

アルミ棒積層体を用いた浅い基礎の模型実験

愛媛大学 (正) 榎 明潔・八木 則男・矢田部 龍一

(研)大本組 (正)○光田 洋一・西松建設(株) (正) 久保 光明

1. はじめに

従来、土槽を用いた浅い基礎の2次元支持力実験は数多く行われてきた。しかし、土槽側面のたわみや摩擦の影響のために平面ひずみ状態の維持が難しいこと、またすべり面の観察が困難であるといった問題を抱えてきた。そこで、今回はアルミ棒積層体を用いることでこれらの問題点を解消し支持力実験を行った。さらに、一般化された極限平衡法(GLEM)¹⁾を用いて解析した結果と実験結果を比較し検討を加えた。

2. 実験方法

試料は、直径1.5、2.0、2.6mmのアルミ棒(長さ15cm)を用い、配合は重量比1:0:0、4:1:0、2:1:0、4:2:1(直径1.5、2.0、2.6mmの順)で混ぜ合わせた。また、直径1.5mmのアルミ棒のみを用いた実験ではこれを規則的に配列した。試料は1.5cm毎に締め固めて作製した(配合1:0:0を規則配列した場合で $e=0.102$ 、4:2:1の場合で $e=0.188$)。基礎幅は4、6、8、10cmの4種類を使用した。載荷方法は変位制御方式(1.25mm/min)で行った。図-1に実験装置の概略と基礎底面の粗・滑の状態を示す。滑な場合は、底面にガラス板を貼りつけ、その下にワセリンとテフロンシート(1cmに分割)を3層に重ねることにより摩擦軽減に努めた。粗な場合は、基礎底面のガラス板に直径1.5、2.0mmのアルミ棒を貼りつけた。

3. 実験結果および考察

直径1.5mmのアルミ棒のみを規則配列した基礎幅 $B=4.0\text{cm}$ の場合のすべり面形状を図-2に示す。このときの支持力は $q_u=4.08\text{kgf/cm}^2$ であった。すべり面については、1列の層が回転しながら上下の積層の間に存在する形で発生した。またこの観察されたすべり面形状を用いてGLEMにより支持力が実験結果に一致するよう ϕ を計算した結果、 31.3° を得た。別途行った摩擦試験²⁾より求めた直径1.5mmのアルミ棒の転がり摩擦角 $\rho=1.74^\circ$ と、同径のアルミ棒を規則配列することにより幾何学的条件から求めたダイレイタンスー角は $\nu=30.0^\circ$ であり、両者の和は $\phi=\phi\rho+\nu=31.74^\circ$ となり解析結果とはほぼ一致した。したがって、この場合の強度は主に粒子の回転とダイレイタンスーによって発揮されたものと考えられる。

荷重 q_u ～沈下 s 曲線については、かなり上下に変動したためはっきりとしたピーク値・残留値は得られなかった。この理由として、基礎幅に対してアルミ棒の粒径が相対的に大きく、粒子1つ1つの影響が大きく現れたものと考えられる。このため初期のピーク値を支持力とした。

基礎底面が粗と滑の状態、アルミ棒の配合を変化させた場合の基礎幅 B ～支持力 q_u 関係については、

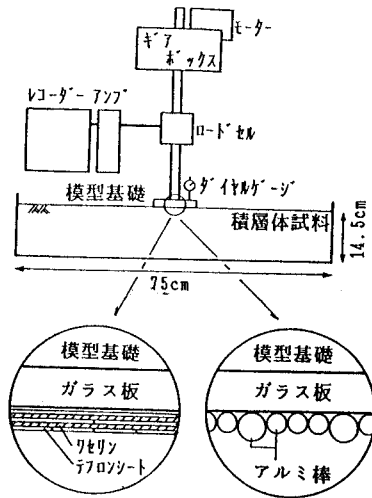


図-1 実験装置概略図

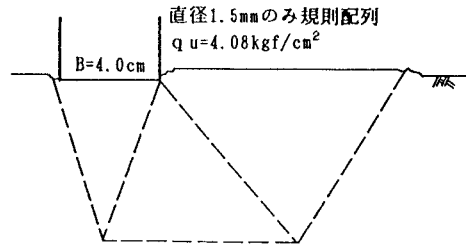


図-2 観察されたすべり面形状

基礎底面が粗の場合の支持力は滑の場合の支持力の20～30%増しの値となった。

図-3に基礎底面を粗にした場合の粒子の変位を読み取るにより得られたzero-extension方向と、その方向のせん断ひずみ増分の大きさを示す。ピーク荷重までの結果は圧縮ひずみを含んだものとなっているため、厳密には塑性ひずみ増分の定義を満たしていないが、せん断ひずみはピーク直後にすでにすべり領域全体に分布している。その後荷重を継続すると狭い領域にせん断ひずみは集中し、明瞭なすべり面の形成が起こったものと考えられる。

図-4は荷重開始からピーク以後のアルミ棒粒子の回転量の分布を示す。この図から回転はすべり領域全域で発生している。また基礎底面が粗の場合は基礎直下で大きな回転が、滑の場合はすべり面に沿って大きな回転が観察された。変位場からはPrandtl型、Hill型といった破壊メカニズムの違いはあまり明確ではないが、粒子の回転量から見た場合その違いは明確に現れているといえる。

極限支持力時に支持力を発生させるために地盤内で発揮されている内部摩擦角： ϕ_{BC} と、すべり面を発生させるために地盤内で発揮されている内部摩擦角： ϕ_{SL} を基礎底面が粗な場合について比較した。 ϕ_{BC} はGLEMにおいて観測されたすべり面形状を用いて ϕ を変化させ、実験で得られた支持力と一致した時の ϕ とし、 ϕ_{SL} は実験により得られたすべり面形状とGLEMにより得られたすべり面形状が一致したときの ϕ とした。この結果から ϕ_{BC} は ϕ_{SL} より大きいことがわかった。また、図-5は支持力 $\sim \phi_{BC}$ 関係を示す。この図より支持力は解析値より実験値の方が大きいことがわかる。この差は両者のすべり面形状の違い、解析においてすべり面上で同時に一樣な ϕ が発揮されているとしていること、また破壊の非対称性といったものが考えられる。

4. あとがき

浅い基礎の支持力問題において実験値と解析値の違いの原因として、従来言われている進行性破壊、強度異方性などの問題の他に、すべり面形状の違いも大きく影響していると考えられ、今後はすべり面形状に注目した破壊メカニズムの解明が重要であろう。また、今回のようなアルミ棒積層体を用いた場合、土粒子と比べて圧縮性が小さく転がり易いなどの問題とアルミ棒の取り扱いによって発生する微少な曲がりによる誤差と言った問題を抱えているといえる。

参考文献

- 1) M. Enoki et al.: Generalized Limit Equilibrium Method and Its Relation with Slip Line Method, S & F, Vol. 31, No. 2, pp1～18, 1991.
- 2) 榎ら: アルミ棒を用いた平面ひずみ試験・各種摩擦試験、第27回土質工学研究発表会、(掲載予定)。

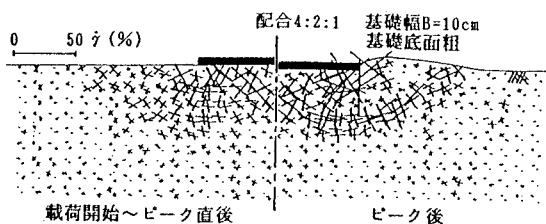


図-3 zero-extension方向

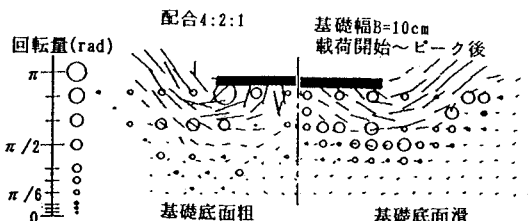


図-4 粒子の回転量

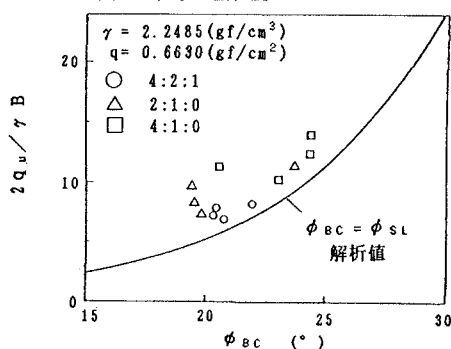


図-5 支持力 $\sim \phi_{BC}$ 関係