

温度日変動に伴う既設鋼合成 I 桁橋の変形挙動の実態と検討

東邦技術株式会社 正会員 山村 浩一
株式会社中央コーポレーション 日下 徹
株式会社土木技研 櫻田 和志

岩手大学工学部社会環境工学科 正会員 岩崎 正二
岩手大学工学部社会環境工学科 正会員 出戸 秀明
岩手大学工学部建設環境工学科 ○高橋 諒

1. はじめに

橋梁を大きく変形させる常時の外力として活荷重と温度がある。このうち主桁の温度差による変形は活荷重に比べ大きくなることが報告されている。しかしながら、温度差によって実橋梁がどのように変形し、またどの程度のダメージを受けているかについては必ずしも明らかになっていない。そこで本研究では、交通量が極めて少ない実橋梁において、上部工の部材温度、主桁のひずみ・変位および支承、橋脚の変位を連続的に計測し、それらの結果から温度日変動が既設橋梁に及ぼす影響について検討したので報告する。

2. 計測方法

図-1 に示す対象橋梁は昭和 57 年に架設された 2 径間単純鋼合成 I 桁橋で、支承形式は BP-A である。この橋の日照環境は、G3 桁が午前 6 時～11 時ごろまで照射され、橋面は常時照射される環境にある。図-2 はひずみゲージ、変位計、熱電対の設置位置を示したものである。なお、G3 桁の熱電対は直接照射されないように G2 桁側のウェブに貼付けている。計測は 2010 年 8 月 26 日から 9 月 14 日まで実施し、温度、ひずみ、変位を 1 分間隔で連続計測した。回収した計測データのうち、本文では外気温度の日変動が大きかった 9 月 4 日、5 日のデータを用いて検討した。

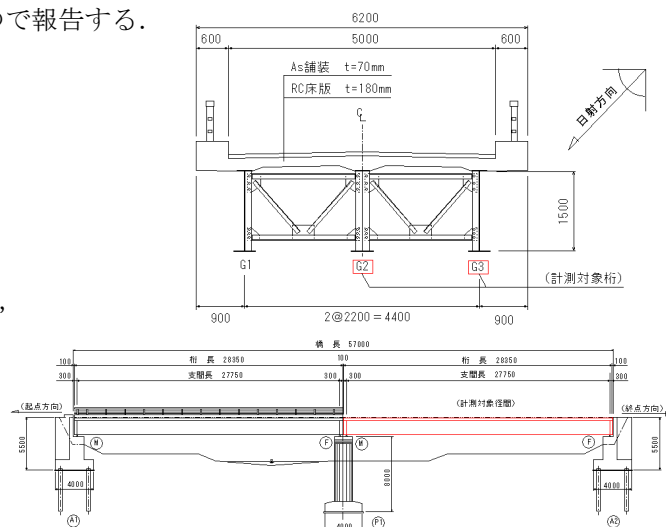


図-1 対象橋梁

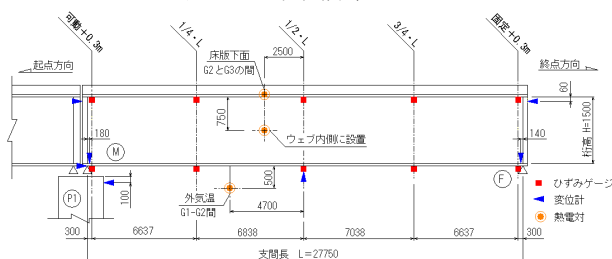


図-2 計測位置

3. 計測結果

3.1 温度計測

図-3 は計測温度を時系列で示したものである。主桁温度は G3 桁の 6 時～10 時の値を除いて外気温度とほぼ同様に变化し、両者の温度差は最大でも 3℃程度と小さい。日射の影響を受ける G3 桁の温度は、午前 6 時～8 時ごろに急激に上昇している。この時間帯における 9 月 5 日の計測値は、19.2℃から 33.1℃に急上昇し、それから 1 時間後には 26.4℃まで下降している。この急激な温度上昇は日射によるものであり、また、その後の下降は低温状態にある床版への熱移動が原因であると推測される。一方、床版温度は G3 桁のように急激な温度変化は見られず安定している。床版温度は外気温度に比べ 3～4℃ほど高く、また最低温度と最高温度に達する時間は外気や主桁のそれに比べ 4 時間ほど遅い。以上のような温度変化の傾向は、計測期間の晴れ日に共通して見られた。

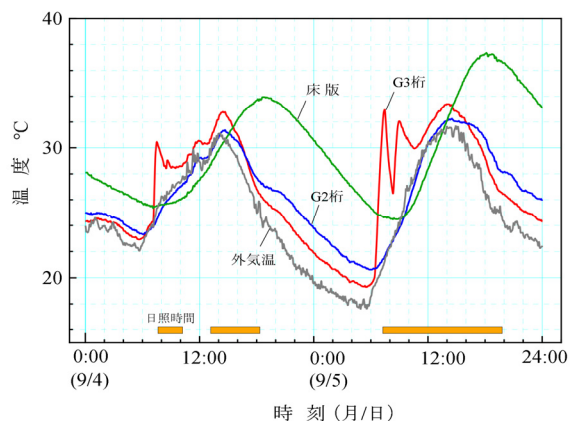


図-3 外気温度と部材温度

キーワード 温度変形, 既設合成 I 桁橋, 連続計測, 温度ひずみ, 支承変位, 橋脚変位

連絡先 〒020-8551 岩手県盛岡市上田三丁目 4-3-5 岩手大学工学部 TEL 019-621-6436

3.2 主桁のひずみ

図-4、図-5は主桁下フランジの実測ひずみと主桁温度を時系列で示したもので、ひずみは9月4日零時の値をゼロとして変化量を表している。主桁のひずみは温度上昇にともなって増加し、特に支点から0.3m離れた位置のひずみが著しく増加している。G2桁のこの箇所では、固定支承側のひずみ値 138μ に比べ可動支承側のひずみ値は 255μ と大きく、G3桁ではそれとは逆に固定支承側のひずみ値(315μ)が大きくなっている。1/4・L点でもこれと同様の傾向を示す。このように1/2・L点のひずみに比べ、支承側のひずみが大きくなるのは可動支承が拘束されている状態と考えられる。また、G2桁とG3桁で支承近傍の最大ひずみの発生方向が異なっている。これは可動支承の拘束力の違いにあると推測している。G3桁の支点から0.3m離れた位置における温度応力の設計値と今回の実測ひずみから求めた温度応力は、それぞれ 7.3 N/mm^2 、 63 N/mm^2 である。このように実橋梁の主桁には、設計で想定する温度応力に比べ、かなり大きな温度応力が生じる。

3.3 主桁、支承、橋脚の変位

図-6の下図は、主桁1/2・L点における鉛直変位および主桁・床版の温度を時系列で示したもので、図-6の変位は全て9月4日零時の値をゼロとして変化量を表している。主桁変位の方向が変わる時間と床版温度がピークに達する時間はよく一致している。床版温度が上昇する状態では、主桁は下向きに変位し、下降する状態では上向きに変位する。このように主桁変位は、主桁自体の温度ではなく床版温度の影響を受けているようである。また、G2桁では9月5日午前9時ごろに急激な変位が生じている。しかし、同じ時間のG2桁のひずみには大きな変動は見られない。日射の影響でG3桁の変形挙動がG2桁より大きいため、この変形が横桁を介してG2桁に伝達されたものと考えている。

図-6の上図は、可動支承と橋脚天端の変位を示したものである。可動支承の計測では、床版温度の日変動が約 10°C 以上になると、G2桁の可動支承は約 1 mm 、G3桁のそれは約 1.5 mm 水平移動することが明らかとなった。しかしながら、ひずみの計測結果では、可動支承は拘束状態にある。可動支承が移動すれば、主桁下フランジの支点+0.3mのひずみ値は大きく減少し、さらに、1/2L点のひずみ値も大幅に増加するはずであるが、このようなひずみ挙動は計測されていない。可動支承の移動と主桁のひずみの関係については、今後の研究課題としたい。橋脚天端も変位している。床版の温度変動が概ね 10°C 以上では、床版温度が最低値に近づくと、橋脚天端は桁が伸びる方向へ動き出し、床版温度が上昇に変わると元の方へ動く。9月5日の橋脚天端の最大変位は 0.69 mm であった。橋脚も可動支承と同様に、主桁の変形挙動に影響を及ぼしているものと考えられる。

4. まとめ

橋梁各部における温度変動の連続計測から、支承および橋脚の変位も含めた実橋梁の変形挙動を捉えることができた。加えて、主桁では設計で想定している温度応力に比べ、かなり大きな温度応力を受けていることも判明した。

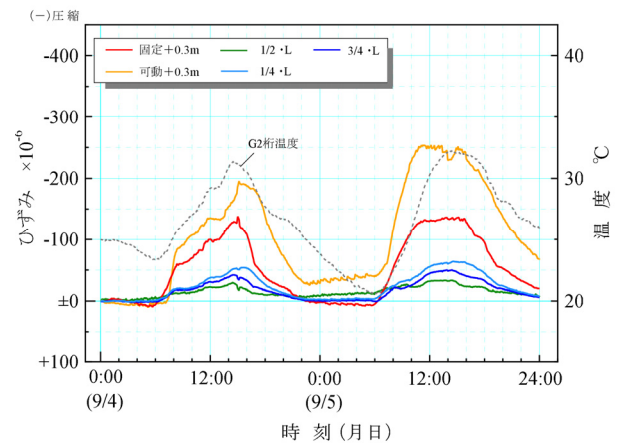


図-4 G2桁下フランジのひずみ

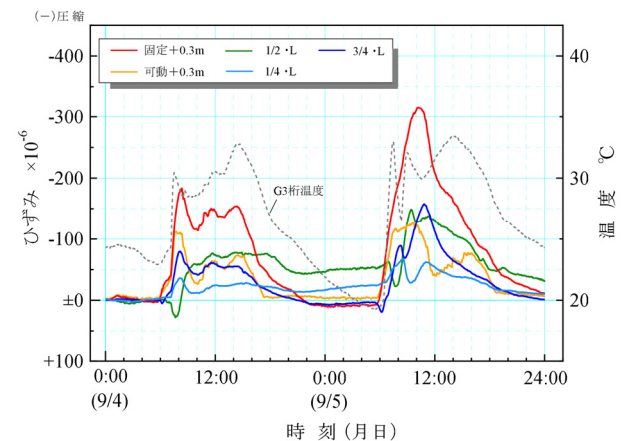


図-5 G3桁下フランジのひずみ

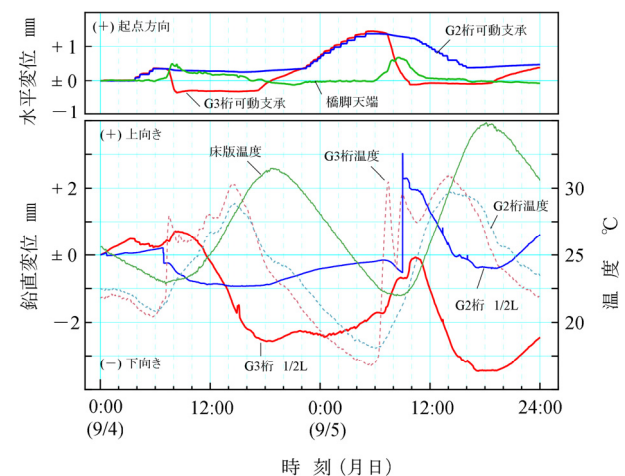


図-6 主桁、支承、橋脚の変位