

D.J.M.工法における砂質地盤掘削時の掘削トルクと過剰間隙水圧の関係

立命館大学理工学部 正員 深川 良一・愛媛大学工学部 正員 室 達朗
愛媛大学大学院 学生員 ○ 延本 基春・大門 直人
(株)神戸製鋼所 正員 辻井 剛・京都大学工学部 正員 建山 和由

1.はじめに 1980年頃にD.J.M. (粉体噴射攪拌) 工法が実用化され、現在に至る約15年間に施工件数も順調に伸び、地盤安定工法として欠かせないものになっている。この工法では、硬い砂質地盤貫入時に高トルクのため掘削性能が著しく低下するという問題が生じることがある。本研究では豊浦標準砂を対象とし掘削翼による地盤掘削時におけるトルクおよび翼前面で計測した間隙水圧の挙動を調べ、過剰間隙水圧と掘削トルクとの関係について考察した。

2.実験装置および実験方法 豊浦標準砂より成る、湿潤密度 $1.92 \text{ (g/cm}^3\text{)}$ (相対密度59.8 (%))の飽和モデル地盤を作成した。

実験装置は図-1に示すようにモーターAにより攪拌軸及び掘削翼を回転させ、モーターBにより昇降ジャッキ及び土槽を上下運動させる。この一連の動作により掘削翼が回転しながら地盤中に貫入していく動作を再現した。また図-2に間隙水圧計の配置図を示す。

観測データとしては掘削トルク、間隙水圧を得た。掘削トルクは攪拌軸にひずみゲージを貼り、間隙水圧は小型間隙水圧計を使用し、いずれもテレメータという送信システムを介してコンピュータに表示させ、データ集録する方法を採用した。

実験は、飽和砂地盤に対し、貫入速度を0.097, 0.167, 0.333 (cm/sec)の3種類、攪拌軸の回転速度を15, 20, 30, 45, 60 (r.p.m.)の5種類とし、それぞれの組合せで計15回の実験を行った。

3.過剰間隙水圧の応答 まず図-3に貫入速度0.097 (cm/sec)の時の各回転速度における過剰間隙水圧の挙動を示す。いずれの回転速度においても過剰間隙水圧はある一定の勾配を保ちつつ負の方向に増加していることがわかる。しかし、回転速度と過剰間隙水圧の増加傾向は、単純な対応関係にはないようである。図-3の傾向は他の貫入速度の場合も見られた。次に、図-4に回転速度60 (r.p.m.)の時の各貫入速度に対する過剰間隙水圧の挙動を示す。これらの場合も掘削貫入に伴って負の間隙水圧が発生しているが、貫入速度と過剰間隙水圧の相互関係はやはり単純なものではない。

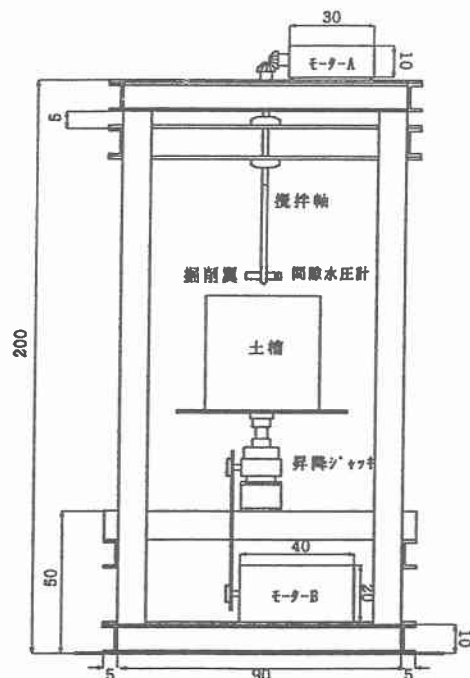


図-1 実験装置全体図

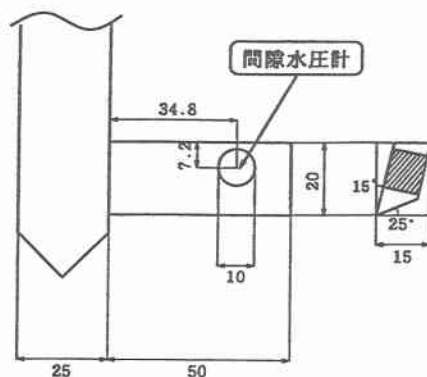


図-2 掘削翼および間隙水圧計配置図

4.過剰間隙水圧と掘削トルクの関係 図-5に貫入速度0.097 (cm/sec)時の各回転速度における過剰間隙水圧と掘削トルクの挙動を示す。各回転速度において過剰間隙水圧は、多少のばらつきはあるものの全体的に掘削トルクの増加に伴い負の方向に増加する傾向を示す。次に回転速度を固定して貫入速度が変化した時の過剰間隙水圧と掘削トルクの挙動を示す(図-6)。図-5と同様、掘削トルクの増加に伴い負の過剰間隙水圧が増加するという傾向を示す。また貫入速度の増加に伴って負の過剰間隙水圧の増加勾配が急になるようである。回転速度が変化した場合でも同様の傾向が見られた。

5.まとめ 以上、本研究における一連の実験においては、いずれの場合でも回転掘削貫入に伴って負の過剰間隙水圧が発生していることが判明した。このことは有効応力の増大に繋がるから最終的に負の過剰間隙水圧の発生が掘削トルクの増加に寄与している可能性が高い。しかしながら掘削トルクには他の多くの要因(例えば1回転あたりの切り込み深さや地盤の変形・強度特性の時間依存性など)が影響を及ぼすから、それらを総合的に検討しなければならない。特に地盤の密度と掘削特性との関係について考察する必要がある。また最大貫入深さもさらに増加させる必要があるだろう。

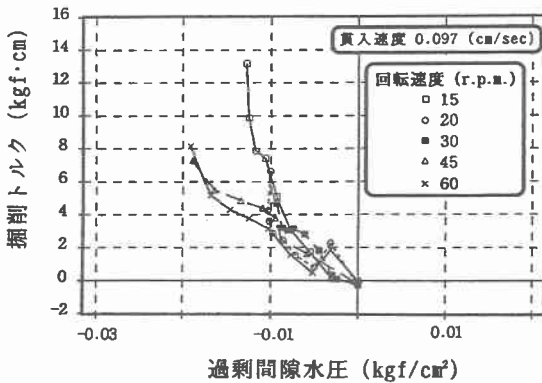


図-5 貫入速度0.097(cm/sec)の時の過剰間隙水圧と掘削トルクの関係

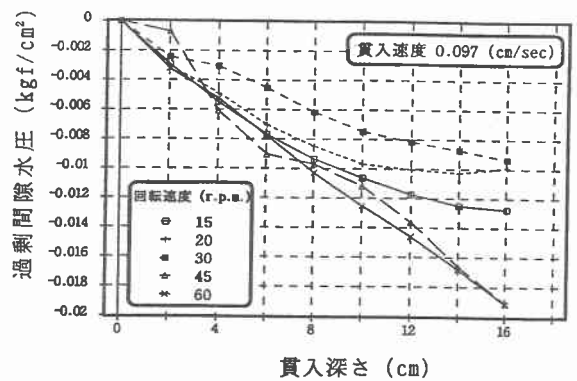


図-3 貫入速度0.097(cm/sec)の時の貫入深さと過剰間隙水圧の関係

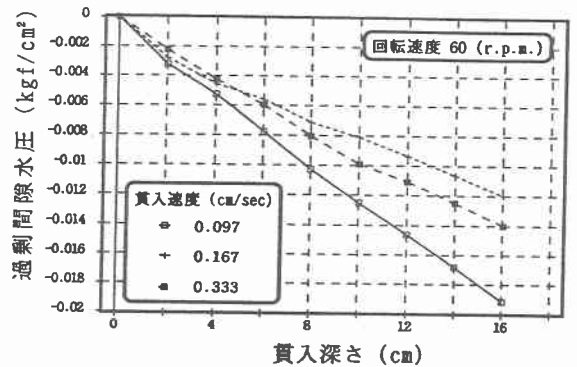


図-4 回転速度60(r.p.m.)の時の貫入深さと過剰間隙水圧の関係

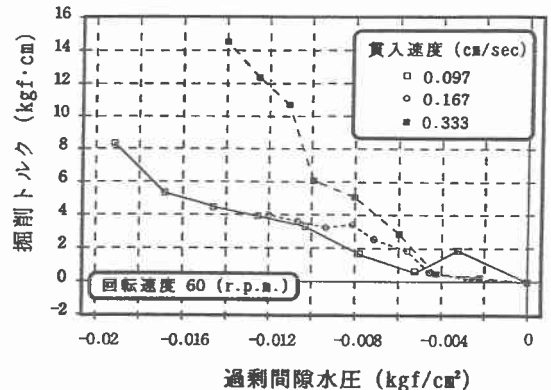


図-6 回転速度60(r.p.m.)の時の過剰間隙水圧と掘削トルクの関係