

人工衛星搭載用 PEEK 電線の信頼性試験

The reliability test of the PEEK electric wire for artificial satellite

◎古田 秀則 新山 貴幸 若松 真織 北澤 伸介
Hidenori FURUTA Takayuki SHINYAMA Maori WAKAMATSU Shinsuke KITAZAWA

株式会社 潤工社 RLP GWC PDT

放射線照射後の PEEK 電線を MIL-W-22759D, JIS C 3005 の条件にて試験を行い、宇宙空間での使用が可能か検討する。

キーワード : PEEK電線, 衛星, 耐放射線性

1. 目的

PEEK 電線を衛星に搭載し、機器内配線(放射線遮蔽)と屋外暴露(放射線遮蔽無し)環境で使用予定。

放射線照射前後での電線特性変化を確認し、使用可否の判断を行う。

2. 方法

未照射, 1MGy 照射, 10MGy 照射の PEEK 電線を MIL-W-22759D, JIS C 3005 の条件にて試験実施。未照射電線との特性比較を行います。

試験項目は以下の 11 点です。

①導体抵抗

1mにカットした試料の両端をstripp[®]し抵抗測定を行い、1km当たりの抵抗値に換算します。

規格 : 29.9Ω/k m以下

使用機器 : 抵抗計

②耐電圧

1mにカットした試料の両端をstripp[®]し試験を行います。

規格 : 5000Vrms・1分

使用機器 : 耐電圧試験機

③絶縁抵抗

26フィートにカットした試料の両端をstripp[®]し絶縁抵抗計に接続します。試料の各端から6インチを除く部分を、25±5°Cの0.5~1%塩化ナトリウム水溶液に4時間以上浸漬した後、250Vを導体と水槽間に印加します。この電圧で1分間加圧後に絶縁抵抗を求め、1km当たりの抵抗値に換算します。

規格 : 1500MΩ・km以上

使用機器 : 絶縁抵抗計

④伸び

インストロン型引張試験機に試料を標線間 25mm, チャック間 30mm で取り付けます。引張速度 200mm/分で引張り, スカールにて破断時の標線間を測定します。

規格: 75%以上

使用機器: 引張試験機

⑤引張強度

伸び測定時に同時に測定します。

規格: 34.47MPa 以上

使用機器: 引張試験機

⑥中心性

試料断面を顕微鏡で拡大し, 絶縁体の最大最小肉厚を測定します。測定した肉厚から次式により中心性をもとめます。

中心性(%) = (最小肉厚/最大肉厚) × 100

規格: 70%以上

使用機器: 顕微鏡

⑦ラップテスト

試料を自己径の 10 倍のマンドレルに 4 回密接して巻き付けます。いずれの場合も試料の端末は固定せず, 巻いた部分の戻りを妨げないようにします。この試料を 313°C のエアオーブンに 2 時間入れ, 冷却後に目視にてクラックの確認を行います。

規格: クラック無きこと

使用機器: エアオーブン

⑧収縮

14 インチにカットした試料の両端をカミリで 1 インチストリップし, 230°C のエアオーブンに 6 時間入れます。

試料を取り出し冷却した後, 両端の収縮を測定します。最も収縮した端部の長さを記録します。

規格: 3.18mm 以下

使用機器: エアオーブン

⑨低温屈曲

36 インチにカットした試料の両端をストリップし片端に丸型圧着端子を取り付けます。端子の付いていない片端を自己径の 15 倍のマンドレルに固定し低温槽に取り付けます。丸型端子に 1800 g の荷重を取り付け、その状態で -65 度、4 時間放置します。その後、低温槽内において 2 ± 1 rpm で試料をマンドレルに巻き付けます。試料を取り出し、目視にてクラックの確認を行った後、20～25℃の塩化ナトリウム 5 重量%水溶液に 5 時間浸漬し耐電圧試験を行います。

規格：2000Vrms・5 分

使用機器：低温槽

⑩ライフサイクル

24 インチにカットした試料の両端を 1 インチストリップし丸型圧着端子を取り付けます。試料中央を自己径の 10 倍のマンドレル上で曲げ、両端に 680 g の荷重を取り付けます。この状態のまま 200℃のエアオープンに 500 時間入れた後、1 時間以内に 20～25℃に冷却し荷重を外します。試料を真っ直ぐに伸ばし色調確認を行った後、自己径の 10 倍のマンドレルに片端を固定し、片端に 680 g の荷重を取り付け、マンドレルに試料を巻き付けます。試料が全て巻き付いたらマンドレルを逆に回転させ、逆方向に巻き付けます。この作業を 2 回行った後、目視にてクラックの確認を行います。クラックが確認されなかった場合、20～25℃の塩化ナトリウム 5 重量%水溶液に 5 時間浸漬した後、耐電圧試験を行います。全ての試験終了後、絶縁体を除去し導体の孔食を確認します。

規格：2500Vrms・5 分

使用機器：エアオープン、耐電圧試験機、顕微鏡

⑪破壊電圧

試料を 1 m にカットし両端をストリップします。導体と水中電極間に 500V/秒の速度で電圧を印加し、破壊した時の電圧を測定します。測定結果から、次式により破壊電界強度をもとめます。

$$E = V / (r1 \times \ln(r2/r1))$$

E：破壊電界強度 (kv/mm)

V：破壊電圧 (V)

r1：導体半径 (mm)

r2：電線半径 (mm)

規格：放射線照射前後の変化確認のため規格無し

使用機器：耐電圧試験機

3. 結果及び考察

試験項目⑩以外は試験に合格しました。

試験項目⑩にて 10MGy 照射試料で不合格となりました。

放射線に強いとされている PEEK でも、10MGy 照射後は絶縁体に柔軟性が無く、曲げによるクラックが発生します。

こういった PEEK 絶縁体の変化が、どの程度の照射量から起こるかは今回の試験では明確に出来ませんが、少なくとも 10MGy 以上が照射される環境下においては、電線の配線状況や使用状況をよく考慮し、PEEK 電線が直接放射線に晒されないような工夫が必要であると考えます。

4. 引用(参照)文献等

MIL-W-22759D

JIS C 3005