

フライアッシュの色の評価と二次製品への適用性について（その1）

北電興業(株) 正会員 高橋昌之
 北電興業(株) 正会員 ○斎藤由紀代
 北海道電力(株) 上田哲也

1. はじめに

最近の石炭灰利用動向は、比較的大量利用が可能な高含水比不良土や浚渫土改良工事への適用事例が見受けられ、有効利用率の向上に寄与している。一方、二次製品や生コン混和材への利用は、需要家1件当りの取扱量が少ないものの、比較的安定した需要が見込まれ、有効利用のベースとして期待されている分野である。

現在、道内におけるフライアッシュ（以下、FA と呼ぶ）を原料にした建材、コンクリート二次製品は3社で生産されているが、FA の色に起因する製品色のバラツキの問題から海外炭 FA は採用されていない。FA の色の变化は FA 中の未燃炭素による黒色化や含有成分による発色であり¹⁾、原料である石炭の性状やボイラの燃焼条件に大きく依存すると考えられる。このことから、多様化する産炭地から原料を調達する海外炭 FA は国内炭 FA に比べ色のバラツキが発生し易い。そこで、FA の色の評価を迅速かつ定量的に行う方法として測色計による計測を実施し、実際の二次製品との対比によりその適用性を検討した。

2. 測定方法

FA の色の測定は「色の測定方法（JIS Z 8722）」で規定されている第2種分光測光器に該当する「ミノルタ CM-2002」を使用し、測定結果は「色の表示方法（JIS Z 8729）」で規定されている「L*a*b*表色系」で表示した。

測定方法は、バットに広げた試料の5ヶ所で各1回ずつ計5回測定し、その平均値を採用した。

ここでL*a*b*表色系とは、明度（「明るさ」の度合い）をL*、色相（青・黄・赤等、夫々区別される「色合い」）と彩度（「鮮やかさ」の度合いを示す性質）をa*、b*で表したものである。具体的には、L*の絶対値が大きくなるほど明るく、+a*が赤方向、-a*が緑方向、+b*が黄方向、-b*が青方向を示し、a*、b*の絶対値が大きくなるほど鮮やかな色を、値が0に近づく程くすんだ色を示す。

3. 測定結果

奈井江発電所産出の国内炭 FA1 炭種及び苫東厚真発電所 2 号機産出の海外炭 FA42 炭種について実施した測色計による色の測定結果を図-1、2に示す。

図-1 より色相・彩度を表すa*とb*は強い正相関を示す。

海外炭 FA の多くはセメント及び国内炭 FA より赤・黄方向（+a*、+b*方向）が強い傾向が見られ、国内炭 FA はセメントに近い色調を呈している。

図-1 の相関を利用し、色相・彩度をa*に代表させ、明度L*との関係で整理することにより FA の色の特性（色調）全体を表

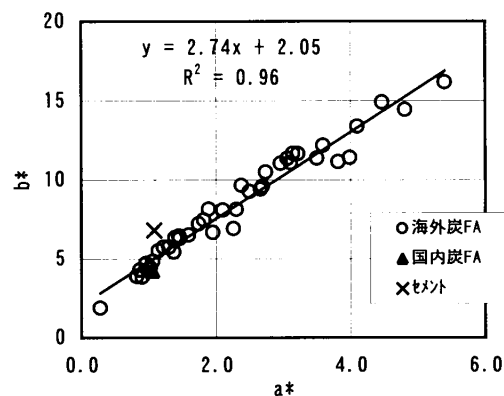


図-1 a*とb*の関係

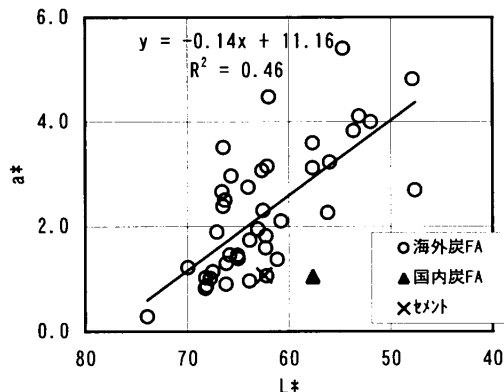


図-2 L*とa*の関係

キーワード：石炭灰、フライアッシュ、分光測色計、色

北電興業(株)土木部技術 G 〒060-0031 札幌市中央区北1条東3-1 TEL:011-210-0772 FAX:011-232-7726

したものが図-2である。炭種の違いでFAの色調が異なるものの、色相・彩度が鮮やかな時に明度は暗くなる傾向が見られる。これらの分析傾向は測定者の目視観察結果とも概ね一致することから、二次製品への適用性を以下に検討した。

4. 測色計データの二次製品への適用性について

今回対象とした製品は、内外壁材やOAフロアパネルとして商品化された建材であり、国内炭FA（奈井江発電所産）を主原料（63%程度）とし、バインダーとして難燃性樹脂を混ぜ160℃で加熱プレス成形して製造される。製品の色調は熱処理により原料色から変化し、淡い緑色を呈する。

表-1は9灰種の海外炭FAを使用した製品テストピース（以下、製品TPと呼ぶ）の色に関する評価（メーカー実施）とFAの測色計データを示したものであり、9灰種中4灰種が“使用可能”、3灰種が“要注意”、2灰種が“使用不可”と評価された。

図-3はFAの測色計データに製品TPの評価を加筆し、整理したものである。製品TPに使用された9灰種のFAの色調はかなり広範囲に分布しており、海外炭FA全体の色調を概ね代表している。“使用可能”FAは現行品の国内炭FAと比べてやや明るく（ L^* がやや大）、同程度の色相・彩度（ a^* が同じ）となる。“要注意”FAは現行品の国内炭FAと比べてやや明るい（ L^* がやや大）が、赤・黄色方向がやや強く（ a^* がやや大）なる。“使用不可”FAは現行品の国内炭FAと比べてさらに赤・黄色方向が強く（ a^* が大）なり、明るさは同程度（ L^* が同じ）となる。全体的な傾向として、 L^* が小さく a^* が大きくなるほど（右上に移行するほど）製品色の判定が厳しくなる傾向にあり、FAの色調合格ラインを仮に「 $a^* \leq 1.5$ 、 $L^* \geq 55$ 」に設定することにより、定量的な合否判定が可能と判断される。

また、図-4はFAの Fe_2O_3 と a^* の関係を示したものであり、FAの赤・黄方向の度合いがFA中の鉄分量に影響されることが判る。

以上のことからFAの測色計による色の評価方法は、実際の二次製品への適用が可能であるとともに、使用石炭の灰組成（ Fe_2O_3 ）も予測指標として有効であることが判明した。

今後は、データ数を増やして評価精度の向上を図るとともに、熱処理を行わないコンクリート二次製品への適用性についても検討を進める予定である。

表-1 製品TPの外観評価とFA測色計データ

灰種	製品テストピース		FA測色計データ		
	外 観	外観評価	L^*	a^*	b^*
奈	現行品	—	57.67	1.05	4.23
A	現行品とほぼ同色	○	68.09	0.87	4.29
B	現行品とほぼ同色	○	63.86	0.96	4.69
C	現行品とほぼ同色	○	67.49	1.14	5.50
D	現行品よりやや緑色薄い	○	69.91	1.22	5.73
E	やや茶系を帯び、見た目良くない	△	67.06	1.89	8.14
F	やや茶系を帯び、見た目良くない	△	65.67	2.96	11.04
G	やや茶系を帯び、見た目良くない	△	66.42	3.50	11.36
H	茶系を帯び、見た目良くない	×	57.66	3.59	12.18
I	非常に濃茶となり、見た目良くない	×	54.67	5.40	16.14

○：使用可能 △：要注意 ×：使用不可

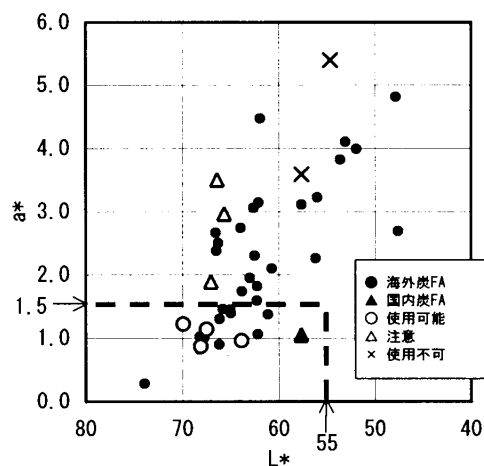


図-3 製品TPの外観評価とFA測色計データ

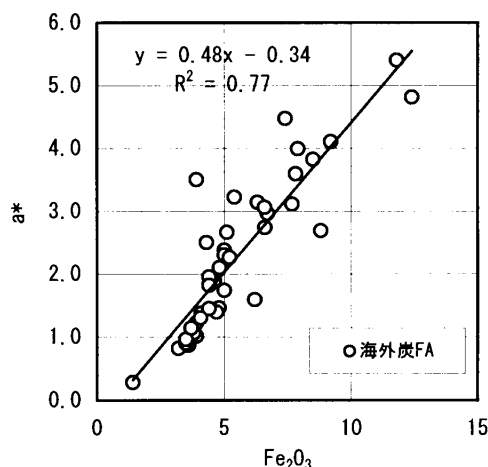


図-4 Fe_2O_3 と a^* の関係

【参考文献】

- 1) 環境技術協会・日本フライッシュ協会：石炭灰ハンドブック、平成12年5月