

III-577

粒状体地盤の有効な支持力補強方法

名古屋工業大学 正会員 ○松岡 元
五 洋 建 設 高木 信宏
佐 藤 工 業 西井 正浩

2 種径のアルミ丸棒積層体を用いて 2 次元粒状体地盤を作製し、和紙を補強材とするフーチングの模型実験を行って、有効な補強方法を模索した。その結果、一枚の和紙を用いて無補強の場合の支持力(フーチング荷重)の 10~20 倍の支持力が容易に得られる方法が見い出されたので報告する。

1. 2 次元粒状体地盤の支持力補強試験の概要

φ1.6mm と φ3mm、長さ 50mm のアルミ丸棒を混合して(混合重量比 3:2)積み上げ、模型地盤を作製した(間隙比 $e=0.23$ 、単位体積重量 $\gamma=G_s/(1+e)=2.69/1.23=2.2\text{gf/cm}^3$)。そして、この模型地盤に種々の方法で和紙を挿入して補強し、フーチング荷重 $Q(\text{kgf})$ ~ 沈下量 $s(\text{mm})$ の関係を測定した。このとき、撮影された重ね撮り写真などから、支持力の発生機構についても考察した。

2. 支持力補強試験の方法

現在よく用いられている地盤の補強方法として、ネットなどの補強材を地盤表層に水平に配置する工法がある。そこで、アルミ棒からなる模型地盤に補強材としての和紙を地盤中に水平に配置して支持力試験を行ってみたが、あまり効果がみられなかった。そのため、図-1に示す弾性応力解による最小主応力 σ_3 の方向にほぼ最小主ひずみ(最大引張ひずみ) ϵ_3 が発生するものとして — 引張補強材である和紙は最大引張ひずみの生じる方向に入れるのが最も効果的であるので — 和紙を円弧状に入れることを行ってみた(写真-1 参照)。ところが、写真-1からわかるように、最初は和紙とアルミ棒の間の摩擦によって少し支持力が増加するが、やがて滑って載荷板の両脇にあふれ出てしまい、もうひとつ効果が上がらないことがわかった。そこで、図-2に示すように和紙の両端を長くして載荷板の下へ折りたたんで包み込む方法を思い付いた。この方法を用いると、支持力が急激に増加したので、以下この補強方法に基づいて種々の比較実験を行い、検討した。

3. 支持力補強試験結果と考察

まず、和紙で包まれた内部のアルミ棒を木に置き換えたもの(木の側面に和紙を貼り付けた)と、和紙で包まれた内部のアルミ棒の前後面をガムテープで固定したものを、通常の和紙内部がアルミ棒だけのものと比較した。木で置き換えたのは、この場合が最大の支持力となるであろうとの予測からであった。ところが、図-3に示すように、むしろ通常の和紙内部がアルミ棒だけのもの(T-2)が最も大きな支持力を与えるという驚くべき結果を得た。これは、写真-2、3からもわかるように和紙が側方にはらみ出して図-2に示す初期の B' よりも大きくなること、アルミ棒の動きが自由であるので和紙を介した内・外部のアルミ棒のかみ合わせがよいことによると考えられる。次に、粘性土などのゆるい構造の地盤を想定して、和紙内部の間隙比を $e=0.23$ から 0.28、0.36 と大きくした試験、さらに極端にゆるい構造として和紙内部を紙巻きタバコに置き換えた試験を行った。図-4より、間隙を大きくする程、最大支持力を発揮する沈下量は大きくなるが、少なくとも無補強の場合の 2 倍程度の支持力は得られることがわ

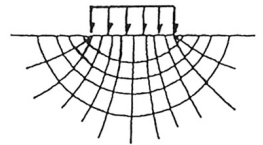


図-1 主応力線図

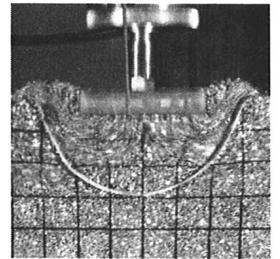


写真-1 円弧状に入れた和紙による補強(載荷板の両脇を包み込んでいない場合)

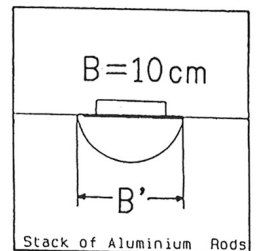


図-2 フーチング下の地盤の一部を包み込む補強方法(B:載荷板幅、 B' :初期の補強材幅)

かる($B=10\text{cm}$ 、 $B'=15\text{cm}$ の場合)。最後に、和紙で包み込む部分の幅 B' を大きくした試験を行った。図-5は載荷板幅 $B=10\text{cm}$ に対して初期の $B'=1.5B$ 、 $2B$ 、 $3B$ とした時のフーチング荷重 Q ～沈下量 s 関係を示している。図-6は $B=5\text{cm}$ に対して $B'=5B$ の場合を示している。支持力公式 $Q=q_0BL=\gamma B^2L$ 、 $N\gamma/2$ が教えるように、無補強の場合の $Q=8\sim9\text{kgf}$ ($B=10\text{cm}$ の時)、 $Q=2\text{kgf}$ ($B=5\text{cm}$ の時)のほぼ $(B'/B)^2$ 倍で支持力が増加しているのがみられる(図-5で最大約9倍、図-6で約25倍になっている!)。では、なぜ補強材で地盤の一部を包み込むだけで、載荷幅が B からほぼ B' に増大することになるのでしょうか。これは、載荷重によって生じるダイレイタンスによって地盤は体積膨張しようとするが、和紙で包まれているため和紙からの反力を受けて、内部の有効応力 σ' が増加するためと考えられる。すなわち、 σ' が増加すればせん断強度 $\tau_t=\sigma'\cdot\tan\phi'$ より和紙内部の地盤の強度も増加して、和紙の内部全体が根入れのある大きな基礎のように働いて支持力が飛躍的に増加すると考えられる(写真-2、3参照)。いわば地盤の「敵」である載荷重(外力)を利用して地盤の強化をはかる点が興味深い。

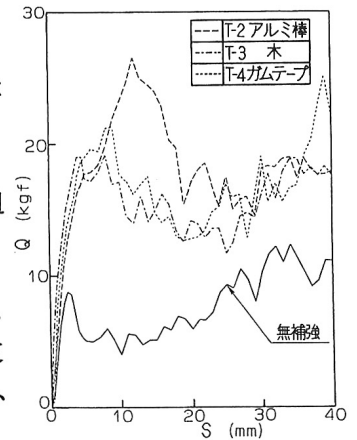


図-3 補強材で包まれた内部の変化に伴う支持力の変化($B=10\text{cm}$ 、 $B'=15\text{cm}$)

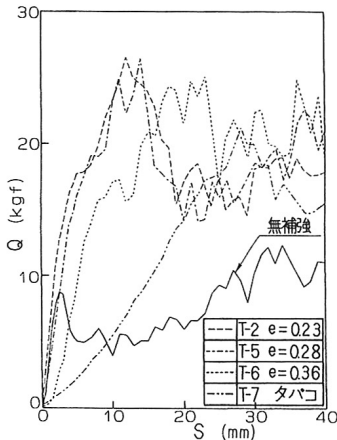


図-4 補強材で包まれた内部の間隙の増加に伴う支持力～沈下量関係の変化($B=10\text{cm}$ 、 $B'=15\text{cm}$)

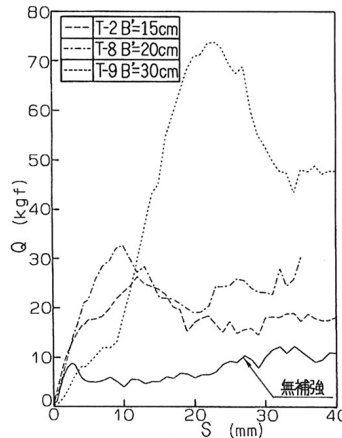


図-5 補強材幅 B' の増大に伴う支持力の増大($B=10\text{cm}$ 、 $B'=15\text{cm}$ 、 20cm 、 30cm)

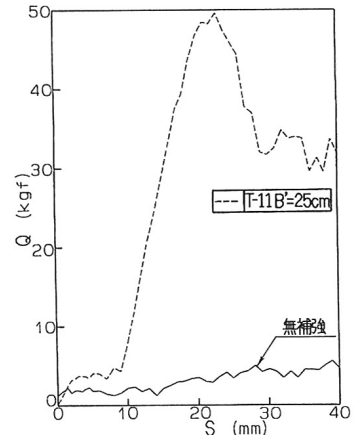


図-6 補強材幅 B' の増大に伴う支持力の増大($B=5\text{cm}$ 、 $B'=25\text{cm}$)

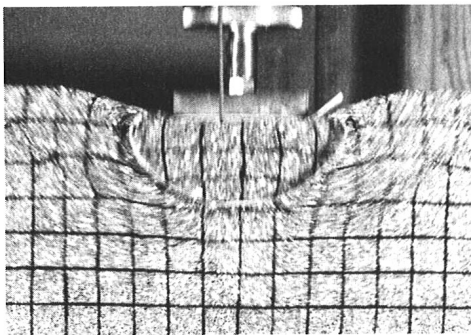


写真-2 和紙で包み込むことによって載荷板と一体化した補強部分 - 重ね撮り写真($B=10\text{cm}$ 、 $B'=15\text{cm}$)

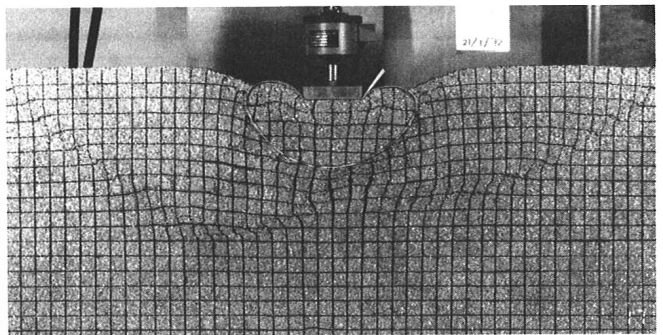


写真-3 本補強方法を用いた場合の地盤全体のスベリ破壊状況($B=10\text{cm}$ 、 $B'=30\text{cm}$)