

## 新名神高速道路 芥川橋の設計・施工

三井住友建設(株)	正会員	○岡村 啓太
西日本高速道路(株) 関西支社		高橋 章
西日本高速道路(株) 関西支社 新名神大阪西事務所		香川 仁志
三井住友建設(株)	正会員	紙永 祐紀

### 1. はじめに

芥川橋は、新名神高速道路の高槻JCT～神戸JCTに位置する連続ラーメン橋である。本橋では、建設コストの縮減と工程短縮を目的としてバタフライウェブ箱桁橋<sup>1)</sup>を採用した。本構造の採用により従来のコンクリートウェブと比べて上部工重量を約10%軽減でき、下部構造を縮減することで建設コストの低減を図った。また、主桁重量の軽減により施工ブロック長を6.0mとすることで施ブロック数を減じることができ、工場製作のウェブパネルの使用による現場施工の省力化と合わせて工程短縮が図れた。また、実橋にて載荷実験を実施し設計の妥当性を確認した。本稿では、芥川橋の設計・施工および実橋載荷実験の結果を述べる。

### 2. 橋梁概要

本橋の橋梁諸元を表-1に示す。また、上り線の完成全景を写真-1に、全体一般図を図-1に示す。

表-1 橋梁諸元

工事名	新名神高速道路 芥川橋(PC上部工)工事
発注者	西日本高速道路(株) 関西支社
工事場所	大阪府高槻市大字原
構造形式	上り線:PRC3径間連続バタフライウェブラーメン箱桁橋 下り線:PRC6径間連続バタフライウェブラーメン箱桁橋
橋長	上り線:161.0m (43.5+74.0+43.5m) 下り線:348.0m (45.0+75.0+63.5+61.0+66.0+37.5m)
有効幅員	10.10m
縦断勾配	↘1.9~2.0%
横断勾配	4.0%
平面線形	R=2500m



写真-1 上り線完成全景

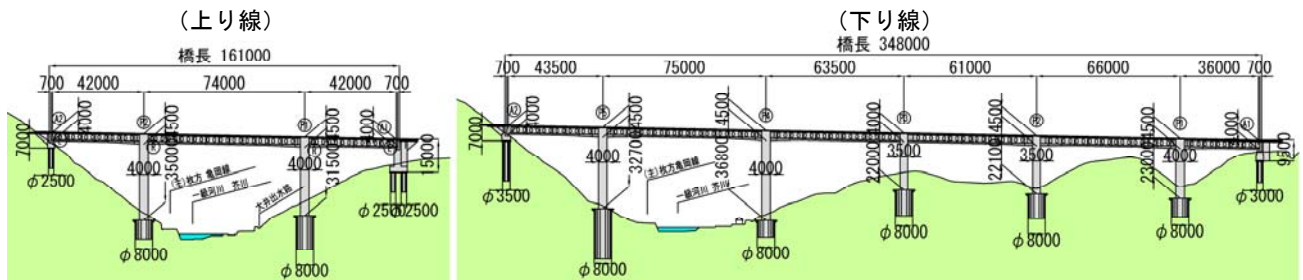


図-1 全体一般図

### 3. バタフライウェブ構造の採用

本橋は発注時においてコンクリートウェブ箱桁橋であったが、詳細設計においてバタフライウェブ箱桁橋を採用した。主桁断面を図-2に、従来構造との比較を表-2に示す。ウェブ部材の軽量化に加えて主桁コンクリートに高強度コンクリート ( $\sigma_{ck}=50\text{N/mm}^2$ ) を使用して主桁のスリム化を図り、従来のコンクリートウ

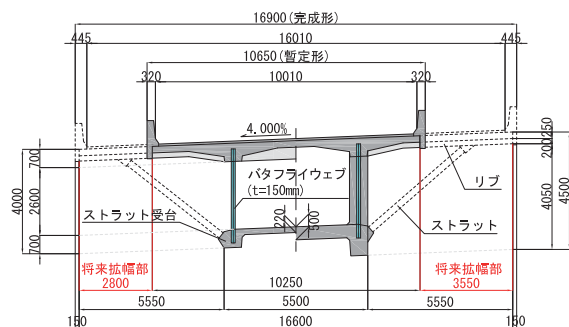
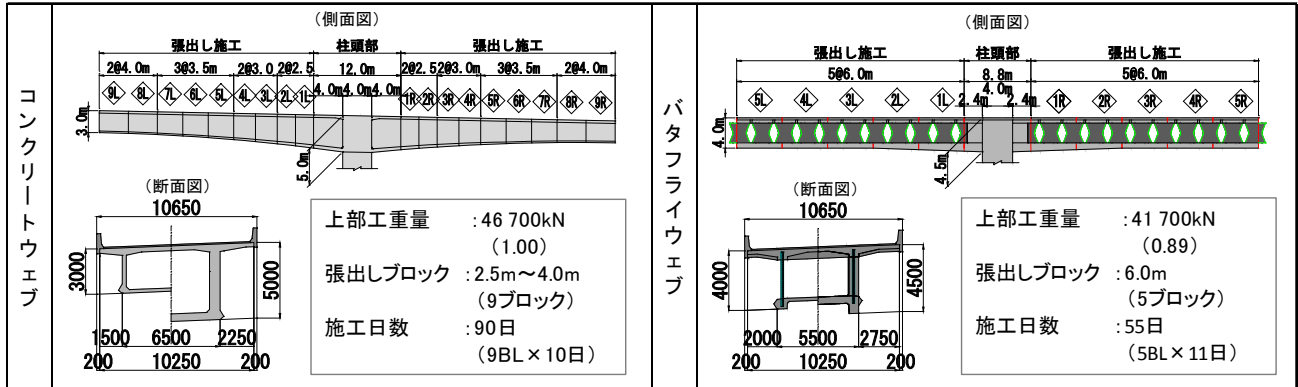


図-2 主桁断面図

ウェブ箱桁橋に比べて上部工重量を約10%軽減している。主桁の軽量化により、施工時の1ブロック長を6.0m (通常2.5m~4.0m) とすることができ、施工ブロック数の減少が可能となる。本工事においては隣接するトンネル工事の工事用道路として上り線の橋面の早期引渡しが必要であったが、施工ブロック数の減少により張出し架設の施工期間を短縮し早期引渡しを可能とした。

表-2 従来構造との比較



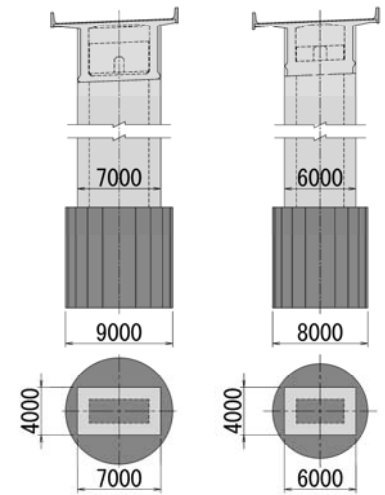
4. 下部工の縮減

バタフライウェブ構造の採用による上部工重量の軽減にともない下部工形状の見直しを行った。上部工構造をコンクリートウェブとバタフライウェブとしたときの下部工形状の比較を図-3に示す。上部工重量の減少によって地震時の慣性力が低減され、橋脚断面で約1割の縮小が可能となった。また、橋脚断面の縮小にともない基礎形状も縮小でき、基礎の断面で約2割の縮小が可能となった。これによって、橋脚と基礎を合わせた建設コストを約15%縮減できた。

5. 完成形幅員への対応

本橋は片側2車線の暫定形幅員で施工するが、将来において片側3車線の完成形幅員への拡幅施工が計画されている。床版拡幅の対応として、床版をリブ・ストラット構造とし張出し床版を拡幅する計画とした(図-2)。将来のストラットの追加設置に対応するため下床版の両端部に連続したストラット受け台を設けた。拡幅により増加する自重、活荷重に対しては、外ケーブルを追加配置することで対応する。

コンクリートウェブ バタフライウェブ



【橋脚断面積】  
18.0m<sup>2</sup> → 16.0m<sup>2</sup> (89%に減)  
【基礎断面積】  
63.6m<sup>2</sup> → 50.2m<sup>2</sup> (79%に減)

図-3 下部工形状の比較

6. 維持管理に配慮した構造

ウェブパネルは高強度繊維補強コンクリートを用いており、鉄筋を使用せずに工場で作製された高品質な製品であるため、塩害や中性化に起因する鉄筋腐食が生じず高い耐久性を有することから維持管理の軽減が期待できる。また、パネル間の開口部からは、採光があり桁内は明るく下床版に突起や段差がないため、維持管理における点検が容易な構造となっている(写真-2)。外ケーブルには、ウェブパネル間の開口部から入る紫外線に対する耐久性を確保するために、エポキシ樹脂被覆鋼材にポリエチレン被覆を施したPC鋼材を使用した。



写真-2 主桁内部

本橋では暴風雨によりウェブパネル間の開口部から侵入した雨水が排水できるように、下床版を下側に打ち下げる構造とした(図-4)。桁下から見た下床版の近景を写真-3に示す。これまでの複合トラス橋のように下床版を打ち上げた構造とした場合、排水対策として下床版に水抜き孔を配置する必要があり、水抜き孔の目詰まりによる滞水が懸念される。そのため、本橋では下床版を打ち下げる形状とし、雨水がバタフライウェブの開口部から自然に流下する構造とした。

また、桁端部のジョイント部においては、伸縮装置からの漏水が橋座面に侵入するのを防止するために、パラペット天端に排水溝を設けた構造としてセットバックジョイント<sup>2)</sup>を採用した(図-5)。

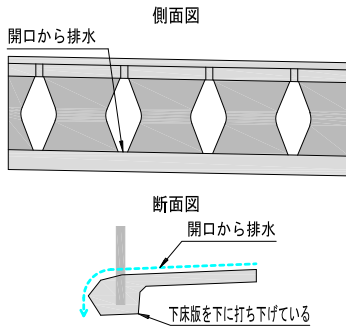


図-4 下床版形状



写真-3 下床版近景

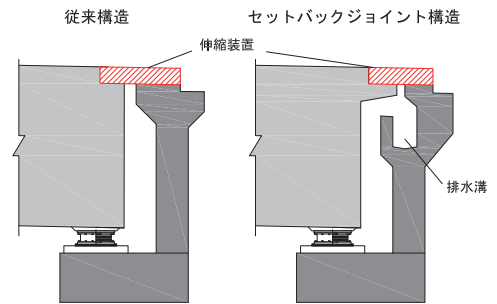


図-5 セットバックジョイント

## 7. 上部工の施工

張出し架設には移動作業車を使用した(写真-4)。バタフライウェブ構造としたことにより主桁重量を軽減できるため、施工ブロック長をウェブパネル2枚分の6.0mとした。図-6に張出し架設要領図を示す。バタフライウェブの架設には、移動作業車に設置された専用のチェーンブロックを使用した。チェーンブロックにて所定の位置へ架設後、吊り治具に盛替え、専用の固定治具にてセットを行った(写真-5, 6)。パネルどうしは橋軸方向に接合する必要がないため、主桁の上げ越しへ対応するための位置調整を容易に行うことができる。主桁の出来形管理において、バタフライウェブの据付精度が大きく影響することから、据付にはレベルとトータルステーションを用い、高さと平面位置を管理した。また、本橋は上下床版にリブを有する構造であることから、型枠組立て・脱枠時の施工省力化を目的として、構造寸法が一定の箇所に鋼製型枠を使用した。



写真-4 張出し施工状況



写真-5 ウェブパネル架設状況

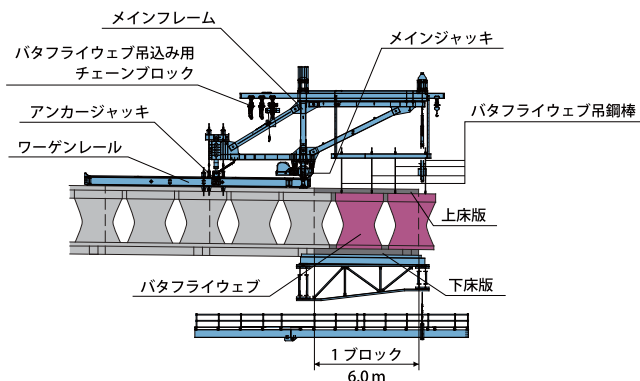


図-6 張出し架設要領図



写真-6 ウェブパネル設置完了

## 8. 実橋載荷実験

本橋では、設計における構造解析の妥当性の確認と、完成直後の振動特性を把握し供用後の維持管理の基礎データとすることを目的として、実橋において静的載荷実験と振動実験を実施した。

### 8. 1 静的載荷実験

静的載荷実験では、ダンプトラック6台 (約1200kN) を支間中央部に載荷 (図-7) した。鉛直方向の変位分布図を図-8に示す。支間中央部と1/4支間部のそれぞれにおいて、平面骨組み解析値と実測値はほぼ一致しており構造解析の妥当性が確認できた。また、実測値に対して骨組み解析値の変位が小さくなる傾向があることから、FEM解析との比較を行った。検討の結果、FEM解析と実測値はより精度よく一致する結果となった。これは、バタフライウェブ橋の骨組み解析においては、橋軸方向に不連続なウェブパネルは断面剛性に寄与しないものとし、上下床版のみの曲げ剛性を考慮した平面骨組み解析を行っており、算出される変位には曲げ変形しか考慮されていない。それに対し、FEM解析ではウェブパネルのせん断変形も考慮されるため、より実測値に近い結果となったと考えられる。

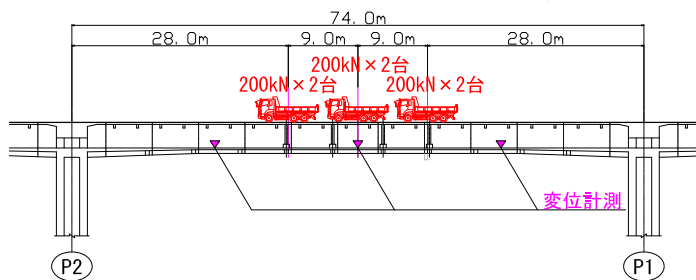


図-7 静的載荷実験要領図

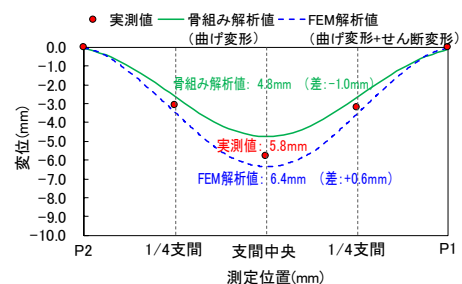


図-8 鉛直方向変位分布図

### 8. 2 振動実験

振動実験は車両踏台落下法により行った。振動モード図を図-9に、固有振動数一覧を表-3に、実験状況を写真-7に示す。振動モードおよび固有振動数の実験値と計算値はほぼ一致しており、構造解析の妥当性が確認できた。なお、固有値解析においては、せん断変形を考慮し主桁の剛性を補正して固有値解析を実施している。



写真-7 振動実験状況

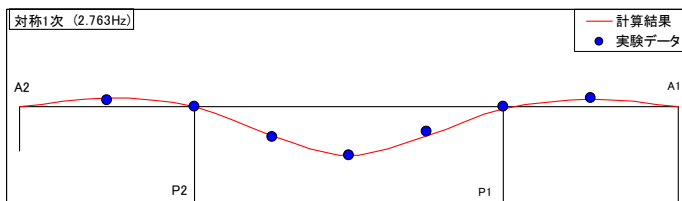


図-9 振動モード図 (対称1次)

表-3 固有振動数一覧

次数	固有振動数	固有振動数	固有振動数	備考
	実測値(Hz)	計算値(Hz)	実測/計算	
1	2.763	2.660	1.039	対称1次
2	5.269	5.406	0.975	逆対称1次

## 9. まとめ

本橋ではバタフライウェブ箱桁橋の採用により上部工重量が軽減され、下部工の縮小によるコスト縮減、および張出しブロック数を減じることによる工程短縮が可能となった。また、実橋載荷実験により設計の妥当性が確認できた。本工事は平成26年2月に上り線の橋面をトンネル工事へ引渡し、現在は下り線を施工中である。本工事が今後の橋梁計画において参考になれば幸いである。

## 参考文献

- 1) 芦塚, 花田, 中積, 片 : 東九州自動車道(仮称)田久保川橋の設計・施工, 橋梁と基礎, pp. 5-10, 2012. 11
- 2) 竹田, 川島, 畔柳, 中積, 吉野, 玉井 : 第二東名高速道路 郡界川橋(仮称)の設計・施工, 橋梁と基礎, pp. 5-10, 2014. 3