

# 圧電素子を用いたエネルギー回生の基礎研究

知能機械力学研究室

崎山 寛人

## 1. 研究背景と目的

橋梁の老朽化の診断を目的として、多点で振動を計測し、それを分析して診断するモニタリングシステムに対する需要が高まっている。

モニタリングシステムとしては、できるだけ低コストでより詳細な情報が得られることが望ましいので、各センサの電源のためにケーブルを設置することによる手間と費用を省略すること、解析により損傷箇所と損傷の程度を推定することをねらって、圧電素子をセンサおよび発電に応用する。データを無線で中央のコンピュータへ送り、その分析結果と橋梁の数学モデルによる解析を組み合わせることで診断するモニタリングシステムを考える。

本研究ではその第一歩として、圧電素子を用いて振動により発電し、電気を蓄えるための基礎実験を行った。

## 2. 圧電素子を用いた振動発電実験

振動の実験は卓上振動試験機を使用する。図1のように卓上振動試験機の上に片持ち梁を作り、梁の上の固定端付近に圧電素子を貼り付ける。

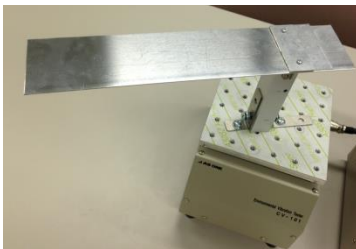


図1 卓上振動試験機上に作った片持ち梁

この圧電素子は、圧電スピーカーを分解しその部品を使用している。片持ち梁を使用し、卓上振動試験機の振動数と梁を共振させれば、多くの電気エネルギーを得ることができると考えた。高速道路や橋梁の自動車によって起こる振動は15~20, 40Hzが主な振動数で、特に15Hz付近が多い<sup>(1)</sup>ため、卓上振動試験機の周波数を15Hzとする。よって片持ち梁の固有振動数も15Hzにする必要があるため、計算により梁の固有振動数を $f_n = 15.4$  [Hz]とした。なお、そのときの実測値は図2のようになった。

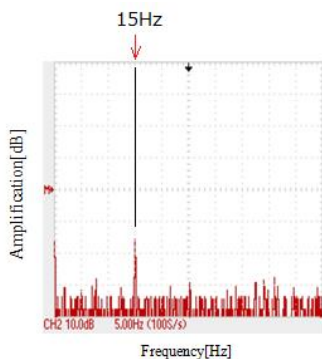


図2 梁の自由振動時のフーリエ変換

実験は、卓上振動試験機の周波数の変化による発電量を検討した。また、コンデンサへの充電実験として卓上振動試験機を10分、20分、30分間振動させ、その時のコンデンサ電圧を検討した。結果の一部を図3, 4に示す。

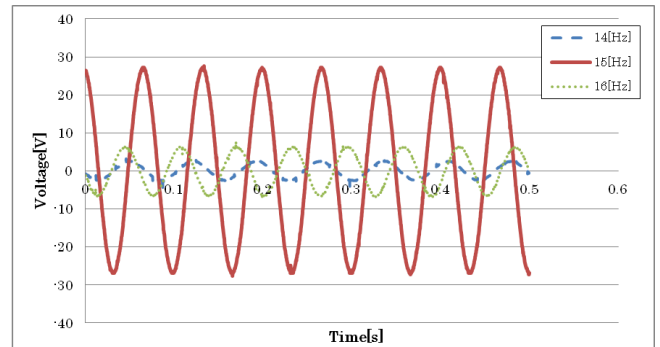


図3 接着剤で貼り付けた時の電圧波形(14Hz~16Hz)

表1 充電時間ごとのコンデンサ電圧

	Voltage of Capacitor[V]					
	10 minutes		20 minutes		30 minutes	
Capacitor 3300μF	1st	2nd	1st	2nd	1st	2nd
	4.95	4.39	8.21	8.07	10.81	9.45

## 3. 実験結果および考察

周波数を変化させたときの発電量の違いでは、振動数が15Hzのとき発電量が最も多くなっている。これより、15Hzのとき梁が共振していることがわかる。また、梁を共振させることで発電量が多くなることがわかった。コンデンサへの充電実験については、時間が伸びるとコンデンサ電圧も大きくなった。システムに必要な電圧量はマイコン駆動のための5V程度である。実験結果より20分振動させるとコンデンサ電圧は5Vを超えるが、コンデンサの放電時の特性を見ると、指数関数的に電流や電荷が減少するため一定の電力供給が難しいと考えられる。よって今後の研究としては、バッテリーに充電することを検討していきたい。

### 文献

(1) 五十嵐亨, 畠山秀喜, 高架道路からの交通振動の卓越周波数について, < [https://www.oyo.co.jp/oyotech/pdf/1981\\_06.pdf](https://www.oyo.co.jp/oyotech/pdf/1981_06.pdf) >