

I-651

免震橋梁の設計計算モデルに対する一考察

五洋建設(株) 正員 ○田村 保 清水建設(株) 正員 出羽 克之
 (株)熊谷組 正員 細田 信道 (株)奥村組 正員 高橋 一成

1. はじめに 免震橋梁では上部構造と下部構造との結合が比較的柔であり、多点固定方式の連続桁橋などに比べて、橋梁の地震時挙動が単純化されることが予想される。本報告は、骨組構造モデルを免震橋梁の設計計算モデルとして用いる場合のモデルの簡素化に関する検討結果と、応答スペクトル法の適用性に関わる高次振動モードの影響についての検討結果を示すものである。

2. 検討条件 図1(a)に示すよう

に、橋脚長が異なる3タイプ(ケース1～3)の下部構造(直接基礎)で支持され、鉛プラグ入り積層ゴム支承を有する3径間連続P C桁免震橋を対象として検討を行った。橋梁の基礎地盤

構造ケース	L1	L2
ケース 1	15 m	15 m
ケース 2	7.5 m	7.5 m
ケース 3	15 m	7.5 m

としてはI種地盤を想定し、道路橋示方書における保有水平耐力照査に用いる設計水平震度に対応する地震動が橋軸方向および橋軸直角方向にそれぞれ独立に作用するものと

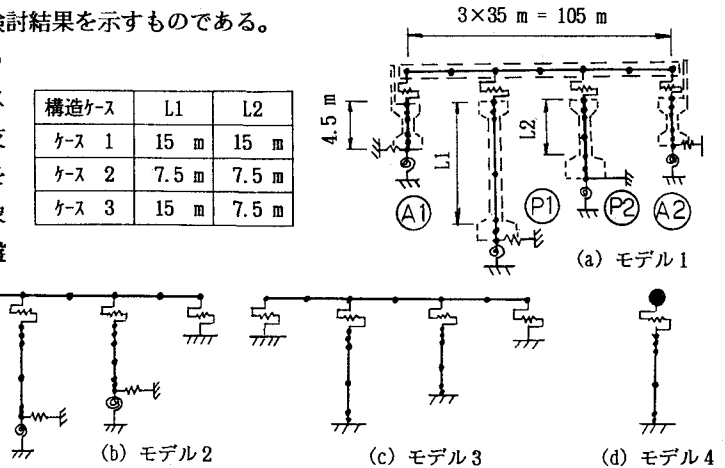


図1 免震橋梁設計計算モデル

した。骨組構造モデルは、免震装置を等価せん断バネ要素、上部構造・下部構造を梁要素、地盤をせん断バネ要素と回転バネ要素で評価した集中質量系のモデルである。

3. 設計計算モデルの簡素化の検討

(1) 検討方法 ここでは図1に示した簡素化の異なる4つの設計計算モデルを設定し、応答スペクトル法を用いた場合に得られる応答値を比較することにより簡素化の可能性の検討を行った。〔モデル1〕は最も詳細なモデルであり、この詳細な基本モデルから〔モデル2〕は橋台の剛性および質量を、〔モデル3〕はさらに橋脚の基礎地盤変位を無視したモデルである。〔モデル4〕はさらに単独橋脚だけを取り出したものであり最も簡素化したモデルである。応答スペクトル法の適用にあたっては、固有値解析結果から有為と考えられる振動モードをすべて考慮するものとし、最大応答値の推定には二乗和平方根法を用いた。

(2) 計算結果 図2は代表的な例としてケース1の場合の最大応答加速度、免震支承最大相対変位、最大曲げモーメントの計算結果を示したものである。ケース2およびケース3についても同様の傾向がみられる。この結果によれば、モデル1とモデル2では加速度、変位、曲げモーメントとも比較的良く対応することから、橋脚に比べ剛性の高い橋台のたわみが橋梁の応答に及ぼす影響は小さく、計算モデルの簡素化という観点からはこれを無視しても差し支えないと考えられる。また、モデル3とモデル1の比較では、基礎地盤の変形の影響が橋脚頂部の最大加速度の相違として表れているものの、免震支承最大相対変位がほぼ等しいことから、上部構造の慣性力分担比や橋脚の断面力についてはモデル3でもかなりの精度で推定できる。

4. 応答スペクトル法の適用性の検討

(1) 検討方法 図1に示した最も詳細なモデル1を用いて、一次の振動モードのみを考慮した応答スペクトル法(Single-Mode Method)と高次振動までを考慮した応答スペクトル法(Multiple-Mode Method)と

の計算結果の比較より、免震橋梁に与える高次振動の影響を検討した。

（2）検討結果 図3は橋梁各部（上部構造、下部構造頂部、下部構造基部）における最大応答加速度、最大応答変位、免震支承最大相対変位、最大せん断力、最大曲げモーメントの計算結果について(Single-Mode Method)と(Multiple-Mode Method)を比較したものである。最大応答加速度について、上部構造では高次モードの影響は見られないが、下部構造では高次モードの影響が主であることが分かる。しかし、免震装置の特性に関係する免震支承最大相対変位および最大曲げモーメントに関しては高次モードの寄与はほとんど無い。最大せん断力には高次モードの影響が若干見られるが、免震橋梁の下部構造の設計という観点からは高次モードの影響は少ないと考えられる。

5. まとめ 以上の検討から、①免震橋梁の設計計算モデルとして、図1の〔モデル2〕もしくは〔モデル3〕を簡易モデルとして適用しうること。②免震橋梁の下部構造の設計に対して一次モードのみを考慮した応答スペクトル法の適用性が高いこと。が明らかとなった。なお、本報告は建設省土木研究所と民間28社の官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発」の一環として行われたものである。

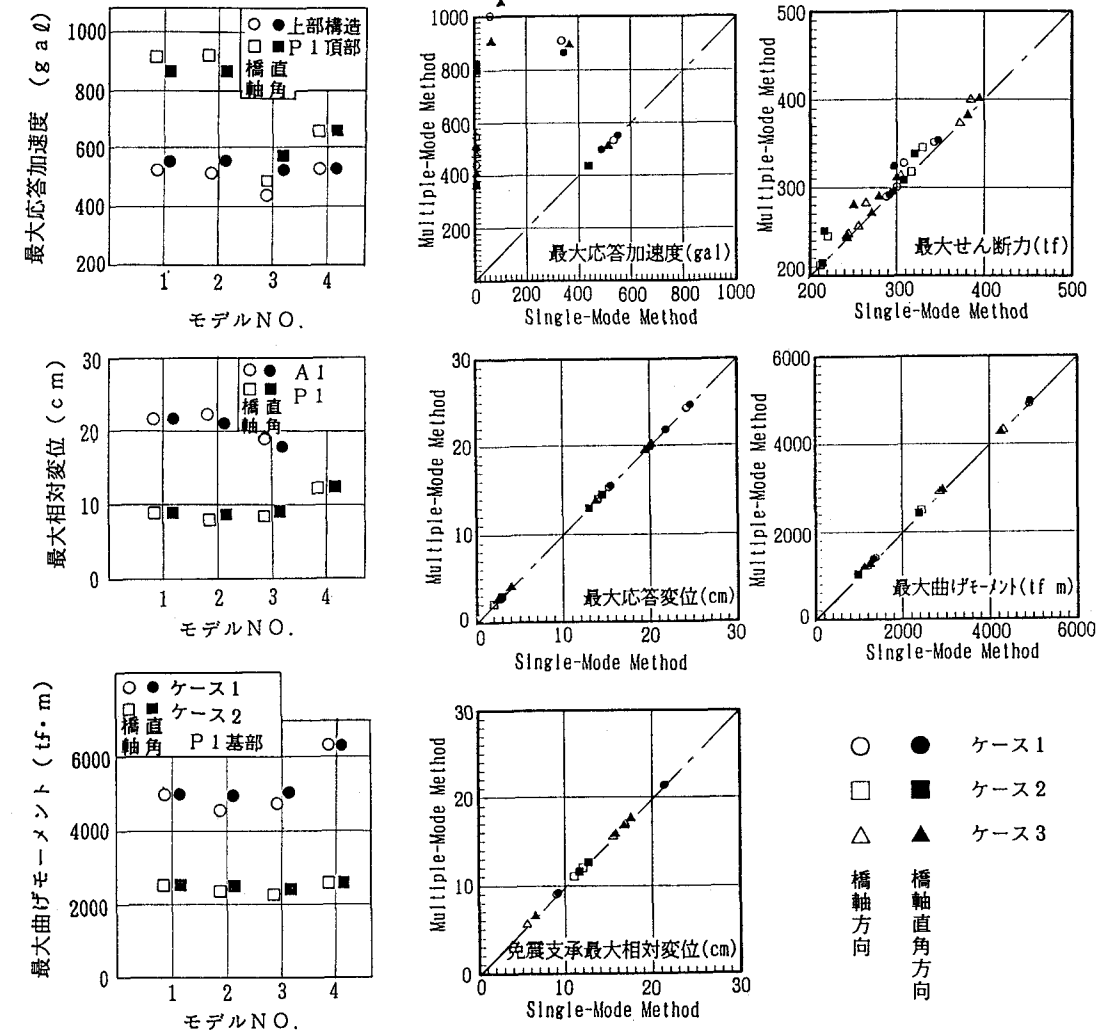


図2 計算モデルの相違による応答比較

図3 Single-Mode MethodとMulti-Mode Method との応答比較