

デジタル画像を用いた橋梁RC床版劣化判定システムの実橋検証

Field Test of Bridge RC Deck Slab Deterioration Assessment System by Digital Images

(株)ドーコン

○正会員 上北正一 (Masakazu UEKITA)

(株)ドーコン

正会員 佐々木聰 (Satoshi SASAKI)

(独)北海道開発土木研究所

正会員 池田憲二 (Kenji IKEDA)

(独)北海道開発土木研究所

正会員 渡邊一悟 (Kazunori WATANABE)

(独)北海道開発土木研究所

正会員 岡田慎哉 (Shinya OKADA)

(株)ニコンシステム

正会員 小出 博 (Hiroshi KOIDE)

1. まえがき

現在、橋梁の寿命を合理的にかつ効果的に延ばして、利用期間を長くする維持管理方法の構築が強く望まれている。今回、重車両の増加や凍結防止剤の散布が損傷の拡大要因と考えられる鋼橋のコンクリート床版ひび割れ劣化に着目して、調査足場費用の節減、現場作業の短縮、劣化判定の定量化と精度の平準化、経年変化の検証性向上および調査の高度化を目的に、「デジタル画像処理技術」を活用して開発した「床版劣化判定システム」を使用して、実際の橋梁を調査することによりシステムの有効性と経済性について検証したので、結果を報告する。

2. 概要

従来、床版コンクリートのひび割れ詳細調査は、作業足場を設置して点検員が近接目視でひび割れ幅やひび割れ延長を計測し、劣化判定すると共にスケッチ図を作成してきた。一方、当開発システムは、デジタルカメラで遠距離から床版下面の撮影を行い、そのデジタル画像からひび割れを認識して劣化度を判定するシステムである。

今回、実際の橋梁の床版調査を行い、当システムの劣化判定精度について検証を行った事例を報告する。また合わせて、デジタル画像によるひび割れ劣化判定と近接目視によるひび割れ劣化判定との比較を行った。調査は橋梁の塗装塗り替え工事用足場を利用して行い、以下の項目について比較検証した。

(1) ひび割れ劣化判定への適用性検証

(2) 作業効率（現場作業時間+室内作業時間）

実施する橋梁の選定として、床版の損傷が比較的発生しやすい、交通量の多い都市内の高架橋について行った。

3. 判定基準

近接目視による詳細な床版調査への適応を考慮して、詳細調査基準のひとつである「道路橋の鉄筋コンクリート床版に関する調査研究および補修・補強について」(北海道開発局開発土木研究所 月報 昭和51年4月)を適用した。判定は、ひびわれ幅、間隔および密度を数値的に評価することにより9つの状態(ひびわれなし(0)、始期(1)(2)、中期(3)(4)、末期(5)(6)、破壊(7)(8))に区分されている。

4. ひび割れ劣化判定への適用性検証

橋梁RC床版のひびわれについて、適用する判定基準

により本システムでの判定と、従来の目視点検方法による判定との比較検証を行った。

図-1、図-2にスケッチによる床版ひび割れ図と当システムを使用した床版ひび割れ図を掲載する。スケッチによるひび割れ判定総延長は75.0m、短辺長が約2.0mの画角で撮影し当システムでひび割れ判定した総延長は58.5mで、約78%を認識している。当システムでひび割れ認識精度が落ちたのは、0.1ミリひび割れであった。

	0.1mm	0.2mm	0.3mm以上	合計	橋軸方向延長	直角方向延長	パネル面積
小計	46.01	22.78	4.25	75.044 m	5.4	3.4	18.36 m ²
	2.21	0.66	0.533				
0348	1.13	0.575					
0225	1.306	0.401					
0121	1.18	0.301					
0118	0.313	0.661					
1923	0.536	0.282					
0597	0.694	0.53					
△	△	△	△	△	△	△	△
					ひび割れ総延長 / 床版面積 =	4.09 m/m ²	
					ひび割れ間隔	鉄筋スケッチ程度	
					判定	劣化ランク	

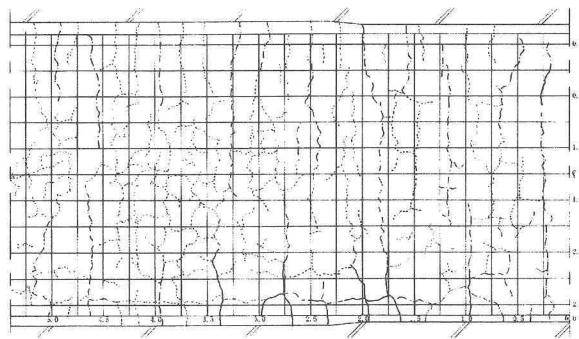


図-1 近接目視によるひび割れ図

床版名	判定ランク	ひび割れ総延長(mm)	ひび割れ間隔(m)	ひび割れ密度(m/m ²)	ひび割れ延長(m)	面積面積(m ²)
19~22	4	0.1	0.363773	3.183692	58.456254	0

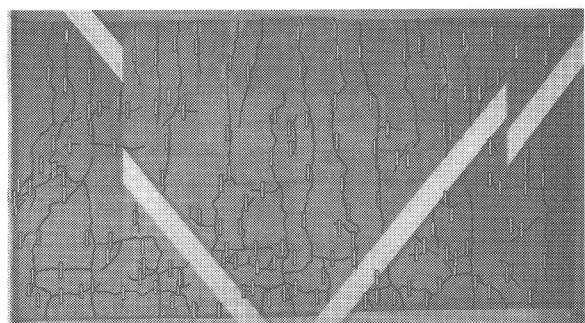


図-2 当システムによるひび割れ図

これは、床版への光の当たり方(ストロボ使用)によるひび割れのつぶれ(影の消滅)や望遠レンズ使用時の手ぶれによる画像の乱れ、横構による不撮影部が生じたことなどにより認識精度が低下したものと考えられるが、劣化判定結果は、双方とも床版劣化ランク4であった。

5. 作業効率

従来の床版ひび割れ調査は、作業足場上で以下の工程にしたがって作業を行っていた。作業時間の検証は劣化ランク4程度を例としている。

床版下面に格子線をチョーク等で表示し、ひび割れ計測を行う。(1パネル3人で1時間程度)

- 1) チョーキング及び計測したひび割れをその場でスケッチする。(1パネル3人で30分程度)
- 2) ひび割れをCAD図化し、ひび割れ延長の集計を行う。(1パネル40分程度)
- 3) ひび割れ間隔等を考慮し、床版の劣化判定を行う。(1パネル5分程度)

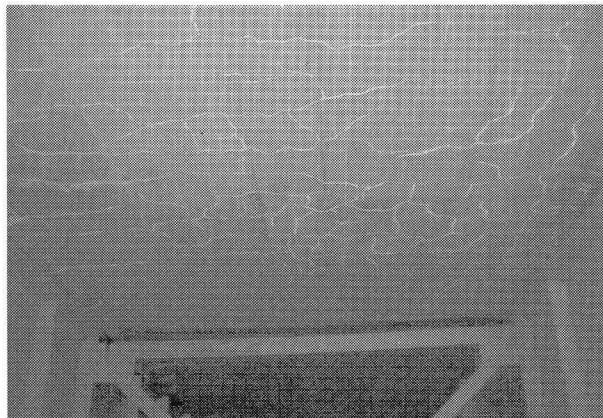


写真-1 近接目視による床版ひび割れ(状況)

当システムを用いた場合、以下の工程を経て床版劣化判定に至る。作業時間の検証は近接目視同様、劣化ランク4程度を例とする。

- 1) 現場にてデジタルカメラで床版を撮影する。(1パネル5分以下)
- 2) 室内で、画像整理する。(1パネル45分程度) その画像をひび割れトレースする。(1パネル10分程度)
- 3) トレースした画像に位置情報を入力し、床版劣化判定を実行する。(複数パネル数秒)

一連の作業は1パネルあたり約1時間。

これを図-3のようにグラフ化すると、近接目視では1パネル当たり延べ5時間半程度必要としていたが、当システムを使用した結果、1時間程度で劣化判定が可能となる。

従来の近接目視判定の1/5程度で完了する。

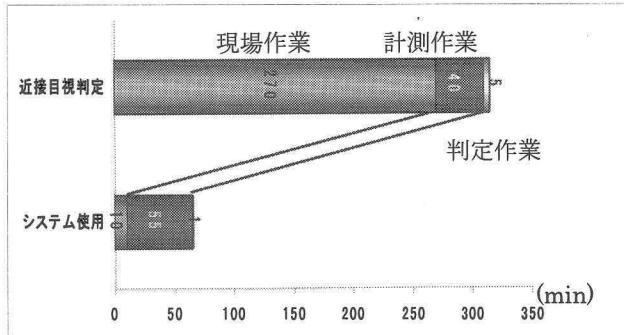


図-3 作業効率比較

表-1 作業効率内訳

近接目視点検	作業時間(min)	作業員(人)	延べ作業時間(min)
現場作業	90 ×	3 =	270.00
ひび割れ計測	40 ×	1 =	40.00
劣化判定	5 ×	1 =	5.00
			315.00

劣化判定SYSTEM	作業時間	作業員	延べ作業時間(min)
現場作業	5 ×	2 =	10.00
ひび割れ計測	55 ×	1 =	55.00
劣化判定	1 ×	1 =	1.00
			66.00

6. おわりに

当開発システムでのひび割れ劣化判定について実際の橋梁を調査し、システムでの判定に対して照査判定を行い、判定精度の検証を実施した。その結果、判定結果に差違は見られなかったため、システムでのひび割れ劣化判定の有効性が確認された。

また、近接目視調査と当システムとの比較検証の結果、以下の2点に要約される。

(1) ひび割れ劣化判定について

- ・当システムでのひび割れ認識率は、近接目視調査の約78%であったが、ひび割れ認識率は、写真撮影の工夫を行うことで向上させることができる。
- ・デジタル画像からのトレースであるため、スケッチに比べ正確なひび割れ位置を表示出来る。
- ・今回のひび割れ認識率でも劣化判定ランクについては、双方の差違は無かった。

(2) 作業時間について

- ・近接目視調査に比べ現場作業が極端に少なく、延べ作業時間が約1/5までに軽減出来るため、調査費用の大幅な縮減になる。
- ・当システムでは、調査足場が不要であるため、点検以外の費用がかからない。

今回の実橋検証により、「デジタル画像による床版劣化判定システム」の有効性と経済性について確認することが出来た。今後は、「撮影マニュアル」等を整備して、当システムをさらに進化させて行きたい。

参考文献

- 1) 外川他:デジタル画像による撮影角度と認識可能なひび割れ幅の検証 土木学会第55回年次学術講演会
- 2) 小出他:デジタル画像によるコンクリート構造物のひび割れ認識アルゴリズムの開発 土木学会第55回年次学術講演会
- 3) 佐々木康史他:デジタル画像による床版劣化判定システムの開発 土木学会第56回年次学術講演会
- 4) 道路橋の鉄筋コンクリート床版に関する調査研究および補修・補強について (北海道開発局開発土木研究所月報 昭和51年4月)