

「豊浜トンネル」崩落事故現場を視る

木 村 栄ノ進*

はじめに

1996年2月10日早朝、北海道積丹半島の古平町と余市町を結ぶ国道229号線において、トンネルを通行中のバス、乗用車が岩盤の下敷きとなり、一瞬にして20名の命を奪う大惨事となった。

1996年秋には長年の悲願であった半島を巡る道路が全面開通の目前である。奇岩・景勝地の「風光明媚」を過疎化脱却の売り物に、と地元では模索していた矢先であり、地域振興へのダメージは測り知れない。

事故原因について関係機関が究明に当たっているが、事故後まもなく筆者が現地を観察し、さまざまな角度で原因を考えてみた。ただし、現時点ですべて専門的な立場で調査し尽くしているわけではないので、異なる見解も今後の調査で出てくることがあろうと考えており、緊急報告として書き留めたい。

また、このような事故を回避できなかったのかを含め、現在の行政のシステムのあり方についても触れ、事故との関連を述べてみたいと思う。

1. 事故現場の自然環境と崩落にまつわる地質

(1) 海岸の自然環境

事故現場の豊浜トンネルを含む余市町、古平町の日本海に面した海岸は、後志火山山地北部の新第三紀の火山岩層が海食を受け、断崖をなすところが大部分で、いくつもの小岬が突出して複雑な海岸線をもち、奇岩、絶壁は小樽・積丹半島海岸国定公園の景勝地の一部として知られている。

海岸の岩質は、新第三紀中新世の海底火山活動の際に噴出した火山灰、火山砂、火山礫や溶岩の破碎されたものが当時の海底に堆積して形成された凝灰岩・集塊岩層である¹⁾。後の地殻変動により、いたるところに傾斜する地層とともに、大き

な亀裂ができ、これらが海食を受け、断崖や絶壁となったのである。

積丹半島は、秋から冬にかけて北西から北東の季節風（ヤマセ）が多い。年平均最低気温2℃前後、年降水量1200～1700mmである。対馬海流により寒暑の差が激しく、冬季間は季節風の影響を受けるため、積雪量は平均1.2mに及び、北海道でも代表的な多雪地帯である。

(2) 外的営力による岩質の変化

外的営力が岩石に及ぼす一般的な影響について、地層や節理の多寡などにより多少の違いがあるが、岩石の剝離、崩落のプロセスには次のような共通点がみられる。

1) 岩石の崩落は大小にかかわらず岩質がもろく、崖の表面には変色や無数の縞が見られ、風化（とくに溶食）が進んでいる箇所が多い。また吸水性の高い砂岩質の岩盤は、風化－凍結－融解による剝離が著しく、崩落の危険度が一層大きい。

2) 岩石が硬軟不均一の岩相の場合、岩盤全体が不規則な剝離・崩落を起こすケースが多い。中には大きな硬い岩体を周囲の岩盤が支えきれず崩落することがある。

3) 地殻運動により岩層が左右から押し上げられ（スラスト）、垂直に立ち上がり、岩体が不安定な状態で露出するところは、剝離・崩壊のスケールが大きいことが多い²⁾。

2. 豊浜トンネルの崩落の背景

(1) 現場の地形

崩落の場所は、古平町と余市町の境界付近、蛸穴ノ岬とチャラツナイ岬を貫通する豊浜トンネルの古平側口で発生した（図1、写真1）。

トンネル周辺の海岸は100～200mの断崖が続き、豊浜トンネルのさらに海岸側にはいくつもの

*札幌新川高等学校（定）

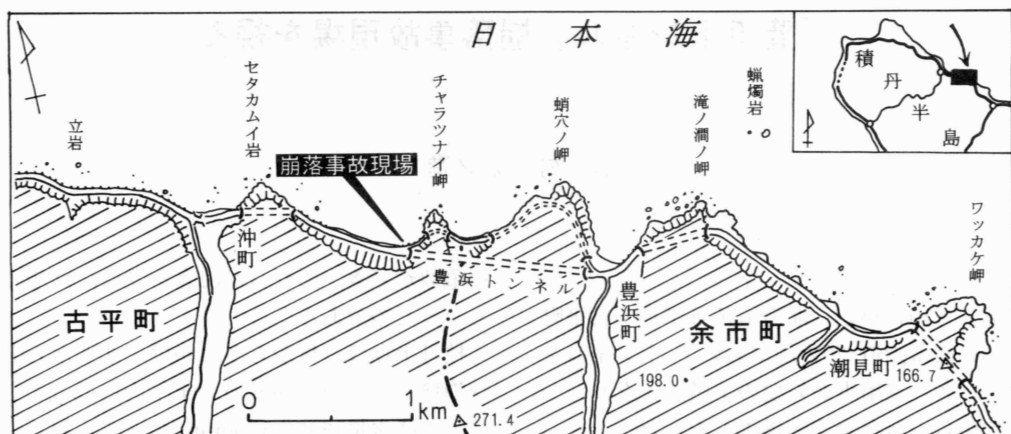


図1 崩落事故現場付近の海岸

小トンネルをくり貫いた旧道があるが、幅狭く大型車両の対面交通はできない。崩落事故の新トンネル口付近は崖高約120m、剥離箇所の高さは約70mである。落下した岩体の垂直幅は約50m、幅30m、奥行約10mで、重さは数十万tに達するものである。この巨大な岩塊がトンネル巻き出し部(入口から約40m)を直撃したのである。

(2) 現場の崖の地質

外観からみると岩層が転移して岩相も均一でなく、複雑な地殻運動の結果が窺える。断層によるものなのか、あるいは地層形成当時の二次堆積物混入によるものなのか、落下箇所の岩相は上下の層より明らかに違う。

全体的に岩石は軟弱で不均質なため、外的営力を受けるに伴って崩落しやすい地質に変化する。破碎帯の有無は確認していないが、岬の先端に近いほど亀裂が多くなり、崩落を起こす岩盤の不安定要因があった。

(3) 過去にみる崩落事例

国道にあってのこのような大崩落は類例をみないが、今日まで古平から余市間では大なり小なり崩落は幾度となく起きており、過去のおもな事例を取り上げてみた。

事例1 (写真2)：旧歌棄トンネルの閉鎖

延長40m、古い掘削のこのトンネルには内部や周辺でたびたび崩落を起こし、覆工はないのでトンネル内部で岩盤の様子が窺える。坑口では大きな亀裂が数箇所走り、岩盤は極めて不安定な様子を見せている。

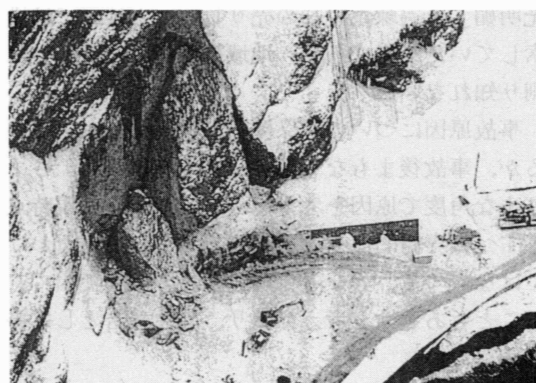


写真1 崩壊事故現場

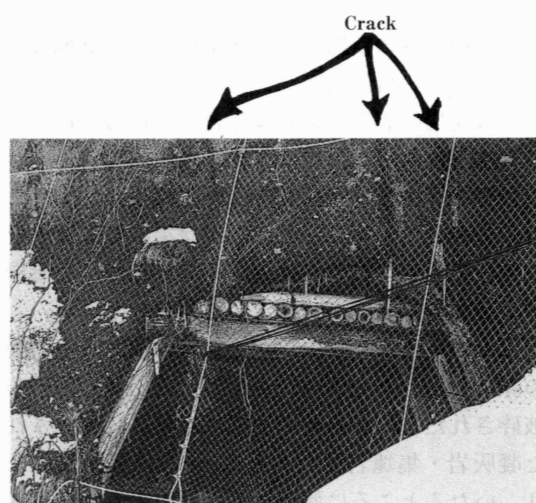


写真2 旧歌棄トンネル坑口部

このトンネルは、豊浜トンネル崩落のメカニズムを探るにあたって類似性があり、事故原因を究明するのに例証として生かして欲しいものである。

事例2（写真3）：

豊浜トンネルより古平町側へ約3 km、崖高約60mの立岩付近にあり、道路のすぐ側に面しているので危険な箇所である。1964年、小さな岩塊が走行中の車の助手席を直撃し、1名の死者が出ている。1995年3月には近くの鉄骨覆道に径数mの岩塊が落下したが、幸い通行者がなく事故にはならなかった。岩質は他のところと違い、安山岩質である。

事例3（写真4、5）：

豊浜トンネルから古平側に約1 km、義経伝説で知られるセタカムイ岬に1993年に開通したばかりのトンネルの海側に、現在閉鎖されている2本のトンネルが並行している。いずれも大きな崩落を起こしている。現トンネルより1本海側のトンネルの豊浜トンネル側巻き出し部に大規模な岩塊が落下した。この衝撃でトンネル上部（側壁からアーチ）が海側に数十 cm ずれた。

巻き出し部の施工状況からみて、巻き出し部入口が左に大きくカーブしトンネルに連結する構造のため、落下した岩塊の重み耐えきれず海側に押し出された格好である。巻き出し口の施工方法を考える必要があろう。

もう一つの崩落は、最も海寄りのトンネルで、1950年ころといわれる。この付近の崖は、砂岩質と安山岩質集塊岩の大きい岩塊が多量に含まれ、岩盤全体が軟弱な様子が一際目に入る。崩落の危険を覚悟でトンネルを掘削したかのようである。トンネルの海側は側壁のない覆道のような作りで、当時天井部分が数百mにわたり崩落した形跡が残っている。

事例4（写真6）

豊浜トンネルより約2.5km 余市寄りにワッカヶ岬がある。崖高100m 弱の岬先端上部のオーバーハング状の箇所が剥離・崩落している。崩落規模は豊浜トンネルの数倍といわれ、崖下に横たわる大きな岩塊は崩落の凄さを見せている。

以上に挙げた崩落の事例は10km に満たない区間にあり、海岸一帯は大なり小なりの崩落の危険



写真3 立岩付近の崖（矢印の部分が落下）

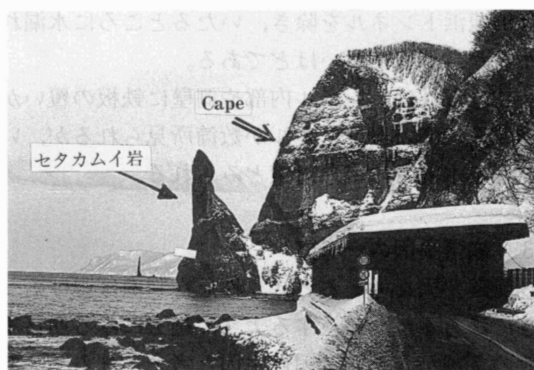


写真4 セタカムイ岬。Capeの矢印の岬にトンネル3本が並行する。（古平側より見る）

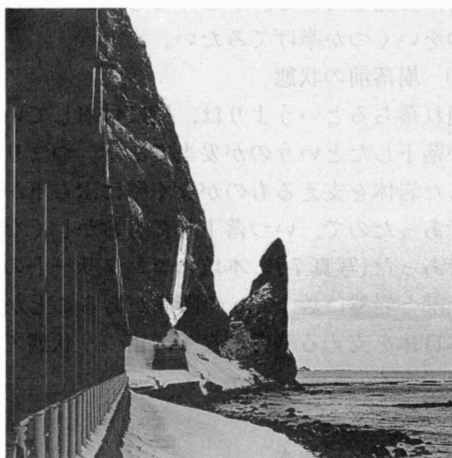


写真5 セタカムイ岬。矢印が2本目のトンネル（余市側入口）。

に満ちていると言える。このような過去の崩落の事例を逃すことなく、崩落がどのように起こったか、そのメカニズムを教訓として生かさなければならぬ。

(4) トンネル内部の水漏れ

崩落事故の大半がトンネル外で発生しているが、トンネル内でも水漏れ現象が諸処にみられ、水漏れが地下水脈なのか浸透水かにより、岩盤全体の安定度が違うので、危険性の判断が異なる。ただし、漏水そのものが掘削工事の障害になるが、岩盤の溶食を進行させる影響をも考えると、崩落の二次的な因子として考慮すべきである。現在、トンネル内部に漏水が確認できたのは次の箇所である。

余市側からはワッカケトンネル、滝ノ澗トンネル、また旧豊浜トンネル（龍仙洞）より古平側には旧豊浜トンネルを除き、いたるところに水漏れがあり、気味が悪いほどである。

これ以外にトンネル内部や側壁に鉄板の覆いが施工されているトンネルが数箇所見られるが、いずれも水漏れの応急対策とみられる。

3. 崩落要因の一考察

崩落要因を考えると、性急な判断は避けるべきではあるが、後述するように過去にみる崩落事故の7割が人為的要因が主因と考えられるのである。さらに、北海道では崖の崩落は第三紀の堆積岩類、白亜紀の蛇紋岩帯に多いが、中でも新第三紀層に多発している。少なくとも原因が明らかなるものをいくつか挙げてみたい。

(1) 崩落前の状態

崩れ落ちるというよりは、壁に付着していた物体が落下したというのが妥当である。つまり、落下した岩体を支えるものがなく壁にぶら下がった形であったので、いつ落下してもおかしくない状態であった(写真7)。本坑のコンクリートのアーチ上部と岩盤に数十cmの隙間があることから、岩体自体を支える基盤がなく、宙づり状態であったのである。

(2) 亀裂から湧水

岩体の剥離断面の状況から、上部層に岬方向に左下がりの大きな亀裂が走っているのに加え、周囲の岩盤が変色している。写真8からも分かるように、上部に走る大きな亀裂から滝線のように長さ約20mのツララが下がっている。事故から1カ月後の光景である。地下水の水脈なのか地表から

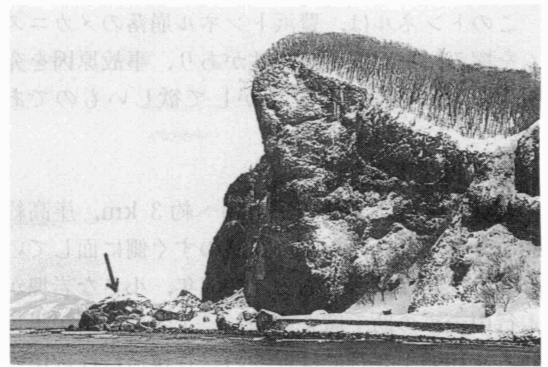


写真6 ワッカケ岬。矢印が落下した岩。

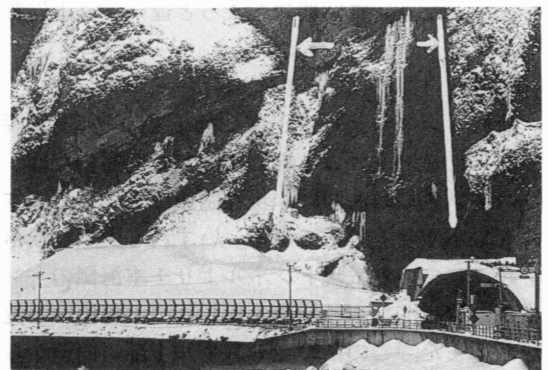


写真7 崩落事故現場。矢印の範囲、高さ70m、幅40m、奥行き10mの規模の岩体が落下。



写真8 事故現場の岩体剥離面。crack部分から滝線のように20mに近いツララが下る。

の浸透水なのか定かではないが、この湧水が岩体剥離部に入り込んで凍結・融解を繰り返し、剥離の引金になったことは間違いない。

(3) トンネル坑口の選定

トンネル建設に当たり、そもそも坑口の選定に誤りがあったのではなかろうか。「後志の国道」(小樽開発建設部, 1989)には、豊浜トンネルの1) 施

工状況、2)掘削工法について次のような記述がある。

1) 施工状況

豊浜トンネルの建設にあたっては、完成後の交通安全はもとより維持管理・工事施工中の安全を考慮しつつ、建設費用の面でも、経済的により安価でよりよい質の高いトンネルを建設すべく配慮して実施された。

2) 掘削工法

トンネル内の岩質は安山岩室集塊岩で、新鮮にて良好であるが、古平側坑口部の旧道上部の断崖絶壁の集塊岩は風化してもろく、発破振動による落石崩落の危険が伴うので、旧道交通の安全確保から、一部機械掘削で実施された。

この報告にもあるように、安価で質のよいと唱う反面、古平側坑口部の旧道上部の岩質の危険性について指摘している。それにもかかわらず「安全神話」の方が一人歩きして、期待が裏切られる結果となったのである。

また、日本道路公団の基準によるNATM地山分類によると、集塊岩質のボーリングコア採取率は、岩体が砕けやすいため40～70%と低く、原形復元は困難とある。さらに地質状態について、著しい風化作用を受け、一部には土壌化した部分が見られ、割れ目が極めて多い、などを指摘している。

(4) トンネルの掘削方向

トンネルで落盤や落石の危険が多いのは、入口周辺である。

注目される点は、事故が起きた古平側坑口の方向と、剝離して落下した岩体の切口方向がほぼ平行していることである。岬方向に亀裂が入ってオーバーハング状の岩体は、掘削により足元をえぐられ、巨大な質量の岩体を支えきれず、落下を容易にしたともみられる。岩石は石の目や層理に沿って剝離しやすい性質があるが、坑口の方向が剝離した壁に直角方向であれば岩盤の強度、安定度を保持できたのではなかろうか。

4. 道路対策にまつわる行政サイドの対応と責任

(1) 道路の危険管理・技術

事故を未然に防ぐことができなかったか、誰しもが思うことである。研究書、報告書で危険性が指摘されながら、事故後に初めて対策をとる行政のあり方は、阪神大震災を取り上げるまでもなく、たびたび問題とされている。

通常、道路の管理についてはどのように行われているのだろうか。

過去に、道路の維持・管理をする人たちに「道路工手」という職人がいた。近年、この人たちの姿を目にすることはなくなった。詳細について開発局に問い合わせたが、事故のこともあつてか、回答はなかった。この職種の業務は民間委託によるのが現状のようである。民間委託となれば、極力リスクは回避するし、道路管理の責任を大きく持たされないのでは、問題があるのではないかと懸念している。

一方、「平成6・7年開発局技術研究発表」(北海道開発局、1995)には、トンネルの工法報告について、詳細かつ専門的見地から多くの研究事例があり、地形・地質についても地山の物性値の調査³⁾、施工対策と考え方の研究がある。トンネルの掘削に当たっても、豊浜トンネルの例ではないが、図2のような先進ボーリングが行われる。

これらの研究成果がすべて生かされているのだろうか。

(2) 覆工道の対策

豊浜トンネルを含む、10km 弱の海岸一帯に、ここ数年で多くの覆工道が建設されている。中には雪害対策のためか、さして急崖、断崖でもないところにも覆工道があり、早急に覆工道にして欲しいところでまだの箇所もある。

また、覆工道に関しては、景観上の問題もある。赤肌の鉄骨・コンクリート柱は周囲の自然と調和しにくい。自然景観を壊さない道路整備はいかにあるべきか、景観の保全と安全性の確保の両面から、これからも大いに論議すべきと思う。

(3) 事故救出活動 ―寄り合い所帯の弱点―

豊浜トンネル事故の救出活動については、筆者が確認したこととして、以下の事柄を指摘しておきたい。

○事故当日の確認、連絡の体制がない。

北海道庁にも開発局官房にも情報が伝わっていない

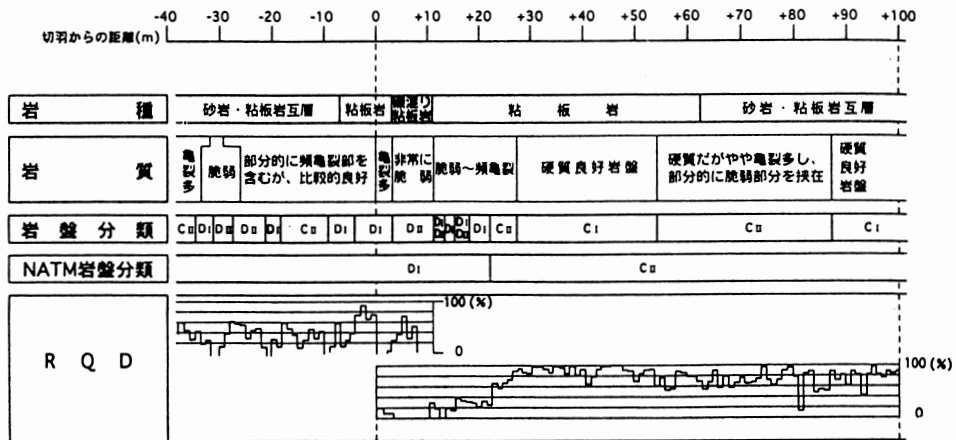


図2 先進ボーリング調査結果例

い。余市警察署のみが概要を把握。

○「崖地の地盤は固い岩盤」(小樽開発建設部)という弁明は誤りで、非常に水の浸透しやすい集塊岩である。

○1993年のトンネル点検では「ほぼ安定＝B判定」が、北海道南西沖地震(1994)後には「危険度A」の判定に変わったものの、何等の対策もなされていない。

○発破の失敗(1回目) 一終始業者任せー

岩質からみて、ねらい通りの破断面が期待できる性質ではない。コア採取率が高く堅硬な岩質なら別として、大きな衝撃波に対しては不規則な破壊を起こす。斜めの破断面はできず、海岸側に傾いて転がるねらいはずれ、岩体は10mほど真下にずり落ちるにとどまった。トンネル内部に空間域があるためであろうか。爆破の失敗によってトンネル内部の空間域が土砂で埋めつくされ、救出の遅れを助長した可能性も残る。

起きてはならない事故が現実のものとなったとき、「万が一」の確率ではなく、起こるべくして起こったいくつかの要因があるものである。

事故があった季節の気象は、例年になく厳しい寒さに見舞われた。岩盤のもろさに加え、凍結・融解による剥離・崩落を助長する悪条件もあった。しかし、トンネル周辺の徹底点検が十分であったなら、このような大惨事は防げたはずである。対処すべきところで対処していないとすれば、事故は天災ではなく人災である。過去の崩落事故例を教訓にしていたなら、有効な対策が可能であった

と言えよう。関係諸官庁にはこのような事故の再発防止のためにも、危険性を先取りした前向きの方への御冥福をお祈り申し上げ、また救出にあたり不眠不休でご尽力された関係各位に敬意を表します。

最後に今度の豊浜トンネル事故で犠牲となられた方への御冥福をお祈り申し上げ、また救出にあたり不眠不休でご尽力された関係各位に敬意を表します。

註

- 1) 最近はいアロクラスタイト(Hyaloclastite: ガラス性のバラバラな岩石)という。
- 2) 北海道では、神居古潭、三笠桂沢、夕張シュウパロ、北芦別など。
- 3) 先進ボーリング結果(岩種、岩質、地山分類など5項目)、掘削結果(切羽の状態、圧縮強度、割れ目、湧水、風化・変質など9項目)についての数値データ。

文 献

- 北海道開発局官房開発計画課(1963):「積丹国道調査資料」
北海道開発局(1995):「6年・7年開発局技術研究発表」
小樽開発建設部(1989):「後志の国道」
道路、トンネル研究会(1988, 1993):「北海道の道路、トンネル」第1・2集
藤田・貝塚・松田ほか編(1992):新編「日本の活断層 ―その分布と資料―」, 東京大学出版会
古平町(1973):古平町史・第一巻