

鋼連続鈹桁橋における場所打ちPC床版のひび割れ対策—大幡高架橋—

昭和コンクリート工業(株) 正会員 ○柴田 和典
 昭和コンクリート工業(株) 吉田 尚
 昭和コンクリート工業(株) 中西 大志
 昭和コンクリート工業(株) 加藤 幸司

1. はじめに

本稿では、愛知県岡崎市に位置する一般国道473号バイパス大幡高架橋（鋼7径間連続非合成鈹桁橋）の場所打ちPC床版工事にて行った、施工に起因する床版コンクリートのひび割れ対策について報告する。本工事は、幅員12.310m、床版延長267.200mと広面積の床版であったため、コンクリートを分割打設する必要があり、打設ステップ毎に変化する鋼主桁のたわみの影響によって、コンクリートにひび割れが生じることが懸念された。そのため、打設ステップや打継ぎ時に必要なコンクリート強度の検討を行い、ひび割れの発生を予防した。また、鋼主桁による拘束とともに分割施工において先に打設したコンクリートにも拘束を受けることから、これらの外部拘束によるコンクリートのひび割れも懸念された。そのため、有限要素法による非線形温度応力解析を実施し対策を講じた。

2. 工事概要

本工事の工事概要を下記に、上部工断面図を図-1、上部工一般図を図-2にそれぞれ示す。

工事名 : 橋梁整備工事(交付金)大幡工区床版工事
 発注者 : 愛知県西三河建設事務所
 工事場所 : 愛知県岡崎市大幡地内
 工期 : 平成25年10月29日～平成26年7月31日
 工事内容 : 場所打ちPC床版工事
 橋長 : 267.500m
 幅員 : 12.310m
 橋梁形式 : 鋼7径間連続非合成鈹桁橋
 床版形式 : 場所打ちPC床版

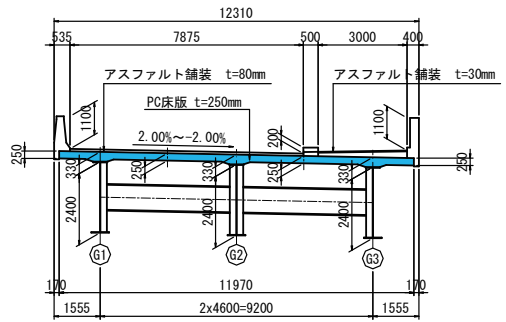


図-1 上部工断面図

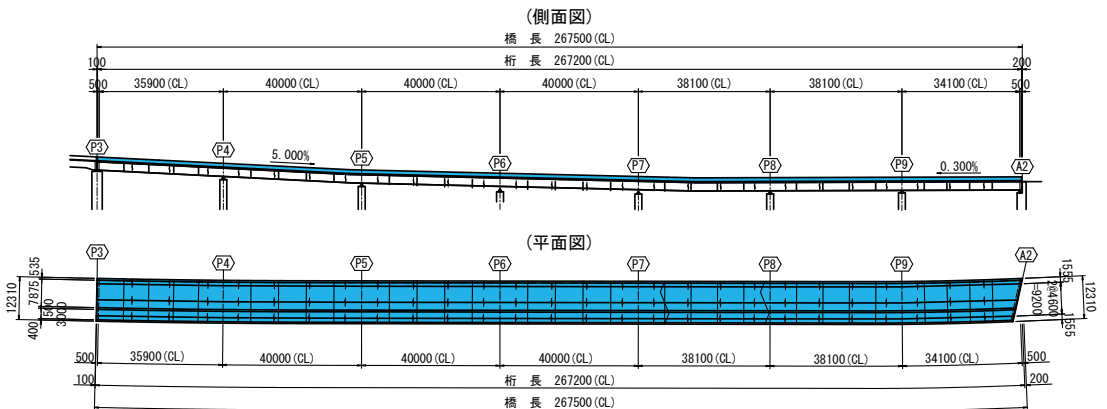


図-2 上部工一般図

3. 打設ステップによるひび割れの対策

本床版は床版面積が約3200m² (コンクリート体積として約845m³) であったため、生コンクリートの供給や仕上げ作業を考慮すると、コンクリートを分割打設する必要があった。連続桁において分割打設を行う場合、打設ステップによっては後に施工する打設荷重による主桁のたわみの影響により、先に打設した床版コンクリート部に引張応力が発生する。鋼鈹桁橋はコンクリート橋と比較して剛性が低いため、主桁のたわみ量が大きく、とくに弱材齢期においてはこの引張応力によって、ひび割れが発生することが懸念された。そのため、打設荷重によって床版コンクリート部に発生する応力状態を検討し、引張応力が発生するステップにおいては、先に打設したコンクリートがこの引張応力に抵抗できる強度を発現していることを確認してからコンクリートの打設を行うこととした。

3. 1 打設ステップ

打込み、仕上げ、養生を無理なく確実にこなすように、1回の打設量は250m³程度までとし、5回に分割して施工することとした。施工打継ぎ位置は、完成形において断面力の変曲点となる中間支点から支間の20%の位置とし、打設の順序は、たわみの変動を極力少なくするために、支間中央部を先行して打設を行い、その後、中間支点部を打設することとした。施工ステップはこれらに施工工程のロスが小さくなることを合わせて決定した。

3. 2 打設荷重による断面力

打設荷重による断面力の算出は平面骨組解析にて行い、検討荷重はコンクリート重量と施工荷重3.5kN/m²とした。施工ステップと断面力の関係を図-3に示す。STEP-3において、打設荷重による負の曲げモーメントがSTEP-1およびSTEP-2で打設した床版コンクリート部におよぶことが確認された。この曲げモーメントによるSTEP-2の床版コンクリートの応力度は、床版上縁において-1.0N/mm²となった。

3. 3 打継ぎ時の必要コンクリート強度

打継ぎに必要なコンクリート強度は、2012年度制定コンクリート標準示方書[設計編]の温度ひび割れに対する照査の編を参考に、発生応力度-1.0N/mm²に対する引張強度の安全率が1.40以上となることとした。施工打継ぎ時のコンクリートの圧縮強度を21N/mm²と仮定すると、引張強度は1.7N/mm²、発生応力度に対する安全率1.70となり、目標値を満足する結果となった。そのため、STEP-3の施工は、STEP-2のコンクリートの強度が21N/mm²以上となっていることを確認してから行うこととした。

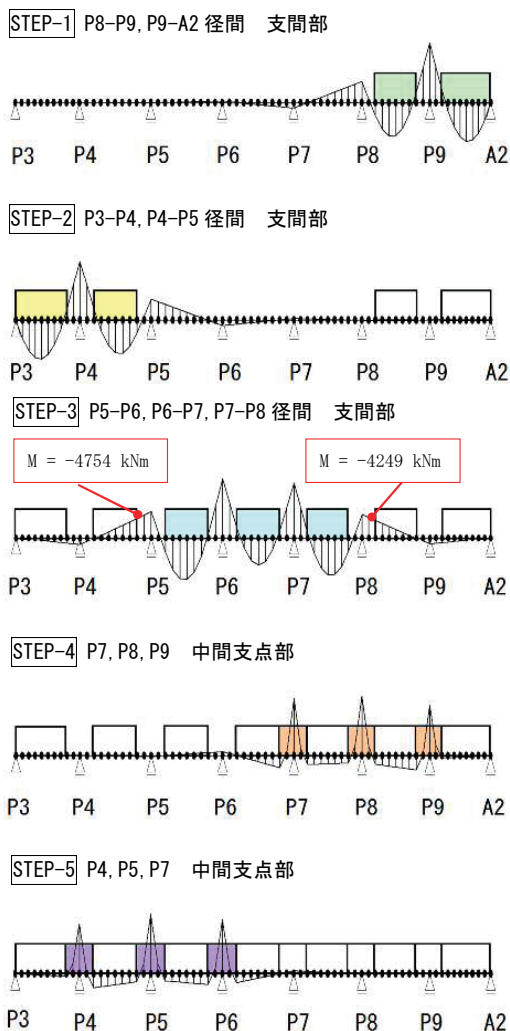


図-3 施工ステップと断面力の関係

4. 外部拘束によるひび割れの対策

鋼主桁および分割打設における先に打設したコンクリートによる外部拘束によって、コンクリートにひび割れが発生することが懸念された。そのため、有限要素法による非線形温度応力解析を実施し、ひび割れに対する安全性を確認した。

4. 1 解析モデル

解析の対象は最も材齢差が生じるSTEP-5のP5中間支点上とし、打設ステップはSTEP-2を基準に、STEP-3を5日後、STEP-5を9日後とした。解析モデルは形状の対称性を考慮してP5中間支点を基準に構造中心と支間中央で切り出したモデルとし、特に対策を行わないケース（標準案）と膨張材20kg/m³を添加するケース（対策案）の2ケースの解析を行った。なお、解析結果において、養生条件は支配的とならなかったため、標準案、対策案ともに標準的な養生として、床版下面を木製型枠で3日間、床版上面を湿潤養生で7日間とした。床版コンクリートの配合を表-1に示す。

表-1 床版コンクリートの配合

	標準案	対策案
呼び方	40-12-20 N	
単位セメント量	365	kg/m ³
単位水量	154	kg/m ³
膨張材	—	20
		kg/m ³

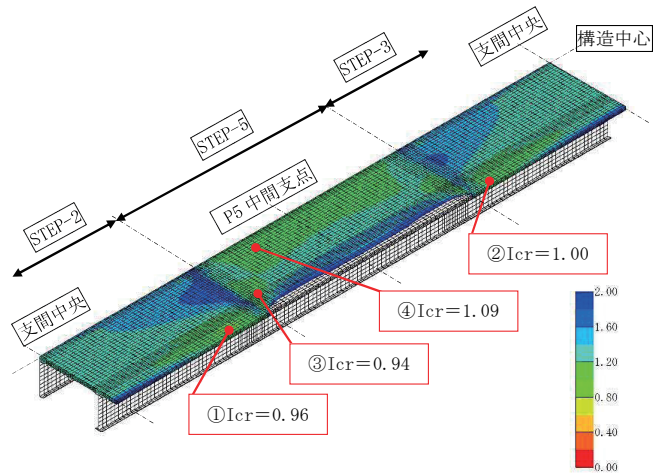


図-4 最小ひび割れ指数（標準案）

4. 2 ひび割れ予防の目標値

ひび割れ発生の有無の照査は、温度応力解析にて得られる最小ひび割れ指数（最小ひび割れ指数=安全係数）とひび割れ発生確率によって行うこととした。本工事では、ひび割れの発生をできる限り制限したいため、コンクリート標準示方書を参考に、最小ひび割れ指数が1.40以上（ひび割れ発生確率15%以下）となることをひび割れ予防の目標値とした。

4. 3 解析結果およびひび割れ対策

標準案の解析結果を図-4に、対策案の解析結果を図-5にそれぞれ示す。標準案では、施工打継ぎ部付近とSTEP-5の中桁付近で目標とした最小ひび割れ指数1.40を下回っており、ひび割れの発生が懸念された。一方、膨張材を20kg/m³添加した対策案では、標準案にて最小ひび割れ指数が1.40を下回っていた位置のすべてで改善がみられ、目標値を満足する結果となった。以上から、本工事ではコンクリートに膨張材を20kg/m³添加し施工を行うこととした。

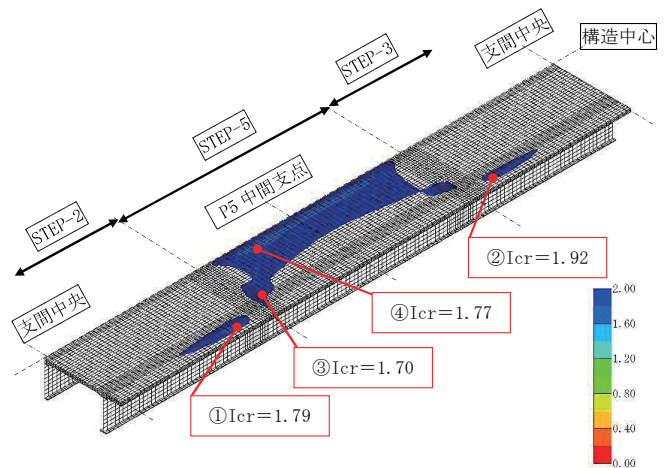


図-5 最小ひび割れ指数（対策案）

5. 施工におけるひび割れ対策

温度応力解析による検討において、すべての位置で最小ひび割れ指数1.40を確保しており、補強材の配置は特に要求しなかったが、ひび割れの発生事例が多い施工打継ぎ部については、ひび割れが発生した場合においても、それが有害なものにならないように、用心として**写真-1**に示す耐アルカリ性ガラス繊維ネットにて補強を行った。コンクリートの配合においては、長期的な乾燥収縮の低減を目的に収縮低減型の高性能AE減水剤を使用した。養生においては、耐久性に影響をおよぼす材齢初期の水分逸散の防止を目的に、**写真-2**および**写真-3**に示すように、保水効果の高い養生マットを使用し、さらにその上からシートで全面を覆い、湿潤養生時の封緘状態を14日間に延長した。

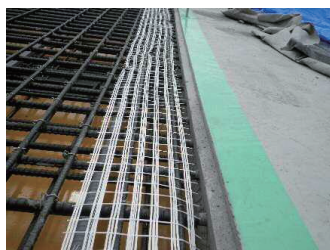


写真-1 補強材配置状況



写真-2 養生マット



写真-3 養生全景

6. おわりに

本工事では、打設荷重および外部拘束に対する検討を行い、施工に起因する床版コンクリートのひび割れを予防することに努めた。その成果を確認するために、床版下面に対しては足場解体までの約2ヵ月間、床版上面に対しては竣工を迎えるまでの約3ヶ月間、近接目視にて継続的に点検を行い、ひび割れの有無を調査した。初期点検状況を**写真-4**に示す。点検を継続した期間においては、有害と思われるひび割れは確認されなかった。

写真-5に工事完了時の全景を示す。本工事は平成26年7月に無事竣工を迎えることができ、大幅高架橋を含む一般国道473号バイパスは平成27年3月に供用が開始され、地域の方々に有効に利用されている。

最後に、本工事に関して多大なるご指導、ご協力を賜りました関係者各位に深く御礼申し上げます。



写真-4 初期点検状況



写真-5 工事完了全景 (A2側より望む)