

VI-199 地中ミキサー方式による深層混合処理工法の開発

（財）土木研究センター 正会員 千田 昌平

日特建設(株) 正会員 ○高橋 春仁 大阪セメント(株) 正会員 後藤 年芳

(株)銭高組 正会員 岩崎 則夫 (株)森本組 正会員 青木 健一

1. まえがき

深層混合処理工法（以下にDMMと称す）は、短期間で高強度の地盤改良が実現可能であり、改良強度の設定が従来の締固め工法やドレーン工法のように制限されないなどの利点から、大都市臨海部などの軟弱地盤の改良のほか基礎杭や地下連続壁にも用いられている。

しかし、DMMは確認の困難な地盤中で改良を行うため、品質の信頼性が十分とはいえないのが実情である。このため、現状におけるDMMの開発動向は、信頼性の向上を目指した混合性の向上、品質管理のシステム化、また施工に伴う地盤変状や発生泥土の低減化などを開発の対象としている。特に、攪拌混合性の向上を図るため攪拌翼の形状や配置の工夫、翼と混合土の共回りを防止する機構の開発、正逆回転する複数の翼による混合機構の開発など多様な技術開発が行われてきており、相応の成果が報告されている。

このような背景から筆者らは、高品質なコラムを造成するために正逆回転翼をドラム内に収納した新しい攪拌装置によるDMM（以下に地中ミキサー方式と称す）を考案し、実証実験を実施したのでその概要について報告する。

2. 工法の概要

今回開発した地中ミキサーの構造を図-1に、施工システムの概要を図-2に示す。

地中ミキサーは、円筒状のドラム内に、ドラムに固定した攪拌翼とこれと逆方向に回転する攪拌翼を多段に配置した地中ミキサー型のものであり、ドラムを通過する改良対象土はこれらの攪拌翼で確実にせん断され、固化材と混合攪拌される機構となっている。

また、本方式では専用の排土ケーシングとオーガーおよび排土装置により適量の先行排土を実施することで、余剰土への固化材の混入を防止できるほか、施工に伴う周辺地盤の変状を抑制することができる。

3. 特長と用途

地中ミキサー方式では攪拌翼がドラムに固定され、従来工法に比較して強固な構造を有するため、改良対象地盤に挟在する硬質粘土や砂礫層まで適用が可能である。

従って、支持層にも確実な着底ができ、軟弱地盤から硬質な支持層までの連続した改良できるほか、攪拌翼が正逆交互に回転するため、貫入時の孔曲がりが少なく、ドラムの働きによりスラリー状固化材の周辺地盤への逸走がなくなるなどの特長がある。地中ミキサー方式の用途は、基本的にはDMMの機械攪拌工法が現状で用いられている範囲と同様であるが、前述の特長により地盤改良の分野および杭基礎分野の両面で有効な利用が考えられる。

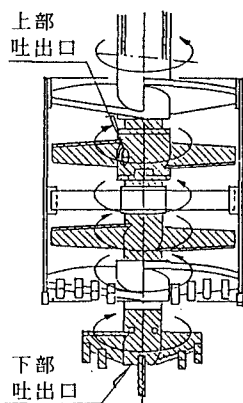


図-1 地中ミキサーの構造

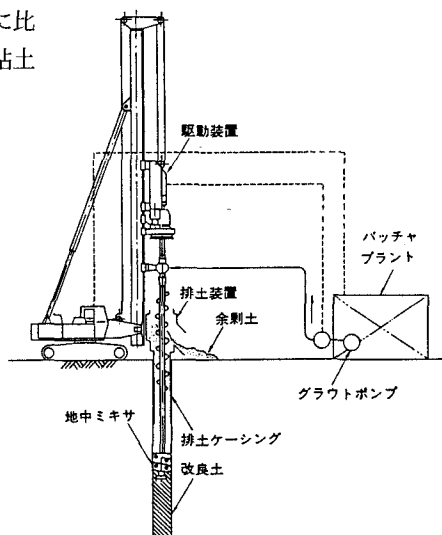


図-2 施工システムの概要

4. 施工実験と改良効果

実験場所は、千葉縣市川市臨海部にある埋立地であり、実験の対象地盤は、砂質土と粘性土からなる互層地盤である。実験条件は、表-1に示したとおりであり、貫入速度、引抜き速度、固化材添加量および吐出方法をそれぞれ変化させ、全部で13本のコラムを造成した。

（1）改良強度比

コラムのボーリングコアから求めた現地強度（以下に q_{uf} と称する）と室内配合試験強度（以下に q_{ui} と称する）の比 q_{uf}/q_{ui} については、施工速度が1.0m/minの場合を図-3、1.5m/minと2.0m/minの場合を図-4に示す。DMMでの改良強度比は、一般に1/2～1/5とされるが、実験結果では1/2以上となり、高品質なコラムが確認できた。

（2）コラム間変動

施工速度が1.0m/min、貫入時吐出で添加量100kg/m³と同一条件で造成した2本のコラム（A-3、A-4）

の強度分布を図-5に示す。いずれのコラムも強度差はほとんどなく、同じ

性状のコラムが造成されていることがわかる。

（3）面内変動

同一コラムの面内変動を調査するためA-3とA-7のコラムについてコラムの中心から20cmと25cmの位置でコアを採取し強度試験を行なった。その結果を図-6に示す。固化材添加量の多少に関わらず、両者には強度差がほとんど見られず均質に改良されていた。

5. あとがき

今回の実験により地中ミキサー方式が、高品質で高強度なコラムを造成できることが確認できた。今後、高品質な新しいDMMとして幅広い土質条件や施工条件でのデータの蓄積を行い、施工管理や施工設備機器の充実を図り、より完成度の高い確実な工法として確立してゆきたい。

なお、本文は、（財）土木研究センター、大阪セメント（株）、大阪防水建設社、（株）奥村組、（株）加藤建設、黒沢鉄工（株）、（株）鴻池組、（株）銭高組、日特建設（株）、NKK（日本鋼管（株））、三菱建設（株）、（株）森本組からなるHi-コラム工法研究会の研究成果の一部を報告したものである。

表-1 実験条件

実験番号	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13
改良径(mm)	φ1000												
改良深度(m)	15												
貫入速度 (m/min)	1.0										1.5	2.0	
引抜き速度 (m/min)	1.0										1.5	2.0	
シャフト型式	正逆回転用二重管ロッド												
内管回転数 (rpm)	40												
外管回転数 (rpm)	20												
固化材 W/C(%)	80												
固化材添加量 (kg/m³)	200		100			200			300		200		100
吐出方法	貫入時	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	引抜き時								○			○	

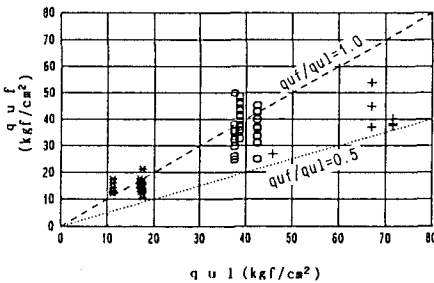


図-3 改良強度比（1.0m/min）

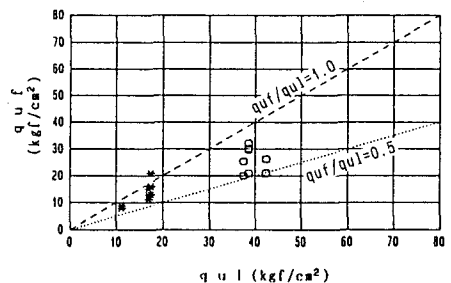


図-4 改良強度比（1.5m/min, 2.0m/min）

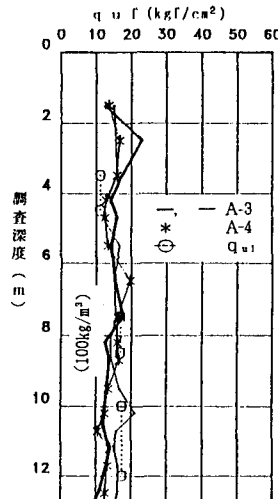


図-5 コラム間変動（A-3, A-4）

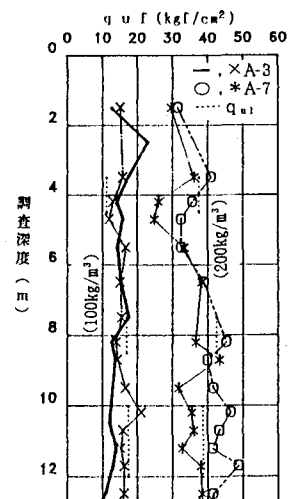


図-6 コラム面内変動（A-3, A-7）