

I-655

橋脚の非線形性が免震橋梁の地震時挙動に及ぼす影響について

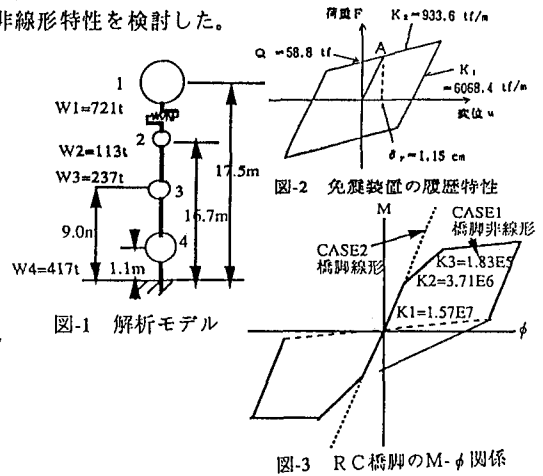
竹中技術研究所 正員 ○平井 卓  
 竹中技術研究所 杉本 三千雄  
 (株) 竹中土木 正員 田中 芳行  
 (株) 竹中土木 瀬尾 正志

1. まえがき

橋脚の非線形性が免震橋梁の動的挙動に及ぼす影響を時刻歴解析を行って検討した。ここでは、免震装置とRC橋脚が非線形履歴特性を有するモデルと、免震装置のみ非線形履歴特性を有し橋脚は線形のモデルの主として上部構造の応答値を比較して系全体としての非線形特性を検討した。

2. 検討方法

解析モデルは図-1に示す様な基礎固定の4質点モデルで質点1、2間は免震装置を表わしバイリニア型の図-2のような履歴特性を有するせん断バネと考えた。質点2から固定端の間はRC橋脚を表わす梁要素で図-3に示すCASE1のトリリニア型履歴特性のモデルとCASE2の線形特性のモデルを考えた。入力地震波は図-4に示す「道路橋示方書・同解説V耐震設計編」のI種地盤に対する標準加速度応答スペクトルに対応した最大加速度360galの地震波を基本波形とした。本研究では入力レベルを変化させて応答特性の変化を検討した。



3. 解析結果及び考察

1) 基本波入力での応答

基本波入力(360gal)時の橋脚頂部の変位、上部構造の加速度、変位の各応答最大値を示したのが表-1である。上部構造の最大応答は、橋脚非線形のモデルが橋脚線形のものに比して最大加速度で60gal減少し最大変位で39mm増加している。

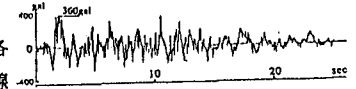


図-4 基本入力地震波

表-1 基本入力地震波に対する最大応答値

|           | 橋脚線形   | 橋脚非線形  |
|-----------|--------|--------|
| 橋脚頂部最大変位  | 27.9mm | 127mm  |
| 上部構造最大変位  | 292mm  | 331mm  |
| 上部構造最大加速度 | 430gal | 370gal |

2) 入力レベルの変化と系の非線形特性の変化

上部構造の最大応答値を入力最大加速度で割り、100gal入力当りの最大応答値で表わしたグラフが図-5である。この図より100gal以上で入力の増加にともなって橋脚非線形のモデルの線形のものに対する上部構造の最大応答加速度の減少量、最大応答変位の増加量が增大することがわかる。

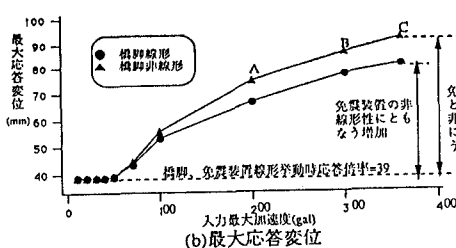
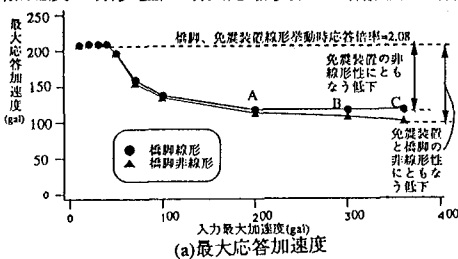


図-5 入力レベルの変化に対する100gal当りの上部構造の最大応答

この図のA,B,Cに対する橋脚線形、非線形の各モデルの免震装置の最大応答変位は図-6、橋脚非線形モデルの橋脚頂部の最大応答変位は図-7のようにそれぞれP- $\delta$ 関係上に示す。これらの図より橋脚の非線形性の影響は免震装置での塑性率の減少、橋脚の塑性率増大の複合効果として上部構造の最大応答加速度の減少、最大応答変位の増大となって表われることがわかる。

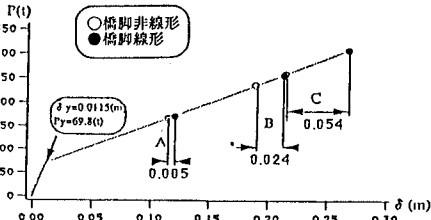


図-6 A,B,Cの各入力レベルでの免震装置のP- $\delta$ 関係上での最大応答

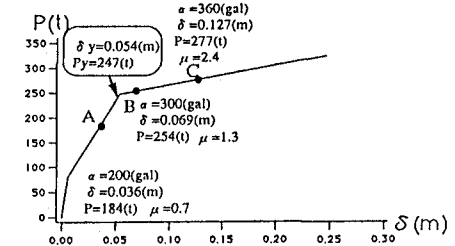


図-7 A,B,Cの各入力レベルでの橋脚頂部のP- $\delta$ 関係上での最大応答

### 3) 周波数伝達特性を用いた検討

図-4の入力地震波に対する各モデルの上部構造、橋脚頂部の加速度応答波形は図-8のようになる。図-9(a),(b)は基本入力波のスペクトルに対する上部構造、橋脚頂部のスペクトル比により周波数伝達特性を求めたものである。これらの図より、橋脚頂部では伝達特性のピークが5Hz付近であるが橋脚非線形の場合は3Hz付近となり長周期化しており、またピーク値も減衰していることがわかる。これは、橋脚の非線形特性が橋脚頂部の応答に影響している事をしめしている。一方上部構造の伝達特性では、高周波領域では橋脚非線形のモデルの方が若干増幅特性が小さくなっているが、全体としての周波数伝達特性は橋脚線形、非線形モデルで大きな差はみられない。このことより、塑性率2.0程度の橋脚の非線形性は上部構造の応答にあまり影響を与えないと考えられる。

### 4. まとめ

以上の検討より免震橋梁の本検討のモデルでは、塑性率2.0程度の橋脚の非線形性は上部構造の応答にあまり影響を与えないが、上部構造の最大応答加速度の減少、最大応答変位の増大といった若干の影響があることがわかった。

なお、本報告は建設省土木研究所と民間28社との官民連帯共同研究「道路橋の免震構造システムの開発に関する研究」の一環として行ったものであり、関係者各位に深く感謝の意を表します。

(参考文献)

1)道路橋示方書・同解説 耐震設計編、1989

2)道路橋の免震構造システムの開発に関する共同研究報告書(その2)、建設省土木研究所、1991

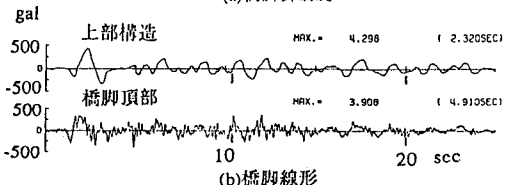
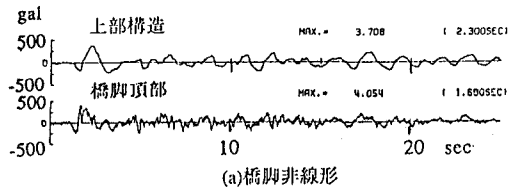


図-8 各ケースでの上部構造、橋脚頂部での基本入力地震波に対する応答波形

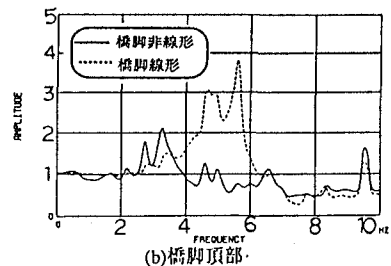
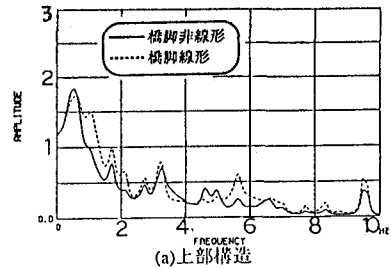


図-9 上部構造、橋脚頂部の周波数伝達特性