

(B-5) 斜基礎杭上単脚構造の耐震性に関する模型実験について

京都大学工学部
同

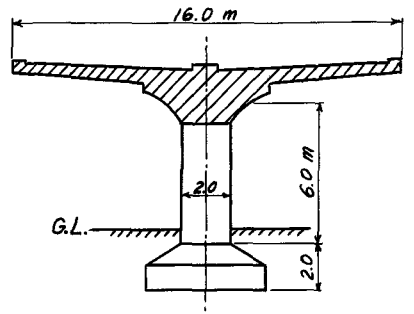
正員 ○後藤尚男
正員 渡部卓郎

わが国大都市内の高架高速道路の下部にも実現が要望されている、図-1のごとき一柱式単脚構造に斜基礎杭を用いた場合の耐震性を模型実験によって検討した。

1. 模型の作製

(1) 基本方針 1) 図-1に斜杭を用いた原型の1/50の模型をアクリライト材で作製する, 2) 図-2の頭部水平力Hによる単脚躯体の静たわみ曲線を原型に相似ならしめる, 3) 振動実験のため模型上部構造には鋼製パターンを用いて, その重量分布と上部/下部の重量比とを原型に相似ならしめる。

図-1 原型単脚構造(神戸市計画案)



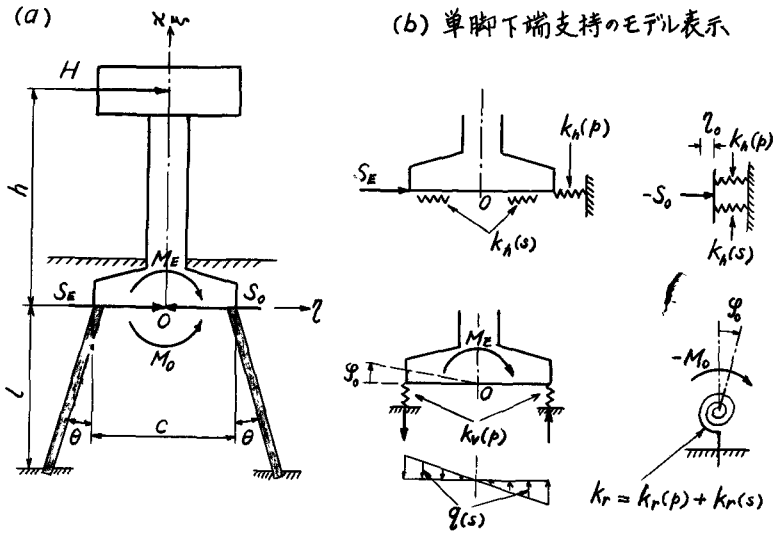
(2) 静たわみ曲線の相似条件 図-2(a)で水平力Hを下端の S_E と M_E に移し, これに対する地盤と斜杭の弾性支持を同図(b)のごとくばね定数 k で表示する。すなわち $k_H(p)$, $k_v(p)$, $k_r(p)$: 斜杭による水平, 鉛直, 回転の各ばね定数, $k_H(s)$, $k_v(s)$: 単脚底面地盤による水平, 回転の各ばね定数。これより図-2を参照してそれぞれの k を算出して

図-2

つぎの結果を得る。

$$\left. \begin{aligned} k_{H(p)} &= \frac{2E'd'}{l} \sin^2\theta \cos\theta \\ k_{v(p)} &= \frac{2E'd'}{l} \cos^3\theta \\ k_{r(p)} &= \left(\frac{c}{2}\right)^2 k_{H(p)} \\ k_{H(s)} &= bC K_H \\ k_{v(s)} &= I_o K_v = \frac{bC^3}{12} K_v \end{aligned} \right\} (1)$$

ここに, E' , d' : 杭のヤング率と断面積, b , I_o : 単脚底面の奥行と断面二次モーメント, K_v , K_H : 上



下および水平方向の地盤係数。

さて図-2(a)で単脚がその躯体の全長 l にわたって等断面であると仮定し,

$$EI \frac{d^4 \eta}{dx^4} = 0 \quad \text{で} \quad \frac{\eta}{l} = Y, \quad \frac{x}{l} = \xi \quad \text{とおくと,} \quad \eta = lY = C_0 + C_1 \xi + C_2 \xi^2 + C_3 \xi^3 \quad (2)$$

式(2)より $\psi = d\eta/dx$, $M = -EI \cdot d^2\eta/dx^2$, $S = -EI \cdot d^3\eta/dx^3$ を算出して、つぎの境界条件を適用する(図-2参照)。

$$\left. \begin{array}{l} 1) x=0 (\xi=0) : M_0 = -\{f_R(p) + f_R(s)\}\psi_0 = -f_R\psi_0, \quad 3) x=l (\xi=1) : M_R = 0 \\ 2) x=0 (\xi=0) : S_0 = \{f_R(p) + f_R(s)\}\eta_0 = f_R\eta_0, \quad 4) x=l (\xi=1) : S_R = H \end{array} \right\} \dots\dots(3)$$

かくして式(2)の積分定数Cが次式のごとく求まる。

$$C_0 = \frac{H}{f_R l}, \quad C_1 = \frac{f_R H}{f_R}, \quad C_2 = -3C_3 = \frac{f_R^2 H}{2EI} \dots\dots(4)$$

η 曲線が原型・模型で相似であるためには $C_m = C_p$ より

$$\frac{H_m}{H_p} = \frac{f_{Rm} l_m}{f_{Rp} l_p} = \frac{f_{Rm}/f_{Rp}}{f_{Rp}/f_{Rp}} = \frac{E_m I_m / l_m^2}{E_p I_p / l_p^2} \dots\dots(5)$$

(3) 模型の作製 静試験用の模型(A)は基本方針1)と式(5)より、

$$\frac{H_m}{H_p} = \frac{E_m I_m / l_m^2}{E_p I_p / l_p^2} = \frac{2.8 \times 10^4 \cdot (1)^2}{21 \times 10^4 \cdot (50)^2} = \frac{1}{18700} \left(= \frac{10 f_R}{187 t} \right) \dots\dots(6)$$

つぎに 305 x 300 (mm) のH形実杭に対して式(5)の他の2条件を式(6)の値に近似させるよう検討した結果、模型杭の断面を 10 x 10 (mm) と決定した。この模型(A)では単脚と杭とを図-3にみるごとくボルト組立としたので単脚底面積 $b \times c$ が相似条件による 100 x 120 (mm) より 140 x 160 (mm) と過大になった。一方動試験用の模型(B)では基本方針3)にしたがって、図-1斜線部に相当する鋼製パターンを取付け、固有振動数を低下させるため躯体の断面を 20 x 40 (mm) に縮少し、かつ単脚と杭とを一体とした。

図-3 模型(単位mm)
実線:(A), 点線:(B)

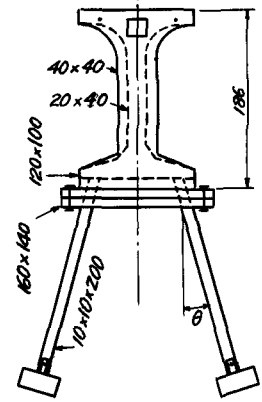
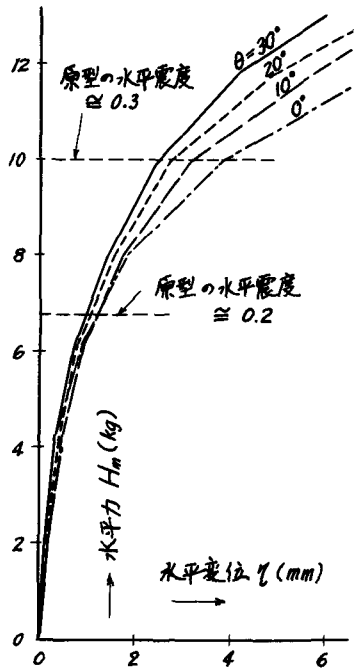


図-4 模型(A)頭部の静引張試験



2. 模型実験とその結果
 (1) 静的実験 θ の異なる4種の模型(A)を乾燥砂上に設置して振動締固めの後、実施した頭部の引張試験結果の一例を図-4に掲げた。上述のごとく $b \times c$ が過大であったので斜杭の効果が過小になった。しかし θ の大なるほど、 H_m の大なるほど水平抵抗力の大きいことが確認できる。なお原型単脚1基当りの上部構造重量は 600 t であるので、式(6)より $H_m = 10 f_R$ が $H_p = 600 \times 0.3 \cong 187 t$ に対応している、ここに 0.3 : 設計最大水平震度。

(2) 動的实验 実験を続行中であるので、静的実験結果の詳細とともに講演時に報告するが、斜杭の耐震効果は注目すべきものがあると期待される。