

被災地からの発信

第14回

大震災にも耐えた 重要文化財「石井閘門」の補修

佐藤 克英

正会員 上級土木技術者 国土交通省 東北地方整備局 北上川下流河川事務所長

現役最古の重要文化財 石井閘門の被災

北上川（現在の旧北上川）と北北上運河とを接続する石井閘門は、1880（明治13）年に完成した日本初の西洋式近代閘門で、現在も稼働する閘門としては国内で最古の施設である。明治期から大正期にかけて全国に建造された近代閘門の規範を示す施設として土木技術上価値が高いとされ、2002（平成14）年に国の重要文化財に指定されている。

2011（平成23）年3月11日、石井閘門がある石巻市は震度6強の強い揺れを受け、また津波が襲来したため、石井閘門はゲートの開閉

機破損、周辺地盤の沈下や煉瓦・石積みの欠損・不陸等の被害を受けた。

さらに、石井閘門は完成から130年余りが経過し、老朽化が進んでいることもあり、躯体および基礎等の損傷・劣化、構造物としての安定性等が懸念された。しかし、幸いにも津波の第1波が北北上運河側から襲ってきたことにより、津波の力でマイターゲートが押し開かれ、津波はそのまま旧北上川側に流れたため、石井閘門の構造体には大きな被害を受けずに済んだ。

東北の開発の歴史の 一翼を担う運河と閘門

石井閘門は、宮城県石巻市水押地



写真1 被災した石井閘門（閘尾部側 撮影：2011年3月14日）

SATO Katsuhide

1985年建設省入省、胆沢ダム工事事務所長、河川局防災課企画専門官などを歴任、2011年7月より現職、北上川・鳴瀬川水系の震災復旧事業等を担当。



図1 石井閘門と野蒜築港の位置

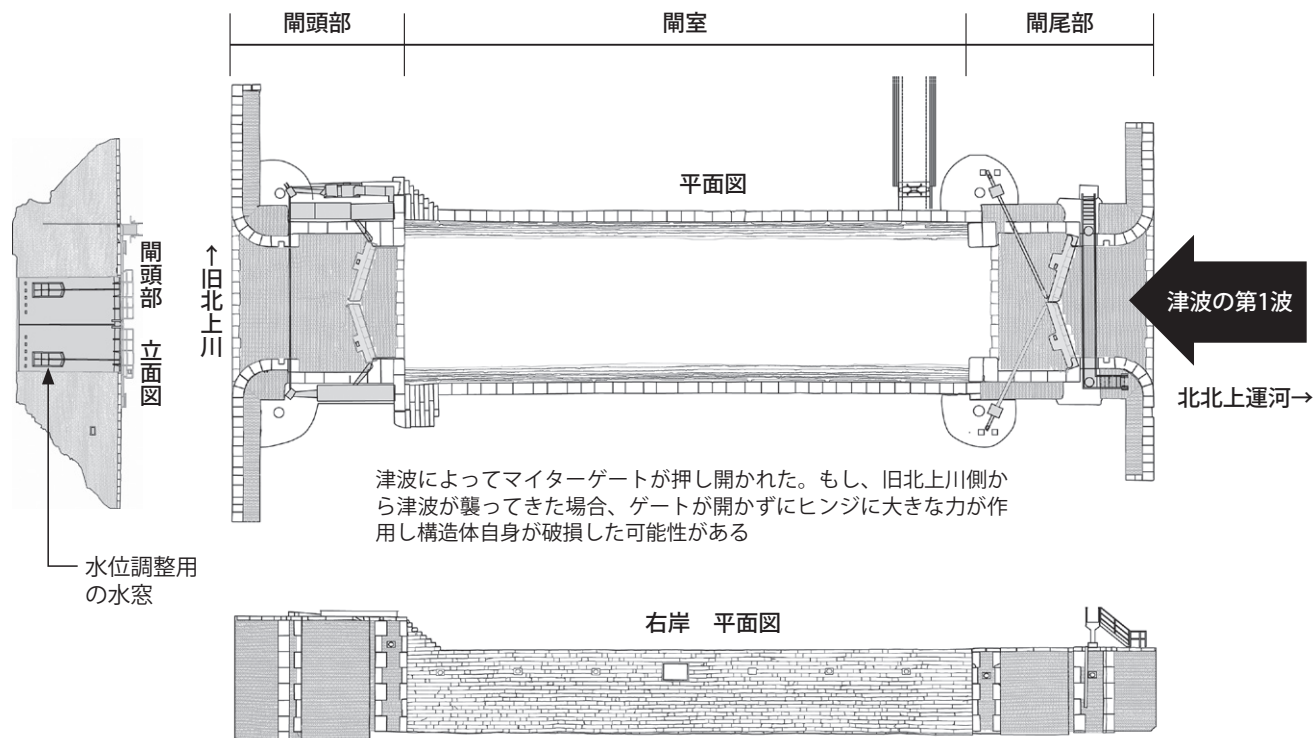


図2 石井閘門 平面図・右岸側面図・閘頭部立面図(平成23年度に3Dレーザー測量したもの)

区にあり、東北一の大河、北上川の河口からおよそ8 km付近に位置している。石巻市は江戸時代から北上川舟運の基地として繁栄してきたが、河口の堆砂が進み、大型船の入港が困難になっていた。

明治期になって東北地方の産業振興と富国強兵のため、政府によって東日本七大事業の一つとして、石井閘門を含む野蒜築港事業が計画された。オランダ人技師ファン・ドールンが設計を手がけたこの野蒜築港事業において、その一環として北上川と野蒜の間に北上運河が、北上川と北上運河とを接続する石井閘門がそれぞれ建設された。野蒜築港自体は台風により破壊されて計画は中止となり、幻の港となってしまったが、石井閘門と北上運河は鉄道が発達するまで主要交通路として活用された。

閘室を石造、合掌扉(マイターゲート)を収める閘頭部および閘尾部を煉瓦造とした石井閘門の構造形式は、明治期から大正期にかけて各地で建造されており、建設当時木製だったゲートは1966(昭和41)年に鋼製に改修された

が、土木施設本体は竣工当時の姿を今に伝えているものである。

一級河川本川の復旧を目前に石井閘門復旧の検討へ

宮城県東部・太平洋に流れる一級河川、北上川、旧北上川、江合川、鳴瀬川、吉田川は、東日本大震災により甚大な被害を受けた。これらの河川を管理する北上川下流河川事務所では、2011(平成23)年、2012(平成24)年の出水期に向け、応急復旧、緊急復旧にあたり、堤防高など最小限の機能復旧を緊急かつ段階的に進めてきた。これらの目途がついた2012(平成24)年夏より、石井閘門の復旧の検討に取りかかった。

石井閘門の形状、寸法等がわかる資料は、建設当時の設計図面およびそのトレースしかなく、ひび割れや目地開き等の損傷状況は東日本大震災以前の目視調査結果しかなかった。このため、外観、構造、地盤について各種調査を実施し、石井閘門の補修・保全に向けた検討を進めてきた。

被災地からの発信

表1 健全度調査の主な項目

調査項目	概要
水替え実施による全景の目視調査	水面下の状況確認のため仮締め切りを実施し水を抜き、閘門全景の目視調査を実施した。結果は煉瓦積にひび割れが確認されたものの構造体として問題はないと確認された。
3Dレーザー測量	水替えにともない閘門全景が計測できることから3Dレーザー測量を実施。明治期に書かれた図面と照合しほぼ同じ大きさであることがわかり、明治期の図面の精度の高さを確認した。また、今後の変状などを探るモニタリングの基礎データを確保した。
井内石積構造調査	井内石積の背後構造が不明であったため、構造体としての安定性などが確認できなかった。そこで、今回素掘調査を実施し裏込状況を確認した。裏込は3m程あり堅固な造りであることがわかった。
煉瓦積強度調査	煉瓦積の一部からコアサンプルを採取し圧縮強度・せん断強度試験を実施した。結果は、いずれも必要強度以上であることが確認され、健全であることがわかった。
コンクリート強度調査	昭和初期に門扉と開閉機を交換した時に設置されたコンクリート基礎については、コンクリートの必要強度よりも下回るとともに、地盤沈下によりゆがみ・亀裂などがあることが判明した。
土質調査	石井閘門がどのような地盤の上に設けられているのかを把握するため、4箇所においてボーリング調査を実施。その結果、明治初期の文献に書かれているように砂層（今回の調査結果ではN値=15～31）の上に設けられていることが確認された。
開閉機・門扉劣化調査	1966年に木扉から鋼扉に替えられた門扉と開閉機については、ヒンジ部分に破損が見られるものの、それらの交換・調整や全体の防食（塗装等）を実施していけば今後とも利用していくことが可能と判断された。
関連文献調査	今までに調べられた文献以外にも国立公文書館、国会図書館、宮城県図書館、宮城県立公文書館、琵琶湖疏水記念館などに赴き関連資料を調査した。



写真2 水替え時の全景（閘尾部側、撮影：2013年2月）

複数の観点から健全度を確認

今回の補修を実施するにあたり、震災による被害や130年余りの経過による劣化状況を把握するための健全度調査を実施した（表1）。その結果、構造体は煉瓦や石積に一部ひび割れや欠損が見られるもののおおむね健全であることが確認された。なお、煉瓦積、井内石積については、背後の積み方や周辺地盤状況等の情報が得られたことから、転倒・滑動に対する安定照査を実施し、地震に対して所要の安定性が確保されていることを確認した。

素掘りによって閘室石積の裏込状況を把握

閘室は井内石積構造だが、明治時代の図面を見てもその石積方法、背後の裏込状況が不明で構造的な健全度を把握することができないため、井内石積背後の素掘調査を実施した。その結果、井内石積の背後には、長さ60～90cm・幅20～40cm程度の角張った裏込材が2・5m（笠石部分を含むと3・0m）ほど、整然と敷き詰められており、空隙が小さな井内石や玉砂利および粘性の強い土で充填された「版築」と呼ばれ

る施工方法によるものであることが判明した。噛み合わせもよく内部摩擦が大きいことから、石材が組み合わされることにより一体化した構造物としてとらえることができる状態だった。

また、石積の高さと厚みの比率は、1・5対1程度の安定した形で、表面の井内石に亀裂などが見られるものの、構造体としては健全であると考えられた。

新たに発見されたイギリス十字積（旧オランダ積）

今回の調査において、石井閘門の

閘頭部・閘尾部における煉瓦積は、単なるイギリス積ではなく、イギリス十字積であることがわかった。この積み方は、どの位置から見ても長手と小口が十字（クロス）に見えるように積まれたもので、明治期にはオランダ積とも言われていた。また、日本においては確認箇所が少なく貴重なものであることがわかった。

文化財としての価値に配慮した補修方法へ

現地調査の他、三次元レーザー測

量、地中レーダー探査、コンクリート・煉瓦の強度試験等、各種調査の結果、石井閘門の構造自体を補修する必要性は認められなかった。

こうした調査結果等により、今回

の補修は、煉瓦積のひび割れ補修、欠損した笠石補修などを基本とした意匠部分の補修を主に実施することとなった。補修にあたっては、補修範囲を最小限にするとともに、

可能な限り既存の部材や当時の施工技術を活用できるように配慮する計画としている。また、文化財としての価値を下げないために、建設当時に焼かれた煉瓦の大きさと同じになるように新たに煉瓦を焼くなどの配慮を行っている。工事は、2014（平成26）年3月に終了する予定である。

なお、東日本大震災により石巻市周辺では広域地盤沈下が発生し、石井閘門も約60cm沈下した。その結果、震災前から計画堤防高が十分に確保できていなかった閘門天端がさらに低くなっていたが、石井閘門を嵩上げて洪水防御機能を確保することは、文化財の価値を失うことにもつながると考えられた。このため、現在の石井閘門には洪水防御機能を持たせず、新堤防の整備に合わせて石井閘門の前面に河川管理施設を新設し、治水機能を確保することとしている。

専門家等による 指導・助言体制

震災で被災した石井閘門の補修にあたっては、専門家らによる「重

要文化財『石井閘門』保全対策検討委員会」を立ち上げて、健全度調査の段階からさまざまな視点で意見をいただき、土木構造物としての機能の確保、文化財としての価値の確保を図っている。この検討委員会は、長岡造形大学の木村勉教授を委員長とし、学識経験者8名ならびに文化庁、教育委員会等行政機関からのオブザーバーで構成され、2012（平成24）年8月に設置した。第1回検討委員会以降、委員の方々から健全度調査の方法やその結果に対する評価、補修工事の方針および補修工事の内容等について適切なご指導・ご助言を頂いており、誌面を借りて、深く感謝の意を表したい。

なお、本調査は、（株）東京建設コンサルタントに委託し実施しているところである。調査の実施に当たっては、優秀なスタッフの方々によるさまざまな有益な提案やきめ細かい熱心な調査の実施により、質の高い調査結果を上げていることを申し添える。



写真3 石井閘門（閘尾部側 撮影：2013年4月）