

携帯情報端末を用いた簡易振動測定を試み

東京理科大学大学院 学生員 八幡太一
東京理科大学理工学部 正会員 木村吉郎

東京理科大学理工学部(研究当時) 非会員 小池真紀夫

1. 序論

橋梁の簡易な振動計測手法の開発を目的として、本研究では、米アップル社の携帯情報端末「iPod touch」を用いることを試みた。iPod touch は加速度計を有し、外部の電源が不要であり、加速度を記録するアプリも入手できるなど、容易な振動計測ができる可能性がある。

2. 研究手法

(1) 対象橋梁：本研究の対象としたのは、利根運河にかかる千葉県野田市の「ふれあい橋」である。この橋梁はスパン 90m の鋼ニールセンアーチ形式の人道橋である。

(2) 振動測定手法：iPod touch を用いた振動測定には、「sensor data」というアプリを用いた。これにより、加速度データを記録することができる。固有振動数と概略の固有振動モードの把握を目指し、iPod touch を 2 台用いて 2 点同時測定を試みた。観測する 2 点の組み合わせは、図 2 の $[L/2, L/4]$ 、 $[3L/4, L/4]$ である。サンプリング周波数 100Hz、観測時間 5 分間とした。なお、サンプリング周波数は厳密には 100Hz ではなく、前後にずれたタイミングでデータが取得される。そのため、測定データをスプライン補間し、その補間データから改めて 100Hz でサンプリングしたものをスペクトル解析等では用いることとした。測定は 2011 年 10～12 月にかけて実施した。

(3) 測定時の問題点：多くの測定において、図 3 に示すように、一定の値を境にデータが頭打ちになる現象が発生することがわかった。図 4 のように振幅が大きくなると、この現象はある程度目立たなくなるが、測定データに誤差が生じることから、現象が発生していないデータのみを用いることとした。種々検討したものの、こうした現象の発生条件を明らかにできなかった。結局現状では、2 点で同時に測定された有効なデータは得ることができていない。



図 1 ふれあい橋

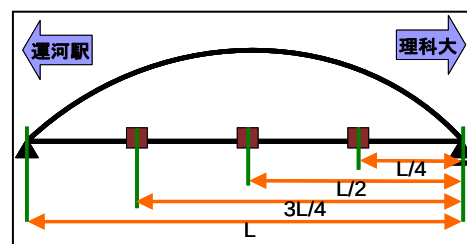


図 2 ふれあい橋の概要

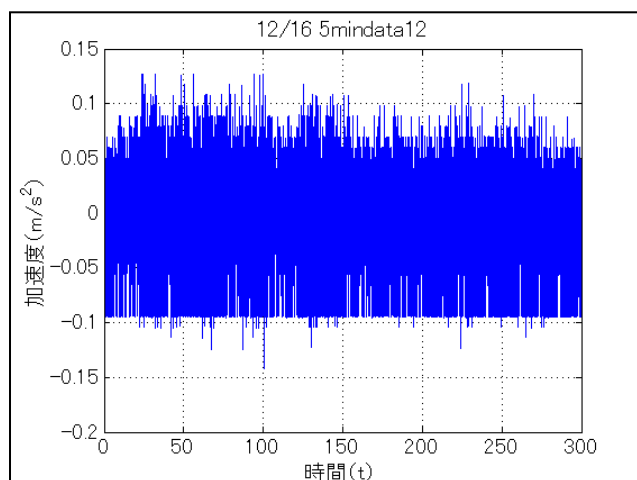


図 3 問題の発生した測定結果

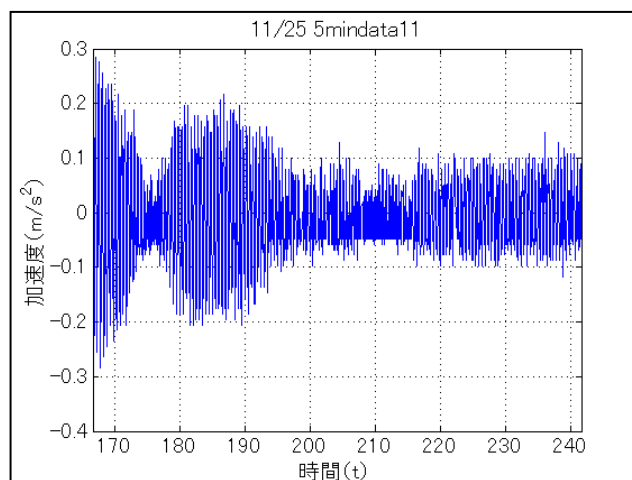


図 4 振幅が大きい場合

キーワード：橋梁振動，モニタリング，iPod touch，スペクトル解析，固有値解析

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学理工学部土木工学科橋梁研究室

3. 測定結果および解析結果

(1) 加速度について：図5は各地点における加速度データの例である。L/2地点の加速度は他の地点よりも一般的に大きく、歩行者の増減等に伴う応答加速度の振幅の変化も顕著にみられた。逆に3L/4, L/4地点の加速度では、加速度の変化があまり生じなかった。

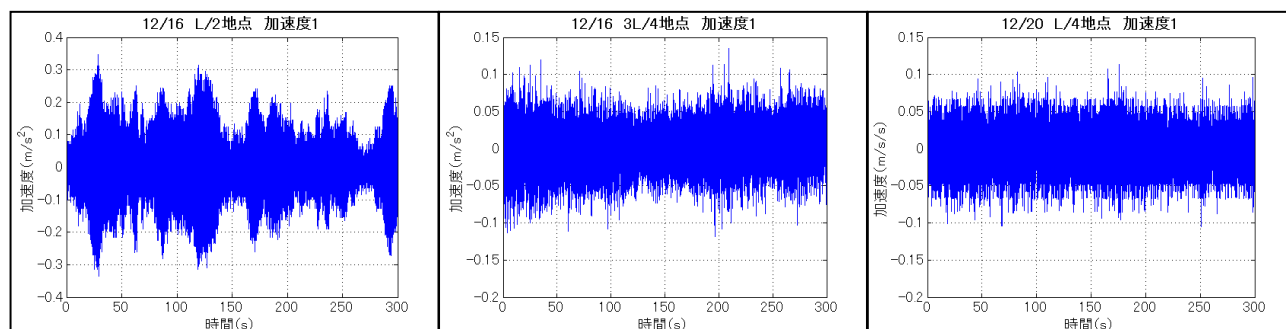


図5 加速度の測定値の例

(2) スペクトル解析：得られた加速度のスペクトル解析を行った。結果を図6に示す。L/2地点においては2.0Hz付近の単一振動数のピークが支配的であった。3L/4, L/4地点では、単一のピークが卓越することはなかったが、それぞれのピーク振動数は、地点が異なっても類似した値であった。

また1分毎に分けたL/2地点の加速度データをスペクトル解析したところ、加速度の振幅が小さい場合のスペクトルは、図6(b)(c)と同様な形状となった。すなわち、3L/4, L/4地点のスペクトル形状の特性は、振動モードの形状とともに、加速度振幅が小さいことにも依存している可能性がある。

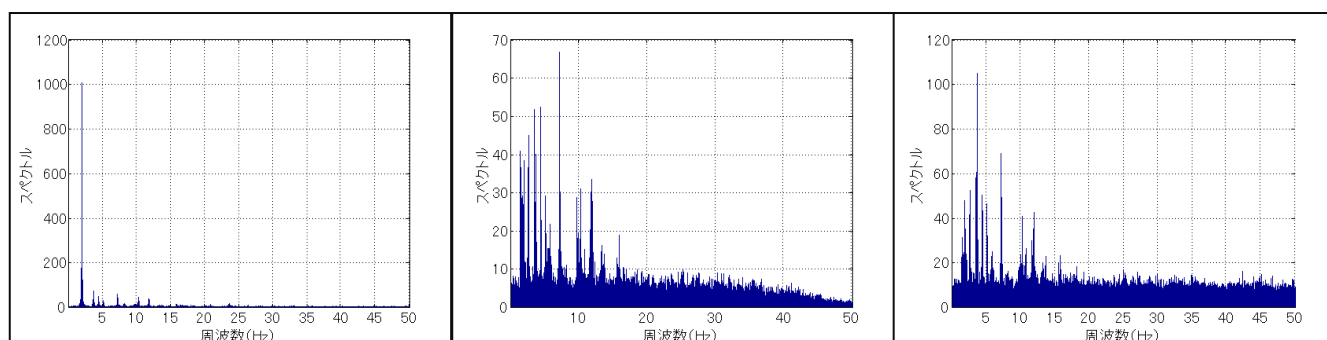


図6 L/2地点スペクトル

(3) 固有値解析：橋梁の設計諸元に基づき、SAP IVを用いた固有値解析を行った。その結果を実測値と比較して表1に示す。1次モードはアーチリブの水平振動を主体としたもので、歩行者によっては加振されていないと考え、2～4次モード（主桁の鉛直モード）に対応する振動が実測でも測定されていると理解できる。

(4) 測定精度について：iPod touchによる加速度データは、約0.01m/s²刻みのデジタル値として得られた。従って、加速度振幅が大きい場合には、精度があまり高くないといえる。また、サンプリング周波数は、本測定で用いたアプリの仕様では最高で100Hzとなっている。

表1 実測値と固有値解析の比較

振動次数	実測値,Hz	解析値,Hz
1次		1.085
2次	1.5	1.658
3次	2.02	1.968
4次	2.65	2.473
5次		2.985

4. まとめ

携帯情報端末「iPod touch」を用いて、簡易な橋梁振動測定を試みた。データが頭打ちになる現象さえ発生しなければ、ある程度の精度で測定、解析は可能であると考えられる。今後は、データが頭打ちになる現象に対応すると共に、2点あるいはそれ以上の地点での同時測定を実施し、簡易な振動測定手法の適用性を明らかにしていきたい。なお本研究の実施に際しては、野田市建設局の方々に大変お世話になった。ここに記して感謝します。