

(84) 分割施工されるPC連続中空床版橋のひびわれに関する検討  
 -宇都宮北道路上戸祭高架橋(仮称)4工区-

(株) 錢高組 土木本部 正会員 ○ 秋山 博  
 栃木県宇都宮土木事務所 非会員 齋藤 勇作  
 (株) 錢高組 土木本部 正会員 山花 豊  
 錢高・常磐共同企業体 非会員 手島 清逸

1. はじめに

宇都宮北道路上戸祭高架橋(仮称)4工区は、宇都宮市上戸祭町地内に建設中の橋長208mのPC8径間連続中空床版橋である(図-1)。本橋の施工は、固定式支保工による分割施工により行われている。

本橋に見られるように、PC連続中空床版橋の分割施工では、曲げモーメント最小点付近に横桁を設け、PC鋼材を緊張後、接続して連続化する手法が多く用いられている。

この場合、新設側のコンクリートを打ち継いだ時に、温度応力および収縮の影響でひびわれが生じる場合がしばしば見られる。この傾向は、特に幅員が広い場合に顕著となる。

この原因として、一般に工期短縮を目的として早強セメントを用いた呼び強度36N/mm<sup>2</sup>程度のコンクリートを用いるため、部材厚が必ずしも厚くない場合でも、コンクリートが比較的富配合となり、マスコンクリートとしての性状を示すようになることおよび自己収縮量が大きくなるものが影響しているものと考えられる。

これに対し、場所打ちPC箱桁橋では打継目から50cm程度の範囲で新設側に補強筋を配置する方法が慣用的に採られているが、この種の橋梁に関しては必ずしも統一されていないのが現状である。

本報告では、上戸祭高架橋4工区において実施したPC中空床版橋の打継部横桁における温度応力および自己収縮応力に関する事前検討について報告を行う。

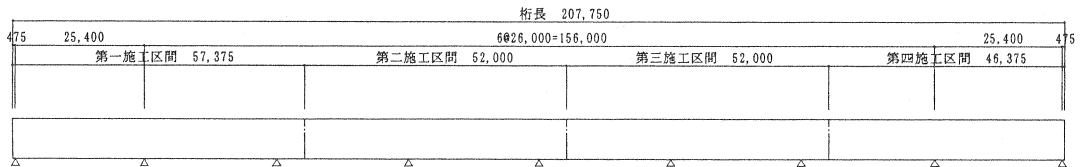


図-1 上戸祭高架橋4工区

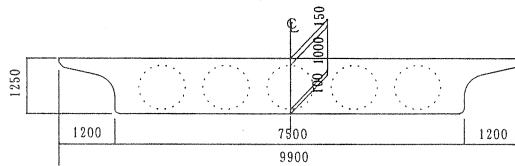


図-2 主桁断面図

2. 橋梁諸元

検討条件を表-1に示す。

ここに、表中のJSCE式はコンクリート標準示方書〔施工編〕の式<sup>1)</sup>、JCI式は日本コンクリート工学協会自己収縮委員会報告書の提案式<sup>2)</sup>を示す。

表-1 検討条件

	夏期施工	冬期施工
セメント種類	早強セメント	
水/セメント比(%)	47.2	
単位セメント量(kg)	360	
単位水量(kg)	170	
断熱温度上昇	$Q_{\infty}=56.8$ $\gamma=2.224$	$Q_{\infty}=62.9$ $\gamma=0.880$
熱伝導率(W/m <sup>2</sup> °C)	2.60	
単位体積重量(kg)	2300	
比熱(kJ/kg°C)	1.05	
初期温度(°C)	30.0	6.5
外気温(°C)	25.0	1.5
配合強度(N/mm <sup>2</sup> )	43.2	
圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	JSCE式 a=2.9, b=0.97	
引張強度	JSCE式 c=0.35	
自己収縮	JCI式 $\gamma=1.0$	

### 3. モデル化

解析は、擬似3次元解析を用いて行った。図-3に温度解析モデル図を、図-4に応力解析モデル図を示す。

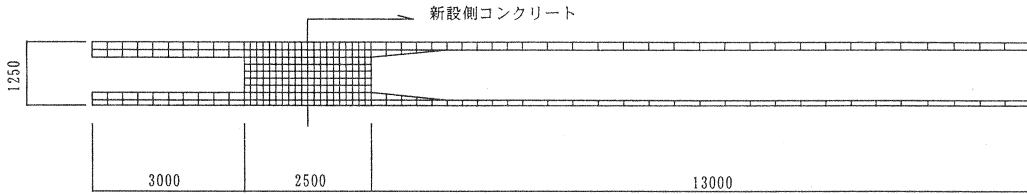


図-3 温度解析モデル図

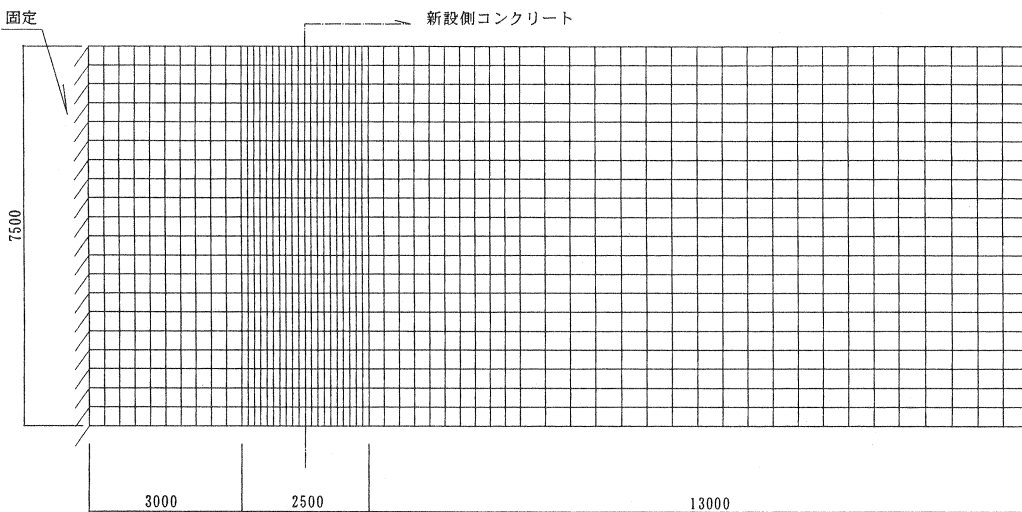


図-4 応力解析モデル図

温度解析では、張出床版部を無視した部材厚（7500mm）を仮定して解析を行った。

応力解析におけるモデル化では、図-3、4中の左端が中間支点横桁となっているため応力解析上は、固定と仮定した。

一方、図-3、4中の右端は主径間部における支間の1/2の長さに対応する区間を解析上考慮し、径間部における拘束度をモデル化することとした。なお、図中の右端は打継部横桁から十分な距離がとられており、かつ部材厚が薄いため自由端とした。

応力解析では、温度解析により求めた温度分布データを各ステップ毎に入力値として与えて温度応力を求めた。なお、応力解析モデルに与えた温度データは温度解析モデルにおける部材厚方向の平均温度を与えることとした。また、応力解析における新設側の中空部の部材厚は上下床版の合計値（250mm）とした。

検討ケースの設定は、施工時期と自己収縮の影響を定量的に評価するため、表-2に示す4ケースを設定した。

表-2 検討ケース

	施工時期	自己収縮
CASE1	夏期	考慮しない
CASE2	冬期	考慮しない
CASE3	夏期	考慮する
CASE4	冬期	考慮する

#### 4. 解析結果

##### 4.1 温度解析

温度解析により、以下のような結果が得られた。

- ① 夏期の最高温度は最大で 74.0℃となり、打ち込み後約 20 時間後に発生
- ② 冬期の最高温度は最大で 41.7℃となり、打ち込み後約 36 時間後に発生

図-5 に新設側横桁中心部（橋軸方向の中心線）における部材厚方向に平均化された温度履歴、図-6 に最大経験温度分布図を示す。

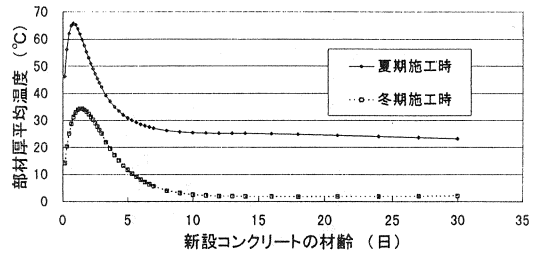


図-5 温度履歴図(温度履歴図)

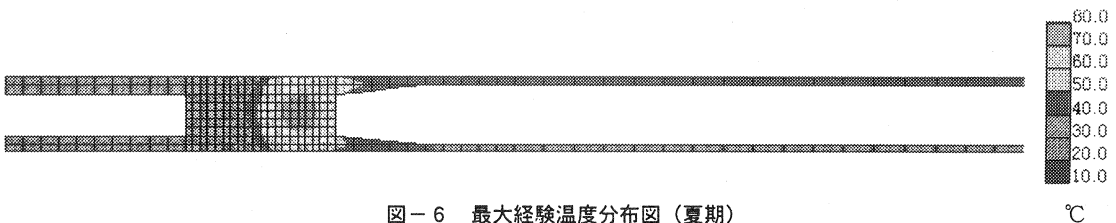


図-6 最大経験温度分布図 (夏期)

##### 4.2 応力解析

新設側横桁中央部における応力解析結果の概要を表-3 に示す。

また、図-7, 8, 9, 10 にそれぞれ新設側横桁中央部における主引張応力度履歴、最小経験ひびわれ指数分布、ひびわれ指数履歴および自己収縮による主引張応力度の履歴を示す。

これらの結果から、以下のようなことが整理・推定される。

- ① 最小ひびわれ指数は、CASE3 の場合に新設側横桁の中心部で 0.77 を示し、ひびわれ発生の可能性が高い
- ② ひびわれ指数は、材齢 10 日程度で収束している
- ③ 自己収縮の影響は、ひびわれ指数で 0.13、引張応力度で最大 0.6N/mm<sup>2</sup> となり、無視できない影響を及ぼしている
- ④ 自己収縮に対する温度履歴の影響は夏期と冬期で 0.24N/mm<sup>2</sup> であり大きな影響は及ぼさなかった

表-3 新設側横桁中央部での解析結果

単位	最高温度 (部材厚平均)		最小ひびわれ 指数		最大引張 応力度	
	T <sub>max</sub> ℃	材齢 日	I <sub>c,max</sub> —	材齢 日	σ <sub>t,max</sub> N/mm <sup>2</sup>	材齢 日
CASE1	65.7	0.8	0.90	10	2.31	14
CASE2	34.3	1.5	1.00	12	2.13	30
CASE3	65.7	0.8	0.77	30	2.91	30
CASE4	34.3	1.5	0.90	30	2.49	30

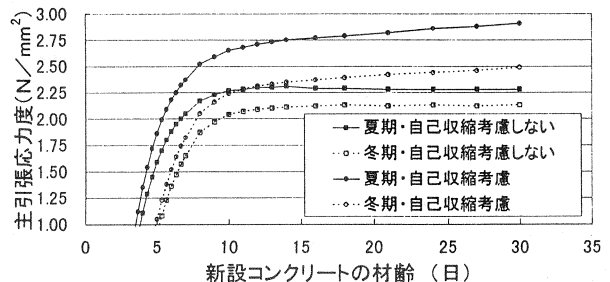


図-7 主引張応力度履歴図

- ⑤ ひびわれ幅を 0.2mm 程度に抑制するために必要な横方向鉄筋量は、コンクリート標準示方書 [施工編] の最大ひびわれ幅と温度ひびわれ幅の関係図を準用して求めた場合、D16ctc100 程度と推定される

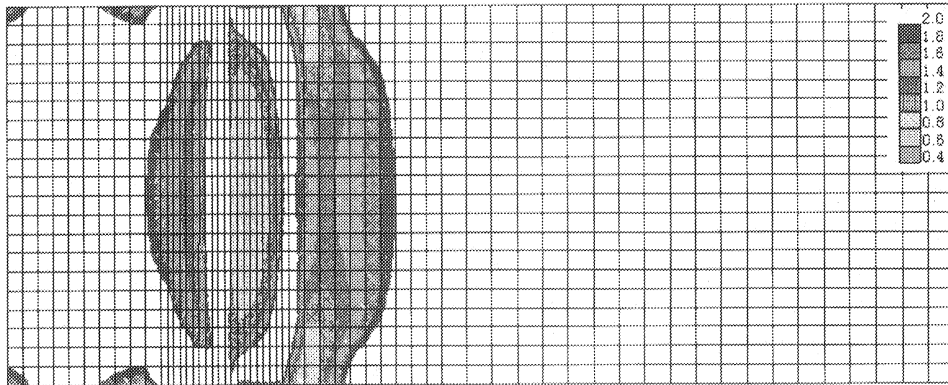


図-8 最小ひびわれ指数分布図 (CASE3)

ただし、本解析では擬似3次元解析を用いて部材厚方向の平均値を計算しているため、実際に生じる床版上面からの乾燥収縮や部材厚方向の温度勾配が十分評価されていない。このため、必要に応じて床版上面側にやや補強量を増加させる等の設計の配慮が必要と思われる。

### 5. おわりに

本検討結果は、ひびわれ制御において富配合のコンクリートでは自己収縮の影響を考慮する必要性を示唆するものと思われる。

鉄筋によるひびわれ制御に関しては、本橋の規模の橋梁では、わずかな補強量でひびわれ制御が可能であると推定される。

ただし、実際の適用においては断熱温度上昇等の材料特性のばらつきも考慮する必要があると思われる。

一方、高性能AE減水剤を用いて単位水量・単位セメント量を低減し、水和熱そのものを低減する方法も重要と考えられる。

今後は、実橋における適用をとおしてデータを蓄積し、簡易的に補強ディテールを決定することができれば、設計実務において有用となるものと思われる。

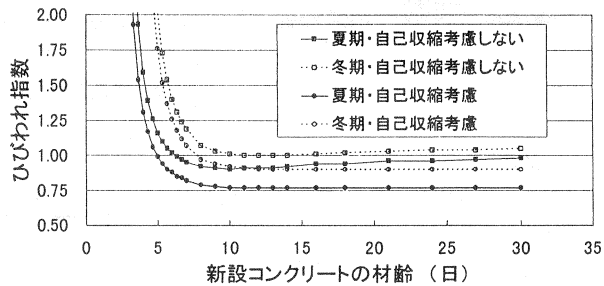


図-9 ひび割れ指数履歴図

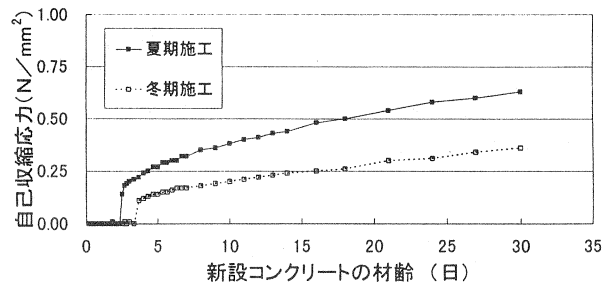


図-10 自己収縮応力履歴図

### 参考文献

- 1) (社) 土木学会：コンクリート標準示方書 [施工編] , pp. 182-193, 1996
- 2) (社) 日本コンクリート工学協会：自己収縮研究委員会報告書, pp. 117-121, 1996. 11