

III-5 偏平粒状体のせん断挙動に関する考察

名古屋工業大学 正員 ○松 岡 元
飛島建設(元・名工大学部生) 桑 田 龍 吾

砂粒子は楕円体状のものが多く、粘土粒子も行動単位(ペッドなど)は定かでないが少なくとも粒子自身は薄片状、板状のものが比較的多いといわれている。¹⁾そこで、偏平な楕円形断面のアルミ棒混合体を、異方性構造をもつ粒状体の2次元モデルとしてせん断試験を行ない、強度・変形特性の異方性について考察した。また、その2次元粒状体から成る異方性モデル地盤の支持力試験を行ない、異方性砂地盤についての実測値と比較検討した。

1. 2次元偏平粒状体の2軸圧縮試験

試料は長さ5cm、 ϕ 5mmと ϕ 9mmの2種のアルミ丸棒を長短軸比が2程度の楕円形になるようにプレスしたものの混合体である。混合本数比は ϕ 5mm・ ϕ 9mm=5:1とした。せん断試験は、上記のような2次元粒状体モデルに鉛直・水平2主応力を独立に載荷可能な“2軸圧縮試験機”によって行なった。供試体寸法は幅約15cm、高さ約15cmである。

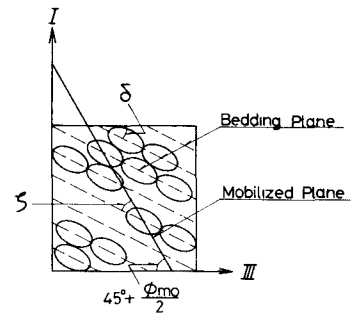


図-1 主応力面と堆積面と滑動面の関係

図-1は粒子の長軸方向(堆積面と考える)が最大主応力面と δ なる角度をなす場合の供試体の状況を模式的に示したものである。滑動面(Mobilized Plane)とは最大主応力面と $(45^\circ + \phi_{m0}/2)$ なる角度(ここに、 $\sin \phi_{m0} = (\sigma_1 - \sigma_3) / (\sigma_1 + \sigma_3)$)をなす面であって、上粒子が平均的に最もよく滑動する面と考えられている。さて、 δ を種々に定めて棒を積み上げ($\delta = 0^\circ, 39^\circ, 60^\circ, 77^\circ, 90^\circ$)、まず98kN/m²まで等方圧密し、その後水平方向主応力 σ_3 一定のもとで鉛直方向主応力 σ_1 を増加させて2軸圧縮試験を行なった。なお、 δ は等方圧密終了時に棒の端面を写真撮影し、供試体中央部分の粒子の長軸方向と水平面のなす平均的な角度として決定している。図-2は2軸圧縮試験より得られた内部摩擦角 ϕ と δ の関係を示したものである(データが幅で示されているのはバラツキの程度と平均値を意味している)。注目すべきは、 ϕ が δ に対して極小値をもつ傾向を示すことである。^{2),3),4)}ここでは、堆積面と滑動面のなす角度 ζ (図-1参照)が大きい程粒子のかみ合せがよいと考えて、 ζ に対して ϕ をプロットすると図-3を得る。なお、 ζ は滑動面の角度が破壊時の ϕ によって代表させうるものとして、 $\zeta = |(45^\circ + \phi/2) - \delta|$ として算定した。^{2),5)}図-3より、 ϕ が ζ に対して直線的に増加するのがみられ興味深い。このことは、 ζ が粒子のかみ合せの程度を表わす指標となりうる

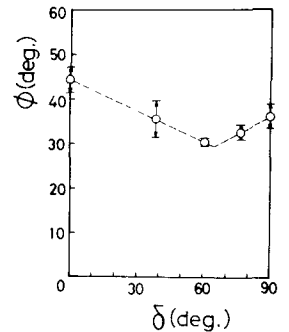


図-2 内部摩擦角 $\phi \sim \delta$ 関係

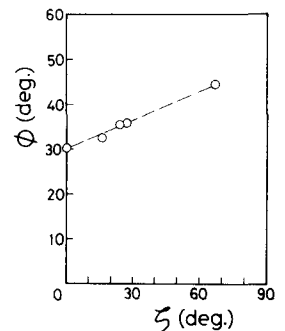


図-3 内部摩擦角 $\phi \sim \zeta$ 関係

ことを示している。

次に、図-4は種々の δ における2軸圧縮試験結果を主応力比 σ_1/σ_3 ～主ひずみ増分比 $d\epsilon_3/d\epsilon_1$ 関係でプロットしたものである。同図より、プロットにはかなりのバラツキはあるが、両者の関係はある一定のゾーンに整理されるようであり興味深い。応力比～ひずみ増分比関係というのは仲々タフな関係であり、粒子形状が偏平でも、堆積方向が異なってもほぼ成立するようである。なお、図中の実線は提案している主応力比～主ひずみ増分比関係式⁶⁾

$$\frac{d\epsilon_3}{d\epsilon_1} = \frac{\sigma_1/\sigma_3 - 2\mu\sqrt{\sigma_1/\sigma_3} + (\lambda - 1)}{(1 - \lambda) \cdot \sigma_1/\sigma_3 - 2\mu\sqrt{\sigma_1/\sigma_3} - 1} \quad \dots\dots\dots (1)$$

に、 $\mu = 0.31$ （アルミ棒どうしの摩擦係数の実測値）、 $\lambda = 1.0$ を代入して算定したものである。

2. 2次元偏平粒状体地盤の支持力試験

第1節と同じ偏平粒状体を試料として、水平および鉛直堆積地盤を作製し、支持力模型実験を行なった。写真-1、2に载荷中の重ね撮り写真を示す。モデル地盤の寸法が $24\text{cm} \times 15\text{cm}$ と小さく、载荷幅 6cm に対して粒子径も大きいので、単に定性的な傾向をみる目的で行なったものである。図-5に水平堆積地盤（○印）と鉛直堆積地盤（●印）の荷重 q ～沈下 s 曲線を示す。これらの結果より、水平堆積地盤の方が鉛直堆積地盤より、1)極限支持力が大きく、2)極限支持力に達するまでの沈下量が小さく、3)载荷板下のスベリ領域が深くかつ側方に大きく広がる傾向を示すのがみられる。上記の傾向は多重ふるい空中落下法⁷⁾によって作製した乾燥豊浦砂の水平・鉛直堆積地盤の支持力試験でも観察されており（データは当日発表）、他の研究者によっても指摘されている。⁸⁾

参考文献

- 1) 風間他(1981): 土と基礎, Vol. 29, No. 3.
- 2) 山内他(1976): 第31回土木学会年次講演会, III-81.
- 3) 小田他(1978): S & F, Vol. 18, No. 1.
- 4) 小西他(1981): 総合研究(B)粒状体力学の構成に関する研究・委員会資料.
- 5) 松岡(1980): 第85回土木学会年次講演会, III-6.
- 6) 松岡(1974): S & F, Vol. 14, No. 2.
- 7) 土岐他(1979): 第24回土質工学シンポジウム発表論文集.
- 8) 木村他(1978): 第18回土質工学研究発表会, 193.

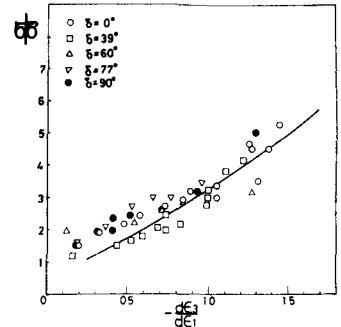


図-4 主応力比～主ひずみ増分比関係

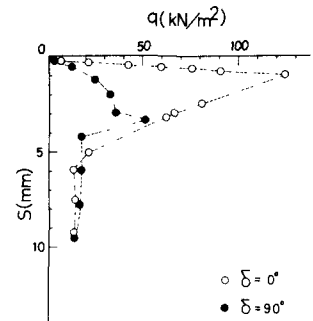


図-5 荷重 q ～沈下 s 関係

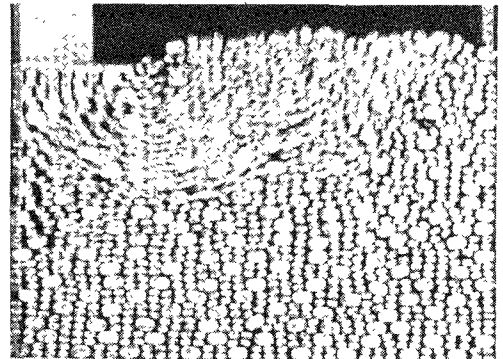


写真-1 偏平粒状体の支持力試験（水平堆積）

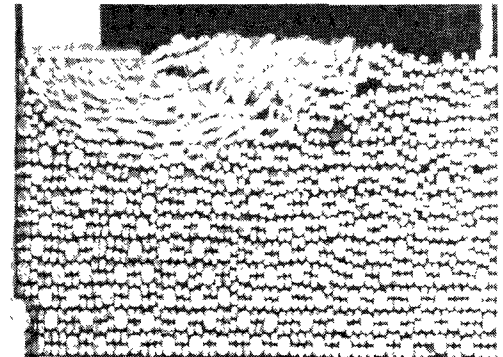


写真-2 偏平粒状体の支持力試験（鉛直堆積）