

ArUco マーカーを用いた画像測色システム Image color measurement system using ArUco markers

○池之上 慎吾*1
Shingo IKENOUE*1

*1 旭ビルウォール株式会社 構造解析部
Asahi Building-wall Structural Analysis

キーワード：建築；情報；色； ArUco

Keywords: Architecture; Information; color; ArUco

1. はじめに

建築における製造物及び塗装品の色判定においてよく用いられる手法に色差計を用いたマスターサンプルと個々の製造物の色差比較がある。この際一般的に使用される色差の評価式に CIEDE2000¹⁾があり、これについてある閾値を設定し色の合否判定を行うことが主であるが、建築においては物の表面積が大きく複数ポイントでの測色が必要になることや測色点間での色差も発生するなど評価の再現性が低い。それゆえに感性的な評価と色差計での判定結果がずれることもあり許容誤差判定が不安定だという問題がある。また、パネル自体が単色でない場合も色の管理が難しい。例えば図1は種石を打ちこんだ GRC パネルであるが、この場合は色の管理を色差計のみでは行えないため目視での表層の種石析出度合いの確認が必要になるなど色差計のみでは良否判定が不可能である。

上記の問題は測色を点で行っていることに起因するものであるため、本研究では製造物の写真を用いて面で測色を行うシステムの開発を行う事とした。特に初期段階として写真から色情報を取得する手法の検討をおこない、開発したシステムを用いて測色した値が色差計の値とどの程度の誤差が生じるか確認を行った。

2. 画像測色システム

本章では開発した写真から色情報を抽出するシステムについて述べる。写真から色の判定を行うためには必要な領域を特定し、切り出しおよびアフィン変換を行う必要がある。そこで ArUco マーカー²⁾を四隅に配置したプレート（以降 AR プレートと呼称）を開発し、これを用いて認識範囲を定めることとした。また、様々な環境光下での撮影に対応するためにはホワイトバランス補正および明度補正を行う必要がある。ホワイトバランスの補正は一般的に 18%グレイの反射板を用いて行われるため、それに倣い AR プレートに 18%グレイの部分を設け反射板と同等の性質を持たせた。AR プレートの意匠を図2に示す。

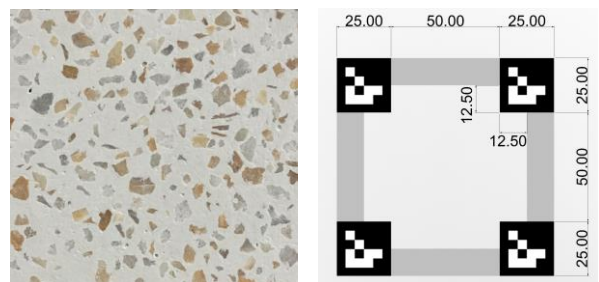


図1 種石打ち込み GRC

図2 AR プレート意匠

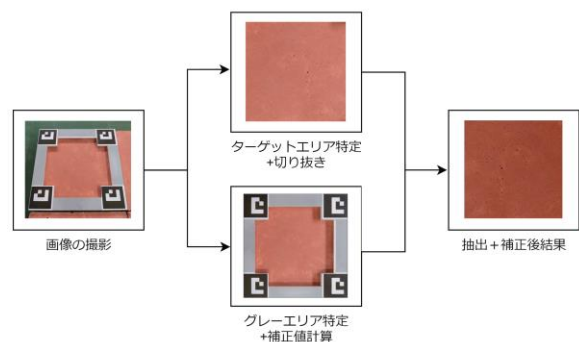


図3 画像処理フロー

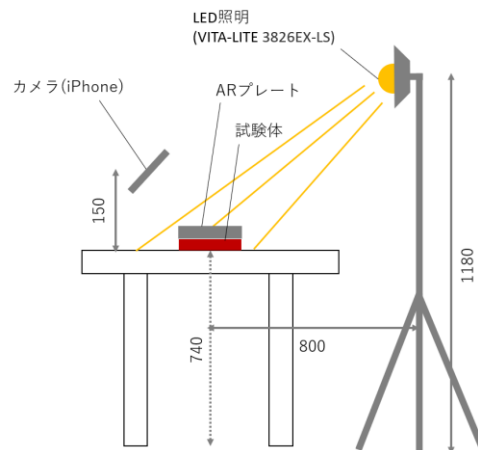


図4 撮影環境

本研究では暫定的に形状を 100mm 四方とし各マーカーの内側頂点を囲ったものをターゲットエリアとするが、これらの形状は対象物にあわせて柔軟に変更が可能である。切り抜きから色調補正までのプロセスは作成したプログラムによって実行される。処理フローの概略を図 3 に示す。切り抜きは各マーカーのコーナー情報を用いて行い、ホワイトバランスの補正は 18%グレーの範囲の画素平均値を色かぶり後のグレーとし、G チャンネルの値を基準として R, B チャンネルのゲインを求め全画素に乗算し補正後画像を得ることとした。なお写真の撮影は iPhoneSE gen3(Apple)、プログラムは Python にて作成した。

3. 色差計との数値比較

色彩管理の指標として画像から測色したデータが適切な値であるかを確認するために色差計による測色値との差分についての比較検討を行った。比較用試験体には GRC にコンクリート用顔料パイフェロックス 4130(ランクセス)を混練したものを 148 体打設し図 4 に示す方法で撮影を行った。LED 照明 3826EX-LS(VITA-LITE)を用いて机上の試験体および AR プレートに照射し極力影の影響を排除して撮影を行い、2 章で述べた方法により得られた抽出画像の全画素値を平均した RGB 値を Lab 値に変換し代表値とした。また撮影と同時に図 5 に示す 4 点について色差計 Spectro1 Pro(Variable)による測色を行い、得られた 4 つの Lab 値を平均して色差計による測色の代表値とした。その後各試験体における色差計と写真測色の誤差値である CIEDE2000 および色差計測色値から写真による測色値を引いた値 ΔL , Δa , Δb を算出した。得られた値のヒストグラムを図 6 に、各統計量を表 1 に示す。なお表中では平均算出等のため ΔL , Δa , Δb は絶対値評価とした。CIEDE2000 は平均して 7.0 程度の誤差がみられ、L, a, b 各値についても補正誤差の平均は 3~7 程度となった。誤差の分布は 0 付近にピークがあることが望ましいが Δb は比較的 0 周辺に集中している一方で ΔL , Δa はピークがシフトしており、これらの値が誤差を拡大した要因である可能性が高い。

4. 考察

一般に評価基準として用いられる CIEDE2000 の誤差の程度 3)は一般的な色彩管理で 6.5 が最低限度の値となっているため、現状の色調補正精度では色の管理方法として開発したシステムを用いることは難しい。しかしながら ΔL , Δa については誤差の出方に一定の傾向がみられ、具体的には写真の L 値は大きく、a 値は小さく出る傾向にあることが分かる。L 値の要因の一つに AR プレート自体の反射による白飛びの影響が考えられる。この問題は AR プレートの塗装の上に非反射コーティングのような加工を行い反射率の低減を図るなどの解決法がある。a 値のずれも同様に白飛びの影響である可能性もあるが

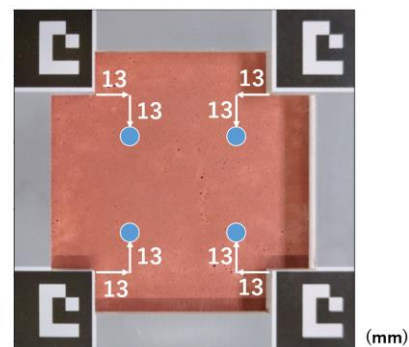


図 5 測色点

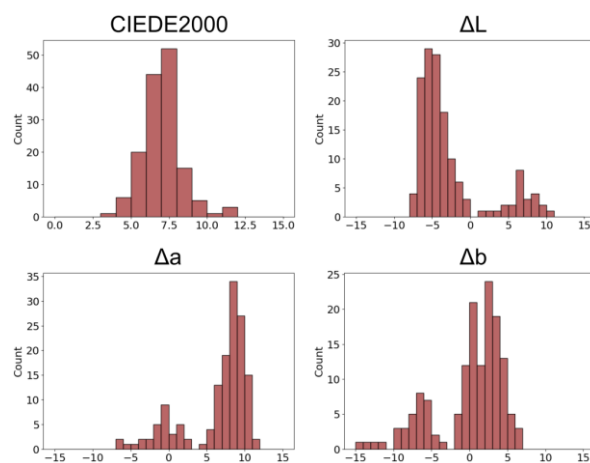


図 6 誤差値のヒストグラム

表 1 各統計量

	CIEDE2000	ΔL (絶対値)	Δa (絶対値)	Δb (絶対値)
平均	7.0	5.0	7.1	3.5
中央値	7.0	5.1	8.1	3.0
最大値	11.8	10.3	11.9	14.5
最小値	3.8	0.3	0.0	0.0

今回用いた素材自体の色の傾向が要因であることも考えられるため、今後の検討事項として Lab 値が安定した色見本のようなものに対して同様の比較試験を行い、各色に対するずれの傾向に基づく補正係数の算出が考えられる。

[参考文献]

- 1) Luo, M.R., G. Cui, and B. Rigg, "The development of the CIE2000 color-difference formula CIEDE2000," Color Research & Application, 26, pp. 340-350 (2001)
- 2) S. Garrido-Jurado, R. Muñoz-Salinas, F. J. Madrid-Cuevas, and M. J. Marn-Jimnez. "Automatic generation and detection of highly reliable fiducial markers under occlusion", Pattern Recognition, pp.2280-2292 (2014)
- 3) 東洋インキ 「色を測る」ということ
<https://www.toyoink1050plus.com/color/chromatics/basic/005.php> (参照 2023-09-28)