

## 産業廃棄物の舗装材料への利用 \*

佐々木秀幸\*\*、谷藤 真一\*\*\*

数種類の無機系産業廃棄物を原料としてアスファルト用人工骨材を大量に作成するための技術開発を行った。乾燥試料を60分間バッチボールミルで混合粉碎した後、ブリケットマシンで圧力170kgf/cm<sup>2</sup>で乾式成型することができた。成型体は1000℃で強固な焼成体となりハンマークラッシャーで破碎することにより人工骨材が得られた。

キーワード：廃棄物、再利用、骨材、

## Utilization of Industrial Waste for Pavement Materials

SASAKI Hideyuki and TANIFUJI Shinichi

The technology which manufactured a large amount of artificial aggregates for the asphalt made from several kinds of inorganic industrial waste was studied. The dried sample is mixed and milled for 60 minutes with the batch ball mill. The mixture was molded dry process with pressure 170kgf/cm<sup>2</sup> with briquetmachine. Compact became a hard sintered body with sintering temperature of 1000 degrees, and the artificial aggregate is made by crushing with the hammer crusher.

key words : waste, recycle, aggregate

### 1 緒 言

無機系産業廃棄物は、様々な事業所から大量に排出されるが<sup>1,2)</sup>、その多くは鉱さいまたは汚泥として管理型処分場で埋立処理される。この処分費用負担は大きく、再資源化を促進するための有効な技術開発が要求されている。

我々は過去に単独では有効利用方法のない無機系産業廃棄物を数種類混合焼成することによって、タイルやアスファルト用骨材を試作し、それぞれの規格をおおむね満足する材料を得た<sup>3,4)</sup>。産業廃棄物をアスファルト用人工骨材として利用するためには、規格を満足することと共に大量に製造できる方法を開発する必要がある。現在人工骨材は煉瓦と同様に湿式成型によって製造されており焼成前の乾燥工程を必要としている。

本研究では、簡単な工程により多量の人工骨材を作成することを目的に、各種製造装置による骨材作成条件の検討を行った。その結果乾式操作による骨材製造条件を

決定できたので以下に報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 廃棄物試料

実験には、昨年度に引き続き鋳物工場から排出される廃砂、生コン工場から発生するスラッジ及び光学レンズの研磨工場から発生するガラス研磨汚泥を使用した。

昨年までの実験で得られた廃棄物から強固な成型体を作成する条件に沿って人工骨材を大量製造する方法を粉碎機、成型機、破碎機を大型の装置に変えて検討した。

#### 2-2 粉碎試験

粉碎試験は昨年度まで使用していたロールミルに変えて粉碎効率の高いバッチボールミルによって粉碎試験を実施した。使用した装置は大塚鉄工(株)製 B-56 型で、回転数 42rpm、ドラム容積 97 ℓ、原料投入量 20 ℓである。試料の単位容積重量が 0.98(kg/ℓ)であるため約 20

\* 産業廃棄物の舗装材料への利用 (第2報) (技術パイオニア養成事業)

\*\* 化学部

\*\*\* 高弥環境整備株式会社

kgの試料を一度に処理できる。

### 2-3 成型試験

昨年度までは金型に加湿した試料を入れ油圧プレス機により圧縮成型していたが、連続式でないため一度に200gの成型体しかできなかった。本研究では連続成型可能なブリケットマシンによって成型試験を行った<sup>9)</sup>。

使用した装置は大塚鉄工(株)製 K-102A型で、最大ロール圧力 210kg/cm<sup>2</sup>、ロール直径は 250mm である。得られた成型体を焼成後粉碎して人工骨材とするため、本装置の最大成型体となる 28 × 20 × 約 12mm のアーモンド状成型体が得られるロールを使用した。

ロールの回転数やフィーダの回転数により成型体の強度は変化するため、条件を変えて成型試験を実施し、成型体の強度を測定した。使用した装置の概要を図1に示す。

### 2-4 焼成試験

前報よりタイル状成型体の最適焼成温度は 950℃ であることが分かっているため、ブリケットマシンによる成型体を電気炉で 900 ~ 1050℃ の7点で焼成試験を実施した。得られた焼成体の吸水率と圧壊強度を測定し、最適焼成温度を決定した。

### 2-5 破碎試験

昨年度はタイル状の焼成体をジョークラッシャーで粉碎を行ったが扁平な形状に粉碎され、骨材の規格に適合できなかった。このため本年度はハンマークラッシャーで粉碎試験を行った。

使用した装置は大塚鉄工(株)製 HB-189型で打撃式で破碎するため扁平な破碎物になりにくい特徴を持つ。ハンマーの形状を変えると同時に、回転数を変えて粉碎試験を実施した。なお使用した粉碎・成型・破碎装置は様々なサイズが製品化されていてスケールアップや連続式にすることが容易である。

## 3 結果及び考察

### 3-1 粉碎試験結果

ボールミルによる粉碎試験結果を図2に示す。試料の平均粒径は 60分後までは直線的に減少し、平均粒径が 10.42 μm となるが、その後は粒径がほとんど変化しなかった。

昨年度使用したフレットミルによる破碎物の平均粒径が 10.21 μm であったため、粉碎時間は 60分が適当であると考えられる。

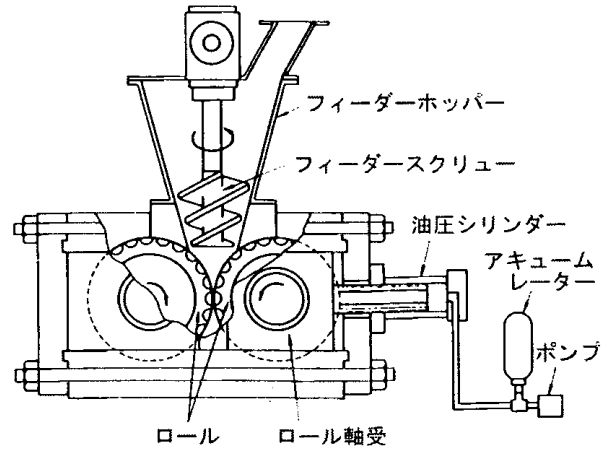


図1 ブリケットマシンの概要図

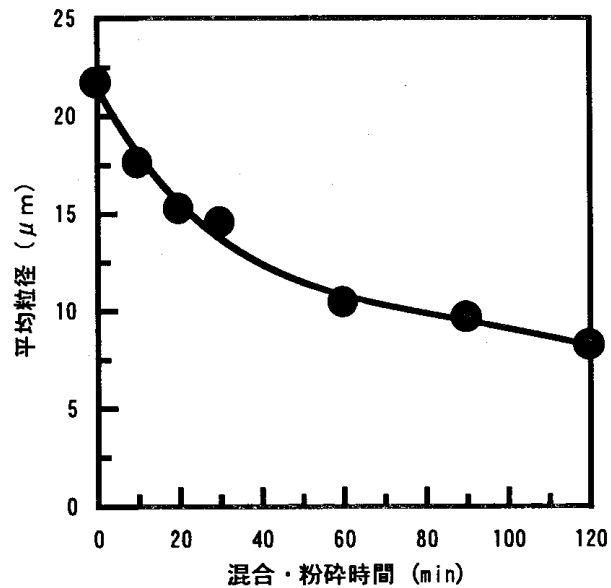


図2 混合・粉碎時間による平均粒径の変化

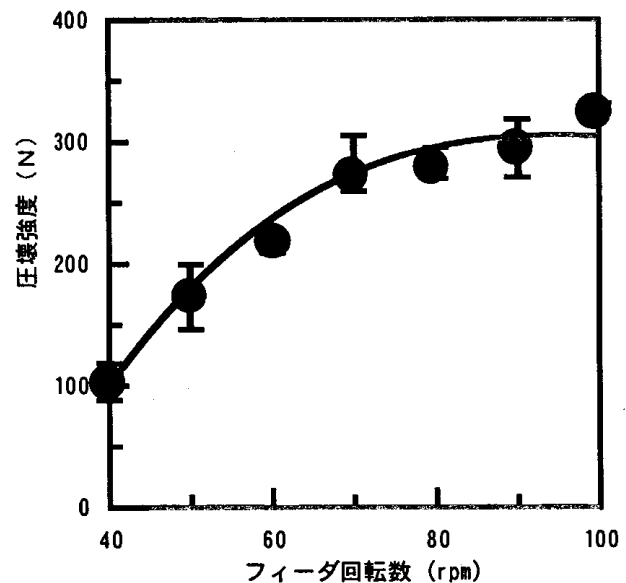


図3 フィーダ回転数と成型体の強度

### 3-2 成型試験結果

ブリケットマシンのロール圧力を  $170\text{kgf/cm}^2$ 、ロール回転数を最低の  $3\text{rpm}$  で一定とし、フィーダの回転数を変えることにより試料の送り込み量を調整して成型体を作成した。

乾燥工程を省くために水などのバインダーを一切添加しなかったためフィーダの回転数が  $30\text{rpm}$  以下では成型できなかった。フィーダの回転数による成型体の圧壊強度の変化を図3に示す。フィーダの回転数とともに圧壊強度も増加するが、 $70\text{rpm}$  以上では緩やかな増加となった。

### 3-3 焼成試験結果

図4はブリケットマシンのフィーダの回転数を変えて作成したサンプルを  $975^\circ\text{C}$  で焼成した焼成体の圧壊強度を測定した結果であるが、焼成前の試料と同様にフィーダの回転が早いほど強固な焼成体が得られることが分かる。

このことから固い成型体を作る条件が、強固な焼成体を得る条件となることが分かった。ただし、 $90\text{rpm}$  と  $100\text{rpm}$  では焼成体の強度がほとんど変わらないため、装置に対する負荷（最大回転数  $100\text{rpm}$ ）を考えると、フィーダ回転数は  $80\sim 90\text{rpm}$  が適当と考えられる。

なお、フィーダ回転数  $90\text{rpm}$  の成型品を  $900\sim 1050^\circ\text{C}$  で焼成した焼成体の圧壊強度及び吸水率の測定結果を図5及び図6にそれぞれ示す。 $950\sim 1000^\circ\text{C}$  で全体が熔融、収縮して焼結が行われていくため、圧壊強度は急激に増加し、それに合わせて吸水率も低下していく。その後、熔融がさらに進み、吸水率も低下していくが、同時に発泡による独立気泡が徐々に発生し始めるため圧壊強度は低下していく。 $1025^\circ\text{C}$  以上になると発泡状態により、圧壊強度にばらつきが出てくる。

以上から、 $1000^\circ\text{C}$  前後での焼成が適当であると思われる。同じ廃棄物を使用して作成したタイル状成型体は  $900^\circ\text{C}$  付近から吸水率が減少し、 $950^\circ\text{C}$  で最大強度が得られたため、ブリケットマシンによる成型体は最適焼成温度が  $50^\circ\text{C}$  ほど高いことになる。

### 3-4 破碎試験結果

得られた焼成体はアーモンド状で角のない形状である。骨材として使用する場合扁平や極端に丸いものは滑りや強度不足の原因となるため<sup>6)</sup> 骨材として適当ではない。このためハンマークラッシャーによって焼成体を粉碎した。ハンマーの形状は短冊形とあぶみ型があるが、あぶみ型では衝撃が大きすぎるため粉体にまで破碎されてし

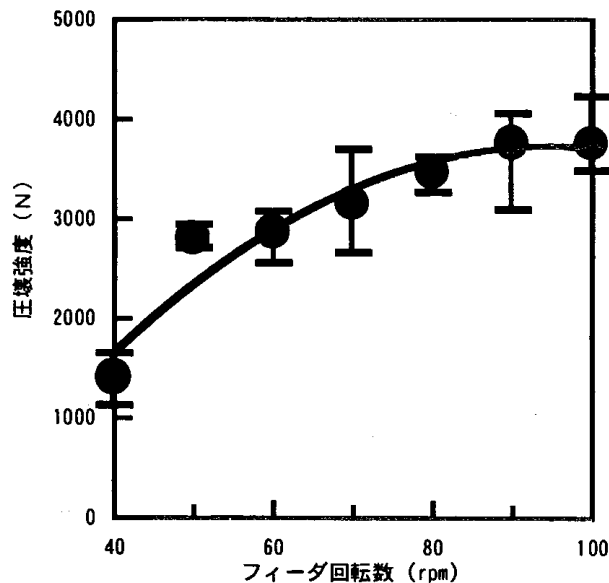


図4 フィーダ回転数と焼成体の強度

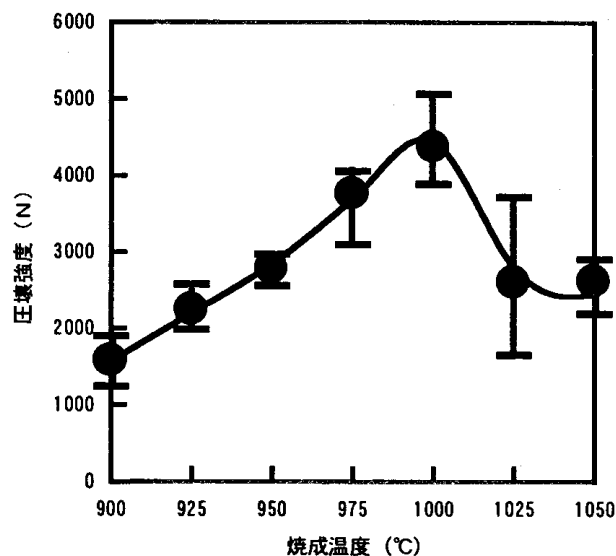


図5 焼成温度と焼成体の強度

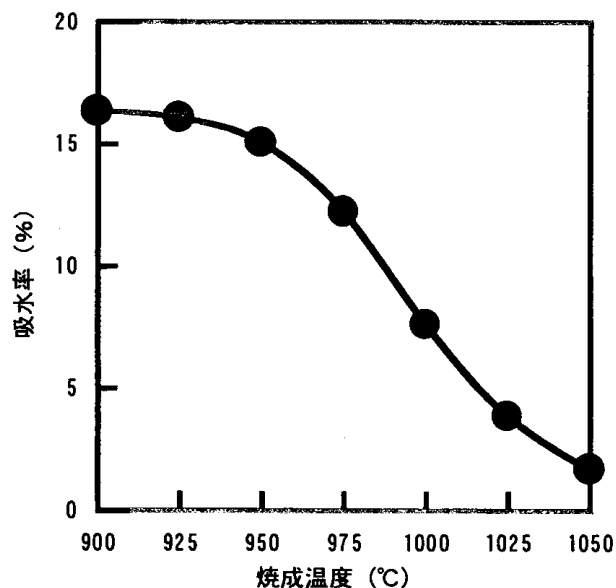


図6 焼成温度と吸水率

まった。短冊形でも回転数を上げすぎると粉体が多くなる傾向にあり、低回転での破碎が適していた。得られた人工骨材を図7に示す。

#### 4 結 語

県内から産業廃棄物として排出される鋳物廃砂、生コンスラッジ、ガラス研磨粉を利用して簡単な操作によって大量に骨材を作成する条件を検討した結果以下の知見を得た。

- 1) 本試料をバッチボールミル混合・粉碎する時間は60分が適当である。
- 2) バインダーを一切使用せずにブリケットマシンで成型体を作成することが可能で、強固な骨材を得るためにはロール圧力  $170\text{kgf/cm}^2$ 、ロール回転数  $3\text{rpm}$ 、フィード回転数  $80\sim 90\text{rpm}$  が最適である。
- 3) 成型体の最適焼成温度は  $1000\text{ }^\circ\text{C}$  で、タイル状成型体に比べて  $50\text{ }^\circ\text{C}$  高温となる。
- 4) 骨材として使用するためにはハンマクラッシャーによって粉碎した方が良く、この場合ハンマーの形状は短冊形で低回転での破碎が適している。

今後は、骨材試験とアスファルトとの混合試験を行うとともに、大量製造するにあたってのコスト計算を行う必要がある。

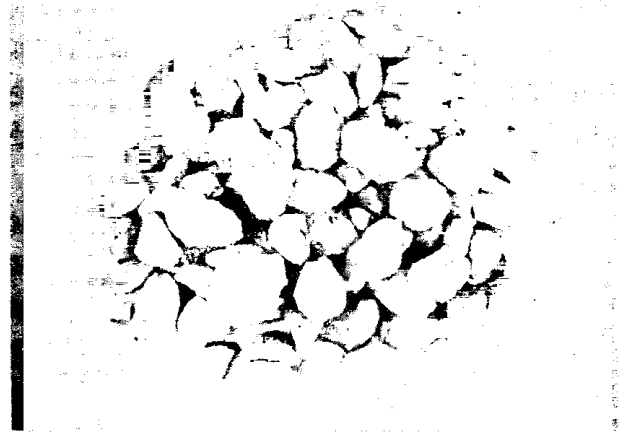


図7 作成した人工骨材

#### 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) 岩手県生コンクリート協同組合：活路開拓調査事業，(1994)
- 3) 佐々木秀幸、谷藤眞一：岩手工技セ研報,4,77(1997)
- 4) 佐々木秀幸、谷藤眞一：岩手工技セ研報,5,95(1998)
- 5) 後藤繁雄、西川一広：環境技術，12，1076(1976)
- 6) 牧君明、末岡一登、木村鉄：道路建設，556，54(1994)