

溶融飛灰の降雨洗浄による重金属濃縮方法検討に関する研究

宮崎大学工学部 ○(学)原田 佳典、(正)関戸 知雄、(正)土手 裕

1. はじめに

現在多くの自治体で一般廃棄物処理として灰溶融や直接溶融が行われている。発生する溶融スラグの土木資材利用が進んでいる一方、溶融飛灰の再資源化は進んでおらず、多くの場合キレート処理、セメント固化等の重金属不溶化処理後に埋立処分されている。溶融飛灰の再資源化法として山元還元が注目されているが、精錬所と廃棄物処理施設が離れている場合はその運搬コストが問題となる。そこで本研究では降雨を利用して溶融飛灰の脱塩を行い、重金属濃縮を行う方法の提案を目的とした。

2. 実験方法

図-1 に実験に用いたカラムを示す。カラムには内径 4.6cm のアクリルパイプを利用し、下部に試料流出防止のための網(目開き 0.1mm、ポリプロピレン)、を設置した。また、試料の上下にガラスウールを設置した。表-1 に実験試料概要および実験条件を示す。試料は 2011 年 6 月 1 日、宮崎県内一般廃棄物焼却溶融施設(70t/日、処理対象：可燃物、プラズマ式灰溶融炉)より重金属不溶化処理を行う前の未処理溶融飛

灰(A)および重金属不溶化処理後の溶融飛灰(D)を採取した。キレート処理灰 B および C は未処理溶融飛灰(A)に重量で 3%、5%のキレート剤(ジチオカルバミン酸系)と 20%の水を添加し、ミキサーで混合を行い作成した。試料充填量は 100g とした。降水は硝酸により pH4 に調整した蒸留水をカラム上部より一気に添加して行った。試料 A、試料 D は 283mL の通水を 1 日 1 回、試料 B、試料 C は 1 日では水が通過しなかったため、2 日に 1 回で 283mL 通水した。また、可溶性塩類の溶出を促進させるために通水後に毎回試料上部を上から突き棒により突き固めた条件でも実験を行った。実験により得られた浸出水の陰イオン(Cl⁻、SO₄²⁻)の分析はイオンクロマトグラフ(DIONEX DX-120)により行い、金属類(Na、K、Ca、Mg、Zn、Pb)の測定は原子吸光光度計(HITACHI Z-2000)により行った。実験前および終了後の固形試料中塩素含有量は、乾燥試料 5g を蒸留水で振とう(L/S10、6hr)し、溶出した塩素をイオンクロマトグラフにより分析を行うことで評価した。金属含有量(Na、K、Ca、Mg、Zn、Pb)は乾燥試料 2g を王水により湿式分解(150℃、24hr)後、原子吸光光度計により分析を行った。

3. 実験結果

3.1 試料中各種含有量

表-2 に実験に用いた溶融飛灰の性状を示す。Zn 含有率は 8.1%、Pb 含有率は 0.7%であり、どちらも渡部ら¹⁾、岡田ら²⁾の報告と比べて含有率はやや低かった。Na、K の含有率はいずれも約 15%、Cl 含有率は約 30%であった。

3.2 カラム実験結果

図-2～図-5 にカラム試験により溶出した各種元素の溶出率を示す。横軸は

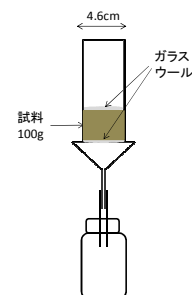


図-1 カラム装置

表-1 カラム試料概要および実験条件

試料	通水量	突き固め
未処理灰(A)	283ml/d	有(A1)無(A2)
キレート3%処理灰(B)	283ml/2d	有(B1)無(B2)
キレート5%処理灰(C)	283ml/2d	有(C1)無(C2)
キレート・コンクリート処理灰(D)	283ml/d	有(D)

表-2 溶融飛灰中元素含有率

	Zn	Pb	Na	K	Ca	Cl
	8.1	0.7	13.7	16.4	0.3	28.7

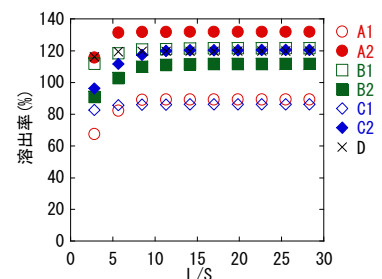


図-2 累積 Cl 溶出率

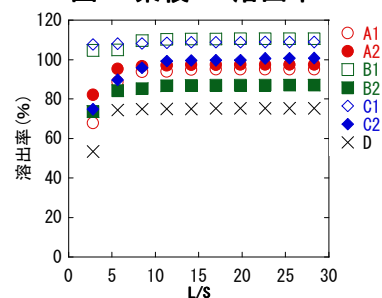


図-3 累積 Na 溶出率

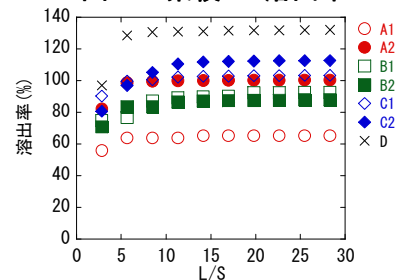


図-4 累積 K 溶出率

試料重量に対する累積通水量(L/S)、縦軸は各カラムに充填した溶融飛灰中各元素含有量を 100%としたときの溶出率を表している。図-2～図-5 よりいずれのカラム条件でも Cl、Na、K、Zn 溶出率は L/S=10 まで増加し、その後は横ばいとなった。

図-2～4 より、突き固めを行わない場合(A1、B1、C1)は各カラムからの Cl、Na、K の溶出率に差が見られたが、共通する傾向は見られなかった。一方、突き固めを行った場合(A2、B2、C2)の Cl、Na、K 溶出率は突き固めを行わない場合に比べてその差は大きくなった。また、キレート添加率の違いによる可溶性塩類溶出率に大きな違いは見られなかった。図-2 より、A2、C2 は A1、C1 より Cl 溶出率が大きくなった。これは突き固めにより水路がなくなり、水と試料が十分に接触できたためだと考えられるが、試料 B は突き固めの有無によらず大きな違いは見られなかったため、今後原因については検討する必要がある。

図-5 より L/S=10 の時点の Zn 溶出率は試料 D で約 2%と低かった。その他の試料では 20%から 30%の Zn が溶出した。これは含有されていた可溶性 Zn が溶出したためだと思われる。また、すべてのカラムの 1 回目浸出水 pH は約 4～6 であり、2 回目の浸出水 pH は約 6～7 であったことから通水 1 回目の pH の低さが Zn の溶出を促したことも考えられる。

図-6 に実験終了時の充填試料中 Cl 含有率を示す。残留塩素含有率はいずれのカラム条件でも 0.1%以下となっており、カラム試験により塩素の大部分を溶出できることが分かった。本研究では水溶性塩素含有率を測定することで簡易に塩素の溶出率を評価したが、今後は全含有率を求め、評価することが課題である。

図-7 に実験終了後の固形残渣中 Zn 含有量を示す。また、実験前の溶融飛灰中 Zn 含有率を A0 として示す。Zn 含有率は試料 A～C で約 20%、試料 D は約 10%となった。いずれも ISP 精錬基準値である 40%を達成することができず直接精錬原料とするまでには至らなかったが、試料 A～C は Zn 含有率を約 2～3 倍に濃縮することができた。

表-3 にカラム試験による重量減少率を示す。試料 A、B、C は突き固めの有無に関わらず、約 70%前後減少した。試料 D の減量化率は約 55%と低かった。これは D に含まれていた可溶性成分が低いためだと考えられる。

5. まとめ

すべての試料で 99%以上の可溶性塩素を溶出することができた。降雨により塩素除去は可能であることが明らかとなった。また突き固めにより塩素溶出が促進される試料もあったが、実験終了後試料中 Zn 及び Cl 含有率に大きな違いはなかった。試料 A、B、C は重量で約 70%減少し、減量化により精錬所への輸送コスト削減が期待できる。今回の 1 回の降雨量は日本の年間降雨量の 1/10 年分で行っている。降雨条件の違いによる溶出パターンの変化予測により実環境での重量変化の推定が今後の検討課題である。溶融飛灰は特別一般廃棄物であり、移動や処理には多くの規制がかけられている。こうした法的枠組みからの検討も課題の 1 つである。

参考文献

- 1) 溶融飛灰の精錬原料としての資源化の検討：渡部緑，貴田晶子，山根早百合，広島県保健環境センター研究報告，No. 10，p53－57，2002
- 2) Ca、Si含有量に基づく溶融飛灰からのPb、Zn回収方法に関する研究：岡田敬志，松藤敏彦，東條安匡，廃棄物学会論文誌，Vol118，No1，p8-p19，2007

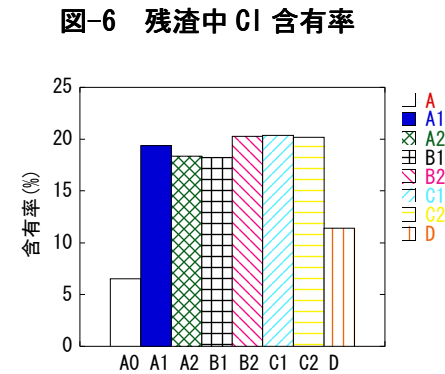
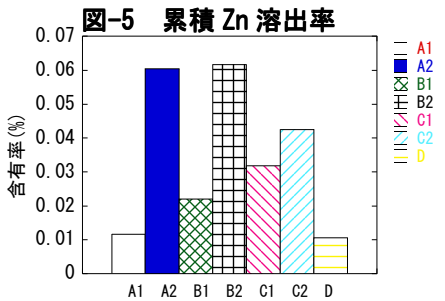
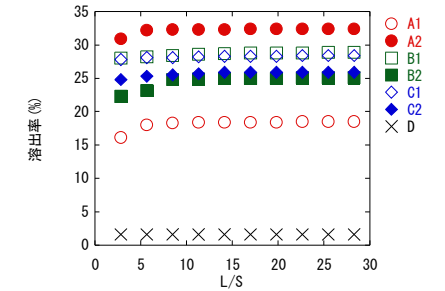


Figure 8: Weight reduction rate after the experiment. A bar chart showing the weight reduction rate (%) for conditions A1, A2, B1, B2, C1, C2, and D. The y-axis ranges from 0 to 100%. All conditions show a weight reduction rate of approximately 70%.

Condition	Weight reduction rate (%)
A1	~70.0
A2	~70.0
B1	~70.0
B2	~70.0
C1	~70.0
C2	~70.0
D	~55.0

表-3 実験終了後各試料減量化率

A1	A2	B1	B2	C1	C2	D	%
68.9	76.1	65.3	65.6	71.0	66.6	55.3	