

# 異方性砂地盤の支持力について

愛知工業大学工学部      ○成田 国朝・奥村 哲夫  
東京電機大学理工学部      山口 柏樹

## 1. はじめに

砂地盤が堆積時の定方向配列によって初期構造異方性に富むことは良く認められており、三軸あるいは平面ひずみ条件の下での圧縮試験によって異方性の程度やその表現法に関する議論が進められている<sup>1)2)</sup>。しかし、要素試験で明らかにされた異方性が砂地盤の支持力など、実際の安定問題にどう関わるかはあまり分かっておらず、関連した研究も比較的少ない。異方性砂地盤の支持力解析では、異方性の主方向（堆積面方向）と主圧縮応力方向およびすべり面方向の3者がどう関連するかが基本的に関わってくる。本研究はこの問題を究明するために、異方性砂の平面ひずみ試験を実施してすべり面方向の観察を行った結果と、複合すべり面を用いた支持力解析を行って異方性の表現方法が支持力値に与える影響を調べた結果を報告するものである。なお、本研究は文部省科学研究費補助金（一般C、代表：山口柏樹、No.61550352）の援助を受けたことを付記し謝意を表する。

## 2. 異方性砂の平面ひずみ圧縮試験

木村<sup>1)</sup>と同様な方法で、可傾モールドを用いて任意方向に異方性をもつ一辺10cmの正方形供試体を作製し平面ひずみ圧縮試験を行った。用いた試料は豊浦砂であり、 $e \approx 0.69$  ( $D_r \approx 78\%$ )程度に調整した。本実験では供試体を作製する際に着色した豊浦砂を互層に詰め、試験後に断面を切り出してすべり面の観察を行った。写真-1は一例として $\beta = 30^\circ$  ( $\beta$ : 堆積面方向と最大主応力面の交角) の場合を示したが、かなり明瞭なすべり面が観察されている。図-1は本実験で得られた $\phi' \sim \beta$  関係を極形式でまとめたものである。 $\beta = 90^\circ$  の $\phi'$  ( $\phi'_{90}$ ) と $\beta = 0^\circ$  の $\phi'$  ( $\phi'_0$ ) の比:  $m = \phi'_{90} / \phi'_0$  は異方性の一つの尺度を与えるが、本実験では  $m = 0.906$  となった。この結果に基づいて図中式で表される楕円近似を行った曲線が太い実線で示されている。本実験でも見られるように一般に平面ひずみ試験では $\beta = 60^\circ$  付近で $\phi'$  が極小値をとることが認められている。この点に関して松岡<sup>2)</sup>は堆積面と滑動面（潜在すべり面）のなす角度:  $\xi_1 = 45^\circ + \phi' / 2 - \beta$  (図-2) が粒子のかみ合い抵抗の程度を表す指標として適切であり、 $\beta$  に関して極小値をもつ  $\tan \phi'$  (または $\phi'$ ) が $\xi_1$  に対しては直線的に増加すると述べている。図-2は各供試体に対して $\phi' = \sin^{-1} (\sigma_1' - \sigma_3' / \sigma_1' + \sigma_3')$  から計算されると、すべり面観測から求められるとの対応関係

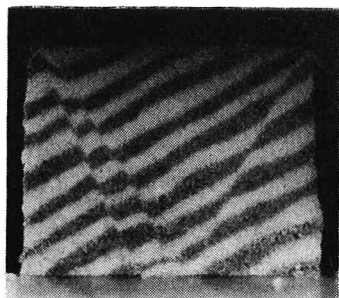
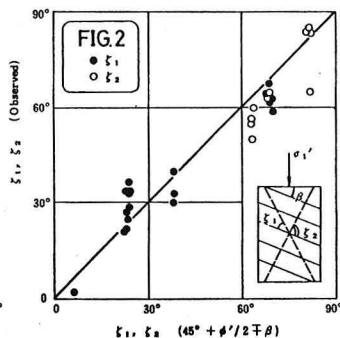
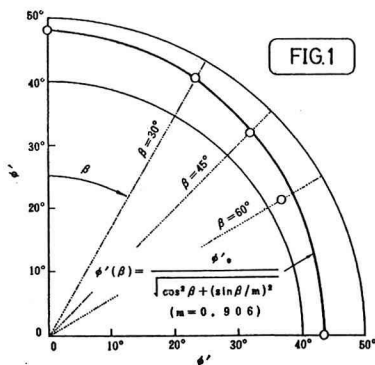


写真-1



を調べたものである。●印が上記 $\zeta_1$ であるが、 $\beta = 30^\circ \sim 60^\circ$ の実験では写真-1にみられるような滑動面と対をなすすべり面も観察されたので、これと堆積面との交角を $\zeta_2 = 145^\circ + \phi' / 2 + \beta$  (ただし鋭角をとる)として○印でプロットした。すべり面観測の精度の問題もあるが、両者は良く対応しており、 $\zeta_1$ 、 $\zeta_2$ に有為な差はないように思われる。

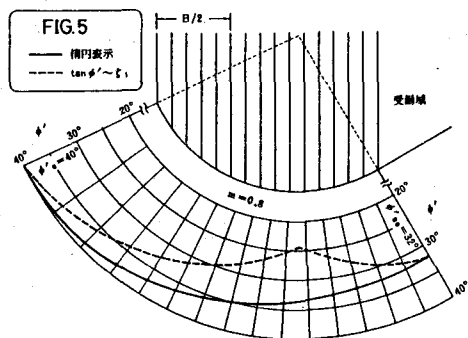
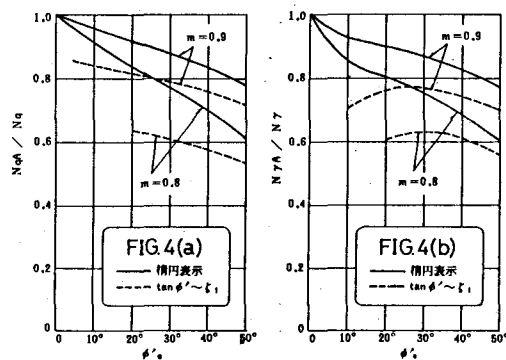
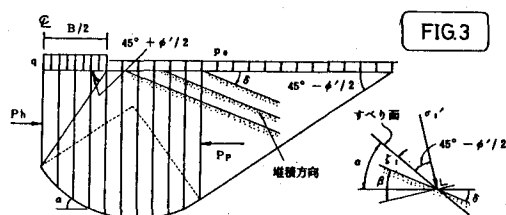
### 3. 異方性砂地盤の支持力解析

地盤が不均一であったり、強度異方性が著しい場合の支持力解析には、斜面安定計算に用いられるビショップ法を応用した複合すべり面に対する分割法が有用であることを先に示した<sup>2)</sup>。この手法は図-3に概略示したように、過渡域を円弧すべりと仮定して帯片分割し、両端の主働・受働土圧と合わせて中心点回りのモーメントつり合いより支持力 $q$ を算出するものである。本研究ではこの手法を斜め異方性地盤(傾斜角 $\delta$ )へ拡張し、異方性の表現法が支持力値に与える影響を調べてみた。なお、支持力解析における堆積面方向、最大主応力方向およびすべり面方向の間には図示の関係があり、 $\beta$ は次式で与えられる。

$$\beta = 145^\circ + \phi' / 2 - (\alpha - \delta) \quad (\text{鋭角})$$

図-4は水平堆積地盤( $\delta = 0$ )において異方性比率を $m = 0.8, 0.9$ とした場合の支持力係数 $NqA$ 、 $N\gamma A$ ( $A$ は異方性の意)を、等方性地盤の $Nq$ 、 $N\gamma$ との比で示したものである。ここで、①実線は図-1の精円近似式を用いた解、②破線は松岡らが提案した $\tan \phi' \sim \zeta_1$ 関係を用いた解である。図に見られるように、同じ $m$ 値に対しても異方性の表し方によって支持力値がかなり異なることが分かる。図-5は $\phi_e' = 40^\circ$ 、 $m = 0.8$ の場合について同一円弧すべり面上の $\phi'$ の分布を比較したものである。①の方法では主働域から受働域に至る間に $\phi'$ が単調に減少するが、②の方法では $\zeta_1 = 0$ のすべり面最深部で $\phi'$ が

極小値をとり、その値は $\phi'_{eq}$ より小さくなる。このため②の方法による支持力値は全般的に小さ目に出る(図-4)。いずれの方法が合理的であるかは軽々に断じ難いが、①の方法では異方性を支配する滑動方向(上の滑動面に相当する)を考慮する余地がないこと、②の方法では $\zeta_1$ 小なる範囲で実験で得られる極小値を越えて $\phi'$ 値を外挿することになること、など支持力解析を行う上で検討すべき問題点が幾つか残されている。これらについては発表当日議論を深めたいと考えている。



- 【参考文献】 1) 木村・斉藤・日下部・司代 (1982) 土木学会論文報告集、第319号、 2) 松岡・平尾・福武 (1984) 土と基礎、32-11、 3) 今泉・山口 (1986) 土質工学会論文報告集、26-2