

天然鉱物由来微粉末を添加した飛灰セメント固化物の放射性セシウム溶出抑制

西松建設(株) 正会員 ○椎名貴快 石渡寛之 石山宏二 岩永克也
 東北大学大学院 正会員 久田 真
 福島高専 正会員 緑川猛彦

1. はじめに

東日本大震災以降、各地で放射性物質を含んだ焼却灰が発生している。この内、高濃度にセシウムを含有した飛灰は、最終処分場に埋立処分される計画である。しかし、飛灰からの放射性セシウム溶出特性については十分な知見がなく、長期的な安定保管・処分の観点からも効果的な対策が求められている。

そこで、東北地方の焼却施設 2 箇所飛灰のサンプルを採取し、放射性セシウムの含有・溶出特性を試験で確認した。次に、飛灰をセメント固化した場合、さらにセシウム吸着材（天然鉱物由来微粉末）を添加した場合の放射性セシウムの溶出特性を実験で確認した。なお、比較用として、吸着材に天然ゼオライト微粉末も使用した。本稿では、飛灰を用いた各種試料の放射性セシウム溶出試験の結果について報告する。

2. 試験概要

(1) 飛灰

写真-1 に焼却施設で採取した飛灰 2 試料を示す。2 試料とも粉末状で A は B よりも粒度が小さい。密度は A:2.41g/cm³, B:2.40g/cm³ で概ね等しい。放射性セシウム濃度 (¹³⁴Cs+¹³⁷Cs) は B の方が A の約 5 倍で高濃度である。

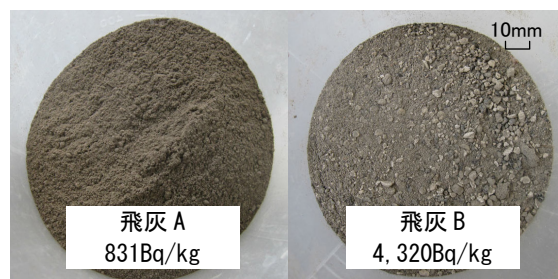


写真-1 飛灰試料

(2) セシウム吸着材

本試験ではセシウム吸着材に天然鉱物由来微粉末と天然ゼオライト微粉末の 2 種類を使用した(写真-2)。前者はベントナイトを主成分とし、特殊な粉碎・精製技術でナノ粒子に加工した層状結晶構造の微粉末である。後者は山形県産の天然ゼオライトを粉碎処理した微粉末である。



写真-2 セシウム吸着材

(3) 溶出試験方法

放射性セシウムの溶出試験は、JIS K 0058-1 有姿攪拌試験を基本とし、シリアルバッチ試験も一部実施した。前者は、試料に 10 倍量の純水を加えて回転数 200rpm で 6 時間攪拌混合し、混合液を遠心分離した後、上澄み液をろ過して分析した。一方、後者は単一試料に対して溶媒を入れ替えることで液固比を段階的に増加させ、試料が大量の溶媒と接触した場合の水溶性成分の溶出量の変化を推定する迅速法である。毎分 50 回の緩やかな振とうを 1 時間行い、ろ過後の試料を用いて全 5 回の反復振とうにより溶出してくる放射性セシウム量を確認した。なお、分析試料として、セメント固化物は粒径 10mm 以下に粗粉碎し、利用有姿よりも厳しい条件で溶出試験を実施した。

(4) セメント固化配合

表-1 にセメント固化配合を示す。W/C は 90%，単位容積中の飛灰質量は 51%一定で、吸着材の量は飛灰量に対する質量%でセメント内割添加した。

表-1 セメント固化配合

W/C (%)	Ash 量 (mass%)	単位量(kg/m ³)		
		W	C	Ash
90	51	437	486	972

C : 高炉セメント B 種, Ash : 飛灰

キーワード 東日本大震災, 飛灰, 放射性セシウム, 溶出, 吸着材

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門 1-20-10 西松建設(株)技術研究所 TEL. 03-3502-0249

3. 試験結果

(1) 飛灰

図-1 に飛灰 A を用いた放射性セシウムの含有及び溶出試験の結果を示す。なお、溶出試験は JIS K 0058-1 有姿攪拌試験とシリアルバッチ試験の 2 方法で行った。試験の結果、シリアルバッチ試験では、初期に高濃度の溶出が確認され、以降は溶出濃度が段階的に低下し、全 5 回の繰返し試験による総量は JIS 有姿攪拌試験の結果と同程度で、溶出率は約 80%であった。以上より、飛灰を処分する場合、可能な限り雨水や地下水等との接触を避ける、又は不溶化対策を講じることが望ましい。

(2) 飛灰のセメント固化物

図-2 に飛灰 A 及び B のセメント固化物（粉砕）からの放射性セシウム溶出試験結果を示す。試験の結果、飛灰 A 及び B ともに飛灰自体からの放射性セシウムの溶出率（約 80%）よりも 7 割程度に減少して溶出率は約 55% となり、セメント固化による効果が確認された。但し、セメント固化しても半分程度は溶出する結果となった。

(3) セシウム吸着材を添加した飛灰セメント固化物

図-3 にセシウム吸着材（天然鉱物由来微粉末、天然ゼオライト微粉末）の添加量が異なる飛灰セメント固化物からの放射性セシウム溶出試験結果を示す。なお、飛灰は B を使用し、吸着材の量は飛灰量に対する質量%で添加した。試験の結果、吸着材を添加することでセメント固化に比べてセシウムの溶出率が大幅に減少した。また、ゼオライト微粉末よりも天然鉱物由来微粉末の方がセシウム不溶化性能は良好で、より少量で溶出率を低減できた。なお、ここでの放射性セシウム溶出抑制効果は、セメント固化と吸着材の相乗効果によるものである。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- (1) 飛灰自体からの放射性セシウムの溶出率は約 80%と高く、飛灰をセメント固化しても約 55%であった。
- (2) セシウム吸着材を添加した場合、セメント固化物からの放射性セシウム溶出量は大幅に減少した。特に、天然鉱物由来微粉末は一般的なゼオライト微粉末よりも溶出抑制効果が高く、飛灰質量の 7.5%以上添加により溶出率 10%程度となった。

今後は、放射性セシウムの長期溶出特性についても評価試験を実施する予定である。

謝辞： 本実験において貴重な材料をご提供戴いた京都大学日下助教，(株)シグマクリエイト殿，(株)リブロン殿並びに(有)昭和窯材殿に心より謝意を表する。

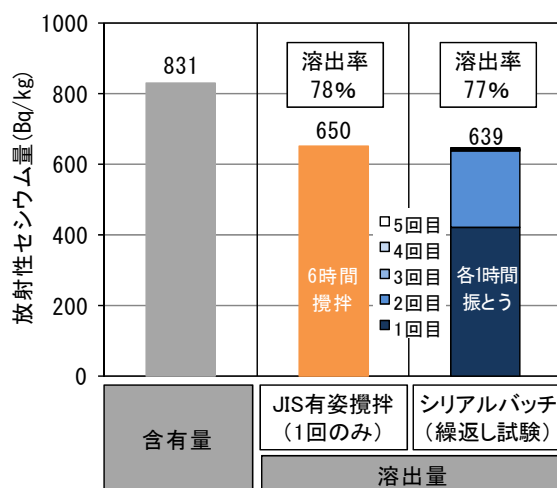


図-1 飛灰 A の放射性セシウム含有・溶出

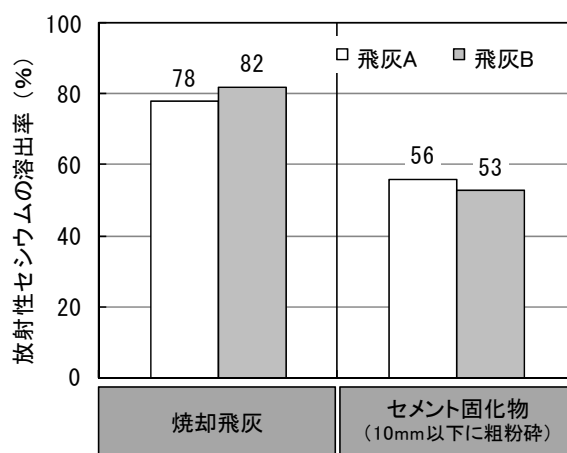


図-2 セメント固化物からの放射性セシウム溶出

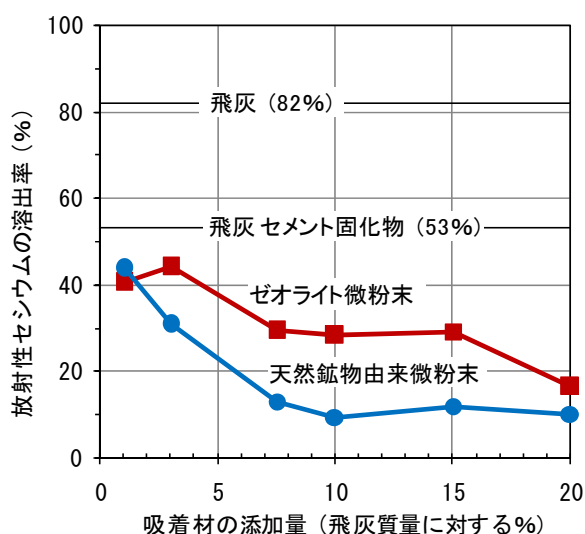


図-3 Cs 吸着材を添加したセメント固化物からの溶出