

デジタルカメラ点検システムの開発と検証

西日本高速道路株式会社 正会員 山本泰造
株式会社フジエンジニアリング 正会員 仲田慶正
株式会社フジエンジニアリング 正会員 ○今川雄亮

1. はじめに

高度成長期に構築された構造物の老朽化が進む中、コンクリート道路橋の劣化度を確実に評価することが重要となっている。しかし、これまでの点検では保全点検要領¹⁾に基づき、5年周期の詳細(接近目視)点検にて対応している。そのため、予算や点検員不足等により1構造物に対して時間を割けず構造物の劣化度評価が高精度であるとは言い切れない。そこで、NEXCO 西日本グループでは構造物の劣化度評価の高精度化を目的としてコンクリート橋梁に対してデジタルカメラ点検システムを開発し、実構造物を対象に検証実験を行った。詳細点検において橋梁点検車を要する50m高さの橋梁においてもデジタル写真の合成による展開画像により0.2mm幅程度のひび割れを検出できることを確認した。

2. デジタルカメラ点検システム

①撮影方法 今回開発したデジタルカメラ点検システム(Automatic Crack Inspection Management Assist system :Auto CIMA)は、図-1に示す電動雲台付のデジタルカメラをPCで自動操作することで、撮影仰角45°以内のコンクリート面を正対画像として撮影できる。1回の撮影範囲は、長辺±45°短辺±30°で撮影距離にて寸法が異なる。PC上で撮影範囲と撮影精度(0.5mm/画素)を設定することで図-2に示す撮影計画(撮影画角と方向)を自動設定する。これにより、撮影時の誤計測を可能な限り排除している。撮影時間は、352m²(64×5.5m)のコンクリート箱桁下面で28分程度(撮影枚数266枚)であった。



図-1 Auto CIMA 撮影機材

②画像貼り合わせ 自動撮影した画像は、撮影直後の簡易貼り合わせ(処理時間2分程度)によって撮影状態が確認できる(図-3(a))。電線等の障害物により自動撮影でピントが合わない画像は、手動撮影で撮り直すことができる。簡易貼り合わせでは、色むらの存在や貼り合わせ精度が悪く、撮影対象を1枚画像として認識し難い。そこで、撮影した各画像を画像処理にて高精度貼り合わせを行った結果が図-3(b)である。この高精度貼り合わせは、266枚の画像で15分程度を要するため、撮影直後に行わず室内作業にて実施する。高精度貼り合せ完了画像は64×5.5mの寸法で約14億画素の1枚画像となる。

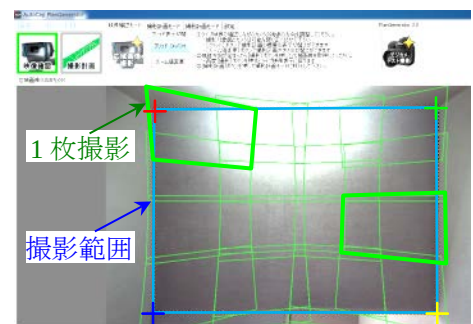
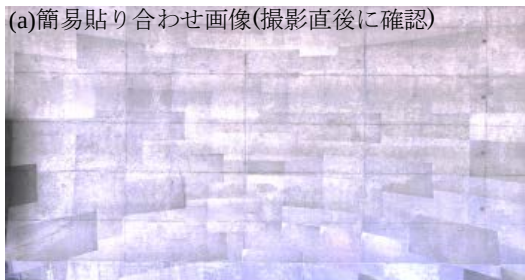


図-2 自動撮影計画

(a)簡易貼り合わせ画像(撮影直後に確認)



(b)高精度貼り合わせ画像(室内作業時等にて確認)

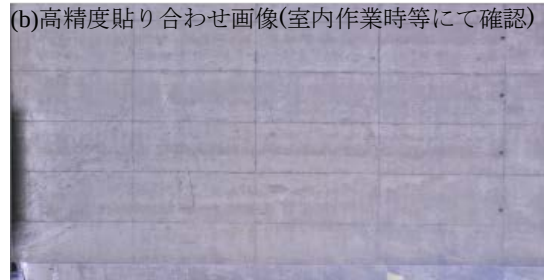


図-3 自動貼り合わせ画像

キーワード デジタル画像点検, 画像処理, コンクリート構造物, ひび割れ検出

連絡先 〒532-0002 大阪市淀川区東三国5-5-28 (株)フジエンジニアリング TEL06-6350-6132

③ひび割れ自動検出 コンクリート面撮影画像のひび割れ自動検出は、ひび割れは“線状に連続している”として検出するアルゴリズム(ラインマッチング)を採用している。一般的に画像処理に採用されている二値化および輪郭検出と比較してコンクリート表面の豆板や汚れを極力排除し、図-4に示すようにひび割れ検出に特化させている。ひび割れ自動検出は、撮影精度を 0.5mm/画素としており、ひび割れ検出精度を 2/5 画素程度としているため、0.2mm 幅を認識できる。(デジタル画像でのコンクリート表面のひび割れ認識は、照度が十分確保できていれば、撮影画素の 1/10 程度までは PC 画面上で確認できる²⁾。)

3. ひび割れ自動検出検証

当該システムにて橋梁床版下面を撮影すると同時に高所作業点検車を用いて近接目視点検を実施し、ひび割れ自動検出精度の検証を行った。0.5mm/画素の撮影精度では図-5に示すように 0.2mm 幅以上のひび割れについては、80%程度ひび割れが検出できていることがわかる。接近目視にて確認したひび割れは最大幅で分類するが、ひび割れ自動検出では、ひび割れ各部でのひび割れ幅を評価するため、0.2mm 幅未満はひび割れとして認識できない場合がある。そのため、接近目視よりもひび割れ延長が短くなっている。ただし、撮影画像を拡大して確認すると、0.2mm 幅未満のひび割れも確認できる。つまり、当該システムでは現地での悪環境でひび割れ評価を行う近接目視と同程度の点検が、室内環境で実施できることになる。

4. 今後の課題

デジタル画像に基づく構造物点検は、ひび割れのみでなく漏水やエフロッセンス等の目視にて確認できる損傷しか記録することができない。そのため、打音点検による剥落事故への事前対応ができないことが課題として挙げられる。これについては、赤外線調査と融合させることで、より接近点検に近づけることができる。また、高精細なデジタル画像を採用するため、3～10 億画素/枚程度の画像を扱うことになる。そのため、膨大なデータの適切な蓄積方法と演算処理速度および画像表示速度の改善に起因するハードウェアの整備、撮影時期の異なる画像より経年変化を評価する画像差分技術の開発を実施していかなければならない。

5. おわりに

デジタル画像点検によりコンクリート構造物を評価する技術は、NEXCO 西日本においてスタートしたばかりであり、今後もデータを蓄積していかなければならない。そのためにも、課題の一つひとつを解決していき、高精度で安全な構造物点検を高精細画像にて実現していくために、さらなる高精度化、効率化を目指して開発を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 保全点検要領(構造物編), 株式会社高速道路総合技術研究所, 2012.4
- 2) コンクリート診断技術'13 基礎編, 公益社団法人日本コンクリート工学会, pp91～94, 2013.2

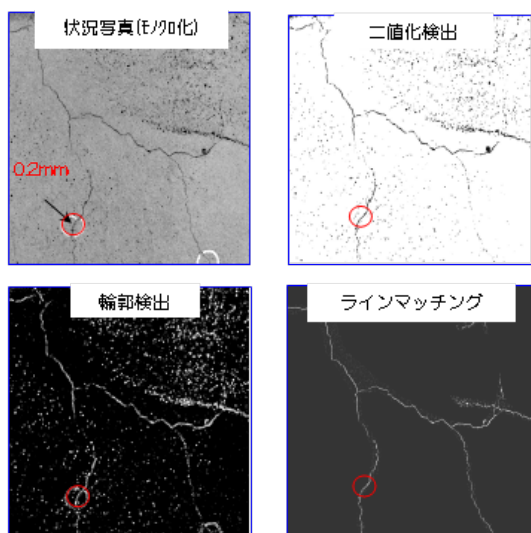


図-4 ひび割れ自動検出方法の比較

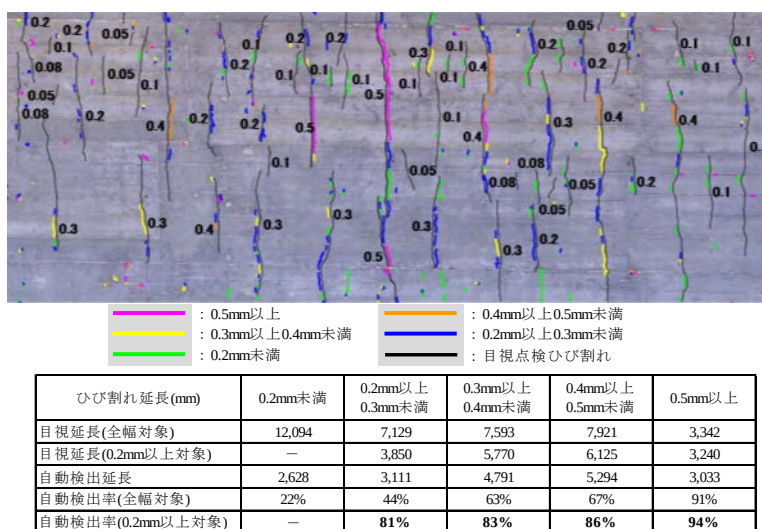


図-5 ひび割れ自動検出結果の検証