

剛塑性有限要素法における補強土モデルの実験的検証

熊本大学大学院 学 ○ 山本健太郎

熊本大学工学部 正 大谷 順

1. はじめに

筆者らは、補強土基礎地盤の局所変形の解明を目的に、アルミ棒積層体模型地盤を用いた载荷実験を実施し、補強材の曲げ剛性や伸縮性の違いによる破壊メカニズムに着目し、写真やビデオを用いて時々刻々の挙動を観察している¹⁾。本報告は、剛塑性有限要素法を用いて模型実験のシミュレーションを行い、すでに提案している補強土モデルを用いた支持力解析法の妥当性について検討するものである。

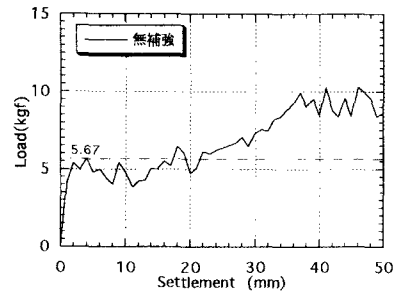
2. 実験概要

実験装置は、アルミ棒積層体部分は、長さ100cm、奥行き5cm、また最大深さは75cmまで可能であるが、本実験では破壊領域を考え、深さを40cmとした。用いたアルミ棒は、砂地盤をモデル化する場合よく用いられる重量比3:2で混合した直径が1.6mmと3.0mmで長さは50mm、内部摩擦角 $\phi=25^\circ$ である²⁾。実験での地盤の単位体積重量は $\gamma=2.23\text{gf/cm}^3$ とした。用いた補強材はその材料特性により、ラバー・メンブレン、紙、プラスチック板の3種類とした。計測については、荷重はブルーピングリング、また沈下は载荷板の位置で変位計によりこれを計測した。そして、補強効果について検討するために、補強材の敷設長や敷設深さ等を変化させた条件で実験を行っている。その実験結果の荷重-沈下曲線を図-1に示す。この図中で、 b は補強材の敷設長、 Z は敷設深さを表す。なお、今回の報告では、補強材として市販の紙を用いた補強地盤の解析結果について述べる。

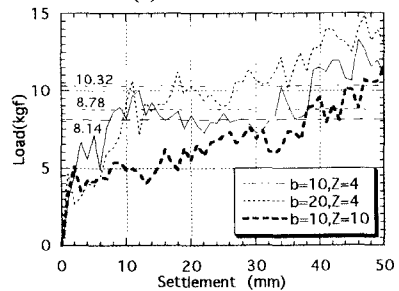
3. 解析手法

本研究では、実験条件と合うように変位速度を与え、破壊時の基礎の接地圧分布を求める変位制御タイプの剛塑性有限要素法を用いた。地盤の構成式としてはDrucker-Pragerモデルを用い、基礎底面が粗い場合を対象とした。

また、補強土モデルについては、筆者らがすで



(a) 無補強地盤



(b) 補強地盤（補強材：紙）

図-1 荷重-沈下曲線

に提案している、補強材とその上下に敷かれる砂層を均質な複合体と考えて、その複合体としての換算強度 C_R のみで評価するモデルを導入している³⁾。

4. 解析結果及び考察

図-2には解析モデルを示す。まず、解析結果の定量的評価を行うために、無補強地盤の実験結果の支持力 $q_0=5.67\text{kgf/cm}$ （図-1(a)参照）に合うように、解析のパラメータを決定した（ $c=0.025\text{kgf/cm}^2$ 、 $\phi=25^\circ$ ）。その結果を図-3に示す。この図から、無補強地盤の破壊領域は浅い領域で発生しており、横方向にも大きく広がっていないことがわかる。次に、図-4には補強材が紙（引張り強度 $T_{\max}=2.4\text{kgf/cm}$ ）で、その敷設長や敷設深さを変化させた場合の補強地盤の解析結果を示す。なお、図中の q_R は破壊時の支持力を示す。図-3と比較すると、図-4(a),(b)では深さ、横方向に破

壊領域がかなり拡大し、破壊時の支持力も大きく
なっていることがわかる。図-4(a)と(b)では補強
材の敷設深さ Z が同じで、敷設長 b のみが違うが、
敷設長のみが大きくなると横方向に破壊領域が
拡大し、破壊時の支持力もまた大きくなっている。
図-4(c)は図-4(a),(b)と異なり、補強材の敷設深
さ Z を載荷幅 B と同じ 10 cm とした場合の結果で
あるが、この場合の破壊領域は図-3 とあまり変
わらず、破壊時の支持力のみが大きくなっている。
このことから、補強材の敷設深さ Z がある程度深
くなると、破壊領域に影響を与えなくなるのがわ
かる。さらに、これらの解析結果の破壊メカニ
ズムが実験で観察されたものよりは破壊領域が大
きく表われているが、破壊メカニズム自体は類似
していることもわかった。また、解析結果である
破壊時の支持力値を図-1(b)の実験から得られた
補強地盤の荷重-沈下曲線の中に書き込んでい
る。これを見ると、図-4(a),(b)のケースではほぼ
妥当な支持力値が得られているが、図-4(c)のケ
ースでは少し大きい支持力値が得られる結果と
なった。これは、図-4(c)では塑性流れ図は無補
強地盤と変わらないが、支持力値には地盤を連続
体と考えた影響が生じたものと思われる。なお、
敷設深さ Z が 15 cm ぐらいになると支持力値の方
も無補強地盤とあまり変わらなくなることは確
認しており、解析手法の妥当性が確認できた。

5. 終わりに

本報告では、アルミ棒積層体模型地盤を用いた
補強土基礎地盤の載荷実験を実施し、剛塑性有限
要素法を用いてそのシミュレーションを行った。
そして、すでに提案している補強土モデルを用いた
支持力解析法の妥当性について考察したもの
である。今後は、補強土基礎地盤の局所変形を解
明するために剛塑性有限要素法に局所的な運動
を考慮する理論を導入し、その支持力解析を実施
する予定である。

【参考文献】 1) 大谷他：補強土基礎地盤における局所
変形の解明,第10回ジオシンセティックスシンポジウム
発表論文集,1995. 2) 村山他：粒状土地盤の局部沈下現
象について,土木学会論文報告集,第172号,1969. 3) Otani, J.
et al.: Bearing capacity analysis of reinforced foundation
ground by geosynthetics, Computer Methods and Advances in
Geomechanics, Balkema 1994.

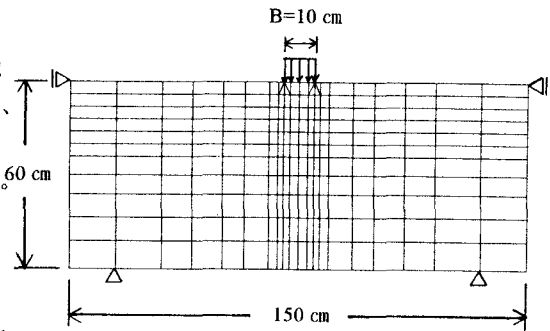


図-2 解析モデル

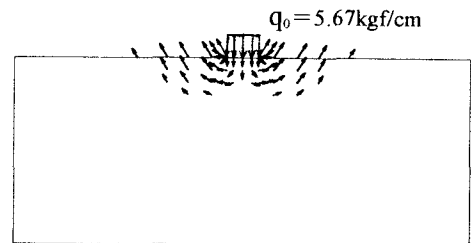
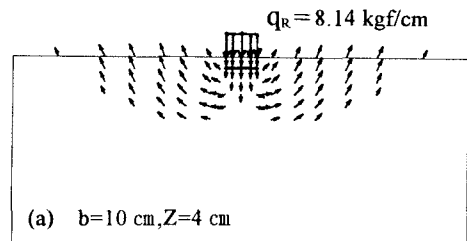
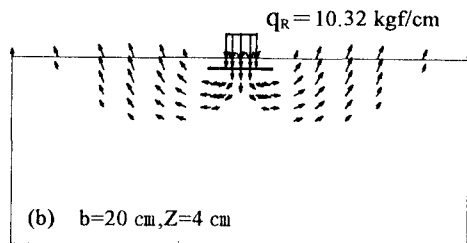


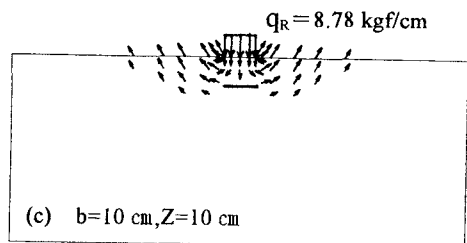
図-3 無補強地盤の塑性流れ図



(a) $b=10$ cm, $Z=4$ cm



(b) $b=20$ cm, $Z=4$ cm



(c) $b=10$ cm, $Z=10$ cm

図-4 補強地盤の塑性流れ図