

構造物の3D計測とその利活用に関する研究

長崎大学 学生会員 ○伊勢田 幹太
長崎大学大学院 正会員 松田 浩

1. はじめに

機械設計，製造分野では1970年代からCAD(Computer Aided Design)とCAM(Computer Aided Manufacturing)，CAE(Computer Aided Engineering)を統合化したCIM(Computer Integrated Manufacturing)が推進され，その中で3D-CADも利活用されていった。その後，建築分野でも，CIMなどの情報化技術によって建築生産の合理化に取り組んできた。さらに，BIM(Building Information Modeling)，が普及してきており，意匠や構造，設備などの設計からFM(Facility Management)などの維持管理まで幅広く利活用されている。一方，土木インフラ分野に目を転じてみると，国土交通省によって，ICT等を活用して建設現場の生産性向上を図る「i-Construction」が進められているものの十分に浸透せず，今もなお2Dモデルの利用が多い状況にある²⁾。

以上のことから，本研究では，建築，土木分野において3D計測の精度，効率性の検証を通して，さらなる3D計測の利活用を見出すことを目的とする。

2. レーザースキャナーを用いた構造物の3D化

身近な構造物への3D計測機の運用として，長崎大学工学部棟1号館の3D化を行った。

計測はFARO®Laser Scanner Focus3D X 330(図1参照)を用いて行う。レーザースキャナーは分解能，品質，計測範囲等の設定を行った後，スキャンを開始することで計測が可能であり，複雑な操作はなく計測が短時間でできる。3Dモデルの作製は，点群に含まれる特徴形状から複数のショット間の位置関係を自動認識し，点群データを自動的に繋ぎ合わせる。自動認識するためにはオーバーラップが必要である。よって，計測地点はオーバーラップを考慮した配置とした。

計測は地上16箇所，屋上15箇所の計31箇所を行った。計測地点を図2に示す。計測時間は一箇所あたり，水平方向90度の計測範囲で約5分，水平方向360度の計測範囲で約11分の時間を要する。計測中光源を人や車が遮った場合，点群データに表示されてしまうため，人が少ない時間帯で

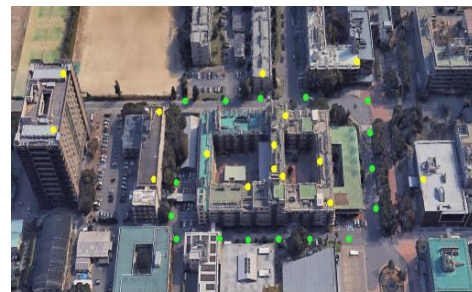
計測を行い，5日間に分けての作業となった。

点群処理ソフトウェアはSCNENEを用いた。オーバーラップを含んでいても自動認識できない場合があるため，手動での点群データの繋ぎ合わせも行った。計測中に人や車が横切った場合の点群のノイズを，SCNENEのツールを用いて取り除く作業を行った。得られた3Dモデルを図3に示す。比較的に大型の構造物であったため，計測や点群処理の作業量も増したが，対象物を3D化することに成功した。

測定範囲	0.6m~330m
測定速度	最大976,000点/秒
範囲誤差	最大±2mm
内蔵カメラ	最大解像度70Mpixel



図1 レーザースキャナーの性能



● 屋上：15カ所 ● 地上：16カ所

図2 計測地点



図3 工学部棟1号館の3Dモデル

3. 橋梁の維持管理における 3D 計測の活用

橋梁の健全性の診断に大きく影響のあるものは、近接目視で得られる外観の損傷状態である。しかし、この損傷状態の判定には、点検者の主観による判断がなされており、個人差によるバラツキが生じている。適切なインフラ整備を行うためには、点検のバラツキを無くした外観の損傷状態の定量化が必要である。本研究は、このような課題を解決するための新しい点検手法を検証することを目的とする。

既設橋梁を対象に、レーザースキャナー、デジタルカメラ等を使用した 3D 計測により、外観劣化点検を実施する。また、計測して得られたデータを基に 3D モデルの構築と外観劣化位置の特定及び損傷状態の確認を行い、劣化情報の定量化及び状態評価を行うものである。

まず、長崎県大村市にある鬼橋、矢次橋の 2 橋を対象として計測を行った。対象の橋梁の詳細を表 1 に示す。橋梁の路面上での測定は、車の交通により実施できず、橋梁の下面の測定は、河川橋梁のため足場の状態が悪く容易ではなかった。計測はそれぞれ、19 箇所行い、1 橋あたりの計測時間は約 5 時間であった。

計測によって得られた 3D モデルをそれぞれ図 4、図 5 に示す。3D 計測によってひびわれ、鉄筋露出が確認できた。3D 計測によって得られた平面データを図 6、図 7、図 8、図 9、示す。3D 計測は橋梁の劣化個所の特定が可能であると考えられる。

4. まとめ

- 1) レーザースキャナーを用いて、構造部を 3D モデルとして保存することが可能である。
- 2) 3D 計測により、橋梁の劣化個所の特定が可能であり、橋梁点検に活用できる。

今後は、橋梁の 3D 計測のマニュアル化による計測時間の短縮、従来の点検方法との比較、3D 計測の精度の検証、3D 計測の更なる活用方法の検討を行っていく。

【参考文献】

- 1) 松田浩, 河村太紀, 西行健, 木本啓介, 西川貴文: 3D 計測と FEM 解析と実振動計測に基づく橋梁振動特性同定, 鋼構造年次論文報告集, 第 24 巻, pp.445-448, 2016.
- 2) 清水智弘, 吉川眞, 瀧浪, 秀元尾崎, 高橋康将, 中山忠雅, 内田修, 近藤健一: 3D モデルを用いた橋梁維持管理システムの開発
- 3) FARO®Laser Scanner Focus3D X 330 マニュアル

表 1 対象橋梁の詳細

橋梁名	鬼橋	矢次橋
架設年次	1967 (53 年経過)	1971 (46 年経過)
橋種	PC 桁	PC 桁
橋長、幅員	L=64.0m,W=6.1m	L=55.8m,W=5.8m
主な損傷	<ul style="list-style-type: none"> ・主桁 ひびわれ ・横桁、床版 剥離・鉄筋露出 ・下部 剥離・鉄筋露出 ・支承 腐食 ・舗装 剥離 	<ul style="list-style-type: none"> ・主桁 ひびわれ ・横桁、床版 剥離・鉄筋露出 ・下部 ひびわれ ・舗装 損傷



図 4 鬼橋の 3D モデル



図 5 矢次橋の 3D モデル



図 6 鬼橋のひびわれ



図 7 鬼橋の鉄筋露出

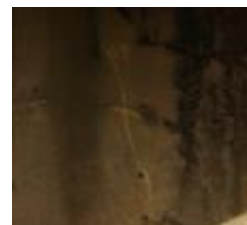


図 7 矢次橋のひびわれ



図 8 矢次橋の鉄筋露出