

地震動入力と基盤に関する考察

建設省土木研究所 ○ 栗 林 米 一
岩 崎 敏 男
田 崎 忠 行

はじめに

本報告は、地盤と基礎構造物の動的相互作用を考慮した地震入力、地下逸散減衰、地盤材料の非線型性を線型モデルに置換して動的にその地震時における挙動を考察したものである。

1 入力地震

入力地震は、地表面と地中数点で同時記録が得られている多摩川下流地震の川崎の記録のEW成分(1970.9.30, M 4.5, 震央距離 8 km, 継続時間 10sec, 最大加速度 6 gal)を用いた。

2 地盤の地震時挙動

現実の地盤では各地層は地表面に平行でなく、また地震時には表面波も形成されると考えられ、その挙動は簡単には表現できないであろう。自然地盤が地震時にどのような挙動を示すかは今後十分に解明されなければならない問題であるが、ここでは簡単のために1次元波動論で地盤挙動が表現できるとした。

1次元波動論では地中任意地点の水平動が確定すればその点より上層の水平動は一義的に決定される。水平動は地下からの入射波と地表からの反射波で構成される。入射波は地層の構成の影響をうけないとすると、地表または地中での地震記録から波動論によって基盤相当面での入射波を計算できる。また同時に地中任意地点の水平動も計算できる。

このように処理された地震記録から、設計基盤への入射波を設定し、多重反射モデルによって基盤水平動を計算し、この基盤水平動に対する上層部地動を多重反射モデルによって求めた。

TP 0	
▽	
=	
TP-50	
A 層	P=2.1 t/m ³
TP-115	G=28,600 t/m ³
K 層	P=2.3 t/m ³
TP-250	G=46,400 t/m ³
G 層	P=2.4 t/m ³
	G=92,800 t/m ³

地 層 モ デ ル

3 接地ケーソン基礎の解析

FEMモデルでは、ケーソンの回転変形抵抗をケーソン指針の2倍程度に評価する傾向があるので、モデル化に当ってはケーソン周辺の弾性定数を2倍して用いた。

このようにして得られたFEMモデルに基盤から地震入力を与え基礎の応答を解析した。

一方、FEMモデルにおけるケーソンの変形抵抗を理論的に計算し、その抵抗を同じくする2自由度モデル

を作成し、これに各地層の地動を入力して応答を求めFEMモデルの応答と比較し、この結果から2自由度モデルに与えるべき地震入力を検討した。そこで、2自由度モデルでは減衰常数0.5%、1.0%を用いて計算した。

4. 柱状基礎の解析

根入れがほとんどない柱状基礎の場合にも、地震入力は接地ケーソンの場合とほとんど同じと考えられる。ここではケーソンの2自由度モデルへの入力と同一地震入力が多柱基礎にも作用すると考えた。すなわち、柱状基礎柱端に作用する地盤変形抵抗をばね定数に換算し、ばねマス系モデルに置換した。

5. 杭基礎の解析

群杭の杭間で水平動に差はないとしてモデル化した。各杭の対応する格点間を両端ヒンジの剛な部材で連結し、地盤の換算ばねを介して対応する地層の地動を入力することとした。群杭ではフーチングに作用する回転力によって各杭に軸力が生じるが、ここでは簡単のために杭端固定、周面まさつ無視の条件でモデル化した。

杭の格点分割は、杭の第1不動点までにすくなくとも1~2点の中間格点がかかるよう、表層部を密にとり下層部は地盤の分割に合せた。

以上のようにして作成されたフーチング以下のモデルの地震応答を解析した。

また、フーチングの静的変形抵抗を同じくするよう群杭をばねに換算し、ばねに支持されたフーチングおよびフーチング橋脚のモデルをつくって、各地層地動に対する応答解析を行い、先の解析結果を比較した。

6. 深く根入れされたケーソン基礎の解析

地盤とケーソンとの連成モデルは杭基礎の場合に準じて作成した。すなわち、地盤はばねに換算し、ケーソン躯体は比較的剛であるので、格点分割は地盤のそれに合せた。

7. 結 論

解析の結果、接地ケーソン基礎、柱状基礎のいずれもが、加速度応答では頂部に比較して底部において卓越しており、変位応答では逆に頂部において卓越するという結果が得られた。地盤の振動を変位で構造物に入力するときには変位応答が卓越したのではないかと思われる。

なお、今回の解析では、直下型地震を想定した入力地震を用いているが、今後は、長周期成分も持つ合理的な入力地震を設定し、解析することが必要である。

参 考 文 献

- 1) R. N. Arnold, G. N. Bycroft, C. B. Warburton; Forced Vibrations of a Body on an Infinite Elastic Solid. J. of Applied Mechanics, Sept. 1955
- 2) W. T. Thomson, T. Kobori; Dynamical Compliance of Rectangular Foundations on an Elastic Half Space J. of Applied Mechanics, Dec. 1963
- 3) W. T. Thomson, T. Kobori; Dynamic Compliance of Rectangular Foundations on an Infinite Half Space, Department of Engineering Report No62-9. Univ. of California. Los Angeles. Calif. March 1962

- 4) 田治見 宏 ; 深い基礎を有する剛構造物の地震応答について, 第 2 回地震工学シンポジウム 論文集 1966
- 5) Tajimi. H ; Dynamic analysis of a structure embedded in an elastic stratum. 4th World Conference on Earthquake Engineering
- 6) J. Penzen. C. F. Scheffey. R. A. Parmelee ; Seismic Analysis of Bridges long Piles. J. of the Engineering Mechanics, ASCE. June 1964
- 7) 山本 鎮男 ; 杭のある構造物のロッキング振動 (その 1) ~ (その 5) , 日本建築学会論文報告集 125, 129, 136, 131, 132, 1966 ~ 1967
- 8) 土と構造物の動的相互作用, 土質基礎工学ライブラリー 9, 土質工学会

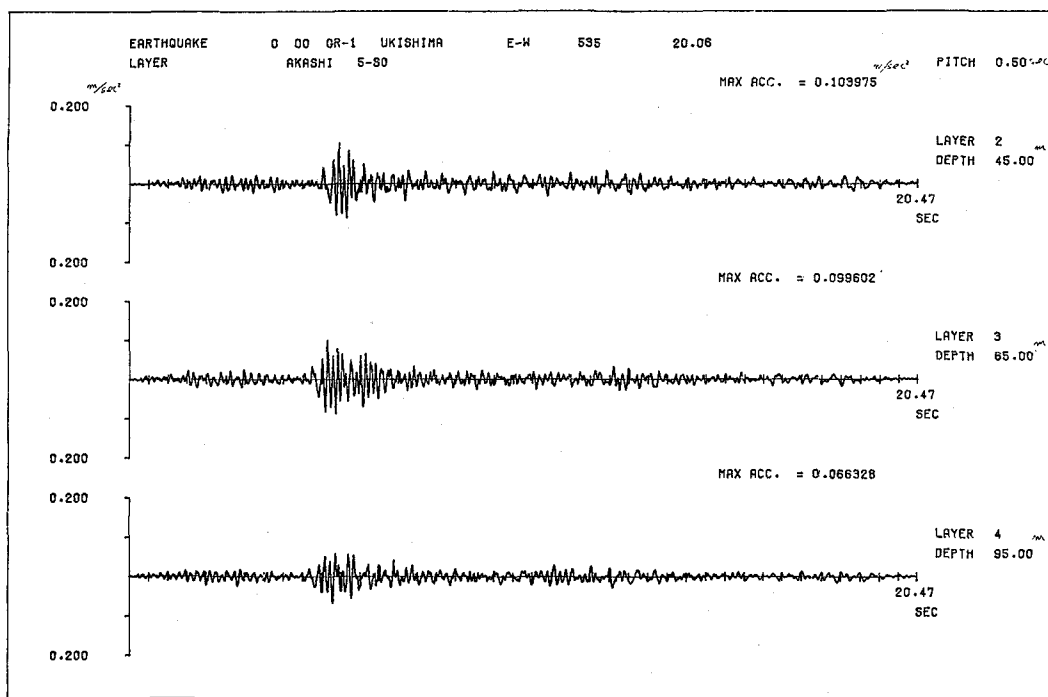
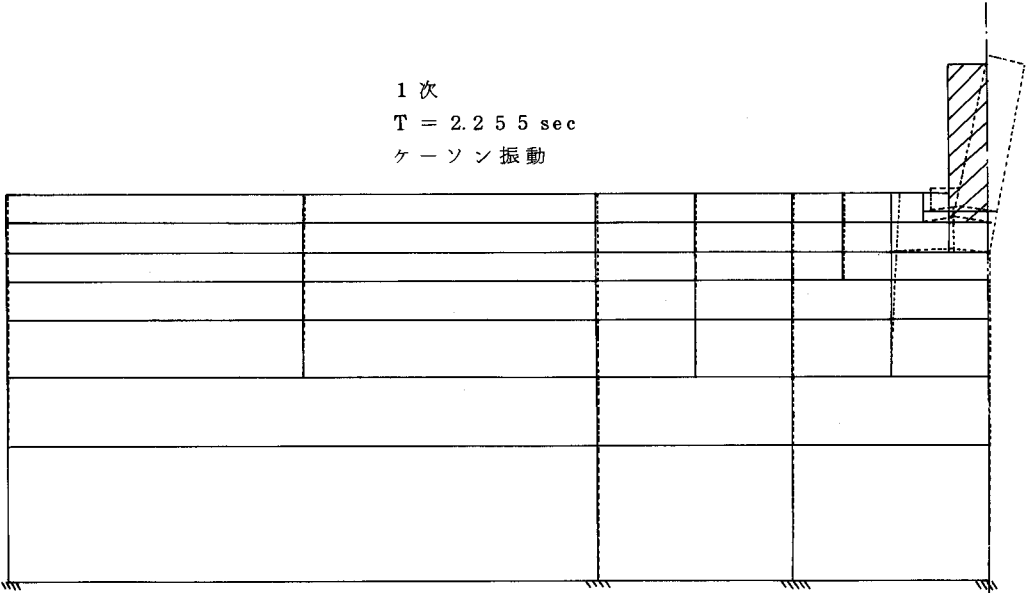


図-1 入力地震動

1 次
 $T = 2.255 \text{ sec}$
ケーソン振動



2 次
 $T = 1.744 \text{ sec}$
地盤振動

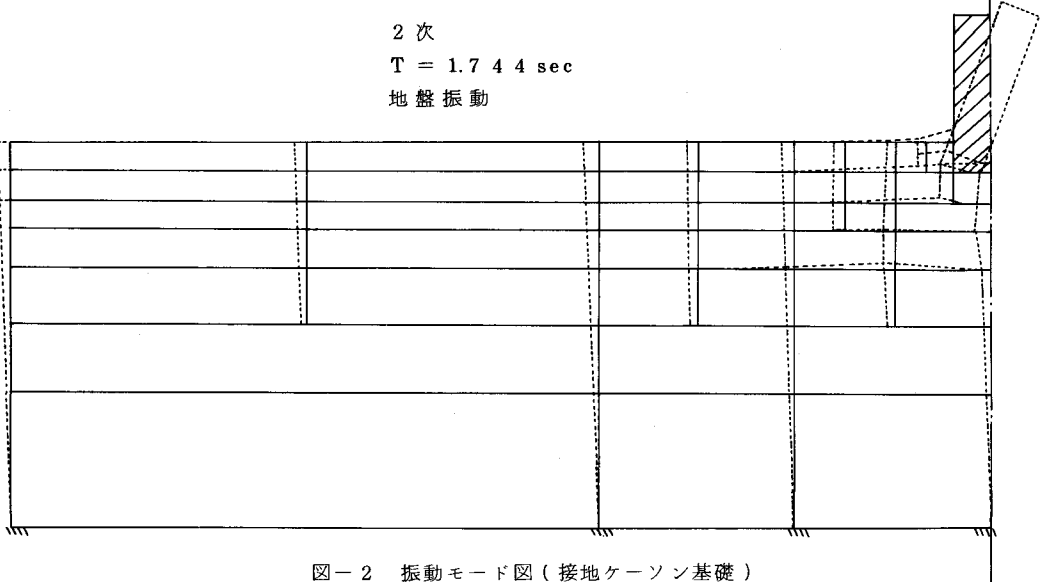


図-2 振動モード図 (接地ケーソン基礎)