

入野高架橋（下り線）床版拡幅工事におけるひび割れ対策

(株)富士ピー・エス 正会員 ○妹川 寿秀
 中日本高速道路(株) 大川 了
 中日本高速道路(株) 原田 拓也
 (株)富士ピー・エス 正会員 吉田 晋司

1. はじめに

入野高架橋（下り線）は、静岡県藤枝市岡部町入野に位置する橋長679mのPC10径間連続ストラット付き箱桁橋である。本工事では、暫定断面で施工された箱桁橋を拡幅用の移動作業車により床版拡幅工事を行うため、新設する床版は、既設床版の拘束などによるひび割れの発生が懸念された。本報告では、拡幅床版部のひび割れ抑制対策に関して報告する。

2. 橋梁概要

橋梁諸元を表-1、主桁断面図を図-1、橋梁側面図を図-2に示す。移動作業車は4基使用し、ブロック長を約16mとしてブロック割を行った（図-3）。

表-1 橋梁諸元

工事名	第二東名高速道路 入野高架橋(PC上部工)下り線床版工事
発注者	中日本高速道路(株) 東京支社
構造形式	PC10径間連続ストラット付き箱桁
橋長	679.0m
支間	56.7+3@58.0+80.0+124.0+80.0 +2@58.0+45.7m
有効幅員	16.5m
横断勾配	∟ 2.743%~2.819% ∟
縦断勾配	∟ 2.000%~0.825% ∟

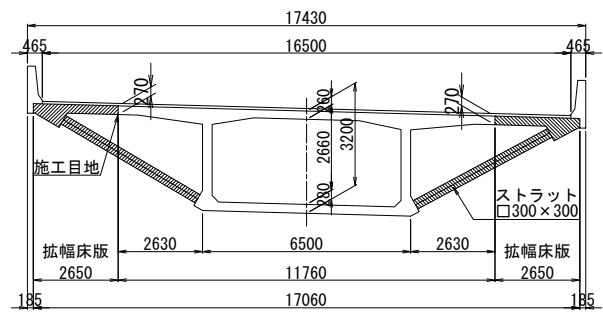


図-1 主桁断面図

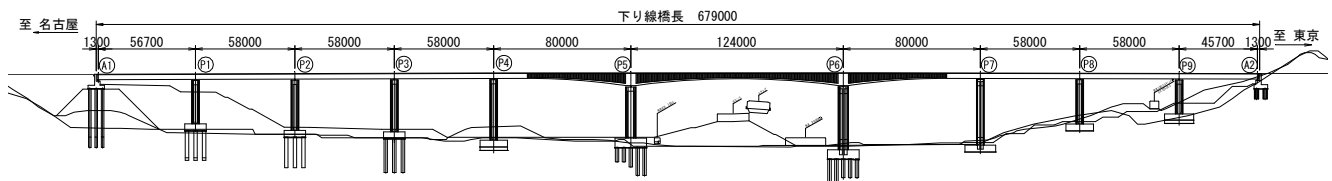


図-2 橋梁側面図

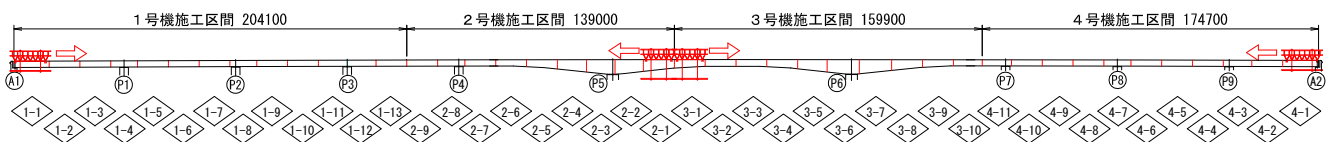


図-3 拡幅床版のブロック割

3. 拡幅床版部の設計

3.1 設計方針

拡幅床版施工中は、暫定断面で施工された箱桁橋に拡幅床版自重、床版施工時の移動作業車の荷重が作用する。拡幅床版部は、これらの桁作用による断面力、および既設床版の拘束による断面力が作

用することとなる。また、完成系で追加配置する外ケーブルは、拡幅床版施工後に緊張する。したがって、拡幅床版部の設計では、これらの桁作用を考慮した構造計算および温度応力解析を実施して、外ケーブル緊張までの間、拡幅床版部に作用する引張応力がコンクリートの引張強度以下となるように検討した。

3.2 応力度の算定

拡幅床版部は図-4に示すように、移動作業車の荷重・撤去、コンクリート打設の荷重により断面力が作用するため、これらの荷重による拡幅床版の応力履歴を算出した。図-5に拡幅床版部の応力履歴図を示す。施工箇所の拡幅床版部には、打設直後に応力は作用せず、移動作業車撤去および他ブロックの床版打設に伴い応力が作用する。検討の結果、P5～P6径間支間中央付近に最大で2.0N/mm²の引張応力が発生した。また、応力履歴の算定では、拡幅床版が逐次構築されることで完成断面と暫定断面が混在するため、断面剛性の違いによる影響を考慮した。

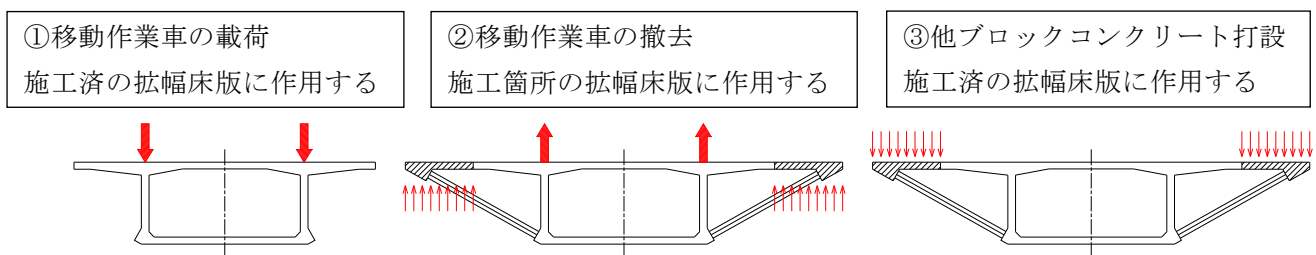


図-4 桁作用による影響

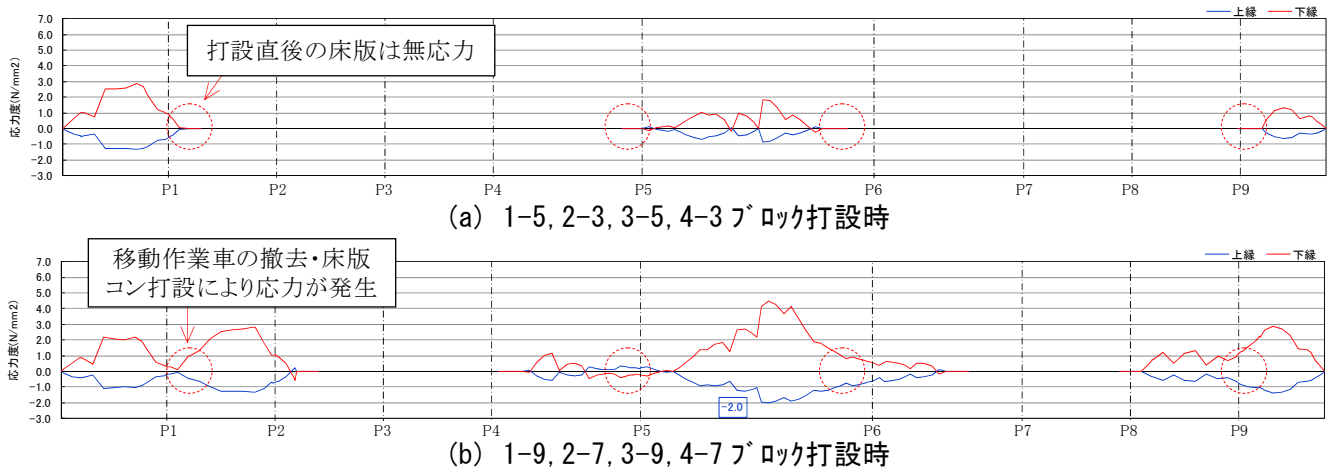


図-5 拡幅床版部の応力履歴 (橋軸方向)

3.3 温度応力解析

拡幅床版コンクリートの水和熱による体積変化を既設床版が拘束するため、温度応力が発生する。また、拡幅床版部は既設床版とのクリープ・乾燥収縮の材齢差による応力が発生する。本橋では膨張コンクリートの使用を基本としているが、温度応力解析を用いてこれらの影響を算出し、桁作用による応力に加えた。解析モデルは16mを1ブロックとして計3ブロック分の48mとした(図-6)。温度応力解析の結果、エッジビームの温度が卓越し、2.2N/mm²の引張応力が発生した(図-7)。

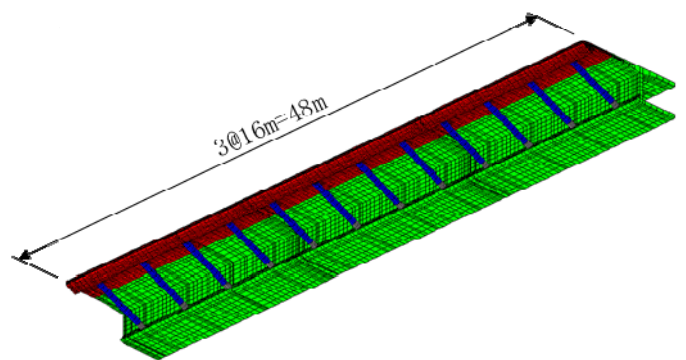


図-6 解析モデル図

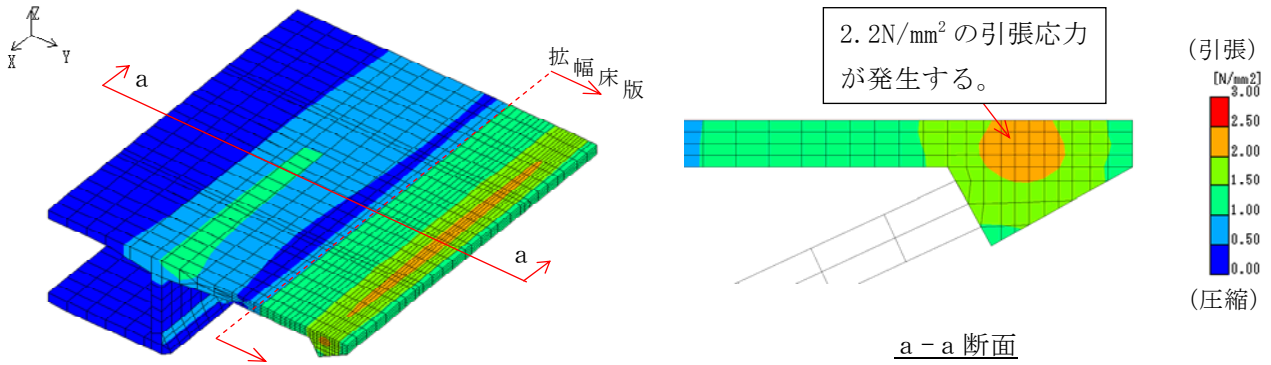


図-7 橋軸方向応力コンター図 (経験値最大)

3.4 対策

表-2に拡幅床版部の応力度の集計を示す。エッジビームにはプレグラウト1S28.6mmが4本配置されており、0.6N/mm²程度の圧縮応力が導入される。桁作用、温度応力およびプレストレスを考慮した拡幅床版部の引張応力度は3.6N/mm²となり、引張強度を超える。このため、施工段階で一時的に発生する引張応力の低減を目的にウェイトを載荷した。また、エッジビーム部の温度応力の低減を目的にパイプクーリングを実施した。これらにより、拡幅床版部に作用する引張応力度を引張強度2.61N/mm²以下とすることができた。

表-2 応力度の集計

	(N/mm ²)	
	対策無	対策有
桁作用	-2.0	-1.5
温度応力	-2.2	-1.6
プレストレス	0.6	0.6
合計	-3.6	-2.5
許容値	-2.61 < σ < 15	

(-) 引張, (+) 圧縮

4. 拡幅床版部の施工

4.1 ウェイト載荷

P5~P6径間支間中央のウェブ上に約760kNのウェイトを載荷した。載荷期間は、移動作業車がP4~P5、およびP6~P7径間を移動する期間とした(図-8)。図-9にウェイト載荷後の拡幅床版部の応力度を示す。ウェイトを載荷することで、拡幅床版部の引張応力度が2.0N/mm²から1.5N/mm²に低減した。

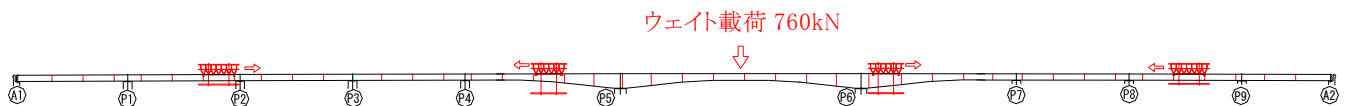


図-8 ウェイト載荷図

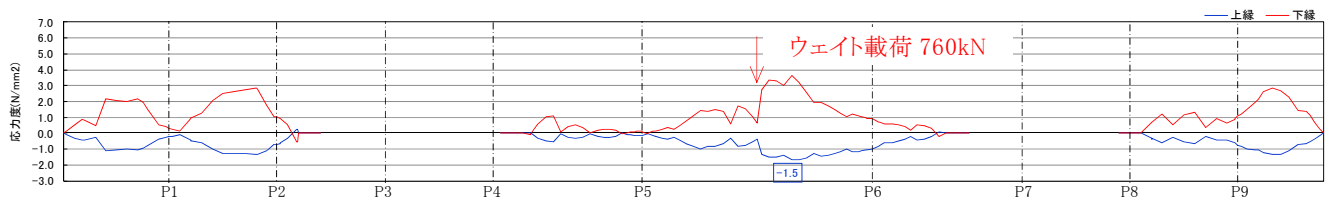


図-9 ウェイト載荷後の拡幅床版部の応力履歴 (橋軸方向)

4.2 パイプクーリング

(1) 事前解析

図-10にクーリング用パイプの配置図を示す。パイプは、熱伝達率が良好で曲げ加工が容易な機械構造用炭素鋼材(STKM11A)φ25.4mmを使用した(写真-1)。事前の解析において、注入温度が低すぎると床版部の応力が増加したため、温度調整ができる水温コントロールユニット(写真-2)を使用し、注入温度を25℃に設定して温度調整を行った。また通水期間は、コンクリート温度が初期温度とほぼ同等となる48時間とした。

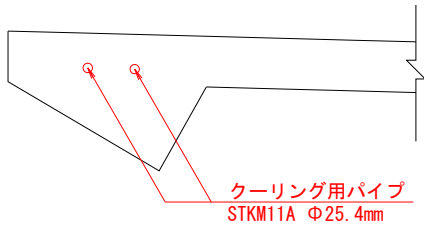


図-10 パイプクーリング配置図



写真-1 クーリング用パイプ



写真-2 水温コントロールユニット

図-11に最高温度のコンター図，図-12にパイプクーリングを実施した橋軸方向応力コンター図（経験値最大）を示す。パイプクーリングを実施することで，最高温度が59℃から52℃に低下し，発生応力も2.2N/mm²から1.6N/mm²に低減した。

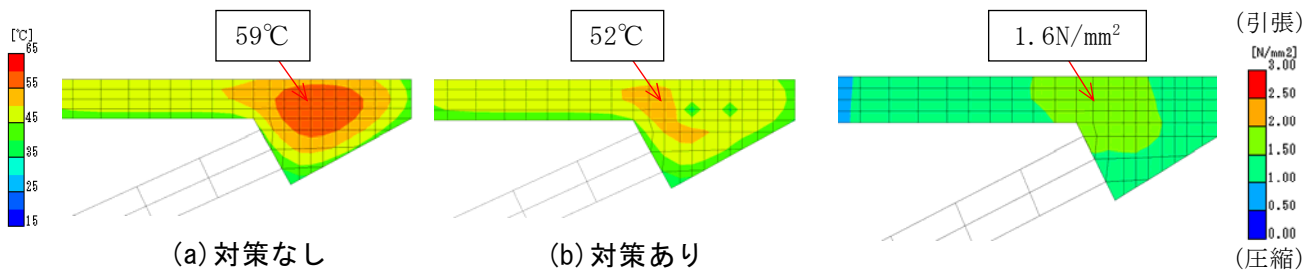


図-11 温度コンター図（経験値最大）

図-12 橋軸方向応力コンター図

(2) 温度計測

パイプクーリングによる温度抑制効果を確認するため熱電対を設置し計測を行った。図-13に計測位置を示す。図-14に各測点のコンクリート温度履歴，図-15に断面中心③での解析値と実測値の比較を示す。断面中心③の解析値と実測値の最高温度はほぼ一致したことから，コンクリート内部の温度抑制効果を確認できた。

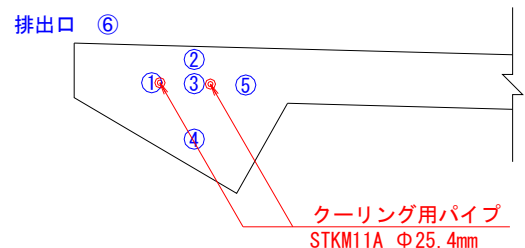


図-13 熱電対の配置

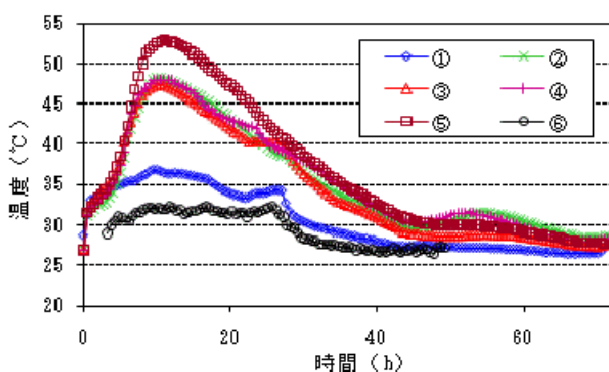


図-14 コンクリートの温度履歴

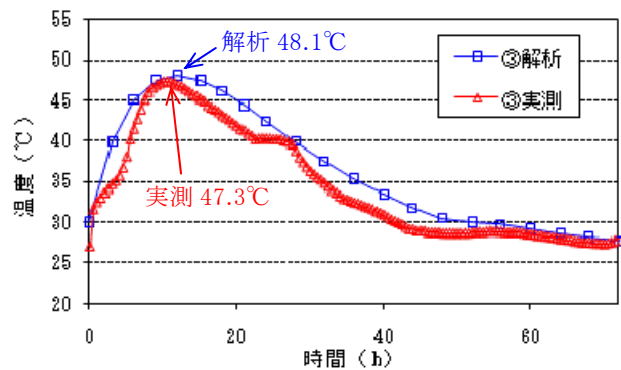


図-15 解析値と実測値の比較

5. まとめ

移動作業車により拡幅床版を施工する場合，移動作業車の移動，床版自重による桁作用で拡幅床版部の応力が変動し，一時的に大きな応力が作用する場合がある。また，ストラット付き箱桁橋では，エッジビームがマスコンクリートとなり温度応力が発生する。本橋では，ウェイト載荷，パイプクーリングによるひび割れ抑制対策を実施した結果，顕著なひび割れは確認されなかった。最後に，本橋の設計・施工にあたり，ご協力いただいた関係各位に深く感謝します。