

熊本地震にて被災した阿蘇長陽大橋の補修

(株)富士ピー・エス 正会員 修士 (工学) ○三原 真一
 国土交通省 松尾 和敏
 (株)富士ピー・エス 正会員 坂本 健俊
 (株)富士ピー・エス 正会員 田中 智徳

キーワード：熊本地震，災害復旧工事，炭素繊維接着，コンクリート充填

1. はじめに

平成28年4月に発生した熊本地震により阿蘇長陽大橋を含む村道栃の木～立野線は甚大な被害を受け通行不能となった。熊本市内から南阿蘇村までアクセスは大きな迂回が必要であったため、地域交通網の一刻も早い復旧が望まれ、村道栃の木～立野線を応急復旧し供用する計画がたてられた。

本工区には東日本大震災後に整備された大規模災害からの復興に関する法律が初めて適用され、南阿蘇村からの要請により国土交通省が直轄代行した災害復旧事業である。早期開通を目指し施工方法など工夫することにより、平成29年8月27日に応急復旧を完了し供用開始した。

平成30年4月現在も同路線は恒久復旧に向け施工中であり、阿蘇長陽大橋もP1およびP3橋脚の補修を行っている。本稿ではそのような条件下での阿蘇長陽大橋の復旧方法について報告する。

表-1 橋梁概要 (被災前)

架設年次	平成5年(1993年)
摘要基準	昭和55年 道路橋示方書
橋長	276.0m
支間長	39.3m+91.0m+91.0m+53.3m
上部工式	PC4径間連続ラーメン箱桁
下部工形式	重力式橋台、壁式中空橋脚
基礎工形式	直接基礎 (A1橋台, P2橋脚, A2橋台) 深礎杭基礎 (P1橋脚4本, P3橋脚6本)
支承形式	鋼製可動支承 (A1, A2)

2. 橋梁概要

橋梁概要を表-1, 図-1に示す。災害復旧事業で、A1・A2橋台が再構築され、P3橋脚が充実断面となり、支承がゴム支承となった。そのほかの構造形式は震災前と同じである。



図-1 施工時全景 (阿蘇長陽大橋)

3. 損傷状況と復旧方針

3.1 損傷状況

A1橋台に繋がる道路は、白川側の斜面崩壊の影響により、沈下や亀裂、崩落が発生しており、A1橋台は約2mの沈下が生じていた。A2橋台は橋軸直角方向に移動し、支承の変形、アンカーバーやサイドストッパーのボルトが破断していた。橋脚においては、鉄筋の段落とし部に損傷が集中していた。とくに、P3橋脚の損傷が大きく、段落とし部に貫通ひび割れが生じていた (写真-1)。

上部工では、主桁端部の支承周りが大きく損傷していた (写真-2)。両側径間や中間横桁付近のウェブ面に多数の斜めひび割れが生じ、下床版にはP3～A2径間に橋軸直角方向にひび割れが集中していた。上床版は主にA1～P1径間

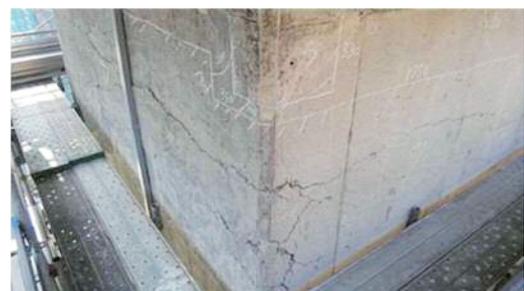


写真-1 P3橋脚の損傷

の中央付近に橋軸直角方向のひび割れが発生していた。

3. 2 復旧方針

阿蘇長陽大橋を含めた村道栃の木～立野線の復旧事業には、従前保有していた性能に戻し、さらに次に同様な地震が発生した場合の機能回復に要する期間を短縮できるように、今回の被災要因をふまえた技術的な工夫が取り入れられている¹⁾。採用された補修対策を表-2に示す。また、A1側に接続する道路線形も斜面崩落の影響を受けないように見直されている(図-2)。

また、補修工事と併せて施工の各段階で橋梁の振動計測などのモニタリング¹⁾が実施されている。目的として、補修効果の確認、各施工段階における橋梁の状態の把握、復旧後の維持管理時に有用となるデータの取得である。

4. 施工条件

4. 1 施工箇所へのアクセス

本工事の主な工種を図-4に示す。阿蘇長陽大橋の復旧工事以外にも、路線全体に渡って復旧工事が行われており、工事用道路を施工ヤードとして使用した(図-3)。そのため、通行時間帯が制約された条件で現場への入退場および資機材の運搬を行った。また、作業の効率化を図るため、昼夜時間を割り振り各工事がおこなわれた²⁾。

供用後のP2・P3橋脚の補修は、工事用道路が無く普通車も含め工事車両が近づけず、すべて徒歩で橋脚下からのアクセスとなるため(図-1)、必要な資機材などは供用前に橋面からクレーンにより荷下ろし運搬し仮置きした。



写真-2 支承周りの損傷

表-2 補修対策

		復旧方法	
上部工	外面	ひび割れ補修・断面修復・表面含侵・炭素繊維シート補修	
	内面	ひび割れ補修・断面修復・炭素繊維シート補修	
下部工	P1 橋脚	ひび割れ補修・断面修復・炭素繊維シート補修	
	P2 橋脚	ひび割れ補修・断面修復・炭素繊維シート補修	
	P3 橋脚	外面	ひび割れ補修・断面修復・炭素繊維シート補修
		内面	コンクリート充填、φ200点検孔設置
	A1 橋台	5径間連続ラーメン橋として再構築	
A2 橋台	再構築		
支承	ゴム支承取替		
伸縮装置	取替		
橋梁全体		モニタリングによる補修効果の確認	



図-2 道路線形の見直し



図-3 工事用道路

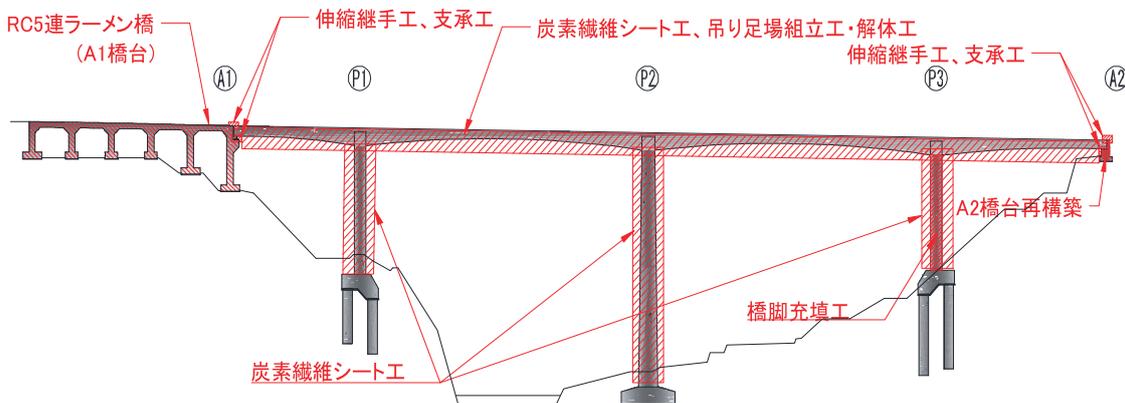


図-4 主な工種

4. 2 使用機械

A2橋台の再構築の間、橋面への乗り入れは不可能となるため、25tラフテレーンクレーンなどを事前に搬入した。もっとも揚程が必要であったP2橋脚では橋面から地上までは高さが70メートル程度あり、クレーンの補巻きワイヤーでは作業不可であったため主巻ワイヤーに補巻フックを付け替えることにより作業可能とした。



写真-3 吊足場

5. 復旧工事

5. 1 足場

吊足場の組立て・解体は最大約80mの高所作業であり、組立て・解体中に余震が発生する可能性も考えられた。検討の結果、システム型吊足場であるクイックデッキを採用した(写真-3)。先行設置したフラットな作業床上での作業のため、安全性、施工性、品質、工程面に優れている。これにより、従来の単管式吊足場より工程を約70日間短縮し、供用までに吊足場の解体を完了した。

橋脚足場は、解体時すべて人力となることから施工性のよいアルミ製のくさび式足場を使用した。橋脚の補修と足場の解体は供用後に行う計画であったため、資機材の荷役運搬設備として、積載荷重500kgのランディングボックスを橋脚足場に設置した(写真-4)。

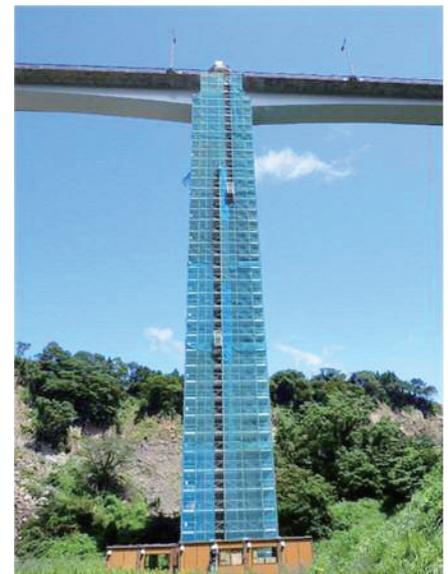


写真-4 橋脚足場

5. 2 上部工・橋脚の補修

橋梁全体にわたる補修は、断面修復・ひび割れ注入を行い、炭素繊維シートによる補修を行った。上部工の炭素繊維量の割付を図-4に示す。

上部工外部の表面仕上げは、紫外線対策としてエポキシ樹脂系中塗り材を塗布後、アクリル樹脂系上塗り材を塗布した(写真-5)。内部は維持管理を考慮して、箱桁に生じたひび割れなどが進展していないかどうかを確認できるように側面には炭素繊維シートを張り付けない設計上の工夫が行われている。(写真-6)。橋脚は、炭素繊維シート接着後ポリマーセメントモルタルによる保護モルタルを塗布した(写真-7)。

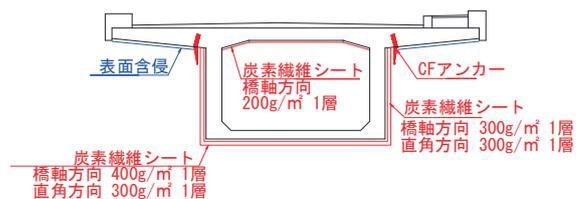


図-4 炭素繊維施工図



写真-5 上部工補修完了



写真-6 箱桁内部補修完了



写真-7 P2橋脚補修完了

5. 3 P3橋脚内部コンクリート充填

P3橋脚は段落とし部に貫通ひび割れが発生しており，せん断耐力を回復するために橋脚内部を高流動コンクリートで充填するとともに，再び地震が発生した際，橋脚内部の状態をカメラなどによる点検ができるように鉛直方向に点検孔Φ200mmを設置した(図-5)。

箱桁内への配管用開口部として，建設時の施工開口後埋め部を利用し，上床版に開口部を設置した(写真-8)。中空橋脚内部への資材搬入，打設孔，人通りとして，橋脚天端(柱頭部下床版)に1m×0.8mの開口部を設置した。

高流動コンクリートは，材料が確実に確保できると想定された増粘剤系のものを使用し，A2背面にコンクリートポンプ車を設置し，約100mの水平配管により打設した(図-7)。施工高さを図-6に示す。貫通ひび割れが発生していた2リフト以降の施工高さは，液圧，水和熱，自己収縮量の低減と，点検孔の設置を考慮し約1.2mとし，全18リフトに分割した²⁾。1リフト打設後，中空橋脚内部にくさび式足場を組み立て(図-6)，コンクリート打設前に干渉する足場を解体し吊り上げた状態で打設した。貫通ひび割れ区間には，密着性を確保するために，既設躯体に樹脂アンカーにて鉄筋を定着した(図-5)。

5. 4 支承の取替

支承の取替は作業空間の確保のため，下部工施工業者と入念に工程を調整した。A1側は橋台沈下により片持ち構造となっており，下部工の再構築完了後，所定の荷重までジャッキアップを行い，支承の設置を行った。レアー部はジャッキアップ後に型枠を組み立て再構築した。既設主桁底面との肌すきが懸念されたため，透明型枠を使用し充填状況を確認した(写真-9)。

6. おわりに

村道橋の木～立野線が早期供用できたのは，関係する方々が一丸となった成果であると感じております。本工事の計画・施工にあたり，ご指導いただいた関係各位の皆様へ深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 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，60巻2号，pp36～39，2018
- 2) 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 No. 62，2018. 3



図-5 打設前



写真-8 上床版開口部



図-7 高流動コンクリート打設状況



写真-9 支承取替

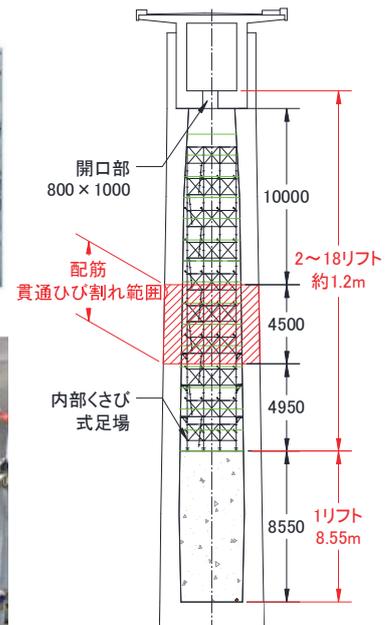


図-6 内部充填計画図

