

武庫川橋の設計

三井住友建設(株) 大阪支店 土木部 正会員 工修 ○水野 克彦
 西日本高速道路(株) 関西支社 建設事業部 福田 雅人
 西日本高速道路(株) 関西支社 新名神兵庫事務所 上原 浩揮
 三井住友建設(株) 土木本部 土木設計部 正会員 諸橋 明

1. はじめに

武庫川橋は、新名神高速道路の高槻 JCT から神戸 JCT の間に建設中の橋長 442m、支間 100m の PRC5 径間連続バタフライウェブエクストラードスドラーメン橋である^{1), 2)}。本橋は、主桁ウェブにバタフライウェブを採用することにより、施工ブロック数減による工程短縮を可能とするとともに、桁高一定のエクストラードスドラーメン構造とすることにより、上部工重量の大幅な低減を図っている。また柱頭部では、省力化施工と支保工軽減のため、横桁の一部をプレキャスト化して構築する施工法の採用、寸法制限のある主塔には1枚鋼板を用いた複合構造を採用する等の新技術を開発・採用している。

本稿では、これら本橋特有の技術的特色と設計について報告するものである。なお主塔については、別途報告を行うものとする。

2. 橋梁概要

上下線一体断面である本橋は、暫定形4車線対応の幅員で建設中であるが、将来的な6車線化に対応した拡幅可能な構造として計画されている。このため将来の6車線化は、張出し床版を片側約5.6m拡幅し、ストラットにて支持する構造としている。

全体一般図を図-1、主桁断面図を図-2、橋梁諸元を表-1に示す。

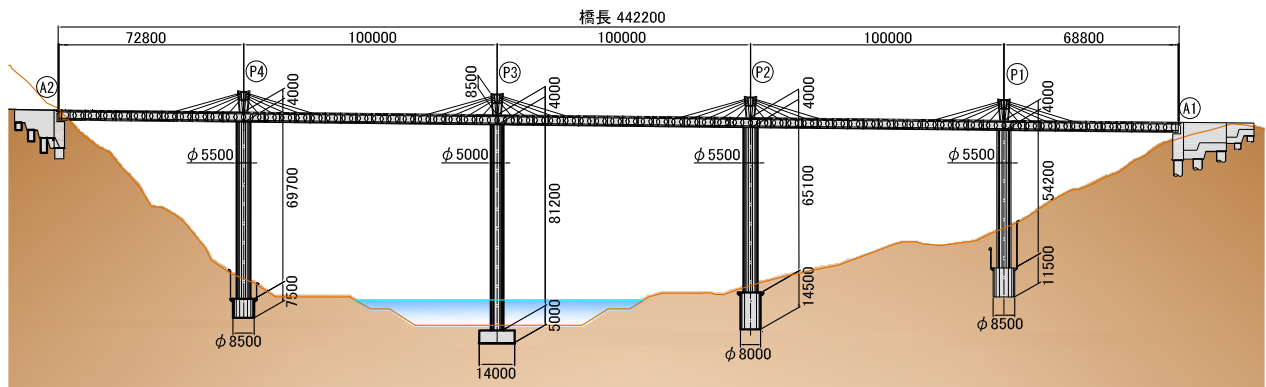


図-1 全体一般図

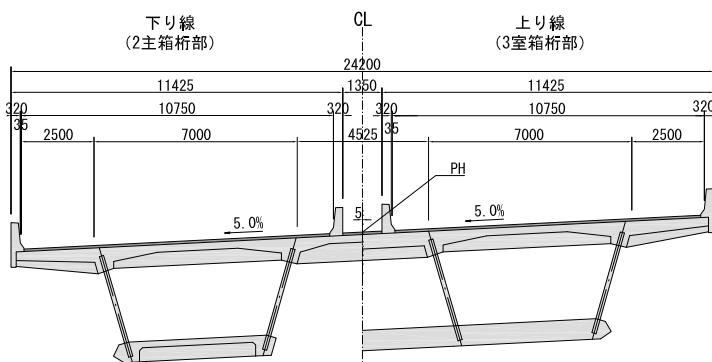


図-2 主桁断面図 (暫定形)

表-1 橋梁諸元

工事名	新名神高速道路 武庫川橋工事
構造形式	PRC5径間連続ラーメン バタフライウェブエクストラードスドラーメン橋
橋長	442.2m
支間長	71.800m+3@100.000m+67.800m
有効幅員	21.500m【暫定形】 32.500m【完成形】
平面線形	R=2000m
縦断勾配	1.101%
横断勾配	5.000%

3. 技術的特色

3.1 バタフライウェブエクストラード構造

本橋は、バタフライウェブ構造とエクストラード構造を組み合わせた新構造形式である。バタフライウェブの運搬寸法制限により桁高を4.0m一定とする必要があり、かつ100m支間での等桁高構造を成立させるために、柱頭部近傍を斜材で補剛した構造を採用した。また本橋は上下線一体断面であり、将来拡幅に対応するため、斜材は中央分離帯に配置した広幅員一面吊り構造としている。バタフライウェブの採用により施工ブロック数減による工程短縮が可能となり、またバタフライウェブによる重量低減に加えて、桁高一定のエクストラード構造とすることにより、大幅な上部工重量の低減を図っている。主桁・主塔完成イメージ図を図-3に示す。

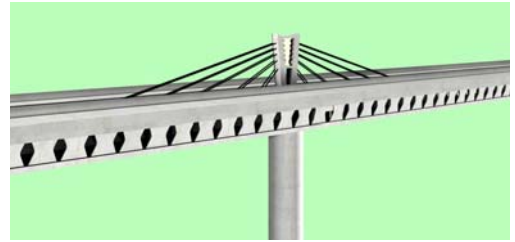


図-3 主桁・主塔完成イメージ図

3.2 柱頭部構造

柱頭部は、φ5.0m～5.5mの円形橋脚の上に、広幅員24mの主桁が橋軸直角方向に張り出す構造となっている。そのため一般の柱頭部支保工方式では、長さ最大15mを超えるブラケットを放射状に配置する大規模なものとなり、工程や安全性が懸念された。そこで工程短縮と安全性向上を目的として、ブラケット支保工を最小とすべく施工方法を開発・採用した。

本施工法は、柱頭部横桁の一部をプレキャスト化し、プレキャスト部材を型枠支保工代わりにして後施工分の荷重を受け持たせることとしている。ブラケット支保工で支持する荷重は、橋脚直上部のみとすることにより、ブラケット支保工を簡素化している。また橋軸直角方向に、張出し架設するプレキャストセグメントは、揚重設備の能力から1セグメント150kN程度とし、ブロック長800～900mmの長さとしている。プレキャストセグメント架設状況を写真-1に、柱頭部施工ステップ図を図-4に示す。



写真-1 セグメント架設状況

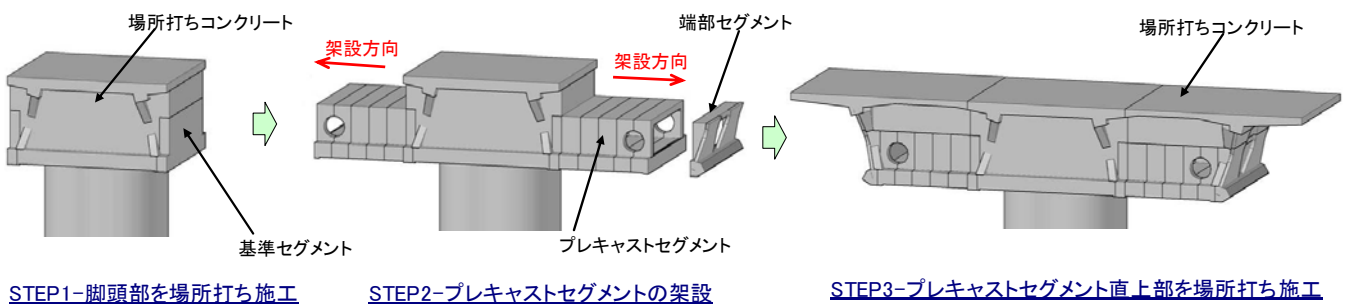


図-4 柱頭部施工ステップ図

4. 設計概要

4.1 主桁の設計

PCケーブル配置は、以下の観点から決定している。通常のエクストラード橋において主ケーブルおよび斜材は、一般的には曲げの検討により配置本数を決定することが多い。本橋は、桁高一定(h=4.0m)のバタフライウェブ橋であるため、支点近傍でのせん断が厳しくなる。そのためケーブルによるせん断分力を付加することを目的として、柱頭部近傍に桁内斜ケーブル(12S15.7)と斜材(19S15.7)を

配置することとした。

その結果、斜材の応力変動($\Delta\sigma$)と鉛直荷重分担率(β)は、 $\Delta\sigma=26\text{N/mm}^2$ 、 $\beta=3\%$ と著しく小さな値になっており³⁾桁橋に近い特性を有している。斜材・斜ケーブル配置図を図-5に、斜張橋・エクストラードード橋の構造特性を表-1に示す。

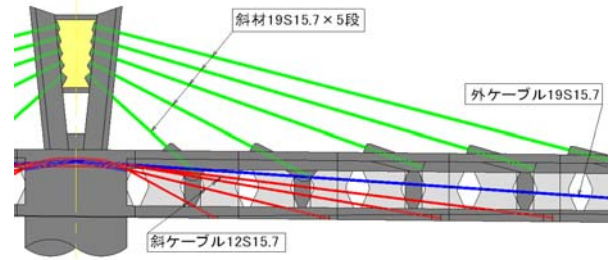


図-5 斜材・斜ケーブル配置図

表-1 斜張橋・エクストラードード橋の構造特性

橋名	構造形式	橋長 (m)	支間長 L(m)	主塔高 h(m)	主塔高/支間比 h/L	斜材応力変動 $\Delta\sigma$ (N/mm ²)	鉛直荷重分担率 β (%)
大芝大橋	3径間連続PC斜張橋	410	210	51	1/4.1	144	92
十勝大橋	3径間連続PC斜張橋	501	251	68	1/3.7	106	85
つくはら橋	3径間連続エクストラードード橋	323	180	22	1/8.2	37	22
土狩大橋	5径間連続エクストラードード橋	610	140	10	1/14.0	45	3
武庫川橋	5径間連続エクストラードード橋	442	100	8.5	1/11.8	26	3

4.2 ウェブのせん断分担率

主桁断面が3室箱桁から2主箱桁形状に変化する本橋は、4ウェブ構造である。また斜材を中ボックスに定着した広幅員1面吊りエクストラードード橋であることもあり、各ウェブのせん断力の分担が明確でない。このため3次元FEM解析により各ウェブのせん断分担率を確認し、設計に反映した。

斜材を中ボックスに定着した本橋では、斜材によるせん断力は、内ウェブが多く分担する。そのため、斜材張力鉛直分力の大きい柱頭部近傍では、内ウェブに比して外ウェブの斜材補剛効果が小さくなり、結果的に外ウェブのせん断分担率が大きくなる。また中間下床版のない2主箱桁形状となる側径間部では、主桁断面のうち内ウェブに比して外ウェブが受け持つ範囲が大きく分担率も大きくなる。設計に用いた1ウェブあたりのせん断分担率は、柱頭部近傍の外ウェブで35%、1~5BLで25%、6BL以降の側径間部で28%とした。内ウェブについては、解析上25%を大きく下回る区間もあるが、最低部材厚比(25%)分担するものとした。解析モデル図を図-6に、解析結果を図-7に示す。

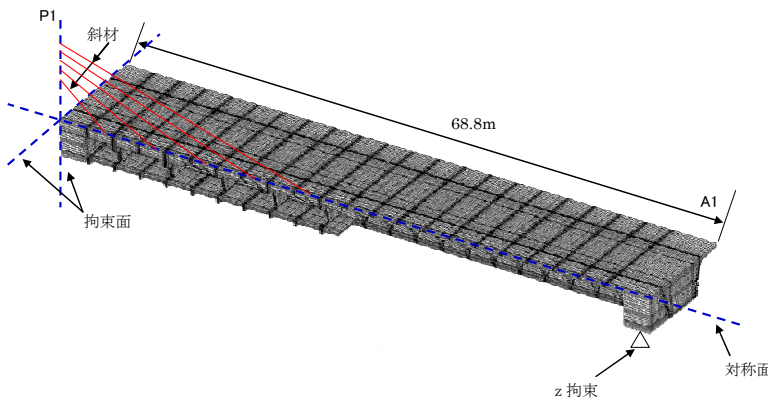


図-6 解析モデル図

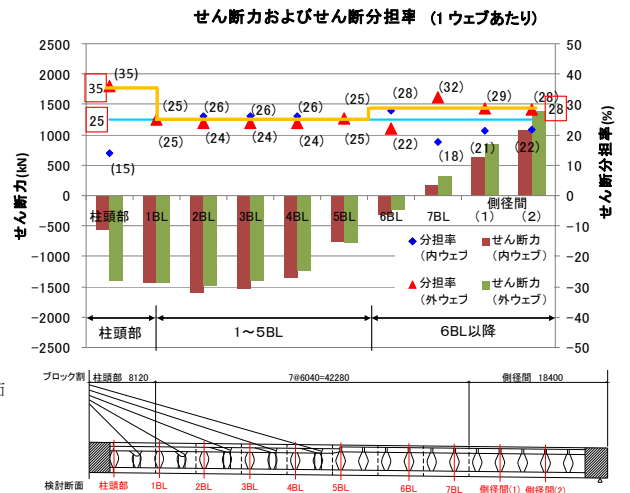


図-7 解析結果

4.3 柱頭部の設計

柱頭部構造は、プレキャスト部と場所打ち部を組み合わせた構造であり、架設段階ごとに構造系が逐次変化していく。また完成時においては、主塔および主桁からの断面力が作用し複雑な応力状態となる。そこで架設ステップを追った3次元FEM解析を実施し、架設時から死荷重時状態を再現し、PC鋼材量および鉄筋量を決定した。

本柱頭部は、橋脚から橋軸直角方向に大きく張り出した構造であり、またプレキャスト部のみが、2枚壁構造となっているため、上床版直角方向およびプレキャスト部鉛直方向に引張応力が卓越すること

となった。プレキャストセグメントの張出し架設時に必要なPC鋼材(1S28.6)以外に、横桁横締め鋼材(12S12.7, 1S28.6)とプレキャスト部二枚壁の鉛直鋼棒として中空PC鋼棒(NAPP60T)を配置することとした。解析結果を図-8に、PC鋼材配置図を図-9に示す。

<架設時モデル(直角方向応力)>

<死荷重時モデル(鉛直方向応力)>

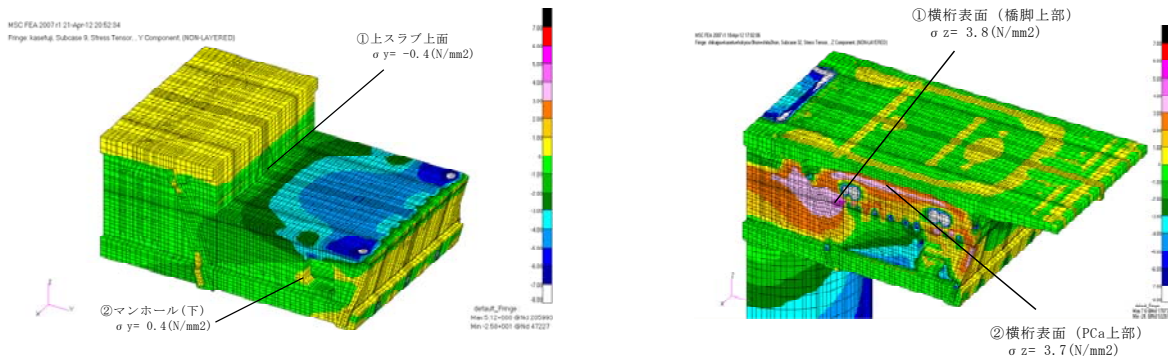


図-8 解析結果(PC鋼材補強後)

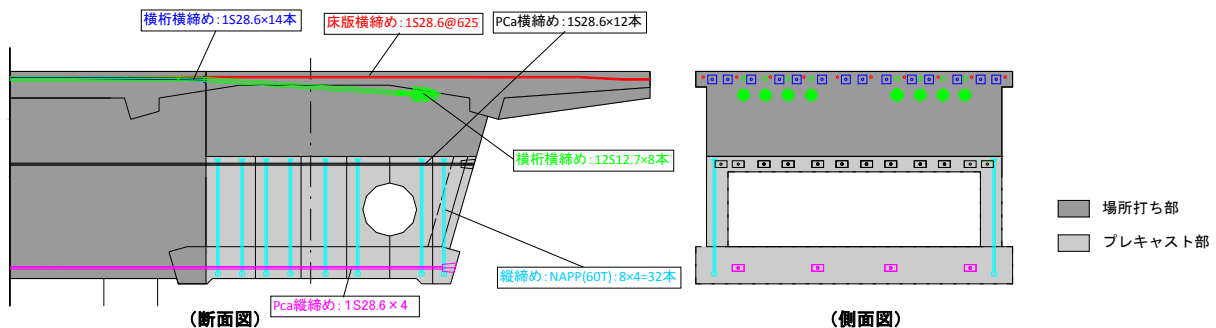


図-9 PC鋼材配置図

5. おわりに

新構造形式である「バタフライウェブエクストラードロード箱桁」を採用した武庫川橋の設計概要を述べた。本工事は、平成25年5月現在、P2, P3, P4橋脚において柱頭部を施工中である(写真-2)。今後、引き続き主桁の張出し施工を鋭意行っていく予定である。本報告が、PC技術の発展の一助になれば幸いである。



写真-2 全景(平成25年5月現在)

参考文献

- 1) 福永, 芦塚, 佐溝: 新名神高速道路と東九州自動車道のPC橋; プレストレストコンクリート, Vol. 54 No. 2, pp. 33-36, 2012. 3
- 2) 水野, 福田, 上原, 諸橋: 武庫川橋の計画; 第21回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp. 13-16, 2012. 10
- 3) 岡, 春日, 山崎: エクストラードロード橋の構造特性に関する一考察; プレストレストコンクリート, Vol. 39 No. 2, pp. 53-58, 1997. 3