

京都大学大学院 正会員 足立紀尚, 木村亮

京都大学大学院 学生員 ○木村哲也

1.はじめに

近年、土かぶりの小さい未固結地山でのトンネル掘削が増加しており、断面形状が偏平であることも要求されている。そこで本報告では種々の形状の降下床を用いて二次元降下床実験を実施し、降下床に作用する荷重について検討を行った。

2.実験手法

2.1 実験装置

地山材料として長さ5cm、直径1.6mmと3.0mm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。

本実験で用いた降下床実験装置をFig.1に示す。この装置は、底面が40個のアルミ製ブロックで構成されており、それぞれのブロックの底面に取付けた荷重計により、アルミ棒積層体の荷重を分布としてとらえることができる。装置中央部のジャッキに接続された4つのブロックを下降させることにより、降下床実験を行う。この際、Fig.2に示すアクリル製ブロックを設置し、降下床形状を種々に変化させた。

2.2 実験パターン

本実験で用いた降下床の形状は、半円形・楕円形3種（偏平率75%・50%・25%）・二等辺三角形・正三角形、およびアクリル製ブロックを設置しない状態（以下、通常形状と称する）の7種類であり、土かぶりHを5cm・10cm・20cm・40cmの4種類に変え、計28パターンの実験を実施した。なお、土かぶりHは実験装置底面からのアルミ棒積層体の積上げ高さとし、降下床幅Bは10cmで一定である。

3.実験結果および考察

Fig.3に土かぶりHが40cmの実験における、降下床下降に伴う降下床荷重の変化を示す。なお降下床荷重は複数回実施した実験の平均値を採用した。この図より、降下床の下降に伴い降下床荷重は大きく減少した後、降下床下降量 δ が2mmまでに最小値をとり、それ以上降下床を下降させてもほぼ変化しないことがわかる。この傾向は、降下床形状、土かぶりによらず同

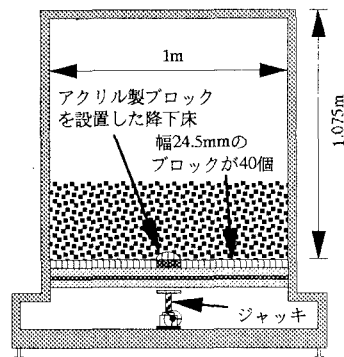


Fig.1 土圧分布計測型降下床実験装置

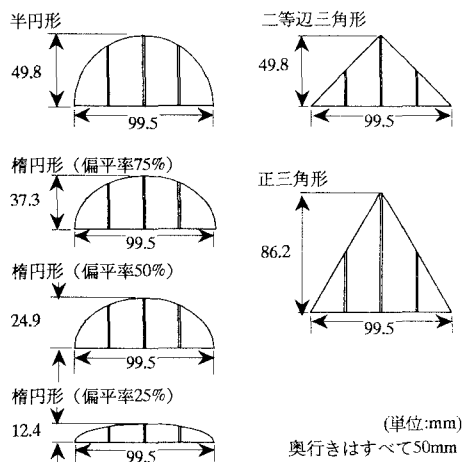


Fig.2 アクリル製ブロック形状

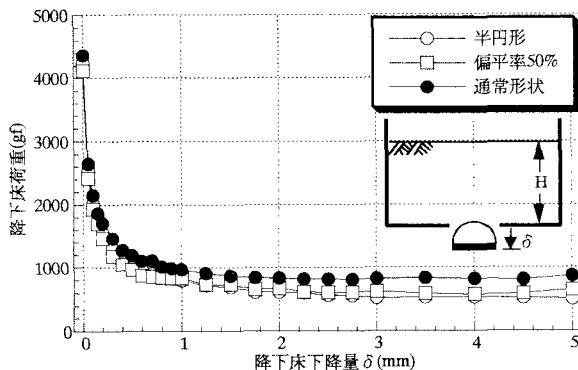


Fig.3 降下床下降に伴う降下床荷重の変化（土かぶりH=40cm）

様である。

Fig.4に降下床荷重の最小値と土かぶりの関係を示す。この図より以下の知見を得る。

- 1) 同一の降下床形状に対して、土かぶりHが20cm以上では降下床荷重の最小値はほぼ一定である。これは、土かぶりが大きい場合、アーチ効果が完全に発揮され、土かぶりによらず同一の大きさの1次領域¹⁾内の地山の荷重が降下床に作用するためと考えられる。
- 2) 降下床形状の違いに着目した場合、形状が半円形から偏平になるに従い（半円形→楕円形（偏平率75%→50%→25%）→通常形状の順）、降下床荷重の最小値は大きくなる。

次に、降下床を構成するアクリル製ブロック部分の体積を地山材料の重量に換算し、降下床荷重に加算することによって換算した降下床荷重を求めた。この換算降下床荷重の最小値と土かぶりの関係をFig.5に示す。なお図中の土かぶり荷重とは $\gamma \cdot B \cdot H \cdot L$ によって求めた値である（L:アルミ棒長さ5cm）。この図より以下のことがわかる。

- 1) 土かぶりが10cm以下では、換算降下床荷重は一致している。
- 2) 土かぶりが20cm以上では、正三角形降下床に作用する荷重が最大であり、その他の形状では、換算降下床荷重は多少の幅はあるものの一致している。

また、Fig.6に土かぶりHが40cmの実験における、降下床下降量 δ が2mmの際の降下床に作用する換算荷重の分布を半円形・楕円形3種・通常形状について示す。ここで $\delta=2\text{mm}$ は、降下床荷重が $\delta=2\text{mm}$ までに最小値をとることから決定した。この図より、換算荷重の分布は、上に凸な形状を持ち、降下床の形状によらずほぼ一致することがわかる。この傾向は土かぶりによらず同様である。

以上の結果より、正三角形降下床を除けば、同一の土かぶりHと降下床幅Bならば、降下床形状によらず同一の形状の1次領域が生じており、1次領域から降下床の占める部分を差し引いた地山の重量が降下床荷重として作用していると考えられる。正三角形降下床の場合、その頂点の高さのため1次領域が拡大していると考えられる。

参考文献

- 1) 村山・松岡：土木学会論文報告集，第187号，pp.95-108，1971。
- 2) 足立ら：土木学会第51回年次学術講演会講演概要集第3部(B)，pp.148-149，1996。

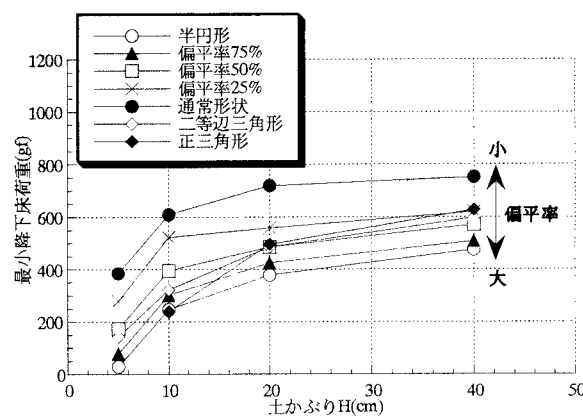


Fig.4 降下床荷重の最小値と土かぶりの関係

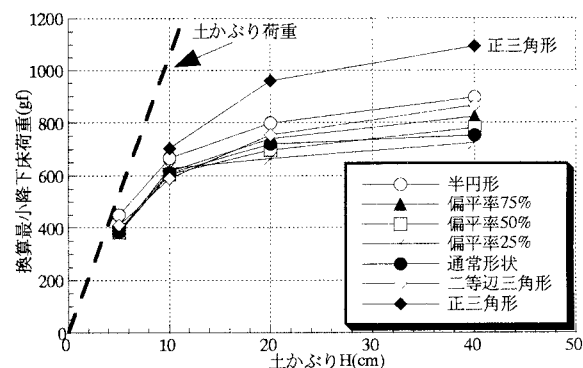


Fig.5 降下床の体積を地山材料の重量に換算した降下床荷重の最小値と土かぶりの関係

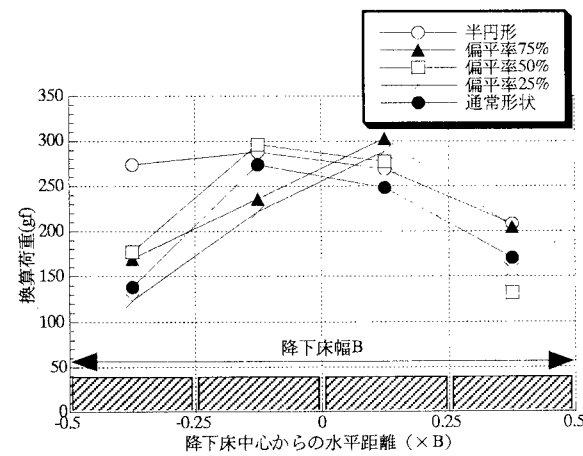


Fig.6 降下床に作用する換算荷重の分布（土かぶりH=40cm，降下床下降量 $\delta=2\text{mm}$ ）