

大阪大林組技術研究所 正会員 菊地 敏男  
同 上 後藤 洋三  
阪神高速道路公団 古池 正宏

### 1. まえがき

本橋脚は、阪神高速道路公団により建設が進められている東大阪インターチェンジ用の橋脚で、基礎には鉛直継手により剛結した連続地中壁基礎（以下連壁基礎）が用いられている。連壁基礎は今後普及することが期待されているが、現時点では完工例が少なく実際の基礎について動的な挙動を測定した例はない。そこで今回の施工を機会に起振機による加振実験をおこなった。本実験は、連壁基礎の振動特性を実測、解析すると共に、今後の耐震設計のための資料を得ることを目標としている。

### 2. 橋脚基礎と地盤の概要

橋脚基礎の概要を図-1に示した。基礎は、-34.5m付近の礫混り砂層に支持させており、連壁部分の断面形状は、4.5m×6.5m、壁厚0.8mであり、橋脚部分を除く基礎の長さは、34.5mである。橋脚近傍地盤の概要を図-2に示した。本地盤の断面構成は、-14m付近までが $q_u=0.6\sim 0.8\text{Kg/cm}^2$ の軟弱な粘土層、19m付近までが $N>50$ の密実な砂礫層、-32mまでが $q_u=1.6\sim 1.8\text{Kg/cm}^2$ の比較的硬い粘性土層、以下 $N>50$ の礫混り砂層となっている。同図には弾性波試験によって得られた各層のセン断波速度を示している。

### 3. 実験方法

加振源としては、3t起振機（BCS-A-200型）を使用し、橋脚が13mの高さまで施工された時点でフーチング上に2台設置した。加振モーメントは、起振力がどの振動数でも3t近くになる様に設定した。振動数は起振機の回転シャフトに取付けたパルスギヤの出力をデジタルカウンターで読取った。共振点付近の振動数ピッチは、 $0.01\text{Hz}$ とした。測点は橋脚、フーチング、基礎、基礎内部地盤、周辺地盤に配置（図-2参照）した。計測器は主にひずみ型の換振器を使用し、周辺地盤には動コイル型の高感度な換振器を用いた。記録は主としてデータレコーダで行ない、実験後A-D変換し計算機による相関解析を行なって、振動数、振幅、位相の読取りをおこなった。

### 4. 実験結果

構造物における代表的な測点で求めた共振曲線、位相曲線が図-3である。共振曲線図は、応答変位を起振力1ton当りに規準化して求めた。なおひずみ型の換振器から得られた曲線は変位に変換している。図より、特徴的な共振点としては、 $1.5\text{Hz}$ 、 $6.3\text{Hz}$ 、 $8.2\text{Hz}$ 、 $16.0\text{Hz}$ の4点があげられる。図-4は、その4点に関する共振モードを示したもので、 $1.5\text{Hz}$ は、橋脚と周辺地盤が一様に動く並進振動の共振、 $6.3\text{Hz}$ は、各モードの中では地盤の変形も橋脚の変形も大きいことから、中間支持層から上の地盤と橋脚が連成した共振、 $8.2\text{Hz}$ は、橋脚部だけが大きく変形していることから、橋脚部の片持ち梁の共振、 $16\text{Hz}$ は、橋脚

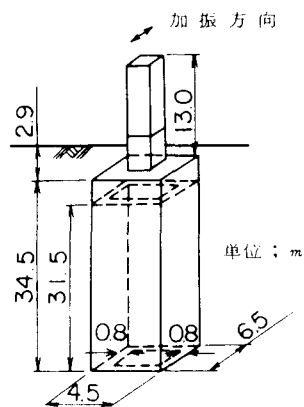


図-1 橋脚の概要

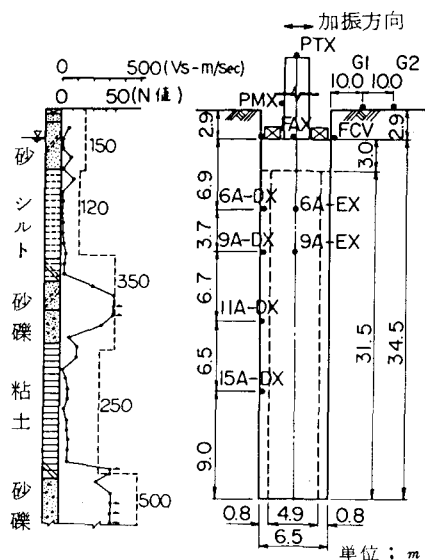


図-2 地盤の概要と計測点

頂部から逆方向に変形しており、地盤も変形していることから地盤～橋脚連成系の2次共振と推定される。連壁(6A-DX)と同じ深さの連壁内部地盤(6A-EX)の共振、位相曲線を示したものが、図-5である。6.3Hz以下と12Hz以上で多少のバラツキも見られるが、全体が一体となって振動していると考えてもよいと思われる。

## 5. シミュレーション解析

解析は、モデル化した地盤の側方にエネルギー伝達境界を有する回転体有限要素法により行なった。橋脚は半径1.41mの曲げ円筒、フーチングは半径3.05mで厚さが3.0mの剛な円板とし、連続壁は厚さが0.92mの円筒に置換し

た。解析に用いた地盤の定数は、弾性波試験からの値を用いた。各部の減衰定数は、構造物で1%, 地盤で3%とした。以上の設定により、フーチング上に水平な単位起振力を与えたが、6.3Hzの大きなピークは再現できなかった。起振機の回転マスによる水平力の作用点は、フーチングより高い位置にあるため、付加的な曲げモーメントの作用が考えられる。この解析では曲げモーメントを上下方向の偶力に置き換えて与えた。この偶力としては、起振機による付加的な曲げモーメントの約1.5倍を与えた時に実験値との対応が得られた。計算結果から得られた橋脚上、フーチング上の共振曲線が図-6である。図より、共振曲線の全体的な傾向は比較的近似しており、実験結果をシミュレーションすることができた。特に1.5Hzにおける地盤と橋脚の並進振動のピークが確認できる。

## 6. あとがき

連壁基礎の加振実験をした結果、地盤と橋脚が大きく振動する6.3Hzの共振点の他に、3つの共振点を得られた。また連壁内部地盤は連続壁と一体となって振動することが確認できた。FEMによる解析を行なった結果、偶力を加えなければ、実験値と同程度のピークがあらわれないというモデル化の微妙な差があらわれた。これは起振機による振動位置と共振モードのノード位置がたまたま一致したためと考えられる。本構造物は、断面寸法と比較して根入れが深くスレンダーな形状をしている。また地盤は、深さ方向に様でなく中間に支持層と同程度の硬い地盤がある。これらの特徴点と今回得られた実験結果との対応に着目してさらに解析を進めたいと考えている。なお同構造物については、水平載荷試験<sup>\*)1)</sup>も実施しており、今後静的な問題とも関連づけて検討していく予定である。

<謝辞>

実験の実施に協力いただいた阪神高速道路公団の本社ならびに工事事務所の関係各位に深謝致します。

<参考文献>

1) 平井, 他著; 連続地中壁基礎の水平載荷試験(その1, 試験結果) 土木学会第38回年次学術講演会(Ⅲ)

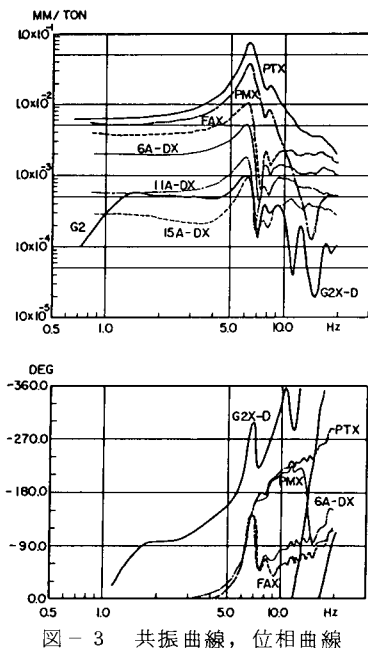


図-3 共振曲線, 位相曲線

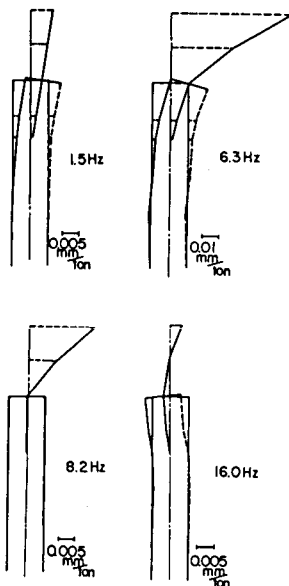


図-4 振動モード

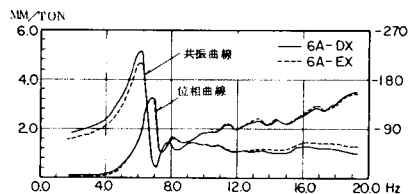


図-5 連壁・壁内土中の曲線

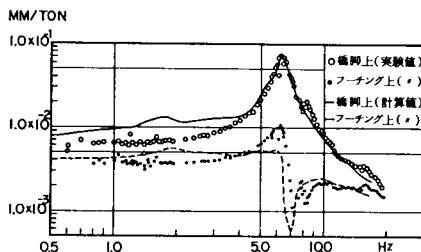


図-6 実験, 解析の共振曲線