

景観材料としての彩色素地の開発

福永 均 加藤 勝正 長谷川龍三

Development of Stain Bodies for Landscape Materials

by

Hitoshi FUKUNAGA, Katsumasa KATO and Ryuzo HASEGAWA

景観材料にふさわしい質感や色合いをもつ窯業建材用素地を得るため、原料、着色材及び製造方法を検討し、天然の材質感を有するグレー系素地、木質調素地及び軽石風素地の開発を試みた。

景観材料として求められているグレー系素地は、陣屋粘土85%、抗火石15%の白色素地に二酸化マンガンを多く含有する着色材（釉薬スラッジ）を5～15%添加し、1100℃で焼成することにより得られた。着色材の添加に伴って、明度の異なる灰色の素地が開発できた。

木質感を有する素地は、三河粘土にセピオライト及びフリットで調整したエンゴーベ（化粧土）を煉瓦素地に施し、1150℃で焼成することにより得られた。セピオライトの添加に伴って、種々の木質感を有する素地が開発できた。

素朴で暖かみのある軽石風素地は、瓦シャモットに粘土長石及び耐熱セメントを添加し、1150℃で焼成することにより得られた。粘土長石の添加に伴って、多孔質で素朴な軽石風素地が開発できた。

1. まえがき

近年、各地で都市景観に関するシンポジウムが開催されるなど、都市設計に対する取組みが活発になってきている。景観材料として求められるものに機械的強度や耐久性などの機能面と周囲の雰囲気と調和する材質面がある。

最近の煉瓦素材の傾向として、輸入煉瓦に代表されるグレー系で天然の素材感を活かした素地の需要が急増しており、煉瓦企業においても、画一的な製品づくりから進展し、景観設計にふさわしい新たな商品開発の必要性に迫られている。

平成2年度の研究¹⁾において、瓦用配合土に釉薬スラッジを添加した烏泥調の装飾煉瓦素地と、瓦シャモットにアルミナセメントを添加した不焼成素地を開発した。

鉄分を数%含有している原料では、着色材の効果は薄れ、焼成後の色調は、ブラウン系に限定される。景観材料として求められているグレー系の素地を得るには白色素地を主原料にする必要がある。また不焼成素地の改良策として、セメントをバインダーにして焼成し、物性改善を図るととも

に、天然の材質感を有する素地開発が可能かどうかを検討した。

2. 実験方法

2.1 使用原料

表1に使用原料の構成元素及び鉱物組成を示す。

白色素地は、乾燥性や物性を考慮して、陣屋粘土85%、抗火石15%の調合物を選定した。

釉薬スラッジは、三河地区の陶器瓦用釉薬のスラッジで、マンガ、鉄等の着色原料を含有している。

セピオライトは、繊維状の構造をもっている鎖状構造粘土で、構造式は $\text{Mg}_3\text{Si}_{12}\text{O}_{30}(\text{OH})_4(\text{OH}_2)_4$ である。

粘土長石は、長石粉碎・分離後の上澄みに浮遊している微細な長石で、平均粒子径は $1.1\mu\text{m}$ である。

耐熱セメント²⁾は、ポルトランドセメントに特殊な炭素粉末が添加されており、ポルトランドセメントに比べて、曲げ強さ、吸水率等物性面で優れている。使用した耐熱セメントの結晶鉱物は、

表1 使用原料の構成元素及び鉱物組成

試料名	構成元素・鉱物組成
三河粘土	α -石英、長石、カオリナイト鉱物、雲母粘土鉱物、モンモリロナイト鉱物
陣屋粘土	α -石英、長石、カオリナイト鉱物、雲母粘土鉱物
防火石	非晶質物(火山性ガラス)、 α -石英、長石
セピオライト	セピオライト、方解石
粘土長石	長石、 α -石英、カオリナイト鉱物、雲母粘土鉱物
瓦釉薬スラッジ	Si、Al、B、Na、K、Ca、Zr、Ti、Pb、Mn、Fe
下水污泥焼却灰	α -石英、長石、鉄化合物(ヘマタイト、マグヘタイト)
耐熱セメント	アリット($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)

ポルトランドセメントの主要鉱物であるアリット($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)である。

2.2 試験体の調合割合及び作製

表2に試験体の調合割合を示す。

2.2.1 グレー系素地

白色素地に着色材として、釉薬スラッジを添加し、水分調整した後、逆流式混合混練機により坏土を調製した。この坏土を $100\text{kgf}/\text{cm}^2$ でプレス成形し、幅 $60 \times$ 長さ $220 \times$ 厚さ 20mm の試験体を作製した。

2.2.2 木質調素地

三河粘土にセピオライト及びフリットを添加し、水分 $55 \sim 70\%$ で泥しょう調製した。この泥しょうを煉瓦素地表面に一定量塗布し、試験体とした。

2.2.3 軽石風素地

瓦シャモット(粒径 2mm 以下)、粘土長石及びセメントを調合した後、水を添加して、逆流式混合混練機で混合し、スリップ状態にする。このスラリーをスチロール容器に流し込み、振動を与えて充填を良くする。容器に流し込んだスラリーを $15 \sim 24$ 時間後に取り出し、試験体を得た。

2.3 色調測定

測色色差計を用いて、焼成後の試験体の色調をCIE LAB表示により数値化した。また一試料の色差は、試料内の $5 \sim 10$ 箇所の色調を測定し、最大値と最小値の差により求めた。

3. 実験結果と考察

3.1 グレー系素地

白色素地に着色材として、釉薬スラッジを添加し、グレー系素地を開発した。図1にスラッジを添加した素地の色調変化を示す。

白色素地に釉薬スラッジを添加すると、添加量に伴って、明度指数(L^*)が低下し、ライトグレーからミディウムグレーに段階的に変化する。色調は、若干黄みを帯びたものであるが、ほぼ無彩色(円内が無彩色)に近い。また焼成温度の違いによる色調変化は、比較的少ない。

なお釉薬スラッジの添加は、曲げ強さの増加、吸水率の低下等物性面での向上が図れる利点もある。

表2 各種素地の調合割合 (%)

素地名	記号名	原 料 名		
グ レー 系 素 地		白色素地	釉薬スラッジ	
	G 0	100	0	
	1	95	5	
	2	90	10	
	3	85	15	
木 質 調 素 地		三河粘土	セピオライト	フリット
	S 0	100	0	—
	1	90	10	—
	2	80	20	—
	3	70	30	—
	F 1	S 3素地		
	2	"		5
	3	"		10
	4	"		15
		"		20
軽 石 風 素 地		瓦シャモット	粘土長石	耐熱セメント
	C 0	90	0	10
	1	80	10	10
	2	70	20	10
	3	60	30	10

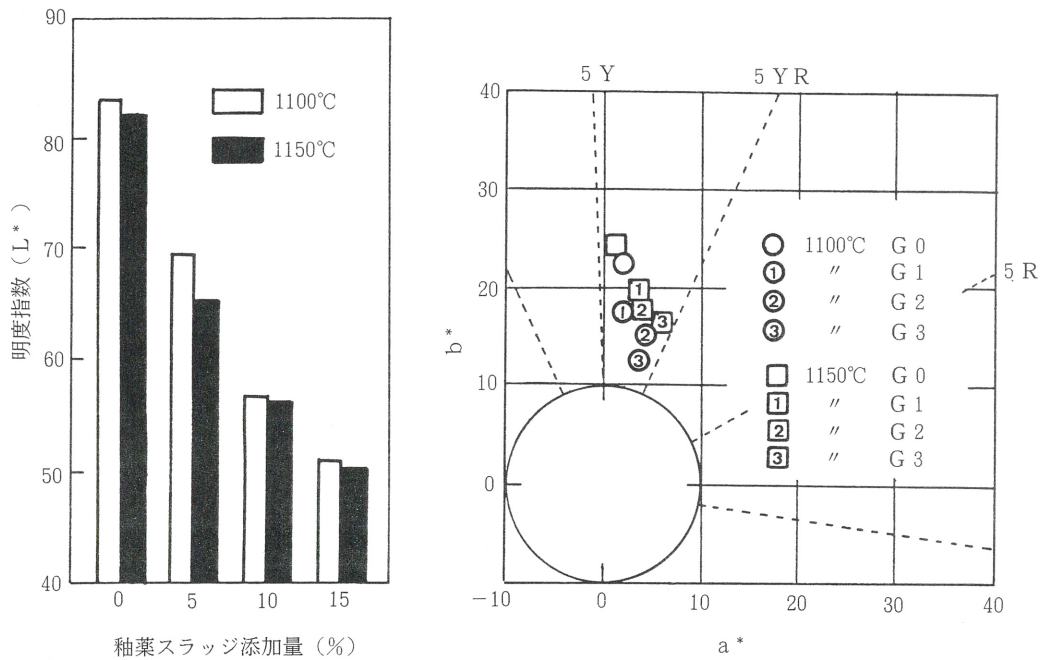


図1 釉薬スラッジ添加による色調変化

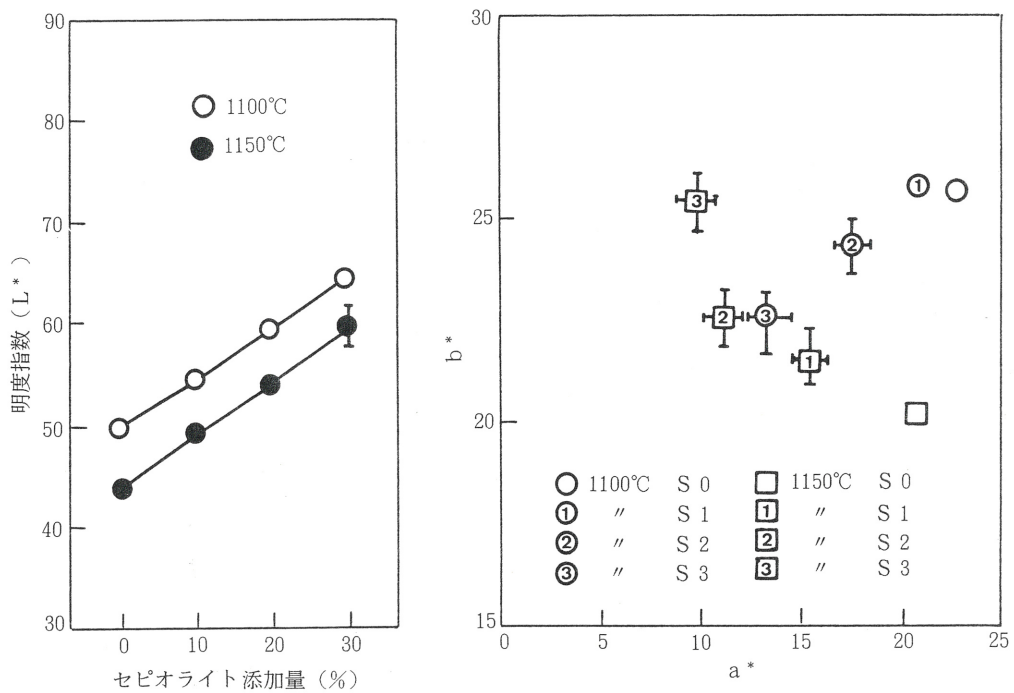


図2 セピオライト添加による色調変化

3.2 木質調素地

3.2.1 セピオライトの効果

図2にセピオライトを添加したエンゴーベ(S系)の色調を示す。図中の棒線は一試料の色差(最大値-最小値)である。

三河粘土にセピオライトを添加すると、添加量の増加に伴って、明度指数は大きくなり、明るさが増し、彩度は低下する。また焼成後のセピオライト繊維と三河粘土焼結相との色調の違いにより、色差が大きくなり、木質感のあるテクスチャが形成された。

3.2.2 フリット添加による耐摩耗性改善

床面に使用する場合を考慮して、耐摩耗性の改善を検討した。図3にフリットを添加したエンゴーベ(F系)の摩耗減量の変化を示す。フリットを添加することにより、摩耗減量が少なくなり、耐摩耗性の改善が図れた。

なお、顕微鏡観察では未熔融のセピオライト繊維の境界面に熔融したフリットのガラス相が形成されており、フリット添加により、素地との密着性が良くなっている。写真に表面性状の観察結果を示す。

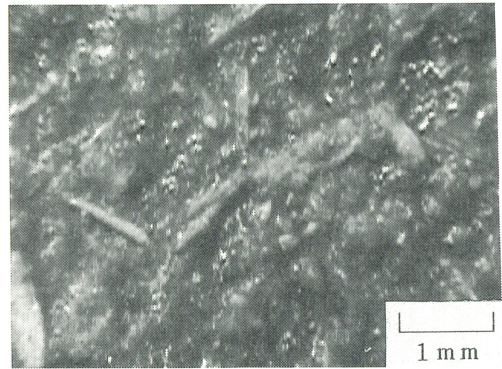


写真 木質調素地の表面性状

3.3 軽石風素地

瓦シャモットにセメントをバインダーとし、粘土長石を焼結材として添加し、多孔質で素朴な暖かみのある素地を開発した。

3.3.1 質感

図4に粘土長石を添加した場合の中心線平均粗さを示す。粘土長石の添加量及び焼成温度の増加に伴って表面粗さは増加し、多孔質な感じになる。

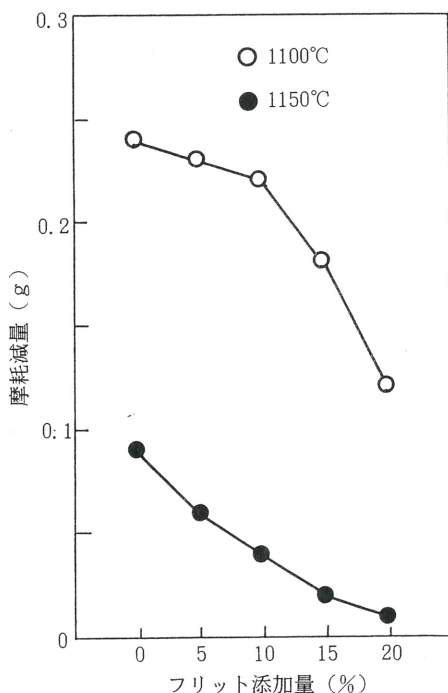


図3 フリット添加による耐摩耗性の改善

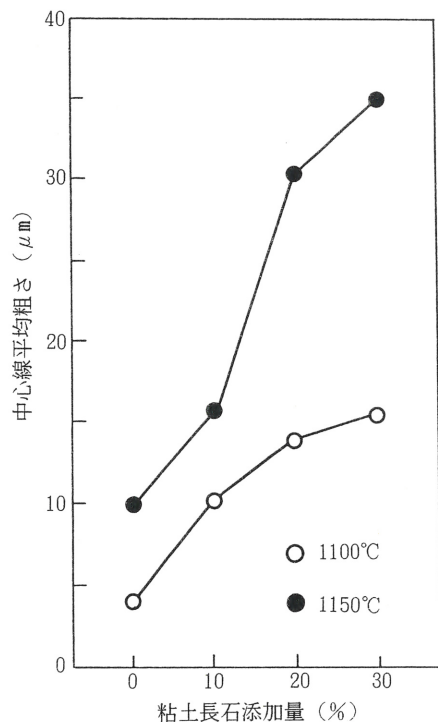


図4 粘土長石添加による表面粗さの変化

顕微鏡観察では、1100℃焼成素地は、セメント中のクリンカー鉱物が分解されずに一部表面に残存しており、表面凹凸は少ない。しかしながら、1150℃焼成素地では、クリンカー鉱物は分解し、瓦シャモットの粒界に溶融した粘土長石が取り囲んでおり、表面の凹凸が増す。

3.3.2 物性

景観材料として使用する場合、質感や色合いだけでなく、機械的強度も要求される。図5に粘土長石を添加した素地の曲げ強さの変化を示す。

粘土長石の添加量が増加するとともに曲げ強さが向上し、吸水率が低下する。しかしながら、粘土長石30%添加素地の1150℃焼成では、過焼成により曲げ強さは低下した。

4. 試作

開発した素地を用いて、景観材料としてふさわしい質感や色合いをもつタイル及び煉瓦を試作し

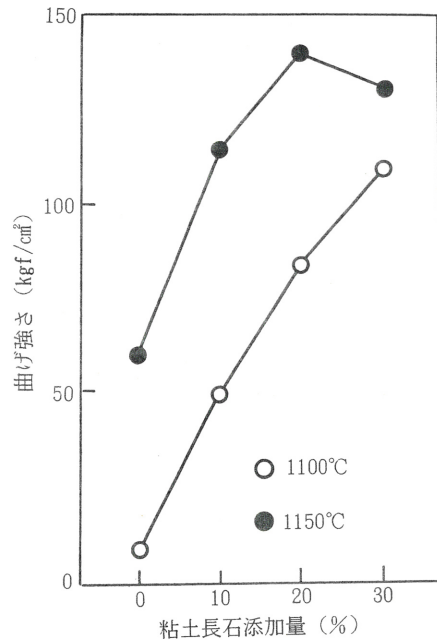


図5 粘土長石添加による強度改善

表3 タイル試作品の物理的性質

	幅 1 cm 当りの 曲げ破壊荷重 (N/cm)	吸水率 (%)	摩耗減量 (g)	凍結融解試験
試 作 品	164	8.2	0.02	異常なし
規 格 値	120 以上	陶器質 (22以下)	0.1 以下	異常がない こと

規格値は床タイルの値

表4 煉瓦試作品の物理的性質

	圧縮強さ (kgf/cm²)	吸水率 (%)	摩耗減量 (g)	凍結融解試験 ※
試 作 品	436	9.9	0.02	異常なし
規 格 値	300 以上	10 以下	—	—

規格値は普通煉瓦 4 種の値

※タイル JIS法により 5 回繰返し

た。なお、タイルの試作にあたっては、グレー系素地に配色効果をもたすため、ブラウン色を呈する着色材(下水汚泥焼却灰80%+ベントナイト20%の調合物)を添加した。

4.1 斑点模様タイル

グレー系素地(G1)の顆粒10部と着色材の顆粒1部を配合し、プレス成形(プレス圧力100kgf/cm²)により、斑点模様を有する二丁掛タイルを試作した。乾燥後、電気炉により1100℃で焼成した。

なお顆粒は、乾粉調合物に水を加え、逆流式混合混練機により数ミリ径の顆粒状に調製した。表3に試作品の物理的性質を示す。

幅1cm当りの曲げ破壊荷重で比較すると、外装タイル及び床タイルの規格値を満足している。また凍結融解試験は、JIS法により10回繰り返して異常は認められなかった。

4.2 軽石風煉瓦

瓦シャモット80%、粘土長石10%、耐熱セメント10%で調合したものに水25%を加えてスリップ状態にし、煉瓦形状シリコン型に流し込んだ。乾燥後、電気炉により1150℃で焼成した。表4に試作品の物理的性質を示す。

吸水率は9.9%と大きい、圧縮強さは436kgf/cm²あり、普通煉瓦4種の規格値を満足している。また凍結融解試験は5回繰り返して異常は認められなかった。

5. まとめ

- (1) 景観材料として求められているグレー系素地は、陣屋粘土85%、抗火石15%の白色素地に二酸化マンガンを多く含有する着色材(釉薬スラッジ)を5~15%添加し、1100℃で焼成することにより得られた。着色材の添加量を変えることにより、明度の異なるグレー系の色素地が開発できた。
- (2) 木質感を有する素地は、三河粘土にセピオライト及びフリットで調整したエンゴーベ(化粧土)を煉瓦素地に施し、1150℃で焼成することにより得られた。セピオライトの添加量を変えることにより、種々の木質感を有する素地が開発できた。
- (3) 素朴で暖かみのある軽石風素地は、瓦シャモットに粘土長石及び耐熱セメントを添加し、1150℃で焼成することにより得られた。粘土長石の添加量を変えることにより、多孔質で素朴な軽石風の素地が開発できた。

謝 辞

本研究にあたって、試料を提供していただいた清水建設(株)沢出稔氏に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 福永均, 浅井邦雄, 長谷川龍三, 愛知県常滑窯業技術センター報告, No.18, 35~38 (1991)
- 2) 沢出稔, 建築技術, No.7, 168~171 (1991)