

技術報文

袋詰脱水処理工法の適用事例 –東日本大震災後の用途拡大–

(独) 土木研究所 稲垣 由紀子

(株) ピーエス三菱 村井 伸康

(一財) 土木研究センター 土橋 聖賢

1. はじめに

ハイグレードソイル袋詰脱水処理工法は、透水性の袋(ジオテキスタイル製)に高含水の粘性土や河川・湖沼などに堆積している軟弱な底質を詰めて脱水・減容化するとともに、袋の張力を利用して積み重ねて有効利用する工法である。

本工法は、建設副産物総プロの共同研究(平成 4～8 年度)で研究開発された工法で¹⁾、平成 14 年度からは、土木研究所の独立行政法人化したのを契機に「ハイグレードソイル研究コンソーシアム」が発足し工法普及や用途拡大のための技術開発などに取り組んでいる。霞ヶ浦における定置型袋の実験状況を写真-1 に示す。実験の袋は、下段に幅 4m、長さ 20m、上段に幅 4m、長さ 16m のものを使用した¹⁾。

本工法は、これまでに、河川・湖沼および港湾の底質、ダム堆砂等について 20 件以上の施工実績がある。本報では、本工法の実績を紹介するとともに、東日本大震災後の用途拡大の例として、津波堆積土の施工実績や放射能汚染土への対応を検討するための実験結果を紹介する。



写真-1 霞ヶ浦での定置型袋の実験状況

(1) 貯水池堤体の腹付け盛土への利用実績²⁾

貯水池の長期使用により高含水比粘性土が堆積するなど、貯水池の機能が低下していた。堆積土砂を撤去するにあたり、①捨土場所の確保、②大型の掘削機械の設置場所および搬入路の確保、③施工排水処理が必要となるセメントによる土質改良の適用、④掘削土の仮置きスペースの確保に制約があった。そのため、これを掘削除去し、周辺環境に影響が及ばない形態で処理する工法として、本工法が採用された。施工の概要図を図-1 に示す。

貯水池の水抜き後、堆積していた高含水比粘性土を 1m³の定置型袋に充填した。充填は、1 段ごとに8段まで積み重ね、袋詰脱水処理土は貯水池の堤体盛土材として有効利用した。袋詰脱水後は覆土を行い、緑地として復元した。充填状況、積み重ね状況を写真-2、3 に示す。

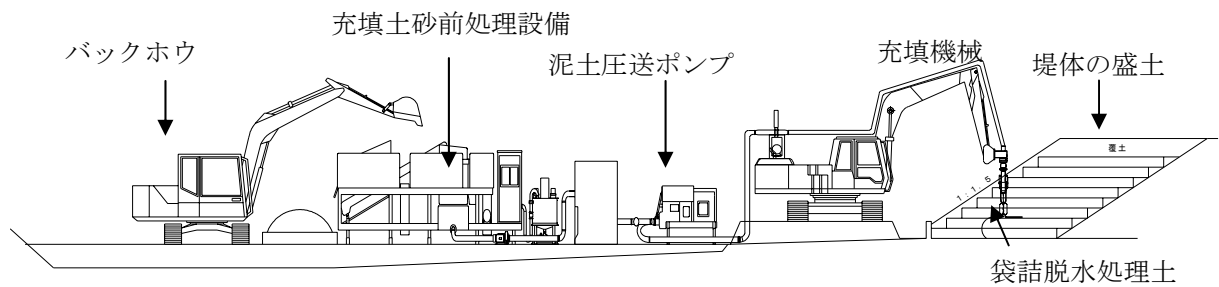


図-1 施工概要図



写真-2 充填状況



写真-3 積重ね状況

(2) 大阪湾ダイオキシン汚染土壌の封じ込め施工実績³⁾

袋の布材のろ過効果により土粒子や浮遊物質に吸着して存在するダイオキシン類を袋体内に封じ込め、底質等によっては排水も袋詰め直後を除いて排水基準を満足することができる。また、袋詰脱水処理土からのダイオキシン類の拡散はほとんど見られないなどの特徴がある。⁴⁾

大阪港湾の底質浄化対策は、「大阪港湾区域における底質ダイオキシン類浄化対策方針」(平成18年3月)が策定されている。それに基づき浚渫した底質の内、1000 超え～3000pg-TEQ/g の約 37,000m³ は、①減容化、②汚濁拡散、③再利用などの理由から袋詰脱水処理後に近隣の管理型処分場で処分されることとなった。袋詰めは、3m³ の可搬型袋を用いて行った。充填状況を写真-4、積重ね状況を写真-5 に示す。



写真-4 充填状況



写真-5 積重ね状況

脱水前の底質および袋詰め処理された脱水ろ過水を写真-6 に示す。脱水前はマヨネーズ状の黒いへドロであったが、脱水後の排水は見た目にはほぼ透明であった。ダイオキシン類を含む底質の浚渫土に本工法を適用した結果、ダイオキシン類の封じ込め、脱水による減容効果が確認できた。また、袋体の排水の濁度は低く、濁水プラントを用いて基準値を満足する排水を行えることが確認できた。



写真-6 (a) 脱水前の底質 (b) 脱水後の排水

2. 東日本大震災後の適用用途拡大

平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震により発生した津波による堆積土砂は、大よそ 1 千万トンとなり、その除去対応は緊結の課題であった。また、福島第一原子力発電所から拡散された放射性物質の除去は、生活圏の復興のために必要不可欠であるが、住宅、道路が優先されている。しかし、農業用ため池の放射性物質除去については、実態調査が行われているものの、具体的な作業方針が示されていないままである。本工法の適用用途拡大として、津波堆積土への対応実績とため池の放射性物質の封じ込め実験について紹介する。

(1) 東日本大震災による津波堆積土の処理

宮城県石巻市の開水路には、津波により大量の瓦礫・土砂が堆積した。石巻市の東日本大震災直後の状況を写真-7 に示す。石巻市では、地震による地盤沈下と排水路の機能低下により、降雨で道路、住宅地の冠水が問題になっていた。

平成 23 年度には、用水路 135m および下水路 1,300m に堆積した土砂を浚渫し袋詰脱水処理工法の可搬型を適用している⁵⁾。本報告では、平成 24 年度に実施した下水路の浚渫および有効利用について報告する。



写真-7 東日本大震災直後の状況（石巻市）

a) 泥土の性質および運搬

高含水比津波堆積土の土質性状を表-1 に示す。泥土は粘性土が多い箇所と、津波による海からの砂質土が多い箇所など性状が異なっていた。

また、泥土の体積は、浚渫に伴って 30% 増加したが、脱水により地山の 80% 程度まで減じた。

泥土の運搬は、泥土圧送機を使用した。泥土圧送機の最大圧送距離は、2km 程度であるが、本施工では、貯泥ポンドを 2 箇所設けその区間 1km を圧送した。施工システムの概要図を図-2 に、泥土圧送機への投入状況を写真-8 に示す。

表-1 津波堆積土の土質性状

測定項目			採取場所	
			1	2
一般	土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.68	2.68
粒度	礫分	(%)	20.8	3.2
	砂分	(%)	64.2	57.4
	シルト分	(%)	8.0	23.2
	粘土分	(%)	7.0	16.4
コンシ テンシー 特性	液性限界	W _L (%)	44.4	44.7
	塑性限界	W _P (%)	25.8	23.2
	塑性指数		18.6	21.5

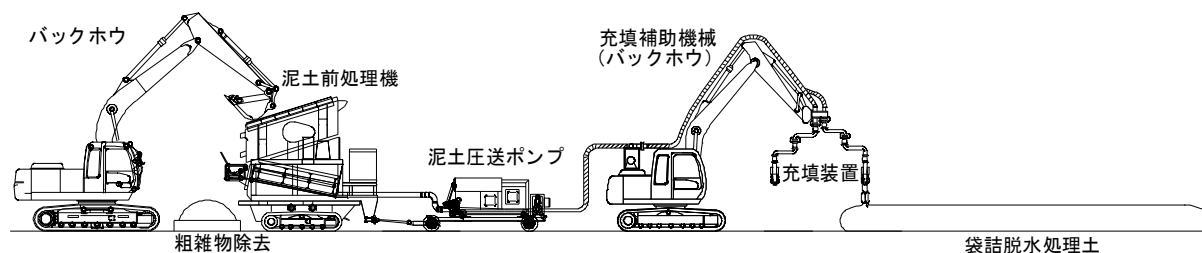


図-2 施工システム概要図

b) 定置型袋への充填および有効利用

充填料袋は、定置型(20m³,100m³)袋材を使用し施工した。袋は、水中に袋材を敷設して充填を行い、そのまま脱水・養生施工により盛土体を構築した。定置型袋の施工状況を写真-9 に示す。



写真-8 泥土圧送機への投入状況



写真-9 定置型袋の施工状況

c) 充填後の排水および強度増加

袋へ充填した泥土の脱水時排水中の浮遊物質量は、4.73mg/L であり、排水基準の 200mg/L を満足し、直接排水することが可能であった。

また、施工 20 日後の袋詰処理土に対してポータブルコーン貫入試験を行い、建設発生土の土質区分で第 3 種改良土まで改質されており盛土材として有効利用できることを確認した。

(2) ため池の放射性物質汚染底泥の封じ込め実験⁶⁾

本実験は、袋詰脱水処理工法による放射能汚染底泥の封じ込め・減容化処理の実施にあたって、①効率的かつ簡便な集泥方法の確立、②袋に充填した放射性物質の封じ込め効果の確認、③充填した袋体の減容化等の施工性の確認の 3 点を主目的に行った。福島県川内村の重点調査区域内のため池(川内村下川内水上地内)で実施した。

a) 集泥方法

底質は、表-2に示すように比較的砂分が多かった。集泥は、写真-10に示すように人力作業でレーキ等を用い、バキューム車により吸引することで底泥を薄く簡便に吸引除去できた。

b) 袋充填工

バキューム車に吸引した底泥は、バキューム車から吐出し、汚染土対策用の袋に充填した。袋は表-3 に示す 3 種類を用いた。袋の大きさは、仮置き場への運搬を考慮し、バックホウで吊り上げが可能な 1m³ の小型袋を使用した。充填量は、袋の高さを計測することにより管理し、0.68m を管理高さとした。充填概念図を図-3 に示す。充填した土の放射能濃度は、4,500Bq/kg であった。

表-2 底泥の土質性状

土粒子の密度 (g/cm ³)		2.531
粒度	れき分(%)	4.5
	砂分(%)	64.5
	シルト分(%)	18.0
	粘土分(%)	13.0
含水比		358.7
土の強熱源量(%)		11.3



写真-10 集泥・吸引状況とバキューム車

表-3 袋仕様

袋種類	引張強さ(N/cm)		寸法等
	縦	横	
袋①	1,280	1,530	ポリエステル織布 幅 1.5m×長さ 2.3m
袋②	726	718	
袋③	1,170	1,247	

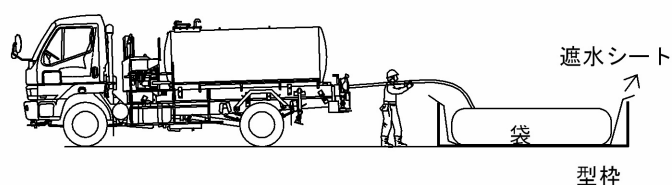


図-3 充填概念図

c) 脱水

袋は、写真-11、12に示す通り充填後28日後まで型枠内(幅2m×長さ3m×高さ1m)に静置し、脱水養生を行った。また、この間に経時的な袋高さ変化や濁度・浮遊物質(以下SS量という)、排水の放射能濃度測定を行った。袋①のSS量と放射能濃度の関係から、7日までのSS量を用い排水中の放射能濃度を計算した。充填後0～30分間での放射能濃度は2.6Bq/Lであり、それ以降の排水中の放射能濃度も川内村の排水基準より低い値であった。袋②、③についてもSS量から放射能濃度を計算により求めた。いずれも排水基準を下回る放射能濃度であった。3種類の袋について、放射能濃度の経時変化を図-4に示す。

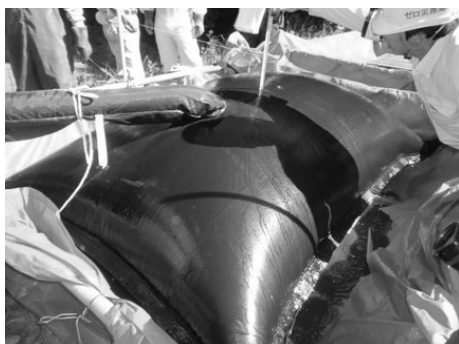


写真-11 底泥の袋への充填状況



写真-12 脱水後状況 (28日後)

袋体に充填された底泥の土量と放射能濃度より袋体の内部には、約 1.0×10^6 Bqの放射エネルギーが蓄積されたことになる。一方、袋体からの排水に含まれる放射能濃度はSS量との比率により換算すると、709Bqとなり、99.9%の放射性物質が封じ込められたことになる。

また、体積は掘削に伴って50%程度増加しているが、脱水により地山の約60%程度まで減じた。

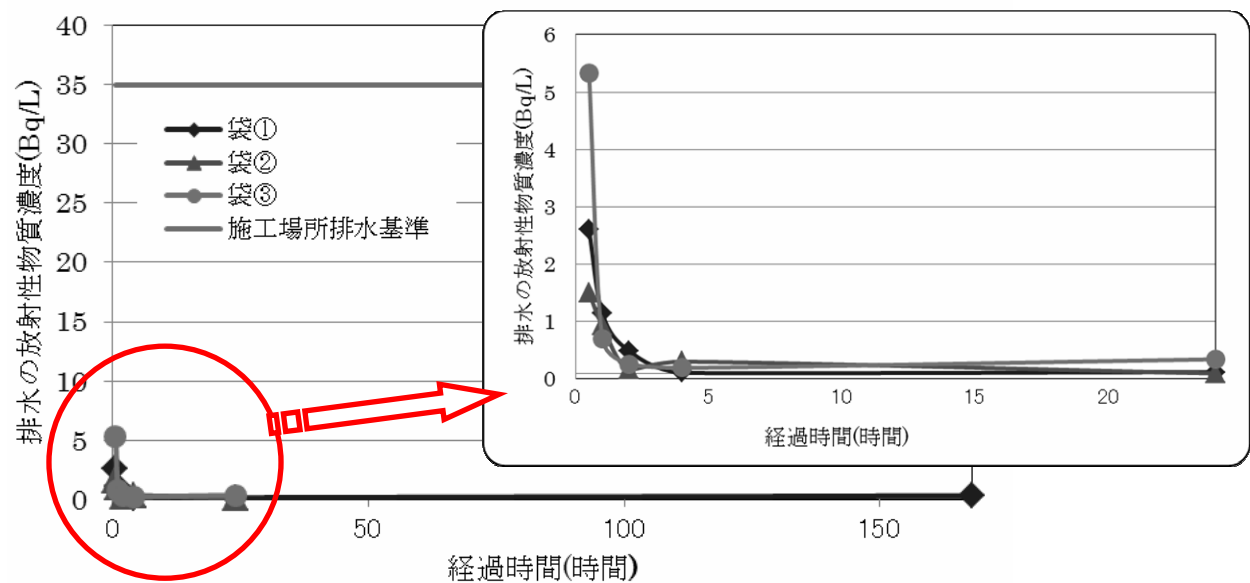


図-4 放射能濃度の経時変化

d) 運搬撤去工

28日養生後の袋体は、重機で吊り上げ遮水袋へ詰め替えの後、仮置き場へ運搬し保管を行った。積み込みの様子を写真-13に示す。

e) まとめ

放射性物質を含む底泥の封じ込め・減容化確認試験を実施した結果、以下のことを確認できた。

- ①レーキによる人力集泥およびバキューム車の吸引により簡便に底泥を集土・吸引・除去が可能。
- ②放射性物質汚染土を袋に充填することで放射性物質を99.9%以上で封じ込めることが可能で、袋からの排水は排水基準値を満足しており、そのまま排水可能。
- ③袋へ充填することで、地山と比較して約60%の減容化ができ、袋のままの吊り上げ・運搬・仮置き保管が可能。



写真-13 脱水後の袋の吊り上げ・運搬状況

参考文献

- 1) 土木研究所共同研究報告書第169号：混合補強土の技術開発に関する共同研究報告書—袋詰脱水処理工法利用技術マニュアル, 2007.
- 2) 建設発生土利用技術マニュアル第4版 独立行政法人 土木研究所 編著, pp.167-169, 2013.
- 3) 土橋聖賢, 藤井二三夫, 道端秀治：袋詰脱水処理工法の底質ダイオキシン類浄化への適用例, 土木技術資料 Vol.51, No.3, pp.56-59, 2009.
- 4) 土木研究所資料第3902号：袋詰脱水処理工法による高含水比ダイオキシン類汚染底質・土壌封じ込めマニュアル(案), 2003.
- 5) 岡村 昭彦, 倉田 正博, 佐伯 博之, 杉本 昌由, 村井 信康：東日本大震災復旧工事におけるエコチューブの施工例、ジオシンセティックス論文集 Vol. 27 (2012), pp. 85-88, 2012.
- 6) 土橋聖賢, 道端秀治, 大友啓次, 阪本廣行：袋詰脱水処理工法による放射性物質汚染底泥封じ込め実験, 土木技術資料 Vol.55, No.3, pp.58-61, 2013.