ノート

# 振動試験における共振周波数探査用の 3 次元加速度センサ開発

土井　康平*　牧野　斉*　須田　孝義*

Development of a 3-Dimensional Accelerometer for Resonant Frequency Searching in Vibration Tests

DOI Kohei*, MAKINO Hitoshi* and SUDA Takayoshi*

## 1. 緒　　言

当所で実施している振動試験では，振動による製品の耐久性を確認しており，振動の共振周波数を知ることで不具合を低減するための対策を講じることができる。現状の共振周波数探査は，X，Y，Z の各方向について個別に行っているが，この方法では各方向の共振周波数を同時に探査できないため非効率である。本稿では，X，Y，Z 方向の共振周波数を同時に探査できる 3 次元加速度センサを開発したので報告する。

## 2. 3 次元加速度センサの製作

3 次元加速度センサの回路をセンサ基板とマザーボードの 2 部構成として設計し，2 つの基板はフラットケーブルを介して接続することとした。そのブロック図を図 1 に，設計した回路図を図 2 に示す。一般的に振動試験では加振周波数を 500 Hz 程度まで掃引することが多い。共振周波数探査では，その高調波成分を考慮して加速度センサの遮断周波数（使用上限周波数）を 1.5 kHz までとした。そのことから本開発では加速度センサには広帯域な応答特性（遮断周波数：1.5 kHz）を持つ Analog Devices（AD）社製 3 軸 MEMS 加速度センサを採用した。回路基板の製作は外部委託した。図 3 に製作したセンサ基板とマザーボードを示す。

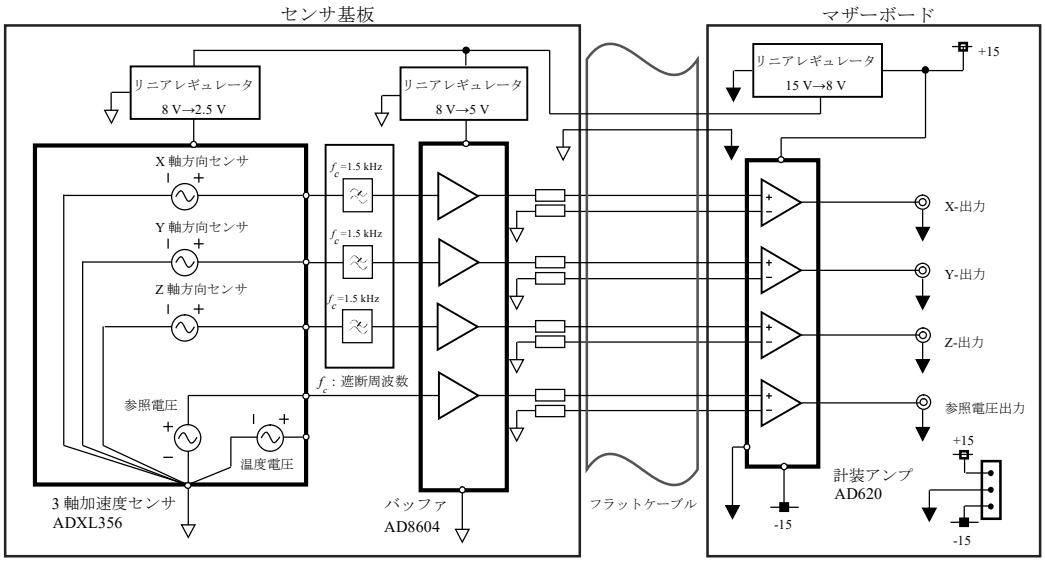


**図 1　3 次元加速度センサのブロック図**

* 下越技術支援センター

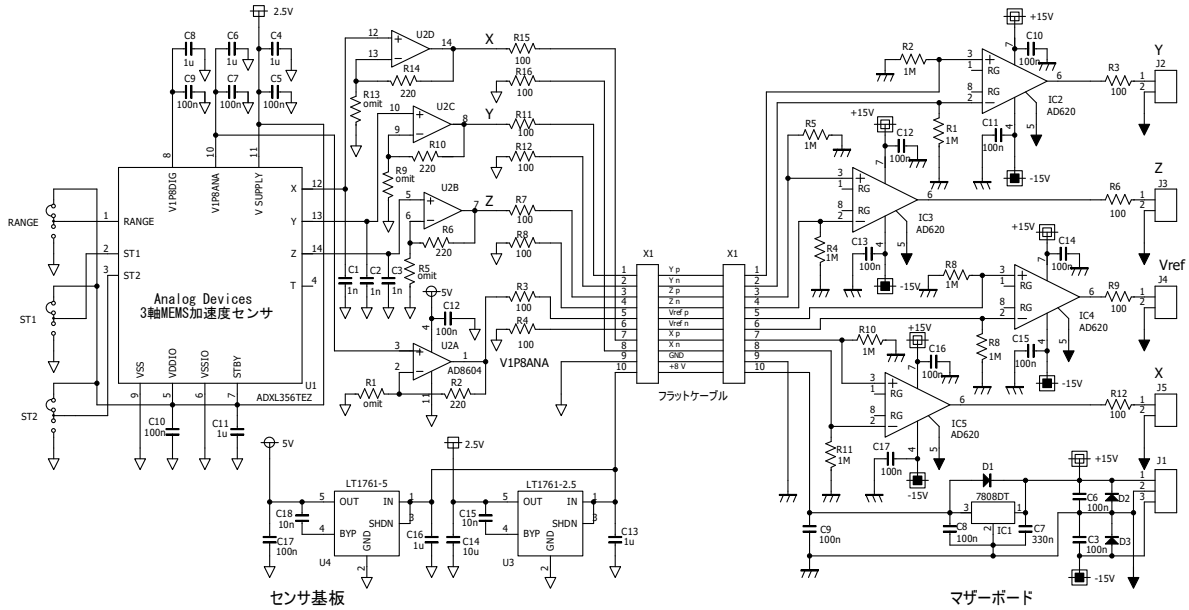


図 2　3 次元加速度センサの回路図

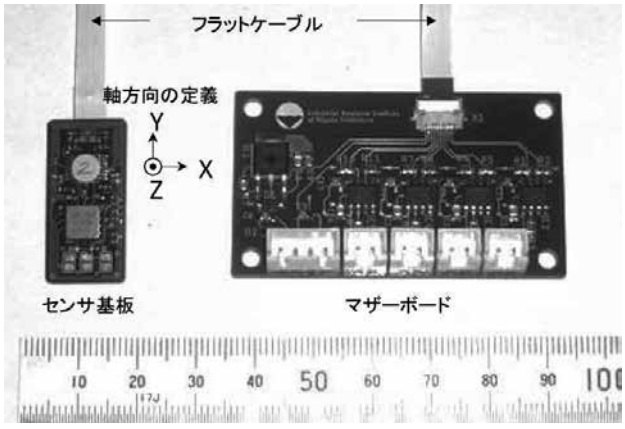


図 3　製作したセンサ基板とマザーボード

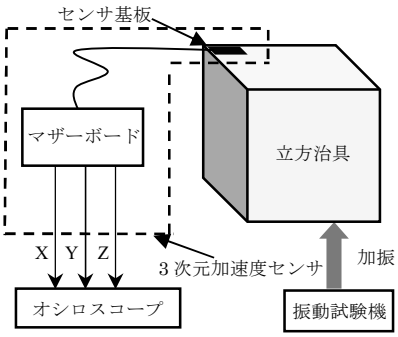


図 4　加速度感度評価の実験系

## 3.　3 次元加速度センサの性能評価

3 次元加速度センサの性能を評価するために周波数－感度特性を測定することとし，図 4 に示す実験系を構成した。加振加速度を 5 G 一定，加振周波数範囲 50 Hz から 2 kHz において 50 Hz 間隔で加振し，3 次元加速度センサの出力電圧を測定した。図 5 は周波数－感度特性の測定結果である。加振周波数 50 Hz における出力電圧を基準に，3 dB（約 3 割）低下する周波数を使用上限周波数として定義する。これによると使用上限周波数は 1.8 kHz であった。

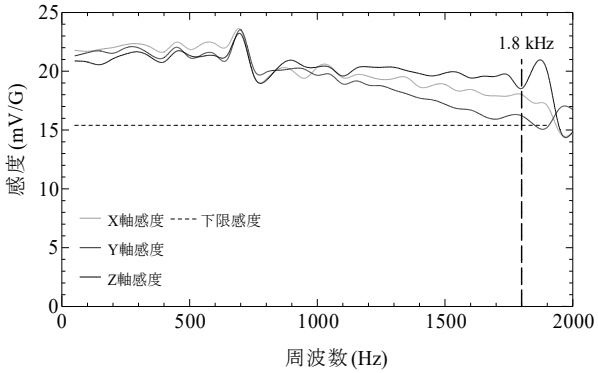


図 5　3 次元加速度センサの周波数-感度特性

## 4.　模擬試験品による評価

模擬試験品（ブックスタンド）を用いて，図 6 に示す実験系で共振周波数探査を行った。

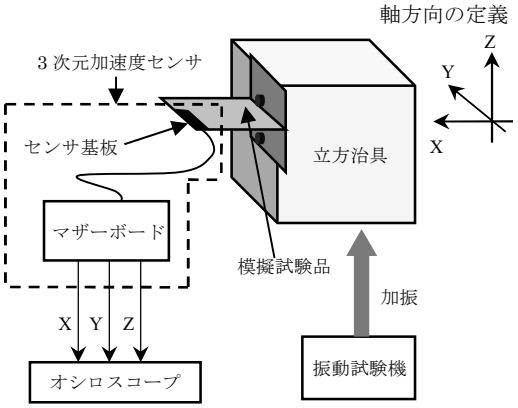


**図 6　共振周波数探査の実験系**

図 7 に 3 次元加速度センサを用いた共振周波数探査の様子を示す。模擬試験品にセンサ基板を取り付け，加振周波数を 5 Hz から 100 Hz まで，加振加速度 5 G 一定で掃引しながら，3 次元加速度センサの出力電圧の変化によって共振周波数を探査した。その出力電圧を図 8 に示し，フーリエ変換によって周波数解析した結果を図 9 に示す。

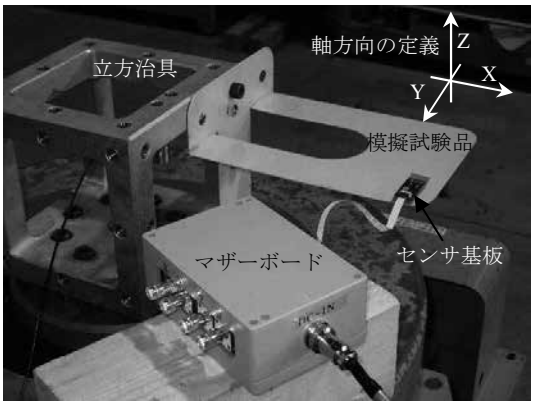


**図 7　共振周波数探査の様子**

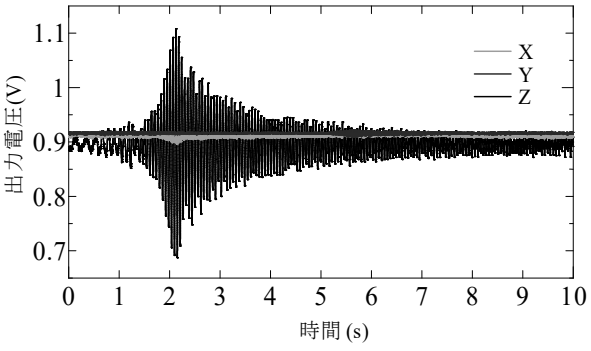


**図 8　共振周波数探査における出力電圧**

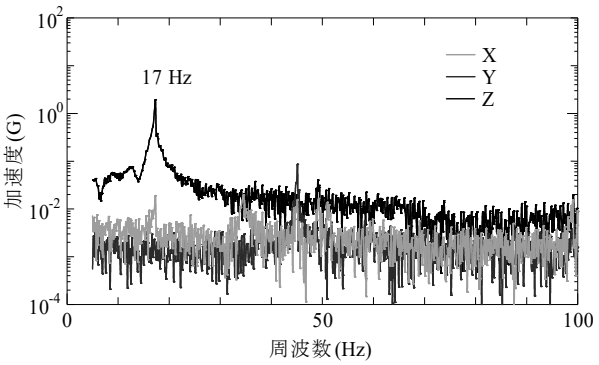


**図 9　周波数解析の結果**

模擬試験品の共振周波数は予備試験によって 17 Hz であることが分かっており，図 9 の結果と一致する。

## 5.　共振周波数による評価

共振周波数探査の妥当性確認のために，模擬試験品を前項の評価によって確認した共振周波数 17 Hz において，加速度 0.5 G で加振した。

3 次元加速度センサの出力電圧を図 10 に示し，フーリエ変換によって周波数解析した結果を図 11 に示す。

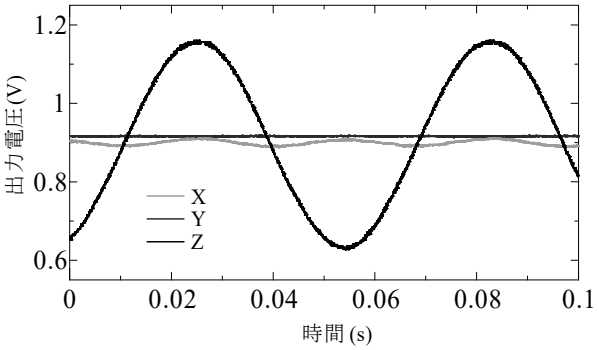


**図 10　17 Hz 加振時の出力電圧**

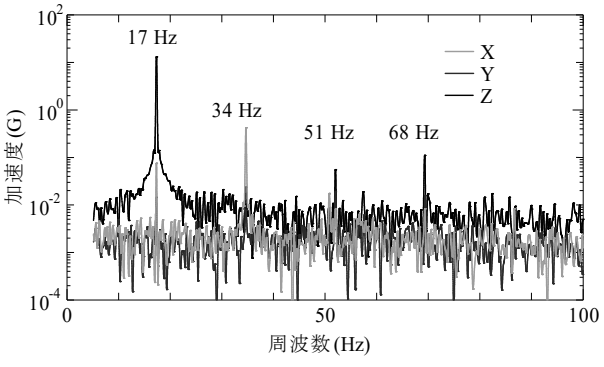


**図 11　共振時の周波数解析の結果**

Z 軸方向に 17 Hz で共振を示すピークが，X 軸方向に 34 Hz（加振周波数の 2 倍）のピークが生じており，加振方向の Z 軸以外に，X 軸と Y 軸方向にも振動が生じていることが分かる。

## 6. 結　　言

(1) 開発した 3 次元加速度センサによって，3 軸方向の共振周波数探査を同時に実施できることを示した。併せて共振の高調波を観測することができ，加振方向以外の共振も検出できることが分かった。

(2) 今後は 3 次元加速度センサの応用範囲の拡大を目指すと共に，企業の技術支援の 1 つとして発展させていく予定である。