

平成 2 3 年度

福島県除染技術実証事業

実地試験結果

福島県生活環境部

平成 2 4 年 4 月

本県では、これまで、県民が通学路や住宅などの生活空間の除染を行う際の方法や注意点をまとめた「生活空間における放射線量低減化対策に係る手引き」を作成するとともに、除染計画に基づき市町村等が除染作業を行う際の方法や指標を示した「除染業務に係る技術指針」を作成し、また、大規模な面的除染を進めるための技術やその効果を検証する「面的除染モデル事業」を実施するなど県民や市町村等による取組への技術的な支援を充実強化してきた。

このような中で、優良な除染技術を公募し、県が除染実施前及び実施後の放射線量等を測定し、その結果を公表することなどにより、除染の効果的・効率的な方法を普及させ、今後、本格的に行われる県内各地における除染活動を促進することを目的として、平成23年度に福島県除染技術実証事業を実施した。

本事業では、平成23年11月4日から11月17日にかけて除染技術の公募を行い、除染アドバイザーからなる福島県除染技術実証事業審査委員会により、実地試験を行う技術を選定した。

本実地試験結果は、選定した技術について、各実施者が実施した除染技術の実地試験の結果を、同委員会の意見を踏まえてとりまとめたものである。

# 目 次

I	構造物(屋根・屋上・壁面・底面等)等の除染技術	P 1
1	構造物(屋根・屋上・壁面・底面等)等の除染技術実地試験結果概要	P 2
2	各実施者による実地試験結果個表	P 7
①	特殊ポリマー材を使用した除染技術	P 8
	株式会社EARTH	
②	高圧洗浄及び汚染水の回収技術	P 12
	社団法人福島県ビルメンテナンス協会	
③	特殊除染機械を使用した除染技術	P 16
	陰山建設株式会社	
④	公共施設・通学路等の舗装面及び側溝に係る除染技術(ND-Sシステム)	P 20
	清水建設株式会社・日本道路株式会社共同企業体	
⑤	ドライアイスブラスト及び塗膜剥離剤による家屋の除染技術	P 28
	株式会社千代田テクノ	
⑥	ショットブラスト/研磨機/高圧水洗浄を組み合わせた安全・安心・効果的な 床面除染技術	P 32
	株式会社竹中工務店	
⑦	動画像及びGPSを用いた除染における廃棄物等の管理技術	P 36
	アースデザインインターナショナル株式会社	
⑧	エンジンブローによる芝草等の除染技術	P 40
	有限会社西牧植園	
⑨	放射性物質用凝集剤を用いた除染工法(プール・ため池等汚染水浄化技術)	P 44
	社団法人福島県建設業協会・クマケン工業株式会社	
⑩	モミガラ等を用いた河川水等の除染方法	P 48
	庄建技術株式会社	
II	土壌(農地を除く)の減容化技術	P 51
1	土壌(農地を除く)の減容化技術実地試験結果概要	P 52
2	各実施者による実地試験結果個表	P 57
①	情報通信技術施工による汚染土除去技術	P 58
	陰山建設株式会社	
②	特殊土壌改良材を使用した除去土壌削減工法	P 60
	株式会社ハイクレ	
③	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	P 64
	アース株式会社	
④	新規高性能凝集剤を用いた土壌除染技術	P 68
	川崎重工業株式会社	
⑤	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	P 72
	清水建設株式会社	
⑥	アトリク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	P 76
	西松建設株式会社	
⑦	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	P 80
	広田雄一	
⑧	放射性物質用凝集剤を用いた土壌の減容化技術	P 84
	社団法人福島県建設業協会・クマケン工業株式会社	
⑨	放射能汚染土の洗浄による除染・減容化技術	P 88
	三井住友建設株式会社	





# I 構造物（屋根・屋上・壁面・底面等）の除染技術

# I-1 構造物等の除染技術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、構造物(屋根・屋上・壁面・底面等)などの対象物ごとに、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。
- ・ 各技術の除染効果は、対象物の素材や汚染レベル及び気象条件等により変動し、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、今回の実証では効率やコストを定量的に評価するまでのデータは得られなかった。
- ・ 表面線量の低い壁面の除染や、汚染濃度の低い場所の除染などの試験も行われているが、こうしたケースでは除染効果の適正な確認が困難であった。
- ・ 高圧洗浄による除染に伴う排水中の放射性物質が高濃度になる場合があり、洗浄排水の飛散防止対策及び回収等の必要性が確認された。
- ・ 回収した洗浄排水に含まれた放射性物質は、凝集沈殿により検出されないレベルまで除去できることが確認された。
- ・ ショットブラスト法は、コンクリートなどの除染では一様に高い除染効果が得られており、高い除染効果を必要とする場合には有効な技術である。
- ・ モミガラをフィルターに使ったセシウム汚染水の浄化は安価であり、かつ不要なモミガラの有効利用と広く簡便に使えるという点で、除染に伴う排水や小水路の水等の浄化に有効である。

## 【構造物の除染技術:6件】

(株)EARTH(郡山市)

除染技術の概要	区分	除染対象物	表面線量の減少率	評価等
○特殊ポリマー材を使用した除染技術	I	屋上床面表面 (コンクリート)	81%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 除染に伴う汚染の拡散はなく、2回の作業により一定の除染効果が認められた。</li> <li>・ コストが高いこと及び降雨対策が必要なことから、適用範囲は限定される。</li> <li>・ 廃棄物(剥離した塗膜)の放射性物質濃度が高く、運搬、保管作業時に適切な管理が必要。</li> </ul>
・ジェル状の塗膜剥離剤を使用し、コンクリート等の多孔性の表面及び凹凸や亀裂がある表面を 除染する技術		プール表面 (防水モルタル)	83%	

(社)福島県ビルメンテナンス協会(福島市)

除染技術の概要	区分	除染対象物	表面線量の減少率	評価等
○高圧洗浄及び汚染水の回収技術	II	建物の屋根 (スレート)	55%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 舗装面、屋根ではある程度の除染効果が認められたものの、表面線量が比較的低かった壁の除染効果は低かった。</li> <li>・ 除染に伴う排水はほぼ回収でき、放射性物質を凝集沈殿により検出されないレベルまで除去できたが、処理水と沈殿物を分離する手法の効率に課題がある。</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 構造物を高圧洗浄(洗剤使用)で除染し、排水を回収する技術</li> <li>・ 回収した排水は凝集沈殿処理を行い、処理水を放流する。</li> </ul>		壁面 (タイル)	48%	
		壁面 (スチール板)	44%	
		構内舗装面 (アスファルト)	62%	

I : 塗膜剤を塗布し、剥離することにより除染する技術

II : 水(温水)等を使用する洗浄・回収により除染する技術

III : 専用機器を使用する切削(研磨)・回収により除染する技術

陰山建設(株)(郡山市)

除染技術の概要	区分	除染対象物	表面線量の減少率	評価等
○特殊除染機械を使用した除染技術 ・高圧高温洗浄と同時に排水を吸引できる特殊機械を使用した構造物の除染技術 ・回収した排水は凝集沈殿処理を行い、処理水を放流する。	II	家屋の屋根 (コロニアル葺き)	24%	・インターロッキングの除染では目地の付着物等が除去され、ある程度の効果が認められたものの、屋根及びコンクリート面の効果は低く、表面線量が低かった壁面では効果が認められなかった。 ・除染に伴う洗浄水の飛散はなく、汚染の拡散を防止しながらの除染手法として有効性が認められた。 ・回収された洗浄排水に含まれた放射性物質は、凝集沈殿により検出されないレベルまで除去できたが、処理水と沈殿物を分離する手法の効率に課題がある。
		壁面 (窯業系サイディング)	表面線量の減少がみられなかった。	
		玄関前 (インターロッキング)	56%	
		勝手口 (コンクリート)	41%	
		駐車場 (コンクリート)	34%	

清水建設(株)・日本道路(株)共同企業体(郡山市)

除染技術の概要	区分	除染対象物	表面線量の減少率	評価等
○公共施設・通学路等の舗装面及び側溝に係る除染技術(ND-Sシステム) ・舗装表面等の状況に応じて高圧洗浄・切削・薄層舗装を組み合わせ除染する工法 ・高圧洗浄による洗浄排水は回収し、凝集沈殿、膜ろ過、吸着処理を行い、処理水を放流する。	II、III	歩道 (アスファルト)	平削り 64%	・ショットブラストによるアスファルト舗装面の除染は高い除染効果が認められた。ブラストにより道路表面が荒れるため、薄層舗装と併せての施工は効果的である。 ・高圧洗浄吸引システムによる側溝の除染は高い除染効果があり、回収水も放射性物質を凝集沈殿により検出されないレベルまで除去でき、作業効率の面からも有効性が認められた。 ・切削工法による除染効果は高いものの、切削くずの飛散防止対策が必要である。 ・超高圧洗浄によるアスファルト舗装面の除染は一定の除染効果が認められた。 ・高圧洗浄による車道のアスファルト舗装の除染効果は低かった。
			ショットブラスト 96%	
			切削 58%	
			超高圧洗浄 84%	
			温水超高圧洗浄 88%	
		車道 (アスファルト)	平削り 88%	
			ショットブラスト 95%	
			切削 93%	
			高圧洗浄 45%~38%	
			小学校正門前 (インターロッキング)	
歩道側溝 (コンクリート)	高圧洗浄吸引システム 97%			
車道側溝 (コンクリート)	高圧洗浄吸引システム 100%			

I : 塗膜剤を塗布し、剥離することにより除染する技術

II : 水(温水)等を使用する洗浄・回収により除染する技術

III : 専用機器を使用する切削(研磨)・回収により除染する技術

(株)千代田テクノル(東京都)

除染技術の概要	区分	除染対象物	表面線量の減少率	評価等
○ドライアイスブラスト及び塗膜剥離剤による家屋の除染技術 (ドライアイスブラスト) ドライアイスペレットを吹き付けることにより構造物に付着した汚染物質を除去する工法 (塗膜剥離剤) ジェル状の塗膜剥離剤を使用し、コンクリート等の多孔性の表面及び凹凸や亀裂がある表面を除染する技術	I、II	集会場の屋根 (ガルバリウム鋼板)	ドライアイスブラスト 35%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ドライアイスブラストによる駐車場の除染では、ある程度の除染効果が認められたが、屋根の除染効果は低かった。また、塗膜剥離剤による屋根、駐車場の除染では、ある程度の除染効果が認められたが、表面線量が低かった壁では除染効果が認められなかった。</li> <li>・ドライアイスブラストによる除去物の飛散防止のため、作業現場の隔離養生が必要である。</li> <li>・ドライアイスブラストにより発生した廃棄物(集塵残渣)の放射性物質濃度が高く、運搬、保管作業時に適切な管理が必要。</li> </ul>
		壁面 (サイディングボード)	塗膜剥離剤 表面線量の減少がみられなかった。	
		駐車場 (コンクリート)	ドライアイスブラスト 79%	
			塗膜剥離剤 57%	

(株)竹中工務店技術研究所(千葉県印西市)

除染技術の概要	区分	除染対象物	表面線量の減少率	評価等
○ショットブラスト/研磨機/高圧洗浄を組み合わせた安全・安心・効果的な床面除染技術 ・ショットブラスト、研磨、高圧洗浄を組み合わせた床材の除染技術 ・高圧洗浄による洗浄排水は回収し、凝集沈殿処理を行い処理水を放流する。	II、III	駐車場 (アスファルト)	ショットブラスト 99%	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ショットブラストや研磨による除染は高い効果が認められた。</li> <li>・高圧洗浄でもある程度の除染効果が認められたものの、ショットブラストや研磨との組み合わせによる除染効果の向上は認められなかった。</li> <li>・除染に伴う排水はほぼ回収でき、放射性物質を凝集沈殿とゼオライト通水により検出されないレベルまで除去できた。</li> </ul>
			研磨 98%	
			高圧洗浄 60%	

I : 塗膜剤を塗布し、剥離することにより除染する技術

II : 水(温水)等を使用する洗浄・回収により除染する技術

III : 専用機器を使用する切削(研磨)・回収により除染する技術

【その他の除染技術：4件】

アースデザインインターナショナル(株)(東京都)

除染技術の概要	実施結果	評価等
○動画像及びGPSを用いた除染における廃棄物等の管理技術 ・動画像及びGPSを用いて除染作業及び放射性廃棄物等の取扱いを管理する技術	・動画像及び位置情報を取得できる機器(デジタルカメラ及び携帯電話)を使用して、除染作業及び除染作業に伴い発生した廃棄物等の移動・保管を追行、記録した。 ・除染作業等の動画像を編集し除染作業等の状況を把握した。 ・位置情報を編集し、廃棄物等の運搬経路を確認した。	・一般的に普及している安価な機材を使用するため汎用性がある。 ・除染作業等の動画像や廃棄物の運搬経路を確認することで、除染作業等の管理に活用することができる。

(有)西牧植園(白河市)

除染技術の概要	除染対象物	表面線量の減少率	評価等
○エンジブルマーによる芝草等の除染技術	芝地	53%	・芝地の除染ではある程度の除染効果が認められたが、高圧洗浄と組み合わせたインターロッキングの除染効果は低かった。 ・エンジブルマーは操作が簡便で傾斜や起伏のある地形でも対応でき汎用性が高いことから、ブラシの改良など除染効果を向上させることにより、芝地等の除染技術として普及することが期待される。
・エンジブルマー(回転ブラシ)によるサッチ層除去やブラッシングにより芝地や床面を除染する技術	歩道 (インターロッキング)	30%	

(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	除染対象物	水の放射性セシウム濃度分析結果	評価等
○放射性物質用凝集剤を用いた除染工法(プール・ため池等汚染水浄化技術) ・凝集剤(スーパーソリウエルパウダー)を使用した凝集沈殿により放射性物質を含む水を処理する技術	防火貯水槽に貯留された放射性物質を含む水	(除染前) 26,900 Bq/L ~ 不検出 ※防火貯水槽の深度別に分析  (除染後) 不検出	・凝集沈殿により放射性物質が検出されないレベルまで除去できることが認められた。 ・実証機器は可搬型であり、プールや貯水槽等の汚染水処理に適用が可能である。

庄建技術(株)(南相馬市)

除染技術の概要	除染対象物	水の放射性セシウム濃度分析結果	評価等
○モミガラ等を用いた河川水等の除染方法 ・流水中の放射性物質を含んだ微粒子をモミガラに吸着させることで、水の放射性物質を低減させる技術	水路を流れる水 ※水路の水を攪拌し、水を若干濁らせて実験した	[高濃度] 除去率 93% (除染前) 52,500 Bq/L (除染後) 3,590 Bq/L  [低濃度] 除去率 66 ~ 93% (除染前) 10.34 Bq/L ~  0.917 Bq/L (除染後) 3.65 Bq/L ~ 不検出	・モミガラによる吸着により放射性物質の高い除去効果が認められた。 ・吸着材として安価であり、機材を工夫することにより除染に伴う排水や小水路の水の処理等に広く適用が可能である。



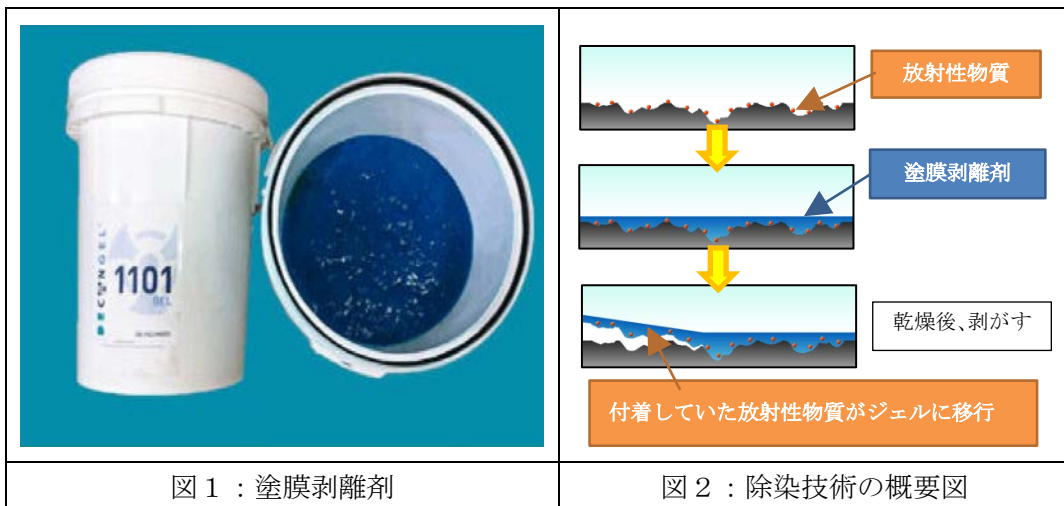
## I - 2 各実施者による実地試験結果個表

## ①特殊ポリマー材を使用した除染技術

- 実施者 株式会社 EARTH
  - 技術概要 ジェル状の塗膜剥離剤を使用し、コンクリート等の多孔性の表面及び凹凸や亀裂がある表面を効果的に除染する技術
  - 試験対象 コンクリート及び防水モルタル
  - 試験方法 各試験対象 5m<sup>2</sup>に塗膜剥離材を塗布、乾燥、剥離の工程を2回実施
  - 試験結果
    - ・ 高圧洗浄及びブラシ洗浄では線量が下がりにくいコンクリート及び防水モルタル（一部剥がれている部分を含む）で試験したところ、減少率※はそれぞれ 81%、70%であった。
    - ・ 表面が円滑で汚染が少ない防水モルタルで試験したところ、減少率は 83%であった。
    - ・ 除染に伴う汚染の拡散はなかった。
- ※ 減少率(%) = { (除染前の表面線量(cpm) - (除染後の表面線量(cpm))) / (除染前の表面線量(cpm)) × 100

### 1. 除染技術の概要

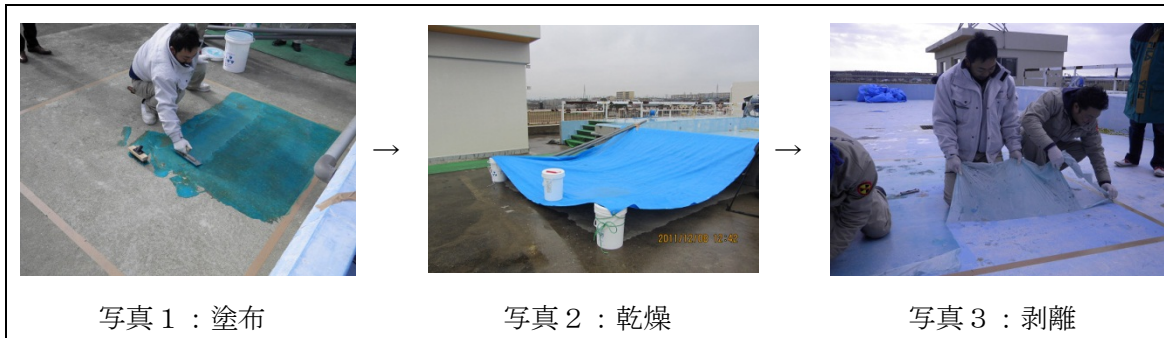
- ・ ジェル状の塗膜剥離剤を塗布し、乾燥、剥離させることにより、構造物の表面に付着した放射性物質を除去する技術
- ・ 放射性物質は塗膜剥離材に取り込まれるため、除染に伴う汚染の拡散が防止される。





## 2. 実地試験の概要

- (1) 実施場所 郡山市内の幼稚園
- (2) 試験対象 屋上床面表面（コンクリート）及びプール表面（防水モルタル）  
 ※ 既に高圧洗浄及びデッキブラシで洗浄した面で試験  
 ※ 試験対象面積はともに5m<sup>2</sup>
- (3) 試験方法 塗布 → 乾燥 → 剥離  
 ※ 通常この工程を2回実施する。今回の実証でも2回実施した。
- ア) 塗 布：コテを使用して塗膜剥離材を塗布する。その後、雨を防ぐためシート等で養生を行う（雨水により塗膜剥離材が溶けることを防ぐ）。
- イ) 乾 燥：乾燥時間は気象条件によって異なり、夏場は約半日、冬場は約1日～2日程度必要となる。今回の試験では2日間乾燥した。
- ウ) 剥 離：乾燥・固化した塗膜剥離材を手作業で剥がす。



## 3. 試験結果

- (1) 線量測定結果及び放射性セシウム濃度分析結果は下表のとおり。

表1 除染前後の線量測定結果

試験対象	測定方法	除染前		除染後	減少率		除染後	減少率
				(1回目)	(1回目)		(2回目)	(2回目)
コンクリート	表面線量(cpm)	435	→	136	69%	→	84	81%
	表面の空間線量率(μSv/h)	0.36		0.19			0.15	
防水モルタル (剥がれ含む)	表面線量(cpm)	690	→	283	59%	→	207	70%
	表面の空間線量率(μSv/h)	0.48		0.28			0.22	
防水モルタル	表面線量(cpm)	108	→	45	58%	→	18	83%
	表面の空間線量率(μSv/h)	0.13		0.10			0.08	

※ 対象面から1cm離し、鉛遮蔽して測定(鉛厚さ14mm)

※ 表面線量は、測定値からバックグラウンド値(80cpm)を差し引いた値

※ 減少率 = (除染前 - 除染後) / 除染前 × 100

表2 剥離した塗膜の放射性セシウム濃度分析結果

		放射性セシウム濃度 (Bq/kg)			発生量 (kg)
		<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs + <sup>137</sup> Cs	
コンクリート	剥離 1 回目	167,000	204,000	371,000	1.25
	剥離 2 回目	44,900	56,300	101,200	1.25
防水モルタル	剥離 1 回目	121,000	150,000	271,000	1.25
	剥離 2 回目	34,400	42,000	76,400	1.25

※ ゲルマニウム半導体検出器を使用

(2) 試験対象合計 10m<sup>2</sup> で、ジェルの塗布を 2 回行った今回の実地試験では、塗膜剥離材を 20kg 塗布し、乾燥、剥離後の廃棄物が 5kg 発生した。塗膜剥離材を 1m<sup>2</sup> あたり 2kg 使用し、0.5kg の廃棄物が発生する計算となる。

#### 4. 評価等

- ・ 除染に伴う汚染の拡散はなく、2 回の作業により一定の除染効果が認められた。
- ・ コストが高いこと及び降雨対策が必要なことから、適用範囲は限定される。
- ・ 廃棄物（剥離した塗膜）の放射性物質濃度が高く、運搬、保管作業時に適切な管理が必要。



## ②高圧洗浄及び汚染水の回収技術

- 実施者 社団法人福島県ビルメンテナンス協会
  - 技術概要 構造物を高圧洗浄で除染し、排水を回収する技術
  - 試験対象 建物の屋根（スレート）、壁面（タイル、スチール板）及び構内舗装面（アスファルト）
  - 試験方法 屋根及び壁面は洗剤を散布後高圧洗浄、構内は高圧洗浄を実施。排水はバキュームで回収し凝集沈殿処理を実施
  - 試験結果
    - ・ 建物の屋根及び構内舗装面の表面線量の減少率※は、それぞれ 55%、62%であった。
    - ・ 比較的除染前の線量が低い壁面の減少率は、タイル 48%及びスチール板 44%であった。
    - ・ 除染に伴う排水はバキュームでほぼ回収でき、下流域への汚染拡散を防いだ。
    - ・ 回収した排水は凝集沈殿処理を行い、処理水から放射性物質が検出されないことを確認してから排水した。
- ※ 減少率(%) = { (除染前の表面線量(cpm)) - (除染後の表面線量(cpm)) } / (除染前の表面線量(cpm)) × 100

### 1. 除染技術の概要

- ・ 建物及び構内を洗剤（オレンジオイル配合）散布・高圧洗浄を行い、排水はバキュームで回収し下流域への汚染拡散を防止する。
- ・ 回収した排水は凝集沈殿剤を加えて処理水と汚泥を分離する。処理水は放流し、汚泥は適切な方法で保管する。

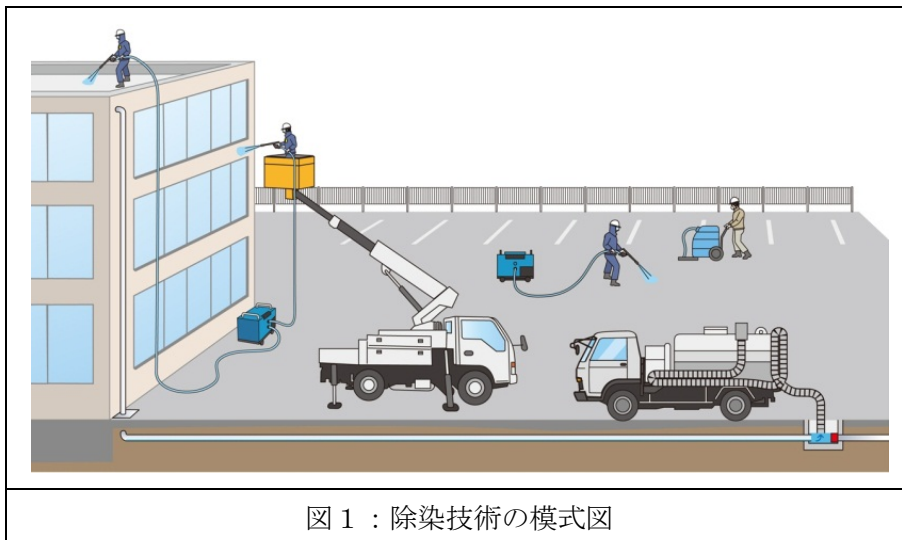


図 1：除染技術の模式図

## 2. 実地試験の概要

(1) 実施場所 福島市内の事業所

(2) 試験対象 屋根(スレート)、壁面(タイル、スチール板)及び構内舗装面(アスファルト)

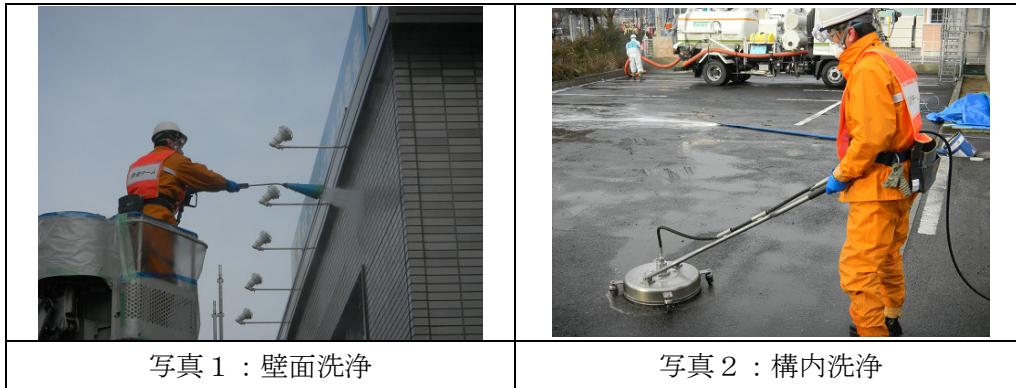
	屋根	壁面	構内
面積(m <sup>2</sup> )	272.53	544.21	906.84

(3) 試験方法 屋根洗浄 → 壁面洗浄 → 構内洗浄 → 排水処理

ア) 屋根洗浄：洗剤散布・高圧洗浄を行う。排水は雨樋を通して敷地内の集水マスに集まり、そこでバキュームを用いて回収。

イ) 壁面洗浄：高所作業車を用いて洗剤散布・高圧洗浄を行う。排水はバキュームを用いて回収。

ウ) 構内洗浄：高圧洗浄を行う。排水はバキュームを用いて回収。



エ) 排水処理：回収した排水を凝集沈殿で処理し、汚泥を土壌と混合・固化し、コンクリートボックスに入れる。



【局所的に線量の高い部分の状況】



写真5：雨樋ドレイン



写真6：集水マス

### 3. 試験結果

(1) 線量測定結果及び放射性セシウム濃度分析結果は下表のとおり

表1 除染前後の線量測定結果

試験対象	測定方法	除染前		除染後	減少率
建物の屋根 (スレート)	表面線量(cpm)	569	→	256	55%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	0.17		0.16	
事務所壁面 (タイル)	表面線量(cpm)	62	→	32	48%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	0.13		0.08	
倉庫壁面 (スチール板)	表面線量(cpm)	86	→	48	44%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	0.17		0.15	
構内舗装面 (アスファルト)	表面線量(cpm)	2,502	→	949	62%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	0.53		0.25	

※ 対象面から1cm離し、鉛遮蔽して測定(鉛厚さ10mm)

※ 表面線量は、測定値からバックグラウンド値(80cpm)を差し引いた値

※ 減少率 = (除染前 - 除染後) / 除染前 × 100

表2 局所的に線量の高い部分における除染前後の線量測定結果

試験対象	測定方法	除染前		除染後	減少率
雨樋ドレイン	表面線量(cpm)	5,055	→	820	84%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	3.48		0.80	
集水マス	表面線量(cpm)	7,531	→	5,175	31%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	15.56		10.67	

※ 対象面から1cm離し、遮蔽せずに測定

※ 表面線量は、測定値からバックグラウンド値(80cpm)を差し引いた値

※ 減少率 = (除染前 - 除染後) / 除染前 × 100

表3 排水等の放射性セシウム濃度分析結果

試験対象	放射性セシウム濃度(Bq/L または Bq/kg)			発生量(m <sup>3</sup> )
	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs + <sup>137</sup> Cs	
排水(屋根、壁面)	1,450	2,060	3,510	3.5
排水(構内)	7,350	10,500	17,850	
凝集沈殿汚泥	11,200	15,300	26,500	0.6
処理水	ND*	ND*	—	—

※ ゲルマニウム半導体検出器を使用

※ <sup>134</sup>Cs及び<sup>137</sup>Csの検出下限値は10~20Bq/kgの間となるよう測定

### 4. 評価等

- ・ 舗装面、屋根ではある程度の除染効果が認められたものの、表面線量が比較的低下した壁の除染効果は低かった。
- ・ 除染に伴う排水はほぼ回収でき、放射性物質を凝集沈殿により検出されないレベルまで除去できたが、処理水と沈殿物を分離する手法の効率に課題がある。





### ③特殊除染機械を使用した除染技術

- 実施者 陰山建設株式会社
  - 技術概要 高圧高温洗浄と同時に排水を吸引できる特殊機械を使用した構造物の除染技術
  - 試験対象 家屋の屋根(コロニアル葺き)、壁面(窯業系サイディング)、玄関前(インターロッキング)、勝手口前(コンクリート)及び駐車場(コンクリート)
  - 試験方法 特殊機械を使用して高圧高温洗浄・排水吸引を実施。回収した排水は凝集沈殿処理
  - 試験結果
    - ・ 屋根、勝手口前、駐車場及び玄関前の表面線量の減少率※は、それぞれ 24%、41%、34%、56%であった。
    - ・ 除染に伴う排水をほぼ全て回収し、下流域への流出を防止した。
    - ・ 表面線量が低かった壁面では効果が認められなかった。
    - ・ 回収した排水は凝集沈殿処理を行い、処理水から放射性物質が検出されないことを確認してから排水した。
- ※ 減少率(%) = { (除染前の表面線量(cpm)) - (除染後の表面線量(cpm)) } / (除染前の表面線量(cpm)) × 100

#### 1. 除染技術の概要(吸引除染システム)

- ・ 高圧洗浄(15~20MPa)と同時に排水を吸引し、周囲への汚染拡散を防止する。
- ・ 温水を使用することで、除染の効果を高める。
- ・ 洗浄水の吹き出しが除染対象面に近く、洗浄圧力が減衰することを防ぐ
- ・ 回収した排水は凝集沈殿処理にて適切に処理し、下流域への汚染拡散を防止する。

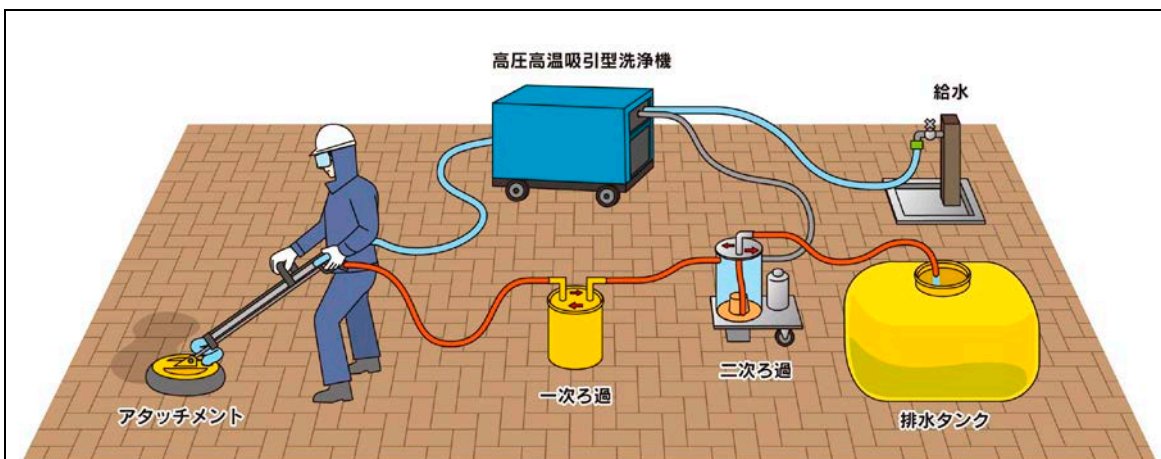


図1：除染技術の概要図



## 2. 実地試験の概要

- (1) 実施場所 福島市内の戸建て住宅
- (2) 試験対象 家屋の屋根(コロニアル葺き)、壁面(窯業系サイディング)、玄関前(インターロッキング)、勝手口前(コンクリート)及び駐車場(コンクリート)
- (3) 試験方法 建物洗浄(屋根、壁面) → 構内洗浄(勝手口、駐車場、玄関前) → 排水処理
- ア) 建物洗浄：足場を組み、屋根、壁面の順で洗浄を実施。洗浄アタッチメントを面に押し当て洗浄・排水吸引を同時に行うことで、汚染拡散を防ぐ。
- イ) 構内洗浄：足場解体後、玄関のインターロッキング及び駐車場、勝手口前のコンクリートを洗浄。



写真1：屋根洗浄



写真2：駐車場洗浄

ウ) 排水処理：回収した排水はポリタンクに貯留し、そこに凝集沈殿剤を加え、沈殿分離を行い、汚泥は敷地内に保管、処理水は放流。

## 3. 試験結果

- (1) 線量測定結果及び放射性セシウム濃度分析結果は下表のとおり

表1 除染前後の線量測定結果

試験対象	測定方法	除染前		除染後	減少率
家屋の屋根 (コロニアル葺き)	表面線量(cpm)	1,827	→	1,389	24%
	表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.33		0.28	
壁面 (窯業系サイディング)	表面線量(cpm)	20	→	22	減少せず
	表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.07		0.08	
玄関前 (インターロッキング)	表面線量(cpm)	2,960	→	1,312	56%
	表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.73		0.36	
勝手口前 (コンクリート)	表面線量(cpm)	1,186	→	703	41%
	表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.28		0.22	
駐車場 (コンクリート)	表面線量(cpm)	1,767	→	1,162	34%
	表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.34		0.30	

※ 対象面から1cm離し、鉛遮蔽して測定(鉛厚さ10mm)

※ 表面線量は、測定値からバックグラウンド値(80cpm)を差し引いた値

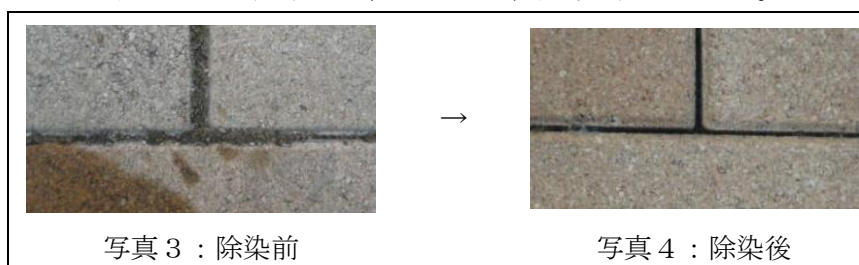
※ 減少率 = (除染前 - 除染後) / 除染前 × 100

表2 排水等の放射性セシウム濃度分析結果

	放射性セシウム濃度 (Bq/L または Bq/kg)			発生量 (m <sup>3</sup> )
	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs + <sup>137</sup> Cs	
排水 (建物洗浄)	4,990	7,120	12,110	0.4
排水 (構内洗浄)	6,070	8,520	14,590	
フィルターで捕捉した残渣	68,900	88,800	157,700	0.005
凝集沈殿汚泥	180,000	231,000	411,000	0.0025
処理水	ND*	ND*	—	—

※ <sup>134</sup>Cs 及び <sup>137</sup>Cs の検出下限値は 10~20Bq/kg の間となるよう測定

(2) インターロッキングの除染では、目地の付着物等が除去された。



#### 4. 評価等

- ・ インターロッキングの除染では目地の付着物等が除去され、ある程度の効果が認められたものの、屋根及びコンクリート面の効果は低く、表面線量が低かった壁面では効果が認められなかった。
- ・ 除染に伴う洗浄水の飛散はなく、汚染の拡散を防止しながらの除染手法として有効性が認められた。
- ・ 回収された洗浄排水に含まれた放射性物質は、凝集沈殿により検出されないレベルまで除去できたが、処理水と沈殿物を分離する手法の効率に課題がある。



#### ④公共施設・通学路等の舗装面及び側溝に係る除染技術

##### (ND-Sシステム)

- 実施者 清水建設株式会社・日本道路株式会社共同企業体
- 技術概要 舗装表面等の状況に応じて高圧洗浄・切削・薄層舗装を組み合わせ効率的・効果的に除染する工法
- 試験対象 歩道（アスファルト、インターロッキング）、側溝及び車道（アスファルト）
- 試験方法 低線量地区及び高線量地区において、除染技術を組み合わせて実施
- 試験結果

##### 低線量地区（空間線量 0.2～0.5 $\mu$ Sv/h）

###### [歩道]

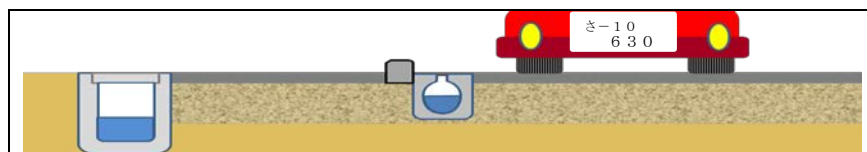
- ・ 研削の3工法（平削り、ショットブラスト及び切削）の表面線量の減少率<sup>※</sup>は、それぞれ64%、96%、及び58%であった。
- ・ 超高圧洗浄では、常温水及び温水を用いて行ったが、表面線量の減少率は、それぞれ84%及び88%で、優位な差は見られなかった。
- ・ 研削及び超高圧洗浄を実施後、薄層舗装を実施したところ、除染前と比較して表面線量の減少率<sup>※</sup>は90%以上となった。

###### [車道]

- ・ 高圧洗浄の表面線量の減少率は38%であった。

###### [側溝]

- ・ 蓋を開けずに施工できる高圧洗浄吸引システムにより歩道及び車道の側溝で実施したところ、表面線量の減少率が97%及び100%であった。



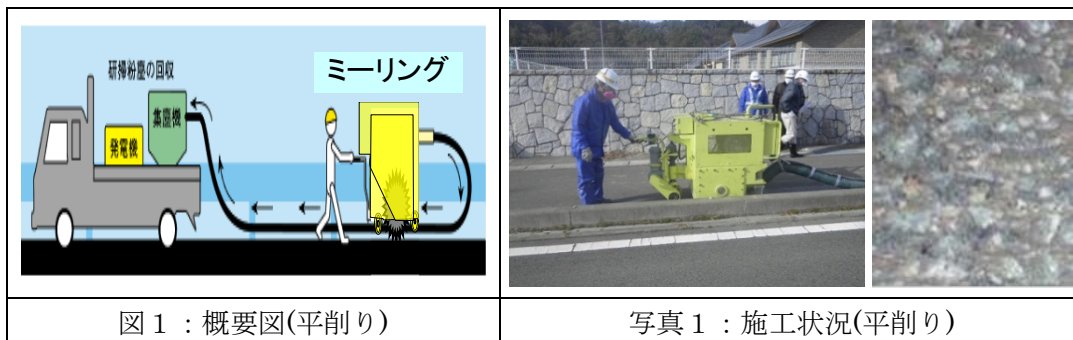
##### 高線量地区（空間線量 2～4 $\mu$ Sv/h）

- ・ 実施した4工法（平削り、ショットブラスト、切削及び高圧洗浄）の表面線量の減少率は、それぞれ88%、95%、93%及び45%であった。
- ・ 研削及び高圧洗浄を実施後、薄層舗装を実施した。研削の3工法では舗装前の除染により表面線量が約90%程度低減してしまっているため、舗装による追加低減の効果はさほどみられなかったが、高圧洗浄の区画では舗装を施工することによる低減の効果が確認された。

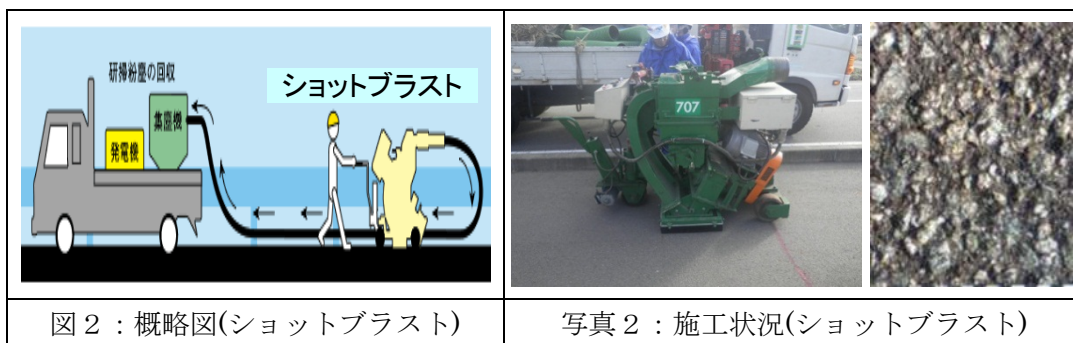
※ 減少率(%) = { (除染前の表面線量(cpm)) - (除染後舗装前または舗装後の表面線量(cpm)) } / (除染前の表面線量(cpm)) × 100

## 1. 除染技術の概要

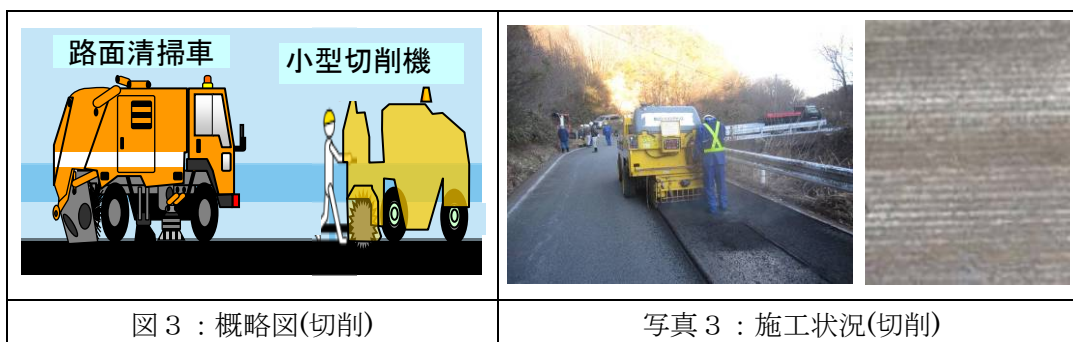
- 平削り（ミーリング法）：ダイヤモンド砥粉を埋め込んだ超硬の刃により、ミリ単位で平らに切削する工法で、切削くずの発生量を大幅に抑制できる。



- ショットブラスト：高速回転する鉄の羽に投射材（ショット玉）を供給し、遠心力によりそれを処理面に打ちつける。その力によって表面を剥離・研掃し、強力な吸引力の集塵機によりショット玉と剥離物を完全回収し、回収したものを磁力でショット玉と切削くずに分離する。

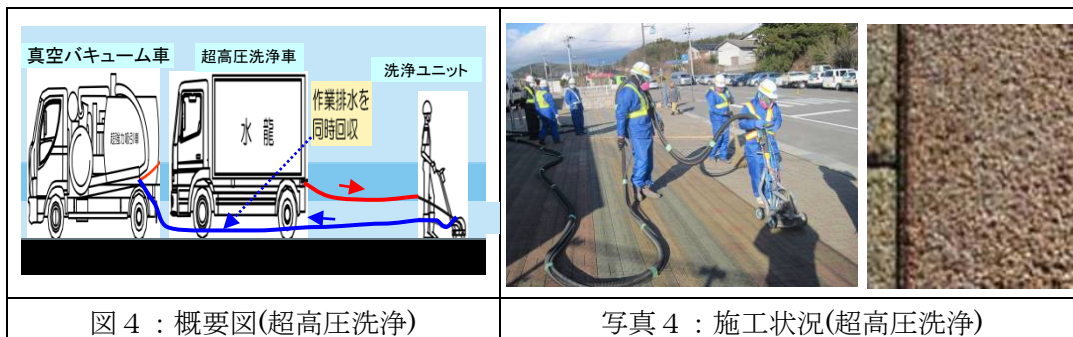


- 切削：ドラム超硬チップにより舗装表面を 4mm～6mm 削る。粉じんが舞い上がらないよう湿潤して行う。

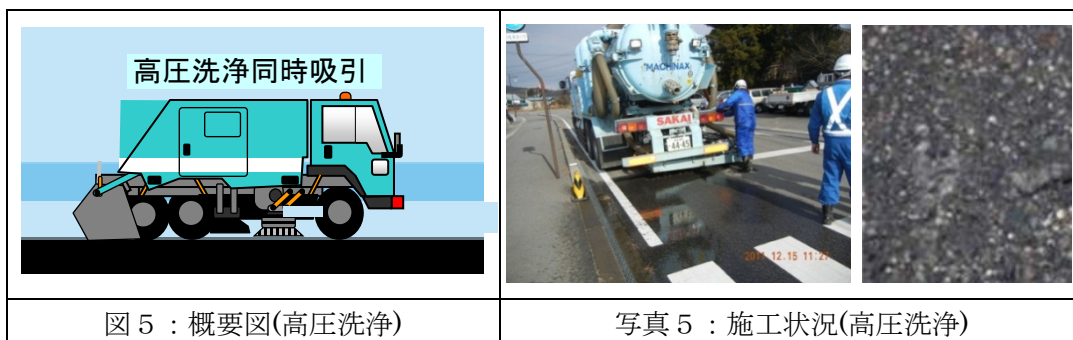




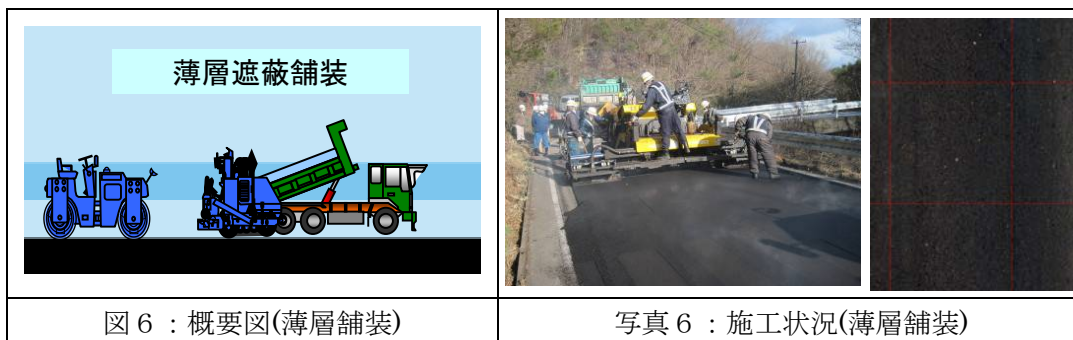
- ・ 超高压水洗净同时吸引式システム（S J - V法）：超高压の洗净水（80～100MPa）を舗装面に喷射し、放射性物質を分離すると同時に汚水を吸引回収する工法。温水（85℃）で施工することもできるが、その場合は水压が低下し 50MPa 程度となる。



- ・ 高压洗净同时吸引：高压の洗净水（2～4Mpa）を舗装面に喷射し、放射性物質を分離すると同時に汚水を吸引回収する。



- ・ 薄層遮蔽舗装：通常のアスファルト舗装厚 50mm に対し、特殊改質剤を使用し 15mm の薄層舗装を既設路面に舗設する技術で、廃棄物の発生量が大幅に縮減できる。高压洗净及び研削後の舗装表面に緻密で平滑な薄層舗装を施工することにより、遮蔽効果が期待できる。更に、クラック、凹凸面への放射性物質の再付着の予防や、除染終了箇所の景観向上も期待できる。



- 道路側溝内高圧洗浄吸引システム：人間が入ることのできない管渠などで一般的に用いられる堆積泥土除去技術を、蓋付道路側溝で用いることにより、蓋の開口を 100m で 1 箇所程度に減らすことができ、作業員の被ばく量を大幅に低減しつつ、蓋を開ける手間を減らし、作業効率を大幅に向上させることができる。

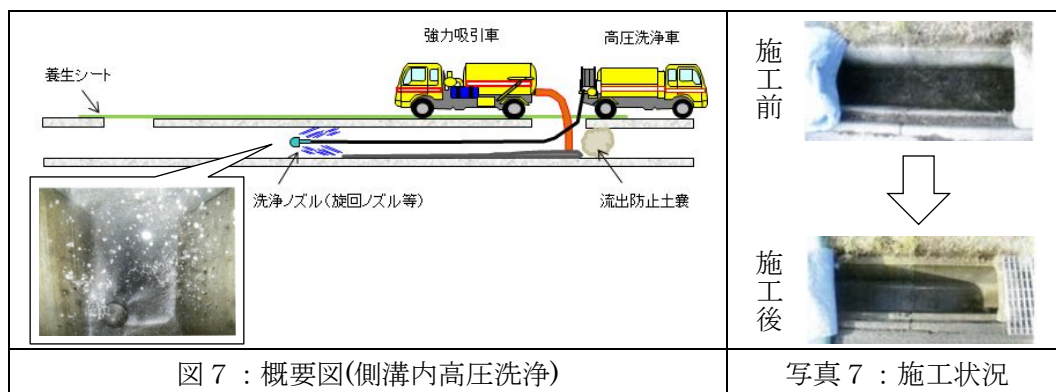


図 7：概要図(側溝内高圧洗浄)

写真 7：施工状況

- 排水処理：回収した全ての排水は一旦水槽(10m<sup>3</sup>)に貯留し、ポンプにて凝集沈殿装置内に連続して送りながら凝集沈殿剤を加え沈殿分離を行う。さらに高度処理として膜ろ過及び吸着処理を実施。

## 2. 各除染技術の比較

工法名	処理能力 (m <sup>2</sup> /日)	長所	短所
平削り	500	廃棄物の発生が少ない。	汎用性が低い。切削後の路面が荒くなる。
ショットブラスト	500	汎用性が高い。 粉じんの発生が少ない。	夏場は使用できない。 切削後の路面破損の恐れ。
切削	500	機械が汎用的である。	粉じん対策が必要。 廃棄物量が多い。
超高压洗浄 (温水使用も含む)	500	周辺環境への負担が少ない。 機械が小型できめ細やかな除染ができる。	排水と汚泥が発生するため、 別途排水処理作業が必要 広範囲には不向き。
高压洗浄	2,000	日施工量が多い。	排水と汚泥が発生するため、 別途排水処理作業が必要
薄層舗装	1,500	放射性物質再付着の予防。 廃棄物が発生しない。 日施工量が多い。	薄層舗装のため、わだち等の 多い道路には不向き。
側溝内高压洗浄	150 (m/日)	蓋を開けず洗浄可能で、効率的である。	排水と汚泥が発生するため、 別途排水処理作業が必要。

### 3. 実地試験の概要

- (1) 実施場所 川内村内の村道（低線量地区及び高線量地区）
- (2) 試験対象 低線量地区 歩道及び車道（アスファルト）、小学校正門前（インターロッキング）、側溝  
高線量地区 車道（アスファルト）
- (3) 試験方法 除染工法を組み合わせる実施

方法	除染工法の組み合わせ	施工箇所	
		低線量地区	高線量地区
研削＋遮蔽	平削り → 薄層舗装	歩道	車道
	ショットブラスト → 薄層舗装	歩道	車道
	切削 → 薄層舗装	歩道	車道
高压洗浄＋遮蔽	超高压洗浄 → 薄層舗装	歩道	—
	温水超高压洗浄 → 薄層舗装	歩道	—
	高压洗浄 → 薄層舗装	—	車道
高压洗浄	超高压洗浄	正門前	—
	高压洗浄	車道・側溝	—

### 4. 試験結果

- (1) 線量測定結果及び放射性セシウム濃度分析結果は下表のとおり。

表 1 低線量地区の除染及び舗装前後の線量測定結果

			除染前		除染後		舗装後		
			表面線量(cpm)	→	表面線量(cpm)	減少率	表面線量(cpm)	減少率	
歩道	平削り + 薄層舗装	表面線量(cpm)	420	→	150	64%	→	29	93%
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.11		0.08			0.07	
	ショットブラスト + 薄層舗装	表面線量(cpm)	575	→	25	96%	→	12	98%
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.13		0.06			0.07	
	切削 + 薄層舗装	表面線量(cpm)	535	→	226	58%	→	23	96%
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.12		0.11			0.08	
超高压洗浄 + 薄層舗装	表面線量(cpm)	255	→	41	84%	→	16	94%	
	表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.09		0.06			0.06		
温水超高压洗浄 + 薄層舗装	表面線量(cpm)	271	→	33	88%	→	5	98%	
	表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.10		0.06			0.07		
正門前	超高压洗浄	表面線量(cpm)	291	→	92	68%			
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.15		0.09				



車道	高压洗浄	表面線量(cpm)	182	→	112	38%	
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.07		0.07		
側溝 (歩道)	高压洗浄	表面線量(cpm)	465	→	14	97%	
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.29		0.06		
側溝 (車道)	高压洗浄	表面線量(cpm)	402	→	0	100%	
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.58		0.05		

※ 対象面から1cm離し、鉛遮蔽して測定(鉛厚さ10mm)

※ 表面線量は、測定値からバックグラウンド値(80cpm)を差し引いた値

※ 減少率 = (除染前 - 除染後舗装前または舗装前) / 除染前 × 100

表2 高線量地区の除染及び舗装前後の線量測定結果

			除染前		除染後 舗装前	減少率		舗装後	減少率
車道	平削り + 薄層舗装	表面線量(cpm)	4,954	→	576	88%	→	129	97%
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.86		0.24			0.24	
	ショットブラスト + 薄層舗装	表面線量(cpm)	5,115	→	245	95%	→	260	95%
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	1.05		0.38			0.36	
	切削 + 薄層舗装	表面線量(cpm)	5,321	→	354	93%	→	170	97%
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.86		0.28			0.24	
高压洗浄 + 薄層舗装	表面線量(cpm)	4,390	→	2,398	45%	→	240	95%	
	表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.93		0.60			0.47		

※ 対象面から1cm離し、鉛遮蔽して測定(鉛厚さ10mm)

※ 表面線量は、測定値からバックグラウンド値(80cpm)を差し引いた値

※ 減少率 = (除染前 - 除染後舗装前または舗装後) / 除染前 × 100

表3 切削くず等の放射性セシウム濃度分析結果

		放射性セシウム濃度(Bq/kg または Bq/L)			発生量 (t)
		$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$	
切削くず (平削り)	低線量	2,600	3,230	5,830	2.6
	高線量	44,300	57,500	101,800	2.5
切削くず (ショットブラスト)	低線量	4,720	6,170	10,890	1.9
	高線量	40,200	52,100	92,300	2.8
切削くず (切削)	低線量	3,770	4,890	8,660	2.8
	高線量	15,900	20,500	36,400	6.2

排水（超高压洗浄）	433	589	1,022	8 (m <sup>3</sup> )
排水（高压洗浄）	1,230	1,660	2,890	
排水（側溝洗浄）	5,610	7,240	12,850	
凝集沈殿汚泥	45,800	58,800	104,600	0.2 (m <sup>3</sup> )
処理水	ND*	ND*	—	—
高度処理水（膜ろ過）	ND*	ND*	—	—
高度処理水（吸着処理）	ND*	ND*	—	—

※ ゲルマニウム半導体検出器を使用

※ <sup>134</sup>Cs 及び <sup>137</sup>Cs の検出下限値が 1Bq/kg 以下となるよう測定。

## 5. 評価等

- ・ ショットブラストによるアスファルト舗装面の除染は高い除染効果が認められた。ブラストにより道路表面が荒れるため、薄層舗装と併せての施工は効果的である。
- ・ 高压洗浄吸引システムによる側溝の除染は高い除染効果があり、回収水も放射性物質を凝集沈殿により検出されないレベルまで除去でき、作業効率の面からも有効性が認められた。
- ・ 研削工法による作業効果は高いものの、切削くずの飛散防止対策が必要である。
- ・ 超高压洗浄によるアスファルト舗装面の除染は一定の除染効果が認められた。
- ・ 高压洗浄による車道のアスファルト舗装の除染効果は低かった。



## ⑤ドライアイスブラスト及び塗膜剥離剤による家屋の除染技術

- 実施者 株式会社千代田テクノル
  - 技術概要 ドライアイスブラスト及び塗膜剥離剤による家屋の除染技術
  - 試験対象 集会場の屋根（ガルバリウム鋼板）、壁面（サイディングボード）及び駐車場（コンクリート）
  - 試験方法 ドライアイスブラストは屋根及び駐車場で実施し、塗膜剥離剤は屋根、壁面及び駐車場で実施した。
  - 試験結果
    - ・ ドライアイスブラストの表面線量の減少率は、屋根で 35%、駐車場で 79%であった。
    - ・ 塗膜剥離剤の表面線量の減少率は、屋根で 64%、駐車場で 57%であった。
    - ・ 表面線量が低かった壁面で塗膜剥離剤を試験したが、除染効果が認められなかった。
    - ・ ブラスト材により剥離された放射性物質は局所排気装置により回収され、汚染の拡散はなかった。ブラスト材のドライアイスは昇華して廃棄物とならなかった。
- ※ 減少率(%) = { (除染前の表面線量(cpm)) - (除染後の表面線量(cpm)) } / (除染前の表面線量(cpm)) × 100

### 1. 除染技術の概要

- ・ ドライアイスブラスト：粒状に成形したドライアイスペレットを空気圧により連続的に吹き付け、付着物質を除去する工法。飛散防止用の養生を行い、局所排気装置によって除去物を回収することで、汚染の拡散を防ぐ。

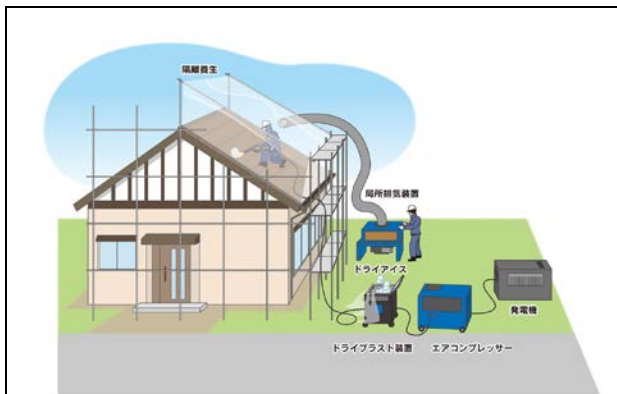


図1：除染技術の概略図

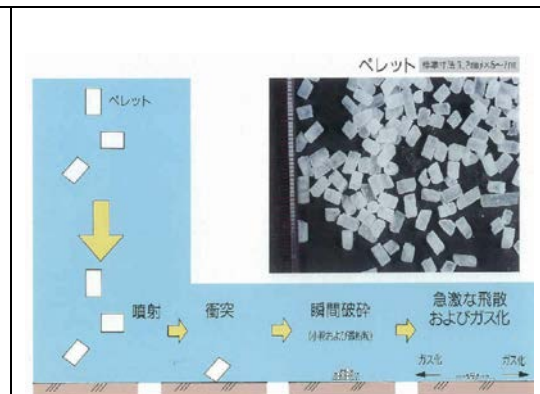


図2：ペレットの挙動概念図

- 塗膜剥離剤：ジェル状の塗膜剥離剤を除染対象物に塗布し、乾燥、剥離させることにより、構造物の表面に付着した放射性物質を除去する技術。

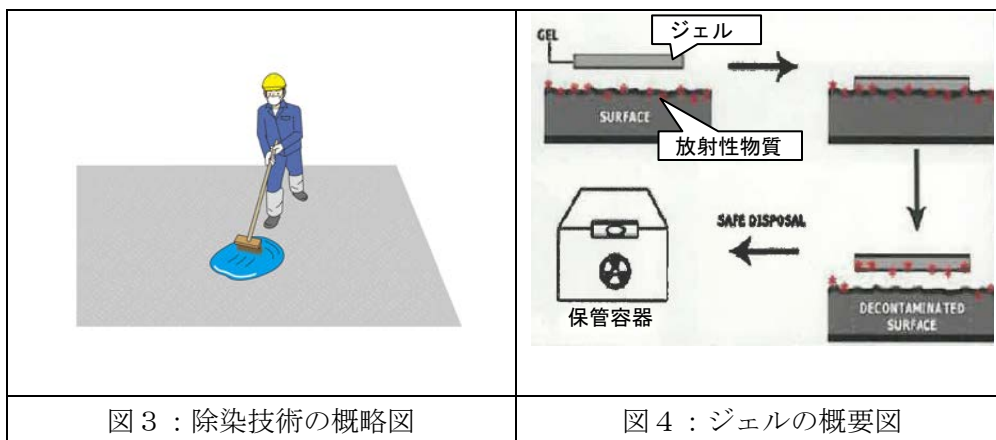


図 3：除染技術の概略図

図 4：ジェルの概要図

## 2. 実地試験の概要

- (1) 実施場所 広野町内の集会場
- (2) 試験対象 屋根（ガルバリウム鋼板）、壁面（サイディングボード）及び駐車場（コンクリート）

表 1 試験対象の面積(m<sup>2</sup>)

	屋根	壁面	駐車場
ドライアイスショットブラスト	3	—	1
塗膜剥離剤	0.12	0.25	1

### (3) 試験方法

ア) ドライアイスブラスト：除去物が拡散しないように隔離養生を行い、養生内でブラストを実施。養生に使用したビニールシート等には除去物が付着しているため、汚染を拡散させないように注意し、解体を行う。

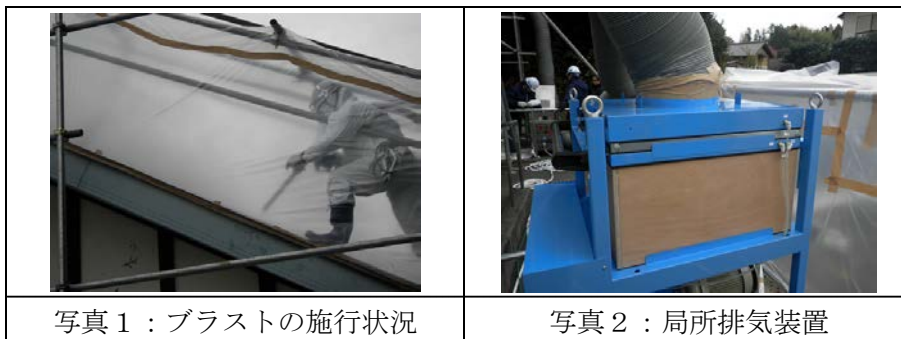
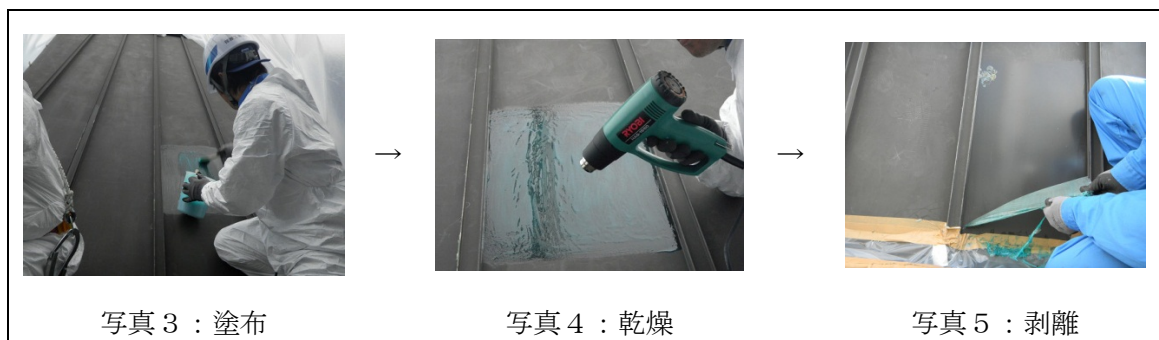


写真 1：ブラストの施行状況

写真 2：局所排気装置

イ) 塗膜剥離剤

- ① ジェルを刷毛等を使用して塗布する。その際にブラシでこすりながらしながら塗布することで、放射性物質が取り込まれやすくなる。
- ② ジェルを剥離させるため乾燥させる（約 24 時間）。条件によって、ドライヤーやヒータを使用することで乾燥時間が早まる。
- ③ 乾燥してフィルム状になったジェルを手作業で剥がす。



3. 試験結果

(1) 線量測定結果及び放射性セシウム濃度分析結果は下表のとおり

表 1 除染前後の線量測定結果

除染対象	方法	測定方法	除染前		除染後	減少率
屋根 (ガルバリウム鋼板)	ドライアイスブラスト	表面線量(cpm)	144	→	93	35%
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.15		0.15	
	塗膜剥離剤	表面線量(cpm)	116	→	42	64%
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.11		0.11	
壁面 (サイディングボード)	塗膜剥離剤	表面線量(cpm)	44	→	49	減少なし
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.09		0.09	
駐車場 (コンクリート)	ドライアイスブラスト	表面線量(cpm)	992	→	208	79%
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.15		0.09	
	塗膜剥離剤	表面線量(cpm)	988	→	422	57%
		表面の空間線量率( $\mu\text{Sv/h}$ )	0.14		0.10	

※ 対象面から 1cm 離し、鉛遮蔽して測定(鉛厚さ 10mm)

※ 表面線量は、測定値からバックグラウンド値(80cpm)を差し引いた値

※ 減少率 = (除染前 - 除染後) / 除染前 × 100

表2 剥離した塗膜等の放射性セシウム濃度分析結果

試験対象	放射性セシウム濃度 (Bq/kg または Bq/L)			発生量 (kg)
	$^{134}\text{Cs}$	$^{137}\text{Cs}$	$^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$	
塗膜剥離剤 (屋根)	8,220	10,280	18,500	0.7
塗膜剥離剤 (壁面)	1,060	1,370	2,430	
塗膜剥離剤 (駐車場)	16,750	20,850	37,600	
集塵残渣	201,000	233,000	434,000	—

※ ゲルマニウム半導体検出器を使用

## 5. 評価等

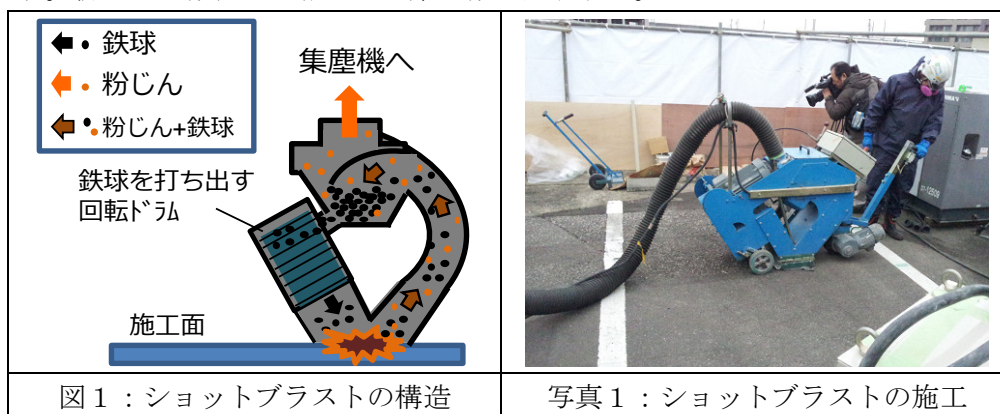
- ・ ドライアイスブラストによる駐車場の除染では、ある程度の除染効果が認められたが屋根の除染効果は低かった。また、塗膜剥離剤による屋根、駐車場の除染では、ある程度の除染効果が認められたが、表面線量が低かった壁では除染効果が認められなかった。
- ・ ドライアイスブラストによる除去物の飛散防止のため、作業現場の隔離養生が必要である。
- ・ ドライアイスブラストにより発生した廃棄物（集塵残渣）の放射性物質濃度が高く、運搬、保管作業時に適切な管理が必要。

## ⑥ショットブラスト/研磨機/高圧水洗浄を組み合わせた安全・安心・効果的な床面除染技術

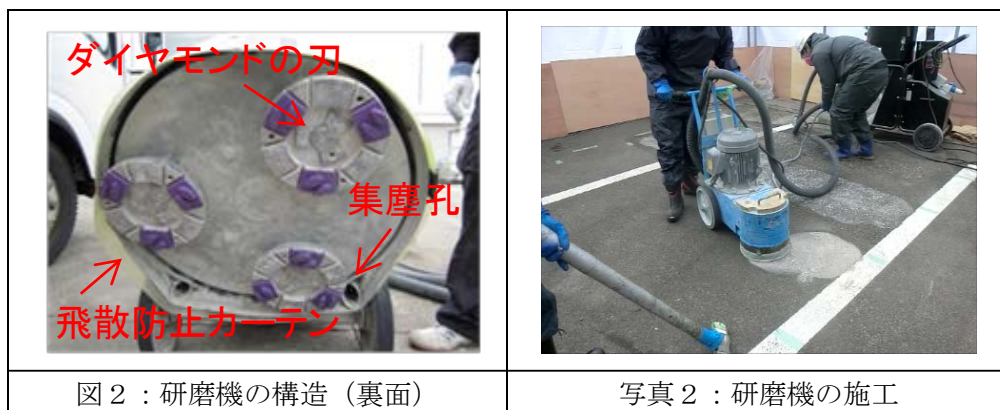
- 実施者 株式会社竹中工務店技術研究所
- 技術概要 アスファルト等の高圧洗浄のみでは除染効果が小さい床材の除染技術
- 試験対象 駐車場（アスファルト）
- 試験方法 ショットブラスト、研磨及び高圧洗浄を組み合わせ実施し効果を検証
- 試験結果
  - ・ ショットブラスト、研磨及び高圧洗浄を単独で施工した場合の表面線量の減少率は、それぞれ 99%、98%及び 60%であった。
  - ・ 研削工法と高圧洗浄の組み合わせによる除去向上の効果は見られなかった。
  - ・ 研削粉じん及び高圧洗浄の排水は回収し、事業所外への汚染の拡散を防止した。

### 1. 除染方法の概要

- ・ ショットブラスト：粒径 1.0～1.5mm の鉄球を高速で打ち付け表層の研削・除去を行う。粉じんは機器に連結された集塵機で回収する。

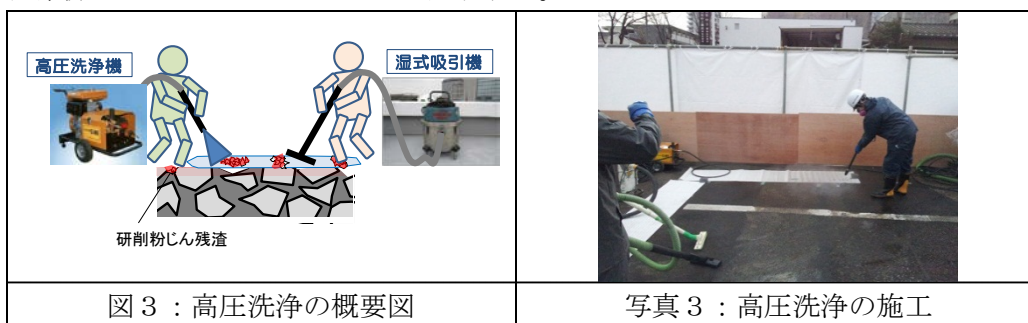


- ・ 研磨：研磨は機械に取り付けられたディスク状の工業用ダイヤを水平方向に高速回転させて表層の研削・除去を行う。粉じんは機器に連結された集塵機及び別途準備した大型粉じん機で回収する。





- ・ 高压洗浄：エンジン式の高压洗浄機（吐出圧：15MPa）を使用して水洗浄を行う。洗浄排水は湿式バキュームにより回収する。



- ・ 排水処理：回収した排水はポリタンクに貯留し、そこに凝集沈殿剤を加え、沈殿分離を行い、汚泥は敷地内に保管、処理水はゼオライト充填カラムをとおして放流。

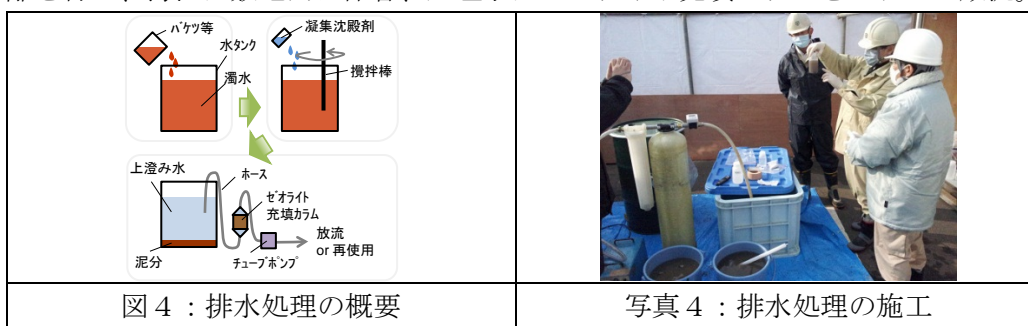


表1 除染技術の特徴

除染技術	特徴
ショットブラスト	○凹凸に合わせて削り取りが可能 ○濡れ面では施工ができない
研磨	○適用範囲が広い（勾配面や細部の研削が可能） ○集塵機が別途必要
高压洗浄	○排水の回収・処理工程が別途必要 ○飛沫が発生する恐れあり

### 3. 実地試験の概要

- (1) 実施場所 事業所の駐車場
- (2) 試験対象 駐車場（アスファルト）
- (3) 試験方法 2.1m<sup>2</sup>に区切った区画ごとに工法を組み合わせて実施

表2 各区画における除染方法の組み合わせ

区画	除染方法
1 区画	ショットブラスト(4mm) → 高压洗浄
2 区画	ショットブラスト(2mm) → 研磨(2mm) → 高压洗浄
3 区画	研磨(4mm) → 高压洗浄
4 区画	高压洗浄

※ 括弧内は研削深度

#### 4. 試験結果

(1) 線量測定結果及び放射性セシウム濃度分析結果は下表のとおり

表3 除染前後の線量測定結果

区画	測定方法	除染前		SB 後	減少率		研磨後	減少率		高圧洗浄後	減少率
1	表面線量(cpm)	884	→	13	99%	→				20	98%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	0.19		0.06						0.06	
2	表面線量(cpm)	416	→	49	88%	→	37	91%	→	13	97%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	0.12		0.05			0.05				
3	表面線量(cpm)	625	→			→	12	98%	→	35	94%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	0.13					0.06			0.05	
4	表面線量(cpm)	947	→			→			→	376	60%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	0.16								0.13	

※ 対象面から1cm離し、鉛遮蔽して測定(鉛厚さ10mm)

※ 表面線量は、測定値からバックグラウンド値(80cpm)を差し引いた値

※ 「SB」:ショットブラスト

※ 減少率 = (除染前 - 除染後) / 除染前 × 100

表4 排水等の放射性セシウム濃度分析結果

	放射性セシウム濃度 (Bq/L または Bq/kg)			発生量 (m <sup>3</sup> )
	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs + <sup>137</sup> Cs	
ショットブラスト粉じん	6,270	8,150	14,420	0.02
研磨粉じん	9,170	12,000	21,170	
高圧洗浄回収排水	594	772	1,366	0.12
凝集沈殿汚泥	27,800	35,600	63,400	0.00025
処理水	ND	ND	—	—

※ <sup>134</sup>Cs 及び <sup>137</sup>Cs の検出下限値が 10~20Bq/kg の間となるよう測定

#### 5. 評価等

- ・ ショットブラストや研磨による除染は高い効果が認められた。
- ・ 高圧洗浄でもある程度の除染効果が認められたものの、ショットブラストや研磨との組み合わせによる除染効果の向上は認められなかった。
- ・ 除染に伴う排水はほぼ回収でき、放射性物質を凝集沈殿+ゼオライト通水により検出されないレベルまで除去できた。



## ⑦動画像及び GPS を用いた除染における廃棄物等の管理技術

○ 実施者	アースデザインインターナショナル株式会社
○ 技術概要	動画像及び GPS を用いて除染作業及び放射性廃棄物等の取扱いを管理する技術
○ 実施方法	動画像及び GPS を用いて除染作業及び放射性廃棄物等の取扱い、移動、保管の過程を追行、記録し、トレーサビリティの有用性、必要性を検討した。
○ 実施結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動画像及び位置情報を取得できる機器（デジタルカメラ及び携帯電話）を使用して除染作業及び除染作業に伴い発生した廃棄物等の移動・保管を追行、記録した。</li> <li>・ 除染作業等の動画像を編集し除染作業等の状況を把握した。</li> <li>・ 位置情報を編集し、廃棄物等の運搬経路を確認した。</li> </ul>

### 1. 技術の概要

- ・ 手軽に使える動画像及び位置情報を取得できる機器（GPS 測位機能付きデジタルカメラ及び携帯電話）を利用し、除染作業および放射性廃棄物等の取扱いを管理する技術。

※ 実施者の保有特許(廃棄物処理状況の管理システム：特許番号 3361802 号)を使用



### 機器の料金比較等

	GPS 測位機能付きデジタルカメラ	GPS 測位機能付き携帯電話
初期費用	2 万円前後	1 万円前後
月額費用	なし	5,000 円前後
その他	<p>動画像を撮影するための機能が充実している。</p> <p>電源を入れているだけで、位置情報を取得することができる。</p>	<p>常に電源を入れているためバッテリーを消費しやすい。</p>

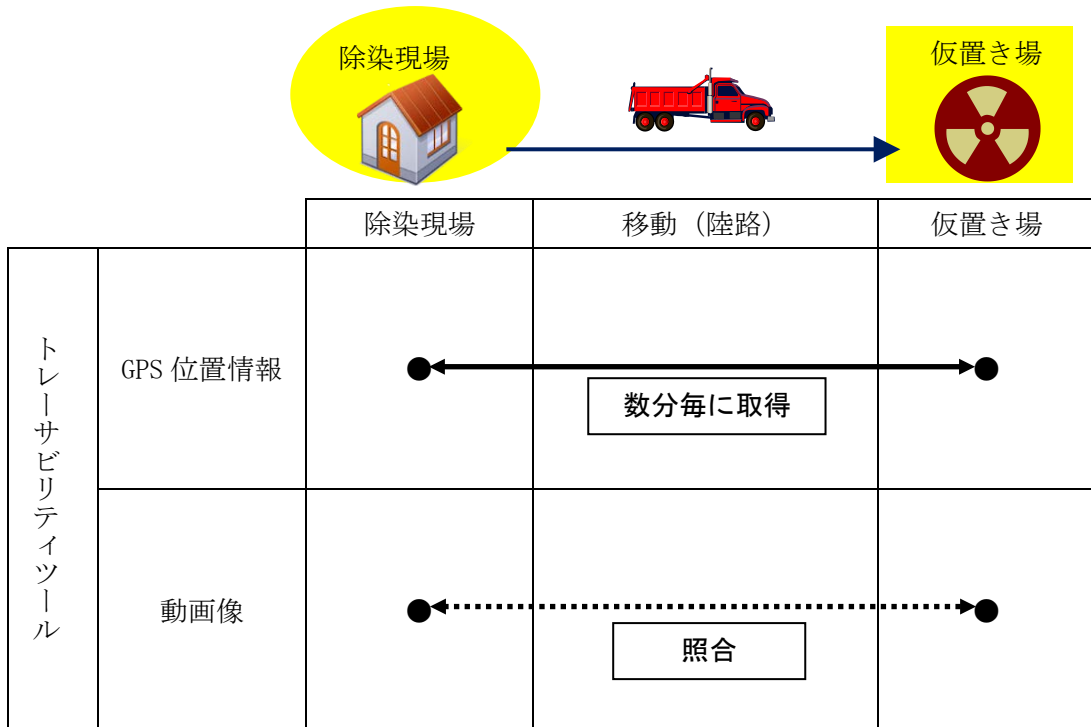
## 2. 実施方法の概要

(1) 実施場所 他技術の实地試験場所

(2) 実施方法

ア) 除染作業等の動画像の収集：除染作業の各工程によって、発生する放射性廃棄物及びその保管状況の動画像を収集。

イ) 放射性廃棄物の運搬経路情報の収集：廃棄物運搬車両の移動経路を確認するために、当該車両に対し運搬経路情報を蓄積するための GPS 測位機（携帯電話）を設置。また、除染現場及び仮置き場の廃棄物の動画像を撮影、記録。



### 3. 実施結果

- 動画像及び位置情報を取得できる機器（デジタルカメラ及び携帯電話）を使用して、除染作業及び除染作業に伴い発生した廃棄物等の移動・保管を追行、記録した。
- 除染作業等の動画像を編集し除染作業等の状況を把握した。
- 位置情報を編集し、廃棄物等の運搬経路を確認した。

運搬経路① 正確な運搬経路



運搬経路② 想定経路を外れた場合



### 4. 評価等

- 一般的に普及している安価な機材を使用するため汎用性がある。
- 除染作業等の動画像や廃棄物の運搬経路を確認することで、除染作業等の管理に活用することができる。



## ⑧エンジンプルマーによる芝草等の除染技術

○ 実施者	有限会社西牧植園
○ 技術概要	エンジンプルマー（回転ブラシ）により芝地や床面を除染する技術
○ 試験対象	芝地及びインターロッキング
○ 試験方法	公園内の芝地及びインターロッキングでエンジンプルマーによるブラッシングを実施
○ 試験結果	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 芝地及びインターロッキングの表面線量の減少率はそれぞれ 53%、30%であった。</li> <li>・ 芝地の除染では、エンジンプルマーを使用することにより、勾配のある面や細部も除染することができた。</li> </ul>
※	減少率(%) = { (除染前の表面線量(cpm)) - (除染後の表面線量(cpm)) } / (除染前の表面線量(cpm)) × 100

### 1. 除染技術の概要

- ・ 芝地については、サッチ層（枯れた芝草、刈りかすの堆積層）の除去をエンジンプルマー（回転ブラシ）により行う。掻き取った除去物をスイーパーにより回収することで、作業効率を向上させる。
- ・ インターロッキングについては、目地に詰まった砂及びコケを、エンジンプルマーでブラッシングして除去する。

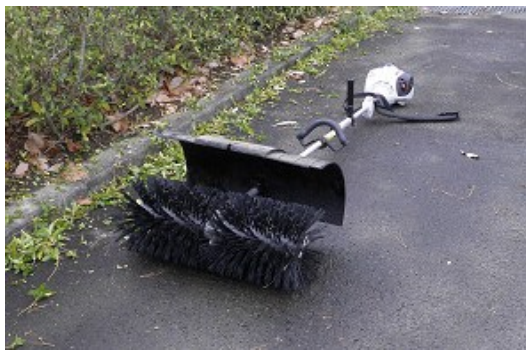


写真1：エンジンプルマー

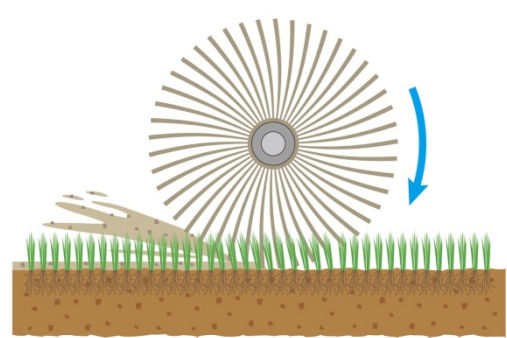


図1：除染技術の概要図（その1）



図2：除染技術の概要図（その2）



表1 除染技術の特徴

除染技術	特徴
エンジブルマー	○適用範囲が広い（勾配面、細部等） ○処理能力は1,000m <sup>2</sup> /日 程度
〈参考〉芝刈り機	○サッチ層の除去ができない。 ○処理能力は10,000m <sup>2</sup> /日 程度
〈参考〉ソッドカッター	○碎石がある場所では施工できない。 ○処理能力は5,000m <sup>2</sup> /日 程度

## 2. 実地試験の概要

- (1) 実施場所 白河市内の公園
- (2) 試験対象 芝地(200m<sup>2</sup>)及びインターロッキング(100m<sup>2</sup>)
- (3) 試験方法

ア) 芝地：エンジブルマーでサッチ層を除去し、発生した除去物をエンジンスーパーで回収。



イ) インターロッキング：5%重層水で高圧洗浄し、目地の汚れを浮かせてから、エンジブルマーでブラッシングを行う。



### 3. 試験結果

(1) 線量測定結果及び放射性セシウム濃度分析結果は下表のとおり

表2 除染前後の線量測定結果

対象	測定方法	除染前		除染後	減少率
芝地	表面線量(cpm)	182	→	86	53%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	0.33		0.18	
インターロッキング	表面線量(cpm)	158	→	111	30%
	表面の空間線量率( $\mu$ Sv/h)	0.24		0.15	

※ 対象面から1cm離し、鉛遮蔽して測定(鉛厚さ14mm)

※ 表面線量は、測定値からバックグラウンド値(80cpm)を差し引いた値

※ 減少率 = (除染前 - 除染後) / 除染前 × 100

表3 除去物等の放射性セシウム濃度分析結果

	放射性セシウム濃度(Bq/kg または Bq/L)			発生量(m <sup>3</sup> )
	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs	
芝草、土壌	26,000	32,600	58,600	0.5
洗浄排水	3,660	4,920	8,580	

※ ゲルマニウム半導体検出器を使用

### 4. 評価等

- ・ 芝地の除染ではある程度の除染効果が認められたが、高圧洗浄と組み合わせたインターロッキングの除染効果は低かった。
- ・ エンジンブルマーは操作が簡便で傾斜や起伏のある地形でも対応でき汎用性が高いことから、ブラシの改良など除染効果を向上させることにより、芝地等の除染技術として普及することが期待される。



### ⑨放射性物質用凝集剤を用いた除染工法（プール・ため池等汚染水浄化技術）

- 実施者 社団法人福島県建設業協会・クマケン工業株式会社
- 技術概要 凝集剤（スーパーソリウエルパウダー）を使用した凝集沈殿により放射性物質を含む水を処理する技術
- 試験対象 防火貯水槽に貯留された放射性物質を含む水
- 試験結果
  - ・ 放射性物質を含む水について凝集沈殿処理をすることで、放射性物質が検出されない処理水と放射性物質が濃縮した沈殿物に分離することができた。
  - ・ 処理水は防火貯水槽に戻し、防火用水として再利用した。

#### 1. 除染技術の概要

- ・ 使用されず貯留されている学校・公共プール施設や、農業用ため池等の放射性物質を含む水について凝集沈殿処理を行い、浄化する技術
- ・ 放射性物質を含む水に凝集剤（スーパーソリウエルパウダー）を加え攪拌し、処理水と放射性物質を含む汚泥に分離する。

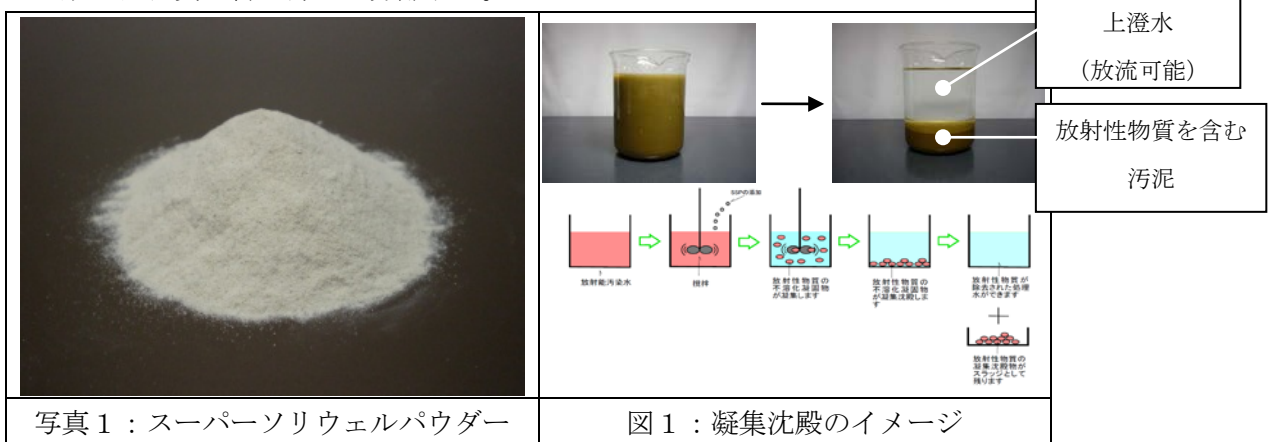


写真1：スーパーソリウエルパウダー

図1：凝集沈殿のイメージ

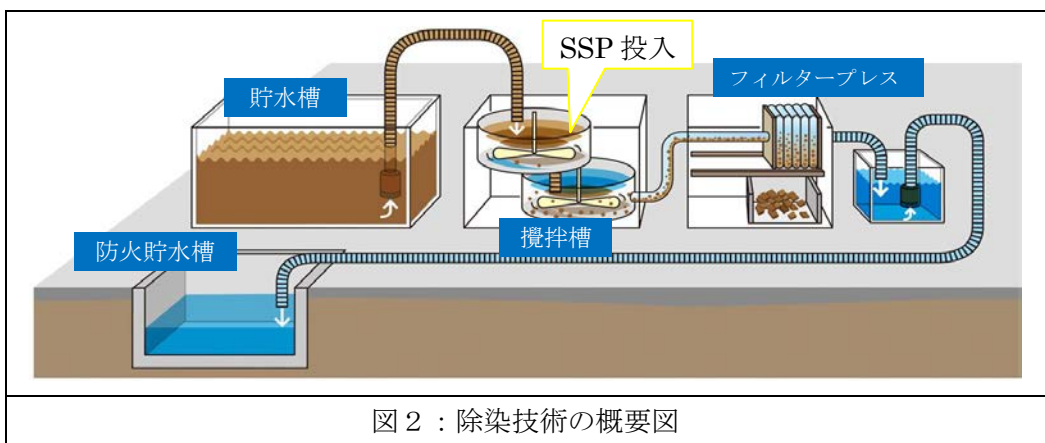
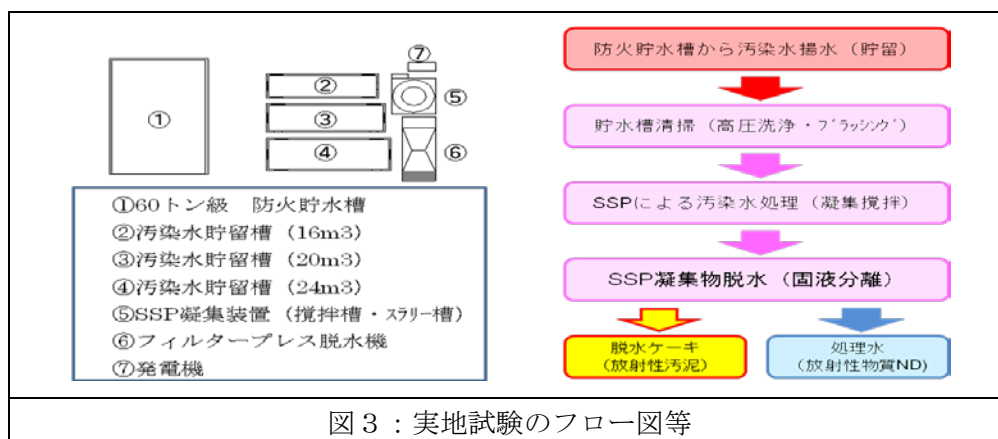


図2：除染技術の概要図

## 2. 実地試験の概要

- (1) 実施場所 福島市内の防火貯水槽（貯水量 60 m<sup>3</sup>）
- (2) 試験対象 防火貯水槽に貯留された放射性物質を含む水
- (3) 試験方法 揚水 → 凝集沈殿処理 → ろ過・脱水



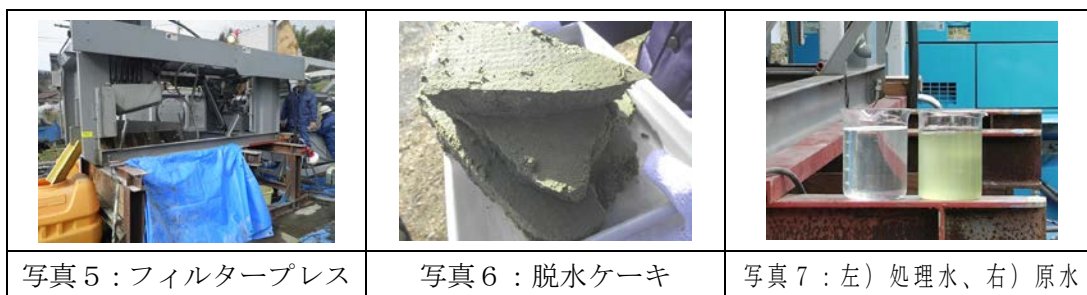
※ 除染対象が防火用水であることから、実証中の火災発生等に対応できるよう、汚染水は全て貯水槽にくみ上げ、消火活動の障害とならないように施工

ア) 揚水：水中ポンプにより貯留水を上層から順々に水をくみあげ、貯水タンクに1槽、2槽、3槽の順に移送

イ) 凝集処理：容量 1m<sup>3</sup> の攪拌槽に貯水タンクから水を移送し、スーパーソリウエルパウダーを水 1m<sup>3</sup> に対し 4kg 加え 5 分間攪拌。



ウ) ろ過・脱水：フィルタプレスで凝集物をろ過し、固液分離を行う。処理水は防火貯水槽に移送。



### 3. 試験結果

(1) 放射性セシウム濃度分析結果は表のとおり

表1 防火貯水槽の深度別放射性セシウム濃度分析結果

深度	放射性セシウム濃度 (Bq/L)		
	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs
40cm	ND	13	13
80cm	ND	ND	ND
120cm	437	678	1, 115
150cm	11, 500	15, 400	26, 900

※ <sup>134</sup>Cs 及び <sup>137</sup>Cs の検出下限値は 10~20Bq/kg の間となるよう測定

※ 防火貯水槽の全深は 160cm

表2 貯水タンク別水処理前後の放射性セシウム濃度分析結果

	放射性セシウム濃度(処理前) (Bq/L)				放射性セシウム濃度(処理後) (Bq/L)		
	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs		<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs
1 槽	ND	ND	ND	→	ND	ND	ND
2 槽	ND	20.1	20.1		ND	ND	ND
3 槽	159	226	385		ND	ND	ND

※ <sup>134</sup>Cs 及び <sup>137</sup>Cs の検出下限値は 10~20Bq/kg の間となるよう測定

表3 脱水ケーキの放射性セシウム濃度分析結果

処理した貯水槽	湿潤状態での放射性セシウム 濃度 (Bq/kg)			含水率 (%)	水分補正後の放射性 セシウム濃度 (Bq/kg)
	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs		<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs
1 槽+3 槽	2, 790	3, 670	6, 460	56. 4	14, 817
2 槽+3 槽	10, 300	13, 100	23, 400	63. 6	64, 285
3 槽	16, 000	20, 600	36, 600	49. 9	73, 053

※ 水分補正後の放射性セシウム濃度 = (湿潤状態での放射性セシウム濃度(Bq/kg))/(1-(含水率(%))/100)

### 4. 評価等

- ・ 凝集沈殿により放射性物質が検出されないレベルまで除去できることが認められた。
- ・ 実証機器は可搬型であり、プールや貯水槽等の汚染水処理に適用が可能である。





## ⑩モミガラ等を用いた河川水等の除染方法

- 実施者 庄建技術株式会社
  - 技術概要 流水中の放射性物質を含んだ微粒子をモミガラに吸着させることで、水の放射性物質を低減させる技術
  - 試験対象 水路を流れる水
  - 試験方法 モミガラ袋を設置した実験水路に水路の水を引き込み、流入する水と通過後の水を採水、分析し効果を検証した。
  - 試験結果
    - ・ モミガラによる水中の放射性セシウム除去率は、高濃度の流入水で93%であった。低濃度の流入水では検出されないか66~99%であった。
- ※ 除去率(%) = [ (処理前の放射性セシウム濃度(μSv/h)) - (処理後の放射性セシウム濃度(μSv/h)) ] / (処理前の放射性セシウム濃度(μSv/h)) × 100

### 1. 除染技術の概要

- ・ ネットに入れたモミガラを水路等に設置して、流水に含有している放射性物質（放射性セシウム）を吸着することで、水の放射性物質を低減させる技術。

### 2. 実地試験の概要

- (1) 実施場所 南相馬市内の水路と田甫
  - ※ 約1km上流にダムがあり、一定の水量が流れている。
- (2) 試験対象 水路を流れる水
- (3) 試験方法
  - ・ 休耕田に作成した実験水路にモミガラ袋を設置し、そこに水路を流れる水を引き込む。実験水路に流入する水と実験水路通過後の水を採水し効果を測定した。
  - ・ 木綿製の専用ネット(5L/袋)にモミガラを詰め込み、3段に分けて水路に設置。各段のモミガラの量は30L、総量は90L(9kg)となった。
  - ・ 実験水路への流入量を5L/分に調整し、1日あたり8時間の通水をおこなった。

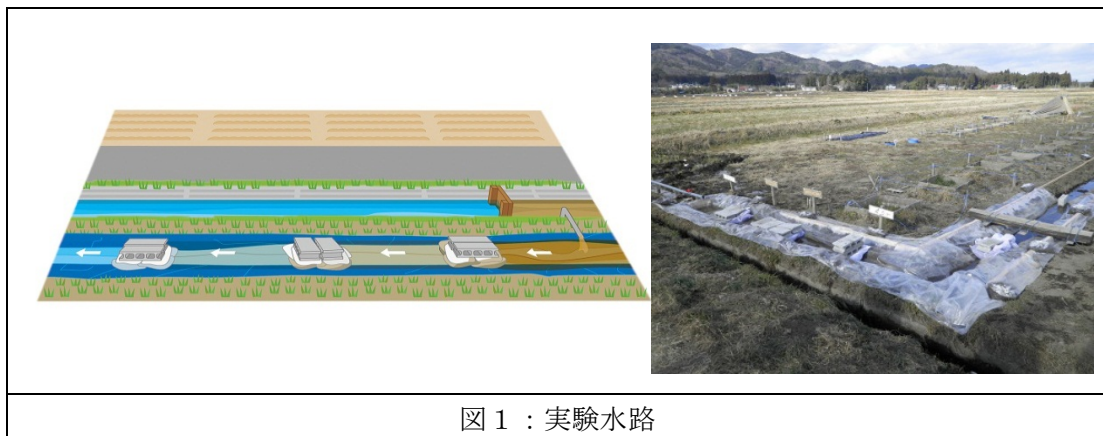






写真1：使用したモミガラ

写真2：モミガラ袋

### 3. 試験結果

(1) 水路の水及びモミガラの放射性セシウム濃度分析結果は表のとおり

表1（除染前後の水路の水の放射性セシウム濃度分析結果）

	実施日	放射性セシウム濃度(処理前) (Bq/L)				放射性セシウム濃度(処理後) (Bq/L)			除去率
		<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs		<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs	
①	12/12	21,900	30,600	52,500	→	1,580	2,010	3,590	93%
②	12/22	ND	0.917	0.917		ND	LTD	ND	—
③	12/22	LTD	0.939	0.939		ND	ND	ND	—
④	1/10	3.86	6.48	10.34		ND	LTD	ND	—
⑤	1/10	1.33	1.98	3.31		ND	ND	ND	—
⑥	1/16	4.36	6.28	10.64		1.49	2.16	3.65	65%
⑦	1/16	22	29.7	5.17		0.58	0.784	1.364	86%

※ <sup>134</sup>Cs の検出下限値は 0.39~0.42Bq/kg、<sup>137</sup>Cs の検出下限値は 0.34~0.39Bq/kg である。

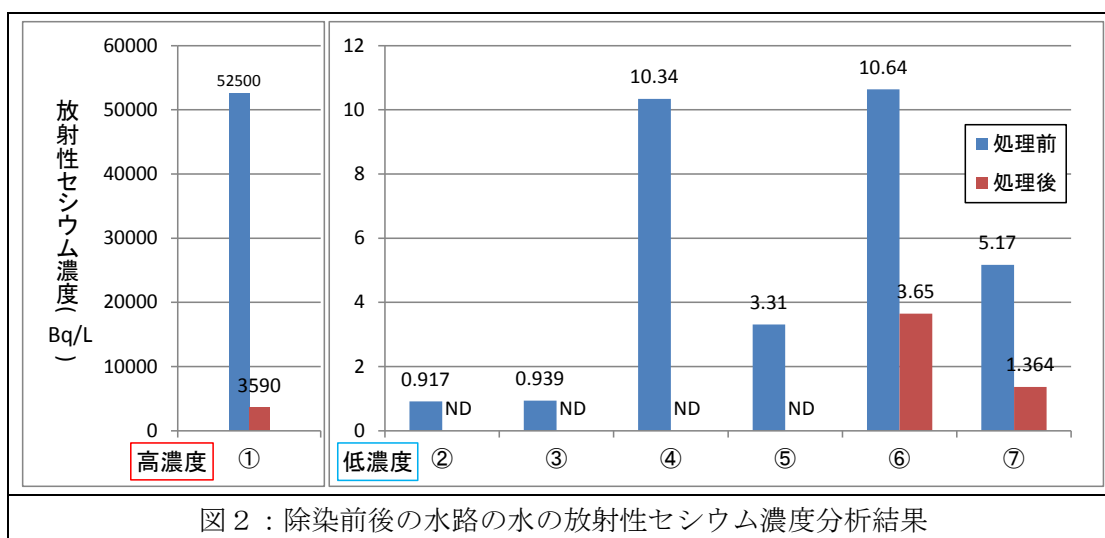
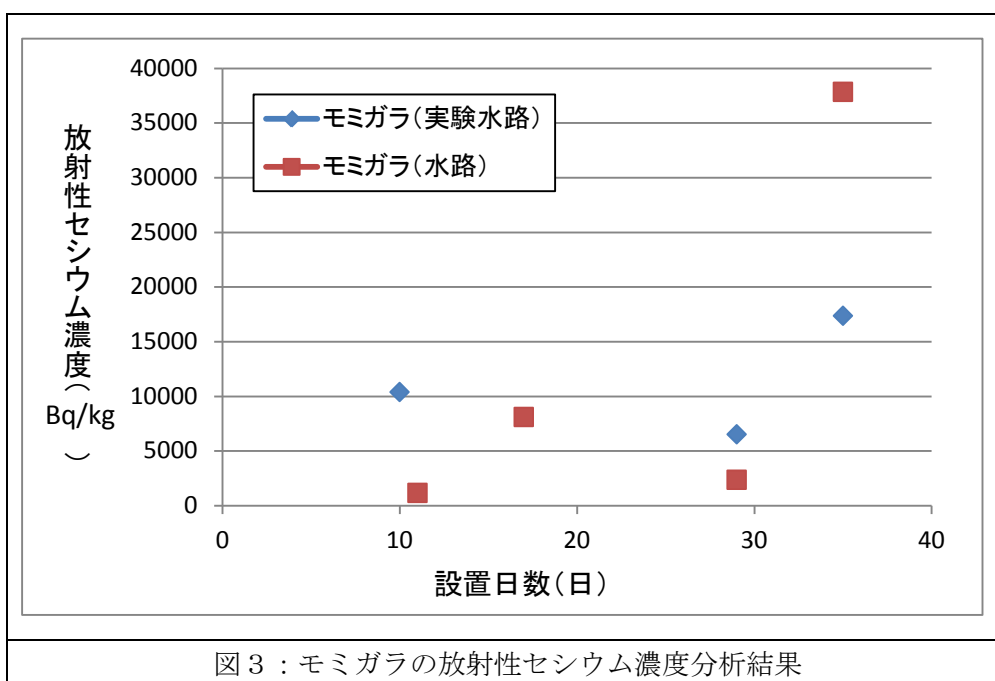


図2：除染前後の水路の水の放射性セシウム濃度分析結果

表2 モミガラ放射性セシウム濃度分析結果

	通水日数	湿潤状態での放射性セシウム濃度 (Bq/kg)			含水率 (%)	水分補正後の放射性セシウム濃度 (Bq/kg)
		<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs		<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs
モミガラ (実験水路)	9	1,770	2,470	4,240	59	10,341
	14	994	1240	2,234	65.5	6,475
	18	3,260	3,900	7,160	58.7	17,337
モミガラ (水路)	12	213	269	482	58.3	1,156
	18	1,340	1,710	3,050	62.4	8,112
	30	291	388	679	71.2	2,358
	36	6,710	8,580	15,290	59.6	37,847

※ 水分補正後の放射性セシウム濃度 = (湿潤状態での放射性セシウム濃度 (Bq/kg)) / (1 - (含水率 (%)) / 100)



#### 4. 評価等

- ・ モミガラによる吸着により放射性物質の高い除去効果が認められた。
- ・ 吸着材として安価であり、機材を工夫することにより除染に伴う排水や小水路の水の処理等に広く適用が可能である。

## II 土壌（農地を除く）の減容化技術

## II-1 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す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することが確認できた。

### 【除去表土減容化技術: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%	・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。 ・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。

#### (株)ハイクレー(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 ----- ・汚染土壌表面の汚染深度方向における空間線量率の調査結果を基に、最低限表土除去厚さ、下層土希釈安定化処理厚さ、仕上げ覆土厚さを決定し、最低限の汚染表土を除去することにより、仮置きする土壌量を減容化する技術	I	60%	・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。 ・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。

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	Ⅱ1 Ⅱ2 Ⅱ3	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	Ⅱ1 Ⅱ2 Ⅱ3	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つたが、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	Ⅱ1 Ⅱ2 Ⅱ3	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 乾)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
○アトリク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	Ⅱ1 Ⅱ2 Ⅱ3	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(Ⅱ1: 水・薬剤による洗浄、Ⅱ2: ふるい分け、Ⅱ3: 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
○住宅敷地における碎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	Ⅱ1 Ⅱ3	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>
・碎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	Ⅱ1 Ⅱ2 Ⅱ3	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(スーパーソリウエルパウダー)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	Ⅱ1 Ⅱ2 Ⅱ3	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(Ⅱ1:水・薬剤による洗浄、Ⅱ2:ふるい分け、Ⅱ3: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	現地の土壌深度方向における汚染状況調査結果を基に、線量率低減目標値(除染工事完了後の地表面1cm高さの空間線量率0.19 $\mu$ SV/hr以下)を設定し、最低限表土除去厚さ、下層土希釈安定化処理厚さ、仕上げ覆土厚さを決定した後、除染工事を実施することで、仮置きする土壌量を減容化する技術である。	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 (m3/日)	備考
アース株式会社	トロンメル、ドラムスクラバー	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、天然の由来成分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、スクラビング、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ビング(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



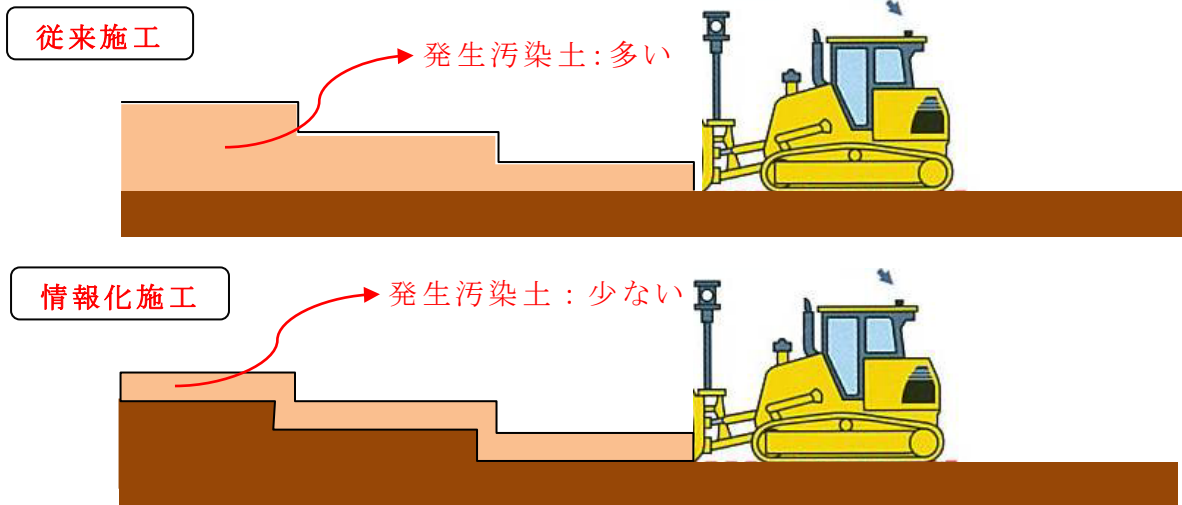
## Ⅱ - 2 各実施者における実地試験結果個表

## ① ICT (情報通信技術) 施工による汚染土除去技術

- 実施者 陰山建設株式会社
- 技術概要 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、発生汚染土量を従来工法よりも削減する技術
- 試験概要 あらかじめ測量し、除染する地形の形状を把握し、特殊建設機械(ブルドーザ)などへの事前設定を行うことにより、実際の除染作業では、ミリメートル単位で表土を除去することができた。
- 試験結果 運動場の野球のマウンドの形状を保持したまま表土を除去することができ、従来工法(表土 5cm の除去)と比較して、土壌の発生量を 49% 減容することができた。

### 1. 除染技術の概要

- ・ ICT (情報通信技術) 施工により、ミリメートル単位の設定で土地形状に合わせた表土除去を行うことで、発生汚染土量を従来工法よりも減少させ、仮置場に仮置きする汚染土量を削減する技術である。



### 2. 実地試験の概要

(1) 実地場所 伊達市月舘運動場

(2) 実施手順

ア 事前手順

- ア) GPS を用いて除染場所の地形をスキャナし、土地の形状を入力する。
- イ) TS (トータルステーション) とデータコレクタを用いて除染場所の地形を計測し、土地の形状をデータコレクタに保存する。
- ウ) スキャナした土地の形状を 3 次元データ (3D 設計データ) に変換する。
- エ) 保存した土地の形状を 3 次元データ (3D 設計データ) に変換する。
- オ) 3D データを特殊建設機械 (ブルドーザ) に送信。
- カ) 3 次元データを特殊建設機械 (ブルドーザ) に読込ませる

イ 表土除去作業

- ア) 現状地盤からミリメートル単位の指定が可能であり、土地形状に合わせ表土除去を行う。実地試験では、5cm の厚さ (一部 2.5cm) で表土除去を実施した。

### 3. 試験結果

#### (1) 表土除去

- ・ 全体施工面積 6,200m<sup>2</sup>、マウンド付近施工面積 91.8m<sup>2</sup>
- ・ 掘削深さ 5cm、施工精度 50mm±10mmが76.7%
- ・ 掘削土量 4.7m<sup>3</sup>(従来施工土量 9.2m<sup>3</sup>の49%)



#### (2) 空間線量率等の測定結果

表1 表土除去前後の空間線量率等の測定結果

地点	測定方法		作業前		2.5cm 除去後			5cm 除去後	
		測定高さ			測定値	減少率		測定値	減少率
マウンド 付近	表面線量(cpm)	1cm <sup>±</sup>	153	→	-	-	→	36	76%
	空間線量率 (μSv/h)	1cm <sup>±</sup>	0.39		-	-		0.10	74%
		1cm	1.29		-	-		0.35	-
		50cm	1.47		-	-		0.47	-
		1m	1.02		-	-		0.47	-
2 塁 付近	表面線量(cpm)	1cm <sup>±</sup>	494	→	58	88%	→	44	91%
	空間線量率 (μSv/h)	1cm <sup>±</sup>	0.87		0.21	76%		0.12	86%
		1cm	1.91		0.87	-		0.35	-
		50cm	1.74		1.67	-		0.60	-
		1m	1.63		1.62	-		0.82	-
3 塁 付近	表面線量(cpm)	1cm <sup>±</sup>	440	→	5	99%	→	0	100%
	空間線量率 (μSv/h)	1cm <sup>±</sup>	0.88		0.10	89%		0.08	91%
		1cm	1.87		0.37	-		0.21	-
		50cm	1.43		0.66	-		0.45	-
		1m	1.42		0.94	-		0.61	-

注1) 鉛遮蔽して測定(鉛厚さ12mm)

注2) 表面線量は、測定値からバックグラウンド値(80cpm)を差し引いた値

#### (3) 作業時間

約10.5時間

#### (4) 単位時間当たりの施工量

6,200m<sup>2</sup>÷10.5時間=590m<sup>2</sup>/時間

#### (5) 処理能力 4,720m<sup>2</sup>/日

### 4. 評価等

- ・ 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。
- ・ 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。

## ②特殊土壌改良材を使用した除去土量削減工法

○ 実施者	株式会社ハイクレー
○ 技術概要	汚染土壌表面の汚染深度方向における空間線量率の調査結果を基に、最低限表土除去厚さ、下層土希釈安定化処理厚さ、仕上げ覆土厚さを決定し、最低限の汚染表土を除去することにより、仮置きする土壌量を減容化する技術
○ 試験概要	調査結果に基づき、運動場の表土を2cmはぎ取った後、同運動場内に掘った仮置場にその土を仮置きした。運動場内については、さらに7cmの土を掘り出し、希釈・安定化処理混合プラントによりソイレックス(特殊土壌改良材)と混合し、放射性物質を希釈・安定化させた後、運動場内に敷ならした。さらに、その上にソイレックスPM(耐水・防塵舗装材)を3cmの厚さで敷ならした。
○ 試験結果	従来工法(表土5cmの除去)と比較して、仮置きする土壌量が60%減少した。実地試験実施場所の空間線量率は、 $0.75\mu\text{SV/hr}$ から $0.10\mu\text{SV/hr}$ に低減した。(地表高さ1cm、鉛遮蔽)

### 1. 除染技術の概要

- ・ 現地の土壌深度方向における汚染状況調査結果を基に、線量率低減目標値(除染工事完了後の地表面1cm高さの空間線量率 $0.19\mu\text{SV/hr}$ 以下)を設定し、最低限表土除去厚さ、下層土希釈安定化処理<sup>※</sup>厚さ、仕上げ覆土厚さを決定した後、除染工事を実施することで、仮置きする土壌量を減容化する技術である。

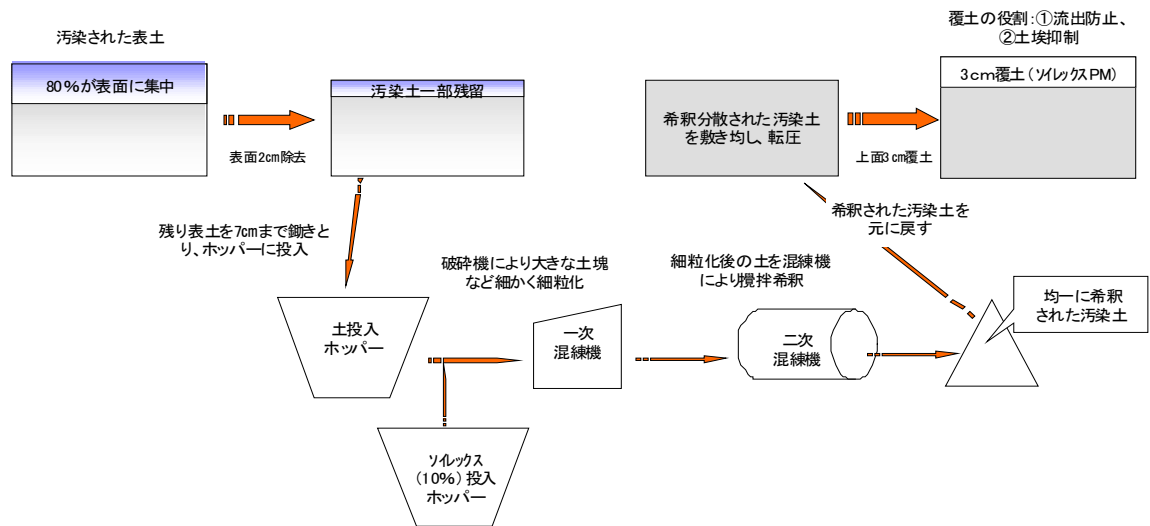
※ 安定化処理とは、ソイレックス(特殊土壌改良材)との混合により、セシウムが飛散、流出することを防ぐことができる技術である。

### 2. 実地試験の概要

(1) 実施場所 福島市大波小学校上染屋分校運動場

(2) 実施手順

- ア) 表土2cmを除去し、運動場内に掘削した仮置き場に保管した。
- イ) 表土の下は、さらに7cmまでの土を掘り出し、ソイレックス(特殊土壌改良材)を10%になるよう希釈・安定化処理混合プラントにより均一に混合し、その土を運動場内に敷き均し、仮転圧した。
- ウ) さらにソイレックスPM(耐水・防塵舗装材)により3cm覆土し、転圧し、覆土した。
- エ) 仮置きに当たっては、底面に厚さ5cmのベントナイトを敷き、遮水シートを敷設し、その上に表土2cm分の除去土壌を仮置きした後、最後に運動場と同様、覆土した。



除染技術の概要図



希積・安定化混合プラント

### 3. 試験結果

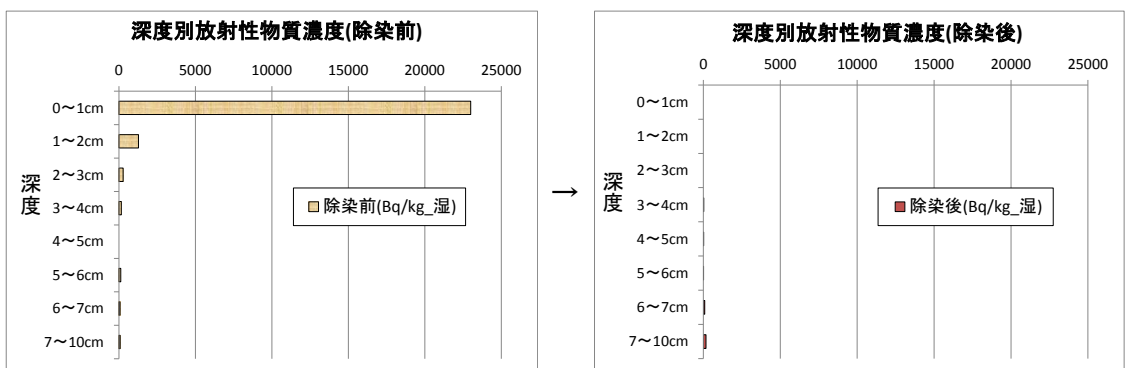
- (1) 施工面積 400m<sup>2</sup>
- (2) 仮置場の容量 1.2m(幅)×8m(長さ)×1.35m(深さ) = 12.96m<sup>3</sup>
- (3) 除去土壌発生量  
 当該実証事業で厚さ 2cm 除去した場合の除去土壌発生量  
 $400\text{m}^2 \times 2\text{cm(厚さ)} = 8\text{m}^3$  (60%減)  
 参考 厚さ 5cm 除去した場合の除去土壌発生量  
 $400\text{m}^2 \times 5\text{cm(厚さ)} = 20\text{m}^3$

(4) 放射性物質等の調査結果

表1 運動場の中央における空間線量率

測定高さ	除染前		除染後	
	空間線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )		空間線量率 ( $\mu\text{Sv/h}$ )	減少率 (%)
1cm (鉛遮蔽) 注)	0.75		0.10	87
1cm	1.62		0.31	81
50cm	1.40		0.36	74
1m	1.25		0.40	68

注) 鉛厚さ 12 mm



4. 処理能力

200m<sup>2</sup>/日 (3,000m<sup>2</sup> 以上の場合)・・・除染工事(表土除去、仮置き、下層土希釈安定化处理、表土覆土、完成)一式に換算した処理量

5. 評価等

- ・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。
- ・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。



### ③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

○ 実施者	アース株式会社	
○ 技術概要	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	
○ 試験結果	除染率	94%
	減量率	97%
	※ 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

- 汚染土壌をトロンメルを用い、水(ナノバブル水)で洗浄、分級し、さらにドラムスクラバーで洗浄、分級を行い、除染した砂質分を分離回収するとともに、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、粘土分を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


ア) 洗浄・分級工程：トロンメルを用い、水中(ナノバブル水)で攪拌し洗浄・分級を行う。5mm以上の礫は再利用可能土として回収される。

イ) 洗浄・分級工程：ドラムスクラバーを用い、水中で攪拌し洗浄・分級を行う。

0.075mm～5mmの砂は再利用可能土として回収される。

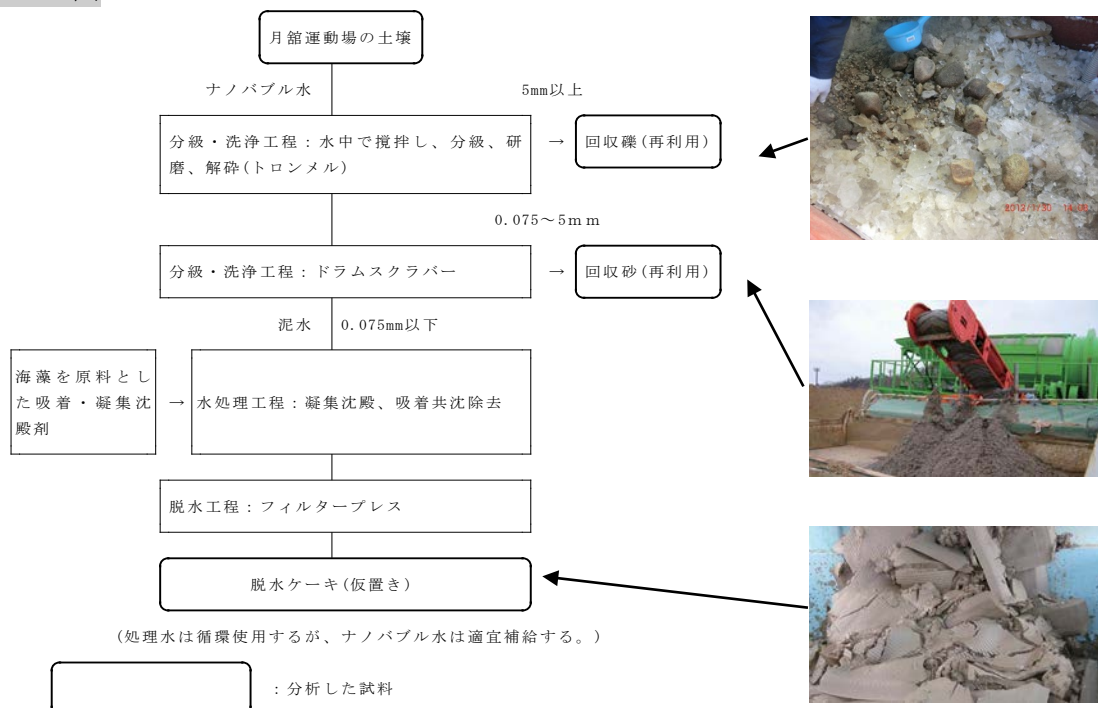
ウ) 水処理工程：凝集沈殿処理を行う。凝集沈殿剤は焼成貝殻を主成分とするものを使用。

エ) 脱水工程：フィルタープレスを用い凝集物をろ過、脱水する。処理後の水は循環利用を行う。

		
ナノバブル水発生装置	トロンメル	ドラムスクラバー



フロー図



全体図

3. 試験結果

(1) 放射性物質等の調査結果の概要

除染率 94% (放射性物質質量 258,000 → 17,089 (289+16,800) (Bq×1,000))

減量率 97% (土壌量 65,600 → 1,820 (kg\_乾))

表1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後	
処理土壌 39.2m <sup>3</sup> (3,940Bq/kg_乾)	→	再利用 38.7m <sup>3</sup> (255Bq/kg_乾)	回収礫 (5mm 以上) 1.2m <sup>3</sup> (144Bq/kg_乾)
			回収砂 (0.075~5mm) 37.5m <sup>3</sup> (263Bq/kg_乾)
		仮置土 1.65m <sup>3</sup>	脱水ケーキ (0.075mm 以下) 1.65m <sup>3</sup> (18,500Bq/kg_乾)

表2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質 濃度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質質量 (Bq×1,000) (①×②)
-	処理前土壌	65,600	3,940	258,000
再利用	回収礫	2,010	144	289
	回収砂	63,800	263	16,800
仮置土	脱水ケーキ	1,820	18,500	33,700

(2) その他の項目

ア) 土壌処理量 39m<sup>3</sup>、使用水量 6m<sup>3</sup>

イ) 廃棄物等の処理

- ・ 実証事業で使用した水については、凝集沈殿処理した後、放射性物質が検出されないことを確認し、現地で放流した。
- ・ 実証事業で発生した汚泥については、今後設置する仮置場で保管することとしている。

4. 処理能力

80 m<sup>3</sup>/日

5. 評価等

- ・ 除染率は94%、減量率は97%と、両方とも良好であった。
- ・ 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。
- ・ 土壌処理に伴う排水量は0.15 m<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。



#### ④新規高性能凝集剤を用いた土壌除染技術

○ 実施者	川崎重工業株式会社
○ 技術概要	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
○ 試験結果	除染率 75～92% 減量率 72～74% (ふるいの目の大きさ3ケースで実証)
※	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

- ・ 土壌を土壌攪拌機で洗浄、攪拌し、マイクロバブルを吹き込むことにより、草木等を浮上させ回収し、土壌については、振動ふるい上から水を吹きかけ、さらに洗浄する。発生した泥水については、天然由来成分を乾燥、粉砕して作成した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

ア) 洗浄工程：試験土を土塊が微細粒子となるように水と共に激しく攪拌する。マイクロバブルにより、草木等の有機物を浮遊させ、除去する。

イ) 洗浄・分級工程：ベルトコンベア上の土壌をシャワーで洗浄しながら、振動ふるいで分級を行う。ふるい上の礫・砂は回収される。

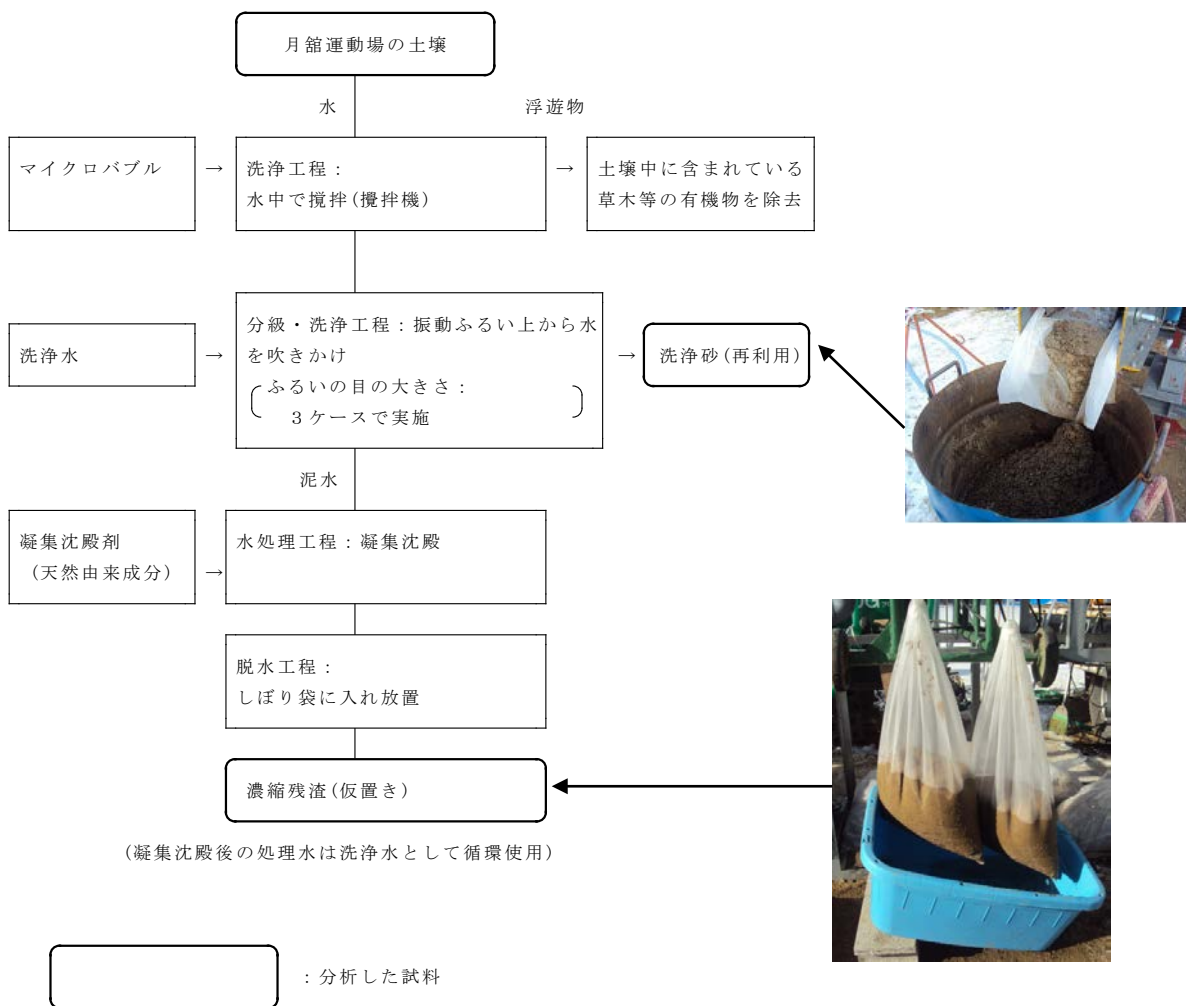
ウ) 水処理工程：凝集沈殿処理を行う。凝集剤は天然由来成分を乾燥、粉砕して作成した新規高性能凝集剤を使用。

エ) 脱水工程：凝集物をしぼり袋に入れてつり下げ放置。





フロー図



### 3. 試験結果

#### (1) 放射性物質等の調査結果の概要

##### ア) ケース 1

除染率 75% (放射性物質量 1,060,000 → 269,000 Bq)

減量率 74% (土壌量 35.9 → 9.2 kg\_乾)

表 1-1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後		
処理土壌 31.7L (29,600Bq/kg_乾)	→	再利用	再利用土壌	25.8L (11,200q/kg_乾)
		仮置き	濃縮汚泥	23.6L (70,500Bq/kg_乾)

表 1-2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質濃度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質質量 (Bq) (①×②)
-	処理前土壌	35.9	29,600	1,060,000
再利用	再利用土壌	24.0	11,200	269,000
仮置土	濃縮汚泥	9.2	70,500	649,000

##### イ) ケース 2

除染率 82% (放射性物質量 1,060,000 → 192,000 Bq)

減量率 74% (土壌量 35.9 → 9.2 kg\_乾)

表 2-1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後		
処理土壌 31.7L (29,600Bq/kg_乾)	→	再利用	再利用土壌	26.0L (7,380q/kg_乾)
		仮置き	濃縮汚泥	27.6L (87,400Bq/kg_乾)

表 2-2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質濃度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質質量 (Bq) (①×②)
-	処理前土壌	35.9	29,600	1,060,000
再利用	再利用土壌	26.0	7,380	192,000
仮置土	濃縮汚泥	9.2	87,400	804,000

ウ) ケース 3

除染率 92% (放射性物質 1,060,000 → 86,600 Bq)

減量率 72% (土壌量 35.9 → 10.2 kg<sub>乾</sub>)

表 3-1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後		
処理土壌 31.7L (29,600Bq/kg <sub>乾</sub> )	→	再利用	再利用土壌	19.6L (4,420q/kg <sub>乾</sub> )
		仮置き	濃縮汚泥	29.6L (81,200Bq/kg <sub>乾</sub> )

表 3-2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg <sub>乾</sub> )	②放射性物質濃度 (Bq/kg <sub>乾</sub> )	③放射性物質質量 (Bq) (①×②)
-	処理前土壌	35.9	29,600	1,060,000
再利用	再利用土壌	19.6	4,420	86,600
仮置土	濃縮汚泥	10.2	81,200	828,000

(2) その他の項目

ア) 土壌処理量 0.567m<sup>3</sup>、使用水量 0.5m<sup>3</sup>

イ) 廃棄物等の処理

- ・ 実証事業で使用した水については、凝集沈殿処理した後、放射性物質が検出されないことを確認し、現地で放流した。
- ・ 実証事業で発生した汚泥については、今後設置する仮置場で保管することとしている。

#### 4. 処理能力

10m<sup>3</sup>/日

#### 5. 評価等

- ・ 除染率は75～92%、減量率は72～74%であった。
- ・ 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。
- ・ 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。

## ⑤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

○ 実施者	清水建設株式会社
○ 技術概要	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も高める技術
○ 試験結果	除染率 92～97% 減量率 73～81% (2ケースで実地試験を実施)
※	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)により洗浄し、続いてフローテーションにより、浮上したフロス(微細な汚染粒子を含んだ泡)に放射性物質吸着粒子を濃縮させ、土壌を浄化・減容化する技術である。

### 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

ア) 分級工程：2段湿式ふるい(篩い目：2mm、4mm)を用い、分級を行う。2mm以上の砂礫は回収される。2mm未満はスラリーとなり、次の工程に進む。

イ) 分級工程：サイクロンを用い、0.063mm以下と0.063～2mmに分級を行う。

#### 【0.063mm以下の処理工程】

ア) 水処理工程：凝集沈殿処理を行う。

イ) 脱水工程：凝集物をプレスによって、脱水する。

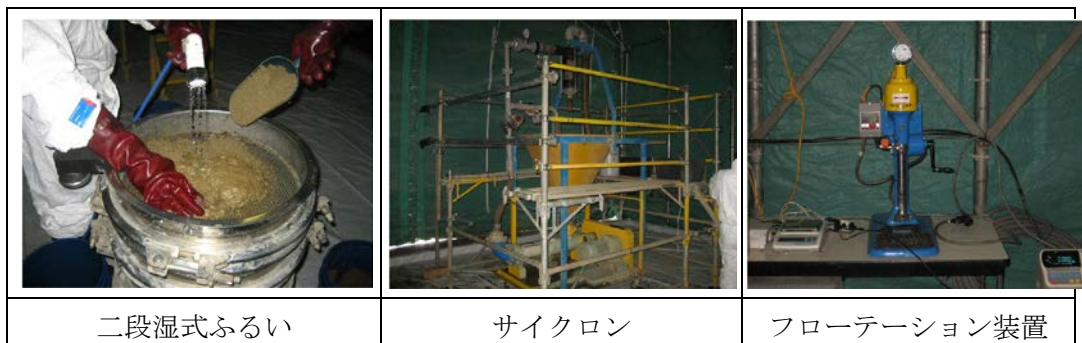
#### 【0.063～2mmの処理工程】

ア) 洗浄工程：捕収剤を添加後、スクラビング(擦りもみ洗い)を行い、土壌(砂分)に付着した放射性物質吸着粒子をひきはがす。

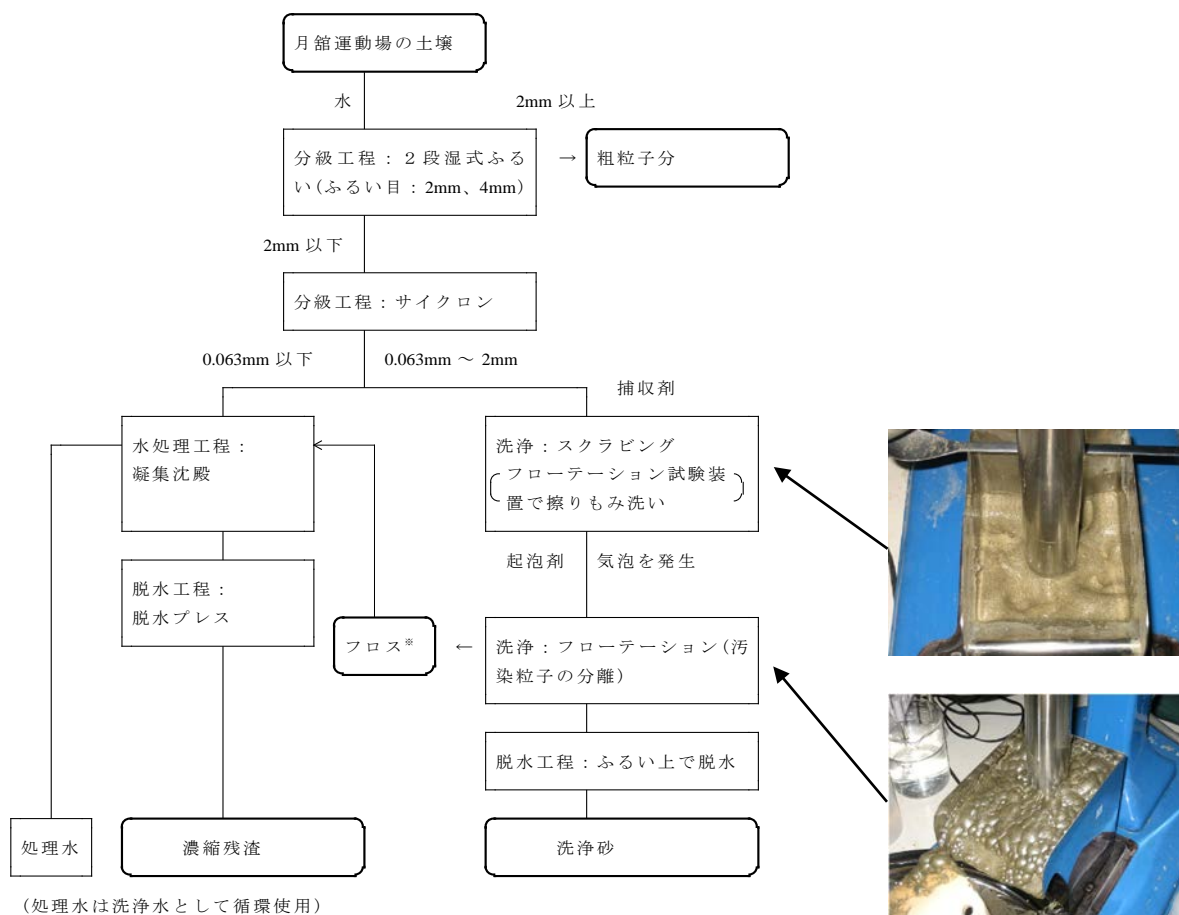
イ) 洗浄工程：前工程でひきはがした放射性物質吸着粒子を泡に付着させて回収する。起泡剤を加えフローテーション装置底部から泡を発生させ、水面に浮上する過程で放射性物質吸着粒子が泡表面に付着する。最後に、水表面に到達した泡を回収する。

ウ) 脱水工程：脱水後の土壌(砂分)は回収土となる。水は微粒子分の処理工程と一緒に凝集沈殿処理される。





フロー図



※フロスは：微細な汚染粒子を含んだ泡  
 今回の実地試験では、フロスを分析するため凝集沈殿のラインに戻していないことから、点線で示した。

: 分析した試料

### 3. 試験結果

#### (1) 放射性物質等の調査結果の概要

ア) ケース1 (通常のフローテーション条件)

除染率 92% (放射性物質質量 474,000 → 37,910 (6,510+31,400) Bq)

減量率 81% (土壌量 20 → 3.8 (0.6+3.2) kg\_乾)

表1-1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後				
処理土壌 12.5L (23,700Bq/kg_乾)	→	再利用 10.6L	粗粒子分	1.3L (3,100Bq/kg_乾)		
		2,340Bq/kg_乾	洗浄土	9.3L (2,230Bq/kg_乾)		
		仮置き 4.2L 127,000Bq/kg_乾	フロス	4.2L	20,500Bq/kg_乾	
			濃縮汚泥		147,000Bq/kg_乾	

表1-2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質濃 度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質質量 (Bq) (①×②)
-	処理前土壌	20	23,700	474,000
再利用	粗粒子分	2.1	3,100	6,510
	洗浄土	14.1	2,230	31,400
仮置土	フロス	0.6	20,500	12,300
	濃縮汚泥	3.2	147,000	470,000

イ) ケース2 (フロス発生量が多いフローテーション条件)

除染率 97% (放射性物質質量 474,000 → 14,760 (6,510+8,250) Bq)

減量率 73% (土壌量 20 → 5.5 (2.3+3.2) kg\_乾)

表2-1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後				
処理土壌量 12.5L (23,700Bq/kg_乾)	→	再利用 9.5L	粗粒子分	1.3L (3,100Bq/kg_乾)		
		1,020Bq/kg_乾	洗浄土	8.2L (665Bq/kg_乾)		
		仮置き 6.1L 92,700Bq/kg_乾	フロス	6.1L	16,900Bq/kg_乾	
			濃縮汚泥		147,000Bq/kg_乾	

表 2-2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質濃 度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質 量 (Bq) (①×②)
-	処理前土壌	20	23,700	474,000
再利用	粗粒子分	2.1	3,100	6,510
	洗浄土	12.4	665	8,250
仮置土	フロス	2.3	16,900	38,900
	濃縮汚泥	3.2	147,000	470,000

(2) その他の項目

ア) 土壌処理量 0.016m<sup>3</sup>、使用水量 1m<sup>3</sup>

イ) 廃棄物等の処理

- ・ 実証事業で使用した水については、凝集沈殿処理した後、放射性物質が検出されないことを確認し、現地で放流した。
- ・ 実証事業で発生した汚泥については、今後設置する仮置場で保管することとしている。

4. 処理能力

176～528m<sup>3</sup>/日(実機の場合、1日8～24時間運転)

5. 評価等

- ・ 除染率については、92～97%、減量率については、73～81%であった。
- ・ 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。
- ・ 洗浄した土壌が、1,000(Bq/kg\_乾)を超えるものがあり、さらなる低減化が望まれる。

## ⑥アトリク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

○ 実施者	西松設株式会社
○ 技術概要	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
○ 試験結果	除染率 92% 減量率 72%
※ 除染率(%)	$(\text{処理前土壌中の放射性物質質量(Bq)} - \text{再利用土壌中の放射性物質質量(Bq)}) / \text{処理前土壌中の放射性物質質量(Bq)} \times 100$
※ 減量率(%)	$(\text{処理前土壌の乾燥重量(kg)} - \text{仮置き土壌の乾燥重量(kg)}) / \text{処理前土壌の乾燥重量(kg)} \times 100$

### 1. 除染技術の概要

- ・ 土壌をドラムウォッシャーで湿式摩砕し、さらにサイクロン等により粗・微粒子に分級した後、浮上槽で汚染物質をフローテーションにより浮上させ、汚染物質を回収することにより、減容化する技術である。

### 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

ア) アトリクション工程：ドラムウォッシャーを用いて激しく湿式攪拌し、粒子間の摩擦力により土粗粒子表面に付着した土微粒子を剥ぎ取る磨砕を行う。5mm以上の礫は回収される。

イ) 洗浄・分級工程：分級機を用い、水中で攪拌し洗浄・分級を行う。0.075～5mmの砂は回収される。

ウ) 分級工程：サイクロンを用い分級を行う。0.02mm以下と0.02～0.075mmに分級する。

#### 【0.02mm以下の処理工程】

ア) フローテーション工程：微粒子にフローテーション用薬剤を添加することで、粒子の表面を疎水性に改質し、微粒子をバブルに付着させて浮上分離を行う。

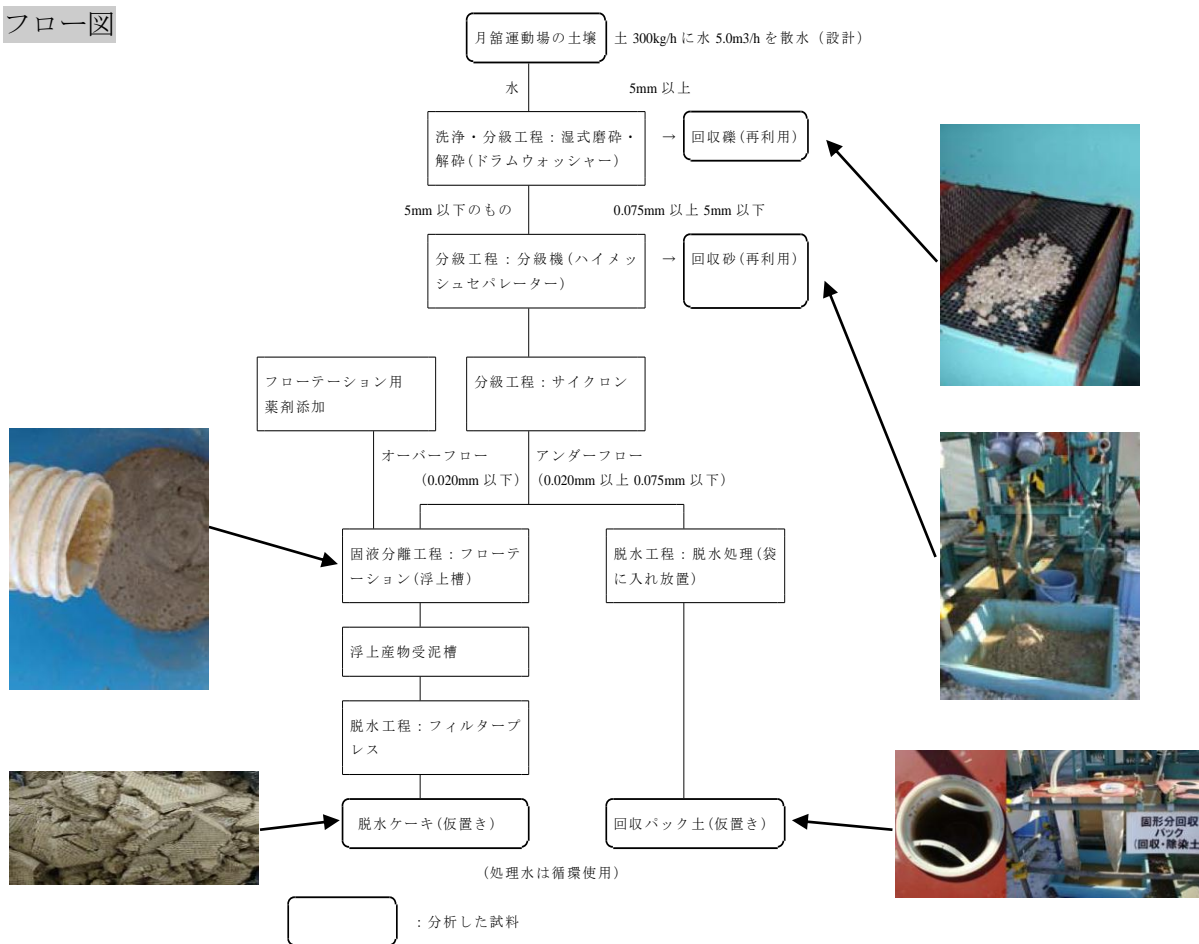
イ) 脱水工程：フィルタープレスを用い、分離した微粒子を脱水する。処理水は循環利用を行う。

#### 【0.02～0.075mmの処理工程】

ア) 脱水工程：袋に入れ放置し、分離した微粒子を脱水する。処理水は循環利用を行う。



フロー図



### 3. 試験結果

#### (1) 放射性物質等の調査結果の概要

除染率 92% (放射性物質量 574,000 → 47,134 (134+47,000) Bq)

減量率 72% (土壌量 72 → 20.4 (11.9+8.5) kg\_乾)

表1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後		
処理土壌 50.1L 7,970Bq/kg_乾	→	再利用 40.1L	回収礫	0.6L (192Bq/kg_乾)
		818Bq/kg_乾	回収砂	39.5L (827Bq/kg_乾)
		仮置き 18.3L 18,400Bq/kg_乾	回収パック土	9.9L (4,260Bq/kg_乾)
			脱水ケーキ	8.4L (38,200Bq/kg_乾)

表2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質濃 度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質質量 (Bq) (①×②)
-	処理前土壌	72	7,970	574,000
再利用	回収礫	0.7	192	134
	回収砂	56.8	827	47,000
仮置土	回収パック土	11.9	4,260	50,700
	脱水ケーキ	8.5	38,200	325,000

#### (2) その他の項目

ア) 処理土壌量 50.1L、使用水量 26m<sup>3</sup>

イ) 廃棄物等の処理

- ・ 実証事業で使用した水については、凝集沈殿処理した後、放射性物質が検出されないことを確認し、現地で放流した。
- ・ 実証事業で発生した汚泥については、今後設置する仮置場で保管することとしている。

### 4. 処理能力

240m<sup>3</sup>/日 (実機の場合)

### 5. 評価等

- ・ 除染率は92%、減量率は72%であった。
- ・ 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。
- ・ 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。



## ⑦住宅敷地における碎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

○ 実施者	広田雄一
○ 技術概要	碎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
○ 試験結果	除染率 72% 減量率 70%
※ 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

- 住宅敷地における碎石砂利及び砂利を含む土壌の上から、高圧洗浄機で水洗浄する。発生した泥水については、凝集沈殿処理した後、放流する。使用する機器がコンパクトであり、住宅地等で稼働させることができる技術である。

### 2. 実地試験の概要

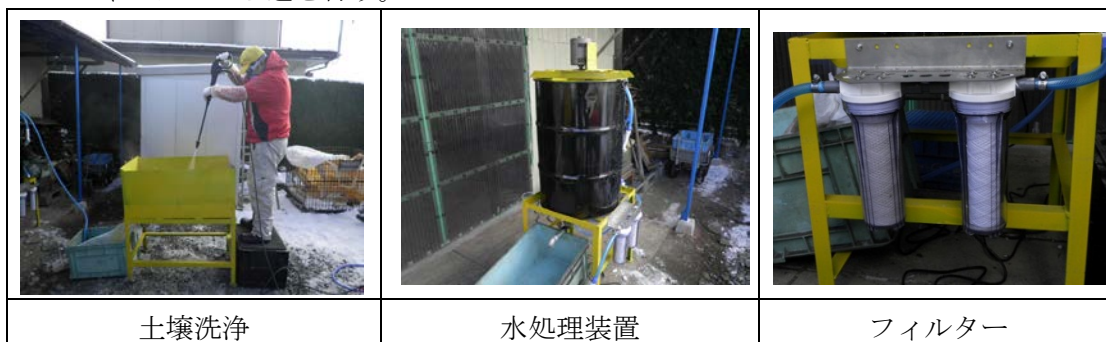
(1) 実施場所 須賀川市

(2) 実施手順 ※ 別紙フロー図参照

ア) 洗浄・分級工程：洗浄装置のふるい上に載せた碎石砂利及び砂利を含む土壌の上から、高圧洗浄機で洗浄・分級を行う（ふるいの目の大きさ：5mm）。ふるい上に残った碎石砂利は回収する。ふるいを通過した砂は洗浄装置の下側に設置した不織布の袋に捕集する。

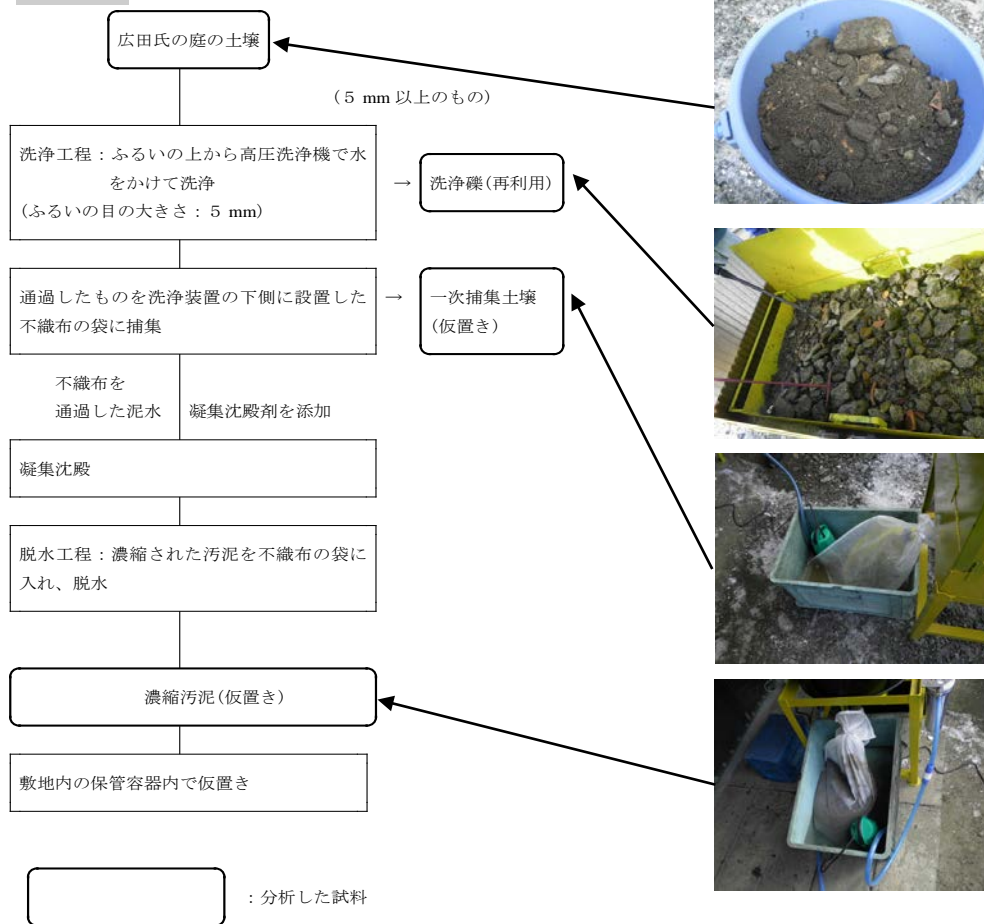
イ) 水処理工程：洗浄装置の不織布の袋を通過した泥水について凝集沈殿処理を行う。

ウ) 脱水工程：凝集物を不織布の袋でろ過し、手しぼりで脱水する。処理水はさらにフィルターでろ過を行う。





フロー図



### 3. 試験結果

(1) 放射性物質等の調査結果の概要

除染率 72% (放射性物質質量 416,000 → 116,000 Bq)

減量率 70% (土壌量 21.8 → 6.6(5.7+0.9) kg<sub>乾</sub>)

表1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後		
処理土壌 20L (19,100Bq/kg <sub>乾</sub> )	→	再利用	洗浄礫	15L (6,220q/kg <sub>乾</sub> )
		仮置き(4.6L) (78,200Bq/kg <sub>乾</sub> )	一次捕集土壌	3.4L (20,700Bq/kg <sub>乾</sub> )
			濃縮汚泥	1.2L (442,000Bq/kg <sub>乾</sub> )

表2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質濃 度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質質量 (Bq) (①×②)
-	処理前土壌	21.8	19,100	416,000
再利用	洗浄礫	18.6	6,220	116,000
仮置土	一時捕集土壌	5.7	20,700	118,000
	濃縮汚泥	0.9	442,000	398,000

(2) 土壌処理量等

ア 土壌処理量 0.02m<sup>3</sup> 使用水量 0.038m<sup>3</sup>

イ 排水等の処理

ア) 排水

- ・ 土壌を洗浄し、凝集沈殿処理した後の清浄水については、放射性物質濃度が検出下限値未満であることを確認した後、現地に放流した。

イ) 汚泥

- ・ 土壌を洗浄し、凝集沈殿処理した後に発生した濃縮汚泥については、現地に設置した鉄製(鉄板の厚さ：4.5mm×2)の保管容器に入れ、保管した。

4. 処理能力

0.08m<sup>3</sup>/日

5. 評価等

- ・ 除染率は72%、減量率は70%と比較的低かった。
- ・ 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。
- ・ 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。



## ⑧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。



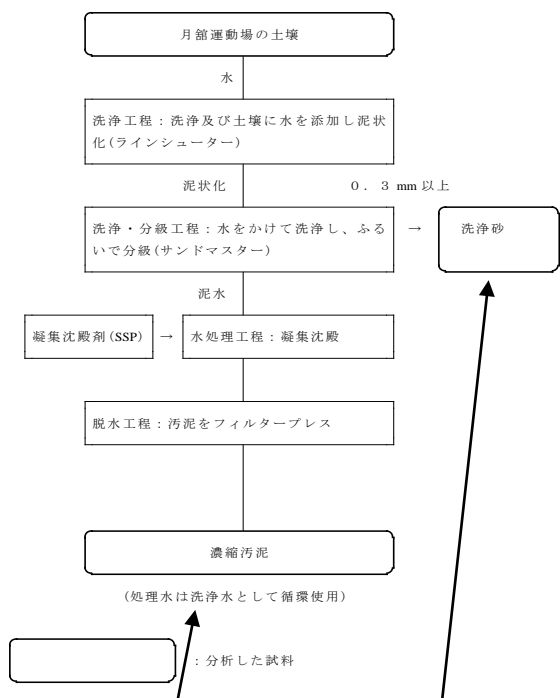
【住宅地等減容化技術】

- 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ウ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。

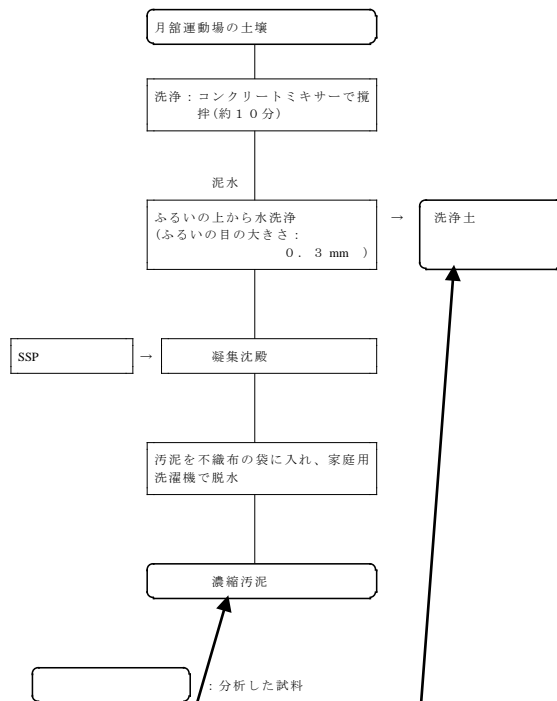


フロー図

〔大容量〕



〔住宅地等〕



### 3. 試験結果

#### (1) 放射性物質等の調査結果の概要

##### ア) 大容量減容化技術

除染率 96% (原放射性物質質量 133,000 → 5,310 (Bq×1,000) )

減量率 84% (土壌量 17,800 → 2,800 (kg\_乾) )

表 1-1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後		
処理土壌量 11m <sup>3</sup> (7,460Bq/kg_乾)	→	再利用	再利用土壌	8.9m <sup>3</sup> (379Bq/kg_乾)
		仮置き	濃縮汚泥	3m <sup>3</sup> (19,000Bq/kg_乾)

表 1-2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質濃度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質質量 (Bq×1,000) (①×②)
-	処理前土壌	17,800	7,460	133,000
再利用	再利用土壌	14,000	379	5,310
仮置土	濃縮汚泥	2,800	19,000	53,200

##### イ) 住宅地等減容化技術

除染率 94% (放射性物質質量 120,000 → 6,920 Bq )

減量率 81% (土壌量 24.2 → 4.5 kg\_乾 )

表 2-1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後		
処理土壌量 10L (4,940Bq/kg_乾)	→	再利用	再利用土壌	7.4L(435q/kg_乾)
		仮置き	濃縮汚泥	3.4L(12,400Bq/kg_乾)

表 2-2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質濃度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質質量 (Bq) (①×②)
-	処理前土壌	24.2	4,940	120,000
再利用	再利用土壌	15.9	435	6,920
仮置土	濃縮汚泥	4.5	12,400	55,800

## (2) その他の項目

### ア 大容量減容化技術

ア) 土壌処理量 11 m<sup>3</sup>、使用水量 69 m<sup>3</sup>

#### イ) 廃棄物等の処理

- ・ 実証事業で使用した水については、凝集剤(スーパーソリウエルパウダー)を使用し、凝集沈殿処理した後、放射性物質が検出されないことを確認し、現地で放流した。
- ・ 実証事業で発生した汚泥については、今後設置する仮置場で保管することとしている。

### イ 住宅地等減容化技術

ア) 土壌処理量 0.01 m<sup>3</sup>、使用水量0.04 m<sup>3</sup>

イ) 廃棄物等の処理については大容量減容化技術と同様

## 4. 処理能力

### (1) 大容量減容化技術

40 m<sup>3</sup>/日 (さらに500 m<sup>3</sup>/日処理可能)

### (2) 住宅地等減容化技術

1 m<sup>3</sup>/日

## 5. 評価等

- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ 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。
- ・ 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。



## ⑨放射能汚染土の洗浄による除染、減容化技術

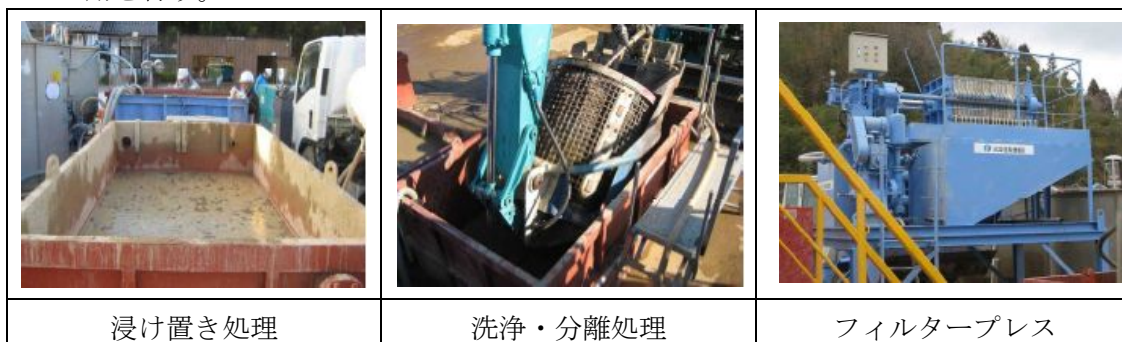
○ 実施者	三井住友建設株式会社
○ 技術概要	土壌を特殊洗浄剤中で加温、浸け置き後、研磨・分級し、発生した泥水を凝集沈殿処理する技術
○ 試験結果	除染率 91～93% 減量率 79～80% (2種類の土壌で実地試験を実施)
	※ 除染率(%) = (処理前土壌中の放射性物質質量(Bq) - 再利用土壌中の放射性物質質量(Bq)) / 処理前土壌中の放射性物質質量(Bq) × 100
	※ 減量率(%) = (処理前土壌の乾燥重量(kg) - 仮置き土壌の乾燥重量(kg)) / 処理前土壌の乾燥重量(kg) × 100

### 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である。

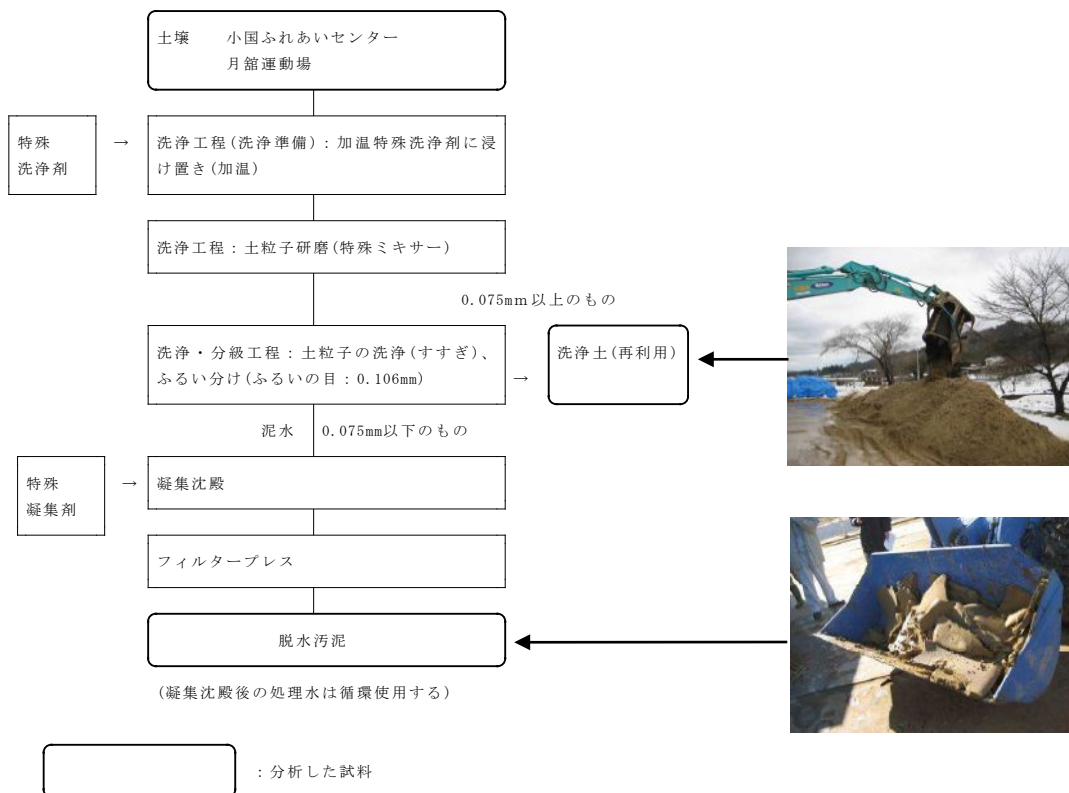
### 2. 実地試験の概要

- (1) 実施場所 伊達市小国ふれあいセンター  
 ※ 当該センターの土壌に加え、伊達市月舘運動場の土壌についても実証実験を実施した。
- (2) 実施手順 ※ 別紙フロー図参照
- ア) 浸け置き工程：土壌を加温特殊洗浄剤に浸け置きする。
- イ) アトリッション（磨砕）工程：特殊ミキサーを用い、土粒子表面の放射能汚染を削り取る。
- ウ) 洗浄分級工程：土壌を水洗いしながら分級する（ふるいの目：106μm）。
- エ) 水処理工程：凝集沈殿処理を行う。
- オ) 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。





フロー図



3. 試験結果

(1) 放射性物質等の調査結果の概要

ア) 小国ふれあいセンターの土壌

除染率 93% (放射性物質質量 957,000 → 70,700 Bq)

減量率 79% (土壌量 81,800 → 17,100 kg\_乾)

表 1-1 処理前後の土壌容量

処理前		→	処理後		
処理土壌量	60.0 m <sup>3</sup> (11,700 Bq/kg_乾)		再利用	洗浄土	46.0 m <sup>3</sup> (1,050 Bq/kg_乾)
		仮置き	汚泥	17.8 m <sup>3</sup> (46,500 Bq/kg_乾)	

表 1-2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質濃度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質質量 (Bq × 1,000) (① × ②)
-	処理前土壌	81,800	11,700	957,000
再利用	清浄土	67,300	1,050	70,700
仮置土	汚泥	17,100	46,500	795,000

イ) 月館運動場の土壌

除染率 91% (放射性物質 4,090,000 → 365,000 Bq)

減量率 80% (土壌量 726 → 144 kg\_乾)

表 2-1 処理前後の土壌容量

処理前		処理後		
処理土壌量 1,000L (5,640Bq/kg_乾)	→	再利用	洗浄土	827L(597q/kg_乾)
		仮置き	汚泥	195L (39,700Bq/kg_乾)

表 2-2 処理前後の放射性物質質量

種類		①土壌量 (kg_乾)	②放射性物質濃度 (Bq/kg_乾)	③放射性物質質量 (Bq) (①×②)
-	処理前土壌	726	5,640	4,090,000
再利用	洗浄土	612	597	365,000
仮置土	汚泥	144	39,700	5,720,000

(2) その他の項目

ア) 処理土壌量 61m<sup>3</sup>、使用水量 45m<sup>3</sup>

イ) 廃棄物等の処理

- ・ 実証事業で使用した水については、凝集沈殿処理した後、放射性物質が検出されないことを確認し、現地で放流した。
- ・ 実証事業で発生した汚泥については、今後設置する仮置場で保管することとしている。

4. 処理能力

3～4.5m<sup>3</sup>/日 (15m<sup>3</sup>/日のプラントを製作中)

5. 評価等

- ・ 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。
- ・ 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。

