

壁体の変位・変形と裏込め地盤の崩壊形状について

九州大学 学生員 ○中馬 健太郎 九州大学 正 員 落合 英俊
九州大学 正 員 安福 規之 九州大学 正 員 大野 司郎

1. はじめに

山留め壁の変位・変形によって生じる裏込め地盤の崩壊は可能な限り防ぐべき問題の一つである。本研究では、アルミ棒による二次元模型地盤を用いて、山留め壁の変位・変形によって生じる裏込め地盤の崩壊形状、すべり面の観察を行った。また、壁の変形に数種類のパターンを与え、壁面の摩擦の有無・壁体の変形パターンの変化による崩壊形状の差異を検討した。

2. 実験装置及び実験条件

実験は、奥行き5cm(アルミ棒の長さ)のアルミ棒積層体模型地盤を用い、壁の変形パターンを①下端ヒンジ、②上端ヒンジとして主働状態・受働状態に対して実施した。「下端ヒンジ」とは壁体下部を中心として壁体上部が変形することによって裏込め地盤が崩壊する場合に相当する。また「上端ヒンジ」とは壁体上部を中心として壁体下部が変形することによって裏込め地盤が崩壊する場合に相当する。ここでは、それぞれの変形パターンに対して、壁体に摩擦の有る場合と、無い場合の2つの条件を考えた。摩擦有りの条件は、壁面にサンドペーパーを貼り、摩擦無し条件は、壁面にテフロンテープを貼って実験を行った。また、実験の際、模型地盤の密度を一定とするよう二次元モデルの高さを測ることによって調整した。壁の変位は、壁体端部の水平変位が、0mm～150mmの範囲とし、その水平変位5mm毎に裏込め地盤の崩壊形状の写真を撮影した。その写真により、崩壊形状の検討を行った。なお、アルミ棒の内部摩擦角は、二軸試験の結果に基づく $\phi=18^\circ$ である。

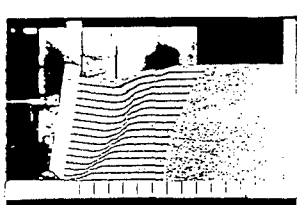
3. 崩壊形状の検討

写真①～④は主働状態、写真⑤～⑧は受働状態での崩壊形状であり、奇数番号が摩擦無し、偶数番号が摩擦有り

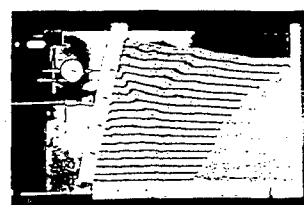
①下端ヒンジ・主働・摩擦無し



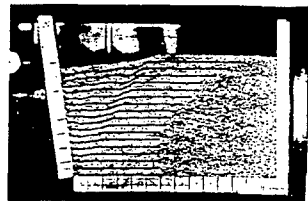
③上端ヒンジ・主働・摩擦無し



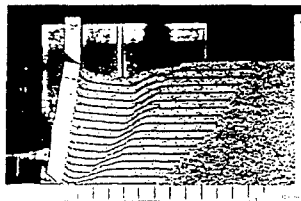
⑤下端ヒンジ・受働・摩擦無し



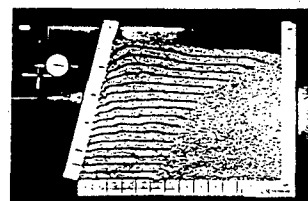
②下端ヒンジ・主働・摩擦有り



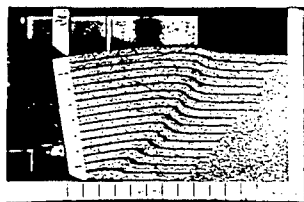
④上端ヒンジ・主働・摩擦有り



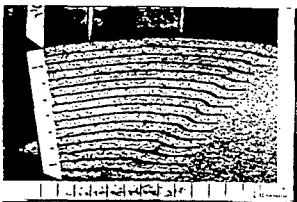
⑥下端ヒンジ・受働・摩擦有り



⑦上端ヒンジ・受働・摩擦無し



⑧上端ヒンジ・受働・摩擦有り



の条件である。壁体の変位は①、②、⑤、⑥が下端ヒンジによる上部転倒であり、③、④、⑦、⑧が上端ヒンジによる下部転倒である。表1はそれぞれの裏込め地盤崩壊の特徴をまとめたものである。

3-1 主働状態での崩壊形状

主働状態の裏込め地盤の崩壊には、摩擦の有無で大きな差は現れず、ほぼクーロンの仮定した三角楔を形成した。上端ヒンジ、下端ヒンジともに若干の差はあるものの、壁面下端からのすべり面が、水平面から $45^\circ + \phi/2 = 54^\circ$ のライン上によくのった崩壊の形状だった。

3-2 受働状態での崩壊形状

3-2-1 受働状態下端ヒンジの崩壊形状

写真⑤、⑥から受働状態下端ヒンジの場合、上辺部分に三角形の楔の部分ができ、その楔が上方へ抜けていくような変形をすることが分かった。摩擦のない場合は、ごくわずかな壁の変位差で二等辺三角形に近い楔が形成され、摩擦のある場合は壁の変形が十分大きくなると楔が見られず、その楔は摩擦のない場合よりも大きな楔を形成した。これは、壁面の摩擦で固定された壁面周辺の地盤が壁面からの横方向の力に拘束され、さらに、その周囲のアルミ棒に拘束力を伝播し、摩擦による拘束力によって楔も大きくなったものと考えられる。

3-2-2 受働状態上端ヒンジの検討

受働状態上端ヒンジの条件では、摩擦の有無によらず十分に大きな壁の変形が生じたときにすべり面が明確なものとなった。写真⑦、⑧から上端ヒンジの受働状態での崩壊形状の違いは、すべり面の始点にあると考えられる。写真から分かるように、摩擦のない場合すべり面の始点は、変位する壁面の下端近くから始まり、裏込め地盤上部に発達する。一方、摩擦のある場合には、変位する壁の先端からかなり離れた位置から、すべり面が始まっている。この状態が起こる理由も、下端ヒンジの受働状態のように、壁面の摩擦力の拘束によるものと考えられる。それゆえに、横方向の力の伝播が弱まった場所付近（壁から離れた場所）から、すべりが生じるものだと考えられる。

4 まとめ

今回の実験により、以下の事が分かった。

裏込め地盤の崩壊形状に及ぼす壁面摩擦の影響は、受働状態で顕著にでる。

【参考文献】古賀 司：二次元積層体の支持力に関する研究 pp.54-55 平成7年2月

	下端ヒンジ		上端ヒンジ	
主働土圧	①〈摩擦無し〉	②〈摩擦有り〉	③〈摩擦無し〉	④〈摩擦有り〉
クーロンのすべり面の形状とほぼ類似していた。	* 摩擦の有り無しで、崩壊形状の違い見られなかった。 * クーロンの仮定した三角楔の土塊で崩壊した。		* 摩擦の有り無しで崩壊形状に有為な差は見られなかった。 * やや下に凸の曲線形状の土塊で崩壊した。	
受働土圧	⑤〈摩擦無し〉	⑥〈摩擦有り〉	⑦〈摩擦無し〉	⑧〈摩擦有り〉
クーロンのすべり線の形状と異なったすべり面となった	* 壁の変形が小さな段階から裏込め地盤の上部に三角楔が形成され、その部分が上方へ抜けるように変形した。	* 壁の変形が十分に大きくなるまですべり線は生じず、摩擦のない場合に比べ大きな楔を形成した。 * クーロンの仮定する三角楔よりも小さなものであった。	* 摩擦壁の下端に近い地点からクーロンの仮定した三角形楔よりも小さい土塊ですべり線が形成された。	* 摩擦壁の下端より大きく離れた地点からすべり線が見られ、台形に近い崩壊土塊が形成された。

表一 実験結果（主働・受働、上端ヒンジ・下端ヒンジ、摩擦の有・無、の違い）