

F-56

## RGB 単色光と明度特性によるコンクリートのひび割れ検知に向けた研究

Research towards crack detection of the concrete by RGB monochromatic light and the brightness characteristic

○石森章之<sup>1</sup>, 佐田達典<sup>2</sup>, 石坂哲宏<sup>2</sup>\*Fumiyuki Ishimori<sup>1</sup>, Tatsunori Sada<sup>2</sup>, Tetsuhiro Ishizaka<sup>2</sup>

Abstract : Since the crack of concrete structure has a possibility to affect the durability of the structure, exact detection is required. However, a crack cannot be found if concrete surface has dirt. Maekawa used RGB monochromatic light for lighting, and took the photograph. And the crack and the black spray were distinguished using V (brightness) of a HSV color space. However, the dirt of a tunnel is soot. Therefore, they study applied RGB monochromatic light for the lighting of photography, and clarifying the V (brightness) characteristic of soot. The result of the experiment show that the photograph of soot using RGB monochromatic light, was able to clarify the relation to V (brightness) characteristic.

## 1. はじめに

コンクリート構造物のひび割れは、構造物の耐久性に影響を与えるだけでなく、剥離、剥落を引きおこし、重大な事故につながる可能性があるため、正確な検知が必要である。近年、トンネルのコンクリート面は、目視点検と並行して投光器とデジタルカメラやビデオカメラによる撮影が行われている。

これまで筆者の所属する空間情報研究では、CCD カメラやビデオカメラで撮影したのち、二値化処理により割れを検知する手法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誤認識してしまう問題があった。そこで前川ら<sup>[1]</sup> (2011) は、これまで撮影用の照明に用いてきたハロゲンライトや LED 白色光に代わって RGB 単色光を用い、二値化処理に代わる画像処理として RGB 色空間と HSV 色空間によるひび割れ検知手法を提案し、HSV 色空間の明度 V を指標とすることでひび割れと黒色スプレーを判別することを可能とした。しかし、実トンネルの覆工面の汚れは自動車の排ガスに含まれるススである。

本研究では、ひび割れの陰影とススの判別に向けて、RGB 単色光を照明に用いてススを撮影し、その明度特性を明らかにする。またススの明度特性と前川らの実験結果であるスプレーとひび割れの明度特性との比較を行い、ススの汚れの際にも RGB 単色光の照明と明度によりひび割れの陰影と判別できるか検討する。

## 2. RGB 単色光を用いたひび割れ検知原理

暗所での撮影時、照明を用いて変状箇所を撮影するとその部分陰影ができる。この陰影によって変状の有無を判断する。この照明に RGB 単色光を用いることで構造物が汚れていても陰影と汚れの RGB 色空間の各

階層値と HSV 色空間の明度 V に差が出るため変状の有無を判断することが可能となる。

RGB 色空間とは、R (赤)、G (緑)、B (青) で構成される色空間であり、各色 0 から 255 までの階層を持ち、その各階層の組み合わせにより色を表現する。

(R,G,B) が (0,0,0) の場合は黒色、(255,255,255) は白色となる。HSV 色空間は、色相 (H)、彩度 (S)、明度 (V) で表わされ、色相はどのような色かを 0° から 360°、彩度は鮮やかさを明度は明るさを 0% から 100% で表現できる。HSV 色空間は RGB 色空間を変換式で変換することで求めることができる。

## 3. 実験と解析

## (1) 実験目的

自動車の排ガスに含まれるススが付着した供試体に RGB 単色光と白色光を照射した状態でそれぞれ撮影し、ススの明度特性を明らかにすることを目的とする。

## (2) 実験方法

実験は、暗所にて Figure 1 に示すよう供試体の正面にカメラと LED ライトを設置し、黒色スプレー・油性マジック・墨汁で汚れを再現した供試体 (Figure 1) とススが付着した 2 種類 (Figure 3, 4) の供試体をそれぞれ撮影した。

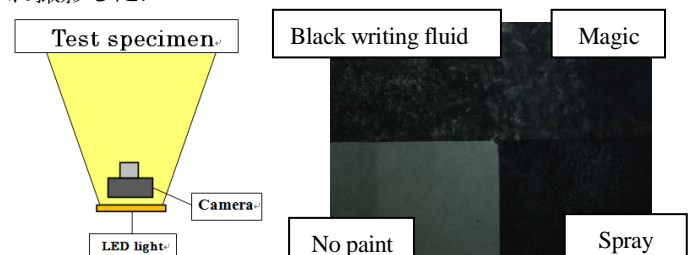


Figure 1. general condition

Figure 2. Dirt

1 : 日大理工・学部・交通 2 : 日大理工・教員・交通



Figure 3. Soot A



Figure 4. Soot B

(3) 解析方法

撮影した画像の中央部から、250,000 ピクセルの RGB 値を取得したのち、変換式 (1) により明度を求める。

$$V = \text{MAX}(R, G, B) \text{ 但し } \text{MAX} = \{ (R, G, B) / 255 \} \times 100 \quad (1)$$

4. 結果

前川らの実験結果である各色の照明を用いて撮影した際の汚れと陰影の明度の結果を Table 1, Figure 5 示す。そして、今回の実験結果である各汚れの明度を Table 2, Figure 6, Figure 7 に示す。Table 2 下段と Figure 7 は、各色の照明の照度が異なると明度で正確な比較ができていない恐れがあるため、赤色光の照度 2000lx を基準として照度を統一して撮影した明度の結果である。

前川らの実験の明度特性 (Figure 5) と今回の実験のススの明度特性 (Figure 7) と比較すると、両者とも赤色光と青色光の明度が大きく、次いで緑色光と白色光となっており、前川らの実験の黒色スプレーと今回のスス A・B の明度特性に顕著な違いはみられなかった。また、ススの明度とスプレー・マジック・墨汁で再現した汚れを比較しても、明度特性の違いは見られなかった。

Figure 7 の照度を統一して撮影した明度の特性も、赤色光と青色光の明度大きく、前川らの実験 (Figure 5) と照度統一前 (Figure 6) の明度特性と比較しても大きな変化は見られない。しかし、緑色光と白色光の明度は近い値を示した。白色光は様々な波長の光の集まりであるため全ての波長の間と考えられる。緑色光は赤色光と青色光の波長の間ある。このことから緑色光と白色光の明度が近い値を示したものと推察される。

Table 1 に示すように、前川らは、RGB 単色光を撮影の照明に用いることで、黒色スプレーとひび割れの陰影の明度に差が出るため、ひび割れと汚れを判別可能とした。そして、今回の RGB 単色光を用いた際のススの明度特性と前川らの実験のスプレーの明度特性が似ていることから、ススでも RGB 単色光照明とした撮影と、明度によってひび割れの陰影とススを判別できるのではないかと考える。

Table 1. Maekawa's experimental result

	Red light	Green light	Blue light	White light
Brightness V (%)	8	5	8	3
Shade (crack)	39	17	34	7

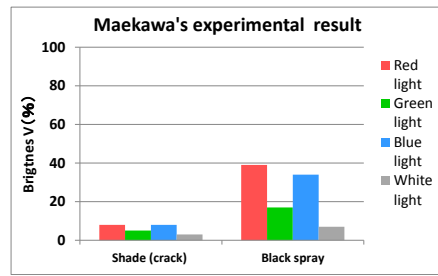


Figure 5. Brightness of a crack and a black spray

Table 2. Brightness of each dirt

	Brightness V (%)						
	Test specimen	Soot A	Soot B	Spray	magic	Brack writing fluid	No paint
Before illumination unification	Red light(2000lx)	100	100	96	99	96	100
	Green light(4000lx)	72	75	64	80	66	100
	Blue light(520lx)	100	100	100	100	100	100
	White light(1170lx)	24	38	40	57	47	84
After illumination unification	Red light(2000lx)	100	100	96	99	96	100
	Green light(2000lx)	54	58	67	79	66	100
	Blue light(2000lx)	100	100	100	100	100	100
	White light(2000lx)	41	50	51	68	53	97

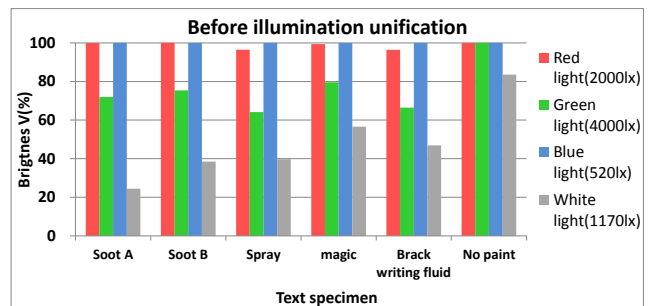


Figure 6. Brightness according to dirt at the time of each lighting use

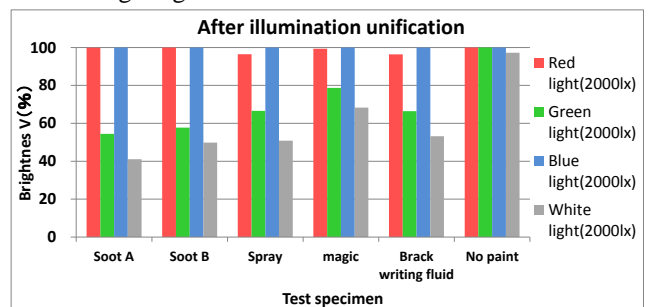


Figure 7. Brightness of illumination 2000lx

5. おわりに

今後、ススが付着したひび割れのある供試体を今回の実験と同様の手法で撮影し、明度によりひび割れとススを判別できるか検証してゆく予定である。

6. 参考文献

[1] 前川了重: RGB 単色光を利用したコンクリート構造物のひび割れ検知に関する研究, 平成 24 年度日本大学理工学部社会交通工学科卒業論文概要集, pp145-146, 2011