

たぢかわ 高知自動車道 立川橋の復旧について

西日本高速道路(株) 四国支社 建設・改築事業部 建設課

1 はじめに

平成30年6月末、台風第7号や梅雨前線の影響によって、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な豪雨となった。この影響で、各地で河川の氾濫や、浸水被害、土砂災害等が発生し、甚大な災害となった。

高知自動車道 新宮IC～大豊IC間においても、笹ヶ峰南観測所では、7月3日から7月8日までの総降水量が1,352ミリ、時間最大雨量88.5ミリとなる豪雨に見舞われた。

この豪雨の影響により7月7日に高知県長岡郡大豊町上名の山腹斜面の土砂が崩落し、高知自動車道 新宮IC～大豊IC間の上り線にある立川橋(上り線:L=64m)の橋梁上部工が流出する事象が発生した(写真1)。

高知自動車道は高知県と各地域を結ぶ命の道であり、高知県や地元自治体から、一日も早い通行再開の要請を受けた。また、高知県内でもインフラ関連に甚大な被害が発生しており、災害派遣要請による緊急車両等の通行を一刻も早く確保する使命があった。

そのため、被害を免れた下り線を利用して緊急車両の通行を確保しつつ、対面通行規制による交通確保に向けて作業を進め、被災から約1週間後の7月13日に一般車両への交通を開放。その後、上り線の復旧に向けて工事を進め、約1年後に4車線復旧を迎えることができた。本報告はその災害からの復旧に至る施工方法等について報告するものである。



写真1 被災状況(平成30年7月7日撮影)

2 被災状況について

冒頭で述べたように、高知自動車道 新宮 IC～大豊 IC 間の上り線において、区域外からの土砂崩落により立川橋の橋梁上部工が流出する被害を受けた。ただし、高速道路は、降雨基準を超過したため通行止め規制を行っており、幸いにも高速道路を利用されるお客さまへの被害は無かった。

区域外法面の被害については、法面上部から下流側までの高さ約 320m、幅 90m の範囲で崩落し、崩落土砂量は約 45 千 m³ の規模であった。崩落土砂は橋梁上部工とともに、一級河川立川川に流出した(写真 2、3)。

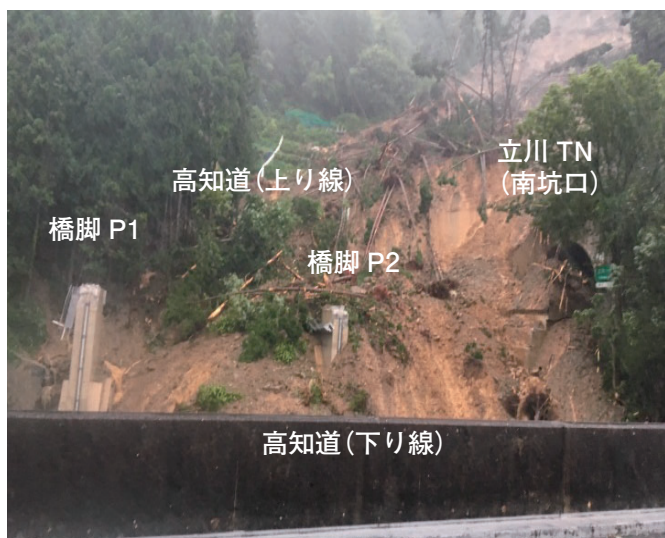


写真 2 立川橋（上り線）流出状況

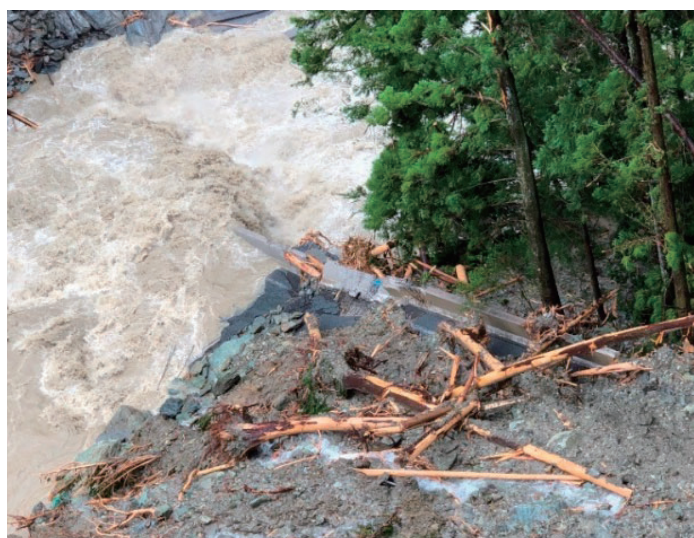


写真 3 流出した立川川

3 早期の交通確保に向けて

橋梁上部工の流出によって通行止めは長期間を要すると判断し、下り線を利用した対面交通による早期の交通開放を検討した(図 1)。

対面交通運用に向け、上下線の擦り付け箇所を設置し、ポストコーンを用いた簡易中分工の実施、中央路面標示について、白色破線の路面標示から黄色直線の路面標示へ変更などの施工を行った。

上記対策により、被災から約 1 週間後の 7 月 13 日 11 時に通行止めを解除することができた(写真 4)。

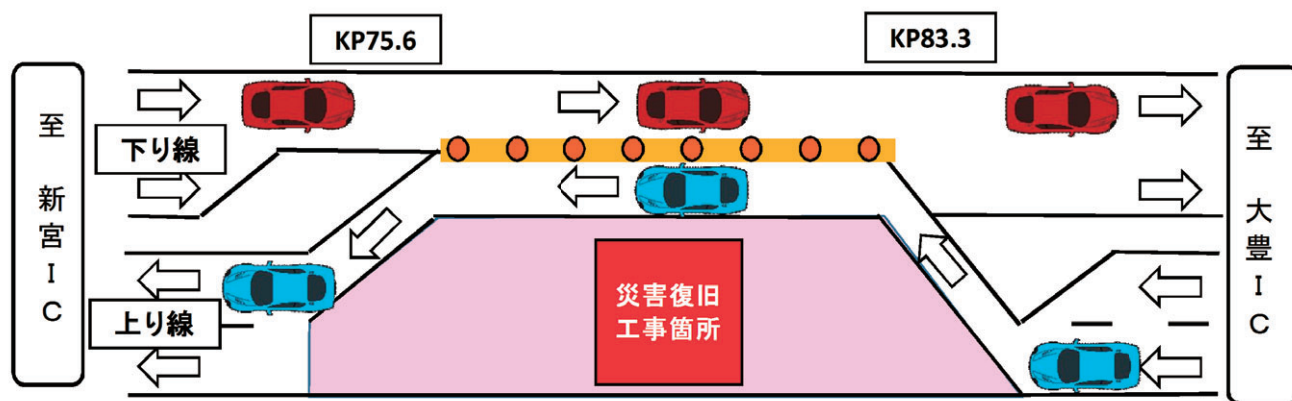


図 1 対面交通運用検討案



写真4 擦り付け箇所、ポストコーン等設置状況

4 現地調査結果について

本復旧の実施にあたり、崩落斜面の調査と橋梁上部工の流出原因の解明、残存した橋梁下部工の健全性調査等を行った。

(1) 崩落斜面の現地調査結果

崩落斜面については、未崩壊の隣接区域を含む広範囲の詳細踏査、ボーリング調査により、崩落箇所及び、周辺斜面（北沢部、中斜面、南沢部）の状況把握を行った（写真5）。調査結果は以下のとおりである。



写真5 山腹斜面状況

1) 北沢部

崩落に至らなかった不安定土塊が残存するが、不安定土塊は撤去する計画であり、撤去後の崩積土は、1～3m程度と薄く、流出しても高速道路への影響は少ないと考えられた。

2) 中斜面

山体の上り線立川トンネルにも変状が無く、下り線コンクリートブロック積みに設置した拡散レーザー変位計での計測においても変位が確認されず、現状のままで安定していると考えられた。

3) 南沢部

一番被災した箇所であり、斜面に残った崩積土は約 20 千 m³ と推定される。崩積土を撤去しのみり面保護工を行うことで南沢部箇所の上方を含め、更なる斜面崩落の危険性は低いと考えられた。

ただし、今回被災しなかった南沢部の近隣法面については深さ 10m 程度の比較的厚い崩積土が堆積しており、土砂崩落による除荷により、今後の法面の不安定化が懸念された。

(2) 橋梁上部工の流出原因について

同様な被災を防止するために、橋梁上部工が流出した原因を現地状況から推定した。

流出した上部工の大部分については、崩落斜面下部の立川川に埋没していた。立川橋の A1-P1 の一部は下り線の千本川橋 P4 橋脚付近で埋もれた状態で発見された（写真 6）。

また、隣接するトンネル坑口が土砂で埋まっていたことから、立川橋に堆積した土砂は 5m 以上の高さで想定される（写真 7）。

以上のことから、南沢部の崩落した土砂が立川橋に堆積し、土砂荷重により A1-P1 間の上部工が破壊されるとともに、土砂の水平力により P1-A2 間の上部工が押し流されたと推定される（図 2）。



写真 6 千本川 P4 橋脚付近で発見された立川橋の一部



写真 7 トンネル坑口部土砂堆積状況

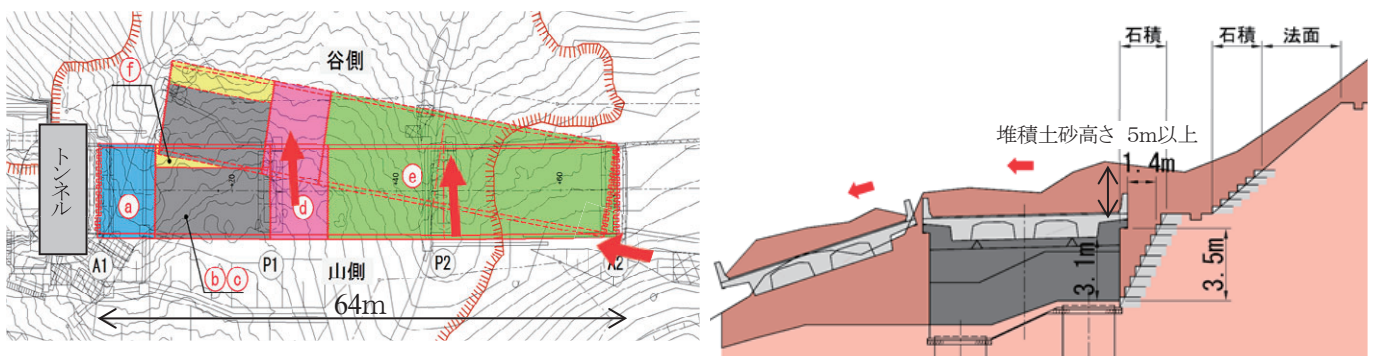


図 2 上部工 破壊～落下までのイメージ図

(3) 橋梁下部工の損傷状況について

流出した上部工は損傷が激しく、再利用はできなかった。しかし下部工については、支承の破壊、局所的な損傷は確認されたものの、橋台、橋脚の躯体に健全性が疑われるようなずれや傾斜、ひび割れは確認されなかった(写真8)。

また、目視困難な基礎部(深礎杭)については、弾性波調査を行った。結果、全ての深礎杭の先端部で反射波が得られており、大きな損傷がないことが確認された。

よって、残存した橋台、橋脚、基礎部の健全性は問題がないと考えられ、再利用可能であった。



写真8 残存下部工状況

5 本復旧について

現地調査結果を踏まえ、「高知自動車道 災害復旧に関する技術検討委員会」を設置し、構造物の健全性評価および復旧、土砂崩落箇所の安定性、対策工法の審議を行った。委員会は平成30年8月10日の第1回目を皮切りに、計3回の審議を行った(写真9)。審議により、以下のとおり対策方針の決定を行った。

【対策方針】

崩落斜面について

- ・ 降雨で流出のおそれのある崩積土の撤去
- ・ 崩落箇所の法面保護対策
- ・ 不安定化が懸念される近接斜面への対策

橋梁復旧について

- ・ 残存する下部工を活用した早期復旧が可能な上部工形式の選定

高速道路の更なる安全対策について

- ・ 今後、近隣の山腹斜面の崩落土砂が崩落した場合でも橋梁に影響を与えないような対策を追加



写真9 技術検討会開催状況

(1) 崩落斜面对策について

高速道路区域外の山腹斜面の対策であることから、本来の治山事業者である高知県と協議を行った。不安定な山腹での作業や、直下での本線構造物復旧を同時施工で復旧する必要があるため、施工の安全確保や早期の復旧を実現するため、当社が高知県より事業を受託し施工を行った。

被災箇所の切土のり面上部は急勾配であり、重機の土足場が確保できないことから、一般的に使用しているバックホウでの作業は困難であった。また、崩落などの二次災害の発生の恐れがあるため人力による施工は安全確保ができなかったため、迅速かつ安全に施工できる工法として勾配が35°以上の斜面

では、無人バックホウによる「セーフテイクライマー工法」を採用して安全に作業を行った（写真10）。

また、地すべり発生の誘因となる地下水位の上昇を抑え、地すべり土塊の含水比を低下させることを目的として水抜きボーリングや、今後の小規模な崩落発生や滑落崖の後背斜面への拡大を防止するために、のり枠工等の対策を実施した。（写真11）。



写真10 無人バックホウ施工状況



写真11 崩落斜面对策状況（令和元年9月13日撮影）

(2) 橋梁復旧について

上部工形式として、以下の3案について比較検討を行った。

案1. 原型復旧案（PRC3主版桁橋） : 施工期間：約15ヶ月

案2. プレキャストプレテンホロー桁橋 : 設計+施工期間：約11.5ヶ月

案3. 鋼多主鈹桁橋 : 設計+施工期間：約19ヶ月

検討の結果、再設計の期間が必要になるものの、下部工が補修程度で済む施工性の良さと、桁の工場製作による工程短縮による全体工程の短縮が可能な、案2のプレキャストプレテンホロー桁橋を採用した。

当該現場では、中間支点の支承上にプレキャスト横梁を設置し、それを介して単純桁状態で架設したプレキャスト主桁を連結するSCBR（Smart Connected Bridge）工法を採用した。

この工法では、支承は架設時および連結後ともに1点支承での支持が可能である。そのため、立川橋の復旧にあたっては下部工の構造を変えずにプレキャスト桁を架設することが可能となった（図3）。

またプレキャスト桁にすることで、桁を工場で作成している間に損傷した下部工の復旧作業を行うことができ、現場打ち施工と比較して工期短縮が可能となった。

上部工の架設方法については、P2-A1間においては架設桁を使用して架設を行い（写真12）、更なる工期短縮として、クレーンのブーム作業範囲内であるA2-P2間は、クレーン架設にて施工を行った。

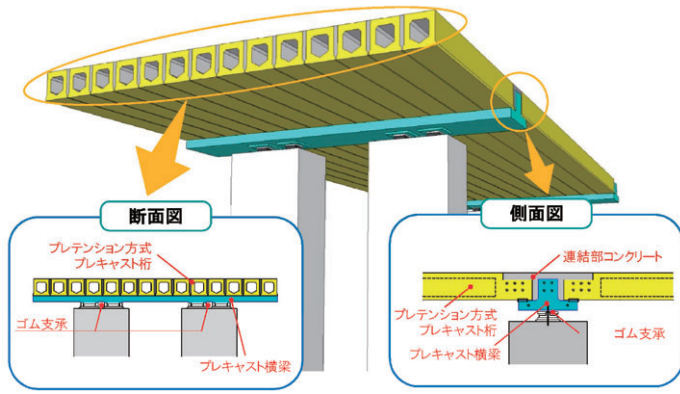


図3 プレキャストプレテンホロー桁橋 (SCBR 工法)



写真12 架設桁による上部工架設状況

(3) 更なる安全対策について

仮に新たな近接斜面の崩落が発生した場合においても、橋梁上に崩落土砂が堆積して上部工を破壊させないように、崩落土砂の流向を変えるための流向制御工（写真13）を検討した。地形等のデータにより流向シミュレーションを行うことで、流向制御工により崩落土砂の流向を制御し、高速道路に影響がないことを確認した。

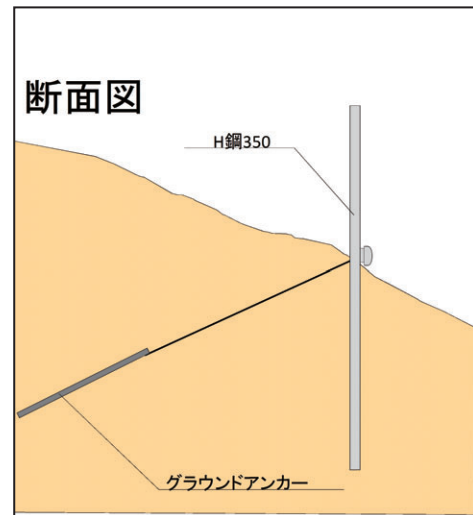


写真13 流向制御工設置状況

6 おわりに

4車線化運用に向けて橋梁上部工の架設、更なる安全対策及び舗装・施設工事が完了し、対面通行をしていた下り線のポストコーン、仮設標識・情報板等の撤去、路面標示の白色線の施工等を行い、被災から約1年後の令和元年7月8日に4車線復旧を行うことができた（写真14）。



写真14 復旧後の立川橋