

連続高架橋の地震応答解析に及ぼす免震特性の影響

鹿児島大学工学部 学生員 ○尹 元彪

鹿児島大学工学部 正 員 河野健二

1. まえがき

連続高架橋のような長大構造物を設計する際、耐震性について十分に吟味する必要性を要する。従来の耐震設計法には、構造物の耐力を大にして安全を確保するようにしてきた。しかし、近年の急速な技術の進歩に伴い、地震力を抑制または制御し、そのエネルギーが構造物に伝わらないようにする「免震」という考え方が実用されるようになった。本研究では、免震装置を連続高架橋の橋脚基部に導入して、免震支承が全体の構造物の応答にどのような影響を及ぼすかについて検討を行う。解析の方法としては、不規則振動論に基づく地震応答解析法を用いている。これにより構造物の節点の変位、断面力の RMS(Root Mean Square)応答を求め、種々の検討を加えた。

2. 地震応答解析及び結果

図-1 は本研究で用いた連続高架橋の解析モデルを示している。部材はすべて鋼材で、橋脚下部と基礎部との間に免震装置を導入した。免震装置の履歴復元力特性は Wen⁽¹⁾の提案による非線形一階微分方程式を用い、等価線形化を行った。地震入力 は地盤の特性を考慮した金井・田治見のパワースペクトル密度関数を用いた。地震動的解析では、橋軸方向と橋軸直角方向に分けられるが、本研究は橋軸方向について検討してみた。

まず、解析モデルの節点 1, 6, 11, 32 の相対変位に注目した。図-2、図-3 はそれぞれ基礎地盤のパワースペクトルの入力強度 S_0 及び基礎地盤の卓越振動数の相違による応答への影響を示したものである。免震装置を導入した場合の応答は、免震装置のない場合より約 3 分の 1 に低減されたことが分かった。また、入力強度の増加や基礎地盤の卓越振動数の減少に伴う応答の増加は、免震装置を導入した場合の増加率が導入しない場合より極めて小さい傾向が見られる。一方、図-4 及び図-5 により、免震装置の数は 10 個を超えると相対変位の RMS 応答が大きくなるが、免震装置の数を増加させるとともにアイソレータ 1 個当たりの変位応答や復元力応答は小さくなることが分かった。次に、断面の曲げモーメントの RMS 応答について検討を行った。図-6 によると、免震装置を導入した場合は導入しない場合より大部分の断面の曲げモーメントの RMS 応答が 4 分の 1 以上低減されたことが分かった。他方、免震装置のパラメーターの変化による応答への影響は図-7 に示されている。入力強度は大きい時、降伏荷重の小さい方は降伏荷重の大きい方より変位の RMS 応答が小さいことが分かった。これは降伏荷重の小さい方が早期に降伏し、その非線形特性による地震動のエネルギーの吸収を十分に生かしたと考えられる。従って、免震装置の免震性能に及ぼすアイソレータの数や特性の影響が大きいと、設計する際構造物の特性や設計要求等に応じて十分に検討する必要がある。

3. あとがき

本研究は連続高架橋の地震応答解析に及ぼす免震特性の影響を検討した。免震装置が地震動のエネルギーを吸収し、上部構造物の応答を低減させる有効な手段であることが分かった。さらに、基礎と地盤の相互作用や橋桁にも免震装置の導入等についても検討する必要があると考えられる。

4. 参考文献

1)Y. K. Wen: Equivalent Linearization for Hysteretic System Under Random Excitation, Journal of Applied Mechanics, ASME, Vol. 47, March, 1980, pp. 150-154

2)M. C. Constantinou & I. G. Tadjbakhsh: Hysteretic Dampers in Base Isolation: Random Approach, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 111, No. 4, April, 1985, pp. 705-721

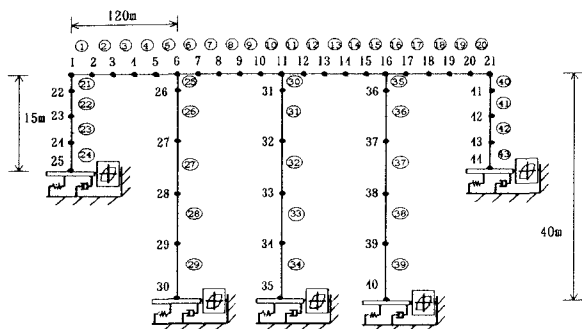


図-1 解析モデル

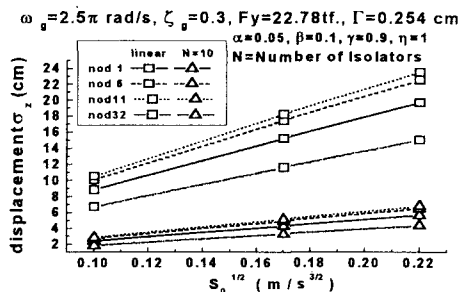


図-2 最大変位と入力強度の関係

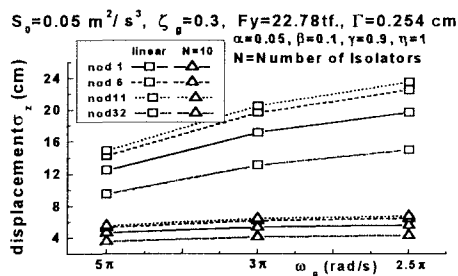


図-3 最大変位に及ぼす地盤の影響

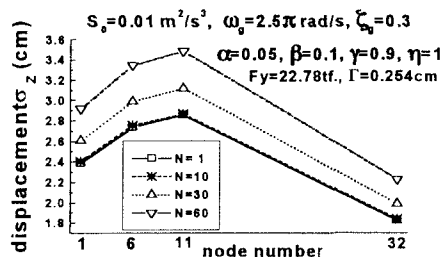


図-4 最大変位と免震数の関係

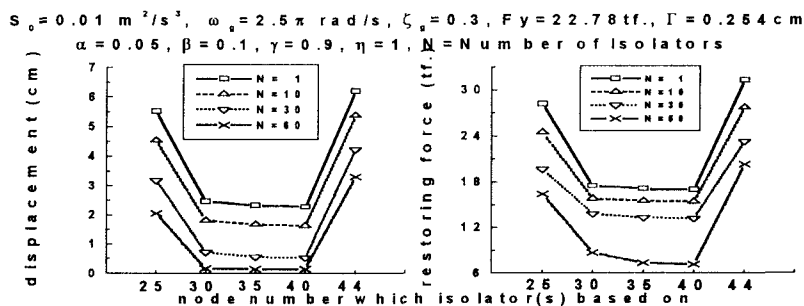


図-5 免震部の最大変位、最大復元力と免震数の関係

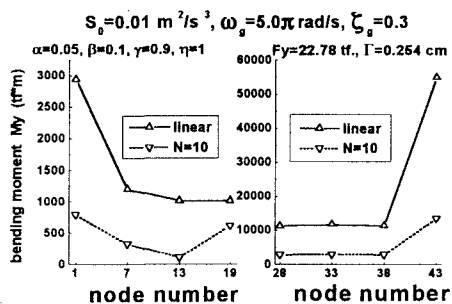


図-6 最大曲げモーメントに及ぼす免震の影響

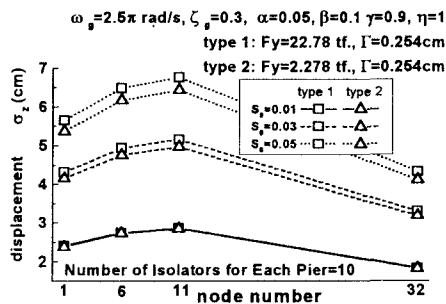


図-7 最大変位に及ぼす入力強度の影響