

唐津城石垣（1-3,2,3面） 石垣修復支援システムを用いた検討

1. はじめに

本システム「石垣修復支援システム-3Dモデル配置システム」は、石垣を構成している個々の石材を二次元レーザースキャナなどで計測し、石垣と築石の3次元モデルを作成し、石材の配置シミュレーションを行うことで、計画～施工に至る石垣修復作業を効率的かつ高精度に進めることができる。

今回唐津城石垣のうち1-3,2,3面の「しのぎの部分-以下隅角部」を中心に石材約150個をモデル化し、実際に修復検討を行いそのシステムの作業性と有効性を確認するものである。また当該石垣2面の根石は一部移動変形しているためこれらの根石を含めて修復検討を併せて実施するものである。

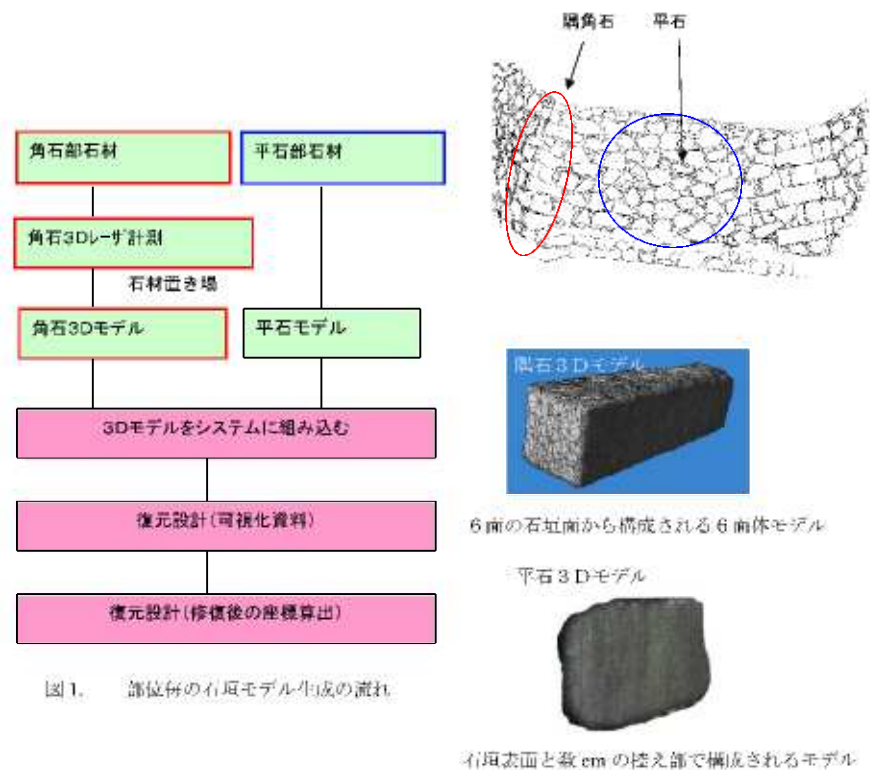


図1. 部位毎の石垣モデル生成の流れ

2. 使用するデータ

平成17年現状図作成のために計測したデータを用いる。

(1) 6面体モデル作成のための3Dレーザ計測

隅角部に有っては石材の背面も3次元データが必要なため別途計測を行った。

今回は背面の検証のため、平石・根石も一部6面体のモデルを作成するため、これらの石材約60石を図2に示すように平置にして計測した。一度、上向き状態で計測を行い、その後上下を回転させ計測を行うことで、全面のモデル化に対応した。



石材3Dレーザ計測状況
 超距離型 FARO-Photon
 石材毎に詳細3次元形状データを取得
 各石材間は、レーザ計測用に1m程度の間隔を空けるように配置

図2. 隅角部石材の背面形状計測

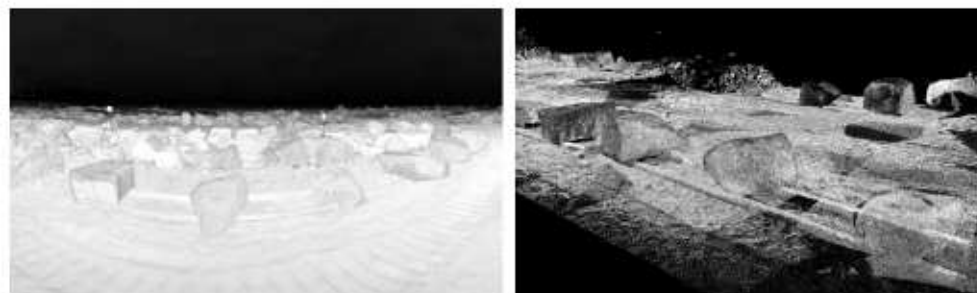


図3. 背面形状計測時の点群

(2) 隅石3D計測・モデル作成 平石・3Dモデル作成 (図4 参照)

隅角石は6面の石肌表面から構成された石材モデル(平石の一部も含む)、その他側の部分は石肌表面の形状から生成された石材モデルを3Dレーザと写真測量を併用して作成する。

隅角石・・・計測した3D点群を合成し、6面体石材モデルを生成する。

平石・・・平成17年の石材の表面外形を抽出しモデルを作成する。また、平成17年の計測時には地表面より下にあった石材は、解体時に実施された写真測量の結果を利用し、表面モデルを作成した。



図4. 作成モデル

3 3Dモデル化の範囲

平成17年に作成したオルソ図とそのオルソ図から作成した立面図を重ねたものを下記に示す。このうち今回3Dモデル化する石材(紫石)を下記に抽出した。

赤で表示した隅角石、平石の一部および根石の石材は3Dレーザ計測して背面(控え)状況をモデル化する。他の石材は表面形状を元に2Dモデル化する。

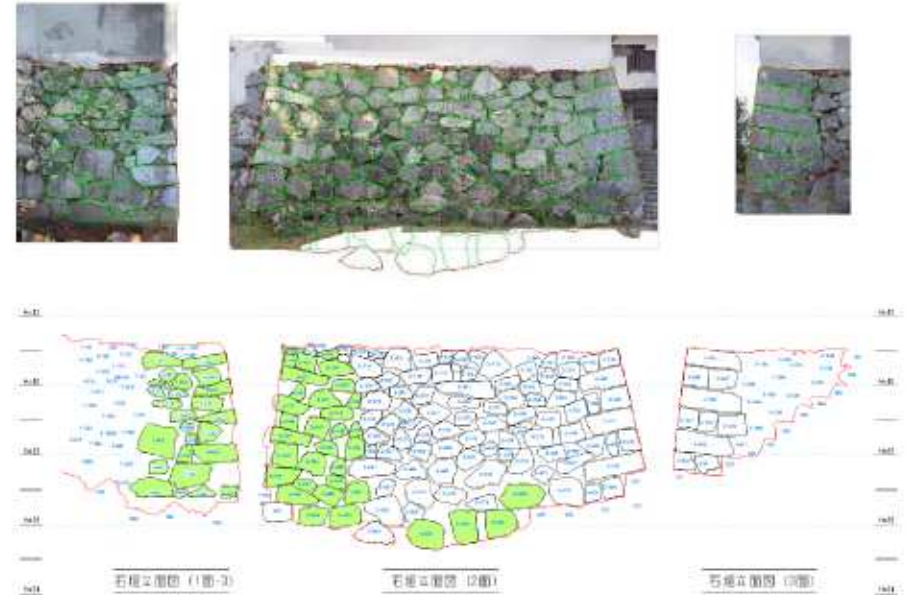


図5. 3D石材モデル作成の範囲

表1. 石材モデル数

	3Dモデル	2Dモデル	
1-3面	25	0	
2面	54	82	
3面	0	7	
計	59石	89石	148石



4 石垣修復支援システムの適用

作成したモデルを石垣修復支援システムに読み込み、平面線形・勾配などの検閲を行い、石垣の修復形状を可視化することで、石工・有識者の意見を検討段階で盛り込み、積み直し等のリスクを軽減する。

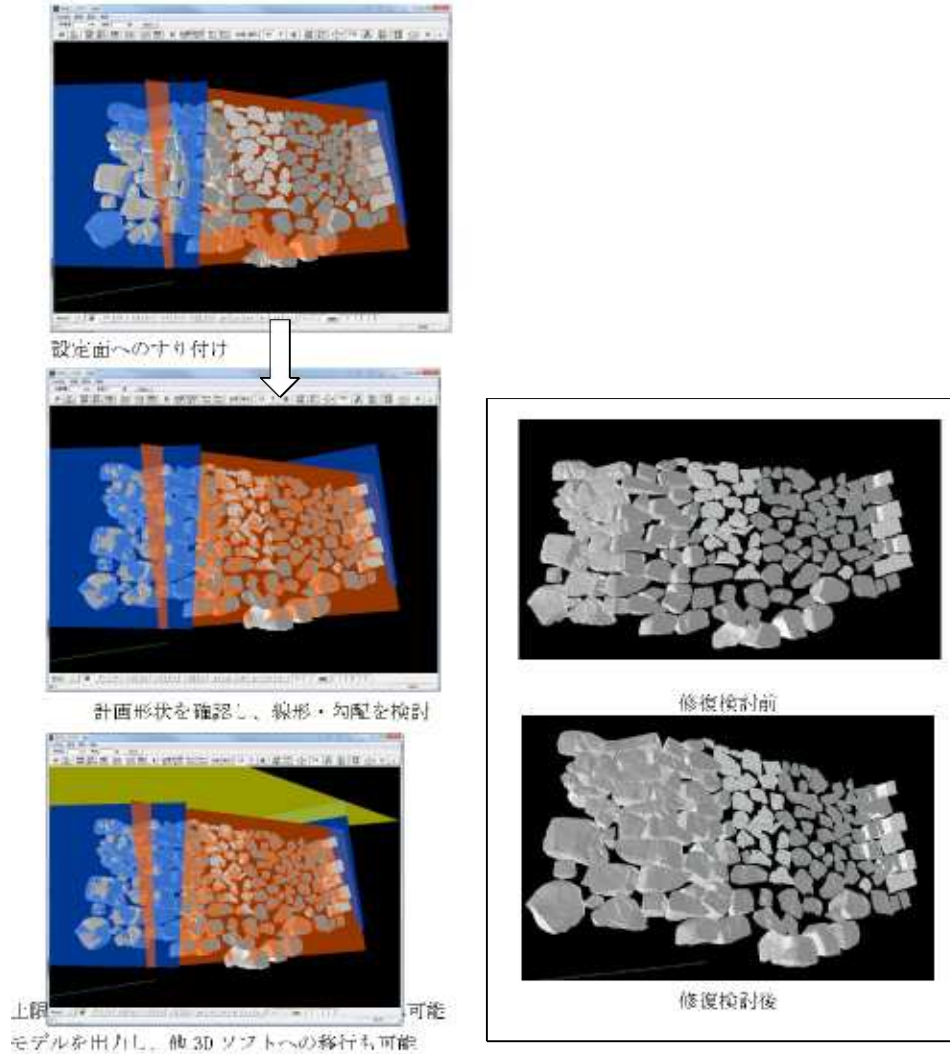


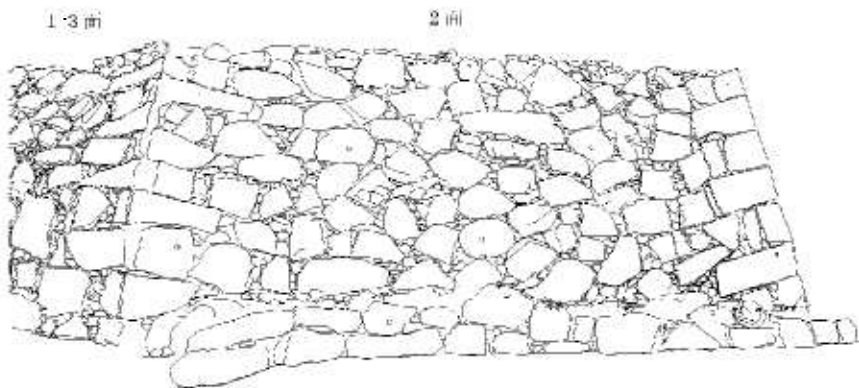
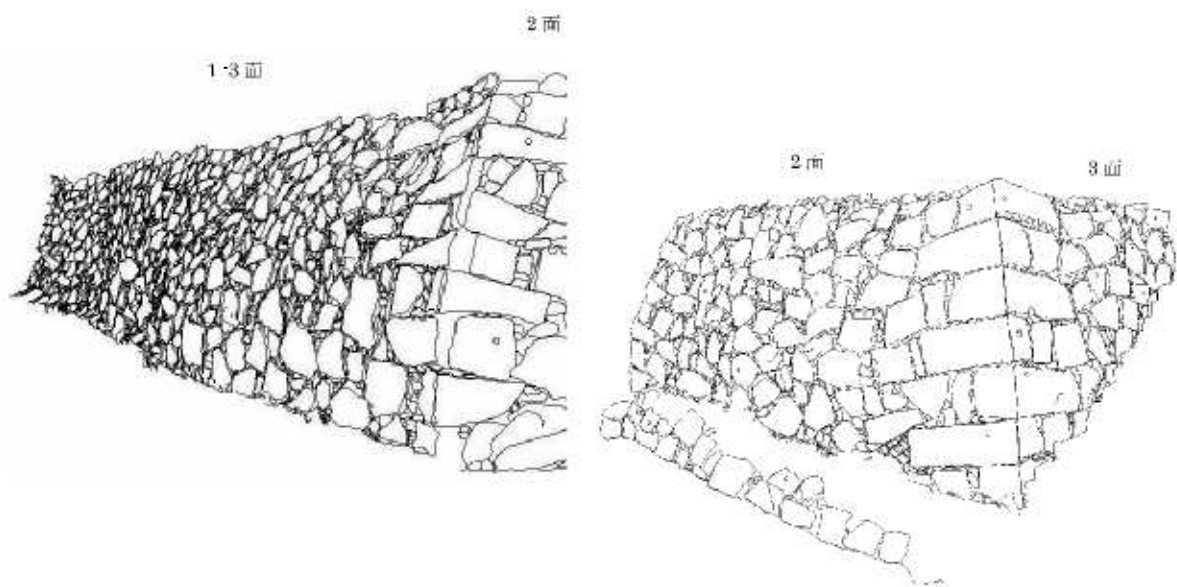
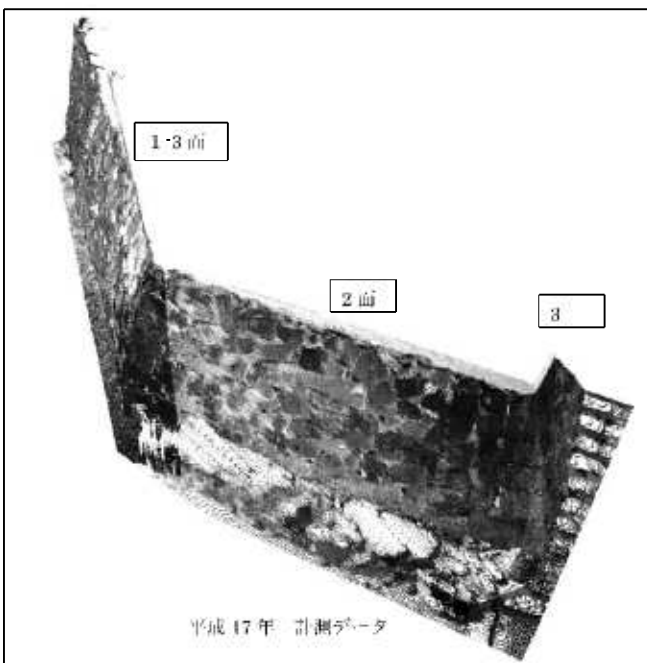
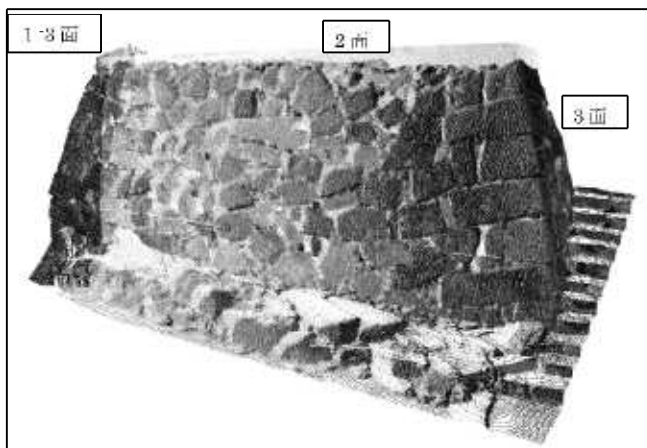
図6 石垣修復支援システムへの適用の状況

参考1: 平成17年 唐津城 (1-3,2,3面)



図A 平成17年 唐津城 (1-3,2,3面)の状況

参考2：平成17年 樹津城（1-3,2,3面）



平成17年 計測データを元に3D表示

図B 平成17年 樹津城（1-3,2,3面）の成果図他

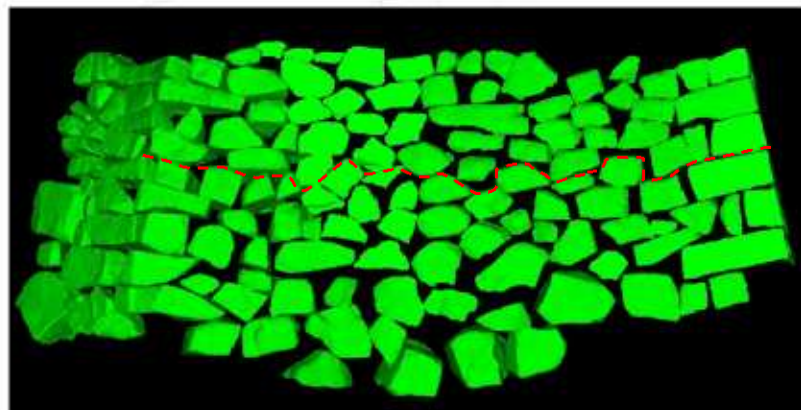
参考3: 作成モデルの比較 (1・3.2,3面)



2面立面オルソ画像 (KRC作成、GLより上部)

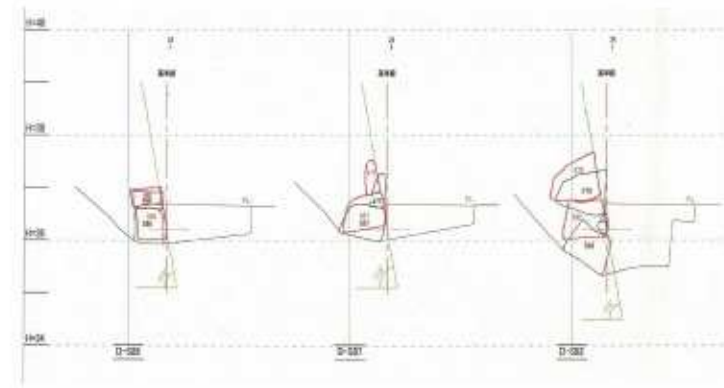
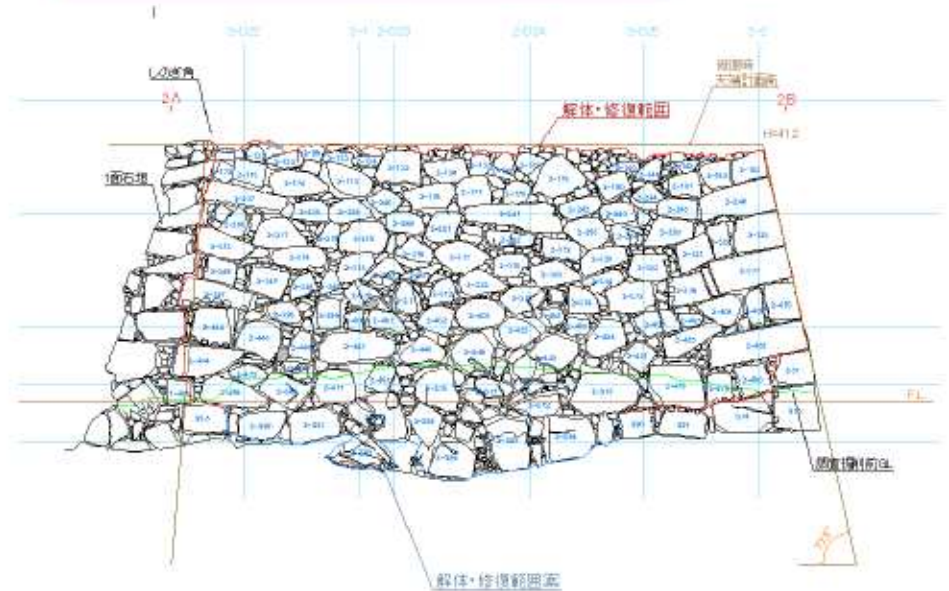


平面オルソ画像 (赤線部平面)



作成モデル

参考4: 平成23年 唐津城 (2面)



図C 修復検討 (2面 根石の移動変形)