

Ⅲ - A 226

剛性基礎版底面の接地圧に関する弾塑性 FEM 解析

NKK 基礎技術研究所 正会員 恩田 邦彦 正会員 関口 宏二

1. はじめに

一般に、土木構造物の設計等に当たっては、剛性基礎底面の地盤反力をどのように仮定するかは重要な問題である。ここでは、この問題の参考に資するために、半無限捨石地盤上に設置された基礎版に帯状荷重を載荷する問題に関して、弾塑性 FEM 解析¹⁾により検討した結果の一部を報告する。

2. 解析条件

Fig. 1 に解析モデルを示す。地盤は均一とし、8 節点アイソパラメトリック要素でモデル化し、構成モデルとしては、Mohr-Coulomb の破壊基準および関連流れ則に従う弾完全塑性体を採用した。基礎版は版厚 3m の RC スラブを仮定して、3 節点はり要素でモデル化した。なお、基礎版と地表面には弾性的なずれを考慮するために剛性の高い弾性ジョイント要素を設けた。

Table 1 に解析ケースおよび各種基準などから算定される帯状基礎の極限支持力を示す。捨石のせん断強度パラメータ (c , ϕ) は文献²⁾を参考に設定した。また、捨石のヤング係数 E は 1000tf/m^2 、ポアソン比 ν は 0.3、水中単位体積重量は 1.0tf/m^2 とした。なお、全てのケースで自重解析後、上載荷重 $q = 200\text{tf/m}^2$ を段階載荷 (20.0tf/m^2 ピッチ) した。また、ケース 1 として弾性解析も実施した。

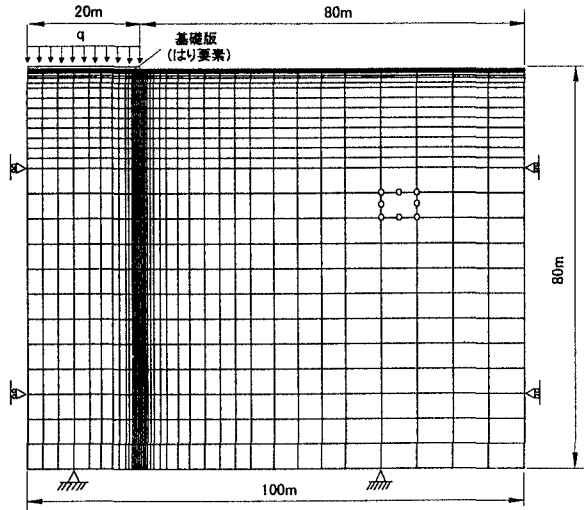


Fig. 1 解析モデル

Table 1 解析ケースおよび各種基準などから算定される帯状基礎の極限支持力

	せん断強度パラメータ		港湾の基準(1994)		道路橋示方書(1996)		弾塑性 FEM(Sekiguchi, 1987) ³⁾	
	$\phi(^{\circ})$	$c(\text{tf/m}^2)$	Nr	$q_u(\text{tf/m}^2)$	Nr	$q_u(\text{tf/m}^2)$	Nr	$q_u(\text{tf/m}^2)$
Case 2	30	0	7	140	15	300	7	140
Case 3	35	0	25	500	35	700	—	—
Case 4	40	0	117	2350	85	1700	18	360
Case 5	35	2.0	—	—	—	—	—	—

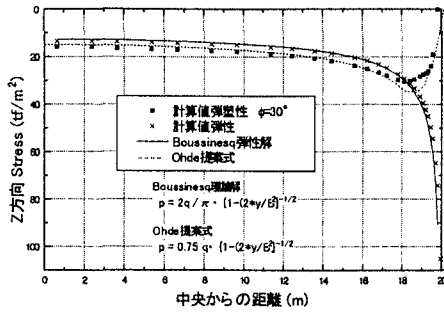
* 柔基礎上の三角形分布荷重を仮定しており、本研究とは反力分布が異なる。

3. 解析結果

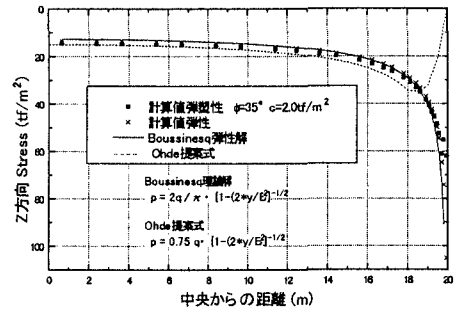
Fig. 2, Fig. 3 に Case 2 および Case 5 の基礎底面反力分布を Ohde の提案式³⁾と比較して示した。なお、Case 1 の弾性解析による結果も Boussinesq の理論解と比較して同図に示した。Case 2 では、 $q = 20.0\text{tf/m}^2$ 時 (Fig. 2(a)) で、Ohde の提案式に良く一致した結果が得られた。 $q = 60.0\text{tf/m}^2$ 時 (Fig. 2(b)) では、さらにピークの低い均一に近い分布となっている。一方、Case 5 の $q = 20.0\text{tf/m}^2$ 時 (Fig. 3(a)) では反力分布は Boussinesq の弾性理論解に近似しているが、 $q = 60.0\text{tf/m}^2$ (Fig. 3(b)) では、Ohde の提案式に良く一致した結果となっている。これは、Fig. 4, Fig. 5 に示す地盤内の塑性域の進行状況に対応しているものと思われる。なお、地盤の塑性化は基礎版先端付近から始まっており、 $q = 60.0\text{tf/m}^2$ の時には、①基礎版下方の地中深部に向う領域と②基礎版より外側の受動領域、の二つの塑性域が形成されていることがわかる。

キーワード ①剛性基礎底面の地盤反力 ②弾塑性 FEM 解析 ③帯状荷重 ④ Ohde の提案式

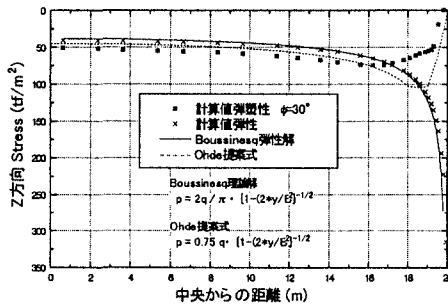
連絡先 (〒210 川崎市川崎区南渡田 1-1NKK 京浜ビル、電話 044(322)6592、FAX 044(322)6519)



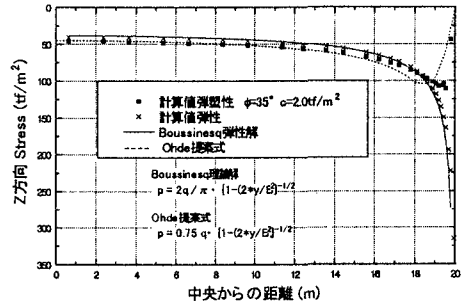
(a) $q = 20 \text{ tf/m}^2$



(a) $q = 20 \text{ tf/m}^2$



(b) $q = 60 \text{ tf/m}^2$



(b) $q = 60 \text{ tf/m}^2$

Fig. 2 基礎底面反力分布図

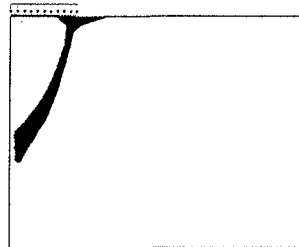
(Case 2, $\phi = 30^\circ$, $c = 0.0 \text{ tf/m}^2$)

Fig. 3 基礎底面反力分布図

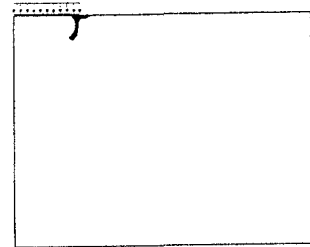
(Case 5, $\phi = 35^\circ$, $c = 2.0 \text{ tf/m}^2$)

参考文献

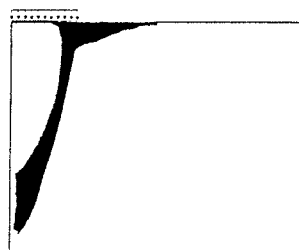
- 1) 関口宏二・他：地盤～構造物系の汎用解析プログラム NAPG/2D、NKK 技報, No.144, pp.109-116, 1993.
- 2) 小林正樹・他：捨石マウンドの支持力の新しい計算法、港湾技術研究所報告、第26巻、第2号, pp.371-411, 1987.6.
- 3) Szechy, K: Der Grundban 1, pp.430-433, Springer. (赤井浩一：土質力学、朝倉書店、pp.220-222.)
- 4) Sekiguchi, K: Bearing capacity analyses of the foundations of offshore gravity structures by finite element method, 9th POAC, Fairbanks, Alaska, pp.419-429, 1987.



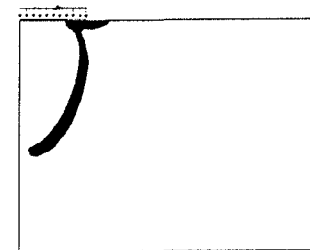
(a) $q = 20 \text{ tf/m}^2$



(a) $q = 20 \text{ tf/m}^2$



(b) $q = 60 \text{ tf/m}^2$



(b) $q = 60 \text{ tf/m}^2$

Fig. 4 地盤の塑性領域図

(Case 2, $\phi = 30^\circ$, $c = 0.0 \text{ tf/m}^2$)

Fig. 5 地盤の塑性領域図

(Case 5, $\phi = 35^\circ$, $c = 2.0 \text{ tf/m}^2$)