

橋梁部材健全度評価を目的としたハンマリングによる吊り材加振実験

長崎大学大学院 学生会員○大塚文博 長崎大学工学部 学生会員 伊藤哲也
 長崎大学大学院 学生会員 古賀数也 長崎大学工学部 フェロー 岡林隆敏
 長崎大学工学部 正会員 奥松俊博

1. はじめに

大量の社会資本構造物が老朽化する時代が到来し、日本においても橋梁損傷事例が急激に増加している。特にトラス部材破断が顕在化したことにより与えた影響は大きく、各自治体をはじめとして維持管理の強化が図られた。最近になっても、アーチを主構とするローゼ橋（橋長約 70m、建設後 40 年弱）の垂直材（PC 鋼棒）破断が発見されるなど、橋梁部材の損傷は今後より増加する傾向にあると考えられる。このような事故は、人災には至らずとも、橋梁の全面通行止めを余儀なくされるなど大きな経済的損失を伴うことになるため、橋梁部材健全度を効率的に評価するための技術¹⁾の確立を急ぐ必要がある。著者らは、アーチ型橋梁の垂直材を対象に、振動特性の変化を指標とした健全度評価法を検討している。本報告はその基礎的研究と位置づけたもので、ハンマリングによる吊り材の振動数検出の可能性について評価を行うものである。

2. 吊り材に対する健全度評価法の必要性

本研究で対象とした部材は鋼ランガートラス桁橋梁の垂直材（吊り材）である。このような形式を有する橋梁の吊り材は、走行車両や強風などの外力に対し、振動が大きく励起する傾向にある。長崎県をはじめとし、多くの離島・半島を有する地域においては、走行車両による影響のほかにも、季節風など強風による影響が懸念されるため、疲労問題に対する留意が必要となる。特に海洋架橋である樺島大橋（ランガートラス桁形式：図-1）、また頭が島大橋（ランガー桁形式：図-2）は、季節風の影響が強く、強風時の吊り材の挙動抑制のため、ワイヤケーブルによる吊り材連結対策が講じられている。同形式の橋梁でも中小規模のものについては、このような対策が講じられていないこと、また各地に点在していることから、点検・調査などの維持管理業務の効率化、定量的な構造物の健全度評価・診断などを支援するための技術が求められる。

3. 樺島大橋の吊り材のハンマリング試験

図-3 は樺島大橋の一般図およびハンマリング試験のイメージを示したものである。当該橋梁の吊り材は橋梁両面にそれぞれ 15 本あるが、今回は、支間中央の吊り材を始点とし、長崎側計 7 本の吊り材をハンマリングの対象とした。各部材の断面から算定した固有振動数の理論値を、両端固定と両端支持の両条件について表-1 に示した。ここに各部材の振動方向は、長軸が橋軸直角方向を、短軸が強軸方向を示す。



図-1 樺島大橋



図-2 頭が島大橋

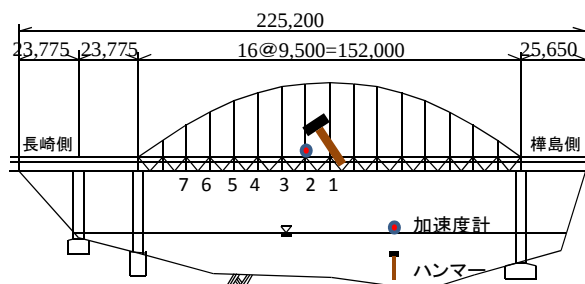
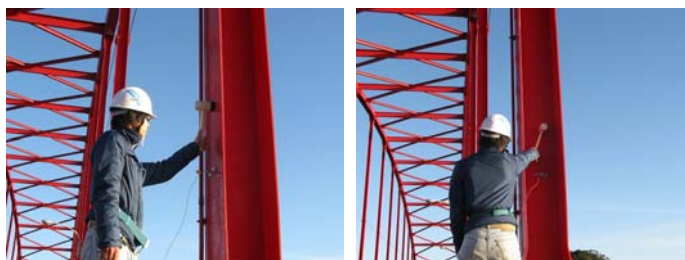


図-3 樺島大橋側面図およびハンマリング概要

表-1 吊り材の固有振動数（理論値）（単位：Hz）

吊り材番号		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
長軸	両端固定	6.25	6.47	7.18	8.37	11.24	17.57	36.37
	両端支持	2.76	2.85	3.17	3.69	4.95	7.74	16.03
短軸	両端固定	4.67	4.83	5.36	5.47	7.31	11.43	23.81
	両端支持	2.06	2.13	2.36	2.41	3.22	5.03	10.50



a) 長軸方向 (橋軸直角方向) b) 短軸方向 (橋軸方向)

図-4 吊り材のハンマリング状況



a) 長軸方向 (橋軸直角方向) b) 短軸方向 (橋軸方向)

図-5 加速度計設置状況

4. ハンマリング試験結果

吊り材の振動を励起するために、硬質ゴム製のハンマーを使用した。事前に実施した確認実験の結果、低次振動と比較して高次振動の励起が顕著であったことから、打面にウレタン製のクッションを貼付することで、低次振動の励起を促した。吊り材のハンマリング状況を図-4 に、また加速度計の設置状況を図-5 に示した。なお加速度計には707LF (TEAC 製) を使用し、サンプリング周波数は200Hzとした。吊り材(1)を長軸方向にハンマリングしたときの加速度波形を図-6 に示した。縦軸は加速度 (電圧表示)、横軸は時間 (表示範囲: 6 秒間) である。計測時は平均風速 7 ~8m を記録したため、常時微動による影響が比較的大きいことがわかる。図-7 は、吊り材(1~7)を長軸方向にハンマリングしたときのパワースペクトル密度波形である。吊り材(1)において5Hz 付近にピークが確認できる。表-1 の理論値と比較すると、1 次振動であると推測できる。また実際の境界条件は両端固定であることがわかる。吊り材(2)以降の1 次振動数についても同様に同図から推定した結果を、短軸の結果と併せて表-2 に示した。部材長が短くなるに従い、振動数のピークに相違がある傾向にあるが、これは境界条件や他の部材の影響が強く出たものと考えられる。

5. まとめ

吊り材の健全度評価を視野に入れ、ハンマリングによる基礎的な振動数検出実験を行った。その結果、おおよそ理論値との照合ができたことから、ハンマリングによる部材の健全度評価に展開できることを確認した。

[参考文献] 例えば 1) 古川愛子, 大塚久哲, 梅林福太郎: マイクロ起振器を用いた振動実験による鋼トラス橋の損傷同定, 応用力学論文集, Vol.9, pp.1103-1110, 2006.

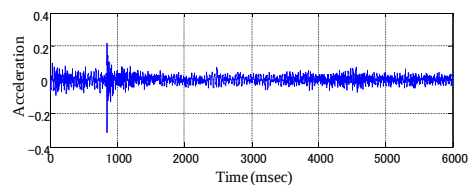


図-6 加速度波形 (吊り材(1) 長軸)

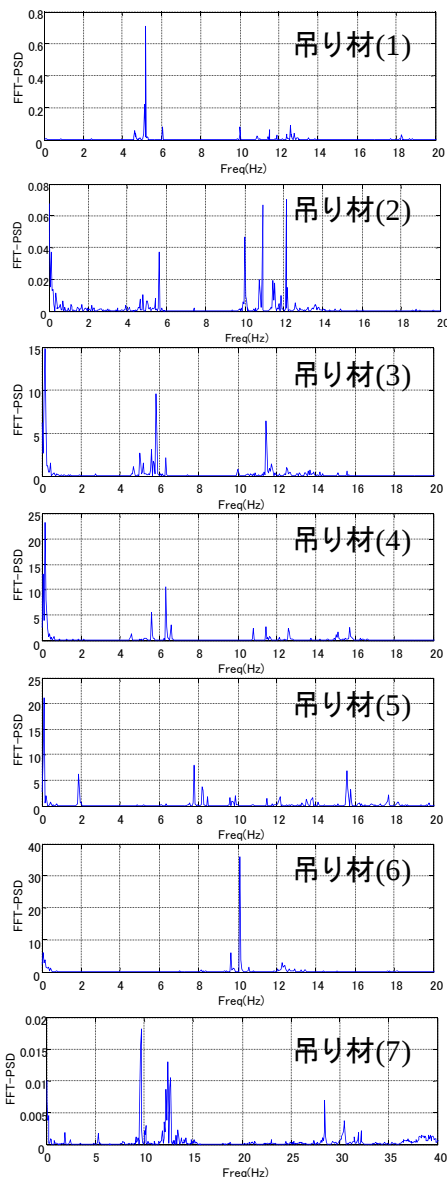


図-7 パワースペクトル波形 (長軸)

表-2 吊り材の固有振動数 (計測結果) (単位: Hz)

吊り材番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
長軸	5.20	5.60	5.80	6.40	7.80	10.00	27.50
短軸	2.80	2.80	2.80	5.00	7.20	11.20	16.50