

豊浜トンネルおよび第2白糸トンネルの 岩盤崩落について!

高橋 学¹⁾・羽坂 俊一²⁾

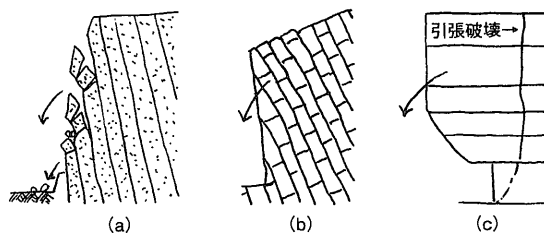
1. はじめに

国道229号線は北海道^{ひやま} 檜山^{えさし} 支庁江差町を起点として日本海側の海岸沿いに後志管内小樽市を終点とする総延長287.5kmの一般国道です。全線開通は1996年11月の事であり、地元住民としては生活道路としての位置づけが強く、全線開通を待望していました。海岸線沿いには数々の奇岩、名勝地があり特に夏季の海水浴客の観光道路としての性格も強いものでした。このような国道において、1996年2月10日には、不幸にも死者20人を出す豊浜トンネル崩落事故が発生し、さらに1997年8月25日には第2白糸トンネルの瀬棚側巻き出し部において岩盤崩落による崩壊が発生しました。本文では、今まで一般的には目にする事の少なかったトンネル坑口周辺斜面の点検内容や、両岩盤崩落における共通点を明らかにします。

2. 岩盤斜面の崩壊形態の分類

まず最初に、岩盤斜面における崩落の形態の全体像について述べてみたいと思います。1994年12月に土木学会から刊行された「岩盤斜面の安定解析と計測」では、崩壊形態を岩盤斜面の変状及び崩壊の生成機構から以下のように分類しています。

- ・崩落現象 - 落石, ブロック崩壊
- ・すべり等による崩壊 - 平面すべり崩 (平面破壊), くさびすべり崩壊 (くさび破壊), 円弧すべり崩壊 (円形破壊), 複合すべり崩壊
- ・トッピング崩壊 - たわみトッピング崩壊, ブロックトッピング崩壊



第1図 ブロックトッピング崩壊の分類。

ブロックトッピングはさらに、第1図に示されるように節理の傾斜が急角度で、しかも硬質の板状または柱状の岩盤が、節理から分離し、(a) (b)のように重力によって斜面側にたわみ、引っ張り破壊を起こし、破壊箇所上部の岩石がブロック状となって崩壊する現象としています。さらに、同図(c)のように層理の傾斜が水平であっても岩塊がオーバーハング状態には、このオーバーハング状態にある岩塊が1つの大きなブロックとなって崩壊する事例を紹介しています。この分類基準からすると後述します1989年の越前岬の事例は(b)に相当すると思われます。また、1989年の層雲峡崩落事故や豊浜トンネル崩落事故は「崩落現象」に分類されています(口絵参照)。第2白糸トンネル崩落は「平面すべり」に分類されております。

3. 豊浜トンネル事故及び第2白糸トンネル岩盤崩落

3.1 豊浜トンネル事故

豊浜トンネルは余市町から積丹町へ向かう国道229号線の古平町側に位置しています。小樽から積丹町までの間は、夏は海水浴客で混雑する様に

キーワード: 岩盤崩落, 水冷破碎岩, 先在亀裂系, 亀裂進展

1) 地質調査所 環境地質部
2) 地質調査所 北海道支所

海岸線が美しく、また「ローソク岩」、「夫婦岩」、「たこ岩」等に代表されるような海上にそそり立つ奇岩等でも有名であり、ニセコ積丹小樽海岸国定公園に指定されています。この地域の道路のほとんどが、ほぼ鉛直に切り立った海食崖の海岸線沿いのわずかな土地に作られており、トンネル内はカーブの多い、道幅の狭いものが主流でありました。豊浜トンネルはこのような条件を緩和し安全な道路とするため、1984年に竣工されています。

豊浜トンネル崩落事故は1996年2月10日北海道古平町で起きました。懸命の救出作業にもかかわらず、事故発生から7日目の16日夜に最初の車が発見され、8日目に20人全員の遺体が収容されました。

5万分の1地質図「岩内」によれば、余市町から古平にかけては新第三紀輝石安山岩溶岩及び火砕岩という記載ですが、基本的には海底火山の噴出物が海水中で冷却固化して形成されたことから水冷火砕岩（もしくは水冷破砕岩、hyaloclastite）と呼ばれています。事故現場の岩石の孔隙率は30%（福田ほか、1996）以上、圧裂引張り強度は0.39MPa（藤井、1996）、P波速度は1.8km/秒（福田ほか、1996）というデータが報告されており、通常我々が取り扱う岩石としては非常に脆弱な岩石の部類となります。

口絵3右は岩盤崩落後の写真であり、事故発生後ほぼ2ヵ月を経て撮影されたものです。崩落面は写真中央部に白っぽく見えています。北海道は3月になると、日中の最高気温が0℃以上となることがあり、したがって氷が融け出します。崩落面上部及び中部から崩落後も水が供給されていることを示しています。崩落面中央部にうっすらと雪が残っているところは、傾斜が緩やか（80度程度）になっていることを示しています。調査用のゴンドラがある下部では、再びほぼ鉛直に切り立っていることがわかります。口絵3左は更に接近し崩落面下部、トンネル直上を撮影したものです。写真右側が古平側、左側が余市側であり、右側にはトンネル巻出し部が見えます。写真中に小さくかつ黒っぽく見えるのは火山性の礫であり、左側（海方向）に緩やかに傾斜しています。水が凍る時の圧力は約1MPaと言われており、崩落面の岩盤の圧裂引張り強度を遥かに超えています。岩盤内の水分の凍結-

融解による圧力が崩落面の岩盤の引っ張り強度を超え、崩落に至ったことが容易に推定でき、崩落の大きな要因となっていることが示唆されます。福田ほか（1996）は北海道の気温データに基づいて、更に崩落面の岩石供試体を用いた凍結-融解実験を行い、崩落の原因を詳しく考察しています。

3.2 第2白糸トンネル岩盤崩落

1997年8月25日午後2時30分頃、第2白糸トンネルの瀬棚側坑口付近で岩盤崩落が発生しました。また、8月28日には8月25日の崩壊斜面に向かって左側に残っていた不安定な岩体が崩落しました。この際には、8月25日からの落石及び小崩落の発生件数が計測されておりました。その結果、落石・小崩壊の累積発生件数は特定の時間帯にまとまって発生していた点や28日午後1時頃には発生件数が急激に増加する点などが観測されました。このように、岩盤崩落の様子や崩落に至る落石などの発生件数が正確に計測された事例は珍しく、貴重なデータとなるでしょう。

第2白糸トンネル周辺は豊浜トンネル同様典型的な海食崖を形成しており、空中写真からは周囲に崩落面と同じ走行にステップ状に滑りを生じた様子が、植生の変化からも観察されます。崩落箇所は下位から礫岩混じりの凝灰岩、角閃石安山岩質水冷破砕岩、砂岩および礫岩の3層に大きく分けられます。全体は海側にゆるく傾いた流れ盤構造を呈しています。崩落面は全体に酸化しており、水に浸けた状態では薄い赤色からピンク色をしています。調査時には既に表面は乾いており、全体にやや白っぽい状態となっていました。崩落面の下部（凝灰岩層）との地層境界からは湧水が確認されています。崩落前（1997年7月15日、北海道支所中川主任研究官撮影）と現状の様子を写真1,2に示します。崩落箇所は、オーバーハング状態にあった水冷破砕岩の部分です。下部の凝灰岩との間には他の随所で見受けられる4個の波食洞状の穴が確認できます。

第2白糸トンネルでも、今年の豊浜トンネルとほぼ同じ崩落原因が考えられます。すなわち、ほぼ同じ地質条件、同じ地形条件であり、節理面に沿った湧水の存在や冬季の凍結・融解などの条件、さらには、次に述べるように1993年7月12日の北海



写真1 第2白糸トンネル崩落箇所周辺の崩落前の様子
(平成9年7月15日北海道支所中川主任研究官撮影)。

道南西沖地震の震源により近い等の共通点が挙げられます。しかし、豊浜トンネルでは崩落面はトンネルを横断していたのに対し、白糸トンネルではトンネル巻きだし部よりも10m以上上方に存在していた点が大きく異なります。

4. 北海道南西沖地震による斜面災害

地震に伴う津波や斜面災害の規模が大きいほど、必然的に壊滅的な被害をもたらします。例えば、1792年5月21日長崎県島原市普賢岳の地震が原因とも考えられている眉山の崩壊は特に有名です。眉山の崩壊による津波は有明海を超え、対岸の熊本に達し、以後「島原大変肥後迷惑」という言葉で代表されるようになりました。このように地震が直接、間接に斜面崩壊に寄与していることは過去の事例からも容易に推察できますが、その場合地震と斜面災害との時間軸における時間差が少ないほど両者の関係が強いという事が言えます。北海道は1993年7月12日午後10時奥尻島北部を震源とする北海道南西沖地震が発生し、寿都では震度5を記録しました(第2図参照)。国道229号線に

1997年 12月号

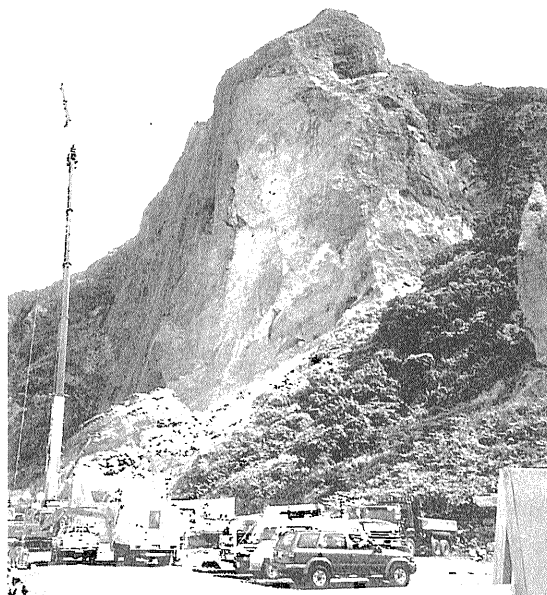
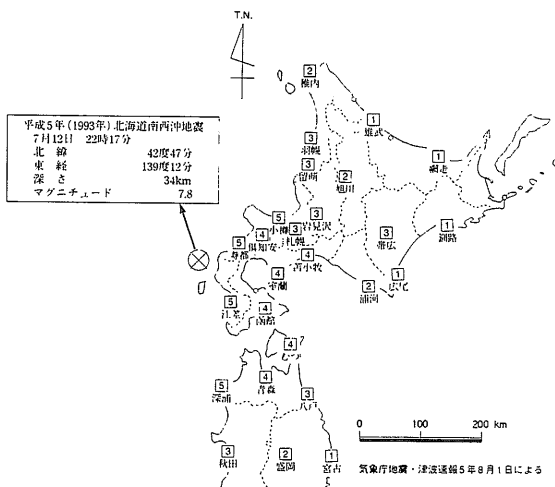


写真2 第2白糸トンネル崩落箇所周辺の崩落後の様子
(平成9年9月12日撮影)。



第2図 北海道南西沖地震における震度分布図。

おいても29ヵ所において法面崩壊や路面冠水、路肩決壊、落石、崩土などの各種災害が発生しました。中でも、第2白糸トンネル瀬棚側巻き出し部が162mの内48mに渡って被害を受けました。崩落したのは、今回の崩落箇所より島牧側であり、遷急線近くからのブロック状落石が原因です。同じく、国道229号線刀掛トンネル小樽側坑口上方の斜面

が崩落し、刀掛覆道の土留めコンクリートが一部損傷を受けました。隣接するブロックに顕著なゆるみを確認されたので、そのブロックの除去作業を実施しています。また、同229号線穴間トンネル巻き出し部上方斜面の安山岩質凝灰角礫岩のブロックが不安定となりました。この地点では、明瞭な層理面と鉛直方向の亀裂とが確認されており、これらの関連から岩盤自体がブロック化されているようです。

以上は、斜面崩落を起こしてトンネルやトンネル巻き出し部等の人工構造物に何らかの被害を与えた場合であり、斜面崩落自体は奥尻島と国道229号、227号の調査地域に置いて70ヵ所以上が報告されています。ただし、これらには既存の地すべりの活動事例は皆無でありました。このような事実からも、地震時にはブロック化した岩盤の不安定性が増大していることを伺うことができます。

5. 類似岩盤崩落事例

以下では、土木学会がまとめた「大規模岩盤崩壊に関する技術検討委員会報告書」(1997)を参考に、崩壊形態が「崩落」とされた以下の事例について簡単に触れてみたいと思います。

1) 層雲峡(1987年6月9日, 国道39号)

1987年6月9日午前6時15分頃、国道39号線上川町石狩川沿いの層雲峡において比高145m、幅20mに渡って層雲峡溶結凝灰岩が崩落(口絵1参照)。崩壊岩塊は石狩川を横断して対岸の国道39号線の車両を直撃し、3名の死者と6名の重軽傷者が出ました。崩落箇所の地質は崩落底部より下部では、降下軽石堆積物、河床砂礫、粘板岩からなる日高累層群であり、表層には崖錘堆積物が分布していました。これらの岩盤は比較的軟質であり、浸食が比較的早く進行します。崩落箇所は「天城岩」と称され、80度から90度の平均傾斜角を有し、200mに及ぶ比高を有していました。このような状況で、斜面下部の軟質岩類の凍結融解によると思われる浸食が進み、その上部の溶結凝灰岩柱状岩体部が剥離してオーバーハング構造となっていました。結果として、このオーバーハング部からの溶結凝灰岩の分離が生じたことになりました。したがって、この場合にも

崩落底部はオーバーハング状を呈し、不安定な地形・地質であったことが伺われます。

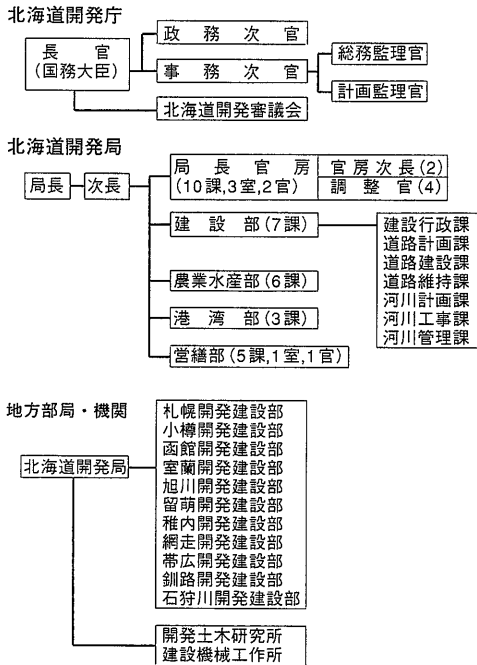
2) 越前岬RockShed(1989年7月16日, 国道306号)

1989年7月16日午後3時20分頃、国道305号線福井県越前町玉川地先において高さ25m、幅30mにわたり落石が生じ、たまたま通りかかったマイクロバスが遭難し、乗客15名全員が亡くなりました(口絵4参照)。崩落岩盤は下部から凝灰角礫岩、集塊岩、凝灰質集塊岩、凝灰質砂岩、凝灰角礫岩が分布しており、また斜面にほぼ並行する鉛直方向の節理が発達していました。崩落岩塊の底部には、その後の詳細な調査結果から空洞部が存在していたことが明らかになっています。すなわち、岩塊の足下部の断面積が相当小さくなっていたことになります。平野ほか(1990)は2名の目撃者の証言から以下のような崩壊過程を述べています。

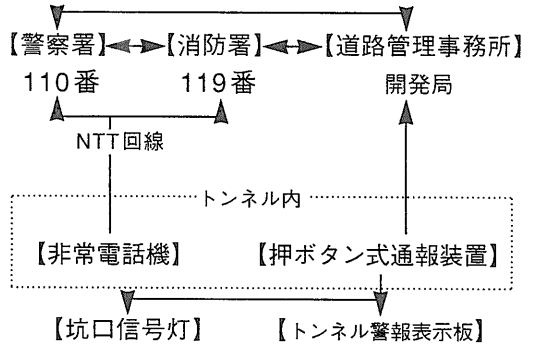
- 1) 開口していた割れ目が拡大し、その部分に落石のかなりの部分が落ち込みつつ割れ目は更に拡大し、やがて崩落ブロックはトップリングと呼ばれる状態となりました。
- 2) 崩落ブロックが崖面に向かって左に沈み込むような動きをし、岩盤基部に右上がりの水平に近い割れ目が開きました。その後、トップリングがさらに進行しました。
- 3) 崩落ブロックは指示を失った状態となり、破断・分解が進行し、急速に落下しました。
- 4) 落石はロックシェッドの山側の岩壁と擁壁の間に集中的に落下し、擁壁は海側へ倒れかかる。
- 5) ロックシェッドの天井部分を落石が直撃。

6. 北海道開発局とトンネル走行安全マニュアル

北海道開発局は昭和25年に総理府の外局として設置された北海道開発庁の地方支部部局です。北海道開発局には局長、次長の下に局長官房、建設部、農業水産部、港湾部、営繕部があります(第3図参照)。さらに、地方部局として11(札幌、小樽、函館、室蘭、旭川、留萌、稚内、網走、帯広、釧路、石狩川)の開発建設部と開発土木研究所と開発機械工作所の2機関が存在します。北海道には84,713kmの一般道路があり、この内一般国道が約6,279km、地方道が約11,469km、市町村道が約



第3図 北海道開発局の組織図。



第4図 非常警報システムのしくみ。

っています。

ほとんどの岩盤崩落は極直前に（現在までに確認されている前兆時間はせいぜい1-2時間程度）限られているので、崩落自体は瞬間的に生じるといっても差し支えないほどです。このような非常警報システムは、いわば2次災害をどれだけ未然に防ぐことができるかという点にかかっていると思われる。もちろん、これらの非常警報システムは岩盤崩落などの現象のためだけではなく、トンネル内の交通事故や火災などの際にもその真価を発揮することができます。

66,965kmあります。これらの道路整備費として2955億88百万円が平成9年度の予算として計上されています。もちろん、この予算の中には冬期間の除雪のための費用も含まれています。ちなみに、一般国道6,279kmの内未除雪区間はわづか88.7kmしかありません。冬期間に北海道の道路を走ったことがある人ならば、この除雪の対応の良さには驚かされることでしょう。日中晴天になるとアスファルト路面が出るほどに良く除雪されているからです。

北海道開発局ではトンネル安全走行マニュアル「SAFETY・RORD」を発行し、トンネルの非常警報システムと事故発生時の対処の仕方を詳細に説明したA4、8ページのパンフレットを作成しています。今回の第2白糸トンネルは黒松内エリア版（大平トンネル、兜岩トンネル、狩場トンネル）に掲載されています。それによれば、非常警報システムの基本的な仕組みは第4図に示されるようにトンネル内の非常電話機からNTT電話回線を通じ、警察署と消防署に通じるようになっていきます。また、押ボタン式通報装置は道路管理事務所へ直接通報が有ると同時に、トンネル内の異常を坑口信号灯やトンネル警報表示板に表示し、他の運転車両への周知を図

7. 国道229号線沿いの危険箇所の写真と北海道南西沖地震後の対策

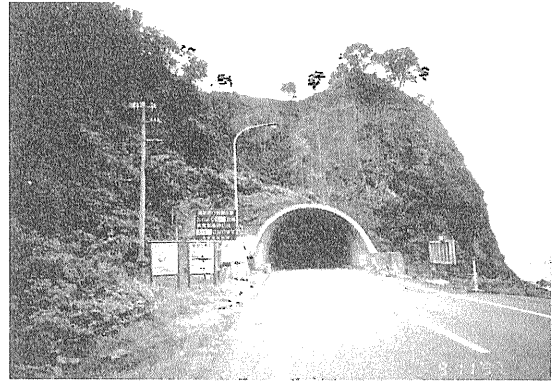
国道229号線には落石防止の落石覆工やトンネルが合計100以上も存在します。これらの内、第2白糸トンネル周辺のトンネル坑口部や落石覆工周囲斜面の様子を第5図のようにまとめてみました。全体的には、豊浜トンネルや第2白糸トンネルと同じように、地形的・地質的に以下のような共通点が認められます。

- ・地質体固有の構造的弱面を種々の規模で有している。
- ・急崖を形成し、それらはほとんどがオーバーハングとなり、しかも底部には崩落の結果としての崖錐堆積物が認められる。
- ・ほぼ海側にゆるく傾斜した流れ盤構造を呈している。
- ・地層境界部（不整合面）からの小規模な崩壊が随所で認められる。

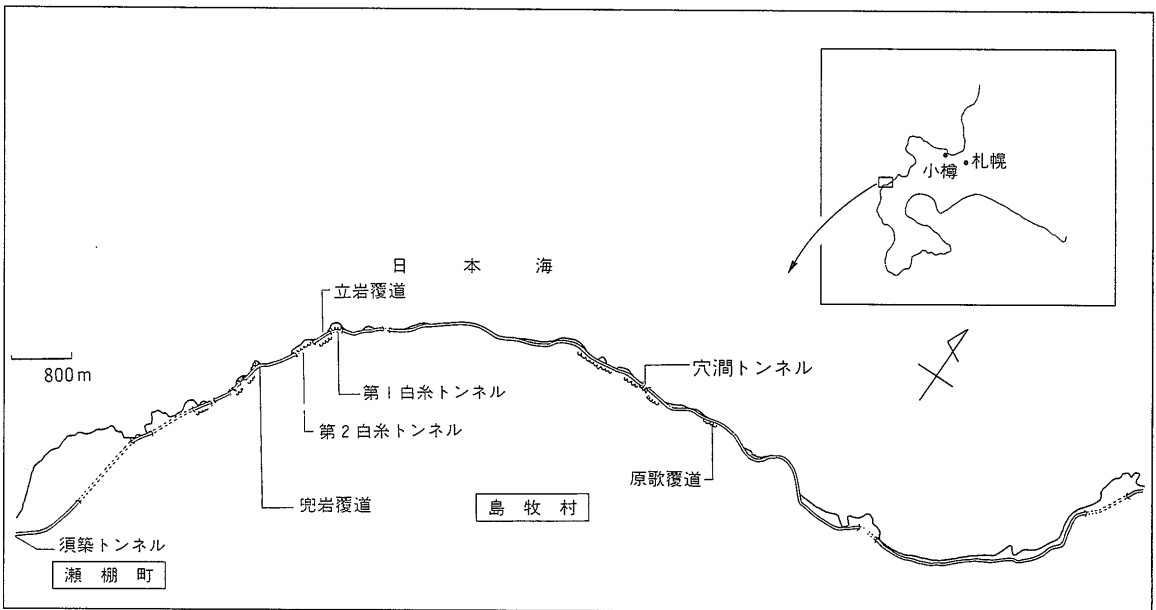
94年度からは落石保護対策として厚さ60cmの



原歌覆道.



穴澗トンネル.



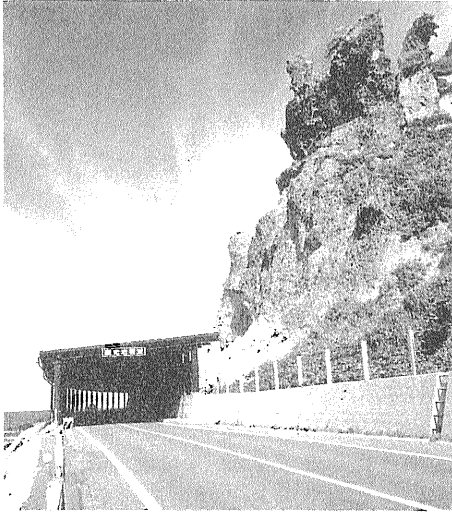
第2図 国道229号線沿いのトンネル及び落石覆工周囲の地形の様子.



第1白糸トンネル遠景(島牧村側).



第1白糸トンネル(島牧村側).



兜岩覆道.



兜岩覆道.



すつき
須築トンネル.



第1白糸トンネル(瀬棚町側).



立岩覆道.

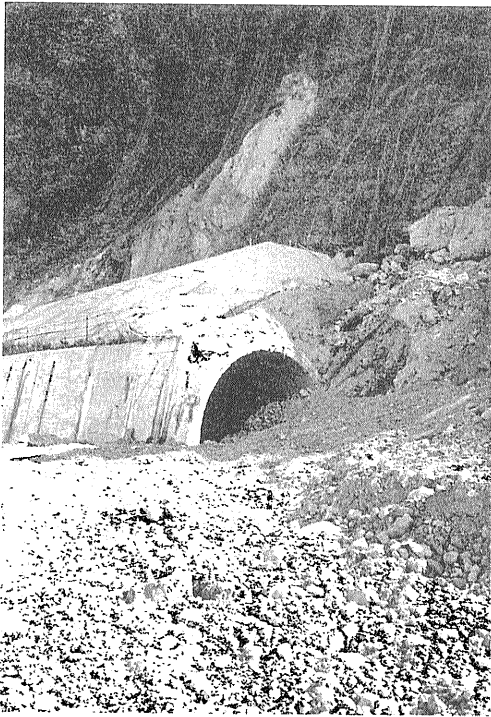


写真3 第2白糸トンネル瀬棚町側トンネル巻き出し部の様子。

巻きだし部の上に覆土や発砲スチロールを敷き詰め、落石時の衝撃を減ずる工事を進めていました。写真3は今回の第2白糸のトンネル崩落箇所を示していますが、左側のトンネル上部に設置されているのが、発砲スチロール主体の落石対策工です。この部分は北海道南西沖地震による落石により崩壊した部分に相当します。もちろん、今回の崩落岩塊を押しとどめるだけの巻きだし部の強度は望みようがなく、あくまでも最大数トン程度の落石に有効となるだけです。

8. 緊急点検の内容

北海道開発局は豊浜トンネル事故以来、北海道内のトンネル・覆道合計395ヵ所の緊急点検を実施しました。この点検では、第2白糸トンネルは危険度が最も高い「対応方針1」ではなく、継続調査の「対応方針2」にランク付けされていました。その後、「対応方針1」に格上げされました。最初の緊急点検で「対応方針1」となった国道229号線のトンネルと覆道は以下の通りです。

トンネル：幌内府（積丹町）、鶴の岩（岩内）、須築（瀬棚）

覆道：キナウシ（神恵内）、ピンノ岬（岩内）

最初の点検で「対応方針2」とされた内、2度目の点検で「対応方針1」とランクアップされたトンネルが32ヵ所、覆道が8ヵ所ありました。そこで、緊急点検の内容について述べてみたいと思います。平成6年に土木学会から発行された「岩盤斜面の安定解析と計測」の道路防災点検における岩石崩壊を対象とした斜面評点法を主に参考にしました。

道路防災点検は全国の道路を対象にほぼ5年ごとに実施される総点検ですが、平成元年の越前岬のロックシェッド崩落事故を契機に点検項目に「岩石崩壊」を加えています。したがって、それ以前にはトンネル斜面やロックシェッド周辺斜面における大規模な岩盤崩落現象はあまり注目されておらず、確率的には少ないとの判断が有ったものと思われます。点検の対象はトンネル坑口（起点側と終点側）および落石覆工（ロックシェッド、RockShed）とされ、特に海岸部に多く見られるような岩盤が露出した高さ5m以上の法面や斜面が対象とされました。以下、各点検項目および配点を列挙してみましょう。（）内の数値は配点を示しています。

「安定度一次評価（要因からの評価） その1」

- ・開口亀裂の規模
〔大(100)、小(10)、なし(0)〕
- ・小崩壊・落石
〔有り(5)、なし(0)〕
- ・岩質と亀裂頻度
〔規則的で間隔が1m以上(20/15)、規則的で間隔が1m未満(15/10)、不規則(10/5)、なし(0/0)〕(硬い岩/軟らかい岩)
- ・岩層の組み合わせ
〔上部硬質/下部脆弱(10)、上部脆弱/下部硬質(6)、全体が脆弱(3)、全体が硬質(0)〕
- ・崖面と不連続面の傾斜関係
〔流れ盤で崖面、不連続面の傾斜がともに45°以上(20)、流れ盤で崖面の傾斜が45°以上、不連続面の傾斜45°未満(12)、流れ盤で崖面、不連続面の傾斜がともに45°未満(6)、流れ盤で不連続面の傾斜が崖面傾斜

より大、または請け盤(0))

小計 A 点

〔安定度一次評価(要因からの評価) その2〕

・地形-斜面傾斜

〔オーバーハング(10)、70°以上(3)、
70°未満(0)〕

一崖壁の高さ

〔50m以上(7)、50-30m(3)、30-15m
(2)、15m未満(0)〕

一斜面型

〔崖錐堆積斜面(5)、尾根型斜面(4)、尾
根型・谷型斜面の中間斜面(0)、谷型斜面
(2)〕

一遷急線

〔明瞭(10)、どちらとも言えない(5)、不
明瞭(0)〕

・地下水降雨-凍結融解湧水

〔水たまりが長期に凍るもしくは湧水常
時有り(5)、水たまり凍結はすぐ融けるも
しくは降雨後湧水有り(3)、水たまり凍ら
ない(0)〕

小計 B 点

A+B=C点として、安定度の一次評価を行って
います。ここから先は、以下に示す既設対策工の効
果補正を行い、安定度二次評価(D点)を行って
います。すなわち、対策工を以下の4段階に分類し、
それぞれに補正を行っています。

・想定される岩石崩壊を十分に予防している。も
しくはそれが発生したとしても十分に防護し得
る。 [D=C×0=0点]

・想定される岩石崩壊をかなり予防している。もし
くは、それが発生した場合、かなり防護している
が万全ではない。 [D=C-20点]

・想定される岩石崩壊を一部予防している。もし
くは、それが発生した場合、一部を防護している
が、その他に対しては効果がない。 [D=C-10点]

・対策がなされていない。もしくは、なされてい
ても、効果が全くない。 [D=C±0点]

こうして安定度二次評価(D)が決定されます。さら
に、この後最終評価(E)を行うために以下に述べ

るような区間重要度補正を施します。

・交通量:3,000台/日以上、但し迂回路が無い場
合は2,000台/日以上。市町村道にあっ
てはバス(スクールバスを含む)路線、
交通安全指定路線に該当するものは交
通量500台/日以上を含む。

[E=D+10点]

・交通量:1,000台/日~3,000台/日、但し、迂回
路が無い場合は1,000台/日~2,000台/
日。市町村道にあってはバス(スクール
バスを含む)路線、交通安全指定路線
に該当するものは交通量300台/日~
500台/日を含む。 [E=D+5点]

・交通量:1,000台/日未満。市町村道にあっては、
上記以外。 [E=D±0点]

こうして、最終評価(E)が70点以上がランク1、50
点以上がランク2、50点未満がランク3と格付けさ
れることになります。

本調査法の特徴は開口亀裂の規模に重点が置
かれていることです。開口亀裂が「大」と判断され
れば、たちまち100点となりますので、対策工が万
全でない限り最終的な評価はランク1となってしまう
ことです。この点検方法は豊浜トンネル以後、若
干の修正が加わったりしていますが、基本的には
地形、地質等を点数化し、合計点で評価するとい
う手法に変化は有りません。豊浜トンネル、白糸ト
ンネルの事故を経験してもここに示されているよう
な対策工に関する項目が最終的な評価に影響を与
えたと考えられている点は理解しがたいものです。
同じ様な斜面の評点法は道路震災対策便覧中の
地震時の切り土や斜面の評価をする方法や、急傾
斜地崩壊対策事業における斜面評点法、国鉄によ
る岩石斜面の評点法や日本道路公団の東名方式の
斜面評点法などが有ります。詳しくは本稿末の文
献を参照して下さい。

点数化が実際にはどのような基準でしかも、回
答項目毎の点数の与え方や、点検項目毎の点数の
与え方には多くの疑問点が残りますが、これらは今
後既存のデータの公開はもちろんの事、点数化の
妥当性も学問的に検討・検証することは困難にし
ても、地形や地質毎に整理し、検討する必要がある
と思われる。

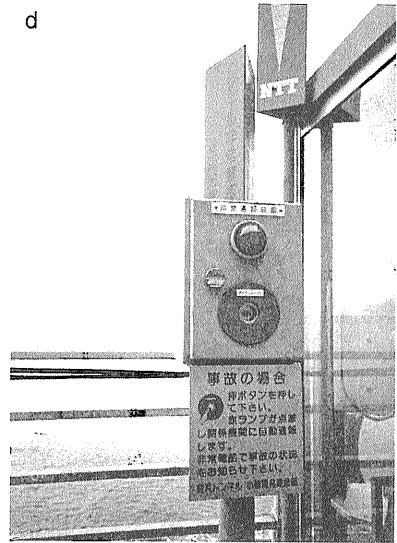
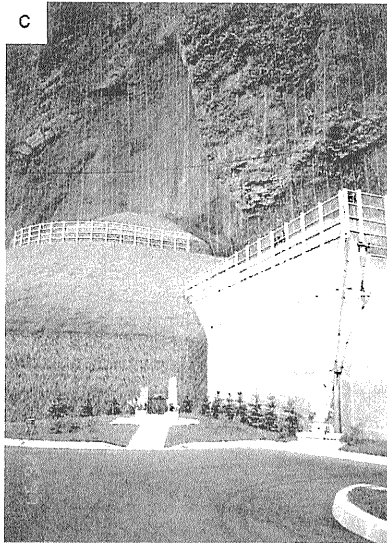
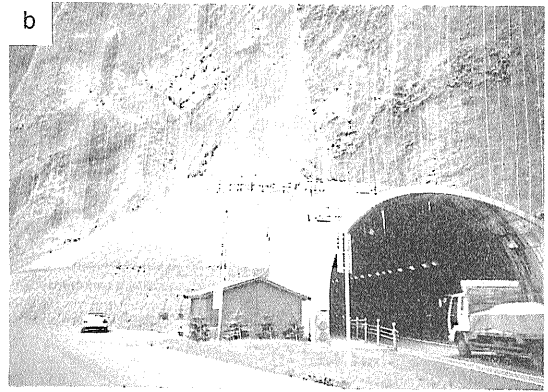


写真4 豊浜トンネル崩落事故周辺の近況(平成9年9月26日撮影)．4a 古平側から豊浜トンネル方向を見た場合、運転中の車中からでは崩落事故が起きた場所には思えない程である．4b 豊浜トンネルの古平側巻き出し口、崩落壁面の様子がよくわかる．4c 崩落箇所により接近した様子、慰霊碑、供養塔が見える．4d 海側にある公衆電話脇に設置されているトンネル非常警報押しボタン装置．

9. まとめ

1996年2月の豊浜トンネル崩落事故と1997年8月の第2白糸トンネル岩盤崩落は同じ229号線という国道で発生しました。両岩盤崩落について簡単にまとめ、同様な事例として1987年の北海道層雲峡や1989年の越前岬における岩盤崩落についても振り返ってみました。北海道開発局やトンネル走行安全マニュアルや緊急点検の内容の一部についても触れました。限りある予算の中で、しかも対象となる数多くのトンネルや落石覆工に対し、どのような順番で対策工を施すかを定めるためには、点数化による斜面の安定性評価が有効であることも理

解できます。しかし、現在行われている点数化では決して評価できない、現場をつぶさに見、調べたコンサルタントの技術者や地質屋の経験による「これは危ないのでは!」ということに基づいた評価や議論があっても良いのではないのでしょうか。「落石」や「転石」という概念だけではなく、大規模な岩盤崩落が起きるかもしれないという意識を常に持ちながら、急崖を見直す事が必要だと思います。写真4a-dは豊浜トンネル崩落現場の1997年9月における現状です。車を運転しながらでは、写真4aのように思わず通り過ぎてしまいそうな程、崩壊時とは異なった様子になっていました。しかし、よく見ると崩落面には植生が付いておらず、しかも他の角

度からは奥部がえぐられている様子がよく見えます(写真4b参照)。周囲は土盛りをし、芝付けを行い、景観を考慮しています。20人の遺品安置のための小屋も設置されており厳粛な気持ちにさせられました(写真4c参照)。新しいトンネル坑口には公衆電話があり、そのすぐそばにはトンネル非常警報押しボタン通報装置が設置されていました(写真4d参照)。

緊急点検も対策工もすべて税金で行われているものであり、調査の概要や点検内容のデータが公開されることは、もはや時代の流れとして受け止めなければならないのではないのでしょうか。

参 考 文 献

- 足立紀尚・大西有三・新井克彦(1996)：福井県越前岬の崩壊と災害の教訓。月刊地球、Vol.18、No.9、589-595。
 平野昌繁・諏訪浩・藤田崇・奥西一夫・石井孝行(1990)：1989年越前海岸落石災害における岩盤崩壊過程の考察、京都大学防災研究所年報、第33号B-1、219-236。

- 福田正巳・播磨屋敏生・原田鉦一郎(1996)：岩石の凍結-融解による風化が基盤崩落に与える影響について。月刊地球、Vol.18、No.9、574-578。
 藤井義明(1996)：豊浜トンネル岩盤斜面崩壊に関する材料試験と応力解析。北海道地区自然災害科学資料センター報告、11巻、77-89。
 渡辺暉夫(1996)：豊浜トンネル事故-地質学への課題-。月刊地球、Vol.18、No.9、557-562。
 土木学会(1994)：岩盤斜面の安定解析と計測。
 北海道開発局小樽開発建設部：SAFETY・ROAD トンネル走行安全マニュアル。
 北海道開発局(1997)：平成9年度道路事業概要。
 豊浜トンネル崩落事故調査委員会(1996)：豊浜トンネル崩落事故調査報告書。
 道路保全技術センター(1996)：防災カルテ作成・運用要領。
 土木学会(1997)：大規模岩盤崩落に関する技術検討委員会報告書。

TAKAHASHI Manabu and HASAKA Toshikazu (1997) : Rock Mass Failures at Toyohama Tunnel and Daini Shiraito Tunnel !

<受付：1997年11月17日>

