

デジタル写真を用いた史跡「石城山神籠石」の平面図作成に関する一考察

復建調査設計(株)正会員 ○来山 尚義 山口大学 フェロー会員 近久 博志
 光市 河原 剛 復建調査設計(株) 横手 了
 復建調査設計(株) 岡本 良徳 復建調査設計(株) 佐々木杏奈

1. まえがき

近年、精密写真測量技術の発達とデジタルカメラの解像度の向上によって、撮影されたデジタル写真から得られる対象物の位置座標の精度は著しく改善されるようになってきた¹⁾。これを受けて、デジタル写真を用いて法面などの変位挙動を計測してその安定性の評価に役立てようとする研究²⁾が多くされていて、その適用は法面に留まらず、トンネル、山留め、建築構造物など多くの実構造物への適用が図られ、数々の成果に結び付けられている。これは面的に得られている写真画像から認識しやすい評点の座標を特定し、複数のステレオ写真からその評点の実空間における三次元座標を精度良く算定しようとする解析手法であり、その適用は不連続に分布する評点座標の取得に留まっている。一方で、映画やテレビでなじみの深いコンピュータグラフィックスを多用する情報処理の分野における画像認識やイメージベースモデリング技術は、面的なデータをうまく活用して平面的に撮影された複数枚のデジタル写真から対象物のリアルな三次元形状を再現しようとする技術³⁾がある。この技術では、当初、リアルな画像を作り上げることが主目的であったため、ともすれば座標の取得精度などの議論を避けてきたような時期もあったが、近年、精度に関する研究⁴⁾も実施されるようになってきている。こうした時期を捉えて、本研究では撮影されたデジタル写真から現地の平面図を作成する場合の課題について考察する。

2. 国指定史跡「石城山神籠石」について^{5),6)}

本研究の対象とした史跡「石城山神籠石」は、山の中腹から八合目あたりに巨石(列石)を一系列の帯状に並べて鉢巻き状に取り囲んでいる古代大土木工事の遺跡であり、九州および瀬戸内海地域に点在する。このうち、「石城山神籠石」は山口県光市で1909年に発見され、1935年に国の史跡に指定された。列石線が谷間を横切る箇所には高い石垣と水門が設けてあり、本研究で対象とした西水門もその一つである。西水門は長さ約32m、高さ約10mで、3段の石垣で構成され、これまでに発見された水門の中で最も高低差が大きい。永年の降雨や植生により築造されている石垣に変状が生じ始めており、その有効な保全方法の策定が望まれているが、正確な現地の平面図も整備されていない状況にあった。

3. デジタル写真を用いた平面図の作成

3.1 デジタル写真から平面図を作成する方法



図-1 遺跡石城山神籠石での実験位置⁷⁾

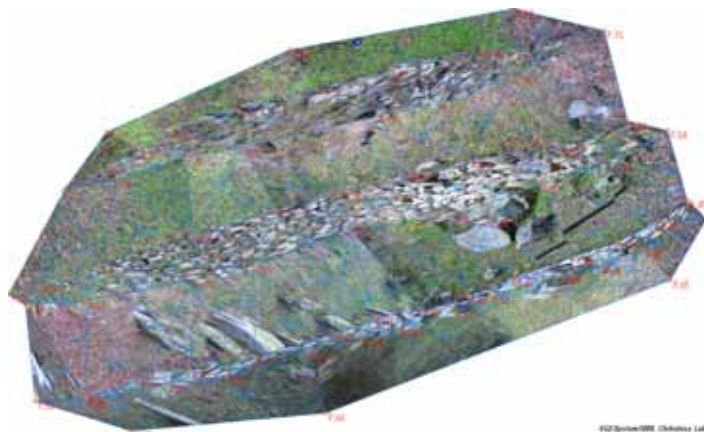


図-2 広い不整三角形網を用いた外部標定結果

キーワード 石組み遺跡, 保存と保全, デジタル写真, 写真測量, 外部標定

連絡先 復建調査設計株式会社 (〒732-0052 広島市東区光町二丁目10番11号 TEL 082-506-1819 FAX 082-506-1827)

現地で撮影されたデジタル写真のオルソ画像から、平面図を作成する方法は、つぎのような2つに分けられ、これらの関係式から平面図の面に一致する画像を計算し、貼り付けることになる。

- 1) 撮影時のカメラの外部評定要素（カメラ位置と傾き）と平面図の法線ベクトル
- 2) 共通する評定の写真座標と平面図の座標との幾何学関係

今回は、初期段階の課題抽出を目的として、2)の方法によって合成された平面写真を作成した。ここでは、1000万画素のデジタルカメラ（PENTAX OptioW60）を用いて撮影した6枚のデジタル写真を用いた。

3.2 不整三角形網の大きさによる精度の向上

一辺が5m程度の不整三角形網に写真画像を貼り付けた結果、図-2のような画像が得られた。この画像を用いて平面図を作成し、別途トータルステーションを用いて作成した平面図と重ね合わせてその誤差を測定した。その結果、図-3に示すようにいずれの地点においても最大30cm程度以下であり、国土交通省公共測量作業規定で定められている、1/1,000の図面精度を満たしていた。これに対して、石垣の一部について1辺25cm程度の不整三角形網を作り、写真画像を貼り付けると図-4のようになった。本図では、不整三角形網内部の特徴点（図-3中、点A～点D）の両者の差は、平均約3.5cmであった。

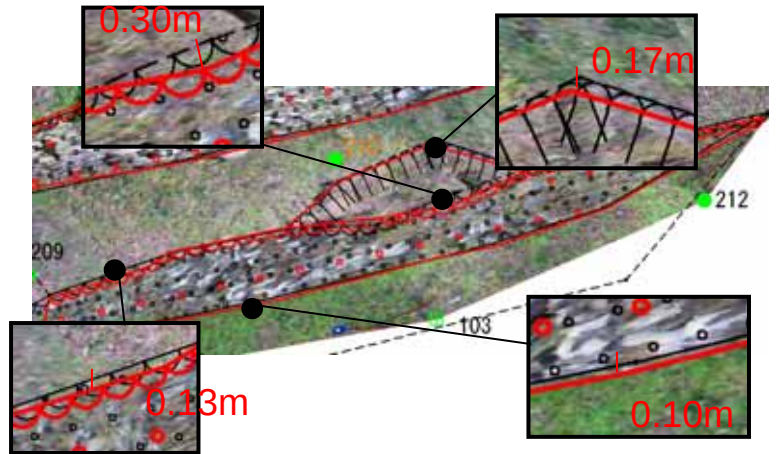


図-3 デジタル単写真から作成した平面図と
実測平面図の誤差

4. まとめ

撮影されたデジタル写真から平面図を作成したが、貼り付けるために設定した不整三角形網を小さくすればするほど、得られる精度は高くなるが、実用的には5m程度の大きさでも十分な精度が得られることが分かった。しかしながら、別途の実験で確認されている100mの撮影距離で、 $1\sigma 5\text{mm}$ 程度の精度で得られる精密写真測量解析²⁾による標点座標の取得精度に比べて極端に精度が低下することになる。このため、平面図の精度を上げるためには、精密写真技術やレーザープロファイラ測量などとの組み合わせが必要になってくることが分かる。今後は、作業量や作業時間を考えて、実用的な平面図の作成システムの開発につなげていきたいと考えている。

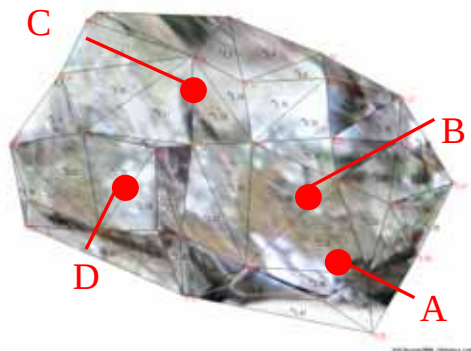


図-4 1辺25cm程度の不整三角形網
を用いた外部標定結果

参考文献

- 1) Okamoto, A.,: Ultra-precise measurement using affine transformation, International archives of photogrammetry and remote sensing, Vol.29, Commission V, pp.318-322, 1992
- 2) 近久博志, 小林薫, 筒井雅行, 阿保寿郎: 精密写真測量を用いた法面の変位挙動の面的計測とその評価
- 3) 小池治郎, 川崎洋, 大澤裕ら: 固有画像を用いたイメージベースによる仮想広域空間の実時間レンダリング手法, 画像の認識・理解シンポジウム, pp.1547-1553, 2005.7
- 4) 松井健児, 斉藤隆文, 宮村浩子: 建築物のイメージベースモデリングにおける精度に関する考察, 情報処理学会研究報告, CG117, pp.13-18, 2004.11
- 5) 光市: 神籠石サミット開催の記録, 2008.3,
- 6) 光市教育委員会: 国指定史跡「石城山神籠石」, パンフレット
- 7) 来山尚義, 近久博志, 河原剛, 横手了, 岡本良徳, 佐々木杏奈: 史跡「石城山神籠石」保存に関するレーザープロファイラ測量の適用, 第44回地盤工学研究発表会概要集(投稿中)
- 8) Chikahisa, H., K. matsumoto, M. Tsutsui, Y. Ohnishi: Field Measurement and Estimation for Displacement Behavior of Slope Using a Photogrammetry System, Proceedings of the 3rd Korea-Japan Joint Symposium on Rock Engineering pp.345-352, 2002.