

福島県除染技術実証事業結果(その1)

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、構造物等の除染技術10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。

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。
- ・ エンジンブローによる除染技術は、不定形状の芝生や草地などで、小回りの効く方法であり、除染効果の改良などが望まれる。

【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 ・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	屋上床面表面 (コンクリート)	81%	・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。
		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 ・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 ・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	建物の屋根 (スレート)	55%	・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。 ・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。
		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
<p>○特殊除染機械を使用した除染技術</p> <p>・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</p> <p>・回収した排水は凝集沈殿処理を行い、処理水を放流する。</p>	II	家屋の屋根 (コロニアル葺き)	24%	<p>・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。</p> <p>・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。</p> <p>・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。</p>
		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
<p>○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> <p>・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</p> <p>・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。</p>	II、III	歩道 (アスファルト)	平削り 64%	<p>・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。</p> <p>・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。</p> <p>・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。</p> <p>・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。</p> <p>・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。</p>
			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)	超高圧洗浄 68%	
		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%	・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。
			塗膜剥離剤 64%	
		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)	
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%	・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。
			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を用いた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
○エンジンプルマーによる芝草等の除染技術 ・エンジンプルマー(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	芝地 歩道 (インターロッキング)	53% 30%	・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。 ・エンジンプ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。

(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)

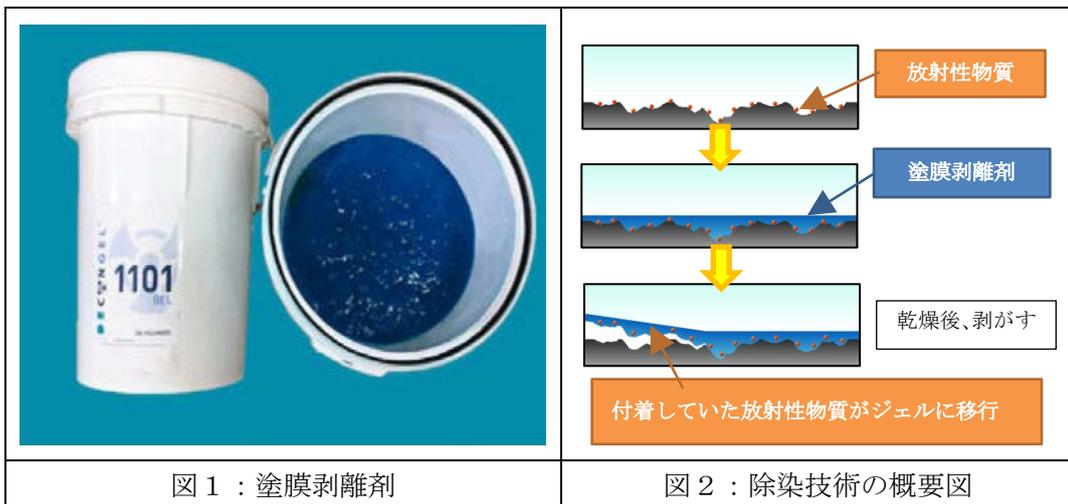
除染技術の概要	除染対象物	水の放射性セシウム濃度分析結果	評価等
○モミガラ等を用いた河川水等の除染方法 ・流水中の放射性物質を含んだ微粒子をモミガラに吸着させることで、水の放射性物質を低減させる技術	水路を流れる水 ※水路の水を攪拌し、水を若干濁らせて実験した	[高濃度]除去率 93% (除染前)52,500 Bq/L (除染後)3,590 Bq/L [低濃度]除去率 66～93% (除染前)10.34 Bq/L～ 0.917 Bq/L (除染後)3.65 Bq/L～不検出	・モミガラによる吸着により放射性物質の高い除去効果が認められた。 ・吸着材として安価であり、機材を工夫することにより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

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 5m²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きらな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5m²
- (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)
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ 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 10m²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 1m²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

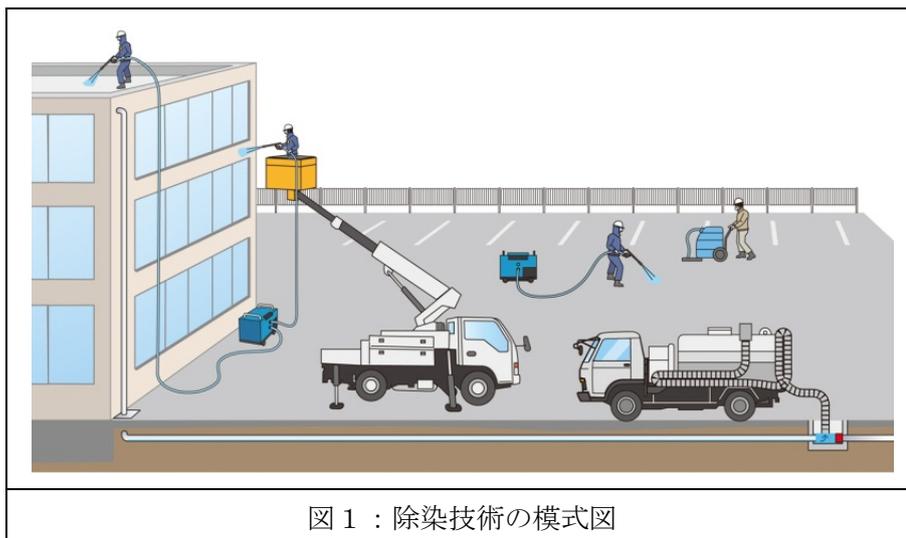
- ・ 除染に伴う汚染の拡散はなく、2 回の作業により一定の除染効果が認められた。
- ・ コストが高いこと及び降雨対策が必要なことから、適用範囲は限定される。
- ・ 廃棄物（剥離した塗膜）の放射性物質濃度が高く、運搬、保管作業時に適切な管理が必要。

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。



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 ²)	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(μ 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(μ 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(μ 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(μ 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(μ 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(μ 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 ³)
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ 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

※ ¹³⁴Cs及び¹³⁷Cs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。

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。

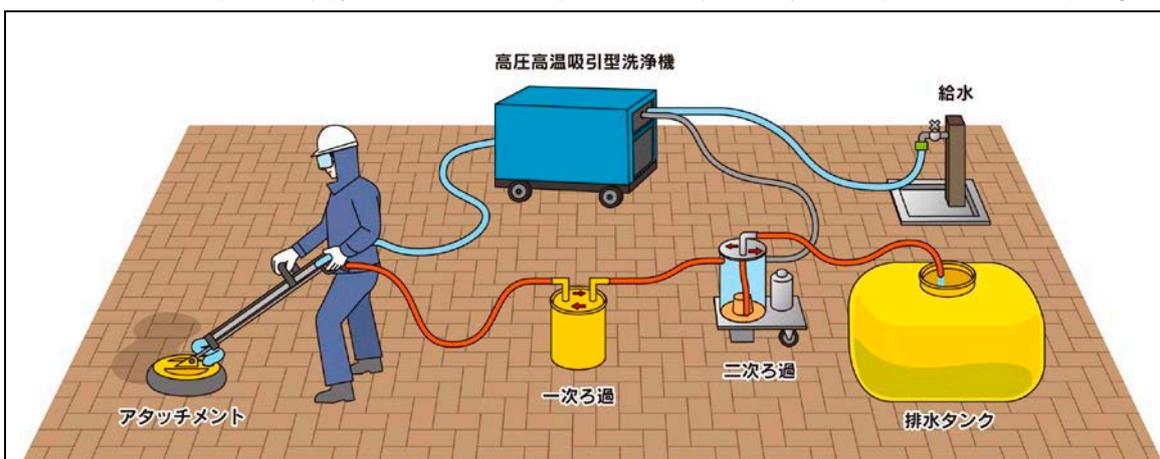


図1：除染技術の概要図

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(μ 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(μ 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(μ 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(μ 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(μ 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

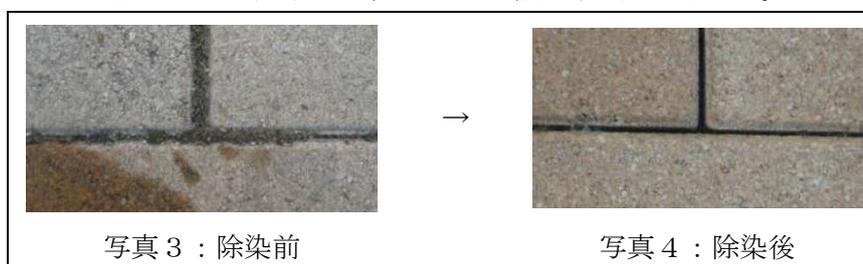
※ 減少率 = (除染前 - 除染後) / 除染前 × 100

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 ³)
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ 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*	—	—

※ ¹³⁴Cs及び¹³⁷Cs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。

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 μ Sv/h）

〔歩道〕

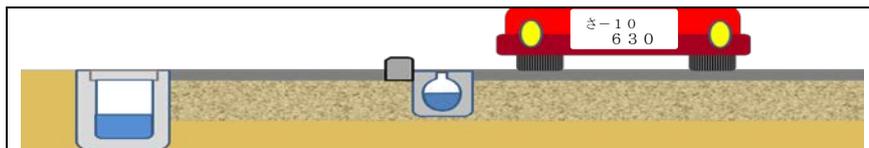
- ・ 研削の3工法（平削り、ショットブラスト及び切削）の表面線量の減少率※は、それぞれ64%、96%、及び58%であった。
- ・ 超高压洗浄では、常温水及び温水を用いて行ったが、表面線量の減少率は、それぞれ84%及び88%で、優位な差は見られなかった。
- ・ 研削及び超高压洗浄を実施後、薄層舗装を実施したところ、除染前と比較して表面線量の減少率※は90%以上となった。

〔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。



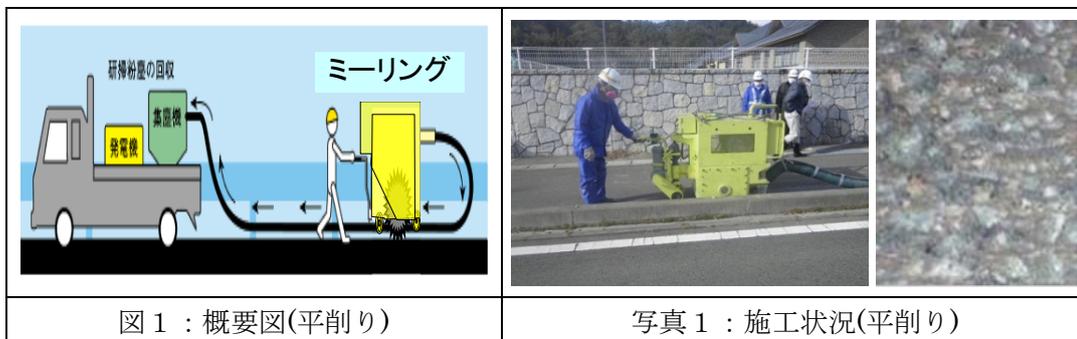
高線量地区（空間線量 2～4 μ Sv/h）

- ・ 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。

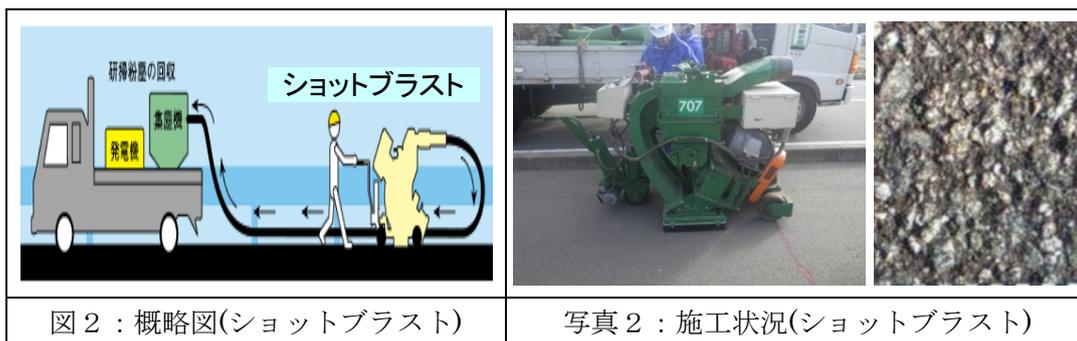
※ 減少率(%) = { (除染前の表面線量(cpm)) - (除染後舗装前または舗装後の表面線量(cpm)) } / (除染前の表面線量(cpm)) × 100

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。



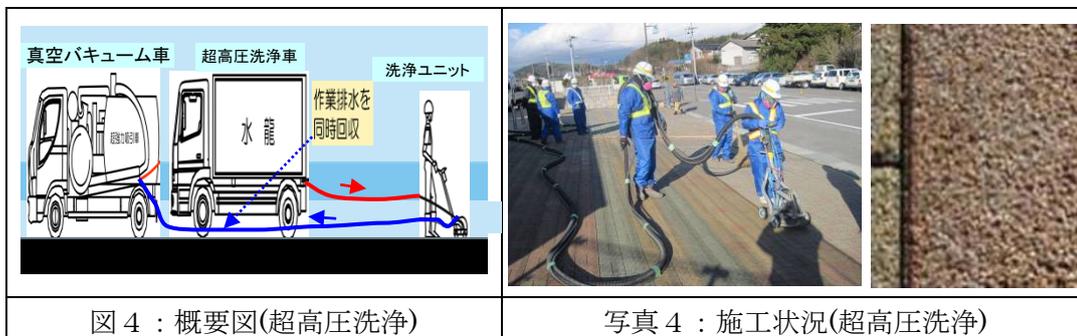
- ショットブラスト：高速回転する鉄の羽に投射材（ショット玉）を供給し、遠心力によりそれを処理面に打ちつける。その力によって表面を剥離・研掃し、強力な吸引力の集塵機によりショット玉と剥離物を完全回収し、回収したものを磁力でショット玉と切削くずに分離する。



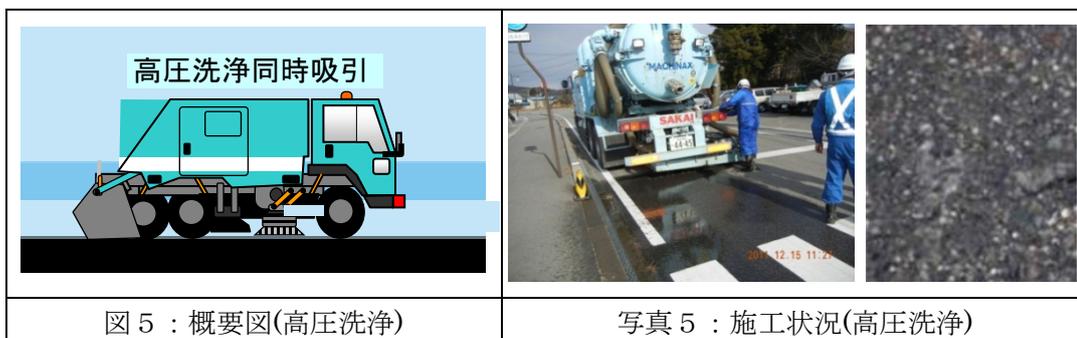
- 切削：ドラム超硬チップにより舗装表面を4mm～6mm削る。粉じんが舞い上がらないよう湿潤して行う。



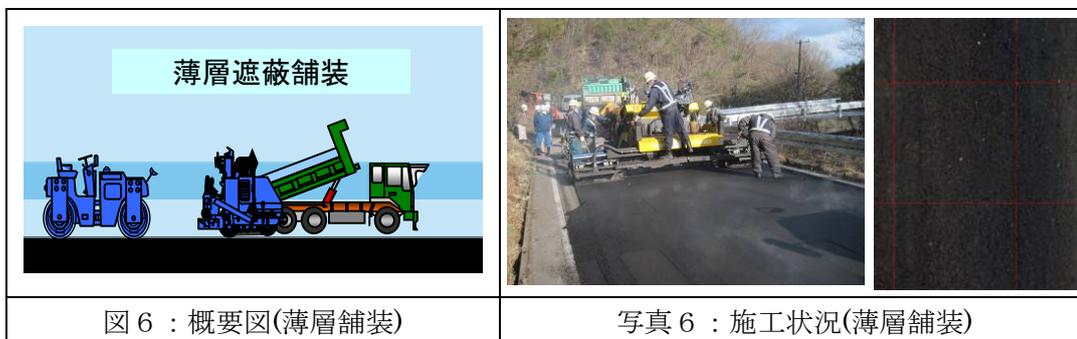
- ・ 超高压水洗净同时吸引式システム（S J - V法）：超高压の洗净水（80～100MPa）を舗装面に喷射し、放射性物質を分離すると同時に汚水を吸引回収する工法。温水（85℃）で施工することもできるが、その場合は水压が低下し 50MPa 程度となる。



- ・ 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。

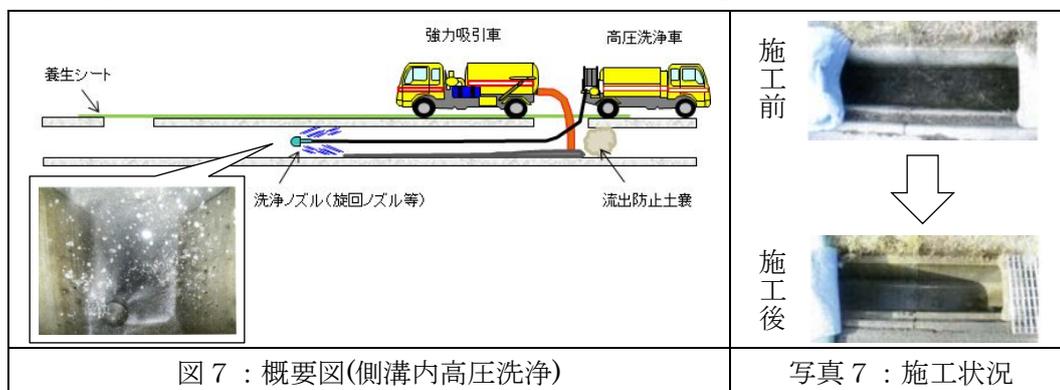


図 7：概要図(側溝内高圧洗浄)

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(10m³)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 ² /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)	表面の空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	表面線量 (cpm)	表面の空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	表面線量 (cpm)	表面の空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	
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	高圧洗浄	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)	高圧洗浄	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)	高圧洗浄	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	
高圧洗浄 + 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}Cs	^{137}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 ³)
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 ³)
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

※ ¹³⁴Cs及び¹³⁷Cs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。

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。

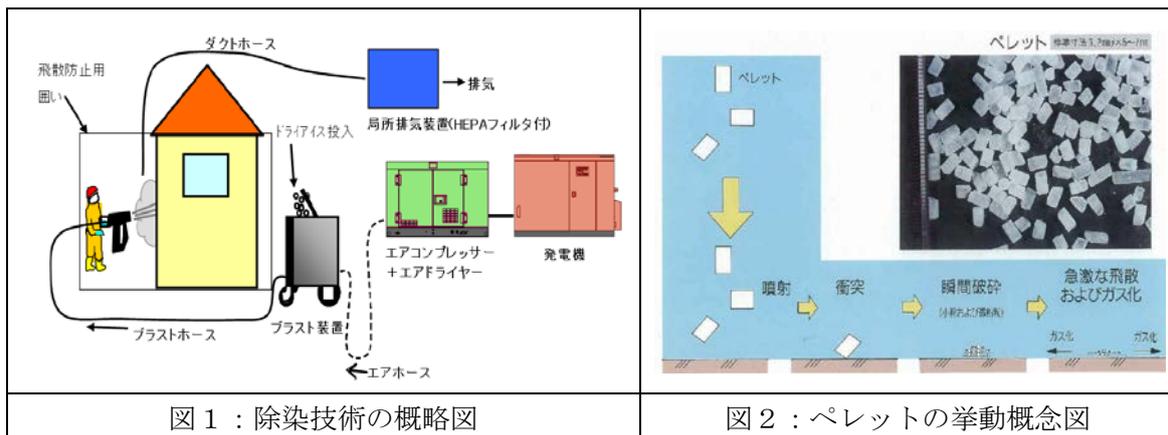


図1：除染技術の概略図

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。

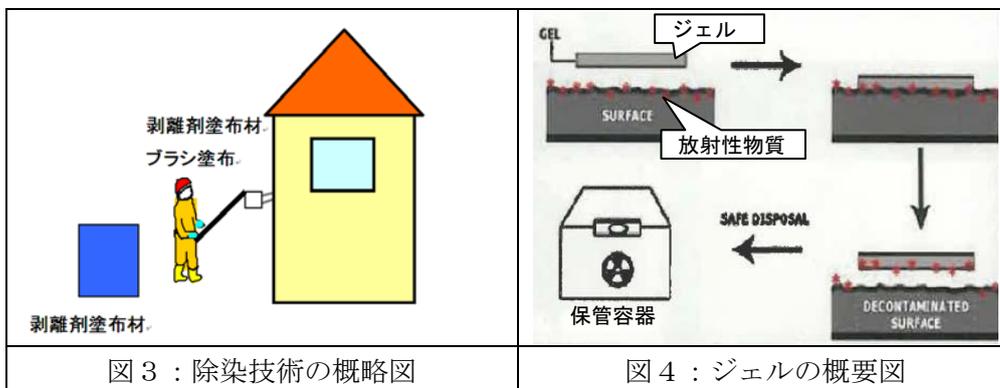


図 3：除染技術の概略図

図 4：ジェルの概要図

2. 実地試験の概要

- 実施場所 広野町内の集会場
- 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(m²)

	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。

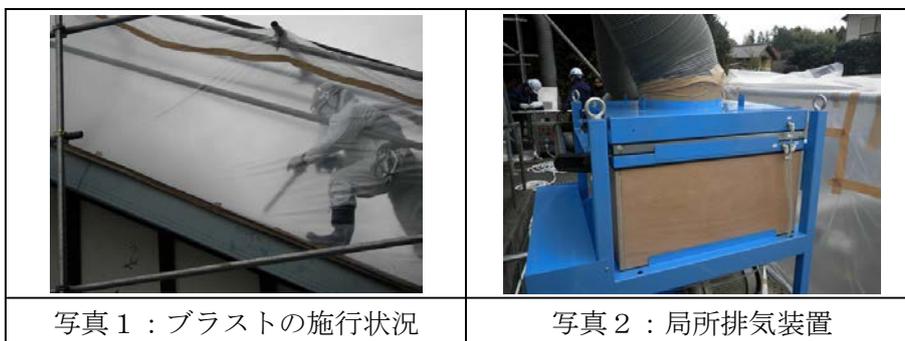


写真 1：ブラストの施行状況

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。

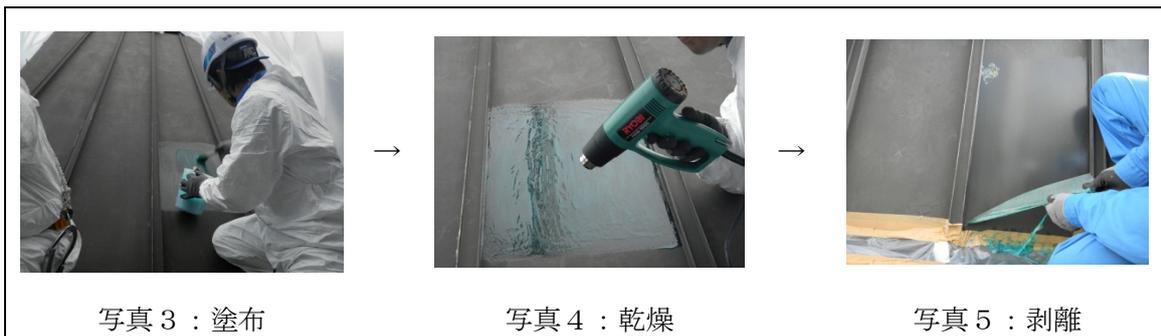


写真 3 : 塗布

写真 4 : 乾燥

写真 5 : 剥離

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)	ドライアイスプラスト	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)	ドライアイスプラスト	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 Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ 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

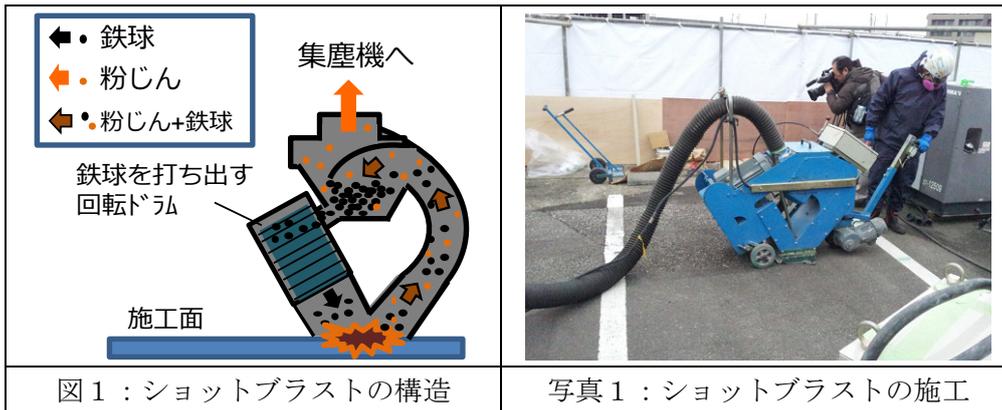
- ・ ドライアイスブラストによる駐車場の除染では、ある程度の除染効果が認められたが屋根の除染効果は低かった。また、塗膜剥離剤による屋根、駐車場の除染では、ある程度の除染効果が認められたが、表面線量が低かった壁では除染効果が認められなかった。
- ・ ドライアイスブラストによる除去物の飛散防止のため、作業現場の隔離養生が必要である。
- ・ ドライアイスブラストにより発生した廃棄物（集塵残渣）の放射性物質濃度が高く、運搬、保管作業時に適切な管理が必要。

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

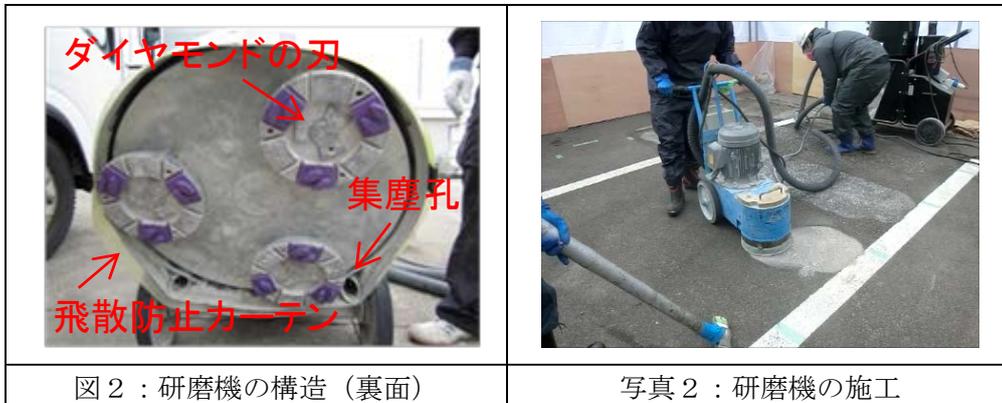
- 実施者 株式会社竹中工務店技術研究所
- 技術概要 アスファルト等の高圧洗浄のみでは除染効果が小さい床材の除染技術
- 試験対象 駐車場（アスファルト）
- 試験方法 ショットブラスト、研磨及び高圧洗浄を組み合わせ実施し効果を検証
- 試験結果
 - ・ ショットブラスト、研磨及び高圧洗浄を単独で施工した場合の表面線量の減少率は、それぞれ 99%、98%及び 60%であった。
 - ・ 研削工法と高圧洗浄の組み合わせによる除去向上の効果は見られなかった。
 - ・ 研削粉じん及び高圧洗浄の排水は回収し、事業所外への汚染の拡散を防止した。

1. 除染方法の概要

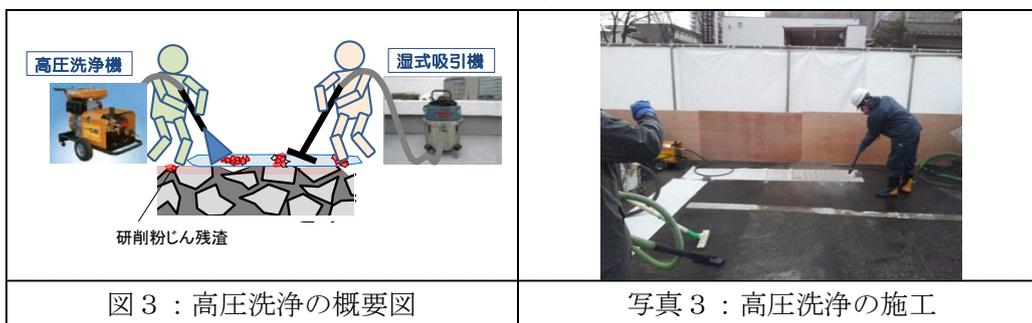
- ・ ショットブラスト：粒径 1.0～1.5mm の鉄球を高速で打ち付け表層の研削・除去を行う。粉じんは機器に連結された集塵機で回収する。



- ・ 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 2.1m²に区切った区画ごとに工法を組み合わせる実施

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($\mu\text{Sv/h}$)	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($\mu\text{Sv/h}$)	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($\mu\text{Sv/h}$)	0.13					0.06			0.05	
4	表面線量(cpm)	947	→			→			→	376	60%
	表面の空間線量率($\mu\text{Sv/h}$)	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 ³)
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ 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	—	—

※ ¹³⁴Cs及び¹³⁷Cs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。

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"> ・ 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。

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



GPS 測位機能付きデジタルカメラ及び携帯電話

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>

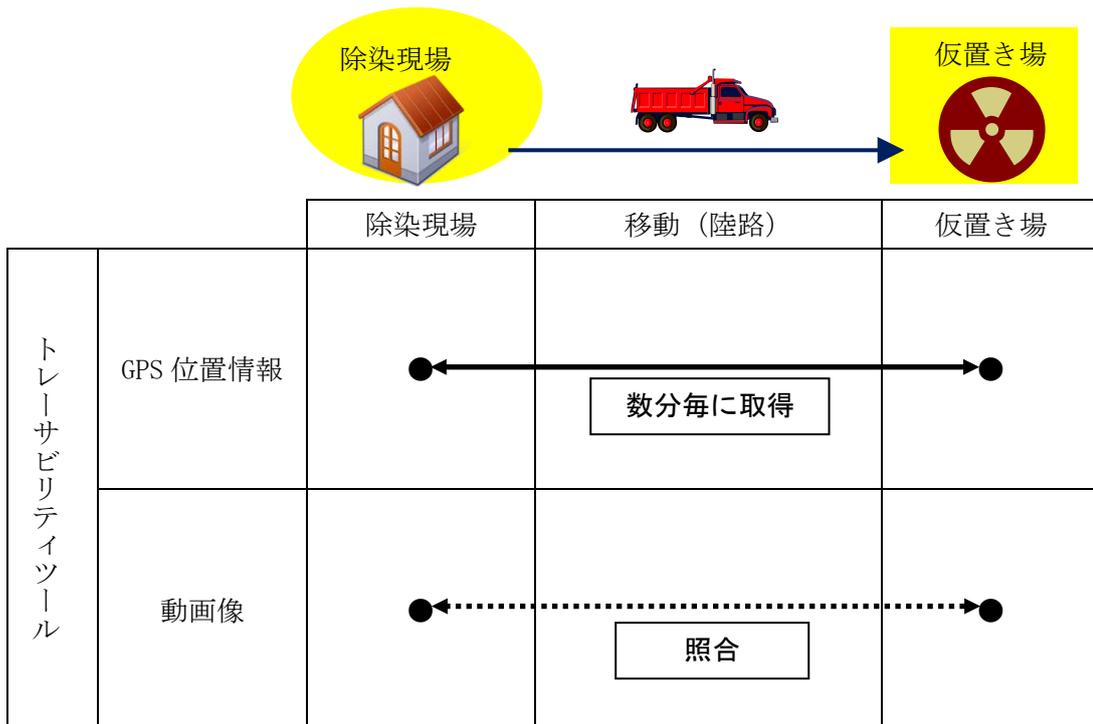
2. 実施方法の概要

(1) 実施場所 他技術の実地試験場所

(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。

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。

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">・ 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。・ 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。 |
| ※ | 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

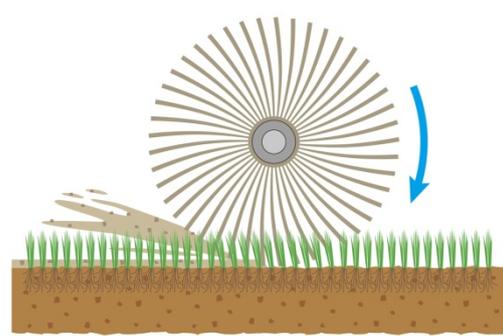


図1：除染技術の概要図

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 ² /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 ² /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 ² /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(200m²)及びインターロッキング(100m²)
- (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(μ 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(μ 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 ³)
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ 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

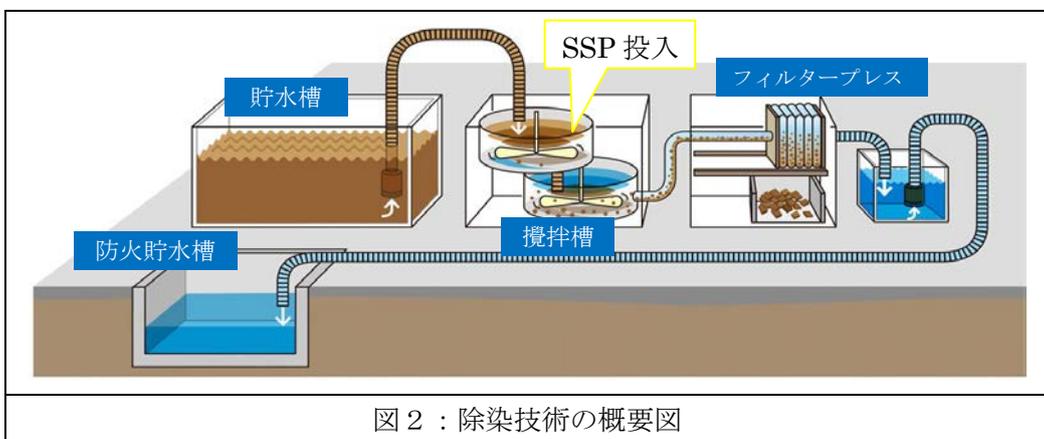
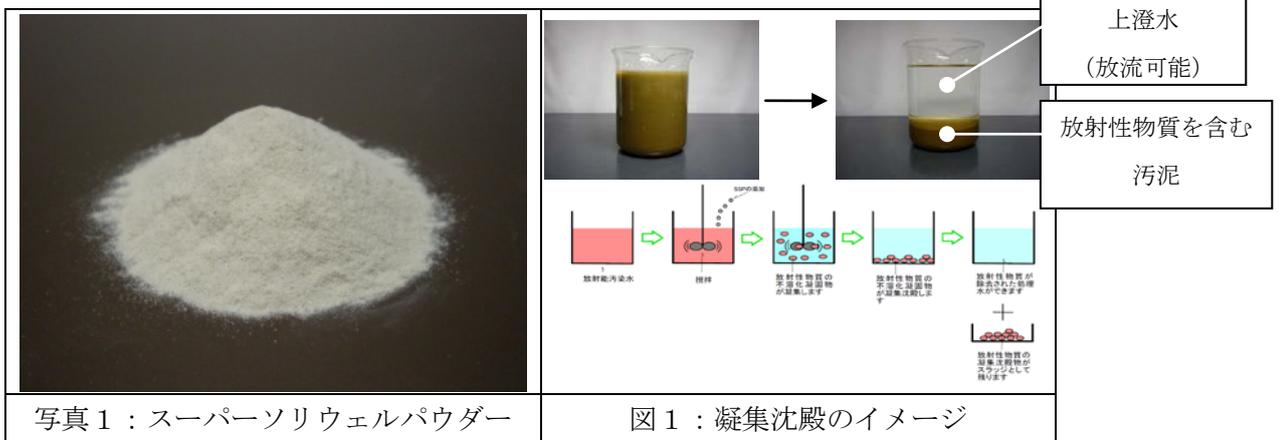
- ・ 芝地の除染ではある程度の除染効果が認められたが、高圧洗浄と組み合わせたインターロッキングの除染効果は低かった。
- ・ エンジンブルマーは操作が簡便で傾斜や起伏のある地形でも対応でき汎用性が高いことから、ブラシの改良など除染効果を向上させることにより、芝地等の除染技術として普及することが期待される。

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。

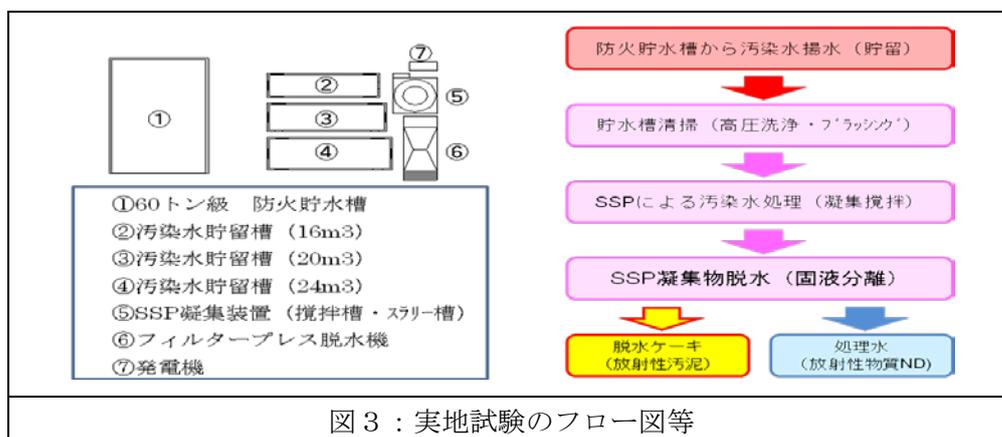
1. 除染技術の概要

- ・ 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。



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 m³）
- (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



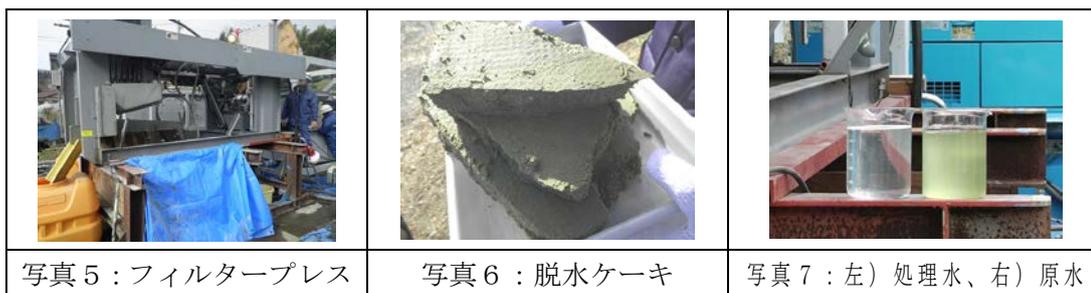
※ 除染対象が防火用水であることから、実証中の火災発生等に対応できるように、汚染水は全て貯水槽にくみ上げ、消火活動の障害とならないように施工

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 1m³の攪拌槽に貯水タンクから水を移送し、スーパーソリウェルパウダーを水 1m³に対し 4kg加え 5 分間攪拌。



ウ) ろ過・脱水：フィルター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)		
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs
40cm	ND	13	13
80cm	ND	ND	ND
120cm	437	678	1, 115
150cm	11, 500	15, 400	26, 900

※ ¹³⁴Cs及び¹³⁷Cs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)		
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ 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

※ ¹³⁴Cs及び¹³⁷Cs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)
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ 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。

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の除去率は、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。

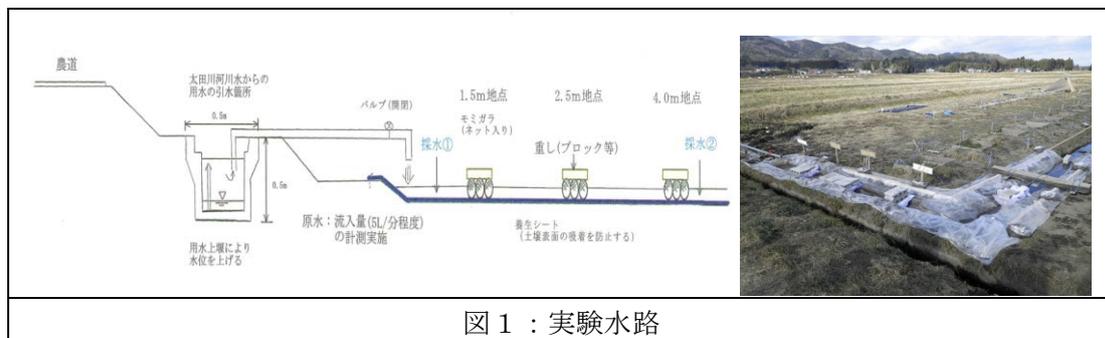


図 1：実験水路



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
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ 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%

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

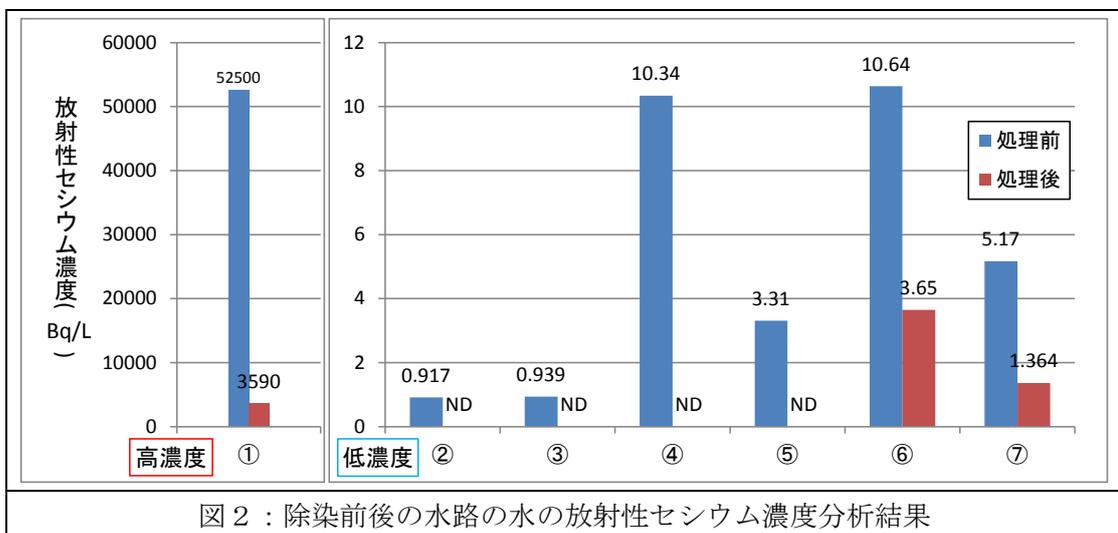


表2 モミガラ放射性セシウム濃度分析結果

	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)
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs		¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ 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)

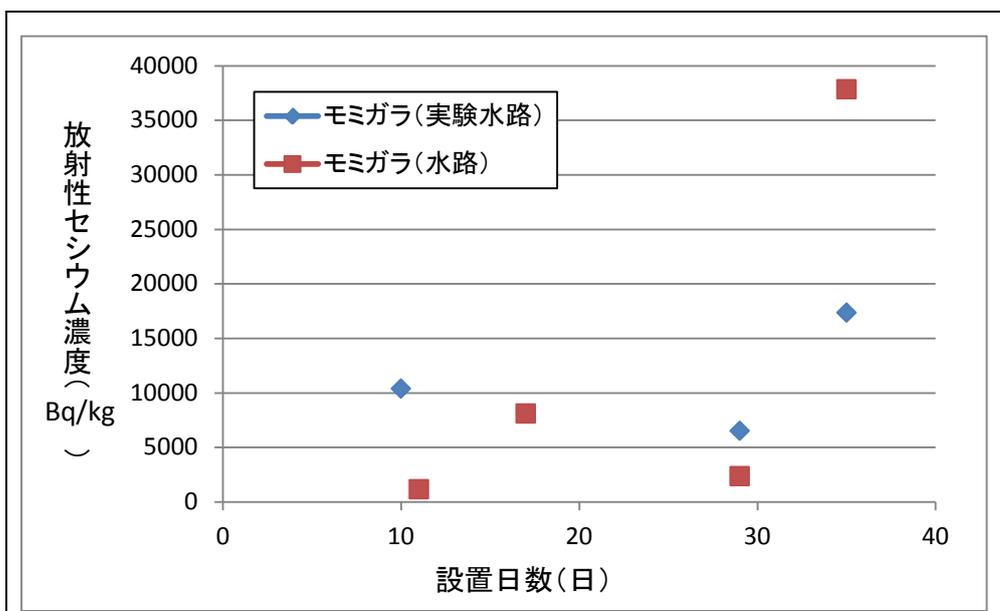


図3：モミガラの放射性セシウム濃度分析結果

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。