

日射によるアーチ橋トラス桁部の温度変化に関する基礎的検討

長崎大学 正会員 奥松俊博 エム・エム ブリッジ(株) 学生会員(投稿時) ○友廣健太
 長崎大学 正会員 中村聖三 同 正会員 西川貴文 同 正会員 松田 浩
 宮崎大学 正会員 森田千尋

1. はじめに

効率的な社会インフラの維持管理のためには、各部材の損傷・劣化状態の的確な把握が必要である。温度変化に伴う桁の挙動などを含めた健全度評価に対する検討¹⁾や日射による影響評価に関する研究などもそのひとつに属すると考えられる。単品生産物である橋梁は、架設方向によって日射の影響が偏在するが、支承設計上、特に面外方向の温度勾配による桁変形の影響は考慮されていないなど、一般的にはそれらの影響は無視できるものとして取り扱われている(道路橋示方書)。ただし架設方向によっては、年間を通して日射/非日射の影響が大きい橋梁も当然ながら存在するため、日射の影響(桁橋軸直角方向の変形・応力状態、またそれらを起因とする支承部への相互作用など)の精査が必要と考える。本研究は、橋軸直角方向に対し日射面/非日射面の存在が顕著な橋梁を対象として実施した温度および日射計測より、橋体の温度分布および、日射が温度変化に与える影響について明らかにすることを目的としたもので、実橋観測の概要およびその結果について報告するものである。

2. 実橋計測

2.1 対象橋梁

樺島大橋(32° 34'18.06"N 129° 46'56.47"E)を計測対象とした。橋長227m、幅員7.5m、最大支間152mの鋼ランガートラス桁橋(直線橋)であり、北より62度偏角して架設(図-1)されており、日射による橋体温度の上昇は橋梁のSSW側面で大きくなることが想定される。

2.2 計測概要

橋体の温度および日射量の計測には、サーミスタ(RTR-500B1)および全天日射計(SR05-A1)を用いた。計測装置の設置位置を図-2に示す。計測点T1~T5はサーミスタの橋体への設置位置、T6は床板下部付近における外気温測定箇所を表す。日射計は日射面(S-1)および非日射面(S-2)に設置した。図-3にSSW側(日射面)の日射計およびサーミスタの設置状況を示す。計測は2020年10月28日より実施、1年間程度データの蓄積を予定している。

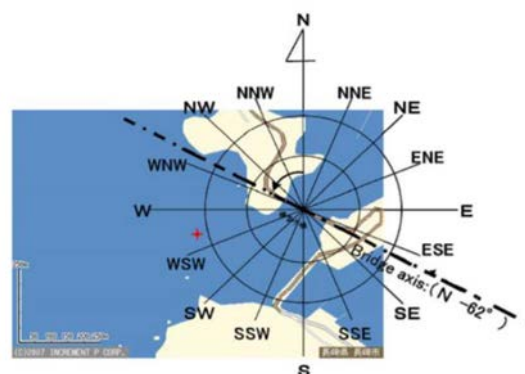


図-1 橋梁架設方向

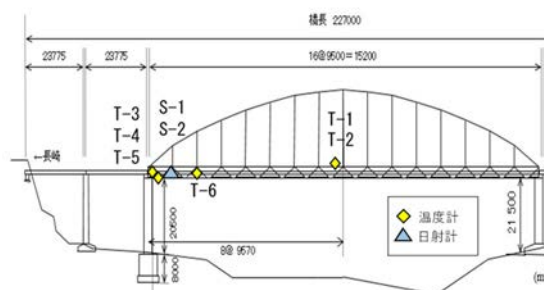


図-2 計測装置の設置位置

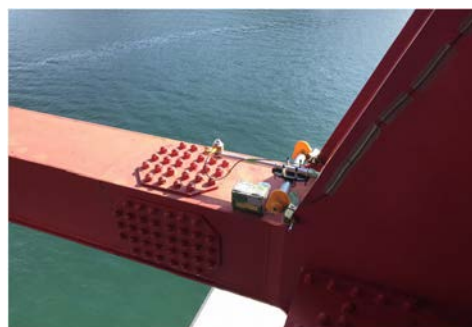


図-3 日射計等設置状況(SSW側)

キーワード：橋梁維持管理，計測，温度，日射量，鋼ランガートラス桁橋

連絡先 〒852-8121 長崎市文教町1-1-4 長崎大学工学部社会環境デザイン工学コース Tel 095-819-2615

3. 計測結果と分析

3.1 温度分布

日射面と非日射面の日射量の差が著しい 11/4 (快晴) に着目する。同日の日射量, 橋体温度を図-4, 5 に示す。図より NNE 側桁にはほぼ日射が確認されていないことがわかる。日射面 (SSW 側桁) の日射量は非日射面の 14 倍程度であった。温度変化に着目すると 6:30~13:30 まで温度が上昇していることを確認している。図-6 に両側のトラス桁部に着目した温度推移を示した。6:30~13:30 (外気温上昇分 約 2.4℃) に対する非日射面のトラス桁部の温度上昇分 約 3.2℃に対し, 日射面のトラス桁部の温度上昇は約 20.8℃であった。橋体温度は, 当然ではあるが日射の影響を強く受けることを確認した。

3.2 日射量差と橋体温度差の相関

日射面と非日射面の日射量差とトラス桁部の温度差の関係を明らかにする。10/28~11/14(17 日間)の観測結果を対象に, 日射面と非日射面のトラス桁部の温度差が最大になる時刻までに得られた日射量差と最大温度差の相関を示したものを図-7 に示す。ばらつきはあるが両者には正の相関がみられる。年間日射量が多くなる季節 (春~夏季) においてはさらに大きな温度差が生じるものと推測される。各地点の年間の気温および日射量は変動があるが, 過去データを基に, 橋梁架設方向に基づく日射/非日射部の橋体温度の推定が可能と考えられる。

4. 熱容量の検討

日射量と温度変化の関係をより詳細に検討するために, 物理的特性の明確な鋼材(SS400)を橋梁 SSW 側 (日射面側) に設置し, 2021/1/14~1/26 の日射量と鋼材温度計測を行った。観測日射量から求めた熱量から得られる鋼材の温度変化の理論値 (図-8) と実測温度の比較を行った。その結果, 比較の日射量が多い 1/15 では 0.5℃, 1/25 では 4.9℃程度, 理論値が実測値を上回った。熱量の逸散などによるものと考えられる。

5. まとめ

本研究では, 架設上, 日射面・非日射面が顕著に生じる橋梁を対象に, 日射量と温度変化の関係を検討した。計測期間 (秋~冬期) における実橋計測から得られた知見は以下のとおりである。

- 1) 非日射面に対する日射面の日射量 (約 14 倍程度), トラス桁部の最大温度差 (18℃程度) を確認した。
- 2) 日射量差と橋体の最大温度差間に正の相関を確認した。過去の日射量データをもとに, 架設方向に基づく任意の橋梁の日射/非日射部の橋体温度の推定可能性を示した。
- 3) より精度の高い橋体温度変化を求めるためには, 正確な風速や, 風向きなどを考慮する必要がある。

参考文献 1) 小林裕介, 三木千壽, 田辺篤史: 鋼床版箱桁橋梁の温度変形挙動を利用した健全度評価モニタリング, 土木学会論文集 A, Vol.64No.4, pp.794-807, 2006

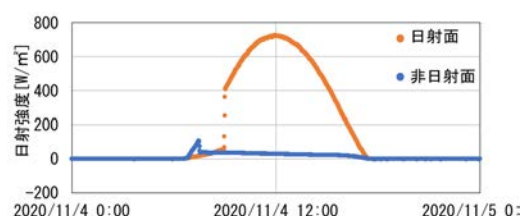


図-4 11月4日の日射量



図-5 11月4日の橋体温度

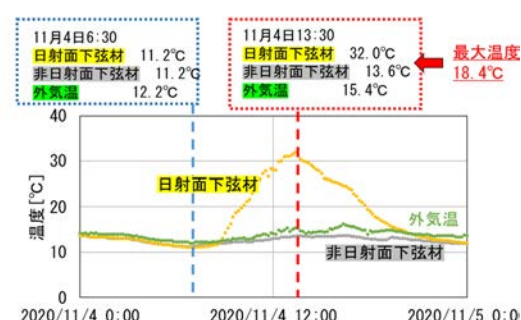


図-6 11月4日のトラス桁部の温度

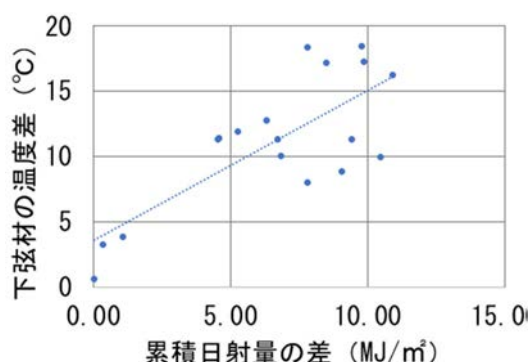


図-7 日射量の差と最大温度差

$$\Delta T = (Q_1 - Q_2) / (m \times c)$$

$$Q_1 = Y \times S \times A \quad Q_2 = (F + G) \times S$$

ΔT : 理論値 (°C) Q_1 : 日射量から用いた熱量 (J) Q_2 : 熱損失 (J)
 m : 質量 (kg) c : 比熱 (J/(kg×K)) Y : 日射強度 (W/m²)
 S : 記録間隔 (s) A : 鋼材上面断面積 (m²) F : 対流熱損失 (W)
 G : 放射熱損失 (W)

図-8 温度変化の理論値算出式