

ゼラチン地盤による深層混合処理工法の攪拌翼形状効果を調べるモデル実験

日本大学理工学部 正会員 梅津 喜美夫 日本大学理工学部研究生 正会員 ○森 岳史

1.はじめに 深層混合処理工法は用途により要求される品質は様々であるが、大概、①強度(圧縮・引張)、②変形(圧縮・引張)、③遮水性などがあげられる。近年、施工機械の性能が向上し攪拌翼径を大きくして施工の合理化を図る例も増えているが、このような場合、上記の品質に大きく影響する固化材と地盤の混合性が問題になると考えられる。この混合性を高めるものの一つに攪拌翼形状が上げられる。この攪拌翼形状については様々提案されており実施工に用いられている。しかしながら、地中での混合状況は当然、見えないので、攪拌翼形状の開発は実際に混合パイルを造りあげ、サンプリングの強度を調べたり、実物を掘り出して調査したりして効果を確認するのが常である。しかしながら、実際に地中での混合状況を観察することが出来れば、攪拌翼形状の開発に極めて有用な情報が得られると考えられる。そこで、当研究室では混合状態が可視化できるモデル地盤の作製を試み、実際に何種類かのモデル攪拌翼で実験を行ってみたのでその報告をする。

2. モデル攪拌装置と実験方法

2-1. 装置の概要 まず、実験装置について述べる。この装置の全景を写真-1に、各部の名称を図-1に示す。装置はこのように2本の攪拌軸を持つ混合装置とモデル地盤土槽(150mm×150mm×150mm)およびこれを上下させる昇降装置からなる。攪拌軸の上部には固化材に見立てた絵の具の注入口があり、下部の攪拌翼は自由に取り外しできる。昇降装置はハンドルを6回転させることによって1cm動かすことが出来、27cm昇降できる。

2-2. 攪拌翼 攪拌翼はこのように外径φ18mmのアルミパイプ(内径φ15mm)に厚さ1mmのアルミ板を各々の形状に加工し、ボルトとナットで接合して作製した。図-2は攪拌翼の寸法の代表例(二枚羽, 六角形)を示す。なお今回用いた攪拌翼の種類は表-1に示すように6種類である。

2-3. 実験方法 次節で詳述するモデル地盤を作製したあと、攪拌軸に攪拌翼に取り付け①攪拌翼を攪拌翼を時計回りに回転数30r.p.m.で回転させる。②モデル土槽を30cm/分の速さで上昇させ、攪拌翼をモデル地盤に貫入させる。③貫入し始めたらセメントミルクに見立てた所定量の絵の具を、注入口から注ぐ。④地盤の底まで貫入しきったところで、攪拌翼を反時計回りにし、昇降装置を下げて引き抜きを行い、同時に絵の具(③と別な色)を注ぐ。この時の引き抜き速度、回転速度は、共に貫入時と同じである。なお、実験は各攪拌翼について2～3回行ってみた。

3 モデル地盤の作製 モデル地盤は当初、寒天を用いて作製してみたが透明性が極めて悪いので、ゼラチンに変えた。しかし、ゼラチンのみの地盤は透明性は良いがあまりに柔らかく通常

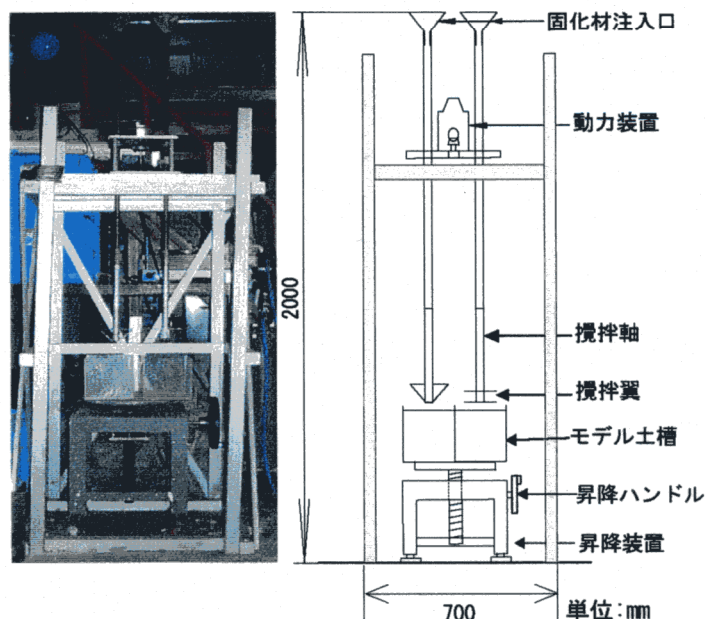


写真-1 実験装置全景

図-1 実験装置概略図

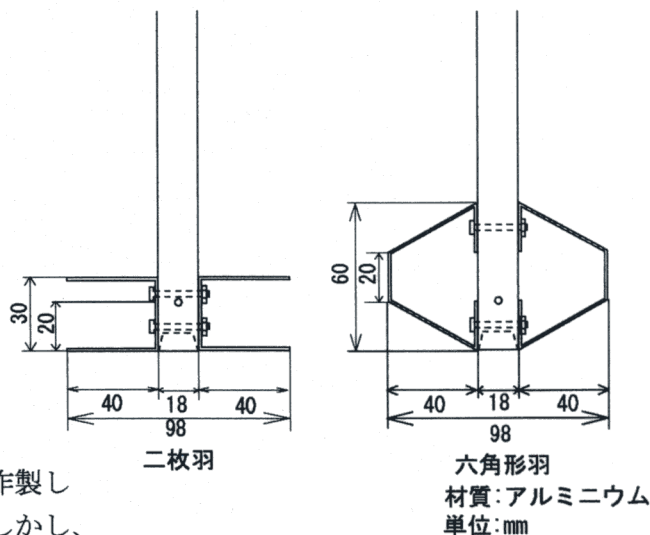


図-2 攪拌翼(二枚羽, 六角形)の寸法

キーワード 深層混合処理工法 攪拌翼 ゼラチンモデル地盤 モデル実験 混合性

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1-8-14 日本大学理工学部土木工学科 梅津研究室 tel 03-3259-0688

の地盤に見立てるには無理があるように思われたので、両者を混合して作製することにした。配合をいろいろ検討した結果、感覚的な判断であるが可視性と適度な強さがあるということで、水(熱湯) 1L に対してゼラチン30 g、寒天2.5 g の割合で地盤を作製した。なお、写真-2と図-3は、上述の方法で作製したモデル地盤Aとこれとは異なる方法で作製したモデル地盤Bの実験結果を示したものである。モデル地盤Bは、水(熱湯) 1L に対してゼラチン23.3g、寒天1.25gを配合したものであり、地盤の透明度をよくしようとして寒天の量に対してゼラチンの割合を多くし、さらに、全体の量を減したかわりに冷蔵庫で急冷させ固めたものである。写真-3からわかるように、若干ではあるが透明性はよくなり、しっかりとした固めのモデル地盤ができた。しかし、図-3の(b)に示すように、粘着性があまりに強く亀裂が入ってしまった。

これは、ゼラチンの部分が多くなったからと考えられるが、このような状況は、実地盤には見られないので、本実験ではモデル地盤Aを用いた。

4. 各攪拌翼の実験結果と考察 表-1に各攪拌翼の観察結果を示す。以下の(i)～(iii)は表中の記号に対応している。

(i) パイルの形状 各攪拌翼の混合状態が写真-3に示されているが、このように混合パイルの形状は、二枚、逆三角形、三角形羽の場合、周囲がギザギザになるのに対して、四角形、逆台形、六角形羽はきれいな円筒形になっている。これは、攪拌翼の一部に垂直な部分があるからである。なお、詳細にみると、逆三角形は三角形に対して、パイル周囲のギザギザが少ない。いくつか同じ実験を行ったところ、そのときのモデル地盤の出来具合にもよるのか、中にはこのギザギザが三角形と同様に見られるものもあったが、傾向として、三角形の場合よりギザギザが少ない。これは水平羽と傾斜羽の順序が影響していると考えられるが更に検討する必要がある。これらをまとめると、表-1の(i)欄のようになる。

(ii) 切断片の状況 これは、実験後、穿孔部を実際に取り出して観察した。結果は表の(ii)欄に示すように、上下の羽が穿孔中、交差する軌跡を持つものが効果的であるが、しかし、六角形のように空間の大きいものはその効果が少ない。

(iii) 混合状況 これについては、モデル地盤の透明度に限界があって、よく観察することが出来なかったが、表の(iii)欄に示すように、穿孔部の地盤と周囲の地盤が切断されない二枚羽は極めて混合性がよくなかった。

5. おわりに 深層混合工法における攪拌混合とは、攪拌翼によって地盤を切断し、その隙間に固化液を注入し、さらに、攪拌翼によって混合することである。この点をふまえると、攪拌混合のポイントは①地盤の細片化②その細片の上下の移動、ということになると思われる。①については今回よく観察できたと思うが②についてはモデル地盤の透明性の限界もあって、十分に観察出来なかった。今後更に、モデル地盤の透明性をよくする工夫をして、攪拌翼の回転穿孔による、攪拌翼形状の混合効果について検討していきたいと考えている。

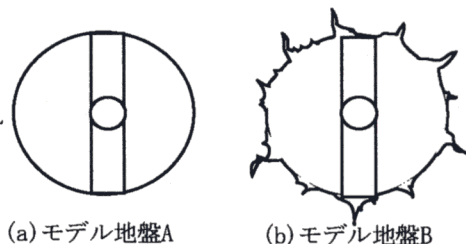


図-3 モデル地盤A, Bの違い(穿孔断面の例)

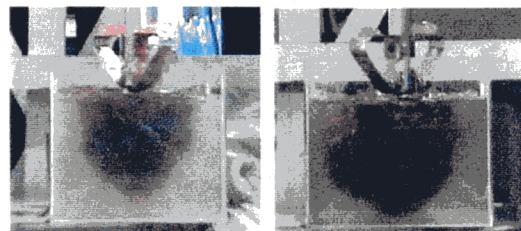
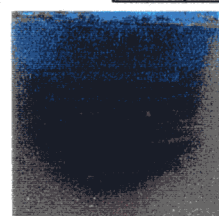


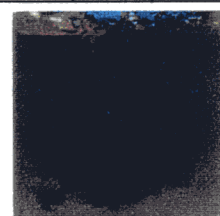
写真-2 モデル地盤A, Bの違い

表-1 混合パイルの状況

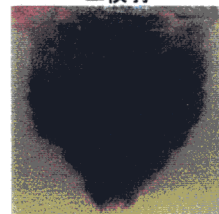
攪拌翼形状	(i)パイル形状	(ii)切断片の状況	(iii)混合状況
二枚		×	×
四角形		◎	×
逆三角形		○	◎
三角形		△	◎
逆台形		◎	○
六角形		◎	△



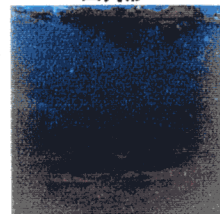
二枚羽



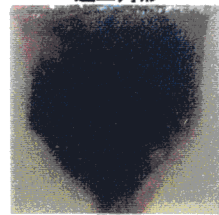
四角形



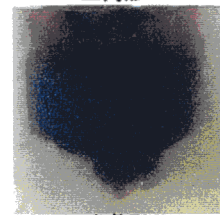
逆三角形



三角形



逆台形



六角形

写真-3 各攪拌翼の混合状態