

放射性セシウム汚染土壌の多段階土壌洗浄処理

(株)竹中土木 技術・生産本部 正会員 ○田邊 康太

(株)竹中工務店 技術研究所 正会員 奥田 信康

(株)竹中工務店 技術研究所 舟川 将史

1. はじめに

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故により放射性物質が広範囲に放出され、環境汚染による人の健康及び生活環境への影響を速やかに低減することが課題となっている。

除染関係ガイドライン¹⁾によると土壌の除染方法として表土の削り取りが推奨されている。削り取った土壌は全て汚染土壌として一時保管され、適切な処理が必要となるが、未だ見通しが立っていない。本論では、効果的な除染と膨大な量となる削り取り土壌の減容化を目指し、放射性セシウム汚染土壌に対して多段階の土壌洗浄処理を行い、除染効果・減容化効果を確認する実験を行った結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 実験手順

土壌洗浄処理は重金属等汚染土壌等に適用される技術であり、同じ重金属である放射性セシウムについても適用が期待できる。しかし、放射性セシウムは通常の重金属と異なり細粒分中の土壌鉱物に強く吸着する為、通常の土壌洗浄処理では十分な除染効果を得られない場合がある。その為、本実験では土壌洗浄工程を2段階に分け洗浄効果を向上させることを試みた。一次洗浄では汚染土壌から放射性セシウムが高濃度に蓄積している粘土・シルト分からなる細粒分(75 μm 以下の土壌)を分離し、二次洗浄で砂・礫分の仕上げ洗浄を行うこととし、各洗浄工程の役割を区分けした。また、洗浄試験の基本ケースとして一次洗浄と二次洗浄の間に土壌中に混入している植物を除去し、二次洗浄の工程において砂・礫分の土粒子表面に吸着した放射性セシウムを剥離する為の摩砕処理と、土粒子表面より剥離した放射性セシウムの土粒子への再吸着を防止する為に吸着材を添加した。

実験では特殊な薬剤ではなく、水と一般に入手可能な吸着材・凝集沈殿剤を使用し、土壌洗浄処理で発生する洗浄排水は放射性セシウムが濃縮した濃縮汚泥と処理水に分離した。図1に実験フロー図を示す。

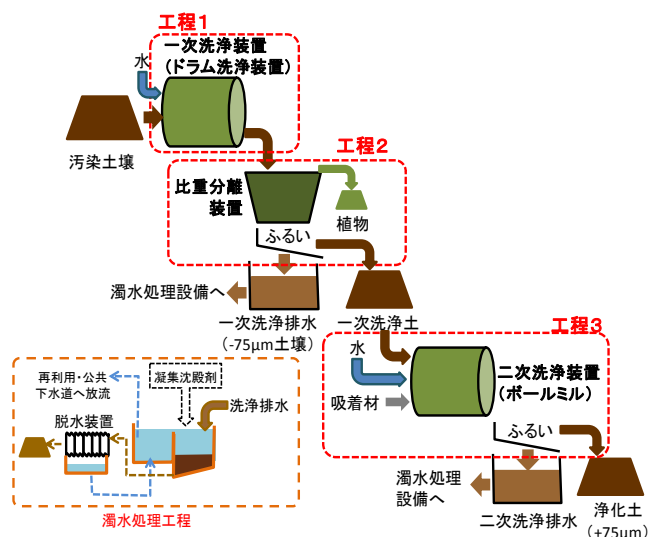


図1 実験フロー図（基本ケース）

2.2 実験の目標と実施ケース

本実験では洗浄後の浄化土のセシウム濃度を 5000 Bq/kg とし、放射性セシウム濃度の低減率を 80 %以上を目標とした。なお、減容化効果の確認については、土壌洗浄処理に使用する土壌の粒度構成に起因する為、具体的な目標値は設定しないが実施ケース毎の回収率を確認した。

使用原土は福島県内のグラウンドより採取した放射性セシウム濃度約 12,000 Bq/kg の土壌である。原土の粒径別の放射性セシウム濃度を確認する為に分級点を 500,250,125,75,20 μm とし、湿式にて分級した。

表1に各ケースの実施条件を示す。洗浄試験では1ケースあたり 10 kg の原土を用い、固液比を 1:1 とし、ドラムウォッシャーの回転数は 40 rpm で洗浄時間は1分間とした。また、実施条件を変更し基本ケースと比較し、各工程の洗浄効果を確認した。

表1 実施条件

実施ケース	一次洗浄	2mm以上土壌 篩い分け	植物除去	二次洗浄	吸着材添加	摩砕処理
基本ケース	○	×	○	○	○	○
ケースA	○	×	○	×	×	○
ケースB	○	○	○	○	○	○
ケースC	○	×	○	○	○	×

キーワード：放射性セシウム、土壌洗浄処理、摩砕処理

連絡先：〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 竹中土木 田邊 康太 tel 0476-77-1273 Email:tanabe-k@takenaka-doboku.co.jp

3. 実験結果

3.1 Cs.粒度の特定

原土を湿式分級した粒径別放射性セシウム濃度を図2に示す。放射性セシウム濃度は粒径20～75 μm では14,300 Bq/kg、粒径20 μm 以下で28,000 Bq/kg と高い濃度を示した。これより、土壌洗浄処理においては湿式分級操作により、75 μm 以下のシルト・粘土分を極力除去することは洗浄土の放射性セシウム濃度の低減に効果がある事を確認した。

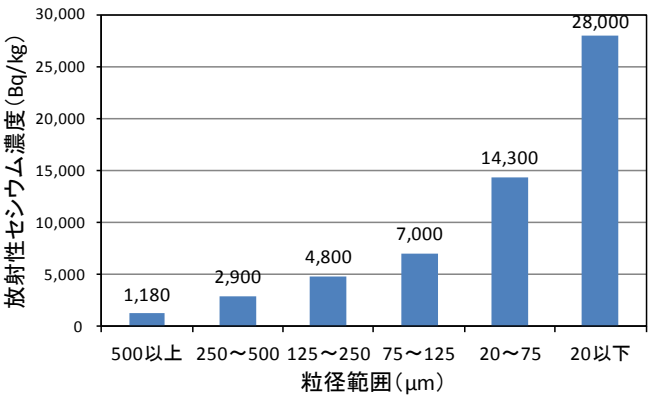


図2 粒径別放射性セシウム濃度

3.2 回収率

表2に各ケースの原土のシルト・粘土の割合と回収率を示す。二次洗浄を行わなかったケースAを除くと二次洗浄土の回収率は60.0～63.4%となった。ケースAに関しては他ケースと比較すると回収率が高いため、一次洗浄後の湿式分級による分離工程が寄与していると考えられる。

表2 シルト・粘土の割合と二次洗浄土回収率

実験ケース	基本ケース	ケースA	ケースB	ケースC
シルト・粘土の割合	30.2%	30.2%	33.2%	29.2%
砂・礫分の割合	69.8%	69.8%	66.8%	70.8%
二次洗浄土の回収率	62.1%	68.2%	63.4%	60.0%

※ケース②は一次洗浄土の回収率

3.3 放射性セシウム濃度低減率

図3に洗浄処理後の放射性セシウム濃度、表3に各ケースの濃度低減率を示す。一次洗浄土の濃度低減率は73.6～82.6%で一次洗浄時に摩砕処理を行ったケースAで濃度低減率が最も高くなった。

一次洗浄土を仕上げ洗浄した二次洗浄土の濃度低減率は86.9～89.2%であり、基本ケースと二次洗浄を実施しなかったケースAを比較すると濃度低減率に6.6%の差があった。これより、二次洗浄で砂・礫分を仕上げ洗浄し、残留している粘土・シルト分を除去することで除染効果の向上を確認した。

二次洗浄土の濃度低減率を比較すると一次洗浄後に

2 mm 以上の土壌を除去したケースBの濃度低減率が最も低かった。これは、摩砕処理工程で粒径にバラツキが無いため摩砕効果が低かったためと考えられる。

基本ケースと摩砕処理を実施しなかったケースCの一次洗浄土から二次洗浄土の濃度低減率に6.4%の差があることから洗浄処理時の摩砕処理による効果を確認した。

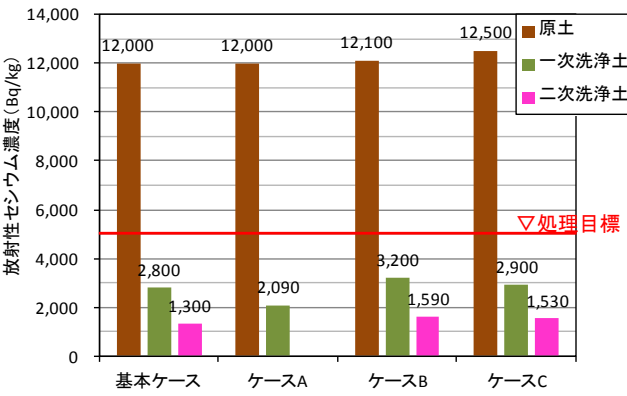


図3 放射性セシウム濃度

表3 放射性セシウム濃度低減率

実施ケース	基本ケース	ケースA	ケースB	ケースC
原土→一次洗浄土	76.7%	82.6%	73.6%	76.8%
原土→二次洗浄土	89.2%	—	86.9%	87.8%
一次洗浄土→二次洗浄土	53.6%	—	50.3%	47.2%

また、土壌洗浄処理で発生した洗浄排水は凝集沈殿処理を行うと放射性セシウムは検出下限以下付近の値であった。この結果より土壌洗浄処理において放射性セシウムが水へ溶出する可能性は少ないと推定される。

4. まとめ

3.1.75 μm 以下の粘土・シルト分といった細粒分に高濃度の放射性セシウムが吸着している事を確認した。

3.2.砂分・礫分の割合が66.8～70.8%の汚染土壌を土壌洗浄処理した結果、二次洗浄土として60.0～63.4%を回収した。

3.3. 洗浄試験を実施し全ケースにおいて洗浄土の放射性セシウム濃度を目標値5000 Bq/kg以下を達成した。また、全ケースで放射性セシウム濃度の低減率80%以上を確認した。

二次洗浄を行うことで低減率が6.6%向上した。一次洗浄後に2 mm 以上の土壌をふるい分け、二次洗浄を実施しても濃度の低減は見られなかった。洗浄処理において摩砕効果による洗浄土の放射性セシウム濃度低減を確認した。

参考文献 1) 除染関係ガイドライン：第1版，2011