

白華発生度合評価に関する一検討

住友大阪セメント株式会社 正会員 ○福田 道也

東洋大学 フェロー会員 福手 勤

丸栄コンクリート工業株式会社 酒井田 直樹

東洋大学 小島 裕介

1. はじめに

コンクリート二次製品において外観が重視され、納入時に白華が問題となる場合がある。しかしながら、白華は見る人によって評価が異なり、定量的な評価がなされていないのが現状である。本研究では、対象面のテクスチャの違いおよび白華抑制剤塗布の有無が白華の発生度合に及ぼす影響を検討するために、白華の発生前後の試験体の写真を用いて、画像解析により簡易的かつ定量的に評価することを試みた。

2. 試験概要

表-1にコンクリートの配合を示す。本研究では白華を認識し易くする目的で赤色の顔料を単位セメント量に対して外割りで10%混合した。蒸気養生は、前養生時間2時間、昇温速度20℃/時間、最高温度60℃とし、その最高温度で3時間保持、その後降温速度10℃/時間で常温まで降温させる条件とした。

試験水準は表-2に示す通りであり、各水準に対して試験体数は2体とした。試験体は100×100×50mmの直方体とし、白華を発生させる対象面は鋼製型枠に接した面（以下、滑面）と模様を施すためのゴム型枠に接した面（以下、化粧面）の2種類とした。また、白華の発生度合に差を生じさせるために、市販の白華抑制剤を塗布した場合と塗布しない場合の水準を設けた。

試験体は成形翌日に脱型し、表面が乾燥した後に白華抑制剤を塗布した。白華発生方法を図-1に示す。室温5±2℃の環境下において、試験体上面が対象面となるように設置し、その上に雪を模擬した砕氷を均一に載せ、白華を発生させた。

白華抑制剤塗布前とコンクリート製品の出荷材齢14日において、白華評価はデジタルカメラで撮影した写真を用いて行った。撮影場所、光の当たり方、カメラの設定、カメラと供試体までの距離などの撮影条件は全て同一とした。図-2に試験体写真の一例を示す。撮影された写真は、PC画面上で全てR、GおよびB（以下、RGB）で表すことができ、それぞれ0～255の256段階で表示され、その組み合わせで色を表示する。PC画面上のRGBは光の3原色による加法混色の原理

が成立する^{1) 2)}ので、RGBがそれぞれ255の時（合計765の時）に色は白となり、白華の発生によりRGBの合計値は大きくなると考えられる。したがって、1枚の画像データに含まれる全てのRGBの各平均値を算出した。画像解析ソフトは、（有）デジタル・ビーイング・キッズ社製のPopimagingを使用した。

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							SP添加量 (B×%)	顔料 (C×%)
		W	C	LP	S ₁	S ₂	G ₁	G ₂		
44.6	47.5	165	370	80	666	166	400	530	1.55	10

C: 普通ポルトランドセメント(密度 3.15g/cm³) LP: 炭酸カルシウム(密度 2.71 g/cm³)
S₁: 陸砂 (密度 2.58 g/cm³) S₂: 陸砂 (密度 2.60 g/cm³) G₁: 砕石 (密度 2.66 g/cm³)
G₂: 砕石 (密度 2.63 g/cm³) SP: ポリカルボン酸系高性能減水剤 顔料: 酸化鉄

表-2 試験水準

試験体寸法(mm)	対象面のテクスチャ	白華抑制剤
100×100×50	滑面	塗布
		無塗布
	化粧面	塗布
		無塗布

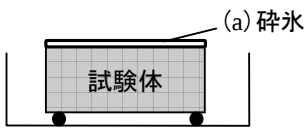


図-1 白華発生方法

3. 試験結果

図-3に、図-2の供試体写真を画像解析し算出した白華発生前後の RGB 合計値を示す。滑面と化粧面の白華発生前の RGB 合計値を比較した場合、滑面が 399, 389 に対し化粧面は 356, 350 と小さくなっている。これは、ゴム型枠によってできた表面の凹凸が影響し、化粧面の RGB 合計値が滑面よりも小さく（暗く）なったものと思われる。また、白華発生前の同一テクスチャ同士の試験体に着目すると、RGB 合計値の差が 10 以下と小さく試験体間の差はほとんど認められなかった。したがって、白華発生前の RGB 合計値を基準とすることで、白華の発生活合を数値化できると思われる。

白華発生後の RGB 合計値は、対象面のテクスチャに関係なく発生前より大きくなり、また白華抑制剤の有無では塗布に対し無塗布が大きい値を示した。これらの結果より、画像解析で求めた RGB 合計値を用いることで、白華の発生活合を定量化できる可能性を見出した。

さらに、滑面と化粧面のテクスチャが白華の発生に及ぼす影響をより明確にするために、RGB 変化量および変化率を検討した。検討結果を図-4に示す。RGB 変化量は、白華発生前後の RGB 合計値の差であり、RGB 変化率は、RGB 変化量を最大合計値（765）で除したものである。RGB 変化量・変化率は、化粧面が滑面に比べ白華抑制剤塗布、無塗布ともに大きい値を示している。化粧面においては砕氷が溶けた際、凸部分はすぐに乾燥し、凹部分は溶けた水が残存する。残存する水は、凹部分のセメント硬化体より水酸化カルシウムの溶解を促進させ、白華がより顕著になったためと考えられる。このように、同じテクスチャでは白華を RGB 合計値で比較可能であるが、テクスチャが異なる場合は、RGB 合計値と RGB 変化量・変化率を加味した評価が要と思われる。

4. まとめ

白華発生前後のデジタルカメラで撮影した写真を画像解析し、白華発生活合を簡易的かつ定量的に評価する方法について検討を行った。本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) 1枚の画像データに含まれる R, G および B の各平均値を合計し、白華発生前後の変化量を比較する事で白華の発生活合を定量的に評価する事が出来た。
- (2) 白華は、RGB 合計値が大きいほど発生活合が大きくなっているが、対象面のテクスチャが異なる場合は RGB 変化量と変化率を加味した評価が必要と思われる。

参考文献

- 1)大田登：色彩工学 第2版，学校法人 東京電機大学 東京電機大学出版局，p173（2009）
- 2)篠田博之，藤枝一郎：色彩工学入門，森北出版株式会社（2007）

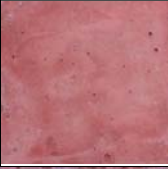
対象面	白華抑制剤	白華発生前	白華発生後
滑面	塗布		
化粧面	塗布		

図-2 試験体写真

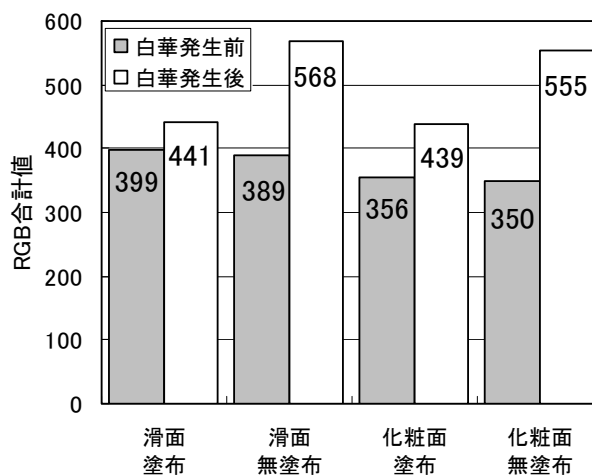


図-3 白華発生前後の RGB 合計値

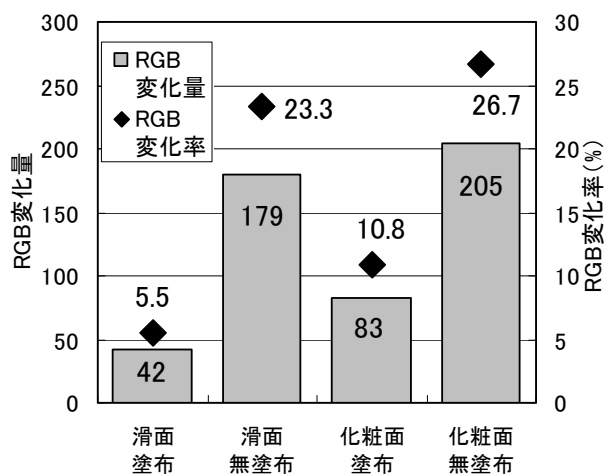


図-4 RGB 合計値の変化量と変化率