

平成23年東北地方太平洋沖地震による 歴史的土木構造物の被災状況に関する調査報告 (その3)

阿部 貴弘¹, 木村 優介², 依田 照彦³

¹正会員 日本大学准教授 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

²正会員 国土交通省国土技術政策総合研究所 (〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地)

E-mail: kimura-y92ta@nilim.go.jp

³正会員 早稲田大学教授 理工学術院社会環境工学科 (〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1)

E-mail: yoda1914@waseda.jp

2011 (平成 23) 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波により、東日本の広範囲にわたる歴史的土木構造物が甚大な被害を受けた。土木学会土木史研究委員会では、委員会内に東日本大震災特別小委員会を設置し、文化庁及び建築学会等の関係機関と連携し、土木学会各支部や土木学会選奨土木遺産選考委員会等の協力のもと、歴史的土木構造物の被災状況に関する調査を実施してきた。

平成 23 年度及び平成 24 年度は、被災地域の「重要文化財 (建造物)」、「登録有形文化財 (建造物)」、「土木学会選奨土木遺産」を対象として、被災の有無を確認する調査に加え、被災の程度が大きい施設の被災状況に関する現地調査、さらに復旧に向けた技術的検討を行った。平成 25 年度は、過年度において調査を行った施設を対象として、これまでの復旧状況等に関するフォローアップ調査を実施した。

本報告は、平成 25 年度に実施したフォローアップ調査の結果について報告するものである。

Key Words: *Tohoku Region Pacific Coast Earthquake in 2011, historic civil engineering structures, damage survey, important cultural property, registered tangible cultural property, JSCE's recommended civil engineering heritage*

1. はじめに

2011 (平成 23) 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波により、東日本の広範囲にわたる歴史的土木構造物が甚大な被害を受けた。土木学会土木史研究委員会では、2011 (平成 23) 年 5 月 23 日に、委員会内に東日本大震災特別小委員会を設置し、文化庁及び建築学会、日本建築家協会、日本建築士会連合会等の関係機関と連携し、土木学会各支部や土木学会選奨土木遺産選考委員会等の協力のもと、歴史的土木構造物の被災状況に関する調査を実施してきた。

これまでの経緯を簡単に整理すると、まず、平成 23 年度は、被災地域にある「重要文化財 (建造物)」、「登録

有形文化財 (建造物)」、「土木学会選奨土木遺産」全 250 件を対象として、被災の有無を確認する第一次調査を実施した。そのうえで、被災の程度が大きい 7 件に対して、第二次調査として被災状況に関する現地調査を実施した¹⁾。

この調査により、被災地域における歴史的土木構造物の被災状況の全体像を把握したほか、被災の程度が大きい構造物について、より詳細な被災状況を把握し、さらにその被災要因を推定した。

平成 24 年度は、被災した歴史的土木構造物のうち、本格復旧が進む 2 施設に対して技術的検討を行うとともに、平成 23 年度に現地調査を実施することができなかった未調査被災施設 2 施設を対象に被災状況調査を行った²⁾。

表-1 平成25年度の調査対象施設

調査対象施設	所在地	管理者	備考
石井閘門	宮城県 石巻市	国土交通省	重要文化財（建造物）
北上川分流通施設群	宮城県 石巻市	国土交通省	土木学会選奨土木遺産
横利根閘門	茨城県 稲敷市	国土交通省	重要文化財（建造物）
霞ヶ浦湖岸施設	茨城県 稲敷市	国土交通省	土木学会選奨土木遺産

表-2 調査日時及び調査員

調査対象施設	調査日時	天候	調査員
石井閘門	平成25年10月31日(木) 12:30~14:00	曇り	阿部貴弘 (日本大学 准教授)
北上川分流通施設群	平成25年10月31日(木) 14:30~16:00	曇り	
横利根閘門	平成25年11月15日(金) 10:30~15:00	曇り	木村優介 (国土交通省国土技術 政策総合研究所 研究官)
霞ヶ浦湖岸施設	平成25年11月22日(金) 10:30~13:30	晴れ	

この調査により、未調査施設の被災状況を把握し、その被災要因を推定したほか、復旧が進む施設に関しては、歴史的な価値等に配慮した復旧方法などの技術的な検討を行った。

こうした過年度調査により、被災地域における歴史的土木建造物の被災状況をおおむね把握することができた。

そこで、平成25年度は、過年度において調査対象とした施設を対象として、これまでの復旧状況等に関するフォローアップ調査を実施した。本報告は、こうした平成25年度の調査結果について報告するものである。

なお、平成23年度から続く一連の調査は、東日本大震災に際して文化庁が立ち上げた「東日本大震災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）」の一環で実施したものである。

2. 調査概要

(1) 調査対象施設

平成25年度の調査は、平成23年度に被災状況に関する現地調査を実施した4施設（表-1）を対象として実施した。

(2) 調査日及び調査員

各施設の調査は、表-2 に示す調査日時及び調査員により実施した。

(3) 調査項目及び調査方法

平成25年度は、以下の事項に関するフォローアップ調査を実施した。

- ・当該施設に関わる発災後の対応経緯
- ・文化庁等の関係機関との連絡・協議の経緯
- ・これまでの復旧状況・経緯
- ・今後の復旧方針
- ・復旧に向けた課題 等

なお、本フォローアップ調査は、施設管理者に対するヒアリング及び現地における目視確認調査とした。

3. 調査結果

(1) 石井閘門

a) 平成23年度調査において把握した被災状況等の概要

- ・閘室部石積の側面に若干の凹凸が見られたが、大きな飛び出しはなかった。
- ・閘頭部や閘尾部、さらに閘室部において、笠石や階段石積の乱れ及び亀裂が生じているが、これらは地盤沈下により構造物全体が沈下し、その際にひずみが集中した部分に生じたものと推定する。また、そうした亀裂は、笠石と煉瓦の目地部、石積みの一部が開口したものと考えられる。
- ・隅石や煉瓦の一部に剥離が生じていたが、これらは躯体の強度を低下させるものではないと判断できる。
- ・閘門の門扉については、発災時は閉じていたことから、津波の圧力を受け、その影響が駆動部の破損につながったと解釈できる。

b) 平成25年度調査実施時の施設の状況（図-1～4）

- ・閘室部の石積みの孕みや凹凸、閘頭部および閘尾部の笠石や煉瓦等の乱れや亀裂は、ほぼ被災時のまま存置されていた。
- ・周辺では、保全対策工事の準備が進められていた。

c) 平成25年度調査実施時点の復旧状況等（ヒアリング結果）

- ・2012（平成24）年8月に、学識者等からなる「重要文化財「石井閘門」保全対策検討委員会」を設置し、保全対策について検討している。
- ・保全対策検討委員会には、文化庁のほか、宮城県教育委員会や石巻市教育委員会もオブザーバーとして出席している。
- ・調査実施時点現在、「被災前の状態に戻す」という保全対策工事の方針が決まり、年度内の工事完了に向けて準備を進めている。
- ・保全対策工事として、笠石や煉瓦等の乱れや亀裂の補修のほか、門扉及び駆動部の補修等を実施することとなる。



図-1 石井閘門の閘室部（上流側より下流側を望む）
閘室部の石積みに孕みや凹凸がみられる
（撮影：阿部，2013.10.31）



図-3 石井閘門の閘尾部（左岸側）
笠石や煉瓦等の乱れや亀裂が被災時のまま存置されている
（撮影：阿部，2013.10.31）



図-2 石井閘門の閘頭部の階段（右岸側）
階段部のズレが被災時のまま存置されている
（撮影：阿部，2013.10.31）



図-4 石井閘門の閘室部（右岸上流側から撮影）
保全対策工事に向けた準備が進められている
（撮影：阿部，2013.10.31）

(2) 北上川分流施設群

a) 平成 23 年度調査において把握した被災状況等の概要

○月浜第二水門

- ・水門本体の外形は維持されていたが、津波が要因と考えられる破損が各所に見られた。
- ・特に、バランスゲートを引き上げるワイヤーロープのウインチ部が欠損していた。
- ・また、水門右岸の脇堤防も欠損し、土嚢による応急復旧が行われていた。
- ・月浜第二水門の近傍に移設保存されていた月浜第一水門のバランスゲート 1 門は、原位置から移動し、ゲートの上部構造に破損が見られたが、原型はほぼ維持されていた。

○釜谷水門

- ・釜谷水門周辺の北上川右岸護岸は消滅し、周辺の堤内地一帯も水没した状況にあった。
- ・釜谷水門も水没し、バランスゲートの一部がかろうじて水面上に見られたが、原形をとどめない状況にあった。

○福地水門

- ・目視調査では、被災は確認できなかった。

b) 平成 25 年度調査実施時の施設の状況

○月浜第二水門（図-5～8）

- ・ほぼ被災時のまま残置保存された状態にあった。
- ・前回調査時に比べ、ゲート部の塗装に錆が目立ち始めていた。
- ・バランスゲートの支承部のみ、応急復旧工事が実施されていた。

○釜谷水門（図-9）

- ・周辺護岸の復旧工事は進められていたが、釜谷水門自体は、被災したままの状態 で 存置されていた。

○福地水門（図-10）

- ・外観は、前回調査実施時とほぼ同様の状態にあった。

c) 平成 25 年度調査実施時点の復旧状況等（ヒアリング結果）

○月浜第二水門

- ・2011（平成 23）年 7 月、バランスゲートの支承部に、被災直後には確認することができなかった亀裂が見つかった。



図-5 月浜第二水門の全景
ほぼ被災時のまま存置された状態にある
(撮影：阿部，2013.10.31)



図-7 月浜第二水門のバランスゲートの支承部
中央2か所の支承部で転用工事が行われた
(撮影：阿部，2013.10.31)



図-6 月浜第二水門のバランスゲート
ゲート部の塗装に錆が目立ち始めている
(撮影：阿部，2013.10.31)



図-8 移設保存されている月浜第一水門のバランスゲート
中央2か所の支承部が取り外され転用された
(撮影：阿部，2013.10.31)

- ・ゲート自体の落下を防ぐため、2012（平成24）年7月から8月にかけて、近傍に移設保存されていた月浜第一水門のバランスゲートの支承部を取り外し、亀裂が見つかった第二水門の支承部に転用する工事を実施した（図-7～8）。
 - 転用にあたり、極力、既に空けられていたボルト穴を利用したが、穴がずれている箇所については、新たに穴を開け直した箇所もある。
 - 取り外された旧第一水門の支承部には、H鋼で補修を行い、破損した第二水門の支承部は廃棄した。
 - 支承部の転用にあたり、土木学会をはじめ、専門家等から助言等は受けていない。
- ・支承部の転用は、あくまで応急対応として実施したものであり、現在実施している災害復旧事業においては、水門の移設や撤去について改めて検討している。その際、釜谷水門及び月浜第二水門の取り扱いについて、土木史の専門家等へのヒアリングを実施した。

- ・このヒアリングにおいて、専門家から、月浜第二水門のバランスゲートは水門構造上も特徴的なものであること、さらに、1928（昭和3）年に建造された釜谷、月浜第一、月浜第二の各水門うち、現在稼働しているのは月浜第二水門のみであることを踏まえ、何らかの方法で月浜第二水門を動態保存できないかとの要望があった。
- ・月浜第二水門の原位置が、災害復旧事業で北上川に新設する予定の堤防の法線と重なっていることから、遅くとも平成26年度中には保全もしくは移設等の方針を決定する必要がある。この際、専門家や施設管理者、自治体の担当者等が集まって協議することも視野に入れている。

○釜谷水門

- ・釜谷水門については、被災したままの状態で存置しているが、水門を現位置で復旧することは不可能であり、災害復旧工事において、堤防建設にあわせて新たな水門を建設する必要がある。被災した釜谷水門を現位置に存置保存するか撤去するかは、今後の検討課題である。



図-9 釜谷水門の遠景（北上川左岸側から撮影）
護岸の復旧が進む中、被災時のまま存置されている
（撮影：阿部，2013.10.31）



図-10 福地水門（下流左岸側から撮影）
前回調査実施時とほぼ同様の状態にある
（撮影：阿部，2013.10.31）

- ・災害復旧工事は、平成 27 年度の事業完了を想定しているが、存置している水門は、新設する堤防の法線や新たな水門の計画には影響が無いため、地元感情等にも配慮しつつ慎重に検討を進める予定である。

○福地水門

- ・発災直後には確認できなかったが、発災後しばらくして、スピンドル部品の破損が確認された。これが震災による被災かどうかは不明である。
- ・2013（平成 25）年 10 月に、当該スピンドル部品を新しい部品と交換した。

d) 復旧に向けた今後の課題等

- ・月浜第二水門と同じく、移設保存されている月浜第一水門のゲートについても、新設予定の堤防の法線に重なっているため、移設を検討する必要がある。2007（平成 19）年の現位置への移設時に、躯体を一度切断して溶接しなおしているが、再度移設するとなると再び躯体を切断しなければならず、オリジナルの状態からさらに遠ざかってしまうことになる。
- ・現地保存もしくは移設保存した後の維持管理については、釜谷、月浜第一、月浜第二の各水門にはほぼ共通した課題である。治水上の機能を持たない限り、河川施設として管理することができないため、移設保存した水門等の取り扱いは難しい。たとえば、これらの水門を移設保存する場合は、石巻市の公園計画にあわせて移設場所を確保するといった方法等を検討しなければならない。

(3) 横利根閘門

a) 平成 23 年度調査において把握した被災状況等の概要

○横利根閘門

- ・閘門周辺の護岸等に液状化の被害が見られたものの、閘門本体は、閘頭部及び閘室部とも躯体はおおむね健全で、平常通り稼働し、通船も行われていた。

- ・横利根川側（上流側）閘頭部の小門扉の開閉ギアを納める左岸側躯体の側壁に、クラックが発生していることを確認した。
- ・このクラックは、外装煉瓦からコンクリート造の躯体、さらに護岸側の石積みに至る深刻なものであることを確認した。
- ・クラックは、ギアを納める機械室の開口部から躯体の基礎に向かって発生していたが、水面下の状況は把握することはできず、クラックが基礎まで達しているかどうか確認することはできなかった。

○中川吉造胸像所

- ・利根川右岸の護岸に設置されていた中川吉造胸像所が、河川護岸の堤内地側斜面の地震崩壊及び基礎地盤の液状化に伴い沈下及び傾斜する被害を受け、復旧に向けて地盤の養生が行われている状況にあった。

b) 平成 25 年度調査実施時の施設の状況

○横利根閘門（図-11～16）

- ・その後の調査の結果、上流側閘頭部側壁のクラックが底部にまで達していることが判明したことから、復旧に向けて閘室内の水抜きが行われ、閘門の補修及び左岸上流側護岸の地盤改良工事が進行していた。

○中川吉造胸像所（図-17～18）

- ・中川吉造胸像所は、すでに原位置に復旧していた。

c) 平成 25 年度調査実施時点の復旧状況等（ヒアリング結果）

○横利根閘門

- ・閘頭部側壁クラックについては、2012（平成 24）年 2 月 10 日より動態観測を実施しているほか、水中カメラロボットによる水面下の状況調査、さらに閘門全体の水抜きを実施したうえでの被災状況調査等を行った。
- ・その他、閘頭部および基礎の井筒に関する躯体の形状測量やボーリング調査等による基礎地盤調査等を実施し、被災状況や安全性に関する調査を行った。



図-11 水抜き作業中の横利根閘門（上流側閘扉部）
（撮影：阿部，2013.11.15）



図-14 横利根閘門左岸上流側護岸の地盤対策工事の状況
（撮影：阿部，2013.11.15）



図-12 水抜き作業中の横利根閘門の閘室（下流側を望む）
（撮影：阿部，2013.11.15）



図-15 横利根閘門の護岸石積みの補修状況
（撮影：阿部，2013.11.15）

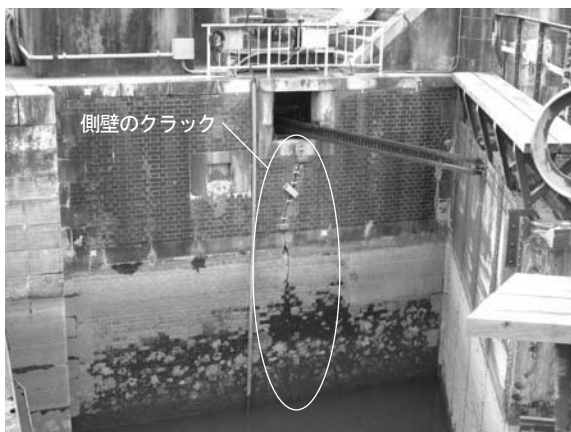


図-13 底部まで達する横利根閘門閘頭部側壁のクラック
（撮影：阿部，2013.11.15）



図-16 補修のために取り外された横利根閘門の護岸石材
（撮影：阿部，2013.11.15）

- ・これらの調査を踏まえ，2013（平成 25）年 1 月に，学識者等からなる「横利根閘門保全対策検討委員会」を設置し，保全対策について検討している。
- ・この委員会における検討に基づき，以下の補修工事等を実施する予定である。
 - －閘頭部側壁亀裂に対するシーリング材注入による補修
 - －門扉開閉装置ギアスタンドの再設置
 - －防舷材の取り換え

- －扉体塗装・水密木材取り替え
- －旧給水扉巻上機補修
- －地盤対策（左岸上流側護岸）
- －翼壁石積みの補修
- －被災した閘頭部の状況確認・安定確認
- －閘室底部の状況確認・安定確認
- －煉瓦洗浄試験
- －保全方針の整理及び補修記録の作成・保存



図-17 復旧された中川吉造胸像所
(撮影：阿部，2013.11.15)



図-19 復旧後の霞ヶ浦湖岸施設南側滑走台
(撮影：阿部，2013.11.22)



図-18 地盤改良が行われた中川吉造胸像所周辺の護岸
(撮影：阿部，2013.11.15)



図-20 復旧後の霞ヶ浦湖岸施設東側滑走台
(撮影：阿部，2013.11.22)

○中川吉造胸像所

- ・2012（平成24）年7月31日に、胸像所は復旧した。
- ・胸像所の基礎は、元はコンクリート杭基礎であったが、復旧にあたり、矢板を打ち込んで地盤改良を実施した。
- ・胸像所の図面が無い状態であったため、復旧にあたった石材業者に依頼して図面を作成した。

(4) 霞ヶ浦湖岸施設

a) 平成23年度調査において把握した被災状況等の概要

- ・南側滑走台の西側及び東側滑走台の北側において、主に湖側のコンクリートスロープが、陥没もしくはめくれあがっている状況にあった。これらは、基礎地盤の液状化に伴う湖側への流動により損傷したものであると推定する。
- ・一方、同じ滑走台であっても、南側滑走台の東側及び東側滑走台の南側については、コンクリートスロープに被災は確認できなかった。こうした、場所による被災の有無については、過去の補修や災害復旧工事の影響等も考えられるが、その要因の特定には至らなかった。

b) 平成25年度調査実施時の施設の状況（図-19～20）

- ・コンクリートスロープ（滑走台）のうち、陥没もしくはめくれあがっていた個所では、被災したコンクリートスロープはすでに撤去され、復旧工事により新たなコンクリートスロープが整備されていた。

c) 平成25年度調査実施時点の復旧状況等（ヒアリング結果）

- ・復旧にあたっては、平成20年度に実施した復旧工事の際の止水状況を教訓に、鋼矢板により対象個所の締め切りを行い、水替えをしたうえで基礎地盤面を整地し、鉄筋コンクリートスロープを打設した。
- ・さらに、既存のコンクリートスロープ表面の表情（意匠）に配慮し、復旧個所のコンクリートスロープ表面の洗い出しも行った。
- ・なお、復旧にあたり、土木学会をはじめ、専門家等から助言等は受けていない。
- ・今後、コンクリートスロープ背後への特殊堤防（パラペット）の施工（高さ1m程度）など、引き続き水防対策として事業を実施する予定である。

d) 復旧に向けた今後の課題等

- ・発災直後の対応の際、当時の担当者がコンクリートスロープを土木遺産としてどの程度意識していたかは不明である。霞ヶ浦湖岸施設における過去の被災時の対応を踏まえると、コンクリートスロープではなく、今回は被害の無かった石積みに歴史的価値があると認識していたとも想定される。
- ・今後の維持管理や補修に向けて、霞ヶ浦湖岸施設の各構成要素について、土木遺産としての価値を整理するとともに、それらを施設管理者と共有しておくことが重要である。
- ・また、コンクリートスロープには、破損した箇所と破損を免れた箇所がある。霞ヶ浦湖岸施設は、完成後に一度爆撃を受けて被災したという伝聞や、コンクリートスロープは元々コンクリートを地盤面に流しただけであったという伝聞もある。こうした伝聞や過去の補修履歴などを拠り所として、被災の有無が生じた要因についても検討の余地がある。

4. まとめ

以上の通り、本報告では、東日本大震災特別小委員会が、平成25年度の文化財ドクター派遣事業の一環で実施した、歴史的土木建造物の復旧に関わるフォローアップ調査結果について取りまとめた。本調査において、管理者へのヒアリング及び現地調査に基づき、被災した歴史的土木建造物の被災後の復旧状況及び復旧に向けた課題等を把握することができた。

重要文化財（建造物）に指定されている石井閘門及び横利根閘門では、復旧にあたり、学識者等からなる保全対策検討委員会が設置され、詳細な調査等に基づき、保全対策が検討されていることがわかった。今後、施設管理者により刊行されるであろう保全対策工事記録等により、その詳細を知ることができると期待する。こうした復旧事例もしくは保全事例の蓄積により、今後の歴史的土木建造物の保全技術や防災技術がよりいっそう向上するものと考ええる。

一方、土木学会選奨土木遺産である北上川分流通施設群及び霞ヶ浦湖岸施設では、一定の復旧が行われているものの、それらは必ずしも歴史的価値への十分な配慮がなされているとは言えず、また、これまでの復旧にあたり、土木学会や専門家等から助言を受ける機会も設けられていないことがわかった。そのため、選奨土木遺産の歴史的価値について、各施設管理者に周知するとともに、被災時等における補修方法や保全方法等について、土木史研究委員会もしくは選奨土木遺産選考委員会等が助言等を行う体制や仕組みを整えておくことが重要であると考ええる。

平成23年度から実施してきた一連の調査により^{1),2)}、東北地方太平洋沖地震による歴史的土木建造物の被災状況の全体像を把握するとともに、被災の程度が大きい施設について、現地調査に基づき被災要因を推定することができた。さらに、調査を通して、歴史的土木建造物の被災状況調査を実施する際の調査体制や調査方法など、組織的な調査実施のノウハウを蓄積することができた。

一方、発災直後の初動期の対応や、調査を効率的・効果的に実施するための歴史的土木建造物に関する基礎情報の整理といった平時の対応、さらに、被災した歴史的土木建造物の補修方法や保全方法に関する技術の蓄積、被災により歴史的土木建造物をやむを得ず撤去する場合などの記録保存の考え方や手法については、今後の課題として指摘することができる。

加えて、歴史的土木建造物に係る防災機能の再評価や、歴史的土木建造物の自然災害に対するリスクマネジメント、歴史的土木建造物と周辺の防災計画や地域計画等との連携等についても、今後の課題として指摘することができる。

これらの課題については、今後、東日本大震災特別小委員会や土木史研究委員会において対応を検討すべきであると考ええる。

こうした一連の調査による成果と課題が、被災した歴史的土木建造物の本格復旧に資するとともに、今後の災害を視野に入れた歴史的土木建造物の保全技術や防災技術の向上、さらに歴史的土木建造物の価値付けの推進等に資することを期待する。

謝辞：調査にご協力いただいた施設管理者及び所有者の皆様、地方公共団体教育委員会の皆様、文化庁及び国土交通省の皆様、土木学会選奨土木遺産選考委員会及び土木学会各支部の皆様、東日本大震災特別小委員会委員及び調査員の皆様に、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 阿部貴弘、依田照彦：平成23年東北地方太平洋沖地震による歴史的土木建造物の被災状況に関する調査報告，土木史研究講演集 Vol.32, pp. 37-48, 2012
- 2) 阿部貴弘、後藤光亀、伊藤登、依田照彦：平成23年東北地方太平洋沖地震による歴史的土木建造物の被災状況に関する調査報告（その2），土木史研究講演集 Vol.33, pp. 33-40, 2013

(2014. 4. 7 受付)