

I-487 剝離およびすべりを取り入れた埋設基礎の動的ばね係数と減衰係数

宮崎大学工学部 原田隆典 宮崎県庁 山田清朗 清水建設技術研究所 広瀬利光

1. まえがき 円柱埋設剛体基礎に関して、動的ばね係数と減衰係数の解析を試みた。このモデルでは、弾性波探査より得ることのできるせん断波速度、ポアソン比および土の密度、更に土の内部摩擦角、基礎の幾何学的諸定数を必要とする。ここでは、基礎側壁の水平変位に対する復元力を対象とするが、剛体モードのすべてに対して、同じような方法で復元力を定式化できる[1]。

2. 基本的考え方 図-1に示すように埋設円柱剛体基礎の乙点における単位深さ当たりの復元力を考察する。地盤反力係数(単位面積当たりのばね係数(kg/cm³))を導入し、地盤材料は引っ張り力に耐えないものとし、モール・クーロンの破壊基準に従うものと仮定する。従って、深さ乙における静止土圧までは、引っ張り力に耐えることになり、圧縮に対しては、深さ乙における受動土圧まで耐えるものと考えられるから、引っ張り・圧縮に対する(応力-変位)の関係は図-2(a)に示すものとなる。モール・クーロンの基準を採用しているため、(せん断応力-変位関係)は図-2(b)に示すものとなる。弾性理論により、引っ張り・圧縮応力とせん断応力に対する地盤反力係数(K_n, K_s)と地盤反力減衰係数(C_n, C_s)を求めることができる。詳細は文献[1]によると、基礎の単位深さ当りの水平力と水平変位の関係を次式のように表し、U=0での値で基準化したK_u(U), C_u(U) および速度項を無視した(変位-力)関係を示すと図-3の曲線のようになる。

$$P_n = k_u[U] \pi a U + C_u[U] \pi a \dot{U} \quad (1)$$

土の内部摩擦角φが25°以下ではせん断破壊が基礎と地盤の剝離(このときの変位をU_sとする)よりも先に起こって力が減少しているが、φ ≥ 25°では、剝離がせん断破壊よりも先に生じ、U_sまでは、力と変位の関係は直線となっている。圧縮破壊以後、力はこれ以上大きくならず変形のみが増加する。曲線で示すものは不便なため、図-3の様な直線からなるモデルに近似した。このモデルは、次式のように与えられる。

$\begin{aligned} U < U_s & \\ U_s < U < \frac{4\sigma_p}{\pi\sigma_s} U_s & \\ U > \frac{4\sigma_p}{\pi\sigma_s} U_s & \end{aligned}$	$\begin{aligned} k_u[U] &= k_n + k_s \\ &= k_n \left[a_1 + a_2 \frac{U_s}{U} \right] + k_s \frac{U_s}{U} \\ &= k_n \left[a_3 \frac{U_s}{U} \right] + k_s \frac{U_s}{U} \end{aligned}$	$\begin{aligned} C_u[U] &= C_n + C_s \\ &= C_n \left[a_1 + a_2 \frac{U_s}{U} \right] \\ &= 0 \end{aligned}$
---	---	--

ここに

$$a_1 = \frac{2\sigma_p - \pi\sigma_s}{4\sigma_p - \pi\sigma_s}, \quad a_2 = \frac{2\sigma_p}{4\sigma_p - \pi\sigma_s}, \quad a_3 = \frac{2\sigma_p}{\pi\sigma_s}, \quad U_s = \frac{\sigma_s}{k_n} \quad (2)$$

3. 基礎側壁地盤の軟化係数 基礎側壁ばねの軟化係数(K_k, K_c)は弾性波動理論に基づく複素ばね係数によって起振実験結果を説明するために導入されたが、軟化係数を用いると、側壁による基礎底面回りのモーメントM₀^{*}と基礎の回転角ψの関係は、

$$M_0^* = K_k \frac{1}{3} k_o[0] a \pi h^3 \psi + K_c \frac{1}{3} C_o[0] a \pi h^3 \dot{\psi}$$

ここに

$$k_o[0] = k_n + k_s, \quad C_o[0] = C_n + C_s, \quad a_6 = \frac{a}{V_s^2} \cdot g \quad (3)$$

一方、式(1),(2)による基礎底面回りのモーメントM₀と基礎の回転角ψの関係を、図-4に示す。図-4の点線はK_k=1としたときの式(3)である。基礎の回転角に対して、線形モデルによるM₀^{*}と非線形モデルのモーメントM₀が等しくなるように式(3)のKを求めると図-5を得る。図-5のパラメータ(a₆)は、g=重力加速度、a=基礎半径、V_s=せん断速度である。図-5によると、ほぼk_k=k_c=(κ)であることが判る。また、起振実験結果では[2] K=0.25~0.4程度の値が得られている。これらの実験データと図-5の理論曲線ではK=0.45~0.7となり、理論では多少大き目の値を与えるようであるが、ほぼ全体的な特性は上述のような単純化したモデルにより説明できるものと考えられる。

- [1] 山田・他: 宮崎大学工学部土木工学科 卒業論文 (1988), 研究報告 Vol.34, 1988
 [2] 原田・他: 土木学会論文集 第339号 pp. 79 - 88, 1983

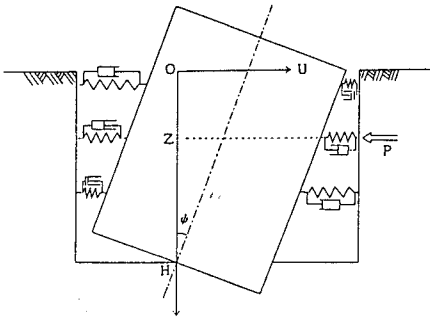


Fig. 1 Foundation Model

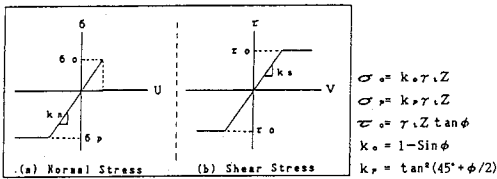


Fig. 2 Soil Stress Characteristics

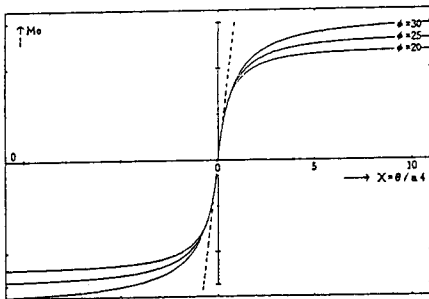


Fig. 4 Total Moment-Rocking Angle Relationship Of Foundation At Base

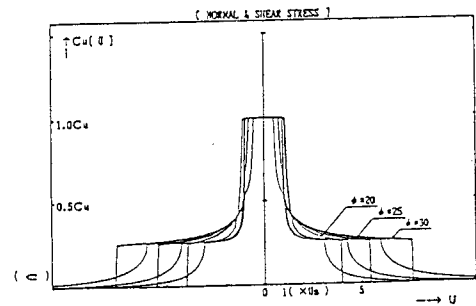
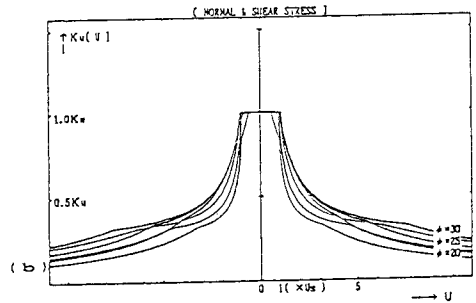
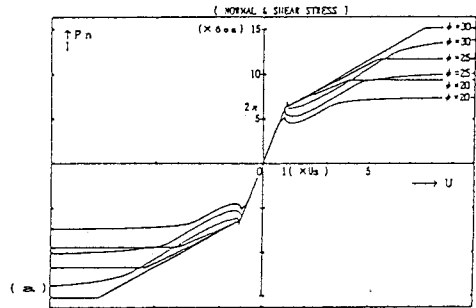


Fig. 3 Force-Displacement Relationship Of Unit-Depth Foundation Side Wall

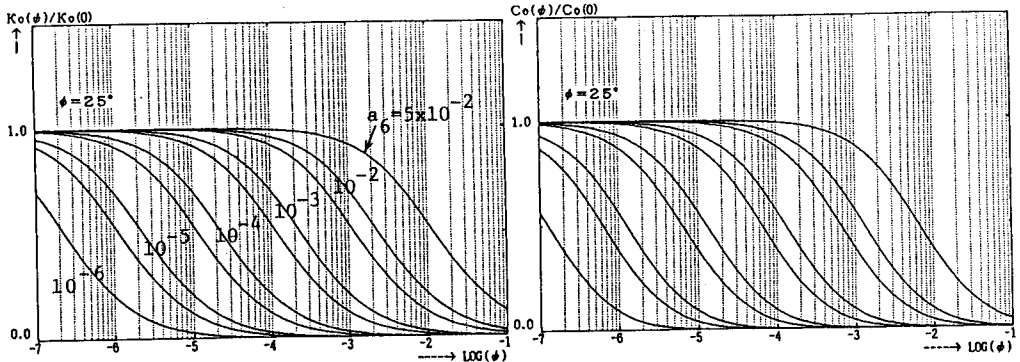


Fig. 5 Reduction Factors for K and C