

極限平衡法による粘性土地盤内の過剰間隙水圧の算定

(財)大阪土質試験所 正 向谷光彦

愛媛大学工学部 正 八木則男・矢田部龍一

愛媛大学大学院 学 羽山里志・○直江芳隆

1. まえがき

飽和粘性土地盤上の土木構造物の短期安定問題を評価する際、従来用いられてきた全ての極限平衡法(例えば Fellenius法、Janbu法、Bishop法)では、静水圧や浸透水圧しか考慮できず、せん断によって発生する過剰間隙水圧を考慮していないために、正確な解析結果が与えられているとは言えない。飽和粘性土の非排水強度は、有効応力規準による c' 、 ϕ' とSkemptonの破壊時間隙水圧係数 A_r により求められることが知られており、そのため、せん断により生じる間隙水圧を考慮した安定解析法を確立する必要がある。

そこで本論文では、著者らの提案による「一般化された極限平衡法(以下GLEMと呼ぶ)」¹⁾にせん断による間隙水圧を導入し、定式化を試みた。また、一般に対象となる安定問題は異方性圧密地盤を仮定することが多く、そのため主応力回転の影響による非排水強度の異方性を考慮する必要がある。そこで、単純せん断試験機により、せん断による間隙水圧の表示式と主応力の回転角の関係を実験的に調べ導入した。そして、提案法の妥当性を検証するために簡単なモデル地盤を仮定し、実際に支持力解析を行った。

また、原位置の施工からみると、破壊時の過剰間隙水圧を算定しておくことは重要である。そこで、地盤内の破壊時間隙水圧の分布についても検討を加えた。

2. 支持力に及ぼす主応力回転の影響

以下に示す間隙水圧の発生量の算定に関し、Skemptonによる軸対称応力条件下での間隙水圧の評価式を2次元問題にもそのまま適用可能とし、 A_r を導入した。ここで、GLEM解析では $\phi=32.5^\circ$ 、 $c=0$ 、 $\gamma=1.5\text{tf/m}^3$ 、 $B=1.0$ 、 $A_r=1.247$ を用いた。これより、土のせん断強度は場所や角度によらず初期応力状態により決まる一定値となるので、極限支持力に対応したすべり面は円形近くになると思われる。図-1に基礎幅10m時の支持力とすべり面形状を示す。しかし、この時の初期条件は異方性圧密地盤を想定しているため、厳密にはすべり面形状の変化に対して随時 A_r を変化させなければならない。著者らは、 c' 、 ϕ' は主応力の回転による影響を受けず、回転角 α は A_r のみの関数として表現でき、 $\alpha/2$ と A_r との関係を楕円の式で仮定し解析

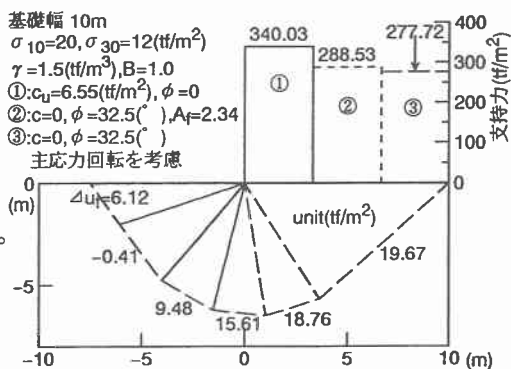


図-1 GLEM解析結果

した結果を報告している²⁾。そこで今回は、著者らが試作した応力制御型単純せん断試験機³⁾を用い、その試験から α と A_r の関係を求めた。図-2は単純せん断試験機により得られた有効応力に関する破壊線である。また図-3は実際に試験から求めた α と A_r の関係である。図-1中の①に $c_u=6.55\text{tf/m}^2$ を用いた全応力解析結果を示す。②には A_r を全て一定($\alpha=0^\circ$ の時の A_r)として算定した支持力を、そして③には単純せん断試験機による試験結果から α と A_r の関係を求めて解析した結果を示す。また、そのとき得られた最終的な Δu_r の値と、それぞれの場合における主すべり面を図中に示す。これらより、②の解析結果は①の約84%、③の解析結果は約81%となった。つまり、支持力に及ぼす主応力回転の影響は無視できないといえる。

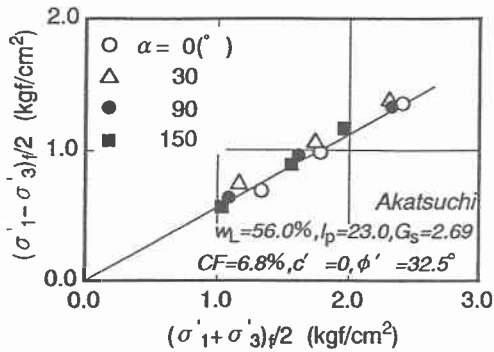


図-2 有効応力に関する破壊線

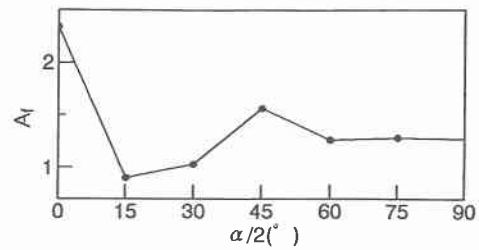


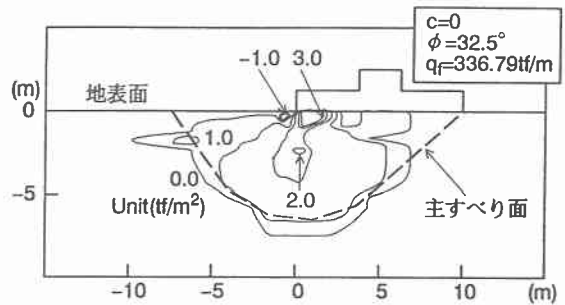
図-3 αとArの関係

3. 過剰間隙水圧分布の算定

GLEMは、従来のスライス分割法と呼ばれる極限平衡法を一般化した解析法であり、せん断により生じる過剰間隙水圧の導入は、一ブロックにかかる力を有効応力と間隙水圧に分けることによって可能になる。それにより、発生する過剰間隙水圧を算定することができる。そして、算定した間隙水圧の分布を線形近似し、分布図を作成できると仮定した。支持力問題として $c=0$, $\phi=32.5^\circ$, $A_r=0.8$ の地盤の支持力解析を行って発生する過剰間隙水圧を算定し、実際にその分布図を作成したものが図-4である。図中、すべり面は最小化された主すべり面のみ示す。なお、コンターラインの間隔は 0.5 tf/m^2 である。

これより、基礎直下の応力の集中域に高い値の過剰間隙水圧が発生することが分かる。

実際、現地にて過剰間隙水圧を詳細に計測し、その値を施工に反映させてゆくには、①室内でモデル実験を行うこと、②現地で崩壊実験を行うこと、③変形解析との関連について検討を行うこと等が必要であり、今後の課題といえる。

図-4 $A_r=0.8$ 時の過剰間隙水圧の分布

4. あとがき

以上のように、GLEMによる粘性土地盤内の過剰間隙水圧の分布の算定について検討を行った。また、主応力の回転を考慮したGLEMの定式化と解析を行った。そして、実験から得られたデータによる解析が可能であることを示した。また、支持力に及ぼす主応力の回転の影響は無視できないことが明らかになった。今後、平面ひずみ条件下における中間主応力の影響を考慮できる間隙水圧の評価式の導入、すべり線法を用いた有効応力解析については、稿を改めて述べる予定である。

謝辞 実験機の設計では愛媛大学文部技官・二神治氏、製作・改良では同機械実習工場の諸氏にお世話となった。記して謝意を表する次第である。

—参考文献— 1) Enoki, M. et al. : Generalized limit equilibrium method and its relation to slip line method, S&F, Vol. 31, No. 2, pp. 1-3, 1991. 2) 八木ら: 粘性土地盤の支持力に及ぼす主応力回転の影響, 平成7年度地盤工学会四国支部技術・研究発表会発表論文集, pp. 25-26, 1995. 3) 八木ら: 応力制御が可能な単純せん断試験機の試作, 土と基礎, 7月号, pp. 23-27, 1983.