

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

(株)ニコン技術工房 MB部*
(株)構造技術研究所**
三菱重工工事(株)技術本部***
菱明技研(株)****

正会員 外川 勝
正会員 中居 誠
山本 利生
正会員 梶本 勝也

1. まえがき

インフラストラクチャの安全性への関心が、新世紀を目前に控え急速に高まり、その中でもコンクリート構造物の維持管理は一層重要度を増している。しかしながら、コンクリート構造物の点検・診断のひび割れ点検業務では依然として目視に頼る事が多く、構造物の周辺環境によっては作業事態に支障をきたす例も少なくない。

ここ数年、デジタルカメラの高画素化及び高精細化が急速に進む背景をもとに、高精細デジタル画像によるひび割れ診断への移行の可能性を検討してきた結果として、画像処理ソフトを開発するに至った。そこで、デジタルカメラと画像処理ソフトのシステムを実橋のコンクリート床版及び橋脚等の点検・診断に利用し、撮影角度によるひび割れの認識の限界を評価するとともに、従来の手法（目視点検）との比較を行なった。

2. 実験概要

デジタルカメラの撮影画像による点検・診断では 遠隔からの作業が可能 ある角度から撮影した画像を正対画像へとあおることが可能等の利点があり、この2点に着目しその実用性を評価する。コンクリート構造物の供用中のひび割れは0.2mm以上のひび割れを損傷とする場合が多い。このひび割れは対象物直前から目視しない限り認識が困難で、遠隔からの視認性は極めて低い。200万画素程度の高感度一眼レフデジタルカメラと画像処理ソフトの組合せにより、約2m画角でコンクリート表面を撮影した場合、0.2mmのひび割れをモニタ上で認識できることが過去の実験より得られている。現場においては、必ずしも良好な撮影条件が得られるわけではなく、対象物に正対して撮影できる条件は極めて限られてしまう。この為、ある程度の撮影角度（あおり角）を持って撮影せざるを得ない。従って、認識できるひび割れ幅と撮影角度との関係を明らかにすることは本システムの実用性を評価する上で重要な要素となり得る。

本報では 0.2mmひび割れを認識できる撮影角度の限界、撮影角度による認識できるひび割れ幅の限界、従来手法（目視、チョーキング）との比較を行い、その結果を報告する。

3. 実験方法

あらかじめ認識しているひび割れ幅を持つ対象物を図1にしたがい、撮影角度 θ を0度（正面）、22.5度、45度、60度の各角度で、また画角サイズLを約1m画角、約2m画角、約3m画角の各サイズで撮影する。撮影に使用するデジタルカメラの仕様、設定及び撮影条件は以下とする。

- ・デジタルカメラ：約270万画素
- ・ISO感度800
- ・35～80mmズームレンズ
- ・撮影条件：晴天、自然光

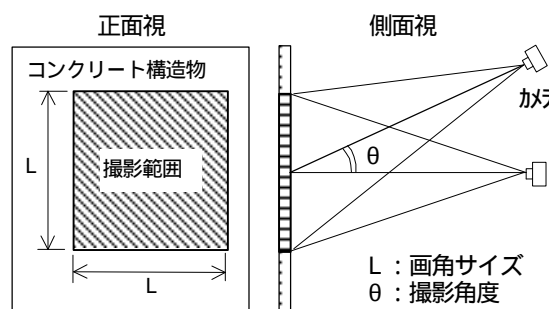


図1 対象物撮影方法

各組み合わせ条件で撮影した画像を画像処理ソフトにより2

次元の正対画像に変換し、微分処理にてひび割れを抽出する。得られた画像をモニタ上にて比較認識を行なう。

4. 結果

図2は0度、45度、60度の撮影角度 θ からコンクリート壁面を約2m画角で撮影した画像を画像処理ソフト

キーワード：コンクリート構造物、ひび割れ、デジタルカメラ、デジタル画像、画像処理ソフト

*	〒244-0843 横浜市栄区長尾台町 471	TEL 045-853-8535	FAX 045-853-8484
**	〒183-0021 東京都府中市片町 2-15-7	TEL 0423-66-7578	FAX 0423-66-5643
***	〒108-0014 東京都港区芝 5-34-6	TEL 03-3451-4980	FAX 03-3451-4293
****	〒733-8553 広島市西区観音新町 4-6-22	TEL 082-294-2336	FAX 082-294-7422

トでまず正対画像へとあおり、特徴抽出処理後、ひび割れ部をズームアップしたものである。また、表 1 に撮影画角をパラメータとし、撮影角度におけるひび割れ幅の認識結果をまとめた。1024×768 Trueカラーのモニタ上では、0.2mmのひび割れに対し2m画角の撮影で、撮影角度 $\theta = 45$ 度までは認識ができたが、限界に近いようである。1m画角の撮影では、撮影角度 $\theta = 60$ 度でも十分に認識可能であった。ひび割れ幅0.1mmでは、1m画角の撮影で撮影角度 $\theta = 45$ 度でも認識できる結果を得た。また、3m画角で撮影の場合、0.3mmが撮影角度 $\theta = 22.5$ 度、0.4mmが $\theta = 45$ 度まで認識できた。

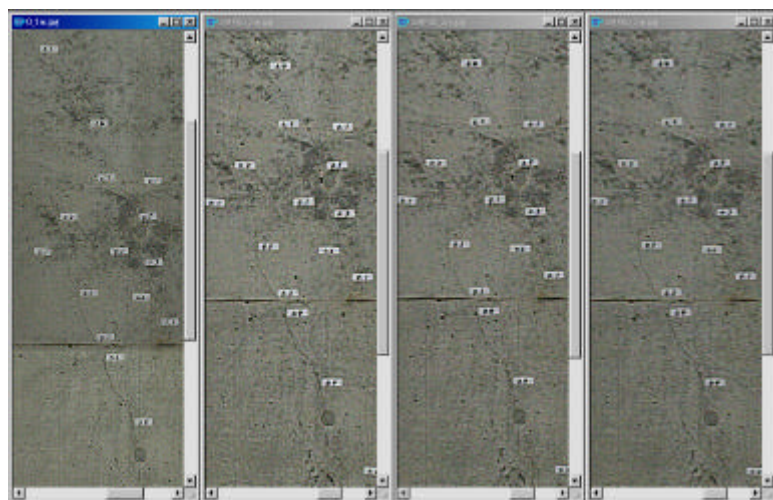


図2 各撮影角度による撮影画像

表 1 撮影角度によるひび割れ認識幅の限界

撮影角度	ひび割れ幅			
	0.1mm	0.2mm	0.3mm	0.4mm
0	○	○	○	○
22.5	○	○	○	○
45	○	○	○	○
60		○	○	○

撮影角度	ひび割れ幅			
	0.1mm	0.2mm	0.3mm	0.4mm
0	×	○	○	○
22.5	×	○	○	○
45	×		○	○
60	×	×	○	○

○：認識可能 ：何とか認識できる
×：認識不可

撮影角度が大きくなる程、ひび割れの見かけ上の幅が狭くなる。レンズの被写界深度による影響で、撮影画面の手前側と後ろ側でピントのズレが生じ認識性が悪化する為、撮影状況に応じて撮影画角を狭めることがひび割れを認識する上においては効果的である。これらの条件を考慮しても極端に撮影条件(天候、対象物表面状態、ピント等)が悪くなければ、2m画角の撮影により0.2mm程度のひび割れが認識できると判断する。

図3右画像は、実際の橋梁現場で0.2mmのひび割れに対しチョーキングした橋脚部を正面より撮影した画像である。左図は正面の木を避け約45度の撮影角度で左右より約1.5m画角で撮影した画像を個々にあおりを行なった後合成し、画像処理ソフトによりひび割れをトレースした画像である。チョーキング内容と画像からの診断がほぼ一致しており、デジタル画像による診断の有効性を証明できる結果が得られた。

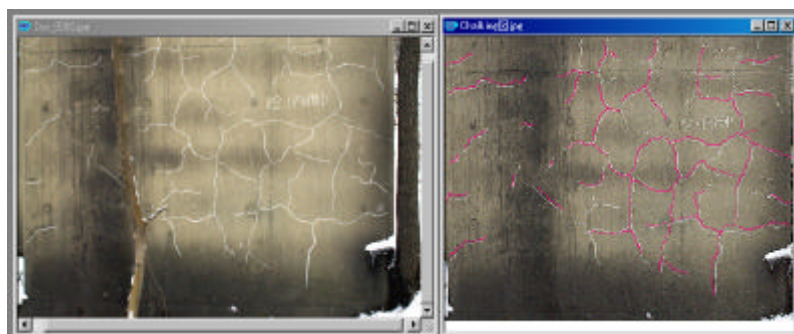


図3 チョーキングとの比較

5. まとめ

カメラ撮影は撮影時の様々な条件(周囲環境)による影響を無視することはできない。今回は撮影条件のうちの撮影角度に着目し実験を行ない、コンクリート構造物劣化診断の一つの要素としてのひび割れ認識において実用性の確証を得ることができた。また画像処理ソフトのあおり機能を用い、本実験結果を考慮して撮影角度を効果的に選ぶことで、不要な障害物を排除した画像で0.2mmのひび割れを認識できる。

デジタル画像による診断の実用性を高める為には、様々な使用環境における撮影条件を提供するためのデータと論理的な裏付けの蓄積がひとつの課題となる。

参考文献

- (1) 岡他：CCDカメラを用いたコンクリート床版ひび割れに関する実橋試験 土木学会第54回年次学術講演会
- (2) 小出他：デジタルスチル画像によるコンクリート床版ひび割れ認識の研究 土木学会第54回年次学術講演会