

京都大学工学部 正会員 足立紀尚、田村 武、木村 亮
(株) 大本組 正会員 ○西村拓也

1. はじめに

従来、かぶりの小さい都市トンネルの建設方法は開削工法やシールド工法であったが、近年ではNATMなどの山岳工法が適用されるようになった。このようなトンネルの設計・施工は、従来の実績や経験が重視されており、より合理的な設計・施工を行うためには、トンネル土圧の真の発生機構を把握し、トンネルと地山の相互作用を明らかにすることが重要である。このような現況を踏まえて、筆者らはトンネルを掘削する際のトンネル土圧や周辺地山の力学挙動の把握を目的とし、アルミ棒積層体を地盤材料に用いた降下床模型実験とその数値解析¹⁾²⁾を実施してきた。本研究ではこれらの流れを受けて、遠心力場において軸対称降下床実験を実施したので、その結果を報告する。

2. 実験概要

本研究で用いた実験装置をFig.1に示す。この装置は、円筒形土槽の底面中央に設置した円形の降下床を、最大変位量を5mmとして一定速度(3mm/min)で下降させて実験を行う。降下床の直径Bは50mmで、遠心加速度を40gとしたので、プロトタイプ換算で直径2mのトンネルを想定していることになる。測定する項目は、降下床下部に組み込んだロードセルの値と、土槽底面下部に設置した変位計の値である。

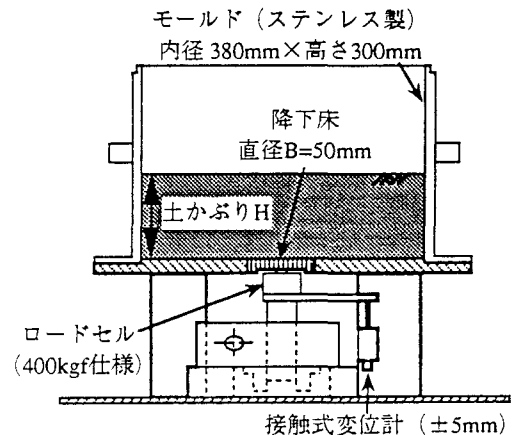
地盤材料には、豊浦標準砂、および深草粘土を用い、乾燥砂地盤と粘性土地盤の2種類の地盤を作成した。乾燥砂地盤は気中落下法で地盤を作成し、その緒元は $e=0.638$ 、 $D_r=90.8\%$ 、 $\gamma=1.61\text{gf/cm}^3$ である。また、粘性土地盤は、重力場において圧密圧力 0.5kgf/cm^2 で予備圧密した地盤を作成し、その緒元の平均は粘着力 $c=0.088\text{kgf/cm}^2$ 、含水比 $w=41\%$ であった。このような手順で作成した地盤を、乾燥砂地盤は土かぶりHを5cm、10cm、15cm、20cm、30cmの5通りに、粘性土地盤は5cm、10cmの2通りに変化させて実験を行った。

3. 実験結果

3-1 乾燥砂地盤の実験結果

縦軸に降下床に作用する荷重、横軸に降下床の変位量 δ をとり、実験結果の一例をFig.2に、また、降下床の変位量 δ が0.5mmの時の降下床に作用する荷重と土かぶり比の関係を図3に示す。ただし、実験結果は全てプロトタイプに換算せずに示している。

1) 側面図



2) 平面図

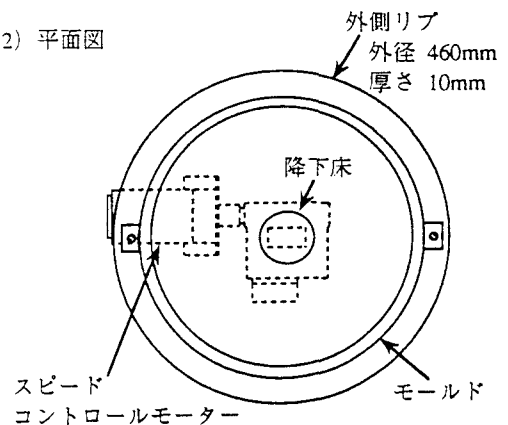


Fig.1 軸対称降下床実験装置

以上の図より次のような知見が得られる。

- 1) 降下床の変位初期には、アーチ効果によって降下床に作用する荷重は大きく減少するが、さらに変位が増大すると荷重は増加傾向を示す。
- 2) アーチ効果の卓越する領域において降下床に作用する荷重、すなわちゆるみ土圧は土かぶりによらず一定である。

3-2 粘性土地盤の実験結果

実験結果を、縦軸に降下床に作用する荷重、横軸に降下床の変位量 δ をとり、Fig.4に示す。図中で所々にプロットが上方に突き出ているが、この地点では降下床を5分間停止させた。降下床を停止させると、その直前と比較して降下床に作用する荷重は大きくなり、時間の経過と共にさらに増加したためこのような図となった。これらの実験結果をモデル化しFig.5に示す。

ここで、Fig.4の実験結果は、Fig.5中に示す荷重～変位曲線A、Bの2通りに捉えることができる。この2通りの曲線にそれぞれ注目して、降下床変位量 δ が1mm以降の、降下床に作用する荷重があまり変化しない領域での実験結果を比較すると、そのゆるみ土圧は土かぶりHが5cmと10cmの時では大きく異なっている。実験結果の少ない中での比較ではあるが、粘性土地盤では降下床に作用するゆるみ土圧は、土かぶりによって変化しており、乾燥砂地盤とは大きく異なった傾向を示している。これは、粘性土地盤におけるグラウンドアーチの構造やゆるみ高さが乾燥砂地盤とは異なっていることや、もしくはゆるみ土圧の発生機構そのものが異なっていることが考えられる。これらの解明には、さらに土かぶりの大きい実験を実施し、比較検討する必要がある。

4. おわりに

今後は、粘性土地盤において様々な土かぶりで実験を行う。また、別途に地表面の沈下形状を計測するシステムを導入しており、地盤の変形挙動を観測し、解析手法の検討とも併せて考察する予定である。

*参考文献

- 1) 足立、田村、木村、荒巻：落し戸周辺の受働土圧分布、第29回土質工学会発表講演集、pp1987-1988、1994。
- 2) 足立、田村、木村、荒巻：落し戸実験における土圧分布、第29回土質工学会発表講演集、pp1989-1992、1994。

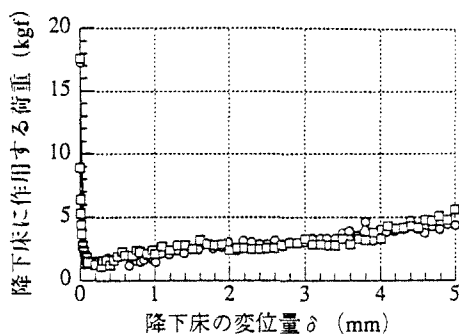


Fig.2 降下床に作用する荷重と δ の関係 (乾燥砂地盤、土かぶりH=15cm)

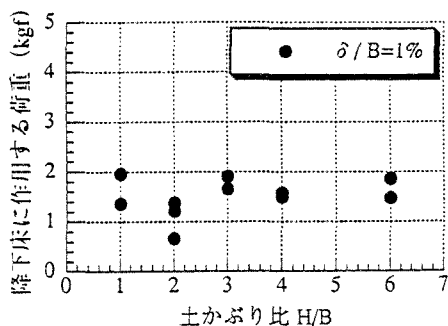


Fig.3 降下床変位量 $\delta=0.5\text{mm}$ 時の降下床に作用する荷重と土かぶり比H/Bの関係 (乾燥砂地盤)

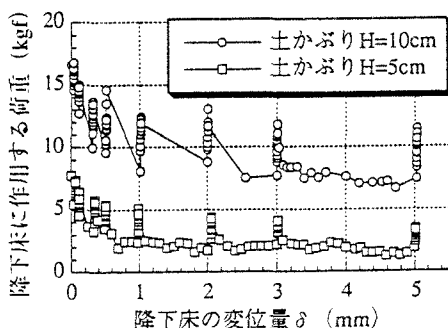


Fig.4 降下床に作用する荷重と δ の関係 (粘性土地盤)

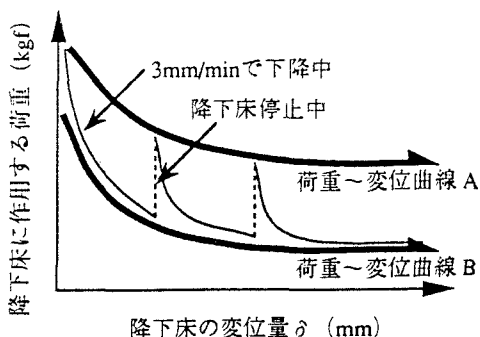


Fig.5 実験結果のモデル化 (粘性土地盤)