

振動試験における接合要素に関する調査研究

生産技術室 新保 栄一

Evaluation of Vibration Characteristics on Junction Elements of Fixture for Vibration Testing Machine

Eiichi SHIMBO

組立型振動試験用加振治具の実用化のため、振動試験環境における接合要素について評価試験を行った結果、次のようなことがわかった。

中央加振法によるアルミ合金のヤング率は一般に知られている値より、低い値を示した。また、接合治具FEM固有値解析は接着剤の見かけのヤング率を用いれば実験との結果により相関がとれる。

1. はじめに

振動試験機は、機械や電気電子分野の試作品、量産品等の振動環境に対する信頼性の確認、振動に起因すると推測される製品の不具合を再現し、その原因究明等の評価に用いられる。また、県内製造業には多様な業種があり、それに伴い様々な形状の試験品が研究所に持ち込まれる。研究所所有の標準加振治具では対応できない場合、各顧客が専用に加振治具を作製しており試験費用もその分増加する。そこで、様々なタイプの試験体に対応するような複数のパーツから成る組立型振動試験用加振治具を検討することとした。このような、組立型振動試験用加振治具の実用化のため、振動試験環境における接合要素について評価試験を行ったので報告する。

2. 実験及び結果

2.1 中央加振法によるアルミ材のヤング率

アルミ材料のヤング率を求めるため、写真1に示す中央加振法により共振周波数を測定した。振動試験機はエミック製F-1000BDH、アルミ材(A5052)試験片は短冊形状(186×60×14.7mm)、加速度センサーは、エミック製710C型を使用した。加速度センサーは写真1のとおり①及び②の位置に設置をした。試験片の中央部をM10ボルトにより振動試験機に固定し、共振周波数を測定した。振動試験条件は加速度 9.8m/s^2 、振動周波数20~2500Hz、掃引速度1.0oct/minである。表1に振動試験結果及びFEM解析結果を示す。中央加振法による共振周波数を測定した結果、1360Hzであった。次に短冊形状

試験片のFEM固有値解析を行った。FEM解析工学ソフトウェアはNX I-DEAS6.1、コンピュータはHP Z600を用いた。材料定数は、アルミ合金のヤング率を 70000N/mm^2 、ポアソン比0.33、密度 $2.7\times 10^3\text{kg/m}^3$ を用いた。その固有値解析結果は、表1のFEM1に示す値1470Hzであった。実験とFEM解析による固有振動数及び共振周波数の一般式 $f=1/(2\pi)\cdot\sqrt{(k/M)}$ [k:剛性, M:質量]による比較計算により、中央加振法によるアルミ材のヤング率は、 59916N/mm^2 であった

2.2 接着剤のみかけのヤング率

同様に接着層のヤング率を振動実験により求める。写真2に円筒片持ち梁および加速度センサー①及び②の位置を示す。アルミプレート(100×100×12mm)に円筒片持ち梁($\phi 30\times 100\text{mm}$)の端面を瞬間接着剤(東亜合成, アロンアルファ耐衝撃)により固定し、写真2のように立方体型振動試験治具に取り付けた。振動試験条件はパワースペクトル密度 $0.5(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$ 、振動周波数20~2500Hzである。振動試験の結果から円筒片持ち梁の共振周波数は1440Hzであった。次に円筒片持ち梁のFEM固有値解析を行った。アルミ材のヤング率は 59916N/mm^2 等、表1に示す2.1項で使用した定数を用いた。FEM解析モデル上での接着層の厚さは0.3mm、瞬間接着剤の材料定数は、ポアソン比0.4、密度 $1.248\times 10^3\text{kg/m}^3$ を用いた。FEM固有値解析から、瞬間接着剤の見かけのヤング率は、 650N/mm^2 であった。

表 1 振動試験結果及びFEM解析結果

材料定数		2.1 アルミ材のヤング率			2.2 接着剤のヤング率		2.3 T型片持ち梁接合要素の振動特性	
		実験	FEM1	FEM2	実験	FEM	実験	FEM
ヤング率 N/mm ²	アルミニウム合金	—	7000	59916	—	59916	—	59916
	瞬間接着剤	—	—	—	—	650	—	650
密度 ×10 ³ kg/m ³	アルミニウム合金	—	2.7	2.7	—	2.7	—	2.7
	瞬間接着剤	—	—	—	—	1.248	—	1.248
ポアソン比	アルミニウム合金	—	0.33	0.33	—	0.33	—	0.33
	瞬間接着剤	—	—	—	—	0.4	—	0.4
共振周波数 Hz		1360	—	—	1440	—	1次:294 2次:1790	—
固有値 Hz		—	1470	1360	—	1440	—	1次:293 2次:1800

2.3 接着剤のみかけのヤング率

2.1及び2.2項で求めたアルミ材及び瞬間接着剤のヤング率を用いて、図1に示すT型片持ち梁のFEM固有値解析を行った。FEM解析モデル上の接着層厚さは0.3mm、ヤング率はアルミ材：59916N/mm²、瞬間接着剤：650N/mm²とした。その他の材料定数は表1に示すものを使用した。FEM固有値解析の計算結果は、1次：293Hz、2次：1800Hzであった。写真3にT型片持ち梁（194×60×15mm）の振動試験を示す。T型片持ち梁はアルミプレート（100×100×15mm）に瞬間接着剤（東亜合成、アロンアルファ耐衝撃）により固定し、写真3のように立方体型振動試験治具に取り付けた。振動試験条件はパワースペクトル密度0.5(m/s²)/Hz、振動周波数20～2500Hzである。振動試験の結果からT型片持ち梁の共振周波数は1次：294Hz、2次：1790Hzであった。

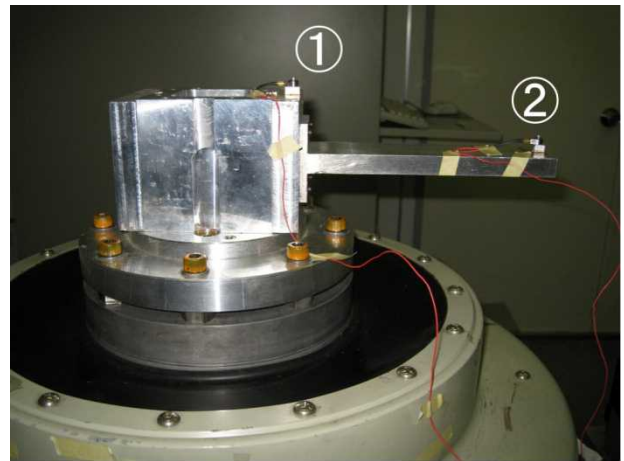


写真2 円筒片持ち梁の振動試験

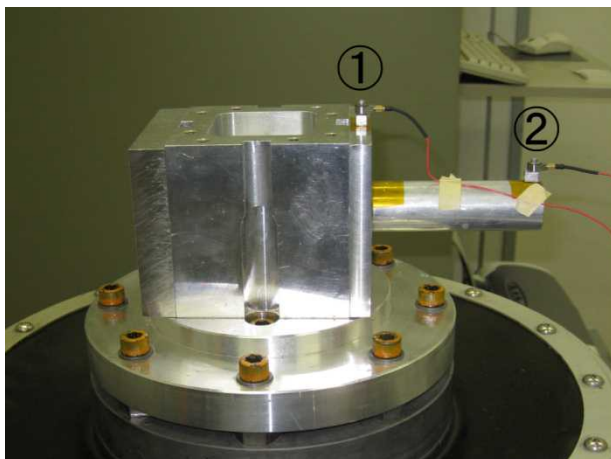


写真1 中央加振法による振動試験

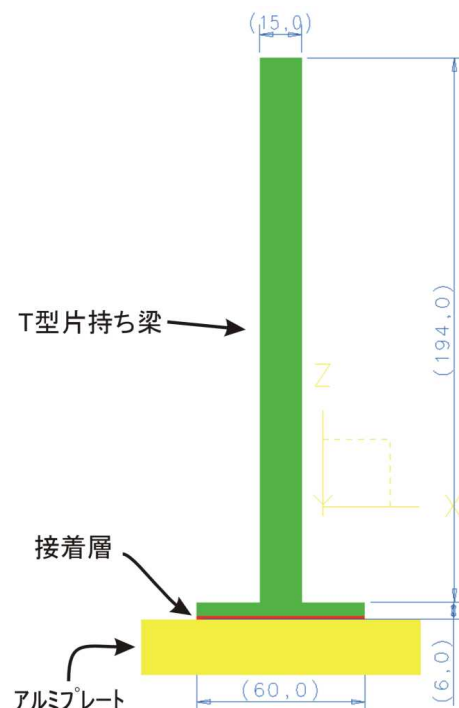


図1 T型片持ち梁

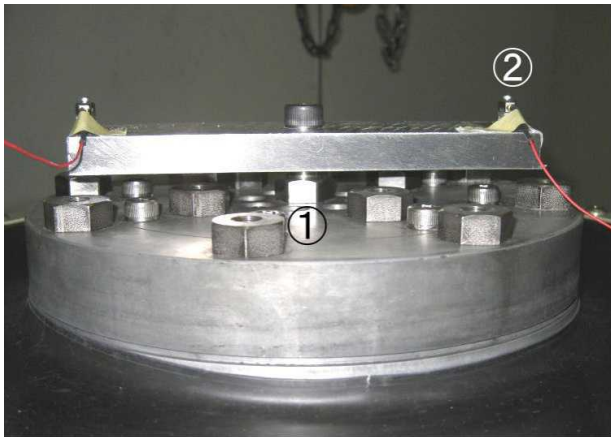


写真3 T型片持ち梁の振動試験

3. まとめ

組立型振動試験用加振治具の実用化のため、振動試験環境における接合要素について評価試験を行った結果、次のようなことがわかった。

中央加振法によるアルミ合金のヤング率は一般に知られている値 70000N/mm^2 より低い値 59916N/mm^2 である。また、接着層の厚さ及びヤング率の値が未知であっても、FEM固有値解析に接着剤のみかけのヤング率を用いれば実験とFEM固有値解析の結果により相関がとれる。