

SPAD システムによる汚染底質脱水・減量化施工

— 大阪府^{せつつ}摂津市 —

大阪支店 土木営業部 黒瀬勝文
技術研究所 環境研グループ 杉本昌由
技術研究所 環境研グループ 佐伯博之

概要：当社は、袋詰脱水処理（エコチューブ）工法用の環境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。同システムにより生産能力が従来の2倍強に改善し、泥土の定量管理装置、充填時の土砂飛散防止システムを備えることにより汚染土壌処理に対応できる環境対応型クローズド施工が可能となった。今回、ダイオキシン類に汚染された底質を同システムにより脱水・減量化、一時保管封じ込め処理施工を行ったのでその報告を行う。

Key Words：袋詰脱水処理工法，ダイオキシン類，脱水，減量化，封じ込め

1. はじめに

袋詰脱水処理工法は浚渫土などの建設発生土を脱水・減量化するとともに再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。また、本工法はジオテキスタイル製袋の袋内面に形成される泥膜のろ過機能により、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・減量化させることができる。本文では袋詰脱水処理工法の施工方法において当社で開発した SPAD システム（環境対応型量産施工システム）を用いて高濃度のダイオキシン類が検出された農業用水路内の汚染底質について脱水、減量化、一時保管処理を行ったのでその施工事例、および、施工システムの特長を報告する。

2. 工事概要

2.1 工事内容

工事名：鳥飼北部地区整備(18)工事
場所：大阪府摂津市
発注者：大阪府北部農と緑の総合事務所
施工数量：汚染底質処理 150m³（1m³充填袋 150袋）

2.2 袋詰脱水処理工法による汚染底質処理技術の特長

ダイオキシン類は親油性物質であり、土粒子に対する吸着性が強く、水にほとんど溶解せず、土壌中では移動性はきわめて小さいと考えられている。本技術は、袋を構成する透水性の布材（ジオテキスタイル）のろ過機能により、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に封じ込めるとともに、土壌



黒瀬勝文



杉本昌由



佐伯博之

2.4 処理底質の性質

底質の土質性状を表-2に示す。事前採取した底質のダイオキシン類濃度は19,000pg-TEQ/gを示し、底質の環境基準(150pg-TEQ/g)を大幅に超えていた。また、底質の液性限界(115.7%)に対して自然含水比が218.7%と高く汚染土を処理する上で脱水・減量化することは最終処分量を減量する面からも有効であると判断された。

表-2 土質性状

一般	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.343
	自然含水比 W (%)	218.7
粒度	礫分 (%)	3
	砂分 (%)	3
	シルト分 (%)	53
	粘土分 (%)	31
	最大粒径 (mm)	9.5
コンシステンシー特性	液性限界 W_L (%)	115.7
	塑性限界 W_P (%)	64
	塑性指数	51.7
分類	地盤材料の分類名	砂混じり 有機質粘土 (高液性限界)
	分類記号	(OH-S)
強熱減量		Li (%) 19.2
ダイオキシン類濃度		(pg-TEQ/g) 19,000

2.5 施工システム

2.5.1 施工システムの特長

従来技術の課題と解決方法

- ① 1日200m³程度発生する浚渫土の量に対して、1セットでは1日当たり50m³程度しか対応できず、生産性が悪い。また、袋体に充填する土砂内にあるゴミなどの粗雑物を除去し、流動化をもたらすために加水等の調泥作業の前処理を別途検討する必要があること。
- ② バックホウ充填方式では充填作業時に、泥土が飛散するために周辺環境を汚す。そのためこの方法による汚染土の処理充填作業は作業員および周辺環境に暴露被害を及ぼすため不適合であること。

以上の課題解決手段として、環境対応型ポンプ充填方式、SPADシステムを開発している。当施工においては先に開発したSPADシステム³⁾に改良を加え、含水比の計測と処理量の定量管理ができる泥土計測装置の追加および、施工量増産のための充填口の二又化と、充填時の泥土飛散防止機能を強化したシステムとなっている。また、処理量管理ができることにより高さ管理が不要となり現位置充填による多段積み施工を可能としている。(図-3参照)

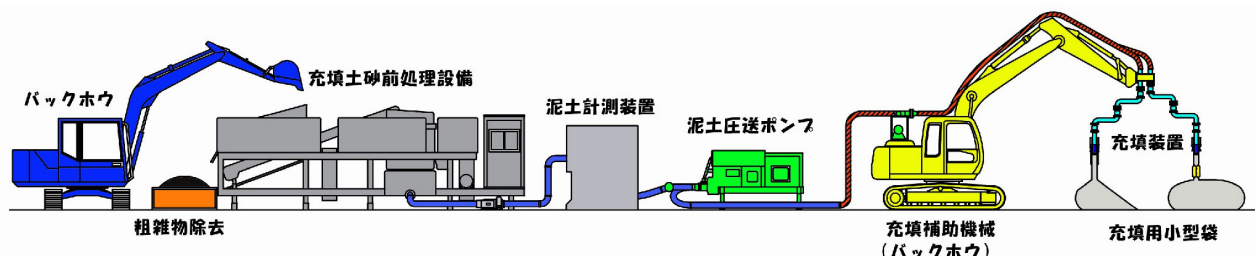


図-3 SPADシステム概念図

2.5.2 各システムの説明と特徴

a) 充填土砂前処理設備 (DMP-15)

処理底質に混入している粗雑物(ゴミ, 空き缶等)の除去を行い, 処理底質の含水比調整(加水調整)機能を有している土砂前処理装置.

諸性能

- ・ 振動フルイの性能 40mm 以上の粗雑物を除去可能
- ・ 1時間あたり Max40m³の泥土処理可能
- ・ ポンプ圧送可能なフロー値, 含水比に解泥
- ・ 加水調整が可能
- ・ 15t 車に積載可能



写真-1 充填土砂前処理設備

b) 泥土計測装置 (マッドメーター)

袋体1回処理充填する数量(体積・含水比)を随時計測し, 充填処理量の定量管理を行う装置. 連続的に計測管理できるシステム.

諸性能

- ・ 2基の鋼製容器による処理重量・体積の計測管理
- ・ 超音波センサーを用いた計測
- ・ コンピュータ制御による作業と管理
- ・ 袋1つに充填する数量と含水比を計測管理
- ・ 15t 車に積載可能



写真-2 泥土計測装置

c) 泥土圧送ポンプ (マッドソイルポンプ)

調整した底質を高速圧送でき, 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.

諸性能

- ・ 1時間あたり Max55m³の泥土圧送可能
- ・ ホッパーレス構造
- ・ 外部タンクから直接自給できる構造



写真-3 泥土圧送ポンプ

d) 充填装置 (ロジストップシステム) 改良型

充填時および袋体の取り替え作業時に処理底質が飛散しない構造とし、簡便な袋体との脱着可能充填部をもち、充填終了時にエアバックを利用して袋体注入口をシャットダウンするシステム (写真-4, 5) であり、泥土計測装置を備えたことで従来必要であった充填時の高さ管理が不要となり、回転式の二又充填口にて連続充填、高速施工、多段積み施工を可能としたシステム。



写真-4 充填装置



写真-5 施工状況

e) 使用袋材の諸性能

汚染底質を扱う当施工では以下の性能を持った袋材を使用した。袋詰脱水処理工法においてはジオテキスタイル製布の泥膜のろ過機能を利用した脱水方法を用いているので規格に準じた性能を有する材料選定を行った。

表-3 汚染土壌用袋材性能

諸性能		規格値(汚染土壌用)	使用袋材(ロジパックS)	
厚さ(mm)		0.3以上	0.69	
引張強さ(kN/cm)		0.6以上	経糸	緯糸
引裂強さ(N)		700以上	87.2	175
透水係数(cm/sec)		1×10^{-3} 以下	1079.1	1176.8
ろ過性能	加圧ろ過試験	排水量0-10分で40ml以上	2.6×10^{-4}	
		濁度5-10分で10NTU以下かつ	排水量0-10分66ml	
		0-3分で1,000NTU未満	濁度5-10分で1.52NTU 0-3分で8.9 NTU	

表-4 袋材形状

ロジパックS		
規格	1.0m ³ 用	
材質	ポリエステル繊維	
最大容量	1.3m ³	
寸法	折幅	1,500mm
	長さ	2,300mm
	注入口	φ100mm配管接続可能



写真-6 袋材充填時状況

2.6 汚染底質の処理

施工に当たっては、対象となる底質や土壌の土質性状、汚染濃度や土量、対策期間、その他の調査結果を活用し、作業の安全性等を十分考慮した施工および保管ヤードを設計し、周辺へのダイオキシン類の汚染拡大の防止に努めた。さらに効率的かつ安全な作業、および周辺環境への影響を最小限に抑えるために必要な敷地・施設として下記の通り整備した。

a) 施工ヤード

① 貯泥ポンド

浚渫した泥土を一旦貯留するための貯泥箇所。ポンプ充填方式の場合、泥土を一旦貯泥箇所に投入し、泥土含泥率を上げて袋体に充填するのが望ましい。当施工区では底質が三面水路である閉鎖区域に堆積していたので、施工区域の上流部と下流部を遮断し、除去できる夾雑物を排除後、排水路内に堰を設けた箇所に集積し、そこを貯泥ポンドとして施工した。



写真－7 貯泥ポンド

② 充填・仮置き脱水処理ヤード

対象土を袋体に充填作業を行う敷地、あるいは充填するために必要な機械設備を設置するための敷地。

SPAD システムは狭隘な場所での作業を可能としているため設置ヤードの面積は少なくすむ。また泥土計測装置を装備しているので多段積み施工が可能であり、充填・仮置き脱水ヤードも積み重ね施工を考慮した広さで対応できる。



写真－8 充填・脱水ヤード

b) 保護具の選定

気中のダイオキシン類濃度は充填作業時の底質で検出される濃度に比べ低レベルであるので、協議の上、レベル1に準じた安全保護具を着用して作業を行った。

レベル1

- ・ 呼吸用保護具・・・防じんマスク
- ・ 作業着等・・・粉じんの付着しにくい作業着(上下)、保護手袋等
- ・ 安全靴
- ・ 保護帽(ヘルメット)
- ・ 保護メガネ

なお、防じんマスクは、①型式検定合格品、②取替え式、且つ③粉じん捕集効率の高いものを使用した。



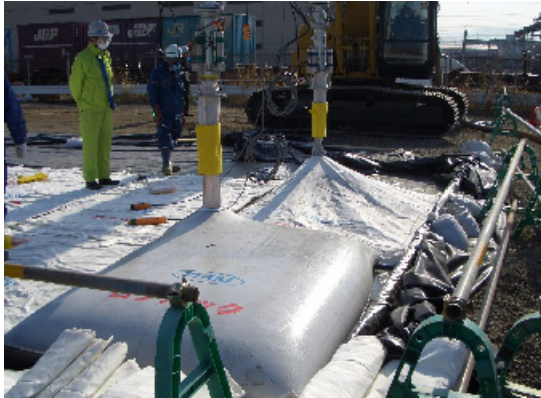
写真－9 安全保護具

c) 充填工

ダイオキシン類に汚染された底質の処理に際しては以下の条件を満たすことを必要とする。

- ・ 周辺環境へのダイオキシン類の汚染拡大を防止するため、処理時の汚濁発生を少なくする。
- ・ 排水処理量を少なくするため、高濃度で浚渫処理する。
- ・ ダイオキシン類による底質汚染は表層に限定される場合が多いことから薄層にも適用可能であること。
- ・ 二次汚染拡散防止の観点から、施工ヤードまでの積み替え回数をなるべく少なくする。

SPAD システムはこの条件を満たしたシステムとなっている。特に汚染物質の飛散・拡散防止機能については作業時の飛散土砂は無い充填口仕様（写真－11）となっている。



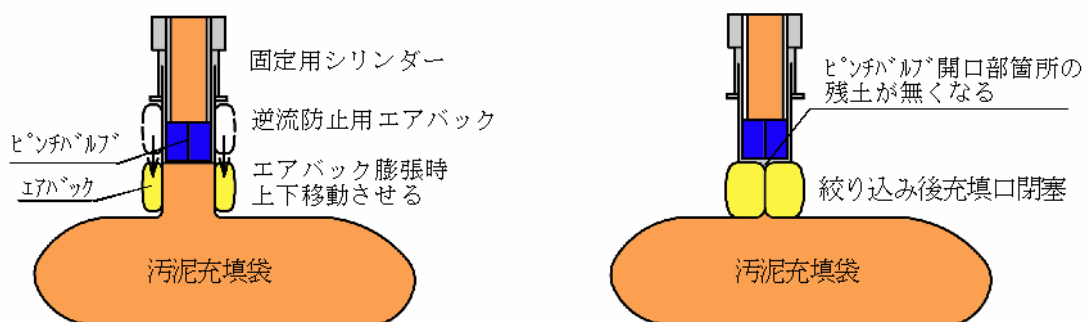
写真－10 充填状況



写真－11 充填口施工状況

①エアバック巻き込み方式による土砂充填口の改良

開発時の充填口処理は充填作業後ピンチバルブ閉塞後、エアバックを充填口余長部で膨らませて土砂止め処理をしていたが、ピンチバルブ下部より若干の土砂流出があった。そこで充填終了後、ピンチバルブ閉塞、エアバックをピンチバルブ箇所の上から絞り込むように下部に移動させ、空気圧による閉塞を行うことにより袋充填部およびピンチバルブ底部に残る泥土を処理する構造に改良した。



図－12 充填口概念図

2.7 排水処理工

本施工における袋詰脱水処理後排水される排出水は充填・脱水作業箇所が閉鎖区域であるため、汚染底質集積箇所へ戻すようにした。水路内の最終排出水については別途砂ろ過装置による処理を行い、排水基準：ダイオキシン類溶出量 10pg-TEQ/L 以下及びこれに相当する濁度を基に放流した。

a) 排水水検査結果

施工日ごと施工区全体から脱水排水（写真－12）されるダイオキシン類濃度を簡易分析にて測定した。

初期濃度は 8,100pg-TEQ/L と高濃度であったが最終的には 390pg-TEQ/L となり袋詰脱水処理工法による封じ込め効果が確認された。初期においてダイオキシン類濃度が高いのは初期充填時底質の含水比 (220%程度) が高く、袋材の泥膜形成が遅れ織布の間を汚染物質が泥膜形成までの間を通り抜けてきていたものと推測される。充填時底質の含水比の低下(175%程度)と脱水の時間経過と共にダイオキシン類濃度が減少してきているので処理含水比により封じ込め効果が変わってくることを確認できる。



写真-12 脱水排水状況

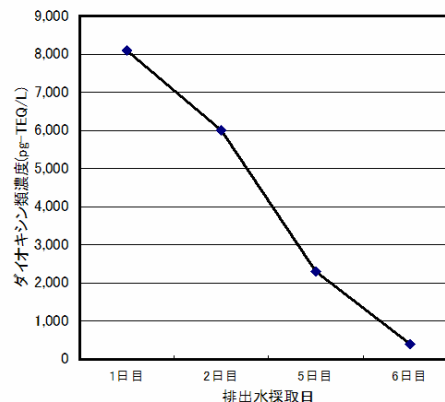


図-13 ダイオキシン類濃度測定値

2.8 運搬一時保管・封じ込め

ダイオキシン類汚染底質の最終処理は水路内汚染土全てを除去した後行うことが予定されているので、本施工処理土は脱水・減量化作業を現場にて1ヶ月間施工後、U型カルバート内に一時保管・封じ込めをしている。

3. まとめ

本施工システムは袋詰脱水処理工法を用いたダイオキシン類汚染底質の脱水・減量化に有効な処理方法であることを確認した。特に作業充填時飛散物が発生しないため汚染物質処理を行う上で有効なシステムである。さらにシステム上で定量管理ができるので従来工法と比べ即時多段積み施工が可能であり仮置き脱水ヤードが狭い場合などの施工条件には特に有効である。

また、浚渫土等の管理型処分場等の容量が限られている現状においては、脱水・減量化して一時保管・封じ込め処理のできる袋詰脱水処理工法は現実的かつ有効な処理方法として挙げられる。

本施工においては初期ダイオキシン類濃度が非常に高いため別途ろ過装置と組み合わせ排水処理を行ったが、初期の濃度が 1,000pg-TEQ/g 程度であれば排水処理を含めた施工をすることが可能である。

謝辞

本システム開発にあたっては、共同開発者である大容基功工業 (株)、(株) シンテック、芦森工業 (株) の多大なる協力のもとに開発されたものである。関係各位に心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 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), 土木研究所資料, 第 3902 号, 2001.5
- 2) 森ら: オテキスタイル製袋を用いた高含水比汚染底質・土壌の封じ込め実験, 第 38 回地盤工学研究会, 2003.7
- 3) 佐伯ら: エコチューブにおける SPAD システム, ピーエス三菱, 技報第 4 号
- 4) 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
- 5) 杉本ら: 袋詰脱水処理工法による汚染底質の封じ込め施工 (その 1~その 2), 第 62 回土木学会, 2007.9