

付録 3

各技術のまとめ

各技術のまとめ

事業分野	No.	実施代表者	実証テーマ名	全体概要	結果・まとめ	結果の自己評価・意見	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
除去土壌等の減容・再生利用等技術	1		除去土壌等減容化・再生利用技術研究組合(VOREWS)	除去土壌を分級処理した砂をコンクリート用細骨材に利用するための技術実証	国は中間貯蔵開始後30年以内に福島県外で最終処分を完了するため、除去土壌等の減容化・再生利用技術の開発を2024年(令和6年)迄に完了するとしている。除去土壌等減容化・再生利用技術研究組合(略称:VOREWS)では、除去土壌の減容化技術の一つとして、湿式分級処理技術が有効であることを平成30〜31年度に実証したが、再生利用技術について十分な検討を行っていない。このため、分別後土壌等を湿式分級処理して得た分級砂の「コンクリート用細骨材」への適用性を、2ヶ年事業(令和4〜5年度)にて検証した。 ・分級砂は、山砂混合による粒度調整が必要なこと、有機不純物が基準不適合となる場合があり、その場合、圧縮強度比率試験による確認と購入者の承認が必要になるなど、骨材の品質上の課題を内包する。しかしながら、分級砂を配合したコンクリートは、比較対照(分級砂を配合していないコンクリート)と同等以上の強度発現、耐久性を示す結果が得られた。よって、コンクリート用細骨材として利用可能であることが示された。 ・分別後土壌を分級処理・粒度調整によりコンクリート用細骨材に加工し、コンクリートに配合することで、放射性Cs濃度の低減率は1/25程度が見込まれることが分かった(各工程における放射性Cs濃度低減率の平均値:通常・高度分級処理0.2倍、粒度調整0.5倍、コンクリート配合0.4倍)。 ・分別後土壌由来分級砂を配合したコンクリート製品からの追加被ばく線量のシミュレーションが可能ことから、コンクリート製品の利用先に応じた追加被ばく線量の管理が行えると考えられる。	除去土壌を分級処理した砂をコンクリート用細骨材に利用できることを確認した。	作業時の被ばく量の平均値0.8μSv/日、最大値2.3μSv/日と低かった。	コンクリート用細骨材製造費用31,000円/t(山砂購入費3,980円/tを含む、脱水土処分費は含まず)	分別後土壌量132万㎡、処理期間5年間、山砂混合率50%	通常分級処理プラント(40t/h級)5系列、高度分級処理プラント(20t/h級)1系列、プラント稼働250日/年、8時間/日、分級処理21人/日、粒度調整3人/日、スクリーニング3人/日	分別後土壌の放射性Cs濃度測定により、コンクリート製品からの追加被ばく線量が推定できるため、コンクリート製品の利用用途に応じた管理が可能となる。
	2	法政大学	除去土壌中の放射性セシウムの溶融塩・酸処理法による脱離とゼオライトを用いた回収・安定化による減容・再生利用技術の開発	除去土壌の多くは中間貯蔵施設に持ち込まれ、今後はこの土壌の再生利用を推進すると共に放射性セシウムを除去・濃縮し、最終処分量を減らすことが求められる。本事業では高効率かつ低コストな除去土壌の減容・再生利用を推進することを目的に、10,000Bq/kg以上の除去土壌を想定し、福島県内の土壌中の放射性セシウムのロータリーキルン炉による連続溶融塩処理と酸処理による脱離、ゼオライトによる回収・安定化に関する実証試験を実施する。	浪江町の3種の土壌を小型ロータリーキルン炉を用いて溶融塩処理し、その後酸処理することより一定のCs除去効果が得られ、放射性土壌については放射性Cs(RCs)濃度を5,000 Bq/kg以下に減少できた。しかし、除染率は最大85%となり目標値にはとどかなかった。ベンチスケールキルンを用いた処理では、今回の試験条件においては小型キルンと比較して除染率が低下する結果(63.6%)となった。酸処理とモルデナイト吸着に関しては連続処理装置を製作し、その装置を用いた効率的な処理が可能ことがわかった。アルカリ水熱処理によるモルデナイトのポルサイト転換も確認でき(減量率96%以上)、浸出試験の結果からはRCsをポルサイト中に安定保持できることがわかった。また、本処理の実機化を想定した概略系統図を作成し、処理費用を試算した結果、13.6万円/t以下で処理できることが明らかになった。	RCs除染率は85%であり95%の目標は達成できていないが、それ以外の目標は達成できた。ベンチスケールキルンでは更に除染率が低下し、電気炉とは異なりロータリーキルン炉による連続処理では課題が残った。しかし、それ以外の処理工程においては高いCs分配比を示している。RCs濃度によっては大幅な薬品コストの削減ができ、処理装置の簡素化も期待できる。浄化物や酸廃液の再生利用も可能なことから、有用な減容・再生利用技術として期待できる。	1万Bq/kg程度の放射能濃度の除去土壌では、一人当たり年間1 mSv以下の被ばく量になるが、それ以上の放射能濃度の除去土壌に対しても対応できるように年間作業時間を管理する。	13.6 万円/t(土壌)(設備費、薬品費、人件費、廃液処理費等から算出))	設備稼働は10年で評価、設備費、薬剤費、人件費(10人)、電気代、建屋費、設計費、設備メンテナンス費、廃液処分費から算出した。なお、水道料金、放射線管理費は考慮していない。従来の化学処理より低環境負荷かつ低コストな処理が実現可能であり、浄化装置により廃液を循環利用すれば更に低コストな処理が期待できる。	運転員10人 1.5 t/hを処理。主な4作業工程を1日で実施。	土壌微粉末を扱うときは、防護マスクをしてドラフト内で作業する必要がある。特に濃縮物を取り扱うときは注意する必要がある。
	3	鹿島建設	分級処理に伴い発生する細粒分の処分に関する技術の実証	分級処理によって発生する細粒分(高濃度土壌)を最終処分する上でできるだけ再生利用量を増やして処分量を減量化することは事業全体のコスト削減に有効である。また土壌中の有機物量を削減することは処分後の土壌の安定化のため有効である。そこで、本実証事業ではシルト分の再生資材化と、遠心分離機による細粒分中の有機物分離について検討した。	1. 20~75μm(シルト分)を含む除去土壌の再生資材としての有効評価 ・本実証の土壌(粒度構成20μm以下:37.4%)の場合、分級点:20μmとすると35.0%が処分となり、残りの65.0%が再生利用できる結果となった。 ・20~75μmのシルト分を再生資材に含めることで、分級点:75 μmとした場合(処分:46.5%、再生利用:53.5%)と比較して再生利用量を11.5%増やすことができた。処分量については46.5%から35.0%となり、約25%削減できる結果となった。 ・砂分・シルト分合算の放射性物質濃度は4,730Bq/kgとなり、除染率は48.5%となった。この除染率で算定すると、再生利用基準である8,000 Bq/kg-wを目標値とした場合15,400 Bq/kg-wまでの土壌を処理可能と算定できる。 2. 20μm以下細粒分中からの有機物分離試験 ・デカンタ式遠心分離機により、強熱減量としてカウントされる有機物を脱水ケーキB(オーバーフロー側)に30〜55%の範囲で集めることが可能であることが確認された。 ・脱水ケーキAの有機物含有量を低減できることを確認した。これが埋立処分時の脱水ケーキに安定性に影響を及ぼすかについて、来年度事業で確認する。	20~75μmのシルト分のみを再生資材化し、熱処理の対象となる処分量を約25%削減することが可能となる。	線量の高い脱水ケーキとして集積することで近傍の空間線量は最大0.5μSv/hまで上がる。さらに脱水ケーキを封入したフレコンの表面線量率は1.37 μSv/hであった。脱水ケーキの封入作業を行っていた作業員の1日の最大被ばく量は5.6μSvであった。	・付着粒子分離・20μm分級:4.6万円/t ・有機物分離追加:5.8万円/t	コスト評価条件:5年稼働(250日/年、8h/日)、有機物分離用デカンタ式遠心分離機5台、ボールミル(φ2m)2台、薬剤、後処理設備、建屋並びに運転・維持管理費	運転員:6人、処理能力:除去土壌40t/h	一般的な分級処理における安全管理に加えて、高線量となる脱水ケーキの取り扱いにはできるだけ機械で行うこととして作業員の被ばくを低減する対策が必要