

面的要素に着目した遺跡・遺構部材の測量方法

正会員○中村裕文¹ 同 林田義伸² 同 吉武隆一³

9. 建築歴史・意匠—99. その他

測量方法、実測、写真逆変換、立体演算、遺構部材

1. 研究の目的

遺跡、遺構は過去に何らかの理由で放棄され時間の経過とともに風化・埋没してしまうなど、完全な形状を保った状態で発見・調査されることは少ない。そのため研究の過程で原形状を推定・復元が行われてきた。この作業では遺構部材の測量・記録が重要であるが、記録には多くの困難がある。石造建築の遺構部材を例にあげると、その多くは長年の風化や破壊によって頂点や、周縁部が摩耗、損壊している場合が多い。そのため測量時に曲尺や定規を使用してそれら失われた部分の推定をおこないながら測定する作業が必要で、これが作業効率を落とす原因となっている(図-1)。

本報告では遺跡調査を支援するコンピュータシステム開発の一環として、遺跡部材が3次元の幾何立体であることに着目し、その面要素の相互関係から摩耗、欠損で失われた部分を推定する方法を提案し実際の遺構部材の測量を試行した結果について考察・報告する。

2. 研究の方法

2.1. 面的要素からの推測

遺構部材を幾何立体としてとらえると、その周縁部や

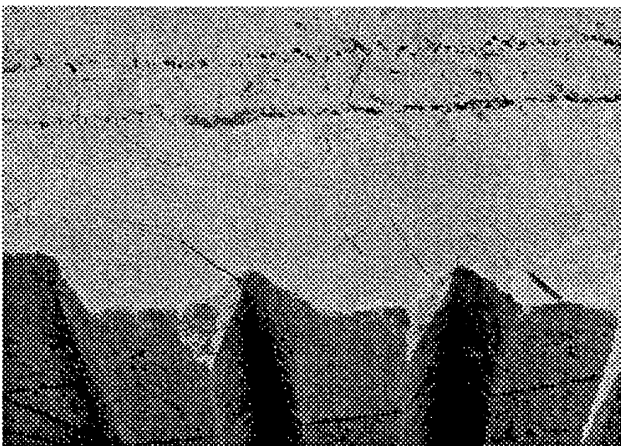


図-1 周辺部の風化、損壊の事例

頂点部は部材を構成する面要素の交線や交点であると考えられる。

そこで、遺構部材を構成するそれぞれの面要素の相対的位置関係を測量し、何らかの方法で相互の交点、交線をもとめることができれば周縁部・頂点部を求めることができることになる。

本報告では、写真逆変換ソフトウェアと3次元CADシステムを使用して遺構の面的要素から周辺部、頂点部を求める方法について検証を行う。

遺構部材の面要素の測量は一般的な測量方法としてトータルステーションや写真測量などの方法が考えられるが、発掘現場での作業効率とシステムの可搬性を考えて、写真逆変換を利用する。写真逆変換は測量対象を撮影した複数の画像を、専用のアプリケーションにかけることで測量対象上の点の位置の3次元の相対位置座表を算出するシステムで、一般の写真測量に比べて必要な画像数は多くなるが、パーソナルコンピュータとデジタルカメラのみで運用できるため発掘現場での利用が容易である。

またその際利用する測量用の画像の撮影には大型画素(APSフィルムサイズ600万画素CCD)を搭載したレンズ交換式のデジタル一眼レフカメラ(ニコン、D100)で単焦点レンズを用いて撮影を行う。このデジタルカメラを用いることで、1)撮影—現像—PC取り込みといった課程を省略し、効率的な作業を行うことができる。2)高解像度の画像撮影素子(CCD)により高精細な画像の取得が可能になり測量精度の向上が期待できる。3)大口径の単焦点レンズを用いることでレンズ収差の小さい画像を利用でき測量精度の向上につながることを期待できる。

写真逆変換で求められた面要素相互の相対的位置関係から交線、交点を求めるため3次元CADの立体演算機

A study using Boolean operation of the survey method

NAKAMURA Hirofumi, HAYASHIDA Yoshinobu, YOSHITAKE Ryuichi

能を利用する。3次元CADの立体演算機能を利用することで、測量、3次元モデル化、図化作業を一貫して行える利点がある。

表-1に本報告で使用した機材を示す。

3. 試行

3.1. 試験対象

2002年夏ギリシアにおいて撮影したエンタブラチュアの一部の部材を対象として試行を行った(図-2)。

3.2. 作業手順

3.2.1. 対標の設置

試験体の各面に対標を設置する。

本報告で使用した遺構部材は破壊、風化の影欠損が生じているが、風化、損壊の影響を受けていない部分を選んで対標を設置して面的要素の抽出を試みた。

3.2.2. 画像の撮影

画像の撮影は市販されているデジタルカメラ(画素数600万画素)を使用し、次のような点に注意して行った

- 各対標ごとに3つ以上の異なった画像に写るようにする。
- 対象を中心として円を描くように撮影位置を変えて撮影する。
- 隣接した撮影位置で撮った画像にできるだけ多くの同じ対標が写るようにする。
- レンズによる収差を少なくするため単焦点レンズにより撮影する。

このときCCDのサイズが35mmフィルムよりも小さいAPSフィルムサイズのデジタルカメラを利用することで35mmフィルムカメラ用のレンズのゆがみの少ない

使用機材

画像撮影

デジタルカメラ

Nikon D100 (600万画素) ,

レンズ

Nikon AF NIKKOR 35mmD1.2 (デジタルカメラでの使用時、35mmフィルムカメラ49mm相当)

写真逆変換

ソフトウェア

PhotoModeler Pro, 開発 Eos System Inc. 販売株式会社ビクトリーソフト)

ハードウェア

Windows 対応ノートパソコン

3次元モデリング

ソフトウェア

Vector Works (エーアンドエー株式会社)

ハードウェア

MacOSX 対応ノートパソコン

表-1 使用機器およびソフトウェア

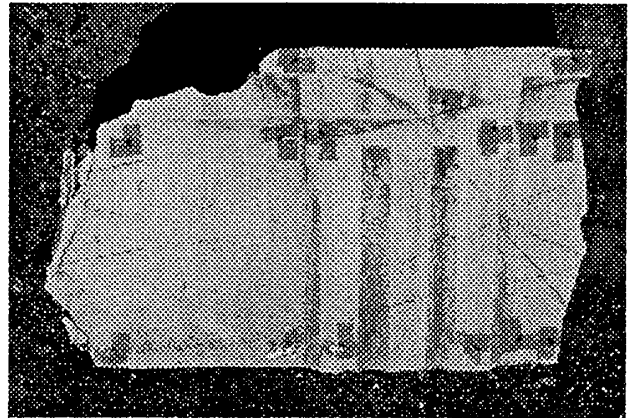


図-2 試験対象(エンタブラチュア)

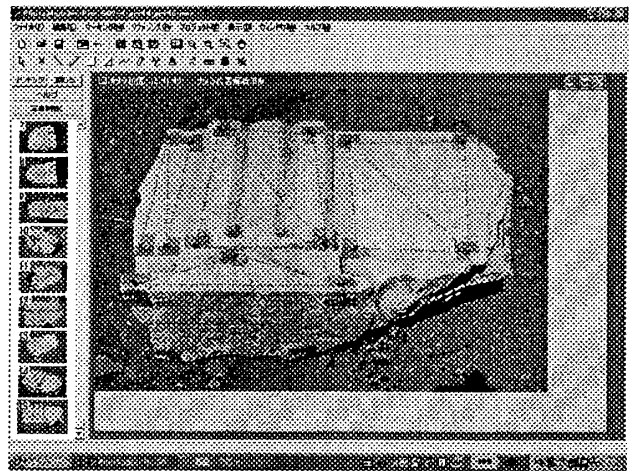


図-3 写真逆変換

逆変換のための対票によって定められた面要素。この試験体ではトリグリフ、メトープを面要素としている。

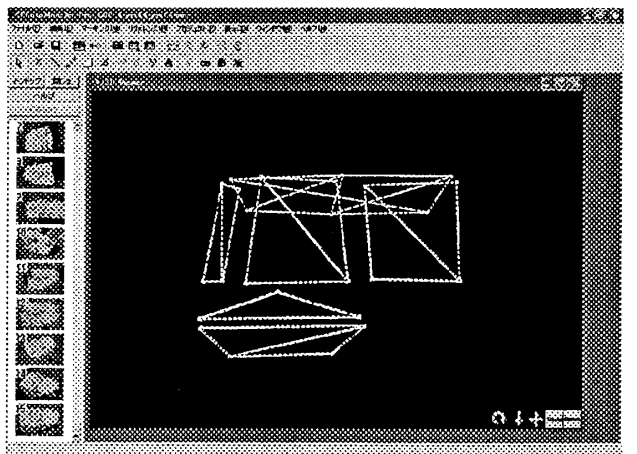


図-4 写真逆変換

写真逆変換の結果求められた、各測点間の相対的位置関係を図-3の画像と同じ方向から示したものの。

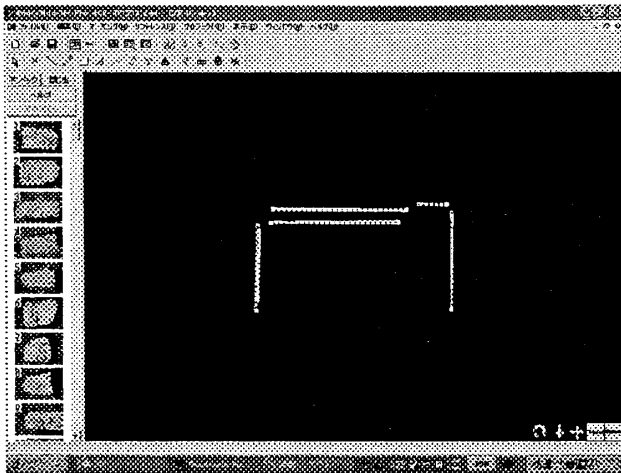


図-5 写真逆変換

写真逆変換の結果をエンタプラチュアの正面向かって右側から表示したもの。この状態で相互の面の関係がわかる。

中心部を利用した撮影が可能となる。近年のデジタルカメラ技術の進歩でフィルムカメラに迫る画像の解像度が利用可能になり、現像、焼き付けの処理を省くことができることを考えると、実際の発掘現場での利用を想定したときに、レンズ交換式デジタルカメラの利用は有効であると考えられる。

3.2.3. 写真逆変換

デジタルカメラで撮影した画像をノートパソコンに取り込み、写真逆変換ソフトで各対標の相対的位置関係を3次元的に求めることができた。結果は次の3次元CADによる解析のため3次元の相対位置座標としてDXFファイルに変換し保存する(図-3, 4, 5)。

3.2.4. 3次元CADソフトによる推定

写真逆変換から得られたDXFファイルを3次元CADソフトに移し図形演算機能で周縁部、頂点をモデリングする。

1)CADの3次元空間内に写真逆変換ソフトで得られた試験体の面を含む立体を設定する。

写真逆変換で作成した試験体の基準となる面に含まれる面に、CADの3次元作業面を一致させ、他の面との関係を画面で参照しながら立体を設定する。(図-7)。

2) 遺構部材を構成する面それぞれについて、先に作成した立体に対して立体演算を行い、面の交線、交点をもとめ、遺構部材の3次元モデルを作成する(図-8, 9)。

3)CADの機能でいろいろな角度からの図面の出力および各部分ごとの寸法を測定する。

4. まとめ

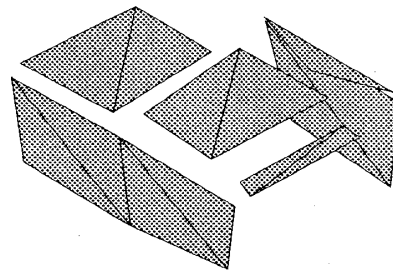


図-6 3Dサーフェースモデル

写真逆変換で測定した面をDXF形式で取り出し、3次元CADにとりこんで表示を行ったもの。

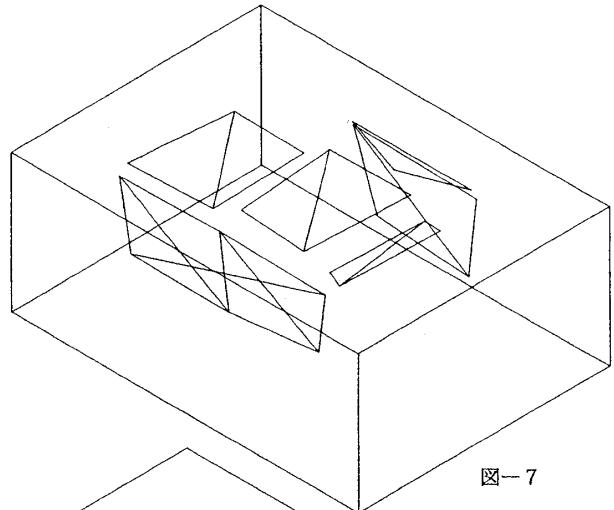


図-7

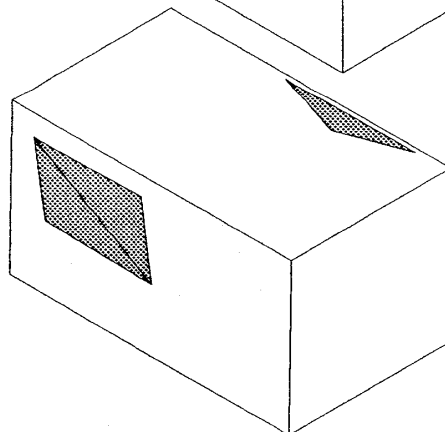


図-8

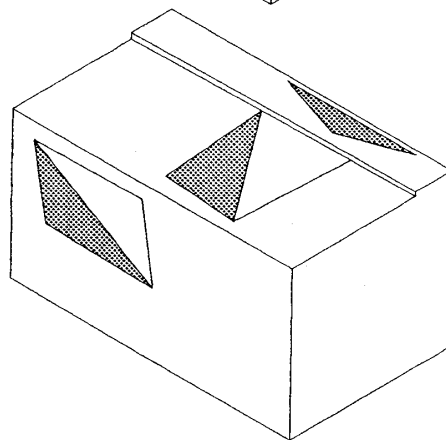


図-9

図-7, 8, 9

立体演算の過程

部材の面を含む3次元立体を定義し、測量した面の座標をもとに立体演算を行って部材を含む最小の立体を削り出す。

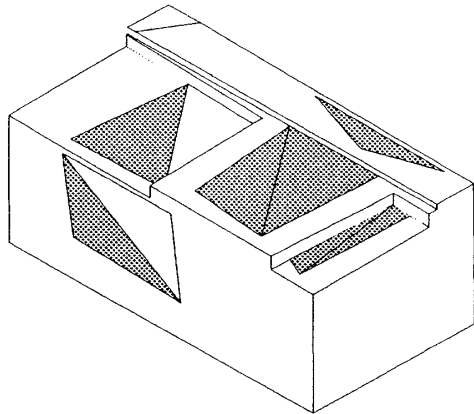


図-10 面的要素による測定
立体演算の結果作成されたエンタブラチュアの部材を含む最小の立体。ただし左右方向は測定できなかったため仮想の面である。

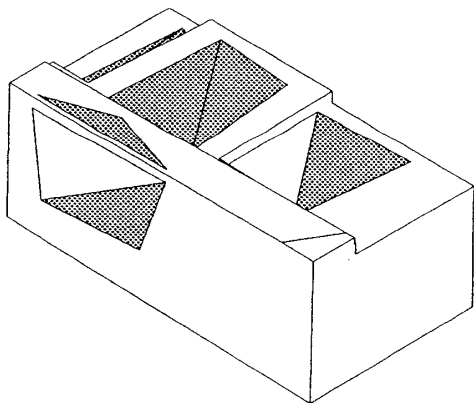


図-12 3次元モデル上面斜め方向からの視点

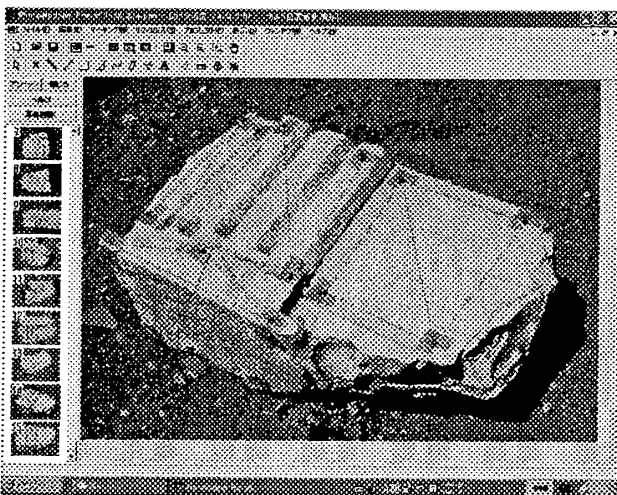


図-13 試験体
3次元モデルと同じ方向からみたもの。測定面と立体の関係がわかる。

本報告で実際の遺構での測量を行った結果、図-10のような測量図形を得た。

この3次元モデルから次の様なデータを得ることができる。

1) トリグリフとメトープの表面の高さの差、エンタブラチュアの上面と下面の高さの差。

2) エンタブラチュアの上面と下面の仮想的な周縁部。

現在のモデルでは、測量の結果として実測図の作成にそのまま利用することは困難であるが、仮定された周縁部や断面の形状などをCADの機能を利用して取り出すことで実測図の下図として利用できる程度のものを作成することが可能ではないかと考える。

この方法は実測図に求められるディテールなどの測量には向かないが、大型の部材の断面形状の測定や欠損した周縁・頂点の仮定等で利用可能であると考えれば測量の効率化の方法として有効であると考えられる。

測量の精度に関しては検証中であるが遺構測量の補助的な手段として利用の可能性を示せたと考える。引き続き研究を進め実際の遺跡・遺構の調査現場で実証試験を行い、本システムの有効性を検証していきたい。

本研究は平成14年度科学研究費補助金(研究代表者中村裕文 萌芽 研究番号14655225)の補助による。

*1 都城工業高等専門学校 講師・工修

*2 都城工業高等専門学校 教授・工博

*3 熊本大学大学院自然科学研究科 博士課程

Teaching staff Dep. of Architecture Miyakonojo National College of Technology, M.Eng.

Prof. Dep. of Architecture Miyakonojo National College of Technology Dr. of eng.

Graduate School of Science and technology, Kumamoto University, M.Eng.