

免震橋梁のモデル解析における減衰定数の同定

○ 中央大学 学生員 佐野 泰彦
中央大学 正 員 川原 睦人

1. 序論

去る1月17日阪神地区を襲った地震により、多くの橋梁が落橋するという被害に遭っている。また、緊急輸送ルートの寸断という二次的な被害をもひきおこしている。我々にとって、今後都市機能を災害から守る事は、重要な課題となってしまった。地震時に、落橋せず比較的破損等が少ない、復旧に容易な橋梁が望まれるところである。そこで、近年ゴム支承などを用いた免震構造の橋梁が考案され、国内でも数力所に架設されるに至っている。この免震橋梁を更に何らかの形でアクティブに制御するという目的から構造の減衰定数を同定する必要が生じてきた。パラメータ同定は、地下水浸透流解析における透水係数同定にはじまり、その後、様々な解析分野で研究が進められている。制御対象とする橋梁の振動特性は、減衰定数の値に左右され、制御量にまで影響を及ぼすものと思われる。本研究は、観測記録から減衰定数を推定するいわゆる逆解析問題であり、より精度の高い解析を目指したものである。解析には、非線形最小二乗法を用い得られた観測値からシステムティックにパラメータを推定する。

2. 解析モデル

解析に用いたモデルを図1に示す。免震ゴム支承を有した3径間連続橋であり詳しくは参考文献[1]を参照されたい。この構造での振動特性を把握するとともに上部工で増大する変位を制御することを目的とし、同定手法の妥当性と計算コードの検証を行った。尚、振動解析手法としては、モード解析法を適用し、入力地震加速度波形は神戸海洋気象台（神戸市中央区）で観測された（気象庁「87型電磁式強震計」による）データを用い、橋軸方向にのみ作用させる2次元解析を行った。図2に入力加速度波形を示す。

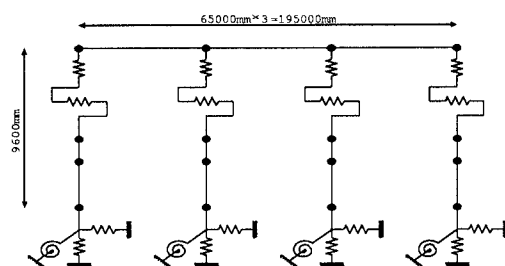


図1 解析モデル

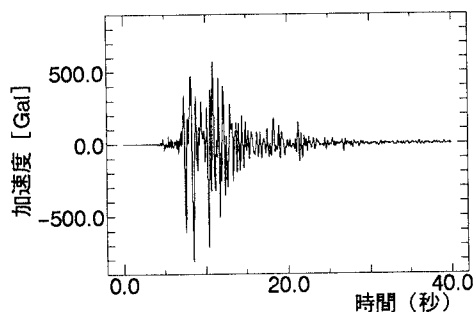


図2 入力地震加速度波形

3. モード解析

モード解析によって得られた結果を図3、4、5に示す。これらの図は、A1橋台上の桁と天端、P2橋脚上の桁での橋軸方向変位を表し、上部工の振動が長周期化しているのが認められる。減衰定数は、1、2次モードで $h_1 = 0.05$ 、3、4次モードで $h_2 = 0.04$ 、5次モード以上で $h_3 = 0.03$ と仮定した。図3、4、5に示した3つのデータをパラメータ同定における観測値とした。

4. 減衰定数同定

減衰定数を同定するために以下に示す評価関数を設定する。

$$J(h) = \frac{1}{2} \int_{t_0}^{t_f} (\{u(h)\} - \{u^*\})^T (\{u(h)\} - \{u^*\}) dt \quad (1)$$

ここで、 $\{u(h)\}$ 、 $\{u^*\}$ 、 t_0 、 t_f はそれぞれ、変位計算値、変位観測値、計算開始時間、終了時間を表す。すなわち、評価関数 $J(h)$ を最小にする h が解析する構造の減衰定数である。今回の解析には共役勾配法を用い最適な h を求める繰り返し計算を行った。減衰定数 h は h_1 （1、2次モード）、 h_2 （3、4次モード）と h_3 （5次モード以上）に分け、3つのパラメータを推定している。評価関数と減衰定数の収束状況を図6に示す。パラメーター h_1 、 h_2 、 h_3 いずれも仮定した値に戻っている。

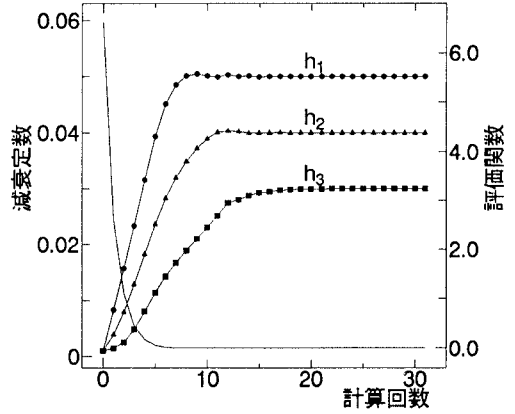


図6 同定結果（評価関数と減衰定数の収束状況）

5. 結論

同定結果より減衰定数の値が仮定した値に戻り収束している。これより、計算コードの検証ができたものと思われる。今後、橋台及びび桁に設置された地震計より得られたデータをもとに、減衰定数の同定を行いたい。また、同定された値が、アクティブな制御解析で充分使用できるものと考えられる。地盤ばね定数の同定についても現在考えている。

参考文献

- [1] "道路橋の免震設計法マニュアル（案）" 建設省 財団法人土木研究センター
- [2] 松尾 芳朗、原 広司、大石 昭雄、山下 幹夫 "宮川橋の設計と施工" 橋梁と基礎 91-2, pp15-22

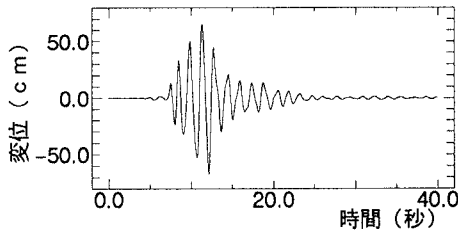


図3 モード解析結果（A1橋台上部桁）

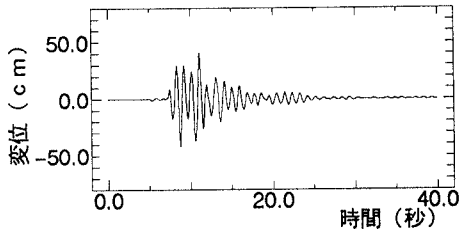


図4 モード解析結果（A1橋台天端）

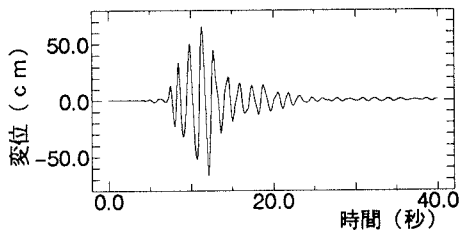


図5 モード解析結果（P2橋脚上部桁）