

線路内作業等の時間制限下における写真測量カメラの適用による生産性向上

大鉄工業(株) 正会員 山下 哲也

1. はじめに

高度経済成長時に建設したコンクリート構造物は、経年劣化が健在化し、補修が必要となるコンクリート構造物が大幅に増加している。線路直上の跨線橋等のコンクリート構造物も劣化の進行が確認され、補修工事が増加している。跨線橋補修工事のうち桁下面の補修等は、夜間線路閉鎖工事が必要となる場面が多く、特に架空線が近接する範囲は、停電で作業する必要がある、作業時間が大幅に制限されることになる。このため、各作業の無駄を省いて効率よく実施することが求められている。一方、建設業界においては将来の労働人口減少を踏まえて ICT 技術の活用・推進が求められている。

本稿では、鉄道現場における、ICT 技術活用の一環として選定した写真測量カメラの適用に関して報告する。

2. 線路内の断面修復工事における課題

(1) 工事概要

本工事は、I R いしかわ鉄道の線路直上を交差する跨線橋（道路橋）単純 PCI 床板桁の補修を行うものであり、線路内にて桁下面の部分断面修復工（139 箇所、計 16.971 m²）の施工を行った。

(2) 夜間線路内の作業時間

線路内での断面修復工事は、上記の通り線路閉鎖工事につき電停止で施工することが必要であり、本工事では、夜間の貨物列車の運行により、作業可能時間は 107 分と短かった。また、作業は線路内での高所作業となるため、オンレールで移動する軌陸高所作業車（写真-1）を使用する必要がある、この軌陸高所作業車の現場への移動・設置・搬出時間を含めると作業時間は 1 時間程度に制約された。



写真-1 軌陸高所作業車

(3) 部分断面修復工の施工の流れ

部分断面修復工の施工は、発注段階で概ね補修範囲が示されているものの、施工に際しては断面修復箇所を特定し、コンクリートを研り、鉄筋のケレン、防錆工を行い、断面修復用モルタルを人力にて塗布する。

(4) 断面修復箇所の調査について

断面修復箇所を特定する際、桁の打音検査にて不良部を特定した上で補修箇所のマーキング・位置確認を行う。これらの作業は、軌陸高所作業車で可動範囲の限られたバケットを動かしながらの複数名での上向き作業になるため、時間と労力を要する。また、本桁は幅 9.0m 桁長 17.05m と面積が広く、特に桁中央部は桁端部からの距離が長い為、桁端部を基準とした断面修復位置の測定には時間を要する。これらの条件から本工事では断面修復箇所の調査は、10 日間を要することが予測された（表-2）。本工事は、線路内による作業時間の制約を受けるため、断面修復箇所の調査日数の短縮が課題であった。

表-2 検査所要時間・日数

【1箇所当たりの調査所要時間(分)】		【139箇所当たりの調査日数】		
打音検査・マーキング	0.5	1晩当たりの調査数	60分/4分	15箇所
寸法確認	0.5	調査予定日数	139箇所/15箇所	10日
位置確認	2			
移動	1			
合計	4			

3. 写真測量カメラの適用検討

(1) 写真測量カメラの導入経緯

補修箇所の特定における打音検査、マーキングについては効率化を図ることが困難であるが、線路閉鎖・電停止時間外にマーキング箇所を測定できるツールがあれば、大幅に作業時間を短縮することができる。これに適用が考えられる ICT 機器を活用したマーキング箇所の測定方法について検討し、簡易に測定でき測定精度が優れ、適用が考えられる写真測量カメラ（ライカ BLK3D）の使用を検討した（写真-2）。

キーワード 跨線橋補修, 写真測量カメラ, BLK3D

連絡先 〒920-0025 石川県金沢市駅西本町 1-14-29 8F 大鉄工業株式会社 北陸支店 TEL 076-231-3630



写真-2 カメラ外観・測定イメージ

(2) 写真測量カメラ（ライカ BLK3D）の詳細

この写真測量カメラは、撮影した写真内の距離を専用ソフトによりカメラやパソコンで自由に計測できるものである。本カメラは撮影距離に応じて撮影方法が異なり、1回撮影のシングルショット、複数回数（最大4枚を重ねて精度を向上させる）を撮影するマルチショットがある。また、測定精度は測定時に画面上で表示される色（緑：高精度、黄：精度悪化：赤：低精度）で表示される。

(3) 写真測量カメラの精度確認試験

写真測量カメラ適用検討のため、以下に述べる精度確認試験を実施した。1m～15mの任意距離で測定寸法が100、300、500mmの3パターンでシングルショット、マルチショットを撮影し、実際の計測誤差を確認した（表-3）。

表-3 精度試験結果

撮影方法	撮影距離	測定結果									備考
		測定寸法：100			測定寸法：300			測定寸法：500			
		計測値	誤差	精度	計測値	誤差	精度	計測値	誤差	精度	
シングル ショット	1m	100	0	●	301	1	●	501	1	●	
	2m	100	0	●	301	1	●	501	1	●	
	3m	99	-1	●	298	-2	●	502	2	●	
	5m	101	1	●	299	-1	●	503	3	●	
	7m	104	4	●	301	1	●	499	-1	●	
	10m	103	3	●	298	-2	●	506	6	●	測点が見にくい
	15m	105	5	●	293	-7	●	490	-10	●	測点が極めて見にくい
マルチ ショット	3m	100	0	●	299	-1	●	501	1	●	
	5m	100	0	●	300	0	●	500	0	●	
	7m	102	2	●	301	1	●	500	0	●	
	10m	99	-1	●	298	-2	●	500	0	●	測点が見にくい
	15m	96	-4	●	295	-5	●	498	-2	●	測点が極めて見にくい

① シングルショットの試験結果

撮影距離 2m までは高精度（緑）となり、3m 以上では精度が悪化した。また、5m 程度であれば大きな誤差は無かった。

② マルチショットの試験結果

撮影距離 15m であっても高精度（緑）となり、記録精度としては申し分ない結果であった。誤差については 10m 程度であれば大きな誤差は無かった。

この精度確認試験の結果より、桁下から GL まで 6m の本工事では問題なく計測が可能であることが確認できた。

4. 写真測量カメラ適用による効果

(1) 現場での精度確認

現場で打音検査・マーキング後に実際に撮影した結果、全て高精度（緑）で計測データと施工後に全箇所寸法確認しものを比較しても、ほぼ同様の寸法であった（写真-3）。

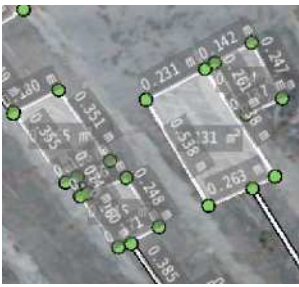


写真-3 計測画面

(2) 測定日数の削減

カメラを導入することで、寸法・位置確認は線路閉鎖・き電停止外で計測できるため、測定日数は 10 日から 4 日に短縮できた（表-4）。

表-4 カメラ導入後の調査日数

【1箇所当たりの調査所要時間(分)】		【139箇所当たりの調査日数】		
打音検査・マーキング	0.5	1晩当たりの調査数	60分/15分	40箇所
寸法確認	0.6	調査予定日数	139箇所/40箇所	4日
位置確認	2			
移動	1			
合計	1.5			

(3) 測定費用の削減

測定作業が 6 日間短縮され、カメラ導入費用により、測定費費用は 133 万円削減できた（表-5）。

表-5 費用対効果

【カメラの導入前後の金額比較】				【カメラの導入時の費用対効果-実績】		
項目	調査費用/日	日数	合計	カメラ導入費用	コストダウン額	差額
導入前	355,000	10	3,550,000	800,000	2,130,000	1,330,000
導入後	355,000	4	1,420,000			
コストダウン額			2,130,000			

5. おわりに

測定作業は、マーキング終了後に線路内から撮影するだけで済み、1 人で実施可能となった。また、画面上で任意寸法を確認できるため、計測忘れや寸法間違いがなく、生産性向上効果は絶大であった。現段階では表-6 に示す調査業務で高い効果があると考えられる。

表-6 写真測量カメラが有効的な調査

調査場面	メリット
測定寸法が多い橋りょうの調査	画面上で計測忘れ箇所の確認ができる
何度も計測できない箇所の調査	調査時間・保安要員等の削減ができる
高所での調査	墜落リスク・足場費用の削減ができる

写真測量カメラによる寸法確認結果を出来形記録に置き換えることができれば、工事費用の圧縮や施工管理の負担が大幅に削減されることが考えられる。

最後に、今後も ICT 技術の活用を推進し、今回のような検証を行い、発注者への働きかけを行っていき建設業界の生産性向上に寄与したい。