

国道274号橋梁被災状況について

－（自然の猛威からの知見、次世代へ）－

室蘭開発建設部 道路整備保全課 ○藤野戸宏樹
室蘭開発建設部 道路計画課 福原 潤二
株式会社 構研エンジニアリング 森脇 雅彦

平成28年8月17日から23日の間に北海道で観測史上初となる1週間に3個の台風が上陸した。その後、8月29日から前線に伴う降雨があり、さらには、30日から31日未明にかけて接近した台風第10号により、国道274号日勝峠周辺では局地的かつ猛烈な豪雨を経験した。この影響により河川が急激に増水し、国道274号日勝峠の日高側では千呂露橋、大颯橋、岩瀬橋が落橋し、その他多くの橋梁も被災した。本論文では、千呂露橋、大颯橋、岩瀬橋の落橋状況及びその他橋梁の被災状況と傾向について報告するものである。

キーワード：蛇行河川、橋台背面盛土流出、落橋

1. はじめに

国道274号日勝峠は、道央と道東を結ぶ人流・物流の要衝であり、両圏域の産業、生活、観光、文化などの社会活動や、地域経済活動を支える重要な路線である。この日勝峠では、8月30日から31日の未明にかけて、局地的かつ猛烈な豪雨が発生し、降り始めからの雨量が観測史上最大（日勝峠テレメータ）となる488mmに達した（図-1）。

気象庁から8月30日16時53分には大雨警報、18時44分には洪水警報、23時8分には胆振・日高地方土砂災害警戒情報が発表された。

日勝峠は、パトロール等により危険が予想された際、事前通行規制を行う特殊通行規制区間（L=33.3km）に指定されており、警報発令前となる8月30日11時15分から日高町千栄大颯橋～清水町石山間L=33.3kmの通行止めを行っていたが、河川水位がさらに上昇を続け、通信ケーブル・北電線が切断、路肩の決壊、冠水エリアが拡大したため、22時18分から通行止め区間を日高町千栄～清水町石山間L=45.3kmに延伸した。

また、千呂露橋では、8月30日19時50分から橋桁に流

木が衝突を始め、31日2時ごろには落橋し、頂上から麓までのさらなる被害の拡大が予見された。

国道274号が通行止めになったところ、代替路である国道38号狩勝峠では、8月30日20時40分から通行止め、道東自動車道でも8月29日21時55分から通行止めとなっていたため、道東へのアクセス道路3路線全てが通行止めの状態になった（図-2）。

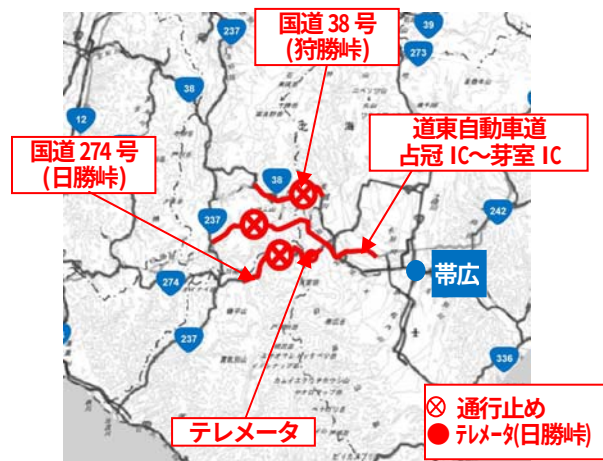


図-2 通行止め区間

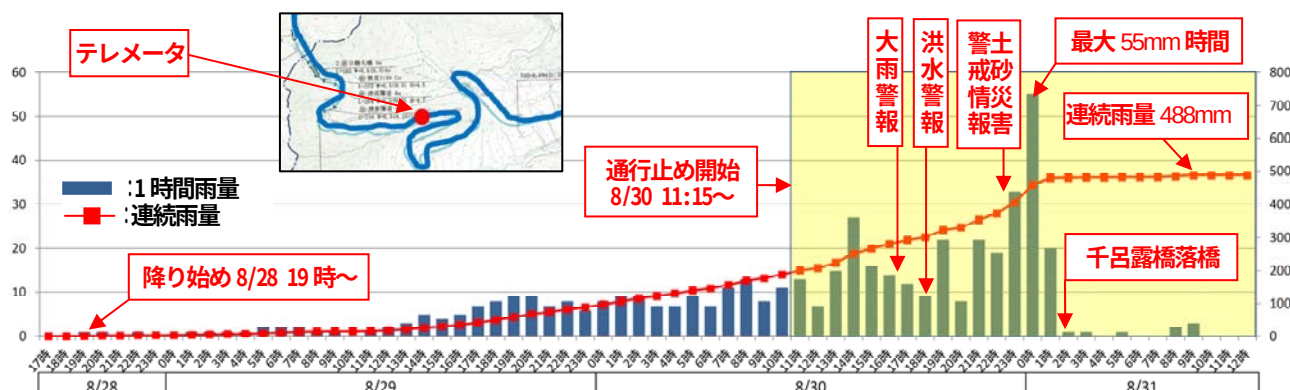


図-1 日勝峠テレメータ雨量データ

2. 被害概要

台風10号の通過に伴い日勝峠周辺では記録的な豪雨が発生、日勝峠テレメータでは連続雨量488mmと過去の最大値の約2.2倍となる大雨を記録。日勝峠付近を源流域とし日高方面を經由して流下する沙流川では、急激な増水が発生。蛇行した自然河川である沙流川と交差しながら並行する国道274号の被災状況を早急に確認する必要が生じた。また、8月17日から23日の間に発生した台風7号と台風9号も上位20位以内に入る大雨であったことから、すでに地盤が緩んでいることも想定されたため大規模な土砂災害なども懸念された（図-3）。

被災状況調査は、千呂露橋の落橋で上流部への車両による調査が不可能だったため、被災翌日（9月1日）からヘリコプターやドローンを使った空撮により法面崩壊や落橋箇所を多数確認した（写真-1,2,3）。

詳細な被災状況の把握は、地上からの直接確認が必要だったため、9月2日からは自転車も使った調査を行い、7日からは落橋した岩瀬橋やその他被災箇所をラフティングにより横断し調査区間を拡大した。

徒歩による踏査の結果、室蘭開発建設部管内の橋梁の損傷は橋台背面盛土流出を含めて8橋で、このうち千呂露橋、大鮎橋、岩瀬橋の3橋が落橋。覆道の損傷は3箇所。清瀬覆道では延長450m以上に渡って基礎が露出、三国の沢覆道内では大きく道路が崩壊していた。またKP148.9km付近では、道路本体が大きく欠損し119mに渡り盛土が崩壊、その他の損壊も多数あることが判明した。



写真-1 徒歩による被災状況の確認

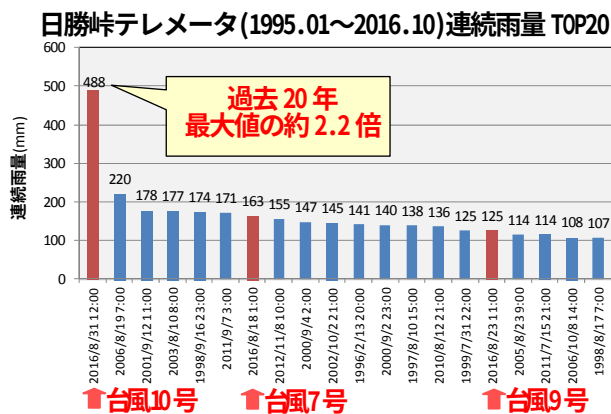


図-3 日勝峠テレメータによる連続雨量 TOP20



写真-2 ラフティングによる渡河



写真-3 自転車による移動



図-4 被災箇所図

3. 千呂露橋の損傷状況

千呂露橋の損傷状況は、上流から流れてきた流木がP1橋脚に堆積し河道を閉塞、橋梁上流部近傍の右岸側水衝部が破堤しA1橋台背面の道路盛土とともに広範囲で土砂が流出。また、橋台背面も流水部となり流木が堆積、橋台基礎部の支持層（砂礫層）が洗掘され橋台が転倒。第1径間が下流側にねじれるように落橋し、その動きに橋脚が引きずられ回転、2径間目も変状（回転）した。

橋台基礎の根入れ深さは、河床高程度で前面護岸により保護されていたが、破堤による護岸および橋台背面盛土の流出により支持層が不安定化し橋台が転倒した。

橋脚の基礎は、円形ケーソンで上部工の落橋により上蓋が回転したと想定され、橋脚変状に追従した第2径間も変状したと考えられる（写真-4、図-5）。

橋梁の概要を以下に示す。

竣工年:1960年（昭和35年）※建設後56年経過

適用基準：S31鋼道路橋設計示方書、コンクリート標準示方書

橋長：L=83.8m、有効幅員：W=9.25m

上部工形式：単純PCポステンT桁3連、S51歩道拡幅
重力式橋台（直接基礎）、壁式橋脚（ケーソン基礎）
桁下余裕高：H=1.3m



写真-4 千呂露橋 被災状況



写真-5 千呂露橋 河川状況

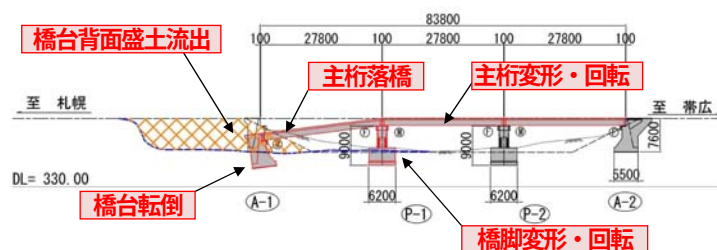


図-5 千呂露橋被災イメージ図

4. 大鷲橋の損傷状況

大鷲橋の損傷状況は、河川が大きく蛇行した湾曲部に架橋されていたため、橋梁上流部近傍の水衝部にある護岸工を越流、駐車帯を通過して道路を横断、橋台背面の道路盛土も流出した。さらに、橋台背面も流水部となり流木が堆積、橋台基礎部の支持層（砂礫層）が洗掘され橋台が沈下、第1径間の起点側が下がり落橋、下がった上部工の橋面上に流木が堆積した。また、橋梁より終点側では、道路を越流した泥水が道路を横断したため、橋面上には土砂が堆積した（写真-6、図-6）。

橋台基礎の根入れ深さは、河床より1.5m程度以深であったが、橋台背面盛土の流出により橋台が直接水衝部となり、流木が堆積、河床洗掘が助長・促進されたものと考えられる。

橋梁の概要を以下に示す。

竣工年：1956年（昭和31年）※建設後60年経過

適用基準：S47道路橋示方書（S54拡幅・伸長）

橋長：L=59.55m、有効幅員：W=7.50m

上部工形式：単純PCポステンT桁2連

逆T式橋台（直接基礎）壁式橋脚（直接基礎）

桁下余裕高：H=1.0m



写真-6 大鷲橋 被災状況

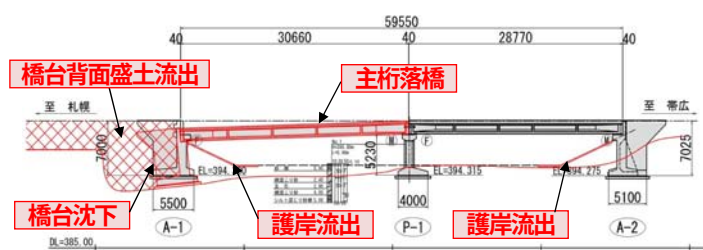


図-6 大鷲橋被災イメージ図



写真-7 大鷲橋 河川状況

5. 岩瀬橋の損傷状況

岩瀬橋の損傷状況は、河川が蛇行した湾曲部に架橋されていたため、橋梁上流部近傍の水衝部で河岸洗掘が進行、地山を大きく浸食した結果、橋台背面盛土が流出、直線的に河川が流下したため、橋台背面盛土が70mの範囲で流出した。そのため、橋台背面も流水部となり、橋台基礎部の支持層（砂礫層）が洗掘され橋台が沈下、第1径間の起点側が下がり落橋した（写真-8,9、図-7）。

橋台基礎の根入れ深さは、河床より2.4m程度以深と深かったが、橋台背面盛土の流出により橋台が直接水衝部となり、流木が堆積、河床洗掘が助長・促進されたものと考えられる。

橋梁の概要を以下に示す。



写真-8 岩瀬橋 被災状況



写真-9 岩瀬橋 河川状況

竣工年：1956年（昭和31年）※建設後60年経過
適用基準：S47道路橋示方書（S48拡幅・伸長）
橋長：L=61.6m、有効幅員：W=7.5m
上部工形式：単純PCポステンT桁2連
逆T式橋台（直接基礎）壁式橋脚（直接基礎）
桁下余裕高：H=1.0m

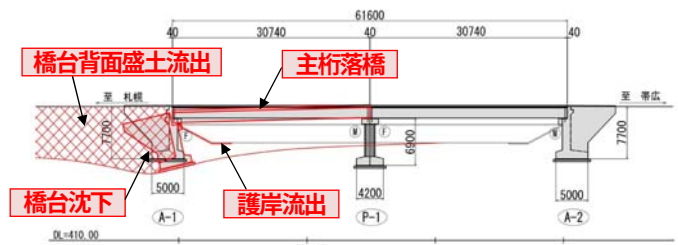


図-7 岩瀬橋被災イメージ図

6. その他の橋梁の損傷状況

落橋した3橋以外のその他橋梁（5橋）の損傷特徴は、流木の堆積4橋、橋台背面盛土の流出4橋、護岸工流出4橋、防護柵の損傷3橋であった（表-1）。

このうち橋台背面盛土の流出は、何れも側面の流出で橋台背面が流水部にならなかったため橋台の沈下には至らなかったと考えられる。

表-1 落橋以外のその他橋梁の損傷特徴

橋梁名	流木 堆積	橋台背面 盛土流出	護岸工 流出	防護柵 損傷
日栄橋	○	○	○	○
清瀬橋	○	—	○	—
コセグマイ橋	—	○	○	—
新岩魚橋	○	○	○	○
鹿鳴橋	○	○	—	○

①日栄橋

橋長：L=59.6m、単純PCポステンT桁橋2連

竣工年：1974年（昭和49年）※建設後42年経過

日栄橋の損傷状況は、河川が大きく蛇行した湾曲部に架橋されていたため、右岸側橋台背面盛土の片車線部分が流出。橋梁より終点側では、道路を越流した泥水や浮遊物が道路を流れたため、防護柵には草木が集積し損傷した（写真-10）。また、橋脚には流木が堆積し、両岸ともに護岸が流出、橋台フーチング下面の側面が部分洗掘した。



写真-10 日栄橋 被災状況

②清瀬橋

橋長：L=64.0m、2径間連続鋼鈑桁橋

竣工年：1979年（昭和54年）※建設後37年経過

清瀬橋の損傷状況は、河川の蛇行が比較的に小さい区間に架橋されていたため、橋台背面盛土の流出は発生しなかったが、左右ともに河岸は浸食され、橋台前面および側面の護岸が流出した。ウイングと橋台背面盛土の接合部には、浸食により空隙が発生（写真-11）。また、橋脚には流木が堆積し、橋脚上の主桁腹板と流木が衝突したため、腹板に添架されていた情報ケーブルが損傷したが、幸いにも主桁への損傷は発生しなかった。



写真-11 清瀬橋 被災状況

③ニセクシュマナイ橋

橋長：L=51.0m、2径間連続鈑桁橋

竣工年：2000年（平成12年）※建設後16年経過

ニセクシュマナイ橋の損傷状況は、河川が大きく蛇行した湾曲部に架橋されていたため、左岸側橋台背面部が水衝部となり、橋台背面盛土（側面）が大きく流出、さらに橋台前面の護岸も流出した。また、橋台フーチング下面の側面が部分洗掘した（写真-12）。右岸側橋台は、河岸が露岩しており、また、橋台前面の護岸もコンクリート擁壁であったため、損傷しなかったものと考えられる。



写真-12 ニセクシュマナイ橋 被災状況

④新岩魚橋

橋長：L=51.8m、単純非合成箱桁橋

竣工年：2003年（平成15年）※建設後13年経過

新岩魚橋の損傷状況は、河川が大きく蛇行した湾曲部に架橋されていたため、左岸側橋台背面盛土（側面）は部分的に流出。橋台前面の護岸は、両岸ともに流出した。また、湾曲した右岸側の河岸と橋梁に挟まれるように流木が堆積、流木と衝突した箇所の防護柵は損傷したが、幸いにも主桁への損傷は発生しなかった（写真-13）。



写真-13 新岩魚橋 被災状況

⑤鹿鳴橋

橋長：L=22.7m、単純PCポステンT桁橋

竣工年：1980年（昭和55年）※建設後36年経過

鹿鳴橋の損傷状況は、河川が大きく蛇行した湾曲部に架橋されていたため、両岸とも橋台上流部の袖擁壁が水衝部となり越流、橋台背面盛土（側面）が部分的に流出した。橋梁より終点側では、道路を越流した泥水や流木が道路を流れたため、防護柵には流木が集積し損傷した（写真-14）。また、水衝部となった左岸側袖擁壁（逆T式コンクリート擁壁）のフーチング下面の側面が部分洗掘したが、両橋台の四隅が全てコンクリート擁壁で保護されていたため、橋台への損傷は発生しなかったものと考えられる。



写真-14 鹿鳴橋 被災状況

7. 損傷の傾向とこれからの設計方針

1) 損傷の傾向

被災した橋梁は、全て沙流川を渡河した橋梁であった。また、橋梁の損傷特徴は、橋台背面盛土の流出、護岸の流出、防護柵の損傷の3パターンに分類することができる。このうち落橋した3橋の共通した損傷特徴として、橋台背面盛土および前面護岸の流出により橋台前背面ともに河川の流水部となった事による橋台の洗掘および沈下（転倒）が挙げられる。

橋台背面盛土の流出規模は、洪水時の水深や流速、水衝部の河岸性状や衝突角などに影響すると考えられ、橋台背面盛土が全て流出した3橋は、比較的下流側に集中していることから、流量に起因したことも考えられる。

2) 橋台洗掘のメカニズム

洪水時の橋脚周辺には、流れを乱す渦や水面を乱す波が発生し、橋脚側方流、下降流、上昇流などの影響を受け洗掘作用が生じる。

洗掘の深さや範囲の大きさは、洪水時の水深や流速、河床勾配、河床材料、橋脚の形状や大きさなどに影響する。流水圧を求める際の形状係数は、小判形 $K=0.4$ 、矩形 $K=0.7$ と矩形の方が大きく、また流水方向に対する鉛直投影面積は、流水圧と比例関係にある。

したがって、洗掘の影響により沈下した下部工が、何れも橋台背面盛土が流出した橋台での事象となったのは、橋脚と比較して橋台の形状（矩形）や鉛直投影面積の大きさ（翼壁形状が側壁タイプ）によるものと想定される。

3) 落橋した3橋の設計方針

今回の損傷傾向より再度災害防止を踏まえた千呂露橋、大颯橋、岩瀬橋の設計方針を以下に示す。

①河川の水衝部を踏まえた橋梁計画および護岸計画

◆千呂露橋

千呂露橋は、河川の湾曲部が水衝部となり破堤し河岸が大きく浸食、橋台背面盛土が流出したことを踏まえ、復旧築堤の前面に水制工を河川管理者が計画している。

したがって、本橋の計画においては、復旧河川断面および護岸計画を踏まえた橋梁計画を検討。

◆大颯橋、岩瀬橋

大颯橋および岩瀬橋は、橋梁上流部近傍の水衝部にある護岸工が損傷、橋台背面盛土が流出したことを踏まえ、水衝部に強固な護岸工の設置を検討。また、湾曲した河川に直橋として架橋されていた現橋に対し、河川線形を緩和させることを目的に、現河川と大きく異ならない範囲で河川線形を見直し、斜橋として橋梁計画を検討。

②支持層の選定

◆千呂露橋、大颯橋、岩瀬橋

架橋位置の地層は、3橋共通で表層が玉石混じり砂礫層、その以深に頁岩が分布している。

今回被災した3橋は、何れも玉石混じり砂礫層を支持層としていたが洗掘作用により橋台が沈下（転倒）したことを踏まえ、再度災害防止の観点から新設橋梁の支持層を頁岩層として検討。

8. 次世代に向けた設計方針

今回の損傷傾向より再度災害防止を踏まえた設計方針を以下に示す。

河川橋における橋脚の根入れ深さは、河床低下や洗掘などを考慮して決めるのに対し、橋台の根入れ深さは、河床と築堤を結んだライン以深等により決めるため、支持層が浅い直接基礎の場合、橋台の根入れ深さが浅くなる傾向にある。

河川計画が無い自然河川での橋梁計画において河川の蛇行状況から水衝部となる位置が橋梁近傍と想定される場合は、強固な護岸工や制水工などにより橋台背面盛土の流出に繋がるような河岸浸食の防止または軽減を図り、橋台に急激な洗掘の影響が生じないように橋梁計画および護岸計画を検討する。河川の流況が不明確な場合は、流況解析等を踏まえた計画も有効である。

また、支持層の選定においては、洗掘の影響を受けない安定した地盤を選定する必要があり、同河川の氾濫履歴や構造物の被災履歴などを調査し、慎重に検討することが重要である。

したがって、河川の流況や氾濫履歴、被災履歴を踏まえた橋梁計画が、今後ますます重要になる。

9. おわりに

本報文では、落橋した橋梁を中心に被災橋梁の損傷状況と傾向を紹介させていただいた。

近年、地球温暖化に伴う気候変動により、豪雨や水害、土砂災害といった自然災害の多発化や激甚化が懸念されているなか、本報文事例を今後の橋梁計画の参考として頂けると幸いである。

現在、日勝峠は8月31日の被災以降、一日も早い全線開通に向けて施工業者、建設コンサルタント、調査会社、開発局職員の総力を挙げて復旧活動を行っているところである。本報文で紹介した橋梁の損傷のほか、多くの被災箇所復旧のための設計・施工にあたり、関係者の多大なるご尽力のほか、関係機関のご理解ならびにご協力をいただきながら進めて参りたい。

この場をお借りしまして、復旧に関わった多くの関係者の苦勞と努力に対して敬意ならびに謝意を表する。