

1. まえがき 鍛造機械やプレス機械は素材加工時に、非常に高い振動成分までもつような加振力を発生する。このような機械を対象として機械・基礎・地盤系の動的応答を扱う場合、無次元振動数域のかなり広い範囲までの地盤の複素剛性と定量的に把握する必要がある。しかしながら、これまでの理論的・実験的研究では高振動数域までの複素剛性が十分に調べられているとは云えない。そこで前報¹⁾において、単層構造の半無限体モデル(以下単層モデル)を用いた剛基礎底面下の垂直方向のコンプライアンスの測定結果を報告した。本報告では引き続き、2層構造の半無限体モデル(以下2層モデル)を用い、各種形状、寸法の剛基礎底面下の垂直方向の測定結果を示し、あわせて単層モデルによる測定結果と比較・検討する。なお、コンプライアンスによる表示では高振動数域における特性が把握しにくいので、本報では複素剛性表示とした。

2. 実験方法 図1に測定方法を、図2に使用した2層モデル(シリコンオイル)の概要を示す。測定方法は前報に示したものと基本的に同じであるが、位相精度に若干不安があるため、振幅及び位相測定に高い精度の得られるデジタル型伝関数解析器を用いた。2層モデルは2.0m×1.7m×0.7(高)で鉄製容器中に作製した。表層の厚さは70mm、下層のそれは63cmである。表層部は単層モデル媒質と同一材料を用いており、横波速度 v_{s1} 及び Q 値はほぼ同じである。下層部は砂礫層を想定して弾性率、密度共に大きくしている。横波速度及び Q 値は、同一ロットからの円柱状サンプルの共振法試験により求めた。また、図2(b)に示すように、モデル境界からの反射波の影響を除去するため、境界上部に溝を作り、これに450csのシリコンオイルを流してある。基礎は前報と同じものを用いている。 r_0 を基礎半径、 $2b$ 及び $2c$ ($b \leq c$)を矩形基礎の一边の長さとする。なお、基礎とモデル表面の密着性はよく、この部分の境界条件はbondedと考えてよい。

3. 結果と考察 図3は $r_0 = 2$ cm及び4cmの円形基礎の f_i/α の周波数特性を示す。但し、振幅特性の0dBは 10^{-2} N/m/sec²である。図中の実線は2層モデル、鎖線は単層モデルを表わし、両者に明確に差がある。すなわち、単層モデルでは振幅及び位相特性共に単調に減又は増の傾向になっているのに対し、2層モデルでは70~100Hz近辺で両方共に大きく変動しており、特に基礎寸法が大きいと変動傾向は高振動数域に及び。位相差は低振動数域の広い範囲で逆相に近く、この状態は、地盤が主としてばねとしての作用を示し、みかけ上の減衰が小さいことを意味する。

静ばね定数の推定値を図4(a),(b)に示す。推定方法は前報

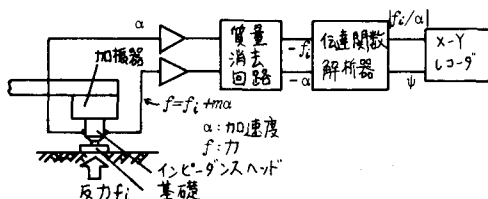


図1 実験方法

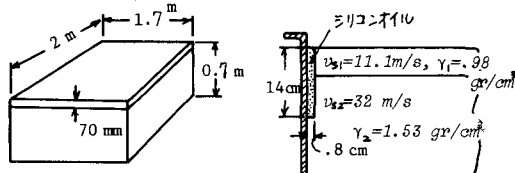
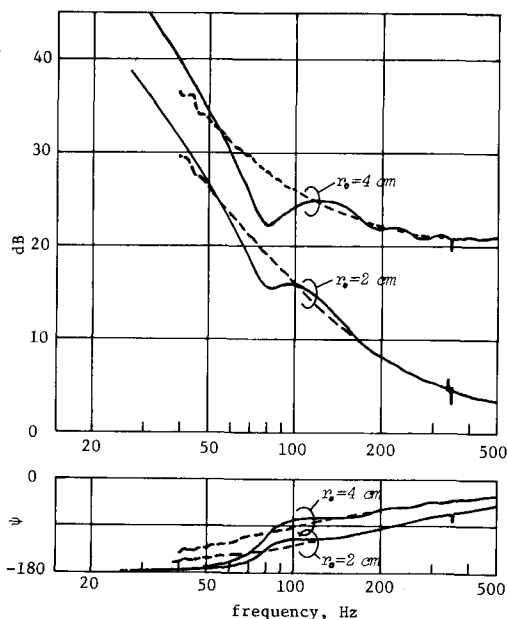


図2 2層モデルの概要

図3 f_i/α の周波数特性

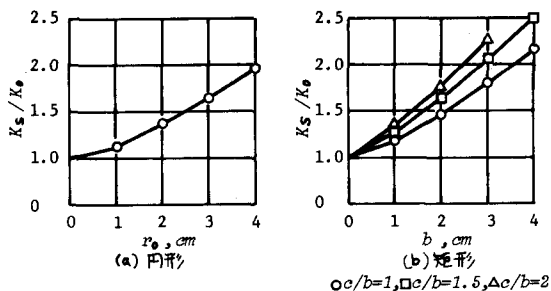


図4 静ばね定数

と同様であり、結果は推定した2層モデルの静ばね定数 K_s の単層モデルの静ばね定数 K_0 の理論値 $4\mu/(1-\nu)$ (μ :せん断弾性係数, ν :ポアソン比, 矩形基礎では $r_0=\sqrt{4bC/\pi}$)に対する比 K_s/K_0 で示してある。基礎寸法が大きくなれば K_s も大きくなり下層部の影響が強くなる。層厚さと同程度の寸法で単層モデルの場合の概略2倍位の大きさである。

次に、複素剛性を無次元振動数 a_0 に対し表示したものを図5~7に示す。但し、図には複素剛性を、

$$Z = K_0 \{ K_{VV} + j a_0 C_{VV} \}, \quad j = \sqrt{-1}$$

と表わした場合の K_{VV} , C_{VV} が示してある。図中の鎖線は単層モデルの測定値の傾向を示す。また、 $a_0 = r_0 \omega / v_s$ とし、矩形基礎では $r_0 = \sqrt{4bC/\pi}$ とした。2層モデルの結果を単層モデルのそれと比較すると層構造の影響が明確となる。低振動数域では K_{VV} , C_{VV} 共に単層モデルの結果とまったく違った傾向を示し、 K_{VV} は r_0 に対応してより大きく、 C_{VV} は小さくなっている。 C_{VV} は前述のように低振動数域で ϕ と基礎変位がほぼ同相であるためであり、この領域内では地盤は概略ばねのみの作用とし、みかけ上の減衰は小さい。一方、高振動数域(概略150Hz以上)においては、 r_0 大で特に C_{VV} に変動傾向が認められるものの、 K_{VV} , C_{VV} 共に単層モデルの結果に近い。こうした2つの領域の中間で K_{VV} , C_{VV} 共に激しく変動し、 r_0 が小さいと C_{VV} が顕著に大きくなる所がある。

4. まとめ シリコンゴム製2層構造の半無限体モデルを用い、剛基礎底面下の複素剛性の測定結果を示し、単層モデルの結果と比較・検討した。今後、基礎のflexibilityや周辺構造物等の複素剛性への影響を実験的に調べて行きたい。

文献

1) 二井, 土木学会39回年次学術講演会講演概要集, Ⅱ部 p. 983

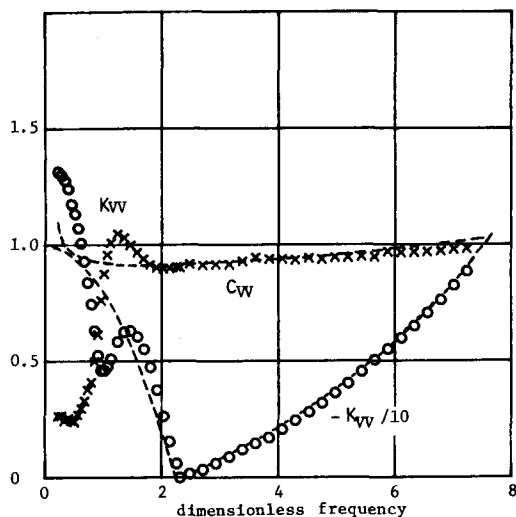


図5 円形基礎 $r_0 = 2 \text{ cm}$

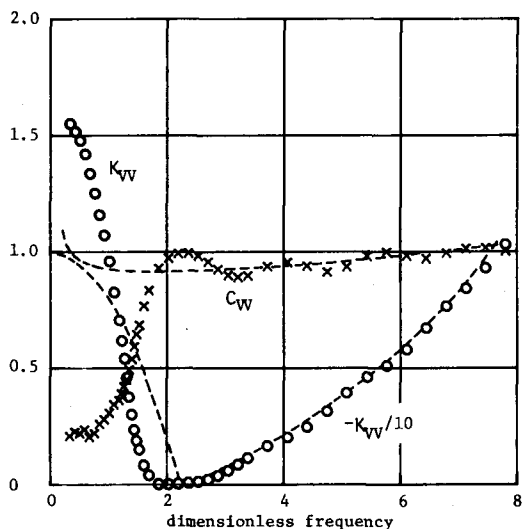


図6 円形基礎 $r_0 = 3 \text{ cm}$

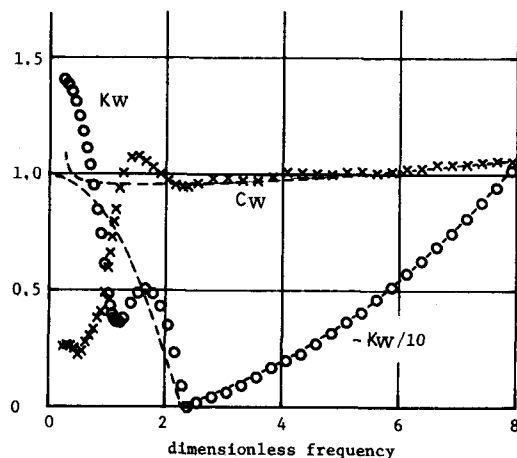


図7 矩形基礎 $b = 2 \text{ cm}, C = 2 \text{ cm}$