

国道 402 号における豪雨時の通行規制基準緩和へ向けた 地質リスク検討事例

株式会社キタック ○長谷川 大輔・遠藤 雄治・田中 義成
新潟県 長岡地域振興局 地域整備部 与板維持管理事務所

1. 事例の概要

□国道 402 号は、日本海に沿って並行なルートを取り新潟県柏崎市から新潟市中央区に至る実延長約 57km（重用延長を除く）の一般国道である（図-1）。このうち長岡市寺泊山田地区においては、海食崖の直下を道路が通過しており、豪雨時に土砂災害の危険性が高いことから、時間雨量 25mm、連続雨量 100mm で通行止めを実施する異常気象時通行規制区間として延長約 500m が指定されている（図-2）。

本調査ではこの区間を含む延長約 800m を対象に、今後の通行規制基準緩和に向けた基礎資料作成を目的として地質リスクの抽出、解析、対応方針の検討を実施した。



図-1 国道 402 号位置図
(Google マップに加筆)



図-2 調査地のドローン画像（起点から 400m 区間）

2. 事例分析のシナリオ

本調査の流れを図-3 に示す。

(1) 既往資料の収集

既往の地形図、地質図、被災履歴等の資料を収集し、地形・地質的な特徴、災害発生時の気象条件等を整理する。

(2) 現地踏査

現地踏査により、地形・地質状況や被災箇所の特徴を調査する。

(3) 地質リスク解析

既往資料、現地踏査結果から地質リスクを抽出し、発生確率と影響度から評価する。

(4) 地質リスク対応検討

地質リスクの評価結果を踏まえて、対応方針について検討する。

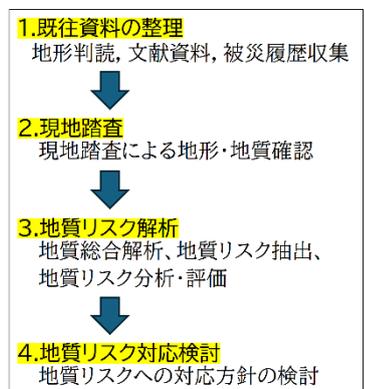


図-3 調査フロー

3. データ収集分析

(1) 既往資料の整理

① 調査地の地形・地質概要

調査地の特徴は、国道 402 号と平行した明瞭な尾根地形が連続し、この尾根地形を境に北西側(国道側)が斜面勾配約 40°の急斜面、南東側が緩い傾斜の丘陵地で南東～東方向に伸びる樹枝状の沖積谷地形が発達していることである(図-4)。これは、かつて南東方向に傾斜する緩い地形に発達した谷地形があり、この源頭部にあたる山地を日本海の波浪等が侵食し国道側が急斜面となったものと推定される。



図-4 調査地周辺の地形状況図

調査地の地質は、新第三紀中新統の椎谷層(砂岩・シルト岩互層)を基盤岩とし(小林ほか, 1993¹⁾), これを崖錐堆積物や溪床堆積物などの未固結堆積物が被覆している。南東方向に約 30° 傾斜し、国道に対して受け盤構造となっている。

② 被災履歴

検討区間において、記録に残っている被災履歴は 4 回で合計 30 箇所の崩壊が確認された。4 回のうち 3 回は規制雨量を超える降雨によって崩壊したものであった。なお、近隣で発生した中越沖地震時には崩壊や落石等の発生は無かった。図-5 に平成 16 年 7 月に発生した新潟・福島豪雨後の被災状況を示す。



図-5 平成 16 年 7 月新潟・福島豪雨後の被災状況(長岡地域振興局と板維持管理事務所撮影)

(2) 現地踏査結果

現地踏査を実施し、現地の地形・地質状況や湧水状況の確認、過去に崩壊した箇所の崩壊規模の計測等を行った。現地踏査で確認された地質を表-1 に示す。また踏査結果図の一部(起点から 300m 区間)を図-6 に示す。

表-1 調査地の地質構成表

時代	地層名	地質・土質区分	記号	主な土質・岩質
—	盛土	—	—	ゴルフ場の建設に伴い谷地形を埋めて盛土した人工改変地。平坦～緩斜面となっている。(平成8年7月開場)
第四紀 完新世	地すべり崩積土	岩片混り粘性土	ld	起点側の駐車場の地すべり防止区域の地すべりブロック土塊。周辺で湧水が多く、末端で災害履歴あり。
	崖錐堆積物	岩片混り粘性土	dt1	斜面末端部の国道脇に平坦面を形成して分布する崖錐堆積物。流水による崩壊履歴あり。
			dt2	斜面末端部～中腹に緩斜面や急勾配で分布する崖錐堆積物。谷地形や急勾配によって崩壊・流出しやすいもの。
			dt3	斜面中腹～上部に緩斜面で分布する崖錐堆積物。地形状況より薄く堆積し、現状で安定しているもの。
旧崖錐堆積物	岩片混り粘性土	od	高い標高に分布する古い崖錐堆積物。背後の谷地形周辺や尾根地形周辺にあり、段々地形で畑に利用されていた。	
溪床堆積物	砂混りシルト質粘土	rd	尾根背後の谷地形の底部に分布する堆積物。区間8では層厚7mで確認される。軟弱な粘性土を主体とする。	
新第三紀 中新世	椎谷層	砂岩・シルト岩互層	Sy	層相変化の多い砂岩・シルト岩互層で軟岩クラスの基盤岩。ナイフで削れる程度の固結度。

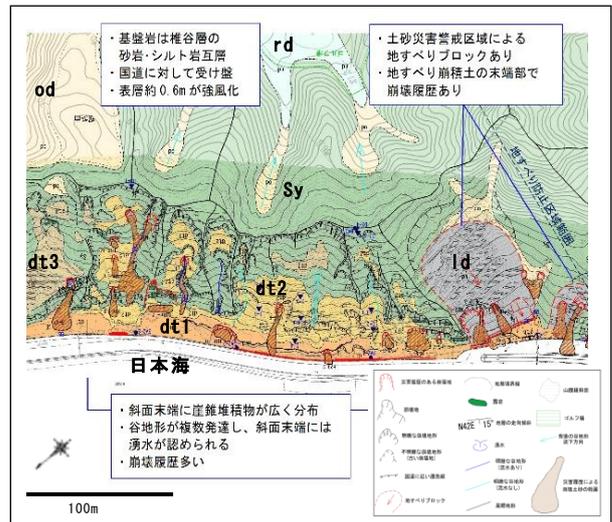


図-6 現地踏査結果(起点側から 300m 区間)

(3) 地質リスク解析

①地質リスクの抽出

被災履歴及び現地踏査結果から、検討区間では表-2 に示す 5 種類の地質リスクを抽出した。災害の形態は崩壊、土石流、地すべりであり、崩壊については該当する地質によって、発生規模や発生位置が異なることから 3 種類に区分した。

表-2 地質リスク一覧表

地質リスク	該当する地質	概要	崩壊事例
①道路脇の崖錐堆積物 (dt1) の崩壊	崖錐堆積物 (dt1)	斜面末端の道路脇に堆積する崖錐堆積物の崩壊。崩壊発生箇所は背後の斜面に谷地形が存在していることから、豪雨時には谷地形で流下する多量の地表水や地下水が dt1 に流れ込み崩壊するリスクとする。	
②急斜面に分布する崖錐堆積物(dt2)の崩壊	崖錐堆積物 (dt2)	斜面に分布する崖錐堆積物の崩壊。災害履歴では、斜面中の急勾配の部分が多いため、豪雨等によって安定勾配より急な部分のdt2が崩壊して国道に流出するリスクとする。	
③谷地形に分布する崖錐堆積物(dt2)の土石流化	崖錐堆積物 (dt2)	災害履歴では、斜面中腹から下方まで長い距離を流下したことが確認されているため、豪雨等によって谷部周辺のdt2が下方に流出し、土石流のように流動化して道路に流出するリスクとする。	
④風化による基盤岩(Sy)の表層崩壊	椎谷層砂岩・シルト岩互層 (Sy)	経年劣化により基盤岩(Sy)地表付近が風化・土砂化し、豪雨等によって安定勾配より急な部分が表層崩壊した土砂が国道に流出するリスクとする。	
⑤地すべり	地すべり崩壊土 (ld)	地すべりは、検討区間の起点側の駐車帯(規制区間外)に位置しており、災害履歴でも末端部の崩壊が確認される。この地すべりが滑動した場合は、国道に影響することは必ずであるためリスクとする。	

②地質リスクの分析・評価

上記の各地質リスクについて、リスクの重大性を評価するために、影響度 (E) と発生確率 (L) の掛け合わせから算出されるリスクスコアを作成した。

影響度 (E) は、地質リスク①～④については国道と発生源との水平距離で 3 段階に区分した。閾値は被災履歴での土砂流出距離や土砂災害防止法の区域設定基準 (新潟県土木部, 2014²⁾) 等を参考とした。地質リスク⑤の地すべりは規模を影響度とした。

発生確率 (L) は各地質リスク発生条件等を考慮して設定した。ここでは例として地質リスク①について記載する。

地質リスク①の対象となる崖錐堆積物 (dt1) の崩壊の発生位置を確認すると、いずれも背後の斜面に谷地形が存在していることから、豪雨時には多量の地表水や地下水が dt1 に流れ込み崩壊したと考えられる。このため、谷地形の有無、現地踏査時における湧水、流水状況を発生確率の区分の要因とした。作成したリスクスコアを図-7 に示す。

【地質リスク①】 道路脇の崖錐堆積物(dt1)の崩壊			発生確率			
			低い (Low) 1	中程度 (Medium) 2	高い (High) 3	
事業への影響			指標値: 崖錐堆積物(dt1)背後の地形状況			
			背後に谷地形なし	背後の谷地形に流水(湧水)なし	背後の谷地形に流水(湧水)あり	
影響度	低い (Low) 1	軽微な修復で事業継続可能となる影響	発生源と国道の水平距離 50m以上	C	C	C
	中程度 (Medium) 2	大きな損失を受けるが事業は継続可能で遅延がある	発生源と国道の水平距離 15m以上 50m未満	C	C	B
	高い (High) 3	事業が中断または大規模な遅延となる影響	発生源と国道の水平距離 0~15m未満	C	B	A

※1
 AA: リスクを回避(ルート変更や改築等)することが望ましいリスク事象
 A: 詳細な地質調査を実施して、完全なリスク低減対策を講じるべきリスク事象
 B: 地質調査を行い、結果に応じたリスク低減対策を講じるべきリスク事象
 C: リスク回避や低減対策を必要とせず、道路バトロールやカルテ点検等でリスク管理することが可能な事象

図-7 地質リスク①のリスクスコア

地質リスク②～⑤についても同様にリスクスコアを作成した。リスクスコア作成後、斜面形状等から検討区間を16区間に区分し、各区間の地質リスク①～⑤について、リスクスコアを用いて評価した(図-8)。



図-8 地質リスク評価結果

③地質リスクへの対応検討

リスクスコアのA評価は影響度(E)、発生確率(L)ともが高いため、A評価の地質リスクが1つでも含まれる要対策と判断した。また、B、C評価のみの区間は道路防災カルテを作成し定期的に点検を実施することとした。対応検討の結果、全16区間のうち要対策が11区間、カルテ対応が4区間、対策済みは5区間となった。要対策箇所については地質リスクの総得点から対策優先度の決定と対策工の概略検討を行い、規制基準緩和へ向けたロードマップをまとめた(図-9)。

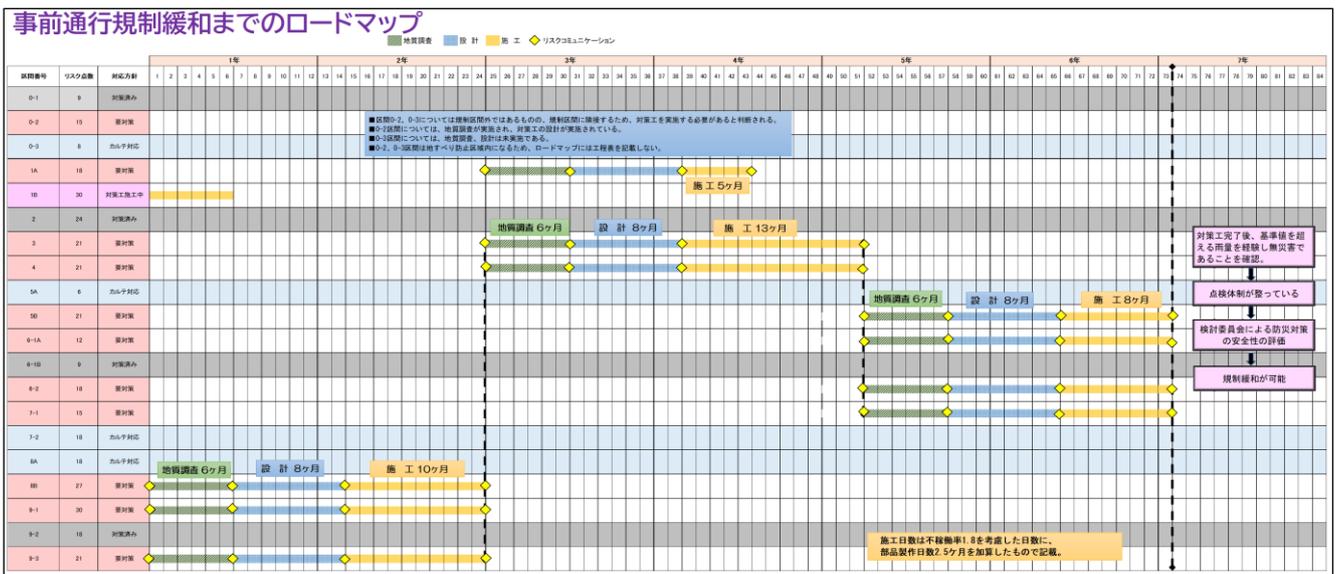


図-9 事前通行規制緩和までのロードマップ

4. マネジメントの効果

今回の地質リスクマネジメントにより、対策が必要な箇所、優先度を整理し規制緩和へ向けた道筋を示した。要対策箇所の調査、設計から対策工完了までは6年程度かかる見込みである。今後は、規制緩和に向けた調査、設計、施工を順次進めていくことで道路の安全性の向上が図られる。

5. データ様式の提案

本事例は豪雨時の通行規制基準緩和に向けて、地質リスクの抽出、分析し、対応方針を検討した業務であり、ここでは、地質リスクを回避したものとして、A型のデータ様式を用いて整理した。

表-3 データ様式

A. 地質リスクを回避した事例

大項目	小項目		データ
対象工事	発注者		-
	工事名		-
	工種		-
	工事概要		-
	①当初工事費		-
	当初工期		-
リスク回避事象	予測されたリスク発現時期		道路供用時
	予測されたトラブル		豪雨による斜面崩壊
	回避した事象		斜面崩壊による国道、通行車両の被災
	工事への影響		-
リスク管理の実際	判断した時期		地質リスクマネジメント実施時
	判断した者		地質リスクマネジメント実施者
	判断の内容		要対策箇所、対策優先度の判断、対策工概略検討
	判断に必要な情報		被災履歴、現地踏査結果
リスク対応の実際	内容	追加調査	ボーリング調査、サウンディング試験
		修正設計	崩壊土砂防護柵
		対策工	崩壊土砂防護柵
	費用	追加調査	1200万円
		修正設計	1800万円
		対策工	3億7000万円(直接工事費)
		②合計	4億円
変更工事の内容	工事変更の内容		-
	③変更工事費		-
	変更工期		-
	間接的な影響項目		-
	受益者		-
リスクマネジメントの効果	費用(①-③-②)		4億円
	工期		対策工完了まで約6年
	その他		-

《謝辞》

本稿執筆にあたり、新潟県長岡地域振興局与板維持管理事務所の皆様には、ご多忙の中、資料提供等にご協力頂きました。ここに記して謝意を表します。

《引用・参考文献》

- 1) 小林ほか：出雲崎地域の地質，1993.
- 2) 新潟県土木部：基礎調査マニュアル（案）急傾斜地崩壊偏，2014.
- 3) 新潟県土木部：新潟県道路防災事業ガイドライン，2019.