

熊本地震により被災した長陽大橋ルート （村道栃の木～立野線）の復旧について

川上 晃一郎¹ ・ 藤川 真一² ・ 宮本 尚卓³

¹九州地方整備局 熊本復興事務所 工務課 （〒869-1404 熊本県阿蘇郡南阿蘇村大字河陽3574）

2016年4月に発生した熊本地震で通行不能となった長陽大橋ルートについては、地域の生活道路や阿蘇観光の玄関口である国道325号阿蘇大橋の代替路線として、2017年8月に応急復旧完了により開通したところである。現在、本復旧に向けて工事を行っており、本稿では長陽大橋ルートの被災状況、復旧マネジメント、応急復旧・本復旧の内容について発表する。

キーワード 熊本地震，長陽大橋ルート，阿蘇長陽大橋，戸下大橋，災害復旧

1. はじめに

2016年4月に発生した熊本地震では、震度7を観測する地震が2回発生し、多くのインフラ施設が被災し、阿蘇地域一帯で道路網が寸断され、地域住民の生活や避難、物資輸送に多大な影響が生じた。

今回紹介する長陽大橋ルートは南阿蘇村中心部と分断された同村立野地区を結ぶ延長約3.0kmの村道であり、阿蘇長陽大橋（橋長275.7m）、戸下大橋（橋長380.8m）の損傷や斜面崩落等により通行不能となった。そのため、大規模災害復興法に基づき南阿蘇村からの要請を受けて、同法施工後全国で初めて国道交通省が他の被災箇所と合わせて復旧を代行し、2017年8月27日に応急復旧が完了し供用した（図-1）。

本稿では長陽大橋ルートの被災状況、復旧マネジメント、応急復旧・本復旧の内容について発表する。

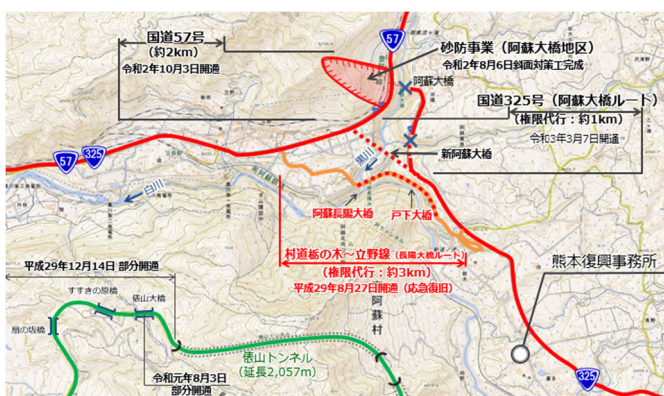


図-1 位置図

2. 長陽大橋ルートの被災状況

長陽大橋ルートは、阿蘇カルデラ内を流下する黒川と白川が合流し、急峻な溪谷を形成している区間を通過しており、白川右岸の急崖斜面が連続する戸下大橋の区

間において、斜面崩落や橋梁の損傷等が発生した。阿蘇長陽大橋は、立野側の橋台が沈下し、橋梁だけでなく道路も崩壊・沈下・亀裂が多発し、通行不能となった（写真-1）。



写真-1 長陽大橋ルートの被災状況写真

3. 早期復旧に向けた対応

（1）体制について

長陽大橋ルートにおいては、橋や道路構造物の被災が大規模かつ特殊であることから、高度な技術力を必要とされたため、発災直後より国土技術政策総合研究所

(以下「国総研」という。)及び(国研)土木研究所(以下「土研」という。)などと連携して復旧に向けた調査検討を行ってきた。更に、2016年7月に熊本地震災害対策推進室を設置、2017年4月には南阿蘇村内に熊本復興事務所を設置し、同時に設置された国総研の熊本地震復旧対策研究室とも連携して、早期復旧に向けた調査検討を行ってきた。

(2) 早期復旧のためのマネジメント

a) 早期開通のため仮橋で復旧

工事進入ルートは起点側と終点側からそれぞれ1ルートしかなく、崩落した戸下大橋のP4～P6径間を再構築した後に復旧を行うと、その間、阿蘇長陽大橋A2橋台の復旧に着手できないなど、村道全体の復旧に時間を要するため、P4～P6径間については仮橋設置による応急復旧を行うことで早期開通を図ることとした(写真-2)。



写真-2 戸下大橋の復旧状況

b) 昼夜施工の実施

斜面对策工事で橋梁補修工事が上下作業となるなど、狭小な施工ヤードに複数の工事が工作し、工事用進入路も共有していることから、作業の効率化を図るため、昼夜時間を割り振り、工事を実施した(写真-3)。



写真-3 昼夜施工状況

c) 3者会議による調整

各工事の資機材の配置、工事用道路の使用時間帯、施工時間帯(昼夜)等の調整を行うため、発注者、施工者、設計者による3者会議を頻繁に実施し、業者間の作業場所を調整して、工事促進を図った。また、ボーリングなどの追加調査は工事と並行して実施して、詳細な被災状況や地質状況を把握しながら工事を行った。

4. 阿蘇長陽大橋の被災状況と対策

(1) 被災状況

阿蘇長陽大橋の具体的な被災状況を写真-4、図-2に示す。

ボーリング調査による地盤のゆるみ範囲の確認、UAVや橋梁点検装置による画像解析、ロープアクセルやカメラによる橋梁全体のひび割れ調査を行った結果、主な被災箇所として、

- ① A1橋台へのアプローチ部の大規模な斜面崩落
- ② 斜面崩落に伴うA1橋台の沈下
- ③ A2橋台の橋軸直角方向へのズレと胸壁の損傷
- ④ P3橋脚中空断面部での貫通ひび割れ
- ⑤ 橋梁全体に曲げせん断ひび割れ



写真-4 阿蘇長陽大橋の損傷状況写真

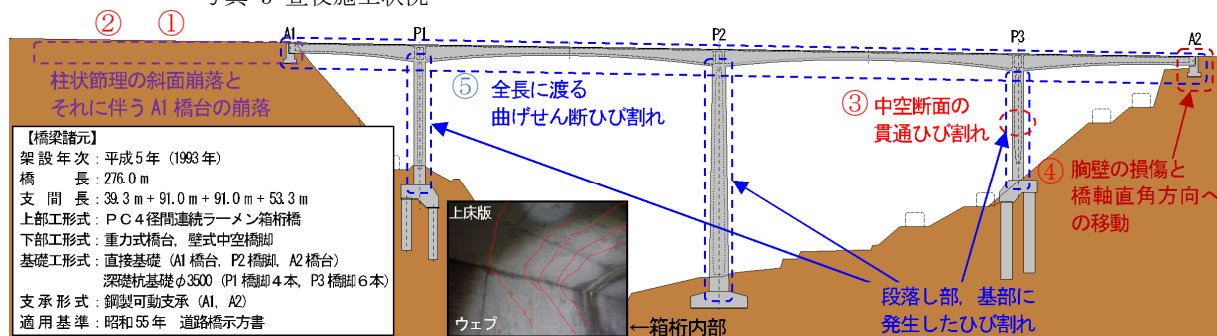


図-2 橋梁諸元および損傷概要

(2)対策

阿蘇長陽大橋において下記のa)～e)の対策・確認を実施した。

a) A1橋台の再構築とアプローチ部の線形の見直し

A1橋台については、広範囲での地盤調査を実施した後、斜面崩落が懸念される岩塊の除去を行い、長期的安定が確保可能な支持層の上に構造物を構築することとし、常時土圧が作用しない様に補強土壁も設け、大規模地震により斜面変状が生じた際においても、構造物全体が変形しにくく、一体で挙動できる5径間連続RCラーメン橋にて施工を行った(図-3)。

また、阿蘇長陽大橋アプローチ部の道路の復旧においては、側方の斜面の変形や崩落が生じたことから、斜面の変形・崩落の影響を受けにくくなるように、斜面から離れる方向へ道路線形の見直しを行った(写真-5)。

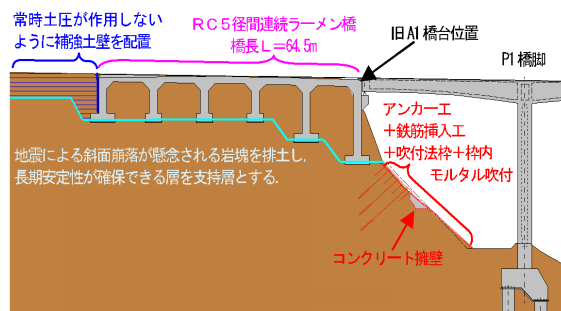


図-3 A1橋台の概要



写真-5 A1橋台の線形

b) コンクリート充填によるP3の中空断面橋脚の補修

P3橋脚については、貫通ひび割れによりせん断抵抗機能が失われている状態と評価されたため、死荷重増と振動特性への影響を考慮した上で、コンクリート充填による断面充実化と炭素繊維巻き立ての併用により、耐荷力回復と変形性能の改善を行った(図-4)。

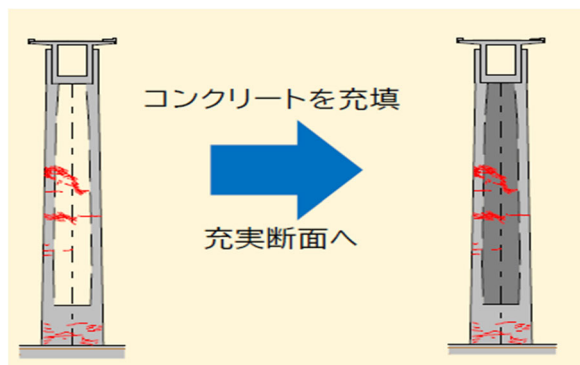


図-4 橋脚の充填

c) 炭素繊維シートによる上部桁、P1、P2脚の補修

上部工、P1、P2、P3の橋脚全体に発生したひび割れについては、検討の結果、失われたコンクリートの引張強度の補修を目的として、炭素繊維シートによる補修を行った(図-5)。

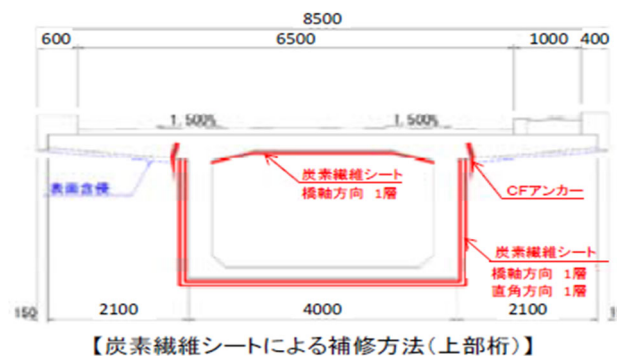
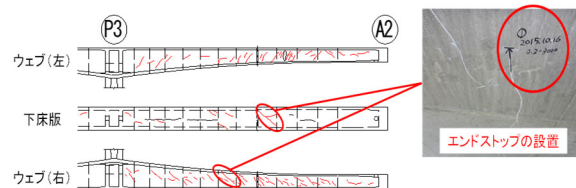


図-5 炭素繊維シートによる補修

特に上部工の補修については、炭素繊維シートの貼り付けを箱桁外面側と上床版の下面側に実施し、箱桁内側面は炭素繊維シートの施工を行わないこととした。これは、地震によって発生したと思われる顕著なひび割れにエンドストップを記すことで、桁内に生じたひび割れ等が進行していないか点検できる様に工夫した(図-6)。



【今後の進行を確認するための工夫】

図-6 エンドストップの設置状況

d) A2橋台の再構築

A2橋台は、本体の損傷や変状は補修による対応も検討したが、支持岩盤の緩みが懸念されたため地質調査を行い、支持層を改めて確認し、A2橋台を再構築することとした(図-7)。

また、再構築時はA1側と異なり側径間が長く建設時に支保工施工区間であったこと、さらに復元設計の結果、施工性、地形・地質条件から、仮受けを設置することとした。

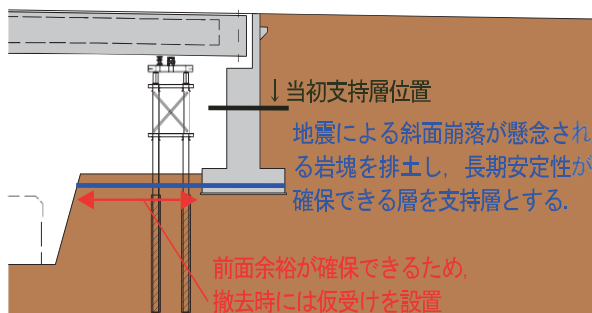


図-7 A2橋台復旧設計概要

e) モニタリングによる補修効果や施工中の影響確認

今回実施した阿蘇長陽大橋の一連の補修対策について、施工中の影響が生じないか、補修が有効であったかを確認するために、補修前後と施工時においてモニタリングを行った結果、P3橋脚において、コンクリート充填補修前は貫通ひび割れ部付近を基点とした水平変形となり、上の断面と下の断面の挙動が分離している状態であったが、コンクリート充填補修後は橋脚が一体化して挙動し、水平変形も抑えられている状況を確認することができた(図-8)。



図-8 橋の振動試験実施

5.戸下大橋の被災状況と対策

(1)被災状況

橋梁より上面の斜面の崩落により、P4～P6径間の上部構造とP5橋脚が崩落した(写真-6)。

また、P1～P2径間とP3～P4径間において、崩落土砂および落石による衝撃で損傷した。その他に、橋脚の傾斜や落石等により防護柵、地覆等が損傷した。



写真-6 戸下大橋(被災直後)

(2) 対策

戸下大橋において下記のa)～c)の対策・確認を実施した。

a) 増杭を増設し、ラーメン構造とする対策

崩落土砂により、7橋脚において1度以上の傾きを確認した。そのため、既設構造の鉛直支持力は見込むが水平支持機能は消失しているものと考え水平抵抗を回復させるため、杭を増設しラーメン構造とした(図-9)。

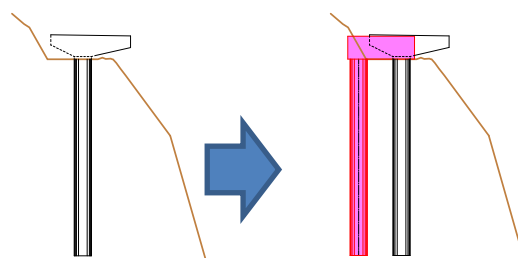


図-9 杭の増設による対策工

b) 上部工の架け替え

復旧対策として、下部工が使用可能なP1～P2径間、P3～P4径間については上部工の架け替えを行った。既設橋の撤去から架け替えまでの期間においても、工事用車両の通行を確保する必要があったため、分割施工で通行を確保しながら架け替えを行った。また、P5橋脚が崩落したP4～P6径間については再構築を行うこととしたが、早期復旧を目指すために、応急復旧として仮橋を設置した(写真-8)。



写真-8 戸下大橋の斜面崩落と崩落状況

c) 斜面の被害と復旧対策

急崖斜面が連続する区間において、斜面の崩落や落石等による被災が多数発生した。斜面においては地層構造や内部の亀裂等の状況を調査し、その結果に基づいて斜面の崩壊メカニズムの想定とそれに応じた斜面对策を行った。斜面对策工として、モルタル吹付工、吹付法砕工、鉄筋挿入工等の対策を実施し、内部に開口亀裂が確認された斜面では、空洞充填工やアンカー工を組み合わせた対策を実施した。また、斜面のオーバーハングが確認された急崖斜面では、無人バックホウによる不安定岩塊の除去を実施した(図-10)。



図-10 戸下大橋上部斜面の状況と対策工

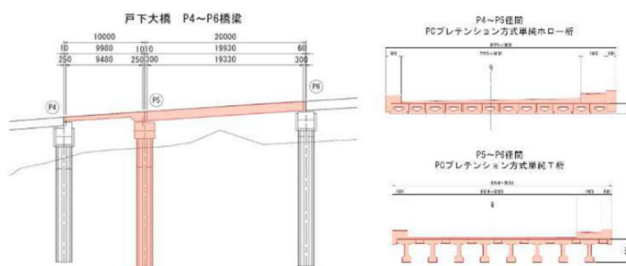


図-11 戸下大橋P4~P6の復旧



写真-9 戸下大橋の仮橋の撤去状況

6. おわりに

長陽大橋ルート(村道栃の木～立野線)は、阿蘇長陽大橋、戸下大橋の復旧対策や仮橋設置、周辺部の崩落の危険性がある斜面对策を実施し、応急復旧として地震から約1年4カ月後の2017年8月27日に供用を実現することができた。

現在は2021年3月7日新阿蘇大橋が開通したことにより、熊本～宮崎(南阿蘇)間のルートが確保できたため、2021年5月10日より、長陽大橋ルートの全面通行止を行い、戸下大橋P4～P6の仮橋を撤去し、橋桁と橋脚を本復旧する工事を開始し、令和3年度末の本復旧に向け工事を行っているところである(図-11、写真-9)。

これらの実施にあたっては施工者、発注者、設計者、研究機関の密な連携等、関係各者の並々な努力の結果であり、関係した皆様には深く感謝申し上げますとともに、今後とも連携を図りながら早期復旧に向けて工事を進めていきたい。

なお、今回の復旧工事は、多くの震災経験やそこから得られた知見を結集したものであり、今後の災害復旧工事に生かされることが期待される。

参考文献

- 1) 星隈順一：熊本地震で被災した長陽大橋ルート、1年4ヶ月ぶりに開通～国総研・土研の高度な技術の総合力が早期復旧に貢献～、土木技術資料、第59巻、第10号、pp.46～49、2017
- 2) 澤田守、今村隆浩、中川量太、星隈順一：熊本地震で被災したPCラーメン橋の復旧とモニタリングの活用、土木技術資料、第60巻、第2号、p.2～5、2018
- 3) 澤田守、今村隆浩：熊本地震から早期復興に向けて～長陽大橋ルートの開通とICT技術を用いたモニタリングの活用～、建設マネジメント技術、2018年3月号、P13～18
- 4) 今村隆浩：熊本地震により被災した阿蘇長陽大橋の復旧、九州技報、No62、pp24～30、2018.3
- 6) 福原茂：熊本地震に伴う被災と復旧対策～長陽大橋ルート(村道栃の木～立野線)の復旧～、土木施工、Vol.59、No6、pp68～71、2018