

落下床実験における土圧分布

京都大学工学部 正会員 足立紀尚、田村武、木村亮
京都大学大学院 学生会員 ○神谷信毅

1.はじめに

近年、わが国の都市部においては、著しい人口集中に伴う交通需要の増加等により大規模なトンネルが施工される機会が多くなっているが、その際トンネルに作用する土圧の解明が非常に重要な課題となってくる。そこで本報告では、アルミ棒積層体を地山材料とする2次元落とし戸モデル実験を実施し、落とし戸およびその周辺部に作用する土圧について検討を行った。

2.実験手法

地山材料には、従来の研究¹⁾と同様、長さ5cm、直径1.6mmと3mmのアルミ棒を重量比3:2で混合したアルミ棒積層体（単位体積重量 $\gamma = 2.1\text{gf/cm}^3$ 、内部摩擦角 $\phi = 30^\circ$ 、粘着力 $c = 0\text{kgf/cm}^2$ ）を用いた。このアルミ棒積層体をFig.1に示す実験装置²⁾³⁾に積み上げ、ジャッキに接続したブロック（以下、落下床と呼ぶ）を下降させることにより、落とし戸実験を実施した。なお、装置底部の40個のブロックの底面には荷重計が取り付けてあり、アルミ棒積層体の荷重を分布として捉えることができるようになっている。

実験はFig.2に示すように、落下床幅B、土かぶりHをパラメータとし、これらを様々な変化させて行った。Bは5、10、20cmの3通りとし、それぞれに対してHを5、10、20、40cmと変化させることにより計12種類の実験を行った。

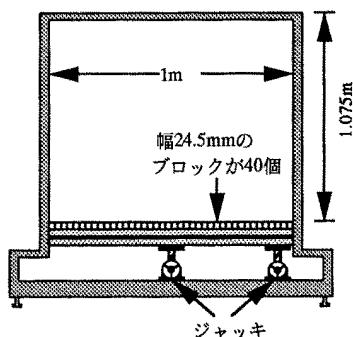


Fig.1 土圧分布計測型落とし戸実験装置

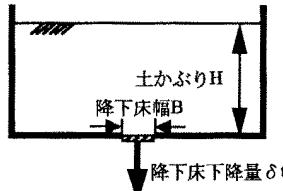


Fig.2 実験パラメータ

3.実験結果および考察

Fig.3は、落下床幅Bを10cmと一定とし、土かぶりHを5cm、10cm、20cmと変化させたときの土圧分布形状を示したものである（下降床下降量 $\delta t=2\text{mm}$ ）。ここに、 $\delta t=2\text{mm}$ とは、落下床作用土圧がほぼ一定値となるときの下降量である。縦軸に初期土圧で規格化したブロック作用土圧、横軸に落下床中心からの水平距離をプロットした。この図より以下の知見を得る。

- 1) 落下床が下降すると、落下床に作用する土圧は減少し、その土圧分布は上に凸な形状となる。
- 2) 落下床の外側のブロックに作用する土圧は、落下床作用土圧の減少分を支持するような形で大幅に増加する。
- 3) 土かぶり比が大きいほど、土圧の変化量は大きくなり、また土圧変化の生じる範囲は広くなる。

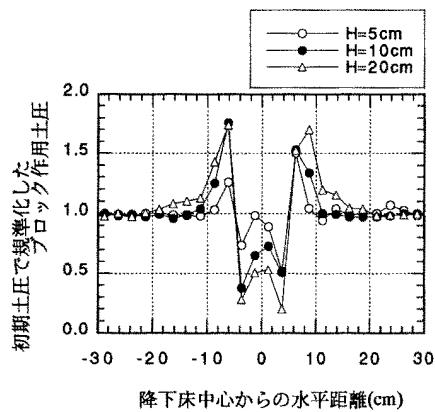


Fig.3 土圧分布形状（落下床幅B=10cm）

次に、降下床の下降に伴う土圧分布形状の変化を、特に土かぶり比の違いに着目して示す。ここでは簡単のため、得られた土圧分布形状を模式的に表示した。なお、中央の水平な直線は初期土圧を表わし、それより上が初期土圧からの増加、下が減少を表現している（Fig.4参照）。これらの図より得られる土圧分布形状の特徴を以下に記す。

・土かぶり比が大きい場合 ($H/B \geq 1.0$ 、Fig.5)

1) 降下床に作用する土圧は、降下床が下降するに伴い、上に凸な分布を保ちながら大幅に減少する。そして、降下床下降量 δt が2mm付近の値でほぼ収束する。

2) 降下床に隣接するブロックに作用する土圧は、降下床下降量が小さい範囲では、大幅に増加する。このことは、降下床に作用する土圧の減少をもたらすアーチの足元が、降下床のすぐ外側に位置することを意味する。統いて、降下床を大きく下降させると、降下床に隣接するブロックに作用する土圧が減少し始めるのと同時に、さらに外側のブロックに作用する土圧が増加し始める。これは、降下床の下降に伴い、アーチの足元が外側に移動することに起因すると考えられる。

・土かぶり比が小さい場合 ($H/B < 1.0$ 、Fig.6)

1) 降下床に作用する土圧の分布は、先の場合と同様、上に凸な形状を持つが、降下床中心付近の土圧は降下床が下降してもほとんど変化しない。降下床の両端の土圧は降下床の下降とともに一旦減少するが、その後僅かに増加する。

2) 降下床に隣接するブロックに作用する土圧は、降下床の下降とともに一旦増加するが、その後僅かに減少する。先の場合に見られたアーチの足元の移動は、この場合においては見受けられない。これは、土かぶり比が小さい場合、十分なアーチが形成されないと起因すると考えられる。

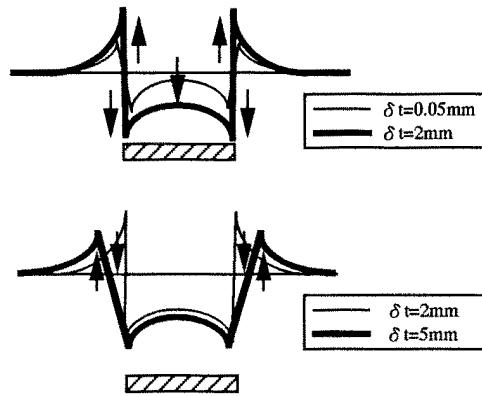


Fig.5 降下床の下降に伴う土圧分布形状の変化
(土かぶり比 $H/B \geq 1.0$)

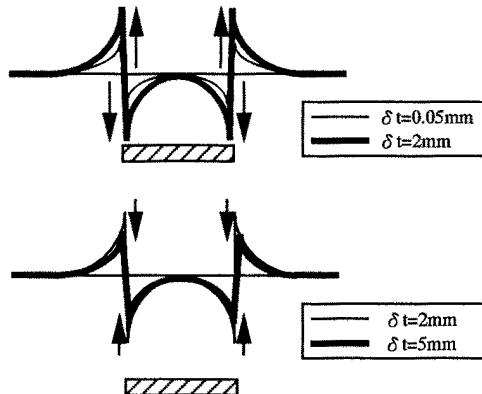


Fig.6 降下床の下降に伴う土圧分布形状の変化
(土かぶり比 $H/B < 1.0$)

4.おわりに

本報告では、落とし戸実験において降下床およびその周辺部に作用する土圧について検討を行った。今後は、これらの実験結果を解析的にも検討する予定である。

＜参考文献＞

- 1) 村山・松岡：砂質土中のトンネル土圧に関する基礎的研究、土木学会論文報告集、第187号、pp.95-108、1971.
- 2) 足立・田村・木村・荒巻：落し戸実験における土圧分布、第29回土質工学研究発表会講演集、pp.1989-1992、1994.
- 3) 足立・田村・木村・神谷：双設降下床の力学挙動、第30回土質工学研究発表会講演集、1995。（投稿中）

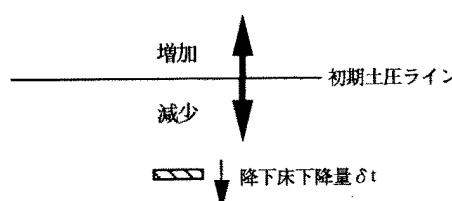


Fig.4 模式化した土圧分布形状の説明図