

F1-11

MMSによる橋梁下部からの上部工下面計測の寸法精度検証

Accuracy Verification of Measurement for Underside Superstructure from Bottom of Bridge Using MMS

○高山拓¹, 室井和弘², 本郷恵莉², 岩上弘明³, 佐田達典⁴, 加藤創大⁵*Takumi Takayama¹, Kazuhiro Muroi², Eri Hongou², Hiroaki Iwakami³, Tatsunori Sada⁴, Sodai Kato⁵

Abstract: The deterioration of bridges and the shortage of inspection technicians has become a problem, and we wondered if MMS could be used to improve work efficiency. This study examined the extent to which MMS point clouds can measure intricate locations with TLS as the true value. As a result, the measurement was made with a calibration of ± 50 mm in the horizontal direction and ± 5 mm in the height direction. However, missing measurements occurred, likely due to the MMS travel route and laser irradiation angle. Therefore, it is necessary to further optimize the travel route and laser irradiation angle.

1. はじめに

近年, 日本では橋梁の高齢化と老朽化, 橋梁の点検を行う土木技術者の不足が問題となっている^[1]. この問題を解決するため, 点検作業の効率化を図る必要があります. その手法の一つとして三次元点群計測がある.

Mobile Mapping System (以下, MMS) は, 路面の他に周辺の地物やトンネル内を短時間かつ広範囲に計測可能である. この MMS を使用して橋梁の下部から計測することで, 上部工下面を計測し図面の復元や橋梁点検に活用できるのではないかと考えた. しかし, 橋梁下部は土手の砂利による影響や, GNSS の電波を受信しづらい環境下にある. したがって, 橋梁下部において点群計測の精度検証が必要であると考えた.

橋梁の3次元モデル作成に効果的な計測方法において, 郭ら^[2]は MMS では数 cm 以上の位置精度の誤差が生まれるものの, 橋梁全体の点検箇所と主部材の形状把握程度の点検記録・管理であれば活用可能であると示した. しかし, 上部工下面の桁の隙間等, 複雑な部分については計測時に欠測が発生し, データを得られなかったため, 計測計画や最適なルートを優先的に検討する必要がある.

そこで本研究では, 近年一般的に使用されている Terrestrial Laser Scanner (以下, TLS) と MMS を使用して橋梁下部から上部工下面を計測し, MMS の寸法と TLS の寸法を比較して, 非 GNSS 環境下において上部工下面の複雑な部分を計測可能であるかを検討する.

2. 実験概要

本実験は, 福島県南相馬市の福島ロボットテストフィールド内試験用橋梁において, 2023年8月29日に PS (Phase Shift) 方式レーザスキャナ搭載の MMS 車両を用いて, 2024年8月8日に ToF (Time of Flight) 方

式レーザスキャナの TLS を用いて計測を行った. MMS で用いたレーザスキャナは Z+F PROFILER9012, 計測レート 1,016,000 点/秒である. MMS の走行条件として, レーザ照射角度は 45° , 車両の走行速度は 10km/h に設定した. TLS は Trimble TX8, 計測レート 1,000,000 点/秒である. MMS 走行ルートと TLS 設置場所を Figure 1. に示す. MMS は橋梁に対して縦断方向に 2.5 往復, 横断方向に 3 往復のルートを設定した. また, TLS は橋梁全体が映るよう計 7 箇所を設置した.

解析は, 点群処理ソフトウェアを用いて TLS と MMS で計測した点群データの二点間距離を算出して評価する. 本研究では, TLS の寸法を真値とし, MMS の寸法と比較し, 較差を算出する. 解析に使用する選定箇所を Figure 2. に示す. 水平方向の検証として①, ②,

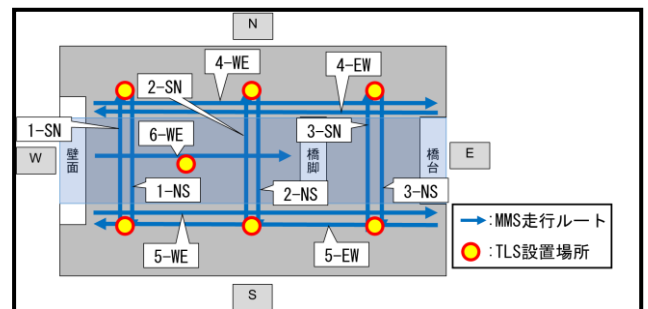


Figure 1. MMS route and TLS installation locations

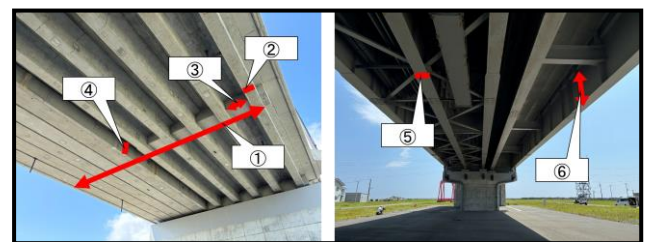


Figure 2. Dimensional measurement points

1: 日大理工・学部・交通 2: 朝日航洋株式会社 3: 株式会社ニコン・トリンプル 4: 日大理工・教員・交通 5: 日大理工・院(前)・交通

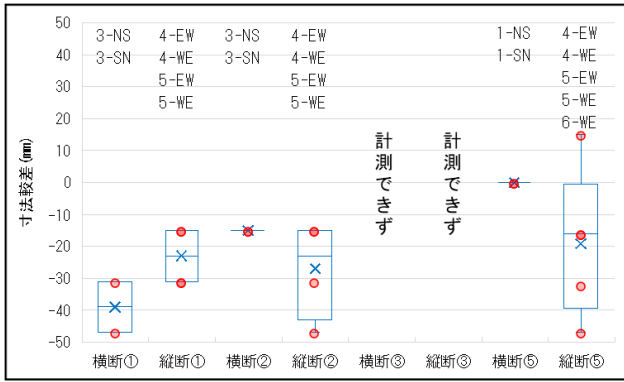


Figure 3. Box plot of horizontal range

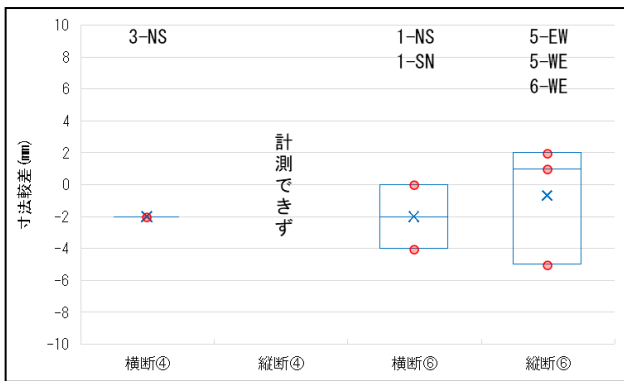


Figure 4. Box plot of height range

③, ⑤の4箇所, 高さ方向の検証として④, ⑥の2箇所選定した. ①, ②, ⑤においては, 上部工の最下面であり計測しやすい. ③, ④, ⑥においては, 桁の隙間に位置し複雑な部分となっているため, 計測場所による違いを比較できるよう選定した.

3. 解析結果

(1) 水平方向

Figure 3. に水平方向を対象とした解析箇所①, ②, ③, ⑤の較差の分布を表した箱ひげ図を示す. それぞれ MMS の横断方向と縦断方向の走行ルートで分け, 計測できたルートを上側に示す. 較差は全体的に大きくばらつくことはなく, $\pm 50\text{mm}$ 以内に収まり, 較差が一部を除いて負の値を取った. 解析箇所③の MMS が計測した点群を確認したところ, Figure 5. に示すとおり点群データに欠測が発生している. これは, MMS のレーザー照射角度 45° で計測した際に片端にのみレーザーが照射され, 欠測が発生したのではないかと考える.

(2) 高さ方向

Figure 4. に高さ方向を対象とした解析箇所④, ⑥の較差の分布を表した箱ひげ図を示す. それぞれ MMS の横断方向と縦断方向の走行ルートで分け, 計測できたルートを上側に示す. 較差は $\pm 5\text{mm}$ 以内に収まって

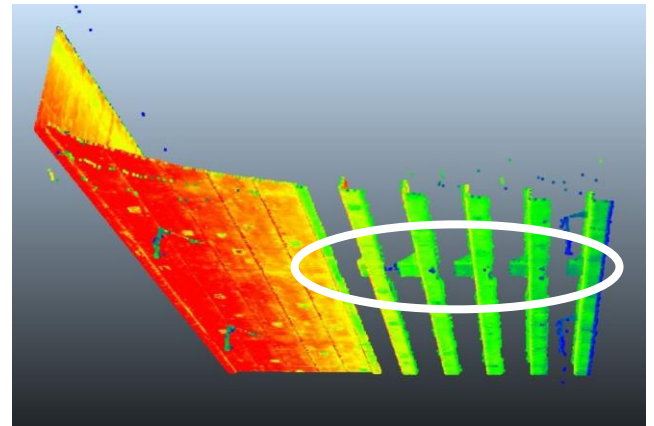


Figure 5. Missing measurement points

おり, 大きくばらつくことはなかった. 解析箇所④では, MMS の縦断方向のルートで欠測が発生し, 寸法を計測することができない. これは, 縦断方向のルートでは, 計測箇所の上端までレーザーが当たらないことが要因である.

4. まとめ

本研究では, TLS と MMS によって橋梁下部から上部工下部を計測し, 非 GNSS 環境下において複雑な部分を計測可能であるかを検討した. 寸法較差は, 水平方向では全体で $\pm 50\text{mm}$ 以下, 高さ方向では全体で $\pm 5\text{mm}$ 以下となり, 水平方向より高さ方向の方が較差が小さい結果となった. MMS の走行ルートにおいて, 横断方向と縦断方向で計測できた数に差があった. また, TLS ではいずれの箇所も欠測なく計測できていたが, MMS では水平方向と高さ方向ともに桁の隙間の複雑な部分で欠測が発生した. これらは, MMS の走行ルートやレーザー照射角度が起因と考える. 今後は, 欠測箇所が発生することのないよう橋梁下部の縦断方向の MMS 走行ルートを増やすこと, レーザー照射角度を様々なパターンで試し最適な角度を解明する等の検証が必要である.

本検証では実験日の違いにより検証点を使用した精度比較を行えなかったため, 合わせて検証が必要である.

5. 参考文献

- [1] 国土交通省 中部地方整備局:「日本の橋梁の現状」, <https://www.j-cma.jp/jcma-pics/10015297_7QSgrr.pdf> (入手日付: 2024年9月12日).
- [2] 郭 栄珠, 西村 徹:「既設道路橋の3次元モデル作成に効果的な点群データ計測方法に関する研究」, 第5回 i-Construction の推進に関するシンポジウム, 2022.