

## 電力ハーネスの放電試験

### Discharging test of electric power harness

エレクトロニクス技術グループ (Expert Group for Electrical Engineering)

川北史朗、高橋真人、舛分宏晶、桑島三郎

Shirou Kawakita, Masato Takahashi, Hiroaki Kusawake, Saburo Kuwajima

#### Abstract

We have been researching the mechanism of electric power failure of a satellite. There are many reasons of loss of electric power of a satellite. We investigated the power loss due to the sustained arc between primary power cables. The heat though arc tracking between the hot and return cables by secondary arc discharge made them burn out. If the phenomenon were occurred in space, the satellite would suffer great damage.

#### 1. はじめに

近年、人工衛星の宇宙環境における帯電・放電が、衛星システムに多大な損傷を与える事故が多発している。JAXAにおいては、平成15年10月25日に環境観測技術衛星(ADEOS-II)が約3分間かけて発生電力が6kWから1kWまで低下する運用異常が発生した。この原因について検討した結果、放電による電力ハーネスの損傷が推定原因のひとつとして考えられている。そこで、電力ハーネスが放電によってどのようにして電氣的に短絡もしくは開放となるのか、そのメカニズムの検証試験を行った。

#### 2. 実験と結果

ADEOS-IIの電力ハーネスの放電による損傷メカニズムとして以下のことを想定している。

- ①日陰中、太陽電池パドルハーネスを覆い接地されていない熱制御フィルム(MLI)に、每周回帯電する。
- ②軌道上での、電子線被爆及び熱サイクル環境下で、熱応力により、太陽電池パドルハーネスの被覆に芯線に達する傷が発生する。
- ③ハーネス被覆が高温になったことにより、アウトガスが発生し、MLI内の真空度が低下し、帯電したMLIから傷つきハーネスにトリガ放電が発生する。解析により、軌道上でのハーネス温度は最高230°Cに達していた可能性が示されている。
- ④トリガ放電により、ハーネスの素材がガス化し、放電プラズマが発生する。
- ⑤放電プラズマを経路として、傷つきハーネス間に単発的な放電が発生する。
- ⑥③～⑤を繰り返すことにより、被覆が一部炭化し、傷つきハーネス間に炭化導電路が形成され、

成長する。

⑦10月24日16時頃、オーロラ帯通過時に通常より2桁多い電子の流量がありMLIが帯電し、傷付きハーネスとの間でトリガ放電が起こり、ペルー沖に至るまでに、それまでに炭化導電路が形成されていた1組の傷付きハーネス間で持続放電に発展した。

⑧1組の傷付きハーネスが、持続放電に伴う発熱により熱損傷した。

⑨隣接ハーネスの被覆が熱損傷し、隣接ハーネス間で持続放電が発生した。

⑩⑧～⑨の繰り返しにより熱損傷がハーネス束全体(104本)に波及し、発生電力が約6kWから約1kWに低下した。

このシナリオにおいて、③から⑩の放電に係わる部分において検証試験を筑波宇宙センターの既存の設備を整備して行った。

はじめに傷のついて電力ハーネスが帯電したMLIとが関係するトリガー放電が発生し、それが持続放電に至って電氣的に短絡もしくは開放故障となるのか検証試験を行った。この結果、MLIを-1000～-1700V帯電させた状態にて、電力ハーネスとのトリガー放電を観測し、そこにこの放電がある程度続いた後に持続放電に至ることを確認した。この結果、電力ハーネスのホット・リターン間に一対の傷があれば、そこを発端として発熱が生じ、周りの電力ハーネスに影響を及ぼすことが確認された。試験後のサンプルの外観を図1に示す。このように、ハーネスの被覆はすべてガスとなって無くなっており芯線がむき出しになっている。

次に一対の電力ハーネスの持続放電によって、隣接する電力ハーネスに波及するかどうかの検証試験を行った。この結果、傷について一対の電力ハーネスの持続放電による発熱が隣接する9対の電力ケーブルに波及し、すべてのハーネスが電氣的に短絡もしくは開放状態になった。試験後のサンプルを図2に示す。また、波及するタイミングがADEOS-IIの運用異常時の発生電力が序々に低下した現象と定性的に一致していた。

### 3. まとめ

ADEOS-IIの運用異常の推定原因の一つである、電力ハーネスの放電損傷に関するメカニズムの検証試験を行った。この結果、一対の傷がある電力ハーネスが帯電したMLIと放電し持続放電になること、およびその放電による発熱が隣接する電力ハーネスに波及することを確認した。今後は、衛星開発の信頼性向上のため、放電による損傷が懸念される部材への試験を行う。



図1 持続放電後の電力ハーネス

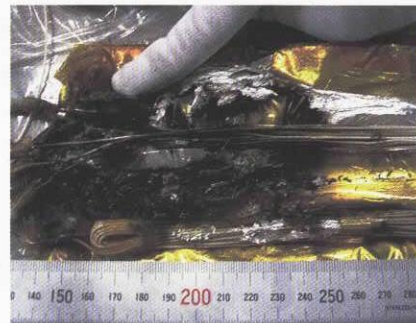


図2 波及試験後の電力ハーネス束