

2023年度 卒業論文

電子線照射による炭素繊維複合材料の機械特性変化評価のための引張試験の高度化と

放射線劣化原因究明のための炭素繊維直径測定装置の改良

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

岩田研究室 201A2092 手島賢二郎

要旨

炭素繊維複合材料（Carbon Fiber Reinforced Plastic 以下 CFRP）は、炭素繊維と樹脂で構成される材料であり、高強度で軽量であるという特徴を持っている。そのため、航空機、宇宙材料、自動車、スポーツ用品など様々な分野で利用が試みられている。人工衛星のアンテナにも CFRP の利用が検討されており、宇宙構造物の使用される材料には、非常に高い形状精度が求められる。宇宙環境には、宇宙の極低温と太陽熱の放射熱により激しい熱サイクルや放射線や紫外線といった環境にさらされる。本研究では、宇宙環境の中の放射線に着目し、放射線での材料の劣化を調べる。CFRP を宇宙環境において、構造物の要求を満たしながら使用するためには、宇宙環境による微小な剛性の変化と材料の変形量の把握が重要である。また、CFRP の放射線による劣化は数%ほどしか変化せず、より微小な変化を正確に評価するには、高精度な測定が必要になる。先行研究では、曲げ試験による曲げ弾性率の高精度な評価を実施することができたため、同様の試験を引張試験にも応用できるように改良を進めた。また、電子線照射前後での機械特性評価を実施するために、適切な電子線条件や照射量について測定した。

また、今後の研究で、炭素繊維直径の測定を行い、断面積の測定を実施する予定である。しかし、研究当初は、炭素繊維直径測定装置が正常に作動せず、実験を実施することが困難であった。そのため、炭素繊維直径測定装置の環境を再構築し、改良を実施した。

Carbon Fiber Reinforced Plastic (CFRP) is a material composed of carbon fiber and resin, and its high strength and lightweight characteristics have led to its use in various fields such as aircraft, space materials, automobiles, and sporting goods. CFRP is also being considered for use in the antennas of artificial satellites, and the materials used in space structures must have extremely high shape accuracy. In the space environment, the materials are exposed to intense thermal cycles, radiation, and ultraviolet rays due to the extremely low temperatures of space and solar radiation. In this study, we focus on

radiation in the space environment and investigate the degradation of materials due to radiation. Radiation-induced degradation of CFRP changes only a few percent, so accurate measurements are needed to accurately evaluate even the smallest changes. In our previous study, we were able to accurately evaluate the flexural modulus by bending tests, and we have improved this test so that it can be applied to tensile tests as well. In addition, appropriate electron beam conditions and irradiation doses were measured to evaluate mechanical properties before and after electron beam irradiation.

In future research, the carbon fiber diameter will be measured and the cross-sectional area will be measured. However, at the beginning of the study, the carbon fiber diameter measurement device did not work properly, making it difficult to conduct the experiments. Therefore, the environment of the carbon fiber diameter measurement device was reconstructed and improved.

目次

第1章 序章

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 引張試験

2.2 曲げ試験

2.3 炭素繊維直径測定

第3章 試験装置

3.1 引張試験装置

3.2 曲げ試験装置

3.3 炭素繊維直径測定装置

3.4 形状測定

第4章 試験手法

4.1 CFRP

4.1.1 引張試験サンプル

4.1.2 引張試験手順

4.1.3 曲げ試験サンプル

4.1.4 曲げ試験手順

4.2 炭素繊維直径測定手順

4.3 弾性率評価

4.4 透過率評価

第5章 吸収線量測定

5.1 吸収線量測定サンプル

5.2 透過率測定

5.2.1 電子線照射前

5.2.2 電子線照射後

5.3 吸収線量算出

5.4 電子線照射ステージ

第 6 章 試験結果と考察

6.1 引張試験

6.1.1 山口県産業技術センター

6.1.2 岩田研究室

6.2 曲げ試験

6.3 炭素繊維直径測定

第 7 章 総括

7.1 結論

7.2 今後の展望

参考文献

謝辞

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