

IV-36 城郭石垣の修復工事における情報化施工

鹿島建設(株) 正会員 ○西村 元男
 仙台市建設局百年の杜推進部 二階堂 聡
 鹿島建設(株) 高橋 幹雄

1. はじめに

「仙台城」は 400 年前に伊達政宗により東面の崖と背後の山を利用した山城として築造されたもので、現在は、背景の青葉山や広瀬川といった豊かな自然の中にある公園の一部として石垣や遺構などが残されている。

この石垣は度重なる地震などにより崩壊と修復の繰り返しや老朽化により石垣のはらみや積み石の破損など変状が顕著となり危険な状態となっていたため、昭和 50 年代から仙台市により石垣の安全性調査が行われ、今回、全解体し再び積み直すという根本的な修復工事の着手となった。（表-1 工事内容）

表-1 工事内容

工事期間	1998 年 3 月～2004 年 5 月
修復延長	190m
石垣高	5～18m
修復面積	2,600m ²
石積み数	10,332 石
切盛土工	15,900m ³
裏込工	7,200m ³

「仙台城」の歴史的価値を損なわないようにするという立場から伝統技法により修復した。そのために、現状把握から石垣の形状・構造の解析、さらには施工管理において、土木工学の技術を活用し、常に現地の測定データに基づいた施工を行った。

2. 修復工事の進め方

石垣修復の基本的な考え方は、石垣の文化財としての価値を損なうことなく、なおかつ、安全性も確保するというものである。（図-1 工事全体の流れ）

(1) 石垣解体前の「調査測量」

表面のこけや汚れを清掃した後、石垣の正面から写真撮影をし、これをもとに現況石垣の輪郭を 3 次元データ化した。写真測量を補助する目的で、石垣面上に格子状の墨打ちを行い交点の現場測量と格子に沿った個々の積み石の長さや隙間の測定も行った。

(2) 「石垣解体」

解体は背面の盛土掘削と裏込め玉石撤去と並行し上から 1 層ごとに行った。この際、積み石の配置・固定方法・控えの様子等の記録と、背面から出土する遺構・遺物の発掘調査に歩調を合わせた施工となった。

(3) 「石材調査」

解体された積み石は修復時に元の位置に積み直すことを原則とするので、解体前に積み石に番号をふり、この番号により管理をした。全ての解体石は破損の程度を記録し仮置場に保管した。（図-2 石材調査結果）

また、調査解体と同時に修復石垣の「形状・構造の検討」を進めた。（詳細後述）

(4) 破損石補填のための「石材調達」

破損石も加工により可能な限り別の位置に再利用する

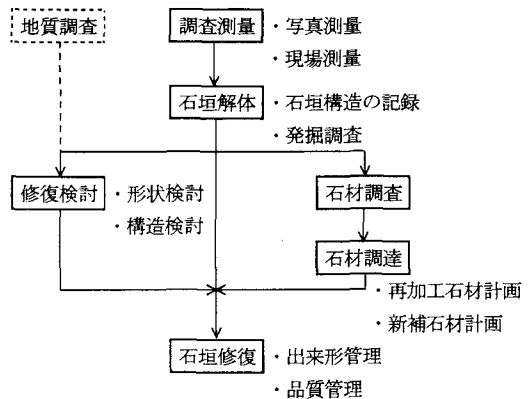


図-1 工事全体の流れ

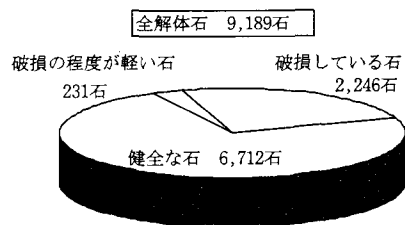


図-2 石材調査結果

方針で、再加工後の石材寸法と再利用先の破損石寸法を入力し、最適な組み合わせを出力するプログラムを開発した。これにより、最終的に破損石の内40%を再利用することが出来た。再加工石材を利用できない部分は材質のほぼ等しい石材を新たに購入した。石材の大きさ、必要個数の条件から国内調達は難しく中国から購入した。

(5)「石垣修復」

石垣修復は、「のみ」による破損石材の加工、石工士の合端合せや押え石の使用等、城郭石垣の伝統的積み方に熟練した石工の手作業によってなされた。修復勾配や積み石の位置の管理は石積みの進捗に合わせて行った。(写真-1 積み石の位置管理)

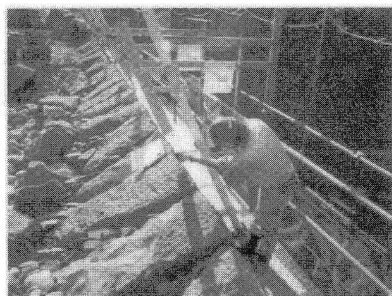
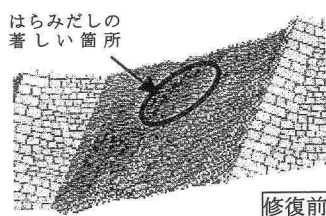


写真-1 積み石の位置管理

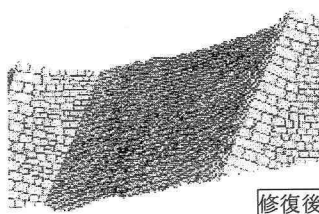
3. 修復石垣の形状・構造の検討

(1)石垣形状の検討

初めに、解体から修復まで同一の基準線となる基軸の設定をした。この基軸に直角な鉛直断面図、平行な水平断面図、さらに基軸に平行な鉛直面に石垣面を投影した展開図を、解体前の測量結果から作成した。修復形状は鉛直断面のはらみを修正するように決めるが、このとき水平断面との整合をとる必要があり、膨大なデータを処理するため3次元CADによる石垣修復図作成システムを開発した。(図-3 石垣修復のシミュレーション画像)



修復前



修復後

図-3 石垣修復のシミュレーション画像

修復形状を決める際の条件として、変状の少なかった石垣角部の稜線と石垣最下段の根石部分を不動点とした。角部を固定したとき、両端を結ぶ水平断面に沿った曲線長が、解体前調査測量による積み石の横寸法の総和と等しくなることも条件のひとつとなった。

(2)石垣構造の検討

背面の盛土を含む全体系の安定、石垣の転倒・滑動・支持力の検討を行った結果、主に、碎石混合による裏込めの粒度改良、固化材混合による盛土の改良という現代工法による補強を実施することとなった。しかし、一方では、現代工法による補強は異物であり、石垣の文化遺産としての価値を損ねるという考え方もあり、補強方法については、仙台市が各方面の専門家による委員会の場を設け、広く一般市民にも情報公開し、方針の調整を行った。(図-4 石垣の内部構造)

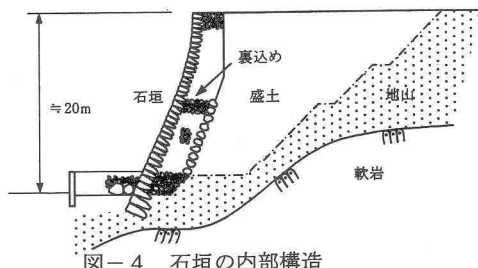


図-4 石垣の内部構造

4. まとめ

石垣修復は文化財保護と安全性確保の両観点から実施されるべきで、本件はその成功例と考える。修復にあたっては綿密な調査が前提となるが、作業量が膨大となる。これの省力化を図るために最新の測量・OA機器の利用やシステム開発が試みられるべきである。それと同時に、是非とも必要なのは、調査計画段階から実際に石を積む石工が参画することであると思われる。本工事においても彼らの長である棟梁の「見立て」は非常に重要なものであった。城郭石垣は日本全国にあり、その多くは老朽化により修復が必要とされている。今回の仙台城石垣修復工事を、今後の他城郭での修復工事の参考としてここに紹介した。