

平成28年度

8月17日から30日にかけての大雨による 網走開発建設部の道路災害について

網走開発建設部 道路整備保全課

○逢坂 秀継
古屋 利章
葛西 敏行

8月17日から30日にかけて、道東を中心に台風7号、11号、9号、10号の影響による大雨により、網走開発建設部管内の国道において、通行止めが多数発生した。本稿は、当該事象における道路被害状況及び応急復旧状況について報告するものである。

キーワード：災害、台風、大雨

1. はじめに

平成28年の8月に、北海道に連続して上陸し、大きな被害をもたらした台風による大雨により、網走開発建設部管内の国道では、土砂崩壊、盛土洗堀等による被害が発生した。特に、一般国道39号石北峠では、大規模な土砂崩壊により、全面交通開放までに30日間を要する通行止めとなった。一般国道39号は、網走地方における重要路線であり早期の復旧、交通確保が重要な課題であった。本稿は、この災害における早期の復旧、交通解放に向け実施した調査、対策工、道路管理について報告する。

2. 気象状況

(1) 台風の経路

8月17日から30日にかけて4つの台風(7号、11号、9号、10号)が連続して接近・上陸した。これは観測史上初の事態で、網走地方においても豪雨をもたらした。

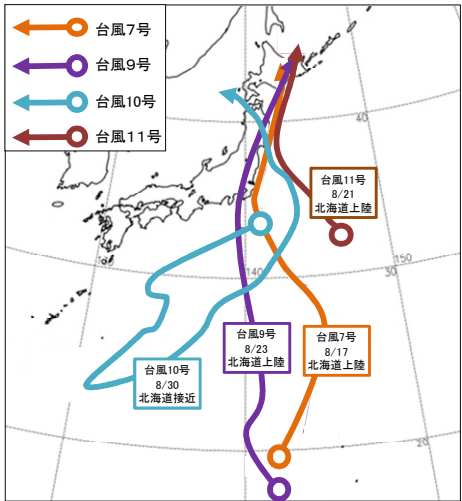
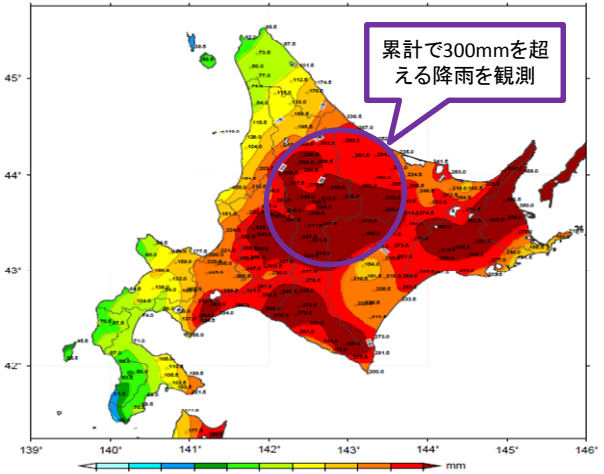


図-1 北海道の上陸した台風と移動経路

(2) 降雨状況

今回の大雨は前線・台風・高気圧が揃った際に北海道に大雨をもたらす典型的な気圧配置であった。

管内の年間平均降雨量が800mm程度の中、3つの台風の通過により、約4割にあたる300mmの降雨となった。



(資料：気象協会)

図-2 アメダス降雨量分布図

(8月16日1時～8月23日24時)

期間中、置戸町や北見市の一部(常呂、留辺蘂)などでは観測史上最大雨量(72時間)を記録した。

表-1 観測史上最大雨量を記録した地点

観測地点	72時間雨量 (mm)	年間降水量 (平年値、mm)
常呂	182.0	700.4
留辺蘂	192.5	701.9
境野	204.0	733.5
美幌	183.0	716.5
置戸常元	217.5	817.2※

(雨量データ：気象庁HP、※置戸常元は各年の実績を平均)

3. 一般国道39号石北峠の被災状況

網走開発建設部の国道では、今回の大雨により管内各地で土砂流出、橋台背面洗掘等の被害が発生し、述べ7路線(8区間)の通行止めを実施した。そのため、ピークを迎える観光周遊や、収穫が始まったタマネギなど農水産物輸送に大きな影響を与えた。



図-3 網走開発建設部の通行止め区間

特に、管内の基幹路線である国道39号の石北峠では、9箇所で土砂流出や盛土洗掘が発生し、通行止めは30日間に及び地域生活に多大な影響を与え、早期の通行止め解除が課題となった。特に、被害が大きかったKP=94.7付近では、8月21日の9時20分ごろに、幅員7m、延長50m、平均高さ2.5m(体積約900m³)の規模の土砂が現道に到達し、土砂流出量の全体規模は約30,000m³であった。



図-4 国道39号石北峠の被災箇所



図-5 国道39号石北峠(KP=94.7)の土砂流出状況



図-6 国道39号石北峠(KP=100.0)の土砂流出状況



図-7 国道39号石北峠(KP=100.2)の土砂流出状況

崩壊箇所のうち、KP=94.7以外の箇所については、沢地形部から流出した土石流であることから、現道上の崩壊土砂を撤去後、路肩に大型土嚢を設置しポケット確保による応急対策工を実施した。

KP=94.7は、現道上の崩壊土砂を撤去した場合、斜面上の崩土が再崩壊する可能性が考えられたことから、交通開放に向けては、被災原因を調査し適切な対策工を検討する必要がある。以下に、KP=94.7の被災原因、および交通開放に向けた対策工について述べる。

4. 被災原因

(1) 地形・地質概要

KP94.7付近の土砂流出箇所は、斜面角35°程度の自然斜面のうち、現道より比高80m程度を頭部として地すべり性の崩壊(以下、地すべり)が発生した。

地質は、先白亜紀の日高累層の粘板岩と新第三紀中新世の変質した安山岩を基盤として、厚さ5~10m程度の崖錐堆積物が分布する。

地すべりは、基盤岩と崖錐堆積物の地層境界付近をすべり面として発生した。

(2) 降雨状況

被災箇所の近傍の道路テレメータ(イトムカ)によると、8月17日に台風7号の影響により連続雨量152mmの豪雨を

観測した。幸い、この台風による大きな被害は発生しなかったが、続いて上陸した台風11号により8月21日の2:00に連続雨量115mmの降雨を記録した。この降雨により、石北峠では8月20日23時46分ごろに $KP=100.0$ 付近で、翌8月21日9時20分ごろには $KP=94.7$ 付近で土砂流出が発生し現道まで到達した。その後、8月23日には台風9号による降雨により連続雨量69mmを観測した。この間、網走開発建設部では、台風による影響を考慮し8月20日17時から通行止めを実施していたことから、土砂流出に伴う人的被害は発生しなかった。

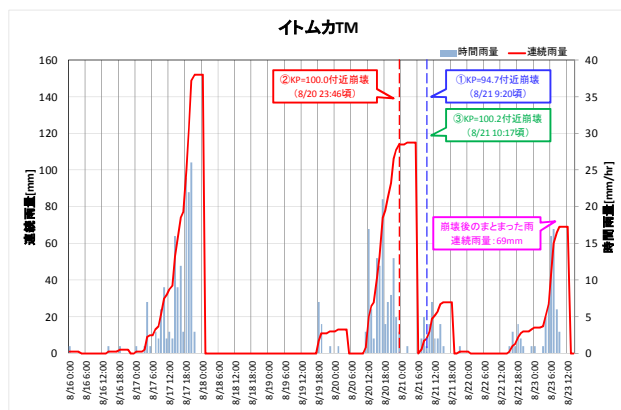


図-8 降雨状況(テレメータ：イトムカ)

(3) 被災要因

地すべりは、自然斜面の崖錐堆積物に、斜面上方の緩斜面から供給される地下水が過剰に供給され、間隙水圧が上昇することで、地すべり抵抗力が低下し発生した。

この地すべりは、発生前の8月17日の降雨量（連続雨量152mm）に比べて少ない（連続雨量115mm）にも関わらず発生した。これは、台風通過に伴う連続雨量100mm超の降雨が連続し、崖錐堆積物中の地下水が十分抜けきる前に地下水が供給されることで、間隙水圧が過剰に上昇したためと想定される。

5. 緊急復旧

国道39号は、網走地方における重要路線であることから長期に及ぶ通行規制の継続は社会的影響が大きいことから、早期の交通開放が求められた。そこで、片側交互通行による交通開放に向けての緊急対策を検討した。その際、対策工実施のタイミングが課題となった。

現地踏査の結果、崩壊直後は地下水位が高く非常に不安定な状態と考えられたため、崩壊直後の現地作業は危険と判断した。このため、斜面安定解析により安全を確保される地下水位条件を検討した。その結果、表-1に示すように崩壊後の安全率を $Fs=0.93$ として、地下水位が1m低下することで安全率 $Fs=1.05$ 以上が確保されることが推察された。このため、地下水位低下（地表面より1m）と現地に異常がないことを確認し、緊急対策工を実施した。

また、地下水位は、斜面を1mの深さで部分掘削後にパイプ、碎石を設置し確認した。地下水位低下を確認後、

表-2 緊急対策の安定計算初期条件

現況安全率	Fs_0	0.93	局要領P2-3-9 崩積土すべり 「滑動中：0.93～0.95」
計画安全率	F_{sp}	1.05	局要領P2-3-9 目標安全率1.05～1.20の最低値
地下水位		地表面（満水）	
すべり面 強度	粘着力	C (kN/m ²)	6.08
	せん断抵抗角	ϕ (°)	44.19
		道路土工式 (C:地すべり土塊の平均層厚 ϕ :逆算)	

表-3 緊急対策の安全率

地下水位	安全率	備 考
地表面	0.93	
-0.5m	1.01	
-1.0m	1.08	計画安全率 $Fs=1.05$ 水位低下-1.0m で確保
-1.5m	1.16	

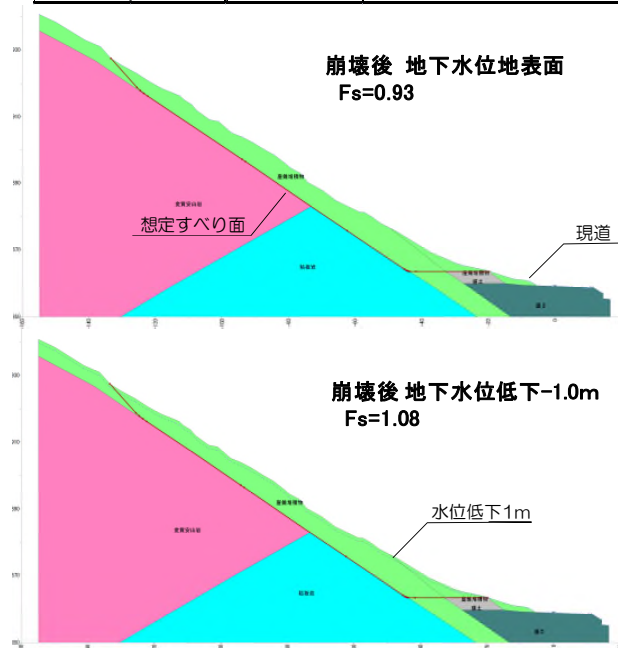


図-9 緊急対策工

緊急対策として山側車線に大型土嚢2段積みを行いポケットを確保することで片側交互通行により交通開放することとした。大型土嚢の設置、地下水低下の確認後、8月27日の8時に片側交互通行にて昼間のみの交通開放を行った。

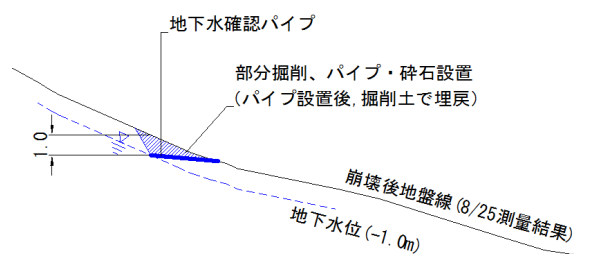


図-10 緊急対策時の地下水確認方法

6. 応急復旧

(1) 応急対策工法（押え盛土）

崩壊箇所の斜面は森林管理署の用地内であることから、抜本的な恒久対策工の実施は森林管理署で施工すること

となる。そのため、早期の交通開放に向けての応急対策工を実施することとした。応急対策工法の選定にあたっては、北海道開発局道路設計要領2-13-14の「地すべり対策工検討フローチャート」に則り選定した。その結果、工法としては、排土工、もしくは押え盛土工が選定された。なお、抑制工として地下水排除工を併用することとした。

上記の工法のうち、排土工は、崩壊直後は再崩壊する危険性があること、大規模な排土には工期を要すること、排土にあたっては森林管理署との協議が必要となることから早期の応急対策工の実施は困難と考えられた。

押え盛土工は、斜面法尻で施工することから崩壊箇所に立ち入らずに施工可能であること、また、地すべりの末端部に盛土することで施工に伴い再崩壊の危険性が低下することとなる。そのため、応急対策工としては押え盛土工を選定した。

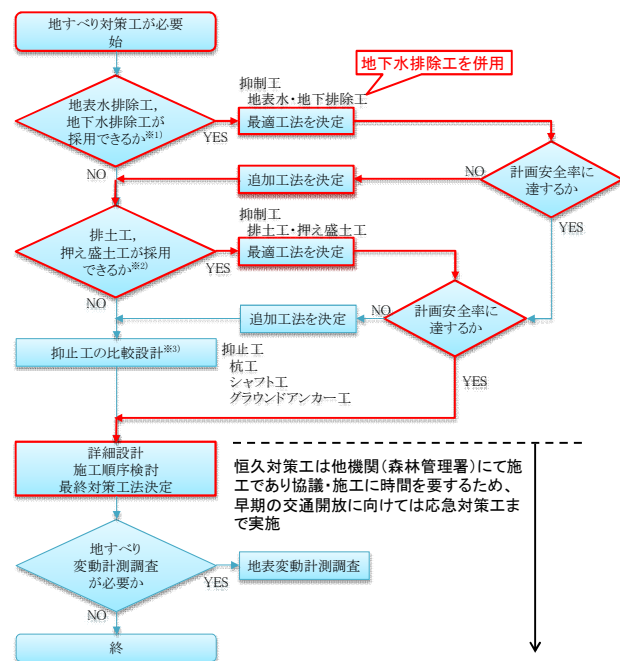


図-11 地すべり対策工検討フローチャート

応急対策工に向けた斜面安定解析では、被災直後は地下水位が高く非常に不安定な状態と考え、初期安全率を $F_s=0.93$ （活動中の崩積土地すべりの最低値）とした。計画安全率は、恒久対策を森林管理署にて実施する予定のため、北海道開発局要領の $F_s=1.05\sim1.20$ のうち、最低値の $F_s=1.05$ とした。地下水位は、崩壊時程度の降雨が発生した場合、地下水位が地表面まで上昇する可能性が考えられることから、地表面（満水）として検討した。

以上の条件に基づく斜面安定解析の結果、応急対策工は、押え盛土工高 7m、土堤高 2mとした。

(2) 施工中の管理体制

応急対策工の施工は、斜面末端部での作業となることから、崩壊土砂の再移動による二次被害の発生が想定された。そのため、施工中は以下のような道路管理を行い安全性に配慮した。

表-4 応急対策工の安定計算結果

検討	地形		地下水位	安全率		評価
	項目	押さえ盛土工高		想定すべり	受動破壊	
応急対策検討	押さえ盛土工	H=5m	地表面（満水）	0.93	-	-
		H=6m		0.96	-	-
		H=7m		1.05	0.99	NG
	押さえ盛土工併用	H=1m		1.09	1.02	NG
		H=2m		1.14	1.05	OK
		H=3m		1.19	1.09	OK

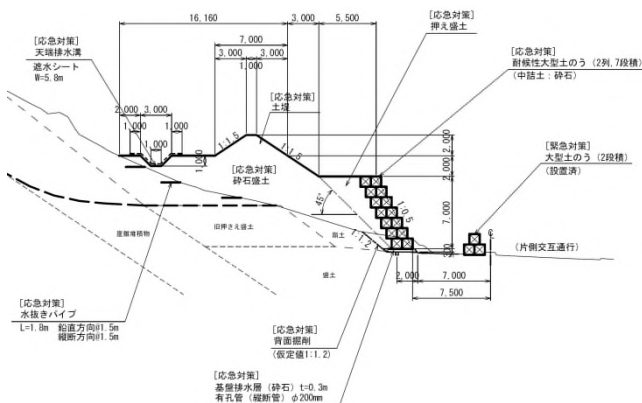


図-12 応急対策工断面図



図-13 応急対策工

1) 雨量・地震による管理

降雨発生時は、斜面崩壊発生の可能性が高まることが考えられることから、雨量による管理を行った。基準とする雨量は、崩壊発生後に変状が見られなかった連続雨量の最大が69mmであったことから、連続雨量70mmで通行止めを実施することとした。通行止めの実施後は、連続雨量が0mm（時間雨量2mm以下の降雨が3時間継続）となった段階で、道路管理者、点検コンサルタントによる現地点検を行い、異常が見られなかった場合には通行止めを

解除することとした。

また、地震発生については、防災点検等で一般的に運用されている震度4以上の地震が発生した場合には、道路管理者、点検コンサルタントによる現地点検を行うこととした。

2) 定点観測

現地に観測点を設置し変動を把握することとした。計測頻度は7:00から18:00までの1時間おきとし、設定した基準値を超過した場合には、道路管理者、維持業者、点検コンサルタントが現地出動や通行止めを実施することとした。



図-14 定点観測位置図

3) 有人監視

施工中の斜面状況の監視を目的に、現地に斜面監視員を配置した。監視時間は定点観測と同様に7:00から18:00までとし、地すべり土塊の移動の有無、滑落崖の拡大(新たな崩壊の発生)、崩壊斜面中からの湧水の有無等を監視ポイントとした。新たな変状の発生等が確認された場合には、通行止めの実施等の措置を行うこととした。

このような管理体制のもと、応急対策工が完了し9月18日8:00に全面交通開放を行った。

(3) 応急対策後の管理体制

応急対策工の完了後には、夜間通行止めを解除し終日の2車線開放を行うこととした。そのため、応急対策工完了後は、以下のような道路管理体制を継続して実施することとした。

1) 雨量による管理

地すべり発生要因のほとんどは降雨によるものと考えられることから、経験値に基づく連続雨量での管理を基

本とし、地すべり発生の恐れが生じる前に通行規制を実施する。関係者は気象情報を事前に確認し、段階毎に必要な応じた対応を実施する。

- ・ 連続雨量40mmを観測した時点で、初動体制(異常時巡回)とする。
- ・ 連続雨量70mmの超過が予想される場合は、通行止めを実施する。基準とする連続雨量は、降雨を経験後に変更を検討する。

2) 地震による管理

震度が『震度4以上』となった場合、関係者は速やかに現地点検及び地震時巡回を実施する。現地点検及び地震時巡回で異常が確認された場合には、有識者を加えて通行止めの検討を実施する。

3) 計測機器による管理

降雨後の時間経過とともに地すべりが変動する場合もあることから、計測機器による管理を併せて実施することとし、地すべり発生の恐れが生じる前に通行規制を実施する。なお、計測データは遠隔モニタリングシステムによりインターネット上で閲覧可能(関係者のみ)とし、計測値が閾値に達した場合は、関係者へメール通報を行い対応を実施する。

[伸縮計・孔内傾斜計による管理]

地すべりは一般的に緩慢な動きであることから、伸縮計及び孔内傾斜計を設置し、地すべりの経時的な変動を把握することにより管理を実施する。

- ・ 伸縮計又は孔内傾斜計が50mm以上/日を観測した時点で現地点検を実施し、異常が認められる場合は、有識者を加えて通行止めの検討を実施する。
- ・ 伸縮計又は孔内傾斜計が100mm以上/日を観測した時点で通行止めを実施する。

[ワイヤーセンサーによる管理]

伸縮計及び孔内傾斜計による計測管理を基本とするが、表層の変動が起因となり地すべりを誘発することもある

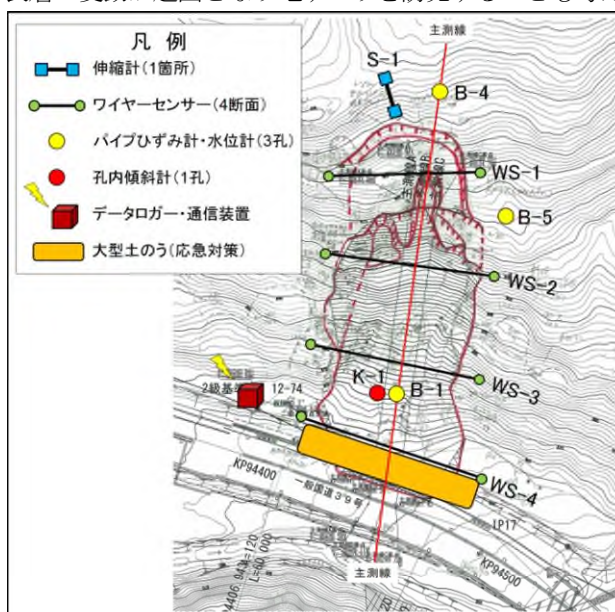


図-15 計測機器設置概要図

られることから、伸縮計及び孔内傾斜計の補完として、地表面の現象を把握する目的でワイヤーセンサーを4段設置する。最下段又は2本以上切断された場合は、通行止めを実施する。

最下段を除く1本が切断された場合は、現地状況を確認し、計測機器の誤作動で無い場合は、有識者を加えて通行止めの検討を実施する。

なお、積雪による影響(誤作動)を考慮し、冬期間はワイヤーセンサーは撤去することとした。

7. おわりに

恒久対策については土砂流出の発生源が森林管理署の管轄する土地であることから、今後森林管理署と協議を行い恒久対策を実施する。それまでは上記による管理体制を実施していく。

今回の大雨災害では、土砂流出等が発生したことにより迅速に点検のため現地に到着したものの、いたるところで土砂流出が発生し一時的に危険な状況であったため安全確保してからの現地作業等の徹底が必要であった。

今回の災害対応にあたっては、網走建設業協会に加盟する関連工事受注者や設計コンサルタント及び道路防災エキスパートによる迅速な支援、道路防災有識者による技術的助言により早期啓開及び対策工を実施することができ、複数の土砂流出箇所がありながら早期に交通解放を行うことができたことに対し、この場を借りて感謝すると共に、今回の経験を今後の道路の維持管理への糧としていきたい。