

(18) 温度差による桁の変形量について

鉄建建設(株) ○山口 良
 (株) 間 組 工藤 朗太
 (株) 銭高組 荘司 和彦

1 はじめに

コンクリート橋梁では、日光の直射などの影響を受けて上床版とウェブや下床版との間では温度差が発生する。この温度差により桁は鉛直方向に変位が発生するが、一般のコンクリート橋ではその変位量が問題となる場合は少ない。一方、張出架設される橋梁の場合、その施工中に桁内温度差による桁の鉛直変位が発生しやすい構造状態である。また、近年張出架設される橋梁が長大化し、高橋脚が採用されるのに伴い施工時の上げ越し管理の精度を向上させることが必要となってきている。しかし、現状の上げ越し管理では、温度差の影響を特定することが難しいため、その他の変動要因と併せて経験的に管理されている場合が多い。

ここで、本報告では箱桁形式のPC橋梁における上床版とウェブ・下床版間の温度差に着目し、施工中の橋梁の挙動を把握することを目的として、桁内の温度、ひずみ分布及び桁の鉛直変位について測定しそれらの影響を検討したものである。

2 測定方法

(1) 対象橋梁

測定の対象とした橋梁は、高知県大豊町に架設される土佐吉野川橋(施工 日本道路公団)である。同橋梁は張出施工されるPC3径間連続ラーメン橋で橋長290m、最大スパン120mを有する中規模の橋梁である。張出施工区間はP1側とP2側が対称になっており各々38ブロックに分割され、最大張出長は側径間側の65.4mとなっている。(図-1)

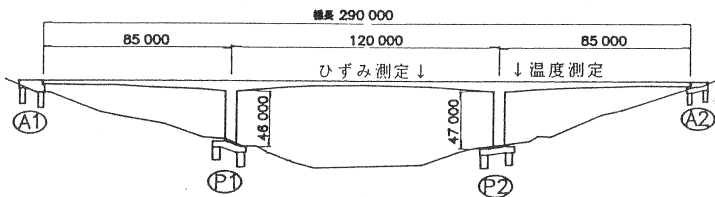


図-1 土佐吉野川橋一般図

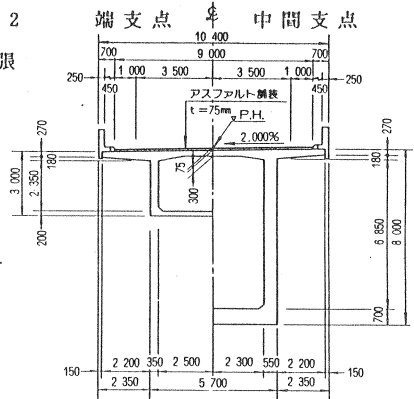


表-1 温度及びひずみ測定期間

(2) 温度及びひずみ測定

断面内温度分布とその経時変化を調べるために、P2側3ブロック施工時点で図-2に示す位置にT型熱電対を埋設し温度測定を開始した。また、桁内・

| | 施 工 | 時 期 |
|---------|--------|---------|
| 温度測定開始 | 3ブロック | 平成元年11月 |
| ひずみ測定開始 | 12ブロック | 平成2年1月 |
| 測定終了 | 橋体完成 | 平成2年7月 |

桁外の温度も同時に計測している。これにより、温度変化状況を把握した上で、P2側12ブロック内の図-3に示すひずみ測定位置を選定して、测温機能付きひずみ計を埋設した。温度及びひずみの計測は、全計測期間中1時間毎に継続的に実施した。そのため、パソコン内に測定値を取り込む自動計測としている。

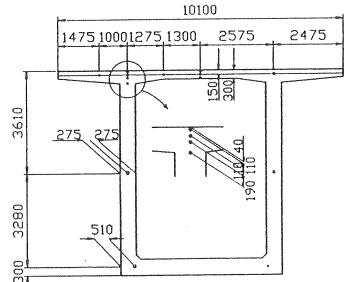


図-2 温度測定位置

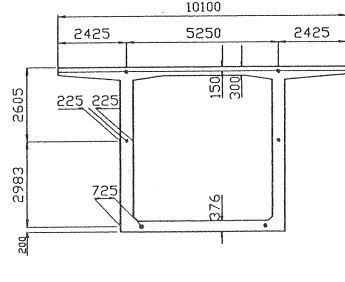


図-3 ひずみ測定位置

(2)変位置測定

温度差による桁先端の鉛直変位置は、温度差の大きさ、構造状態、張出長に影響されるため、変位置の大きい時期を選定して行った。具体的には、ワーゲンによる張出施工が完了し、側径間支保工部施工前の7月の現場作業が行われない快晴日を選んで、中央径間側の桁先端位置の経時変位置を24時間測定した。測定方法は電子レベル、及び電子スタッフを使用した自動計測である。(図-4)

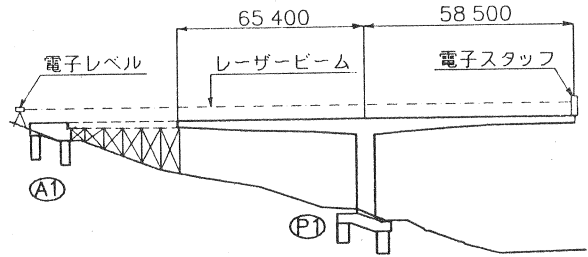


図-4 桁変位置測定状況

3 測定結果

(1)温度測定結果

春期および夏期における、快晴日の断面内の温度分布の経時変化例を図-5～図-7に示す。全計測期間中の測定結果より、桁内温度について概ね次のような傾向がみられる。

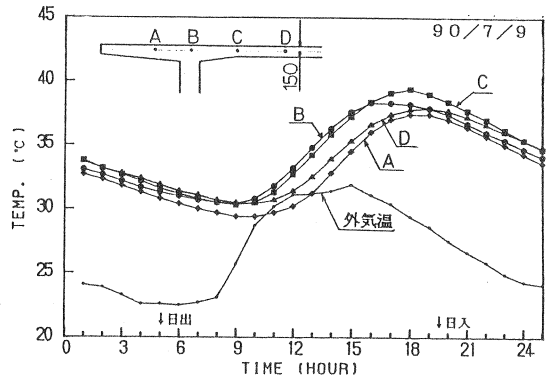


図-5 温度経時変化(夏期・水平方向)

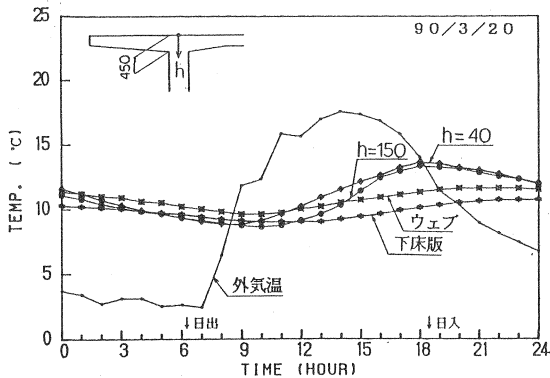


図-6 温度経時変化(春期・鉛直方向)

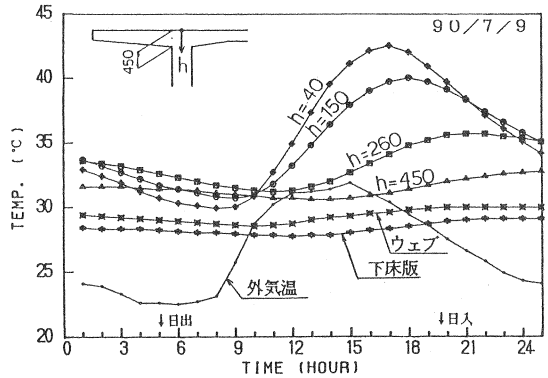


図-7 温度経時変化(夏期・鉛直方向)

- ・上床版水平方向の温度分布は、ほぼ一定で同様の变化をする。(図-5)
- ・断面内の温度差は、春期で3~4°C前後と小さいが、夏期には15°C程度となる。
- ・上床版表面の温度は日射の影響が大きく、日出数時間後から夕方まで上昇する。また、上床版内部の温度は、鉛直方向に温度分布をもち、桁上面からの距離にしたがい温度ピークに時間的なずれが生じている。(図-7)
- ・ウェブ、下床版温度はほぼ一定である。(図-6,7)
- ・早朝は断面内温度差が最も少なくなる。しかし、夏期においては早朝でも4°C前後の温度差が残っている場合がある。(図-7)

(2) ひずみ測定結果

図-8に午前0時を初期値とした場合のひずみ経時変化例を示す。これによると午前7時が最小値となっているため、この時点を初期状態として桁内ひずみ分布の経時変化を表したものが図-9である。時間の経過とともに、日射の影響を受けて軸ひずみ・桁の曲率は増加する。桁の曲率は上下床版温度差が最大になる以前の15時頃に最大となり、この時点ではひずみ分布もほぼ直線的である。上床版では左

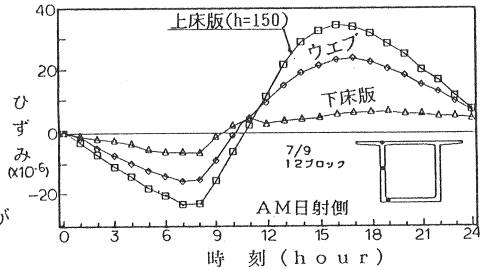


図-8 ひずみ経時変化

右の測定点におけるひずみ量はほぼ同様の動きを示すが、ウェブ・下床版についてはその変化状況が異なっており、側面からの日射の影響によるものと考えられる。

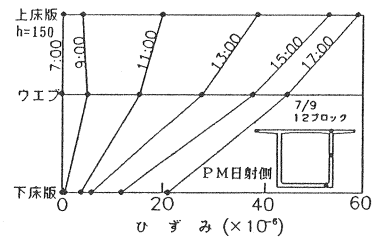
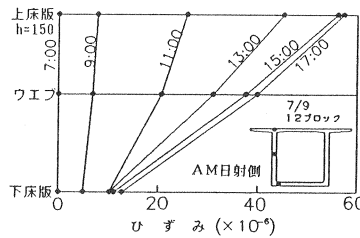


図-9 ひずみ分布経時変化

(3) 変位測定結果

桁先端鉛直変位の測定結果を図-10に示す。夏期の最大張出時という厳しい条件であるが、1日の間に最大27mmの変位が発生している。また、最大変形量の発生は15時頃であり、外気温や上床版代表点とした桁表面から15cm位置での温度ピークとは異なっているが、ひずみ測定結果の曲率ピークとは一致する。これは、温度測定結果からもわかるように、日射による桁表面の温度変化が上床版代表点に到達するまでに時間的なずれがあるため、桁はこれより表面に近い部分の温度に敏感に反応して鉛直変位を発生しているものと考えられる。

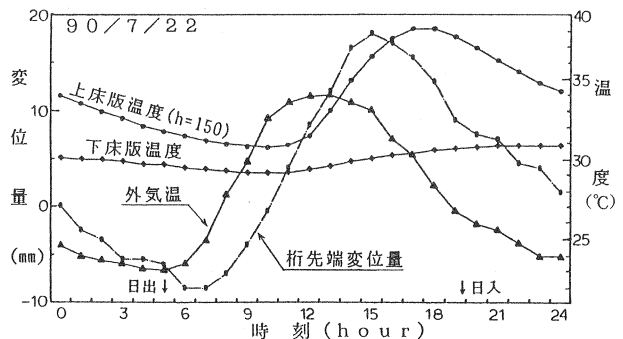


図-10 鉛直変位測定結果

また、橋脚の片面のみが日射の影響を強く受ける場合、橋脚の橋軸方向両面の温度差により桁の変位に影響を与えることが考えられるが、同時期に行った橋脚温度測定結果によると橋脚両面の温度差は認められなかった。

4. 計算値との比較

一般の設計では桁内温度分布を図-11の様にモデル化し、断面内に作用する曲げモーメントと軸力を仮定し応力度計算を行っている。今回の温度測定データを用いて同様のモデル化を行って断面力を仮定し、各測定点のひずみ量を計算し実測値と比較したものが図-12である。軸ひずみ量は異なっているが、桁変位に影響を及ぼす曲率はほぼ同程度となっている。そこで、測定で得られた各時刻の上床版代表点温度と下床版温度を桁内温度差とし設計と同様の方法により平面骨組み計算を行って桁先端変位量の経時変化を求めた。計算値と実測値を図-13に示す。両者は、最大値・最小値とも同程度であり傾向的には一致しているが、桁表面の温度伝達が遅れることによる時間的なずれを生じている。

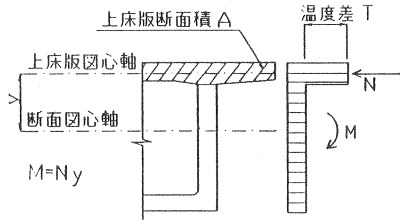


図-11 設計上の温度分布モデル

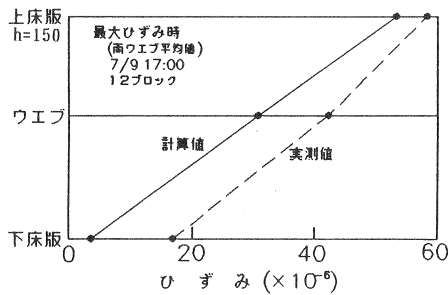


図-12 ひずみ量の比較

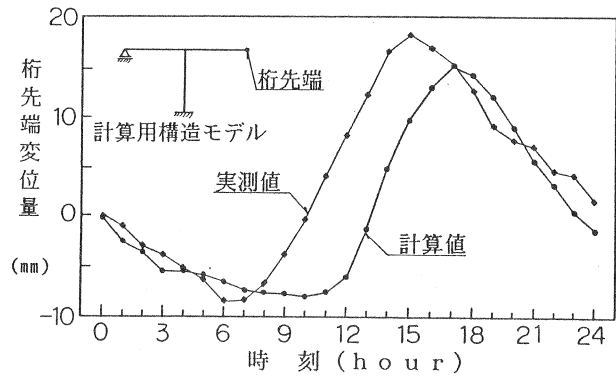


図-13 桁先端変位量の比較

5. おわりに

- ① 上げ越し管理の精度向上の観点から適切な温度補正が必要とされているが、簡便な測定により桁挙動を推定できることが望ましい。
 - ・ 外気温測定により、日平均気温からウェブ下床版温度を推定することはできるが、上床版温度は日射に支配されている。
 - ・ 桁内温度分布を測定することにより、ある程度の精度で桁の変位量を予想することが可能である。この場合、上床版温度を代表させる測点位置を検討する必要がある。
 - ・ ひずみ測定は、桁挙動を反映するため変位推定のファクターとして適当であるが、側面日射の影響や桁高変化等の問題があり、これにより桁変形量を定量的に推定するはまでにはいたらなかった。
- ② 桁内温度差の温度差による鉛直変位の影響を少なくする目的で、一般に行われている測量を早朝に実施することは適正であるが、夏期には早朝でも桁内温度差をもっているため施工管理上の配慮が必要である。