

九州大学 工学部 正員 ○園田 敏矢

九州工業大学 " 高西 照彦

九州大学 工学部 " 島野 清

" " " 小坪 清真

1. まえがき 本論は、3次元連続弾性体理論を用いて、図-1に示すように、一般に空中部分を有する多柱基礎に対する横方向群杭効果及び各柱の荷重分担率を理論的に求める方法について論じ、同時に模型実験を行って、理論の検証を行ったものである。本理論は、多柱基礎において、各柱の柱径及びその柱配置、さうには各柱の弾性係数及び各柱の上下端における拘束条件等が任意であるような場合についても適用可能な一般性を有する理論である。

2. 解析理論 解析上の仮定 (i) 地盤は単一の弾性上層地盤と基盤とから成る (ii) 上層地盤の上下変位は水平変位に比べて小さいとして無視する (iii) 地表面において、せん断応力のみが0となる解を導く (iv) 柱は鉛直で、円形断面を有し、下端は基盤に支持されている (v) 上層地盤と柱とは一体となって弾性変形をする。上層地盤の変形曲線 図-1における上層地盤中の任意点Pの半径方向及び円周方向の変位は、i柱を基準にとれば、次式のように表わされる。

$$u_p = u_{pi} + \sum_{m \neq i}^N u_{pm} = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \left\{ {}_k^i U_n^r(r_i) \cos n\theta_i + {}_k^i U_n^t(r_i) \sin n\theta_i \right\} \sin \frac{n\pi z}{2H} + \sum_{m \neq i}^N \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \left\{ {}_k^m U_n^r(r_m) \cos n\theta_m + {}_k^m U_n^t(r_m) \sin n\theta_m \right\} \cdot \cos(\theta_m - \theta_i) - \left\{ {}_k^m V_n^r(r_m) \sin n\theta_m - {}_k^m V_n^t(r_m) \cos n\theta_m \right\} \sin(\theta_m - \theta_i) \sin \frac{n\pi z}{2H} \quad (1)$$

$$v_p = v_{pi} + \sum_{m \neq i}^N v_{pm} = \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \left\{ {}_k^i V_n^r(r_i) \sin n\theta_i - {}_k^i V_n^t(r_i) \cos n\theta_i \right\} \sin \frac{n\pi z}{2H} + \sum_{m \neq i}^N \sum_{n=1}^{\infty} \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \left\{ {}_k^m U_n^r(r_m) \cos n\theta_m + {}_k^m U_n^t(r_m) \sin n\theta_m \right\} \cdot \sin(\theta_m - \theta_i) + \left\{ {}_k^m V_n^r(r_m) \sin n\theta_m - {}_k^m V_n^t(r_m) \cos n\theta_m \right\} \cos(\theta_m - \theta_i) \sin \frac{n\pi z}{2H} \quad (2)$$

$$\text{ここに、} {}_k^i U_n^r(r_i) = \left\{ A_n^i \left\{ K_n(\lambda_i^r r_i) + (\lambda_i^r r_i / n) K_{n-1}(\lambda_i^r r_i) \right\} + {}_k^i B_n^i K_n(\lambda_i^r r_i) \right\} / \eta_i^r, \quad (x=x, y) \\ {}_k^i V_n^r(r_i) = \left\{ A_n^i K_n(\lambda_i^r r_i) + {}_k^i B_n^i \left\{ K_n(\lambda_i^r r_i) + (\lambda_i^r r_i / n) K_{n-1}(\lambda_i^r r_i) \right\} \right\} / \eta_i^r, \quad (i=1, 2, \dots, N) \quad (3)$$

上式において、Nは柱本数、 ν は上層地盤のポアソン比、Hは上層地盤の深さ、 $K_n(\cdot)$ は第2種オグニ次の変形ベッセル関数を表わす。また、 A_n^i 等は未定係数で、これらは各柱の弾性変形曲線及び境界条件からその値が定められる。 ${}_k^i A_n^i$ 等は η_i 、 λ_i に応じてそれぞれ異なる値を有するので、厳密にはすべての η_i 、 λ_i に対してその値を定めねばならないが、幸いに η の2以上の項を考慮せずとも、その誤差が多柱基礎の群杭効果及び荷重分担率に及ぼす影響は、群杭中の最小の柱中心軸間距離 l と柱直径 d との比 l/d が1.5以上であれば、これをほとんど無視できることがわかった。したがって本論では、 $\eta=1$ の場合のみを採用した。柱の変形曲線 多柱基礎を構成する各柱の弾性変形を支配する微分方程式は、地中部分： $E_i I_i \frac{d^4}{dz^4} \{\bar{\xi}_i^x(z)\} = P_i^x(z) \dots (4)$ 、空中部分：

$$E_i I_i \frac{d^4}{dz^4} \{\bar{\xi}_i^x(z_0)\} = 0 \dots (5), \quad (x=x, y, i=1, 2, \dots, N) \text{と表わされる。ここに、} E_i I_i \text{は} i \text{柱の曲げ剛性、} P_i^x(z) \text{は} i \text{柱に作用する} x \text{方向土圧で、式(1),(2)を用いて求めることができる。上式の一般解はそれぞれ次式のように表わされる。}$$

$$\bar{\xi}_i^x(z) = \bar{A}_i^x(z/H)^3 + \bar{B}_i^x(z/H)^2 + \bar{C}_i^x(z/H) + \bar{D}_i^x + \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \lambda_i^k \sin(k\pi z/2H) \dots (6), \\ \bar{\xi}_i^x(z_0) = \bar{A}_i^x(z_0/H_0)^3 + \bar{B}_i^x(z_0/H_0)^2 + \bar{C}_i^x(z_0/H_0) + \bar{D}_i^x \dots (7). \text{ここに、} \lambda_i^k \text{は式(4)の特解に対するフーリエ係数、} \bar{A}_i^x, \bar{B}_i^x \text{等は各柱に関する境界条件によって定まる未定係数である。} H_0 \text{は柱の空中部分の長さである。}$$

3. 群杭効果 多柱基礎が荷重方向(x方向)に単位の水平変位を生ずるときの各柱の柱頭におけるx方向せん断力を Q_i^x とする。他方、柱の上下端における拘束条件が多柱基礎のそれに等しいような単柱が、単位の水平変位を生ずるときの柱頭水平荷重を Q_i^x とすれば、多柱基礎の群杭効果は $e_N^x = \sum_{i=1}^N Q_i^x / \sum_{i=1}^N Q_i^0 \dots (8)$ 、荷重分担率は、 $v_i^x = Q_i^x / \sum_{i=1}^N Q_i^x \dots (9)$ によって定義される。

4. 境界条件 前章までに導入した未定係数 ${}_k^i A_n^x, \bar{A}_i^x, \bar{B}_i^x, \bar{C}_i^x$ 等は、次に示すような境界条件を用いてこれ

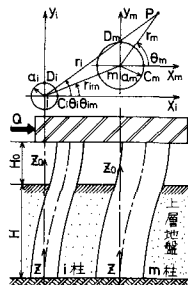


図-1 多柱基礎-地盤系

[illegible]

图-2 实验装置与多柱基础模型(单位:cm)

図-3 撞型柱の柱配置(単位:cm)

Figure 1 is a line graph with two y-axes. The left y-axis is labeled '根重分比率, V_1 ' and ranges from 0.04 to 0.14. The right y-axis is labeled '莖重分比率, V_2 ' and ranges from 0.4 to 1.0. The x-axis is labeled 'P=90-110N' and ranges from 0 to 10. There are four data series, each represented by a different symbol and line style: ① (open circles, dashed line), ② (open squares, solid line), ③ (open triangles, dashed line), and ④ (open diamonds, solid line). The graph shows that as P increases, the root weight ratio (V_1) generally decreases while the shoot weight ratio (V_2) generally increases for all treatments. The legend indicates that ① and ② are for '野桃效果' (wild peach effect) and ③ and ④ are for '莖重分比率' (shoot weight ratio).

Ho/d

四、... 个族并林塔到

直反认为柱基础模型

測の結果、柱の曲げ

であった。実験は村

此項已交付，在土

、在頭に貼付した十

を求めた。このよう

って各柱の荷重分担

7-10-1968

Figure 1 is a line graph showing the relationship between the ratio of the number of particles to the number of particles in the initial state (Y-axis, 0.6 to 0.8) and the ratio of the number of particles to the number of particles in the initial state (X-axis, 0.6 to 0.8). The graph shows three curves for different values of the parameter n : 1.5, 3.0, and 5.0. The curves show that as n increases, the ratio of the number of particles to the number of particles in the initial state decreases.

$\alpha_0 = 0.01$
 $\nu = 0.45$

0 10 30 50
→ Ho/d

图-5 Ho/d 乙群杭效果 e_9^x

0.14 $\alpha_0 = 0.01$
11.1 = 25

荷重 0.12 V_i^x $H/B = 25$
 $\nu = 0.45$

分担率 0.10 V_3 V_2 V_1

①—②—①
②—④—③

$V_i^x = 0.08$

→ Ho/d

图-6 Holdと荷重分担率の

Polymer Degradation and Stability


 荷重分担率
 群抗効果

$H/d_1 = 3.14$ $H = 13.8\text{m}$ $V = 0.35$ 0.6 Σ
 $L/d_1 = 1.92$ $d_1 = 7.0\text{m}$ Σ

① $d_2/d_1 = 1.59$ $d_1 = 4.4 \text{ m}$ 0.4

③

1.0 2.0 3.0
H₀/d₁

Ho/d と支柱基礎の群杭効果

及び各柱の荷重分担率