

I-498

関西国際空港連絡橋橋脚起振機実験結果の数値シミュレーション

関西国際空港(株) 正員 本山 蒼 ○丸山忠明
 (株)大林組 正員 後藤洋三 菊地敏男

1. まえがき

本報では、橋脚について実施された起振機実験結果を2次元FEMモデルを使って数値シミュレーションし、地震応答計算に用いる動的解析モデルの設定法を検討した結果を述べる。

2. 使用プログラム及び解析モデル

使用プログラムは上部加振や底面粘性境界処理を可能とした FLUSH拡張版である。図-1に要素分割図(1/2モデル)を示す。モデルの表面と裏面には擬似3次元粘性境界を配し、奥行はフーチングの奥行32.5mと一致させた。脚柱及び杭(1列8本)は同じ奥行を有する板として梁要素でモデル化した。地盤定数にはPS検層結果などに基づくセン断剛性と密度を用いた。フーチングならびに脚柱下部は鋼殻コンクリート構造であり、杭内はフーチング下-2mまでコンクリートが充填されているので、これ等のコンクリート部は全断面有効として剛性評価した。海水の影響は海面下の脚柱部に付加質量として考慮した。減衰は構造物を2%、地盤を一様に5%の履歴形とした。計算に当たり非線形の影響は考慮していない。

この橋脚は2本の脚柱の上部を横梁で結合した構造となっており、横梁の中央に起振機が設置されて梁軸直角方向に加振されている。そこで、横梁部を図-1の付図に示す様にモデル化した。同図のAは水平方向の軸力のみを伝える剛なロッド材、Bは横梁の2倍の曲げ剛性を有する上端回転拘束の片持梁、Cは脚柱のねじり剛性を表現する回転バネでその中心には脚柱の回転慣性が付加されている。加振点は梁Bの頂部で、ここに起振機の出力に相当する正弦波を入力して応答を計算した。

解析ケースは以上に述べたモデルを基本モデルとし表-1に示すA、B、Cを加えた4ケースである。

3. 解析結果

(1) 基本モデル 図-3は代表的な測点の共振曲線を実験値と比較して示したものである。杭部も含めた全測点について良く一致し、このモデルが橋脚の振動特性をよく捉えたものであることがわかる。ただし、12Hz付近の共振ピークについて杭部の振幅が実験値より小さいのは、地盤下部のメッシュが荒く高い振動数の波動伝達が表現できないためと考えられる。

(2) Aモデル 図-5は杭に生じる曲げ歪と軸歪の分布を、歪が最も卓越する3Hz付近のピークについて示したものである。同図には実験値と基本モデルによる結果も合わせて示した。軸歪について実験値は基本モデルとAモデルの中間的な所にあり、フーチング下-2mから-6mはコンクリートが不完全に流入したと推定される結果となった。曲げ歪については良い一致が見られず、モデル改良の必要がありそうである。

(3) Bモデル 図-4に結果を示す。基盤への振動エネルギー免散がなくなるためフーチングの3Hzのピークがやや大きくなる他、1.5Hzのピークが高振動数域にシフトしており、実験値との差が大きくなる。

(4) Cモデル 図-4に結果を示す。面外方向への振動エネルギー免散がなくなるためフーチングの並進が主となる1.5Hzのピークが卓越する。回転が主となる3Hzのピークは大きな影響を受けていない。

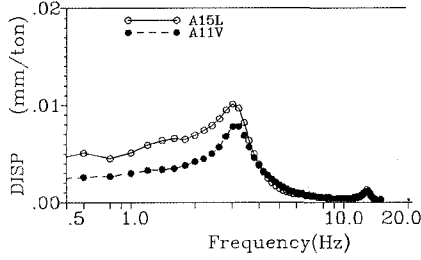
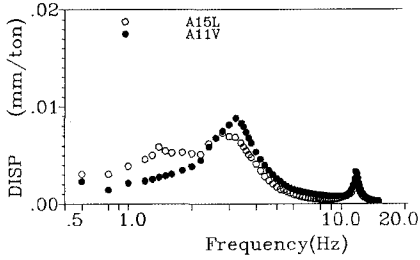
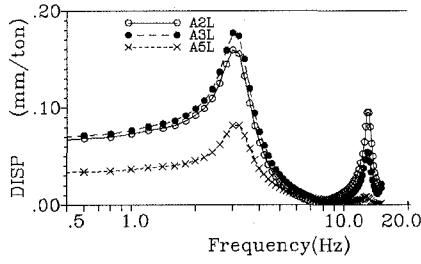
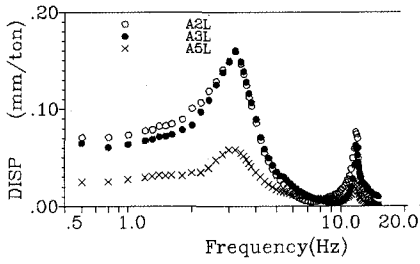
4. まとめ

基本モデルについては剛性等の入力定数に人為的な操作を加えることなく良好なシミュレーション結果を得ており、弾性領域ではあるが2次元FEMモデルの適用性が検証できた。また、モデル底面及び側面の境界処理の適用性も明らかにできた。一方、地震応答の場合は、モデルの底部からの大加振となるため、起振機実験では捉え難い1.5Hzあるいはそれ以下の地盤の応答モードがより大きく現われ、地盤の非線形性の影響も現われることに留意しておく必要がある。

本研究については山田善一京都大学教授より懇切な助言を戴きました。末筆ながら深謝の意を表します。

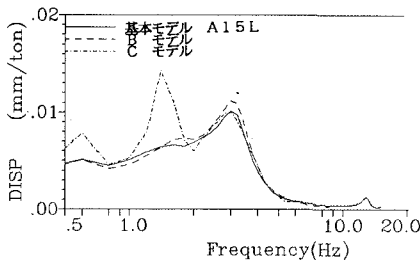
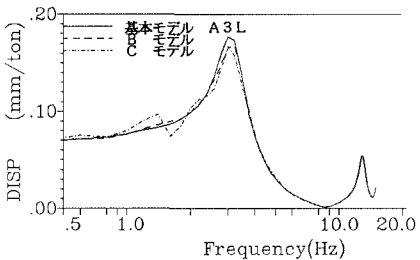
表－1 基本モデル以外の解析ケース

Aモデル	基本モデルの杭内コンクリート充填－2mを－6mまでとしたモデル
Bモデル	基本モデルの底部粘性境界を取り払い剛基盤としたモデル
Cモデル	基本モデルの擬似3次元粘性境界を取り払い2次元平面歪としたモデル

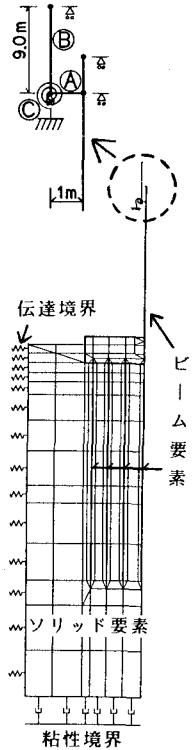


図－2 実験結果

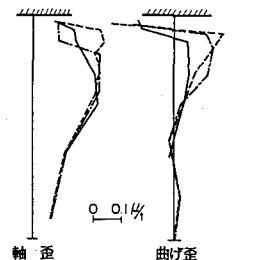
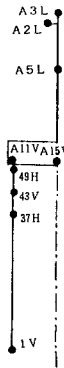
図－3 基本モデル解析結果



図－5 BモデルとCモデルの解析結果



図－1 モデル図



図－4 杭の歪