

橋梁の点群データとパラメトリックモデルを用いた 3次元モデルの構築

井上 明日香[†] 関 和彦[‡] 窪田 諭[†]

関西大学 環境都市工学部[†] 関西大学大学院 理工学研究科[‡]

1. はじめに

国土交通省は、建設生産プロセスにおける3次元データの連携による生産性向上を目的として、i-Construction や BIM/CIM(Building Information Modeling/Construction Information Modeling and Management)を推進している。BIM/CIM は、調査・計画から設計、施工、維持管理の各段階において、3次元データを一元的に共有、活用し、各業務段階での効率化を図るものである。BIM/CIM の導入により、対象構造物を立体的に捉えることができ、損傷の位置や連続性、全体の損傷を把握できる。しかし、維持管理業務に3次元データを導入するためには、膨大な量の既設構造物の3次元データを構築する必要あることや3次元データの基となる設計図や完成図が紛失していることがあり、詳細な3次元モデルを作成するための多大な作業コストが課題となる。

本研究では、社会基盤構造物のうち、橋梁を対象とする。我が国には、橋梁が約73万橋あり、そのうち橋長15m以上の橋梁は約15万橋ある。そのため、膨大な橋梁の維持管理に向けて3次元データを活用する重要性が高まっている。そこで、本研究では、橋梁の維持管理情報の記録ベースとなる3次元モデルを効率的に構築するため、既設橋梁の3次元点群データにパラメトリックモデルを適用し、図面情報の十分でない橋梁であっても信頼性の高い3次元モデルを構築する手法を提案する。

2. テンプレートを用いた3次元モデルの構築手法

2.1 研究概要

本研究で提案する3次元モデルの構築方法を図1に示す。①では、対象橋梁を地上型レーザスキャナやカメラ搭載 UAV, Mobile Mapping System(MMS)により計測する。②では、計測デー

タから点群データを作成する。カメラ搭載 UAV で計測した場合は、Metashape(Agisoft 社製)を利用して SfM 技術により点群データを作成する。③では、②の点群データと Autodesk Inventor で作成した部位テンプレート一覧を基に、3次元モデルの作成に必要なテンプレートを選択する。選択したテンプレートでは、点群データから必要なパラメータを取得し、あらかじめ寸法を合わせておく。④では、③で選択したテンプレートを押し出し操作したパラメトリックモデルと点群データとを位置合わせし、3次元モデルを作成する。従来、設計図が存在しない場合は、人手による各部位の再計測により一般図を復元していた²⁾。提案手法を用いれば、従来より容易に3次元モデルの作成が可能になる。作成した3次元モデルは、損傷箇所と現場写真の記録ベースや基礎調書、点検調書に掲載する一般図の代替として活用する。

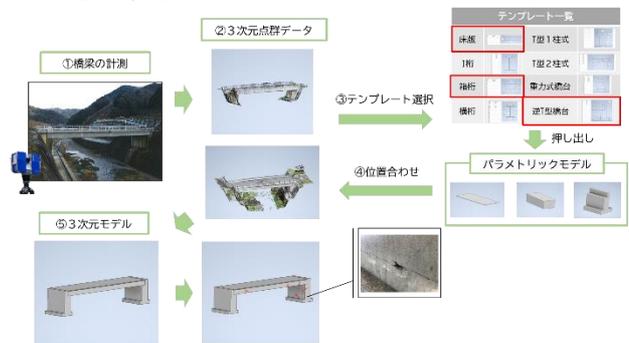


図1 3次元モデル構築手法

2.2 橋梁のパラメトリックモデルの提案

パラメトリックモデルは、あらかじめ定義されたテンプレートに対応する寸法値や角度のパラメータを入力し、形状の作成および修正が可能な3次元モデルである(図2)。テンプレートは、平面形状である2次元スケッチとし、CADによる押し出し操作によりパラメトリックモデルを作成する。テンプレートの作成にあたっては、建設数の多い桁橋³⁾を対象とし、表1に示す12の部位を提案した。テンプレートは、Autodesk Inventor で作成した二次元スケッチに Excel の数値を連動させ、Excel の数値を変更するだけで

Construction of three-dimensional model using point cloud data and parametric model of bridge

[†]Asuka Inoue and Satoshi Kubota

Faculty of Environment and Urban Engineering, Kansai University

[‡]Kazuhiko Seki

Graduate School of Kansai University

テンプレートの寸法を編集できるようにする。テンプレートのパラメータは、今後の自動化に向け、必要最小限となるように設定した。提案したテンプレートは、橋梁設計や維持管理の専門家 10 名に確認して頂いた。

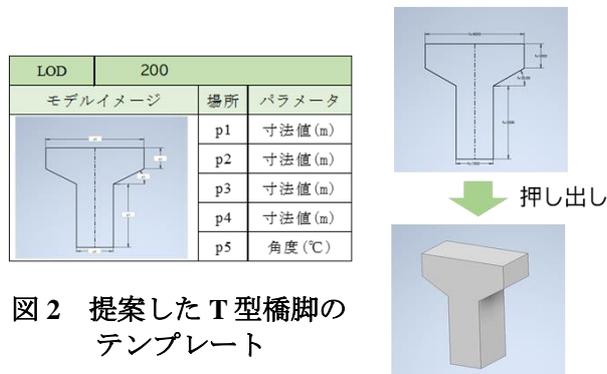


図 2 提案した T 型橋脚のテンプレート

表 1 橋梁の対象部位

対象部位		
上部構造	下部構造	その他
主桁 (I 桁, T 桁, 箱桁)	橋脚	高欄
横桁, 縦桁	橋台	添架物
床版		

2.3 3次元モデルの詳細度

土木分野において、3次元モデルの作り込み度を表す詳細度は、LOD(Level Of Detail)で表現される⁴⁵⁾。本研究では、3次元モデルを点検情報を記録するベースに活用すること、および、技術者の意見を踏まえて、LOD200 から LOD300 の詳細度を対象とする。LOD200 は対象の構造形式がわかる程度のモデルを指し、LOD300 は対象の外形状を正確に表現したモデルを指す。

3. 既設橋梁による提案手法の検証

地上型レーザスキャナ FARO FOCUS 3D X 330 による計測データを用いて、桁の構造が複雑である場合に、3次元モデルを構築することを検証した。検証には、大阪府泉南市信達童子畑付近の新前川橋の点群データを使用した。地上型レーザスキャナは一地点から高精度に計測できるため、構造が複雑でも形状を把握でき、パラメトリックモデルを用いて3次元モデルを構築することができた(図3)。

次に、カメラ搭載 UAV による計測データを用いて、データが不十分な場合に、3次元モデルを構築することを検証した。検証には、岐阜県にある旧落合橋の点群データを使用した。計測環境により橋梁全体の計測が困難で、点群データが不十分であっても、計測できた一部のデータからテンプレートに必要なパラメータを取得で

きれば、3次元モデルを構築することができた(図4)。検証の結果、提案手法の課題として、デザイン性の優れた橋梁の場合、パラメトリックモデルを適用することが困難であることが挙げられる。

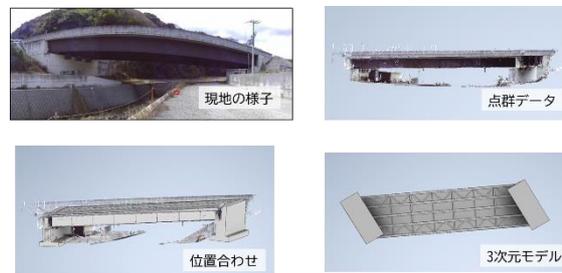


図 3 3次元モデルの構築(地上型レーザスキャナ)



図 4 3次元モデルの構築(カメラ搭載 UAV)

4. おわりに

本研究では、橋梁の3次元モデル構築における多大な作業コストおよび点検記録を記録するための図面がない課題を解決するために、地上型レーザスキャナ、カメラ搭載 UAV や MMS を用いて既設橋梁を計測した3次元点群データとあらかじめ定義したパラメトリックモデルを用いて、3次元モデルを構築する手法を考案した。今後は、テンプレートの選択やパラメトリックモデルの位置合わせ、データが不十分である場合の不足データ自動生成などの機能をシステム化する。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所：3次元モデルを利用した橋梁の維持管理(入手：2020.9.8)
- 2) 山口浩平他：橋梁復元設計における 3D 計測の利活用について、構造工学論文集 A, 土木学会, Vol.66A, pp.684-693(2020)
- 3) 国土交通省：橋梁の現況 道路統計年報(2019)
- 4) 国土交通省：CIM 導入ガイドライン(案)第5編橋梁編(2019)
- 5) JACIC 社会基盤情報標準化委員会特別委員会：土木分野におけるモデルの詳細度(案)【改訂版】(2017)