

新名神高速道路 安楽川橋 (仮称) の設計

三井住友建設(株) 正会員 修(工) ○ 渡邊 光
 中日本高速道路(株) 小保田 剛規
 中日本高速道路(株) 谷本 泰雄
 三井住友建設(株) 正会員 修(工) 紙永 祐紀

1. はじめに

本工事は新名神高速道路の亀山西JCTに位置し、鈴鹿国定公園を含む豊かな自然に囲まれた環境下での上下部工事である。安楽川橋は供用中の池山高架橋上下線間に位置する延長945.5mの橋梁で、3径間と7径間の連続波形鋼板ウェブ橋の2連の橋梁で構成されている。本稿では安楽川橋7径間の設計について報告する。本橋は上下線一体の4車線分を単一断面としていることから、標準幅員部の総幅員が22.65mある広幅員断面となっている。上部工の構造には主桁重量の軽量化を目的として斜めウェブを有するリブ付き床版構造を採用するとともに、橋脚に高強度材料を用いることで下部工の縮減を図った。上部工の施工には工程短縮を目的として波形鋼板上に移動作業車を設置する合理化施工方法(Rap-Con)¹⁾を採用した。

2. 橋梁概要

本橋の橋梁諸元を表-1に示す。また、主桁断面図を図-1、全体一般図を図-2に示す。

表-1 安楽川橋 7 径間の諸元

工事件名	新名神高速道路安楽川橋他1橋工事
発注者名	中日本高速道路(株) 名古屋支社
工事位置	三重県亀山市安坂山町地内
構造形式	PC7径間連続ラーメン波形鋼板ウェブ箱桁橋(744.0m)
幅員	22.650m (標準幅員部) ~ 25.150m (非常駐車帯部)
道路規格	第1種第2級B規格(暫定)
縦断勾配	↘ 2.0% ~ ↙ 0.3%
横断勾配	↘ 2.5% ~ ↙ 4.0%

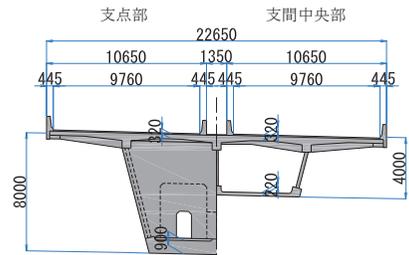


図-1 主桁断面図 (標準幅員部)

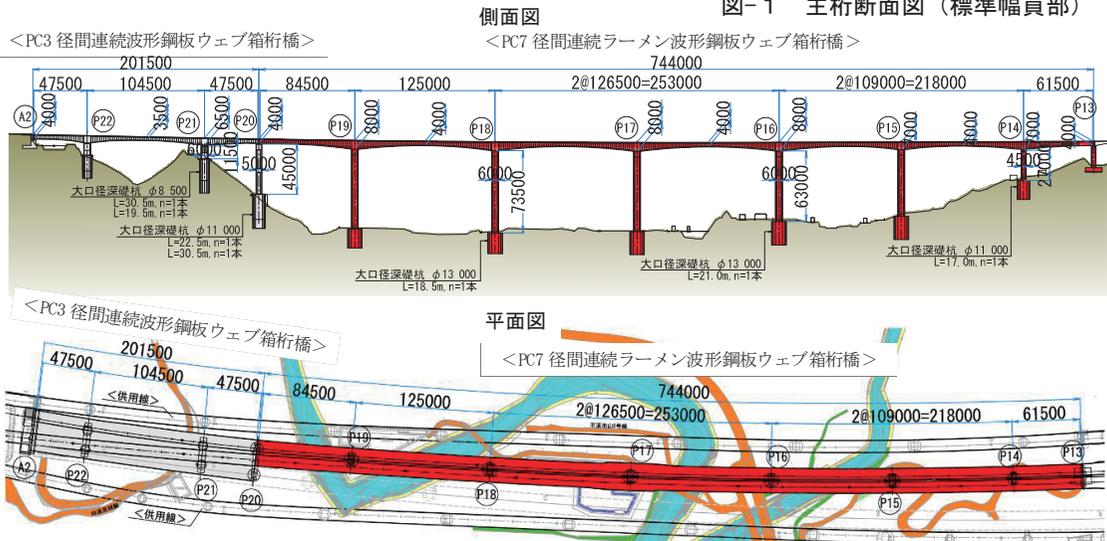


図-2 全体一般図

3. 波形鋼板ウェブの合理化施工の採用

本橋は波形鋼板を架設材として利用して架設作業車を簡略化・軽量化するとともに、複数のブロックを同時に施工して省力化・急速化を図る張出し架設工法を採用している。本工法は、 $n+1$ ブロックで波形鋼板を架設し、 n ブロックは下床版の施工、 $n-1$ ブロックは上床版施工と各作業を3箇所同時に進めることができ、施工サイクルの短縮が可能となる(図-3)。また、従来工法の施工ブロック長は2.4m~4.8mであるが、本工法の採用により波形鋼板に移動作業車およびコンクリート荷重を受け持たせることで、桁高が高い柱頭部付近のブロック長を4.8mにすることが可能となり、張出し施工ブロック数の低減が図れる(図-4)。

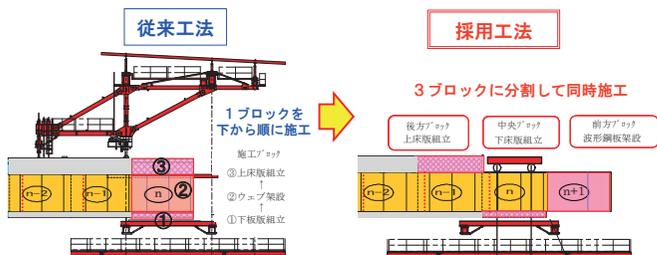


図-3 施工方法の比較

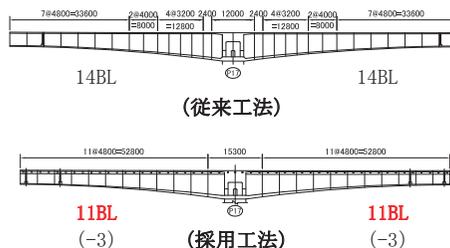


図-4 施工ブロック数の比較

4. 上部工の設計

4.1 リブ付き床版構造の設計

本橋は広幅員の2室箱桁断面となっており、総幅員は標準部で22.65m、最大幅員となる非常駐車帯部では25.15mとなる。張出し床版長は標準部で4.815m、非常駐車帯部で6.065mと大きいことから、重量増加を最小限としながらも床版の剛性を確保できるようにリブ付き床版構造を採用している(図-5)。道路橋示方書の床版活荷重モーメント算出式の適用範囲外となること、リブ構造であり橋軸方向に均一な剛性とならないことから、立体FEM解析により床版の設計を行った(図-6)。検討の結果、床版横締めは、標準部では1S28.6が625mm間隔、非常駐車帯部では1S28.6が375mm間隔の配置となった。

また、波形鋼板ウェブを斜めウェブとし下床版幅を小さくすることにより、直ウェブに対して上部工重量を3%低減でき、主桁は広幅員としながらも軽快さを保つことができる(図-7)。さらに、橋脚上部の張出し梁が不要となり脚頭部の重量軽減と施工性の向上が図れる(図-8)。

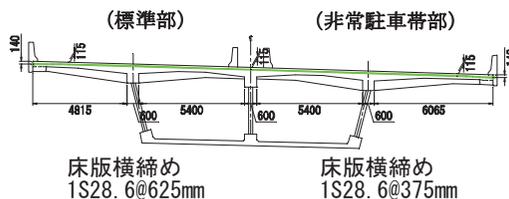


図-5 主桁断面図

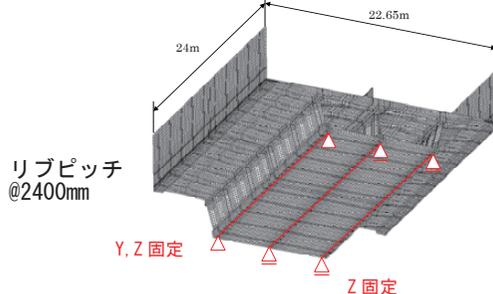


図-6 モデル図



図-7 完成予想パース

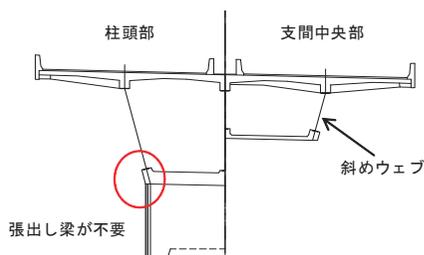


図-8 断面形状について

4. 2 張出し床版先端のシェアラグ対策

本橋の張出し架設時のPC鋼材には、内ケーブル12S15.2を用いているが、上下線一体の広幅員断面であるため、内ケーブルの定着位置から張出し床版先端までの距離が大きく、内ケーブルのプレストレスによる圧縮応力が張出し床版先端部で不足することが懸念された。そのため、内ケーブルによるプレストレスの応力分布の状態について立体FEM解析により検討を行った。内ケーブルによるプレストレスの応力分布を図-9に示す。検討の結果、全断面有効とした梁計算により算出される応力度に対して1ブロック後方の施工継目(A-A断面)では約60%、2ブロック後方の施工継目(B-B断面)では約75%の圧縮応力が不足していた。圧縮応力の不足に対応するために、張出し床版先端にエッジビームを設け1S28.6×2本を配置することにより、応力不足に対する対策を行った(図-10)。

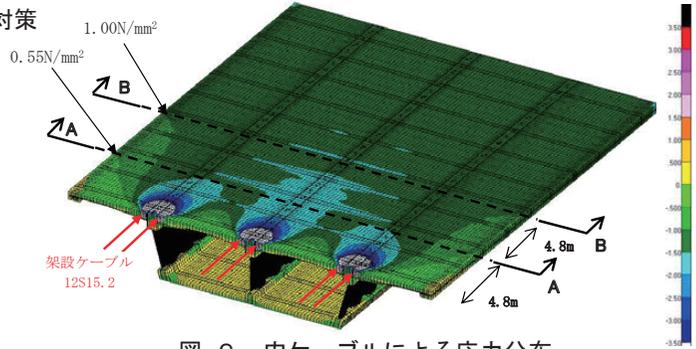
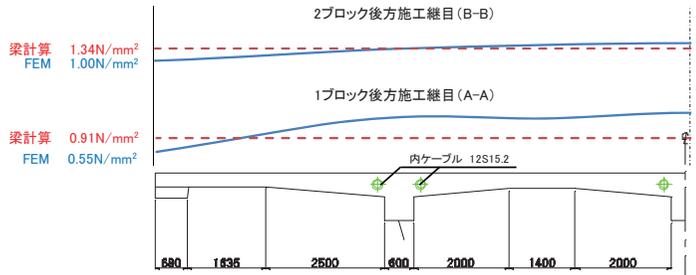


図-9 内ケーブルによる応力分布

(内ケーブルのみ)



(内ケーブル+張出し先端鋼材)

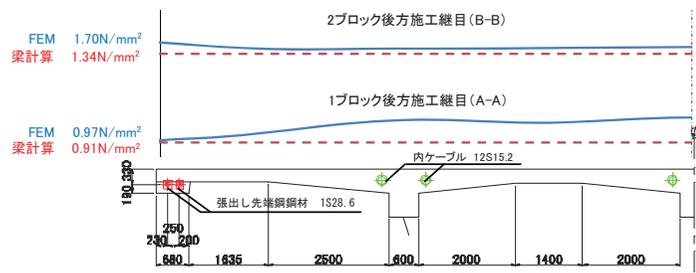
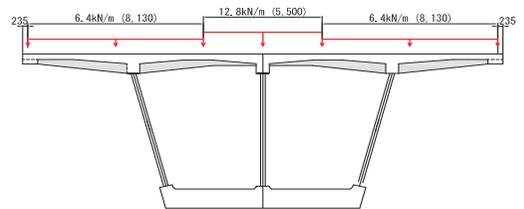


図-10 床版応力分布

4. 3 波形鋼板ウェブのせん断分担率について

本橋は2室箱桁であることから、外ウェブ・中ウェブに作用するせん断力が均一ではない。そのため、立体FEM解析を用いて死荷重および活荷重によるせん断分担率を算出し設計に反映をした。死荷重については上下床版のコンクリートと波形鋼板ウェブ自重および橋面荷重を載荷し、検討を行った。活荷重についてはL荷重を中ウェブの分担が大きくなる中央載荷と外ウェブの分担率が大きくなる片側偏載荷の2ケースで行った。活荷重の載荷図を図-11に示す。死荷重および活荷重によるせん断分担率を表-2に示す。本橋は張出し床版長が大きいので、外ウェブ側が負担する荷重が大きく、死荷重時のせん断分担率は外ウェブのせん断分担率は37%、中ウェブのせん断分担率は26%となる。活荷重についても外ウェブと中ウ

(活荷重1-中央載荷)



(活荷重2-片側偏載荷)

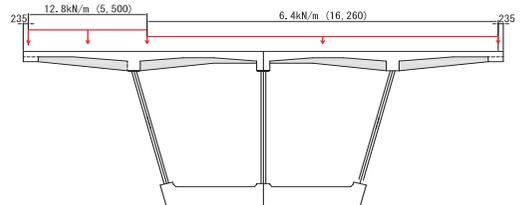


図-11 活荷重載荷図

ウェブのせん断分担率は中央荷荷の場合には37%，26%，片側偏荷荷の場合には41%，19%となる。

中ウェブのせん断分担率は最大で26%であるが，外ウェブと中ウェブに荷荷が均等に作用した場合のせん断分担率33%を最小分担率として設計を行っている。波形鋼板はSM570材を使用し，最大板厚は外ウェブで $t=29\text{mm}$ ，中ウェブで $t=24\text{mm}$ となっている。

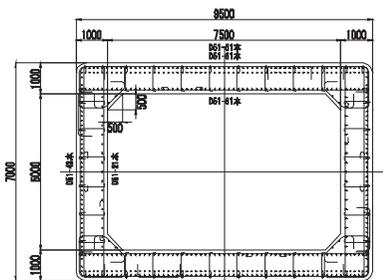
表-2 せん断分担率

	外ウェブ	中ウェブ	外ウェブ
自重+橋面(死荷重)	0.37	0.26	0.37
最小分担率	0.33	0.33	0.33
死荷重分担率	0.37	0.33	0.37
活荷重1	0.37	0.26	0.37
活荷重2	0.41	0.19	0.41
最小分担率	0.33	0.33	0.33
活荷重分担率	0.41	0.33	0.41

5. 橋脚への高強度材料の採用

本橋の橋脚は高さが最大73.5mの高橋脚であるため，一般的な橋脚と比較して軸方向鉄筋比や軸圧縮応力が大きくなる。このため，軸方向鉄筋D51の過密配筋になり，橋脚断面も大きくなる。また，橋脚断面が大きくなることから，基礎の寸法も大きくする必要がある。そこで，橋脚に高強度材料を適用した。軸方向鉄筋には高強度鉄筋SD490，コンクリートは圧縮強度を 40N/mm^2 とすることで，軸方向鉄筋を2段配置から1段配置にすることで過密配筋が解消でき，橋脚の断面積を7%縮小できた。従来材料と高強度材料における橋脚断面の比較を図-12に示す。

(鉄筋 SD345, コンクリート 30N/mm^2)



(鉄筋 SD490, コンクリート 40N/mm^2)

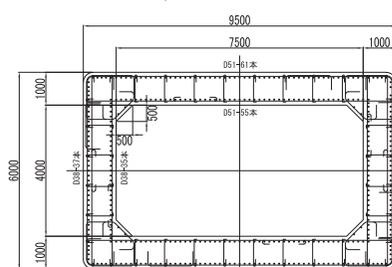


図-12 橋脚断面の比較

6. おわりに

本稿では広幅員2室箱桁の波形鋼板ウェブ橋の設計について報告した。上部工についてはRap-Con工法の採用による施工の合理化，斜めウェブを採用することによる上部工重量の低減を図っている。橋脚については高強度材料の採用により橋脚断面の縮小と軸方向鉄筋の過密配筋の解消を図っている。写真-1に現時点の施工状況を示す。本橋は平成27年4月現在，P17柱頭部，P14張出し架設施工中であり，竣工に向けて引き続き上部工および下部工の施工を行う予定である。なお，本論文に記載している施設および構造物の名称は仮称である。本報告にあたり，ご協力を頂きました関係者各位に紙面をお借りして感謝の意を表します。



写真-1 施工状況

参考文献

1) 永元直樹，手塚教雄，小山亮介，金澤雄治：広幅員場所打ち水平リブ付き床版を有する波形鋼板ウェブ橋の設計・施工ー第二東名高速道路中一色川橋(上り線)工事ー 第18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. 315-318，2009. 10