

FRP の振動特性に及ぼすマトリックス樹脂の影響

日大生産工(院) ○山田康平 日大生産工 平山紀夫

1 緒言

繊維強化プラスチック(Fiber Reinforced Plastic : FRP)は金属と比較すると振動減衰性が高いことが知られており、その振動特性について積極的な研究が行われている¹⁾。

振動減衰性が高い理由として、マトリックス樹脂の粘弾性が挙げられるが、マトリックス樹脂の減衰性と FRP の減衰性の相関性を調査した研究事例はほとんどない。

そこで本研究では、マトリックス樹脂の減衰性と炭素繊維強化プラスチック(Carbon Fiber Reinforced Plastic : CFRP)の減衰性をハンマリング振動試験によって計測し、CFRP の振動特性に及ぼすマトリックス樹脂の減衰性の影響について検討した。また、輸送機器に用いられる材料と比較するため鉄鋼材料、アルミニウムについても振動試験を行い、CFRP の振動減衰性が金属材料と比較してどの程度の優位性を有するか検証を行った。

2 実験

2.1 供試材

樹脂板と CFRP の成形を行うにあたり、樹脂にはナガセケムテックス(株)製の熱硬化性エポキシ樹脂、熱可塑性エポキシ樹脂、高 Tg 熱可塑性エポキシ樹脂の 3 種類を使用した。

一方、強化材である炭素繊維には東レ(株)製の平織炭素繊維織物(CO6343)を使用した。そして、輸送機器の一般的な構造部材として用いられるアルミニウム(A6061)、ステンレス(SUS303)を加え、計 8 種類の材料に対して振動試験を行った。

2.2 成形方法

CFRP はハンドレイアップ法 (Hand Lay Up Method : HLU)により、強化繊維に樹脂をハケ等で含浸させ、ローラー等で空気を脱泡させた後に、プレス機で加圧・加熱し所定の厚さの CFRP を作製した。Fig.1 に成形した CFRP の外観を示す。また、樹脂板は樹脂を型に流し込み、プレス機によって高温、高压の環境下で保持することで成形した。

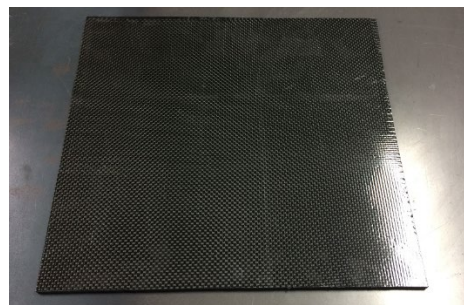


Fig.1 CFRP

2.3 振動測定

試験機の外観を Fig.2 に示す。試験には FFT アナライザーソフト Spectra PLUS-DT(Pioneer Hill Software)を用い、装置に接続したインパルスハンマーで片持ち固定の試験片を打撃することで加速度ピックアップから自由減衰振動波形を取得した。

試験片の寸法は 250mm×25mm×4mm の短冊形、試験片固定部から先端までを 160mm とし、ピックアップを先端から 10mm の位置に取り付けた。加振点は固定部から 30mm の位置として試験を 5 回行い、平均値を実験値とした。

本研究では材料の減衰性の基準を減衰比とし、得られた自由減衰振動波形から減衰比を取得するために JISG0602 を参考として減衰法と半値幅法を用いた。

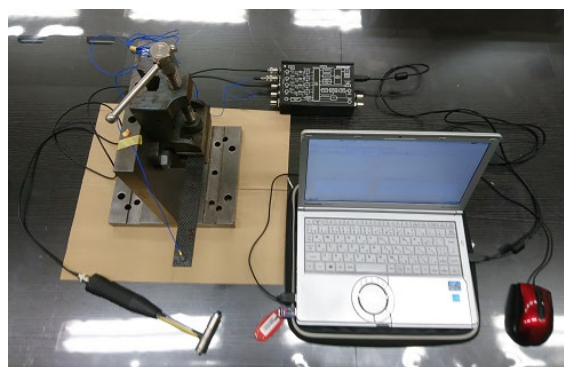


Fig.2 Hammering test machine

Effect of matrix resin on damping property of fiber reinforced plastics

Kohei YAMADA and Norio HIRAYAMA

3 結果

減衰法と半値幅法によって自由減衰振動波形から得られたそれぞれの材料の減衰比の結果を Table 1 に、減衰比の平均をまとめた結果を Fig.3 に示す。ここで、熱硬化性エポキシ樹脂の樹脂板を Ts epoxy, 熱可塑性エポキシ樹脂の樹脂板を Tp epoxy, 高 Tg 熱可塑性エポキシ樹脂の樹脂板を Tg epoxy とし、それぞれの樹脂を母材とする FRP を CFRP, CFRTP, Tg CFRTP と略記する。

Table 1 を見ると 2 つの算出法から得られた減衰比の差は全ての材料で 10% 以内に収まっており、減衰法、半値幅法のいずれにおいても、同じ材料の減衰係数を算出できることが確認できた。

Table 1 Damping ratio measured by two methods

	Logarithmic decrement method (A)	Half-power bandwidth method (B)	average	error (%) (A/B)
Al	2.14	2.33	2.23	8.28
SUS	1.50	1.62	1.56	7.01
Ts epoxy	11.7	11.5	11.6	1.72
CFRP	3.45	3.37	3.41	2.32
Tp epoxy	9.98	9.85	9.92	1.27
CFRTP	2.90	3.15	3.02	7.81
Tg epoxy	13.3	13.5	13.4	1.13
Tg CFRTP	3.83	3.79	3.81	1.05

また、Fig.3 を見ると CFRP、樹脂板のいずれにおいても金属材料の減衰比を大きく上回っており、金属材料と比較して CFRP と樹脂板は高い振動減衰性を有していることが確認できた。平均すると CFRP はアルミニウムと比べた時に減衰比が 1.53 倍大きく、ステンレスに比べ 2.19 倍大きい。

さらに、3 つの樹脂材料を比較すると減衰比は、高 Tg 熱可塑性エポキシ樹脂、熱硬化性エポキシ樹脂、熱可塑性エポキシ樹脂の順に高くなっており、それらの樹脂を母材とする FRP の減衰比についても TgCFRTP, CFRP, CFRTP の順に高くなる結果となった。

以上のように、樹脂の減衰比がそれらの樹脂を母材とする FRP の減衰比に反映される結果となっていることから、樹脂とその樹脂をマトリックスとする CFRP の間には減衰比の相関があると考えられる。

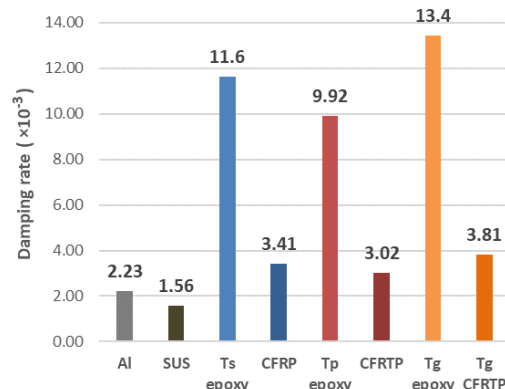


Fig.3 Comparison of damping rate

4 結言

マトリックス樹脂と CFRP の減衰性の相関性を検討するため、樹脂と CFRP、金属材料について振動試験を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) 熱硬化性エポキシ樹脂、熱可塑性エポキシ樹脂、高 Tg 熱可塑性エポキシ樹脂の 3 つの樹脂材料の減衰比の大きさの順番と、それらの樹脂を母材とする CFRP の減衰比の大きさの順番は一致しており、樹脂とその樹脂をマトリックスとする CFRP の間には減衰比の相関があった。
- 2) 熱硬化性エポキシ樹脂、熱可塑性エポキシ樹脂、高 Tg 熱可塑性エポキシ樹脂を母材に用いた CFRP の減衰比は、平均してアルミニウムに対して 1.53 倍大きく、ステンレスに対して 2.19 倍大きい値であった。
- 3) 減衰法、半値幅法の 2 つの方法で算出した減衰比は、その差が 10% 以内に収まることを確認し、どちらの方法で算出しても CFRP の振動特性を適切に取得することができる事が確認できた。

参考文献

- 1) 荒井政大, 板垣大輔, 西村正臣, 島村佳伸, 小林和幸, 均質化法による CFRP 積層はりの減衰振動特性評価, 計算数理工学論文集 vol. 14 (2014 年 12 月), 論文 No11-141206