

Ⅲ-26 廃棄物の配合割合が断熱性に及ぼす影響

愛媛大学 フェロー 稲田善紀 愛媛大学 正会員 木下尚樹 愛媛大学 正会員 川口 隆
(株)フジタ 正会員 斉藤悦郎 大王製紙(株) 難波日佐男 東方金属(株) 仁井岡弘司 大野開発(株) 高岡敏雄

1. はじめに

筆者らは、廃棄物の有効利用と省エネルギーの観点から、産業廃棄物を利用した新しい断熱材の開発を目的とし、これまでに、製紙スラッジ焼却灰（以下 PS 灰）、碎石スラッジ、高炉スラグ、鉄鋼スラグを用いた断熱材を試作し、検討を行った¹⁾。その結果、試料の粒径が小さい方が断熱性は向上し、検討した廃棄物の中では PS 灰が最も断熱性が良いことがわかっている。本研究では、さらに廃石こうを加え、微粉末試料を用い、かさ比重の小さい PS 灰と他の廃棄物を混合した場合の断熱性について検討した。また、試料の空隙率、かさ比重、真比重が断熱性に及ぼす影響について考察した。

2. 実験方法

廃棄物は碎石スラッジ、高炉スラグ、鉄鋼スラグ、廃石こうで、いずれも 0.15mm 以下に粉碎したものを用いた。これらに最も熱伝導率が小さい PS 灰を混合したものを試料とした。これは各廃棄物の断熱性の向上と重量（かさ比重（脱気無し）PS 灰：0.40、他の廃棄物：0.86～0.94）の軽減を目的としたものである。用いた廃棄物微粉末の物性を表 1 に示す。

表 1 使用した廃棄物微粉末の物性

廃棄物	かさ 比重	真 比重	空隙率 (%)	熱伝導率 W/(mK)
PS 灰	0.40	2.29	72.0	0.09
碎石スラッジ	0.88	3.11	60.4	0.14
高炉スラグ	0.94	2.49	61.8	0.14
鉄鋼スラグ	0.86	2.86	51.5	0.17
廃石こう	0.87	2.27	69.2	0.07

* 微粉末状態で脱気無しの場合

試料はポリエチレンとポリアミドフィルムを使用した袋に封入し、縦 280mm、横 200mm、厚さ 20mm の袋状構造とし、密封する際には試料を入れた状態のまま密封したものと、試料を入れた後 -40kPa で脱気して密封したものの 2 種類を準備した。これは脱気することにより袋状構造の断熱材の変形を小さくするためである。図 1 に 2 種類の試料の外観を示す。



図 1 袋状構造の試料の外観
(左：脱気無し，右：脱気密封)

断熱性は熱伝導率で表すものとし、非定常熱線法の原理を用いたプループ法により測定した。

3. 実験結果および考察

実験結果より、各廃棄物における熱伝導率と PS 灰混入率（質量比）の関係をまとめたものが、図 2 である。グラフの左端が各廃棄物単体の熱伝導率を、右端が PS 灰単体の熱伝導率を表している。碎石スラッジ、高炉スラグ、鉄鋼スラグでは、PS 灰の混入率が高くなると熱伝導率が小さくなる傾向にあり、ピーク値などは特にみられない。このことより、今回用いた廃棄物に PS 灰を混合しても相乗効果により断熱性が向上するようなことはないと考えられる。廃石こう微粉末は単体で PS 灰とほぼ同程度の熱伝導率を示しているため、PS 灰を混合しても熱伝導率はほとんど変化しなかった。

つぎに、全試料を対象に熱伝導率と空隙率、かさ比重、真比重の関係をまとめたものが、図 3 である。熱伝導率は空隙率の増加に伴い小さくなる傾向にあり、ほぼ直線関係で相関係数は -0.92 であった。また、かさ比重との関係では、PS 灰を混合した試料については正の直線関係がみられ、相関係数は 0.67 である。碎石

スラッジ、高炉スラグ、鉄鋼スラグの単体はかさ比重、熱伝導率とも大きく、この関係からは外れている。真比重との関係は正の直線関係がみられ、相関係数は0.78であった。以上のことから熱伝導率、すなわち断熱性は空隙率に大きく依存しているものと考えられる。

各廃棄物の電子顕微鏡写真を図4に示す。PS灰は粒子自体に多数の開口空隙がみられ、このことが空隙率が大きく、熱伝導率が小さいことの原因となっているものと考えられる。碎石スラッジ、高炉スラグ、鉄鋼スラグには粒子自体には空隙はみられなかった。一方、廃石こうは粒子自体の開口空隙はみられないが、他の廃棄物と比較し粒径が小さく、球形でしかも単粒である。このことが粒子間の空隙を増加することにつながり、熱伝導率が小さくなったものと考えられる。

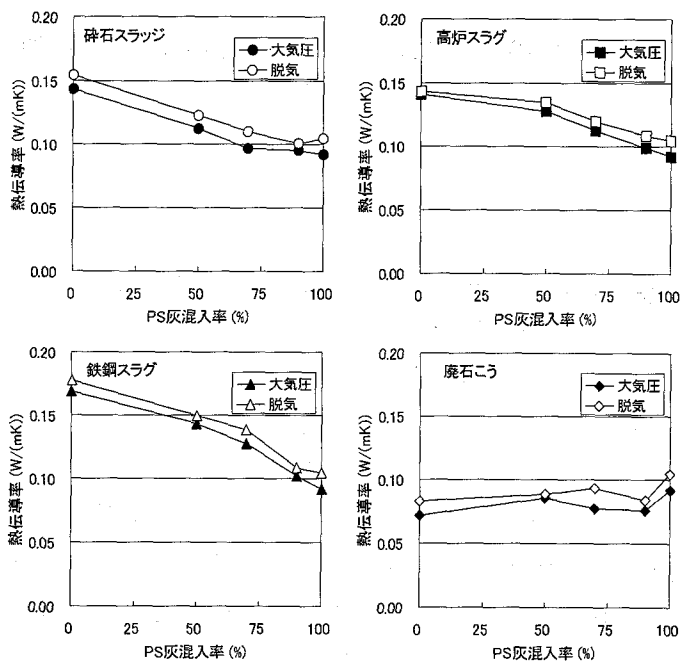


図2 熱伝導率とPS灰混入率の関係

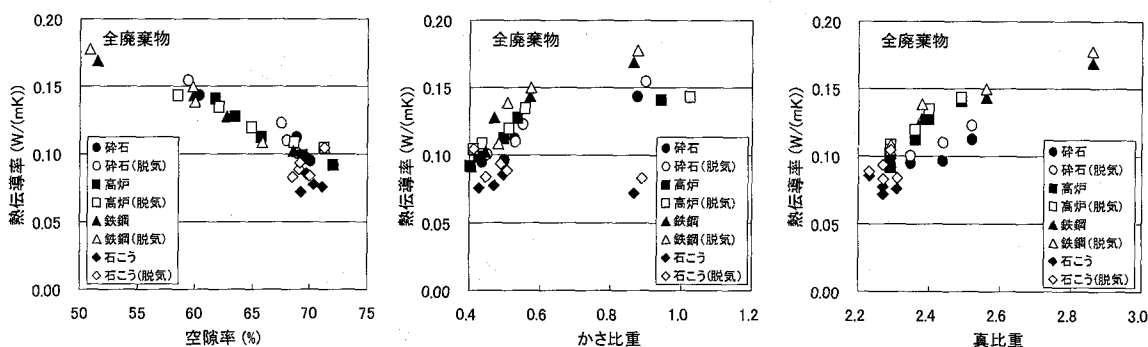
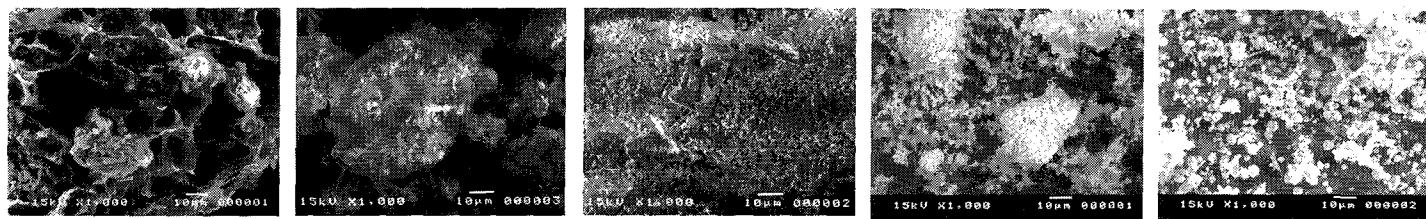


図3 熱伝導率と空隙率、かさ比重、真比重の関係



(a)PS灰 (b)碎石スラッジ (c)高炉スラグ (d)鉄鋼スラグ (e)廃石こう

図4 廃棄物の電子顕微鏡写真

4. おわりに

碎石スラッジ、高炉スラグ、鉄鋼スラグにPS灰を混合すると熱伝導率が小さくなる傾向にあった。また、断熱性は空隙率に大きく依存しているものと考えられる。廃石こう微粉末の熱伝導率が小さいのは他の廃棄物と比較し粒径が小さく、球形でしかも単粒であることに起因しているものと考えられる。

参考文献

- 1) 稲田善紀・木下尚樹：廃棄物を利用した新しい断熱材の開発について，愛媛大学工学ジャーナル，Vol. IV，pp.157-164，2005。