

ポリフェニルスルホンにおける紫外線と熱の劣化促進効果の測定と分析

氏名：大橋尚紀

指導教員：岩田 稔 准教授

提出日：2021 年 2 月 12 日

九州工業大学大学院 工学府工学専攻 機械宇宙システム工学コース

1. 序論

宇宙空間で熱や紫外線等によって引き起こされた劣化が衛星の熱制御材料に対して変色を引き起こすと熱光学特性が変化し、内部温度が想定範囲を超える可能性がある。そのため宇宙空間で材料を使用する前に地上で紫外線照射試験を行い、材料の劣化耐性を調べる必要がある。

しかし紫外線が照射されたサンプルの温度が高いと紫外線劣化が激しくなる可能性がある。しかし、今のところ紫外線と熱を同時に加えると劣化促進効果があるのか、あるいはそれぞれの劣化が単純に足し合わさっただけなのかは分かっていないため、その効果の有無を確認するのが本研究の目的である。

2. 実験方法

2.1. 実験方針

劣化促進効果の有無を調べるために 3 つの比較実験を行った。Case1 では紫外線照射のみ、Case2 では加熱のみを行い、Case3 では紫外線照射と加熱の両方を行った。Case1 と Case2 の劣化の合計と Case3 の劣化を比較する。もし Case1 と Case2 の劣化の合計が Case3 と同程度なら紫外線と劣化促進効果は無いと言えるし、Case3 の方が劣化が激しくなれば劣化促進効果があると言える。

2.2. 吸光係数

Case1 と Case2 の劣化を足し合わせる際に使うパラメータとして吸光係数というものを用いる。吸光係数とはランベルトベールの法則に登場し、物質の光を吸収する物質の濃度に比例する値で式 1 の k に相当し、式 2 を用いて劣化促進効果の有無を確認する。

$$A = -\log(T) = kd \quad \text{式 1}$$

A : 吸光度
 T : 透過率
 k : 吸光係数
 d : 試料厚さ

また吸光係数だけでなく一般に熱光学特性を評価する指標として用いられる太陽光吸収率も計測した。

本研究では長時間紫外線照射を行っても劣化が発生しにくい宇宙用材料ではなく地上で用いられている汎用高分子材料である PolyPhenylSulfone (ポリフ

ェニルスルホン、PPSU) を用いた。PPSU は熱に耐性があり紫外線劣化が発生しにくい材料である。

3. 実験結果

図 3 が各サンプルの太陽光吸収率である。Case1 と Case3 は 700nm 付近から吸収率が上昇している。

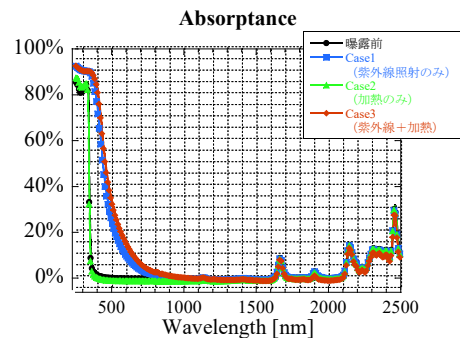


図 1 太陽光吸収率 (厚さ : 0.1mm)

Figure 1 Absorbance (thickness : 0.1mm)

そして図 4 が 250~600nm 付近の吸光係数である。太陽光吸収率と同様に可視光域から差が生じていることが分かる。

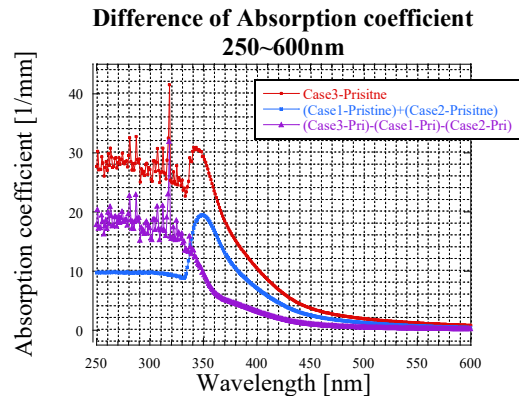


図 2 Case3 と Case1+2 の吸光係数の差 [250~600nm]

Figure 2 Difference in absorption coefficient between Case 3 and Case 1 + 2 [250~600nm]

4. まとめ

吸光係数と太陽光吸収率の結果から紫外線と熱には新しい劣化は発生しないが、紫外線劣化をより激しくさせる効果はあると考えられる。今後はサンプル温度をさらに上げて同様の結果が得られるのか調べるとともに、FTIR や質量分析など別の測定方法を使って劣化の詳しい内容を調べていく必要がある。

Measurement and analysis of UV and heat degradation promoting effects of Polyphenylsulfone

Name : Naoki Ohashi

Supervisor: Minoru Iwata, Associate Professor

Submission date: February 12, 2021

Kyushu Institute of Technology Graduate School of Engineering

1. Introduction

If deterioration caused by heat, ultraviolet rays, etc. in outer space causes discoloration of the satellite's thermal control material, the thermo-optical characteristics will change, and the internal temperature may exceed the expected range. Therefore, before using the material in outer space, it is necessary to conduct an ultraviolet irradiation test on the ground to investigate the deterioration resistance of the material. However, if the temperature of the sample irradiated with ultraviolet rays is high, the deterioration of ultraviolet rays may become severe. However, at present, it is not known whether applying ultraviolet rays and heat at the same time has a deterioration promoting effect, or whether each deterioration is simply added together, so it is the research study to confirm the presence or absence of that effect.

2. Experimental method

2.1. Experimental policy

Three comparative experiments were conducted to investigate the presence or absence of the deterioration promoting effect. In Case1, only UV irradiation was performed, in Case2, only heating was performed, and in Case3, both UV irradiation and heating were performed. Compare the total deterioration of Case 1 and Case2 with the deterioration of Case3. If the total deterioration of Case1 and Case2 is about the same as that of Case3, it can be said that there is no deterioration promoting effect with ultraviolet rays, and if Case3 is more severely deteriorated, it can be said that it has a deterioration promoting effect.

2.2. Absorption coefficient

The extinction coefficient is used as a parameter used when adding the deterioration of Case1 and Case2. The extinction coefficient appears in Lambert's law, and is a value proportional to the concentration of the substance that absorbs the light of the substance, which corresponds to k in Equation 1, and the presence or absence of the deterioration promoting effect is confirmed using Equation 2.

$$A = -\log(T) = kd$$

In addition to the absorption coefficient, the solar absorption rate, which is generally used as an index for evaluating thermo-optical characteristics, was also measured. In this study, we used PolyPhenylSulfone (PPSU), a general-purpose polymer material used on the

ground, rather than a space material that does not easily deteriorate even after long-term UV irradiation. PPSU is a material that is heat resistant and less susceptible to UV deterioration.

3. Experimental results

Figure 3 shows the sunlight absorption rate of each sample. In Case1 and Case3, the absorption rate increases from around 700 nm.

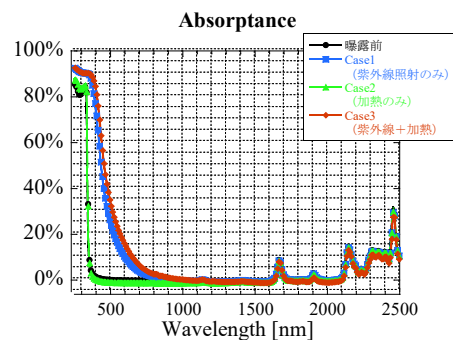


Figure 1 Absorbance (thickness : 0.1mm)

Figure 4 shows the extinction coefficient near 250 to 600 nm. It can be seen that there is a difference from the visible light region as well as the sunlight absorption rate.

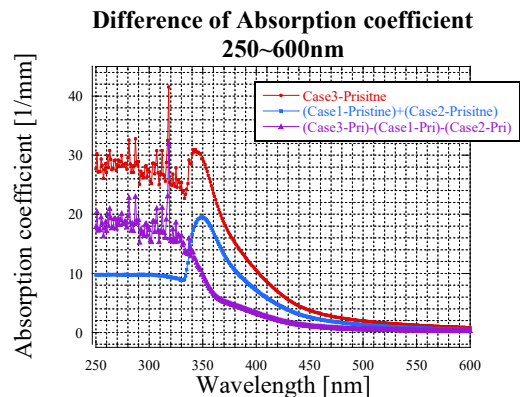


Figure 2 Difference in absorption coefficient between Case 3 and Case 1 + 2 [250~600nm]

4. Summary

From the results of the absorption coefficient and the sunlight absorption rate, no new deterioration occurs in ultraviolet rays and heat, but it is considered that there is an effect of making the ultraviolet deterioration more severe. In the future, it will be necessary to investigate whether similar results can be obtained by raising the sample temperature further, and to investigate the details of deterioration using another measurement method such as FTIR or mass spectrometry.

目次

第1章序論.....	3
1.1 研究背景.....	3
1.1.1 宇宙環境について.....	3
1.1.2 紫外線について.....	3
1.2 研究目的.....	6
第2章実験手法.....	7
2.1 パラメータ：放射照度、ESH.....	7
2.2 紫外線照射試験.....	8
2.2.1 近紫外線照射装置（Xeランプ）.....	8
2.2.2 センサー.....	10
2.2.3 校正試験.....	12
2.2.4 冷却方法.....	16
2.2.1 面内分布測定.....	16
2.3 真空チャンバー.....	20
2.4 サンプル.....	21
2.4.1 サンプル選定.....	22
2.4.2 サンプル形成方法.....	23
2.4.3 サンプル設置方法.....	25
2.5 実験方針.....	26
2.5.1 吸光係数.....	27
2.6 分光光度計.....	28
第3章試験結果.....	29
3.1 実験条件.....	29
3.2 外観.....	29
3.3 太陽光吸収率.....	30
3.4 吸光係数.....	32
3.5 考察・結論.....	34
第4章今後の課題.....	36
第5章謝辞.....	37
第6章参考文献.....	38
第7章付録.....	40
7.1 試験方法.....	40
7.1.1 校正試験.....	41
7.1.2 面内分布.....	41

7.1.3 サンプル形成.....	41
-------------------	----