

減衰要因に着目した高架橋模型の非線形挙動に関する振動台実験と数値解析

オイレス工業 正会員 ○横川 英彰
東日本高速道路株式会社 正会員 笠松 正樹
宇都宮大学 正会員 中島 章典
宇都宮大学 学生員 緒方 友一

1. 目的

連続高架橋の耐震設計などに際しては、対象構造を適切にモデル化し、非線形の動的応答解析を実施して、その耐震挙動を確認することが一般的となりつつある。その際、橋脚に加えて上部構造、各種タイプの支承あるいは基礎構造も考慮した解析モデルを用いて動的応答解析が実施されている。

動的応答解析によって実構造の動的挙動をできるだけ精緻に再現するためには、実構造の固有振動数に加えて減衰特性に関する情報も正確に解析モデルに導入することが必要である。

そこで本研究では、橋脚、上部構造、支承からなる簡易な高架橋模型を対象とし、振動台を用いて、鋼製部材の一部が非線形挙動に至る強制振動実験を行い、その結果から、固有振動特性と減衰特性を同定し、それぞれの材料特性および減衰要因を組込んだ有限要素法を用いた数値解析を行い、振動実験結果の再現性を検討する。

2. 模型および解析モデル

図-1 に示すような高架橋模型および等価な重りを上部構造と考えた橋脚模型の振動実験を行った。また、試験体の各部材のそれぞれの寸法や重量を正確に把握しモデル化を行った。なお、模型に用いた鋼材は引張試験を実施して弾性係数、降伏応力、降伏ひずみを求めた。

表-1 試験体の各部材の緒元

部材	寸法(mm)	密度(t/m ³)
橋脚平鋼	11.64×19.76	7.854
上部構造平鋼	15.62×37.47	7.846
H鋼	100.15×50.12×6.72×4.97	7.924
上鋼板	125.89×100.05×8.69	7.712
下鋼板	300.97×300.98×11.61	7.741

次に、上部構造部材の固有振動数および減衰定数、可動支承部の動摩擦係数を把握するために要素実験を行った。試験体の各部材の諸元を表-1 に示す。

3. 実験及び解析結果

図-1 の太線に重りありの橋脚模型の自由振動実験結果から求めた橋脚基部付近のひずみ振動波形の波数と振幅の関係を、図-1 の一点破線に解析結果から求めた橋脚基部付近のひずみ振動波形の波数と振幅の関係を示す。この結果から両者は大きく差があり、橋脚の内部粘性減衰の他に減衰要因があると考えられたため、解析モデルにおいて、橋脚基部に回転ばねおよび回転ダッシュポットを考慮し、再度解析を行ったところ、図-1 の点線のような結果となり、橋脚模型の自由振動実験結果と、解析結果は一致した。次に、可動支承部の摩擦係数などを求めるために、上部構造支点反力に相当する重りを載せた可動支承を、ローラー付きの台に固定し、左右に手で動かし、その時の摩擦力および変位を計測した。その結果を図-2 に示す。この履歴から変位が0 における摩擦力の平均から動摩擦係数 0.107 を得た。

最後に、鋼製部材の一部が非線形挙動に至るように JMA 釧路記録波を用いて強制振動実験を行った。その結果、得られたひずみの振動波形を図-5 の上段に、解析から得られたひずみの振動波形を図-5 の下段に示す。

キーワード 高架橋モデル、固有振動特性、減衰特性、非線形挙動、要素実験、強制振動実験
連絡先 〒326-0327 栃木県足利市羽刈町 1000 番地 オイレス工業株式会社 技術開発部 TEL 0284-70-1820

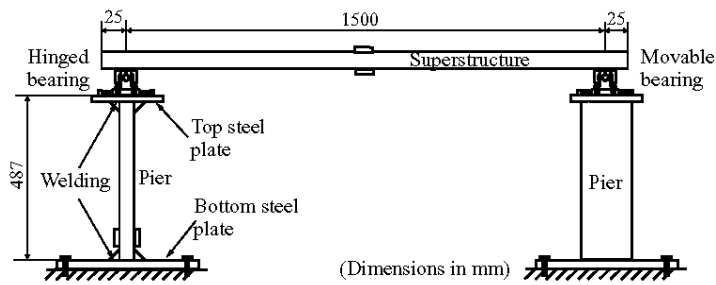


図-1 高架橋模型

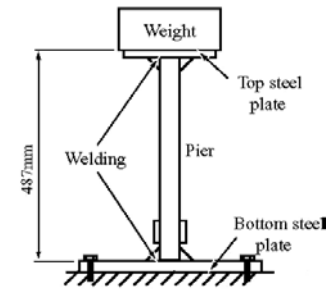


図-2 重りありの橋脚模型

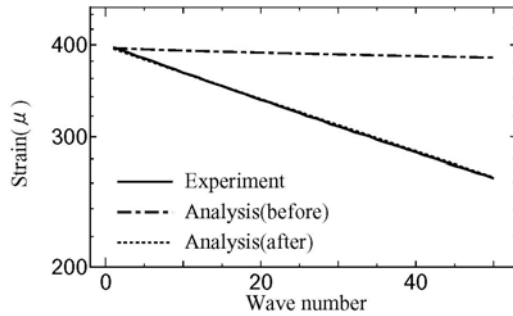


図-3 重りありの橋脚模型の波数と振幅の関係

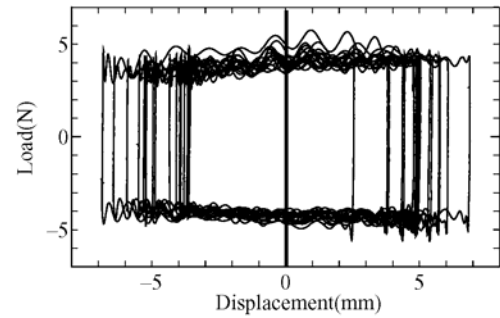


図-4 可動支承の実験結果

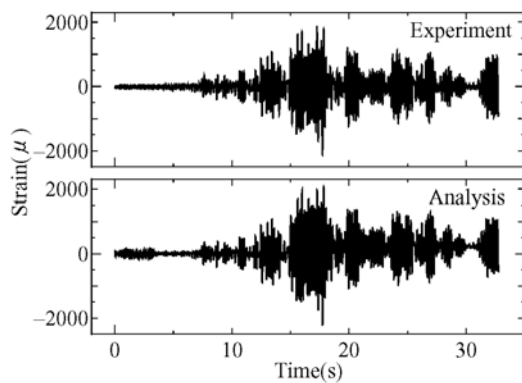


図-5 JMA 釧路記録波の時刻歴応答

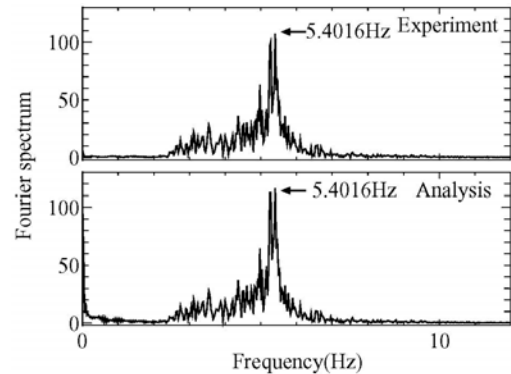


図-6 JMA 釧路記録波のスペクトル

ひずみ振動波形をFFT処理した結果を図-6に示す。解析に用いた回転ばねのばね定数および回転ダッシュポットの減衰係数は前述の自由振動実験結果で定めた値を用いた。図-5、図-6からこの解析結果を実験結果と比較すると、ひずみ振動波形とフーリエスペクトルから、実験および解析の振動波形、卓越振動数ともに定性的、定量的に一致していることがわかる。

4. まとめ

ここでは、高架橋模型を対象として、模型を構成する橋脚部材の振動実験、および可動支承の摩擦実験を行い、減衰性状を測定し、その減衰特性を解析モデルに反映させ、応答の解析結果と実験結果が一致することを確認した。また、重りあり橋脚模型の自由振動実験結果に基づき、解析モデルの橋脚基部に回転ばねと回転ダッシュポットを同定した。

それらの同定した諸量を考慮した解析結果が、JMA 釧路記録波を用いた強制振動実験結果の減衰性状および卓越振動数を良好に再現していることを確認した。

参考文献

- 1) 中島章典, 内川直洋, 斉木功: 単純な橋梁モデルの固有振動特性に関する基礎的検討, 構造工学論文集, Vol149A, pp. 319-328, 2002. 3.