

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アスファルト用人工骨材を試作した。道路用砕石の試験の結果、試作品のすり減り減量は市販人工骨材より少なく実用可能との結果が得られた。人工骨材を配合したアスファルト混合物はアスファルト量6.9%が最適であり、安定度は一般のアスファルト以上の値を示した。

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 for asphalt pavement from the mixture of several kinds industrial waste. The loss by abrasion of artificial aggregates is smaller than commercial artificial aggregates from the results of test for crushed stone use to road construction, so it can use to asphalt mixtures. The best mixing ratio of asphalt is 6.9% with asphalt compound which mixed artificial aggregates, and the stability is not less than general asphalt compound.

key words: 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管理型処分場で埋立処分されている。この処分費用の負担は大きく、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。

我々は過去に無機系産業廃棄物の分析方法や、焼成による鉱物組成の成分変化を把握するとともに²⁻⁴⁾、数種

類の汚泥を混合焼成することで、JIS規格を満たすタイル状成形体を作成した⁵⁾。

この成形体は乳白色で顔料で着色が可能であるため、大量消費可能なカラー舗装用骨材として使用できると思われる。そこで、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マーシャル安定度試験を行い、骨材として使用するための条件を調べた。その結果、市販の人工骨材に比べて吸水率は大きい、すり減り減量

表1 供試体の主な含有成分

	単位: w%										
	含水率	ig.loss	Si	Ca	Al	Fe	Mg	P	S	Na	K
生コンスラッジ	67.92	19.19	11.41	28.70	3.14	2.37	0.95	0.03	0.34	0.68	0.28
鋳物廃砂	-	3.28	40.18	0.26	2.54	0.88	0.31	0.03	0.06	0.52	0.45
ガラス研磨粉	33.73	0.99	31.01	0.43	0.07	-	-	-	-	6.71	8.27

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5報)

** 化学部

*** 高弥環境整備株式会社

表2 焼成体の作成条件

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
水分添加量	10 wt%
粉碎装置及び時間	ロールミル：6時間
金型サイズ	100×100 mm
成形圧力	3 KN/cm ²
焼成温度	900～1000 (25 刻み)
焼成パターン	昇温 6 hr、保持 2 hr、炉内放冷

は少なく、アスファルト用人工骨材として使用可能であることが分かったので以下報告する。

2 実験方法

2-1 焼成体の作成

実験には、鑄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。含有成分を表1に示す。

これらの廃棄物を原料として、表2に示す作成条件で、焼成温度 900 から 1000 まで5段階で各 10 枚を作成した。

2-2 人工骨材の作成

2-1で得られた焼成体すべてをハンマー及びジョークラッシャーで粉碎した後、分級し6号砕石サイズ(5～20mm)の人工骨材とした。

2-3 人工骨材の試験

人工骨材については JIS 規格がないため、JIS 道路用砕石の試験方法⁶⁾に準じ、形状試験⁷⁾、見掛比重・吸水率試験、単位容積重量試験、すり減り試験、安定度試験をおこなった。

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、人工骨材は不要のため割愛した。

2-4 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、配合設計したマーシャル安定度試験⁸⁾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の測定を行った。

3 結果及び考察

3-1 破碎物の形状

乳白色のタイル状焼成体をジョークラッシャーで破碎し、骨材の形状試験を実施したところ、細長いまたは扁



図1 試作した人工骨材

平な形状の骨材の含有量が 21.7%と多く、基準の 10%以下を満足できなかった。この機械は骨材の粉碎に不適であることが分かったため、骨材はハンマーによって粉碎した。この方法による扁平な形状な骨材の含有量は 0.7%であった。得られた骨材を図1に示す。

3-2 骨材試験の結果

骨材試験の結果を市販人工骨材及び自然石(盛岡市下米内産輝緑凝灰岩)と比較したのが表3である。

タイル状成形体でも吸水率が高かった 950 未満の焼成体もすべて混合して人工骨材としたため、自然砕石の基準を超過した。950 以上で焼成したタイル状成形体の吸水率は 3%未満であり、950 以上の焼成体のみで人工骨材を作れば基準を満たすと考えられる。

吸水率が高い骨材は凍結融解の恐れがあるが、安定性試験の値が 0.04%と非常に低い値となっているため、内部からの結晶圧に対する抵抗性が高く凍結融解の可能性は低い。

なお、吸水率の高い骨材はアスファルト中の軽質油を吸収し、耐流動性を向上させる効果があるため用途を選定することで十分使用可能と考えられる。

すり減り減量は自然砕石に劣るが、規格値及び市販人工骨材よりは小さい値を示し、耐摩耗性に優れていることが分かる。

産業廃棄物の舗装材料への利用

表3 骨材試験結果

試験項目	人工骨材	市販人工骨材	自然砕石	規格値
見掛比重 (g/ml)	2.266	2.475	2.921	2.45以上
吸水率 (%)	5.85	2.00	0.80	3.0以下
単位容積重量 (kg/l)	1.169	-	1.619	-
すり減り減量 (%)	14.5	18.0	9.3	30.0以下
安定性試験 (%)	0.04	-	3.1	12.0以下

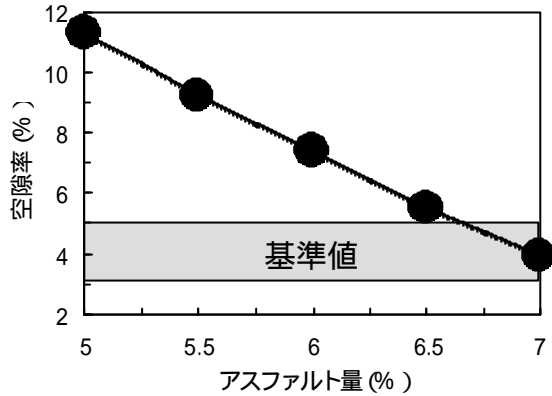


図2 アスファルト量と空隙率の関係

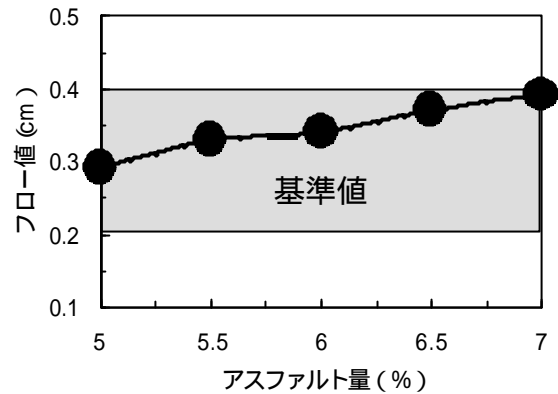


図4 アスファルト量とフロー値の関係

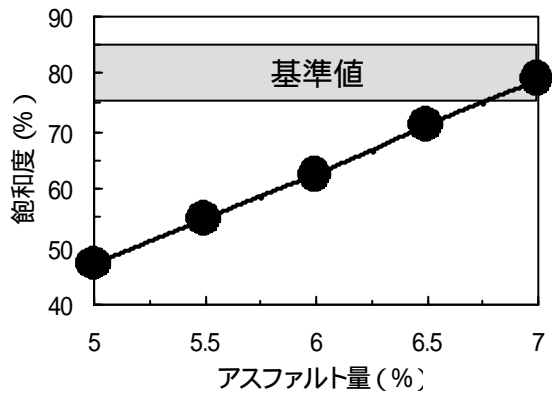


図3 アスファルト量と飽和度の関係

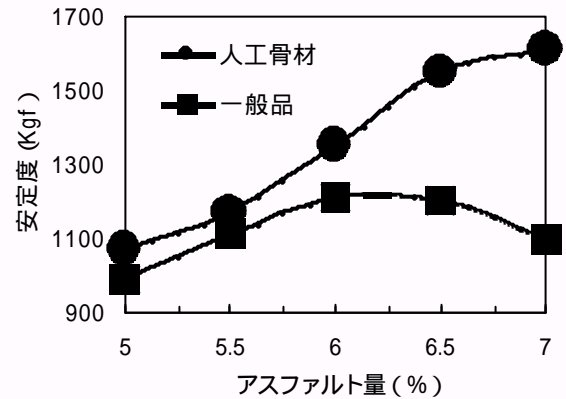


図5 アスファルト量と安定度の関係

3-3 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に変えてマーシャル安定度試験を実施した。アスファルト量と空隙率・飽和度との関係を図2・3に示す。アスファルト量が増加する程空隙率は小さくなり6.7%以上で基準を満たす。

骨材の間隙中のアスファルトが占める割合を示す飽和度は、アスファルト量が増加する程大きくなり空隙率と同様に6.7%以上で基準を満たす。図4にフロー値を示す。フロー値は荷重に対する変形量を示すが、基準は0.2～0.4cmの範囲であり試験したアスファルト量全域で基準を満たす。

試験片破壊時の最大荷重を示す安定度とアスファルト量の関係を図5に示す。基準値500kgfは全範囲で満たしているが、人工骨材を使用したアスファルトの安定度が、自然砕石を使用した一般のアスファルトより6.0%～7.0%で特に高く、最大値はおおよそ6.9%となる。

以上の結果よりすべての基準を満たす最適なアスファルト量は6.9%となる。これは一般のアスファルトの最適値5.7%に比べ高い値であるが、人工骨材の吸水率が影響したと考えられる。

表4にグラフから読んだアスファルト量6.9%のマーシャル安定度試験結果を示す。一般アスファルトより、

表4 アスファルトの配合設計結果

一部人工骨材使用		一般品		目標骨材粒度範囲		
骨材	配合率(%)	骨材	配合率(%)	ふるい目の開き		標準粒度範囲(%)
人工骨材(6号)	35.6	6号碎石	38.5	通	19 mm	100
7号碎石	17.2	7号碎石	13.4	過	13.2	95~100
砕砂	20.2	砕砂	21.5	重	4.75	52~72
細砂	18.8	細砂	18.3	量	2.36	40~60
石粉	8.2	石粉	8.3	百分率	600 μm	25~45
					300	16~33
					150	8~21
				(%)	75	6~11

安定度はかなり高くなっていることから、わだちに対する流動抵抗性(耐流動)も良好な結果が得られると考えられる。

以上の試験結果から得られたアスファルトの配合設計結果を表5に示す。

4 結 語

産業廃棄物のみを原料として作成した人工骨材の骨材試験を実施したところ、吸水率は若干高かったものの、すり減り試験では市販品を上回る結果が得られた。

また、アスファルトを混合したマーシャル安定度試験ではアスファルト量 6.9 %で基準をすべて満たすことが確認されたので、道路用碎石に試作した人工骨材を使用することができることが分かった。

なお、今後は大型車が多く通る道路に適用されるホイールトラッキング試験等を実施するとともに、6号碎石以外も人工骨材に置き換えた試験も実施する必要がある。

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5 マーシャル安定度試験の結果

試験項目	人工骨材	自然碎石	基準値
空隙率(%)	3.3	3.3	3~5
飽和度(%)	81.5	80.2	75~85
安定度(kgf)	1611	1159	500以上
フロ値(cm)	0.38	0.30	0.2~0.4

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) 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) 佐々木秀幸、谷藤眞一：岩手工技セ研報,4,77(1997)
- 6) 日本工業規格：JISA5001¹⁹⁹⁵他
- 7) 日本道路協会：舗装試験法便覧丸善(1988)
- 8) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱丸善(1992)