

鋼ニールセンアーチ人道橋の振動特性の同定とより簡易な振動測定手法の検討

東京理科大学大学院

学生会員

○木村 公亮

JR 東海コンサルタンツ(研究当時東京理科大学大学院)

非会員

八幡 太一

東京理科大学

フェロー

木村 吉郎

1. はじめに

橋梁の振動特性のうち、減衰定数の同定の精度は固有振動数等と比べると一般的に良くない。一方で、損傷等が生じた場合に、減衰定数は敏感に変化する可能性がある。本研究では、精度良い同定手法の開発に資するため、鋼人道橋の減衰定数等の同定について検討した。また、振動測定の際に、米アップル社の携帯情報端末「iPod touch」を用いたより簡易な測定も試みた。



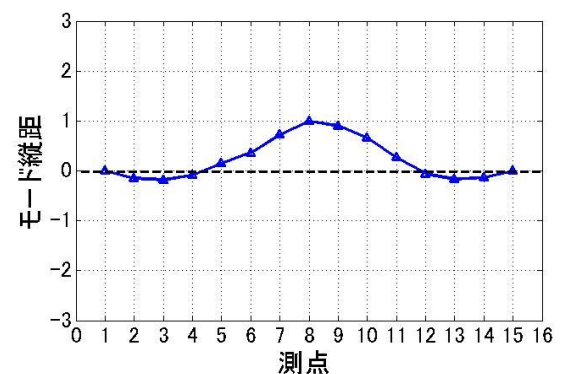
図1 ふれあい橋

2. 対象橋梁

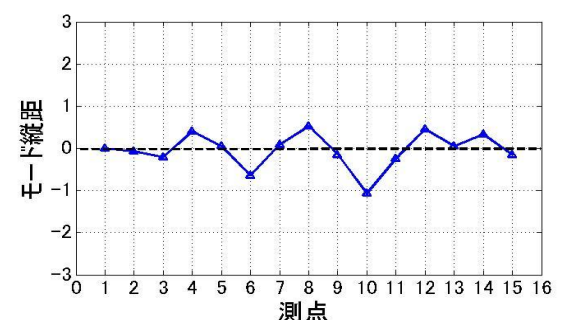
本研究の対象としたのは、千葉県野田市の「ふれあい橋」図1である。スパン $L=90\text{m}$ (ライズ: 12m , 全幅: 6.2m)の鋼ニールセンアーチ形式の人道橋である。

3. 橋梁の振動特性の同定手法

固有振動数, 固有振動モード形: 測定位置をスパン上に等間隔に15点設け, iPod touch を3台用いた同時測定を複数回行った。その際に, 毎回の測定において, 必ず共通の基準点を含めることとし, これを繰り返して計7回の測定を行った。計測時間は10分間とした。そこから得られた各測点のスペクトルとクロススペクトルから, 振幅の比と, 位相差を求め, モード形を求めた。またスペクトルのピークより得られる固有振動数も参照し, 固有値解析で得られた結果と振動数比較することで, 固有振動数とモード形を同定した。



(a) 固有振動数 2.03Hz のモード形



(b) 固有振動数 7.23Hz のモード形

図2 モード形同定結果

減衰定数: 減衰定数は, RD 法¹⁾ (Random Decrement Technique) によって推定された自由減衰振動波形を用いて同定した。

4. 同定結果

固有振動数, 固有振動モード形: 測定により得られた基準点におけるスペクトルのうち, 特にスペクトルの大きい振動数に注目して固有振動数, モード形を求めた。その結果, 図2に示すように, 2.03Hz の鉛直2次モードと, 7.23Hz の鉛直7次と考えられるモードのモード形を得ることができた。

減衰定数: $L/2$ 地点でのように, 常時微動計測の波形における支配的な振動数が単一のときは, そのまま減衰定数を求めることができた。各ケースにおいて, RD 法で用いる基準振幅 a_0 の値を $0.1\sim 0.2\text{m/s}^2$ (0.01 m/s^2 刻み)とした場合の減衰定数を, 加速度センサーと iPod touch のそれぞれの計測結果を用いて, 計11個ずつ求めた。図3に測定日時の異なるケースの結果を示す。

キーワード iPod touch, 構造減衰, 固有モード形, 常時微動, RD 法

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL: 04-7124-1501(代)

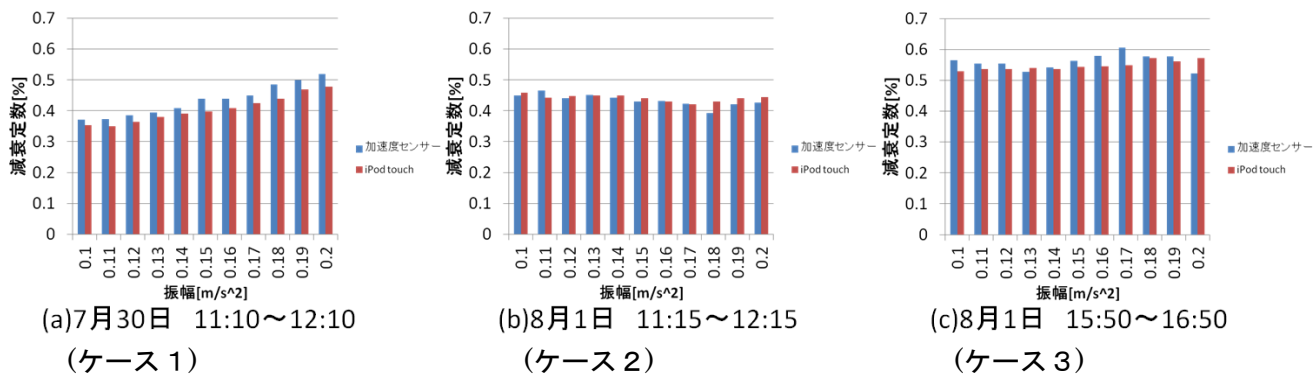
図 3 基準振幅 a_0 の違いによる減衰定数の違い(L/2 地点)

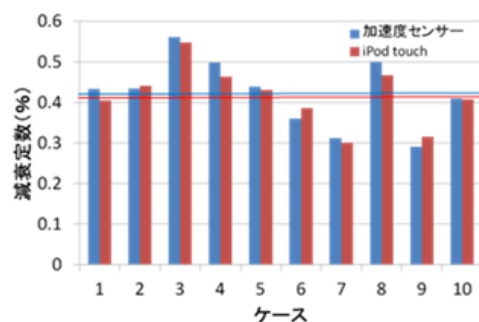
図 3(a)では、基準振幅 a_0 が大きくなるにつれて、減衰定数も大きくなっている。しかし、図 3(b)(c)では基準振幅 a_0 と減衰定数に一定の規則性は見られない。以上のように、減衰定数の振幅依存性については一定の特性を明らかにすることはできなかった。加速度センサーと、iPod touch の減衰定数を比較すると、図 3(a)では全ての振幅 a_0 で、加速度センサーによる減衰定数の方が大きい、図 3(b)(c)では、大小関係はバラついており、一定の傾向はみられなかった。

振幅への依存性に一定の傾向がなかったため、各ケースでの異なる基準振幅 a_0 に対する値の平均値を、減衰定数として用いることにした。図 4 に示すように、ケースによって減衰定数の値は異なっている。また、加速度センサーと iPod touch の結果も多少異なっている。

なお、支配的な振動数が複数ある場合(L/4 地点)は、RD 法で得られる波形がきれいな減衰波形とならず、そのままでは減衰定数を求められないので、3つの自由減衰波形の重ね合わせで近似し、減衰定数を同定することを試みた。元の波形と近似波形の残差の二乗和が最小になるように、3つの波形のパラメータを決定した。同定した自由減衰波形の例を図 5 に示す。図 5(a)は、きれいな減衰波形の得られた L/2 地点でのデータに対して、振動数 1.97Hz の 1つの波形で近似したもので、減衰定数は 0.36% となった。図 5(b)は振動数 2.64Hz, 8.13Hz, 13.07Hz の 3つの波形を重ね合わせたもので、減衰定数はそれぞれ 0.78%, 0.30%, 64.6% となった。図 5(a)の例では、RD 法で得られる波形からそのまま減衰定数を求めることができ、その場合の(b)に比べて、近似が良くできている。減衰定数は 0.38% であった。

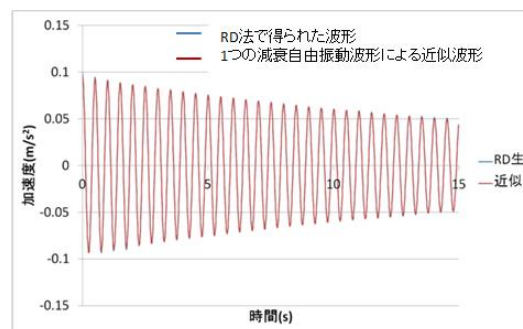
参考文献

- 1) 田村幸雄, 佐々木淳, 塚越治夫: RD 法による構造物のランダム振動時の減衰評価, 日本建築学会構造系論文報告集, 第 454 号, 1993 年 12 月

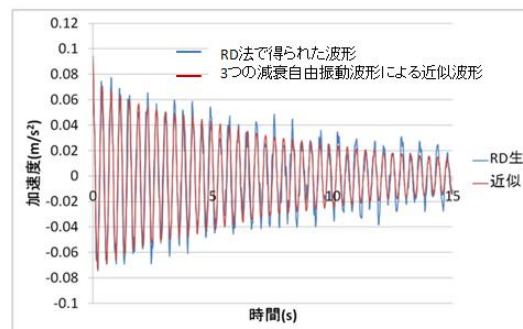


赤の横線: iPod touch の平均値(0.416%)
青の横線: 加速度センサーの平均値(0.423%)

図 4 各ケースの平均減衰定数(L/2 地点)



(a)L/2地点



(b)L/4地点

図 5 自由減衰波形による近似の例