

群馬大学大学院 学生員 大森 弘海
群馬大学工学部 正会員 鶴飼 恵三

1. まえがき 本研究の目的は、強度が深さと共に直線的に増加する粘土地盤上の長方形フーチングの支持力を主に上界定理を用いて求めることである。また、従来の提案式との比較検討も行なう。

2. Shieldの解¹⁾ Shieldは、均質なトレスカ材上の滑らかな長方形フーチングの支持力の上界を計算している。仮定された速度場は、図.1のようである。その結果、次の上界解を得ている。

$$\begin{aligned} q &= C(5.24 + 0.47 \frac{B}{L}) & 1 \geq \frac{B}{L} \geq 0.53 & \quad (1) \\ q &= C(5.14 + 0.66 \frac{B}{L}) \\ &= 5.14C(1 + 0.128 \frac{B}{L}) & \frac{B}{L} < 0.53 & \quad (1') \end{aligned}$$

ここで、 B と L はフーチングの短辺と長辺の長さである。なお、(1)'式は、2次元帯基礎の速度場と正方形基礎の速度場を組み合わせ得られる速度場から計算されたものである。この式で $B/L \rightarrow 0$ のときは、 $q = 5.14C$ となり、帯基礎の正解値と一致する。また、(1)'式を $1 \geq B/L \geq 0.53$ の範囲に適用しても(1)式に比べ2%以下の誤差しか生じないので、実際上は、すべての B/L の範囲で式(1)を用いても問題は無い。

3. 不均質粘土地盤上の長方形フーチングの支持力 粘土地盤の強度は、次式で与えられるとする。

$$C = C_0 + kZ \quad (2)$$

Z は深さを表し、 $Z=0$ は地表面である。

3.1 底面が滑らかなフーチングの支持力 速度場は、図.1と同じである。計算の方法はReddy & Rao²⁾とShield¹⁾の方法を組合わせて行なった。CB断面の速度場は帯基礎(2次元)の支持力値を最小にするような p, q を用いて決定した。そして、CX断面での p', q' 及び $\frac{XM}{XP}$ を種々変化させて、上界の中の最小解を求めた。計算結果を表.1と図.2に実線で示す。ただし、 n_s は形状係数であり、次式で定義される。

$$q = q_2(1 + n_s \frac{B}{L}) \quad (3)$$

ここで、 q_2 は図.1のCB断面の速度場を用いたときの帯基礎の支持力値の最小値である。 q_2 の値を表.1に示す。正方形フーチングでは、 $B=L$ とおくと

$$q_{sq} = q_2(1 + n_s) \quad (4)$$

となる。 q_{sq} の値を表.1に示す。また、別報で求めた正方形フーチングの上界値を表.1に比較のために示した。両者の値は、1%以内の

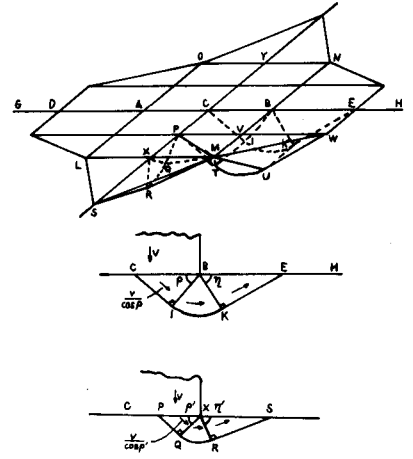


図.1 可容速度場(滑)

表.1 長方形基礎(滑)

$\frac{KB}{C_0}$	$\frac{q_2}{C_0}$	n_s	$\frac{q_{sq}}{C_0}$	$\frac{q_{225^\circ}}{C_0}$ (別報)
0	5.1416	0.127	5.7962	5.80
1	6.0407	0.048	6.3313	6.3566
2	6.8071	0.003	6.8288	6.8590
3	7.4969	-0.028	7.2864	7.3260
4	8.1359	-0.050	7.7311	7.7674
6	9.3146	-0.081	8.5616	8.5927
8	10.404	-0.103	9.3374	9.3648
12	12.411	-0.131	10.779	10.798
16	14.276	-0.150	12.127	12.135
20	16.043	-0.165	13.397	13.400
25	18.160	-0.179	14.915	14.913
30	20.190	-0.189	16.380	16.369
40	24.106	-0.205	19.156	19.151
50	27.841	-0.216	21.824	21.809
70	35.012	-0.228	27.012	26.891
100	45.232	-0.243	34.253	34.098
200	77.261	-0.270	56.432	56.433
300	107.54	-0.279	77.516	77.537
500	165.95	-0.289	117.92	117.87

誤差で一致する。なお、 $k=0$ のとき式(3)は式(1)で表わされる。また $C_0=0$ のとき

$$q = \frac{1}{4} k B \left(1 - \frac{1}{3} \frac{B}{L}\right) \quad (5)$$

となる。つまり、このとき $n_s = -\frac{1}{3}$ になる。

3.2 底面が粗いフーチングの支持力 速度場を図.3に示す。なお、図.3の速度場で、 $\xi = \xi' = 0$ とおき底面の摩擦 $\mu = 0$ とすると、図.1の速度場が得られることを付記する。計算の方法は3.1と同様である。 ξ, ρ', η' 及び μ を種々変化させて、上界の幅の最小解を求めた。計算結果を表.2と図.2に一点鎖線で示す。ただし、 n_r は形状係数であり、次式で定義される。

$$q = q_2 \left(1 + n_r \frac{B}{L}\right) \quad (6)$$

ここで、 q_2 は図.3のCB断面の速度場を用いたときの帯基礎の支持力値の最小値である。 q_2 の値を表.2に示す。正方形フーチングでは $B=L$ とおくと

$$q_{sg} = q_2 (1 + n_r) \quad (7)$$

となる。 q_{sg} の値を表.2に示す。また別報で求めた正方形フーチングの上界値を表.2に比較のために示した。両者の値は、7%以内の誤差で一致する。なお、 $k=0$ のとき

$$q = 5.14 C (1 + 0.306 \frac{B}{L}) \quad (8)$$

となる。また $C_0=0$ のとき滑らかな基礎と同じく式(5)で与えられる。

4. 下解, 正解 $k=0$ のときの下界をShieldが与えており、 $q=5C$ である。 $C_0=0$ のときSalencon⁴⁾モデルを拡張した可容応力場(別報)を与えると、下解は式(5)で与えられる。従って、式(5)は $C_0=0$ の場合の長方形フーチング(粗滑に拘らず)の支持力の上界となる。

5. 従来の提案式との比較 図.2に本研究で求めた形状係数の値を示す。 $\frac{kB}{C_0}$ の値が2(滑)及び3(粗)以上になると形状係数は負値になることがわかる。つまり、長方形フーチングの支持力は帯基礎の支持力値より小さくなる。ただし、式(3)、(6)の q_2 として、正解値³⁾を用いると形状係数の値は図.2に示すものより大きくなる。破線は中瀬⁵⁾の提案値である。 $\frac{kB}{C_0}$ が大きくなると、本研究の結果の方がかなり小さくなる。

(参考文献)

1) Shield & Drucker, J. Appl. Mech, ASME, 1975

2) Reddy & Rao, S & F, 1981

3) Davis & Booker, Geotech, 1973

4) Salencon, Geotech, 1974

5) 中瀬, S & F, 1981

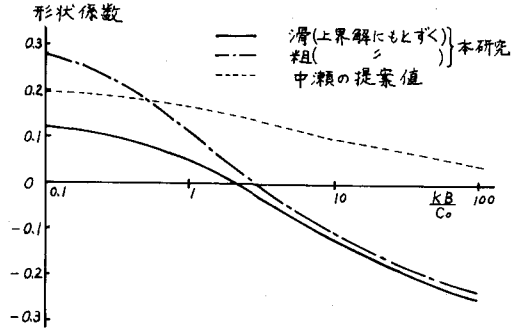


図.2 長方形フーチングの形状係数

表.2 長方形基礎(粗)

$\frac{kB}{C_0}$	q_2/C_0	n_r	q_{sg}/C_0	$q_{sg}^{別報}/C_0$
0	5.1416	0.306	6.7144	6.5044
1	6.8004	0.109	7.5383	7.5570
2	8.0744	0.030	8.3137	8.4424
3	9.0810	-0.008	9.0040	9.2290
4	9.9291	-0.034	9.5925	9.9431
6	11.453	-0.069	10.668	11.201
8	12.828	-0.091	11.666	12.300
12	15.310	-0.119	13.483	14.288
16	17.569	-0.138	15.138	16.096
20	19.680	-0.152	16.691	17.777
25	22.176	-0.164	18.534	19.762
30	24.554	-0.175	20.269	21.636
40	29.062	-0.189	23.576	25.176
50	33.330	-0.200	26.662	28.492
70	41.413	-0.214	32.548	34.713
100	52.798	-0.230	40.644	43.351
200	87.684	-0.252	65.622	69.367
300	120.23	-0.264	88.507	93.308
500	182.19	-0.277	131.65	137.98

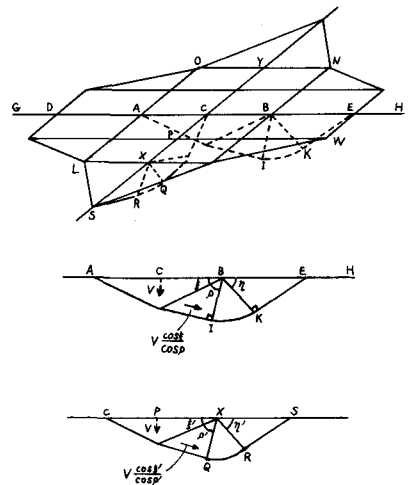


図.3 可容速度場(粗)