

劣化・損傷を有する既設鋼鈑桁橋の温度挙動に関する解析的検討

株式会社昭和土木設計 ○作山 裕貴 株式会社昭和土木設計 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 前川 優輝 株式会社昭和土木設計 正会員 岩崎 正二

1. まえがき

橋梁モニタリングの目的の1つに、劣化・損傷を検知することが挙げられるが、これまでの研究では、劣化・損傷によって上部構造の温度挙動がどの程度変化するかについては、十分に明らかにされていない。岩手県にある架設後約30年経過した2径間既設鋼鈑桁橋を対象に、温度変化による実挙動をほぼ再現できるように工夫した3次元フレーム解析モデルを用いて、様々な劣化状態を想定した解析を行った。それらの解析結果から温度変化に伴うひずみ、変位の変化が既設鋼鈑桁橋のモニタリングに応用できるかどうか検討する。

2. 対象橋梁と解析モデルの概要

対象橋梁は、岩手県紫波町に昭和57年架設された橋長57.00m、支間長27.75mの2径間単純合成鋼鈑桁橋である。図-1に示すように、上部工は幅員5.00m、桁高1.5m、3本主桁の二等橋(TL-14)である。支承形式は、BP-A支承である。目視点検結果、可動支点到腐食が認められ沓座モルタルにひび割れが生じていたほか、目立った損傷は見られなかった。

支点拘束を有する2径間単純鋼合成鈑桁橋では、下部構造が上部構造の挙動に影響を及ぼす。そのため解析モデルは図-2に示すように下部工（橋台、橋脚）を考慮した3次元フレーム構造解析モデルを用いる。本モデルの特徴を述べると、上部構造のモデル化では、合成桁の設計において考慮していない床版のハンチや地覆もモデル化した。また、床版と鋼桁の温度差によって発生する内部応力を考慮するため、合成桁の図心と床版図心を仮想剛体要素で結び、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。橋台及び橋脚のモデル化では、主桁を支持する仮想横梁を剛体要素でモデル化して、この要素の中央に下部構造の柱とフーチングからなるフレームモデルを設定した。基礎は、道路橋示方書に基づき地盤N値から鉛直ばね、水平ばね、回転ばねを計算し、これらの値をフーチング下面の節点に定義した。また、上部構造の温度変化に伴って橋台が背面方向（主働土圧方向と反対）へ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。支点条件や部材の物理定数、基礎ばねや地盤ばねの値については、昨年度の報告と同様なので省略する。

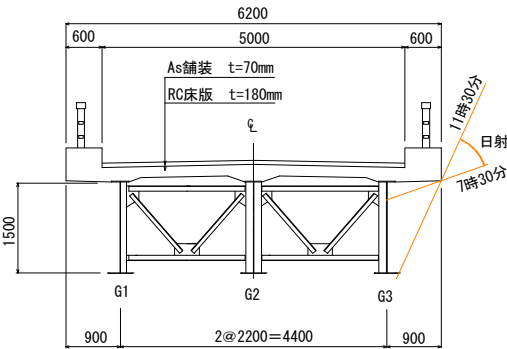


図-1 対象橋梁の上部工断面図

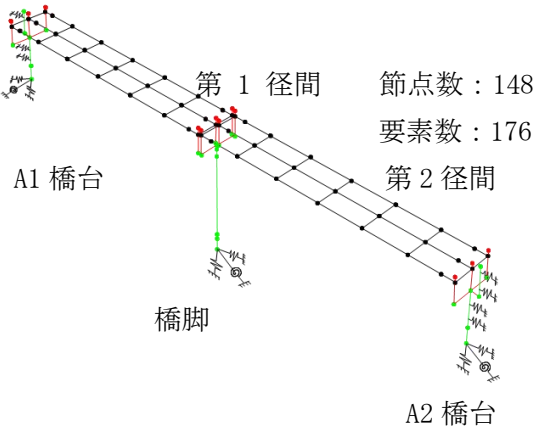


図-2 3次元フレーム解析モデル

表-1 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	-
インプットデータ	温度差 ℃	6.9	7.2
	軸力 kN	197	264

キーワード：3次元フレーム構造解析 既設鋼鈑桁橋 温度応力解析 橋梁モニタリング

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

3. 温度条件と劣化・損傷ケース

表-1 に解析に用いた温度条件を示す。測定は、2010 年 8 月 27 日から 9 月 14 日にかけて 15 日間実施している。検討対象日は、9 月 9 日を選定した。表中の基準温度は、G2 桁、G3 桁及び床版の温度差が小さい 7 時 30 分の温度とし、検討対象温度は、日射を受けない G2 桁においてひずみの値が最大となった 15 時 49 分の温度とした。

劣化・損傷ケースとして表-2 に示す 6 ケースを設定した。Case1, 2 は床版上面の土砂化による損傷を想定して、床版コンクリート上面を一様に 50mm 欠損させたモデルを設定した。Case1 の損傷範囲は、第 2 径間（計測径間）のスパン中央から前後 4.7m（対傾構間隔 2 パネル分）の範囲とし、Case2 の損傷範囲は、第 2 径間全体とした。Case3 は、床版コンクリートの経年劣化を想定し、床版コンクリートのヤング係数を 30%低減した。劣化の範囲は、第 1, 第 2 径間の全体である。Case4, 5 は、各鋼桁の腐食による損傷を想定し、下フランジの下面を 5mm 欠損させた。損傷範囲は Case4 が第 2 径間のスパン中央から前後 4.7m の範囲、Case5 が第 2 径間全体である。Case6 は、鋼桁の経年劣化による剛性低下を想定し、鋼桁全体の曲げ剛性を 30%低減した。

表-2 劣化・損傷ケース

Case No	対象部材	劣化・損傷の程度	対象径間	対象範囲
Case1	床版上面	50mm欠損	第2径間	スパン中央前後 L=4.7mの範囲
Case2	床版上面	50mm欠損	第2径間	全体
Case3	床版全体	30%剛性低下	第1・2径間	全体
Case4	下フランジ	5mm欠損	第2径間	スパン中央前後 L=4.7mの範囲
Case5	下フランジ	5mm欠損	第2径間	全体
Case6	鋼桁	30%剛性低下	第1・2径間	全体

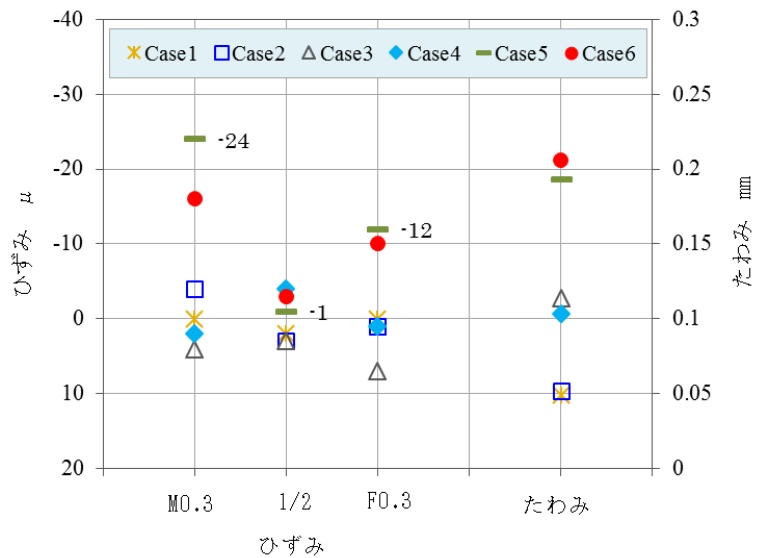


図-3 劣化・損傷によるひずみとたわみの変化

(M0.3, F0.3 : 可動支点, 固定支点から 30 cm離れた点)

4. 解析結果と考察

劣化・損傷前後の解析値の差を図-3 に示す。まず、ひずみの変化は、床版を劣化・損傷させた Case1, 2, 3 とスパン中央付近の鋼桁の下フランジを欠損させた Case4 では、ひずみの変化が 10μ より小さい値となった。また、鋼桁の下フランジ全体を欠損させた Case5 では最大 24μ 、鋼桁の剛性を 30%低下させた Case6 では最大 16μ であった。小林等の研究¹⁾では、下フランジの温度応力差が 4MPa 以上（ひずみ値で 20μ 以上）の時に橋梁に何らかの変状が生じたものとしている。この値を参考にすれば、対象橋梁では下フランジのひずみの変化から上部構造の劣化を判断するのは Case1 から Case4 では難しいと思われる。

次に、たわみの変化についても鋼桁を劣化させた Case. 5 と Case6 で、たわみが 0.2mm 程度変化（劣化前たわみの約 8%）するが、その他のケースでは 0.1mm 程度以下と小さい値となった。

5. まとめ

上部構造が劣化・損傷した場合の温度変化に伴うひずみ、たわみの変化について解析モデルを用いて検討した。その結果、今回取り上げた支点拘束を有する既設鋼桁橋では、ひずみ、たわみの変化は小さい傾向にあった。ただし、劣化・損傷ケースによっては、大きな変化を示す測定点もあったので、これらの測定点を使った橋梁モニタリングの可能性は考えられる。健全な支点を有する橋梁の場合どうなるかは今後の課題としたい。

参考文献 1) 小林祐介, 三木千壽, 田辺篤史：鋼床版箱桁橋梁の温度変形を利用した健全度評価モニタ

リング, 土木学会論文集 A, Vol. 62, pp. 794-807, 2006. 10