

I - B357

免震支承を有する道路橋橋脚の簡易弾塑性地震応答解析

日立造船 正会員 田野 博

日立造船 正会員 齋藤 年正

日立造船 正会員 生田 芳子

日立造船 正会員 大崎 洋一郎

日立造船

東谷 修

1. 緒言

1997年兵庫県南部地震を契機に道路橋示方書の耐震設計編が改訂され、昨年暮れに改訂版が発行された。それによると鋼製橋脚についてもRC橋脚と同様に構造物の靱性を考えた保有水平耐力に基づいた耐震性の検討項目が追加された。すなわち鋼製橋脚に対しても弾塑性応答解析による照査を意図するものであり、従来の弾性設計から一步踏み出した設計法と位置づけられる。このような状況を踏まえ、本報では近年多数採用される傾向にある免震支承の設計に対して、橋脚ならびに支承の弾塑性応答を踏まえた簡易な解析手法を提案し、今後の設計計算に資するために若干の検討を行ったので以下に報告する。

2. 弾塑性応答解析モデル

免震支承を採用した道路橋は橋脚と橋桁がそれぞれ独自の運動を行うため、橋脚天端と橋桁に質量を集中させた2質点系せん断型モデルを基本モデルとする。また道路橋橋脚の設置場所によっては基礎の並進運動や回転運動を無視できない場合も考えられたため、これらを考慮できる4質点系モデルについても検討する。図1、図2にそれぞれ2質点系ならびに4質点系振動モデルを示す。橋脚、支承、基礎部の復元力特性はバイリニア型を仮定する。

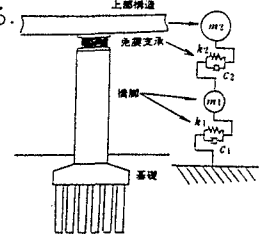


図1 2質点系振動モデル

3. 解析条件

解析は図3に示す5径間連続箱桁橋梁とし、橋軸方向の応答を対象とする。支承は径間両端のピア P1、P6が積層ゴム支承、その他が鉛プラグ入り積層ゴム支承であり、その概略仕様を表1に示す。橋脚はRC製とし、その復元力特性を道路橋示方書⁽¹⁾から求めた。動解は橋脚の並列結合状態を想定し、その復元力特性は全体を並列結合した後、バイリニア型で近似した。但し、ここでは支承部の応答に着目しているため、基礎部については弾性応答を仮定した。適用した復元力特性を図4に示す。

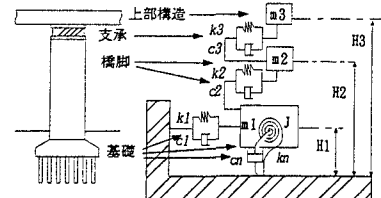


図2 4質点系振動モデル

動解は震度法レベル、保有水平耐力レベルならびに道路橋の復旧に係る仕様（以下復旧仕様）⁽²⁾における地震力を作用させ、構造部材の応答値を算出した。地盤種別はⅡ種地盤とし、適用した地震動は道路橋示方書V耐震設計編⁽³⁾に示されるⅡ種地盤用地震動、道路橋免震設計法マニュアル（案）⁽⁴⁾に示されるⅡ種地盤用地震動とした。また復旧仕様レベルについては兵庫県南部地震で観測されたJR西日本鷹取駅での観測波形を適用した。

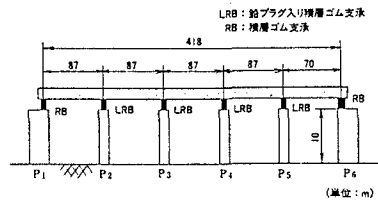


図3 5径間連続鋼箱桁構造概略図

4. 考察

2質点モデルと4質点モデルの応答値について比較した結果について表2に示す。最大値について比較すると応答値の大きさはモデル化により若干変化する。特に応答加速度については図5に示すようにモデル化

キーワード：多径間連続箱桁橋梁、保有水平耐力、弾塑性復元力特性、免震支承、耐震設計

〒551 大阪市大正区船町2-2-11 TEL06-551-9239 FAX06-551-9841 日立造船（株）技術研究所

〒592 堺市築港新町1-5-1 TEL0722-43-6807 FAX0722-43-6834 日立造船（株）堺工場

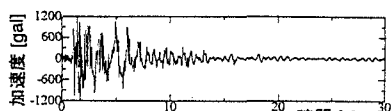
により挙動が異なり、4質点モデルでは基礎の影響による高周波数成分が波形に現れる。応答変位については加速度ほど顕著ではないが、基礎部の振動特性が橋脚や橋桁に微妙に影響している。ここに示した例では自由度が増えることにより応答値が若干大きくなる傾向を示している。図6に応答変位の解析結果を示す。本報で取り上げた例は基礎が十分な強度を有しているため、基礎の振動特性と橋脚／支承の振動特性に基づく連成影響が比較的小さい。このような系に対しては2質点モデルで免震支承の設計が十分に可能であると推測される。基礎の特性が橋脚並びに橋桁に及ぼす影響は重要と思われるため、地盤の液状化や地盤の塑性化による影響とともに今後さらに4質点モデルによる検討を試み、免震支承の設計へとつなげたい。

5. 結論

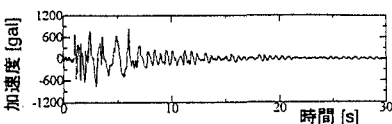
簡易モデルによる免震支承設計法の動解について検討するため、基礎の並進運動と回転運動を考慮した4質点モデルと、基礎部を無視した2質点モデルについて比較を行った。4質点モデルでは橋脚天端並びに橋桁に対して基礎の影響が評価できるため、特に連成影響を考慮しなければならない系に対して有効と考えられる。但し基礎と橋脚あるいは支承の連成影響が無視できる系にあっては、2質点モデルによる免震支承の設計検討が可能と考えられる。

参考文献

- (1) (社)日本道路協会,道路橋示方書・同解説V耐震設計編, (平成8年),P119
- (2) (社)日本道路協会,「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係る仕様」の準用に関する参考資料(案), (1995).
- (3) (社)日本道路協会,道路橋示方書・同解説V耐震設計編, (平成2年),P154-156
- (4) (社)土木研究センター,建設省道路橋の免震設計法マニュアル(案), (平成4年), P204-216.



(a) 4質点モデルによる橋桁の応答加速度



(b) 2質点モデルによる橋桁の応答加速度

図5 応答加速度（復旧仕様レベル）

表1 積層ゴム支承の諸元

平面寸法	鉛直方向	積層数	積層厚	積層径	積層間隙	積層厚	積層径
橋脚基礎	橋脚基礎	28.0mm×4層	G=0.98MPa	φ=150mm			
橋脚基礎	橋脚基礎	20.0mm×10層	G=0.98MPa	φ=200.0mm			
橋脚基礎	橋脚基礎	20.0mm×10層	G=0.98MPa	φ=200.0mm			

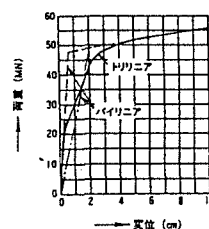
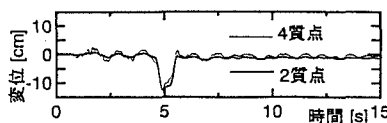


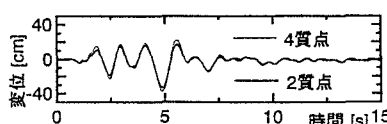
図4 ピア全体の復元力特性

表2 時刻歴応答解析結果

	震度法レベル	保有水平耐力法レベル		復旧仕様耐震レベル	
		2質点	4質点	2質点	4質点
地盤ばね		有	有	有	有
免震支承の最大変位[cm]	p1~p6	0.94	1.90	13.66	14.97
免震支承の最大反力[MN]	p1	0.05	0.06	0.11	0.12
	p2	3.52	4.40	7.98	8.50
	p3	3.52	4.40	7.98	8.50
	p4	3.52	4.40	7.98	8.50
	p5	3.52	4.40	7.98	8.50
	p6	0.05	0.06	0.11	0.12
橋脚の最大変位[cm]	p1~p6	1.14	2.69	14.06	16.63
橋脚の最大せん断力[MN]	p1	1.60	2.07	3.15	3.50
	p2	4.30	5.55	8.86	9.83
	p3	4.50	5.81	8.83	9.80
	p4	3.42	4.42	7.19	7.98
	p5	2.96	3.82	7.93	8.80
	p6	0.92	1.19	1.43	1.59



(a) 橋脚天端の応答変位



(b) 橋桁の応答変位

図6 応答変位（復旧仕様レベル）