

VII-31 各種廃棄物を利用した断熱材の熱物性

愛媛大学工学部 フェロー 稲田善紀
愛媛大学大学院 学生員 ○久島周子
大王製紙㈱ 園部哲夫

愛媛大学工学部
㈱フジタ
東方金属㈱

正会員 木下尚樹
正会員 斉藤悦郎
梅本秀雄

1. はじめに

近年、我が国では物質的な豊かさを追求するあまり、限りある資源を短期間で大量に消費し、様々な汚染物質や廃棄物を自然界に排出してきた。その結果として、環境負荷の増大や資源エネルギーの枯渇などといった地球規模の環境的な制約が我々の生活を脅かし、産業・経済活動にも影を落とし始めている。

本研究では、廃棄物の有効利用の必要性と、省エネルギー化対策の2つの観点から、廃棄物を利用した断熱材の開発を開発と、その熱物性の把握を目的としている。

2. 実験に用いた試料

廃棄物は、毎日の生活から排出される一般廃棄物と、産業・経済活動によって排出される産業廃棄物に大別される。本研究では、一般廃棄物、産業廃棄物に問わず社会的に問題となっている廃棄物を取り上げ、実験に供し検討することとした。実験に使用する試料は、製鉄所から排出される高炉スラグ2種類と、製紙工場から排出される製紙スラッジを加工したもの2種類、一般廃棄物の廃プラスチックを再資源化したポリエステル繊維である。

高炉スラグは、熔融スラグが排出された段階で自然放冷と適度な散水によって冷却した結晶質の岩石状の除冷スラグ（以下、鉄鋼スラグと称す）と、排出された段階で1～3.5kg/cm²の圧力水で急激に冷却したガラス質（非晶質）の水砕スラグを用いる。製紙スラッジは、パルプおよび抄紙排水を排水処理施設で凝集沈殿させた後、活性汚泥処理、ろ過、脱水し、燃焼させて回収したスラッジ灰と、そのスラッジ灰にセメントを30%添加して粒状にしたもの（以下、粒状スラッジ灰と称す）を用いる。これらについては試料を固化するために石膏を用いた。石膏は、それ自体も廃棄物から再資源化されているという点と、安価であるという点で使用するものとした。

ポリエステル繊維については、熱に弱く形状を保つことが難しいことなどから、高強度で耐熱性に優れているアラミド繊維と混合し、熱と圧力を加えてフェルト状に成型したものを適当な厚さにして用いた。混合率は、アラミド繊維：ポリエステル繊維：バインダー繊維で50：30：20である。また、アラミド繊維にポリエステル繊維を混合することによる熱物性値の変化や、熱伝導率の低い繊維をアラミド繊維に混合することによる熱物性値の変化をみるために、アラミド繊維50%：ポリエステル繊維50%の混合繊維フェルト、アラミド繊維100%のフェルト、アラミド繊維50%：ポリプロピレン50%の混合繊維フェルト、およびアラミド繊維50%：テビロン50%の混合繊維フェルトの3種類を用意し、同様に熱伝導率を測定して、ポリエステル綿の使用に対する考察を行った。

3. 実験方法

本研究では、高炉スラグと製紙スラッジについては石膏に試料を混入した粉粒状試料混入石膏ボードを作製し、熱物性・強度を求めた。石膏により固化する場合、最も有効な配合を求めるために、石膏と廃棄物の配合の割合を20%、40%および80%と変化させ供試体を作製した。練り混ぜる際の混水量については石膏に対し、重量の80%を混入した。スラッジ灰については、粒子が非常に微粒であり、石膏の硬化に必要な水分がスラッジ灰に吸着・吸水されてしまうため、混入するスラッジ灰の重量に対して120%の水を余分に混入した。供試体は型枠に打ち込み、硬化後脱型し、脱型時の供試体重量の8割程度となるように70℃一定にした乾燥炉において24時間乾燥させた後、常温になるまで放置し、実験に供した。また、高炉スラグと製紙スラッジについては粉粒状体層での熱伝導率も測定し、断熱材としての使用が可能かを考察した。繊維について

は石膏での固化は行わず、そのまま熱物性を求め考察を行った。熱物性については平板比較法¹⁾を用いて熱伝導率を求め、強度特性については一軸圧縮試験および曲げ試験を行う。

また、本研究の実験結果を受けて最も有効と考えられる断熱材を試作して断熱性能比較試験を行い、試作断熱材の実用化に向けての考察を行った。断熱性能比較試験は、断熱性能比較試験用ボックスを作製し、1面を供試体で、残りの5面を断熱材で仕切った空間を設け、その空間外部の温度を変化させ、空間内部の温度変化を測定する方法である。空間外部の温度を720秒で50℃まで変化させ、その後50℃を保ち、温度センサーで空間内部の温度の経時変化を測定した。比較の対象として、D社製の厚さ4cmの押し出し発泡ポリスチレン、およびY社製の石膏ボード（以下、市販石膏ボードと称す）を用いた。

4. 結果および考察

試料混入石膏ボードにおいて、鉄鋼スラグを石膏に混入した場合、混入率が増加するにつれて強度が増し、熱伝導率は大きくなる傾向にある。逆に、スラッジ灰を石膏に混入した場合、混入率が増加するにつれて強度は低下するが、熱伝導率は低下することがわかった。これらより、混入する廃棄物の空隙が多くてもそれ自体の熱伝導率が高ければ、熱伝導率は高くなり、断熱性は低下することがわかった。

廃棄物を粉粒状で断熱材として使用する場合は、本研究で用いた試料の中ではスラッジ灰を用いるのが最も有効であることがわかった。

また、リサイクル綿をフェルト状で使用する場合、アラミド繊維を混合することにより断熱性能は向上した。フェルト状であれば混合する繊維の種類にかかわらず断熱性能は非常に高く、アラミド繊維と混合してフェルト状に加工することで再資源化されたポリエステル綿の使用が可能ながわかった。

以上の実験結果を考慮し、最も実用的かつ効果的であると考えられる試作断熱材を作製した。試作断熱材は厚さ1×20×20cmのスラッジ灰細骨材80%混入石膏ボードの間に、厚さ2cmに重ね合わせた20×20cmのアラミド50%：ポリエステル50%のフェルトを挟み、厚さ4cmにはり合わせたものである。試作断熱材を用いた性能比較試験の結果を図-1に示す。試作断熱材を用いた断熱性能比較試験ボックス内の温度は、初期の温度変化には反応が遅く、温度が持続すると徐々に上昇している。これにより、試作断熱材は、発泡ポリスチレンおよび市販石膏ボードに比べて断熱性能が高く、十分実用化が可能であると思われる。

5. おわりに

廃棄物を石膏に混入した場合、混入する廃棄物の空隙が多くても、それ自体の熱伝導率が高ければ、熱伝導率は高くなり断熱性能は低下することがわかった。また、リサイクル綿をフェルト状で使用する場合、アラミド繊維を混合することにより断熱性能は向上し、フェルト状で使用することで混合する繊維の種類にかかわらず断熱性能が高くなることがわかった。さらに、本研究で試作した断熱材は、既存断熱材と同様に断熱性能をもつことがわかった。

参考文献

1) 熱物性ハンドブック編集委員会：熱物性ハンドブック，547～548頁，養賢堂，1990。

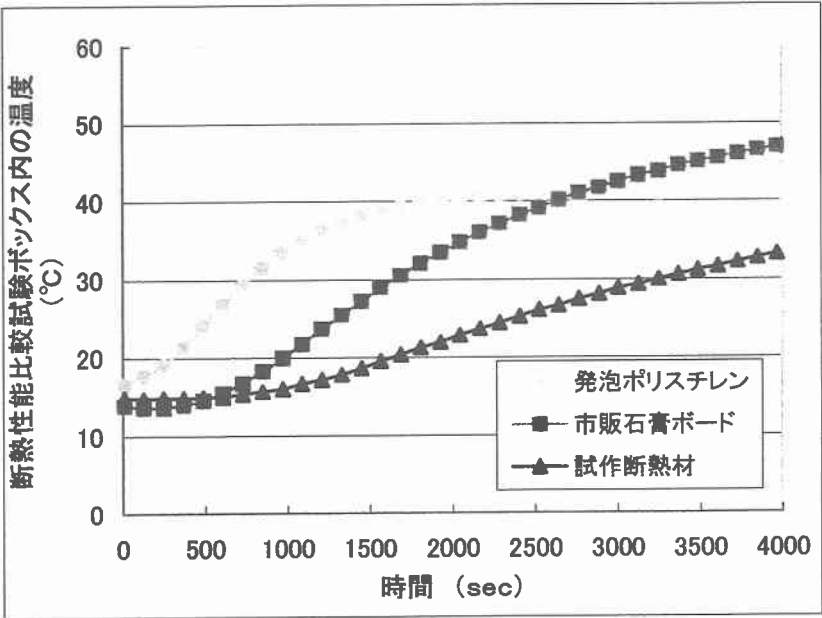


図-1 断熱性能比較試験の結果