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 :コンクリートのヤング係数(10×10⁻⁶/℃) t:温度差(℃) Ac:床版の断面積(mm2)



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/mm ²)	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 図 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 まちを供た記字し、広告し留にの温度美によって広告にたじる

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.

表-2 基礎バネ及び地盤バネ

to the	基礎バネ kN/m, kNm/rad			
名仦	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				

40 解析対象点(15時49分) 35 30 C 25 這度 G2桥 20 気温 15 基進点(7時30分) 10 24時 6時 6時 12時 18時 0時 時刻

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	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		
	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			



