

日射・橋体温度変化に伴う鋼ランガートラス桁橋の支承および全体挙動に関する検討

長崎大学大学院 学生会員 ○RuiSucheng

長崎大学大学院 正会員 中村聖三

長崎大学 学生会員 松田拓巳

長崎大学大学院 正会員 奥松俊博

長崎大学大学院 正会員 西川貴文

長崎大学 学生会員 持丸郁也

1. はじめに

2016 年熊本地震により被害を受けた橋梁構造物および付帯構造物の対する分析・原因究明が進められている¹⁾。一方、橋梁維持管理に関する点検業務の進捗に伴い、支承部の損傷発生またその形態が明らかになりつつある。一般に、橋梁は単品架設であるが故、日射の方向により、温度分布に偏りが生じる場合がある。しかし支承設計時には、特に日射の検討はなされていない。そこで、本研究では、橋梁の平面配置に伴って日射面・非日射面が生じる橋梁を対象に、温度変化の非対称性が支承及びその周辺に与える影響について、橋体温度、支承変位計測、および 3D-FE 解析の両面より検討する。

2. 対象橋梁と計測概要

本研究では、樺島大橋(図-1)を検討対象とした。同橋は、長崎半島の南端(図-2)に位置する、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)である供用開始から 40 年程度が経過し、支承(一本ローラー鋼製支承)まわりに一部腐食発生等が認められる。同橋の架設方向は、北より 62 度偏角しているため(図-3)、SSW 面の橋体温度は、NNE 面と比較して高くなることが予想されたため、サーミスタおよびサーモグラフィカメラを用いた温度計測、および可動支承部付近における橋軸方向変位の計測を行った。計測装置の設置位置を、図-4、5 に示す。計測点 T1～T5 はサーミスタの橋体への設置位置を表す。T6 は床版下部付近における外気温測定箇所を表す。橋軸方向の水平変位は NNE 側(d0,d2)および SSW 側(d1,d3)の計 4 点について計測した。



図-1 樺島大橋外観



図-2 樺島大橋位置

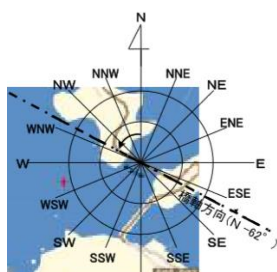


図-3 橋軸方向位置

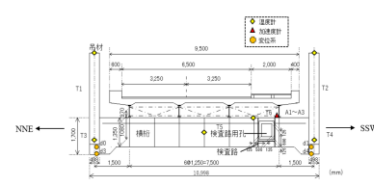


図-4 計測装置の設置 (断面)

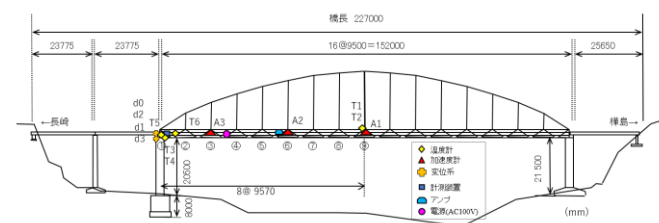


図-5 計測装置の設置 (一般)

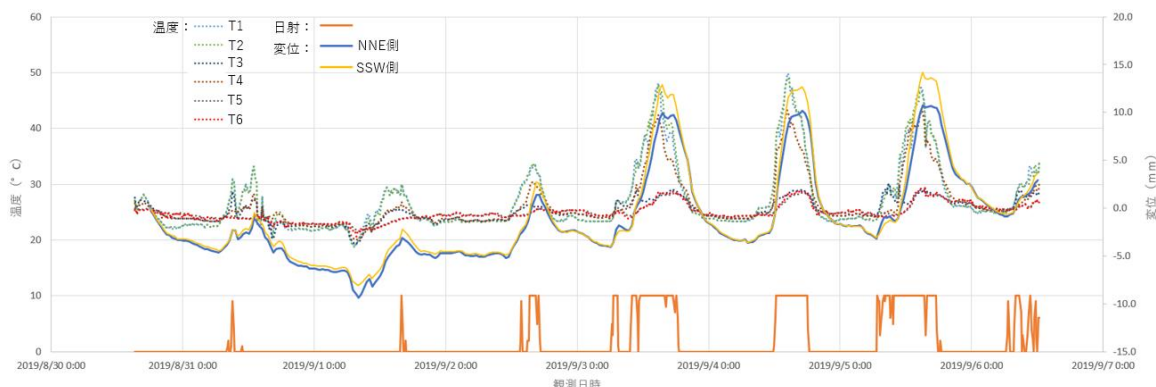


図-6 橋体温度、日射および橋軸方向変位

3. 計測結果と分析

2019 年 8 月 30 日 18 時から 9 月 6 日 13 時(約一週間)の温度と日射と今日軸方向変位を図 6 に示す。ここに橙色の線は、アメダス気象観測点(野母崎)で観測された 10 分間中の日射時間である。橋体温度分布はサーミスタおよびサーモグラフィカメラよりの計測結果より決定した。橋体温度は、橋軸直角方向に対し、日射面から非日射面へと低下していくことがわかった。一方で橋軸方向変位計測より日射(温度変化)に伴うローラー支承の移動距離を計測結果より算出したところ、一週間あたり、150mm (SSW 側), 130mm(NNE 側)となり、日射側の支承変位は非日射に比べて 1.15 倍となった。

4. 3D-FE 解析

4.1 MIDAS Civil モデルによる全体解析

はり要素を用いて樺島大橋の 3D FE モデルを作成した(図-7)。支承接点番号は、可動側が#1 および#66、固定側が#17 および#98 である。観測結果より得られた 9 月 3 日 6 時 00 分から 15 時 00 分までの温度変化を参考に、各部材の温度差を設定、各要素に温度荷重を入力して温度解析を実施したところ、非日射側が+14.4mm、日射側が+16.7mm となった。実橋計測で得られたローラー支承変位が非日射側で+14.0mm、日射側で+16.8mm であり、実測値と解析値はほぼ一致している。温度解析による橋梁平面の変形を図-8, 9 に示した。

4.2 MARC による支承付近の応力状態の確認

MIDAS のはりモデルによる解析結果に基づき、温度変化に伴う支承部およびその周辺の変形および応力状態を詳細に求めるために MARC を用いた 3D-FE 解析を実施した。支承およびその周辺で構成される部材を図-10 のようにシェル要素で構成した。図-11, 12 に解析結果を示す。得られた支承部橋軸方向の最大応力は日射側において 70 N/mm^2 、非日射側において 55 N/mm^2 であった。また、支承部橋軸直角方向の最大応力は、日射側において 117 N/mm^2 、非日射側において 95 N/mm^2 であった。

5. まとめ

本研究では実橋の温度計測により橋体温度分布を明らかにするとともに、支承周辺の応力状態を 3D-FE 解析より求めた。日射面および非日射面を有する橋梁においては、支承部に発生する橋軸直角方向の応力をより詳細に検討する必要があることがわかる。計測および解析の詳細については、発表時に報告する。支承設計および解析に関して、(株)日本構造橋梁研究所の小松正貴氏より技術的助言をいただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) (一社)九州橋梁・構造工学研究会：2016 年熊本地震被害調査・分析報告書，2019.12



図-7 MIDAS Civil モデル

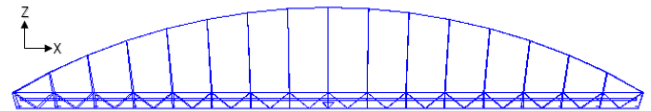


図-8 橋軸方向変形図

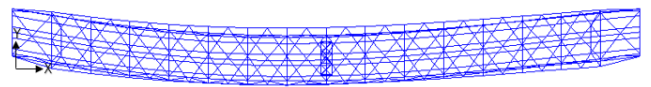


図-9 橋軸直角方向変形図

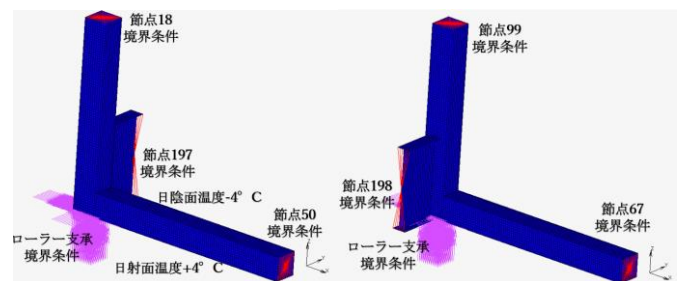


図-10 節点部分モデル (左：日射側 右：日陰側)

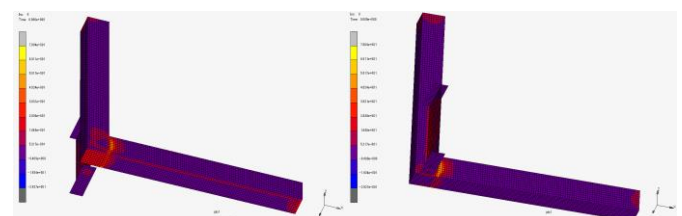


図-11 橋軸方向応力 (左：日射側 右：日陰側)

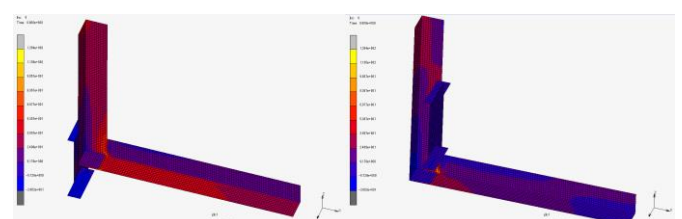


図-12 橋軸直角方向応力 (左：日射側 右：日陰側)