

記者発表説明資料

発表事項：ガラスの相分離を利用した廃棄物のリサイクル

説明者：岡山大学環境理工学部・難波徳郎

研究の背景

従来から家庭ゴミなどの一般廃棄物は焼却処理されていたが、焼却灰中のダイオキシンが社会問題にまでなったことは記憶に新しい。この対策として、高温でゴミを熔融処理する方法が導入された。ダイオキシン類は高温で分解され、焼却灰は最終的に熔融スラグとして排出される。熔融スラグはアスファルトやコンクリートの骨材などに再利用されているが、岡山市における再利用率は50%以下にとどまっている。熔融スラグの排出量は年々増加しており、骨材以外の再利用が求められている。熔融スラグの主成分はシリコン、カルシウム、アルミニウムであり、10%程度含まれる鉄イオンによりスラグは黒色を呈する。熔融スラグの発色原因である鉄イオンを除去することができれば、無色透明なガラスが得られるはずであり、ガラスやロックウールなどの原料などとして骨材以外の再利用が期待できる。

研究の概要

本研究では、熔融スラグから鉄イオンを除去する方法として、ガラスの相分離現象を利用することを考えた。多結晶体は細かな粒子から構成され、各粒子の組成が異なっている場合も少なくない。しかし、ガラスは通常全体がひとつの連続体であり、なおかつ組成も均質である。また多くのガラスは熱的に安定であるが、中には低温で組成の異なる相に分離するものもある。元素の溶解度はガラス相の種類により異なるので、たとえば鉄イオンは溶解度以下であれば相分離後のガラス相のいずれか一方に選択的に溶解する。一般に、鉄イオンを良く溶かすガラスは塩基性度が高く、塩酸などの酸に溶けやすい性質を有している。もし熔融スラグを相分離させることができれば、鉄イオンを酸処理により除去することができるので、化学的に安定な無色透明な固体が溶け残る。そこで本研究では、熔融スラグに分相促進剤を添加してガラスを作製し、低温で熱処理しガラスを分相させた後、酸処理により鉄イオンを含むガラス相を溶解させることにより、無色透明なガラス固化体を得ることを目標とした。

研究の成果

$\text{SiO}_2 : \text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{Fe}_2\text{O}_3 : \text{Na}_2\text{O} = 43 : 25 : 17 : 8 : 7$ の重量比で試薬を混合し、これを高温で熔融することにより模擬的に熔融スラグを作製した(写真①)。模擬スラグに分相促進剤を添加し、高温で熔融しガラス化スラグを得た。その後、 $600\sim 700^\circ\text{C}$ 程度の温度で熱処理を施し相分離させた(写真②)。一旦粉碎し、塩酸に浸漬した後、残った不溶成分を回収した(写真③)。得られた試料は無色透明であり、蛍光 X 線による組成分析の結果、 SiO_2 成分の割合が90%以上であり、鉄イオンはほぼ完全に除去されていた。以上の結果より、熔融スラグから有用成分を分離回収し、資源として再利用可能にするリサイクルプロセスの開発に成功したと言える。

①模擬スラグ



②分相後のガラス化スラグ



③回収した白色粉体



ガラスの相分離を利用した廃棄物のリサイクル
岡山大学環境理工学部 難波徳郎

高温溶融焼却によるごみ処理法

- 1300°C以上の高温で都市ごみを燃焼溶融させ塊状のスラグとして取り出す方式
 - 灰溶融法: 焼却処理された焼却灰を高温で熱分解
 - ガス化溶融法: ごみの熱分解により得たガスを燃料として未分解のチャー(カーボン質残渣)を高温で焼却

溶融炉の設置基数

	H10	H11	H12	H13	H14
灰溶融炉	10	3	4	9	10
ガス化溶融炉	12	6	5	2	33

↑ダイオキシン特措法

□ メリット

- 連続運転による大量焼却と広域集中化
- ごみ発電や熱回収による省エネルギー効果
- ダイオキシンの分解無害化
- ごみの減容化
- 溶融スラグは再利用が可能(重金属元素を安定に保持)

溶融スラグの再利用

□ 現状

溶融スラグ → 路盤材 (砂利や砂の代替品として再利用) / セメント原料 (砂利や砂の代替品として再利用)

最終処分場

■ 溶融スラグの利用状況 (平成17年度 岡山市東部クリーンセンター)

- スラグ発生量の合計 約5,270^{トン}
- 最終処分量の合計 約2,890^{トン}

再利用されるスラグは50%以下

溶融スラグのケミカルリサイクル

□ 溶融スラグの化学組成



- 主成分: SiO₂, Al₂O₃, CaO, MgO, Fe₂O₃
- その他: F, Cl, 重金属元素(Zn, Pb, Cr, Cu)

ガラスの相分離現象を利用し Feをスラグから除去できないか?

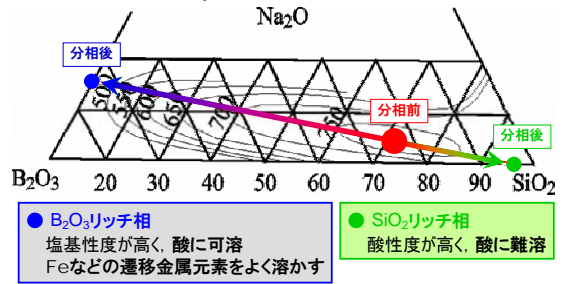
- 主成分は汎用ガラスに近い組成
- 着色原因となるFeを除去すれば無色透明に?



ガラスの相分離現象

□ 相分離による組成変化

バイכולガラス, Vycor®(シリカ代替ガラス)の例



溶融スラグに相分離促進剤を添加してガラスを作り、これを相分離させることができれば、

研究概要 溶融スラグの再資源化プロセス

溶融スラグ → ガラス化 → 均質なガラス化スラグ → 相分離したガラス → 回収した固形物

分相促進剤

電子顕微鏡写真: 熱処理前の試料 (ガラス相全体が均質) vs 熱処理後の試料 (鉄を含むガラス相が溶出)

蛍光X線による組成分析結果: 熱処理後の回収固体は SiO₂が90%以上

可視光線測定結果: 熱処理後の回収固体は可視光線の吸収がゼロ、つまり無色透明

回収した固形物: ガラスやロックウールの原料として再利用可能

総括

- 分相促進剤を添加した模擬溶融スラグを熱処理することにより相分離させることができた。
- 酸処理後、回収した不溶成分は無色透明であった。
- 分相熱処理+酸処理によりスラグ中の鉄イオンをほぼ完全に除去することができた。その他の成分もほとんどが減少し、SiO₂成分の割合が90%以上のガラスが得られた。
- 組成が類似した他の廃棄物の再資源化にも有効。

