

エコチューブ工法における砂質土対応圧送システムについて

技術本部	技術部	道端秀治
技術本部	技術部	村井伸康
技術本部	技術研究所	杉本昌由
技術本部	技術部	佐伯博之

概要：エコチューブ工法への SPAD システムの適用において、浚渫土のうち砂質土比率が 90%を越える泥土の圧送は、現状の SPAD システムでは送泥が困難であり施工設備の改良が必要となっていた。

このため、送泥装置として空気圧送装置を用いるとともに、砂質土に気泡を添加し気泡混合土にて圧送が可能となるか確認試験を行った。

Key Words：エコチューブ工法，SPAD システム，砂質土，気泡混合，圧送

1. はじめに

エコチューブ工法（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土木材料として有効利用する工法である。当社では、SPAD システム（Slurry Pack and Decrease System）により技術開発を進めている。

エコチューブ工法への SPAD システムの適用においては、現場から求められる施工条件は多種多様になり、土質条件に見合った施工設備が必要となっている。特に浚渫土のうち、砂質土比率が 90%を超える泥土の圧送は、現状の SPAD システムでは送泥が困難であり、施工設備の改良技術が急務となっている。

そこで、砂質土へ気泡を混合したものを空気圧送することで袋へ充填することが可能であるか検討を行った。

2. SPAD システムについて

2.1 SPAD システムの概要

SPAD システムはエコチューブ用の環境対応型量産施工システムで、泥土前処理機、泥土圧送ポンプ、充填システムからなる。SPAD システムの概要図を図-1 に示す。



図-1 SPAD システムの概要図



道端秀治



村井伸康



杉本昌由



佐伯博之

2.1 SPAD システムへの砂質土の適用

砂質土は流動性が小さく、特に砂質土比率が90%を超えると、現在のSPADシステムでは、圧送中の砂質土が圧送配管内において沈降し閉塞してしまう恐れがあるため適用が困難であった。圧送できるようにするためには、流動性を向上させる必要がある。今回、砂質土に気泡を混合させることにより流動性を向上させ、空気圧送装置を用いて圧送を行い、SPADシステムへの適用性の確認を行った。

3. 空気圧送試験（事前試験）

3.1 試験概要

砂質土として購入砂を使用し、気泡などを混合しない状態で、空気圧送装置による空気圧送が可能であるかの確認試験を行った。

3.2 試験方法

圧送装置のホッパー内にて砂質土 2m³ と水 400 ㍲を投入し、バックホウを用いて混合することで作成した試料を空気圧送設備による圧送試験を行った（写真-1 参照）。

3.3 試験結果

対象土投入後、空気圧送を行ったが、配管留め具（ボルト定着部）が破断し、砂質土の圧送はできずに実験を終了した。

破壊した理由は、砂質土のみでは配管内の摩擦抵抗が大きく砂質土が配管内に滞留し、圧縮空気の逃げ場が無くなり、接続部が破壊したと推測される。



写真-1 圧送設備

4. 砂質土圧送試験

4.1 試験概要

砂質土として購入砂を使用し（写真-2）、これに気泡を混合し流動性を持たせたものについて、空気圧送が可能であるかの確認試験を行った。

4.2 砂質土の性状

加水および気泡混合後の砂質土の性状を表-1 に示す。加水したため含水比は26.4%であったが、シルト粘土の割合は3.4%と低く、砂礫土の割合は96%を越えていた。



写真-2 実験用砂質土

4.3 袋の仕様

試験に使用した袋は、図-2 に示すジオテキスタイル製（ポリエステル製織布）とし、幅 2.15m、長さ 10m の定置型袋（10m³袋）とした。ここで、充填口は空気抜きを兼ねるように4箇所設けている。

4.4 試験方法

4.4.1 試験用砂質土の作成

試験用砂質土は、下記の手順で作成した。

①砂への加水

ベッセル内で購入砂 2m³ と水 400 ㍲（砂容積比20%）をバックホウで攪拌混合した。

表-1 砂質土性状

湿潤密度	ρ_t g/cm ³	1.966
乾燥密度	ρ_d g/cm ³	1.555
土粒子の密度	ρ_s g/cm ³	2.641
自然含水比	ω_n %	26.4
間隙比	e	0.699
飽和度	S_r %	100
礫分(2~75mm)	%	14.8
砂分(0.075~2mm)	%	81.8
シルト・粘土(0.075mm未満)	%	3.4

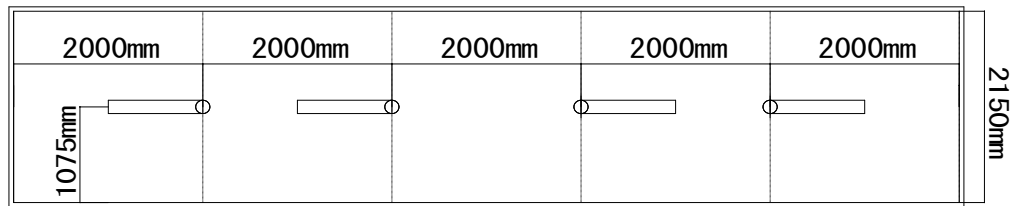


図-2 袋形状

②気泡の作成

気泡剤（起泡剤を水で20倍に希釈）をエアと共に発泡筒（図-3）を通し、容積比20倍に発泡させた（写真-3）。なお、起泡剤はテルフォーマーKA（テルナイト社製）を使用した。

③試験用砂質土の作成

①で作成した砂質土に②で作成した気泡を砂質土容積比で20%を添加し、バックホウで攪拌混合を行った（図-4）。

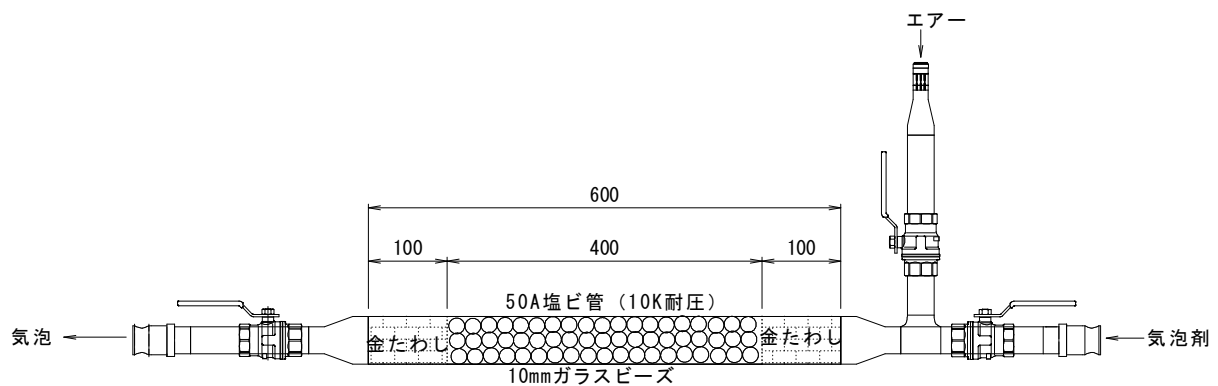


図-3 発泡筒模式図



写真-3 発泡状況

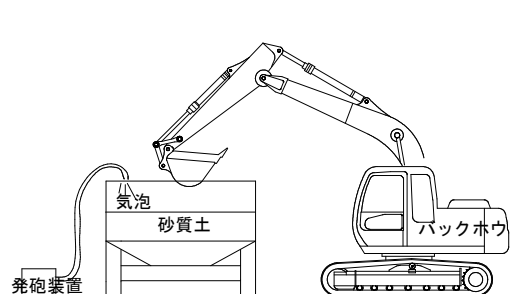


図-4 気泡投入および攪拌

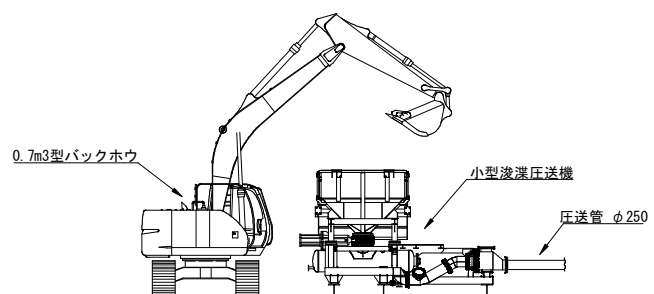


図-5 圧送装置模式図

4.4.2 空気圧送および袋への充填

加水および気泡を混合した砂質土を、バックホウを用いて空気圧送機のホッパーへ投入して空気圧送を行い(図-5)、エコチューブ用袋に充填した。圧送管は図-6 によりに配置し、圧送距離は 10B (250A) の鋼管 44m (曲管を含む) と 4B (100A) のフレキシブルホース 6m の合計 50m とした。

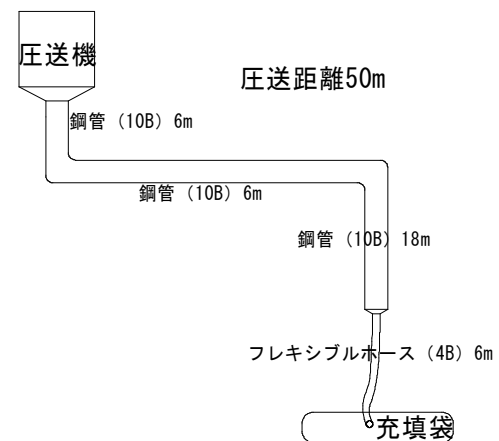


図-6 圧送管の配置および圧送距離

5. 試験結果

5.1 気泡混合性状

気泡混合状況を写真-4 に示す。混合後は写真-5 のように砂質土と気泡は均一に混合されていた。

ただし、現状ではバックホウによる攪拌において砂質土と気泡を混合するのに1バッチあたり10～15分程度かかるため、今後バケットミキシングを使用するなど攪拌方法の改良が必要と考える。

5.2 圧送状況

気泡混合後、空気圧送が可能であり(写真-6)、袋へ充填することも可能であった。袋への充填状況を写真-7 に示す。

ただし、空気圧送(プラグ輸送)のため空気自体も袋へ入り、空気で袋が膨張する、空気の衝撃を袋内部が受けるなどの状況が見られた。



写真-4 気泡混合状況



写真-5 気泡混合後状況



写真-6 圧送設備



写真-7 袋への充填状況

6. まとめ

- 1) 砂質土を気泡などの添加なしに、空気圧送装置のみで圧送することは難しい。

- 2)砂質土に気泡を添加し機械的に混合することで, 気泡の消泡も無く, 砂質土と気泡は均一に混合できた.
- 3)気泡混合後の砂質土は空気圧送が可能であり, 袋への充填も可能であった.
- 4)砂質土に気泡を添加・混合し空気圧送を行うことで, SPAD システムを砂質土へ適用することも可能であった.
- 5)今後は, 混合方法の改善, および袋のへ残留する空気を抜く方法の検討が必要と思われる.