

# 宇宙用電力伝送ケーブルの放電現象に関する研究

九州工業大学大学院工学研究科 電気工学専攻 博士前期課程 趙研究室 曲徳路

## 1. まえがき

2003年10月、気象変化の観測・地球温暖化の解明などを目的とする環境観測技術衛星 ADEOS の発電電力低下事故があった。事故原因は電力伝送ケーブルにおける放電であった。事故後 ADEOS は使用不能になり、多大な損失を被る結果となった。宇宙における放電現象は周辺宇宙プラズマ環境との相互作用のため起こるものであり、今後人工衛星が活動するうえでケーブルにおける放電現象は早急に解決すべき問題である。本研究は特に低地球軌道（高度 100km ~ 1000km）環境の人工衛星上の電力伝送ケーブルにおける放電現象を検証し、放電メカニズムの解明を目的とする。

## 2. 試験方法

人工衛星上に使われるケーブルは直径 1mm、ケーブルの被覆の材質はテフロンが一般的である。宇宙空間では宇宙ゴミと呼ばれるスペースデブリなどが存在し、これがケーブルに衝突するとケーブルの芯線が露出する。このデブリが衝突後、芯線が露出したケーブルを模擬したサンプルを真空チャンバに設置した。図 1 に試験システムの外観図および試験サンプルを示す。図 1 中に示したサンプルの線間にアーク放電時のアーク放電電流が流れ、放電エネルギーによってケーブルの被覆が炭化される。この炭化路をアークトラッキングと呼ぶ。アークトラッキングの抵抗は線間に流れた電流の長さによって低下していく。ある抵抗値まで線間抵抗が低下すると、図 1 中の衛星を模擬した抵抗を介さずに、芯線が露出したケーブル線間が完全に短絡してしまう。このアークトラッキングの抵抗を試験中に測定した。試験中の真空度  $10^{-4}$  Torr は、プラズマ密度は  $10^{12} \text{ m}^{-3}$  オーダー、電子温度は 2eV である。太陽電池を模擬した電源の出力は 100V、2A に設定してある。これは現在の衛星の送電電圧は約 100V が一般的で、また太陽電池はシリコンを使用しているためその発電電流を模擬した値を採用している。

## 3. 試験結果

アーク放電時の放電プラズマによって、ケーブル間に流れたアーク放電の電流波形を図 2 に示す。そして、1A 時に流れた電流の時間をアーク継続時間と定義した。約 30 分の試験で起こるアーク放電の数はおよそ数十発である。試験中に発生したすべての放電のアーク継続時間の合計とその時測定した線間の抵抗の関係を図 3 に示す。図 3 からアーク継続時間の合計が  $300 \mu \text{ sec}$  あたりで、アークトラッキングの抵抗が約 1~4 桁まで低下している。

## 4. まとめ

今回の試験によって、アークトラッキングの形成を検証することができ、またアーク継続時間とアークトラッキングの抵抗低下の結果を得た。この結果によって、今後ケーブルにおける持続放電のメカニズムも解明できると思われる。

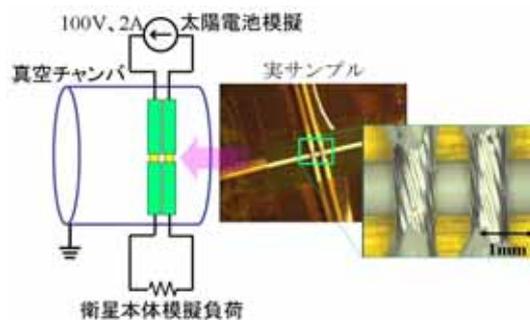


図1. 試験回路及びサンプルの様子

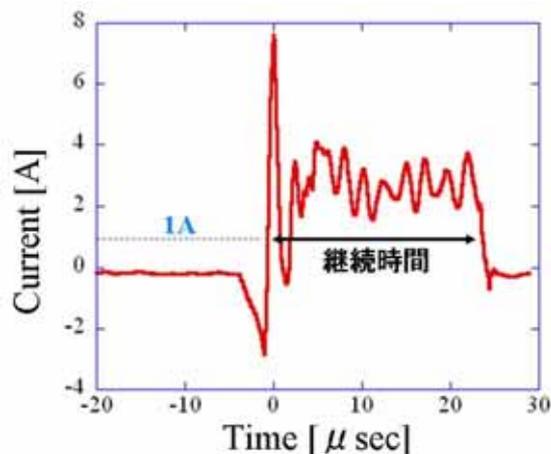


図2. アーク電流波形と継続時間の定義

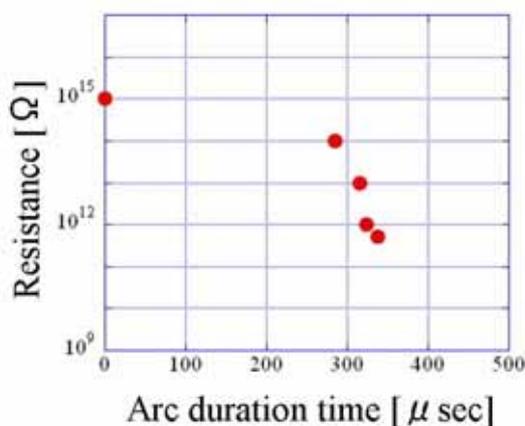


図3. アーク電流の継続時間の合計とアークトラッキングの抵抗の相関