

平成30年度

一般国道232号小平町花岡における 法面災害について

留萌開発建設部留萌開発事務所 ○武藤 翔吾
黄瀬 雅巳
島田 智宏

平成30年7月2日から3日にかけて前線の停滞による大雨が留萌地方を襲い、その影響により一般国道232号小平町花岡において法面の崩壊が発生した。4日間の全面通行止めを経て現在は応急復旧工事及び降雨時の法面監視により通常の交通を確保しており、引き続き本復旧に向けて準備中である。本稿では、災害発生に至る経緯と事前通行規制基準の検証、応急復旧工事による通行規制解除までの一連の対応について報告する。

キーワード：防災、災害復旧

1. はじめに

道路防災は災害防除を目的とした各種改築事業をはじめとするハード面の対応と日常の道路パトロールや防災点検、事前通行規制などによるソフト面の対応が行われている。近年、道内では台風や前線停滞による大雨が多発しており、道路防災の重要性はますます高まっている。

台風や前線停滞による集中豪雨は、ときに予期せぬ自然災害をもたらすこともあり、ソフト面からの対応は重要である。

一般国道232号小平町花岡では平成30年7月2日から3日にかけて連続雨量134mm、最大時間雨量24mmの大雨が発生し、KP=115.1に位置する切土法面の崩壊が発生した。崩壊箇所は事前通行規制区間に位置しており、崩壊発生前に通行止めを行ったことから人的被害を回避することができた。しかしながら崩壊により発生した崩土は道路上下線を埋積し、崩壊頭部の不安定土塊もみられたこ

とから4日間の全面通行止めとなった。本報では災害発生に至る経緯と事前通行規制基準の検証、応急復旧工事による通行規制解除までの一連の対応について報告する。

2. 被災概要

(1) 概要

被災箇所は、留萌郡小平町花岡に位置し、一般国道232号KP115.08～KP115.1 (L=20m) の区間である。

平成30年7月3日(火) AM6時15分頃、道路維持パトロールにより被災発生(法面の崩壊)を確認した。被災箇所を含むKP106.3～KP116.5は、AM6時に気象条件のための通行止めを行っており、本崩壊は規制実施から、約15分後に発生した事象である。

崩壊は道路面からの比高20～30mの海岸に面した切土法面で発生した。崩壊箇所は切土法面頭部で、規模は平均幅15m、斜面長10m、最大厚さ2mである。崩壊発生



図-1 被災箇所図



写真-1 被災箇所全景

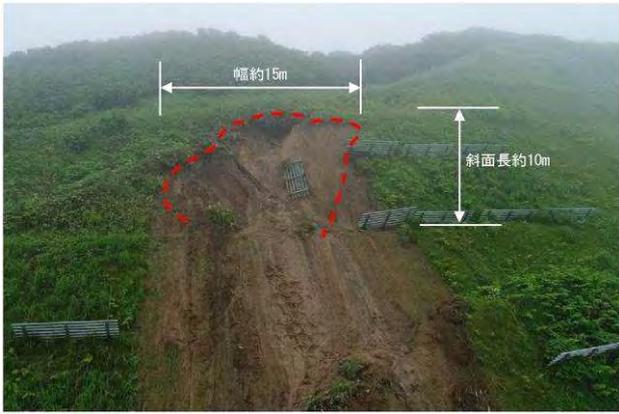


写真-2 崩壊箇所全景

に伴い、斜面に設置されていた雪崩予防柵10基、U字トラフL=5m、鋼製軽量法枠およびプレキャストコンクリート法枠約100m²が損壊した。

崩壊により発生した崩土は道路横断方向に平均20m、道路延長方向に18m、平均厚さ0.5mにわたり路面と海岸擁壁下方に堆積した。

(2) 地形地質概要

被災箇所は、海食崖に位置しており、その後背斜面は全般に起伏の小さい丘陵状の地形を形成している。海岸沿いには、標高約70m付近に段丘面が形成されており、南北方向に連続する。崩壊箇所は海食崖の切土法面に位置しており、切土勾配が1:1.2、高さが約20mである。

地質は、新第三紀中新世の古丹別層に分類される堆積岩を基盤とし、海岸段丘堆積層・崖錐堆積物等がこれらを覆う。古丹別層は、主に凝灰質砂岩、泥岩、礫岩からなり、全体に固結は弱く軟質である。加えて本層は風化の影響を受けやすい岩質であり、周辺で確認される露岩部では土砂化している。崩壊面に分布する地質は、風化した泥岩等であり土砂化が顕著である。

(3) 気象状況

北海道付近に停滞する前線に向かって暖かく湿った空気が流入したため、留萌管内は大気的不安定な状態が継続した。7月2日AM9時の降雨開始から3日AM10時までの連続雨量は、留萌市大町で146mmを記録し、平年の7月1カ月分の降水量(97.1mm)を上回った。被災区間近傍の花岡観測所(テレメータ)では7月2日PM1時から7月3日AM6時までの連続雨量で134mm、2日AM8時から3日AM8時までの24時間雨量は139mm、3日AM5時～6時の最大時間雨量は24mmを記録した。

気象庁は7月3日AM2時51分、留萌地方南部(小平町)に大雨警報(土砂災害)を発表した。

(4) 崩壊状況と崩壊要因

崩壊は道路面からの比高20m～30mの法頭から幅15m、斜面長10m、厚さ2mにわたり発生した。

崩壊により露出した地山は円礫を含む凝灰質シルト～砂岩であり、風化部が崩壊していた。また、崩壊直後は崩壊によって形成された滑落崖から毎分10リットル程度の湧水が認められた。

崩壊箇所の背面は浅い谷地形で集水地形を形成しており、表流水や浅層地下水が集まりやすい地形条件であった。さらに、崩壊地には、法頭排水と小段排水の集水枿があり、法面の雨水を集めやすい箇所であった。

このため、短時間の多量降雨により、谷地形で集水した表流水が法面を流下するとともに、谷部から浸透した浅層地下水が基盤岩の風化部と新鮮部の境界に水みちり形成し、間隙水圧が上昇することで崩壊に至ったものと考えられる。

なお、崩壊箇所下方の法面には表面水の流下や、一部でガリー浸食がみられたが、不安定化やはらみ出し等の変状は認められていない。

崩壊箇所下方では崩土の一部が小段に堆積しトラフを埋積していたほか、雪崩予防柵にも堆積していた。

崩土は、道路横断方向に平均20m、道路延長方向に18m、平均厚さ0.5mにわたり道路を埋積するとともに、一部は海岸擁壁下の海浜まで達した。



図-2 崩壊箇所周辺の地形状況



写真-3 崩壊箇所近景

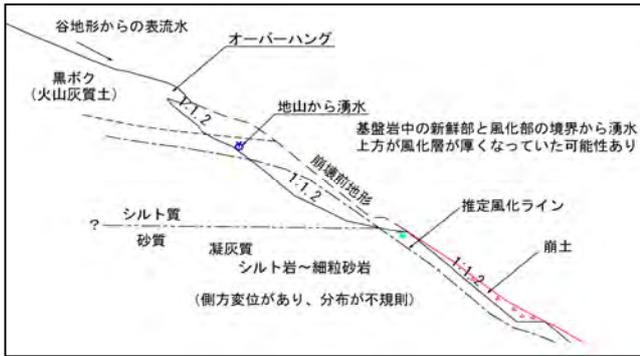


図-3 崩壊状況

3. 規制解除までの経過・対応

崩壊発生前後の規制状況および規制解除までの経過・対応は以下のように実施した。

【通行止め】

- ・7月3日AM6時：事前通行規制区間の雨量規制基準（連続雨量120mm、組み合わせ雨量：時間雨量20mmかつ連続雨量80mm）を超過したことから気象条件による通行止めを実施

【崩壊発生】

- ・7月3日AM6時15分：崩壊発生
- ・7月3日AM6時30分より土砂崩れのための通行止めに変更

【道路防災有識者による立会】

- ・7月3日AM11時～：道路防災有識者による現地調査、検討会を実施、応急対応について協議
- ・7月4日より通行止め解除に向けた復旧作業を開始

【片側交互通行】

- ・7月6日AM10時30分～：応急対応が完了したことから片側交互通行へ変更、通行止めを解除
- ・引き続き対面通行に向けた復旧作業を継続

【対面通行】

- ・7月12日PM5時：応急対策が完了したことから対面通行に変更

4. 復旧作業の概要

復旧作業は早期の交通解放に向け、(1)通行止め解除（片側交互通行）に向けた復旧作業、(2)対面通行に向けた復旧作業、(3)恒久対策までの現道安全性を確保するための応急対策、(4)恒久対策の区分で段階的に実施した。

以下に各復旧作業の概要を述べる。なお、恒久対策は次年度の融雪後に実施する予定であり、現在は応急対策までを完了し、現地計測器を用いた管理を行っている。

(1) 通行止め解除（片側交互通行）に向けた復旧作業

通行止め解除に向けた復旧作業として道路防災有識者からの助言を踏まえ、以下の対応を行い、通行止めを解除した。

- ・滑落崖に隣接する法面および背後斜面の点検
隣接法面、背後斜面の変状の有無、不安定部の有無を点検し、安定した状態であることを確認した。
- ・法頭のオーバーハングの解消
崩壊により法頭に残存したオーバーハング部は不安定な状況にあったことから、オーバーハング部の除去を実施した。
- ・崩壊部や周辺亀裂へのブルーシート被覆
崩壊箇所は崩壊による表層のゆるみや軽微な亀裂、崩土の堆積がみられることから、雨水、表面水の浸透防止としてブルーシートによる被覆を実施した。
- ・小段の排水
崩壊箇所下方の法面には崩土が薄く堆積しており、雨水等による土砂流出を防ぐため、また崩壊地周辺の排水阻害解消のため小段の排水機能の回復を図った。
- ・雪崩予防柵に堆積した土砂の撤去
残存した雪崩予防柵背面には崩土が堆積しており、雪崩予防柵の不安定化や崩土の二次的落下が懸念されるため、堆積した土砂の撤去を実施した。
- ・破損した雪崩予防柵の撤去
崩壊により破損した雪崩予防柵の一部は斜面上に残存しており、落下の危険性があったため、不安定な雪崩予防柵の撤去を実施した。
- ・路面上の土砂撤去
道路上下線を覆った崩土の撤去を実施した。
- ・山側車線への大型土のう、および仮設落石防護柵の設置
斜面上には崩壊による泥土状の崩土が残存した状態にあり、降雨等により崩土が斜面上を流下する恐れがあった。このため流下土砂のポケットとして道路山側車線に3段の大型土のう、および高さ4mの仮設落石防護柵を設置した。

通行止め解除に向けた復旧作業では、災害発生後も降雨が続いたため、作業上の安全確保の面から法面状況を確認しながらの作業となった。オーバーハング部の除去や崩土除去は人力で行ったが、斜面上での作業であることに加え、水を大量に含んだ崩土上での作業となり、作業効率の低下を招いた。土砂崩落により法面に設置されていた各種付属物（側溝・雪崩予防柵・軽量法枠）も被害を受けたが、その分別・撤去に苦慮した。



写真-4 通行止め解除後の状況（片側交互通行）



写真-5 対面通行後の状況

(2) 対面通行に向けた復旧作業

対面通行に向けた復旧作業では、2車線の幅員を確保するとともに、応急対策施工時における通行車両の安全確保を目的とした防護工を斜面側に設ける必要があった。防護工は以下の条件を考慮して決定した。

- ・2車線の幅員を確保するためには片側交互通行規制時に設置した大型土のうの移設が必須。
- ・現道脇には大型土のうをスライド移設するために必要な余裕幅は無い。
- ・現地地形状況と現況道路幅員の確保を考慮した、狭いスペースでも設置が可能な防護工とする。
- ・防護工背面は、応急復旧工事に必要な平場を確保する。
- ・防護工は応急対策時の小規模落石（φ30cm程度）にも対応できる規格とする。

以上の条件を満足する防護工としてコンクリートブロック基礎を用いた仮設落石防護柵を採用した。採用した対策工の概念図を図-4に、完成後の対策工状況を写真-5に示す。

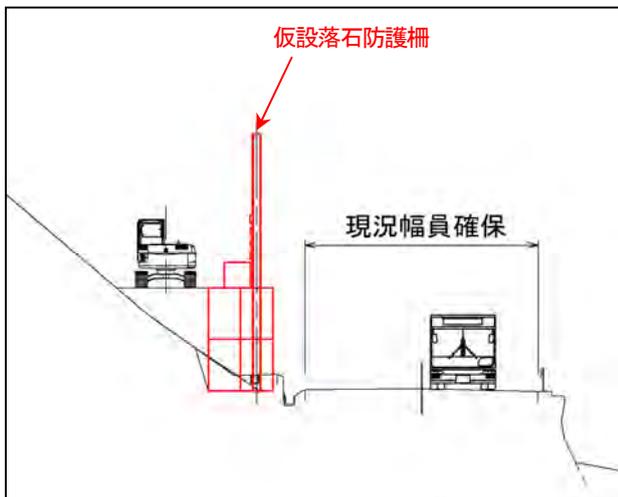


図-4 対面通行に向けた対策工概念図

(3) 応急対策

対面通行後に実施した応急対策は、恒久対策までの現道の安全性確保を目的に実施した。応急対策は、不安定部の除去を基本とし、以下の条件を考慮して決定した。

- ・応急対策は、崩壊範囲を対象とする。
- ・施工は冬期までに完了する計画とする。
- ・応急対策は恒久対策実施時に手戻りが発生しない計画とし、地質調査結果を踏まえた最低限の安定勾配を満足する切土工とする。
- ・早期着工のため、対外協議が不要となるように道路敷地内での切土計画とする。
- ・施工時期から切土後の植生繁茂が期待できないほか、恒久対策実施までの期間が短いことを考慮し、シート材による養生を実施する。

以上の条件を満足する対策として、小段を入れない仮設の切土工を採用した。採用した対策工の概念図を図-5に示す。



図-5 応急対策の概念図

(4) 恒久対策

恒久対策は平成31年度施工を予定しており、以下の方針で詳細設計を実施中である。

- ・地質調査結果を反映し、崩壊により緩んだ表層を完全に除去できる切土形状を基本とし、必要に応じ法面抑止工を併用する等、現場条件に配慮した対策工法を選定する。
- ・地山内の湧水処理、表面水処理等、崩壊の要因となった湧水・表流水を適切に処理できる対策とする。
- ・植生工等適切な法面保護工を選定する。
- ・破損した雪崩対策工の復旧を実施する。

5. 施工中および恒久対策実施までの管理体制

通行止め解除から恒久対策実施までは法面の管理として以下の対応を実施している。

(1) 法面監視、点検

崩壊が発生した翌日の7月4日には連続雨量56mm、最大時間雨量16mmの降雨を経験しており、この降雨による法面の不安定化はみられなかったことから、法面監視の基準を連続雨量50mmとし、これを超過する雨量が確認された場合は法面監視を行うこととした。

連続雨量50mmを超過した時点から法面監視員を配置し、現地状況により必要な場合は速やかに通行止めを実施する体制を構築した。

また、降雨状況に係わらず、1回/日の頻度で年維持工事による目視点検を実施したほか、1回/月の頻度で防災点検業務による崩壊箇所の法面点検を実施した。

なお、降雪期は目視による法面監視は困難であること、融雪水は雨量計では把握できないことから、降雪期以降は以下に示す計測機器による管理とした。

(2) 地盤伸縮計・水位観測による管理

崩壊部の法頭に地盤伸縮計を設置し、変位の有無を管理する。また、今回の崩壊は地下水が要因となっていることから、崩壊箇所上方に地下水観測孔を設置し、水位変動を計測、管理する。地下水位は融雪期に最も上昇するため、降雪期から融雪後の恒久対策施工時まで地盤伸縮計と併せて計測することにより、恒久対策時の水抜き孔設置の基礎資料となる。

地盤伸縮計の計測および水位観測はweb上へのデータ転送により、リアルタイムで情報を取得可能なシステムとしている。地盤伸縮計の計測値および水位観測値にはそれぞれ3段階の管理基準値を設定し、管理基準値に応じた監視の強化、通行止めの判断を行うこととしている。管理基準値(案)を図-6に示す。地盤伸縮計は100mm/日の変位、水位は被災時の湧水状況から想定した被災時と同等の水位レベルに達した場合に通行止めを実施するこ

ととし、これ以下では監視レベルを強化する体制とする。

各管理基準値を超過した場合は管理者へ自動メール配信を行うシステムとしており、迅速な対応が可能である。

| 【地盤伸縮計】 | | 【地下水位計】 | |
|-----------------------|------------------|--------------------------------------|--|
| 変位警戒レベルⅢ (通行規制の実施) | 管理変位③ 100mm/日 | 水位警戒レベルⅢ (通行規制の実施) | 管理水位③ GL-2.00m 未固結層/強風化岩境界 ※7/3被災時と同等 |
| 変位警戒レベルⅡ (24時間監視) | 管理変位② 10mm/日 | 水位警戒レベルⅡ (24時間監視) | 管理水位② GL-3.30m 強風化岩中間部 |
| 変位警戒レベルⅠ (重点監視) | 管理変位① 5mm/10日 | 水位警戒レベルⅠ (伸縮計変位を併用し、 重点監視実施判断) | 管理水位① GL-4.65m 強風化岩/中風化岩境界 |
| 平常時 (Web上での変位監視) | | 平常時 (Web上での水位監視) | ボーリング調査時水位: GL-6.50m |

図-6 地盤伸縮計と地下水位計の管理基準値(案)

6. 事前通行規制区間の検証

(1) 事前通行規制区間の概要

今回の崩壊発生箇所(R232KP=115.1km)は事前通行規制区間7番(KP=111.6~116.5)留萌郡小平町大榎~小平町花岡内に位置している。事前通行規制区間7番は昭和57年に設定された規制区間であり当該規制区間の経緯、概要を以下に示す。

S57：S56年8月177mm、9月56mmの降雨による土砂崩落を受け、基準雨量「連続雨量50mm」による事前通行規制区間に指定

S58：防災工事の進捗に伴い、危険箇所が減少、64mmで災害発生がないことから基準値を「連続雨量80mm」に緩和

H6：土砂崩落の対策完了

H8：道路防災点検で要対策2箇所(地すべり)、カルテ対応5箇所(落石崩壊)抽出

H16：要対策・カルテ点検箇所が対策完了

H17：基準値を「連続雨量110mm」に緩和

H27：H23年147mm、H26年142mmで災害発生がなかったため、基準値を「連続雨量120mm」に緩和、また試行区間として組み合わせ雨量「時間雨量20mm、連続雨量80mm」を併せて適用

(2) 崩壊発生時の規制状況と検証

崩壊発生箇所を含む事前通行規制区間7番の通行規制基準は、「連続雨量：120mmもしくは組み合わせ雨量：時間雨量20mmかつ連続雨量80mm」であった。崩壊発生日の前日7月2日から7月4日までのテレメータ花岡の降雨状況を図-7に示す。

7月2日PM1時からの降雨は7月3日の朝方まで継続し、7月3日のAM6時の時点で連続雨量が134mmを記録した。こ

れによりAM5時～6時の降雨で連続雨量120mmの規制値を超過した。また、AM5時～6時の時間雨量は24mmであり、AM6時の時点で組み合わせ雨量も規制値を超過した。このため、AM6時から事前通行規制区間7番の通行止めを実施している。

崩壊の発生はAM6時15分であり、連続雨量基準（120mm）と組み合わせ雨量基準（時間雨量20mm、連続雨量80mm）を同時に超過した直後に発生した。事前の通行止めにより、第三者被害を防止することができたとともに、当該区間の通行規制基準の妥当性が確認された。

今回の降雨では、連続雨量基準（120mm）超過と組み合わせ雨量基準超過（時間雨量20mm、連続雨量80mm）が同時刻となったため、連続雨量基準と試行中の組み合わせ雨量基準それぞれの実効性を検証することはできないが、今回の事象に対し、現行の2つの基準は安全性を確保しうる基準であったものと評価できる。

7. おわりに

一般国道232号小平町花岡で発生した法面崩壊では地域特性に応じた適切な事前通行規制基準により、第三者被害を未然に防止することができた。

しかしながら、被災箇所周辺区間では4日間の全面通行止めを余儀なくされた。災害発生から早期に安全性を確保できる対策を計画し、昼夜の復旧作業を行ったものの、迂回路は80kmにもなったことから地域の流通や交通に大きな影響を与える結果となった。今回の被災を教訓とし、ハード面、ソフト面からの防災を推進することが重要と考えている。

本箇所の恒久対策は今後も継続して施工する予定であり、恒久対策実施までに融雪期も経験することとなる。応急対策は十分な対応を行っているが、地域の流通や交通、緊急搬送など生活に直接関わる道路の安全性を確保するための管理やパトロールに注力していく。

最後に、早期復旧に向け迅速に現地調査及び対策工検討を行って頂いた(株)ドーコン、アースコンサルタン(株)、昼夜にわたり復旧工事に尽力頂いた萌州建設(株)に対して謝意を表します。

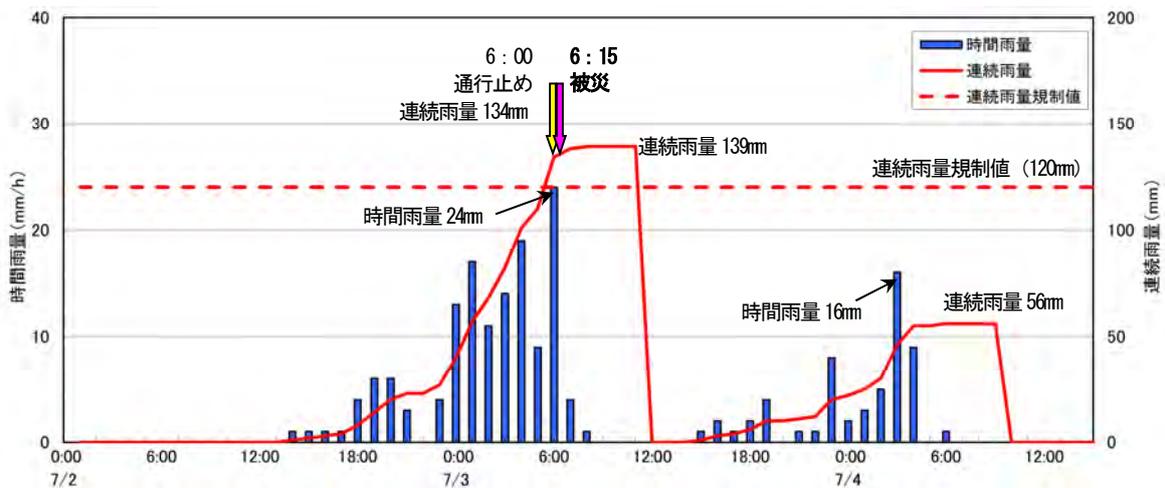


図-7 テレメータ花岡の降雨状況（7月2日～4日）