

台風の影響により被災した高原大橋の仮復旧について —工期短縮を可能にした受発注者の協力体制—

旭川開発建設部 道路整備保全課

○渡邊 一悟
高山 博幸
桜井 裕万

国道273号の高原大橋は、8月の台風による豪雨の影響でP2橋脚の沈下などにより通行止めとなった。被災後、仮橋での通行規制解除の見込みを10月上旬としていたが、当該地域は、9月中旬以降に紅葉が見頃となり、多くの観光客で賑わう事もあり、地域への影響を極力少なくするため、工期を短縮し9月中旬に開通させることが出来た。

本稿は、被災状況と工期短縮を実現した工夫点などについて報告するものである。

キーワード：災害復旧、仮橋、工期短縮

1. はじめに

一般国道273号は十勝～上川～オホーツクを結ぶ地域間の物流、経済にとって要のルートであり、層雲峡と糠平温泉を結ぶ観光上も重要な幹線道路である。

高原大橋は上川町の大雪ダムの上流部に位置し、石狩川を渡河する昭和48年（1973年）に竣工した橋長124.5m、車道幅7.5mの単純活荷重合成鋼桁4連の曲線橋（折れ線桁橋）である。

本橋は、平成28年8月下旬の台風豪雨による影響で、橋台背面の洗掘、橋脚の沈下により通行止めとなった。被災後、仮橋での仮復旧に着手し、秋の観光シーズンまでに前倒して開通を達成、現在新橋架替えに向け、設計を行っているところである。

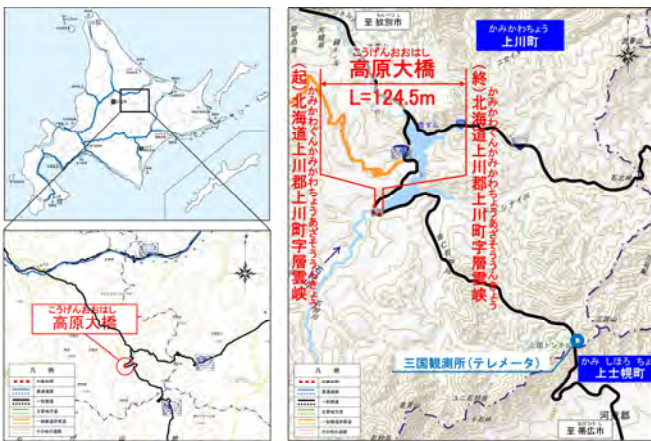


図1：高原大橋位置図

2. 被災状況

高原大橋は、8月17日～31日までの4つの台風により3度被災した。最初は、8月17日～21日の台風7号および11号でA2橋台護岸の洗掘、法面崩壊を受けて通行

止めとなった。次に8月23日の台風9号により、A2橋台護岸の洗掘と法面崩壊は拡大し、加えてP2橋脚が最大147cm沈下した。その後、8月30日の台風10号によりP3橋脚が55cm沈下して3回目の被災となった。

また台風10号では、既に復旧に向けた仮橋の施工中であったが仮橋P1橋脚杭の作業ヤードが流出する被害も重なり、復旧作業は数日間中断した。

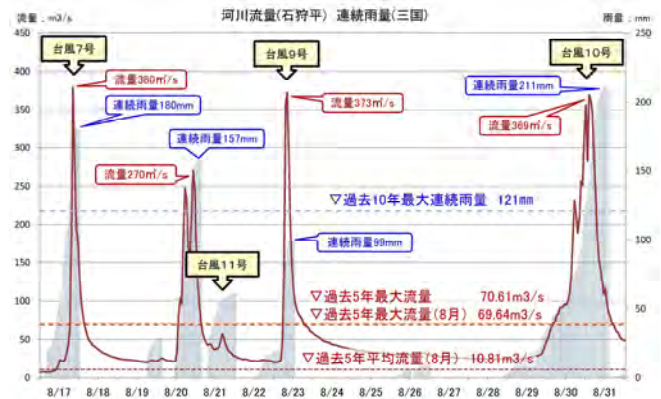


図2：連続雨量と河川流量

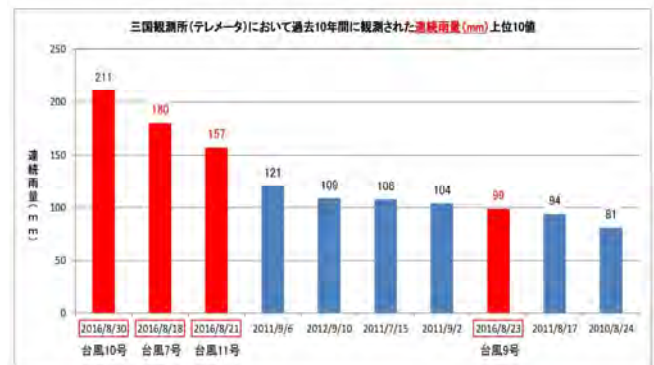


図3：過去10年の連続雨量ランキング

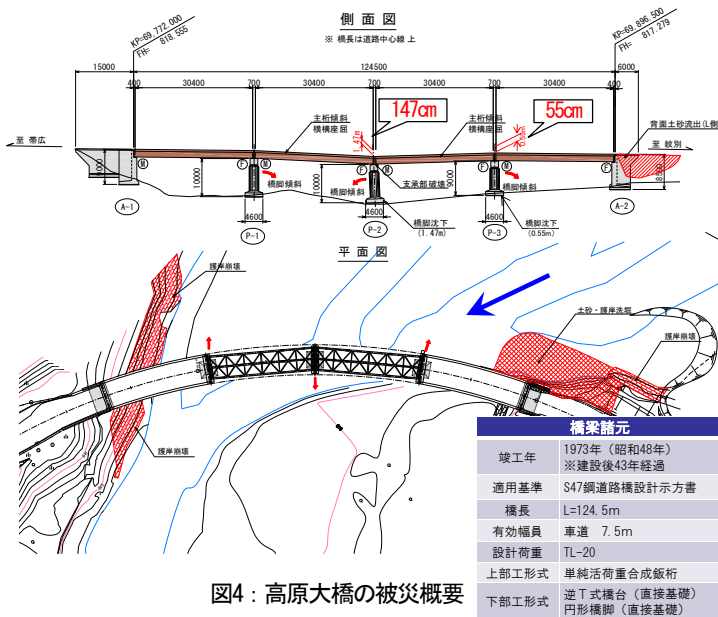


図4：高原大橋の被災概要



写真1：被災状況

3.被災の影響と工期短縮

本橋は、被災による路面沈下と橋脚の傾斜のため、活荷重載荷の安全性が担保されない状況、すなわち車両を通行させられない状況であった。

また本橋の起点側数キロ先でも盛土崩壊等の被災により道路が通行止めとなった。加えて周囲には迂回路がなく、当時は国道39号も被災しており、上士幌から上川までは、足寄～遠軽～上川と100km以上の遠回りを余儀なくされ、通行止めの長期化は物流や観光に大きな影響を与える事から、状況把握～復旧検討～仮復旧工事における工期短縮の取組みが特に必要とされた。

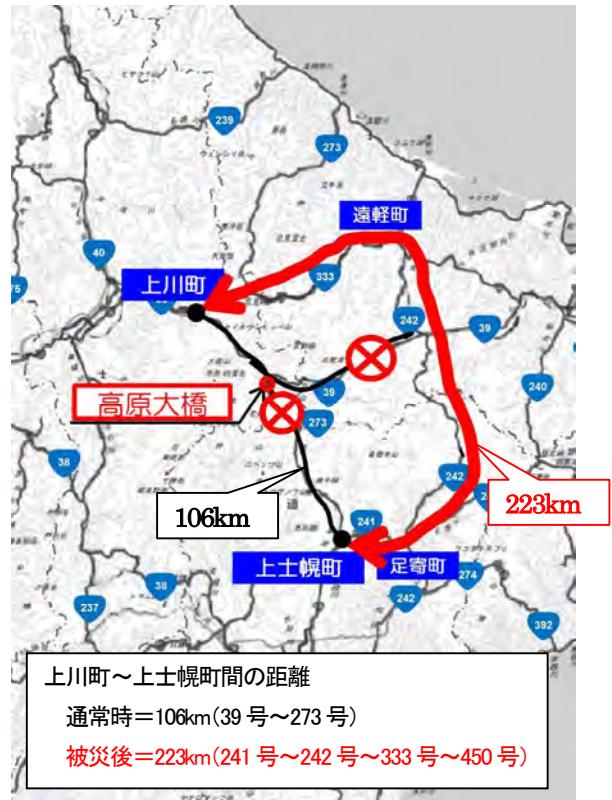


図5：被災後の道路状況

4.工期短縮に向けた課題と解決策

(1) 状況把握および復旧検討

工期短縮には、復旧方法を迅速に決定し工事への早期着手が不可欠である。被災直後の状況把握から復旧方法の決定における課題と解決策について以下に述べる。

a) ICT技術の活用

被災直後の現地踏査ではP2橋脚の沈下と傾斜を確認した。当該橋脚は、流速が早く流量の多い河川内にあり、河川に近接する測量作業は、危険かつ困難で水が引くまで待たなければならなかった。このため路面の沈下状況、橋脚の傾斜の状況、沈下した橋

脚の洗掘状況を正確かつ早急に把握することが課題であった。このような課題に対して、今年度全国的に試行が始まった i-Constructionの技術のうち、年々進化しているICT技術を用いて解決を図った。

①3Dレーザースキャナーによる形状把握

レーザーを照射して、対象物の形状を把握する技術である。これにより、橋脚の傾斜を把握し、P2橋脚がR側へ1.5°、起点側へ2.4°傾いていることを把握した。

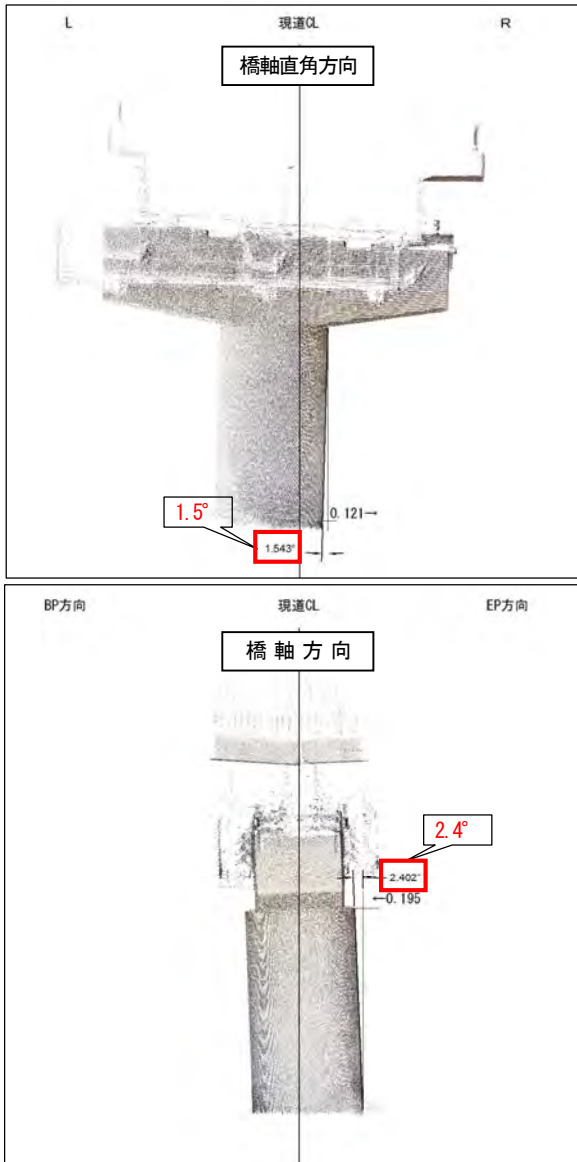


図6：3Dレーザースキャナーでの計測事例（P2橋脚）

②UAVを用いた測量による路面形状の把握

UAVによる空撮から三次元点群データを得る事で、V字型に折れた路面高を把握し、P2橋脚上で最大147cmの沈下を確認した。

③UAVを用いた動画撮影による状況把握

UAVを用いた動画撮影により、河川の状態を踏ま

えた全体状況、主桁や橋脚への近接撮影による構造物の被災状況を把握した。



写真2：UAVからの写真(上・下部工のゆがみ・傾きを確認)

これらの情報から、曲線橋の支点付近で主桁がねじれている状況、橋脚が支持層ごと洗掘されて傾斜している状況から、既設橋にこれ以上の活荷重を載荷することができないと判断した。よって仮復旧は、既設橋を使った早期復旧は困難であるため、仮橋による復旧を被災翌日に決定した。

b)迅速な意思決定

仮復旧において既設橋の利用が可能か、また別途仮橋が必要か、短時間での意思決定をしていち早く交通解放をすることが必要である。また架橋位置は、大雪山国立公園内であり、大雪ダム上流縁の石狩川にあることから、調査・施工に際しては国立公園管理者（環境省）、国有林管理者（森林管理局）・河川管理者（治水課、旭川河川事務所）との協議が必要のため、関係機関の合意形成に時間のかかる状況であった。このような状況に対して、緊急時の情報管理（状況把握）と意思決定（仮復旧方法）において以下の方法で迅速化を図った。

①復旧関係者の合同会議

調査会社、コンサルタント、施工会社、道路管理者（本局、本部、事務所）の合同会議を被災翌日に設けて、被災状況の報告とこれに基づく仮復旧方針を決定した。また、調査、設計、施工各者の工程について協議し、クリティカルパスを明確にして仮復旧の最短スケジュールを立案した。

②対外協議の並進

合同会議と並行して、国立公園管理者、河川管理者、国有林管理者に、仮復旧方針、施工内容と範囲を説明し、仮復旧に向けた施工の承諾に至った。

ICT技術を使用しなかった場合、水が引いて調査が可能になったのは被災5日目であったため、方針決定までは最短で6日間を要するところ、ICT技術の活用に

より情報収集と状況把握までの時間を短縮する事で、被災翌日の午前中に方針決定、午後からの現地調査を実現した。

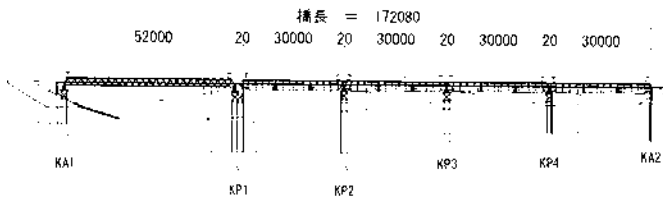
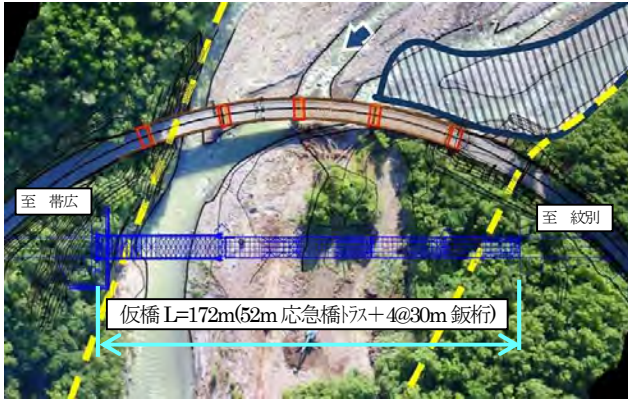


図7：決定した仮復旧案（下流側への仮橋）

(2) 復旧工事

仮橋を架設し早期に開通させるためには、工事を迅速に行うことが求められるが、当初の計画では仮復旧には1.5ヶ月を要する計画であった。そこで、以下の工夫を行うことにより、大幅な工期短縮を図った。

a) 調査・設計と施工の並行作業

災害復旧では、早期の開通が必要となるため、調査・設計と施工を同時進行させることになった。しかし、ある程度の想定を含めた設計・準備工となるため、調査結果が出るごとに手戻りが発生し、結果として工程遅延が発生するリスクがあった。このため、調査結果を反映した図面をいち早く完成させて、施工量の把握と手戻りのない施工計画を立案し、早急に施工体制を整えることが課題であった。

これに対して、施工の全体工程上クリティカルパスになる杭打ちに関して、杭の位置出し→測量・打設、その後に杭天端高の算出→余剰分の切断、と施工の各段階に合わせて必要な情報（図面）を入手し、現場での施工待ち時間を発生させないよう、調査・設計を段階的に進めた。

これにより、調査・設計に数週間を要するところ、被災2日目で最初の図面（橋梁一般図）を作成、その後、測量結果や地質調査結果が出るたびに一般図や各橋脚図を都度修正することで施工待ちを生じさせない体制を整えた。

b) 人材・機材確保について

現場への乗り込みを迅速に行うために、早急な人材確保が必要となったが、仮橋の杭は、河床に2~3m堆積する大きな玉石に対してプレボーリングを行うため、特殊で数の少ない機械とオペレーターを昼夜交代できる人数分確保することが課題であった。このような課題に対して以下の対策を実施した。

① 幅広い人材確保

施工を昼夜 24 時間体制で実施するためには多くの人材が必要であった。特に杭のプレボーリングは、施工に時間がかかるため工程上のクリティカルとなる。また、オペレーターは道内での確保が難しかったため、道外（東京・沖縄など）から調達して、被災5日目に現場に配置した。

② 他現場からの機材確保

特殊で数の少ないプレボーリングの削孔機は、施工会社、発注者ともに他の複数の現場との交渉を行い、期間を限定して優先的に使用させてもらうことを何度も繰り返し、常時 2~3 基の機材を確保し、効率的な施工を行った。



写真3：夜間の削孔作業

c) 施工の効率化

今回の被災では、高原大橋の起点側数キロ先でも被災して通行不能であったため、機材の搬入が起点側の復旧を待たなければならない状況であった。また復旧作業を開始してからも8月末の台風10号による出水、その後も9月上旬に発生した2回の出水により施工ヤードが流出する被害が発生し、作業の中断を余儀なくされた。さらに調査・設計・施工の同時進行のため、調査が進むごとに杭の設計値が明確になるが施工量が增大することとなり、思うように施工が進まない状況であった。これに対して、前述b)の対策の他、以下の対策により施工の効率化を図った。

①最適な機械選定と積極的な機械移動

プレボーリングの削孔機は、施工速度が速いもの、作業半径を取れるものなど機械により異なる性質を持っている。A1 側は法面上での施工となるため作業半径の大きい機械が最適であったが、通行止めの影響で施工速度の速い機械が必要となり、法面上に作業ヤードを設けて作業半径を小さくして施工速度を早めた。また P1 橋脚は、トラス橋と鉸桁橋の掛け違い部のため、他の橋脚に比べて杭本数が多く施工に時間を要する予定であったが、施工ヤードが流出してスタートが遅れたため、機械工程を日々やりくりして P1 橋脚を中心にして積極的に機械を移動させることで工期短縮に努めた。



写真 4 : A1 側(帯広側)の削孔機

②複数工種の同時施工

杭の打設作業が増大して当初予定よりも 4 日遅延した事に対して、杭の打設と桁の地組みを同時並行で行い、杭の打設が完了した径間から上部工架設を実施した。また、土工部の作業を並行して進める事で 5 日間の工期短縮を実現した。

③トラス橋の架設検討

トラス橋は、北海道開発局保有の応急復旧橋であり、パーツの組合せにより支間調整が可能で、本橋では最大支間長である 50m としたが、46m 以上からは送り出し架設が必要となる。しかし、起点側は空間的制約、終点側は機械が錯綜して架設ヤードが設けられず送り出し架設は困難であった。またクレーン架設では 600t 級のクレーンでも能力不足で、ベント設置も河川により困難であった。

これらを踏まえて架設方法を検討した結果、550t+400t トラッククレーンによる相吊りが最も早い架設方法として採用された。相吊りは、オペレーター相互のバランスが必要な高度な技術であるため、東奔西走してベテランオペレーターを確保した。



写真 5 : 桁架設状況 (上 : トラス橋、下 : 鉸桁部)

d) 受発注者の協力体制

設計・施工の同時進行のため、道路管理者とコンサルタント・施工会社との打合せは、何度も行われた。設計に関する打合せは、主にメールや電話で行い、都度、迅速に設計条件を確定させた。また通信環境に乏しくメールや電話が満足にできない現場では、24 時間の監督体制を確立させて受発注者で協力して効率的に復旧作業を進めた。

通信環境は、現場から 4km の距離に高速通信と電話を備えた大雪除雪ステーションがあるため、職員の詰め所兼現場事務所として活用し、職員が 24 時間体制で監督業務に従事した。これにより、現場で発生する様々な遅延リスクへの即時対応が可能になり、施工会社を復旧作業に専念させ工期短縮に努めた。



写真 6 : 職員詰所兼現場事務所

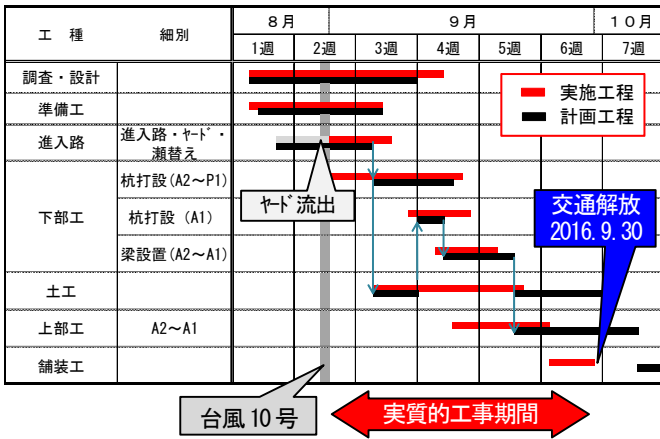


図8：仮復旧までの工程表

5.まとめ

当初計画で1.5ヵ月必要な仮復旧工程を、ヤード流出で1週間程度の手戻りが発生した中で、以下の取組みを実施することで実質1カ月の施工に短縮した結果、9月中に交通解放することが出来た。

- (1)建設ICTの活用で安全かつ迅速に現状把握に努めた
- (2)合同会議と対外協議の同時進行で意思決定の短縮化を図った。
- (3)施工上のクリティカルパスに応じて、調査・設計を段階的に同時進行させた。
- (4)幅広い人材確保、効率的な機材確保により遅延リスクを減少させた。
- (5)状況に応じて施工を見直し工期短縮を実現した
- (6)大雪除雪ステーションを官民で活用する事で施工上発生する遅延リスクに即時対応して工期短縮に努めた。



写真8：完成した迂回路

6.おわりに

本論文では、高原大橋の災害復旧のうち仮復旧までについて報告した。

災害発生直後からあらゆる項目について、技術的側面、人的配置の側面などから最短工程を模索して無災害で工期短縮を達成できた。また、紅葉の見頃である10月上旬に開通を間に合わせたことで、地元上川町の層雲峡観光協会が独自に新聞広告を掲載する(図9)など、観光産業や物流への影響軽減に寄与できたものと考えられる。

本復旧への作業は今後も続くが、今回得たノウハウを生かして、いち早い復旧を目指すところである。



図9：層雲峡観光協会が掲載した新聞広告



写真7：開通した仮橋