

県産未利用粘土鉱物の粘土がわらへの利用*

酒井晃二** 吉田敏裕** 橘 秀一**

県産未利用粘土鉱物の有効利用を図るため2種類の粘土鉱物について化学組成、鉱物組成、耐火度、熱収縮などの諸物性を測定し、窯業建材への活用を検討した。その結果、焼成体の曲げ強さは現行原料土と同等の値を示した。また、試作がわらはJIS規格を満足し、粘土がわらへの活用が可能であることが分かった。

キーワード：粘土鉱物 粘土がわら

Application of the Unused Raw Porcelian Materials for Clay Rooftiles

SAKAI Koji, YOSHIDA Toshihiro and TACHIBANA Shyuichi

Two kinds of unused raw porcelian materials in Iwate prefecture were investigated chemical and mineral composition, particle size distribution, thermal resistance and thermal contraction behavior. Those unused raw porcelian materials remarked equally compression strength than the conventional materials. And the roof tiles made on trial passed Japanese Industrial Standard (JIS), those materials can be utilized for clay rooftiles.

key words : mineral clay , clay rooftiles

1 緒 言

粘土瓦および煉瓦製造業などの窯業建材関連製造事業は粘土の多消費型産業である。日本を代表する窯業関連建材の一大産地である愛知県においても年々粘土の確保が困難になってきており、フライアッシュ¹⁾やスラッジ²⁾、ダム堆積土³⁾などの活用を試みている。同様に、県内事業所においても事業の存続を賭けた深刻な問題となっている。一方、県内の未利用資源活用については検討されていない。そこで、本報では昨年度調査した結果⁴⁾をもとに、県内の未利用資源の窯業建材とくに粘土がわら素地への利用を試みた。

2 実験方法

2-1 使用原料

使用原料として、A：県内産原料土、B：県内産原料土、C：県内産原料土、D：他県産移入原料、E：県内事業所廃泥、およびF：県内より採取した粘土の6種類を用いた。表1に分類、属性、現在の状況などをまとめた。

現行製品はA、B、C、Dの組み合わせで製品化されている。現在のところA、Bに枯渇の問題はなく、Cは県内産原料であるが可採年数は少なく枯渇の危機にある。Dは他県から移入原料土であり、運送費などが原料コスト圧迫をしている。Eは県内砂利等採掘場から廃出される廃泥であり野積み状態で利用されていない。Fは新規に用いた県産原料土であり、採掘可能である。

* 県産資源の利用化事業（第4報）

** 化学部

表 1 使用材料と主な構成鉱物

分類	試料	属性	構成鉱物	特記事項
現行原料	A	県内産原料土	α -石英、カオリナイト、雲母、モンモリロナイト、長石	枯渇危機 コスト圧迫
	B	県内産原料土	α -石英、カオリナイト、雲母	
	C	県内産原料土	α -石英、カオリナイト、雲母、モンモリロナイト、長石	
	D	他県移入原料土	α -石英、カオリナイト、雲母、モンモリロナイト、長石	
新規原料	E	県内事業所廃泥	α -石英、カオリナイト、雲母	廃棄泥 (未利用)
	F	県内産原料土	α -石英、トリジマイト	採掘可能

2-2 原料組成と性状

本報で用いた試料の化学組成および耐火度を表3に示した。

化学組成 (蛍光X線回折) は強熱減量測定後の乾燥粉体を理学 X-ray spectrometer 3270 で測定した。耐火度は JIS M8512 により測定した。また、鉱物組成は乾燥粉体を理学 X-ray diffractometer RINT2000 で測定した。

新規試料 E は、他の試料と比較して Fe_2O_3 の割合が大きく、褐色度合いがよい。新規試料である F の耐火度が SK12 と低く、体積収縮率が大きくなり焼成前後の「そり」や「たわみ」などが懸念される。しかし、耐火度が低いことで焼き締まり、吸水率を低く抑えて耐凍性を上げることも期待できる。

2-3 試験配合

本報で試験した 15 の配合を表4に示した。No.1 が現行配合である。番号が大きくなるに従い、枯渇が危惧される

県産原料 C を少なくさせ、新規原料である E および F を多くする配合とした。移入原料 D は現行で 10% 用いられているが、偶数番で 5% に、奇数番で 0% になるよう配合した。No.15 は、県産原料 C と移入原料 D を用いない配合となり、本報の目指す県産原料 100% の理想的な配合案である。

2-4 素地調整と成形及び焼成

原料の混合及び加水はポリエチレン製容器を用いて 180rpm (約 100 回転/分) で 2 時間攪拌し、24 時間室温で放置した後試験に供した。吸水率測定用試料は、調整素地約 10 g を直径 30 mm の円筒状金型を用い 50 kN で加圧成形した。また、曲げ強度測定用試料は、調整素地約 17 g を 10 mm × 60 mm の金型に 10 kN で半乾式加圧成形しそれぞれ厚さ 10 mm 程度の試料を作成した。焼成試料は昇温速度 192°C/h により 1150°C (現行焼成温度) で 1 時間焼成して作成した。

表 2 試料の化学組成と耐火度

試料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Ig.loss	耐火度
A	53.9	26.6	7.09	0.84	1.16	1.16	0.86	1.85	6.20	SK17
B	78.4	9.50	6.43	0.55	0.16	0.26	0.06	0.85	2.62	SK19
C	58.4	22.6	6.46	1.33	0.21	0.78	0.27	1.62	8.14	SK19
D	56.0	23.4	7.88	1.00	0.74	0.89	0.75	1.96	7.19	SK17
E	74.0	9.20	12.0	0.96	0.14	0.24	0.04	1.90	3.73	SK17
F	66.0	20.0	7.10	1.40	0.96	0.67	0.21	3.40	7.31	SK12

表3 試験配合割合 (wt%)

No	A	B	C	D	E	F
1	50	10	30	10	0	0
2	50	10	30	5	5	0
3	50	10	30	0	5	5
4	50	10	25	5	5	5
5	50	10	25	0	10	5
6	50	10	20	5	10	5
7	50	10	20	0	10	10
8	50	10	15	5	10	10
9	50	10	15	0	15	10
10	50	10	10	5	15	10
11	50	10	10	0	15	15
12	50	10	5	5	15	15
13	50	10	5	0	20	15
14	50	10	0	5	20	15
15	50	10	0	0	20	20

2-5 試作がわら作成と評価

試作がわらは、JIS分類によるゆう薬がわら (J形-60) を現行品同様混練後の試料をプレス、乾燥、焼成の

手順で作成した。また、評価は「JIS A 5208-1996 粘土がわら」に従った。

3 結果と考察

3-1 成形体物性と焼成体物性および吸水率

表3の配合案に従い、試験片を作成し物性を調査した。その結果を表4に示した。

加水率は外割りで15%以上加えた場合、本実験で用いた金型の形状及びサイズでは金型への粘着などが起こり成形不良が生じたため外割り10%に統一した。外割り10%加水による成形性は概ね良好であった。成形後、110℃で24時間以上乾燥した成形体の曲げ強さ、体積収縮率、を表5に示した。乾燥時の強度は概ね0.7~1.0Mpaであった。焼成体積収縮率8~10%程度、焼成強度は3~4Mpaと施釉せずにはほぼJIS規格の2倍程度の値を示した。また、吸水率も7~9%代となりJIS規格内にあることが分かった。

以上の結果を元に、焼成曲げ強さが大きいNo.2、7、8、9および本報の理想的配合であるNo.15について試作がわらを作成し、JIS規格に定める試験により評価した。

表4 成形体物性と焼成体物性および吸水率

No	乾燥体積収縮率[%]	乾燥曲げ強さ[MPa]	焼成体積収縮率[%]	焼成曲げ強さ [MPa]	吸水率[%]
1	2.37	1.15	12.44	4.52	7.80
2	1.66	0.70	11.67	3.76	8.77
3	1.26	0.73	10.49	3.05	8.63
4	1.33	1.01	12.23	3.16	8.46
5	1.11	1.00	9.03	2.81	8.51
6	0.95	0.66	9.67	3.04	8.79
7	1.15	0.82	13.02	4.12	7.72
8	1.14	1.18	12.11	3.94	8.09
9	0.98	1.08	11.71	3.58	8.79
10	0.77	0.69	9.95	3.50	8.45
11	1.17	0.68	8.86	3.30	8.47
12	1.06	0.76	9.40	3.46	8.44
13	1.22	0.71	8.66	3.29	9.05
14	0.38	1.00	9.30	3.54	8.29
15	0.78	1.03	9.60	3.87	8.32

3-2 試作がわら

現行品と同様の製造方法で、現行配合 (No. 1) および焼成強度の高い No. 2、7、8、9 と本報の理想的配合である No.15 について試作がわらを作成し、J I S 規格の試験を行った。結果を表 6 に示した。

表 5 J I S 規格に定める試験の結果

No	曲げ破壊強度 [N]	吸水率 [%]
1 (現行品)	3,430	7.80
2	2,045	8.56
7	3,777	7.13
8	3,845	7.50
9	3,723	8.40
15	2,497	9.84
J I S 規格値	1,500 以上	12 以下

曲げ強度については、J I S 規格で定められた 1500 N を本報で試作したかわらはすべて上回った。現行品は 3430 N であり、No. 7、8、9 がこれを上回った。また、吸水率についても J I S 規格で定められた 12% を本報で試作したかわらはすべて満足した。現行品は 7.80% であり、No. 7、8 が良い値を示した。

J I S 規格に定める試験において No. 7 と 8 が現行品の性能を上回った。No. 7 では、枯渇危機の県産原料を 10% 減量させ、コストを圧迫する移入減量を使わずに済む。また、No. 8 では、枯渇危機の県産原料をこれまでの半分に抑え、さらに移入原料も半分に抑えることができる。県産原料 100% の理想的な配合案である No. 15 は

現行品よりも J I S 規格に定める試験においては劣っているが、J I S 規格を満足しており、利用可能である。

4 結 言

県産未利用原料 100% の試作がわらは現行品の物性を越えるまでには至らなかったが、現在使用している原料とブレンドすることで、その活用が可能になった。また、枯渇が危惧される原料や原料コストの約 40% を占める移入原料を県産未利用原料で置き換えることができた。さらに、試作品はいずれも J I S 規格を満足しており、供給体勢と大量製造条件をクリアすることが出来れば、これまでよりも原料コストを削減することができると期待される。

しかしながら、未利用原料の埋蔵量も数年程度の生産を補うほどしかない。冬季が厳寒となる当県の自然環境を考慮した場合、高耐寒性原料の開発が不可欠であり、粒度の調整や多成分混合系を考慮した原料の探索、検討が必要であると考えられる。

文 献

- 1) 深谷英世、加藤勝正、伊藤征幸、伊藤政巳、愛知県常滑窯業技術センター報告第 23 号 (1996)
- 2) 福永 均、加藤勝正、浅井邦雄、服部金司、愛知県常滑窯業技術センター報告第 21 号 (1994)
- 3) 福永 均、永柳辰一、小沢三彦、伊藤征幸、中村雅光、愛知県常滑窯業技術センター報告第 14 号 (1987)
- 4) 酒井晃二、吉田敏裕、橘 秀一、岩手工技セ研報第 4 号 (1997)