

## 栗東橋の設計概要

### — 波形鋼板ウェブPCエクストラードーズド橋 —

(株)ヒールエス三菱・ビルダー橋梁(株)・トールビル建設工業(株) J V 正会員 ○藤田 貴敏  
 日本道路公団 関西支社 大津工事事務所 福原 寛光  
 日本道路公団 関西支社 構造技術課 宇佐美 惣  
 (株)ヒールエス三菱・ビルダー橋梁(株)・トールビル建設工業(株) J V 正会員 張 建東

#### 1. 橋梁概要

栗東橋は、第二名神高速道路の大津JCTと信楽ICの中間付近に建設される橋梁である。構造的には、主桁自重の軽減・施工の省力化が図れる波形鋼板ウェブ橋と、長支間化・低桁高化が図れるエクストラードーズド橋という二つの新しい技術が組み合わせられている。主桁断面は、広幅員2面吊り構造に対応するため、波形鋼板ウェブ橋としては世界初の3室箱桁断面となっている。また、鋼・コンクリート複合構造を積極的に採用し、斜材の主桁側定着部を鋼製ダイヤフラム構造とすることで自重の軽減を図っている。主塔側についても、維持管理性に優れ、定着スペースをコンパクトにできる鋼製定着体構造を採用している。一方、側径間部の施工においては、波形鋼板を先行架設し、主桁コンクリート自重を波形鋼板に負担させるという新しい架設方法を採用した。本稿では、これら構造的特徴に対する設計方針、および斜材定着部の検討方法について報告する。

工事名：第二名神高速道路 栗東橋 (PC上部工) 工事  
 道路規格：第1種1級 (A規格)  
 形式：上り線 4径間連続波形鋼板ウェブPCエクストラードーズド橋  
           下り線 5径間連続波形鋼板ウェブPCエクストラードーズド橋  
 支間割：上り線 (A-Line) 137.6+170+115+67.6m 橋長 495m  
           下り線 (B-Line) 152.6+160+75+90+72.6m 橋長 555m  
 縦断勾配：1.50%、2.00% 横断勾配： 4.00%  
 平面線形：R=3000m～A=1400

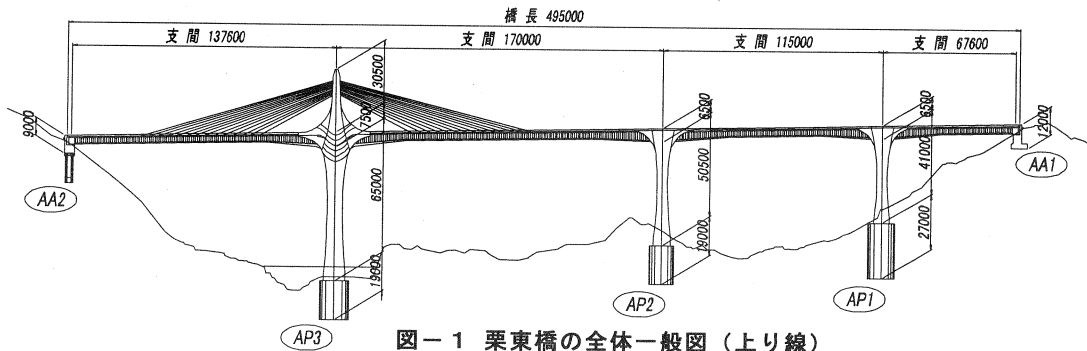


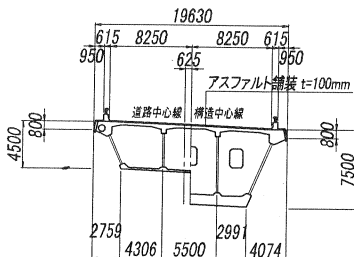
図-1 栗東橋の全体一般図 (上り線)

表-1 コンクリートの設計基準強度

主桁		主塔
エクストラードーズド部	一般部	
50 N/mm <sup>2</sup>	40 N/mm <sup>2</sup>	50 N/mm <sup>2</sup>

表-2 PC鋼材の種別

斜材	主桁主方向	横方向
SPWC 109 φ 7mm	SWPR7B 19S15.2	1S28.6
ED アンカーケーブル	エボキシ被覆鋼材	プレグラウト鋼材



## 2. 設計方針

栗東橋の全体一般図を図-1に示す。構造的には、4径間および5径間の連続ラーメン橋であるが、下り線の橋脚高が低いP1、P3橋脚は支承構造である。

本橋で用いるコンクリートおよびPC鋼材の種別を表-1、2に示す。

### 2.1 解析方法

基本的には、梁モデル解析による断面力に対して照査を行うが、定着部や柱頭部など応力の複雑な部位については、3次元FEM解析を用いる。また、大規模地震に対する耐震設計、終局荷重時の斜材増加張力解析、波形鋼板ウェブの座屈強度解析および主塔の座屈解析などでは非線形解析を用いる。

### 2.2 主桁

- (1) 4主構大型ワーゲンをを用いることにより張出し施工ブロック長を極力長くし、施工の効率化を図る。
- (2) 斜材を毎ブロックに定着することにより、定着部近傍の波形鋼板、コンクリートおよび接合部に作用する局部応力の緩和を図る。
- (3) 波形鋼板とコンクリートとの接合はJHで実績の多いアングルジベル方式を用いる。
- (4) 鋼板同士のウェブ継ぎ手は、張出し施工に適した重ねすみ肉溶接を基本とする。
- (5) 主桁に作用するせん断力に対しては、波形鋼板だけで抵抗するものと仮定する。
- (6) 側径間部の施工においては、波形鋼板を先行架設し、主桁コンクリートの荷重を波形鋼板に負担させる架設方法を採用する。それによって、既存ガーダーで架設することが可能となり、側径間閉合部の施工性および経済性の向上を図る。

### 2.3 斜材

- (1) 斜材には、耐久性に優れ、国内外での施工実績の豊富な亜鉛メッキされた鋼材にポリエチレンを被覆する方法を用いる。
- (2) 斜材の主桁側定着部には、鋼製ダイヤフラム構造を採用し、主桁重量の低減を図る。

### 2.4 主塔

- (1) 主塔側定着部は、中空の鋼制定着体を採用し、省スペースで将来の維持管理がしやすい構造(図-2)とした。
- (2) 斜材の約半数を緊張した後に鋼制定着体基部付近を巻立てることにより、基部下面のコンクリート支圧応力度の緩和を図る。

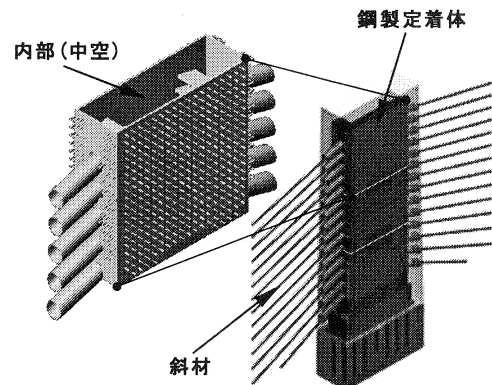


図-2 主塔鋼制定着体

### 2.5 耐震設計

- (1) 震度法レベルの地震動に対しては、発生応力度を地震時の割増しを考慮した許容応力度内に制御する。
- (2) 大規模地震動に対しては、次に示すような健全度を維持することを目標とする。
  - ・橋脚に作用する応答曲げモーメントに対しては、許容塑性率以下の応答とする。
  - ・主塔および主桁については、初降伏モーメント以下の応答とする。
  - ・いずれの部位においても、応答せん断力がせん断耐力以下とする。

### 3. 斜材定着部の検討

主桁側の斜材定着部には、鋼製ダイヤフラム構造(図-3)を採用している。従来のコンクリート隔壁に比べ、主桁自重を大幅に軽減させることが可能となる。鋼製ダイヤフラムは、図-4のフローチャートに示すように、以下の要求性能を満足するように設計を行う。

- (1) 斜材鉛直分力に対して、鋼製ダイヤフラムだけでも抵抗できる構造とする。
- (2) 鋼製ダイヤフラムと合成されるコンクリート床版に有害なひび割れが生じない構造とする。
- (3) せん断力が外ウェブ、内ウェブに良好に伝達される構造とする。
- (4) ねじりに対して十分な剛性を有する構造とする。

鋼製ダイヤフラムの形状を図-5に示す。経済性を考慮し、上横梁にはH型钢(900×300)を用いることとし、鉛直分力の大きさに応じて3段階にグルーピングしてダイヤフラムの板厚を決定した。

3次元FEM解析モデルおよび解析結果を図-6~8に示す。床版コンクリートの最大引張応力度は3N/mm<sup>2</sup>程度であることから、鋼製ダイヤフラムに合成されるコンクリート床版に有害なひび割れは発生しないものと思われる。

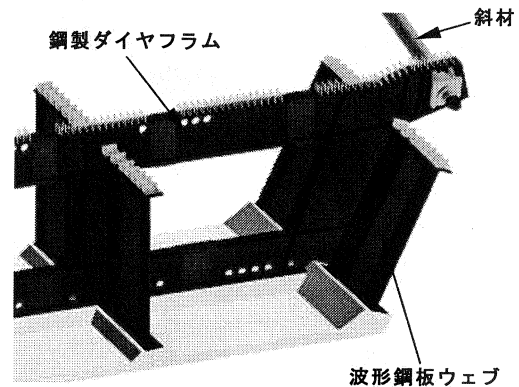


図-3 鋼製ダイヤフラム

- ・ 斜材張力の鉛直成分に対して、鋼部材だけを抵抗部材として安全性の照査を行う(平面骨組解析)。
- ・ 設計荷重時に対して、鋼部材の許容応力度以下、終局荷重時に対して、降伏応力度以下とする。

- ・ 3次元FEM解析(部分モデル)により、コンクリート床版の局部応力度を照査する。(図-7)
- ・ コンクリートの引張応力度を3.0N/mm<sup>2</sup>程度に制御し、さらに十分な鉄筋補強を行う。

- ・ 全体系をモデル化した3次元FEMにより、各ウェブのせん断力分担を解析する。(図-8)
- ・ 検討は架設系および完成系モデルに対して行う。

- ・ FEMモデルにねじりモーメントを載荷し、変位や応力度を確認する。

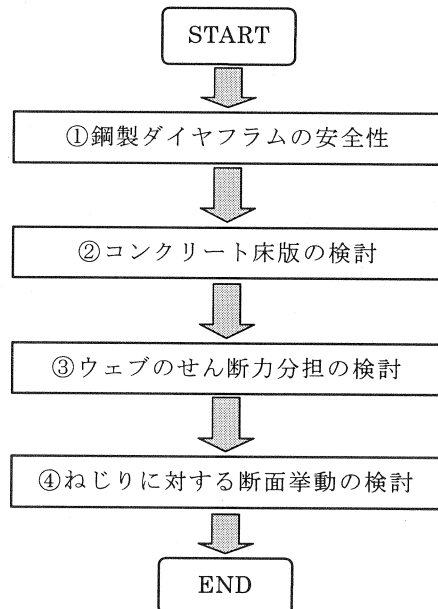


図-4 設計フローチャート

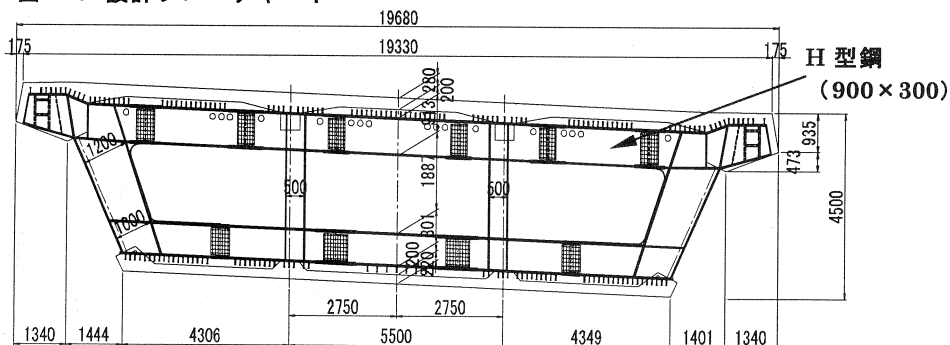


図-5 鋼製ダイヤフラムの形状

図-8には、最大張出し時まで逐次解析したせん断力の分布を示す。主桁自重については、内・外ウェブにほぼ均等にせん断力が分担されている。斜材張力についても、各斜材定着部に鋼製ダイヤフラムを配置することにより、良好な分担率が得られている(ばらつきの大きい箇所でも40:60程度)。波形鋼板の設計では、この分担率を考慮した場合と等分とした場合の2ケースに対して検討を行った。

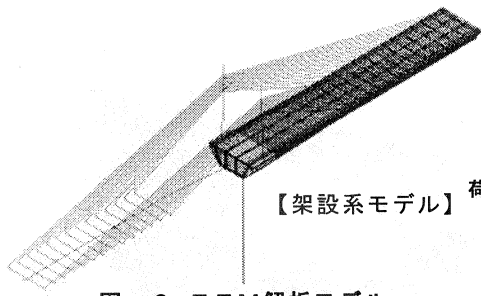


図-6 FEM解析モデル

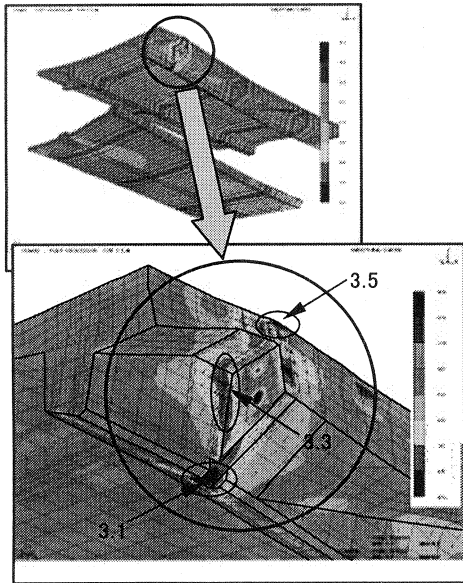


図-7 コンクリートの最大主応力

#### 4. まとめ

栗東橋では、これまでに例のない構造や施工方法が随所に採用されている。設計に当たっては、本橋の構造特徴に十分配慮し、安全性、耐久性を確保する必要がある。このため、従来の設計のルーチンワークだけでは検討しきれない点も多く、載荷実験や3次元FEMによる検証を行った。

最後に、本橋の設計にあたり、『栗東橋に関する技術検討委員会』（委員長：池田尚治横浜国大名誉教授）の各委員には、貴重なご助言をいただいた。これら関係各位に、心よりお礼申し上げる。

#### 参考文献

- 1) 宇佐美 惣, 中園 明広, 福原 寛光, 張 建東: 栗東橋の設計概要 - 波形鋼板ウェブPCエクストラード橋 -, 第58回土木学会年次学術講演会, 2003.9 (投稿中)
- 2) Yoshiyuki Yasukawa, Hidetoshi Miyauchi, Hideki Kato, Akihiro Nakazono: Plan and Design of Rittoh Bridge, Proceedings of the first fib Congress 2002, 2002.10, Session1, P33~P40

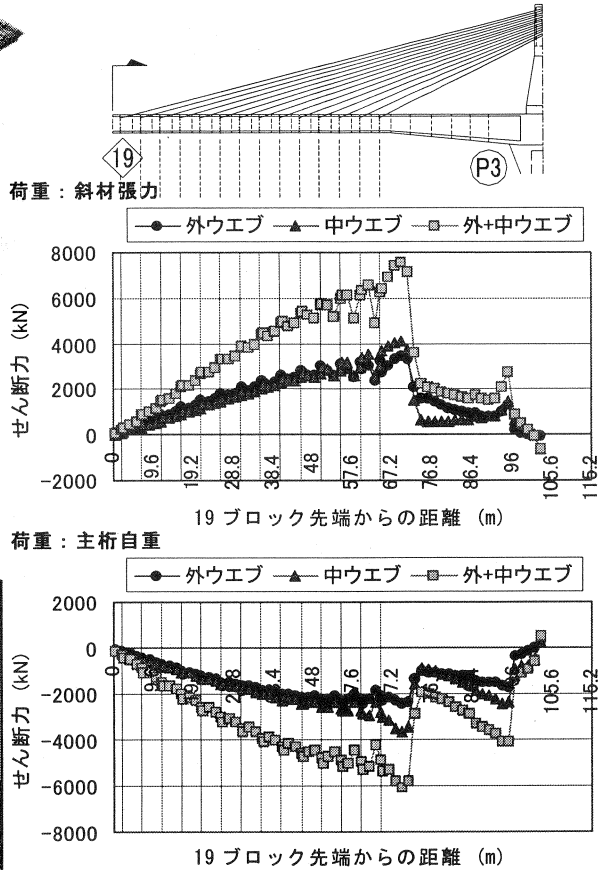


図-8 各ウェブのせん断力分担

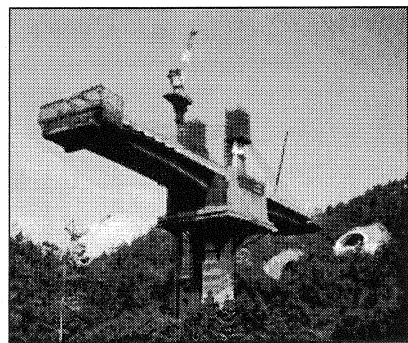


写真-1 施工状況 (H15.6月末)