

プレキャスト PC 床版取替工事におけるMMS 測定の適用性に関する調査

戸田建設(株) 正会員 ○平林 蒼音
戸田建設(株) 正会員 島津 勝則

戸田建設(株) 非会員 高倉 仁
(株)アイバック 非会員 細川 瑞生

1. はじめに

本稿はプレキャスト PC 床版取替工事の測定・調査段階において、MMS (Mobile Mapping System: モービルマッピングシステム) 測定の適用性を調査した事例について報告するものである。路肩規制などの規制帯内での測定が必要な地上レーザスキャナ測定は積雪地域においては冬期間の交通規制に制約を受けるという課題があった。そこで筆者らは規制が不要で雪解け後に速やかに測定に入れるMMS 測定の適用について検証すべく測定精度の確認を行った。

2. プレキャスト PC 床版取替工事における地上レーザスキャナ測定の活用状況

わが国では、高度経済成長期に建設された橋梁の老朽化が進んでおり、近年、高速道路各社ではプレキャスト PC 床版への取替工事を中心とした大規模更新工事が行われている。新設橋梁工事と異なり、プレキャスト PC 床版取替工事は供用中の路線を一定期間交通規制して行われる。限られた規制期間の中で既設の床版を撤去してプレキャスト製の PC 床版を手戻りなく取り替えるためには、調査段階に測定により既設橋梁の形状・寸法・高さ等の情報を精度よく掌握し床版製作に反映することが重要である。

近年採用されている測定に関する ICT 技術の一つとして、床版取替および耐震補強などの詳細設計で活用されている地上レーザスキャナ(TLS; Terrestrial Laser Scanner)測定が挙げられる。現地測定業務の省力化・省人化が図れてコスト削減効果が期待できると共に、吊り足場を架設する前に測定が可能であり受注初期段階で円滑に詳細設計業務に移行できるという利点がある。

戸田建設においては床版取替工事での地上レーザスキャナ測定を 2021 年度に道央自動車道の夕張川橋(上り線)で初採用した。夕張川橋(上り線)では地上レーザスキャナ測定の採用により建設当時の完成図と現況で鋼桁添接板の位置が異なることを工事着手前に把握することができ、規制解除遅延を回避することができた。こうした経緯から道央自動車道のママチ川橋床版取替工事においても採用する方針となった。

3. 地上レーザスキャナ測定の課題とMMS 測定の検証

現地測定業務を省力化する上で効果的な地上レーザスキャナ測定であるが、北海道のような積雪地域においては冬期間の交通規制に制約があり、路肩規制などの規制帯内で測定が必要な地上レーザスキャナ測定は4月以降になるという課題があった。(写真-1)そこで、規制が不要であり雪解け後に速やかに測定に入れるMMS 測定の適用について検討することとなった。

MMS 測定とは、3次元レーザ計測機とデジタルカメラによって、道路面および道路周辺の3次元座標データと連続カラー画像を取得する車両搭載型測定システムであり以下の特徴が挙げられる。

MMS 測定は地上レーザスキャナと同様に位置決めネットワーク型 RTK-GNSS (VRS 方式)を採用しており、誤差の大きさは計測時に補足可能な衛星数やその配置状況に依存する。このため VRS 方式では通常5以上の衛星補足状態での計測が推奨されている。衛星の補足数は8以上増えても精度向上にほとんど影響はなく、配置状況(偏りがなく上空均等に衛星がある状態が望ましい)が重要になる。(写真-2)



写真-1 地上レーザースキャナ測定



写真-2 MMS測定状況

キーワード 地上レーザスキャナ測定, MMS 測定, プレキャスト PC 床版取替

連絡先 〒060-8535 北海道札幌市中央区北3条東2丁目2番地 戸田建設(株) 札幌支店 TEL011-231-9600

4. 検証方法

床版取替工事にMMS測量を適用するに当り最も確認すべき点は測量精度である．このためMMS測量の検証は，事前に実施済みのレベル測量及び地上レーザスキャナー測量と計測値を比較し精度の確認を行うこととした．比較調査対象はママチ川橋の舗装面高さとし，レベル測量により20m毎に確認した路肩の高さを正值とし，解析ソフトにより後処理して得られた点群データから抽出した高さとの計測誤差を確認した．ママチ川橋は線形が直線の橋梁で上空視界・道路状況が有効でありMMS測量に適した対象橋梁と考えられた．

5. 検証結果と評価

2022年10月にMMS測量を実施した．MMS測量の精度は計測時に補足可能な衛星数やその配置状況に依存するが，ママチ川橋計測時は7～9個のGPSを捕捉しており問題はなかった．車両の走行速度は80km/hであった．検証の結果を以下に示す．

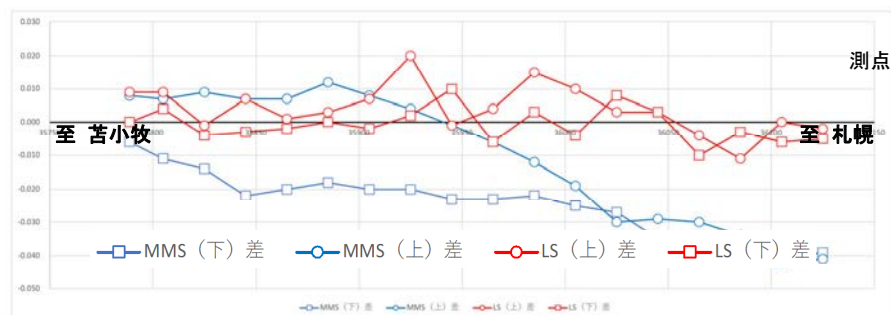


図-1 地上レーザスキャナ測量とMMS測量のレベル測量との差



写真-3 基準点測量状況

MMS測量の結果(図-1)は，レベル測量との誤差が+10mm～-40mmとやや大きくなった．ネットワーク型RTK-GNSS(VRS方式)の測位精度は垂直方向±5cm，水平方向±2cmと言われているが，今回の計測結果は同様の結果となった．地上レーザスキャナ測量もMMS測量と同様のシステムを採用しているが誤差が±20mm以下とMMSに比べて小さかった．これは，地上レーザスキャナ測量は良好な精度を持った『基準点』(写真-3)を設置し，それを基に計測結果の補正を実施したのに対し，今回のMMS測量はGNSS電波受信にRTKにより補正して測位を確認しており衛星数や配置状況に影響を受けたことが要因と考えられる．

また，地上レーザスキャナ測量誤差が全区間で±方向でばらついているのに対し，MMS測量結果は上下線とも，苫小牧側より札幌側の方が低く測定されており計測結果が負(－)の方向に偏ったものと判断した．橋梁縦断勾配(苫小牧から札幌に向けて0.3%の下り勾配)が計測中の車の姿勢に影響した結果かとも考えたが，上下線で同じ傾向となっていることから除外した．

NEXCO施工要領では床版に対する許容誤差が-45mm～+5mmと規定されており，プレキャストPC床版の製作誤差を考慮すると今回の測量成果をそのまま採用することはできない．しかし計測エリア内に『基準点』を設置して補正をおこなった場合には地上レーザスキャナー測量と同様の精度を確保することが可能と考えられる．『基準点』を設計した条件下でのMMS測量精度の検証については，改めて別のフィールドで実施したい．

なお，今回実施したMMS測量においては点群データと共に連続カラー画像を取得しており，既設レーンマーク位置を確認・トレースすることで精度の高い現況平面図を作成することができた．現況平面図は床版取替工事の具体的な規制計画に有効活用することができた．(図-2)

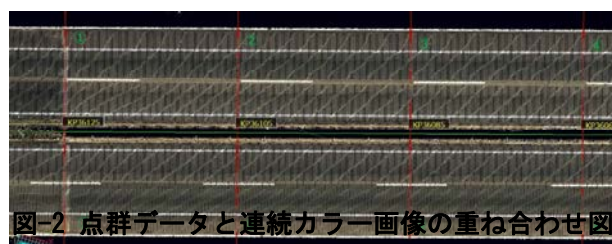


図-2 点群データと連続カラー画像の重ね合わせ図

6. おわりに

床版取替工事において床版の舗装上面を3手法により測量しその精度を比較することでMMS測量の適用性を調査した事例について報告した．MMS測量の測量精度の向上が図れば交通規制を必要としないMMS測量やUAVによる測量の活用が今後増えていくと考えられる．本報告が類似工事の参考となれば幸いである．