

次世代廃棄物処理技術基盤整備事業報告概要書

2000年度

助成事業名称：廃ガラス・廃石膏を用いた高断熱性複合材の開発

助成事業者名：株式会社 ダイワテック(旧社名：株式会社 大和土木建築)

1. 技術開発担当・照会先

主任研究者及び研究担当者

	主任研究者	研究担当者
氏名	岩崎 真一	樽田 誠一
職名	企画開発室長	工学博士
所属	総務部	信州大学工学部
分担	本研究開発全般	分析

連絡・照会先

〒番号	394-0002
住所	長野県岡谷市赤羽3-12-25
電話	0266-22-5231
FAX	0266-22-7961
メール	info@daiwa-tech.co.jp

2. 技術開発の目的と開発内容

①技術開発の目的

わが国の増大し続ける廃棄物に対し、平成7年6月、循環型の新しいリサイクル社会の構築をめざす「容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律（容器包装リサイクル法）」が制定され、一般廃棄物のうち容器包装廃棄物のリサイクルシステムが確立してきた。

また平成9年12月に開催されたCOP3（地球温暖化防止京都会議）においてわが国が1990年ベースでCO2排出量を6%削減することを表明したように我々の日常と地球環境の密接な関係に対する認識が深まってきている。

一般廃棄物のうち、容量で約50%強を占めると言われる容器包装廃棄物についての適正な処理は容器包装リサイクル法に基づく分別収集・再商品化が開始され3年を経過し着実に成果を上げている。厚生労働省のまとめによると、例えば無色ガラスは平成11年度において326,110トンの分別収集量に対してその94%にあたる307,237トンが再商品化されている。

一方、住環境を創り出す建築分野では次世代省エネルギー基準による冷暖房負荷の軽減を目標に取り組みが始まっているが、空気清浄等換気に関する工法が依然として試行錯誤の段階である。さらに建材のVOC（揮発性有機化合物）等の放散と環境ホルモン

やシックハウス症候群との関係がクローズアップされつつある状況において、社会の高齢化と少子化は加速度的に進んでおり、化学物質による室内空気汚染への対策が急がれているのである。

当社ではこのような社会環境において建築が将来にわたり人体に及ぼす健康上の諸問題に何らかの寄与ができればと考え、天然素材を用いて優れた断熱性を有する多用途建材を開発することを目的として研究を行ってきた。

具体的には、冷暖房の負荷を低減させ、空気汚染のおそれを軽減する居住者に優しい住環境を提供するため、黒曜石発泡体と粘土を用いた複合材の開発と建材への応用である。

今回、廃ガラスを主要な原材料として無機材料による高断熱性複合材を開発することにより、一般廃棄物である廃ガラスの再商品化の用途を広げることを目指した。財団法人日本容器包装リサイクル協会のまとめによると平成9年度から平成11年度の再商品化製品の利用状況では、ガラスびんがガラスびんとして再商品化される割合は平成9年度では83%であったが、平成11年度には68.4%となり、残り31.6%は土木建材等として用いられている。市町村において分別収集される一般廃棄物の量はリサイクルに対する理解の深まりと共に増加していくと思われ、びん→びん以外の用途の開発に対する期待がますます高まっていくものと考えられる。

近年、建築における消費者の関心は健康的な環境の実現に向けられている。内装材のビニールクロスを施工する際に用いられ、合板に使用されている接着剤からの揮発性物質を嫌い、珪藻土の塗壁やゼオライト等の鉱物を用いたタイルが広く受け入れられるようになってきている。また、前述したように次世代省エネルギー基準による冷暖房負荷の軽減を図るため、従来以上に断熱性能を必要としている現在の住宅建築（住宅金融公庫の融資要件になっている）では無機質材料による断熱材が待ち望まれている。これらの社会的要求に応えるため、廃ガラスを用いた断熱性複合材を開発しようとするのが、本技術開発のねらいである。

②技術開発の内容

第1段階 複合素材の研究

(1) 試料の設計

目的 断熱性を発揮させるために多孔質の原料を適度な空隙を保ちながら軽量化し、必要な強度を実現する構造を研究する。

内容 廃ガラスカレットと黒曜石パーライトを主原料とし、シラスバルーン又は粘土を添加した組合せの配合割合を決める。

(2) 焼成法による試作

目的 設計された試料の構造及び強度の確認を行う。

内容 電気炉を用いて試料を焼成し、設計にフィードバックさせるデータを収集する。

第2段階 製造方法の研究

(1) 水熱法による製造方法の研究

目的 無機多孔質材料の多くが成型技術として用いているオートクレーブ養生による製造方法を用いることが出来るか研究する。

内容 水熱法による試料の成型を行う。

(2) 熱伝導率の測定

目的 必要な強度が得られた試料の断熱性能を明らかにする。

内容 熱伝導率の測定を行い、材料の設計・製造方法・利用方法を検討する。

③技術開発の実績

第1段階 複合素材の研究

(1) 試料の設計

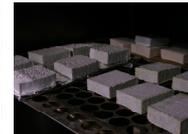
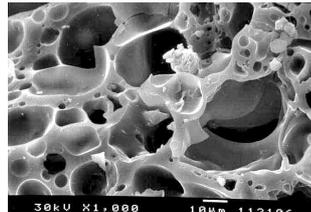
軽量化のためには、水ガラス添加量、およびシラスバルーン添加量を増加させることが有効であるとわかった。さらに、開気孔率を低下させて断熱性を高めるには、シラスバルーン添加量の増加は逆効果で、水ガラス添加量を増加することが有効であることがわかった。水ガラスは、廃ガラスと相互作用して試料表面付近で発泡し、それがかさ密度および開気孔率を低下させた。すなわち、水ガラスの効果を引き出すには廃ガラスが適量加えることが必要であるといえる。

(2) 焼成法による試作

電気炉を用いた焼成法による試作によって、かさ密度が $0.3-0.45 \text{ g/cm}^3$ で、曲げ強度 $0.2-0.9 \text{ MPa}$ の多孔質体が、焼成温度 $700-800^\circ\text{C}$ で得ることができた(曲げ強度はかさ密度が大きいほど大きい)。曲げ強度のバラツキは大きいものの目標値としたケイ酸カルシウム板などの無機多孔質保温材の性能と同等か上回るものであった。

また、前項に記載したとおり、

水ガラスによる廃ガラスの発泡を確認できた。



第2段階 製造方法の研究

(1) 水熱法による製造方法の研究

廃ガラス、黒曜石パーライト及びシラスバルーンを主原料として、石灰、廃石膏あるいは木節粘土を添加剤とした混合物から、かさ密度 $0.5(\text{g/cm}^3)$ 以下の軽量の多孔体を得ることができた。期待したトバモライトは生成しなかったが、カルシウムモルデナイトと同定できなかった物質が混合物の固化に寄与していると考えられる。また、全気孔率は $83-85\%$ で非常に高いが、断熱性に大きな影響を与える閉気孔率は高いもので 21% 程度と低かった。曲げ強度は $0.4-0.6 \text{ MPa}$ であったが、ばらつきの改善が必要である。

かさ密度をさらに小さくして軽量化するには、パーライトやシラスバルーンを増量することで可能になると考えられるが、それによって、機械的強度の低下を招くだけでなく、断熱に有効である閉気孔率の大きな増加は見込めない。したがって、それらを同時に改善するには何らかの工夫が必要であると考えられる。

(2) 熱伝導率の測定

得られた試料に対して熱伝導率の測定を行った。その結果、今後の開発において基本の試料としたいシラスバルーン35%の試料において目標となる撥水性パーライト保温板の熱伝導率を上回ることが出来なかったが、かなり近い数値が得られた。写真2

3. 廃棄物処理技術開発の成果

廃ガラスを用いて無機多孔質保温板と同等の性能を発揮する複合材を開発するという本技術開発の目標に対しては、一定の成果をあげることが出来た。

まず第一に廃ガラスという素材を用いて目標とする成型体が得られたことである。その目標値と得られた成果品の性能を比較すると、試料によってはばらつきがあるものの、概ね目標とした数値をクリアしている。

種類	性能	密度 g/cm ³	曲げ強さ N/mm ²	熱伝導率 W/m・K
ケイ酸カルシウム板				
	保温板1号	0.135以下	0.2	0.049
	保温板2号	0.170以下	0.3	0.055
撥水性パーライト板				
	保温板3号	0.250以下	0.25	0.072
	保温板4号	0.184以下	0.2	0.056
今回得られた				
	試料	0.300から 0.450	0.2～ 0.9	0.07

この試料の中には体積にして12%、質量割合にして50%程度の廃ガラスを含むことができる。**廃ガラスの再商品化**の観点からすれば、大いに可能性があると言える。

第二にその製造方法の開発において、電気炉の他にオートクレーブ養生によっても成型することが出来たことは、建材一般に広く用いられている方法でもあることから、**既存の製造施設を生かす**ことになる。

第三に水ガラスを添加することで**廃ガラスを発泡させ、黒曜石パーライトの隙間に新たな気泡を形成させる**という**新たな技術**を開発できたことも重要な成果といえる。

本成型体は、気孔の集合体であるが、全ての気孔に対して完全に閉じていない開気孔の割合が高いため、断熱性能においてかなりのロスが予想される。この開気孔を閉じるためモルタルによる表面のコーティングを実験している。これは建築物の基礎部分における外断熱工法での実用化に備えた検討でもある。モルタルを表面に塗った場合の熱伝導率は0.010W/m・Kと優れた数値を示しており、技術的には実用化に近づいていると言える。現在、一般的に用いられている外断熱工法の断熱材はポリスチレンフォーム断熱材がほとんどであり、基礎と一体化してコンクリート打設する事から、将来の解体時においてコンクリートとどのように分別するかという問題を抱えている。また軟らかいため虫害の懸念、経年に伴う収縮や劣化が懸念されている。

今回の開発成果である廃ガラスを用いた複合材は、原材料のほとんどが元来コンクリートの骨材として使われているものであり、一体化したまま再生骨材のプラントにて処理することが可能となろう。

このことは**建設工事に伴う環境負荷の軽減に大いに役立つもの**と考えている。

以上