

## 新名神高速道路 大戸川橋の計画・設計

(株)日本構造橋梁研究所 設計部2課 正会員 ○岡田 俊彦  
 (株)日本構造橋梁研究所 設計部 正会員 塩田 良一  
 西日本高速道路(株)関西支社 新名神大津事務所 松下 繁樹

キーワード：波形鋼板ウェブ橋 多室桁 分岐桁 曲線桁

### 1. はじめに

新名神高速道路の大戸川橋は、大津JCTに計画された、最大支間長160mを有し、ノーズ分合流による拡幅・分岐、さらに将来拡幅にも配慮しなければならない本線橋（ノーズ分岐桁を含む2橋）および曲線半径がR280mのB・Cランプ橋2橋で構成される。また、Cランプ橋は、本線橋の下方をくぐり、さらに供用中のDランプ上を横過する必要がある。本稿は、このような設計課題に対し、①本線-ランプ交差部への対応、②長支間張出し架設への対応、③分岐構造を有する橋梁解析への対応、④支承寸法増大への対応、⑤ランプ橋の曲線構造への対応など、本線橋およびランプ橋の橋梁計画を中心に概要を報告する。

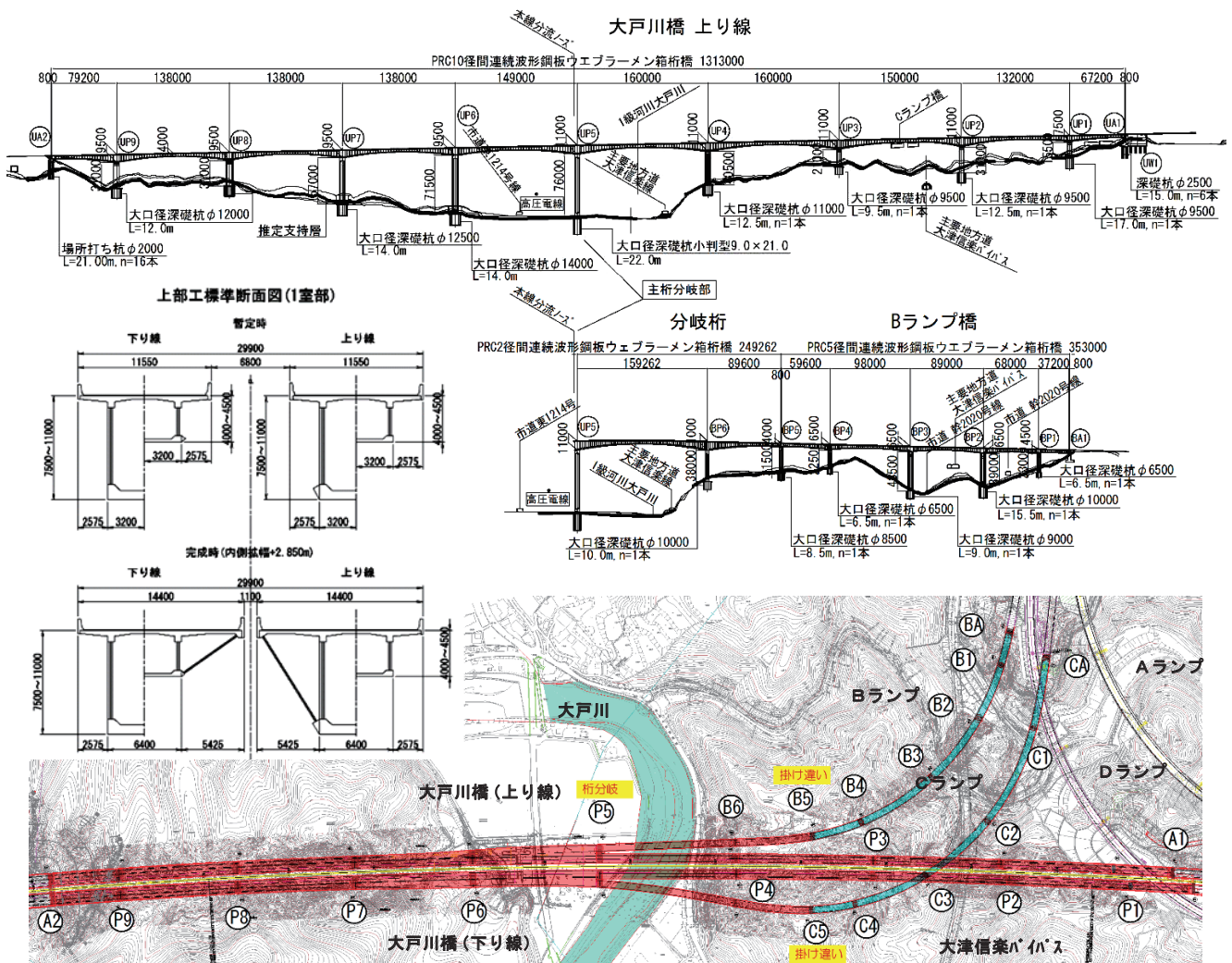


図 - 1 橋梁一般図および断面図

表 - 1 橋梁諸元および使用材料

	大戸川橋上り線+Bランプ分岐桁	大戸川橋下り線+Cランプ分岐桁
橋梁形式	PRC10径間連続波形鋼板ウェブラメン箱桁橋 +2径間連続波形鋼板ウェブラメン箱桁橋	PRC10径間連続波形鋼板ウェブラメン箱桁橋 +2径間連続波形鋼板ウェブラメン箱桁橋
橋長	上り線：1313.0m + Bランプ分岐桁：249.262m	下り線：1338.0m + Cランプ分岐桁：249.277m
支間長	上り線： 66.2+132.0+150.0+2@160.0+149.0+3@138.0+78.1m Bランプ分岐桁： 88.6+159.262m	下り線： 70.2+143.0+3@160+149.0+3@138.0+78.1m Cランプ分岐桁： 88.6+159.677m
橋体幅員	上り線： 11.550m～22.708m～15.800m Bランプ分岐桁： 9.250m	下り線： 11.550m～21.469m～15.800m Cランプ分岐桁： 9.250m
桁高	支点部： 7.5m～11.0m 支間中央： 4.0m～4.5m	支点部： 7.5m～11.0m 支間中央： 4.0m～4.5m
使用材料	コンクリート： $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ , $50\text{N/mm}^2$ 鉄筋： SD345, SD490 PC鋼材： 1S21.8, 1S28.6, 12S15.2, 19S15.2	コンクリート： $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ , $50\text{N/mm}^2$ 鉄筋： SD345, SD490 PC鋼材： 1S21.8, 1S28.6, 12S15.2, 19S15.2

	Bランプ橋	Cランプ橋
橋梁形式	PRC5径間連続波形ウェブラメン箱桁橋	PRC5径間連続波形ウェブラメン箱桁橋
橋長	351.8m	444.0m
支間長	36.5+68.0+89.0+98.0+58.9m	82.3+122.0+96.0+90.0+50.7m
橋体幅員	9.250m	9.250m
桁高	支点部： 4.5m～7.0m 支間中央： 4.0m	支点部： 6.5m～7.0m 支間中央： 4.0m
使用材料	コンクリート： $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ 鉄筋： SD345, SD490 PC鋼材： 1S21.8, 12S15.2, 12S15.7(高強度), 19S15.2	コンクリート： $\sigma_{ck}=40\text{N/mm}^2$ , $50\text{N/mm}^2$ 鉄筋： SD345 PC鋼材： 1S21.8, 12S15.2, 12S15.7(高強度), 19S15.2

2. 橋梁計画

2.1 橋梁形式と設計上の課題

本橋の橋梁一般図、標準断面図（上り線抜粋）を図 - 1に、橋梁諸元を表 - 1に示す。本橋は、河川や道路、トンネル、高压電線など多くの交差物件を有すること、P5橋脚より終点側は急峻な地形であることなどから橋脚設置位置に制約を受ける。業務当初は、最大支間長180mという、波形鋼板ウェブ橋では国内最大規模にて計画されていたが、本線-ランプの分合流ノーズ位置の見直しや、交差物の協議による橋脚位置の見直しなどにより、最終的に最大支間長160mの波形鋼板ウェブ橋とした。また、将来の拡幅量は、本線上下線の内側に片側2.850mであり、完成対応の仕込みや拡幅時の重量増加が比較的少ないと考えられるストラット構造による拡幅を採用し、将来中間床版となるための最小床版厚の確保や、横縮PC鋼材のカップリングのための水切り幅を確保した。

また、暫定時においても、幅員が12～23mと大きく変化するため、ウェブ数を2～4本（1室～3室構造）に変化させて対応した。上下部工の接合形式は、維持管理に配慮し、剛結化を基本とした。全剛結から橋脚構造の成立を確認しながら支承構造に置き換えていき、急峻な地形ということもあり、本線は4/9橋脚が剛結、ランプ橋は2/4橋脚に剛結構造を採用した。また、設計は、上下部工とも、暫定・完成の両者を担保するように検討した。

本橋の設計にあたっての主な課題点は、下記のとおりであり、以降に対応を述べる。

- (1) JCT橋であることから、本線・ランプの交差箇所を複数有し、上方の橋梁は、下方の建築限界確保のために桁高制限を受ける。
- (2) 支間160mを有する上部工の張出し架設であり、ブロック数が21BLと非常に多くなり、張出しケーブル本数が上床版内に収まらない可能性がある。
- (3) 本線は、ノーズ位置でランプ分岐桁2径間と一体の構造とした。これは分岐部において車両が加減速する位置に伸縮装置を設けない配慮である。設計では、本線・分岐部それぞれに導入されるプレストレスおよびクリープ・乾燥収縮の影響を適切に評価する必要がある。
- (4) 最大幅員23m、かつ将来拡幅計画も有することから、支承設計反力が非常に大きい。また、初期のクリープ・乾燥収縮による移動量も大きく、設計では非現実的な支承寸法となる。
- (5) ランプ橋は、平面半径R=280mを有する曲線橋であり、張出し架設時に主桁に生じるアンバランスモーメントやねじりモーメントなどを構造計算に適切に考慮する必要がある。

## 2.2 本線・ランプ交差部における建築限界の確保への対応

Cランプと交差する上方の本線橋は、下方のCランプの建築限界確保のため、厳しい桁高制限を受ける。そこで、橋梁前後に影響を与えない範囲内で縦断線形を見直し、さらに桁高も抑える必要があった。その結果、交差部での本線橋の桁高は、一般的な桁高支間比の桁高5.0m (H/L=1/32) に対して、4.0m (H/L=1/40) まで抑えることとし、上縁のコンクリート圧縮応力度が厳しくなることから、部分的に高強度コンクリート ( $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ ) を使用して対応した。

同様に、Cランプ橋は、CP1橋脚に近い位置でDランプと交差し、Dランプ建築限界確保のために柱頭部の桁高制限と桁高変化の摺りつけ長を短くすることで対応した(図-2)。さらに、架設時における下縁コンクリート圧縮応力度、上縁引張り応力度を満足させるため、高強度コンクリートと張出し架設ケーブルに高強度PC鋼材(12S15.7)を部分的に採用した。また、Dランプは供用中のため、下床版側の作業床を低くできる、低床式移動作業車の使用を提案した。

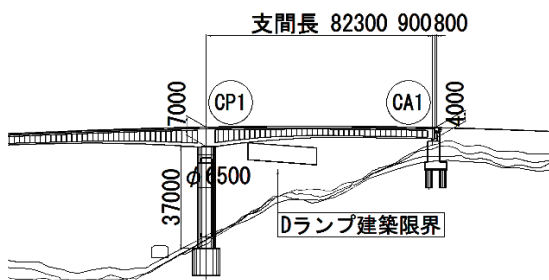


図-2 Cランプ橋(CA1~CP1)とDランプ建築限界

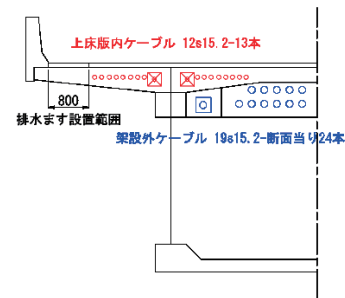


図-3 本線部PC鋼材配置断面図(1室部)

## 2.3 長支間部の張出し架設への対応

本線橋の支間160m部の張出し架設は、ブロック数が21BLと非常に多い。1ウェブあたり1~2本の張出し架設ケーブルの定着が必要となり、内ケーブルのみでは上床版内への配置が困難である。長尺な波形鋼板の運搬の制限からも、内ケーブルのみで成立できるほどの桁高を確保できないことから、外ケーブル併用とした(図-3)。外ケーブルからの応力を円滑に伝達し、床版への局所的な応力を低減させる目的から、コンクリートエッジ付きの断面形状とした。

## 2.4 分岐構造を有する橋梁解析への対応

本線橋はランプとの分岐桁(2径間)と一体となった構造である。用いたPC設計プログラムは、2次元フレーム解析のため、本線桁・分岐桁をPC構造物として一括で設計することができない。とくに橋脚天端の水平力が設計に大きく影響する下部工は、クリープ・乾燥収縮や、プレストレス導入による水平力の影響を適切に評価する必要がある。そこで、下部工設計に用いる柱上下端断面力の算出には、図-4に示すように、①本線を主体とした解析により算出された断面力に、②分岐桁部のみPC鋼材を導入して算出したクリープ・乾燥収縮、温度変化による断面力を加算して評価した。主桁設計では、鉛直荷重が構造決定に支配的であると考えられることから、上部工基本設計においては、A2~A1、A2~BP5の2連についてPC構造物として設計し、両者とも構造が成立するようにした。

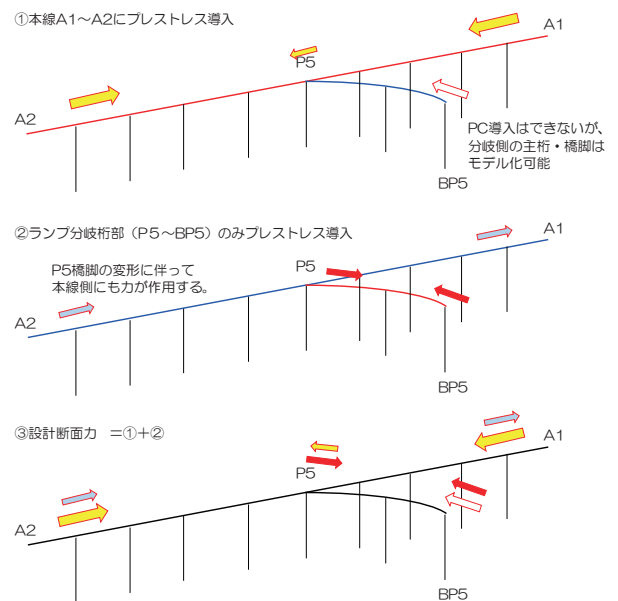


図-4 下部工の設計断面力算出モデル



### 2.5 支承寸法増大への対応

本線橋は、広幅員で長支間、かつ将来拡幅も担保する計画としていることから、支承の設計反力が非常に大きい。さらに、クリープ・乾燥収縮や温度変化による移動量も大きいいため、支承ゴム体の平面寸法および高さが製作可能範囲を超過する傾向にあった。そこで、実績を調査した上で、本線橋は大反力支承のポストスライド工法を実施することとした。その結果、支承ゴム体の常時せん断ひずみを解消することで、設計移動量を40%程度軽減できた。さらに、支承1基あたりにゴム体を2体並べた構造とすることで、ゴム体1個あたりの寸法を製作可能な範囲に収めた(図-5)。

また、支承の直角方向寸法が4m程度となることから支点横桁を多少広げてアウトリガーを設けた形状により支承を配置した(図-6)。

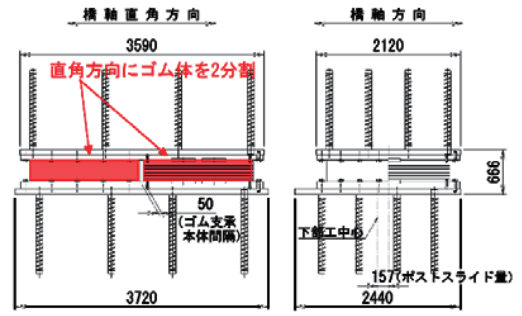


図-5 ゴム体2分割の支承構造 UP1

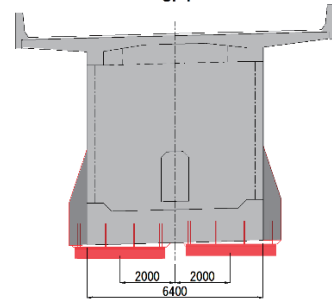


図-6 主桁への支承配置とアウトリガー

### 2.6 ランプ橋の曲線構造への対応

ランプ橋は、平面線形にR=280mを有する曲線橋である。主桁の曲線半径が小さい場合、張出し架設中に主桁が曲線中心側に倒れ込もうとすることで主桁にねじりが生じる。このねじりにより、床版の橋軸方向へそり応力と呼ばれる引張応力が生じる(図-7)。本設計では、3次元立体FEM解析を実施し、架設中に主桁に生じるそり応力を算出し、補強対策を提案した。検討の結果、上床版面に生じるそり応力は、柱頭部付近がもっとも大きくなり、曲線外側の張出し床版先端に-0.8N/mm<sup>2</sup>程度の引張応力が付加されることを確認した。この引張りに対する補強対策として、張出し床版先端付近にPC鋼材によりプレストレスを導入することを提案した。

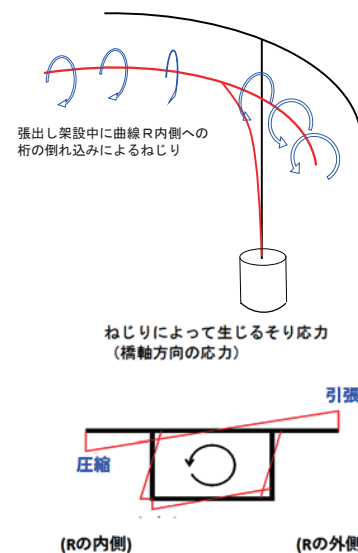


図-7 張出し施工中のそり応力の概要

### 3. 設計総括

主桁の主鉄筋は、L2地震力照査より、耐力確保のため主としてSD490を採用した。波形鋼板ウェブは、L2地震力により、とくに支間中央付近の板厚が増加している。張出し架設鋼材に外ケーブルを併用したことや、ゴム体を分割した支承構造とするほどの反力であったことなど、一般的な橋梁よりも厳しい条件の構造であったと考えられる。また、曲線橋であるランプ橋は、上記に述べた架設中の検討において、床版左右で異なる鉛直たわみなどの変形も生じていることも確認した。工事においては上げ越しなども設計に加味する必要があると考えられる。

### 4. おわりに

本橋は、近年減少する新設橋梁の中でも最大規模の橋梁であり、さらに分岐を有するなど設計も煩雑であった。新名神高速道路を代表する橋梁の一つとして供用されることを期待する。最後に、このような貴重な橋梁設計に携われたことに、関係者の方々に感謝の意を表します。