

# 建築部材部品を対象とした 3次元形状の取得方法に関する研究

建築生産研究グループ 研究員 高林 弘樹

## I はじめに

建設業における技術者、作業員不足が社会的課題となっている中で、省力化、省人化を目的とするデジタル技術の活用が盛んになりつつある。さらには、BIM やコンピューショナルデザインによる設計や、施工ロボットや3次元プリンタを活用した施工の研究開発など、これまでにない形状や機能を持った新しい建築及び生産プロセスの創造に向けた試行も見られる。例えば3次元曲面が多用された部材部品の形状や、部材部品それぞれの形状が異なる超多品種少量生産などが容易に実現でき得るが、従来の品質管理の方法ではこれらの新しい生産の仕組みに対応することが困難となることが考えられる。

本研究は、今後のデジタル技術を活用した建築生産を見据え、品質管理における部材部品形状の計測について、適切な3次元計測技術活用の評価に資する技術資料の提供を目的とするものである。本報告では今年度実施した、部材部品全体の3次元形状を取得する実験についてその概要を述べる。

## II 研究概要

3次元計測機器はレーザスキャナやステレオカメラ等が一般的であるが、これらの機器による計測では、機器から見えない部分（計測対象物の裏側等の遮蔽された部分）を計測することはできない。従って部品全体の形状を取得するためには、異なる位置から計測を行い、得られる複数の点群データを統合する（以下、レジストレーションとする）必要があり、レジストレーションは計測結果に大きく影響を及ぼす。点群データを精度良くレジストレーションするためには大きく2通りの方法が考えられ、点群データ同士の重なりがある程度大きくなるよう点群データを取得しコンピュータ処理によって位置関係を推測する方法と、点群データの位置関係が既知となるよう計測する方法がある。

本研究の実験では後者の方法を用いることとし、垂直多関節

型ロボットに計測装置取付け、計測時の位置姿勢をコンピュータ数値制御することで、点群データの位置関係が既知となる計測方法を構築した（図1）。



図1 計測の様子

垂直多関節型ロボットは6つの回転軸を持ち、人間の腕のように動くことのできるアーム機構を有しており、座標値と回転角を指示することでアーム先端を空間上の任意の位置姿勢に到達させることができる。計測装置には、昨年度の3次元計測技術の動向調査を踏まえ、比較的高精度に点群データを取得可能な装置として、アクティブステレオ方式（位相シフト方式）の3次元カメラを用いることとした。この方式は計測対象物にプロジェクタでパターンを投影した状態で対象物をカメラで撮影し、画像内のパターンを手がかりに三角測量をもとに3次元形状を復元するものである。建築分野でよく利用されるレーザスキャナに比べ、1回で計測可能な範囲は狭いが機器固有の計測精度が高い特徴がある。ロボットのアームの先端に3次元カメラを取付けた装置を用いて部材部品

の3次元計測実験を行い、部品形状を取得する計測装置や取得した点群データのレジストレーションや外れ値（計測対象物以外の点群）の除去等のコンピュータにおける後処理について検討した。

計測の対象物は、素材（反射のしやすさの有無等）や形状、ロボットの可動域の制限等を考慮し、H形鋼とRM造ブロックの2種類を対象とした。計測時のロボットの動作は、計測対象物の3次元モデル（BIMモデル）から算出するプログラムを作成した（図2）。

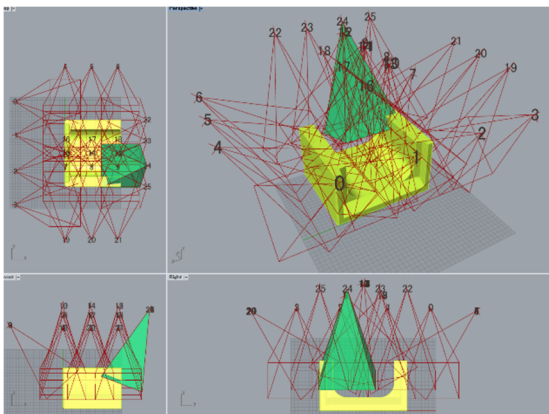


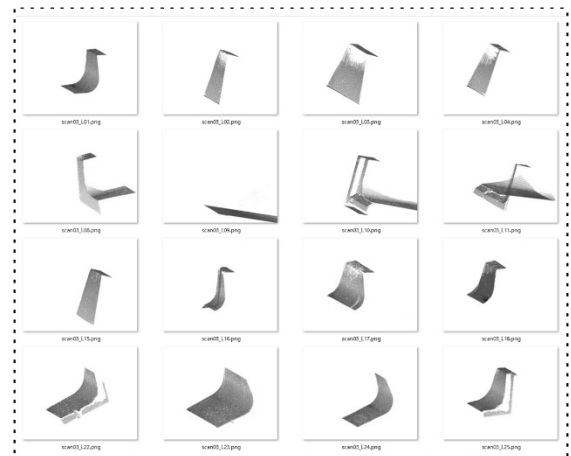
図2 計測対象物の3次元モデルと計測位置の視錐台

一回の計測で得られる点群データと、計測位置をもとにこれらを配置しレジストレーションした点群データを図3に示す。レジストレーションの過程では、ダウンサンプリングや外れ値の除去等のデータ処理を行うことが一般的であるが、これらが及ぼす点群データへの影響について適用するアルゴリズムやパラメータ値を操作しながら確認した。全体の部品形状の点群データを概ね取得することが確認できたが、誤差も見られた。計測位置をもとにレジストレーションを行ったことを踏まえると、これらは3次元カメラの計測精度やロボットの運動性能に起因していると考えられる。また、昨年度作成した比較照合ソフトウェアを用いて3次元モデル（BIMモデル）とレジストレーション後の点群データを比較した結果（図4）からは、両者を重ね合わせる際の座標の基準値や、設計形状と出来形の3次元的な誤差の許容範囲の適切な設定方法についての検討が求められると言える。

### III まとめ

垂直多関節型ロボットにアクティブステレオ方式の3次元カメラを組み合わせた計測方法の構築、部材部品全体の3次

元形状を取得する実験と結果の概要について報告した。今後は、形状の比較に際しての留意点について整理するとともに、言語で表現される規則（法文等）に対する3次元形状の適否の確認技術についても検討する予定である。



↓ レジストレーション

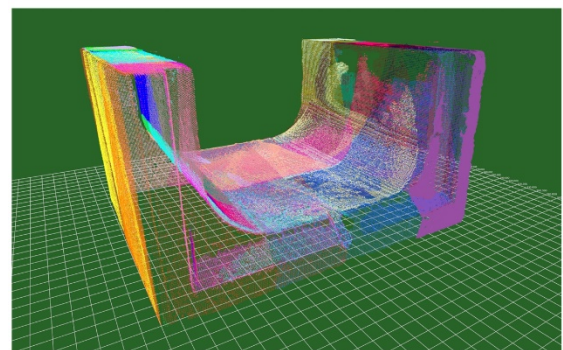


図3 上：取得した点群データ（抜粋）  
下：レジストレーション後の点群データ

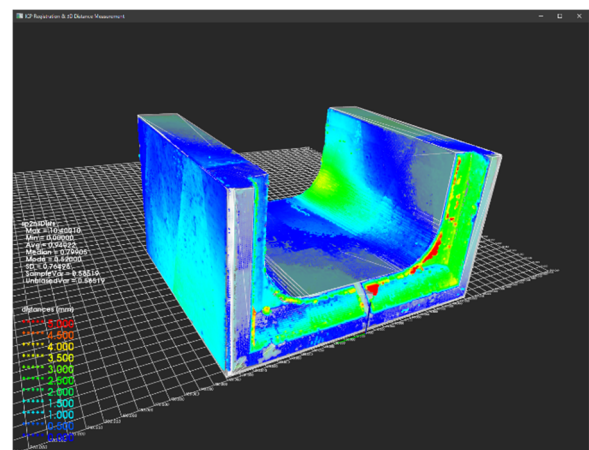


図4 3次元モデルと点群データの比較