

免震承を用いた構造物の振動特性の検討

○ 中央大学 学生員 北野 祐介
中央大学 正 員 川原 陸人

1. 序論

平成7年1月17日午前5時46分ごろ淡路島北部を震源とする大地震発生した。地震の規模はマグニチュード7.2と推定され、神戸海洋気象台では、500～800 galの水平加速度、200～300 galの鉛直加速度を記録した。この地震が及ぼした土木構造物への影響は、予想を上回るものであった。これらの構造物は、支承のボルトや移動制限装置が破損する事によって橋桁がずれたり、ひどいものでは、落橋するなどの被害をうけた。またコンクリート製の橋脚では、付け根あたりに働いた応力集中によってせん断破壊や座屈破壊を起こしたものが数多く報告されている。しかしながら全ての構造物が被害を受けたわけではない。地盤によってもそれらの構造物の受ける地震力は違って来るが、構造物自体の構造形式によって被害が異なったのではないかと考えらる。そこで、本研究では、免震構造物に注目した。免震装置はエネルギーを吸収しダンパーの役目を果たし、またそれと同時に元の位置に戻ろうとする復元力を起こすバネを必要とする。これらの働きによって、橋梁の固有周期が大きくなり地震との共振を避けることが出来ると考えられる。しかし、それに伴い応答変位が大きくなり易いとも言われている。そこで、本研究ではモード解析を利用して時刻歴応答解析によってそれらの振動特性をつかもうとするものである。

2. 解析モデル

振動解析には、次に示す図1～図3のモデルを用いる。図1は、免震ゴム支承を用いた3径間連続橋であり、参考文献[1]に従ってモデル化した。図2は、一点のみ固定ヒンジ、残る三点がローラーである極めて一般的な3径間連続橋であり、今後これを水平力一点集中型と呼ぶ。また図3は、全てを剛結としたラーメン橋をモデルにしたものである。

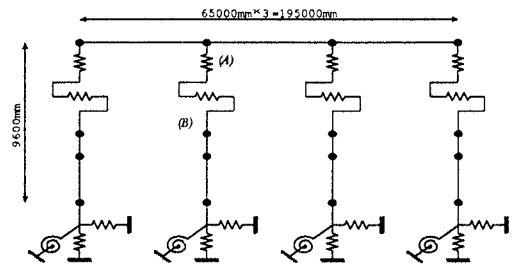


図1 解析モデル (その1)

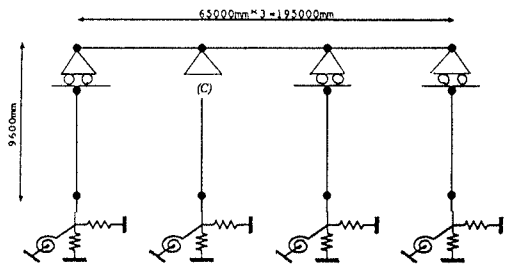


図2 解析モデル (その2)

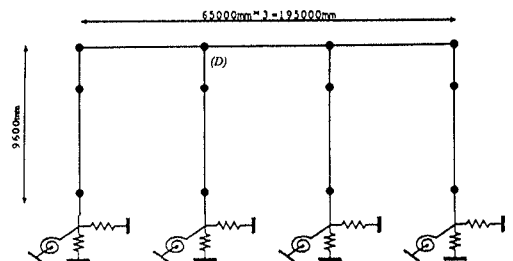


図3 解析モデル (その3)

3. モード解析

振動解析には、モード解析を用いる。モード解析は多自由度系を複数の一自由度系として互いに独立して解き後でそれらの解を重ね合わせる事により元の物理座標での解が得られるという特徴がある。この事により、計算時間を大幅に減少する事が出来る。

4. 数値計算例

入力地震加速度波形は神戸海洋気象台で観測された（気象庁「87型電磁式強震計」による）データを用い橋軸方向のみの2次元解析を行った。入力加速度波形を図4に示す。3つの構造物の各点(A)～(D)の橋軸方向の変位について比較した。

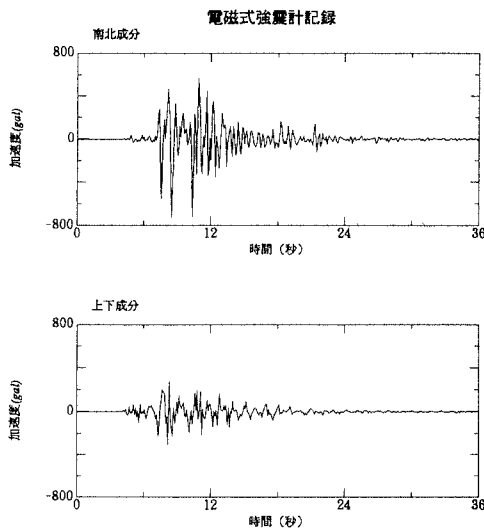


図4 入力地震加速度波形

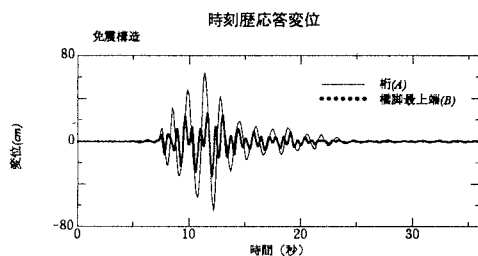


図5

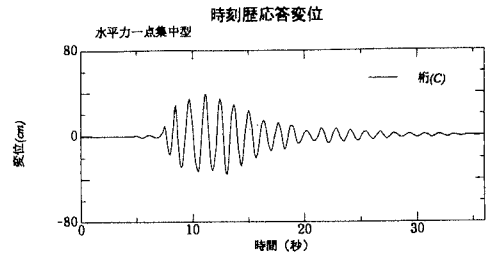


図6

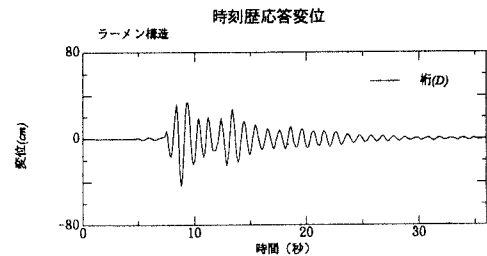


図7

5. 結論

図に示す応答変位は、免震構造物の桁（点(A)）で最大70cmを越える。その他の構造物と比較すると明らかに大きな応答変位ではあるがその周期に注目すると明らかに長周期化している。これは橋梁の固有周期が大きくそれに伴った応答を示した事は言うまでもない。桁の振動が大きいのに対し免震ゴム支承を挟んだ橋脚最上端の応答変位は小さい。このように免震設計をすることにより下部構造に作用する断面力は確実に低減されると言える。したがって地震が起きた場合免震装置にエネルギーが集中しこれ以外の破壊を抑えることが出来る。また、免震装置のみが損傷を受けるのであればその後の復旧が容易であると考えられる。よって免震支承を備えた橋梁は従来のものよりも耐震安定性が高く経済的であると言える。

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