

I - 374 東扇島高架橋（仮称）の免震設計

首都高速道路公団 正会員 ○御嶽 譲
 首都高速道路公団 鹿内 茂美
 住友建設(株) 正会員 藤原 保久
 住友建設(株) 永井 篤

1. まえがき

高速湾岸線（4期）東扇島高架橋（仮称）は、神奈川県川崎市東扇島地区に位置する9径間連続PC箱桁橋である。高速湾岸線は首都圏の動脈となる路線であることから、本橋では、関東大震災級の大地震に対応する耐震性向上を目的として、ゴム支承による反力分散構造を採用するとともに、「道路橋の免震設計法マニュアル（案）」¹⁾に準拠した免震設計を行った。また、免震設計の妥当性を確認するため、弾塑性動的解析や支承の性能確認試験、さらに実橋振動実験を行った。本稿では、免震設計の概要及び動的解析の結果について報告する。

2. 高架橋の概要

本橋の設計条件及び諸元は次のとおりである。

- ・橋 格：1等橋（TL-20、TT-43）
- ・橋 長：417.6m（8@45.0+55.0）
- ・有効幅員：2×13.25m（片側3車線）
- ・温度変化：±20℃
- ・上部工形式：9径間連続PC箱桁橋
- ・下部工形式：箱式橋台（2基）、壁式橋脚（8基）
- ・基礎工形式：鋼管杭（φ800）
- ・地盤種別：Ⅲ種地盤

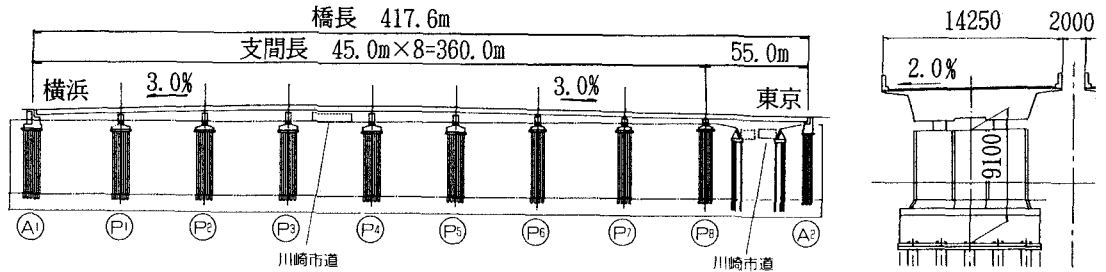


図-1 全 体 一 般 図

3. 免震設計

1) 免震装置

免震装置としては、鉛プラグ入り積層ゴム支承を採用した。免震方向は、震度法レベルの地震に対しては橋軸方向のみとし、直角方向は鋼製のサイドブロックにより固定する構造とした。一方、地震時保有水平耐力法レベルの地震に対しては、サイドブロックが破壊するように部材強度を設定し、橋軸方向、直角方向とも免震となるようにした。また、本橋は橋長が比較的長く、コンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響により支承の形状寸法が大きくなるため、橋体完成後に支承にせん断変形を与える機構を開発し、この影響を除去することとした。支承の設計結果を表-1、2に示す。

2) 桁遊間

橋台と主桁間の桁遊間は、温度変化、クリープ・乾燥収縮による主桁の移動量と震度法レベルの地震時移動量を考慮して $l=300\text{mm}$ とした。したがって、地震時保有水平耐力法レベルの地震に対しては、主桁と橋台間に衝突が生じる可能性がある。こうした主要構造物間の衝突が橋全体の耐震性に及ぼす影響については動的解析により検討した。

表－1 支承の設計条件及び諸元

項目	地震レベル	震度法レベル	保有水平耐力法レベル
支 承 の	2次剛性(tf/m)	3669	1953
動 的 特 性	降伏荷重(tf)	213	213
(1橋脚当り)	等価剛性(tf/m)	7525	2436
橋 全 体 の	固有周期(sec)	0.941	1.570
動 的 特 性	減衰定数(%)	23.5	15.4
	設計水平震度	0.30	0.77
	上部工変位(mm)	65	471

表－2 支承の動的特性

項目	位置	端部橋台部 (A ₁ , A ₂)	中間橋脚部 (P ₁)
死荷重反力 (tf)		418	953
活荷重反力 (tf)		167	299
移動量 (mm)	クリープ・乾燥収縮	111	71
	温度変化	±41	±30
平面形状 (cm ²)		123×180=22140	
ゴム厚 (cm)		3.6×5=18.0	
鉛プラグ (cm ²)		φ20×4=1257	

3) 下部構造の設計

下部構造の設計では、国内における免震橋梁の歴史が浅く、大地震を経験していないことを考慮して、支承の減衰効果による地震力の低減を期待せず、道示²⁾に準拠した従来の耐震設計を行った。図－2にP4橋脚の水平力－変位の関係を示す。図中に今回の免震設計を行った場合と行わなかった場合の地震時保有水平耐力法レベルの地震に対する橋脚塑性率を示す。図より免震設計を行った場合には、塑性率は $\mu=1.96$ となり、大地震に対しても軽微な損傷で済むことがわかる。

4) 動的解析

地震時保有水平耐力法レベルの地震に対する橋の振動特性の把握と安全性の照査を目的として、弾塑性動的解析を行った。解析手法は、支承及び橋脚の非線形性を考慮した弾塑性時刻歴応答解析とした。解析モデルは、全体骨組モデルを用い、特にA₁, A₂橋台部には、主桁と橋台の衝突を考慮するためのギャップ要素を設けた。また、入力地震波はⅢ種地盤に対して建設省土木研究所で作成された修正津軽沖地震波に構造物重要度係数1.1を乗じて求めたものである。

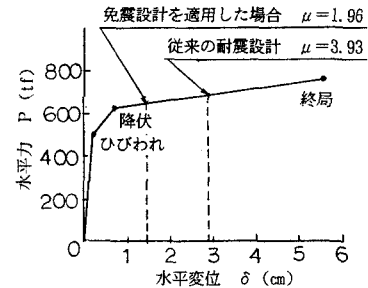
解析の結果、動的解析の応答値は静的解析値に対して80%程度になっており、安全性が確認された。また図－3には主桁と橋台間の遊間と橋台に作用する水平力の関係を示す。図より遊間が狭いほど、作用水平力は大きくなり、遊間が160mm以下の場合には、橋台の保有水平耐力を上回る。しかし本橋の場合、クリープ乾燥収縮が終了した時点で遊間は最低260mm確保されていることから橋全体の機能は十分保持できると考えられる。

4. まとめ

免震設計の採用により、大地震に対する橋の耐震性が向上することが確認された。

<参考文献>

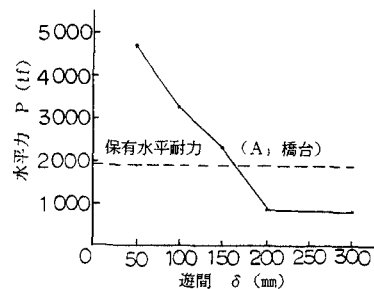
- 1) 建設省：道路橋の免震設計法マニュアル（案） 平成4年12月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編 平成2年2月



図－2 水平力－水平変位の関係

表－3 応答値の比較

項目	解析法	静的解析	動的解析
上部工変位(mm)		471	235
橋脚下端の 曲げモーメント (tfm)	A ₁	4846	3738
	P ₁	6156	4658
	P ₄	7452	5668
	P ₆	3240	2471
	A ₂	3333	2553



図－3 水平力－遊間の関係