

デジタルカメラ点検システムの現場導入とその評価検証

西日本高速道路エンジニアリング関西(株) 正会員 ○松井 俊吾

(株)富士技建 徳永 賢児

西日本高速道路(株) 正会員 加藤 寛之

1. はじめに

現在、道路管理者には、急速に老朽化・損傷が進む道路資産を維持管理・更新することが求められている。一方、増え続ける道路資産に対し、維持管理・更新における経費節減や技術者不足といった社会的問題が生じている。特に平成26年6月に「道路橋定期点検要領」が策定され、定期点検で5年に1回の近接目視点検が基本となり、点検に莫大な費用・人員が必要となっていく。そのため、今後は非破壊検査技術の適用による効率的、経済的な点検が強く求められる。このような背景の中、NEXCO 西日本グループでは橋梁点検の効率化・高度化を目的として開発した「デジタルカメラ点検システム(写真1参照。以下、Auto-CIMA)」による効率化の検証を実施している。本稿では、Auto CIMAの橋梁点検への適用について検証した結果を報告する。なお、NEXCO 関西支社では平成24～25年に現場導入をおこない、使用性、適用性の検証を実施している*1。



写真1 Auto-CIMA

2. Auto-CIMA 概要

Auto-CIMA は、デジタルカメラによる高精細画像の取得によって、コンクリート面の状況を把握する点検手法である。撮影された画像は0.5mm/pixの大きさに自動的に張り合わせて平面展開し、コンクリートの表面状況が確認できる。さらにはひび割れの幅、長さを自動で抽出し、データ蓄積によりひび割れの経年変化を捉えることができる。Auto-CIMAは最大40mの距離まで適用することができ、この条件下であれば、幅0.2mmのひび割れを80%以上自動抽出、幅0.1mmまでのひび割れを画像の目視によ

り確認することができる。撮影対象、撮影条件を表1に示す。

表1 Auto-CIMAの撮影対象・撮影条件

撮影対象		種別	撮影条件
上部構造	コンクリート中空床版下面・側面	撮影距離・角度	撮影距離: 2～40m 撮影角度: 45° 以内
	コンクリート箱桁下面・側面		
	張出しコンクリート床版下面	撮影範囲	橋軸方向: ±45° 以内 (撮影範囲90°) 橋軸直角方向: ±30° 以内 (撮影範囲60°)
下部構造	壁高欄の外表面		
	角柱橋脚および橋台		

3. 検証概要

(1)対象橋梁

橋梁	橋種	形式	径間数	撮影距離	撮影面積	交差条件
A橋	PC橋	連続ラーメン箱桁橋	5径間	30m	12,705㎡	河川・国道
B橋		連続ラーメン箱桁橋	5径間	10～30m	12,296㎡	河川・一般道
C橋		連続箱桁橋	4径間	10～30m	6,137㎡	鉄道高架

(2)検証項目

1)作業能力

Auto-CIMA は平成25年度にシステムを改良*2しており大幅な作業能力の改善がなされている。改良後の作業能力を整理し、改良効果を検証した。

2)適用範囲

Auto-CIMA は対象の下に設置して点検を実施するため、障害物等で撮影できない箇所が存在する。Auto-CIMA による1橋当たりの点検率(下記参照)を算出し、点検の適用範囲について検証を行った。また、点検が困難とされている鉄道高架箇所におけるAuto-CIMAによる点検の適用についても検証した。

点検率(%) : $\text{Auto-CIMAによる点検面積(㎡)} \div \text{全点検面積(㎡)}$

3)近接目視との比較

従来の高所作業車や橋梁点検車を用いた近接目視点検とAuto-CIMAによる点検の「点検成果」「点検人工」「点検費用」を比較して、Auto-CIMAによる点検の適用効果を検証した。

キーワード デジタル画像点検、画像処理、コンクリート構造物、ひび割れ検出

連絡先 〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町5-26 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) TEL072-658-2420

4. 検証結果

(1) 作業能力

Auto-CIMA による点検は、現場作業と解析作業に大別される。改良前と比較して、現場作業（2 人/日）が 400 m²/日⇒950 m²/日、解析作業（1 人/日）が 130 m²/日⇒400 m²/日に作業効率が向上した。改良前の Auto-CIMA は作業能力が低く、近接目視点検よりも「点検日数」「点検費用」とともに多くなり、点検の効率化が困難であったが、今回の作業能力の向上により点検の効率化が考えられる。

(2) 適用範囲

1) 点検率

検証橋梁における Auto-CIMA による点検の点検率を表 2 に示す。上部構造の点検率は、起点・終点の端径間は障害物（のり面、樹林）の影響により 50%程度となり、その他の径間は概ね 100%であった。下部構造の点検率においても、上部構造と同様に端部の橋台が 0%となったが橋脚 80%程度となった。点検率の全体平均から、Auto-CIMA による点検は橋梁全体の約 65%程度に適用可能であることが確認された。

2) 鉄道高架

Auto-CIMA の点検範囲はパン方向に 45°、チルト方向に 30°の可動制限がある。写真 2 に示すような片側しか機器を設置できない箇所では可動制限により点検範囲が制約されることが確認された。設置位置の直上から 45°の可動制限により、最大で撮影高さ分の範囲が点検可能となる。この範囲に入らない箇所は Auto-CIMA による点検ができない。鉄道高架における Auto-CIMA による点検は設置条件と点検高さに依存するが、範囲内であれば適用可能であることが確認された。

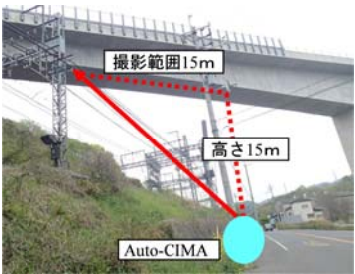


写真 2 鉄道高架箇所

表 2 点検率 (Auto-CIMA による点検)

A橋		点検率	B橋		点検率	C橋		点検率
下部構造	A1	0.0%	下部構造	A1	0.0%	下部構造	A1	0.0%
	P1	54.6%		P1	72.7%		P1	80.2%
	P2	96.3%		P2	62.7%		P2	74.1%
	P3	94.2%		P3	56.1%		P3	69.3%
	P4	62.7%		P4	69.1%		A2	0.0%
上部構造	A2	0.0%	上部構造	A2	0.0%	上部構造	A1-P1	81.9%
	A1-P1	43.4%		A1-P1	64.1%		P1-P2	100.0%
	P1-P2	100.0%		P1-P2	95.2%		P2-P3	100.0%
	P2-P3	100.0%		P2-P3	100.0%		P3-P4	100.0%
	P3-P4	100.0%		P3-P4	86.9%		P3-A2	95.7%
	P4-A2	47.7%		P4-A2	64.9%			
平均(下部)			46.6%			平均(全体)		
平均(上部)			84.4%			65.5%		

(3) 近接目視との比較

点検手法別の比較結果を表 3 に示す。Auto-CIMA の「点検成果」は、障害物等による死角は点検できないが死角以外の範囲は近接目視点検と同様の変状を確認することができた。また、ひび割れは幅、長さ、ピッチ、位置の他に密度の情報を得ることができ、近接目視点検よりも詳細に確認することができた。ただし、浮き・剥離は、表面に変状が出ている場合のみ確認できたため、赤外線カメラを用いた調査で浮き・剥離を

表 3 点検手法比較

			近接目視点検	Auto-CIMA	備考
点検成果	損傷	ひび割れ	幅、長さ、ピッチ、位置	幅、長さ、ピッチ、密度、位置	
		浮き・剥離	打音により確認可能	表面に変状が出ていれば確認可能	
		その他	確認可能	確認可能	
	点検範囲		全て点検可能	端部や障害物による死角は点検不可能	
点検人工	現場			59%	近接目視点検を100%としたとき
	解析		100%	60%	
点検費用			100%	52%	

把握するような別の手法による補完が必要となる。Auto-CIMA の「点検人工」は、近接目視点検の 5 人（NEXCO 関西支社管内実績）に対し、Auto-CIMA による点検は現場 2 人、解析 1 人で実施できることから、近接目視点検の 60%程度となった。Auto-CIMA の「点検費用」は、人工数の削減と高所作業車等の機械費が削減されるため、近接目視点検の 52%程度となった。以上より、Auto-CIMA による点検は、範囲内であれば近接目視点検と同等の点検が可能であり、人工・費用についても範囲外の点検や他の点検による補完が必要となるものの削減することが可能であると思われる。

5. おわりに

本検証で Auto-CIMA による点検を適用することで効率的・高度な点検が可能であると考え。今後新たな点検手法として Auto-CIMA の活用を検討し、効率的・高度な維持管理の実現につなげていきたい。

【参考文献】 *1:松井俊吾, 緒方辰男, 桑原秀明 (2014)「デジタルカメラ点検システムの現場導入とその評価検証について」,『土木学会年次学術講演会講演概要集 Vol:69 巻』, pp.486, 土木学会

*2:今川雄亮, 山本泰造, 仲田慶正 (2014)「デジタルカメラ点検システムの開発と検証」,『土木学会年次学術講演会講演概要集 Vol:69 巻』, pp.485, 土木学会