

8月26日(木)14:10~17:00

減容化・再生利用と復興を考える知のネットワーク 技術実証事業成果発表会(第3回)

平成31年度 除去土壌等の減容等技術実証事業(その7)
令和2年度 除去土壌等の減容等技術実証事業(その3)

膨潤抑制剤添加処理により除去土壌の再利用を効率化する技術

株式会社奥村組

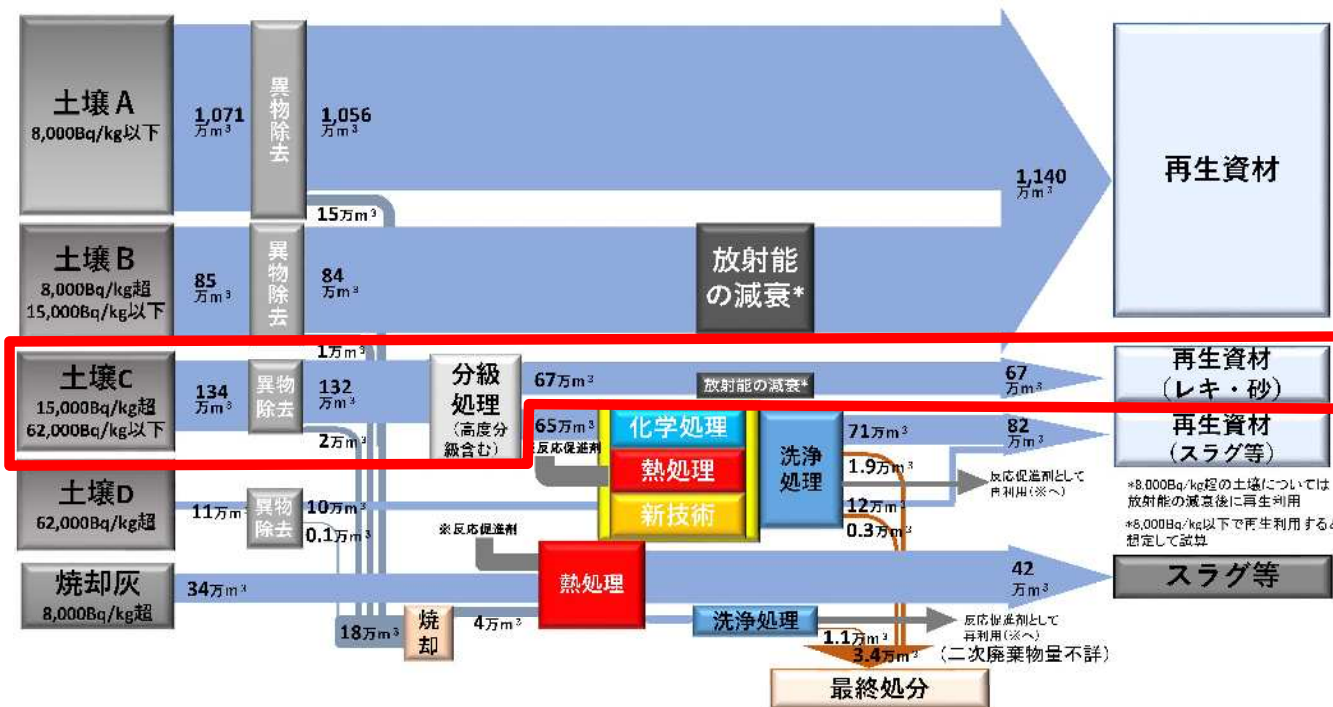


OKUMURA CORPORATION

1. 背景

〈背景〉

- ・除去土壌の再生利用方法として湿式分級処理が検討されている。
- ・中間貯蔵施設の受入分別処理の異物除去を効率化するために、高吸水性樹脂(以下、SAP: Super Absorbent Polymer)を数%含む改質材が利用されていることがある。
- ・SAPは数百倍に及ぶ吸水膨潤性があるため、湿式分級処理して再利用する土壌(回収粗粒土壌)の品質への影響が懸念される。



本技術の対象範囲

※本報告は、中間貯蔵・環境安全事業株式会社(以下、JESCO)が環境省より受託した平成31年度及び令和2年度中間貯蔵施設の管理に関する業務の成果の一部である。

(出典) 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(第9回)

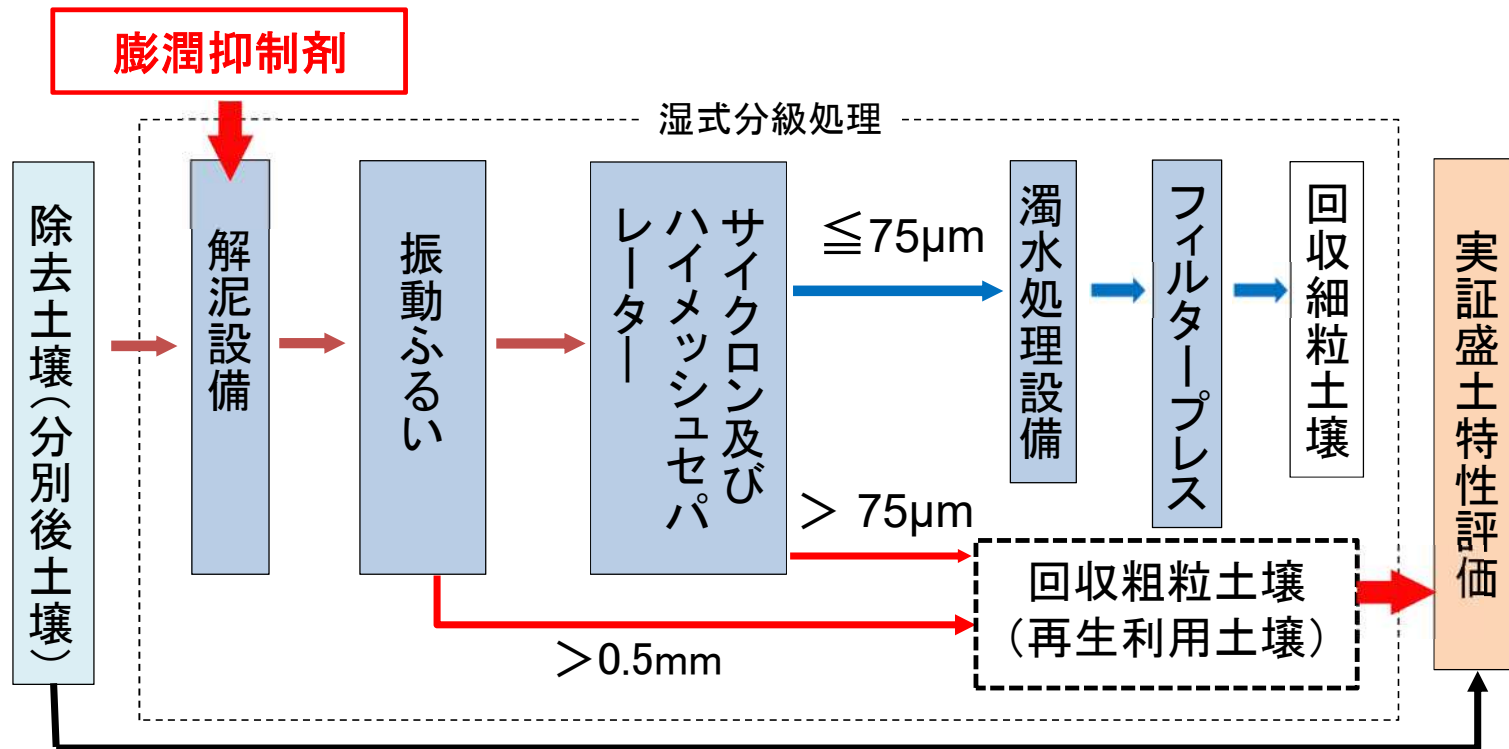
2. 実証事業の目的、技術の概要

〈実証事業の目的〉

- ①SAPを含む再生資材(回収粗粒土壌)の特性評価
- ②実際の除去土壌を用いての膨潤抑制剤による再生資材の品質向上の評価

〈技術の概要〉

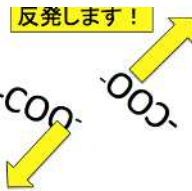
湿式分級処理にSAPの膨潤を抑制する機能を付加する方法



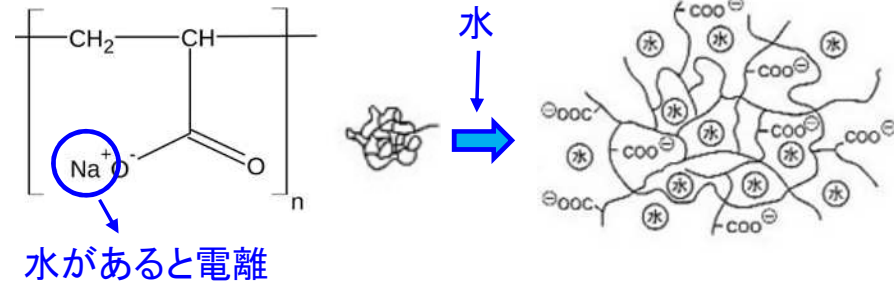
2. SAPの膨潤と膨潤抑制(本技術)の原理

〈吸水・膨潤の原理〉

COO-どうしが反発することで
網目が膨らみ網の中に水を
取り込む

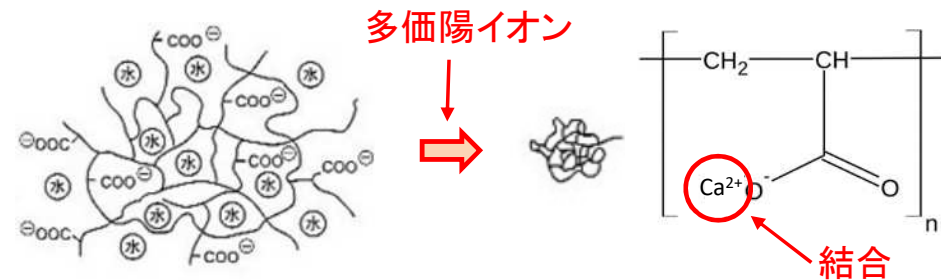


高吸水性樹脂(ポリアクリル酸ナトリウム)

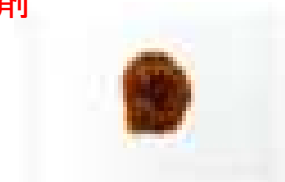


〈膨潤抑制の原理〉

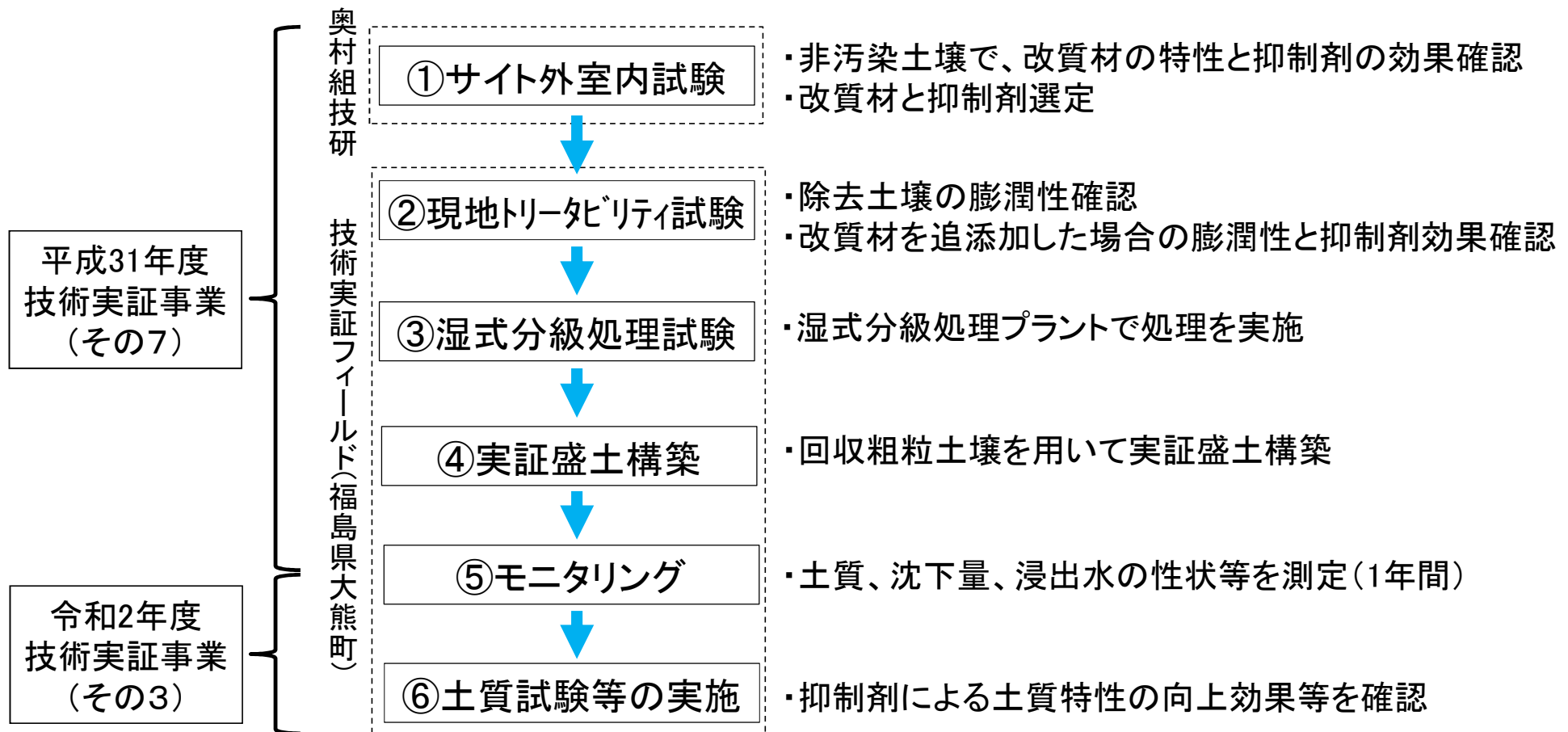
多価陽イオン(例: Ca^{2+})を添加すると
COO-にCaイオンが結合し、COO-の反
発がなくなり収縮して脱水(再吸水なし)



膨潤抑制剤
添加



3. 事業のフロー



4. サイト外室内試験

- ①改質材の膨潤性の把握
- ②抑制剤の膨潤抑制効果の把握
- ③SAPの分配挙動の事前把握

〈使用材料〉

- ・ 土壌：茨城県つくば市内の畑地土壌
- ・ 改質材：3種類（改質材A, B, C）
- ・ 膨潤抑制剤：3種類
（硫酸第一鉄、塩化カルシウム、硫酸カルシウム）



〈試験の方法〉

- ①改質材の膨潤性の把握

土壌100gに改質材と水500mlを加えた泥水を75 μ mふるいで分級し、ふるい上残留物の含水率等から評価

- ②抑制剤の膨潤抑制効果の把握

①の泥水に膨潤抑制剤を添加した試験による評価

- ③SAPの分配挙動の事前把握

SAPを添加した水を右のサイロン分級試験装置で分級処理し
オーバー・アンダー回収水の乾燥後残留物量を測定・評価



4. サイト外室内試験の結果

〈結果〉

①改質材の膨潤性の把握

- ・改質材添加量増で含水率が增大
- ・改質材添加量増で目視体積が増大
- ・3種類(A,B,C)の改質材ともに同様の結果

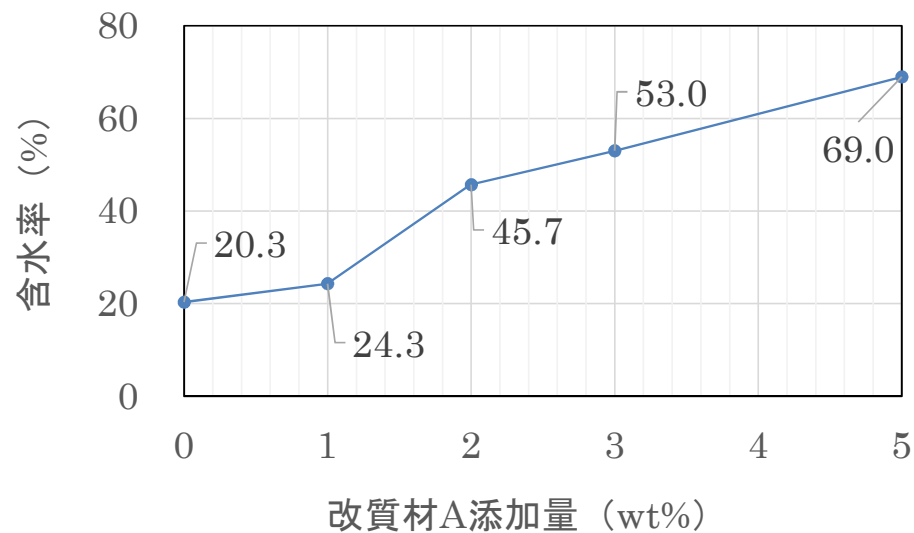
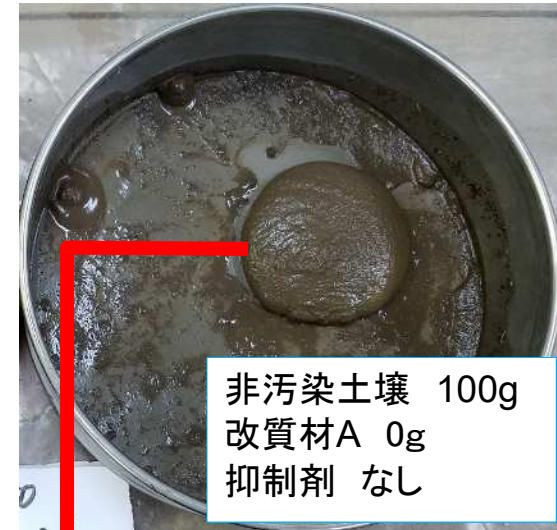


図 改質材Aの添加量とふるい上残留物の含水率



吸水膨潤して体積増大



4. サイト外室内試験の結果

〈結果〉

②抑制剤の膨潤抑制効果の把握

- ・膨潤抑制剤添加により含水率と体積減少を確認
- ・3種の改質材に対し、3種の抑制剤全てで効果発現
- ・実証フィールドでの試験では、**硫酸第一鉄を抑制剤**※1
追添加用改質材として改質材C※2を選定

※1 硫酸第一鉄:コストや環境影響面等の総合評価より

※2 改質材C:調達容易、過去に実証事業等で使用された実績より

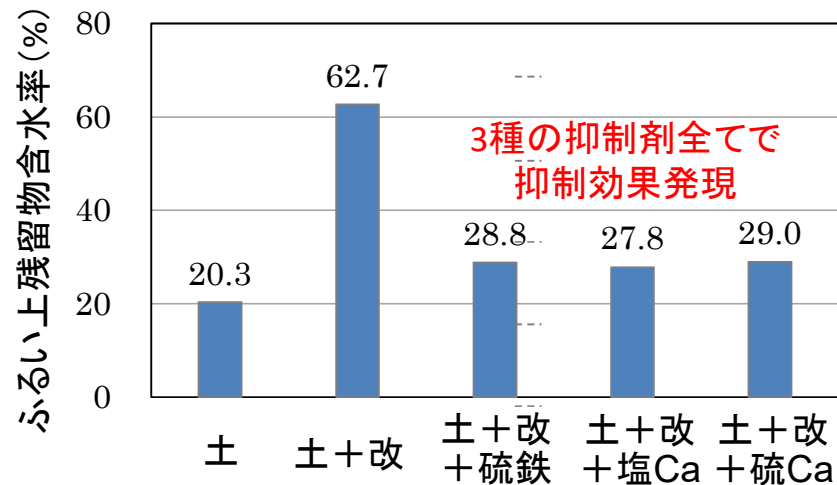


図 土壤に改質材C3wt%と各抑制剤0.5wt%を添加した試験



4. サイト外室内試験の結果

〈結果〉

③SAPの分配挙動の事前把握

- ・SAPはサイクロンオーバー・アンダーの両方に分配
- ・分配割合から水と同様の挙動をすると推察

サイクロン分級試験の結果

SAP量		0.6g
水量		1,000mL
オーバー	容積	651mL
	乾燥重量	0.52g
アンダー	容積	350mL
	乾燥重量	0.28g

小型サイクロン試験装置



アンダー回収水 オーバー回収水

サイクロンアンダー回収水



サイクロンオーバー回収水



5. 現地トリータビリティ試験

- ①除去土壌の膨潤性確認
- ②選定した改質材の膨潤性確認
- ③抑制剤の膨潤抑制効果の確認

〈使用材料〉

- ・ 土壌：JESCO殿より提供の除去土壌
(改質材は2wt%程度配合の履歴情報)
- ・ 改質材：改質材C
- ・ 膨潤抑制剤：硫酸第一鉄

〈試験の方法〉

- ・ サイト外室内試験と同様の方法で実施



技術実証フィールド

除去土壌の基礎データ							
地盤材料の分類名	自然含水率 %	土粒子密度 g/cm ³	75μm 通過百分率 %	pH	EC mS/m	強熱減量 %	放射性セシウム Bq/kg
細粒分質礫質砂	23.4	2.613	35.0	7.5	28.8	8.5	3,460

5. 現地トリータビリティ試験の結果

〈結果〉

①除去土壌の膨潤性確認

- ・分別後土壌に硫酸第一鉄を添加してふるい試験を実施した結果、ふるい上の含水率は低減せず、膨潤性は確認できなかった。

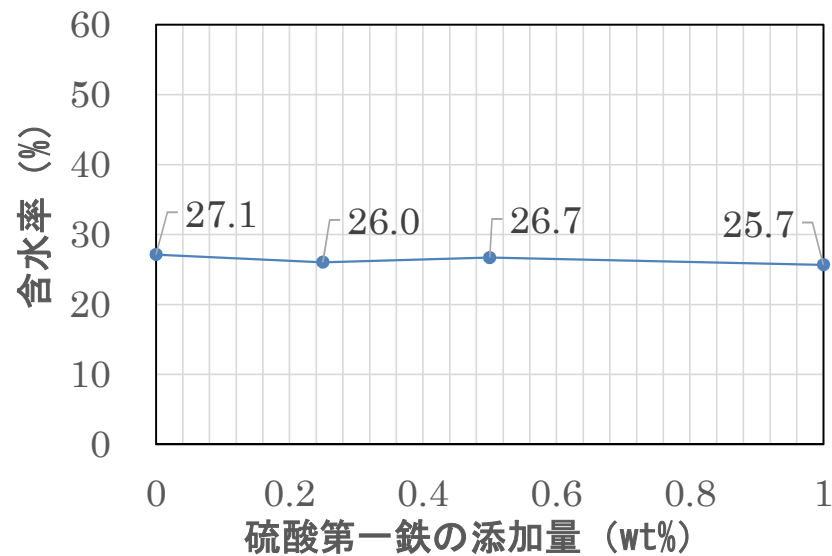


図 提供土壌に硫酸第一鉄を添加した時の含水率変化



5. 現地トリータビリティ試験の結果

〈結果〉

②選定した改質材の膨潤性確認

- ・改質材を追添加した土壌は、**添加量に比例して含水率と体積が増大**

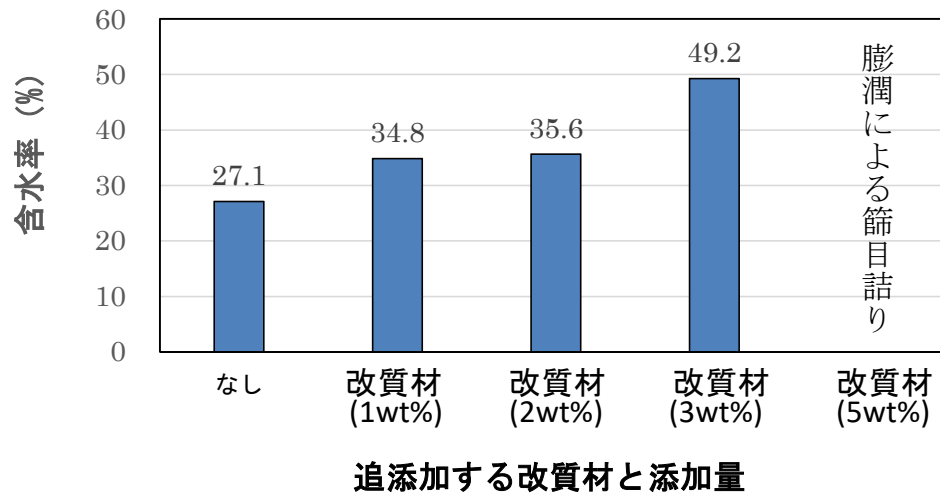


図 分別後土壌に改質材を追添加した試験のふるい上残留物含水率



5. 現地トリータビリティ試験の結果

〈結果〉

③抑制剤の膨潤抑制効果の確認

- ・改質材を追添加した除去土壌に対し膨潤抑制効果発現を確認
- ・抑制剤0.25wt%以上の添加で効果発現

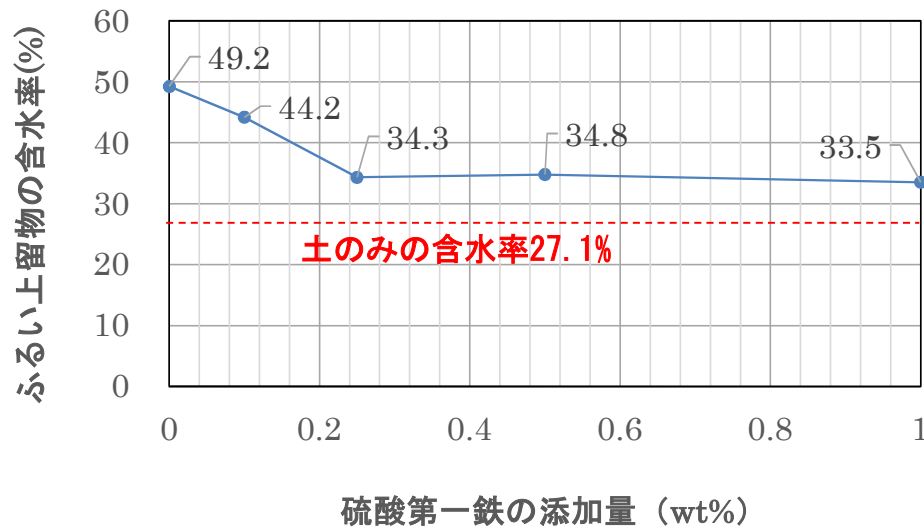


図 改質材を3wt%追添加した除去土壌に対する抑制剤の添加量変化に伴う含水率



6. 湿式分級処理試験

- ①実証盛土試験用の回収粗粒土壌の作製
- ②抑制剤の膨潤抑制効果の確認

〈使用材料〉

- ・土壌: JESCO殿提供の除去土壌
(改質材は2wt%程度配合との履歴情報)
- ・追添加用改質材: 改質材(3wt%)
- ・抑制剤: 硫酸第一鉄(0.5wt%)

〈試験方法〉

- ・下記の試験ケースを対象に湿式分級処理を実施
- ・湿式分級処理した回収粗粒土壌の含水率等を評価

試験ケース	土壌のみ	土壌+改質材	土壌+改質材+抑制剤
改質材の追添加 3wt%	なし	あり	あり
抑制剤の添加 0.5wt%	なし	なし	あり



湿式分級処理プラント
(技術実証フィールド)

6. 湿式分級処理試験

①実証盛土試験用の回収粗粒土壌の作製



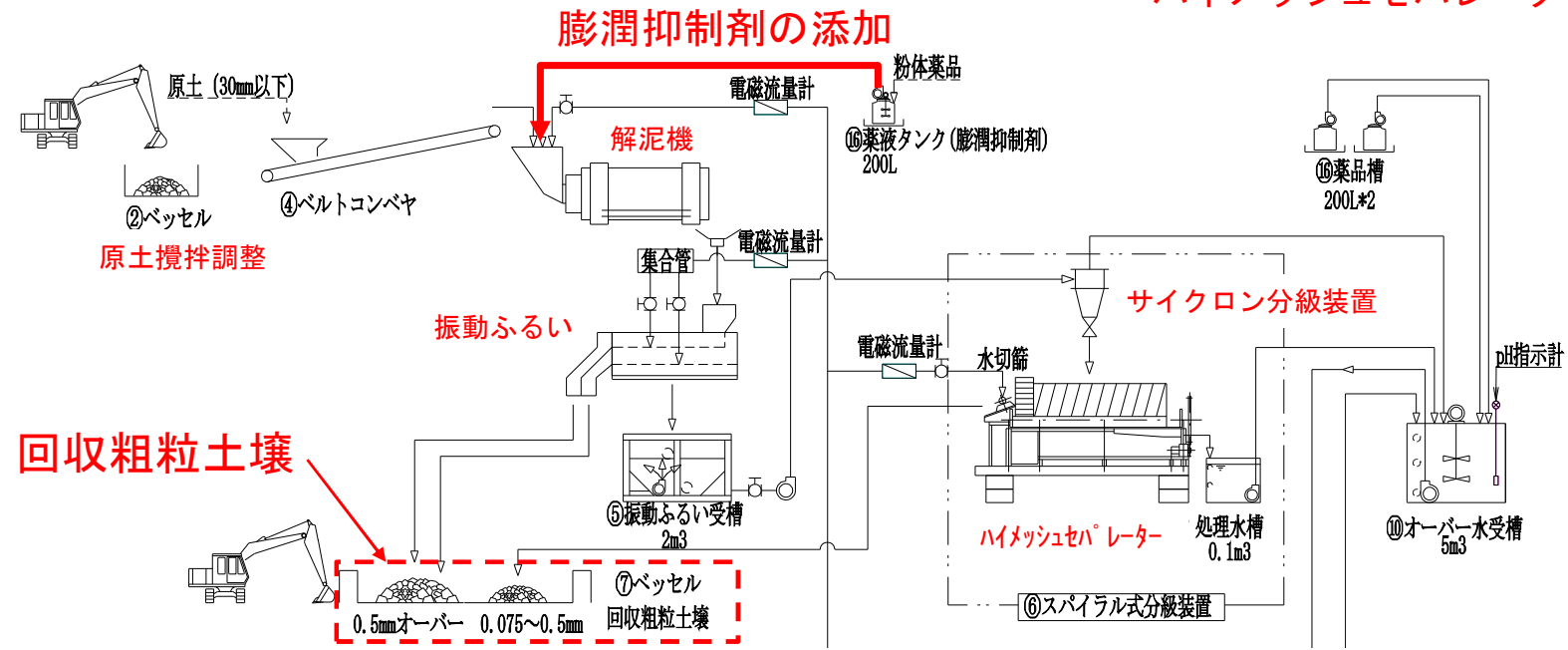
原土攪拌調整

解泥機

振動ふるい

サイクロン分級装置

ハイメッシュセパレーター



膨潤抑制剤の添加

回収粗粒土壌

⑦ベッセル 回収粗粒土壌
0.5mmオーバー 0.075~0.5mm

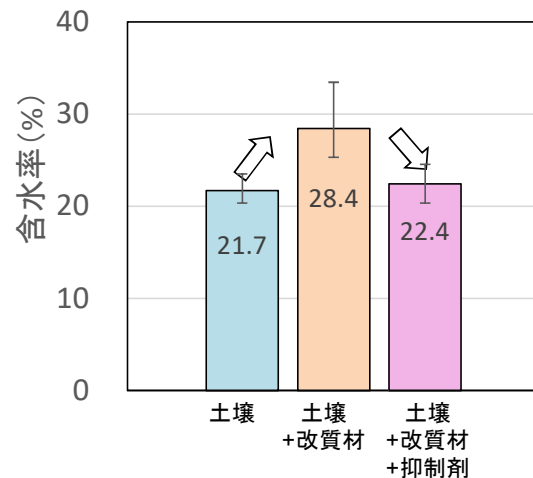
6. 湿式分級処理試験の結果

〈結果〉

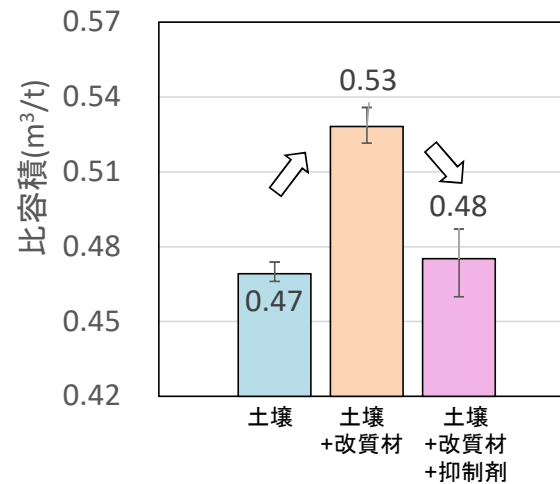
②抑制剤の膨潤抑制効果の確認

- ・改質材の追添加: 含水率と比容積*が増大
 - ・抑制剤の添加: 含水率と比容積*が低減
- ⇒膨潤抑制効果が発現することを確認

* 比容積 = 1 / 単位体積重量 (m³/t)



回収粗粒土壌の含水率



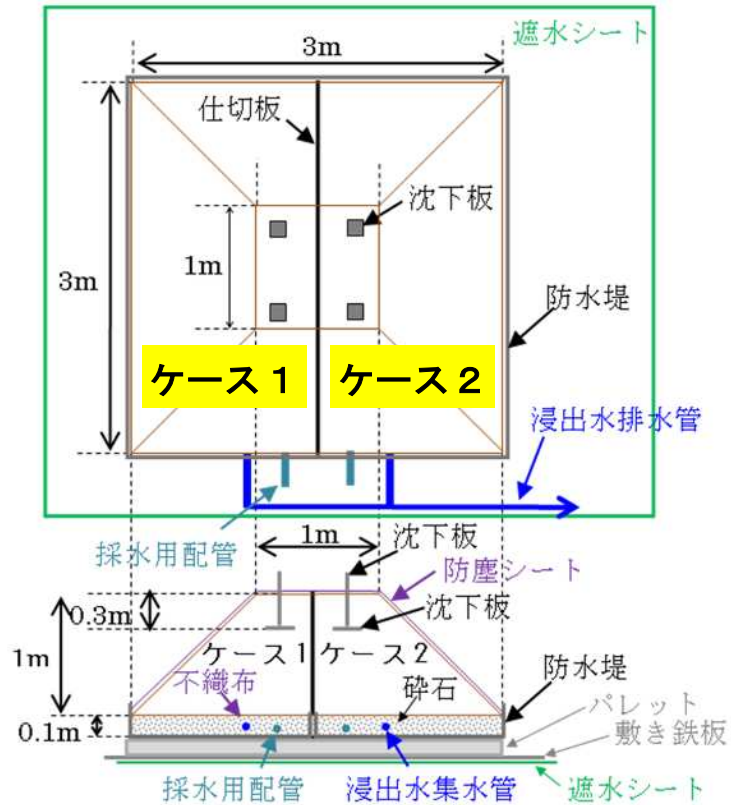
回収粗粒土壌の比容積



回収粗粒土壌の状態

7. 実証盛土試験

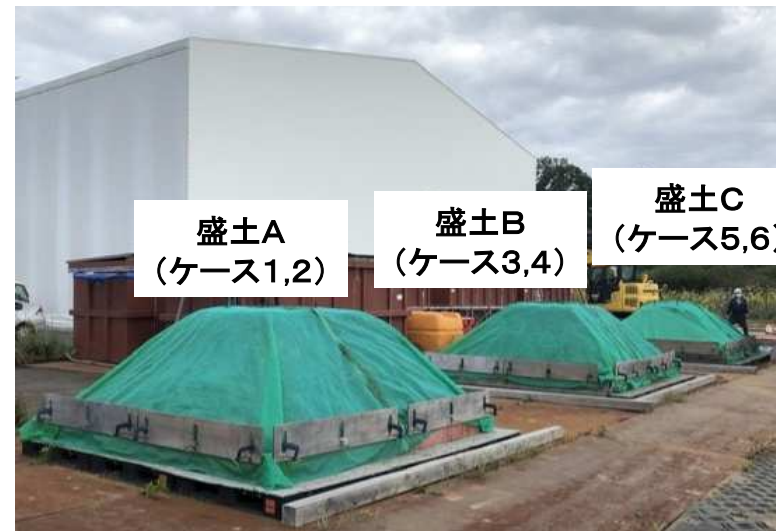
- ・ 回収粗粒土壌と湿式分級していない土壌を用いて盛土を構築
- ・ モニタリング（1年間）



盛土A模式図

盛土試験ケース

盛土名	A		B		C	
ケース番号	1	2	3	4	5	6
湿式分級有無	○	○	○	○	×	×
改質材3wt%追添加	×	×	○	○	○	○
抑制剤0.5wt%添加	×	○	×	○	×	○



構築した盛土

7. 実証盛土試験の結果(土質試験)

〈結果〉

①原位置コーン貫入試験(解体時)

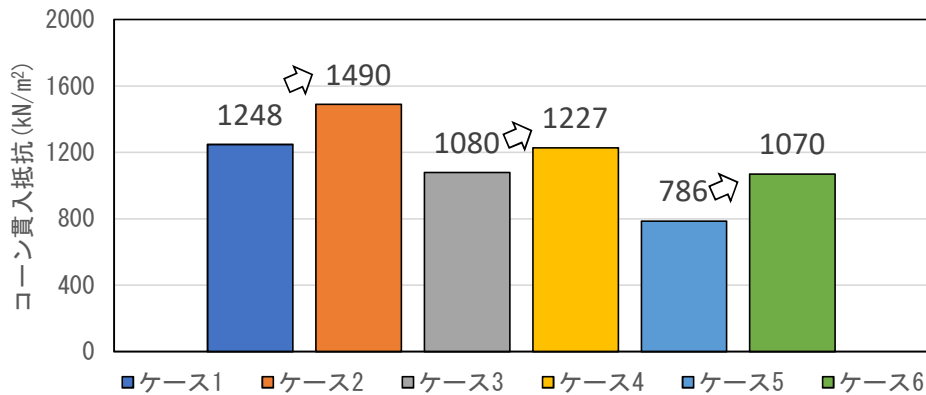
・抑制剤添加(ケース2,4,6)は、抑制剤無添加より大きな値(14~36%)を示した

⇒コーン貫入抵抗値の増大

②盛土沈下量

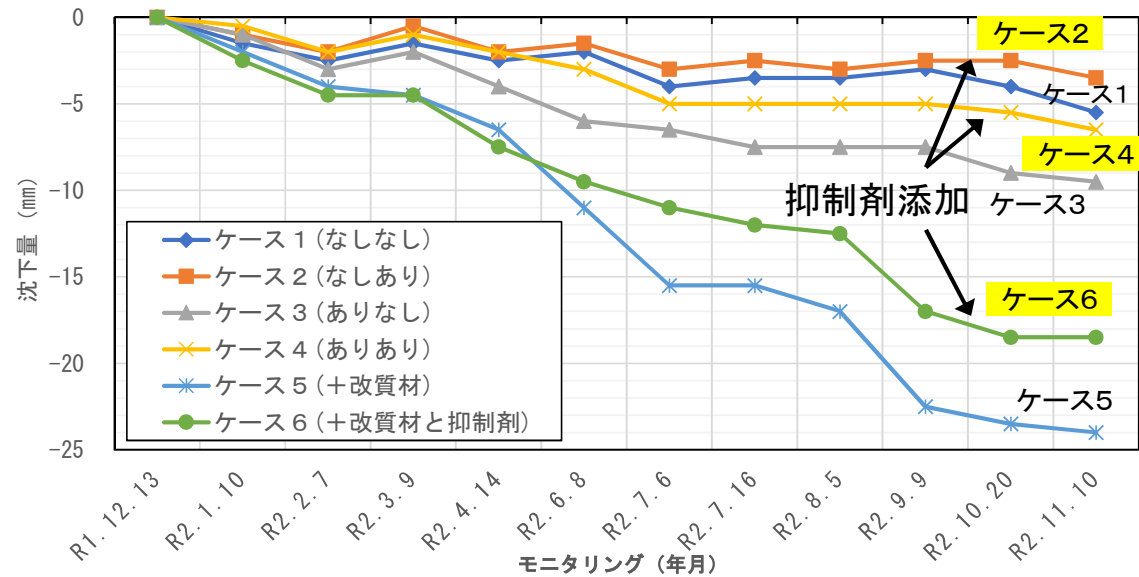
・抑制剤を添加したケース(ケース2,4,6)の方が沈下量が小さい結果が得られた

⇒盛土の沈下を抑制



原位置コーン貫入試験の結果

盛土名	A		B		C	
ケース番号	1	2	3	4	5	6
湿式分級処理	あり				なし	
改質材の追添加	なし		あり			
抑制剤の添加	なし	あり	なし	あり	なし	あり
構築時含水率(%)	17.0	18.7	20.1	19.2	42.0	43.7
累計沈下量(mm)	6	4	10	7	24	19
測定結果概要	湿式分級処理した土壌(粗粒分)は小さい値を示した				分級していない土壌は大きな値を示した	
	抑制剤を添加したケース(2,4,6)の沈下量が小さい値を示した					



沈下量測定の結果

7. 実証盛土試験の結果(浸出水モニタリング)

〈結果〉

③浸出水モニタリング(環境項目:1回/月×12回)

・放射性セシウムを含む項目で排水基準超過は概ね確認されなかった

但し、抑制剤添加ケースで溶解性鉄(盛土構築直後)とpH(1検体)のみ排水基準を超過

⇒周辺環境への悪影響は低い

盛土名		A		B		C	
ケース番号		1	2	3	4	5	6
湿式分級処理		あり				なし	
改質材の追添加		なし		あり			
抑制剤の添加		なし	あり	なし	あり	なし	あり
電気伝導度(mS/m)		抑制剤を添加したケースが高い傾向を示した					
pH	排水基準:5.8~8.6	測定値は7.2~8.7(排水基準超過は1検体)であった。ケースによる差異は認められなかった					
強熱減量		抑制剤を添加したケースが高い値を示した		ケースによる顕著な差異は認められなかった		比較するデータを得ることができなかった	
溶解性鉄濃度(mg/L)	排水基準:10mg/L	盛土構築1か月は抑制剤を添加したケースで排水基準を超過した		盛土構築2か月は抑制剤を添加したケースで高い値を示した(排水基準は適合)		比較するデータを得ることができなかった	
硫酸イオン濃度(mg/L)	海水濃度:2,600mg/L	抑制剤を添加したケースが高い値を示した(最大1,300mg/L)					
ナトリウム濃度(mg/L)		抑制剤を添加したケースが高い値を示した。					
マンガン濃度(mg/L)		盛土構築1か月は抑制剤を添加したケースで高い値を示した(最大1.75mg/L)				比較するデータを得ることができなかった	
TOC(mg/L)		ケースによる差異は認められなかった					
放射能濃度(Bq/L)		すべての試料で不検出であった。					

8. まとめ

① SAPを含む再生資材(回収粗粒土壌)の特性評価

- SAPを含む改質材を追添加した回収粗粒土壌は、いずれも膨潤性を確認
- SAPを含む改質材が過剰に含まれる場合には、再利用する土壌の品質への影響が生じることが示唆
- 3種類の抑制剤全てで膨潤抑制効果が発現

② 実際の除去土壌を用いての膨潤抑制剤による再生資材の品質向上の評価

- 試験に用いた除去土壌では、SAPによる膨潤性が認められなかったが、改質材の追添加で含水率と比容積が増大した回収粗粒土壌についても、膨潤抑制効果が発現
- SAPの膨潤性が認められる場合、抑制剤の添加は土質特性の向上に寄与
- 土壌中のSAP量に見合う抑制剤の適正な添加量であれば、周辺環境に悪影響を及ぼさない

参考文献

1. 環境省、「減容・再生利用技術実証の現状と今後の予定—大熊分級技術実証事業—」、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(第11回)、2019
2. 伊藤健一、「放射性Csの土壌粒度別分布傾向と分級による減容化への取り組み」、粘土科学、Vol.54、No.1、pp.36-42、2015
3. 東貴宏、宮田貴光、星野由雅、森下浩史、「新素材・高吸水性ポリマーを用いた授業実践」、教育実践総合センター紀要、No.10、pp.205-210、2011
4. 株式会社奥村組、「平成31年度除去土壌等の減容等技術実証事業(その7) 膨潤抑制剤添加処理により除去土壌の再生利用を効率化する技術報告書」、<http://www.jesconet.co.jp/interim/information/josenjissho.html>
5. 株式会社奥村組、「令和2年度除去土壌等の減容等技術実証事業(その3) 膨潤抑制剤添加処理により除去土壌の再生利用を効率化する技術報告書」、<http://www.jesconet.co.jp/interim/information/josenjissho.html>
6. 株式会社奥村組、「11.膨潤抑制剤を利用した除去土壌の再生資材化技術に関する基礎研究」、奥村組技術研究年報No.46、2020
7. 高橋正通、柴崎一樹、仲摩栄一郎、石塚森吉、太田誠一、「高吸水性高分子樹脂を添加した土壌の物理・化学・生物特性」、公益財団法人国際緑化推進センター、森林立地62(1)、51~59、pp.4-5、2020
8. 国土交通省、水文水質データベース、7.地質環境その他項目、<http://www1.river.go.jp/100308.html>
9. 株式会社奥村組、「土壌改質材中の高吸水性樹脂による湿式分級処理への影響とその抑制技術 -盛土資材として湿式分級処理土壌を再生利用する場合の土質特性への影響-」、第56回地盤工学研究発表会、12-3-5-06
10. 株式会社奥村組、「膨潤抑制剤添加処理により除去土壌の再利用を効率化する技術」、第10回環境放射能除染研究発表会、S4-2

ご清聴ありがとうございました。

