

画像解析による加熱されたモルタルの受熱温度の推定

東京都市大学 学生会員 ○深井 翔太 染谷 勇貴
正会員 栗原 哲彦

1. 研究背景及び目的

コンクリート構造物の火害に対する補修は、表面色の変化などをもとに行われているが、表面色に関する判断基準がないのが実状である。そこで、本研究では、熱を受けたコンクリートの表面色から受熱温度の推定を試みた。延世大学校の Lee らによって提唱された、デジタルカメラで撮影した画像の解析による手法¹⁾を利用して加熱したコンクリートの色変化を、色成分値の比較を行い受熱温度を推定する。

2. 実験方法

2.1 供試体概要

本実験に用いるモルタル供試体の配合(W/C=45, 60%)を表-1に示す。画像解析用には角柱供試体(40×40×50mm)、加熱後の各モルタル供試体の圧縮強度を調べるための圧縮強度試験用に円柱供試体(φ50×100mm)の2種を一回の加熱につきそれぞれ3本ずつ作製した。

2.2 加熱試験

昇温勾配を 24℃/min, 100℃刻みで設定温度 100℃～1100℃で行い、設定温度に到達後自然冷却を行う。

2.3 色成分の表現

色成分を表現する方法として、RGB法とHSB法を用いて定量化する。RGB法は、ある色に対して赤・緑・青の成分がどの程度含有しているかを数値化したものである。HSB法は色相、彩度、明度を用いて色表現を行う方法である。

2.4 色成分の測定方法

加熱したモルタルの表面上を 910 万画素のデジタルカメラで撮影し画像解析ソフトで色成分を解析する。モルタル表面の 25ヶ所の、RGB値とhsb値(RGBのB値と区別するため、HSB値は小文字表記とする)を測定、これらを平均化する。撮影条件を統一する為、カメラと供試体との距離は 20cm で一定とし、外部光の侵入を防ぐため暗室にて撮影行う。

表-1 モルタルの示方配合

W/C (%)	単位質量(kg/m ³)				
	W	C	S	Ad ₁	Ad ₂
45	245	537	1356	0.967	0.032
60	301	499	1247	0.725	

C: 早強ポルトランドセメント

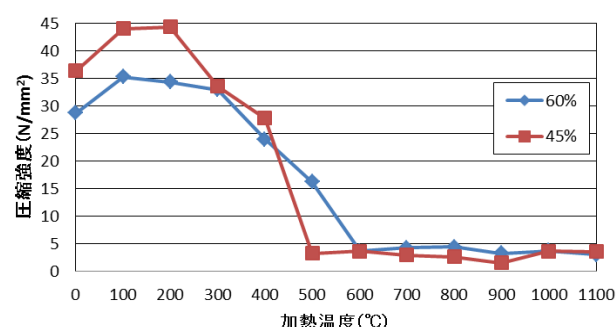
Ad₁: AE 減水剤 Ad₂: AE 助剤

図-1 圧縮強度と加熱温度の関係

3. 圧縮試験結果

水セメント比 45%, 60%で 100～1100℃に加熱した供試体の圧縮強度を図-1に示す。いずれの水セメント比においても 100～200℃で上昇した後低下して、400～500℃で非加熱モルタルの 50%程度となった。これは過去の文献²⁾と類似した実験結果となった。

4. 色変化についての実験結果

4.1 供試体加熱結果

各条件で加熱したモルタルの表面の一例を写真-1, 2に示す。各条件の供試体ともに加熱後、爆裂は発生しなかったが 700℃以上では網目状のひび割れが確認された。更に、温度が上昇していくに従って赤みがかかり、1000℃付近では赤い斑点も見受けられた。

4.2 RGB法実験結果

各受熱温度における表面色の RGB 値を図-2, hsb 値を図-3に示す。RGB 値は加熱温度との明確な関係がないものの、いずれの加熱温度においても R 値が最も高く G 値, B 値の順に低くなっていくことが分かった。更に、60%より 45%の方が RGB 値の 3 つの和が小さい

キーワード：色変化, 受熱温度, 火害診断方法, 画像解析

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 東京都市大学 工学部 都市工学科 栗原研究室 E-mail nkuri@tcu.ac.jp

という結果から45%の方が黒みがかっていると思われたが、彩度のs値がほぼ横ばいであったことから60%、45%の色味には大差がないといえる。また、RGB各値の低下する地点が60%の場合400～500℃だが、写真の赤みが低下する温度は700～800℃となって、同一ではなかった。45%の場合もRGB値低下は600～700℃だが、赤みの低下は800～900℃に発現した。

次にRGB値256階調に対する百分率で表し、R値とB値の差をとったR-B値を求め、加熱温度との関係を図-4に示す。400℃以下においてはR-B値に大きな変化はないが、400～700℃においては相関がみられる。700℃以上はまたR-B値に相関が見られなかった。

これより、400～700℃の範囲に限ってはR-B値から受熱温度を推定できる可能性がある。参考に、昨年度のW/C=55%、500～1100℃で加熱したグラフを併せて示した結果、W/C=55%で3時間の等温加熱した供試体とは異なる結果となった。

4.3 hsb 法実験結果

図-3に示すように色相値(h)、彩度(s)と明度(b)の数値がほぼ同一の結果となったことから、同程度の明るさで撮影を行えたことが分かった。一方、1100℃加熱の写真-1のj)と写真-2のj)の表面色が目視観察では違いを感じたが、各hsb値は概ね同値という結果となった。目視で得られる認識とhsb値とは、かい離があると考えられる。したがって、現時点で、hsb値の結果のみでは受熱温度の推定には不向きである。

5. まとめ

R値とB値の関係で考えると、非加熱～400℃、700～1100℃間では温度との相関は見られなかった。一方で、400～700℃加熱では45%、60%とも上昇、明確な相関がみられた。これより、RGB値による受熱温度の推定が可能であることが示唆された。なお、hsb値は受熱温度の推定に不向きであることも分かった。

参考文献

- 1) Joongwon Lee, Kwangho Choi, Kappyo Hong : Color and Material Property Changes in Concrete Exposed to High Temperature Journal of Asian Architecture and Building Engineering, Vol.8, No.1, pp.175-782, 2009.5
- 2) 一瀬賢一:高温加熱を受けた高強度コンクリートの強度回復, コンクリート工学年次論文集, Vol.25, No.1, pp. 353-358, 2003

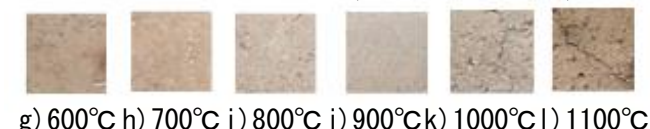
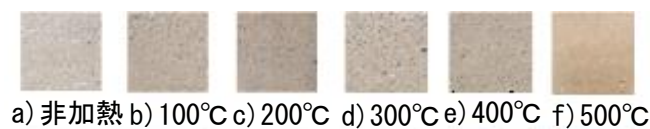


写真-1 W/C=60%, 各加熱温度での供試体表面の様子

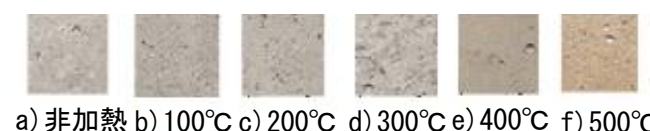


写真-2 W/C=45%, 各加熱温度での供試体表面の様子

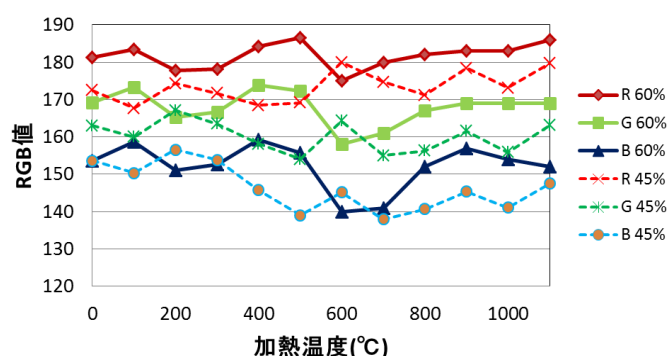


図-2 W/C=60%, 45%における各加熱温度と RGB 値

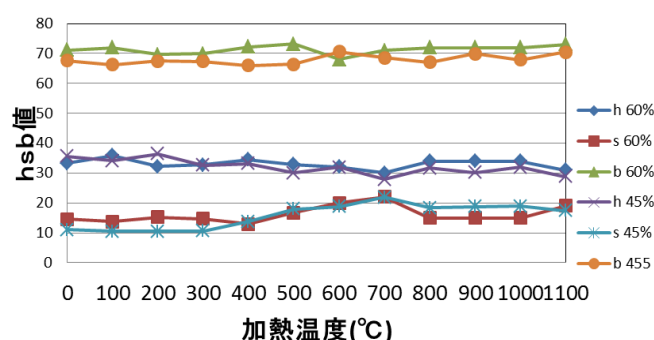


図-3 W/C=60%, 45%における各加熱温度と hsb 値

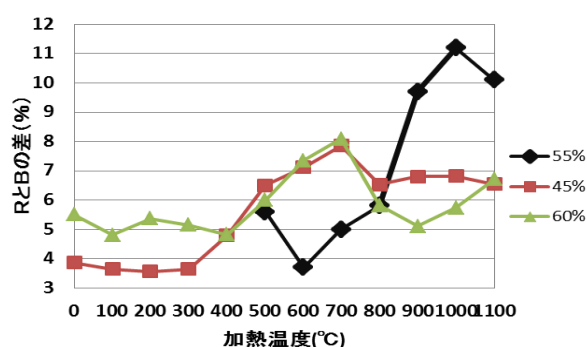


図-4 各加熱温度と R-B 値の関係

- 3) 宇井淳, 染谷勇貴, 栗原哲彦:加熱前後のコンクリートの色変化を用いた受熱温度の推定, 第39回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集, V-29, 2012.3