

## 付録 3

### 各技術のまとめ

各技術のまとめ(1/2)

事業分野	対象	No.	実施代表者	実証テーマ名	全体概要	結果・まとめ	減容等の評価	作業員被ばく量評価	コスト評価	コスト評価条件	歩掛り (作業人工、 作業速度等)	作業における 安全上の注意
除染土 壌等の 減容・ 再生利 用等技 術	減容技術	1	日立造船 株式会社	放射性物質を含 む焼却残渣の再 生利用を想定し たセシウム分離 促進剤添加焼却 技術の実証	中間貯蔵施設の焼却 処理により、発生する焼 却主灰中の放射性セシ ウム濃度を低減するた め、非放射性Csを用い て、Cs分離促進剤を添加 し、焼却主灰中の放射性 Cs濃度を低減する事を 確認し、放射性廃棄物を 効率的に減容化するシ ステムを構築する	焼却試験においては、 Cs分離促進剤の添加で Csの揮発、主灰の水溶 化が促進され、最大除去 率81.6%となった。焼却 主灰洗浄試験では除去 率30%程度であった。腐 食試験では通常の運転 では腐食は確認されな かった	Cs分離促進剤を添加し ない場合の除去率→添 加しない場合の除去率は 29.9%→81.6% 24.7%→61.3% 目標の88%を達成出来 ず 原因は実験炉の炉内温 度を高くできなかった事 が考えられる	放射線源となる機器エ リアに遮蔽コンクリートの 壁を推定し、各施設の空 間線量率シミュレーショ ンを実施。法令基準(5年 で100mSv、1年で50mSv) を超えないことを確認し たが、作業時間は短縮す る事が重要	焼却施設: 6万円/ごみトン 熱処理施設: 2万円/ごみ/トン 飛灰洗浄・Cs濃縮・固定 化処理施設: 2.8万円/ごみトン 計10.8万円/ごみトン	焼却施設: 処理量200トン/日 熱処理施設: 処理量20トン/日 上記2施設は 稼働日数280日/年 飛灰洗浄・Cs濃縮・固定 化処理施設: 1.25トン/日 (6.5時間/日) 上記施設は 稼働日数250日/年	・焼却施設:54名 (運転3直4班) ・熱処理施設:26名 (運転3直4班) ・飛灰洗浄・Cs濃縮・固定 化処理施設:13名(日勤)	・適正な保護具の着用、 玉掛け・クレーン作業の 有資格者配置、熱中症 対策等実施 ・実機においては、放射 線源となる機器に遮蔽を 推定したシミュレーショ ンを実施し線量低減を図 った
		2	株式会社 AREVA ATOX D&D SOLUTIONS	泡浮遊選鉱によ る汚染土壌の浄 化	除染によって生じた実 土壌を微粒子泡浮遊選 鉱技術を用いて、サイズ 選択性と電荷選択性の 相互作用によって、放射 性Csが吸着した粘土粒 子を抽出し、抽出された 粘土粒子の粒径やCs抽 出率等の結果より本技術 の適用性について評価を 行う	農地1、宅地2の土壌に 対して、「界面活性剤投 入量」と「浮遊選鉱時 の泡高さ」をパラメータ として試験し、粒径ピーク7~ 8μmの分布の粒子が泡 によって回収でき、減容 化率は1/3.6~1/7.4、Cs 抽出率は約40%であった	試験目標として、減容 率1/7、抽出率90%とし たが、減容化率は1/3.6~ 1/7.4、Cs抽出率は約40% で抽出率は目標を下回っ た。原因は泡浮遊選鉱で 浮遊させることができな い粒子に粘土粒子が付 着している可能性が高い ため	作業員の被ばく線量は 34日で1,350人・μSv、内 ふるい作業が7日で343 人・μSvで、ふるい作業 での被ばく線量が高い。 実機においてはふるい等 は自動化されるため、被 ばくする可能性は低い	前後処理を含めて、 9,520円/トン	処理量22トン/時 5年運転、260日/年 8時間/日	・処理量10トン/時、 0.06人/工 ・実機ベース22トン/時 ・土壌選別工程運転員 1名 ・浮遊選鉱工程6名(含む 放射線管理者1名) ・脱水工程1名	実証での注意点 ・土壌のふるい作業での マスク、手袋、めがね等 の粉じん対策 ・放射線管理として、ポ ケット線量計の携帯
		3	鹿島建設 株式会社	磁気分離・マイク ロバブル浮選を 用いた放射性Cs 含有細粒分の分 離による減容技 術の検証	粘性土に含まれる粘土 のうち、磁性を持つ2:1 型粘土に放射性Csが吸 着している。そこで磁気 分離装置を用いて2:1 型粘土のみを選択して捕 捉し、さらにマイクロバ ブルによる浮選を行うこ とにより、この2:1型粘 土を効率よく回収するこ とで、Cs含有土壌を減 容化するシステムを構 築する	・磁気分離による2:1型 粘土の捕捉率平均20μm 未満で62%、20~75μm で76%である ・通過した土の放射能濃 度の低減を示す除去率 は最大67%である ・微細土粒子の浮上分離 のためには、薬剤量:200 ~300ppm、原水液固比: 100~200が適当である	2~8万Bq/kgの粘性土 除去土壌の細粒分153万 m <sup>3</sup> に対して、8,000Bq/kg 以下となる土壌が52万 m <sup>3</sup> と試算された。	実証試験において作業 場所平均空間線量率 0.13μSv/h、作業員最大 被ばく量40μSv(実働29 日間)	推算値は8.1万円/m <sup>3</sup>	10年稼働 (280日/年、10h/日) 20μm分級サイクロン90 台、アルカリ洗浄薬剤、 MS装置(φ1m・L1m・5T) 240台、MBF装置 (φ1.5m・H5m)432台、 MBF用薬剤、後処理設 備、建屋関連費、並びに 運転・維持管理費含む	・運転員:約90名 ・処理能力:100m <sup>3</sup> /h	・粉じん防護マスク、保護 メガネ、ゴム手袋を使用
再生利用 等技術		4	西松建設 株式会社	除染土を布型枠 内に固形化し再 利用製品の製作 技術の実証	除染土壌に固形材、調 整水を加えスラリー状に し、遮水性が高い高強度 の布型枠に注入・固形化 することで環境中への放 射性Cs拡散リスクを低減 する。本試験では布型枠 製品の製作技術に関する 技術、コスト、安全性に ついて評価を実施した	布型枠製品の出来形 は管理基準値を満足し、 課題は残るものの一貫 製作の妥当性は確認で きた。福島県採取土(牧 草地)は目標強度 1,500kN/m <sup>2</sup> に至らなかつ たが、通常土壌では達成 した。28日間水中養生 し、布型枠製品の封鎖性 を確認できた	除染土壌に対して固形 材を必要とすることから ポリウレタンは増加する ものの、布型枠内に除染 土を封じ込めできるメリ ットがある	布型枠製品の製作にお ける作業員の被ばく量 は、放射性Cs濃度が 8,000Bq/kgにおいて 0.91mSv/年、放射性Cs 濃度が50,000Bq/kgにお いて3.94mSv/年であり、 職業被ばくの線量限度 20mSv/年を下回る	54,000円/m <sup>3</sup> (布型枠1m <sup>3</sup> あたり施工 費込み)	運転時間8h/日× 300日/年 攪拌機(管体容積 1.2m <sup>3</sup> )、注入ポンプ (300L/min)等の標準化 モデルにて試算	・作業員6名 ・80m <sup>3</sup> /日=240袋の製作	・スラリーを取り扱うため マスク、ゴーグル、ヘル メット、長靴、ゴム手袋の 着用の他、シート等によ る飛散防止対策が必要
		5	大成建設 株式会社	ジオポリマー法 による汚染材の コンクリート系 遮蔽材等への有 効活用法の実証	福島県内の可燃性除 染廃棄物の焼却処理に より発生した飛灰・主灰 を、ジオポリマーの材料 として有効活用する技術 の適用性について実証し た	・放射性飛灰・主灰には ジオポリマー固化に必要 なSi、Alを含有している が、助剤として石炭灰の 添加が必要 ・飛灰・主灰は、40°C1週 間養生で約30%、常温1週 間養生では約6%の配合 となる ・飛灰・主灰のジオポリ マー貯蔵容器の製作は 可能	放射性飛灰・主灰を1m <sup>3</sup> ジオポリマー容器1個あ たり約30%(682kg)混入可 能と想定し、容器を10個/ 日、年間3,000個の生産 能力とすると、放射性飛 灰・主灰を年間2,046tの 再利用が可能であり、処 分場容積は約1,705m <sup>3</sup> 削 減する	取り扱う放射能濃度が 10万Bq/kgの場合、線源 との距離50cmにお ける線量率は4.2μSv/h 程度である。作業員が年 間を通して製造に従事し た場合、電離線の線量限 度を超えないため被ばく の観点での安全性は確 保できる	飛灰・主灰を用いたジ オポリマー製容器の製作 費は約38.5万円/容器と なり、コンクリート製容器 に比べ約1.6倍と割高とな る	40°C加温養生を条件とし て放射性飛灰・主灰を 1m <sup>3</sup> ジオポリマー容器1 個あたり約30%(682kg)混 入可能と想定し、貯蔵容 器を1日10個(8時間/日 操業)、年間3,000個製造 とし、作業員は10名で行 う	・作業人工: 1.0人工/容器 ・作業速度:1.25容器/h	・実機製造プラントでは放 射性飛灰・主灰、水酸化 ナトリウム等を大量に取り 扱うため、粉塵飛散防 止策の強化、防護具着 用の徹底等が必要

各技術のまとめ(2/2)

事業分野	対象	No.	実施代表者	実証テーマ名	全体概要	結果・まとめ	減容等の評価	作業員被ばく量評価	コスト評価	コスト評価条件	歩掛り (作業人工、 作業速度等)	作業における 安全上の注意
除染土壌等の 減容・ 再生利用等技術	再生利用 等技術	6	株式会社 大林組	除染土壌の建設 資材化のための 品質調整システム 技術実証	除染土壌の含水比測定から適切な配合までを自動的に行って利用目的に応じた安定した品質の混合材(砂質土+粘性土)を製造する技術と、製造後の混合材の品質を確認する技術の実証をする	・土の合成含水比とコーン指数に相関関係があることを明らかにした ・混合材の目標合成含水比を任意に変更することが可能であり、様々な強度の混合材を製造できることを確認した	グループCをグループAと混合することで再生利用に適したグループBにでき、そのままでは再生利用に向かないグループCを減らすことができる。加えて、グループCに必要な土質改良のためのセメント固化材を減らすこともできる	再生利用の対象は放射能濃度が8,000Bq/kg以下の土壌であること、作業員は重機および車両の運転手と誘導員であり、土壌に直接接触することなく、一定の離隔距離も確保できることから、被ばく線量は低い	混合材製造コスト 994円/t =建設費18円/t +ランニングコスト 973円/t +撤去費3円/t	稼働日数300日/年×5年 処理数量415,500t (277t/日、83,100t/年)	・作業員6名×7h/日 ・処理能力39.6t/h、 1.98t/バッチ(3分)	・原動機および回転軸プーリー等のカバー、ロープ式非常停止装置・ボタン式非常停止装置を設置する ・ベルトコンベアの乗り継ぎ部には、土の飛散防止カバーを設置する
		7	りんかい 日産建設 株式会社	焼却灰の放射性セシウム溶出抑制としての粘性土(除染土壌)の活用	飛灰と軟泥にセメントを添加し、高圧フィルタープレス機で脱水固化砕石を製作する。吸着性がある軟泥を飛灰の放射性Cs溶出抑制材として、放射性Csが溶出しにくい減容化された脱水固化砕石を製作し、建設用資材としての品質と安全性を実証する	飛灰:軟泥=50:50の供試泥にゼオライトを8%/ds添加した試料にセメント(20、40、60%/ds)を添加し、高圧フィルタープレス機で脱水固化処理する条件下で、脱水固化砕石からの有姿攪拌で放射性Cs溶出はなし、ろ水の放射性Cs濃度は排水基準未満、道路用盛土材としてのリサイクル基準を満たした	飛灰と脱水処理された軟泥をそれぞれ貯蔵する場合と、軟泥を飛灰の放射性Cs溶出抑制材として利用し、脱水固化体を製作して貯蔵する場合を比較すると、建設コストを24%削減でき、設備容量に11%の余裕ができるものと試算される	脱水固化砕石の製作に 関する被ばく線量は、 7.8mSv/年と想定される。 これは、法令上の線量限度20mSv/年を十分に満足する	14,000円/m <sup>3</sup> (飛灰+軟泥当り)	高圧フィルタープレス機 (6.4m <sup>3</sup> 型)5基 稼働年数は4年間、 稼働日数は200日/年 軟泥および飛灰それぞれの処理数量:40万m <sup>3</sup>	・作業員18名 (1ワッチ当り) ・1,000m <sup>3</sup> /日 (飛灰+軟泥当り)	・飛灰の保管および取り扱い は試験用ハウス内 でおこなった ・脱水固化処理中は保護 具を着用し、テントやシート による試料の飛散防止 対策をした
	減容処理 後の濃縮 物等の放射 線管理に 資する 技術	8	東芝電力 放射線テクノ サービス 株式会社	空気中を浮遊する放射性セシウムの早期検知技術の確立	空気中の放射性Csの存在を直接観測する装置技術を用いて、帰還困難区域での連続測定によるデータ取得・評価を行い、環境中の天然放射性核種の変動に伴う性能影響がない事を確認	帰還困難区域に降下した放射性Csや、環境条件に応じて変動する天然放射性核種の影響を受けず、設定した目標検知時間に対し、3~4倍の余裕を持つことを確認。空気中に存在する放射性Csの有無を早期に検知する技術と装置を確立	既存技術のダストモニタと比較すると、本技術は点検等の装置運用時における現地の作業時間を低減できるため、年間の被ばく線量は、既存技術に比べて約60%に低減できる	既存技術(ダストモニタ)の機器導入費用を100とし、導入後5年間のランニングコストを含めた合計の費用を比較した場合、既存技術205に対し、実証技術105となり、約50%のコスト低減が見込まれる	・共通:機材を設置する建物、管理システムの費用、電気、通信費用は含まない。月1回の現場巡視、年2回の点検実施 ・ダストモニタ:流量計、ポンプの交換用予備品を含む。年4回ろ紙交換、年1回流量計は校正機関で校正、ポンプはオーバーホール実施 ・実証事業:現場巡視、点検以外の費用項目無し	・現地作業に加え準備、報告等の工数を含む 巡視:0.5人日/回 点検(既存技術): 4人日/回 点検(実証技術): 2人日/回	・現場作業ではヘルメット、安全靴、マスク、不織布防護服、綿手袋を着用した ・バッテリー交換時の短絡、正負誤接続を防止するため専用コネクタを採用した	
除染土壌等の 輸送や 中間貯蔵 等の 関連技術	中間貯 蔵・除染・ 廃棄物処 理技術	9	国立大学法人 千葉大学	汚染土の飛翔粉塵拡散分布の可視化モニタリングシステムの提案	飛散した汚染粉塵の空間分布をリアルタイムで計測可能な小型偏光ライダーとダストサンプラを併用する汚染土の飛翔粉塵拡散分布の可視化モニタリングシステムを除去土壌を扱う作業現場に適用し、その実用性を実証する	小型偏光ライダーとダストサンプラの同期計測結果から、捕集粉塵とライダーカウントとの相関を取り、空気中放射能濃度分布図が得られた。これにより、ダストサンプラが設置されていない空間を含め、ライダーが計測する領域全体の粉塵の放射能濃度の分布を可視化できた	小型偏光ライダーによる観測は遠隔操作により行うため観測中の被ばくはない。現地で行う校正用ダストサンプラのフィルタ交換作業は、時間が短く、被ばく線量は低い	ランニングコストは、 ①併用技術:ライダー数千円/月、ダストサンプラ3万円/月(校正作業(フィルタ交換作業含む)1回/月) ②ダストサンプラのみ:フィルタ交換作業 1,110万円/月(1回/1日)で、提案技術が優位である適用エリアが広がること、システムの運転期間が長くなることで優位性が上がる	作業エリア(直径600m)をモニタリングするシステムとして、小型偏光ライダーとダストサンプラの併用技術(ライダー1台、校正用ダストサンプラ3台、気象観測装置1式)と、ダストサンプラのみ(100m間隔で配置、約40台)の場合を比較した	・ダストサンプラの校正 作業員:2名×3h/回 (頻度は1回/月)	・小型偏光ライダーで使用するレーザーは、作業者の安全上問題とならない ・ダストサンプラの設置・フィルタ回収作業では、実施場所指定の保護具を使用した	