

EDT システムの模擬試験及びシミュレーション

電気電子工学専攻 修士2年 安永士郎

1. 研究背景

現在、地球は宇宙ゴミに覆われつつある。これを解決するため、EDT システムと呼ばれる宇宙ゴミ除去システムが提案されている。EDT システムの研究は過去にも行われてきたが、システムの一部に着目した研究のみが行われてきた。そこで、本研究は EDT システム全体に着目し、実際に EDT システムが運用される上で発生する可能性がある現象の地上試験を行った。また、EDT システムのシミュレーションを行い、システムを運用するのに最適となる条件を求めた。

2. EDT システム



図1 EDT システム原理

EDT システムは、まず導電性テザー(EDT)を内包したスペース・デブリ除去衛星が除去対象物に接近し、除去対象物に導電性テザーを取り付けることから始まる。除去衛星とスペース・デブリは地球磁場中を横切って移動しており、フレミングの法則により導電性テザー上に誘導起電力が発生し、電界が生じる。この電界により、導電性テザーは周辺のプラズマから電子を収集するため、導電性テザー中に電流が流れ、ローレンツ力が発生する。このローレンツ力を利用し、除去対象物の速度を減速させ、除去を行う。

3. テザーサンプル負バイアス試験

EDT システムは導電性テザー上に誘導起電力を発生させる。発生した誘導起電力により、導電性テザー上で放電が起こる可能性がある。この放電現象は最悪の場合、EDT システムに関わる機器などの故障を引き起こし、EDT システムの運用を停止させる恐れがある。そのため、軌道上実証を検討されている導電性テザーはテザー上での放電の有無や頻度を検証する必要があるため、試験を行った。

4. 電位変動試験

EDT システムは地球磁場の関係上、導電性テザー中に常に電流を流すことができない。EDT システムが機能できない時、導電性テザーとシステム制御部の電気的接続を切ることによってシステムの安全を保つ。そのため、EDT シ

テムはスイッチを使用する。スイッチが開放されている場合、除去衛星と導電性テザーの電位は大きく異なる。従って、スイッチを入れた際に電位の異なる者同士が電気的に接続されることでシステム全体の電位が大きく変動する可能性がある。本試験では、どのように電位が変化するかを検証するために行った。

5. シミュレーション

シミュレーションでは、システムが地球を15周周回した際に発生する誘導起電力、テザー電流、ローレンツ力などを計算した。また、EDT システムに搭載される充電ユニット部の発電電圧の最適値を計算した。

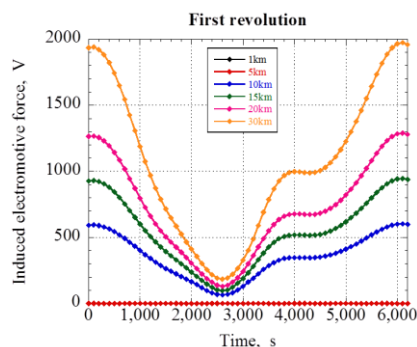


図2 誘導起電力(1周目)

6. まとめ

負バイアス試験で今回試験したテザーサンプルは表面を傷つけると放電が発生することが分かった。放電が起こり続けると溶解し、切れる可能性がある。電位変動試験はスイッチに直列接続した抵抗が大きいほど変動が少ない結果が得られた。スイッチは、接続された抵抗が大きい方から順に入れることが望ましい。シミュレーションでは、発電電圧が150Vの時に最も力積が大きくなり、除去対象物を速く除去することが可能である。

7. 研究実績

- 1) S. Yasunaga, K. Toyoda, Y. Ohkawa, "DEVELOPMENT OF AN ELECTRICAL GENERATING SYSTEM BY TETHER FOR DEBRIS REMOVAL", International Symposium on Space Technology and Science, 2015
- 2) S. Yasunaga, K. Toyoda, Y. Ohkawa, "DEVELOPMENT OF AN ELECTRICAL GENERATING SYSTEM BY TETHER FOR DEBRIS REMOVAL", Spacecraft Charging of Technology Conference, 2016
- 3) 安永士郎、豊田和弘、大川恭志、「導電性テザーによる発電システムの実験及びシミュレーション」、電気学会、2016年