

敷設間隔に着目した二次元積層体モデルによる補強土構造物の拘束効果

九州大学大学院 学〇 二宮庸平 F 落合英俊 正 安福規之 正 中島通夫

1.はじめに

ジオグリッド補強土構造物の補強効果は、補強材に発生する引張り力に起因する効果のみで評価されることが多い。しかし、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効果と、それ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。また、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ている拘束効果を評価する必要がある。

本研究では、二次元積層体モデル実験装置を用いて補強効果の評価を行った。実験では、まず補強材に引張り力が働かない状態を作り出し、その状態の補強材を敷設した場合の補強効果を調べることに、拘束効果と補強材の敷設間隔の関係を調べた。

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。可動壁と載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。供試体には二次元積層体モデルとして、直径1.6cmと3.0cmを重量比3:2の比率で混合した長さ5cmのアルミ棒を用いている。アルミ棒積層体の高さは土層底面から35cmである。実験は、可動壁を垂直 $\alpha=90^\circ$ にした状態からモーターを回転させ載荷ロッドを図-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動側に倒す方法で行う。実験中は、載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掛かる力と壁面の変位を測定する。

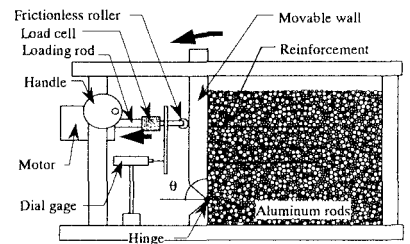


図-1 実験装置概略図

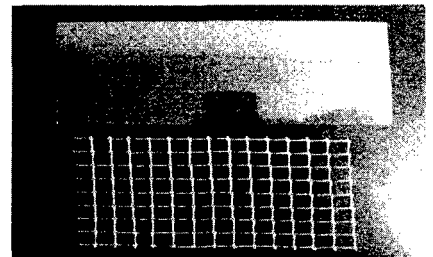


写真-1 補強材の図 (上: OHPシート
下: 格子状のプラスチック材料)

実験に用いる補強材(写真-1)としては、OHPシートとGRID状のプラスチック材料(各長さ25cm)を用いる。その補強材を裁断して分割していき、どれ程分割すれば引張り効果が現れなくなるのかを調べ、その結果をもとに引張り効果の期待できない補強材を供試体中に敷設することにより補強効果を調べる。

3.実験結果

3.1 補強材の引張り力に関する実験

この実験は、裁断して分割した補強材(図-2)を敷設して補強効果を調べるものである。図-3には、補強材を等間隔に5枚敷設した場合($\Delta h/H=0.16$)の、水平土圧と壁面回転角の関係を無補強の場合、分割していない補強材を用いた場合、2分割、5分割、10分割の場合のそれぞれについて示している。補強効果を、無補強時の土圧からの軽減量で検討してみると、その結果、補強材の分割数が増えるにつれて補強効果が減少していることがわかる。この補強効果の減少は、分割数を増やすことにより補強材に発生する引張り力が減少することによると考えられる。この関係に着目して、補強材を等間隔に5枚敷設した場合($\Delta h/H=0.16$)の補強効果と分割数の関係を示したのが図-4である。この図の横軸 $\Delta L/L$ は図-6に示すようにランキン土圧を仮定したときの地表のすべり土塊の長さ L と、分割した補強材の単位長さ ΔL の比として与えられる。例えば $\Delta L/L=0$ は、無限数に分割したことを意味する。この結果から、分割数の増加に伴って補強効果は減少していくが、補強材を10分割程度分割すると補強効果の減少は収束する傾向にあることがわかる。この状態では、補強材に引張り力は働かず、相対的には無視できるほど小さいと考える。それにも関わらず図

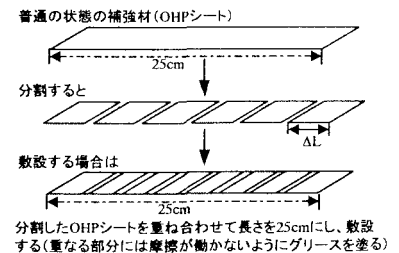


図-2 分割した補強材の図

-4 から $\Delta P_M / P_{M0} = 0.2$ 程度の補強効果が発揮されていることがわかる。それは引張り補強効果以外の効果としての拘束効果と判断する

3.2 拘束効果を表現するための指標

図-5(a)に P_{M0} と ΔP_M の定義図を示す。これは図-3 を模式的に示したものである。図-3 より $\theta = 89.6^\circ$ の時には主働状態になったと考えられ、このときの水平土圧を用いて以後結果の整理をする。ここで、 P_{M0} は $\theta = 89.6^\circ$ での壁面水平土圧であり、 ΔP_M はその時の補強効果による土圧の減少量である。これらを用いた $\Delta P_M / P_{M0}$ は、無補強時の水平土圧に対して、補強した場合にはどれほどの補強効果があるのかを示す値である。

図-5(b)は、 H 、 Δh 、 L の定義図である。 H は供試体の高さであり、本研究では $H = 30\text{cm}$ である。また、 Δh は補強材敷設間隔である。結果の整理において用いる $\Delta h / H$ は、補強材の敷設間隔を表す無次元定数である。次に、補強材の分割に関する記号であるが、図-2 に示してある ΔL は、補強材を分割したときの個々の長さを示している。また、図-6 に示している L は、補強材の分割の程度を無次元的に表すために用いたものであり、結果の整理では $\Delta L / L$ で補強材の分割程度を表している。

3.3 補強材の敷設間隔と拘束効果

ここでは、3.1 の実験によって得られた結果をもとに、十分分割することによっても発揮される補強効果（拘束効果）と補強材敷設間隔との関係を調べる。図-4 は、 $\Delta h / H = 0.16$ での結果を整理したものであるが、このときの拘束効果は、 $\Delta L / L = 0$ の時の $\Delta P_M / P_{M0}$ であり、 $\Delta P_M / P_{M0} = 0.20$ と外そうできる。敷設枚数を変えて行った実験を同様に整理し、その結果をまとめると図-6 のようになる。なお、図の縦軸 ($\Delta P_M / P_{M0}$)_{confining effect} は、図-4 における曲線と縦軸の交点の値である（図-4 の場合 0.2）。これより、敷設間隔が狭くなると拘束効果は大きくなるのが分かる。また、OHP シートと GRID により補強効果に差が見られるのは両者のアルミ棒との摩擦の違いによるところが大きいと考えられる。

4. まとめ

裁断して分割した補強材を用いて補強効果を調べることにより、補強材敷設間隔と拘束効果の関係を調べた。その結果、図-6 に示しているような結果を得た。これより 1) $\Delta h / H = 0.5$ では 5% 程度の拘束効果が発揮されているが、 $\Delta h / H = 0.1$ では 25% 程度の拘束効果が発揮されている。つまり、補強材の敷設間隔が狭くなれば拘束効果は大きく発揮されることがわかる。2) OHP シートと GRID を補強材として用いた場合の両者の差は、アルミ棒とその補強材とのかみ合わせ、つまり摩擦の違いが影響しているものと考えられる。

【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

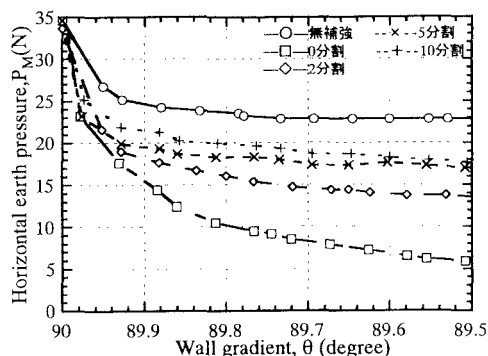


図-3 水平土圧と壁面回転角の関係

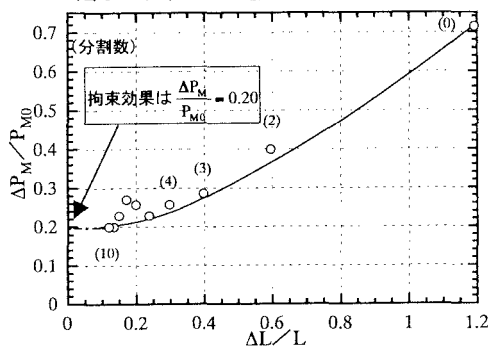
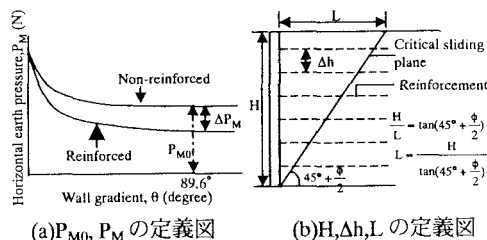


図-4 補強効果と分割数の関係



(a) P_{M0} , P_M の定義図

(b) H , Δh , L の定義図

図-5 拘束効果を表現するための指標

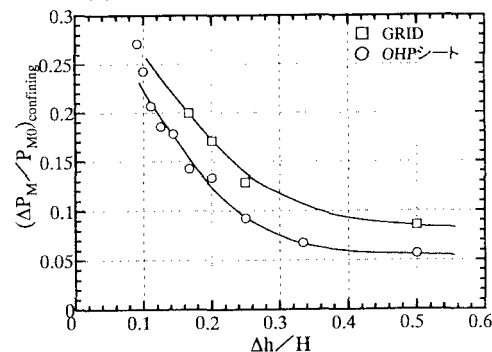


図-6 補強材敷設間隔と拘束効果の関係