

104 平板の曲げ振動による金属疲労と振動・音響特性

Influence of Metal Fatigue on Acoustic and Vibration characteristics by Bending Vibration of Plate

○学 高橋 克誠 (室蘭工大院) 正 齊當 建一 (室蘭工大) 正 松本 大樹 (室蘭工大)

Katsuaki TAKAHASHI, Muroran Institute of Technology, 27-1, Mizumoto, Muroran, Hokkaido

Ken-ichi SAITOH, Muroran Institute of Technology

Hiroki MATSUMOTO, Muroran Institute of Technology

Keywords: Harmonica, Reed, Generating Sound, Metal Fatigue, Natural Frequency

1. 緒言

1・1 研究背景

現代社会において金属材料は広く用いられており、その強度は静的、動的と様々な部分で検討が進められている。その中でも、金属の疲労破壊は知らぬ間に進行しているのが現状であり、疲労破壊による事故は現在においても起きている。それは疲労破壊を事前に精度よく予測する技術を未だに確立できていないためである。本研究はその基礎技術を確認するためのものである。

1・2 ハーモニカとリードについて

ハーモニカの発音機構は空気室とリードから成り立っている。空気室は空気が流れるための箱であり、リードは片持ち梁の形状をした金属製の薄板である。空気が流れることでリードが振動して音を発生させる。リードは振動することで繰り返し応力が作用し、疲労することになる。一般的にハーモニカを長期にわたって使用しているとリードの金属疲労などが原因でピッチが下がるといわれている。

1・3 研究目的

これらのことから、本研究ではハーモニカのリードをモデルとした実験を行い、金属疲労の進行と振動・音響特性の変化との関連性を検討することによって疲労破壊を事前に予測するための基礎技術を得ることを目的とする。

実験ではハーモニカのリードを模した試験片を使用する。まず、治具に取り付け、片持ち梁とした試験片の固有振動数を測定する。また、ハーモニカモデルを製作し、それに試験片を取り付けて音を鳴らし、その発生音を計測する。そして、試験片を加振し疲労させ、試験片が疲労することによって固有振動数・発生音がどのように変化するかを検討する。

2. 実験装置と実験方法

2・1 試験片

試験片の材質はハーモニカのリードと同じ真鍮を使用する。各寸法は $0.5\text{mm} \times 5\text{mm} \times 30\text{mm}$ である。先端から 28mm の位置に $R0.5$ の切欠きを有する形状を使用する。

2・2 疲労試験

Fig.1 にリードの曲げ疲労試験を行う装置の概略図を示す。電力増幅器を調節して加振振幅を調節することで、試験片に与える繰り返し応力を決定する。加振振動数は 50Hz で、試験片が疲労破壊するまで行う。

制御ボードによって繰り返し回数を測定するとともに、疲労破壊した際の自動停止を行う。また、固有振動数・発生音の測定実験を行うために、指定した繰り返し回数での自動停止をすることができるようになっている。

2・3 固有振動数の測定

Fig.2 に固有振動数の測定を行う実験装置の概略図を示す。片持ち梁状に固定された試験片の先端を静的に変位させ、その後自由振動させる。その時の振動変位をレーザ変位計で記録し、振動波形から固有振動数を求める。

2・4 発生音の測定

Fig.3 に発生音の測定を行う実験装置の概略図を示す。マイクロホンの正面、床から 1m の高さ、 0.5m 離れた位置でハーモニカモデルを口で吹くことによって音を鳴らし、発生音を計測する。計測したデータを FFT で周波数分析する。

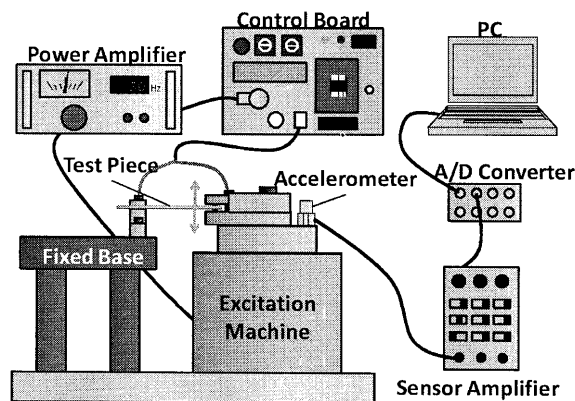


Fig.1 Experimental Setup

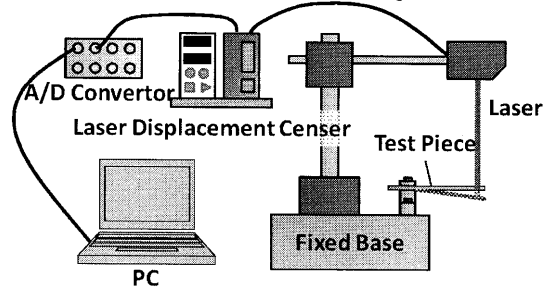


Fig.2 Natural frequency measurement apparatus

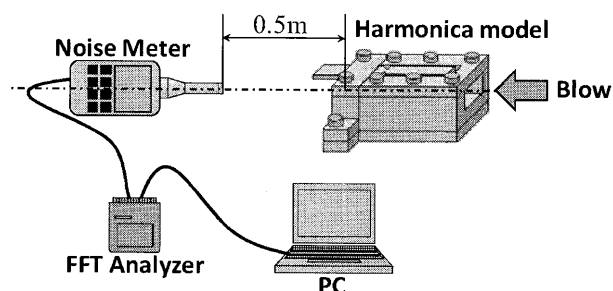


Fig.3 Sound measurement apparatus

3. 実験結果および考察

3・1 疲労試験

Fig.4 に疲労試験の結果を示す。疲労試験の結果から、真鍮は明確な疲労限度が現れない材料であることと、加振器の性能を考慮した結果、固有振動数・発生音の測定は加振振幅 2.2mm、応力振幅 16.68kg/mm²で行うことに決定した。

3・2 固有振動数の測定

Fig.5 に 2 本の試験片の繰り返し回数に対する固有振動数の変化を表したグラフを示す。試験片 1, 2 ともに固有振動数は徐々に低下していき、疲労破壊直前で急激に低下している。最大で 60Hz 程度低下しており、固有振動数は金属疲労が進行するとともに低下していくということが明らかになった。

3・3 発生音の測定

Fig.6 に試験片 1 が疲労することによって音圧レベルのピーク周波数がどのように変化するかを表したグラフを示す。また、Fig.7 に試験片 2 の 300Hz 付近を拡大してデータをとったものを示す。3・2 のときと同様に、発生音のピーク周波数も徐々に低下していき、疲労破壊直前で急激に低下していくということが明らかになった。また、発生音は倍音が計測されているため、倍音の高次成分をみることでより顕著にピーク周波数の低下を確認できる。

Fig.8 に試験片 2 の繰り返し回数に対する固有振動数と発生音のピーク周波数の変化を比較したグラフを示す。固有振動数と発生音のピーク周波数は同様の傾向で低下している。

4. 結言

金属疲労が固有振動数・発生音に与える影響を検討した結果、以下のことが明らかになった。

- ①金属疲労が進行するとともに、固有振動数・発生音のピーク周波数は低下していく
- ②固有振動数・発生音のピーク周波数は、はじめはゆるやかに低下していき、疲労破壊の直前で急激に低下していく
- ③固有振動数・発生音のピーク周波数の低下の傾向は同じである

ということがわかった。今後、試験片表面のき裂長さを可視化し、き裂進展過程と固有振動数・ピーク周波数の間の相関関係について検討しようと考えている。

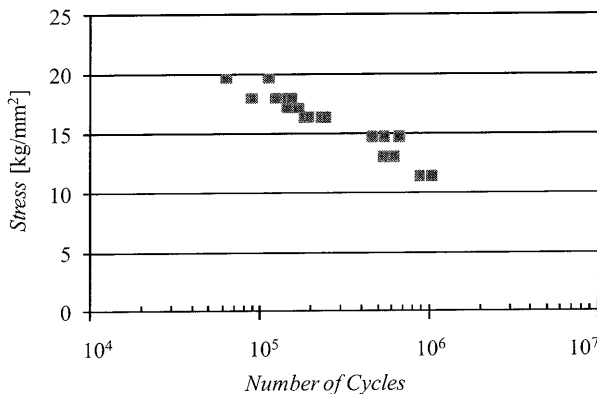


Fig.4 S-N Diagram

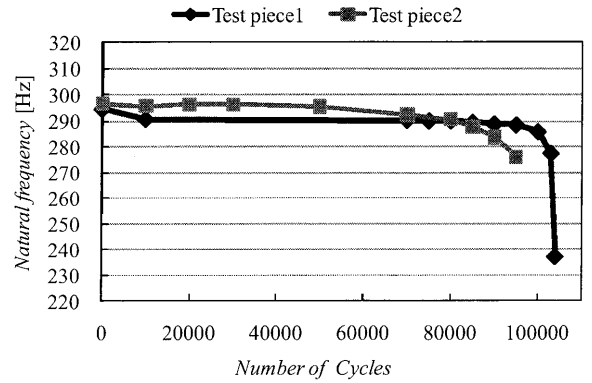


Fig.5 Variation of natural frequency with number of cycles

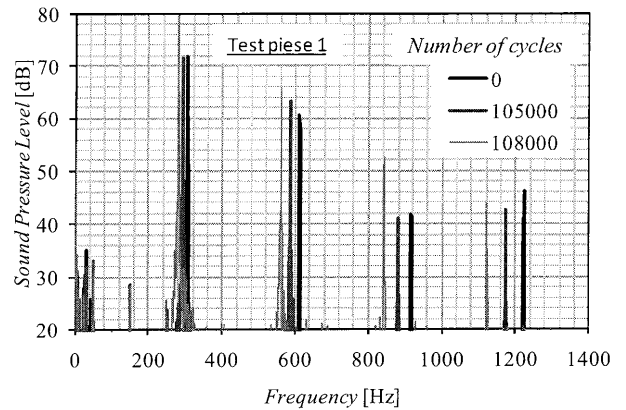


Fig.6 Variation of sound spectrum with number of cycles

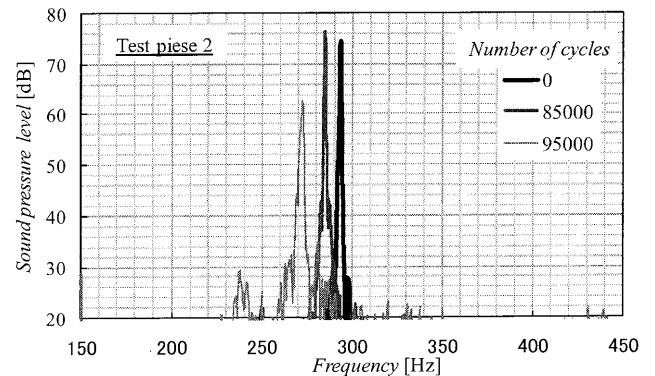


Fig.7 Variation of sound spectrum with number of cycles

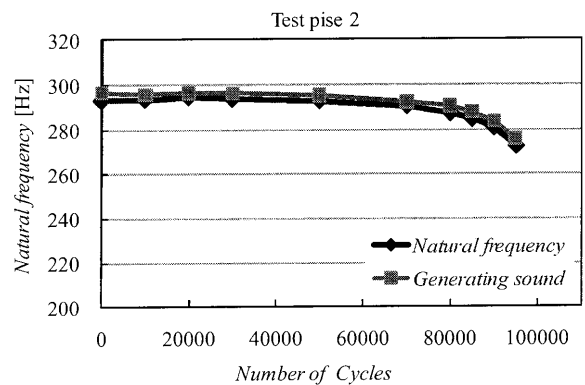


Fig.8 Relation of natural frequency and generating sound