

一般国道49号本尊岩地区岩盤斜面の安全性評価と防災対策

石田 稔¹・三宅 篤²・伊藤哲雄³・大谷政敬⁴・太田秀樹⁵

¹前橋市 (〒371-8601 前橋市大手町 2-12-1)

²正会員 M.Eng., 財団法人 全国建設研修センター (〒187-8540 東京都小平市喜平町 2-1-2)

³株式会社キタック (〒950-0965 新潟市新光町 10-2)

⁴株式会社キタック (〒950-0965 新潟市新光町 10-2)

⁵正会員 工博 東京工業大学 国際開発工学専攻 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

落石・岩石崩壊が頻発する本尊岩地区において、崩壊メカニズムとの関連から地区全体の岩盤斜面の安全性評価を試みた。同時に岩盤斜面の目視観察から個別に危険箇所抽出を試みた。抽出した箇所は地区全体の安全性評価の結果と符合するものであり、抽出結果は妥当であると考えられる。抽出した危険箇所についてはさらに精査を行い個別の対策工を検討した。これら一連の検討の結果、本地区の岩盤の劣化状況と考える崩落規模からして抜本対策は困難であり、長期的には別線ルートで地区全体を回避する以外にない、と判断した。したがって、個別危険箇所における防災施設の設置と斜面全域の監視体制の確立を当面の対策として、別線ルート開通まで現道を維持していく必要があると考えられる。

Key Words : rock slope, rock block failure, rock fall, natural hazard

1. はじめに

岩盤斜面下部にJR磐越西線が通り、その直下を一般国道49号が併走している本尊岩地区(図-1参照)では、落石・岩石崩壊が繰り返し発生してきた。表-1にこれまで本地区で発生した落石・岩石崩壊の災害歴を示す。最近では平成4年3月に約200m³の岩石崩壊が発生し、平成7年4月には新潟県北部地震の余震により平成4年の規模を上回る約5,000m³の岩石崩壊が発生している。

このような状況から本地区における防災対策の構築は緊急の課題であった。このため現地調査を実施するとともに岩盤斜面の評価を行い、これに基づいて防災対策工および監視体制を検討した。以下にこの結果を報告する。

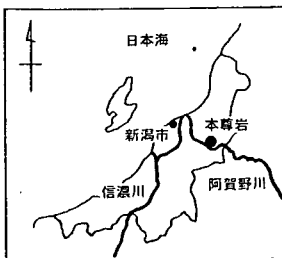


図-1 位置図

表-1 既往災害歴

発生年月	発生位置 [※]	災害形態	被災状況
① 1964年 (昭和39年6月) (新潟地震)	谷花岩体	岩石崩壊	岩石崩壊によりJR線、国道が被災。直径45cmの岩石数個が土砂とともに崩落した。発生源付近には最大20mの岩石と5~6mの岩石数個が残ったため除去した。
② 1982年 (昭和57年)	谷花岩体	岩石崩壊	剥離した岩石の一部がJR線の落石覆工上部を越え国道49号線に落下。
③ 1985年 (昭和60年4月)	谷花岩体	岩石崩壊	落石が斜面途中にあるJR線施設の落石止柵ニヶ所を破壊し、さらに雑木林を倒しながらJR線大和トンネルの落石防護壁により止まった。
④ 1985年 (昭和60年12月)	谷花岩体 (③と同一箇所)	岩石崩壊	岩石湿じりの土砂が450m ³ 流出し、斜面中間部にあるJR線施設の落石止柵により止まった。
⑤ 1986年 (昭和61年6月)	本尊岩岩体	落石	落石により中型トラックが大破。
⑥ 1986年 (昭和61年9月)	本尊岩岩体	落石	国道へは径70cmの落石が落下。
⑦ 1992年 (平成4年3月)	谷花岩体	岩石崩壊	約200m ³ の岩石崩壊が発生し、崩壊土砂の大半はJR線の擁壁で停止。国道へは跳躍した岩片が散乱した。
⑧ 1993年 (平成5年4月)	谷花岩体 (③と同一箇所)	岩石崩壊	直立崖の節理が崩落し約800m ³ の岩石が流出。斜面中間部にあるJR施設の鋼製柵及び落石ネット、並びに落石止柵で止まった。
⑨ 1995年 (平成7年4月)	谷花岩体	岩石崩壊	約5000m ³ の岩石崩壊により、斜面上のJR防護施設が全壊した。径3mの岩塊がJR線の擁壁を大破して停止。最大径7.5m×4.0m×3.0mの岩塊がJR防止柵手前で停止。国道へは小岩片が飛散した。

※谷花岩体、本尊岩岩体については図-5参照。

(金子¹)および建設省資料²)に基づき作成)

2. 地形・地質概要

本尊岩地区周辺は、急峻な山体が河川の両岸に迫り、先行性の峡谷を形成している。両岸山頂部の標高は 300～400m で、山腹は平均約 50° の斜面勾配をなす。

調査地には、北北西から南南東に伸びる斜面勾配約 80° の急崖を呈する尾根部が存在する。尾根地形を形成する岩体は流紋岩の貫入岩からなり、周辺の岩石と比較すると硬質であることから浸食に対する抵抗性が強く差別浸食により突出した急崖を呈する尾根となっている。

調査地周辺の地質は、図-2 に示すように下位より中・古生層、新第三系中新統津川層、第四系被覆層（崖錐堆積物）が分布する。このうち調査地の岩盤斜面を構成しているのは、K-Ar 法の絶対年代値から 1100～1350 万年前²⁾ に形成したと推定される流紋岩である。

3. 岩盤の亀裂状況

流紋岩は硬質ではあるが、多くの亀裂系が発達している。これらの亀裂は流紋岩のマグマが冷却・収縮する際に形成された柱状節理の柱状ブロック壁をなす不連続な浅い亀裂（図-3 参照）と、岩体の形成時およびその後の構造運動により形成され、応力解放によりさらに開口性が顕著になったと考えられる連続性のよい深い亀裂とに区別される。この深い亀裂は後述するように広域的に規則性のある亀裂系を有している（図-4）。浅い亀裂系と深い亀裂系の亀裂性状についてとりまとめ表-2 に示す。なお、調査地周辺の流紋岩体は、広域的な亀裂系の違い、流紋岩分布域の特徴的な違い、柱状節理の構造から推定される貫入岩の伸張方向などから、二つの岩体に区分される。この

岩体は図-5 に示すように本地区中央部の崖錐斜面を境に上流側の岩体を本尊岩岩体、下流側を谷花岩体と称する。これらの岩体は図-4 に示すように特徴的な亀裂系を有しており、本尊岩岩体はほぼ垂直な南北方向の亀裂が卓越する。これは国道に対して直交方向の亀裂系である。谷花岩体はほぼ東西方向の高角度亀裂が卓越する。また、これと斜交する北西-南東方向の受け盤方向の高角度な亀裂が存在する。これらは国道に対して平行に近い亀裂系である。

なお、亀裂調査は、図-5 に示す踏査ルート沿いに現地踏査を行い、目視確認により実施した。

表-2 岩盤の亀裂性状

	浅い亀裂	深い亀裂
定義	・柱状節理のことを指し、柱状節理のなす柱状ブロック壁の壁面を「浅い亀裂」と呼称する。（図-3 参照）	・柱状節理の柱状ブロックの長手方向に垂直な亀裂を「深い亀裂」と呼称する。（図-3 参照）
成因	・柱状節理は冷却節理の一種であり、マグマの冷却時に体積収縮により形成されたと考えられる。	・深い亀裂は岩盤深部に向かって鉛直方向に伸びている箇所が見られるなど、明らかに冷却節理ではないことや、亀裂面の方向性が貫入岩体の伸張方向に調和的であるなどの点から構造運動に起因する広域節理であると考えられる。
性状・規模	・亀裂面は柱状節理のなす柱状ブロック（四角～五角柱）の壁面である。 ・亀裂面（柱状ブロックの壁面）は、最大長さ 0.5～1.0m 程度と連続性は乏しく、面の構造も不規則である。また、柱状節理の発達箇所は岩体表層部のみであり、岩体の内部には見られない。	・亀裂面は平滑面をなし垂直系のものが多い。 ・概して連続性が良好であり、危険箇所 No.1, No.3 などでは露頭規模で 20～30m 連続しているのが目視確認される。 ・亀裂は開口しているものが多く、亀裂の開口部から冷気が吹き出る風穴現象が見られる箇所がある。
構造	・柱状節理の発達方向は水平のものが多い。	・広域的に規則性のある亀裂系を有する（図-4 参照）。
崩壊形態	岩体表面からの剥離 ↓ 落石	岩体のブロック化 ↓ 岩盤崩壊



図-2 地質図

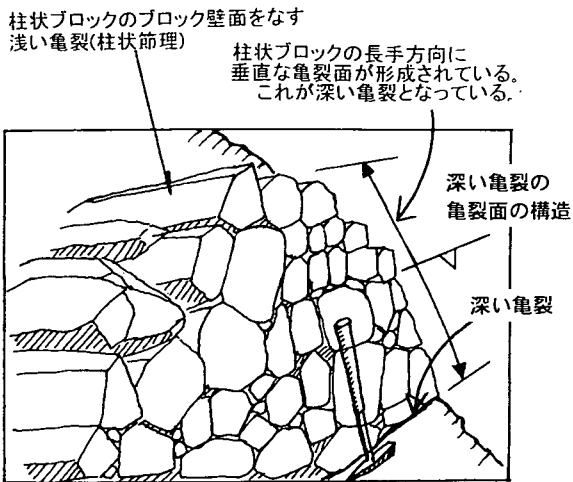


図-3 柱状節理

(本地区(特に本尊岩岩体)では水平方向に発達している柱状節理が多い。本図では柱状節理を胴切りする位置(ハンマーの位置)に深い亀裂の亀裂面が存在する。)

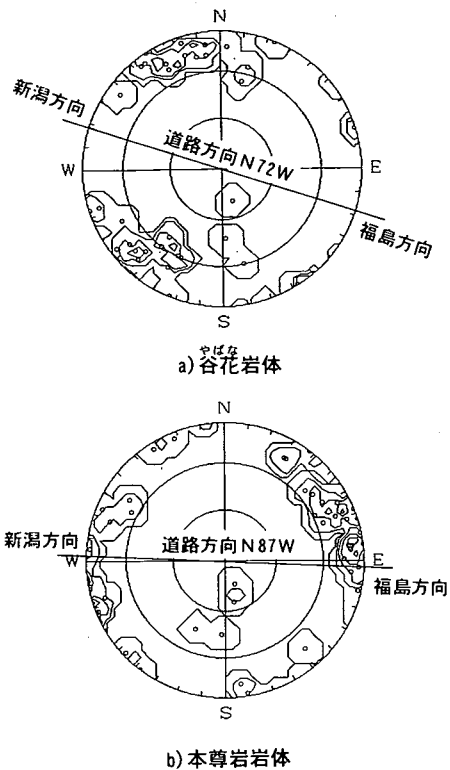


図-4 深い亀裂の面構造(シュミットネット、下半球投影)

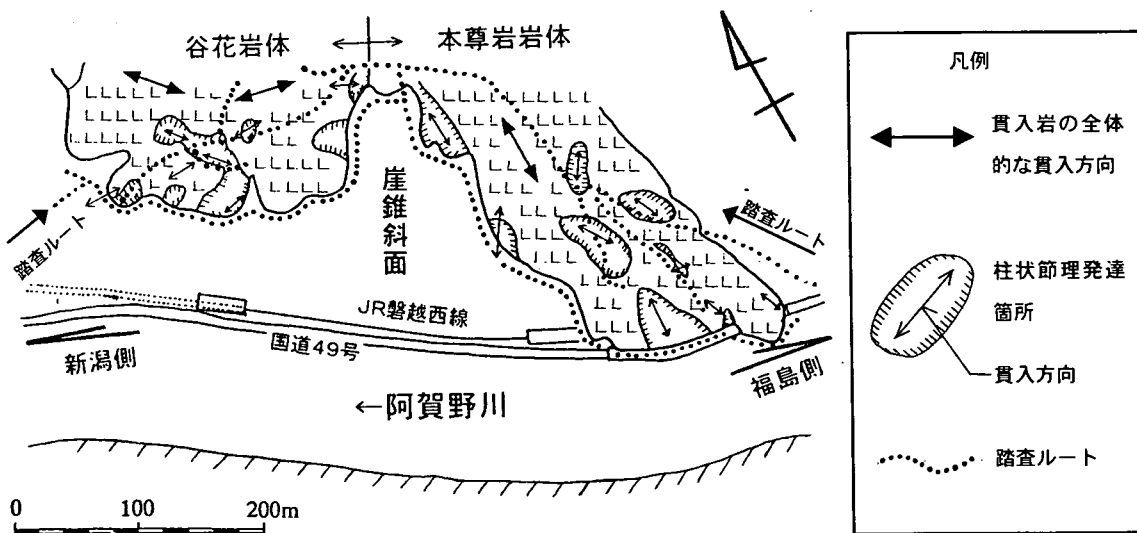


図-5 岩体区分図

4. 岩盤斜面の評価

(1) 流紋岩斜面の国道に対する安全性評価

本地区全体の岩盤斜面について、落石・崩壊に関わる地形・地質上の素因をふまえて、国道に対する概念的な安全性評価を行った。この結果を表-3に示す。

(2) 個別危険箇所抽出

先に述べた概念的な安全性評価とは別に、現地精査において主に目視観察により個別に危険箇所を抽出した。抽出に当たっては、図-6に示す岩塊形状を主な危険岩塊のタイプと考えた。抽出した危険箇所を図-7に○印で示すとともに表-4に危険箇所一覧表を示す。この結果、抽出した危険箇所は先に述べた安全性評価において、比較的危险性があると考えられる谷花岩体の中腹斜面と本尊岩岩体の下部斜面に集中する結果となった。すなわち、個別危険箇所の抽出結果は、地区全体の岩盤斜面について行った概念的な安全性評価の結果と符合しており、妥当なものと考えられる。

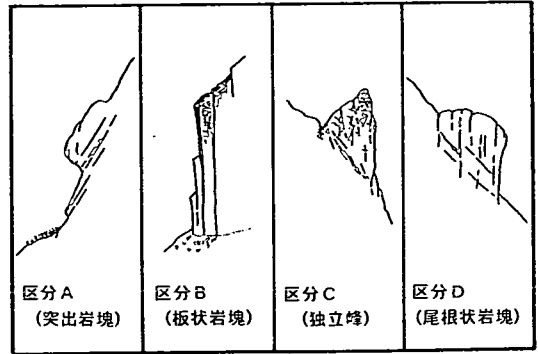
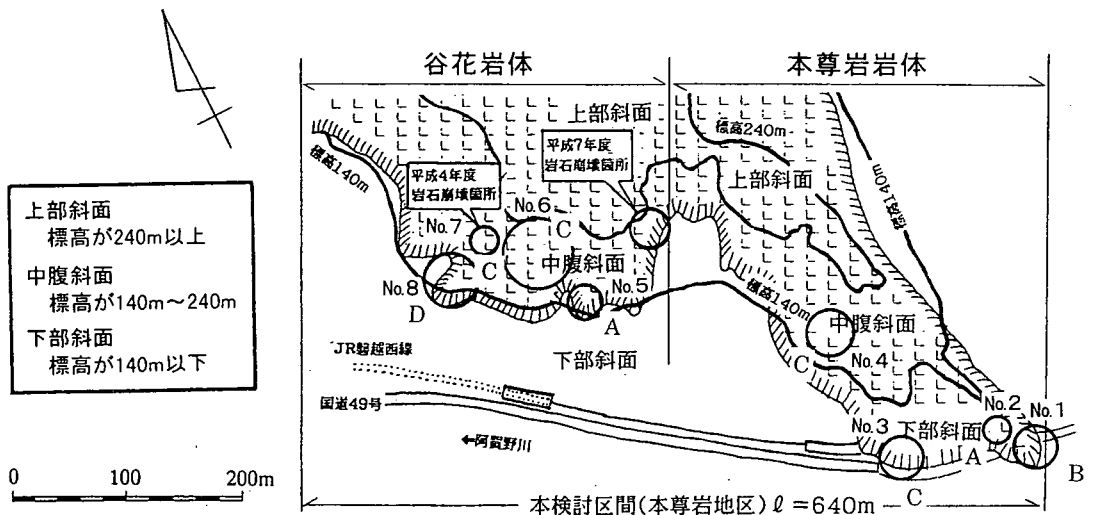


図-6 岩塊の形状区分

表-3 流紋岩斜面の国道に対する安全性評価

		①	②	③	④	総合評価	評価基準
		①岩質 (石盤の硬軟)	②深い亀裂系と道路の関係	③斜面の形成年代 (斜面の新旧)	④発生源と道路との距離		
谷花岩体	上部斜面	○	×	○	○	△	①岩質※1) 硬質○ ↔ △ ↔ 軟質× ②深い亀裂と道路との関係 直交○ ↔ △ ↔ 平行× ③斜面の形成年代(斜面の新旧) ※2) 旧○ ↔ △ ↔ 新× ④発生源と道路との距離 遠い(150m以上) ○ ↔ △ ↔ 近い(50m以下) × 総合評価: 安全○ ↔ △ ↔ 危険× (上記用語の補足説明)
	中腹斜面	○	×	△	△	×	
	下部斜面	崖 錐 斜 面				—	
本尊岩岩体	上部斜面	○	○ or △	○	○	○	
	中腹斜面	○	○ or △	△	△	△	
	下部斜面	○	○ or △	×	×	×	
	坑口部 トンネル	○	×	×	×	×	



注) 図中のA, B, C, Dは図-6に示す岩塊形状区分を示す。

図-7 斜面区分図

表-4 危険箇所一覧表 (建設省 平成8,9年本尊岩地区防災対策検討委員会報告書⁵⁾を一部加筆修正)

危険箇所 No.	岩塊の形状	予想崩壊形態		対象岩塊規模 (推定) (高さ×幅×厚さ)	
		土木学会の分類 ⁶⁾	バーズの分類 ⁷⁾		
本尊岩岩体	1	板状岩塊	トッピング崩壊 (たわみトッピング)	転倒	全体規模 35×15×5≒2,600m ³
	2	突出岩塊 (オーバーハング状)	ブロック崩壊～ 平面すべり崩壊	崩落～直線すべり	全体規模 20×5.5×3.5+9×3.5×2 ≒440m ³
	3	独立峰状岩塊	ブロック崩壊 (一部) 平面すべり崩壊 (全体)	崩落 (一部) 直線すべり (全体)	全体規模 35×15×12≒5,000m ³
	4	独立峰状岩塊	ブロック崩壊 (一部) 平面すべり崩壊 (全体)	崩落 (一部) 直線すべり (全体)	全体規模 25×12×15≒4,500m ³
谷花岩岩体	5	突出岩塊 (オーバーハング状)	ブロック崩壊	崩落	全体規模 6×4×4≒100m ³
	6	独立峰状岩塊	ブロック崩壊～ブロック トッピング崩壊	崩落～転倒	全体規模 30×20×20≒12,000m ³
	7	独立峰状岩塊	ブロックトッピング崩壊	転倒	全体規模 10×5×4≒200m ³
	8	尾根状岩塊	ブロック崩壊～ブロック トッピング崩壊	崩落～転倒	全体規模 20×20×20≒8,000m ³

(※危険箇所の位置は図-7に示した。)

(3) 岩盤斜面の危険性

危険箇所は本尊岩岩体4箇所、谷花岩体4箇所(ただし平成7年度崩壊箇所はすでに対策実施済みであるので、危険箇所から除外)で合わせて8箇所である。本尊岩岩体では危険箇所No.1, No.2, No.3のように道路直上に危険箇所が存在しており、万が一崩壊が生ずれば直接的に道路が被災することになる。また、道路より比高150mの位置に底面亀裂を有する約4,500m³の大岩塊(危険箇所No.4)

も存在する。谷花岩体では、前出の表-1に示したようにこれまで岩石崩壊が繰り返し発生している。谷花岩体の平成4年崩壊箇所周辺およびこれと隣接する独立峰周辺部には、EW方向の直線的に配列する風穴があることから深部に達する深い割れ目が存在すると推測され、山腹斜面全体が緩んでいる可能性がある。

各危険箇所の状況を図-8～図-17および写真-2に示す。

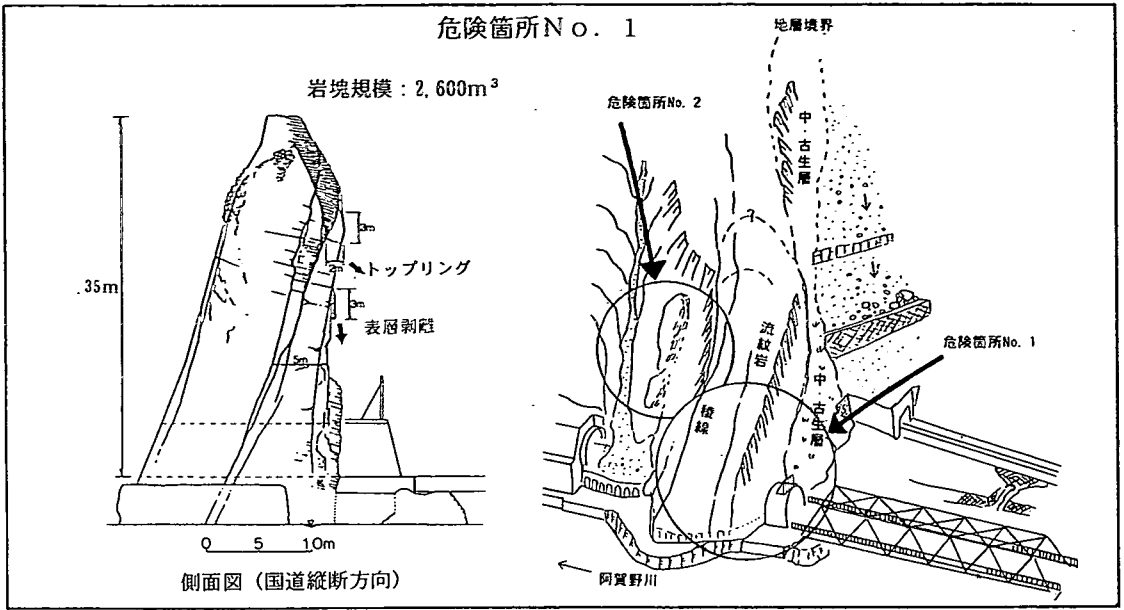


図-8 危険箇所 No. 1 の状況

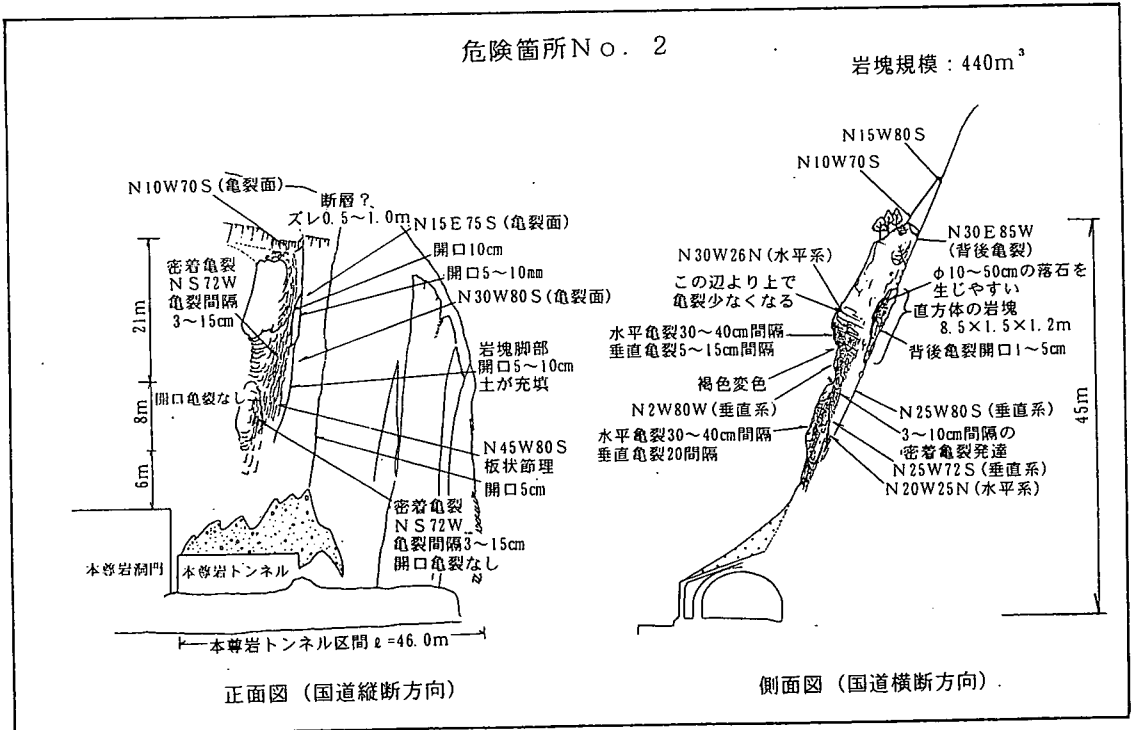


図-9 危険箇所 No. 2 の状況

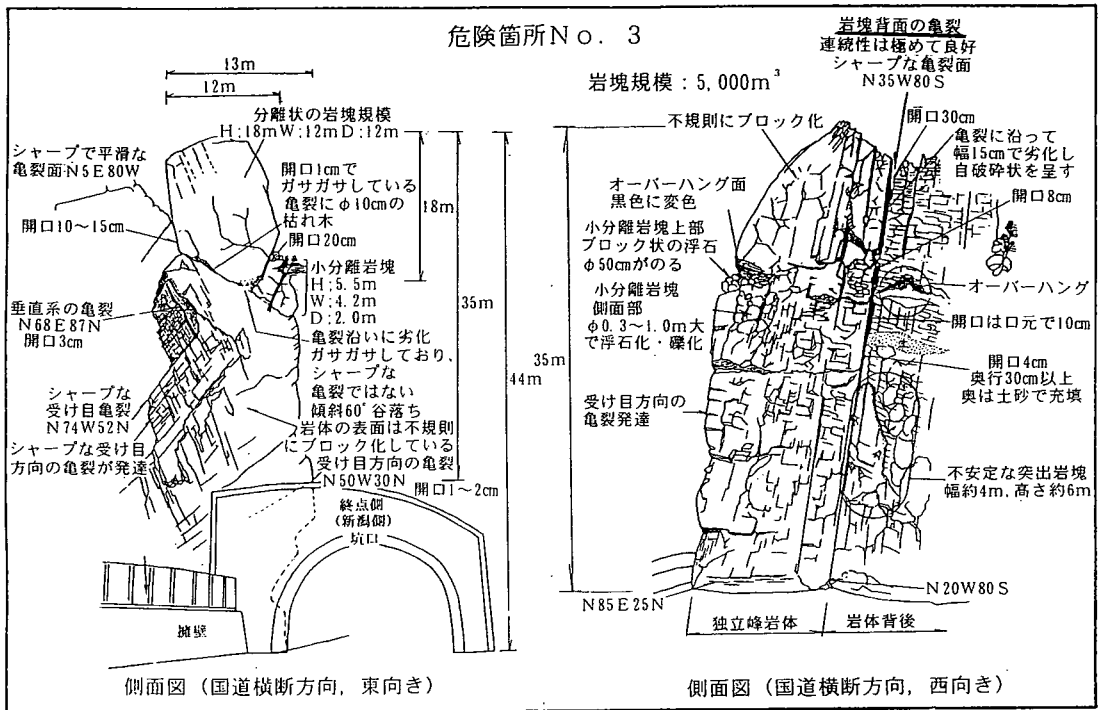


図-10 危険箇所 No. 3 の状況

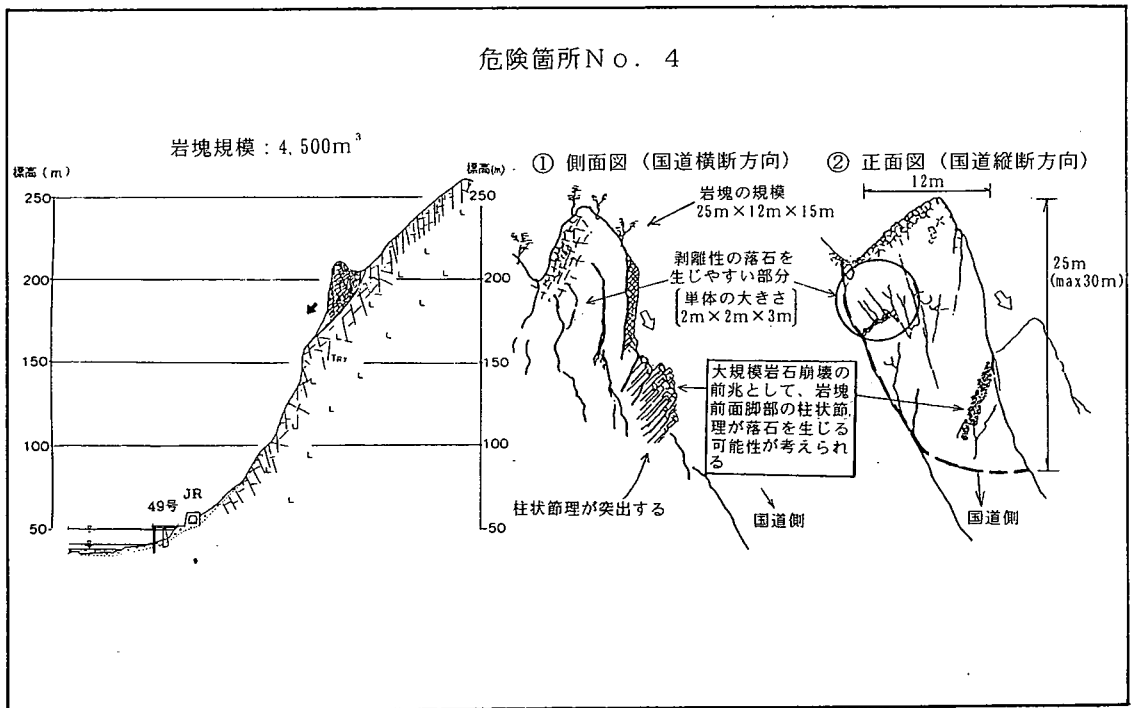


図-11 危険箇所 No. 4 の状況

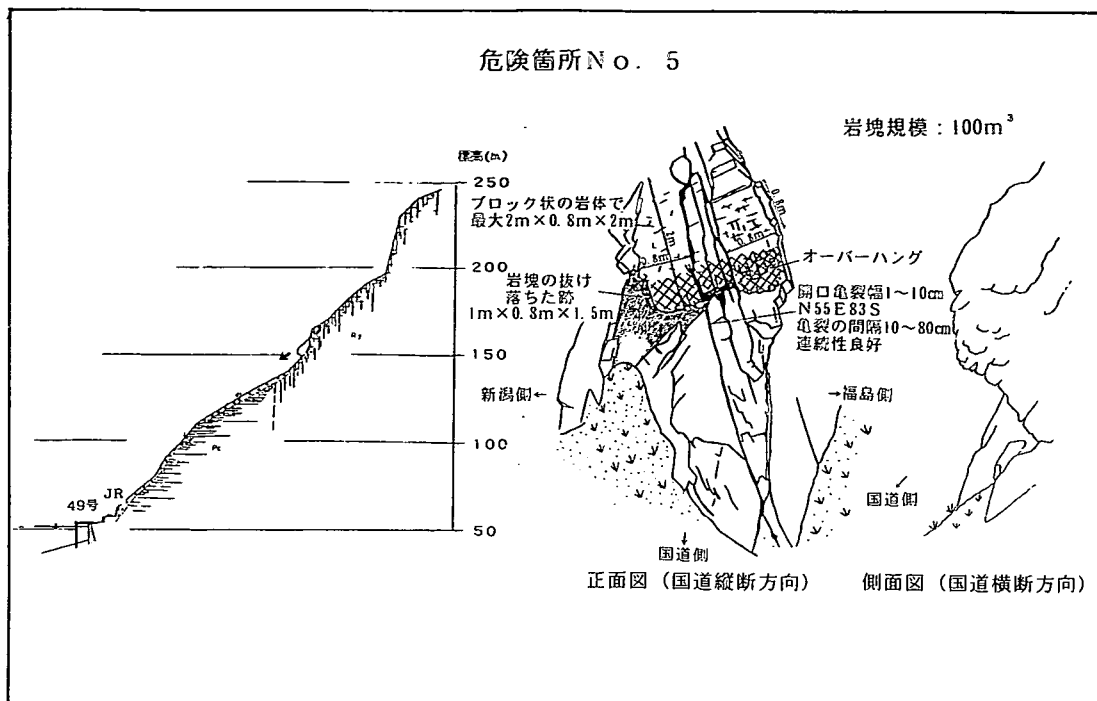


図-12 危険箇所 No. 5 の状況

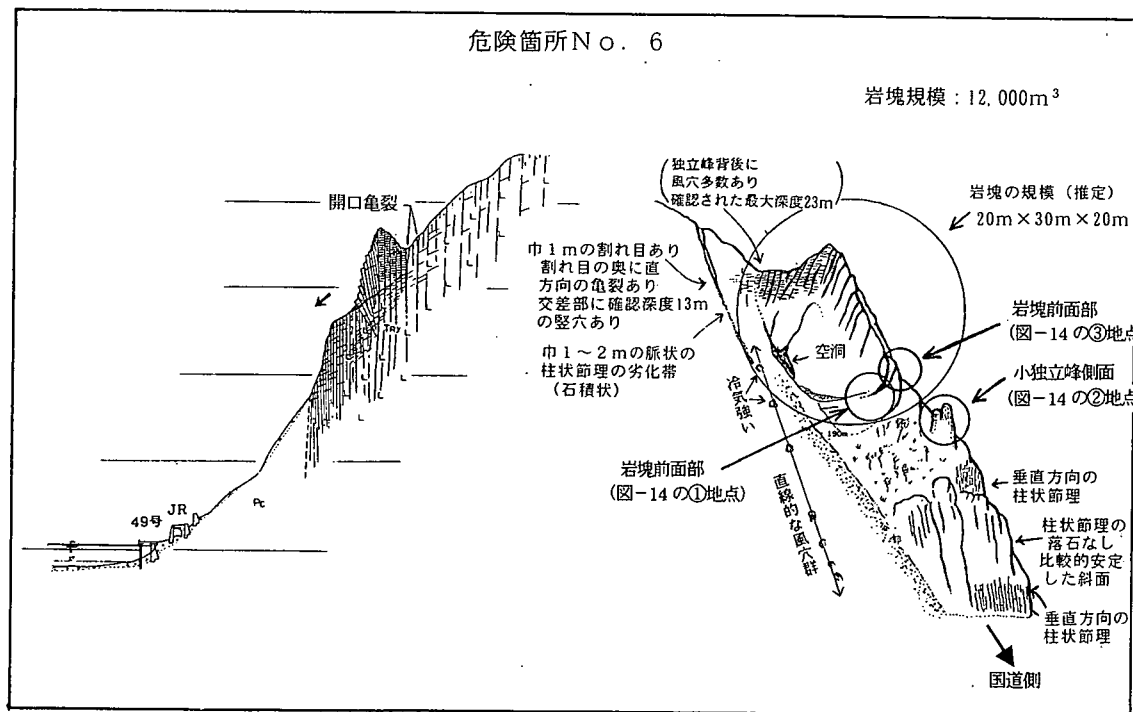


図-13 危険箇所 No. 6 の状況

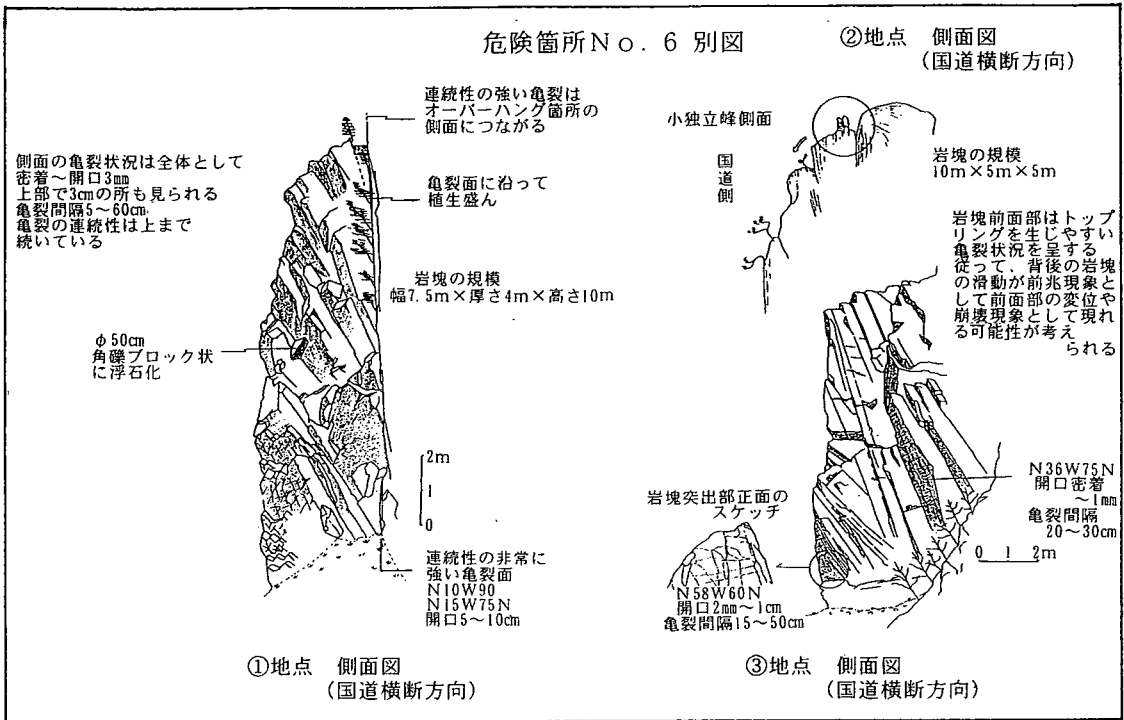


図-14 危険箇所No. 6 前面部の小岩塊の状況 (①~③地点の位置は図-13に示した)

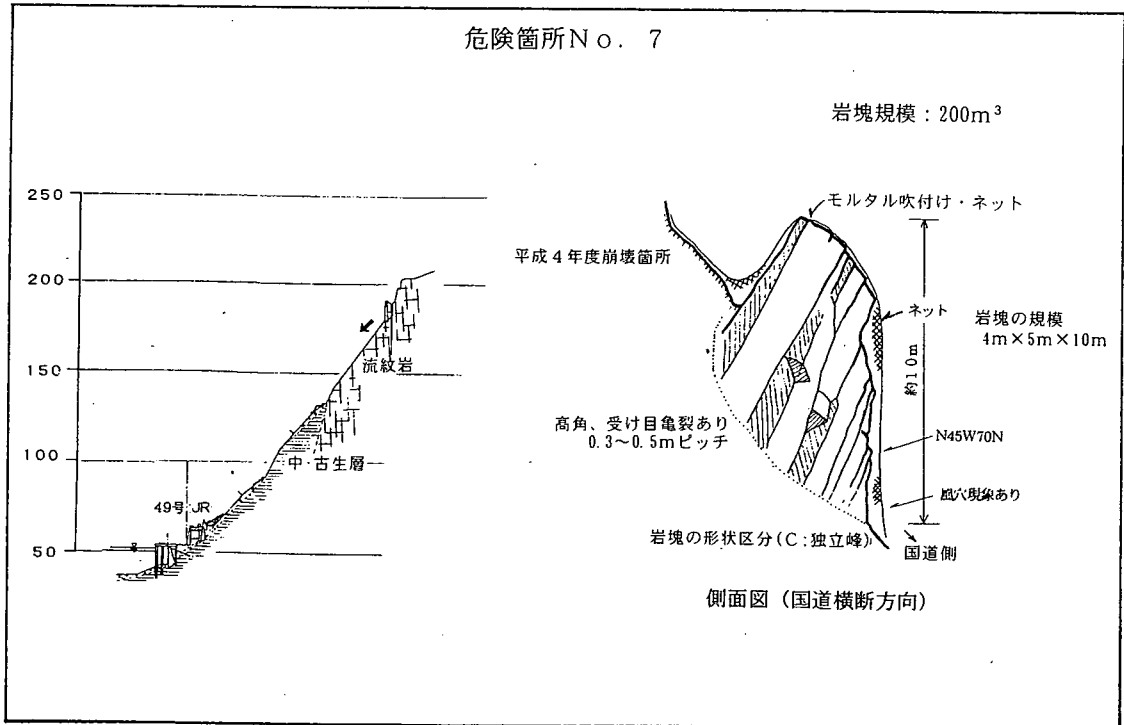


図-15 危険箇所No. 7の状況

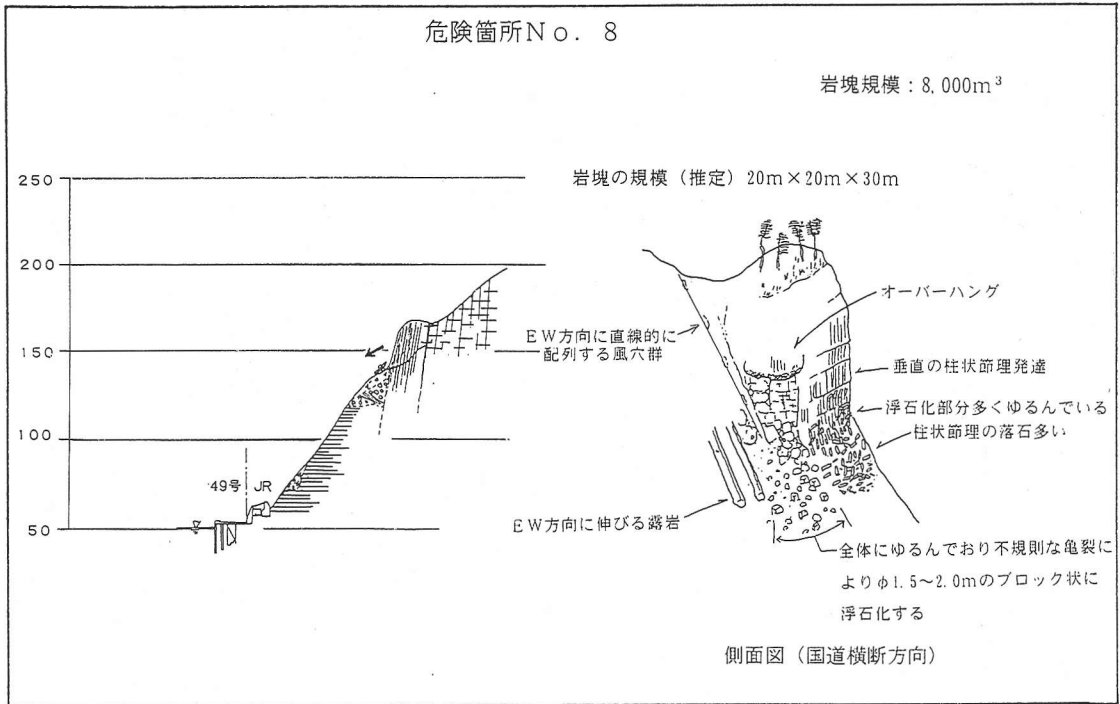


図-16 危険箇所 No. 8 の状況

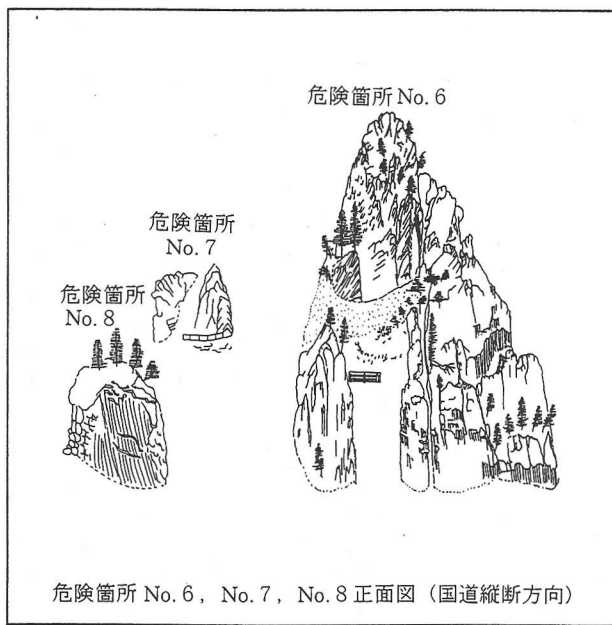


図-17 危険箇所 No. 6, No. 7, No. 8 正面図

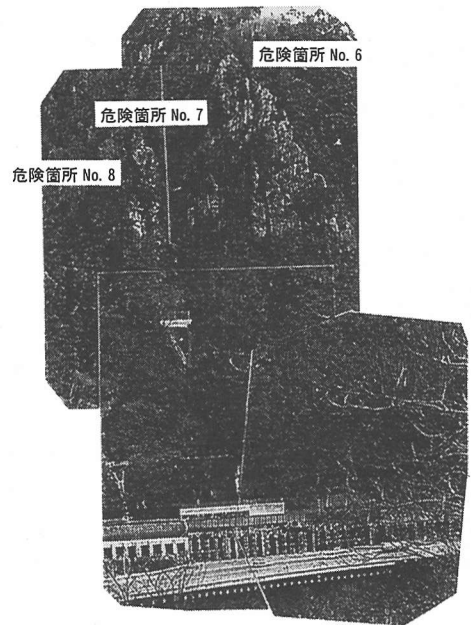


写真-1 危険箇所 No. 6, No. 7, No. 8 全景

5. 防災対策

(1) 防災対策の基本的な考え方

現地調査結果に基づき、比較的規模が大きいと予想される岩盤崩壊の危険箇所を8箇所抽出した。8箇所のうち全体規模が $5,000\text{m}^3$ 以上のものも数ヶ所あり、今後既往最大規模を上回る岩盤崩壊も想定される。これらをふまえ本尊岩地区における防災対策の基本的な考え方を図-18のように設定した。

a) 恒久対策

本地区においては、今後既往最大規模を上回る規模の岩石崩壊も想定されるため、現道の危険性を考慮すると抜本対策はなく、恒久対策としては別線ルートで本地区を回避する以外にない。

b) 当面の対策

〈施設による防災体制〉

・国道近傍にある斜面下方の発生源などの危険箇所については、岩接着工法などの発生源対策および緩衝工等の待ち受け型対策を講ずるものとする。

施設による対策箇所は、未対策であるうえ国道近傍で緊急性のある危険箇所No.1, No.2, No.3, No.4を対象とする。なお、危険箇所No.5~8では発生源対策が未施工であり、崩落自体の危険性は依然として残っているが、当面の対策として待ち受け型対策が実施済みとなっているため、監視体制の強化のみをとることに決めた。

〈監視体制〉

・落石発生源斜面全域に落石検知システムを設置するとともに、点検路による定期的なパトロールや、監視カメラなどによる監視を行う。監視体制は本地区全域が対象である。

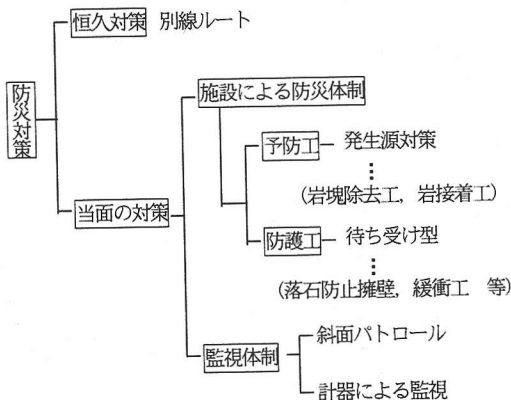


図-18 本尊岩地区防災対策の基本的な考え方⁵⁾

(2) 防災対策工

防災対策の基本方針に基づき、国道近傍で緊急性がある危険箇所 No.1~No.4 (写真-3参照) について対策工の検討を行い、表-5に示す対策工を採用した。

表-5 各危険箇所の対策工

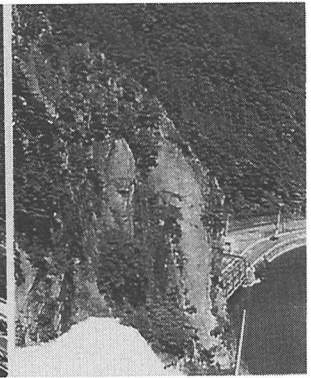
	採用対策工	
危険箇所No.1	緩衝工+監視 [※]	
危険箇所No.2	緩衝工+一部岩塊除去+監視 [※]	
危険箇所No.3	岩接着工+岩塊除去工+監視 [※]	
危険箇所No.4	岩接着工+監視 [※]	
	既設対策工	採用工法
危険箇所 No.5~No.8	アンカー付き落石防止擁壁+高エネルギー吸収柵	監視 [※]

※監視は斜面パトロール、個別危険箇所の計器による変位計測のほか、斜面全域を落石検知センサー付き落石防止網で覆い、大規模崩壊の前兆現象となりうる落石の検知に努める。

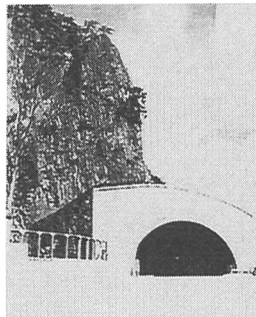
危険箇所No.1



危険箇所No.2



危険箇所No.3



危険箇所No.4

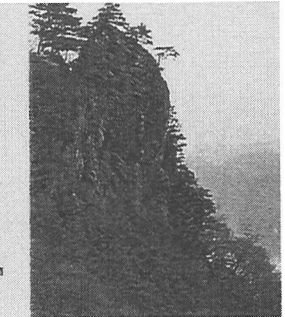


写真-2 各危険箇所の全景

a) 危険箇所No.1

○調査結果

・岩盤斜面には、国道に対して直交方向に2本の開口性の顕著な亀裂が存在しており、この亀裂を介して前面部の板状岩体が国道側（福島側トンネル坑口）へ倒れ込む形態の岩石崩壊（トップリング）が想定される（図-19の上図参照）。

・この亀裂の連続性について、ボーリング調査等により確認した結果、板状岩塊の形状は調査位置では、比較的安定した形状であり、当初予想したトップリングに対する緊急の危険性が少ないことが判明した。

・福島側トンネル坑口直上部の壁面には、表層剥離を生じやすいとみられる板状の小岩塊が数ヶ所においてオーバーハング状に突出しており（図-19の上図参照）、直下のトンネル坑口や国道に対して落石の危険性がある。

○対策工の検討結果

ボーリング調査により、トップリング性亀裂の連続性がほぼ確認された。トップリング性亀裂前面の板状岩塊は道路センター上で安定形状となり、当初予想と比べトップリングの危険性が小さいものと判断した。

したがって、現在の状態では緊急の危険性は少ないので、トップリングに対しては当面現状のままとし、監視による対応を図る。また、表層剥離を生じやすい小岩塊に対しては、図-19の下図に示すようにトンネルの坑門付近にそれを覆う形での緩衝工を設置する。

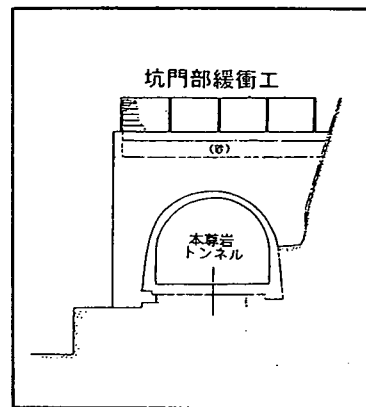
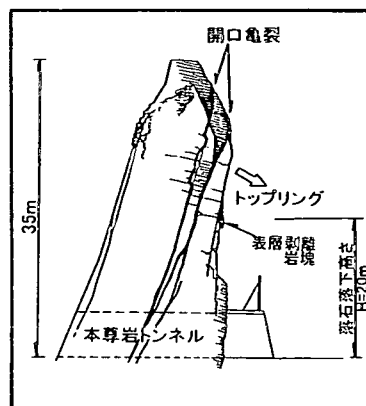


図-19 危険箇所No.1の状況と対策工

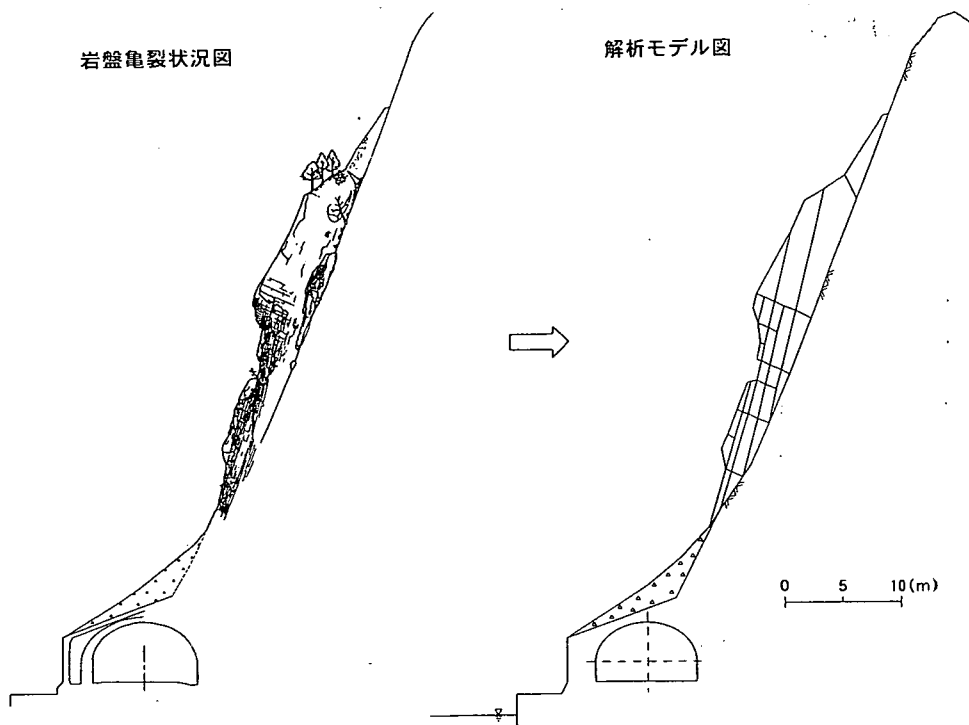


図-20 危険箇所No.2における個別要素法 (DEM) の解析に用いた解析モデル

岩塊内部の亀裂強度は低減させず、岩塊背面の亀裂強度を低減した場合

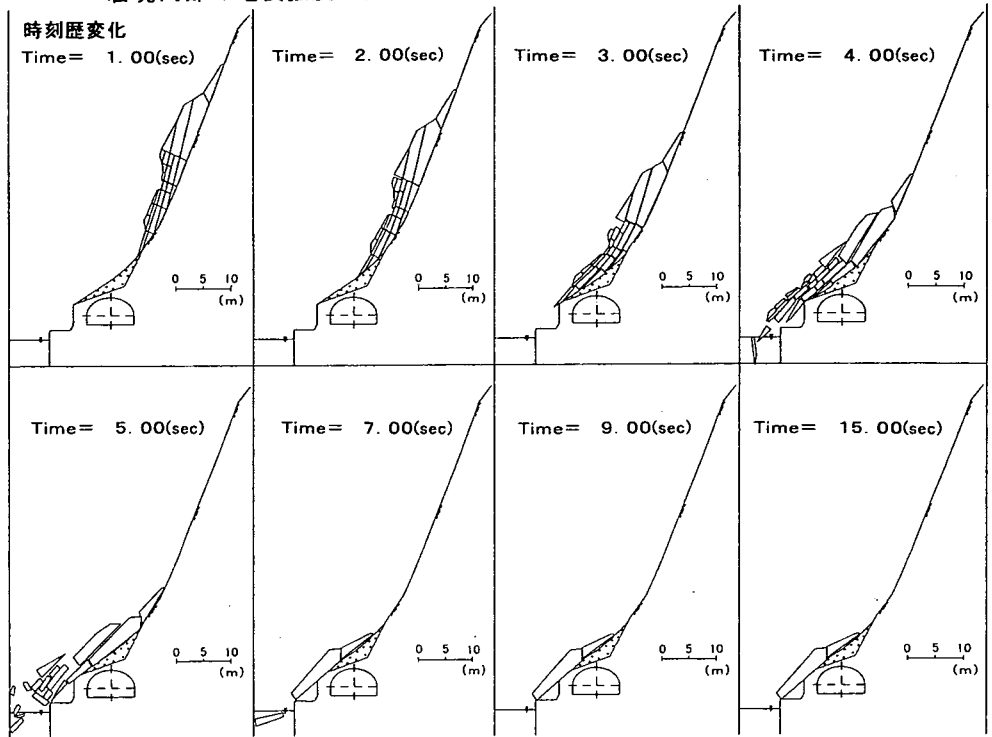


図-2.1 危険箇所 No.2における個別要素法 (DEM) 解析結果図

b) 危険箇所 No.2

○調査結果

・岩塊全体の背面亀裂は福島側の側部で開口しているのが認められるが、新潟側の側部では亀裂そのものも明瞭なもの認められない。したがって、現時点では岩塊全体規模の接着状態は比較的良好と判断される。

・仮に岩塊全体が崩壊した場合について、図-2.0に示す解析モデル図を作成し、個別要素法 (DEM) によるシミュレーション解析を行った。紙面の制限により解析結果の一例だけを図-2.1に示すが、計算した範囲内では衝撃力が大きくなる転倒のような崩壊モードは見られなかった。

・岩塊表面の、特に岩塊下半部において、拳大のものがポロポロと崩れやすい状況が認められること、また一部に浮石化した小岩塊が存在しているなど、落石や岩塊の一部の崩落などの危険があり得る。

○対策工の検討結果

・全体規模の岩塊に対しては、現時点で比較的安全しているものと判断されることから、監視による対応を図る。

・浮石化を呈する不安定な柱状岩塊に対しては、岩塊除去を行う。さらに落石対応として、図-2.2に示すように、現況の明り巻部に対する衝撃力を緩和し落石エネルギーが集中しないようにするため、発砲スチロール (EPS) を用いた緩衝工を設置する。

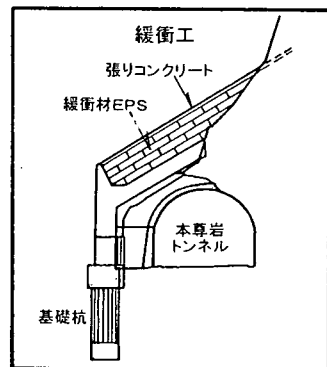
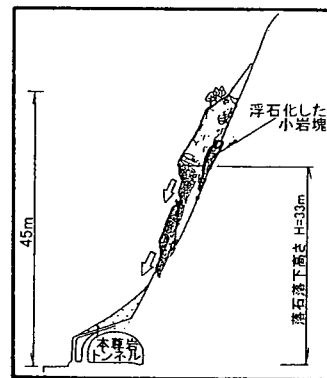


図-2.2 危険箇所 No.2 の状況と対策工

c) 危険箇所No.3

○調査結果

- ・独立峰状の岩塊背後にはほぼ鉛直のシャープな亀裂があり、想定される最大規模の崩壊としては、この亀裂をすべり面として岩塊全体規模がすべり崩壊をおこす形態の岩石崩壊が考えられる。
- ・岩塊の上部には約 60° で国道側に傾斜した亀裂があり、この亀裂のうえに乗りかかるかたちで分離状を呈する大小の岩塊が独立峰の上部に存在する。
- ・岩塊は全体に亀裂質であり劣化しているが、特に背面亀裂はボーリング調査結果から、岩塊上部の方が開口性および明瞭度が高いことが分かっている。

○対策工の検討結果

- ・図-23に示すように岩塊頭部にある不安定岩塊に対して岩塊除去を行う。また、岩塊除去施工時の安全性を確保するため、岩塊除去に先だつてまず①岩接着工により不安定岩塊の接着を行い、そのあとで②接着済みの岩塊のうち分離状岩塊（大、小）を除去する。
- ・岩塊頭部の除去により、岩塊全体の安定度が現状より向上するが、さらに監視体制も併用する。

d) 危険箇所No.4

○調査結果

- ・岩塊表面の顕著な浮石化やブロック化により岩塊表面が不安定化しているのみならず、岩塊そのものも、背面亀裂の劣化状態や深い亀裂の発達により全体規模で不安定化しているものと考えられる。

○対策工の検討結果

- ・図-24に示すような範囲に対して岩接着工を実施し、特殊モルタルにより開口亀裂を充填・接着する。これにより岩塊背面亀裂の地山への接着と岩塊表面の剥離性岩塊の接着を図る。開口亀裂の発達した岩盤状況であることから、接着効果は高いものと考えられる。さらにロックネットによる落石防止を図る。
- ・大規模な崩壊に対しては落石検知センサー等各種計器を用いた監視体制により対応する。

危険箇所 No.1～No.4 の対策工と待ち受け対策が施工済みの危険箇所 No.5～No.8 について、全体としての対策計画を図-25に示す。

(3) 監視体制

防災対策の基本方針に基づき、本地区全域について監視体制による対応を図るものとする。

岩石崩壊は大規模な崩壊が発生する前に、その前兆現象として、小規模な落石・崩壊が発生する場合が多いと考えられる。これらを検知するため、本地区斜面全域を落石防止ネットで覆い、ネット上に落石検知センサーを設置する。落石検知センサーは同軸ケーブルからなり、落石によって生じた落石防止ネットの振動を電気信号に変換するものである。落石センサーで落石を検知後、斜面に異常が確認された場合は道路規制による管理体制とする。また、地質調査により抽出された危険箇所など特定の不安定岩

塊については、その挙動を把握するために変位計測を実施する。さらに異常気象時と年4回の定期的な斜面パトロールを実施する体制とする。

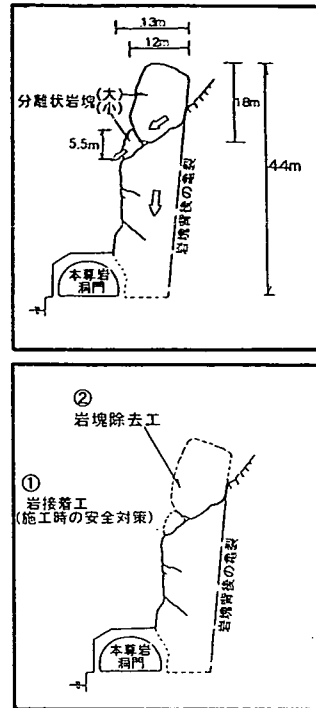


図-23 危険箇所 No.3 の状況と対策工

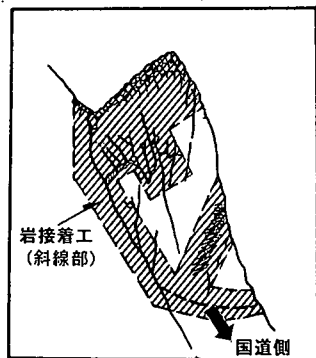
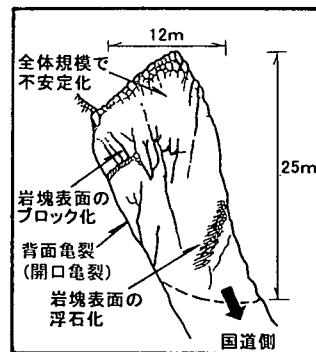


図-24 危険箇所 No.4 の状況と対策工

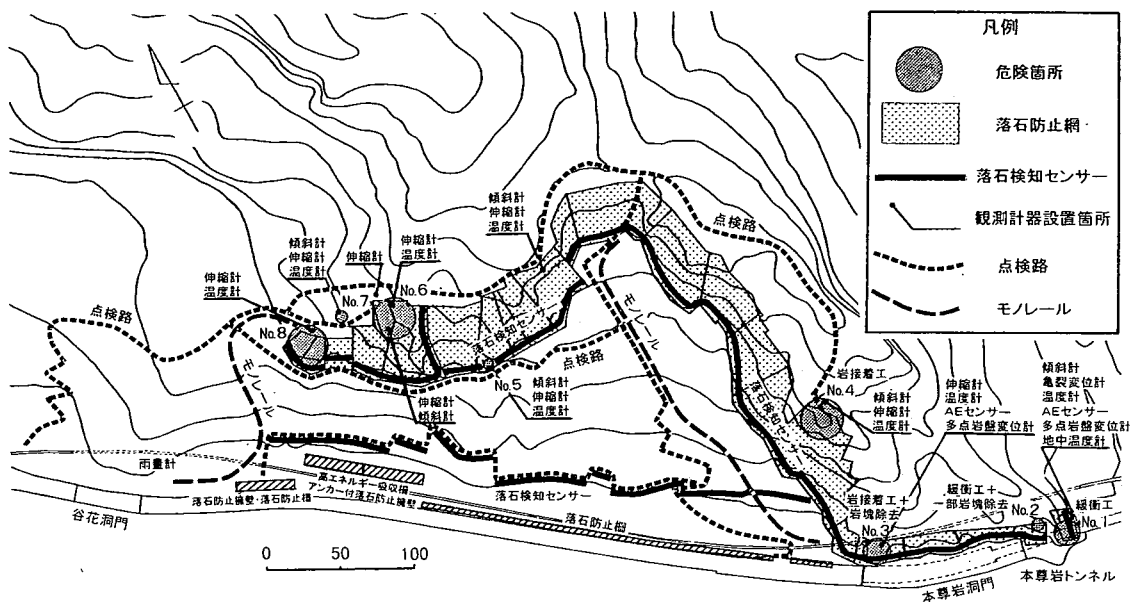


図-25 対策計画図⁵⁾

6. おわりに

本地区においては、極端な急傾斜のため現地調査が極めて困難な岩盤斜面を精力的に踏査するとともに、本地区のローカルな地形・地質条件を解析し、本地区の崩壊メカニズムとの関連において国道に対する岩盤斜面全体の安全性評価を試みた。また、同時に岩盤面の目視観察により個別に危険箇所の抽出を行った。この結果、個別に抽出した危険箇所は、斜面全体の安全性評価により比較的危険性があると考えられる谷花岩体の中腹斜面と本尊岩岩体の下部斜面に集中する結果となり、両者が符合する結果が得られた。

抽出した危険箇所のうち、特に急を要すると考えられるものについては、現地精査やボーリング調査等の詳細調査を実施し、対策工の検討を行った。

現在、これらの対策工事は完了し、日々監視体制が取られている。対策工事後の現道の防災レベルは数段向上したと思われるが、これらはいくまで当面の対策である。恒久対策としてはルート変更することが必要であるという結論にかわりはない。

今後は、本地区斜面の監視を継続するとともに、崩壊時期の予測に関する検討資料とするため、岩盤斜面の挙動について変位観測データを蓄積していきたい。

参考文献

- 1) 金子富義：磐越西線津川～三川間 落石崩壊の原因とその対策、日本鉄道協会誌、pp.727、1996.9.
- 2) 建設省北陸地方建設局新潟国道工事事務所：平成4年度一般国道谷花地先防災対策検討会資料、1993.2.
- 3) 建設省北陸地方建設局新潟国道工事事務所：本尊岩岩石年代測定報告書、1999.3.
- 4) 鈴木郁夫：土地分類基本調査5万分の1「津川」、pp.24、新潟県、1983.
- 5) 建設省北陸地方建設局新潟国道工事事務所：平成8.9年本尊岩地区防災対策検討委員会報告書、1998.3.
- 6) 土木学会岩盤力学委員会編：岩盤斜面の安定解析と計測、社団法人土木学会、pp.3～pp.7、1994.
- 7) David J.Varnes (訳：渡正亮、石川芳治、板垣治、江川良武、大久保駿、黒田和男、綱木亮介、仲野公章、中村浩之、平野勇、藤田寿雄、松井宗広、安江朝光、吉松弘行)：斜面運動の形態、地すべり：その解析と防止工(上巻)、社団法人地すべり対策技術協会 pp.17～pp.24、1985.

(2000.10.17 受付)

STABILITY EVALUATION AND REMEDIAL MEASURES ON THE ROCK SLOPE OF HONZON-IWA AREA, ROUTE 49

Minoru ISHIDA, Atsushi MIYAKE, Tetsuo ITOH, Masanori OHTANI
and Hideki OHTA

The authors tried to evaluate the stability of the rock slope at Honzon-iwa where rock fall and rock block failure had occurred frequently considering mechanism of the rock block failure. The authors tried to detect vulnerable locations by visual inspection of rock face. The locations pointed out were in accordance with the stability evaluation of the whole rock slope. Consequently, it was concluded that there were no drastically effective measures except the relocation of the road considering the high degree of risk to the present route. To maintain the present route until the completion of relocated route, temporary measures consisting of rock stabilization, rock fall protection and monitoring system were taken.