

波形鋼板ウェブ橋の温度変化による影響と施工

—第二東名高速道路 赤淵川橋下り線—

三井住友建設(株)・興和コンクリート(株)共同企業体	○正会員	伊藤 篤
中日本高速道路(株) 富士工事事務所	正会員	青木 圭一
中日本高速道路(株) 富士工事事務所	正会員	萩原 直樹
三井住友建設(株)・興和コンクリート(株)共同企業体		廣瀬 毅

1. はじめに

本橋は上床版にプレキャスト部材を用いた波形鋼板ウェブ橋である。一般に波形鋼板ウェブ橋はコンクリートウェブ橋に比べ、曲げ剛性が低いため荷重に対するたわみは敏感な傾向にある。また、本橋では、プレキャスト部材架設のため橋面上に油圧重機を配置していることや橋梁の支間割りが山岳地形上の制限によりアンバランスであることから、特にたわみの挙動の把握が重要となる。そこで、本稿では張出し施工時のたわみ管理のうち、上下床版温度差に着目したたわみ管理について報告するものである。

2. 計測方法

上下床版温度差の計測は、データロガーと熱電対を使用して行った。表-1に計測項目を、図-1に計測箇所を示す。上床版の熱電対は、日照によるコンクリート表面の温度変化の影響を避けるため床版厚中央に配置し、かつ日照（方向）の日変化による上床版温度差を計測するため両ウェブ直上に配置した。

表一 1 計測項目

	計測項目
①	日気温変化
②	内外気温の温度差
③	コンクリート水和熱
④	床版温度差
⑤	上床版温度差

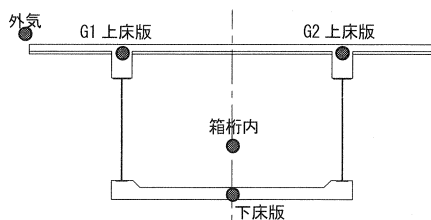
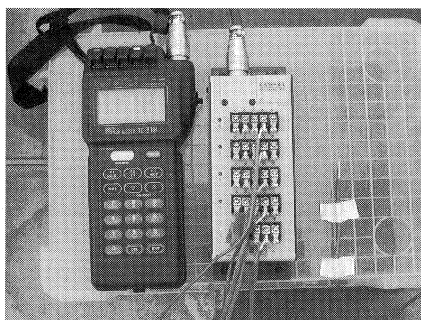


図-1 計測位置



写真一 1 使用機器

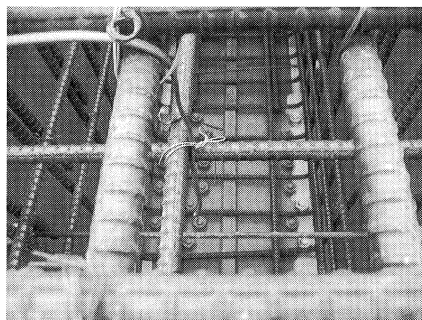


写真-2 熱電対配置状況

温度差計測時のたわみ測定は、荷重変動のない鉄筋・型枠組立時などに行い、3 時間毎に施工ブロック先端を、オートレベルを使用して行った。

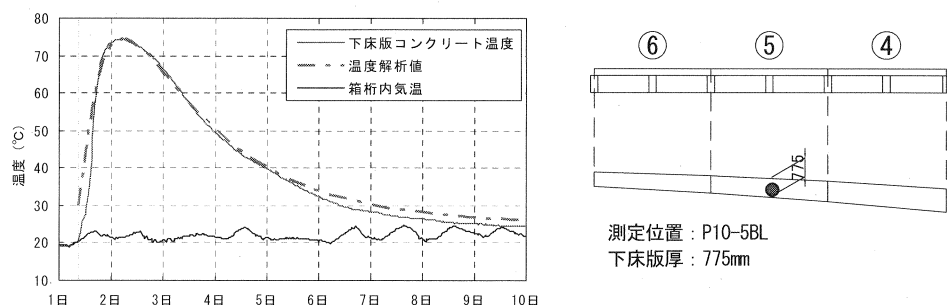
3. 計測結果

(1) 計測結果 (事前計測)

温度計測の整合性と日照（方向）変化による主桁への影響は、下記の通りである。

①コンクリート温度解析による温度履歴と実温度履歴との整合性（下床版マスコン部）

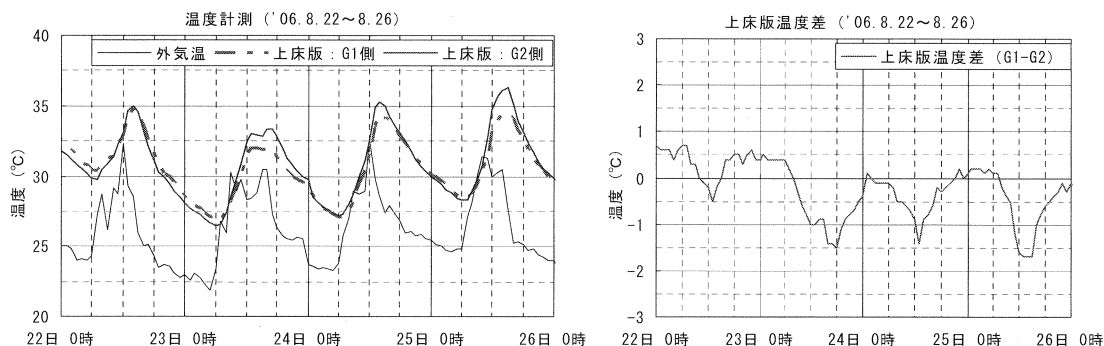
下床版コンクリート打設後の実温度履歴は、解析結果と一致しており、解析手法および計測方法とも妥当と考えられる（図－2）。



図－2 下床版計測位置と温度履歴

②日照日変化による左右ウェブの温度差

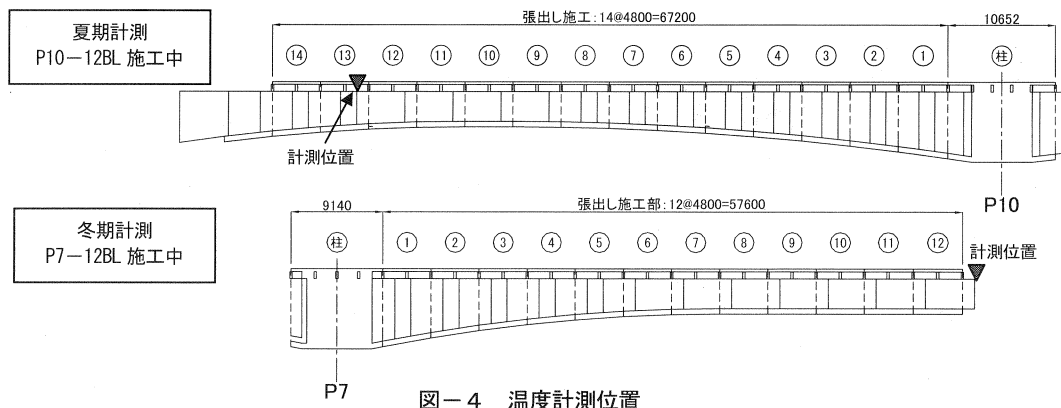
上床版の計測結果は主桁左右（G1・G2）で最大約 1.5℃の差でほぼ一致しており、日照方向による影響はほとんどなく、これによる主桁への影響もほとんどないものと考えられる。



図－3 温度履歴と上床版温度差

（2）計測結果（温度変化とたわみ変化量）

季節（外気温）による影響も考えられたため、床版温度差の計測は施工進捗に合わせ夏期・冬期のそれぞれに実施した。図－4に示す計測位置で、夏期計測はP10 橋脚張出し部、冬期計測はP7 橋脚張出し部において行った。それぞれの計測結果を以下に示す。



図－4 温度計測位置

夏期、冬期時期の計測結果をまとめると、表-2となる。

表-2 計測結果一覧表

計測時期	床版温度差最大時		床版温度差最小時		最大たわみ量 (mm)	備考
	温度差	時間	温度差	時間		
夏期施工時 (P10)	7℃	15:00	0℃	6:00	23	図-5
冬期施工時 (P 7)	1.2℃	12:00	0℃	8:00	7	図-8

夏期計測時の主桁先端のたわみ量は、計算値とほぼ一致しており最大で 23mm となる (図-5)。また、雨天で日照の影響がないときは床版温度差、たわみ共に発生しないことが確認できた (図-6)。

さらに、床版温度差によるたわみを制御可能か把握するため、晴天時に橋面上を散水し、床版温度差と主桁たわみ量を計測した。その結果、橋面散水によりたわみ量を約 50%低減でき、かつたわみの収束時間も短縮できることが判明した (図-7)。これにより、たわみがない状態 (時間) での波形鋼板の接合 (=溶接作業時間) を定量的に把握できることが判明した。

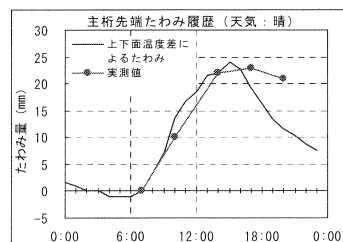
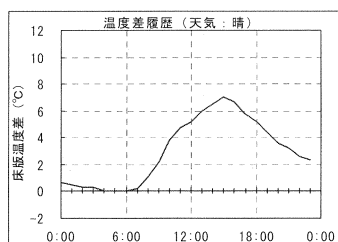


図-5 温度履歴とたわみ履歴
(天気：晴)

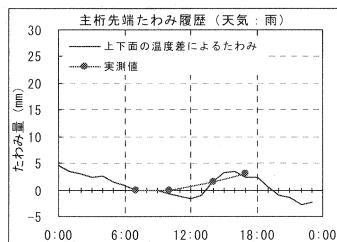
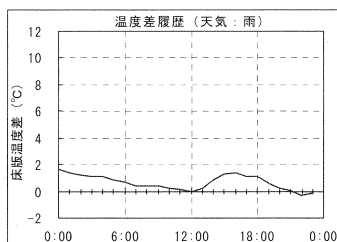


図-6 温度履歴とたわみ履歴
(天気：雨)

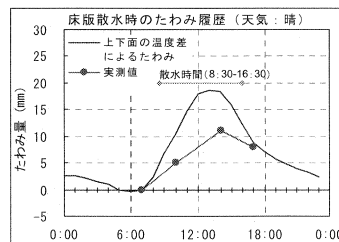
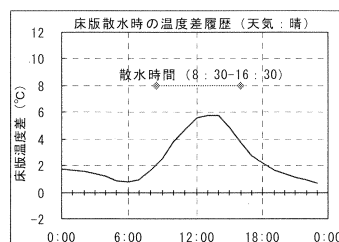


図-7 温度履歴とたわみ履歴
(散水による影響)

冬期計測では、上下床版温度差、たわみ量共に小さいことが確認でき、床版温度差による影響も少ないと考えられる。ただし、冬期たわみ量の 7mm は計算値よりも大きな値となった。これは冬期の日照、風向などの影響と熱電対設置位置とが上手く連動しなかったためであると考えられる (図-8)。

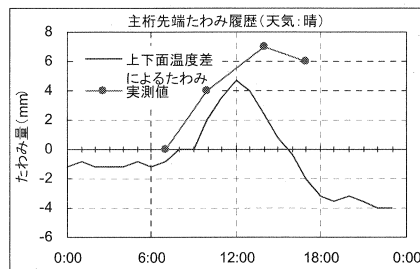
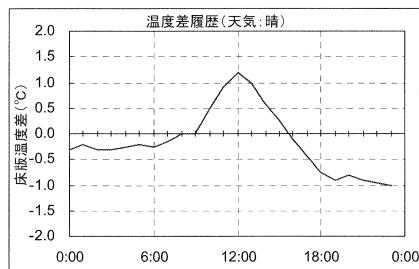


図-8 温度履歴とたわみ履歴 (冬期計測時)

4. 施工への適用

(1) 張出し施工時のたわみ管理

実温度差、たわみ量、その発生時間を定量的に把握することで、上げ越し管理の測定に含まれる温度差の影響は低減できる。張出し架設長が長くなればなるほど、波形鋼板の架設高さの設定など日照時に施工する作業への影響は大きい。ここで、図-9にP7橋脚張出し施工の最終ブロック施工後の上げ越し量を示すが、多少のバラツキはあるものの、張出し施工終了時の主桁天端の高さはほぼ計画値と一致している。この精度が得られたのは、床版温度差による影響を把握・反映しながら施工を進めた結果と言える。

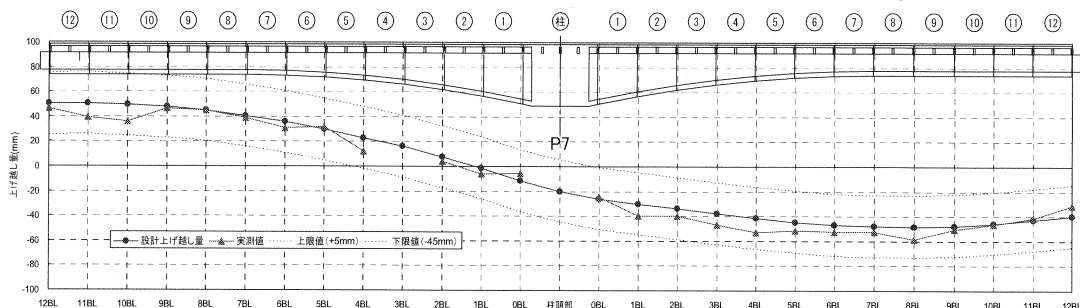


図-9 最終ブロック施工後の主桁上げ越し量

(2) 波形鋼板の閉合

本橋はアンバランスな支間割からP9-P10支間長 92.5m に対して、P10側張出し長 72.5m と、P9側張出し長 20.0m と不均衡となっている(図-10)。このため、P10側最大張出し部先端での温度差によるたわみ変化量は最大 30mm、P9側は数mmと、大きな差異が生じる。このため、閉合箇所の波形鋼板の接合(=溶接作業時)には、床版温度差によるたわみが生じない状況が求められた。



図-10 P9-P10側面図

計測結果より、床版温度差たわみはコンクリートの蓄熱量により、たわみ収束時間に影響を与えることを把握していたため、前日から橋面散水を行った。これにより、床版温度差によるたわみが発生し始める8時までに溶接作業を終了する作業時間が確保できたとともに、閉合時のたわみ差を5mm程度に抑えられ、上下フランジに発生する2次応力も大幅に低減させることができた。

5. おわりに

上げ越し測量は温度変化のない早朝に行うのが一般的である。しかし、床版温度差の影響や散水による制御などを事前計測により把握し、上げ越し管理を行う例は少ない。本橋は支間100m超の波形鋼板ウェブ橋であり、その支間割りもアンバランスであることから、今回温度計測を実施することとした。これにより、本橋では波形鋼板の閉合条件の定量的な制御を可能とした。本報告が今後の同種橋梁の施工の参考になれば幸いである。

<参考文献>

- 1) 萩原直樹, 青木圭一, 平喜彦, 伊藤篤: 波形鋼板ウェブを架設材として利用した張出し架設—第二東名高速道路 赤淵川橋下り線—, 第15回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, 2007.10