

(株) 熊谷組 正員 本田 勉
 “ “ 渡谷 哲
 日本鋼管(株) “ 武田 安敏

1. はしがり 群杭基礎の動的挙動を把握するため、埋立軟弱地盤に16本の鋼管杭からなる実大群杭基礎を作成し、加振実験を行なった。併せて、比較のため単杭基礎の加振実験も実施している。この結果から動的ばね係数と減衰定数を求めてみた。

2. 実験概要 実験地は、日本鋼管新島地内であり、GL-20mまでが埋立砂層で、このうち10mまで地盤改良を施している。GL-20m~-36mが軟弱シルト質粘土層でGL-36m以下がN値50以上の支持層となっており、鋼管杭はGL-40m程度まで打込まれている。地盤の固有振動数は常時微動の測定結果から、1.95 Hz, 2.34 Hz, 4.30 Hzと得られている。

鋼管杭はφ609.6mm, t95mmで、2m間隔で打設した。基礎スラブは、群杭基礎で8m×8m×厚さ50cm、単杭基礎で2m×2m×厚さ50cmとし、スラブ下端をGL+0.8mとして地盤と縁ど切である。Fig. 2に試験基礎の作成状態を示す。

加振は起振機(BCS-A-200型; 最大加振力30t)をスラブ上に設置し、加振モメント一定でSteady-State法により行なった。

Fig. 3, 4にそれぞれ単杭基礎、群杭基礎のスラブの水平変位の共振曲線を示す。測定はサーボ型加速度計(V401BR; 明石製作所; 固有振動数450 Hz)を用い、

変位に変換している。また加振力の差に

よる非線形性に顕著なものはなかった。ここで、ここでは加振力を一定に換算した値を示してある。単杭基礎は6.0 Hzで明瞭にピークを示し、これを共振振動数とみなすことができる。一方、群杭基礎では曲線がなだらかで減衰が非常に大きいことを示しているが、概ね9.5 Hz付近で共振状態となっているとみてよさう。

また4.0 Hz付近のピークは地盤の共振によるものと思われる。

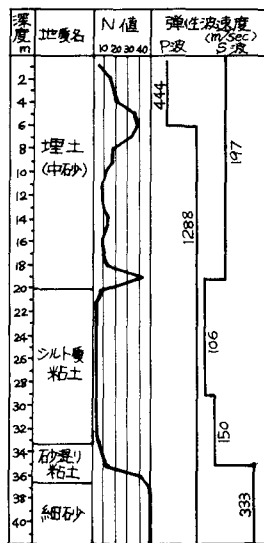


Fig. 1 土質柱状図

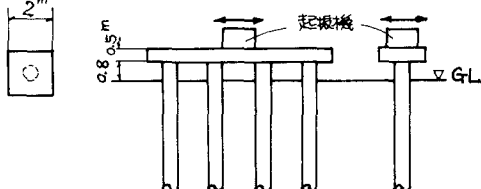
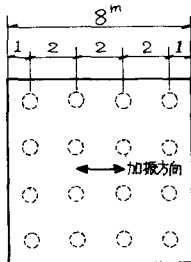


Fig. 2 試験スラブ

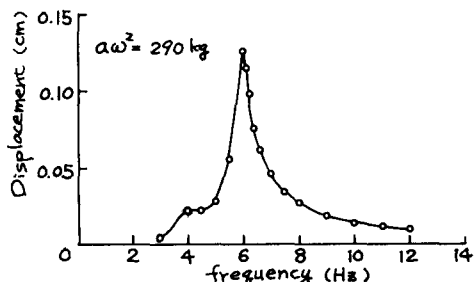


Fig. 3 単杭基礎の共振曲線

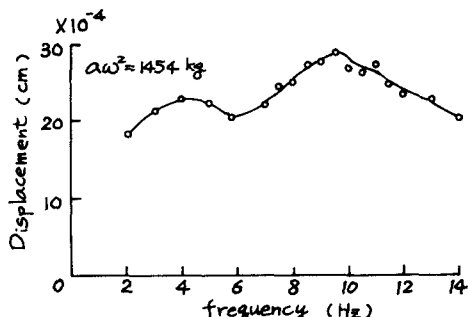


Fig. 4 群杭基礎の共振曲線

3. 動的ばね係数と減衰定数 いま基礎スラブの運動に着目することにし、これを sway に関する 1 自由度系とみなせばスラブの運動は次式で表現される。

$$m\ddot{x} + C\dot{x} + kx = a\omega^2 e^{i\omega t} \quad \text{----- (1)}$$

ここに a は加振モーメントを表わす。この解を $x = U e^{i(\omega t - \varphi)}$ とおいて (1) 式に代入し、 $k = C/2\sqrt{m}$ の関係を用いれば、動的ばね係数と減衰定数が振動数の関数として次式で与えられる。

$$k = m\omega^2 + a\omega^2 \cos \varphi / U \quad \text{----- (2)}$$

$$C = a \sin \varphi / 2mU \sqrt{1 + a \cos \varphi / mU} \quad \text{--- (3)}$$

(2), (3) 式を用いれば、実験結果の変位振幅 U と加振力との位相差 φ とから、 k , C を算出することができる。今回の実験では加振力の位相を測定しなかったため、位相差曲線は推定することにした。

単杭基礎では共振曲線の形状から減衰は小さいとみなされるので、 $\varphi = 90^\circ$ となる振動数はほぼ共振振動数と一致すると考えられ、また位相差曲線の形状もこの付近で急変すると考えられる。そこで Fig. 5-(a) に示す範囲に φ を設定し、(2), (3) 式を用いて k と C を算出した。その結果を Fig. 5-(b), (c) に示す。動的ばね係数は地盤の固有振動数と考えられる 4 Hz で極小値を示した後、振動数の増加に対して単調に減少し、共振点を過ぎると減少は緩やかとなり、やがて増加してゆくようである。一方減衰定数は振動数によりそれほど変化しないが、共振点で極小値をとり、その値は 0.11 ~ 0.13 である。定数係数を仮定した $1/2$ 法から減衰定数を求めてみると 0.04 という小さな値になる。Fig. 5 にみるように定数係数の仮定は明らかに成立せず、 $1/2$ 法は実際より適小な評価を与えるようである。

群杭基礎では、位相差曲線はゆるやかに変化すると考えられるが、 $\varphi = 90^\circ$ となる振動数は明瞭でない。そこで Fig. 6-(a) に示すように範囲とある程度広くとった。動的ばね係数はやはり振動数に対して減少の傾向を示す。減衰定数は振動数に対してあまり変化せず、共振点での値は 0.6 ~ 0.9 と非常に大きい。通常工の内部粘性減衰は 0.07 程度とされているから、群杭基礎では地下土壌減衰が卓越しているものとみなせよう。

4. あとがき 以上のように、位相差曲線は仮定しているが、杭基礎ではばね係数が振動数によって変化する、および地下土壌減衰が大きく見かけ上の減衰定数が非常に大きな値となることは示し得たと思う。

参考文献 土岐、山本 “構造杭基礎の動的ばね係数と減衰定数”，日本地震工学シンポジウム，1973。

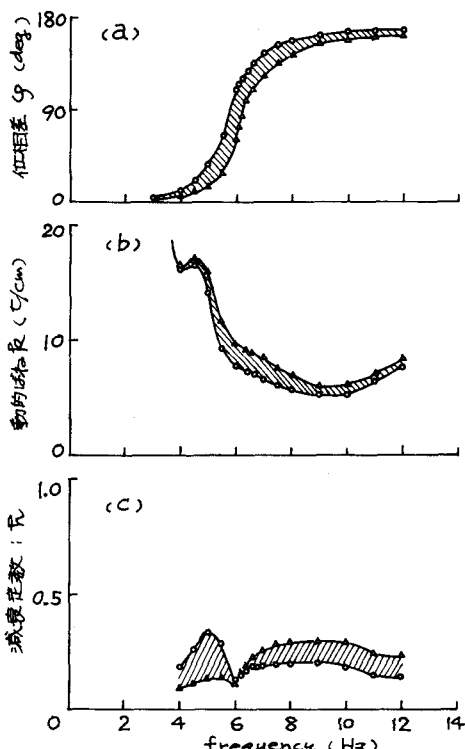


Fig. 5 単杭基礎の動的ばね係数と減衰定数

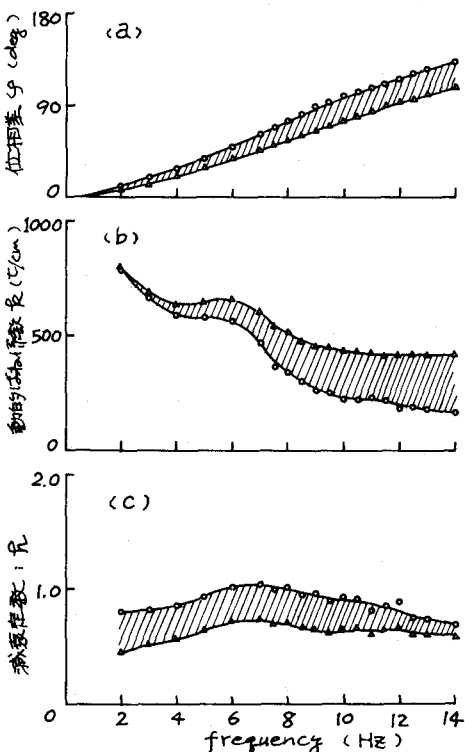


Fig. 6 群杭基礎の動的ばね係数と減衰定数