

飛灰の放射能濃度低減を目的とした造粒固化洗浄

(株)大林組 正会員 ○三浦 俊彦、小竹 茂夫、日笠山 徹巳
非会員 高田 尚哉、石井 芳明、青山 裕作

1. はじめに

放射性物質を含む除染除去物や都市ごみ、上下水道汚泥の焼却時に発生する飛灰は、焼却主灰に比べて放射性物質が蓄積しやすく、飛灰中の放射性セシウムは水への溶解性が高い特徴がある。焼却飛灰の安全な処理を促進するためには、放射能濃度を下げて減量化を図り、かつ溶解性のセシウムを低減する技術が必要である。

飛灰の放射能濃度を低減するには洗浄技術が有効であり、飛灰に水を添加してスラリー状とし、放射性セシウムを水へ溶解させることで洗浄した後、フィルタープレス等で脱水ケーキとする方法が一般的である。この方法で 70～80% 程度のセシウムが除去可能とされている¹⁾が、フィルタープレス等の管理が必要なこと、洗浄後の飛灰は強度が低くセメント改良が必要なこと等に加えて、飛灰は自硬性を有している場合もあり、養生によってはスラリー化が難しいといった課題もある。そこで、筆者らは飛灰の造粒固化物を作製して洗浄する方法を考案し、実用化に向けて研究開発を進めている。本報は、造粒固化飛灰を対象とした洗浄の適用可能性確認試験（バッチ洗浄試験）と本技術の実用化に向けて洗浄条件を検討したカラム通水洗浄試験の結果を紹介する。

2. バッチ洗浄試験

2.1 目的 本方法の適用性を確認することを目的に、造粒固化飛灰からのセシウム溶出率や粒径の影響を調べた。

2.2 方法 表 1 に造粒固化飛灰の作成条件を示す。写真 1 に作成した造粒固化飛灰を示す。本試験に用いた飛灰の放射能濃度は 2,350Bq/kg であった。造粒固化飛灰の作成には、セメント固化物を作成して粉砕する方法や、セメントを混合しながら造粒する方法があるが、本試験は前者の方法で作製した。表 1 の配合で飛灰とセメント、水を混合し、鋼製モールド（φ5cm×h10cm）に充填して、密封後恒温室に 7 日間養生した。脱型後、固化物を乳鉢で粉砕し、粒径を 2mm 未満、2～9.5mm、9.5～19mm の 3 種類に分級した。

洗浄は JIS K0058-1 の溶出試験方法（固液比 10、200 回転/min）に準じ、10 分間行った。この洗浄を 3 回繰り返し、各洗浄後ろ液の放射性セシウム濃度を測定した。

2.3 結果 図 1 にバッチ洗浄試験の洗浄回数と溶出率の関係を示す。なお、比較のため、固化処理前の飛灰の洗浄結果も示す。

飛灰の放射性セシウム溶出率は、洗浄 1 回目で 74.5%、2 回目で 8.9%を示し、累積溶出率は 83.4%であった。粒径 2mm 未満の放射性セシウム溶出率は、洗浄 1 回目で 72.8%、2 回目以降は定量下限値未満であった。2～9.5mm の造粒固化飛灰は、洗浄 1 回目は 54.2%と低かったが、2 回目で 18.6%

表 1 バッチ洗浄試験の造粒固化飛灰の作成条件

初期飛灰の放射能濃度	2,350Bq/kg
セメントの種類と添加量	普通ポルトランドセメント 150kg/t
水の添加量	750kg/t(水セメント比 500%)
固化飛灰の放射能濃度	1,237Bq/kg



写真 1 作成した造粒固化飛灰

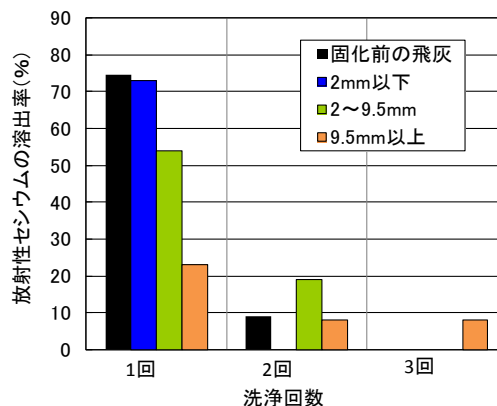


図 1 バッチ洗浄試験の結果

キーワード 飛灰、放射能、放射性物質、洗浄

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 環境技術研究部 TEL 042-495-1014

が溶出し、累積溶出率は 72.8%を示した。固化前の飛灰と比べると累積溶出率はわずかに低下するが、粒径が 9.5mm 以下であれば 2 回洗浄で 70%以上の放射性セシウムが除去できることがわかった。一方で 9.5~19mm の造粒固化飛灰は、洗浄 1 回目の溶出率が 22.7%と低く、3 回洗浄しても累積溶出率は 38.6%と低かった。この傾向は、飛灰のセメント成形固化体で放射性セシウム溶出率が低減する結果²⁾と同じで、粒径が大きくなると溶出率が下がることを示している。洗浄 3 回目でも低濃度の放射性セシウムが継続して溶出しており、9.5mm 以上は洗浄には適さないと考えた。

4. カラム通水洗浄試験

4.1 目的 バッチ洗浄は、洗浄水の入替え等の作業が必要となるため、実際の施工においては通水洗浄方式が有効な場合が考えられる。そこで、本試験は通水洗浄における洗浄条件を調べることを目的に実施した。

4.2 方法 本試験で用いた造粒固化飛灰の作成条件を表 2 に示す。作成方法はバッチ洗浄試験と同様であるが、使用した飛灰が異なることから、放射能濃度と水の添加量が異なっている。造粒固化飛灰はバッチ洗浄試験の結果から、2~9.5mm を選定して使用した。図 2 にカラム通水洗浄試験の装置を示す。直径 10cm の円筒カラムに高さが 10cm となるように固化飛灰を充填し、下部から上部に向けて通水を行った。通水速度は SV (全通水量を固化飛灰の体積に対する比で表した値) = 5、10、20 の 3 段階とし、通水後の洗浄液を採取して放射性セシウム濃度を測定した。

4.3 結果 カラム通水洗浄の通水時間、通水量と放射性セシウムの累積溶出率の関係を、図 3 と 4 に示す。なお、図中の通水量 (Q/V) は全通水量を固化飛灰の体積に対する比で表したものである。

いずれの通水速度においても、時間とともに放射性セシウムは除去されて、約 60 分で累積溶出率 80%に達した。この溶出率はバッチ洗浄試験と同程度であり、通水洗浄方式においても効率よく放射性セシウムを除去できることがわかった。通水速度の違いを比較すると、通水速度が最も早い SV=20 で累積溶出率が少し低下した。したがって洗浄条件としては、通水速度が SV=10 以下、通水量は Q/V で 10 以上が適当と考えられた。

5. おわりに

放射性物質を含む造粒固化飛灰を対象に通水洗浄試験を行った。その結果、粒径 9.5mm 以下の造粒固化飛灰は、通水洗浄により放射性セシウムを 70%以上除去できることがわかった。今後、実規模レベルの試験を実施し、取り扱いがより簡易で、かつ効率のよい飛灰の洗浄方法の開発を目指す予定である。

参考文献

- 1) 災害廃棄物安全評価検討会 (第 12 回), 資料 14, 8,000Bq/kg 超のばいじんの洗浄技術について, 2012.
- 2) (独) 国立環境研究所, 放射性物質の挙動からみた適正な廃棄物処理処分 (技術資料第三版), 2012.

表 2 カラム通水洗浄試験における
造粒固化飛灰の作成条件

初期飛灰の放射能濃度	2,500Bq/kg
セメントの種類と添加量	普通ポルトランドセメント 150kg/t
水の添加量	900kg/t (水セメント比 600%)
固化飛灰の放射能濃度	1,220Bq/kg

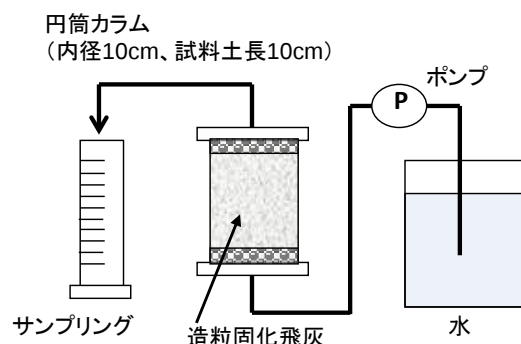


図 2 カラム通水洗浄試験の装置

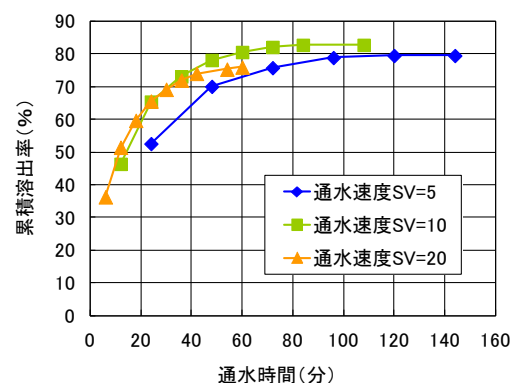


図 3 カラム通水洗浄試験における
通水時間と累積溶出率の関係

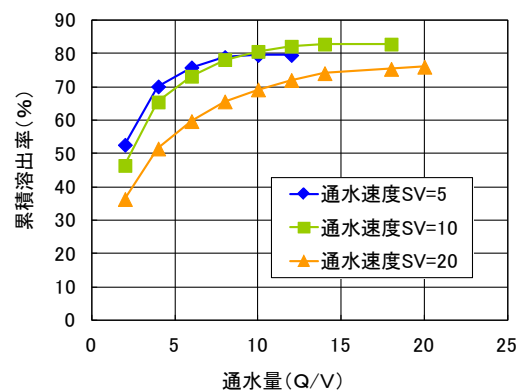


図 4 カラム通水洗浄試験における
通水量と累積溶出率の関係