

平成23年度 「除染技術実証試験事業」 概要

平成24年2月21日
独立行政法人日本原子力研究開発機構
福島技術本部

独立行政法人日本原子力研究開発機構(以下、「原子力機構」という。)は、内閣府委託事業「福島第一原子力発電所事故に係る避難区域等における除染実証業務」を受け、平成23年度「除染技術実証試験事業」を進めております。

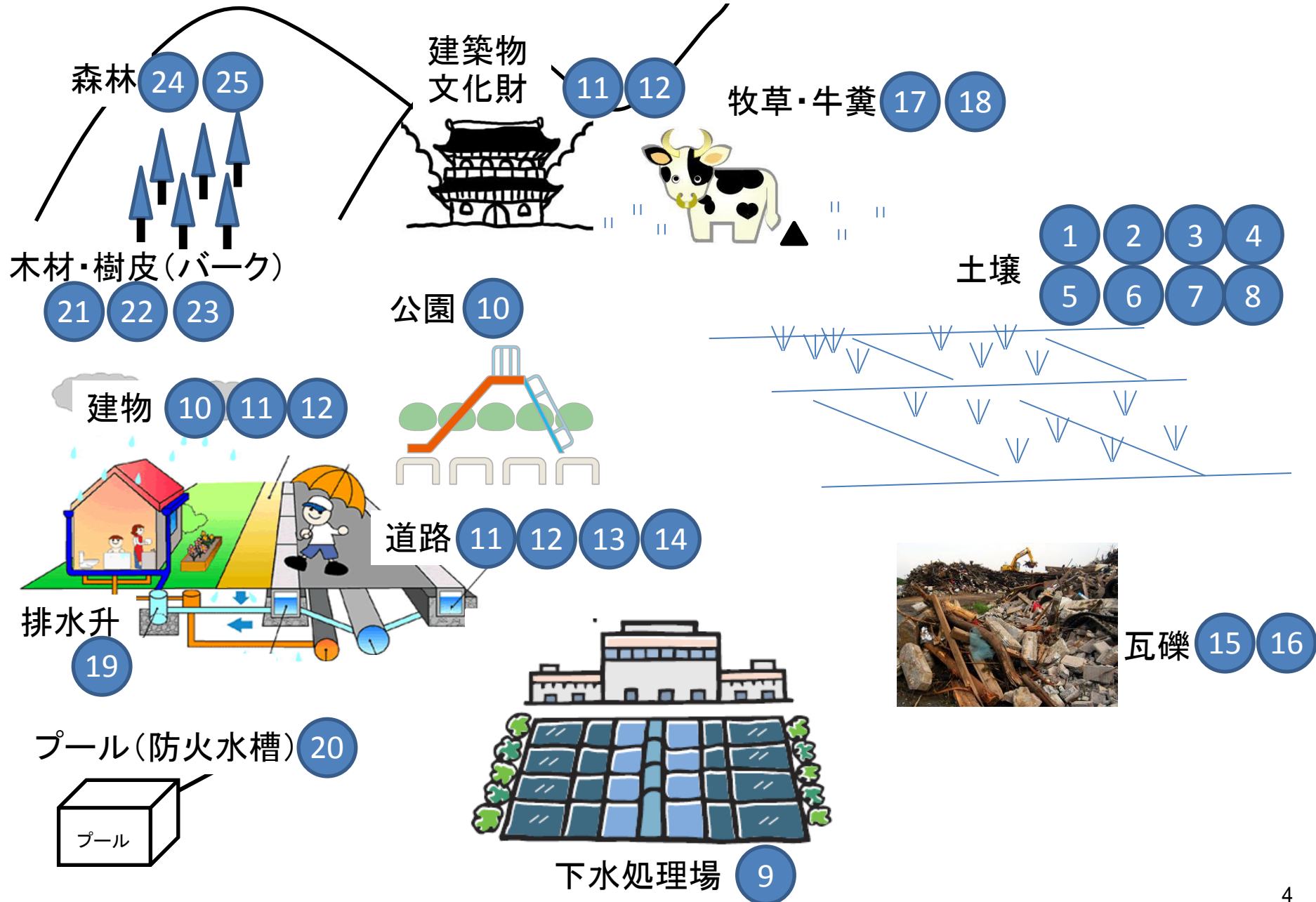
原子力機構は、今後の除染作業に活用し得る優れた技術を開掘し、除染効果、経済性、安全性等を確認する観点から実証試験を行い、その有効性を評価するため、除染技術に関する公募を行い、厳正な審査の結果、25件の技術提案について選定いたしました。今般、これらの選定された技術の実証試験の取組について概要をまとめましたので、紹介致します。

本事業により見出された技術を活用することにより、今後の除染作業をより一層効率的・効果的に推進することが期待されます。

採択案件

除染対象物	手法	特徴	No.	実施者
土壌	分級	熱処理(添加剤)	1	太平洋セメント(株)
		ポンプ分級	2	ロート製薬(株)
		植物混入分級	3	(株)竹中工務店
		湿式分級	4	(株)熊谷組
			5	(株)日立プラントテクノロジー
			6	(株)鴻池組
			7	佐藤工業(株)
	化学処理	有機酸処理	8	(株)東芝
下水汚泥	溶出	有機物処理	9	新日鉄エンジニアリング(株)
公園・道路・建物	切削・剥離	ストリップペイント	10	志賀塗装(株)
	特殊水洗浄	ナノバブル水	11	京都大学
		モルクラスターオゾン水	12	ネイチャーズ(株)
	高圧洗浄	超高圧(280MPa)	13	(株)キクテック
	研削・剥離	ウェットブラスト	14	マコー(株)
瓦礫	洗浄	水洗浄	15	戸田建設(株)
		ドライアイスブラスト	16	環テックス(株)
植物・牛糞減容	堆肥化	100℃以上	17	(独)宇宙航空研究開発機構
		50～60℃	18	日本ミクニヤ(株)
水	捕集	ゼオライトブロック	19	前田建設工業(株)
	吸着・凝集	フェロシアン化鉄	20	東京工業大学
森林・木材	固化剥離	セメント剥離	21	大成建設(株)
	洗浄	水洗浄・焼却	22	郡山チップ工業(株)
		高圧洗浄・水処理	23	(株)ネオナイト
	間伐有	空間線量率変化	24	福島県林業研究センター
	間伐無	施工法の効率化	25	(株)大林組

技術実証採択案件適用範囲例



事業の概要

放射性セシウム(Cs)を含む土壤等に高性能反応促進剤を添加して加熱し、Csを揮発させて冷却回収することにより、除染で生じた除去物を減容化する。

実施内容

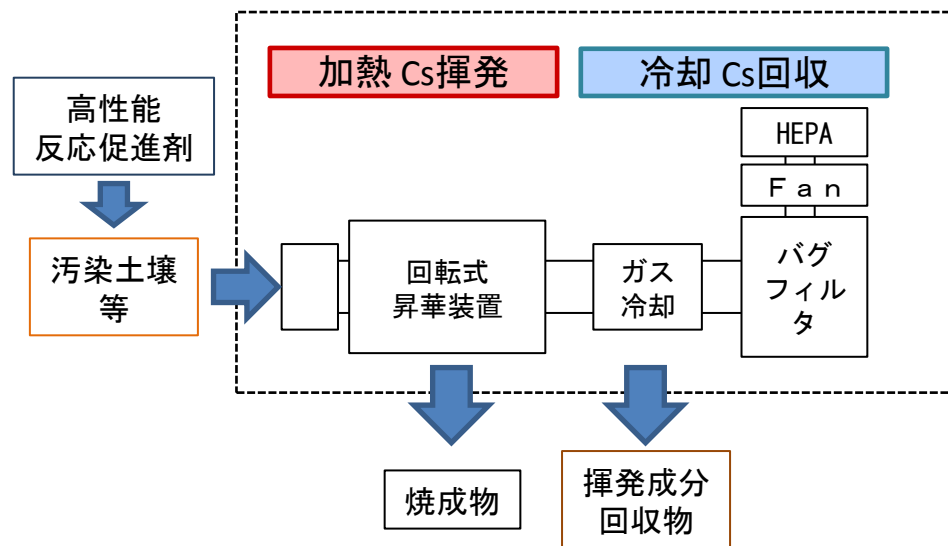
放射性セシウム(Cs)を含む土壤等に高性能反応促進剤を加えて加熱し、Csを揮発させて冷却回収することにより除去物を減容化する。

- ① ラボ試験: 最適揮発条件の把握
- ② フィールド試験(福島県内): 除染(浄化)効果の確認、実機設計に必要なデータの収集。

事業の主な実施場所

福島県飯舘村内

技術概要



特徴

放射性Cs汚染土壤等に高性能反応促進剤を加えて加熱し、Csを揮発させる。

⇒ 乾式法で水処理が不要

期待される効果

- ・ 揮発したCsを冷却回収することによりアルカリ塩として濃縮・減容化が可能となる。
- ・ 焼成された無害化物(放射性Csクリアランスレベル以下)は復興用土工資材等として利用が可能となる。

除染試験実施状況



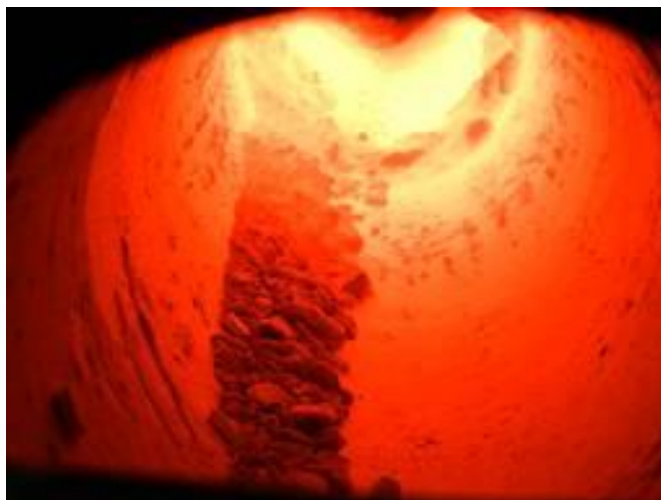
回転式昇華装置：汚染土壌投入側



バグフィルタ背面



回転式昇華装置内部の測温



昇華装置内部



浄化处理品

試験速報

非放射性Csを用いた試験により、Csを吸着した土壌単味やCsの揮発性を上げる塩化物を添加した場合でもCsの揮発率は低いが、無機系の高性能反応促進剤を添加することによりCsの揮発率が大幅に向上するという知見を得た。(図1)

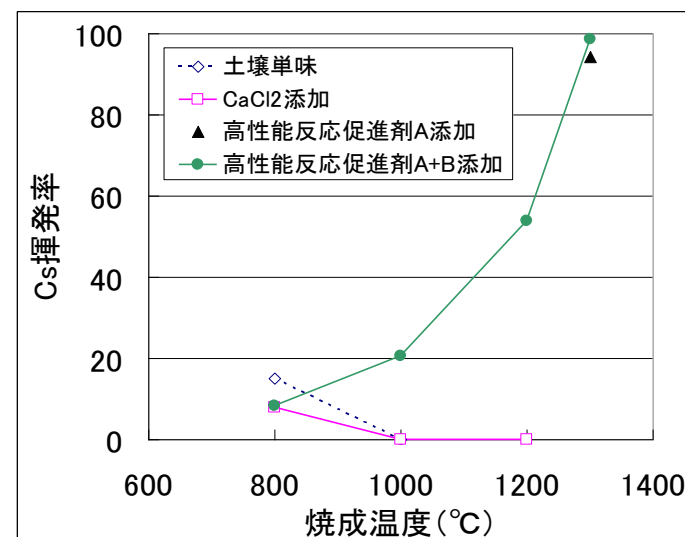


図1 各種模擬試料の試験温度とCs揮発率との関係

実際の汚染土壌に高性能反応促進剤を添加・混合後、管状電気炉および小型の回転式昇華装置にて1300℃以上で実証試験を行った結果を表1に示す。



どの汚染土壌もCsが良く揮発し、目標である100 Bq/kg以下を達成した。

表1 実汚染土壌を用いた実証試験の結果

	土壌サンプル	汚染土壌 (Bq/kg)			浄化処理品 (Bq/kg)		
		Cs134	Cs137	合計	Cs134	Cs137	合計
管状電気炉	汚染土壌①	6,700	17,900	24,600	20	30	50
小型回転式昇華装置	汚染土壌②	27,100	28,900	56,000	ND	19	19
	汚染土壌③	33,000	34,300	67,300	ND	29	29

事業の概要

特殊(BAT: Blend Air Tornado)ポンプを用いて、高速で水圧ポンプと連動させて吸引することにより、セシウムが吸着しているシルト分(粘土質)を分離することにより、除去物を減容化する。

実施内容

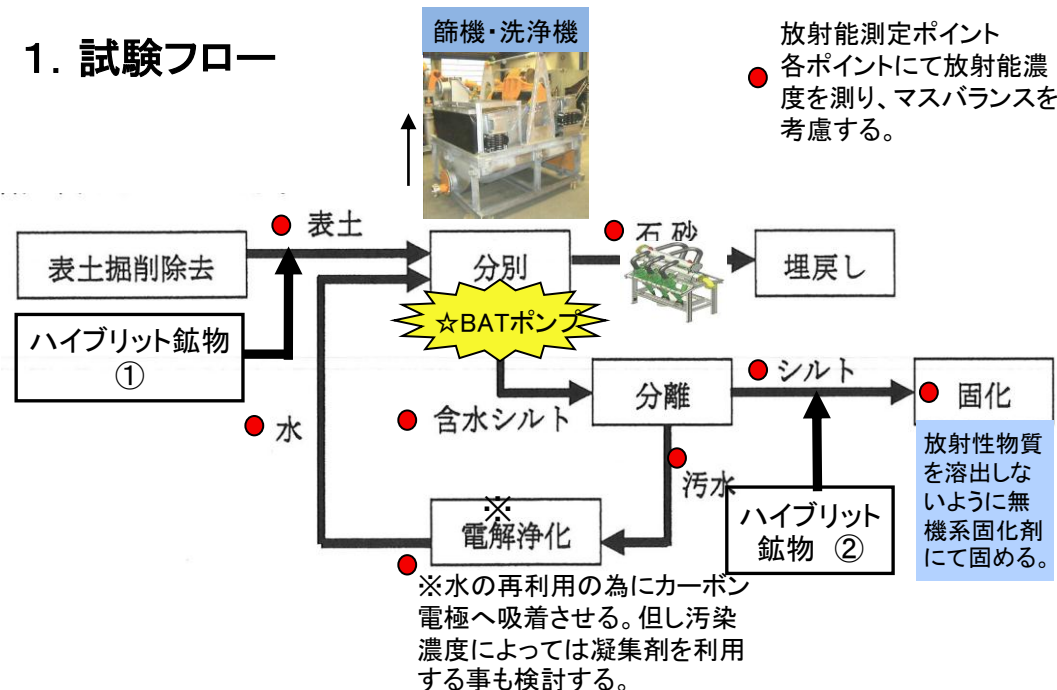
- 新型BATポンプに汚染土壌と水を吸い込み、土壌中の砂・鉱物等を混合衝突させることにより汚染物質を剥離する。
- 分級にて砂、鉱物、シルト(粘土質)を分別。また、水分中のシルトは凝集剤と遊離電解法にて分離する。

事業の主な実施場所

福島県いわき市内

技術概要

1. 試験フロー



2. 試験目標

- ① 汚染土壌に吸着した放射性物質の除去
- ② 設備装置を簡略化し、現場での汎用性をより高める。
- ③ 短時間で大量の汚染土壌の処理を可能にする。

3. 期待される効果

- ① 放射性物質を含んだシルトは現場にて固化できるので、二次的な汚染を防止できる。
- ② 処理水の再利用が可能なので、水資源の節約可。

事業の概要

多段階に分級や洗浄系を設けることにより、植物が混入した土壌を洗浄し、放射性セシウムを分離することで除去物を減容化する。

実施内容

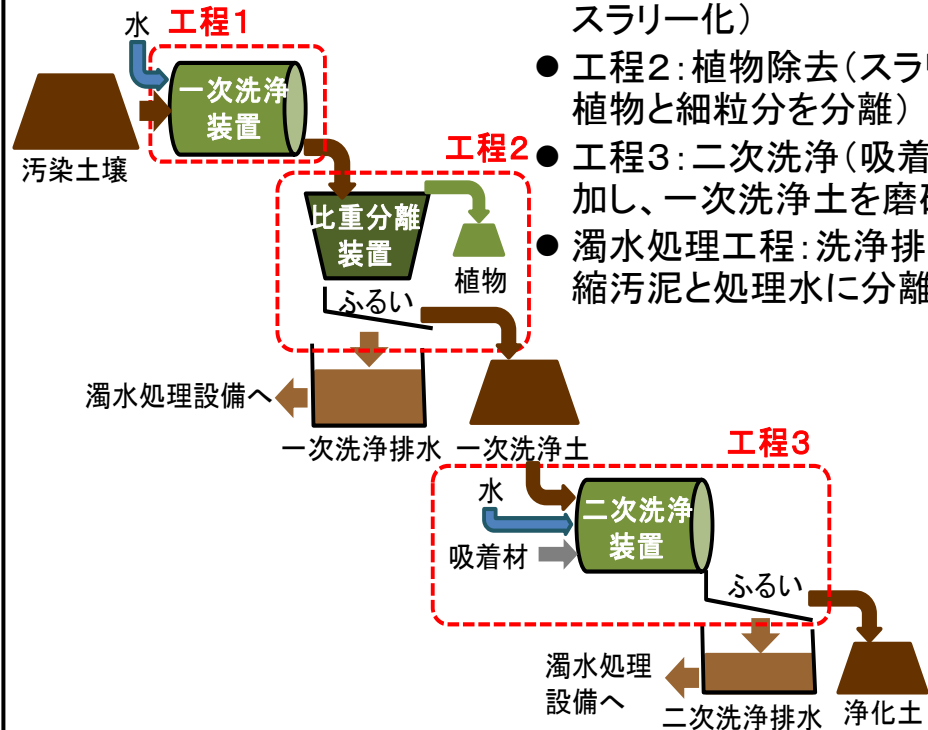
- 提案する技術: 多段階土壌洗浄処理方法(一次洗浄+植物除去+二次洗浄)
- 植物除去に着目した多段階土壌洗浄処理の放射性セシウム土壌洗浄による浄化土の除染効果や汚染土壌の減容化効果の検証。
- ラボテスト(数10kg規模)により、基本的な設計データを収集。(テーブルテスト(400g)にて効果確認済。)

事業の主な実施場所

千葉県印西市内

技術概要

○処理フロー



○処理内容

- 工程1: 一次洗浄(汚染土壌をスラリー化)
- 工程2: 植物除去(スラリーより植物と細粒分を分離)
- 工程3: 二次洗浄(吸着材を添加し、一次洗浄土を磨砕洗浄)
- 濁水処理工程: 洗浄排水を濃縮汚泥と処理水に分離

- ・汚染土壌約10 kgを処理(水は各工程で約10kg)
- ・二次洗浄後、分級は75,125 μ m,250 μ m,500 μ mで行い放射線量を評価。
- ・目標: 20,000~50,000 Bq/kg \rightarrow 5,000Bq/kg
5,000~10,000 Bq/kg \rightarrow 1,000Bq/kg

特殊洗浄機による放射線汚染土壌の減容化および 一時保管方法に関する実証試験

受託者:(株)熊谷組

事業の目的

特殊土壌洗浄システム(SRS)を用いて土壌を分級することにより土壌を洗浄し、粘土に付着している放射性セシウムを分離することで除去物を減容化するとともに、減容化後の汚染土壌の保管方法について検証する。

実施内容

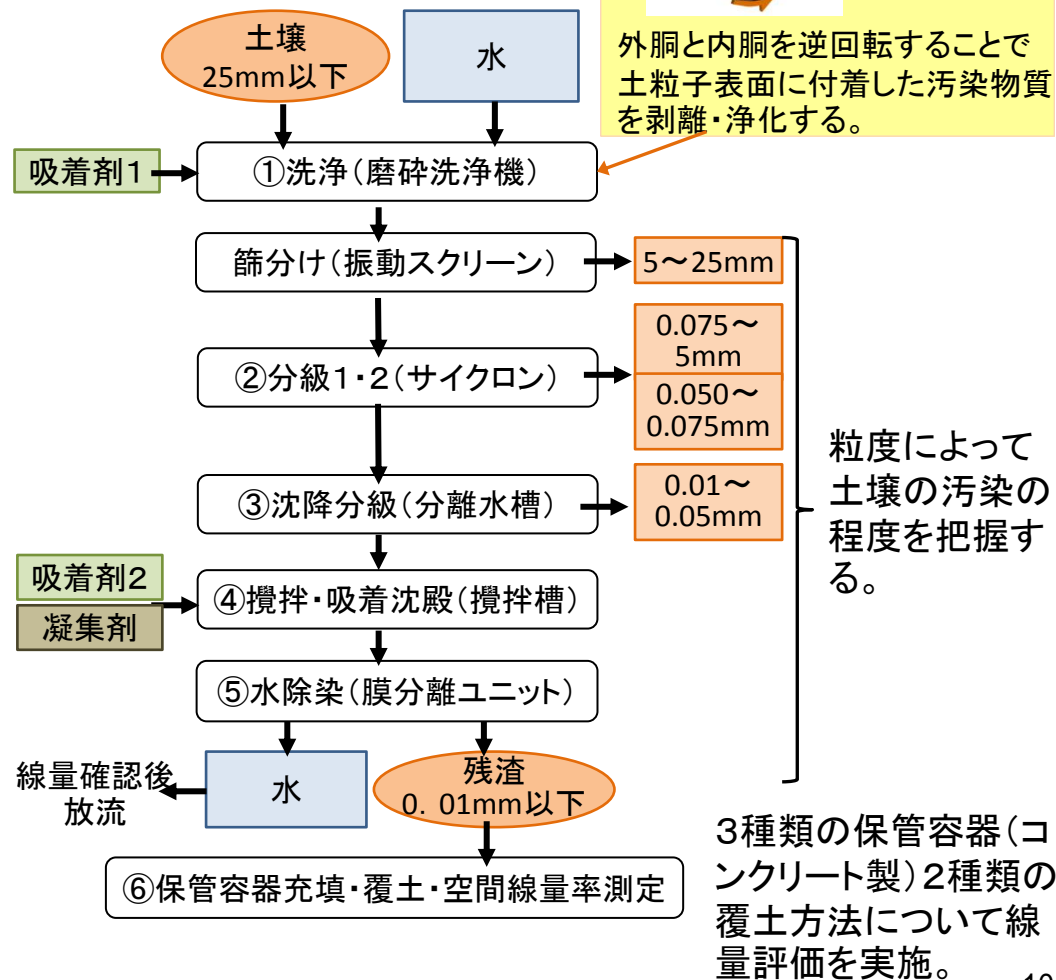
- ① SRSとセシウム除去のための水処理施設を組み合わせたシステムにより汚染土壌を洗浄・分級し、分級レベルごとに洗浄効果を確認する。
- ② 粘性土主体の高濃度汚染土壌の保管について、コンクリート製容器と覆土方法の条件の組み合わせと空間線量率を把握・検証する。

事業の主な実施場所

福島県大熊町内

技術概要

以下のような特殊洗浄システム(SRS)を構築し、土壌(200 μ m)を対象に洗浄・分級・除染を実施。



土壌分級及び熱処理による汚染土壌減容化システムと 汚染水処理システムの実証

No.5

受託者:(株)日立プラントテクノロジー

事業の目的

汚染土壌を分級し、分級後の土壌の水洗浄や加熱により放射性セシウム(Cs)の分離性能を確認し、さらに水処理設備による汚染物質の分離性能と減容化性能を確認する。

実施内容

汚染土壌を段階的に湿式分級することで、Csを抽出し、水処理により濃縮水と処理水を区分する。

さらに細粒土壌の加熱による揮発・分離の可能性を確認する。

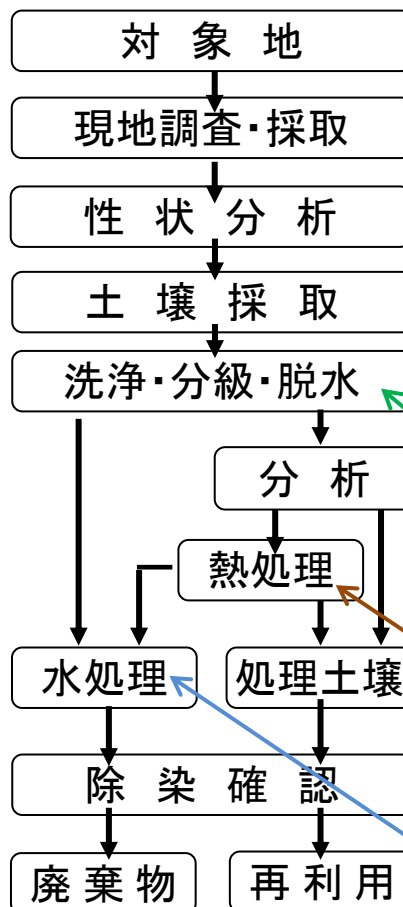
- ① ラボ実験: データ収集による効果確認
- ② フィールド試験(富岡町): 実験機により実証確認

事業の主な実施場所

福島県富岡町内

技術概要

1. 試験フロー



2. 試験目標

本試験においては、以下の目標をクリアできる土壌及び水の量等の条件を評価し、今後除染に伴い発生する汚染された土壌・水の減容化効果を確認する。

- ・汚染土壌: 5000Bq/Kg以下
- ・汚染水: 150Bq/L以下

・分級した土壌の土壌粒径による汚染濃度分類を行い、減容化効果を確認する。
・分級時の洗浄水への汚染物質の移行状況を把握する。

・汚染土壌を加熱(700℃程度)し、放射性セシウムの揮発・分離効果を確認する。

・吸着剤による凝集沈殿、ろ過、膜処理による分離等の組み合わせにより効果的な水処理条件を確認する。

事業の概要

表面研磨が可能な土壤洗浄設備により、除染で発生する汚染土壤を洗浄処理し、浄化土壤と放射性セシウムが濃縮した少量の脱水ケーキに分離する。浄化土壤は再利用し、脱水ケーキは汚染物として仮置き場や一時保管設備などで保管・管理する。汚染土壤をそのまま保管する場合に比べ、コストおよび保管容量の削減ができる。

実施内容

福島県内に設ける試験場に土壤洗浄試験設備を設置し、現地の数種類の土壤を用いた実証試験を実施。提案する土壤洗浄処理の洗浄効果を検証する。

事業の主な実施場所

福島県南相馬市内

技術概要

項目	内容	分析試料
①試料調整	概ね10,000Bq/kg以上の土壤を採取・均質化する	原土壤
②1次洗浄 (分級洗浄)	土壤をスラリー化した後、分級機で細粒分を除去する	1次洗浄土
③レキ洗浄	1次洗浄土中のレキ分を、特殊洗浄機で表面研磨しながら洗浄し浄化土を回収する	2次洗浄土 (レキ)
④砂洗浄	1次洗浄土中の砂分を、特殊洗浄機で表面研磨しながら洗浄して浄化土を回収する	2次洗浄土 (砂)
⑤水処理	洗浄後の濁水を凝集沈殿処理装置で浄化する	原水 処理水
⑥脱水ケーキ 作成	スラッジを、小型フィルタープレスにかけて脱水ケーキを得る	脱水ケーキ

○試験目標

表面研磨効果を有する技術を適用することで除染率を90%程度に向上させることを目標とする。

○期待される効果

除染により大量に発生する放射能汚染土壤を減容化し、仮置き、中間貯蔵および最終処分の対象となる汚染土壤の削減と浄化した土壤の有効利用を促進し、除染事業の効率的・効果的な実施を図る

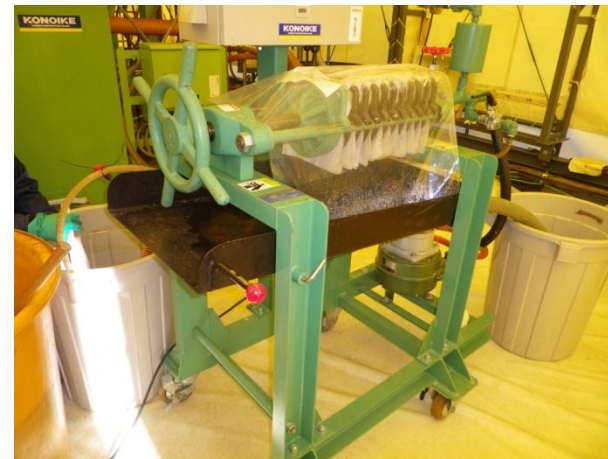
除染状況



試験場全景



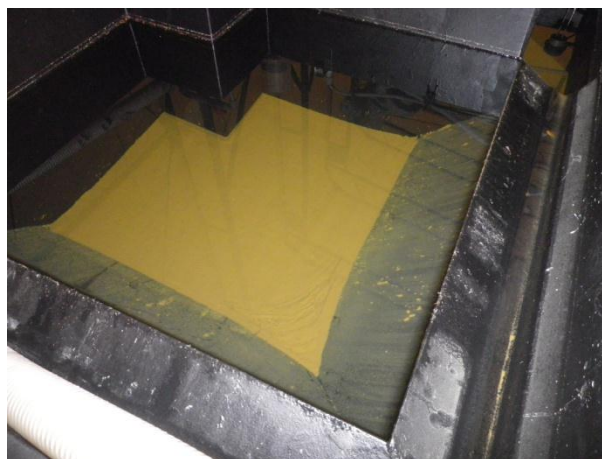
試験装置
(ロータリー式洗浄機・分離装置)



試験装置
(フィルタープレス)



洗浄土回収状況

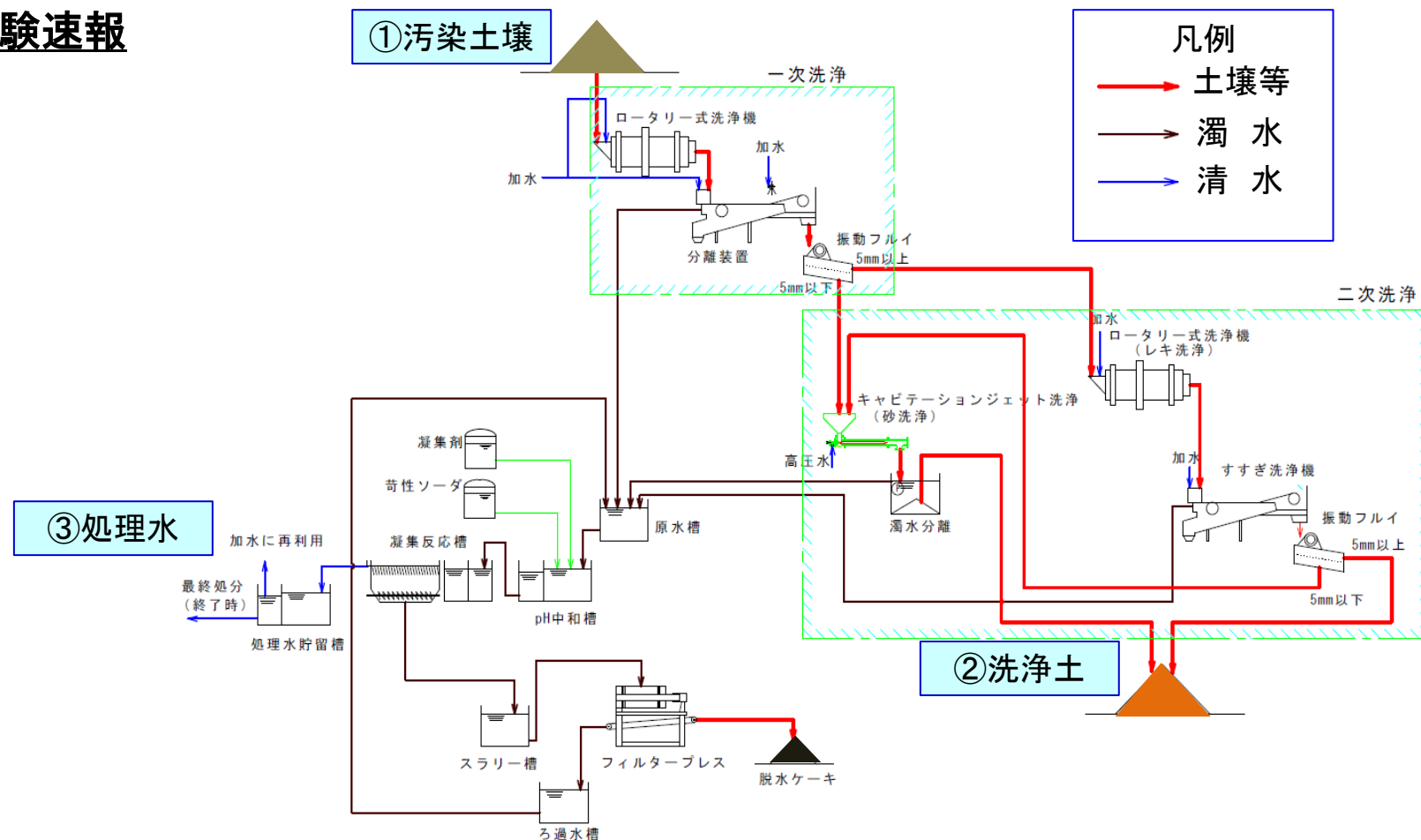


洗浄濁水
凝集沈殿処理状況



脱水ケーキ

試験速報



提案技術(土壌洗浄)による放射性セシウム($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$)濃度の変化と除染率

項目	単位	試料土1	試料土2	試料土3	試料土4	備考
① 汚染土壌	Bq/kg	3,970	6,740	6,260	8,070	民家の庭などの表層0～4cmを採取
② 洗浄土	Bq/kg	1,003	1,240	531	1,777	
除染率	%	75	82	92	78	除染率(%) = {(①-②)/①} × 100
③ 処理水	Bq/L	検出せず	検出せず	検出せず	検出せず	検出下限値は ¹³⁴ Cs、 ¹³⁷ Csとも10Bq/L

事業の概要

汚染された土壤の処分場確保をはかるため、高性能洗浄により汚染土壤を除染し、放射性廃棄物を分離させ、併せて利用可能な土壤の再生化を実証する。

実施内容

小規模で機動力のある高圧ジェット水流洗浄装置や浮上分離濁水処理装置により、放射性物質を分離する。

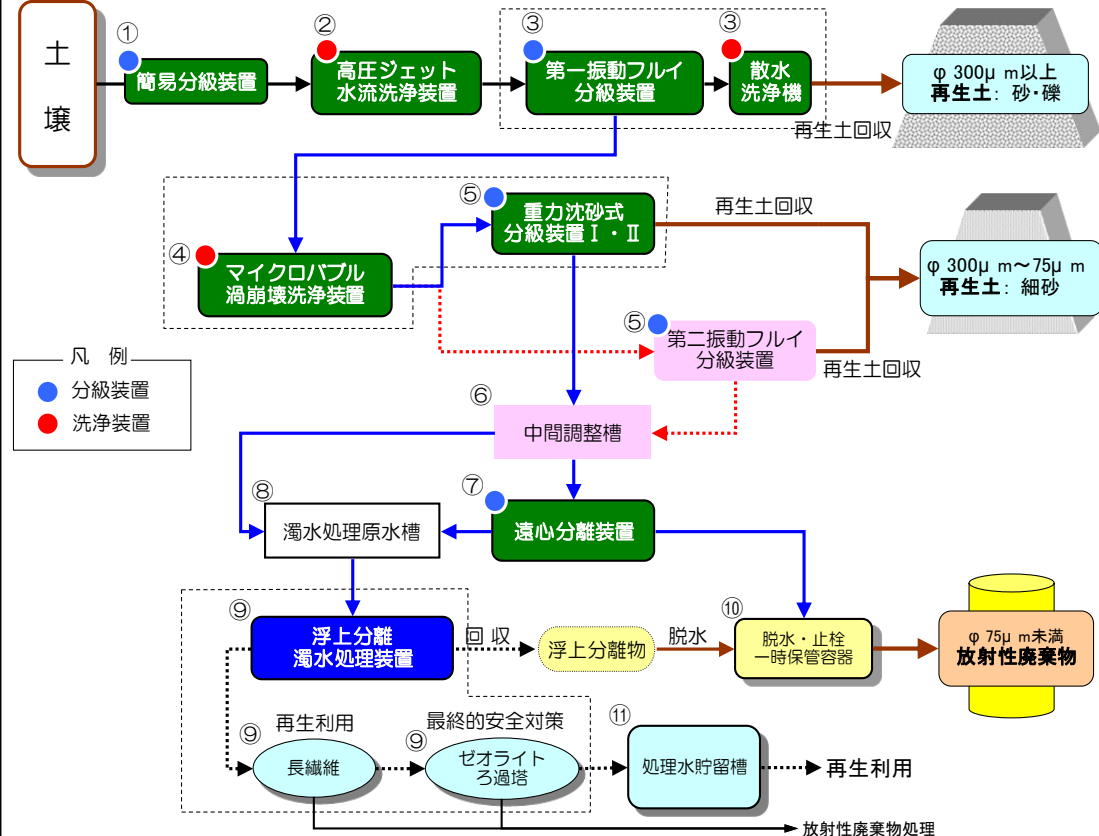
- ① ラボ試験:
データ収集による効果確認
- ② フィールド試験(福島県内):
実験機により実証確認

事業の主な実施場所

神奈川県厚木市内
福島県白河市内

技術概要

1. 試験フロー



2. 試験目標

- ① 高度洗浄・分級による汚染土壤の減容化
- ② 洗浄後の土壤の再生土としての安全性の向上
- ③ 浮上分離濁水技術による放射性汚泥の減容化

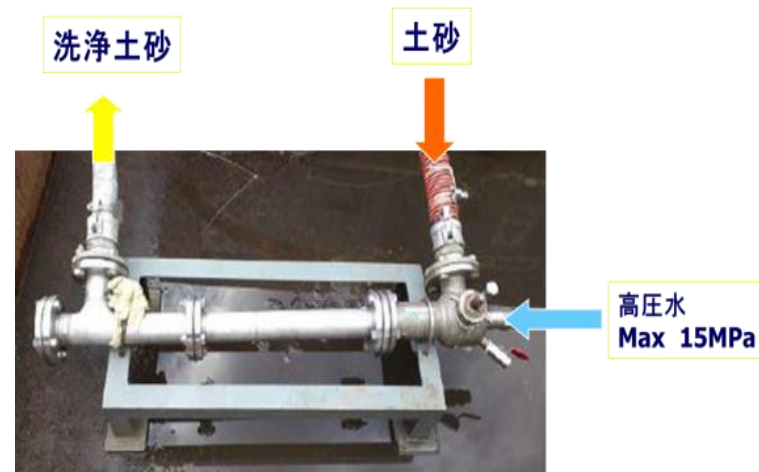
3. 期待される効果

- ① 安全性の高い再生土分離による処分場の軽減
- ② 小規模除染部隊の確立による除染の地域差解消
- ③ ピンポイントで発生する汚染土壤の処理にも対応する、地域除染ステーションの確立

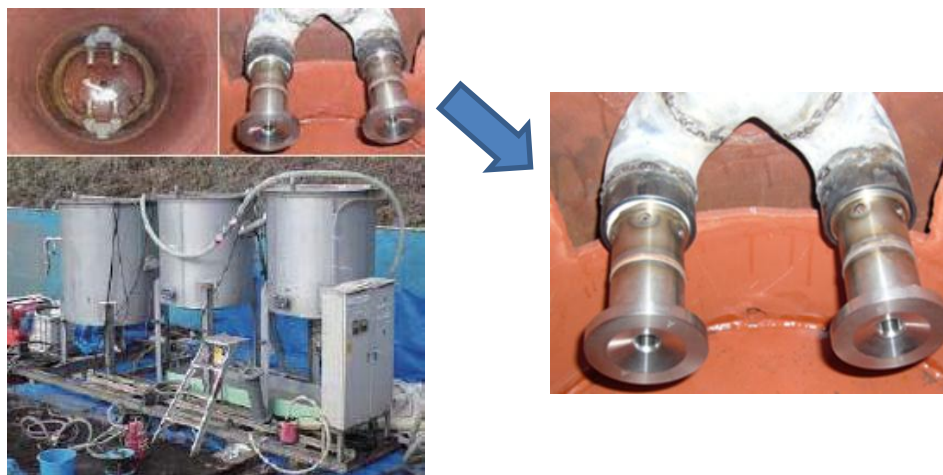
除染状況



試験装置



高圧ジェット水流洗浄装置



マイクロバブル渦崩壊洗浄装置



浮上分離濁水処理装置

試験速報

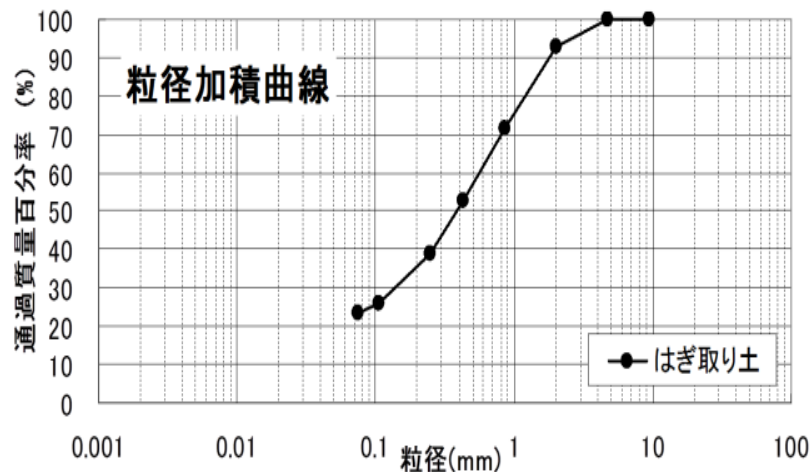


図1. 試料土(はぎ取り土)の粒度分布

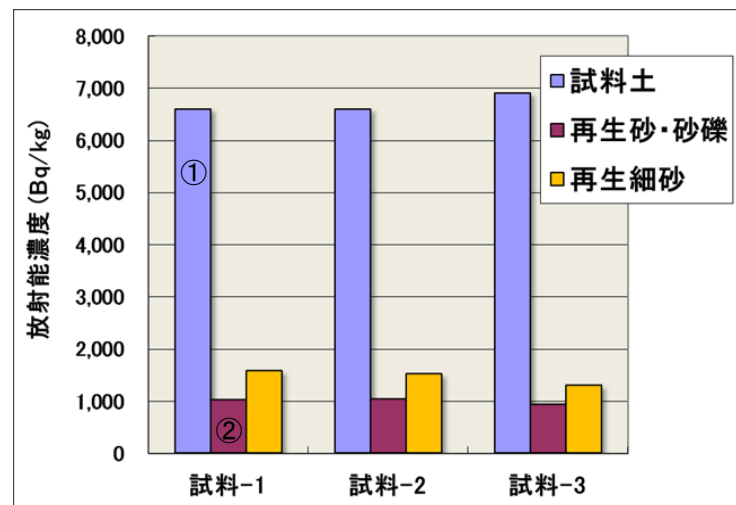


図2. 試料土および洗浄後の再生砂等の放射能濃度

再生砂・砂礫: 粒径300 μ m以上

再生細砂: 粒径300 μ m～75 μ m

放射能濃度: $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ を測定

【浮上分離濁水処理】

浮上分離処理装置により、濁水処理を行ったあとの浮上分離処理水と分離物は、



$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ の放射能濃度で

浮上分離処理水 <10Bq/L

浮上分離物 22,800Bq/kg

【除染率※】

再生砂・砂礫: 84～87%

再生細砂: 76～81%

※ 除染率は、次のとおり求めた。

例として試料-1の再生砂・砂礫の場合を示すが、その他についても同様に計算した。

例) 試料-1

除染率(%) = (①-②) ÷ ① × 100

①および②はそれぞれの放射能濃度を示す。

事業の概要

大量発生が予想される汚染土壌に対し、簡便で効率的な除染システムの確立に必要な技術を開発するため、有機酸によるセシウムの溶離・回収を検討する。

実施内容

常圧処理による安全・簡易な手法として、有機酸であるシュウ酸による、汚染土壌からのセシウム溶離および溶離液のリサイクル・分解の効果を確認する。

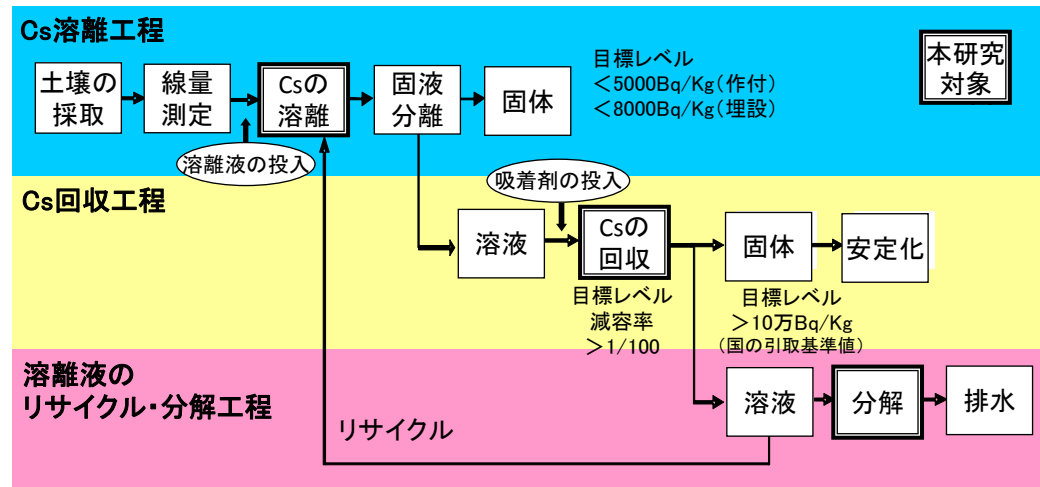
- ① ラボ試験: 実験用土壌による効果の確認
- ② 実証試験: 福島県で採取した汚染土壌による実証

事業の主な実施場所

神奈川県横浜市内

技術概要

1. 試験フロー



2. 試験目標

- ① シュウ酸による汚染土壌からのセシウム溶離・回収システムの確立。
- ② 安価で可搬可能な装置システムの構築。
- ③ 除染目標数値
8000Bq/kg以下

3. 期待される効果

- ① 短時間で高いセシウム溶離率の達成。
- ② 常圧・100度未満での反応による安全性の確保。
- ③ シュウ酸の二酸化炭素と水への分解による二次廃棄物発生量の低減。

事業の概要

放射性セシウム(Cs)を含む下水処理施設の汚泥等から、酸・アルカリ溶液を使用してセシウムを溶出し、特殊な吸着材で吸着回収する。

吸着したCsを、溶離剤により脱着させることで、吸着剤の再利用する。

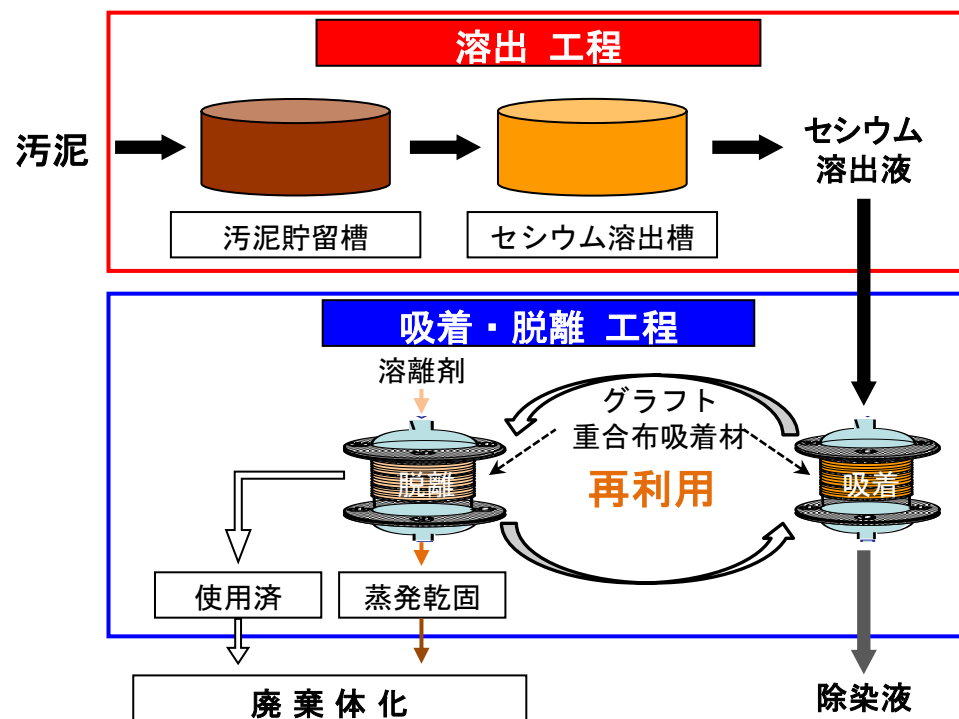
実施内容

- テーブルテストにより、下水汚泥から放射性セシウムを溶出する手法の検討、溶出液からのセシウム吸着特性把握、繰り返し使用の評価を行う。
- 下水処理施設より発生する汚泥を、試験装置により処理を行い、除染効果、処理速度、コスト評価を行う。

事業の主な実施場所

群馬県前橋市内

技術概要



- ・下水処理施設の汚泥(300~1,800Bq/kg)を対象に処理。
- ・Cs溶出後の汚泥は、200Bq/kg以下を目標。
- ・Cs溶出処理による汚染された汚泥減容化の確認。
- ・Cs吸着剤の再利用処理の有効性を確認する。

事業の概要

吸塵式サンダーやストリップペイントを用いて、汚染された建物の塗装面等についての、水を用いない除染方法を実証する。

実施内容

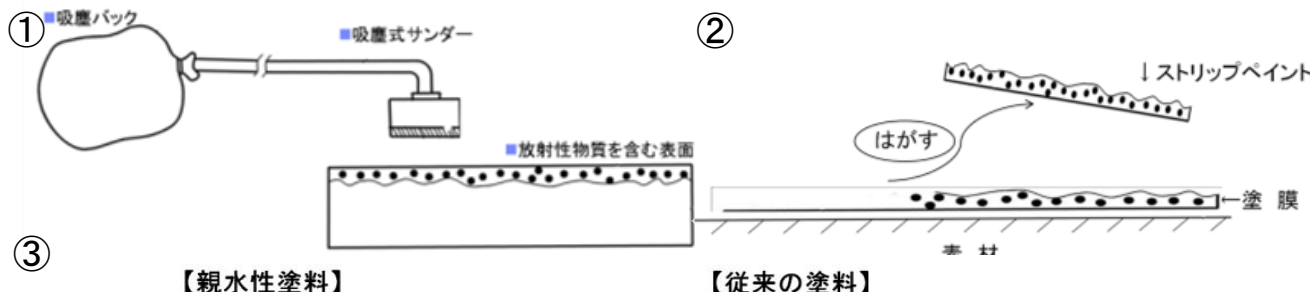
- ① 吸塵式サンダーにより研削を行い、塗膜または素材の表面より放射性物質が浸透した層を除去する。
- ② 研削後の屋根及び外装部分に「親水性の塗料」を塗布する。

技術概要

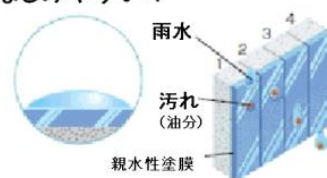
1. 試験フロー

〈高圧洗浄に対する解決工法の開発〉

- ① 吸塵式サンダーにより塗膜又は素材の表面の放射性物質が浸透した層を除去。(飛散防止のため必要に応じ被研磨部に水分を散布する。)
- ② 吸塵バックに集められた塗膜又は素材粉は「でんぷん糊」等を混合し、素材粉体積を圧縮させ一時保管する。
- ③ 研削後の屋根及び外装部分に「親水性の塗料」を塗布する。

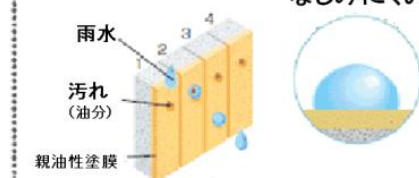


なじみやすい!



雨水が塗膜となじみ、
汚れを洗い流す

なじみにくい。



雨水が塗膜となじまないため、
雨水だけをはじいて、汚れが残る

2. 試験目標

当工法を用いての目標:
空間線量 $0.23\mu\text{Sv/h}$ 未満
200~300cpm以下。

3. 期待される効果

- ① 放射性物質の除去
- ② 空气中線量の減少
- ③ 放射性物質の再付着減少

事業の主な実施場所

福島県福島市内

事業の概要

機械的摩擦などの物理的な除去が困難な汚染対象物を、洗浄力のあるナノバブル水を用いて直接洗浄を行う。

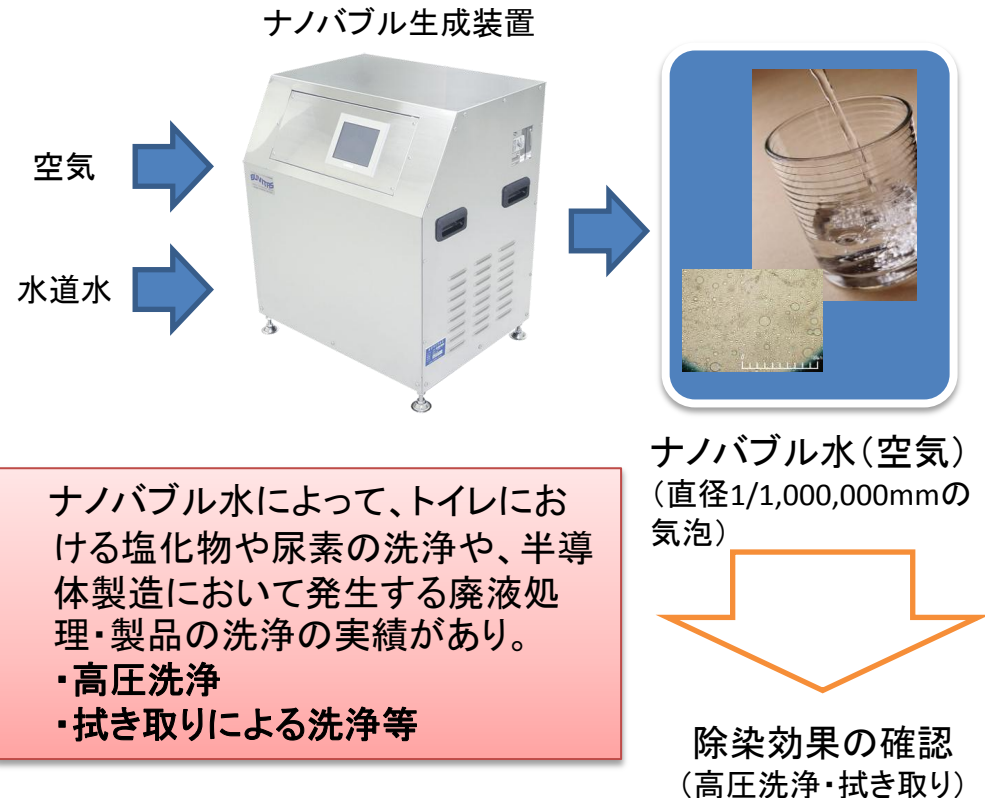
実施内容

試験場所におけるホットスポット、また生活区域において、空気ナノバブル水を用いての除染実験を行う。空気ナノバブル水は現地水道水を使って実際にナノバブル化した水を使い、高圧洗浄、拭き取り試験等による除染効果を確認する。

事業の主な実施場所

福島県郡山市内

技術概要



特徴

水道水と空気より生成するナノバブル水による直接洗浄。

期待される効果

・機械的摩擦などの物理的な除去が困難な汚染対象物の除染作業への適用。

事業の概要

高濃度オゾン水噴霧による、構造物表面の放射性セシウム(Cs)の除染効果を確認する。分離しにくい土壤中Csについても、この技術に応用させ、幅広い対象での除染効果を実証する。

実施内容

モルクラスターオゾン水(高濃度オゾン水)による酸化分解反応が、どのような材質・形状でも、除染に応用できることを実証するため福島県内の路面・建材・大規模建屋・土壌樹木等にオゾン水を噴霧し、除染効果の確認をおこなう。

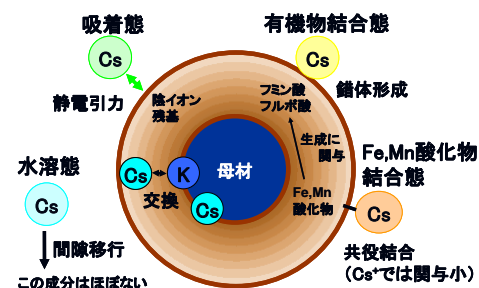
事業の主な実施場所

福島県桑折町内

技術概要

1. 高濃度オゾン水の特性

対象核種はCs-134,137
粘土鉱物に取り込まれ除染が困難となっている



高濃度オゾン水(モルクラスターオゾン水)による酸化分解反応を利用して錯体や粘土の表面を分解

- ・どのような材質・形状の構造物でも除染できる
- ・原位置で除染でき、処理速度が速い
- ・反応後は酸素となり、人体・環境に負荷がない

高圧洗浄で除染できない対象物も除染可能

2. 試験目標

- ①建物・常緑樹芝生等での50%以上の除去。
- ②オゾン水除染のマニュアル化。

3. 期待される効果

- ①あらゆる場所で除染できる機動力の向上寄与。
- ②局所・狭隘部での除染の可能性拡大。

事業の概要

超高压(最大280MPa)水表面処理工法を用いた高压洗浄により、汚染された舗装面等を除染する。また処理水は除染と同時に吸引回収され、Csの除去処理を行う。

実施内容

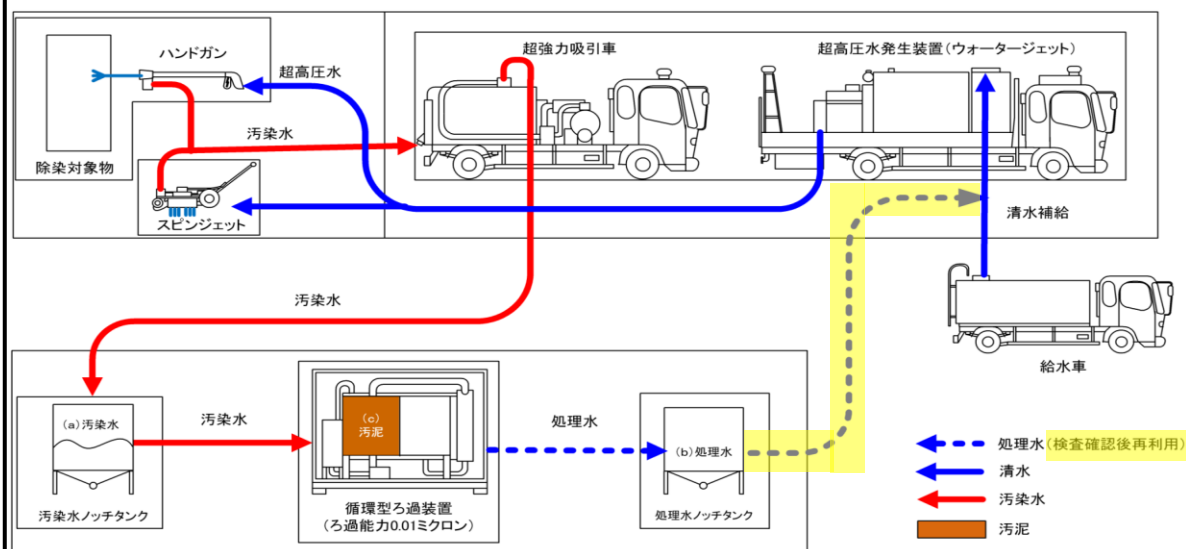
道路清掃及び路面標識消去に用いる既存の高压洗浄機を応用し、様々な形態の舗装面での除染効果を、様々な吸引圧力別に実証する。また、処理水のリサイクル技術も確立する。

事業の主な実施場所

福島県福島市、田村市内
飯館村、川内村内

技術概要

1. 試験フロー



2. 試験目標

- ①路面に付着した放射性物質の除染の実証。
- ②汚染水を可能な限り・回収する。
- ③除染と同時に処理水を吸引回収し汚染範囲の拡散を防ぐ。

3. 期待される効果

- ①処理水の回収による汚染拡散の防止。
- ②舗装道路での機動的な除染事例の確立。
- ③処理水の回収に伴う周辺環境への配慮・水資源の浪費防止。

除染状況



除染対象場所



福島大学構内
インターロッキング

試験速報

表1. 目地砂(乾燥土)の深さ方向の汚染状況

深さ (cm)	^{134}Cs (Bq/kg)	^{137}Cs (Bq/kg)	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)
1	163,000	212,500	375,500
2	70,000	90,900	160,900
3	14,850	19,050	33,900

除染前

除染後



除染後

目地深さ
約3cm

仕上げ砂

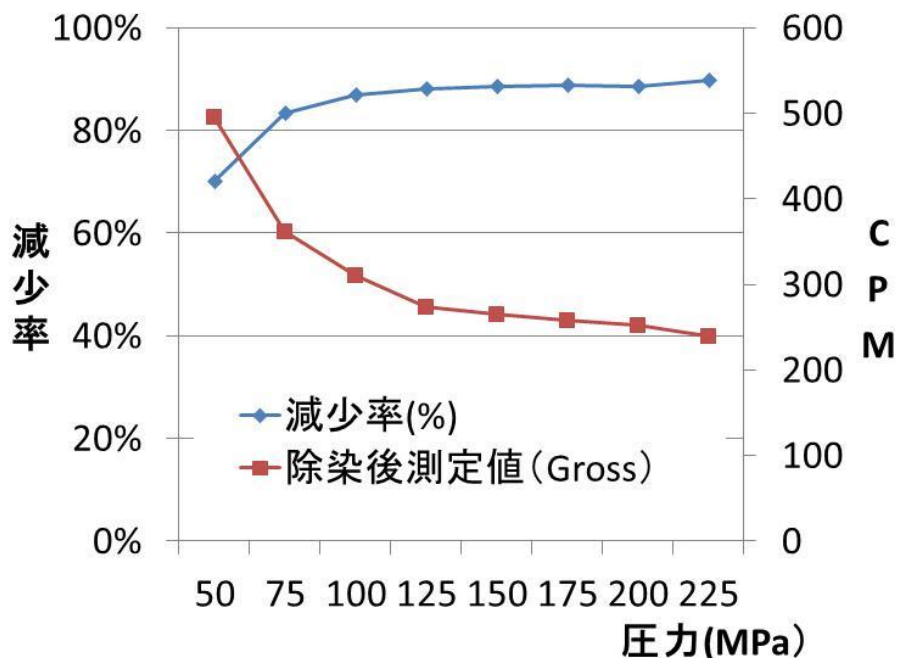


図1. 洗淨圧力と表面汚染の関係

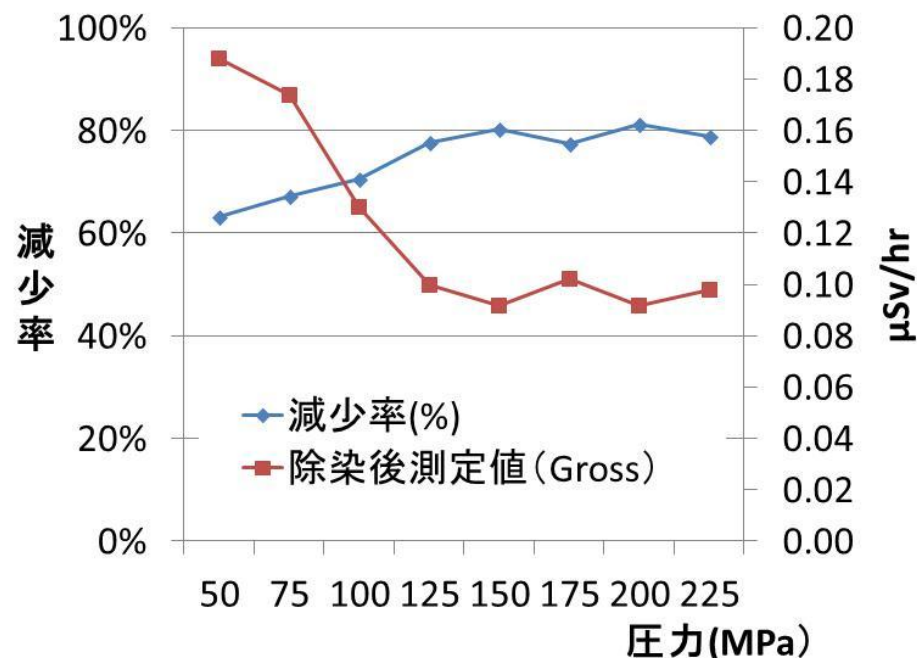


図2. 洗淨圧力と表面空間線量率*の関係

*鉛によりコリメートした高さ1cmの測定値5

事業の概要

汚染された舗装面の高圧洗浄は、除染の不十分さや、処理水の漏えいによる二次汚染が危惧されるので、この解決のために「ウェットブラスト」の製作・試験を実施し、高い除染効果と循環運転の可能性を実証する。

実施内容

ウェットブラストの試作・試運転を経て実際の道路での除染実証を行う。

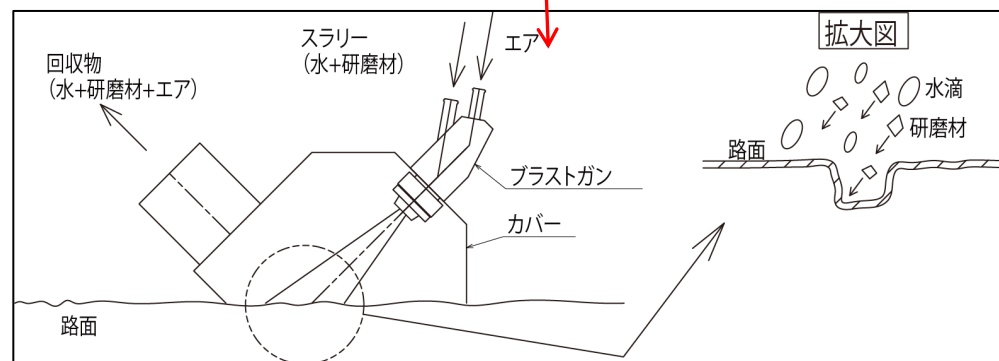
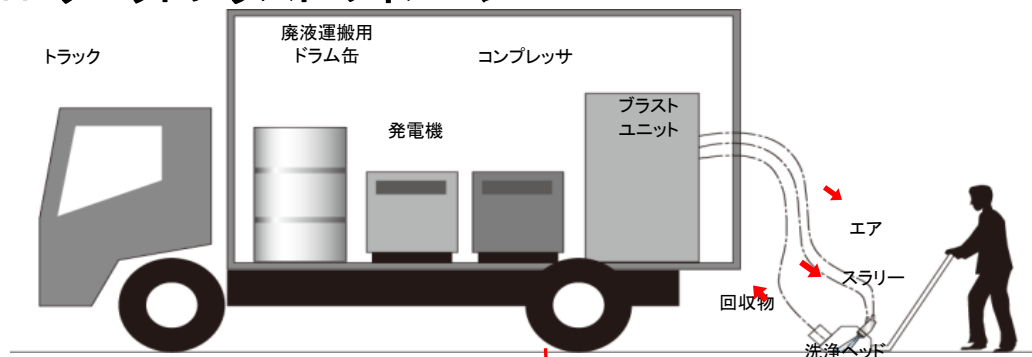
- ① 装置製作・試運転：マコー(株)内
- ② フィールド試験：実験機により実証確認

事業の主な実施場所等

福島県広野町内

技術概要

1. ウェットブラストのイメージ



2. 試験目標

- ① 試作した洗浄機が実際の使用に問題が無い、実用性の確認。
- ② 路面の種類・研磨材・ブラストエア圧の違いによる効果の確認および把握。

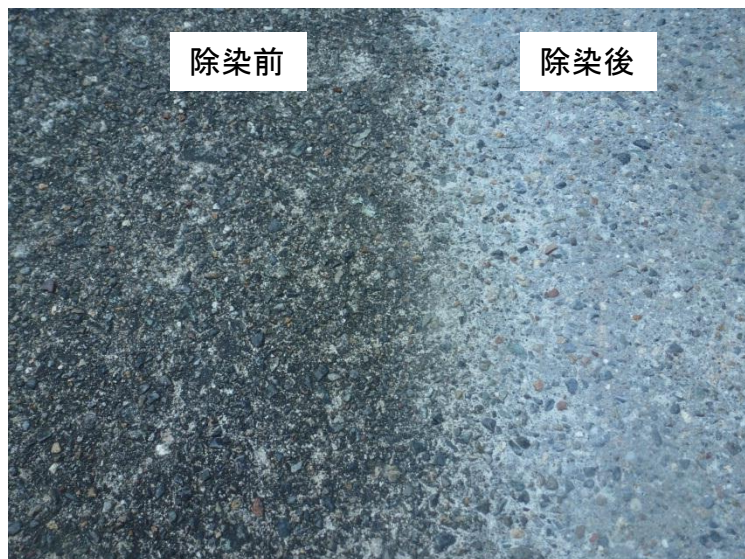
3. 期待される効果

- ① 実績がない、クローズシステムウェットブラストそのものの実証。新技術の確立。
- ② 舗装道路や歩道の効率的な除染。
- ③ 移動可能な機器による除染の機動性確保。

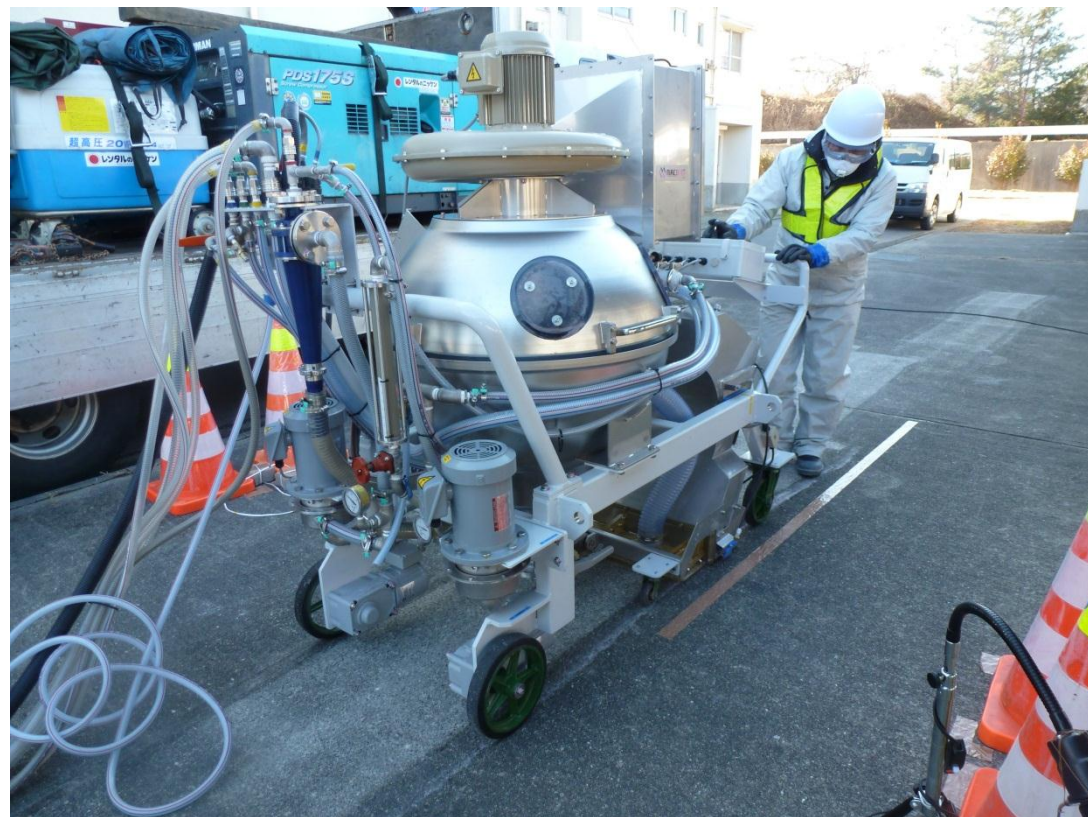
除染状況



除染対象場所(団地内舗装面)



除染前後の舗装面



団地内舗装面の除染作業

試験速報

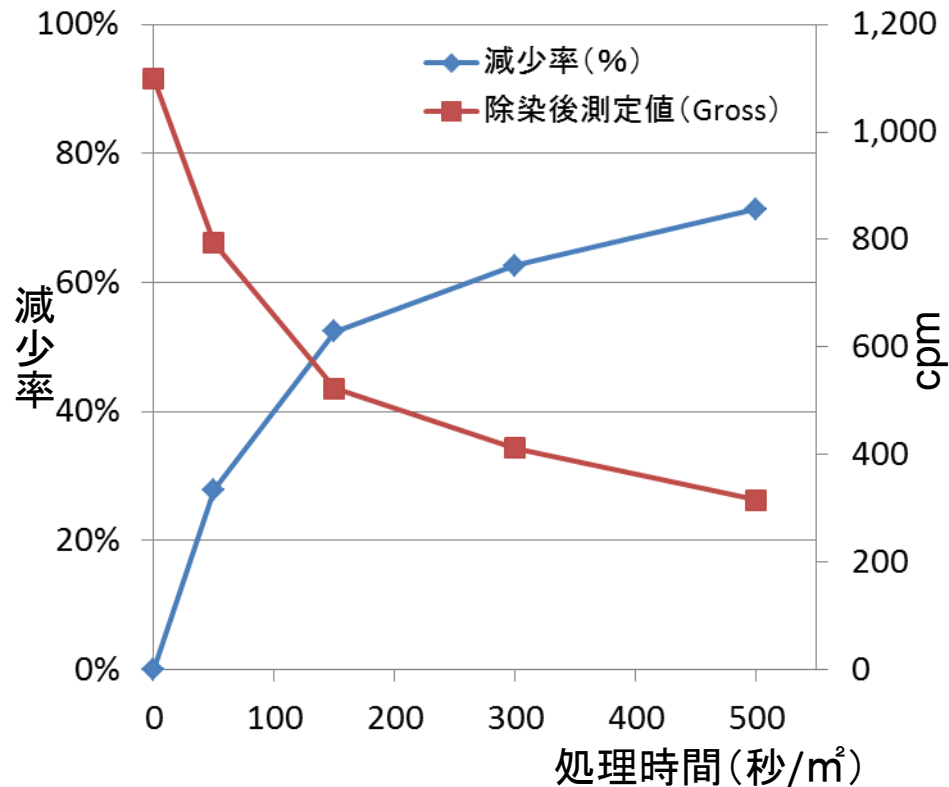


図1. 処理時間と表面汚染の関係

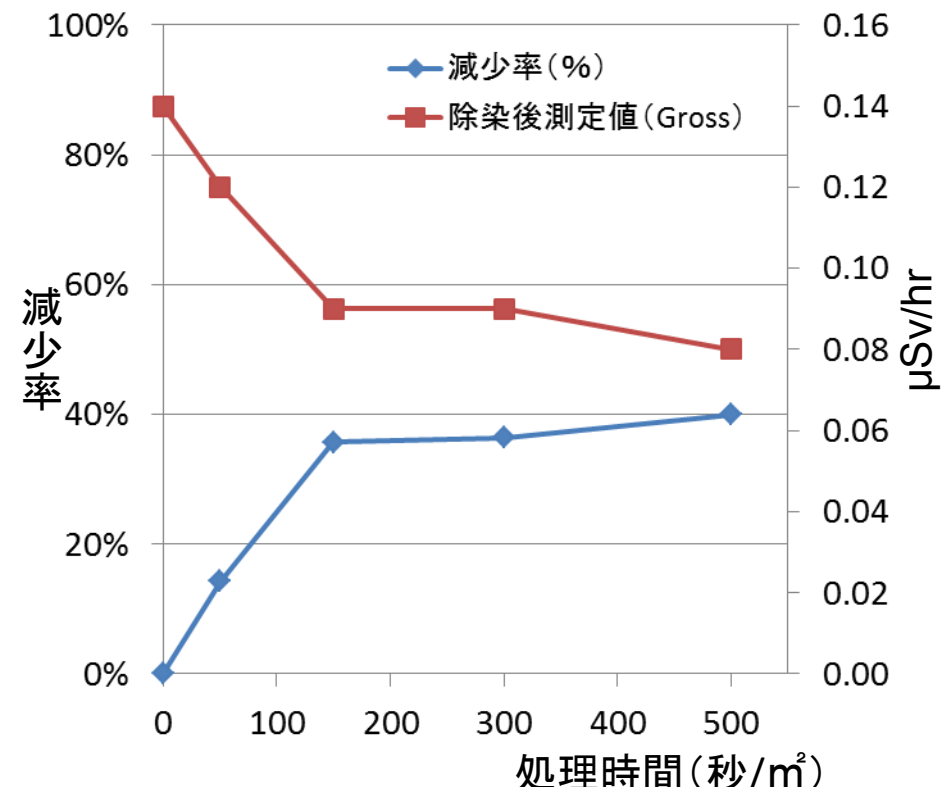


図2. 処理時間と空間線量率*の関係

* 鉛によりコリメートした高さ5mmの測定値



表面汚染は、1099cpmから最大で315cpmまで除染できた。
また空間線量率については0.08μSv/hrまで低減できた。

事業の目的

放射性物質により汚染された瓦礫を、洗浄・除染し汚染レベルを減少させ、一般の焼却施設にて焼却等による減容が可能となるような瓦礫の分別、洗浄、摩砕を行う。

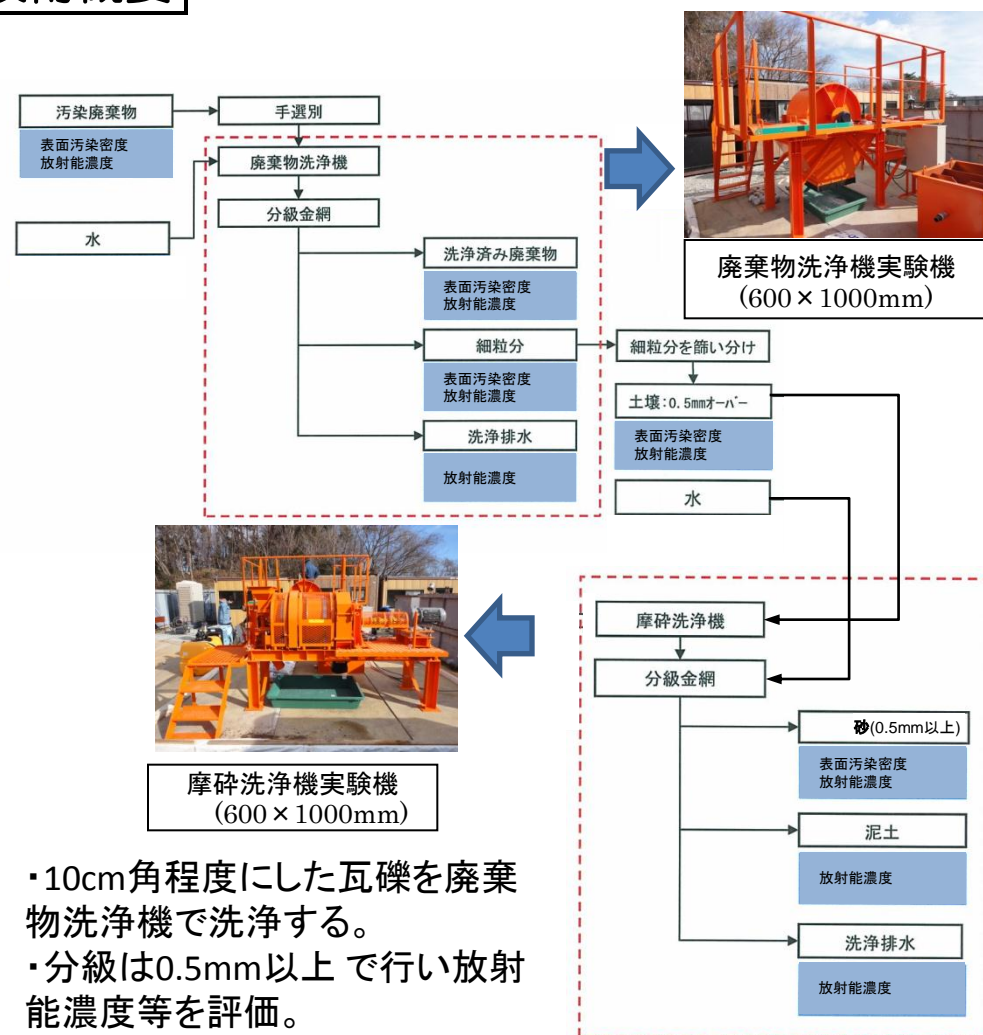
実施内容

- 洗浄は、警戒区域内の瓦礫を対象として、試験用の廃棄物洗浄機及び摩砕洗浄機を用いて洗浄試験を行う。
- 洗浄水はゼオライトろ過を行い、放射能濃度計測後放水する。
- 洗浄方法、洗浄回数を変更し、洗浄された廃棄物の表面汚染密度、放射能濃度を測定し、洗浄の有効性を検証する。

事業の主な実施場所

福島県楢葉町内

技術概要



- ・10cm角程度にした瓦礫を廃棄物洗浄機で洗浄する。
- ・分級は0.5mm以上で行い放射能濃度等を評価。
- ・使用した洗浄水は、ゼオライトろ過を行い(90Bq/kg以内)システムの有効性を確認する。

除染状況



実験装置全景



瓦礫投入状況



摩砕洗浄後の泥土



摩砕洗浄後の砂



表面汚染濃度測定状況
(鉛遮断:バックグランド50cpmに低減)

試験速報

実験フロー

瓦礫・土壌
収集



放射能濃度※
測定(事前)



瓦礫: 洗浄
土壌: 摩砕



放射能濃度※
測定(事後)

処理時間は各10分

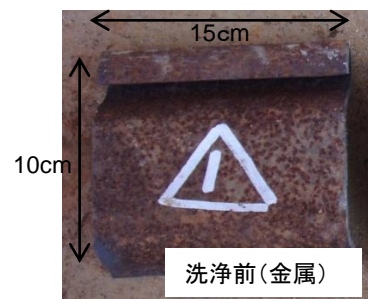
※ 測定対象: $^{134}\text{Cs} + ^{137}\text{Cs}$

瓦礫の洗浄状況



洗浄後(コンクリート)

- ・コンクリート・木材はコーナーが丸くなる
- ・金属は表面の錆が削り取られる
- ・全体的に表面が削られ、汚れが落ちている
- ・凹部に未洗浄部が見られる



測定結果

		コンクリート	木材	プラスチック	土壌
洗浄前	放射能濃度平均 (Bq/kg)	8,240	2,635	5,080	20,740 ^{*1}
洗浄後	放射能濃度平均 (Bq/kg)	1,890	1,560	3,775	3,860 ^{*2}
放射能濃度低減率		77%	41%	26%	81%

*1: 廃棄物洗浄後の細粒分をふるい分けした0.5mm以上の土壌

*2: 摩砕洗浄後の細粒分をふるい分けした0.5mm以上の砂

事業の概要

汚染された「がれき」のうち、とくにセシウムとの結びつきが強い粘土・シルトをドライアイスにより分離し、「がれき」からの粘土・シルト除去をもって除染・減容とする。

実施内容

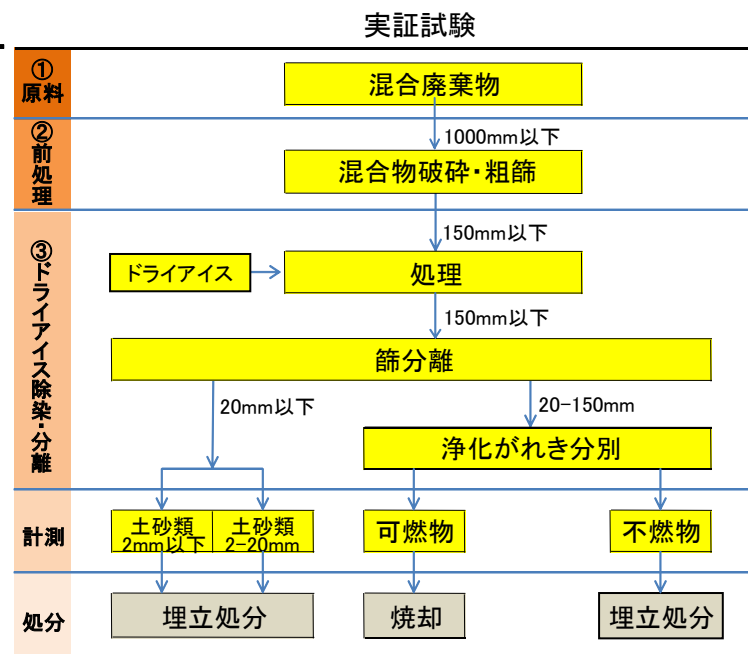
放射性物質を含んだ「がれき」を粉碎の後、ドライアイスと混合し、「がれき」に付着した、粘土・シルトを剥離させ、浄化された「がれき」と放射性物質を含む土砂・がれき類を分離する。

事業の主な実施場所

福島県福島市内

技術概要

1. 試験フロー



2. 試験目標

- ①「がれき」内の放射性セシウムの除染
2000Bq/kg → 200Bq/kg
- ②原料の組成、原料内の放射性物質の浄化前後の把握。
- ③「がれき」から可燃物・不燃物（粘土等）の分離率の把握。

3. 期待される効果

- ①浄化に水を使わないので、設備を縮小できる。
- ②ドライアイスは火力発電所からの発生品で安価に調達できる。
- ③可燃物から粘土等が除去されるため、焼却炉に対する負荷が少ない。

宇宙農業研究の成果・高温好気堆肥菌システム による放射能除染・減容化技術実証

No.17

受託者：(独)宇宙航空研究開発機構

事業の概要

宇宙農業研究の成果を活用し、放射性核種で汚染された植物体などを高温好気堆肥菌により生物学的に燃焼して減容化する有効性について実証する。

実施内容

高温好気堆肥菌処理システムを用いて、放射線環境においても遺伝的な安定性を保持し、代謝反応に大きな変化がなく進むことを確認する。

また、減容処理前後で放射性セシウムの量が誤差の範囲で変わらないことを検体の一部をサンプリングして放射能濃度を測定して確認する。

事業の主な実施場所

福島県浪江町、富岡町内

技術概要



放射性物質で
汚染された植物体



高温好気堆肥菌処理



減容化



○試験目標

処理する植物体などの質量が高温好気堆肥菌処理によりどれほど減少するかを指標として計測。

○期待される効果

高温好気堆肥菌を用いて、従来の堆肥化プロセスに比べより短期間での処理を行い、汚染された植物などを減容化することで放射性廃棄物の量を減らす。

事業の概要

放射性物質を吸収・含有した有機物（除染作業等で発生する伐採樹木や庭木，放棄農地等で発生する野菜や雑草など）を発酵分解により減容化することで、効率的な除染活動の実現可能性について検討する。

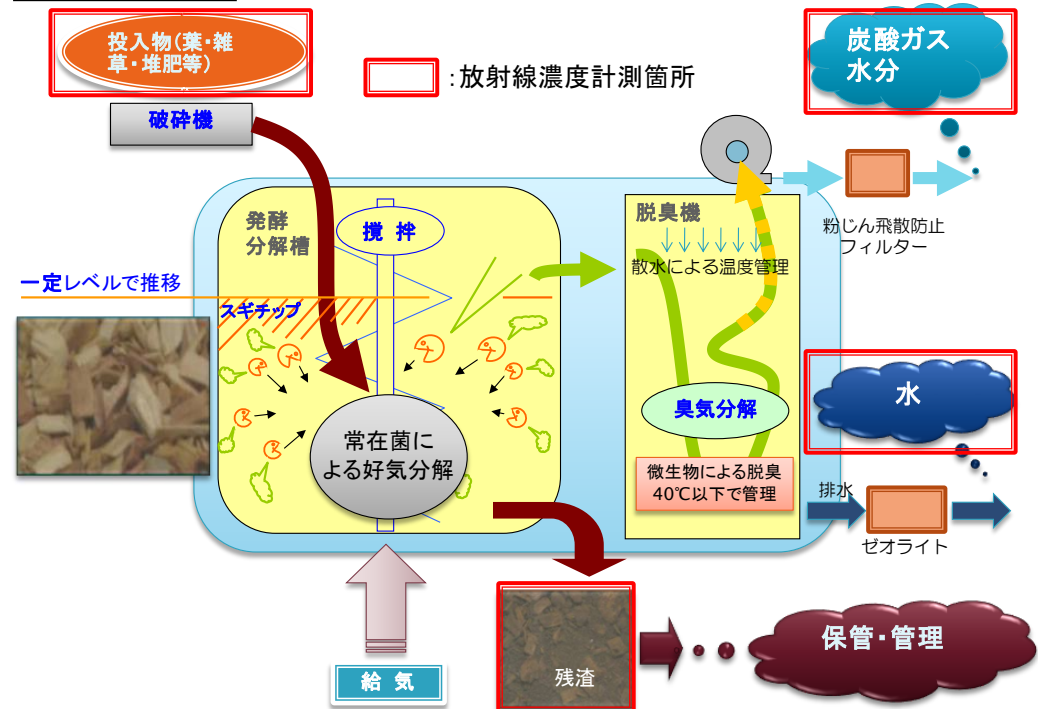
実施内容

- 冬季に落葉しない樹木（葉）や腐葉土、野菜（主に根菜）等を対象とし処理を行い、減容化が高い植物を明らかにする。
- 収集・運搬は、作業効率の向上を図るため、生分解性の袋を用い、袋自体の分解の程度も確認する。
- 処理試料の減容化率と必要日数を把握、評価する。

事業の主な実施場所

福島県飯館村内

技術概要



- ・破碎機で破碎した有機物を試験装置にて発酵処理。
- ・発酵にて発生したガスはフィルターを、排水はゼオライトを通して放出。
- ・発酵処理後の残渣は保管。

○試験目標

処理能力は、100kg/日程度

○期待される効果

特殊な処理および操作を必要とせず、有機物発生場所へ設置可能なため、広く使用される可能性がある。

No.19 人工ゼオライトブロックを用いた住宅地排水溝の除染技術の実証試験

受託者: 前田建設工業(株)

事業の概要

住宅地の排水側溝や集水桝に『人工ゼオライトブロック』を設置し、降雨や洗浄水などから流入する放射性汚染物質を吸着させ、側溝内での汚染物質の堆積や拡散を抑制する。

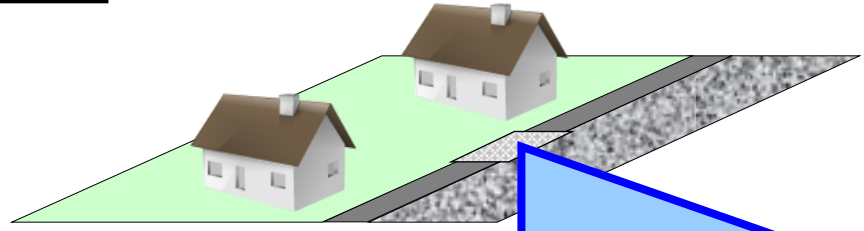
実施内容

- 人工ゼオライト粉末および造粒品での放射性物質吸着性能の確認
- 現地実証試験による人工ゼオライトブロックの除染効果の確認
- ブロック成形に関する検討
- ブロックの除染に対する使用期間の検討

事業の主な実施場所

福島県飯舘村内

技術概要



市街地の排水側溝と集水桝



人工ゼオライトブロック

吸着材の交換時期を設定可能

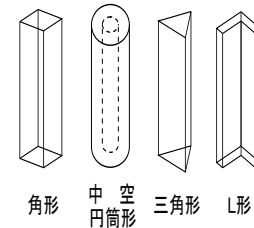


破瓜容量の特定

交換時期の設定

カートリッジ化が可能

ブロック形状は自在



○試験目標

人工ゼオライトによる放射性物質の吸着、脱離性能の確認。

○期待される効果

降雨や洗浄水などから流入する放射性物質の排水溝内の堆積、あるいは流下・拡散を低減する。

フェロシアン化鉄配合吸着凝集沈殿剤を使用した 放射能汚染水浄化システムの提案

No.20

受託者: 東京工業大学

事業の概要

フェロシアン化鉄配合吸着凝集沈殿剤による水溶液中のイオン化した放射性セシウムの吸着および浮遊物質の凝集により放射性物質(セシウム以外の物質も対象)を回収する放射能汚染水浄化システムの実証。

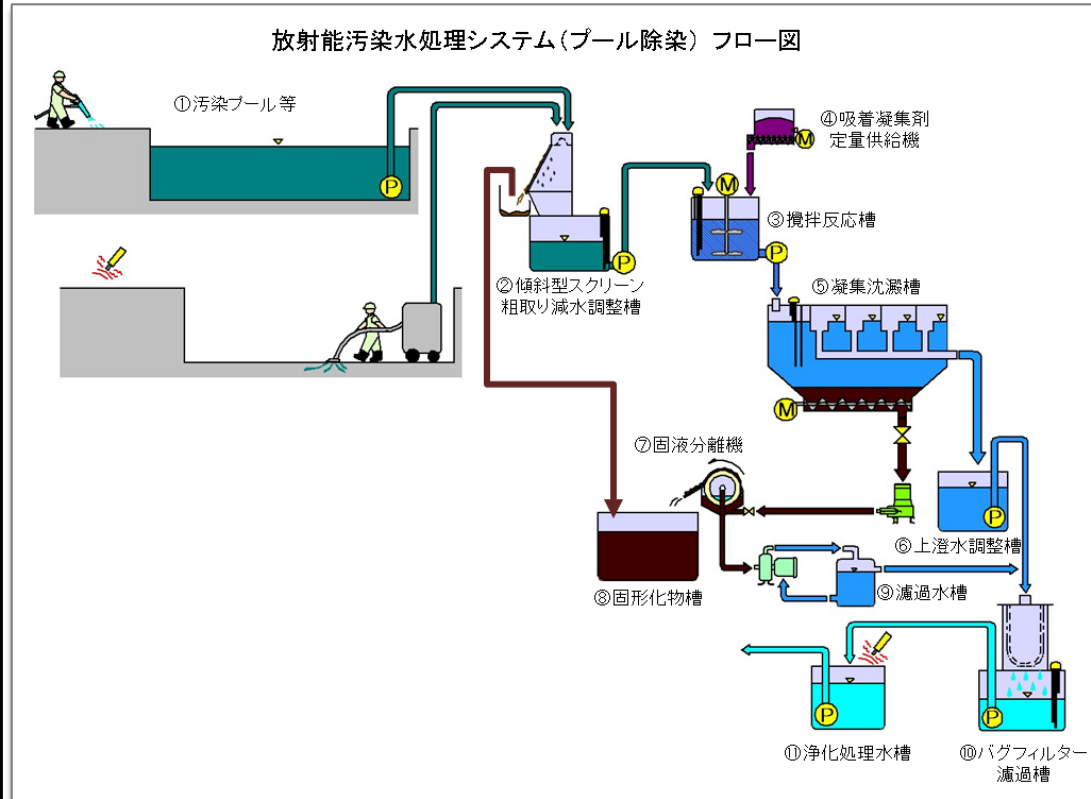
実施内容

- 放射能汚染水処理プラントを用いて、プール水を浄化処理する。
- 浄化水は、排水分析を行い問題が無ければ放流する。
- プールサイド、プール側面等の高圧洗浄機による除染も並行して行い、発生する濁水は回収し、処理プラントにて処理する。

事業の実施場所等

福島県本宮市内

技術概要



試験目標

- ・プール水を日量30m³目途に浄化
- ・浄化水1ℓあたりセシウムの放射能濃度200Bq以下

期待される効果

- 1) ゼオライト吸着濾過方式に対し処理時間の短縮。
- 2) 濃縮残渣物の脱水処理による処理廃棄物の減量。
- 3) 濃縮残渣物の水への再溶解がなく安全。

除染状況



プール水汲み上げ状況



自走式高圧洗浄機による除染

水処理システム



処理後の水

試験速報

分析方法:

プール水に、フェロシアン化鉄配合吸着凝集沈殿剤を0.1%加え、処理を行ったプール水を検液として放射能濃度を分析し、放射性物質の除去の確認を行った。核種分析はゲルマニウム半導体検出器を用いて測定を行った。検液中のシアン溶出量は排水分析法に基づき分析を実施した。

表. 処理前のプール水の放射能濃度(Bq/ℓ)

処理前	I131	Cs134	Cs137
プール(大)原水	N. D.	90.8	124
プール(小)原水	N. D.	481	635

※N. D.: 検出限界値未満



フェロシアン化鉄配合吸着凝集沈殿剤を
0.1%添加してプール水の処理を実施

**処理後のプール水は、
I131、Cs134、Cs137全てN. D.**

* 検出限界値:ヨウ素131(9Bq/ℓ)、セシウム134(11Bq/ℓ)、セシウム137(11Bq/ℓ)

シアンは福島県に確認した放流可能濃度0.5mg/ℓ未満

事業の概要

伐採樹木や木質瓦礫の表面に固化材を散布した後に木質チップを製造し、固化材を汚染物、木質チップを除染チップとして分画・回収する方法について実証試験を行う。

実施内容

- ① 固化材の選定と散布方法の検討および破碎時の固化材の粒度分布等の把握
- ② 固化材と木質チップの破碎状況に応じた分画方法の検討および分画装置を用いた分離効果、回収率の確認
- ③ 本工法の適用による除染効果、作業効率等の測定

事業の主な実施場所

福島県川俣町内

技術概要

項目	内容
特殊固化材の散布	固化材の選定ならびに固化材の被覆量および脱落量を測定し、被覆状態を目視にて観察する。
試料の破碎	固化材で被覆した木質試料をチップパーで粉碎する。
固化材と木質試料の分画	分画操作により除染チップと汚染固化材に分ける。
固化材の選定	上記作業を、増粘剤と水セメント比の異なるセメントペースト15種類程度で行い、固化材の配合を決定する。
分画装置の試行	分画は篩い分け、風選(風簾)、水簾、あるいはこれらの組み合わせにより行い、それぞれの収率、分画効率を測定し、試行する。

【本技術の特徴】

固化材により木材表面を除染するという、全く新しい除染方法。

【期待される効果】

除染により大量に発生する放射能汚染土壌を減容化し、仮置き、中間貯蔵および最終処分の対象となる汚染土壌の削減と浄化した土壌の有効利用を促進し、除染作業の効率的・効果的な実施を図る。

事業の概要

チップの生産過程で発生する樹皮(バーク)の水洗浄による除染およびその効果確認を行う。除染効果が低く再利用不可能なバークは小型焼却炉による焼却処理、減容率の確認を行う。

実施内容

- 木材・樹皮の水洗による除染の実施。
- 洗浄水をプルシアンブルー不織布を通すことで放射性Csを吸着除去。
- 洗浄による除染効果の低いバークの、小型焼却炉による焼却処理の実施。
- バグフィルターおよびHEPAフィルターの放射性Cs補足状況を調査し、焼却炉に必要な機能の検証を行う。

事業の主な実施場所

福島県郡山市内

技術概要



洗浄槽

洗浄水

汚染水の吸着材処理



プルシアンブルー
担持不織布吸着材

洗浄後
バーク

高レベル

低レベル

燃料・堆肥等に
再利用



小型焼却炉

基本性能：ダイオキシン発生抑制
排煙処理：バグおよびHEPAフィルター

試験目標

バークの再利用可能なレベルまでの洗浄除染

期待される効果

- 1) バーク発生箇所で処理することで、移送コスト削減
- 2) 洗浄処理で除染されたバークの再利用
- 3) 焼却処理による減容化で、管理コスト削減

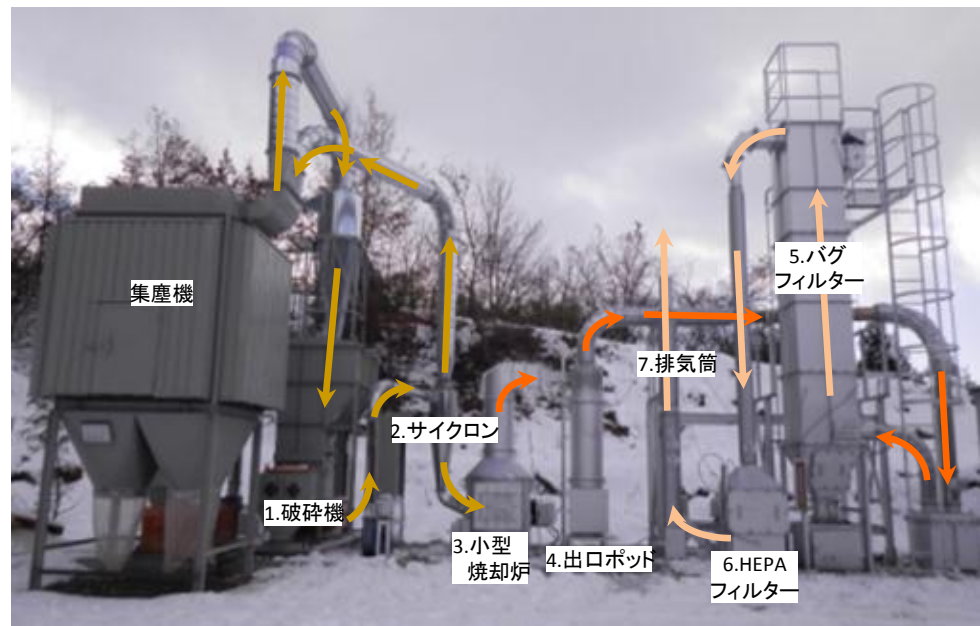
試験速報

小型焼却炉システム

・燃焼能力: 28kg/時間

バーク⇒ 破砕機(5mm以下) ⇒ サイクロン
 ⇒ 焼却炉 ⇒ 出口ポッド
 ⇒ バグフィルター ⇒ HEPAフィルター

灰は、出口ポッド、バグフィルタにて捕捉。
 サイクロン投入時に発生するバーク粉は、集
 塵機にて回収し再投入。



		バーク	主灰 (焼却炉内)	飛灰1 (出口ポッド)	飛灰2 (バグフィルタ捕捉)
針葉樹	減容化率: 96.4%				
	放射能濃度[Bq/kg]	986	4010	8110	37900
	重量[kg]	111.2	1.37	2.21	0.41
広葉樹	減容化率: 95.4%				
	放射能濃度[Bq/kg]	2020	14900	20300	137000
	重量[kg]	151.1	2.76	3.74	0.39

バーク焼却試験結果

バグフィルタ出口にて採取した排
 気ガスの放射能濃度は0.4Bq/m³。
 特定一般廃棄物・特定産業廃棄
 物ガイドラインで示す値よりも十分
 低い。

小型焼却炉において、減容化可能
 であることが確認できた。焼却炉の
 定常的な運転管理方法等について
 は今後の検討が必要である。

※ 参考: 特定一般廃棄物・
 特定産業廃棄物ガイドライン2-11より

$$\frac{{}^{134}\text{Csの濃度 (Bq/m}^3\text{)}}{20\text{ (Bq/m}^3\text{)}} + \frac{{}^{137}\text{Csの濃度 (Bq/m}^3\text{)}}{30\text{ (Bq/m}^3\text{)}} \leq 1$$

事業の概要

放射性物質で汚染された原木やガレキ等の木質資源を除染しながら、有効利用するしくみを構築する。また、新規吸着材による安全・低コストの除染技術を実証する。

実施内容

汚染された木質バイオマスについて、高圧水洗浄等で除染し、除染出来た資源は有効活用に戻し、除染で発生した汚水・汚泥等は新規吸着材(ネオナイト)により放射性物質を吸着させ、除染する。

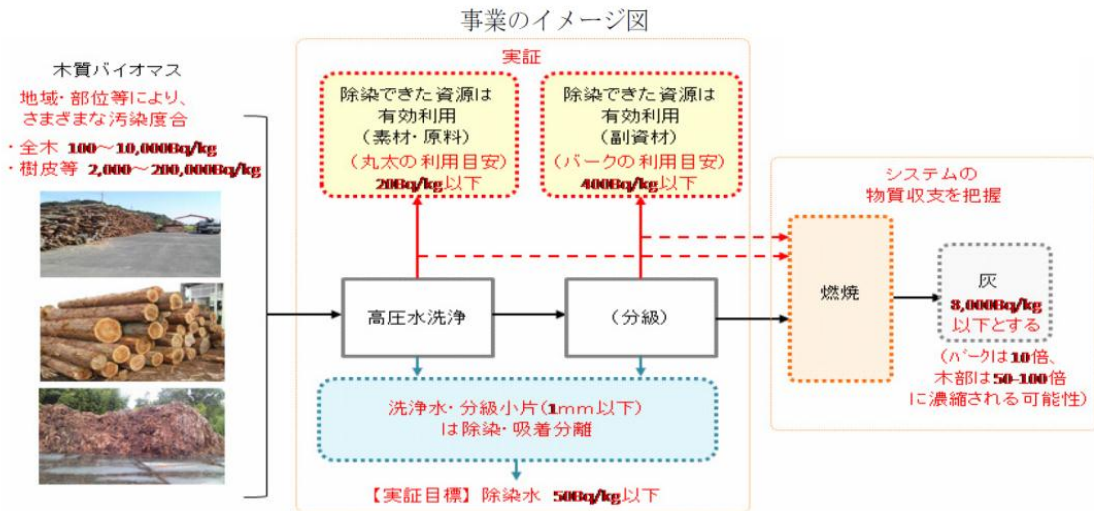
また、除染した木部等はバイオマスとしての燃焼試験を行い、燃焼灰の除染状況を確認する。

事業の主な実施場所

福島県南相馬市内

技術概要

1. 試験フロー



2. 試験目標

- ①水洗・燃焼時の物質収支の把握。
- ②洗浄に使用した処理水の除染目標値
50Bq/kg 以下。

3. 期待される効果

- ①大量発生している汚染された木質資源の、除染による利用。
- ②震災廃棄物や放射能汚染物質の減容化・処理効率化推進。

事業の概要

森林内の間伐量等による空間線量率の変化を確認することにより、森林の放射線量低減技術の実証を行う。

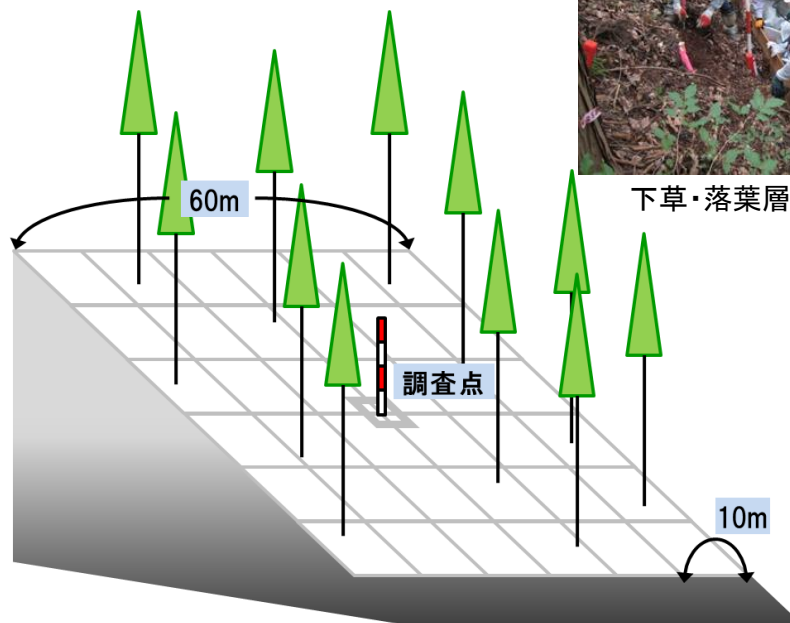
実施内容

以下のような森林内間伐等により空間線量率の変化を確認する。

- ① 60m×60m程度の森林内の落葉層除去、間伐による空間線量率の変化。
- ② 里山の落葉層除去、枝打ち、間伐による空間線量率の変化。
- ③ 森林内の実証作業中の粉塵の吸い込み評価。

事業の主な実施場所

福島県川俣町、飯館村内

技術概要**実施内容①の実施イメージ****試験目標**

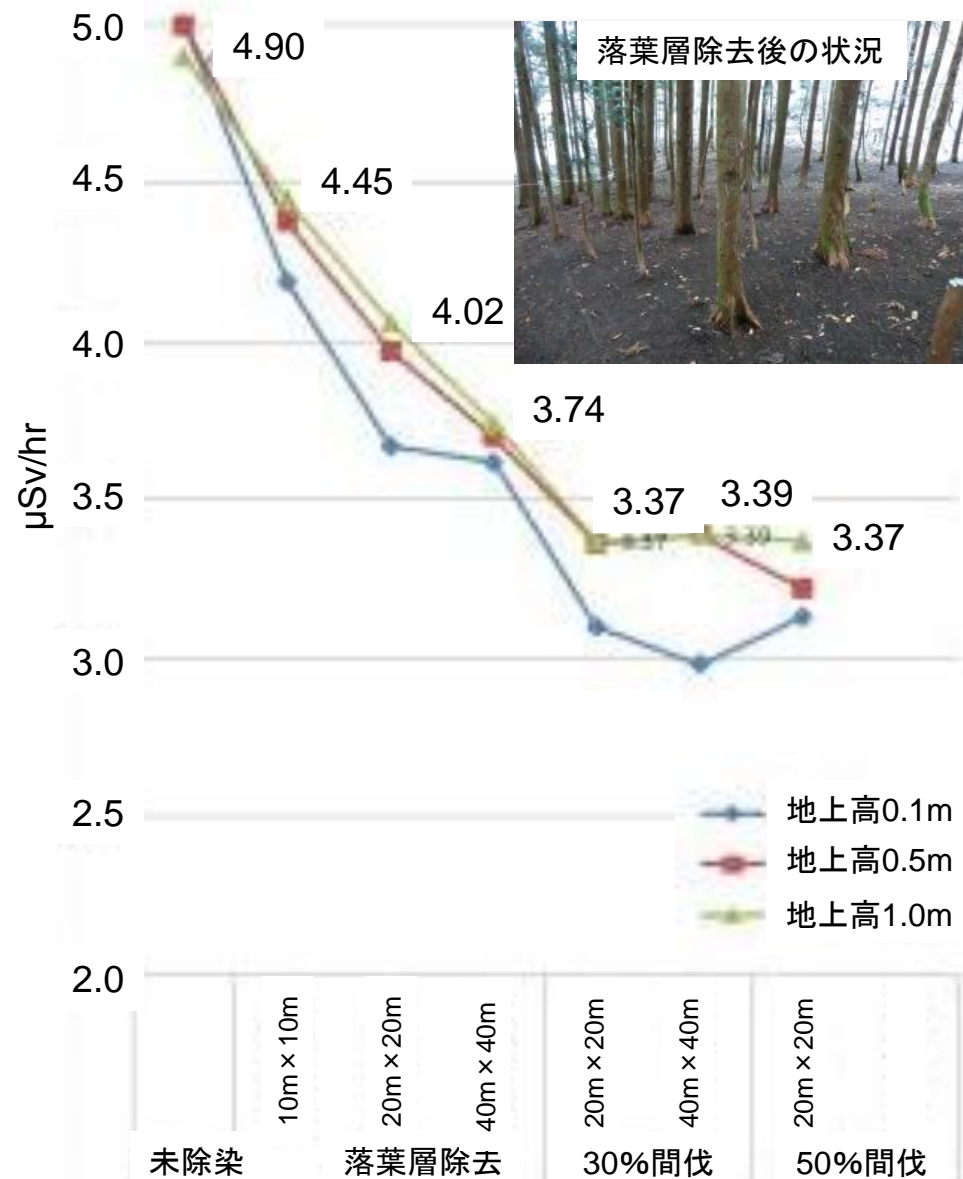
様々な林種・立木密度・立地環境別の森林除染を試行することで、今後の本格森林除染を行う上での、作業時間(被ばく)も含めての資とする。

期待される効果

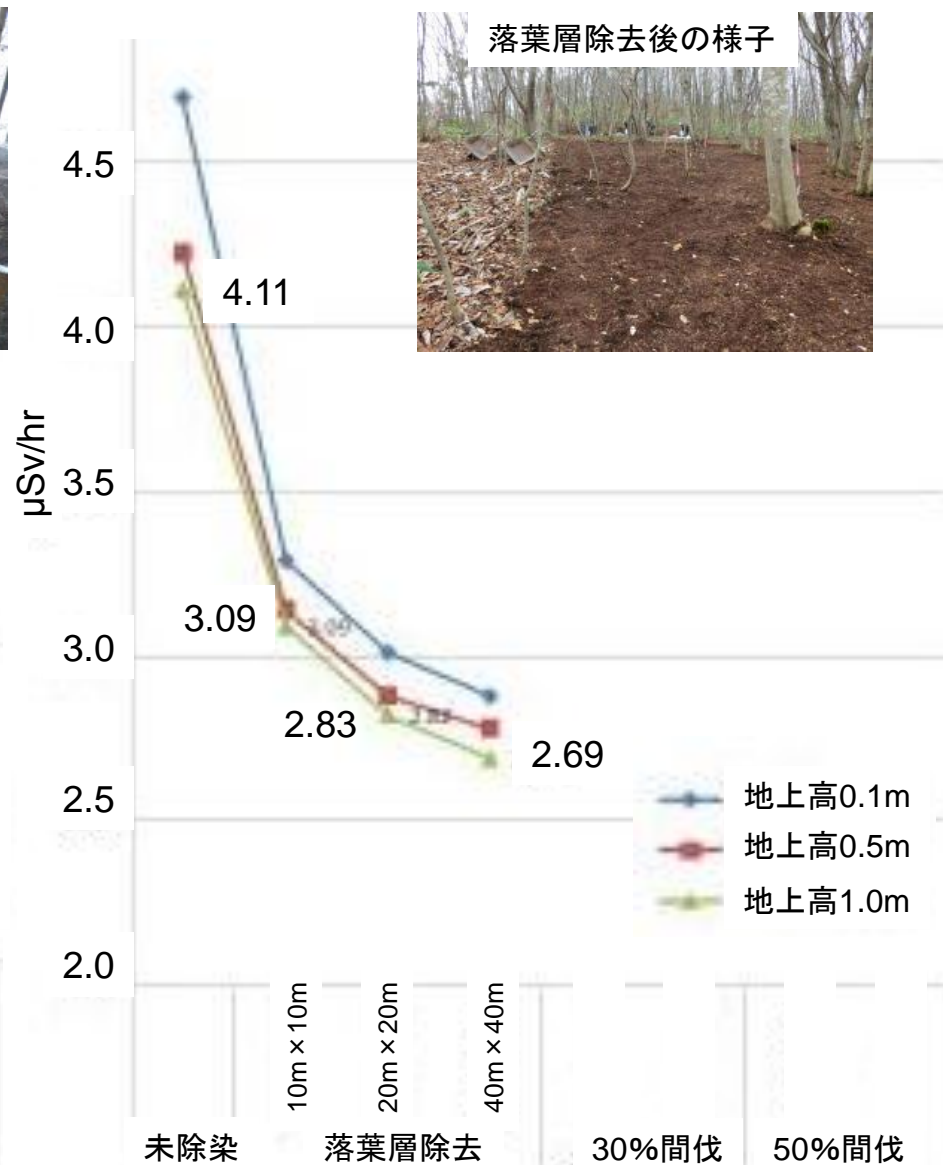
- ① 林業実務での除染効果がどの程度のものか把握できる。
- ② 森林汚染区域で実務者が安全衛生上注意する点等、被ばく実績から明確化できる。

試験速報

針葉樹(スギ)林(数値は地上高1.0m)



広葉樹林(数値は地上高1.0m)



事業の概要

1. 森林除染事業の効率化実証試験

汚染された森林内落葉等を安全かつ効率的に除去・回収する技術の確立。

2. 放射性物質汚染土を用いたセメント固化物を土工材料としての有効利用技術の実証試験

低濃度汚染土の処分量を減容するために土工材料に加工し有効利用する技術の確立。

3. アスファルト舗装道路の切削除去に際して発生する放射性廃棄物の減容化技術の実証試験

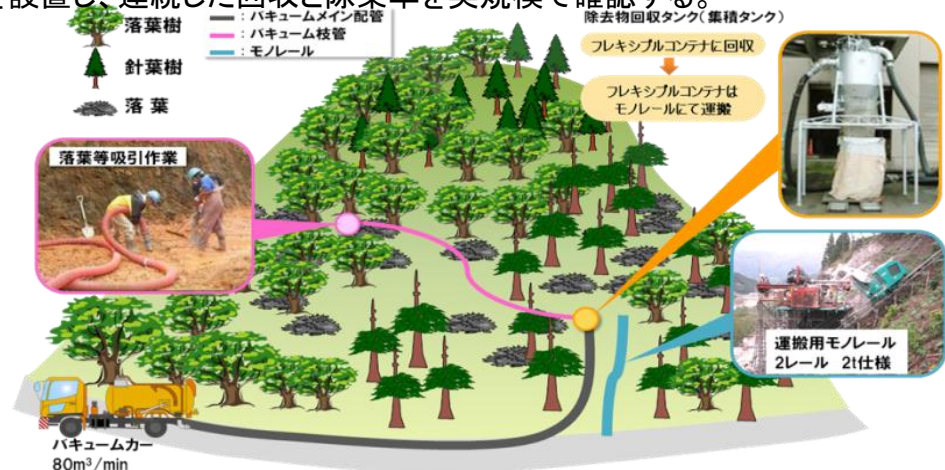
切削除去したアスファルトを分離し、発生する放射性廃棄物を減容する技術の確立。

事業の主な実施場所

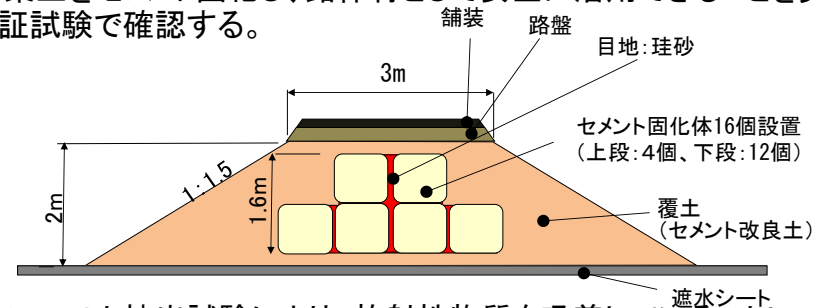
埼玉県川越市、東京都清瀬市

技術概要

1. バキューム車からの吸引メイン配管と作業配管の間に落葉等を袋詰めするタンクを設置し、連続した回収と除染率を実規模で確認する。



2. 汚染土をセメント固化し、路体材として安全に活用できることを実物規模実証試験で確認する。



3. アスファルト抽出試験により、放射性物質を吸着しているストレートアスファルトと骨材とを分離し、有効利用する技術の実現性を確認する。



除染試験実施状況※

※ 「3. アスファルト舗装道路の切削除去に際して発生する放射性廃棄物の減容化技術の実証試験」に関する速報結果を掲載。

試料の採取



○試料(舗装)の種類

- ・採取場所A: 密粒舗装(試料1)
- ・採取場所B: 密粒舗装(試料2)
- 透水性舗装(試料3)

切削深さ確認試験



切削作業



アスファルト抽出試験を利用した舗装合材の減容化試験



燃焼式抽出試験

アスファルト混合物を高
温で燃やすことにより、ア
スファルトを燃焼させて、
骨材のみを取り出す方法



アブソン式抽出試験

アスファルト混合物に溶剤
を加えて加熱することで
フィラー分(0.075mm以下)
を含んだアスファルトを抽
出し、遠心分離器によっ
てその抽出液からフィラー
分を除去する方法

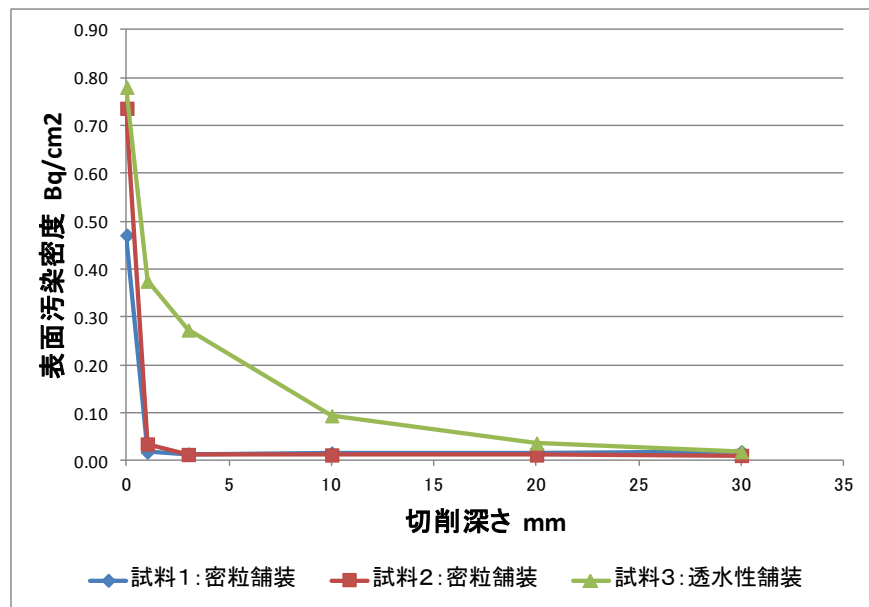


遠心分離式抽出試験

アスファルト混合物に溶
剤を加えながらアスファ
ルトを溶剤中に溶かし、
遠心分離機によりアス
ファルトと骨材を分離する
方法

試験速報

◎切削深さの最適かつ最小量の確認試験



切削深さ一表面汚染密度の関係



舗装の種類により放射性物質の浸透深さが、異なることを定量的に確認することで、汚染度合の深さに対応した切削深さを設定することができ、除染率を効率的に増加させることができる。

◎アスファルト抽出試験を利用した 舗装合材の減容化試験 採取試料および各抽出試験後の放射能濃度測定

No.	状況	試料 1	
		放射能 濃度 * 1	低減率 * 2
		Bq/kg	%
採取試料の放射線測定			
1	ほぐした状態にて測定	2800 ①	－
燃焼式抽出試験後の放射線測定			
2	試験後の骨材測定	2310	18%
3	骨材篩分け洗浄後、75μ m以上の骨材	1550 ②	45% ③
アブソン式抽出試験後の放射線測定			
4	試験後の骨材測定	1040	63%
5	骨材篩分け洗浄後、75μ m以上の骨材	510	82%
遠心分離式抽出試験後の放射線測定			
6	試験後の骨材測定	1810	35%
7	骨材篩分け洗浄後、75μ m以上の骨材	480	83%

*1 放射能濃度は、Cs134、Cs137の合計 *2 低減率算出例：
③ = (① - ②) ÷ ① × 100



抽出試験により、ストレートアスファルトと骨材を分離でき、放射能濃度を低減することが確認された。最適な抽出方法について考察するため、試験を引き続き実施中である。