

平成 24 年度第 1 回福島県除染技術実証事業
実施結果報告書

福島県生活環境部

平成 25 年 2 月

はじめに

身近な生活空間等から放射線量を低減させるための除染については、「平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法」に基づき、国や市町村等が実施することとなっている。

このような中、本県では、実用可能で効果的な除染技術を公募し、県自らが除染実施前及び実施後の放射線量の測定等を実施し、その結果を評価・公表することにより、事業者による新たな除染技術の開発及び市町村等による効果的・効率的な除染の促進が図られることを目的に、今回、平成 24 年度第 1 回福島県除染技術実証事業を実施した。

本資料は、平成 24 年 11 月 21 日に公表した第 1 次報告書に記載の 10 技術に、残る 2 技術の現地試験の結果を加えて取りまとめたものである。

目次

1	事業概要	1
2	実地試験実施結果	
	除染技術一覧	5
	【区分1 構造物（建物・道路等）の除染技術】	
	除染技術①「循環回収型放射能除染機による一般家屋の除染」	6
	株式会社アイワコーポ（郡山市）	
	除染技術②「イーコン・ポリイオン工法」	14
	エコボンド環境工学リサーチ株式会社（郡山市）	
	除染技術③「ゼオライト含有高分子水溶液の塗膜乾燥剥離による除染」	22
	株式会社活里（北海道）	
	除染技術④「汚水飛散ゼロ・低圧ナノマイクロ蒸気洗浄工法」	30
	株式会社シミズ・ビルライフケア（東京都）	
	除染技術⑤「希釈した過酸化水素水による洗浄」	38
	庄建技術株式会社（南相馬市）	
	除染技術⑥「人工芝フィールドにおける充填材除去装置」	48
	ターフサイクル株式会社（東京都）	
	除染技術⑦「ブラストによる路面（アスファルト）等の除染」	54
	戸田建設株式会社（東京都）・三協興産株式会社（神奈川県）	
	除染技術⑧「ナノバブル天然界面活性剤洗浄液を用いた除染技術」	60
	株式会社バイノス（千葉県）/東電環境エンジニアリング株式会社/日立GE ニュークリアー・エナジー株式会社/株式会社大林組（以上、東京都）	
	【区分2 表土の除去を効率的に行う技術】	
	除染技術⑨「シート状での汚染土壌引き剥がし技術」	68
	株式会社エーアンドエーマテリアル（神奈川県）	
	【区分3 排水等中の放射性物質の低減技術】	
	除染技術⑩「車載型水処理装置」	74
	東急建設株式会社（東京都）	
	除染技術⑪「福島ブランド再生に向けた農業用水の広域的汚染バリアシステム」	80
	前田建設工業株式会社（東京都）	
	【区分4 その他の除染技術】	
	除染技術⑫「放射線量平面分布計測システムを用いた情報化施工技術」	88
	三井住友建設株式会社（東京都）	

参考資料

- (1) 用語解説 参考 1
- (2) 測定方法等 参考 2
- (3) 平成 24 年度第 1 回福島県除染技術実証事業実施要領 参考 4

1 事業概要

(1) 公募対象

市町村等における除染の実施状況等を踏まえ、今回の公募は下記の技術を対象に行った。

①重点的に実証する除染技術

- 1) 放射性物質に汚染された構造物（建物・道路等）の除染技術
- 2) 放射性物質に汚染された表土の除去を効率的に行う技術
- 3) 排水等中の放射性物質の低減技術

②その他の除染技術

(2) 公募期間

平成 24 年 5 月 14 日（月）～6 月 14 日（木）

(3) 応募数

98 技術（91 者）

①重点的に実証する除染技術

- | | |
|--------------------------------|------|
| 1) 放射性物質に汚染された構造物（建物・道路等）の除染技術 | 31 件 |
| 2) 放射性物質に汚染された表土の除去を効率的に行う技術 | 5 件 |
| 3) 排水等中の放射性物質の低減技術 | 17 件 |

②その他の除染技術（土壌の減容化技術など）

45 件

なお、複数の除染技術の区分を対象として申請された技術については、主な区分に振り分けた。

(4) 選定技術

12 技術（12 者）

選定技術の一覧は表 1 のとおり

(5) 実地試験実施期間

平成 24 年 8 月 22 日（水）～平成 24 年 11 月 22 日（木）

表 1 平成 24 年度第 1 回福島県除染技術実証事業選定技術一覧

No	申請者名	選定技術名 技術の概要	選定技術の区分※				公表日
			構造物	表土	排水	その他	
1	株式会社アイワコーポ (郡山市)	循環回収型放射能除染機による一般家屋の除染 高圧水を密閉ノズル内で噴射し、洗浄後の汚染水を回収・濾過後 に循環させ再噴射させる除染技術	○				平成 24 年 11 月 21 日
2	エコポンド環境工学 リサーチ株式会社 (郡山市)	イーコン・ポリイオン工法 高圧温水のキャビテーションによる洗浄効果とポリイオン水の捕 捉効果を利用した洗浄技術	○				平成 24 年 11 月 21 日
3	株式会社活里 (北海道)	ゼオライト含有高分子水溶液の塗膜乾燥剥離による除染 水性の液体を塗布し、乾燥後に剥離することで表面に付着した放 射性物質を含む粉じん、微粒子を除去する技術	○				平成 24 年 11 月 21 日
4	株式会社シミズ ・ビルライフケア (東京都)	汚水飛散ゼロ・低圧ナノマイクロ蒸気洗浄工法 ナノマイクロ蒸気粒子を噴射し、ブラッシング・ふき取り作業によ り、使用水量を抑えながら放射性物質を遊離・吸引除去する技術	○				平成 24 年 11 月 21 日
5	庄建技術株式会社 (南相馬市)	希釈した過酸化水素水による洗浄 構造物を前洗浄後、過酸化水素水による洗浄を行い、放射性物質 を洗浄・除去する技術	○				平成 25 年 2 月 4 日
6	ターフサイクル株式会社 (東京都)	人工芝フィールドにおける充填材除去装置 集じん機能付きレノマチックにより人工芝等の充填材の抜き取り を行い、人工芝フィールドの除染を行う技術	○				平成 24 年 11 月 21 日

7	戸田建設株式会社(東京都) 三協興産株式会社(神奈川県)	ブラストによる路面(アスファルト)等の除染 金属片を路面(アスファルト)等に吹き付けることにより路面に 付着した放射性物質を除去する技術	○				平成24年 11月21日
8	株式会社バイノス(千葉県) 東電環境エンジニアリング株式会社 日立NEエニュークリア・エナジー株式会社 株式会社大林組(以上、東京都)	ナノバブル天然界面活性剤洗浄液を用いた除染技術 ナノバブル天然界面活性剤洗浄液の散布により道路等の除染を行 い、回収した廃液を浄化する技術	○				平成24年 11月21日
9	株式会社エアーアンド エーマテリアル (神奈川県)	シート状での汚染土壌引き剥がし技術 ポリウレタン系接着剤で土壌表面のコロateringを行い、土壌を 薄く剥ぎ取り、減容し保管する技術		○			平成24年 11月21日
10	東急建設株式会社 (東京都)	車載型水処理装置 車載型水処理装置を用いて、防火水槽・プール・貯水池等の汚染 水を循環させながら除染する技術			○		平成24年 11月21日
11	前田建設工業株式会社 (東京都)	福島ブランド再生に向けた農業用水の広域的汚染バリアシステム 農業用水中の懸濁物質に吸着されたセシウムと溶解性のセシウム を効果的に捕捉・除去する技術			○		平成25年 2月4日
12	三井住友建設株式会社 (東京都)	放射線量平面分布計測システムを用いた情報化施工技術 GPS受信機を搭載した放射線計測車を用い、線量マップをリアルタ イムに表示する技術				○	平成24年 11月21日

※ 複数の除染技術の区分を対象として申請された技術については、主な区分に振り分けて集計している。

「構造物」…放射性物質に汚染された構造物(建物・道路等)の除染技術

「表土」…放射性物質に汚染された表土の除去を効率的に行う技術

「排水」…排水等中の放射性物質の低減技術

「その他」…その他の除染技術

2 実地試験実施結果

除染技術一覧

【区分1 構造物（建物・道路等）の除染技術】

除染技術①「循環回収型放射能除染機による一般家屋の除染」

除染技術②「イーコン・ポリイオン工法」

除染技術③「ゼオライト含有高分子水溶液の塗膜乾燥剥離による除染」

除染技術④「汚水飛散ゼロ・低圧ナノマイクロ蒸気洗浄工法」

除染技術⑤「希釈した過酸化水素水による洗浄」

除染技術⑥「人工芝フィールドにおける充填材除去装置」

除染技術⑦「ブラストによる路面（アスファルト）等の除染」

除染技術⑧「ナノバブル天然界面活性剤洗浄液を用いた除染技術」

【区分2 表土の除去を効率的に行う技術】

除染技術⑨「シート状での汚染土壌引き剥がし技術」

【区分3 排水等中の放射性物質の低減技術】

除染技術⑩「車載型水処理装置」

除染技術⑪「福島ブランド再生に向けた農業用水の広域的汚染バリアシステム」

【区分4 その他の除染技術】

除染技術⑫「放射線量平面分布計測システムを用いた情報化施工技術」

福島県除染技術実証事業除染技術一覧

No	区分	対象	技術名		技術概要	技術のポイント	試験スピード等 (作業員数)	除去物内容	使用水量		表面線量除染係数等 (平均値)	表面線量低減率 (%) (平均値)	コスト (直接工事費)	評価等
			申請者名	技術概要					発生量	水回収方法				
1		コンクリート 雨どい トタン インターロッキング	循環回収型放射能除染機による 一般家屋の除染	株式会社アイワコーポ (郡山市)	高圧水を密閉ノズル内で噴射し、 洗浄後の汚染水を回収・る過後に 循環させ再噴射させる除染技術	・回収型高圧洗浄 ・多様な対象物への適用 ・狭小な箇所等への適用 ・フィルタによる排水の浄化 ・汚染水の飛散流出の抑制	5m2/12.5分 (2人)	捕集物、フィルタ	5~20L/m2	コンクリート (犬走り) コンクリート (ブロック塀) 雨どい トタン (屋根) インターロッキング	7.8 3.8 3.0 1.7 4.1	87 % 68 % 66 % 42 % 75 %	>100m2 700円/m2 (平滑部の場合)	今回の試験結果から、当該技術により様々な対象物に対して広く除染効果が確認され、狭小な箇所等の限定された場所に対してより効果的な技術であることが示された。また、汚染水の回収処理についても効果があることが示された。
			イーコン・ポリオン工法	株式会社アイワコーポ (郡山市)	高圧温水のキャビテーションによる 効果とポリオン水の捕捉効果を 利用した洗浄技術	・回収型高圧洗浄 ・汚染水の飛散流出の抑制 ・凝集沈殿剤による排水処理	アスファルト 13m2/2分 (2人) スレート 4m2/17分 (2人)	汚泥 (凝集沈殿物)	約1L/m2 (1回当り)	バキュームポンプ による吸引	アスファルト スレート ※スレートについては捲りあがり があり、参考値。	4.1 1.8	75 % 42 %	>1000m2
2		アスファルト スレート	イーコン・ポリオン工法	株式会社アイワコーポ (郡山市)	高圧温水のキャビテーションによる 効果とポリオン水の捕捉効果を 利用した洗浄技術	・回収型高圧洗浄 ・汚染水の飛散流出の抑制 ・凝集沈殿剤による排水処理	アスファルト 13m2/2分 (2人) スレート 4m2/17分 (2人)	汚泥 (凝集沈殿物)	約1L/m2 (1回当り)	アスファルト スレート ※スレートについては捲りあがり があり、参考値。	4.1 1.8	75 % 42 %	>1000m2	今回の試験結果から、イーコン・ポリオン工法により、試験対象の一定の除染効果が確認された。また、排水処理についても、比較的短時間で凝集可能であることや比較的少ない凝集沈殿物量であったことから、一定の処理性能が確認された。一方、今回の試験では、高圧温水処理による工法との明確な差異が確認できなかったこと、発生する汚泥中の放射能濃度が高く、且つ含水率が高いため、適切な管理が必要であること等から、今後さらに当該技術の最適化を図り、当該手法を確立することが望まれる。
			エコボンド環境工学リサーチ株式会社 (郡山市)	高圧温水のキャビテーションによる 効果とポリオン水の捕捉効果を 利用した洗浄技術	・回収型高圧洗浄 ・汚染水の飛散流出の抑制 ・凝集沈殿剤による排水処理	アスファルト 13m2/2分 (2人) スレート 4m2/17分 (2人)	汚泥 (凝集沈殿物)	約1L/m2 (1回当り)	バキューム車又は 小型バキューム装置で吸引	アスファルト スレート ※スレートについては捲りあがり があり、参考値。	4.1 1.8	75 % 42 %	>1000m2	今回の試験結果から、イーコン・ポリオン工法により、試験対象の一定の除染効果が確認された。また、排水処理についても、比較的短時間で凝集可能であることや比較的少ない凝集沈殿物量であったことから、一定の処理性能が確認された。一方、今回の試験では、高圧温水処理による工法との明確な差異が確認できなかったこと、発生する汚泥中の放射能濃度が高く、且つ含水率が高いため、適切な管理が必要であること等から、今後さらに当該技術の最適化を図り、当該手法を確立することが望まれる。
3		コンクリート 木材	ゼオライト含有高分子水溶液の 塗膜乾燥剥離による除染	株式会社活里 (北海道)	水性の液体を塗布し、乾燥後に剥離 することで表面に付着した放射 性物質を含む粉じん、微粒子を除去 する技術	・剥離剤による除染 ・多様な対象物への適用 ・簡易な施工作業 ・狭小な箇所等への適用 ・発生廃棄物の少量化	230m2/日 (1人)	剥離物	-	コンクリート 四角波形ブロック 丸太横断面 まくら木	1.7 2.0 1.3 1.9	39 % 50 % 21 % 46 %	>100m2 500~ 1,000円/m2	今回の試験結果から、当該技術により様々な対象物に対して広く除染効果が確認され、狭小な箇所等に対して効果が発揮される技術であることが示された。また、当該技術により発生した廃棄物(剥離した塗膜)は、放射性物質濃度が高く、運搬及び保管作業時に適切な管理が必要である。
			剥離剤による除染	株式会社活里 (北海道)	水性の液体を塗布し、乾燥後に剥離 することで表面に付着した放射 性物質を含む粉じん、微粒子を除去 する技術	・剥離剤による除染 ・多様な対象物への適用 ・簡易な施工作業 ・狭小な箇所等への適用 ・発生廃棄物の少量化	230m2/日 (1人)	剥離物	-	コンクリート 四角波形ブロック 丸太横断面 まくら木	1.7 2.0 1.3 1.9	39 % 50 % 21 % 46 %	>100m2 500~ 1,000円/m2	今回の試験結果から、当該技術により様々な対象物に対して広く除染効果が確認され、狭小な箇所等に対して効果が発揮される技術であることが示された。また、当該技術により発生した廃棄物(剥離した塗膜)は、放射性物質濃度が高く、運搬及び保管作業時に適切な管理が必要である。
4		コンクリート レンガ 防水シート スレート アスファルト 木材	汚水飛散ゼロ・低圧ナノマイクロ 蒸気洗浄工法	株式会社シミズ・ビルライフケア (東京都)	ナノマイクロ蒸気粒子を噴射し、 ブラッシング・拭き取り作業により、 使用水量を抑えながら放射性 物質を遊離・吸引除去する技術	・低圧蒸気による洗浄 ・多様な対象物への適用 ・狭小な箇所等への適用 ・構造物の破損リスクの低減 ・汚染水の発生量・飛散流出の抑制	0.3m2/3~5分 (2人)	汚水	2.2L/m2	コンクリート (土間) コンクリート (駐車場) コンクリート (ブロック) レンガ 防水シート (屋上) スレート (屋根) アスファルト舗装 木材 (ウッドデッキ)	13 3.6 2.4 7.4 7.3 2.7 2.6 5.7	92 % 72 % 59 % 86 % 82 % 63 % 61 % 82 %	>100m2 1,300 ~ 1,500円/m2	今回の試験結果から、当該技術により様々な対象物に対して広く除染効果が見られ、狭小な箇所等の場所に対して、効果が発揮される技術であることが示された。また、当該技術により発生した汚水は、蒸気として揮散する量を除けば、概ね良く回収できており、汚染水の飛散・流出を抑えることができるものと推定される。また、当該技術は、高圧洗浄と比べ、使用水量の大幅な低減及び構造物の損傷リスクの低下が期待できる。一方、回収された排水の処理システムを含めた、当該技術の最適化が望まれる。
			ナノマイクロ蒸気粒子を噴射し、 ブラッシング・拭き取り作業により、 使用水量を抑えながら放射性 物質を遊離・吸引除去する技術	株式会社シミズ・ビルライフケア (東京都)	ナノマイクロ蒸気粒子を噴射し、 ブラッシング・拭き取り作業により、 使用水量を抑えながら放射性 物質を遊離・吸引除去する技術	・低圧蒸気による洗浄 ・多様な対象物への適用 ・狭小な箇所等への適用 ・構造物の破損リスクの低減 ・汚染水の発生量・飛散流出の抑制	0.3m2/3~5分 (2人)	汚水	2.2L/m2	エグストラクター (バキュームポンプ) で吸引	コンクリート (土間) コンクリート (駐車場) コンクリート (ブロック) レンガ 防水シート (屋上) スレート (屋根) アスファルト舗装 木材 (ウッドデッキ)	13 3.6 2.4 7.4 7.3 2.7 2.6 5.7	92 % 72 % 59 % 86 % 82 % 63 % 61 % 82 %	>100m2 1,300 ~ 1,500円/m2
5	構造物	塗り瓦 コンクリート	希釈した過酸化水素水による洗浄	庄建技術株式会社 (南相馬市)	構造物を前洗浄後、過酸化水素水 による洗浄を行い、放射性物質を 洗浄・除去する技術	・過酸化水素水を用いた洗浄による 環境負荷の低減 ・構造物の破損リスクの低減 ・汚染水の発生量・飛散流出の抑制	塗り瓦 (屋根) 100m2/3時間 (5人) コンクリート (屋根) 3.6m2/1時間 (3人) ※排水処理を除く	モミガラ	塗り瓦: 5L/m2 コンクリート: 3.6L/m2	塗り瓦 (屋根) 過酸化水素濃度0% 1% 3.5% 7%・15% コンクリート (屋根) 過酸化水素濃度0%・1% 3.5%・7% 15% 1.1 1.2 1.1	1.0 0.9 1.0 1.2 8.4 % 11 % 14 % 12 %	>1000m2 2,000円/m2	今回の試験対象物による試験結果からは、当該工法による明確な除染効果は見られなかった。また、モミガラを用いた排水処理については一定の効果が見られた。	
			構造物を前洗浄後、過酸化水素水 による洗浄を行い、放射性物質を 洗浄・除去する技術	庄建技術株式会社 (南相馬市)	構造物を前洗浄後、過酸化水素水 による洗浄を行い、放射性物質を 洗浄・除去する技術	・過酸化水素水を用いた洗浄による 環境負荷の低減 ・構造物の破損リスクの低減 ・汚染水の発生量・飛散流出の抑制	塗り瓦 (屋根) 100m2/3時間 (5人) コンクリート (屋根) 3.6m2/1時間 (3人) ※排水処理を除く	モミガラ	塗り瓦: 5L/m2 コンクリート: 3.6L/m2	塗り瓦 (屋根) 過酸化水素濃度0% 1% 3.5% 7%・15% コンクリート (屋根) 過酸化水素濃度0%・1% 3.5%・7% 15% 1.1 1.2 1.1	1.0 0.9 1.0 1.2 8.4 % 11 % 14 % 12 %	>1000m2 2,000円/m2	今回の試験対象物による試験結果からは、当該工法による明確な除染効果は見られなかった。また、モミガラを用いた排水処理については一定の効果が見られた。	
6		砂入り人工芝	人工芝フィールドにおける充填材 除去装置	ターフサイクル株式会社 (東京都)	集じん機能付きレノマチックにより 人工芝等の充填材の抜き取りを行い、 人工芝フィールドの除染を行う技術	・充填砂の除去及び充填機器による 除染 ・砂入り人工芝に対する効果的な 線量低減効果 ・粉じん等の副次的な影響の抑制	1,500m2/2日 (3人)	砂、粉じん	-	人工芝の充填砂抜後 人工芝への新砂充填後	2.2 4.0	54 % 74 %	>100m2 1,300円/m2	今回の試験結果から、当該工法により一定の除染効果が認められ、砂入り人工芝に対して有効な除染手法であると考えられる。また、当該工法による砂抜き作業中の大気中の粉じん濃度は、作業前と比較してほとんど変化はみられず、作業時に放射性物質を含む粉じんの発生を防止することができる。ただし、当該技術により発生した廃棄物(粉じん)は、放射性物質濃度が高く、運搬及び保管作業時に適切な管理が必要である。
			集じん機能付きレノマチックにより 人工芝等の充填材の抜き取りを行い、 人工芝フィールドの除染を行う技術	ターフサイクル株式会社 (東京都)	集じん機能付きレノマチックにより 人工芝等の充填材の抜き取りを行い、 人工芝フィールドの除染を行う技術	・充填砂の除去及び充填機器による 除染 ・砂入り人工芝に対する効果的な 線量低減効果 ・粉じん等の副次的な影響の抑制	1,500m2/2日 (3人)	砂、粉じん	-	人工芝の充填砂抜後 人工芝への新砂充填後	2.2 4.0	54 % 74 %	>100m2 1,300円/m2	今回の試験結果から、当該工法により一定の除染効果が認められ、砂入り人工芝に対して有効な除染手法であると考えられる。また、当該工法による砂抜き作業中の大気中の粉じん濃度は、作業前と比較してほとんど変化はみられず、作業時に放射性物質を含む粉じんの発生を防止することができる。ただし、当該技術により発生した廃棄物(粉じん)は、放射性物質濃度が高く、運搬及び保管作業時に適切な管理が必要である。
7		アスファルト	プラスチックによる路面 (アスファルト) 等の除染	戸田建設株式会社 (東京都) 三協興産株式会社 (神奈川県)	金属片を路面 (アスファルト) 等に 吹き付けることにより路面に付着 した放射性物質を除去する技術	・吸引型自走式ロボットプラスト ・照射量、照射圧及び吸引圧等の 対象物に応じた変化 ・粉じん等の副次的な影響の低減	100m2/時間 (4人)	切削粉じん	-	アスファルト舗装面	5.8	75 %	>1000m2 3,000円/m2	当該工法により75%程度の低減効果が得られた。一方、今回の試験において、アスファルト舗装面にひび割れ等が生じるなどしたことから、除染対象に応じた研掃材 (プラスチック) の照射量・照射圧・吸引圧等の最適な条件の確立が必要である。また、機械で除去できない範囲についての工法についても検討が必要である。また、試験場所周辺の環境大気中の粉じん濃度については、作業前後と作業中においてほとんど変化はみられなかった。
			金属片を路面 (アスファルト) 等に 吹き付けることにより路面に付着 した放射性物質を除去する技術	戸田建設株式会社 (東京都) 三協興産株式会社 (神奈川県)	金属片を路面 (アスファルト) 等に 吹き付けることにより路面に付着 した放射性物質を除去する技術	・吸引型自走式ロボットプラスト ・照射量、照射圧及び吸引圧等の 対象物に応じた変化 ・粉じん等の副次的な影響の低減	100m2/時間 (4人)	切削粉じん	-	アスファルト舗装面	5.8	アスファルト舗装面	5.8	75 %
8		アスファルト スレート	ナノバブル天然界面活性剤洗浄液 を用いた除染技術	(株)バイノス (千葉県)、東電 環境エンジニアリング(株)、日 立GEニュークリア・エナジー (株)、(株)大林組 (以上、東京都)	ナノバブル天然界面活性剤洗浄液の 散布により道路等の除染を行い、 回収した排水を浄化する技術	・回収型洗浄装置 ・天然由来成分を用いた洗剤による 環境負荷の低減 ・天然由来成分による効果的な排水 処理 ・汚染水の飛散流出の抑制	アスファルト (道路) 30m2/分 (6人) スレート (屋根) 10m2/分 (2人) 排水処理 50L/分 (2人)	汚泥 (凝集沈殿物)	300L/m2	アスファルト (道路) スレート (屋根)	1.7 1.6	40 % 36 %	>100m2 アスファルト (道路) 450円/m2 スレート (屋根) 600円/m2	当該工法による一定の除染効果が確認された。洗浄液散布後、水洗浄を行うまでの時間の最適化や、ブラッシング時の路肩土壌の巻き込み防止などの対策について検討が必要である。排水処理については、一定の処理性能があったが、混入する有機物量によっては、凝集沈殿物の効率低下したことから、前処理等の対策の検討が必要である。
			ナノバブル天然界面活性剤洗浄液の 散布により道路等の除染を行い、 回収した排水を浄化する技術	(株)バイノス (千葉県)、東電 環境エンジニアリング(株)、日 立GEニュークリア・エナジー (株)、(株)大林組 (以上、東京都)	ナノバブル天然界面活性剤洗浄液の 散布により道路等の除染を行い、 回収した排水を浄化する技術	・回収型洗浄装置 ・天然由来成分を用いた洗剤による 環境負荷の低減 ・天然由来成分による効果的な排水 処理 ・汚染水の飛散流出の抑制	アスファルト (道路) 30m2/分 (6人) スレート (屋根) 10m2/分 (2人) 排水処理 50L/分 (2人)	汚泥 (凝集沈殿物)	300L/m2	アスファルト (道路) スレート (屋根)	1.7 1.6	アスファルト (道路) スレート (屋根)	1.7 1.6	40 % 36 %
9	表土 除去	土壌	シート状での汚染土壌引き剥がし 技術	株式会社エーアンドエマテリアル (神奈川県)	ポリウレタン系接着剤で土壌表面の コーティングを行い、土壌を薄く 剥ぎ取り、減容し保管する技術	・接着剤による均一な土壌引き剥がし ・発生除去土壌量の抑制 ・粉じん等の副次的な影響の抑制	0.8m2/分 (3人)	剥離土壌	-	庭の表土 (厚さ0.8cm) 畑の表土 (厚さ1.5cm)	1.1 1.3	4 % 19 %	>100m2 1800円/m2	今回の試験結果から、当該技術は表土を均一の厚さに剥ぎ取る技術として有用であることが示されたが、今後、施工箇所及び施工条件に応じた最適な剥ぎ取り厚さ等を検討する必要がある。
			ポリウレタン系接着剤で土壌表面の コーティングを行い、土壌を薄く 剥ぎ取り、減容し保管する技術	株式会社エーアンドエマテリアル (神奈川県)	ポリウレタン系接着剤で土壌表面の コーティングを行い、土壌を薄く 剥ぎ取り、減容し保管する技術	・接着剤による均一な土壌引き剥がし ・発生除去土壌量の抑制 ・粉じん等の副次的な影響の抑制	0.8m2/分 (3人)	剥離土壌	-	庭の表土 (厚さ0.8cm) 畑の表土 (厚さ1.5cm)	1.1 1.3	4 % 19 %	>100m2 1800円/m2	今回の試験結果から、当該技術は表土を均一の厚さに剥ぎ取る技術として有用であることが示されたが、今後、施工箇所及び施工条件に応じた最適な剥ぎ取り厚さ等を検討する必要がある。
10		貯留水	車載型水処理装置	東急建設株式会社 (東京都)	車載型水処理装置を用いて、防火 水槽・プール・貯水池等の汚染水を 循環させながら除去する技術	・車載型循環式水処理装置 ・コンパクトな装置設計 ・装置の移動が容易 ・凝集剤のみによる効果的な水処理	貯留水 (防火水槽) 処理量: 28t 20t/h~30t/h 循環処理 (3人/日)	処理汚泥、底泥	-	処理前 処理後	<4~840Bq/L <4Bq/L	貯留水の処理前後において 約 100 %	>40m3 22,000円/m3	凝集剤を利用した水処理装置を移動することにより、貯留水 (原水) をおむね検出限界以下まで処理することができた。なお、当該工法について、ゼオライトの効果を検証する必要がある。一方、処理水放流後の防火水槽には、底泥の残存がみられたことから、対象の水循環の方法及び処理スキームについて、更なる検討が必要である。
			車載型水処理装置を用いて、防火 水槽・プール・貯水池等の汚染水を 循環させながら除去する技術	東急建設株式会社 (東京都)	車載型水処理装置を用いて、防火 水槽・プール・貯水池等の汚染水を 循環させながら除去する技術	・車載型循環式水処理装置 ・コンパクトな装置設計 ・装置の移動が容易 ・凝集剤のみによる効果的な水処理	貯留水 (防火水槽) 処理量: 28t 20t/h~30t/h 循環処理 (3人/日)	処理汚泥、底泥	-	処理前 処理後	<4~840Bq/L <4Bq/L	処理前 処理後	<4~840Bq/L <4Bq/L	貯留水の処理前後において 約 100 %
11		排水	福島ブランド再生に向けた農業 用水の広域的汚染バリアシステム	前田建設工業株式会社 (東京都)	農業用水中の懸濁物質に吸着された セシウムと溶解性のセシウムを 効果的に捕捉・除去する技術	・農業用水中の放射性セシウムを 効果的に捕捉・除去 ・放射性セシウムの農地への混入、 蓄積を防止 ・簡易な設置が可能	-	ろ過材、吸着材	-	水路 (大) システム前 システム通過後 水路 (小) システム前 システム通過後 水田 (取水口) システム前 システム通過後	0.41Bq/L 0.30Bq/L 0.29Bq/L 0.19Bq/L 0.48Bq/L 0.20Bq/L	1年あたり農地1ha (水田3反、水路1 本を想定)につき	1,800,000円/ha	今回の試験結果から、当該技術により、本条件下において農業用水路等中の放射性セシウムを一定程度低減する効果があることが確認された。今後は、様々な条件下でのデータを蓄積し、当該技術の適用方法の検討を図る必要がある。
			農業用水中の懸濁物質に吸着された セシウムと溶解性のセシウムを 効果的に捕捉・除去する技術	前田建設工業株式会社 (東京都)	農業用水中の懸濁物質に吸着された セシウムと溶解性のセシウムを 効果的に捕捉・除去する技術	・農業用水中の放射性セシウムを 効果的に捕捉・除去 ・放射性セシウムの農地への混入、 蓄積を防止 ・簡易な設置が可能	-	ろ過材、吸着材	-	水路 (大) システム前 システム通過後 水路 (小) システム前 システム通過後 水田 (取水口) システム前 システム通過後	0.41Bq/L 0.30Bq/L 0.29Bq/L 0.19Bq/L 0.48Bq/L 0.20Bq/L	1年あたり農地1ha (水田3反、水路1 本を想定)につき	1,800,000円/ha	今回の試験結果から、当該技術により、本条件下において農業用水路等中の放射性セシウムを一定程度低減する効果があることが確認された。今後は、様々な条件下でのデータを蓄積し、当該技術の適用方法の検討を図る必要がある。
12	その他	-	放射線量平面分布計測システム を用いた情報化施工技術	三井住友建設株式会社 (東京都)	GPS受信機を搭載した放射線量計 測車を用い、線量マップをリアル タイムで表示する技術	・放射線量計測車を用いた線量 マップの作成 ・効果的な空間線量の把握	20,000m2/日 (2人)	-	-	-	-	-	>10000m2 50円/m2	当該技術については、ガイドライン法により測定した100cmと50cmの空間線量率分布と良く一致したことから、本法は、除染工事現場等で放射性物質の汚染状況を評価する上では作業効率の点から有用であると考えられる。また、時定数を3秒とした場合、施工スピードが1.0m/s以下の条件で、ガイドライン法との適合性が見られた。
			GPS受信機を搭載した放射線量計 測車を用い、線量マップをリアル タイムで表示する技術	三井住友建設株式会社 (東京都)	GPS受信機を搭載した放射線量計 測車を用い、線量マップをリアル タイムで表示する技術	・放射線量計測車を用いた線量 マップの作成 ・効果的な空間線量の把握	20,000m2/日 (2人)	-	-	-	-	-	-	>10000m2 50円/m2

※表面線量除染係数 (Decontamination Factor: 除染係数) DF=除染前の表面線量 (cpm) / 除染後の表面線量 (cpm)

※表面線量低減率 (%) = [(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

【区分1 構造物（建物・道路等）の除染技術】

除染技術①「循環回収型放射能除染機による一般家屋の除染」

1 申請者

株式会社アイワコーポ（郡山市）

2 技術の概要

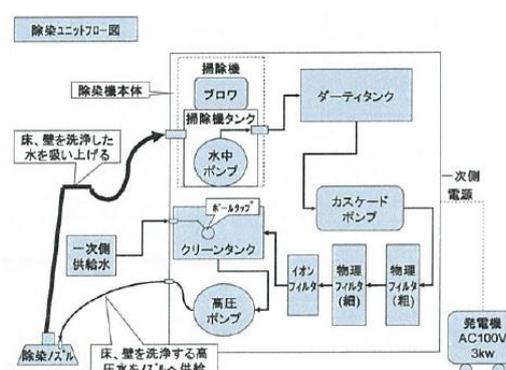
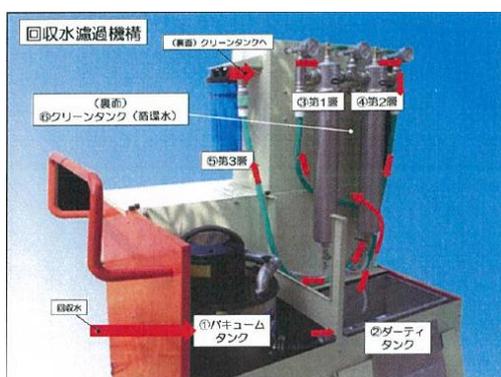
高压水を密閉ノズル内で噴射し、洗浄後の汚染水を回収・ろ過後に循環させ再噴射させる除染技術

3 技術の特徴

循環回収型放射能除染機は、ノズルが密閉されており、噴射した水を吸引するので近隣への飛散を防げる。また、吸引・浄化された水を小型密閉ノズルで対象面の直近から再噴射及び吸引するため、高い除染効果が期待できる。

コンパクトな筐体設計のため、重機を搬入出来ない細い路地に面した家屋等でも使用できるほか、形状の異なる複数のノズルが使用できるため、壁面、屋根部など多様な箇所に適用可能である。

対象物を除染しながら排水をろ過循環し高压水流として再噴射するシステムのため、排水処理用の凝集沈殿剤を必要としない。二次廃棄物は基本的に濾材(フィルタ)のみである。



4 対象

コンクリート（犬走り、ブロック塀）、雨どい、トタン（屋根）、インターロッキング等の表面又は同等のもの

5 実地試験の概要

（1）実施日

平成 24 年 9 月 20 日（木）

（2）実施場所

郡山市内

（3）試験対象

試験場所① コンクリート（犬走り）

試験場所② コンクリート（ブロック塀）

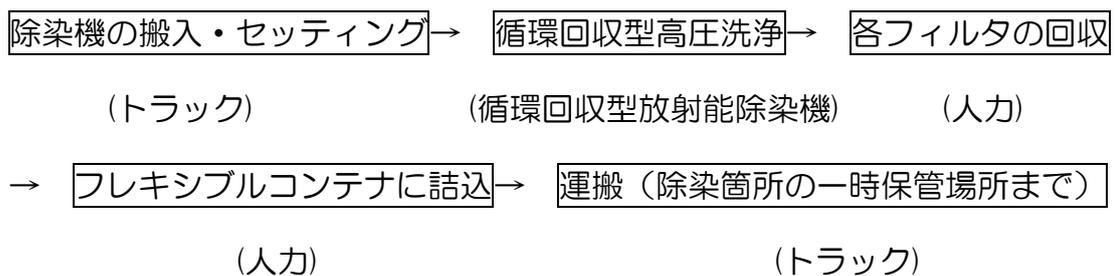
試験場所③ 雨どい

試験場所④ トタン（屋根（錆あり））

試験場所⑤ インターロッキング

（4）試験方法

【除染手順】



循環回収型放射能除染機を除染場所に搬入後、各フィルタをセットし、洗浄用の水を補給する。洗浄ノズルにバキュームホース、高圧ホース、手元スイッチ電線を接続し、除染機の電源を入れ、洗浄ノズルを用いて、高圧水洗浄を行う。吸引した洗浄後、フィルタろ過した後クリーンタンクに戻して、再度、洗浄用水として使用する。循環させ、循環水の再処理を行う。循環運

転終了後、ネット捕集物（主に土砂）と物理フィルタ（4本）を回収し、フレキシブルコンテナに詰込、一時保管する。除染前後に対象物の表面線量を測定し、除染効果を確認する。

（5）試験及び評価のポイント

- ア) 様々な構造物の表面を対象物として除染効果を検証する。
- イ) 循環回収型放射能除染による洗浄水の回収率及び放射性物質の除去について検証する。

6 試験結果

（1）除染前後における表面線量等の測定結果

表面線量及び空間線量率等の測定結果は表1のとおり。

除染による表面線量（cpm）の低減率は平均で42%（トタン（屋根））～87%（コンクリート（犬走り））であった。除染係数（DF）は平均で1.7～7.8であった。

（2）汚染水及びフィルタ等の放射性セシウム濃度測定結果

汚染水及びフィルタ等の放射性セシウム濃度測定結果は表2及び3のとおり。

コンクリート（犬走り・ブロック塀）、雨どい及びトタン（屋根）の除染を行った後に回収した各フィルタ等の放射性セシウム濃度は47～76,000 Bq/kg、インターロッキングの除染を行った後に回収した各フィルタ等の放射性セシウム濃度は、26～75,000 Bq/kgであった。ネット捕集物及び物理フィルタで濃度が高く、イオンフィルタは濃度が低かった。最終的な放流前の循環水については、当事業で定める排水基準を満たしていた。

また、本試験で発生した廃棄物量は、ネット捕集物が0.26 kg、物理フィルタ（4本）が約3 kgであった。本試験の除染面積は、5 m²程度と考えられるため、1 m²あたりに換算すると約0.7 kgの廃棄物が発生したことにな

る。フィルタは 50 m²の作業ごとに交換することを想定している。

(3) 洗浄水の回収率

表 4 に示すとおり、洗浄水の回収率は 35～86%であった。

実地試験中に循環回収型放射能除染機の洗浄水吸引機構において、バキュームタンク蓋の歪とパッキングが一部ずれていたことにより、真空度が悪くなっていたため、回収率が低下した試験箇所があった。

7 除染スピード・コスト等

除染スピードは、1 m²あたり 2.5 分程度であることから、除染可能面積は、150 m²/日程度（6 時間稼働）である。その際の作業員数は 2 名である。

除染に要する概算費用は、1 日約 150m²を除染した場合、700 円/m²程度である。なお、この費用には、循環回収型除染機の機器損料等は含んでいない。

8 評価等

今回の試験結果から、当該技術により様々な対象物に対して広く除染効果が確認され、狭小な箇所等の場所に対してより効果的な技術であることが示された。

また、汚染水の回収処理についても効果があることが示された。



写真1 循環回収型放射能除染機



写真2 ブロック塀の除染



写真3 雨樋の除染



写真4 トタンひさしの除染



写真5 犬走りの除染



写真6 インターロッキングの除染

表 1 除染前後の線量測定結果

試験対象	測定方法	除染前 測定結果	除染後		
			測定結果	低減率(%)	DF
試験場所① コンクリート (犬走り)	表面線量 (cpm)	733 (712-744)	94 (91-99)	87 (87-88)	7.8 (7.5-8.2)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.11 (0.11-0.12)	0.07 (0.06-0.07)	41 (36-45)	1.7 (1.6-1.8)
試験場所② コンクリート (ブロック塀)	表面線量 (cpm)	755 (717-782)	242 (132-409)	68 (47-82)	3.8 (1.9-5.4)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.16 (0.16-0.17)	0.12 (0.10-0.13)	29 (19-38)	1.4 (1.2-1.6)
試験場所③ 雨どい	表面線量 (cpm)	559 (496-621)	187 (184-189)	66 (62-70)	3.0 (2.6-3.4)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.12 (0.11-0.12)	0.09 (0.09)	22 (18-25)	1.3 (1.2-1.3)
試験場所④ トタン(屋根)	表面線量 (cpm)	857 (727-986)	495 (451-538)	42 (38-45)	1.7 (1.6-1.8)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.13 (0.12-0.13)	0.10 (0.10)	20 (17-23)	1.3 (1.2-1.3)
試験場所⑤ インター ロッキング	表面線量 (cpm)	814 (658-1,046)	197 (165-215)	75 (68-79)	4.1 (3.1-4.9)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.18 (0.17-0.19)	0.11 (0.10-0.13)	38 (32-42)	1.6 (1.5-1.7)

表 2 汚染水等の放射性セシウム濃度の測定結果

試験対象	試料名	放射性セシウム濃度 (Bq/L)			発生量 (L) (②)	総 Bq (①×②)
		^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ (①)		
試験場所 ①~④	未処理排水	-	-	-	-	-
	処理後排水	13	20	33	30	990
試験場所 ⑤	未処理排水	290	500	790	30	23,700
	処理後排水	20	33	53	30	1,590

表3 フィルタ等の放射性セシウム濃度の測定結果

試験対象	試料名		放射性セシウム濃度 (Bq/kg)			発生量 (kg) (②)	総 Bq (① × ②)
			¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs (①)		
試験場所 ①～④	ネット捕集物		31,000	45,000	76,000	0.06	4,560
	物理フィルタ 1	上側	7,800	12,000	19,800	0.36	7,049
		下側	6,800	11,000	17,800	0.35	6,301
	物理フィルタ 2	上側	11,000	18,000	29,000	0.38	11,078
		下側	6,800	12,000	18,800	0.41	7,670
	イオンフィルタ		16	31	47	1.17	55
試験場所 ⑤	ネット捕集物		31,000	44,000	75,000	0.20	15,000
	物理フィルタ 1	上側	5,400	9,400	14,800	0.36	5,328
		下側	3,800	6,200	10,000	0.35	3,540
	物理フィルタ 2	上側	3,900	6,700	10,600	0.40	4,219
		下側	4,700	7,600	12,300	0.42	5,117
	イオンフィルタ		11	15	26	1.14	30

表4 洗浄水の使用量及び回収率

試験対象	回収率 (%)	単位面積当 りの使用水量 (L/ m ²)
試験場所①	82	11
試験場所②	52	12
試験場所③	35	-
試験場所④	84	5
試験場所⑤	86	20

【区分1 構造物（建物・道路等）の除染技術】

除染技術②「イーコン・ポリイオン工法」

1 申請者

エコボンド環境工学リサーチ株式会社（郡山市）

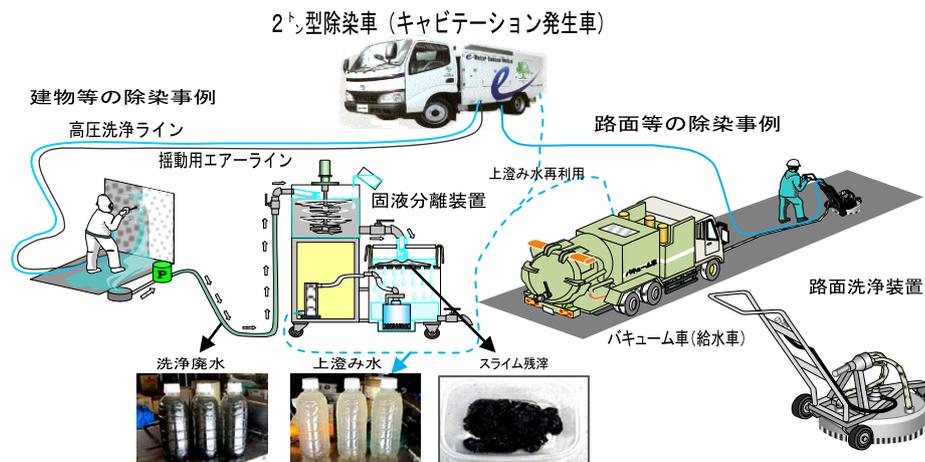
2 技術の概要

高压温水のキャビテーション¹による効果とポリイオン水の捕捉効果を利用した洗浄技術

3 技術の特徴

高压温水の持つキャビテーション効果による洗浄効果とポリイオン水の洗浄効果を利用して、粉じん等に付着した放射性物質を洗浄吸引装置で洗浄・排水回収し、固液分離装置で凝集沈殿後、上澄みと凝集沈殿物に分離する。

放射性物質は、この凝集沈殿物に多く含まれており、排水の凝集沈殿により、排水中の放射性物質の量を低減できる。また、除染中、飛散防止を行うことで作業者の安全確保ができ、除染水を吸引回収することにより、周囲に垂れ流すことも無く、安全かつ工期短縮が可能となる。



¹ 液体の流れの中で圧力差により短時間に泡の発生と消滅が起きる物理現象である。空洞現象とも言われる。

4 対象

アスファルト舗装面（駐車場）、スレート（屋根）又は同等のもの

5 実地試験の概要

（1）実施日

平成 24 年 8 月 28 日（火）

（2）実施場所

本宮市内

（3）試験対象

試験場所① アスファルト舗装面（駐車場）

試験場所② スレート（屋根）

（4）試験方法

ア) アスファルト舗装面（駐車場）の洗浄

【洗浄フロー】

高圧水洗浄 → 洗浄水回収・一次タンクに貯留

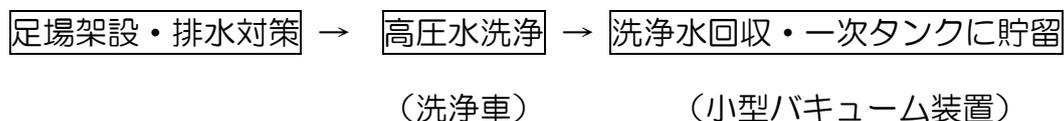
（洗浄車） （バキューム車＋ポリタンク）

試験場所①を3つの区画に分け、高圧水（キャビテーション無し）・高圧温水（キャビテーション有り）・イーコン・ポリイオン工法（キャビテーションとポリイオン有り）の3種類について、回転円盤型の吸引式高圧洗浄機を用いてアスファルト舗装面の洗浄を2回実施した。洗浄排水については、洗浄と同時に吸引し、一時的にタンクに貯留した。

除染前、1回洗浄後、2回洗浄後のアスファルト舗装表面の空間線量率及び表面線量を測定し、低減率等を評価した。

イ) スレート (屋根) の洗浄

【洗浄フロー】



試験場所②に、足場架設、養生シートによる排水対策及び転落防止の親綱を配置し、イレーザーガンを用いてスレート洗浄を実施した。洗浄排水については、吸引ポンプ等により吸引し、一時的にタンクに貯留した。

除染前後の表面空間線量率及び表面線量を測定し、低減率等を評価した。

ウ) 排水処理

【処理フロー】

排水処理 (固液分離装置)

ア) 及びイ) で回収された洗浄排水について、固液分離装置を用いて線状高分子ポリマー・凝集沈殿剤・石灰により凝集沈殿処理を実施した。

処理後の凝集沈殿物は、二重のポリ袋に入れ、現場保管した。

(5) 試験及び評価のポイント

ア) イーコン・ポリイオン工法による表面線量・表面空間線量率の低減率等について検証する。

イ) 高圧水 (キャビテーション無し) 及び高圧温水 (キャビテーション有り) による洗浄を実施し、イーコン・ポリイオン工法 (キャビテーション+ポリイオン有り) との比較を行う。

ウ) 除染により発生した洗浄水の回収及び凝集沈殿処理の効果について検証する。

6 試験結果

(1) 除染前後における表面線量等の測定結果

除染前後の表面線量及び空間線量率の測定結果は表1のとおり。アスファルト舗装面（駐車場）における除染による表面線量（cpm）の低減率は、洗浄1回で平均75%（71～81%）、2回で平均80%（75～84%）、洗浄1回における除染係数（DF）は平均4.1（3.5～5.2）であった。

スレート（屋根）における除染による表面線量（cpm）の低減率は洗浄1回で平均42%（32～58%）であった。洗浄1回のDFは1.8（1.5～2.4）であった。屋根の洗浄については、構造物が経年劣化していたため、洗浄時にスレートが捲りあがる等不具合が生じた。このため、本来の除染効果が得られていない可能性がある。

アスファルト舗装面（駐車場）における高圧温水及び高圧水による除染による表面線量（cpm）の低減率は、高圧温水において洗浄1回で76%（67～82%）、2回で79%（65～86%）、高圧水において洗浄1回で72%（70～75%）、2回で76%（71～79%）であった。

(2) 排水等の放射性セシウム放射能濃度測定結果

排水、凝集沈殿処理後の処理水及び凝集沈殿物の放射性セシウム濃度測定結果は表2、表3及び表4のとおり。

排水中（未処理）の放射性セシウム濃度は、1,400～8,900 Bq/Lであったが、凝集沈殿処理後には、不検出となった。また、その際の凝集沈殿物の放射性セシウム濃度は、510,000Bq/kgであった。

また排水量について、駐車場の総排液量が約245Lであったことから、1m²当たりの排液量は約1.8Lと推定される。さらに、これらを凝集沈殿処理することにより発生した凝集沈殿物の量は、約2.5L（比重約1.2であったことから、約3kg）となった。

7 除染スピード・コスト等

除染スピードについて、今回は狭い除染範囲を往復したため、通常より時間を要したものと考えられるが、通常は時速1～1.5km程度での洗浄が可能である。また、申請者からの聞き取りによれば、除染に要する概算費用についてイーコン・ポリイオン工法（温水+ポリイオン）で1,070円/m²、温水除染で745円/m²とのことであった。

8 評価等

今回の試験結果から、イーコン・ポリイオン工法により、試験対象の一定の除染効果が確認された。また、排水処理についても、比較的短時間で凝集可能であることや比較的少ない凝集沈殿物量であったことから、一定の処理性能が確認された。

一方、今回の試験では、高压温水処理による工法との明確な差異が確認できなかったこと、発生する汚泥中の放射能濃度が高く、且つ含水率が高いため、適切な管理が必要であること等から、今後さらに当該技術の最適化を図り、当該手法を確立することが望まれる。



写真1 道路の除染



写真2 屋根の除染



写真3 固液分離装置



写真4 汚泥（凝集沈殿物）

表 1 除染前後の表面線量及び空間線量率の測定結果

試験対象	方法	測定方法	除染前 測定結果	除染後 (1回目)			除染後 (2回目)		
				測定結果	低減率 (%)	DF	測定結果	低減率 (%)	DF
試験場所 ① (アスファルト 舗装面)	I-コン・ ホリオン 工法	表面線量 (cpm)	886 (820~932)	221 (175-252)	75 (71-81)	4.1 (3.5-5.2)	180 (148-205)	80 (75-84)	5.0 (4.0-6.1)
		空間線量率 (μ Sv/h)	0.22 (0.19-0.25)	0.09 (0.09-0.10)	57 (53-60)	2.3 (2.1-2.5)	0.08 (0.08-0.09)	61 (58-64)	2.6 (2.4-2.8)
	高圧温水	表面線量 (cpm)	1191 (1122-1288)	288 (238-389)	76 (67-82)	4.4 (3.0-5.4)	252 (159-405)	79 (65-86)	5.5 (2.9-7.1)
		空間線量率 (μ Sv/h)	0.27 (0.25-0.30)	0.10 (0.10-0.11)	63 (60-65)	2.7 (2.5-2.8)	0.09 (0.09)	67 (64-70)	3.0 (2.8-3.3)
	高圧水	表面線量 (cpm)	773 (647-905)	218 (193-231)	72 (70-75)	3.5 (3.3-3.9)	190 (138-225)	76 (71-79)	4.2 (3.4-4.7)
		空間線量率 (μ Sv/h)	0.23 (0.22-0.24)	0.10 (0.10)	56 (55-58)	2.3 (2.2-2.4)	0.08 (0.08-0.09)	64 (61-67)	2.8 (2.6-3.0)
試験場所 ② (スレート)	I-コン・ ホリオン 工法	表面線量 (cpm)	802 (394-1378)	468 (241-931)	42 (32-58)	1.8 (1.5-2.4)			
		空間線量率 (μ Sv/h)	0.36 (0.30-0.44)	0.30 (0.27-0.33)	16 (10-25)	1.2 (1.1-1.3)			

表2 未処理排水中の放射性セシウム濃度測定結果

対象		除染回数	放射性セシウム濃度 (Bq/L)			発生量 (L) (②)	総 Bq (① × ②)
			¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs (①)		
排水 (試験場所①)	イオン・ホリ イオン工法	1回目	1,800	2,900	4,700	35	164,500
		2回目	470	880	1,400	35	49,000
	高圧温水	1回目	3,400	5,500	8,900	35	311,500
		2回目	1,100	2,200	3,300	35	115,500
	高圧水	1回目	1,900	3,400	5,300	35	185,500
		2回目	1,600	3,100	4,700	35	164,500
排水 (試験場所②)	イオン・ホリ イオン工法	1回目	970	1,400	2,400	-	-
		2回目					
総排水量					>210	>990,500	

表3 凝集沈殿処理水中の放射性セシウム濃度測定結果

対象	放射性セシウム濃度 (Bq/L)		
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs (①)
処理水	< 10	< 10	< 20

表4 凝集沈殿物中の放射性セシウム濃度測定結果

対象	放射性セシウム濃度 (Bq/kg)		
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs (①)
凝集沈殿物	200,000	310,000	510,000

【区分1 構造物（建物・道路等）の除染技術】

除染技術③「ゼオライト含有高分子水溶液の塗膜乾燥剥離による除染」

1 申請者

株式会社活里（北海道）

2 技術の概要

ゼオライト含有高分子水溶液の塗膜乾燥剥離による除染

3 技術の特徴

放射性物質で汚染されたコンクリート、アスファルト、壁材等の耐水性表面にゼオライト粉末及び天然高分子等を含む水性の溶液を塗布して乾燥後に剥離することによって、表面に付着した放射性物質を含む粉じん・微粒子を除去する。剥がした後のフィルムは収縮して小さくなるので減容効果がある。施工方法は極めて簡単で、誰でも訓練なしに容易に実施可能である。



4 対象

木材表面（丸太、まくら木）、コンクリート（四角波形ブロック、舗装面）
又はこれらと同等のもの

5 実地試験の概要

（1）実施日

平成 24 年 9 月 11 日（火）～18 日（火）

（2）実施場所

福島市内

（3）試験対象

試験場所① コンクリート（東南通路）

試験場所② 木材表面（丸太）

試験場所③ 木材表面（まくら木）

試験場所④ コンクリート（四角波形ブロック）

試験場所⑤ コンクリート（北西床面）

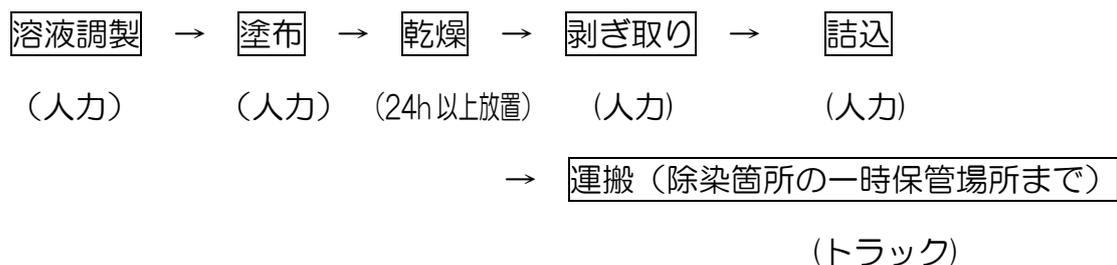
試験場所⑥ コンクリート（目地部分）

試験場所⑦ コンクリート（空調設備前）（ゼオライト無）

試験場所⑧ コンクリート（空調設備前）（ゼオライト有）

（4）試験方法

【除染手順】



試験対象の表面線量を測定後、水性の溶液を塗布して、24 時間以上放置し、乾燥後に剥離後、表面線量を測定する。測定後、再度溶液を塗布して、乾燥後、剥離、表面線量測定を行う。なお、コンクリート面において、ゼオライトを添加していない溶液と添加溶液による除染効果について比較検討した。剥離物は重量を測定後、適正に保管する。

(5) 試験及び評価のポイント

- ア) 材質や表面の凹凸の度合いが異なる対象物の除染効果について比較検証する。
- イ) 剥離物の放射能濃度と廃棄物量を測定し、廃棄物の減容化について評価する。

6 試験結果

(1) 除染前後における表面線量等の測定結果

表面線量及び空間線量率測定結果は表 1-1 及び 1-2 のとおり。表面線量 (cpm) の低減率は 1 回目で平均 14% (丸太) ~39% (コンクリートの目地部分)、2 回目で平均 21% (丸太) ~50% (四角波形ブロック)、除染係数 (DF) は 1 回目で平均 1.2 (丸太) ~1.6 (コンクリートの目地部分)、2 回目で平均 1.3 (丸太) ~2.0 (四角波形ブロック) であった。

ゼオライトの有無による除染効果について比較した結果、ゼオライト有りの低減率が 1 回目 32% (21~43%)、2 回目 47% (42~55%) であったのに対して、無しの低減率は 1 回目 18% (10~25%)、2 回目 32% (26~38%) であった。

(2) 剥離物の放射性セシウム濃度測定結果

剥離物の放射性セシウム濃度測定結果は表 2 のとおり。

剥離物の放射性セシウム濃度は、17,200～75,000 Bq/kg であった。1回目と各試験対象で発生した1 m² 当たり廃棄物量を表3に示す。廃棄物量は、平均で2.1 kg/m² (1.2～3.9 kg/m²)で、1回の塗布で平均1 kg/m² の廃棄物が発生した。

7 除染スピード・コスト等

除染スピードは、230m²/日。その際の作業員数は、1名である。

除染に要する概算費用は、500～1,000 円/m²である。

8 評価等

今回の試験結果から、当該技術により様々な対象物に対して広く除染効果が確認され、狭小な箇所等に対して効果が発揮される技術であることが示された。

当該技術により発生した廃棄物(剥離した塗膜)は、放射性物質濃度が高く、運搬及び保管作業時に適切な管理が必要である。



写真1 丸太横断面の剥離した塗膜



写真2 ゼオライト無(左)と有(右)

表 1-1 除染前後の表面線量及び空間線量率の測定結果

試験対象	測定方法	除染前 測定結果	除染後 (1回目)			除染後 (2回目)		
			測定結果	低減率 (%)	DF	測定結果	低減率 (%)	DF
試験場所① コンクリート (東南通路)	表面線量 (cpm)	2,120 (2,048-2,230)	1,393 (1,262-1,466)	34 (30-38)	1.5 (1.4-1.6)	1,291 (1,178-1,500)	39 (28-47)	1.7 (1.4-1.9)
	表面の空 間線量率 (μ Sv/h)	0.47 (0.45-0.49)	0.4 (0.38-0.41)	16 (15-16)	1.2 (1.2)	0.38 (0.36-0.40)	18 (15-20)	1.2 (1.2-1.3)
試験場所⑤ コンクリート (北西床面)	表面線量 (cpm)	2,310 (2,026-2,646)	1,586 (1,372-1,832)	31 (31-32)	1.5 (1.4-1.5)	1,343 (1,208-1,512)	41 (33-50)	1.7 (1.5-2.0)
	表面の空 間線量率 (μ Sv/h)	0.41 (0.38-0.43)	0.33 (0.30-0.35)	19 (17-21)	1.2 (1.2-1.3)	0.31 (0.28-0.34)	23 (17-26)	1.3 (1.2-1.4)
試験場所⑦ コンクリート (空調設備前) (ゼオライト無)	表面線量 (cpm)	2,157 (2,022-2,236)	1,754 (1,656-1,810)	18 (10-25)	1.2 (1.1-1.3)	1,463 (1,372-1,524)	32 (26-38)	1.5 (1.4-1.6)
	表面の空 間線量率 (μ Sv/h)	0.41 (0.41-0.42)	0.34 (0.33-0.36)	17 (14-20)	1.2 (1.2)	0.33 (0.32-0.34)	21 (19-22)	1.3 (1.2-1.3)
試験場所⑧ コンクリート (空調設備前) (ゼオライト有)	表面線量 (cpm)	1,841 (1,658-1,982)	1,264 (947-1,488)	32 (21-43)	1.5 (1.3-1.8)	989 (748-1,124)	47 (42-55)	1.9 (1.7-2.2)
	表面の空 間線量率 (μ Sv/h)	0.36 (0.33-0.38)	0.29 (0.25-0.31)	21 (18-24)	1.3 (1.2-1.3)	0.26 (0.23-0.28)	29 (26-32)	1.4 (1.4-1.5)

表 1-2 除染前後の表面線量及び空間線量率の測定結果

試験対象	測定方法	除染前 測定結果	除染後 (1回目)			除染後 (2回目)		
			測定結果	低減率 (%)	DF	測定結果	低減率 (%)	DF
試験場所② 木材表面 (丸太)	表面線量 (cpm)	2,344	2,008	14	1.2	1,856	21	1.3
	表面の空 間線量率 (μ Sv/h)	0.42	0.40	5	1.1	0.39	7	1.1
試験場所③ 木材表面 (まくら木)	表面線量 (cpm)	2,309 (1,802-2,650)	1,595 (1,172-1,964)	31 (26-35)	1.5 (1.3-1.5)	1,250 (1,006-1,540)	46 (42-51)	1.9 (1.7-2.1)
	表面の空 間線量率 (μ Sv/h)	0.76 (0.67-0.85)	0.71 (0.63-0.81)	7 (5-9)	1.1 (1.0-1.1)	0.69 (0.61-0.77)	10 (9-10)	1.1 (1.1)
試験場所④ コンクリート (四角波形ブロック)	表面線量 (cpm)	2,657	1,806	32	1.5	1,326	50	2.0
	表面の空 間線量率 (μ Sv/h)	0.41	0.31	24	1.3	0.27	34	1.5
試験場所⑥ コンクリート (目地部分)	表面線量 (cpm)	1,489 (1,308-1,648)	913 (767-1,108)	39 (33-43)	1.6 (1.5-1.8)	-	-	-
	表面の空 間線量率 (μ Sv/h)	0.41 (0.40-0.42)	0.34 (0.31-0.36)	17 (15-26)	1.2 (1.1-1.4)	-	-	-

表 2 剥離物の放射性セシウム濃度測定結果

試験対象	除染回数	放射性セシウム濃度 (Bq/kg)			発生量 (g) (②)	総 Bq (①×②)
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ Cs (①)		
試験場所① コンクリート (東南通路)	1回目	29,100	46,100	75,000	350	26,250
	2回目	13,100	18,200	31,300	300	9,390
試験場所② 木材表面 (丸太)	1回目	7,200	10,400	18,000	20	360
	2回目	7,300	9,900	17,200	5	86
試験場所③ 木材表面 (まくら木)	1回目	22,000	34,000	56,000	160	8,960
	2回目	12,200	16,600	29,000	105	3,045
試験場所④ コンクリート (四角波形ブロック)	1回目	27,700	43,700	71,000	60	4,260
	2回目	11,600	15,000	26,600	40	1,064
試験場所⑤ コンクリート (北西床面)	1回目	16,400	24,300	41,000	350	14,350
	2回目	14,200	19,800	34,000	190	6,460
試験場所⑥ コンクリート (目地部分)	1回目	21,000	31,500	52,500	100	5,250
	2回目	—	—	—	—	—
試験場所⑦ コンクリート (ゼオライト無)	1回目	28,900	46,300	75,000	135	10,125
	2回目	16,000	21,800	38,000	110	4,180
試験場所⑧ コンクリート (ゼオライト有)	1回目	24,900	39,000	64,000	120	7,680
	2回目	16,600	24,900	41,500	80	3,320

表3 試験で発生した廃棄物量

試験対象	塗布面積 (m ²)	廃棄物量 (kg/m ²)		
		1回目	2回目	合計
試験場所① コンクリート (東南通路)	0.32	1.1	0.59	1.7
試験場所② 木材表面 (丸太)	0.0064	3.1	0.78	3.9
試験場所③ 木材表面 (まくら木)	0.12	1.3	0.88	2.2
試験場所④ コンクリート (四角波形ブロック)	0.044	1.4	0.91	2.3
試験場所⑤ コンクリート (北西床面)	0.36	0.97	0.83	1.8
試験場所⑥ コンクリート (目地部分)	0.078	1.3	-	-
試験場所⑦ コンクリート (ゼオライト無)	0.17	0.71	0.47	1.2
試験場所⑧ コンクリート (ゼオライト有)	0.17	0.79	0.65	1.4

【区分1 構造物（建物・道路等）の除染技術】

除染技術④「汚水飛散ゼロ・低圧ナノマイクロ蒸気洗浄工法」

1 申請者

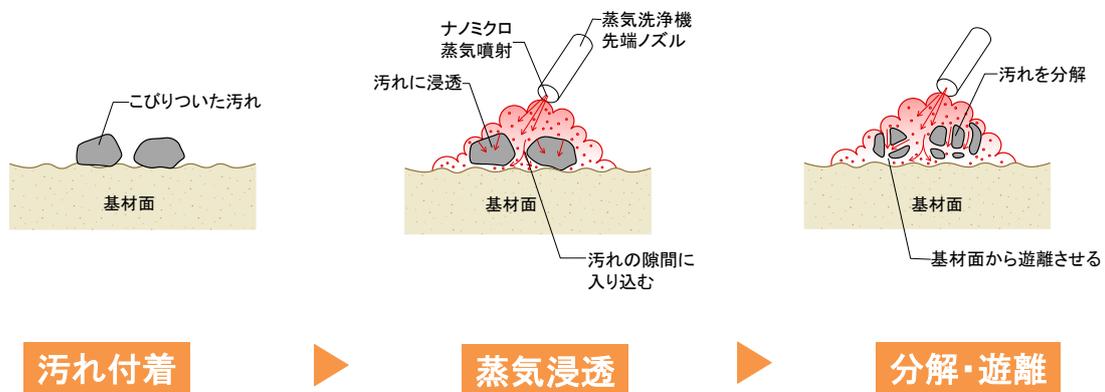
株式会社シミズ・ビルライフケア（東京都）

2 技術の概要

ナノマイクロ蒸気粒子を噴射し、ブラッシング・拭き取り作業により、使用水量を抑えながら放射性物質を遊離・吸引除去する技術

3 技術の特徴

本除染工法は、極少水量で高熱量を有するナノマイクロ蒸気粒子を基材表面凹凸部の細かい隙間まで噴射・浸透させ、基本的にブラッシングや拭き取り作業を行いながら、放射性物質を遊離・吸引除去できることを特徴としている。また、最高蒸気圧力は0.1MPaと低圧であるため建物を損傷させることがなく、かつ、使用水量が極めて少ないことから、放射性物質を含む汚染水を飛散・流出させることがないため、周辺環境に配慮した工法と言える。



4 対象

コンクリート（土間、ブロック、駐車場）、レンガ、木材（ウッドデッキ）、
アスファルト舗装面（駐車場）、防水シート（屋上）、スレート（屋根）又は
同等のもの

5 実地試験の概要

（1）実施日

平成24年9月12日（水）～9月13日（木）

（2）実施場所

郡山市内（2箇所）

（3）試験対象

試験場所① コンクリート（土間）

試験場所② コンクリート（ブロック）

試験場所③ レンガ

試験場所④ 木材（ウッドデッキ）

試験場所⑤ コンクリート（駐車場）

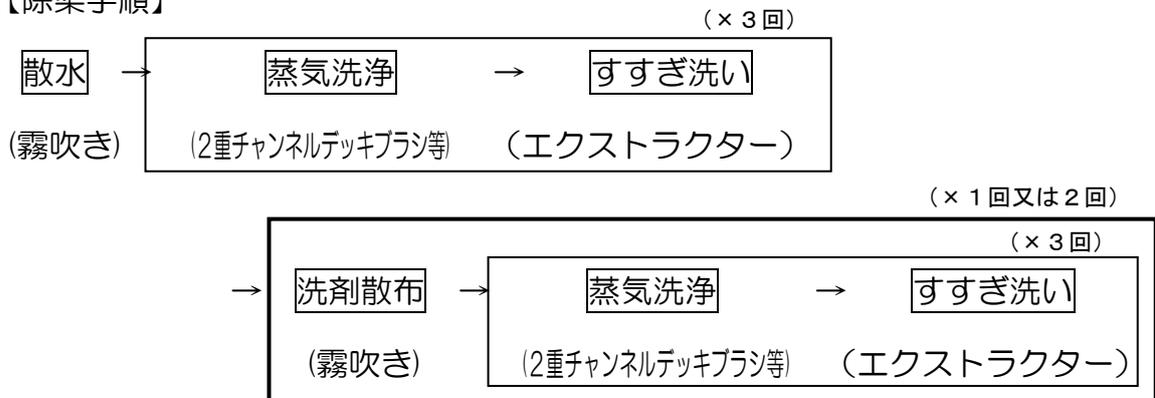
試験場所⑥ 防水シート（屋上）

試験場所⑦ スレート（屋根）

試験場所⑧ アスファルト舗装面（駐車場）

(4) 試験方法

【除染手順】



除染対象表面に散水し湿らせた後、蒸気洗浄機本体と2重チャンネルデッキブラシ、または、蒸気専用小型床清掃機²を蒸気ホースで連結し対象物を蒸気洗浄する（表面を3往復こする）。直後にエクストラクターを用いてすすぎ洗いと吸引を同時に行う（表面を3往復する）。一連の蒸気洗浄を3回繰り返す（除染1回目）。次に磷酸系洗剤を散布し浸透させる（3分程度）。その後、前述した蒸気洗浄を3回繰り返す（除染2回目）。洗剤散布から蒸気洗浄の一連の除染作業を再度繰り返す（除染3回目）。

以上の除染作業前後に表面空間線量率及び表面線量を測定し、放射線の低減率について評価した。

エクストラクターで回収された洗剤等を含む汚染水については、ポリタンクに入れ、敷地内で一時保管した。

(5) 試験及び評価のポイント

- ア) 本工法による除染効果について検証する。
- イ) 様々な構造物の表面を対象物とした除染効果について検証する。

²今回の試験では、蒸気洗浄に2重チャンネルデッキブラシを主に使用した。

6 試験結果

(1) 除染前後における表面線量等の測定結果

表面線量及び空間線量率等の測定結果を表1及び表2に示す。当該工法による低減率は47%～92%（スレート（屋根）～コンクリート（土間））であり、またDFは1.9～13（スレート（屋根）～コンクリート（土間））であった。なお、比較試験としてコンクリート（ブロック）、コンクリート（駐車場）、及びアスファルト舗装について高圧洗浄を行った結果、高圧洗浄の方が当該工法に比べて同等又はそれ以上の低減効果があった。ただし高圧洗浄は、当該工法に比べて構築物の物理的損傷や多くの水量を要し、かつ、洗浄水の飛散流出のリスクがあった。

(2) 排水の回収率について

洗浄水の回収率については、1㎡あたりの1回洗浄水量は2.2Lと推察される。また、試験対象表面積は試験場所①で7.8㎡、試験場所②で4.5㎡であったことから使用した水量の総量は約27.1Lとなり、実際に回収された汚染水量は約15Lであったことから、洗浄水の回収率は55%となる。設計では噴射した洗浄水の約50%が水蒸気として揮散することから、排水された洗浄水の回収率は100%に近いと推定される。

7 除染スピード・コスト等

申請者からの聞き取りによれば、除染スピードは、二重チャンネルデッキブラシを用い、作業員数を2名とすると、一日あたりの除染可能面積は約100㎡程度となる。また、除染に要する概算費用は、100㎡以上を対象とした場合、直接工事費で1,300～1,500円/㎡程度である。ただし、戸建住宅で洗浄対象面積が小さい場合、約2,000円/㎡以上が目安となる。

8 評価等

今回の試験結果から、当該技術により様々な対象物に対して広く除染効果が見られ、狭小な箇所等の場所に対して、効果が発揮される技術であることが示された。

排水については、蒸気として揮散する水量を除けば、概ね良く回収できており、汚染水の飛散・流出を抑えることができるものと推定される。また、当該技術は、高圧洗浄と比べ、使用水量の大幅な低減及び構造物の損傷リスクの低下が期待できる。一方、回収された排水の処理システムを含めた、当該技術の最適化が望まれる。



写真1 蒸気洗浄機本体



写真2 エクストラクター



写真3 二重チャンネルデッキブラシ



写真4 コンクリート表面への洗剤散布



写真5 駐車場舗装面の洗浄作業



写真6 除染後のアスファルト舗装

表 1 除染前後の表面線量測定結果

試験対象	除染前		除染後 (1回目)				除染後 (2回目)				除染後 (3回目)			
	表面線量 (cpm)	→	表面線量 (cpm)	低減率 (%)	DF	表面線量 (cpm)	低減率 (%)	DF	表面線量 (cpm)	低減率 (%)	DF	表面線量 (cpm)	低減率 (%)	DF
試験場所① コンクリート (土間)	942	→	121	87	7.8	90	90	11	75	92	13			
試験場所② コンクリート (ブロック)	2,034	→	930	54	2.2	863	58	2.4	834	59	2.4			
試験場所③ レンガ	2,612	→	593	77	4.4	438	83	6.0	354	86	7.4			
試験場所④ 木材 (ケツデツキ)	345 (326-364)	→	71 (60-81)	80 (78-82)	5.0 (4.5-5.4)	106 (65-147)	70 (60-80)	3.8 (2.5-5.0)	-	-	-			
試験場所④ 木材 (ケツデツキ)	2,224 (1,518-2,930)	→	631 (500-762)	71 (67-74)	3.4 (3.0-3.8)	384 (328-440)	82 (78-85)	5.7 (4.6-6.7)	-	-	-			
試験場所⑤ コンクリート (駐車場)	2,546 (2,022-3,044)	→	1,150 (761-1,382)	55 (49-62)	2.3 (2.0-2.7)	807 (598-1,036)	68 (66-70)	3.2 (2.9-3.4)	718 (516-979)	72 (68-74)	3.6 (3.1-3.9)			
試験場所⑥ 防水シート (屋上)	554 (292-1,062)	→	187 (124-296)	61 (54-72)	2.7 (2.2-3.6)	74 (65-80)	82 (75-92)	7.3 (4.0-13)	-	-	-			
試験場所⑦ スレート (屋根)	923	→	753	18	1.2	488	47	1.9	343	63	2.7			
試験場所⑧ アスファルト舗装面 (駐車場)	819 (749-888)	→	631 (619-642)	23 (17-28)	1.3 (1.2-1.4)	434 (431-437)	47 (42-51)	1.9 (1.7-2.0)	317 (305-328)	61 (56-66)	2.6 (2.3-2.9)			

表2 除染前後の空間線量率測定結果

試験対象	除染前		除染後 (1回目)				除染後 (2回目)				除染後 (3回目)			
	空間線量率 (μ Sv/h)		空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)	DF	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)	DF	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)	DF	空間線量率 (μ Sv/h)	低減率 (%)	DF
試験場所① コンクリート (土間)	0.13	→	0.08	38	1.6	→	0.07	46	1.9	→	0.07	46	1.9	
試験場所② コンクリート (ブロック)	0.33	→	0.26	21	1.3	→	0.24	27	1.4	→	0.26	21	1.3	
試験場所③ レンガ	0.31	→	0.21	32	1.5	→	0.19	39	1.6	→	0.19	39	1.6	
試験場所④ 木材 (ウツデッキ)	0.09 (0.08-0.10)	→	0.07 (0.06-0.08)	22 (18-25)	1.3 (1.2-1.3)	→	0.07 (0.06-0.07)	27 (25-29)	1.4 (1.3-1.4)	→	-	-	-	
試験場所④ 木材 (ウツデッキ)	0.44 (0.38-0.50)	→	0.35 (0.32-0.37)	21 (16-26)	1.3 (1.2-1.4)	→	0.31 (0.28-0.34)	29 (26-32)	1.5 (1.4-1.5)	→	-	-	-	
試験場所⑤ コンクリート (駐車場)	0.38 (0.34-0.46)	→	0.26 (0.24-0.31)	31 (29-33)	1.5 (1.4-1.5)	→	0.23 (0.20-0.28)	40 (38-43)	1.7 (1.6-1.8)	→	0.23 (0.20-0.28)	39 (35-43)	1.6 (1.5-1.8)	
試験場所⑥ 防水シート (屋上)	0.09 (0.07-0.13)	→	0.07 (0.07)	20 (0-46)	1.3 (1.0-1.9)	→	0.06 (0.06)	31 (14-54)	1.6 (1.2-2.2)	→	-	-	-	
試験場所⑦ スレート (屋根)	0.19	→	0.17	11	1.1	→	0.14	26	1.4	→	0.12	37	1.6	
試験場所⑧ 777F外舗装面 (駐車場)	0.24 (0.20-0.28)	→	0.14 (0.14)	40 (30-50)	1.7 (1.4-2.0)	→	0.12 (0.12)	49 (40-57)	2.0 (1.7-2.3)	→	0.11 (0.11)	53 (45-61)	2.2 (1.8-2.5)	

表3-1 本工法と高圧水洗浄法による除染効果の比較検討結果 (表面線量)

試験対象	除染技術	除染前		除染後 (1回目)		除染後 (2回目)		除染後 (3回目)						
		表面線量 (cpm)	→	表面線量 (cpm)	低減率 (%)	DF	表面線量 (cpm)	低減率 (%)	DF	表面線量 (cpm)	低減率 (%)	DF		
試験場所② コンクリート (ブロック)	蒸気	2,034	→	930	54	2.2	→	863	58	2.4	→	834	59	2.4
	高圧	1,702	→	199	88	8.6	→	-	-	-	→	-	-	-
試験場所⑤ コンクリート (駐車場)	蒸気	2,572	→	1,306	49	2.0	→	788	69	3.3	→	660	74	3.9
	高圧	2,442	→	314	87	7.8	→	-	-	-	→	-	-	-
試験場所⑧ 777舗装面 (駐車場)	蒸気	888	→	642	28	1.4	→	437	51	2.0	→	305	66	2.9
	高圧	846	→	203	76	4.2	→	-	-	-	→	-	-	-

表3-2 本工法と高圧水洗浄法による除染効果の比較検討結果 (空間線量率)

試験対象	除染技術	除染前		除染後 (1回目)		除染後 (2回目)		除染後 (3回目)						
		表面の空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	→	表面の空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	低減率 (%)	DF	表面の空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	低減率 (%)	DF	表面の空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	低減率 (%)	DF		
試験場所② コンクリート (ブロック)	蒸気	0.33	→	0.26	21	1.3	→	0.24	27	1.4	→	0.26	21	1.3
	高圧	0.36	→	0.22	39	1.6	→	-	-	-	→	-	-	-
試験場所⑤ コンクリート (駐車場)	蒸気	0.35	→	0.24	31	1.5	→	0.20	43	1.8	→	0.20	43	1.8
	高圧	0.37	→	0.20	46	1.9	→	-	-	-	→	-	-	-
試験場所⑧ 777舗装面 (駐車場)	蒸気	0.28	→	0.14	50	2.0	→	0.12	57	2.3	→	0.11	61	2.5
	高圧	0.22	→	0.11	50	2.0	→	-	-	-	→	-	-	-

【区分1 構造物（建物・道路等）の除染技術】

除染技術⑤「希釈した過酸化水素水による洗浄」

1 申請者

庄建技術株式会社

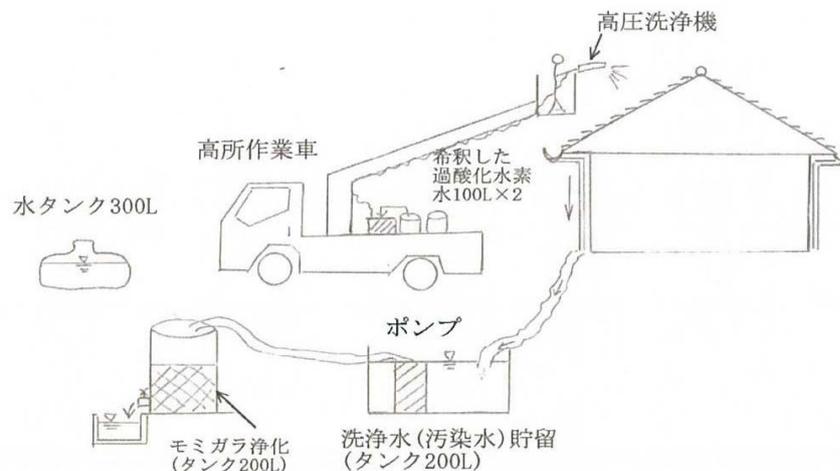
2 技術の概要

構造物を水洗浄後、過酸化水素水による洗浄を行い、放射性物質を洗浄・除去する技術

3 技術の特徴

屋根・雨樋等を除染する技術で、まず表面の泥水・土砂・落ち葉等を事前に水洗浄で除去した後に、希釈した過酸化水素水を散布し、その後、水洗浄を行い、放射性物質を洗浄・除去する技術である。

希釈した過酸化水素水を散布すると、全体に気泡が発生し、放射性物質が浮き上がり除染効果が上がる。過酸化水素水による反応 ($2\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \uparrow$) は、速やかに H_2O (水) と O_2 になり、環境負荷が小さいことを特徴としている。



4 対象

塗り瓦、コンクリート（屋根）又は同等のもの

5 実地試験の概要

（1）実施日時

平成 24 年 8 月 27 日（月）～8 月 28 日（火）

平成 24 年 11 月 20 日（火）～11 月 22 日（木）

（2）実施場所

南相馬市内

（3）試験対象

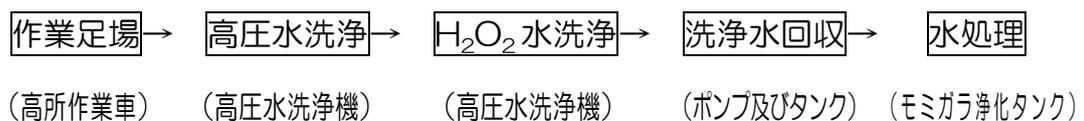
試験場所① 塗り瓦（屋根）

試験場所② コンクリート（屋根）

（4）試験方法

ア）塗り瓦（屋根）の洗浄

【除染手順】



試験場所を 10m² 毎に 5 区画に分け、希釈した過酸化水素水の濃度（原液 35%）を、0%、1%、3.5%、7%、15%と変化させて、区画毎に 2 回洗浄を実施し、除染前、除染 1 回後、2 回後に表面線量を測定し、放射線量の低減率を比較した。また各々の洗浄後に回収された汚染水を採取し、汚染水の放射性セシウム濃度を測定した (Bq/L)。各々の洗浄水を 50L 程度とし、それらの汚染水を過酸化水素水の濃度毎に採取して、上記 Bq/L に採取された汚染水量 (L) を掛けて、総放射性セシウム量 (Bq) を比較した。

さらに、回収した洗浄水については、モミガラ処理を行い、放射性セシウム濃度を測定して当事業の排水基準値未満であることを確認した。

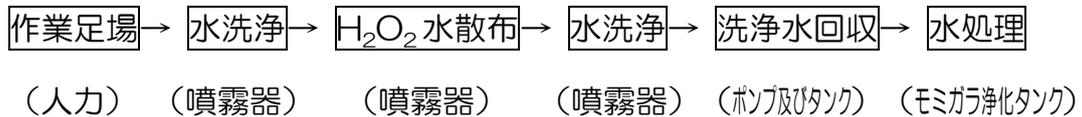
イ) コンクリート（屋根）の洗浄

【除染手順】

条件①



条件②



試験場所を 10 区画に分け、うち 5 区画については、希釈した過酸化水素水の濃度（原液 35%）を、0%、1%、3.5%、7%、15%と変化させて、区画毎に過酸化水素水散布後に水洗浄を実施し、除染面が乾燥した後に表面線量を測定し、放射線量の低減率を比較した。（条件①）

また他の 5 区画については、希釈した過酸化水素水の濃度（原液 35%）を、0%、1%、3.5%、7%、15%と変化させて、予め水洗浄を行った上で過酸化水素水散布後に水洗浄を実施し、除染面が乾燥した後に表面線量を測定し、放射線量の低減率を比較した。（条件②）

さらに、回収した洗浄水については、モミガラ処理を行い、放射性セシウム濃度を測定して当事業の排水基準値未満であることを確認した。

（5）試験及び評価のポイント

過酸化水素水による除染効果及び濃度の差について検証する。

また、洗浄後に回収された洗浄水について、処理前後の水及びモミガラの放射性セシウム濃度を測定し、その効果について検証する。

6 試験結果

(1) 除染前後における表面線量等の測定結果

表面線量及び空間線量率等の測定結果は表 1-1～1-3 のとおり。

塗り瓦（屋根）においては、試験対象の表面線量が低かったため、過酸化水素水濃度が 3.5%以下では、明確な除染効果は認められなかった。7%及び 15%で洗浄を 2 回実施することで約 20%減少した。

コンクリート（屋根）においては、条件①では、過酸化水素水濃度に関わらず、表面線量及び表面の空間線量率の低減率は 10%以下であり、DF も 1.1 以下と顕著な除染効果は認められなかった。同様に条件②においても、過酸化水素水濃度に関わらず、表面線量及び表面の空間線量率の低減率は 15%以下であり、DF も 1.2 以下と顕著な除染効果は認められなかった。

(2) 排水等の放射性セシウム濃度測定結果

排水中の放射性セシウム濃度測定結果及び処理後水及び処理後モミガラ
の放射性セシウム濃度測定結果は表 2-1、表 2-2 及び表 3 のとおり。

塗り瓦（屋根）における排水中（未処理）の放射性セシウム濃度は、920Bq/L
～4,700Bq/L であり、これらをモミガラ処理（3 回）することにより 33Bq/L
となった。なお、その際に発生した処理後モミガラの量は 60kg であった。
試験対象の 1 区画当たりの表面積は瓦の 1 枚当たりの表面積（25cm×23.5cm）
より 9.9m²（14 列×12 列）であった。1 回の洗浄で、1 区画当たり 30L の汚
染水が発生し、洗浄に使用した水（50L）の回収率は約 60%であった。

また、コンクリート（屋根）においては、条件①及び条件②の排水全てを
合わせた排水中の放射性セシウム濃度は 870 Bq/L であり、これをモミガラ
処理（1 回）することにより 77 Bq/L となった。また、洗浄に使用した水の
回収率は約 80%であった。

7 除染スピード・コスト等

除染スピードは塗り瓦試験において3時間あたり100m²(5人)、コンクリートで1時間あたり3.6m²(3人)程度であり、1日当たりの概算費用は、2,000円/m²程度である。

8 評価等

今回の試験対象物による試験結果からは、当該工法による明確な除染効果は見られなかった。

また、モミガラを用いた排水処理については一定の効果が見られた。



写真1 塗り瓦試験における屋根の洗浄



写真2 コンクリート試験における洗浄



写真3 モミガラ処理装置



写真4 装置に充填されるモミガラ

表 1-1 塗り瓦における除染前後の表面線量及び空間線量率の測定結果

H ₂ O ₂ 水 濃度	測定方法	除染前 測定結果	除染後 (1回目)			除染後 (2回目)		
			測定結果	低減率 (%)	DF	測定結果	低減率 (%)	DF
0%	表面線量 (cpm)	446 (312, 579)	497 (386, 607)	減少なし	0.9 (0.8, 1.0)	460 (335, 585)	減少なし	1.0 (0.9, 1.0)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.24 (0.21, 0.26)	0.23 (0.21, 0.25)	減少なし (なし, 4)	1.0 (1.0)	0.23 (0.21, 0.24)	4 (なし, 8)	1.0 (1.0, 1.1)
1%	表面線量 (cpm)	635 (417, 853)	-			704 (503, 905)	減少なし	0.9 (0.8, 0.9)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.26 (0.25, 0.27)	-			0.24 (0.22, 0.26)	8 (4, 12)	1.1 (1.0, 1.1)
3.5%	表面線量 (cpm)	673 (563, 782)	667 (594, 740)	減少なし (なし-5)	1.0 (0.9, 1.1)	700 (619, 780)	減少なし	1.0 (0.9-1.0)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.27 (0.27)	0.27 (0.26, 0.27)	減少なし (なし-4)	1.0 (1.0)	0.25 (0.25)	7 (7)	1.1 (1.1)
7%	表面線量 (cpm)	433 (425, 441)	440 (424, 456)	減少なし (なし-4)	1.0 (0.9, 1.0)	359 (358, 360)	17 (16, 18)	1.2 (1.2)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.24 (0.23, 0.25)	0.23 (0.23)	減少なし (なし-8)	1.0 (1.0, 1.1)	0.22 (0.21, 0.22)	10 (4, 16)	1.1 (1.0, 1.2)
15%	表面線量 (cpm)	492 (475, 508)	406 (377, 434)	18 (15, 21)	1.2 (1.2, 1.3)	407 (406, 408)	17 (14, 20)	1.2 (1.2, 1.3)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.31 (0.23, 0.38)	0.29 (0.22, 0.35)	6 (4, 8)	1.1 (1.0, 1.1)	0.28 (0.21, 0.35)	8 (8, 9)	1.1 (1.1)

表1-2 コンクリート【条件①】における
除染前後の表面線量及び空間線量率の測定結果

H ₂ O ₂ 水 濃度	測定方法	除染前 測定結果		除染後		
				測定結果	低減率 (%)	DF
0%	表面線量 (cpm)	1,618 (1,390-1,846)	→	1,562 (1,352-1,772)	3.4 (2.7-4.0)	1.0 (1.0)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.41 (0.40-0.42)		0.38 (0.36-0.39)	8.6 (7.1-10)	1.1 (1.1)
1%	表面線量 (cpm)	1,590 (1,546-1,634)	→	1,467 (1,438-1,496)	7.6 (3.2-12)	1.1 (1.0-1.1)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.40 (0.39-0.40)		0.37 (0.37)	6.3 (5.1-7.5)	1.1 (1.1)
3.5%	表面線量 (cpm)	1,695 (1,546-1,844)	→	1,622 (1,540-1,704)	4.0 (0.4-7.6)	1.0 (1.0-1.1)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.42 (0.42)		0.40 (0.39-0.40)	6.0 (4.8-7.1)	1.1 (1.1)
7%	表面線量 (cpm)	1,935 (1,932-1,938)	→	1,779 (1,712-1,846)	8.1 (4.7-11)	1.1 (1.0-1.1)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.44 (0.42-0.46)		0.43 (0.42-0.44)	2.2 (0-4.3)	1.0 (1.0)
15%	表面線量 (cpm)	1,487 (1,350-1,624)	→	1,374 (1,300-1,448)	7.3 (3.7-11)	1.1 (1.0-1.1)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.39 (0.38-0.39)		0.38 (0.38)	1.3 (0-2.6)	1.0 (1.0)

表1-3 コンクリート【条件②】における
除染前後の表面線量及び空間線量率の測定結果

H ₂ O ₂ 水 濃度	測定方法	除染前 測定結果		除染後		
				測定結果	低減率 (%)	DF
0%	表面線量 (cpm)	1,382 (963-1,800)	→	1,263 (891-1,634)	8.4 (7.5-9.2)	1.1 (1.1)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.37 (0.31-0.42)		0.33 (0.27-0.38)	11 (9.5-13)	1.1 (1.1)
1%	表面線量 (cpm)	1,726 (1,514-1,938)	→	1,537 (1,362-1,712)	11 (10-12)	1.1 (1.1)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.42 (0.40-0.43)		0.37 (0.35-0.38)	12 (12-13)	1.1 (1.1)
3.5%	表面線量 (cpm)	1,685 (1,480-1,890)	→	1,448 (1,278-1,618)	14 (14)	1.2 (1.2)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.42 (0.41-0.43)		0.36 (0.35-0.37)	14 (14-15)	1.2 (1.2)
7%	表面線量 (cpm)	2,040 (1,948-2,132)	→	1,748 (1,646-1,850)	14 (13-16)	1.2 (1.2)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.45 (0.45)		0.41 (0.40-0.41)	10 (8.9-11)	1.1 (1.1)
15%	表面線量 (cpm)	1,511 (1,254-1,768)	→	1,315 (1,158-1,472)	12 (7.7-17)	1.1 (1.1-1.2)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.40 (0.37-0.42)		0.34 (0.32-0.35)	15 (14-17)	1.2 (1.2)

表 2-1 塗り瓦における試験で発生した洗浄水の放射性セシウム濃度分析結果

H ₂ O ₂ 水 濃度	除染 回数	放射性セシウム濃度 (Bq/L)			発生量 (L) (②)	総放射線量 (Bq) (①×②)
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ Cs (①)		
0%	1 回目	390	760	1,150	33	37,950
	2 回目	320	600	920	25	23,000
1%	1 回目	890	1,600	2,500	22	55,000
	2 回目	350	680	1,000	31	31,000
3.5%	1 回目	1,300	2,400	3,700	30	111,000
	2 回目	400	680	1,100	26	286,000
7%	1 回目	1,800	2,900	4,700	47	220,900
	2 回目	400	930	1,300	40	52,000
15%	1 回目	1,100	2,300	3,400	24	81,600
	2 回目	500	900	1,400	38	53,200

表 2-2 コンクリートにおける試験で発生した排水の放射性セシウム濃度分析結果

H ₂ O ₂ 水 濃度	条件	放射性セシウム濃度 (Bq/L)			発生量 (L) (②)	総放射線量 (Bq) (①×②)
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ Cs (①)		
0%	条件①	1,100	2,000	3,100	2.3	7,130
	条件②	640	1,100	1,700	2.5	4,250
1%	条件①	1,900	3,400	5,300	2.4	12,720
	条件②	2,500	4,400	6,900	2.7	18,630
3.5%	条件①	1,500	2,700	4,200	2.6	10,920
	条件②	3,400	5,900	9,300	2.8	26,040
7%	条件①	1,200	2,100	3,300	2.6	8,580
	条件②	1,900	3,200	5,100	2.8	14,280
15%	条件①	1,700	2,900	4,600	2.8	12,880
	条件②	1,600	2,600	4,200	3.0	12,600

表 3 モミガラ処理水中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)		
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs
塗り瓦	13	20	33
コンクリート	26	51	77

【区分1 構造物（建物・道路等）の除染技術】

除染技術⑥「人工芝フィールドにおける充填材除去装置」

1 申請者

ターフサイクル株式会社（東京都）

2 技術の概要

集じん機能付きレノマチックにより人工芝等の充填材の抜き取りを行い、人工芝フィールドの除染を行う技術

3 技術の特徴

集じん機能付きレノマチック（人工芝の砂抜き機械）により砂入り人工芝（テニスコート）等の充填材の抜き取りを行い、除染を行う技術である。

集じん機能付きレノマチックにより、砂入り人工芝フィールドのほぐし、充填材の抜取、積込の一連の作業を1台の機械で行えるため、工期の短縮が可能である。



写真1 集じん機能付きレノマチック



写真2 砂抜き・フレキシブルコンテナ
詰込作業

4 対象

砂入り人工芝（テニスコート）又は同等のもの

5 実地試験の概要

（1）実施日

平成24年9月11日（火）、12日（水）、及び15日（土）

（2）実施場所

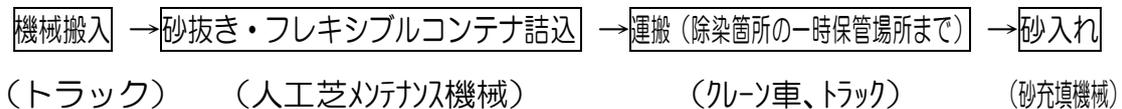
伊達市内

（3）試験対象

砂入り人工芝（テニスコート）

（4）試験方法

【作業フロー】



ア) 集じん機能付きレノマチックによる人工芝テニスコート（2面）の砂抜き前後及びサンドスプレッダー（砂充填機械）による砂入れ後に表面線量等を測定し、除染効果について検証した。併せて、集じん機能付きレノマチックによる砂抜き作業中の作業区域内の大気中の粉じん濃度をデジタル粉じん計で測定し、ヘパフィルタ内蔵集じん機による効果を検証した。

イ) 抜き取った砂及び粉じんについては、フレキシブルコンテナに詰込み、市指定の仮置場に運搬し保管する。

（5）試験及び評価のポイント

ア) 砂抜きの除染効果と新砂を入れることによる遮へい効果について、表面線量及び1mの空間線量率を測定し検証する。

イ) 砂抜き作業において、粉じんが発生しないか検証する。

6 試験結果

(1) 除染前後における表面線量等の測定結果

表面線量及び空間線量率等の測定結果は表1のとおり。砂抜き前後の表面線量 (cpm) の低減率は平均 54% (42~66%)、DF は平均 2.2 (1.7~3.0) であった。また、砂入れ後の表面線量 (cpm) の低減率は平均 74% (58~80%)、DF は平均 4.0 (2.4~5.1) であった。

(2) 回収砂及び粉じんの放射性セシウム濃度等の測定結果

回収砂及び粉じんの放射性セシウム濃度分析結果は表2のとおり。

回収砂の放射性セシウム濃度は 26,000Bq/kg、粉じんでは 280,000Bq/kg であった。試験対象としたテニスコートの処理面積は約 1500~1600 m²であり、1 m² 当たり約 6~7 kg の砂の廃棄物が発生した。デジタル粉じん計で砂抜き作業中の粉じん量をモニターした結果(表3)、集じん機能付きレノマチック運転中で平均 0.007~0.012mg/m³ 程度、停止中 0.012~0.023mg/m³ であった。集じん機能付きレノマチック排気口直近の粉じん濃度が高い傾向にあったが、最も高濃度でも 0.09mg/m³ 程度であった。³

7 除染スピード・コスト等

除染スピードは、テニスコート2面(1,500m²)/日程度であり、作業員は、機械オペレーターが2人、補助員1人の計3人である。コストは約 1,300 円/m² である。

³ 事務所衛生基準規則やビル管理法の一日平均値：0.15mg/m³ 以下
浮遊粒子状物質 (SPM) の環境基準の一日平均値：0.10mg/m³ 以下

8 評価等

今回の試験結果から、当該工法により一定の除染効果が認められ、砂入り人工芝に対して有効な除染手法であると考えられる。

また、当該工法による砂抜き作業中の大気中の粉じん濃度は、作業前と比較してほとんど変化はみられず、作業時に放射性物質を含む粉じんの発生を防止することができる。ただし、当該技術により発生した廃棄物（粉じん）は、放射性物質濃度が高く、運搬及び保管作業時に適切な管理が必要である。



写真3 集じん機で捕集された粉じん



写真4 砂充填機械による砂入れ作業

表1 除染前後の表面線量及び空間線量率の測定結果

試験対象	測定方法	除染前 測定結果	除染後（砂抜き後）			除染後（砂入れ後）		
			測定結果	低減率 （%）	DF	測定結果	低減率 （%）	DF
砂入り 人工芝 （テニス コート）	表面線量 （cpm）	801 （710-897）	365 （249-438）	54 （42-66）	2.2 （1.8-3.0）	206 （172-301）	74 （58-80）	4.0 （2.4-5.1）
	空間線量率 （ μ Sv/h）	0.57 （0.23-0.71）	0.23 （0.11-0.28）	58 （50-66）	2.4 （2.0-3.0）	0.19 （0.10-0.31）	66 （45-79）	3.2 （1.8-4.7）

表2 砂および粉じん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）			発生量
	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$	
回収砂	11,000	15,000	26,000	12,000 kg
ヘパフィルタ粉じん	110,000	170,000	280,000	10L

表3 集じん機能付きレノマチック稼働状況の違いによる粉じん濃度

時刻	集じん機能付きレノマチック稼働状況	粉じん濃度 (mg/m ³)
8:57 - 9:07	敷地外	0.023
10:14 - 10:24	停止中	0.012
9:10 - 9:20	動作中	0.012
11:13 - 11:23	動作中	0.007
9:33 - 9:34	排気口	0.057
9:35 - 9:36	排気口	0.089
14:43 - 14:48	参考・砂充填中	0.082
14:50 - 14:55	参考・砂充填中	0.103

【区分1 構造物（建物・道路等）の除染技術】

除染技術⑦「ブラストによる路面（アスファルト）等の除染」

1 申請者

戸田建設株式会社（東京都）、三協興産株式会社（神奈川県）

2 技術の概要

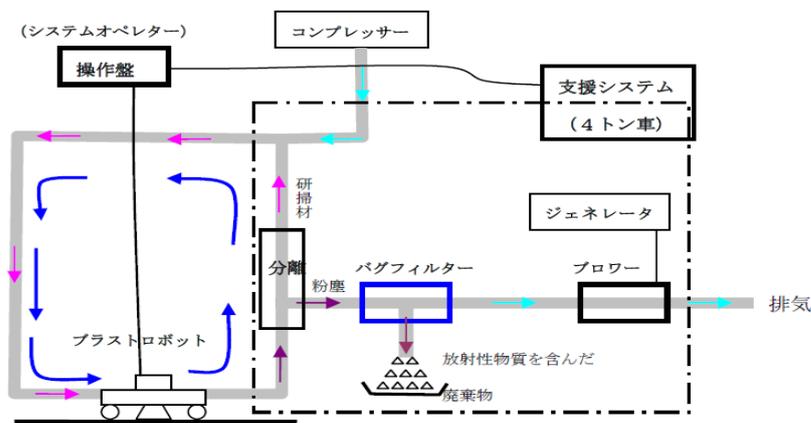
金属片を路面（アスファルト）等に吹き付けることにより路面に付着した放射性物質を除去する技術

3 技術の特徴

本技術は、金属片を吹き付けることにより路面に付着した放射性物質を除去する工法であり、バキュームユニットで吸引しながら作業するため、切削屑（粉じん）の飛散がなく、施工面に張り付くため、斜面にも対応が可能である。

また、研掃材はダストと分離後、繰り返し投射されるので、廃棄物の量が大幅に抑えられる。

さらに、操作盤によるリモコン操作により研掃材の投射量およびブラストロボットの移動速度を設定すること等が可能であり、遠隔操作が可能のため、線量の高いところでも安全な施工が可能となる。



4 対象

アスファルト舗装面（駐車場）又は同等のもの

5 実地試験の概要

（1）実施日

平成 24 年 8 月 22 日（水）

（2）実施場所

川俣町内

（3）試験対象

アスファルト舗装面（駐車場）

（4）試験方法

【除染フロー】

アスファルト舗装面切削 → フレキシブルコンテナ詰込

（車載式バキュームロボットブラスト） （人力）

→ 運搬（除染箇所の一時保管場所まで）

（トラック）

バキュームロボットブラスト装置をセットし、コンプレッサーシステムに接続したのち、研掃材の投射量及びロボットブラストの移動速度を設定した。

設定後、ブラストシステムを稼働し、アスファルト舗装面の除染を行った。切削屑（粉じん）については、バグフィルタ部より PP 製袋に回収し、フレキシブルコンテナに詰込み、町より指示を受けた所定の場所の保管容器に収納した。

(5) 試験及び評価のポイント

- ア) 試験対象の表面線量等、回収ブラスト材及び切削屑（粉じん）の放射性セシウム濃度を測定し、除染効果について検証する。
- イ) 作業時の粉じん発生量について検証する。

6 試験結果

(1) 除染前後における表面線量等の測定結果

表面線量及び空間線量率の測定結果は表1のとおり。

駐車場における除染による表面線量(cpm)の低減率は作業1回で平均75%であった。一方、施工時にアスファルト舗装面の表面にひび割れ等が生じ、試験実施中に投射量等を調整する必要が生じた。

(2) 回収ブラスト材及び粉じんの放射性セシウム濃度等測定結果

粉じん及び回収ブラストの放射性セシウム濃度分析結果は表2のとおり。

バグフィルタから回収される粉じんの放射性セシウム濃度は、117,000Bq/kgであった。また、回収ブラスト材中の放射性セシウム濃度は、460Bq/kgであった。試験対象としたアスファルト舗装面（駐車場）においては、30kgの粉じん等（1m²当たり約0.3kgの粉じん等）が回収された。

また、デジタル粉じん計で作業前後の試験場所周辺大気中の粉じん濃度をモニターした結果、運転中に粉じん濃度が増加したが、そのレベルは、ブラストロボット運転中で平均0.010～0.017mg/m³、停止中で平均0.011～0.015mg/m³程度であり、作業前後と作業中においてほとんど変化はなかった（表3）⁴。

⁴ 事務所衛生基準規則やビル管理法の一日平均値：0.15mg/m³以下
浮遊粒子状物質（SPM）の環境基準の一日平均値：0.10mg/m³以下

7 除染スピード・コスト等

除染スピードは、500～700m²/日（4人）程度であり、路面1m²当たりの概算費用は3,000円/m²である。

8 評価等

当該工法により75%程度の低減効果が得られた。一方、今回の試験において、アスファルト舗装面にひび割れ等が生じるなどしたことから、除染対象に応じた研掃材（ブラスト材）の投射量・投射圧・吸引圧等の最適な条件の確立が必要である。また、機械で除去できない範囲についての工法についても検討が必要である。

また、試験場所周辺の環境大気中の粉じん濃度については、作業前後と作業中においてほとんど変化はみられなかった。



写真1 車載式バキュームロボットブラスト



写真2 コンプレッサー



写真3 アスファルト路面の除染



写真4 デジタル粉じん計による粉じん測定

表1 除染前後の表面線量及び空間線量率の測定結果

試験対象	測定方法	除染前 測定結果	除染後		
			測定結果	低減率(%)	DF
アスファルト 舗装面 (駐車場)	表面線量 (cpm)	1,427 (1,136-1,716)	349 (120-960)	75 (31-92)	5.8 (1.5-12)
	空間線量率 (μ Sv/h)	0.25 (0.17-0.66)	0.12 (0.07-0.29)	54 (33-68)	2.3 (1.5-3.1)

表2 粉じん及び回収ブラスト材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)			発生量 (kg)
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs + ¹³⁷ Cs	
バグフィルタ粉じん	45,000	72,000	117,000	30 kg
回収ブラスト材	160	300	460	

表3 ロボット稼働状況の違いによる粉じん濃度

時刻	ロボット稼働状況	平均値(mg/m ³)
09:54 - 10:21	動作中	17
10:22 - 10:43	停止中	15
10:44 - 11:35	動作中	13
11:39 - 11:42	排気口	16
11:43 - 11:56	動作中	10
11:57 - 12:06	停止中	11

【区分1 構造物（建物・道路等）の除染技術】

除染技術⑧「ナノバブル天然界面活性剤洗浄液を用いた除染技術」

1 申請者

株式会社バイノス（千葉県）、東電環境エンジニアリング株式会社、日立 GE
ニュークリアー・エナジー株式会社、株式会社大林組（以上、東京都）

2 技術の概要

ナノバブル天然界面活性剤洗浄液の散布により道路等の除染を行い、回収した廃液を浄化する技術

3 技術の特徴

本除染技術は、ナノバブル天然界面活性剤洗浄液の散布により道路等の除染を行い、回収した廃液を吸着・凝集剤（バイノスフロック）により浄化する技術である。

4 対象

スレート（屋根）及びアスファルト舗装面（道路）又は同等のもの

5 実地試験の概要

（1）実施日

平成 24 年 8 月 30 日（木）～8 月 31 日（金）

（2）実施場所

川内村内

（3）試験対象

試験場所① スレート（屋根）

試験場所② アスファルト舗装面（道路）

（4）試験方法

ア) スレート（屋根）の洗浄

【除染手順】

高所足場設置 → 洗浄液の調製 → 洗浄液散布 → 水洗浄 → 汚染水の回収

（高所作業車）（ナノバブル製造機）（散布ポンプ）（散布ポンプ）（吸引ポンプ）

ナノバブル天然界面活性剤洗浄液を屋根に散布し、その後にリンス水を屋根に散布して洗浄する。なお、ナノバブル天然界面活性剤洗浄液は、事前に 0.1%の濃度として、ナノバブル製造装置に作液し貯槽した。また、屋根に散布した洗浄液及びリンス水（除染廃液）は雨樋を通じて廃液貯槽に回収した。

除染前後の表面空間線量率及び表面線量を測定し、低減率等を評価した。

イ) アスファルト舗装面（道路）の洗浄

【除染手順】

洗浄液の調製 → 洗浄液散布・ブラッシング・汚染水回収 → 水洗浄・ブラッシング・汚染水回収

(ナノバブル製造機) (洗浄吸引型路面走行車散布ポンプ) (洗浄吸引型路面走行車散布ポンプ)

シティークリーナー（洗浄車）を6台使用し、最初の1台目、2台目のシティークリーナーによりナノバブル天然界面活性剤洗浄液の散布、ブラッシング及び洗浄液の吸引を行い、次の3台目、4台目により、リンス水の散布、ブラッシング及びリンス水の吸引を行った。さらに、5、6台目のクリーナーにより前列4台で吸引できなかった洗浄液及びリンス水を回収した。この洗浄操作を一往復行った。

なお、ナノバブル天然界面活性剤洗浄液は、事前に0.1%の濃度で作液し、シティークリーナーの供給タンクに投入した。

除染前後の表面空間線量率及び表面線量を測定し、低減率等を評価した。

ウ) 除染廃液の処理

【処理手順】

排水 → 凝集剤添加 → 攪拌・凝集沈殿 → ろ過
(ポンプ) (人力) (攪拌機) (フィルタ 重力、人力)
→ 凝集沈殿物脱水 → アルキブルコンテナ詰込
(人力)

除染排水を汚染水処理機に移送し、凝集剤（バイノスフロック）を2g/Lを目安に添加し、凝集沈殿させた。ろ布で沈殿物（凝集沈殿物）と上澄み液を固液分離した。

上澄み液については、含まれる放射性セシウム濃度が当事業の排水基準値未満であることを確認した後、排水溝に放流した。

(5) 試験及び評価のポイント

- ア) ナノバブル天然界面活性剤による洗浄効果について、除染前後の表面線量を測定し、検証する。
- イ) 除染により発生した洗浄水の回収及び凝集沈殿処理の効果について、濃縮率、発生する凝集沈殿物の性状等の観点から検証する。

6 試験結果

(1) 除染前後における表面線量等の測定結果

表面線量及び空間線量率の測定結果は表1のとおり。

スレート（屋根）における除染による表面線量（cpm）の低減率は洗浄1回で平均36%（22～48%）、DFは平均1.6（1.3～1.9）であった。

アスファルト舗装面（道路）における除染による表面線量（cpm）の低減率は洗浄1回で平均28%（24～32%）、2回で平均40%（30～51%）であった。DFは洗浄1回で平均1.4（1.3～1.5%）、2回で平均1.7（1.4～2.0）であった。

なお、アスファルト舗装面（道路）の除染において、ブラッシングの際に路肩の土壌を巻き込んでいたことから、除染効率が低下した可能性があり、今後の技術の改良等の検討が必要であると考えられた。また、下り勾配では回収率が低く、洗浄液の回収が十分ではない状況も見られた。

(2) 排水中の放射性セシウム濃度等測定結果

排水中の放射性セシウム濃度等測定結果は表2、表3及び表4のとおり。

排水中(未処理)の放射性セシウム濃度は、280～10,500Bq/Lであったが、凝集沈殿処理後には、不検出となった。また、その際の凝集沈殿物の放射性セシウム濃度は、12,500～150,000Bq/kgであった。

試験対象表面積は屋根で15m²、道路で80m²(40m×2m)であった。1回の洗浄で、屋根で150L、道路で370Lの排水が発生し、洗浄に使用した水の回収率は約90%であった。各々の汚染水を凝集沈殿処理することにより、放射性セシウム濃度は不検出となり、発生した凝集沈殿物の量は屋根で約6kg、道路で約24kgであった。

一方、アスファルト舗装面において発生した排水中には、土や雑草等が多く混入したため、凝集沈殿の効率が悪く、希釈等の操作を実施することとなった。

7 除染スピード・コスト等

除染スピードは、1km/h、除染幅が2mであることから、1日5時間の作業を行った場合、1,000m×2m×5時間となり除染面積は、10,000m²/日程度である。その際の作業員数は、オペレーター6名、排水処理担当者2名の計8名である。

除染に要する概算費用は、100m²を対象とした場合、屋根で600円/m²、道路で450円/m²程度である。

8 評価等

当該工法による一定の除染効果が確認された。洗浄液散布後、水洗浄を行うまでの時間の最適化や、ブラッシング時の路肩土壌の巻き込み防止などの対策について検討が必要である。

排水処理については、一定の処理性能があったが、混入する有機物量によっては、凝集沈殿の効率が低下したことから、前処理等の対策の検討が必要である。



写真1 洗浄液の散布



写真2 アスファルト路面の除染



写真3 汚染水の凝集処理



写真4 ろ布に回収された凝集沈殿物

表 1 除染前後の表面線量及び空間線量率の測定結果

試験対象	測定方法	除染前 測定結果	除染後 (1回目)			除染後 (2回目)		
			測定結果	低減率 (%)	DF	測定結果	低減率 (%)	DF
試験場所① (スレート)	表面線量 (cpm)	947 (741-1,150)	597 (495-721)	36 (22-48)	1.6 (1.3-1.9)			
	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.17 (0.16-0.18)	0.13 (0.12-0.13)	24 (19-28)	1.3 (1.2-1.4)			
試験場所② (アスファ ルト舗装面)	表面線量 (cpm)	2,764 (2,448-3,252)	1,991 (1,846-2,370)	28 (24-32)	1.4 (1.3-1.5)	1,632 (1,470-1,822)	40 (30-51)	1.7 (1.4-2.0)
	空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$)	0.67 (0.56-0.75)	0.60 (0.49-0.66)	10 (6-15)	1.1 (1.1-1.2)			

表 2 未処理排水中の放射性セシウム濃度測定結果

試験対象	除染回数	放射性セシウム濃度 (Bq/L)			発生量 (L) (②)	総 Bq (① × ②)
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs (①)		
排水 (試験場所①)	1回目	100	180	280	150	42,000
排水 (試験場所②)	1回目	4,300	6,200	10,500	150	1,575,000
	2回目	2,600	3,800	6,400	220	1,408,000

表 3 凝集沈殿処理後の排水中の放射性セシウム濃度測定結果

試験対象	除染回数	放射性セシウム濃度 (Bq/L)			発生量 (L)
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	
処理水 (試験場所①)	1回目	<10	<10	<20	150L
処理水 (試験場所②)	1回目	<10	<10	<20	300L
	2回目	<10	<10	<20	220L

表 4 凝集沈殿物中の放射性セシウム濃度測定結果

試験対象	除染回数	放射性セシウム濃度 (Bq/kg)			発生量 (kg) (②)	総 Bq (① × ②)
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs (①)		
凝集沈殿物 (試験場所①)	1回目	5,000	7,500	12,500	6	75,000
凝集沈殿物 (試験場所②)	1回目	40,000	59,000	100,000	15	1,500,000
	2回目	61,000	90,000	150,000	9	1,350,000

【区分2 表土の除去を効率的に行う技術】

除染技術⑨「シート状での汚染土壌引き剥がし技術」

1 申請者

株式会社エーアンドエーマテリアル（神奈川県）

2 技術の概要

ポリウレタン系接着剤で土壌表面のコーティングを行い、土壌を薄く剥ぎ取り、減容し保管する技術

3 技術の特徴

本技術は、ポリウレタン系接着剤で土壌表面のコーティングを行い、汚染された表面土壌のみを薄く剥ぎ取り、それを減容して省スペースで保管する技術である。

本技術の特徴として、簡易的な機具(ひしゃく、じょうろ、のこぎり鎌、三角鍬)でも作業が可能のため、傾斜地、庭、果樹園など重機が使用できない場所での作業が可能であり、ポリウレタン系接着剤の流動特性を適切に調整することで、不陸の影響を受けずに表面土壌をはぎ取ることができる。



4 対象

土壌

5 実地試験の概要

(1) 実施日

平成 24 年 9 月 20 日 (木)

(2) 実施場所

伊達郡川俣町内

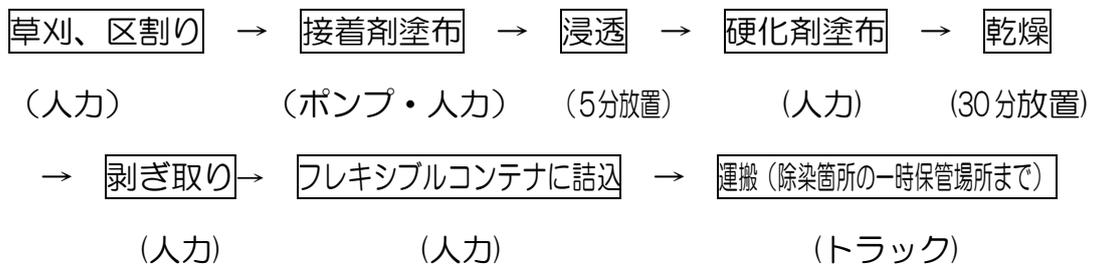
(3) 試験対象

試験場所① 土壌 (宅地の庭)

試験場所② 土壌 (畑)

(4) 試験方法

【除染手順】



試験対象の草刈、区割りを行った後、表面線量を測定後、放射能濃度測定用試料として表土 (表面 2 cm) を採取した。接着剤、硬化剤を塗布して、30 分以上放置し、乾燥後に剥離後、表面線量を測定した。測定後、放射能濃度測定用試料として表土 (表面 2 cm) を採取した。剥離土壌の重量を推定するため、各測定点から 30cm²程度に切り分けた剥離物を採取し、重量測定を行った。剥離土壌は、フレキシブルコンテナに詰込み運搬後、保管した。

(5) 試験及び評価のポイント

- ア) 除染前後の表面線量から除染効果について検証する。
- イ) 除染前後の表土の放射能濃度から除染効果について検証する。

6 試験結果

(1) 除染前後における表面線量等の測定結果

線量測定結果は表1のとおり。

表面線量 (cpm) の低減率は試験場所①で平均4% (なし~23%)、試験場所②で平均19% (0.9~40%)、除染係数 (DF) は試験場所①で平均1.1 (0.9~1.3)、試験場所②で平均1.3 (1.0~1.7)であった。

(2) 剥離土壌の放射性セシウム濃度測定結果

剥離土壌の放射性セシウム濃度測定結果は表2のとおり。

剥離土壌の放射性セシウム濃度は、除染前の庭の表土で平均11,025Bq/kg、畑の表土で10,550Bq/kgであった。除染後の濃度は、庭の表土で8,850Bq/kg、畑の表土で5,250Bq/kgであった。

なお、各試験対象で発生した剥離土壌の厚さは、庭で0.8cm、畑で1.4cmであった。これら剥離土壌の1m²当たり重量はおおよそ10kgで、剥離土壌と廃棄物 (接着剤及び硬化剤) の混合物が発生した。

7 除染スピード・コスト等

除染スピードは、240m²/日。その際の作業員数は、3名である。

除染に要する概算費用は、1,800円/m²である。

8 評価等

今回の試験結果から、当該技術は表土を均一の厚さに剥ぎ取る技術として有用であることが示されたが、今後、施工箇所及び施工条件に応じた最適な剥ぎ取り厚さ等を検討する必要がある。



写真1 接着剤及び硬化剤の塗布（庭）



写真2 接着剤及び硬化剤の塗布（畑）



写真3 表土の剥離（庭畑）



写真4 表土の剥離（畑）

表 1 除染前後の線量測定結果

試験対象	測定方法	除染前 測定結果	除染後 測定結果	除染後	
				低減率(%)	DF
試験場所① 土壌(庭)	表面線量 (cpm)	372 (285-575)	360 (219-575)	4 (なし-23)	1.1 (0.9-1.3)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.43 (0.28-0.77)	0.38 (0.18-0.76)	14 (なし-36)	1.2 (0.9-1.6)
試験場所② 土壌(畑)	表面線量 (cpm)	301 (236-379)	247 (143-326)	19 (0.9-40)	1.3 (1.0-1.7)
	表面の空間線量率 (μ Sv/h)	0.35 (0.24-0.47)	0.27 (0.16-0.36)	23 (6-33)	1.3 (1.1-1.5)

表 2 除染前後の土壌中の放射性セシウム濃度分析結果

試験 対象	除染前 (Bq/kg-dry)			除染後 (Bq/kg-dry)		
	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$
試験場所① (庭)	4,675 (3,400-6,700)	6,350 (4,700-9,100)	11,025 (8,100-15,800)	3,750 (2,600-5,800)	5,100 (3,500-7,800)	8,850 (6,100-13,600)
試験場所② (畑)	4,450 (3,400-5,500)	6,100 (4,700-7,500)	10,550 (8,100-13,000)	2,250 (1,600-2,900)	3,000 (2,100-3,900)	5,250 (3,700-6,800)

【区分3 排水等中の放射性物質の低減技術】

除染技術⑩「車載型水処理装置」

1 申請者

東急建設株式会社（東京都）

2 技術の概要

車載型水処理装置を用いて、防火水槽・プール・貯水池等の汚染水を循環させながら除去する技術

3 技術の特徴

車載型水処理装置は、処理量に応じて4～10 tトラックに積載可能であり、現地では装置の荷卸しをせずに積載したまま水処理を行うことが可能であり、防火水槽及びプール、調整池等の汚染されたたまり水を排水せずに循環させながら浄化させることができる。

車載型であるため装置の移動が容易であり、比較的小型で数の多い防火水槽等を短時間で浄化することが可能である。循環型の水処理のため、排水処理用の一時貯留槽を使用せずにセシウム濃度を低減することができる。

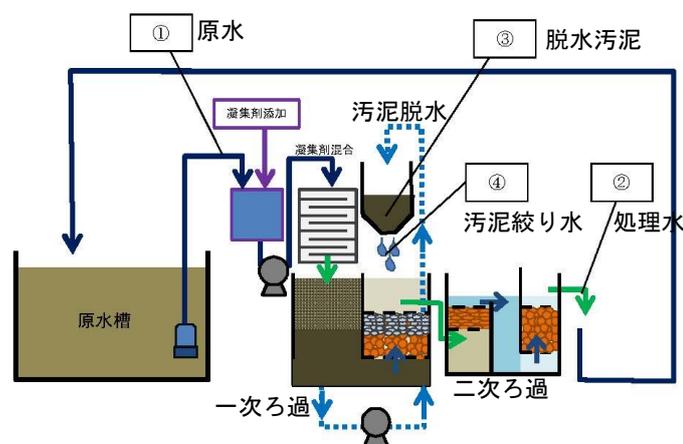


図 1

4 対象

貯留水（防火水槽）又は同等のもの

5 実地試験の概要

（1）実施日

平成 24 年 8 月 21 日（火）～23 日（木）

（2）実施場所

福島市内

（3）試験対象

防火水槽の汚染水（水量およそ 40t）

※試験開始前に上澄み水の一部を放流したため、対象水量は 28t

（4）試験方法

【洗浄フロー】



→ 処理水：放流

→ 汚泥：フレキシブルコンテナ詰込・運搬

防火水槽内の貯留水をくみ上げ、ゼオライトを配合した凝集剤を添加・混合させて生成する凝集沈殿物をろ過することにより固液分離した。処理後の水は防火水槽へ戻し、1日6時間の循環処理を2日間実施した。水処理装置の能力は20t/時。6時間で4回程度循環処理される計算である。

図1に示す4か所から2時間毎に試料を採取し、排水等中の放射性セシウム濃度を測定した。

処理水の放射性セシウム濃度が当事業に定める基準値未満であることを確認した後、処理水を放流した。汚泥については、脱水後フレキシブルコンテナに詰込み、市の指定した仮置き場に保管した。

(5) 試験及び評価のポイント

当該技術による貯留水の処理効果について検証する。

6 試験結果

処理水等の放射性セシウム濃度測定結果は表1及び表2のとおり。

本実地試験において、原水 (<4~840Bq/L) を当該装置により処理することによって、おおむね検出限界以下まで放射性セシウム濃度を低減することが確認できた。また、凝集沈殿により発生した汚泥の放射性セシウム濃度は1日目が5,500Bq/kgであったが、2日目には930Bq/kgとなり、5分の1に低下した。汚泥絞り水からは放射性セシウムが検出されず、汚泥から水へのセシウムの移行は認められなかった。

試験対象の防火水槽の水量は約40tであり、2日間の水処理で約600kgの汚泥が発生した。ただし、脱水を十分に行っていない汚泥もあり、汚水を含んだ重量である。

以上の試験結果より処理水1tあたりに生じる汚泥の量は多く見積もって15kgとなる。

7 除染スピード・コスト等

水処理能力は20~30t/hであり、1t(1m³)当たりの直接経費は22,000円/m³程度である。

8 評価等

凝集剤を利用した水処理装置を稼動することにより、貯留水（原水）をおおむね検出限界以下まで処理することができた。なお、当該工法について、ゼオライトの効果を検証する必要がある。

一方、処理水放流後の防火水槽には、底泥の残存がみられたことから、対象の水循環の方法及び処理スキームについて、更なる検討が必要である。



写真1 車載型水処理装置



写真2 防火水槽水の循環処理



写真3 原水槽の試料採取



写真4 処理水の試料採取

表 1 処理水等の放射性セシウム濃度分析結果

処理日	処理時間	原水			処理水		
		放射性セシウム濃度 (Bq/L)			放射性セシウム濃度 (Bq/L)		
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs
1 日目	0 時間	27	47	74	3	5	8
	2 時間	320	520	840	<2	<2	<4
	4 時間	27	42	69	<2	<2	<4
	6 時間	8	12	20	<2	<2	<4
2 日目	0 時間	99	160	260	<2	<2	<4
	2 時間	8	12	20	<2	<2	<4
	4 時間	5	6	11	<2	<2	<4
	6 時間	<2	<2	<4	<2	<2	<4

表 2 汚泥等の放射性セシウム濃度分析結果

処理日	汚泥			汚泥絞り水		
	放射性セシウム濃度 (Bq/kg)			放射性セシウム濃度 (Bq/L)		
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs
1 日目	2,100	3,400	5,500	<10	<10	<20
2 日目	340	590	930	<10	<10	<20

【区分3 排水等中の放射性物質の低減技術】

除染技術①「福島ブランド再生に向けた農業用水の広域的汚染バリアシステム」

1 申請者

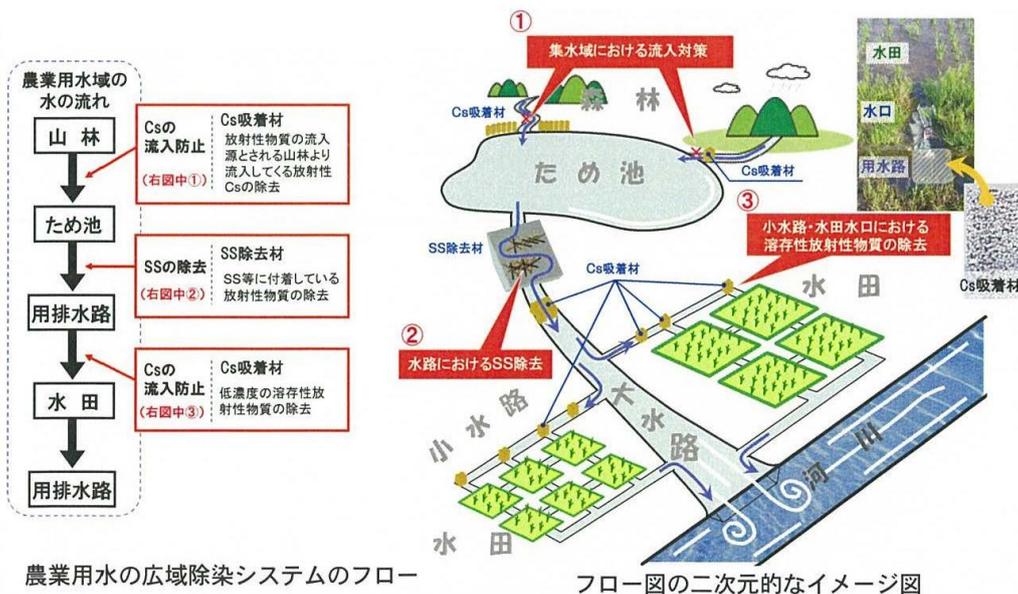
前田建設工業株式会社（東京都）

2 技術の概要

農業用水中の懸濁物質（SS）に吸着された放射性セシウムと溶存性の放射性セシウムを効果的に捕捉・除去する技術

3 技術の特徴

環境水中において、現在ではほぼ放射性セシウムが検出されていない（分析結果として検出下限未満）。しかし、山間部周辺の水田においては、生産された農作物から放射性セシウムの検出が報告されており、その存在が否定できない。そこで、本技術はため池から農地を経て河川に至るまでの農業用水路の流域全体を対象とした「広域除染システム」を構築し、放射性セシウムの農地への混入、蓄積を防止するものである。



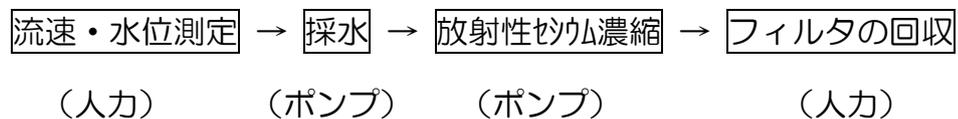
農業用水の広域除染システムのフロー

フロー図の二次元的なイメージ図

ルタを回収した。回収物は、風乾後、破碎・均質化し、放射性セシウムの濃度について測定した。各フィルタブロック等は、水路（大）については5時間、水路（小）については、3日間設置した。

また、水田（取水口）には人工ゼオライトブロックを3日間設置した。その後、ブロックを回収し、風乾後、破碎・均質化し、放射性セシウムの濃度について測定した。

②低濃度水中放射性セシウムの濃度分析



各試験場所における放射性セシウムの除去効果を評価するために、ろ過材・吸着材設置箇所の上流及び下流において、定期的に流速、水位を測定後、採水した。なお、採水量は、上流、下流ともに総量で約0.5 m³であった。採水した試料は、水試料中の放射性セシウムをろ過材（繊維フィルタ）及び吸着材（プルシアンブルー不織布）により濃縮後、懸濁態セシウムと溶存態セシウム別に放射性セシウム濃度を測定した。

(5) 試験及び評価のポイント

各試験場所におけるろ過材、吸着材の上流及び下流水の放射性セシウムの濃度差、及びろ過材、吸着材の放射性セシウム濃度から本技術による農業用水中の放射性セシウム除去効果について評価する。

6 試験結果

(1) 農業用水の放射性セシウム濃度の測定結果

各試験場所の農業用水中放射性セシウム濃度の測定結果は表1のとおりであった。

水路（大）の上流及び下流の放射性セシウム濃度は上流で0.41Bq/L、下流で0.30Bq/Lであった。また、懸濁態放射性セシウム濃度は上流で0.20Bq/L、下流で0.13Bq/Lであり、溶存態放射性セシウム濃度は上流で0.20Bq/L、下流で0.18Bq/Lであった。

水路（小）の上流及び下流の放射性セシウム濃度は上流で0.29Bq/L、下流で0.19Bq/Lであった。また、懸濁態放射性セシウム濃度は上流で0.18 Bq/L、下流で0.06Bq/Lであった。溶存態放射性セシウム濃度は上流で0.11 Bq/L、下流で0.13Bq/Lであった。

水田（取水口）の上流及び下流の放射性セシウム濃度は上流で0.48Bq/L、下流で0.20Bq/Lであった。懸濁態放射性セシウム濃度は上流で0.32Bq/L、下流で0.06Bq/Lであった。溶存態放射性セシウム濃度は上流で0.16Bq/L、下流で0.14Bq/Lであった。

（2）ろ過材及び吸着材の放射性セシウム濃度測定結果

各試験場所のろ過材及び吸着材の放射性セシウム濃度の測定結果は表2のとおりであった。

水路（大）の各資材の放射性セシウム濃度は、バイオログフィルタで256 Bq/kg、ポーラスコンクリートブロックで7 Bq/kg、ゼオライトブロックで8 Bq/kgであり、バイオログフィルタの濃度が最も高かった。

同様に水路（小）の各資材の放射性セシウム濃度は、バイオログフィルタで2,127Bq/kg、ポーラスコンクリートブロックで40Bq/kg、ゼオライトブロックで53Bq/kgであり、バイオログフィルタの濃度が最も高かった。

水田（取水口）に設置した人工ゼオライトブロックの放射性セシウム濃度は13Bq/kgであった。

本試験で水路及び水田（取水口）に設置したろ過材、吸着材の総重量が 639kg、水の濃縮に用いたフィルタ類の総重量が 11kg であり、発生した廃棄物の総量は 650kg であった。

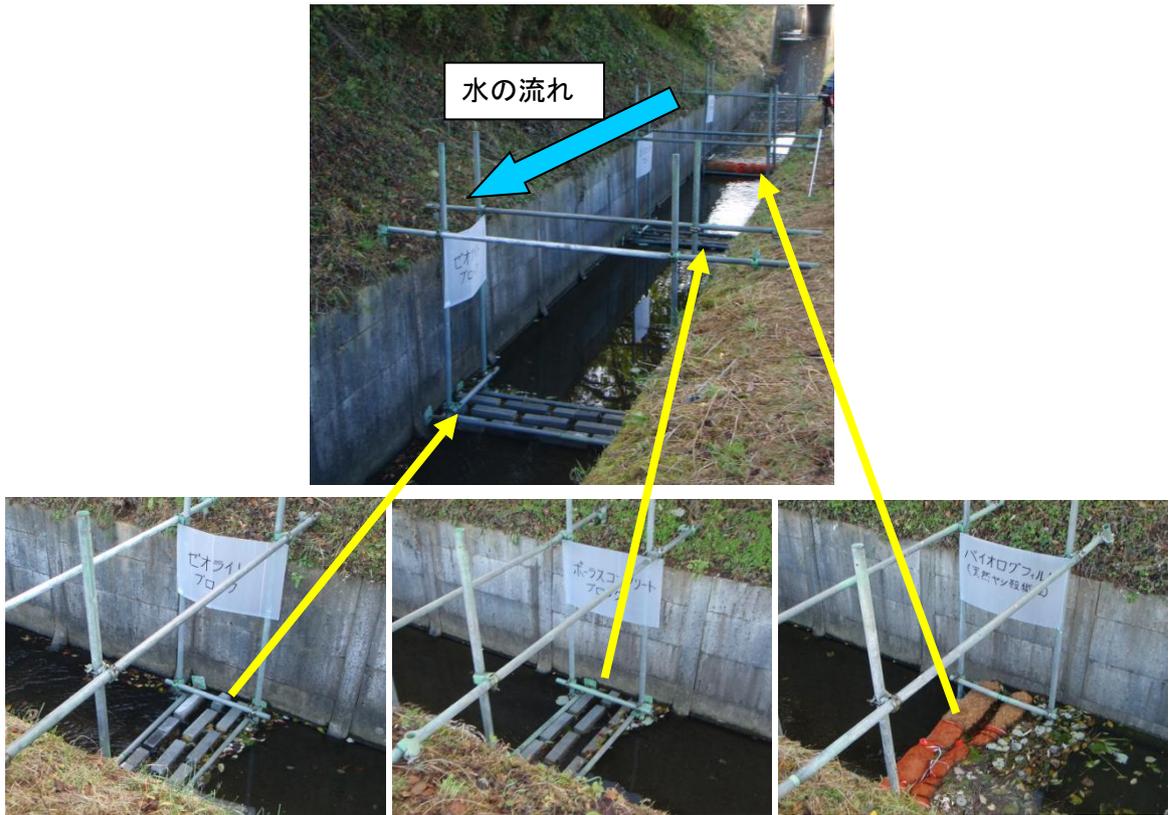
7 除染スピード・コスト等

本試験における農業用水路における吸着材等資材の設置、定期点検、回収・交換、資材の廃棄に必要な人員数及び概算費用は、1年あたり農地 1ha につき 1,800,000 円程度である（農地 1 ha あたり、水田 3 反、水路 1 本と想定、運用期間：1 年）。

8 評価等

今回の試験結果から、当該技術により、本条件下において農業用水路等中の放射性セシウムを一定程度低減する効果があることが確認された。

今後は、様々な条件下でのデータを蓄積し、当該技術の適用方法の検討を図る必要がある。



ゼオライトブロック（下流） ポーラスコンクリートブロック（中流） バイオログフィルタ（上流）

写真1 水路（大）におけるろ過材及び吸着材の設置状況

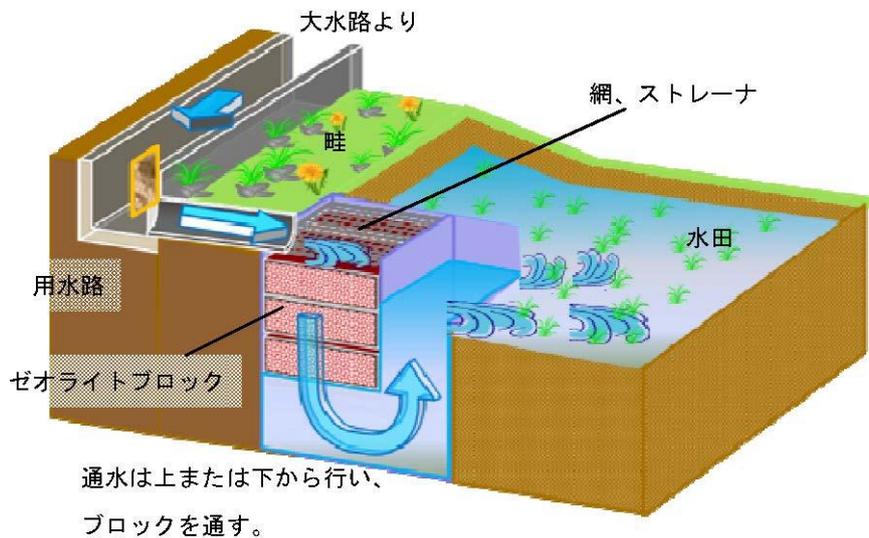


図1 水田（取水口）における吸着材設置方法

表 1 農業用水の放射性セシウム濃度等

測定試料名	濃度測定用フィルタ					採水量 (L) (d)	水中の放射能濃度 (Bq/L) c/d	(参考) SS (mg/L)
	放射性セシウム濃度 (Bq/kg)		フィルタ重量 (kg) (b)	フィルタ 中総 Bq (c=a × b)	フィルタ重量 (kg) (b)			
	Cs-134	Cs-137						
試験場所① 水路 (大)	懸濁態	26	44	70	1.408	99	0.20	-
	(繊維フィルタ)	19	27	46	1.342	62	0.13	-
	溶存態	152	268	420	0.225	95	0.20	-
	(ブルシアンプルー)	131	241	372	0.227	84	0.18	-
	懸濁態 + 溶存態 の合計	178	312	490	1.633	193	0.41	5.0
試験場所② 水路 (小)	懸濁態	20	35	55	1.614	89	0.18	-
	(繊維フィルタ)	9	8	17	1.783	30	0.06	-
	溶存態	85	116	201	0.258	52	0.11	-
	(ブルシアンプルー)	111	184	295	0.213	63	0.13	-
	懸濁態 + 溶存態 の合計	105	151	256	1.8715	141	0.29	1.6
試験場所③ 水田 (取水口)	懸濁態	120	192	312	1.9955	93	0.19	1.9
	(繊維フィルタ)	36	53	89	1.715	153	0.32	-
	溶存態	7	10	17	1.664	28	0.06	-
	(ブルシアンプルー)	163	270	433	0.176	76	0.16	-
	懸濁態 + 溶存態 の合計	199	323	522	1.8913	229	0.48	1.5
		165	266	431	1.8242	95	0.20	1.5

表2 ろ過材及び吸着材の放射性セシウム濃度

試験場所	測定試料名	ろ過材 (バイオログフィルター、ポラスブロック)・吸着材 (ゼオライトブロック)			ろ過材・吸着材重量 (kg) (b)	ろ過材・吸着材に捕捉された総Bq (c=a×b)	試験場所 通水量 (L) (d)	上流水と下流水の濃度差から推計した除去された総Bq※ (e)
		放射性セシウム濃度 (Bq/kg)						
		Cs-134	Cs-137	Cs-134+137 (a)				
試験場所① 水路 (大)	ろ過材 (バイオログフィルター)	94	162	256	200.06	51,215	468,700	51,557
	ろ過材 (ポラスブロック)	3	4	7	112.14	785		
	吸着材 (ゼオライトブロック)	3	5	8	109.41	875		
	計	100	171	271	421.61	52,876		
	ろ過材 (バイオログフィルター)	797	1,330	2,127	21.83	46,422		
試験場所② 水路 (小)	ろ過材 (ポラスブロック)	15	25	40	29.90	1,196	3,780,350	350,058
	吸着材 (ゼオライトブロック)	20	33	53	29.18	1,546		
	計	832	1,388	2,220	80.905	49,164		
試験場所③ 水田 (取水口)	ろ過材+吸着材 (人工ゼオライト)	41	72	113	136.58	15,434	242,475	69,057

※ [上流の放射能濃度-下流の放射能濃度] × 通水量

【区分4 その他の除染技術】

除染技術⑫「放射線量平面分布計測システムを用いた情報化施工技術」

1 申請者

三井住友建設株式会社（東京都）

2 技術の概要

GPS 受信機を搭載した放射線量計測車を用い、線量マップをリアルタイムで表示する技術

3 技術の特徴

本技術は、GPS 受信機を搭載した放射線量計測車を用い、線量マップをパソコン上にリアルタイムに表示するシステムを除染工事現場で活用するものである。例えば、表層土はぎ取り作業を行う際に、本システムを活用することにより、土量を必要最小限まで減容化することが可能となる。

電動式カートを改造した計測車には、GPS 受信機（平面精度±20mm）および NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ（ γ 線検出器）が搭載されており、計測位置座標、時刻、放射線量が毎秒1回パソコンに取り込まれ、モニター上のマップに最新値が表示される。



4 対象

グラウンド（運動公園）、アスファルト舗装面・未舗装面（砂利）又は同等のもの

5 実地試験の概要

（1）実施日

平成 24 年 9 月 4 日（月）～9 月 6 日（木）

（2）実施場所

伊達市内

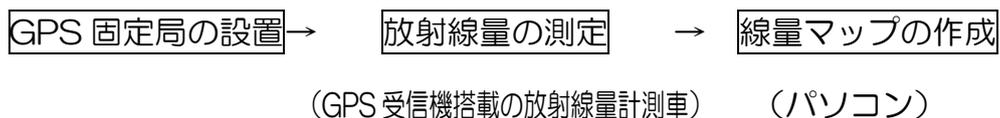
（3）試験対象

試験場所① グラウンド（運動公園）

試験場所② アスファルト舗装面・未舗装面（砂利）（駐車場）

（4）試験方法

【作業フロー】



試験場所①及び②において、サーベイメータ 3 台（計測高さごと（5cm 又 15cm, 50cm, 100cm）、時定数：3 秒）を搭載した放射線量計測車により面的に放射線量測定を実施する。また、放射線量測定車の走行速度を 0.5m/秒, 1.0m/秒, 2.0m/秒に変化させた測定を実施する。

なお、試験においては、電動カートを主に用いたが、不陸な場所等、一部の試験ケースにおいては、手押し車による測定を行った。

(5) 試験及び評価のポイント

当該方法による、放射線汚染濃度分布の面的な把握について、精確性及び効率性の側面から検証する。

6 試験結果

(1) 申請技術とガイドライン法との比較

試験場所①（運動公園グラウンド）、及び試験場所②（アスファルト舗装面及び未舗装面（砂利））について、2つの方法で得られた測定値をマッピングしたものをそれぞれ図1、図2（申請技術法：左図、ガイドライン法：右図）に、測定点間の比較図をそれぞれ図3、図4に示す。図に示す通り、両測定方法の空間線量率分布はよく一致していたが、申請技術法で測定した結果は、ガイドライン法と比較して平均80%程度の空間線量率であった。

(2) 申請技術による走行スピードの比較

試験場所②（アスファルト舗装面及び未舗装面（砂利））において、走行速度を0.5m/秒、1.0m/秒、2.0m/秒の3段階で測定を行い、走行速度による測定値への影響について評価した。結果として、測定値はガイドライン法よりも約0.8~0.9倍程度低い測定結果が得られたほか、走行スピードが速くなるにつれて、誤差が大きくなる傾向が見られた。

7 除染スピード・コスト等

平坦地 10,000m² についてガイドライン法で 10m メッシュ 100 地点の空間線量率を測定すると仮定した場合、1 地点の測定時間が約 2 分程度（時定数 30 秒、安定に 90 秒、測定に 30 秒）、100 地点では約 200 分が必要であるのに対して、本測定方法では、1m メッシュを 1m/秒の速度で走行測定した場合、10,000 秒（166 分）程度で測定が終了し、ガイドライン法より詳細な空間線量率マップを作成することが可能である。

平坦地 10,000m² 程度を想定した場合に測定に要する概算費用は 50 円/m² 程度である。

8 評価等

当該技術については、ガイドライン法により測定した 100cm と 50cm の空間線量率分布と良く一致したことから、本法は、除染工事現場等で放射性物質の汚染状況の評価する上では作業効率の点から有用であると考えられる。

また、時定数を 3 秒とした場合、施工スピードが 1.0m/s 以下の条件で、ガイドライン法との適合性が見られた。



写真1 電動カート式放射線量計測車



写真2 手押し式放射線量計測車



写真3 電動カート式放射線量計測



写真4 手押し式放射線量計測



写真5 試験場所① (グラウンド)

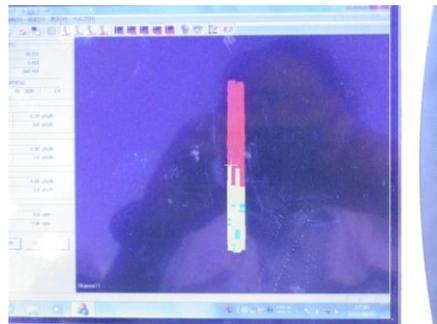
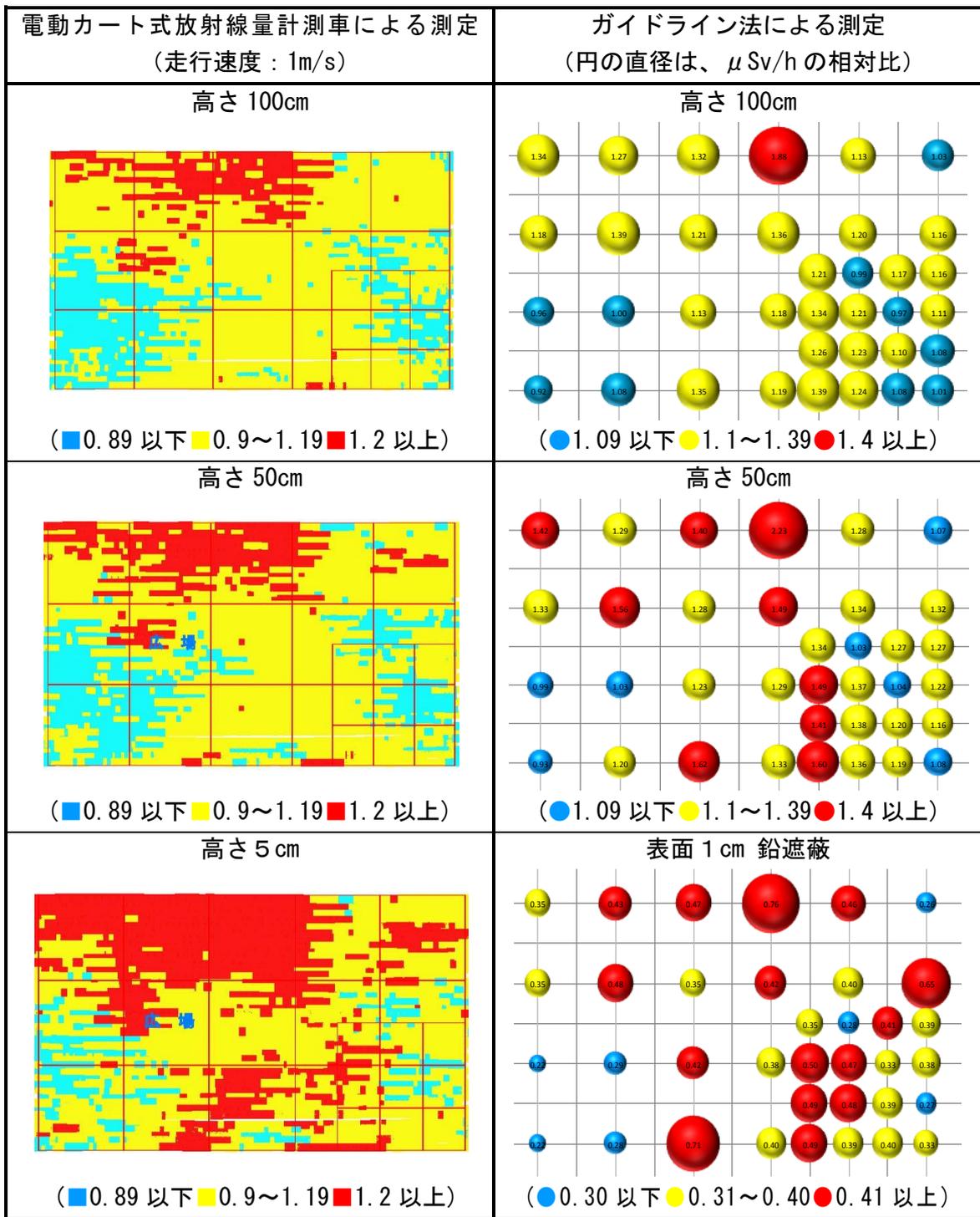
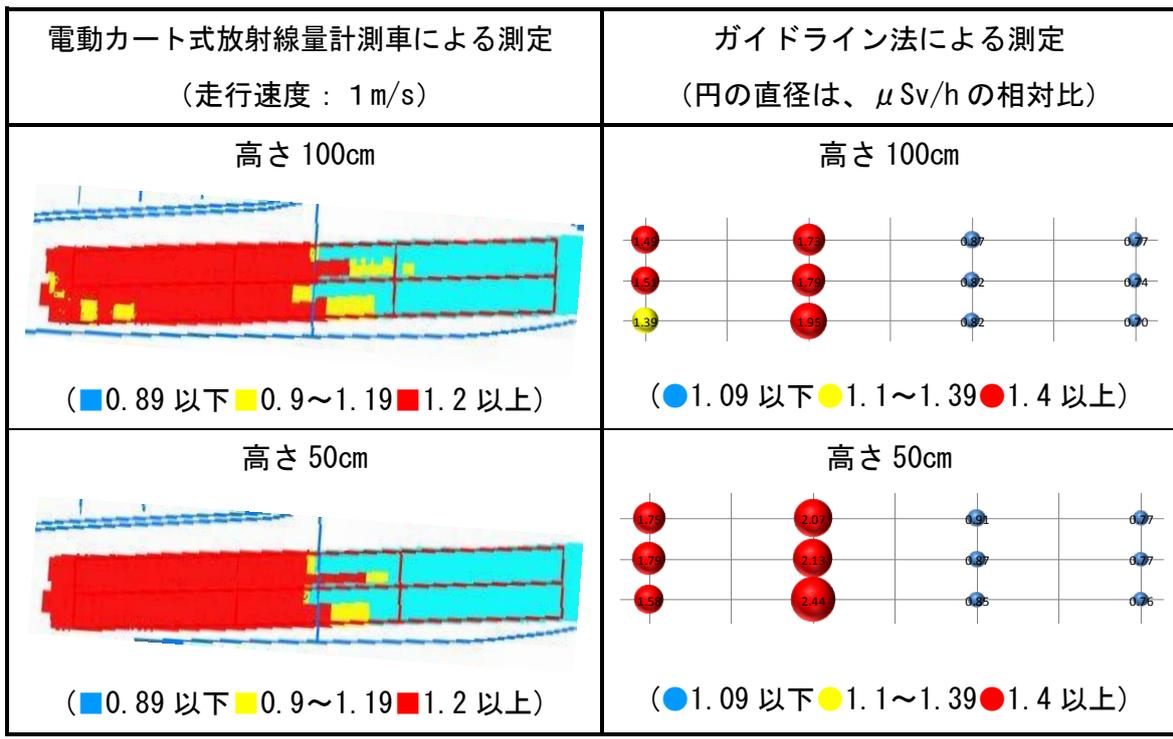


写真6 測定結果図



(単位: $\mu\text{Sv/h}$ 以上)

図1 試験場所①(運動公園グラウンド)における空間線量率マップの比較



(単位： $\mu\text{Sv/h}$ 以上)

図2 試験場所②(駐車場)における空間線量率マップの比較

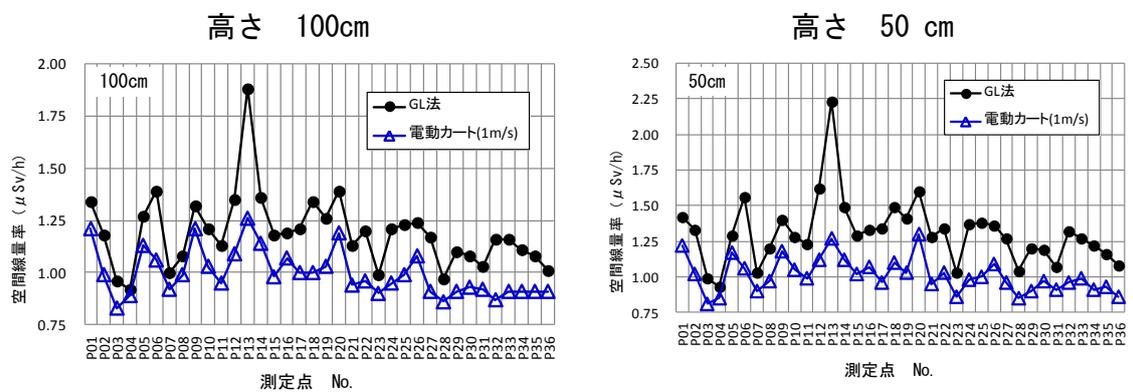


図3 試験場所①における測定点間比較

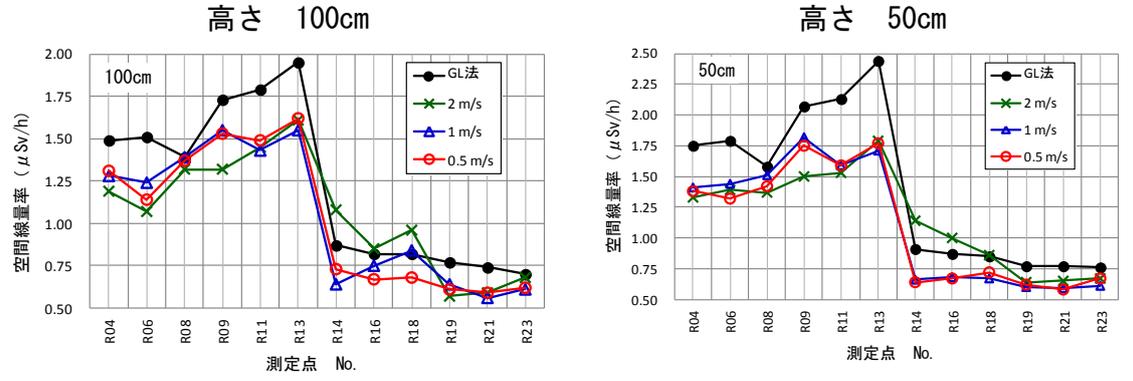


図4 試験場所②における測定点間比較

参考資料（１） 用語解説

表面線量の低減率

低減率(%) = {(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

空間線量率の低減率

低減率(%) = {(除染前の空間線量率(μSv/h)) - (除染後の表面線量(μSv/h))} / (除染前の空間線量率(μSv/h)) × 100

表面線量の除染係数 (Decontamination Factor: 除染係数)

DF = 除染前の表面線量(cpm) / 除染後の表面線量(cpm)

空間線量率の除染係数 (Decontamination Factor: 除染係数)

DF = 除染前の空間線量率(μSv/h) / 除染後の空間線量率(μSv/h)

平成 24 年度第 1 回福島県除染技術実証事業実施要領の排水基準値

除染に伴って排水が生ずる技術の場合は、放射性物質汚染対処特措法に定める、特定廃棄物の処分に伴い生じた排水に係る基準を満たすこと。

※特定廃棄物の処分に伴い生じた排水に係る基準

(セシウム 134 濃度 (Bq/L) / 60) + (セシウム 137 濃度 (Bq/L) / 90) ≤ 1

参考資料（２）測定方法等

1 表面線量・空間線量率測定方法

表面線量については、GM 計数管式サーベイメータ、空間線量率については、NaI (Tl)シンチレーションサーベイメータを用い、対象面から 1 cm 離し、鉛遮蔽して測定（鉛厚 10mm）した。

2 放射性セシウム濃度測定

低濃度であることが予想された試料の場合にはゲルマニウム半導体検出器、高濃度であることが予想された試料の場合には、NaI (Tl)シンチレーションスペクトロメータを用いて測定した。また、検出下限値については、低濃度試料については、10Bq/L（または Bq/kg）以下、高濃度試料については、50Bq/L（または Bq/kg）以下となる条件で測定した。

3 バックグラウンドの測定方法及び測定結果

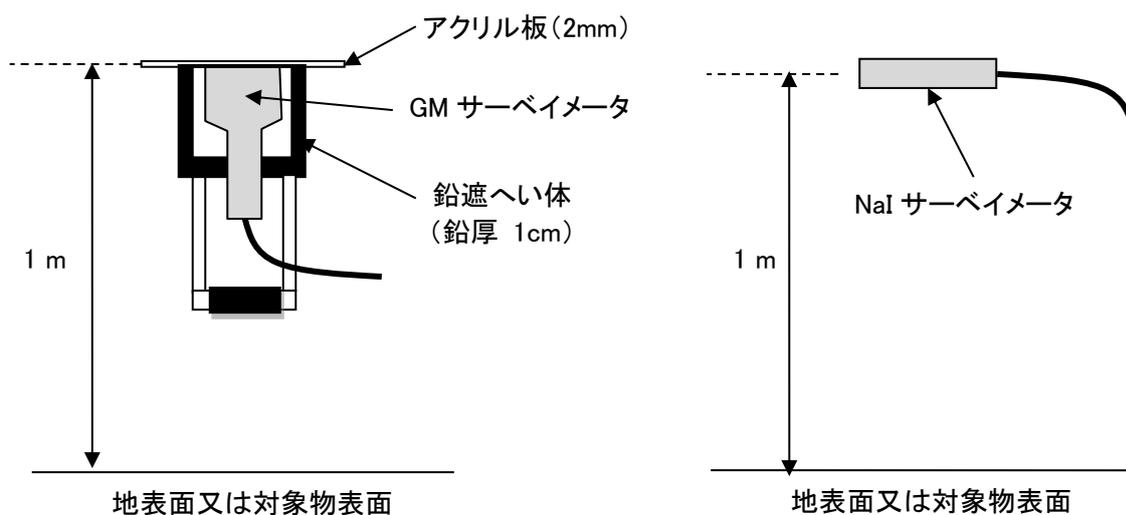
(1) バックグラウンドの測定方法

GM 計数管式サーベイメータ

地表面または測定対象物表面から 1 m の高さで、測定面を上にして、鉛 (10mm) 及びアクリル板 (2 mm) で遮蔽して測定

NaI (Tl) シンチレーションサーベイメータ

地表面または測定対象物表面から 1 m の高さで遮蔽は行わず測定。



バックグラウンドの測定方法

(2) バックグラウンド測定地点

各実地試験場所の代表地点（29 地点）で測定

(3) バックグラウンドの算出方法

測定した 29 地点より、GM 計数管式サーベイメータの指示値 (cpm) と NaI (Tl) シンチレーションサーベイメータにより測定した測定対象表面から 1m 高さの空間線量率 ($\mu\text{Sv/h}$) の一次回帰式を算出し (図)、その回帰式に自然界の大地からの空間線量率 $0.04 \mu\text{Sv/h}$ を式に代入して、GM 計数管式サーベイメータの cpm のバックグラウンド値を推定した。

$$y = 110.36x + 36.287 \quad (R^2 = 0.9679)$$

y : GM計数管式サーベイメータ指示値 (cpm)

x : NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータ空間線量率 [$\mu\text{Sv/h}$]

$$110.36 \times 0.04 + 36.287 = 40.7014 \quad \approx \quad \underline{40 \text{ cpm}}$$

40cpm を GM 計数管式サーベイメータ指示値のバックグラウンド値として、全ての表面線量から差し引いた。

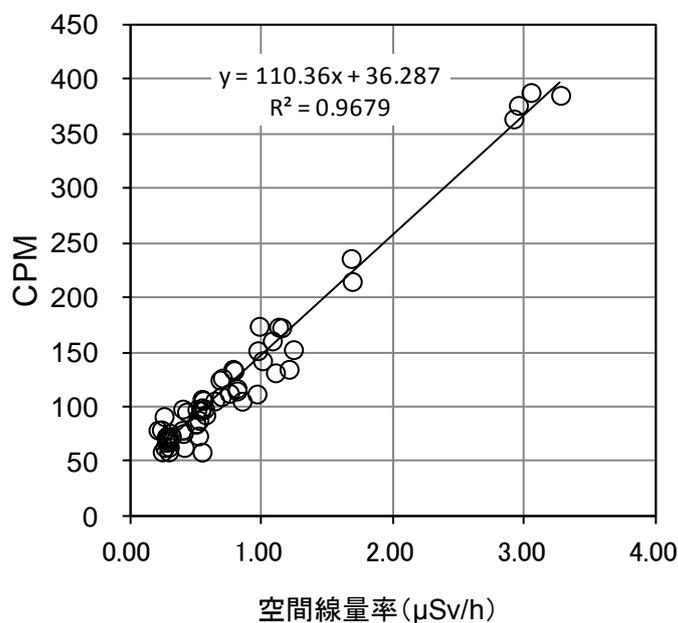


図 空間線量率と CPM の関係

参考資料（3）

平成 24 年度第 1 回福島県除染技術実証事業実施要領

平成 24 年 5 月 14 日

福島県生活環境部

1 目的

身近な生活空間等から放射線量を低減させるための除染については、放射性物質汚染対処特措法※に基づき国や市町村等が実施することとなっている。

このような中、県では実用可能で効果的な除染技術を公募し、県自らが除染実施前及び実施後の放射線量の測定等を実施し、その結果を評価・公表することにより、事業者による新たな除染技術の開発及び市町村等による効果的・効率的な除染の促進が図られることを目的に本事業を実施する。

※平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法

2 公募する除染技術

以下の除染技術を公募の対象とする。

(1) 重点的に実証する除染技術

ア 放射性物質に汚染された構造物（建物・道路等）の除染技術

① 既存の技術では除染の効果が低い構造物に適用可能な技術（例：セメント瓦）

② 既存の技術では除染により破損等を生ずる恐れがある構造物に適用可能な技術

イ 放射性物質に汚染された表土の除去を効率的に行う技術

ウ 排水等中の放射性物質の低減技術

(2) その他の除染技術

3 実証事業の手続き

実証事業は、以下の手続きに従って行うこととする。

(1) 対象技術の公募

福島県（以下、「県」という。）は、上記 2 の（1）及び（2）の技術について公募する。

(2) 技術実証に係る申請

技術実証の申請者（以下、「申請者」という。）は、別紙に示す「平成 24 年度第 1 回福島県除染技術実証事業申請書記載方法」（以下、「記載方法」という。）に基づき申請書を作成して、県に申請する。

(3) 申請書の書類審査（一次審査）

県は、申請内容が下記に示す要件を満足しているか審査し、申請者からのヒアリングを実施する技術を 15 件程度選定する。

≪除染技術の審査要件≫

ア 形式的要件

申請書が記載方法に基づき、必要な項目の全部を記載していること。

イ 適合要件

申請する技術の内容が公募の目的や対象となる除染技術に適合していること。

ウ 技術の妥当性

- ① 申請する技術の原理が科学的根拠に基づくものであること。
- ② 経済合理性や汎用性等、実用可能性のある技術であること。
- ③ 申請する技術による実証や実用に当たって、副次的な環境問題等が生じないこと。
- ④ 既存の除染技術と比較して高い効果が見込めること。
- ⑤ 先進的な技術であること。
- ⑥ 実地試験の計画が、具体的でかつ適正に実証できる内容であること。
- ⑦ 国やその他機関により同様の実証を受けていないこと。

(4) 審査委員会における申請者からのヒアリング（二次審査）

県は、除染技術に係る有識者等からなる福島県除染技術実証事業審査委員会（以下、「審査委員会」という。）を設置し、一次審査において選定した技術の申請者から、当該技術に係るヒアリングを実施する。

(5) 実地試験実施技術の選定

県は、（4）におけるヒアリングの結果等を踏まえ、実地試験を実施する技術を10件程度選定する。

(6) 実地試験の実施

（5）において選定された技術の申請者は、県と協議のうえ、県の確認のもとで実地試験計画に基づき除染を実施する。県は、当該除染技術の効果を確認するために必要な検証・検査を実施する。

(7) 除染技術実証結果の評価・公表

県は、（6）における実地試験の結果について、審査委員会の助言のもと当該技術の効果等について評価し、ホームページ等で公表を行う。

なお、県は、技術の評価に当たって必要な報告を申請者に対し、求めることがある。

4 参加資格要件

申請者が次の要件（以下、「失格要件等」という。）に該当することが明らかとなった場合、県の選定を取り下げ、当該技術に係る実証を実施しない。また、実地試験開始後に失格要件等に該当することが明らかになった場合は、当該技術の実証を中止するとともに、申請者の責任により実地試験場所の原状回復等を行うこと。（費用については、申請者の負担とする。）

(1) 下記に定める参加資格要件に適合しない場合。

ア 会社更生法（平成14年法律第154号）又は民事再生法（平成11年法律第225号）に基づき、更生手続開始又は民事再生手続開始の申立がなされている者でないこと。

イ 自己又は自社の役員等が、暴力団員による不当な行為の防止等に関する法律（平成3年法律第77号）第2条第2号に規定する暴力団及び同法第2条第6号に規定する暴力団員である者のほか、次の各号に該当する者でないこと。

- ① 暴力団員でなくなった日から5年を経過しない者。
- ② 暴力団又は暴力団員がその経営に実質的に関与している者。
- ③ 自己、自社又は第三者の不正な利益を図る目的若しくは第三者に損害を加

える目的をもって暴力団又は暴力団員を利用などしている者。

④ 暴力団又は暴力団員に対して資金等を提供し、又は便宜を供与するなど直接的あるいは積極的に暴力団の維持運営に協力し、若しくは関与している者。

⑤ 暴力団又は暴力団員と社会的に非難されるべき関係を有している者。

⑥ 暴力団又は暴力団員であることを知りながらこれを不当に利用している者

(2) 放射性物質汚染対処特措法等の関係法令を遵守しない場合。

(3) 作業者の放射線障害防止について対策を講じない場合。なお、講じる対策については、除染電離則、又は除染電離則ガイドラインを参考にされたい。

(4) 提出書類に虚偽の記載がされている場合。

5 実地試験の実施場所及び費用等

(1) 実地試験の実施場所（福島県内の地域とする。ただし、警戒区域等、立入が制限されている地域を除く。）は、申請者が確保するものとする。

(2) 実地試験により発生する廃棄物等の処理は申請者が適切に実施するものとし、その費用等についても、申請者の負担とする。

なお、除染に伴って排水が生ずる技術の場合は、放射性物質汚染対処特措法に定める、特定廃棄物の処分に伴い生じた排水に係る基準を満たすこと。

※特定廃棄物の処分に伴い生じた排水に係る基準

$(\text{セシウム 134 濃度 (Bq/L)} / 60) + (\text{セシウム 137 濃度 (Bq/L)} / 90) \leq 1$

(3) 実地試験を行う場合の実地試験実施場所への機械装置の持込み・設置、装置の運転、実地試験終了後の装置の撤去・返送に要する費用を含む全ての費用は申請者の負担とする。

(4) 実地試験に係る試料の検査機関への持込みは県が行う。なお、検査機関は、県が指定するものとし、検査費用は県が負担するものとする。

6 知的財産等について

(1) 県は、本事業を通じて知り得た申請者の除染技術に関する情報については、本事業以外の目的で利用しないものとする。

(2) 本事業の実施により作成される報告書等の著作物に関する著作権は、県に属する。

7 免責事項

(1) 本事業の実施に伴い、申請者の機械装置に故障、破損等の損害が発生した場合は、県の故意又は重過失による場合を除き、県は責任の一切を負わない。

(2) 申請者の瑕疵により第三者に被害を与えた場合は、申請者が責を負うものとし、県は責任の一切を負わない。ただし、県の責に帰すべき事由により生じたものについては県が負担する。

(3) 本事業に関する報告書等の公開により、申請者と第三者の間に係争が生じた場合は、県は一切の責任を負わない。

(4) 除染技術の基本性能に関する仕様が変更された場合には、変更後の技術に対しては、本事業に関する報告書等のデータは適用されない。

8 不明の点がある場合の疑義について

- (1) 質疑事項がある場合は、質問書（別紙様式）を用い、平成 24 年 5 月 28 日（月）17 時までに郵送、F A X 又は電子メールで提出すること。
- (2) 質問書に対する回答は平成 24 年 6 月 1 日（木）から平成 24 年 6 月 14 日（木）までの間、福島県庁のウェブサイト（<http://www.pref.fukushima.jp/>）等に回答書を掲載する。

9 注意点等

- (1) 申請書の作成等に当たっては、以下の点に留意すること。
 - ア 申請書は、別紙記載方法に基づき作成すること。
 - イ 申請書は郵送でのみ受け付けることとする。なお、郵送の際は、書留郵便等、配達記録が残るようにすること。
- (2) 除染技術の審査について
 - ア 一次審査は別紙記載方法による申請書（様式 1～8）のみにより行うこととする。（様式 1～8 以外に添付された資料は審査の対象としない。）
 - イ 審査の経過に関する問い合わせについては、受け付けない。
- (3) 本除染技術実証事業は、選定された技術の除染効果を客観的に評価するものであり、除染業務の発注等に直接つながるものではない。

10 公募期間

平成 24 年 5 月 14 日（月）から 6 月 14 日（木）※当日消印有効

11 今後のスケジュール（予定）

スケジュールについては、下記を予定している。

- | | |
|--|---------------------|
| (1) 申請書の書類審査（一次審査） | 平成 24 年 6 月中旬～6 月下旬 |
| (2) 審査委員会の助言のもと、申請者からのヒアリング（二次審査）及び実地試験
実施技術の選定 | 平成 24 年 7 月上旬～7 月中旬 |
| (3) 実地試験の実施 | 平成 24 年 7 月下旬～8 月下旬 |
| (4) 実証結果の評価 | 平成 24 年 9 月上旬 |

12 申請書の不受理について

次の要件に該当する場合は、申請書を受理しない。

- (1) 申請書の提出方法、提出先又は提出期限に適合しない場合。
- (2) 申請書の様式及び記載内容に不備があった場合。

13 申請書提出先及び問い合わせ先

〒960 - 8043 福島市中町 8 番 2 号(自治会館 1 階)

福島県生活環境部除染対策課 吉田主任主査、鈴木副主査、井手技師

電話 024-521-8317 F A X 024-521-9728

電子メール josen@pref.fukushima.lg.jp