

建築材料用石材の変色促進浸漬実験法の試案と耐変色性定量評価

茨城大学 学生会員 ○浦野祐嗣, 正会員 小峯秀雄

フェロー会員 安原一哉, 正会員 村上 哲

1. はじめに

日本建築における石材の仕様用途は、主に仕上材料として用いられているため、石材の品質は色彩・色調により大きく評価される。近年わが国の建築材料用石材は、国内の採石場の減少や加工賃の高沸により、海外輸入依存が高まっている。しかし、ここ数年間において輸入石材の表層に、黄変や錆等による変色が発生しており、これは仕上材料という観点から石材の品質低下に繋がる問題となっている¹⁾。現在、石材の変色の可能性は、肉眼観察により判断されているが、観測者の経験や感性に依存するため、客観的な判断方法が必要とされている。

そこで本研究では、建築材料用石材の耐塩水性を考慮した変色促進試験の試案を提案し、著者らが、参考文献 2),3) において提案した色彩測定方法、評価指標値を基に、建築材料用石材の耐変色性定量評価を行うことを目的とする。

2. 今回試みた変色促進浸漬実験法の概要

今回は、50×50×15mmの角柱供試体に対し、人工海水への浸漬および乾燥を繰り返し行って、変色を促進させることを試みた。以下に、その手順の流れを示す。ビーカーに供試体を入れた状態で、人工海水を250mL まで入れ、反応条件を一定にするために、ホットプレートを用いて浸漬溶液の温度を70℃に保った状態で、8時間浸漬させる(図-1 参照)。浸漬溶液には、金属腐食試験用の人工海水(八州薬品(株)製・アクアマリン)を用いる。その主な化学成分を、表-1 に示す。なお、浸漬溶液の蒸発を抑えるために、サランラップを用いてビーカーの口を8割程度塞ぐものとする。8時間浸漬後、色彩測定時に表層に付着する物質の色彩の影響を防ぐために、50mL の蒸留水を用いて、供試体の洗浄し、その後一定環境下で約24時間室内乾燥させる。以上の工程を実験回数1回とし、繰り返し行った。



図-1 浸漬実験の様子

表-1 金属腐食用人工海水の主な化学成分 (20L 当たり) (メーカー仕様書による)

MgCl ₂	CaCl ₂	SrCl ₂	KCl
222.23g	30.70g	0.85g	13.89g
NaHCO ₃	KBr	H ₃ BO ₃	NaF
4.02g	2.01g	0.54g	0.06g
NaCl	Na ₂ SO ₄		
490.68g	81.88g		

表-2 供試体の特徴

石種	原産地	鉱物粒径	色系統
稲田	日本(茨城県)	粗目(大)	白御影
G623	中国(福建省)		
真壁小目	日本(茨城県)	小目(中)	
G614	中国(福建省)		
羽黒糠目	日本(茨城県)	糠目(小)	
G632	中国(福建省)		

3. 使用した供試体

本研究で対象とする石材は、表-2 に示す6種類の花崗岩である。稲田とG623、真壁小目とG614 および羽黒糠目とG632の組み合わせは、含有する鉱物の粒径や色彩が類似し肉眼では判別しにくいいため、上記の各組み合わせで色彩比較を行う。

4. 色彩定量測定方法および評価方法の概要

4.1 既提案のデジタルカメラを用いた色彩測定方法

既提案色彩測定方法の流れを以下に示す。なお、本研究では、色彩の定量的表現方法として、 $L^*a^*b^*$ 表色系を採用した。デジタルコピースタンドで固定したデジタルカメラを用いて供試体を撮影し、取得したデジタル画像から、画像処理ソフトにより画像サイズ、解像度の設定し、デジタルカメラで色管理されるピクセル単位の R,G,B を出力する。そして、 R,G,B から、表色系変換式を用いて L^*,a^*,b^* を算出する。なお、詳細な測定方法については、参考文献 2) を参照されたい。

4.2 浸漬実験後の供試体画像作成方法

4.1の方法を用いる際に、色彩測定を行う供試体画像は、デジタルカメラによって取得した画像からある一定領域

キーワード： 岩石質材料 画像処理 色彩測定

連絡先：〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL0294-38-5174

を切り取って作成する．初期状態と浸漬実験後との色彩変化を比較するためには，双方の測定領域を一致させる必要がある．そこで，画像処理ソフト(Adobe 社製 Photoshop)を用いて，初期状態の画像中の 1 ピクセルをマーキングしておき，それを基準に浸漬実験後の供試体画像を合わせて切り取るにより，同一領域の画像を作成した．

5. 結果と考察

6 種類の石材について，稲田と G623 においては実験回数 28 回，その他の石種においては 14 回変色促進浸漬実験を適用したが，肉眼観察では明瞭な変色の発生は確認できなかった．しかし，僅かに明度の低下が確認できたため，4.1 の方法で測定したピクセル単位の L^* について，以下の式で定義される重み明度指数変化量で整理を行った．

(重み明度指数変化量) = (実験後の重み明度指数) - (初期状態の重み明度指数) (1)

$$(\text{重み明度指数}) = \frac{\sum_n \{(L^*_i - 50) \times P_{L^*_i}\}^2 - \sum_m \{(L^*_j - 50) \times P_{L^*_j}\}^2}{P^2} \quad (2)$$

ただし， $L^*_i : n=i$ 時の L^* ($50 \leq i \leq 100$)， $P_{L^*_i} : L^*_i$ に対応するピクセル数 (Pixel)， $L^*_j : m=j$ 時の L^* ($0 \leq j < 50$)， P : 全ピクセル数 (Pixel) である．重み明度指数変化量は，0 が無変色であり，プラスが高明度に，マイナスが低明度に変色したことを表す．なお，著者らが提案した重み明度指数の詳細については，参考文献 3) を参照されたい．

図-2 に稲田・G623 の重み明度指数変化量の結果を，図-3 に真壁小目・G614 と羽黒糠目・G632 の重み明度指数変化量の結果を示す．図-2，図-3 より，全ての石材において，実験回数を重ねるごとに，重み明度指数変化量が低下していることが分かる．この結果から，肉眼観察では判断しにくかった明度の低下が，重み明度指数変化量で整理することにより定量的に確認することができた．また，図-2 より稲田と G623 の重み明度指数変化量を比較すると，実験回数 7 回目では稲田が -3.09 であり，G623 が -2.07 と G623 の方が 0 に近い値を示した．しかし，14 回目，21 回目ではそれぞれ稲田が -4.31，-4.70 であり，G623 は -5.23，-7.55 と，稲田の方が 0 に近い値を示した．この結果より，稲田の方が変色しにくい石材であることが確認できる．図-3 より，真壁小目と G614，羽黒糠目と G632 を比較すると，各実験回数ともそれぞれ G614，羽黒糠目の方が 0 に近い値を示し，変色しにくい石材であることが分かった．

6. まとめ

本研究では，金属腐食人工海水を用いた変色促進浸漬実験法の試案を提案し，6 種類の石材に適用した．さらに，既提案色彩測定方法および評価指標値を適用することによって，以下の結論が得られた．①全種石材において，実験回数を重ねることにより，明度の低下が確認できた．②色彩が類似した日本産と中国産の 3 つの組み合わせの石材の変色の度合いを比較したところ，色彩および鉱物の粒径が類似していても，明度の変化は異なることが分かった．以上のことから，今回試みた変色促進浸漬実験法では，肉眼観察で判断できる程度の変色は起こらなかったが，既往の色彩測定方法・評価方法と併用することにより，石材の変色評価に有用であることが分かった．

謝辞： 本研究の一部は茨城県石材業協同組合連合会のご協力をいただきました．ここに感謝の意を表します．

参考文献： 1) 中山實：建築用自然石に固有の鉱物および組織に起因する変質現象の究明—調査事例による石材表面に生じる変質現象に関する考察—，日本建築学会構造系論文集，No.510,99.7-14,1998. 2) 浦野祐嗣・小峯秀雄・安原一哉・村上哲：デジタルカメラを用いた新しい色彩測定方法の提案と建築用石材の色彩評価，第 39 回地盤工学研究発表会講演発表集，pp.559-560,2004. 3) 浦野祐嗣・小峯秀雄・安原一哉・村上哲：建築材料用石材の色彩・色調定量評価指標値の提案とその有効性，第 59 回年次学術講演会講演概要集，pp.871~872,2004.

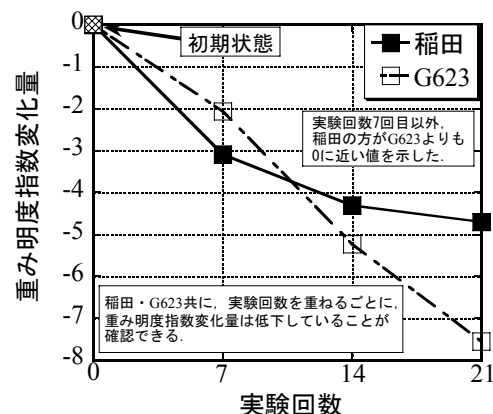


図-2 重み明度指数変化量 (稲田・G623)

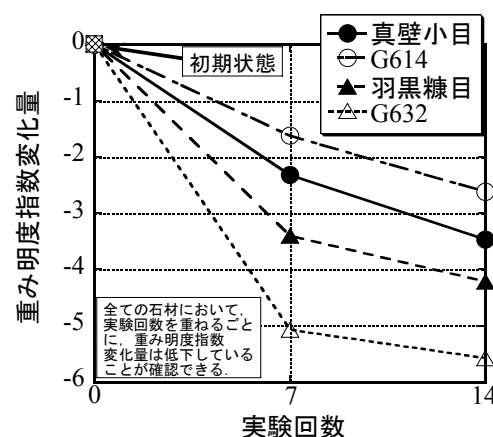


図-3 重み明度指数変化量
(真壁小目・G614，羽黒糠目・G632)