

S・MIX工法

～硬質地盤・低変位に対応した深層混合処理工法～
NETIS登録番号:QS-240010-A

令和6年 9月 27日

**あおみ建設株式会社**
技術事業本部 技術開発部

1

1. はじめに

深層混合処理工法（スラリー攪拌工）は代表的な軟弱地盤対策工法の一つであり、セメントスラリー（水とセメント系固化材）と軟弱地盤とを混合処理機を用いて攪拌混合し、原位置で所定の強度に固化する工法である。



スラリープラント



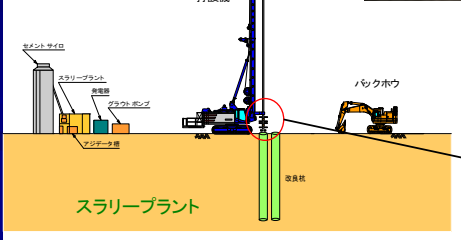
オーガー



施工状況



攪拌翼



打設機
バックホウ
セメント・水
スラリープラント
攪拌機
変位計
スラリープラント

2

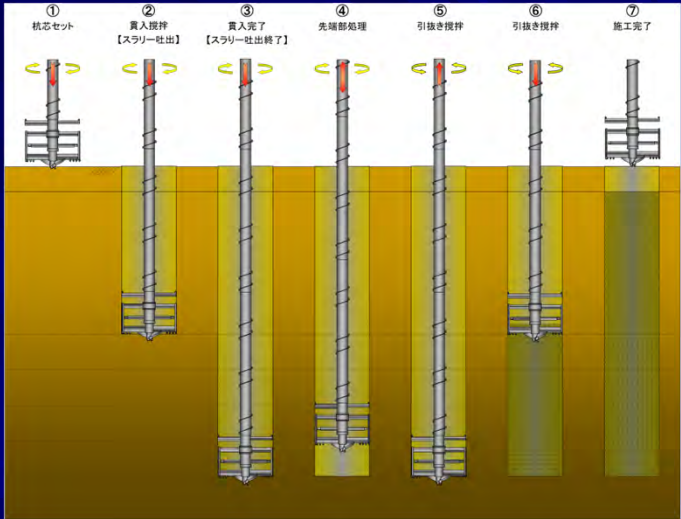
2. 工法概要 NETIS登録番号:QS-240010-A

S・MIX工法は、φ1600mm～φ2000mmの大口径相対攪拌深層混合処理工法である。外翼と内翼との相対攪拌により、バラツキのない改良体を造成することができる。



3

3. 施工サイクル

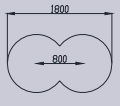
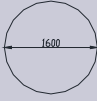
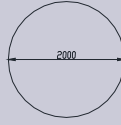


確実な品質管理、施工管理を行うために、施工中は専用の施工管理装置によりリアルタイムに管理を行う。

4

4. 工法の特長 ①大口径施工

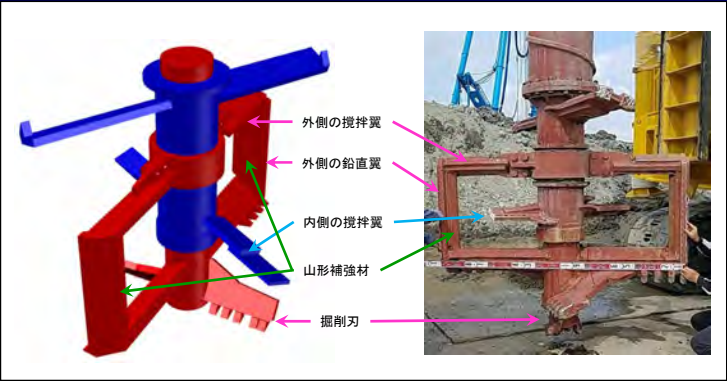
改良径を、φ1,000mm×2軸（改良面積1.5m²）から、単軸のφ1,600mm（改良面積2.01m²）、φ2,000mm（改良面積3.14m²）と大きくすることにより、施工本数を少なくすることができる。

	従来の深層混合処理工法	S・MIX工法	
改良径	φ1000mm×2軸	φ1600mm	φ2000mm
改良面積	1.50m ²	2.01m ²	3.14m ²
改良形状	 	 	 

5

4. 工法の特長 ②品質の確保

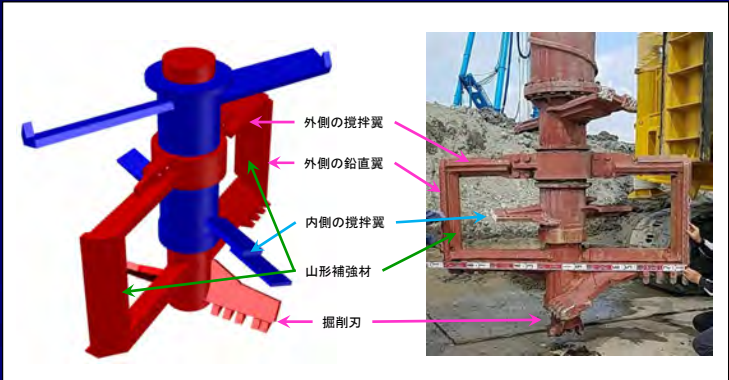
外側の攪拌翼（赤色）と内側の攪拌翼（青色）とが相対的（逆方向：時計回りと反時計回り）に回転すること、鉛直翼内側に混合土を中心方向に誘導する山形補強材（△部）を設置することで、掘削土が攪拌翼と一緒に回転しスラリーと混合されない現象を防ぎ、バラツキのない改良体を造成することが可能。



6

4. 工法の特長 ③硬質地盤への対応

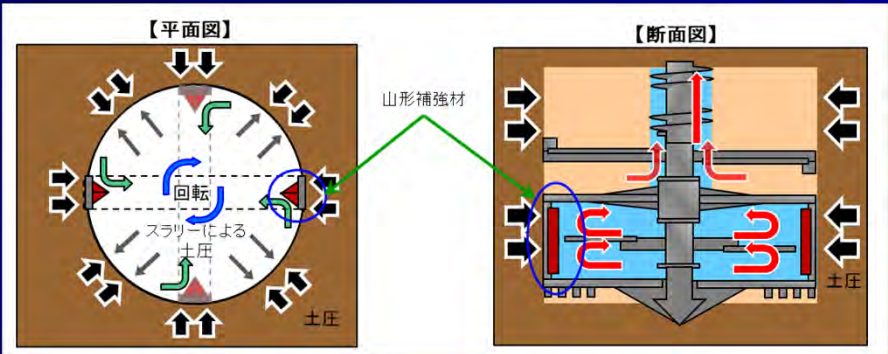
外翼鉛直翼を2枚で構成し、削孔壁面との接触面を小さくすることで周面摩擦を低減させ、山形補強材（△部）が外翼攪拌翼の強化につながるるとともに、先端掘削刃を強化したことで、中間層に硬い地盤が介在しても先行削孔が不要となり一台の施工機での施工が可能。



7

4. 工法の特長 ④低変位への対応

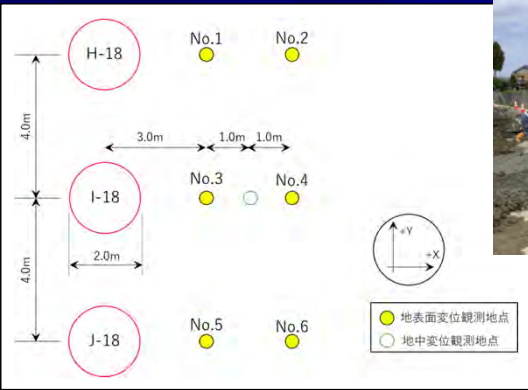
外翼鉛直翼が回転時にカゴ状となり、外側の原地盤との縁切りを行い地中圧を遮断するとともに、山形補強材（△部）が取り込んだ混合土を中心に誘導する機構により、周辺地盤に与える影響を低減することができる。



8

4. 工法の特長 ④-1.低変位への対応 変位測定状況

- 地表面変位測定
- ◆施工する3本の改良体の杭芯から3.0mと5.0m地点に変位測定杭を設置し、施工前、貫入後、施工終了後に、施工時の変位量（鉛直変位と水平変位）を計測した。
- 地中変位測定
- ◆施工する3本の中央の改良体の杭芯から4m離れた地点に地中変位観測孔を設置し、孔内傾斜計にて施工時の変位量（施工前後）を測定した。



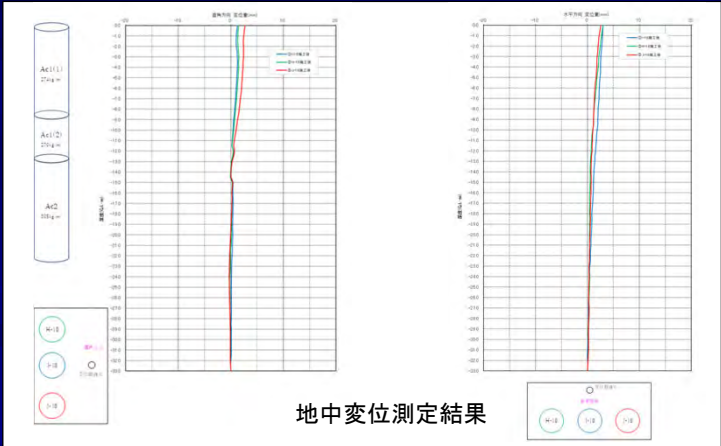
変位測定状況

変位測定位置

9

4. 工法の特長 ④-2.低変位への対応 変位測定結果

- 地表面変位測定結果
- ◆地表面変位の測定結果は、水平変位、鉛直変位とも、数mmの変位量であり、ほとんど変位は観測されなかった。
- 地中変位測定結果
- ◆地中変位の測定結果は、直角方向、水平方向とも、最大変位量は地表面付近で3mm程度であり、施工による変位は極めて小さかった。

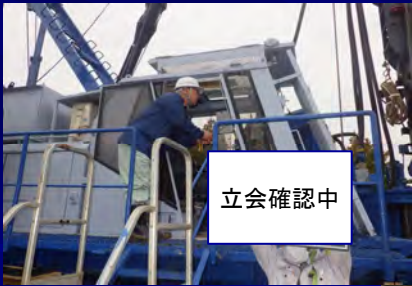


地中変位測定結果

10

5. ICT施工 ①従来の施工状況

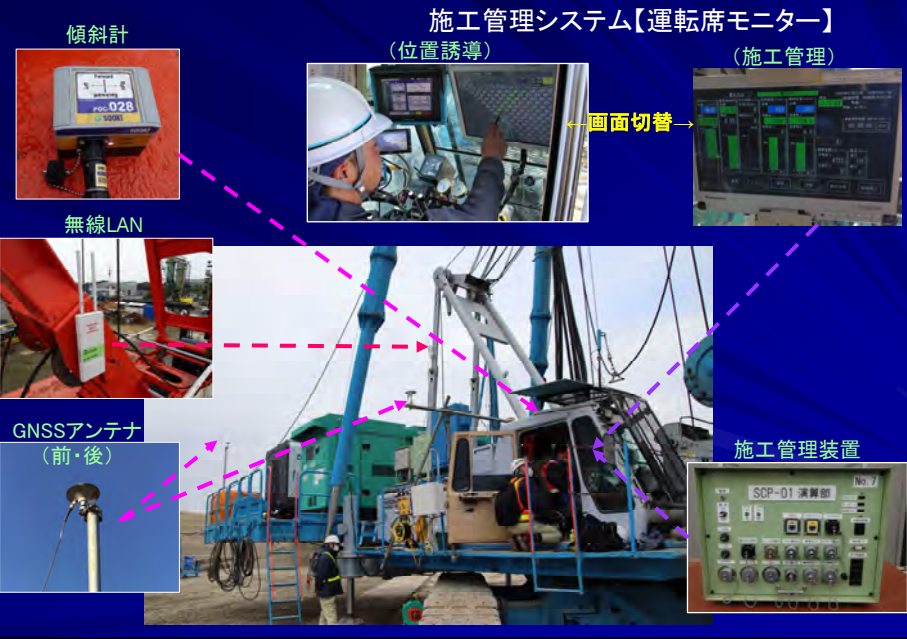
- ◆地盤改良工事は、原地盤の中を改良するため施工状況を目視で確認することができない。
- ◆施工状況はオペレータ室内の施工管理装置でしか確認ができない。
- ◆施工位置は、杭芯測量により確認し、杭芯に目印などの目印を設置。
- ◆施工位置から次の施工位置への移動は、誘導員の合図を確認しながらオペレータが施工機を移動させていた。



位置誘導状況

11

5. ICT施工 ②ICT機器の構成



12

5. ICT施工 ③特長

- 1) 正確な位置誘導
- GNSSを用いた位置誘導システムを採用することで、施工する杭の杭芯測量が不要となる。
- 2) 確実な施工手順
- 施工管理システムからのガイダンスに従い正確な施工手順での施工が可能となる。
- 3) 確実な着底管理
- 事前に着底管理基準（深度・電流値・速度）を設定することで、支持層に到達したことをオペレータにガイダンス可能。
- 4) リアルタイム管理
- 施工情報（移動状況・施工位置・打設状況）をタブレット端末等でリアルタイムに確認可能。
- 5) クラウド管理
- インターネットを経由して位置・打設データをクラウド管理することで、情報を共有することが可能。

13

5. ICT施工 ③-1.位置誘導システム

- 1) 正確な位置誘導
- GNSSを用いた位置誘導システムを採用することで、施工する杭の杭芯測量が不要となる。
- 2) 確実な施工手順
- 施工管理システムからのガイダンスに従い正確な施工手順での施工が可能となる。



誘導位置選択



位置誘導画面

14

5. ICT施工 ③-2.打設管理システム

- 2) 確実な施工手順
施工管理システムからのガイダンスに従い正確な施工手順での施工が可能となる。
- 3) 確実な着底管理
事前に着底管理基準（深度・電流値・速度）を設定することで、支持層に到達したことをオペレータにガイダンス可能。



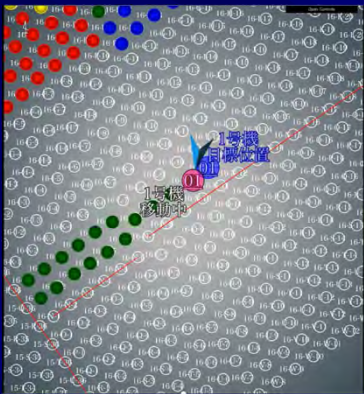
位置誘導画面

打設管理画面

15

5. ICT施工 ③-3.リアルタイム管理

- 4) リアルタイム管理
施工情報（移動状況・施工位置・打設状況）をタブレット端末等でリアルタイムに確認可能。



移動状況 (iPad)



打設状況 (iPad)

16

5. ICT施工 ③-4.リアルタイム管理

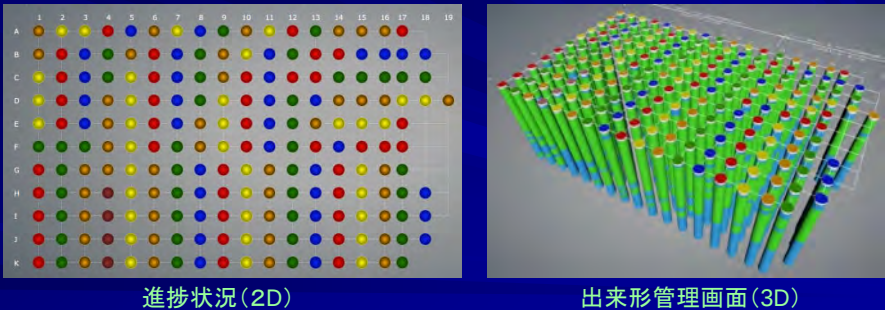
5)クラウド管理
インターネットを経由して位置・打設データをクラウド管理すること
で、情報を共有することが可能。



17

5. ICT施工 ④進捗・出来形管理

- ◆ 施工情報をクラウド管理することで、施工情報を共有することが可能。
- ◆ 施工完了後は進捗状況（2D）・出来形（3D）を外部端末で確認が可能。
- ◆ 進捗状況は、施工した曜日ごとに着色し日々の進捗を確認可能。
- ◆ 出来形表示は、電流値や流量等により着色することが可能。



18

6. おわりに

深層混合処理工法は、工期短縮、コスト縮減だけではなく、硬質地盤
対応、低変位化が求められている。

また、ICT技術の活用による生産性向上の要求も高まっている。

S・MIX工法はこうしたニーズに対応する工法として、今後も高品質
化・高精度化をさらに図り、信頼性の高い地盤改良を提供していきたい。

19

ご清聴ありがとうございました。

20