

デジタル画像による橋梁RC床版劣化判定システムの開発

Development of Bridge RC Deck Slab Deterioration Assessment System by The Digital Images

(株)ドーコン	○正会員	佐々木聡	(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)
(株)ニコン技術工房	正会員	小出 博	(Hiroshi KOIDE)
三菱重工工事(株)	正会員	山本利生	(Toshio YAMAMOTO)

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なうことの出来る「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、経年変化の検証性向上を目的とした「RC床版劣化判定システム」を開発したので報告する。

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)、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定量的にRC床版の劣化度を評価判定するシステムである。



写真-1 本手法による
点検風景

3. デジタルカメラによるひびわれ判定の原理

デジタルカメラはCCD (Charge Coupled Device) が撮影素子となり、カメラの光学系から投影された画像を電子的に記録するものである。デジタルカメラの基本性能はCCDおよび光学レンズの性能に依存するところが大きい。そして、CCDは画素数(ピクセル)と撮影面積が基本であり、画素数が多ければ同じ面積を撮影したときの解像度が高くなる。

コンクリート表面のひびわれ調査にデジタルカメラを利用する場合、認知したいひびわれ幅と撮影画角(対象コンクリート表面の面積)の関係をあらかじめ認識しておくことが重要である。例えば、画素数が1960×3008画素の縦横2.5m画角では、デジタル分解能は1.3mmであるが、デジタル画像を画像処理ソフトのエッジ強調処理などを行うことで、コンピューターモニター上で0.2mm以下のひびわれを認識できることが実験的に検証されている。また、使用するレンズを取り替えることにより、遠距離からの撮影も可能になる。

4. システム上でのひびわれの定義

本手法は既に開発されているデジタル画像によるひびわれ認識アルゴリズム²⁾を利用したものである。画像処理で作成された床版のひびわれデジタルデータの性状を、判定基準に照合して自動的に劣化判定を行うため、ひびわれは床版画像上にトレースした線分を「ひびわれ」と認識させる必要がある。このため、各ひびわれ線分は座標データとして定義した。ひびわれ幅は確定したひびわれが認識できるリファレンス画像を基にし、長さを含めたベクターデータは対象領域(床版面)に格子(5cm)を割り当て交点取得座標から算出した。以下に、本システムのひびわれの定義を示す。

◆ひびわれの定義◆

- ①ひびわれは、幅0.1mm以上、長さ10cm以上の線状
- ②一つのひびわれは、端部が二つあるいは閉合している
- ③一つのひびわれの幅は、そのひびわれの最大値とする
- ④ひびわれ長は、ひびわれの曲線長とする(構成接点間距離を累加した長さ)
- ⑤二つのひびわれの端部間距離が5cm以下の場合は結合して一つのひびわれとする

◆ひびわれの属性データ◆

- ①ひびわれは、一つ毎にナンバリングを行う
- ②ひびわれは、各ひびわれの構成節点座標、平均方向角、他のひびわれとの交差情報等を属性として持つ

③ひびわれに付属する損傷情報を持つ（遊離石灰など）

5. 判定基準

現在、日本国内の橋梁RC床版ひびわれの劣化判定基準は、「橋梁点検要領（案）」（建設省土木研究所 昭和63年7月）を代表として様々な基準が公表されている。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4つの状態（始期、中期、末期、破壊）に区分されている。

6. 判定基準への適用性検証

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。今回の検証では、劣化ランクの判定結果に差異は認められず、本システムに十分な判定能力を有していることが確認された。コンピュータ上の画面を図-1に示す。

7. あとがき

今回開発された手法は、デジタルカメラと最新の画像処理技術を応用したシステムであり、橋梁RC床版の維持管理に対して次のような有効性が確認できた。

- ①調査足場が不用で調査時間も短縮されるため点検費用の削減が可能（近接目視点検との比較）
- 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で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、定量的かつ客観的な情報を可視化することができるため、解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取り込む総合的な床版劣化判定を行うことが課題である。

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

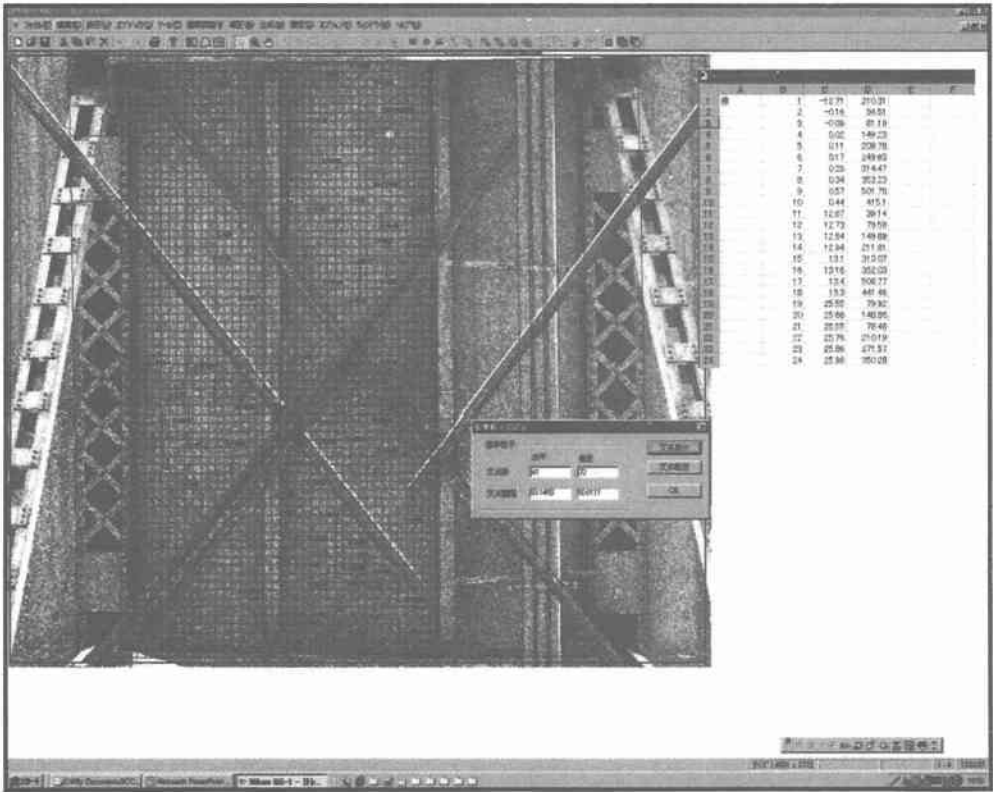


図-1 ひびわれ格子図と格子データ