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

西日本高速道路エンジニアリング関西㈱ 正会員 ○松井俊吾
西日本高速道路㈱関西支社 正会員 緒方 辰男 桑原 秀明

1. はじめに

図 1 Auto-CIMA 外観

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戦略的に維持管理・更新することが求められている．しかしながら，増え続ける道路資産に対し，公共工事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．このような背景の中，維持管理の効率化・高度化を推進することが必要要件となっている．NEXCO 西日本グループでは非破壊検査技術の開発に加え，現場への導入を積極的に行い，維持管理の効率化・高度化による戦略的な維持管理に取り組んでいる．

本稿では，維持管理の効率化・高度化を目的として平成 24 年に NEXCO 西日本グループにより開発されたデジタルカメラ点検システム：Automatic Crack Inspection Management Assist system（図 1 参照．以下，Auto CIMA）の平成 24 年～平成 25 年にかけて実施された現場導入とその評価検証結果について報告を行う．

2. 検証概要

①Auto-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．撮影された高精細画像は自動的に張り合わせて平面展開し，展開画像からコンクリートの表面状況がデジタル画像上で確認できる．さらにはひび割れおよびその幅，長さを自動で抽出することができ，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 の撮影はコンクリート平面を対象としており，最大 40m の距離まで撮影することができる．この撮影距離の条件下であれば，幅 0.2mm のひび割れを自動で抽出することができ，幅 0.1mm までのひび割れであれば，デジタル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 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°）
	壁高欄の外面		
下部構造	角柱橋脚および橋台		

②検証橋梁

現場導入の対象とした橋梁を**表 2** に示す．検証の対象は，ひび割れが橋梁の健全度に影響を及ぼす PC 橋を中心に撮影対象橋梁を選定し，撮影対象距離の 2～40m の範囲内で短距離（2～10m），中距離（10～20m），長距離（20～40m）に分類できる橋梁を選定した．また，平成 25 年度においては，ネットやシートにより剥落対策が行われている箇所への適用を検証するために，剥落対策が実施されている橋梁を対象に含むこととした．

表 2 対象橋梁一覧

	橋梁	橋種	形式	径間数	撮影距離	撮影面積	備考
平成24年	A橋	PC橋	連続ラーメン箱桁橋	2径間	12m	3,500㎡	
	B橋		連続有ヒンジ橋	3径間	3～5m	2,100㎡	
	C橋		連続ラーメン箱桁橋	8径間	10～15m	6,900㎡	
	D橋		連続箱桁橋	6径間	40m	13,000㎡	
平成25年	E橋	RC橋	連続中空床版桁橋	10径間	7m	2,100㎡	一部剥落対策ネット施工
	F橋	PC橋	連続箱桁橋	5径間	7m	3,800㎡	
	G橋		連続ラーメン箱桁橋	3径間	30m	4,400㎡	一部剥落対策シート施工

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㈱ TEL072-658-2420

3. 検証結果

①ひび割れ抽出

ひび割れの自動抽出による結果を図 2 に示す. 左側にひび割れ抽出前の張り合わせ結果, 右に自動検出結果を示す. 抽出されたひび割れは, 図 2 の右下にあるように幅別に色分けを行い, 視覚的にひび割れ幅を認識できるようになっている. 抽出の結果, 幅 0.2mm 以上のひび割れは 80%以上の認識率があり, 精度よくひび割れを抽出できている結果であった. また, 最大対象距離の 40m であっても画像の拡大により幅 0.1mm のひび割れまで目視確認できており, 良好な抽出結果（図 3 参照）であった. これまで 20m 以上の高橋脚橋梁については遠望から詳細に点検することが困難であったが, Auto-CIMA の現場検証により, 遠望からでも詳細に点検できることが確認できた. また, 高所作業車や規制を必要としないため, 点検費用の削減についても期待される.

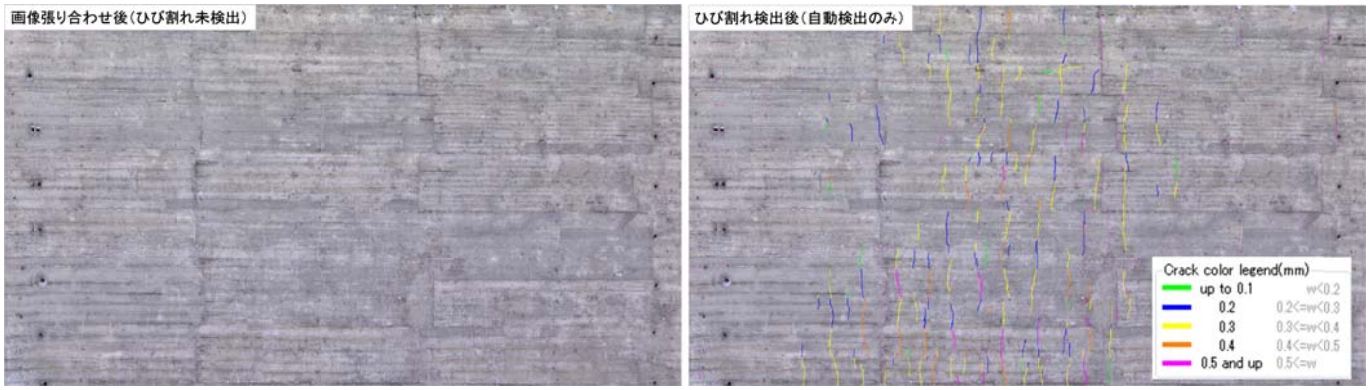

図 2 ひび割れ抽出結果

②剥落対策箇所

剥落対策箇所における撮影結果を図 4 に示す. 検証の結果, 剥落対策箇所においても, ひび割れを認識できることが確認できた. しかし, ネット部については, ひび割れの有無は確認できたが, 網目の影響により, ひび割れ幅を検出することができなかった.

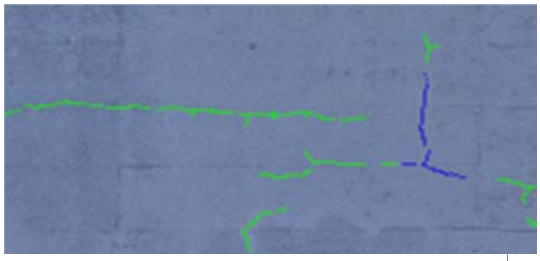

図 3 ひび割れ抽出結果(距離 40m)

4. 今後の課題

①ひび割れ抽出精度

現在のひび割れ自動抽出は図 5 に示すような「汚れ等による誤検出」や「ひび割れ幅の急変による連続部の未検出」が確認されている. これらについては, 手動で修正を行っており, 作業効率の低下につながっている. 今後, データ蓄積による学習機能や画像処理技術の応用により検出精度の向上を図る必要がある.

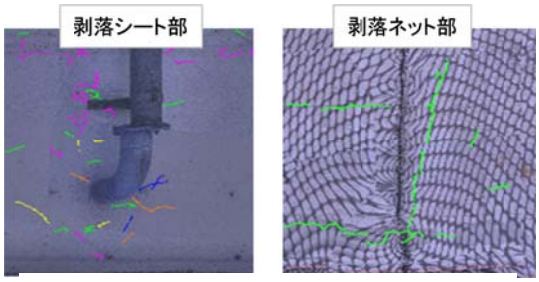

図 4 剥落部抽出結果

②作業能力の向上

今回の検証の結果, 従来の点検と Auto－CIMA による点検の作業能力を比較したところ, 現状では従来の点検のほうが作業能力は高い結果であった. 現在のシステムではエラーやピントブレによる作業の無駄があるため, 今後システムの改良によりこれらの無駄を無くし, 作業能力を向上させる必要がある.

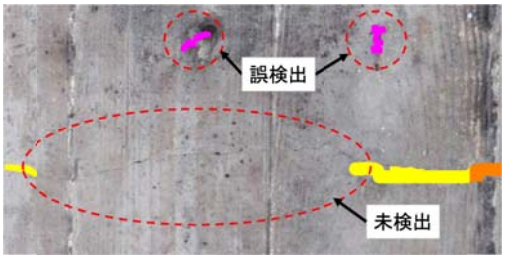

図 5 ひび割れ抽出精度

5. おわりに

従来の点検とは違い, Auto-CIMA による点検はひび割れやコンクリートの表面状況等の点検結果をデータとして残すことができる. これらのデータを蓄積していくことで, 構造物の経年変化を詳細に捉えることができる. また, 詳細なひび割れデータから構造物の耐荷力等の健全度を確認する手法として用いることが期待される. 今後さらなる検証を重ね, 得られた課題を解決し, 効率的・高度な維持管理手法として Auto-CIMA を橋梁点検手法の一つとして活用していく予定である.