

III-B 74 トンネル形状に着目した2次元降下床実験

京都大学大学院 学生会員 神谷信毅
 京都大学工学部 正会員 足立紀尚、木村亮
 不動建設(株) 正会員 遠藤拓二

1. はじめに

従来、砂質地山中の局部沈下部に作用する土圧の解明を目的とし、村山・松岡¹⁾はアルミ棒積層体を用いた降下床実験を行った。本報告では、通常の降下床実験に加え、種々の形状を持つ降下床実験を実施し、降下床および周辺部の土圧について検討を行った。

2. 実験手法

2-1 地山材料

地山材料には、従来の研究¹⁾と同様、長さ5cm、直径1.6mmおよび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。これは、豊浦標準砂の粒径加積曲線にほぼ平行になる割合である。

2-2 実験装置

本実験に用いた降下床実験装置²⁾をFig.1に示す。この装置は、底面が40個のアルミ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捉えることができる。そして、ジャッキに接続されたブロックを下降させることにより、降下床実験を行う。なお、降下床の最大下降量は5mmとした。

さらに、通常の降下床実験に加え、トンネルの断面形状がトンネル土圧に与える影響を把握するため、Fig.2に示すようなアクリル製のブロック(2種類)を降下床上に設置し、同様の実験を実施した。

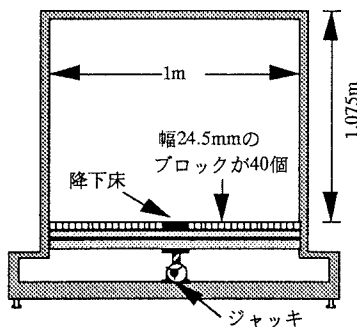


Fig.1 土圧分布計測型降下床実験装置

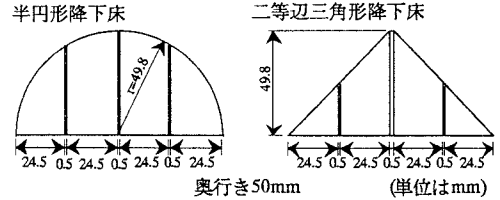


Fig.2 アクリルブロック形状

2-3 実験の種類

実験は、降下床形状を通常形・半円形・二等辺三角形の3種類とし、土かぶり H を $1.0B$ ・ $2.0B$ ・ $4.0B$ (B は降下床幅)の3種類に変え、計9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で一定とした。

3. 実験結果および考察

Fig.3に、半円形降下床実験の土かぶり比 $H/B=2.0$ における土圧分布を示す。なお、ブロック作用土圧は初期土圧で規準化した。この図より、次のことが言える。

- 1) 降下床土圧は、降下床の下降に伴い減少する。
- 2) 降下床周辺部の土圧は、降下床の下降に伴い増加する。また、降下床下降量 δ が大きくなるにつれて、降下床から離れたブロックの土圧が増加する。

これらの現象は、降下床の下降により、降下床上にアーチが形成され、降下床下降量が大きくなるにつれて、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。

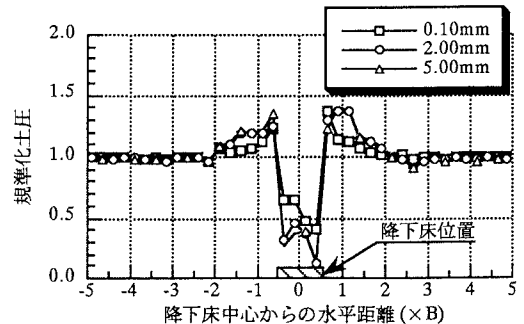


Fig.3 土圧分布形状

(半円形降下床実験、土かぶり比 $H/B=2.0$)

Fig.4に、土かぶり比 $H/B=2.0$ の実験における、降下床の下降に伴う降下床土圧の変化を示す。なお、降下床土圧は初期土圧で規準化し、また、数回実施した実験の平均値を採用した。この図より、次のことが言える。

- 1) 降下床土圧は、降下床の下降に伴い大きく減少し、降下床下降量 $\delta t=2\text{mm}$ までに最小値を取る。また、それ以上降下床を下降させても、降下床土圧はほとんど変化しない。
- 2) 降下床形状の違いに着目すると、初期土圧からの低減は、半円形降下床が最も大きく、三角形、通常降下床の順に小さくなる。

上記2)の原因として、降下床の下降に伴って形成されるアーチ内の地山（いわゆる1次領域）中にブロックが含まれており、ブロックの形状が1次領域の形状に近いほど（三角形→半円形の順）、降下床土圧が低減されるためと考えられる。

この傾向は、土かぶり比によらず同様である。

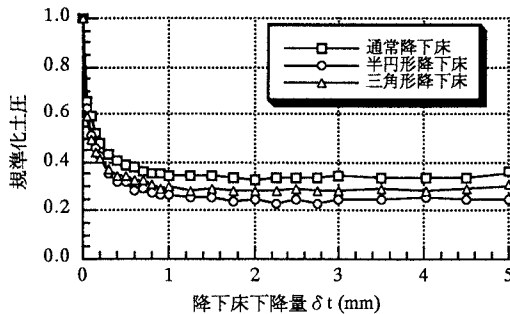


Fig.4 降下床下降に伴う降下床土圧の変化
(土かぶり比 $H/B=2.0$)

Fig.5に、土かぶり比と降下床下降量 $\delta t=2\text{mm}$ における降下床荷重との関係を示す。ここで、降下床下降量 $\delta t=2\text{mm}$ は、Fig.4より降下床土圧が $\delta t=2\text{mm}$ までにほぼ最小値をとることから決定した。この図より、次のことが言える。

- 1) 降下床荷重は、通常降下床が最も大きく、三角形、半円形降下床の順に小さくなる。
- 2) 土かぶり比 H/B が2.0と4.0の場合、同一形状の降下床に対して、降下床荷重はほぼ一定である。

上記2)の原因として、土かぶり比が大きい場合（本実験では H/B が2.0以上）、アーチ効果が完全に発揮され、土かぶり比によらず、同一形状の一次領域内の地山の荷重が降下床に作用するためと考えられる。

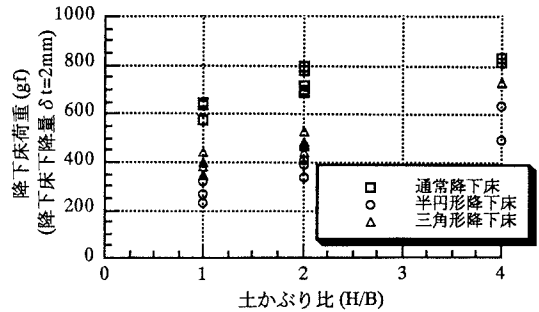


Fig.5 土かぶり比と降下床荷重の関係
(降下床下降量 $\delta t=2\text{mm}$)

Fig.6に、土かぶり比 $H/B=2.0$ の実験における、降下床の下降に伴う周辺土圧の変化を示す。ここで周辺土圧とは、降下床に隣接するアルミブロックの土圧とし、数回実施した実験の平均値を採用した。この図より、次のことが言える。

- 1) 周辺土圧は、降下床の下降に伴い、急激に増加し、徐々に減少する。この傾向は、降下床形状によらず同様である。
- 2) 周辺土圧の増加率は、通常降下床が最も大きい。半円形と三角形降下床との間に明確な違いは見受けられない。

上記2)の理由として、半円形・三角形降下床の場合、降下床上の地山に予めアーチが形成されるため、通常降下床に比べ、周辺土圧の増加が抑制されると考えられる。

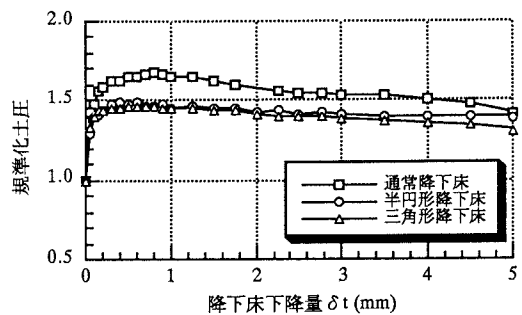


Fig.6 降下床下降に伴う周辺土圧の変化
(土かぶり比 $H/B=2.0$)

参考文献

- 1) 村山朔郎・松岡元：土木学会論文報告集，第187号，pp.95-108，1971。
- 2) 足立紀尚・田村武・木村亮・神谷信毅：第50回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.1164-1165，1995。