

平成 28 年熊本地震による歴史的土木構造物の 被災状況に関する調査報告（その 2）

本田 泰寛¹・阿部 貴弘²・北河 大次郎³

¹正会員 第一工業大学自然環境工学科（〒899-4395 鹿児島県霧島市国分中央1-10-2）

E-mail:y-honda@daiichi-koudai.ac.jp

²正会員 日本大学理工学部まちづくり工学科（〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14）

E-mail:abe.takahiro@nihon-u.ac.jp

³正会員 東京文化財研究所近代文化遺産研究室（〒110-8713 東京都台東区上野公園13-43）

E-mail:kitagawa03@tobunken.go.jp

平成 28 年 4 月に発生した熊本地震では、熊本県内の広範囲で歴史的土木構造物が被害を受けた。土木史研究委員会では、文化庁による熊本地震被災文化財建造物復旧支援事業（文化財ドクター派遣事業）の一環で、平成 27 年度西部支部選奨土木遺産支部推薦委員会と連携して、歴史的土木構造物の被災状況の把握を目的とした調査を実施した。筆者らは平成 29 年度、地震によって被災した構造物の追跡調査を実施し、復旧の状況等を確認した。また、被災状況やその後の対応について管理者から新たな資料提供もいただいた。本稿ではその調査結果を報告する。

Key Words : 2016 Kumamoto Earthquake, historic civil engineering structures, damage survey, important cultural property, registered tangible property, JSCE's recommended civil engineering heritage

1. はじめに

平成 28 年 4 月の熊本地震では、14 日（M.6.5）と 16 日（M.7.3）の地震及びその余震によって熊本県内の広範囲で歴史的土木構造物が被害を受けた。同年 5 月以降、土木史研究委員会では、文化庁による熊本地震被災文化財建造物復旧支援事業（文化財ドクター派遣事業）の一環で、土木学会選奨土木遺産選考委員会（委員長：小林一郎、幹事長：阿部貴弘）のうち、平成 27 年度西部支部選奨土木遺産推薦委員会と連携して、歴史的土木構造物の被災状況の把握を目的とした調査を実施した¹⁾。

著者らは今回、これらの被災構造物の復旧状況を把握するべことを目的とした追跡調査を実施した。また、

管理者から被災状況やその後の対応について新たに情報提供をいただいた歴史的土木構造物もあった。本稿では、その調査結果を報告する。

2. 調査概要

(1) 調査対象

今回は、平成 28 年度に実施した調査によって被災が確認された歴史的土木構造物のうち、7 件を対象に追跡調査を実施した。対象施設を表-1 に示す。

(2) 調査方法及び調査日時

本調査の調査日時及び調査方法を表-2 に示す。

表-1 調査対象施設

施設名	所在地	施設管理者	完 成	平成 28 年度被災状況
明八橋	熊本県熊本市	熊本市	1875（明治 8）	高欄の倒壊、破損
赤瀬港防波堤	熊本県宇土市	熊本県	1913（大正 2）	石積の崩落、石畳の剥離
下鶴橋(町指定)	熊本県御船町	御船町	1886（明治 19）	高欄の倒壊、壁石のはらみ
白川発電所	熊本県菊池郡大津町	JNC(株)	1914（大正 3）	建屋側壁の崩落
津留発電所	熊本県上益城郡山都町	JNC(株)	1919（大正 8）	建屋側壁のひび割れ
大坪水路橋	熊本県山鹿市	山鹿市	1865（慶応元）	橋脚の石材崩落、全体にひび割れ
轟橋	大分県豊後大野市	豊後大野市	1934（昭和 9）	基礎岩盤の崩落

表-2 調査日時・方法

施設名	調査日時	調査方法
明八橋	平成 29 年 12 月 10 日	現地調査
赤瀬港防波堤	平成 30 年 2 月 17 日	現地調査
下鶴橋	平成 30 年 3 月 13 日	ヒアリング(施工)
	平成 30 年 3 月 17 日	現地調査
白川発電所	平成 30 年 2 月 22 日	資料提供
津留発電所	平成 30 年 2 月 22 日	資料提供
大坪水路橋	平成 30 年 1 月 24 日	ヒアリング(管理者)
轟橋	平成 30 年 3 月 16 日	ヒアリング

3. 調査結果

(1) 明八橋

a) 被災状況

明八橋は今回の地震によって、上流右岸側の高欄が橋面上に倒壊し、その衝撃で手摺部の石材 2 本はそれぞれ断裂した（写真-1）。また、落下の衝撃によって欠損が生じた石材も見られた。下流右岸側では、高欄の倒壊は見られなかったが、束柱や手摺には地震によるものと思われるずれが生じた。親柱が傾いたため、手摺との接合部分は剥離した。



写真-1 倒壊した高欄（撮影：本田、2016. 05. 25）

b) 復旧状況

地震によって倒壊した高欄はすべて元の位置へと戻されており（写真-2）、全体的な外観は被災前と大きな違いは認められない。上流側の断裂した手摺は 2 本とも接合処置がなされているが（写真-3）、欠損部はそのまま



写真-2 下流側高欄全景（撮影：本田、2017. 12. 10）

の状態であった。下流側の親柱および高欄には、修理等が実施された形跡は認められない（写真-4）。



写真-3 崩落・断裂した手摺の修復後の状況
（撮影：本田、2017. 12. 10）



写真-4 下流右岸側親柱付近
（撮影：本田、2017. 12. 10）

(2) 赤瀬港防波堤

a) 主な被災状況

赤瀬港防波堤は 1913（大正 2）年に築造された石造防波堤である。熊本地震による直接的な被災は確認されていないが、地震の約 2 ヶ月後に発生した豪雨の際に、防波堤の石積がおおよそ 8m にわたって崩落し、崩落部周辺は洗掘により石畳が剥離した（写真-5）。管理者によれば、地震が遠因となっている可能性は否定できないとのことで、本調査では被災ありとして扱っている。



写真-5 崩落部の様子（撮影：本田、2016. 12. 18）

b) 復旧状況

被災箇所は練り積みによる積み直しがなされているが、被災していない箇所と比較すると石材同士の間隔が広くなっている（写真-6）。また、本防波堤の石積は全体的に谷積みであるが、復旧箇所は積み方が不規則なためか石張り状の外観となっている。

防波堤の先端部をみると、これまでも積み直しがなされていたように見受けられる（写真-7）。今後も同様の崩落が想定されるが、既存部分との調和を考慮することも今後の復旧における一案として考えられる。



写真-6 修復部全景（撮影：本田、2017. 2. 17）



写真-7 防波堤先端部（撮影：本田、2017. 2. 17）

(3) 下鶴橋

a) 被災状況

下鶴橋は 1886（明治 19）年に通潤橋を手がけた橋本勘五郎によって建設された石造アーチ橋である。今回の地震では右岸側の高欄が一部崩落した（写真-8）。さらに、地覆から 1.5m 程度の深さまで壁石と裏込めに緩みが生じ、これにともなって壁石にはらみが発生し、橋面のアスファルト舗装にはひび割れが発生した。

b) 復旧状況

本橋は平成 30 年 3 月 19 日現在、復旧工事が進行中である（写真-9）。工事を担当する業者によると、今回の復旧は単に被災前の状態へと戻すことではなく、被災し

た壁石と高欄の耐震性を高めるような改良を施すことも目的であるとのことであった。

具体策は、①壁石のおよそ 1 割を橋軸直角方向に長い石（90～120cm）へと置き換える、②壁石の裏込めには以前より大きい（50～60cm 程度）碎石を用い、橋軸直角方向にも石材同士が噛み合うような乱積みとする、③高欄の束柱と地覆との間にダボを新設する（写真-10）、の 3 点である。損傷が大きい束柱（写真-11）や、地覆とのすりつけ部の石材（写真-12）は、今回新たに作製されたものも見られる。橋面については、車両の進入が想定されるため以前と同じくアスファルト舗装が予定されている。



写真-8 高欄落下箇所（撮影：本田、2016. 09. 20）



写真-9 作業全景（撮影：本田、2018. 03. 17）



写真-10 ダボ新設作業状況
（撮影：本田、2018. 03. 17）



写真-11 製作中の束柱 (撮影:本田、2018.03.17)



写真-12 新たに製作された石材 (下から二段目)
(撮影:本田、2018.03.17)



写真-13 被災前南側壁面 (JNC(株)提供)



写真-14 被災前北側内部 (JNC(株)提供)

(4) 白川発電所

a) 被災状況

白川発電所(写真-13、写真-14)は日本窒素肥料株式会社の発電所として1914(大正3)年に建設された煉瓦構造物である。被災状況を記録した写真からは、南側の壁面では、縦長の開口部を中心に上下方向にひび割れが発生していることが確認できる(写真-15)。また、この開口部と隣接する開口部の隅角部を結ぶようにひび割れが発生している。反対の北側の壁面は全体のおよそ三分の一が崩落し、この壁面上の屋根も一部崩落が認められる(写真-16)。

b) 復旧状況

白川発電所は被災当初、修理対応による継続利用も含め検討されたが、損傷の度合いが大きかったために2017(平成29)年12月には撤去が完了した。

(5) 津留発電所

a) 被災状況

津留発電所は1919(大正8)年に日本窒素株式会社によって建設された煉瓦構造物で、白川発電所と同じく切妻屋根を有する。側壁の上層部にはアーチ形の開口部、下層部には長方形の開口部がそれぞれ並ぶ(写真-17)。



写真-15 被災後南側壁面 (JNC(株)提供)



写真-16 被災後北側壁面 (JNC(株)提供)

今回の地震では西側の側壁において、屋根からアーチ形の開口部にかけて亀裂が2箇所発生したことが確認できる(写真-18)。その他、上層の開口部から下層の開口部にかけても亀裂が1箇所確認できるが、これは被災前の写真にも認められるもので、今回の地震以前から存在していたものと考えられる。

b) 復旧状況

本施設は、壁面の亀裂が発生した箇所に対して、壁面の内側および外側からエポキシ樹脂の注入による補修が実施された。また、上述の被災以前に生じていたと見られる亀裂に対しても、同じくエポキシ樹脂による修復が施されている(写真-19、写真-20)。発電施設としての機能に特に問題はなく稼働中である。



写真-17 西側側壁修復前全景 (JNC株提供)



写真-18 西側側被開口部近景 (JNC株提供)



写真-19 西側側壁修復後全景 (JNC株提供)



写真-20 西側側壁開口部近景 (JNC株提供)

(6) 大坪水路橋

a) 被災状況

大坪水路橋は 1865 (慶応元) 年に建設された石造水路橋で、1984 (昭和 59) 年に山鹿市立博物館前の公園に移築保存された (写真-21)。本橋は橋脚および橋台下部の石材に亀裂や崩落が発生した (写真-22)。その他、地震との関連性は確認できないものの、アーチの変形や輪石のずれが生じているために崩落の危険もあり、全体的な補強や修復が必要な状態である。



写真-21 大坪水路橋全景 (撮影: 本田、2016. 09. 21)



写真-22 橋脚下部の状況 (撮影:本田、2016. 09. 21)

b) 復旧状況

平成 28 年度以降、本橋は修復に着手する目処は立っていない。今回ヒアリングしたところ、管理者としては修復を考えてはいるものの、主に経済的な事情のため当面の間対応は難しい状況とのことであった。本橋は移築により橋梁として機能していないため、復旧の優先順位を下げざるを得ない状況があるものと推察される。

(7) 轟橋

a) 被災状況

本橋は 1934 (昭和 9) 年に森林鉄道用に建設された石造アーチ橋で、現在は道路橋として使用されている (写真-23)。地震による橋梁本体の被災はなかったものの、右岸側の基礎岩盤に大規模な崩落や多数の亀裂が発生した。特に橋台直下はオーバーハング状に崩落したために、非常に不安定な状態となった (写真-24)。

b) 復旧状況

平成 30 年 3 月現在、崩落した岩盤の補強工事が進められている (同 5 月中旬完了予定)。工事は当初、崩落部に鉄筋挿入工を施しコンクリート壁を設置、またオーバーハング部はモルタル吹付工と鉄筋挿入工によって補強し、景観的な配慮からコンクリート壁は化粧型枠と顔料添加が予定されていた。しかし、床掘及び擁壁設置工事が新たに発生したため、化粧型枠の使用は見送られた。

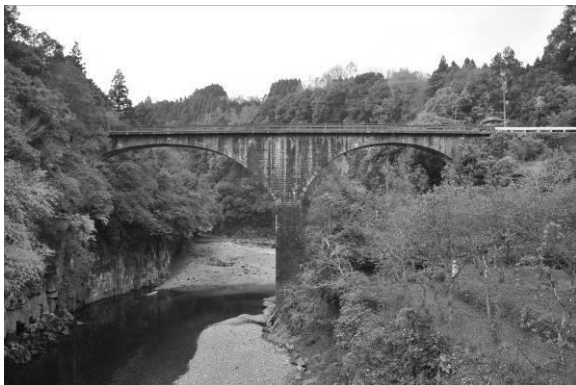


写真-23 轟橋全景 (撮影:本田、2016. 11. 29)



写真-24 岩盤崩落部の状況
(撮影:本田、2016. 11. 29)

4. おわりに

今回の調査では、平成 28 年熊本地震によって被災のあった歴史的土木構造物のうち、7 件について追跡調査を実施し、平成 29 年度時点での復旧状況を把握することができた。また、白川発電所及び津留発電所については、被災の詳細を新たに把握することができた。

被災前の状態に戻すことを基準と考えると、石橋や堤防などの石造構造物の中には必ずしも十分とはいえない事例も見られる一方、下鶴橋のように伝統工法を活かしつつ耐震性を高めるような修復の可能性を示す事例も確認することができた。また、大坪水路橋の例からは、移築保存された歴史的土木構造物が被災した場合、土木構造物として利用されていないために復旧の優先度が低くなり、場合によっては放置に至るような恐れもあることがわかった。

本調査の成果が今回の地震で被災した歴史的土木構造物の被災・修復の履歴の記録となり、また今後の保存や修復に資することを期待する。

謝 辞: 本調査の実施にあたっては、施設管理者及び所有者の皆様には多大なるご協力をいただきました。特に JNC 株式会社及び同水俣製造所の木下様、株式会社尾上建設の尾上様には、情報収集に対してご理解とご協力をいただきました。ここに記して、感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 本田ほか：平成 28 年熊本地震による歴史的土木構造物の被災状況に関する調査報告、土木史研究講演集 vol.37、pp.151-158、2017

(2018. 4. 9 受付)