

特別史跡熊本城天守閣における石垣修復および地震時安全対策事例

熊本市役所 非会員 増田 智 熊本市役所 非会員 嘉村 哲也
 大林組 正会員 ○川本 卓人 大林組 正会員 森田 晃司
 大林組 正会員 仲西 耕平 大林組 正会員 宮田 政市

1. はじめに

熊本城は、「学術上の価値が特に高く、わが国文化の象徴たるもの」として特別史跡（文化財）に指定されている。特別史跡の文化財石垣に対し、崩落や変状後の修復を実施した事例は少なからず存在するが、レベル2クラスの地震（以下、L2地震と称す）に対する来城者の安全確保が求められた石垣修復工事は前例がない。本稿では、平成28年熊本地震で崩落した特別史跡熊本城の天守閣復旧整備事業における石垣修復工事および来城者に対する安全対策事例を報告する。



写真-1 被災前の天守閣

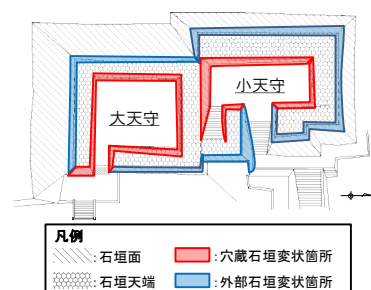


図-1 天守閣最下階平面図



写真-2 崩落状況1



写真-3 崩落状況2

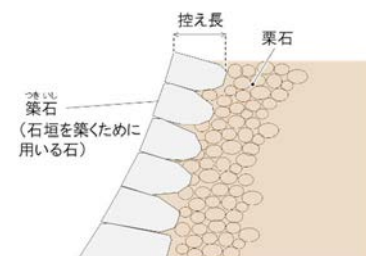


図-2 石垣断面図

2. 事業概要

熊本城大小天守は、明治10年におきた西南戦争の際に焼失し、昭和35年に当社がSRC構造で再建している。大天守と小天守の2つの櫓からなり、それぞれの直下に外郭として石垣（外部石垣）が存在する。また、最下階には、内壁として石垣（穴蔵石垣）が存在する。平成28年熊本地震によって、大天守、小天守双方の外部石垣と穴蔵石垣が崩壊した。被災前の天守閣を写真-1、平面図を図-1、石垣の崩落状況を写真-2、写真-3に示す。天守閣復旧整備事業において崩落・変状した石垣778m²を修復した。

3. 本事業の特徴および課題

本事業では、「被災直前の状態に復旧することにより文化財的価値を保全する」という原則が掲げられた。石垣は、築石と栗石から構成される（図-2）が、文化財的価値の保全の観点から、築石は、噛み合わせを確認しながら1石ずつ元材料を元位置へ戻し、栗石も人力で噛み合わせながら修復する伝統的工法を用いる（写真-4）。築石と栗石を用いて被災直前の状態に復旧しても、L2地震時に再び石垣が崩落することが予想され、来城者の安全を確保できない。また、石垣自体を補強することで安全は確保できるが、文化財的価値が損失する。文化財的価値の保全と来城者の安全確保の両立が課題であった。

4. 課題解決策

事例は、以下（1）～（3）に分類される（図-3）。

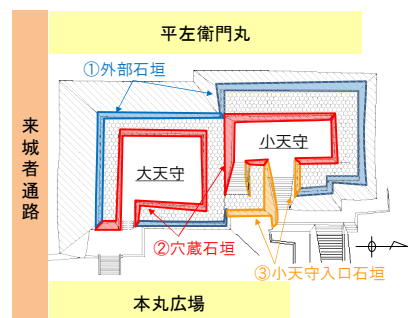


図-3 安全対策の検討区分

キーワード 特別史跡、熊本城、石垣修復、安全対策、ジオグリッド

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南2丁目15-2 品川インターシティB棟 (株)大林組 TEL03-5769-1302

(1) 外部石垣

大天守・小天守の外部石垣の西側，東側には地震時に退避可能なスペースがある．北側は，直下に堀に続く石垣が存在し，南側は，来城者通路（スロープ構台）があるため，来城者が石垣に近接することができない．そのため，外部石垣については伝統的工法にて石垣を復旧し，西側と東側については来城者を外部石垣へ接近させないよう，立入禁止柵を設置することとした（図-5）．柵の離隔は，土砂災害危険区域設定手法¹⁾を参考に石垣下端から約10mとした．



図-5 立入禁止柵

(2) 穴蔵石垣

穴蔵石垣は，来城者の観光ルートに近接しており，地震時の退避スペースを確保できない．そこで，石垣自体は伝統的工法で修復し，落石防護柵を石垣前面に設置することとした．大天守穴蔵石垣の事例を図-6，写真-4に示す．落石防護柵は，櫓がSRC構造であることを活かし，既存の基礎梁にアンカーボルトで石垣前面に支柱を固定し，その支柱間に丸鋼および金網を接続する構造とした．

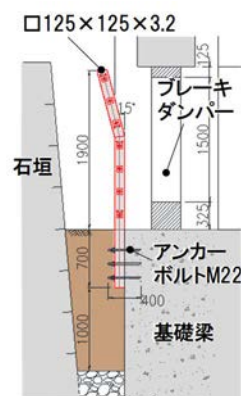


図-6 防護柵断面図



写真-4 落石防護柵

(3) 小天守入口石垣

小天守入口石垣は，天守閣の入口ルートとなる橋梁部に隣接している（図-7）．地震時に橋梁上に石垣が崩落する恐れがあるため，安全対策を要するが，石垣前面に退避可能なスペースを確保できない．また，橋梁下部に江戸期の遺構である石階段が存在するため，防護柵基礎が設置できない．このため，西南戦争以降に積み直されている範囲に限り高強度金網と新型石垣補強材（以下，グリグリッドと称す）を用いた補強土壁構造を適用した（図-8）．グリグリッドは，一般的なジオグリッドを縦材，ステンレス鋼を横材とし，交点部をワッシャーで接合した格子状のシート材である（図-9）．格子交点部にワッシャーを用いることで，栗石の粒径に合わせて格子間隔を調整できる．伝統的工法による修復を可能とし，文化財的価値の保全に繋がる．なお，グリグリッドで補強した模型石垣に地震動を作用させた振動台実験を実施し，L2地震に対する安定性を検証した²⁾．

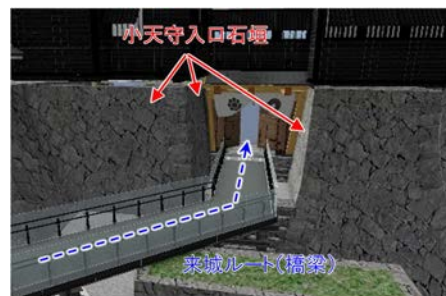


図-7 来城ルート

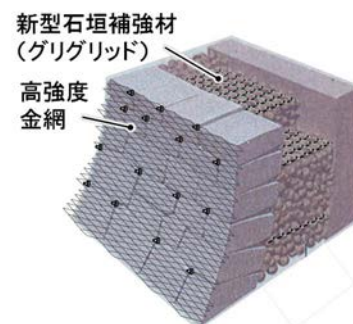


図-8 補強土壁構造

5. まとめ

文化財石垣の修復において，文化財的価値の保全と来城者の安全確保を両立するには，石垣自体は伝統的工法により復旧し，外的な安全対策を講じることが最善策である．これが適わない場合においても，伝統的工法との共存が可能なグリグリッドを用いることで，石垣自体を補強し，来城者の安全を確保することができる．本事例が，各地の文化財石垣修復時の参考になれば幸いである．

参考文献

- 1) 砂防学会，土砂災害危険区域設定手法について，H12.2
- 2) 土木建設技術発表会 2019，IV-07

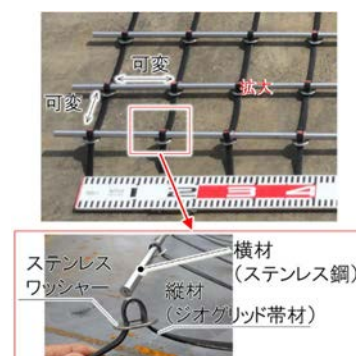


図-9 グリグリッド