

水窪佐久間道路における地質リスク検討

国土交通省中部地方整備局浜松河川国道事務所 正会員 田中 里佳 非会員 廣野 英二
 非会員 清水 秀哲 非会員 〇河田 祐奈
 サンコーコンサルタント株式会社 正会員 赤嶺 辰之介 非会員 伏木 治

1. はじめに

近年、道路事業の施工や維持管理の段階で生じるトラブルの多くが地形・地質に起因しており、これらが事業費や工事期間の大幅な増大など、事業推進に大きな影響を与えている。三遠南信自動車道水窪佐久間道路は、中央構造線に近接することから、破碎帯をはじめとした脆弱な地質への対応が事業推進の大きな課題となっている。この課題に対し、事業の早期段階から地質リスクを抽出し、継続してマネジメントすることで地質に起因するトラブル回避の機会が飛躍的に増大すると考えられる。ここでは水窪佐久間道路の事業初期段階における地質リスクマネジメント手法とその適用結果について報告する。

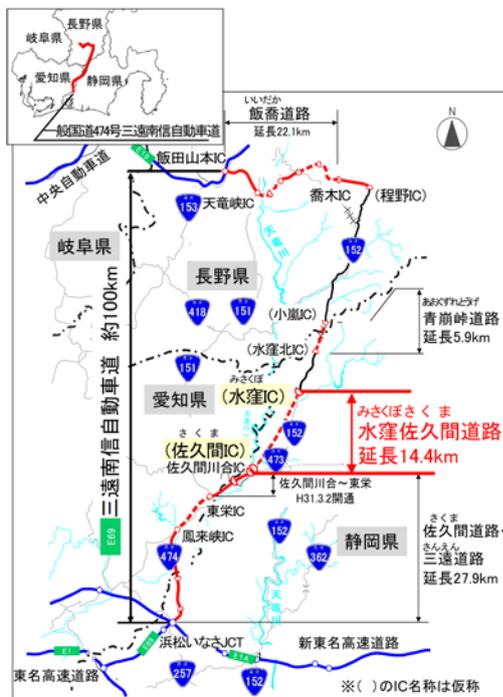


図-1 位置図

2. 事業の概要

平成 31 年 4 月に事業化した水窪佐久間道路は長野県飯田市から静岡県浜松市に至る三遠南信自動車道の一部を構成する道路(図-1)で災害時に信頼性の高い道路ネットワークの確保、地域医療サービスの向上等の整備効果が期待されている。中央構造線に併走する本道路は、全体の約8割が山岳トンネル区間で、比較的地質条件の良い内帯側(領家帯)に計画されているが、周辺は天竜峡花崗岩及び領家変成岩類からなる急峻な斜面が形成されており、地すべりや崩壊、落石等の斜面災害が比較的多く発生している状況にある。このことから、期待される整備効果実現においては地質リスクへの対応が重要となる。

3. 地質リスクの抽出

事業初期段階のリスク検討では、「漏れの無い地質リスクの抽出」¹⁾が重要となる。一方で本道路は14.4kmの延長を有す中央構造線に近接する急峻な山岳地であることから、地質リスク源(地形地質特性)も多岐に渡ることが想定された。そこで、事前に資料調査及び地形解析、予察踏査を行い、重要な地質リスク源を抽出した上で詳細な地表地質踏査を実施した(図-2)。また、近接目視困難な急崖の存在等によるリスクの見落としの回避や設計見直しにつながる可能性のある重要なリスク源と計画の関係性を把握するため、広域に適用でき、かつ経済性に優れたクライミング調査や比抵抗二次元探査などの補足調査を実施した。これらの結果と地域の特性(資料調査の結果)を踏まえることで、計画路線沿いに潜在する地質リスクの漏れが無いように留意して抽出を行った。

4. 地質リスク評価基準

抽出した各地質リスクへの対応(回避、低減、保有)を決定するため、リスクを「影響度」と「発生確率」によって評価するマトリクスランク表を作成した(表-1)。影響度については、TRANSIT NEW ZEALANDのリスクマネジメントプロセスマニュアル²⁾を参考に、事業推進への影響が大きいと考えられる事象を踏まえて、評価の基本項目を[コスト]、[期間]、[安全]、[環境]とし、コストや期間については影響度「低い」～「非常に高い」に応じてそれぞれ閾値を設定することで定量的な評価を行った。各基本項目の評価の内でも最も高い影響度を当該リスク顕在時の影響度とした。発生確率は、地形要因や地質

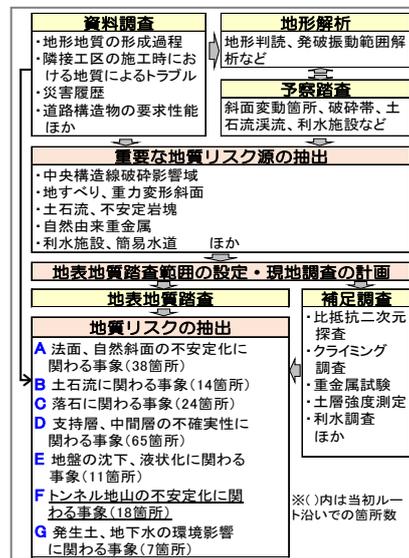


図-2 地質リスク抽出の流れ

キーワード 地質リスク、リスクマネジメント、道路事業、路線変更

連絡先 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄2-11-7 サンコーコンサルタント株式会社 名古屋支店 TEL052-228-6132

要因、地下水要因、履歴等のそれぞれの要因が相互に関連しているため、各項目の評価結果に基づき総合的に評価するものとした。これらに基づき抽出したすべての地質リスクに対してリスクランクを設定した。評価結果の例を表-2 (図-2のFを例示) に示す。

表-1 マトリクスランク表

影響度	非常な高い 高い 中程度 低い	発生確率			AA A B C	線形変更等により、リスクを回避することが望ましい事象 詳細な地質調査を実施して、完全な対策を講ずべき事象 地質調査等を行い、結果に応じて適切なリスク低減対策を講ずべき事象 施工段階へリスクを留保することが可能な事象
		低い	中程度	高い		
		A	A	AA		
		B	A	A		

表-2 影響度・発生確率評価表 (トンネル地山の不安定化(破砕帯等による切羽・天端の崩壊、突発湧水等)に関わる事象)

	影響度				発生確率		
	低い	中程度	高い	非常に高い	低い	中程度	高い
コスト	破砕帯の延長は数m以下で、支保パターンの大幅な変更等はない。	破砕帯の延長が10m以上に及ぶ。 支保パターン変更等による増加費用1000万円以上 (CI~CII地山⇒DI~DII地山)	破砕帯の延長が30m程度以上に及ぶ。 支保パターン変更や補助工法の追加等による増加費用1億円以上 (CI~CII地山⇒DI~DII地山、補助工法追加)	破砕帯の延長が350m程度以上に及ぶ。 支保パターン変更や補助工法の追加等による増加費用10億円以上 (CI~CII地山⇒DI~DII地山、補助工法追加)	[1]多亀裂※1	[2]多亀裂〜細片状※2	[3]細片状〜粘土状
期間	現場対応が可能なもの軽微な追加対策で対応可能なもの(対応期間:1ヶ月以内)	支保パターンの変更などで対応可能なもの(対応期間:1年以内)	支保パターンの変更や補助工法の追加、及び調査・各種検討の実施により、1年前後以上の工事の遅延。	大幅な工事の遅延が生じることから路線計画の変更が必要となるもの	[1]高角度交差(90°~60°)	[2]中角度交差(60°~30°)	[3]鋭角交差(30°以下)
周辺環境への影響(突発湧水時)	準備した湧水処理施設で処理可能な湧水の発生	準備した湧水処理施設を一時的に上回る湧水の発生	準備した湧水処理施設を継続的に上回る湧水が発生し、周辺環境に影響を及ぼす。		[1]水圧0.1MN/m2以下、または、湧水量0.05m3/分以下	[3]水圧0.1~1MN/m2以下、または、湧水量0.05~0.5m3/分以下	[5]水圧1MN/m2以上、または、湧水量0.5m3/分以上
					[1]殆ど含まれないと推定される。	[2]含まれると推定される。或いは未詳。	[3]多量に含まれる可能性有り。
					[1]塑性土圧発生の可能性は低い(地山強度比:4以上)。	[3]軽微な塑性土圧発生の可能性あり(地山強度比:4~2)。	[5]塑性土圧発生の可能性あり(地山強度比:2以下)。
発生確率(各項目の合計点)					5~9 10~14 15~19	低い 中程度 高い	※1)亀裂間隔5~20cm ※2)亀裂間隔5cm以下

5. リスク対応 (路線変更)

AA ランク及び一部のA ランクの地質リスクに対しては路線変更でリスクを回避し、それ以外のものは後続の地質調査や対策工検討等を通じ事業の各段階で不確実性を含めたリスクの低減を図る方針とした。路線変更の際には、事業者、設計者、地質リスク技術者間で表-3 に示すリスク比較表を用いて路線変更の効果を相互に確認しながら手続きを進めるとともに、変更路線に対してもリスク抽出・評価、対応検討を繰り返すことでリスクの低減を図った (図-3)。

表-3 地質リスク比較表 (当初線形、変更線形)

当初線形	対象箇所:6号トンネル起点側	変更線形	対象箇所:5号トンネル起点側			
結果	① 坑口変状 ② 坑口斜面の変状・崩壊 ③ 計画路線への落石、土砂流出 ④ 内空変形・変状、トンネル崩壊 ⑤ 土圧発生・トンネル崩壊 ⑥ 河道閉塞・谷側構造物の変状 ⑦ 切羽・天端の崩壊 ⑧ 切羽・天端の崩壊、内空変形・側壁押し出し	事象(()内は図-2との対応) 支持力不足(D) すべり破壊、崩壊拡大(A) 落石、表層崩壊(C)(A) 偏土圧・破壊(F) 地すべり滑動(A) 地すべり滑動(A) 破砕岩盤による地山変形(F) 地山変形等長区間化、突発湧水(F)	結果	① 坑口変状 ② 坑口斜面の変状・崩壊 ③ 計画路線への落石、土砂流出	事象(()内は図-2との対応) 支持力不足(D) すべり破壊、崩壊拡大(A) 落石、表層崩壊(C)(A)	リスク源(自然的) 土砂、強風化岩分布 崩壊地形・緩み岩盤 不安定岩塊、崩積土 側方の低土被り 地すべりブロック分布 地すべりブロック分布 地すべりブロック分布 擾乱帯が路線に平行分布
リスク比較						
発生確率	AA A B C		AA A B C			
リスクランク	非常に高い 高い 中程度 低い	⑤、⑥、⑧ ⑦ ④ ③	非常に高い 高い 中程度 低い	① ②、⑧ ③		

効 ◆ルート変更により地すべりブロックを回避することでこれに関わるリスクはすべて回避された【AA・A→無し】
果 ◆線形変更では擾乱帯を最短かつ直交方向で突破させることで、破砕岩盤の長区間化や側壁の押し出し等のリスクを低減【AA→B】

6. マネジメント効果と後続調査計画

路線変更により AA ランクの地質リスク (それぞれ 10 億円以上の追加対策費と多年の工期遅延を想定) がすべて回避され、A ランクの地質リスクも大幅に減少した。残存する地質リスクに対しては、リスクランクや地質評価の不確実性に応じた内容の後続調査計画を立案した。

7. 終わりに

ここでは、事業の地質リスクによる影響の大幅低減を目的としたリスクの抽出及び評価手法やリスク対応 (路線変更) について、その効果を併せて述べた。今後は残存する地質リスクに対して、事業の各段階でリスクの評価、引継ぎ等を確実にを行うことで、さらなるリスク低減に寄与することが期待される。

参考文献

- 1)全地連 (2007) ; 企業間連携等の推進に関する調査・研究委員会 報告書 -地質リスクに関する調査・研究-
- 2)Transit New Zealand (2004) ; Risk Management Process Manual AC/Man/1 48p.

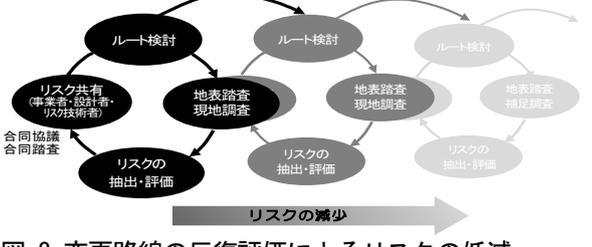


図-3 変更路線の反復評価によるリスクの低減