

VI-213 機械攪拌式限定地盤改良工法（Bottle工法）の開発 — 実証試験結果 —

日本基礎技術（株） 正会員 竹石 峰也
 日本基礎技術（株） 飯田 信男
 清水建設（株） 正会員 清水 勝美
 清水建設（株） 正会員 草刈 太一
 三井造船（株） 中村 勝

1. 概 説

筆者らが開発した『機械攪拌式限定地盤改良工法(Bottle工法)』¹⁾²⁾の有効性を検証するために、2つの異なる地盤において実証試験を行った。本工法の特徴は、硬い表層下にある軟弱地盤において1台の機械で表層の削孔と地盤改良を可能とした点にある。本報は、実証試験によって得られた施工性ならびに改良体の形状および強度について述べたものであり、その結果に基づき本工法の有効性を考察した。

2. 実証試験の概要

表-1は実証試験を実施した地盤の土質およびN値である。A地盤のN値は、表層2mのローム層がN=2~5、GL-2m以深の砂層がN=10~12、GL-8m以深がN $\geq$ 20である。なおA地盤の地下水位はかなり低いため、地盤全体はよく締まった地盤となっている。

一方、B地盤の表層2mは礫混じりの埋土であり、従来の固定式攪拌翼では攪拌が困難で先行削孔を必要とする地盤である。その下層2mの粘土層はN=2で含水比が60%、シルトと砂層はN値が3~8程度で、地下水位はGL-2mにあり、砂層は飽和している。

表-2は試験条件を示したものである。拡翼の位置(=改良体の造成深度)は、A地盤では任意に変えて行い、B地盤では一律GL-2mとした。改良体造成における攪拌混合は上下1往復行うが、その速度は1m/分で、回転数を40回/分とした。拡翼径は1.0mを基本とし、一部1.2mに変えて回転トルクの推移を観察した。単位セメント量は100kgf/m³、水セメント比は100%であり、土質の違いによらず一定とした。

3. 実証試験の結果

3.1 施工性の確認

図-1はA地盤における改良体の形状であり、写真-1はその掘り出し状況を示したものである。表層1~2mのローム層に相当する改良体の一部は撤去しているが、3本の改良体(No.1, No.2, No.7)は縮翼径部分が露出しているのが見られ、No.8改良体は縮翼と拡翼を2度づつ行われていることが目視できる。またこれら改良体の造成に当たり、速度および回転数は当初の予定通りであることを確認した。

攪拌翼の開閉角度と油圧シリンダに送る油量の関係が、ほぼ線形関係であることを気中での予備実験で確認した。A地盤では拡翼位置はそれぞれ異なるが、図-1と写真-1の対応から、拡翼が確実に行われていることが油量の計測で十分可能であることを確認できた。

表-1 実証試験の地盤概要

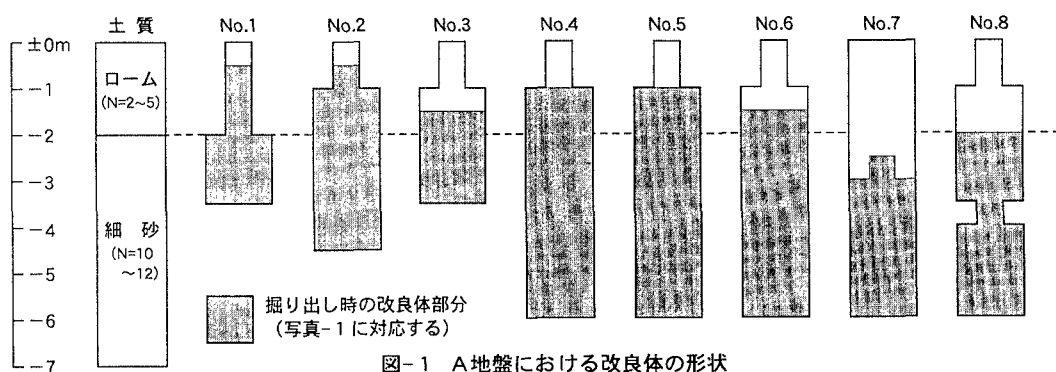
深度(m)	A 地 盤		B 地 盤	
	土 質	N 値	土 質	N 値
±0	ローム	2	埋土(礫混じり)	—
-1	ローム	5	埋土(礫混じり)	—
-2	細 砂	10	粘 土	2
-3	細 砂	12	粘 土	2
-4	細 砂	12	シルト	3
-5	細 砂	12	砂	8
-6	細 砂	12	砂	8
-7	細 砂	12	砂	4
-8	細 砂	20	砂	3

表-2 試験条件

項 目	A 地 盤	B 地 盤
改 良 速 度 (m/分)	1.0	1.0
回 転 数 (回/分)	40	40
拡 翼 径 (m)	1.0	1.0 (一部1.2)
セメント量 (kgf/m ³)	100	100
水セメント比	1.0	1.0
拡 翼 位 置	任 意	GL-2m

キーワード：深層混合処理工法、部分改良、技術開発、実証試験、液状化

〒150 東京都渋谷区桜丘町15-17 TEL 03-3476-5701 FAX 03-3476-4551
 〒105-07 東京都港区芝浦1-2-3 TEL 03-5441-0111 FAX 03-5441-0540
 〒104 東京都中央区築地5-6-4 TEL 03-3544-3460 FAX 03-3544-3125



B地盤では、攪拌軸の先端オーガとワンタッチジョイントの性能試験を実施した。写真-2は表層の礫混じり埋土を掘削貫入している状況を示したものである。表層部は粒径5～20cm程度の礫やコンクリート片が混入しているが、これより礫混じり地盤でも容易に削孔できることが確認できた。また、ワンタッチジョイントは継ぎ足し施工を想定したものであるが、写真-3に示すように、攪拌軸に内蔵された油圧2系統とセメントスラリー1系統をワンタッチで接続できることを確認した。

3.2 改良体の品質の確認

改良体の形状は写真-1で明らかなように十分であるが、特にNo.8改良体のように多段の改良体を造成できることが分かる。改良体の品質については、改良体をコア抜きして一軸圧縮試験を行い、室内配合試験結果と比較した。表-3はB地盤における一軸圧縮強度（4週強度）を比較したもので、実証試験の改良体強度は室内配合試験と比較して、粘土で30～80%、シルトで50%、砂では逆に数倍高い結果となった。砂の改良体の一軸圧縮強度は20～35kgf/cm²あり、また砂の場合、室内配合試験の方が小さくなることもある点を考慮すれば、本工法における改良体はその品質を十分確保しているものと判断できる。

4. 今後の課題

実証試験によって本工法の有効性が確認できた。今後施工実績を重ねて、一般地盤の限定地盤改良においてもその優位性を確保していきたい。最後に、本工法の実証試験にあたっては多くの方々にご協力、ご助言を頂きました。ここに感謝の意を表す次第です。

<参考文献>

- 1) 清水勝美、上村一義、竹石峰也、寺戸康隆、中村 勝、北川順矩：機械攪拌式限定地盤改良工法(Bottle工法)の開発、第32回地盤工学研究発表会、平成9年7月。
- 2) 清水勝美、渡辺俊雄、竹石峰也、鬼木謙児、北川順矩：機械攪拌式限定地盤改良工法(Bottle工法)の開発—機械・装置および施工システム—、土木学会第52回年次学術講演会、平成9年9月。

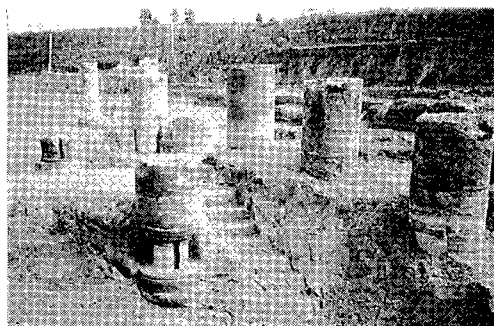


写真-1 A地盤における改良体の掘り出し状況



写真-2 礫混じり埋土の掘削状況



写真-3 ワンタッチジョイント

表-3 一軸圧縮試験結果

土質	一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)		強度比 (実証/室内)
	実証試験	室内配合試験	
粘土	0.4～1.0	1.3	0.3～0.8
シルト	1.8	3.5	0.5
砂	20～35	5.1	3.9～6.9