

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

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、最近増加しているかぶりが小さく近接度の非常に大きい双設トンネルを想定した落とし戸実験を実施し、2つの落とし戸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⁾に積み上げ、ジャッキに接続したブロック（以下、降下床と呼ぶ）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られており、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。また、ジャッキは2個設置されており、双設で実験（以下、双設降下床実験と呼ぶ）を行うことができる。双設降下床実験は、まず一方の降下床（以下、先行降下床と呼ぶ）を $\delta f=2\text{mm}$ まで下降させ、続いて他方の降下床を $\delta n=5\text{mm}$ まで下降させることにより双設トンネルの掘削をシミュレートするものである。実験では降下床幅Bを10cmと一定とし、Table 1に示すように降下床間隔Dと土かぶりHを変化させて実験を行った（実験パラメータD、HについてはFig.2参照）。

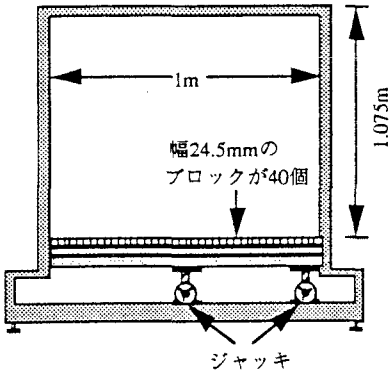


Fig.1 土圧分布計測型落とし戸実験装置

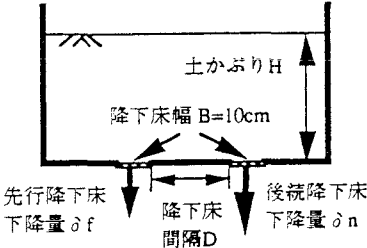


Fig.2 双設降下床実験における実験パラメーター

Table 1 双設降下床実験のパターン

D \ H	5	10	20	40
0	○	○	○	○
2.5	○	○	○	○
5	○	○	○	○
10	○	○	○	○
20	○	○	○	○

（表中のHは土かぶり、Dは降下床間隔を表わす（降下床幅Bは10cm）。単位はすべてcmである。
○印：本実験において実施した項目
◎印：本報告で特に着目した項目）

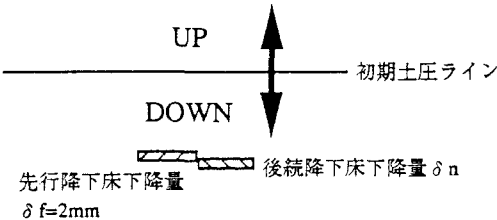


Fig.3 模式化した土圧分布形状の説明図

3.実験結果および考察

本報告では、Table 1に示す実験パターンのうち、特に近接した双設トンネルを想定した実験（降下床間隔 $D=0\text{cm}$ ）により得られた土圧分布形状について報告する。なお簡単のため、得られた土圧分布形状を模式化したものを表示した。ここでは、後続降下床の下降の影響を把握するため、先行降下床を $\delta f=2\text{mm}$ まで下降させた状態から、後続降下床を $\delta n=2\text{mm}$ 、 5mm まで下降させたときの土圧分布に着目した。ここに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.3参照）。Fig.4に先行降下床のみを 2mm 下降させたとき（すなわち、 $\delta n=0\text{mm}$ ）の土圧分布形状を示す。この図より、降下床を下降させると降下床作用土圧は上に凸な分布形状をもって減少し、周辺部に作用する土圧が増加することが分かる。この傾向は土かぶり比（ H/B ）の大小によらず見受けられたが、後続降下床を下降させると土圧分布は土かぶり比の大小で大きく異なる。そこで以下に、土かぶり比の大小で区別して土圧分布形状の特徴について述べる。

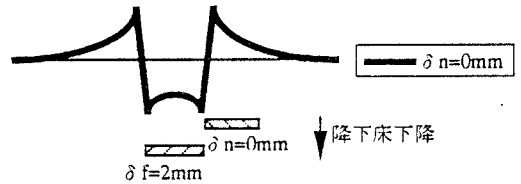


Fig.4 土圧分布形状の一例（ $\delta f=2\text{mm}$ 、 $\delta n=0\text{mm}$ ）

・土かぶり比が大きい場合（ $H/B \geq 1.0$ 、Fig.5）

後続降下床を $\delta n=2\text{mm}$ まで下降させると先行降下床に作用する土圧が増加する。後続降下床に作用する土圧は上に凸な分布をもって減少する。次に $\delta n=5\text{mm}$ まで下降させると、先行降下床に作用する土圧はさらに増加し、初期土圧をも超える土圧が作用する。

・土かぶり比が小さい場合（ $H/B < 1.0$ 、Fig.6）

後続降下床を $\delta n=2\text{mm}$ まで下降させると、先行降下床のうち後続降下床に隣接するブロックの土圧のみが増加する。後続降下床に作用する土圧は上に凸な分布をもって減少する。続いて、 $\delta n=5\text{mm}$ まで下降させると、先行降下床のうち後続降下床に隣接するブロックに作用する土圧がさらに増加し、初期土圧を超える。

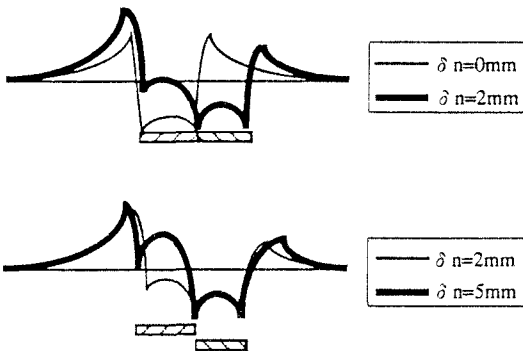


Fig.5 降下床の下降に伴う土圧分布形状の変化
（土かぶり比 $H/B \geq 1.0$ 、降下床間隔 $D=0\text{cm}$ ）

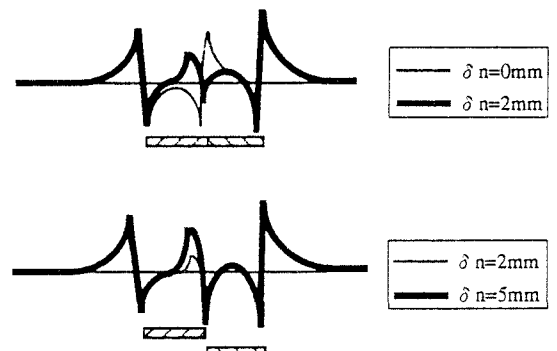


Fig.6 降下床の下降に伴う土圧分布形状の変化
（土かぶり比 $H/B < 1.0$ 、降下床間隔 $D=0\text{cm}$ ）

以上まとめると、降下床間隔が小さい場合、土かぶり比の大小によらず、後続降下床の下降に伴い先行降下床に作用する土圧が大きく増加することが分かる。また、特に土かぶり比が小さい場合、先行降下床には局所的に大きな土圧が作用する（すなわち、偏圧が作用する）と考えられる。

4.おわりに

本報告では、降下床を2つ設けた落とし戸実験において降下床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) 村山ら：土木学会論文報告集、第187号、pp.95-108、1971。 2) 足立ら：第29回土質工学研究発表会講演集、pp.1989-1992、1994。