

愛媛大学 (正) 榎 明潔、八木 則男、矢田部 龍一
 愛媛大学 (学) 久保 光明・(株) きんでん (正) 塩間 学

1. まえがき

著者等はスライス法を一般化した「一般化された極限平衡法(GLEM)」を提案している¹⁾。提案法は四角形・三角形ブロックを用い、任意のすべり面形状を表現でき、支持力・斜面安定・土圧問題を同一の定式化によって取り扱うことができるという特徴を有している。定式化にあたっては、ブロックシステム全体での力のつり合いを考えたものと、仮想仕事の原理を用いることにより上界法と同様に速度場と消散エネルギーを考えたものの二つの方法がある。またブロック底面の安全率と側面の安全率を等しくしたときには、上界解を与えることも既に証明している²⁾。

本報告では、支持力問題で用いられる「重ね合わせの法則」の問題点を提案法を用いて明らかにするとともに、地下水面を考慮した支持力、基礎の摩擦を考慮した支持力等、他の理論では扱いにくい問題を提案法を用いて解き、解の特性、実務への応用などについて検討する。

2. 重ね合わせの問題点³⁾

従来支持力の算定にあたっては、重ね合わせの原理に基づいたTerzaghi等の支持力係数が用いられてきた。この原理が成り立つのはすべり土塊の形状が相似の場合である。図-1はc, $\gamma B/2$ がそれぞれ変化したときの提案法による解と、それに対応したすべり面形状、および提案法によりc, $\gamma B/2$, qのうち2項が0として求めた支持力係数による解を示している。この図に示したようにc, $\gamma B/2$, の相対的大小により、すべり土塊の形状は変化する。したがって、一般の問題に対して重ね合わせの原理が成り立つとした仮定は間違っている。また、支持力係数から求めた解は、すべり面の変化を考慮していないため、支持力を過小評価しているといえる。図-2はc, $\gamma B/2$ の相対的变化と支持力係数から求めた解の過小評価の割合を示したものである。ここで縦軸Eは過小評価の割合E(%)=(GLEM計算解-係数解)/GLEM計算解とした。ここでEが最大になるのは直観的に支持力式において各項(c, $\gamma B/2$ それぞれに起因する項)の大きさが等しい場合($\gamma B/2c=1.375$)であると考えられるが、実際にはこれとは若干ことなる。

以上重ね合わせの問題点を示したが、支持力係数を用いる方法は支持力を0~10%程度過小評価するため安全側であることを付け加えておく。

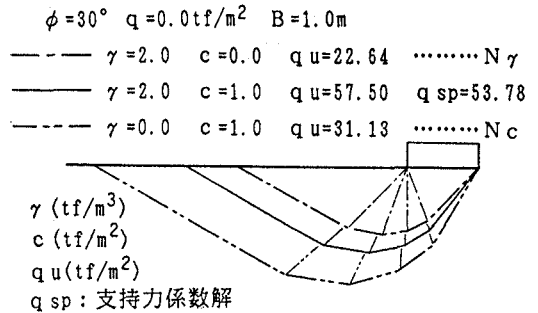


図-1 c・ $\gamma B/2$ の値とすべり面の変化

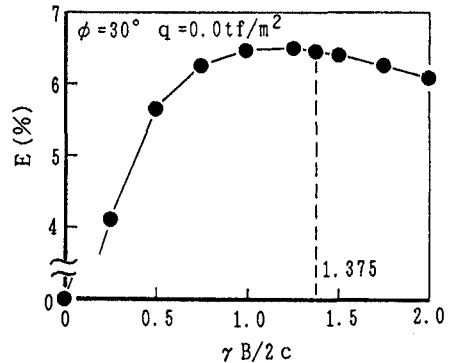


図-2 c・ $\gamma B/2$ の値と過小評価の割合

3. 水圧の作用する場合の浅い基礎の支持力

提案法は、間隙水圧の存在する問題への適用も可能である⁴⁾。図-3は地盤内での自由水面の位置とそ

のときの浅い基礎の支持力の関係を、縦軸に支持力係数 $N\gamma$ (c, q がともに0である場合の支持力は $\gamma B/2 * N\gamma$)と、横軸に地表面と水面の距離 DW と基礎幅 B との割合を取り示した。当然、水面の位置がすべり面より下になれば支持力は一定となる。従来は水面とすべり面の最深点までの距離から γ' と γ を用いた平均の γ を考慮することにより支持力を算定おり、この平均 γ を用いた提案法による解析結果もあわせて図中に示したが、この方法は支持力を過小評価していたということが分かる。

4. 基礎底面に摩擦がある場合の浅い基礎の支持力

従来、浅い基礎の支持力問題では、基礎底面が完全に滑らかな場合にはHill型の破壊を、完全に粗い場合にはPrandtl型の破壊をするとされてきた。基礎底面の摩擦に応じた破壊形態と支持力の関係はChenが上界解析を行っている⁵⁾が、今回は提案法を用いてこの関係について調べた。図-4は支持力 Q_u と、土の強度に対する基礎底面の摩擦の割合 k (基礎底面での摩擦を $c_f \cdot \phi_f$ 、土の強度を $c \cdot \phi$ とした場合 $k = c_f/c = \tan \phi_f / \tan \phi$)の関係を示したものである。Hill型の破壊では底面の摩擦が大きくなると基礎直下の土塊は水平成分をもって移動するため、そのすべり面形状は変化する。Prandtl型の破壊では基礎直下の土塊は鉛直方向に移動するため摩擦の影響は入らず、すべり面形状は変化しない。また、破壊は必ず弱いところで起こるため、Hill型の破壊とPrandtl型の破壊の支持力の小さいものが真の値である。よって提案法では基礎底面の摩擦に応じた破壊形式と支持力の関係を求めることが可能である。

5. あとがき

以上提案法を2, 3の問題へ適用し、従来の方法の問題点を指摘した。しかし、本報告では扱っていない問題は、支持力問題のみならず斜面安定・土圧問題などにおいても様々なものがある。今後は同一の定式化で支持力・斜面安定・土圧問題を取り扱えるという提案法の特徴を生かし、様々な問題を取り上げることににより実務面への反映を計っていくつもりである。

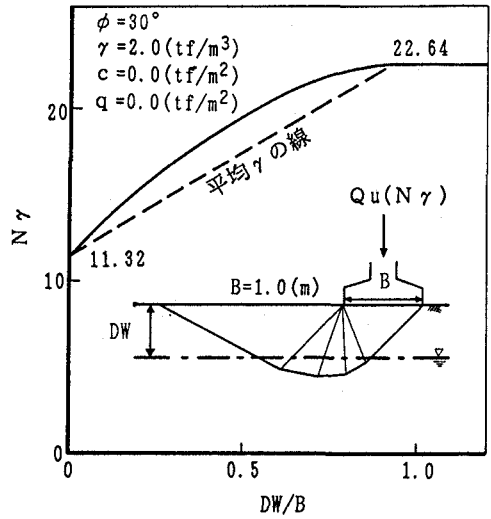


図-3 自由水面の位置と支持力の関係

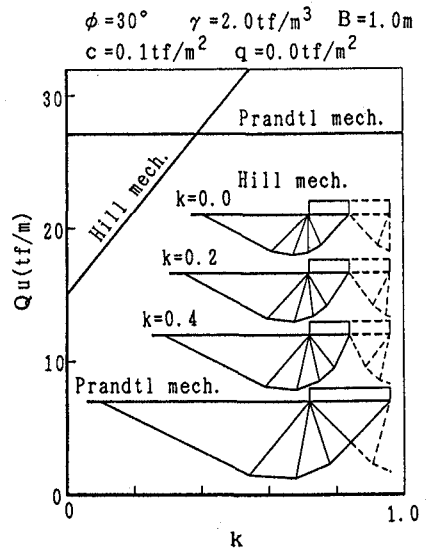


図-4 基礎底面の摩擦と支持力の関係

参考文献

1)Enoki et al.:Generalized Limit Equilibrium Method and Its Relation with Slip Line Method, S&F, Vol. 31, No. 2, pp.1~18, 1991. 2)Enoki:Discussion on "Analysis of Bearing Capacity for Log-spiral Sliding Surface", S&F, Vol. 31, No. 1, pp.187~190, 1991. 3)榎・八木・矢田部:極限平衡法と上界法・下界法、第25回土質工学研究発表会、pp.61~62. 4)榎・八木・矢田部:間隙水圧を考慮した上界解析法、第26回土質工学研究発表会. 4)Chen, W.F.:Limit Analysis and Soil Plasticity, Elsevier Scientific Publishing Company, 1975, pp.222~244.