

京大工学部 正員 後藤尚男, 京大工学部 正員 ○吉原 進
大成建設 正員 森田隆三郎, 近 鉄 小沢伸一

1. はしごき ケーソン基礎の耐震安定性を論ずるには、その動特性を把握することが重要である。ここでは鋼製の小型ケーソン基礎模型と実地盤中に根入させ、静的加力実験および起振機による加振実験を行なつて、その結果をとりまとめた。

2. 実験装置および実験方法 実験場所は京大防災研究所付属宇治川水理実験所構内で、軟弱な砂質シルト層および粘土層上に堆積した表土層中にケーソン模型を設置した。この表土層の N 値は約20で、砂質成分の多い地盤である。一方ケーソン模型は型鋼を溶接して一体とした中型矩形断面の直方体で、その高さ100cm、断面は56cm×20cmであり自重は209kgである。このように本ケーソン模型は軟弱層上の表土層中に埋設されており、多くの実物ケーソンの地盤環境とはかなり異なっている。しかしここではケーソン模型の水平復元力とそのケーソン模型の動特性といかなる関係にあるかを主に問題にするので、この場合には底面反力の影響が小さくなり、本研究の供試地盤には適している。

実験の概要は図-1に示した。水平交番加力実験においてはロードセルを介してワイヤーを交互にターンバックルにより緊張、弛緩させてケーソン模型に、その変位を適当に制御しながら力を加えた。また起振機による加振実験では、定常正弦波加振実験、過渡的正弦波加振実験および地盤のばね作用の振動数特性を検討するために応答変位

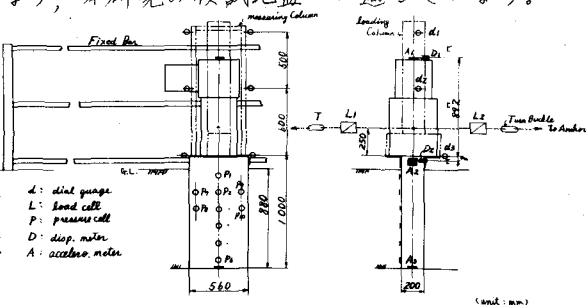


図-1 実験の概要

一定の正弦波加振実験を行なった。これらの実験ではケーソン模型の変位、加速度、その抵抗面に働く反力土圧、加力あるいは起振力等を計測した。なおケーソン模型の変位は別に設けた不動変から地盤との相対変位として計測した。また起振力は電磁ビックアップよりその最大、最小の位置および振幅を検出して算定した。

3. 実験結果とその考察

上に述べたように、本実験ではケーソン模型の反力特性および動特性に関するいくつかの実験結果が得られたが、ここではケーソン模型の動特性に関する結果を主に取り上げて若干の考察を行なう。

図-2は応答変位一定の定常正弦波加振実験による結果であり、縦軸は反力土圧の合力および起振力を、横軸は加振振動数を表わす。

ケーソン模型の変位は各振動数とも同じであるから、この図の土圧合力の振動数特性は地盤の反力係数の振動数特性に対応する。したがって地盤の反力係数すなわち地盤のばね作用は明らかに振動数特性を持つこと、しかもこれはケーソン模型の共振と図-2では起振力の最小位置に相当す

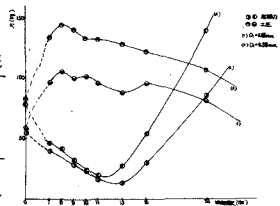


図-2 反力土圧の振動数特性

る変位)よりも数サイクル小さいところでピークを持っている。これはおそらく地盤自身の振動特性に関係するものであろう。図-3, 4は変位の、図-5, 6は加速度の共振曲線である。これらによると、1) 本実験の加振振動数の範囲では、ケーソン模型の第2次共振変位は現われていない、2) 共振変位の左側で跳躍現象が生じていることおよび加振振動数を減少させるとき、あるいは起振機の偏心モーメントを表わす目盛 α を増加させるとき、共振振動数がかなり低下していることが認められる。すなわちケーソン模型を取りまく地盤は軟化型のばね作用を有するものといえよう。3) $\alpha=0.8$ の共振時における地盤のひずみを推定すると、 10^{-3} 程度となる。一方地震時における地盤の最大ひずみは $10^{-2} \sim 10^{-4}$ といわれているので、この実験で見られるように大地震時にはかなり大幅な共振振動数(固有振動数)の低下が見られよう。したがって実物の起振機実験では、起振力が小さいので、得られた共振振動数を過信することのないように注意すべきである。図-7は応答変位の位相遅れ図である。図-8はすべての実験結果より、等価的な減衰定数を求め、これと応答変位、加振振動数との関係を一括して表示したものである。この図だけでは結論的なことはいえないにしても、減衰定数がそれらに対してほぼ比例的な関係にあるのは興味深い。

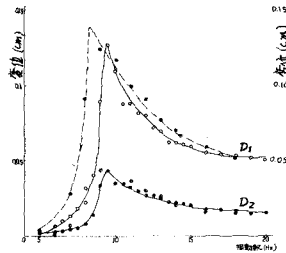


図-3 変位共振曲線($\alpha=0.8$)

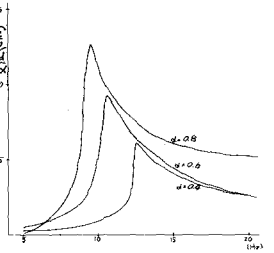


図-4 変位共振曲線(D_1)

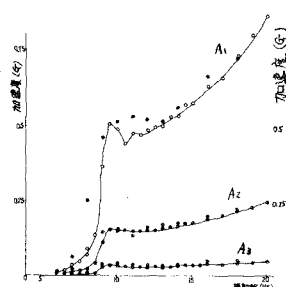


図-5 加速度共振曲線($\alpha=0.8$)

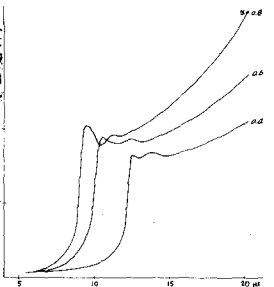


図-6 加速度共振曲線(A_1)

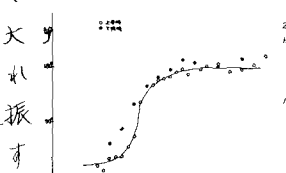


図-7 位相遅れ曲線($\alpha=0.8$)

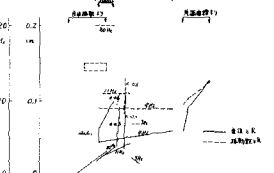


図-8 減衰定数

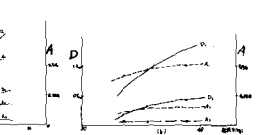
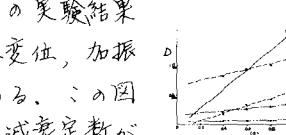


図-9 起振力と共振振幅

図-9は起振力と変位および加速度の共振振幅との関係を表わしたもので、a)は偏心モーメント(同図では目盛 α で示されているが、 α が小さいときは偏心モーメントと α は比例関係にある)とそれらの振幅の関係を、b)は起振力(本実験では起振力一定の実験でないので、ここでは共振時における起振力)と振幅の関係を表わしている。これよりすでに発表された^{*)}ように、非線形振動系であっても応答振幅と偏心モーメントは比例関係にあることが認められる。しかし起振力に対して応答振幅は線形関係ではなく、上限があるようである。

4. おおまけ

他の実験結果、考察等については、講演時にゆずる。なお本実験の一部は科学研究費(奨励研究A)によるものであり、他は本四公団の委託研究によるものである。また本学防災研究所附属宇治川水理実験所の諸氏にお世話になった。ここに記して謝意を表する次第である。

^{*)} 後藤尚男、吉原進、北浦勝、履歴復元力有る構造物基礎の振動性状について、地球学会の周年学術講演会、講演概要、I-99、昭.46.10。