

排土式変位低減型深層混合処理工法 2軸大径実証実験報告 (その2)

— 施工性能の確認及び考察 —

株式会社テクノックス 正会員 ○河合 拓也 正会員 又吉 直哉
株式会社不動テトラ 正会員 深田 久 新川 直利

1. はじめに

変位低減型深層混合処理工法 (CDM-LODIC 工法、以下 LODIC 工法) は、地盤変位を発生させる主要因である挿入機体積とセメントスラリー投入量に相当する地盤中の土を排出して、変位低減を図るものである。今回、大径化 (2軸 $\phi 1,600\text{mm}$) した LODIC 工法の効率化を図るため、羽根切り回数を低減した貫入加算型施工及び固結シルト層 (N 値 >30) において貫入補助水を用いて施工速度を確保するための実証実験を行ったので、その施工性能について考察する。また、これまで貫入加算型施工の適用外であった腐植土層において特殊土用セメントを用いたときの適用性を確認した。

2. 実験概要

実験ケースは表-1 に示すように、貫入速度を一定とし、引抜速度、下部層への貫入補助水量、使用固化材および添加量を変えて 6 ケース実施した。改良対象層は、①腐植土層 (N 値: 1)、②粘性土層 (N 値: 0~3)、③砂質土層 (N 値: 8~33)、④シルト層 (N 値: 13~34) である。土質構成と N 値を図-1 に、改良杭配置と変位計測点を図-2 に示す。

3. 大径化に伴う施工性

ケース毎の貫入時の施工時間比 (実施/計画) と総注入量 (スラリー量と補助水量の合計) を表-2、補助水量比と貫入施工時間比の関係を図-3、貫入時の施工時間に着目したケース 1 (最小) とケース 4 (最大) の貫入速度と補助水量の深度分布を図-4 に示す。

本実証実験では、N 値の高い深度において計画貫入速度 (0.7m/分) を満足しなかった。貫入時の施工時間比はケース 4→5→6→2→3→1 の順に小さくなった。図-3 から判るように補助水を多く使用するほど施工時間が短くなる傾向を示しており、これまでの実証実験と同様の結果であった。また、事前の通水試験結果 (その 1) から得られたグラウトポンプの最大吐出量 (430ℓ/分) 時の圧力 (0.4MPa) に対し、実施工ではケース 1~5 において 0.2~2.2MPa の圧力を生じたが施工を継続できた。なお、ケース 6 では引抜吐出時に 3.0MPa を超えたためスラリー吐出量を少なく抑えると同時に、計画添加量に近似するように引抜速度を修正している (0.8m/分→0.5m/分)。

キーワード 排土式 CDM 変位低減 2軸大径 実証実験 施工性能

連絡先 〒108-8380 東京都港区芝 5-25-11 (株) テノックス TEL 03-3455-7792

表1 実証実験ケース一覧(計画)

ケース	速度(m/分)		補助水(ℓ/分)		セメント添加量(kg/m ³)		羽根切り回数(回/m)	
	貫入	引抜	上部	下部	種類	上部		下部
1	0.7	0.7	0	200	高炉B	215	118	360
2				400	高炉B	215	135	450
3				200	高炉B	215	118	450
4				200	特殊土用	188	115	360
5				200	特殊土用	188	115	450
6				200	高炉B	215	118	360

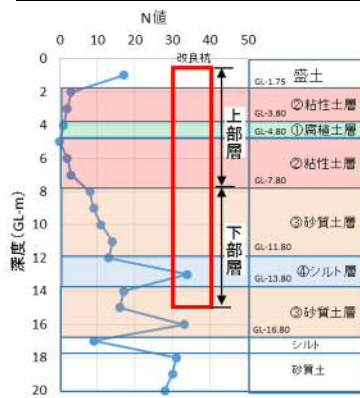


図-1 土質構成と N 値

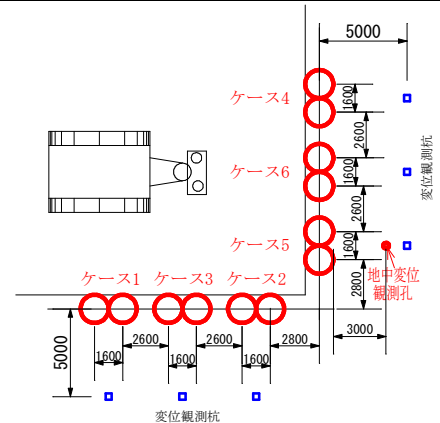


図-2 改良杭配置と変位計測点

表-2 貫入時の施工時間比と総注入量(実施)

ケース	貫入施工時間比	総注入量			
		スラリー量(ℓ)	スラリー量実施/計画比	補助水量(ℓ)	補助水量実施/計画比
1	1.26	12,285	1.05	3,939	2.50
2	1.40	12,386	1.02	5,474	1.74
3	1.40	11,832	1.01	3,586	2.28
4	2.05	11,131	1.05	2,293	1.46
5	1.82	10,993	1.04	3,317	2.11
6	1.73	12,146	1.04	2,697	1.71

貫入加算型施工の特徴として、先端処理付近で補助水からセメントスラリーに移行する際に、配管内の残留水を排水しなければいけない。これを踏まえると、補助水の使用は貫入抵抗の抑制に期待できるが、その反面、強度発現に影響を与えないような補助水管理を行う必要がある。

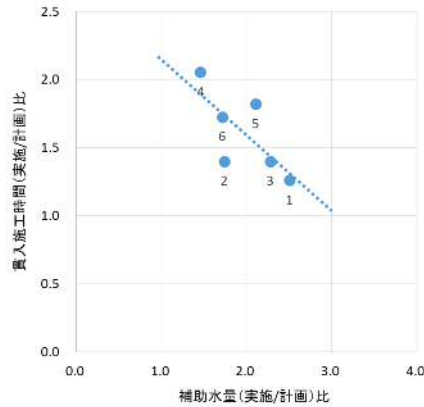


図-3 補助水量と貫入施工時間(実施/計画)比の関係

4. 周辺変位と排土量

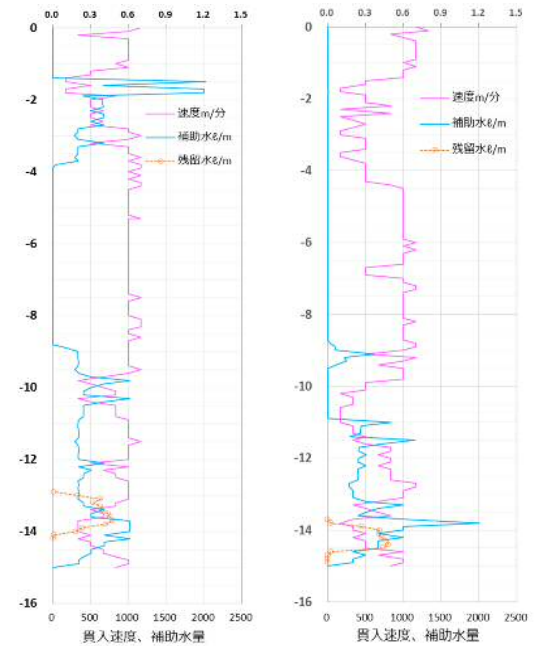
表-3 に排土率(排土量と総注入量の比)と地表面水平変位量の関係を示す。変位観測杭は、図-2のように改良体中心から5mの距離に6ヶ所設置し、施工時の地表面変位量を鉛直・水平方向にトータルステーションを用いて測定した。地表面の水平変位量は1~2mm程度であった。また、ケース5の前面側には離間距離3mの位置に地中変位観測孔を設置して地中変位量を計測している。地中変位量の分布図を図-5に示す。最大変位は、固結シルト層の貫入施工(GL-13.5m付近:補助水の吐出区間)時に上部層で約3mm発生しているが、貫入および施工完了の進行に伴って1~2mm程度と小さくなった。今回、ケース毎に排土率には、バラツキがみられる(79~130%)が、大径化施工に伴う発生変位量は十分に抑制できたことを確認した。

5. おわりに

LODIC工法の大径化に伴う施工性能を以下に示す。

- 1) 貫入補助水を使用することにより、大径化したLODIC工法においてもN値30を超える固結シルト層での施工が可能であった。しかし、計画貫入速度を満足するには至らなかった。
- 2) 地中変位計測より、貫入吐出時において最大変位が生じることを確認した。つまり、排土効果に寄与するスクリーを装備した場合でも、貫入時にスラリーを吐出する深層混合処理工法は引抜吐出方式のLODIC工法に比べて発生変位量が大きくなると考えられる。
- 3) 先端処理付近での配管内残留水の排水によって補助水量が増大するため、施工時の補助水管理が重要である。
- 4) 大径施工では必然的に大量のスラリーを供給する必要があるため、グラウトポンプの吐出能力が施工性を左右する。また、高液性限界の粘性土に補助水を使用する場合には強度発現への影響を考慮する必要がある。

最後に、投稿時には確認できなかった①配合強度とコア強度の関係、②特殊土用固化材を用いた腐植土層への適用、については口頭発表にて言及したい。



ケース1

ケース4

図-4 貫入速度と補助水量の深度分布

表-3 排土率と地表面水平変位の関係

ケース	排土量 (m ³)	総注入量 (m ³)	排土率 (%)	地表面水平変位 (mm)
1	20.71	16.22	128	1.0
2	21.61	17.86	121	1.8
3	20.02	15.42	130	2.0
4	10.61	13.42	79	2.3
5	14.16	14.31	99	1.8
6	17.03	14.84	115	1.8

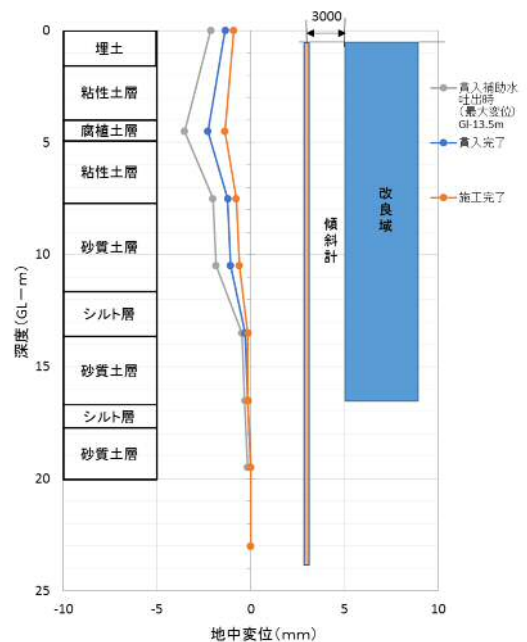


図-5 地中変位量の分布図