

## デジタル画像 R C 床版劣化判定システムの判定検証

|               |                 |     |      |
|---------------|-----------------|-----|------|
| (株)ドーコン       | 防災保全部 *         | 正会員 | 上北正一 |
| (独)北海道開発土木研究所 | 構造研究室 **        | 正会員 | 池田憲二 |
| (独)北海道開発土木研究所 | 構造研究室 **        | 正会員 | 渡邊一悟 |
| (株)ニコンシステム    | 第4システム本部 ***    | 正会員 | 小出 博 |
| 三菱重工工事(株)     | 維持補修技術センター **** | 正会員 | 川合一嘉 |

## 1. まえがき

高度経済成長時代に構築された橋梁は、近年車両の大型化に伴う活荷重の増加、供用後の老朽化や自然環境による損傷・劣化が目立つようになり、一部の構造物では部材の落下事故が発生している。

北海道の国道橋梁も、高度経済成長期であった1960～70年代前半に最も多く架設されており、橋梁も維持更新の時代に突入し始めた。このため、効率的で計画的な維持管理を行い、橋梁の寿命をなるべく長く延ばし維持補修費用の低減を行うことの出きる「仕組み」を早期に構築する必要がある。

このようなことから、損傷が多く発生している鋼橋のRC床版のひびわれ劣化判定に着目して、デジタルカメラと最新の画像処理技術を積極的に導入し、点検足場費用の削減、現場作業時間の縮減、判定の定量化と精度の平準化、点検精度の高度化、経年変化の検証性向上を目的として開発された「RC床版劣化判定システム」により、床版調査を行い判定基準への適応性について検証したので報告する。

## 2. 概要

維持管理の基本となるこれまでの橋梁点検は、床版の下面から調査する遠望目視点検が多く実施されてきたが、その損傷判定は点検員の熟練度や技術力など点検員個別の技量に大きく依存するため、基礎データとしての精度にバラツキが生じることがある。しかし、橋梁点検による判定結果は維持管理にとって必要な基礎データであり、今後開発が本格化する橋梁維持管理システムの重要なデータベースになると考えられる。本開発システムは、デジタルカメラを利用して遠距離から床版下面の撮影を行い（写真-1）、撮影した画像データからひびわれを認識して、ひびわれ幅や延長、密度の計測結果から数量的に判定してRC床版の劣化度を評価するシステムである。

## 3. 判定基準

本手法ではデジタルカメラで撮影された画像を加工処理し、格子パターンを利用したベクターデータ変換機能を有するため、解像度や撮影画角を調整することにより近接目視と同程度の精度が確保出来る。このため、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。劣化判定基準の概要を表1に示す。

キーワード：RC床版、ひびわれ、デジタルカメラ、画像処理、劣化判定

|      |           |                                 |                  |                  |
|------|-----------|---------------------------------|------------------|------------------|
| *    | 〒004-8585 | 札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4-1              | TEL 011-801-1576 | FAX 011-801-1577 |
| **   | 〒062-8602 | 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34               | TEL 011-841-1698 | FAX 011-820-2714 |
| ***  | 〒220-6116 | 横浜市西区みなとみらい2-3-2 クイーンズタワー-B 16F | TEL 045-853-8535 | FAX 045-853-8539 |
| **** | 〒108-0014 | 東京都港区芝5丁目34番6号                  | TEL 03-3451-4980 | FAX 03-3451-4239 |

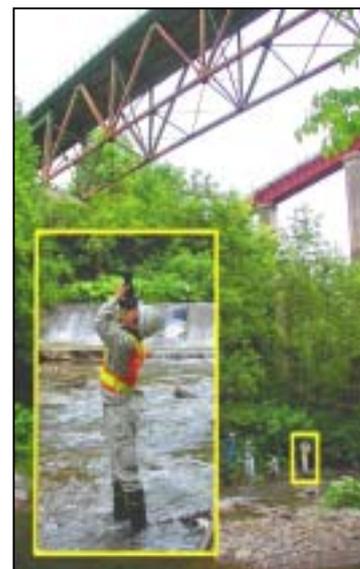


写真-1 本手法による  
点検風景

4．判定基準への適用性検証

損傷したRC床版のデジタル画像よりひびわれ図(ベクターデータ)を作成し、そのデータから自動的に、ひびわれ交差の有無やひびわれ間隔を判断した上で、床版上のひびわれ長とひびわれ密度を算出し、適用判定基準値と照合して劣化ランクの判定を行う。図1の床版ひびわれ画像より判定を行った結果、図2に示す劣化ランクと判定され、表1の判定基準に合致することが確認された。

5．あとがき

デジタルカメラと最新の画像処理技術を応用した「RC床版劣化判定システム」の判定検証の結果、その有効性が確認されたため、従来の目視調査に対して次のような優位性が考えられる。

- (1) 詳細レベルの点検に調査足場が不要になるため時間と費用の削減ができる
- (2) 座標を持った損傷情報を取得できるため点検精度の高度化が実現できる
- (3) 劣化判定の定量化と平準化により点検の信頼性が向上する
- (4) 画像の重ね合わせにより経年変化を容易に検証できる
- (5) 点検結果のデータベース化により橋梁維持管理システムへの応用ができる

本システムはデジタル画像を利用して、数量的かつ客観的な情報を可視化することができるため、分かりやすい維持管理（点検）情報の提供が可能となる。

今後は、より多くの事例検証を行い劣化判定の精度向上と信頼性を確立すると共に、北海道開発局が現在運用しているモニターカメラ式橋梁点検車へ画像処理システム導入の検討を図る。また、コンクリートの剥離や浮き、鉄筋腐食といった別要素の損傷情報も考慮した総合的床版劣化判定システムの構築が課題である。

表 1 劣化判定基準概要表

| 劣化ランク | ひびわれの程度 |             |                        | 備考                         |
|-------|---------|-------------|------------------------|----------------------------|
|       | 交差情報    | 間隔 L(m)     | 密度 (m/m <sup>2</sup> ) |                            |
| (0)   | 無       | -           | -                      | ひびわれなし                     |
| 初期状態  | (1)     | 無 LG        | 0.5                    | 一方向ひびわれが散在する。              |
|       | (2)     | 無 LG>L 0.5  | 2.0> >0.5              | 一方向ひびわれが散在する。遊離石灰、泥状物質が発生。 |
| 中期状態  | (3)     | 有 LG>L 0.5  | 3.0> 2.0               | 二方向ひびわれが発生。                |
|       | (4)     | 有 0.5>L 0.3 | 5.0> 3.0               | ひびわれがつながり、亀甲状ひびわれへと近づく。    |
| 末期状態  | (5)     | 有 RP L      | 5.0                    | ひびわれが亀甲状となり、間隔が狭くなる。       |
|       | (6)     | 有 RP L      | 5.0                    | ひびわれが亀甲状となり、小剥離が見られる。      |
| 破壊状態  | (7)     | 有 RP L      | 5.0                    | ひびわれが亀甲状となり、剥離が発生。(脱落寸前)   |
|       | (8)     | 有 RP L      | 5.0                    | コンクリートが脱落した状態。             |

ひびわれ幅：0.1mm以上  
 LG：主筋間隔  
 RP：鉄筋ピッチ



図 1 床版ひびわれ画像

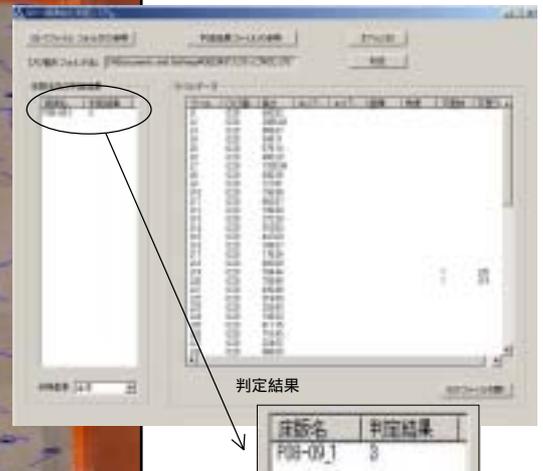


図 2 劣化判定結果

参考文献

- 1) 小出博他：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
- 2) 外川勝他：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
- 3) 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
- 4) 2001年制定コンクリート標準示方書『維持管理編』制定資料 土木学会
- 5) 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