

2.5 研究報告

2.5.1 シラスを用いた珪器質タイルの製造について

中重 朗, 肥後盛英, 水俣キクエ, 園田徳幸, 野元堅一郎

I ま え が き

シラスは元来熔融温度が低く(1230°C), 粒子形が極めて悪いので, 加熱による収縮が大きく変形も生じやすい。この欠点を改良しその利点を利用した軽量内装タイルについては既に報告したが, 今回はその低温焼結性を利用し, 加熱変形性を粘土の配合と粒度組成の調整によって改良して珪器質タイルの安定した製造が可能となったので報告する。

II 予 備 実 験

シラスは非晶質ガラスを主成分とするため焼成

物の素地内にガラス相ができ溶化しやすい, この性質を利用し緻密に焼結する素地を得るため, 以下の実験を行った。

II-1 原 料

○シラス: 水中サイクロン分級微粉 350 μ

以下(古江産)

○粘 土: 入来耐火粘土 SK34

都城粘土 SK11

○残 滓: 薩摩焼坏土の水簾残滓(ボールミル24時間粉碎 150 μ 以下)

表 I 原料の化学組成

成分 原料	Ig, loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O
シラス	3.50	73.32	12.19	1.93	1.18	0.40	3.10	3.15
入来粘土	12.17	56.18	30.24	2.04	0.13	Tr	—	—
都城粘土	10.25	60.74	18.17	5.23	0.16	1.20	—	—
残 滓	3.80	77.18	14.96	0.88	0.05	0.24	—	—

II-2 シラス-入来粘土系

シラスを多量に配合する目的から第2表のような原料配合を行い, 8×16cmの試験片を乾式成型

し1200°C, 1230°C, 1250°Cの各温度で焼成し物理的性質を測定した結果を表3と図1に示す。

表 2 原料配合割合 (W%)

原料	試料No.	1	2	3	4	5
シラス		90	80	70	60	50
入来粘土		10	20	30	40	50

成型条件

成型機: 大島鉄工所100t フリクションプレス

成型圧: 100kg/cm²

成型水: 10%

表 3 焼成物の物理的性質

試料No 焼成温度℃ 項 目	1			2			3			4			5		
	1200	1230	1250	1200	1230	1250	1200	1230	1250	1200	1230	1250	1200	1230	1250
焼成収縮率%	17.3	16.1	—	15.7	16.4	15.1	13.5	14.5	13.7	10.3	12.1	13.2	8.3	9.6	11.1
吸水率%	0.6	0	—	3.7	0	0	8.3	1.2	1.3	12.4	8.0	4.1	16.3	12.0	8.2
見掛気孔率%	1.4	0	—	8.2	0	0	17.2	2.8	2.8	23.8	16.0	8.7	29.6	23.1	16.7
見掛比重	2.3	2.2	—	2.4	2.2	2.2	2.5	2.3	2.3	2.5	2.4	2.3	2.6	2.5	2.5
嵩比重	2.25	2.22	—	2.22	2.23	2.23	2.06	2.27	2.20	1.92	2.00	2.13	1.81	1.92	2.04
曲げ強度kg/cm ²	304.6	291.4	—	238.0	276.3	311.8	240.0	236.3	323.8	196.7	237.7	229.2	186.1	225.1	261.1
外 観	焼結 変形 大	焼結 変形 大	熔融 変形 大	焼結 変形 大	焼結 変形 大	焼結 変形 大	焼結 変形 中	焼結 変形 大	焼結 変形 大	焼結 変形 小	焼結 変形 中	焼結 変形 中	焼結 変形 なし	焼結 変形 なし	焼結 変形 小

図1 シラス-入来粘土系の物理的性質

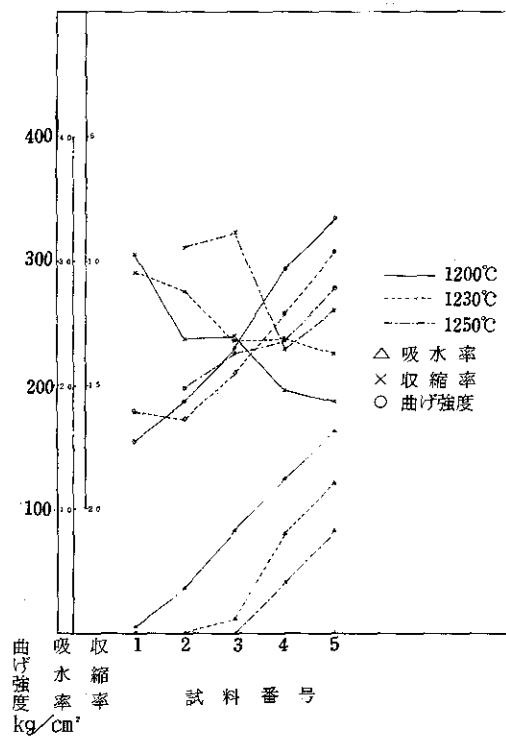


図2 シラス-入来粘土-都城粘土系の物理的性質

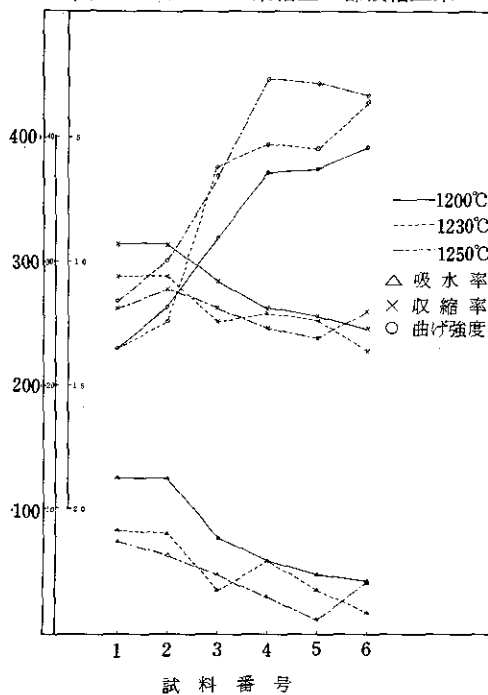


表 3 に見るようにシラス配合率の高い No. 1, No. 2,

No. 3 ではガラス相が多く溶化が進み焼成物の
変形も大で焼成温度巾も狭い, No. 4 は変形は少
なくなっているが焼成温度巾が狭い, No. 5 では変形
という点からみると焼成温度巾も 1200~1250℃ と
広く, 物理的性質も大体安定している, この事か
らして, シラスを多量に配合するタイル素地とし
てはシラス量 50% 程度が適当である。

II-3 シラス-入来粘土-都城粘土系

II-2 で得た結果を検討し, 製品の強度を高め,
吸水率を下げる目的から入来粘土の一部を耐火度
が低く購入の容易な都城粘土で置換え II-2 と同

様に成型して, 焼成物の諸性質を測定した。原料
配合割合を表 4 に物理的性質を表 5 と
図 2 に示す。

都城粘土を配合することにより吸水率は減少し
曲げ強度は増大した。しかし都城粘土が 20% 以上
になると焼結度は良くなるが焼成温度巾が狭くな
り変形も生じやすくなる。反面都城粘土 5% 程度
の配合ではその効果が少ない, 焼成物の変形が少
なく焼成温度巾を広くとれるのは都城粘土配合量
を 10~15% 程度とするのが効果的である。

II-4 シラス-入来粘土-都城粘土-残滓系

II-1, 2, 3, の実験結果から, シラス 50%, 入来

表 4 原料配合割合

原 料	試料 No.					
	1	2	3	4	5	6
シラス	50	50	50	50	50	50
入来粘土	45	40	35	30	25	20
都城粘土	5	10	15	20	25	30

粘土 35~40%, 都城粘土 10~15% の配合が適当で
あることがわかったが, 更に素地の粒度配列を改
善し, また釉ガラスの貫入を防ぐ目的から残滓

(石英が主で長石も含む) を表 6 のように配合して
て同様に成型, 焼成を行い諸性質を測定した結果
を表 7 と図 3 に示す。

表 5 物理的性質

試料 No. 焼成温度 項目	1			2			3			4			5			6		
	1200	1230	1250	1200	1230	1250	1200	1230	1250	1200	1230	1250	1200	1230	1250	1200	1230	1250
焼成収縮率%	9.3	10.6	11.9	9.3	10.6	11.1	10.8	12.4	11.9	11.9	12.1	12.7	12.2	12.4	13.1	12.7	13.6	12.0
吸水率%	12.5	8.3	7.4	12.5	8.0	6.3	7.7	3.5	4.8	5.9	5.9	3.0	4.8	3.6	1.2	4.3	1.8	4.2
見掛気孔率%	24.0	17.4	15.7	24.0	16.7	12.5	15.7	7.4	9.9	12.5	12.5	6.7	10.7	7.6	2.6	0.9	3.8	8.9
見掛比重	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.3	2.4	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.3	2.3	2.2	2.3	2.3	2.3
嵩比重	1.92	2.09	2.10	1.92	2.08	2.00	2.05	2.10	2.07	2.13	2.13	2.20	2.09	2.13	2.18	2.09	2.18	2.13
曲げ強度 kg/cm ²	229.1	229.1	267.7	262.8	251.4	300.5	319.6	376.9	369.9	371.7	394.1	446.4	374.4	390.7	442.9	392.1	427.7	432.7
外 観	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形	変形
	なし	なし	なし	なし	なし	小	小	中	中	中	中	大	大	大	大	大	大	大

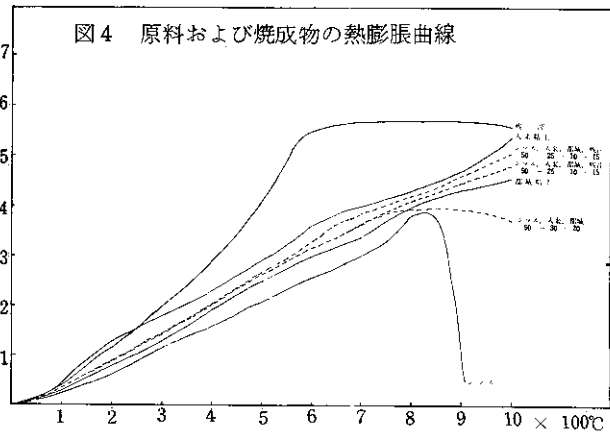
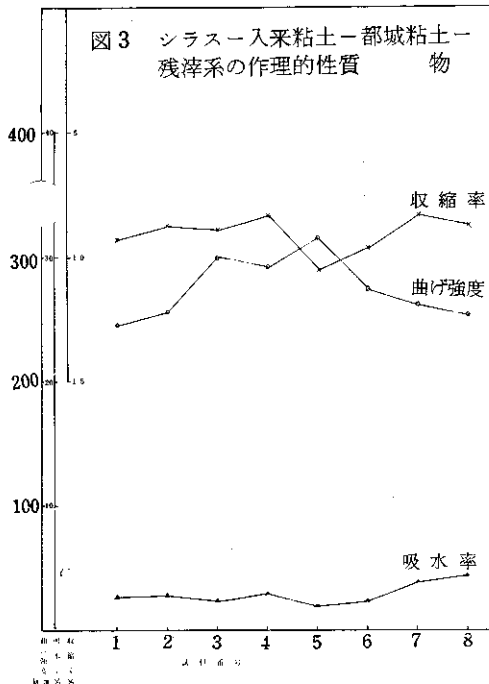
表 6 原料配合割合

原料	試料%	1	2	3	4	5	6	7	8
シラス		50	50	50	50	50	50	50	50
入来粘土		35	30	25	20	30	25	20	15
都城粘土		10	10	10	10	15	15	15	15
残滓		5	10	15	20	5	10	15	20

表 7 物理的性質

1230°C焼成物

試料%	1	2	3	4	5	6	7	8
試験項目								
成収縮率%	9.3	8.7	8.9	8.3	10.5	9.6	8.3	8.7
吸水率%	2.7	2.9	2.4	3.0	2.0	2.5	3.0	3.5
見掛気孔率%	6.0	6.1	5.2	6.4	4.2	6.0	6.5	7.5
見掛比重	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
嵩比重	2.12	2.12	2.13	2.10	2.10	2.12	2.12	2.10
曲げ強度kg/cm ²	245.2	256.6	300.8	292.5	316.7	275.6	262.7	254.2
外観	変形なし	変形小	変形なし	変形小	変形小	変形中	変形中	変形中



残滓を配合することにより粒度配列がよくなり、また残滓の石英分が素地の骨格に成り焼成収縮率も小さく変形も少なくなった、しかし残滓の配合量があり多くなると、石英の転移の影響があらわれる傾向がみられ、残滓の配合量は10~15%が適当である。また都城粘土15%配合分では共融現象と推定される溶結が進みガラス相による歪が大

きくなる傾向をみる。

尚原料および焼成物の残存熱膨張曲線を図4に示す。

以上の予備実験の結果からシラスを多量に用い緻密に焼固するタイル素地の配合割合はシラス50%、入来粘土35%、都城粘土10%、残滓15%が最適であると判断した。

Ⅲ 実 用 化 試 験

予備実験で得た最適配合タイル素地を、湿式混練を行った後含水率10%迄乾燥しフリクションプ

表 8

試験項目	上段1250℃					中段1240℃					下段1230℃				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
焼成収縮率%	9.3	9.4	9.3	9.2	9.3	9.2	9.1	9.3	9.2	9.1	9.0	8.9	9.0	9.1	8.9
吸水率%	0.5	0.4	0.5	0.7	0.6	0.7	0.8	0.6	0.6	0.9	0.8	1.3	1.0	0.9	1.1
曲げ強度kg/cm ²	284	317	291	271	275	267	265	273	279	260	263	258	260	270	257

Ⅲ-2 施 釉 試 験

焼成試験に用いたタイル素地を自然乾燥し次に示す釉薬A,B,C,Dをスプレーにて生掛けとした。

A 釉

0.18 K ₂ O	{	0.37	Al ₂ O ₃	3.35	SiO ₂
0.09 Na ₂ O					
0.18 MgO					
0.55 CaO					
		0.23	Fe ₂ O ₃	0.09	P ₂ O ₅

B 釉

0.12 K ₂ O	{	0.19	Al ₂ O ₃	2.27	SiO ₂
0.07 Na ₂ O					
0.01 MgO					
0.68 CaO					
		0.35	TiO ₂		
0.12 BaO					

表 9

C 釉

0.26 K ₂ O	{	0.51	Al ₂ O ₃	4.59	SiO ₂
0.01 Na ₂ O					
0.23 MgO					
0.50 CaO					
		0.16	Fe ₂ O ₃	0.07	P ₂ O ₅

D 釉

日陶産業KK製ZR-17亜鉛乳濁釉

施釉したタイルをLPGシャトル窯にて1250℃で焼成を行った、その結果を表9に示す。

貫 入 の 有 無			色 調
A 釉	無	し	光沢のある赤褐色
B 釉	無	し	マット調の白色
C 釉	無	し	半光沢で黒の梨地色
D 釉	無	し	光沢のある白色乳濁

各れも貫入の無いタイルが得られた。

Ⅲ-3 シラスタイルの品質

各種の試験を行いJIS規格および国産品タイルとの対比を行った結果を表10に示す。

品質試験などの結果からJIS規格に適合し、また国産タイルと対比しても遜色のない外装タイルであるといえる。

表 10

			国 産 タ イ ル	J I S 規 格	シ ラ ス タ イ ル
見 掛 比 重			2.2～2.4		2.3～2.4
嵩 比 重			1.7～2.3		2.2～2.3
見 掛 気 孔 率 %			0～29.3		1.0～3.0
吸 水 率 %	磁 器		0～0.5	0～0.5	
	炻 器		0～3	0～3	0.4～1.3
	陶 器		10～15	10～15	
熱膨脹係数（0～700℃）			$3\sim 8\times 10^{-6} / \text{deg}$		$5.0\sim 5.7\times 10^{-6}$
ショアかたさ	釉 面		72～116		90～110
	素地	磁器	82～111		80～100
		陶器	42～100		
摩 耗 試 験				減量 0.1gr 以下	0.09gr 以下
曲 げ 強 さ	磁 器		200～500kg/cm ²	6kg/cm以上	260kg/cm ² 以上
	炻 器			6kg/cm以上	12kg/cm以上
	陶 器		130～250kg/cm ²	6kg/cm以上	

IV む す び

粒子形が悪く加熱変形の著しいシラスも粘土分の配合や陶石質水酸残滓を混用して粒度組成を調整すれば、1230~1250℃の焼成によって焼成変形のない堅緻な炻器質タイルが安定して得られることを明らかにした。今後は内装タイルと併行して実用化試験を行い、その実施化を促進する予定である。

参 考 文 献

- ①中重 朗、肥後盛英、園田徳幸、水俣キクエ、野元堅一郎；鹿児島工業試験場業務報告 (1966) P 12~16
- ②素木洋一：工業用陶磁器
- ③狩野春一：建築材料・工法ハンドブック
- ④J I S・A 5209 (1967)：陶磁器質タイル