

産業廃棄物の窯業的利用に関する研究

窯業室 与 座 範 弘・花 城 可 英・宜野座 俊 夫・照 屋 善 義

1. 緒 言

産業廃棄物は経済活動の活発化に伴って年々増大し多様化する傾向にあり、最終処分地の確保難や処理困難物の出現など、生活環境や地球環境を保護する上で従来の対策では廃棄物の処理・処分が困難な状況にきている。こうしたことから平成3年には「再生資源の利用の促進に関する法律」が施行され、資源の有効利用と廃棄物発生抑制、環境保全のための措置がとられるようになった。

沖縄県では法律により19種の産業廃棄物が指定されており、平成2年度における産業廃棄物の総発生量は496万9千トンでそのうち56%の廃棄物が最終処分されている。こうした廃棄物の処理は排出者自ら適正に行うことが原則となっており¹⁾、経済的に負担となっている場合が多い。

一方、粘土瓦業界や陶磁器業界では窯業原料の涸渇化や賦存地のリゾート化・住宅化による原料の採掘難など、原料の安定確保については新製品の開発とともに恒久的な課題となっている。

本研究ではこうした状況をふまえ、県内で排出されているフライアッシュ、製紙スラッジ、シンダーなどの産業廃棄物に着目し、その有効利用の方法として瓦素地への添加効果について検討したので報告する。

2. 試料の概要

2. 1 大里粘土

大里粘土はクチャと呼ばれる灰色の泥岩で、第3紀鮮新世代に大陸の泥が流出してできた海成堆積物とされている。主に沖縄本島の中南部に賦存しており、現在の採掘場は大里村古堅にある。瓦用原土として年間約6,000トン使用されている。

2. 2 フライアッシュ

火力発電所において微粉炭燃焼ボイラの煙道ガスから集塵機で採取される灰をフライアッシュと呼んでいる。試験に供したフライアッシュは石川市にある火力発電所より得られ、主としてオーストラリア炭や中国炭を原炭としているものである。フライアッシュなど、石炭灰の年間排出量は約75,000トンで、現在の用途としては肥料や土地改良材、セメント原料などであるが、ほとんどが海面埋め立てに投棄されている状況にある。

2. 3 製紙スラッジ

古紙再生工程で生じる洗浄廃液中のパルプや無機物をフロック形成材（ポリ塩化アルミニウム）や高分子凝集材を添加して脱水した物で1日当り8トン～20トンの排出量がある²⁾。排出直後のゲル状スラッジは多量の水分を含んでいる。

2. 4 シンダー（集塵灰）

サトウキビの搾汁（抽出）槽であるバガスは、そのほとんどが製糖工場のボイラーの燃料として使用される。シンダー（集塵灰）はその燃焼過程で発生し遠心力集塵装置並びに電気集塵装置で捕集される。県内の製糖工場から5,000トン/年～6,000トン/年の排出量があると推定されている³⁾。現在、そのほとんどがそのままか他の製糖副産物と混合して土地改良材として畑地に還元されているが、更に付加価値の高い有効利用が望まれている。本研究ではポットミル粉碎物を供試料とした。

3. 試験方法

3. 1 測定方法

- (1) 化学組成……………高周波プラズマ発光分析装置 (ICPS-1000Ⅲ) を用いて検量線法により測定した。
- (2) 耐火度……………東工試式酸素プロパン炉を用いてJIS R 8512に準じて測定した。
- (3) 鉱物組成……………X線回折装置 (XD-D1) を用いてCu管球、20mA—30Kvの条件で測定した。
- (4) 粒度分布……………粒度分布測定装置 (SA-CP3L) で光透過法により測定した。
- (5) 可溶性イオン……………試料10gを蒸留水100mlに入れて充分攪拌し、常温中に24時間放置、溶出イオンの量を吸光光度法または高周波プラズマ発光分析により測定した。
- (6) 微細構造……………X線マイクロアナライザー (EPM-810V) によりSEM像の観察を行った。
- (7) 乾燥特性……………20mm×10mm×110mmの形状にタタラ成形し、含水率の経時変化を測定した。
- (8) 収縮率……………石膏型により押型成形したテストピース (15×15×120mm) に100mm間隔の印をつけ、乾燥後及び焼成後に長さの変化を測定して収縮率を求めた。
- (9) 吸水率……………石膏型により押型成形したテストピース (37×37×9mm) を焼成物を3時間以上煮沸し、JIS R 2205に準じて測定した。
- (10) 曲げ強度……………収縮率測定に供したテストピースについてオートグラフ (DSS-2000) を用いてスパン60mm、3点曲げ法により測定した。
- (11) 熱膨張率……………焼成素地を5mmφ×15mmに成形し、熱膨張率測定装置 (DL-7000RH) を用いて測定した。
- (12) 熱伝導率……………熱伝導率測定装置 (HC-072) を用いて熱流計法により測定した。

3. 2 配合試験及び焼成試験

表1に示す配合に基づいてテストピースを作成し、供試体とした。

焼成試験はL.P.G窯 (0.2m³) を用いて1,040℃、1,070℃、1,100℃及び1,130℃の各温度 (保持時間、30分) で酸化焼成した。

表1 配合表

配合系	配合番号	大里粘土 (%)	フライアッシュ (%)	製紙スラッジ (%)	シンダー (%)	
1成分系	大里粘土単味 0・100	100	—	—	—	
2成分系	OF配合系	0・90—F・10	90	10	—	—
		0・80—F・20	80	20	—	—
		0・70—F・30	70	30	—	—
		0・60—F・40	60	40	—	—
	OS配合系	0・90—S・10	90	—	10	—
		0・80—S・20	80	—	20	—
		0・70—S・30	70	—	30	—
		0・60—S・40	60	—	40	—
	OC配合系	0・90—C・10	90	—	—	10
		0・80—C・20	80	—	—	20
		0・70—C・30	70	—	—	30
	3成分系	OFS配合系	0・80—F・10—S・10	80	10	10
0・70—F・20—S・10			70	20	10	—
0・70—F・10—S・20			70	10	20	—
0・60—F・30—S・10			60	30	10	—
0・60—F・20—S・20			60	20	20	—
0・60—F・10—S・30			60	10	30	—
OFC配合系		0・80—F・10—S・10	80	10	—	10
		0・70—F・20—S・10	70	20	—	10
		0・70—F・10—S・20	70	10	—	20
		0・60—F・30—S・10	60	30	—	10
		0・60—F・20—S・20	60	20	—	20
		0・60—F・10—S・30	60	10	—	30

注) O: 大里粘土 F: フライアッシュ S: 製紙スラッジ C: シンダー

4. 結果及び考察

4. 1 試料の基礎性状

各試料の化学組成と耐火度を表2、X線回折図を図1、粒度分布を図2、可溶性イオンを表3、及びSEM像を写真1にそれぞれ示す。

大里粘土はアルカリ成分と鉄分が多く、耐火度がS.K 2 aと低いことが特徴である。組成鉱物は緑泥石や雲母粘土鉱物のほか、カルサイトや長石、石英から成り、SEM像では不定形の粒子が観察される。粒度分布では μm 以下の粒子が20%を示し、他の試料と比較して細かい原料である。また、可溶性イオンとして白華現象の原因となる硫酸イオン、ナトリウムイオンのほか、鉄イオンが多い。

フライアッシュは珪酸分が57.3%、アルミナ分が27.5%と粘土の化学組成に近似しており、粘土の代替原料としての可能性を示唆している。組成鉱物はムライト、石英から成り、粒度分布において $2\mu\text{m}$ 以下の粒子が8.0%と低く、大里粘土より比較的粗い原料である。可溶性イオンの硫酸イオンとカルシウムイオンが多く、SEM像では不定形の粒子のほか、特徴的な球状粒子が多く認められる。

製紙スラッジはカルシウム分とマグネシウム分が多く、lg.Loss値の高いことが特徴である。これは組成鉱物からわかるように紙のフィルターとして添加されたタルクやカルサイトに由来するもので、可溶性イオンにおいてもカルシウムイオンの溶出量が高い値を示している。また、lg.Lossが50.2%と高いのは、SEM像でも観察されるようにパルプの繊維を多く含むためである。

シンダーはカリウム分が多く、lg.Lossが高い値を示している。また、可溶性イオンのカリウムイオンと硫酸イオンが高い値を示している。組成鉱物は石英やクリストバライトが認められ、粒度分布では $2\mu\text{m}$ 以下の粒子が約2.0%と、他の原料と比較して粗な原料である。SEM像から不定形で粒径が大きく、多孔質の粒子が多く認められる。

表2 試料の化学組成と耐火度

No	試料名	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	lg.Loss	耐火度
1	大里粘土	54.7	15.5	6.39	0.68	4.99	2.61	3.06	1.26	9.08	S.K 2a
2	フライアッシュ	57.3	27.5	3.70	1.08	0.72	0.38	0.62	0.15	5.18	S.K 5a
3	製紙スラッジ	20.6	12.2	0.40	0.58	9.16	4.27	0.24	0.04	50.2	
4	シンダー	52.5	2.72	1.42	0.11	3.68	1.95	4.20	0.19	30.5	

注) 採取直後の製紙スラッジは含水率が60.0%有り、上記の結果は110℃乾燥試料について測定した値である。

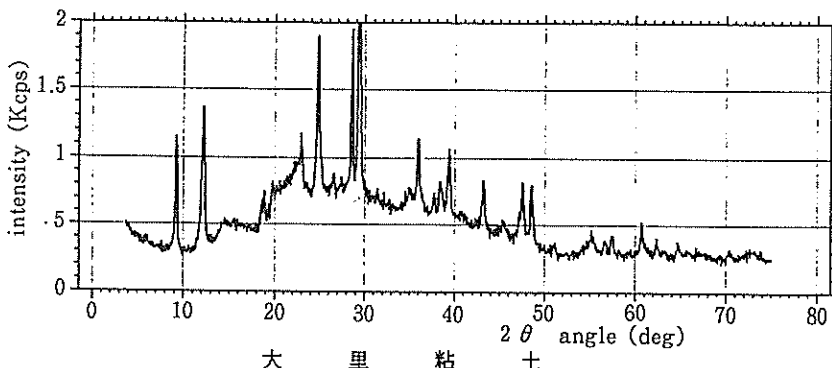


図1 試料のX線回折図

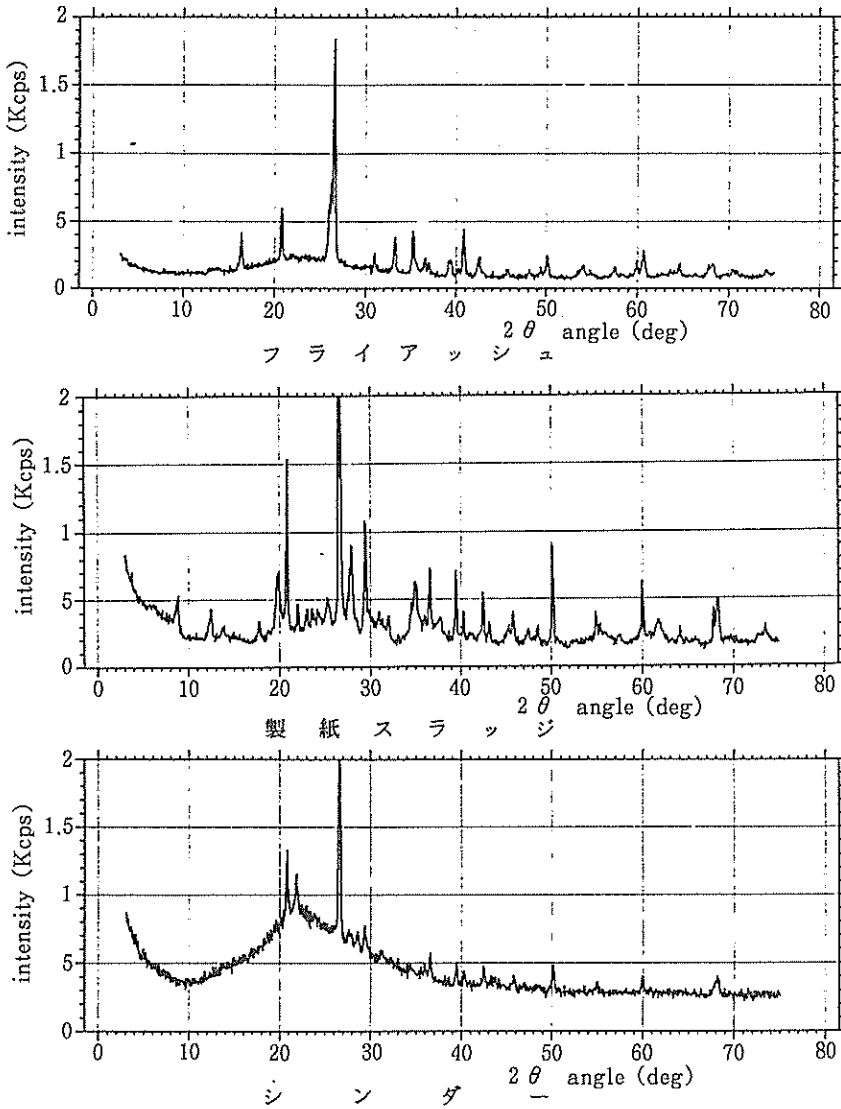


図1 試料のX線回折図

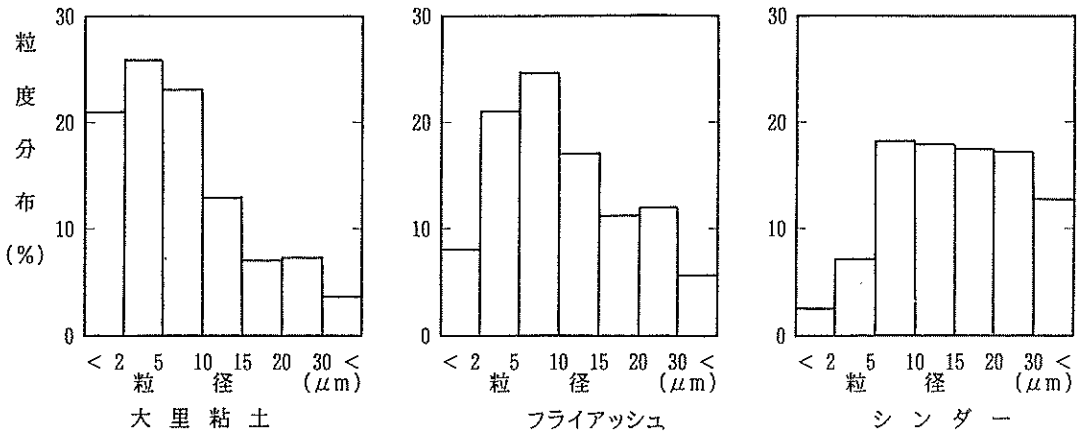
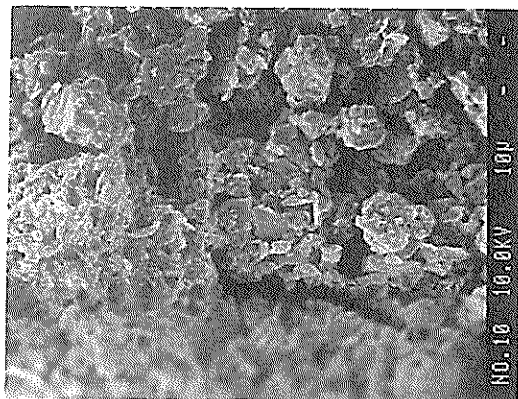


図2 試料の粒度組成

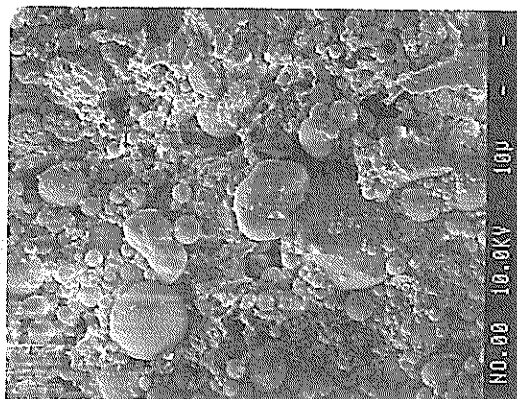
表3 試料の可溶性イオン

(mg/100ml)

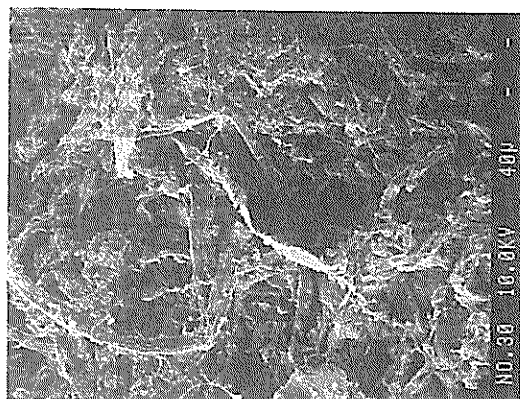
試料名	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Na ⁺	K ⁺	Fe ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
大里粘土	10.4	5.98	8.38	2.58	7.48	0.69	2.18
フライアッシュ	11.4	0.54	0.12	—	—	7.12	0.30
製紙スラッジ	4.05	5.34	1.94	0.21	0.01	51.7	0.56
シ ン ダ ー	17.4	5.66	0.17	39.9	0.04	—	—



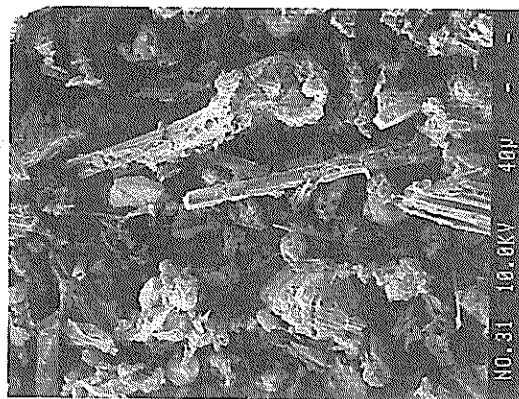
大 里 粘 土



フ ラ イ ア ッ シ ュ



製 紙 ス ラ ッ ジ



シ ン ダ ー

写真1 試料のSEM像

4. 2 素地の乾燥性状

素地の乾燥過程においては含水率が直線的に減少する恒率乾燥期間と乾燥速度が徐々に減少していく減率乾燥期間が有り、比較的含水率が高い粘土瓦素地ではこの2つの乾燥期間が重要視されている¹⁾。

図3に各配合素地の恒率乾燥期間における乾燥速度を示す。

2成分系では大里粘土に対してフライアッシュの配合割合が増えても乾燥速度に変化はないが、製紙スラッジの配合割合が増えると乾燥速度が遅くなり、逆にシンダーの配合割合が増えると速くなる傾向がある。

3成分系の配合素地では2成分系にみられるような配合割合と乾燥速度の関係は認められず、数種類の配合素地を除けば大里粘土単味よりも乾燥速度が速い。

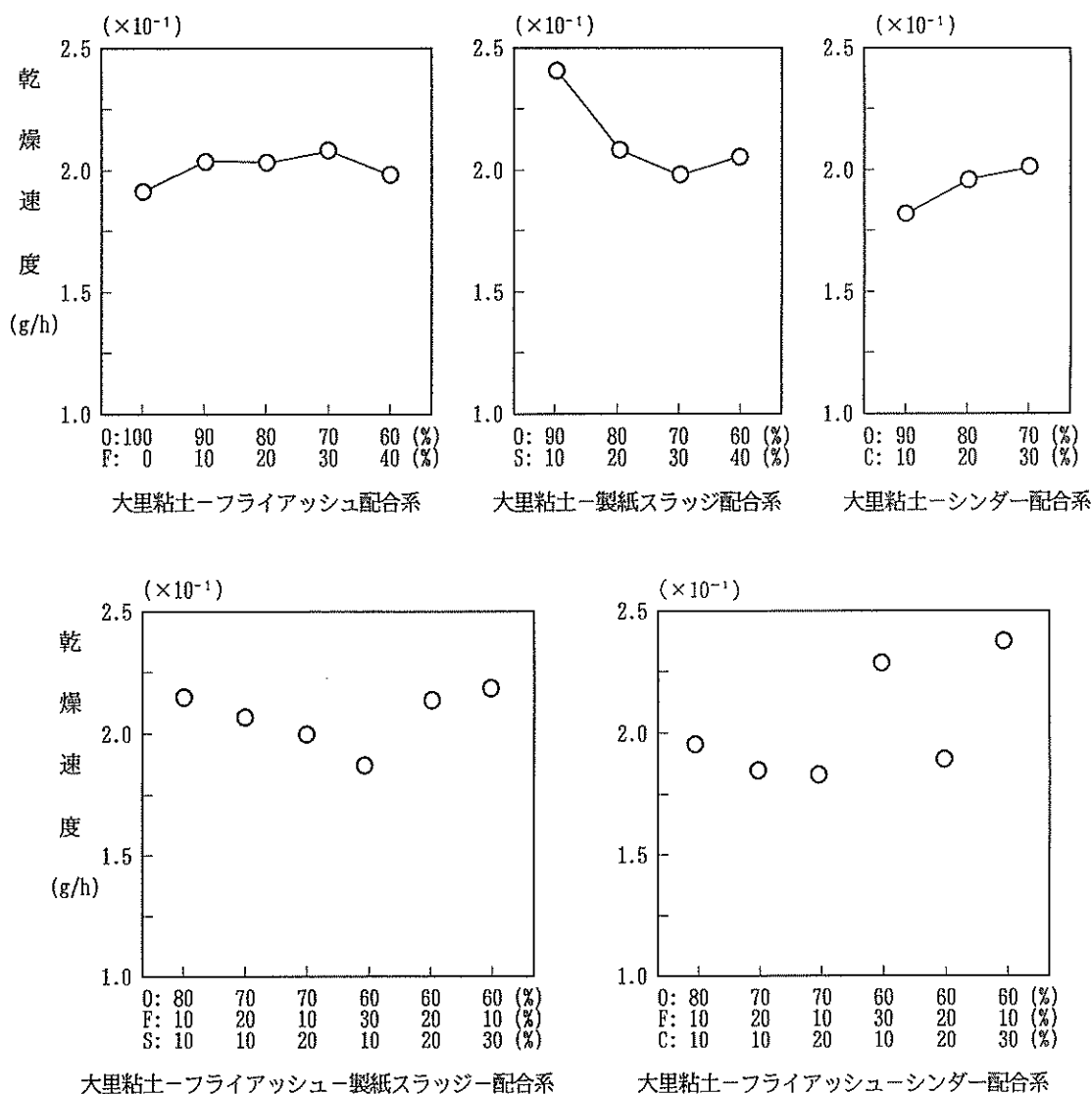


図3 配合素地の乾燥速度

図4に各配合素地の配合比と乾燥収縮率及び乾燥強度の関係を示す。

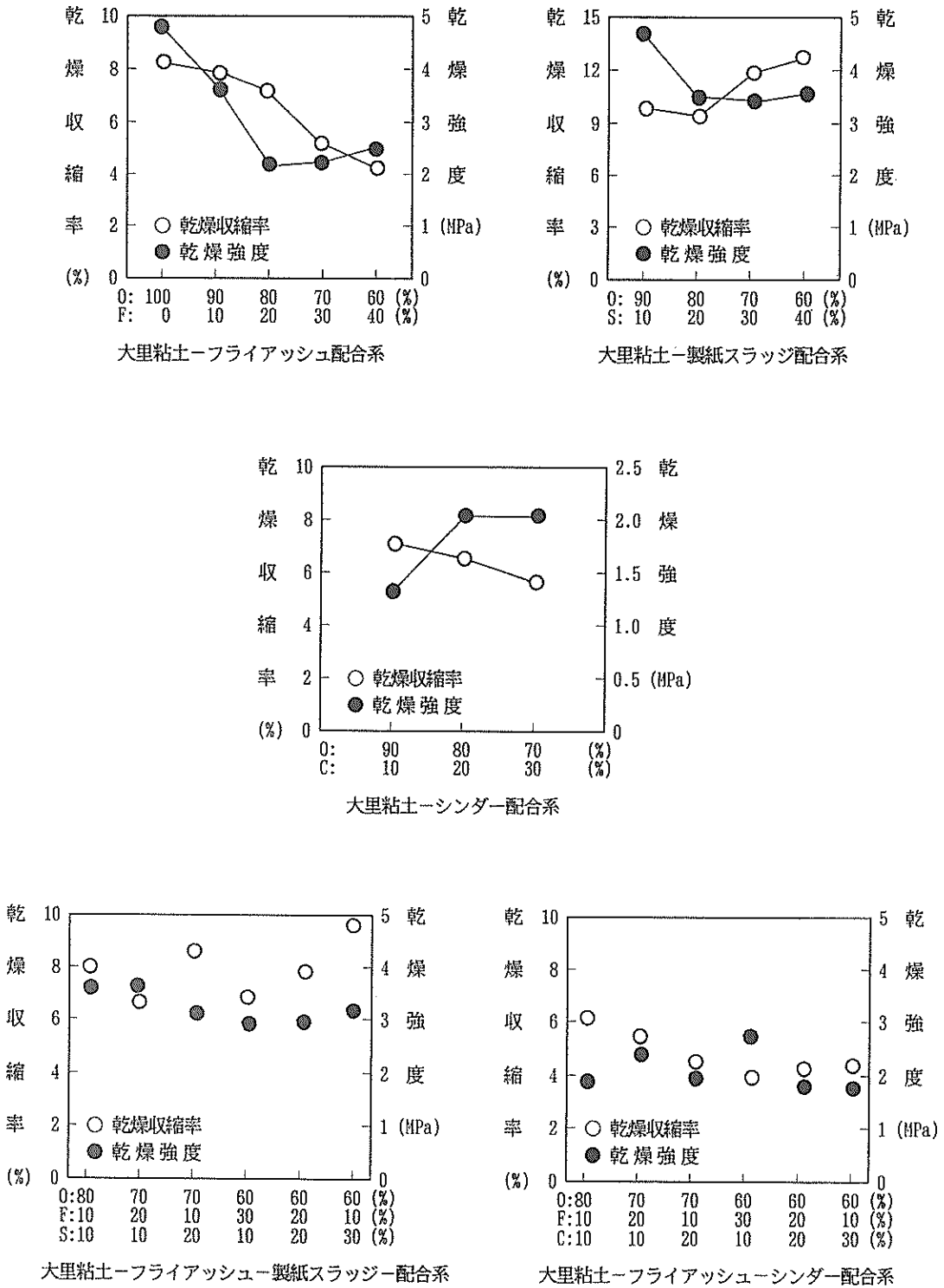


図4 配合素地の乾燥収縮率と乾燥強度

2成分系ではフライアッシュとシンダーを配合した素地は大里粘土単味より乾燥収縮率が小さく、また、各々の配合割合が増えるとより小さくなる。逆に、製紙スラッジを配合した素地は大里粘土単味より乾燥収縮率が大きく、その配合割合が増えるとより大きくなる。

乾燥強度はいずれの配合素地も大里粘土単味より小さく、フライアッシュまたは製紙スラッジの配合割合が増えると小さくなり、シンダーの配合割合が増えると大きくなる傾向がある。

また、3成分配合系は2成分系の素地と同様な乾燥収縮率の変化を示すが、3成分の配合割合の違いによる乾燥強度の変化は認められない。

4. 3 素地の焼成性状

4. 3. 1 大里粘土—フライアッシュ配合系の焼成性状

図5に大里粘土—フライアッシュ配合系の焼成性状の変化を示す。

焼成収縮率は焼成温度が1,070℃以下では各配合素地ともほぼ同じ値を示すが、1,100℃以上ではフライアッシュの配合割合が増えると大きくなる傾向がある。また、各焼成温度においてフライアッシュの配合割合が増えると吸水率や見掛気孔率が大きくなり、それに対応して嵩比重や曲げ強度が小さくなる傾向がある。

焼成温度の違いによる吸水率、見掛気孔率、焼成収縮率及び曲げ強度の変化から、各配合素地とも焼成温度が1,070℃以上では焼成温度が高くなるに従って焼結が進んでいることを示している。ま

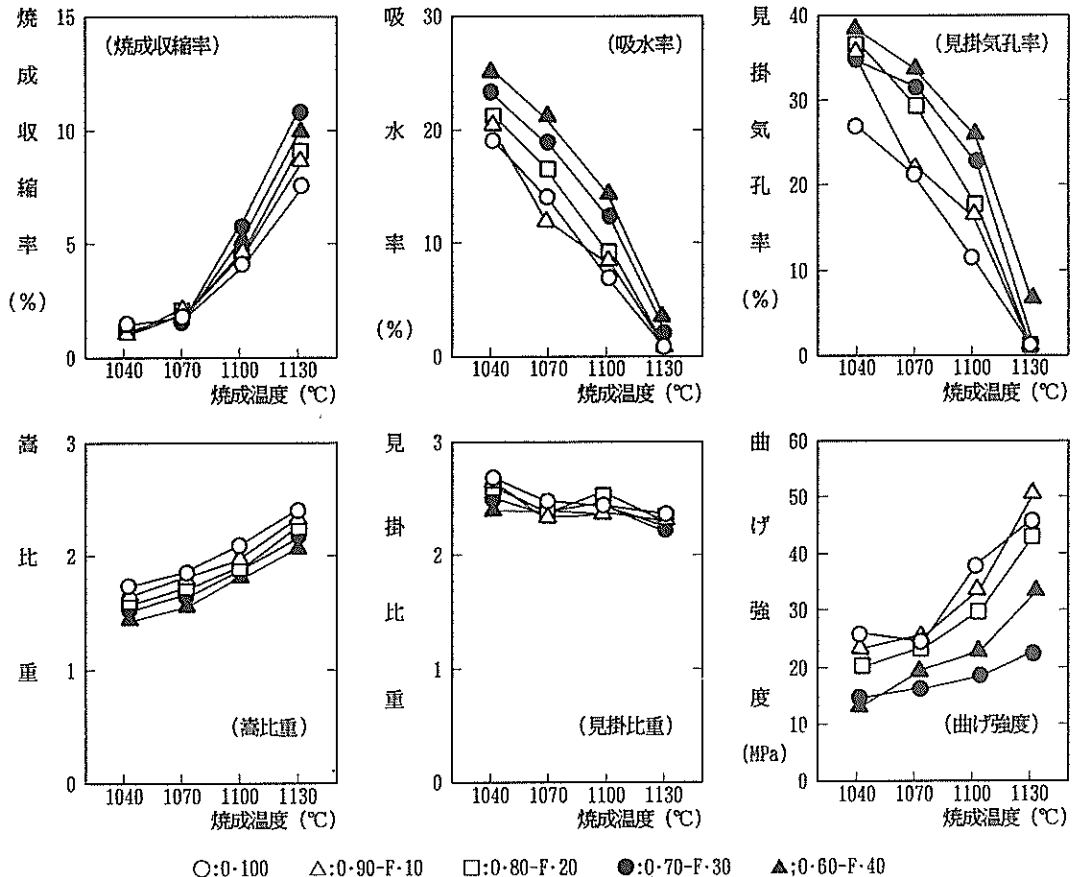


図5 大里粘土—フライアッシュ配合系の焼成性状

た、フライアッシュの配合割合が30%以下の配合素地は、1,130℃において吸水率と見掛気孔率が0%となり、ほぼ焼結していることを示している。

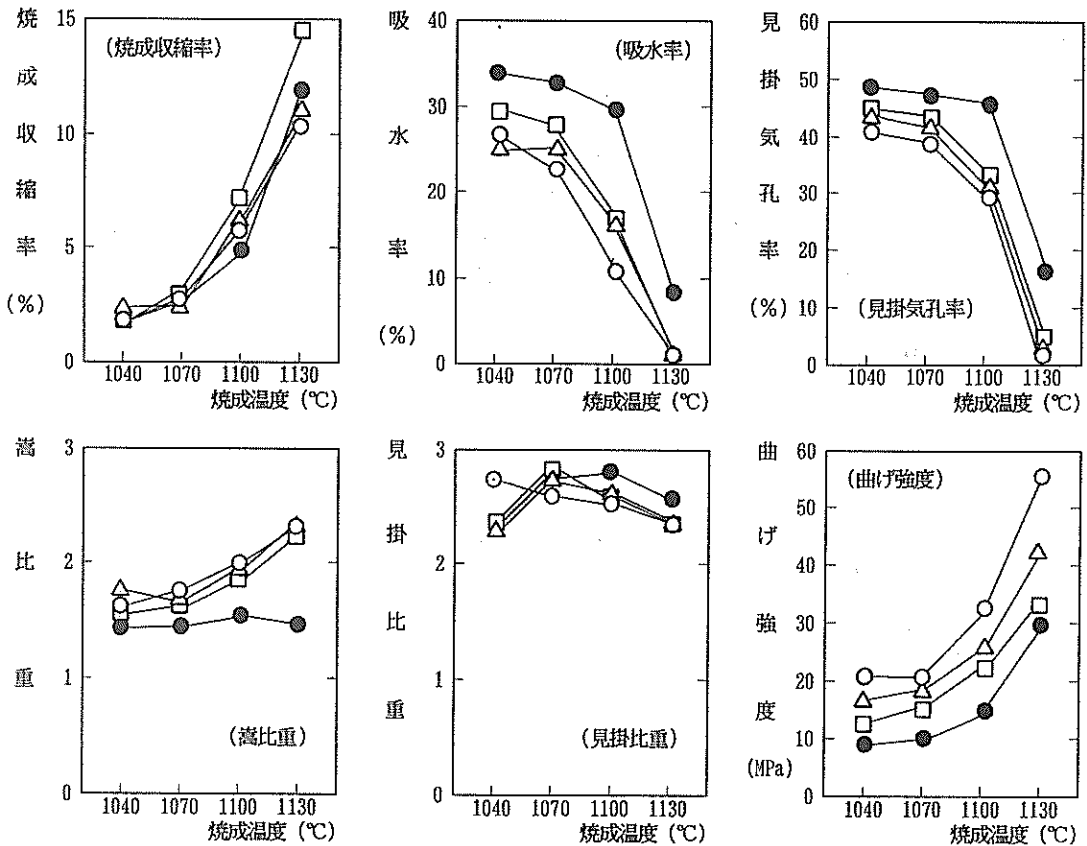
焼成呈色は、1,070℃以下では淡赤色、1,100℃で茶色、1,130℃では茶褐色を呈し、全ての配合素地に白華現象が認められた。

4. 3. 2 大里粘土—製紙スラッジ配合系の焼成性状

図6に大里粘土—製紙スラッジ配合系の焼成性状の変化を示す。

焼成収縮率は焼成温度が1,070℃以下では各配合素地ともほぼ同じ値を示すが、1,100℃以上の焼成温度では製紙スラッジ30%の配合素地が最も大きな値を示している。各焼成温度において製紙スラッジの配合割合が増えると吸水率と見掛気孔率が大きくなり、それに対応して嵩比重や曲げ強度が小さくなる。また、焼成温度が1,100℃以上では製紙スラッジの配合割合が増えると見掛比重が大きくなる傾向がある。

焼成温度の違いによる吸水率、見掛気孔率、焼成収縮率及び曲げ強度の変化から、各配合素地とも焼成温度が1,070℃以上では焼成温度が高くなるに従って焼結が進んでいることを示している。また、製紙スラッジの配合割合が30%以下の配合素地は、1,130℃において吸水率と見掛気孔率が0%となり、ほぼ焼結していることを示している。



○:0-90-S-10 △:0-80-S-20 □:0-70-S-30 ●:0-60-S-40

図6 大里粘土—製紙スラッジ配合系の焼成性状

焼成呈色は1,070℃以下では淡赤色、1,100℃で茶色、1,130℃では茶褐色を呈し、同一の焼成温度では製紙スラッジの配合割合が増えると色調が淡くなる傾向がある。また、全ての配合素地に白華現象が認められた。

4. 3. 3 大里粘土—シンダー配合系の焼成性状

図7に大里粘土—シンダー配合系の焼成性状の変化を示す。

焼成収縮率は焼成温度が1,040℃において各配合素地ともほぼ同じ値を示すが、1,070℃以上ではシンダーの配合割合が増えるに従って大きくなる傾向がある。各焼成温度においてシンダーの配合割合が増えると吸水率と見掛気孔率は大きくなり、曲げ強度は小さくなるが、嵩比重と見掛比重はほぼ同じ値を示している。

また、2成分系の特性値を比較すると、この配合系の吸水率と見掛気孔率は大里粘土—製紙スラッジ配合系とほぼ同じ値を示すが、大里粘土—フライアッシュ配合系よりは大きい値を示している。

焼成温度の違いによる吸水率、見掛気孔率、焼成収縮率及び曲げ強度の変化から、各配合素地とも焼成温度が1,070℃以上では焼成温度が高くなるに従って焼結が進んでいることを示している。また、各配合素地とも1,130℃において吸水率と見掛気孔率が0%に近く、ほぼ焼結していることを示している。

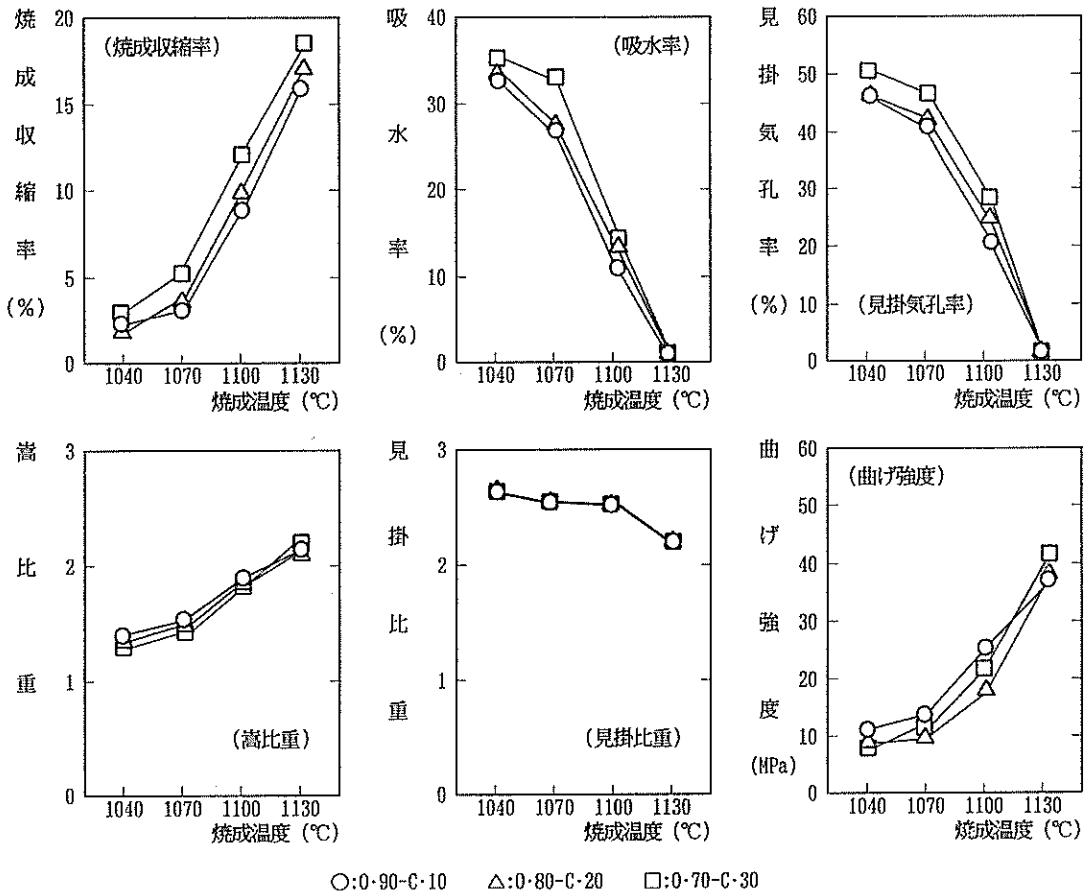


図7 大里粘土—シンダー配合系の焼成性状

焼成呈色は1,070℃以下では淡赤色、1,100℃で茶色、1,130℃では茶褐色を呈し、白華現象が全ての配合に認められた。

4. 3. 4 大里粘土—フライアッシュ—製紙スラッジ配合系の焼成性状

図8に大里粘土—フライアッシュ—製紙スラッジ配合系の焼成性状の変化を示す。

焼成収縮率、嵩比重及び見掛比重は各焼成温度においては各配合素地ともほぼ同じ値を示すが、フライアッシュ及び製紙スラッジの配合割合が増えると吸水率や見掛気孔率が大きくなり、逆に曲げ強度は小さくなる傾向がある。

焼成温度の違いによる吸水率、見掛気孔率、焼成収縮率及び曲げ強度の変化から、各配合素地とも1,130℃において焼結していることを示している。

焼成呈色は1,070℃以下では淡赤色、1,100℃で茶色、1,130℃では茶褐色を呈し、全ての配合に白華現象が認められた。

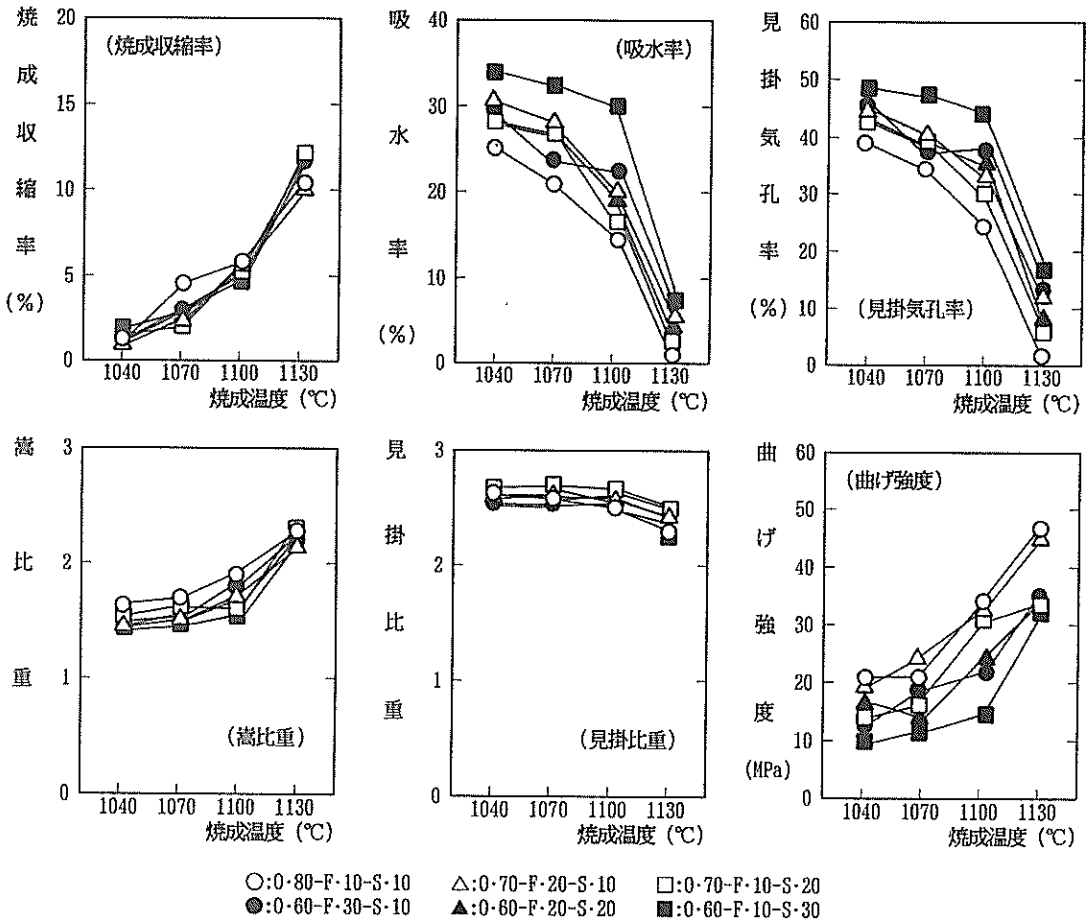


図8 大里粘土—フライアッシュ—製紙スラッジ配合系の焼成性状

4. 3. 5 大里粘土—フライアッシュ—シンダー配合系の焼成性状

図9に大里粘土—フライアッシュ—シンダー配合系の焼成性状の変化を示す。

焼成収縮率は焼成温度が1,040℃において各配合素地ともほぼ同じ値を示すが、1,100℃以上の焼成温度ではフライアッシュ及びシンダーの配合割合が増えると大きくなる傾向がある。また、各焼成温度における嵩比重は各配合素地ともほぼ同じ値を示すが、曲げ強度はフライアッシュ及びシンダーの配合割合が増えると小さくなる傾向がある。

焼成温度の違いによる吸水率、見掛気孔率、焼成収縮率及び曲げ強度の変化から、各配合素地とも焼成温度が1,070℃以上では焼成温度が高くなるに従って焼結が進んでいることを示している。また、各配合素地とも焼成温度が1,130℃において吸水率と見掛気孔率が0%に近く、ほぼ焼結していることを示している。

焼成呈色は1,070℃以下では淡赤色、1,100℃で茶色、1,130℃では茶褐色を呈し、全ての配合素地に白華現象が認められた。

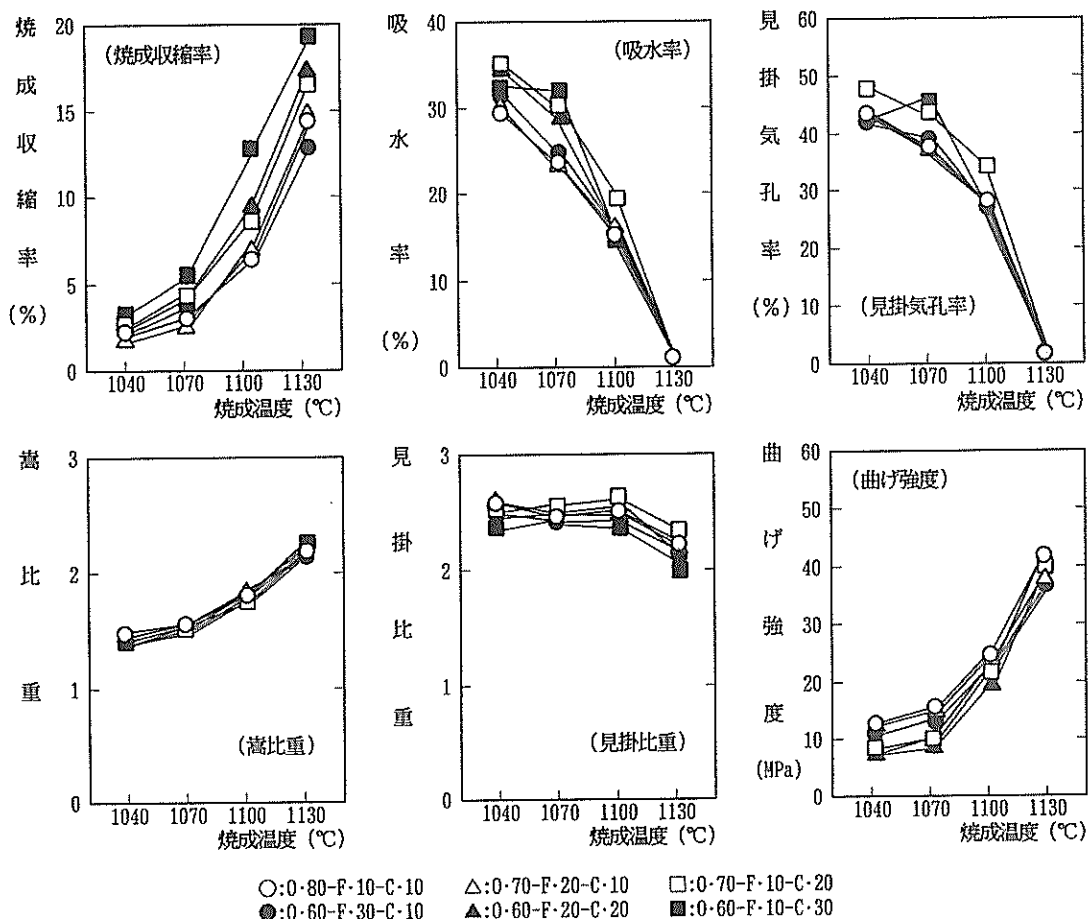


図9 大里粘土—フライアッシュ—シンダー配合系の焼成性状

4. 4 焼成素地の熱膨張係数

図10に1,070℃焼成素地の室温から400℃までの熱膨張係数を示す。

大里粘土-フライアッシュ配合系、大里粘土-製紙スラッジ配合系の素地はフライアッシュまたは製紙スラッジの配合割合が増えると熱膨張係数が小さくなり、それぞれの配合割合が20%以上になると大里粘土単味より熱膨張係数は小さな値を示す。大里粘土-シンダー配合系においてはいずれの配合素地も大里粘土の熱膨張係数より大きく、シンダー20%の配合素地が最も大きい値を示す。

3成分系では、各配合素地とも大里粘土単味よりも熱膨張係数が小さく、廃棄物の配合割合が増えると小さくなる傾向がある。

また、各配合素地とも500℃~600℃の範囲に石英の転移による急激な熱膨張率の変化が認められた。

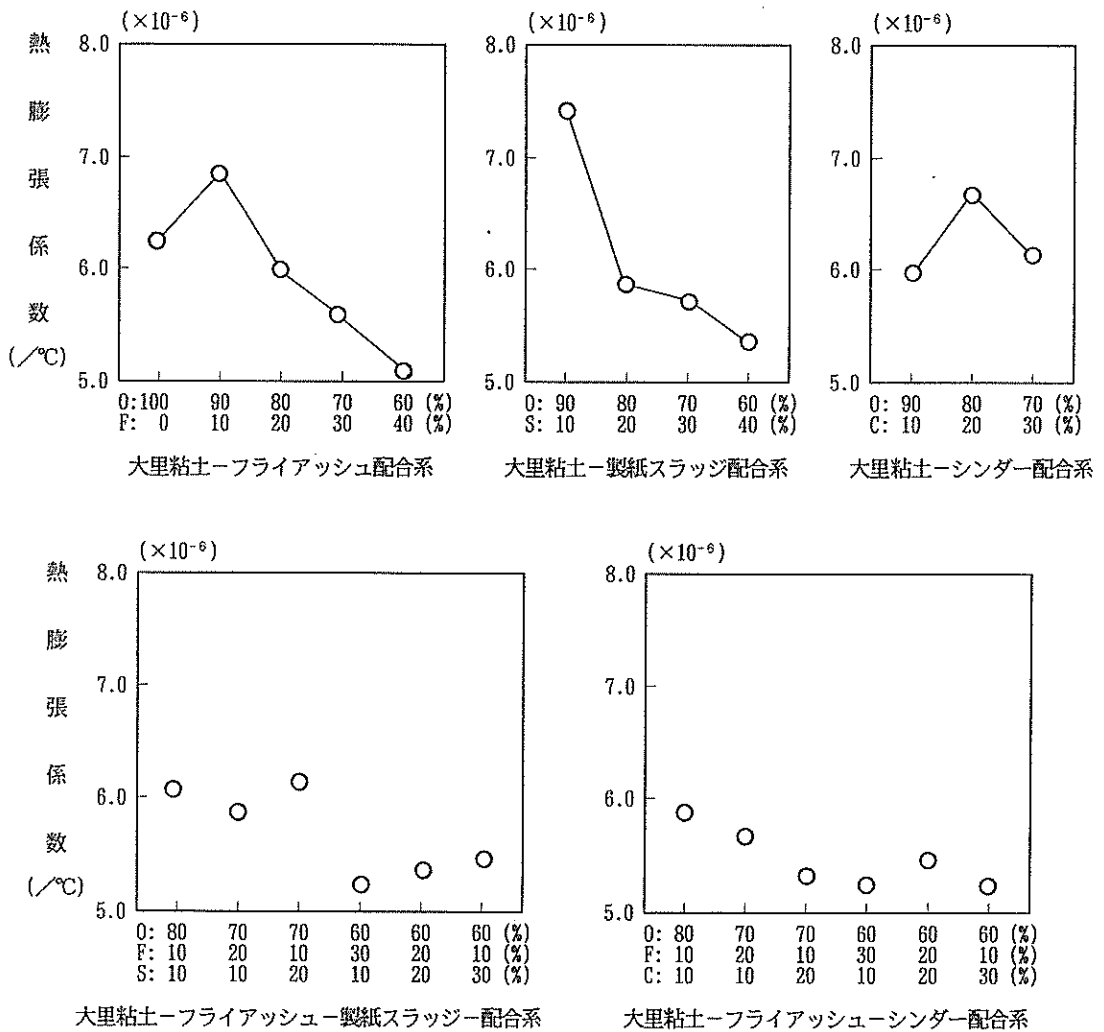


図10 焼成素地の熱膨張係数

4. 5 焼成素地の熱伝導率

図11に1,070℃焼成素地の熱伝導率を示す。

大里粘土単味と各配合系の熱伝導率を比較すると、各配合素地とも大里粘土単味より熱伝導率が低く、2成分系の配合素地では産業廃棄物の割合が増えると熱伝導率が低くなる傾向がある。特に、大里粘土70%—製紙スラッジ30%、大里粘土60%—製紙スラッジ40%、大里粘土70%—フライアッシュ10%—シンダー20%、大里粘土60%—フライアッシュ10%—シンダー30%配合素地の熱伝導率は0.140~0.150 (Kcal/m·h·°C)と低く、断熱材料としての機能性が期待できる。

一般に建築材料は気孔率が大きくなると熱伝導率が減少するが、このことは材料内に熱伝導率の低い気体を多く含有するためである⁵⁾。また、3. 3で示したように産業廃棄物の配合割合が増えると見掛気孔率が大きくなる傾向にあることから、フライアッシュに含まれる中空状の粒子または製紙スラッジやシンダーの燃焼により形成される気孔の特性により熱伝導率を低下させたものと考えられる。

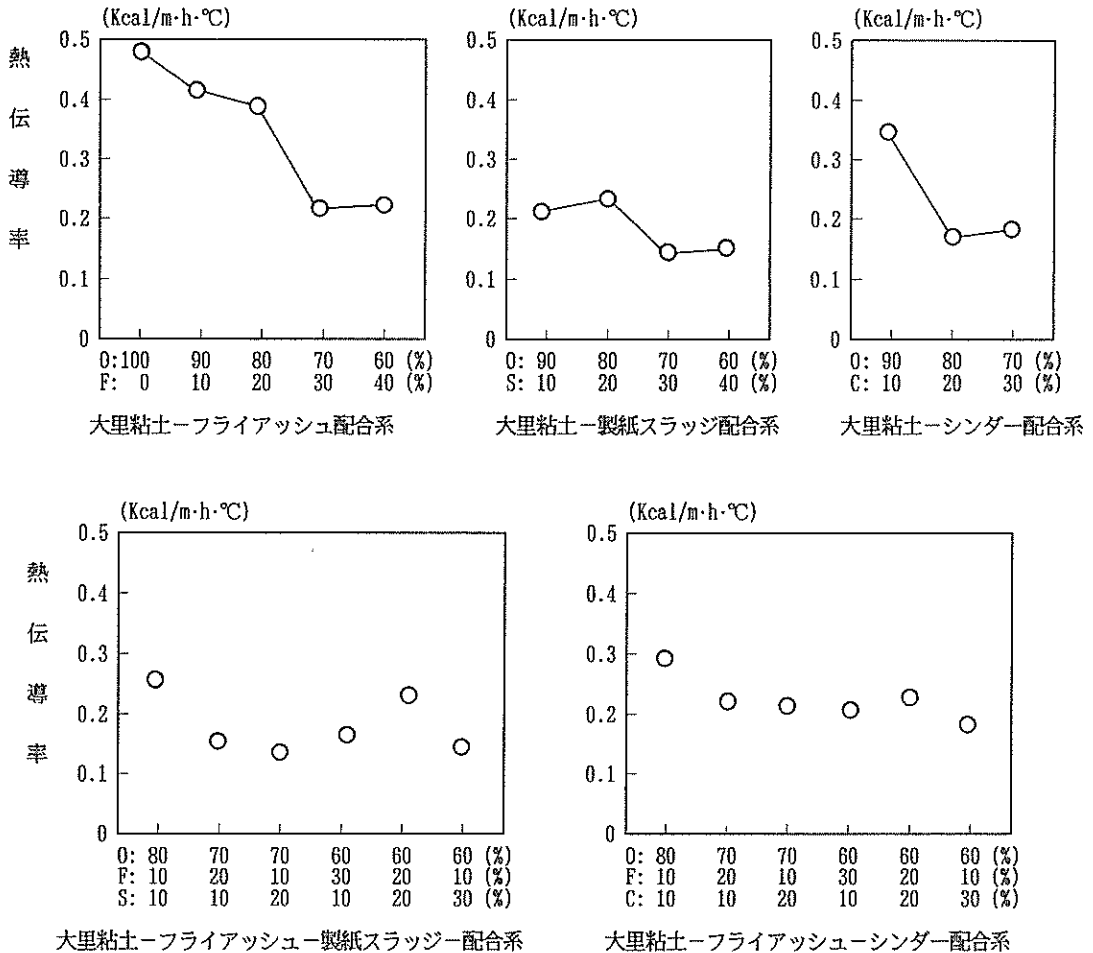


図11 焼成素地の熱伝導率

4. 6 白華現象について

使用した原料は2. 1で示したように硫酸イオン、ナトリウムイオン、カリウムイオン、カルシウムイオン等の濃度が高いため素地表面に白華現象が見られた。そこで、大里粘土単味と産業廃棄物の配合割合が多い素地に炭酸バリウムを0.3%、0.5%、0.7%、0.9%とそれぞれ添加し、3日間ねかした後、1,070℃で焼成した素地について白華現象の有無を観察した。表4は白華防止のための炭酸バリウムの必要量である。炭酸バリウムの添加量は大里粘土単味0.7%、大里粘土60%—フライアッシュ40%配合素地0.5%、大里粘土60%—フライアッシュ30%—製紙スラッジ10%配合素地0.3%であった。その他の配合素地は、0.9%炭酸バリウムを添加しても白華現象が認められた。

表4 炭酸バリウムの添加量と白華現象の有無

配 合 名	炭 酸 バ リ ウ ム 添 加 量			
	0.3%	0.5%	0.7%	0.9%
0・100	有	有	無	無
0・60—F・40	有	無	無	無
0・60—S・40	有	有	有	有
0・60—C・40	有	有	有	有
0・60—F・30—S・10	無	無	無	無
0・80—F・10—C・10	有	有	有	有
0・60—F・30—C・10	有	有	有	有

5. 試作試験

表5に示すA～Eの5種類の配合について試作試験を行った。

A配合、B配合及びC配合について真空土練機により二丁掛けタイルを押出し成形した。また、D配合とE配合は、真空土練機により押出した後、プレス成形した。

各配合素地とも1,070℃での保持時間が長く、また、焼成温度が高くなるに従って全収縮率と曲げ強度が大きくなり、吸水率の小さい焼結素地が得られた。また、1,100℃焼成では大里粘土単味のほか、A配合素地やB配合素地及びC配合素地に膨化現象が認められた。

A配合素地やB配合素地は大里粘土単味に近い焼成特性値を示し、既存の瓦素地に近い品質が得られることが解った。また、C配合を1,070℃で2時間保持すると、同温度で30分保持した時のA配合素地やB配合素地に近い焼成結果が得られた。また、D配合素地とE配合素地は焼成温度が1,100℃でも膨化せず、曲げ強度が著しく向上した。焼成呈色は大里粘土単味、A配合素地とB配合素地及びC配合素地が淡赤色を呈し、D配合素地とE配合素地は白華現象が認められた。

表5 試作試験の結果

配合名	配合割合	測定項目	焼成条件		
			1,070℃ 30分保持	1,070℃ 2時間保持	1,100℃ 30分保持
A配合	大里粘土 90 (%) フライアッシュ 10 (%)	全収縮率 (%)	7.34	8.48	9.70
		吸水率 (%)	14.1	9.92	7.94
		曲げ強度 (N)	1215	1392	1891
B配合	大里粘土 80 (%) フライアッシュ 20 (%)	全収縮率 (%)	7.59	8.19	9.13
		吸水率 (%)	15.0	11.7	9.35
		曲げ強度 (N)	1133	1242	1382
C配合	大里粘土 60 (%) フライアッシュ 30 (%) 製紙スラッジ 10 (%)	全収縮率 (%)	7.34	8.47	8.84
		吸水率 (%)	20.3	14.9	16.9
		曲げ強度 (N)	1009	1006	1215
D配合	大里粘土 70 (%) 製紙スラッジ 30 (%)	全収縮率 (%)	7.59	7.82	8.86
		吸水率 (%)	29.2	27.6	26.9
		曲げ強度 (N)	1107	1045	1362
E配合	大里粘土 60 (%) 製紙スラッジ 40 (%)	全収縮率 (%)	8.62	9.03	9.21
		吸水率 (%)	33.6	32.6	30.2
		曲げ強度 (N)	843	806	1382
	大里粘土 100 (%)	全収縮率 (%)	7.73	9.36	10.2
		吸水率 (%)	13.1	9.13	6.08
		曲げ強度 (N)	1289	1247	1704

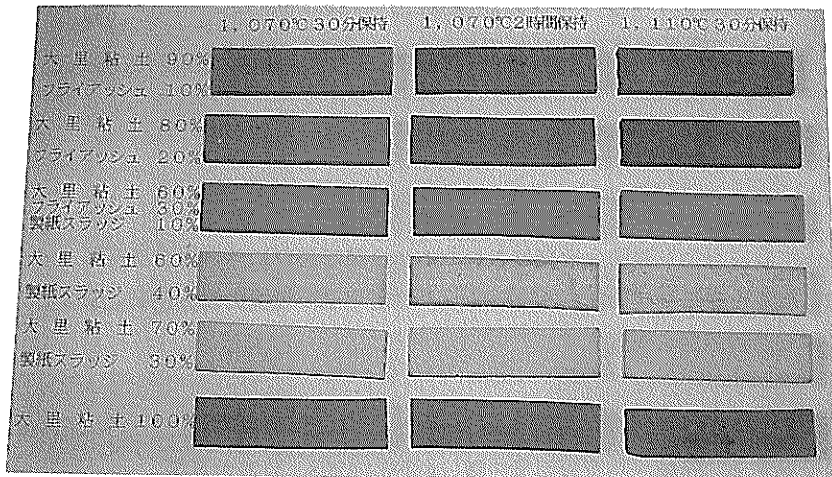


写真2 試 作 品

6. まとめ

フライアッシュ、製紙スラッジ、シンダーの基礎性状及び大里粘土への添加効果について検討した結果、次のことがわかった。

- (1) フライアッシュは粘土の化学組成と近似しており、球状の粒子を多く含んでいる。製紙スラッジはフィラーとして添加されたタルクやカルサイトのためにカルシウム分やマグネシウム分が多

くIg.Loss値が高いのが特徴である。また、シンダーはカリウム分が多く、製紙スラッジ同様、Ig.Loss値が高い。

(2) 大里粘土にフライアッシュを配合した素地の乾燥速度は大里粘土単味とほぼ同じであるが、製紙スラッジの配合割合を増やすと遅くなり、シンダーの配合割合を増やすと速くなる傾向がある。乾燥収縮率は、フライアッシュまたはシンダーの配合割合が増えると小さくなり、製紙スラッジを配合すると大きくなる傾向がある。

(3) 大里粘土—フライアッシュ配合系では、フライアッシュの配合割合が増えると吸水率と見掛気孔率が大きくなり、嵩比重や曲げ強度が小さくなる傾向がある。

大里粘土—製紙スラッジ配合系では、製紙スラッジの配合割合が増えると吸水率や見掛気孔率が大きくなり、嵩比重や曲げ強度が小さくなる傾向がある。

大里粘土—シンダー配合系では、シンダーの配合割合が増えると焼成収縮率、吸水率及び見掛気孔率が大きくなり、曲げ強度が小さくなる傾向がある。

また、3成分による配合系の素地でも2成分による配合系の素地と同じ傾向が認められた。

(4) 焼成素地の熱膨張係数はフライアッシュや製紙スラッジの配合割合が増えると小さくなり、シンダーの配合割合が増えると大きくなる傾向がある。

(5) 焼成素地の熱伝導率は産業廃棄物の配合割合が増えると低くなる傾向があり、特に、大里粘土70%—製紙スラッジ30%、大里粘土60%—製紙スラッジ40%、大里粘土70%—フライアッシュ10%—シンダー20%、大里粘土60%—フライアッシュ10%—シンダー30%の1,070℃焼成素地は0.140~0.150 (Kcal/m·h·℃)と低い値を示し、断熱材料としての特性値を示した。

(6) 各配合素地とも白華現象が認められ、白華防止剤としての炭酸バリウム添加量は大里粘土単味素地0.7%、大里粘土60%—フライアッシュ40%配合素地0.5%、大里粘土60%—フライアッシュ30%—製紙スラッジ10%配合素地が0.3%であった。

(7) 大里粘土90%—フライアッシュ10%及び大里粘土80%—フライアッシュ20%の配合素地が大里粘土単味にはほぼ近い焼成特性値を示し、既存の瓦素地に近い素地が得られた。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり補助金を交付された中小企業庁並びに沖縄総合事務局、また、御指導と御助言を頂いた名古屋工業技術試験所セラミックス応用部高嶋廣夫前主任研究官並びに森聡明製造技術課長に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 沖縄県環境保健部、平成4年度版環境白書、p.293、1993、公害対策課
- 2) 照屋善義、宜野座俊夫、与座範弘、花城可英、地域鉱物資源の利用技術と開発研究、p.82、1993、沖縄県工業試験場
- 3) 比嘉三利、宮城周子、照屋輝一、県産未利用資源活用による水処理用吸着剤の開発に関する研究(1)、沖縄県工業試験場業務報告、vol.15、p.102、1987
- 4) 田中 稔、粘土瓦ハンドブック、p.102、1980、技報堂
- 5) 服部 信、山中昭司、多孔性セラミックスの開発と応用Ⅱ、p.133、1991、シーエムシー

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。