負極性直線状沿面放電の断面形状

正員 遠藤 正雄 (中央大)

准員 佐藤 敏郎 (中央大)

Estimation of Cross Section of Negative Rectilinear Surface Discharge

Masao Endo, Member, Tosiyo Sato, Associate (Chuo University)

キーワード：沿面放電，リーダの断面形状

図1(a)のように針対刃形導体間に薄い誘電体シート(PETフィルム, 厚さ $50\mu\text{m}$)を挟み, 針電極に波高値 8 kV の負極性インパルス電圧($-0.23/24\mu\text{s}$)を加えると, (b)図のような電流が流れ, (c)図のような沿面放電が生ずる⁽¹⁾。この放電は刃先に沿って直線状に伸び, 放電形式は電流値からリーダと考えることができる⁽²⁾。本報告は, この負極性直線状沿面リーダの形状に関するものである。このとき放電は針電極から刃形導体に沿って両方向に対称に伸びる。

このリーダの進展中の形状を把握するために, 図1の座標で, その進展と直角方向(y 軸方向, z 軸方向)と進展方向(x 軸方向)とから駒撮り撮影を行った。撮影条件はいずれも各駒の間隔が 50 ns で露光時間は 10 ns である。図2(a)は z 軸方向からの駒撮り写真である。ただし現象を大きく撮影する目的で片方についての写真を示した。ある時刻における形状は針電極の先端部が発光し, 続いて暗部があり, 更に直線状の発光が見える。幹部が細くなった先に強い発光部(電離域)が見える。この先端発光部の大きさは進展速度(先端発光部の包絡線の接線)に対応している⁽³⁾。

y 軸方向からの駒撮り写真との比較も行ったが, 先端発光部の形状は扁平な扇形ではなく, 丸みのある「矢じり状」であることがわかった。

更に x 軸方向からの撮影を行った。線状リーダは x 方向に進むので, 得られる写真はICCの焦点距離と絞り(F 値)の組合せによって, 像の大小, 鮮明度などが異なってくる。撮影は同じ撮影条件で線状リーダを発生させ, 焦点を針先から $1, 2, 3\text{ cm}$ の点に合わせ, それぞれに対し, 絞り $F1.9, F2.8, F4, F5.6, F8$ について行った。その結果, 焦点を針先から 1 cm に設定すると 3 cm 付近の像がボケて, 絞

図1 針対刃形導体の放電形状
Fig. 1. Discharge pattern of needle-knife-edged electrode.

りを $F8$ にすると像が小さくなって, その形状が判断できなくなるなどの問題が生じた。試行錯誤の結果, 全域にわたって, その形状の特徴が現れていると思われる撮影条件として, 焦点を針先から 2 cm の位置, 絞り値を $F4$ に選び, 図2(b)に, (a)図と時間的に対応させて示した。更に, それらの写真の中から形状の時間的変化を特徴的にとらえるために番号①～④を選び, その模式図を図3に示した。ここで, 断面寸法は絞り値によって変わり, 図2(a)から求めた寸法とは異なっている。焦点は $x=2\text{ cm}$ に設定してあるので, 図2(b)の写真②に焦点が合っていて, その前後の写真①, ③の形状は疑問になるが, 焦点を $x=1\text{ cm}$ および $x=3\text{ cm}$ に合せて撮影した他の駒撮り写真とそれぞれ比較して, 形状そのものは変わらないこと

図 2 線状リーダの駒撮り写真

Fig. 2. Framing photographs from rectilinear surface discharge.

図 3 リーダの断面形状の模式図

Fig. 3. Sketches of the leader cross section.

が確認できた。

x 軸方向からの写真には x 軸上の形状の露光が寄与するので、矢じり状発光部と幹部を分離することができない。しかし、リーダ進展の後半では、矢じり状発光部は徐々に小さくなり、幹部からの露光が主になってくるので、この時期になると幹部の形状が明りようになってくるものと思われる。そこで、進展後半の矢じり状発光部が小さくなる時期から逆に考える。

(1) 幹部の断面形状 まず、図 3 の④から、断面は「くさび形」になっていて、その下端は誘電体（刃形導体に沿った線）に密着していることがわかる。100 ns 以前の③では、少し上部の開いたくさび形になっている。このことから、更に以前の形状は、より上部の開いた形状になっているものと推定できる。

(2) 矢じり状発光部の形状 リーダ進展初期の矢じり状発光部は、幹部と比較して発光が強い。従って、この時期においては矢じり状発光部の形状が図 2 に投影されている。図 3 の①、②では矢じりの底辺の一部が誘電体シートに密着し、両側に広がったような形状で進展しているように見える。

以上のように、負極性直線状沿面リーダは幹部とその先端に矢じり状の電離域を伴って進展し、その断面の下端は刃形導体に沿った誘電体に線状に密着し、その形状は最初が楕円形、後半はくさび形となり消失す

ることが明確となった。ただし、図 2 (b) は進行方向からの撮影結果であるから設定した焦点以外の像も重なって露光量が (a) 図よりも、かなり多い。しかし、焦点の位置および絞り値を変えて撮影した多数の写真を比較した結果を総合すると形状そのものは変わらないことがわかった。このように、沿面リーダの断面形状に関してある程度の知見が得られたのは、直線状沿面放電の成果の一つであるが、形状の時間的変化の物理的検討については今後の課題である。

(平成 3 年 11 月 29 日受付)

文 献

- (1) 佐藤・遠藤・御所：「背後電極形状が沿面放電の伸びに及ぼす影響」，平 3 電気学会全大，142
- (2) 大木：高電圧工学，p. 220 横書店
- (3) 遠藤・渡辺：中央大学 100 周年記念論文集，p. 441 (昭 60)

遠 藤 正 雄 (正員)

昭和 8 年 10 月 5 日生。33 年 3 月中央大学大学院修了。現在、同大学理工学部教授。工学博士。主として、気中放電、インパルス電圧試験法に関する研究に従事。

佐 藤 敏 郎 (准員)

昭和 40 年 5 月 15 日生。平成 2 年 3 月中央大学理工学部電気工学科卒業。同年 4 月同大学大学院理工学研究科博士過程前期過程入学，現在に至る。