

中型袋を用いた袋詰脱水処理工法

—岐阜県各務原市河跡湖公園施設整備工事—

技術本部 技術研究所環境グループ 杉本昌由
技術本部 技術研究所環境グループ 佐伯博之

概要：袋詰脱水処理工法（エコチューブ）はジオテキスタイル製の袋に浚渫土などの建設発生土を充填して脱水・減量化するとともに袋の張力を利用して盛土材や埋土材に有効利用する工法であり，土木研究所と民間各社により既に実用化されている。

当社 SAPD システムを用い河跡湖に堆積する浚渫土を中型袋に充填し，脱水・減量化後，盛土材として有効利用を行ったのでその工事報告を行う。

Key Words：袋詰脱水処理工法，SPAD システム，浚渫土，脱水・減量化

1. はじめに

袋詰脱水処理工法（エコチューブ）はジオテキスタイル製の袋に浚渫土などの建設発生土を充填して脱水・減量化するとともに袋の張力を利用して盛土材や埋土材に有効利用する工法（写真－1）であり，土木研究所と民間各社により既に実用化されている。また，本工法はジオテキスタイル製袋のろ過機能により，ダイオキシン類に汚染された高含水比底質を封じ込めるとともに脱水・減量化処理することができる。（写真－2）



写真－1 浚渫土の築堤盛土材への利用状況



写真－2 有害物質を含んだ底質の脱水・減量化

当社は，袋詰脱水処理工法用の環境対応型量産施工設備である SPAD システム（Slurry Pack and Decrease System）を開発している。本施工システムは工法施工時の問題点である高含水比状態での底質の浚渫，施工土量の定量管理，1日の処理量，充填処理時の土砂飛散等の課題を解決したシステムである。

今回新規開発した中型袋を用いて，河川底質の脱水・減量化，その後盛土材として有効利用した施工を実施したのでその施工システムと施工事例を報告する。



杉本昌由



佐伯博之

2. 施工システム概要

本システムは、浚渫小型圧送機と泥上掘削機による低水位のため池等からの高濃度状態の底質を浚渫・圧送し、充填土砂前処理設備、泥土計測装置にて定量管理した底質をエアバック式閉塞充填装置を用いて土砂飛散を防止しながら袋詰充填処理するシステムである。このようなシステムにより、浚渫工、泥土前処理工、袋詰脱水処理工までを効率よく連続施工することができる。

これにより、港湾、河川、ため池等に堆積している底質を対象とした脱水・減量化作業、および袋詰脱水処理土（以下処理土）の有効利用において周辺環境への負荷の少ない施工システムとなっている。

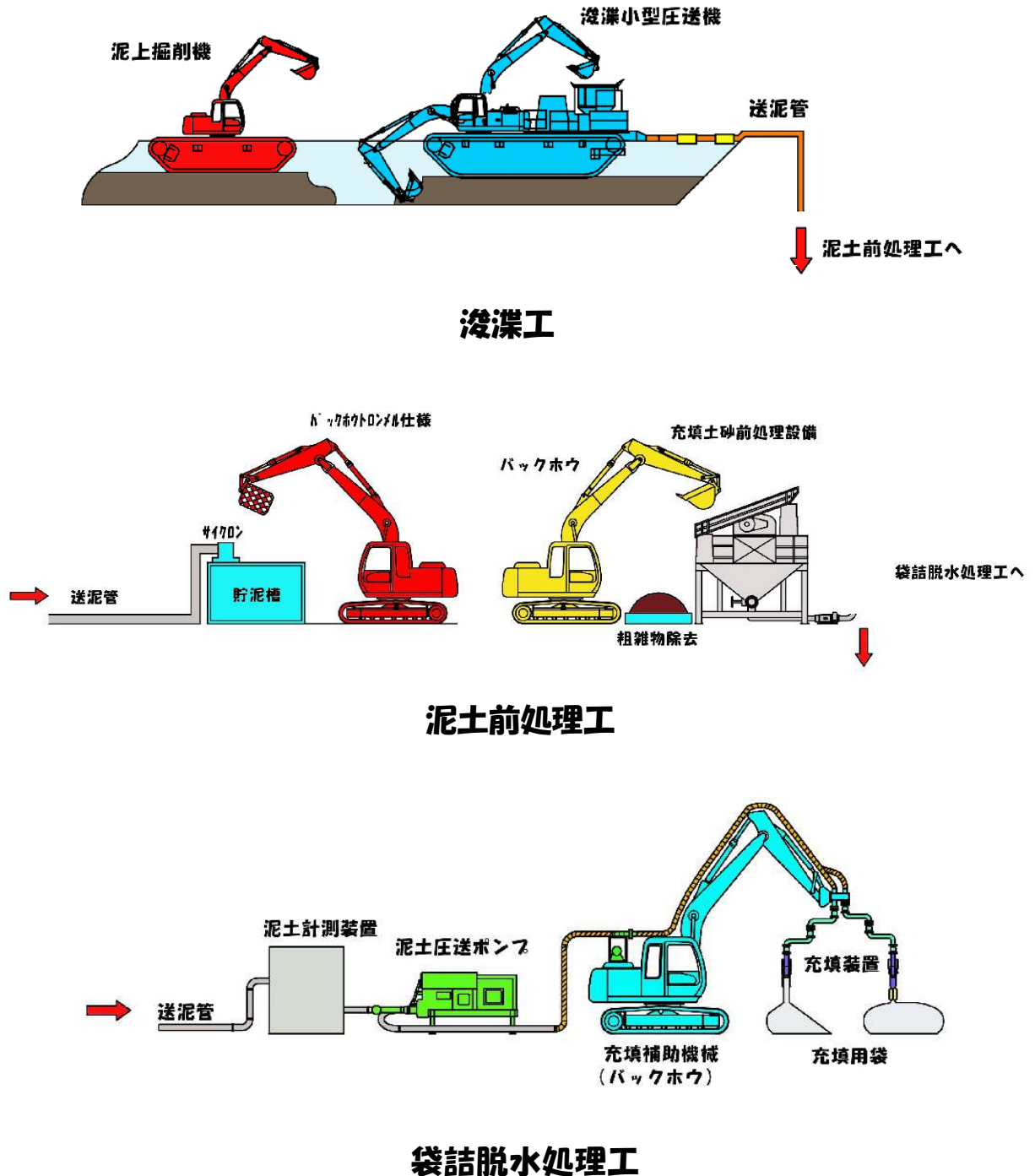


図-1 施工システム概要図

本システムの最大の特長は袋体ごとに処理する含水比や充填土量を計測することである。

計画充填量を含水比と土粒子の密度を用いて管理し、圧密沈下後の袋体の形状が均一になるように調整できる。このような管理を行うことによって、盛土材として安定した管理が容易になり、最終的な盛土体沈下量の予測ができるようになった。

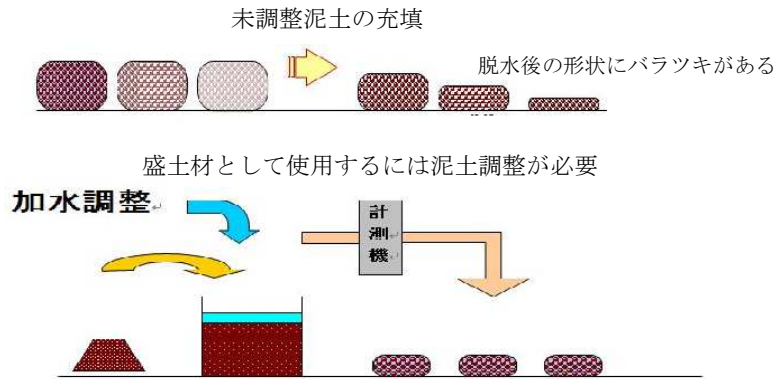


図-2 従来施工の泥土管理概念

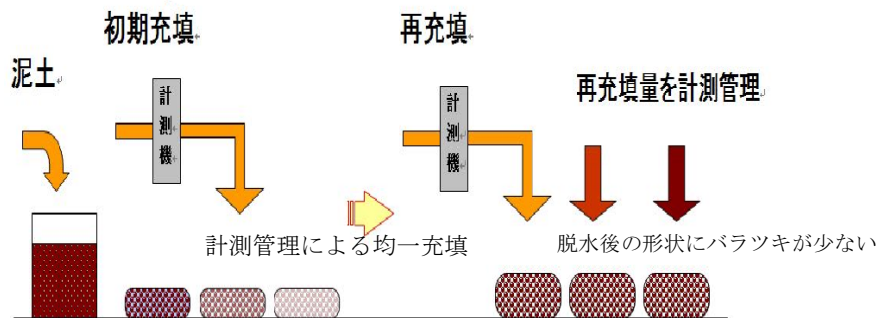


図-3 SPAD システム泥土計測装置を用いた施工概念

2-1 各システムの特徴

a) 底質浚渫設備

浚渫作業は床浚い、掘削ともに泥上車タイプの作業機械にて行う。浚渫した底質は大型の夾雑物の一時処理後、圧送設備にて充填土砂前処理設備（距離 650m）にまで空気圧送できる。



写真-3 泥上掘削機作業状況



写真-4 浚渫小型圧送機作業状況

① 泥上掘削機 0.4m³タイプ

- ・バックホウの侵入できない湿地帯や沼地・狭隘地での作業ができる
- ・水上，陸上のどんな軟弱地盤上でも作業ができる
- ・組立・解体が容易であり，どんな場所でも浚渫ができる

② 浚渫小型圧送機

- ・泥上車両のため水陸両用走行ができ，稼働区域に制限がない
- ・最大水深 2.2m まで作業できる
- ・配管（φ250）により泥土を圧送するため，市街地施工において環境に配慮した施工ができる。

b) 充填土砂前処理設備

夾雑物（40mm 以上）を除去し，設備内に投入する泥土の調泥を行いワーカビリティの確保を行うシステム。



写真－5 充填土砂前処理設備

c) 泥土計測装置

袋体に充填する数量（体積・含水比等）を計測し，充填土の定量管理を行う装置。
また，処理泥土の含水比と土粒子の密度から脱水後の乾土量を予測することができる装置。

d) 泥土圧送ポンプ

調整した充填土を高速圧送でき，外部タンクと吸引口を配管やホースで接続することにより，泥土を外部より直接自給しポンプ圧送できるシステム。



写真－6 泥土計測装置・泥土圧送ポンプ

e) 充填装置

充填時および袋体の取り替え作業時に充填土が飛散しない構造とし、簡便な袋体との脱着充填口をもち、充填終了時にエアバックを利用し袋体注入口をシャットダウンするシステム。

これによりダイオキシン類に汚染された汚染土状処理にも利用できる。



写真-7 ダイオキシン類汚染土充填状況

3. 施工報告

3-1 河川底質の敷地内盛土材への有効利用

施工場所は長期間の放置により河川に生活排水を含む底質が堆積し、悪臭気など地域環境に負の影響を与えていた。

底質の一般的な処理方法としては、①浚渫+天日乾燥+固化処理、②浚渫+機械脱水、③浚渫+連続固化処理等が考えられる。しかしながら当地においては、①河川敷周辺の環境汚染が考慮される工法はできない、②敷地内に発生土の利用箇所はあるがダンプ等による泥土運搬経路の確保ができない、③改良材による泥土のアルカリ化は植栽時に悪影響を与え盛土材として利用できない、などの制約があった。そのため、底質を掘削除去し、圧送浚渫、敷地内減量化利用等、周辺環境に影響が及ばない形態で有効利用する工法の選定が必要とされた。

上記の選定工法に袋詰脱水処理工法を加えて総合的な検討を行った結果、これらの問題点に対応できるとともに、本システムを用いることにより底質の有効利用において脱水量、盛土沈下量の管理ができるので採用された。

3-2 処理底質の土質性状

袋詰脱水処理する河川底質の地表面付近での土質性状を表-1に示す。底質は河川堆積土一般に見られる様な有機物を含んだシルト質砂であった。また浚渫作業時の底質は河川敷に見られる礫、ゴミ等を多く含んでいた。

表-1 充填土の土質性状

一般	土粒子の密度	ρ_s (g/cm ³)	2.472
	自然含水比	W (%)	72.4
粒度	礫分	(%)	0
	砂分	(%)	64
	シルト分	(%)	22
	粘土分	(%)	14
	最大粒径	(mm)	4.750
コンシステ ンシー特性	液性限界	W _L (%)	72.7
	塑性限界	W _P (%)	40.8
	塑性指数		31.9
分類	地盤材料の分類名		シルト質砂 (高液性限界)
	分類記号		(SMH)
強熱減量		Li (%)	8.1

3-3 袋への充填量

袋への充填量は脱水後乾土量を予測しながら施工を行った。河川等の底質は液性限界値の含水比の状態に堆積している。袋への充填量は72.7%の含水比における含泥土量の体積を施工数量とした。実際の浚渫時には常に液性限界値より加水された状態で施工されるため泥土計測装置を用い、脱水減量化させながら規定土量まで再充填を繰り返しながら充填処理を行った。

3-4 袋材の性能

表-2に使用した袋体の基本性能を示す。材料の強度は袋の載荷段数と袋に発生する張力を満足した性能を持っている。

表-2 袋材の性能

試験分類	試験項目	試験値	試験方法
排水・ろ過機能関係	垂直方向透水性能	1.5×10^{-3}	JIS A1218 土の透水試験方法に準拠
構成材料関係	引張強度[N/3cm]	1800×1800	JIS L1908 ジオテキスタイル試験法
	引裂強さ[N]	850×850	JIS L1096 一般織物試験方法
	縫目強さ[N/3cm]	1100×1100	JIS L1093 繊維製品の縫目強さ試験方法

形状・素材に関しては写真-8に示す。ジオテキスタイル製（ポリエステル製織布）で充填量最大10m³、幅1.5m、長さ9m～15m、ポンプ充填用口φ100×2を持つ充填用袋を使用した。



写真-8 袋の形状



写真-9 充填状況

3-5 処理土の減量化予測と脱水後の状態

処理土を有効利用する場合、脱水後形状が問題となる。これを解決するためには、脱水量の予測を行い処理土の体積変化を予測し、積み上げ施工を行う必要がある。本施工では袋体は最高で6段積み上げ施工をしている。また積み上げ時に4連結ベルトを使用している。

a) 袋体の脱水量の予測

処理した底質の自重圧密による含水比の減少値は事前試験結果より塑性限界値の1割増の含水比44.5%に減少すると予測できた。

そこで、底質の含水比と間隙比の関係式から脱水量を予測し、脱水後の処理土の体積を検討した。その結果を用い盛土時の処理土の脱水後沈下量を推定することができる。

$$\text{脱水量} : q = V_{adm} \left\{ (e_0 - e_f) / (1 + e_0) \right\}$$

表-3 脱水量の予測値

V_{adm}	袋への充填量	1.00	m^3
e_0	充填時の初期間隙比	1.793	$(\rho_s \cdot W_0 / 100)$
e_f	脱水後の間隙比	1.184	$(\rho_s \cdot W_f / 100)$
ρ_s	土粒子の密度	2.472	g/cm^3
W_0	充填時の初期含水比	72.7	%
W_f	脱水後の含水比	44.5	%
S_r	脱水後の飽和度	93	%
q	脱水量	0.218	m^3

b) 処理土の脱水に伴う経時変化

処理土の初期状態と40日後の含水比と土のコーン貫入試験による結果を表-4に示す。

表-4 処理土の強度発現

項目	初期充填時	1段目40日経過
平均含水比	139.40 %	44.5 %
コーン貫入抵抗	0 kN/m^2	90.9 kN/m^2

初期充填時の自重圧密では盛土材料として使用する強度発現はしていないが袋材のジオテキスタイル補強効果により崩れることなく盛土体を形成している。さらに自重圧密を促進させ、覆土等によって上載荷重をかけることで圧密が進行し、強度発現が増進される。



写真-10 袋体積み上げ状況

c) 積み上げ状況の経過観測結果

充填施工終了時および40日経過後の袋体積み上げ状態を写真-11, 12に示す。各袋体は均一に脱水・減量化しており袋体の厚みに極端なバラツキは見られなかった。



写真-11 施工終了直後



写真-12 脱水養生40日後

d) 袋詰脱水処理土の覆土後状況

自重圧密による脱水後覆土を行い、植栽工事を行った(写真-13)。処理土はジオテキスタイルの補強効果により安定しており、盛土材として有効利用できた。



写真-13 袋詰脱水処理土覆土・植栽状況



写真-14 施工完了4ヶ月後

3-6 覆土後の袋詰脱水処理土による盛土の沈下経過

袋体を6段積上施工した箇所の沈下計測を積上終了時から追跡調査を行った。沈下量の予測を充填土の脱水・減量化による体積変化、沈下計実測値による沈下量推定式より検討し、実測の沈下計測結果と比較した。

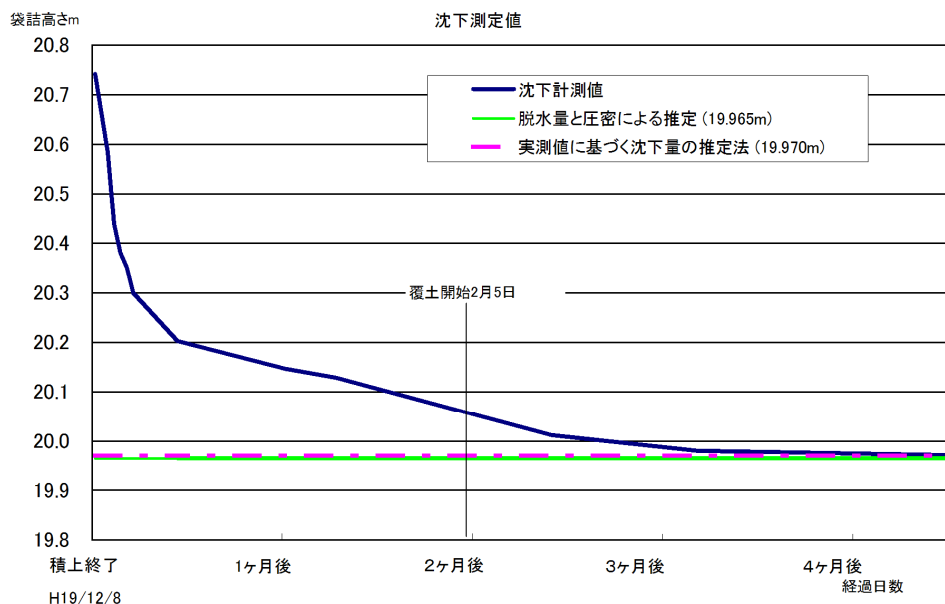


図-4 袋詰脱水処理土盛土沈下計測結果及び予測値

盛土体は充填終了時より3ヶ月程度で沈下が収束している。また、脱水量体積変化による沈下量の推定値と、計測値による沈下量の推定値は実測値に近似しており、本システムの土量管理システムは設計の最終出来形を予測管理することができる。

4. まとめ

本施工システムは袋詰脱水処理工法における課題である充填土の定量計測管理ができることにより袋詰処理土の脱水量の予測を容易にした。本施工システムは土の充填量が管理できるためジオテキスタイルの補強効果を利用し、施工時に形状が均一な多段積み施工ができる。また河川、湖沼など底質の運搬経路、脱水・仮置きヤードが確保しにくい施工現場において底質の有効利用が容易にできる。

このことで、全国各地に存在する河川、湖沼の底質処理や有効利用、ダイオキシン類等の環境汚染物質を含有する都市部の河川底質などの減量化処理を対象とした工事に対応していくことができる。

参考文献

- 1) 袋詰脱水処理工法利用技術マニュアル, 土木研究所資料, 第169号, 1997.3
- 2) 杉本ら: 袋詰脱水処理工法におけるポンプ充填方式の施工例 (その1~その2) 第42回地盤工学研究会, 2007.7