日射による橋梁の温度分布と応力測定に関する基礎的研究

計測検査㈱　正会員　○大山晶子　九州工業大学　正会員　山口栄輝
計測検査㈱　永田伸二　　計測検査㈱　正会員　中村昌弘

１．はじめに

老朽化した橋梁は全国に多数存在し，今後さらにその数は増加する中で，それらの安全性を確保するために，簡便で低コストかつ信頼性の高い点検方法が求められている．そこで，橋梁の応力や振動を長期連続モニタリングし，その傾向から橋梁の劣化を把握して健全度診断を行うことが検討されている[1)]．だが，長期に記録したデータを使い，如何に健全度を判断するかについては未だ検討する点が多い．今回は健全度診断を行う上で必要となる橋梁の実際の変形挙動を把握するため，日射による温度変化に着目し，橋梁の温度分布と応力の変化について実橋での測定結果と FEM モデルによる解析結果を報告する．

２．対象橋梁

測定対象とした青嵐橋(福岡県北九州市)は，1980 年竣工 (設計荷重 TL-20) の橋長 67m，支間 L=21.7m の 3 径間単純合成 H 桁であり，**写真１**のように周囲には日射を妨げるような建物はない．建設から 25 年以上経過しており，床版に太いひび割れやコンクリートの剥離はみうけられなかったが，両端の支承が腐食していた．なお測定日は 12 月であり，雲はあるが晴天であった．

写真１．青嵐橋（G5 側）

３．調査項目

図１に示す計器設置位置図のように， 3 主桁（G1，G3，G5）の 2 断面（L/4，L/2）に，ひずみゲージと熱電対を，その主桁近くの床版下面に熱電対を貼り付け，交通のない無載荷状態を選んで 1 時間単位で応力と温度の 24 時間測定を行った．

４．結果と考察

４．１　温度分布

図２に主桁の表面温度を，**図３**に断面 L/2 点の温度分布を示す．**図２a** の下フランジ温度から，L/2・L/4 点の各主桁の温度分布は，G5 桁のみ表面温度が 20℃を越すものの，橋軸方向において，温度差はみられない．この傾向は**図２b** に示すように上フランジにおいても同様である． **図３**より，15 時では外気温度 14℃に対して日向側の G５桁下フランジが 20℃と高く，日向側地覆に近い温度まで上昇している．また G3 桁近くの床版温度に比べると 9℃高い．この温度分布から急激に温度低下し，日没後の 18 時に全体が同温度となっている．その後夜間にかけて，下フランジの温度は主桁上部(床版下面を含む)より低くなり，コンクリートと鋼材の熱伝導の違いが現象として現れている．

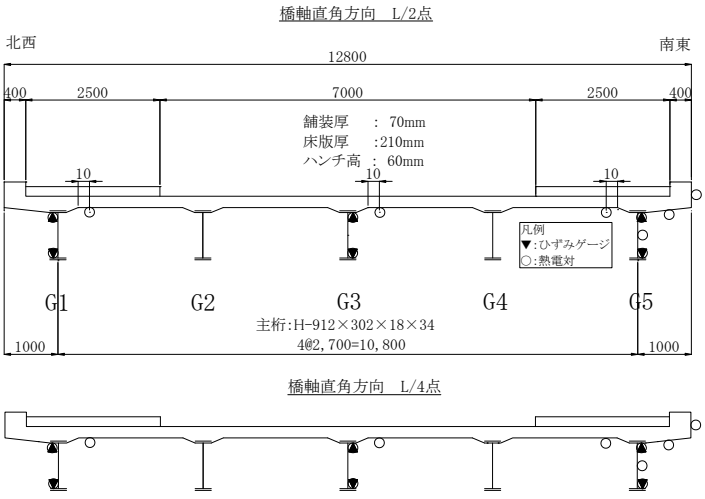

図１．計器設置位置図

キーワード：橋梁，温度，応力，ひずみ，維持管理
連絡先：福岡県北九州市八幡西区陣原１丁目８番３号　TEL:093-642-8231　FAX:093-641-2010

４．２　応力分布

図４に主桁下フランジの応力時系列を示す．最高温度(差)を示す 15 時付近での L/4 点 G5 桁で，図２a 中の表面温度 19.2℃の時，-34N/mm^2 の応力が発生しており，G3 桁に比べ温度が＋5.5℃，応力は約４倍である．なお，同時に行なわれた同橋の載荷試験(20t)による応力は約 15 N/mm^2 である．次に図３に示す温度を用いた FEM による温度応力解析の結果，可動支承として解析した場合，測定値と大きく異なっている．この時支承の移動量は，測定値で 0.1mm であり，解析の 1.5mm に比べるとほぼ動いていないといえる．また今回の温度範囲で，支承が機能していれば無視しうる応力であることもわかった．本橋梁では，両端固定支承として解析した結果が測定値と近づいたが，15 時の G5 桁は支承固定時の解析値よりも大きな応力が発生している．

５．まとめ

今回の研究で以下の知見が得られた．

・橋軸方向では温度差はみられず，橋軸直角方向では主桁の上下フランジ間，および各主桁間に温度差があり，15 時では日向側の G５桁下フランジに比べて橋梁中心部の G3 桁上部は 9℃低かった．

・G5 桁下フランジでは，無載荷状態で日中に -34N/mm^2 もの応力が発生しており，同橋の載荷試験(20t)結果では約 15 N/mm^2 であったことから，温度差によって大きな応力が発生したことが確認された．

・温度応力解析結果は必ずしも実情と合致していないものの，支承の動きを固定とした場合に近く，さらに実情と合わせるには，その動きを個々に検討していく必要がある。

謝辞

本研究は,経済産業省の平成 19 年度地域新生コンソーシアム研究開発事業「無線センサネットワークによる建造物の健全度診断システムの開発」の一環として実施されたものです．また，フィールドを提供して頂いた北九州市をはじめ，多くの方々にご協力をいただきました．関係各位に深く感謝いたします．

参考文献

1) 例えば，高木伸也，部材応力の長期計測による鋼橋モニタリングに関する基礎検討，鋼構造論文集，第 11 巻第 43 号，2004. 9.

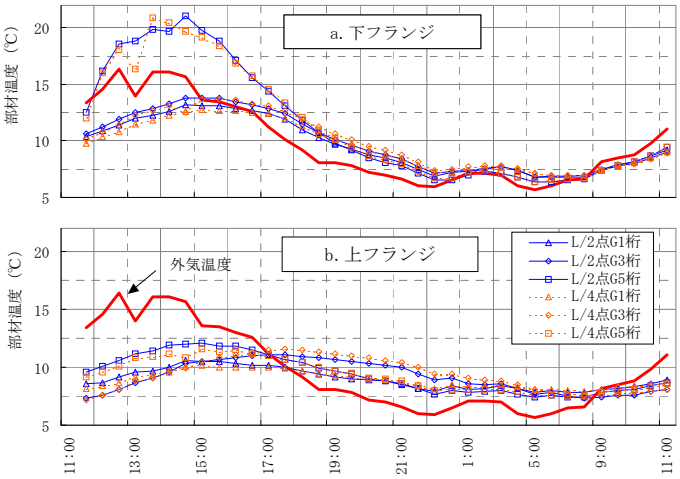

図２．主桁の表面温度

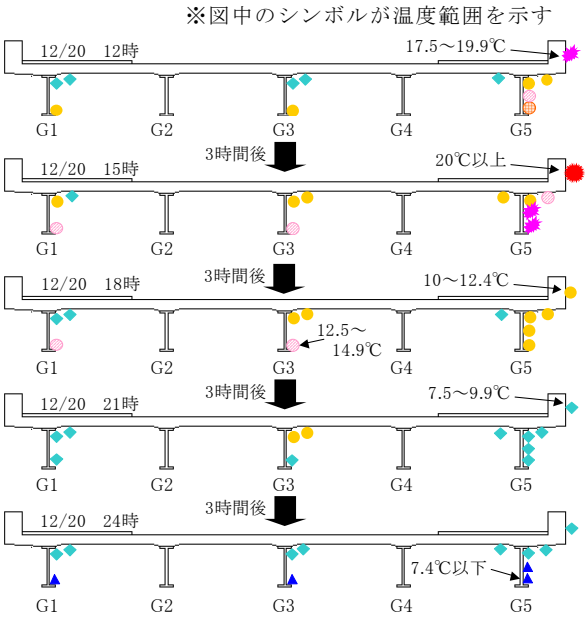

図３．断面 L/2 点の温度分布

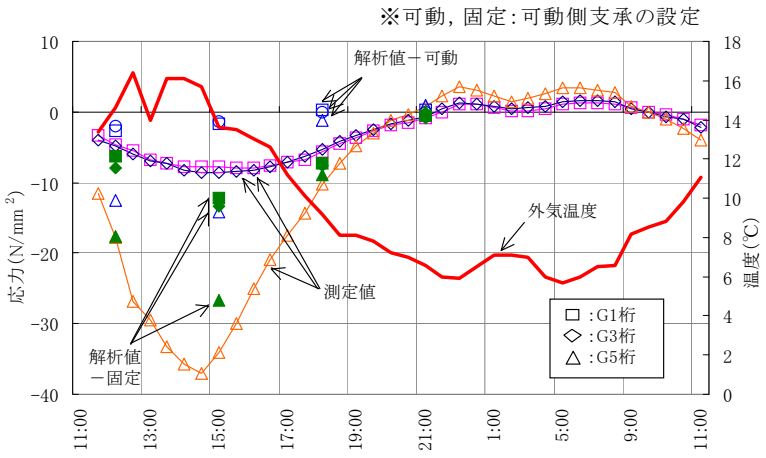

図４．下フランジの応力（L/4 点）