

産業廃棄物の舗装材料への利用 *

佐々木 秀幸**、谷藤 眞一***

数種類の産業廃棄物を原料としてブリケットマシンで人工骨材を試作した。試作品はプレス成型品や市販品に比べて空隙が大きく吸水率が高かったが他の項目は基準に適合した。試作品を配合したアスファルト混合物の安定度は一般のアスファルトと同等の値を示した。

キーワード：廃棄物、再利用、骨材、アスファルト混合物、マーシャル試験

Utilization of Industrial Waste to Pavement Materials

SASAKI Hideyuki and TANIFUJI Shinichi

We produced artificial aggregates with briquette machine for asphalt pavement from the mixture of several kinds industrial waste. The water absorption of artificial aggregates was higher than those of press moldings and commercial aggregates, because the airholes of artificial aggregates were larger than those. However, other specifications were conformed to standards. The asphalt compound which mixed the artificial aggregates have a marshall stability about equal to that of general asphalt compounds.

keywords: waste, recycle, aggregate, asphalt compound, marshall stability test

1 緒 言

無機系の産業廃棄物は鋳物工場をはじめとし、様々な事業所から大量に排出されるが¹⁾、その多くは鉱さいまたは汚泥として埋立処分またはセメント原料に再生されている。しかしこれらの処理には多額の費用が必要で企業負担が大きい。無機系産業廃棄物を建設材料に再生する研究は実施されているが、その多くがバージン材料に増量剤として添加する方法である²⁾。

我々はこれまでに県内から排出される廃棄物各々の特性を生かし、廃棄物のみでタイルや舗装用の人工骨材を製造する方法を研究し、JIS規格^{3,4)}を満たすタイル状成形体⁵⁾や人工骨材を作成した⁶⁾。また、金型成型法による人工骨材（以下人工骨材B）は乳白色で顔料による着色が可能であり、カラー舗装用骨材として使用できると思われたが大量製造は不可能であった。そこで昨年度ブリケットマシン成形を行い人工骨材（以下人工骨材A）を大量に製造する条件を決定した⁷⁾。本年度は道路用人

工骨材としての評価試験及びアスファルトと混合してのマーシャル安定度試験を行い、骨材として利用するための条件を調べた。その結果、人工骨材Aは人工骨材Bに比較して吸水率は大いだが、自然砕石と同等の安定度が得られたので報告する。

2 実験方法

2 - 1 人工骨材の作成

人工骨材Aの原料として、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、光学レンズの研磨工場から発生するガラス研磨粉を使用した⁵⁾。試料は乾燥後計量し、大塚鉄工（株）製バジボールミル B-56 型に投入し混合・粉碎した。得られた粉体は大塚鉄工（株）製ブリケットマシン K-102 型で成形し、電気炉で表1の条件で焼成した。なお、表1の条件は昨年度得られた強固な焼成体を得る最適条件である。

得られた焼成体は、大塚鉄工（株）製ハンマークラッ

* 産業廃棄物の舗装材料への利用（第3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

表1 ブリケットマシンによる人工骨材の作成条件

項 目	作 成 条 件
混合割合(重量比)	生コンスラッジ: 鑄物廃砂: ガラス研磨粉 = 2 : 5 : 3
粉碎装置及び時間	ボールミル: 1時間
ブリケットサイズ	40mm × 20mm × 12mm (アーモンド状)
成形圧力	170 kgf/cm ² 、
回転数	フィーダ70 rpm、ロール3 rpm
焼成温度	1025
焼成パターン	昇温6hr、保持2hr、炉内放冷

表2 骨材試験結果

試 験 項 目	人工骨材A	人工骨材B	市販人工骨材	自然砕石	規 格 値
見掛比重 (g/ml)	2.286	2.266	2.475	2.921	2.45以上
吸 水 率 (%)	9.10	5.85	2.00	0.80	3.0以下
安定度試験 (%)	1.6	0.04	-	3.1	12.0以下
すり減り減量 (%)	20.4	14.5	18.0	9.3	30.0以下
形 状 試 験 (%)	0.6	-	0.7	0.4	10.0以下

シャー HB-189 型で砕石状に粉碎した後分級し、6号砕石サイズ(5 ~ 20mm)とし以下の実験に供した。

2-2 人工骨材の試験

人工骨材については JIS 規格がなく、JIS 道路用砕石の試験方法³⁾に準じ、形状試験⁴⁾、見掛比重・吸水率試験、単位容積重量試験、すり減り試験、安定性試験をおこなった。なお、道路用砕石の試験にはふるい分け試験、粘土塊質量試験、軟石量試験が含まれるが、人工骨材には粘土塊、軟石が含まれておらず事前にふるい分けも行っているため割愛した。

2-3 マーシャル安定度試験

アスファルトに混合する砕石の一部(6号砕石)を人工骨材で置き換え、配合設計した試料のマーシャル安定度試験⁴⁾を実施し、最適アスファルト量の決定と混合物としての物性測定を行った。

3 結果及び考察

3-1 骨材試験結果

今回作成した人工骨材Aの試験結果を、同じ廃棄物を使用して金型プレスにより成形した人工骨材B、市販人工骨材、自然砕石と比較して表2に示す。

吸水率を除いておおむね規格値は満足しているが、人工骨材Bに比べて吸水率、安定性試験、すり減り減量いずれも劣る。破碎前の人工骨材Aは平滑だが、破碎品の破断面をレーザー顕微鏡(オリンパス光学工業(株)製OLS1000)で測定したところ、人工骨材Aには100 ~ 200 μmの空隙が多く存在し、人工骨材Bの10 ~ 50 μ

mの空隙に比べ大きく数も多かった。この空隙が物性低の要因と思われる。それはブリケットマシンによる成形が内部まで圧力がかからないことと一切バインダーを添加しなかったことに起因すると思われる。今後、成形条件(成形助剤の添加、成形圧力、成形及び離型の速度)や添加剤の混合等について検討する必要がある。

3-2 マーシャル安定度試験結果

6号砕石をすべて天然石から人工骨材Aに変えてアスファルト混合量5 ~ 7%の範囲でマーシャル安定度試験を実施した。空隙率・飽和度・フロー値の測定結果を図1から図3に示す。通常アスファルト添加量を増やすと骨材間がアスファルトで満たされ飽和度、フロー値は上昇し逆に空隙率は低下するが、今回のアスファルト量ではフロー値が一定で変化しなかった。

これは骨材の吸水率が高いため添加アスファルトを吸収し骨材間がアスファルトで満たされていないことを示している。また、このため空隙率、飽和度が基準範囲から大きく外れる結果となった。

アスファルト混合物の変形に対する抵抗性を表す安定度の測定結果を図4に示す。基準の500kgf以上を満足し自然砕石と同等の安定度であったが人工骨材Bに比べて低い値となる。これは人工骨材Aのアスファルトを吸収し骨材間の接着力が弱くなったためと考えられる。

しかし、アスファルト混合物の物性として重要な値であるフロー値と安定度は基準を満たしていることから実用上問題ないと考えられる。

また、基準をすべて満たすためには、計算上通常の約

産業廃棄物の舗装材料への利用

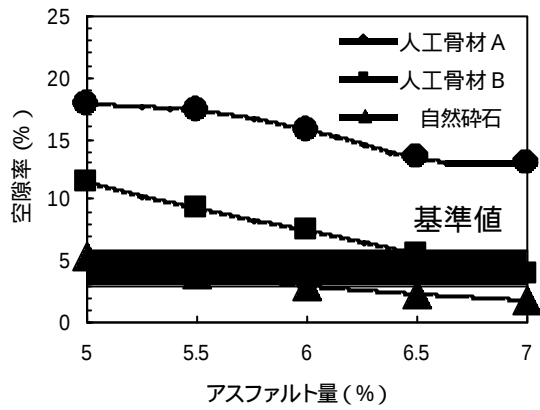


図1 アスファルト量と空隙率の関係

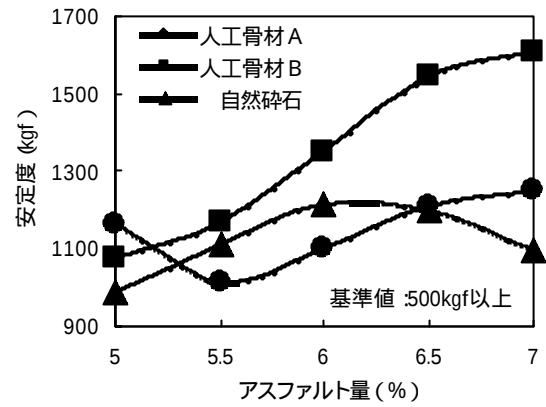


図3 アスファルト量とフロー値の関係

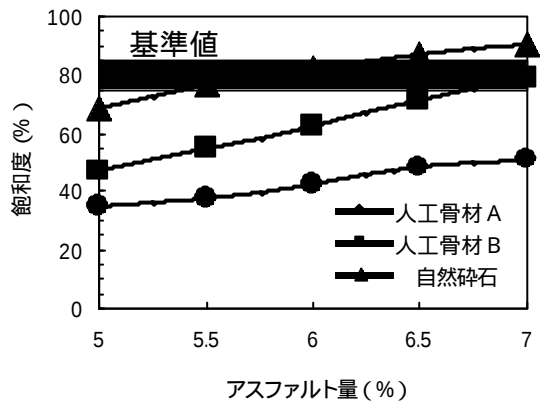


図2 アスファルト量と飽和度の関係

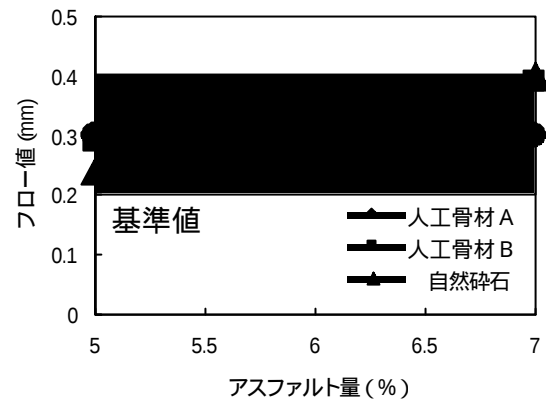


図4 アスファルト量と安定度との関係

2倍（12 %前後）のアスファルトを配合する必要があるが混合物中で最も高価なアスファルトの混合量を増やすことは望ましくなく、骨材自体の吸水率を低下させる必要があると感じた。

今回試験した範囲での最も良好なアスファルト混合量でのマーシャル安定度試験結果を他の骨材で作成したアスファルト混合物の試験結果を表3で比較した。

4 結 語

産業廃棄物のみを原料として大量に人工骨材を製造するためにブリケットマシン等を使用した。得られた人工

骨材の骨材試験を実施したところ、プレス成型品や市販品に比べて吸水率が高いが他の基準にはほぼ適合していた。

また、この人工骨材を配合したアスファルト混合物のマーシャル安定度試験では、吸水率が高いためアスファルトを吸収し空隙率や飽和度の基準に適合できなかった。しかし、フロー値や安定度は基準に適合しており通常のアスファルトと同等の性能であるといえる。

本研究の遂行にあたり指導及び協力いただいた岩手建工株式会社の大沼一人氏に深く感謝いたします。

表3 マーシャル安定度試験の結果

試 験 項 目	人工骨材 A	人工骨材 B	自然砕石	基 準 値
空 隙 率 (%)	13.0	3.3	3.3	3 ~ 5
飽 和 度 (%)	51.0	81.5	80.2	75 ~ 85
安 定 度 (kgf)	1248	1611	1159	500 以上
フ ロ ー 値 (cm)	0.30	0.38	0.30	0.2 ~ 0.4

今後は人工骨材の吸水率を下げるため、バインダー添加や成型方法の見直しを行いたい。

5 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)他
- 2)例えば、平成10年度地域産学官共同研究事業成果普及講習会テキスト無機系廃棄物のリサイクル技術の開発：三重県工業技術研究所(1999)
- 3)日本工業規格：JISA5001⁻¹⁹⁹⁵ 他
- 4)日本道路協会：舗装試験法便覧丸善(1988)
- 5)佐々木秀幸、谷藤眞一：第8回廃棄物学会研究発表会講演論文集,381(1997)
- 6)谷藤眞一、佐々木秀幸：第9回廃棄物学会研究発表会講演論文集,201(1998)
- 7)佐々木秀幸、谷藤眞一：第10回廃棄物学会研究発表会講演論文集,397(1999)