

PRC3径間連続ラーメン箱桁橋におけるひび割れ防止対策の検討

極東興和(株) 正会員 ○中森 武郎
 極東興和(株) 工藤 信一郎
 中日本高速道路(株) 今塩屋 勝
 中日本高速道路(株) 吉川 真仁

キーワード：マスコンクリート，張出し架設，側径間閉合，施工時ひび割れ

1. はじめに

東海北陸自動車道の四車線化事業であるソヨギ橋他1橋PC上部工工事は、「ソヨギ橋」と「一谷橋」の2橋を対象としており、ともに橋長が200m程度のPRC3径間連続ラーメン箱桁橋である(図-1)。本橋は、岐阜県郡上市に位置し、冬期の積雪により工事休止が必要となる寒冷な地域に架橋される。このため、工事休止期間(12月中旬～3月末)を挟んで、10月～12月に脚頭部から柱頭部までを、4月以降に張出し架設区間を施工する工程としている。

本稿では、寒冷地域における外気温の低い時期に施工した柱頭部マスコンクリートのひび割れ防止対策の検討と、張出し部から側径間閉合部の施工時におけるひび割れ防止対策の検討について報告する。

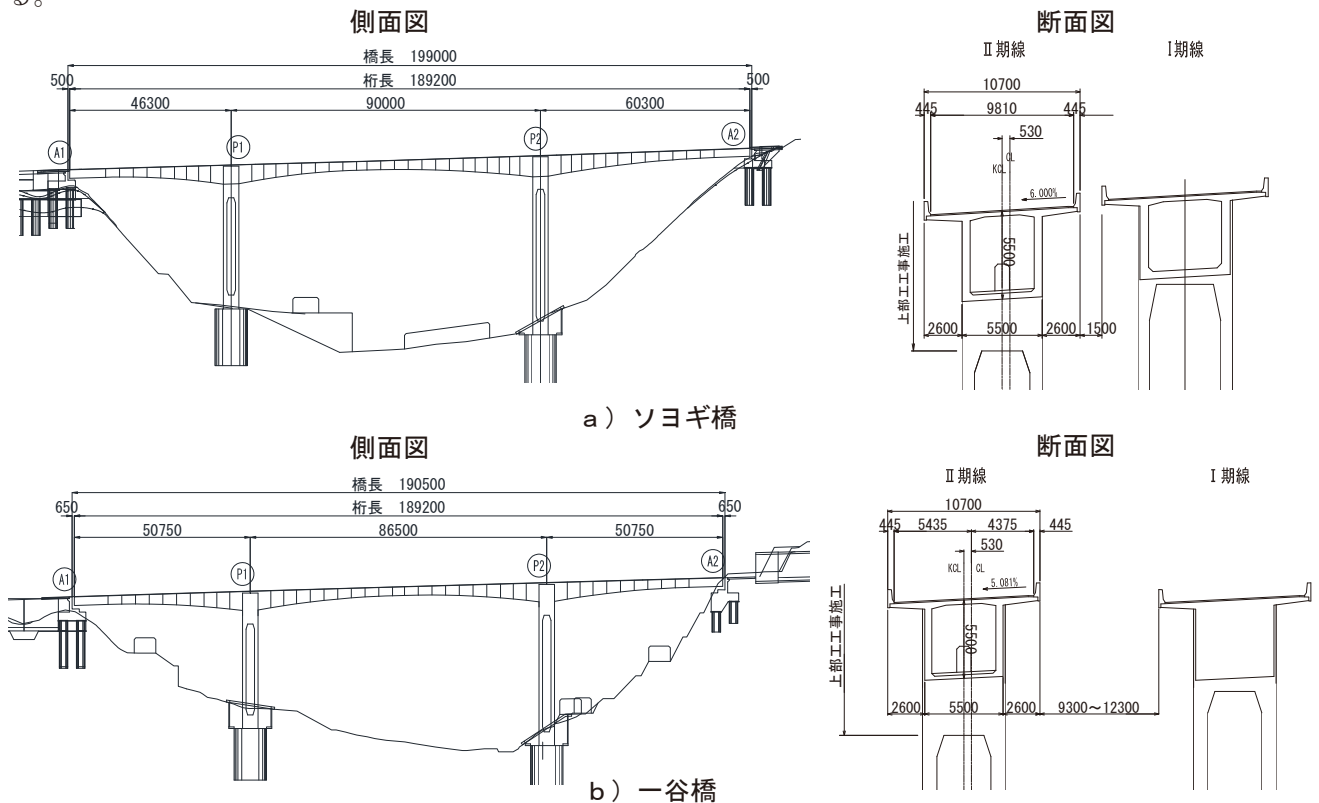


図-1 橋梁概要(側面図・断面図)

2. ひび割れ防止対策の検討について

2.1 マスコンクリートのひび割れ防止対策の検討

本工事の柱頭部は、部材高と部材幅がいずれも5.5m程度のマスコンクリート部材であり、普通セメントを使用して、上下2リフトに分割して打設を行った(図-2)。

柱頭部のひび割れ防止対策は、マスコンクリート部材の温度応力に着目し、3次元FEM解析により検討を行った。解析の結果、打設時期が10月～12月であったことと普通セメントを使用したことから、コンクリート内部の最大温度は67℃と比較的低い結果となった。しかし、外気温が日平均8℃程度と寒冷な環境であることから、部材内外温度差によるひび割れ発生が懸念された。そこで、ひび割れ幅を抑制するための補強鉄筋配置と、部材内外温度差に起因して発生する部材表面の引張応力を改善させる現場養生対策を行った。

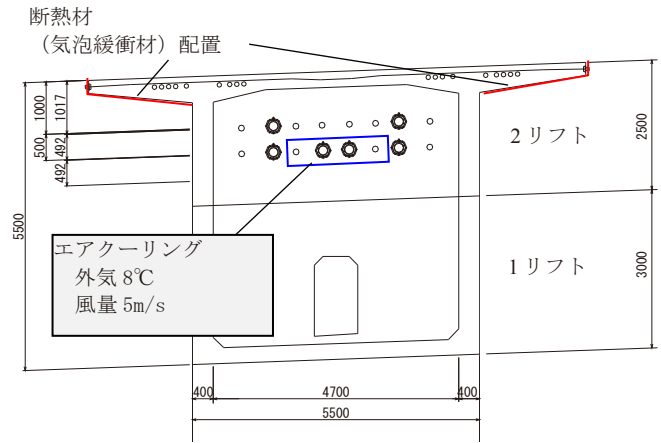


図-2 現場養生概要図

ここでは、横桁に開口部が無い2リフト打設時の現場養生対策について報告する。対策としては、横桁部と薄肉な片持ち床版部との部材間温度差を軽減するため、外ケーブル偏向管を用いたエアクーリングによる部材中心温度の低減と、片持ち床版下面の断熱材配置によるコンクリート水和熱の発散抑制とを実施した (図-2, 写真-1)。



a) 偏向管への送風機設置状況



偏向管 (125A) の口径に合わせた小型送風機を接続

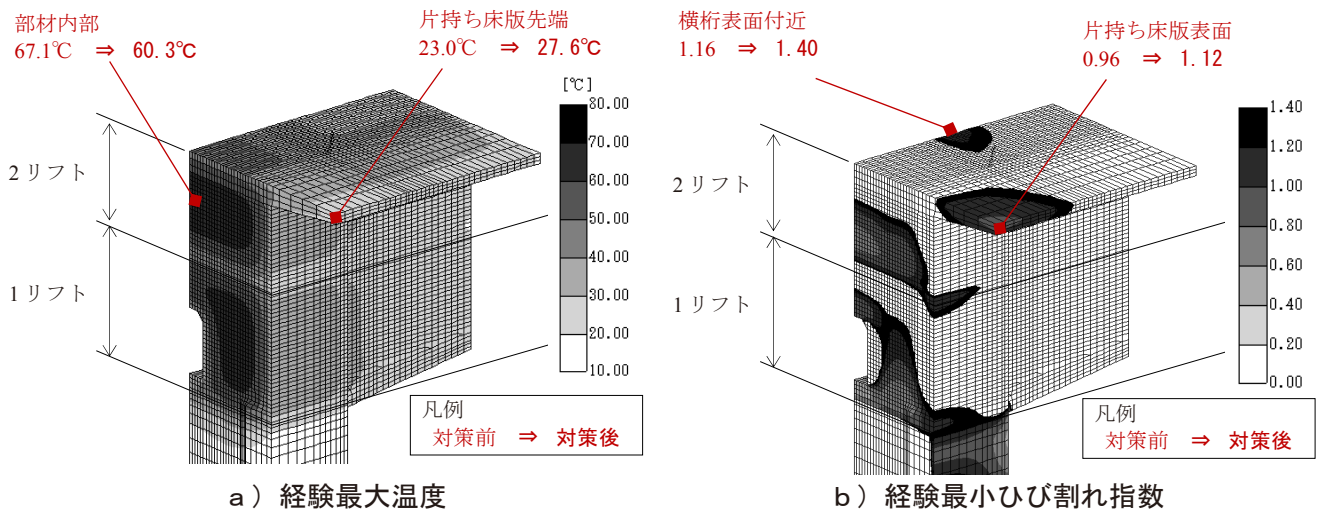


断熱材 (気泡緩衝材) 配置

b) 片持ち床版下面の養生状況

写真-1 温度差抑制対策実施状況

これにより、対策前と比べて部材間温度差を約10℃軽減させ、部材表面のひび割れ発生確立を20%程度改善することができた (図-3)。



a) 経験最大温度

b) 経験最小ひび割れ指数

※コンター図は対策前の分布を示す。

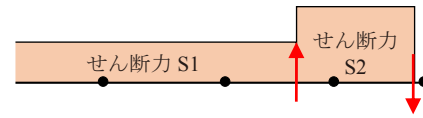
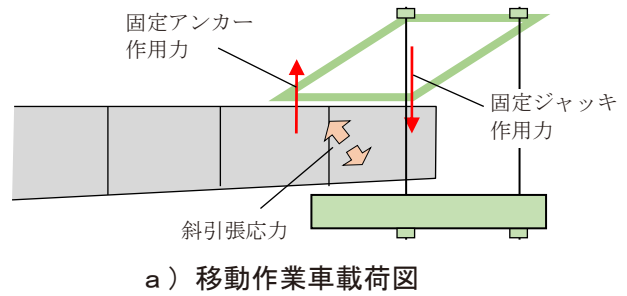
図-3 FEM温度解析結果

2. 2 張出し架設時のひび割れ防止対策の検討

張出し架設となる本橋では、移動作業車を施工ブロック毎に前進させながら上部工を延伸施工するため、詳細設計時には張出し部先端に移動作業車自重を載荷させて、施工時応力の検討を実施している。

ただし、移動作業車が設置されているブロックでは、**図-4**に示すように固定ジャッキとアンカー間に、斜引張応力（せん断力）が付加されるため、施工時検討として、付加せん断力を考慮したウェブ斜引張応力度の確認を行った。なお、一時的な荷重状態に対する検討ではあるが、許容斜引張応力度の割増しを考慮しないこととした。

施工時検討の結果、詳細設計で決定したウェブ厚および鋼材配置で部材の許容値を満足することから（**図-5**）、移動作業車重量の軽減対策等は不要であった。



a) 移動作業車載荷図
b) 断面力図
図-4 施工時断面力の概要図

2. 3 側径間施工時のひび割れ防止対策の検討

側径間の施工は、H鋼を吊支保工の主梁として、主桁を上床版とウェブ・下床版（以下、U型断面）に分割施工する計画で、U型断面施工後に上床版コンクリートを打設する（**図-6**）。

側径間施工時には、主桁自重および支保工重量により、張出し部の鉛直変位や橋脚の倒れが生じ、側径間部分にそれら変形の影響が及ぼされる。とくに、上床版打設時は、U型断面にプレストレスが導入されていない状態で、変形が生じるため、下床版のひび割れ発生が懸念された（**図-7**）。

そこで、上床版施工時の変形をフレーム解析で再現し、下床版の応力検討を行った。

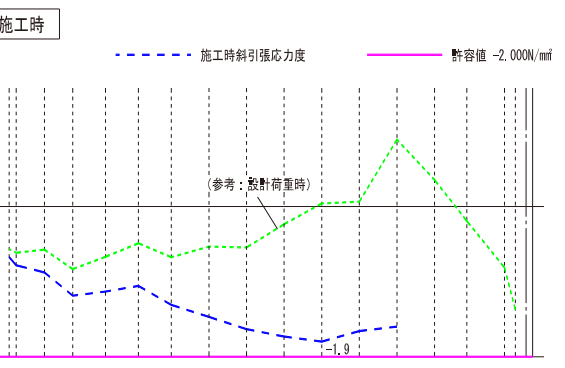
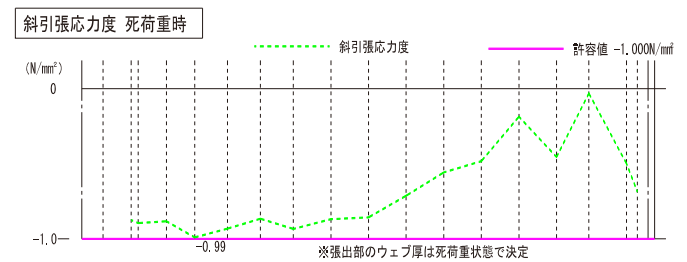
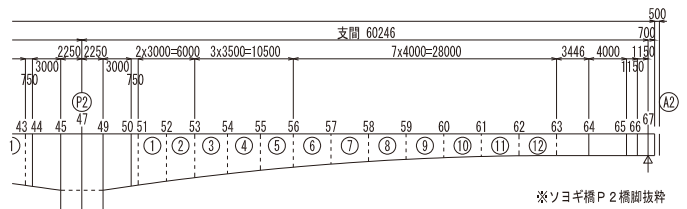


図-5 斜引張応力度の検討結果

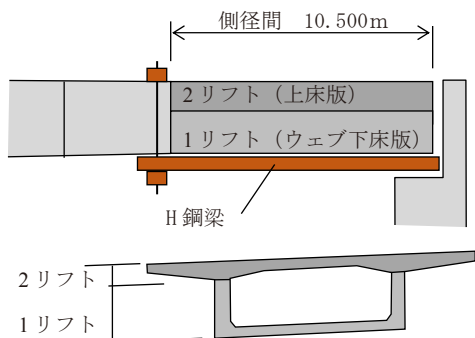


図-6 側径間の施工順序図

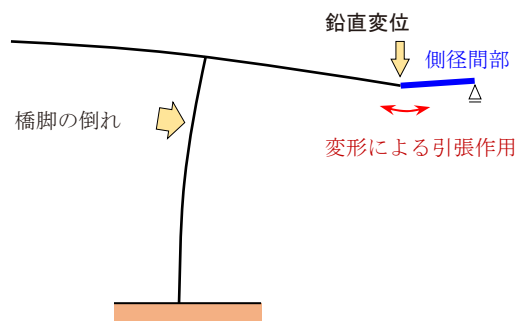


図-7 側径間施工時の変形図

上床版のコンクリート打設荷重に、U型断面とH鋼梁が抵抗して側径間に変形が生じるため、H鋼梁が負担している断面力を除いてU型断面の応力度を算出する必要がある。そこで、U型断面とH鋼梁の剛性を考慮したモデル① (図-8-a) に上床版荷重を載荷して側径間部分の鉛直変位を算出し、その変位をH鋼梁の剛性を除いたモデル② (図-8-b) に強制変位として与えることで、U型断面に作用した断面力を推定した。

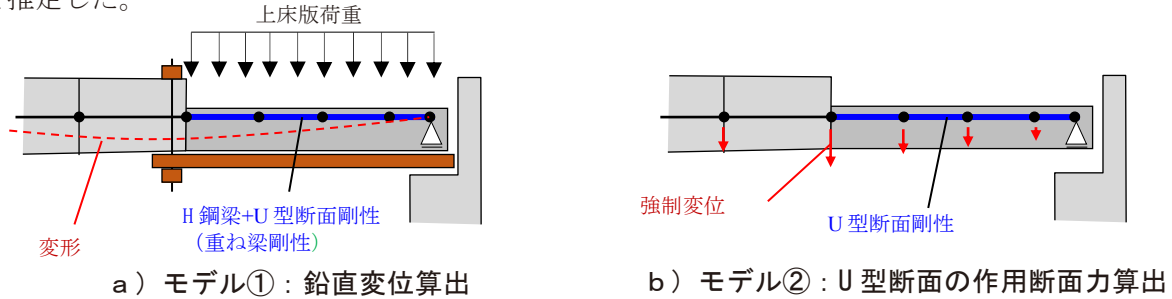


図-8 側径間の断面力算出概要図

その結果、下床版下縁に発生する引張応力度は許容値を超過することが確認された (表-1)。

表-1 側径間の施工時応力 (下床版下縁)

	ソヨギ橋		一谷橋		施工時割増
	A1	A2	A1	A2	
発生応力 (N/mm ²)	-2.04	-2.57	-1.95	-2.13	
許容応力度 (N/mm ²)	-1.68	-1.68	-1.68	-1.68	
	NG	NG	NG	NG	

発生応力に対して、追加の鉄筋補強も考えられたが、部材厚220mmと薄い下床版内での過密配筋を避けるとともに、ひび割れの発生要因を低減する目的で、下床版構築後の部材変形を抑制させる対策を検討した。検討の結果、側径間のU型断面施工前の静定系の状態で、張出し部先端付近に上床版の施工時荷重を模擬したウェイトを載荷させ、張出し部に変形を与えておき (図-9-a)、次に側径間1リフトのU型断面を施工して上床版を打設することとした。上床版施工時には、コンクリートの打設に応じて事前載荷したウェイトを順次除荷することで (図-9-c) 上床版施工時の鉛直変位を抑制し、U型断面に発生する断面力を低減させる。なお、事前載荷のウェイト重量は、上床版施工時に許容値を超過する引張応力が発生しない程度で決定し、現場の施工性に配慮した。

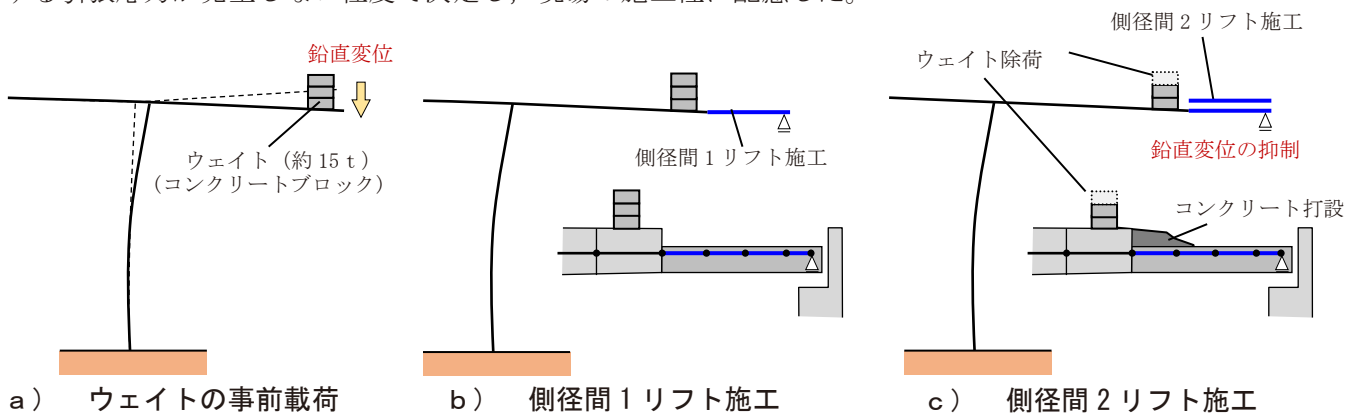


図-9 側径間の応力低減の施工概要図

3. おわりに

現在、本工事は柱頭部を施工し、張出し部の施工を実施している状況である。現状では有害なひび割れは確認されていないが、本稿での検討内容を実施するとともに、平成30年6月の竣工に向け、引き続き品質確保に努めていきたい。