

名城大学理工学部土木工学教室 正会員 柴田道生

(1) 緒言

筆者は、円形くいの先端角度が、貫入性は勿論、支持力にも影響を及ぼすことを重視して、本文の内容は、先端角度を異にする2種の模型くいについて、貫入性並びに其の支持力に関する実験を行い、之に理論的考察を加へようとするものである。

Meyerhof や Terzaghi は、扁平な先端部に、三角形の弾性的平衡領域を考へてゐるが、実際のくいの実状とは一致せず、従つて、スベリ面内に生ずる塑性領域も、全く異なつた状態を生ずるであらうと考へられる。この解作、究明を行う前提として、先端角度を異にした場合、貫入性、特に支持力がどのように其の値を異にするかを先ず実験によつて確認する。

(2) 模型くいの諸元及び実験装置

表1に、くいの諸元を表示する。

表1

諸元 \ 種類	先端角、 2入 60°	先端角、 2入 30°
長さ	100 cm	100 cm
径	15 cm	15 cm
重量	11.15 kg	11.15 kg
円錐部長さ	12.5 cm	27.5 cm
本体長さ	87.5 cm	72.5 cm
本体断面積	176.62 cm ²	176.62 cm ²
弾性係数	97,000 kg/cm ²	97,000 kg/cm ²

くいは、各々2つ割とし、之に、抵抗線歪計を貼付し、くい頭部の位置にダイヤルゲージ、並びに、先端の沈下量を知るために、内部に挿入した鉄筋のプランクに合標ダイヤルゲージを設定した。(表1図参照)

くいを打込む砂槽は、150 cm × 150 cm × 300 cm の鋼製槽を用い、之に完全乾燥砂を填充、打撃貫入は、重さ 20 kg の重錘を用い、載荷試験は、くい頭にロードセルを設定し、4 ton の油圧ジャッキによつて荷重を矢へ、ビジュグラフに記録せしめる。

(写真1, 2 参照)

(写真2.)

使用したビジュグラフは FR-20/100B,
400 VA, 50 Hz. 歪測定器は D56 型

(写真1.)

MTY 型である。

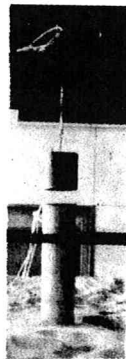
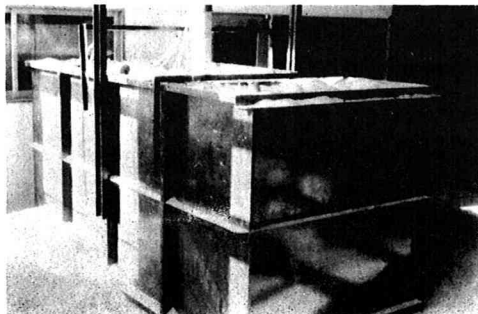
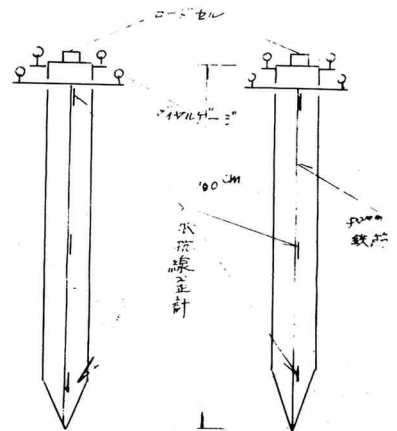


表1図



(3). 実験による計測値

打撃貫入試験においては、先端角 30° のくい比、 60° のくいに比し、同一打撃回数で約 35% 貫入量が大きく表はれる。次に載荷試験において、 $Q_0 \sim \mu_0$ 曲線、 $Q_0 \sim M_L$ 曲線と標き、荷重と沈下量が比例しなくなる点を降伏点荷重とし、之を第2表に示す。

即ち、先端角 30° のくい比、 60° のくいに比し、約 20% 大きく計測されん。更に、 $Q_0 \sim E_L$ 曲線と標いてみたが、降伏点も両者とも表はれていない。即ち、地盤の降伏は、両者とも、先端地盤に発生し、くい杆の降伏は、この時点の荷重では生じていないことが分る。

(4). 理論式によるくい頭荷重のくい先への伝達率

(第2表)

	先端角 60°	先端角 30°
$Q_0 \sim \mu_0$ 曲線 より降伏点 R_y	750 kg	850 kg
$Q_0 \sim M_L$ 曲線 より降伏点 R_y	630	760

打撃貫入試験においても、又載荷試験においても、地盤の先端抵抗は、 30° のくいの方が大きく表はれる。このことは、くい頭荷重が、先端に大きく伝達されるからである。

第2図において、先端円錐部の単位剪断抵抗力を c 、表面積と

$$S \text{ とすると } 2S = 2\pi c \frac{\sin \lambda}{\cos^2 \lambda} \int_0^x x dx = \pi c \frac{\sin \lambda}{\cos^2 \lambda} x^2$$

又、AB断面の長さに軸力を N_{AB} とすると、x軸方向に在る

$$断面の軸力 N_x は、 $N_x = N_{AB} - \pi c \frac{\sin \lambda}{\cos^2 \lambda} x^2$$$

$$x \text{ で微分して、} \frac{dN_x}{dx} = -2\pi c \frac{\sin \lambda}{\cos^2 \lambda} x \text{ ----- (1)}$$

又、断面積を A 、弾性係数を E 、x軸方向の変位を μ とする

$$\text{と、} \frac{dN_x}{dx} = -\frac{d^2\mu}{dx^2} AE \text{ ----- (2) (1) と (2) より}$$

$$\frac{d^2\mu}{dx^2} = \frac{1}{AE} 2\pi \mu c \frac{\sin \lambda}{\cos^2 \lambda} \quad \frac{1}{AE} 2\pi c \frac{\sin \lambda}{\cos^2 \lambda} = a^2 \text{ (定数)}$$

$$\text{とすると、} \frac{d^2\mu}{dx^2} - a^2 \mu = 0. \text{ この式の一般解は}$$

$$\mu = Ae^{ax} + Be^{-ax}, \quad \beta = aL \text{ とおくと}$$

$$A = -\frac{\mu_0 e^{-\beta} - \mu_L}{2 \sinh \beta}, \quad B = \frac{\mu_0 e^{\beta} - \mu_L}{2 \sinh \beta}, \quad \text{但し } \mu_0: \text{くい頭沈下量 (AB断面沈下量)}$$

$$\text{いま } m = \frac{L}{x} \text{ とおくと } \mu = \frac{\mu_0 \sinh \beta (1-m) + \mu_L \sinh \beta m}{\sinh \beta}$$

$$\text{又、} N_x = N_{AB} - 2\pi c \frac{\sin \lambda}{\cos^2 \lambda} \int_0^x \mu du \quad 2\pi c \frac{\sin \lambda}{\cos^2 \lambda} = M \text{ とおくと}$$

$$N_x = N_{AB} - M \int_0^x \mu du = N_{AB} - \frac{LM}{\beta \sinh \beta} \left[\mu_0 \cos \beta - \mu_0 \cos \beta (1-m) + \mu_L (\cos \beta m - 1) \right]$$

$$\text{又 AB断面沈下量 } \mu_0 \text{ は } \mu_0 = \mu_L + \frac{1}{AE} \int_0^L N du du = \mu_L + \frac{L}{AE} \left\{ N_{AB} - \frac{LM}{\beta \sinh \beta} \mu_0 \right\}$$

$$\text{従って、} \mu_0 = \frac{N_{AB} L \tanh \beta}{AE \beta} + \frac{1}{\cosh \beta} \mu_L \quad \text{又、} N_L = \frac{N_{AB}}{\cosh \beta} - \left(\frac{ML}{\beta} \tanh \beta \right) \mu_L \quad N_L: \text{くい先端軸力}$$

$$\text{次に、} K_L: \text{鉛直方向地盤反力係数とすると、} N_L - K_L \mu_L = K_L \frac{N_{AB} L}{K_L \beta \cosh \beta + ML \sinh \beta}$$

$$\text{故に } K_L = \frac{ML K_p \sin(\lambda + \theta) \tanh \beta}{\beta \cosh \beta} \pi r^2 \cos^2 \lambda, \text{ 前述の理論式を用いて計算した結果を第3表}$$

に示す。(K_p : 受働土圧係数、 θ : 土の内部摩擦角)、即ち 30° の先端角をもちくいの方が

くい先端へ、約 10% 多く伝達されていることが分る。第3表の N_{AB} の値は、AB断面の歪計の数値を採用したが、先端角の影響を受けている事は明らかである。即ち、くい本体の長さは、 60° のくいでは 87.5cm に対し、 30° の場合 72.5cm であるから、周面摩擦抵抗値は、 60° の方が大きい筈であるが、 N_{AB} の値は 30° の方が大きく計測されていることから推論すれば、先端角 30° の方が伝達率は大きいと云へよう。

(第3表)

荷重 Q_0 kg	先端角 60°			先端角 30°		
	N_{AB}	N_L	$\frac{N_L}{Q_0}$	N_{AB}	N_L	$\frac{N_L}{Q_0}$
800	327	260	32.5%	371	328	41.0%
700	291	231	33.0	336	297	42.4
600	265	210	35.0	283	250	41.6
500	229	182	36.4	247	218	43.6
400	185	147	36.7	212	187	46.7

第2図

