

## 土木構造物点検への高解像度カメラの活用

西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社

正会員 ○江藤 優馬

非会員 町田 貴文

非会員 山下健太郎

### 1. はじめに

現在、道路管理者には、急速に老朽化が進む道路資産を適切に維持管理、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する維持管理費用の大幅な増加や技術者の不足といった社会的問題も生じている。特に平成 26 年の道路法施工規則改正により、5 年に 1 回の近接目視点検が基本となり、点検に莫大な費用と人員が必要となった。このような背景の中、道路法改正から 5 年以上が経過し、全ての橋梁にて省令点検が完了したことを受け、点検 2 巡目 3 巡目を見据えた橋梁点検の効率性向上および高度化を目指し、「点検の高度化に向けた検討委員会（以下、点検高度化委員会）」が設置された。本稿では、点検高度化委員会において、国等の動向を踏まえながら、橋梁を対象に近接目視が物理的に困難な箇所以外でも、高解像度カメラ等が適用可能か検証ならびに審議を行い、NEXCO の保全点検要領の改定（点検支援技術として適用）に至ったため、報告する。

### 2. 変状検出精度の比較検証

従来点検と高解像度カメラ（Auto CIMA<sup>\*)</sup>による点検の変状検出精度確認を目的に、比較検証を行った。比較方法は、同じ橋梁（床版）において、Auto CIMA・近接目視点検の両手法にて行い、近接目視点検にて発見された変状について、Auto CIMA の撮影画像でも同様に変状が検出可能かを検証した。変状の比較結果を表 1 に示す。

近接目視点検にて発見された変状において、Auto CIMA による撮影画像で検出出来なかった変状が、いくつか確認された。検出出来なかった変状は、全て浮きであり、外観に変化のない内部変状であった。外観に変化が発生するエフロレンスやはく離、鉄筋露出においては、Auto CIMA 画像により、全て検出することが出来ている。また、過年度に同様の検証を実施している。過年度の検証方法は、詳細点検が実施した近接目視点検の点検結果と点検後 1 年以内に撮影した画像点検結果とを比較することで行った。比較検証結果を表 2 に示す。

表 1 変状比較結果

橋梁名	構造形式	健全度	点検手法	変状			
				エフロレンス 箇所数	浮き 箇所数	はく離 箇所数	鉄筋露出 箇所数
A橋	RC中空床版	II	近接目視	1	1	1	-
			画像点検	1	0	1	-
B橋	RC中空床版	II	近接目視	3	8	-	-
			画像点検	3	0	-	-
C橋	PRC中空床版橋	II	近接目視	-	-	5	-
			画像点検	-	-	5	-
D橋	RC中空床版	III	近接目視	9	13	2	10
			画像点検	9	0	2	10
E橋	橋脚	II	近接目視	-	3	-	-
			画像点検	-	0	-	-
検出率(%)				100%	0%	100%	100%

表 2 過年度の比較検証結果

年度	対象数量	検出変状数		検出率(%)
		近接目視	画像点検	
H28	12橋61径間	224	224	100%
H29	12橋61径間	402	402	100%
H30	5橋64径間	130	130	100%
合計		756	756	100%

※浮き・浮き音を除く

過年度の検証結果も同様に、外観に変化が発生する変状は 100%検出出来ているため、画像点検は打音点検の支援としては難しいが、近接目視点検と比較すると、同等の変状検出精度を有する結果となった。

### 3. ひび割れ検出精度の詳細な比較検証

NEXCO の保全点検要領（構造物編）におけるコンクリート床版の劣化度判定は、ひび割れ、エフロレンスの発生方向および間隔、鉄筋露出、豆板、空洞の有無により総合的に評価することと定義されている。そのため、実際の近接目視点検では、1 本 1 本正確にひび割れの発生状況を描写していない。そこで、本検証では、Auto CIMA が実際に 1 本 1 本正確にひび割れの発生状況を描写して近接目視点検を行った場合のひび割れ検出精度と比較して、どの程度の精度を有するのかを確認することを目的として、各ひび割れの幅と長さを個々に算出して検証を行った。検証方法は、3m × 3m を対象範囲として予め Auto CIMA で撮影した後に、点検技術者 3 名によって近接目視点検を行い、全てのひび割れを幅毎に色分けてマーキングし、近接目視点検の展開図（図 1）、画像点検の展開図（図 2）をそれぞれ作成し、二種類の展開図を重ね合わせて、ひび割れ比較展開図を作成した（図 3）。

キーワード デジタルカメラ、保全点検要領改定、近接目視点検、点検支援技術、コンクリート構造物、ひび割れ

連絡先 〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町 5-4 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) TEL072-631-5335

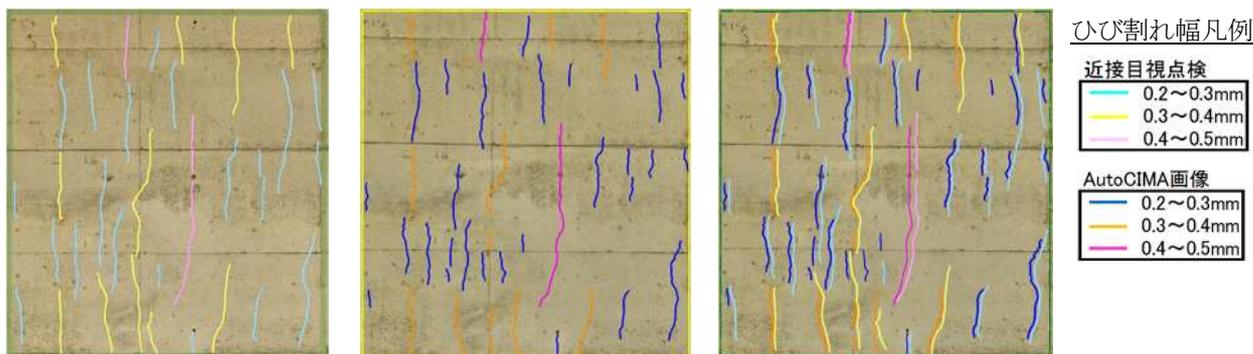


図1 近接目視点検展開図

図2 画像点検展開図

図3 ひび割れ比較展開図

これらの展開図を用いて、ひび割れ検出精度の詳細な比較検証を行った。ひび割れ検出精度を客観的に示すため、二種類の適合率を比較指標として定義付けした。また、比較検証は点検経験年数や取得資格、年齢の異なる3名で行った。

○画像点検展開図について、近接目視点検展開図とひび割れ位置、幅がともに一致する割合（適合率A）

$$\text{適合率 A} = \text{ひび割れ位置、幅がともに一致したひび割れの延長} / \text{近接目視点検展開図のひび割れ総延長}$$

○画像点検展開図について、近接目視点検展開図とひび割れ位置が一致する割合（適合率B）

$$\text{適合率 B} = \text{ひび割れ位置が一致したひび割れの延長} / \text{近接目視点検展開図のひび割れ総延長}$$

比較検証結果を表3に示す。

表3 ひび割れ検出精度の詳細な比較検証結果

点検者 番号	位置、幅とも一致(適合率A: %)		ひび割れ幅を考慮しない(適合率B: %)	
	個別	平均	個別	平均
点検員①	89.9	87.4	100	100
点検員②	87.1		100	
点検員③	85.1		100	

※サンプル数:10箇所

近接目視点検展開図と画像点検展開図を比較した結果、ひび割れ位置は100%合致した（適合率B）。ひび割れの位置と幅がともに一致する（適合率A）検出は、点検員によって多少の個人差はあるものの、平均して87.4%と高い適合率となった。取得資格や年齢、点検経験年数の違いによる大きな差もなく、ひび割れの位置は100%合致する展開図を描くことが出来ることから、画像点検では、点検者の資格等に関わらず、近接目視点検とほぼ同等の精度で、検出することが可能であることが確認できた。

#### 4. おわりに

Auto CIMAによる画像点検は、近接目視点検と同等の判定または評価に必要な情報が得られることが確認出来た。それに加え、画像を取得する技術は画像を記録保存することで、複数の点検技術者による変状判定が可能であり、点検の客観性が担保されること、点検年次毎の変状の経年変化を把握出来ること、等の面から点検の精度向上に有効である。

また、本原稿とは別に、①撮影角度：撮影対象と高解像度カメラの成す角度がつくと、見かけのひび割れ幅が細くなるため、カメラの撮影限界角度の検証、②コントラスト：画像上のひび割れは、健全部とひび割れ発生箇所のコントラストの違いによって表現されていることから、日向および日陰条件下での撮影検証など、高解像度カメラを点検支援技術として実運用する上での検証も実施している。なお、撮影角度は可能な限り正対に近づけることが望ましく、角度をつける場合の限界角度は45°であり、日光による明暗差はひび割れ検出精度への影響はないことが検証によって把握できている。

これらの検証によって、Auto CIMAは、点検支援技術として導入が可能となり、NEXCOの保全点検要領が改定された。今後、Auto CIMAが点検支援技術として適用されていくが、画像から変状を自動で抽出するAI技術の導入検討等、今後取り組むべき項目が多くあり、現在AIにより、劣化度の自動判定に向けてグループ一丸で、取り組んでいる。今後、Auto CIMAを実運用、道路資産点検における更なる精度向上および効率化に寄与していきたいと考える。

【語句説明】\*1:平成25年にNEXCO西日本グループで開発した高解像度画像点検システム