

(III-75) 掘削時における地盤変形と側圧変化に関する実験的研究

武蔵工業大学
厚生労働省産業安全研究所
武蔵工業大学

学生会員 ○市川 貴之
正会員 豊澤 康男
正会員 片田 敏行 末政 直晃

1.はじめに

建設工事における土留めの崩壊事故を防止するためには、崩壊現象、崩壊メカニズム、崩壊前兆現象等について体系化された知見が必要となる。しかしながら、地盤や土留めの変形と側圧発生の相互作用、崩壊に至るまでの挙動について実験によって体系的に研究されたことはほとんどない。そこで本研究では、新たに開発した遠心模型実験用可動土留め装置を用いた実験を行うことにより、土留め変位、地盤変形及び側圧変化の相互作用の関連性を調べることを目的とする。

2.遠心模型実験用可動土留め装置

本システム（図-1）は、掘削現場における土留めの変位を遠心模型実験において再現するための装置であり、五段の切梁の変位を高精度で制御することによって掘削、切梁の設置・除去及び主働・受働土圧を再現可能とするものである。

3.実験条件および方法

試験試料には豊浦標準砂を用いた。模型土槽は幅300mm、高さ270mm、奥行き100mmである。今回は可動土留め装置の可動部に分割式の矢板を5個装着し、それぞれを独立で制御することにより複雑な矢板の変形モードを再現できるようにした。模型土槽内に空中落下法により相対密度(Dr)が約70%の地盤を作成した。砂層の変位やすべり線を観察するため、2cm毎に色砂を降らした。この模型土槽を遠心力載荷装置に搭載し遠心加速度を50Gまで上昇させ、50Gに保った状態で分割式矢板を動かし図-2に示すような矢板の変形モードを再現した。実験過程において矢板にかかる側圧を測定した。表-1に実験条件および崩壊状況を示す。

4.実験結果および考察

Case1では下端をヒンジとして主働側に回転するように変形させたところ、約71度のすべり線が発生した。Case2では上端をヒンジとし主働側に変形させたところ、円弧状のすべり線が下端から発生した。Case3では矢板の上、下端を共に不動として中央だけふくれる変形をさせたところ、約75度のすべり線が発生した。図-3にそれぞれのケースにおける崩壊後の矢板に作用する側圧の分布を示す。すべてのケースにおいて50Gで一定であった矢板にかかる側圧（静止土圧）が矢板の変形にともない減少したが、その減少傾向がケースごとに異なり、Case1では矢板が十分に前倒しになると背後の地盤がくさび状に落ち込み、その右側にある地盤との間にすべり線が形成された。矢板にかかる側圧は地盤のひずみが約2%で一

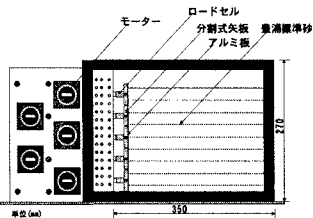


図-1 可動土留め装置

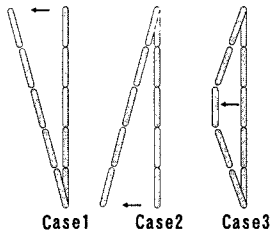


図-2 矢板の変形モード

表-1 実験条件および崩壊状況

Case	Dr	地盤高	矢板の変形モード	崩壊形状等
1	70%	180mm	下端を回転中心とし主働側に変位	71度のすべり線で崩壊
2	70%	180mm	上端を回転中心とし主働側に変位	円弧状のすべり線で崩壊
3	70%	180mm	矢板の上、下端が共に不動で中央だけふくれる	75度のすべり線で崩壊

キーワード：掘削、切梁、土圧、土留め

連絡先：〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 地盤工学研究室、TEL03-5707-2202、FAX03-5707-2202

定値となっており、この時点で地盤がほぼ主働状態になったと考えられる。矢板をさらに倒しても矢板にかかる側圧（主働土圧）は変化せずほぼ一定値となった。この時の主働土圧は計算より求めた Rankine 主働土圧に近く、深さ方向に直線的に増加する分布形状となった。これは地盤が一様に塑性化したためと考えられる。なお、せん断抵抗角(ϕ)は Tatuoka, F. et al. (1987) による豊浦標準砂の平面ひずみ圧縮試験¹⁾により求められたものを使用した。Case2 では地盤の塑性化後の矢板にかかる側圧は矢板の上端付近では静止土圧に近く、下端付近では主働土圧より小さくなった。これは、上端付近の地盤は横方向の変形をほとんど受けないこととアーチ作用等のため土圧は静止土圧に近くなり、矢板下端から 8 cm 付近では主働土圧が生ずるのに必要な横変位を地盤が受けているので主働土圧に近くなり、これより深い位置では主働状態発生に要する以上の大きな横変位を地盤は受けているが矢板背後の地盤が前方に動くのを妨げるような摩擦力が底面に発生するために土圧は主働土圧より小さくなったと考えられる。Case3 では地盤の塑性化後の矢板にかかる側圧は矢板の上端付近では静止土圧に近く、下端付近では主働土圧に近くなった。これは、Case2 と同様に上端付近の地盤は横方向の変形をほとんど受けないことなどのため土圧は静止土圧に近くなり、矢板下端から 10 cm より深い位置では Case1 と同様に主働土圧が生ずるのに必要な横変位を受けているので主働土圧に近くなったものと考えられる。以上よりすべてのケースにおいて約 2~3% のひずみが発生して主働状態にいたる過程で土圧の再配分が行われたと考えられる。

5. まとめ

遠心模型実験用可動土留めシステムを用いて 50G 場での矢板の変形に伴う矢板にかかる側圧を測定する実験を行った結果、次の知見を得た。

- (1) 矢板を主働側に変位させたケースにおいて土圧が変形にともない減少したが、その減少傾向がケースごとに異なっていた。
- (2) 下端を中心に矢板を変位させると、主働土圧は Rankine 主働土圧に近く、深さ方向に直線的に増加する分布形状となった。これは地盤が一様に塑性化したためと考えられる。
- (3) Case2（上端を中心に変位）及び Case3（中央部だけふくれる）では矢板の上端付近で静止土圧に近く、下端付近で主働土圧に近くなった。これは矢板の変形に対応して地盤が主働化する過程で土圧の再配分が行われたためと考えられる。

〈参考文献〉1) 龍岡 文夫、堀井 宣幸他：各種せん断試験試験機による砂の内部摩擦角、土と基礎、Vol.35, No.12, pp.55~60, 1987 2) 山口 柏樹：「土質力学」、技報堂 3) 阪野 正明、中井 照夫他：壁面摩擦、壁体剛性を変えた山留め掘削実験、第 32 回地盤工学会発表講演集、pp.1679~1680, 1997

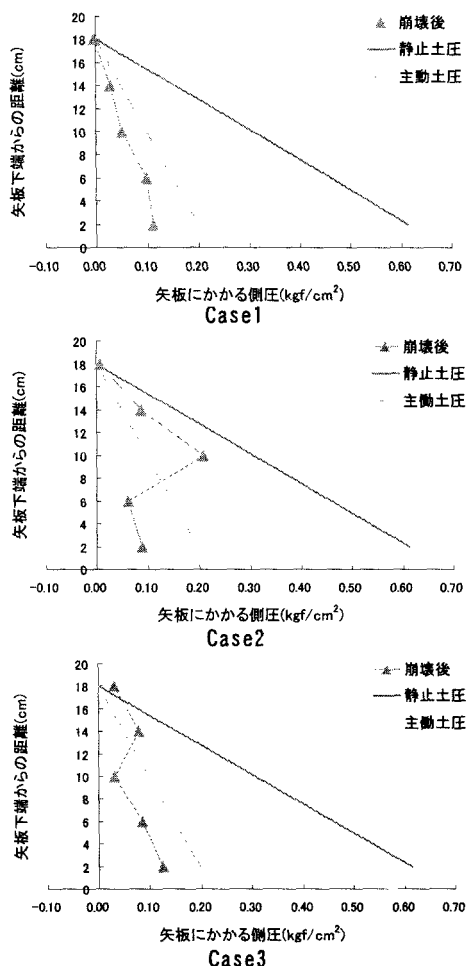


図-3 矢板にかかる側圧分布