

東九州自動車道 西ノ内橋の設計・施工

(株)富士ピー・エス 技術本部 正会員 ○妹川 寿秀
 西日本高速道路(株) 九州支社 黒岩 正
 西日本高速道路(株) 大分工事事務所 古戎 和則
 (株)富士ピー・エス 九州支店 正会員 倉富 康則

1. はじめに

東九州自動車道 津久見IC～佐伯IC間のPC箱桁橋(14橋)は、波形鋼板ウェブ橋で計画されており、それらを対象とした『波形鋼板ウェブPC箱桁橋に関するコスト縮減検討委員会』において、コスト縮減項目(①波形鋼板ウェブ高の統一化②波形鋼板と床版との接合構造③波形鋼板同士の接合方法など)について検討された。

西ノ内橋の設計および施工では、上記の検討方針を踏まえた上で、より有効な合理化と品質確保を目指した以下の内容を実施した。

- (1) 波形鋼板ウェブ高を統一し等桁高区間を長く採用する事により、下床版の桁高変化に角折れ部が生じ、ここに発生する偏向力に対して、FEM解析により応力緩和に有効なすり付け形状を検討し安全性に対する配慮を行った。
- (2) 固定支保工で施工するA1-P1径間部は、施工区間長が特に長いことから、分割施工順序や施工目地位置を温度応力解析により決定する対策を行った。
- (3) A2径間部は吊支保工にて施工するが、コンクリート打設によるたわみの影響が大きく、波形鋼板の上越しを考慮した製作が困難となるため、ウェイトによるたわみ調整を行った。

2. 橋梁概要

本橋の工事概要は以下のとおりである。また、断面図を図-1、側面図を図-2に示す。

工事名：東九州自動車道 西ノ内橋(PC上部工) 工事

工事場所：大分県津久見市大字津久見

工期：平成16年9月14日～平成18年12月2日

構造形式：PC4径間連続ラーメン波形鋼板ウェブ箱桁橋

架設工法：A1-P1径間 固定支保工架設

P1-A2径間 張出し架設工法

橋長：259.000m

支間：50.600m+64.500m+90.000m+52.100m

有効幅員：9.770m

縦断勾配：2.500%

横断勾配：-2.533%～3.203%

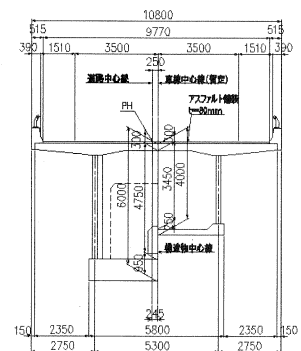


図-1 断面図

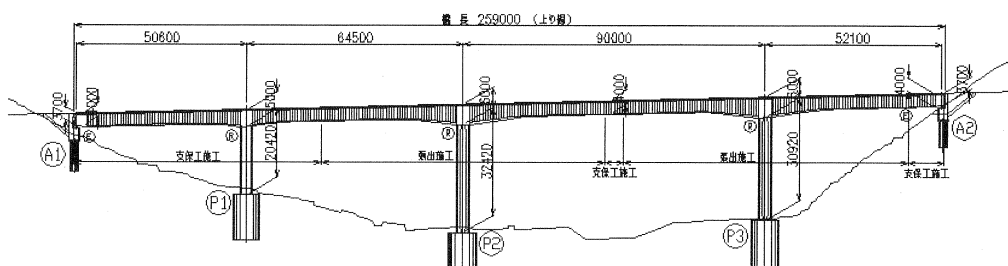


図-2 側面図

3. 検討項目

3-1 波形鋼板の設計

波形鋼板の形状は、これまでの実績により図-3に示す形状とした。

せん断に対する設計は、せん断力をすべて波形鋼板で負担するものとし、終局荷重時およびレベル2地震時に対する安全性の照査を行った。その際、板厚は1mm刻みで選定し、従来のマーケットサイズで選定した場合に比べて約5%の重量を低減することができた。また、波形鋼板同士の接合は、経済性・施工の省力化によりボルト接合を採用し、防錆効果向上を目的としてボルトキャップ(写真-1)を使用した。

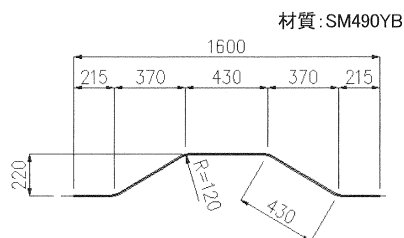


図-3 波形形状

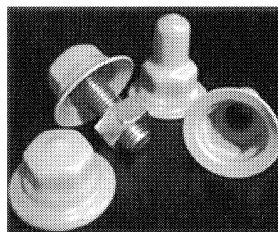


写真-1 ボルトキャップ

3-2 下床版の偏向力に対する検討

等桁高(H=4.0m)区間を長く採用した場合、柱頭部での必要桁高との間に桁高変化区間が必要となる。この場合、図-4に示すように、折れ角の交点位置で橋軸方向の圧縮力の影響により偏向力が生じる。この偏向力に対してFEM解析を実施したところ、図-5(a)に示すように -4.1N/mm^2 の橋軸直角方向の引張応力が発生することが分かった。そこで、角折れ部付近を曲線形状にて擦り付け、さらに隔壁を設置することで、引張応力を図-5(b)に示すように -1.2N/mm^2 に低減することができた。

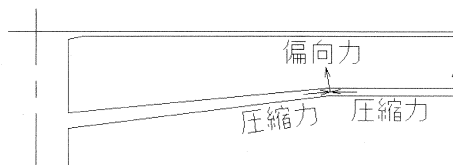


図-4 下床版の圧縮力による偏向力

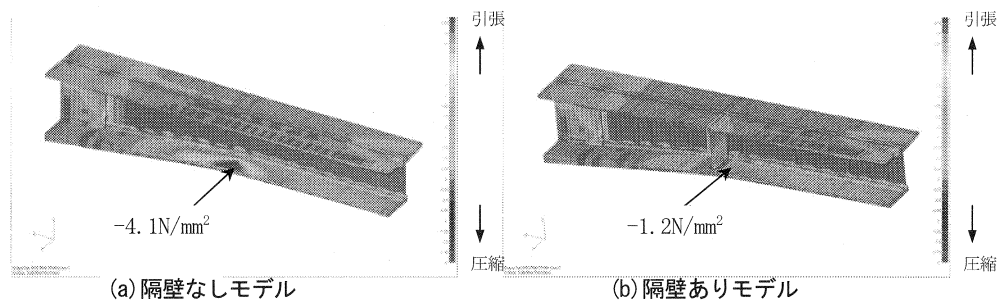


図-5 FEM解析結果

3-3 固定支保工施工部の温度応力解析

固定支保工で施工するA1~P1径間部は、施工区間長が73.5mと非常に長いことから分割施工順序・施工目地位置を温度応力解析により検討した。検討結果を以下に示す。

図-6に3分割施工の施工ステップ図を示す。解析の結果、図-7に示すようにP1橋脚部に -4.5N/mm^2 の引張応力が発生する。これは、固定支保工部を全外ケーブル方式としているため、上床版コンクリート打設から緊張まで約1ヶ月程度を要し、乾燥収縮の影響により引張応力が大きくなったと考えられる。さらに、使用するセメントの種類は、コンクリートの水和熱による温度応力緩和の目的で発注時の早強セメントから普通セメントに変更した。

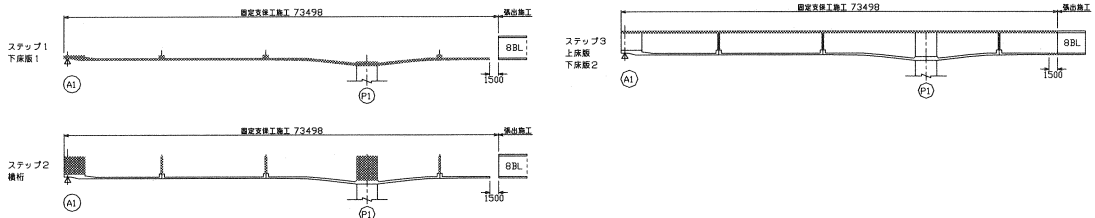


図-6 3分割ステップ図

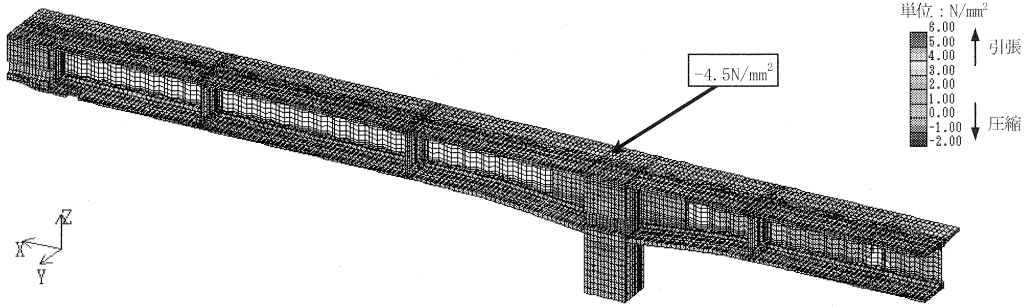


図-7 3分割施工主応力図

上記の対策として、図-8に示すように5分割施工とし、最終リフト打設から緊張までの期間を短縮して引張応力の低減を図った。解析の結果、P1 橋脚部の引張応力は、図-9に示すように -2.9N/mm^2 に低減することができた。また、発生した引張応力に対しては鉄筋で対処した。

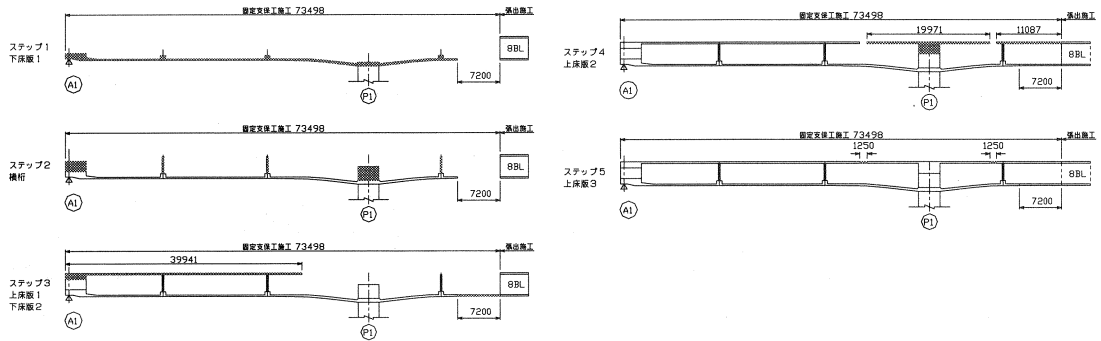


図-8 5分割ステップ図

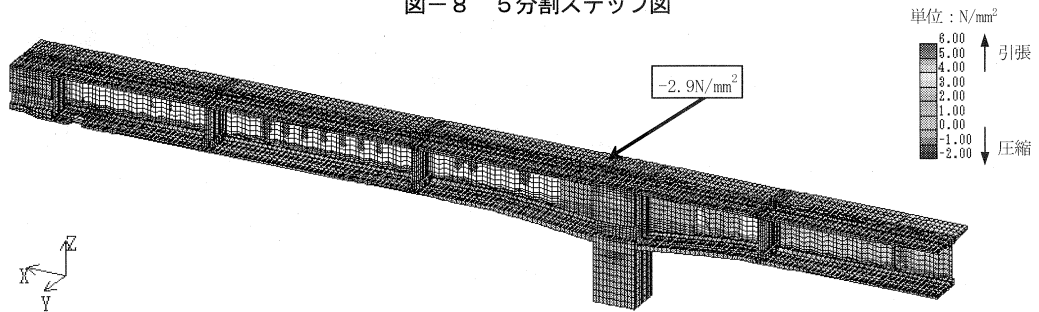


図-9 5分割施工主応力図

3-4 吊支保工部のたわみ管理

P3-A2 側径間 (L=10.7m) は、固定支保工の設置が困難であるため、吊支保工による施工とした。吊支保工により施工する波形鋼板ウェブ橋の課題としては、以下のことが考えられる。

- (1) 図-10に示すように側径間閉合時のコンクリート打設前後のたわみ差が大きくなる。
- (2) 一般に、波形鋼板ウェブ橋は接合位置で高さを調整するため、波形鋼板の加工に上越しを考慮する必要がある。しかし、本橋の波形鋼板はコスト縮減対策の一環として長方形形状で加工し、さらに、ボルト接合を採用しているため、1パネル間で約20mmのたわみ差をボルト孔の余裕量で吸収することは不可能である。
- (3) コンクリート打設で生じる変位により、波形鋼板ウェブおよび下床版に付加応力が生じる。

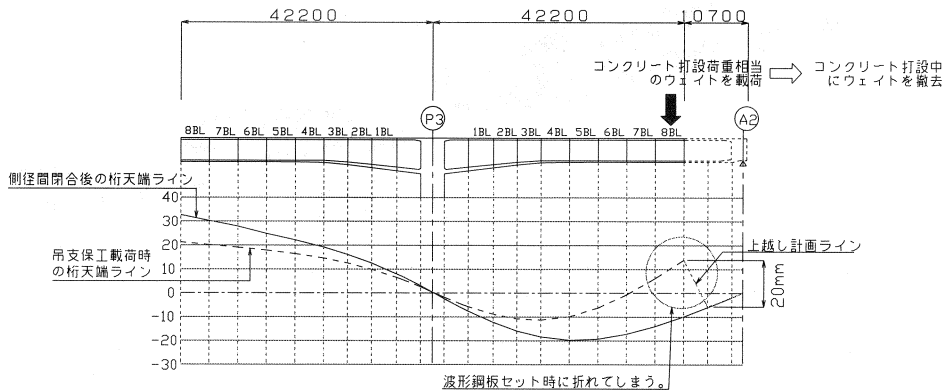


図-10 側径間施工時の上げ越し量の変化図

上記の問題に対して、ウェイトによるたわみ管理を採用することとした。これは、図-10に示すように8BL先端に、吊支保工部のコンクリート荷重の1/2に相当するウェイト (約 600kN) を載荷して、側径間閉合後のたわみを発生させ、コンクリート打設量に応じてウェイトを撤去することで、打設の荷重増加に伴い発生するたわみを相殺し計画高を一定に保つものである。これにより、波形鋼板製作時の上越し加工が不要となる。また、コンクリート打設で生じる変位により、波形鋼板ウェブおよび下床版に生じる付加応力を抑制することが可能となる。

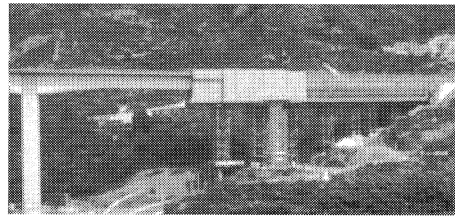


写真-2 固定支保工

4. おわりに

本橋は、平成18年12月の竣工を目指して施工を進めている。

本報告が、今後の品質確保の参考となれば幸いである。最後に、本橋の設計および施工に関し、ご指導、ご協力を頂きました関係者各位に深く感謝の意を表します。



写真-3 全景

【参考文献】

- 1) 原健悟ほか：第二東名高速道路 興津川橋たわみ管理に関する報告，第12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，pp233-236，2003.10