

鑄物廃砂の窯業原料への利用*

佐々木 秀幸**、谷藤 眞一***

鑄物廃砂を窯業原料として再利用するため、生コンスラッジ及びガラス研磨スラッジと混合し
 タイルを試作した。鑄物廃砂、生コンスラッジ、ガラス研磨粉を5:2:3の割合で混合し950℃
 で焼成したところ、曲げ強度は217.3(N/cm)で吸水率3.03%となり床タイルJIS規格を満足した。
 キーワード：鑄物、廃棄物、スラッジ、再利用、焼成

Utilization of Waste Sand from Foundry as Ceramic Raw Materials

SASAKI Hideyuki and TANIFUJI Shinichi

We produced tiles from the mixture of the waste sand from foundry, concrete waste
 sludge and waste sludge from glass grinding process in the ratio of 5:2:3, with sintering
 temperature of 950 degrees. The bending strength was 217.3(N/cm) and the water
 absorption was 3.03%; met Japanese Industrial Standard(A5902).

key words : cast, waste, sludge, recycle, sintering

1 緒 言

無機系の産業廃棄物は鑄物工場をはじめとし、様々な
 事業所から多量に排出されるが、その多くは鉱さいや汚
 泥として埋立処分されている。この処分費用の負担は大
 きく¹⁾、再資源化を促進するための有効な処理技術の開
 発が要求されている。

我々はこれまでに無機系産業廃棄物の分析方法を検討
 するとともに²⁾、数種類の汚泥からタイル状成形体を作
 成し、焼成による鉱物組成や成分変化を報告した³⁾。

本報告は県の代表的産業である鑄物製造工場から多量
 に排出される鑄物廃砂を窯業原料に利用することを目的
 に、数種類の無機系産業廃棄物を混合、焼成しその性状
 を調べた。その結果床タイルのJIS規格⁵⁾を満たす成型
 体が得られた。

2 実験方法

2-1 成形体の作成

実験には、鑄物工場から排出される廃砂と生コン工場

表1 試料の主な含有成分と耐火度

単位：wt%

	含水率	ig. loss	Si	Ca	Al	Fe	Mn	P	S	Na	K	耐火度
生コンスラッジ	67.92	28.30	1.41	28.70	3.14	2.37	0.95	0.03	0.34	0.68	0.28	6a
鑄物廃砂	-	3.28	40.18	0.26	2.54	0.88	0.31	0.03	0.06	0.52	0.45	31
ガラス研磨スラッジ	33.73	35.01	31.01	0.43	0.07	-	-	-	-	6.71	8.27	SK018

* ケイ素以下の定量値は全て水分を含まない試料に対する含有量を示す

* 産業廃棄物の再利用 (第4報)

** 化学部

*** 高弥環境整備株式会社

から排出されるスラッジ及び光学レンズ研磨工場から発生するガラス研磨粉を使用した。これらの含有成分と耐火度を表1に示す。この中でガラス研磨粉は耐火度SK018 (715℃程) であり、焼成温度低下に寄与すると考えられる。

試料は105℃で乾燥した後、所定の割合で調整し、ボールミルで30分粉碎・混合する。これに水10～15%を加えて練り、油圧プレス機により圧力3KN/cm²で成形した。成形金型はφ30mmの円柱 (混合試料約20g) と、100mm角の直方体 (混合試料200g) とした。成型品の厚さは試料の密度により異なるが約15mm程である。試料は成形後105℃で乾燥し、電気炉で900℃～1000℃で焼成した。

焼成は設定温度までの6時間で昇温し、2時間保持した後炉内自然冷却とした。材料から試作品に至るフローを図1に示す。

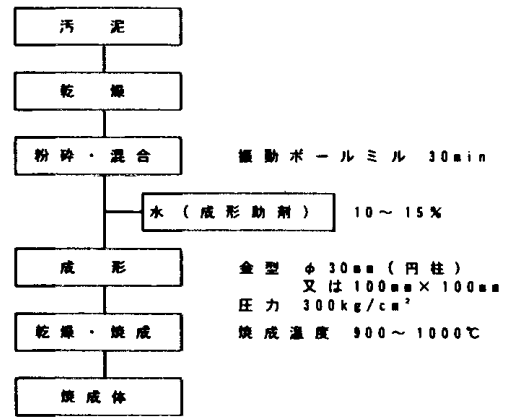


図1 試作品までのフロー

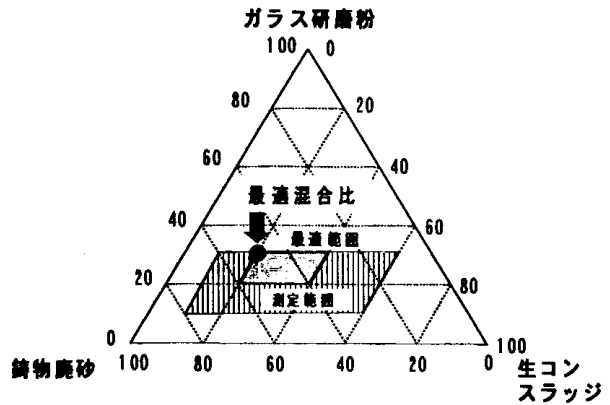


図2 汚泥3成分における最適混合範囲

2-2 最適混合範囲の焼成温度の決定

様々な混合比で作成したφ30mmの成型体を焼成し、吸水率を測定するとともに割れや発泡の有無を外観から調べおおよその最適範囲を特定した。

特定した最適範囲の中からいくつかの混合比でタイル状成形体を作成し、その外観 (亀裂、熔融等)、変形 (ばち、反り)、熱収縮率、曲げ強さを床タイルの規格により測定した。これにより最適混合比や焼成温度を決定した。

2-3 焼成体の組織の観察

焼成前及び焼成過程の成形体を電子顕微鏡で撮影・定性分析し、焼成による各汚泥成分の状態変化を測定した。

3 結果及び考察

3-1 窯業原料として最適な汚泥混合範囲

φ30mm金型で作成した試料の吸水率を測定した。吸水率が床タイルのJIS規格 (5%) 以下となり、外観に割れ等が見られない混合範囲は図2に示すように鑄物砂が3～6割、生コンスラッジが2～4割、ガラス研磨粉が2～3割の範囲であった。

鑄物砂と生コンスラッジの配合を多くすると焼結せず吸水率が高かった。また、ガラス研磨粉を増やすと熔融により形状を保持できなくなることが分かった。

つぎに、先の範囲で100mm角のタイル状成形体を作成した。変形量を押さえ低い焼成温度で高い曲げ強度を得るにはガラス研磨粉を3割加える必要があった。

また、ベントナイトを含む鑄物砂が多いほど成形性が良いことが分かった。これらから最適な混合比を鑄物廃

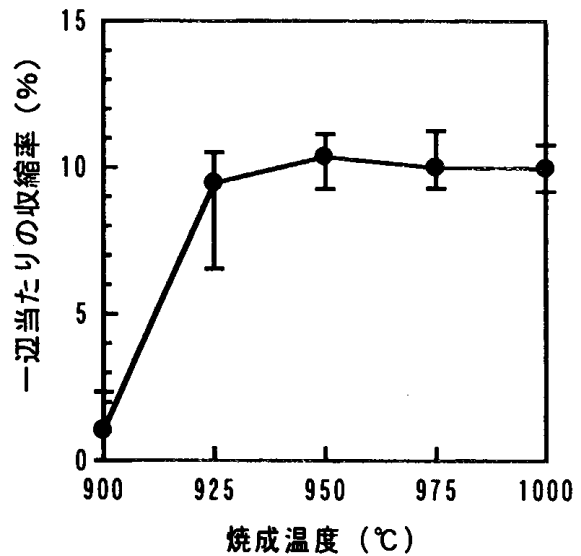


図3 焼成温度と収縮率変化

砂 : 生コンスラッジ : ガラス研磨粉 = 5 : 2 : 3 とした。

3-2 焼成による収縮と吸水率の変化

3-1 で得られた最適混合比で、900℃から1000℃で各々5～7個のタイル状成形体の焼成を行い、収縮率と温度の関係調べた結果を図3に示す。900℃ではほとんど収縮がみられず焼結が進まないが、925℃では急激に

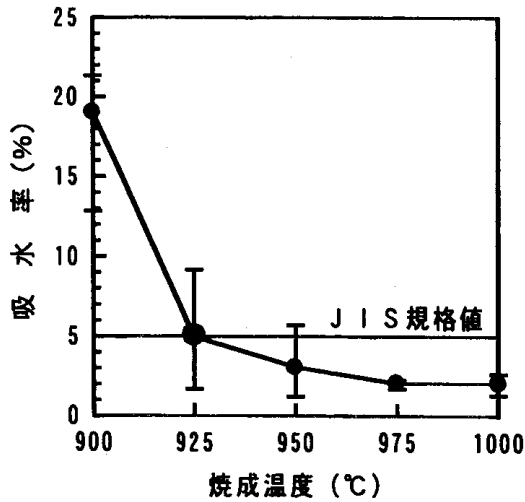


図4 焼成温度と吸水率変化

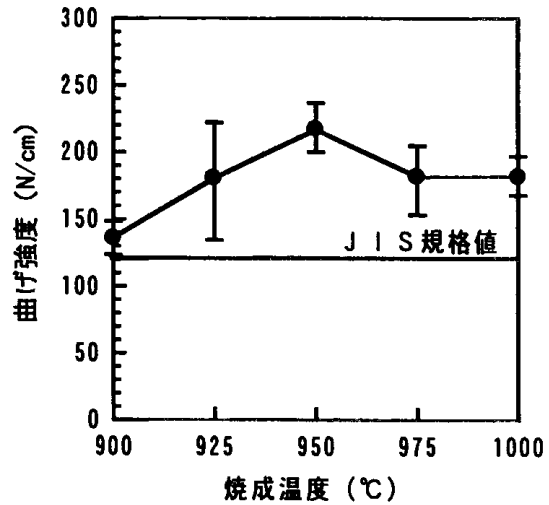


図5 焼成温度と曲げ破壊加重変化

焼結が進み収縮が起こることが分かる。950℃以上では収縮率は一定となりばらつきも少なくなる。

図4に吸水率の変化を示すが、900℃では20%近い値を示すが925℃で急に吸水率が低くなる。その後焼成温度の上昇とともに吸水率は低下し950℃以上では床タイルのJIS規格 (5%) 以下の吸水率となる。

このことから、焼結は900℃から925℃の範囲で始まり、焼結が進むに伴い吸水率も低下する。950℃以上では収縮率、吸水率ともにほとんど変化しなくなる。これらの結果から焼成温度は950℃以上とする必要があることが分かった。

なお、成形体の辺の歪みを表すばちや面の歪みを表すそりについても、900℃から950℃で焼成した試料は床タイルのJIS規格以下の値を示した。

3-3 焼結の進行と曲げ強度

焼成温度と曲げ強度の関係を図5に示す。成形・乾燥後10.2(N/cm)であった曲げ強度は900℃焼成後、床タイルのJIS規格 (120N/cm) を上回る136(N/cm)を示す。この後950℃までは強度は増加し、最大値217.3(N/cm)となるが、この温度以上で焼成すると強度は低下する。

3-4 曲げ強度と組織の変化

粉碎した試料の粒度分布を表2に示す。鑄物砂が90~250 μm の粒子がほとんどであるのに対し、生コンスラッジやガラス研磨粉はほとんどが150 μm 以下の粒子である。特にガラス研磨粉の粒子は細かく90%以上が45 μm 以下の粒子である。鑄物砂の耐火度が1690度ほどであることと、粒径が大きいことから鑄物砂は熔融せず、焼成体の歪みを緩和する働きをされると考えられる。

次に試料の電子顕微鏡写真を図6に示す。乾燥試料は、大きな鑄物廃砂の間に生コンスラッジとガラス研磨粉の微粒子があることが分かる。900℃で焼成した試料では、ガラス研磨粉と生コンスラッジが混合熔融し、骨材となっている鑄物廃砂をつなぎ合わせている。また、熔融により開気孔が発生しているため、この時の吸水率は約20%と高い数値を示す。950℃ではさらに熔融は進行するが、急激な収縮が起こり開気孔は減少し、吸水率が約3%と低くなり、強度も増加していく。1000℃になると、開気孔はさらに減少し吸水率も低下するが、成形体内部でガラス研磨粉による発泡で独立気孔が発生している。以上のことから焼成温度は950℃前後が最適であると考えられる。

表2 粉碎後の試料と混合物の粒度

粒度 (μm)	単位 (wt%)					
	<45	45~90	90~150	150~250	250~450	>450
鑄物砂	7.58	6.00	29.47	54.53	2.31	0.11
生コンスラッジ	30.57	23.09	16.88	13.81	7.83	7.82
ガラス研磨粉	90.26	5.88	2.46	1.19	0.21	0.00
最適混合比混合物 (5:2:3)	30.62	33.32	27.69	3.91	2.39	2.07

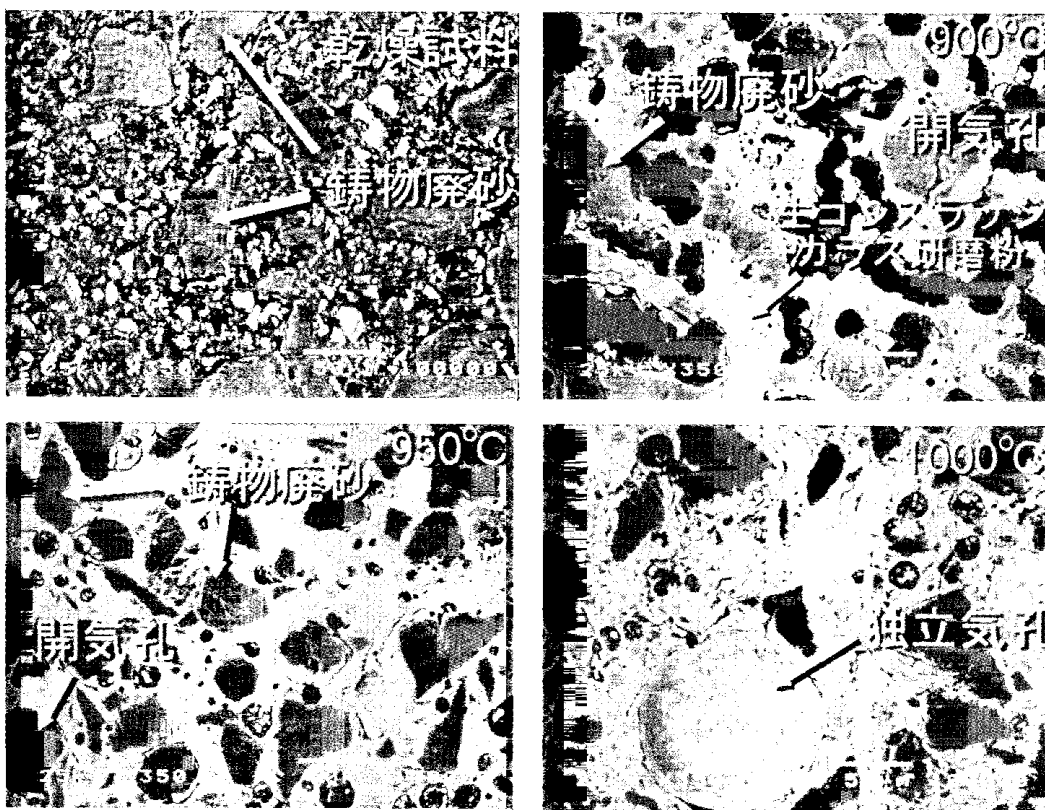


図6 試料の電子顕微鏡写真 (COMP像)

表3 試作したタイル状成形体とJIS規格値との比較

項目	試作品 (950°C 焼成)	
	鋳物砂:生コン:レンズ研磨粉=5:2:3	
強度 (N/cm)	217.1	>120
ばち (mm)	1.7	<2.0
そり (mm)	0.26 (へこそり)	<0.9
吸水率 (%)	3.03	<5.0
収縮率 (%)	10.4	-

次に試作したタイルと JIS 規格の比較を表3に示す。

4 結 言

鋳物砂等の無機系産業廃棄物の窯業原料への利用を目的とし、組成の異なる3種類の汚泥について、配合、成形、焼成によりタイル状成形体を試作した。

吸水率と焼成温度の関係から最適な混合比は鋳物廃砂:生コンスラッジ:ガラス研磨粉=5:2:3であることが分かった。焼結過程において成形体は約900°Cでガラス研磨粉と生コンスラッジが混合熔融し始めるが、この温度では開気孔が多いため吸水率が高く強度も弱い。950°Cでは熔融が進行し、収縮が起こるため開気孔は減少する。この温度で吸水率は約3%で曲げ強度は最大となる。この温度以上では、開気孔はさらに減少し吸水率も低下するものの、発泡による独立気孔が発生し強度は低

下する。

最適条件で焼成処理したタイル状成形体の性状は、床タイルのJIS規格を満足した。

以上の結果より、鋳物廃砂を主成分とする無機系産業廃棄物汚泥の床タイルとしての再資源化が可能と考えられる。今後は本研究で得られた作成条件をもとに、骨材として大量に製造する方法を検討していく予定である。

文 献

- 1) (社)日本鋳物工業界他: 鋳物工場の産業廃棄物の有効利用等に関する調査研究報告書, (1994)
- 2) 佐々木秀幸, 谷藤眞一: 岩手工技セ研報, 1, 35(1994)
- 3) 佐々木秀幸, 谷藤眞一: 岩手工技セ研報, 2, 79(1995)
- 4) 佐々木秀幸, 谷藤眞一: 岩手工技セ研報, 3, 97(1996)
- 5) 日本工業規格: JISA5209¹⁹⁹⁵