

熊本地震により被災した阿蘇大橋の復旧について

石橋 良介¹・藤川 真一¹・岩下 光司朗¹

¹九州地方整備局 熊本復興事務所 工務第二課 (〒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により、国道325号阿蘇大橋が落橋した。阿蘇大橋は熊本県と大分県を結ぶ国道57号から宮崎県高千穂町につながる国道325号が分岐した地点にあり、交通ネットワーク上重要な役割を担っていた。そのため、阿蘇大橋の早急な復旧が求められている。

本稿では、熊本地震での道路の被災状況及び熊本地震から5年目を迎えた道路の復旧状況並びに早期復旧が求められている阿蘇大橋架替工事の概要及び復旧状況について報告する。

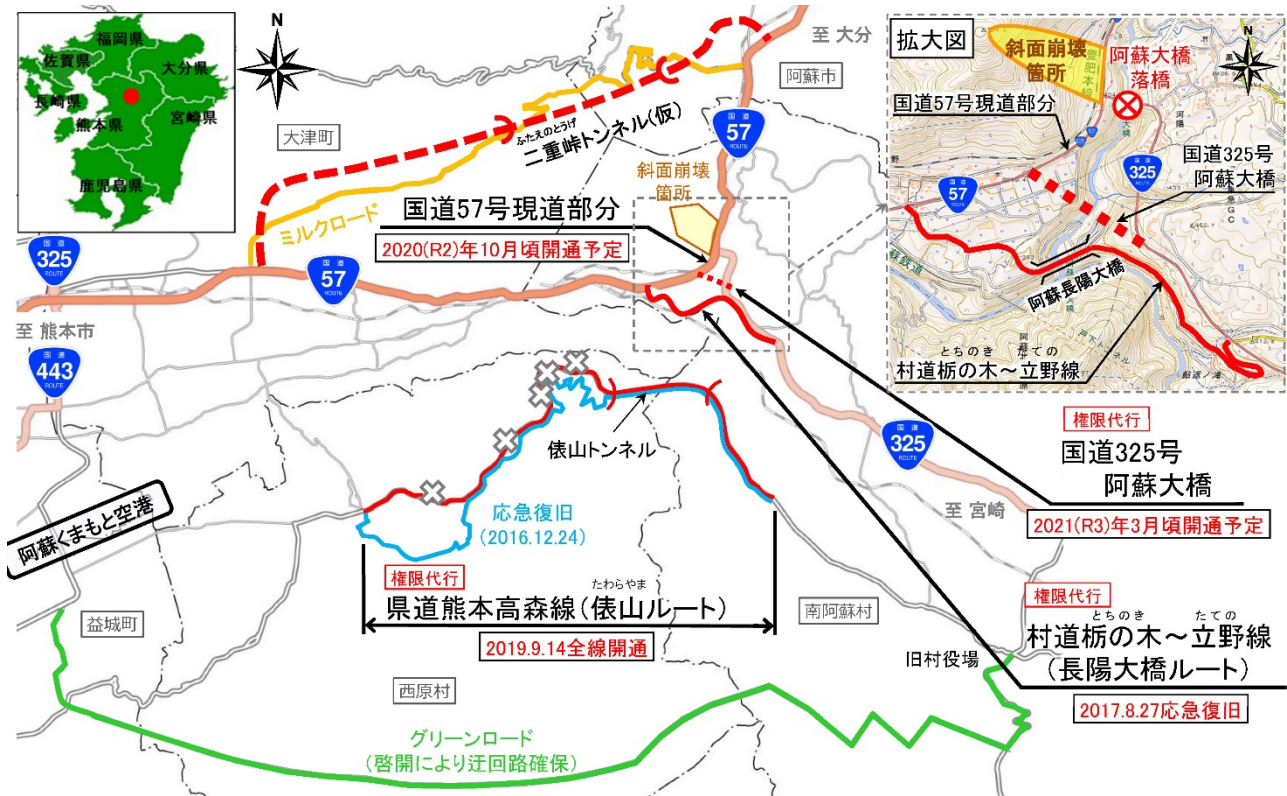
Key Words: 熊本地震, 阿蘇大橋

1. はじめに

2016年4月14日及び16日に熊本県熊本地方を震源とする最大震度7の地震(以下、「熊本地震」)により熊本地方において、道路をはじめとするインフラに甚大な被害が発生した。その中でも国道57号を經由して、熊本県阿蘇郡南阿蘇村と宮崎県高千穂町を結ぶ阿蘇大橋の落橋によって、住民生活はもとより物流や観光面においても大きな負担となっていた。

現在では、村道栃の木～立野線の復旧により、地域の分断は回避できているものの、交通ネットワーク上重要な役割を担っていた阿蘇大橋は、その早期復旧が求められている。

本稿では、熊本地震での道路の被災状況及び熊本地震から5年目を迎えた道路の復旧状況並びに阿蘇大橋架替工事の概要や現場での工夫、本工事の復旧状況について時系列順に報告する。



2. 熊本地震による道路の被災状況・復旧状況

熊本地震による道路をはじめとするインフラに甚大な被害が発生した。中でも熊本復興事務所が所管する道路4事業の被災状況及び復旧状況を報告する。(図-1)

(1) 県道熊本高森線(俵山ルート)

熊本地震により6橋梁、2トンネル及び土工部が被災し、段階的な仮復旧による部分開通を行い、2019年9月14日全線開通を完了した。(図-2)



図-2 被災状況及び復旧状況(桑鶴大橋)

(2) 村道栃の木～立野線(長陽大橋ルート)

熊本地震により2橋梁及び土工部が被災し、応急復旧が完了したため、2017年8月27日に通行を再開した。(図-3)



図-3 被災状況及び復旧状況(栃の木地区)

(3) 国道57号 現道部分

熊本地震により阿蘇大橋地区斜面崩壊に伴い国道57号が被災。現在、2020年10月頃の開通に向けて鋭意推進中である。(図-4)



図-4 被災状況及び復旧状況(斜面崩壊部)

(4) 国道325号 阿蘇大橋

熊本地震により阿蘇大橋が被災(図-5)。現在、2021年3月頃の開通に向けて鋭意推進中である。なお、詳細については次項以降で説明する。



図-5 被災前後の阿蘇大橋

3. 阿蘇大橋の架替

(1) 架替位置の選定（ルート選定）

落橋した阿蘇大橋を架け替えるにあたり、有識者等で構成される、国道325号ルート・構造に関する技術検討会（以下、「技術検討会」という）において架け替え位置の検討が行われた。検討案の位置を図-6に、特徴および評価を表-1にそれぞれ示す。検討の結果、元の位置から約600m下流側に架け替えを行うB案が採用された。



図-6 架け替え位置検討案の位置

表-1 架け替え位置検討案の特徴及び評価

案	位置	特徴	評価
A案	国道57号側斜面リスクの回避を図った最下流	国道57号側斜面崩壊部の影響を受けない 天然記念物の原始林を通過のため影響が大きい	
B案	国道57号側斜面リスクの回避を図った下流側	国道57号側斜面崩壊部の影響が小さい 橋梁規模がやや大きくなる	○
C案	当初の機能復旧を基本とした現位置	斜面崩壊箇所に最も近接 推定活断層にも近く、安全性リスクが最も高い	
D案	想定断層との交差を回避した上流側	推定活断層から離れており、橋梁規模も小さい 主交通に対して迂回感がある	

(2) 橋梁形式の選定（橋種選定）

架け替え位置決定後、技術検討会にて橋梁形式についての検討が行われた。検討案の特徴及び評価を表-2に示す。様々な観点から評価を行った結果、渡河部はPC3径間連続ラーメン箱桁橋、アプローチ部は推定活断層を考慮し、鋼3径間連続鈹桁橋及び鋼単純箱桁橋の採用が決定した（図-7）。

表-2 橋梁形式検討案の特徴及び評価

案	橋梁形式	推定活断層	地盤変状	工期	景観性	評価
第1案	PC3径間連続ラーメン箱桁橋	中間橋脚が推定活断層より100m程度の隔離がある 断層交差部は単純桁	○ 斜面上部の端支点が移動しても自立可能	○ ◎	周辺になじむ	○ ○
第2案	PC3径間連続エクストラードス橋	中間橋脚が推定活断層より100m程度の隔離がある 断層交差部は単純桁	○ 斜面上部の端支点が移動しても自立可能	○ ○	橋面上にアクセントがある	○ ○
第3案	鋼中路式アーチ橋	橋脚が推定活断層と近い 側径間が断層と交差	△ 橋脚支点の移動が上部工に及ぼす影響が大きい	△ ○	シンボル性が高い	◎ ○
第4案	鋼ニールセンローゼ橋	橋脚が推定活断層と近い 断層交差部は単純桁	△ 橋脚支点の移動が上部工に及ぼす影響が大きい	△ △	シンボル性が高い	◎ ○

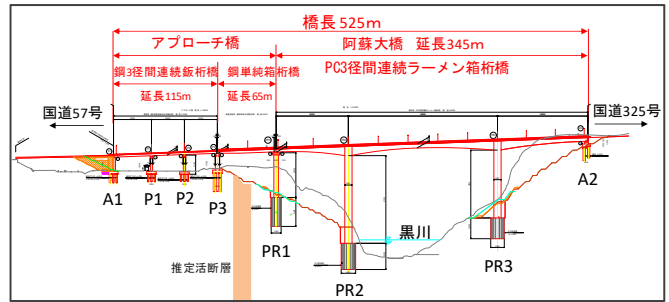


図-7 阿蘇大橋全体計画図

(3) 現場での工夫（本工事で使用している技術）

阿蘇大橋のある立野地区は阿蘇外輪山で唯一の切れ目となる地域であり、それによる強風の影響及び急峻な地形、更には立野峡谷の柱状節理の保全、冬季の寒冷な気候など阿蘇地域特有な過酷な地形・気候条件に対応し、効率的かつ安全な施工を行うことが求められる。これらの条件を踏まえて採用した施工技術の一例を紹介する。

(a) インクライン工法

急斜面上での施工であること及び強風の影響を考慮し、工期が短縮されるインクライン工法を採用した（図-8）。

本工事では、台車面積9m×14m、最大積載重量60tのインクラインを黒川兩岸に設置した。



図-8 インクライン使用状況

(b) 竹割り型土留め工

阿蘇大橋架け替え位置付近は兩岸とも急峻な谷になっており、黒川右岸の柱状節理保護対策も兼ねて、竹割り型土留め工（図-9）を採用した。竹割り型土留め工は、オープンカット工法に比べ掘削範囲が抑えられるために地山への影響が少なく、環境性・景観性にも優れており、大きな重機を必要としないため急勾配斜面での施工に有利な工法である。また掘削範囲が小さくなるため工期の短縮につながる。

最も黒川に近接したPR2橋脚基礎に関しては、地形上リングビームの閉合が不可能なため、竹割り型土留め工法と同様にロックボルトと吹付けコンクリートにより補強した半円形の土留め構造が採用された（図-10）。

また、PR2 橋脚基礎工施工箇所では、柱状節理の風化が進行し開口亀裂が生じている可能性があったため、事前にポリウレア樹脂の表面塗布及び亀裂部への注入を行うとともに、掘削の進行に応じてウレタン系注入材による地山改良対策を行った。これらの対策により、柱状節理の景観保護及び安全性の確保がなされた。



図-9 竹割り型土留め工（PR3 橋脚基礎工）



図-10 PR2 橋脚基礎の土留め工及び黒川右岸の柱状節理

(c) クライミングシステム工法

橋脚の躯体施工にはクライミングシステム工法（図-11）を採用した。一体化された型枠及び足場を橋脚躯体の施工状況にあわせ油圧ジャッキを用いてクライミングさせることにより、橋脚外周部及び内空部への足場の増設、クレーンによる型枠材の吊上げ及び吊り下ろしの工程が削減され、工期が短縮した。



図-11 クライミングシステム工法（PR1 橋脚躯体工）

表-3 架設方法の適用に関する一般的な目安²⁾

架設工法	条件	支間[m]					施工条件									
		20~40	40~60	60~80	80~100	100以上	桁高の変化に対する融通性	平面曲線に対する融通性	主桁幅拡幅に対する融通性	桁下空間の確保	急速施工	多径間の場合の有利性	桁下に対する安全性	天候に対する有利性	桁下が使用できない場合の資機材運搬	桁下高が高い場合の施工性
プレキャスト架設工法	プレキャスト桁架設工法	◎	○	△	△	△	○	○	○	◎	○	◎	○	※	△	◎
	架設工法	◎	※	△	△	△	○	○	○	○	○	◎	○	※	△	※
	プレキャストセグメント架設工法	◎	○	※	△	△	○	○	◎	◎	◎	◎	○	◎	△	◎
	移動式架設桁架設工法	△	※	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	移動作業車架設工法	△	※	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
場所打ち架設工法	固定支保工式架設工法	◎	◎	○	※	※	○	◎	◎	△	※	※	○	※	△	※
	支柱式・梁式架設工法	◎	◎	○	※	※	○	◎	◎	△	※	※	○	※	△	※
	移動支保工式架設工法	◎	○	※	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎
	架設工法	◎	○	※	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	△	◎
	張出し架設工法	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
その他の架設工法	移動作業車架設工法	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	押し出し架設工法	◎	◎	※	△	△	△	○	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎

【凡例】

◎最適 ○適する △適さない ※可能だが適用には検討が必要

注) 支間については比較的実績のあるものについての適用性を示している。

枠囲みは阿蘇大橋の最大支間長および重要となる施工条件

網掛けは阿蘇大橋渡河部にて採用した架設工法

(d) 超大型移動作業車を用いた片持ち張出架設

阿蘇大橋の上部工では、その地形及び橋脚のスパンなどを考慮（表-3）した結果、片持ち張出架設工法を採用した。

片持ち張出架設に 600t・m 級超大型移動作業車を用いることにより、当初予定していた 350t・m 級移動作業車による施工に比べて張出ブロック数が PR2、PR3 合わせて 22 ブロック削減された。（図-12）



図-12 超大型移動作業車を用いた張出施工（PR3 橋脚躯体工）

(e) 帯鉄筋及び中間帯鉄筋のプレファブ化

PR1～PR3 の各橋脚及び大口径深礎杭施工において、外周の帯鉄筋及び中間帯鉄筋のプレファブ化（図-13）を行うことにより、工期の短縮を図った。帯鉄筋及び中間帯鉄筋は、専用の鉄筋組立架台および吊込み治具を使用して構台上でプレファブ化し、高さ 90cm ごとに橋脚または深礎杭へ吊り込む。軸方向鉄筋の組立作業と並行してプレファブ化を行えること及び高所での作業を削減できることから、工程が短縮された。

また、鉄筋の吊込み時に鉄筋組立用足場を設けずに高所作業車による作業を行うことで、足場の組立及び解体に要する時間を削減した。

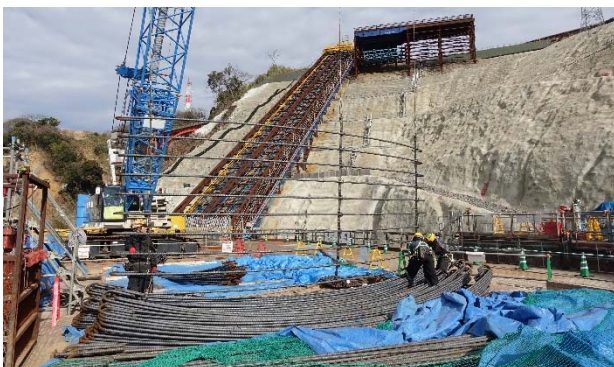


図-13 帯鉄筋のプレファブ化

(f) 24 時間施工

1 日でも早い復旧・開通を実現するため、24 時間（3 交代制）での施工を実施し、工期短縮に努めている。（図-14）



図-14 夜間施工状況

(4) 現在の復旧状況、今後の予定

2020 年 6 月下旬時点の復旧状況を図-15、16 に示す。

アプローチ部（A1～PR1 間）は下部工・上部工・床版工まで完了しており、今後は交通安全施設（防護柵など）、照明灯設置や舗装工事を予定している。

渡河部（PR1～A2 間）は下部工・上部工（PR3 からの張出架設）まで完了しており、今後は上部工（PR2 からの張出架設）及び中央閉合や交通安全施設（防護柵など）、照明灯設置や舗装工事を予定している。

国道 325 号（阿蘇大橋）は、2021 年 3 月頃の開通目標に向け、鋭意事業を推進しており、1 日でも早い開通を目指しているところである。

4. おわりに

熊本地震では、南阿蘇村を含めた至る所で甚大な被害が発生。その被災状況を目の当たりにして自然の驚異を改めて思い知らされた。

熊本地震から 5 年目を迎え、復旧・復興も道半ばではあるが、県道熊本高森線（俵山ルート）の全線開通、村道栃の木～立野線（長陽大橋ルート）の応急復旧による通行再開など、着実に前進していることを鑑みると人間の底力にも再認識させられた。

最後になるが、熊本復興事務所は熊本地震からの1日でも早い復旧・復興を目指し、引き続き事業を推進していく所存である。

参考文献

- 1) 島根県浜田河川総合開発事務所: 竹割り型土留め工法の計画・設計・施工について
- 2) 公益社団法人日本道路協会: コンクリート道路橋施工便覧

謝辞: 国道325号(阿蘇大橋)における、これまでの設計及び工事の実施にあたっては、技術検討会および国土技術政策総合研究所や土木研究所並びに設計コンサルタントや施工業者等の関係者が一体となって取り組んできた結果であり、ここに記して感謝の意を表します。



図-15 2020年6月下旬時点の復旧状況

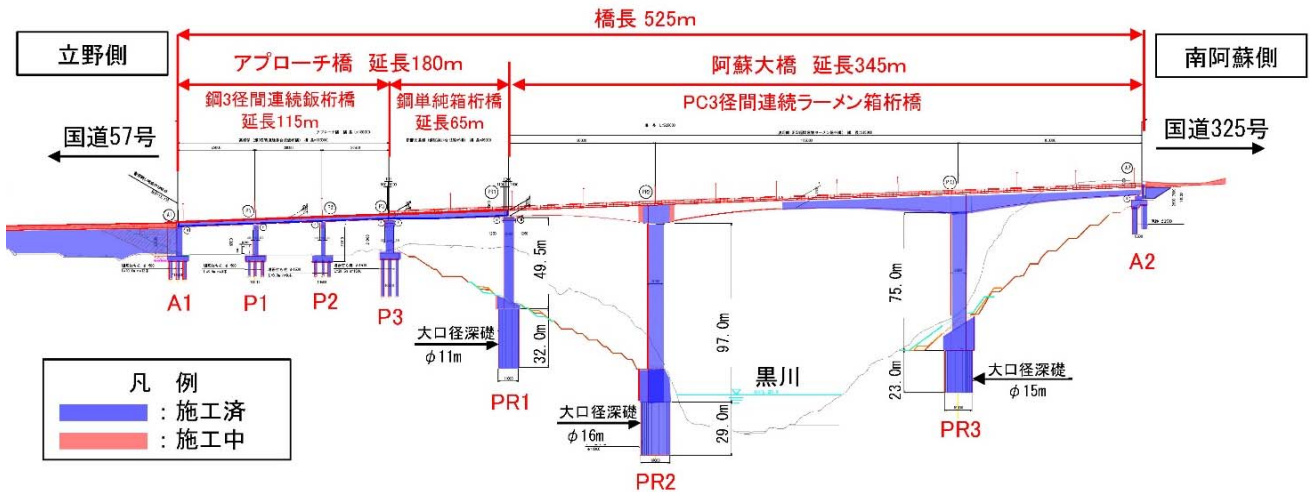


図-16 2020年6月下旬時点の進捗図