

胆沢川横断橋における現場計測について

オリエンタル白石(株)	正会員	○渡瀬	博
オリエンタル白石(株)	正会員	工博	二井谷 教治
オリエンタル白石(株)	正会員		日時 泉
オリエンタル白石(株)			久保 隆志

1. はじめに

対象橋梁は、岩手県奥州市の胆沢ダム上流部に架かる横断橋のひとつで、張出し施工による5径間の連続PCラーメン橋である。当該地域は奥羽山脈の山間にあり、冬期は降雪のため工事自体は休工となる。工程では、2ピアを張出し後に冬季休工となり、越冬後に残りのピアを施工した後に併合を行う。また、平面線形を含む区間もあることなどから、施工時に種々のセンサーを設置して、①脚頭部の傾斜、②床版内のひずみ、③床版内の有効応力、④桁内温度分布について計測し、施工への影響について検討した。ここでは、当該現場で行った現場計測の一部について報告する。施工状況を写真-1に示す。

2. 計測概要

2.1 計測項目

計測は、以下の項目について行った。

- (1) 有効応力計によるコンクリート床版内の応力測定
- (2) 無応力計等による乾燥収縮・クリープひずみの計測
- (3) 傾斜計による脚頭部の傾斜計測
- (4) 熱電対による桁内温度分布の測定



写真-1 施工状況

2.2 計測位置と計測頻度

センサーはいずれもP4橋脚の1BLに設置した。取付け位置を図-1に示す。また、計測頻度は当初、発電機による8~17時までの1時間ごとの自動計測を行い、8月以降はバッテリー駆動により24時間計測を実施した。また、打設、緊張、ワーゲン移動などのイベント時は適宜手動計測を行った。

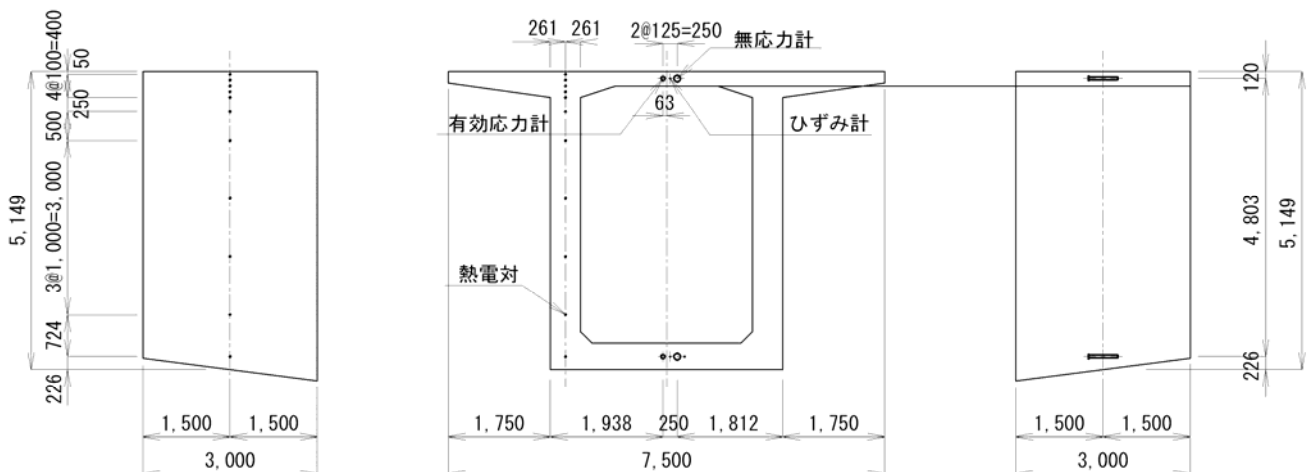


図-1 センサー配置

3. 計測結果

3.1 有効応力計によるコンクリート床版内の応力測定

1BL のコンクリート打設後から最終 11BL コンクリート打設終了までの有効応力計による早朝時の測定結果を図-2に示す。縦軸は有効応力で+側が圧縮応力を示し、横軸は時間軸である。上床版の起点側と終点側のセンサーは、対称な位置に配置しているため 2 台は同様の挙動を示しており、センサー個々の誤差は少ないと考えられる。またセンサーは 1BL の上床版に配置したため、緊張時には曲げ圧縮応力が、コンクリート打設時には自重による曲げ引張が作用しており、張出し施工が進むにつれ自重による曲げモーメントが大きくなるため、この影響が顕著に伺える。また、導入直後のプレストレス累計応力を図-3に示す。各検討段階における上床版プレストレスの計算値と計測値の応力差は $+0.5\sim 2.1\text{N/mm}^2$ といずれも計測値が若干圧縮側に大きい傾向を示した。また最終 11BL 施工後については、計算値 12.5N/mm^2 に対し計測値は 14.0N/mm^2 と $+1.5\text{N/mm}^2$ の圧縮状態であり、ほぼ設計どおりのプレストレスが導入されたと考えられる。

3.2 無応力計による乾燥収縮ひずみの計測

無応力計による上下床版の収縮ひずみの測定結果を図-4に示す。計算値としては、設計で用いた道路橋示方書（以下、道示と呼ぶ）による計算値を示す。下床版は計算値とほぼ近い挙動を示している。上下床版の最終計測値の平均は -45μ とほぼ計算値 -43μ と一致した結果であった。また上床版は下床版に対し 20μ ほど収縮が大きい。これは下床版厚が 452mm であるのに対し、上床版厚は 250mm と薄く、乾燥速度が比較して速いためと考えられる。また材令が進行するにつれ上下床版の収縮差は左程大きくなることから、降雨や日射といった上下床版で異なった環境条件による影響は少ないと考えられる。実際のたわみ変形に影響する上下床版の乾燥収縮ひずみ差は、ウェブ等による拘束の影響から、測定値の 100%がたわみ変形に寄与するとは考えにくい。また上下床版ひずみ差が増大傾向にならないことから、今後併合までの乾燥収縮によるたわみ変形は同様に小さいことが予想される。

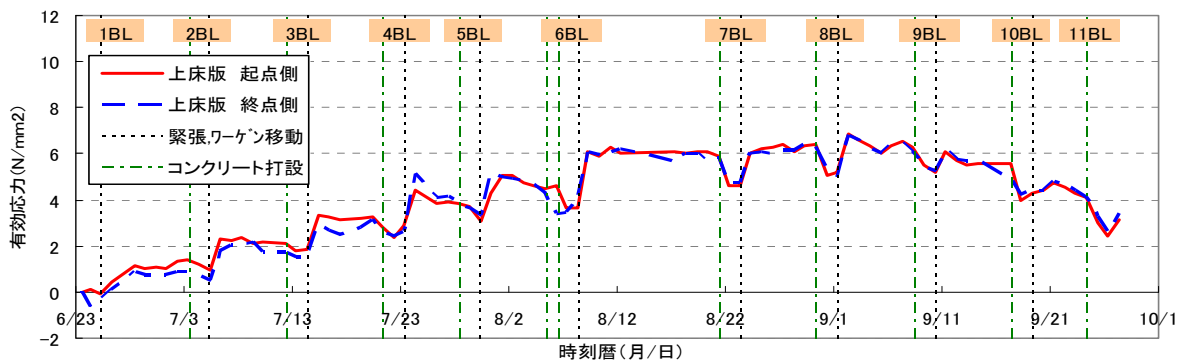


図-2 有効応力の推移

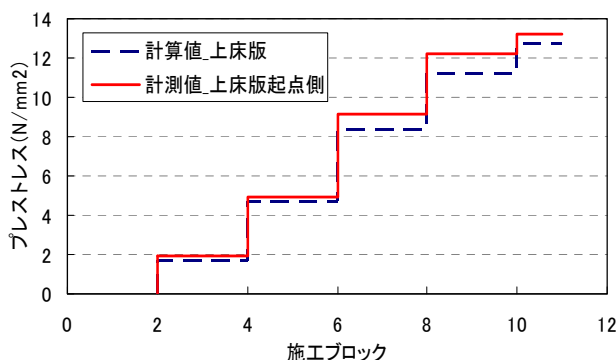


図-3 導入直後の累計プレストレスの推移

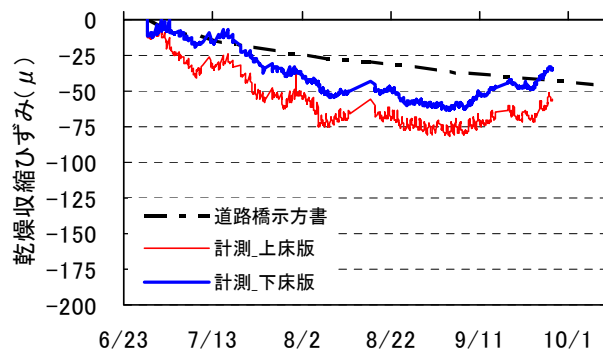


図-4 乾燥収縮ひずみの推移

3.3 無応力計およびひずみ計らによるクリープひずみの計測

計算値と実測値の比較を図-5に示す。道示式による計算値は、2BL ごとの桁自重、架設荷重とプレストレス応力によるクリープひずみを計算し、それらを累積することで算出した。下床版クリープの挙動は計算値とほぼ一致しており、最終 11BL 施工後で差は僅か+36 μ であった。上床版クリープの計測値は、最終 BL 付近で計算値に比べ-100 μ 程度だが、架設時の変位量としては小さいと考えられる。

設計値と計測値のクリープひずみ差を図-6に示す。張出し終了時で上床版が約-100 μ 、下床版が約+40 μ と比較的小さく、また最終 BL 付近では計算値とのずれも収束傾向にあることから、今後のクリープひずみ差も左程増大しないことが予想される。

3.4 傾斜計による脚頭部の傾斜計測

脚頭部の傾斜測定結果を図-7に示す。+の値は起点側が下がった状態、-は終点側が下がった状態を示している。橋軸方向、直角方向とも 1 日周期で小刻みな変化をしており、これは日射の影響による橋脚の変形挙動を計測していると考えられる。傾斜角の変動範囲をおよそ $\pm 0.002^\circ$ とすると BL 先端での上下動としては、

$$1\text{BL 施工時：張出し長 } 9,000 \text{ mm} \times (\pm \sin 0.002^\circ) = \pm 0.3 \text{ mm}$$

$$11\text{BL 施工時：張出し長 } 46,500 \text{ mm} \times (\pm \sin 0.002^\circ) = \pm 1.6 \text{ mm}$$

程度の変位量と考えられる。

橋軸方向の傾斜が比較的大きいのは、コンクリート打設時やワーゲン解体時のアンバランスによる傾斜であった。打設はいずれも終点側から行ったため、一端マイナスに動き起点側を打設することでゼロ付近に戻るような挙動を記録している。また、9BL 施工までは若干+傾向（起点下り）にあったが、10BL 以降は回転モーメントが大きくなったためか、-傾向（終点下り）となった。しかし施工ではワーゲン解体を A2 側から行ったことで+傾向に修正することができた。

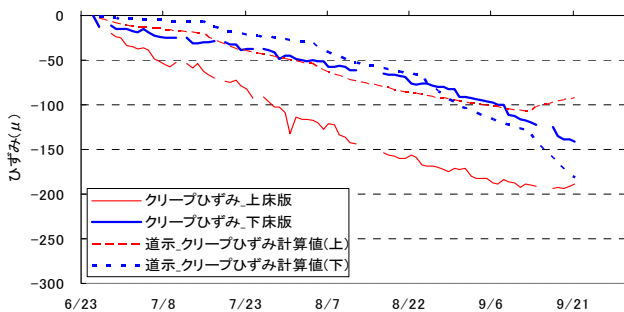


図-5 クリープひずみの計算値との比較

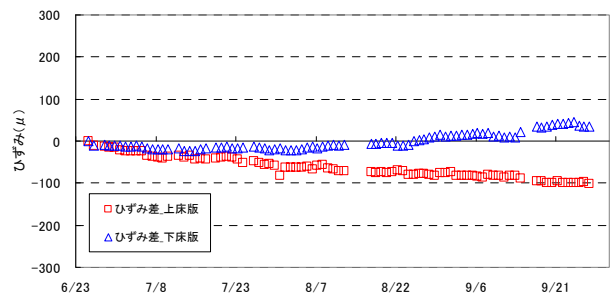


図-6 クリープひずみの計算値と実測値の差

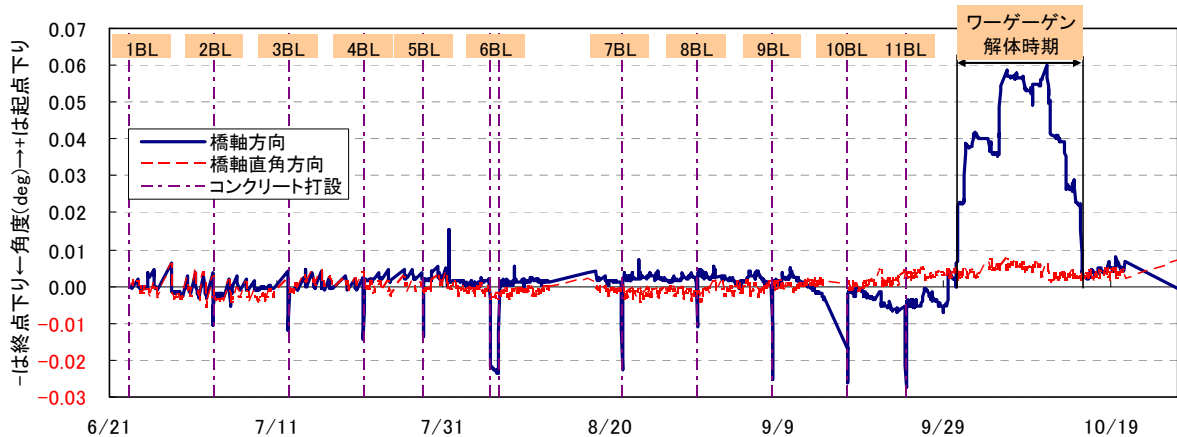


図-7 橋脚の傾斜角度

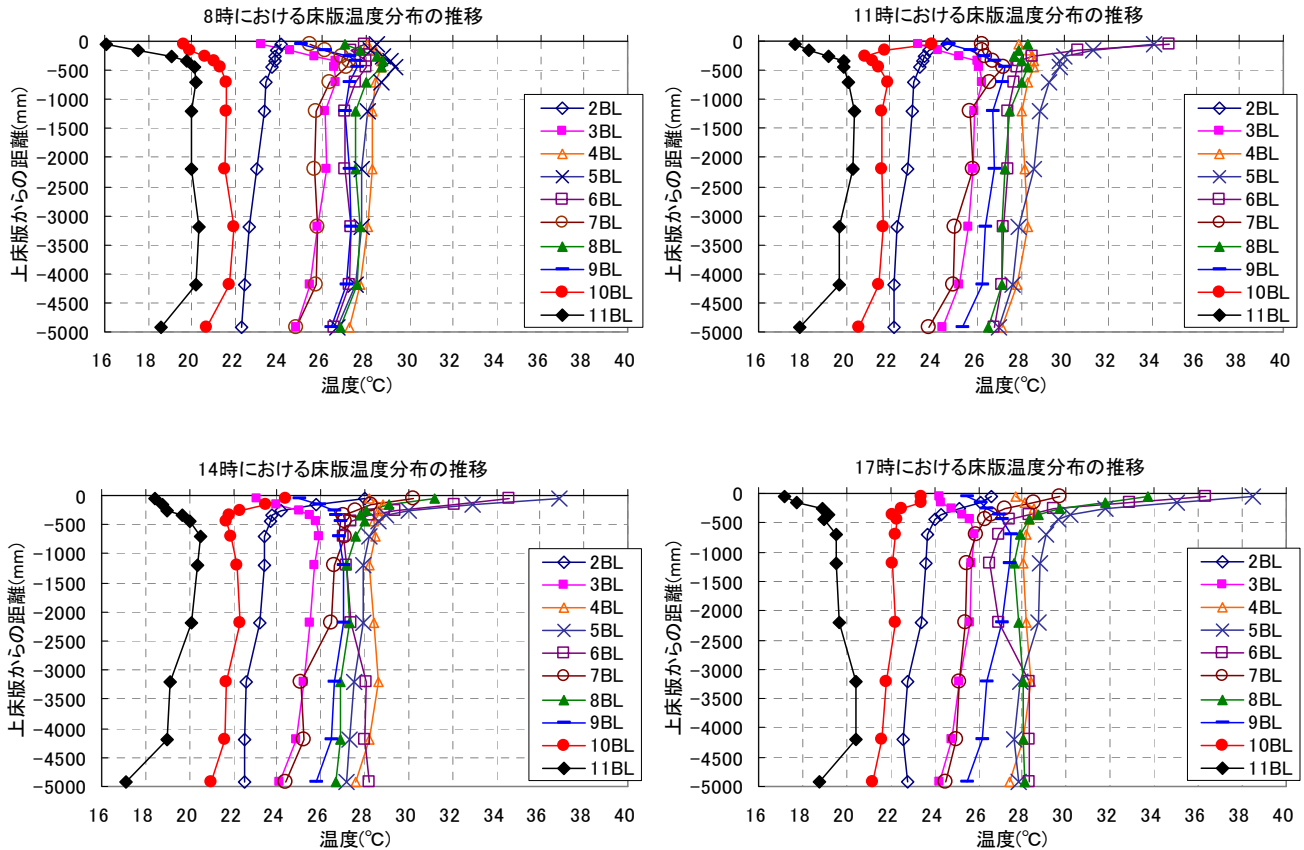


図-8 ワーゲン移動後の各時間帯における温度分布

3.5 熱電対による桁内温度分布の測定

上げ越し管理でのレベル計測は、打設後、緊張後、ワーゲン移動後に行われている。ここでは各 BL のワーゲン移動後の温度分布に着目し、温度分布を時間帯ごとに集計した結果を図-8 に示す。床版温度差が比較的大きくなるのは、日射の影響が比較的大きい 11 時、14 時、17 時の計測で、日射影響の少ない朝方 8 時の計測では、上縁が高温になることは少なく、むしろ若干低めの傾向を示した。設計で用いる床版温度差に換算した結果、8 時では-1.0~2.1℃、11 時では 0.2~5.2℃、14 時では 0.2~6.0℃、17 時では-1.2~7.4℃と時間帯が遅くなるにつれ、換算床版温度差が大きくなることがわかった。また全 BL の平均値は、8 時では 0.7℃、11 時では 2.0℃、14 時では 2.6℃、17 時では 2.5℃と、朝方 8 時の計測が床版温度差としては安定している。

4. まとめ

- (1) 有効応力計の応力測定結果から、コンクリートの導入時プレストレス応力は、計算値 12.5 N/mm^2 に対して計測値 14.0 N/mm^2 と概ね設計で想定した応力状態を満足していることが確認できた。
- (2) 乾燥収縮、クリープひずみとも、計算値と比較的近い値が計測され、設計条件が妥当であったことが確認できた。上下床版の乾燥収縮ひずみ差や、クリープひずみの計算値との差が増大傾向に無いことから、今後のたわみ誤差への影響は小さいことが予想される。
- (3) 橋脚傾斜角の計測結果から、打設時を除く架設時においては、1mm 前後のたわみ量で推移したことが確認できた。そして、最終のワーゲン解体後においても、たわみ換算で 0.8mm と非常に小さい変位で管理できたことが確認できた。
- (4) 温度分布の計測から、床版温度差に換算した結果、早朝時にたわみ管理を行うことで、温度差による影響を少なく留めることができた。