

デジタル画像による橋梁損傷調査

(株)ニコン技術工房 MB 部^{*1}
 (株)ニコン技術工房 MB 部^{*1}
 (株)構造技術研究所

正会員 外川 勝
 正会員 小出 博
 正会員 中居 誠

1. まえがき

コンクリート構造物の健全度を正しく評価し、精度の高い劣化予測を行うことは、維持管理上必要不可欠である。その為にも各段階における点検の効率化、点検結果の平準化やデータベース化などの見直しが課題となる。

デジタルカメラの高性能化でデジタル画像による損傷調査への関心は非常に高まっているが、依然として近接目視を主体とした点検手法が多く利用されている。

今回、長大橋梁に対しデジタル画像による損傷調査の試み良好な結果を得ることができた。

現場作業が短時間かつ容易あり、目視点検と同等の成果が期待できることから、今後は初期点検や定期点検の有効な手法としても十分期待がもてる。

2. 長大橋下部工調査概要

橋梁延長 約 600m
 最大地上高 約 30m
 撮影枚数 約 2000 枚
 使用レンズ ズームレンズ 2 種 (24-85mm/70-300mm)
 撮影画角 547 万画素デジタルカメラ：約 4m 画角
 274 万画素デジタルカメラ：約 2.5m 画角
 (参考)

幅 10m × 高 30m の橋脚正面撮影

：20～25 枚 / ：60～70 枚

撮影角度 最大 60 度 (平均 45 度以下)

処理時間 約 1 ヶ月半 (現場撮影撮影、画像処理、報告書作成迄)

3. 調査作業

画像処理には、独自開発した画像診断ソフトウェアを用いる。実際の作業は表 1 に示すような手順となる。まず、コンクリート構造物を分割して撮影し、個々の画像に対しレンズ収差やあおり補正を行った後、各画像を合成し全体画像を作成する。その画像上で確認したひび割れや損傷部をトレースし、損傷スケッチ図を作成する。座標情報を画像に設定すれば、トレースした線長や面積が自動で計測され、簡単に集計データが得られる。また、損傷スケッチ図はベクターデータ化されたファイルとして変換できるので、CAD データとして取り扱うことが可能である。

本手法では撮影面積で認識可能なひび割れ幅が決定さ

れる為、調査対象となる最小ひび割れ幅を考慮した部分撮影が要求される。従って、使用するデジタルカメラの画素数から撮影面積を想定することになる。数多くの実橋撮影実験から撮影面積の目安としては、認識したい最小ひび割れ幅に対して、CCD の 1 画素の分解能が約 10 倍以下になるように撮影面積を決定すれば良いことが検証されている。同様に撮影角度（あおり角）による最小ひび割れの認識限界も 45 度までは実験により実証済みである。

上記 2 条件におけるひび割れの関係は以下の図で表すことができる。

表 1 画像処理による作業手順

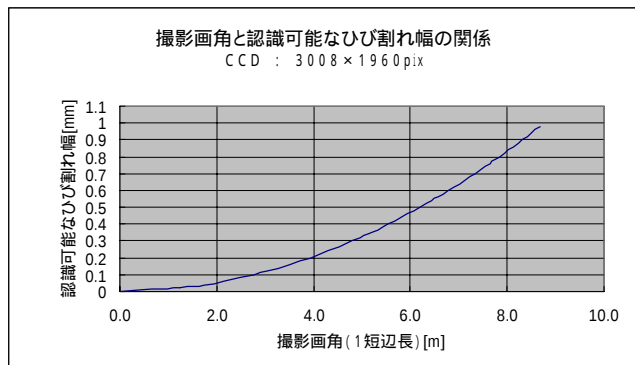
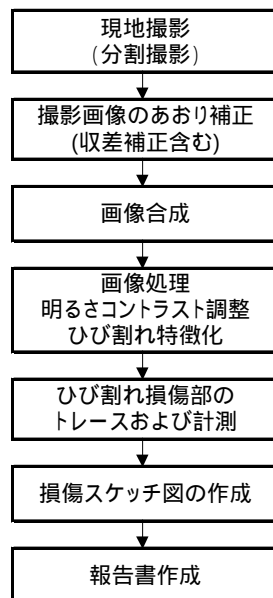


図 1 撮影画角

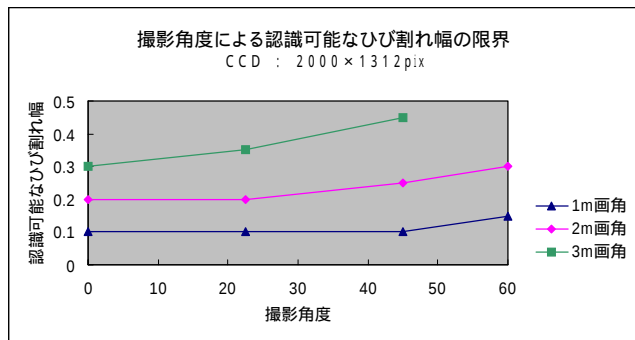


図 2 撮影角度

キーワード：コンクリート構造物、デジタルカメラ、画像処理、ひび割れ、維持管理

^{*1} 〒244-0843 横浜市栄区長尾台町 471

TEL 045-853-8535 FAX 045-853-8539

4. 調査結果

デジタル画像による全橋調査に併せて、従来通りの近接目視によるひび割れ調査を一部の橋脚で行った。図3および4は両手法で作成したひび割れ損傷図である。結果はほぼ一致している。橋脚上部は遠方からの撮影画像ではあるが、近距離からの撮影画像と同等の精度でひび割れの認識ができており、デジタル画像による損傷調査の有効性が確認できた。

デジタル画像による点検手法は、従来の近接目視によるひび割れ点検が不可能な状況下においてはより実地的な手法である。遠隔からの撮影が主な作業である為、足場の架設が不要になるなど工期短縮やコスト面でも非常に効果は大きい。

また、図4のようにデジタル画像による点検は、実際の構造物の画像上にひび割れ等の損傷箇所を重ね合わせて全体を視覚的に捉えられる上、目視点検では曖昧なひび割れの位置や長さをより高い精度で計測できる為、定期点検等で得たデータをもとに確度の高い構造物の劣化予測を可能にする。

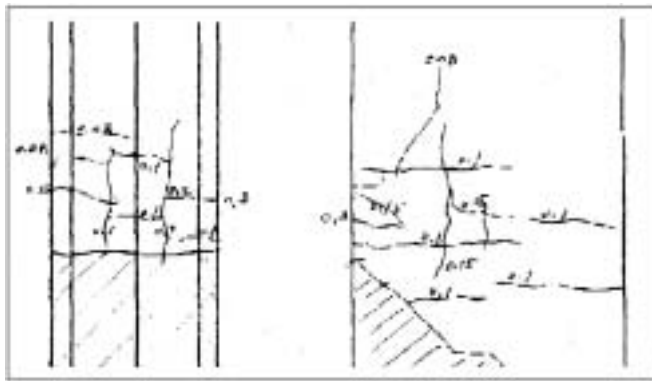


図3 目視による損傷スケッチ図

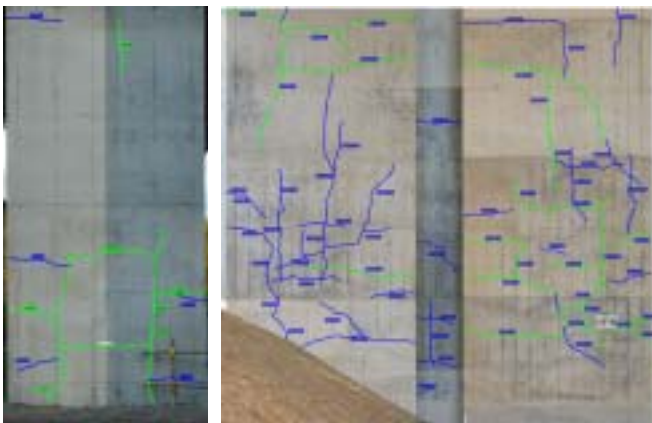


図4 デジタル画像による損傷スケッチ図

デジタル画像による調査結果の良し悪しは、撮影画像で決まると言っても過言ではなく、撮影技術は重要な要素となる。特にピント具合や明るさには注意が必要である。一般的にカメラのオートフォーカス機能はコントラストや輪郭のはっきりしている被写体に対しては効果を発揮するが、画面全体がコンクリート面を撮影するような状況においては、絶対的なものではない。マニュアルでのピントを合わ

せが要求されるケースも多い。しかし、撮影面に補助光源やレーザーマーカー等を照射すれば、オートフォーカスでの撮影も常時可能となる。

完成した合成画像をもとにひび割れを検出する作業は総処理時間の1~2割を占めるに過ぎない。表1 作業手順に示す工程1~4迄の処理時間を短縮すれば作業効率は格段にあがる。従来の画像処理ソフトでは各撮影画像個々に対し、マニュアル操作で工程1~4を実行していた為、枚数が増えるほど処理時間は膨大になってしまっていた。また、個々の画像変換時の誤差により結合枚数が増えるほど合成画像の微調整などのロス時間も無視できなくなっていた。

本調査後、個々の撮影画像に対して既知の4点の座標値を設定することで、4つ工程に渡る作業を一括処理可能となるようにソフトを改良した結果、処理時間を3割程度削減できる迄に至った。

一方、デジタルカメラは高画素化が進み、認識すべき最小ひび割れ幅が同じであれば、撮影枚数は更に少なくなる。言い換えれば、撮影面積が同じでも更に微小なひび割れが認識できることになる。今回、274万画素と548万画素の2種類のカメラにより撮影を行った。幅10m×高30mの橋脚正面を撮影した場合、低画素タイプでは60~70枚もの撮影が必要であったが、高画素タイプでは20~24枚と枚数が半減した。また、CCDの1画素あたりの分解能が同じになるように撮影をした場合、CCD1画素の面積が広いほど画質は良くなる。従って、CCD全面積が等しければ低画素数の少ないほうが画質(S/N比)は良くなる。しかし、コンクリート構造物のひび割れ損傷調査において、現行の一眼レフタイプのカメラに使用されるCCDの大きさであれば画素数の増加は画質劣化を補って余りある効果をもたらす。

5. まとめ

今回の対象構造物のような大規模構造物の点検調査において、遠隔から撮影したデジタル画像を用いた手法の有効性を実証できた。

調査結果はデジタルデータ化される為、情報のデータベース化や構造物総合評価システムの構築などが可能となる。

[参考文献]

- (1)土木学会 2001 年制定コンクリート標準示方書〔維持管理編〕
- (2)佐々木他：デジタル画像による床板劣化判定システム 土木学会第56回年次学術講演会
- (3)川合他：CCD カメラシステムによる橋梁点検技術の検討 土木学会第56回年次学術講演会
- (4)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術の検討 土木学会第55回年次学術講演会