

### 大口径相対攪拌工法 KS-S・MIX 工法の施工事例

あおみ建設(株) 正会員 ○見世裕樹 高橋強  
日本基礎技術(株) 原俊郎 奥野倫太郎

#### 1. はじめに

深層混合処理工法は代表的な軟弱地盤対策工法の一つであるが、近年は地盤の安定・変形問題から耐震、液状化対策、硬質地盤対応への確実な対応を求められる一方で、工期短縮やコスト低減のため大口径化も求められており、多様な工法が開発されている。

KS-S・MIX 工法は、φ1600mm～φ2000mmの大口径相対攪拌工法であり、攪拌翼の一部に鉛直翼を取り付け、カゴ状の攪拌翼内で外翼と内翼を相対（正転・逆転）攪拌することで攪拌混合時における「共回り」、「連れ回り」現象を防止して、低変位でバラツキのない高品質な改良体を造成することを可能にした工法である。今回、KS-S・MIX 工法の施工事例を報告する。

#### 2. 工法概要

KS-S・MIX 工法の攪拌翼を図-1に、施工フローを図-2に示す。攪拌翼先端の掘削歯によって掘削された掘削土が、カゴ状の攪拌翼内でセメントスラリーと共に相対的に攪拌され、平面的攪拌ではなく立体的な攪拌混合を行っている。さらに、鉛直翼が回転しながら削孔壁面と接して原地盤との縁切りをし、その中で内翼と相対攪拌するため、側方に与える影響を低減させることができる。

また、KS-S・MIX 工法は貫入時吐出方式を標準とし、貫入時に攪拌翼下端の吐出口からセメントスラリーを吐出し、攪拌翼内で掘削土と強制的に相対複合攪拌させるため、高品質な改良体が造成できる。なお、貫入時間は0.5m/分、引抜時間は1.0m/分を標準とし、セメントスラリー添加量を考慮して施工速度を決定する。

#### 3. 施工事例の紹介

##### (1) 事例1 (杭式の施工)

北陸地区の道路改良工事で、改良径φ2000mm、貫入長17.5m～21.8mで中間にN値20程度の層が存在する現場である。地盤は粘性土と砂質土の互層であり、設計基準強度は1000～1300KN/m<sup>2</sup>、セメント添加量は200～340kg/m<sup>3</sup>、W/C=100%の条件で施工を行った。施工期間中、杭芯から10m離れた場所で地表面変位を測定した結果、変位は水平方向で+3mm、鉛直方向で+1mmと側方に与える影響が少ないことが確認された。

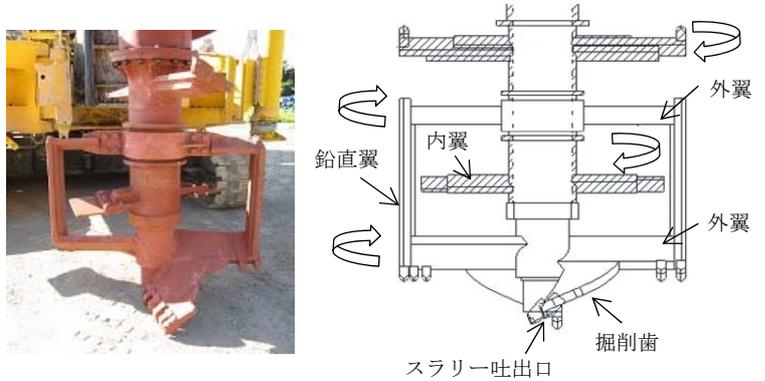


図-1 攪拌翼形状

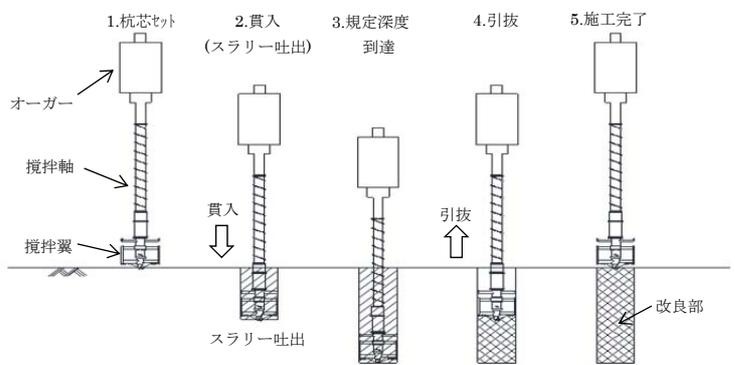


図-2 施工フロー



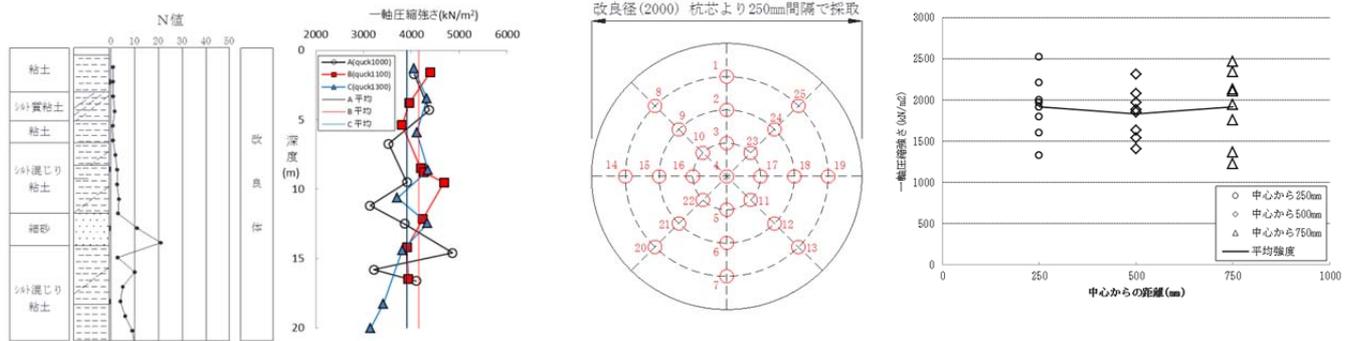
写真-1 施工機・出来形状

キーワード 深層混合処理工法、大口径、スラリー攪拌、低変位、

連絡先 〒108-8430 東京都港区海岸3-18-21 あおみ建設(株) 地盤改良事業部 TEL03-5439-1021

地盤柱状図と一軸圧縮強さ(材齢28日)の関係を図-3に示す。設計基準強度  $q_{uck}$  と比較すると、 $q_{uck}=1000\text{kN/m}^2$  の平均値は  $3892\text{kN/m}^2$ 、 $q_{uck}=1100\text{kN/m}^2$  の平均値は  $4153\text{kN/m}^2$ 、 $q_{uck}=1300\text{kN/m}^2$  の平均値は  $3917\text{kN/m}^2$  であり、3種類とも満足する結果となった。さらに、変動係数は7%~14%となり、バラツキも少なく安定した改良体の造成が行われたことが確認された。よって、施工時の貫入・引抜速度の合計が1.5m/分以下であれば良質な品質を確保できることが確認された。

つぎに、平面的なバラツキを確認することを目的とし、同一断面内(杭頭)でコアを採取して一軸圧縮試験を実施した。平面的な強度分布の結果を図-4に示す。現場28日強度の平均値は  $1879\text{kN/m}^2$ 、変動係数19%となった。これにより、改良径が  $\phi 2000\text{mm}$  であってもバラツキが少なく安定した品質の大口径改良体施工が確認された。



杭種	A	B	C
設計基準強度	$1000\text{kN/m}^2$	$1100\text{kN/m}^2$	$1300\text{kN/m}^2$
平均強度	$3892\text{kN/m}^2$	$4153\text{kN/m}^2$	$3917\text{kN/m}^2$
変動係数	14%	7%	11%

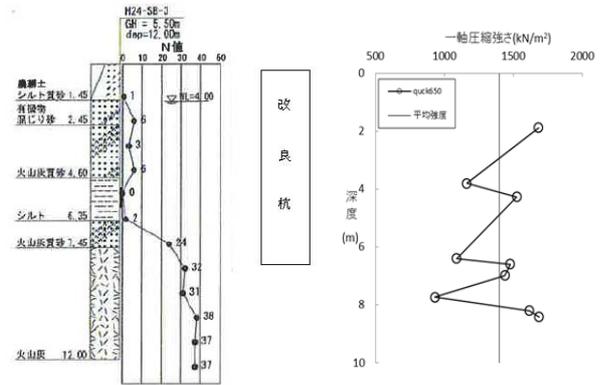
	設計基準強度	平均強度	変動係数
材齢28日	$1300\text{kN/m}^2$	$1879\text{kN/m}^2$	19%

図-4 平面的な強度分布図

図-3 地盤柱状図と一軸圧縮強さ

(2) 事例2 (接円杭の施工)

北海道地区、河川排水機場の基礎改良工事の事例で、軟弱な火山灰質土層に改良径  $\phi 1600\text{mm}$ 、貫入長8.8mでN値30の層まで深層混合処理杭を施工した。地盤は火山灰質砂、粘性土、火山灰からなる地層で、設計基準強度  $450\text{kN/m}^2 \sim 650\text{kN/m}^2$  の条件で、本施工前に各設計基準強度にて試験施工を行い、一軸圧縮試験結果よりセメント添加量  $90 \sim 310\text{kg/m}^3$ 、 $W/C=120\%$  で施工を行った。地盤柱状図と一軸圧縮強さ(材齢28日)の関係を図-5に示す。各設計基準強度に対して、所定の強度を満足していることが確認され、変動係数も19%とバラツキの少ない良好な安定した改良体の造成が行われたと確認された。また、施工本数227本中209本で6.0m程度の空打ち部が存在したが、杭の偏心はすべて規定の  $D/4(400\text{mm})$  以内であることを確認した。



杭種	A	B
設計基準強度	$450\text{kN/m}^2$	$650\text{kN/m}^2$
平均強度	$2439\text{kN/m}^2$	$1401\text{kN/m}^2$
変動係数	19%	19%

図-5 地盤柱状図と一軸圧縮強さ

4. まとめ

以上、施工事例を2例紹介した。どちらも設計基準強度を満足し、良好な結果となっている。深層混合処理工法における市場のニーズは、工期短縮、コスト削減のみならず大口径化、硬質地盤対応、低変位化が求められている。今回紹介したKS-S・MIX工法は、これらの市場ニーズに対応した工法であり、今後、さらに施工実績を増やし、安心・安全な社会基盤整備に貢献できる工法としていきたい。