

『石垣修復支援システム』を用いた石垣の大規模修復工事(その2)

(株)計測リサーチコンサルタント 正会員 西村正三, 木本啓介
 宮内庁 巽 耕一, 根岸明廣
 清水建設(株) 山内裕之
 (有)宮塚文化財研究所 宮塚義人

1.はじめに

平成 18 年度に開発した「石垣修復支援システム (3D モデル配置システム)」は、3D レーザ・写真測量で計測された築石個々のモデルを自在に配置し、その干渉状態を可視化し、修復工事の設計・施工支援を目処にしたシステムであり、平成 17 年～平成 19 年にかけて修復した「皇居中之門石垣修復工事」でその効果が確認された。今回より一般的な「打込接・切込接」の手法を含む「皇居山里門石垣修復工事」へ、システムの汎用化を図るため、石垣の表面形状のみで石材モデルを生成し、解析が可能なようシステムを開発した。その他、下記の点の改良も行い、より使い勝手の良いシステムを作成し、山里門石垣の修復計画・施工管理を行った。

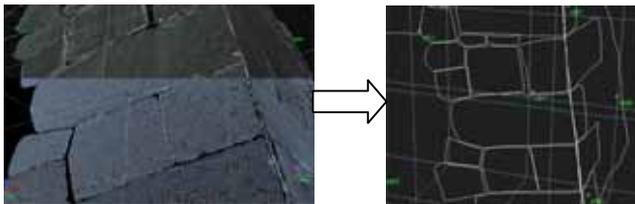
- ・解体前の石垣形状の 3 次元トレースを行い、ラインデータを生成しておくことで、修復設計図までの自動生成を可能とした。
- ・3 次元モデルで大掛かりな移動を伴う配置検討を行うには手間を要した。大まかな配置検討は、まず 2 次元 CAD で行い、築石毎の「移動・回転量」を検出し、3 次元モデルの配置に反映した。

2.石垣修復支援システムの全体構成

システムの各機能を以下紹介する。(図-2 参照)

1)事前準備

3D レーザ計測や写真測量を用いて石垣表面の形状データを取得し、石垣表面の築石モデルを作成、更に 3DCG ソフトを用いて築石の輪郭を正確に 3 次元トレースする。(一部自動稜線抽出も可能)



レーザポイントと写真のテキストチャ情報(50cm グリッド含む)を付加することで正確に石材を 3 次元トレース・モデル化

図-1 築石モデルの 3 次元トレース

- 2)入力機能:各築石モデル・管理座標・設定改修面、及び各築石の移動・回転量を格納する機能。
- 3)処理・解析機能:各築石を半自動で改修面に自在に移動させ、リアルタイムに干渉状況を表示する。
- 4)出力機能:3 次元トレースしたラインデータを基に、修復設計図までの自動生成が可能。修復後の座標・移動を表示、出力し、築石モデル・ラインを dxf 形式で出力する。

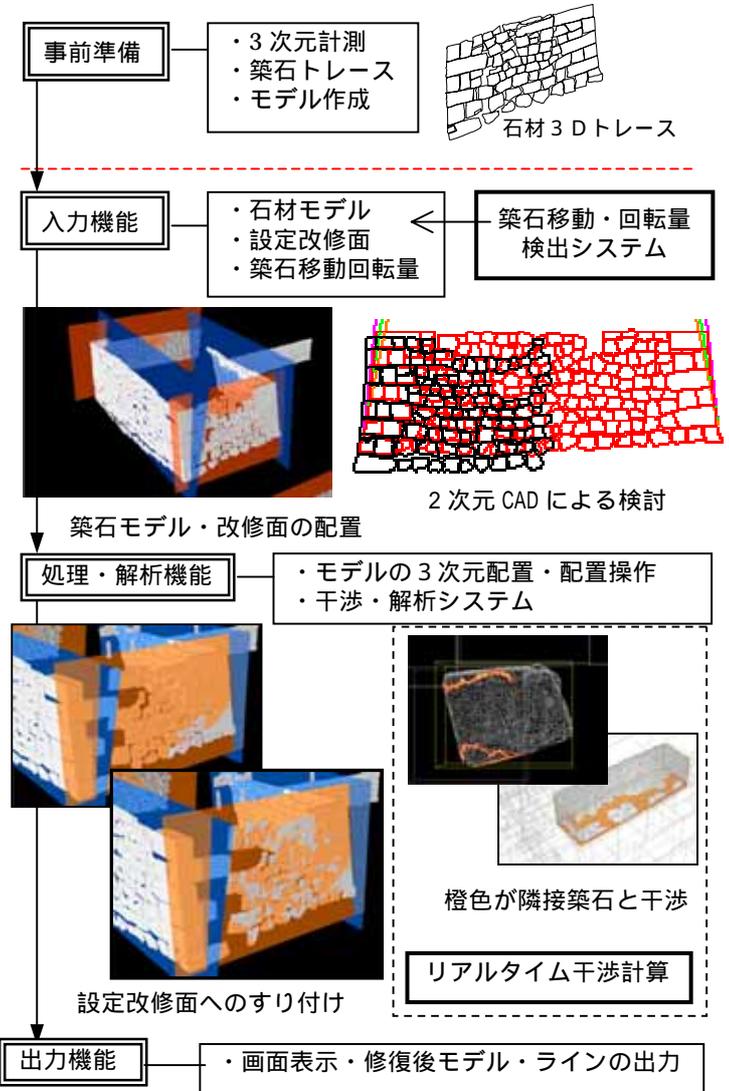


図-2 石垣修復支援システム(3D モデル配置)

キーワード 3D レーザ、写真測量、3D モデル、石垣修復、修復シミュレーション

連絡先 〒732-0029 広島市東区福田 1-665-1 (株)計測リサーチコンサルタント クリエイティブ事業部
 tel:082-899-5470(直), fax:082-899-5480

3. 石垣修復設計

修復線形の検討にあたって、「石垣修復支援システム」と2次元CADを併用し、石垣の平面形状・勾配、未修復範囲とのすり付け具合の見え方を確認しながら検討を行った。石垣は、地震等の影響により大きく沈下し変形した状況であり、根石から調整を行う必要があった。勾配は、石垣左右の石段数を合わせるため、まず図-3のように2次元CADで概略検討を行い、この情報を3次元データに反映させ配置検討を進めた。

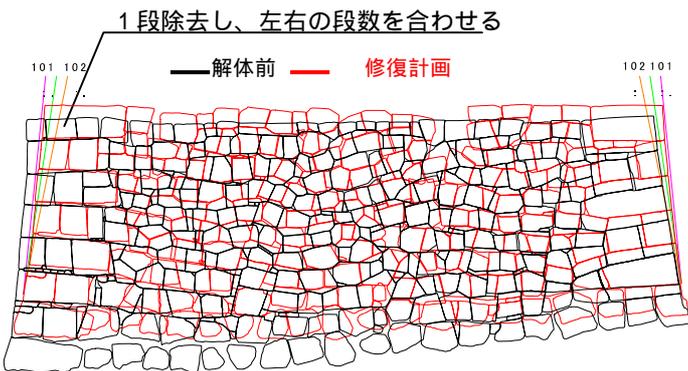


図-3 2次元による勾配・配置検討

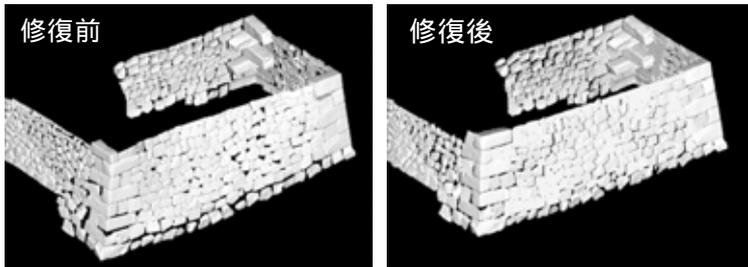
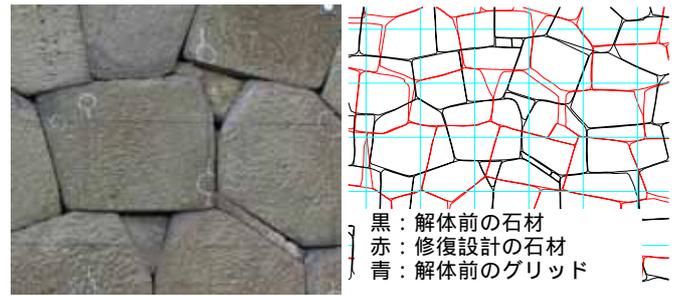


図-4 修復前・後の3Dモデル

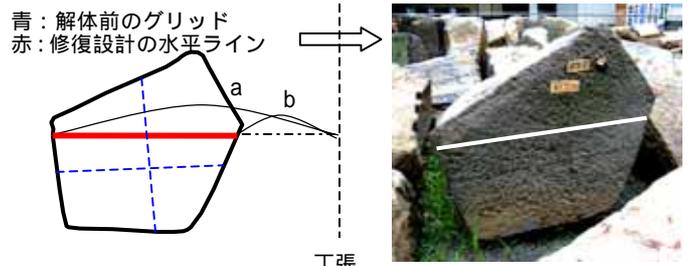
4. 施工管理への応用

変形量の大きい石垣の修復設計に従い、亀甲状の各石材を実際に組み積むとき、各石材の移動・回転は多岐にわたる。そのため予め築石に丁張、水平ラインを印しておくことが、石工の施工及び施工管理の上からも効率化が図れると判断した。今回は解体前に予め印した50cm毎のグリッドラインをガイドとして、修復設計後の各基準ラインを各石材に印した。現況と修復計画の重畳図には当初のグリッドが記されており、実際の石材にその丁張、水平ラインを印するためには写真オルソ図を活用して、各石材にチョークでラインを記した。石工は新しく記された水平ラインをガイドに石垣の組立を行う。

また可視化された基準ラインは施工管理の上からも有用であった。



解体時に予め50cmのグリッドを墨付している



築石に水系ラインを引きそれをガイドに設置

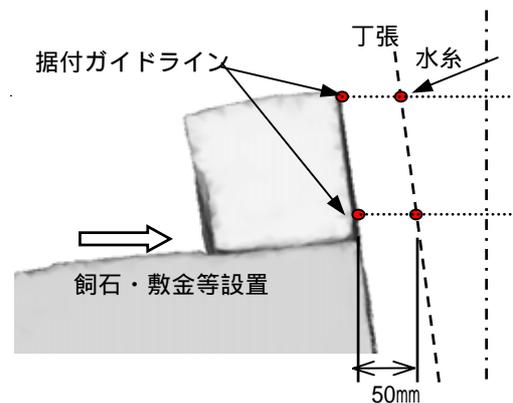


図-5 各石材に印されたラインを基に設置作業

5.まとめ

「石垣修復支援システム」を汎用化し、より一般的である「打込接・切込接」の石垣に対応させることにより、「皇居山里門石垣修復工事」についても効果的にシステムを運用することが出来た。最先端の3次元シミュレーション技術と、石工の技を融合させ、石積みへの伝承を手助けするツールとして、石橋や煉瓦造等の修復への展開も可能と思われる。

参考文献

1)西村正三他：皇居東御苑内本丸中之門石垣 - 3Dモデル配置システム 第62回土木学会年次学術講演会,2007