

繰返しインパルス電圧下におけるエナメル線部分放電の観測

吉野内健太, 市來龍大, 赤峰修一, 金澤誠司, 榎園正人(大分大学) 本田宣彦, 梅原英嗣, 相原 茂(西日本電線) 柳 明洋, 安部ゆかり, 谷口秀樹, 二宮信治(大分県産業科学技術センター)

1 はじめに

近年、ハイブリッド車などのモータは、インバータによる駆動が用いられている。この駆動の場合、駆動電圧が高電圧化し、インバータ回路とモータ間のインピーダンスの不整合によるサージ電圧の発生が問題となっている。このインバータサージによりモータ巻線で生じた部分放電が継続することで、モータが故障する。この現象の検証のため、エナメル線のツイストペアに模擬インバータサージを印加して発生する部分放電の評価が進められている。耐インバータサージ用のエナメル線は通常の誘電体バリア放電とは異なり、2本のエナメル線が接した電極構造である。よって、ツイストペアにおける放電は接触していないエナメル間の空気層の部分とエナメル表面で発生する。

これまでツイストペアではくさび状のギャップが17ヶ所あり、どこで放電したのか、また放電と、その電流成分の一致が難しいなど課題があった。そこで本研究では、くさび一つだけの繰返しインパルス電圧下において、エナメル線で生じる部分放電の様子を観測している。また、そのときのエナメル線間で発生する微弱発光の放電状況にも注目した。

2 実験装置

実験装置の概略図を Fig.1 に示す。

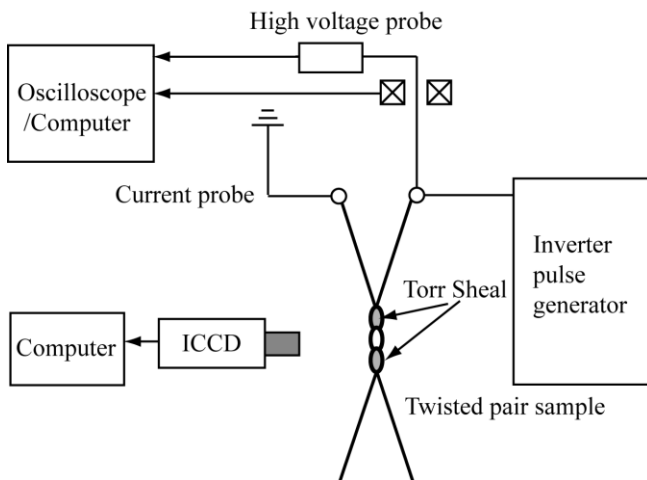


Fig.1. Schematic of experimental setup for measuring partial discharge.

試料となるエナメル線ツイストペアは JIS (C3003) で規定された方法で作製したものをほどこいて3ツイストにし、3つのツイストの上下を Torr Seal で固定して、その真ん中だけを観測した。

パルス高電圧発生器(パルス電子技術(株)、PG-W05K-B)からの模擬サージ電圧を試料に印加し、そのときの部分放電発生特性を調べた。印加電圧は高電圧プローブ(Iwatsu, HV-P30)で、電流は電流プローブ(CT, Pearson Electronics, 2877)で検出し、それぞれの波形はオシロスコープ(Iwatsu, DM-8000H, DM-900L)で測定した。装置は簡易暗室内に設置し、放電による微弱な発光は、ICCD カメラ(Hamamatsu, C10041-51, MCP2 段, 分光感度特性 185-850nm, UV レンズ A4869)で観測した。

3 実験結果

ツイストエナメル線の電圧と電流の波形を Fig.2 に示す。この時の電圧は 1300~1600V、繰返し 10000pps (10kHz)、パルス幅 1 μ s、ICCD のゲートは 500ns にした。この時の放電の様子を Fig.3 に示す。

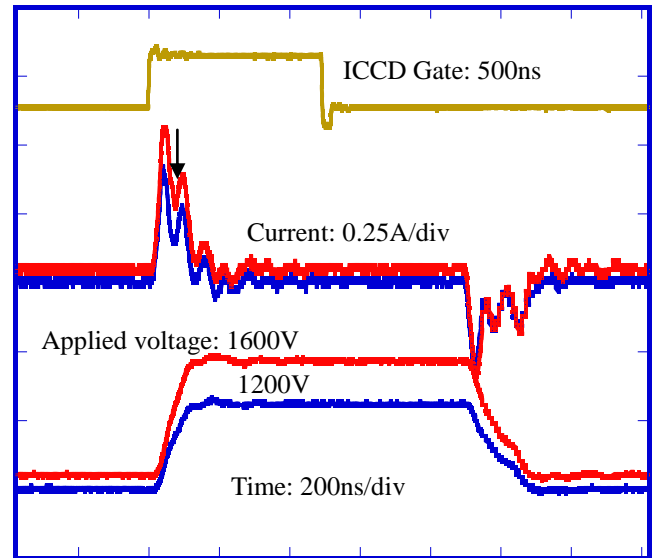


Fig.2 voltage and current waveforms before inception at 1200V and after inception at 1600V

本研究では、エナメル線ツイストの一点だけを観測するため、ツイストをほどこいていき 3ヶ所あるくさびのうち上下の2ヶ所を Torr Seal で固定した結果、Fig.2 の電流波形の矢印の場所で放電しているものと考えられる。放電の様子は、1200V では放電しなかったが Fig.3 のように(a)1300V、(b)1400V、(c)1500V、(d)1600V では放電が見られ、印加電圧を上げていくことで放電も大きくなっている。この時、放電は点状になっている。

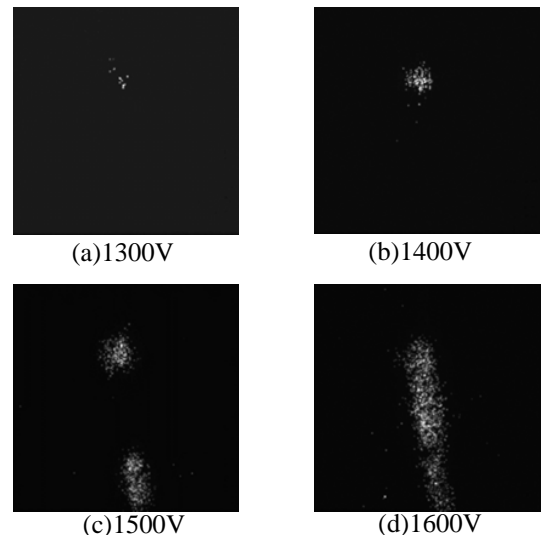


Fig.3 ICCD images

従来のツイストペアは17ヶ所あるうちのどこか放電しやすい場所が引き金となり放電していたものが、本実験では、放電可能な場所が1点に絞られた結果、放電開始電圧(PDIV)が、高くなったことが原因と考えられる。

4 まとめ

エナメル線ツイストペアに繰返しインパルス電圧を印加したときの放電特性についてくさび一つだけに注目して観測を行った。

ICCD カメラにより部分放電の放電発生状況を観測し、ツイストペア上の放電形状を調べた。エナメル線ツイストペアの放電は、螺旋になったくさび状のギャップの一部でおこり、くさびの中央、上部および下部のいずれにも分布する様子が観測されたが、印加電圧を上げていくと放電箇所が中央によって行く傾向が見られた。本研究により耐インバータサージ用のエナメル線の開発の解析および製品の品質管理に有効利用することが期待できる。

参考文献

- [1] Characteristics of Partial Discharge and Ozone Generation for Twisted-pair of Enameled Wires under High-repetitive Impulse Voltage Application
IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials
Vol.132 No.7 pp.587-594 DOI:
10.1541/ieejfms.132.587