

武庫川橋の計画

三井住友建設(株) 土木本部 土木設計部 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の間に建設される橋梁である。本橋は、神戸市北区を流れる武庫川をはさんだ急峻な山間部に位置しており、橋長442m、最大支間100mのPC5径間連続ラーメン橋として基本計画がなされた。本橋は、上下部工一体の工事として発注されたが、詳細設計において、橋梁全体の更なる耐震性向上を求められるとともに、隣接する土工事の工事用道路として使用することから工期短縮が課題となった。そこで、耐震性に配慮した橋脚構造の検討、橋脚の急速施工法の採用を行うとともに、上部工については、東九州自動車道の田久保川橋¹⁾で採用された新構造であるバタフライウェブ構造²⁾を採用すること、これにエクストラドーズド構造を組み合わせること、上部工の軽量化、施工の省力化を図ることとした。

本稿は、世界でも類を見ない新構造形式である「バタフライウェブエクストラドーズド箱桁橋」である武庫川橋について、橋梁全体計画の概要について報告するものである。

2. 橋梁概要

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。

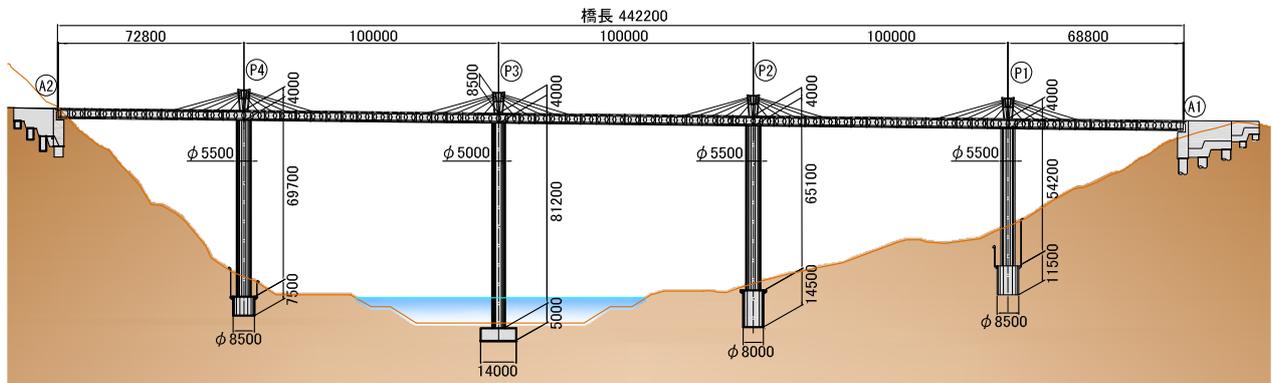


図-1 全体一般図

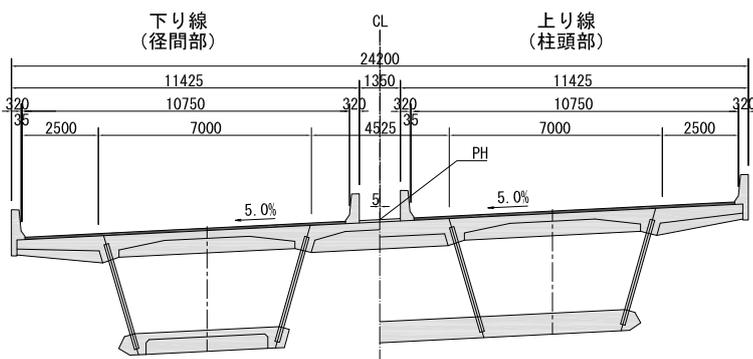


図-2 主桁断面図 (暫定形)

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ドーズド橋
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%

新名高速道路は、完成形では6車線となる幅員にて計画されているが、現在は暫定形として4車線対応の幅員にて建設中であり、将来の6車線化に対して拡幅可能な構造として計画されている。武庫川橋は、上下線が隣接する線形であるため上下線一体構造となっている。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計画している。

3. バタフライウェブ箱桁橋の概要^{1), 2)}

バタフライウェブ箱桁とは、PC箱桁のウェブを蝶形状のコンクリートパネル(図-3)に置き換えたものである。パネルは、工場製作のプレキャスト部材とし、設計基準強度80N/mm²の高強度繊維補強コンクリートを使用し鉄筋は配置しない。このため、部材厚を薄くでき、軽量化が可能となる。

本構造の特性は、ダブルワーレントラスに類似しており、せん断力をパネル内の引張力と圧縮力に分解させて伝達させることができる(図-4)。引張力に対してはプレテンション方式のプレストレスにより、圧縮力に対しては高強度コンクリートにより抵抗させるものである。また、トラス構造の場合、上下床版コンクリートとの接合が点状となるため、格点構造が複雑となることが多い。これに対して本構造は、線状の接合となるため、ジベルのみで接合することができ、トラス格点部と比較して簡易な構造での接合が可能となるという特徴も有している。

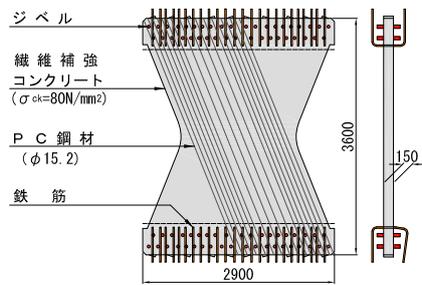


図-3 バタフライウェブ

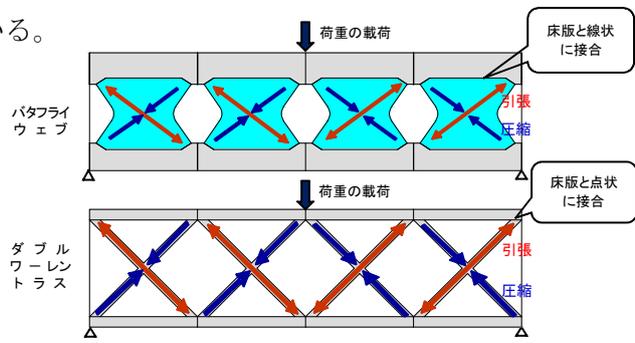


図-4 バタフライウェブの構造特性

4. 技術的特色

4.1 橋脚の構造

基本計画段階では、河川内に位置するP3橋脚は河川阻害率の関係から直径φ5.0mの円形中空断面、それ以外は矩形の中空断面として計画されていた。また橋脚高はP3橋脚が最も高く81.2m、

最も低いP1橋脚は54.2mであり、P3橋脚以外の剛性が高く、特に脚高の低いP1橋脚に地震時慣性力が集中することが懸念された。そこで、P1、P2、P4橋脚をφ5.5mの円形中空断面として剛性を低下させ、橋脚剛性の平均化を図り、地震時慣性力を分散させるとともに、長周期化により地震慣性力を大幅に低減させた。表-2に固有周期、図-5に橋脚曲げ剛性(EI)と脚高(h)の比率、図-6に橋脚下端の応答値の比較を示す。橋脚剛性の低下に対しては、高強度コンクリート(P1、P2、P4→σck=40N/mm²、P3→σck=50N/mm²)と高強度鉄筋(SD490)を使用し、耐力を確保することとした。

表-2 固有周期の比較 (レベル2地震時)

固有周期	基本計画 (sec)	実施設計 (sec)
完成形(橋軸)	1.73	2.49
完成形(直角)	3.14	4.19

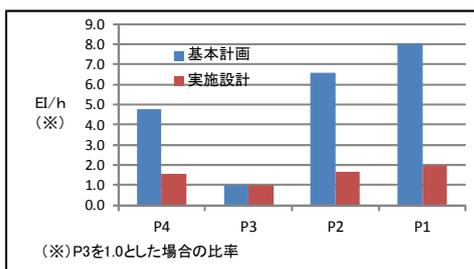


図-5 橋脚曲げ剛性(EI)と脚高(h)の比率

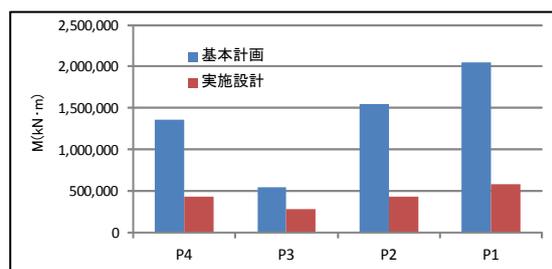


図-6 橋脚下端の曲げモーメント (レベル2地震時、橋軸方向、タイプI)

4.2 主桁の構造

上部工主桁については、以下の方策により10%の重量軽減を図ることで地震時慣性力を低減させることとした。

(1) バタフライウェブ構造の採用

PC箱桁構造に対して、前述のバタフライウェブ構造を採用した。高強度繊維補強コンクリートを用いたバタフライウェブを用いることでウェブ厚を全橋に渡って150mmとすることができ、軽量化を図った。バタフライウェブのパネルは、製作工場からの運搬を考慮すると製作寸法に制限が生じるため、桁高を4.0m一定の等桁高とする必要がある。しかしながら100mの支間に対して4.0mの桁高(1/25)

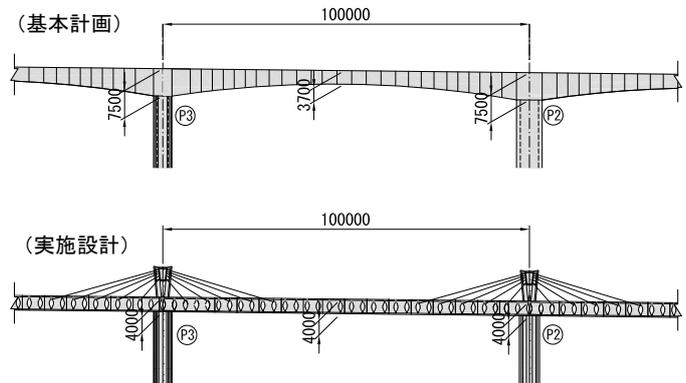


図-7 主桁構造形式

は、桁橋としての成立性が困難となることから、上下床版に高強度コンクリートを使用することと(基本計画時40N/mm²に対して50N/mm²の採用)、柱頭部近傍を斜材にて補剛するエクストラード構造を併用することで、構造性を成立させることとした(図-7)。本橋は上下線一体構造であり、両側には将来拡幅時にストラット付き床版を増設する必要がある。このため、斜材は中央分離帯部に配置することとし、暫定時から総幅員24.15mを有する広幅員の一面吊り構造としている。

(2) 箱桁構成

全幅24mの広幅員構造に対して、基本計画では2室箱桁構造が採用されたが、これを3室箱桁構造とし、床版支間を短くすることで上床版厚を低減させた(300mm→260mm)。また、下床版に作用する圧縮応力の小さい支間中央部は、中ボックスの下床版を省略し、2主箱桁構造とした(図-8)。

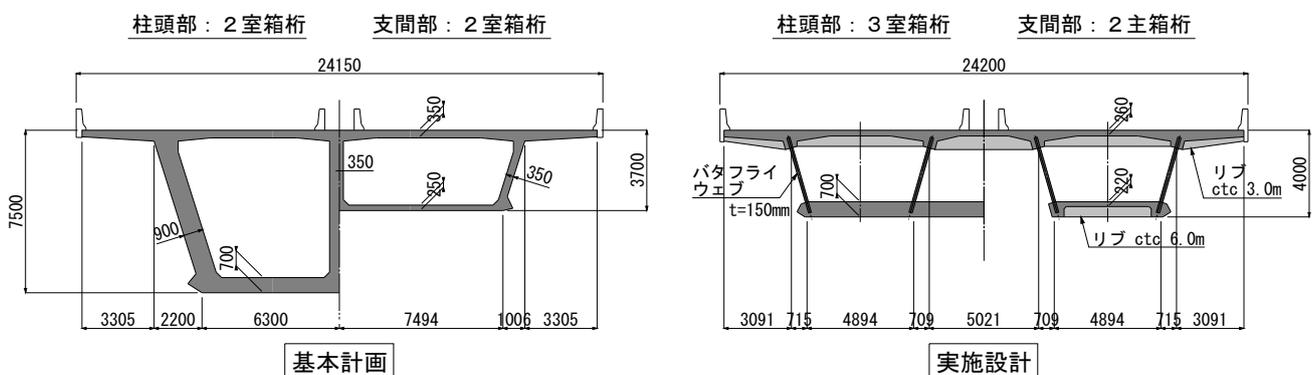


図-8 主桁断面の比較

4.3 工期短縮に向けた方策

(1) 橋脚のハーフプレキャスト工法

高橋脚に対して、ハーフプレキャスト部材を用いた急速施工法(SPER工法)を採用した。これは、橋脚形状を全て円形中空断面として統一させることで優位性が発揮できるものである。工場にて製作したハーフプレキャスト部材を現地に搬入し、これを積み上げ、型枠兼用として中詰めコンクリートを打設し橋脚を構築するものである。施工法のイメージを図-9に示す。

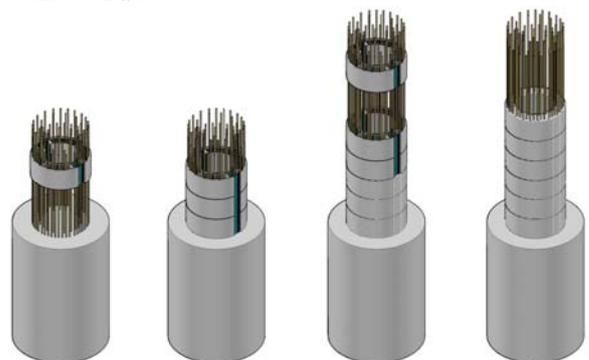


図-9 SPER工法イメージ図

(2) バタフライウェブ箱桁構造の採用による効果

工場製作のバタフライウェブを用いることで、施工の煩雑なPC箱桁のウェブ部分の省力化を図ることができ、張出し施工のサイクル日数を低減できる。また、通常のPC箱桁は、移動作業車の能力により張出し施工のブロック長が決定するため、桁高や部材厚の大きい柱頭部付近は3.0m、支間部で4.0m程度となる。しかしながらバタフライウェブ箱桁構造を採用することで、主桁重量を軽減できることから張出し施工のブロック長を全て6.0mとすることが可能となる。P4張出し施工部のブロック割図を図-10に示す。基本計画時の14~15ブロックから8ブロックに減らすことができ、総ブロック数に

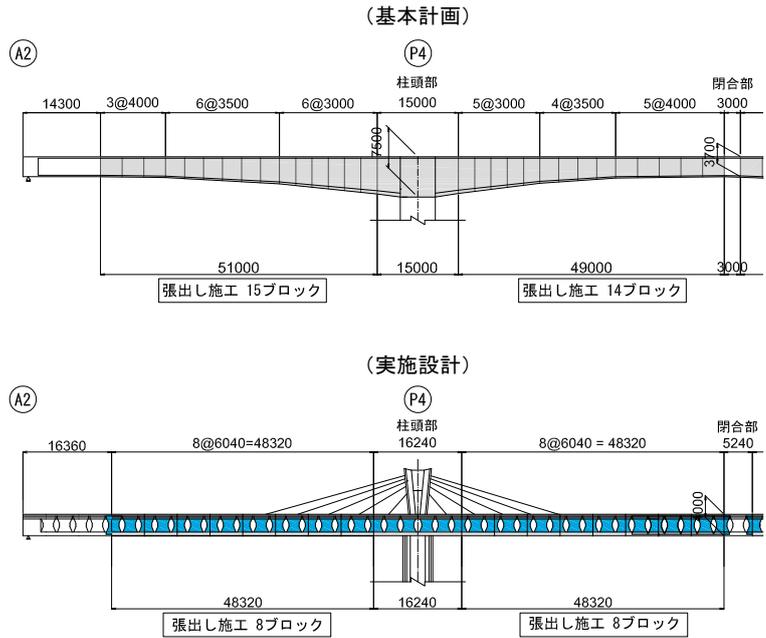


図-10 ブロック割の比較

おいては、基本計画時の101ブロックに対して54ブロックとなり約半分に減じることができ、サイクル日数の低減と合わせてさらに施工日数を減らすことが可能となる。

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ボックス桁」を採用した武庫川橋において、橋梁全体計画の概要を述べた。本構造形式は、主桁重量の軽量化による耐震性向上、施工の省力化による工程短縮効果に加え、高強度繊維補強コンクリートをウェブに用いることによる耐久性向上にも寄与する構造形式である。完成予想図を図-11に示す。



図-11 完成予想図

本工事は、平成24年5月現在、基礎および橋脚の施工を行っているところである。本稿では概要を報告することにとどめたが、今後、設計および施工の詳細報告について、順次行う予定である。

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) 永元, 片, 浅井, 春日: 超高強度繊維補強コンクリートを用いた新しいウェブ構造を有する箱桁橋に関する研究; 土木学会論文集E, vol. 66 No. 2, pp. 132-146, 2010. 4