

多孔質セラミックスの製造技術に関する研究

窯業指導所

技術指導部 林 誠 諏訪 幸雄
仁平 敬治

1. 緒 言

本県西部の笠間、岩瀬、大和、真壁地区には採石や石材加工業者が集中し、全国一を誇る花崗岩石材産地を形成している。採石された花崗岩は風化の度合や色調、貫入の有無によって選別されて、実際に使用されるのはそのうちの1/2程度である。それ以外は廃石となる。更に加工時にでるコッパ石などを含めると、年間約20万トンにもなり膨大な量となり、この処理に困惑している現状にある。

そこでこれらの石材廃材を活用して新たな製品開発を試み、廃材を粉砕、それに成形助材や低温焼結材を添加後プレス成形し焼成すると、透水性や吸音特性などの機能性がある多孔質体が得られ、内外装タイルへの利用が可能となった。

平成元年度は技術開発補助事業による成果普及講習会を長崎、島根、茨城の各県で実施し、さらにこの多孔質セラミックス板の製造販売を希望していたアートセラミック(株)(笠間市)に技術移転をした。また、製品の材質面での改良課題であった高強度化と、多色化について取り組み成果を得ているので、これまでの成果と合わせて報告する。

2. 試験内容

2. 1 原 料

使用した花崗岩は、笠間市稲田地区及び真壁郡真壁地区石材加工業から廃出する花崗岩廃石と成形助材としてベントナイト、また低温焼結材としてはガラス粉でいずれも市販品を使用した。花崗岩廃石はジョークラッシャーで粗砕、更にフレットで粉砕した後、フルイ分けし4meshから42meshの粒度ものを原料とした。粒度構成を表1に示す。

表1

mesh	4～5	5～7	7～9	9～42
%	12	23	16	49

2. 2 花崗岩粒度と強度、気孔率の関係

試験体の成形は表2のように粒形の異なるM-1～M-4の各試料に対し、成形強度を保つために可塑性原料としてベントナイト10%、更に焼結剤としてガラス粉15%を配合。成形は水分を6～8%加えた半乾式成形法とし、金型

表2

mesh \ No.	M-1	M-2	M-3	M-4
4～5				12
5～7			27	23
7～9		25	18	16
9～42	100	75	55	49

を使い $50\text{Kg}/\text{cm}^2$ で加圧成形した。焼成は電気炉で昇温速度 $100^\circ\text{C}/\text{h}$ 、更に最終温度で 10 分保持の条件で 950, 1000, 1050, 1100°C の各温度で焼成した。

曲げ強度と気孔率は図 1, 2 に示すように焼成温度を上げてゆくと曲げ強度は強く、一方気孔率は減少の反比例関係にある。これは、焼成温度の上昇によって素地の中に逐次ガラス相が発達し、花崗岩粒の間隙をうめ、粒間の結合は強化されるが反面気孔が閉鎖されることによる。 1100°C 以上の焼成温度では、花崗岩中の長石が熔融を開始し、さらにガラス相が増し、素地の軟化が進み製品形状が保てない。花崗岩の粒度は 9mesh 以上を除き 9~42mesh 間に調整した素地が最も高強度であった。M-1 配合の曲げ強度は焼成温度 1100°C でおよそ $35\text{Kg}/\text{cm}^2$ である。

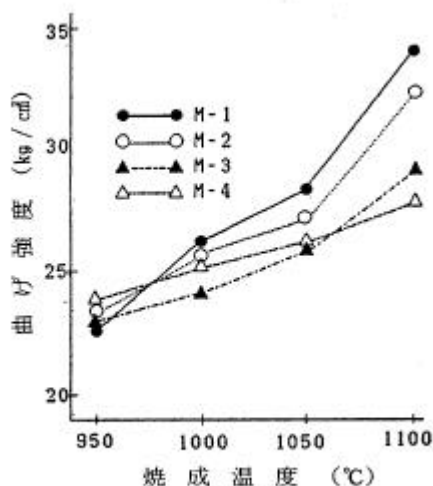


図1 曲げ強度

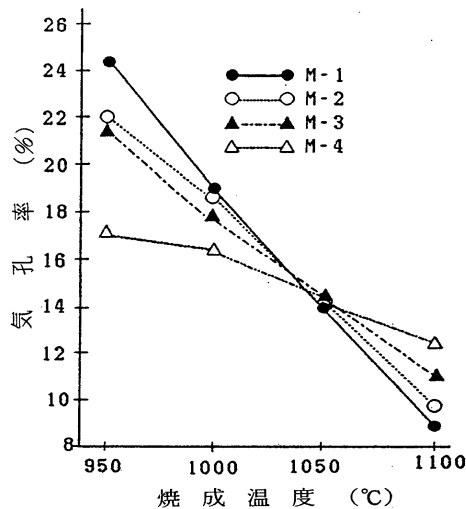


図2 見掛け気孔率

2. 3 成形助材と強度・気孔率の関係

表3に示す配合のようにベントナイトやガラス粉の添加量を変えた場合の曲げ強度や気孔率さらに透水率の変化を測定したのが図3, 4, 5である。花崗岩の粒形はM-2 (7~42mesh) である。また表面に施釉した試料との比較も行った。○は表面に施釉した。

曲げ強度に関し、ガラス粉とベントナイトの添加量はG-2の組合せが最も良いようである。また当然の事ながら表面に施釉した試料は強度が増している。

透水性は、セラミック板の表面に直径 50mm の円筒を立て、板と筒を粘土で水漏れがしないように固定し、筒に 200cc の水を投入し完全に透水するまでの時間を測定する方法で行った。G-2, G-3 配合では、焼成温度を 1100°C まで上げると表面が無釉、施釉に関わらず透水性がほとんど無くなってしまう。

表3 配合表

原料\No.	G-1	G-2	G-3
M-2	75	70	65
ガラス粉	15	20	20
ベントナイト	10	10	15

配合表から推察してもガラス粉の添加量が影響していることが解ると思う。

2. 4 吸音性

試作した多孔質タイルの吸音効果を垂直入射法により測定した。図6に吸音特性を示す。いずれも300 から 600Hz に至る周波数領域で高い吸音性を示す。

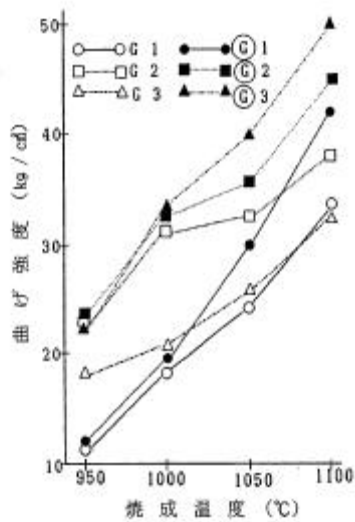


図3 曲げ強度

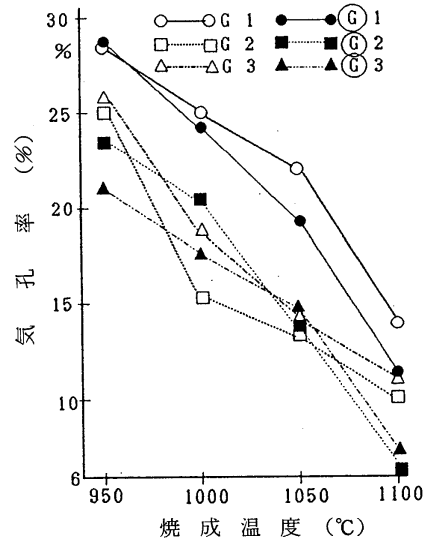


図4 気孔率

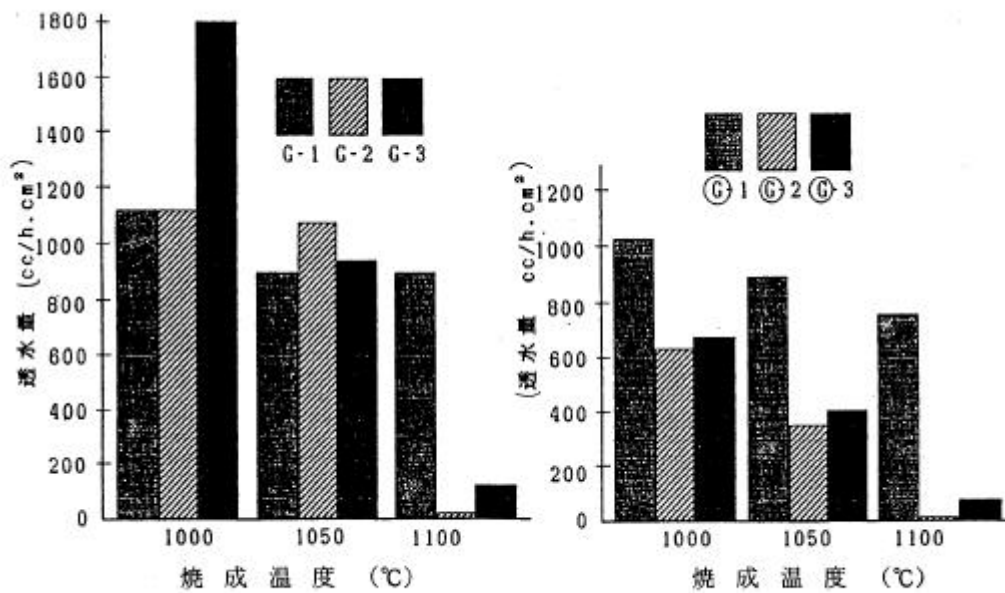


図5 透水量

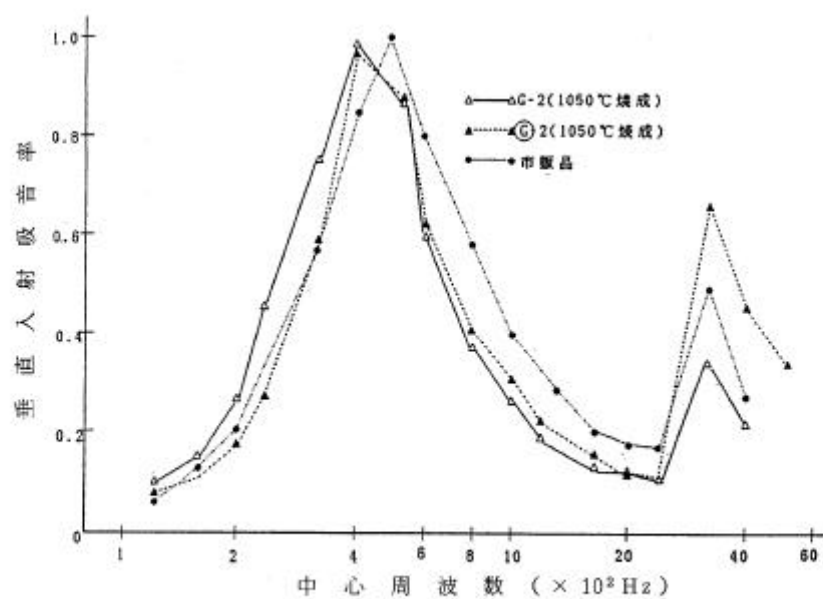


図6 吸音特性

2. 5 着色試験

今後は製品市場の拡大にともない、カラフルな色彩を求められるため、G-2試料に酸化金属を添加し、焼成温度1050°Cにおける着色性を調べた。結果を表4に示す。結果の通り金属酸化物や市販の顔料を数%添加することによって多彩な色付けをすることが出来る。

表4 添加金属と呈色

金 属	添加量	呈 色
酸化第二鉄	5 %	黄褐色
二酸化マンガ	5	ベージュ
酸化コバルト	2	ライトブルー
酸化クロム	5	グリーン
顔料 陶試紅	5	淡桃色
〃 M-700	5	暗黒色

3. 結 言

- 1) 花崗岩の粒度は透水性、吸音性また強度を考慮すると0.4mm～5mmφ以内を使用することが有効である。
- 2) 強度を増すためガラス粉を添加するが、配合量は15%～20%程度、焼成温度は1050°C～1100°Cが適当である。また表面施釉によって強度を増す効果が得られるが、透水性を保つにはガラス粉の添加量を15%内に抑える必要がある。
- 3) 成形助材としての可塑性粘土は成形上に問題が生じなければ少なくする。
- 4) この試験結果から、花崗岩廃石から目的用途に応じた多孔質体の製品化が可能であるが、床タイルには強度確保から3cm以上の厚みを必要とする。