

ISSN 1346-7328
国総研資料 第1151号
ISSN 0386-5878
土研資料 第4411号
令和3年3月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of National Institute for Land and Infrastructure Management, No.1151

土木研究所資料

TECHNICAL NOTE of Public Works Research Institute, No.4411

令和2年（2020年）7月豪雨 道路災害調査報告

Report on the investigation of road damage caused by the heavy rain event of July 2020

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

国立研究開発法人 土木研究所

National Research and Development Agency, Public Works Research Institute

令和2年（2020年）7月豪雨 道路災害調査報告

Report on the investigation of road damage
caused by the heavy rain event of July 2020

概要

令和2年（2020年）7月豪雨により、全国で甚大な被害が発生した。本資料は、国総研及び土研の取り組みとして、発災直後あるいはその後に実施された道路災害調査の報告をとりまとめたものである。復旧・復興の技術支援と更なる調査研究に活用するとともに収集した調査資料の保存を図る事を目的とした。

キーワード : 災害調査、道路構造物、豪雨

Synopsis

The heavy rain event of July 2020 caused enormous damage nationwide. We summarized a report on road damage based on the field survey that have been carried out immediately after the disaster or afterwards as an initiative of NILIM and PWRI. Significant features of damage found in each structure and facility are described to record the magnitude of the damage and presumed causes. This report should serve to support further researches and restoration activities and be used as a reference in the future.

Key Words : Disaster investigation, Road structures, Heavy rain

まえがき

令和2年7月3日から7月31日にかけて、日本付近に停滞した前線の影響で、暖かく湿った空気が継続して流れ込み、各地で大雨となり、人的被害や物的被害が発生しました。気象庁は、顕著な災害をもたらしたこの一連の大雨を「令和2年7月豪雨」（以下、令和2年7月豪雨という。）と命名しました。消防庁のとりまとめによると、令和2年12月3日14時の時点で、死者は84名、行方不明者2名、負傷者は重傷10名、軽傷57名、住家被害は全壊1,622棟、半壊4,415棟、一部破損3,588棟、床上浸水1,491棟、床下浸水5,210棟に上っています。今回の災害により亡くなられた方々のご遺族に対し深い哀悼の意を表するとともに、被災された方々に心からお見舞い申し上げます。

令和2年7月豪雨の発災後、国土交通省国土技術政策総合研究所（以下、国総研という。）及び国立研究開発法人土木研究所（以下、土研という。）は、連携して被害状況調査や緊急技術支援を行うとともに、復旧・復興に向けた技術検討・技術支援を継続して行っています。現地への派遣では、専門家及び国土交通省の緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）として各分野の現地対応に参画するとともに、自主調査チームを編成した各種調査を実施しました。7月5日から8月26日までの間に派遣した職員数は、国総研では延べ49人日、土研では延べ89人日になります。なかでも、熊本県南阿蘇村に設置された国総研熊本地震復旧対策研究室は、地の利を活かし、被害発生直後の迅速な現地調査に大きく貢献しました。

本資料は、国総研及び土研の取り組みとして、発災直後、あるいはその後に実施された道路分野における災害調査報告としてとりまとめ、復旧・復興の技術支援と更なる調査研究に活用するとともに、収集した調査資料の保存を図ることを目的としたものです。

国総研及び土研としては、引き続き、今回の災害により生じた被害等を精査し、本災害からの復旧・復興と今後の防災に関わる施策や研究開発に反映させていく所存です。

令和3年3月

国土交通省国土技術政策総合研究所	道路構造物研究部長	福田 敬大
国立研究開発法人土木研究所	地質・地盤研究グループ長	金子 正洋
同上 構造物メンテナンス研究センター	橋梁構造研究グループ長	金澤 文彦
同上	土砂管理研究グループ長	富田 陽子

執筆者一覧

国土交通省国土技術政策総合研究所

道路構造物研究部 道路構造物管理システム研究官	片岡 正次郎
道路構造物研究部橋梁研究室 室長	白戸 真大
道路構造物研究部橋梁研究室 主任研究官	中尾 勝
道路構造物研究部橋梁研究室 研究官	鎌田 将史
道路構造物研究部橋梁研究室 交流研究員	鈴木 克弥
道路構造物研究部橋梁研究室 交流研究員	平野 義徳
道路構造物研究部構造・基礎研究室 室長	七澤 利明
道路構造物研究部構造・基礎研究室 主任研究官	伊藤 浩和
道路構造物研究部構造・基礎研究室 主任研究官	藤田 智弘
道路構造物研究部構造・基礎研究室 研究官	佐々木 惇郎
道路構造物研究部構造・基礎研究室 交流研究員	島田 裕貴
道路構造物研究部構造・基礎研究室 交流研究員	佐々木 政和
道路構造物研究部構造・基礎研究室 交流研究員	栗原 勇太
道路構造物研究部道路基盤研究室 室長	渡邊 一弘
道路構造物研究部道路基盤研究室 主任研究官	藤原 年生
道路構造物研究部道路基盤研究室 交流研究員	石原 一輝
道路構造物研究部道路地震防災研究室 研究官	小嶋 啓太
社会資本マネジメント研究センター熊本地震復旧対策研究室 室長 (併任) 道路構造物研究部	西田 秀明
土砂災害研究部土砂災害研究室 室長	中谷 洋明

国立研究開発法人土木研究所

構造物メンテナンス研究センター橋梁構造研究グループ上席研究員	上仙 靖
構造物メンテナンス研究センター橋梁構造研究グループ主任研究員	澤田 守
構造物メンテナンス研究センター橋梁構造研究グループ主任研究員	堀内 智司
地質・地盤研究グループ施工技術チーム 上席研究員	宮武 裕昭
地質・地盤研究グループ施工技術チーム 主任研究員	澤松 俊寿
地質・地盤研究グループ土質・振動チーム 上席研究員	佐々木 哲也
地質・地盤研究グループ土質・振動チーム 主任研究員	加藤 俊二
地質・地盤研究グループ土質・振動チーム 主任研究員	東 拓生
地質・地盤研究グループ上席研究員 (特命事項担当)	浅井 健一
地質・地盤研究グループ地質チーム 主任研究員	梶山 敦司
土砂管理研究グループ地すべりチーム 上席研究員	杉本 宏之

目 次

1. 気象概要	1
2. 災害調査の概要	5
3. 道路橋	9
3.1 球磨川本川を渡河する道路橋	9
(1) 深水橋（上部構造・橋脚流失）	9
(2) 坂本橋（上部構造流失）	13
(3) 鎌瀬橋（上部構造流失・橋台背面土一部流出）	18
(4) 神瀬橋（上部構造流失・橋脚倒壊）	23
(5) 大瀬橋（上部構造流失・橋台背面土一部流出）	33
(6) 松本橋（上部構造流失）	37
(7) 球磨橋（防護柵一部流出）	45
(8) 相良橋（上部構造流失・橋台背面土流出）	49
(9) 沖鶴橋（上部構造流失）	54
(10) 天狗橋（橋台背面盛土流出）	63
(11) 西瀬橋（上部構造流失）	68
(12) 大橋（防護柵損傷）	75
3.2 球磨川支川を渡河する道路橋	79
(1) 永椎橋（上部構造・橋脚流出）	79
(2) 丸岩橋（防護柵流失、橋台背面盛土流出）	85
(3) 糸原橋（上部構造・橋脚流失）	91
(4) 新深水橋（橋台周辺の土砂流出）	95
(5) 新村橋（上部構造流失・橋脚転倒）	98
(6) 麓橋（上部構造流失）	102
(7) 水無川橋（橋脚変状）	106
3.3 道路橋に関する現地技術支援の初動対応	113
4. 道路土工構造物・道路沿線の自然斜面	116
4.1 道路土工構造物（河川並行区間）の被害調査	116
(1) 岐阜県下呂市（国道41号）	116
(2) 熊本県八代市・球磨村（国道219号他）	123
4.2 道路への自然斜面からの土砂流入の被害調査	138
(1) 長野県喬木村（県道大島阿島線）	138
(2) 長野県天龍村（国道418号）	142
(3) 長崎県平戸市（県道42号平戸生月線）	146
4.3 道路土工構造物（擁壁）の被害調査	152
(1) 宮崎県串間市（国道448号）	152

1. 気象概要¹⁾

令和2年（2020年）7月3日から8日にかけて、梅雨前線が中国から九州付近を通って東日本にのびてほとんど停滞した。前線の活動が非常に活発で、西日本や東日本で大雨となり、特に九州では4日から7日は記録的な大雨となった（**図-1.1.1**、**図-1.1.2**）。また、岐阜県周辺では6日から激しい雨が断続的に降り、7日から8日にかけて記録的な大雨となった（**図-1.1.3**）。気象庁は、熊本県、鹿児島県、福岡県、佐賀県、長崎県、岐阜県、長野県の7県に大雨特別警報を発表し、最大級の警戒を呼びかけた。

その後も前線は本州付近に停滞し、西日本から東北地方の広い範囲で雨の降る日が多くなった。特に13日から14日にかけては中国地方を中心に、27日から28日にかけては東北地方を中心に大雨となった。

7月3日から7月31日までの総降水量は、長野県や高知県の多い所で2,000mmを超えたところがあり、九州南部、九州北部地方、東海地方、及び東北地方の多くの地点で、24、48、72時間降水量が観測史上1位の値を超えた（**図-1.1.4**～**図-1.1.8**）。また、旬ごとの値として、7月上旬に全国のアメダス地点で観測した降水量の総和及び1時間降水量50mm以上の発生回数が、共に1982年以降最多となった（**表-1.1.1**、**表-1.1.2**）。

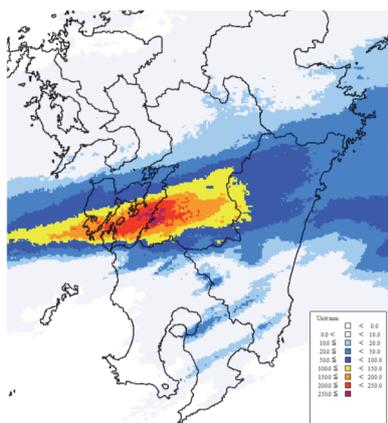


図-1.1.1

3時間降水量(解析雨量)

(7月4日5時)¹⁾

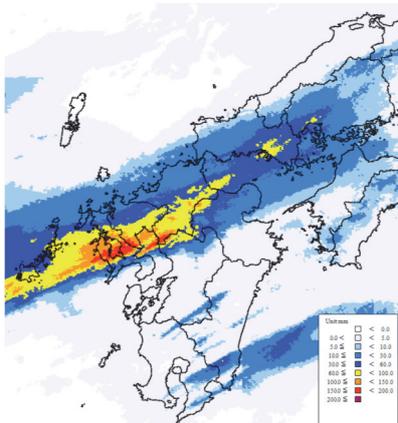


図-1.1.2

3時間降水量(解析雨量)

(7月6日16時)¹⁾

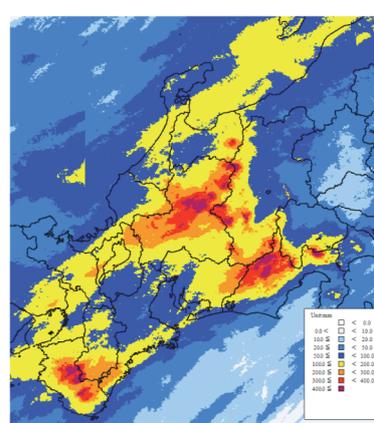


図-1.1.3

48時間降水量(解析雨量)

(7月8日7時)¹⁾

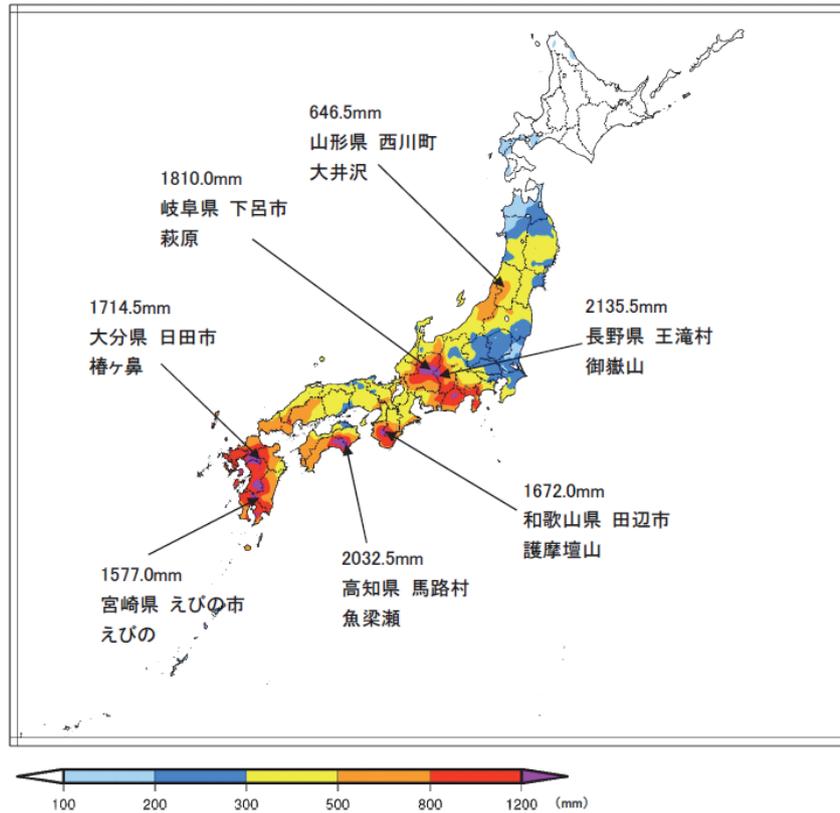


図-1.1.4 期間降水量分布図（7月3日0時～7月31日24時）¹⁾

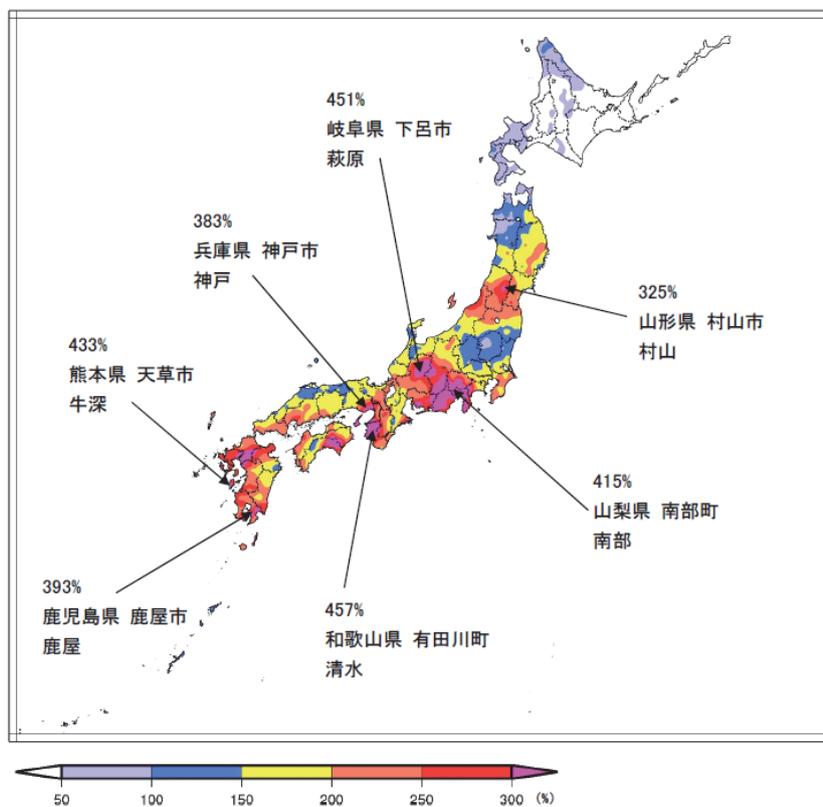


図-1.1.5 期間降水量（7月3日0時～7月31日24時）と月平年値（7月）との比較図¹⁾

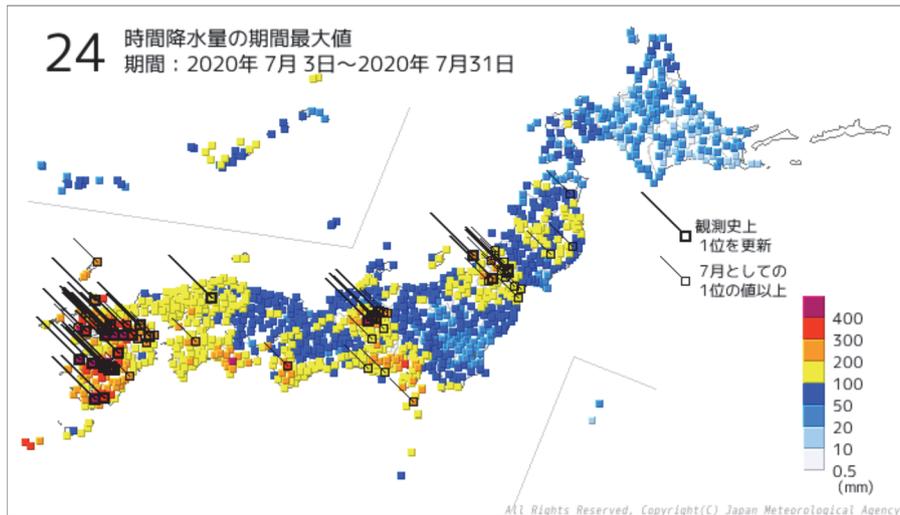


図-1.1.6 24時間降水量の期間最大値の分布図（7月3日0時～7月31日24時）¹⁾

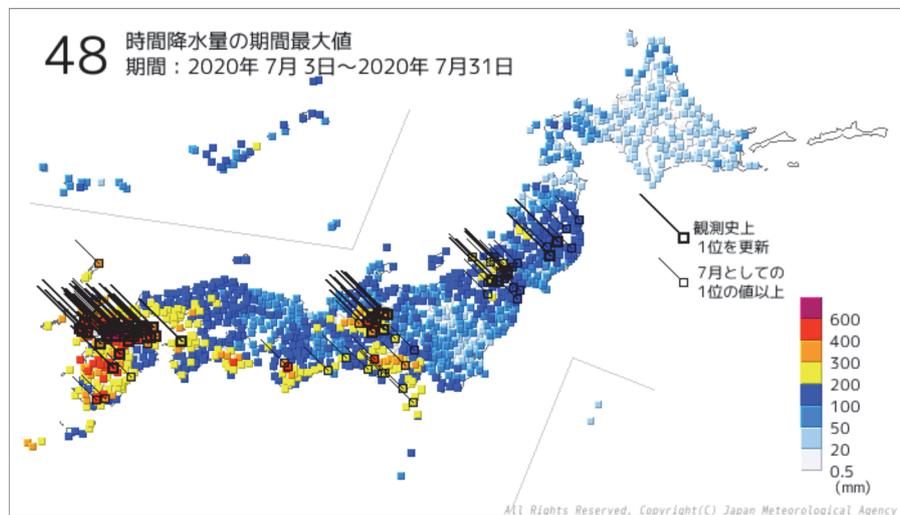


図-1.1.7 48時間降水量の期間最大値の分布図（7月3日0時～7月31日24時）¹⁾

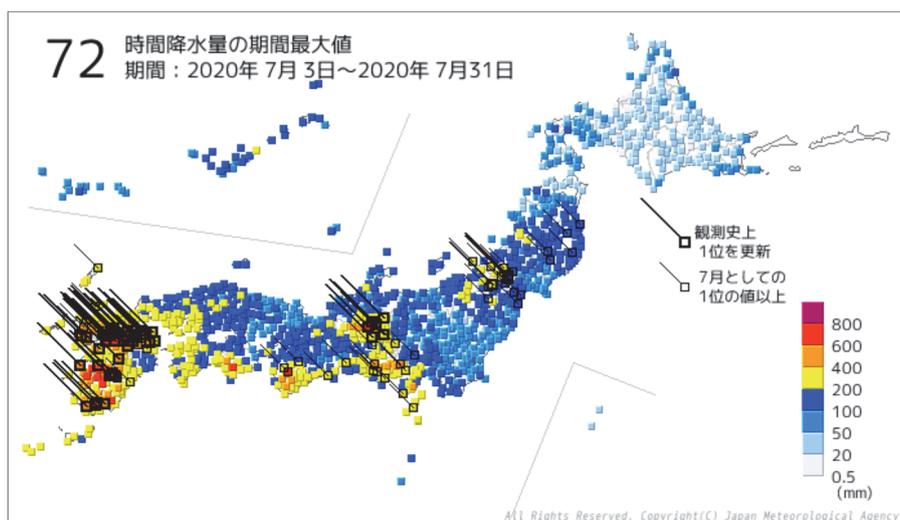


図-1.1.8 72時間降水量の期間最大値の分布図（7月3日0時～7月31日24時）¹⁾

表-1.1.1 降水量の総和（1982年1月上旬～2020年7月上旬）²⁾

順位	年	月	旬	降水量の総和 (mm)	1地点あたり (mm)	備考
1	2020	7	上旬	208,308.0	216.1	令和2年7月豪雨
2	2018	7	上旬	207,526.5	215.3	平成30年7月豪雨
3	1985	6	下旬	199,078.0	206.5	
4	2017	10	下旬	191,532.0	198.7	
5	1990	9	中旬	191,325.0	198.5	
6	2014	8	上旬	173,754.0	180.2	平成26年8月豪雨
7	1999	6	下旬	161,027.5	167.0	
8	1995	7	上旬	156,514.0	162.4	
9	1989	9	上旬	154,334.0	160.1	
10	1983	9	下旬	146,924.0	152.4	

表-1.1.2 1時間降水量50mm以上の発生回数（1982年1月上旬～2020年7月上旬）²⁾

順位	年	月	旬	発生回数	備考
1	2020	7	上旬	82	令和2年7月豪雨
2	2019	10	中旬	69	令和元年東日本台風
3	1993	9	上旬	67	
4	1998	9	下旬	66	
4	2012	7	中旬	66	平成24年7月九州北部豪雨
4	2018	7	上旬	66	平成30年7月豪雨
7	2014	8	上旬	65	平成26年8月豪雨
8	2016	9	中旬	59	
8	2017	9	中旬	59	
10	1990	9	中旬	58	

参考文献

- 1) 気象庁：令和2年7月豪雨 令和2年（2020年）7月3日～7月31日（速報）
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2020/20200811/jyun_sok_uji20200703-0731.pdf
- 2) 気象庁：「令和2年7月豪雨」の観測記録について
http://www.jma.go.jp/jma/press/2007/15a/heavyrain_20200715.pdf

2. 災害調査の概要

令和2年7月豪雨では道路施設にも広い範囲で被害が発生し、全面通行止めとなった区間は、高速道路では16路線、直轄国道で29区間、都道府県等管理の国道で約120区間、都道府県道等で約600区間に及んだ¹⁾ (表-2.1.1)。国総研道路構造物研究部、社会資本マネジメント研究センター、土研構造物メンテナンス研究センター (CAESAR) 及び地質・地盤研究グループでは道路管理者等からの要請により職員を派遣し、技術的支援を行った。

道路橋については、熊本県の球磨川を渡河する橋梁を中心に、被害発生翌日 (7月5日) から今後の復旧に係る技術的支援として、九州地方整備局とともに現地調査を実施した。また、技術的支援に加え、現行の技術基準等の検証のための情報を収集することを目的として、熊本県の国道、県道、及び市道に架かる橋梁の現地調査を行った。なお、3.に記載の橋梁諸元データや被災前の写真、九州地方整備局防災ヘリにより7月4日に撮影されたものは道路管理者からの提供のものである。

道路土工構造物については、今後の復旧に係る技術的支援として岐阜県 (路体崩壊)、長野県 (斜面崩落)、宮崎県 (擁壁・路面変状)、長崎県 (斜面崩落) にて現地調査を行った。また、今後の技術基準の検証を目的に熊本県でも現地調査を行った。調査箇所が多岐にわたるため、現地調査日については後述を参照されたい。

技術的支援の一例として、道路橋は熊本県八代市の深水橋での様子を写真-2.1.1に、道路土工構造物は長崎県平戸市での様子を写真-2.1.2に示す。

調査を行った道路施設のうち、本資料で報告する19の橋梁、土工部被災9箇所、計28箇所の全体図を図-2.1.1に、各地区の詳細図を図-2.1.2から図-2.1.5に示す²⁾。

以下、3. では道路橋、4. では道路土工構造物・道路沿線の自然斜面について、その被災状況と調査結果を報告する。なお、本資料では特に断りのない限り、各調査報告に記載する調査日の調査結果を記す。

表-2.1.1 近年の災害における被災状況の比較¹⁾

<被災による通行止め状況>

豪雨・台風	令和2年7月豪雨	令和元年東日本台風 (台風19号)	平成30年7月豪雨 (西日本豪雨)
	R2.7.3 ~ R2.7.31 (29日間)	R1.10.10 ~ R1.10.13 (4日間)	H30.6.28 ~ H30.7.8 (11日間)
高速道路	16路線	17路線	24路線
直轄国道	29区間	63区間	81区間
都道府県等管理国道	約120区間	約160区間	約200区間
都道府県道等	約600区間	約900区間	約1200区間



写真-2.1.1 熊本県八代市での調査状況（深水橋）



写真-2.1.2 長崎県平戸市での調査状況

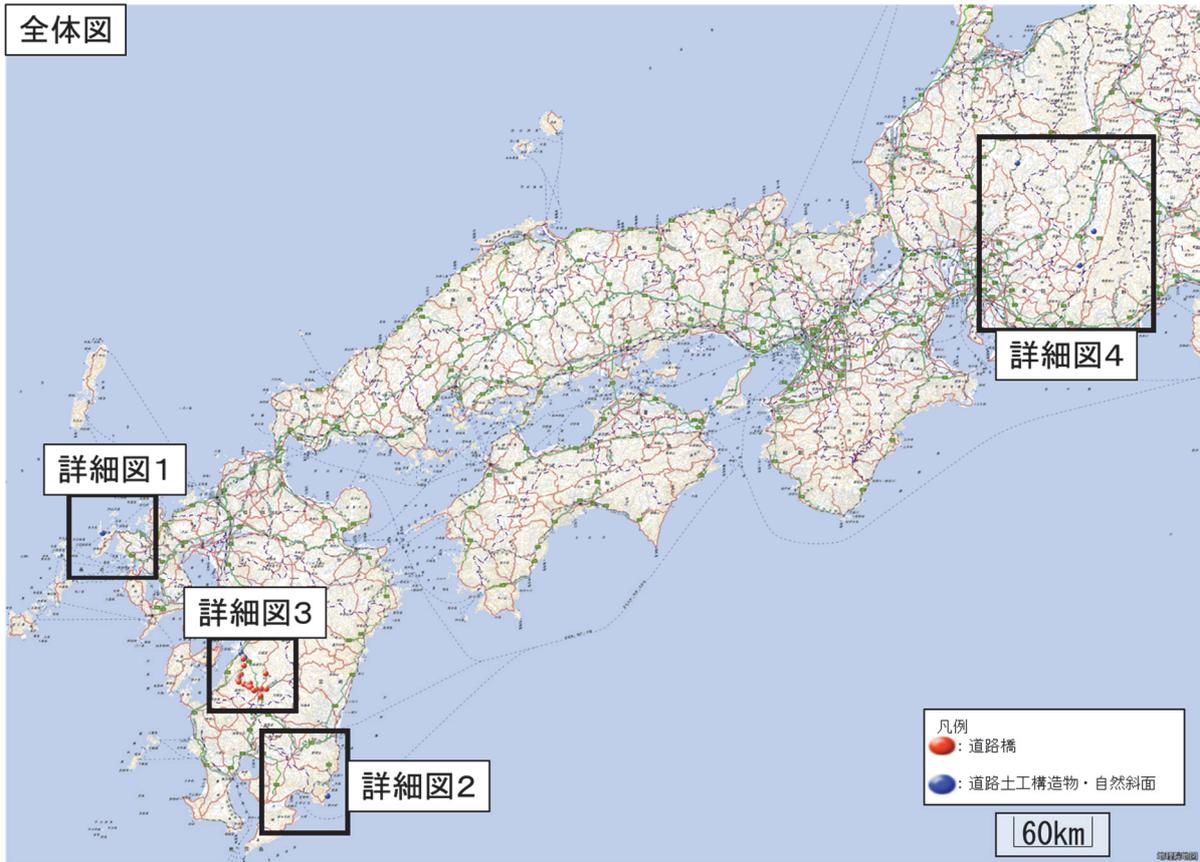


図-2.1.1 本資料記載の調査箇所一覧図（地理院地図（電子国土WEB）²⁾）



図-2.1.2 詳細図1



図-2.1.3 詳細図2

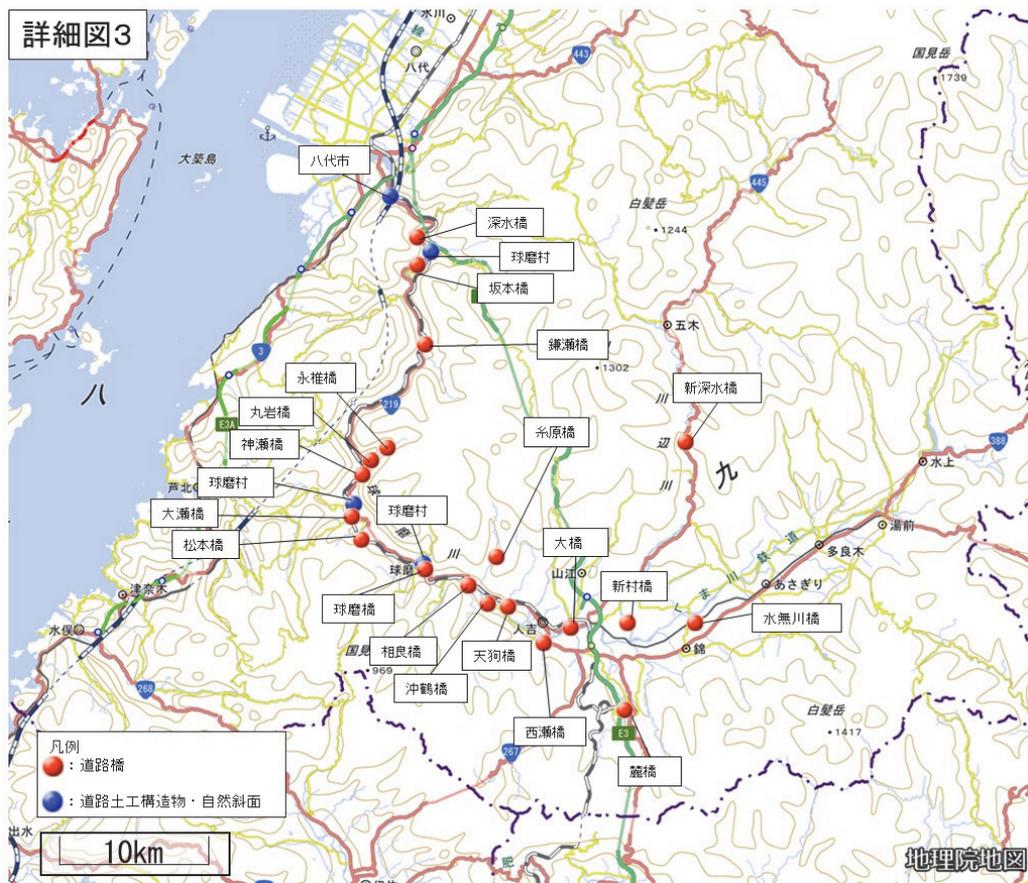


図-2.1.4 詳細図3

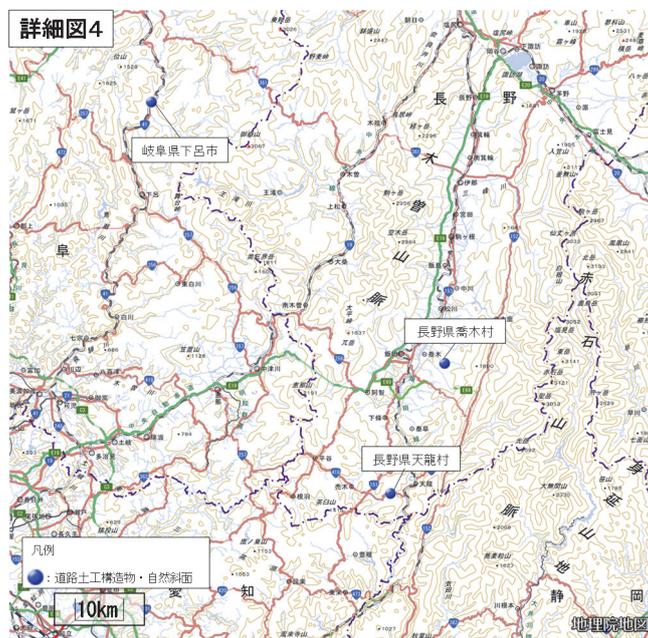


図-2.1.5 詳細図4

参考文献

- 1) 国土交通省：昨今の災害を踏まえた検討の方向性について、第13回道路技術小委員会、2020年9月4日、<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001362315.pdf>
- 2) 国土地理院：地理院地図、<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>

3. 道路橋

3.1 球磨川本川を渡河する道路橋

(1) 深水橋（上部構造・橋脚流失）

深水橋（ふかみばし）は、球磨川を渡河する県道小鶴原女木線の橋梁であり、昭和 41 年（1966 年）にアーチ部が架設された。表-3.1.1 に橋梁諸元、図-3.1.1 に位置図、図-3.1.2 に橋梁一般図を示す。

現地調査は令和2年（2020年）7月5日及び10日に行った。なお、本橋の調査写真については7月10日に撮影されたものである。

表-3.1.1 橋梁諸元（深水橋）

橋 長	154.9m
上部構造	RC 単純 T 桁橋 3 連 + アーチ橋（ランガー） + 鋼単純鈹桁 2 連
下部構造	重力式橋台 2 基、壁橋脚（RC）5 基
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和初期（推定、アーチ部を除く）、昭和 41 年（アーチ部）
適用示方書	大正 15 年道路構造に関する細則案（アーチ部を除く）、 昭和 39 年鋼道路橋設計示方書（アーチ部）
管理者	熊本県

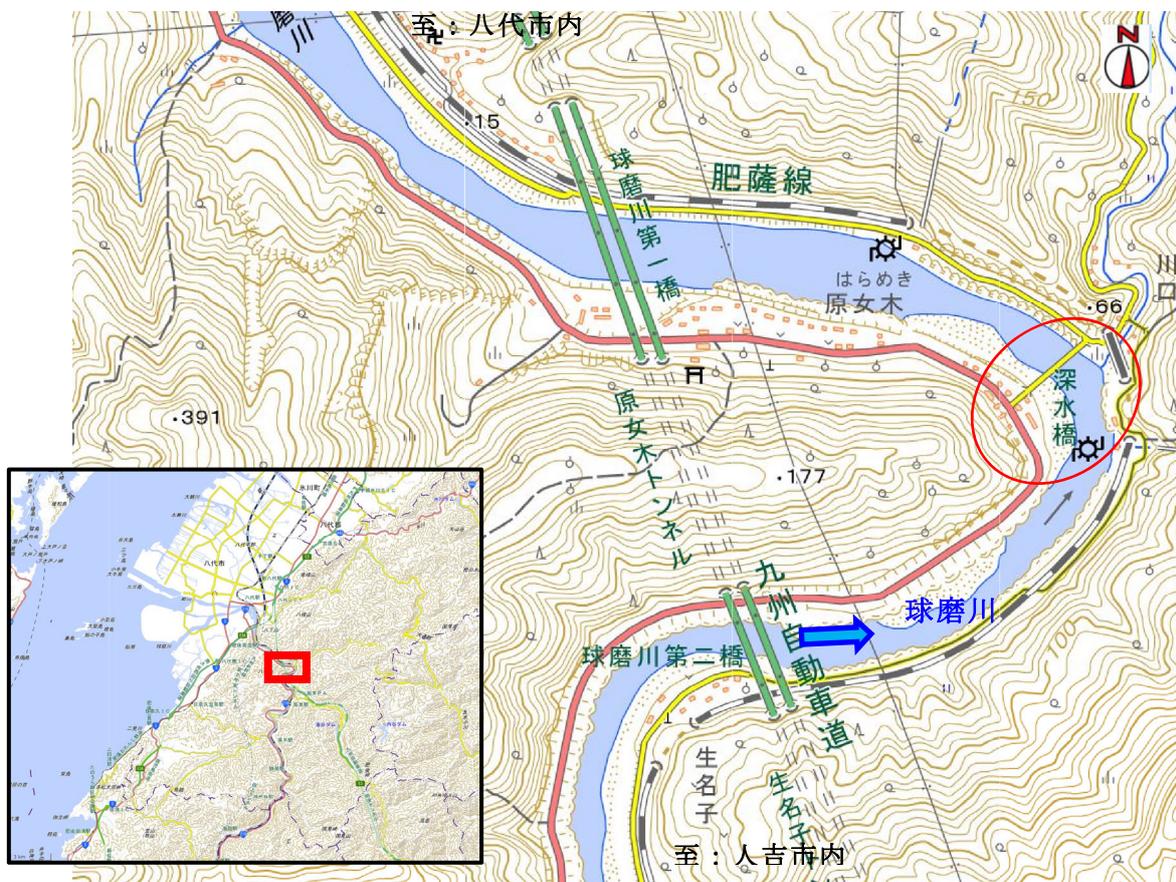


図-3.1.1 位置図¹⁾

深水橋 現況一般図

側面図 S=1:300

橋梁諸元	
橋梁名	深水橋
橋長	L=154.90m
全幅員	B=4.2m+4.6m
有効幅員	B=3.6m
竣工年	昭和30年(竣工)、昭和41年(7-1号架設後)
設計法規章	規. 14 (7-1号)
上構工形式	RC連続桁橋 (A1-P2、P5-A2区間)、 鋼連続桁橋 (P2-P5区間)
基礎工形式	橋脚部7-8号: 円形基礎 重力式橋台 (2基)、埋式橋脚 (5基)
基礎工形式	直接基礎 (橋台橋脚止り)
耐用年数	平成13年、昭和30年 (7-1号架)

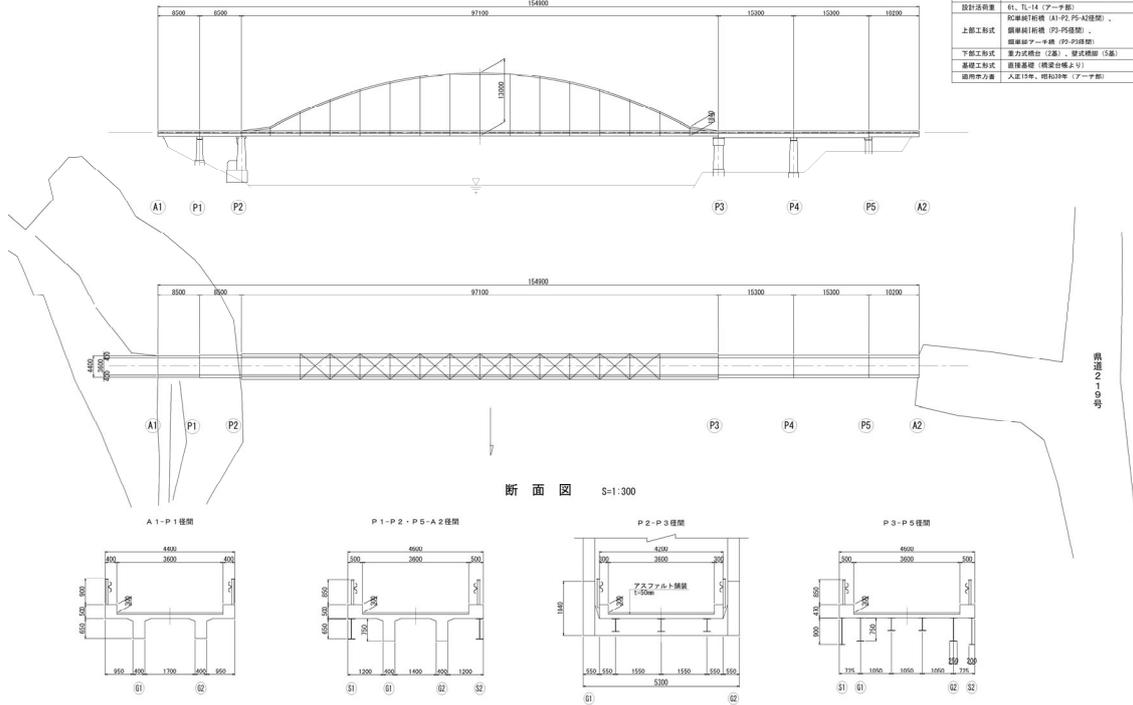


図-3.1.2 橋梁一般図



写真-3.1.1 7月4日の航空写真 (九州地方整備局提供)

現地調査は A2 橋台側からのみ行った。A1～P3 の桁は流失しており、橋脚も P1 は流失、P2 は橋脚の上部が流失していた（写真-3.1.1、写真-3.1.2）。本橋は、湾曲部でかつ川幅が狭く、さらに支川との合流部にあたる箇所に位置するが（図-3.1.1、写真-3.1.1）、桁の流失時には水位が防護柵の高さまで達していたことがニュース映像により確認されている。このことから増水により流体力が桁に作用したと考えられる。また、流失した橋脚（写真-3.1.3）は無筋であり、流体力により橋脚の上部が破壊したと考えられる。ただし橋脚の流失が先か上部構造の流失が先かは推定できない。

ランガー部（P2～P3 間）では、支承は下沓を残して流失しており、下流側の支承ではサイドブロックの下流側が破損しており、さらに桁同士を繋いでいた部材もボルト孔位置で引きちぎられていた（写真-3.1.4）。なお、支承タイプは、アーチ部がピンローラー支承、それ以外は線支承である。

流失しなかった P3～A2 間は、流木等が衝突したことが確認されたが、上部構造、下部構造ともに目立った損傷はみられなかった（写真-3.1.5）。



写真-3.1.2 深水橋被災状況

P1 橋脚 (流失)

P2 橋脚 (上部流失)



写真-3.1.3 被災直後の P2 橋脚



支承損傷状況



桁連結部状況

写真-3.1.4 被災直後の P3 橋脚上構造物



桁状況 (外観)



桁状況 (桁内)

写真-3.1.5 被災直後の P3~A2 桁

(2) 坂本橋（上部構造流失）

坂本橋（さかもとばし）は、球磨川を渡河する県道坂本人吉線の橋梁であり、昭和29年（1954年）に架設された（写真-3.1.6）。表-3.1.2に橋梁諸元、図-3.1.3に位置図、図-3.1.4に橋梁一般図を示す。

現地調査は令和2年（2020年）7月10日に行った。

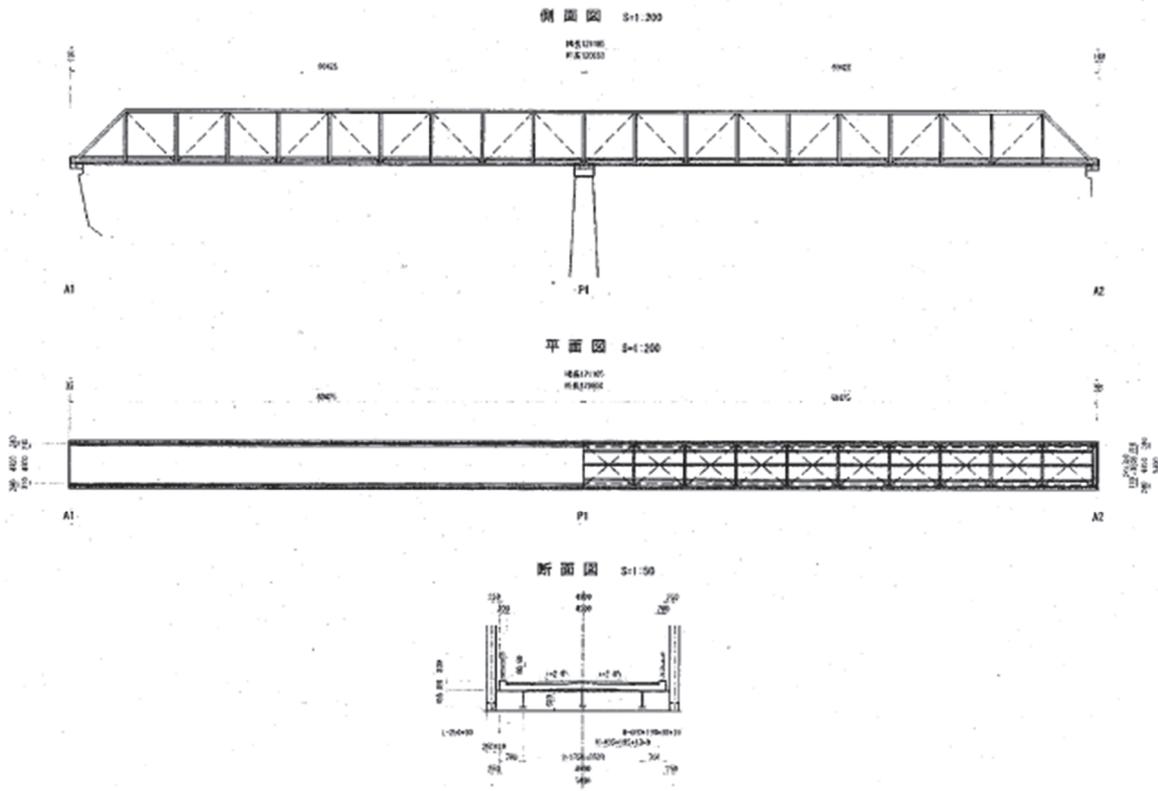
表-3.1.2 橋梁諸元（坂本橋）

橋長	121.0m
上部構造	2径間連続鋼トラス橋（道路橋、歩道橋）
下部構造	逆T式橋台（直接基礎2基）、小判柱橋脚（直接基礎1基）
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和29年
適用示方書	昭和14年鋼道路橋設計示方書案
管理者	熊本県



図-3.1.3 位置図¹⁾

坂本橋 橋梁一般図 (その1)



坂本橋 橋梁一般図 (その2) S=1:100

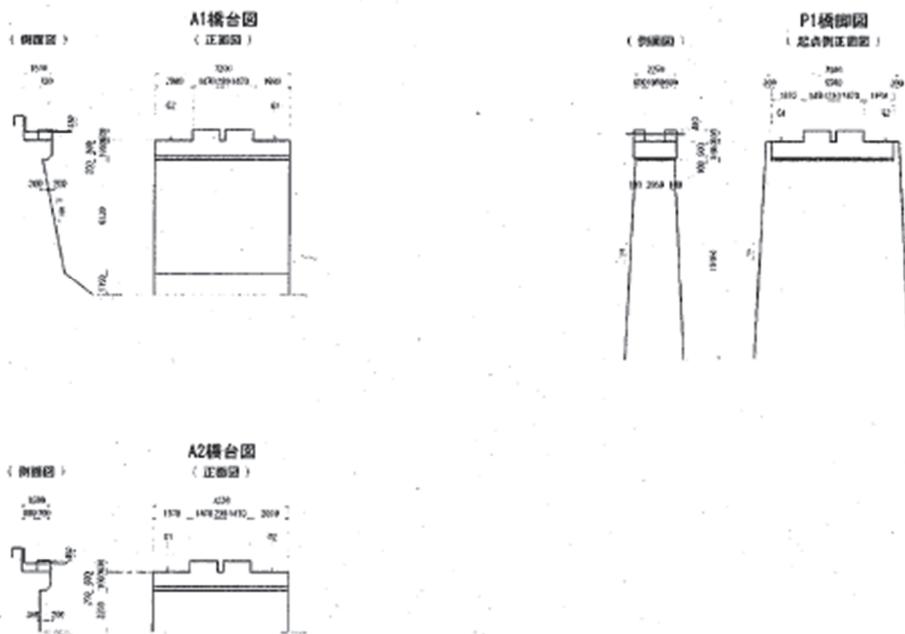


図-3.1.4 橋梁一般図



写真-3.1.6 被災前状況



写真-3.1.7 7月4日の航空写真（九州地方整備局提供）

現地調査は A2 橋台側からのみ行った。上部構造については、車道部及びその上流側にある側道橋ともに A1～A2 間のトラス橋の流失が確認された（写真-3.1.7、写真-3.1.8）。本橋は川幅が広くなる直前の狭い箇所位置するが（図-3.1.3）、写真-3.1.7 の状況から橋面の高さを越えるまで水位が上昇し、流体力により桁が流失したと推察される。側道橋の A2 橋台では、桁と上沓が切断し、アンカーバーの引き抜けが確認された（写真-3.1.9）。

車道部の P1 橋脚では、耐震補強対策として変位制限装置および縁端拡幅を実施されていたが、支承本体の損傷によって桁が流失したとみられる（写真-3.1.10）。なお、側道橋の P1 橋脚については、7月10日の調査時点では目視で確認できなかったが、橋脚躯体基部で軸方向鉄筋が破断し、橋脚天端が A1 側（左岸側）となるように倒壊していることが、後日水位が低下した後に実施された調査で確認された（写真-3.1.11）。



写真-3.1.8 被災状況全景



写真-3.1.9 側道橋 A2 支承部損傷
状況



写真-3.1.10 P1 橋脚損傷状況

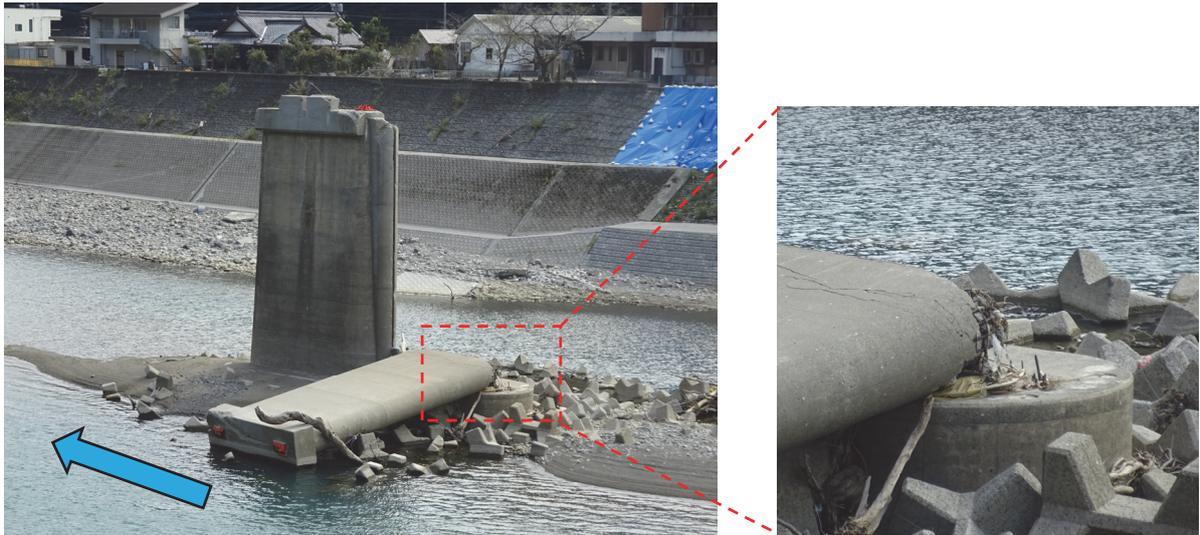


写真-3.1.11 側道橋 P1 橋脚損傷状況(10月5日撮影)

(3) 鎌瀬橋（上部構造流失・橋台背面土一部流出）

鎌瀬橋（かませばし）は、球磨川を渡河する国道 219 号の橋梁であり、昭和 29 年（1954 年）に架設された（写真-3.1.12）。表-3.1.3 に橋梁諸元、図-3.1.5 に位置図、図-3.1.6 に橋梁一般図を示す。

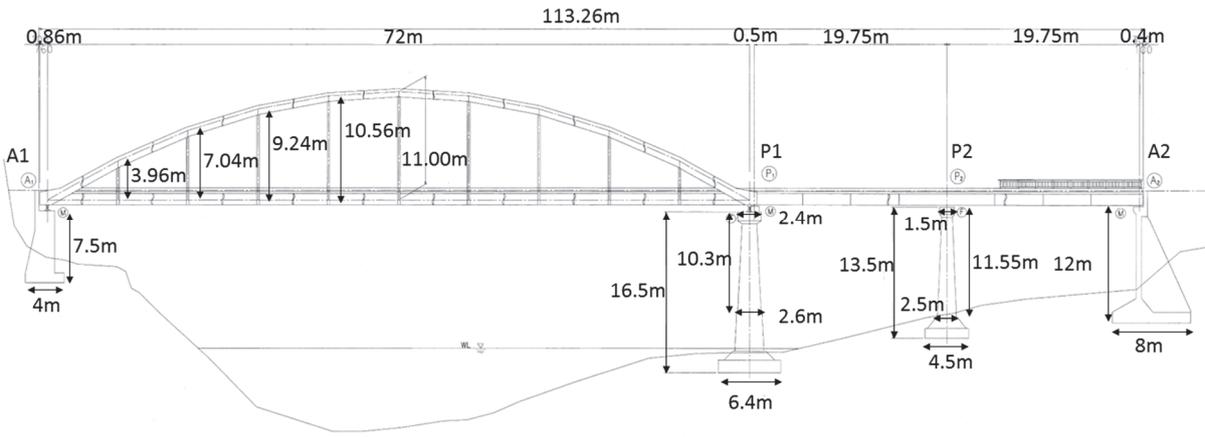
現地調査は令和 2 年（2020 年）7 月 9 日及び 7 月 10 日に行った。なお、本橋の調査写真については 7 月 10 日に撮影されたものである。

表-3.1.3 橋梁諸元（鎌瀬橋）

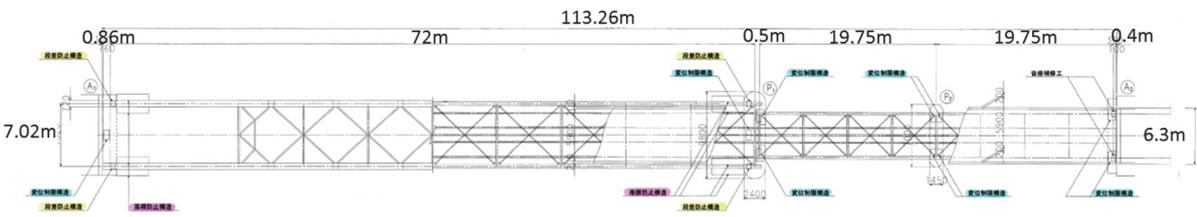
橋 長	113.26m
上部構造	下路式鋼アーチ（ローゼ）橋、2 径間連続鋼 I 桁橋
下部構造	重力式橋台（2 基）、柱式橋脚（2 基）
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和 29 年
適用示方書	昭和 14 年鋼道路橋設計示方書
管理者	熊本県



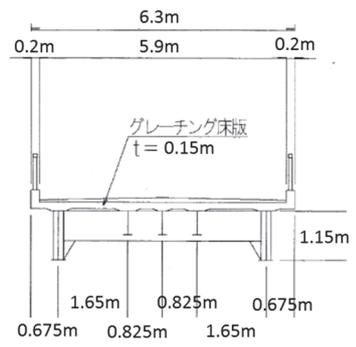
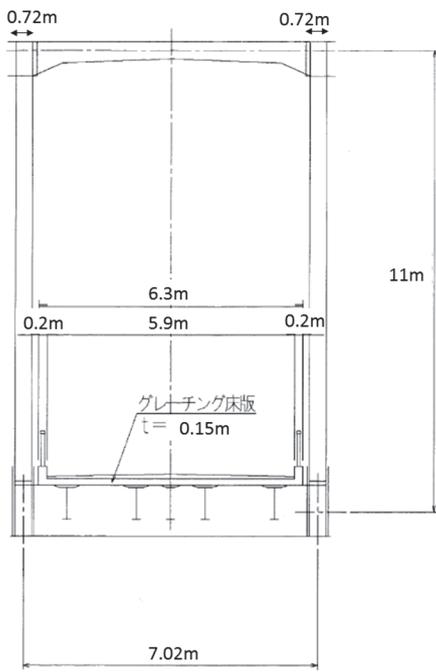
図-3.1.5 位置図¹⁾



(側面図)



(平面図)



(断面図)

図-3.1.6 橋梁一般図



写真-3.1.12 被災前状況



写真-3.1.13 7月4日の航空写真（九州地方整備局提供）

現地調査は A1 橋台側からのみ行った。上部構造は全て流失していることが確認された（写真-3.1.13、写真-3.1.14）。本橋は A1 橋台側が水衝部となっている（図-3.1.5）。洪水時の水位は、写真-3.1.14 の状況や A1 橋台付近の路面上に草木等が残存している状況から橋面を越える高さとなったと考えられる。また、鋼 I 桁橋は A2 橋台下流側の護岸に横たわり残存している状況が確認された。流失した鋼 I 桁橋の防護柵には、流木等が引っ掛かっているが、防護柵に大きな変形は確認されなかった（写真-3.1.15）。A1 橋台は、下流側のパラペット及びウイングの損傷と下流側の橋台背面土の一部流出、ならびに上流側橋座の支承前面の損傷が確認された（写真-3.1.16、写真-3.1.17）。本橋は、平成7年兵庫県南部地震における復旧仕様にに基づき落橋防止装置が設置されていたが、P1 橋脚に設置された落橋防止装置のブラケットは下流側に変形している状況が確認された（写真-3.1.18）。また、橋座部の RC ブロックは下流側が破損（写真-3.1.18）しており、これら

の状況から、アーチ部は流体力により水平に押されるとともに回転しながら流失したと考えられる。



写真-3.1.14 上部構造の流失



写真-3.1.15 流失した上部構造（鋼 I 桁橋）の状況



写真-3.1.16 A1 橋台のパラペット及びウイングの損傷状況



写真-3.1.17 A1 橋台の支承部及び橋座部の損傷状況



写真-3.1.18 橋脚上の落橋防止のケーブルの破断

(4) 神瀬橋（上部構造流失・橋脚倒壊）

神瀬橋（このせはし）は、球磨川を渡河する橋梁であり、昭和 9 年（1934 年）に架設された。表-3.1.4 に橋梁諸元、図-3.1.7 に位置図、図-3.1.8 に橋梁一般図を示す。

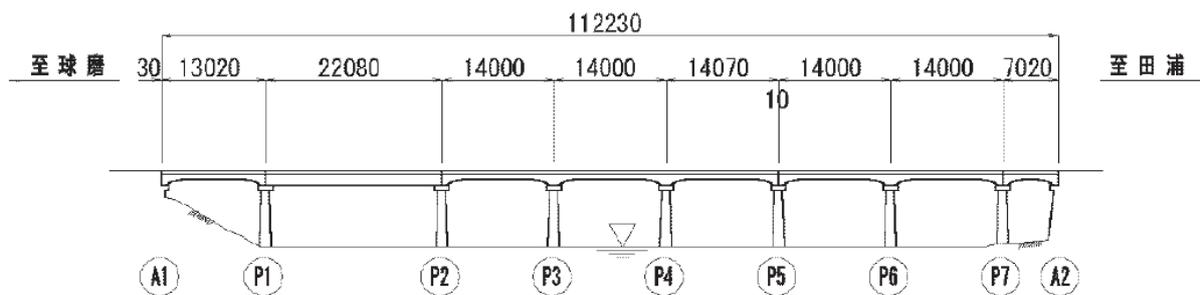
現地調査は令和2年（2020年）7月7日、7月30日及び8月5日に行った。なお、本橋の調査写真については7月30日に撮影されたものである。

表-3.1.4 橋梁諸元（神瀬橋）

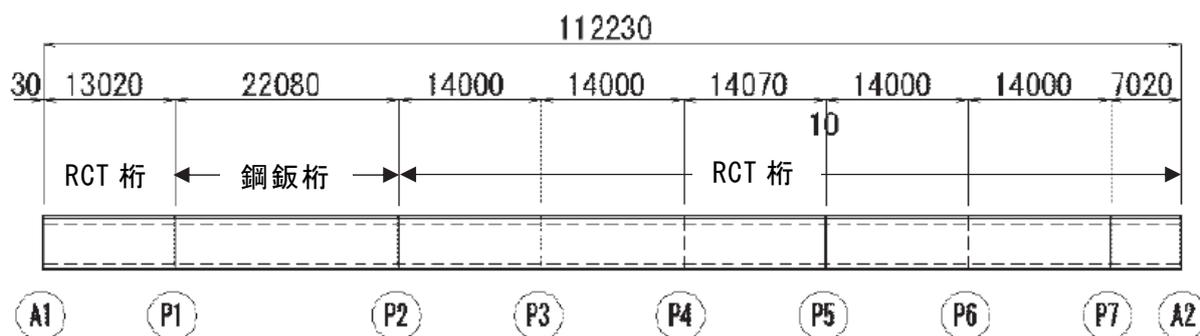
橋 長	112.2m
上部構造	RC 単純 T 桁+鋼単純鈹桁橋
下部構造	逆 T 式橋台（2 基）、二層ラーメン橋脚（7 基）
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和 9 年
適用示方書	大正 15 年道路構造に関する細則案
管理者	熊本県



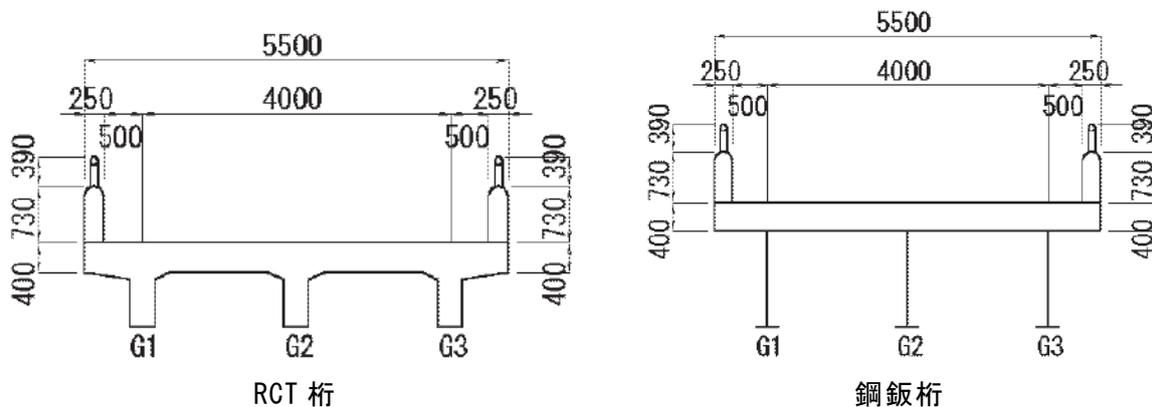
図-3.1.7 位置図¹⁾



(側面図)



(平面図)



(断面図)

図-3.1.8 橋梁一般図



写真-3.1.19 7月4日の航空写真（九州地方整備局提供）

現地調査はA1橋台側から行った。下部構造では、P2及びP4橋脚は下流側に倒壊していた（写真-3.1.19、写真-3.1.20）。遠望目視では、倒壊したP2及びP4橋脚の基礎底面には岩塊が付着しており、当初のフーチング周りにコンクリート巻立てが施されているように見受けられた（写真-3.1.21、写真-3.1.22）。さらに、内部にある当初のフーチングコンクリートの表面が粗い状態であることから、施工時あるいは供用開始後の流水等の影響により、フーチングのコンクリートに劣化等が生じていた可能性がある（写真-3.1.21、写真-3.1.22）。P2及びP4橋脚のフーチング底面の状態から、球磨川の増水による流体力の作用のほか、橋脚基礎としての支持状態が橋脚の倒壊に影響した可能性が考えられる。P1、P3、P5及びP6橋脚では、橋脚天端の下流側で欠けが確認できた（写真-3.1.23、写真-3.1.24）。また、P1橋脚では支承の損傷が確認された。下流側の支承は橋脚天端の端部のコンクリートの破壊により脱落し、上流側の支承も、支承の下流側サイドブロックが下流側に変形していた（写真-3.1.24）。これらの橋脚天端や支承の変状は、桁が落下する際に生じたと考えられる。また、P5橋脚では、上流側の中間梁付近に水平方向のひび割れが発生していることを確認したが（写真-3.1.25）、遠望目視のため、このひび割れが今回の豪雨により生じたものであるかどうかは不明である。

A1橋台では、パラペットに破壊が生じていた。パラペット破壊箇所両端部の破断面は円弧状であり（写真-3.1.26）、また、A1-P1間の桁端部では落橋防止構造で連結されたパラペットのコンクリートブロックが確認された（写真-3.1.27）。一方、パラペットと橋台躯体を接合する鉄筋は確認されなかった。これらの損傷状況から、桁の流失に伴い、落橋防止構造を介してパラペットに押抜きせん断破壊が生じたものと考えられる。

P7橋脚及びA2橋台では、遠望目視の範囲では、特段の変状は確認できなかった（写真-3.1.28）。

上部構造では、P7～A2 間の桁以外の全ての桁は流失しており、目視では前述した A1～P1 間の桁ともう一つの桁以外は確認できなかった。目視確認できた後述の桁は、主桁のコンクリートが割れ、鉄筋が露出していた（写真-3.1.29）。P7～A2 間の桁では、流失は免れたが、下流側の主桁端部に破壊が生じていた（写真-3.1.30）。桁が流失しようとする力に対して梁端部に設けられた下流側の突起が抵抗したことで下流側の主桁にのみ変状が生じたと考えられる。

なお、神瀬橋は、球磨川の直線的な河川区間に位置している（図-3.1.7、写真-3.1.31）。写真-3.1.30 に示すように、P3 橋脚天端や A2 橋台周辺の沿道に流木等が漂着していたことから、本橋の橋面以上まで増水したものとみられ、増水時に流体力が桁に作用したと考えられる。



写真-3.1.20 橋脚の倒壊

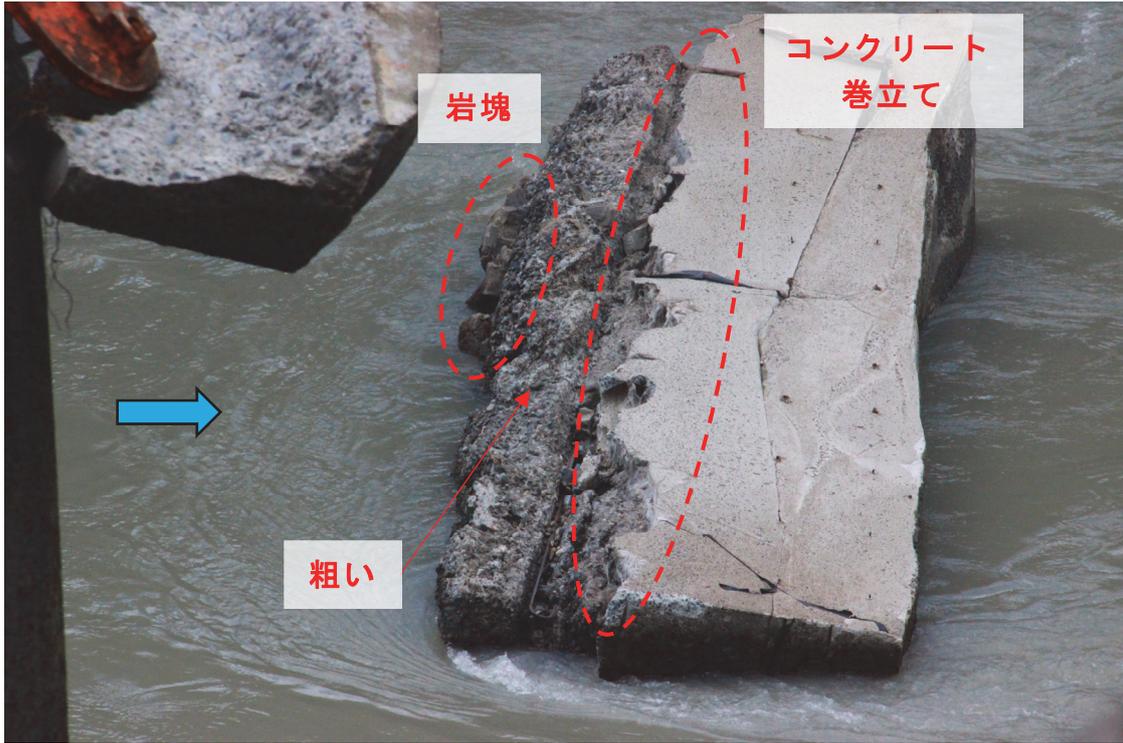


写真-3. 1. 21 倒壊した P2 橋脚の基礎底面

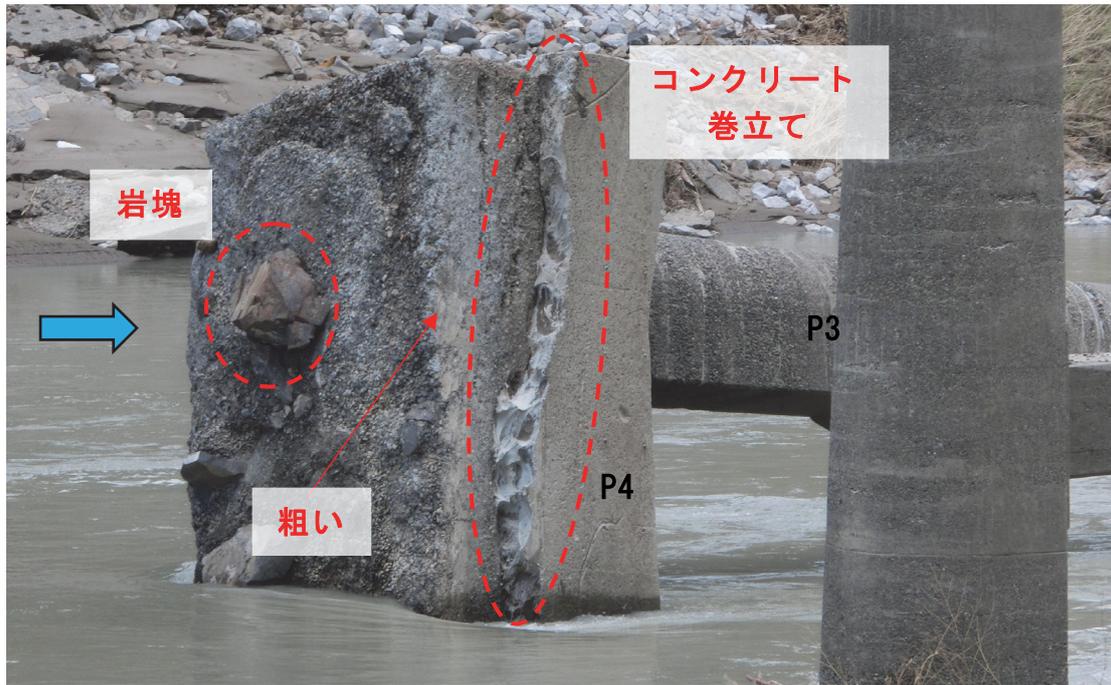


写真-3. 1. 22 倒壊した P4 橋脚の基礎底面

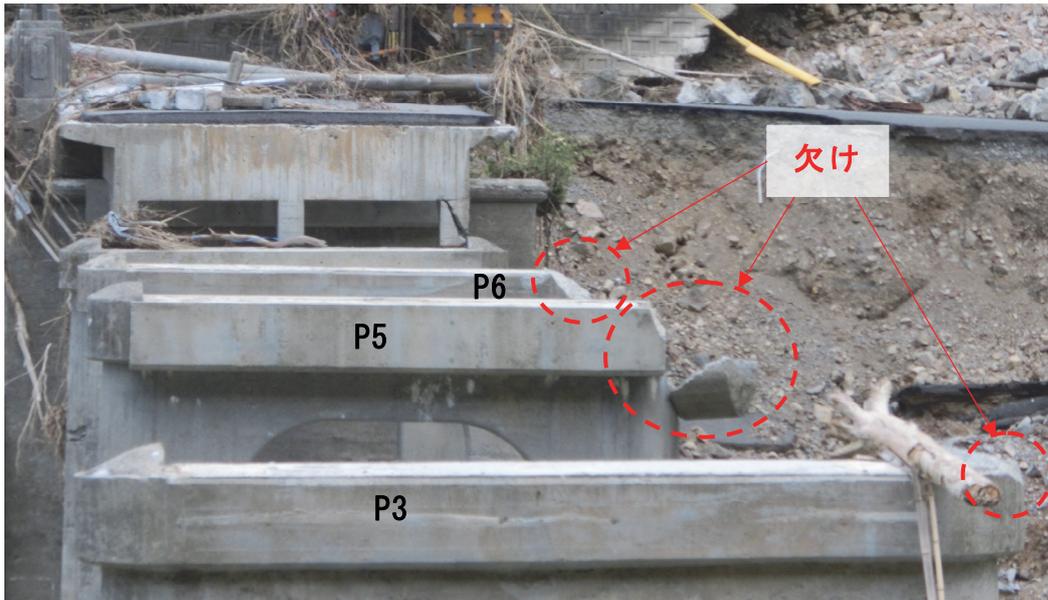


写真-3.1.23 P3 及び P5 及び P6 橋脚天端の欠け

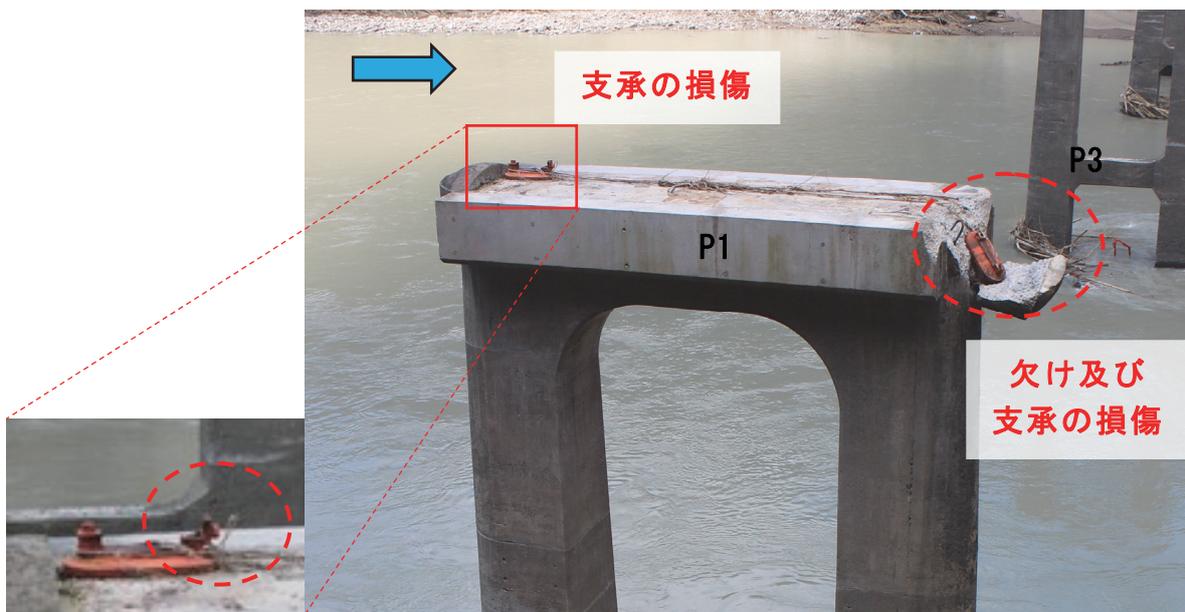


写真-3.1.24 P1 橋脚天端及び支承の変状

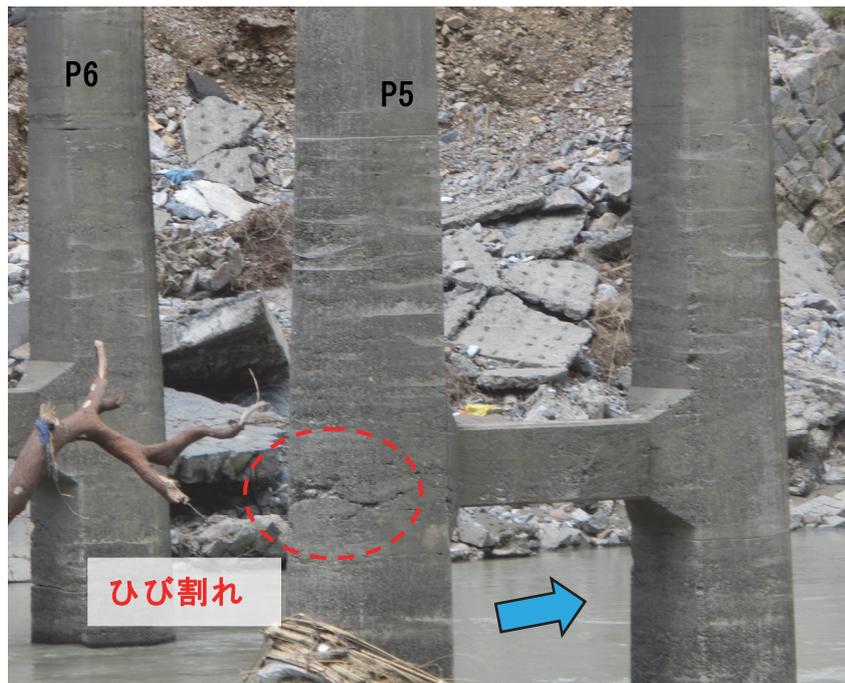


写真-3.1.25 P5 橋脚中間梁付近のひび割れ



写真-3.1.26 A1 橋台パラペットの変状





写真-3.1.27 A1 橋台パラペットのコンクリートブロック



写真-3.1.28 P7 橋脚及び A2 橋台の状態

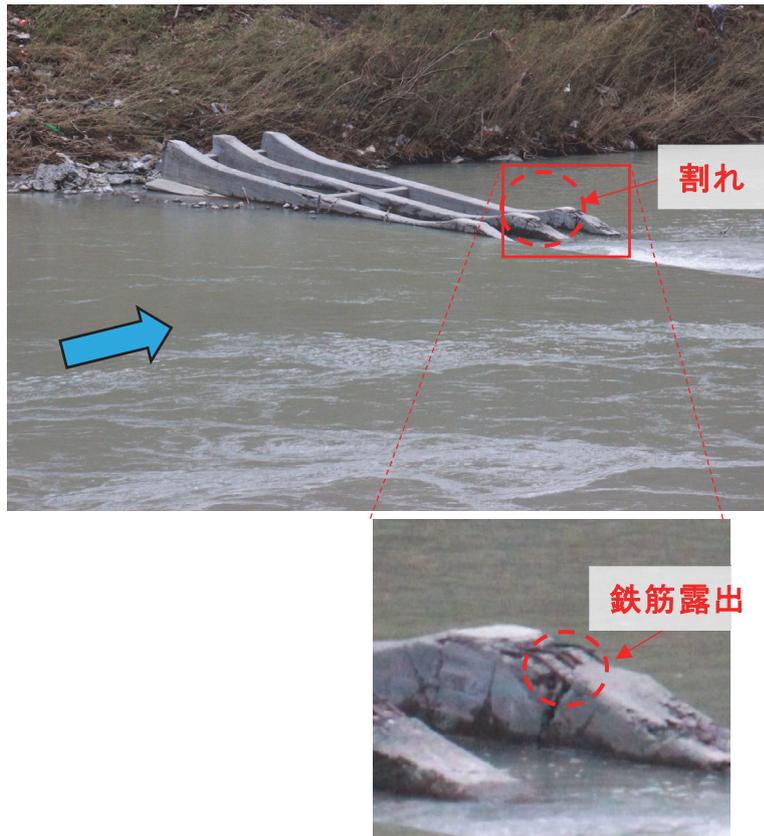


写真-3. 1. 29 流失した桁の状態

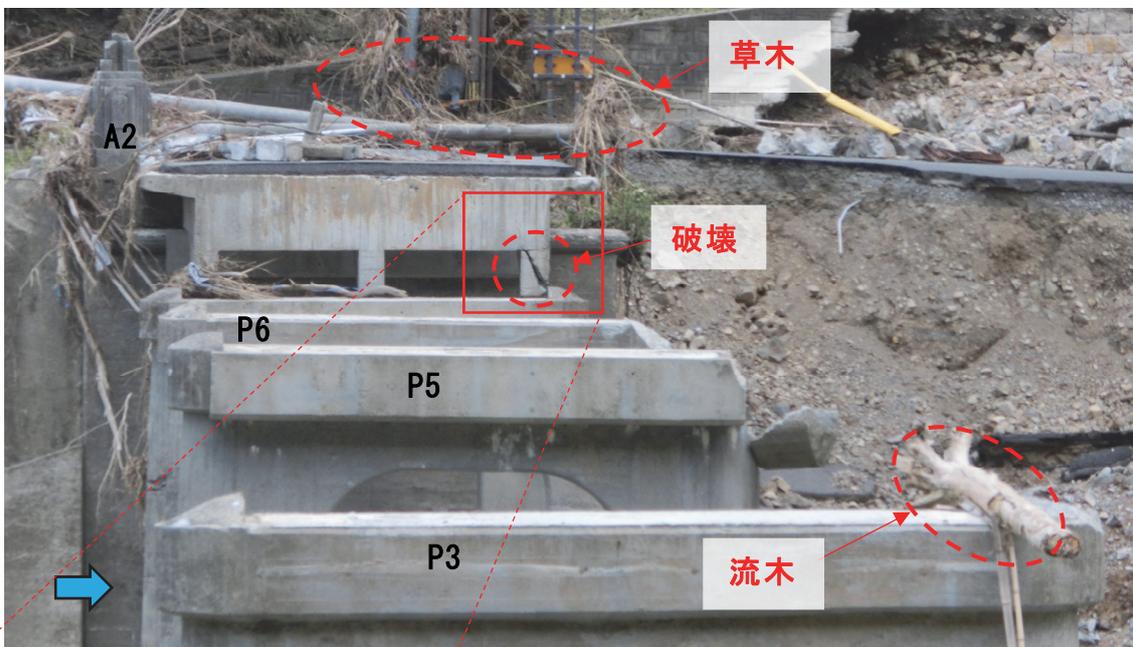


写真-3. 1. 30 増水の痕跡





写真-3.1.31 球磨川の河道形状（上流側）

(5) 大瀬橋（上部構造流失・橋台背面土一部流出）

大瀬橋（おおせばし）は、球磨川を渡河する村道大瀬吉松線の橋梁であり、昭和 59 年（1984 年）に架設された。表-3.1.5 に橋梁諸元、図-3.1.9 に位置図、図-3.1.10 に橋梁一般図を示す。

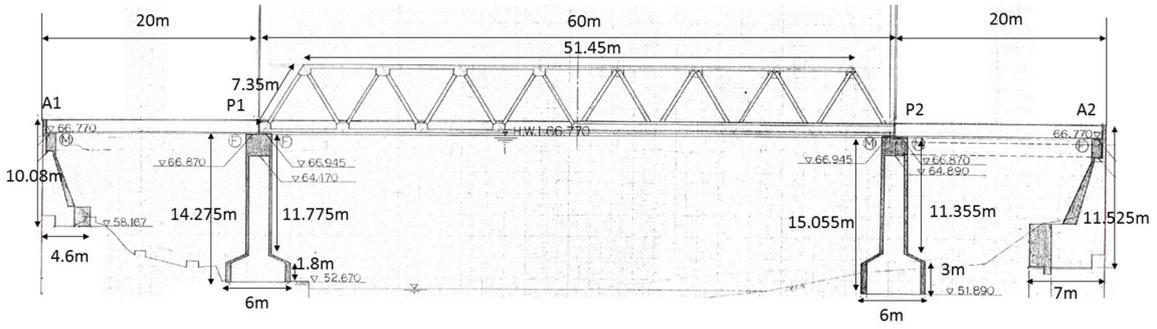
現地調査は令和 2 年（2020 年）7 月 10 日に行った。

表-3.1.5 橋梁諸元（大瀬橋）

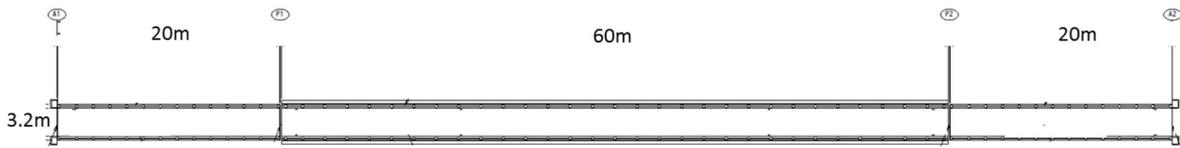
橋 長	100.00m
上部構造	下路式鋼トラス橋，単純 RC 桁橋
下部構造	重力式橋台（2 基）、柱式橋脚（2 基）
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和 59 年
適用示方書	昭和 55 年道路橋示方書
管理者	熊本県球磨村



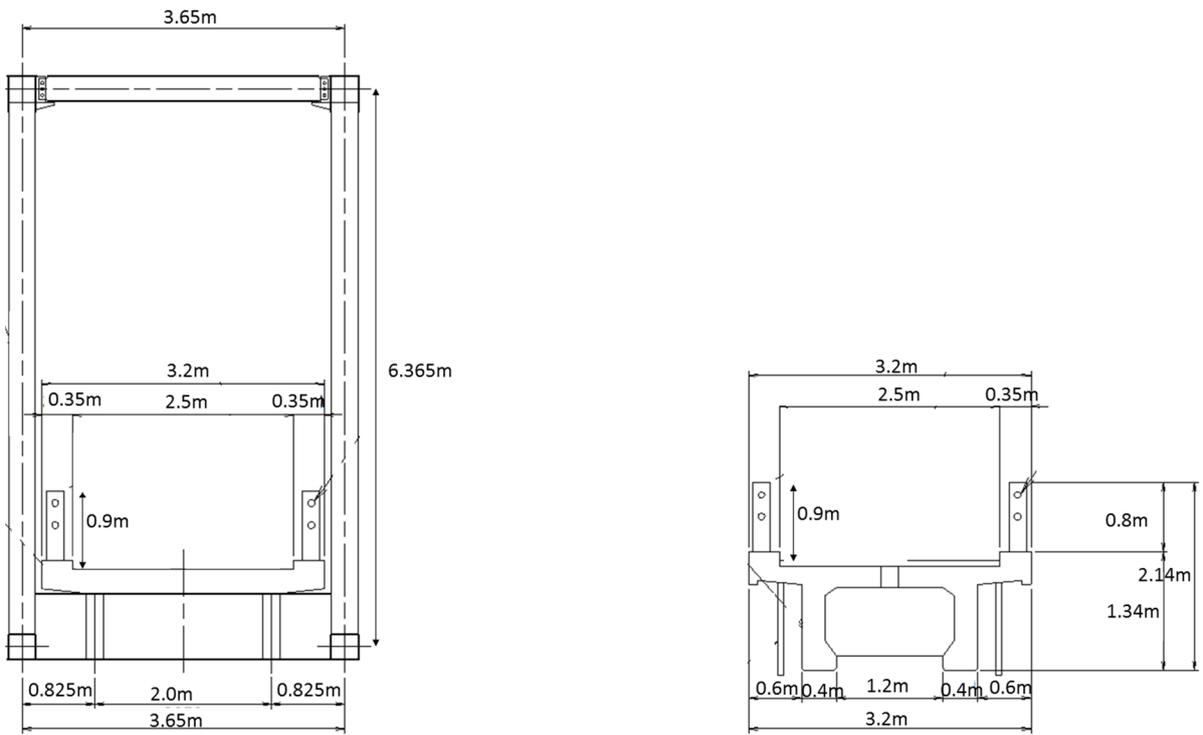
図-3.1.9 位置図¹⁾



(側面図)



(平面図)



(断面図)

図-3.1.10 橋梁一般図

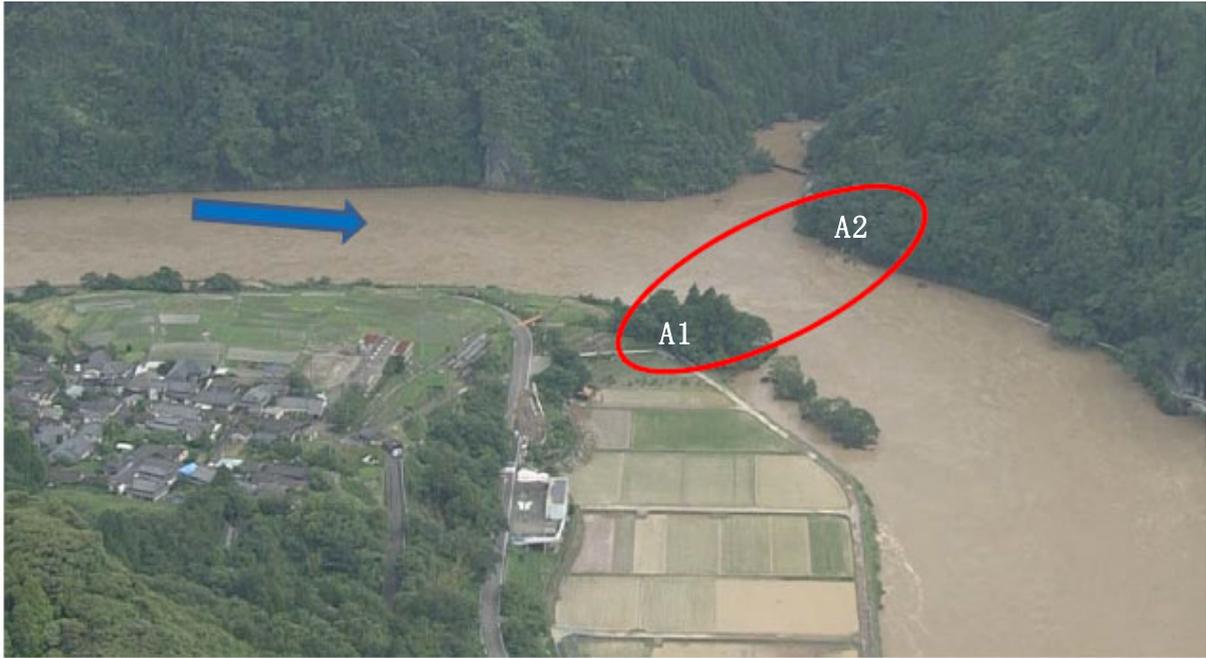


写真-3.1.32 7月4日の航空写真（九州地方整備局提供）

現地調査は A1 橋台側のみから行った。上部構造は全て流失し（写真-3.1.32、写真-3.1.33）、トラス橋は架橋位置から約 100m 下流に流されている状況が確認された（写真-3.1.34）。橋脚（P1、P2）は、遠望目視で確認した範囲では変状等は見られなかった。A1 橋台の支承部では桁の水平変位を抑えるためのアンカーバーが大きく曲がっており、上部構造の流失に伴い変形が進んだものと考えられる（写真-3.1.35）。また、A1 側の取付護岸の一部損傷と A1 橋台背面土の一部流出が見られた。

本橋近くの上流側に支川が合流している（図-3.1.9）。洪水時の水位は、写真-3.1.32 の状況や A1 橋台付近の路面上に草木等が残存している状況（写真-3.1.33）から、橋面以上であったと考えられる。このことと、支承部のアンカーバーの変形から、増水により上部構造には流体力が作用したと考えられる。



写真-3.1.33 上部構造の流失



写真-3.1.34 流失した上部構造（トラス）の状況（架橋位置から約100m下流）

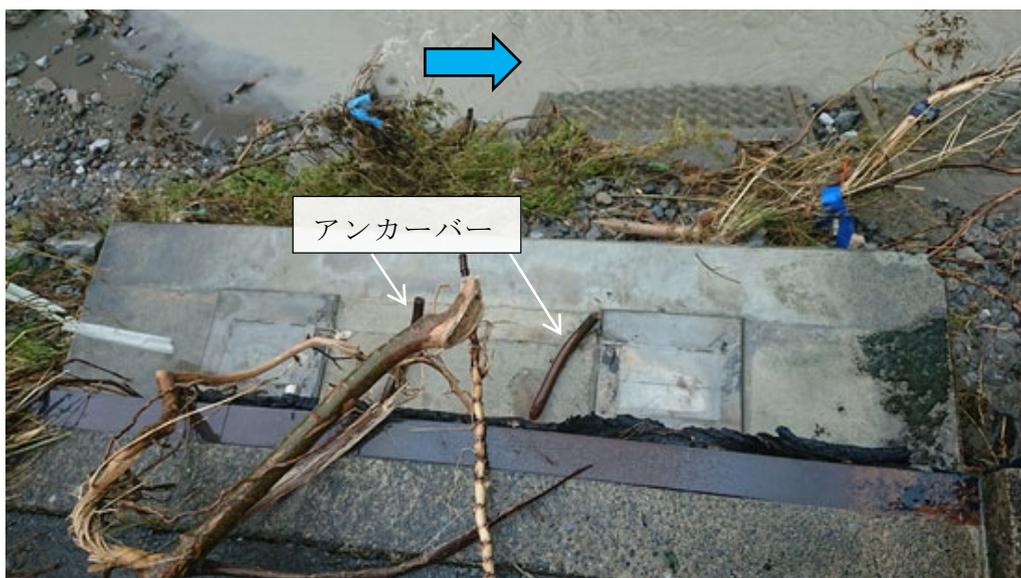


写真-3.1.35 A1 橋台の支承部の状況

(6) 松本橋（上部構造流失）

松本橋（まつもとばし）は、球磨川を渡河する球磨村道の橋梁であり、昭和39年（1964年）に架設された（写真-3.1.36）。表-3.1.6に橋梁諸元、図-3.1.11に位置図、図-3.1.12に橋梁一般図を示す。本橋はA2橋台側が曲線の河川の外側にあたり、水衝部となっている（図-3.1.11）。

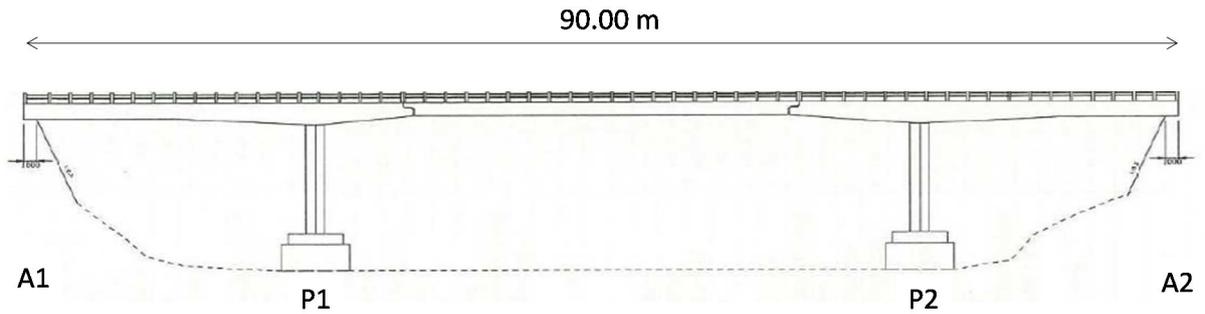
現地調査は令和2年（2020年）7月10日、7月29日及び7月30日に行った。

表-3.1.6 橋梁諸元（松本橋）

橋長	90.00m
上部構造	3径間PCゲルバー桁橋
下部構造	重力式橋台（2基）、柱式橋脚（2基）
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和39年
適用示方書	昭和39年鉄筋コンクリート道路橋設計示方書
管理者	熊本県球磨村



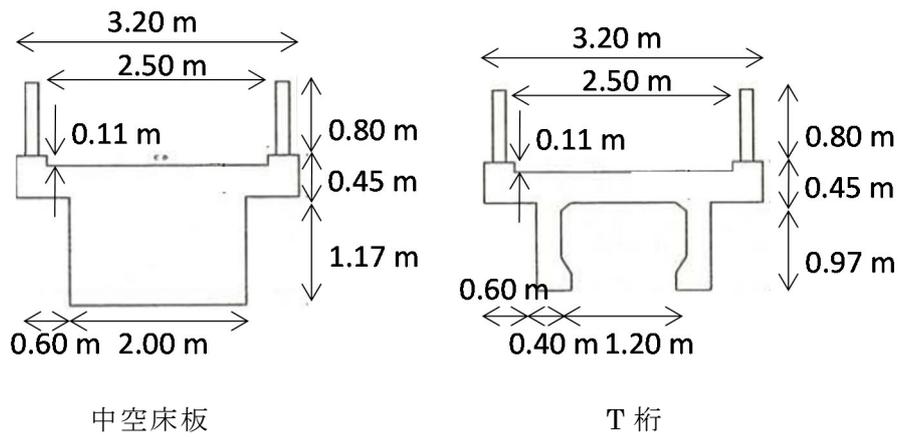
図-3.1.11 位置図¹⁾



(側面図)



(平面図)



(断面図)

図-3.1.12 橋梁一般図



写真-3.1.36 被災前全景



写真-3.1.37 7月4日の航空写真（九州地方整備局提供）

現地調査により、上部構造の流失と以下の橋脚及び橋台の変状等が確認された（写真-3.1.37、写真-3.1.38）。なお、P1 及び P2 橋脚ともに、7月29日及び7月30日のいずれの現地調査時においても水位よりも高い位置で岩盤にフーチングが設置されている状況が確認できた。

P2 橋脚の基部に3本のひび割れが確認されるとともに、橋脚基部でフーチングからの浮き上がりが生じ、上流側で約1cmの浮き上がり量であった。また、橋脚基部の下流側に高さ1m程度の剥離が見られた（写真-3.1.39～写真-3.1.42）。3本のひび割れは、最大で5mm程度のひび割れ幅で橋脚基部の上流側でフーチング天端から1.0m、2.4m、及び3.1mの高さに発生しており、橋脚基部の下流側に向かってほぼ水平又は20°程度下方に向かって進展していることが確認された。損傷状況から、河川の増水に伴う橋脚の曲げによるひび割れ及びコンクリートの圧壊が生じたと考えられる。なお、橋脚断面は六角形で上下流端が角部となっており（図-3.1.13）、圧縮側の応力集中が生じやすい断面形状であった。橋脚基部のフーチングでは、放射状のひび割れと補修痕が見られたが、ひび割れの進展等は確認されなかった（写真-3.1.43）。なお、遠望目視の範囲ではP1橋脚の基部では特段の変状は確認されなかった（写真-3.1.44）。また、目視の範囲では全ての橋台及び橋脚に沈下や傾斜等の変状は確認できなかった。

また、P1橋脚及びP2橋脚に天端部下流側の欠け、A1橋台及びA2橋台にアンカーバーの下流側への変形、橋座端部の欠けが見られた（写真-3.1.45～写真-3.1.48）。A2橋台の下流側のアンカーボルトは、A1橋台の上流側及び下流側やA2橋台の上流側のアンカーボルトよりも大きく倒れていた。損傷状況やA2橋台側が水衝部に当たること等から、P2橋脚側の水流の作用がP1橋脚側よりも大きかった可能性がある。これらの変状は河川の増水に伴い桁が落下する際に生じたと考えられる。

流失した桁は付近にはその存在を確認できず、損傷状況等は確認できなかった。

A2橋台周辺にはガードレール等に草木等が絡まっていた状況（写真-3.1.49）から、本橋の橋面以上まで増水したものとみられる。

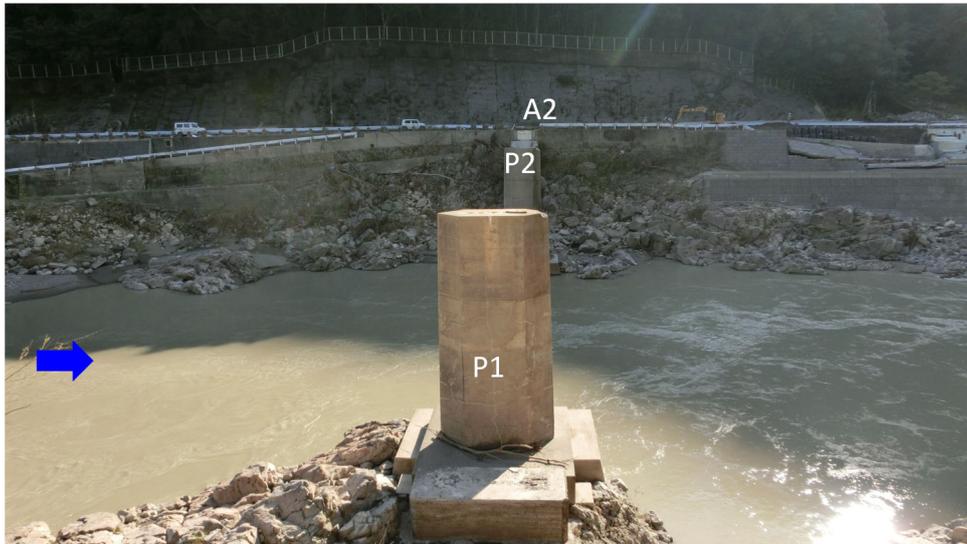


写真-3.1.38 上部構造の流失

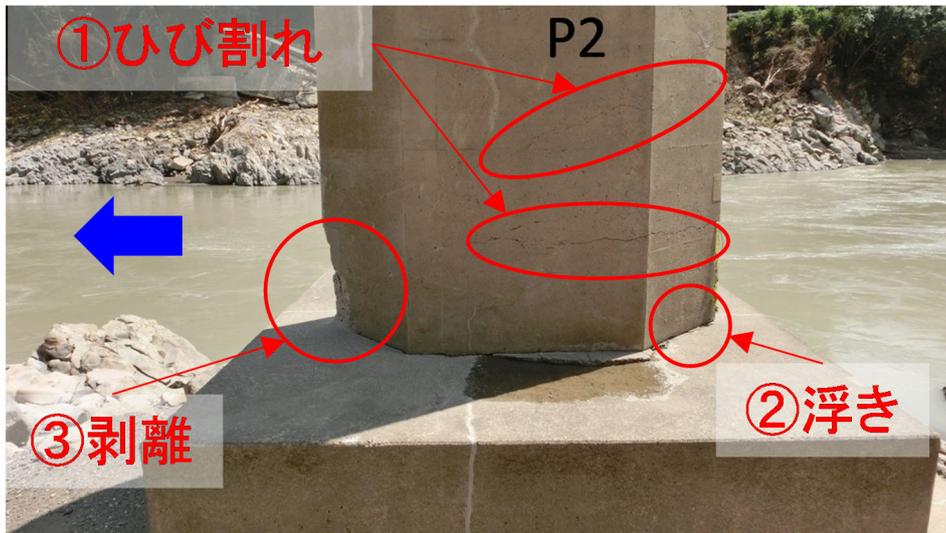


写真-3.1.39 P2 橋脚の変状状況 (A2 側から撮影)

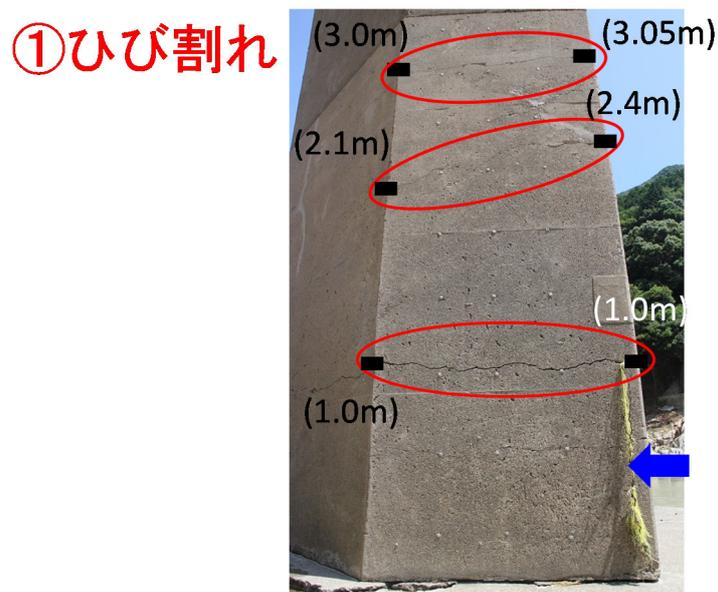


写真-3.1.40 P2 橋脚基部のひび割れの状況 (A2 側から撮影)

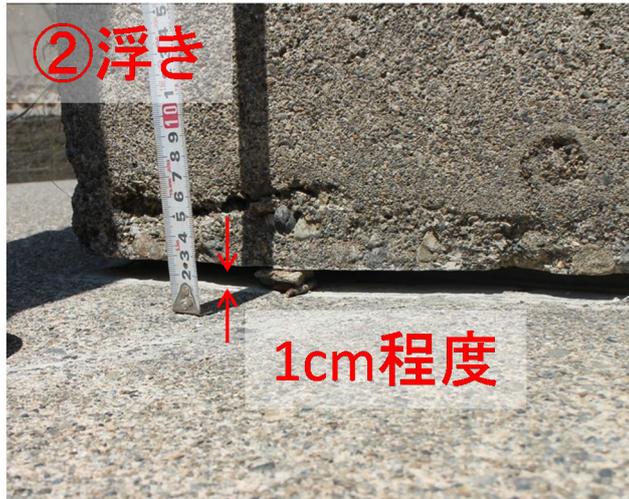


写真-3.1.41 P2 橋脚基部の浮き上がりの状況（A1 側から撮影）

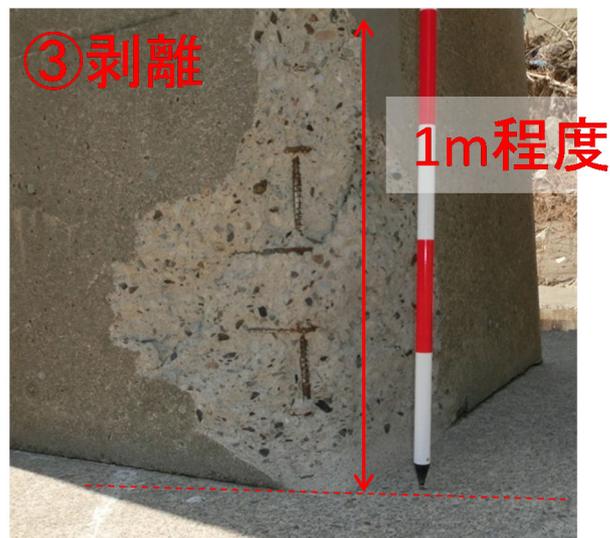


写真-3.1.42 P2 橋脚基部の下流側のコンクリート剥離の状況（下流側から撮影）

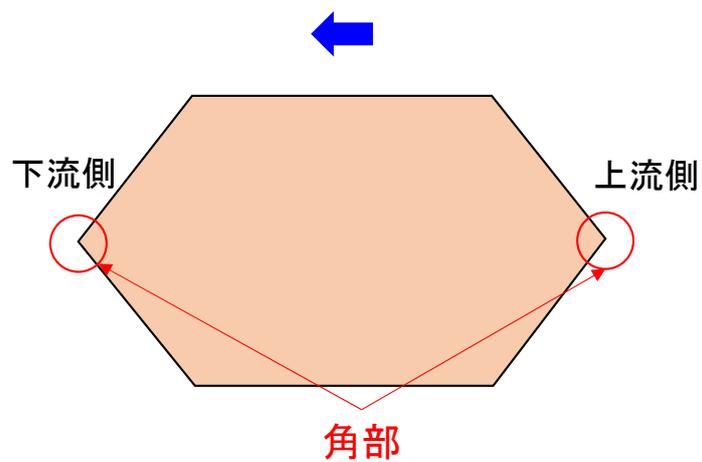


図-3.1.13 橋脚の形状

放射状のひび割れ

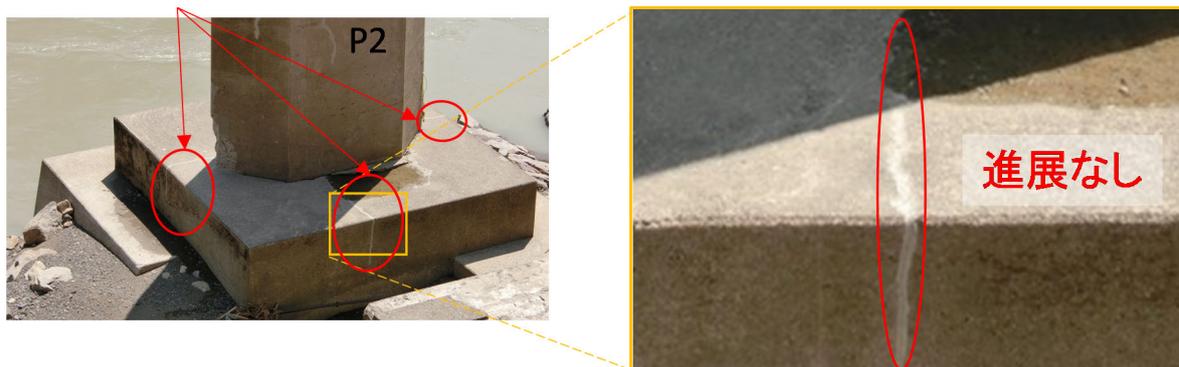


写真-3.1.43 P2 橋脚フーチングの放射状のひび割れと補修痕の状況 (A2 側から撮影)



写真-3.1.44 遠望目視による P1 橋脚の状況 (A2 側から撮影)

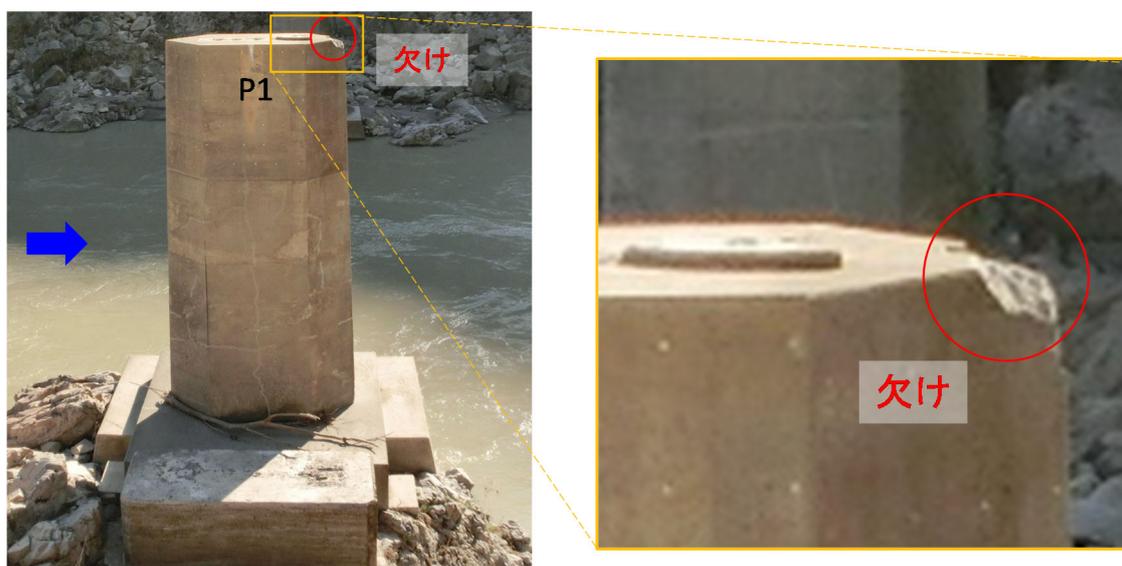


写真-3.1.45 P1 橋脚天端部の欠けの状況 (A1 側から撮影)



写真-3.1.46 P2 橋脚天端部の欠けの状況 (A1 側から撮影)

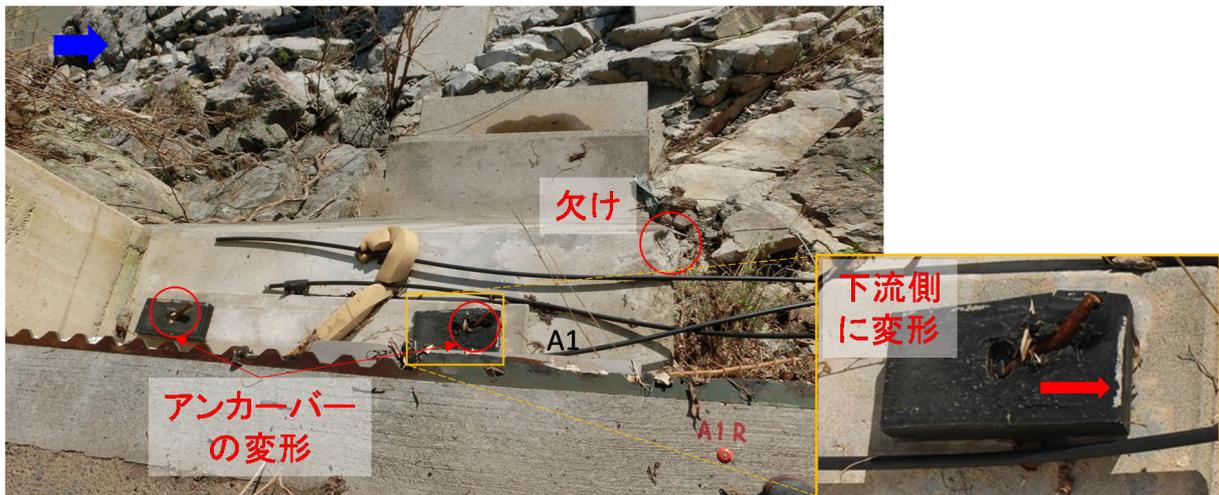


写真-3.1.47 A1 橋台の変状状況 (A1 上から撮影)



写真-3.1.48 A2 橋台の変状状況 (A2 上から撮影)



写真-3.1.49 A2 橋台の周辺の水位の痕跡 (A1 側から撮影)

(7) 球磨橋（防護柵一部流出）

球磨橋（くまばし）は、球磨川を渡河する県道 263 号高沢一勝地線の橋梁であり、平成 9 年（1997 年）に架設された。表-3.1.7 に橋梁諸元、 図-3.1.14 に位置図、 図-3.1.15 に橋梁一般図を示す。

現地調査は令和 2 年（2020 年）8 月 5 日に行った。

表-3.1.7 橋梁諸元（球磨橋）

橋 長	120.39m
上部構造	2 径間鋼単純箱桁橋
下部構造	逆 T 式橋台（直接基礎 2 基）、RC 小判柱橋脚（直接基礎 1 基）
基礎形式	直接基礎
架設年次	平成 9 年
適用示方書	平成 2 年道路橋示方書
管理者	熊本県



図-3.1.14 位置図¹⁾

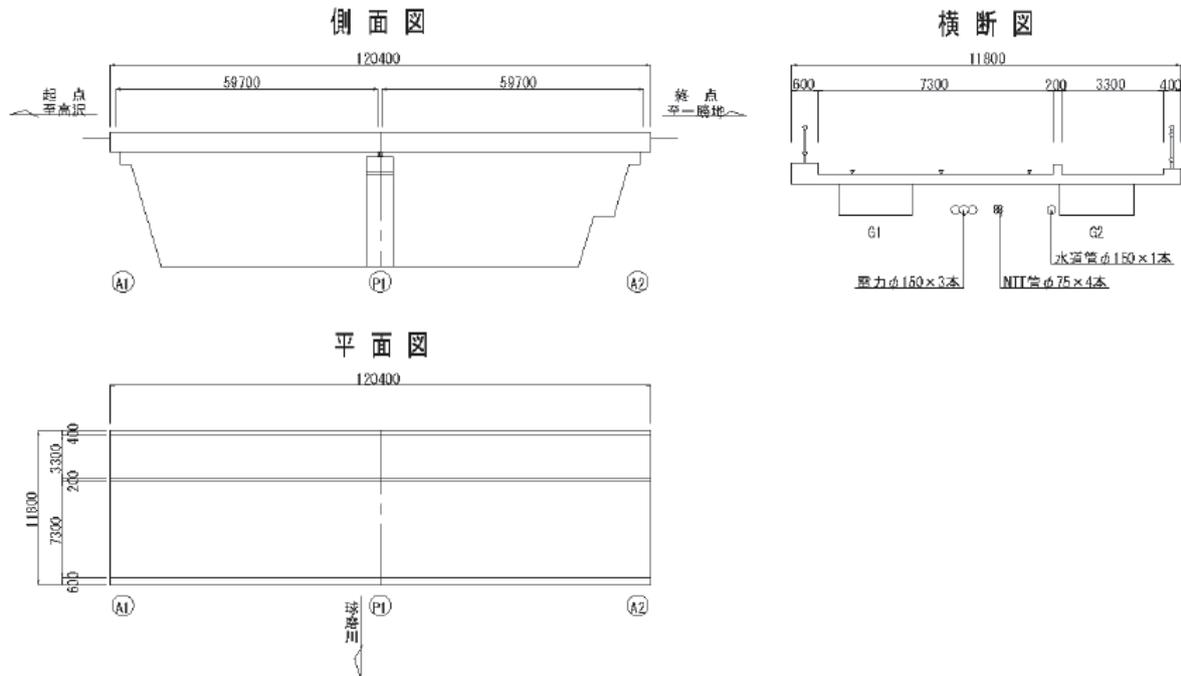


図-3.1.15 橋梁一般図

調査では、右岸側径間の防護柵が損傷し、一部流出し（写真-3.1.50、写真-3.1.51）、左岸側径間の防護柵においても飾り枠部が流出（写真-3.1.52）しているのが確認された。

右岸側の径間の防護柵の損傷度合いが左岸側の径間に比べ大きくなっているのは、架橋位置が河川の湾曲部であり（図-3.1.14）、湾曲部の外側にあたる右岸側の流速が相対的に速かったことによる可能性が要因の一つとして考えられる。防護柵の損傷箇所は、上流側では支柱基部の薄肉部（写真-3.1.53）、下流側では支柱ベースプレート部（写真-3.1.54）と異なっている。この違いが生じたのは、防護柵は橋の中心から外側方向に作用する自動車の衝突荷重に対して必要な耐荷力を確保できるように設計しているが、増水に伴い作用する流体力は上流方向から下流方向にかかるため、上流側と下流側の防護柵で流体力の作用に対する損傷が生じる際の耐荷力に違いがあったためと考えられる。

上部構造については大きな損傷はなく、また支承（写真-3.1.55）にも損傷は見られなかった。

下部構造については、橋台（写真-3.1.56）には損傷が無く、また、橋脚も遠方目視による外観（写真-3.1.57）の変状は特に見られなかった。

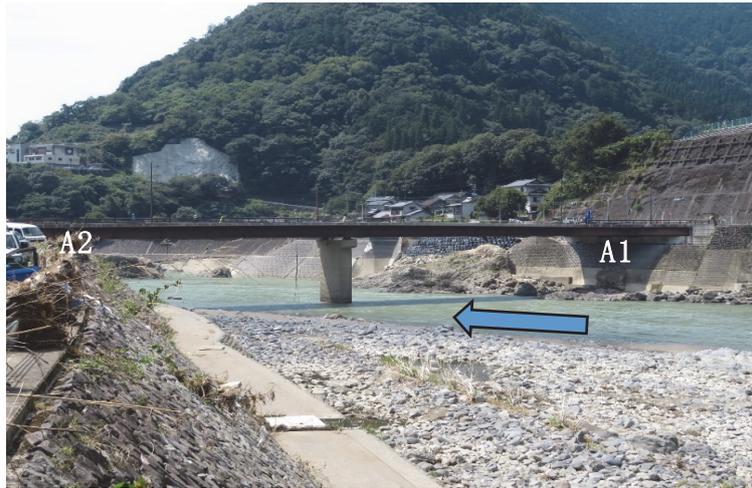


写真-3.1.50 調査時の球磨橋の状況（下流側から撮影）



写真-3.1.51 右岸側径間の防護柵の損傷状況



写真-3.1.52 左岸側径間の防護柵飾り柱部流出



写真-3.1.53 支柱基部で損傷した上流側の防護柵

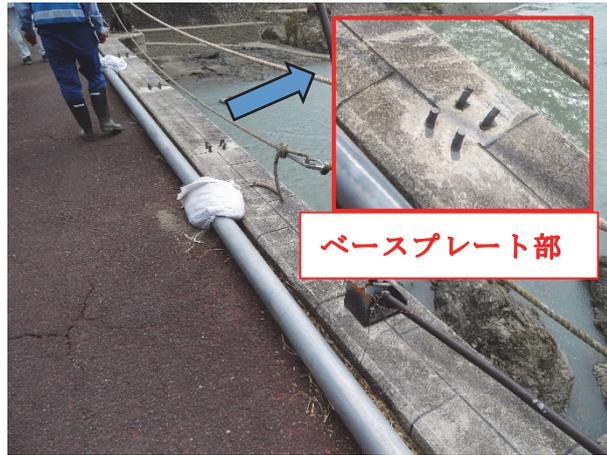


写真-3.1.54 ベースプレート部で損傷した下流側の防護柵



写真-3.1.55 桁下下面の状況及び支承部の状況



写真-3.1.56 橋台付近の状況



写真-3.1.57 橋脚の状況

(8) 相良橋（上部構造流失・橋台背面土流出）

相良橋（さがらばし）は、球磨川を渡河する県道遠原渡線の橋梁であり、昭和9年（1934年）に架設された。表-3.1.8に橋梁諸元、図-3.1.16に位置図、図-3.1.17に橋梁一般図を示す。

現地調査は令和2年（2020年）7月7日及び8月5日に行った。なお、特に断りのない限り、本橋の調査写真については8月5日に撮影されたものである。

表-3.1.8 橋梁諸元（相良橋）

橋 長	131.95m
上部構造	2 径間鋼単純トラス橋, 1 径間鋼 I 桁橋
下部構造	逆 T 式橋台（直接基礎 2 基）、小判柱橋脚（直接基礎 2 基）
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和 9 年
適用示方書	大正 15 年道路構造に関する細則案
管理者	熊本県



図-3.1.16 位置図¹⁾

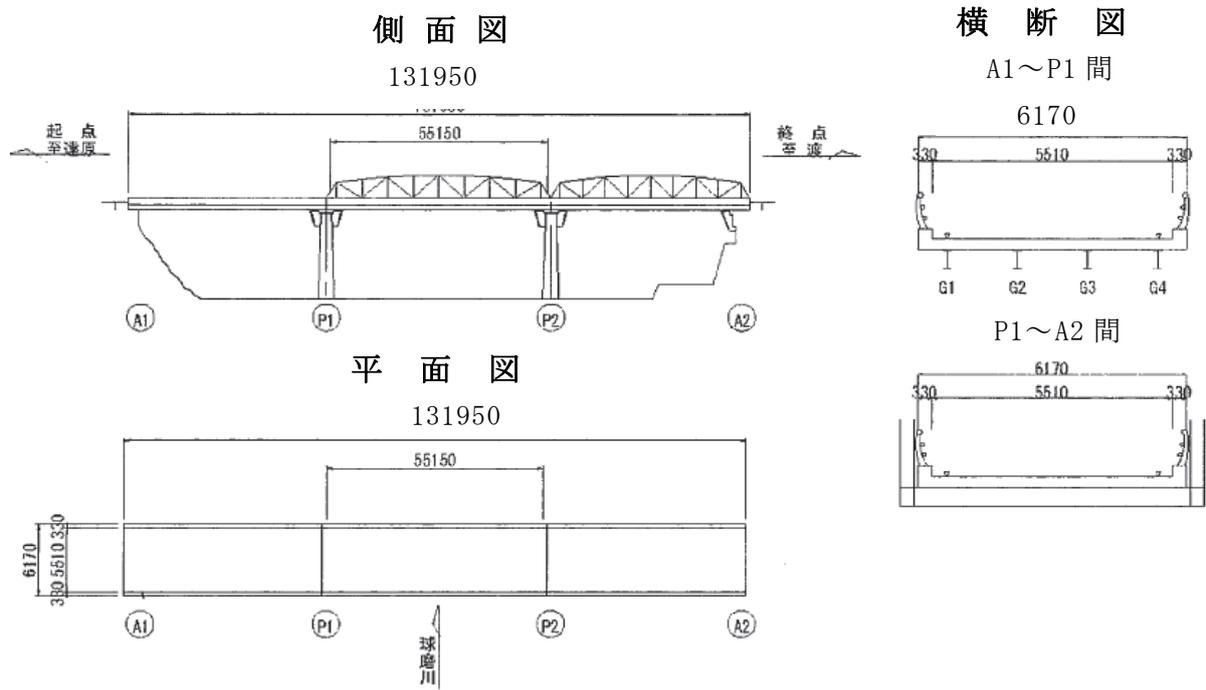


図-3.1.17 橋梁一般図



写真-3.1.58 7月4日の航空写真（九州地方整備局提供）

調査では、A2～P1 間のトラス桁の流失、A2 橋台パラペット・ウイング・橋座部の破損、背面土砂の流出及び橋台にひび割れが確認された（写真-3.1.58～写真-3.1.60）。

A1～P1 間の I 桁部は、トラス桁に引きずられた伸縮装置・防護柵・添架物の変形を除き、目立った損傷はなく、桁は残存していた。また、P1 及び P2 橋脚には目立ったひび割れや傾斜は見受けられなかった（写真-3.1.59、写真-3.1.61）。

本橋は、写真-3.1.64 の状況や防護柵に多くの流木等が詰まった状態が確認されたこと（写真-3.1.62）から、水位は橋面を越える高さまで上昇したことでトラス桁に流体力が作用し、ピン支承の下沓が損傷（写真-3.1.63、写真-3.1.64）し、流失したと考えられる。なお、P2～A2 のトラス桁は、被災直後は写真-3.1.65 のようにトラス桁の上側が河岸側に向いていたが、8月5日の調査時点では出水等に伴い写真-3.1.64 のようにトラス桁の上側が河心側となる向きに変わっている。この変化は、「ゴー」という音を聞き、現地を見ると向きが変わるところであったとの証言から7月23日14時頃に起こったものである。P1～P2 のトラス桁は、河川内の右岸寄りに確認された（写真-3.1.64）。

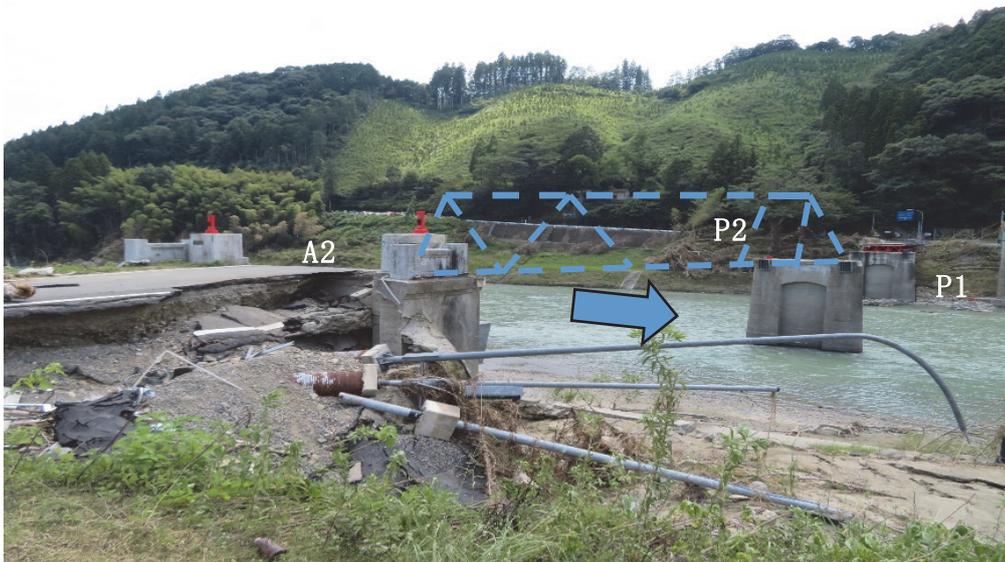


写真-3.1.59 調査時の相良橋の状況（下流側から撮影）



写真-3.1.60 A2 橋台の背面状況



写真-3.1.61 A1～P1 間 残存する I 桁



写真-3.1.62 残存した I 桁橋の高欄に流木や浮遊物が詰まった状況



写真-3.1.63 トラス桁 (P2~A2) 下流側ピン支承の下沓の損傷状況



写真-3.1.64 流失したトラス桁及び下沓の損傷状況



写真-3.1.65 流失した P2～A2 径間のトラス桁 (7月7日撮影)

(9) 沖鶴橋（上部構造流失）

沖鶴橋（おきつるはし）は、球磨川を渡河する村道沖鶴線の橋梁であり、昭和 58 年（1983 年）に架設された。表-3.1.9 に橋梁諸元、図-3.1.18 に位置図、図-3.1.19 に橋梁一般図を示す。

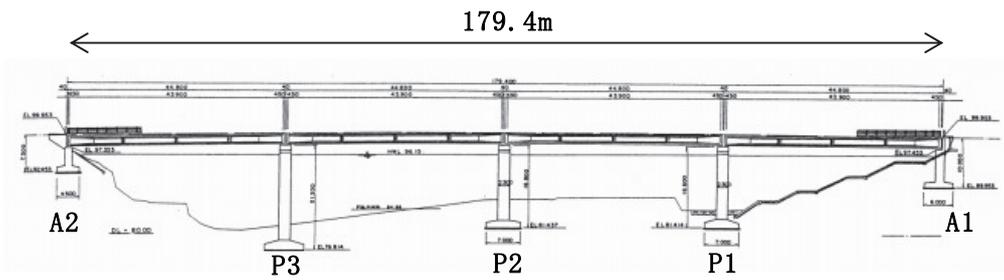
現地調査は令和2年（2020年）の7月10日及び7月29日に行った。なお、本橋の調査写真については7月29日に撮影されたものである。

表-3.1.9 橋梁諸元（沖鶴橋）

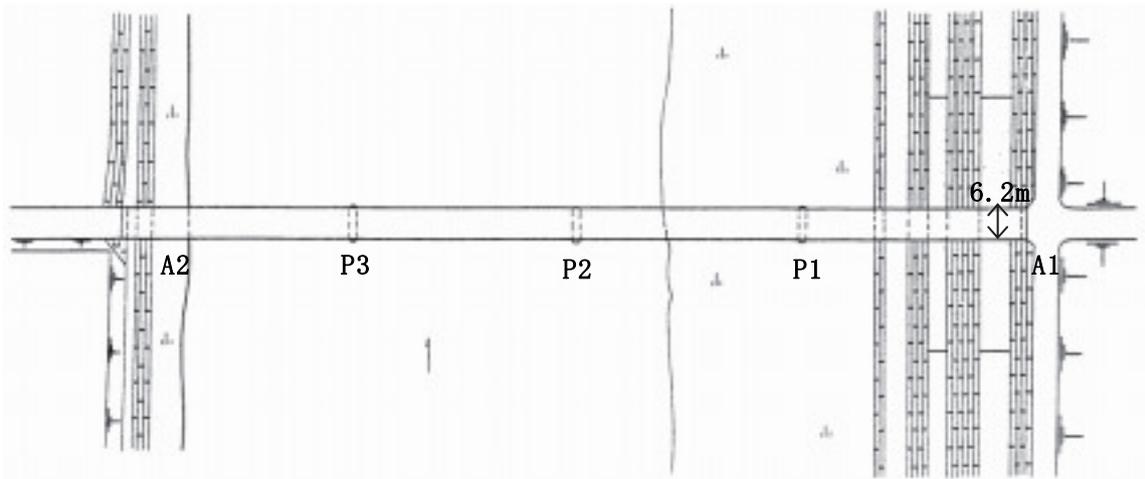
橋 長	179.4m
上部構造	4 径間 PC ポステン T 桁橋
下部構造	逆 T 式橋台（直接基礎 2 基）、柱式橋脚（直接基礎 3 基）
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和 58 年
適用示方書	昭和 53 年道路橋示方書
管理者	熊本県球磨村



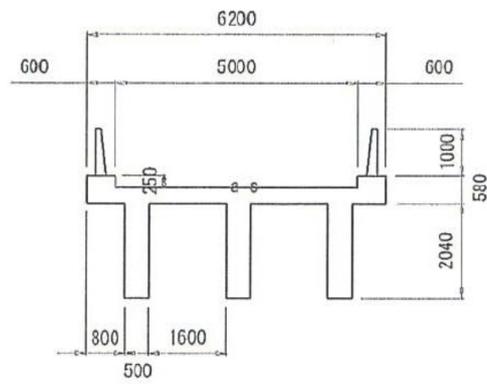
図-3.1.18 位置図¹⁾



(側面図)



(平面図)



(断面図)

図-3.1.19 橋梁一般図



写真-3.1.66 7月4日の航空写真（九州地方整備局提供）

現地調査は、右岸 A1 橋台側の道路及び砂州から実施した。

調査により、P1～P2 間、P2～P3 間、P3～A2 間の流失及び A1～P1 間の桁の橋座からの落下が確認された（写真-3.1.66～写真-3.1.69）。

A1 橋台では、パラペット及びたて壁の下流側端部で桁流失時に生じたと考えられる欠けが確認された（写真-3.1.70）。また、支承アンカーバーが下流側及び橋軸方向に倒れていた（写真-3.1.71）。桁が流失する際に桁に追従してアンカーバーが変形したと考えられる。その他、目視の範囲では A1 橋台の沈下や傾斜等の変状は確認できなかった。

A2 橋台では、遠望目視の範囲では、橋座部に桁流失時に生じたと考えられる欠けが見られた（写真-3.1.72）。

P1 橋脚では、梁部の下流側に桁流失時に生じたと考えられる欠けが確認された（写真-3.1.73）。橋脚基部には、上流側から斜め下方に伸びる 1cm 程度のひび割れが見られた（写真-3.1.74）。橋脚躯体には、下流側への傾斜が見られ、傾斜角度は現地調査時の簡易な計測で 1 度程度であった（写真-3.1.75）。基部周面一体は河床が局所的に低くなっており（写真-3.1.75）、上流側が下流側よりも 1m 程度深くなっていた。橋脚基部のひび割れは、損傷状況から流体力の作用により生じたものと考えられる。

P2 及び P3 橋脚では、遠望目視の範囲では、梁部の下流側に、桁流失時に生じたと考えられる欠けが見られた（写真-3.1.76、写真-3.1.77）。また、P2 橋脚の基部では、上流側で打継目の開口とひび割れが確認された（写真-3.1.78）。

なお、沖鶴橋の上流は球磨川の曲線区間となっており、架橋位置では A2 側に流心があり、A1 側に砂州が形成されていた（図-3.1.18、写真-3.1.67）。洪水痕跡として、本橋では橋梁より高い位置にある架空線に流木が絡まっていたことから（写真-3.1.79）、本橋の上部構造よりも高い位置まで増水したものとみられる。

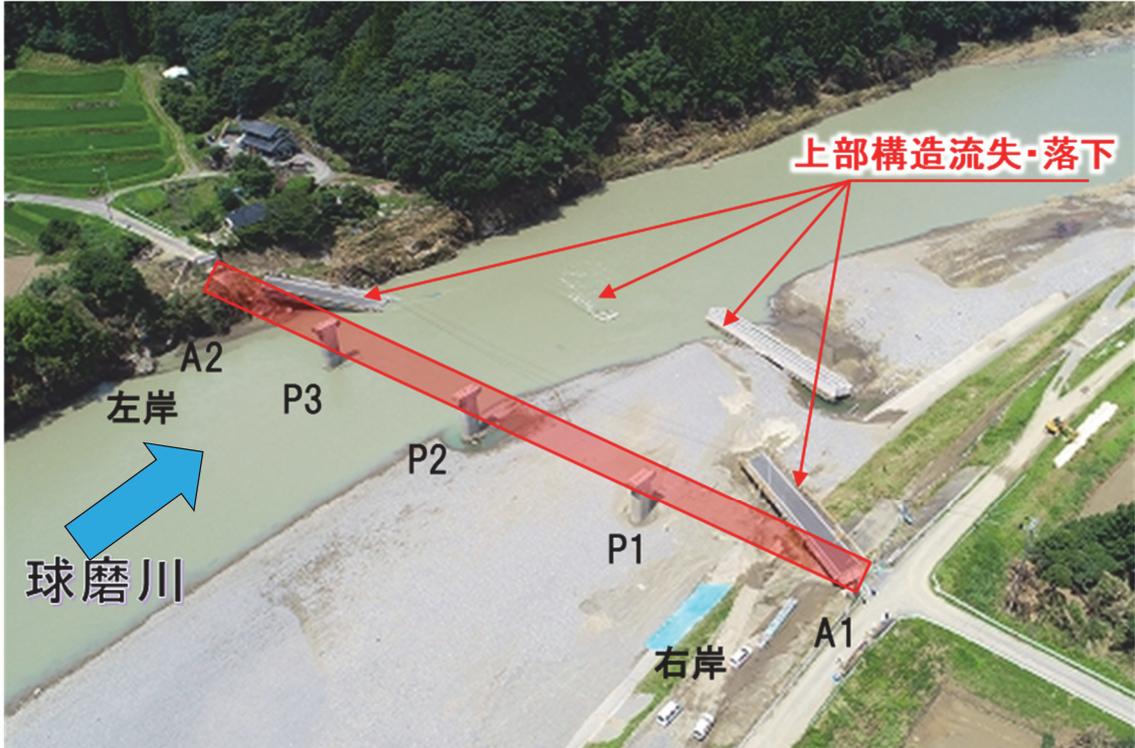


写真-3.1.67 上空からの沖鶴橋の状況（九州地方整備局提供）



写真-3.1.68 右岸側側径間（A1～P1間）の桁の落下



写真-3.1.69 橋座から流失した左岸側側径間 (P3～A2 間) の桁



写真-3.1.70 パラペットとたて壁の欠け (A1)

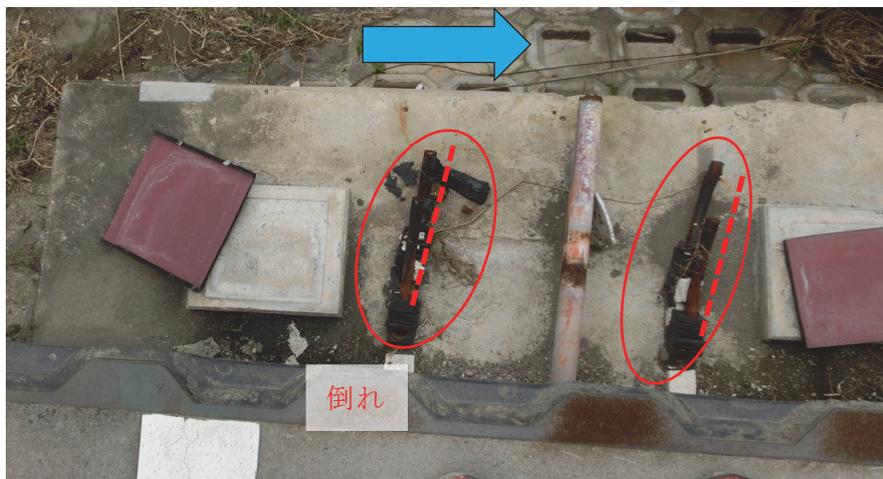


写真-3.1.71 橋台支承アンカーバー (A1) の倒れ (橋座を臨む)



写真-3. 1. 72 橋座部の欠け (A2)



写真-3. 1. 73 梁部の欠け (P1) (下流側から臨む)



写真-3.1.74 P1におけるひび割れの状況



写真-3.1.75 洗掘及び下流側への傾斜が確認されたP1（左岸側から臨む）



写真-3.1.76 梁部の欠け(P2) (下流側から臨む)



写真-3.1.77 梁部の欠け(P3) (下流側から臨む)



写真-3.1.78 P2 基部下流側の状況



写真-3.1.79 架空線に絡まる流木（右岸側から臨む）

(10) 天狗橋（橋台背面盛土流出）

天狗橋（てんぐばし）は、球磨川を渡河する市道中神大柿線の橋梁であり、昭和42年（1967年）に架設された。表-3.1.10に橋梁諸元、図-3.1.20に位置図、図-3.1.21に橋梁一般図を示す。

現地調査は令和2年（2020年）7月10日及び29日に行った。なお、特に断りがない限り、本橋の調査写真については7月29日に撮影されたものである。

表-3.1.10 橋梁諸元（天狗橋）

橋長	180.0m
上部構造	単純アーチ橋（ランガー）＋鋼単純箱桁2連
下部構造	逆T式橋台2基、壁式橋脚（RC）2基
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和42年
適用示方書	昭和39年鋼道路橋設計示方書
管理者	熊本県人吉市



図-3.1.20 位置図¹⁾

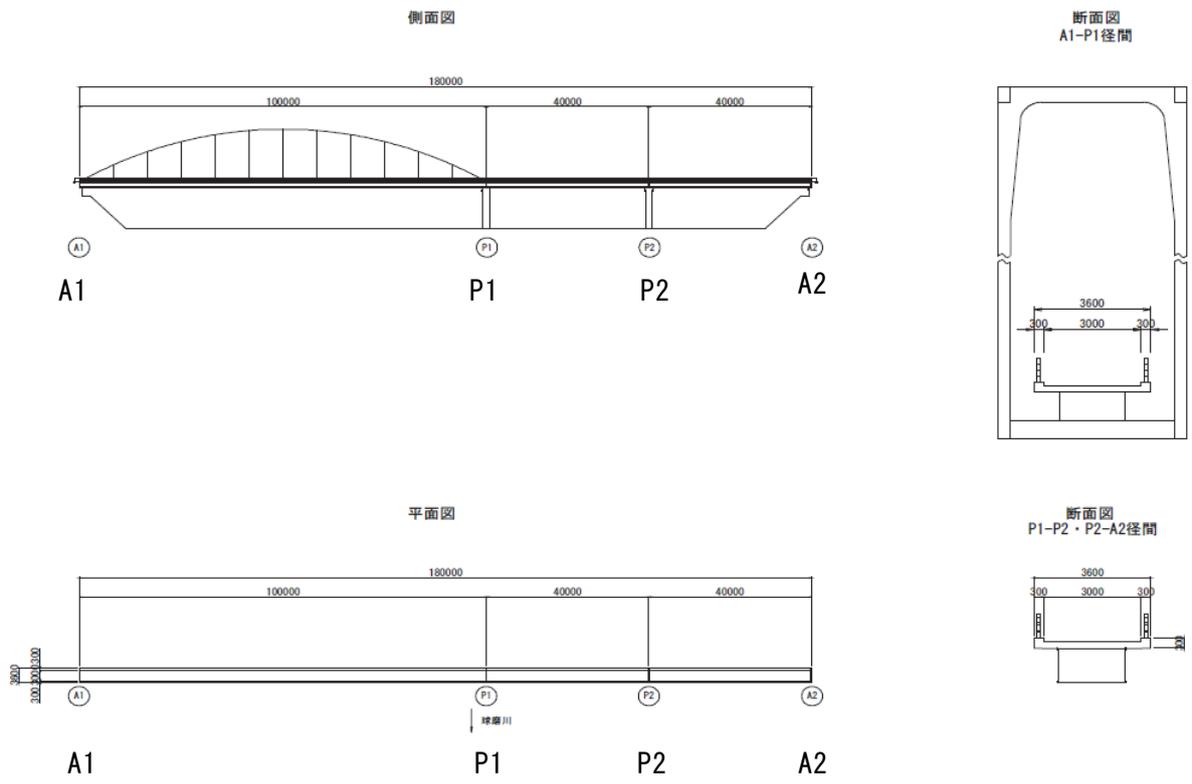


図-3.1.21 橋梁一般図

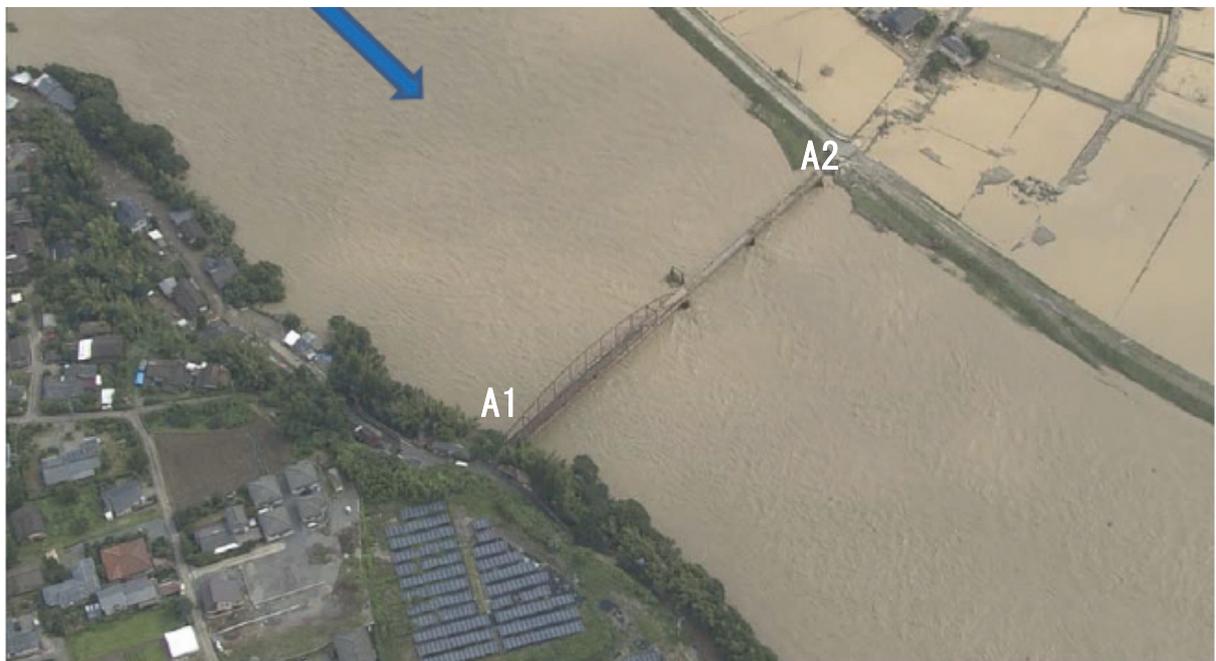


写真-3.1.80 7月4日の航空写真（九州地方整備局提供）

調査では、上部構造は残存していたが A2 橋台背面盛土の流出が確認された（写真-3.1.80、写真-3.1.81）。水位は、写真-3.1.80 の状況や、高欄への草木等の引っかかり（写真-3.1.81）、周辺の樹木の状況から、少なくとも高欄高さまで上昇したものと考えられる。本橋は A1 から A2 にかけて低くなるように縦断勾配があるが、高欄への草木等の引っかかりは A1 側よりも A2 側で多くなっている。本橋の架橋位置は、河川の湾曲部にあたる（図-3.1.20）

7月29日の調査は、流出物の除去後であり、各部の詳細な調査を実施した。

堤外地側に張り出す位置にある A2 橋台の背面盛土の流出範囲は、高さ 5m 程度、橋軸方向 5m 程度であった（写真-3.1.82）。橋台前面土砂の流出は、堤体の痕跡から高さ 3m 程度と考えられ、フーチング上面が露出していた（写真-3.1.83）。また、橋台とウィングの接合部背面側に幅 20mm 程度のひび割れが確認された（写真-3.1.84）。

上部構造には、箱桁部（P1～A2 間）で高欄の曲がりが見られた（写真-3.1.85）。P2 部の伸縮装置において、フェースプレートの収まりに上下流両側でずれが見られた（写真-3.1.86）。また、同箇所において、桁同士に 1.5cm 程度の段差が確認された（写真-3.1.87）。



写真-3.1.81 天狗橋被災状況（A2 橋台側より）（7月10日撮影）

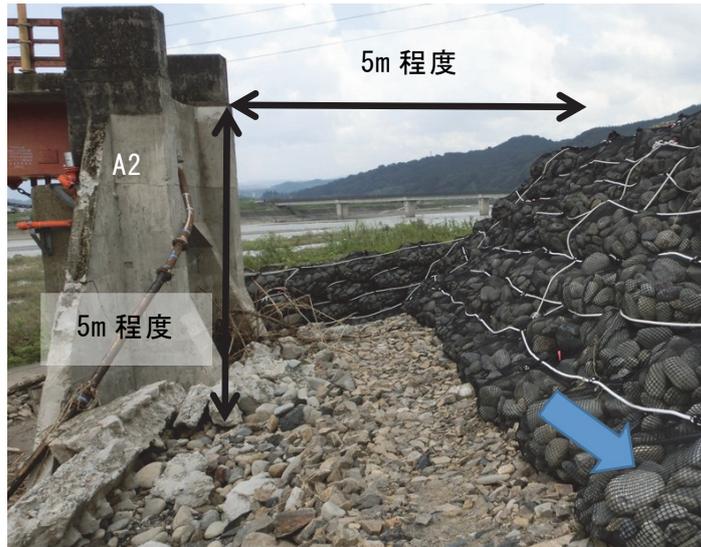


写真-3.1.82 A2 橋台背面盛土流出状況（下流側より撮影）



写真-3.1.83 A2 橋台前面側の盛土流出及びフーチング上面の露出状況



写真-3.1.84 A2 橋台背面側のウィング接合部のひび割れ

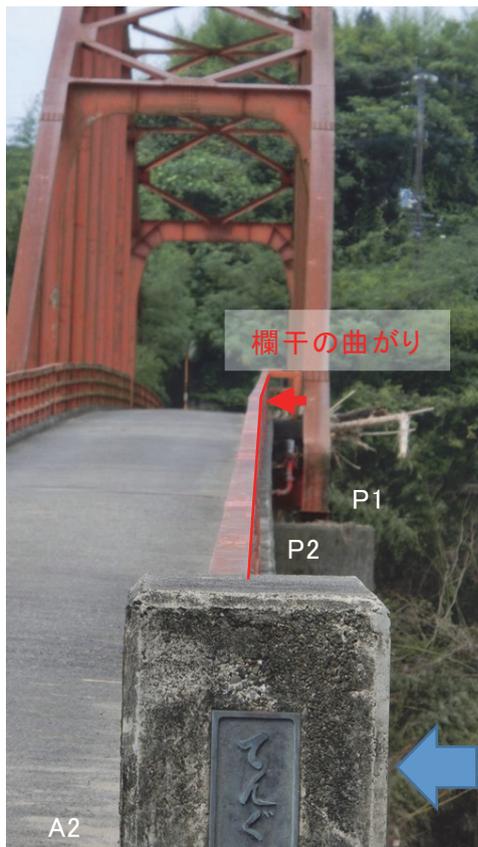


写真-3.1.85 高欄の曲がり
(A2 側より)

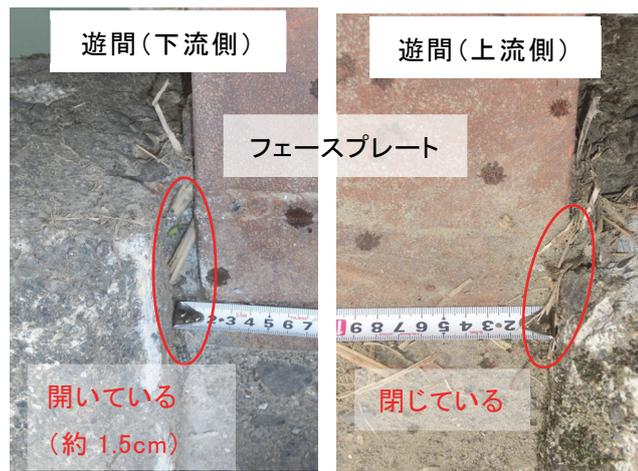


写真-3.1.86 P2 橋脚部の伸縮装置のずれ

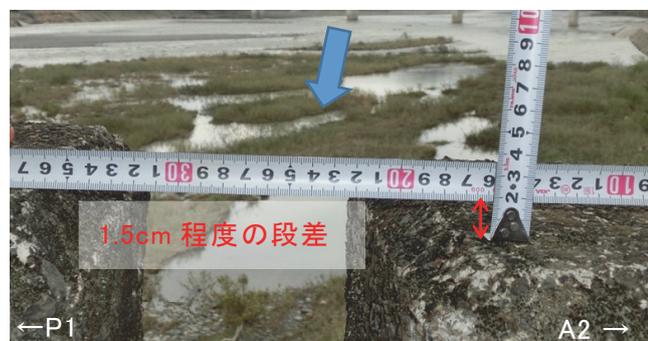


写真-3.1.87 P2 橋脚部の桁の段差

(11) 西瀬橋（上部構造流失）

西瀬橋（にしぜばし）は、球磨川を渡河する主要地方道人吉水俣線の橋梁であり、昭和42年（1967年）に架設された。本橋は、下部構造を共有する鋼単純桁の側道部が昭和60年（1985年）に本橋の下流側に併設されている。橋梁諸元を表-3.1.11、位置図を図-3.1.22、橋梁一般図を図-3.1.23にそれぞれ示す。

西瀬橋は、昭和10年（1935年）に145mの鉄筋コンクリート橋としてかけられたが、完成から1ヶ月も経たないうちに左岸側60mが流失した。その後、昭和21年（1946年）に流失区間が復旧したが、昭和40年（1965年）の洪水で橋の中央部が流失し、元の橋の下流側に新たに建設された現在の橋に全面的に架け替わっている²⁾。なお、現在の橋に架け替える時期に右岸側の引堤がなされたため、1径間分が追加されている。

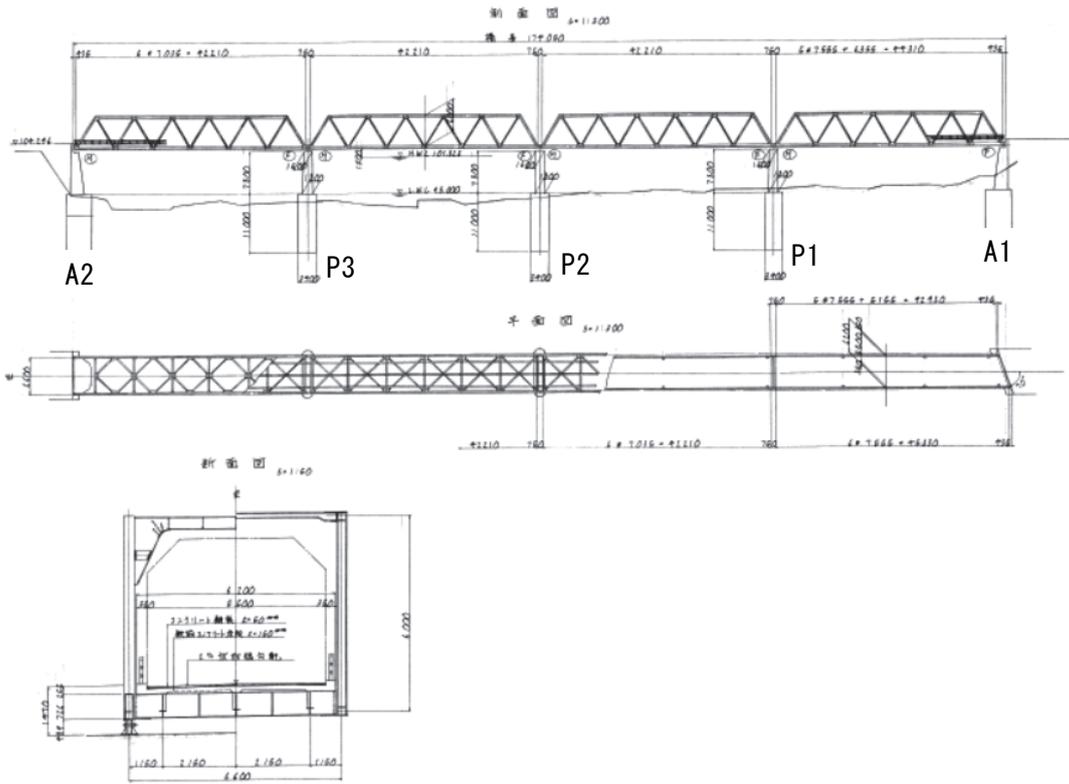
現地調査は、令和2年（2020年）7月5日及び10日に実施した。なお、特に断りのない限り、本橋の調査写真については7月5日に撮影されたものである。

表-3.1.11 橋梁諸元（西瀬橋）

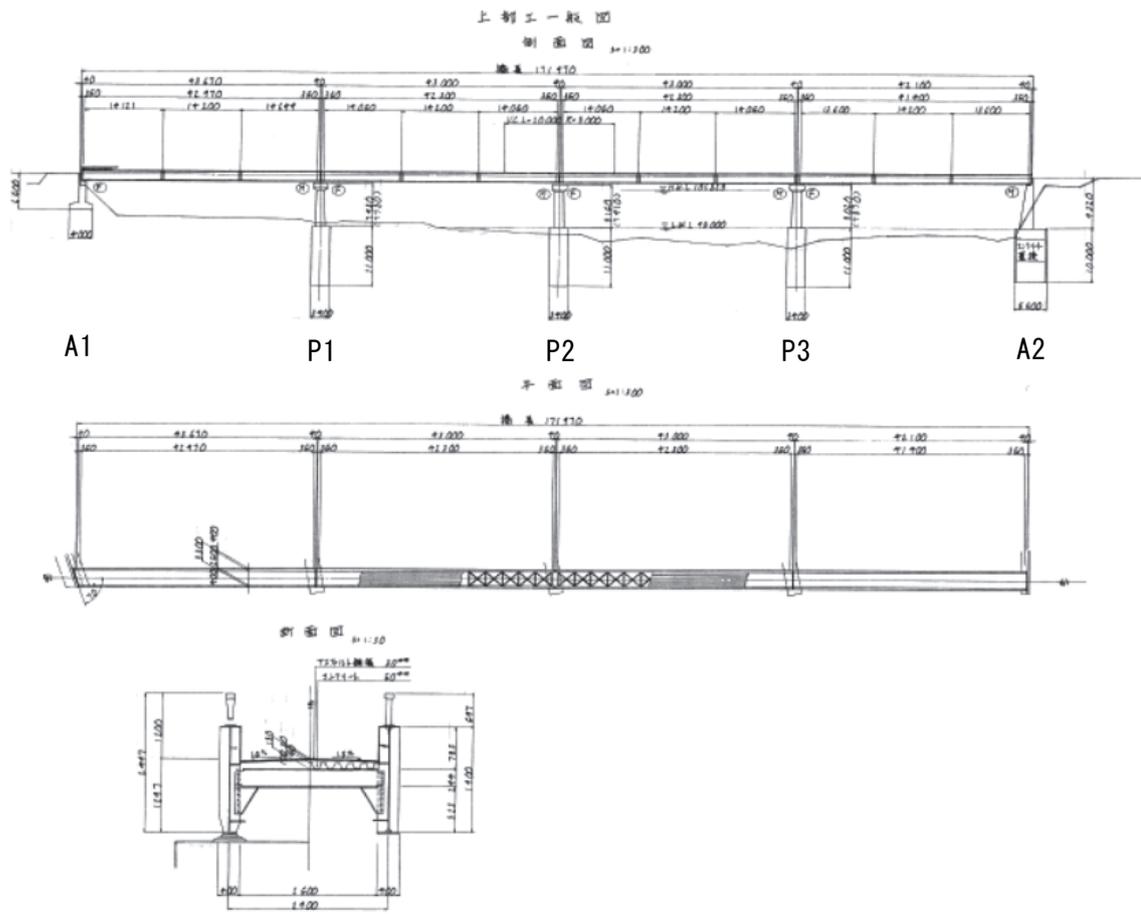
橋長	174m
上部構造	4径間鋼単純ワーレントラス
下部構造	小判型RC橋脚、逆T式橋台
基礎形式	ケーソン基礎（橋脚）、直接基礎（橋台）
架設年次	昭和42年
適用示方書	昭和39年鋼道路橋設計示方書
管理者	熊本県



図-3.1.22 位置図¹⁾



(a) 車道部



(b) 側道部

図-3.1.23 橋梁一般図



写真-3.1.88 7月4日の航空写真（九州地方整備局提供）

調査では、左岸側から2径間目にあたるP2～P3間の上部構造1連が車道部及び側道部共に流失したことが確認された（写真-3.1.88～写真-3.1.90）。流失した車道部の上部構造は200m程度下流の右岸側で確認された（写真-3.1.91）。流失した車道部の上部構造は、P2橋脚下流側のピン支承に接合されたトラス格点のトラス部材の一部が下流側に変形した状態に残っておりトラス部材はボルト穴引き部で破断していた（写真-3.1.92の左囲部、写真-3.1.93）。P2橋脚上流側ではピン支承が残存していた（写真-3.1.94）。P2橋脚の橋座部では、橋軸方向端部に上流側支点位置付近から下流側支点位置方向に擦過痕が確認された（写真-3.1.92の右囲部）。P3橋脚上では、遠望目視の範囲では上流側のピンローラー支承が残存しているように見えたが、本調査の範囲では明確に確認することはできなかった（写真-3.1.95）。側道部については、P3橋脚上の線支承の下沓が残った状態であり、上流側の支承はピンチプレートが変形し、下流側の支承はピンチプレート下面位置より上側の部分がなくなっている状態であった（写真-3.1.96）。P2～P3径間以外の流失しなかった上部構造では、増水に伴って流れてきた草木等が防護柵に引っかかっていたが、この大半は側道部ではなくトラス部の下流側の防護柵の車道側に引っかかっていた（写真-3.1.92、写真-3.1.95）。なお、鋼製の防護柵の流出は確認されなかった。

左岸側のA2橋台では、上流側で護岸及び背面土の流出、並びに橋台背面部で舗装の損傷が確認された（写真-3.1.97）。橋脚については、調査時点では水位が高く橋脚基部の状態は確認できなかったが、遠望目視の範囲では下部構造の傾斜、沈下はみられなかった。

上部構造の流失は、橋面を越える高さまでの水位上昇により上部構造に流体力が作用し、これが支承やトラスを構成する部材（接合部を含む）の耐荷力を上回ったことにより生じたものと推定される。上部構造の流失が1径間のみであった理由については断定できないが、本橋架設位置では左岸側が水衝部となっていること及び本橋の上流側左岸が山付きとなっていることから（図-3.1.22）、洪水時の流心がP2～P3径間付近となった可能性や、P2

～P3 径間付近の河床が他の位置よりも深いことから（図-3.1.23）、この付近の流速が相対的に速くなっていたことによる可能性が考えられる。また、A2 橋台上流側の護岸及び背面上の流出は、この付近が水衝部に位置することから流水により浸食されたためと推定される。浸食された箇所は現橋になる前の西瀬橋の橋台及び現橋の橋台との間にあたる部分である。

なお、本橋は、応急復旧として P2 及び P3 橋脚の横にベントを設置し、トラス桁で構成された応急仮設橋をクレーン架設し、令和 2 年 9 月 4 日に通行が再開された（写真-3.1.98）。

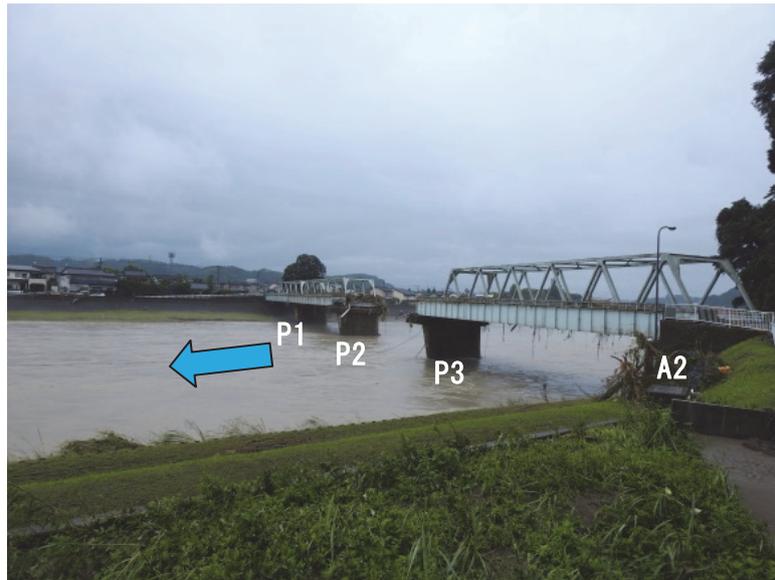


写真-3.1.89 西瀬橋全景 (A2 橋台下流側から)

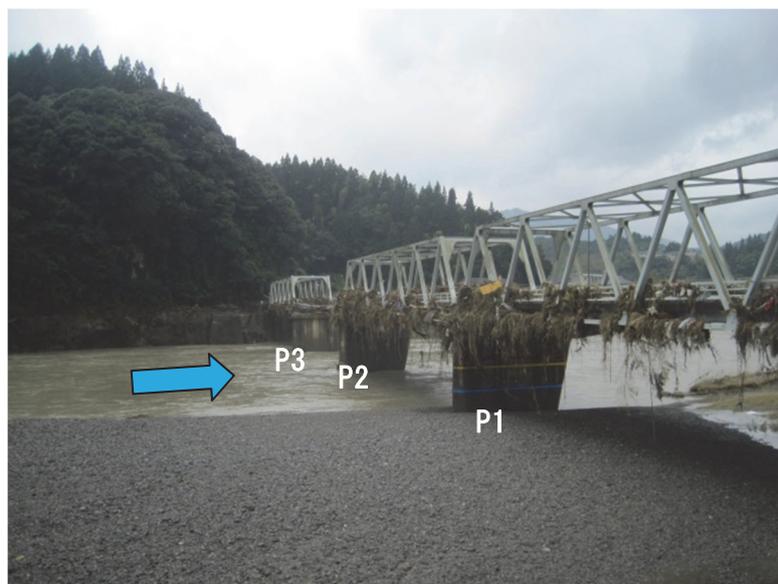


写真-3.1.90 西瀬橋全景 (A1 橋台上流側から)

(7 月 10 日撮影)



7月5日撮影



7月31日撮影（九州地方整備局八代復興出張所提供）

写真-3.1.91 流失した上部構造



写真-3.1.92 P2 橋脚と上部構造の状態



写真-3.1.93 P2 橋脚下流側の支承とトラス格点（7月10日撮影）



写真-3.1.94 P2 橋脚上流側の支承（7月10日撮影）



写真-3.1.95 P3 橋脚と上部構造の状況（7月10日撮影）

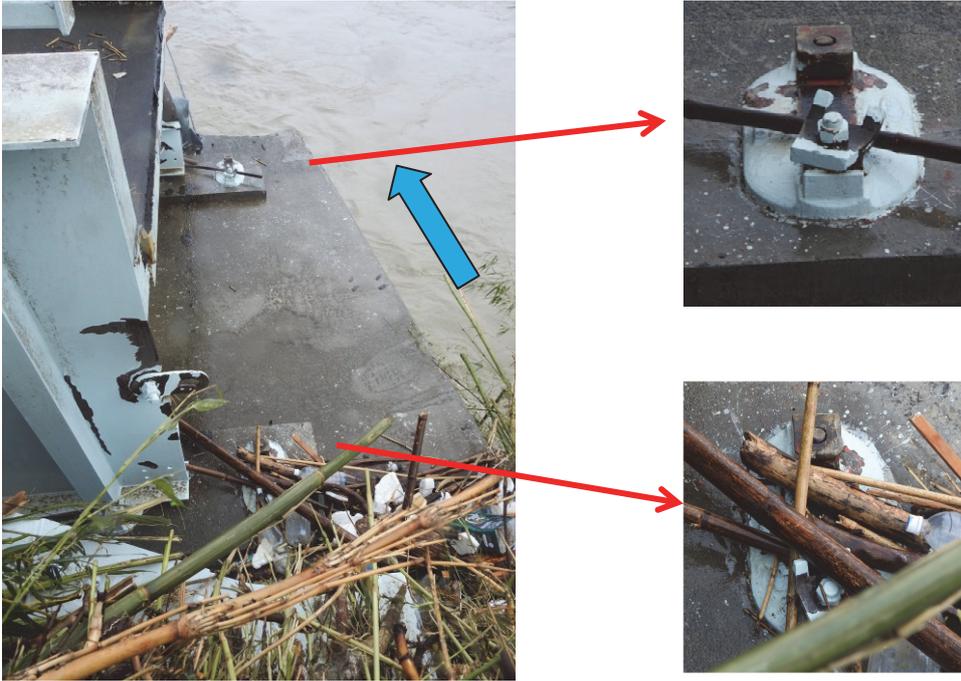


写真-3.1.96 側道部の P3 橋脚上の状態



写真-3.1.97 A2 橋台上流側の護岸と背面土の流出



写真-3.1.98 応急復旧完了後（9月13日撮影）

(12) 大橋（防護柵損傷）

大橋（おおはし）は、球磨川を渡河する市道紺屋町東間線の橋梁で、平成 20 年（2008 年）に架設された。橋梁諸元を表-3.1.12、位置図を図-3.1.24、橋梁一般図を図-3.1.25 にそれぞれ示す。本橋は中洲（中川原公園）に降りるための階段が上流側に、斜路が下流側に取り付いている。

現地調査は、令和 2 年(2020 年)7 月 5 日及び 10 日に行った。なお、特に断りのない限り、本橋の調査写真については 7 月 5 日に撮影されたものである。

表-3.1.12 橋梁諸元（大橋）

橋 長	270m
上部構造	6 径間連結ポステン I 桁
下部構造	壁式 RC 橋脚、逆 T 式橋台
基礎形式	場所打ち杭基礎
架設年次	平成 20 年
適用示方書	平成 13 年道路橋示方書
管理者	熊本県人吉市



図-3.1.24 位置図¹⁾

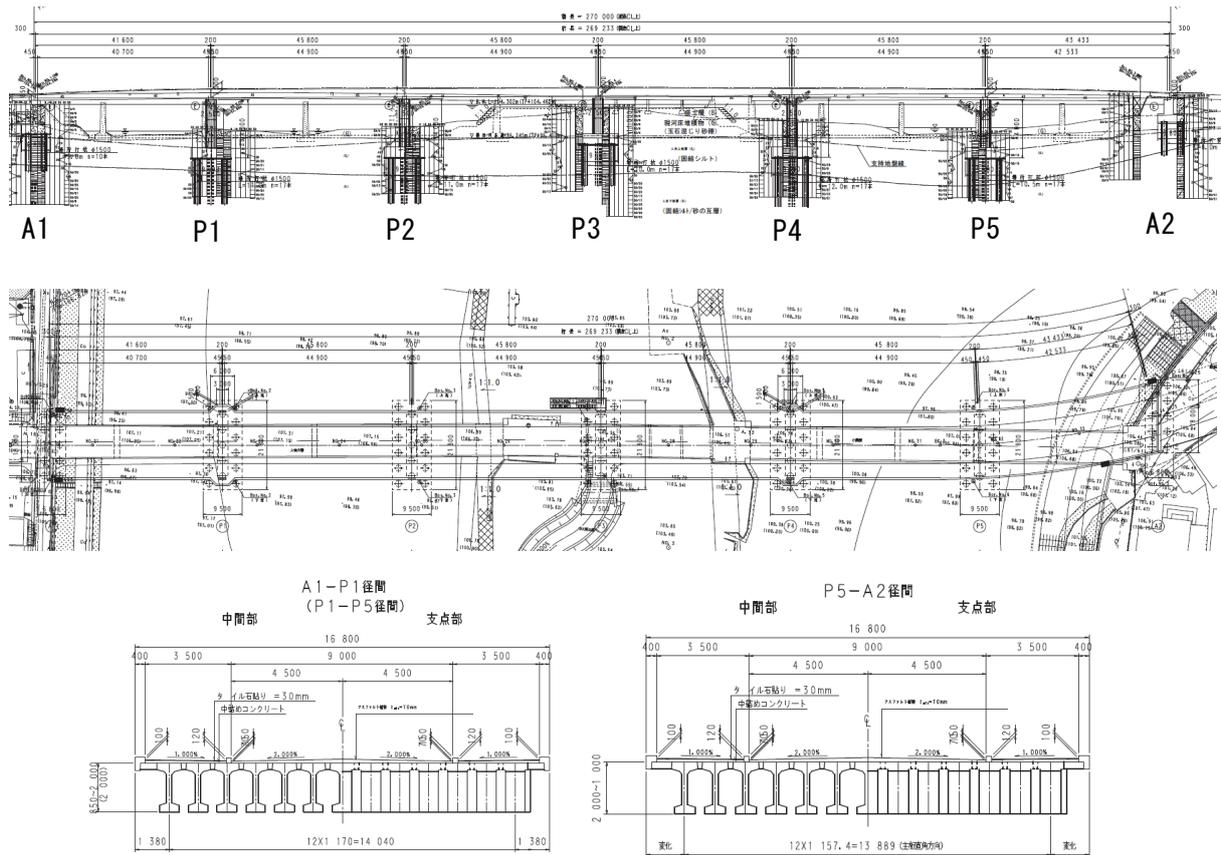


図-3.1.25 橋梁一般図

本橋では、右岸側の1径間での鋼製の防護柵の外れや、上部構造側面に添架物を隠すことを目的として設置されたと考えられる桁カバーの損壊が上流側では左岸側の1径間以外の範囲、下流側では右岸側1径間の範囲で確認された（写真-3.1.99～写真-3.1.102）。防護柵については、その多くが柱基部の地覆に埋め込まれた部分との接合部で外れていた。橋面上では、下流側の防護柵の道路中央側の草木等の堆積（写真-3.1.103）や、下流側の歩道部で排水孔の蓋の外れ（写真-3.1.104）が確認された。蓋が外れた箇所では蓋の真下の排水孔が床版下面まで貫通していた。目視で確認できた中洲付近と橋台部付近では、上部構造の桁や支承部、橋脚や橋台躯体に変状はみられなかった（写真-3.1.105）。

中洲に降りるために橋軸方向に取り付いていた階段部は、階段基部周辺の地盤が広範囲にわたって洗掘され、直接基礎である階段下側が下流側に回転移動するとともに沈下・傾斜した（写真-3.1.106）。この洗掘の範囲は階段部横に位置する本橋を支持する橋脚及び下流側にある中洲に降りるための斜路のアプローチ部にまで及んでいた（写真-3.1.107）。これにより、橋脚部では埋戻し土の一部が流出したものの基礎の露出はなく変状はみられなかった一方で、アプローチ部では直接基礎の下面まで土砂が流出し、局所的に浮いた状態となった。

このような被災となったのは、路面、上流側の上部構造側面及び下流側防護柵に草木等が残っていたことから、防護柵や桁カバー等に流体力が作用したためと考えられる。また、流向直角方向に設置されていた階段付近では、階段部にあつた水流が下方に流れて洗掘が生じたと推定される。さらに、排水孔の蓋が外れたのは、増水時に桁の下方から圧力（水

又は空気)が働いたことによるものと推定される。

なお、本橋は、左岸側の防護柵が損傷した箇所に応急対策として仮設の防護柵を設置したうえで（写真-3.1.108）、7月8日6時から通行を再開した。



写真-3.1.99 防護柵及び桁カバーの損傷（右岸上流側）



写真-3.1.100 防護柵の損傷
（上写真の丸囲み部）



写真-3.1.101 防護柵の損傷（右岸下流側）



写真-3.1.102 上部構造の状況（左岸下流側）



写真-3.1.103 左岸下流側の橋面状況



写真-3.1.104 排水溝の蓋の外れ



写真-3.1.105 桁下及び支承部の状況



写真-3.1.106 階段部の回転・沈下・傾斜



写真-3.1.107 階段部の下流側の洗掘状況



写真-3.1.108 応急復旧された防護柵
(右岸下流側) (7月10日撮影)

3.2 球磨川支川を渡河する道路橋

(1) 永椎橋（上部構造・橋脚流出）

永椎橋（ながしいばし）は、川内川を渡河する村道神瀬大岩線の橋梁であり、昭和43年（1968年）に架設された（写真-3.2.1）。表-3.2.1に橋梁諸元、図-3.2.1に位置図、図-3.2.2に橋梁一般図を示す。

現地調査は、令和2年（2020年）7月30日に行った。

表-3.2.1 橋梁諸元（永椎橋）

橋長	15.7m
上部構造	2径間 RCT 桁橋
下部構造	重力式橋台（2基）、柱式橋脚（1基）
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和43年
適用示方書	昭和31年コンクリート標準示方書
管理者	熊本県球磨村



図-3.2.1 位置図¹⁾

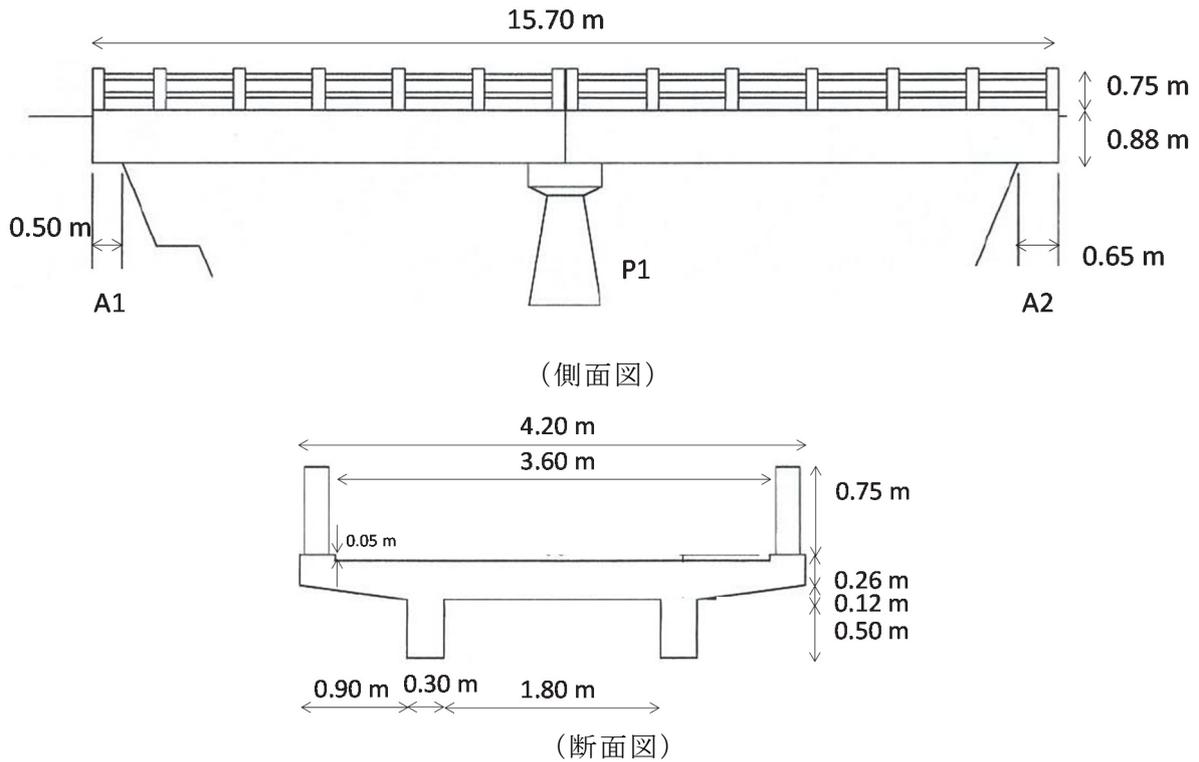


図-3.2.2 橋梁一般図



写真-3.2.1 被災前全景

7月30日の現地調査時点では、桁及びP1橋脚が5m程度流出していることを確認した(写真-3.2.2～写真-3.2.4)。流出した桁は、舗装などの剥がれがあるものの、目視の範囲では桁自体には割れなどの変状は見られなかった。A1橋台の parapet に長手方向の中央付近で折れが生じ下流側で5cm程度前方に変位していることが確認された(写真-3.2.5)。A2橋台の parapet が長手方向の上流側から1/4付近で破壊し、一部が流出していることが確認された(写真-3.2.6)。両橋台とも parapet の破壊面等に鉄筋は確認されなかった。また、parapet の背面の裏込めには特段の変状は確認されなかったことから、これらの変状は桁が流出する際に桁との衝突により生じた可能性がある。

P1橋脚、A1橋台、A2橋台に多数の衝突痕や擦過痕が見られた(写真-3.2.7～写真-3.2.9)。A2橋台の衝突痕に着目すると、下流側よりも上流側で衝突痕が多く見られた

(写真-3.2.8)。橋台で見られた擦過痕は、全高にわたり生じていた(写真-3.2.7～写真-3.2.8)。一方で、橋面と同じ高さの A1 橋台の下流側の擁壁にも擦過痕が見られたが、桁高より下で確認された(写真-3.2.10)。また、護岸上には植生が残っていることや流木などが確認できなかったことから、水位は桁高よりも低かったと推定される。

(公社)砂防学会の報告³⁾によれば、川内川流域では、流域内の各所で発生した斜面崩壊、土石流、溪岸・溪床侵食等の複合的な土砂生産に起因して、土砂・洪水氾濫が発生したことが報告されている。永椎橋の付近でも、下流側の集落では住宅の1階の天井付近まで土砂等が堆積している状況が見られた(写真-3.2.11)。このような流域の状況や衝突痕や擦過痕の状況から、永椎橋は土砂・洪水氾濫の影響を受けて橋脚が転倒・流出するとともに、橋脚の転倒に伴い桁の流出が生じた可能性が考えられる。一方で、永椎橋の付近では土砂等の堆積が見られなかった要因として、川内川が架橋位置の前後区間でほぼ直線である(図-3.2.1)ことが考えられる。

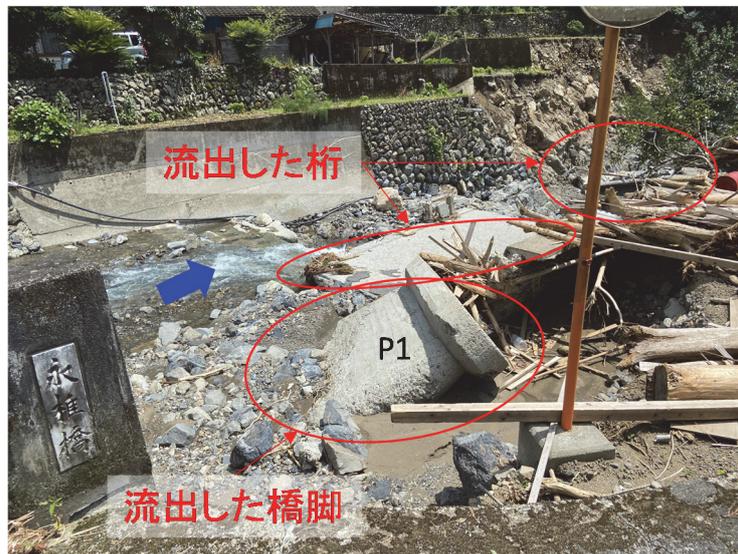


写真-3.2.2 桁及び P1 橋脚の流出状況 (A1 側から撮影)



写真-3.2.3 桁の流出状況 (A1 側から撮影)



写真-3.2.4 桁の流出状況 (A1側から撮影)



写真-3.2.5 A1橋台のパラペットの変状



写真-3.2.6 A2橋台のパラペットの変状 (A1側から撮影)



写真-3.2.7 A1 橋台の擦過痕等（下流側から撮影）

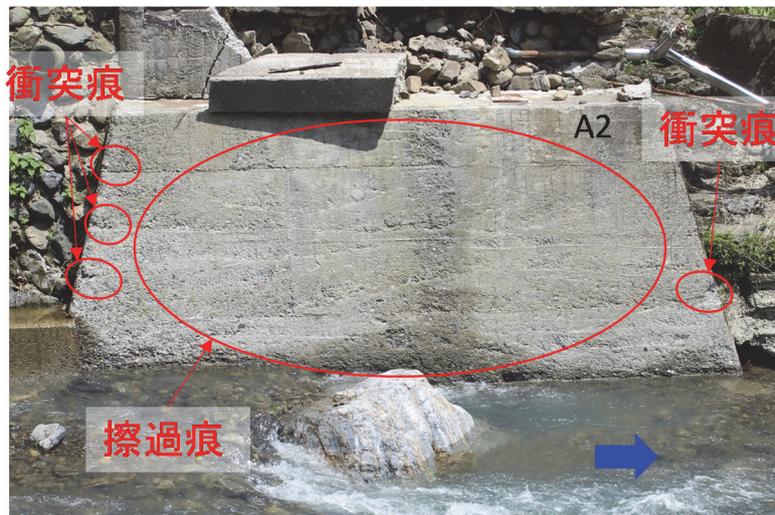


写真-3.2.8 A2 橋台の擦過痕等（A1 側から撮影）

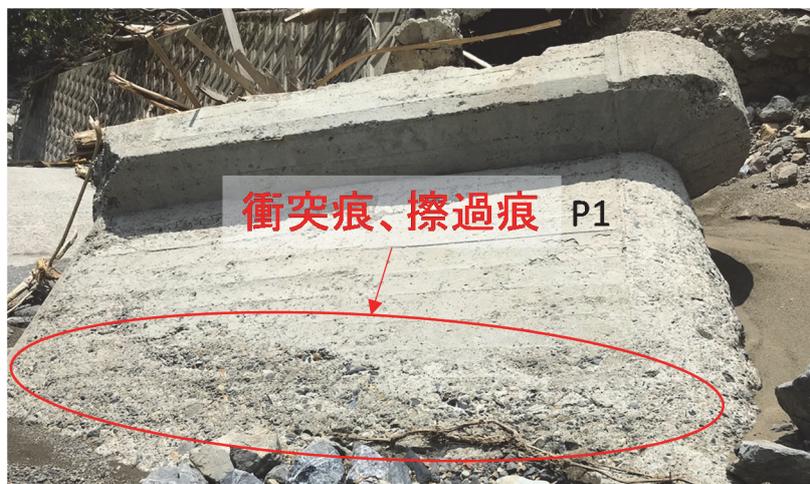


写真-3.2.9 P1 橋脚の擦過痕



写真-3.2.10 下流側の擁壁の擦過痕（A1側から撮影）



写真-3.2.11 下流側の集落の被害状況（熊本県提供）

(2) 丸岩橋（防護柵流失、橋台背面盛土流出）

丸岩橋（まるいわばし）は、川内川を渡河する村道神瀬大岩線の橋梁であり、昭和 46 年（1971 年）に架設された。表-3.2.2 に橋梁諸元、図-3.2.3 に位置図、図-3.2.4 に橋梁一般図を示す。

現地調査は令和 2 年（2020 年）7 月 30 日に行った。

表-3.2.2 橋梁諸元（丸岩橋）

橋 長	12.2m
上部構造	2 径間 RCT 桁橋
下部構造	重力式石積み橋台（2 基）、柱式橋脚（1 基）
基礎形式	直接基礎
架設年次	昭和 46 年
適用示方書	昭和 31 年鋼道路橋設計示方書
管理者	熊本県球磨村

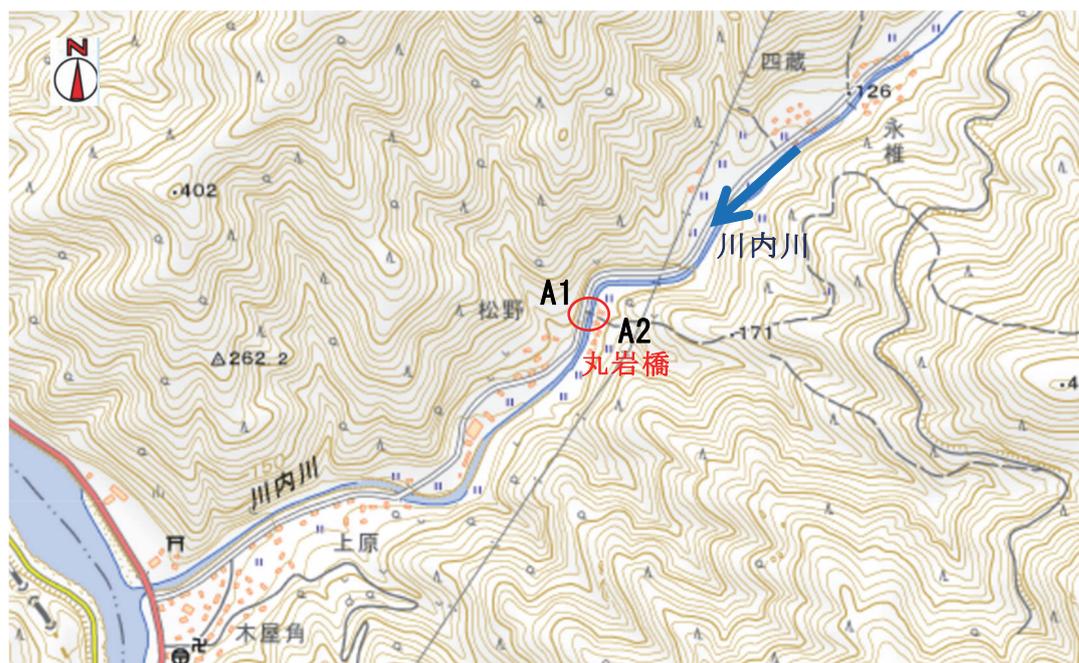
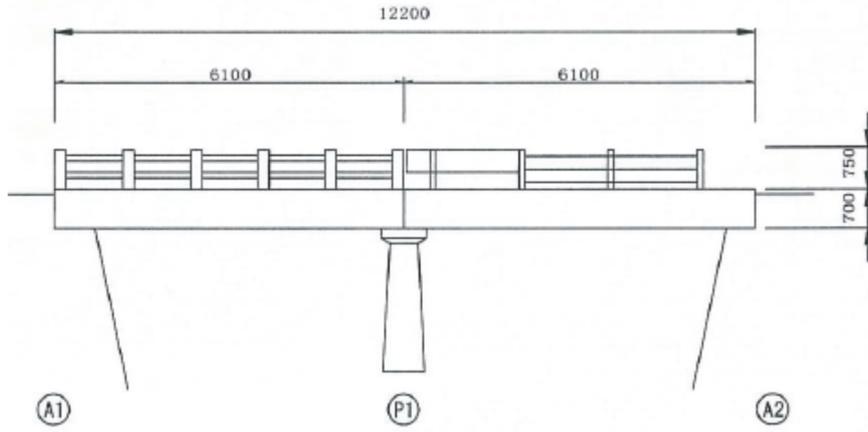
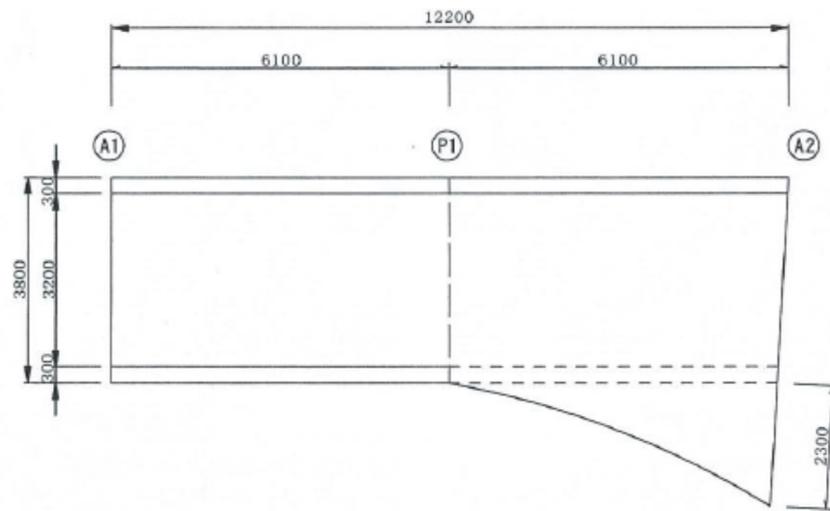


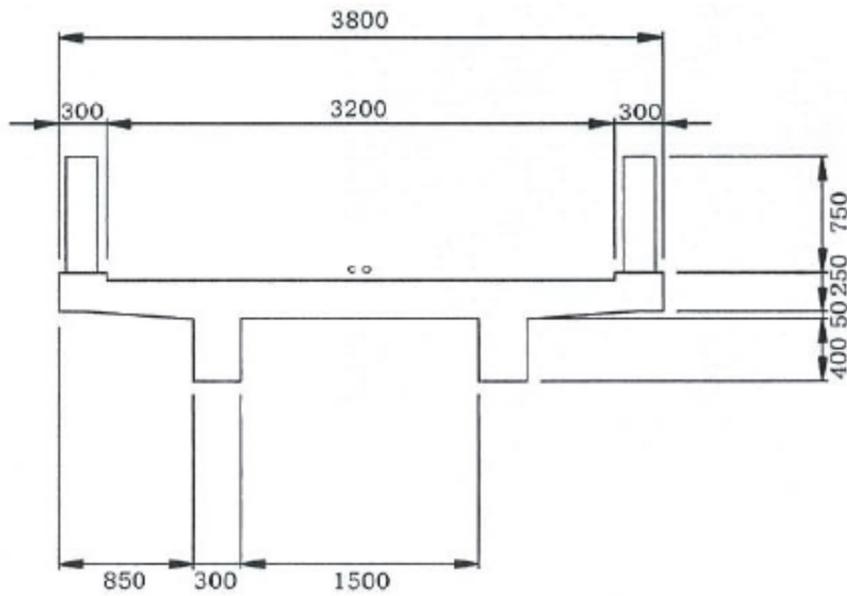
図-3.2.3 位置図¹⁾



(側面図)



(平面図)



(断面図)

図-3.2.4 橋梁一般図

現地調査は、右岸 A1 側の道路及び橋面上から実施した。

調査時は、河道に土砂及び岩が堆積して下部構造が埋没し、桁下には隙間なく土砂等が堆積している状況であった（写真-3.2.12）。桁はいずれも流失せずに元の位置に留まっており、橋面上は割れ等の損傷は見られなかったが（写真-3.2.13）、土砂等による埋没のため下部構造 3 基及び桁下については詳細な損傷状況は確認できなかった（写真-3.2.12）。P1～A2 間の桁の下流側の防護柵は流失しており（写真-3.2.14）、下流側の桁端部には防護柵流失時に生じたと考えられるコンクリートの欠け及び鉄筋の破断が見られた（写真-3.2.15）。

A2 橋台の背面部の盛土は流出し、調査時点で河道となっていた（写真-3.2.16）。架橋位置の上流には河道右岸よりも土砂等の堆積が確認できたが（写真-3.2.17）、土砂等の堆積量は比較的少なかった。

さらに上流側では河道急変部がある（図-3.2.3、写真-3.2.18）。

（公社）砂防学会の報告³⁾によれば、川内川流域では、流域内の各所で発生した斜面崩壊、土石流、溪岸・溪床侵食等の複合的な土砂生産に起因して、土砂・洪水氾濫が発生したことが報告されている。丸岩橋の下部構造が土砂等により埋没したのは、河道急変部の影響により土砂を運んできた流水の速度が遅くなり、土砂が堆積したことが影響したと考えられる。防護柵に流木等が絡んでいることから（写真-3.2.19）、架橋位置では防護柵の位置まで増水していたと考えられる。一方で、桁が流失していないことや桁の大きな損傷が確認されなかったことから、桁への作用は限定的であったと考えられる。



写真-3.2.12 土砂及び岩による下部構造の埋没



写真-3.2.13 橋面上の状況（A2 から A1 側を臨む）



写真-3.2.14 下流側防護柵が流失した状況（P1～A2 間）



写真-3.2.15 下流側桁端部に確認されたコンクリートの欠け及び鉄筋の破断（P1～A2 間）



写真-3.2.16 A2 橋台背面部流出の状況



写真-3.2.17 橋梁架設箇所上流右岸側に堆積する土砂等



写真-3.2.18 橋梁架橋箇所上流側で急変する河道の状況(橋面上より上流側を臨む)



写真-3.2.19 防護柵に絡む流木や草木等

(3) 糸原橋（上部構造・橋脚流失）

糸原橋（いとはらばし）は、球磨川支川の小川を渡河する村道渡大槻線の橋梁であり、昭和 43 年（1968 年）に架設された（写真-3.2.20）。表-3.2.3 に橋梁諸元、図-3.2.5 に位置図、図-3.2.6 に橋梁一般図を示す。

現地調査は令和 2 年（2020 年）7 月 29 日に行った。

表-3.2.3 橋梁諸元（糸原橋）

橋 長	19.20m
上部構造	3 径間 RCT 桁橋
下部構造	重力式橋台（2 基）、柱式橋脚（2 基）
基礎形式	不明
架設年次	昭和 43 年
適用示方書	昭和 39 年鉄筋コンクリート道路橋設計示方書
管理者	熊本県球磨村

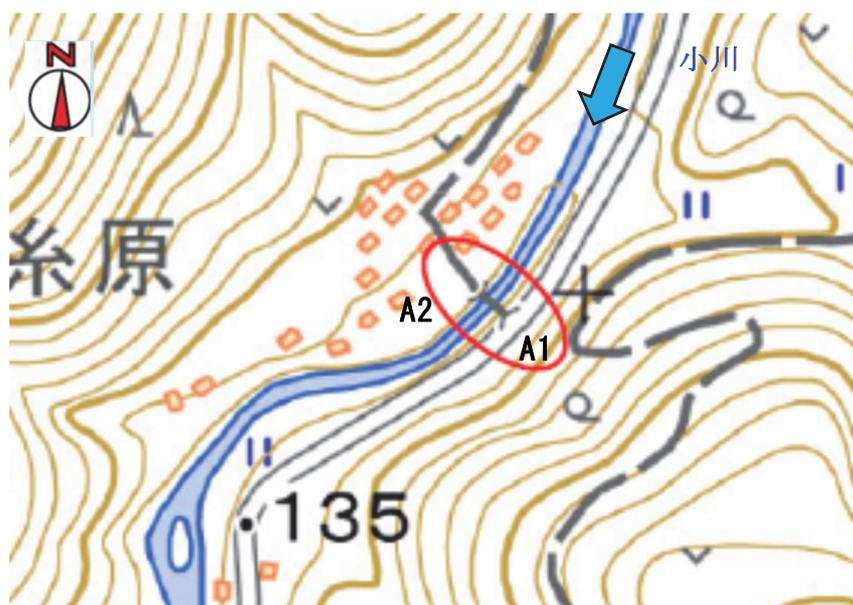


図-3.2.5 位置図¹⁾

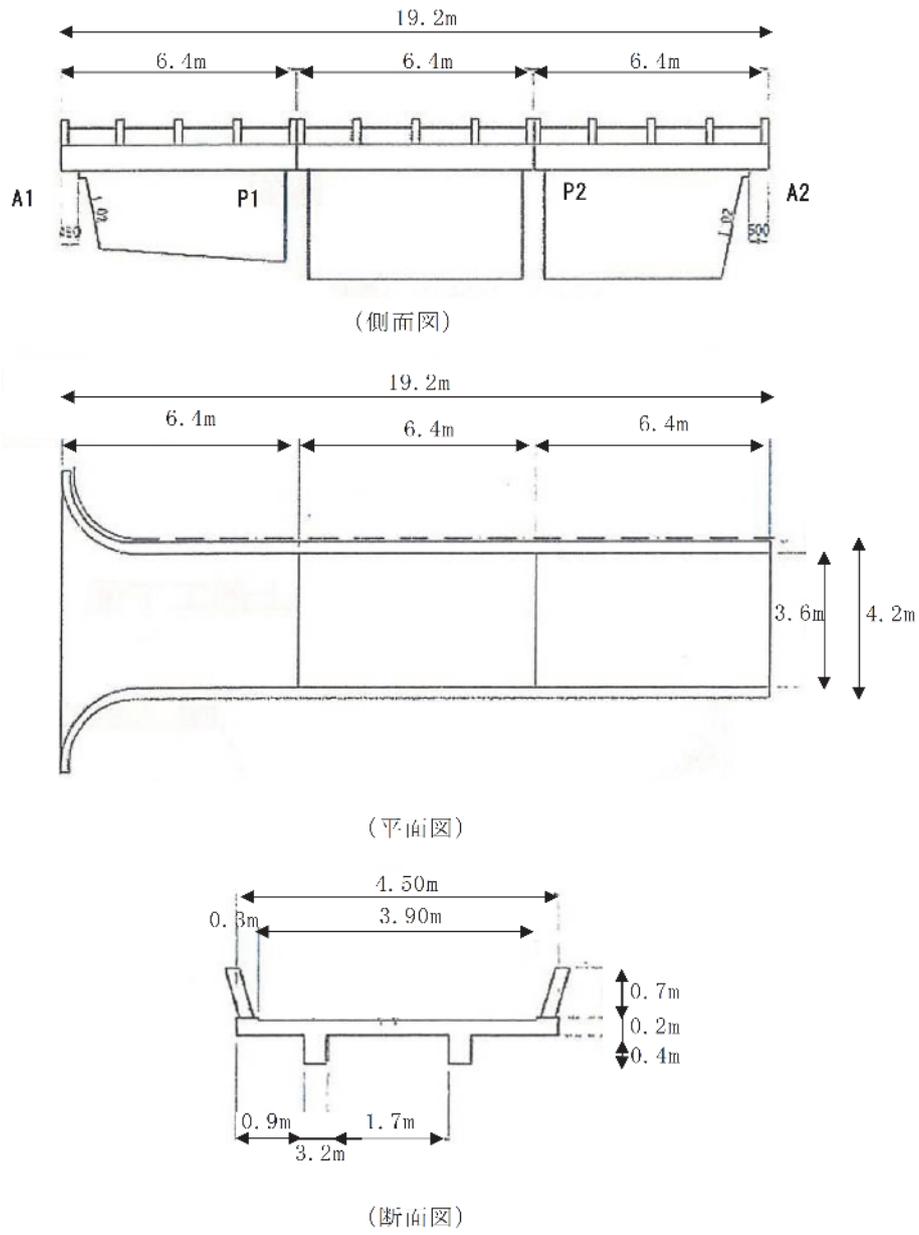


図-3.2.6 橋梁一般図

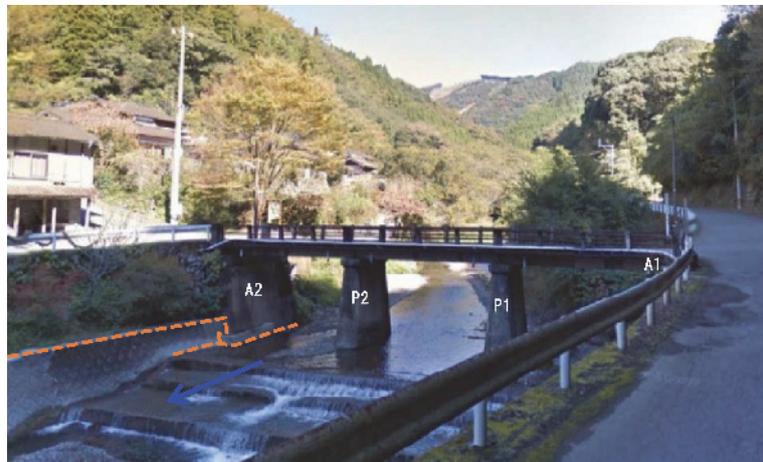


写真-3.2.20 被災前状況

河川線形は川上から架橋位置付近まで概ね直線となっており、架橋位置での流心は中央付近である（図-3.2.5、写真-3.2.21、写真-3.2.22）。

調査は左岸側（A1 橋台側）のみから行った。全ての上部構造が流失していたが、流失した上部構造は調査時に確認できなかった（写真-3.2.21）。下部構造では橋脚 2 基とも流失していた（写真-3.2.22）。写真-3.2.22 中では、流失した橋脚の一つとみられる小判型断面のコンクリート部材が確認されたが、もう一方の橋脚は調査時には確認できなかった。水面から頭を出している部位は外力を受けて破壊したと推察されるが、破壊した断面で鉄筋は確認されなかった。このため、破壊した断面では水平力に対する抵抗力が比較的小さかった可能性がある。なお、A1 橋台は前面に土のうが積まれており、A2 橋台は流木に埋まった状態であったため、損傷状況は確認できなかった。



写真-3.2.21 糸原橋の全景写真（上流側）



写真-3. 2. 22 糸原橋の全景写真（下流側）

(4) 新深水橋（橋台周辺の土砂流出）

新深水橋（しんふかみばし）は、川辺川を渡河する村道新深水線の橋梁で、平成 17 年（2005 年）に架設された。橋梁諸元を表-3.2.4、位置図を図-3.2.7、橋梁一般図を図-3.2.8 にそれぞれ示す。

現地調査は令和 2 年（2020 年）7 月 17 日に行った。

表-3.2.4 橋梁諸元（新深水橋）

橋長	88m
上部構造	3 径間 PCT 桁
下部構造	壁式 RC 橋脚、逆 T 式橋台
基礎形式	深礎基礎（A1）、場所打ち杭基礎（A2）、直接基礎（橋脚）
架設年次	平成 17 年
適用示方書	平成 8 年道路橋示方書
管理者	熊本県相良村



図-3.2.7 位置図¹⁾

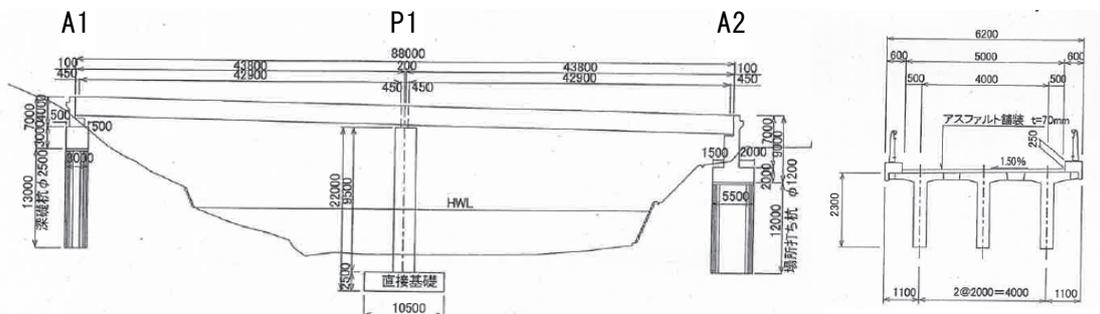


図-3.2.8 橋梁一般図

本橋では、右岸側の A2 橋台基礎部の土砂が流出し、前列の杭（2 本）の杭頭部がフーチング下面位置から 3～4m 程度の範囲で露出したことが確認された（写真-3.2.23、写真-3.2.24）。土砂流出の範囲は、図面から推定される後列杭の前面近くにまで達していたが、後列杭をはっきりと確認することはできなかった。露出した杭体にはひび割れ等の損傷や傾斜などはみられなかった（写真-3.2.25）。また、A2 橋台背面上流側の盛りこぼし部に設置されたブロック積み擁壁周辺の土砂が流出し、擁壁が沈下・倒壊した。さらに、橋の位置から上流側 50m 程度の範囲にわたって河川護岸の損傷と護岸背面土砂の侵食も確認された（写真-3.2.26）。その他の下部構造や上部構造の変状、路面の段差などはみられなかった。

このような A2 橋台周辺の土砂流出が生じたのは、河川の線形から（図-3.2.7）、通常時は河川中央からやや左岸寄りである主流部が洪水時の水位上昇により右岸側に寄り、本橋右岸上流側の河川護岸の損傷・河岸侵食が生じた影響が本橋まで達したことによるものと考えられる。なお、洪水時の水位は、桁位置までは達していなかったと推定される。



写真-3.2.23 被災後の新深水橋全景（左岸下流側より）



写真-3.2.24 A2 橋台基礎杭頭部の土砂流出



写真-3.2.25 A2 橋台の前列上流側の杭頭部の状態



写真-3.2.26 A2 橋台盛りこぼし部の擁壁の沈下、倒壊及び土砂の流出

(5) 新村橋（上部構造流失・橋脚転倒）

新村橋（しんむらばし）は、川辺川を渡河する村道新村井沢線の橋梁で、昭和 39 年（1964 年）に架設された（写真-3.2.27）。橋梁諸元を表-3.2.5、位置図を図-3.2.9、橋梁一般図を図-3.2.10 にそれぞれ示す。

現地調査は令和 2 年（2020 年）7 月 17 日に行った。

表-3.2.5 橋梁諸元（新村橋）

橋長	120m
上部構造	3 径間鋼吊橋
下部構造	壁式 RC 橋脚
基礎形式	不明
架設年次	昭和 39 年
適用示方書	不明
管理者	熊本県相良村

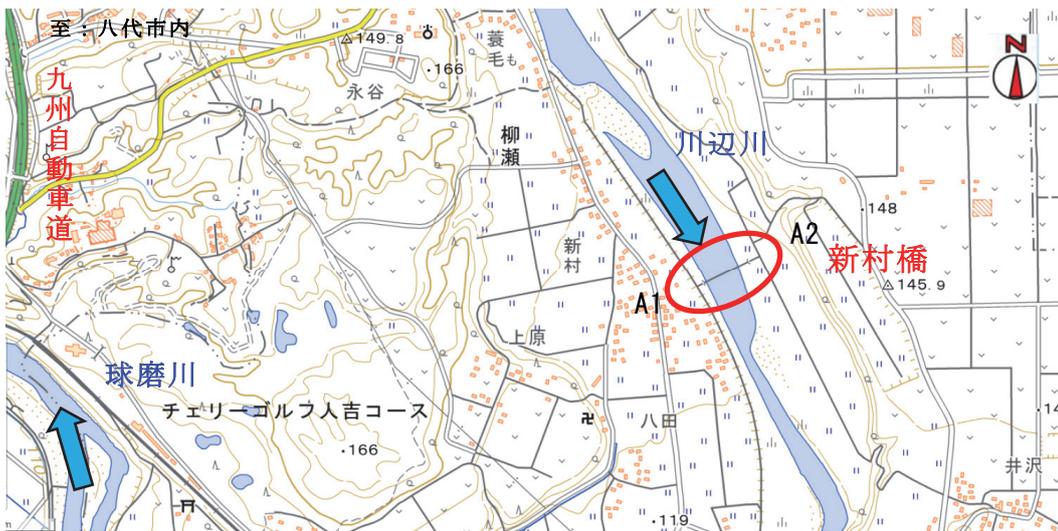


図-3.2.9 位置図¹⁾

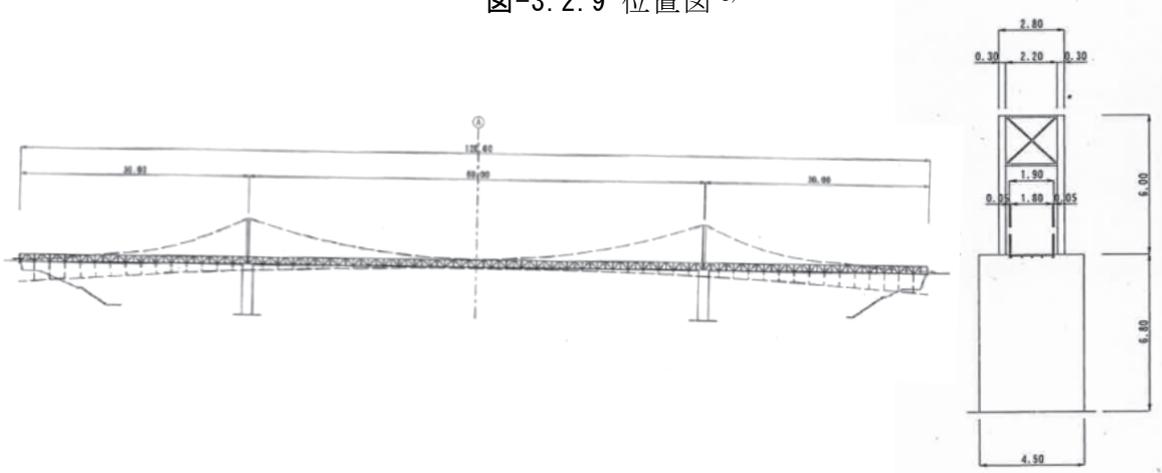


図-3.2.10 橋梁一般図



写真-3. 2. 27 被災前全景



写真-3. 2. 28 洪水時の状況（相良村提供）

調査は右岸側からのみ行った。上部構造は、中央径間部については上流側の主ケーブルからつり下げられたハンガーケーブルと補剛桁が右岸側下流に残った状態、右岸側側径間部については補剛桁が流失していた(写真-3. 2. 28～写真-3. 2. 30)。上流側の主ケーブルは、右岸側橋台部と固定された状態で残っていたものの、右岸側橋脚主塔上のサドル部からは外れており下流側の主塔柱上部に引っかかっていた。下流側の主ケーブルは存在を確認できなかった。右岸側橋脚上の鋼製の主塔は、主塔頂部付近に設置された斜材が変形し、鉛直軸周りにねじれていた(写真-3. 2. 31)。この橋脚の基部周りは洗掘により局所的に土砂が流出していたが、基礎が露出するまでには至っておらず、橋脚の沈下・傾斜は確認されなかった(写真-3. 2. 32)。左岸側主塔は、右岸側からの遠望目視の範囲では水中に没して確認できなかったが、後日(11月13日)に再度現地で確認したところ、主塔頂部を下流方向かつ川の中心方向に向けた状態で橋脚と一体となって転倒していた(写真-3. 2. 33)。左岸側橋台は、右岸側からの遠望目視の限りでは主ケーブルの取付部の一部残存と、耐風索の取付部にあたると思われる箇所のコンクリートの剥落が確認された(写真-3. 2. 34)。

本橋では、写真-3. 2. 28 の状況から橋面の高さを越えるまで水位が上昇しており、これにより主塔間の桁部分に水平方向に流体力が作用し、ハンガーケーブル・主ケーブルを介し

て主塔に力が伝わり、右岸側主塔が鉛直軸周りにねじれ、主ケーブルが外れて上部構造が流失し左岸側の橋脚・主塔に下流方向に力が作用して転倒したか、もしくは左岸側橋脚の基礎の洗掘により転倒し上部構造が流失したことにより右岸側主塔のねじれが生じたことが可能性として考えられる。



写真-3. 2. 29 被災後の新村橋全景（右岸上流側より）



写真-3. 2. 30 右岸側側径間部及び中央径間部の被災状況



写真-3.2.31 右岸側橋脚主塔と上部構造



写真-3.2.32 右岸側橋脚基部周辺の洗掘



写真-3.2.33 転倒した左岸側橋脚主塔（11月13日撮影）



写真-3.2.34 左岸側橋台

(6) 麓橋（上部構造流失）

麓橋（ふもとばし）は、鳩胸川を渡河する一般県道大畑停車場線の橋梁であり、昭和42年（1967年）に架設された（写真-3.2.35）。橋梁諸元を表-3.2.6、位置図を図-3.2.11、橋梁一般図を図-3.2.12にそれぞれ示す。

現地調査は令和2年（2020年）7月5日に行った。

表-3.2.6 橋梁諸元（麓橋）

橋長	21.8m
上部構造	単径間鋼版桁橋
下部構造	逆T式橋台(推定)
基礎形式	不明
架設年次	昭和42年
適用示方書	昭和39年鋼道路橋設計示方書
管理者	熊本県



図-3.2.11 位置図¹⁾

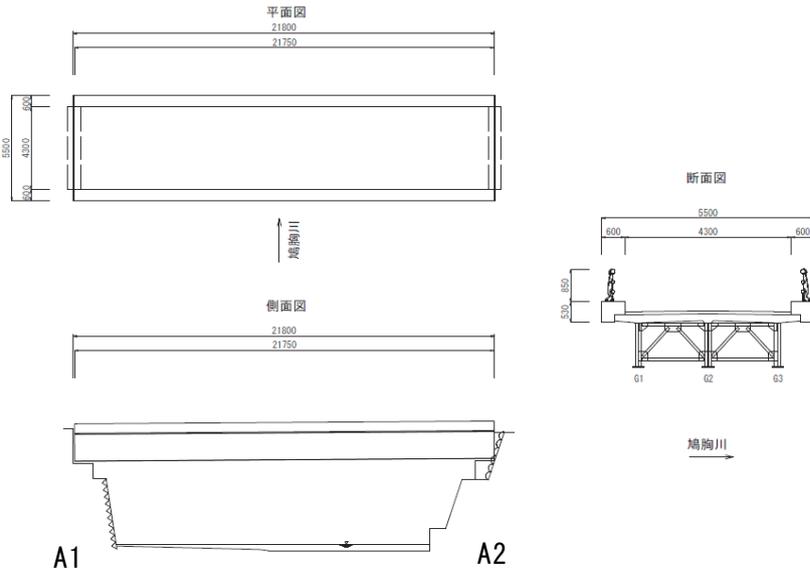


図-3.2.12 橋梁一般図



写真-3.2.35 被災前全景

左岸側の A1 橋台周辺の土砂が洗掘により流出し、橋台が前面側にずり落ちるような形で 3～4m 程度沈下傾斜していた（写真-3.2.36、写真-3.2.37）。この橋台の橋座部には、線支承の下沓及び上流側のピンチプレートが残っており、アンカーボルトが引き抜けた状態となっていた（写真-3.2.38）。なお、最も下流側の支承の一つは土砂に埋もれていたもので、確認できたのは中央と上流側の 2 支承である。下沓の上流側には沓座モルタルとの間に隙間がみられた。支承部の損傷形態は右岸側橋台の橋座上でも同様であった。右岸側 A2 橋台は傾斜沈下などの変状や取付護岸の損傷はみられなかった。上部構造は流失し、数十mほど下流左岸側に裏返った状態になっていた（写真-3.2.36 の丸囲み部）。流失した桁をみると、支点部付近で局所的に大きく変形していた（写真-3.2.39）。A2 橋台上の支承部も A1

橋台支承部と同じような損傷となっていた（写真-3.2.40）。

洪水時の水位は、A1 橋台背面の道路上に洪水に伴うと思われる流下物等が残っていたことから、橋面を越える高さまで達したと考えられる。左岸側橋台が沈下傾斜した要因については特定はできないものの、洪水に伴う河床低下あるいは橋台背後側からの溢水した洪水による流れにより橋台及びその下流側で河岸や護岸が侵食されたことが可能性としては考えられる。また、上部構造の流失は、下部構造に異常がない状態で橋面を越える高さまで水位が上昇したことで上部構造に流体力が作用したことによるものか、前述の左岸側橋台の沈下傾斜により橋面位置が下がった状態で流体力が作用したことのいずれかによるものと考えられる。ただし、両端橋台の支承部に共通して、支承の上流側のピンチプレートに特段の変形がみられないことや、下柵やアンカーボルトの状態から、上部構造に対して水平下流方向にある程度力が作用した後に上部構造の下流側を中心に上流側が浮き上がるような形となり流失したと考えられる。



写真-3.2.36 被災後の麓橋全景



写真-3.2.37 沈下傾斜した A1 橋台



写真-3.2.38 A1 橋台の支承部(上流側 2 支承)



写真-3.2.39 流失した上部構造の支点部付近の変形

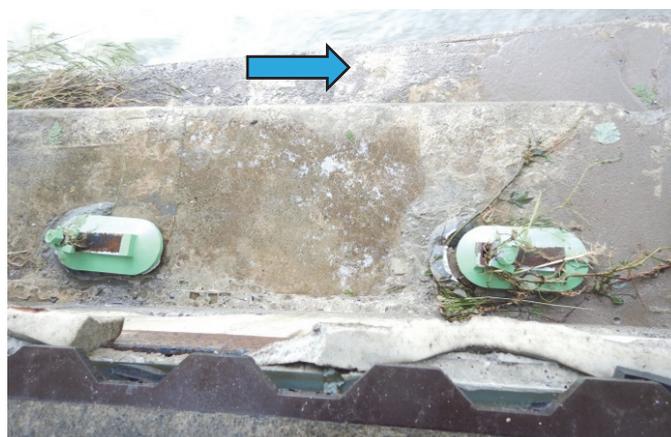


写真-3.2.40 A2 橋台の支承部(上流側 2 支承)(九州地方整備局提供)

(7) 水無川橋（橋脚変状）

水無川橋（みずなしがわばし）は、水無川を渡河する橋梁であり、昭和42年（1967年）に架設された。表-3.2.7に橋梁諸元、図-3.2.13に位置図、図-3.2.14に橋梁一般図を示す。

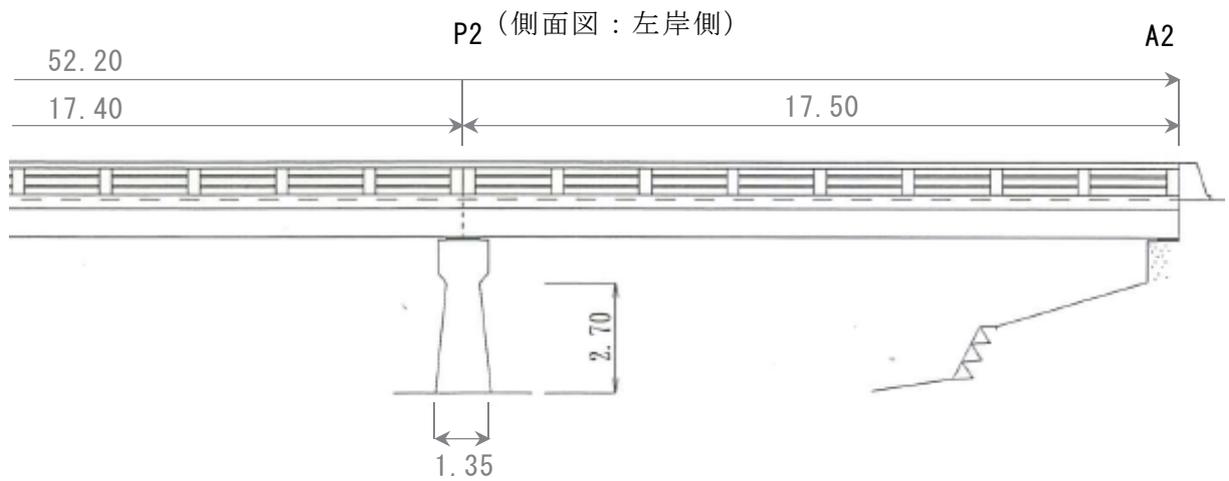
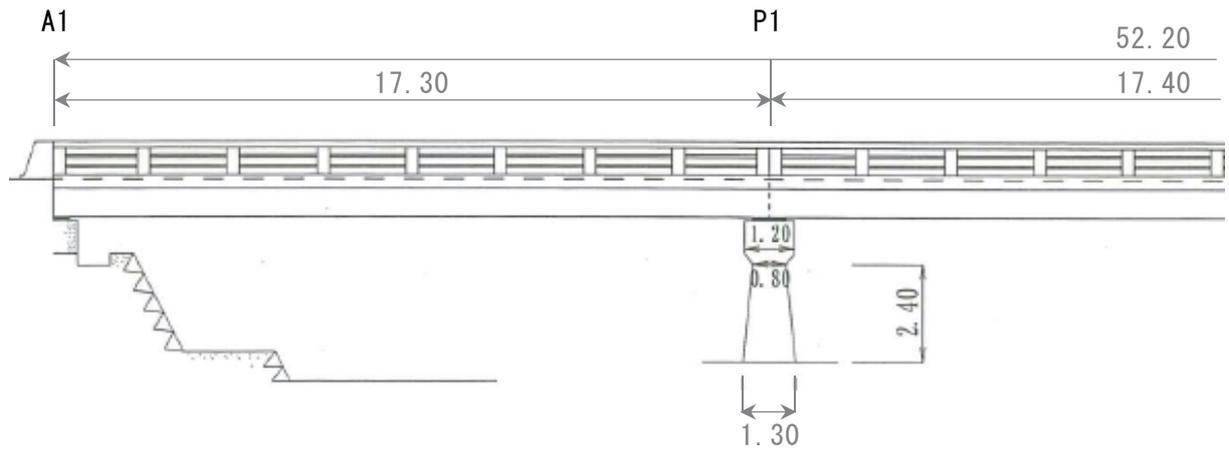
現地調査は令和2年（2020年）7月29日に行った。

表-3.2.7 橋梁諸元（水無川橋）

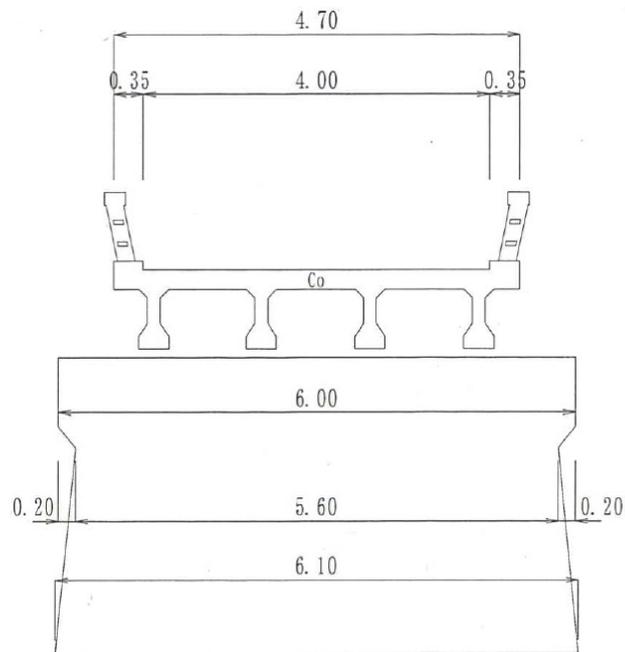
橋長	52.2m
上部構造	PCT桁橋
下部構造	橋台（2基：形式不明）、壁式橋脚（2基）
基礎形式	（橋台）不明、（橋脚）直接基礎
架設年次	昭和42年
適用示方書	不明
管理者	熊本県錦町



図-3.2.13 位置図¹⁾



(侧面图：右岸侧)



(断面图)

图-3.2.14 桥梁一般图

P1 橋脚では、上流側で沈下及び P2 橋脚側への変位が生じていた（写真-3.2.41）。沈下量および変位量については、目視レベルで 1m 程度であった。P1 橋脚の下流側においては、桁と接触したことにより発生したと考えられる橋脚天端部の欠けが見られた（写真-3.2.42）。また、P1-A1 桁が上流側に変位するとともに、桁間が開口していた（写真-3.2.43）。変位量及び開口量は、現地での計測により約 20cm であった。以上の橋脚天端部及び桁に生じた変状については、P1 橋脚の沈下に起因するものと考えられる。A1 橋台側の河床には護床工が設置されていたが、P1 橋脚周辺では、護床工の沈下や P1 橋脚側への傾きが生じていた（写真-3.2.44）。以上の状況から、P1 橋脚の沈下や傾きは、P1 橋脚周辺で洗掘が進行して生じたものと考えられる。

P2 橋脚、A1 橋台や A2 橋台については、目視の範囲では、特段の変状は確認されなかった（写真-3.2.45～写真-3.2.47）。

なお、水無川橋は、水無川の直線的な河川区間に位置している（図-3.2.13、写真-3.2.48、写真-3.2.49）。橋脚天端に流木が漂着していたことから（写真-3.2.41）、少なくとも桁高程度まで増水したものとみられる。また、図-3.2.14 に示す側面図から推定される河積阻害率は 5%程度である。



写真-3.2.41 P1 橋脚の変状状況



写真-3.2.42 橋脚天端部の欠け

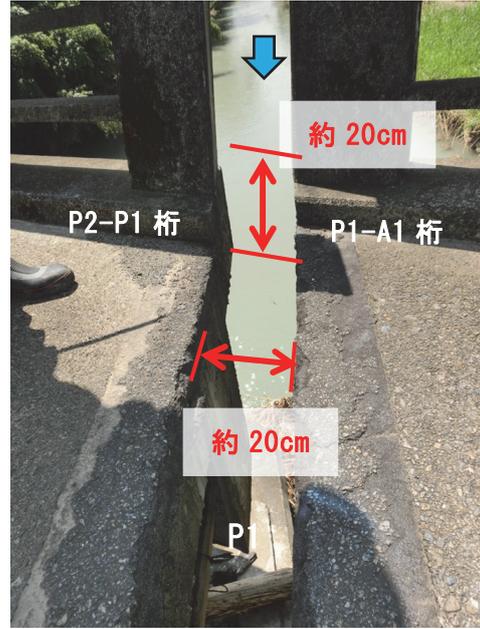


写真-3.2.43 桁の変状状況

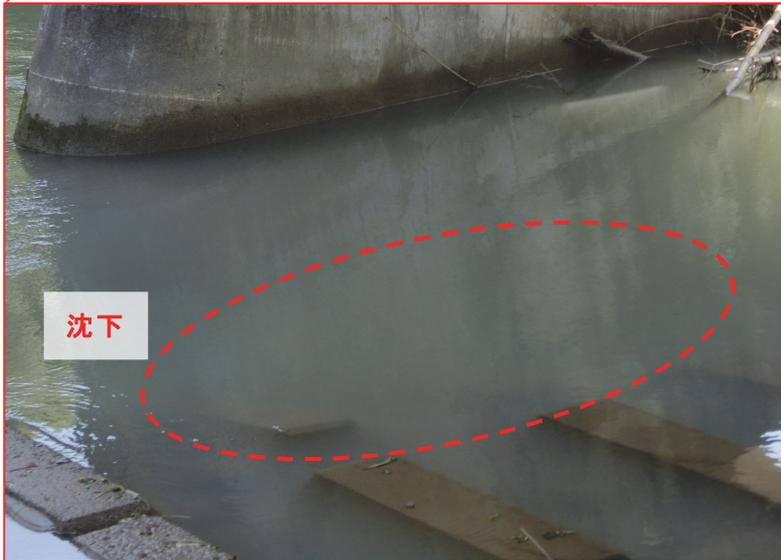
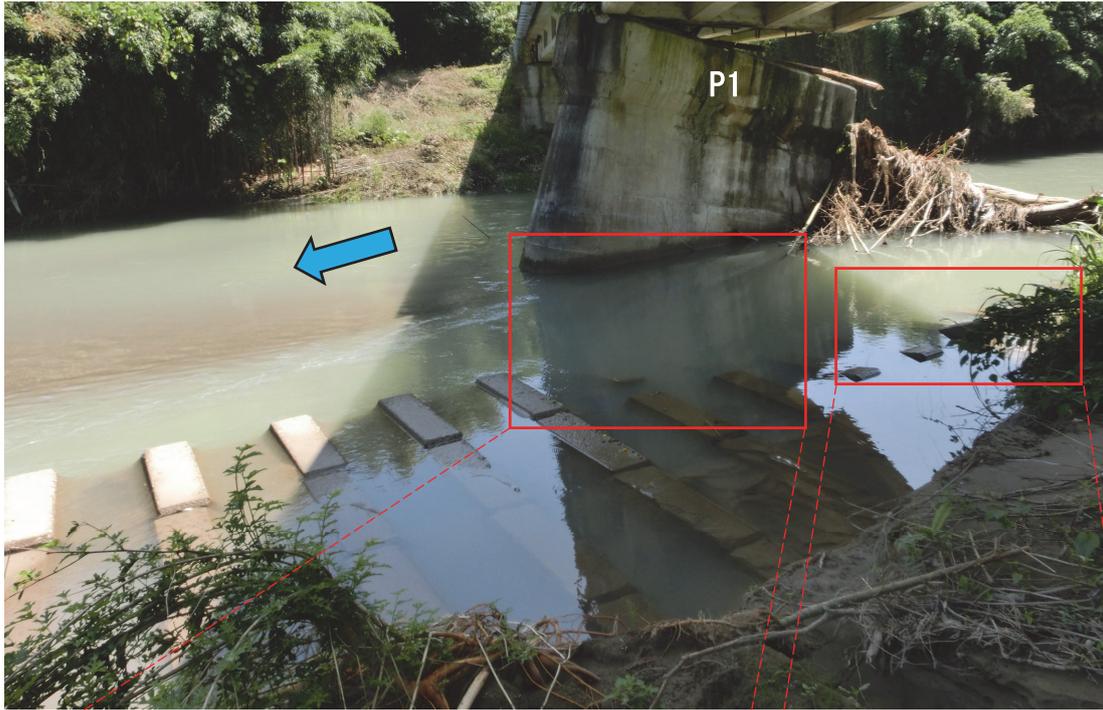


写真-3.2.44 護床工の変状状況



写真-3. 2. 45 P2 橋脚の状況



写真-3. 2. 46 A2 橋台の状況



写真-3. 2. 47 A1 橋台の状況

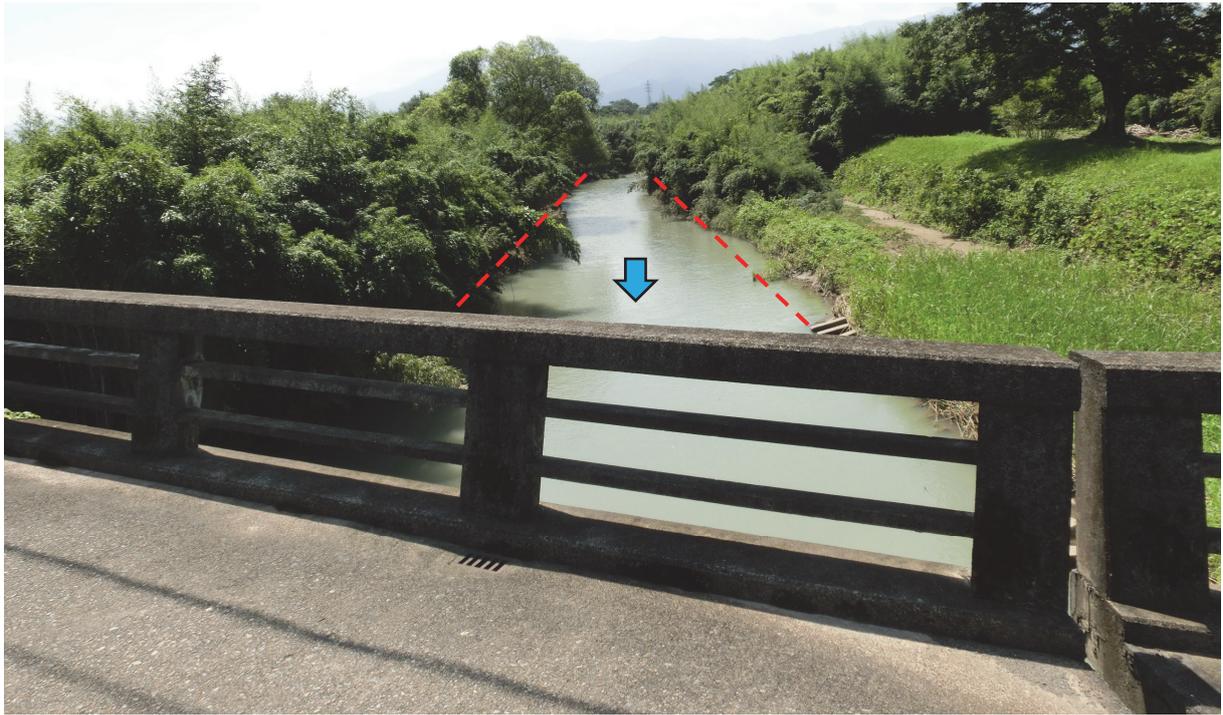


写真-3. 2. 48 水無川橋 河道形状（上流側）



写真-3. 2. 49 水無川橋 河道形状（下流側）

3.3 道路橋に関する現地技術支援の初動対応

ここでは、熊本県球磨川流域の道路橋について発災直後からおよそ半月の間における研究所の現地における技術支援について示す。

国総研（つくば）では7月4日4時50分から非常体制に入り、情報収集や技術支援体制の構築がなされた。

この災害では、熊本県に常駐していた国総研社会資本マネジメント研究センター熊本地震復旧対策研究室（以下、復旧研）が、発災初期の段階から現地での情報収集や技術支援を行い、研究所のリエゾンとしての役割も担った。

球磨川流域の道路橋が被災した7月4日、復旧研では熊本県内の報道情報から午前中の段階で深水橋及び西瀬橋の被災を確認し、つくばに情報提供を行った。4日の夕刻には、熊本県からの要請を受けた九州地方整備局道路部から、球磨川を渡河する流失した道路橋の被災状況の確認と応急復旧対策検討（応急復旧橋の架設方法、架設位置等）を迅速に行うための技術支援要請が国総研にあり、翌5日午前から1回目の現地調査を整備局職員、復旧研究室長ほかで実施した。第1回調査は、球磨川下流の深水橋（写真-3.3.1）と、九州自動車道を経由して到達可能であった人吉市内の橋（西瀬橋、大橋、麓橋）で実施した。なお、この際に調査した橋のうち、大橋については応急の防護柵が設置され7月7日に、また西瀬橋は上部構造流失径間部に応急の仮橋が架設され9月4日にそれぞれ通行が再開されている。

被災翌日の5日の時点では、球磨川中流域へは徒歩でのアクセスが困難な状況であったが、その後、徒歩のみの場合も含めて現地へのルートが概ね確認された橋から順次現地調査を行った（7月7日、9日：写真-3.3.2、写真-3.3.3）。

さらに、多数の被災橋への迅速な技術支援が必要であったことから、10日にはつくばの国総研橋梁研究室及び土研構造物メンテナンス研究センター橋梁構造研究グループの職員も現地入りし（写真-3.3.4、写真-3.3.5）、この日で球磨川本川を渡河する流失した道路橋全てに対する初動の調査、技術支援を終えた。

このときまでに行われた調査結果については、全国から派遣された TEC-FORCE が実施した被災調査結果とともに、「国道219号と県道等（八代～人吉）球磨川を渡河する橋梁調査報告書」としてとりまとめられ、7月18日に実施された報告会にて熊本県に手交された。報告会には九州地方整備局とともに国総研も同席した（写真-3.3.6）。

上記とは別に、7月豪雨で被災した熊本県相良村管理の2橋（新深水橋及び新村橋）について同村より熊本県経由で技術支援要請があり、7月17日に復旧研が現地調査（写真-3.3.7）、技術支援を行った。



写真-3.3.1 深水橋調査状況
(7月5日撮影)



写真-3.3.2 相良橋調査状況
(7月7日撮影)



写真-3.3.3 鎌瀬橋へ向かう途中の道路状況
(7月9日撮影)



写真-3.3.4 沖鶴橋調査状況
(7月10日撮影)



写真-3.3.5 鎌瀬橋調査状況
(7月10日撮影)



写真-3.3.6 熊本県への調査結果報告の状況
(7月18日撮影)



写真-3.3.7 新深水橋調査状況
(7月17日撮影)

参考文献

- 1) 国土地理院：地理院地図、<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- 2) 虹の架け橋から西瀬橋物語～ 富田勝平氏をたたえる（現地掲出看板）
- 3) 砂防学会：令和2年7月豪雨 球磨川水系川内川における土砂災害に係る災害調査報告（概要速報版）、<https://jsece.or.jp/wp-content/uploads/2020/08/R2M7gaiyou.pdf>

4. 道路土工構造物・道路沿線の自然斜面

4.1 道路土工構造物（河川並行区間）の被害調査

(1) 岐阜県下呂市（国道41号）

国道41号下呂市小坂町門坂地区（表-4.1.1、図-4.1.1）では、令和2年（2020年）7月8日6時頃から8時頃にかけて、路側の擁壁が倒壊するとともに、路面が広範囲に陥没し（L=約450m、写真-4.1.1）、全面通行止めを実施した。被災時の降雨は、当該箇所から南西に約8km離れた近傍のアメダス観測所である萩原観測所において、時間降水量で最大58.5mm/h、降り始めからの累積降水量は584.5mmを記録した（図-4.1.2）。

国総研と土研は、令和2年9月10日に中部地方整備局から技術相談を受けるとともに、10月28日に復旧状況等を確認するための現地調査を行った。

表-4.1.1 被災概要

路線名	国道41号
交通量	7,665台/日（H27 センサス）
管理者	中部地方整備局高山国道事務所
被災形態	擁壁倒壊および路体流失

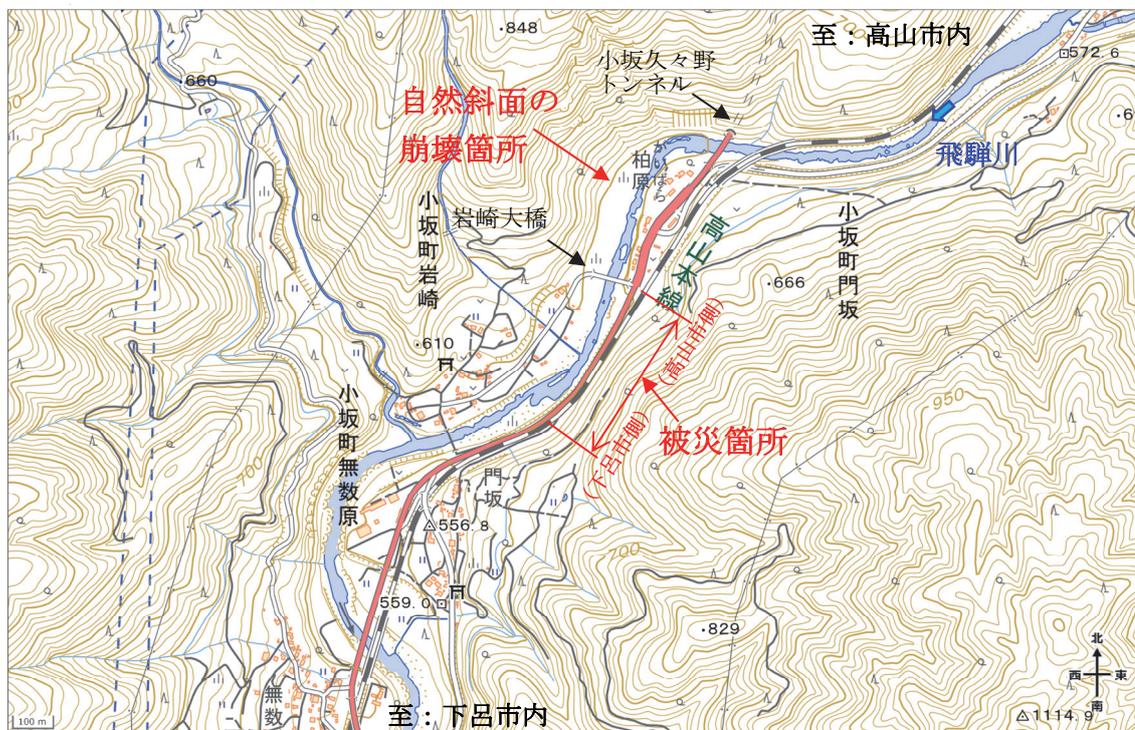


図-4.1.1 位置図¹⁾

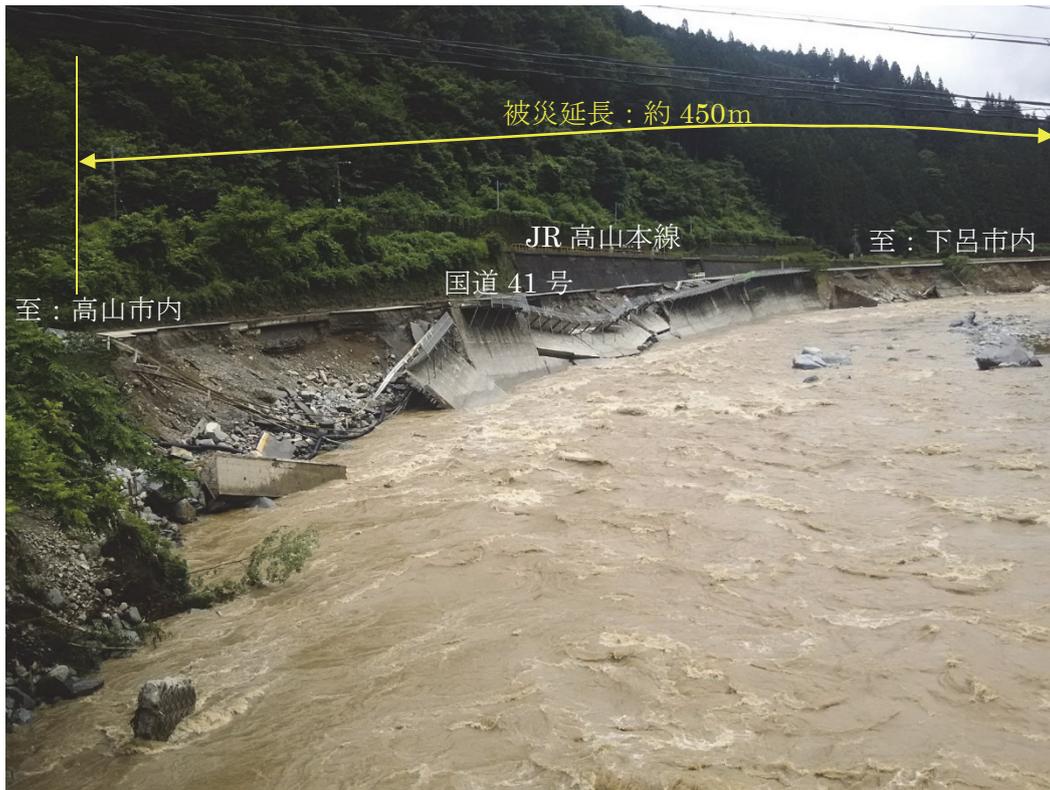


写真-4.1.1 被災状況写真（7月9日撮影、中部地方整備局提供）

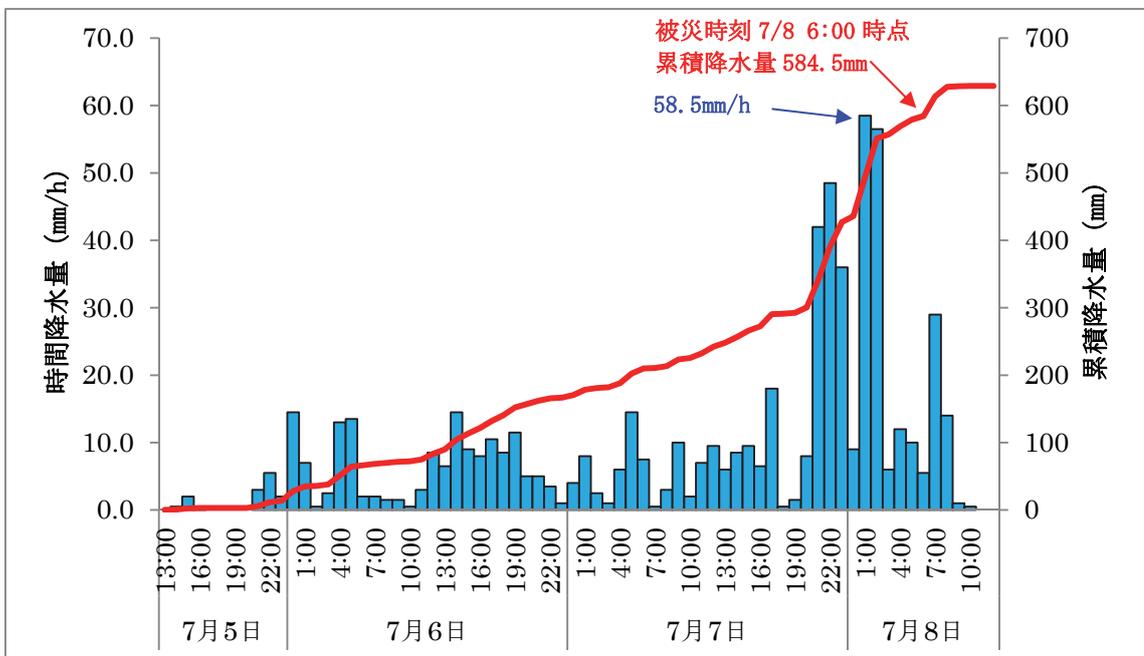


図-4.1.2 降水量データ（萩原観測所）

国道41号を管理する中部地方整備局高山国道事務所によると、道路の変状が確認される前に、被災箇所の上流側に位置する小坂久々野トンネルと岩崎大橋の間の河川右岸側水衝部付近の自然斜面の一部で崩落が始まり、道路被災後に自然斜面が大きく崩落（**図-4.1.1**）したということであった。大雨により増水した河川が被災箇所の上流右岸側の自然斜面にぶつかり、その後、向きを変えて下流左岸側に流れ込み、被災した国道擁壁が位置していた左岸湾曲部が水衝部となり、河川増水に伴う洗掘による崩壊が生じたものと推定されている（**図-4.1.1**の位置図参照）。

被災箇所の応急復旧は、JR高山本線が隣接し緊急性を要するため、倒壊した擁壁の撤去を最小限としつつ、中詰材にコンクリートを使用した大型土のうを積み上げた擁壁構造としている。被災から40日後の8月17日に工事が完了し、幅3.0m未満かつ総重量20t未満の車両について片側交互により通行が可能となっている。

10月28日の現地調査時は、本復旧工事の着手に向けて、河川内に作業ヤード兼工事用道路となる仮設盛土の構築が進められており（**写真-4.1.2**）、並行して、擁壁基礎の支持層を確認するための試掘が行われていた（**写真-4.1.3**）。

高山市側の応急復旧は、既設擁壁の背面の空洞にグラウトを充填し、既設擁壁躯体に差し筋をして、大型土のう（コンクリート中詰め）及び擁壁背面に打設する裏込めコンクリートと一体化を図る構造としている（**写真-4.1.4**）。また、下呂市側は、大型土のう（コンクリート中詰め）と擁壁背面に裏込めコンクリートを打設した構造としている（**写真-4.1.5**）。

大型土のうは、天端付近の沈下量をモニタリング監視し、状態の確認が行われている。現地で目視した範囲において、高山市側、下呂市側ともに擁壁自体に沈下等の変状は認められなかった。また、応急復旧後の路面の状況およびJR高山本線の擁壁を目視で確認したところ、山側からの排水の形跡やその他の変状は確認されなかった（**写真-4.1.6**、**写真-4.1.7**）。

現地調査時に被災箇所周辺の確認も行ったところ、被災箇所上流部の小坂久々野トンネルでは、トンネル坑口周辺の擁壁（護岸兼用）に洗掘によるとみられる倒壊が生じており、この擁壁の倒壊に伴う土砂流出およびトンネル中央排水流末部の損傷が確認された。さらに、トンネル坑口から下流側につづく右岸斜面の崩壊も確認された（**写真-4.1.8**）。

高山国道事務所によると、7月の豪雨時（交通規制中）にトンネル坑口付近のコンクリート舗装版が一時的に隆起し、その後、元の位置に下がったということであった。豪雨時に地山の地下水位が一時的に上昇し、トンネル中央排水で処理しきれなかった水の影響で浮力が生じ、舗装版が隆起した可能性がある。



至：高山市内

至：下呂市内

写真-4.1.2 本復旧に向けた仮設盛土の整備状況（10月28日撮影）



至：高山市内

至：下呂市内

写真-4.1.3 擁壁基礎の支持層を確認するための試掘状況（10月28日撮影）



写真-4.1.4 高山市側応急復旧状況（10月28日撮影）



写真-4.1.5 下呂市側応急復旧状況（10月28日撮影）



写真-4.1.6 仮復旧路面および大型土のうの天端の状況（10月28日撮影）



写真-4.1.7 JR 高山本線擁壁の調査状況（10月28日撮影）



写真-4.1.8 小坂久々野トンネル坑口周辺部 (10月28日撮影)

(2) 熊本県八代市・球磨村（国道219号他）

令和2年7月豪雨では、熊本県八代市、球磨村等において、球磨川に並行する国道219号などにおいて盛土流出等の被害が発生した。国総研と土研は、令和2年7月29日から7月30日に自主調査を実施した。7月29日は球磨川上流の球磨村付近を、7月30日は球磨川下流の八代市付近の調査を行った。

調査は、調査実施時点において啓開済みの範囲のうち、被害の程度が大きかった9箇所について実施した。調査を行った9箇所の一覧を表-4.1.2に、位置図を図-4.1.3に示す。調査した9箇所の中には、背後の斜面や路面から盛土法面に流入した水が原因とみられる盛土崩壊（表-4.1.2のNo.2）や、大規模な土石流による道路への土砂流入（表-4.1.2のNo.3）もみられたが、本資料では河川水位の上昇による河川並行区間の道路の洗掘による盛土流失のうち、比較的規模が大きく、道路交通への影響が著しかった4つの事例を中心に調査結果の詳細を報告する。

被災が発生した7月3日～4日のアメダスによる八代、一勝地及び人吉の時間降水量を図-4.1.4 (a) から (c) に示す。降雨は、7月3日の朝から降り始め、夕方頃にいったん小康状態となったが、夜になると雨脚が次第に強まり、翌4日の未明頃に時間降水量がピークとなった。降り始めからの連続降水量は、それぞれアメダス八代が約230mm、アメダス一勝地が約450mm、アメダス人吉が約400mmであった。

表-4.1.2 土工部被災箇所一覧

No.	路線名	発生箇所	被災状況	説明番号
1	国道219号	大野大橋 上流盛土	路肩流失	1)
2	国道219号	大瀬橋付近 盛土	盛土崩壊	
3	国道219号	球泉洞付近 斜面	土石流	
4	国道219号	球磨橋 下流盛土	盛土流失	2)
5	国道219号	球磨橋 上流盛土	盛土流失	
6	国道219号	八代市九州新幹線高架 付近 盛土	盛土流失	3)
7	国道219号	九州自動車道 高架付近 盛土	盛土流失	
8	国道219号	中谷橋 上流盛土	盛土流失	4)
9	県道158号中 津道八代線	八代市坂本町盛土	盛土流失	



図-4.1.3 土工部被災箇所 位置図¹⁾

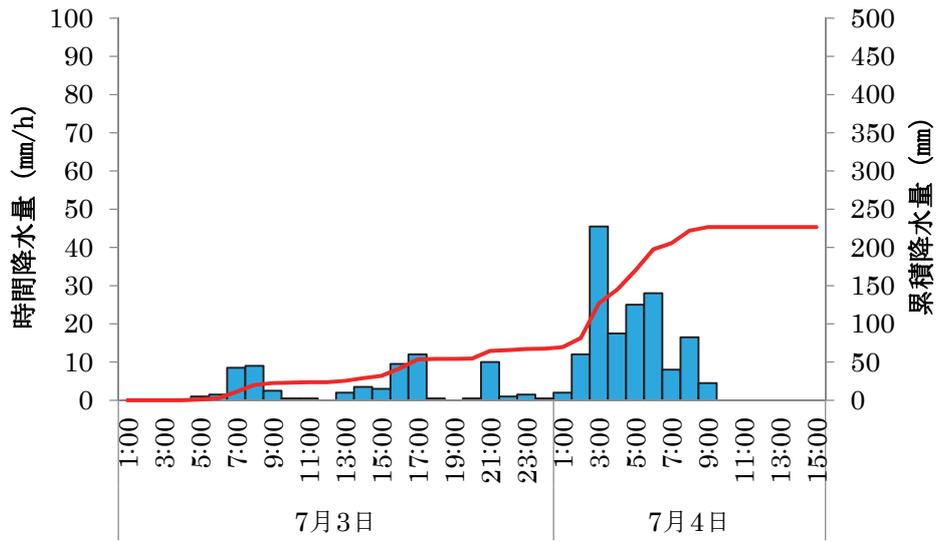


図-4.1.4 (a) 降水量データ (八代)

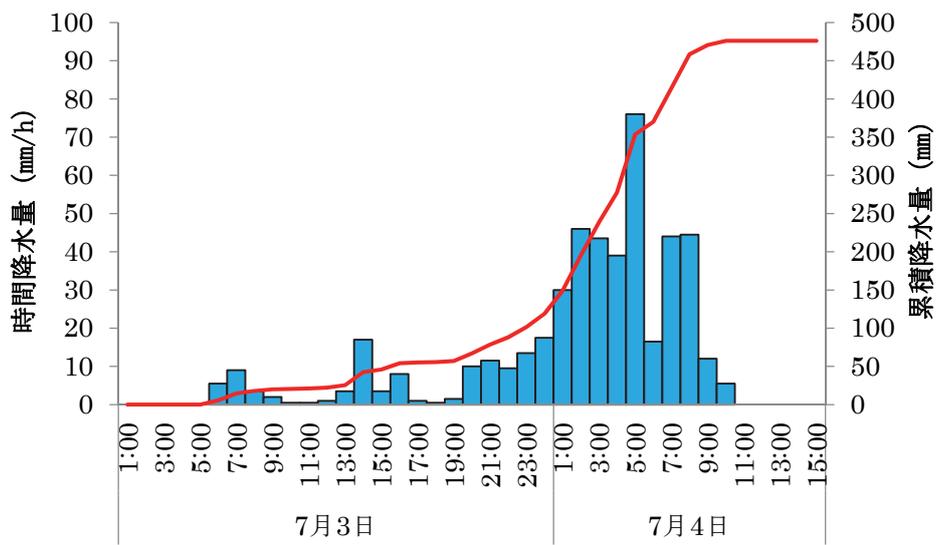


図-4.1.4 (b) 降水量データ (一勝地)

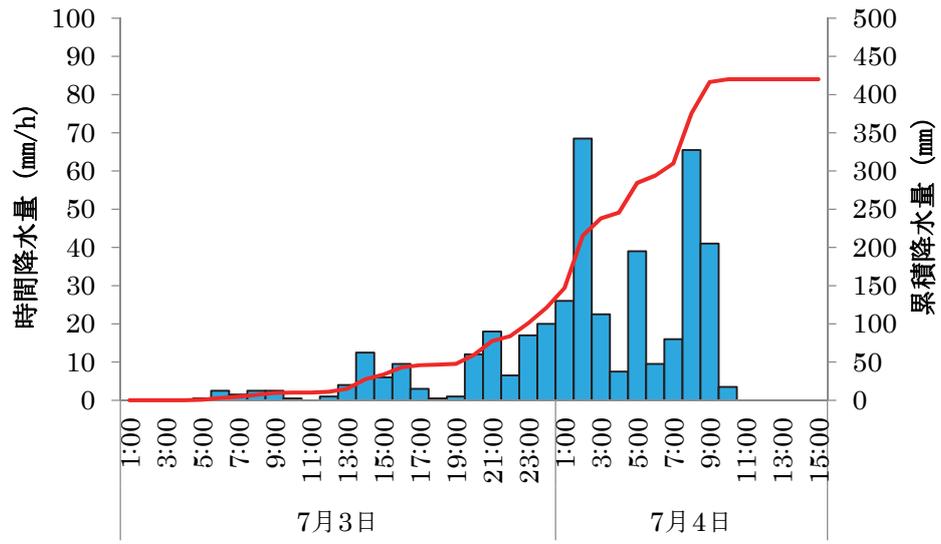


図-4.1.4 (c) 降水量データ (人吉)

1) 国道219号 大野大橋 上流盛土(路肩流失)

球磨川に架かる大野大橋（球磨村神瀬）の上流側右岸の国道219号では、前面の河川の水水位が道路の天端を越え、2か所で延長約300mにわたって、盛土の路肩が流失した（写真-4.1.9）。

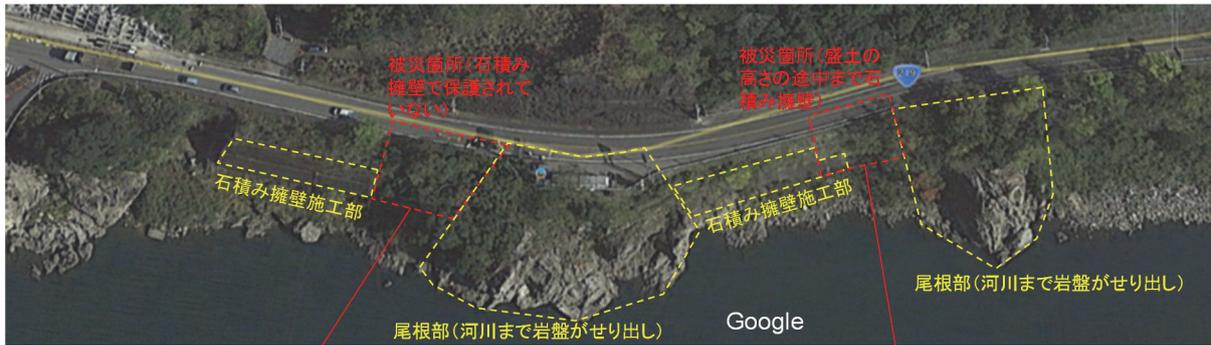
被災箇所を含む区間は、尾根部と谷部が交互に存在しており、尾根部では河川まで岩盤がせり出しているが、この部分では盛土の流失は発生していない。一方、谷部においては、石積み（推定）擁壁（写真-4.1.10及び写真-4.1.11参照）を設置し盛土されていた区間があり、盛土の全高にわたり石積み擁壁で保護されていた大野大橋に近い区間では盛土の流失を免れたものの、その上流側の盛土の高さの途中まで石積み擁壁によって保護され、上部に法面が形成されていたと推察される区間では、保護されていない部分の盛土が流失し、路面が欠損していた。特に尾根部と盛土の境界付近において盛土の流失が著しい（写真-4.1.12）。

大野大橋に近い被災箇所については、周辺の流水跡及び植生の状態によれば路面が著しく浸水するほどの水位ではなかったものと推定される（写真-4.1.11）ことから、石積み擁壁で保護されていない部分の盛土が、河川の水流水流により洗堀されたものと推測される。

また、大野大橋から遠い上流側の被災箇所（写真-4.1.12）では、練石積み擁壁が河川側に押し出されるように崩壊していることから、上流側の路面に溢水した水が当該箇所に流入したことが要因となって擁壁が倒壊したものと推察される。ただし、擁壁の倒壊の範囲は部分的であることから、擁壁上流側の地山の土砂が流出した際の影響（樹木等の衝突）により破壊した可能性も考えられる。



写真-4.1.9 大野大橋付近の国道219号 被災箇所位置図²⁾に被災箇所等の情報を加筆



画像 ©2020 Airbus, CNES/ Airbus, Maxar Technologies, Planet.com, 地図データ ©2020

写真-4.1.10 大野大橋付近の国道219号 被災状況²⁾ に被災箇所等の情報を加筆
(被災写真はTEC-FORCE7月8日撮影)

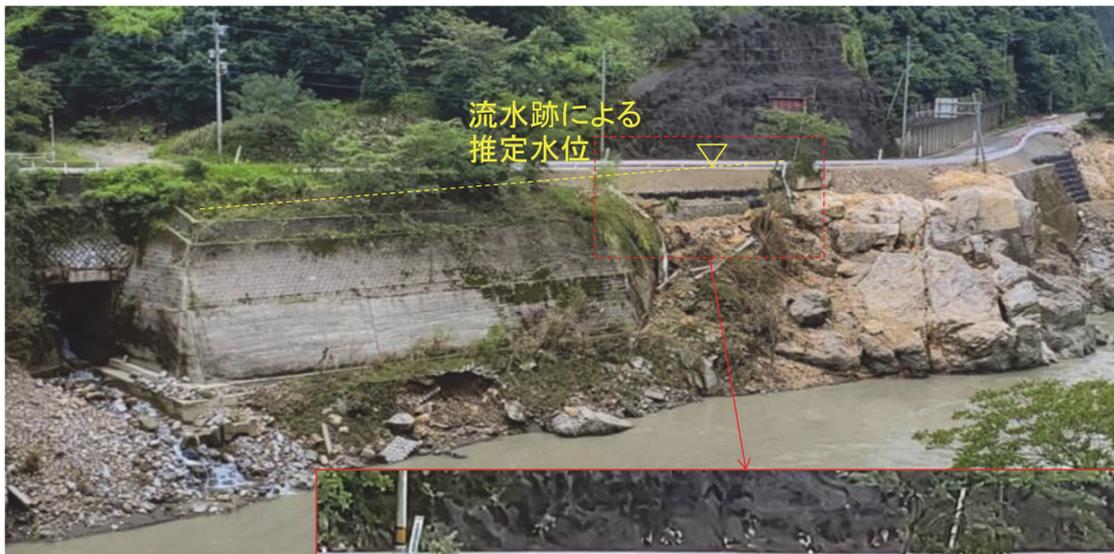


写真-4.1.11 大野大橋に近い箇所の被災状況詳細 (7月29日撮影)

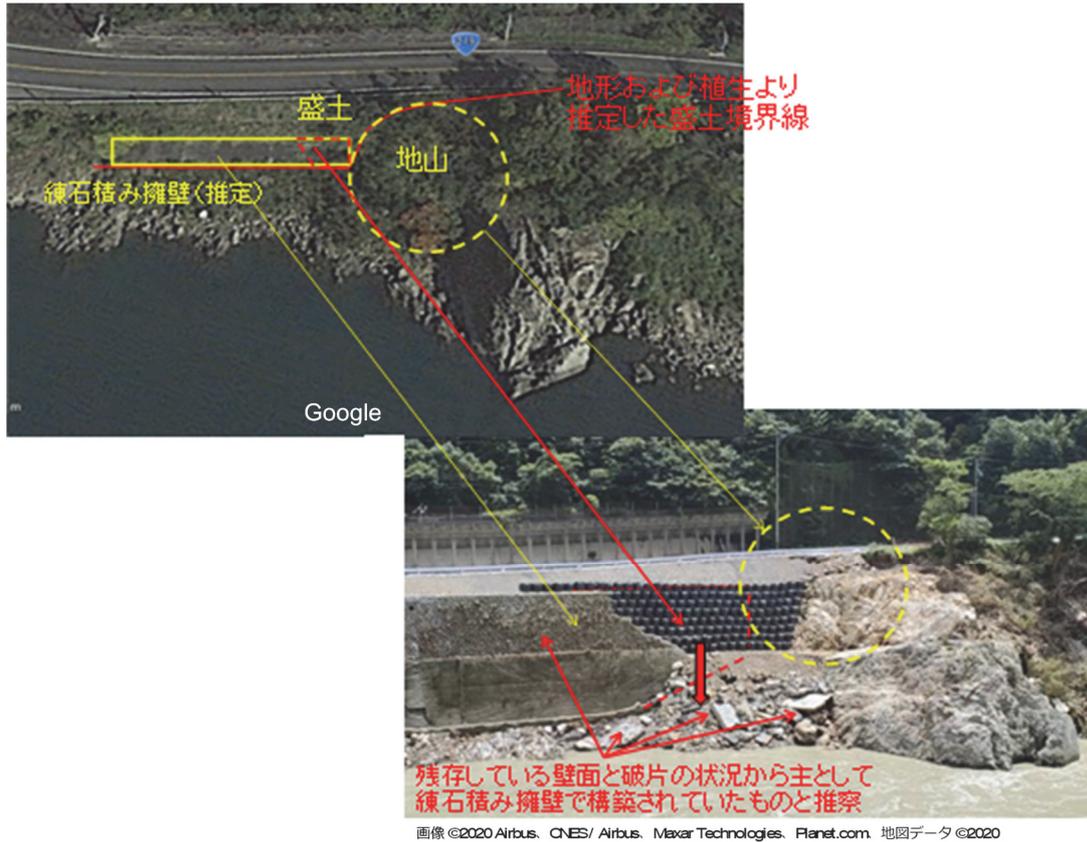


写真-4.1.12 大野大橋から遠い上流側の被災状況詳細²⁾ に被災箇所等の情報を加筆
 (右下写真は、7月29日撮影)

2) 国道219号 球磨橋 下流盛土（盛土流失）

球磨川に架かる球磨橋（球磨村一勝地）の下流側右岸において、延長約30mにわたり盛土が流失した（写真-4.1.13、写真-4.1.14）。

周辺の流水跡によると、路側の防護柵の支柱や球磨橋の車両用防護柵等に河川からの流出物が付着していたことから、水位は路面上まで達しているものと考えられる。

流失区間は、河川湾曲部の外側に位置し、岩盤が露頭している下流側が流失していることから、河川水流により露頭している岩盤の背面で渦が発生し、盛土の洗掘を促進したと推察される。また、付近で流失しなかった区間は、コンクリート張りの護岸が整備されていた（写真-4.1.15）。



写真-4.1.13 球磨橋下流盛土の国道219号 被災箇所位置図²⁾ に被災箇所等の情報を加筆



画像 ©2020 Airbus, CNES/ Airbus, Maxar Technologies, Planet.com. 地図データ ©2020

写真-4.1.14 球磨橋下流盛土の国道219号 被災状況²⁾ に被災箇所等の情報を加筆
(下写真は球磨村Facebookより)

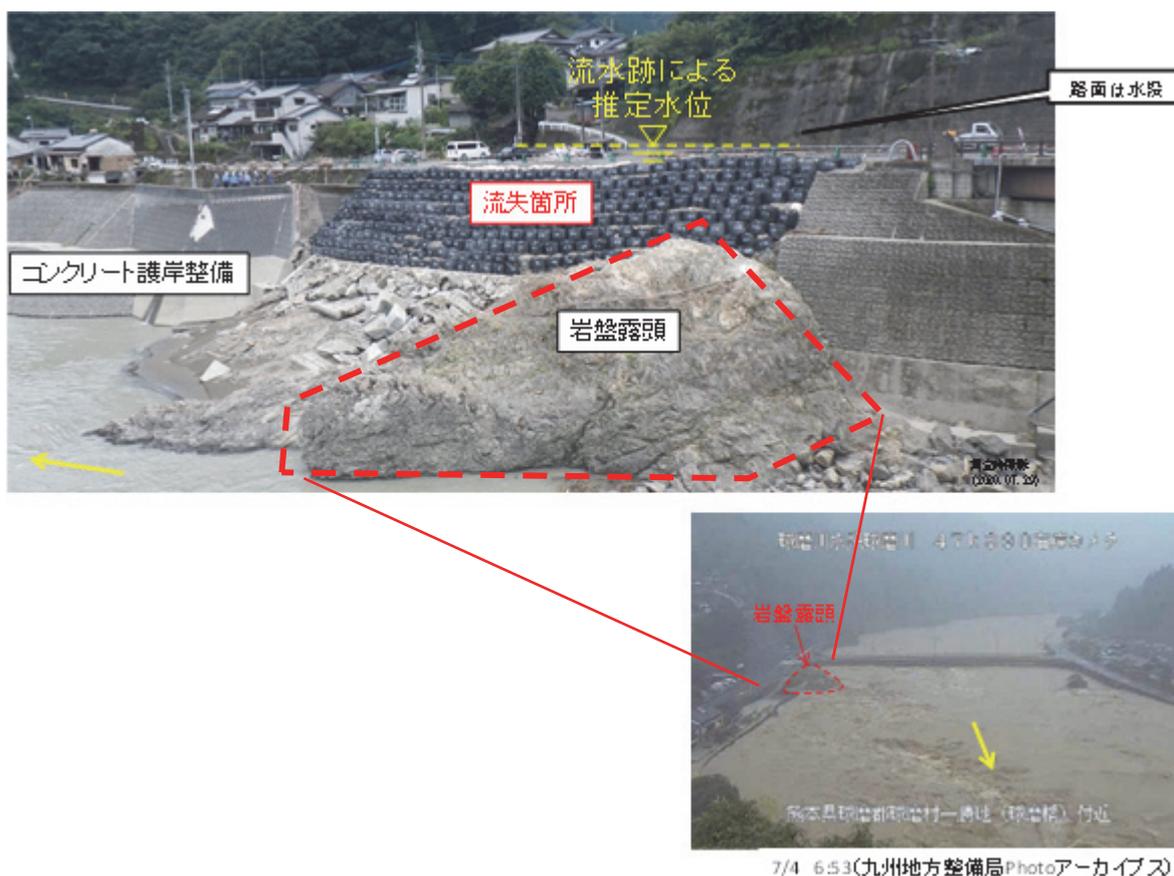


写真-4.1.15 球磨橋下流盛土の国道219号 被災状況
 (上写真は、7月29日撮影) (下写真は九州地方整備局HPより)

3) 国道219号八代市 九州新幹線高架付近盛土(盛土流失)

国道219号八代市坂本町では、延長約30mにわたって路側の擁壁がずり落ちるように崩壊した。当該擁壁は、球磨川沿いに位置するブロック積擁壁である。

写真-4.1.16から分かるように、当該擁壁は、前面の河川の川幅が広いものの河川湾曲部の外側斜面に位置する。写真-4.1.17は7月4日に撮影された航空写真であるが、ブロック積擁壁が崩壊していることが分かる。この写真では路面に濁水の跡が認められず、また現地調査においても周辺の植生が荒れていなかったことから、被災当時に路面は水没していなかったものと考えられる。

写真-4.1.18は路面の状態であるが、路肩部分が崩壊している。写真-4.1.19は、ブロック積擁壁前面の状態を遠望から撮影したものである。7月30日の調査時には、大型土のうで応急復旧が行われていた。写真-4.1.20は、路面からブロック積擁壁を撮影したものである。最下段には根石ブロック(一番下に設置する積みブロック)が見えるが、ブロック積擁壁の躯体自体には大きな損傷はないようであった。したがって、ブロック積擁壁はその形状を保ったまま全体がずり落ちるように移動していることが分かる。写真-4.1.17や周辺の流水跡及び植生の状態(写真-4.1.19)によれば、河川の水位は路面まで達していないものと考えられ、したがって、当該擁壁の変状は、河川湾曲部の外側斜面という地形的要因と洪水の影響が相まってブロック積擁壁の基礎底面の地盤が洗掘されたことによ

るものと考えられる。写真-4.1.21に示すように、当該擁壁の下流側において侵食により比較的新鮮な地山が露出していることからこの推論が補強される。



写真-4.1.16 被災前の航空写真²⁾に被災箇所等の情報を加筆



写真-4.1.17 7月4日の航空写真³⁾に被災箇所等の情報を加筆



写真-4.1.18 路面の状態 (TEC-FORCE7月12日撮影)



写真-4.1.19 ブロック積擁壁の状態（7月30日撮影）



写真-4.1.20 ブロック積擁壁及び路面の状態（7月30日撮影）



写真-4.1.21 崩壊地点より下流の地山の状態（7月30日撮影）

4) 国道219号 中谷橋 上流盛土(盛土流失)

球磨川に架かる中谷橋（八代市坂本町）の上流側左岸において、延長約300mにわたり盛土が洗掘により流失した（写真-4.1.22）。

流失箇所は支川との合流部に位置（写真-4.1.23）しており、洪水痕跡をみると出水時には路面から3.5～4.0m程度まで水位が上昇したものと推測される（写真-4.1.24左下）。支川との合流部付近では護岸として山留め式擁壁を整備中であり、一部が完成していた（写真-4.1.23）。山留め式擁壁施工区間においては盛土の流失を免れたが、山留め式擁壁が施工されていない前後の区間で盛土の流失が著しかった。また山留め式擁壁施工区間においても、山留め式擁壁背後の舗装との間の土砂が流失しており、山留め式擁壁の背面の水流も強かったものと推定される（写真-4.1.24右上）。

また、被災箇所周辺を河川側から観察すると、山留め式擁壁の杭の根入れ地盤が洗掘され、杭が露出しているのが確認された（写真-4.1.25）。また、写真-4.1.25に被災箇所の縦断的な被災後の状況を示しているが、コンクリート護岸が施工されている区間や、地山の区間（推定）については、著しい洗掘や盛土流失は確認されなかった。

以上のことから、十分な護岸が施工されていなかった区間において、もとより路面を3.5～4.0m程度上回る河川水位の上昇に加え、盛土下部における洗掘の影響も相まり、盛土流失が発生したものと考えられる。



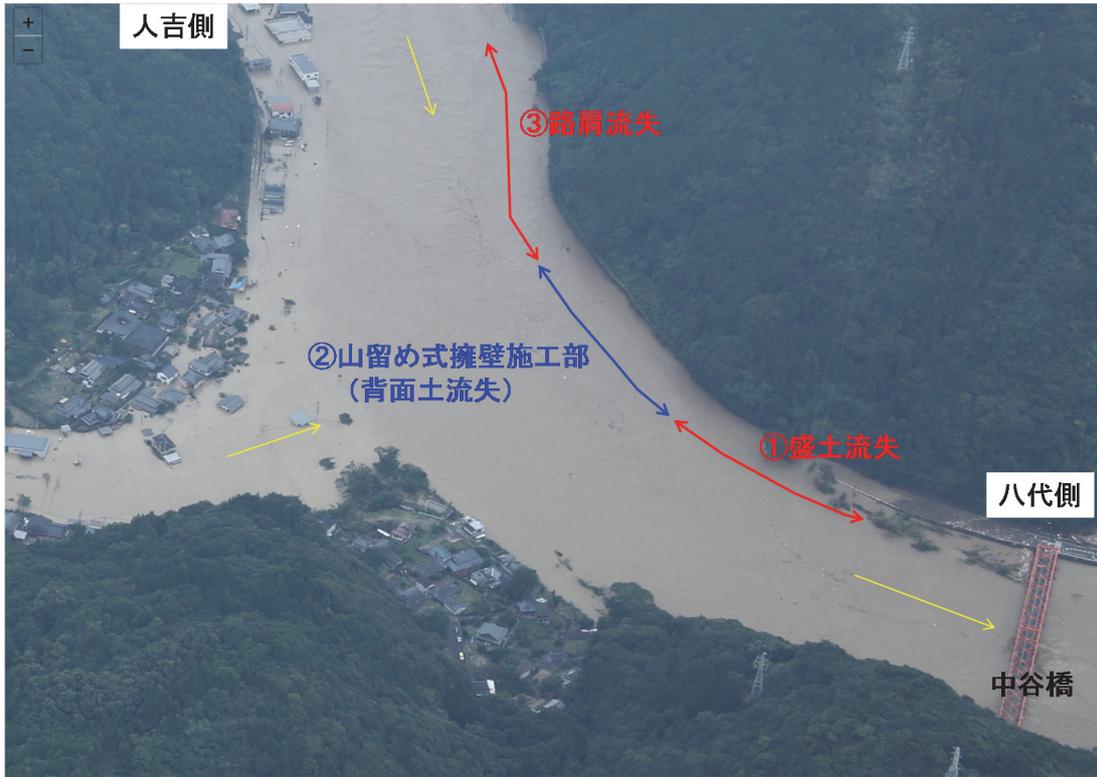
被災当時の状況

TEC-FORCE
令和2年7月豪雨における国道
219号 道路被災状況調査報告書
国土交通省 近畿地方整備局
被災状況調査班(近畿②班)



写真-4.1.22 被災当時の状況²⁾に被災箇所等の情報を加筆

(被災写真はTEC-FORCE7月8日撮影)



国土地理院空撮20.07.04 https://saigai.gsi.go.jp/1/index_dmc.html?R2_baiuzensenoame/kumagawa/naname/qv/124A2690.JPG&0.00deg

写真-4.1.23 球磨川増水時の航空写真³⁾に被災箇所等の情報を加筆

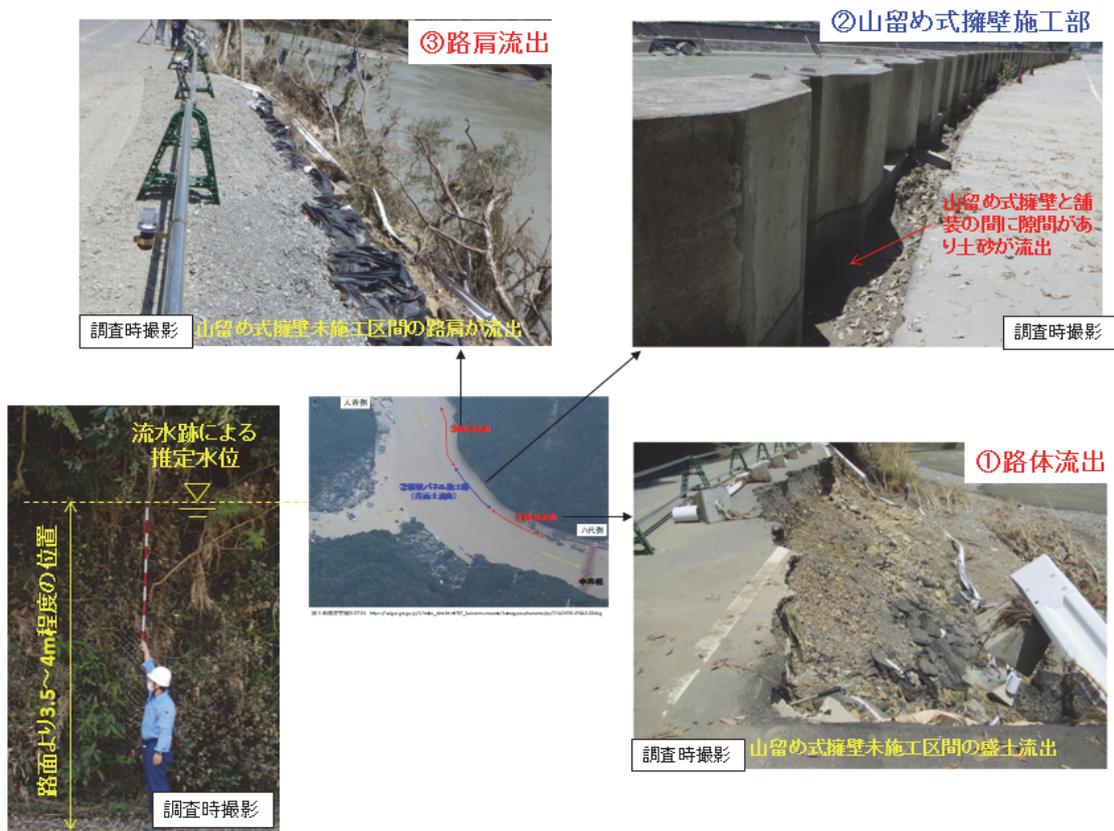


写真-4.1.24 調査時の状況 (7月30日撮影)

(下中央写真は、写真-4.1.23を再掲)



【地山】

～八代側～



大型土のうで復旧

③路肩流出

②山留め式擁壁施工部(背面土一部流出)

【地山】

～中間部～



被害無し

大型土のうで復旧

【コンクリート護岸】

【地山】

～人吉側～

写真-4.1.25 被災後の状況(対岸より撮影)

※【】内は、被災前の状況を推定で記載

今回の調査の結果、球磨川並行区間における被災についてまとめると以下のとおりである。

- ① 洗掘による盛土の流失が発生した箇所は、路面付近あるいは路面上まで河川水位が上昇し、その強い水流により洗掘が発生したものと考えられる。
- ② 特に、河川水流が強くなる河川湾曲部の外側斜面や河川にせり出した地山の背後の渦が発生しやすい地形等の形状が変化する箇所、支川との合流点付近等において、洗掘・盛土流失が発生する傾向がみられた。
- ③ 地山やコンクリート護岸が路面高まで施工されていた区間においては、盛土流失を免れているが、嵩上げ盛土があり、その高さまで水位が上昇した盛土、あるいは十分な護岸が確認されなかった箇所で盛土流失が発生する傾向がみられた。

4.2 道路への自然斜面からの土砂流入の被害調査

(1) 長野県喬木村（県道大島阿島線）

県道大島阿島線の長野県喬木村加々須（表-4.2.1、図-4.2.1）では、6月下旬から続く長雨の影響により、令和2年（2020年）7月12日1時30分頃、道路脇の自然斜面が崩壊し（H=約60m、L=約80m、V=約10,000 m³）、全線通行止めとなった（写真-4.2.1）。被災時の降雨は、近傍のアメダス観測所である西に約9 km離れた飯田観測所において、時間雨量で28.5mm/h（図-4.2.2）、降り始めから20日間で累積雨量530mm程度であった（図-4.2.3）。

国総研と土研は、長野県からの災害派遣要請を受け、令和2年7月15日に現地調査を実施した。

表-4.2.1 被災概要

路線名	県道大島阿島線
交通量	828台/日（H27 センサス）
管理者	長野県飯田建設事務所
被災形態	土砂崩れ



図-4.2.1 位置図¹⁾



写真-4.2.1 被災状況写真 (7月15日撮影)

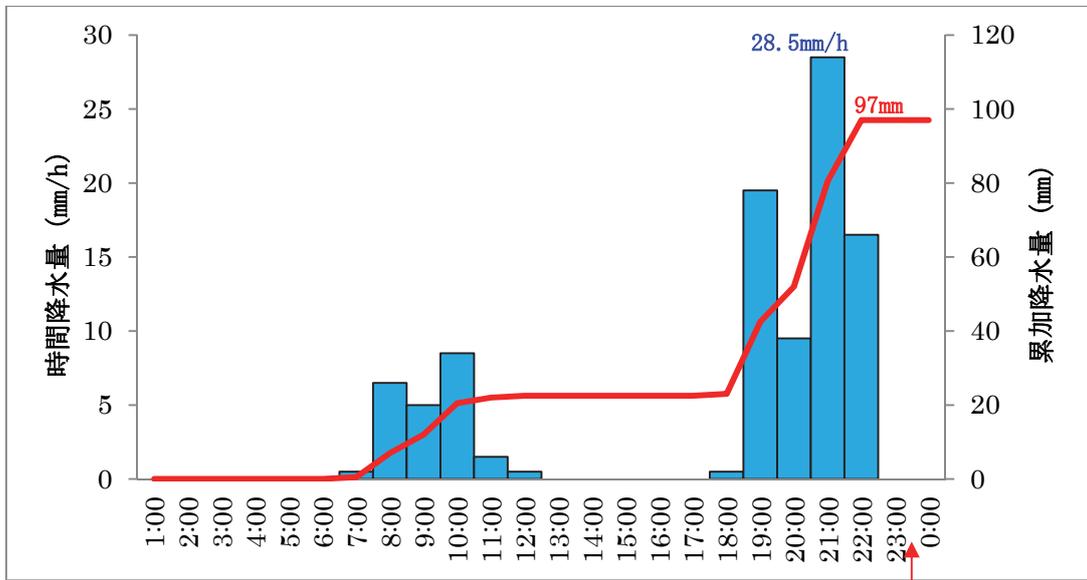


図-4.2.2 降水量データ (時間降水量)

被災時刻

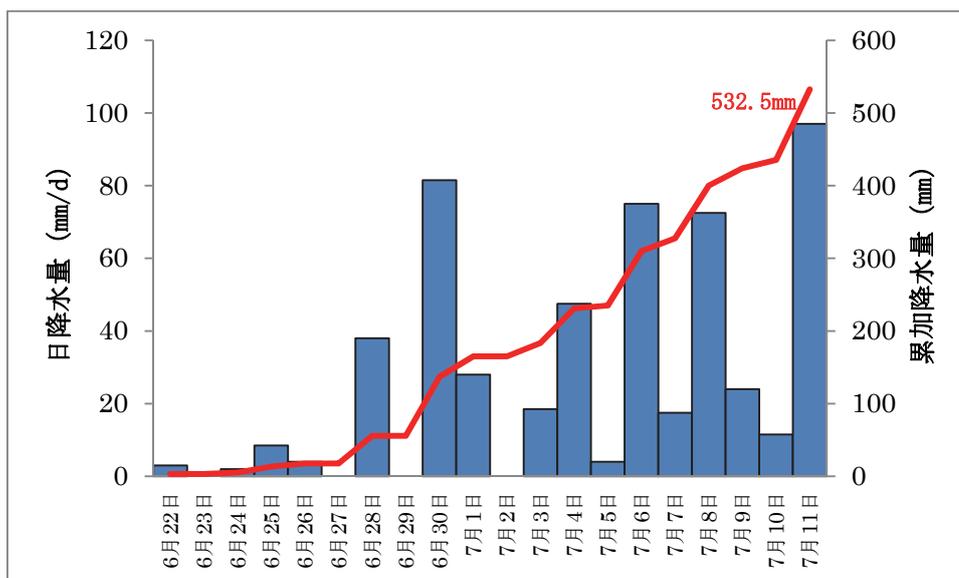


図-4.2.3 降水量データ（日降水量）

土砂崩れにより、路線の約4 km区間が全線通行止めとなり、孤立集落（33世帯56名）が発生した。また、崩壊土砂が加賀須川を部分閉塞していたが、道路反対側の耕作地上に新たに河道が形成され、河道閉塞は免れた状況であった。

被災箇所周辺が風化しやすい地質（図-4.2.4）である一方、地すべり地に該当していない（図-4.2.5）こと、加えて現地の崩壊状況を鑑みると、崩壊のメカニズムは降雨集中による地盤緩みが引き起こした表層崩壊と推定される。また、崩壊斜面においてパイピング痕跡が見られるため、復旧の際には排水対策を十分に実施する必要がある。

孤立集落解消のための、応急復旧の方法（写真-4.2.2）として道路対岸に仮設道路を設置し、一時的な交通の確保が検討されていた。現地調査の結果を踏まえ、復旧方法についての妥当性を確認し、河川の水位状況への監視方法や本復旧についての助言を行った。

被災から6日後の7月17日には河道内にコルゲートパイプを設置して仮設道路が整備され、生活関係車両の通行が可能となった。

(2) 長野県天龍村 (国道 418 号)

国道 418 号長野県下伊那郡天龍村 (表-4.2.2、図-4.2.6) では、令和 2 年 (2020 年) 7 月 12 日 16 時頃、道路脇の自然斜面が 3 筋崩壊し (H=約 50m、法長 500m 程度)、全線通行止めとなった (写真 4.2.3、図-4.2.7)。近傍のアメダス観測所である北に約 8 km 離れた阿南観測所での観測データでは、被災当日 (12 日) に降雨はなかったが、7 月 5 日から断続的に雨が降り続いており、累積降水量 300mm を超えていた (図-4.2.8)。

国総研と土研は長野県からの災害派遣要請を受け、令和 2 年 7 月 15 日に現地調査を実施した。

表-4.2.2 被災概要

路線名	国道 418 号
交通量	412 台/日 (H27 センサス)
管理者	長野県下伊那南部建設事務所
被災形態	土砂崩れ



図-4.2.6 位置図¹⁾



写真-4.2.3 被災状況写真 (長野県提供)

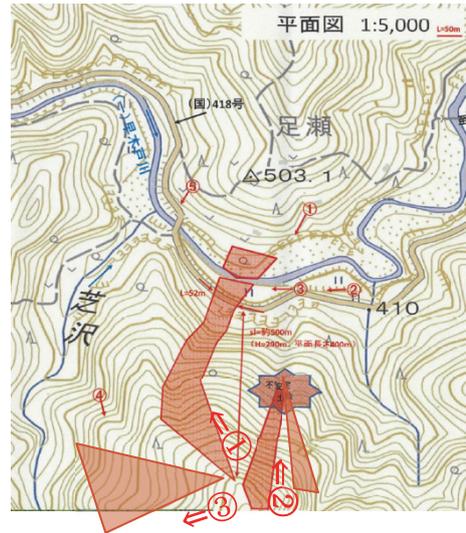


図-4.2.7 被災状況¹⁾

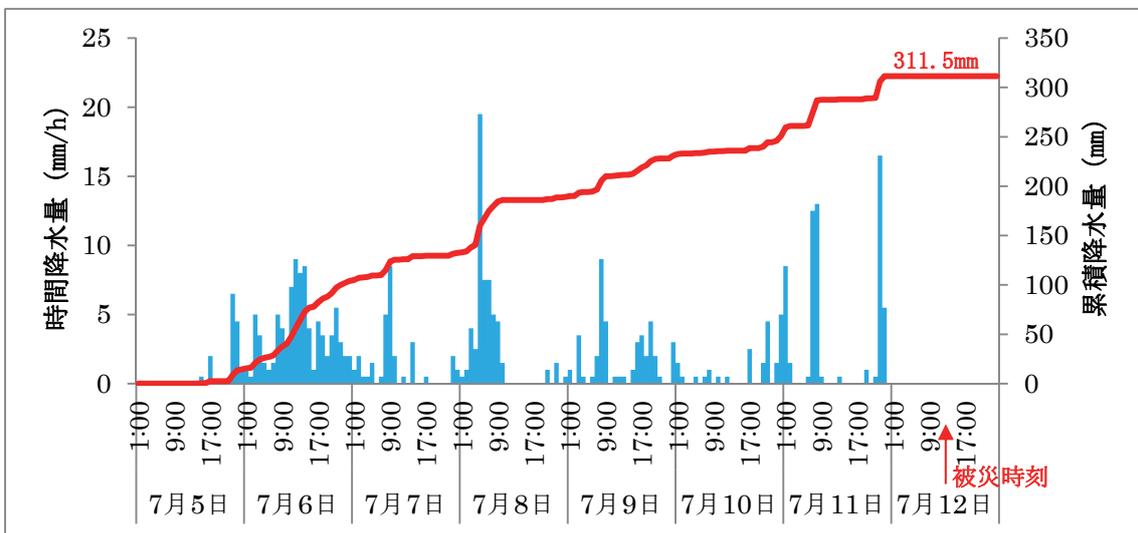


図-4.2.8 降水量データ

被災箇所には、崩落が3筋あり、斜面途中に一定量の土砂及び流木が残存していた。崩壊土砂は道路横を流れる早木戸川まで到達していたが、河川の流速が大きく、崩落土砂を侵食して流れており、河道閉塞は発生していなかった。

崩壊筋①（図-4.2.7 参照）は、地形図より沢地形であった。長期間の降雨が周辺上部を経て集中し、地山が不安定化したことが崩壊発生の原因と考えられる。図-4.2.9 の地質図や図-4.2.10 の地すべり地形の情報と現地の崩壊土砂がスラリー状であることから、深層崩壊ではなく表層崩壊であると推測された（写真-4.2.4）。崩壊筋②についても、崩壊土砂が中腹に留まっていた。天候が回復した後に、詳細な現地調査を行う必要があった。崩壊筋③は当該斜面裏側での崩壊であり、崩壊筋①と②上部の尾根部を不安定化させた可能性が高い。復旧計画にあたっては、LP 点群データ等を使用した安定度評価を行い、対策工の検討を行う必要があった。

暫定復旧については、土砂撤去後に鋼矢板防護柵等を設置し通行を確保し、恒久対策としては、再度災害防止、安全確保の観点から、周辺地形・地質の調査を踏まえ総合的な検討を行うとよい旨の助言を行った。写真-4.2.5 は、技術支援状況であるが、崩壊土砂が不安定な状況であり、さらに、崩壊が広範囲に及んでいたため、ドローン画像を併用して網羅的な状況把握を行った。



写真-4.2.4 被災状況写真（7月15日撮影）

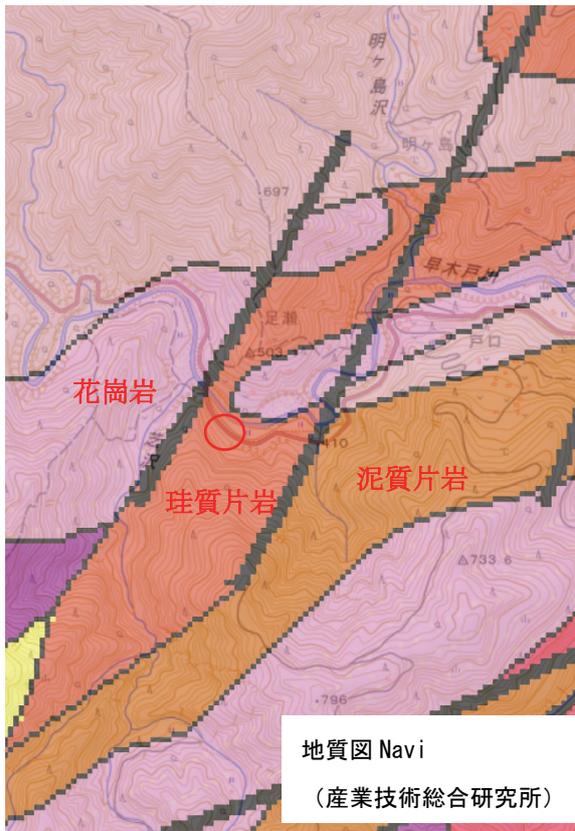


図-4.2.9 現地周辺の20万分の1地質図

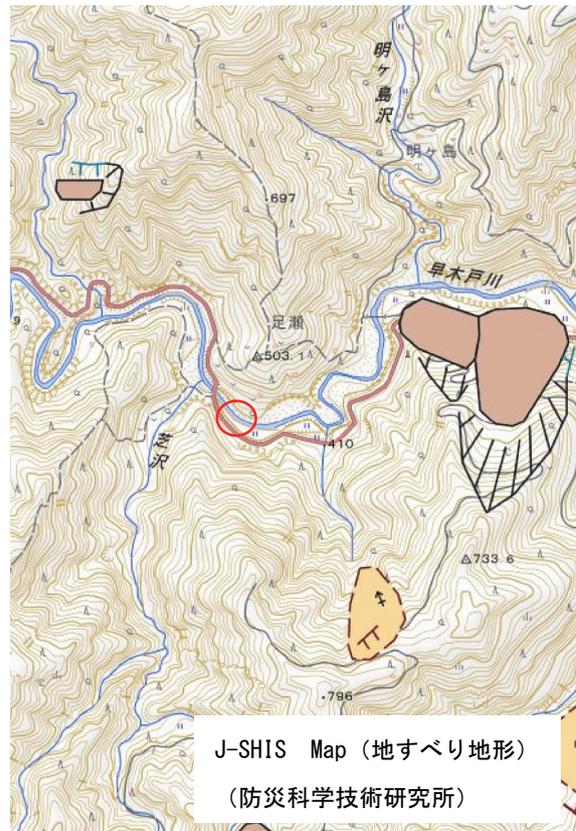


図-4.2.10 現地周辺の地すべり地形



写真-4.2.5 国道418号 技術支援状況

(3) 長崎県平戸市（県道 42 号平戸生月線）

県道 42 号平戸生月線の長崎県平戸市（表-4.2.3、図-4.2.11）では、令和 2 年（2020 年）7 月 24 日 6 時頃、道路脇の自然斜面が崩壊し（H=約 80m、W=約 50m、L=約 110m）、全線通行止めとなった（写真-4.2.6、図-4.2.12）。令和 2 年 7 月豪雨による降雨は、近傍のアメダス観測所である平戸観測所において時間最大降水量で 43mm/h、降り始めからの累加降水量 130mm 程度であった（図-4.2.13）。また、7 月には断続的に雨が降り続いており 7 月における崩壊までの総降水量は 783mm であった（図-4.2.14）。

国総研と土研は長崎県からの災害派遣要請を受け、令和 2 年 8 月 4 日に現地調査を実施した。

表-4.2.3 被災概要

路線名	県道 42 号平戸生月線
交通量	3,805 台/日
管理者	長崎県北振興局
被災形態	土砂崩れ



図-4.2.11 位置図¹⁾



写真-4.2.6 被災状況（長崎県提供）

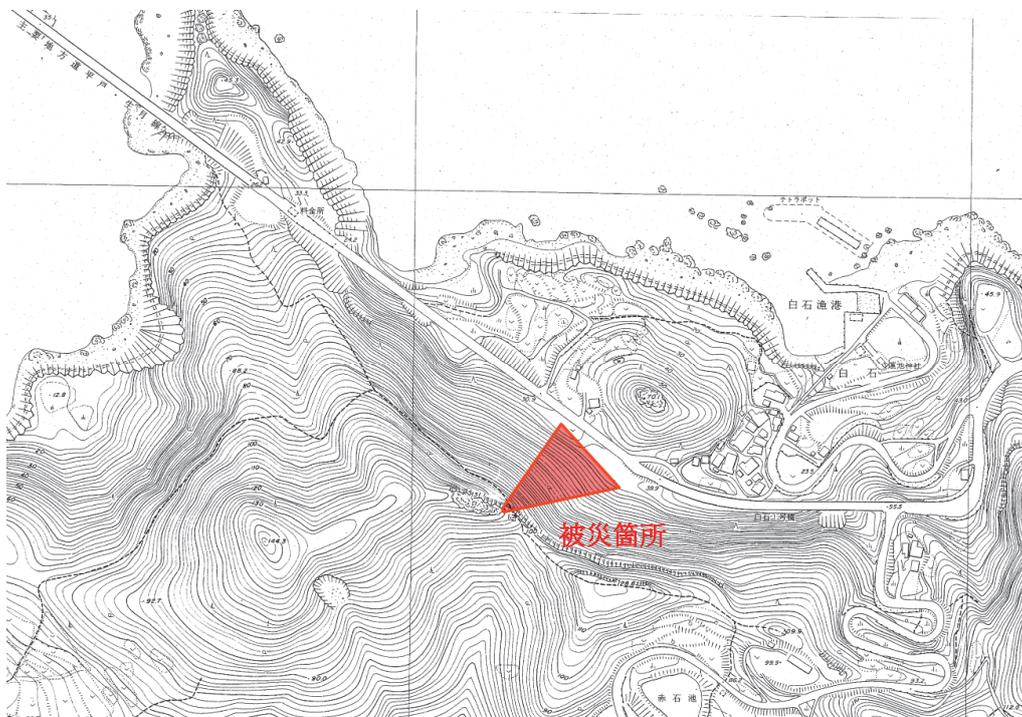


図-4.2.12 被災箇所平面図（長崎県提供資料に被災箇所を加筆）

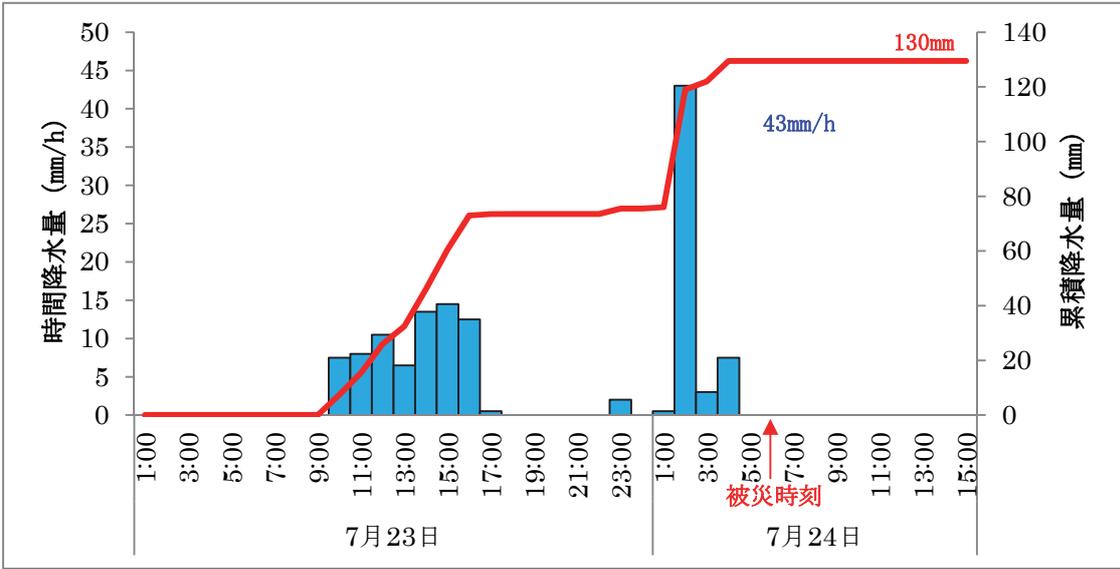


図-4.2.13 降水量データ (時間降水量)

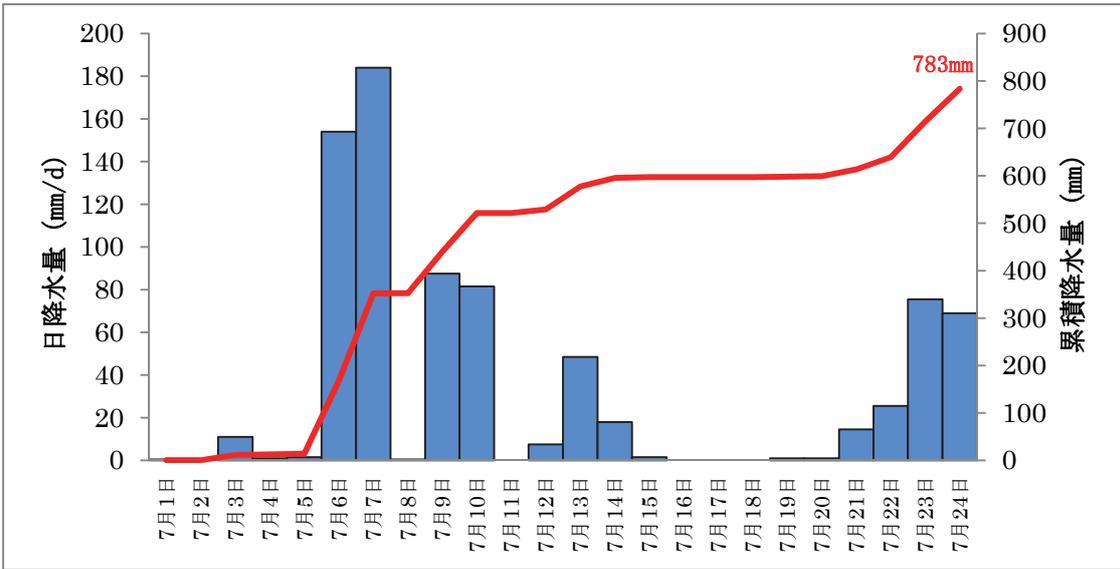


図-4.2.14 降水量データ (日降水量)

8月4日の現地調査の時点では、道路上の崩壊土砂は撤去されていたものの、崩壊斜面上部、中腹に岩塊が残っており、斜面の状態としては不安定な状態であった（写真-4.2.7）。

県道42号平戸生月線は生月島への唯一の連絡道路であるため、早期開放に向けて応急対策等の検討が進められていた。応急対策の方針としては、道路沿いに仮設防護柵を設置する予定であるが、斜面に残る岩塊が崩壊した場合防護柵では耐えられないため、斜面の監視体制及び雨量規制基準等を設定のうえ、危険な状態の場合は即時に通行規制が行える体制を整えたうえでの交通開放が必要である旨の助言を行った。

また、既設斜面に設置されていた落石防護柵には、岩塊を捕捉している箇所が確認できるため、既設の対策工は有効であったと判断できた（写真-4.2.8）。



写真-4.2.7 斜面状況（長崎県提供）



写真-4.2.8 落石防護柵 捕捉状況（8月4日撮影）

写真-4.2.9 と写真-4.2.10 は、被災前後の写真であるが、被災前の写真では、被災箇所は、樹木に覆われて、車上からの目視では岩盤の変状が確認できなかつたと推察される。また、被災箇所に隣接して地すべり地形があること（図-4.2.15）などにも留意して今後の維持管理を行う必要がある。



写真-4.2.9 斜面状況写真（8月4日撮影）



写真-4.2.10 被災前状況¹⁾

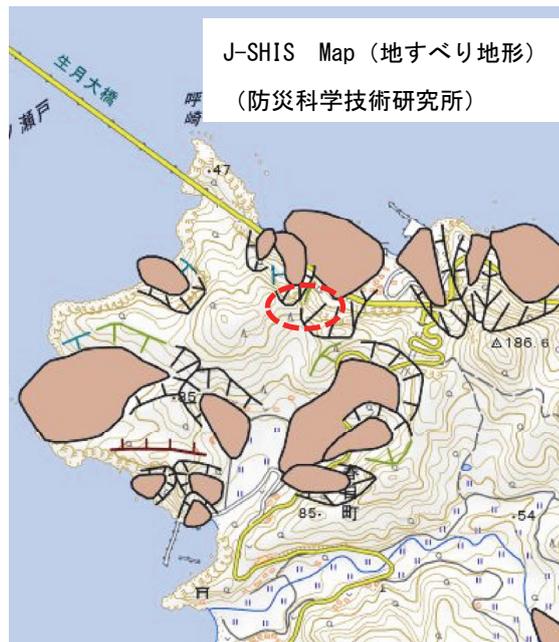


図-4.2.15 現地周辺の地すべり地形

4.3 道路土工構造物（擁壁）の被害調査

(1) 宮崎県串間市（国道 448 号）

宮崎県串間市の国道 448 号（表-4.3.1、図-4.3.1）では、6 月下旬からの梅雨前線豪雨の影響により、路側の逆 T 型擁壁頭部に設けた伸縮計に変動が見られ、令和 2 年（2020 年）7 月 14 日に路面変状および逆 T 型擁壁前面の既設アンカー数本に破断が確認されたため、即日通行止めを実施した。被災した擁壁の構造を図-4.3.2、図-4.3.3 に示す。被災時の降水量は、当該箇所から西北西に約 15 km 離れた近傍のアメダス観測所である串間観測所において、6 月 25 日～7 月 11 日の 17 日間の累積降水量は 754mm を記録した（図-4.3.4）。

国総研と土研は、宮崎県からの災害派遣要請を受け、令和 2 年 7 月 27 日に現地調査を行った。

表-4.3.1 被災概要

路線名	国道 448 号
交通量	467 台/日（H27 センサス）
管理者	宮崎県串間土木事務所
被災形態	擁壁および路面変状



図-4.3.1 位置図¹⁾

被災した逆T型擁壁は、過年度の災害により繰り返し変状・損傷が発生し、その都度、管理者による対策が行われてきた。主なものとして、平成22年の災害で擁壁の壁面に亀裂が発生し、たて壁の増厚およびアンカーによる対策の実施、平成24年の災害により擁壁、擁壁背面の路面に変状が確認されたことから、アンカーによる追加対策が行われている（図-4.3.3）。

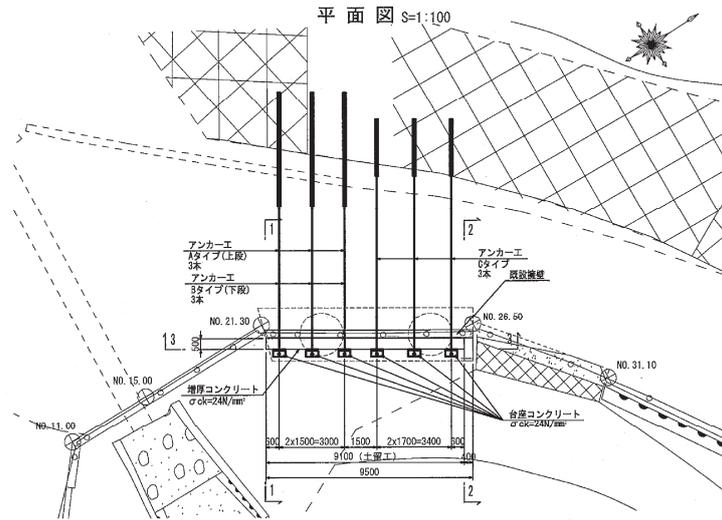


図-4.3.2 被災した擁壁の平面図（宮崎県串間土木事務所提供）

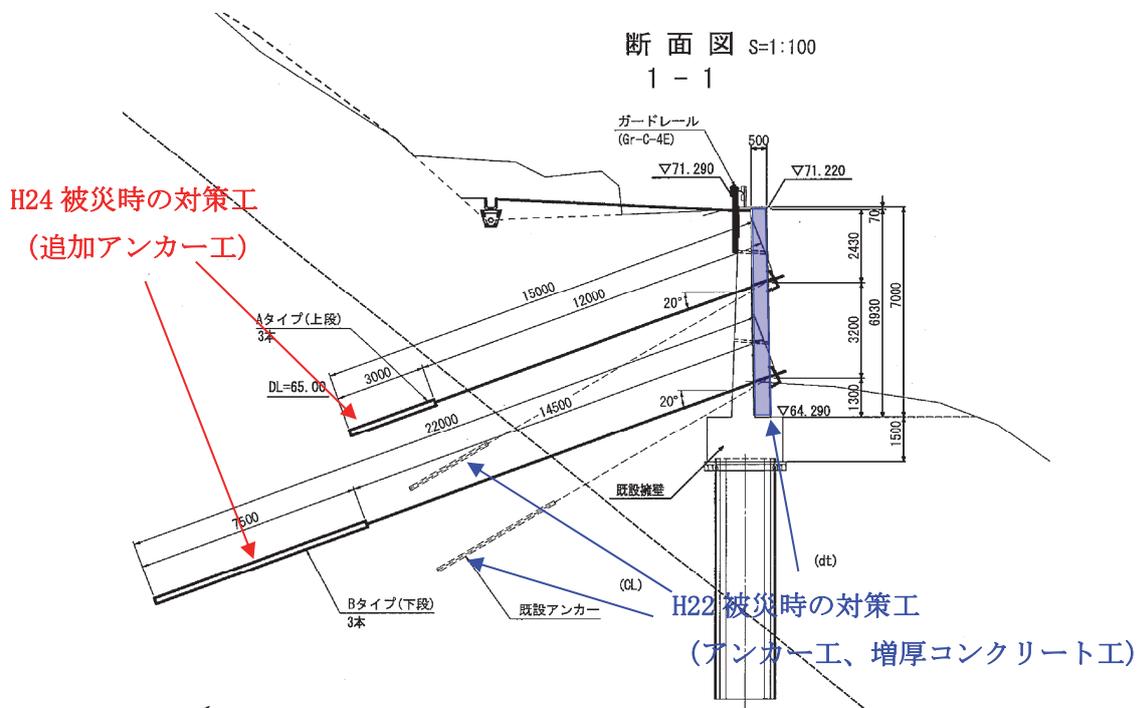


図-4.3.3 被災した擁壁の断面図（宮崎県串間土木事務所提供）

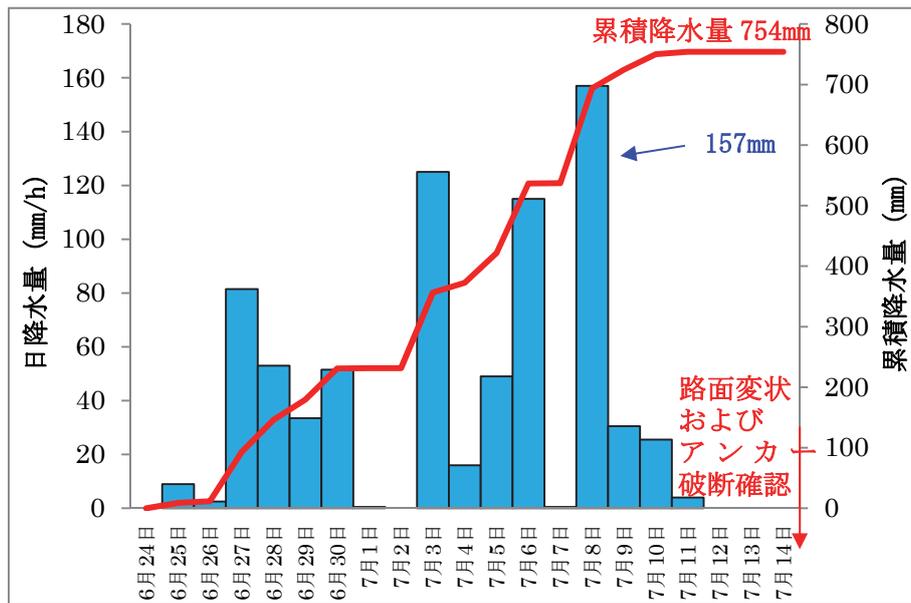


図-4.3.4 日降水量 (串間観測所)

当該地域の地質は図-4.3.5 に示すとおり日南層群の砂岩や頁岩であり、無数の断層や褶曲を伴い、変動を受けたことで侵食に対する抵抗が弱く、海岸部は侵食により急勾配かつ地層が露出している。また、図-4.3.6 に示すように周辺には地すべり地形が多くみられ、地すべりが発生しやすい地域である。



図-4.3.5 5万分の1の地質図

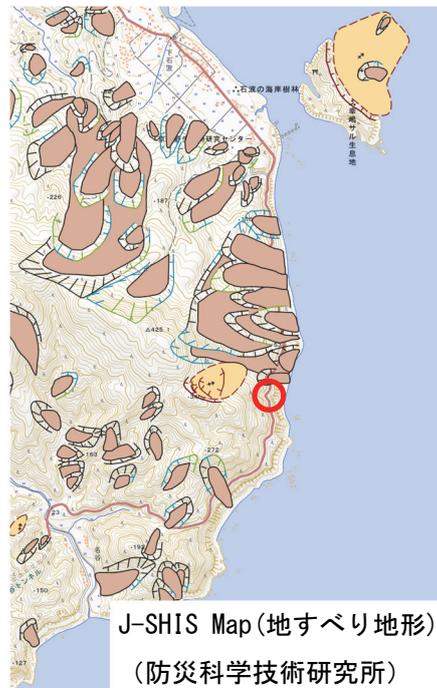


図-4.3.6 現地周辺の地すべり地形

7月27日の現地調査時、被災箇所は全面通行止めが継続されている状況であった。被災した擁壁は北側と比べ南側の変位量が大きく、目視で5°程度海側に傾倒しており（写真-4.3.1）、擁壁南側の直上の路面では、段差を伴う雁行亀裂（応急補修済み）が発生していた（写真-4.3.2）。また、北側に隣接する擁壁との境界部付近の路面が陥没しており、アスファルトによる応急補修が行われていた（写真-4.3.3）。ただし、連続する擁壁との位置関係や路面の状況から、擁壁の傾斜は主として過去の災害で生じたものとみられる。

擁壁前面のアンカーを確認したところ、今回の被災で破断したものは3本で、すべて平成22年に施工されたものであった（写真-4.3.4）。また、破断が確認されたアンカーは擁壁の南側に寄っていることから、擁壁は南側でより大きな作用を受けていることが推察される。被災した擁壁北側端部では、隣接擁壁との間に開きおよび段差が発生しており（写真-4.3.5）、直上の路面陥没（写真-4.3.3）の状況を考慮すると、擁壁背面土砂が流出している可能性がある。

擁壁周辺を踏査すると、擁壁北側の尾根を介して反対側の路面に複数の道路横断亀裂が確認された（写真-4.3.6）。これは、擁壁南側の谷地形に比べ、道路の海側斜面の勾配が緩く、地すべりの滑動が制限されたことで圧縮亀裂が発生したことが考えられる。その他、擁壁下方のり面のコンクリート吹き付け部にひび割れ等の変状も確認され、地すべりによる動きと関連している可能性がある。



写真-4.3.1 擁壁の傾倒状況（7月27日撮影）



写真-4.3.2 擁壁南側直上の雁行亀裂 (7月27日撮影)

写真-4.3.3 擁壁北側直上の陥没 (7月27日撮影)

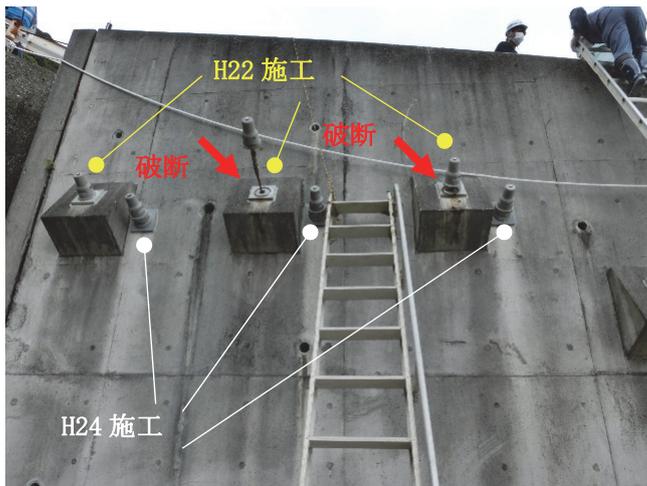


写真-4.3.4 アンカーの破断状況 (7月27日撮影)



写真-4.3.5 擁壁端部の段差と目開き (7月27日撮影)



写真-4.3.6 路面に発生した亀裂 (7月27日撮影)

参考文献

- 1) 国土地理院：地理院地図、<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- 2) Googleマップ：<https://www.google.co.jp/maps>
- 3) 国土地理院空撮20.07.04：
https://saigai.gsi.go.jp/1/index_dmc.html?R2_baiuzensenoame/kumagawa/naname/qv/124A2715.JPG&0.00deg

謝 辞

令和2年7月豪雨の災害調査にあたり、国土交通本省、同中部地方整備局、同九州地方整備局、長野県、長崎県、熊本県及び宮崎県を始めとする関係諸機関には、災害対応でご多忙の中にもかかわらず、多大なご協力をいただいた。ここに記して深甚なる謝意を表する。

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM, No. 1151

土木研究所資料

TECHNICAL NOTE of PWRI, No. 4411

March 2021

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

©国立研究開発法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

国土技術政策総合研究所 企画部 研究評価・推進課

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 TEL 029-864-2675

国立研究開発法人土木研究所 企画部 業務課

〒305-8516 茨城県つくば市南原1番地6 TEL 029-879-6754