

高分子系吸水剤を用いた放射性セシウムを含む飛灰の安定化処理に関する研究

九州大学工学部

学生会員

○花本 陽人

九州大学東アジア環境研究機構

正会員

川井 晴至

非会員 宋 麗香, 渡辺 優香

九州大学大学院工学研究院

フェロー会員

島岡 隆行

1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う、福島第一原子力発電所事故により福島県をはじめ、東北地方や関東圏など東日本の広範囲が放射性物質により汚染された。放射性物質により汚染された廃棄物等を焼却すると、放射性セシウムは焼却残渣、特に飛灰中に濃縮されることが分かっている。放射性セシウムを高濃度に含有する飛灰に雨水等が接触すると、飛灰中の放射性セシウムが溶出する恐れがあるため、溶出抑制のための処理が必要である。

そこで九州大学東アジア環境研究機構では、飛灰からの放射性セシウムの溶出抑制を目的とし、ポリアクリルアミドを主成分とする高分子系吸水剤（以下、高分子剤と呼ぶ）、生石灰、純水を添加剤として用いた前処理における放射性セシウムの不溶化効果を検討した結果、平均 29.5 %の不溶化効果を確認できた¹⁾。本研究では、同様の前処理方法を用いて、その配合条件を変えた場合に見られる不溶化効果の変化を評価した。

2. 実験概要

2-1. 実験試料

本研究では A 市 B 清掃工場からの放射性セシウムを含む飛灰を用いた。試料の放射能濃度は 5,936 Bq/kg であった。この試料に高分子剤、生石灰、純水を混練することで処理を行った。なお、本研究で用いた高分子剤は、土壌に生石灰、水と共に添加して混練する土質改良剤として使用されており、改良後の土壌は土壌汚染対策法に定められた重金属等の有害物質の溶出濃度が基準値以下となることが確認されている。図-1 に土壌に対する処理工程の概略と、土質改良のメカニズムを示す。今回の一連の実験では放射能汚染された飛灰中の放射性セシウムに対しても同様に、不溶化の効果を持つことを期待したものである。

そこで表-1 のような異なる 3 つの配合条件により試料を作成した。ここで処理飛灰 B は処理飛灰 A と比べ高分子剤の添加率を大きくし、処理飛灰 C は処理飛灰 A と比べ含水比が大きくなるように配合した。混練は手練で十分に行い、混練後に 3 日間室温にて養生した。また、いずれの工程も飛散を防ぐため、すべてクリーニンググローブボックス内で行った。

2-2. 実験方法

作成した実験試料に対し JIS K 0058-1 に基づき、溶出量試験を行った。すなわち、L/S=10 となるように純水を加え、攪拌装置を用いて毎分 200 回転で 6 時間攪拌した後、10~30 分静置し、上澄み液を 0.45 μm のメンブレンフィルターでろ過し、ろ液を分析に用いた。

次に、Ge 半導体検出器による放射性セシウム含有量の測定を行った。3 種類の試料に関して

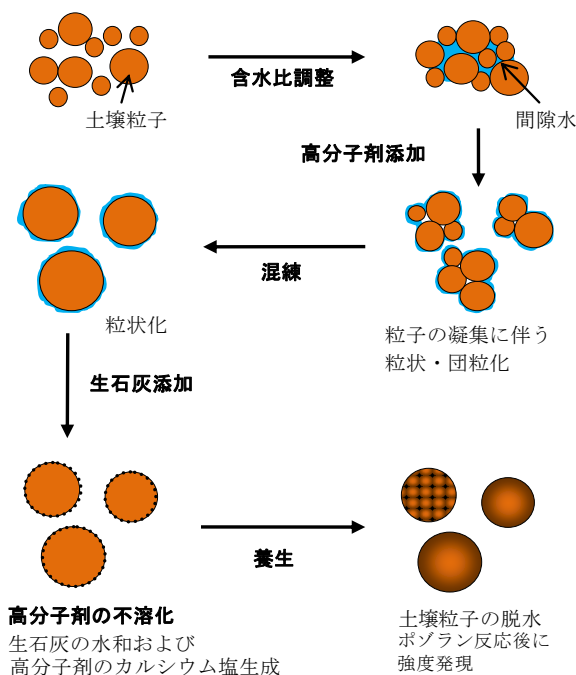


図-1 土壌処理工程概略と土質改良メカニズム²⁾

①実験試料、②溶出液、の合計 6 サンプルを専用の容器に充填し、Ge 半導体検出器を用いて放射性セシウム含有量を測定した。なお、ここでの放射性セシウム含有量とは、Cs134 と Cs137 の合計含有量のことである。

3. 実験結果と考察

それぞれの試験試料と溶出液の放射能濃度を表-2 に、溶出液の放射能濃度を図-2 に示す。なお、表-2 中の不溶化効果とは未処理飛灰溶出液の放射能濃度に比べ、処理飛灰溶出液の放射能濃度がどれだけ下がったのかを示したものである。これらの結果より、未処理飛灰の溶出液の放射能濃度が 462 Bq/kg であるのに対し、処理飛灰の溶出液の放射能濃度は 225～362 Bq/kg となり、すべての値が下がっていることから、今回行った処理方法には不溶化効果があることが確認され、その効果は最大で 51.3 %となった。また、処理飛灰 A の溶出液の放射能濃度が 362 Bq/kg（不溶化効果 21.6 %）であるのに対し、処理飛灰 B は 319 Bq/kg（不溶化効果 31.0 %）、処理飛灰 C は 225 Bq/kg（不溶化効果 51.3 %）であることから、高分子剤の添加率を大きく、あるいは含水比を大きくすることで不溶化効果は大きくなり、また、今回の処理方法の不溶化効果に対し、高分子剤の添加率が与える影響よりも、含水比が与える影響のほうがより大きいことが分かった。このことについては高分子剤をより多く添加することにより飛灰粒子の粒状化がより大きな単位で行われたことで封じ込め作用の効果が大きくなった等や、含水比を大きくすることで処理工程における飛灰の流動性が上がり、混練がより良く行われた結果、不溶化効果が大きくなった等が予想されるが、今回行った前処理方法が、放射性セシウムを含む飛灰に対して不溶化効果をもたらすメカニズムが分かっていないため、その解明が急がれる。

4. まとめ

今回の実験の結果から、放射性セシウムを含む飛灰に対して高分子剤、生石灰、純水を添加して混練する前処理方法は最大で 51.3 %の不溶化効果を持つことが分かった。また含水比を大きく、高分子剤の添加率を大きくすることで不溶化効果が大きくなる傾向があり、特に含水比を変えることで不溶化効果が大きく変化することが分かった。

[参考文献]

1)九州大学東アジア環境研究機構：ソイルベスト法による放射性セシウムの遮蔽及び不溶化効果に関する報告書(2012)
2)財団法人 土木研究センター：民間開発建設技術の技術審査・証明事業認定規定に基づく土木系材料技術・技術認定証明 報告書(技審証 第 0702 号)「建設発生土改良剤ソイルハードによる粒状改良土 スーパーソイル審査証明依頼者：株式会社ソイルベスト」 p.11(2005)

表-1 試料の配合一覧

試料名	飛灰 (g)	純水 (g)	高分子剤 (g)	生石灰 (g)
処理飛灰 A	100	42.9 (含水比 42.9%)	0.43 (添加率 0.3%)	8.57 (添加率 6%)
処理飛灰 B	100	43.1 (含水比 43.1%)	0.86 (添加率 0.6%)	8.57 (添加率 6%)
処理飛灰 C	100	100 (含水比 100%)	0.60 (添加率 0.3%)	12.00 (添加率 6%)

表-2 放射能濃度測定結果

試料名	放射能濃度 (Bq/kg)		不溶化効果 (%)
	実験試料	溶出液	
未処理飛灰	5,936	462	—
処理飛灰 A	3,819	362	21.6
処理飛灰 B	3,696	319	31.0
処理飛灰 C	2,923	225	51.3

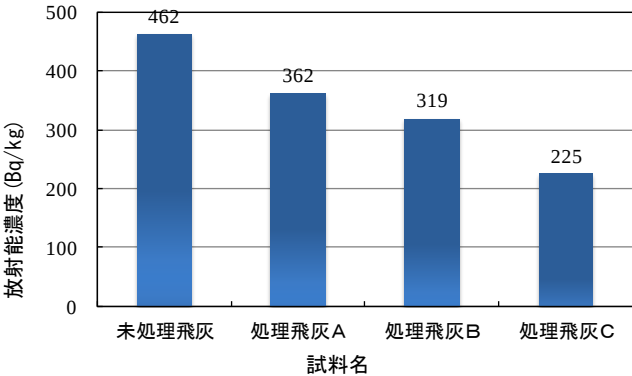


図-2 溶出液の放射能濃度