セルロースナノファイバーシートを用いた振動試験治具設計

製品・機能評価課 清水孝晃^{*1} ものづくり基盤技術課 川野優希 デジタルものづくり課 丹保浩行 岩坪聡^{*2}

1. 緒言

近年、産業用制御機器や情報処理装置、自動車部品 において、機器を構成する電子部品の小型化、表面実 装化の進展、機器の高密実装化により高い振動数の振 動による影響が増大している。一方、機器を構成する 各部品が小型化してもそれらを実装する基盤や筐体、 ラック類においては低い振動数の影響を受けやすいこ とから、幅広い振動数に対する応答への十分な配慮が より必要となってきており、振動試験実施の重要性が 高まってきている。試験の実効性を確保するためには、 目的の振動を確実に試験体に伝達することが必要であ るが、治具の共振や減衰、振動モードなどにより必ず しも伝達されているとは限らない。

本研究では高強度、高弾性率といった優れた特性を 持つセルロースナノファイバー(CNF)を樹脂等で成形 したシートを振動試験治具に貼り付けることにより固 有振動数を制御できること、および多くの繊維が絡み 合った構造から高減衰が期待できることから、共振時 の振動加速度の減衰を行う技術について探った。また、 振動計測を高精度化するため計測方法について検証を 行った。

2. 実験方法

実験に先立ち振動計測法について検証を行った。 2-1 150mm サイコロ治具の振動計測

振動数範囲 10~2000Hz、加速度振幅 9.8m/s²で加振 しそれを測定した。Fig. 1 に示す位置に制御用センサ と同じ型式のセンサをボルトで取り付け加速度を測定 した。センサは 731-B(EMIC)であり質量は 13.5gで ある。また、センサの固定を接着により行った場合で も加速度を測定した。さらに、同じ位置にサイズの異 なるセンサを接着により取付け加速度を測定した。用 いたセンサは 710-D(EMIC)であり質量は 1.9g である。



Fig. 1 Sensing point at the cubic fixture



Fig. 2 Sensing point at the plate

2-2 治具上面に取り付けた板上での振動計測

150mm サイコロ治具の上面に厚さ 5mm のアルミ板 をボルト固定し Fig. 2 に示すようにアルミ板上に 710-D センサを接着し振動測定を行った。

2-3 CNF シート貼付による効果の確認

厚さ 3mm のアクリル板を 150mm キュービック治具 上面にボルト固定し振動を測定した。何も貼付けてい ないもの、厚さ 0.7mm の CNF シートを接着したもの、 厚さ 0.4mm の PP シートを接着したもので板中央の加 速度を比較した。

3. 実験結果および考察

3-1 150mm サイコロ治具の振動計測



Fig. 3 Transition of vibration acceleration

Fig. 3 に各測定部における振動加速度の推移を示す。 目標加速度は 9.8m/s² であるが、制御箇所においても 1350Hz 以上では目標加速度に制御できていないこと がわかる。各測定値は目標加速度に対し異なっている ことがわかり、コーナー部に取り付けたセンサではよ り低い加速度を計測している。部分的に大きくなって いるところがあり、これは共振が発生したと考えられ る。2000Hz付近で中央部の加速度だけが大きくなって いるが、これは形状的に変形しやすい場所であるため 変位が大きくなったものと考えられる。

接着により取付けたセンサと比較すると振動数 1700Hzまでは、いずれの測定位置、取り付け方法でも 概ね同様の傾向を示しているが、接着の場合 1850Hz 付近でいずれの取付け位置においても加速度が極大値 をとっているのに対し、ボルト取り付けでは加速度は 低下している。また、680Hz 付近ではいずれも加速度 が最大になっているが、その大きさはボルト取り付け に対し接着取り付けでは低くなっている。

731-B(大型)に比べ710-D(小型)での計測値は増 減の幅が小さい。680Hz付近で計測値が極大となるが、 小型センサでは大型センサに比べ振動数が10Hz 程度 高周波側にシフトしピーク値も低くなっている。コー ナー部においては極大値が現れていない。1850Hz付近 での極大値は小型センサでは緩和されている。

3-2 治具上面に取り付けた板上での振動計測

Fig.4に各測定部における振動加速度の推移を示す。 目標加速度 9.8m/s² に対し、制御位置での加速度は 1350Hz 付近で共振により制御しきれていないことが わかる。これに伴い、他の測定箇所での加速度にも乱 れが生じている。加速度の傾向は 1350Hz までは概ね 制御加速度に対し低い加速度を示すが、それ以上の周 波数では板中央では大きな加速度を示しポスト上およ び梁中間では小さな加速度を示す。

150mm キュービック治具フレーム上の加速度と比較すると700Hz付近に見られた共振点がアルミ板上では無い。加速度の大きさは、板上の方が大きいがその差は小さく、ほぼ一体で振動していると言える。アルミ板中央部では1000Hz以上では加速度は大きくなっておりその差は10%程度である。



Fig. 4 Transition of vibration acceleration on the plate

3-3 CNF シート貼付による効果の確認

振動数における加速度の比較を Fig. 5 に記す。アク リル板単体では約 600Hz に共振点を持つが CNF シー トを貼付することで共振点が約 50Hz 高周波側へ移動 し振動加速度のピーク値は約 240m/s² から 140m/s² へ 40%減少した。比較のため PP シートを貼付したものの 振動加速度を測定したが CNF シート貼付に比べ効果 は小さかった。共振点が高周波側に移行したのはシー ト厚さの影響も考えられるが、減衰効果は CNF の特性 によるものと考えられる。



Fig 5. Relationship between frequency and acceleration

Investigation of Fixture for Vibration Test Improving a Vibrating-properties Using Cellulose Nanofiber Sheet Product and Function Evaluating Section; Takaaki SHIMIZU Core Manufacturing Technology Section; Yuki KAWANO Digital Manufacturing Section; Hiroyuki TAMBO Satoshi IWATSUBO

As a result of verifying the vibration characteristics and the vibration measuring method for the vibration test fixture, it was found that the vibration measuring result varies depending on the sensor used, the mounting method, and the mounting position.

In order to reduce this difference, the use of the fixture with the CNF sheet was tried, and it was found that the acceleration at the resonance point was attenuated by 40%. This is due to the excellent properties such as high strength and high elastic modulus of the CNF.