

京都大学工学部 学生会員 ○海老原哲郎 野崎俊介
 京都大学工学部 正会員 足立紀尚 建山和由

1.はじめに

シールド掘進機が前進する際、オペレータはトンネルの計画ルートと現在の位置や方向の情報をもとに最適なジャッキパターンを決定していく。しかし、地層が複雑に入り乱れた地盤条件の中での正確な掘進制御には高度な知識と経験を要し、熟練した技術が要求される。そこで、筆者らは過去の研究において施工中に周囲の地盤状況を把握し、それに応じた推進ジャッキの選択パターンを自動的に決定するプログラムを作成した¹⁾。このプログラムはFig.1に示すように、シールド機に設置した土圧計により掘進中に機体に作用する土圧を逐一計測し、そのデータから推定される地盤反力係数及び摩擦係数を用いてシールド機に作用する土圧分布や摩擦抵抗を予測することにより所定のルートを掘進するのに必要な推進モーメントを決定するという流れである。本研究では上記の掘進システムの開発の一環として、シールド模型を用いた実験を行い、シールド側面に作用する土圧分布の発生機構、ならびに土圧計測による地盤反力係数等の地盤定数測定の可能性について検討を行った。

2.実験手法

今回実験で用いたシールド模型をFig.2示す。模型には3つの土圧計が設置されており、3点の垂直方向土圧及び上下2点の摩擦力が計測できるようになっている。この模型を、土を入れ地盤を作成した土槽（Fig.3参照）に設置し、土槽に設置されたジャッキで模型を側方向に強制的に変位させることによりシールド側面に作用する土圧-変位関係を計測する。地盤材料はケイ砂6号を用いて疎密2種類の地盤を作成した。また、土かぶり（シールド頂上から地表面までの深さ）は10cm, 20cm, 30cm, 40cmの4種類を作成した。

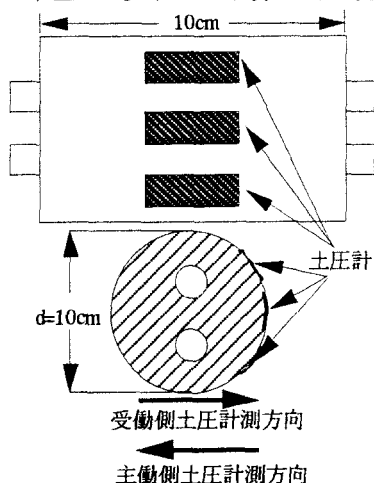


Fig.2 シールド模型

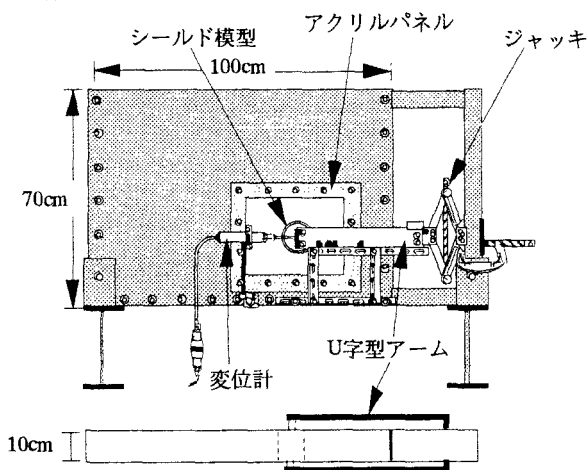


Fig.3 土槽

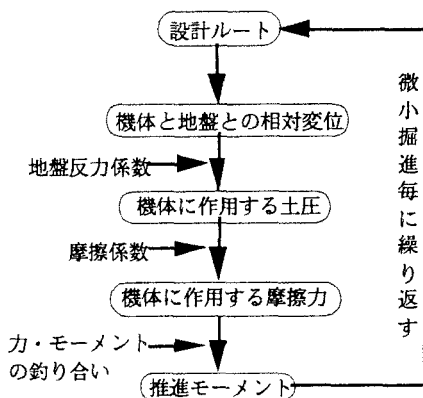


Fig.1 推進モーメント決定のためのフローチャート

Tetsuo EBIHARA, Shunsuke NOZAKI, Toshihisa ADACHI and Kazuyoshi TATEYAMA

3.土圧-変位関係計測結果

土かぶり40cmにおける垂直土圧-変位関係をFig.4（密地盤）、Fig.5（疎地盤）に示す。計測結果を見てみると主働側土圧計測値はほぼ0になっていることが分かる。擁壁の土圧-変位関係と比較した場合、初期変位での土圧増加率が大きくなっていることが見受けられる。また、密地盤において上側垂直土圧は他と比べて受働土圧に収束する時期が早いことが特徴的な傾向であるといえる。

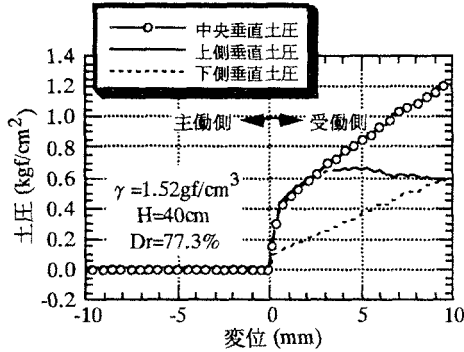


Fig.4 主働側・受働側土圧-変位関係
(密地盤・土かぶり40cm)

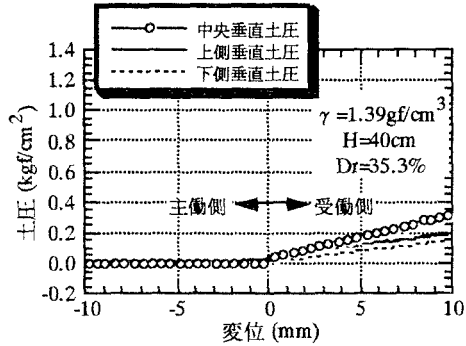


Fig.5 主働側・受働側土圧-変位関係
(疎地盤・土かぶり40cm)

4.地盤反力係数及び摩擦係数の算定

土圧及び摩擦力計測結果より算定される密地盤・土かぶり40cmにおける地盤反力係数、摩擦係数をそれぞれFig.6、Fig.7に示す。ただし、地盤反力係数は5プロット点間隔の土圧の増加分を変位の増加分で除した値、また摩擦係数は上下2点の摩擦力をその点の垂直土圧で除した値としている。実験で得られた地盤反力係数は初期変位ではばらつきがあるものの変位の増大とともにまとまった値になる。実施工時には1リングごとの地盤反力係数を推定していくのが有効であると考えられる。また、一般的に摩擦係数はシールド周面全体において一定値であると考えていた。今回の実験からは上下2点の摩擦係数は初期変位ではばらつきが、変位の増大とともに同じ値に近づくという結果が得られた。

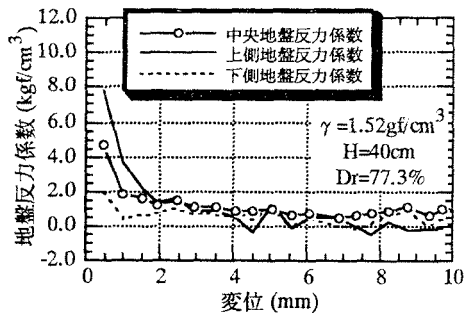


Fig.6 地盤反力係数-変位関係
(密地盤・土かぶり40cm)

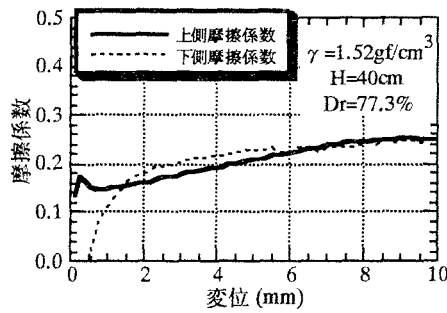


Fig.7 摩擦係数-変位関係
(密地盤・土かぶり40cm)

5.おわりに

本研究ではシールド掘進機の自動掘進制御システムに関する研究の一環として円筒体の側面に作用する土圧分布の発生機構を解明するために室内模型実験を実施した。また、シールド掘進機に摩擦力も推定できる土圧計を設置することにより摩擦係数は推定可能であることが分かった。今後は今回の実験から得られた結果を利用したプログラムの改良が必要となるであろう。

<参考文献>

- 1) 建山和由、深川良一、野崎俊介：地盤特性の評価とその建設ロボットへの応用、第40回地盤工学シンポジウム論文集、pp.271-278、1995