

I - B122 橋梁全体構造系の非線形動的解析と免震支承の機能評価

住友重機械工業 正会員 山平 喜一郎

同 上 正会員 岡本 好弘

同 上 遠藤 誠治

1. まえがき

兵庫県南部地震によって阪神間の都市高速道路をはじめとする各種の構造物が未曾有の大被害を受けたことは記憶に新しい。その復旧には橋梁構造全体の耐震性を向上させる目的で、主として免震支承が用いられた。

本研究では、都市高速道路の一部を取り出して構造全体をモデル化し、非線形要素を用いて動的解析を行う。支承は、従来一般的に用いられてきた可動・固定の鋼製支承（モデル1）と免震支承（モデル2）の2種類をモデル化し、応答値を比較検討する。

2. 解析対象構造物の概要と解析条件

解析の対象とした構造物は、都市高速道路でよく使用される三径間連続鋼床版箱桁橋と逆L型の鋼製橋脚（KS10, 11, 12）、T型のコンクリート橋脚（KS13）からなる橋梁全体構造で、地盤および基礎構造（杭基礎、ケーソン基礎）は線形パネとしてモデル化した。（図-1）

非線形要素として復元力特性を与えたのは、鋼製橋脚（バイリニア型）、コンクリート橋脚（トリリニア型）、免震支承（バイリニア型）、可動支承（非線形弾性型）である。

入力地震波は兵庫県南部地震において、JR鷹取駅（Ⅱ種地盤）で観測されたN-S成分とE-W成分をそれぞれ最大加速度を686.831galと672.639galに振幅調整したものを用いた。

減衰はレーリー減衰とし、減衰定数 $h=0.03$ 相当の値を用いた。

橋桁および橋脚の質量と弾性域の剛性は静的設計に用いる値を使用し、橋脚の非線形復元力特性は道路橋示方書Ⅴ耐震設計編¹⁾の応力度-ひずみ曲線を用いて曲げモーメント-曲率関係を求めた。

免震支承は高減衰ゴム支承（HDR）として、死荷重反力や橋脚の剛性等を用いて静的設計（震度法レベル、地震時保有水平耐力法レベル）を行った後、非線形特性を求めた。

3. 解析結果と考察

解析結果のうち、主要着目点の変位、速度、加速度を図-2に、断面力を図-3に示す。

免震支承を用いた場合、鋼製支承に比べて最大応答値や最大断面力がどうなっているか、その理由はなぜかを考察してみる。

橋脚基部（格点番号3, 43, 83, 124）の変位、速度、加速度応答は値も小さく、支承の種類による差はあまり顕著ではない。しかし断面力に目を向けると、免震支承がその効果を発揮して、明らかに応答値が小さくなっている。曲げモーメントは1/2程度の値に低下している。唯一の例外は、格点83（中間支点となる橋脚の基部）の橋軸方向の曲げモーメントで、わずかではあるが免震支承を用いた方が大きな値

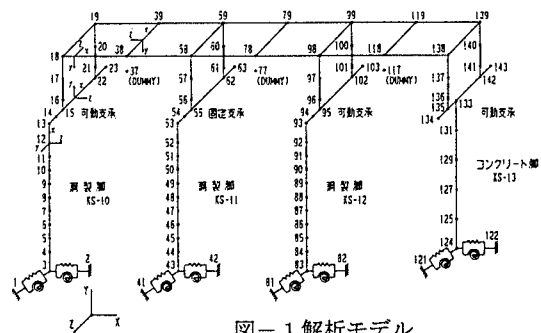


図-1 解析モデル

になっている。これは反力の大きい中間支点で可動支承と免震支承を比較したため、免震支承を用いれば自動的に全ての橋脚の断面力が低下するとは言えない可能性があることを示している。

橋脚隅角部（格点番号13, 53, 93, 133）の変位、速度応答は基部と同様に1/2程度になっている。加速度応答は橋軸方向と橋軸直角方向で明らかな違いがあり、橋軸直角方向はほとんどかわらないのに対して、橋軸方向は固定支承の両端の可動支承のある橋脚（KS-10とKS-12）で鋼製支承を用いた場合の方が免震支承を用いた場合の4倍以上

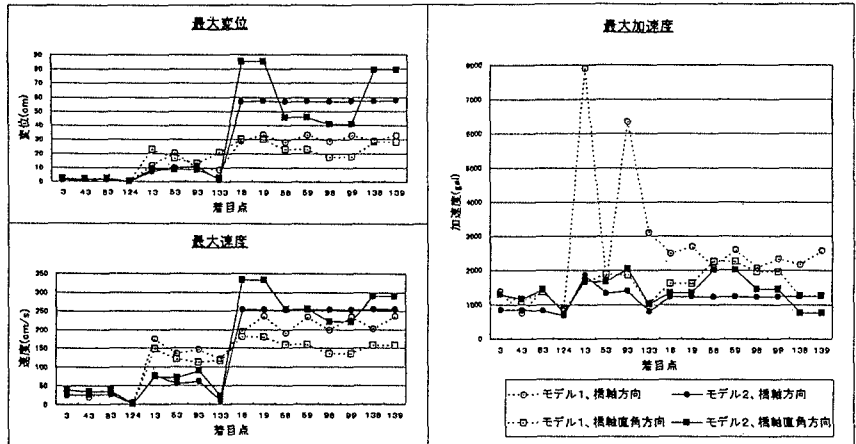


図-2 橋脚および橋桁の最大応答値

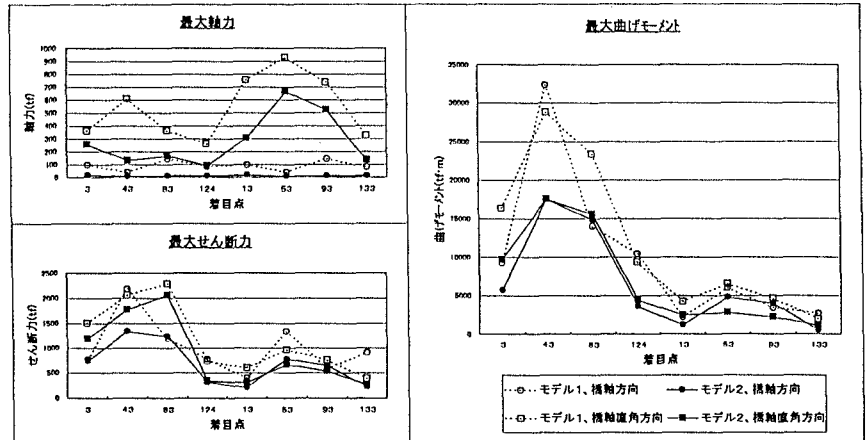


図-3 橋脚の最大断面力

上の値となっている。これは可動支承を用いると橋脚と橋桁は支承のストッパーに当たるまでは、拘束されことなく自由に橋軸方向に動くことができ、橋脚の慣性力が橋桁に伝わらずに独自に衝撃的な動きをしているためである。

箱桁中心位置（格点番号18, 19, 58, 59, 98, 99, 138, 139）では、加速度応答は免震支承の使用により、50～80%に低下しているが、変位、速度応答は逆に増加している。特徴的なのは免震支承の場合の橋軸方向は変位、速度、加速度応答とも全ての格点でほぼ同じ値となっていることと、橋軸直角方向の変位では端支点が中間支点の2倍もの値となっていることである。

4. あとがき

橋梁全体構造系の非線形動的解析の結果について報告を行った。上記の解析対象の橋脚は単柱（柱が1本）であるが、複数の脚柱を持つラーメン橋脚に関しても同様の研究を進める予定である。

本研究に用いた解析プログラムはDYNA2Eであり、データ作成に際しCRC総合研究所の助言を得たことを付記し、謝意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編，1996．12