

阪神高速道路東大阪線木津川橋梁の耐震補強設計

阪神高速道路公団 正会員 ○藤林 健二
 阪神高速道路公団 正会員 甲元 克明

1. はじめに

木津川橋梁は連続桁の中間支点上にロッキング柱を有する特殊橋梁である。長大橋の耐震設計は桁の大きな変位でエネルギー吸収を図る免震設計が一般的であるが、本橋ではロッキング橋脚が倒れると落橋に至るため、ロッキング橋脚の移動制限値内での免震設計を行った。本橋の特殊性から設計思想の特異性、機能分離支承の採用、横支材の補強、ロッキング橋脚ピボット支承逸脱防止など、他橋にはない補強設計を行っている。

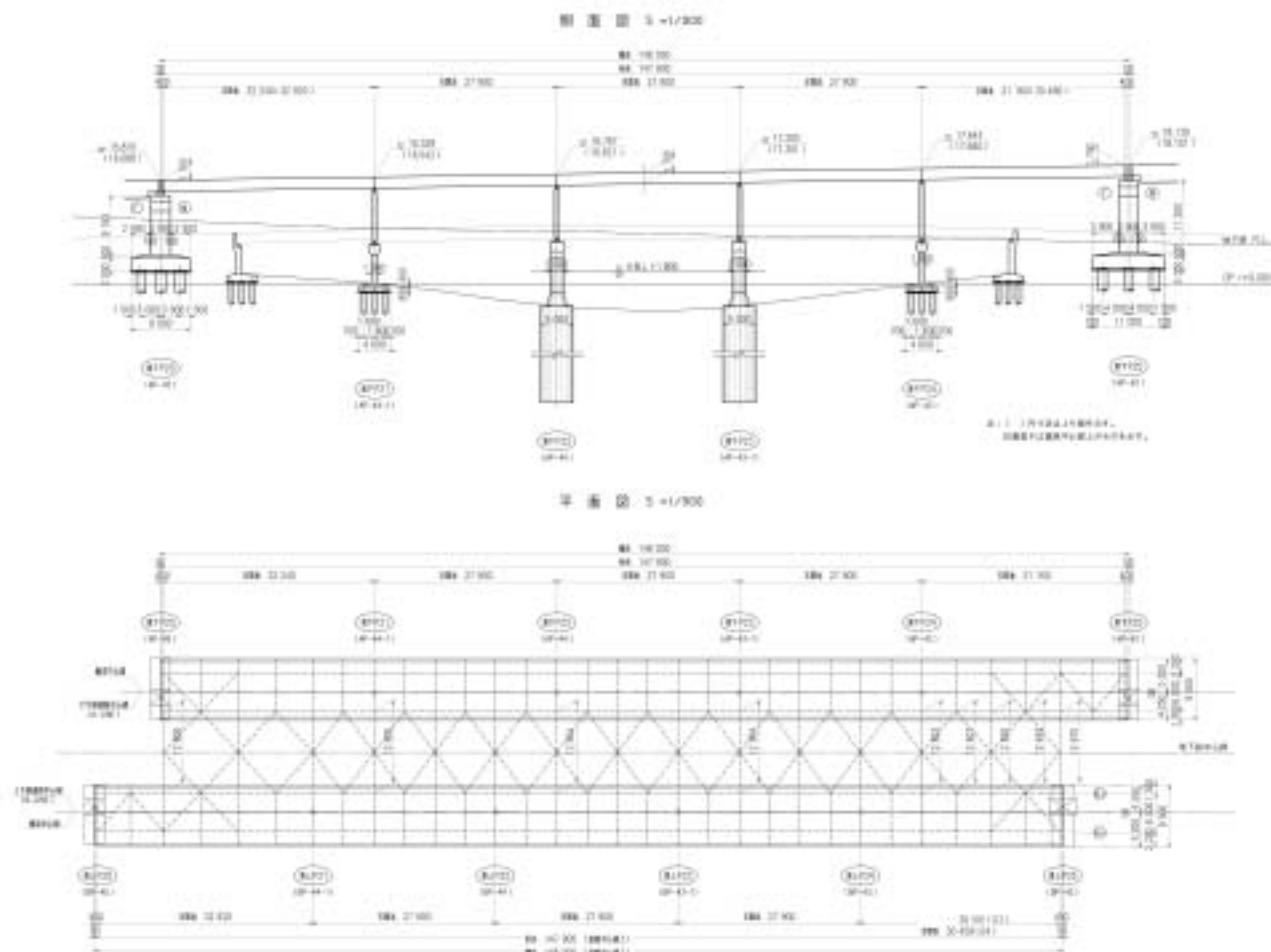


図-1 橋梁一般図

2. 橋梁概要と特殊性

図-1 に橋梁一般図、図-2 にロッキング橋脚部の断面図を示す。

- 1) 橋梁形式：5 径間連続鋼床版 I 桁橋（上下線分離片側 2 主桁）
- 2) 支間長：147.9m（32.2+27.9+27.9+27.9+31.2）
- 3) 下部工：逆 L 型 RC 橋脚（両端橋脚 P20,25）
 ロッキング橋脚（中間橋脚 P21,22,23,24）
- 4) 特殊性：a) 中間支点がロッキング橋脚で大阪市橋梁の橋脚に支持、
 b) 上下線が分離構造で横桁部とストラット（連結横支材）にて連結、
 c) 上下線の橋脚位置が約 10m のずれ

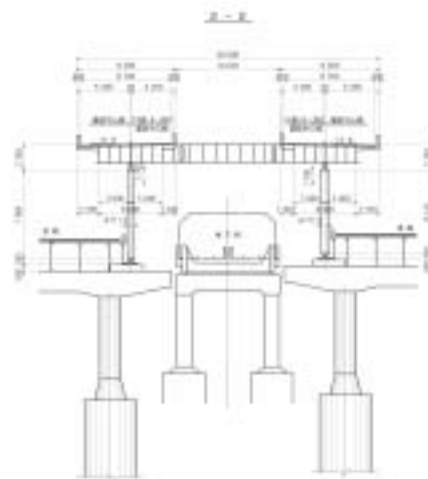


図-2 ロッキング橋脚部断面図

キーワード 耐震補強設計，ロッキング橋脚，変位抑制，免震構造
 連絡先 〒552-0006 大阪市港区石田 3-1-25 大阪管理部 TEL 06-6576-3881

3. 設計基本方針

ロッキング橋脚は上下にピボット支承を有している。阪神淡路大震災の損傷例から、図-3 のように桁の変位によるピボット支承の回転角が、上沓と下沓の接触した時点を最大とする回転可能角度を超えないような桁の変位量を移動制限値とし 450mm 以下に抑えた。また、橋軸直角方向は大阪市橋梁が最小 108mm の離隔で近接するため、接触しない移動制限値を 426mm ($<450\text{mm}$) とした。なお、ロッキング橋脚は大阪市橋梁の橋脚上に載っているため、上記変位は市橋脚の変位も含む値である。

4. 非線形時刻歴応答解析

橋軸方向に機能分離型支承を用いた弾性支持、橋軸直角方向を固定支持として、非線形時刻歴応答解析を行った。入力地震動はタイプⅡ道示3波と大阪府ゾーン14地震動を用いた。

解析結果および評価は、ロッキング橋脚においては大阪市橋脚が逆位相で変位したものと仮定して移動制限値から市橋脚の変位を引いたものを許容変位（橋軸方向： $450-162=288\text{mm}$ 、橋軸直角方向： $426-62=364\text{mm}$ または移動制限値がクリティカルになるものは $450-64=386\text{mm}$ ）とした。

8基のロッキング橋脚においては、橋軸方向は道示3波で変位量 205～207mm で許容変位に対し 72%、大阪府波が 209～211mm で 76%となった。橋軸直角方向は道示3波が 233～297mm で最大 77%、大阪府波が 299～394mm（移動制限値との比較では 294～458mm）となり、下 P22 橋脚では大阪市橋梁とわずかに接触し、下 P23 では許容変位 386mm（移動制限値 450mm）を 8mm 超える結果となった。

5. 連成モデルによる非線形時刻歴応答解析

ロッキング橋脚において、大阪府波による変位が許容変位を超えたため、大阪市橋梁もモデルに加えて連成解析を行った。過年度検討で算出した大阪市橋梁の変位量を逆位相にかけるという安全側の考えでなく、同じ時刻歴で大阪市橋梁との相対変位を算出し評価するためである。その結果、橋軸直角方向の相対変位は大阪府波で 257～401mm となり、移動制限値 450mm を満足する結果となった。

6. 補強構造および落橋防止システム

- 1) 支承 主桁直下にはスベリ支承を配置し、機能分離の免震装置 LRB は端横桁に設置するスペースがないため、主桁間に横梁を設けその直下に配置した。なお、変位を抑えるため、LRB の厚さは 42mm と非常に薄いものを採用している。
- 2) 桁かかり長 必要桁かかり長は満足している（ただし、値はロッキング橋脚の移動制限値を超過）。
- 3) 落橋防止構造 設計水平力は、ロッキング橋脚は地震時慣性力を支持できないことから、 $1.5R_d$ でなく、上部工全重量を端橋脚基数で除した値とした。設計移動量は上部工の許容変位を超えない値とした。
- 4) 変位制限構造（橋軸直角方向） 橋軸直角方向は固定条件で設計を行っているため、反力壁方式の固定装置を設置し、設計水平力は $3K_h R_d$ でなく動解で算出された応答値とした。
- 5) ピボット支承改良 図-4 のとおり 450mm の変位まで回転できるよう、カラーを最大 5mm 削ることとした。
- 6) 支承逸脱防止装置 ロッキング橋脚のピボット支承が逸脱すると、中間支点部での鉛直荷重支持能力が失われることから、ピボット支承の逸脱防止装置を設置することとした。
- 7) 上下線連結横支材 上下線連結横支材（上下線間のトラス組）は橋軸直角方向の剛性、すなわち桁の変位量に大きく寄与していることから、地震時の発生応力が許容応力を超えないよう連結横支材を補強する。

7. おわりに

変位の抑制を第一の目的としたことにより、地震時水平力を受け持つ両端の RC 橋脚に負担をかけざるを得なかった。しかしながら、その RC 橋脚の安全性も確保でき、最も危険なロッキング橋脚倒壊は防止できる結果とすることができた。

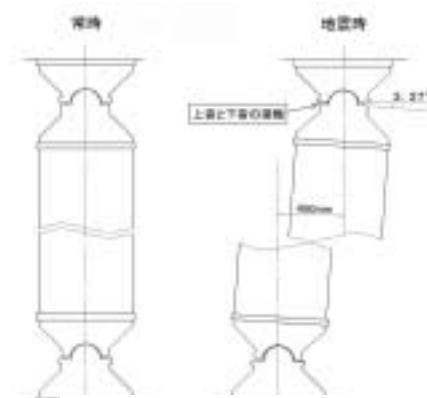


図-3 ロッキング橋脚の移動制限値

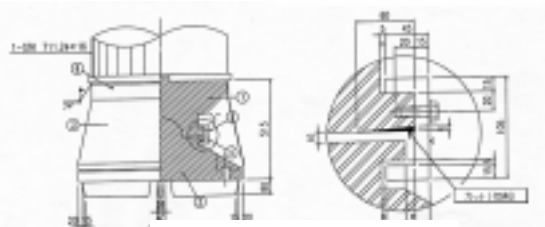


図-4 ピボット沓改良