

広幅員を有する一室箱桁橋の設計・施工（新名神高速道路 内部川橋）

(株)ピーエス三菱 正会員 ○豊田 正
 (株)ピーエス三菱 正会員 川除達也
 (株)ピーエス三菱 正会員 平 喜夫
 中日本高速道路(株) 矢藤彰悟

キーワード：広幅員，温度応力解析，片持ち架設，リブ付き床版，波形鋼板ウェブ

1. はじめに

新名神高速道路の三重県区間，新四日市JCT～亀山西JCT（延長約23km）が平成31年3月17日に開通した。本区間の北側を走る名神高速道路とダブルネットワークを形成し，事故や自然災害による通行止めが発生した場合の相互バックアップの存在となるほか，南側の東名阪自動車道と近隣の交通量の分散により，大幅な渋滞発生回数の削減が見込まれている。

内部川橋は，上記開通区間の四日市市に位置するPRC3径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋である（図-1）。本橋は片側2車線の上下線一体構造であり，全幅員が22.650m，支点部の横桁幅も11.700mと非常に広い構造的特徴を有する。このため，マスコンクリート部材である横桁の温度ひび割れと，張出し施工時における床版の収縮に起因するひび割れを防止することが課題であった。

本報告では，内部川橋の設計・施工において実施したコンクリートのひび割れ防止対策について述べる。



図-1 橋梁位置図

2. 橋梁概要

橋梁諸元を表-1，橋梁一般図を図-2に示す。各橋脚からの張出し施工ブロック数は10ブロック，側径間部は固定式支保工施工，中央閉合部は移動作業車による施工方法を採用している。

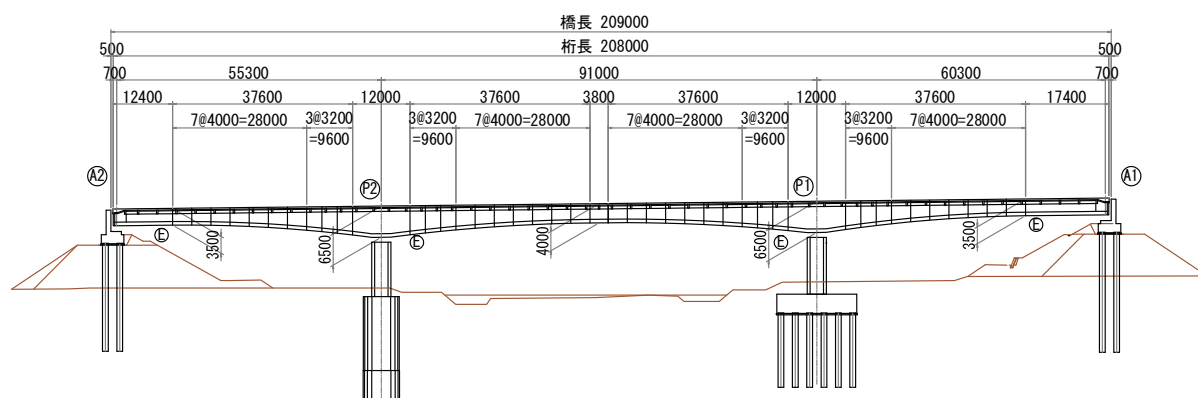


図-2 橋梁一般図

また、経済性の観点から外ケーブルには高強度 PC 鋼材を使用し、波形鋼板ウェブは SM490Y 材と SM570 材を併用している。

3. 主桁断面の構造

本橋の最大桁高は柱頭部で 6.5m、最小桁高は側径間部で 3.5m である。全幅員が 22.650m と非常に広いため、上床版にリブを設け、張出し床版長を長くしウェブ間隔を縮小している。これにより 1 室箱桁で全幅員に対応し、主桁重量の軽量化を図っている（図-3）。

4. 柱頭部の施工

4.1 柱頭部のひび割れ防止対策

柱頭部横桁の施工では通風によるクーリングを行い、内外温度差を小さくすることにより温度応力ひび割れの防止を図った。また、上床版については第1ロットからの拘束による外部拘束ひび割れの発生も懸念されることから膨張材を使用した。

図-4に柱頭部のロット割とクーリング方法、写真-1に1ロット部のクーリング実施状況を示す。1ロットのクーリングは鉛直配置したシースを用いた。2ロットでは上床版表面にシースの後埋めが残らないよう外ケーブル定着管を用いた。

4.2 柱頭部の温度応力解析結果

ひび割れ防止対策の効果を検証するため、事前に温度応力解析を行った。温度応力解析では、目標ひび割れ指数を 1.4（ひび割れの発生をできる限り制限したい場合）に設定し、クーリングの配置本数と実施期間を決定した。解析の結果、クーリングの実施と2ロット部への膨張材使用によって、ひび割れ指数が改善することを確認した。



写真-1 通風クーリング実施状況（1ロット）

表-1 橋梁諸元

道路規格	第1種第2級B規格
構造形式	PRC3径間連続波形鋼板ウェブ箱桁橋
橋長	209.000m
支間長	60.300m+91.000m+55.300m
全幅員	22.650m
縦断勾配	I = 1.100%
平面線形	R = 7000m
横断勾配	I = 2.500%

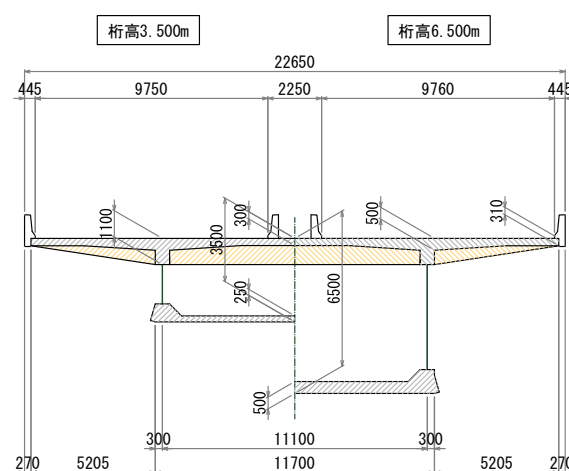


図-3 主桁断面図

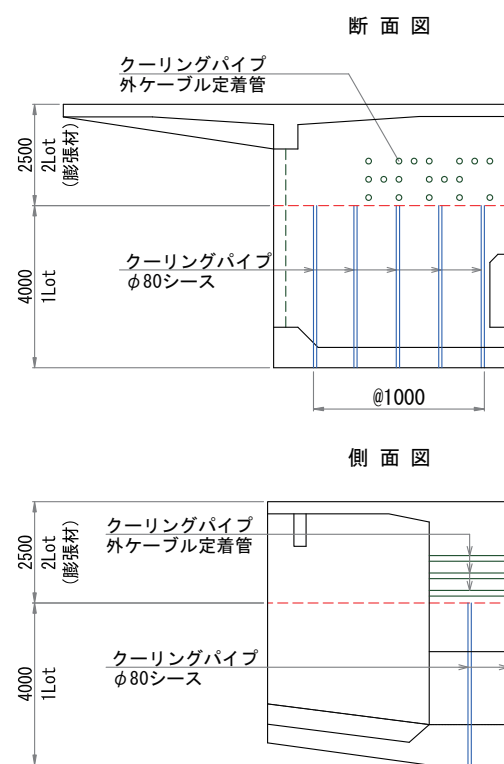


図-4 柱頭部ロット割とクーリング方法

各部位におけるひび割れ指数の改善効果を図-5に示す。ひび割れ防止対策を実施した場合のひび割れ指数は上床版1.62, 横桁側面1.67, 横桁前面2.78とすべての部位において目標指数1.4以上に改善することが確認できた。

5. 張出し施工

5.1 張出し床版先端に発生する温度応力

施工ステップを考慮した温度応力解析の結果, 新設ブロックの温度変化および乾燥収縮による変形が既設ブロックに拘束され, ブロック目地付近に図-6に示す方向の引張力が発生することが分かった。このうち, 張出し床版先端の橋軸方向応力は張出し施工が進むにつれて既設ブロックに累積され, 柱頭部と1ブロック間の小口断面において最大6N/mm²程度となった(図-7)。

小口断面における橋軸方向応力-材齢関係を図-8に示す。柱頭部と1ブロック境界の小口断面(0BL)に着目すると, 橋軸方向応力は3ブロック打設時まで累積され, その後緩やかに低下していることが分かる。

5.2 張出し床版先端のひび割れ防止対策

張出し施工部の温度応力解析結果に基づき, 各小口断面に発生する引張力に対して必要となる補強鋼材量を算定した。その結果, 補強鋼材量は柱頭部と1ブロック間の小口断面で最大となり, PC鋼材1S21.8プレグラウトを片側あたり9本配置した(図-9)。

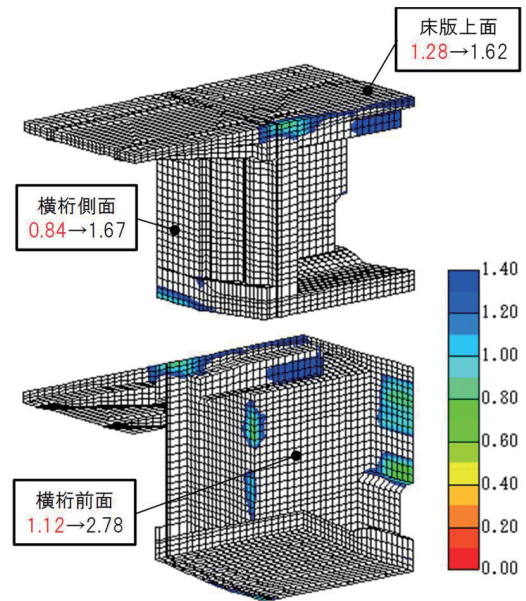


図-5 ひび割れ指数改善効果

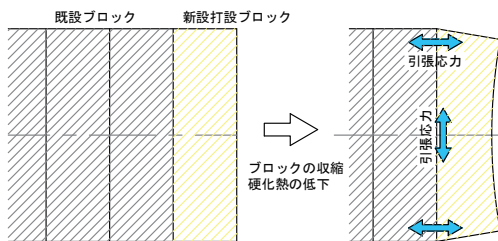


図-6 新設ブロックの収縮により発生する引張力

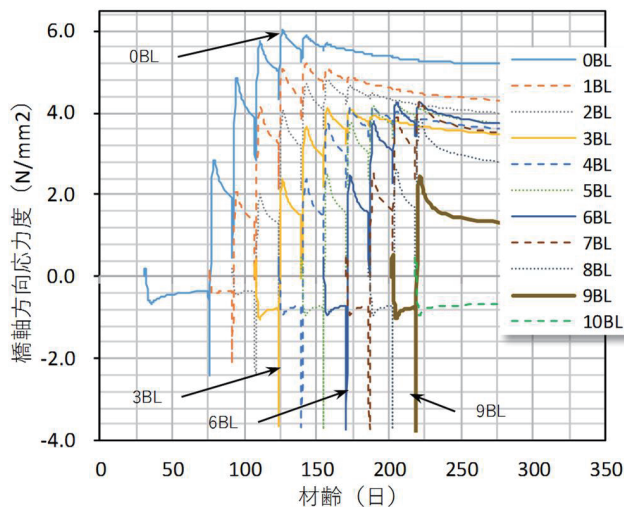


図-8 小口断面における軸方向応力度-材齢関係

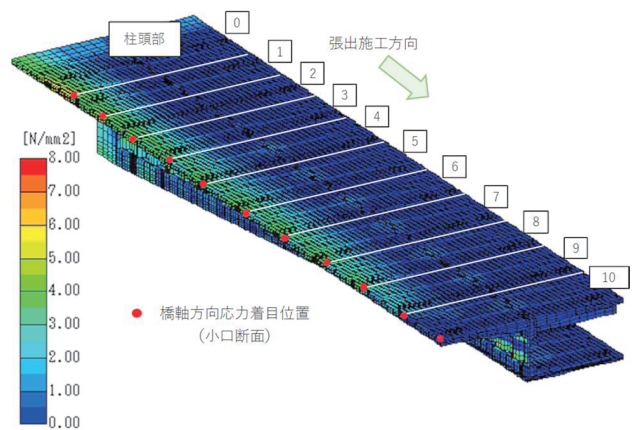


図-7 橋軸方向応力度分布 (最大値)

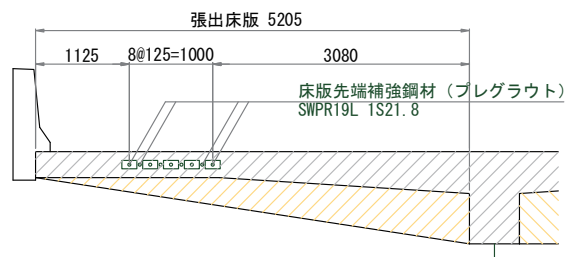


図-9 床版先端補強鋼材配置図

6. 閉合部の施工

6.1 閉合部のひび割れ防止対策

閉合部では外気温の変化に起因する片持ち部先端の相対変位により、若材齢時のひび割れ発生が懸念される（図-10、図-11）。このひび割れを防止するため、片持ち部先端を変位拘束梁で剛結し、相対変位を拘束した状態で閉合部コンクリートの打設および養生を行った。また、側径間の固定支保工施工部においても端支点側を先行施工し、あと施工となる閉合部は変位拘束梁を設置して施工した。

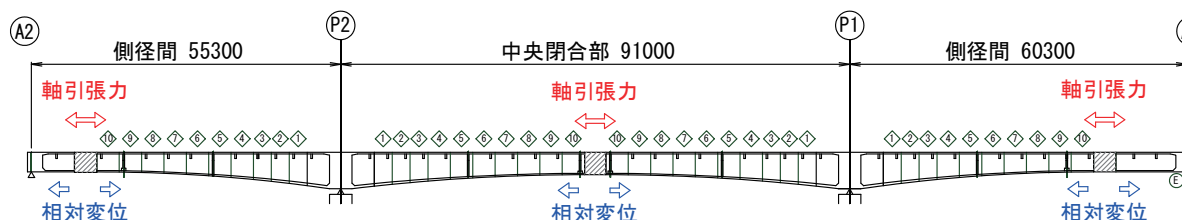


図-10 閉合部に発生する軸引張力の概略図

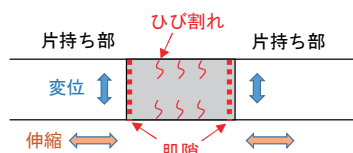


図-11 閉合部のひび割れ

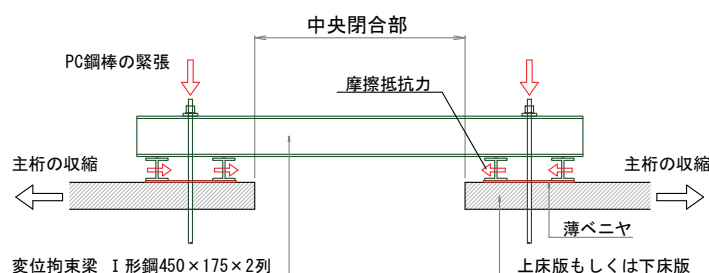


図-13 変位拘束梁の構造概要図

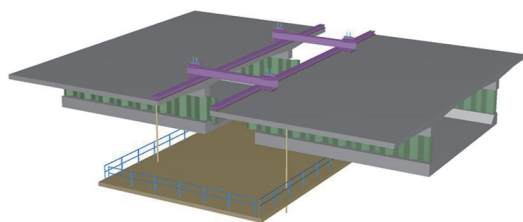


図-12 変位拘束梁の全体図

6.2 変位拘束梁の検討

変位拘束梁はPC鋼棒を用いて主桁と剛結し、閉合部に発生する引張力以上の摩擦抵抗が確保できるようにPC鋼棒の緊張力を設定した。外ケーブルの緊張により閉合部へのプレストレス導入が完了したのち、PC鋼棒の緊張力を解放した。

図-12に変位拘束梁の全体図、図-13に構造概略図および写真-2に設置状況を示す。



写真-2 変位拘束梁の設置状況

7. おわりに

内部川橋は広幅員1室箱桁という特徴に対し、施工時における課題の事前検討を行い、それに基づく緻密な施工計画により、平成31年1月に無事竣工を迎えることができた（写真-3）。その後、舗装・施設などの付帯工事が行われ平成31年3月に開通した。

最後に本工事を行うにあたり、多大なご支援を頂いた関係者の皆様に心より感謝の意を表します。



写真-3 完成写真