

(2) 橋梁の復元図作成のための 点群データの利用手法の検討

谷口 真奈花¹・山本 義幸²・中村 栄治³

¹正会員 学士 ジェイアール東海コンサルタンツ株式会社 土木事業部
(〒450-0002 名古屋市中村区名駅五丁目 33 番 10 号アクアタウン納屋橋)
E-mail: m-taniguti@jrcc.co.jp

²正会員 博士 (工学) 愛知工業大学 工学部 土木工学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)
E-mail: y.yamamoto@aitech.ac.jp

³正会員 PhD. 愛知工業大学 情報科学部 情報科学科 (〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247)
E-mail: eiji-nakamura@aitech.ac.jp

本研究は、橋梁の補修・補強工事で使用する復元図を点群データから作成する手法を検討した。橋梁の点群データは現地にてレーザスキャナで取得した。取得した点群データに対してセグメンテーションを施しセグメント群と部材との対応を検討した。さらに、点群処理から算出した部材寸法と竣工図の寸法の比較検討を行った。結果として、部材面のほとんどが点群で構成できているセグメントを確認した。一方で、エッジ周辺は、面取り部分などがいくつかのセグメントに細分化されていた。これを解決するためエッジ周辺のセグメントを部材のセグメントの近似平面に投影し結合した。このエッジ周辺の補正処理を施すことにより点群から計測する寸法と竣工図の寸法の誤差を大きく改善した。

Key Words: point cloud, bridge, restored drawing, laser scanner, segmentation

1. 序文

老朽化に伴う橋梁の補修・補強対策への対応が急務となっている。橋梁の補修・補強を行うには図面を要するが、古い橋梁では、橋梁台帳や竣工図がない場合があり、その場合には復元図を作成しなければならない。従来、復元図の作成においては現地にてトータルステーションなどによる測量成果を基にして作成されてきた。これに対して、近年、レーザスキャナや多視点画像から取得される点群データから構造物の図面作成や路面評価等への適用に関する研究^{1),2),3),4)}が活発に行われている。点群データは対象物の形状全体にわたる三次元情報が格納されており、トータルステーション等による測量成果よりはるかに多い形状情報を有している。そのため、点群データを使用することでこれまでよりも効率的に復元図を作成できる可能性がある。しかしながら、現場ごとで寸法が異なる部材を点群データから抽出する手法について十分な検討・成果は示されていない。

本研究は、点群データから橋梁の復元図を作成するための手法の検討を目的とした。現地にてレーザスキャナで取得した橋梁の点群データに対する処理手法の検討結果ならびに竣工図との比較検討から点群データから作成する復元図の精度レベル等の検証結果について報告する。

2. 点群データの作成と処理手法

表-1に本研究で対象とした橋梁の諸元を示す。本橋梁に対して、現地にて、レーザスキャナで計測し点群データセットを作成した。点群処理では、オープンソースの point cloud library(PCL)を使用した。以下に点群データの取得、作成手法ならびに復元図作成のために検討開発した処理手法の概要を記す。

(1) 点群データの取得

点群データは FARO 社製 Laser Scanner Focus^{3D} を使用して取得した。スキャンの設定は、工場出荷時に定義済みのスキャンプロファイルの「屋外 20m...」を使用した。この設定では、ポイント距離が 6.136(mm/10m) でスキャン時間は 9 分 12 秒となっている。橋梁全体を計測するために計 6 箇所から計測した。ただし、橋梁上部の舗装面側の計測は行っていない。

(2) 点群データセットの作成

6 箇所計測した点群データを GEXCEL 社製 JRC 3D Reconstructor を使用して結合した。このソフトでは白球などのターゲットなしで点群データの結合が可能である。点群データは、三次元座標 (X,Y,Z) とカラー情報 (R,G,B) で構成した。

表-1 対象橋梁の諸元

種 別	プレストレストコンクリート道路橋
上部工形式	ボストテンション方式 PC 単純 T 桁橋 (セグメント工法)
橋 長	27.800 m
桁 長	27.700 m
支 間	27.000 m
有効幅員	2.300 m + 7.000 m + 2.300 m
下部工形式	逆 T 式橋台
荷 重	B 活荷重
竣 工 年	平成 25 年 3 月

(3) セグメンテーション

本研究では、効果的な点群データ処理手法を試行錯誤的に検討し実施した。その一手法として、点群データにセグメンテーションを施し、セグメント群と橋梁の部材を対応させて復元図を作成する手法を検討した。処理速度を上げるための前処理として、Voxel Grid Filter によるダウンサンプリングを行った。この前処理済みのデータに対して Region Growing 法によるセグメンテーションを行った。

(4) セグメントと部材の対応の検討

上記の処理で作成したセグメント群と部材の対応を検討し、セグメント群から復元図を作成するための手法を試行錯誤的に検討した。部材面のほとんどが点群で構成できているセグメントを確認した。一方で、エッジ周辺で面取り部分が別のセグメントに分類されていて、セグメントから部材の寸法を算出する際に、現況より短く計測してしまう誤差要因を確認した。そこで、エッジ周辺のセグメントを部材のセグメントの近似平面に投影し結合して部材との対応を検討することとした。部材のセグメントの近似平面は PCL の SACSegmentation クラスを使用して決定した。これから得られた部材セグメントの平面方程式に対して PCL の projectinlier クラスを使用してエッジ周辺のセグメントの投影補正処理を行い、部材寸法を計測した。部材寸法の計測には、PointCloudViz を使用した。

3. 復元図作成のための点群データ処理結果

写真-1 に作成した点群データセットの表示結果を示す。6 箇所で計測した点群データを結合した結果、当該橋梁の点群データセットの点群数は 128,593,226 点であった。この点群データに対してセグメンテーションを実施した結果、509 個のセグメントが作成された。こ



写真-1 対象橋梁の点群表示

れらのセグメントと部材との対応を検討した結果、一つのセグメントで部材面のほとんどを構成できていた部材の一つに堅壁部を確認した。堅壁部に対応するセグメントにエッジ周辺のセグメントを投影補正を施し結合して堅壁部の水平寸法を算出した。算出した水平寸法に関して竣工図と比較した結果、エッジ周辺のセグメントの補正処理を行うことで誤差が大きく改善されたことを確認した。

4. 結論

本研究では、点群データによる橋梁の復元図作成手法について検討した。部材面に対応する点群のセグメントを作成しエッジ周辺のセグメントを補正することで竣工図の寸法に近い値が得られた。まだ検討段階ではあるが、復元図作成のための点群データ処理法の一つを見出すことができた。今後、他の手法も適用検討し復元図作成の精度レベルの向上ならびに自動化に取り組む予定である。

謝辞: JRC 3D Reconstructor の使用にあたっては(株)エス・ジー・エスの久松秀雄氏、GEXCEL Japan の村松清臣氏から貴重な助言を頂いた。PointCloudViz の使用にあたっては Mirage Technology 社の Salvador Bayarri 氏から貴重な助言を頂いた。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 藤田 陽一, 緒方 正剛, Wongsakorn CHANSEAWRAS-SAMEE, 小林 一郎: 属性を付与した道路点群データの建設ライフサイクルでの利用, 土木学会論文集 F3 土木情報学, Vol.70, No.2, pp.144-151, 2014.
- 2) 船戸 智也, 佐田 達典, 石坂 哲宏: モバイルマッピングシステムによる点群データを用いた交差点における見通しの評価, 土木学会論文集 F3 土木情報学, Vol.69, No.2, pp.II-1-II-6, 2013.
- 3) 田中成典, 北川 悦司, 姜 文淵, 安彦 智史, 川野 浩平: 道路橋上部工の維持管理のための 3 次元現況図の自動生成に関する研究, 土木学会論文集 F3 土木情報学, Vol.68, No.2, pp.I-181-I-189, 2012.
- 4) 草加大輝, 杉山裕樹, 清水康博, 山本 義幸, 中村 栄治: アスファルト舗装面の点群データ解析—正常箇所と異常箇所の判読, 応用測量論文集, Vol.25, pp.65-74, 2014.