3次元骨組構造解析を用いた既設鋼鈑桁橋の温度実挙動の再現に関する検討

株式会社昭和土木設計 正会員 〇山村 浩一 株式会社昭和土木設計 下田 創 株式会社昭和土木設計 門脇 和孝 株式会社昭和土木設計 正会員 岩崎 正二 株式会社昭和土木設計 前川 優輝

1. まえがき

架設後約30年経過した2径間の既設鋼合成桁橋を対象に,温度変動に伴う上部構造及び支承,橋脚の挙動を15日間連続計測し,温度変化と橋梁各部の挙動との関係を明らかにしようと試みた。また,下部工及び基礎工を含む橋梁全体をモデル化した3次元骨組解析モデルを用いて温度変化による対象橋梁の実挙動の再現について検討した.

2. 対象橋梁概要と測定方法

対象橋梁は、岩手県S町に昭和57年架設された支間長27.75mの2径間単純合成鈑桁橋である。支承形式はBP-A支承。設計荷重はL-14(二等橋)である。目視点検結果、沓座モルタルにひび割れが生じていたほかに、目立った損傷は見られなかった。図-1に上部工断面図を示す。測定は、2010年8月27日から9月14日にかけて15日間実施し、温度、ひずみ、変位をそれぞれ1分間隔で測定した。測定対象は、第2径間のG2桁とG3桁である。ひずみゲージは、G2桁とG3桁の上下フランジにそれぞれ9箇所設置した。変位計は主桁の支間中央、橋脚天端、支承に設置した。紙面の都合上設置位置図は省略する。

3. 解析モデルの概要と解析条件

支点拘束を有する 2 径間単純合成鈑桁橋では、下部構造が上部構造の挙動に影響を及ぼすため、解析モデルは、図-2に示す下部構造を考慮した 3 次元骨組解析モデルを用いる. 上部構造のモデル化では、主桁の設計で考慮していない床版のハンチや地覆も考慮した.また、床版と鋼桁との温度差によって生じる内部応力を考慮するため、図-3 に示すように合成桁の図心から床版図心までを仮想剛体要素でモデル化し、床版図心の位置に床版と鋼桁の温度差によって生じる軸力を作用させた.軸力の大きさ P は、道路橋示方書に基づく式(1)より求めた. P=E c・ε・t・Ac (1)

ここで、Ec:床版コンクリートのヤング係数 (N/mm²)

ε:コンクリートの線膨張係数(10×10⁻⁶/℃)

t:温度差(℃) Ac:床版の断面積(mm2)

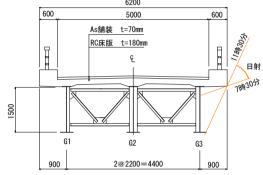
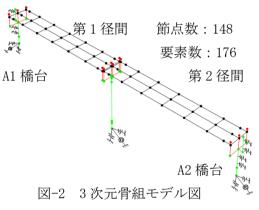


図-1 対象橋梁の上部工断面図



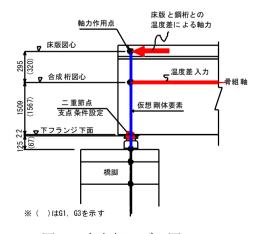


図-3 支点部モデル図

キーワード:3次元骨組構造解析 既設鋼鈑桁橋 温度実挙動

連絡先:〒020-0891 岩手県紫波郡矢巾町流通センター南4丁目1-23 (株)昭和土木設計 TEL019-638-6834

表-1 各部材の物理定数

項目	床版	鋼桁	下部工
ヤング係数 (N/mm²)	2.86×10 ⁴	2.0×10 ⁵	2.35×10 ⁴
線膨張係数 (1/℃)	10×10 ⁻⁶	12×10 ⁻⁶	_

表-1 に各部材の物理定数を示す. 基礎は地盤の N 値から 鉛直バネ,水平バネ,回転バネを計算し,これらの値を フーチング下面の節点に定義した. 上部構造の温度変化に 伴って橋台が背面方向に変位するケースでは,橋台背面に 地盤バネを考慮して解析した. 表-2 にこれらの値を示す.

検討対象日は、晴れ日である9月9日を選定した。同日の温度の変動を図-4に示す。基準温度は、各桁と床版の温度差が小さい7時30分の温度とし、この時刻のひずみ・変位の計測値をゼロとする。検討対象温度は、日射を受けないG2桁のひずみの値が最大となった15時49分の温度とした。表-3に解析に用いた温度条件を示す。

次に表-4に支点条件を示す. G3 桁 (G1 桁) の可動支点は, G2 桁の固定及び可動支承に比べて回転変位が小さいため, 回転移動を制御する「回転バネ」を設定し, その大きさは, 主桁のひずみ, たわみの解析値が実測値に近似するように, 繰り返し計算し求めた.

4. 解析結果と考察

図-5 は、G3 桁の下フランジのひずみ分布と主桁のたわみの実測値と解析値を示したものである。ひずみの解析値は実測値とほぼ近似し、その差は最大でも 20μ 程度である。実測値のひずみ分布は不規則であり、可動支点 0.3m の点から次の点(1/8 点)では、引張ひずみから圧縮ひずみへ変化するが、解析結果も同様の傾向を示している。通常のローラー支点では、このようなひずみの変化を再現することができず、可動支承に回転拘束バネモデルを導入することにより再現可能になったものである。主桁のたわみについても実測値と解析値はほぼ同じ値を示しており、両者の差は 0.161 mmである。

5. まとめ

以上の結果から、床版ハンチ及び地覆を考慮した上部 構造モデルと基礎バネ及び橋台背面の地盤バネも考慮した 下部構造からなる3次元骨組解析モデルを作成し、適切な オよな供されなり、広場して関係の温度的によってにより

表一2 基礎バネ及び地盤バネ

名称	基礎バネ kN/m, kNm/rad		
2017	鉛直	水平	回転
橋脚	1,044,600	1,044,600	1,392,800
橋台	4,387,000	518,500	10,350,000
橋台背面の水平方向地盤バネ kH=202.090kN/m2			

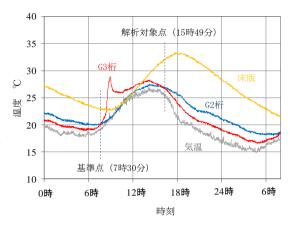


図-4 温度の変動 (9月9日~10日8時) 表-3 解析で用いる温度等の条件

項目		G2	G3	床版
①基準点の温度 ℃		20.1	19.9	23.0
②検討点の温度 ℃		27.0	27.1	31.4
2 - 1		6.9	7.2	8.4
床版と鋼桁の温度差 ℃		1.8	1.7	-
インプット	温度差 ℃	6.9	7.2	-
データ	軸力 kN	197	264	-

表-4 解析モデルの支点条件

支承名	橋軸方向の支点境界条件		
又承石	水平移動	回転移動	
G2可動支承	固定	自由	
G1,G3 可動支承	自由	バネ 350kN/mrad	
固定支承	固定	自由	

※上記以外の方向は全て固定



図-5 G3 桁下フランジのひずみと支間中央 のたわみの実測値と解析値

支点条件を設定し、床版と鋼桁の温度差によって床版に生じる軸力を考慮することで、既設鋼合成鈑桁橋の温度実挙動をほぼ再現できることが分かった.今後は、3次元FEM解析を用いて検討したいと考えている.