

変位低減型深層混合処理工法の現場実験と攪拌混合効率に関する一考察（その2）

あおみ建設(株) 正会員 ○大古利 勝己
 清水建設(株) 正会員 上村 一義 正会員 遠西 幸男
 (株)テクノックス 正会員 又吉 直哉
 (株)不動テトラ 正会員 深田 久

1. はじめに

変位低減型深層混合処理工法（CDM-LODIC 工法）は、通常型 CDM 工法と違い引抜き時にスラリーを吐出する方式であるため、羽根切り回数は引抜き時のみが集計の対象となる。筆者らは、本来集計されない貫入時の羽根切り回数も強度発現に寄与していると考え、羽根切り回数を標準型（深度方向 1.0m 当り 350 回）より多いケース¹⁾と、標準型より少ないケース（以下、その1）²⁾での現場実験を行い、羽根切り回数と強度のばらつきについて、これまで報告してきた。

今回、標準型より少ないケースで2回目の現場実験（以下、その2）を実施する機会を得たので、両現場実験の結果から得た羽根切り回数と強度の関係についての新たな知見を報告する。

2. 実験の概要

実験では、改良径 $\phi 1000\text{mm}$ の2軸方式により改良体を3本造成した。現場実験の改良仕様を表-1に示す。なお、参考にその1の実績も併記している。改良体は、打設長 11.0m、改良長 10.0m で、貫入速度を 1.0m/分の同一条件とし、引抜速度を調整することで羽根切り回数を A 杭 350 回/m、B 杭 280 回/m、C 杭 215 回/m とした。

3. 実験結果と考察

実験では、変位低減効果の確認として施工後の地表面変位量と排出土量を測定した。また、改良体の品質確認として、コアサンプリングを行い、コア観察と一軸圧縮試験を実施した。

(1) 地表面変位量と排土率

地表面変位量は、図-1に示す測定杭の位置で測定した。施工後の水平方向の地表面変位量は、表-2に示すように A 杭が-1.0mm、B 杭・C 杭は-2.0mm であり、そのときの排土率（セメントスラリー注入量に対する排出土量の割合）は、A 杭 78.6%、B 杭 88.2%、C 杭 71.0%である。

既往の水平変位量データに測定結果をプロットしたものを図-2に示す。

CDM-LODIC 工法は、セメントスラリーの投入量に相当する地盤中の土を排出し、変位低減を図る工法であることから、通常、排出土量が少ないと変位量が大きくなる傾向を示す。その2では排土率が比較的だったが、何れの杭においても十分な変位低減効果が発揮できている。これは、改良対象土層に占める砂分割合が 36~62%と多かったことが要因であると考えられる。一般的に、砂質土の排土率は粘性土に比べて少なくなり、体積変化しにくい粘性土に比べて地盤変状が小さいため、変位は小さくなる傾向を示す。参考として表-2にその1の実績も併記するが、その1では変位測定杭を地表面下 1.3m に設置したことで粘性土地盤及び接円配置により、その2と変位の傾向が異なる。

表-1 現場実験の仕様

改良体	貫入速度 (m/分)	引抜速度 (m/分)	羽根切り回数T(回/m)	
			その1	その2
標準	1.0	0.7	350以上	
A杭	1.0	0.8	360	350
B杭		1.0	290	280
C杭		1.3	220	215

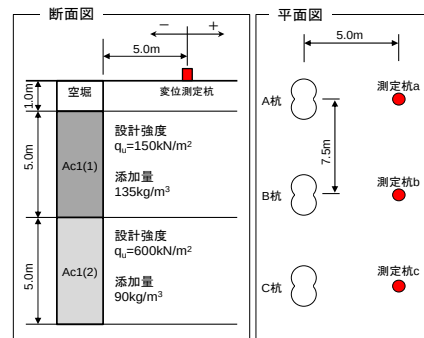


図-1 地表面変位測定位置

表-2 水平変位と排土率

	排土率(%)		水平変位量(mm)	
	その1	その2	その1	その2
A杭	94.3	78.6	5.0	-1.0
B杭	70.7	88.2	21.0	-2.0
C杭	71.7	71.0	20.0	-2.0

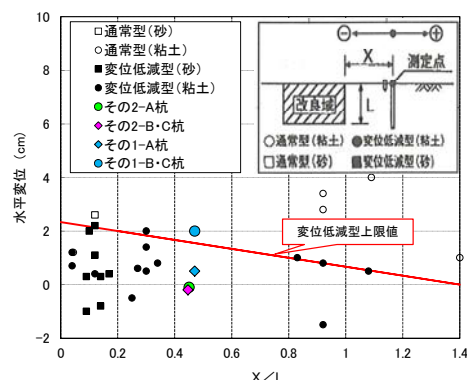


図-2 水平変位量の距離減衰

キーワード：地盤改良、深層混合処理、変位低減型、羽根切り回数、攪拌効率

連絡先：〒108-8430 東京都港区海岸三丁目 18-21 あおみ建設(株) 地盤改良事業部 TEL 03-5439-1021

(2) 試験杭の一軸圧縮強さ

コアサンプリングは、深度-1m~-11mを対象に行い、コア観察と一軸圧縮強さを調査した。調査結果は以下の通りである。

- ① 一軸圧縮強さの深度方向の強度分布を図-3に示す。強度は、上部3m付近を除いて概ね設計強度を満足しており、A杭>B杭>C杭の順となり、羽根切り回数が多いほど強度が高くなる傾向を示している。
- ② 追加調査で判明した未分解な植物片を混入する影響でGL-3m付近までの改良体強度は、著しく阻害されたと思われる。これは、その1の有機質土層において著しく強度が低下したのと同じ傾向である。

なお、設計基準強度（上部 $q_{uck}=150\text{kN/m}^2$ 、下部 $q_{uck}=600\text{kN/m}^2$ ）に対する固化材添加量は、室内強度と設計強度の関係を $q_{ul}/q_{uck}=3.0$ として事前の室内配合試験の結果より、上部シルト層 135kg/m^3 、下部シルト層 90kg/m^3 とした。

(3) 羽根切り回数と強度比及び変動係数の関係

詳細な追加調査を行った結果、有機質土が混入する範囲を第1層（Ac1層）、シルト混り砂層を第2層（As1層）、さらに下部層（As2層）の3層に再分類して、羽根切り回数と強度比及び変動係数の関係を調べた。

- ① 室内強度と現場強度の関係を図-4に示す。現場/室内の強度比は $q_{uf}/q_{ul}=1/3\sim 1.0$ の範囲に入っており、問題のない結果である。
- ② 有機質土を除く羽根切り回数と強度比の関係を図-5(a)に示す。その結果、羽根切り回数が多いほど強度比が高くなる傾向は、その1と同様であり、攪拌混合効率が強度発現に大きく寄与していると考えられる。
- ③ 有機質土を除く羽根切り回数と変動係数の関係を、図-5(b)に示す。変動係数は20~40%程度であり、その1同様、羽根切り回数が多いほど変動係数が低くなる傾向である。

4. まとめ

これまで行ってきた一連の現場実験により攪拌混合効率に関して以下のことが判明した。

- (1) 改良体の品質は、対象地盤が有機質土以外は、羽根切り回数を少なくしても、強度・変動係数ともに品質を十分に満足することが確認できた。これは、貫入時の羽根切り回数が攪拌混合効率に寄与していると判断できる。
- (2) 現場実験より、有機質土を除いて、従来の羽根切り回数の管理値を下げる事が可能である。具体的には、引抜き速度を 0.7m/分 から 1.0m/分 (280回/m 程度) まで速めても、品質的に問題ないとする。今後も実施工現場のデータを蓄積し、本工法の施工・品質能力向上に努めていく所存である。

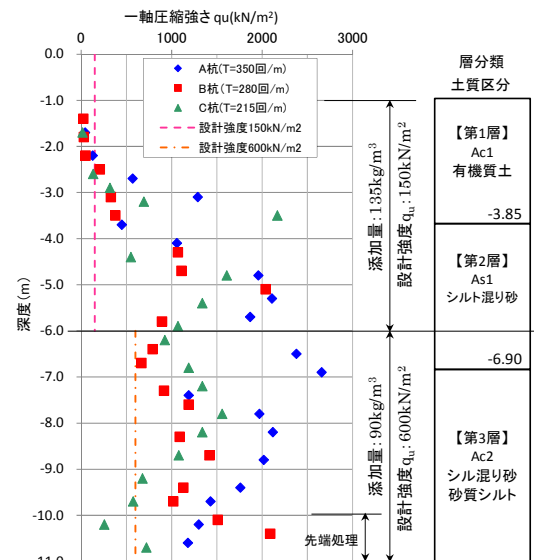


図-3 一軸圧縮強さ q_u の深度分布

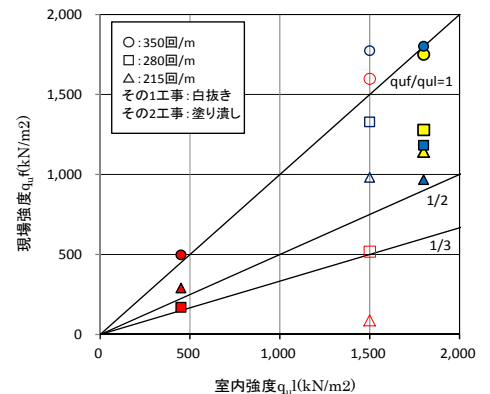
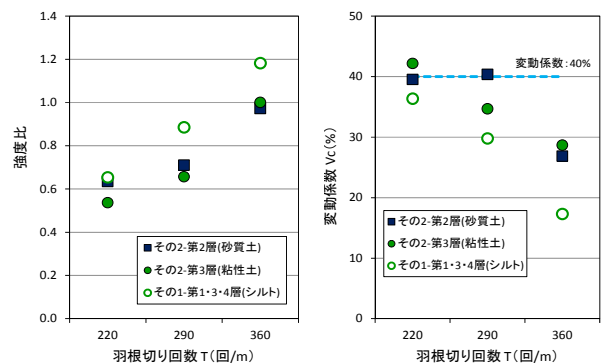


図-4 室内強度と現場強度の関係



(a) 強度比 (q_{uf}/q_{ul})

(b) 変動係数 V_c

図-5 羽根切り回数と強度比・変動係数の関係

参考文献

- 1) 遠西他：変位低減型深層混合処理工法の攪拌混合効率に関する一考察，土木学会第 66 回年次学術講演会，Ⅲ-030，2011.9
- 2) 遠西他：変位低減型深層混合処理工法の現場実験と攪拌混合効率に関する一考察，土木学会第 69 回年次学術講演会，Ⅲ-091