

2022 年度卒業論文

『炭素繊維強化複合材料の宇宙放射線劣化評価に向けた
高精度弾性率測定の改良と電子線照射による劣化試験』

九州工業大学 工学部 宇宙システム工学科 機械宇宙システム工学コース 4年
岩田研究室 191A2096 田口豪助

要旨

炭素繊維強化複合材料(CFRP)は、重量に対する強度と剛性の比が優れているため、航空宇宙用途として適した材料である。人工衛星のパラボラアンテナの構造部分に CFRP を使用する試みも行われており、このような高精度大型宇宙構造物に使われる材料には非常に高い形状精度が要求される。しかし、宇宙環境下での CFRP の劣化が問題となっており、形状精度には材料の剛性、すなわち弾性率の変化が大きく関係する。本研究では、様々な宇宙環境要因の中でも、放射線による劣化を調べる。先行研究によると、放射線による弾性率の低下は数%程度であるため、微小な変化を正確に評価するためには、高精度な弾性率の測定が必要である。そのため本研究では、繰り返し測定による弾性率のばらつきが 1%程度内を確立できるよう、試験装置や計算プログラムを改良し、精度の向上を追求した。

また、完成した高精度測定システムを用いて CFRP 及び使用樹脂の弾性率を測定し、その後、様々な条件で電子線を照射した。試験片の外観に劣化が現れており、今後作成した測定システムを用いて再度弾性率を測定し、機械特性の変化を正確に評価できると考えている。

Carbon fiber-reinforced composites (CFRP) are suitable for aerospace applications because of their excellent strength-to-stiffness ratio in relation to weight. CFRP is also used in the structural parts of parabolic antennas on artificial satellites, and such high-precision large space structures require high shape accuracy. However, degradation of CFRP in the space environment has become a problem, and changes in material stiffness, or modulus of elasticity, have a significant bearing on shape accuracy. In this study, radiation-induced degradation was investigated. According to previous studies, radiation-induced degradation of the modulus of elasticity is only a few percent, so high-precision measurement of the modulus of elasticity is necessary to accurately evaluate minute changes. Therefore, in this study, the test apparatus and calculation program were improved to enhance the measurement accuracy of the elastic modulus. Using the completed high-precision measurement system, the elastic moduli of CFRP and the resin used will be measured and then measured again after irradiation with electron beams to evaluate changes in mechanical properties.

目次

第1章 序論

- 1.1 研究背景
- 1.2 研究動向
- 1.3 研究目的

第2章 測定原理

- 2.1 曲げ試験
- 2.2 引張試験

第3章 試験装置

- 3.1 曲げ試験
- 3.2 引張試験
- 3.3 形状測定

第4章 弾性率評価手法

4.1 CFRP

- 4.1.1 曲げ試験サンプル
- 4.1.2 曲げ試験手順
- 4.1.3 弾性範囲の確認
- 4.1.4 引張試験サンプル
- 4.1.5 引張試験手順

4.2 樹脂

- 4.2.1 試験サンプル
- 4.2.2 試験手順

4.3 弾性率のばらつき評価

第5章 弾性率測定精度

5.1 曲げ弾性率

- 5.1.1 処理プログラムの改良
- 5.1.2 解析方法の改良
- 5.1.3 機械的・人的誤差の軽減
- 5.1.4 放射線劣化評価サンプルの曲げ弾性率測定

5.2 引張弾性率

第6章 放射線照射試験

6.1 試験装置

6.2 照射条件

6.3 線量分布測定

6.3.1 面内分布

6.3.2 深度吸収線量分布

6.4 温度計測

6.5 照射後サンプル

第7章 総括

7.1 結論

7.2 今後の研究

参考文献

全文を希望の方は cho.mengu801@mail.kyutech.jp までご連絡下さい