

(Ⅱ-66) 焼却灰、溶融スラグの溶出特性の研究

長岡技術科学大学 学生員 橋本康弘
長岡技術科学大学 正 員 桃井清至 原田秀樹

1. はじめに

現在、大量に発生する下水汚泥の処分が大変問題になってきている。そのため下水汚泥の減容化、再資源化を目的として溶融処理が行われ始めている。溶融処理をしたスラグは、脱水ケーキ、焼却灰と比べ、減容化、安定・無害化に優れ、色々な用途に再利用され始めている。しかし、再利用する場合、十分安全性を考慮しなければならず、現在問題の酸性雨などの影響による重金属類の溶出が懸念されてきている。溶融処理が重金属類の溶出特性に及ぼす影響を溶出実験を行いそれに対して得られた知見を報告する。

2. 下水溶融スラグの再利用の使用用途と問題

表1 スラグの特徴、利用可能用途

下水汚泥溶融スラグは、汚泥組成と冷却方法により性質が変化する。一般に冷却方法により生成するスラグの性質を表1に示す。溶融スラグを再利用する場合、ガラス質スラグより結晶質スラグの方が物理的強度が増し利用できる用途が広がる。これらを再利用する場合問題として酸性雨、地下水などにより化学的浸食作用が働き重金属が溶出する可能性がある。そこで、焼却灰とその焼却灰を溶融したスラグ（ガラス質、結晶質）とを溶媒のpHを変え、環境庁告示13号法に基づく溶出実験と、実際の現場での状態を想定し、長期の溶出の挙動を見るため長期間溶出実験を行った。

冷却方法	冷却方法の内容	利用可能用途
急冷	水冷 水に接触、浸し冷却	下層路盤材、軽交通道路路盤 低強度コンクリート骨材 コンクリートフィラー
徐冷	空冷 大気中に放置し冷却	下層路盤材、軽交通道路路盤 低強度コンクリート骨材
	保冷 温度制御、放熱速度を抑えてゆっくり冷却	コンクリートフィラー
再加熱	急冷後、再度温度を上げて一定時間放置	コンクリート骨材 路床材 砕石材 インターロッキングブロック 骨材 タイル

3. 実験

3-1 実験試料

試料は有機系汚泥の焼却灰（600℃焼却）を用いた（表2）。この焼却灰は二酸化珪素の含有量が少なく、酸化鉄、リン酸が多く、結晶化しやすい組成である。その焼却灰を1400℃で2時間溶融後、水冷又は-2℃の徐冷処理をしガラス質、結晶質溶融スラグを作成した。溶融スラグのガラス質、結晶質はX線回折法により判定した（図1）。

表2 焼却灰の組成

組 成	w t %
Na ₂ O	2.8
MgO	3.4
Al ₂ O ₃	13.0
SiO ₂	30.0
P ₂ O ₅	22.0
K ₂ O	2.2
CaO	5.4
MnO	0.91
Fe ₂ O ₃	18.0
CuO	0.094
ZnO	0.26
SrO	0.076
Pb	N.D
Cr	N.D
Cd	N.D
含水率	1.552
強熱減量率	0.572
塩基度	0.18

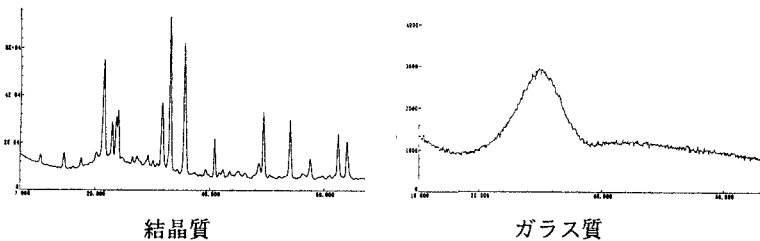


図1 X線回折

3-2 溶出実験

測定条件は、溶媒のpHを5.8～6.3、7.8～8.3の2段階（環境庁告示法）と酸性雨を想定した低pHの4との計3段階に設定し、環境庁告示第13号法に基づき試料5g、溶媒500mlの固液比1:100、温度は約20℃、振とう機で6時間振とう後、孔径0.6μmのガラスファイバーフ

ルターでろ過し、得られた溶液中の亜鉛、カルシウムの濃度を原子吸光法で測定した。

3-3 長期溶出実験

実際に埋立又は有効利用された場合、現場で長期間雨水などと接する。それを想定して、長期間静置条件で実験を行った。実験は温度の変化による影響がないよう約20℃の恒温室内で静置した。試料5g、溶媒500mlの固液比1:100、pHは3-2の実験と同様に3段階に設定した。1ヶ月おきに溶媒を交換し、交換した溶媒を孔径0.6μmのガラスファイバーフィルターでろ過し、得られた溶液中の亜鉛、カルシウムの濃度を原子吸光法で測定した。

4. 実験結果と考察

図2は実験3-2のpHと各サンプルの溶出量との関係について示したものである。亜鉛の溶出量は焼却灰、熔融スラグともpHが低くなるにつれて増加する傾向が見られた。焼却灰と熔融スラグを比較するとオーダーが一桁異なるほど熔融スラグ中の亜鉛は溶出が抑えられ、溶融化が汚泥の安定・無害化に有効であることがわかる。熔融スラグでもガラス質と結晶質を比較するとpHが中性では差がないが、酸性、アルカリ性になるとガラス質スラグからの溶出濃度が増加している。ガラスは一般的に酸に強くアルカリに弱い性質を持っている。pH=8.3の時ガラス質スラグの亜鉛溶出量が多いといえる。多成分を含有する汚泥は、SiO₂が30%(wt%)と低く、化学的耐久性が低下し酸性でも溶出量が増加したといえる。一方カルシウムは、やはり焼却灰と熔融スラグを比較すると焼却灰からの溶出濃度が多いことがわかる。焼却灰からの溶出量はpHにあまり影響されない。ガラス質スラグはやはり、アルカリ性でも溶出量は多くなっている。

図3に長期間実験におけるpHと金属の溶出量との関係を示した。3-1の実験と較べると焼却灰、熔融スラグ両方とも亜鉛の溶出は低い、カルシウムは高い。亜鉛の溶出量が低いのは実験が静置状態で行われ、カルシウムが亜鉛よりもイオン化傾向が大きく溶出しやすいためといえる。この長期実験でもカルシウム、亜鉛とも熔融スラグは焼却灰より溶出は低く、安定している。

5. まとめ

1. 汚泥の溶融化により金属類は溶出を抑制する事ができる。
2. 一般にガラスは酸性に強いとされているが、下水汚泥溶融から生成されるガラス質スラグはpHの変動に対して不安定で溶出量は、酸性、アルカリ性で増加、それに対して結晶質スラグは安定している。
3. 長期間溶出実験においても焼却灰よりも熔融スラグは重金属の溶出が低く抑えられる。

6 参考文献

- 1) 土橋 正二 ガラスハンドブック, 朝倉書店(1988)pp. 758

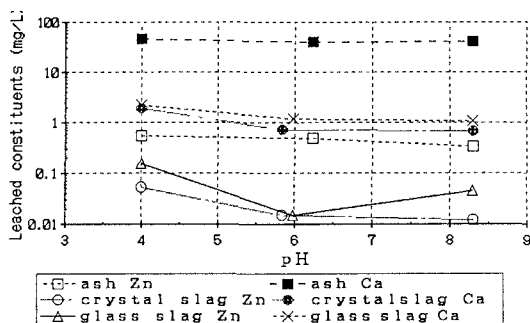


fig.2 Relationship between pH and leached metal constituents for exp. 3-2

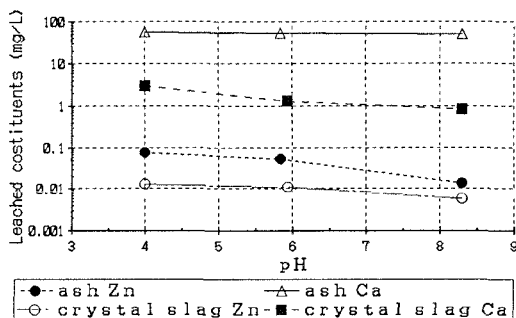


fig.3 Relationship between pH and leached metal constituents for exp. 3-3