



各方策の論点と検討状況

2024年 6月12日

環境省環境再生・資源循環局

再生利用方策の策定の流れ

- これまで、「**再生資材化した除去土壌の安全な利用に係る基本的考え方**」(以下「基本的な考え方」という。)に従い、福島県内で実証事業を実施してきた。
- これらから得られた知見や課題(放射線等に関する安全性、土木構造物の安定性、及び管理方法を含む使用性・機能性等)の検証を行うことにより、「**除去土壌を限定的に再生利用するための方策の検討**」を進めるとともに、全国的な理解醸成にも取り組む。

福島県内での実証事業等で得られた知見

【A】南相馬市仮置場における試験盛土造成実証事業 H29～R3
 【B】飯舘村長泥地区における環境再生事業 H30～
 【C】中間貯蔵施設内における道路盛土実証事業 R4～

【D】中間貯蔵事業
 ○輸送
 ○受入・分別処理、土壌貯蔵
 ○技術実証



+ 検討会及びWG等での
 これまでの検討成果
 + IAEAからの評価・助言

除去土壌を限定的に再生利用する方策の検討

(除去土壌の再生利用基準省令・技術ガイドライン(手引き))

- 「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」の下に「中間貯蔵施設における除去土壌等の再生利用方策検討ワーキンググループ」を設置(2022年8月)。

(所掌事項)

- ・ 実証事業等で得られた知見の整理・評価
- ・ 中間貯蔵除去土壌等を再生資材化し、安全に利用する方策の検討

検討すべき方策(案)とその検討状況

- 18方策(案)のうち、11方策についてこれまでに議論。新規及び継続の9方策(黄色)について今回ご議論頂きたい。
- なお以降に示す内容は関係機関とは未調整であり、今後の調整・協議結果によって変更があり得る。

	検討すべき方策(案)
段階を超えて行うべき事務	① 放射線防護の考え方
	② モニタリング項目や測定方法
	③ 記録の作成、保管
調査・計画段階	④ 立地場所や使用部位
	⑤ 土壌プロファイルデータ
設計段階	⑥ 除去土壌の放射線安全性
	⑦ 覆土等の覆い
	⑧ 覆土等の覆い以外の飛散・流出防止対策
	⑨ 大規模災害リスクに対する追加の安全対策
施工(再生資材化)段階	⑩ 放射能濃度の測定方法
	⑪ 環境安全性等
	⑫ ふるい分け・分別作業
	⑬ 品質調整方法
輸送段階	⑭ 福島県外への輸送の安全性
	⑮ 輸送車両に関する諸元や取扱い
維持管理段階	⑯ 覆土等の覆いの維持管理手法
	⑰ 所有・管理等、費用負担の明確化
	⑱ 適切な管理に向けての連携手法

(参考) 実証事業等で得られた知見に基づき検討すべき方策(案)

段階を超えて行うべき事務	
安全性	① <u>放射線防護の考え方</u> の明確化 ② 再生利用時の <u>モニタリング項目</u> や <u>測定方法</u> (空間的・時間的頻度、検出下限値等)の留意事項を整理 ③ 再生資材に関する <u>施工記録の作成、保管</u> に関する手順の具体化
安定性	
使用性、機能性	

	調査・計画段階	設計段階	施工段階			維持管理段階	
			再生資材化	輸送・一時保管	施工		緊急時
安全性	④ <u>立地場所や使用部位</u> に係る留意事項の充実化	⑥ <u>除去土壌の放射線安全性</u> の具体化 ⑦ 「基本的な考え方」の <u>覆土等の覆い</u> の記載内容について精査を行い、具体化 ⑧ <u>覆土等の覆い以外の飛散・流出防止対策</u> の具体化 ⑨ <u>災害リスクに対する追加の安全対策</u> の具体化	⑩ <u>放射能濃度の測定方法</u> (使用機材の要件、採取頻度等)の留意事項を整理 ⑪ <u>環境安全性等</u> に係る確認方法等	⑭ <u>輸送の安全性</u> の留意事項を整理 ⑮ <u>輸送車両に関する諸元や取扱い</u> の留意事項を整理	⑥ (再掲) ⑦ (再掲) ⑧ (再掲) ⑨ (再掲)	⑯ <u>用途に応じた覆土等の覆いの維持管理手法</u> の留意事項を整理	施工段階および維持管理段階に準じる
安定性	④ (再掲) ⑤ <u>土壌プロフィールデータ</u> の充実化	(実証事業で確認中)	⑫ <u>ふるい分け・分別作業</u> の留意事項を整理 ⑬ <u>品質調整方法</u> の留意事項を整理	—	(実証事業で確認中)	(実証事業で確認中)	
使用性、機能性	⑤ (再掲)	⑦ (再掲)	⑪ (再掲) ⑬ (再掲)	—	⑦ (再掲)	⑰ <u>除去土壌の所有・管理等の明確化</u> に当たっての留意事項を整理 ⑱ <u>適切な管理に向けての連携手法</u> の留意事項を整理 ⑯ (再掲)	

方策⑥ 除去土壌の放射線安全性に係る論点

論点1 (目標とする追加被ばく線量値)

(これまでの案を踏襲)

- 放射線防護の目標とする追加被ばく線量値については、再生利用事業に係る周辺住民・施設利用者、及び電離則等の適用を受けない作業者の追加被ばく線量が1mSv/年を超えないようにする。

注) ただし、電離放射線障害防止規則等(以下、電離則等という)の対象となる場合は当該規則を適用する。

論点2 (再生利用する除去土壌の放射能濃度)

(これまでの案を踏襲)

- 事業管理の容易性及び確実性の観点から、被ばく線量を個々に計測して管理するのではなく、除去土壌の放射能濃度による管理とする。
- 年間追加被ばく線量1mSv以下を満たす除去土壌の放射能濃度レベルについては、
 - ✓作業者が、電離則等による放射線障害防止措置(線量測定、保護具の使用、特別教育等)を行う必要が無いよう、作業者の放射線管理の適用外の放射能濃度とすることとする。これにより、万一の災害等の際にも、速やかな復旧作業が可能となる。
 - ✓また、放射性物質汚染対処特措法の規制体系における斉一性も考慮し、8,000Bq/kg以下を原則とする。
- 用途先に応じて追加被ばく線量評価計算から算出した1mSv/年相当濃度がこれ以下の場合、その濃度とする。 ➡ 具体化の検討(次頁以降参照)

論点3 (地下水を汚染することを防止するための特別な措置の有無)

(これまでの案を踏襲しつつ、内容を具体化)

- 除去土壌を利用した土木構造物の設計要件のうち、放射性セシウムが地下水を汚染することを防止するための特別な措置(遮水シートの敷設等)については、土壌中の放射性セシウムの溶出特性が極めて低いため、これを要しないこととする。

- 用途先に応じて追加被ばく線量評価計算から算出した1mSv/年相当濃度がこれ以下の場合、その濃度とする。

IAEAや国内専門家からの以下のような追加被ばく線量評価の保守性に関する助言等(下記)を踏まえ、これまでの実証事業での施工実態等を考慮して、追加被ばく線量評価計算により1mSv/年相当濃度を算出する。

【安全評価の精査に関する議論等】

1) IAEAからの助言や評価

- **安全評価は、大変保守的に行われており、除去土壌の飛散・漏えい防止を含む適切な管理のもとで8,000Bq/kg以下の土壌を再生利用することにより、目標線量を十分に達成することが可能である。**
- 放射線防護における最適化の原則の観点から、[再生利用における]具体のあてはめにおいてリソースの誤った配分を避けるために、現実的な評価は有益であろう。

2) 第3回再生利用WGにおける議論

- **【委員】安全評価を用途に応じてすることを進められているわけですが、IAEAのご指摘のように大変保守的というところが、彼らからするとかなり過度に保守的というような印象を持ったのではないかなということ、いろいろやる前に最適化をして、もう少し現実的というコメントもありましたので、要するに、今までのモデルがあるわけですけど、安全であるということは良いんですけども、モデルの設定がかなり保守的だという指摘もあるので、そのへんの検討をする予定はあるのかどうかということ、まず1点お聞きしたいと思います。**

【環境省】(中略)我々の中で検討させていただき、またご相談させていただければと思います。

- 「基本的考え方」策定・改定時(平成28、29、30年)の追加被ばく線量評価においては、除去土壌を用いた構造物の形状・大きさや、作業時間、遮へい条件等を勘案して、保守的な条件設定の下、計算を行った(左下表)。
- 今般、IAEAや国内専門家からの評価の保守性に関する助言等を踏まえ、実証事業での施工実態等を踏まえ計算することとした。

※再生利用可能濃度は、5ページのとおり、8,000Bq/kg以下を原則とする。

<実証事業での施工実態等>

- 実証事業(農地造成事業、道路盛土実証事業)では、(運搬車両等による)飛散・流出防止、トラフィカビリティの確保等の観点から、除去土壌の盛土上に敷鉄板を敷設した(右下写真)。**【遮へい条件】**
- 盛土の施工方法については、除去土壌の盛土と並行して、側部覆土の施工を行った(次ページ)。**【遮へい条件】**
- Cs134、Cs137の存在比についても、半減期(減衰)を踏まえた設定とする。**【放射性核種条件】**

<「基本的考え方」策定時の再生利用可能濃度>

用途先		年間の再生資材利用作業期間に応じた再生利用可能濃度 (Bq/kg) ※1		
		1ヶ月※2	9ヶ月※3	1年※4
盛土	道路・鉄道	8,000 以下	8,000 以下	6,000 以下
	防潮堤等	8,000 以下	8,000 以下	6,000 以下
	海岸防災林等	8,000 以下	7,000 以下	5,000 以下
廃棄物処分場	中間覆土材	8,000 以下	8,000 以下	8,000 以下
	最終覆土材	8,000 以下	7,000 以下	5,000 以下
	土堰堤	8,000 以下	8,000 以下	8,000 以下
土地造成 (埋立材・充填材)		7,000 以下	6,000 以下	4,000 以下
農地 (園芸作物・ 資源作物)	埋戻し	8,000 以下	6,000 以下	5,000 以下
	嵩上げ	6,000 以下	6,000 以下	5,000 以下

<実証事業における施工の様子>



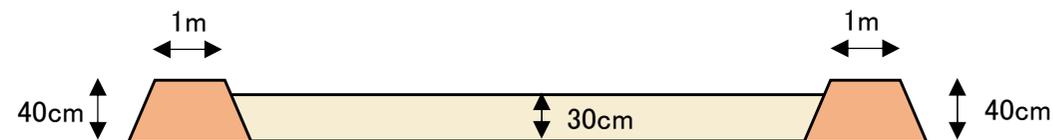
【STEP 1】

側部の覆土（高さ40cm、上部幅1m）を施工



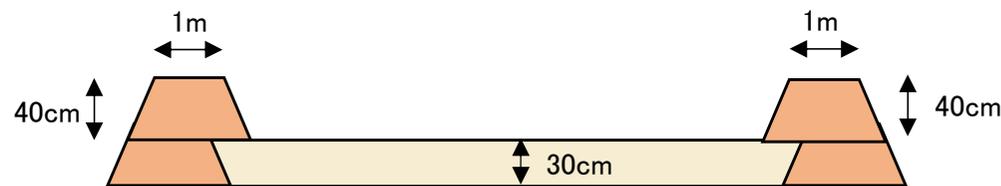
【STEP 2】

側部覆土の間に除去土壌を敷き均し、締め固め。（締め固め厚：30cm）



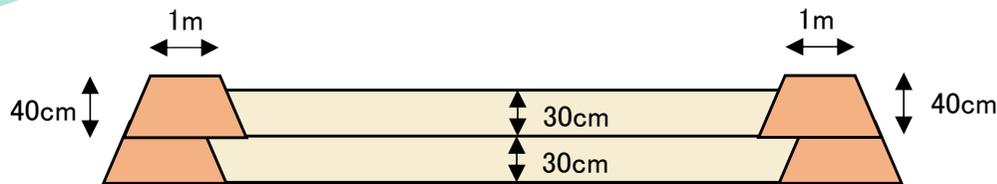
【STEP 3】

除去土壌の上を基準として、側部の覆土（高さ40cm、上部幅1m）を施工



【STEP 4】

側部覆土の間に除去土壌を敷き均し、締め固め。（締め固め厚：30cm）



以降、この手順を繰り返して盛土を構築

【参考】実証事業での作業者の追加被ばく線量について

- 道路盛土実証事業における盛土上での作業者の被ばく線量について、除去土壌盛土期間中(バックグラウンド線量に除去土壌からの追加被ばく線量が加味されたもの)と除去土壌盛土期間外(バックグラウンド線量と見なす)の被ばく線量を比較し、その差から年間追加被ばく線量を推定した。
- その結果、**推定年間追加被ばく線量は最大0.3mSv/年となり、1mSv/年を下回った。**
- 今後、道路盛土実証における盛土の大きさや放射能濃度を踏まえた追加被ばく評価計算を行い、計算結果を作業者の推定年間追加被ばく線量を比較することで評価計算における設定の妥当性を確認する。

作業者	作業種類	作業日数 (除去土壌盛土 期間中)	作業日数 (除去土壌盛土 期間外)	平均日被ばく線量 (除去土壌盛土中) 【A】(μ Sv)	平均日被ばく線量 (除去土壌盛土外) 【B】(μ Sv)	推定年間追加被ばく 線量 (A-B) × 250日 (mSv)
作業者A	重機作業	51	72	4.08	3.92	0.040
作業者B	重機作業	51	41	4.16	3.49	0.167
作業者C	盛土上での 作業者	13	69	5.92	4.72	0.300

※作業者A～Cは、道路盛土実証事業の施工現場において最も被ばく線量の高い3名であった。

方策⑦ 覆土等の覆いに係る論点

方策⑦ 覆土等の覆いに係る論点

論点1 (覆土等の覆いの目的)

(これまでの案を踏襲しつつ、明確化)

- 除去土壌を利用した土木構造物の設計要件のうち、覆土等の覆いについては、除去土壌の飛散・流出防止の観点から行うこととする。また、覆土等の覆いは、放射線の遮へい効果も有する。

論点2 (利用先に応じた覆土等の覆いの考え方)

(これまでの案を踏襲しつつ、内容を明確化)

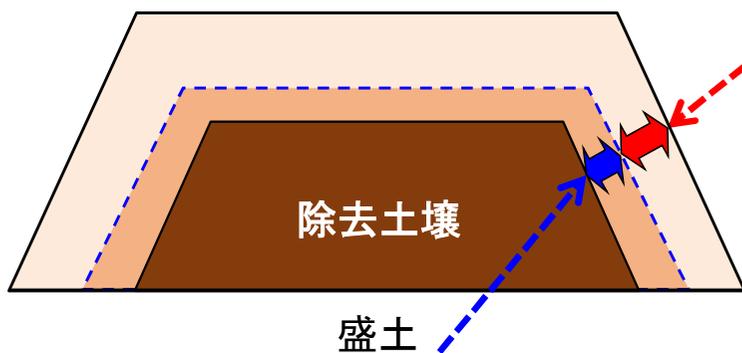
- 合理的に達成可能な範囲でさらなる被ばく低減を図る「最適化」の観点も考慮の上、覆土等の覆い(層A)に加えて、利用先の用途に応じて必要となる厚さ(層B)を確保する。

層A: 除去土壌の飛散・流出を防止する観点から必要な層

層B: 「構造物等の管理」、「用途や利用方法・利用実態」といった観点を考慮して、関係者との協議により設定される層

「構造物等の管理」、「用途や利用方法・利用実態」といった利用先の用途に応じた必要な機能を考慮した層(層B)※

※ 例えば、農地造成における作土層等。なお、飛散・流出防止の機能が維持されることを前提に、層Aの一部を利用することは可能。



飛散・流出防止のための層(層A)



埋め戻し

【これまでの案(基本的考え方での記載内容)】

- 破損時等を除く供用時において周辺住民及び施設利用者に対する追加的な被ばく線量が0.01 mSv/年以下になるようにするための覆土等の厚さ(具体的には「7. 再生資材の放射能濃度の制限」を参照)に加えて、土木構造物に小規模な陥没や法面崩れが起きた場合に修復措置がなされる深さを踏まえたかぶり厚が確保されるように余裕を持って設計する。

【これまでの案(手引き案での記載内容)】

- 陥没、軽微な法面浸食が想定される場合や人工構造物の設置等が予定されている場合には安全裕度を見込んだ覆土等厚を確保することとし、(後略)
- 再生資材利用者は、施工にあたり、再生資材の飛散・流出防止を講じるとともに、安全裕度を見込んだ上で、用途に応じて必要な覆土等の遮へい厚を確保する。

【実証事業等で得られた知見等】

1) 福島県内実証事業等で得られた知見

- 福島県内実証事業等においては、覆土を行うことで、除去土壌の飛散・流出が防止されていることを確認した。
- 長泥地区の環境再生事業においては、覆土等の覆いを設けず、作物を栽培したところ、作物の放射能濃度は一般食品の基準100Bq/kgより十分小さい値となり、安全上に問題がないことを確認した。(参考資料3参照)

2) IAEA専門家会合での評価・助言(仮訳)

- 例えば覆土を用いることにより、目標線量である1mSv/yを下回る線量を目指す最適化を検討することは、国際的な安全基準に整合している。
- 「(放射線防護及び安全の)最適化」はIAEA安全基準で以下のように定義されていることから、専門家チームは、最適化アプローチを通じて目指す線量レベルはステークホルダーとの協議を踏まえて決められると認識している：
「個人線量の大きさ、被ばくを受ける個人(作業員や公衆)の数、被ばくの可能性が『経済的・社会的要因を考慮した上で、合理的に達成可能な限り低い』(ALARA)となるのはどの程度の防護と安全のレベルなのか、を決定するプロセス」。(IAEA Nuclear Safety and Security Glossary, 2022 (Interim) Editionより引用、仮訳)

**方策⑨ 災害リスクに対する追加の
安全対策に係る論点**

(これまでの案を踏襲)

- 「基本的考え方」策定・改定時(平成28、29、30年)の追加被ばく線量評価の結果、地震、風水害等が生じ、万一除去土壌が流出したとしても、被ばく線量の最も高い経路(決定経路)である復旧を行う作業員の年間追加被ばく線量は1mSv以下となることが確認された。
- このため、災害発生時における年間追加被ばく線量を1mSv以下とするための追加の安全対策は不要となる。

【これまでの案(基本的考え方での記載内容)】

- 万一、津波等の大規模災害により構造物の大規模な破損等が生じた場合を仮定し、放射線に関する安全性を評価したところ、周辺住民及び作業員の追加被ばく線量はいずれも1mSv/年以下となる結果が得られている。

【これまでの案(手引き案での記載内容)】

- これまでに環境省が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等において検討してきた安全評価では、災害等に起因する再生資材流出時においても、再生資材利用施設の復旧工事に係る作業員、周辺住民、施設利用者の追加被ばく線量が1mSv/年を超えないことが確認されている。

【上記に至る判断材料】

1) 戦略検討会での審議

- 第4回戦略検討会で、万一、津波等の災害により構造物の大規模な破損等が生じた場合であっても、想定したケースについて一般公衆及び作業者の追加被ばく線量はいずれも1mSv/y以下となる結果について議論。

2) IAEA専門家会合での評価・助言(仮訳)

- 除去土壌の再生利用の期間中の潜在的な自然災害による放射線リスクは高くないと考えられるものの、放射線管理(例:モニタリング)や大雨、台風などによる土壌流出の防止に関する心配に対処することが必要となるだろう。

3) 国際放射線防護委員会2007年勧告

- ICRP(Pub.103)では、計画被ばく状況における公衆被ばくに対しては、限度は実効線量で年1mSvとして表されるべきであると委員会は引き続き勧告する。しかし、ある特別な事情においては、定められた5年間にわたる平均が年1mSvを超えないという条件付きで、年間の実効線量としてより高い値も許容される。

災害・復旧時における追加被ばく線量の検討①

- 公共事業等により新設される土木構造物は、既往の災害時の教訓を生かして設計され、供用後には、必要に応じた維持管理・補修を行うことで、それぞれの構造物で考慮されている発生頻度・規模の災害等に対する耐性を保持している。
- 再生利用の安全性に万全を期す観点から、万一、災害等により構造物の大規模な破損等が生じた場合を想定し、放射性物質による影響を評価する。

想定した大規模災害と破損事象

土木構造物	土砂やアスファルト等で被覆された盛土（道路・鉄道盛土等）
想定災害	地震・異常降雨
破損事象	<p>I. すべり崩壊 盛土内部により断面が円弧を描く円弧すべりにより大規模に崩落するケース</p> <p>II. 法面崩壊 盛土法面の表層が流出、崩壊するケース</p> <p>III. 分断崩壊 基礎地盤の液状化等により盛土が沈下をはじめ、その沈下量が大きい場合に盛土の形状が保てず全体的に分断しながら崩壊するケース</p>

* 大規模な破損等の評価に当たり、復旧に要する期間については、土砂やアスファルト等で被覆された盛土については最大3か月で評価

災害・復旧時における追加被ばく線量の検討②

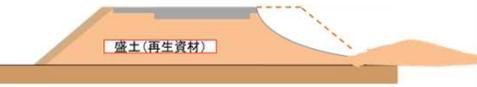
- 万一、津波等の災害により構造物の大規模な破損等が生じた場合であっても、想定したケースについて一般公衆及び作業者の追加被ばく線量はいずれも1mSv/y以下となる結果が得られた。
- 大規模な破損等を防止するため、施設の計画・設計時において設置される地域及びその周辺の地形、地質、水理、災害履歴等を考慮するものとする。

土木構造物	評価対象として選定した災害の要因	8,000 Bq/kgの再生資材を用いた場合の追加被ばく線量検討結果(決定経路)	評価の条件等
土砂やアスファルト等で被覆された盛土(例:道路盛土・鉄道盛土等)	地震及び異常降雨(豪雨)による「すべり崩壊」、「法面崩壊」、「分断崩壊」	作業者:0.64 mSv/y (分断崩壊、復旧作業者-外部) 一般公衆:0.21 mSv/y (すべり崩壊、周辺居住者(子ども)-外部)	・地震及び異常降雨(豪雨)によるすべり崩壊により崩落した盛土内の再生資材及び再生資材を含む回収土からの被ばくについて評価。 ・法面崩壊・分断崩壊により露呈した盛土内の再生資材からの被ばくについて評価。

道路・鉄道盛土を例とした災害・復旧時検討条件の詳細

- 代表的に、道路盛土に対して検討を実施する。(鉄道盛土：一般道路の体系と同様)
- 被ばく期間は、事例調査による復旧期間の最大値3ヶ月に基づき、その間の1日8時間・60日の労働時間と仮定し、500 h/yとする。

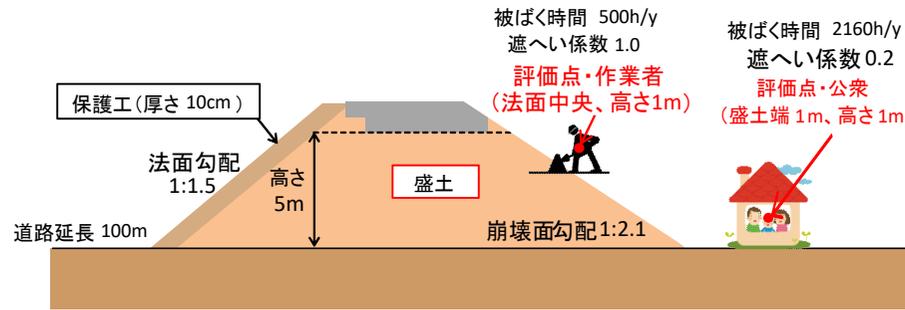
I. すべり崩壊



- 円弧すべりにより崩壊するケース。

検討対象：すべり崩壊により崩壊した盛土及び回収土からの被ばく

収集・保管した崩落土と残存盛土部を線源とし、復旧時の崩壊面整地作業、盛土敷設、支保工打ち込み等の作業員(外部、粉塵吸入、直接経口摂取)及び周辺住民(外部)の被ばくを検討



- 崩壊面の勾配：1:2.1
(事例調査¹⁾による崩壊後の傾斜角24~27°より設定)

- 回収土：20 m四方×2m
(現場から10m地点に耐候性大型土のう袋を2段積み上げた場合を想定)

復旧方法

- 崩壊した除去土壌を回収し、崩壊部にフレキシブルコンテナを積み上げ、支保工を打ち込み固定。

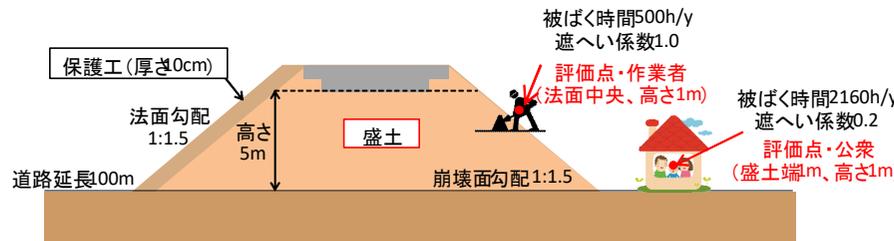
II. 法面崩壊



- 盛土法面の表層が流出、崩壊するケース。
- 法面覆工材部のみが崩落し、内部の再生土が露出する状態を想定。

検討対象：法面崩壊により露呈した盛土からの被ばく

盛土法面の保護工のみが崩落し線源が露出した状態での支保工打ち込み作業及び法面保護作業における作業員及びその周辺住民の被ばくを検討



- 崩壊面の勾配 1:1.5
(作業員から見た場合に、保守的な評価となるよう保護工のみが崩壊した場合を想定)
- 崩壊した保護工は線源を含まないことから、回収土による被ばくは検討対象としない。

復旧方法

- 崩落防止のための支保工によって盛土を固定し、再度法面保護工を行う。

1) 土木学会、「2007年能登半島地震による能登有料道路の大規模盛土斜面崩壊原因の分析」

道路・鉄道盛土を例とした災害・復旧時検討条件の詳細

- 代表的に、道路盛土に対して検討を実施する。(鉄道盛土:一般道路の体系と同様)
- 被ばく期間は、事例調査による復旧期間の最大値3ヶ月に基づき、その間の1日8時間・60日の労働時間と仮定し、500 h/yとする。

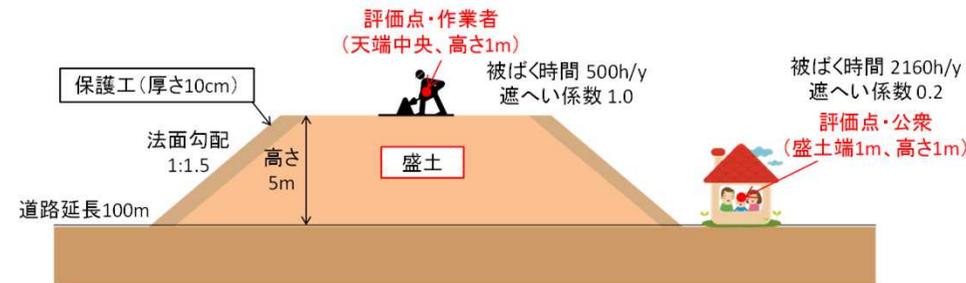
Ⅲ.分断崩壊



- 基礎地盤の液状化等により盛土が沈下をはじめ、その沈下量が大きい場合に盛土の形状が保てず全体的に分断しながら崩壊するケース。
- 天端部は分断により部分的に遮蔽能力が失われているが、法面については崩壊に至らず変位に留まり、遮蔽能力は失われていないものと考えられる。

検討対象:分断崩壊により露呈した盛土からの被ばく

盛土上部の分断している箇所に対し盛土上部の撤去・整地が行われるため、盛土上部が撤去・整地され、再生土が上面でオープンになっている状態を想定する。この状態での盛土敷設、支保工打ち込み等の作業員及び周辺住民の被ばくを検討。



- 崩壊後の盛土形態:道路部分を全て剥がした状態(安全側に立って盛土上面が全て露呈している状態を想定)

- 崩壊した道路部分の多くは道路部材(非線源)であることから、回収土による被ばくは検討対象としない。

復旧方法

- 盛土上部の分断している箇所については天端構造物の撤去後、再度盛土の敷設となる。
- 法面についてはこれ以上の崩壊を防ぐため、支持工打ち込みや法面保護工を行う。

道路・鉄道盛土を例とした災害・復旧時の被ばく線量の検討

- 道路・鉄道盛土の災害・復旧時の被ばく線量の検討経路は以下のとおり。
- 各経路の中で被ばく線量が最大となるのは、分断崩壊した場合の復旧作業者の外部被ばくである。
(右グラフは、道路を代表例として再生資材濃度8,000 Bq/kgで試算した例)

①すべり崩壊での経路

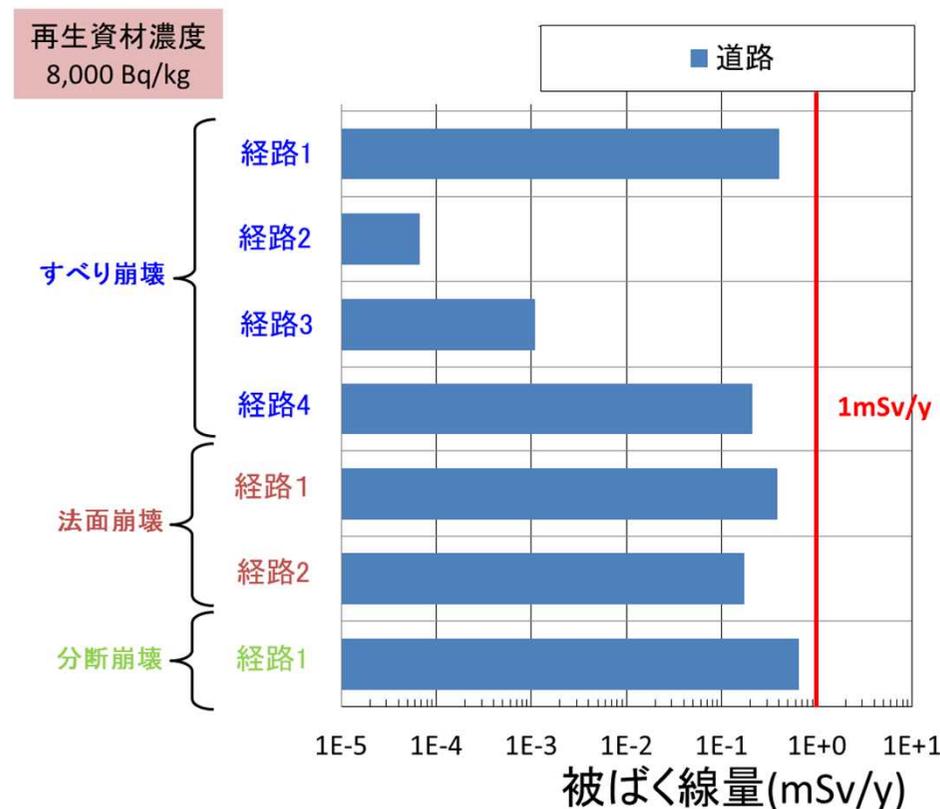
経路	検討対象	線源	対象者	被ばく形態
1	復旧作業	すべり崩壊が生じた盛土、及び回収された崩壊土	復旧作業者	外部
2				粉塵吸入
3				直接経口
4	周辺居住		一般公衆(子ども)	外部

②法面崩壊での経路

経路	検討対象	線源	対象者	被ばく形態
1	復旧作業	法面崩壊が生じた盛土	復旧作業者	外部
2	周辺居住		一般公衆(子ども)	外部

③分断崩壊での経路

経路	検討対象	線源	対象者	被ばく形態
1	復旧作業	分断崩壊が生じた盛土	復旧作業者	外部
2	周辺居住		一般公衆(子ども)	外部
3	回収土 周辺作業	回収土	回収作業者	外部
4	周辺居住		一般公衆(子ども)	外部



※分断崩壊は4つの経路のうち、最も線量が多い経路1のみグラフ化

方策⑩ 放射能濃度の測定方法に係る論点

(これまでの案を踏襲しつつ、内容を明確化)

- 年間追加被ばく線量1mSv以下を満たす放射能濃度(8,000Bq/kg以下)であることを確認するため、除去土壌の放射能濃度の測定を実施し、結果を記録する。
- 測定対象の放射性物質は、これまでの調査結果を踏まえて、セシウム134及びセシウム137とする。
- 放射能濃度測定にあたっては、放射性物質汚染対処特措法に基づく廃棄物の調査方法の考え方を踏まえ、性状がおおむね同一であると推定される単位(調査単位)に区分のうえ、それぞれの調査単位ごとに10以上の試料採取し、それぞれをおおむね同じ重量混合を行ったうえで実施する。
- 測定に使用する機器は以下のとおりとする。
 - ・ゲルマニウム半導体検出器
 - ・NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ
 - ・LaBr₃(Ce)シンチレーションスペクトロメータ

【これまでの案(基本的考え方での記載内容)】

- 施工現場ごとに再生資材の放射能濃度を確認する必要が生じないよう、再生資材の出荷時に、再生資材の平均濃度が再生利用可能放射能濃度以下となっていることを確認し、出荷伝票に出荷量及び放射能濃度を記載する。

【これまでの案(手引き案での記載内容)】

- 放射能濃度を測定し、再生利用可能濃度を超える土壌を分別し、再生利用が可能な濃度に合致した再生資材を得る。

【上記に至る判断材料】

1) 事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の指定申請時の廃棄物の調査方法

1. 放射性物質汚染対処特措法

(特別な管理が必要な程度に事故由来放射性物質により汚染された廃棄物の指定の申請)

第十八条 その占有する廃棄物の事故由来放射性物質による汚染の状況について調査した結果、当該廃棄物の事故由来放射性物質による汚染状態が環境省令で定める基準に適合しないと思料する者(関係原子力事業者を除く。)は、環境省令で定めるところにより、環境大臣に対し、当該廃棄物について前条第一項の規定による指定をすることを申請することができる。

1(略)

2(略)

3 環境大臣は、第一項の申請があった場合において、申請に係る調査が環境省令で定める方法により行われたものであり、かつ、当該廃棄物の事故由来放射性物質による汚染状態が同項の環境省令で定める基準に適合しないと認めるときは、当該申請に係る廃棄物について、前条第一項の規定による指定をすることができる。この場合において、当該申請に係る調査は、第十六条第一項の規定による調査とみなす。

2. 放射性物質汚染対処特措法施行規則

(廃棄物の調査の方法)

第二十条 法第十八条第三項の環境省令で定める方法は、次のとおりとする。

一 調査は、その対象とする廃棄物を、調査単位ごとに区分し、それぞれの調査単位ごとに行うこと。

二 調査単位のすべてについて、十以上の試料(調査の対象とする廃棄物が次に掲げる廃棄物である場合にあっては、四以上の試料)を採取すること。

イ 水道施設、公共下水道若しくは流域下水道に係る終末処理場、工業用水道施設又は集落排水施設から生じた汚泥等の堆積物

ロ 一般廃棄物の焼却施設又は産業廃棄物の焼却施設から生じたばいじん及び焼却灰その他の燃え殻

三 調査単位ごとに、前号の規定により採取された試料をそれぞれおおむね同じ重量混合すること。

四 前号の規定により混合された試料のすべてについて、環境大臣が定める方法により、

セシウム百三十四についての放射能濃度及びセシウム百三十七についての放射能濃度を測定すること。

方策⑩ 放射能濃度の測定方法に係る論点(続き)

3. 環境省告示第百七号

廃棄物の事故由来放射性物質についての放射能濃度の測定方法

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施行規則第五条第四号及び第二十条第四号の環境大臣が定める方法は、別表に掲げる機器を用いて測定する方法とする。

別表1 ゲルマニウム半導体検出器

2 NaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータ

3 LaBr₃(Ce)シンチレーションスペクトロメータ

4. 廃棄物関係ガイドライン(平成25年3月 第2版) 第一部 汚染状況調査方法ガイドライン

(4.2 汚染の状況の調査の方法(法第18条第3項))

4.2.1 試料の採取方法

4.2.1.1 調査単位の区分方法 調査単位の区分は、廃棄物の性状、発生時期、発生施設及び発生地域毎に行うこととする。調査単位の区分方法の例を表4-1に示す。

表 4-1 調査単位の区分方法の例

廃棄物の種類	調査単位の区分の考え方
平成24年1月1日以前から既に保管している汚泥、焼却灰等	・原則として、発生施設、発生期間(概ね1ヶ月以内)や廃棄物の性状に応じて調査単位を区分する。
廃稲わら、廃牧草等	・保管されている廃棄物の中で、生産時期や発生地域毎(例えば集落や市町村毎)に調査単位を区分する。
廃堆肥、廃肥料等	・原料の生産地や性状、原料を仕入れた時期に応じて調査単位を区分する。

2) 令和5年に実施したセシウム以外の放射性核種の測定結果について(参考資料3参照)

放射能濃度分別機による測定

- 分別処理及び品質調整を行った土壌をホッパーに投入し、ベルトコンベア上を搬送される除去土壌の放射能濃度を1秒毎にNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータにより測定した。
- 予め設定した閾値と測定値とを比較して、測定値が閾値よりも高い場合には高濃度側に、低い場合には低濃度側に土壌を分別した。
- なお、測定精度を確認するため、6つのケースについて、ゲルマニウム半導体検出器による土壌濃度分析結果と比較し、放射能濃度が1,000Bq/kg以上の土壌に対し、20%以下程度の誤差で測定することを確認した。



ホッパーへの除去土壌投入



ベルトコンベアによる放射能濃度測定

【参考】長泥地区の環境再生事業における測定事例

- 長泥地区の環境再生事業において、1台/日の頻度により 車載型放射能濃度測定装置を用いて測定し、利用先へ運搬。
- 車載型放射能濃度測定装置については、定期的に校正及びキャリブレーションを実施。

① 仮置場 (大型土のう袋毎)

② 資材化前 (トラック毎に全量)

③ 資材化後 (1台/日をサンプリング)

【放射線測定に関する状況】



仮置場における放射線測定状況
(NaIシンチレーション検出器)



車載型放射能濃度測定装置 (NaI(Tl)
シンチレーションスペクトロメータ8個)
による放射能濃度測定状況



車載型放射能濃度測定装置 (NaI(Tl)
シンチレーションスペクトロメータ1個)
による放射能濃度測定状況

方策⑪ 環境安全性等に係る論点

(これまでの案を踏襲)

- 再生資材化及び利用時における作業において悪臭、騒音又は振動によって生活環境の保全上支障が生じないように措置を講ずることとする。
- 除去土壌の環境安全性に係る品質の確認については、利用用途によってはガイドライン等で通常の土木構造物の求められる要求品質が規定されている場合があるため、必要に応じてそれらのガイドライン等を参照できるように、利用先に応じた参考となる環境規制等を整理することとする。

【これまでの案(基本的考え方での記載内容)】

- 再生資材に要求される放射能以外の品質については、構造上及び耐力上の安全性、放射能以外の環境安全性等、用途に応じて、通常の土木構造物に求められる要求品質を満足するものとする。

【これまでの案(手引き案での記載内容)】

- 環境安全性に係る品質については、土壤環境基準や土壤汚染対策法に基づく土壤溶出量基準及び土壤含有量基準等を活用し、特定有害物質の溶出及び含有量を検査することにより、環境安全性を確認する。また、ダイオキシン類及び油汚染については、必要に応じて、品質検査を実施する。また、水素イオン濃度指数(pH)については、利用用途によってはガイドライン等で要求品質が規定されている場合があるため、必要に応じてそれらのガイドライン等を参照し、水素イオン濃度指数(pH)を調整する。「土壤環境基準別表2」(平成3年8月23日環境庁告示第46号)、「土壤溶出量調査に係る測定方法を定める件3」(平成15年3月6日環境省告示18号)、「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」(平成26年10月公益社団法人地盤工学会)等により、詳細な解説がなされているため、参照されたい。

【上記に至る判断材料】

1) 特定廃棄物の処分基準

1. 放射性物質汚染対処特措法施行規則

(特定廃棄物処分基準)

第二十五条 特定廃棄物の処分(埋立処分及び海洋投入処分(海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律(昭和四十五年法律第百三十六号)に基づき定められた海洋への投入の場所及び方法に関する基準に従って行う処分をいう。以下同じ。))を除く。以下この条において同じ。)の基準は、次のとおりとする。

一 特定廃棄物の処分は、次のように行うこと。

イ 特定廃棄物が飛散し、及び流出しないようにすること。

ロ 処分に伴う悪臭、騒音又は振動によって生活環境の保全上支障が生じないように必要な措置を講ずること

方策⑭ 輸送の安全性に係る論点

(これまでの案を踏襲)

- 土壌貯蔵施設や仮置場等から再生資材化施設への輸送や、除去土壌の利用先への輸送時においては、現行の放射性物質汚染対処特措法に基づく運搬基準を遵守し、生活環境に係る保全等、飛散・流出等の防止、運搬車への表示や書面の備え付け等の措置を行うとともに、運搬に関する記録を作成する。

※現行の基準においては、車両周辺1mの位置における線量等量率が $100 \mu\text{Sv/h}$ を超えないよう、放射線防護等の必要な措置を講ずることとされているが、平均放射能濃度 $8,000\text{Bq/kg}$ 以下の除去土壌の輸送時においては当該線量を超えないと考えられる。

【これまでの案(基本的考え方での記載内容)】

- 再生資材の運搬時においては、特措法に基づく運搬基準を遵守する。

【これまでの案 (手引き案での記載内容)】

- 再生資材の運搬にあたって、再生資材化実施者は、原則として、生活環境に係る保全等、飛散・流出の防止、運搬車の表示及び書面の備え付け、作業者の被ばく管理を実施するとともに、運搬に関する記録を作成する。なお、同一の敷地内において公道を通行せずに運搬を行う場合には、運搬車の表示及び書面の備え付けを要しない。措置の具体例については、「除去土壌の収集・運搬に係るガイドライン」(平成25年5月第2版環境省)を参照されたい。

【上記に至る判断材料】

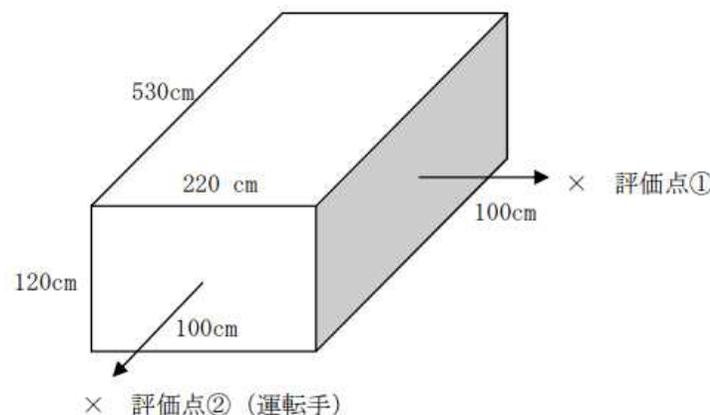
1) 中間貯蔵事業で得られた知見

- 除去土壌の収集・運搬に係るガイドラインにおいて、平均放射能濃度8,000Bq/kgの除去土壌等を比較的大きめの運搬車に積載する場合、運搬車から1m離れた位置での空間線量率は0.72 μ Sv/hと試算されており、100 μ Sv/hを大きく下回る。

	平均放射能濃度 (Bq/kg)						車両運搬規則における車両から1m離れた位置での最大線量当量率
	3千	8千	3万	15万	50万	100万	
空間線量率 (μ Sv/h)	0.27	0.72	2.7	13	44	89	100

主な解析条件

- ・ 無蓋状態のトラックコンテナに除去土壌（密度 2.0g/cm³、Cs-134 と Cs-137 の放射能比は1対1）を充てん。
- ・ トラックコンテナサイズは全長 530cm×幅 220cm×高さ 120cm（トラックの荷台寸法（内法）から設定）で、トラックコンテナによる遮へい効果は考慮しない
- ・ 評価点はトラックコンテナ側面（530cm×120cm）と前面（220cm×120cm）の中心から 100cm 離れた位置。



出典) 除去土壌の収集・運搬に係るガイドライン(平成28年9月 追補)

【上記に至る判断材料】

1) 中間貯蔵事業で得られた知見

- 中間貯蔵施設への搬入が開始した2015年3月以降、車両周辺の前後左右4箇所において空間線量率を計測したところ、 $100 \mu\text{Sv/h}$ を超えた車両は確認されていない。
- このことから、2017年12月更新版以降の輸送実施計画においては、表面線量率が $30 \mu\text{Sv/h}$ を超える場合のみ、輸送車両から1m離れた地点での空間線量が $100 \mu\text{Sv/h}$ を超えないことを確認することとしている。

【放射性物質汚染対処特措法の運搬基準(概要)】

- 除去土壌による人の健康又は生活環境に係る被害が生じないようにする。
- 除去土壌が運搬車から飛散、流出、及び漏れ出さないように、除去土壌を容器に収納する等必要な措置を講ずる。
- 雨水が浸入しないように、除去土壌の表面を遮水シートで覆う等必要な措置を講ずる。
- 運搬に伴う悪臭、騒音又は振動によって生活環境の保全上支障が生じないように必要な措置を講ずる。
- 除去土壌がその他の物と混合するおそれのないように、他の物と区分する。
- 運搬のための施設を設置する場合には、生活環境の保全上支障を生ずるおそれのないように必要な措置を講ずる。
- 運搬車及び運搬に用いる容器は、除去土壌が飛散、流出、並びに悪臭が漏れるおそれのないものとする。
- 運搬車を用いて除去土壌の運搬を行う場合には、次のように行う。
 - 運搬車の車体の外側に以下を掲示する。
 - (1) 除去土壌の運搬の用に供する運搬車である旨、(2) 運搬を行う者の氏名又は名称
 - 上記(1)及び(2)に掲げる事項については、識別しやすい色の文字で表示するものとし、(1)は百四十ポイント以上の大きさの文字、(2)は九十ポイント以上の大きさの文字を用いて表示する。
 - 運搬車の前面、後面及び両側面から一メートル離れた位置における一センチメートル線量当量率の最大値が百マイクロシーベルト毎時を超えないように、放射線を遮蔽する等必要な措置を講ずる。
 - 事故時における応急の措置を講ずるための器具等を携行すること。
- 以下の記録を作成し、運搬を終了した日から起算して五年間保存する。
 - 運搬した除去土壌の種類
 - 運搬した除去土壌ごとの運搬を開始した年月日及び終了した年月日、担当者の氏名、積載した場所及び運搬先の場所の名称及び所在地並びに運搬車を用いて除去土壌の運搬を行う場合にあっては当該運搬車の自動車登録番号又は車両番号

【放射性物質汚染対処特措法の運搬基準(概要)】

- ▶ 運搬車を用いて除去土壌の運搬を行う場合には、当該運搬車に次の区分にて定める書面を備え付けておくこと。
 - 国等及びこれらの者の委託を受けて除去土壌の運搬を行う者(「一次収集運搬受託者」という。):
 - その旨を証する書面及び次に掲げる事項を記載した書面(「必要事項書面」という。)
 - (1) 運搬を行う者の氏名又は名称及び住所並びに法人にあっては、その代表者の氏名
 - (2) 運搬する除去土壌の数量
 - (3) 運搬を開始した年月日
 - (4) 運搬する除去土壌を積載した場所及び運搬先の場所の名称、所在地及び連絡先
 - (5) 除去土壌を取り扱う際に注意すべき事項
 - (6) 事故時における応急の措置に関する事項
 - 国等と一次収集運搬受託者との間の委託契約に係る契約書に一次収集運搬受託者の受託業務に係る委託を受ける者としてその氏名又は名称が記載されている者:
 - その旨を証する書面、当該者が一次収集運搬受託者又は当該契約書にその氏名若しくは名称が記載されている他の者から委託を受けていることを証する書面及び必要事項書面

**方策⑮ 輸送車両に関する諸元や取扱いに係る
論点**

(これまでの案を踏襲)

- 現行の運搬基準を遵守することで、放射線防護上の安全性は確保されるが、福島県内中間貯蔵施設への輸送を通じて得られた知見や、交通安全等の観点を踏まえ、荷姿や運行管理等についてガイドラインに記載することとする。
※詳細は、関係機関等と調整・協議の上で今後検討予定。

【これまでの案（手引き案での記載内容）】

- 運搬車から再生資材が飛散・流出しないように、運搬車の荷台等を再生資材が浸透・流出しない構造とし、荷台を防水性シートで覆う等が考えられる。

方策⑰ 所有・管理等の明確化に係る論点

方策⑰ 所有・管理等の明確化に係る論点

(これまでの案を踏襲しつつ、内容を明確化)

- 除去土壌の再生利用に当たっては、除去土壌の適切な管理のため、除去土壌の管理責任を有する「環境省※¹」、利用先の「公共事業等の実施者」、事業地を所有する「土地所有者」、利用先の施設を管理する「公共施設等の管理者」等の関係者との間で、施工及び維持管理に関する基本的な事項等※²について協議を行うこととする。
- 協議事項の例
 - ア 平時及び災害時における施工・維持管理に係る役割分担及び連絡体制
 - イ 事業地を所有する者等の変更時における連絡体制、手続き
 - ウ 事業地の形質変更が生じる際の事前の連絡体制、手続き

※¹ 福島県外で発生した除去土壌については、都道府県又は市町村

※² 協議が必要な基本的な事項等の考え方は、関係機関等と調整・協議の上、今後検討予定。

【これまでの案(基本的考え方での記載内容)】

- 環境省及び再生利用先の施設の施工・管理等の責任主体の適切な役割分担の下で管理が実施されるよう、特措法に基づく管理の仕組み作りの検討を行う。このプロセスが長期間にわたり、かつ、多様な主体が関与することから、「いつ、どこで、誰が」が明確になるように留意する。

【これまでの案(手引き案での記載内容)】

- 施設管理者と再生資材化実施者は、再生資材利用施設に損傷等が生じる異常時に備え、具体的な役割分担、対応事項等を検討し、迅速かつ円滑な対応に備える。
- 耕作者等に対しては、再生資材に関する情報や営農に当たっての留意点を適切に伝達するとともに、施設管理者・再生資材化実施者が耕作者等と再生資材の掘り返し等の土地利用を制限等を定めた協定を締結すること等により、適切な管理を行う。

【上記に至る判断材料】

1) 福島県内実証事業等で得られた知見

- 長泥地区の環境再生事業では、環境省と飯舘村の間で、役割分担及び連絡体制の明確化、除去土壌の適切な管理等を目的として以下の事項について協議を行った。

具体的な事項は以下のとおり

- 維持管理時における農地の保全管理及び農地や施設の点検
- 点検項目や頻度については協議
- 災害により農地や施設が被災した場合における連絡体制
- 農地の利用にあたっての制限に係る手続き

2) IAEA専門家会合での評価・助言(仮訳)

- 本格的な再生利用を実施するにあたって、[放射線に係る]安全性を確保するために、具体的な役割分担が重要であることから、環境省と構造物を運用する公的機関との間において、協定が策定されるべきである。協定のひな形は、構造物を運用する関連の公的機関と協議の上、作成されるべきである。

**方策⑱ 適切な施工・維持管理に向けての
連携手法に係る論点**

(これまでの案を踏襲しつつ、内容を明確化)

- 長泥地区の環境再生事業では、地元委員、飯舘村等関係機関、有識者、環境省で構成される「飯舘村長泥地区環境再生事業運営協議会」を設置し、事業計画段階から関係者間で協議を行い、これまで16回の開催を通じ、ご意見等を事業に反映するとともに、地元の皆様のご理解とご協力を頂きながら事業を進めてきた。
- 除去土壌の再生利用に当たっては、上記の実証事業での取組を踏まえ、特に農地等では管理主体・責任主体が明確となっている公共事業等とは異なり多様な関係者の参画が想定されることから、耕作者等に対して除去土壌の再生利用に関する情報や営農に当たっての留意事項等を適切に共有することが望ましい。

【これまでの案（手引き案での記載内容）】

- 土砂等で被覆後に上部を農地として利用する場合は、関係の地方公共団体と連携し、公的主体による管理が実施される体制を構築する。耕作者等に対しては、再生資材に関する情報や営農に当たっての留意点を適切に伝達するとともに、施設管理者・再生資材化実施者が耕作者等と再生資材の掘り返し等の土地利用を制限等を定めた協定を締結すること等により、適切な管理を行う。なお、相続や売買に伴う所有権移転時等の再生資材に関する情報の承継についても、地方公共団体及び農業委員会等との連携の上、確実に実施することとする。

【上記に至る判断材料】

1) 福島県内実証事業等で得られた知見

- 長泥地区の環境再生事業において、調査・計画段階から有識者、地元委員、飯舘村等関係機関及び環境省による長泥地区の環境再生事業運営協議会を設置し、計16回開催をし、意見を反映しながら事業を実施。

2) IAEA専門家会合での評価・助言(仮訳)

- 協定のひな形は、構造物を運用する関連の公的機関と協議の上、作成されるべきである。