

照明の陰影を利用したコンクリートひび割れの連続検出手法に関する研究

日本大学 正会員 高橋 邦輝

日本大学 正会員 佐田 達典

日本大学 正会員 石坂 哲宏

三井住友建設 正会員 塩崎 正人

1. はじめに

コンクリート構造物のひび割れは、美観が損なわれるだけでなく内部の鉄筋の腐食を促進するなど、土木構造物の機能や耐久性に支障をきたし、剥離・剥落・落下するなどの恐れがある。ひび割れは事故に繋がる原因となる可能性もあることから、正確なひび割れの検出手法が求められているが、現状では目視で行われている。著者らはこれまで、目視に代わる手段としてデジタルカメラを用いてひび割れを検出する方法を提案し¹⁾、有効性を確かめてきた。しかし、デジタルカメラを設置するのに時間を要することや構造物の汚れをひび割れと誤認識してしまう課題があった。

そこで本研究では撮影機材が動いた状態でひび割れを連続的に検出することを想定し、デジタルカメラに代わり動いた状態でも鮮明に撮影することが可能な CCD カメラを用いて、構造物の汚れに左右されない正確なひび割れ検出法を提案することを目的とする。

2. CCD カメラを用いたひび割れ検出原理

本手法は、図-1 に示すようにひび割れや段差部分にライトを照射し、その部分に生じる影を撮影することでひび割れと段差の有無を判断する手法である。

撮影した画像のままでは、影の有無を判断することは難しい。そこで、画像の二値化を行い、黒と白の二色で表す画像処理を施す。この二値化を行うことで図-2 に示すようにライトを当てられた供試体の面は白くなり、段差、ひび割れ部分の影のみが黒くなるので画像上でひび割れ、段差の有無を判断することができる。

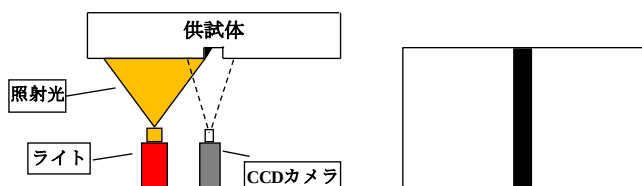


図-1 検出原理図

図-2 二値化画像

3. 実験と画像の解析

(1) 実験目的

撮影機材などを動かした状態で供試体に生じたひび割れを CCD カメラから検出することが可能か検証を行った。

(2) 実験方法

実験は、供試体から 1.0m 離れた個所にレールを敷きその上に撮影機材などを乗せた台車を設置する。次に、CCD カメラの連続撮影を開始して、台車を供試体の前を通過させ、図-3 のようにひび割れに出た影を CCD カメラで撮影する。予備実験では、CCD カメラのシャッタースピードを固定したために撮影した画像がぶれてしまった。本実験ではシャッタースピードの変更できる CCD カメラを用いてシャッタースピードやライト、CCD カメラなどの位置関係を変更させながら実験を行った。

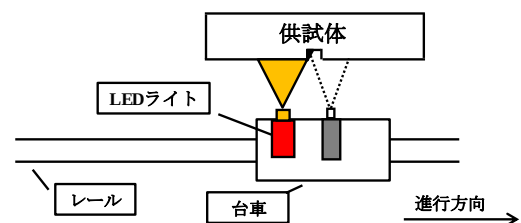


図-3 実験状況図

本研究では図-4 と図-5 に示す位置関係で CCD カメラとライトを設置して実験を行った。

設置条件 1 は、供試体に正対したライトをカメラの後方 13cm に設置し、供試体を撮影する。設置条件 2 は、カメラの横から 52cm の位置にライトを供試体に向けて斜めに照射するように設置し、供試体を撮影する。

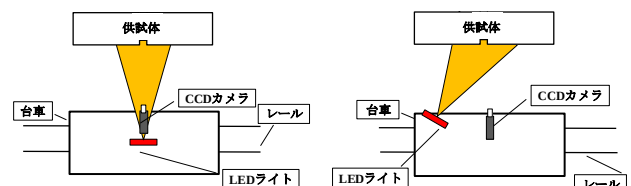


図-4 設置条件 1

図-5 設置条件 2

キーワード ひび割れ、陰影、移動計測、CCD カメラ、二値化処理

連絡先 〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 日本大学理工学部社会交通工学科 TEL 047-469-8147

(3) 使用機材

140 万画素の CCD カメラ (写真-1) と LED ライト (写真-2) を用い、供試体のひび割れ (写真-3) を画像上から検出する。なお、供試体にあるひび割れの幅は 0.38mm のものを用いた。撮影機材、LED ライトなどを乗せた台車を写真-4 に示す。



写真-1 CCD カメラ

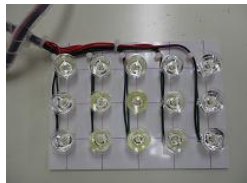


写真-2 LED ライト



写真-3 ひび割れ幅



写真-4 台車

(4) 解析方法

撮影した画像は、二値化ソフトを用いて解析を行った。二値化をする際には、供試体から必要な部分のみトリミングし、目視で輝度値を変化させ解析を行った。

4. 実験結果と考察

(1) ライトを正対させた場合 (設置条件1)

シャッタースピードの値 (ms) が大きくなるほど図-6 のように画像全体が白くなり、7.5ms、10ms 時では、ひび割れを検出することはできなかった。図-7 は、シャッタースピードが 2.5ms と 5.0ms 時の画像を二値化した画像であるが、ひび割れを検出することができたものの汚れ等の部分も検出された。

(2) ライトを斜めから照射した場合 (設置条件2)

図-8 は、二値化前の画像と目視で二値化した画像である。目視で算出した輝度値は 200 である。図-6 と図-8 で比較するとシャッタースピードが同じ 10ms 時でもライトの位置などを変化させたことで撮影された画像に違いが出た。ライトの設置位置を考慮してシャッタースピードを設定することが重要になる。

本解析法において、ひび割れを検出する際にマジックの文字(数字の4、図中の○部分)と一緒に検出されてしまい、マジックの文字がひび割れと判断されてしまう可能性がある。そこで設置条件2でひび割れとマジックの文字に最も光源があたっている場合の2枚の画像を二値化処理した。その結果、図-9 のようにひび割れは検出されマジックの文字は検出されなかった。

斜めからライトを照射したことでひび割れ部分の影がライトを正対した場合より濃くなったためにひび割れだけを検出し、マジックの文字は検出されなかった。

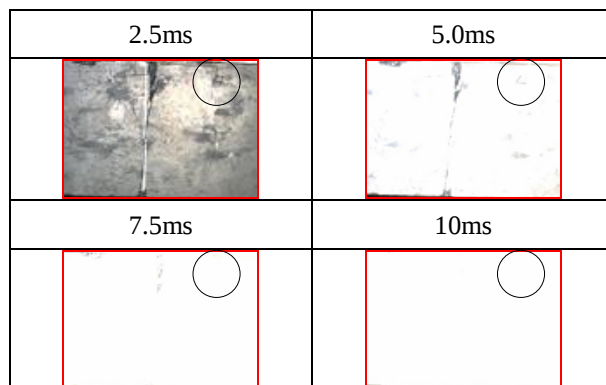


図-6 シャッタースピードごとの撮影した画像

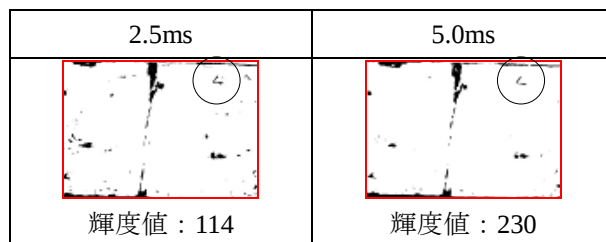


図-7 シャッタースピードごとの二値化画像



図-8 設置条件2で撮影した画像と二値化画像

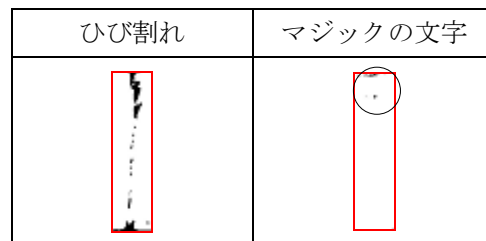


図-9 ひび割れとマジックの文字の二値化画像

5. おわりに

本研究では、LED ライトと CCD カメラを使用することで、撮影機材などが動いた状態でも画像上からひび割れを検出できることを明らかにした。また、機材の位置関係、撮影条件、画像処理の方法を調節することによりコンクリート表面の汚れ等を除去でき、ひび割れのみを抽出できることを示した。今後はさらに実験を重ねて最適な撮影条件を明らかにする予定である。

参考文献

- 1) 塩崎正人ら：照明による陰影を利用した変状抽出手法に関する研究，土木情報利用技術論文集 Vol.19，pp.239-244，2010 年 10 月