

九州大学	正員	小坪 清真
佐賀大学	正員	〇荒牧 軍治
九州工業大学	正員	高西 照彦

1. まえがき

基礎構造物の設計における最も重要なFactorは地盤反力係数と減衰定数である。とりわけ振動時の反力特性いわゆる動的な地盤反力が振動数によってどのように変化するか、又減衰定数がどのように変化するかは構造物の耐震性に大きな影響を及ぼす。著者等は無限弾性体中の球体に及ぼす地盤反力の振動数特性を波動論を用いて解析し、地盤反力係数は振動数の増大に伴って減少する傾向にあること、又減衰定数は振動数に対してほぼ一定であることを明らかにした。これらのことを検証する目的で3種類のケーソンモデルを用いて振動実験を行い、理論解との比較を行なった。さらに地盤反力係数の低下を設計に導入する際の問題点を明らかにした。

2. モデル及び実験概要

実験に用いたモデルを図1, 2, 3に示す。図-1に示すモデルは鋼製の小型ケーソンモデルで振動方向に土圧計を3ヶ所設置し、天端を電磁式の加振機で加振した。図-2に示すモデルは大型のコンクリートケーソンモデルで振動面に土圧計を3ヶ所設置し、加振は振動台に連結した加振棒による。速度型換振器を天端及び底面に設置し、又Case IIの場合は土圧計の設置箇所にも換振器を設置して1回積分して変位とし、天端変位を一定となるように制御しつつ実験を行なった。

これは土の非線形的性質が混入するのを防ぐためである。図-3は地盤反力係数及び減衰力の絶対値を求めるために用いた円筒ケーソンモデルである。

3. 実験結果

土圧は変位に比例した地盤反力と速度に比例した減衰力とのベクトル和で与えられる。しかし測定した範囲では土圧はほぼ変位と同位相とみなすことができたので土圧を変位で除いた値を地盤反力係数とした。図-4にCase Iの場合の地盤反力係数の振動数変化を示す。図から明らかのように地盤反力係数は振動数に対して一定とみなすことができる。図-5はCase IIの場合の地盤反力係数の振動数変化を示したものであるが、振動数の増加に伴って地盤反力係数は減少の傾向にある。ただしここに得られた土圧は当然直応力 $\sigma_0$ によるものであり、 $\sigma_0$ による地盤反力は現われていない。波動論より得られた地盤反力係数の実験結果に対応する領域を示すと図-6のようになる。実験を行なった場所のせん断波速度 $V_s$ は約100 m/sと得られているので構造物の半径をほぼ7.5 cm, 50 cmと近似するとCase Iの場合は地盤反力係数がほぼ平坦領域、Case IIの場合は減少する領域となり図-4, 図-5に得られた結果と定性的には一致する。このように構造物の大きさにより地盤反力係数の振動数変化は異なり、その違いを示す重要なFactorとして $v_0 \omega / V_s$ が非常に重要なものであることが推定できる。

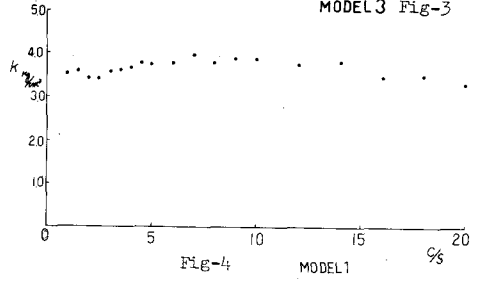
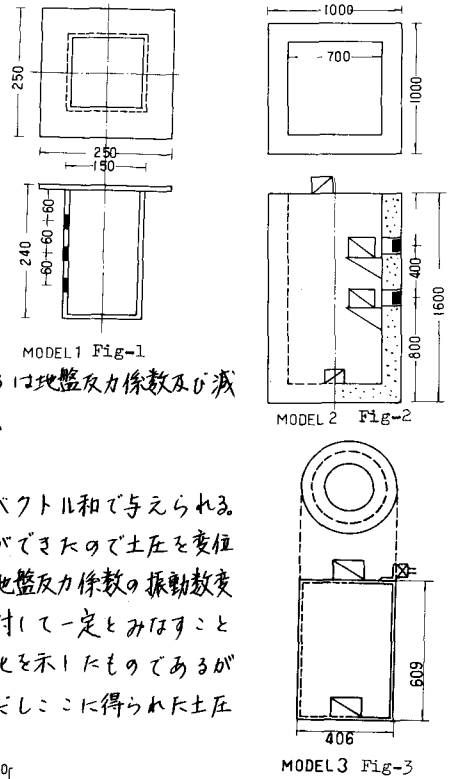


図-3に示したモデルの根入れ深さを種々変化させ、共振曲線より固有円振動数と減衰定数を求めた。ロッキ

ングセンターはほぼ底面付近と考えることができたので、側面の復元力は球体の水平移動の解を用い、底面の部分は地表面にある剛板がロッキング振動する場合の解を用いて固有周期と減衰定数を求めたものは表-1である。減衰定数を求める手法としては側面及び底面から1周期間に逸散するエネルギーと運動エネルギーとの比が質点系の場合のそれに等しいとして求めた。固有周期の値はほぼ妥当な値を示しているが減衰定数は深くなるほど差が大きくなっている。土圧の位相差が表われなかったことと考え合わせて理論解の方が大よめになることを示している。これは地表面の影響を無視したためではないかと考えられる。

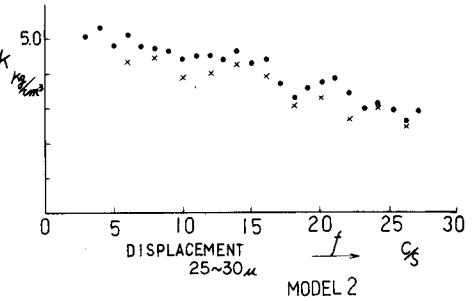


Fig-5

4. 付着質量及びモデル化について

無限弾性体中の球体に及ぼす地盤反力を波動論を用いて解析した場合も実験により土圧の振動数特性を求めた場合もともに地盤反力係数は振動数の増大に伴って減少する傾向にあること、減少の程度は無次元量  $\gamma_0$  によって異なることが明らかになった。このことは静的地盤反力係数を用いて計算された固有振動数より実験で得られた固有振動数が小さくなることと定性的には同じである。このことを説明するために構造物のまわりの土が構造物に付着して振動するという、いわゆる付着質量という考え方が用いられてきた。付着質量は質量を有するバネに支えられた質点の運動を説明するために用いられた概念であるが構造物のまわりの土が質量を有する以上、構造物のまわりの土が付着するという考え方は妥当性がある。しかし変位に比例する地盤反力と加速度に比例する付着質量とは逆位相でありこれを分離することはできない。構造物に及ぼす抵抗力の振動数特性の変化を解釈するのに地盤反力係数のみが存在してそれが振動数によって変化するとしてもよいし、地盤反力係数は一定で付着質量が一定、あるいは振動数によって変化するとしてもよいし、又両方が共に振動数に対して変化するとしてもよいのである。抵抗力の振動数特性を考慮に入れて設計する場合はできるだけ簡単に応答が求められることが望ましい。最も簡便な方法に付着質量係数を考える方法である。ゆえに地盤反力の振動数特性を実験的、理論的にデータを集積して、地盤反力の振動数変化を明らかにし、近似的な付着質量を考へる方法が工学的に便利であるだろう。しかし地震機試験による応答曲線に合致するよう付着質量係数を求め得ても地震時応答を正しく求められることにはならない。なぜなら付着質量は実際には存在せず単に地盤反力係数が振動数の増大に伴って減少する影響を示すためにのみ付着質量を考へたとする場合  $Ma\ddot{\phi}$  ( $Ma$ : 付着質量,  $\phi$ : 地震加速度) となる付着質量の慣性力の分だけ地震力を過大に評価することになる。このことを明確にするためには地盤反力の振動数特性の得られている構造物の基礎から入力を与えて構造物の応答を求め、正しい慣性力の評価を行なわなければならない。

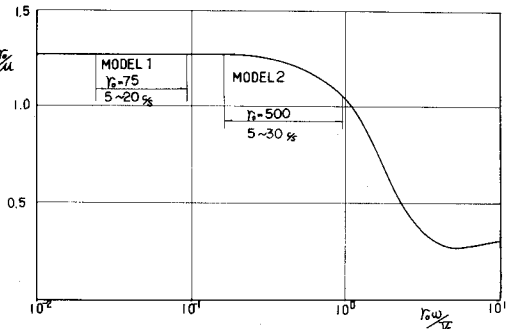


Fig-6

Hs(mm)	$\omega_0$ (Exp)	$\omega_0$ (Cal)	h(Exp)	h(Cal)
330	364	397	0.114	0.319
330	377	397	0.106	0.308
240	320	290	0.063	0.140
240	289	290	0.077	0.155
160	232	226	0.057	0.057

Table. 1

参考文献

1973年 土木学会第28回年次学術講演会 小坪他「地盤と構造物の相互作用について」