

東京大学 地震研究所 正員 伯野元孝
 東京大学 大学院 学生員 藤野陽三

1 はじめに

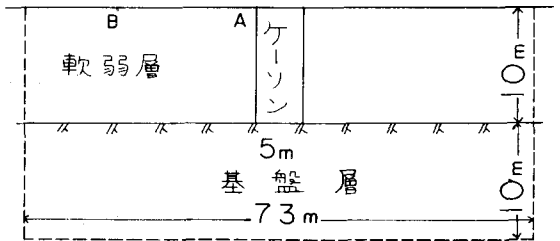
有限要素法による地中構造物の動的解析は、数多く試みられ、成果も多岐にわたる。本研究は、有限要素法により地中構造物(ケーソン)の現場振動試験を解析し、評価を試みたものである。

具体的には、図-1のような基礎-地盤系のモデルに於て、底壁に周期変位を与えた場合と、ケーソン上部に周期外力を与えた場合、両者の周波数応答、モード形を比較検討するものである。

次に、有限要素法を地盤系に適用し、動的解析を行う際問題となる半無限地盤へ透散する波動を考慮した方法について、いくつかの案を述べてみたい。

2-1 モデル

図-1 地盤のモデル



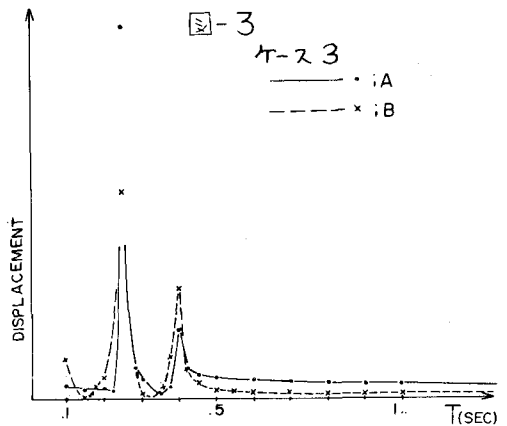
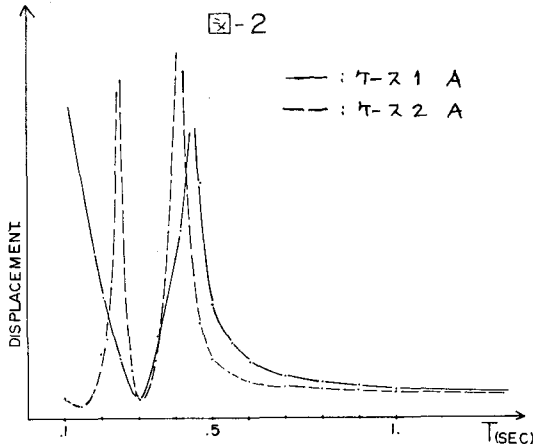
基礎層、軟弱層2層から成り、ケーソンが基礎層の上に載っているモデルを考えた。各数値は表-1の通り。節点数38、要素数54、解析にあたって、振幅丈を問題とすることから、減衰項は入れなかった。境界条件は、側壁は常に *fix-free*、底壁は *fix-fix*、強制変位-*fix*とした。次の3つのケースを行なった。

表-1	$E(\frac{kg}{cm^2})$	ν	$V_s(m/s)$	$\gamma(\frac{\%}{cm})$
基礎層	6000	0.3	300	2.5
軟弱層	600	0.4	100	2.0
ケーソン	200000	0.2		2.0

ケース1: 地盤のみ、下から加振

ケース2: ケーソンあり、下から加振

ケース3: ケーソンあり、上から加振



2-2 結果、ならびに考察

図-2はケース1, 2に於けるA点における横方向変位を示す。図-3はケース3に於けるA, B2点の横方向変位を示す。弾性波動論によれば、軟弱層、基礎層の剪断固有周期は各々、約0.4, 0.13(sec)である。ケース1の場合、 $T=0.40\sim 0.45, 0.10\sim 0.15$ の間に共振点がみられる。モードを調べると

0.4は水平振動モードである事が分る。だが、0.15の方は基盤層の水平振動に加えて、軟弱層の2次、3次のモードが混じったようなモードであった。次に下から加振したケース2の共振曲線を調べると、 $T=0.4, 0.25$ 付近で共振状態に達している事が分る。0.4のモードを調べると、ケース1のものに似ており、ケーソンが地盤の動きと同調している事が分る。0.25で共振状態を示すが、モードを調べると、軟弱層の変位よりケーソンの動きの方が激しいことから、これは軟弱層地盤とケーソンのなす系の固有周期ではないかと考えられる。軟弱層のヤング率が 600 kg/cm^2 と極めて軟かい為、ケーソンを中心とした振動が生じるのである。 $T=0.1$ 付近でケーソン上部が共振状態を示していない。これはモード図をみると、基盤層はやはり水平振動を起こしてはいるが、ケーソンが埋設される事によって、上層地盤の境界条件が変化し、上層地盤が基盤層の動きを吸収したような形となっている為と考えられる。

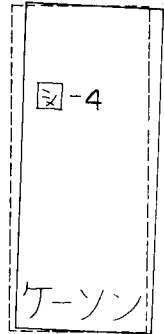


図-3を見ると、ケース2の場合と同じように $T=0.4, 0.25$ 付近で共振状態を示しているが、0.4の変位の絶対値の飛び上がり方が少ない。これはプロットした量が少ないからはっきりした事は云えない。各共振点付近のモード形はケース2の各々に対応し、似たものである。又A、B両者を比較することからも分る。尚、平均的なケーソンの振動モードを図-4に示す。ロッキング的であり、回転中心はケーソンの下にあるが、これは基盤層に載っている為で、軟弱土のときは回転中心が上ってくるであろう。

以上によりケース2とケース3は振動性状がかなり似たものであることが分る。又参考文献2に照らし合わせてみても、うなづける点が多い。今回は、瞬間の関係でプロットした点も少なかったが、点をふやし、又色々なモデルを適用することにより、現場振動試験の妥当性が確かめられていくのではないかと考えられる。

尚、当日ケーソンに橋脚が載っている場合も同様に取り扱。発表する予定である。

3 地下逸散減衰を考慮した基礎-地盤系に適用する有限要素法へのアプローチ

現在のところ、地下逸散減衰は減衰定数Cで代用しており、Cを決めるにあたっては理論的根拠に乏しいようである。また地下逸散減衰による効果は大なるものがある事は知られている所である。

筆者らは、次の方法で新しい有限要素法が可能であると考えた 1) Iteration法 2) 有限要素法と差分法をまぜ合わせる方法 3) 有限要素の系を時間的に変化させる方法 4) 系の周りに効率のよいdash-potを置く方法 5) 系に正弦波を入れ、逐次修正する方法

4)についてはLysmerが試みているが、筆者らは未だ成功には至っていない。計算機の容量、演算時間の制約から、2)の方法が適していると考え。目下努力中である。当日、進行状況を発表できればと考えている。

0計算はあべて、日本ユニバック総合研究所 1108型により行った

0参考文献 1) Zienkiewicz著 吉識訳 「マトリックス有限要素法」
 2) 土木学会；地震応答を考慮した橋梁下部構造の耐震設計の研究報告書。昭45年度
 3) Finite Dynamic Model for Infinite Model Lysmer他 ASCE 1969 Aug. EM4