

出土木材の三次元配置構造の復元

1 はじめに

期間が限られた発掘調査において、複数の遺物の出土状況を立体的かつ仔細に記録することは、非常に困難を伴う。また、記録対象物の位置や状況によっては、計測すること自体が不可能に近い場合もある。

本誌で報告した平城第597次の調査（170-181頁）では、当初、主要部材の検出状況の写真撮影に伴い、同日に SfM-MVS（Structure from Motion and Multi-View Stereo）による三次元計測用の写真を撮影し、解析を進めていた。その後、調査担当者の現場における記録写真（メモ写真）と、個別の部材の三次元計測用写真を加え解析することで、出土した部材の立体的な位置関係を復元できることが判明した。本稿では、その手法と成果の一部を紹介する。

（中村亜希子／客員研究員・浦 蓉子）

2 撮影と解析

今回の解析に用いた画像には、①遺構の三次元計測を目的とした写真（2018年3月30日撮影）と、②調査担当者による遺構の記録写真（2018年3月28～30日撮影）、③個別の部材14点分を撮影した写真（2018年4月10日、同8月21～23・27日、9月11日撮影）の3種類があり、使用機材・撮影者が異なる。①はOM-D E-M1 MarkII（オリンパス社）にレンズ（12mm/F1.4）を装着し、ISO400、絞りを11に固定し、撮影後現像したTIFF画像139枚（撮影：金田明大・山口欧志・中村亜希子）、②はWG-30W（リコー社）でオート撮影したJPEG画像205枚（撮影：浦蓉子）である。③は①と同じカメラで、ISO200、絞りを11に固定し、撮影後現像したTIFF画像を用いた。幢竿主柱（もしくは支柱）と目される部材は319枚（12mm/F1.4レンズ使用、撮影：金田・山口・中村）、その他13点の部材に関しては、1点につき230～459枚、合計4,461枚の画像（30mm/F3.5 Macro レンズ使用、撮影：中村）を撮影した。

SfM-MVSの解析には、PhotoScan¹⁾ Professional Windows 64bit版（Agisoft社）を使用した。基本的に、写真のアライメントは高もしくは最高でおこない、高密度クラウド構築とメッシュ構築を高、テクスチャー構築を4096pixel×2枚でお



図102 現場で取得不可能な図面 1：25

こなった。

生成した三次元モデルは、遺構のものが9段階分、部材のモデルが14点分ある。前者は、座標を入れた①のモデルを基準にPhotoScanのチャンクのアラインメント機能を用いて②のモデルの位置を合わせ、メッシュ（face）の数を減らした上で.obj形式で書き出した。後者も、各メッシュの数が200,000以下になるように減らし.obj形式で書き出した。これらのデータをソフトCloudCompareに読み込み、位置合わせ機能（Align two clouds by picking (at least 4) equivalent point pairs）を用いて、①と②の遺構の三次元モデルを基準に、③の部材の三次元モデルを配置することで、遺構における各部材の三次元的な位置関係を復元した（図版8 西大寺旧境内の調査（平城第597次）を参照）。図102は、位置合わせした部材のモデルを、

発掘現場では見ることでできない西側および下側から表示したものである²⁾。(中村)

3 解 釈

調査では、まず柱穴の平面検出をおこない、その後断ち割りを進めた。しかし、柱穴底部まで断ち割るためには、途中で出土した部材を適宜取り上げて調査を進めなければならなかった。そのため、現場ではすべての部材がそろった状態でそれぞれの位置関係を観察することはできなかった。今回、SfM-MVSを用いた記録の作成により、出土した部材を三次元モデル上で合成し、位置関係を立体的にとらえることが可能となった。部材³⁾は柱根の周りを四角く囲むように配置されており、検出したレベルによって、部材を配置した際の工程差を読みとることができる。ここから、柱の根固めの工程を復元することが可能である(図103)。

第1段階 掘方の底面には2点の部材があり、①は柱根の下に差し入れられていた。柱を直立させるために柱底面に咬ませ、調整した材とみられる。一方で、掘方底面からは柱根とは離れた位置で②の楔が出土した。これも柱を直立させるための用途を持つと考えられるが、用いられなかったものか。柱は掘方の北西隅に沿うように据えられていた。

第2段階 柱の東側面に南北方向の材③を置き固定する。

第3段階 柱の周りに土を充填し、柱の北側面に⑤及び南側面に⑥の2本の材を東西方向に渡し、部材を井桁状に組む。ともに第2段階で据えた南北方向の材③の上に載るように設置する。その後短い部材を井桁に組まれ

た部材の上に重ねる。特に材④は掘方南壁と東西方向の部材⑥との間に突っ張るように設置された。

第4段階 柱穴の2/3近くまで土を充填し、柱の北、西、南側面に部材を設置する。柱は樹冠に向かって細くなるため、掘方との隙間が広がった西側面および北側面を中心に部材を設置する。特に材⑦は掘方北壁と柱との間に突っ張るように設置された。

以上のようにSfM-MVSでの記録により、柱の根固めの工程を復元し立体的に示すことが出来た。(浦)

4 展 望

本研究では、発掘調査現場で撮影した複数の写真画像や出土遺物の写真画像を、SfM-MVSで三次元モデル化することによって、遺物が土中で立体的にどのように配置されていたかを復元することができた。

今回は、一部SfM-MVS目的ではない写真画像も使用したが、調査現場で記録写真を撮影する際、カメラの選択・設定をSfM-MVSに適したものにすることによって、より誤差が小さく詳細な記録を取得することができると考える。

なお、本研究は国土交通省建設技術研究開発(平成29・30年度)の助成を受けた研究「三次元計測と遺跡探査の利用による発掘調査の生産性向上」の成果の一部である。(中村・浦)

註

- 1) バージョン1.5.0からソフトの名称がMetashapeとなった。
- 2) 図102では、柱を薄いグレー、南北方向の材を赤、東西方向の材をグレー、楔状の材を濃いグレーで示した。①～⑦の数字は図2のものと対応する。
- 3) うち7点が建築部材と認められた。(本書170-181頁)

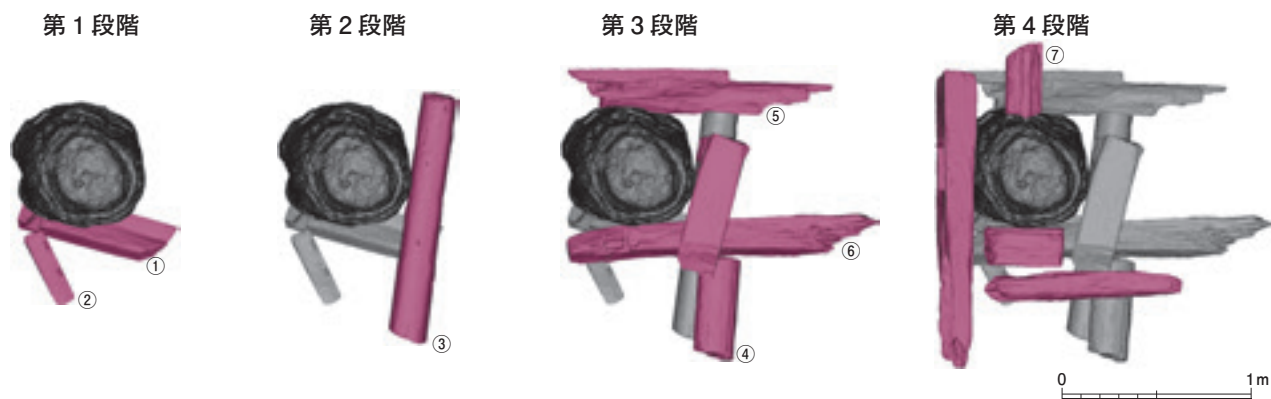


図103 柱の根固めの工程 1:40