

令和4年度
除去土壌等の減容等技術実証事業

報告書

令和5年3月

中間貯蔵・環境安全事業株式会社

令和4年度
除去土壌等の減容等技術実証事業
報告書

令和5年3月

中間貯蔵・環境安全事業株式会社

リサイクル適正の表示：印刷用の紙にリサイクルできます。
この印刷物は、グリーン購入法に基づく基本方針における「印刷」に係る判断の基準にしたがい、印刷用の紙へのリサイクルに適した材料〔A ランク〕のみを用いて作製しています。

目 次

1. 実証事業の目的と概要	1
(1) 目的	1
(2) 実証試験の要件	1
(3) 対象事業分野	2
2. 業務の概要	3
(1) 技術提案書の公募・受付	3
(2) 技術提案書の審査・選定・採択結果の公表	3
(3) 技術実証事業者への技術的助言等	3
(4) 技術実証結果の評価	4
(5) 技術報告書等の作成	4
3. 採択技術	5
4. まとめと実装に向けた課題	6
(1) 技術実証事業者に対する技術的助言実績	6
(2) 個別事業の評価	7
(3) 実装に向けた課題	9

付録 1 令和 4 年度除去土壌等の減容等技術実証事業 Web 用概要書

付録 2 個別試験結果と評価詳細 Web 用報告書

付録 3 各技術のまとめ

1. 実証事業の目的と概要

(1) 目的

平成23年3月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由来する放射性物質による環境の汚染に対応するため、「平成二十三年三月十一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」が施行された。本法に基づき、国及び地方自治体等は、除染及び汚染された廃棄物の処理等を講じるとともに、国は、除染や汚染廃棄物の処理、除染により生じた除去土壌等の減容化等に関する技術開発を推進することとされた。

また、福島県内において生じた除去土壌等については、中間貯蔵施設に輸送し、その最終処分については、「福島復興再生基本方針」（平成24年7月13日閣議決定）等において、「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に必要な措置を講ずる」旨が明らかにされている。

これを更に明確化すべく、平成26年11月に成立した「日本環境安全事業株式会社法の一部を改正する法律」には、その内容が明記され、日本環境安全事業株式会社の社名が「中間貯蔵・環境安全事業株式会社」に変更されるとともに、その業務に、国等の委託を受けて中間貯蔵やこれに関する調査研究・技術開発を行う事業が追加されている。

本事業は、中間貯蔵開始後30年以内の最終処分を見据えた除去土壌等の減容・再生利用等に活用し得る実用的、実務的な技術について、中間貯蔵施設区域内に整備した技術実証フィールドも活用しつつ実証試験を行い、その効果、経済性、効率性等について評価・広報することにより、除去土壌等の減容・再生利用等の促進に資することを目的とする。

(2) 実証試験の要件

本事業は、その目的に照らし、以下の要件を満たしている実証試験であって、外部有識者による審査を経たものを対象とする。

- ①除去土壌の減容・再生利用等、除去土壌等の中間貯蔵等に当たり、安全性、確実性、効率性を一層向上させる技術で、具体的な課題が想定され、それに応える実用性のある技術提案であること。なお、除染や汚染廃棄物の処理に関して安全性、確実性、効率性の向上が速やかに実現できる技術提案についても対象に含む。
- ②自ら又は第三者により、同じ原理や手法による本事業での実証試験が行われていないこと。
- ③減容・再生利用等技術としての活用については、基盤技術の開発を今後数年以内程度で完了するものを想定しており、そのために必要な実証試験の規模であること。
- ④国等が行う他事業（科学研究費助成事業（いわゆる「科研費」を含む。）において実施中又は終了したものではないこと。
- ⑤既に原理が解明されていること。
- ⑥同分野の一般的な方法との比較検討が行われ、新規性があるものであること。
- ⑦実証事業の主たる実施場所を確保していること。中間貯蔵施設区域内の技術実証フ

フィールドで事業を実施することが合理的な場合は、技術実証フィールドを利用することもできるため、事前に相談すること。詳細については、「令和4年度除去土壤等の減容等技術実証事業公募要領 7. 試験の実施場所及び試料の準備」を参照のこと。

- ⑧実証試験の実施又はその成果の活用が新たな環境負荷の増大につながらないこと。
- ⑨単に既製の設備備品の購入や試験設備製作を目的とするものではないこと。
- ⑩他の経費で措置されるのがふさわしい設備備品等の調達に必要な経費を、本事業により賄うことを想定しているものではないこと。
- ⑪「電離放射線障害防止規則」（電離則）、「東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壤等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則」（除染電離則）又は「除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン」（除染電離則ガイドライン）に準じた放射線被ばく管理が行われること。

（３）対象事業分野

①除去土壤等の減容・再生利用等技術

除去土壤についてはこれまでに、分級処理、化学処理、熱処理等の減容化に資する技術の実証を行い、一定の適用性評価を行った（「中間貯蔵除去土壤等の減容・再生利用技術開発戦略検討会（第11回）」資料3-1を参照）。

今後の課題は、搬入開始から30年以内の県外最終処分を見据え、更に効果的・効率的な減容・再生利用等に資する技術の開発である。

（ア）減容技術

これまで実証を行ってきた分級処理、化学処理、熱処理等の技術を含め、更なる処理コストの低減や効率化に資する技術等を対象とする。

（イ）再生利用等技術

除去土壤（分別処理時に加えられた改質材や、取り出す際に混入が想定される排水層資材等を一定量混入した除去土壤を含む）、不燃物や焼却灰の減容処理で得られた放射能濃度の低い生成物（溶融スラグ、洗浄後の飛灰等）、使用後の大型土のう袋等を、再生資材や二次製品原料等（以下「再生利用品」という。）として利用することが必要である。このため、二次製品化技術や再生利用品の利用目的や安全確保の観点から品質調整、品質確認等に資する技術を対象とする。さらに、放射能濃度の低い除去土壤を再生資材として再生利用化する場合の品質調整、品質確認等に関する技術を対象とする。

また、これまでに実証された技術等を用いて、自治体や住民等の再生利用に係る関係者・関係機関等と連携し、再生利用の用途開拓、施工技術、品質管理や要求品質の検証等までを含めた一連のプロセスの実証も対象とする。

（ウ）減容処理後の放射能濃度の高い残渣等の管理等に資する技術

中間貯蔵施設に一時保管された除去土壤や焼却灰等の減容処理により生じた放射能濃度の高い残渣等を管理することとなることを踏まえ、放射能濃度の高い残渣等の管理技術及び安定化（固化、不溶出化等）技術等を対象とする。

また、高濃度土壌や安定化体の輸送や最終処分場の構造・技術要件、安全評価等の検討に資する技術を対象とする。

②除去土壌等の中間貯蔵等の関連技術

中間貯蔵施設の維持管理の安全性、確実性、効率性等を向上させるための技術を含め中間貯蔵・除染・廃棄物処理の関連技術を対象とする。

2. 業務の概要

今後の中間貯蔵施設事業や除去土壌等の減容等に活用しうる技術の効果、経済性、安全性等を評価し、成果を実際の事業に実装することを目的として、以下の業務を行った。

(1) 技術提案書の公募・受付

「令和4年度除去土壌等の減容等技術実証事業」の対象となる技術を令和4年1月27日から令和4年3月10日まで公募を行った。公募した技術分野は下記のとおりである。

①除去土壌等の減容・再生利用等技術

(ア) 減容技術

(イ) 再生利用等技術

(ウ) 減容処理後の放射能濃度の高い残渣等の管理等に資する技術

②除去土壌等の中間貯蔵等の関連技術

(2) 技術提案書の審査・選定・採択結果の公表

応募された13件の技術提案書について、中立的・公平かつ専門的知見を有した立場から審査・選定を行い、採択結果の公表を行った。

特に審査・選定の基準として、有効性が科学的知見からも証明出来るか、現地条件（対象規模、ライフライン状況、作業状況）への適合性・汎用性があるか、費用対効果に優れているか等を考慮した。これらの審査・選定の実施に当たっては、外部有識者からなる委員会（除去土壌等の減容等技術選定・評価委員会）を開催（令和4年4月28日）し、8件の実証対象技術を選定していただいたうえで対象事業を決定した。

(3) 技術実証事業者への技術的助言等

採択した提案書について、その申請者（以下「技術実証事業者」という。）に実施計画を策定提出させ、内容確認を行うとともに、進捗について管理した。

なお、技術実証事業者が実施計画書を作成するに当たっては、現地条件（対象規模、ライフライン状況、作業状況）への適合性・汎用性や、次項（4）に示す評価項目について適切に記載するように助言した。

事業の実施に当たっては高い専門的知見を有した立場から検証・助言を行うとともに、現地調査及び事業実施確認のために環境省調査職員と同行し、採択した事業の実利用に向けた課題抽出及びその対策の検討を行った。

(4) 技術実証結果の評価

技術実証事業者が事業終了後に成果報告書を提出させるとともに、取りまとめた結果をもとに、下記の項目について既存技術などと比較検証し、評価を取りまとめた。

- ・効果（減容率 等）
- ・コスト（単位面積当たりのコスト、単位量当たりのコスト 等）
- ・作業人工、作業速度 等
- ・安全性評価（作業に伴う被ばく量評価 等）
- ・その他必要と認められる項目

評価に当たっては、技術実証事業者が事業結果について報告する除去土壌等の減容等技術選定・評価委員会を開催し（令和5年3月10日）、委員からの助言を得ながら行った。

(5) 技術報告書等の作成

技術実証事業について、上記（4）で評価を行った結果を取りまとめるとともに、過去の技術実証事業の成果等を踏まえ、これまでに福島県等の現場で活用されている技術等については適時フォローアップを行い、技術報告書の作成を行った。なお、（4）に掲げる項目のほか、実証事業の実用化にあたっての課題の抽出及びその他の課題の抽出についても検討の上、報告書に記載した。

なお、本報告書は、以下の構成としている。

- ①本文：JESCO が実施した業務全体の遂行に関して取りまとめた事項で、上記（1）～（4）項までの業務内容をまとめたもの。
- ②付録1：除去土壌等の減容等技術実証事業を受託した各事業の概要（実施内容、結果）を各技術実証事業者が関係者の助言を得てまとめたもので、これで事業の全体概要が把握できる。
（別途、「Web 用概要書」として JESCO ホームページで公表）
- ③付録2：各技術実証事業者が関係者の助言を得て実施した事業内容の骨子をまとめたもので、これで事業内容の要旨が把握できる。
（別途、「Web 用報告書」として JESCO ホームページで公表）
- ④付録3：JESCO が各事業の評価結果を一覧表にまとめたもの。

3. 採択技術

表1に採択した8件の事業の一覧を示す。

表1 令和4年度除去土壌等の減容等技術実証事業の採択技術

No.	事業分野	実証テーマ名	所属機関名
1	除去土壌等の減容・再生利用等技術	株式会社大林組	溶融スラグの再生利用等技術の実証
2		大成建設株式会社	除去土壌と溶融飛灰と脱水ケーキ等をジオポリマーの固型化材料として利用する技術
3		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
4		鹿島建設株式会社	高吸水性樹脂含有改質材を含む低放射能濃度除去土壌を大量に再生資材化するための品質調整技術の実証
5		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
6		株式会社不動テトラ	除去土壌Cに対して 20 μ m を分級点とする分級と脱水処理システム
7		早稲田大学	湿式比重選別法および吸水性固化材を用いた再生土品質の向上
8		J&T 環境株式会社	保管大型土のう袋再資源化の技術実証検討

4. まとめと実装に向けた課題

(1) 技術実証事業者に対する技術的助言実績

採択された8事業者に対して、環境省の支援を受け、各事業者に対して業務計画書作成時、試験遂行時、現地立会い時、成果報告書作成時等に助言等を実施した。技術的助言を行った実績を表2に示す。

これらの成果を報告書としてまとめるとともに、その技術概要は JESCO のホームページで公開する「Web 用概要書（付録1）」及び「Web 用報告書（付録2）」として作成した。

表2 令和4年度除去土壌等の減容等技術実証事業の技術的助言実績

No.	事業分野	実証テーマ名	所属機関名	打合せ日(※)	現地調査
1	除去土壌等の減容・再生利用等技術	溶融スラグの再生利用等技術の実証	株式会社大林組	4/12、6/30、9/2、11/2、12/16	7/26
2		除去土壌と溶融飛灰と脱水ケーキ等をジオポリマーの固化材料として利用する技術	大成建設株式会社	6/23、7/20、8/30、10/5、11/4、12/8、1/17、2/17	11/9
3		高吸水性樹脂含有改質材を含む低放射能濃度除去土壌を大量に再生資材化するための品質調整技術の実証	除去土壌等減容化・再生利用技術研究組合(VOREWS)	9/7、9/13、9/16、11/22、1/12、1/30、2/9	11/9
4		高吸水性樹脂含有改質材を含む低放射能濃度除去土壌を大量に再生資材化するための品質調整技術の実証	鹿島建設株式会社	7/21、7/27、7/29、8/2、8/29、10/11、10/18、1/6、2/10	11/9
5		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	法政大学	7/29、10/4、11/29	10/6
6		除去土壌Cに対して20μmを分級点とする分級と脱水処理システム	株式会社不動テトラ	9/22、10/27、11/30、12/23、1/19	9/1
7		湿式比重選別法および吸水性固化材を用いた再生土品質の向上	早稲田大学	7/27、8/1、9/30、10/25、11/30、12/26、1/16	11/30
8		保管大型土のう袋再資源化の技術実証検討	J&T 環境株式会社	7/22、8/4、10/27、11/22、12/21	11/9

(※) 打合せ内容: 実施計画の策定、実証試験の進捗状況確認、現地確認の事前打合せ、報告書の作成、等(メール、電話による助言除く)

(2) 個別事業の評価と意見

採択された8事業について外部有識者から構成する委員会による評価と意見を示す。

①溶融スラグの再生利用等技術の実証

(株式会社大林組)

評価と意見
・ 安全性を示すデータが取れた。再生利用に向けて評価したい。
・ 道路解体後のアスファルト、路盤材の扱い(処分、リサイクル)の課題を出して欲しい(性状など)。
・ 空間線量率をさらに低下させるためには盛土をどの程度にすれば良いか記載して欲しい。解析してバックグラウンド値の影響を相殺できるはず。
・ 施工上は通常の方法と同じことがわかった。

②除去土壌と溶融飛灰と脱水ケーキ等をジオポリマーの固型化材料として利用する技術

(大成建設株式会社)

評価と意見
・ 浸出がプラトーに達しており、セメントと差別化できていることを理解した。
・ 溶融飛灰の性状は変化するかもしれない。性状の何を指標にして成分を調整するのかわかった。
・ β 線による脆化も検討してほしい。

③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

(除去土壌等減容化・再生利用技術研究組合(VOREWS))

評価と意見
・ 高度分級砂の効果を示すこと
・ 分級砂に含まれる有機不純物の対策を明確にすること。
・ 報告書では、濃縮物の扱いも含めたトータルの考え方を示してストーリーを完結させると良い。

④高吸水性樹脂含有改質材を含む低放射能濃度除去土壌を大量に再生資材化するための品質調整技術の実証

(鹿島建設株式会社)

評価と意見
・ 盛土の沈下計測をされているが、室内試験によるメカニズム解析も行うこと。

・ 酸化マグネシウム添加された土壌のコーン指数が高かったとあるが、今回の土壌だけでなく、他の土壌でも同じ効果を得る事が出来るか確認してほしい。
・ μSv とすると大きく見えるので、 mSv で統一する。
・ カラム試験は実際の盛土の挙動を評価できている。
・ 改質材の影響はコーン指数を用いて、第2種発生土基準を採用している。最も広く使用できるが、他の数値を加味した設計も検討してほしい。

⑤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
(法政大学)

評価と意見
・ 廃水処理で吸着処理を行うのであればその吸着剤も考慮に入れないといけない。全体プロセスで評価する必要がある。
・ 実用化の見通しを得るところが令和 5 年度のゴールか？ 課題があると思うが解決の見通しを示してほしい。
・ 現計画では来年度もラボ試験の域を出ない。そろそろプロセスの組み合わせを考えてほしい。

⑥除去土壌 C に対して $20\mu\text{m}$ を分級点とする分級と脱水処理システム
(株式会社不動テトラ)

評価と意見
・ 除染率を上げる等の将来的な見通しについて言及して欲しい。
・ フミン酸を含めて改質材も分解出来ていて、連続で脱水、Cs の低減も出来る。優位性の中でキャパ等の選択が必要ではないか。
・ オゾンと過酸化水素水を添加することで、土壌そのものにはどんな影響があるのか？酸性化等への影響を明らかにしてほしい。
・ 反応槽 A、反応槽 B で容器の大きさだけでなく、温度差が原因となっていないか確認してほしい。

⑦湿式比重選別法および吸水性固化材を用いた再生土品質の向上
(早稲田大学)

評価と意見
・ 実機を想定した場合のスケールアップについて検討してほしい。
・ 連続運転の検討も必要。
・ 締固めとコーン指数が必ずしも一致するわけではないが、固型化剤の効果で良く締まることが理解できた。

⑧保管大型土のう袋再資源化の技術実証検討

(J&T 環境株式会社)

評価と意見
・ 乾式で十分土壌が落ちることが可能であることがわかった。
・ 土壌の付着量から再生可能であることがわかった。
・ ペレット化してのペレット、RPF への再生利用、他材料と混合など、後工程から見ての考察も必要。

(3) 実装に向けた課題

実証テーマは、平成27年度までは除染を主な対象技術として公募していたが、平成28年度から中間貯蔵施設事業に関する内容を主なテーマとして公募を行った。また、平成30年度は、対象事業分野に「中間貯蔵施設事業等に対する理解醸成」を追加し、中間貯蔵施設事業等に対する理解醸成を図るための手法等についての実証的検証もテーマとするとともに、複数年度（原則として3年以内）の提案も対象とした。さらに、平成31年度より、試験実施場所に中間貯蔵施設区域内に整備した「技術実証フィールド」を追加し、事前相談のうえ土壌等の試料を利用することを可能にするとともに、令和2年度は、実証ヤードを利用する場合の年間金額の上限を、2,000万円（税抜）から5,000万円（税抜）に変更した。本年度は、事業の進展に伴い、一部対象事業分野の見直しを行った。

令和4年度に採択された8件の事業は、除去土壌等の減容・再生利用等技術が8件である。このうち、減容・再生利用等技術の2件が複数年度の提案である。

これまでの実証事業の成果及び外部有識者で構成される委員会等での意見等を踏まえ、今後の実証事業の実施においては、中間貯蔵施設事業や除去土壌の減容・再生利用に、より即応性のある技術を深めていくことが望まれる。

今年度実施された実証事業を通して得られた成果については、用途や対象物に応じて単独としての利用のみならず、総合的かつ有効的なシステムとして組み合わせて利用していく等の継続的検討が必要であると考えられる。

また、過去の実証事業で実施されたテーマについて、現状の活用状況等について引き続き確認していくことも必要である。