

柱状改良体上部へのスラリー揺動攪拌工による盤状改良体の構築

新日本グラウト工業株式会社	正会員	〇市坪	天士
東洋産業株式会社	正会員	小牧	貴大
株式会社富士建		北村	浩亨
三信建設工業株式会社	正会員	島野	嵐
株式会社エステック	正会員	岡本	郁也

1. はじめに

軟弱地盤上の道路構築における圧密沈下の課題に対し、低改良率にて敷設された深層混合処理工法による柱状改良体（以下コラム改良体）とその上部に接合し構築された盤状の浅層改良体（以下スラブ改良体）を組み合わせた軟弱地盤対策が採用されるケースが多くみられる。この際、コラム改良体の造成に伴い、杭頭天端より上方に盛上り土が発生するため、スラブ改良体の施工に先立ち所定の杭頭天端高さまでをバックホウ等により掘削整形する杭頭処理が必要となる。しかしながら、杭頭付近では改良体に近い強度を有しているため、コラム改良体の杭頭に損傷を与えることなく掘削するために多くの労力を必要としているケースも少なくない。

ここでは、掘削能力の高いスラリー揺動攪拌工を用いることで、掘削杭頭処理することなく、強度発現したコラム改良体の盛上り土を掘削することが可能であり、かつ、コラム改良体と連続的に接合したスラブ改良体を構築できるかを検証するために実施した実大実験の結果を報告する。

2. スラリー揺動攪拌工（WILL工法）の概要

本技術は高性能油圧モーターによる高トルク化および特殊掘削補助装置（以下ブーメランプレート）を装着したリボンスクリュー型攪拌翼（図 2.1 参照）を用いることで掘削能力向上を図っている。ブーメランプレートとは攪拌翼の回転に伴い掘削抵抗となる攪拌機直下部を水平切削することにより攪拌機を高N値地盤に貫入させることを目的とした装置である。これらの掘削性能を活かして深さ13m程度迄のN値40未満の砂質土や砂礫層に用いられてきた技術である¹⁾。



図 2.1 特殊掘削装置ブーメランプレート

3. 実大実験

(1) 実験概要

試験地は佐賀県神埼市で改良対象地盤はN値0～1の軟弱な沖積粘土とその上部3m程度を被覆する礫混じり粘性土状の埋め土から構成されていた。図 3.1 に示すとおり、150kg/m³・200kg/m³・250kg/m³と添加量の異なるコラム改良体を事前に造成したのち、スラリー揺動攪拌工によるスラブ改良体を造成することとした。

なお、確認事項は下記4項目とした。①強度発現したコラム改良体の掘削・攪拌能力の確認。②試掘によるコラム改良体とスラブ改良体の接合部の連続性の目視確認。③チェックボーリングによる接合部の連続性確認および下部コラム改良体の健全性の確認。④現場透水試験による接合部の透水性の確認。

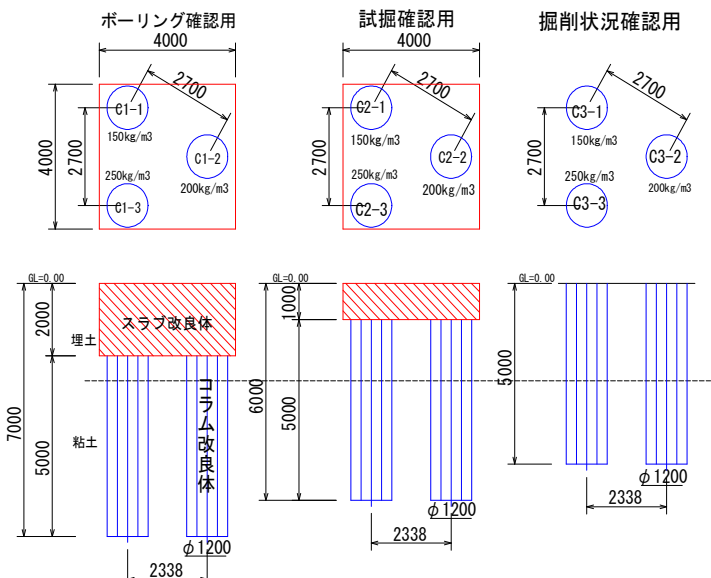


図 3.1 実験概要図（上：平面図、下：断面図）

キーワード 軟弱地盤、地盤改良、中層混合処理工法、深層混合処理工法、浅層改良、圧密沈下対策

連絡先 〒815-0031 福岡市南区清水 1-15-18 新日本グラウト工業株式会社 TEL 092-511-8981

(2) コラム改良体の強度

スラブ改良体造成の前日に実施したコラム改良体上部の盛上り土およびコラム改良体頭部の一軸圧縮試験結果を表 3.1 に示す. コラム改良体の一軸圧縮強度は 1,124 ~ 2,977kN/m²を示し, 最も富配合のコラム改良体の平均一軸圧縮強度は 2,802kN/m²を有することが確認された.

杭番	添加量 (kg/m ³)	材齢	一軸圧縮強度 (kN/m ²)			
			盛上り土 (杭天端+0.2m)	杭天端-0.1m	杭天端-0.5m	平均
C2-1	150	7日	1,396.9	1,538.3	1,124.2	1,353.1
C2-2	200	7日	2,115.5	2,084.1	2,554.3	2,251.3
C2-3	250	7日	2,931.2	2,977.4	2,497.4	2,802.0
深度ごとの平均			2,147.9	2,199.9	2,058.6	2,135.5

(3) 実験結果

掘削状況確認用のコラムを用いて, スラリー揺動攪拌工による掘削状況確認を行った. その結果, ブーメランプレートによって攪拌機直下のコラム改良体が削られる様子が確認できた. この掘削補助効果でコラム長 1.5m (攪拌翼径程度) の掘削攪拌混合が可能であることが確認された (写真 3.1 参照).

次に, 試掘確認用のコラム改良体とスラブ改良体の接合部を掘り出し目視確認したところ, 接合部の連続性は良好で, コラム頭部の破壊等も認められなかった (写真 3.2 参照).



写真 3.1 コラム改良体掘削状況

また, ボーリング確認用の 3 本のコラム改良体すべてにおいてスラブ改良体との接合部をオールコアボーリングにて採取し, 併せて接合部にて現場透水試験を実施した. 写真 3.3 に赤枠で示す接合部は連続的な棒状コアで採取され不連続面は認められないこと, 接合部の透水係数が $1.66 \times 10^{-4} \sim 1.16 \times 10^{-6}$ cm/sec と比較的難透水性を示していること等から, コラム改良体とスラブ改良体の密着性は良好であるものと判断される. さらに, 接合部以深 2m 程度のコラム改良体のコアも連続性を有しており, スラブ改良体構築時においてコラム改良体の破損等が生じていないことが確認された.



写真 3.2 試掘確認状況

C1-1	盛上土	C1-2	盛上土	C1-3	盛上土
スラブ改良体	コラム改良体	スラブ改良体	コラム改良体	スラブ改良体	コラム改良体

赤枠内透水係数 $k=1.16 \times 10^{-6}$ cm/sec 赤枠内透水係数 $k=1.66 \times 10^{-4}$ cm/sec 赤枠内透水係数 $k=2.32 \times 10^{-6}$ cm/sec

写真 3.3 チェックボーリングコア写真

4. まとめ

実大実験結果から, スラリー揺動攪拌工を用いることで 2,800KN/m² 程度の一軸圧縮強度を有するコラム改良体上部の盛上り土を掘削攪拌混合し, コラム改良体と密着接合したスラブ改良体を構築することが可能であることが確認できた. 今後さらなる現場データを集積することにより, 大規模施工時の施工性と施工速度の確認および改良体品質の更なる改善に取り組む所存である.

参考文献

1) WILL 工法協会: WILL 工法技術積算資料,p3,2016,4