

# コンクリート中性化の詳細評価技術に関する基礎的研究

## The fundamental study on the detailed evaluative method of concrete neutralization

○ 内田 健一郎\*, 佐藤 周之\*\*, 山崎 周太郎\*, 野中 資博\*\*\*

UCHIDA Ken-ichiro\*, SATO Shushi\*\*, YAMASAKI Shutaro\*, NONAKA Tsuguhoro\*\*\*

### 1. はじめに

コンクリートの一般的な劣化現象である中性化は、RC 構造物の維持管理を行う上で重要な評価項目の一つである。中性化の調査・診断手法としては、フェノールフタレイン溶液（以下、PP 溶液）を用いる方法が一般的であるが、現行の測定方法では PP 溶液の発色部分における pH の分布の把握は困難である。

著者らは、現在までに、PP 溶液が pH の上昇に伴って段階的に発色することを、NaOH 水溶液を対象とした実験から確認している<sup>1)</sup>。コンクリートに PP 溶液を散布した場合でも、pH によって PP 溶液の発色量が異なれば、その発色量からコンクリートの pH 分布を推定することが可能となり、より精度の高い中性化の評価・進行予測につながると考えられる。そこで本研究では、PP 溶液を用いた中性化の詳細評価技術の確立に向けた基礎的実験として、PP 溶液を pH の異なるコンクリートに散布した場合に発色量の変化が確認可能かを目視および画像解析による発色量の定量化により検討した。

### 2. 実験の概要

実験には、同一配合条件で作成したコンクリート角柱供試体の端面を用いた。まず、40×40×20mm に切断したコンクリート片を用意し、中性化促進試験機を用いて、上記供試体を端面側から 1mm 程度を中性化させた。供試体をそれぞれ pH9.5, 10, 11, 12, 13 の 5 パターンの NaOH 水溶液に浸漬し、コンクリート中の微細な細孔を NaOH 水溶液で満たすことで模擬的に pH の異なるコンクリート

供試体を再現した。24 時間浸漬後、供試体表面の水分を拭き取り、表面に PP 溶液を散布し、1, 3, 5 分後にデジタルスチルカメラ（以下、デジカメ）で写真を撮影した。

### 3. 画像解析による発色量の定量化の検討

発色量の評価には画像解析ソフトウェアを用いた。評価指標は、光の三原色である、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の各色の明度とした。デジタル画像内の全ての色は、上記 R, G, B の各色の明度の組み合わせによって表現されるが、既往の研究から、画像内の色を三原色各々の明度（以下、RGB 値）に分解することにより、分光光度計や比色計の代替としての利用が可能であることが報告されている<sup>2)</sup>。本研究でも同様に、汎用的なデジカメ（Ricoh 製、600 万画素）にて撮影した画像を RGB 値に分解・解析して評価した。RGB 値は、画像内の評価対象部位を手動で選択し、その領域内における全ピクセルの平均値から求めた。1 画像につき 10 回算出し、その平均値を対象の供試体の RGB 値とした。なお、10 回算出を繰り返した際の標準偏差は 0.2 程度である。

ここで、RGB 値に誤差を生じさせる一因に撮影時の明るさが挙げられる。撮影環境を一樣に設定して撮影した場合においても、撮影時の明るさは異なり、RGB 値に誤差を生じさせるため、撮影した画像をそのまま用いると、コンクリートの pH の違いが発色量に与える影響を正確に把握することは困難である。そこで、画像撮影時の明るさの違いが RGB 値に与える影響を補正する方法について検討を行った。その結果、画像の明るさを調整し、

\*高知大学大学院農学専攻, Graduate School of Agriculture, Kochi University, \*\*高知大学農学部, Faculty of Agriculture, Kochi University,

\*\*\*島根大学生物資源科学部, Faculty of Life and Environmental Science, Shimane University, キーワード: 中性化, PP 溶液, RGB

平均輝度を一定にすることで効果的に RGB 値の算出誤差を減らせることがわかった。そこで、本実験では、撮影した全ての画像の平均輝度を一定に調整した上で RGB 値の算出を行った。

#### 4. 結果と考察

実験時の様子を目視で判定した結果、pH9.5 では全く発色せず、pH10 では散布直後の発色はないが 1 分後からわずかに発色した。pH11 では散布直後にわずかに発色し、5 分後までに比較的濃い発色した。pH12, 13 では散布直後から強く発色した。

実験時に撮影した画像から RGB 値を算出した。輝度調整後における供試体の pH と PP 溶液の発色量との関係を図-1 に示す。PP 溶液散布前と PP 溶液散布後の RGB 値を比較すると、pH9.5 の供試体ではほぼ同じ値となっている。つまり本実験の結果では、コンクリートに対して PP 溶液を散布する場合、その pH が 9.5 以下では全く発色せず、pH10 でも僅かにしか発色しないということになる。また、コンクリートの pH の上昇に伴い、RGB 値は線形的に変化することが確認できる。RGB 値の変動幅は最大で 10 程度であり、本実験での RGB 値の算出時の標準偏差は 0.2 程度であることから、RGB 値を用いればコンクリートにおいても pH 値の推定が可能と考えられる。

一方、PP 溶液の散布後の経過時間に伴い、RGB 値の変化量が減少する傾向を示した。pH13 の R では、散布後 1 分と 5 分での明度の差が 5 程度確認できる。RGB 値の算出時の標準偏差から考えても、この差は非常に大きいといえる。したがって、画像解析によりコンクリートの pH を評価する際は、PP 溶液散布後速やかに画像を撮影する方が望ましいと考えられる。

#### 5. まとめ

以上の結果、コンクリートの pH が 9.5 以下では散布した PP 溶液は全く発色せず、pH は

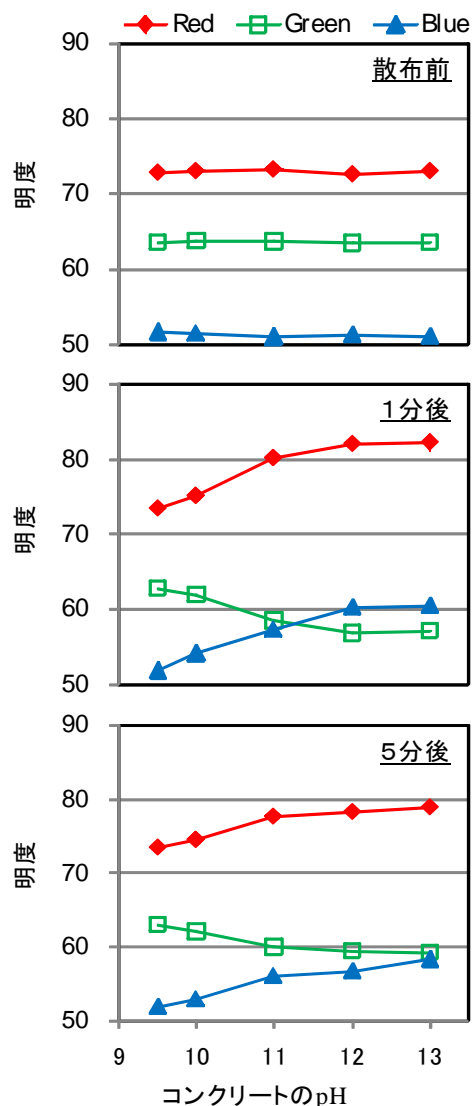


図-1 コンクリートの pH と RGB 値の関係

Relationship between pH of concrete and RGB number

12 以上で安定した濃い発色量を示すことを確認した。コンクリートの pH と発色量との間には線形的な関係があることから、pH9.5 ~13 の領域内では、発色量を定量化することでコンクリートの pH を推定できる可能性が示唆された。

#### 参考文献

- 1)内田健一郎ほか(2008):フェノールフタレイン法による中性化予測のための基礎的研究, 農業農村工学会中国四国支部大会講演会要旨集, pp82-84
- 2)西口靖彦(2004):デジカメとパソコンで分光光度計の代替, 農業および園芸, vol.79, No.6, pp663-665