

## リブ付床版構造を採用したPC箱桁橋の設計

### 一 第二東名高速道路 花倉高架橋 (下り線) 一

株式会社 日本ピーエス	正会員	○中塚 政和
中日本高速道路株式会社 横浜支社	正会員	青木 圭一
中日本高速道路株式会社 横浜支社	正会員	千国 洋道
株式会社 日本ピーエス	正会員	油野 博幸

#### 1. はじめに

花倉高架橋は、第二東名高速道路の藤枝パーキング (仮称) 付近に位置する橋長 297.5m の PC4 径間連続箱桁橋である。本橋はパーキングへのオフランプが併設されることから、幅員が A1 端部で最大 27.067m、A2 端部で 18.756m と非常に広い橋梁である。本橋では、上床版にリブを設け、張出し床版を長くしウェブ間隔を縮小させることにより広幅員に対応し、上部工全体の工事費削減を図っている。

本報告は、このような特徴を持つ花倉高架橋 (下り線) の設計、特にリブ形状の決定方法について述べるものである。

#### 2. 橋梁概要

本橋の概要および緒元を以下に示す。

工事名 第二東名高速道路 花倉高架橋 (PC上部工) 下り線工事  
 工事期間 (自) 平成15年11月22日 (至) 平成18年8月7日  
 構造形式 PC4 径間連続箱桁橋 (張出し架設工法)  
 橋 長 297.5m  
 支 間 70.8m + 2 @ 85.75m + 52.85m  
 幅 員 27.067m ~ 18.756m

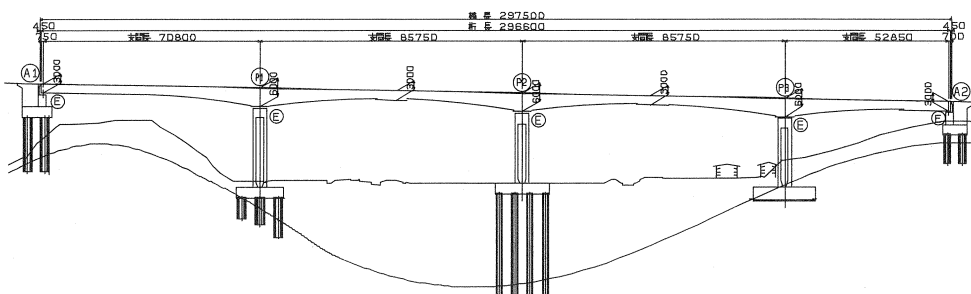


図-1 橋梁側面図

#### 3. 主桁断面形状の選定

広幅員に対処するためには、ウェブ間隔を大きくする方法 (①案) と張出し床版を長くする方法の2通りが考えられる。また、張出し床版を長くした場合、床版のみでは対応が困難であるため、リブを床版下に設けて剛性を高める方法 (②案) が考えられる (図-2 参照)。以上の2案にて比較検討を行った。

結果、①案は②案に比べ、下床版幅が大きくなることで主桁自重が増大し、中間床版支間が長くなることから、横締鋼材も多く必要となる。②案は①案に比べ、横締鋼材量が約25%減少し、下床版幅・横桁の縮小から死荷重も約5%減少する。さらに、本橋においては中間床版にもリブを設けることにより幅員が狭く

なるA 2側の一室構造区間においても横締め鋼材を低減できる。よって、本橋では②案の床版リブ構造を採用した。

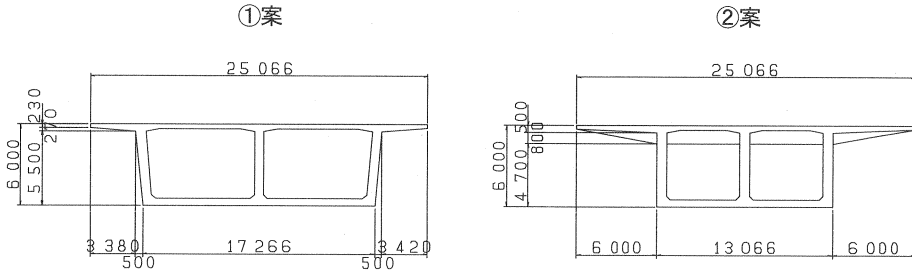


図-2 断面形状比較 (P1橋脚)

#### 4. ウェブ本数・間隔の設定

本橋は前述したように幅員が大きく変化しているため、広いA 1側ではウェブ本数3本すなわち二室構造であるが、狭くなるA 2側ではウェブ本数を2本に減らし一室構造とした。

ウェブ本数の変化位置は、変更後の中間床版支間長および応力状況に留意して設定した。中間床版支間長は過去の実績から最大支間長を10mとした。本橋においてP 2支点上における中間床版支間長が10.153mであるため、P 2柱頭部付近において二室から一室への変更が可能であった。しかし、柱頭部は断面力が大きく、この位置で主桁断面を急変させることは構造上好ましくない。また、曲げモーメントの正負交番範囲区間は応力の発生状況が複雑になる。よって、これらの位置を避け、P 2～P 3間のケーブル偏向部を変更位置として幅員の横桁を設置し偏向部横桁と兼用した。

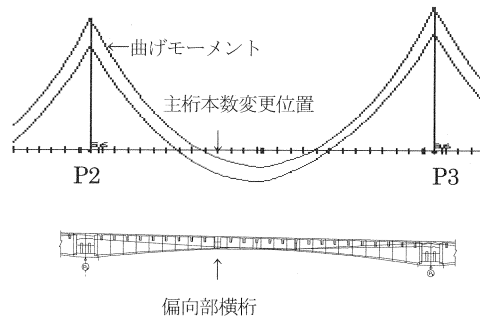


図-3 曲げモーメント図

図-4に決定したウェブ配置を示す。

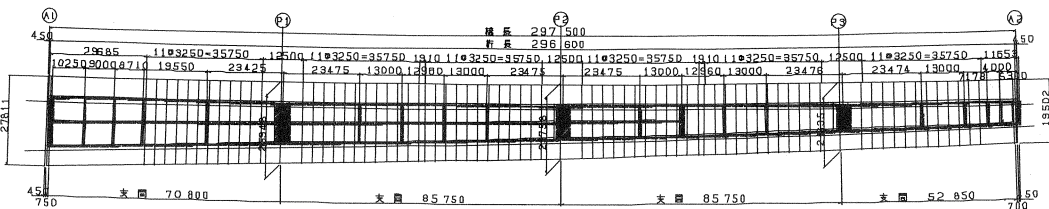


図-4 主桁配置平面図

#### 5. リブ形状の検討

##### 5. 1 解析方法

自重、橋面荷重、活荷重による断面力は3次元FEM解析 (図-5参照)、プレストレスは骨組解析により算出した。3次元FEM解析を用いた理由を以下に示す。

- ① 変化する幅員を合理的に評価できる。
- ② フレーム解析や道示式では評価できないリブ付床版の効果を考慮できる。

また、活荷重は輪荷重をリブ上とリブ間に載荷させる2ケースとした。

### 5. 2 検討フロー

床版にリブを設けるに際し、最適なリブ形状の検討を行った。決定項目としては、リブの間隔・高さ・厚さの3要素とした。本橋では、まず、各要素の最適な範囲を絞込み、その範囲の中から最適な形状を経済性、施工性より決定した。表-1にその検討手順と決定された要素を示す。なお、前提条件としてリブは張出しブロック毎に1箇所とし、ブロック長は横締PC鋼材の等倍とした。

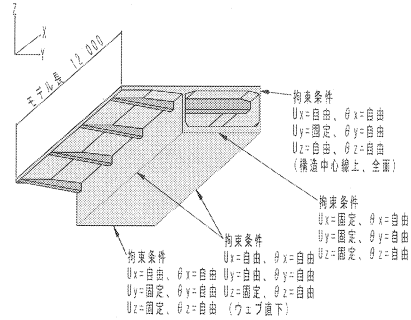


図-5 解析モデル

表-1 床版リブ形状・間隔の決定手順

検討手順	決定された要素 (床版リブ形状・間隔) と寸法値
リブ間隔の検討	リブ間隔 : 3.00m~3.50m
↓	
張出し床版リブ高・リブ厚の検討	①リブ厚 300mm の場合 リブ高 : 1300mm~1500mm ②リブ厚 500mm の場合 リブ高 : 1100mm~1300mm
↓	
中間床版リブ形状の検討	リブ厚 : 500mm
↓	
最適形状・間隔の決定	リブ間隔 : 3.25m    横締間隔 : 650mm    リブ高 : 1250mm

### 5. 3 最適リブ間隔の検討

リブ間隔を1.0m~4.0mまで0.25m間隔で変化させ(リブ厚300mm, リブ高1000mmで固定), 各々の必要横締鋼材間隔を算出した。そして、コンクリート, 型枠, 鉄筋, 横締鋼材にて経済比較を行った結果, リブ間隔は3.00m~3.50mが経済的であった(図-6参照)。

### 5. 4 最適張出し床版リブ高・リブ厚さの検討

リブ厚300mm, 500mmの2ケースにて各々リブ高を変化させ, 横締鋼材間隔を算出し, 同様に経済比較により最適なリブ高を算出した。リブ厚300mmの場合はリブ高1300~1500mm, リブ厚500mmの場合はリブ高1100mm~1300mmが経済的であった(図-7参照)。



図-6 リブ間隔-コスト比

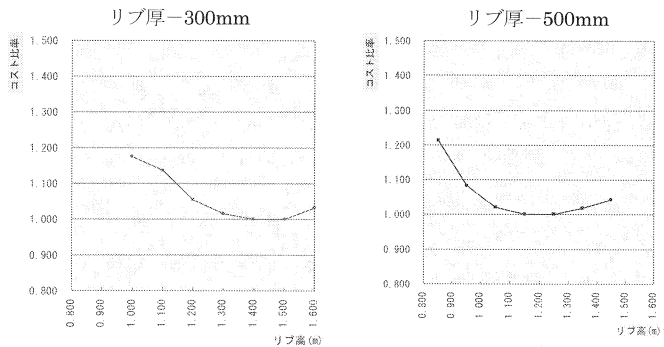


図-7 リブ高-コスト比

### 5. 5 中間床版リブ形状の選定

中間床版リブ形状を検討するにあたっては、ウェブに発生する鉛直方向引張応力度を  $3.00\text{N/mm}^2$  を目安とし (ひび割れ幅制限値)、かつウェブの鉛直応力度を考慮した斜引張応力度が制限値 (道示式) に収まるようにした。検討の結果、張出し床版リブ厚  $300\text{mm}$  の場合、中間床版リブは張出し床版リブに比べて高さで  $100\text{mm}$ 、厚さで  $200\text{mm}$  アップする。 $500\text{mm}$  の場合は、高さのみ  $200\text{mm}$  アップする (図-8 参照)。両者を経済性・施工性より比較した結果、リブ厚は  $500\text{mm}$  とした。

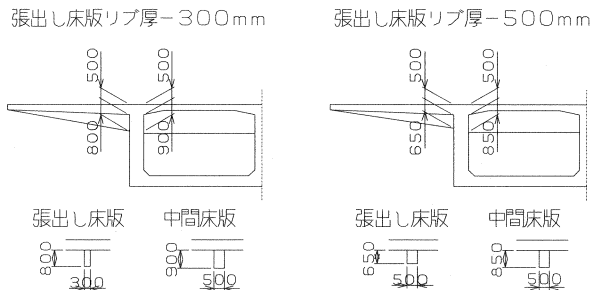


図-8 リブ形状の比較

### 5. 6 リブ形状・横締間隔の決定

ここまでの検討の結果、リブ厚は  $500\text{mm}$  に決定され、リブ高は  $1100\text{mm} \sim 1300\text{mm}$ 、リブ間隔は  $3.00\text{m} \sim 3.50\text{m}$  の範囲に絞り込めた。横締間隔は、絞り込んだリブ高・リブ間隔の範囲内で組合せを選定し決定した。すなわち、まず、横締間隔を  $500\text{mm}$  から  $50\text{mm}$  単位で広くし、それぞれの横締間隔において、横締間隔の等倍となるリブ間隔を仮定した。次に、各横締間隔で床版の曲げ応力度照査を行い、最小となるリブ高を算出し、そのリブ高が絞り込んだ範囲にあるものを抽出した結果、表-2 に示す5ケースが選定できた。なお、横締間隔が  $500\text{mm}$  の場合は  $550\text{mm}$  に比べてコスト高となるため表-2 からは除外している。

最後に、その5ケースにて経済比較を行った結果、ケース③と④が同値で低コストとなったため、張出し施工時のブロック割より最適な形状を決定した。

ブロック割検討の結果、ケース③の方が各ブロック長すなわちリブ間隔が等しくなるため景観上好ましく、施工性においても優位であると考えケース③を採用した (図-9 参照)。

表-2 検討ケース

Case	横締間隔	リブ間隔	リブ高	コスト比
①	550mm	3300mm	1150mm	1.000
②	600	3000	1150	0.996
③	650	3250	1250	0.964
④	700	3500	1300	0.964
⑤	750	3000	1300	0.982

### 6. おわりに

花倉高架橋 (下り線) は平成18年5月現在、3つの橋脚とも柱頭部施工は完了し、張出し施工中である。本橋は第二東名高速道路の標準3車線幅員よりも広く、その変化量も大きい特異な線形を有する橋梁である。そのような橋梁の床版にリブを追加した構造とすることにより、主桁断面の縮小が可能となり、その結果、コンクリート数量が減少し、連動して型枠・鉄筋・PC鋼材の使用材料が軽減し、さらに自重の減少により支承寸法も縮小できた。

この報告が、同様な形式の橋梁設計の参考になれば幸いである。最後に、本橋の設計に際して多大なご指導・ご協力をいただいた関係各位に深く感謝の意を表します。

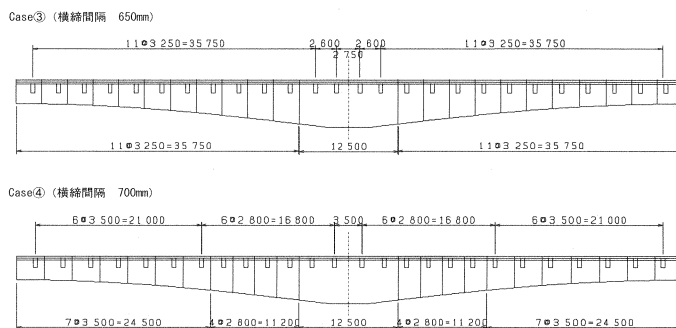


図-9 ブロック割図