

(45) 照明を利用した変状抽出手法に関する研究

Study to detect deterioration using a floodlight

塩崎正人¹・菊地典明²・前川了重³・益山茂樹⁴・石坂哲宏⁵・佐田達典⁶

Masando Shiozaki, Noriaki Kikuchi, Norishige Maekawa, Shigeki Masuyama, Tetsuhiro Ishizaka and Tatsunori Sada

抄録：今般，既設構造物の劣化度調査が行われる際，従来の近接目視点検・接触式計測と並行して，デジタルカメラ・デジタルビデオカメラを利用した画像計測手法が用いられている．コンクリート表面の変状を調査する場合は，投光器を用いることで段差・ひび割れの抽出を容易にしている．一方で，画像計測では段差・ひび割れといった変状と，汚れ等を選別することが困難であるため，変状抽出には経験者による確認が必要である．筆者らはこの選別に関して照明と色空間を用いた選別手法について研究を進めており，以下にその成果を報告する．

キーワード：デジタル画像，LED照明，変状抽出，画像処理，色空間

Keywords：digitized image, LED light, detect deterioration, image processing, color space

1. はじめに

今般，既設構造物の劣化度調査が行われる際，従来の近接目視点検・接触式計測と並行して，デジタルカメラ・デジタルビデオカメラを利用した画像計測手法が用いられている^{1), 2)}．計測を行う際は，変状を確実に把握するために投光器を用いることが多い．特に，トンネル内の劣化度調査を主目的とした車載型の画像計測システムでは，暗所でのデジタルビデオカメラ撮影となるため，投光器は必須である．投光器でコンクリート表面を照射することで段差・ひび割れといった変状の抽出を容易にし，加えて撮影時のオートフォーカス機能向上やシャッタースピードの高速化に寄与している．

一方で，デジタル撮影機器の進歩に合わせて，画像計測の計測精度は飛躍的に向上したが，ひび割れや段差といった変状を抽出する作業は，経験者によるトレースが一般的である．コンクリート表面の汚れや文字（以下，「誤認識箇所」とする）は，人間の眼で判断する必要があり，人力によるトレースは熟練度によって精度・作業時間に差が生じることとなる．

筆者らは，計測に用いる照明と，その陰影に着目し変状の抽出手法の研究を進めてきた³⁾．この研究を進める中で，誤認識箇所についても照明を用いて抽出できる可能性があることが判ってきた．併せて，HSVやHSLといった色空間を適用することで，変状と誤認識箇所を定量的に選別する手法についても研究を進めて

おり，その現状について報告を行う．

2. 誤認識箇所の抽出

デジタルビデオカメラを使用した画像計測では，連続的なデータを取得することが可能である．動画をキャプチャーすることでコマ送りの画像を取得することができる．この場合，移動計測となるため，照明位置が常に変化していることとなり，この照明位置の変化による誤認識箇所の選別可否を確認するため図-1の実験を行った．

レール上に車輪の付いた架台を載せ，架台上には工業用 CCD ビデオカメラと LED 照明を設置した．この架台を移動させながら計測対象となる RC 供試体（写真-1）の撮影を行った．RC 供試体にはひび割れと油性マジックで書かれた文字があり，この文字を誤認識箇所として抽出を行った．

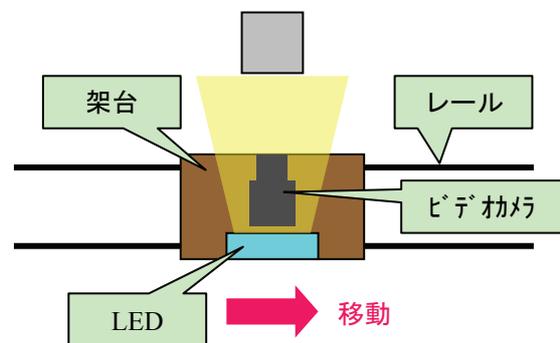
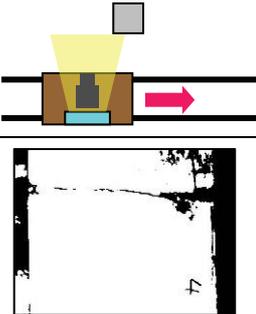
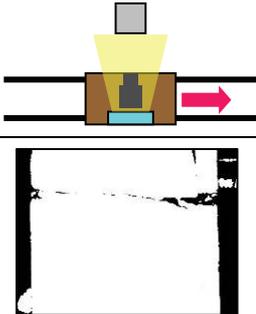
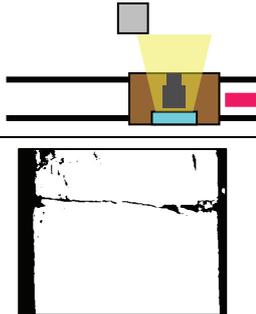


図-1 実験模式図

- 1：正会員 三井住友建設（株）技術研究開発本部 技術開発センター 土質地盤グループ
（〒270-0132 千葉県流山市駒木 518-1, Tel :04-7140-5200, E-mail : MasandoShiozaki@smcon.co.jp）
2：非会員 （有）テクノフラッシュ ソリューション・エンジニア
3：非会員 日本大学 理工学部 社会交通工学科 空間情報研究室
4：非会員 日本大学 理工学部 社会交通工学科 空間情報研究室
5：正会員 工博 日本大学 理工学部 社会交通工学科 空間情報研究室 助教
6：正会員 工博 日本大学 理工学部 社会交通工学科 空間情報研究室 教授

表-1 二値化処理結果(抜粋)

撮影位置	カメラ左	カメラ中央	カメラ右
S= 2.5 ms (S=1/400) 閾値 : 85			

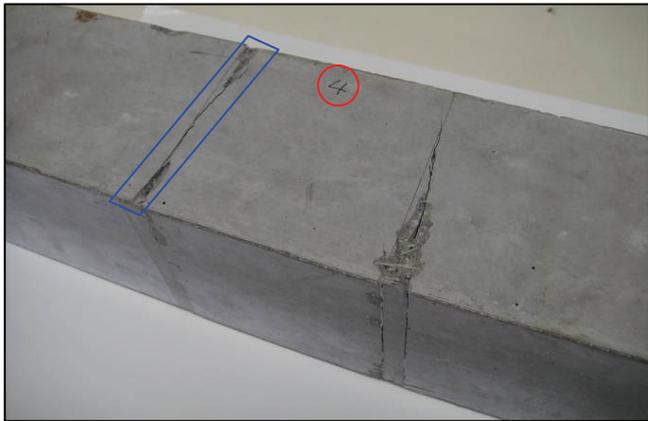


写真-1 RC 供試体

二値化処理を行った結果が表-1である。ひび割れに関しては、陰影の形を変化させながら常に表示されているのに対して、文字の部分は照明位置によって消えてしまうことが判る。これは凹部であるひび割れが陰影を作るのに対して、表面上の存在する文字は消えてしまったと考えられる。しかし、照度が大きすぎる場合、ひび割れも消えてしまう可能性があり、今後は撮影に応じた適切な照度の体系化が必要である。

3. 色空間の適用可能性

照明を用いた計測手法の場合、二値化処理やエッジフィルターを用いて変状を抽出するが多い。コンクリート表面にあるひび割れ・汚れおよび文字は、画像上では同じ黒色系の特異点となり、誤認識箇所を選別することは困難である。

今回、同色系の変状を選別するため、色空間による定量化を試みた。代表的な色空間は RGB であるが、色の分布とは異なる色空間を示す HSV を適用した。

HSV は、H : 色相, S : 彩度, V : 明度である。RGB からの変換式を用いて写真-1 のひび割れと文字を画素単位で数値化した(表-2)。

今回着目したのは彩度を示す S の数値であり、ひび割れと文字では彩度に差が生じるのではないかと考え

表-2 HSV 色空間への変換結果

		H	S	V
蛍光灯下	マジック	150	3	24
	ひび割れ	80	9	13
ハロゲン	マジック	32	41	25
	ひび割れ	19	47	21

た。今回の結果では、蛍光灯下・ハロゲン共に同じ傾向を示したが、今後はサンプル数や条件を増やして確度を上げたいと考えている。

4. 今後の課題

照明による陰影を利用した変状抽出手法の研究と併せて誤認識箇所の選別の研究を進めている。人間の眼を介さずにどこまで抽出できるかという観点から、照明や色空間を用いて実験・解析を行っているが、サンプル数が少なく現時点では明確な傾向を見いだせていない。今後は調査時の計測条件に近いデータを用いて、より実的な選別を行えるよう研究を進めたいと考えている。

参考文献

- 1) 財団法人 道路保全技術開発センター：道路トンネル点検・補修の手引き【近畿地方整備局版】，財団法人 道路保全技術開発センター，pp.70-72，2001年7月。
- 2) 後藤和夫，篠原秀明，下澤正道，堀内宏信：デジタル画像を用いたトンネルの変状調査・管理支援システムの開発，第12回地下空間シンポジウム論文・報告集，Vol.12，pp189-194，2007年。
- 3) 塩崎正人，大谷優輔，菊地典明，佐田達典，石坂哲宏：照明による陰影を利用した変状抽出手法に関する研究，2010年度土木情報利用技術論文集，Vol.19，pp.239-244，2010年。