

高圧噴射攪拌工法による揺動矩形改良体の原位置施工実験（その1：実験概要）

(株) 竹中土木 正会員 ○益本 孝彦 正会員 山田 修三 正会員 小西 一生
ケミカルグラウト(株) 正会員 阿部 宏幸 正会員 小松 和彦

1. はじめに

液状化対策工法の1つである格子状地盤改良(TOFT工法)は、1995年に発生した阪神・淡路大震災及び東日本大震災において、液状化抑制効果が確認されていることから近年、信頼性の高い液状化対策工法の1つとして注目されている。その中でも高圧噴射攪拌工法は既存住宅地間などの狭小地においても、施工機械の小型化を目指した開発が進み、実績も数多く積まれている。一方、TOFTを適用した施工においては、昨今固化材料のロス等の工事費削減を目指し、改良体平断面形状が円形からより効率的に有効壁厚を確保出来る矩形の開発へのニーズが増加している。また改良範囲が地中埋設管や宅地境界などで制限される場合に対応できる形状造成技術（背面が直線形状）も望まれている。

2. 矩形改良体の造成方法

高圧噴射攪拌工法の場合、切削距離は噴射流量と圧力及び時間（回転速度）によるため、同一の流量・圧力条件ではロッドを高速で回転させる場合は小径の、また低速で回転させる場合は大径の改良体を造成することが可能となる¹⁾。造成原理を図-3に示す。

本試験施工では、上記の造成時の境界条件等に対する課題を解消するために、既往技術として確立されている矩形改良技術に揺動改良を組み合わせ、施工性・施工品質(改良体背面形状の直線性及び有効壁厚)について確認することとした。

3. 試験施工概要

(1) 地盤概要及び施工仕様

試験施工箇所の土質柱状図と改良深度を図-4に示す。図-4より造成対象の地盤は礫混じりのシルト質細砂主体の埋土で、地下水位はGL-2.95m程度であった。設計基準強度は既往技術開発仕様に準じて、 $q_{uck}=1.5\text{MN/m}^2$ とし、改良長 $L=2.0\text{m}$ (GL-2.0m～GL-4.0m)を2本造成した。

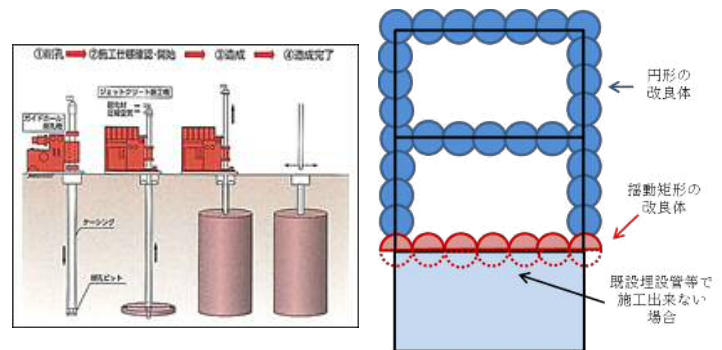


図-1 改良体造成方法及び格子状地盤改良イメージ

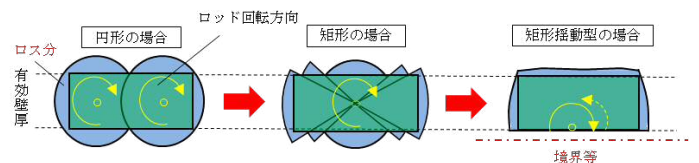


図-2 壁状改良の効率化の流れ

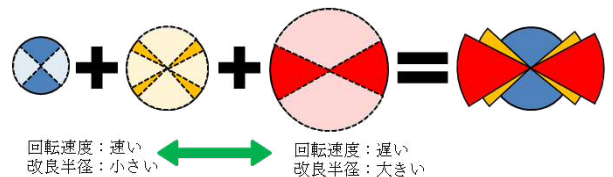


図-3 矩形改良体の造成原理

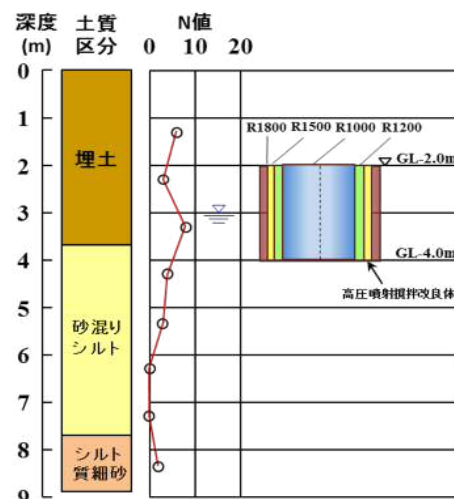


図-4 土質柱状図と改良深度

キーワード 格子状地盤改良, 高圧噴射攪拌工法, 矩形, 揺動

連絡先 〒270-1395 千葉県印西市大塚 1-5-1 竹中技術研究所 地盤・基礎部 地下工法グループ TEL 0476-47-1700

(2) 揺動矩形改良体の造成方法

図-5 に試験施工実施状況を、表-1 に施工仕様の概要を示す。本試験施工では、鋼材と鉄板を剛結させた架台を据え置き、所定の造成箇所のみ鉄板を取り外し、改良機械を設置した。

改良体造成においては、任意の角度で回転数を制御可能な改良マシンにより、所定深度まで削孔した後、セメントミルクを高圧で水平方向に噴射しながら、ロッドを回転・引き上げることで造成を行った。

また本試験施工ではロッド回転速度を制御させながら、ロッド噴射角度が $0^{\circ} \rightarrow 180^{\circ} \rightarrow 0^{\circ}$ に揺動制御されているかを確認した。方法としては予めランシットでロッドの通り芯をマーキングし造成中、目視でロッドの揺動状況を随時確認した。また目標有効壁厚は、既往技術開発仕様に準じて 890mm とした。

事後調査は機械で改良体周辺部を 1.0m 程度掘削し改良体の出来形検測（有効壁厚及び片面の直線性、改良体の鉛直性）を実施した。また強度を確認するためにコア抜きも併せて実施した。

4. 事後調査結果

図-6, 7 に造成後に掘り出した改良体の状況を示す。

掘り出した改良体は2本ともに、有効壁厚 890mm 以上となり、改良体の現場強度を改良深度 2.0m の範囲において満足する結果となった。また改良体仮想境界側の直線性も満足され境界内に納まっていたことを確認した。

表-2 より両者ともに平均強度 $4.65(\text{MN}/\text{m}^2)$ 、 $2.73(\text{MN}/\text{m}^2)$ となり、設計基準強度以上となった。

なお結果の詳細に関しては本編その2で報告する。

5. おわりに

本試験施工では、TOFT を適用した高圧噴射攪拌工法での地盤改良体造成にあたり、直線形状及び任意の有効壁厚確保の為に施工性及び品質を確認した。

今後、格子状地盤改良技術のバリエーションの1つとして、実現場のニーズに対応していきたい。

【参考文献】

1) 高圧噴射攪拌工法による矩形改良体の原位置施工実験（その 1: 実験概要）、日本建築学会学術講演集、(株)竹中工務店 田屋ほか



図-5 試験施工状況

表-1 施工仕様の概要

施工タイプ		揺動矩形
施工回数		1 度施工
W/C		99 %
改良体	回転揺動中心からの距離	1,000mm～1,800mm (多段階切替)
	引上げ速度	7.1 min/m



図-6 矩形改良体掘り出し後(全景)

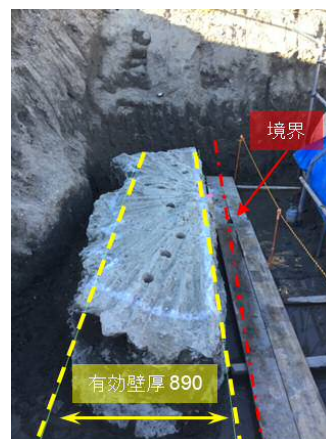


図-7 有効壁厚 890mm 及び境界ライン

表-2 一軸圧縮試験結果

	1 本目 (N=64)	2 本目 (N=29)
設計基準強度	1.5 (MN/m ²)	
現場強度	1.55～9.21 (MN/m ²)	1.51～6.27 (MN/m ²)
現場平均強度	4.67 (MN/m ²)	2.73 (MN/m ²)