

D J M杭の設計法に関する試案

長崎大学工学部 正 員 伊勢田 哲也

○学生員 松岡 毅 , 学生員 古賀 良太

1. まえがき

軟弱地盤処理工法で、深層混合処理工法が採用される例が全国的に広がりつつある。この工法の効果として沈下量の減少、せん断変形の抑制、すべり抵抗の増加といった軟弱地盤の持つ大きな欠点を、改善できるものとして大きな評価を受けている。しかし設計法としてすべり抵抗の増加、沈下量の減少といったものを評価するような設計法は試みられているが、せん断変形の抑制については少ない。これについて畑農らの極限解析法を用いた例やFEM解析法があるが改良柱体と地盤土とを一体とした架空の物体を考え強度特性値や力学的特性値を定めて計算したり、解析モデルを作る等多くの仮定が必要であるばかりでなく、モーメント(M)、せん断力(Q)等求めにくい。

そこで本文は、周知の地盤反力法(弾性支承上の梁の問題)として改良柱体それ自身の挙動を解き、設計法の一助にせんとするものである。

2. 解析法

右図の様に柱はそれぞれバネ(地盤反力係数)でつなげて支えられているものとする。側方の荷重 $p(x)$ が載荷したとき右より1本目の或る深さの柱のたわみを Y_1 とし、同じ深さの2、3本目のたわみをそれぞれ Y_2 、 Y_3 とする。

柱のたわみの基本式は

$$\left. \begin{aligned} E_1 I_1 \frac{d^4 Y_1}{dx^4} &= p(x) - K_1 Y_1 D_0 \\ E_2 I_2 \frac{d^4 Y_2}{dx^4} &= K_1 (Y_1 - Y_2) - K_2 Y_2 \\ E_3 I_3 \frac{d^4 Y_3}{dx^4} &= K_2 (Y_2 - Y_3) - K_3 Y_3 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここで、 $E_1 I_1 = E_2 I_2 = E_3 I_3 = EI$ 、 $K_1 = K_2 = K_3 = K$ 、 $p(x)$ を図の様に P_a 、 P_b からなる台形荷重とすると、(1)式は

$$\left. \begin{aligned} E_1 I_1 \frac{d^4 Y_1}{dx^4} &= -KY_1 D_0 + \left(P_a + \frac{P_b + P_a}{L_0} \cdot x \right) D_0 \\ E_2 I_2 \frac{d^4 Y_2}{dx^4} &= K(Y_1 - Y_2) - KY_2 \\ E_3 I_3 \frac{d^4 Y_3}{dx^4} &= K(Y_2 - Y_3) - KY_3 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

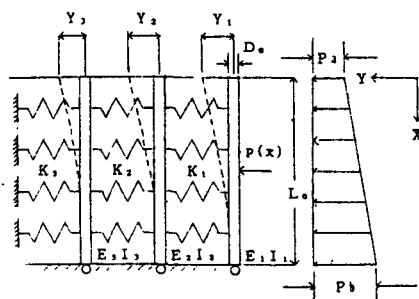
となり、その解は(3)式ようになる。

$$\left. \begin{aligned} Y_1 &= \exp(\beta_1 x) \cdot (A \cos \beta_1 x + B \sin \beta_1 x) + \exp(-\beta_1 x) \cdot (C \cos \beta_1 x + D \sin \beta_1 x) \\ &\quad + \frac{D_0 \cdot K}{4 \beta^4 EI} \left(P_a + \frac{P_b + P_a}{L_0} \cdot x \right) \\ Y_2 &= \exp(\beta_2 x) \cdot (F \cos \beta_2 x + G \sin \beta_2 x) + \exp(-\beta_2 x) \cdot (H \cos \beta_2 x + L \sin \beta_2 x) + \frac{K}{4 \beta^4 EI} \cdot Y_1 \\ Y_3 &= \exp(\beta_3 x) \cdot (M \cos \beta_3 x + N \sin \beta_3 x) + \exp(-\beta_3 x) \cdot (O \cos \beta_3 x + R \sin \beta_3 x) + \frac{K}{4 \beta^4 EI} \cdot Y_2 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

ここに、

$$\beta_1 = \sqrt[4]{\frac{D_0 \cdot K}{4 \cdot EI}} \quad \beta_2 = \sqrt[4]{\frac{K}{2 \cdot EI}} \quad \beta_3 = \sqrt[4]{\frac{K}{2 \cdot EI}}$$

A, B, C, D, F, G, H, L, M, N, O, R は積分定数

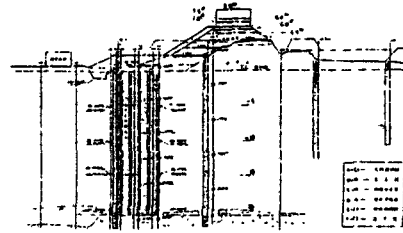


3. DJM施工地概要

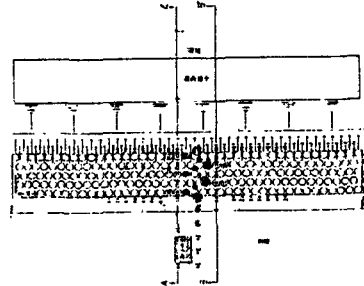
有明恵比寿 (A) 地区、佐賀武雄 (B) 地区、鞆木 (C) 地区について、検討してみた。右図は (A) 地区の横断面図と、DJMの配列図である。表-1に物性値を示した。

表-1 物性値

	恵比寿地区	武雄地区	鞆木地区
E (kg/cm ²)	2000	2000	2000
I (cm ⁴)	$4.98 \cdot 10^{-4}$	$4.98 \cdot 10^{-4}$	$4.98 \cdot 10^{-4}$
L ₀ (m)	20.7	17	15~17
D ₀ (m)	1.0	1.0	1.0
P _a (kg/cm ²)	0.4~1.0	0.56~1.06	0.4
P _s (kg/cm ²)	1.1~1.49	0.42	1.26
K値 (kg/cm ²)	0.1~1.2	0.23~0.7	不明
盛土高さ (m)	5.5~8.8	2.5	7.5
γ (t/m ³)	2.1	2.0	2.1



A地区の横断面図



A地区のDJM配列図

4. 計算値と実測値

図-1はA地区におけるDJM柱体の1本目から3本目までの水平方向変位図 (計算値) と1本目の柱体のたわみの実測値である。なお計算値の最下端はヒンジで計算している。計算値はブジネスク理論等から求めたP_aとDJM柱体中央にP_s²⁾そしてP_b=0からなる三角形に似た荷重による変位である。計算値⑤は台形荷重による柱体のたわみで1本目のみを示している。なおP_sは次式から求めた。

$$P_s = 0.8 \times \gamma \times (t/m^3) \times \text{盛土高さ (m)}$$

5. 各柱体の曲げモーメント、せん断力の比較

恵比寿地区において三角形荷重による1本目から3本目の柱体の曲げモーメントおよびせん断力について比較したのが、図-2、3である。

曲げモーメントおよびせん断力はたわみに比してあまり顕著な違いは表れなかった。

6. 考察

以上のことから、設計の考え方として柱体の1本目で破壊を生じないように設計していけば良いことが考えられる。

参考文献

1) 側方抑制に用いた地中固結壁の挙動; 畑農次人、沢田善勝、西中村和利、野間明義 (土木学会論文集第361号Ⅲ・3、1985年9月)、2) 土質工学会; 杭基礎の設計法とその解析 (土と基礎 292号、30-5)

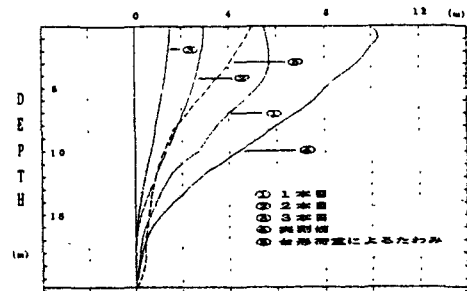


図-1 変位図 (盛土高 6.5m)

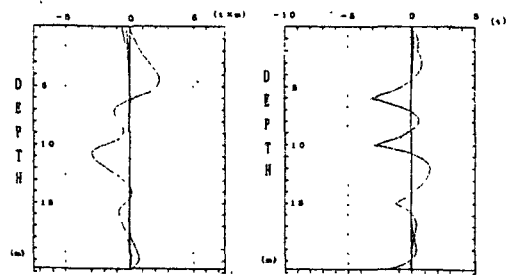


図-2 モーメント図

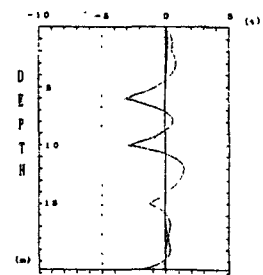


図-3 せん断力図