

Ⅲ - B 61

地盤反力係数の寸法・剛性効果に関する実験的研究

大阪大学工学部 正会員 日野正御

正会員 横山幸満

宇都宮大学工学部 ○正会員 上野勝利

1. はじめに

構造物基礎の設計には、沈下量と支持力の検討が必要となる（図 1）。平板載荷試験は、比較的小規模で行われるため、寸法効果の影響が避けられない。この寸法効果の研究¹⁾は多数行われているが、剛性基礎のものがそのほとんどである。たわみ性基礎では、荷重作用点付近に反力が集中するため、浅沼ら²⁾により、剛体とみなせる適用限界が示されている。そこで本研究では、たわみ性基礎の載荷試験結果から、地盤反力係数の寸法効果・剛性効果の検討を行う。

2. 実験装置

円形土槽および載荷装置を図 2 に示す。本研究では、荷重条件を集中荷重とするため、載荷棒の先端を $\phi=10\text{mm}$ の半球形にした。また、試料には表 1 に示す豊浦標準砂を用いて、空中落下法により模型地盤を作成し、その目標相対密度を $D_r=90\%$ （乾燥密度 $\rho_d=1.603\text{g/cm}^3$ ）とした。

表 1：豊浦標準砂の物理特性

密度 ρ_s	2.650g/cm ³
最大乾燥密度 $\rho_{d\max}$	1.638g/cm ³
最小乾燥密度 $\rho_{d\min}$	1.343g/cm ³
均等係数 U_e	1.81

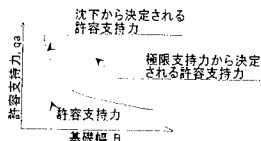


図 1: 載荷幅と許容支持力の関係

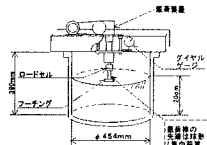


図 2: 土槽および載荷装置

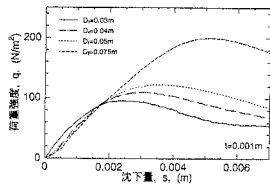


図 3 直径変化時の荷重沈下曲線

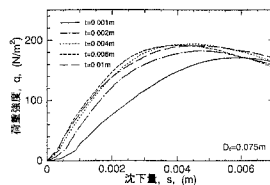


図 4 肉厚変化時の荷重沈下曲線

フーチングの材質はリン青銅（弾性係数 $E=120\text{GPa}$ 、ポアソン比 $\nu=0.38$ ）³⁾で、形状は円形である。使用したフーチングの直径 D_f と肉厚 t 、板剛度 D の関係を表 2 に示す。

表 2：使用したフーチング

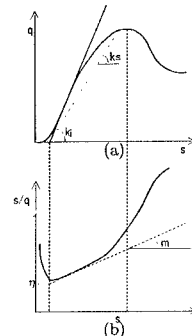
D_f (m)	t (m)				
	0.001	0.002	0.004	0.006	0.01
	D (N/m)				
	11.7	93.5	748	2520	11700
0.03	○				
0.04	○				
0.05	○				
0.075	○	○	○	○	○

3. 実験結果

フーチングの直径と肉厚をそれぞれ変化させた載荷試験の結果を図 3、4 に示す。図 3 では直径とともに極限支持力の増加が見られる。図 4 では肉厚とともに極限支持力が増加しているが、 $t=0.004\text{m}$ 以上では極限支持力はほぼ一定となっている。

4. 荷重沈下曲線による地盤反力係数の評価

図 5-(a)に示す荷重沈下曲線のタッチングエラーとピーク後の軟化領域を除いた部分を双曲線で近似した。横軸に s 、縦軸に s/q の図を描き、図 5-(b)のように接線を引き、その切片 η と勾配 m を求めた。切片 η は初期地盤反力係数 k_i の逆数であり、地盤反力係数 k_{ij} と η 、 m の関係は式(1)のとおりである。



キーワード：地盤反力係数、寸法効果、剛性効果

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市石井町 2753 番地 宇都宮大学工学部建設学科地域施設学研究室

TEL 028-689-6218 FAX 028-662-6367

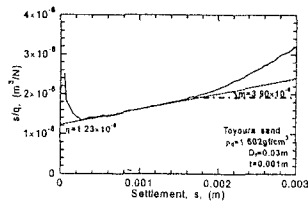


図.6 地盤反力算定式の一例

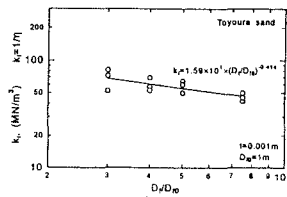


図.7 無次元化した直径と初期地盤反力係数の関係

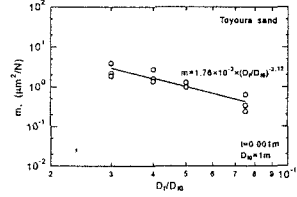


図.8 無次元化した直径と勾配の関係

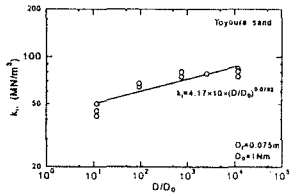


図.9 無次元化した板剛度と初期地盤反力係数の関係

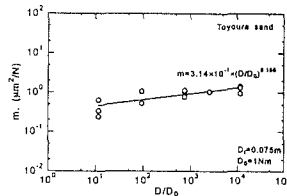


図.10 無次元化した板剛度と勾配の関係

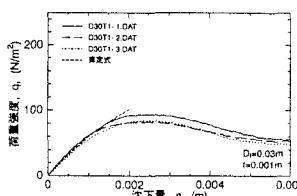


図.11 地盤反力算定式の妥当性の検討

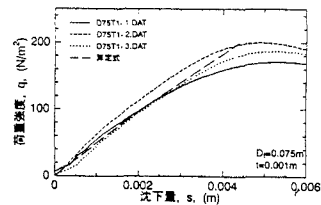


図.12 地盤反力算定式の妥当性の検討

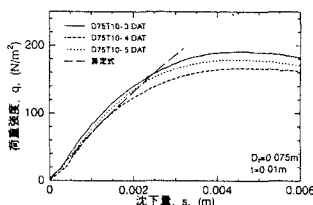


図.13 地盤反力算定式の妥当性の検討

$$k_{(s)} = \frac{1}{\eta + m \cdot s} = \frac{1}{1/k_i + m \cdot s} \quad (1)$$

一例として $D_f=0.03\text{m}$, $t=0.001\text{m}$ ($D=11.7\text{Nm}$) のケースについて切片 η と勾配 m を求めた結果を図 6 に示す。また、すべてのフーチングに対する k_i , m と、無次元化した直径 (D_f/D_0) との関係を図 7, 8 に示す。 D_0 は直径の基準値で $D_0=1\text{m}$ である。 D_f/D_0 と k_i , m は両対数グラフ上で直線的に減少している。

無次元化した板剛度 (D/D_0) との関係を図 9, 10 に示す。板剛度は $D=E\pi^3/[12(1-\nu^2)]$ より得られ、 D_0 は板剛性の基準値で $D_0=1\text{Nm}$ である。剛性効果により D/D_0 と k_i , m は両対数グラフ上で直線的に増加しているが、 $D=748\text{Nm}$ ($t=0.004\text{m}$) 以上では、ほとんど増加していない。

これらの結果をもとに、 k_i , m それぞれに対して、直径と板剛度の影響をともに考慮した式を示す。

初期地盤反力係数 k_i と勾配 m を、以下のようにおく。

$$k_i = k_{i0} (D/D_0)^{\alpha_k} (D_f/D_0)^{\beta_k} \quad (2)$$

$$m = m_0 (D/D_0)^{\alpha_m} (D_f/D_0)^{\beta_m} \quad (3)$$

ここに、 α_k , β_k は図 9, 7 よりそれぞれ $\alpha_k=0.0792$, $\beta_k=-0.414$ であり、 α_m , β_m は図 10, 8 よりそれぞれ $\alpha_m=0.156$, $\beta_m=-2.12$ である。これらの値と図 7 から

図 10 で得られたべき関数を式(2), (3)に代入し、それらより得られた k_i , m を式(1)に代入すると、地盤反力係数 $k_{(s)}$ が求められる。

得られた地盤反力係数の算定式を沈下量で積分し、荷重沈下曲線と比較を行った。その結果を図 11, 12, 13 に示す。これによれば、直径と板剛度が大きくなるほど、荷重に対する沈下量が若干過大評価となっていることがわかる。

5. おわりに

たわみ性基礎の載荷試験の結果から初期地盤反力係数 k_i と勾配 m は、フーチングの直径 D_f , 板剛度 D のべき関数で表された。よって、地盤反力係数は直径 D_f と板剛度 D の関数となる。また、その剛性効果は直径 $D_f=0.075\text{m}$ の場合、板剛度 $D=748\text{Nm}$ 以下の基礎で考慮する必要がある。そのため今後は、直径と板剛度の関係が剛性効果に及ぼす影響を検討する必要がある。

参考文献

- 1) Terzaghi, K : Evaluation of coefficient of subgrade reaction, Geotechnique, p.p.297-326, 1955
- 2) 浅沼, 神長ら : フーチングの剛性評価、第 17 回土質工学研究発表会, p.p.713-716, 1982
- 3) 国立天文台編 : 平成 9 年 理科年表, p446, 1996