

除去土壌再生利用に向けた動向について

平成29年11月

環境省
環境再生・資源循環局

0. はじめに

1. 南相馬市における実証事業について
2. 大熊町における実証事業について

はじめに 1

【除去土壌等の再生利用の目的および位置づけ】

- 福島県内で発生した除去土壌等は、「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に必要な措置を講ずる」ことが国の責務とされている。
- 除去土壌等の発生量は、最大約2,200万m³と推計され、全量をそのまま最終処分することは、必要な規模の最終処分場の確保等の観点から実現性が乏しい。そこで本来貴重な資源である土壌からなる除去土壌を部分的に何らかの形で利用し、最終処分量を低減することが考えられるが、放射性物質を含むことから、そのままでは利用が難しい。
- このため、減容・再生利用に関する技術開発を推進し、除去土壌等の減容化を最大限図るとともに、安全性の確保・地元の理解を得て、減容処理により得られた放射能濃度の低い土壌を再生利用する仕組みを構築していくことが必要。

はじめに 2

【再生資材化した除去土壌の安全な利用にかかる基本的な考え方(H28.6 環境省)】

○再生資材の限定利用

除去土壌の再生利用は、適切な処理後、管理主体や責任体制が明確となっている公共事業等における人為的な形質変更が想定されない盛土材等の構造基盤の部材に限定し、適切な管理の下で利用する。

※用途先の例：防潮堤、海岸防災林、道路等の盛土材の構造基盤の部材や、廃棄物処分場の覆土材等

○追加被ばく線量の制限

除去土壌の再生利用にあたっては、追加被ばく線量が処理・施工中1mSv/年、供用中0.01mSv/年を超えないよう制限するため、再生資材の放射能濃度を制限し、覆土等の遮へい、飛散・流出の防止、記録の作成・保管等を行う。

0. はじめに

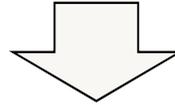
1. 南相馬市における実証事業について

2. 大熊町における実証事業について

再生利用実証事業の概要 1

【目的】

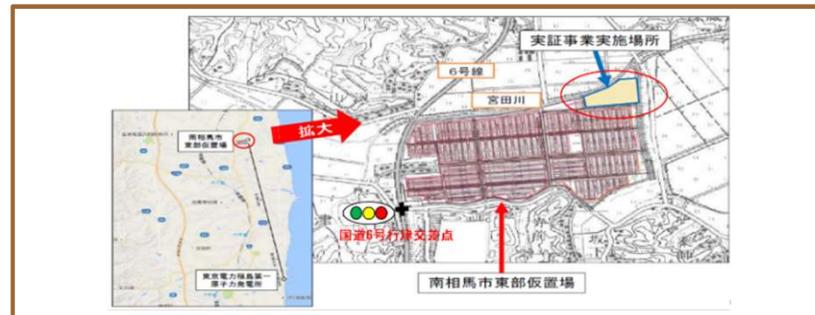
中間貯蔵開始後30年以内の県外での最終処分に向けて、再生資材化した除去土壌の安全な利用を段階的に進めるため、再生資材化を行う工程上の具体的な放射線に関する取扱方法及び土木資材としての品質を確保するためのあり方の検討を進めることを目的とする。



実証事業で得られた知見を「再生利用の手引き(仮称)」の作成等に活かす

【盛土実証試験概要】

- 業務名称:平成28年度除去土壌再生利用実証事業
- 発注者:環境省 福島地方環境事務所
- 受託者:除去土壌等減容化・再生利用技術研究組合
- 業務期間:平成28年12月2日～
- 実施場所:南相馬市小高区耳谷字南谷地120～129-3地内(東部仮置場内)
- 概要:
 - ・福島県南相馬市の仮置場内で、再生資源化実証試験および試験盛土を施工
 - ・必要な飛散・流出防止対策を講じながら、再生資源化した除去土壌等を用いた盛土構造物を造成し、その後、一定期間盛土構造物のモニタリングを実施(なお、盛土構造物はモニタリング終了後、撤去)



実証試験実施場所

再生利用実証事業の概要 2

平成29年5月撮影



① プレゼンルーム

② 受入時の除去土壌スクリーニング

③ 再生資材化工程（破袋、異物除去、改質・品質調整）

④ 再生資材化工程（放射能濃度分別）

⑤ 試験盛土の施工

⑥ 水処理設備

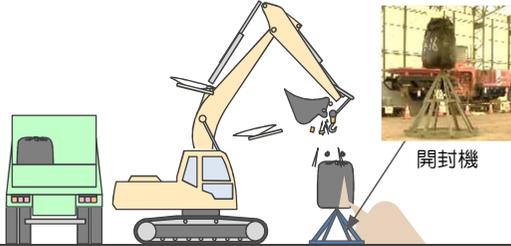
⑦ 被ばくスクリーニング

再生利用実証事業の概要 3

1. 再生資材化実証工程(平成29年4月～)

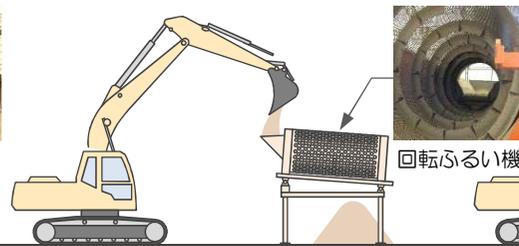
① 土のう袋の開封・大きい異物の除去

大型土のう袋を開封し、大きな異物を分別・除去します。



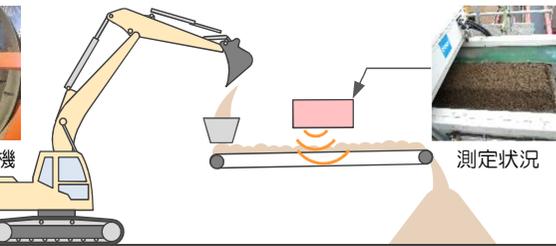
② 小さな異物の除去

ふるいでより小さな異物を分別・除去します。



③ 濃度分別

放射能濃度を測定し、土壌を分別します(3000Bq/kg以下)。



④ 品質調整

盛土に利用する土壌の品質を調整します(水分、粒度など)。

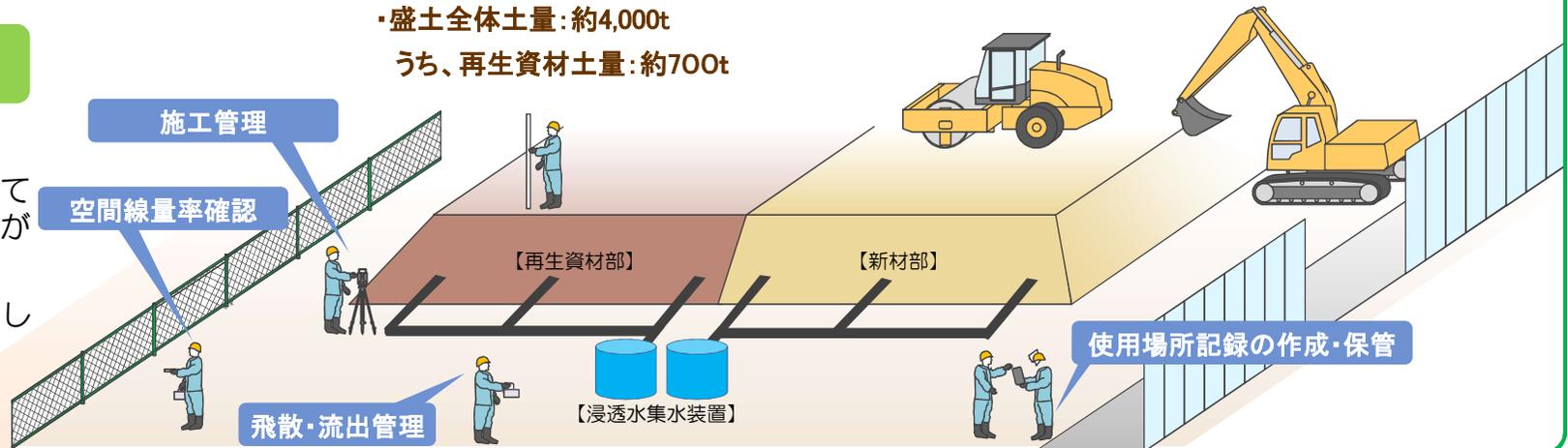


2. 試験盛土工程(平成29年5月～)

⑤ 試験盛土の施工・モニタリング

- 試験盛土を施工します。
- 盛土の高さ、形状等については、地盤の状況を観察しながら決定します。
- 空間線量などの測定を続けます。

・盛土全体土量: 約4,000t
うち、再生資材土量: 約700t



実証試験概要図

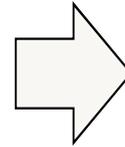
再生利用実証事業の概要 4

【視察・見学会等への対応】

9月29日時点

67件(来訪者数:約750名)

- ・近隣住民・市民
- ・学生(福島高専、留学生等)
- ・自治体、関係省庁
- ・専門家
- ・海外視察団 など



理解醸成の一助
⇒今後の利用促進に向けた活動に繋げていく。

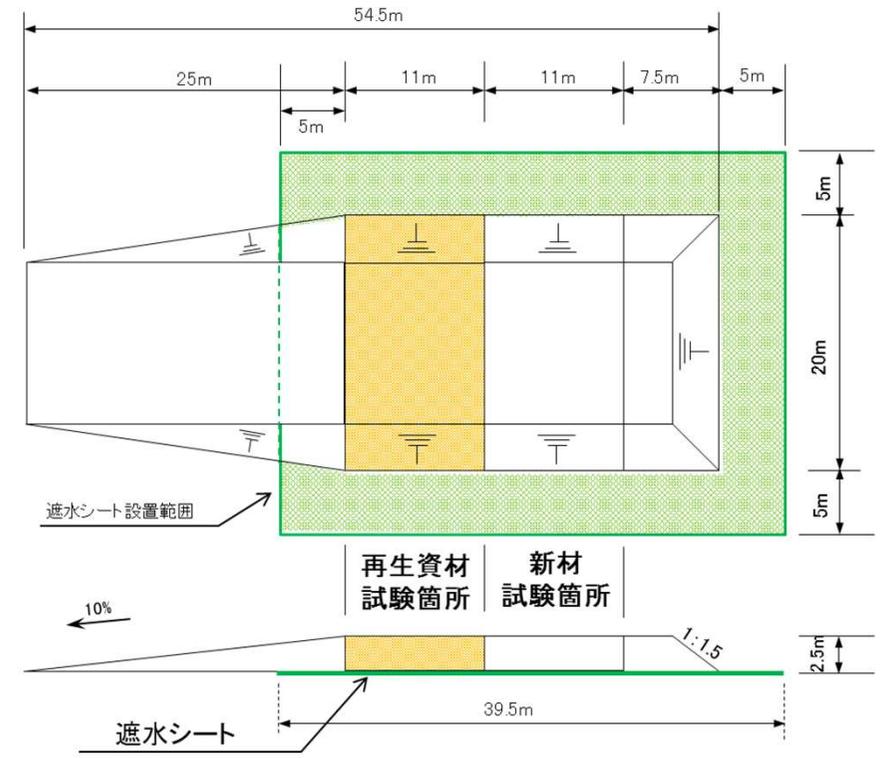
【工程(実績・予定)】

表1-1 工程表

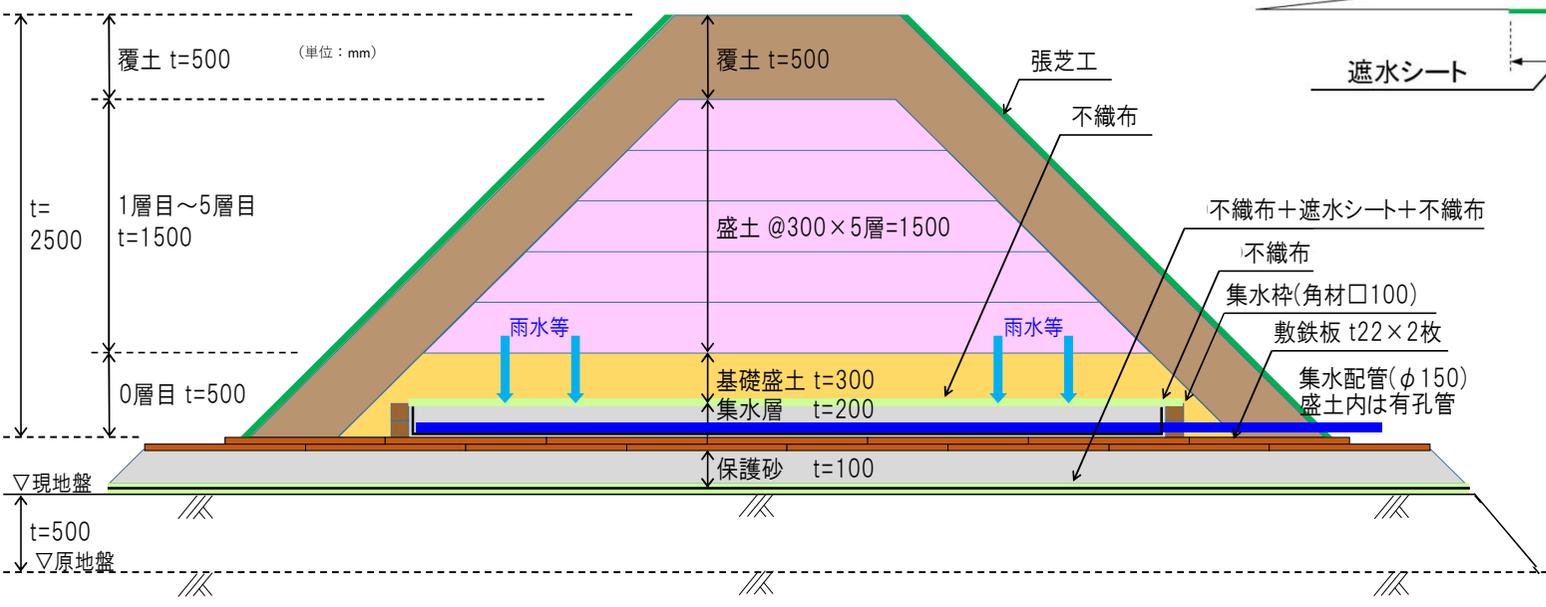
工種	内容	平成28年度				平成29年度							
		12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月		
準備・片付工	・敷鉄板工 ・ヤード造成 ・遮水シート工 ・水処理設備工 他			■									■
再生資材化処理工	・テント工 ・設備設置撤去 ・再生資材化処理				■	■	■	■	■	■	■	■	
盛土実証試験	・試験盛土 ・改質材・改良材添加土の 施工性確認試験 ・土質試験							■	■	■	■	■	■
放射線計測等	・大気 ・盛土浸透水、排水 ・身体			■									

再生利用実証事業の概要 5

試験盛土の平面・断面概要図

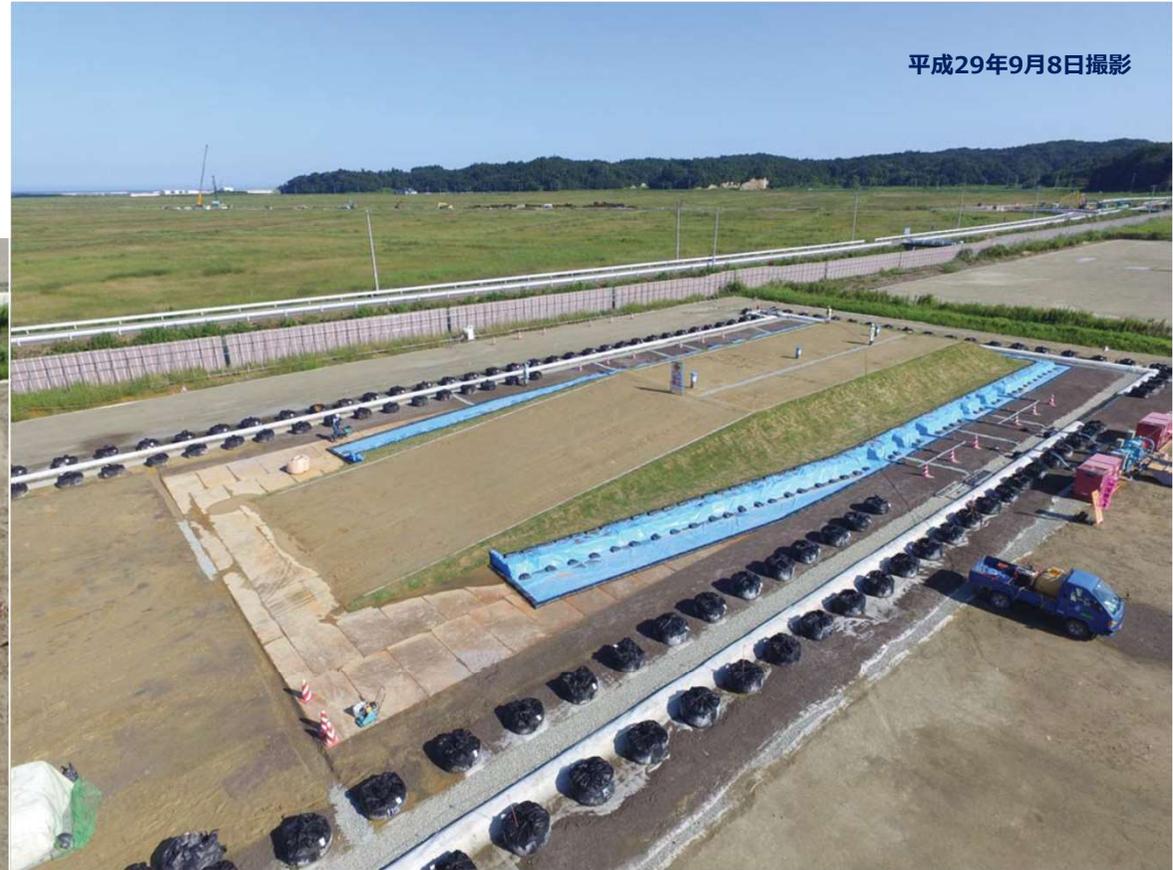


試験盛土の断面イメージ図



再生利用実証事業の概要 6

【完成後の試験盛土のようす】

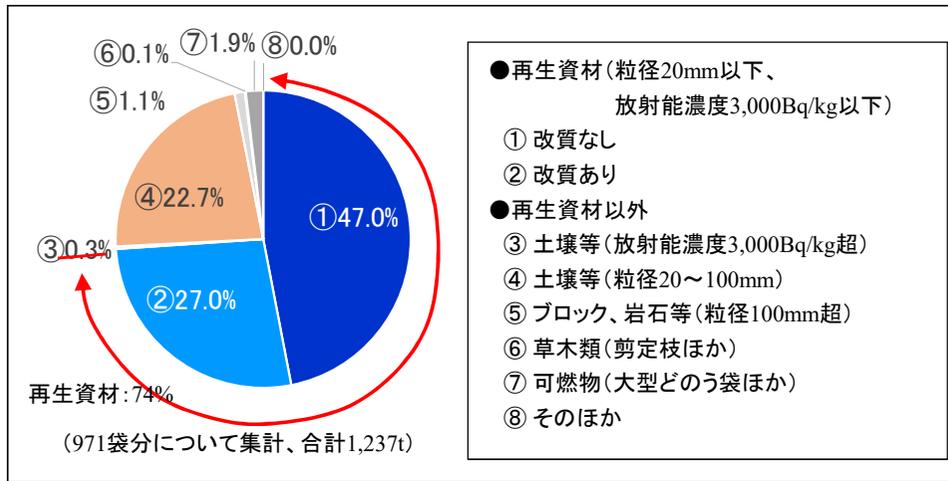


平成29年9月8日撮影

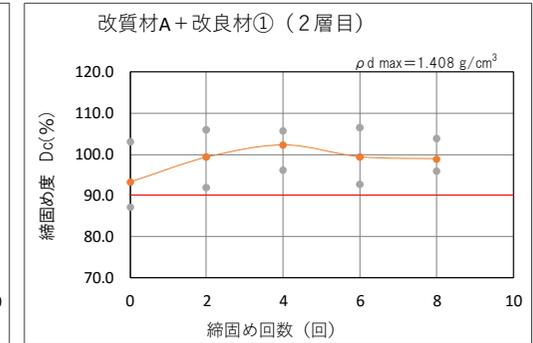
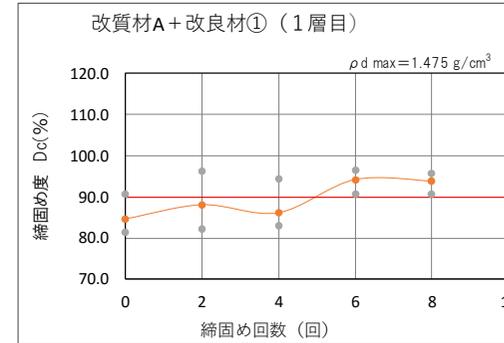
まとめ・課題 1

【土木資材としての品質・適用性】

・土質試験、溶出試験(各種添加剤によるCs等溶出への影響)、締め固め度計測を実施



再生資材等製造量重量百分率



締め固め度計測結果(RI)の一例: 改質材A添加土+改良材①

改質材添加によるセシウムの溶出試験結果一覧表

試験区分	試料名	Cs134	Cs137	pH
		(Bq/L)	(Bq/L)	
30袋の詳細試験	ケース3 無添加	<0.4	<0.5	8.4
	ケース3 改質材(A材)添加 3%	<0.4	<0.5	9.2
	ケース4 無添加	<0.5	<0.5	8.6
	ケース4 改質材(A材)添加 3%	<0.5	<0.5	7.8
	ケース4 改質材(E材)添加 3%	<0.6	<0.5	7.7

まとめ

- ・再生資材について、粒度分布がよく、**十分に締め固めが可能**であることを確認
- ・土壌の含水状況や土質によっては、改質材を使用することで異物の除去効率が向上することを確認
- ・**改質材、改良材の添加によりセシウムの溶出に変化がない**ことを確認

課題

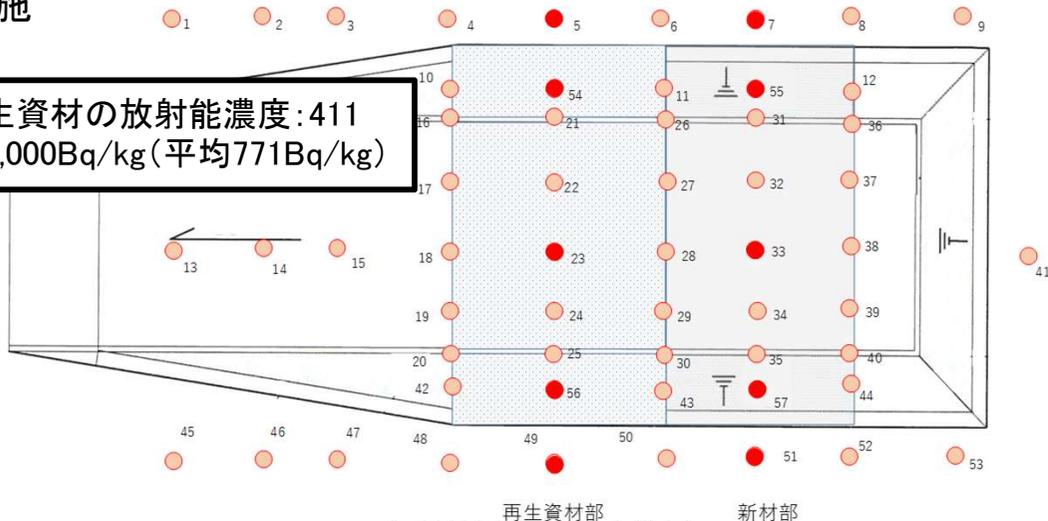
- ・除去土壌中に混入している岩石、コンクリート塊等の分別、再生利用方法について要検討

まとめ・課題 2

【外部被ばく線量】

・天端や法面の主要地点、及び法尻から1mの位置等を、測定点として設定し、NaIシンチサーベイメータにより、57地点での測定を実施

再生資材の放射能濃度: 411
~1,000Bq/kg (平均771Bq/kg)



再生資材部 新材部
空間線量率の測定位置

空間線量率の測定結果

空間線量率の測定位置の●点のモニタリング結果を記載

単位: $\mu\text{Sv/h}$

層数等	再生資材部			新材部		
	天端中央(No23)	法面中央(No54,56)	法尻から1m(No5,49)	天端中央(No33)	法面中央(No55,57)	法尻から1m(No7,51)
1層目転圧後	0.19	0.13~0.14	0.06	0.07	0.05	0.05
2層目転圧後	0.19	0.13~0.14	0.06~0.07	0.06	0.05	0.04~0.05
3層目転圧後	0.19	0.13	0.05~0.07	0.06	0.05	0.05
4層目転圧後	0.19	0.15~0.16	0.05~0.07	0.05	0.05	0.05~0.06
5層目転圧後	0.21	0.17~0.18	0.06~0.07	0.06	0.06	0.05~0.06
覆土後	0.06	0.05~0.06	0.05	0.05	0.05	0.05~0.06

表 盛土施工に係る作業者及び建設現場周辺居住に係る外部被ばく線量換算係数評価結果

実証試験における確認項目	単位	実証試験 暫定結果	計算評価結果		実証/計算 【暫定】	
			評価体系	計算結果		
盛土施工作业に係る外部被ばく線量換算係数	Cs-134 $\mu\text{Sv/h per Bq/g}$	3.41E-01※1	安全評価体系	線源形状: 高さ5m、底面25.8m × 500m、上面10.8m × 500m 線源のかさ密度: 2.0g/cm ³ 評価点: 上面中点から高さ1m	4.01E-01※2	0.85
			実証体系	線源形状: 高さ1.5m、底面16.7m × 11m、上面12.2m × 11m 線源のかさ密度: 1.964g/cm ³ 評価点: 上面中点から高さ1m	3.70E-01	0.92
	Cs-137 $\mu\text{Sv/h per Bq/g}$	1.26E-01※1	安全評価体系	線源体系等は、上記の安全評価体系と同じ 評価点: 上面中点から高さ1m	1.42E-01※2	0.88
			実証体系	線源体系等は、上記の実証体系と同じ 評価点: 上面中点から高さ1m	1.33E-01	0.95

※1: 実証試験結果は、1cm線量当量により測定・評価

※2: 安全評価は、実効線量により実施(MCNP5により計算)

実証試験結果との比較のため上表では既往の安全評価結果に1.18(AP照射(前方照射)条件)を乗じ、簡易的に1cm線量当量による外部被ばく線量換算係数に換算し、比較した。

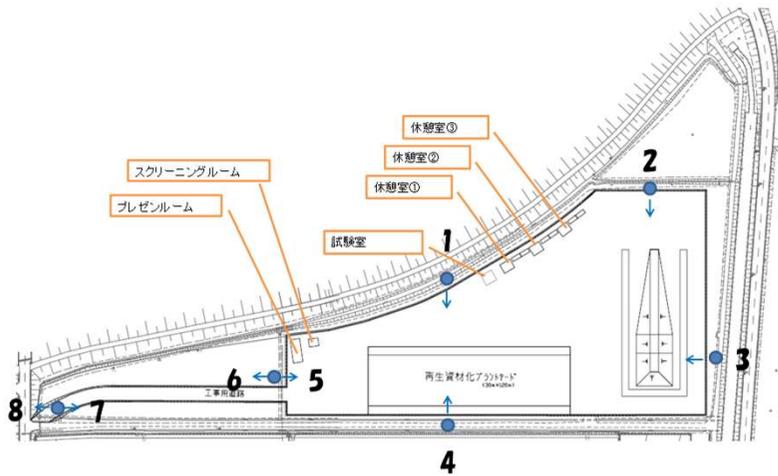
まとめ

・平成28年度に実施した安全評価と実測値から算出した外部被ばく線量換算係数を比較し、**外部被ばく線量は安全評価の範囲内に収まることを確認**

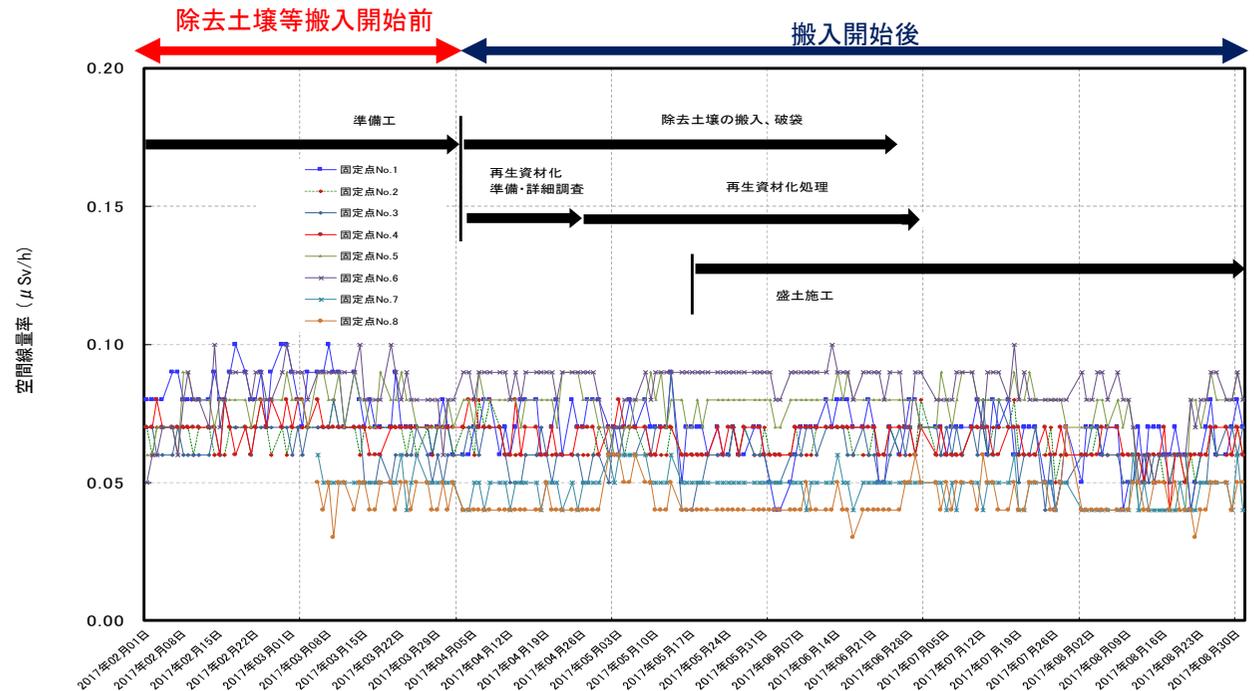
まとめ・課題 3

【空間線量率測定】

- 敷地境界において、空間線量率を測定



空間線量率の測定位置及び測定方向



空間線量率の測定結果

まとめ

- 敷地境界における空間線量率は施工前、施工中において、 $0.03 \mu\text{Sv/h} \sim 0.1 \mu\text{Sv/h}$ 程度の範囲内にあり大きな変動がないことを確認

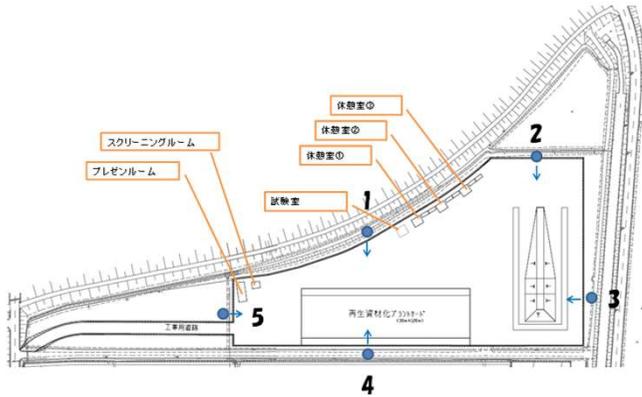
まとめ・課題 4

【大気中放射能濃度】

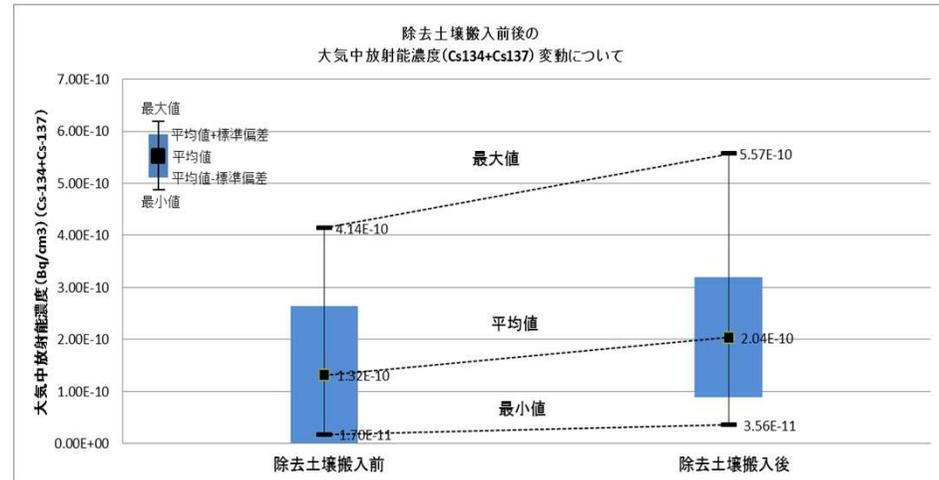
・ダストサンプラにより吸引・捕集したダストを、Ge半導体検出器分析により放射能濃度測定

まとめ

・大気中放射能濃度は施工前、施工中において大きな変動がないことを確認



大気中放射能濃度用ダスト採取位置及び吸引方向



【安全評価との比較】

保守的に盛土着工前の最小濃度と盛土着工中の最大濃度を再生資材寄与の上昇と考えた場合の内部被ばく線量計算結果を示す。

盛土着工前後の大気中放射能濃度の測定結果

	測定地点	Cs-134濃度	Cs-137濃度
盛土着工前の最小濃度	測定地点1	ND (2.55E-12Bq/cm3※)	1.70E-11Bq/cm3
盛土着工中の最大濃度	測定地点5	5.90E-11Bq/cm3	4.98E-10Bq/cm3
着工前と着工中の差		5.65E-11Bq/cm3	4.81E-10Bq/cm3

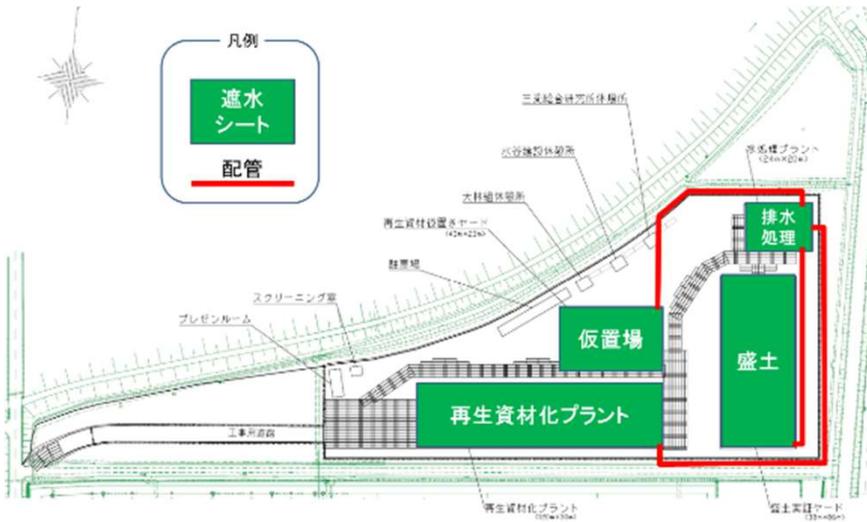
まとめ

・仮に盛土着工前の最小濃度と盛土着工中の最大濃度の差を再生資材寄与の上昇と考えた場合、作業員、成人及び子どもの吸入による内部被ばく線量は、 $10^{-3} \sim 10^{-2} \mu\text{Sv}/\text{年}$ オーダーとなり、十分低い

まとめ・課題 5

【処理水(排水)】

- ・降雨等により発生した水等の排水を処理するため、排水処理設備を設置。
- ・凝縮沈殿処理、pH調整及び砂ろ過を実施後、南相馬市関連の排水基準に従い、公共水域へ放流。



排水処理設備の設置位置

処理水の放射能濃度等の測定結果

項目	4月					5月									
	7日	14日	19日	26日	28日	13日	15日	16日	25日	30日					
放射能濃度 (Bq/L)	ND														
検出下限値	4.97	5.44	5.55	5.3	5.43	6.76	7.13	6.62	8.47	5.63					
水素イオン濃度 (pH)	7.69	7.94	7.99	7.85	8.02	7.83	8.56	8.28	7.45	7.29					
浮遊物重量 (SS量)	10.2	8.7	4.6	0.7	3.0	1.6	5.5	4.9	4.4	1.3					
項目	6月														
	1日	2日	7日	12日	14日	19日	20日	22日	23日	28日					
放射能濃度 (Bq/L)	ND														
検出下限値	5.57	5.93	5.46	5.5	5.5	5.5	5.57	5.36	5.36	5.63					
水素イオン濃度 (pH)	7.66	8.15	7.56	7.7	7.66	7.86	8.38	8.26	7.92	7.59					
浮遊物重量 (SS量)	7.0	17.9	0.2	0.0	7.4	7.9	11.4	11.4	13.3	3.7					
項目	7月										8月				
	3日	4日	5日	18日	19日	24日	25日	26日	28日	31日	2日	8日	9日	21日	31日
放射能濃度 (Bq/L)	ND														
検出下限値	5.53	5.32	5.53	5.99	5.46	5.77	5.57	5.54	5.39	4.48	5.48	5.79	6.48	5.92	5.86
水素イオン濃度 (pH)	7.46	7.18	7.29	7.74	7.53	7.67	7.52	7.47	8.04	7.64	7.17	7.51	7.30	7.70	7.70
浮遊物重量 (SS量)	6.8	8.9	14.3	5.7	4.7	3.6	3.7	4.4	0.8	4.4	0.4	6.8	10.5	4.9	1.0

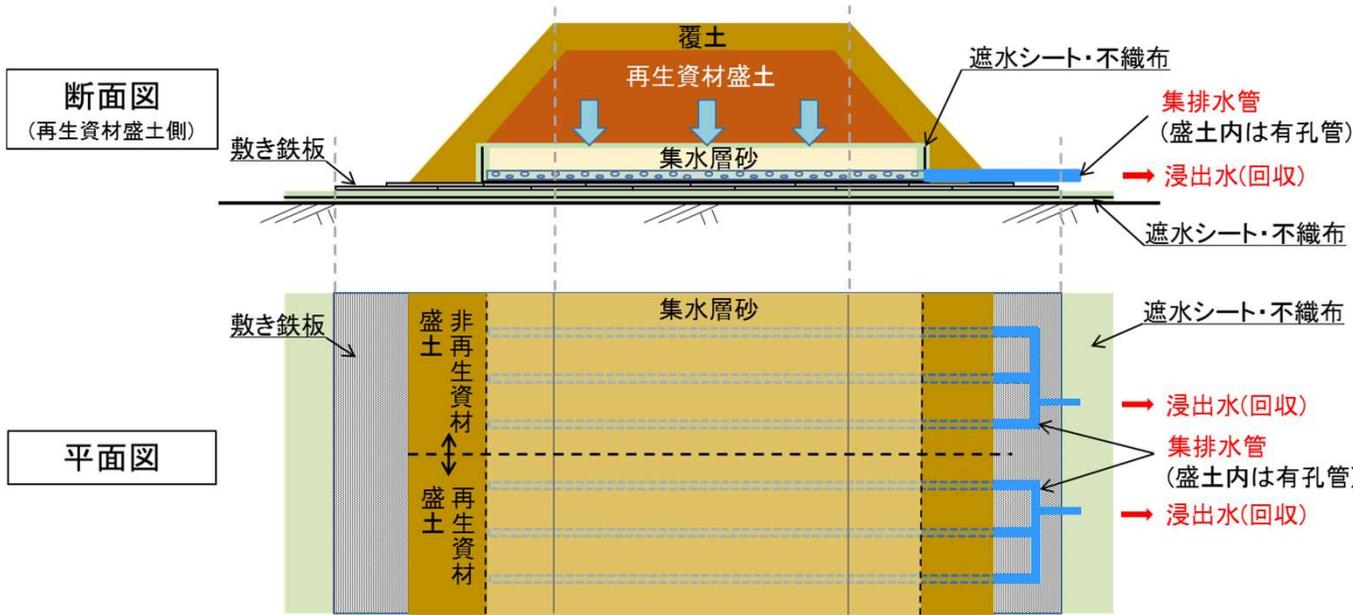
まとめ

- ・排水の放射能濃度はすべてND(検出下限値未満)であることを確認

まとめ・課題 6

【浸透水の放射能濃度測定結果】

・浸透水集水設備により、試験盛土の内部を浸透する雨水等を、再生資材部分と新材部分に分けて盛土底部で集水



確認項目	実証試験結果等
盛土のかさ密度	約2.0g/cm ³
盛土の空隙率	約0.05
再生資材中放射能濃度	約800Bq/kg
盛土浸透水中放射能濃度	解析時間: 36,000秒
・ ¹³⁴ Cs濃度 (Bq/L)	ND (検出下限値: 0.110Bq/L)
・ ¹³⁷ Cs濃度 (Bq/L)	ND (検出下限値: 0.143Bq/L)

まとめ

- ・**浸透水の放射能濃度はすべてND(検出下限値未満)**であることを確認
- ・¹³⁷Csが検出下限値0.143Bq/L存在すると仮定した場合であっても、¹³⁴Cs+¹³⁷Cs濃度は約0.164 (Bq/L)となり、安全評価結果(溶出量: 約3.0Bq/L)を大きく下回る

再生利用の手引きへの反映

- 再生利用の手引きについては、除去土壌等由来の再生資材の製造・運搬、供用、災害時における対応等、各段階における取扱いに関する留意事項を示すことにより、その安全確保を図ることを目的とする
- 除去土壌再生利用実証事業において得られた技術的知見を再生利用の手引きに反映していくとともに、課題となっている点を、引き続き、実証事業等を通じ、技術的検討を行っていく。

表 除去土壌再生利用実証事業から得られた技術的知見

確認項目	技術的知見
スクリーニング方法(受入時)	・有効な受入時のスクリーニング方法 ・測定時における測定精度、誤差要因等
スクリーニング方法(分別・品質調整後)	・放射能濃度を連続測定する場合の留意点
土木資材としての品質・適用性	・要求品質の確認方法 ・Csの溶出に影響を及ぼさないことが確認された各種パラメータの範囲等
設備等の処理性能	・大規模化の際の必要事項等
盛土の出来形	・RI計測器を用いた施工管理上の留意事項
放射能収支	・放射能の濃度分布
作業上の放射線安全	・作業者の安全性、被ばく管理のあり方 ・追加被ばく線量が比較的高くなる作業工程と作業時における留意点
周辺環境の安全	・再生利用の安全性

減容再生利用技術開発戦略検討会（10/11）の結果

（再生資材化試験について）

- ・除去土壌の再生利用に係り、今後、処理施設の大規模化が想定される。本実証事業の成果として、コスト、作業時間等の情報を整理しておくこと。また、**再生資材化及び盛土施工に係る作業上の工夫点や課題等を取りまとめる**こと。
- ・改質を要する粘性土や今回取り扱っていない農地除染の土壌など、**引き続き、広く実証事業等を実施し、データを積み上げてほしい**。
- ・今回の実証試験においては、再生資材以外として整理されている20～100mmの土壌等について、再生利用方法を検討してもらいたい。

（試験盛土について）

- ・**再生資材の土質試験結果（粒度、物性等）、締め固め度を見る限り、土木資材として問題なく利用できる**と考える。
- ・基礎地盤については、基本的に軟弱地盤を避けること、やむを得ず軟弱地盤に土工構造物を構築する場合は、地盤改良を行うことなどを再生利用の手引き等に反映してもらいたい。

（放射線管理について）

- ・本実証試験の結果から**外部被ばく線量、大気中放射能濃度、浸透水中へのCs溶出に係る安全性は確認**出来た。しかしながら、浸透水中へのCs溶出量は、有機物含有量やpHにより、変動する可能性があることから、今後、**継続してモニタリングを実施し、安全性を確認**してほしい。

0. はじめに

1. 南相馬市における実証事業について

2. 大熊町における実証事業について

土壌分級処理実証事業の概要 1

1. 背景と目的

- 除去土壌等の県外最終処分の量を可能な限り低減するため、安全性確保を前提として、除去土壌等の資材化処理を行い、適切な管理の下で利用することを検討している
- 本事業は、パイロットスケールにおける除去土壌等を用いた分級処理システム実証試験を実施するとともに、再生資材の利用を行う上での課題等の検討を行うもの

2. 事業内容

- 中間貯蔵施設に搬入された土壌を分級処理
- 処理方式の異なるパイロットプラント(処理能力10t/時程度を想定)を複数系列設置し、複数の技術を実証
- 除去土壌の発生場所、性状、放射能濃度に応じて処理を行い、その分級性能を確認

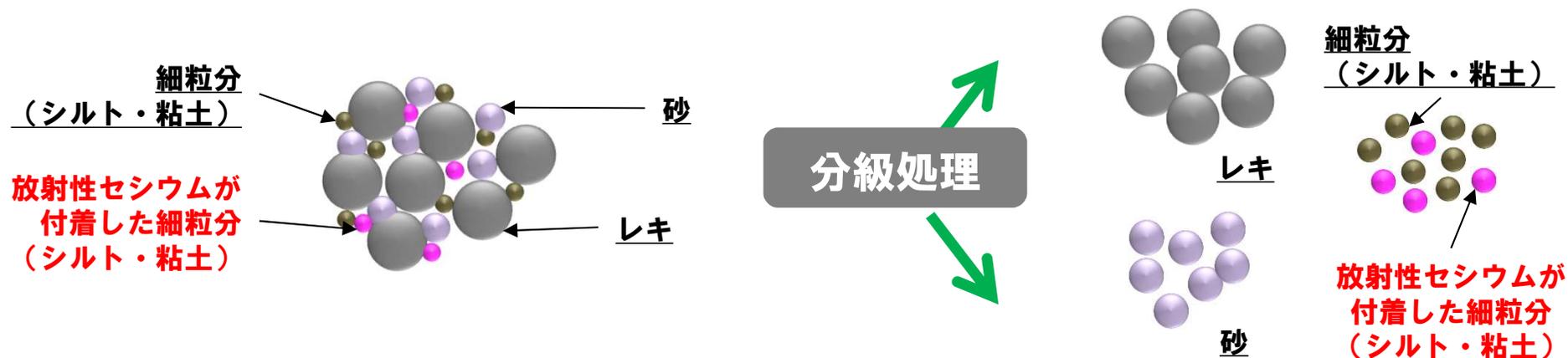


図 分級処理のイメージ

土壌分級処理実証事業の概要 2

3. 試験用地

- 「平成28年度中間貯蔵施設の土壌貯蔵施設等工事(大熊町)」受入分別施設の隣接地を計画(面積約1ヘクタール程度)

4. 整備する施設

- 分級処理設備、水処理設備、テント等管理施設など

5. 試験期間

- 本年11月発注、平成30年春から現地にてプラントの設置、試運転
- 平成30年秋から除去土壌を使用した実証事業を実施

項目	平成29年度	平成30年度	備考
設計・計画	—		
プラント設置		—	
実証試験		試運転・調整 — 実証試験	

試験用地位置図



6. その他留意点

- 試験の実施に当たっては、排水処理や地下浸透防止等の環境対策、実証試験中の環境モニタリング、適切な情報公開等を実施
- 分級処理した土壌は、中間貯蔵施設内での利用を想定