

III-76

地震時を考慮した斜面上基礎の支持力について

苫小牧工業高等専門学校 正員 澤田知之
 日本大学 生産工学部 正員 能町純雄
 日本大学 生産工学部 正員 木田哲量

1. まえがき

いわゆる支持力理論とは、基礎地盤が塑性的崩壊をきたすときの極限荷重を解析的に求める手法のことであるが、¹⁾²⁾この極限支持力を理論的又は、実験的に推定する問題に関しては有限要素法および境界要素法が多用されるようになってきた。³⁾⁴⁾又近年剛体パネモデル⁵⁾も地盤の極限荷重の算定に用いられつつある。このように現在では相当の精度で設計上の指針となり得る体系が整えられつつあると言えるが、解析に際してはかなり煩瑣な計算を用い、演算量も大きなものと考えられ、その解析法がどのような場合に実施するか、また各手法での安全率をどのように決定するかについては結論を得るに至っていないと考えられる。現在、支持力は道路橋示方書等による支持力公式の支持力係数に斜面の影響による補正係数（ α ：図-3参照）を乗じた形で評価されている。

本稿では、載荷重 P と斜面上の載荷重の載っていない距離である余裕幅 b を考慮し、 P を斜面の形状を表わす角度 θ_0 、 θ_h を媒介変数とした関数解として表わす。よってこの極限荷重 P

を極限解析の上界法により非線形最適化問題として求めることができる。¹⁾これにより斜面の崩壊すべり面が対数螺旋であると仮定斜面上基礎の極限支持力および支持力補正係数を求め、従来の分割法²⁾との比較を行ない本解析法の検討を行なうものである。

2. 関数解

水中構造物における基礎地盤は図-2に示すように水中土となり、重力方向の単位体積重量は水中での値となり $\gamma' = (\gamma - 1.0) \text{ t/m}^3$ となる。一方、慣性項に対しては空中単位体積重量 $\gamma \text{ t/m}^3$ の値がそのまま適用されるべきであり、粘着土においては粘着力 $C \text{ t/m}^2$ は $C' \text{ t/m}^2$ へと減少する。よって、図-1に示す崩壊領域 ABC の自重および地震慣性力による回転中心 O に関するすべり仕事率とすべり面に沿って生じる粘着抵抗の総和である内部逸散エネルギーとが等しいと置くことにより、載荷重 P の関数解は次のように表わされる。

$$P(\theta_0, \theta_h) = \frac{C' f_0 - \gamma (f_1 - f_2 - f_3) - K_0 \gamma' (f_4 - f_5 - f_6)}{f_p + x K_0 f_q} \quad (1)$$

ここで、 K_0 は限界地震加速度係数 x は載荷重と地盤との質量比を表わし、 $f_1 \sim f_6$ は各々斜面を構成する媒介変数 θ_0 、 θ_h で示される関数である。⁶⁾

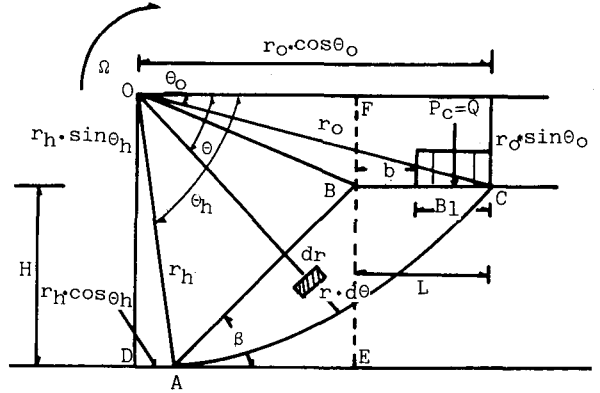


図-1 一般図

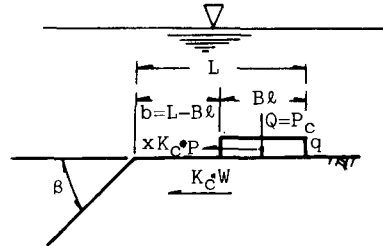


図-2 水中基礎地盤図

よって、支持力 Q はこの P が非線形最適化手法による最小値を取ることににより評価される。

$$Q = P_c = \min. P (\theta_a, \theta_b) \quad (2)$$

3. 数値解析結果および考察

図-4に従来の分割法による本・四連絡橋調査研究小委員会的水中斜面を想定した解析結果と比較するために $\gamma' = 0.0 \text{ kg/m}^3$, $\gamma = 1.0 \text{ kg/m}^3$ として計算を行い、補正係数 α を求めたものの比較を示す。

本解析結果は、Kötter法と簡便法（本・四調査研究小委）の間にあり、よく一致した値を示している。

表-1には水平方向地震慣性力を考慮しない静的な場合（ $K=0.0$ ）と考慮する場合との比較を b/B_L の変化に従って示したものであり、これから明らかなように、すべり土塊および

載荷重の慣性力の影響は共にかなり支持力を減少させることを示している。

表-2には載荷重と地盤との質量比である x の変化に対する解析値を示す。これからも、 x の増加に伴い支持力は小さくなり斜面は不安定に進むことが示される。よって、載荷重を目的関数と置くことにより、斜面上基礎の支持力評価を簡便に行うことができ、さらに地震時等の慣性力を考慮する場合も本解析法で簡明に解析値を求め得る。尚、他の計算諸元による解析結果は当日発表の予定である。

参考文献

- 1.W.F.Chen：Limit Analysis and Soil Plasticity, Elsevier Scientific Publishing Co.,1975
- 2.G.G.Meyerhof：The Bearing Capacity of Concrete and Lock, Magazine of Concrete Research, April, 1953
- 3.久保他（土木学会、本・四連絡橋耐震、地盤に関する調査研究小委員会）：本州四国連絡橋の耐震、地震に関する調査研究報告書, PP.62～84, 1984
- 4.川本・吉田・竹田：岩盤斜面の直接基礎の支持力について, 土木学会第33回年次学術講演会講演概要集, III-274, 1978
- 5.川井編：物理モデルによる連続体力学諸問題の解析（第1回、2回）：生研セミナーテキスト, 7章、9章, 1979
- 6.澤田・能町・木田：斜面上に置かれた基礎の安定問題—簡易支持力—, 土質工学会北海道支部技術報告書, 第26号, PP.1～8, 1986

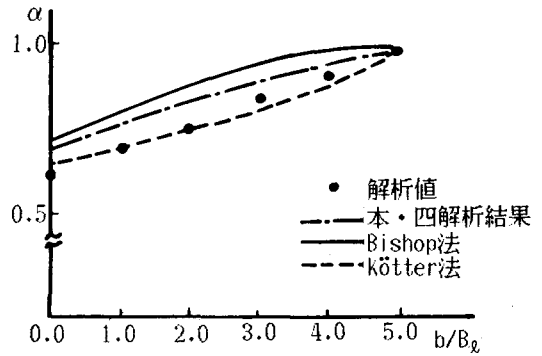


図-3 補正係数 α の比較図
（従来法と本解析値との比較）

表-1 慣性力を考慮した場合の b/B_L の変化による支持力

b/B_L	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0
$k=0.0 : Q \text{ t/m}^2$	23.00	25.85	28.53	31.10	33.77	36.88
$k=0.1 : Q \text{ t/m}^2$	18.29	20.79	23.14	25.42	27.67	30.22
$k=0.3 : Q \text{ t/m}^2$	11.20	13.14	15.00	16.74	18.51	20.33

表-2 載荷重と地盤との質量比 x の変化による支持力

K_c	x	$Q \text{ t/m}^2$
0.1	0.1	28.09
	0.5	26.34
0.2	0.1	27.65
	0.5	24.21
0.5	1.0	20.22
	0.1	26.34
	0.3	22.16
	0.5	18.40
	1.0	11.30