

RGB 単色光によるコンクリート構造物のひび割れ検知に関する研究

日本大学 学生会員 ○前川 了重

日本大学 正会員 佐田 達典

日本大学 正会員 石坂 哲宏

日本大学 学生会員 竹下 裕貴

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、構造物の機能や耐久性に支障をきたし、表面の剥離や剥落などが事故につながる恐れが有ることから正確で効率的なひび割れの検知手法が求められている。そこで、筆者らは、これまで現状の目視に代わる安価な手段として CCD カメラと二値化処理を用いてひび割れを検知する方法¹⁾を提案し、有効性を確かめてきた。しかし、構造物の汚れをひび割れと判断してしまうなどの課題がある。そこで本研究では、RGB 単色光を用いて構造物の汚れに影響されずにひび割れなどの変状箇所を定量的に検知する手法を検討する。

2. RGB 単色光を用いたひび割れ検知原理の検討

従来の研究ではハロゲンや LED 白色光を照射して変状の判別を行っていたが、本手法では波長の異なる赤色・緑色・青色の照明を用いて白色光よりもひび割れを明確に認識できるか実験を通して検討する。また、二値化処理に代わる画像処理として、画像で用いられている RGB 色空間と HSV 色空間(図-1)を適用し、汚れと変状の判別ができるか解析により検討する。RGB 色空間は R (赤), G (緑), B (青) で構成される色空間で、各色共に 0 から 255 までの階層を持ち、3 色の組み合わせにより色を表現する。3 色の値がすべて 0 ならば黒、255 であれば白となる。HSV 色空間は H (色相), S (彩度), V (明度) を数値で表す。色相は 0° から 360°, 彩度と明度は 0% から 100% の範囲で表す。HSV 色空間へは RGB 色空間からの変換式²⁾で変換することができる。

3. RGB 単色光を用いた撮影実験と画像の解析

(1) 実験と解析の目的

RGB 各単色光を用いて、汚れのある供試体に生じたひび割れを白色光よりも明確に判別が可能かを検証す

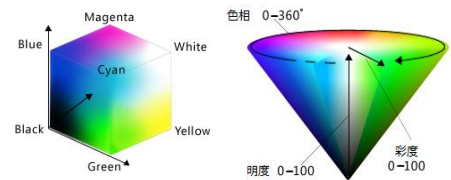


図-1 RGB 色空間 (左) と HSV 色空間 (右)³⁾

る。解析では汚れとひび割れを RGB 色空間と HSV 色空間で定量的に判別が可能であるか検証する。

(2) 予備実験

実際の構造物には排気ガスに起因するススやマジック、スプレーなどが汚れとして付着している。そこで汚れの種類によって RGB, HSV 各色空間の値に違いが出るか予備実験として検証を行った。実験方法としてスス (代用として墨汁), 黒マジックおよび黒スプレーを塗布したコンクリート供試体を撮影して解析を行った結果、各単色光共に RGB, HSV の色空間の値に大きな違いは見られなかった (表-1, 表-2)。

(3) 実験方法

本実験では (2) の予備実験の結果から、汚れとして黒スプレーを選定し、供試体に塗布した (図-2)。実験は供試体正面に各単色光の LED ライトを照射した状態で撮影を行った (図-3)。

表-1 白色光の RGB 値

		R	G	B
白色光	墨汁	11	15	15
	マジック	17	20	24
	スプレー	11	12	14

表-2 白色光の HSV 色空間への変換結果

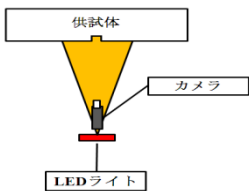
		H (色相) (°)	S (彩度) (%)	V (明度) (%)
白色光	墨汁	192	16	5
	マジック	210	17	8
	スプレー	221	12	5

キーワード：画像処理, ひび割れ, LED ライト, HSV 色空間

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



図－２ 供試体



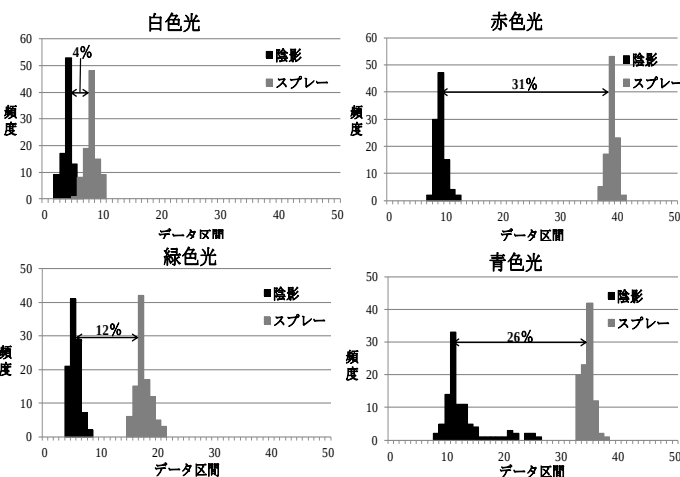
図－３ 実験状況図

(4) 解析方法

撮影した画像の中央部にあるひび割れの陰影部分とスプレー塗布箇所より各 100 画素を抽出し RGB 値を取得したのち、変換式²⁾を用いて HSV 色空間へと変換した。

(5) 結果と考察

各色光下で撮影した図－２の解析結果を表－３、表 4 および図－４に示す。実験の結果、画像から目視によりひび割れの陰影をはっきりと確認できたのは赤、緑、青の各単色光のみであった。白色光ではひび割れの陰影をはっきりと確認することができなかった。原因として陰影とスプレーが画像では同化してしまったためと考えられる。表－３の各照明の RGB 値では、陰影とスプレーで値に差が見られる。これは光に依存する陰影とスプレーが関係していると考えられる。陰影は光が当たらない部分に発生するため、表－３ではスプレーの値よりも陰影の値の方がゼロに近い値となっている。一方、スプレーは、色材や塗装面の状況、更には光源の色にも影響を受けるため、陰影よりも高い値が得られたと考えられる。しかし、RGB 値では RGB の各値で差が異なるので、定量的な判別が難しい。そのため RGB 値の最大値を明度とする HSV 色空間（表



図－４ 各光の V (明度) ヒストグラム

表－３ V (明度) の各平均値

		白色光	赤色光	緑色光	青色光
V(明度) (%)	陰影(ひび割れ)	3	8	5	8
	スプレー	7	39	17	34

－４)へと変換し判別を行った。HSV 色空間では、スプレー、陰影の値が各色共に彩度、明度において違いが出ている。また、RGB 値の最大値である明度の値をヒストグラムに変換した図－４では、単色光の明度、特に赤色光と青色光において顕著な違いが見られた。この結果から、白色光よりも RGB 単色光の方が判別に優れ、特に赤色光と青色光がひび割れの検知に適していることが分かった。

5. おわりに

本研究では、二値化処理では判別できなかった陰影と構造物の汚れを判別する手法を実験と解析を通じて検討を行った。その結果、白色光に代わり、RGB 各単色光を用いて RGB 値を取得し、HSV 色空間に変換して V (明度) を指標とすることにより、陰影と構造物の汚れの判別が可能であることを示した。しかしながら、今回の実験ではまだサンプル数が少ないため、今後さらに実験・解析を重ね、本手法の有効性の検証を行っていく予定である。

参考文献

1) 高橋邦輝, 佐田達典, 石坂哲宏, 塩崎正人: 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, 土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集, CD-ROM, pp572-573, 2011 年 9 月

2) システム計画研究所色変換式集:
http://image-d.isp.jp/commentary/color_cformula/HSV.html

3) マイクロソフト開発者向け技術情報サイト:
<http://msdn.microsoft.com/ja-jp/library/aa511283.aspx>

表－３ 供試体撮影部の RGB 値

		R	G	B
白色光	陰影(ひび割れ)	7	9	8
	スプレー	15	18	18
赤色光	陰影(ひび割れ)	21	2	2
	スプレー	98	0	1
緑色光	陰影(ひび割れ)	1	12	4
	スプレー	0	43	1
青色光	陰影(ひび割れ)	0	1	21
	スプレー	0	5	87

表－４ 供試体撮影部の HSV 色空間への変換結果

		H (色相) (°)	S (彩度) (%)	V (明度) (%)
白色光	陰影(ひび割れ)	150	21	3
	スプレー	195	18	7
赤色光	陰影(ひび割れ)	0	93	8
	スプレー	0	100	39
緑色光	陰影(ひび割れ)	134	95	5
	スプレー	121	100	17
青色光	陰影(ひび割れ)	239	99	8
	スプレー	237	100	34