

複合トラス橋の収縮・温度変化挙動に関する解析的検討

京都大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 正会員○橋本 国太郎
 京都大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 奥村 駿
 京都大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 正会員 杉浦 邦征
 前橋工科大学(前・鉄道総合技術研究所) 正会員 谷口 望
 由井技術士事務所 フェロー 由井 洋三

1. はじめに

近年、騒音対策や合理性の観点から、縦桁を保有せず、横桁をコンクリート中に埋め込むことで床版としての剛性を保つ構造である SRC 床版を有する複合トラス橋が鉄道橋などに多く用いられている。しかし、本形式の橋梁において、コンクリート部材の乾燥収縮や温度変化などによって生じるひずみ変化が、複合構造体の鋼部材にどのような影響を及ぼすか、また鋼部材の温度変化による挙動が橋梁全体にどのような影響を及ぼすか、という問題を正確に把握できていないのが現状である。

そこで本研究では、実際に架設されている鉄道橋に対して、測定された床版内の鉄筋や鋼部材に生じるひずみや温度のデータを用い、その挙動を FEM 解析によって再現し、コンクリートの乾燥収縮挙動や鋼部材の温度変化が鋼・コンクリート複合構造物に与える影響を照査する。また本論文では、鋼部材の温度変化による影響に着目する。

2. 測定対象橋梁および測定概要

測定を行った橋梁は、SRC 床版を有し、鋼部材に耐候性鋼材を使用した 4 径間連続下路トラス橋である。測定断面位置および測定断面内のゲージ貼付位置を図 1 に示す。測定断面位置については、対象橋梁の橋脚 P6-7 間の横桁間中央一般部断面 C' とする。図中のアルファベットは、a および c が下弦材、d が鉄筋を表しており、測定は下弦材の橋軸方向ひずみと温度、床版内の鉄筋の橋軸方向ひずみと温度について行った。

3. 解析概要

本研究では、汎用解析コード ABAQUS (Ver6.8) を使用した。解析モデルは、測定断面を含む A2 橋台 P6 橋脚の 2 径間をモデル化し、測定断面 C' を有する L14-L16 間においては細部まで模擬するために、橋軸方向・橋軸直角方向における鉄筋を全て配置した。なおモデル化では、床版コンクリートをソリッド要素、鉄筋、横桁、斜材、上弦材、上横構をビーム要素、そして下弦材、鋼板ジベルをシェル要素でモデル化した。

実橋モデルは弾性範囲で挙動するものとし、下弦材とコンクリート床版は直接結合するのではなく、コン

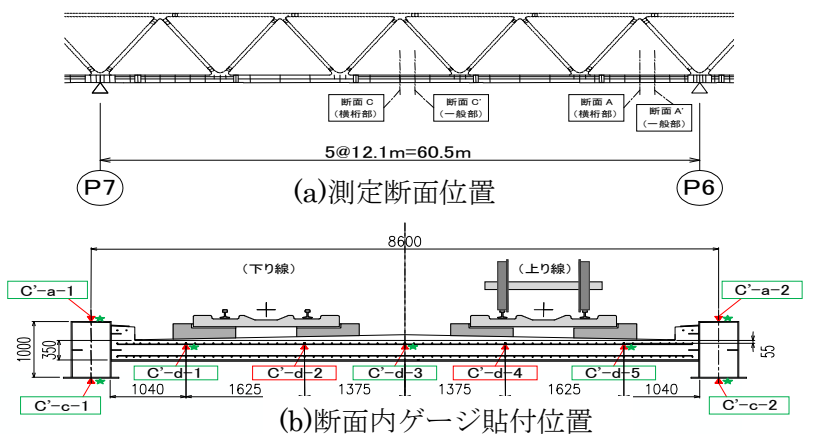


図 1. 測定断面位置およびゲージ貼付

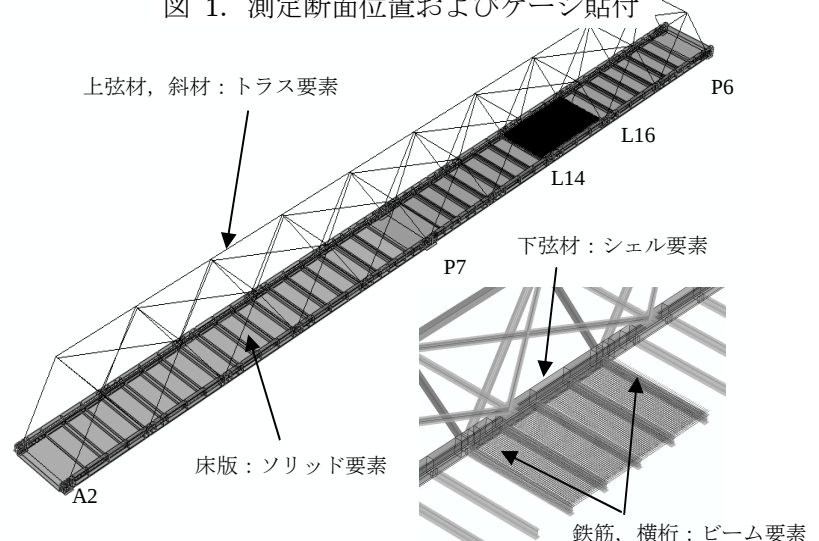


図 2. 解析モデル全体図および詳細部

キーワード 複合トラス, 乾燥収縮, 温度変化, 実橋測定

連絡先 〒615-8530 京都府京都市西京区京都大学桂 京都大学大学院研究科

クリート床版に鋼板ジベルを埋め込むものとした。また、各支承部節点にはバネ要素を設定し、ゴム支承の水平、鉛直方向の剛性を再現している。

4. モデルの妥当性の検証(自重解析)

モデルの妥当性を検証するために、スラブ死荷重をコンクリート床版に導入し、その応答値が設計値と一致するかどうかを照査する。解析結果より得られた A2-P6 間の鉛直方向の変位を図 3 に示す。

図 3 より、設計値とほぼ同様の傾向と値が見られたことからモデルの妥当性は検証できたと考えられる。多少の誤差は、鉛直変位の設計値を計算する際、支承条件がピンであったためと考えられる。

5. 鋼部材に関する温度応力解析

測定した鉄筋、下弦材の温度を参考にそれらの温度変化を橋梁の FEM 解析モデル全体に導入する。与える温度の導入値は測定期間における下弦材の温度の突出した点を測定データより 4 点選択し、測定初期の値を Initial として各温度変化量をモデルに与える。また、各点における温度値を表 1 で示す。ここで Step2 で下弦材上面が 60℃ 付近まで温度が上昇している。これは耐候性鋼材を使用しているため、部材表面の色が焦げ茶色であったためと考えられる。

温度応力解析の結果、温度変化があまり見られない Step1, 3 においては、床版及び下弦材で全体的に大きな応力はみられなかった。しかし、温度変化が大きく、上下フランジ間で設計値の約 2 倍である 30℃ 以上の温度差が生じている Step2, 4 では、下弦材で大きな応力が見られた。特に、日照量が大きく高温になる上フランジに大きな応力が発生していることが分かった。図 4 で、Step2 の解析時における応力コンター図を表す。また、図 5 で表す測定区間における、橋軸方向応力を図 6 に表す。この図から、下弦材上フランジで 60-70 N/mm² 程度の応力が発生し、斜材との結合部では、100 N/mm² 程度の応力が発生している。しかしダイヤフラム付近では、大きな応力は見られない。以上のことから、本橋では温度変化による影響は日照量が多い下弦上フランジにおいて大きな応力は発生していることが分かった。しかし、これらは何れも降伏に至るようなものでないことが分かった。

7. あとがき

今後は、本橋で別の箇所の測定を行い、それらの結果を用いて温度変化による影響等を検討する予定である。

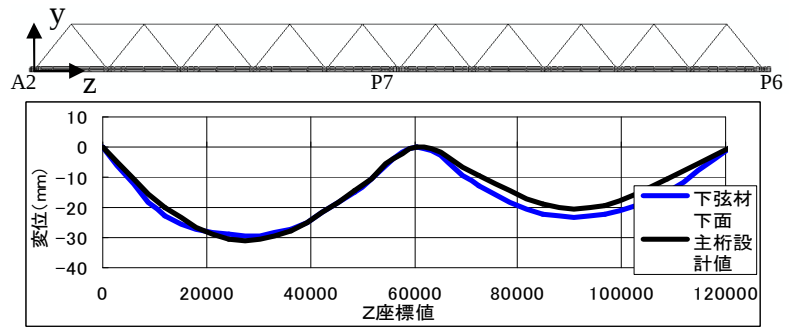


図 3. 自重解析結果と設計値の比較

表 1. 測定した温度結果

各 値	日 時	Initial	Step-1	Step-2	Step-3	Step-4
		2008/9/5 3:20:00	2008/9/5 6:10:00	2008/9/5 11:20:00	2008/9/6 5:40:00	2008/9/6 11:10:00
温度 (℃)	鉄筋温度	28.5	27.9	29.6	26.8	28.8
	下弦材上面温度	25.5	23.9	61.0	22.1	55.7
	下弦材下面温度	25.7	24.8	35.0	23.3	32.7

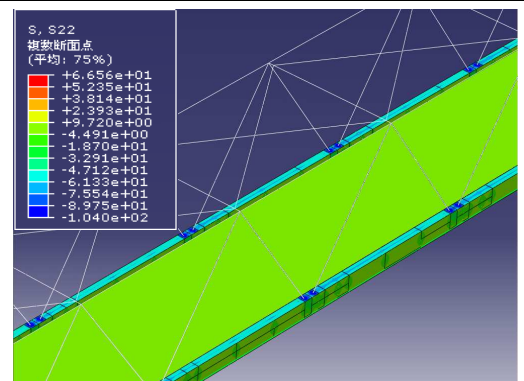


図 4. Step2 時の橋軸方向応力コンター図

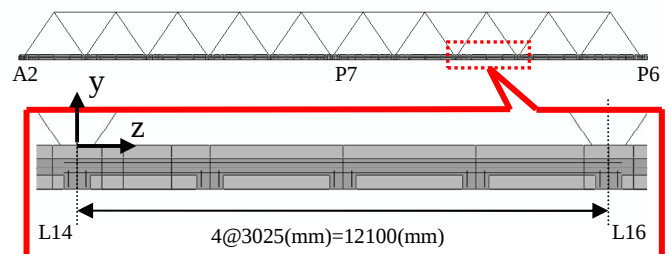


図 5. 測定区間の拡大図

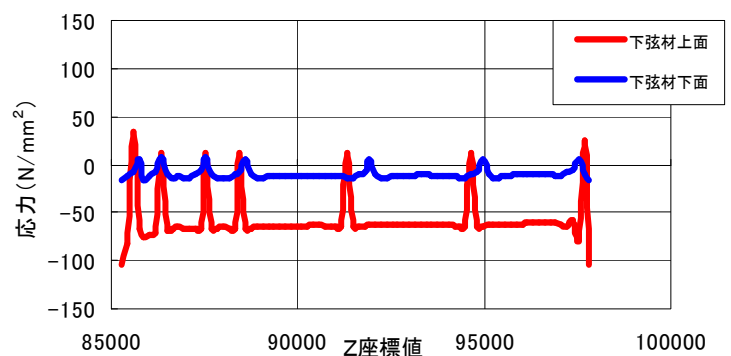


図 6. 測定位置での Step2 における下弦材の応力値