

九州大学工学部 正員 小坪 瑞 真
同 大学院 学生員 〇 緒 方 信 英

I. まえがき

地震時杭基礎の横抵抗に関する従来の理論は、杭頭に水平力を作用させた場合を取り扱っている。著者は、先に⁽¹⁾地盤の変形を考慮に入れると従来の理論値に比し、非常に大きな曲げモーメントが生ずる事を示した。ここでは、長さおよびせん断弾性係数 G の値が深さ方向に一次的に増加する場合の理論計算値を示すとともに、実験も行なつたので、この結果についても報告する。

II 地盤の変形を考慮に入れた杭基礎の横抵抗理論

杭の周囲の地盤はせん断変形も行なうものとし、この深さと h 、杭の径を d 、単位体積重量を w 、断面積を A 、曲げ剛さを EI 、杭の上端の載荷重量を W 、地盤のせん断弾性係数を G_m 、単位体積重量を w_m 、反力係数を K とする。下層基盤の地震動も $(d^2g/w^2)\sin\omega t$ 、杭および地盤の水平変位の絶対座標を $\bar{y}$ 、 $\bar{u}$ とすると、杭について次の微分方程式が成り立つ。

$$\frac{\partial^2}{\partial z^2}(EI \frac{\partial^2 \bar{y}}{\partial z^2}) = -\frac{wA}{g} \frac{\partial^2 \bar{y}}{\partial t^2} + p_m \quad (1)$$

p_m は次式で与えられる。

$$p_m = Kxz(d(\bar{u} - \bar{y}) - \frac{w_m d}{g} \frac{\partial^2 \bar{y}}{\partial t^2}) \quad (2)$$

g は重力の加速度、 $w_m d$ は杭の単位長に附着すると考えられる土の重量である。

$\bar{u}$ については

$$\frac{\partial}{\partial z}(G_m(z) \frac{\partial \bar{u}}{\partial z}) = \frac{w_m}{g} \frac{\partial^2 \bar{u}}{\partial t^2} \quad (3)$$

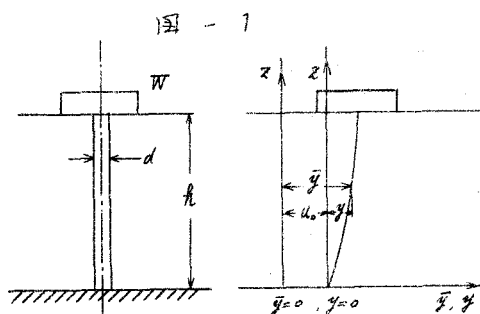
を解く事により求められる。上式の境界条件としては、

$$\left. \begin{aligned} (i) \quad z=0 &: \quad \bar{u} = u_0 \\ (ii) \quad z=h &: \quad G_m \frac{\partial \bar{u}}{\partial z} = 0 \end{aligned} \right\} \quad (4) \quad \left. \begin{aligned} \bar{y} &= u_0 + \bar{y} \\ \bar{u} &= u_0 + u \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

とすればよい。 u_0 は下層基盤の地震動 $(d^2g/w^2)\sin\omega t$ を表す。杭の境界条件として、杭の上端で回転拘束、下端において変位拘束、回転自由の場合を取り扱った。

即ち、

$$\left. \begin{aligned} (i) \quad z=0 &: \quad \bar{y} = u_0 \\ &EI \frac{\partial^2 \bar{y}}{\partial z^2} = 0 \\ (ii) \quad z=h &: \quad \frac{\partial \bar{y}}{\partial z} = 0 \\ &EI \frac{\partial^3 \bar{y}}{\partial z^3} = W/g \cdot \frac{\partial^2 \bar{y}}{\partial t^2} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$



$G(z)$, $K(z)$ は数式で与えられるものとする。

$$G_n(z) = G_0 (1 - z/h)$$

$$K(z) = K_0 (1 - z/h)$$

ここに G_0 は地盤最下部のせん断弾性係数と、 K_0 はおなじく水平反力係数を表す。

曲げモーメントの分布を示せば図-2の如くなる。

図-2において、例えば $K_{16} G_{40} (\omega = 0.0)$ は $K_0 = 16$ かつ

$G_0 = 40 \text{ kg/cm}^2$, $\omega = 0.0$ の場合を意味する。

図からわかる如に、杭の地表に近い部分に大きな曲げモーメントが生じている。

一般には、杭の上部において、大きなモーメントが生ずる筈であるが、しかし実際には、受動土圧との関係もあり、図示の如きモーメント分布とは多少異なるものと思われる。これらについては今後研究を進めて行くつもりである。

尚、数値計算には九大電子計算機 OKITAC-5090 を使用した。

Ⅲ 模型実験

杭としてエポキシ樹脂を、載荷重量としてコンクリートを使用し、図のようにエポキシ樹脂の根幹をコンクリート中に埋め込んで、杭頭回転拘束の状態とした。ゲージの位置は図に示す通りである。

振動台および杭頭部コンクリートに加速度計を設置し、振動台および杭頭の加速度と杭の歪とを測定した。

また、この場合の杭頭コンクリートの加速度に比例する慣性力を求め、これに相当する力を静的に杭頭に加えて地盤の変形を考慮しない場合の静的な歪を測定し、前者の動的歪と比較し、前者が後者より相当大きくなることを確認した。

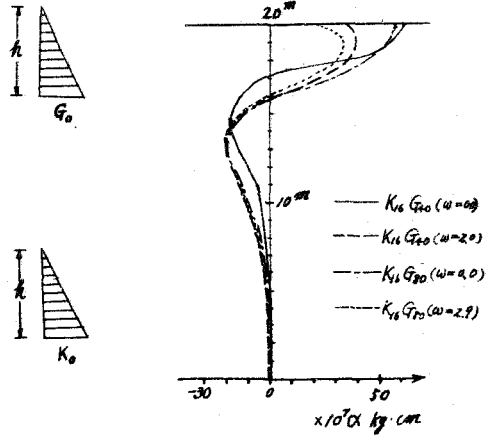


図-2

モーメント図

図-3

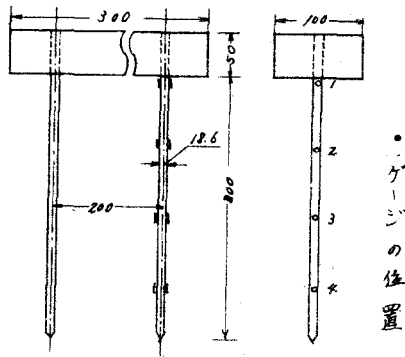
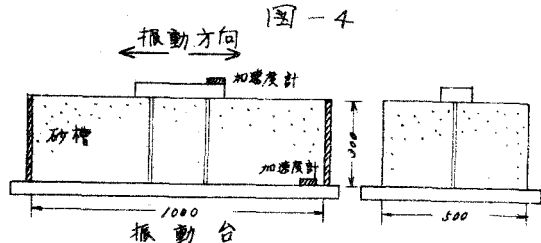


図-4



参考文献

(1) 小井 雄方：杭基礎の地震時横揺れ杭に及ぼす地盤変形の影響

昭和40年度 土木学会西部支部研究発表会