

皇居東御苑内本丸中之門石垣 - 3Dモデル配置システム

(株)計測リサーチコンサルタント 正会員 ○西村正三
 (株)計測リサーチコンサルタント 蔵重裕俊
 宮内庁 管理部 巽 耕一
 清水建設(株) 脇登志夫 山内裕之

1. はじめに

皇居東御苑内本丸「中之門石垣」は、長い年月の間に、変形、目地の開き、石材の破損・剥離等が発生していたため、安全性確保を目的に修復工事を行い平成19年3月に完了した。当該石垣は、江戸城の中でも最大級の巨石(35t前後)が使用され、目地間隔が小さく「逃げ」が取れない精度を要求される切込接の石垣である。城石垣の「修復」では石材を適正に配置し、形状を普請当時の姿に如何に復元するかが、修復設計上重要な検討課題となる。また石工の伝統的な技を修復設計・石積工事へ反映させることも重要となる。そのため石工の参画、文化財担当者との相互理解も容易なよう、まず石垣を構成する個々の石材を3Dレーザ他を用いて計測し、3Dモデル化・可視化して「修復検討」が可能な「3Dモデル配置システム」を開発し修復検討を支援した。

2. 石垣修復システムの全体構成

「3Dモデル配置システム」は、個別の石材を順次積み上げて復元形状をシミュレーションしたとき、例えば石材の天端と底面とが干渉した場合その干渉状況をリアルタイムに復元検討に反映させ、設計、施工管理支援を目処とした対話型のシステムである。各機能について以下紹介する。(図1参照)

1) 入力機能: 3Dレーザ他で計測・合成処理した各石材モデル他・管理座標・設定改修面を格納する。

2) 処理・解析機能: 複数の復元形状案に対して、石材を半自動で改修法面に沿って自在に移動させ、石材が干渉した場合その干渉状況をリアルタイムに計算して表示するなどの機能をもつ。

3) 出力機能: 各石材の管理座標の現況座標と修復後の座標・移動を表示・出力する機能。その他各断面を設定してCADに出力する機能をもつ。

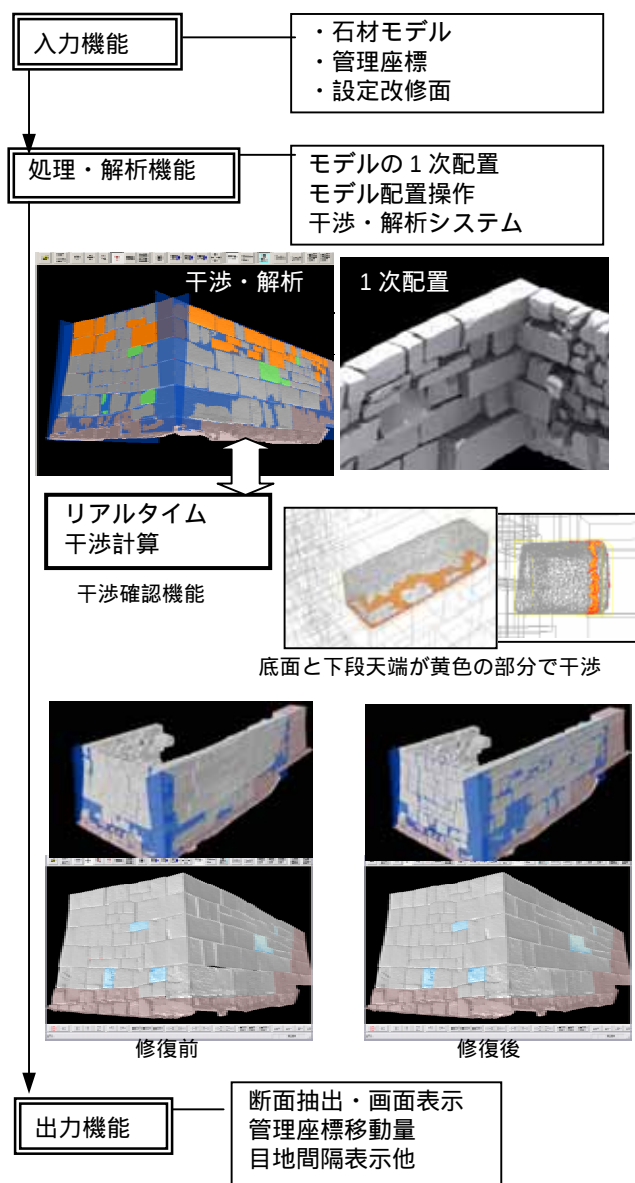


写真1 修復前・後の皇居本丸中之門石垣

図1 3Dモデル配置システム

キーワード 3Dレーザ、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) E-mail: nisimura@krcnet.co.jp

3. 修復設計 - 石垣隅角の稜線線形の検討

修復線形の検討にあたって、「3Dモデル配置システム」を用いて石垣の平面形状、勾配と反り、未修復範囲とのすり付け具合を見え方・景観を確認しながら石垣隅角の稜線勾配を設定し、各石材の配置を三次元的に検討した。

現況勾配を踏襲し、段差を取り除く案
一部勾配を修正し、段差を取り除く案
勾配を「後藤家文書」¹⁾で算出した案

3DCGで各案の稜線勾配を検討し、その形状を可視化して確認した結果、案の勾配設定が各面の石材の納まりが良く、安定感のある形状と判断された。

上記検討例を図3に記す。



図2 案石垣隅角の稜線

隅角と線形	内容	概要図	評価
	現況勾配を踏襲、段差を取り除く		天端隅部が内側に折れ、胴が孕んで見える
	1部勾配を修正、段差を取り除く		築石どうしが干渉せず、全体のおさまりが良い
	勾配を「後藤家文書」で算出		2段目が上に、4段目が下に回転して築石が干渉する

図3 石垣隅角の稜線線形の検討

4. 付加的応用展開

3Dレーザ計測及び「3Dモデル配置システム」は、施工工程の可視化表示・文化財調査結果の一元的管理など、今後の石垣修復工事における革新的な手法として応用展開が可能である。

(1) 施工工程・安全管理を支援

修復工事工程に従い作成した各石材モデルを配置設定し3DCGで表示することが可能。(図4参照)

(2) 文化財調査の記録を一元的に管理する機能

配置した3次元の石材モデルを選択することで、別

途構築した「石材調書管理システム」と連携して写真・コメントなどを表示する機能他

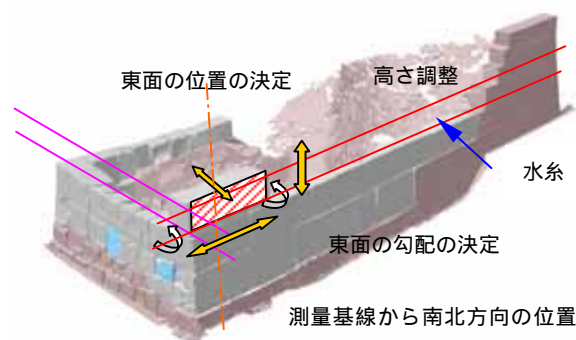


図4 3DCGを活用した修復の詳細工程

5. まとめ

「3Dモデル配置システム」を用いることで、修復作業の品質向上、不十分な修復設計に起因する一度積んだ石垣の再積み直し作業の減少が可能となり、工期及び工事費増加のリスクを軽減出来る。

石材を3次元的に表現できるため、築石の配置順序、石垣補強工等の検討を立体的な画面を見ながら対話型で検討でき、設計のみならず施工計画、施工管理にも有用である。

また計画段階において、経験豊富な石工と意見交換しながら修復計画を策定することが出来るため、石工の伝統的な技を設計段階で取り込むことが可能となり、最先端の三次元シミュレーション技術と、石工の技を融合させ、石積み技術の伝承を手助けするシステムとして、社会に貢献することが出来る。

加えて石垣周辺の景観設計、櫓、門等の復元計画の有効なツールとして展開することが出来る。

参考文献

- 1) 西村正三：「西田橋の移設復元におけるデジタル情報の活用」土木学会土木史研究 21、pp.257-264 2001
- 2) 文化庁 文化財部 建造物課：マルチメディアによる文化財保存活用方策の調査研究、2002
- 3) NISHIMURA：Digital Information Utilization on Preservation Management of Cultural Properties、International Society for Photogrammetry and Remote Sensing、Greece、pp.434-439、2002
- 4) 村井俊治・近津博文：「デジタル写真測量の理論と実践」文化財の保存管理におけるデジタル情報の活用(社)日本測量協会、2004

「後藤家文書」¹⁾：加賀藩の穴生が残した金沢城石垣の秘伝技術について記された文書