

宇宙用電力伝送ケーブル被覆材の劣化とひび割れ検出に関する研究

工学研究科 電気工学専攻 博士前期課程 2年 豊田研究室 07346433 十川和真

1. 研究背景と目的

2003年10月、ADEOS-IIで発生電力が約5kW低下するという事故が発生した。最終的には発電電力の低下により通信機器の動作が停止し、通信不能となった。

宇宙機にとって電力を得られないという事態が発生した場合、ミッション途中であってもその宇宙機の運用を停止せざるを得ないということになり、大きな問題である。

原因は太陽電池パドルのブーム部(太陽電池パネルと衛星本体を繋いでいる部分)の電力伝送ケーブルでの放電により、電力ハーネス全体が焼損したことによるものだと考えられている。

放電にいたった原因のひとつに、電力伝送ケーブルの傷が考えられている。軌道上での電力ハーネス中心部の温度は、人工衛星に使用されていた電線の使用温度の上限である200℃を超えて230℃に達していたことがわかっている。この高温環境に曝され続けたことにより電線の被覆材が熱劣化を起し亀裂(ひび割れ)が生じて、それが原因となって放電が発生したと考えられている。

本研究の目的は、人工衛星の電力伝送ケーブルが高温環境に曝されたとき、熱劣化に伴う微細な機械的損傷が宇宙用電線の被覆に生じるかどうかを検証することである。

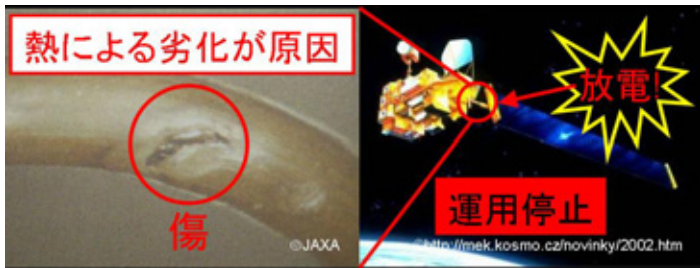


図1 ADEOS-IIの事故原因の発生場所。

2. 研究手法

A) ひび割れの再現

宇宙用電力伝送ケーブルサンプルを事故発生時と等価あるいはそれ以上の温度環境に曝した。また、熱以外の環境要因としてX線をサンプルに照射してひび割れるかどうかを調べた。

B) 機械特性の変化

熱処理前と熱処理後で機械特性がどのように変化するかを調べるために引張試験を実施した。

C) ひび割れの検出

ひび割れの検証方法としては、宇宙用電力伝送ケーブルの被覆に対して図2のシステムで電流収集試験および放電試験を用いた。これらの方法が熱劣化に伴う微細な機械的損傷の有無を評価する方法として適するかどうかを評価するとともに、宇宙用電力伝送ケーブルの被覆のひび割れ有無を評価した。

3. 結果

A) ケーブルを様々な温度条件に曝した結果、すべての条件において目視で確認できるひび割れは発生しないことがわかった。

B) 図3のような結果が得られた。熱を加えることで弾性率が大きくなることがわかった。ひび割れ発生のためには加熱により破断伸びが低下することが期待されたが破断伸びの低下は認めら

れなかった。破断強度に関しては大きな差はなかった。また、加熱時間による差も見られなかった。

C) 人工的に傷を付けたサンプルで電流収集および放電試験を実施した結果、電流収集試験は図4のように電流収集を行ない傷を検出できることがわかった。放電試験は意図した場所での放電が一度も発生しなかったことから適さないことがわかった。

様々な熱処理をしたサンプルを用いて電流収集試験を行なった結果、どのサンプルもひび割れは発生していなかった。

4. 今後の課題

今後は熱だけではなく、X線、紫外線など他の環境要因を宇宙用電力伝送ケーブルに与えていき、その影響について詳しく調べる必要があると考えられる。

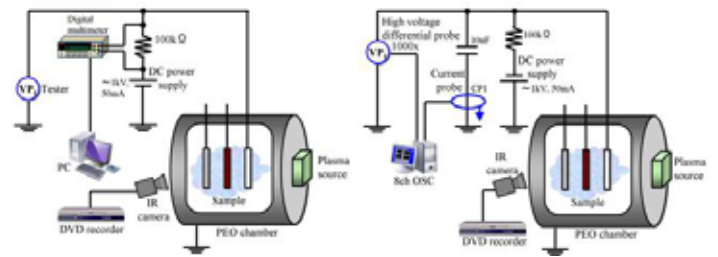


図2 ひび割れ検出方法(左:電流収集試験、右:放電試験)

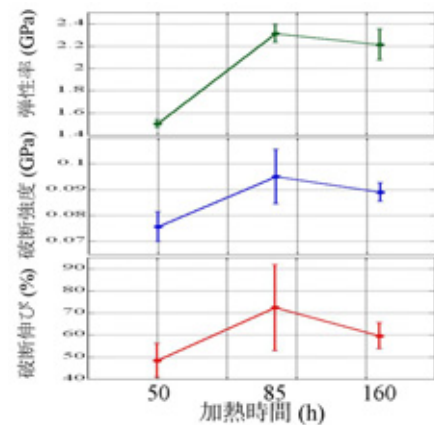


図3 引張試験の結果

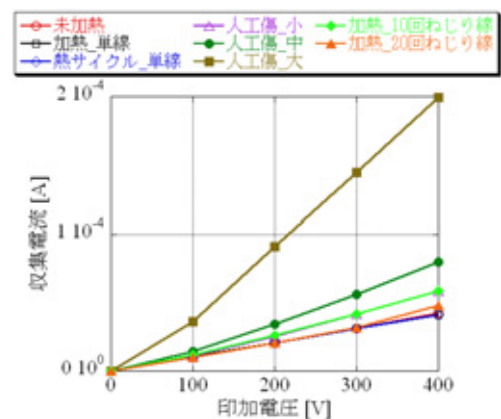


図4 電流収集試験の結果