

鋼鈑桁橋の局部損傷把握モニタリングの可能性検討

東京都市大学総合研究所 正会員 ○古東 佑介
東京都市大学総合研究所 フェロー 三木 千壽

1. 目的

橋梁の高齢化が進行し、その維持管理の重要性が世界的にも認識されてきている中、センサ等 ICT を活用した効率的、効果的な維持管理の実現が期待されている。特に簡易に橋梁の劣化を把握する手段として、加速度計測により固有振動数等振動特性を推定し、その変化を把握する手法が提案され、多くの実測データが報告されている¹⁾²⁾。しかし、供用数が多い鋼鈑桁橋において頻発する疲労き裂については、局所的に発生するうえ寸法も小さいため全体挙動へ与える影響は小さく、加速度を測定しての損傷把握は容易ではない。本研究では、供用数が多い鋼鈑桁橋について、き裂の発生が振動特性に与える影響を把握することを目的とし、局部損傷に対する振動モードの変化を固有値解析により確認した。

2. 解析概要

(1) 解析概要

実在橋梁モデルに対して局部的な損傷を段階的に与え、固有値解析によって比較的低次で全体が変形する全体モード及び比較的高次で損傷部の動きが卓越するような局部モードの振動数変化を確認する。

損傷は、図-1 に示すような外桁の横構ガセット取付け部に発生する疲労き裂を想定する。この損傷は鋼鈑桁橋に生じる疲労の中で危険度が高いものであり、材料の破壊じん性値にもよるが、長さが 100mm を超えると桁のぜい性破壊可能性が高くなる。

(2) 解析モデル

解析モデルは図-2 に示す単純支持された支間長 35.8m、全幅員 9.0m、桁高 1.6m の鋼鈑桁橋である。床版、主桁、補剛材、横桁、着目部対傾構をシェル要素、その他対傾構、横構をはり要素としてモデル化した。メッシュサイズは変形を把握するため着目ウェブで 50mm とし、き裂部は 8mm としている。

損傷としては横構ガセット付け根のウェブに発生する疲労き裂を考慮し、き裂長さを変えて振動数の変化



図-1 横構ガセット取付け部ウェブに生じたき裂の例³⁾

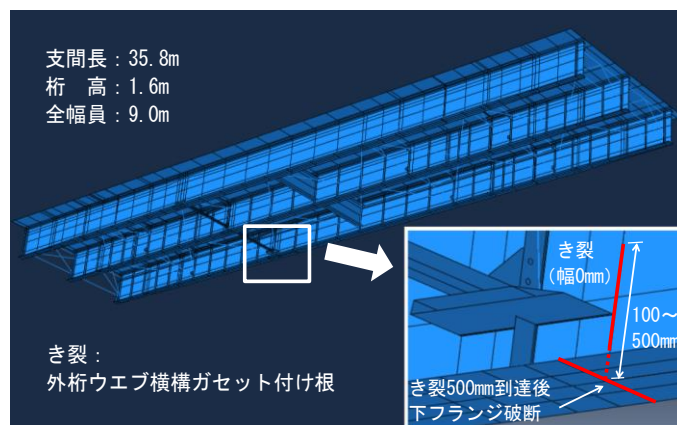


図-2 解析モデルと損傷発生箇所

を確認する。き裂は幅 0mm の貫通き裂とし、100mm, 300mm, 500mm と進展(100mm の場合ガセット付根から上下に 50mm ずつ進展)させ、き裂長さ 500mm でウェブ下端に達し、最終的に下フランジを破断させる。

3. 解析結果

(1) 全体モード

図-3 に示す通り、全体挙動を示す 7 次のモードまでは、ウェブ内でき裂が進展しても振動数には全く変化は生じていない。しかし、下フランジの破断によって振動数は低下している。すなわち、ウェブ内でき裂がいかに進展しようが、下フランジが破断しなければ、全体モードの変化からき裂の影響を把握することは困難である。

(2) 局部モード

7 次よりも高い局部モードではき裂が進展するにつれて振動数の段階的な低下が確認できた。

キーワード 鋼鈑桁橋、固有振動数、き裂、局部モード、

連絡先 〒158-0082 東京都世田谷区等々力 8-15-1 東京都市大学総合研究所 TEL 03-5706-3693

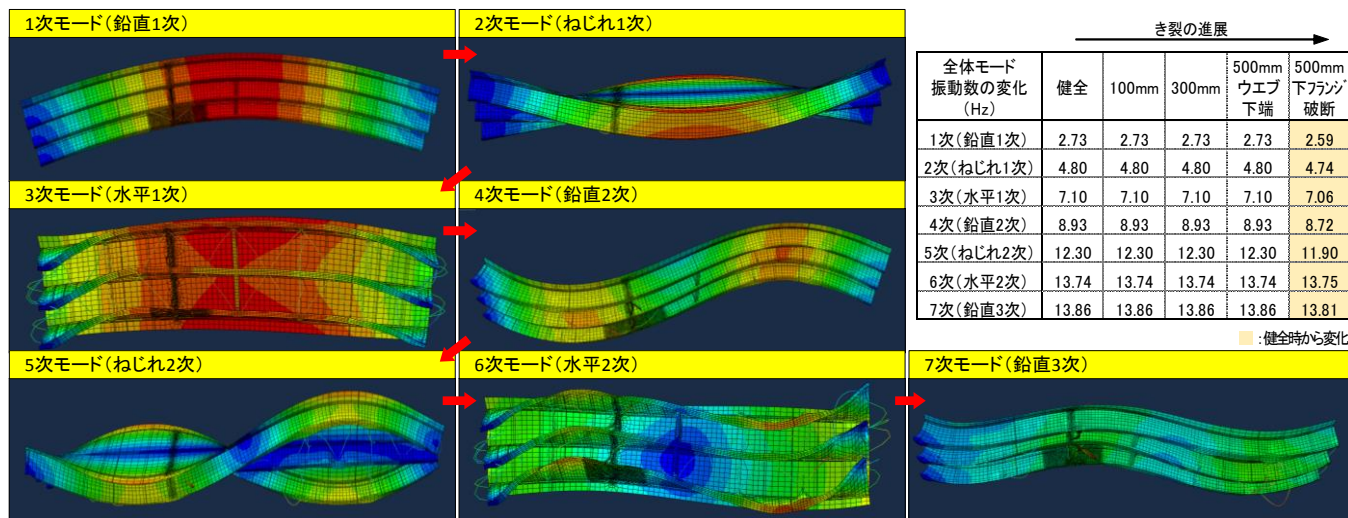


図-3 全体モードと振動数の変化

図-4 は損傷ウェブに着目した高次の局部モードである。損傷部を含めたウェブ 3 パネルが面外方向へ変形するモードとなっている。本モードは、ウェブ内鉛直方向に進展したき裂が開く方向に変形するモードであるため、き裂の進展が影響を受けている。ただし、き裂がウェブ内で進展している状態ではき裂長さが 500mm でも 0.25Hz と比較的小さな変化であった。下フランジが破断した場合は、損傷部を含めたウェブ 2 パネルの変形となり、モード形状に変化が生じる。健全な状態からは 0.6Hz の振動数低下がみられ、前述した全体モードよりも振動数変化が大きいことが確認できる。

また、下フランジが破断に至ると、図-4 のモードとは別に、図-5 のような水平方向の局部モードが生じた。

8. おわりに

本研究では、鋼橋において発生頻度が高く、重大な損傷である疲労き裂が局部的に生じた場合の振動数変化に着目した。その結果、低次の全体モードに与える影響は極めて小さく、下フランジが破断しなければ振動数に変化は生じなかった。しかし、局部モードに着目した場合は、き裂が進展するにつれて段階的に振動数は低下し、新たな局部モードの出現が確認できた。

今後は、実際のモニタリングを考慮して、車両走行状態での加速度応答の感度を把握し、局部損傷把握方法について検討していく。

参考文献

- 1) 吉岡勉, 伊藤信, 山口宏樹, 松本泰尚: 鋼トラス橋の斜材振動連成とモード減衰変化を利用した構造健全度評価, 土木学会論文集 A, Vol. 66, No. 3, pp. 516-534, 2010
- 2) 金哲佑, 北内壮太郎, 杉浦邦征, 川谷充郎, 甲斐正義: 多径間連続鋼トラス橋の交通振動を用いた損傷検知手法, 土木学

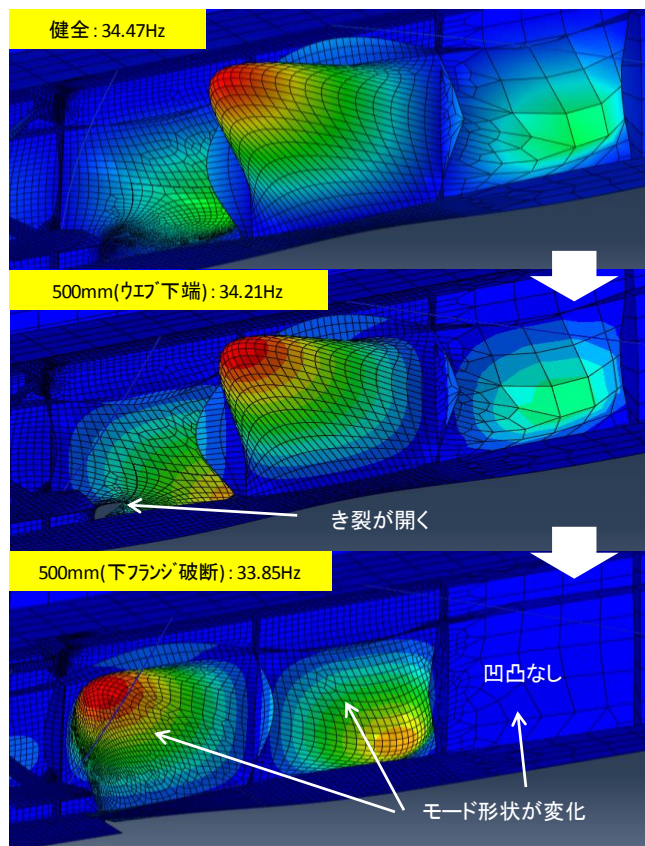


図-4 損傷ウェブ局部モードの変化

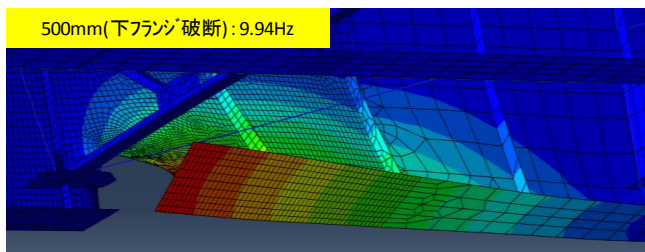


図-5 下フランジ破断時に生じる局部モード

会論文集 A1, Vol. 69, No. 3, pp. 557-571, 2013

- 3) 三木千壽: 橋梁の疲労と破壊 一事例から学ぶ一, p. 45, 朝倉書店, 2011