

## 三次元 FEM によるリブ付き床版のウェブ形状の検討

前田建設工業株式会社 正会員 ○今西 秀公  
 前田建設工業株式会社 正会員 角永 敏章  
 前田建設工業株式会社 正会員 富田 詩穂子  
 中日本高速道路株式会社 正会員 山口 岳思

## 1. はじめに

本橋は高速道路を横過する跨道橋であり、橋長 61.5m、車道部幅員 7.000m~13.424m、歩道部幅員 2.000m~2.145m で内ケーブルと外ケーブルを併用した PRC 単純箱桁橋である。本橋は、未収用地を避けた道路線形とする必要があったため、曲線橋ではないが、大きく屈曲したバチ形状となっている。図-1 に検討対象の橋梁平面図と断面図を示す。

本稿は、形状的に応力状態が複雑であることから三次元 FEM 解析を実施し、適切な主桁ウェブ形状を検討した結果について報告する。

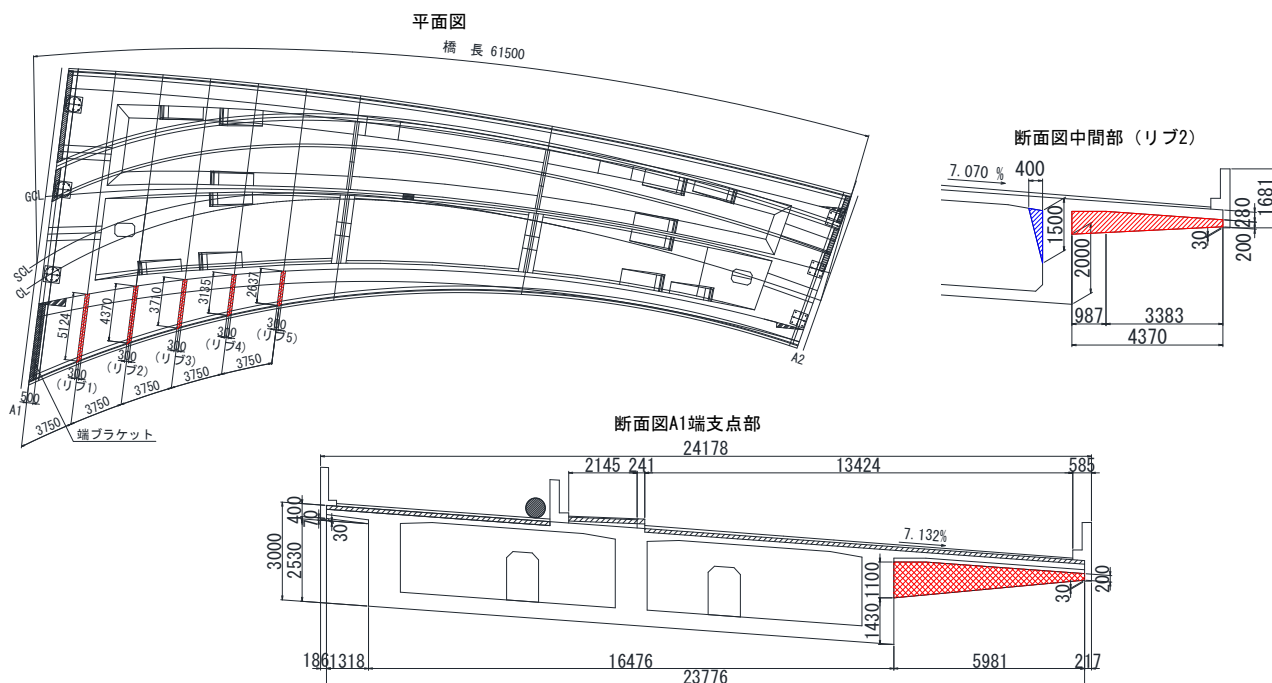


図-1 検討対象橋梁平面図 断面図

## 2. 検討課題

バチ形状となったことによる課題としては、3点挙げられる。1つ目は形状が屈曲し、箱桁内に電力管・通信管を添架するため、外ケーブルの配置が困難であることに加えて横桁定着部の応力状態が複雑であることから、三次元 FEM 解析に基づき横桁に必要な補強鉄筋を配置すること、2つ目は横断面が非対称かつ床版張出長が変化するため適切な横締め間隔を設定すること、3つ目は張出床版の最大張出長が、5.981m であり、H24 道路橋示方書に定められた適用 ( $L > 3.0\text{m}$ ) を超過しているため、張出床版付根に発生する大きな断面力を抑える対策をとることである。

これらの課題のうち、3つ目の課題に対し、リブ付き床版構造を採用し、設計方向を橋軸方向に置換することで対処した。しかし、リブを設置した影響で主桁ウェブがリブによる押し込みを受けることにより橋軸直角方向に過大な曲げが生じることが予想された。

このため、当該部分を含む三次元 FEM 解析を実施し、適切な主桁ウェブ形状を決定した。

キーワード PRC 単純箱桁橋, 張出床版, リブ, FEM 解析, 2 段ハンチ,

連絡先 〒102-8151 東京都千代田区富士見 2-10-2 前田建設工業(株) TEL 03-5276-5166

### 3. 検討方法

三次元 FEM 解析におけるモデルは、三次元ソリッド要素のメッシュを桁端から最も近い外ケーブル偏向部までの全幅で実形状となるように作成した。T 荷重（100kN/輪）がリブを介して、ウェブを押し込む影響が最も大きくなるように各リブ直上に T 荷重を載荷し、それに対するウェブに生じた応力状態を確認する。作成したモデルと載荷荷重のイメージを図-2に示す。

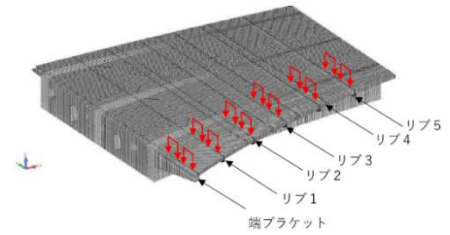


図-2 T 荷重のリブ上載荷イメージ図

すべての荷重ケースにおいて過度なひび割れの発生を防止するため、先行事例<sup>1)</sup>を参考に、応力コンターからコンクリート引張応力度の閾値を  $3.0\text{N/mm}^2$ 以下として評価し、ウェブ形状を検討する。

ただし、端ブラケットとリブ1の付根は端横桁で受けており、曲げ引張応力度が生じないため検討の対象外とした。

また、三次元 FEM 解析により得られた応力状態から、ウェブ内側において過大な曲げ引張応力度を生じないような形状の決定および適切な配筋を決定するため2段ハンチ部の主応力に対する補強筋の検討を行った。

### 4. 検討結果

リブによるウェブ押し込みの影響は、リブ直上に T 荷重を載荷したときの主応力分布より隣接のウェブまで影響していることから、リブの設置間隔は適切であることが確認できた。

二段ハンチ形状は、先行事例<sup>1)</sup>を参考に表-1に示す3つのケースを検討して、ウェブ厚+ハンチ厚と張出長の比率が0.14以上確保できる形状となるよう決定した。

表-1 二段ハンチ形状検討ケース

検討ケース	二段ハンチの形状	
	高さmm	幅mm
①	—	—
②	1500	200
③	2000	400

引張応力度は、図-3に示すように各リブ（リブ2～リブ5）の直上に T 荷重を載荷したケースで  $3.0\text{N/mm}^2$ 以下であることからひび割れの発生は抑制できるが、二段ハンチ表面の鉄筋量は、フレーム計算と三次元 FEM 解析による引張応力集計値を比較し、必要鉄筋量が多い方を配置した。

リブを支点とする橋軸方向への影響は、各リブ間に T 荷重を載荷して、道示式と三次元 FEM 解析により算出される床版の断面力を比較し、必要鉄筋量が多い方を配置した。

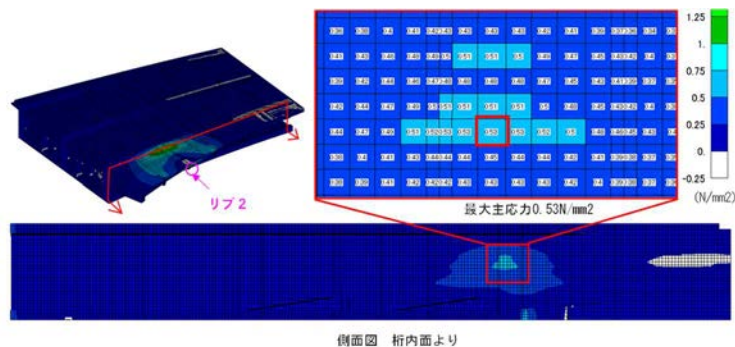


図-3 主応力度分布（リブ2直上載荷）

### 5. 施工時の挙動

実形状で三次元 FEM 解析を実施した結果、複雑な応力状態を再現することができ、最適な主桁ウェブ形状、補強鉄筋量を決定することができた。

### 6. 参考文献

1) 篠崎英二, 中川健, 篠崎英二, 中川健, 吉満龍彦, 山口岳思: リブ付き張出し床版を有するPC箱桁橋における横方向の設計, 第29回PCシンポジウム論文集, 2020. 11