

### 免制震すべりシステムの開発(3) : ケーススタディ

西日本高速道路(株) 正会員 ○福岡 賢 西日本高速道路(株) 正会員 松田哲夫  
 西日本高速道路(株) 大内浩之 西日本高速道路(株) 正会員 松井欣嗣  
 (株)ドゥユー大地 正会員 中谷隆生 JIP テクノサイエンス(株) 正会員 松田 宏  
 オイレス工業(株) 正会員 宇野裕恵

#### 1. はじめに

近年、NEXCO では、地震時水平力分散構造や免震構造を多く採用してきたが、建築分野での制震ダンパーの適用例を参考に、橋梁に制震ダンパーを積極的に採用することで更なる耐震性の向上を実現してきたところである。しかし、今後の高速道路の建設においてはコスト削減が重要であり、より合理的な橋梁型式の開発、研究が求められている。そこで、著者らは、国内で初めての試みであるが、文献 1)、2)で示した免制震すべりシステムを四国横断自動車道今切川橋に採用することで、橋梁建設コストの縮小を目指した。本稿では、検討過程ではあるが、現時点における免制震すべりシステムを採用した橋梁下部構造の設計結果を報告する。

#### 2. 橋梁諸元

表-1 に免制震すべりシステムを採用した今切川橋の橋梁諸元を、図-1 に今切川橋の側面図を示す。

上部工型式としては、今切川渡河部の P8~P11 橋脚間は最大支間が 135.5m であるため鋼箱桁を採用し、その他の区間は 60m 程度の支間長となるため鋼 2 主 鋼桁を採用した鋼 18 径間連続混合桁橋である。支承条件としては、渡河部の P9, P10 橋脚にはすべり支承、免震支承および制震ダンパーを設置し、その他の橋脚、橋台にはすべり支承を設置した免制震すべりシステムを採用した。

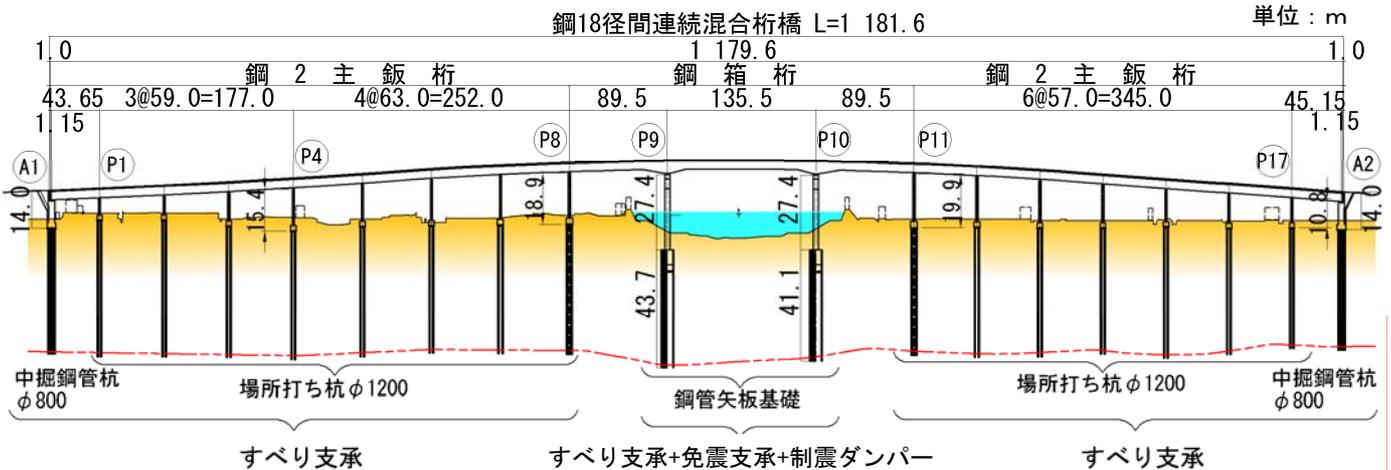


図-1 今切川橋側面図

表-1 今切川橋橋梁諸元

道路規格	第1種第2級B規格
橋梁型式	鋼18径間連続混合桁橋
橋長	1181.6m
支間長	43.65m+3@59.00m+4@63.00m+89.50m+135.50m+89.50m+6@57.50m+45.15m
有効幅員	10.010m~13.010m
平面線形	R=3000m~A=750m~R=1500m
耐震区分	B区分, A地域(徳島県 Cz=1.00)
地盤種別	Ⅲ種地盤

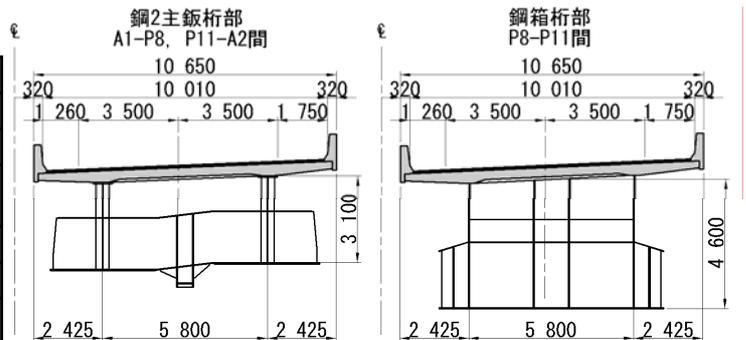


図-2 標準断面図

キーワード 免震支承, すべり支承, 制震ダンパー, コスト削減, 超多径間連続橋, ケーススタディ

連絡先 〒760-0065 高松市朝日町 4-1-3 西日本高速道路(株) 四国支社 建設事業部 技術 G TEL : 087-825-1902

### 3. 下部構造・基礎構造の設計方針

今切川橋は免制震すべりシステムを採用した特殊な構造であることから、レベル1地震時、レベル2地震時とも幾何学的非線形性を考慮した非線形時刻歴応答解析による照査を基本とした。ただし、下部構造・基礎構造の設計においては以下に示すフェールセーフを考慮した耐震設計を行った。

- ①下部・基礎構造の設計では静的解析法(震度法,地震時保有水平耐力法)で得られた地震力を下限値とする。
- ②採用するすべり支承の摩擦係数は $\mu=5\%$ であるが、経年等による摩擦係数のばらつきを考慮して、 $\mu=10\%$ として地震時水平力を算出する。
- ③すべり支承部の橋脚天端には、想定以上の過大な変位が生じても落橋しないよう、直角方向の変位に対する変位制限構造を設置する。(図-3)この時、桁が変位制限構造に衝突しても落橋に至る致命的な破壊とならないよう、直角方向の柱および基礎の設計では変位制限構造の設計荷重を考慮する。
- ④レベル2地震に対する橋脚の設計は、2方向同時入力による非線形動的解析の結果を考慮する。

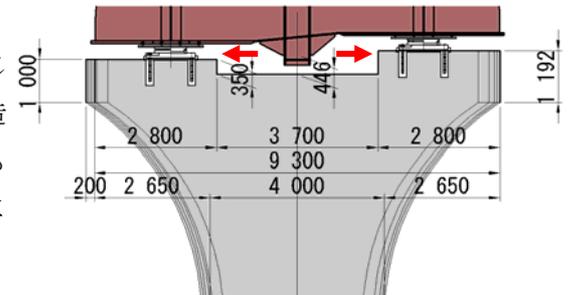


図-3 橋脚天端形状図(すべり支承部)

### 4. 下部構造・基礎構造の設計結果

免制震すべりシステムを採用することで長周期化し、設計地震力は小さくなるが、地震時移動量は大きく、レベル2地震の端支点における支承変位は0.95m程度となるため、桁遊間は1.00mとした。図-4、表-2に制震ダンパーが取り付くP9、P10橋脚とすべり支承のP7橋脚のレベル1地震時の柱の設計結果を示す。P7橋脚は従来の材料( $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ , SD345)で成立するが、地震時慣性力が集中するP9、P10橋脚は柱断面力が大きいため、高強度材料( $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ , SD490)を用いた。また、基礎型式については、河川内施工となるP9、P10橋脚は鋼管矢板基礎とし、その他の橋脚は比較検討により場所打ち杭 $\phi 1.2$ を採用した。図-5にP7橋脚で免震構造を採用した場合と免制震すべりシステムを採用した場合の基礎形状の比較を示す。すべり支承の採用で地震時移動量が大きくなり、すべり支承の上沓が大きくなることで支点上の主桁鋼材量が増加する。しかし、地震時慣性力が免震構造に比べて40%程度まで軽減されることで、柱断面や杭本数を減らすことができる。これにより、現時点では従来の免震構造を採用した場合に対し、免制震すべりシステムを採用することで5%程度のコスト削減効果を確認した。

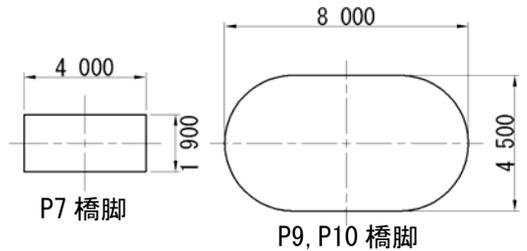


図-4 柱断面の比較

表-2 柱の設計結果

		P7橋脚	P9(P10)橋脚
柱主鉄筋		D51×1.5段	D51×2.5段
モーメント	(kNm)	25 000	403 000
せん断力	(kN)	1 500	14 000
軸力	(kN)	15 000	47 000
$\sigma_c$	(N/mm <sup>2</sup> )	9.4	16.7
$\sigma_s$	(N/mm <sup>2</sup> )	133	365

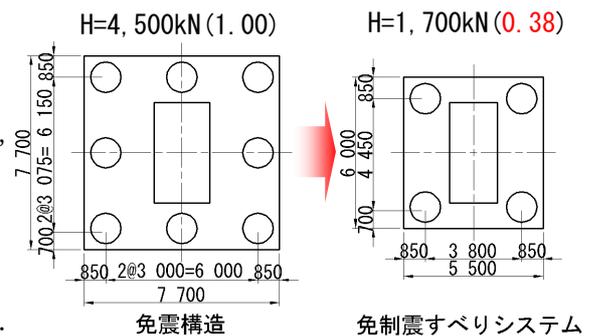


図-5 基礎形状の比較(P7橋脚の例)

### 5. まとめ

免制震すべりシステムを橋梁設計に採用することで、耐震性の向上と併せて建設コストの削減を期待できることが確認された。今後は2方向同時入力を行った場合の適切な耐震性の評価方法や想定以上の地震力が作用した場合の挙動確認およびP9、P10橋脚に設置した免震支承の最適化などの検討を行う予定である。

### 参考文献

1)宇野, 松田, 福岡, 大内, 宮崎: 免制震すべりシステムの開発(1): コンセプト, 第65回土木学会年次学術講演会講演概要集第I部門, 2010.9.  
 2)松田, 宇野, 松田, 福岡, 花田: 免制震すべりシステムの開発(2): 解析方法, 第65回土木学会年次学術講演会講演概要集第I部門, 2010.9.