

京都大学工学部

正会員

足立 紀尚

京都大学大学院

学生会員

神谷 信毅、○小坂 馨太

不動建設(株)

正会員

遠藤 拓二

1.はじめに

本研究は、かぶりの浅いトンネルを掘削する際の、トンネルおよびその周辺地山の力学挙動と地表面の変形挙動の把握を目的とし、遠心力場(40g)において乾燥砂地盤を対象とした軸対称円型降下床実験を実施した。以下に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。土槽の底面中心に直径 $B=50\text{mm}$ の円型降下床を設置した。計測項目は、降下床に作用する荷重、周辺に作用する土圧および降下床下降量である。本実験では降下床の最大下降量を 5mm とした。地盤材料には豊浦標準砂を用い、高さ 75cm のホッパから幅 1mm のスリットを通して落下させる気中落下法で、地盤を作成した。その諸元は、 $G_s=2.64$ 、 $\gamma=1.709\text{ g/cm}^3$ 、 $e=0.550$ 、 $Dr=83.4\%$ である。土かぶり H を降下床径 B で除した値を土かぶり比とすると、この土かぶり比 H/B を 0.5 、 1.0 、 1.5 、 2.0 、 3.0 、 4.0 の6通りに変化させてそれぞれ実験を行った。本実験は 40g の遠心力場で行ったので、土かぶり比 2.0 ($H=10\text{cm}$)の実験は実物大に換算すると土かぶり 4m に相当する。

また、土槽の上部にFig.2に示す地表面変位計測システムを設置し、地表面の沈下形状を把握した。本装置は、回転方向最大 350° 、直線方向は土槽中心より最大 125mm の範囲で 40g 下における計測を可能にしている。本実験では、Fig.2に示す X, Y の2直線を計測した。なお、変位計測にはレーザー変位計を使用し、計測可能範囲は焦点距離 40mm から $\pm 5\text{mm}$ である。

3.実験結果と考察

3.1 土圧に関する結果

Fig.3に土かぶり比 $H/B=2.0$ における降下床土圧と降下床下降量の関係を示す。実験は全て複数回実施したが、再現性は良好であった。降下床下降量 δ が 0.1mm に達するまでに土圧は急激に減少し、グラウンドアーチが形成されていることがわかる。さらに降下床を下降させると土圧は徐々に増加する傾向が見られる。

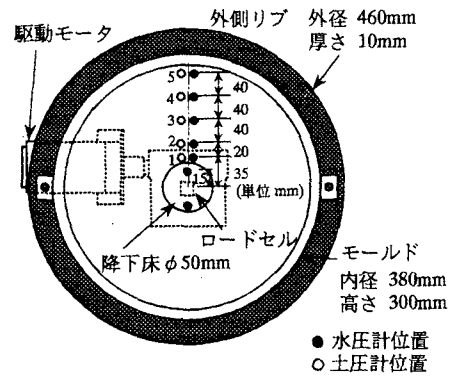


Fig.1 軸対称円型降下床装置 (平面図)

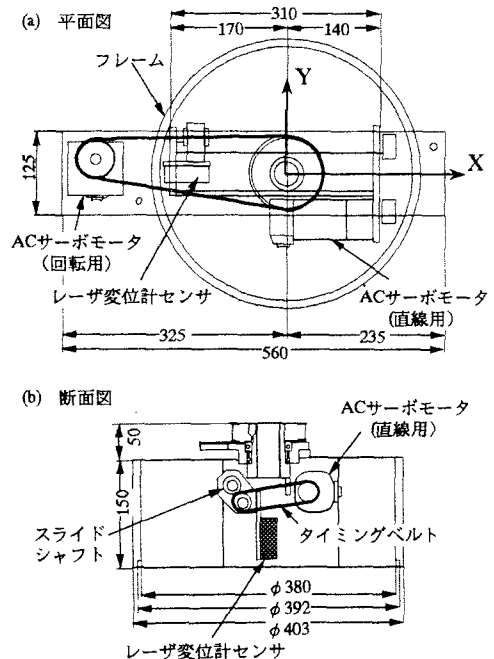


Fig.2 地表面変位計測システム

次に、Fig.4に降下床土圧がほぼ最小値を示す降下床降量 $\delta t=0.5\text{mm}$ の時の、土かぶり比と降下床土圧の関係を示す。土かぶり比 $H/B=0.5$ および 1.0 の土圧は初期土圧からの減少は小さいが、土かぶり比の大きさに関わらず降下床降後の土圧はほぼ同じである。これは、土かぶり比が大きいほど、アーチ効果による土圧の減少が大きいためと考えられる。

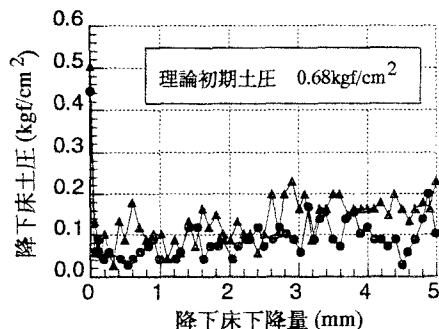


Fig.3 降下床土圧 ($H/B=2.0$)

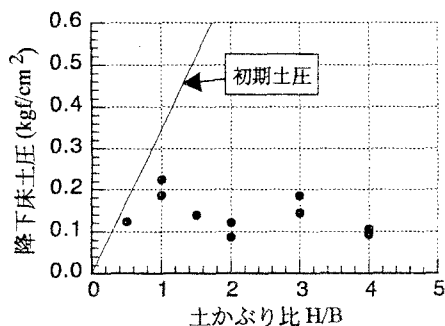


Fig.4 土かぶり比 H/B と降下床土圧の関係 ($\delta t=0.5\text{mm}$)

3.2 地表面沈下に関する結果

Fig.5に土かぶり比 $H/B=2.0$ における地表面沈下形状を示す。降下床降量 $\delta t=2.0\text{mm}$ の時に最大 0.3mm 、降下床降量 $\delta t=5.0\text{mm}$ の時に最大 0.6mm の沈下が見られる。

また、Fig.6に土かぶり比と地表面最大沈下量の関係を示す。土かぶり比 $H/B=1.0$ を境に、最大沈下量の変化が急激に生じている。これは、土かぶり比が 1.0 以下と比較的小さい場合、アーチ効果が十分に発揮されず、降下床の下降の影響が地表面にまで及んでいるためと考えられる。

次に、Fig.7に土かぶり比と地表面沈下の影響範囲の関係を示す。ここで影響範囲とは、降下床中心から地表面形状の傾きが 0 になるまでの距離である。この図より、土かぶり比が大きいほど地表面沈下の影響範囲が比例的に増加すると言える。

なお、土かぶり比 $H/B \geq 3.0$ については、地表面沈下量が小さく影響範囲の確認が困難なため、省略している。

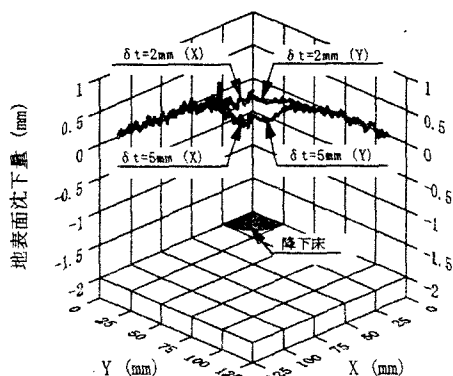


Fig.5 地表面沈下形状 ($H/B=2.0$)

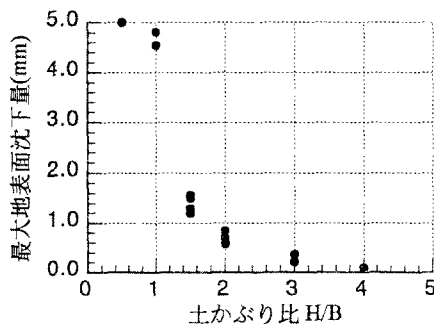


Fig.6 土かぶり比と最大地表面沈下量の関係

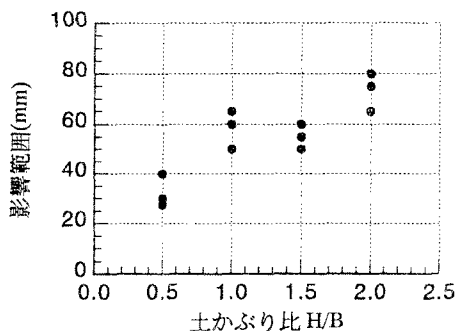


Fig.7 土かぶり比と地表面影響範囲の関係

4. おわりに

今後は、これらの実験結果の解析的な評価を行う。また、乾燥砂地盤に加えて、飽和砂・粘性土地盤についても実験を重ねる。

参考文献

- 1) 足立紀尚, 田村武, 木村亮, 西村拓也: 遠心力場における軸対称降下床実験, 平成7年度関西支部年次学術講演会, III-15-1,2