

I - 652

東扇島高架橋の実橋振動実験に基づく動的解析

首都高速道路公団 正会員 ○吉田 均
首都高速道路公団 大崎 弘
住友建設(株) 正会員 藤原 保久

1. はじめに

東扇島高架橋（仮称）は、橋長 417.6m の 9 径間連続 P C 箱桁橋で、鉛プラグ入り積層ゴム支承（L R B 支承）を用いた我が国最大規模の免震橋である。平成 5 年 3 月に橋梁の振動特性を把握するため、施工途中の 2 径間連続桁の構造系で実橋振動実験を行った。実験より得られたデータをもとに、L R B 支承の動的特性を反映した非線形バネモデルを用いた動的解析を行い、橋梁の耐震安全性を確認するとともに免震設計の妥当性を検証したので報告する。

2. 支承のモデル化

一般に非線形な履歴特性を有する支承は、これを等価な線形バネ及び等価減衰定数に置換して解析を行っている。ところが、L R B 支承はひずみレベルによって、その動的特性が変化するひずみ依存性を有している。ここではこれらの特性を考慮して、ひずみレベルに応じて降伏荷重 (Q_d)、1 次剛性 (K_1)、2 次剛性 (K_2) が変化する修正バイリニア型（型）の非線形バネとして支承をモデル化した。図-1 に支承の動的特性とひずみレベルの関係を示す。表-1 にこの支承モデルを用いて行ったシュミレーション解析（時刻歴応答解析）と実橋振動実験結果の比較を示す。表より両者はよく一致しており、支承のモデル化の妥当性が検証された。

表-1. 実測値とシュミレーション解析の比較

項	目	実 測 値	シュミレーション解析
主桁 相対変位 (mm)	最大(max)	5 8	6 0
	最小(min)	2 4	2 2
	残 留	2 6	2 5
主桁加速度 (gal)	最大(max)	1 2 8	2 6 0
	最小(min)	- 9 1	- 8 0
橋脚加速度 (gal)	最大(max)	3 9 7	8 0 4
	最小(min)	- 1 9 3	- 2 1 4

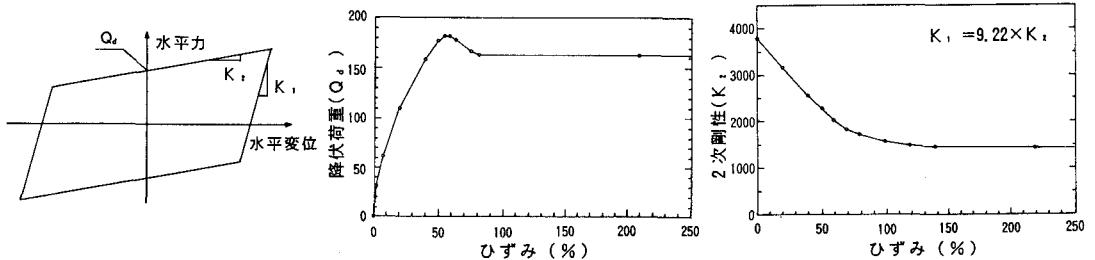


図-1 支承のモデル化

3. 動的解析

動的解析手法は、支承及び橋脚 R C 部材の非線形性を考慮した弾塑性時刻歴応答解析とし、解析モデルは図-2 に示す全体骨組モデルを用いた。解析は震度法レベル及び地震時保有水平耐力法レベルの 2 ケースについて行い、入力地震波は、それぞれ「道路橋示方書 V. 耐震設計編」及び「道路橋の免震設計法マニュアル（案）」のⅢ種地盤用の模擬地震波を用いた。また、比較のため支承を等価線形バネとした場合についても同様の解析を行った。

4. 解析結果及び考察

表-2に静的解析と動的解析の比較を示す。表より震度法レベルにおいて静的解析値に比べ、動的解析値(1)は60～65%、動的解析値(2)は50～60%程度になっており、静的解析の安全性が確認された。また地震時保有水平耐力法レベルにおいても静的解析値に比べ動的解析値は70～80%程度になっており、大地震時においても十分な耐震安全性を有していることが確認できた。図-3には支承を非線形バネとした場合と等価線形バネとした場合の主桁応答変位波形の比較を示す。図より変位が小さい部分では、両者に弱冠の相違が見られるが、変位が大きい部分では両者はよく一致している。これは等価線形バネのモデルが支承の最大ひずみが生じる時の変位-水平力の関係より決定されるためである。したがって最大応答値を推定するには等価線形バネによるモデルでも十分な精度が期待できると考えられる。

5. まとめ

- ①弾塑性時刻歴応答解析により本橋の耐震安全性が確認できたとともに免震設計の妥当性を検証できた。
- ②動的解析によって最大応答値を推定する場合、支承のモデルを等価線形バネとしても非線形バネモデルと同等の精度が期待できる。

表-2. 解 析 結 果 の 比 較

地震レベル	震 度 法 レ ベ ル			地震時保有水平耐力法レベル		
	静的解析 設計水平震度 Kh=0.3	動的解析(1) (非線形バネ)	動的解析(2) (等価線形バネ)	静的解析 設計水平震度 Kh=0.77	動的解析(1) (非線形バネ)	動的解析(2) (等価線形バネ)
主桁応答加速度 (gal)	—	2 1 7	1 9 0	—	6 8 2	6 9 7
主桁最大変位量 (mm)	6 5	4 0	3 1	4 7 1	3 4 4	3 5 6
支承の相対変位量 (mm)	5 5	3 4	2 9	4 4 4	3 3 5	3 4 7
支承の作用水平力 (tf)	4 1 7	2 5 0	2 1 9	1 0 8 1	7 6 6	8 4 5
橋脚下端 曲げモーメント (tf・m)	A1	1 8 8 8	1 2 4 5	4 8 4 6	3 3 8 2	3 9 8 0
	P2	2 7 3 5	1 7 3 3	7 0 2 0	4 8 5 7	5 6 8 2
	P4	2 9 0 3	1 8 5 6	7 4 5 2	5 1 6 0	6 0 4 4
	P7	1 8 5 1	1 1 6 2	4 7 5 2	3 3 0 2	3 8 5 4
	A2	1 2 9 9	8 6 2	3 3 3 3	2 2 9 6	2 7 1 1

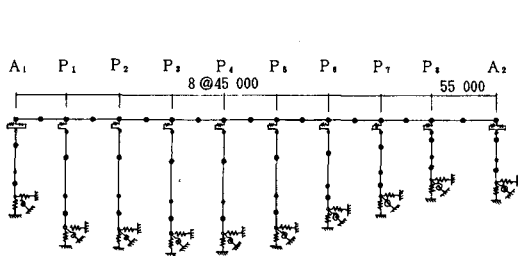


図-2 解 析 モ デ ル

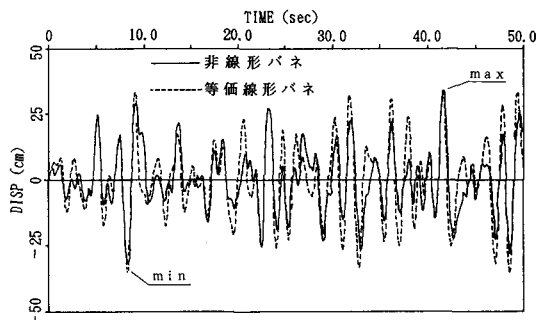


図-3 主桁応答変位波形の比較

<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 平成2年2月
- 2) 建設省：道路橋の免震設計法マニュアル（案） 平成4年12月
- 3) 御嶽、鹿内、藤原、永井：東扇島高架橋（仮称）の免震設計、土木学会第48回年次学術講演会
- 4) 藤原、御嶽、大崎、藤田：東扇島高架橋（仮称）の実橋振動実験、土木学会第48回年次学術講演会