

中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略 の取組状況

平成28年6月7日

環境省

概 要

□ 中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略（抜粋）

本戦略の進行管理

検討会において、国内外における減容・再生利用技術の開発状況を継続的に把握・評価するとともに、取組方針、取組目標、目標達成に向けた具体的な取組等について進捗状況のレビューを行い、随時、本戦略の精緻化等を行う。特に、中間年度においては、中間目標の達成状況、それ以降の技術開発や再生利用の見通し等を総合的にレビューし、本戦略の見直しを行う。

□ これまでの主な取組状況

1. 減容・再生利用技術の開発

「除染・減容等技術実証事業」において民間企業が持つ除去土壌の減容・再生利用等に関する技術を広く公募し、応募があった37件から9件の技術提案を採択、実証試験を行い、技術評価を行った。また、低濃度除去土壌を用いた土木資材等への先行活用に向け、技術実証試験の内容等について検討

2. 再生利用の推進

- ✓ 減容処理ケースを複数設定し、一定の仮定の下、処理前後の物質収支を算出し最終処分量及び再生資材量を試算
- ✓ 再生資材の用途先として想定される事例を示し、その用途ごとの追加被ばく量を計算するとともに、利用条件を踏まえた追加被ばく線量を検討。それに相当する放射性セシウム濃度を算出

3. 最終処分の方方向性の検討

減容処理ケースを複数設定し、一定の仮定の下、処理前後の物質収支を算出し最終処分量及び再生資材量を試算(再掲)

4. 全国的な理解の醸成等

中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会の検討結果を随時HPで公開するとともに、技術関連イベントを通じた成果報告を実施。また、既往の二国間対話等を通じ減容・再生利用に関する検討状況を紹介

1. 減容・再生利用技術の開発（公募型）

□ 除染・減容等技術実証事業

民間企業が持つ除去土壌の減容・再生利用等に関する技術を広く公募し、応募があった37件から9件の技術提案を採択。実証試験・技術等評価を実施。

➤ 除染・減容等技術実証事業採択技術（平成27年度）

No.	事業分野	対象	実証テーマ名	所属機関名
1	除染・減容等技術実証事業	焼却灰	水熱抽出方法による焼却灰に含まれる放射性セシウムの除去と放射性物質の減容化、及び安定化実証	国立大学法人長岡技術科学大学
2		土壌	環境適合性洗浄剤を用いての汚染土壌細粒分の除染・減容化技術の開発と浄化土壌の再利用	国立大学法人大阪大学
3		土壌	高含水・高粘性の農地除去土壌に含まれる草木類の選別除去を可能にする土質改良とふり分けによる減容化と農地再生利用促進システムの実証・検証	鹿島建設株式会社
4		土壌	準連続式亜臨界水熱爆砕処理による細粒土の除染減容化	株式会社CDMコンサルティング
5	関連技術	測定	バックホウ型放射線計測装置を用いての土のう袋計測の安全性（被ばく低減・作業安全）、省力化の比較検証	株式会社日立パワーソリューションズ
6		測定・貯蔵	除去土壌等の輸送時における可搬型放射能濃度測定技術及び埋立時における粉塵等発生抑制技術	株式会社大林組
7	関連技術	測定	ミニサーベイヤを活用した上空からのガンマ線可視化装置による空間線量の迅速測定技術の実証	株式会社菊池製作所
8	放射能汚染された廃棄物の処理技術	金属	クロスフローシュレッドによる放射性物質除去の処理技術補助事業	鹿島環境エンジニアリング株式会社
9		金属	放射性セシウムで汚染した金属廃棄物の熔融除染による除染・減容・資材化技術	三菱マテリアル株式会社

（出典）http://www.nustec.or.jp/etc/pdf/josen-furoku1_H27jigyogaiyousho.pdf

➤ 実証事業におけるこれまでの採択実績

	平成23～26年度	平成27年度	累 計
応募件数	973	37	1,010
採択	83	9	92

□ 今後の課題・取組

- 除去土壌等の減容処理工程に限らず、その受入れ、放射能濃度測定方法などの管理方法等も含め、除去土壌等を取り扱う一連のフローを想定した上で、活用しうる技術の整理が必要。
- 実証事業で採択・実証した技術及び除染技術探索サイト(<https://www2.env.go.jp/dtox/>)への登録技術から、直轄型システム技術実証試験の対象技術を選定する。

1.-1 減容・再生利用技術の開発（直轄型・低濃度除去土壤の再生利用の検討）

➤ 除染土壤の再生資材化とモデル的活用に関する実証試験について、現在、南相馬市と実施に向けて相談中。

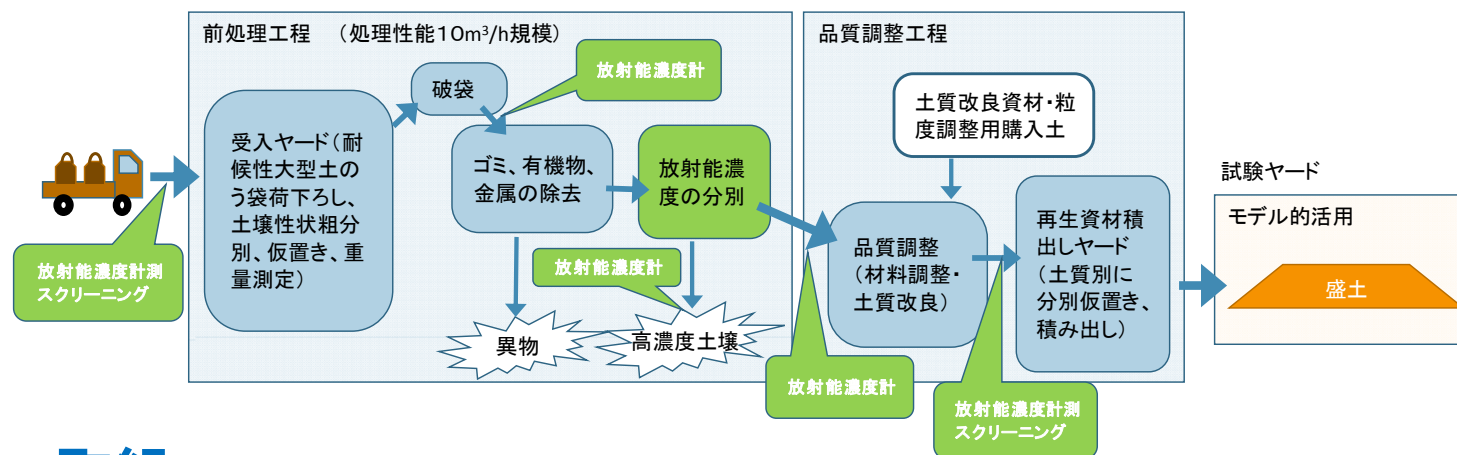
1. 概要

仮置場で保管されている除去土壤を仮置場内で減容処理等を行い、土木構造物の構造基盤向け資材等として活用することを検討する



管理の取組の検証、再生利用の手引き、再生利用への理解醸成、仮置場の除去土壤の低減などに活用

（参考）実証試験イメージ



□ 今後の課題・取組

➤ 分級処理技術について実証試験を行うとともに、浄化物の再生資材化やモデル的活用試験を行う。

2. 再生利用の推進

□ 再生資材等の利用動向・要求品質の調査、安全確保の検討 □ 再生利用の基本的考え方の取りまとめ

➤ 再生利用の考え方の検討手順

手順①

再生資材の用途先の設定

用途先の例

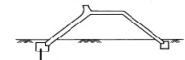
道路・鉄道盛土



海岸防災林

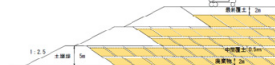


防潮堤



廃棄物処分場(最終処分場)

土堰堤



土地造成・水面埋立て



その他、再生利用の可能性に応じ検討

手順②

資材としての要求品質の検討

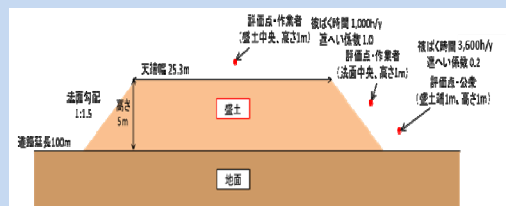
要求品質の検討

放射能以外の要求品質
・構造・耐力上の安全性等、用途に応じて、従来どおりの土木構造物に求められる要求品質を適用。
・土壌汚染に係る指定基準(土壌汚染対策法(環発18号)、土壌含有量基準(環発19号))に適合。
・ダイオキシン類に係る基準(1,000pg-TEQ/g以下)に適合。
・資材を選別するための測定・分別(土質試験)の手法はJIS規格等に定められており、従来どおりの各種規格に従う。

放射能に関わる要求品質
・放射性セシウムを含む資材であることにかんがみ、用途先ごとに追加放射線評価を行い、放射線影響に関する安全性を確保するための要件(使用方法、放射線濃度、管理方法等)を明確にする。

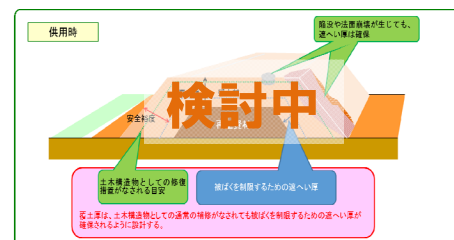
手順③

構造物のモデル化、被ばく計算



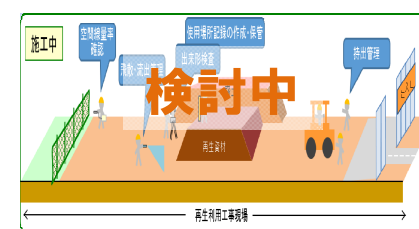
手順⑤

構造物の設計仕様の検討



手順⑥

施工中の放射線管理方法の検討



手順④

放射性セシウム濃度レベルの算出

対象プロセス	減衰・遮蔽・保管等	施工・供用 (補修・改修工事の対応、二次的な土地利用等を含む)
減衰・遮蔽・保管等	1mSv/yを超えないようにする(仮定値による評価)。 ただし、放射能又は放射性物質の濃度は、施工期間(5年)以内(100mSv以下)に抑える必要がある。	1mSv/yを超えないようにする(仮定値による評価)。 ただし、放射能又は放射性物質の濃度は、施工期間(5年)以内(100mSv以下)に抑える必要がある。
放射性セシウム濃度レベル	1mSv/yを超えないようにする(仮定値による評価)。 ただし、放射能又は放射性物質の濃度は、施工期間(5年)以内(100mSv以下)に抑える必要がある。	1mSv/yを超えないようにする(仮定値による評価)。 ただし、放射能又は放射性物質の濃度は、施工期間(5年)以内(100mSv以下)に抑える必要がある。

手順⑦

供用開始後の管理方法の検討

検討中

□ 今後の課題・取組

- モデル実証を実施し、構造物の設計仕様、施工中の放射線管理の方法、供用中の管理方法等について確認・検討する。
- 現場での再生資材の利用や管理の際の留意点を整理した再生利用の手引き(仮称)を作成する。

2-1 土木構造等に関わる要求品質調査結果

- 「東日本大震災からの復旧復興のための公共工事における災害廃物由来の再生資材の活用について(通知)」(環境省)により災害廃棄物の品質評価に関わる要件について、以下の取扱いが示されている。
 - 他の再生資材と同様に、有害物質を含まないものであること
 - 他の再生資材と同様に、生活環境保全上の支障(飛散流出・水質汚濁・ガスの発生等)を生じるおそれがないこと
 - 公共工事を行う者が定める構造・耐力上の安全性等の構造物が求める品質を満たしていること
- この通知を踏まえて、除去土壌等に由来する再生資材を再生利用するに当たり、現時点で想定している用途を中心に、土木構造等に関わる要求品質について既存文献等を調査し、今後の技術開発課題を抽出した。

用途	材料的仕様	環境的仕様
全用途共通の要求品質 (即日覆土、中間覆土、排水層土 最終覆土は除く)	土質区分判定※ 土質材料の工学的分類 土粒子の密度試験 土の含水比試験 土の粒度試験 土の液性限界・塑性限界試験 締固めた土のコーン指数試験	土壌汚染に係る指定基準 ・土壌溶出量基準(環告18号)に適合 ・土壌含有量基準(環告19号)に適合 ダイオキシン類に係る基準

※「建設発生土利用技術マニュアル(土木研究所編著)」 「災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン(地盤工学会)」

- 再生資材の要求品質のうち、土木構造等に関わる要求品質については、既存の基準を準用することが適切と考える。
- 今後の技術開発課題は、目的・用途に応じた分級等の減容処理技術の開発、及び減容処理後の浄化物に対する合理的な土質改良方法の開発となる。

2-2 粘性土の土質改良方法の調査結果

- 除去土壌のプロファイルでは、除去土壌全体の半分以上(1,000万m³超)が粘性土と推定されている。
- 粘性土の土質改良方法の調査結果を以下に示す。

対象物	放射能濃度 (Bq/kg)	砂質土 (万m ³)	粘性土 (万m ³)	物量 (万m ³)
土 壤	≤3,000	335	156	491
	3,000<~ ≤8,000	260	222	482
	8,000<~ ≤30,000	303	532	835
	30,000<~ ≤100,000	12	152	164
	> 100,000	0	1	1
焼却 灰	今後のデータを 反映予定	—	—	155
計		910	1,063	2,128

粘性土の土質
改良方法例

分類	概要・工法名	特徴
粒度 調整	【混合処理】 特定の粒径成分が過剰であれば分級し、特定の粒径成分を減少させて再度混合する。また、分級済みの土壌であれば、任意の粒径成分を必要量添加して所定の粒度分布になるようにして混合する。	粒度調整法として比較的簡易にできる。特に最小粒径や最大粒径を調整する場合は容易である。
	【乾燥処理】 土から水分を蒸発させることにより含水比を低下させ、強度を高める。天日乾燥などの自然式乾燥や、熱風などによる機械式乾燥がある。	汚泥の場合、乾燥の程度によっては固結状態まで可能であるが、通常はコーン指数200kN/m ² 程度までの改良である。
含水比 調整	【脱水処理】 含水比の高い土から水を絞り出す。機械力を利用した機械式脱水処理と、重力などを利用した自然式脱水処理に大別される。通常、減量化や安定処理などの前処理に用いられるが、脱水処理土が直接利用できる場合もある。	汚泥の場合、コーン指数200kN/m ² 程度までの改良であるが、土質によっては200kN/m ² 以上まで改良できる。
	【高度脱水処理】 脱水処理土がそのまま土質材料として利用できる脱水処理技術。適用可能な脱水機として、打込み圧が1.5MPa以上のフィルタープレス等が開発されている。	汚泥の場合、コーン指数400kN/m ² 以上まで改良できる。

- 粘性土の放射能濃度や粘性土を対象とした減容処理技術の開発状況を踏まえつつ、目的・用途に応じた減容処理や土質改良等の処理方法の選択又は組合せについて検討することが必要と考えられる。

2-3 品質確認のためのサンプリング方法の調査結果

➤ いずれの指針・マニュアルにおいても、サンプリング項目は特定有害物質25項目を中心に、対象物特有の物質・項目を追加している。サンプリング単位については、それぞれ対象物の特性に応じて定められている。

	指針・マニュアル名		サンプリング項目	サンプリング単位	特記事項
平常時対応	(1)建設発生土管理基準 〈2009年11月 千葉県〉		特定有害物質25項目＋銅	5000 m ³ 毎に1点	自治体によってサンプリング単位が異なる
	(2)汚染土壌の処理業に関するガイドライン(改訂第2版) 〈2012年5月 環境省 水・大気環境局 土壌環境課〉		特定有害物質25項目	100 m ³ 毎に1点	第一種特定有害物質の一部は、汚染のおそれが少ない場合等は900 m ³ で可の場合有り
災害時対応	(3)東日本大震災津波堆積物処理指針 〈2011年7月 環境省〉	現地スクリーニング	木くず等の混入、温度、色、臭気、油膜、[H ⁺]、電気伝導率、含水率、簡易化学分析	900 m ³ 毎に1点	目視等により、有害物質等の混入が疑われる場合に実施
		化学分析	利用・処分方法を踏まえ、各種法令等に定められた項目	900 m ³ 毎に1点	現地スクリーニングの結果、有害物質等を含む可能性が高い場合に実施
	(4)岩手県復興資材活用マニュアル(改訂版)及び概要版 〈2014年2月 岩手県 環境生活部(概要版:2012年6月)〉		特定有害物質25項目、土質試験10項目、用途に応じて力学的特性試験	3000 m ³ 毎に1点	盛土工としての品質管理基準に準拠
	(5)災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン 〈2014年10月 地盤工学会〉		土壌環境基準他を活用しつつ、現状有姿や利用形態を勘案し適切に評価	明記無し	「埋め戻し土壌の品質管理指針(2012年:土壌環境センター)」等の基準を参考とし、適切な頻度で試験を実施するとの記載
	(6)災害廃棄物の復興資材化と活用に係る品質基準一覧 〈2012年11月 日本建設業連合会 復旧・復興対策特別委員会〉		特定有害物質25項目、有機物含有量、用途に応じた土質基準	900 m ³ ～3000 m ³ 毎に1点	再生土砂について
放射線対応			放射性セシウム濃度	明記無し	再生土砂について。造粒固化材、ブロック材は基準が無いため、関係先との協議により今後設定
	(7)避難指示区域の公共工事から発生する建設発生土の利用に関する当面の考え方について(2013年10月 福島県 技術管理課)		表面線量率(1cm高さ)	1000 m ³ 毎に1回	再資源化された状態で表面線量率を測定する場合(かなり低い線量を想定)
	(8)廃棄物等の放射能調査・測定マニュアル(第2版) 〈2014年7月 廃棄物資源循環学会〉		放射能濃度	離れた4箇所以上からサンプリングし、混合	汚泥・焼却灰等の試料1ロットについて。サンプリング量は最大粒径に応じて選択

今後の技術開発課題は、実証事業等を通じた除染土壌等の土質や放射能濃度のばらつきに関する実態把握、実態に応じたサンプリング単位の提示、及び分級等の減容化処理による除去土壌等の均質性向上能力の確認、開発となる。

3. 最終処分の方角性の検討

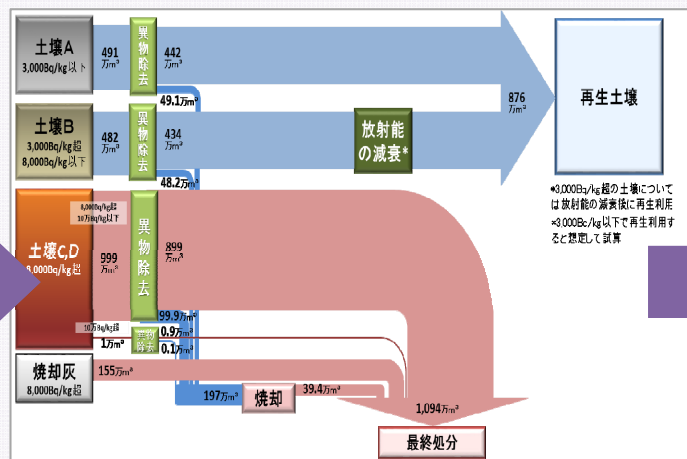
最終処分シナリオに応じた減容技術の組合せの検討

種々の最終処分シナリオに応じた減容技術の組合せの検討

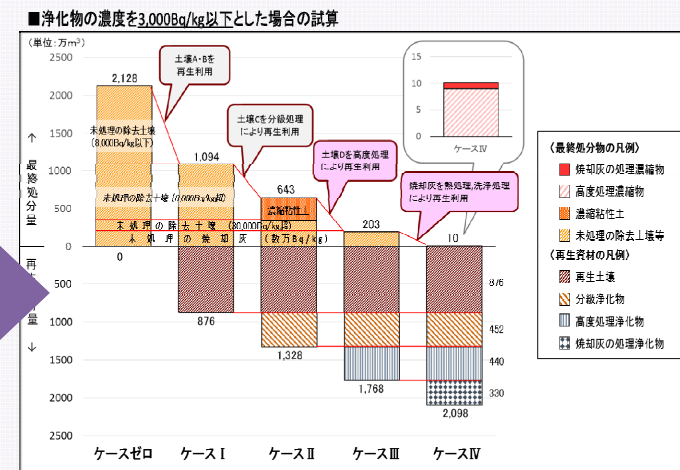
ケース	ケースゼロ	ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	ケースⅣ
減容等技術	・異物除去 × ・分級/高度分級 × ・高度処理 ×	・異物除去 ○ ・分級/高度分級 × ・高度処理 ×	・異物除去 ○ ・分級/高度分級 ○ ・高度処理 ×	・異物除去 ○ ・分級/高度分級 ○ ・高度処理 ○	・異物除去 ○ ・分級/高度分級 ○ ・高度処理 ○
土壌等区分	・焼却灰洗浄・熱処理 ×	・焼却灰洗浄・熱処理 ×	・焼却灰洗浄・熱処理 ×	・焼却灰洗浄・熱処理 ×	・焼却灰洗浄・熱処理 ○
土壌A		異物除去	異物除去	異物除去	異物除去
土壌B					
土壌C	最終処分	最終処分	分級/高度分級	分級/高度分級	分級/高度分級
土壌D			最終処分	最終処分	最終処分
焼却灰				最終処分	洗浄・熱処理 最終処分

※高度処理とは、化学処理、熱処理、及び新技術を指す

減容処理ケースの設定



物質収支の算出



最終処分量及び再生資材量の試算

今後の課題・取組

- 核種が ^{134}Cs 及び ^{137}Cs に限定されることを踏まえ、土壌等や処理後の濃縮物の性状や放射能濃度、処分量に応じて最終処分場に要求される施設構造等の要件を整理する。

4. 全国民的な理解の醸成等

□ 関係府省庁、自治体、関係団体、専門家、学術・教育機関、NPO等との連携した取組

- ウェブサイト等を通じた各措置の進捗等について広く公開・情報発信
 - 中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会の検討結果をHPで公開



- 技術実証試験の評価結果の公開、技術関連イベントを通じた成果報告
 - 環境放射能除染学会
 - 環境放射能対策・廃棄物処理国際展(RADIEX 2015)

- 国際機関、二国間対話等における情報発信
 - 既存の二国間の対話枠組(民生用原子力協力に関する日米二国間委員会など)や国際機関との対話(IAEA専門家会合)において、除去土壌の県外最終処分に向け、減容・再生利用に関する技術的な検討を進めていること等を紹介
 - 原発事故影響からの環境回復等に係る研究項目に関する国内外研究機関の情報交換・共同研究を促進

□ 今後の課題・取組

- 国際機関・二国間対話等における継続的な情報発信、国際的な情報交換・レビュー国内外の研究機関との連携、体制整備に取り組む。
- 地元自治体、地域住民等を対象に、必要性、放射線影響に関する安全性等に係る対話型・参加型の理解・信頼醸成活動を実施する。