

## 福島県除染技術実証事業結果(その2)

平成24年 3月29日  
生活環境部除染対策課

○ 福島県除染技術実証事業で実地試験を実施する技術として選定した20件の技術のうち、土壌減容化技術(農地を除く)9件について、「福島県除染技術実証事業審査委員会」の意見を踏まえ、各技術の実証結果をとりまとめたものである。

### 土壌の減容化技術(農地を除く)の実地試験結果概要

#### 【まとめ】

- ・ 除染方法の選択に当たっては、除染場所や土質の性状ごとに、効率(時間、コスト)、効果(放射線の低減率、目標線量値の達成度)、除去物の発生量、作業負荷(被ばく線量、労働負荷)などを総合的に判断し、その機能が有効に発揮される使用条件等を勘案のうえ、適切な手法を選定することが重要である。
  - ・ 土壌の減容化の効果は、土壌の性状及び汚染レベル等で変動するものであり、本結果のみで各技術の除染効果を判断できるものではない。また、除染技術は、除染効果に加えて作業の効率、コストなどを総合的に判断すべきものであるが、今回の実証事業では効率やコストを定量的に評価するまでのデータを得ることはできなかった。
  - ・ 土壌の減容化技術の普及に当たっては、除染した土壌の再利用に係る基準の設定が必要である。また、分級・洗浄による減容化技術は概して処理コストが高く、コスト削減の工夫が望まれる。
- 除去表土減容化技術
    - ・ 表土除去の従来工法よりも、除去土壌量を減少させることが確認できた。
  - 分級・洗浄等減容化技術
    - ・ 分級・洗浄等により、放射性物質の含有量が少ない砂分と放射性物質が濃縮された粘土分に分離できることが確認できた。
    - ・ 土壌洗浄後の排水中に含まれる放射性物質は、凝集沈殿等により検出されないレベルまで除去できることが確認できた。

#### 【表土除去減容化技術: 2件】

陰山建設(株)(郡山市)

除染技術の概要	区分 <sup>注1)</sup>	減容率 <sup>注2)</sup>	評価等
○ICT(情報通信技術)施工による汚染土除去技術 ----- ・ICT(情報通信技術)施工により、土地形状に合わせた表土除去を行うことで、発生汚染土壌量を従来工法よりも削減する技術	I	49%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・掘削のための丁張や掘削時の計測作業が不要であり、作業効率が高く、排土板の刃先の改良や重機の小型化などにより、形状に変化のある広い土地の表土除去に有効と考えられる。</li> <li>・ミリメートル単位の精度の高い掘削が可能であるが、重機の走行形跡が残り、整地が必要となる。</li> </ul>

(株)ハイクレイ(埼玉県久喜市)

除染技術の概要	区分 <sup>注1)</sup>	減容率 <sup>注2)</sup>	評価等
○特殊土壌改良材を使用した除去土量削減工法 ----- ・表土を薄くはぎ取った後、下層土壌を特殊土壌改良材と混合することにより、仮置きする土壌量を減容化する技術	I	60%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来工法(表土5cmの除去)と比較して、仮置きする土壌量を減少させることができるものの、今回の実地試験では、表土2cmの深さにほとんどの放射性物質が含まれており、本技術の有効性は確認できなかった。</li> <li>・当該技術は、水を使用しないことから水処理施設が不要であり、使用する機器も比較的少なく、水の調達、冬場における水の凍結等についての懸念がないとともに、比較的少ない作業人員で除染作業を実施することが可能である。</li> </ul>

注1) I : 土壌の除去量を減容化する技術

II : 除去土壌の分離技術(II 1: 水・薬剤による洗浄、II 2: ふるい分け、II 3: 液体と固体の分離)

注2) 従来工法(表土5cm除去)との比較

【分級洗浄等減容化技術：7件】(※1件は公表を辞退)

アース(株)(仙台市)

除染技術の概要	区分 <sup>注1)</sup>	除染率	減量率	評価等
○放射性物質汚染土壌の微粒子除染工法と固化不溶化技術	II 1 II 2 II 3	94%	97%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染率は94%、減量率は97%と、両方とも良好であった。</li> <li>・洗浄水にナノバブル水を使用した。ナノバブル水の効果については、コストとの兼ね合いもあることから、水道水との比較を実施するなど、データを積み重ねることが望まれる。</li> <li>・土壌処理に伴う排水量は0.15m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>であり、今回実地試験を行った技術のうち、最も少ない水量で土壌を処理することができた。</li> </ul>
・汚染土壌を水(ナノバブル水)で洗浄、分級し、発生した泥水を天然成分を原料とした凝集剤で凝集沈殿し、凝集沈殿した汚泥については、固化不溶化した後、飛散防止を図る技術				

川崎重工業(株)(東京都)

除染技術の概要	区分 <sup>注1)</sup>	除染率	減量率	評価等
○新規高性能凝集剤を用いた土壌除染技術	II 1 II 2 II 3	75~92%	72~74%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染率は75~92%、減量率は72~74%であった。</li> <li>・当該技術は、使用する機器等をトラックに積載可能であり、比較的狭いスペースでも稼働できる技術であるが、濃縮汚泥の固液分離に課題がある。</li> <li>・洗浄した土壌であっても放射性物質濃度が高いものがあったが、この理由は、ふるいの分離機能が低下したためと考えられ、改善が望まれる。</li> </ul>
・土壌を土壌攪拌機で洗浄、攪拌するとともに振動ふるいにより分級し、発生した泥水を新規高性能凝集剤により、凝集沈殿処理し、汚泥については石状に固め、飛散を防止する技術				

清水建設(株)(東京都)

除染技術の概要	区分 <sup>注1)</sup>	除染率	減量率	評価等
○スクラビング・フローテーションを用いた分級・洗浄処理による浄化・減容化技術	II 1 II 2 II 3	92~97%	73~81%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染率については、92~97%、減量率については、73~81%であった。</li> <li>・今回の実地試験は、実証機レベルであることから、実機を使用した場合の結果とは異なる場合も考えられる。</li> <li>・洗浄した土壌が、1,000(Bq/kg<sub>乾</sub>)を超えるものがあり、さらなる低減化が望まれる。</li> </ul>
・土壌を篩い、サイクロンで分級した後、スクラビング(擦りもみ洗い)とフローテーションによる洗浄によって浄化効果を高める技術				

西松建設(株)(東京都)

除染技術の概要	区分 <sup>注1)</sup>	除染率	減量率	評価等
○アトリッション分級洗浄と高性能フローテーションを併用した放射性セシウム汚染土壌の除染・減容化技術	II 1 II 2 II 3	92%	72%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染率は92%、減量率は72%であった。</li> <li>・サイクロンで分級した後の中粒度分(0.02~0.075mm)の土壌を再利用する場合には、分級、洗浄効果をさらに高める必要がある。</li> <li>・今回の実地試験は、実証機レベルであることから、実機を使用した場合の結果とは異なる場合も考えられる。</li> </ul>
・土壌をドラムウォッシャーで湿式摩砕し、サイクロン等で分級した後、フローテーションにより固液分離する技術				

注1) I : 土壌の除去量を減容化する技術

II : 除去土壌の分離技術(II 1: 水・薬剤による洗浄、II 2: ふるい分け、II 3: 液体と固体の分離)

広田雄一(須賀川市)

除染技術の概要	区分 <sup>注1)</sup>	除染率	減量率	評価等
○住宅敷地における砕石砂利及び砂利を含む土壌における高圧洗浄機を使用した分離除染技術	Ⅱ 1 Ⅱ 3	72%	70%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・除染率は72%、減量率は70%と比較的低かった。</li> <li>・高圧洗浄機による洗浄のため、洗浄水の飛散がみられ、汚染の拡散防止対策が必要である。</li> <li>・機器等は容易に製作が可能であり、コンパクトであるが、洗浄方法や凝集沈殿汚泥の固液分離等を改善する必要がある。</li> </ul>
・砕石砂利及び砂利を含む土壌を高圧洗浄機で水洗浄しながら分級し、発生した泥水を凝集沈殿処理する技術				

(社)福島県建設業協会・クマケン工業(株)(福島市、秋田県横手市)

除染技術の概要	区分 <sup>注1)</sup>	除染率	減量率	評価等
○放射性物質用凝集剤を用いた土壌の減容化技術	Ⅱ 1 Ⅱ 2 Ⅱ 3	大容量 96% 小容量 94%	大容量 84% 小容量 81%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大容量の減容化技術では、除染率は96%、減量率は84%であった。</li> <li>・小容量の減容化技術では、除染率は94%、減量率は81%であった。</li> <li>・当該技術は、凝集剤(SSP)により、スムーズに排水の処理を実施することができた。</li> <li>・小容量の減容化技術については、機器がコンパクトで、トラックに積載可能であるが、作業に伴う汚染の拡散に留意する必要がある。</li> </ul>
・土壌を水で洗浄、分級し、発生した泥水を凝集剤(スーパーソリウェルパウダー)で凝集沈殿処理する技術				

三井住友建設(株)(福島市)

除染技術の概要	区分 <sup>注1)</sup>	除染率	減量率	評価等
○放射能汚染土の洗浄による除染、減容化技術	Ⅱ 1 Ⅱ 2 Ⅱ 3	91~93%	79~80%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・放射性物質濃度の異なる2種類の土壌を使用して実地試験を実施したが、除染率は91~93%、減量率は79~80%であった。</li> <li>・しかしながら、洗浄した土壌中の放射性物質濃度は、1,000(Bq/kg 乾)を超える場合もあり、さらなる低減が望まれる。</li> </ul>
・土壌を特殊洗浄剤中で加温、浸け置き後、研磨・分級し、発生した泥水を凝集沈殿処理する技術				

注1) I : 土壌の除去量を減容化する技術

Ⅱ : 除去土壌の分離技術(Ⅱ 1 : 水・薬剤による洗浄、Ⅱ 2 : ふるい分け、Ⅱ 3 : 液体と固体の分離)

土壌減容化実地試験結果一覧

(1) 除去表土減容化技術

実施者名	技術の概要	結果の概要	処理能力
陰山建設株式会社	ICT(情報通信技術)施工により、ミリメートルの単位の設定で土地形状に合わせて表土除去を行う技術である。	従来工法(一律5cm除去)よりも除去土壌量を49%減容化することができた。(マウンド部分の表土除去)	4,720m <sup>2</sup> /日
株式会社ハイクレー	表土の薄層はぎ取り及び残存表層土と特殊土壌改良材の混合覆土を行う技術である。	従来工法(一律5cm除去)よりも除去土壌量を60%減容化することができた。	200m <sup>2</sup> /日(3,000m <sup>2</sup> 以上)

土壌減容化実地試験結果一覧

(2) 分級洗浄等減容化技術

実施者名等	分級・洗浄の方法	特徴	除染率 (%)	減量率 (%)	処理前土壌の濃度 (Bq/kg_乾)	再利用土壌の濃度 (Bq/kg_乾)	再利用土壌の粒径 (mm)	処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	備考
アース株式会社	トロンメル、ドラムスクラパー	ナノバブル水、海藻炭を原料とした吸着凝集沈殿剤	94	97	3,940	255	0.075以上	80	
川崎重工業株式会社	攪拌、フローティング	マイクロバブルによる有機物(草木)の分離、オクラを原料とした凝集沈殿剤	75~92	72~74	29,600	4,420~11,200	0.075以上	10	
清水建設株式会社	サイクロン、スクラッピング、フローテーション	サイクロンで分級した土粒子をスクラッピング(擦りもみ洗い)し、フローテーションで汚染粒子を分離	92~97	73~81	23,700	1,020~2,340	0.063以上	176~528	
西松建設株式会社	ドラムウォッシュャー、サイクロン、フローテーション	土粒子を摩砕し、フローテーションで汚染物質を分離	92	72	7,970	818	0.075以上	240	
広田雄一	高圧水吹き付け	高圧洗浄機を使用した住宅敷地土壌の処理	72	70	19,100	6,220	5以上	0.08	
社団法人福島県建設業協会・クマケン工業株式会社	大型	サンドマスター、高圧シャワー	96	84	7,460	379	0.3以上	40	500m <sup>3</sup> /日も可能
	小型	コンクリートミキサー、ふるい	94	81	4,940	435	0.3以上	1	
三井住友建設株式会社	浸け置き、加温、研磨	浸け置き、研磨処理	91~93	79~80	5,640~11,700	597~1,050	0.075以上	3~4.5	15m <sup>3</sup> /日のプラントを製作中

除染率(%)=(処理前土壌中の放射性物質質量(Bq)-再利用土壌中の放射性物質質量(Bq))/処理前土壌中の放射性物質質量(Bq)×100

減量率(%)=(処理前土壌の乾燥重量(kg)-仮置き土壌の乾燥重量(kg))/処理前土壌の乾燥重量(kg)×100

## 放射性物質用凝集剤を用いた土壌の減容化技術

○ 実施者	福島県建設業協会・クマケン工業株式会社
○ 技術概要	土壌を水で洗浄、分級し、発生した泥水を凝集剤(スーパーソリウエルパウダー)で凝集沈殿処理する技術
○ 試験結果	除染率 94～96% 減量率 81～84% (大容量と住宅地等の2ケースで実地試験を実施した。)
※	除染率(%) = (処理前土壌中の放射性物質質量(Bq) - 再利用土壌中の放射性物質質量(Bq)) / 処理前土壌中の放射性物質質量(Bq) × 100
※	減量率(%) = (処理前土壌の乾燥重量(kg) - 仮置き土壌の乾燥重量(kg)) / 処理前土壌の乾燥重量(kg) × 100

### 1. 除染技術の概要

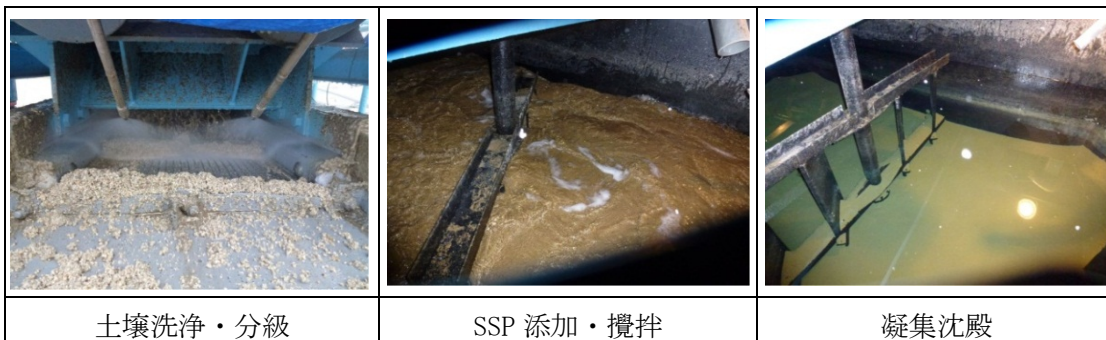
- ・ 土壌を水で洗浄、分級し、発生した泥水を凝集剤(スーパーソリウエルパウダー)で凝集沈殿し、減容化させる技術である。

### 2. 実地試験の概要

- (1) 実施場所 伊達市月舘運動場
- (2) 実施手順 ※ 別紙フロー図参照

#### 【大容量減容化技術】

- ア) 洗浄・分級工程：ラインシューターを用いて土壌に水を加え泥状化させた後、サンドマスターに導入して洗浄・分級を行う。0.3mm以上の洗浄砂が回収される。
- イ) 水処理工程：凝集沈殿処理を行う。凝集沈殿剤はスーパーソリウエルパウダーを使用。
- ウ) 脱水工程：フィルタープレスを用いて凝集物をろ過、脱水する。処理水は循環利用を行う。



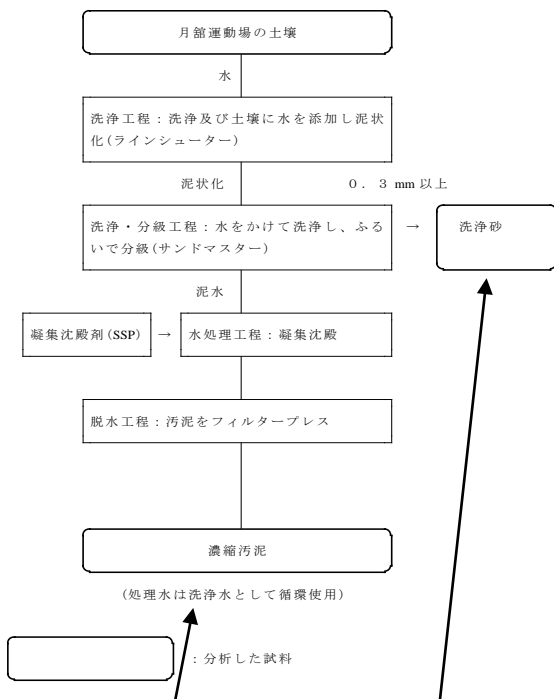
【住宅地等減容化技術】

- ア) 洗浄工程：コンクリートミキサーに土壌及び水を加え、約10分間攪拌を行う。
- イ) 洗浄・分級工程：攪拌洗浄した土壌を0.3mmのふるい上で水洗浄しながら分級を行う。
- ウ) 水処理工程：泥水をバケツに入れ、凝集沈殿処理を行う。凝集沈殿剤はスーパーソリュエルパウダーを使用。
- エ) 脱水工程：凝集物を不織布の袋に入れ、家庭用洗濯機で脱水する。



フロー図

〔大容量〕



〔住宅地等〕

