

京都大学大学院 学生員 芦田 恵樹 京都大学工学部 正 員 畠 昭治郎
 京都大学工学部 正 員 檜垣 義雄 (株)神戸製鋼所 青井 実

1. はじめに

深層混合処理工法における施工の自動制御化への一環として本報告では、攪拌翼を回転貫入する際にかかる貫入抵抗と地盤の強度や土質との関係について、模型実験により検討を行った。これにより攪拌貫入時に原地盤の状態を適確に把握して、効率のよい施工を行うことを目的としたものである。

その第一段階として、攪拌翼を改良の対象となる軟弱地盤に回転貫入させ、その時の掘削トルクや貫入抵抗の鉛直成分（以下鉛直抵抗と呼ぶ）から原地盤の土の強度を推定し^{1), 2), 3)}、土の種類を判別する²⁾方法を検討してきた。今回さらに土かぶり圧を考慮し、攪拌翼にかかる貫入抵抗と地盤状態の関係について実験により検討を行った。

2. 砂、粘土による鉛直抵抗のちがいを

実験は直径約1m、深さ約1mの土槽に、長さ（翼径）500mmの攪拌翼を貫入し、翼にかかる掘削トルク、鉛直抵抗を計測して行った。実験装置の概要を図-1に示す。試料は、砂としては小豆島砂（均等係数2.66、平均粒径0.21mm）を、粘性土としては深草粘土（均等係数71.4、平均粒径0.23mm）を用いた。この実験における鉛直抵抗に関する結果の一例を図-2に示す。この図で横軸は、鉛直上向きの抵抗を正として示されている。これを見ると、砂のほう鉛直下向きの力すなわち推進を助ける力がでているのに対して、粘土のほうは鉛直上向きの抵抗力がでていることがわかる。これは、粘着力により粘土と刃面との付着力が大きくなるためと考えられる。たとえば、鉛直と α の角度をなす刃面が掘削していくことを考える。刃面には、

$$\tau = \sigma \tan \phi + C \quad \cdots (1)$$

のようにせん断応力がかかっているとすると（図-3）。ここに τ はせん断応力、 σ は垂直応力、 ϕ は土と刃面との摩擦角、 C は土と刃面との付着力である。ここで、刃にかかる単位奥行あたりの抵抗力の鉛直成分を V 、刃幅を B とし、鉛直上向きを正としてこれを表すと次のようになる。

$$V = -(\sigma \sin \alpha - \tau \cos \alpha) \cdot B$$

$$= -\{\sigma (\sin \alpha - \tan \phi \cos \alpha) - C \cos \alpha\} \cdot B \quad \cdots (2)$$

この式をみても付着力すなわち C が大きくなるほど、抵抗力の鉛直下向きの成分はより小さくあるいは上向きとなり、鉛直上向きの成分はより大きくなることわかる。このよう

- | | |
|----------|----------|
| ① ロードセル | ⑤ 油圧モータ |
| ② 回転計 | ⑥ ギアボックス |
| ③ トルク計 | ⑦ ワイヤロープ |
| ④ 回転ユニット | ⑧ 土槽 |
| 昇降台 | ⑨ 回転翼 |

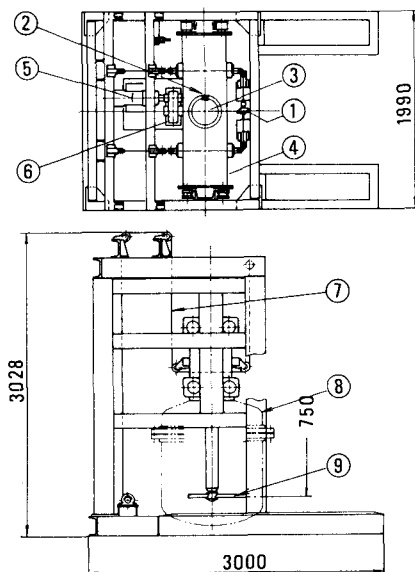


図-1 実験装置概要

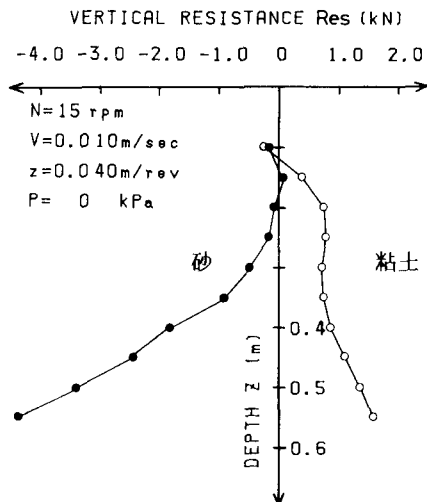


図-2 鉛直抵抗と深さの関係

に、貫入抵抗の作用する方向を考慮すれば、粘着力のちが
いによる土の種類の判別に利用できる。

3. 貫入抵抗の表示の一例

攪拌翼の貫入抵抗を、掘削トルクから求めた水平抵抗
と、鉛直抵抗の両方を考慮して表すと、図-4のようにな
る。矢印は、一方の攪拌翼（翼は回転軸を中心に、両側に
1枚ずつある。）にかかる抵抗力の大きさと向きを表す。
これをみると、深く貫入されるに従って拘束力により抵抗
力のかかる方向が上向きになることがよくわかる。なお地
盤中の深部を想定した実験は、土槽上面から土かぶりにあたる圧力をかけて行った。砂については、機械能
力の不足のため実験を行っていない。

また実際の地盤を想定し、深さによる圧密強度の変化を考慮すると、図-5のように表される。これを
みても深さによって抵抗力はより上向きとなり、また強度のちがいによりその大きさも大きくなっているこ
とがわかる。なお円の中心は、その深さにおける圧密強度を表している。

4. おわりに

以上のような貫入抵抗の検討により、鉛直抵抗が地盤の強度の推定や土の種類の判別に利用できるこ
とがわかった。今後さらに攪拌翼貫入の際にかかる抵抗力をいろいろな面から検討し、より適確で簡便な地盤
状態の把握ができるよう研究をすすめる予定である。

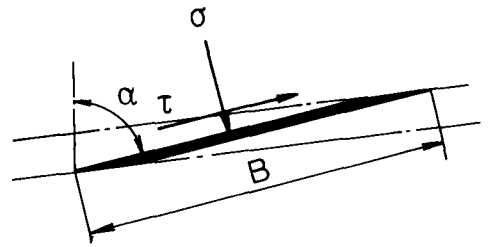


図-3 刃面に作用する応力

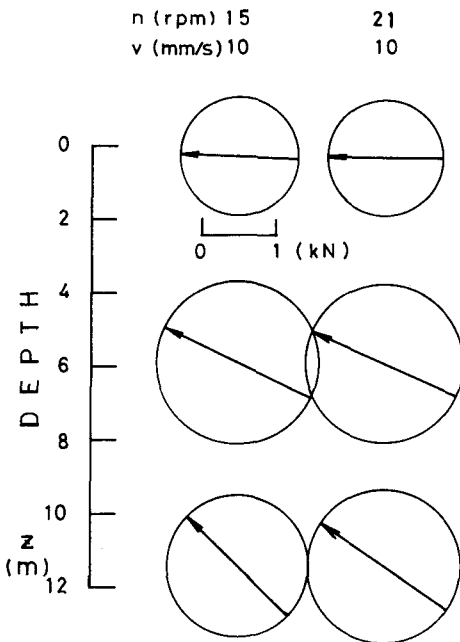


図-4 翼に作用する力 (A)

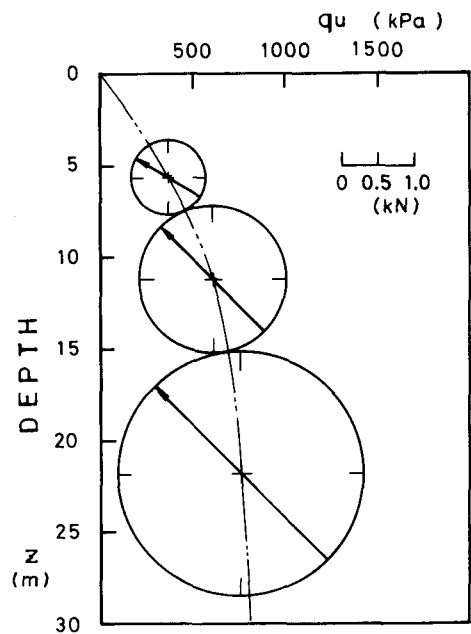


図-5 翼に作用する力 (B)

参考文献 1) 畠・檜垣・芦田・辻井 (1984) 攪拌翼による砂の強度特性の推定に関する基礎的研究、土木学
会第39回年次学術講演 2) 畠・檜垣・芦田・青井 (1985) 回転掘削における土質とトルクの関係、土木学
会関西支部年次学術講演 3) 畠・檜垣・久保田・辻井 (1985) 掘削深度と掘削トルクの関係、土木学会関
西支部年次学術講演