GIS(ガス絶縁開閉装置)の VFT に対する
絶縁性能に関する検討

正 員 岡 部 成 光 (東京電力)

Discussion on Insulation Performance of GIS toward VFT

Shigemitsu Okabe, Member (Tokyo Electric Power Company)

キーワード: GIS, VFT, 金属性異物, 雷インパルス試験電圧

1. はじめに

近年、雷サージ解析技術の進歩や避雷器特性の向上などを背景に、雷インパルス試験電圧の低減が進められている⁽¹⁾。これに伴い、従来は雷インパルス試験でカバーされていた断路器サージに対する GIS の絶縁耐力が注目されている。

GIS の絶縁は、主としてガス空間とスペーサ沿面が問題となるが、ここではまず基本的特性としてガス空間の絶縁特性を扱う。清浄な場合は断路器サージに対する絶縁耐力は雷インパルスに対するその同等以上であり、従って発生する断路器サージレベルが雷インパルス試験電圧以下であれば、従来どおり雷インパルス試験で断路器サージに対する絶縁耐力も検証できる。ところが、金属性異物を模擬したある電極形状では、断路器サージに対する絶縁耐力が雷インパルスに対するそれより低くなるという結果が報告され、問題を提起した⁽²⁾。ただし、この結果は 3.5 bar 以下の比較的低ガス圧であったため、今回実機相当の 5 bar を含む高ガス圧側で同様の条件で実験を行った。なお本研究は、発端となった報告を行ったドイツ・ミュンヘン工大において、ベック教授の指導のもとに実施されたものである。

2. 実験条件

(1) 実験装置

(i) 全体の構成 10 MHz 以上の VFT をサージとして発生させるため、約 10 m の 420 kV GIS 単相母線水平部を基本構造とし、電圧印加側にサージ閉込め用高抵抗 (10 kΩ)、内部にサージ発生用ギャップを設けている。

(ii) 測定系 容量分圧器の応答時間は 500 ps、プローブの帯域は 900 MHz、ディジタイザのサン

リング速度は 1 GHz であり、全系として約 1.5 ns の応答時間となっている。

(2) 実験条件

(i) ガス圧: 1, 3, 5, 7 bar

(ii) 印加電圧波形:

{ 雷インパルス (波頭長 2.2 μs)
単一周波 VFT (13.2 MHz)

約 2 μs でフラッシュオーバーしている場合であるが、VFT の波形を図 1 に示す (測定装置の位置の関係で負極性となっている)。

(iii) 印加電圧極性: 正極性

(iv) 供試電極: 平板-平板電極の一方に直径 2 mm・長さ 15 mm の鋼製針を付けたもの。針先端は円錐状に細められ、先端には電界制御性や

図 1 VFT の波形例

Fig. 1. An example of a VFT waveform.

図 2 5 bar での VFT 印加時の $V-t$ 特性
Fig. 2. A $V-t$ characteristic at 5 bar with VFT.

図 3 $V-t$ 特性最低値のガス圧に対する変化
Fig. 3. Variation of minimums in $V-t$ characteristics toward gas pressure.

再現性を良くするため、直径 0.5 mm の球を装着させている。ギャップの長さは 85 mm である。

3. 実験結果および検討

(1) $V-t$ 特性 標準雷インパルス印加時の 1, 3, 5, 7 bar での $V-t$ 特性は、すべて左上りの特性となっており、ガス圧にかかわらず $2 \mu\text{s}$ 付近より立ち上がっている。VFT 印加時の 1, 3, 5, 7 bar での $V-t$ 特性も、すべて左上りの特性となっており、 $3 \sim 4 \mu\text{s}$ あたりから立ち上がっている。最も関心の高い 5 bar での VFT 印加時の $V-t$ 特性を図 2 に示す。 $V-t$ 特性の最低値をガス圧に対してプロットして

図 3 に示す。4.5 bar 付近で両特性が交差して、高ガス圧側では VFT のフラッシュオーバー電圧が上回っている。

(2) 検討 図 3 で雷インパルスだけに注目すると、ガス圧に対して減少傾向を示している。これは直接的に確認していないが、いわゆるコロナ安定化作用の極大値が 1 bar 付近、あるいはもう少し低ガス圧側にあり、図ではガス圧に対する下降部分が現れていることが考えられる。標準雷インパルスより遅い立ち上りの雷インパルス (波頭長 $2.2 \mu\text{s}$) であることや、針電極の径が小さいことにより、コロナ安定化の比較的起こりやすい⁽³⁾ 状況であることが想像される。一方、VFT の電圧変化は急峻であるため、コロナ安定化は起こるとしても非常に小さい。

従って、あるガス圧以下では雷インパルスに対するフラッシュオーバー電圧が VFT のそれを上回るが、それはコロナ安定化作用により特に増強されているのであって、VFT のほうが特別に下がっているわけではない。

4. まとめ

VFT に対するフラッシュオーバー電圧が雷インパルスのそれより低くなる実験条件で GIS 実験相当のガス圧範囲の特性を実験し、約 4.5 bar より高ガス圧側では VFT のフラッシュオーバー電圧が上回っていることが明らかになった。(平成 5 年 6 月 16 日受付)

文 献

- (1) 「絶縁設計の合理化」, 電気協同研究, 44, No. 3 (昭 63)
- (2) H. Hiesinger & R. Witzmann: "Very fast transient breakdown at a needle shaped protrusion", Gas discharge and their applications 88 GD Venezia, p. 323 (1988)
- (3) 鶴瀬・松本・青柳・村瀬・柳父: 「 SF_6 ガスの絶縁破壊特性に及ぼす金属異物の太さの影響」, 平 2 電気学会 B 部門全大, 70

岡 部 成 光 (正員)

昭和 33 年 9 月 18 日生。61 年東京大学大学院博士課程修了。工学博士。同年東京電力(株)入社。主として、絶縁協調の研究に従事。