

球磨川の橋梁被害調査

～「令和2年7月豪雨」対応チーム活動報告(3)～

岩坪 要^{1*} 上久保 祐志² 脇中 康太³ 森山 学³The investigation of the bridge damage on the Kuma River
Disaster Survey Report of "The Heavy Rain Event of July 2020", Part 3Kaname Iwatsubo^{1*}, Yuji Kamikubo², Kota Wakinaka³, Manabu Moriyama³

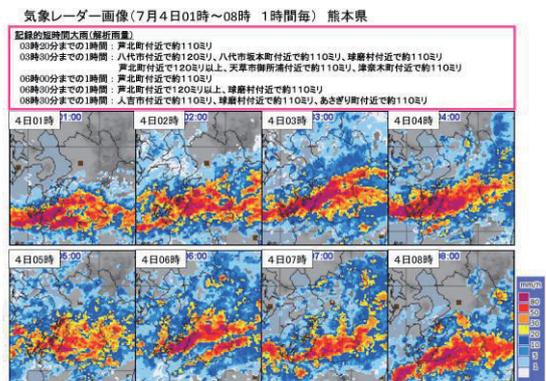
This paper is a report of the disaster investigation of "July Heavy rain in Reiwa 2nd". This heavy rains have drained many bridges over the Kuma River. There is no fact that so many bridges over class a river have been flowed out in past disasters. It is important to investigate the damaged bridges and analyze the outflow mechanism for future disaster countermeasures. This paper shows the bridge disaster survey conducted from the time of the disaster to August. And it shows some research points for the future.

キーワード：令和2年7月豪雨、流出、洪水、球磨川

Keywords：July Heavy rain in Reiwa 2nd, outflow, flood, Kuma River

1. はじめに

6月末から7月にかけて梅雨前線の南北移動に伴い、そこに湿った空気が流れ込むことで各地に大雨を降らせた。図1に示すように、7月4日未明から県南地区に降った雨の量は過去の大雨記録を更新する規模⁽¹⁾であり、球磨川沿いの集落で氾濫を起こす事態に至った。河川が氾濫すると、周囲の道路や護岸も損傷させることはよく知られており、近年は日本全国でも同様の被災事例が報告されてきているが、今回の豪雨災害で特筆すべき点は、1級河川である球磨川に架かる複数の橋が流出・損傷した点と、山間部での重要幹線道路が使用不能に至った点である。このような洪水による大規模被災は過去に例がない。そこで本研究では、今回被災した橋梁の現地調査を行い、被災現場の地形的な特徴や被災状況を確認し、大規模被害に至った経緯について検証を行うものである。

図1 7月4日未明からの降雨状況⁽¹⁾

2. 流失被害

2.1 被害調査の概要

広域での災害被害調査となるため、熊本県の災害対策本部が公開している資料を参考にした(図2)⁽²⁾。具体的には、資料から橋梁名とある程度の場所を確認し、Googleマップ上の位置からストリートマップなどで詳細な場所を特定した。現地調査は7月23日以降に複数回行った。現場では場所の特定の他、現地の写真(UAV含む)を撮影し、必要に応じて住民の方々へのインタビューも取り入れた。注意事項としては、調査時はまだ雨が降り続いており、水位も高く地盤条件も悪かったため、安全には十二分の注意を払うものとし、復旧工事の邪魔にならないように撮影等を行った。

被災橋梁の一覧を表1に示す。橋梁は県が管理している

¹ 生産システム工学系
〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627
Faculty of Production System Engineering, AP Group
2627 Hirayama-Shinmachi, Yatsushiro-shi, Kumamoto, Japan
866-8501

² 拠点化プロジェクト系(地域協働プロジェクトセンター)
〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627
Faculty of Project Centers(Center for Information Security),
2627 Hirayama-Shinmachi, Yatsushiro-shi, Kumamoto, Japan
866-8501

³ 生産システム工学系
〒866-8501 熊本県八代市平山新町 2627
Faculty of Production System Engineering, AC Group
2627 Hirayama-Shinmachi, Yatsushiro-shi, Kumamoto, Japan
866-8501

* Corresponding author:
E-mail address: iwatsubo@kumamoto-nct.ac.jp (K. Iwatsubo).

橋梁と各市町村で管理している橋梁に区別されており、その違いは橋が架かっている道路で区別される。発災後から対策本部会議資料を確認していたが、徐々に橋梁数は増え、最終的には8月28日時点のリストがほぼ最終版である様子だった。県南地区は33橋の橋梁が被災リストに上がっておりこれらが災害復旧の対象となるはずである。傾向として

は球磨川本流の他、球磨川に流れ込む支川上の橋梁も多く被災していることが分かる。このことは、相当な量の雨が山間部に降ったためと考えられる。球磨川本流の氾濫時の水量は膨大な量であったと考えられるが、支川の場合は川幅が狭いため流下する水の量は限られるが、急勾配な場所が多いため、水の勢いは激しかったと想像される。そのため、橋梁上面まで水かさが増した結果、高欄の多くが損傷したものと考えられる。



図2 第29回対策本部会議資料⁽²⁾

表1 被災橋梁一覧(県南地区 熊本県まとめ 8/28現在)⁽²⁾

○熊本県管理橋梁

番号	管理者	橋梁名	橋長(m)	幅員(m)	被災内容
1	熊本県	深水橋	154.9	4.2	流失
2	熊本県	坂本橋	120.9	4.9	流失
3	熊本県	鎌瀬橋	113.2	6.1	流失
4	熊本県	神瀬橋	112.2	5.5	流失
5	熊本県	球磨橋	120.4	11.8	高欄破損
6	熊本県	相良橋	132.0	6.3	流失
7	熊本県	西瀬橋	174.0	6.1	流失
8	熊本県	八幡橋	25.9	6.0	橋台破損
9	熊本県	行徳橋	10.6	5.4	高欄破損
10	熊本県	麓橋	21.9	4.8	流失
11	熊本県	浦川内橋	6.4	11.0	橋台沈下

○市町村管理橋梁

番号	管理者	橋梁名	橋長(m)	幅員(m)	被災内容
1	球磨村	大瀬橋	100.0	3.2	流失
2	球磨村	松本橋	90.0	3.2	流失
3	球磨村	沖鶴橋	179.4	5.0	流失
4	人吉市	天狗橋	180.0	3.0	橋台背面土砂流出
5	人吉市	人吉橋	224.7	9.0	高欄破損
6	人吉市	大橋	270.0	16.8	高欄破損
7	相良村	新村橋	120.0	1.8	流失
8	相良村	新深水橋	88.0	5.0	基礎洗堀
9	球磨村	丸岩橋	12.5	3.8	橋梁埋塞
10	球磨村	永椎橋	15.7	4.2	流失
11	球磨村	落水橋	11.5	4.4	橋梁埋塞 高欄破損
12	球磨村	丸舟橋	9.5	4.6	橋脚流失
13	球磨村	糸原橋	19.2	4.5	流失
14	八代市	下大野川4号橋	13.2	4.1	橋脚流失
15	人吉市	永野橋	9.1	4.2	高欄破損
16	人吉市	才田代橋	29.8	4.0	高欄破損
17	錦町	水無川橋	52.2	4.0	橋脚傾斜
18	山江村	淡島裏参道橋	44.0	3.7	橋脚傾斜 高欄破損
19	山江村	足算瀬橋	54.3	5.4	流失
20	山江村	柚木川内橋	38.0	4.4	高欄破損
21	山江村	弥七橋	15.3	6.3	基礎洗堀
22	村平橋	村平橋	47.0	4.6	基礎洗堀

2.2 被害状況の概要

全ての橋梁調査が終わっている訳ではないが、調査した橋梁の中の代表的な事例を以下に示す。

(1) 西瀬橋



図3 西瀬橋(流失 1967年建設)

3径間のうち、左岸側よりの2径間目のみが流失した。橋全体は冠水したものの、何らかのエネルギーがこの径間のみ働いたものと考えられる。

(2) 麓橋



図4 麓橋(流出 1967年建設)

球磨川に流れ込む鳩胸川に架かる単径間の桁橋であった。上部構造は少し下流に仰向けになって横たわっている。上部構造が流出した後、左岸側の橋台が傾いたと考えられる。

(3) 天狗橋

左岸側の橋台の背面土砂が流出した。近くの護岸も土砂が流出している。上流の右岸側の堤防は決壊した場所でもあり、相当の水量であったことが想定される。



図5 天狗橋（背面土砂流出 1967年建設）

(4) 沖鶴橋



図6 沖鶴橋（流出 1983年建設）

4径間のPC桁橋であったが全て流出した。この地域は球磨村渡地区に近く浸水被害も激しい場所であり、高欄への流木の堆積量から完全に水没した後で流されたものと考えられる。橋脚には洗堀が見られ、橋脚下部には上流側にひび割れも確認できた。

(5) 相良橋



図7 相良橋（流出 1935年建設）

3径間のうちトラス構造の2径間が流出した、トラス部材は組立材を採用しており古い橋梁（1935年）であったが、部材の経年劣化による損傷はなく、塗装はげなども少なかった。図7の右岸側を対象にした感じで左岸側の護岸近くに上部工が鎮座しており、河川中央部の流れの影響を受けたものと考えられる。

(6) 鎌瀬橋



図8 鎌瀬橋（流出 1955年建設）

国道219号線に架かるアーチ橋であり、鎌瀬橋を渡ることによって球磨川の右岸側と左岸側を繋ぐ重要な位置にある。鎌瀬橋が落橋した結果、その後の復旧活動や道路啓開が困難になったことも災害調査の中では重要な点であった。耐震対策と考えられる設備も設置されていたが、横方向の移動拘束が叶わずに落橋に至った。

(7) 坂本橋

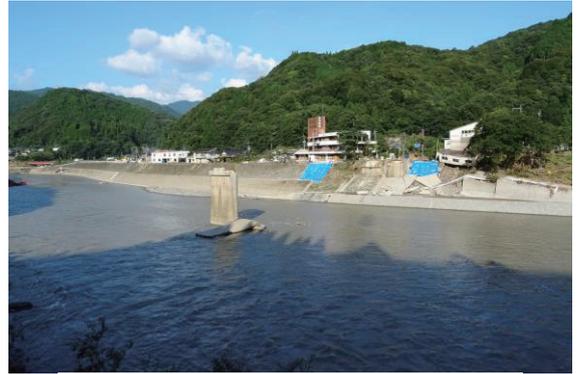


図9 坂本橋（流出 1954年建設）

2径間の連続トラス橋であり、車道用と歩行者用の2つのトラス橋が並んでいたが、両橋とも流失した。中央橋脚の上流側の橋脚が倒壊しているが、これは歩道橋のほうで、内部鉄筋の影響か上部工の流出に引っ張られたかは検証する必要がある。

(8) 深水橋



図10 深水橋（流出 1966年建設）

深水橋はテレビ報道で、流出する瞬間が撮影されていた。形式はランガー形式のアーチ橋であり、建設は1966年と古い。架橋位置は球磨川が曲がっている部分に相当していたため、右岸側（カーブの外側）に相当する図10中の手前の橋脚と護岸の損壊が激しかった。

3. 流失した原因と設計

前述でも記したが、今回の豪雨災害における橋梁被害は甚大であるといえる。図11に確認された被害状況をまとめた手書きスケッチを示すが、流れる水の勢いやその量によって、様々な被害を引き起こすことが確認できた。これまでの現地調査の中で感じたことを列記すると次のようになる。

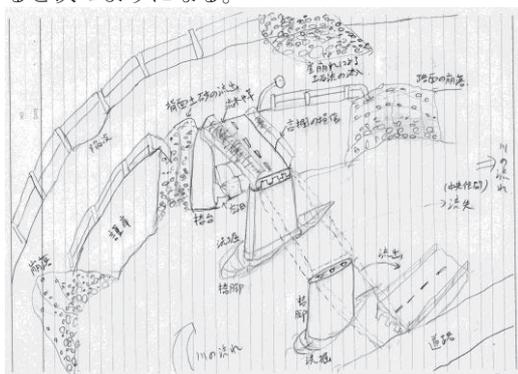


図11 洪水被害のまとめスケッチ

①流出した橋梁の建設年⁽³⁾

発災直後から報道等でも報じられているが、流出した橋梁の多くの建設年は古く、かつ路面が低い場所にあったといえる。建設年と治水計画との関係については調査する必要がある。しかし設計上は橋梁の桁下空間を治水計画上の計画高水位（H.W.L.）よりも余裕を持たせているため、危険な設計であったとは言えない。流出を免れた葉木橋（図12）は、1978年建設であるが、路線計画上、路面が高い場所にあったため、流出を免れたと考えられる。



図12 葉木橋（1978年建設）

②洪水時の流水の影響

橋梁本体の設計は、道路構造令に従い、200m以下の橋梁であれば設計時点での最新の道路橋示方書に準じて設計される。その中で河川橋梁について、増水時に橋梁に作用する外力として洪水時の流水の影響は加味されていない。今

回の災害では、想定外の豪雨による大量の雨エネルギーが球磨川の全域に渡って流入した結果、超過洪水となり、橋梁へ過大な負荷が作用して流出したと考えている。

そこで流出原因の検証として、外力としての流水荷重（設計上の規定がないため仮称とする）のモデル化が必要である。流れは不規則であり一律ではないが、高欄に流木が堆積することで、そこが壁のように流水を阻害してしまい、過大な外力が橋軸直角方向から作用し続けていた。また、先の東日本大震災時の津波被害の検証でも指摘されていた浮力の影響も考えられる。支承の損傷状態や流水状態から、逆解析的に流出に至った力学的挙動を追求することが検証方法として考えられる。これらの知見を総合して今後の設計や維持管理面へのフィードバックが必要である。

4. 今後の研究予定

球磨川流域のような地形は日本独特の地形であり、全国に似た環境は存在し、当然のことながら道路や橋梁が数多く存在している。2019年の台風19号による長野県での豪雨災害、さらに広島県の平成30年7月豪雨など、近年の豪雨災害では橋梁流出被害が増えてきている印象がある。また今回の災害のように、主要幹線道が寸断されたことによる災害時の救助活動や、その後の復旧活動への影響への課題も提示された（レジリエンス）。これらを踏まえ、今後は以下の検討を行う予定としている。

- 1) 現地調査による、流出した橋梁と流出しなかった橋梁の洪水時挙動について
- 2) 超過洪水時の流水荷重のモデル化と挙動の変化の構造解析的研究、及び流水-構造物の連成解析
- 3) 山間部における災害時の道路ネットワーク確保（リダンダンシー）とレジリエンス⁽⁵⁾

（令和2年9月25日受付）

（令和2年12月7日受理）

参考文献

- (1) 気象庁熊本地方気象台：「災害時気象資料—令和2年7月3日から4日にかけての熊本県の大雨について—」，2020.
- (2) 「令和2年7月豪雨」熊本県対策本部資料（Web）：https://www.pref.kumamoto.jp/hpkiji/pub/List.aspx?c_id=3&class_set_id=1&class_id=7146，(2020. 9. 25 閲覧).
- (3) 日経クロステック HP 記事：「路面超えの激流にのまれ 14 橋が流失」，<https://xtech.nikkei.com/atcl/nxt/mag/ncr/18/00101/073100003/>，2020.
- (4) 玉井信行，石野和男，榎田真也，前野詩朗，渡邊康玄：「豪雨による河川橋梁災害～その原因と対策～」，技報堂出版，2015.
- (5) 古田均，中津功一郎，高橋亨輔，石橋健，香川圭明：「地域レジリエンスを考慮した道路網の信頼性解析に基づく地震対策の評価」，土木学会論文集 F6（安全問題），70 巻 2 号，pp. I_73-I_80，2014.