

Ⅶ－3 廃プラスチックを用いた断熱材の開発について

愛媛大学工学部 フェロー会員 稲田 善紀
 愛媛大学工学部 正会員 木下 尚樹
 住鉱コンサルタント（株） 正会員 ○長井 淳

1. はじめに

これまで我が国では、物質的な豊かさや生活の利便さを追求してきた結果、資源エネルギーの枯渇や環境負荷の増大などの環境問題が深刻な社会問題となりつつあり、省エネルギー、リサイクル、廃棄物処理といった取り組みが求められてきている。

本研究では、近年我が国において排出量の増大が著しい廃プラスチックの断熱性に着目し、廃プラスチックを石膏により固化する場合と粉状で使用する場合を考え、断熱材として開発することについて検討を行った。

2. プラスチックの種類と性状

現在、我が国では熱可塑性樹脂であるポリエチレン、ポリプロピレン、塩化ビニル樹脂、ポリスチレンおよびPET（ポリエチレンテレフタレート）の5種類でプラスチック総生産量の70%以上を占めており、本研究では燃焼時に有害であると考えられる塩化ビ

表1 プラスチックの熱的性質¹⁾

	比重	比熱 [cal/(g・°C)]	熱伝導率 [cal/(cm・s・°C)]	熱拡散率 [cm ² /s]	使用可能温度 [°C]
ポリエチレン PE	0.91～0.96	0.55～0.50	8.129～9.803 ($\times 10^{-4}$)	1.6～2.1 ($\times 10^{-3}$)	-50～75
ポリプロピレン PP	0.90～0.91	0.406	4.782 ($\times 10^{-4}$)	1.3 ($\times 10^{-3}$)	-40～120
ポリスチレン PS	1.04～1.07	0.277	3.586 ($\times 10^{-4}$)	1.3 ($\times 10^{-3}$)	-70～90
ポリエチレンテレフタレート PET	1.60	0.280	3.514 ($\times 10^{-4}$)	0.9 ($\times 10^{-3}$)	-70～150

ニル樹脂を除く上記の4種類の廃プラスチックを用いて検討を行った。なお、廃プラスチックは粉砕機によって細かく碎き、洗浄、乾燥させたフレーク状のものと、フレーク状のものを押し出し形成機によってその粒径、形状を均一にしたペレット状のものをを用いた。また、その粒径についてはふるい分けを行い、1.7mm～2.5mm、2.5mm～5.0mm および 5.0mm～10.0mm の3つに分けた。プラスチックの熱的性質¹⁾を表1に示す。

3. 廃プラスチック混入石膏ボードの試作

ここでは石膏に廃プラスチックを混入した供試体を作製し、その強度および熱物性値を実験により求め、考察した。各廃プラスチックを混入した供試体の熱伝導率を調べた結果、プラスチック自体の熱伝導率の低いポリスチレンやPETを混入したものが熱伝導率の低い値を示した。PETを混入した供試体の熱伝導率と粒径の関係を図1に示す。この結果から廃プラスチックを混入量が多い方が、また粒径が大きい方が熱伝導率の値は小さいことがわかった。次に供試体の圧縮強度と粒径の関係を図2に示す。廃プラスチックの混入量の増加に伴い圧縮強度は低下することがわかった。また、粒径の大きいものと小さいものを比較すると、粒径の大

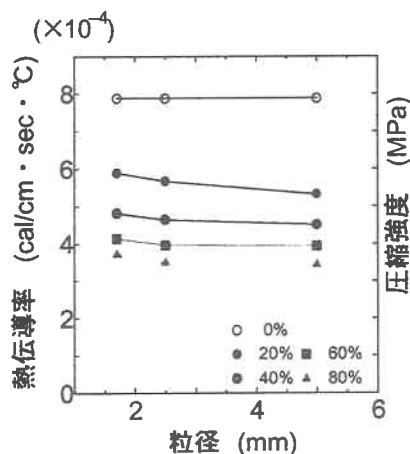


図1 PETを混入した供試体の熱伝導率

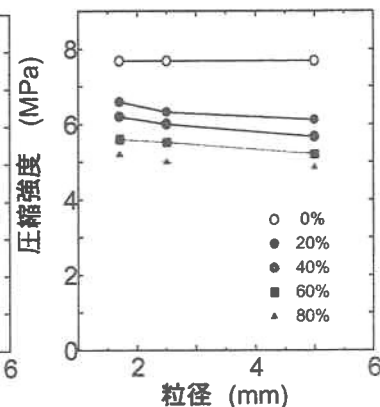


図2 PETを混入した供試体の圧縮強度

きいものを混入した方が強度が小さくなる傾向がみられた。

熱物性値および強度を測定した結果から、断熱性能および強度において粒径 1.7mm~2.5mm の PET を石膏に対して 20% (重量比) 配合したものが適していることがわかった。

4. 粉状廃プラスチックを用いた断熱材の試作

ここでは石膏ボードと石膏ボードの間に空間を設け、その空間に粉状プラスチックを詰め、一体とした供試体を作製し、粉体の詰め方が断熱性に及ぼす影響を調べ、考察した。粉状で使用する場合、粉状体層が含有する空隙の量はその物性を大きく支配することから、ここでは廃プラスチックの種類、空隙率および熱伝導率について調べた。

廃プラスチックを粉状で使用する場合、実用的な観点から粉状体が疎な状態であると使用の際振動され容器中で粉状体が偏った状態になる

ことが考えられるため、粉状体はそれぞれの種類、粒径において最も密な状態を使用する必要があると考えられる。それぞれの種類、粒径において最も密な状態における粉状体の熱伝導率と空隙率を図 3 および図 4 に示す。結果から空隙率が大きくなるにつれて熱伝導率の値は低下することがわかった。また、PET の粒径 5.0mm~10.0mm のものが最も熱伝導率が低くなり断熱性が得られる結果となった。

5. 試作断熱材の性能比較

ここでは、本研究においてこれまでの結果を考慮し、作製した断熱材を用いて既存の断熱材および既存の石膏ボードとの性能比較を行った。断熱性能実験の結果を図 5 に示す。

実験の結果から、本研究において作製した断熱材は石膏ボードと比較すると断熱性能において優れていることがわかった。また、試作断熱材で比較すると粉状廃プラスチックを用いた断熱材の方が断熱の効果が得られることがわかった。強度については今後その構造に関する研究が必要であると思われる。

6. おわりに

本研究においての実験結果として、石膏にプラスチックを混入することにより熱伝導率が低下し断熱性が得られ、同時に強度低下が発生することがわかった。また、粉状での使用においてその熱物性は空隙率によって大きく支配され、空隙率が増加するにつれその熱伝導率は低下することがわかった。粉状で使用する場合には、断熱性は廃プラスチック混入石膏ボードより優れているものの、石膏ボードのように建材等に用い、ある程度の強度を必要とする場合には強度の補強が必要であると考えられる。

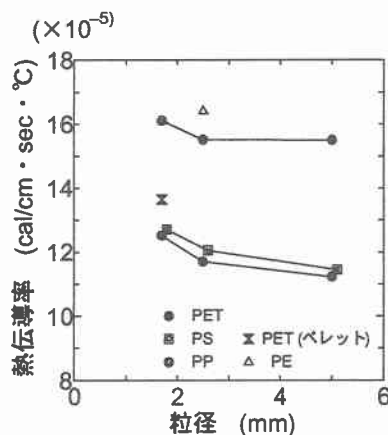


図 3 粉状体の熱伝導率

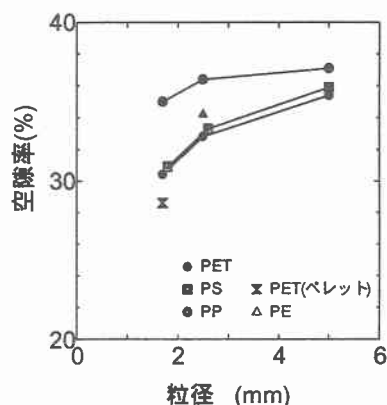


図 4 粉状体の空隙率

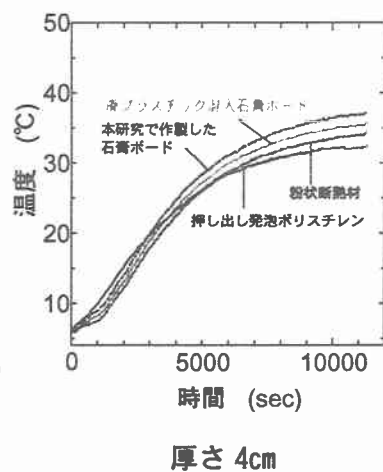
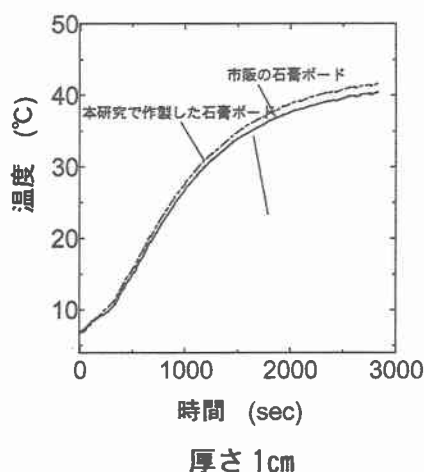


図 5 電熱器による断熱性能実験の結果