

シラスの工業的利用に関する研究 (第5報)

シラス—石灰—フライアッシュ系
発泡オートクレーブ硬化体

島田欣二*・久米国幹**・小牧高志***
()

STUDIES ON THE INDUSTRIAL APPLICATION OF "SHIRASU" (Report 5) ON THE LIGHTWEIGHT AUTOCLAVED BODIES USING "SHIRASU"

Kinii SHIMADA*, Kunimoto KUME**
and Takashi KOMAKI***

"SHIRASU" is distributed chiefly in south Kyūshū and consists of volcanic ash, pumice and other materials. SHIRASU, slaked lime and fly ash were used as raw materials of the porous lightweight autoclaved bodies. The porous lightweight autoclaved bodies were prepared as follow; mixing ratio of SHIRASU: slaked lime: fly ash = 0.7~1.5 : 1 : 0~0.5, mixing water (added small amount of NaOH, Al (H₂PO₄)₃ etc.) 65%.

Al powder 0.15~0.20%, curing pressure 10 kg/cm² curing time 8hrs. Results are as follow; bulk density 0.60~0.72, water absorption 48~95%, compressive strength 3.2~22.7 kg/cm², bending strength 1.5~10.4 kg/cm².

1. 緒 言

前報¹⁾²⁾³⁾⁴⁾までは主として加圧成形オートクレーブ硬化体について実験を行い、シラスと石灰の調合比、養生圧力、養生時間などの最適条件の決定とリン酸アルミニウムあるいはフライアッシュの添加がオートクレーブ硬化体の強度におよぼす影響について検討した。その結果、シラスと石灰の調合比は 1 : 1~3 : 1、養生時間は 8~10 時間が経済性も考慮に入れて最適条件であり、シラスの一部をフライアッシュに置き換えることや、混練水に僅少のリン酸アルミニウムを添加することはオートクレーブ硬化体の強度増進に効果

のあることを知った。

本報ではこれらの実験結果を基礎とし、シラスと石灰の調合比を 1 : 1 とし、養生圧力 10 気圧、養生時間を 8 時間とした場合の発泡オートクレーブ硬化体の性質について報告する。

2. 原 料

本実験に用いたシラスは鹿児島市郡元町唐湊産のもので磁製ポットミルで粉碎後富士アトマイザーで微粉碎したものである。フライアッシュは九州電力KK製のもので消石灰は市販品を用いた。各種原料の化学組成を表1に、物理的性質を表2に示した。

表 1 原料の化学成分 (%)

原 料	Ig. loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O + Na ₂ O	Total
シラス	3.56	71.44	13.42	3.15	1.60	0.40	5.62	99.19
消石灰	25.53	0.60	tr.	tr.	71.96	tr.	tr.	98.09
フライアッシュ	0.40	60.10	25.60	4.80	5.20	1.20	—	97.30

* 鹿児島大学工学部応用化学教室 教授

** 鹿児島大学工学部建築学教室 助教授

*** 鹿児島大学工学部応用化学教室 助教授

表2 原料の粉末度

原料	比表面積 (cm ² /g)	88μ 残分 (%)	44μ 残分 (%)
シラス	2890	16.7	29.5
消石灰	10150	—	—
フライアッシュ	3400	2.2	6.6

2. 実験および実験結果

発泡オートクレーブ硬化体の絶乾比重が約 0.7 になるように調合した。シラスと消石灰の調合割合は

1:1~1.5:1 とし、シラスの一部をフライアッシュに置きかえた。発泡剤としてアルミニウム粉末を用い、その量は粉末全量の 0.15~0.20% とした。また発泡促進剤としてカセイソーダを用い、固形分として粉末全量の 0.2% を添加した。気泡安定剤サポニンは粉末原料の 0.2~0.5%、気泡分散剤としてハイトップを 0.3% を用いた。

まず、消石灰とシラスをモルタルミキサー中で低速 (140 r.p.m.) で空練りし、これにサポニンと水酸化ナトリウムを溶した水溶液を加えて高速 (280 r.p.m.) で

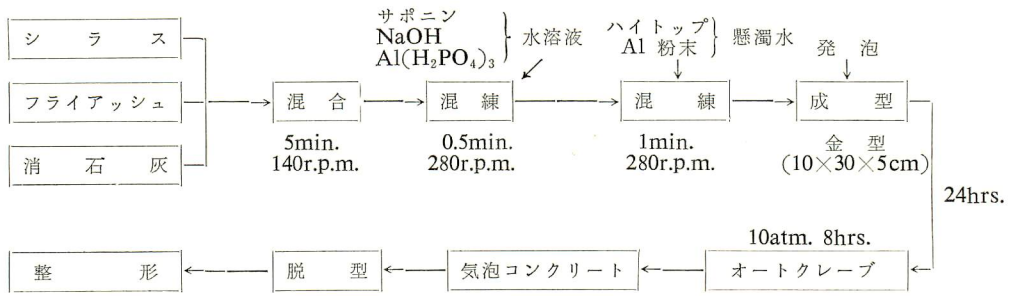


図 1 発泡オートクレーブ硬化体試作プロセス

表 3 発泡オートクレーブ硬化体の強度と物理的性質

試料 No.	調合条件					養生条件	強度と物理的性質					
	消石灰	シラス	フライアッシュ	水/粉比 (%)	アニルウム (%)		サポニン (%)	曲げ強度 (kg/cm ²)	絶乾圧縮度 (kg/cm ²)	表乾圧縮度 (kg/cm ²)	絶乾比重	表乾比重
L50	1:1	:0	65	0.15	0.20	10気圧・8時間	2.6	8.0	6.4	0.72	1.01	48.6
L51	1:1	:0	65	0.15	0.25		3.3	8.5	5.8	0.69	1.06	54.0
L52	1:1	:0	65	0.20	0.20		1.5	4.7	5.1	0.68	1.12	65.0
L53	1:1	:0	65	0.20	0.25		1.9	3.7	4.7	0.68	1.10	62.0
L54	1:0.85	:0.15	65	0.15	0.20		6.3	20.9	10.8	0.72	1.10	53.0
L55	1:0.85	:0.15	65	0.15	0.25		10.4	22.3	17.3	0.66	1.08	64.0
L56	1:0.85	:0.15	65	0.20	0.20		1.7	3.2	2.5	0.70	1.12	60.0
L57	1:0.85	:0.15	65	0.20	0.25		3.5	5.7	7.6	0.65	1.13	74.0
L58	1:0.7	:0.3	65	0.15	0.20		9.5	22.7	21.0	0.71	1.17	66.0
L59	1:0.7	:0.3	65	0.15	0.25		7.2	16.3	13.0	0.63	1.08	71.0
L60	1:0.7	:0.3	65	0.20	0.20		3.4	9.9	10.3	0.61	1.16	90.0
L61	1:0.7	:0.3	65	0.20	0.25		4.5	13.1	9.0	0.61	1.15	89.0
L62	1:1.5	:0	65	0.15	0.20		8.9	21.7	15.5	0.66	1.22	85.0
L63	1:1.5	:0	65	0.15	0.25		7.6	20.8	12.9	0.66	1.15	74.0
L64	1:1.5	:0	65	0.20	0.20		4.0	11.6	9.0	0.63	1.17	86.0
L65	1:1.5	:0	65	0.20	0.25		3.8	11.7	7.2	0.60	1.14	90.0
L66	1:1.33	:0.17	65	0.15	0.20		5.5	14.4	8.7	0.72	1.19	65.0
L67	1:1.33	:0.17	65	0.15	0.25		3.5	13.3	8.9	0.60	1.10	83.0
L68	1:1.33	:0.17	65	0.20	0.20		2.9	7.9	4.4	0.60	1.12	87.0
L69	1:1.33	:0.17	65	0.20	0.25		3.3	9.0	4.5	0.60	1.17	95.0
L70	1:1	:0.5	65	0.15	0.20	5.3	12.9	10.5	0.62	1.17	89.0	
L71	1:1	:0.5	65	0.15	0.25	3.3	11.3	3.7	0.61	1.12	84.0	
L72	1:1	:0.5	65	0.20	0.20	2.4	8.0	7.3	0.62	1.21	95.0	
L73	1:1	:0.5	65	0.20	0.25	3.1	7.0	6.0	0.60	1.17	95.0	

30秒間混練し、最後にアルミニウム粉末とハイトップを混入した水を添加して高速で1分間混練する。

混練後、直ちに流動パラフィン塗布した鉄製型枠(10×30×5 cm)にスラリーを震動させながら流し込み成型を行う。成型後24時間を経て型枠に入れたまま前報¹⁾のオートクレーブ中に設置し、養生圧力 10 kg/cm²、養生時間 8 時間の条件で高圧水蒸気養生を行う。これら発泡オートクレーブの試作プロセスを図 1 に示した。

養生後の供試体は水中に 24 時間放置して飽水状態としたのち、表乾して表乾重量を測定し、さらに空気乾燥器中 105°C に 24 時間保持して絶乾状態としたのち絶乾重量を測定した。表乾および絶乾重量から絶乾比重、表乾比重および吸水率を測定した。

なお、絶乾および表乾試料について圧縮強度および曲げ強度を測定した。これらの試料の物理的、機械的性質の測定結果を表 3 に示した。表中の数値はいずれも供試体 3 個の平均値である。

なお、この実験においては、水/粉比 65%、水酸化ナトリウム添加量 0.2%、重リン酸アルミニウム添加量 0.1%、ハイトップ添加量 0.3%、養生圧力 10 気圧および養生時間 8 時間と一定の条件であつて、(A) アルミニウム粉末添加量、(B) サポニン添加量および (C) 調合比を変化させた。したがつて、(A)、(B) および (C) を変動要因にとり、分散分析の手法にしたがつて 3 要因の主効果および各要因間の交互作用を検討した。

表 4 は圧縮強度（絶乾時）について分散分析した結果であるが、アルミニウム粉末の添加量および調合比は圧縮強度に対して高度に有意差があるばかりでなく、その交互作用も有意である。サポニンの添加量（ここでは 0.20% と 0.2%）では有意差は認められない。

3. 総括

(1) シラスと消石灰を主原料とし、発泡オートクレーブ硬化体の絶乾比重 0.6~0.7 のものを得るには次のような条件が適当である。

消石灰：シラスの調合比	1 : 1 ~ 1 : 1.5
水/粉比	65%
アルミニウム粉末添加量	0.15%
水酸化ナトリウム（固形として）	0.3%
サポニン（固形として）	0.15~0.2%

表 4 絶乾圧縮強度に対する分散分析

要因	af	s.s.	m. s.	F ₀	F _{0.05}	F _{0.01}	判定
A	1	37916	37916	89.85	6.61	16.26	**
B	1	116	116	0.27	6.61	16.26	
C	5	28329	5666	13.43	5.05	10.97	**
A×B	1	490	490	1.16	6.61	16.26	
B×C	5	13734	2747	6.51	5.05	10.97	
A×C	5	707	141	0.34	5.05	10.97	*
E	5	2110	422	—	—	—	
計	23	81247	—	—	—	—	

- [註] ** 大いに有意差あり
 * 有意差あり
 A アルミニウム粉末混入量
 B サポニン混入量
 C 調合比
 A×B アルミニウム粉末混入量とサポニン混入量との交互作用
 B×C サポニン混入量と調合比との交互作用
 A×C アルミニウム粉末混入量と調合比との交互作用
 E 誤差

ハイトップ（表面活性剤） 0.3%
 養生圧力 10 kg/cm²
 養生時間 8 hrs.

このような条件で試作したのものには、絶乾比重 0.6、最高圧縮強度 23 kg/cm²、最高曲げ強度 10 kg/cm²、吸水率 60% のものも得られた。

(2) 分散分析の結果、アルミニウム粉末の添加量および調合比は強度に対して高度に有意差があるばかりでなく、その交互作用も有意である。サポニンの添加は強度とは有意差は認められない。

(3) シラスの一部をフライアッシュにおきかえることは強度増進に寄与するがそれには限度がある。すなわち、フライアッシュの添加量が増すと、スラリーを型に入れ発泡させたのち、気泡が鉛直方向につぶれて水平亀裂を生じ易くなる傾向が認められた。

本研究費の一部は未開発資源企業化対策協議会によるもので、実験の一部を担当された恒松君、馬場君および藤宮君の労を感謝します。

文 献

- 1) 島田・久米：窯業協会誌 **74**, [2], 40~45(1966).
- 2) 島田・久米・福重：鹿大工研究報告, **7**, 29~38 (1967).
- 3) 島田・久米：鹿大工研究報告, **7**, 39~42(1967).
- 4) 島田・久米・福重：鹿大工研究報告, **7**, 43~46 (1967).