切なルートが選定される。しかしその後道路の詳細設計が実施される際には、設計に必要な土質定数の設定を行うために施設の基礎においてジャストボーリングを実施するが、その際特別な問題が見つからない場合、概略設計時になされた広範な地質の検討に遡って詳細に再検討されない場合がある。

特に地質リスクが隠れている場合、工事実施段階になって初めてリスクが明らかになり、その後の対応のため、工事が遅れたり、施工に多額の費用を要する可能性がある。

また逆に表面的な事象から実際には必要の無い過大な安全対策を行い、不必要な投資を行ってしまう可能性もある。

こうしたリスクを回避するために「構想・計画

段階」「調査・設計段階」「施工段階」「供用段階」の各段階において地質リスクという観点からリスクの抽出と検討が重要である。

5. 解決へのプロセス

この観点で、下諏訪岡谷バイパス(1工区)の「調査・設計段階」における地質マネジメントを実施したところ、いくつかの箇所において、再検討を行う必要があると判断した。以下にその1つの事例を紹介する。

今回計画されているトンネル下諏訪町側坑口において、トンネル掘削を予定している地山に関し過年度の地質調査資料の再確認を行った。

その結果、平成25年度実施の地質調査業務では、トンネル下諏訪町側坑口の地下水位が高くかつ表層約10mにすべり面が存在しトンネル施工時に坑口が崩れる可能性があるため対策が必要であると指摘されていた。

しかし、以前の複数の地質調査報告書では、トンネル坑口部の地下水位が比較的低くかつすべり面は存在しないという相反する記述があった。またすべり面と評価している箇所の地歴を追ってみると、耕作のため人工的に開発されてきた地形であり、戦後の米軍による航空写真では現在と変化はなく、長期間安定しているという事実もあった。

同一箇所の調査検討で結果に相違がでる理由として以下の原因が考えられる。

- ① 当該事業では、調査設計が何年にもおよびかつとりまとめ方が統一されていなかったため、リスクを踏まえた引き継ぎが適正に行われていない。
- ② ボーリングの目的が、トンネル設計に必要な地山等級の設定に主眼が置かれている。そのためその都度実施したボーリングデータを過年度の地質調査データに追加しているだけのケースが多く、地山全体の地質リスクの観点からの調査検討がなされることはまれである。

一方でトンネル設計においては、既往調査成果を基に設計を実施するため、設計時に地質上隠れたリスクを新たに発見するのは、とても困難である。

このため、地質上の隠れたリスクについては、

詳細設計前の地質調査において地質リスク調査検討を実施し、地質リスクの抽出、特定及び対策方針を立案し、その後トンネル詳細設計において上記成果を反映していくことが重要である。

6. 今回の試行と成果

トンネル下諏訪町側坑口について一般に図-4地質リスクマネジメント実施フロー図の流れに沿って地質リスクマネジメントを実施した。

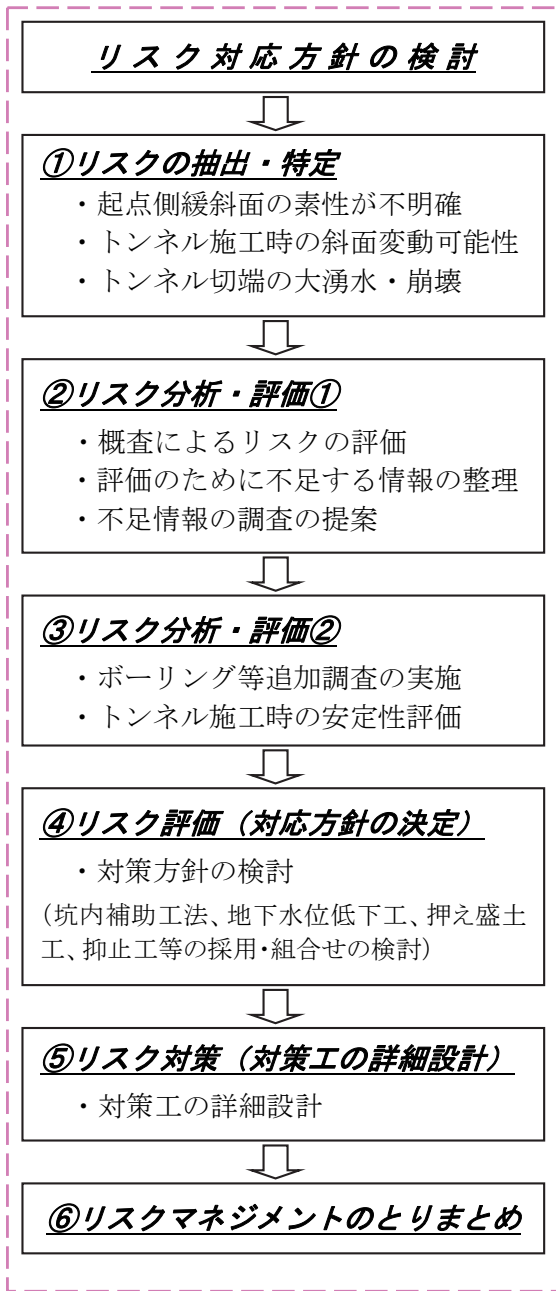


図-4 地質リスクマネジメント実施フロー図

実施フロー図の各段階において、下記のとおり検討を行った。

①リスクの抽出・特定

- ・ 起点側緩斜面の素性が不明確
- ・ トンネル施工時の斜面変動可能性
- ・ トンネル切端の大湧水・崩壊

②リスク分析・評価①

- ・ 概査によるリスクの評価
- ・ 評価のために不足する情報の整理
- ・ 不足情報の調査の提案

③リスク分析・評価②

- ・ ボーリング等追加調査の実施
- ・ トンネル施工時の安定性評価

④リスク評価（対応方針の決定）

- ・ 対策方針の検討
(坑内補助工法、地下水位低下工、押え盛土工、抑止工等の採用・組合せの検討)

⑤リスク対策（対策工の詳細設計）

- ・ 対策工の詳細設計

⑥リスクマネジメントのとりまとめ

既存地質調査結果吟味
空中写真判読

②リスク分析・評価①

空中写真経年変化判読
既存コアの詳細観察
地表地質踏査
安定性の概略検討
不足情報の調査の提案

③リスク分析・評価②

ボーリング及び地下水流道調査
地質断面図の作成
トンネル施工時の安定性評価

④リスク評価（対応方針の決定）

対策方針の検討
発注者・地質調査請負者・トンネル設計請負者の3者による打合せ

⑤リスク対策（対策工の詳細設計）

トンネル設計請負者による詳細設計

⑥リスクマネジメントのとりまとめ

7. 結果と成果

今回の地質リスク検討により、過年度に地すべり地形と評価されていた箇所は、谷沿いに流出してきた古い土砂堆積地形であり、末端が浸食されて段丘化した現在も不安定化しておらず、比較的安定した崖錐堆積物であると結論づけた。

その結果、もし地すべり地形として対策計画を進めていた場合、現況安全率 $F_s = 1.05$ (崩積土地すべり) を設定することになり、結果としてトンネル掘削による緩み領域の発生により安全率が大きく低下するため、膨大な安定対策 (例、垂直縫地ボルト設置等) が必要となる (図-5)。

しかし崖錐堆積物として対策を行うことにより、土質試験結果等から、現況安全率は $F_s = 1.708$ と評価され、対策工としては押え盛土工により斜面安定対策を行えることが判明し、対策工のコストを縮減できることになった (図-6)。

更にトンネル坑口部の土地利用形態は植林地と荒地のため、費用対効果を勘案し、トンネル直上部の小変形は許容するようになった。

これらの対応により、施工コストの低減を図ると共に工事実施時の不確実な要素によるコスト増加や工期延期の可能性を取り除き、確実に工事への引き継ぎができるようになった。

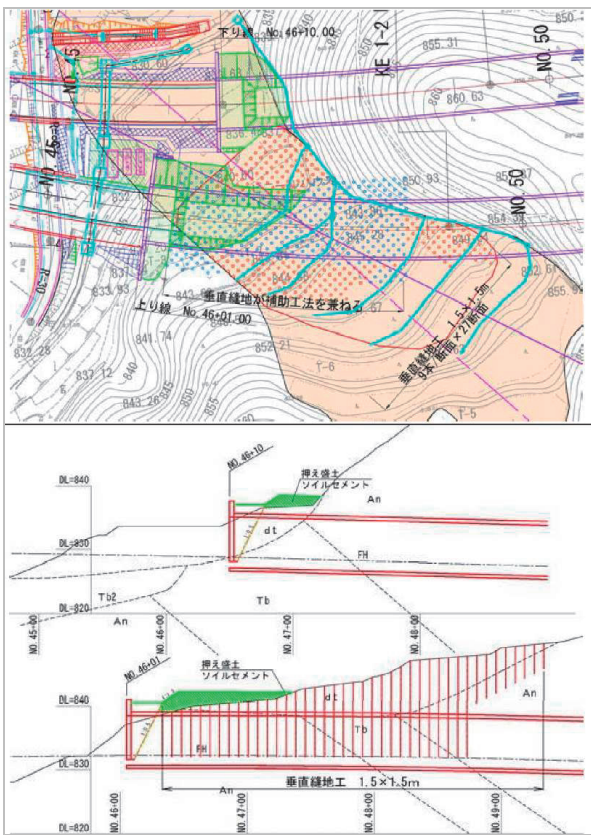


図-5 地すべり地形としての対応例

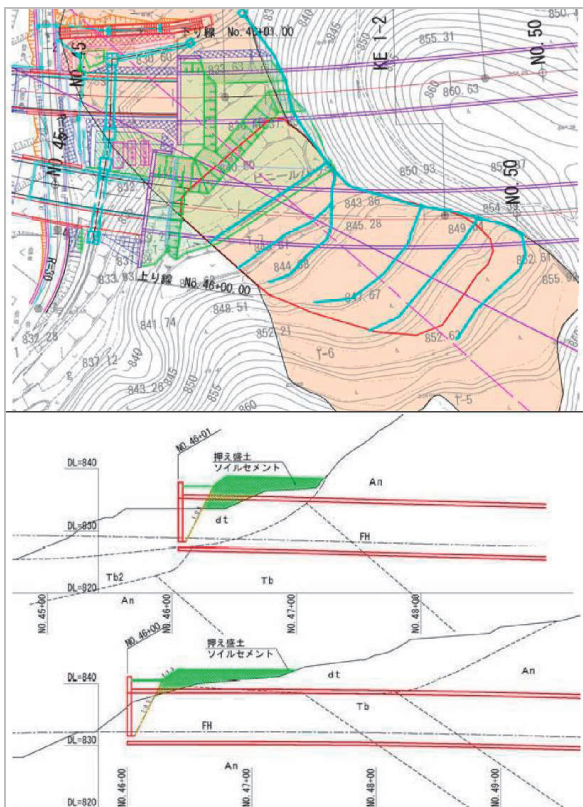


図-6 崖錐としての対応例

8. 考察と今後

今回下諏訪岡谷バイパスにおいては、「平成26

年度建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドラインの一部見直しに向けた試行の運用」の中ではじめて「地質リスク調査検討」及び「地質調査計画策定」がプロポーザル業務に位置づけられたため、担当者が関係する研修を受け地質リスクマネジメントに関する知識を持つことができたことから、今回の取組に至った経緯がある。

しかし地質に対する担当者の習熟度が異なっても同様の結果を得るため、どんな場合に地質リスクマネジメントを実施するか事前に決めておくことが重要である。

従って各事業を実施する際、下記を行うことを提案する。

- (1) 地質的な特殊部の存在がわかっている場合
地質リスクマネジメントを実施する。
- (2) 地質的な特殊部の存在がわからない場合

地質調査業務発注時に、既存の地質調査成果を閲覧資料とし、特記仕様書に「地質リスク調査の要不要を判断する」と記載する。或いは地質調査業務発注後、地質技術者と地質リスクについて打合せを行い、「地質リスク調査の要不要を判断する」との指示を行う。

また、この取組を有効にするためには、検討内容を同一フォーマットにとりまとめ、地質情報の適切な引継ぎを行っていくことも重要である。

今後は下諏訪岡谷バイパス（1工区）全体としての効果を検証していく予定である。

謝 辞

本取り組みにあたって、国際航業（株） 藤原氏、梅本氏、篠田氏、堀中氏にご尽力いただきました。ここに謝意を表します。

嶋原 謙二



国土交通省関東地方整備局
長野国道事務所調査課
専門員
Kenji SHIMAHARA

小野寺 純一



国土交通省関東地方整備局
長野国道事務所 調査課長
Junichi ONODERA