

ジオグリッド補強土構造物の補強効果に関する二次元積層体モデル実験

九州大学工学部 ○学 二宮庸平

九州大学大学院 F 落合英俊 正 安福規之 学 河村隆

三井石化産資(株) 正 平井貴雄

1.はじめに

これまでの一連の研究¹⁾から、ジオグリッドを土中に敷設することによる補強効果は、ジオグリッドに発生する引張り力に起因する引張り補強効果と、引張り補強効果以外の効果である拘束効果の和であることを明らかにしている。

本研究では、この引張り補強効果以外の効果の存在を模型実験を通して明確にするために二次元積層体モデル実験を行った。前報²⁾にて、実験装置の概要及び補強効果の評価とその指標について述べているため、本文では特に実験結果を整理し拘束効果の考察を行う。

2. 実験概要

実験は図-1に示す二次元積層体モデル実験装置を用いて行った。詳細は参考文献2)を参照されたい。実験条件としては、無補強と補強の2つのパターンの実験を行った。補強材にはゴムシート(長さ25cm)を用い、支点から10cm間隔で2本敷設した。補強材と壁面との結合部は、壁面が主働側に動くのに伴って補強材端部がスライドできるように柔固定している。二次元積層体モデルとしてアルミ棒を用いた。アルミ棒は、直径1.6mmと3.0mmのものを重量比3:2の比率で混合している。アルミ棒の内部摩擦角は 20° である。

3. 実験結果

補強材を敷設していない無補強の状態では壁面を主働側に傾けていく場合の無補強時に壁面に作用する水平土圧 P_{MN} と壁面の傾きの関係を図-2に示す。

補強材2本を10cm間隔で敷設した供試体に対して、無補強と同様に実験を行った。図-3は、補強した場合の壁面に作用する水平土圧 P_{MR} と壁面の傾きの関係である。

図-2,3より、無補強時の水平土圧は、壁面がごくわずかに傾いた 89.5° 以前に主働状態に入っていることがわかる。一方補強時は無補強時ほど明確でないにしても 89° 前後で主働状態になっていると考えられる。そこで壁の傾きが 89° 前後における両者の壁面水平土圧について比較を行った。その結果を表-1に示す。表-1に示すとおり、補強材を敷設した場合、参考文献2)で定義した土圧軽減率は $R_M=0.15$ となった。

4. 理論式による無補強と補強材を入れた場合の比較

(1)無補強

クーロンの土圧理論に基づいて、壁面の反力を計算する式を示すと、次のようになる。

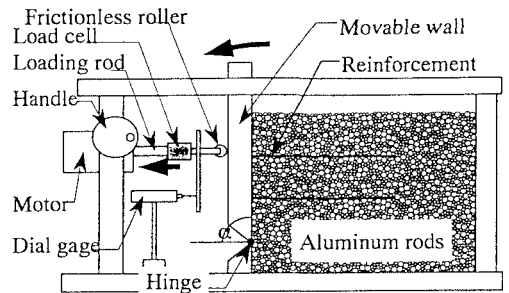


図-1 実験装置概略図

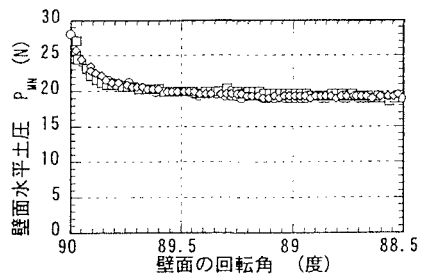


図-2 無補強実験の結果

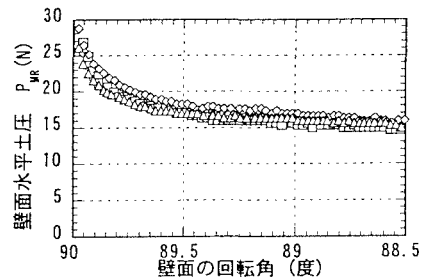


図-3 補強実験の結果

表-1 実験による土圧軽減率

無補強時の水平土圧 P_{MN}	19.28N
補強時の水平土圧 P_{MR}	16.45N
土圧軽減率 $R_M (=1 - \frac{P_{MR}}{P_{MN}})$	0.15

$$P_{CN} = \frac{\frac{1}{2} \gamma H^2 \cot \theta}{\sin \delta + \cos \delta \cdot \cot(\theta - \phi)} \quad (1)$$

ここで γ :単位体積重量, δ :壁面摩擦, ϕ :内部摩擦角, H :壁面の高さである。(1)式中で γ, δ, ϕ, H は定数、 θ は変数である。ここでは P_{CN} を最大にする θ を求め、この θ を用いて無補強時の壁面水平土圧の理論値 P_{CN} を求める。

(2)補強材を敷設した場合

補強材を敷設して実験を行うのに先駆けて、補強材に発生する引張り力を考慮するため、補強材であるゴムシートの引張り試験を行い、補強材ののび剛性を求めた。また、ゴムシートを補強材として敷設した補強実験中にデジタルスチルカメラを用いて補強材の伸びの様子を撮影することによって図-4(a), (b)に示す補強材に発生する引張り力の分布を求めた。図中に示す T の値はすべり面と補強材が交わる位置における引張り力を表している。図-4(a)に示す上層の補強材の引張り力には大きなばらつきがみられたため、ここでは図-4(a)に示した引張り力の最大値 T_{max} と最小値 T_{min} の両方の値を用いて補強時の壁面反力を求めることとした。理論式による補強時の壁面反力 P_{CR} は、式(1)に引張り力を考慮することで式(2)のようになる。

$$P_{CR} = \frac{\frac{1}{2} \gamma H^2 \cot \theta - \sum t_i \cot(\theta - \phi)}{\sin \delta + \cos \delta \cdot \cot(\theta - \phi)} \quad (2)$$

式(2)を用いて補強時の壁面反力 P_{CR} を求めた。その結果を表-2に示す。

5. 実験値と理論値の比較

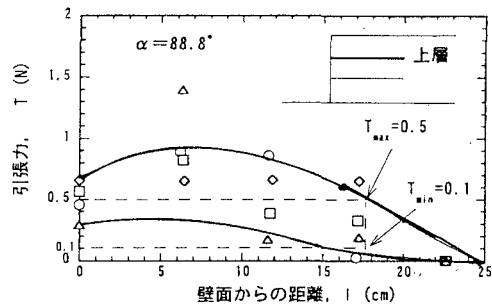
実験値と理論値を比較して引張り力以外の補強効果について検討する。表-1, 2に示す値を用いて、土圧軽減率 R_C と R_M を比較すると図-5のようになる。両者の大小を比較すると、 $R_M > R_C$ となる。このことは、補強材を敷設すること起因する補強効果として、引張り力による効果とは別にそれ以外の効果(拘束効果)が発揮されている。つまり差分 $R_M - R_C$ が拘束効果であることを示唆する。今後実験データを蓄積し拘束効果が発揮されていることを確認する。

6. まとめ

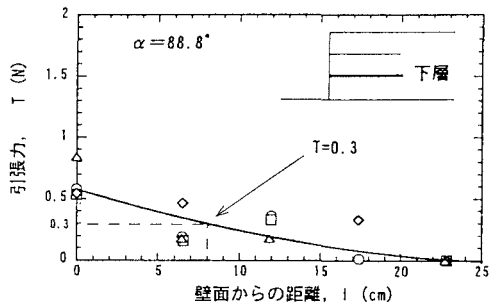
補強材を敷設することによる補強効果として生じる壁面土圧の軽減を、実験と理論式の両者から求めた。その結果以下のような結論を得た。

- (1) 実験における土圧の軽減のほうが理論式から求めた場合よりも大きくなる、これは理論式が補強材を敷設することによる補強効果として引張り補強効果のみを考慮しているためだと考えられる。
- (2) 差分が引張り力以外の効果、拘束効果である。

【参考文献】1)河村ら、ジオグリッド補強土の拘束効果と補強材形状について、ジオシンセティックス論文集第13巻、pp.306-305, 1998.2)河村ら、二次元積層体モデル実験を用いたジオグリッド補強土構造物の拘束効果、平成11年土木学会西部支部研究発表会(投稿中)



(a) 上層の補強材の引張り力



(b) 下層の補強材の引張り力

図-4 補強材の引張り力

表-2 理論式による土圧軽減率

	$T_{max}=0.5$	$T_{min}=0.1$
無補強時の水平土圧 P_{CN}	18.98N	
補強時の水平土圧 P_{CR}	17.29N	18.18N
土圧軽減率 $R_C (=1 - \frac{P_{CR}}{P_{CN}})$	0.089	0.042

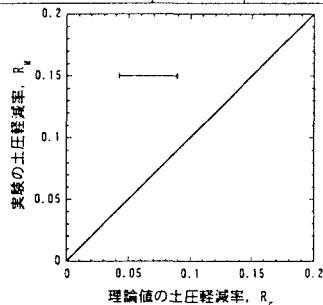


図-5 土圧軽減率 R_M と R_C の比較