

単杭の横抵抗に関する実験

運輸技術研究所

篠原登美雄 久保浩一
井口 弘 村上 守

砂中に於ける単杭が静的な横方向力を受ける場合、単杭の横抵抗に就いて数種の模型杭により実験を実施し、既に前回に於てその概要を報告したのであるが、その後現在迄に整理取纏めた事項より二三の主要結果を次に報告する。

1. 横方向力と杭頭部変位

杭頭部変位として測定した曲げモーメントの分布図より2回積分値として求めた砂表面に於ける撓み量を採り、これと其の時の横方向力との関係は次式で表示することが出来る

$$T = K(1 - e^{-c\delta}) \quad \text{----- (1)}$$

T: 横方向力(kg) δ: 杭頭部変位(cm)

上式に於けるK, Cは常数であるが、これを剛性EI及杭巾Bの変化する模型杭群に就いて検討してみる。

$$\left. \begin{aligned} K &= \beta (EI / 10^6)^{0.2} & \beta &= 140 + 0.95 B^{(cm)} \\ C &= 0.026 (EI / 10^6) + 0.47 \end{aligned} \right\} (2)$$

となり、図-1及図-2に示す如く計算値と測定値とは比較よく一致している。

2. 横方向力と最大曲げモーメント

曲げモーメント分布図に於ける最大値とその時の横方向力との関係を求めると図-3に示す如く、I曲線上に $EI = 1 \sim 10 \times 10^6 \text{ kg cm}^2$ II曲線上に $10 \sim 100 \times 10^6 \text{ kg cm}^2$ の模型杭の $T-M_{max}$ が集約されている。杭巾Bを異にする模型杭群もEIによってI曲線上に来ている。即ち杭に生ずる最大曲げモーメントは横方向力によって大きく支配され、EIはモーメントの分布長さのみに大きな影響を与えている。

3. 杭面に於ける砂の反力係数

杭面に生ずる砂の抵抗には次の二つの場合が考えられる。

(1) 杭面に Rankine 土圧が働く場合 即ち杭表面に働く抵抗土圧強度が深さ x に比例する場合

$$P = K_1 x B \quad B: \text{杭巾}$$

(2) 杭面に働く抵抗土圧強度が深さ x 及びその處の変位量 y に比例する場合

$$P = K_2 x y B$$

曲げモーメント分布図よりの2回微分値として求めた杭面反力分布曲線より上述の K_1, K_2 を求めれば別表の如くなる。

図-1 T-δ測定値・計算値比較

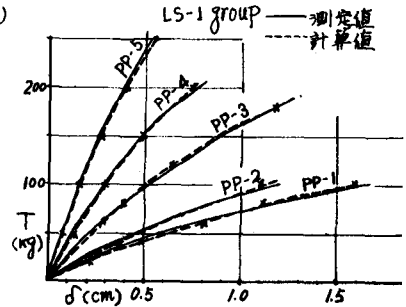


図-2 T-δ測定値・計算値比較

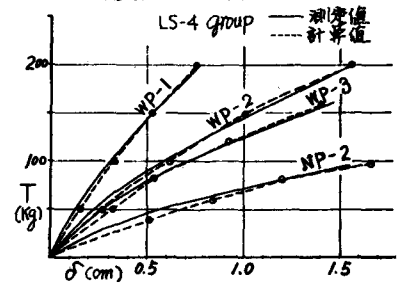
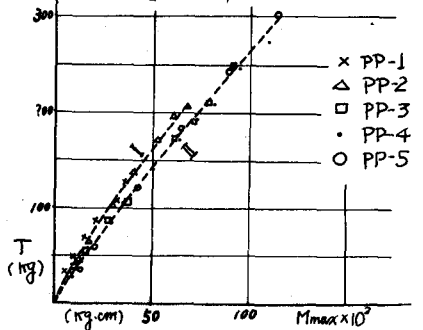


図-3 EIによるmoment max-T/relati



表より判る如く(1)の K_1 に比較して (2) の場合の K_2 は荷重の大きさによって異なるが同一荷重に対してはほぼ常数として取扱つて可いと思はれる。現在この関係を利用して、(1) ~ (2) 式を解析的に求め数値的な比較検討を行つてゐる。

4. 模型相似に対する検討

杭の撓み曲線の基本方程式

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} = -P \text{----- (3)}$$

に就いて模型相似を考える

模型杭と原型との撓みを相似させるために、対応する実数に就いて次式が成立しなければならない。

$$\frac{XP}{X_m} = R_x = \text{Const.}$$

$$\frac{y_p}{y_m} = R_y = \text{Const.}$$

従つて式(3)より

$$\frac{P_p}{EI_p} = \left(\frac{R_y}{R_x^4} \right) \frac{P_m}{EI_m} \quad \text{又: } 1 = \frac{P_p}{P_m} = R_p = \text{Const.} \quad \frac{EI_p}{EI_m} = R_{EI} = \text{Const. とすれば}$$

$$R_{EI} = R_p \frac{R_x^4}{R_y} \text{----- (4)}$$

よって $R_p = R_x R_y R_B$ であるから

$$R_{EI} = R_x^5 R_B \text{----- (5)}$$

又同様に

$$\left. \begin{aligned} R_s &= R_x^2 R_y R_B \\ R_M &= R_x^3 R_y R_B \end{aligned} \right\} \text{----- (6)}$$

即ち相似の条件式として以上の(4) ~ (6)式成立すればよいことになる。実験に使用した模型杭間に於て上式が適用性を検討した結果充分満足され得ることが判つた。従つて模型杭として使用した平鋼杭の内管杭への適用性、及び模型杭より原型杭の適用範囲に就いて検討することが出来た。

K_1, K_2 の数値 $K_0 = kg/cm^2/cm$

深度(x)cm		横方向力(T)kg							
	LS-1, PP-2	22.4	42.6	66.4	101.4	136.6	162	170	
10	K ₁	16.5	22.7	20.3	39.8	65.5	52	52.7	
	K ₂	10.6	2.91	0.78	2.53	0.40	0.41	0.35	
20	K ₁	11.4	15.6	12.9	28.4	37.9	31.7	41.7	
	K ₂	1.81	1.13	0.87	0.67	0.57	0.53	0.65	
30	K ₁	8.1	6.6	8.1	16.1	23.0	24.6	27.1	
	K ₂	1.23	1.08	0.96	0.66	0.70	0.65	0.55	
	LS-1, PP-4	37.0	62.2	106.6	141	172	208.6	266.6	
10	K ₁	9.7	17.5	21.8	27.5	32.2	32.2	37.9	
	K ₂	1.94	1.57	1.09	0.89	0.76	0.56	0.51	
20	K ₁	2.0	12.8	12.0	22.7	27.5	30.3	34.1	
	K ₂	2.5	1.71	1.06	1.02	0.89	0.72	0.63	
30	K ₁	5.0	8.5	12.6	18.9	20.2	26.5	20.6	
	K ₂	2.8	2.08	1.59	1.23	0.99	0.92	0.88	

以上