

榎大林組技術研究所

正会員 ○ 菊地敏男

東京都立大学工学部

正会員 国井隆弘

## 1. まえがき

前回の報告では、松代地震の際十数回の記録が得られている落合橋橋脚上、地盤上の波形を用いて、最大加速度以外の特性値(全パワー、平均パワー、絶対全加速度、絶対平均加速度)による地震動の強さの評価を検討したが、今回は質点系のモデル化に際して必要なバネ及び減衰の値が地震動の大きさによりどの様に変化するかを明らかにしようと試みるものである。

## 2. 強震加速度記録、解析モデル

解析に用いた記録の最大加速度をプロットしたグラフが図-1である。図中には解析に用いた記録(●印)の他に、デジタル化されてなく最大加速度だけが示されている記録(○印)も示した。解析モデルおよび地盤のバネ定数の定義を図-2に示す。この解析モデルは橋軸方向に注目したもので付加質量は考慮していない。

## 3. モデルの決定方法

強震記録を用いた解析モデルのバネ定数( $K_1, K_2$ )の決定方法および減衰定数の推定方法については、前報で詳しく報告したので、ここではその概要を記す。①1次、2次の固有振動数を、地盤上、橋脚上のフーリエスペクトル、スペクトル比、相対加速度波形のフーリエスペクトルから推定する。②バネ定数( $K_1, K_2$ )は、1次、2次の固有振動数より求める。③減衰定数は、地盤上で得られた地震波を入力とし、モーダルアナリシスを用いて求めた橋脚上の応答が観測された波形のスペクトル比、全パワー、最大加速度と一致する様にそれぞれ試行錯誤して求めた。

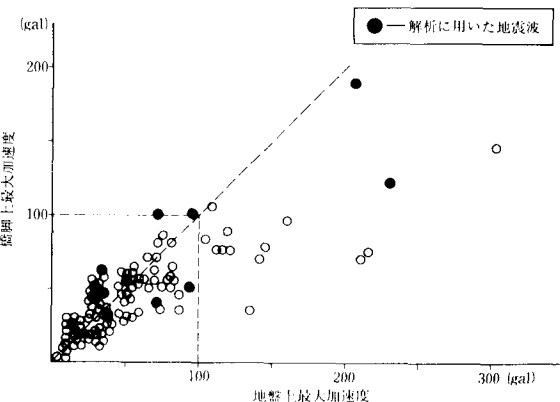
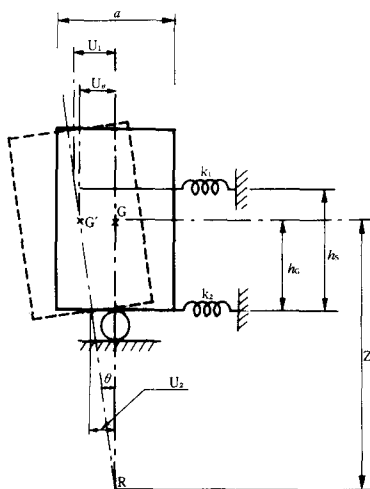


図-1 地盤上、橋脚上最大加速度

## 4. 解析結果

モデル化した橋脚の応答波形と、橋脚上で記録された波形を比較した結果、100 gal以下の地震波を入力した場合は、橋脚上実測加速度波形と計算した応答波形が一致しない場合や、位相は一致しても振幅が相違する場合も多く見られたが、100 gal以上の場合は、位相、振幅にかなりよい再現性があることが確認された。図-3は、その応答波形を比較した一例である。

図-4は、地盤上最大加速度および全パワーと解析に用いたモデルのバネ定数( $K_1, K_2$ )との関係を示したものである。図より地盤上最大加速度(又は全パワー)が増加すると、バネ定数は低下すること、



## 地盤のバネの定義

$k_1$ : 側面地盤のバネ作用を表わすバネ定数 ( $t/m^2$ )

$k_2$ : 底面地盤におけるせん断バネ定数 ( $t/m^3$ )

$a$ : ケーソンの幅 (m)

$b$ : ケーソンの長さ (m)

$h_b$ : ケーソンの根入れ (m)

$h_c$ : ケーソン底面と重心までの距離 (m)

$k_1, k_2$  を  $k_1, k_2$  で示すと

$$\begin{cases} k_1 = \frac{1}{2} k_1 h_b b \\ k_2 = k_2 ab + \frac{1}{2} k_2 h_b b \end{cases}$$

図-2 解析モデル

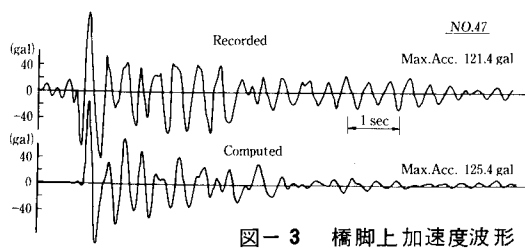
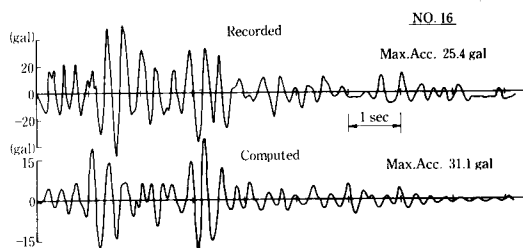


図-3 橋脚上加速度波形

低下する場合は $K_1$ の方が大きいこと、バネ定数の変化特性は最大加速度より、全パワーを用いた方が顕著にあらわれることがわかる。なお、バネ定数 $K_1$ より求めた水平地盤反力係数( $k_s$ )と設計指針(ケーソン指針、基礎標準、耐震設計指針)から求めた静的な $k_s$ の値を比較すると、設計指針から求めた場合の方が7~10倍大きい。

図-5は、地盤上最大加速度および全パワーと減衰定数を示したものである。図より、減衰定数の値は入力レベルに伴って増加し、1次の場合0.1~0.35, 2次で0.25~0.4となることがわかる。なお図の減衰定数の値は、スペクトル比を一致させる方法により求めたものである。<sup>\*3)</sup>

図-6は、応答計算した橋脚上の最大変位、最大変位を橋脚モデルの高さで除して求めた地盤の最大ひずみを示すものである。橋脚上の最大加速度は、地盤上の最大加速度が大きくなると徐々に頭打ちの傾向を示した(図-1)が、橋脚上の最大応答変位、地盤の最大ひずみは、2次曲線的に増加する傾向がみられる。また増加する変化特性は、最大加速度より全パワーを用いた方が顕著にあらわれている。

## 5. まとめ

10 gal 程度から230 galまでの実地震波形を用いて解析した結果、①入力地震波の大きさとバネ定数、減衰定数の関係が把握され地盤~橋脚系の非線形性が明らかになった。また、②特性値の中で全パワーを用いた方が非線形の現象が明確にあらわれること、③設計指針から求めた静的なバネ定数の方が解析から求めたバネ定数より7~10倍大きいことなどが明らかになった。

<謝辞>

研究をすすめるにあたり地震記録を提供して下さいた建設省土木研究所・栗林栄一氏、岩崎敏男氏にお礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 菊地, 国井; 強震記録から推定される井筒基礎橋脚の動特性(その3), 土木学会第31回年次学術講演会
- 2) 栗林, 岩崎; 地震記録のデジタル数値(その2) 建設省土木研究所資料, 第318号(昭和43年3月)
- 3) 斉藤, 菊地; 強震記録から推定される井筒基礎橋脚の動特性, 大林組技術研究所報(No.20, 1980年)

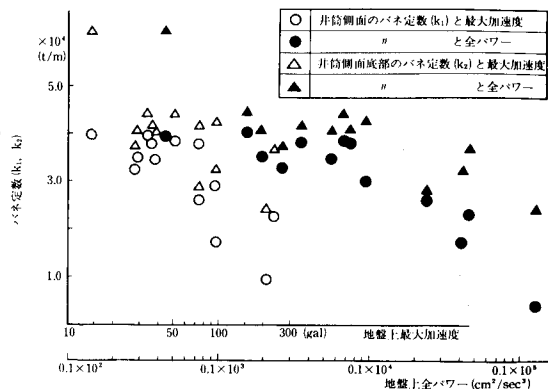


図-4 バネ定数

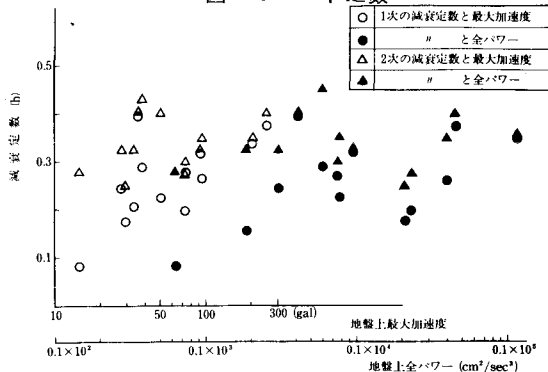


図-5 減衰定数

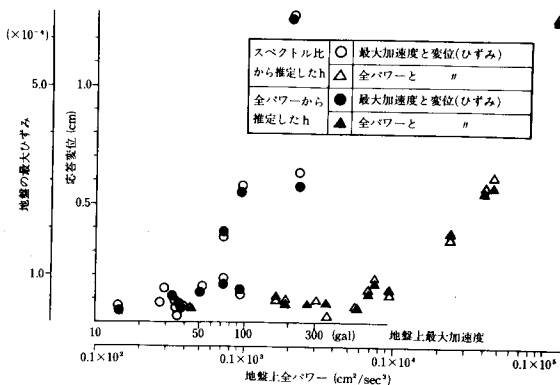


図-6 応答変位