

令和2年7月豪雨で流失した 橋梁の復旧検討について

竹山 真平

九州地方整備局 八代復興事務所 工務第三課 (〒866-0824熊本県八代市上日置町4478-1)

令和2年7月豪雨で被災した球磨川を渡河する橋梁10橋について、地域の重要な交通網である橋梁の創造的復興を掲げ、「球磨川橋梁復旧技術検討会」を開催し、10橋うち9橋の橋梁形式及び復旧方針を決定した。現在、橋梁の詳細設計を行っており、工事についても今年度から着手する予定である。本稿では上記橋梁について被災状況や被災メカニズム、復旧方針の設定、架橋位置、橋梁形式の選定に至るまでのプロセスについて報告する。

キーワード 令和2年7月豪雨、球磨川、災害復旧、復旧検討、橋梁設計

1. はじめに

令和2年7月豪雨は梅雨前線が熊本県南部に停滞し、猛烈な雨を記録し、球磨川の河川施設の被災、渡河する橋梁の流失や国道219号の路体流失など甚大な被害をもたらした。本稿では、被災した橋梁10橋（うち部分被災2橋）の橋梁について被災状況や被災メカニズム、復旧方針の設定、架橋位置、橋梁形式の選定に至るまで「球磨川橋梁復旧技術検討会」（以下、「検討会」）で検討した復旧プロセスについて報告する。

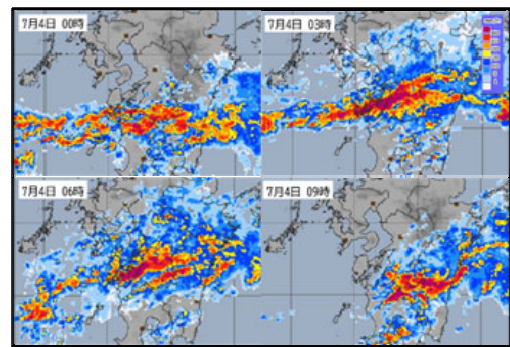


図-1 レーダー雨量 (R2.7.4 0時～9時)

2. 球磨川水系の流域及び橋梁概要

(1) 球磨川水系について

一級河川球磨川は、熊本県球磨郡水上村の銚子笠（標高 1,489m）に発し、川辺川など多くの支川と合流しながら人吉・球磨盆地を経由し、不知火海（八代海）に注ぐ、幹川流路延長 115 km、流域面積 1,880km² の熊本県内最大、九州 3 番目の長さとなる河川である。

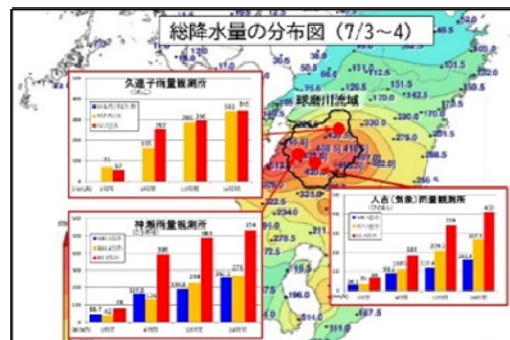


図-2 球磨川流域の降雨状況 (R2.7.3~4)

(2) 豪雨状況

令和2年7月3日から4日にかけて、梅雨前線が熊本県南部に停滞し、球磨川の流域では球磨川水系河川整備基本方針の計画降雨量262mm/12hを超える降雨量があり、特に人吉市を含む球磨川流域は、昭和40年7月洪水、昭和57年7月洪水を上回る雨量を観測し、観測史上最多を記録する事態となった。河口から約13kmに位置する横石観測所（八代市）から、約69kmに位置する一武観測所（錦町）に至る各観測所において計画高水位を超過する水位を記録した。（図-1,2）

(3) 被災状況

豪雨により、氾濫の浸水被害や洪水が発生し、人吉市街地を中心として家屋の浸水被害が生じた。球磨川沿川では、路体流出や土砂流出、軌道損壊が多発し、交通ネットワークに甚大な被害を及ぼし、国道3号や国道219号においては、通行止め区間が発生した。球磨川を渡河している道路橋についても、上部工が流失するなど甚大な被害となった。（写真-1,2,3,4）

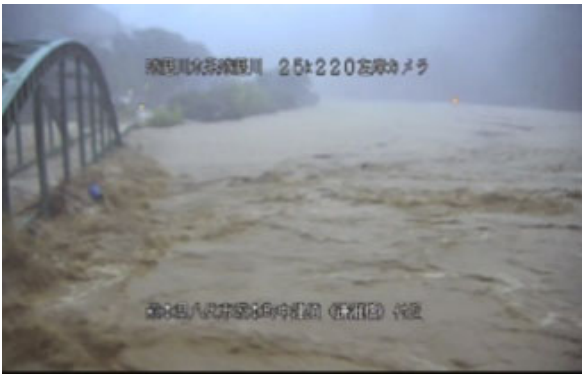


写真-1 鎌瀬橋ライブカメラ



写真-2 鎌瀬橋被災状況

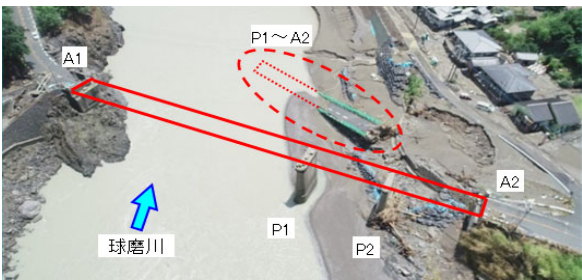


写真-3 鎌瀬橋被災状況



写真-4 相良橋流失状況

このような状況の中、早期復旧のため、熊本県及び流域市町村（八代市、芦北町、球磨村、人吉市）から権限を代行し、直轄にて復旧を行うこととなった。

道路橋においては、被災した10橋（部分被災2橋含む）の復旧を行うこととなった。（図-3）

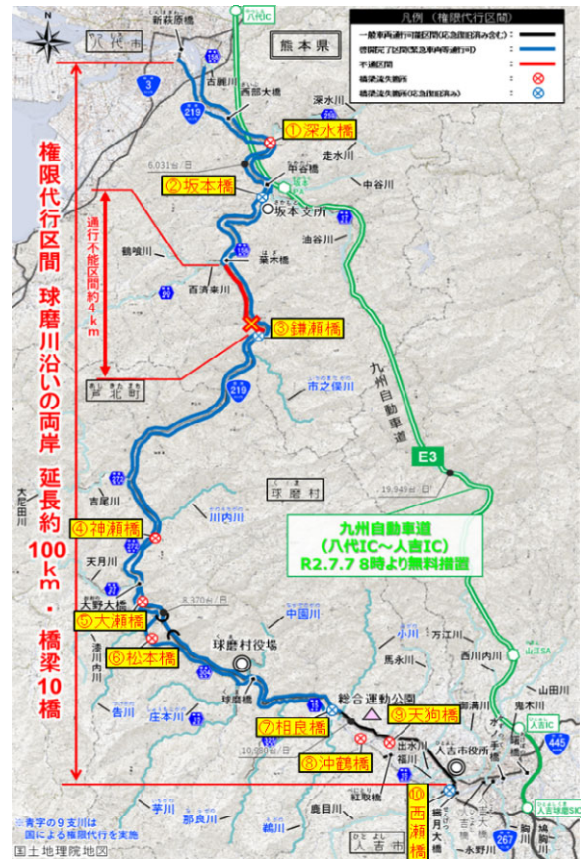


図-3 権限代行した道路橋10橋

3. 球磨川橋梁復旧技術検討会の設置

この令和2年7月豪雨により被災した球磨川に架かる橋梁の早期復旧に向け、架橋位置・橋梁形式選定における技術的な課題等について、土木構造物に専門的な知見を有する学識経験者や専門家6名からなる検討会を設置した。検討会では、被災原因を明確にし、再度被災防止の観点を踏まえつつ、発展性のある復旧・復興を目指すことを目的として、これまで計4回の検討会を開催した。（写真-5）



写真-5 球磨川橋梁復旧技術検討会の様子

4. 橋梁形式選定に至るまでのプロセス

(1) 被災メカニズムの検討

第1回検討会では被災メカニズムの検討を行った。被災メカニズムの検討では被災状況の報告及び橋梁の損傷状況に基づく被災原因の推定を行うとともに、復旧に向けたコンセプト及び今後の橋梁計画（検討の進め方）について議論を行った。

被災原因は、損傷状況や現地状況から、河川水位の上昇により大きな流体力が橋梁に作用したことが考えられる。災害発生時の水量は膨大な量であったと考えられる。具体的なメカニズムについて、3橋分紹介する。

深水橋の流失ニュース映像より、被災時の水位は、路面より上まで上昇しており、大きな流体力が上下部構造に作用したことや橋脚及び支承部に耐荷力を超過した作用力だったと推定される。（写真-6）（図-4）



写真-6 深水橋流失状況

引用先：テレビ熊本（TKU）TKUライブニューススペシャル
熊本災害発生から1週間（2020年7月10日放送）

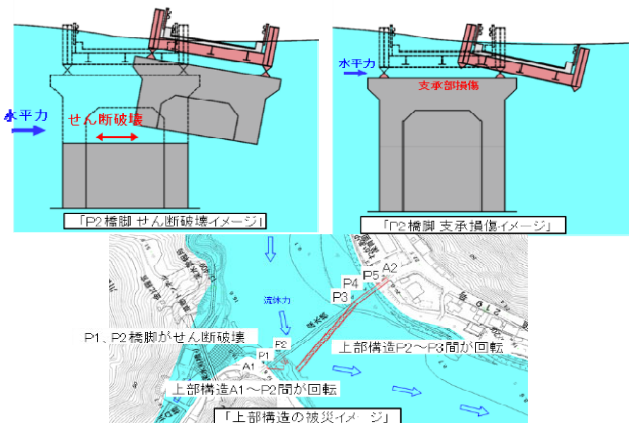


図-4 深水橋被災イメージ

坂本橋を損傷状態から見ると上部構造は、落橋防止ケーブルやピン支承、支承アンカー等が損傷しており、路面を超える水位が上昇し、水平力に伴う転倒モーメントが上部構造に作用し、上向き鉛直力により上流側支承部が損傷して流失したと推定される。（図-5）

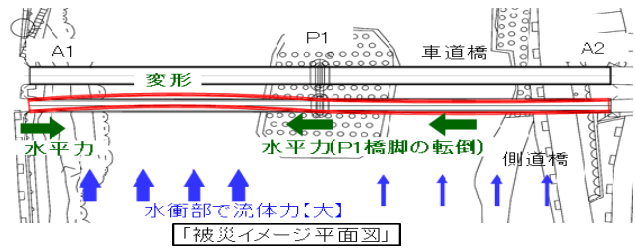
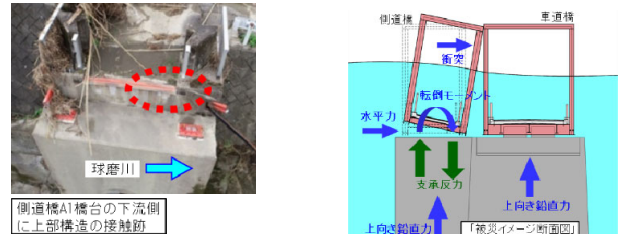
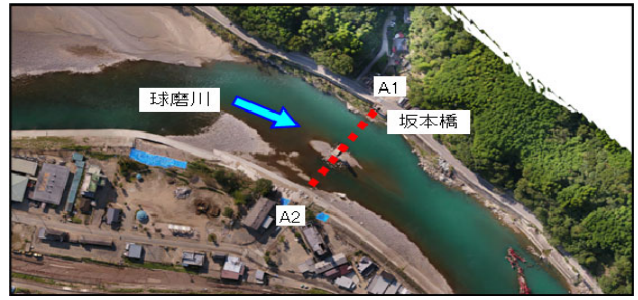


図-5 坂本橋被災イメージ

神瀬橋は経年的な河床浸食もしくは今回の増水に伴う河床洗掘により、根入れ不足やフーチングの有効定着幅の縮小が考えられ、これらの要因も転倒に影響したと推定される。（図-6）

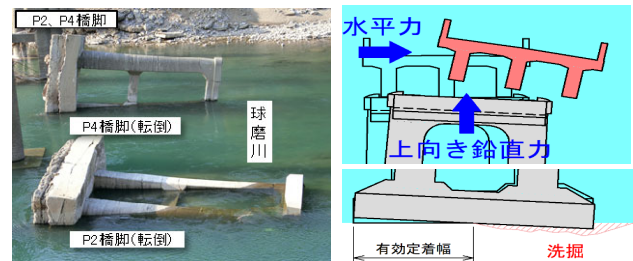
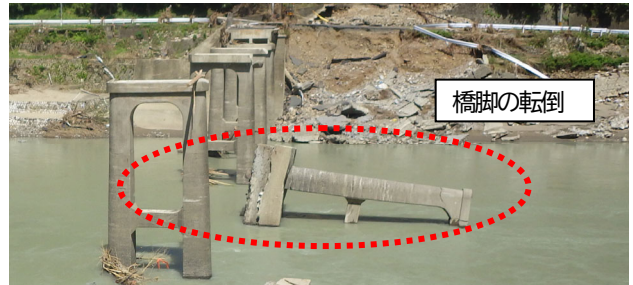


図-6 神瀬橋被災イメージ

(2) 復旧コンセプトの設定

球磨川橋梁復旧の全体のコンセプトとして、「創造的復興」を掲げる。創造的復興とは、熊本県が掲げる「令和2年7月豪雨からの復旧・復興プラン」で示された

「復旧・復興の3原則」より引用し、単に元に戻すだけでなく、再度災害防止の観点を踏まえつつ、発展性のある復旧・復興を目指す。復旧コンセプトの設定に当たっては、熊本県や流域自治体の橋梁復旧に関する意見を聴取し、それをもとに、4つのコンセプトとコンセプトに基づく橋梁計画における着眼点（意見）を設定した。被災原因、橋梁計画における着眼点（意見）、復興まちづくり、球磨川流域治水対策及び流域自治体の意見等を踏まえ、復旧橋梁の架橋位置や橋梁形式について検討を進めた。復旧に向けたコンセプトでは、「災害に強い社会インフラ整備」「1日も早い復旧・復興」「地域の魅力向上と誇りの回復」「持続可能な地域社会の実現」の4つを定め、それらのコンセプトのもと、熊本県や流域自治体の意見を伺い、復旧を推進していくこととなった。

(3) 橋梁架橋位置の決定

架橋位置について、第2回検討会では、「坂本橋」「鎌瀬橋」「沖鶴橋」「西瀬橋」の4橋、第3回検討会では、「深水橋」「神瀬橋」「大瀬橋」「松本橋」「相良橋」の5橋について、復旧位置の検討を行った。

まず、これらの9橋の架橋位置の検討にあたり回避すべき範囲の前提条件として3つの条件を定めた。1点目は、狭窄部、水衝部、支派川の分合流の範囲を回避すること。これは、被災した多くの橋脚の位置が、水衝部、支派川に位置していたことから避けるべき範囲とした。

2点目は、背後地の危険箇所を回避すること。これは、背後地からの土石流、土砂流出、法面崩壊等により、橋梁の被災リスクを低減するために避けるべき範囲とした。

3点目は、走行安全性の観点から好ましくない範囲を回避すること。これは、道路線形が厳しいことによる交通事故防止の観点から、急カーブ区間等に接続することによる見通しが悪い交差点となるような走行安全性の観点から好ましくない範囲を避けるべき範囲とした。これらの3つの条件に着目し、架橋位置の検討を行った。また、上記3点に加え、橋梁位置の検討における着眼点として、「橋梁の利用状況を考慮し、利便性が維持又は向上する位置」を設定することも併せて確認し架橋位置の検討を行った。（図-8, 9）以下のとおり復旧位置を決定した。（図-7）

| | | |
|---|-----|-----------------|
| 1 | 深水橋 | 現橋位置から下流側約200m |
| 2 | 坂本橋 | 現橋位置から上流側約150m |
| 3 | 鎌瀬橋 | 現橋位置の直近下流 |
| 4 | 神瀬橋 | 現橋位置から下流側約350m |
| 5 | 大瀬橋 | 現橋位置から下流側約300m |
| 6 | 松本橋 | 現橋位置から上流側約1000m |
| 7 | 相良橋 | 現橋位置の直近上流 |
| 8 | 沖鶴橋 | 現橋位置 |
| 9 | 西瀬橋 | 現橋位置 |

図-7 決定した架橋位置

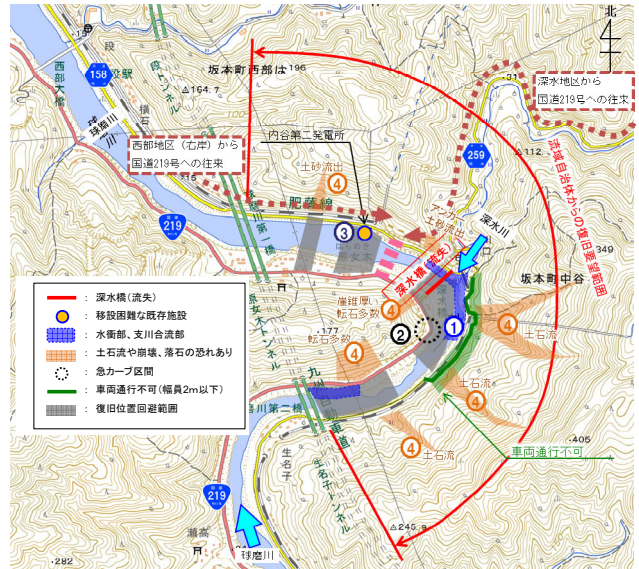


図-8 深水橋復旧位置検討図



図-9 鎌瀬橋復旧位置検討図

(4) 橋梁形式の選定

第4回検討会では、橋梁形式選定の前提条件及び橋梁選定にあたり配慮すべき事項、また橋梁形式選定における比較項目の設定について、検討を行った。

橋梁形式選定における前提条件では、桁下高は治水対策実施後の水位（計画高水位+余裕高相当）以上とすること。旧橋が現行法令を満たしていなかったとしても、新橋は現行法令に従って計画することを確認した。

また、地域のまちづくり計画（宅地嵩上げ等）と調整を図ることや、河川内での施工性に配慮した橋梁形式とすることを確認し、橋梁形式候補案の選定を行った。

橋梁形式選定における比較項目の設定では、前提条件や配慮事項、第1回検討会で設定した復旧コンセプトを踏まえ、個別橋梁毎に特に重視すべき評価項目を設定した。具体的には桁下高は治水対策実施後の水位（計画高水位+余裕高相当）以上、災害に強い橋梁とすること、1日も早い復興、地元車両に影響が少ない施工とすること、球磨川の自然と歴史に調和し、地域の方々に親しんでもらえる景観性、シンボル・ランドマークとなる橋梁形式、さらには、将来の維持管理を比較項目として供用後の維持管理負担を軽減することも評価項目として設定した。

各々の現場状況に応じて、特に重視する評価項目をもとに選定した結果、新設橋梁のうち「深水橋」「鎌瀬

橋「神瀬橋」の3橋は、河川内への橋脚設置が困難であることから、総合的に優位な鋼単純アーチ橋を推奨。(写真-7, 9, 10)「坂本橋」は、工期及び景観性を重視し、総合的に優位な鋼2径間連続トラス橋を推奨。(写真-8)「大瀬橋」「松本橋」「沖鶴橋」の3橋には、工期及び維持管理性を重視し、鋼2径間連続鋼床版桁橋を推奨した。(写真-11, 12, 13) 天狗橋, 西瀬橋については部分被災である上、地元自治体及び管理者からの要望により、原形復旧とした。



写真-7 深水橋



写真-8 坂本橋



写真-9 鎌瀬橋



写真-10 神瀬橋

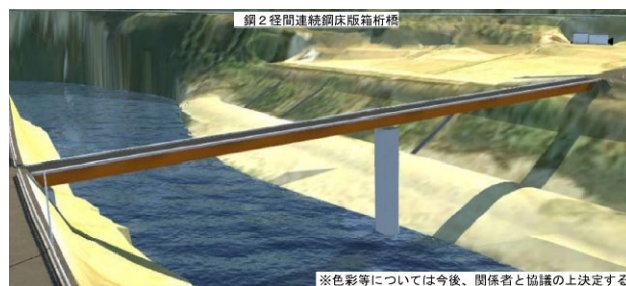


写真-11 大瀬橋



写真-12 松本橋



写真-13 沖鶴橋

5. おわりに

令和2年7月豪雨で被災した球磨川を渡河する橋梁10橋について、橋梁復旧向け「検討会」において、議論を重ね、復旧設計を進めてきた。

早期復旧を目指し、早速、今年度から、西瀬橋の復旧を皮切りに橋梁の本復旧工事が始まる。河川内での施工となることから非出水期施工など制約条件もあるが、一刻も早い復旧を目指し、工事を推進したい。

これまで、検討会に参加いただいた学識経験者、国土交通省国土技術政策総合研究所の皆様へ深く感謝の意を申し上げますとともに、引き続きのご指導ご支援を賜りますようお願い申し上げます。

当事務所としても、地域の皆様をはじめ熊本県及び流域市町村等と連携しながら、1日も早い復興を目指して尽力していきます。