

支承機能が低下した合成鈑桁橋の温度挙動に関する検討

東邦技術株式会社

正会員 ○山村 浩一

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

岩手大学大学院工学研究科社会環境工学専攻

松本 佳久

岩手大学工学部建設環境工学科

刈屋 大介

1. はじめに

合成桁は、床版コンクリートと鋼桁の熱伝導率の違いによって温度差の影響を受けるという特徴がある。合成桁の設計では、床版コンクリートと鋼桁との温度差を 10°C として、単純梁で生じる内部応力を考慮している。しかしながら、鋼製支承を用いた既設合成鈑桁橋では可動支承の移動機能が不十分なことが多く、このような橋では、温度差による内部応力のほかに、桁の伸縮が拘束されることによって生じる温度応力も加わるため、設計で考慮している主桁挙動とは、かなり異なることが予想される。

そこで本研究では、3次元 FEM 解析により合成桁の温度挙動を捉えることとし、想定した温度と支承境界条件に対して、主桁のひずみ、たわみ及び支承摩擦係数がどの程度になるかを検討するものである。

2. 解析方法

解析対象橋梁は、支間長 27.75m 、全幅 6.2m 、3本主桁を有する合成鈑桁橋である。FEM 解析モデルは、床版及び支承部ソールプレートを Solid 要素、主桁を Shell 要素、対傾構を Beam 要素でモデル化した(図-1)。可動支承の境界条件は、水平移動機能が低下した状態をピン、正常な状態をローラーでモデル化した。固定支承の境界条件はピンである。温度については次のように設定した。

- ・床版と桁の最大温度差を 10°C とする(道路橋示方書の標準値)。
- ・床版の温度を -5°C 、 $+5^{\circ}\text{C}$ に固定し、桁の温度をそれぞれ $-15^{\circ}\text{C} \sim +5^{\circ}\text{C}$ 、 $-5^{\circ}\text{C} \sim +15^{\circ}\text{C}$ の範囲で 2°C 刻みに変化させて検討する。
- 同様に、桁の温度を固定し床版の温度を変化させて検討する。
- ・温度分布は床版、桁ともそれぞれ一様とする。

3. 解析結果と考察

3.1 主桁のたわみ

図-2 は G3 桁(外桁)支間中央のたわみと温度の関係を示したものである。可動支承の解析モデルをローラーとした場合、床版及び桁の温度変化に伴いたわみも増減する。一方、ピンの場合、たわみは床版の温度が変化すると増減するが、桁の温度が変化してもほとんど変わらない。

これらのたわみの傾向を利用して、例えば、桁の温度が上昇し、床版の温度変化が小さくなる時間帯に(夏の晴日では午前9時前後)たわみを計測すれば、支承の状態を比較的容易に評価できるものと考えられる。

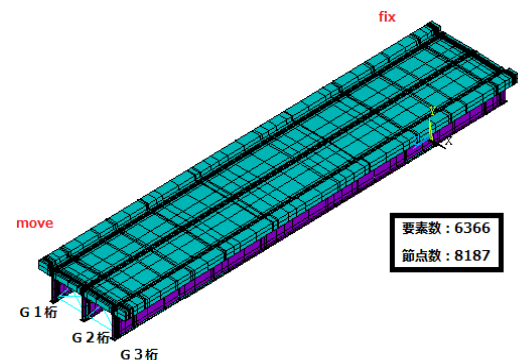


図-1 FEM 解析モデル

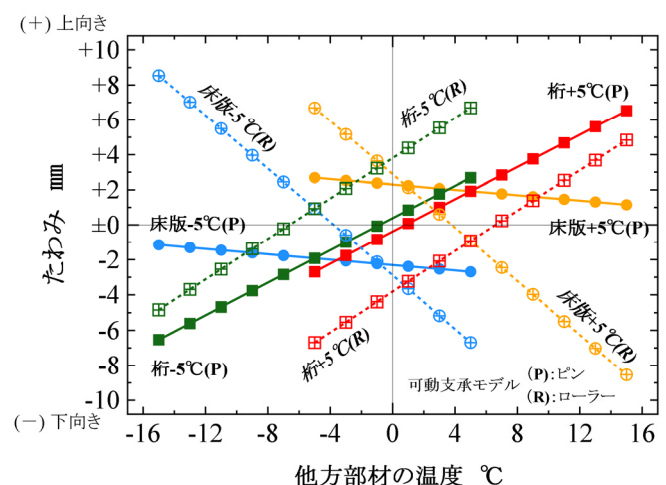


図-2 G3 桁支間中央のたわみと温度の関係

キーワード：合成桁、温度変化、3次元 FEM 解析、支承機能

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

3.2 支承の摩擦係数

図-3はG2桁(中桁)とG3桁(外桁)における支承摩擦係数と温度の関係を示したものである。可動支承をピンでモデル化し、摩擦係数は式-1より求めた。桁の温度が変化すると、G2桁とG3桁の摩擦係数は大きく増減する。一方、床版の温度が変化する場合の摩擦係数は、G2桁で増減するが、G3桁はほとんど変化しない。表-1は部材温度-3℃～-5℃における支承反力の解析値を示したものである。床版の温度が変化する場合の状態では、G3桁に比べてG2桁の水平力が大きく、また、G2桁では比較的大きな値の負反力が生じる特徴がある。G2桁の摩擦係数がG3桁のそれより大きくなるのは、このような支承反力の違いによるものである。

対象橋梁における可動支承の設計摩擦係数は0.15であるが、経年劣化等によりこの値は増加することが知られている。ただし、摩擦係数は限りなく増加することではなく、最大でも無潤滑な状態の鋼と鋼の静摩擦係数0.8以下であると考えられる。対象橋梁において摩擦係数が0.8になるのは、桁の温度が約7.5℃変化した時であり、支承機能が著しく低下している橋では、温度変化がこの値になるまで、桁の伸縮が拘束される可能性がある。

3.3 主桁のひずみ

支承機能が低下した状態における主桁の温度ひずみについて検討した。図-4はG3桁下フランジ、図-5はG3桁上フランジにおけるひずみと温度の関係を示したものである。ひずみの着目点は、可動支承から0.3m離れた点(支点近傍)と支間中央とした。

下フランジでは、桁の温度が変化すると支点近傍のひずみが著しく増加する。しかし、3.2で述べた支承摩擦係と温度の関係を考慮すると、支点近傍のひずみは200μを超えることはないと思われる。また、下フランジには引張りの死荷重ひずみが生じているため、下フランジの応力が厳しくなるのは、温度ひずみが引張りとなる低温時である。

上フランジでは、床版の温度が変化すると支間中央のひずみが増加する。この温度変化では支承の摩擦係数は減少することから、下フランジのように温度ひずみの上限値は設定されない。また、死荷重ひずみと温度ひずみを重ね合せた場合、上フランジの応力が厳しくなるのは、圧縮の温度ひずみが生じる低温時である。

4. まとめ

本研究では、合成桁における温度変化と主桁のたわみ、ひずみ及び支承摩擦係数との関係を示した。今後の課題は、日射の影響や温度分布の違いを考慮した検討である。

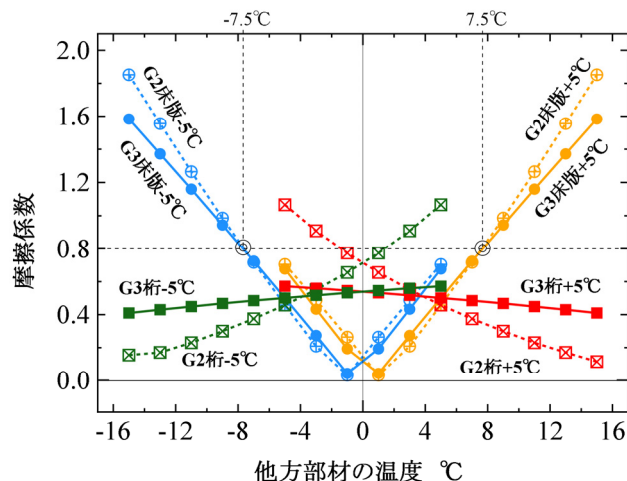


図-3 支承摩擦係数と温度の関係

表-1 支承反力の解析値

支承反力	桁 -3℃～-5℃		床版 -3℃～-5℃	
	G2	G3	G2	G3
水平力 kN	62.7	62.0	15.9	7.8
鉛直力 kN	-2.3	4.7	-14.2	7.1

$$\text{摩擦係数} = \frac{\text{温度水平反力}}{\text{温度鉛直反力} + \text{死荷重反力}} \quad \cdots \text{式-1}$$

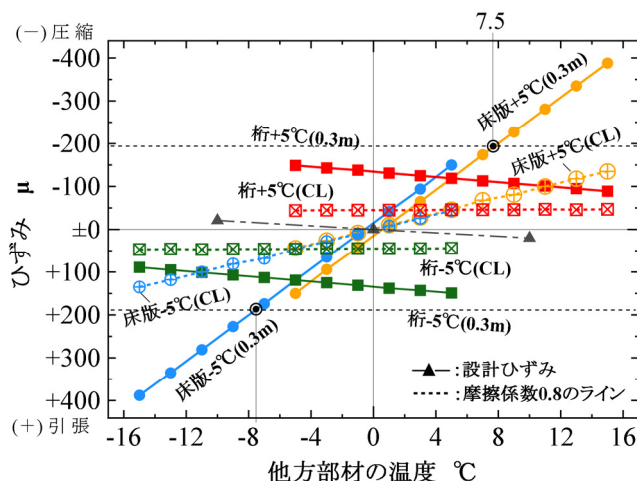


図-4 G3桁下フランジのひずみと温度の関係

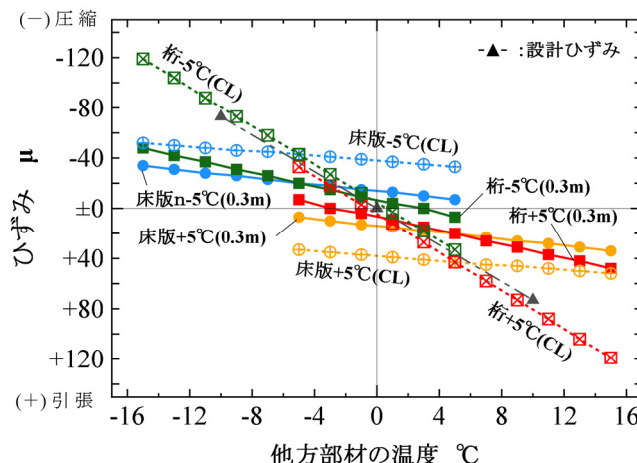


図-5 G3桁上フランジのひずみと温度の関係