高性能カメラによる撮影画像の RC 床版の維持管理への適用に関する一検討

㈱ニューブリッジ　正会員　○加藤　　修
金沢工業大学　正会員　　田中　泰司
NPO 法人　道路の安全性向上協議会　正会員　　大田　孝二

１．はじめに

現在内閣府にて戦略的イノベーション創造プログラム(通称 SIP)が進行中である．本報告は SIP のプロジェクトの一つである，コンクリートのひび割れ画像撮影に関して報告するものである．本プロジェクトでは，今後の研究開発向けに高品質な損傷画像データベースを提供することを目的としている．本稿ではこの目的を達成するための第一歩として，高性能なカメラでコンクリートのひび割れを遠方より撮影する際の要件を取得することを目標とした．画像の用途が研究開発用であるため，検出するひび割れ幅の目標値は 0.1 ㎜に設定した．

２．使用機材

土木構造物という大きな対象を撮影し，かつひび割れのような細かな損傷を捉えるためには，大きな画素数の写真が撮影できることが求められる．そこで，この要件を満たす高性能カメラを２種類選定した．カメラの性能を表-1 に，カメラの外観を写真-1～2 に示す．撮影に先立ちメーカーヒアリングを行ったところ，0.1 ㎜のひび割れ幅を撮影するためには 0.3 ㎜/pixel 程度以上の解像度が必要であるとの回答が得られた．そこで，この解像度を目安として撮影計画を立案した．

表-1　使用したカメラの性能

	高性能カメラA	高性能カメラB
画素数	1 億画素	92万画素
写真サイズ	11600 x 8700 pixel	1280 x 720 pixel
倍率	レンズサイズにより調整	最大 光学30倍
操作方法	PCもしくは直接	タブレット
その他	撮影後色合いの調整可	範囲内を自動撮影

写真-1　高性能カメラ A

①高性能カメラ A：精緻な写真を広範囲で撮影可能である．0.3 ㎜/pixel 程度以上の解像度とするためには，カメラから撮影対象までの距離が 5m 程度の場合，80 ㎜レンズを使用するが，レンズのサイズを大きくすることにより，撮影距離をさらに伸ばすことが可能である．カメラはノートパソコンに接続することによって，ピント調節以外の操作は基本的にノートパソコンにて行う．パン・チルト機能はないので，次の撮影を行う際には，カメラを直接移動させる必要がある．

写真-2 高性能カメラ B

②高性能カメラ B：一度に撮影できる範囲が狭く，高性能カメラ A と比較すると写真一枚当たりの撮影範囲は 1/100 程度となる．0.3 ㎜/pixel 程度以上の解像度とするためには，カメラから撮影対象までの距離が 10m 程度の場合，上限である光学 30 倍のズームを使用する．カメラはタブレット PC に接続し，カメラ本体の操作はすべてこのタブレット上で行う．パン・チルト機能を有し，所定の範囲を自動で連続撮影する機能を有しているため，カメラの可動範囲内であれば撮影は１回で終えることができる．また，タブレットの画面上にクラックスケールやメジャーを表示する機能を有しているため，撮影したひび割れの幅や長さをその場で確認することができる．

３．撮影結果

床版裏面の撮影に先立ち，２種類の高性能カメラを用いて 0.1 ㎜幅のひび割れを撮影できることを検証する目的で，橋脚に生じているひび割れを撮影したものを写真-3～4 に示す．これは，クラックメジャーを張り付けた橋脚から，約 6.0m の位置に２種類の高性能カメラを並べて撮影したものである．高性能カメラ A での撮

キーワード　高性能カメラ，RC 床版，ひび割れ，維持管理
連絡先　〒103-0013　東京都中央区日本橋人形町 3-7-10　㈱ニューブリッジ　TEL:03-3668-1741

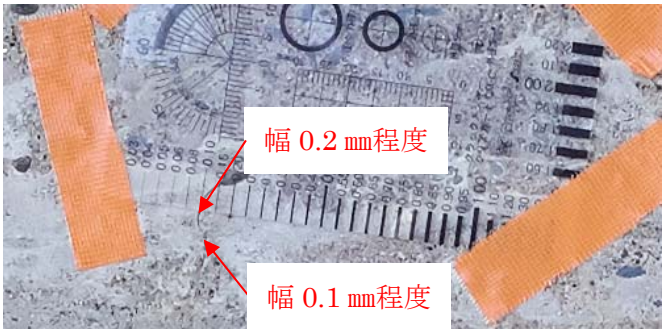

写真-3　高性能カメラ A による写真

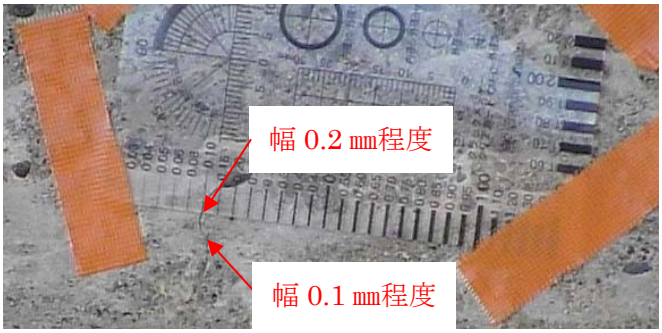

写真-4　高性能カメラ B による写真

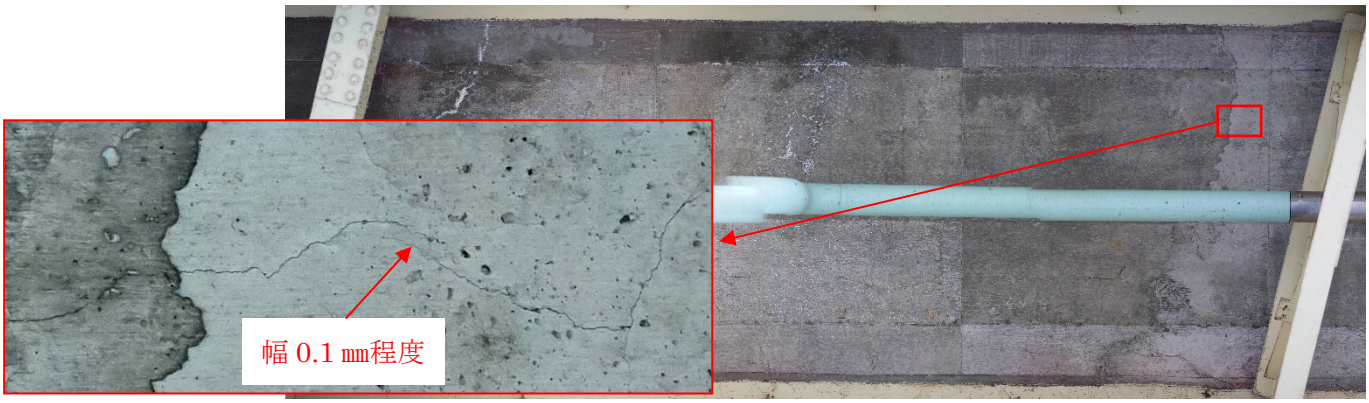

写真-5　高性能カメラ A によって撮影した床版下面の写真

影にあたっては，110 ㎜レンズ(0.25mm/pixel)を使用した．高性能カメラ B での撮影にあたっては光学 30 倍の倍率(0.19mm/pixel)で撮影している．クラックメジャーが示す 0.1 ㎜上にあるひび割れ幅は，0.2 ㎜程度となっているが，そこから下方向に伸びているひび割れ幅は 0.1 ㎜程度以下であることを現場で確認している．これにより，高性能カメラ A，B ともに遠方からの撮影で，0.3mm/pixel 程度以上の解像度があれば， 0.1 ㎜幅のひび割れを撮影可能なことを確認した．

高性能カメラ A を用いて実橋にて床版裏面を数分割して撮影し，1 パネル分(主桁間隔 x 横桁間隔)に合成したものを写真-5 に示す．拡大写真は，該当部分をズームした写真である．床版までの距離がおおよそ 6.0m であったため，110 ㎜レンズを使用した．従って，撮影条件(0.25mm/pixel)は写真-3 と一致している．写真-5 に示すひび割れ幅は，クラックスケール等により直接確認してはいないものの，写真-3 と同じ倍率となるよう写真を引き伸ばしてひびわれた部分を比較したところ，同程度のひび割れが確認できた．床版裏面は暗所であるものの，今回用いたカメラの性能があれば，0.1mm 幅程度のひび割れが十分に撮影可能であるといえる．

以上により，0.1 ㎜幅のひび割れを写真に収めるためには 0.3mm/pixel 程度以上の解像度と暗所でも撮影が可能な性能の 2 点がカメラに対する要件として挙げられる．この解像度は，1.0m x 1.0m の範囲を撮影した時，3350pixel x 3350pixel(約 1120 万画素)程度以上の画素数となる．

４．まとめ

今回２種類のカメラを用いて撮影を実施した結果，高性能カメラ A，B 共に，0.3 ㎜/pixel 程度以上の解像度であれば，0.1 ㎜幅のひび割れを遠方から撮影された写真の上で検出できることを確認した．また，1.0 ㎡あたり 1120 万画素程度以上あれば，0.1 ㎜幅のひび割れを写真に収めることが可能であることを確認した．今後，この方法で撮影した画像を元にコンクリートのひび割れを自動で検出できる技術(例えば AI 等)を開発することによって，RC 床版の維持管理の効率化を図ることができると考えている．

５．謝辞

本報は，SIP の実装プロジェクトの一部をご報告させて頂いたものになります．本報告をするにあたり，プロジェクトの関係者様．また，高性能カメラを提供して頂きましたカメラメーカー様にお礼申し上げます．