

III-B 75 遠心力場における降下床実験

京都大学大学院 学生会員 小坂 馨太
 京都大学工学部 正会員 足立 紀尚、木村 亮
 京都大学大学院 学生会員 神谷 信毅
 不動建設(株) 正会員 遠藤 拓二

1.はじめに

本研究は、土かぶりの小さいトンネルを掘削する際、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、ならびに地下水の影響の把握を目的とし、遠心力場(40g)において乾燥砂地盤および飽和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・水圧(2カ所)、周辺に作用する土圧・水圧(各5カ所)および降下床下降量 δt である。本実験では降下床の最大下降量を5mmとした。地盤材料には乾燥および飽和した豊浦標準砂を用いた。乾燥砂地盤は気中落下法、飽和砂地盤は一定の高さの水で満たした土槽の上から、含水比約30%の砂を金網を通して落下させて作成した。諸元をTable 1に示す。土かぶり H を降下床径 B で除した値を土かぶり比 H/B とすると、この土かぶり比を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

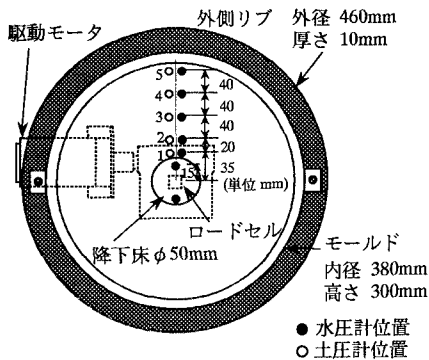


Fig.1 軸対称円型降下床装置 (平面図)

Table 1 乾燥砂・飽和砂地盤の諸元

	$\gamma_d (\text{gf/cm}^3)$	$\gamma_t (\text{gf/cm}^3)$	w (%)	e	Dr (%)	Gs
乾燥砂	1.709	—	—	0.550	83.4	2.64
飽和砂	1.696	2.063	27.79	0.639	76.5	

験は40gの遠心力場で行ったので、土かぶり比 $H/B=2.0(H=10\text{cm})$ 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(a)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。

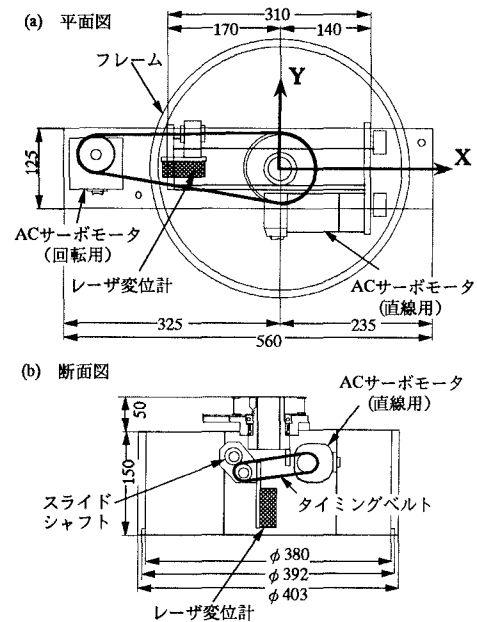


Fig.2 地表面変位計測システム

3.実験結果と考察

3.1 土圧・水圧に関する結果

Fig.3に飽和砂地盤の土かぶり比 $H/B=2.0$ 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。水圧は降下床の下降によらず一定を保つ。降下床下降量 δt が0.1mmに達するまでに有効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降下床有効土圧は徐々に増加する傾向が見られる。飽和砂地盤における有効土圧の変化

は、乾燥砂地盤における降下床土圧-下降量関係とほぼ同様な結果を得ている。

次に、Fig.4に乾燥砂および飽和砂地盤の降下床土圧がほぼ最小値を示す降下床下降量 $\delta t=0.5\text{mm}$ 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 においては初期土圧からの減少は小さいが、土かぶり比 H/B が 1.5 以上では土かぶり比の大きさに関わらず降下床下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と考えられる。

また、Fig.5に乾燥砂地盤の土かぶり比 $H/B=2.0$ における初期土圧で規準化した周辺土圧を示す。周辺土圧計配置図はFig.1に示した通りである。周辺土圧1,2は、降下床土圧の低減の影響を受けて初期土圧より増加する。これに対し、周辺土圧3,4,5は降下床下降量に関わらずほぼ初期土圧で一定である。

Fig.6に各土圧計測位置における降下床下降量 $\delta t=0.5\text{mm}$ の時の規準化土圧を示す。降下床土圧はアーチ効果により初期土圧より減少し、周辺の土圧は逆に増加するが、降下床からの距離が離れるに従い、その影響は小さくなる。

なお、飽和砂地盤における周辺の水圧は、降下床水圧と同様に降下床の下降に関わらず一定である。

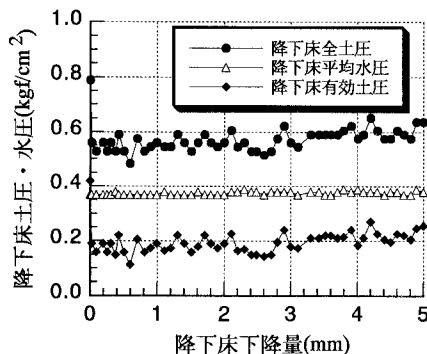


Fig.3 降下床土圧・水圧(飽和砂地盤, $H/B=2.0$)

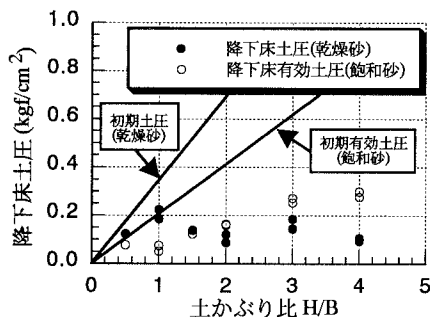


Fig.4 土かぶり比と降下床土圧の関係 ($\delta t=0.5\text{mm}$)

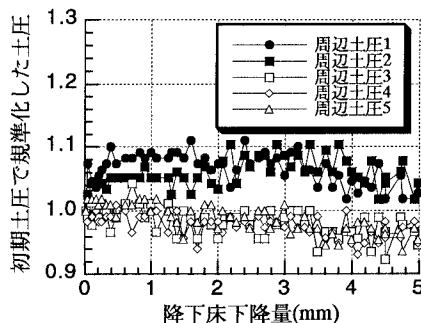


Fig.5 周辺土圧の変化(乾燥砂地盤, $H/B=2.0$)

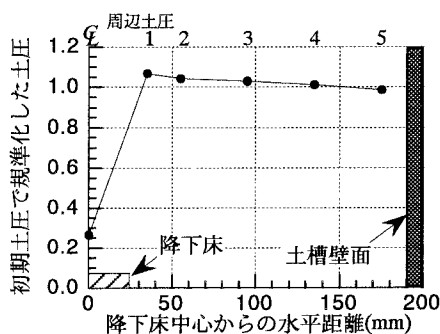


Fig.6 土圧分布(乾燥砂地盤, $H/B=2.0$)

3.2 地表面沈下に関する結果

また、Fig.7に最大降下床下降量 $\delta t=5.0\text{mm}$ の時の土かぶり比と最大地表面沈下量の関係を示す。乾燥砂、飽和砂地盤ともに土かぶり比 $H/B=1.0$ を境に、最大沈下量の変化が急激である。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。

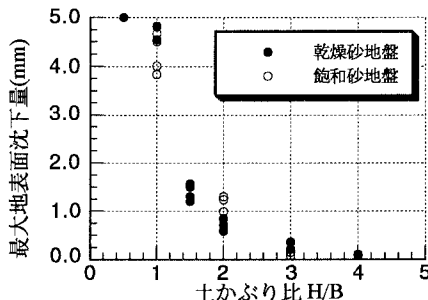


Fig.7 土かぶり比と最大地表面沈下量との関係 ($\delta t=5.0\text{mm}$)

参考文献

- 1) 足立紀尚, 田村武, 木村亮, 西村拓也: 砂質および粘性地盤に対するゆるみ土圧に関する軸対称降下床実験, 第30回土質工学研究発表会講演集, pp1973-1976, 1995