

二次元積層体モデルを用いたジオグリッド補強土構造物の拘束効果

九州大学大学院 学 河村 隆 F 落合英俊 正 安福規之
(株)三井石化産資 正 平井貴雄

1. はじめに

著者らはこれまでにジオグリッド補強土の補強効果を評価するためのせん断試験装置を用いて補強効果の検討を行ってきた¹⁾。その結果、ジオグリッド補強土の補強効果は、補強材に発生する引張力に起因する引張り補強効果と、引張り補強効果以外の補強効果である拘束効果の和で表されることを明らかにしている。しかし、この効果を実問題に適用するために、実際の構造物中で発揮される拘束効果を評価する必要がある。

今回、このことを明らかにする目的で、二次元積層体モデルを用いた模型実験装置を新たに作製し、補強効果の評価を行った。本文では、特に実験装置の概略および実験の結果得られる引張り補強効果及びそれ以外の補強効果の評価法について述べる。

2. 実験概要

図-1に二次元積層体モデル実験装置の概略図を示す。図中の右壁は固定壁面であるが、左壁は底面から高さ5cmの位置をヒンジ支点にして回転できる可動壁になっている。可動壁と载荷ロッドの間には摩擦を除去するために摩擦のないローラーを介している。供試体には2次元積層体モデルとして、直径1.6mmと3.0mmを重量比3:2の比率で混合した長さ5cmのアルミ棒を用いる。アルミ棒積層体の高さは土層底面から35cmである。補強土を想定した試験では、補強材にゴムシートを用いた。補強材の左端部は可動壁に固定して使用した。ゴムシートの表裏面には、図-2に示すようにジオグリッドの横リブに見立てて直径1.6mmのアルミ棒を1.5cm間隔で接

着している。

実験は、可動壁を垂直 $\alpha=90^\circ$ にした状態からモーターを逆回転させ载荷ロッドを図-1中の左方向に引き、ヒンジ支点を中心に一定速度で可動壁を主働側に倒す方法で行う。実験中は、载荷ロッドに取り付けたロードセルおよびダイヤルゲージにより可動壁にかかる力と壁面の変位を測定する。ゴムシート補強材に発生する引張力は、デジタルスチルカメラにて撮影した画像をパソコンにより処理することにより、ゴムシートの伸びひずみを求め、あらかじめ求めておいたゴムシートの伸び剛性を用いて算定する。

3. 実験結果の整理と補強効果の評価

3.1 実験結果の整理

無補強の条件下で行った実験から得られた水平土圧 P_{MN} と壁面回転角 α の関係を図-3に示す。水平土圧の値は、実験開始と同時に急激に減少しほぼ一定値に収束する傾向になる。これは実験開始からすぐに静止土圧状態から主働土圧状態に移行すること

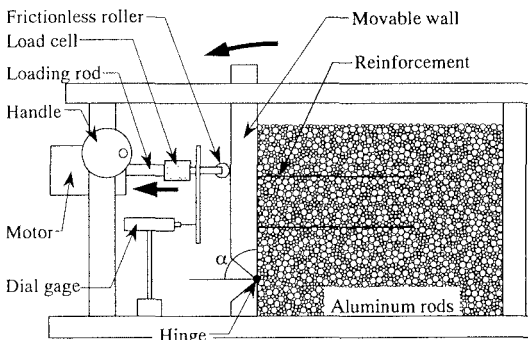
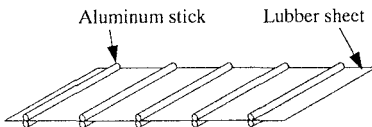


図-1 実験装置概略図



ジオグリッドの横リブを想定し補強材の表面に等間隔でアルミ棒を付着させる

図-2 実験に用いるゴムシート補強材

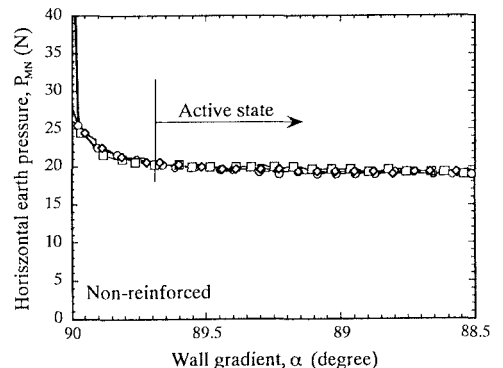


図-3 無補強時の水平土圧 P_{MN} と壁面回転角 α の関係

を意味している。したがって、主働状態になった状態を比較対象とするために傾斜角 $\alpha=89^\circ \sim 89.5^\circ$ における土圧の値を用いて補強効果の検討を行う。

3.2 無補強時の理論値

主働状態に至る α がおおむね 90° であることから、理論値を求める際には $\alpha=90^\circ$ として計算を行うこととする。鉛直壁面に作用する無補強時の壁面反力理論値 P_{CN} は、クーロンの土圧理論に基づき、式(1)により求まる(図-4参照)。

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

ここで、 P_{CN} ：無補強時の壁面反力の理論値、 $W(=1/2\gamma H^2)$ ：すべりくさびの自重、 R ：すべり面上の反力、 ϕ ：内部摩擦角、 δ ：壁面の摩擦、 θ ：すべり角度である。式(1)中で、 γ 、 H 、 δ 、 ϕ は定数であるが、 θ のみは変数である。式(1)が最大値を満たすためには、次の2つの条件が必要である。

$$\frac{dP_{CN}}{d\theta} = 0, \quad \frac{d^2P_{CN}}{d\theta^2} \leq 0 \quad (2)$$

上2式を満たす θ を算出し、その θ を用いて無補強時の壁面反力理論値 P_{CN} を求める。

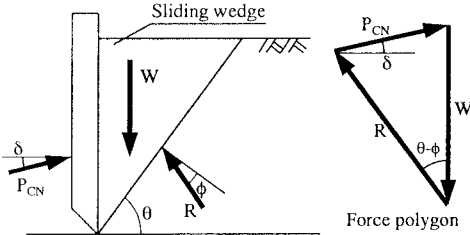


図-4 無補強時の主働土圧

3.3 補強時の理論値

クーロン土圧理論を参考に、補強時の壁面反力理論値 P_{CR} を考える。補強時のすべりくさびに働く力と力の多角形を図-5に示す。図中の t_i ($i=1,2,3,\dots$)は、それぞれの補強材に発生する引張力を表している。ここで、補強材は水平に敷設されるので、補強材引張力も水平に作用すると考える²⁾。くさびに働く力

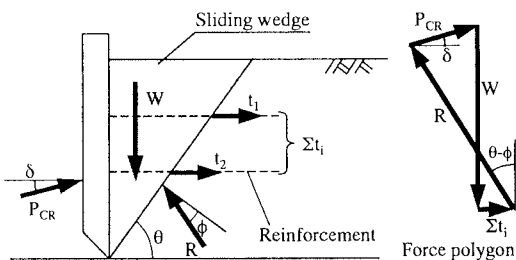


図-5 補強時の主働土圧

の釣り合いを考える際、補強材引張力はそれぞれに働く引張力の総和である Σt_i を用いる。力の多角形より水平、鉛直方向の力の釣り合い式をたてると式(3)、(4)のようになる。

$$P_{CR} \cos \delta - \Sigma t_i = R \sin(\theta - \phi) \quad (3)$$

$$P_{CR} \sin \delta + R \cos(\theta - \phi) = W \quad (4)$$

式(3)、(4)より補強時の壁面反力理論値 P_{CR} は次式のようにになる。

$$P_{CR} = \frac{\frac{1}{2}\gamma H^2 \cot \theta - \Sigma t_i \cot(\theta - \phi)}{\sin \delta + \cos \delta \cdot \cot(\theta - \phi)} \quad (5)$$

補強時の壁面反力 P_{CR} も式(1)にて P_{CN} を求めた際と同様に、式(5)に関して式(2)の条件を用いて得られる θ を用いて算出する。

3.3 実験結果と理論値を比較するための指標

実験値と理論値を比較するための指標として、それぞれの土圧軽減率 R_M (実験値)、 R_C (理論値)を次式で定義した。

$$R_M = \frac{P_{CN} - P_{CR}}{P_{CN}} = 1 - \frac{P_{CR}}{P_{CN}} \quad (6)$$

$$R_C = \frac{P_{CN} \cos \delta - P_{CR} \cos \delta}{P_{CN} \cos \delta} = 1 - \frac{P_{CR}}{P_{CN}} \quad (7)$$

この指標を用いて補強効果を検討する。引張力以外の補強効果が発揮されていれば水平土圧はより軽減される。理論値は引張力に起因する効果のみを考慮して土圧が計算されている。実験において引張力以外の効果が発揮されていれば次式が成り立つ。

$$R_M > R_C \quad (8)$$

すなわち、理論値と実験値の差分 $R_M - R_C$ が引張力に起因する補強効果以外の効果を表している。

4. まとめ

拘束効果が実際の地盤中で発揮されていることを確認するために、2次元積層体モデル実験装置を新しく作製した。本文では、実験装置の概要の説明、クーロン土圧理論を用いた補強土壁の壁面反力の算定法および理論値と実験値から得られる補強効果との比較に関する指標を提示した。2次元積層体モデル実験装置を用いた実験結果および、実験値と理論値の土圧軽減率の比較に関しては次報³⁾にて述べる。【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) D. Leshchinsky & E. B. Perry, On the design of geosynthetic-reinforced walls, Geotextiles and Geomembranes, Vol. 8, pp.311-323, 1989. 3) 二宮ら、ジオグリッド補強土構造物の補強効果に関する2次元積層体モデル実験、平成11年度土木学会西部支部研究発表会(投稿中)