

国道274号日勝峠災害の類型区分とその復旧 —復旧工事におけるICTの活用—

帯広開発建設部帯広道路事務所 ○南 朋恵
(国研)土木研究所寒地土木研究所 伊東 佳彦
宮坂建設工業株式会社 中原 孝行

平成28年8月、台風10号の接近に伴う局地的大雨により、国道274号は橋台・道路の洗掘、道路斜面の崩壊など甚大な被害を受け、平成29年10月までの1年2ヶ月間通行止めとなった。被害は特に日勝峠を含む日高山脈の山間部で顕著であった。同国道は札幌圏と道東を結ぶ幹線道路であり、通行止めは北海道の流通に大きな影響を与えるとともに、早急な復旧が求められた。災害対策では、早急な復旧が求められるいっぽうで、災害要因（素因と誘因）に根ざした対策が重要となる。本報告では、災害のうち特に道路斜面災害に着目し、寒地土木研究所が整理した道路斜面災害の素因・要因（類型区分）に対して、実際に行った災害復旧や対策事例について紹介した上で、災害復旧工事においてICTを活用することの利点を述べる。

キーワード：災害復旧、ICT、斜面災害

1. 国道274号日勝峠災害の概要

平成28年8月17日～23日の1週間で北海道に上陸した3個の台風は、北海道東部を中心に河川氾濫や土砂災害を引き起こし、更には8月28日19時ごろからの降雨と台風10号が接近した30日から31日深夜にかけての局地的大雨（観測史上1位の雨量488mm：開発局雨量計）により、日勝峠以外にも国道38号狩勝峠（通行止め期間：約2週間）、清見橋、小林橋（仮橋により1ヶ月半で通行止め解除）などの道路施設が甚大な被害を受けた。

日勝峠における帯広側の被災は、道路本体が大きく欠損した2箇所をはじめ、切土・盛土法面などの斜面崩壊は35箇所、融雪期後の現地調査においても複数箇所確認された。

2. 災害の素因・要因（類型区分）

伊東ら²⁾は、おもな道路斜面崩壊を、素因・要因に基づき5つの類型に整理している。

- 類型1：土石流等による道路と溪流の交差点における被害
 - 類型2：土石流・土砂流等が道路面を流れたことによる道路法面等の被害
 - 類型3：道路法面等小段排水路からの溢水等による被害
 - 類型4：河川の側方浸食などによる道路側部の浸食に伴う崩壊
 - 類型5：含水比上昇等による道路法面等の被害
- 帯広側の被害としては、類型1,2,3,5が該当し、主なもの



図-1 各類型の代表的な被災箇所

のは図-1のとおり分布していた。

(1) 類型1：石山トンネル起点(KP158.2)

類型1の被害として代表的な箇所は石山トンネルの起点側の崩壊があげられる。道路と溪流の交差部において、溪流からの土石・土砂流により横断管が埋没することで排水機能を失い上流側に堰止め池が形成され、さらに多量の巨礫まじりの砂質土が堆積。下流側の法面は、起点側からの路面水により路肩が崩壊したところに池からの越水が加わることで、大きく崩壊、車線が亡失していた(写真1)。



写真-1 類型1:石山トンネル起点
(撮影方向:起点→終点)

(2) 類型2：帯広側7.5合目付近(KP159.1)

類型2に分類される帯広側7.5合目の斜面崩壊は、起点側 KP158.5,158.6に位置する2つの溪流からの土砂流と起点側からの路面水が道路上を流下し、盛土法面を大きく崩壊させたものである(写真2,3)。当該位置は溪流との交差部でもあるが横断管の閉塞は確認されず、崩壊の要因は起点側からの土砂流および路面水であると考えられる。



写真-2 類型2:帯広側7.5合目付近
(左:終点、右:起点)

(3) 類型3：帯広側6合目付近(KP161.0~161.4)

類型3については、切土法面の法頭に小段排水が整備されている箇所で見られ、排水勾配の変化点や縦排水の設置箇所といった特定の位置ではない場所で発生していた。溢水は、小段排水の断面が落ち葉や土砂で閉塞した箇所が発生したものと考えられる。



写真-3 類型2:起点側から流下する路面水
(撮影方向:終点→起点)

(4) 類型5：帯広側5合目付近(KP163.2)

類型5については、含水比を上昇させる要因となる透水性の高い地層の分布が崩壊面からだけでは判断できず(写真4)、雪解け後の調査では法面上部の保安林内に、表面水が地中へ入り込んでできた空洞(写真5(左))や、地下水が土砂とともに噴出し表面水となって流れた痕跡



図-2 類型5: UAV搭載型LSにより取得した点群データ



写真-5 類型5:保安林内の水みち



写真-4 類型5:帯広側5合目付近
(左:終点、右:起点)

(写真5(右))が確認された。UAV搭載型LSによる起工測量では新たな崩壊が確認された(図-2)。

3. 復旧および対策事例

各被災箇所的设计・施工にあたり崩壊の素因・要因に対して、実際に行った対策事例について類型毎に紹介する。

(1) 類型1：石山トンネル起点(KP158.2)

当該箇所の対策は、「排水機能の確保・強化」が最も重要だと考え、①既設横断管の呑口埋没対策、②横断管(別ルート)の追加による排水機能強化対策を実施した(写真6)。

既設横断管の呑口柵天端は堆積土砂のおよそ8~9m下に位置し、完全に埋没していたが、φ1200の既設横断管自体に損傷は確認されず、横断勾配が急であるため土砂が管内に溜まり閉塞している状況も確認されなかった。そこで、呑口柵を中間柵により嵩上げ(1.25m×4段=5.0m)し、それぞれの間中間柵の側面に□0.9m×0.9mの開口(写真7(左))を設けることで、段階的に柵が埋没しても排水機能は確保できる構造とした。側面の開口は溪流の流下方向に対して90°ずらした面に設け、土砂の勢いが直接開口部に作用しない工夫を施した。さらには、道路本線より呑口柵へ降りる管理用道路を整備し、土砂が堆積した際にも維持管理できる構造とした。

また、平成28年に発生した規模の土石流が発生し、再び横断管渠の呑口柵が閉塞された場合にも、堰止め池の水が道路を越水することのないよう、嵩上げ柵天端より高い位置に別ルートの道路横断管を整備した(写真7(右))。

(2) 類型2：帯広側7.5合目付近(KP159.1)

類型2の斜面崩壊の素因・要因は、土石流・土砂流等が道路面を流れ、法面を大きく崩壊させたことである。このことから当該箇所の対策は、KP158.5, 158.6に位置する溪流から道路への土石流・土砂流等の流出防止とした。各溪流は道路横断管によってそれぞれ道路を横断し排水される構造となっていたが、類型1のKP158.2と同様、呑口柵が土石流・土砂流により埋没し排水機能を失っていた。そこで、①既設横断管の呑口埋没対策、②土石流・土砂流の道路への流出防止対策、③排水の別ルート(水路と横断管)整備による排水機能強化対策を実施した(写真8,9)。①については(1)で紹介した構造とし、②として雪崩防止擁壁の背面端部に大型かご枠による壁を設けることで土石流・土砂流を擁壁背面にとどめ(写真10(左))、さらには、土石流の撤去や既設法面の切土により擁壁背面のポケット容量を拡大して道路への土砂の



写真-6 類型1:対策状況全景



写真-7 類型1:嵩上げ柵(左)、類型1:追加横断管(右)



写真-8 類型2:対策状況全景



写真-9 類型2:排水の別ルート(水路と横断管)



写真-10 類型2:大型かご枠(左)、管理用通路兼排水路(右)



写真-11 類型2:土砂流の撤去と嵩上げ柵

流出を抑制している(写真11)。擁壁背面は、今後も土砂の堆積や土砂流の発生が見込まれるため、堆積した土砂を撤去する際に使用する管理用通路が必要となる。③として整備する水路は小規模の機械が通行できる構造とした(写真10(右))。

(3) 類型3：帯広側6合目付近(KP161.0～161.4)

類型3については、既設の小段排水の清掃を行うとともに、復旧法面には基盤排水層を設け、表面は法面勾配に応じて法面ふとんかごやコンクリート法枠を整備した。小段排水の清掃を行うことで速やかな排水を促し、縦排水箇所以外での小段排水路からの溢水等を予防できる。また、溢水が生じて法面ふとんかご等により表面を覆うことで表面の浸食を抑制する構造とした(写真12)。

(4) 類型5：帯広側5合目付近(KP163.2)

類型5については、湧水箇所に暗渠排水管を配置し、基盤排水層を設けることで盛土内の含水比上昇を抑制する対策を計画したが、露出している崩壊面のほとんどが花崗岩の角礫混じりの砂礫層で、用地外の法面上部で潜りこんだ雨水が崩壊面や崩壊面付近で噴出した痕跡を確認していた(写真5)。そのため、基盤排水層や排水管の設置範囲および法面ふとんかごの施工範囲をどこまでにするか判断が難しい箇所であった。

具体的な対策としては、地下排水の整備とともに盛土表面を布団かごで覆い、法尻には階段式ふとんかごを設置して法尻からの排水を促進する構造とした(写真13)。



写真-12 類型3：基盤排水および法面ふとんかご施工状況



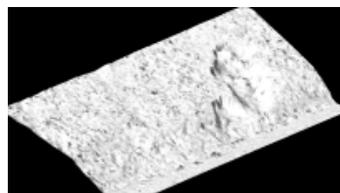
写真-13 類型5：対策状況全景



Step 1 点群データの取得



Step 2 樹木や看板、ノイズ等の除去



Step 3 面データを作成

図-3 LSによる3次元地形データ取得の流れ

4. ICT技術の活用と利点

(1) ICT技術の活用

応急復旧が完了しているとはいえ、融雪後は地盤が緩んでおり起工測量を実施する際も危険を伴う。また、被災箇所が各処に点在しており測量範囲が広大で、延長も長く、復旧が急がれる中、かなりの時間を要することが想定されたため、UAV搭載型LSを使用して起工測量を行い、3次元地形データから融雪後の法面や地盤の状況を把握し対策工法や施工範囲を検討した(図-3)。

類型1、2にみられる崩壊箇所は、大規模な盛土での復旧となることから、ICT建機(MGバックホウ)とGNSSローバー搭載締固め機械による転圧管理システムを活用して施工した(写真14)。

(2) ICT技術活用による利点

a) LSによる起工測量

起工測量にLSを活用することで、UAVによる空中写真測量とは異なり、オーバーハングのような上空から死角が生じる箇所においても、崩壊面の点群データを取得



写真-14 類型5：対策状況全景

することが可能となる。特に樹木や草本により目視では把握が難しい地表面の凹凸(変状)や小規模の地すべりを3次元地形データとして確認できるため、現地踏査と併せて、復旧範囲や対策工の検討が速やかに行えた(図-4)。

b) MGバックホウによる盛土法面整形

日勝峠は、濃霧が発生しやすく数メータ先が確認できない日が月に18日(平成29年8月1ヶ月の実績)発生する現場条件であったが、MGバックホウを使用することで手元作業員や丁張に頼ることなく見通しの悪い気象条件でも施工が可能であった(写真15)。

また、これだけの大規模盛土を施工する場合、盛土丁張を設置するために約13日(101時間程度：類型2の復旧工事で試算)を要するが、丁張設置作業が不要となるため技術員・普通作業員各1名、のべ26名を測量作業に割く必要がなくなった。さらには、施工工程を検討する際も測量待ちが生じないため工程の管理が容易となる。

これらの利点は、災害復旧工事に限ることではないが現場の施工管理を容易にし、現場技術員等の負担低減に寄与できたと考えている。

5. まとめ

今回、各被災箇所での崩壊の素因・要因を念頭に、対策を検討した。類型3については、法頭に整備された小段排水から溢水による被害のため、排水の閉塞要因や頻度を把握し、単に現況復旧するのではなく構造的な工夫を検討する必要があると感じている。

また、当該路線近傍には、周氷河性斜面堆積物と考えられる花崗岩の角礫混じり砂礫層が分布している。周氷河斜面堆積物に関しては、平成26年礼文島での斜面災害³⁾、平成28年の羅臼町での斜面災害⁴⁾など斜面災害との関連で近年注目されている。日勝峠周辺には周氷河性斜面堆積物が広く分布していることから、その分布や透水性状の把握が道路斜面管理上も重要となってきている。

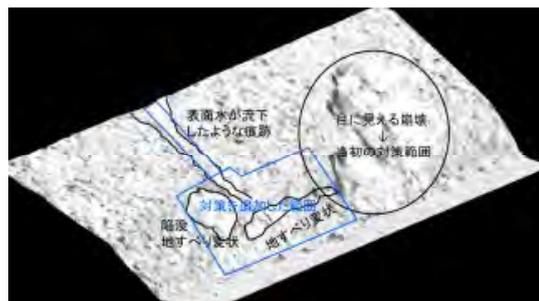


図-4 地形データに現れた地盤の変状と追加した対策範囲

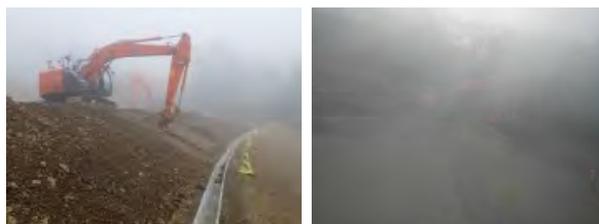


写真-15 日勝峠7.5合目付近の濃霧発生状況

今後は、排水施設や法面の効率的な点検体制を確立し、今回のように適切なタイミングで通行止め措置を実施していく。

参考文献

- 1)伊東佳彦,倉橋稔幸,角田富士夫,山崎秀策：2016年の台風10号による北海道日勝峠周辺の道路斜面災害について,第52回地盤工学会研究発表会,2017.7.
- 2)伊東佳彦,倉橋稔幸,角田富士夫,山崎秀策：2016年台風10号による北海道日勝峠周辺の道路災害の事例報告,第72回土木学会,2017.9
- 3)石田博英,雨宮和夫,井出寛：2014年8月礼文島豪雨災害の地形・地質条件—高山地区ほか—,平成27年度地すべり学会北海道支部特別講演および研究発表会予稿集, pp29-32, 2015.4.
- 4)石丸聡：知床半島羅臼町で発生した斜面崩壊、平成29年度地すべり学会北海道支部特別講演および研究発表会予稿集, pp31-34, 2017.4.