

Ⅲ-424

偏心荷重を受ける円形基礎の支持力に関する一考察

京都大学工学部 正会員 関口秀雄・小林俊一

1. はじめに

偏心荷重を受ける基礎の支持力を評価する方法として、帯基礎については有効基礎幅の考え方[1]、円形基礎については等価有効面積 (Equivalent and effective foundation areas) の考え方[2] が提案されている。しかし、これらの方法によって求めた支持力解がどのような性質を有するのか、十分に検討されているとは言えない。筆者らは、地盤を自重ゼロ、せん断強度が c のTresca材料とする場合、Bishopの許容応力場[3]を援用することによりMeyerhofの有効基礎幅が支持力の下界を与えることを示した[4]。今回は同様の考え方を円形基礎に適用し、その解の性質について塑性論から検討を加えた。

2. 対象とする問題

地盤は自重がゼロでせん断強度が c のTresca材料とする。基礎は半径 a の円形で、荷重 V はその中心 O から偏心量 e だけずれた点 O' に鉛直下向きに作用している。

まず偏心のない鉛直荷重が作用する場合については、基礎底面が滑らかな場合 Shield [5]により、粗い場合 Eason & Shield [6]により許容応力場が見出されており、支持力の下界値が理論的に求められている。それらによると基礎の接地圧の平均値は滑らかな場合 $5.69c$ 、粗い場合 $6.05c$ である。

さて、偏心荷重を受ける場合について、従来の等価有効面積の考え方では、荷重を支持する有効面積として、図1に示すように点 O' を通り、径と直交する軸を対称軸とする斜線の領域を考える。この有効面積では領域の形状が複雑であるため、許容な応力場を見出すことは一般に困難である。そこでさらに有効面積と等価な長方形基礎を考え、支持力を工学的に推測する方法を取っている。

これに対して図2に示すように、載荷点 O' を中心とする半径 $(a-e)$ の領域を有効面積と考え、それ以外の領域では接地圧がゼロであるような応力境界を考える。この応力境界条件に対して、Shield, Eason & Shieldの解を適用すると、偏心荷重時の支持力解の下界が求められる。つまり、最大鉛直支持力を V_M 、鉛直荷重を V 、中心まわりのモーメント荷重を M とおけば、

$$V_M = N_c \cdot \pi a^2, \quad V = N_c \cdot \pi (a-e)^2, \quad M = V \cdot e \quad (1)$$

であるので、鉛直荷重とモーメント荷重の関係にまとめると、支持力解の下界は

$$\frac{M}{a \cdot V_M} = \frac{V}{V_M} \left(1 - \sqrt{\frac{V}{V_M}} \right) \quad (2)$$

となる。

3. ディスカッション

Houlsby & Martin[7]は偏心荷重を受けるSpud can基礎の支持力実験から

$$\frac{M}{a \cdot V_M} = \frac{V}{V_M} \left(1 - \frac{V}{V_M} \right) \quad (3)$$

なる関係を示している。この関係式は、帯基礎に関するMeyerhofの有効基礎幅の考え方とのアナロジーからも導出される。つまり基礎幅を B とすると、偏心荷重を受ける帯基礎の支持力の下界[4]は

$$\frac{M}{B \cdot V_M} = \frac{1}{2} \frac{V}{V_M} \left(1 - \frac{V}{V_M} \right) \quad (4)$$

与えられるが、基礎幅 B とSpud canの半径 a の関係 $B = 2a$ を導入すれば、式(3)と(4)は同一の表現であることがわかる。つまり式(3)は簡便な表現であるが、軸対称3次元効果を考慮した支持力の下界である式(2)とは若干表現が異なることに注意を要する。式(2)と(3)による支持力特性をまとめて図3に示す。

今後の課題として、同問題を上界法によって解き、正解の範囲を狭み打ちによって求める必要がある。

参考文献

- [1]Meyerhof, G. G. : Proc. 3rd ICSMFE, Vol. 1, pp. 440-445, 1953.
- [2]Hansen, J. B. : Bulletin, No. 11, The Danish Geotech. Inst., pp. 38-46, 1961.
- [3]Bishop, J. F. W. : J. Mech. Phys. Solids, Vol. 2, pp. 43-53, 1953.
- [4]関口秀雄・小林俊一：第39回土質工学シンポジウム、pp. 195-202, 1994.
- [5]Shield, R. T. : Proc. Royal Soc. London, Ser. A, Vol. 233, pp. 267-287, 1955.
- [6]Eason, G. & Shield, R. T. : J. Appl. Math. Phys. (ZAMP), Vol. 11, pp. 33-43, 1960.
- [7]Houlsby, G. T. & Martin, C. M. : Predictive Soil Mechanics, Thomas Telford, pp. 339-358, 1993.

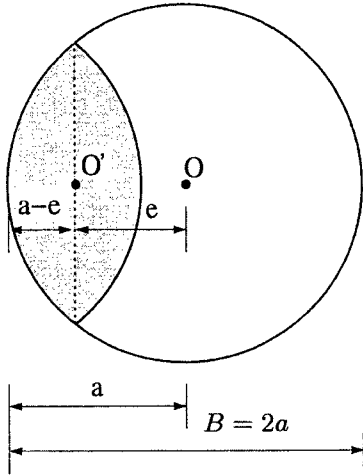


図1 Hansenによる有効面積の考え方

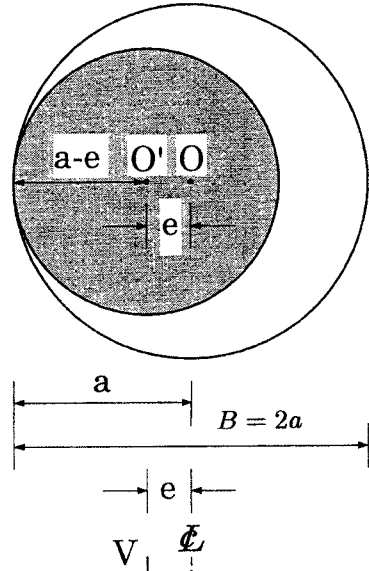


図2 本研究で提案する有効面積の考え方と応力境界条件

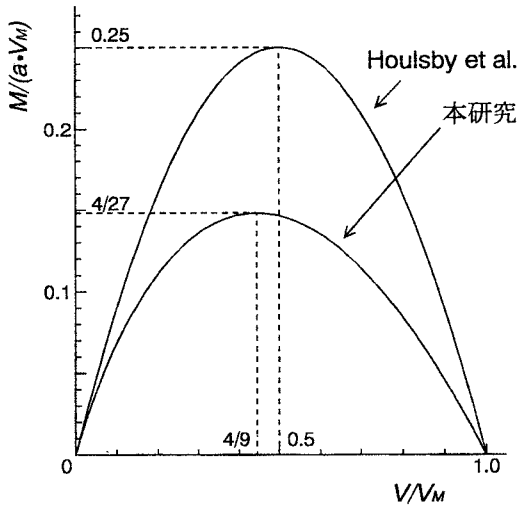


図3 本研究による支持力の下界とHoulsbyらの実験式の比較