

モルタル断面画像の RGB 情報を利用した骨材抽出に関する研究

金沢大学大学院 学生会員 ○横田 光一郎
金沢大学理工学域 正会員 五十嵐 心一

1. 序論

画像解析法を用いて硬化コンクリートの品質管理や組織構成相の評価を行う場合、骨材相の抽出を適切に行う必要がある。しかし、骨材色は様々であるため、グレースケールに基づく単純な二値化では抽出することが困難である。そこで、合理的に骨材相の抽出を行う方法の一つとして、RGB 情報に基づく手法¹⁾が検討されている。この手法はアルゴリズムが比較的簡便であり、汎用性があると考えられるが、研究例は少ない。

本研究においては、容易に利用できるスキャナーを利用した等倍画像に対して、RGB 情報に基づく抽出法を適用し、骨材相をより精度よく抽出するための手順について検討することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

普通ポルトランドセメント(密度: 3.15g/cm^3 , 比表面積: $3310\text{cm}^2/\text{g}$)および川砂(密度: 2.60g/cm^3 , 吸水率: 2.14%)を使用し、JIS R 5201 に準じて $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ の角柱モルタル供試体を作製した。水セメント比は 0.5 とし、セメント:骨材 = $1:1$ および $1:2$ の 2 種類に変化させた。打設後 24 時間で脱型し、所定材齢まで 20°C の水中養生を行った。

2.2 画像取得および解析

画像取得および解析の流れを図-1 に示す。材齢 28 日にて供試体から厚さ 10mm 程度の板状試料を切り出し、耐水研磨紙を用いて表面を研磨した。その後、 50°C の乾燥炉で 10 分間乾燥させ、図-2 に示すようなカラー画像(a)を取得した。また、このときの解像度は 800dpi および 1200dpi とし、1 画素はそれぞれ $31.8\mu\text{m}$, $21.2\mu\text{m}$ に相当する。次にセメントペースト相と同色の骨材を抽出するために、試料の研磨面に対して 1%フェノールフタレイン水溶液の噴霧を行った。呈色後、斑ができないように余分な水分を拭き取り、再び乾燥させ画像(図-2(b))を取得した。なお、画像(b)において、縁の影響等により均一な呈色となされない領域が存在したため、中心から $30\text{mm} \times 30\text{mm}$ の領域を解析することとした。画像(b)を取得後、同試料の研磨面を黒色ペ

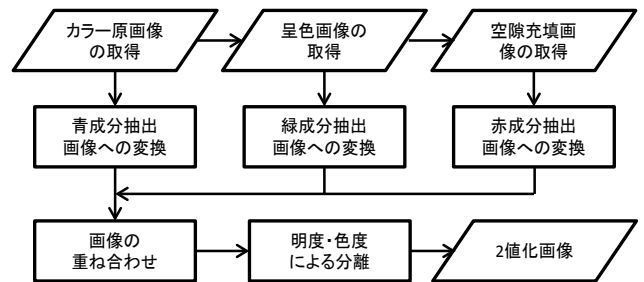


図-1 画像取得および解析手順

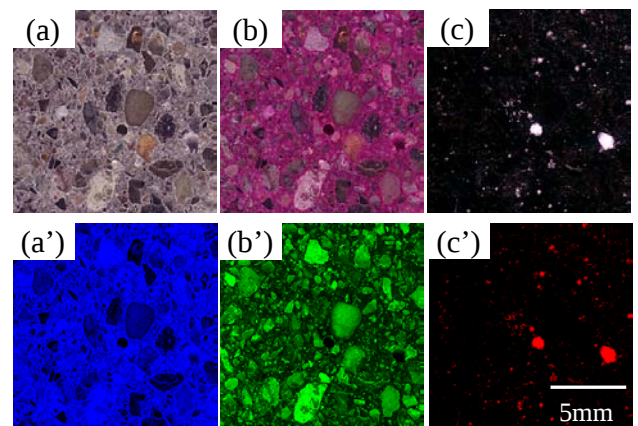


図-2 原画像および RGB 画像

ンで均一に塗り潰し、乾燥させた。その後、白色の粉末(本研究では澱粉を使用)を試料断面に広げ、スライドガラスを上から押しつけることにより、空隙を白色粉末で充填した。充填後、試料表面に残った余分な粉末を除去し、断面画像(図-2(c))を取得した。

画像解析ソフトを用いて、取得した3枚の画像の骨材粒子や気泡の位置が一致するように座標位置を調整する。その後、位置を調整した画像(a)から青成分のみの情報を抽出した画像(a')を得る。同様に画像(b), (c)から緑成分および赤成分を抽出した画像(b'), (c')を取得する。なお、画像(b')を構成する階調値は狭い範囲に集中しており、閾値の設定が困難であるため、予めコントラストを調節し補正を行った。これらの R, G, B の情報をもつ画像を重ね合わせることで、骨材相、セメントペースト相および気泡をそれぞれ異なる色で表示したカラー画像を得た。この画像におけるセメントペースト相との明度、色度の違いを利用して骨材相の抽出を行った。合成した画像中の骨材色は様々であるため、単色であるセメントペースト相および気泡の2値画像を取得し、画像演算により骨材粒子の2値画

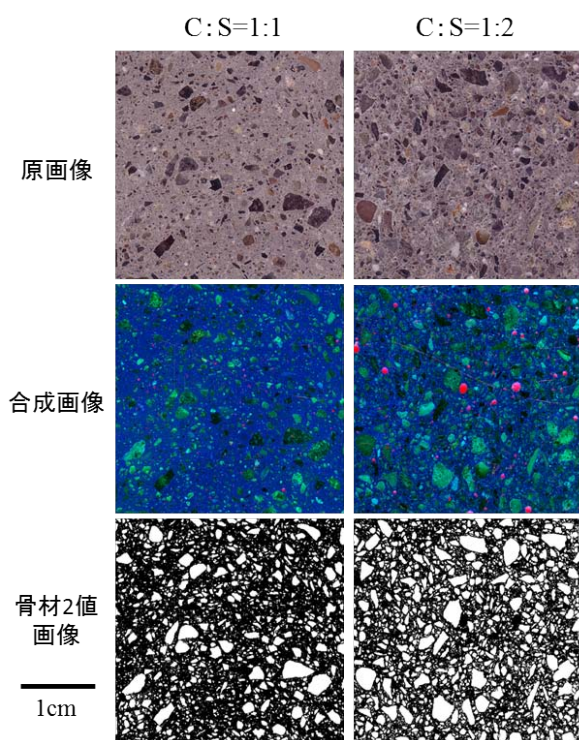


図-3 断面画像および骨材の2値化画像

像を得た。最終的に、目視判断にて手動補正を施し、骨材粒子の2値化画像とした。

3. 結果および考察

図-3は解像度1200dpiで取得したモルタルの断面画像、RGB情報に基づいた手法により作成した合成画像および骨材相の2値化画像を示したものである。合成画像において、セメントペースト相はほぼ均一な青色、骨材は主に緑色、淡い青色および黒色、気泡に関しては赤色で表示されている。原画像と2値画像を比較すると、単純な2値化では抽出されにくいセメントペースト相とほぼ同色の骨材粒子に関しても適切に抽出されていることが確認できる。

表-1は観察領域30mm×30mmのモルタル断面画像を解析し、取得した骨材の2値化画像10枚から算出した骨材の面積率を示したものである。なお、モルタル中の気泡はわずかであるため、骨材率に影響はないとして算出した。骨材量が増加することにより、抽出されにくい微小な骨材粒子が増加し、解析精度が低下することが考えられたが、C:S=1:2においては影響がほとんど認められなかった。解像度で比較すると、解像度の高い画像の方が、ばらつきが小さくなるとともに配合値に近い結果が得られた。これは最小画素寸法が小さくなり、識別可能な粒子や領域が増加したことが関係しており、さらに解像度を上げることで高い精度が得られるといえる。しかし、高解像度の場合、デ

表-1 骨材の面積率

C:S	骨材面積率(%)			標準偏差(%)	
	配合値	800dpi	1200dpi	800dpi	1200dpi
1:1	31.9	27.8	30.5	2.43	1.60
1:2	47.9	42.7	45.2	2.48	1.26

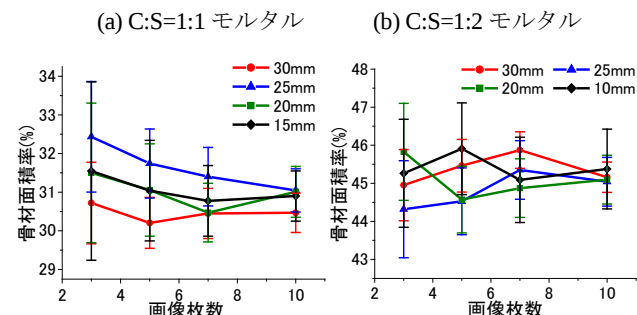


図-4 画像寸法と枚数による精度の比較

ータ容量が大きくなり作業効率が低下するため、1200dpi程度が限界と考えられる。そこで、解像度を1200dpiに設定し、画像の寸法および枚数を変化させて解析を行い、平均値と精度の評価を行うこととした。

図-4は画像寸法を変化させた画像から骨材相の2値化画像を取得し、骨材面積率の平均値および標準誤差を算出したものである。骨材量の多少にかかわらず、10枚程度のサンプル数で解析を行うことにより、配合値とほぼ等しい骨材率が得られている。また、10枚程度の画像を解析することにより、骨材量の変動は1%程度の標準誤差範囲になり、精度の高い評価が可能と考えられる。

4. 結論

RGB情報に基づく骨材抽出法によって、簡易な装置で容易に取得できる画像に対して、精度よく骨材相を抽出できることが示された。この手法をコンクリートに適用することができれば、コンクリート構造物のより正確な骨材率の推定が可能となり、品質管理に役立つものと考えられる。

参考文献

- 1) Karl W. Peterson et al. : Hardened Concrete Air Void Analysis with a Flatbed Scanner, Transportation Research Record 1775, No.01-3389, pp.36-43, 2001

謝辞

本研究の実施にあたり2012年度セメント協会研究奨励金および日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(c), 課題番号21560482, 研究代表者:五十嵐心一)の交付を受けた。ここに記して、謝意を表す。