

京都大学 正会員 足立 紀尚, 木村 亮, 岸田 潔

京都大学 学生員 ○ 鮫島 竜一, 朴 時玄

1.はじめに

成層傾斜地盤にトンネルを建設する場合、トンネル掘削時にトンネル掘削部やその周辺部に発生する土圧は成層地盤の傾斜角度によって変化する。このような地盤におけるトンネル掘削時の力学挙動を把握することは非常に重要である。本研究では、アルミブロック積層体を地盤材料に用い、トンネル掘削を想定した降下床実験を行った。本報告では地表面変位と降下床周辺部の土圧に関する実験結果および考察を示す。

2.実験概要

2.1 実験装置

本実験で用いた降下床実験装置を図 1 に示す¹⁾。この装置は、装置底面が 40 個のアルミ製のブロックで構成されており、各ブロックの底面に取付けた荷重計によりアルミブロック積層体の荷重を分布として捉えることができる。ブロックを支持する受け皿はジャッキに接続され、ハンドルを回転させると降下床は下降もしくは上昇する。降下床を下降させることによりトンネル掘削時における応力解放を表現している。

本実験で用いた地表面変位計測システムを図 1 の上部に示す²⁾。レーザ変位計により地表面計測を行うことができる。

2.2 地盤材料

実験の地盤材料にはアルミブロック積層体とアルミ棒積層体を用いた。アルミブロック($\gamma=2.7\text{gf/cm}^3$, $\phi=20^\circ$, $c=0\text{kgf/cm}^2$)の形状は、主に正四角柱($2.5\times 2.5\times 5\text{cm}$)である。また、四角柱と 3 種類の三角柱をアルミブロック積層体の最下部層に用い、様々な傾斜角度をもつ成層傾斜地盤を模擬した。初期荷重分布のばらつきの低減および地表面計測のために、アルミブロック積層体の下部および上部にそれぞれアルミ棒積層体を用いた。アルミ棒積層体は、長さ 5cm、直径 1.6mm と 3mm のアルミ棒($\gamma=2.1\text{gf/cm}^3$, $\phi=30^\circ$, $c=0\text{kgf/cm}^2$)を重量比 3:2 で混合したものである。

2.3 実験条件

本実験では、図 1 に示すように傾斜角度 θ と土かぶり(アルミブロック積層体の高さ)Hを実験パラメータとし、降下床の幅Bを一定の 10cm、アルミブロック積層体の上部および下部のアルミ棒積層体の高さをそれぞれ 1.5cm、2.5cm とした。実施した実験パターンは傾斜角度が 0° 、 30° 、 45° 、 60° 、 90° の 5 パターンと、それぞれに対し土かぶりが 10cm、20cm、40cm の 3 パターンで変化させた。降下床は 15mm まで下降させた。

3.実験結果と考察

3.1 地表面変位の位置について

降下床下降量が 15mm における地表面変位を図 2 に示す。ただし、

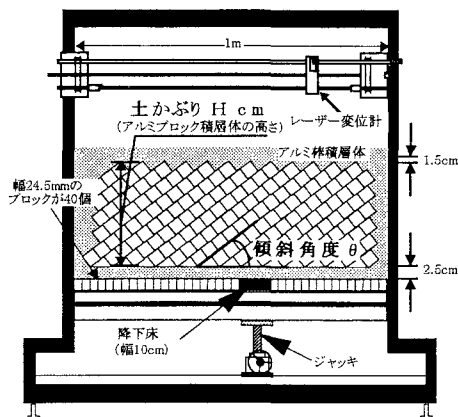


図1 土圧分布計測型降下床実験装置

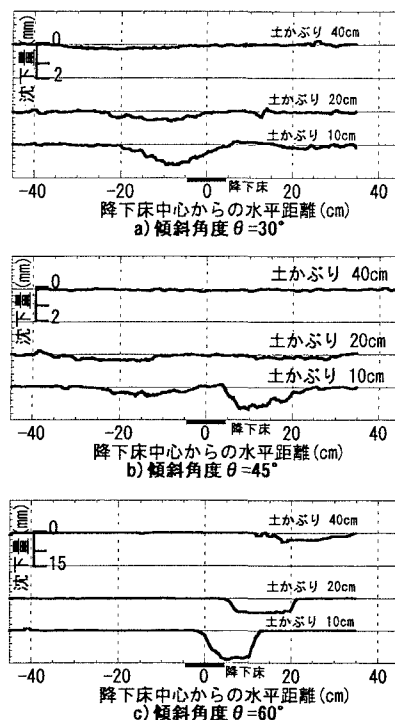


図2 地表面沈下形状 (降下床下降量 15mm)

Toshihisa ADACHI, Makoto KIMURA, Kiyoshi KISHIDA, Ryuichi SAMEJIMA, Si-Hyun PARK (Kyoto Univ.)

沈下量のスケールは図によって異なる。これらの図より、傾斜角度が 30° 、 45° の場合は、降下床から見て右上方方向と左上方方向に沈下がみられた。また、傾斜角度が 60° の場合は、右上方方向に沈下がみられた。

3.2 降下床周辺部に作用する土圧

土かぶり量が 10cm の場合の降下床下沈量が 1mm における土圧分布形状を図 3 に示す。ここで規準化土圧とは、計測された土圧を初期土圧で除して値である。

- 1) 降下床の下降により降下床土圧の減少分を受け持つ形で降下床周辺部の規準化土圧は増加する。
- 2) 土圧分布形状は、傾斜角度が 30° 、 45° では降下床周辺部の右側が大きい形状をしており、傾斜角度が 60° では降下床周辺部の左側が大きい形状をしている。

ここで、左右均等に荷重が作用しない要因を考察する。まず、傾斜角度が 30° の場合について考える。地表面沈下の位置とアルミブロック積層体の幾何学的配列を考慮すると、図 4 に示すようにそれぞれの傾斜角度に対して破壊線が考えられる。そこで、図 5 の示すようなアルミブロック積層体を 3 つの集合体に分割する。中央に位置する集合体が 2 本の破壊線のうち傾斜角度の大きい破壊線に沿って滑ろうとする。このため、降下床周辺部の右側の土圧が大きくなると考えられる。また、図 6 のように傾斜角度が 45° 、 60° の場合も同様に考えることができる。

4. おわりに

本研究より、地層構造の傾斜角度によってトンネル周辺部には偏圧が作用すること、また、トンネル直上部の地表面だけでなく、トンネル直上部から離れた位置にも地表面沈下が確認できる。施工においてはこのような偏圧を十分に検討する必要がある。

<参考文献>

- 1) 足立紀尚・田村武・木村亮・荒巻智：落とし戸実験における土圧分布、第 29 回土質工学研究発表会講演集、pp.1989-1992, 1994
- 2) 中井照夫・河野伊知郎・上田潤・橋本正：掘削地盤の土圧実験とその解析、土質工学会中部支部第 5 回地盤工学シンポジウム論文集、pp.7-14, 1993



図5 アルミブロック積層体を3つの集合体として分割した図
(傾斜角度 30° の場合)

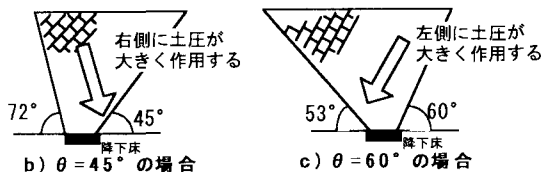
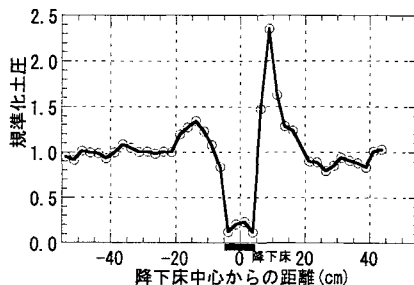
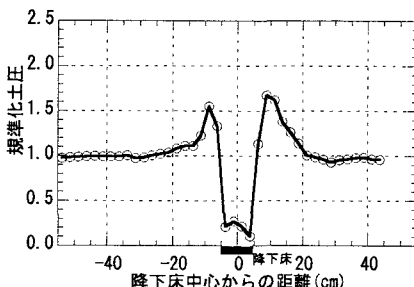


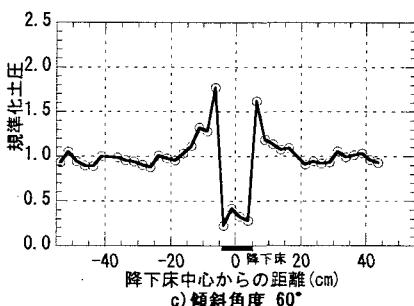
図6 降下床周辺部の土圧の偏りについて



a) 傾斜角度 30°

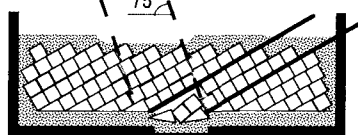


b) 傾斜角度 45°

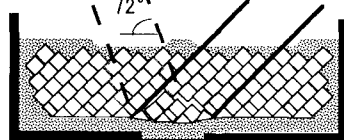


c) 傾斜角度 60°

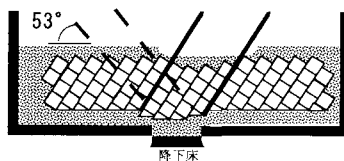
図3 土圧分布形状
(降下床下沈量 1mm, 土かぶり 10cm)



a) 傾斜角度 30° の場合



b) 傾斜角度 45° の場合



c) 傾斜角度 60° の場合

図4 破壊モード
(降下床下沈量 15 mm, 土かぶり 10 cm)