

分級洗浄技術を用いた放射能汚染土壌の減容化処理

福島県 磯松 教彦 高橋 英晴
 佐藤工業(株) 正会員 ○鈴木 茂生 辻野 修一
 佐藤工業(株) 正会員 前田 幸男
 佐藤工業(株) 南條 忠文 楠岡 弘康

1. はじめに

原発事故による放射性物質に汚染された 2,000 万 m³ にも及ぶ土壌等の中間貯蔵及び県外最終処分に際し、環境負荷低減を目的とした減容化技術の一つとして分級洗浄処理技術が着目されている。

これまで実証試験等の比較的小さな規模で行われてきた分級洗浄処理であるが、2015 年 10 月に路面清掃に由来する約 300 t の放射能汚染土壌の分級洗浄処理を実施した。本文ではこれまでに例の無いまとまった量の分級洗浄処理について実施結果を報告する。

2. 処理の概要

分級洗浄処理のフローを図 1 に示す。処理設備は骨材製造等に使用される機械設備類を組み合わせ、処理能力を 1t/h として計画した。本処理の特徴は砂の二次洗浄に適用した磨砕洗浄方式に独自技術「渦崩壊洗浄装置」を採用した点である。これは装置内に生成される渦流により砂粒の擦れあう磨砕効果を利用し、一次洗浄のドラムウォッシャーだけでは除去できなかった砂表面の細粒分をさらに取り除くことにより放射能濃度の低減を目的とした高度洗浄装置である。

これらの設備を用いて汚染土を下記の 5 品目に分別・分級した。

- ① 石：粒径 80 mm 以上
- ② 礫：粒径 3～80 mm
- ③ 砂：粒径 0.075～3 mm
- ④ 脱水ケーキ：粒径 0.075 mm 以下
- ⑤ ゴミ・異物：各工程で除去した植物片など

あわせて物質収支の確認のために処理前の汚染土及び処理後の分級物のフレコンバッグ 1 袋毎に図に示す重量・放射能濃度等の物性を測定した。

3. 汚染土の性状と分級洗浄処理の結果

1) 汚染土の性状

処理数量と処理効果の測定結果を表 1 に示す。処理対象土壌の数量は 1m³フレコンバッグに 264 袋、放射能濃度は最大値 20,530 Bq/kg・dry、最小値 309 Bq/kg・dry、平均値 7,508Bq/kg・dry であった。

キーワード 放射能汚染, 減容化, 分級洗浄, 路面清掃土砂, 渦崩壊洗浄

連絡先 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 TEL : 03-3661-2650 FAX : 03-3661-1604



図 1 分級洗浄処理フロー図

表 1 処理数量と処理効果の測定結果

項目	単位	汚染土	分級物					計	
			石	礫	砂	脱水ケーキ	ゴミ・異物		
フレコン数	個	264	8	59	96	75	2	240	
重量	wet	kg	295,758	8,292	81,850	145,347	86,934	586	323,009
	dry	kg	254,075	7,669	69,736	121,757	57,214	295	256,671
表面線量率	wet	Max	1.57	0.14	0.23	0.48	3.31	0.30	
		Min	0.08	0.07	0.07	0.11	0.27	0.22	
		Ave	0.68	0.10	0.16	0.29	1.62	0.26	
放射能濃度	wet	Max	16,070	1,558	2,312	4,442	32,640	21,480	
		Min	247	392	393	609	2,619	11,600	
		Ave	6,584	887	1,073	2,629	16,937	16,540	
	dry	Max	20,530	1,690	2,815	5,229	51,850	33,610	
		Min	309	417	423	781	4,093	26,930	
		Ave	7,508	966	1,253	3,120	25,683	30,270	
洗浄効果		100.0%		16.7%	41.6%	342.1%			
含水率	%	Max	25	12	26	22	40	57	
		Min	6	4	6	6	25	36	
		Ave	14	8	15	16	34	47	

2) 処理の結果

(1) 分級洗浄の効果

表1に示すように、処理前汚染土の放射能濃度平均7,508Bq/kg・dryに対し、礫は1,253Bq/kg・dry(16.7%)、砂は3,120Bq/kg・dry(41.6%)に低減した。一方、脱水ケーキは25,683Bq/kg・dry(342%)となり約3.4倍に放射性物質が濃縮された。限られた工程の中、処理前後の細かな追跡調査が出来なかったため全体の平均値に着目した数値であるが、今回の分級洗浄処理の効果と見る事ができる。

(2) 物質収支

乾燥重量と放射性セシウム(Cs)含有量の物質収支を表2に示す。重量とCs含有量のいずれも処理前後での誤差は1%以内であり、このように高い精度が確保できたのはフレコンバッグ1袋毎の測定による成果と考える。また、乾燥重量では22%の脱水ケーキに75%以上のCsが含まれていることから、細粒分にCsが集約される様子¹⁾が改めて確認できた。

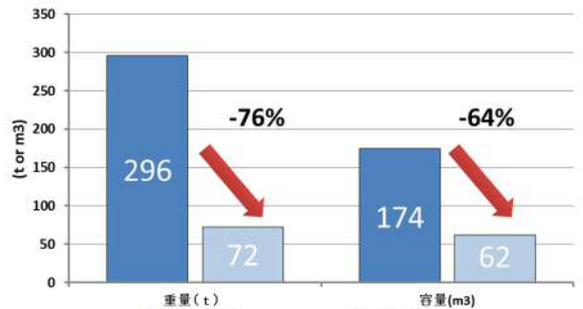
表2 物質収支(乾燥重量とCs含有量)

項目	単位	汚染土	分級物					計
			石	礫	砂	脱水ケーキ	ゴミ・異物	
乾燥重量	kg	254,075	7,669	69,736	121,757	57,214	295	256,671
構成割合			3.0%	27.2%	47.4%	22.3%	0.1%	100.0%
処理前後の比較		100.0%						101.0%
Cs含有量	千Bq	1,979,266	6,623	88,794	384,379	1,472,912	8,819	1,961,527
構成割合			0.3%	4.5%	19.6%	75.1%	0.4%	100.0%
処理前後の比較		100.0%						99.1%

(3) 減容化の効果

本業務の当初計画では3,000Bq/kg・wet以下の分級物は公共工事での再利用を、3,000Bq/kg・wet~8,000Bq/kg・wetの分級物は最終処分場での埋立処分を考えていた。しかし分級物の再利用が困難であったため、結果として全て最終処分場での埋立処分とはなったものの場外へ搬出することができた。一方、8,000Bq/kg・wetを越えた分級物は指定廃棄物として国による処理・処分が行なわれるまで保管場所に仮置きすることになった。

そうした観点から「当初の汚染土」と「仮置きした指定廃棄物」の量に着目しその削減量を減容化効果とすると、重量で-76%、容量に換算すると-64%の減容化を実現した(図2)。



容量への換算は次の単位体積重量を用いた。
汚染土：1.70、脱水ケーキ等：1.15

図2 減容化の効果

(4) 磨砕洗浄の効果

渦崩壊洗浄装置の前後で試料を採取し、粒径ごとの放射能濃度を比較したものを図3に示す。各粒径とも10%程度の低減効果が確認できた。高い磨砕効果は確認できなかったが、本装置は小型のため狭い場所でも容易に導入可能であり、砂の放射能濃度が再利用基準をわずかに上回り高度洗浄工程を追加する場合等に活用することも考えられる。

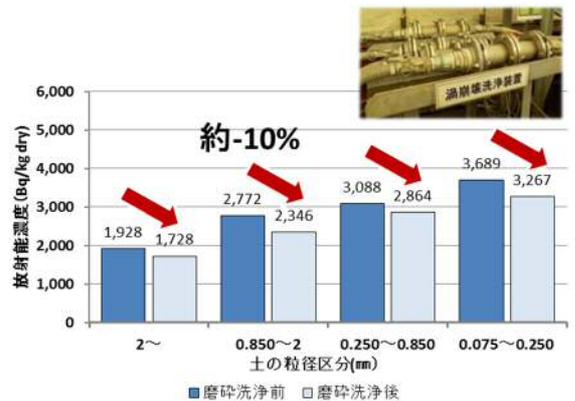


図3 磨砕洗浄の効果

4. おわりに

分級物の放射能濃度低減効果や脱水ケーキへの濃縮状況から、分級洗浄技術が減容化技術として有効であることを再度確認出来た。一方、大量処理に際して汚染土や分級物の物性値測定に係る労力削減や、固結した粘性土の解泥対策など明らかになった検討課題もあるので、これらの知見を活用し今後の汚染土壌減容化を通じて復興に貢献していきたい。

参考文献

- 1) 辻野修一、前田幸男、歌川紀之他 放射能汚染土壌の除染・減容化システムの開発 平成25年度土木学会年次学術講演会