

アルミ棒積層地盤を用いた擁壁転倒時の地盤内の変形挙動

Mechanical behaviors with the rotation of retaining wall on the ground layered by aluminum rods

平 瑞樹・片岡 賢太郎・高木 東

Hira Mizuki, Kataoka Kentaro and Takagi Azuma

1. はじめに

九州南部や離島では未曾有の集中豪雨により、斜面の崩壊、斜面保護工のはらみ出しや擁壁の崩壊が発生している。本報告は、擁壁が外力を受けて動き出すことで、地盤が崩壊するメカニズムを室内実験により検証し、災害に強い構造物を設計するための基礎研究である。アルミ棒積層体を砂地盤と仮定した2次元模型実験装置を用いて、擁壁の転倒問題に着目したケーススタディを行い、擁壁背面地盤の変形挙動や崩壊形状を考察する。加えて、ジオシンセティックにより補強した地盤の挙動についても考察した。

2. 実験材料とモデル地盤

実験では、長さ50mmで直径1.6mmと3.0mmの2種類のアルミ棒を重量比3:2で混合し、砂地盤と仮定した。地盤の初期密度を緩い場合（間隙比0.243）および密な場合（間隙比0.205）の2種類、擁壁高さを250, 300, 350mmの3種類、地盤と擁壁間の摩擦を考慮した2種類の試験、擁壁板を直角から受働方向と主働方向に転倒させる24ケースを実施し、背面地盤に及ぼす擁壁の挙動や崩壊メカニズムを観察する。同時に、水平変位に伴う水平荷重の変化より、応力とひずみ関係について考察した。図-1に試験機の概略図を示す。また、モデル地盤の定数を表-1に示す。

3. 実験方法

擁壁を主働方向または受働方向に一定の速度（1.0mm/min）で動作するように設定する。また、変形挙動の可視化のために、モデル地盤の表面に20mmメッシュを描き、水平変位0.5mm毎の水平荷重を記録し、デジタルカメラにより撮影を行う。補強材料として、紙とガーゼの2種類を選定した。敷設する補強材の深さを2種類（初期地盤高さに対し、地盤上端か1/2, 1/6の深さに配置）、長さも2種類（浅い、深い）とした。特に、擁壁が転倒する際、地盤が変形を起こしにくい効果的な補強材の配置や長さについて検討する。

4. 実験結果と考察

4-1. 地盤の密度や擁壁高さの影響

図-2に壁面摩擦が小さい場合の擁壁転倒実験の結果を示す。土圧 P は水平荷重計の出力値であり、擁壁幅50mmに対する土圧とする。 d/L は、擁壁板の傾斜状況を表し、 d は載荷位置の水平変位、 L はヒンジ中心から載荷位置までの擁壁板長（182mm）とする。

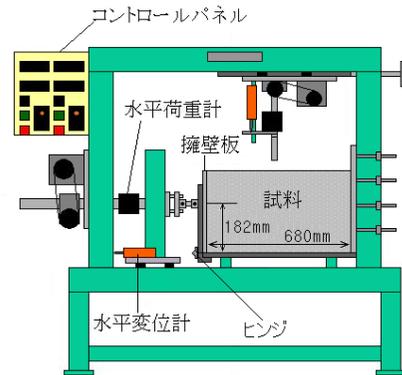


図-1 試験機の概略

表-1 モデル地盤の定数

地盤密度	単位体積重量 γ (kN/m ³)	内部摩擦角 ϕ (°)	壁面摩擦角 δ (°)	
			摩擦小	摩擦大
緩い地盤	21.29	29.7	19.0	27.0
密な地盤	21.95	33.3	19.0	27.0

主働域においては、 $d/L = -0.003$ (0.5mm) までに土圧が急激に減少し、その後は一定の値を示し、残留強度状態に遷移してくる。受働域では、緩い地盤に比べて、密な地盤の方が変位量の小さな領域で土圧は大きく増加している。

図-3に受働域の土圧（相対量）と傾斜状況の関係を示す。各地盤の初期密度の違いによる擁壁高さの異なる実験において、土圧の増加量は、転倒割合が進むにつれて250mmと300mmでほぼ同じ割合で増加しているのに対して350mmでは多少小さな値を示した。また、密な地盤に比べて、緩い地盤の方が増加割合は大きい。緩い地盤では間隙比が高く、粒子が間隙に入り込み、密度が徐々に大きくなるため、土圧も徐々に増加すると考えられる。また、緩い地盤ではせん断帯が観察されないが、密な地盤では、せん断帯が現れ、すべり線が確認できた。

4-2. 補強材敷設の影響

図-4には、受働方向の傾斜割合と強度の関係を示す。傾斜割合0.1以降でデータに乱れが生じている。これは、アルミ棒が幾度も地盤の再配列を繰り返し、荷重が大きく変化したと考えられる。また、傾斜割合0.1の範囲では、補強なしの実験よりも補強材を入れた方が、土圧がより大きくなる傾向を示した。

図-5には、傾斜割合0.082 ($d = 15\text{mm}$)における補強深さの比と強度関係について示す。浅い位置に敷設した方が、耐荷重が大きくなったことより、受働方向の転倒に対しては、浅い補強で地盤が十分に強化される。また、敷設長さの違いについては、比較的短い補強材を敷設しても効果が得られることが分かった。

5. まとめ

アルミ棒積層体を用いた擁壁の転倒実験を行い、地盤内部の挙動の把握や可視化により得られた知見を以下に示す。

(1) 地盤の初期密度の違いが変形挙動及び土圧に影響を与えることがわかった。また、地盤と擁壁間の摩擦については、地盤密度が大きな場合、初期の段階で、土圧の大きさに影響を与える傾向がうかがえた。

(2) 補強材を地盤の適切な位置に敷設することで、地盤の変形や強度に影響を及ぼすことが実験的に確認できた。

(3) 主働と受働の载荷方向の違いにおいて、補強材の種類による影響の違いが確認できた。補強材の種類、設置する位置の適切な選定が地盤の変形・強度に大きな影響を及ぼす。

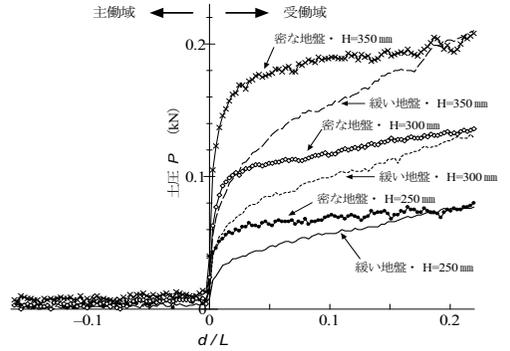


図-2 擁壁の転倒実験結果

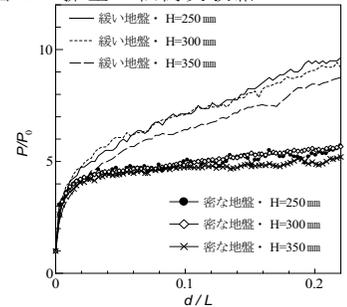


図-3 擁壁の転倒実験の結果（摩擦小）

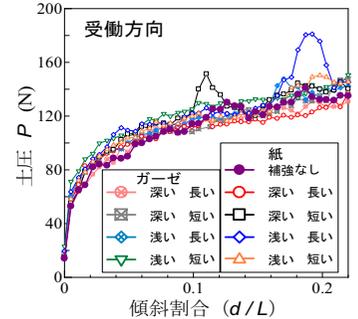


図-4 傾斜割合と強度の関係（受働）

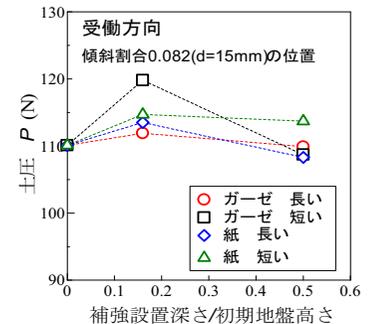


図-5 補強深さの比と強度関係