

# エコチューブにおける SPAD システム

技術研究所 環境研グループ 佐伯博之  
技術本部 土木技術第二部 杉本昌由

**概要:** 当社は、袋詰脱水処理（エコチューブ）工法用の量産施工設備である SPAD システム（Slurry Pack and Decrease System）を開発した。同システムは、従来では小型袋（1.0m<sup>3</sup>）を製作するにあたりバックホウ充填方式を採用していたのをポンプ充填方式に変更し新規開発したものである。このシステムの変更により生産能力が従来の2倍強に改善した。また、土砂充填時に周辺環境を汚さない飛散防止システムを備えることにより汚染土壌に対応できる環境対応型のクローズド施工が可能となった。今回の SPAD システム（スパッドシステム）は、「ため池」などの狭隘な場所でも採用できるようにコンパクトにシステム化したものである。

本稿は、それらの設備実験と公開実験をもとに実施した報告書である。

**Key Words:** 袋詰脱水処理工法、量産化、クローズド施工、環境対応

## 1. はじめに

袋詰脱水処理（エコチューブ）工法は、ジオテキスタイル製の袋に浚渫土等の高含水比状態の土砂や粘土を詰めて脱水を促進すると共に、袋の張力を利用して盛土や埋土に利用する工法である。同工法はすでに NETIS にも登録され、当社でも「15年度に国土交通省の四国地方整備局河川国道工事事務所において河川浚渫土の堤体盛土へ有効利用された実績がある。今回の施工システムは、ここでの施工上の問題点を踏まえて新規開発したものである。当社オリジナルの技術（共同出願：芦森工業(株)、大容基功工業(株)、(株)シンテック）として特許を2件出願中である。当社独自の施工設備を持つことにより他社と差別化をはかり競争力を高めることで、受注戦略に役立つものと期待する。

## 2. 開発目的

### 2.1 課題と開発目標

#### 2.1.1 従来技術の課題

従来技術では、同工法における小型袋（1.0m<sup>3</sup>）の製作はバックホウ充填方式を採用していた。しかし、この製作方法では、1日の生産能力が40袋～60（袋/セット）程度であり、生産能力は必ずしも高くない。河川や湖沼のように一工事で大量に発生する浚渫土量に対応するには従来のバックホウ充填方式には限界があった。また、土砂を計量ホッパーから袋体に充填する際、周辺に飛散するため汚染土壌等を取り扱うには環境汚染の問題があった。これらの課題を解決するために問題点を抽出し開発目標を設定した。



佐伯博之



杉本昌由

### 2.1.2 開発目標

従来技術の課題を踏まえて、次のような開発目標を設定した。

- ① 小型袋 (1.0m<sup>3</sup> 対応) において、ポンプ充填方式を採用し、バックホウ充填方式の2倍の生産能力を持つ (1日で120袋製作可能な施工設備の開発)
- ② 充填土砂の前処理設備の開発
  - (ア) 粗雑物を除去できる装置
  - (イ) 含水比を調整できる装置
  - (ウ) 土砂を解泥する装置
- ③ 設備をコンパクト化し15t車に搭載できる。(設備がコンパクトであり、狭隘な場所でも設置が可能)
- ④ 土砂充填飛散防止装置の開発

## 3. SPAD システム (Slurry Pack and Decrease System) の開発

### 3.1 開発設備の概要

開発目標を受けて、SPAD システム (スパッドシステム; 小型袋大量生産施工システム) を開発した。システムの全体図を図-1に示す。

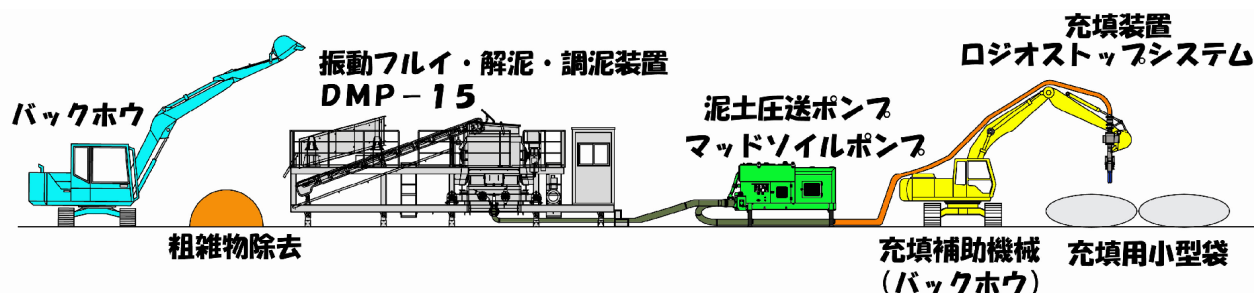


図-1 SPAD システム概念図

#### 3.1.1 振動フルイ・解泥・含水比調整装置

##### 1) 開発目的

充填土砂の前処理を目的とし、泥土をポンプで圧送可能にするために、粗雑物を除去、解泥後、含水比を調整することができる設備。(写真-1 参照)

##### 2) 開発内容

- ① 40mm 以上の粗雑物を撤去できる振動フルイ装置を装着する  
(1時間当たり 40m<sup>3</sup> 以上処理することができる設備)
- ② ポンプ圧送可能な含水比 (フロー値) まで解泥する装置  
(含水比管理目標: 液性限界~+50%)
- ③ 泥土を解泥し、泥土内のエアを抜く装置  
(飽和度管理目標値 95%: 1 m<sup>3</sup> 当たり 2分で解泥)
- ④ 泥土の含水比を一定に調整する装置  
(加水タンクから送水: 目標含水比から±5.0%以内)
- ⑤ 15 t 車に積載可能な大きさと重量の設備



写真-1 振動フルイ・解泥・含水比調整装置 (DMP-15)

### 3.1.2 マッドソイルポンプ

#### 1) 開発目的

調泥した高含水比土砂を高速圧送できることを目的とし、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構造。(写真-2参照)

#### 2) 開発内容

- ① 時間当たり Max 55m<sup>3</sup> 圧送可能
- ② ホッパーレス構造である
- ③ 外部タンクから自給できる構造である



写真-2 マッドソイルポンプ

### 3.1.3 充填装置(ロジオストップシステム)

#### 1) 開発目的

ポンプ充填方式に適用した注入口の充填装置。また、袋体との装着が容易であり袋体との脱着時に土砂が飛散しない充填装置。(写真-3, 4参照)

#### 2) 開発内容

- ① 独自のピンチバルブを有した充填口 (口径は 100A)
- ② 袋体への差し込みが容易であり、土砂充填時に袋体注入口を固定する機能を有する。注入口固定にエアシリンダー方式を採用している。(装着, 脱着時間; 目標 2分以内)
- ③ 特殊エアバックを利用して袋体充填土砂の逆流を防止し注入口を閉塞させる
- ④ バックホウ等の補助機械に取り付け可能な充填装置



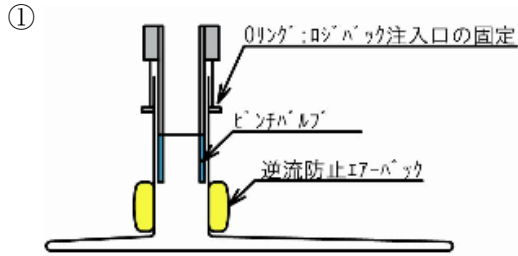
写真-3 エアシリンダー式充填装置



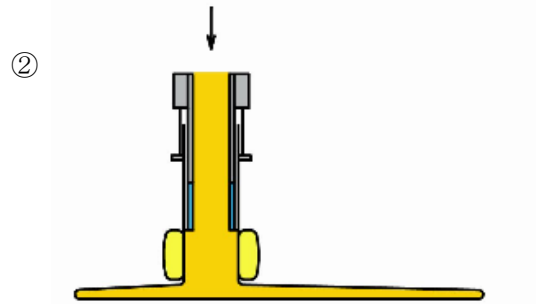
写真-4 逆流防止エアバック

3) ロジオストップシステムの概要

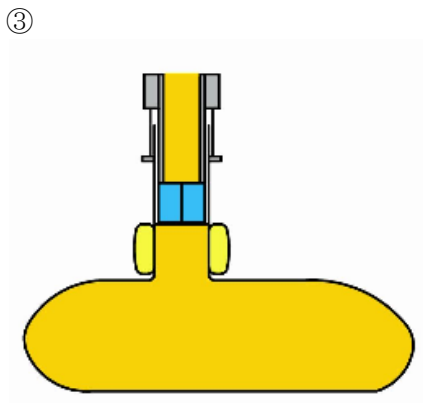
汚染物質を含む土砂をポンプ充填する際に、土砂が飛散しないようにするために開発したシステム（特許出願中）である。袋体の注入口を確実に固定するためのOリング，ポンプ配管内の土砂流出を防止するピンチバルブ，ロジパック内の土砂逆流防止エアバックで構成されている。



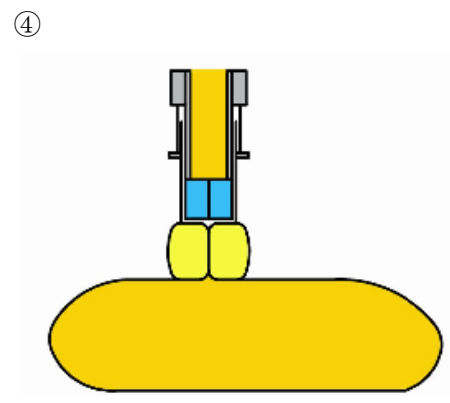
① 注入口接続  
作動：Oリングで注入口を固定する



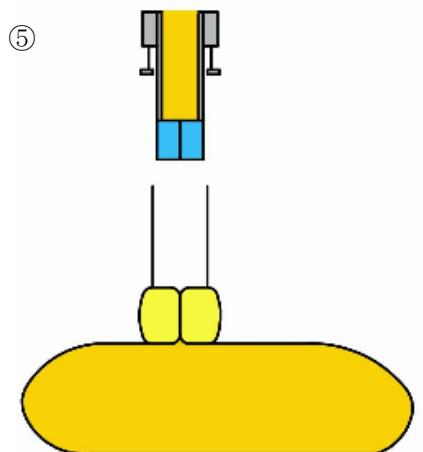
② 土砂充填



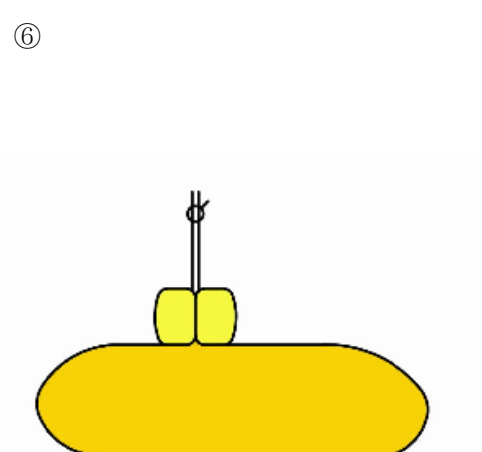
③ 作動：ピンチバルブを閉じて配管内の流出を防ぐ



④ 作動：エアバックを拡張して注入口を閉塞する



⑤ 作動：Oリングを解除して注入金具を引き抜く



⑥ 注入口にエアバックを付けたままインシュロックで結束します。翌日エアバックを取り外す

### 3.1.4 充填量管理用リミッタースイッチ

#### 1) 開発目的

袋体に目標の充填量（充填高さ）になると自動的にリミッタースイッチが作動しマッドソイルポンプを停止させる充填を止める装置。（写真－5 参照）

#### 2) 開発内容

- ①操作が容易で袋体の量産化に適した管理用スイッチである
- ②軽量であり1人で持ち運びが可能



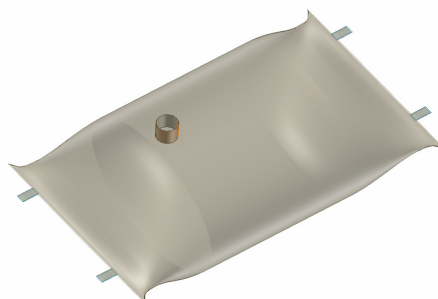
写真－5 リミッタースイッチ

### 3.1.5 袋体（ロジパック）

ポリエステル製のポンプ充填用袋体である。今回の小型袋体は規格が1.0m<sup>3</sup>対応であるが、最大容量1.3m<sup>3</sup>まで充填することが可能である。この袋体の諸性能を表－1に、袋体姿図を図－2に示す。

表－1 ロジパックの諸性能

サイズ			基本性能		
規格	1.0m <sup>3</sup> 用		項目	長さ方向	周方向
材質	ポリエステル繊維		引張強さ [N/5cm]	3,000	3,000
最大容量	1.3m <sup>3</sup>		伸び [%]	10	10
寸法	折幅	1,500mm 以上	引裂強さ [N]	800	800
	長さ	2.3m			
	注入口	φ100mm 配管接続可能			



図－2 袋体姿図

## 4. SPAD システムの検証

1) 公開実験場所：岐阜県自然共生展示場内（岐阜県各務原市川島地内新境川橋梁上流）

#### 2) 充填土砂の土質試験結果

今回の公開実証実験にあたり、岐阜県の本曾川流域の河川展示場内を提供して頂いた。この場所は公園用地内であるため河川浚渫土の掘削ができないため、礫まじり砂質粘土を購入して充填土砂を確保した。充填土砂の含水比は液性限界の1.5倍以内（1.46倍）を目標とし、ポンプ圧送可能なフロー値を選定した。その土質試験結果を表－2に示す。

表－2 充填土砂の土質験結果

土質分類名	礫まじり砂質粘土
充填土砂の含水比	53.9 %
充填土砂のフロー値	180×180 mm
液性限界	36.9 %
塑性限界	19.1 %
強熱減量	6.2 %
土粒子の密度	2.730
最大粒径	19.0 mm



### 3) 施工能力

充填時間のサイクルタイムを計測した結果を表-3に示す。この結果から1袋(1.3m<sup>3</sup>)当たり3分程度で製作が可能となった。1時間で19~20袋製作できることから、1日の稼働を6.5時間とすると日施工量は120袋となり開発目標を達成できた。SPADシステム全景(写真-6)と充填状況(写真-7, 8)は下記のようなであった。

表-3 1袋当たりのサイクルタイム

充填時間	平均	1分20秒
脱着時間	平均	1分50秒
TOTAL	平均	3分10秒



写真-6 SPADシステム全景



写真-7 充填前状況



写真-8 充填状況

### 4) 従来システムとの比較(優位性)

従来工法であるバックホウ充填方式とSPADシステムとの比較表を表-4に示す。この比較表のように従来システムより、日施工量は2倍強になり、土砂投入の前処理設備がコンパクトになったことにより仮設備が大幅に省力化可能となった。また、ロジオストップシステムを開発したことで充填口の脱着時に土砂が飛散することを防止することが可能となり、作業環境が大きく改善された。

表-4 工法比較表

種別	SPADシステム	バックホウ充填システム
日施工量	120袋/日・set	53袋/日・set
仮設備期間	設置後すぐに仕事ができる	充填設備の組立に2日間の作業が必要
対象土砂の前処理	プラント設備に下記機能を内蔵 a)粗雑物除去装置 b)含水比調整機能 c)土砂の解泥機能	別途設備が必要
作業環境	充填土砂飛散防止対策用の充填装置付 (ロジオストップシステム)	土砂の飛散防止対策が別途必要

## 5) 積み上げ設置

充填作業後、脱水養生を1日実施し、積み上げ設置(写真-9, 10)を行った。設置場所は、岐阜県自然共生展示場内新境川橋梁上流部であり、盛土法面勾配1:1.5、設置巾10.0m、盛土高2.7mである。今後、この場所で、盛土体の有効性調査および植生の観察調査を3年間実施していく。



写真-9 設置状況



写真-10 積み上げ完了全景

## 5. まとめ

このSPADシステムは、当社がこの「エコチューブ用専用設備」を持つことで、全国に約25万箇所あると言われている「ため池」の底泥処理や環境汚染物質を含有する都市部の河川底泥などを対象とした工事に営業展開していくことを狙って開発したものである。

特に「ため池」の多くは、経年から土砂の堆積による貯水機能の低下や生活排水の流入などによる水質悪化等の切実な問題を抱えている。この堆積物である浚渫土の処理するにあたり、従来では廃棄物処理法では建設汚泥でないものの、土質工学的にはほぼ同様なことから、多くは廃棄物として処理されてきた。しかし、大量の浚渫土を受け入れる処分地が不足しているや運搬費を伴うことで処理コストを押し上げているのが現状である。袋詰脱水処理工法(エコチューブ)は、この建設発生土をセメントや石灰などの科学的添加剤を加えることなく脱水・減量化して土質性状を改質することで、堤体等の多自然護岸やビオトープ創出の盛土材に有効利用できる技術である。このことから、防災(洪水調整や貯水など)、環境(生態系保全や景観、アメニティの創出、建設発生土のリサイクルなど)の今後の環境保全・環境負荷低減技術として大変有望な技術である。今回のこの研究開発は、袋詰脱水処理工法(エコチューブ)の小型袋の量産化による施工性の向上と環境汚染対策に着目しコンパクト化した設備を作ることを目標として新規開発した。

このSPADシステムの特長は、①量産化が可能になり工程が短縮できる。②設備設置後、すぐに施工ができる。(施工の省力化が可能)③「ため池」などの底泥浚渫工事に最適である。(底泥浚渫土に混入しているガラ、空き缶等の粗雑物を除去可能。浚渫土の含水比を調整し、解泥できるシステムを備えている。)④環境対応型の施工システムである。(土砂充填時に周辺環境を汚さないクローズド充填システムを備えている。)である。この特長を最大限に生かし受注展開していくには、今後、営業(顧客の要望)や施工現場、研究開発とのコラボレーションが重要である。

また、今後の技術開発の方向性として、このSPADシステムを利用して小型袋体の施工から、中型袋(10m<sup>3</sup>程度)から大型袋(80m<sup>3</sup>程度)へと技術展開していく予定である。そのためには、このSPADシステムを基本システムとして、小型袋体で実績をつけながら付加価値技術を追随していきたいと考えている。

我々は、さらなる改良改善を進めることで顧客への価値提供力を高め、当社の確固たる独自技術として確立するように研究開発をしていく所存である。

## 謝辞

本システム開発にあたっては、共同開発者である芦森工業(株)、大容基功工業(株)、(株)シンテックの多大なる協力のもとに開発されたものである。また、実証実験場所を提供して頂いた岐阜県建設管理局河川課並びに岐阜県自然共生工法研究会、川づくり協議会のこれら関係各位に、心よりお礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 建設省土木研究所：材料施工部土質研究室、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，1997.3
- 2) 社団法人土地改良建設協会：土地改良，エコチューブ（袋詰脱水処理工法）による“ため池底泥”の有効活用法の提案，2004.7