把持式ロボットと３次元レーザースキャナを用いた供用中の既設橋梁３次元出来形計測

株式会社大林組　正会員　○近藤　岳史
株式会社大林組　正会員　日暮　一正
株式会社大林組　正会員　田島　僚
株式会社イクシス　正会員　山崎　文敬

１．はじめに

日本全国には約 70 万もの橋梁があり，そのうち約 40%が供用開始後 50 年を経過したと言われている．これらの橋梁の多くは，大型車両の交通量増大および経年劣化などによるコンクリート床版の損傷が著しく，早急に当該部分を取り替える必要があることから，全国各地で床版取替工事が盛んに行われている．床版取替工事では供用中の橋梁の出来形寸法を精度よく把握する必要があることから，一般に 3 次元レーザースキャナ（以下 LS とする）を用いた計測を行うが，路下が河川や道路の場合，作業用足場がないと計測できないため，設計や施工計画に必要な 3 次元情報が適切な時期に取得できないという課題がある．そこで既設橋梁路下における新しい 3 次元出来形計測として，把持式ロボットと LS を用いる方法を開発した．

２．把持式ロボットの概要

把持式ロボットは老朽化した橋梁路下の点検用に開発され実績を重ねてきたものである．同機は橋梁の主桁下フランジを挟む形で左右の走行ユニットを配置し，主桁を 2 本のカーボンレールで連結，レールの上に配置された昇降機能付き観測装置に搭載したカメラによって床版や上横構・ガセットなどの連結部点検が足場なしで実施でき，以下の特徴を有する．

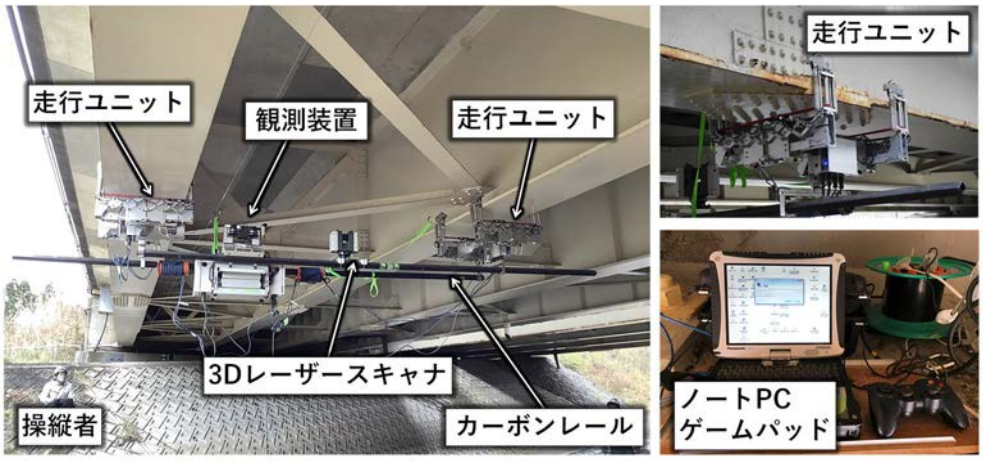

写真-1　新 Turrets

・ノート PC とゲームパッドから直感的に移動，観測装置上の雲台操作，および写真撮影が可能
・ノート PC には雲台部に搭載しているミラーレスカメラからのライブ映像がリアルタイムに送られ，撮影対象を微妙に調整したきめ細やかなマニュアル撮影が可能
・走行ユニットは主桁の曲げモーメントに応じた下フランジ幅の変化に 250～650mm の範囲で対応可能
・走行ユニットは添接板とボルトで連結されたフランジ厚の変化量（段差）に最大 20mm まで対応可能

今般，把持式ロボットに新たに LS（Leica，RTC360）を搭載し，橋軸方向に移動と計測を繰り返すことで高精度に 3 次元点群取得が可能な新たなロボットを開発した（以下新 Turrets とする：**写真-1**）．

３．対象橋梁と実験概要

供用中の実橋梁である斉川橋（**写真-2**）をフィールドとして，新 Turrets を用いて実証実験を行った．**２．**で述べた方法により**図-1** に示した箇所において新 Turrets にて計測を行い，3 次元点群データを取得した．一方，比較対象として従来方法である地上部分から LS（Leica，P40）にて計測した 3 次元点群データを真値とした．各 3 次元点群データを同じ座標軸上で比較するために標定点を計 8 箇所設置した（**写真-3**）．

キーワード　把持式ロボット，3 次元レーザースキャナ，供用中，高速道路，3 次元出来形計測
連絡先　〒108-8502　東京都港区港南東京都港区港南 2-15-2 ㈱大林組 生産技術本部 先端技術企画部　ＴＥＬ 03-5769-1253

© Japan Society of Civil Engineers

4．計測結果

図-2 に新 Turrets により計測した点群の一例を示す．非常に高精細な点群を取得できた．**3．**で得た各点群について，図-3 に示す①～⑩の位置で断面を抽出し床版下面および下フランジ部分の計 82 箇所の Z 座標を比較した．表-1 に比較結果のまとめを示す．同表から，Z 座標の平均誤差は-3.0mm，同標準偏差は 2.0mm と非常に高い精度で，かつ均一な点群を取得できた．上記精度は，床版取替工事の設計および施工計画に利用できることは既往の施工実績から確認している．新 Turrets が計測対象物の近傍で高精度な LS を保持して計測できることが上記精度の担保に寄与している．また新 Turrets で得た点群には死角がほぼなかったことも大きな成果である．

対象橋梁	東北自動車道　斉川橋（上り線）
場　所	宮城県白石市　国見IC～白石IC間
構造形式	鋼単純合成鈑桁橋
支間長	37.3m
有効幅員	10.0m

写真-2　斉川橋

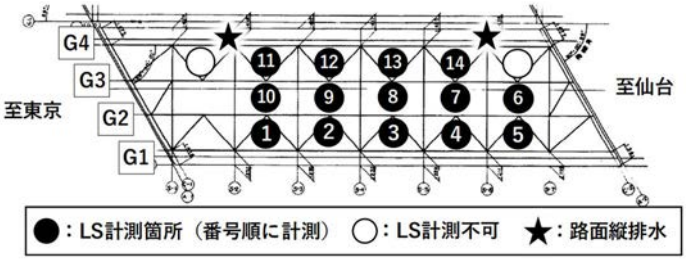

図-1　新 Turrets による点群計測位置

5．おわりに

新 Turrets を用いることで供用中の高速道路路下において，施工用足場がなくとも設計および施工計画に利用できる高精度な 3 次元点群データを取得できることが判明した．今後は同技術を多くの実現場に適用し実績と共にノウハウを積み重ねることで更なる技術発展と共にインフラ施設の高寿命化という社会ニーズへの貢献を図っていく所存である．

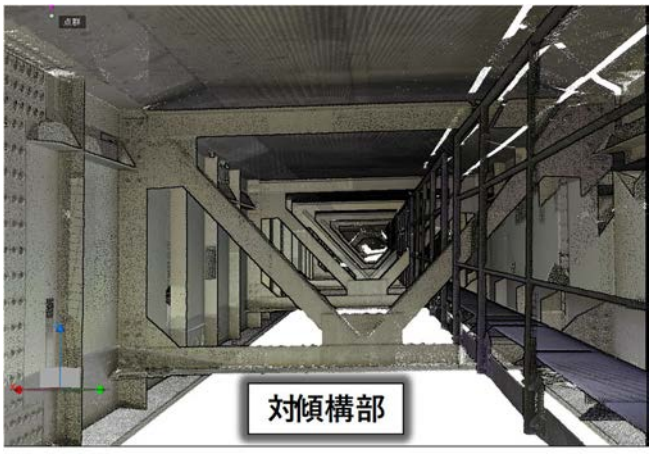

図-2　新 Turrets により計測した点群の一例

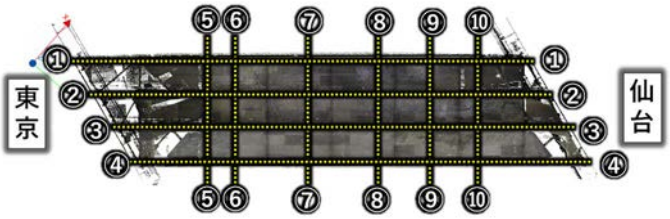

図-3　断面抽出箇所

写真-3　従来方法による真値計測状況

表-1　Z 座標差分結果まとめ

床版下面のZ座標差分まとめ（mm）			
断面位置	計測箇所数	標準偏差	平 均 値
① ② ③ ④	20箇所	2.0	-2.7
⑤ ⑥ ⑦	9箇所	1.9	-3.6
⑧ ⑨ ⑩	9箇所	1.4	-3.1

下フランジのZ座標差分まとめ（mm）			
断面位置	計測箇所数	標準偏差	平 均 値
① ② ③ ④	20箇所	2.1	-3.2
⑤ ⑥ ⑦	12箇所	1.7	-3.6
⑧ ⑨ ⑩	12箇所	1.9	-2.3

※計測値全体の標準偏差は2.0mm，平均値は-3.0mm

© Japan Society of Civil Engineers