

アルミ積層体の支持力実験による破壊メカニズムの観察

九州大学工学部 学〇古賀 司 正 落合英俊 正 安福規之
正 大嶺 聖 正 塚本良道

1 はじめに

本研究では、アルミ棒積層地盤において根入れが基礎の支持力と沈下量に及ぼす影響を明確にすること、破壊メカニズムの詳細な観察を目的とし、アルミ棒の積層地盤を作成し、基礎の支持力実験を行った。また、上界値計算による支持力評価の検討も行い、実測値との比較検討を行なった。

2 アルミ棒積層体の支持力実験

疑似地盤材料としたアルミ棒は長さ5cmで、直径1.6mmと3mmのものを重量比約3対2の割合で混合したものを用いた。このアルミ棒を、積層することによって平面ひずり条件の模型地盤を作成した。単位体積重量は約2.2g/cm³である。模型基礎の幅は8cmで底面はアルミ棒を付着させ、粗い基礎を想定している。基礎の載荷はモーターで0.42mm/minの一定速度で行い、沈下過程での模型地盤の変形観測は次のようにして行った。積層されたアルミ棒の表面に、縦1cm、横2cmの長方形メッシュを描き、模型基礎沈下量5、10、15、20mmでの写真撮影を行い、初期状態のメッシュと沈下量20mmのメッシュの比較によって、変形形状の特性について考察する。また、沈下量5、10、15、20mmの各段階において長時間シャッターを開放し、写真撮影を行い、塑性流動域を観測した。以上の実験を基礎の根入れ D_f が0、2、4、6、8cmの各場合について同様に行った。

3 破壊メカニズムの検討

各根入れ深さにおける荷重-沈下曲線を図-1に示す。荷重-沈下曲線は根入れ深さが増すと初期の弾性挙動を示す範囲が増加し、荷重がある限界を過ぎると増減を繰返しながら微増する。基礎の沈下に伴うアルミ棒積層の表面に描いた縦1cm横2cm格子のメッシュの変形(載荷前→沈下20mm)から得られた変位ベクトル図を図-2に示す。図-2から $D_f/B=0$ のときは変位が全体的に大きく、全般せん断の様子を示すが、根入れが深くなると変位が小さく局所せん断の様子を示すことがうかがえる。長時間シャッターを開放したままの写真撮影からすべり線の状態図をまとめたものを図-3に示す。図-3から根入れが深くなるにつれて、主動くさびの角度(α)が大きくなることを観測される。これは基礎底面より上の土塊の影響で破壊する領域が大きくなることを示している。そのため受動抵抗の領域も大きくなり、主動くさびの領域も大きくなるためと考えられる。

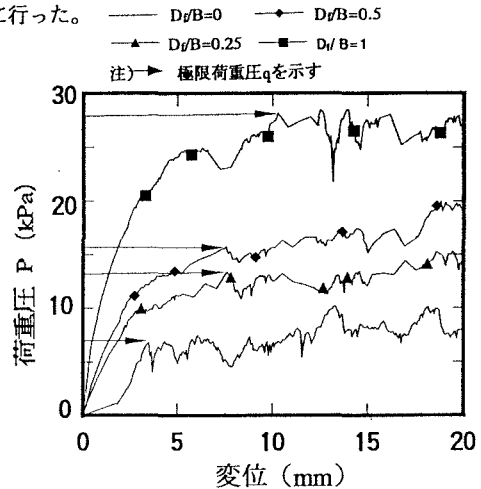


図-1 荷重-沈下曲線

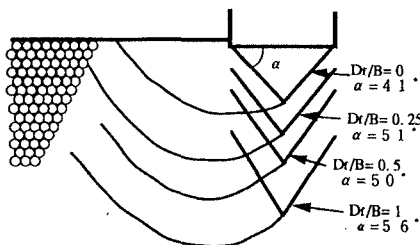


図-3 沈下5mm後のすべり線の比較

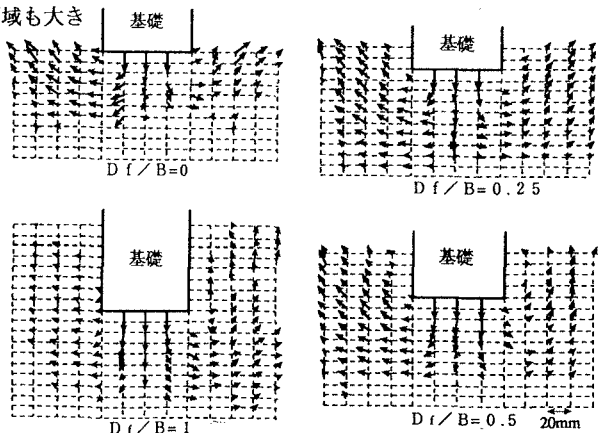


図-2 変位ベクトル図

4 上界法による支持力算定の検討

写真撮影のすべり線の観察図、根入れを考慮に入れて図-5のような破壊メカニズム (Prandtl mechanism) を設定することが考えられる。cdを対数らせんに、deを直線に仮定する。アルミ棒自重による外力仕事を考慮に入ると、次の等式が導き出される。

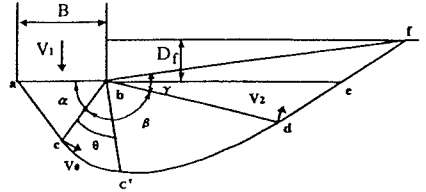


図-4 "Prandtl" mechanism

$$qV_1B/2 + \gamma \left[(1/2 \Delta abc \text{ のなす仕事}) + (bcd \text{ がなす仕事}) - (fbde \text{ がなす仕事}) \right] = c \text{ (内部消散)}$$

$$\frac{q}{c} = N_c(\alpha, \beta, \gamma, \Phi) + GN_\gamma$$

$$G = \frac{\gamma B}{2c}$$

$$N_c = \frac{\cos(\alpha - \Phi)}{\cos \alpha \cos \Phi} + \frac{\cos(\alpha - \Phi) \cot \Phi (\exp(2\beta \tan \Phi) - 1)}{2 \cos \alpha \cos \Phi} + \frac{\cos(\alpha - \Phi) \sin \gamma \exp(2\beta \tan \Phi)}{\cos \alpha \cos \Phi \cos(\gamma + \Phi)}$$

$$N_\gamma = -\frac{\tan \alpha}{2} - \frac{\cos(\alpha - \Phi)}{2 \cos^2 \alpha \cos \Phi} h_1 - \frac{\cos(\alpha - \Phi) \cos(\alpha + \beta)}{2 \cos^2 \alpha \cos \Phi} h_2$$

$$h_1 = \frac{\exp(3\beta \tan \Phi) (3 \tan \Phi \cos(\alpha + \beta) + \sin(\alpha + \beta)) - 3 \tan \Phi \cos \alpha - \sin \alpha}{1 + 9 \tan^2 \Phi}$$

$$h_2 = \frac{\exp(3\beta \tan \Phi) \cos \Phi \cos(\alpha + \beta)}{\cos(\gamma + \Phi)} \left\{ \sin \gamma + \frac{\cos \Phi \cos(\alpha + \beta + \gamma) \sin(\alpha + \beta + \gamma)}{\cos(\gamma + \Phi)} \right\}$$

上述の式において $\gamma = 2.2 \text{ g/cm}^3$, $B = 8 \text{ cm}$, $c = 1$, $\phi = 22^\circ$ とし、 α , β を変数として解いて q を求める。求めた q の値と D_f/B との関係を図-5 に示し、 $D_f/B = 0$ の値を q_0 として、 q/q_0 と D_f/B との関係を図-6 に示す。又、得られた主動くさび角 (α) の値を図-7 に示す。図-5 は、図-1 の荷重-沈下曲線から得られる極限荷重圧と、上記の上界法より得られた計算値とがよく一致することを示している。また、図-7 に示すように上界値計算の結果から主動くさび角 (α) の値も根入れが深くなると大きくなることが認められる。

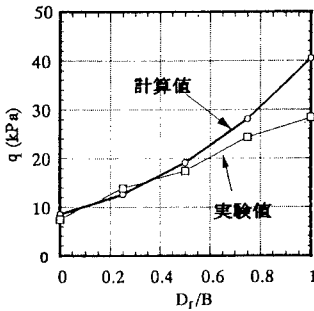


図-5 q と D_f/B との関係

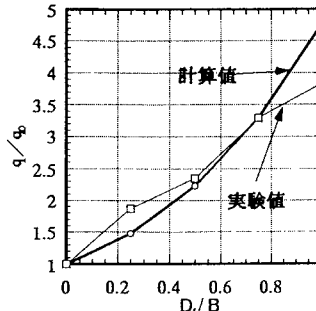


図-6 q/q_0 と D_f/B との関係

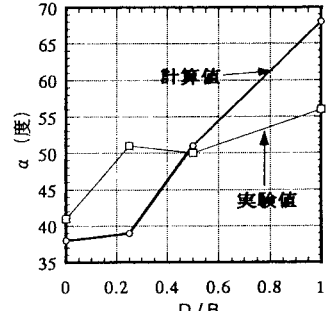


図-7 α と D_f/B との関係

5 まとめ

アルミ棒積層体実験により、根入れ深さが粗い底面をもつ基礎の支持力、地盤変形特性にどのような影響を及ぼすか検討した。実験結果と支持力の上界値計算の結果より、根入れが深くなると支持力が増加するが、それにもなって主動くさび角 (α) が增大することが知見として得られた。

参考文献

- 1) 土の強さと地盤の破壊入門 : 土質工学会 (pp273-pp312)
- 2) Chen, W.F. (1975) : LIMIT ANALYSIS AND SOIL PLASTICITY (pp222-pp227)