

自動マーキングロボットを用いた床版取替工事における測量作業省力化の報告

清水建設株式会社 正会員 ○吉浦 伸明 正会員 高島 英一
正会員 北村 裕 正会員 喜井 克浩
尾田 健太郎
日本道路株式会社 長谷 啓司

1. はじめに

高度成長期に整備された道路橋床版は、経時的な劣化に加え大型車両の増加及び凍結防止剤の散布により損傷が激しく、床版取替などの更新工事が進められている。更新期間中は通行車両の交通規制を伴うため、工期短縮が求められる。既設床版の更新工事の作業手順は大きく、(1) アスファルト舗装の撤去、(2) 既設床版に切断ラインとコア削孔箇所のマーキング、(3) 床版切断、コア抜き、(4) 床版剥離・撤去、(5) 新設床版の設置、と進められる。

アスファルト舗装の撤去が終わった後のマーキング作業は、橋梁全長に及んで実施する必要があるため、標準的な 150m 程度の橋梁では、2 日程度の短期間で 1000 点以上の測量によるマーキング作業が必要であり、主桁を切断機械で損傷しないために、精度を確保した測量作業が求められる。この測量マーキング作業の省力化、省人化を目的に自動マーキングロボット（タイニーサーベイヤ）を採用した(写真-1)。本稿では、自動マーキングロボットを導入するために行った、測量精度の確認実証試験と実施工への適用結果について報告する。



写真-1 マーキングロボット

2. 自動マーキングロボットの概要

自動マーキングロボット（タイニーサーベイヤ）は、タブレット端末に保存した測量点データに基づき、操作者がタブレットで作業開始を指示するとそれ以降は自機位置を自動で取得し、所定の位置まで移動した後に搭載したスプレーで、点や線の自動マーキングが可能である。タブレット端末とロボット本体は Bluetooth(近距離無線通信)で接続されるため、操作者は 30m 以内の距離でタブレット端末を保持してロボットに追従して稼働状況を目視確認すれば良く、それ以外の作業は不要となる。

機械の自機位置の取得方法は、GNSS 受信機か自動追尾型トータルステーションを選択可能で、世界測地系の測量座標系か個別に設定した小座標系のいずれにも対応可能であり、自動追尾型トータルステーションであれば上空に制限がある屋内でも使用可能である。測量データのタブレット端末への入力には、点マーキングでは CSV データ形式を、線マーキングでは CAD データの DXF 形式をパソコンで事前に準備しておき、USB メモリーを介してデータをタブレット端末に保存することで対応できる。

表-1 マーキングロボット諸元¹⁾

項目	諸元
自機位置取得方法	GNSS 受信機 自動追尾型トータルステーション
重量	22 (バッテリー : 4kg)
寸法 (縦×横×高さ)	804×688×491
連続稼働時間	8
バッテリー	リチウムイオン電池
速度	最大 時速 4 km
最大登坂スロープ	15%
マーキング精度	±20mm (メーカーカタログ値)

キーワード 床版取替, 床版切断, 自動マーキングロボット, 省力化, 省人化

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋二丁目 16 番 1 号 清水建設株式会社 橋梁統括部 TEL 03-3561-3869

3. 測量精度の確認実証試験

測量精度の確認実証は、(1) 事前に測量器械で設置した測量点 (既知点) に、同じ測量点情報を入力したマーキングロボットでマーキング作業を行い、既知点との誤差を確認、(2)マーキング速度やスプレータイミン

グなどセッティング変更による測量精度への影響を確認して、最適となるセッティングを決定した。

確認実証試験は、GNSS 受信機 (写真-2) と自動追尾型トータルステーションによる自機位置取得の両方で行い、点と線のマーキング作業とマーキングロボットの基本的な稼働性能を確認した。平均測量誤差は、概ね±15mm の精度でマーキング可能であり (表-2)、現場で適用可能と判断した。

また、ロボットがマーキングしたポイントを確認すると、走行路面の凹凸にマーキング精度が左右されることが分かった。実施工ではアスファルト舗装の切断面での作業となり不陸の影響を受けるため、より高い精度が期待できる点のマーキングのみロボットにて作業させ、線のマーキングには人力併用に変更した。

4. 実施工への適用

実施工は、「東名高速道路 (特定更新等) 所領橋他 2 橋床版取替工事 (中日本高速道路 (株) 発注)」の所領橋で採用した (写真-3)。床版の撤去面積は約 2,250m² (橋長 177m) であり、測量マーキング点は 1,077 点であった。事前決定した切断ラインを CAD データから CSV データ形式に変換してタブレット端末に保存した。

測量マーキング作業は 1 日、作業人員は 4 名、ロボットは 2 台、実働 3 時間程度でマーキング作業を完了させることができた。省力化指標 (人・時間) は同種規模の従来橋梁における測量作業と比較として、88% の削減率となった。また、CAD データから CSV データへの変換作業も 1 名で 3 時間程度の作業であった。

5. まとめ

自動マーキングロボットは、測量精度を考慮して人力と併用することで、大幅な省力化が可能であった。今後は他工種への展開や更なる省力化に向けた自動マーキングロボットの活用方法を模索したい。

参考文献

1) 株式会社グレートスタージャパン タイニーサーベイヤ 製品仕様書

表-2 計測点数と測量精度

種別	計測点数	平均測量精度 (mm)
点	60 点	±15
線	20m×4 レーン 45m×4 レーン	±15 (稼働確認試験)



写真-2 確認実証状況 (GNSS 受信機)



写真-3 マーキング状況 (自動追尾型トータルステーション)

表-3 省人化指標

種別	省力化 (人・時間)	省人化 (人)
ロボット	12.5	4
従来測量	104	13
削減率	88%	69%