

## 除染土壌減容化技術としてのアルカリ洗浄法の適用性評価

大成建設株式会社 正会員 ○根岸 昌範  
 大成建設株式会社 正会員 副島 敬道  
 大成建設株式会社 正会員 高畑 陽

### 1. はじめに

放射性セシウム(以下, Cs と記載)を含んだ除去土壌は, 周辺自治体の仮置場から中間貯蔵施設予定地への輸送および保管が本格化しつつある。国の中間貯蔵戦略会議では, 減容化処理として分級洗浄技術の実証を平成 30 年度に予定している<sup>1)</sup>。本技術は, 重金属汚染土壌対策として汎用されてきた処理技術であり, Cs に対する適用性が評価される予定である。

筆者らは, 分級洗浄に使用する溶媒に水酸化カリウム(以下, KOH と記載)溶液を使用し, 常温下で除去土壌からの放射性 Cs の抽出を促進する技術を検討してきた<sup>2)</sup>。アルカリを使用することで, 粘土鉱物末端の風化部分や水酸基, あるいは土壌有機物中のカルボキシ基などに強固に吸着している放射性 Cs を化学的に抽出することが可能であり, 洗浄溶媒を変更するだけで物理的な分級洗浄処理の性能を高めることが可能である。

ここでは, 通常分級洗浄実施後の回収土壌に対して更に低濃度のアルカリ洗浄を実施する適用方法について, 室内洗浄試験により検討した結果について報告する。

### 2. 試験方法

#### 2.1 供試土壌

供試土壌はグラウンドの芝生エリアの表層から回収した除去土壌を, あらかじめ 4.75mm 篩いを通過させ, 粗大な土壌粒子や植物根などを除去したものを使用した。表1に供試土壌の性状を示す。細粒分含有率(0.075mm 以下)は 15.8 %で砂分主体の土壌であったが, 粒度区分ごとの放射能濃度が砂分などでも比較的高濃度であり, 通常分級洗浄技術に適さない土壌であった。強熱減量も, 砂分を含めた幅広い粒度で高く, 微細な有機物の存在が影響していると考えられる。実際に目視でも微細な未分解有機物を確認した。

表 1 供試土壌の性状

		放射能濃度 (Bq/kg-dry)	重量比率 (%)	強熱減量 (%)
全体		21,300	100	8.5
粒度 区分	0.075mm 以下	55,100	15.8	15.4
	0.075~0.106 mm	27,800	4.1	13.8
	0.106~0.25 mm	21,800	13.0	11.8
	0.25~0.425 mm	13,600	10.6	7.7
	0.425~0.85 mm	10,700	14.7	8.0
	0.85~2 mm	9,800	28.6	3.8
	2mm 以上	14,500	13.1	4.2

#### 2.2 室内洗浄試験

容量 1L のガラスビーカーに土壌 150g(湿重)と所定濃度の KOH 溶液 600mL および条件によっては助剤(過酸化水素; H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)を添加し, ジャーテスターを用いて 200rpm の回転速度で所定時間攪拌した。攪拌洗浄が完了した土壌スラリーは, 目開き 0.075mm の篩いを使用し, 残留分を回収粗粒分として放射能濃度, 重量, 含水率, 土壌 pH を測定した。篩い通過後の泥水については, 遠心分離後の上澄液中のアルミニウム(Al), シリカ(Si), 有機物(COD)濃度を測定した。図1 にジャーテスターによる攪拌洗浄状況と篩いによる分級状況を示す。



a) ジャーテスター b) 洗浄後分級状況

図 1 攪拌洗浄および分級の状況

アルカリ材として KOH 濃度を変化させ, 一部のケースは助剤として強熱減量 1g あたり 100 mg の過酸化水素を添加した。また, 分級洗浄との組合せ試験は, 篩い上の粗粒分に対して KOH 濃度 0.02 mol/L で再洗浄を実施した。

キーワード 放射性セシウム, 除去土壌, 減容化, アルカリ溶液, 土壌洗浄

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株)技術センター TEL045-814-7226

### 3. 試験結果

KOH 濃度と 0.075 mm 篩い上残留土壌の放射能濃度の関係を図 2 に示す。破線で示した初期土壌の放射能濃度に対して、水のみで分級洗浄した場合は 12,300 Bq/kg-dry の放射能濃度が残存したが、洗浄溶媒をアルカリに変更することで、より放射能濃度を低減させることが可能であった。回収粗粒分の放射能濃度として 8,000 Bq/kg-dry を目安にすると、KOH のみで 0.5 mol/L、助剤併用で 0.1 mol/L の KOH 濃度が必要であった。

表 2 に、通常の分級洗浄を実施した後の篩い上回収土壌について、再度 0.02 mol/L の希薄な KOH 溶液で洗浄した結果を示す。水洗浄で Cs 濃度低減が不十分な場合に、低濃度の KOH 溶液で再洗浄することで最終的な放射能濃度の低減率を大幅に改善することができた。過去の試験で 0.1 mol/L の KOH 溶液を用いた場合には洗浄後土壌の pH が 11.5 まで上昇したが<sup>3)</sup>、低濃度の KOH 溶液を用いることによって今回の試験における回収土壌の pH も 9.3 あるいは 9.0 となり、pH 値は大きく低下して中性値に近づいた。

アルカリ洗浄により土壌から洗浄液中に溶出する Al, Si, COD の測定結果を土壌含有量に換算した値を表 3 に示す。KOH 濃度 0.02 mol/L のカッコ内は組合せ処理のデータである。Al および Si の溶解量は、アルカリ濃度 0.02 mol/L までは通常の分級洗浄とほぼ同等の溶解量となった。より高濃度の条件では、KOH 濃度 0.1 mol/L と 0.5 mol/L を比較すると、Al や Si の溶解量は大幅に増加している。一方で、図 2 に示した放射能濃度の低減率は若干の増加にとどまった。この結果から、一定濃度以上に KOH 濃度を増加させても、過剰に土壌構成成分が溶解し、Cs 洗浄効果は高くないことが示された。

有機物溶解量の指標として測定した COD 値は、KOH 濃度に応じて増大した。一般に、土壌洗浄工法では、土壌に対して 5 倍程度の洗浄溶媒を使用するが、その場合の洗浄液中の COD 値は表 3 記載の 1/5 の値(mg/L)となる。このことから、KOH 濃度が 0.02 mol/L であれば、洗浄水中の COD 値が一律排水基準 160 mg/L に合致するものと考えられた。

### 4. まとめ

通常の分級洗浄処理のみでは放射性 Cs 濃度を十分に低減できない回収土壌に対して、低濃度の KOH 溶液を用いるアルカリ洗浄処理を補助的に組み合わせることで Cs 濃度の低減率を高めることが可能であり、処理後土壌の pH や洗浄水中の有機物濃度を抑制できることを確認した。

今後は、実規模の処理システムを使用した効果の検証やフィージビリティスタディを実施する予定である。

### 参考文献

- 1) 環境省:中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会(第8回),資料4,2018.3
- 2) 根岸昌範ほか:アルカリ洗浄と分級による除染土壌減容化処理の実用化研究,大成建設技術センター報,第50号,2017
- 3) 中間貯蔵・環境安全事業株式会社:平成28年度除染土壌等の減容等技術実証事業報告書,2017.3

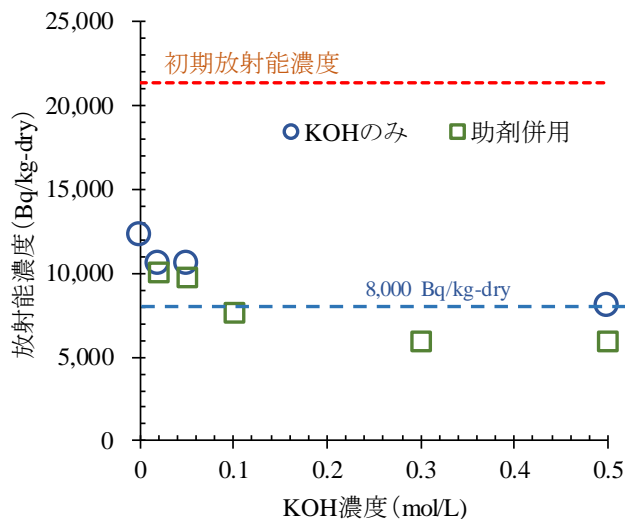


図 2 KOH 濃度と洗浄後土壌の放射能濃度

表 2 分級洗浄とアルカリ洗浄の組合せ使用

土壌区分	放射能濃度 (Bq/kg-dry)	濃度低減率 (%)	土壌pH (-)
初期土壌	19,700	—	—
分級洗浄のみ	12,300	37.6	7.6
再洗浄	0.02M	7,800	60.4
	0.02M+H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	6,720	65.9

表 3 Al, Si, COD の洗浄液中の含有量

KOH濃度 (mol/L)	Al (mg/kg)	Si (mg/kg)	COD (mg/kg)
0(水洗浄)	45	89	136
0.02	67 (54)	61 (82)	630 (440)
0.05	210	120	2,000
0.1	580	360	4,600
0.5	930	510	11,300

※カッコ内は再洗浄での洗浄液データ