

可視画像法によるコンクリート構造物の ひび割れ検出精度の向上法に関する研究

日大生産工(学部) ○矢部 絢子 (株)保全工学研究所 中山 聡子
日大生産工 渡部 正

1 はじめに

コンクリート構造物の劣化が進行した段階では、コンクリート表面にひび割れ等の変状が現れることが多いため、目視観察やクラックスケールなどを用いて調査することが多い。

近年では、目視点検に加え、デジタルカメラが用いられるようになってきている。デジタルカメラを使用したひび割れ調査手法は、ひび割れ部分の撮影を行い、画像解析ソフトによりデータ処理することでひび割れを抽出する手法であり、現地での作業時間の短縮、デジタルデータによる客観的な調査結果の出力を行う事が可能である¹⁾。

本報告では、デジタルカメラ撮影条件のうち、ISO感度に着目し、ひび割れを導入した鉄筋コンクリート試験体を用い、撮影条件がひび割れの抽出精度に及ぼす影響について検討を行った。

2 実験方法および解析原理

(1) 撮影方法

対象とした試験体は、高さ1200mm、幅930mmであり、試験体の中央を油圧式のジャッキによって載荷し、ひび割れを発生させたものである。試験体の状況を写真-1に、ひび割れの発生状況は写真-2に示すとおりであり、最大0.6mmである。

(2) 使用機器

使用したデジタルカメラは、表-1に示す市場に普及している一眼レフタイプのデジタルカメラである。

(3) 撮影条件

ひび割れの撮影は、ISO感度100, 200, 400, 800, 1600, 3200, 6400の7種類(高速撮影連続30秒)とし、撮影幅3100mm(0.60mm/pix)、距離5m、F値8.0、として試験体正面より照度が約7000lxの時間帯に行った。

(4) 解析の原理

可視画像からのひび割れ検出は、画像をグレースケール(256色)に変換し、ひび割れ幅・長さを抽出する。グレースケール(256色)とすることで、コンクリート表面の色調差や汚れによる影響を受けにくい。画像解析には、ひび割れソフト「Kuraves-Actis」を使用した。このソフトは、ひび割れと認識した画素がひび割れを5～15画素の範囲で抽出し、幅はその平均値とし算出してベクトル描画を行うものである。

3 実験結果

(1) ISO 感度による影響

図-1 に ISO 感度とひび割れ長さ・面積の関係を示す。ひび割れ面積は、ひび割れ長さに

表-1 カメラの仕様

メーカー・型番	Canon Eos 60D
有効画素数	1,800万画素
撮影画素数	5,184 × 3,456画素
撮影素子	22.3 × 14.8mm CMOSセンサ
撮影感度	ISO感度100～6400
ファイル形式	JPEG



写真-1 試験体



写真-2 ひび割れの発生状況

凡例 ー対象としたひび割れ 黒線その他のひび割れ

A study on the improvement of detection crack in concrete structures by visible imaging

Ayako YABE, Satoko NAKAYAMA and Tadashi WATANABE

ひび割れ幅を乗じた値である（以後ひび割れ面積と称す）。ISO 感度 100 の条件時にひび割れ長さ及び面積は $954 \text{ mm} \cdot 301 \text{ mm}^2$ 、200 では $945 \text{ mm} \cdot 304 \text{ mm}^2$ 、400 では $921 \text{ mm} \cdot 304 \text{ mm}^2$ 、800 では $971 \text{ mm} \cdot 312 \text{ mm}^2$ であった。

ひび割れ長さの最大値と最小値の差は約 5%，ひび割れ面積は、約 3%の差であり変化がほとんどない。これに対して、ISO の値が 1600 以上となると、ひび割れ長さ・面積は ISO 感度 1600 では $872 \text{ mm} \cdot 250 \text{ mm}^2$ 、3200 では $824 \text{ mm} \cdot 239 \text{ mm}^2$ 、6400 では $794 \text{ mm} \cdot 223 \text{ mm}^2$ と徐々に減少していく傾向があり、最も値の小さい ISO6400 は、ISO100 と比較してひび割れ長さは 17%，面積は 26%減少していた。

ISO 感度は、デジタルカメラの受光量の大小を表す数値のことであり、暗所でも ISO 感度の数値を大きくすることで明るい画像を撮影することが可能である。ただし、数値が大きい条件では、感度が高くなるために、ノイズが撮影される画素が多くなるため、ひび割れ検出精度が低下したものとする。

以上の結果から、本報告で使用した試験体のひび割れ抽出には、ISO 感度は 100～800 がより適していると考えられる。

(2) 積算枚数による影響

照度が低い橋梁等の下での撮影を想定し、ISO 感度を大きくしたときのひび割れ検出精度を向上する方法として、写真を複数枚撮影し、複数画像を積算処理により 1 枚に合成することによりノイズが減少し、ひび割れ面積・長さの検出精度が向上するのではないかと考え、Photoshop で画像積分をしたのちに解析を行った。

図-2 に ISO 感度 6400 の画像積算枚数と、ひび割れ面積・長さとの関係を示す。ひび割れ長さ・面積は積算枚数 1 枚では $794 \text{ mm} \cdot 223 \text{ mm}^2$ 、50 枚では $837 \text{ mm} \cdot 233 \text{ mm}^2$ 、100 枚では $770 \text{ mm} \cdot 234 \text{ mm}^2$ であった。ひび割れ長さの最大値と最小値の差は 8%，面積では 16%であり、積算枚数の多少による傾向が認められないため、積算枚数ではひび割れ面積・長さの検出精度は改善されないと考えられる。

写真-3(1)(2)(3)に ISO100（積算なし）、ISO6400（積算なし）、ISO6400（100 枚積算）を示す。ISO6400（積算なし）は、ISO100（積算なし）に比べノイズが多く見られるが、ISO6400（100 枚積算）ではノイズが減り画像が明瞭になっていることがわかる。このこと

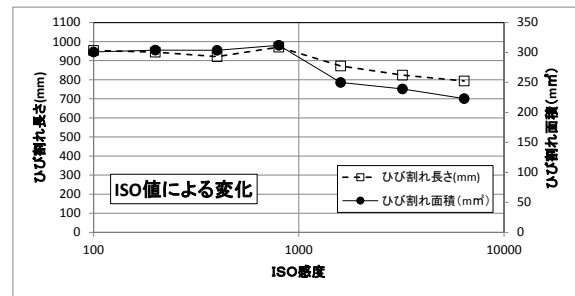


図-1 ISO 感度とひび割れ長さ・面積の関係

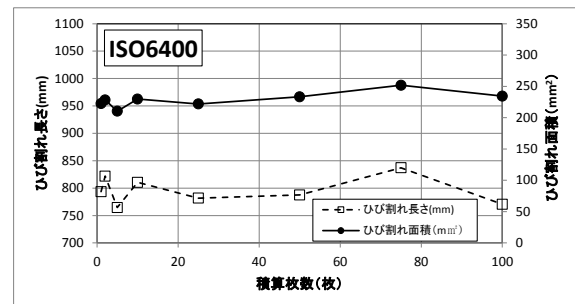


図-2 積算枚数とひび割れ長さ・面積の関係



(1) ISO100 (2) ISO6400 (3) ISO6400
(積算なし) (積算なし) (100枚積算)

写真-3 使用画像（拡大）

より、コントラスト補正等の処理を行うことにより、検出精度が向上する可能性が考えられる。

4 まとめ

本報告では、ひび割れ抽出には ISO 感度 100～800 が適していると考えられる。今回提案した、画像を積算する方法では、写真上のノイズが減り画像は明瞭になったが、検出精度の改善は見られなかった。これは、コントラストの不足によると考えられる。コントラスト補正等の処理を再度行うことで検出精度が向上する可能性が示唆され、引き続き検討中である。

「参考文献」

- 1) 中山聡子・渡部正・江畑美和：可視画像法の撮影条件がひび割れ検出精度に及ぼす影響，土木学会第 69 回年次学術講演会，平成 26 年