

大気中ギャップ50%閃絡特性に及ぼす インパルス印加時間間隔の影響

下 妻 光 夫*

The Effect of Impulse Voltage at Different Igniting
Time Intervals on the Character of Air Gap 50% Flush Over.

Mituo SHIMOZUMA

要 旨

大気中ギャップ閃絡後に電極表面及びギャップ中に起ると思われる残留効果について報告する。

Synopsis

This paper reports about the residual effect that is expected to occur on the surface of electrode and in gap, after air gap flush over.

I 諸 言

最近の電力需要の増加に伴い超高圧送電線路建設がさかに行なわれ、これらの設計に衝撃電圧及び開閉サージに対するフラッシュオーバー特性が主要な課題となつて来ている。このフラッシュオーバー特性測定に際し問題になるのは衝撃電圧印加時間間隔である。この問題は、放電管において、火花による残留効果の影響が、時間の経過と共に減衰して行くと言う報告がされ（この効果を Paetow Effect と呼ばれている）大気中ギャップにもこの火花の残留効果が電極面及びギャップ中の状態変化より起り、放電管によるそれと同じような特性を持つと考えられる事にある。しかし大気中ギャップでこの効果に関する報告はない現状である。この大気中ギャップでの残留効果の存在の有無について、球ギャップに衝撃電圧及び緩波頭波電圧を印加時間間隔（以下 T と記す）を10~60秒に取り印加し、それぞれの T 、電圧を一定とした時の閃絡火花遅れ時間を測定し、これを Laue Plot してこの効果の確認をした。またこの効果の50%閃絡電圧への影響について、球対球ギャップ、棒対棒ギャップ、に衝撃電圧を印加し、ギャップ長一定の時の各 T における50%閃絡電圧を内挿法により測定した。これらの結果より、大気中ギャップでも火花による残留効果が存在し、放電管のそれと似た特性を持つと思われる結果を得たのでここに報告する。

II 実験回路と印加電圧波形

実験に使用した回路は、図1 500kV衝撃電圧発生装置、またこの発生装置の段数を減らした回路、図2 緩波頭波電圧発生回路で、すべて正極性電圧発生器である。電圧波形は、標準波形 $1 \times 40 \mu s$ 波電圧、 $3 \times 63 \mu s$ 波電圧、 $8 \times 220 \mu s$ 緩波頭波電圧を使用した。供試ギャップは、球対球ギャップ $12.5 \text{ cm } \phi$ 、 $5.0 \text{ cm } \phi$ 、真鍮、また棒対棒ギャップ 12.5 mm 角、鉄を使用した。実験

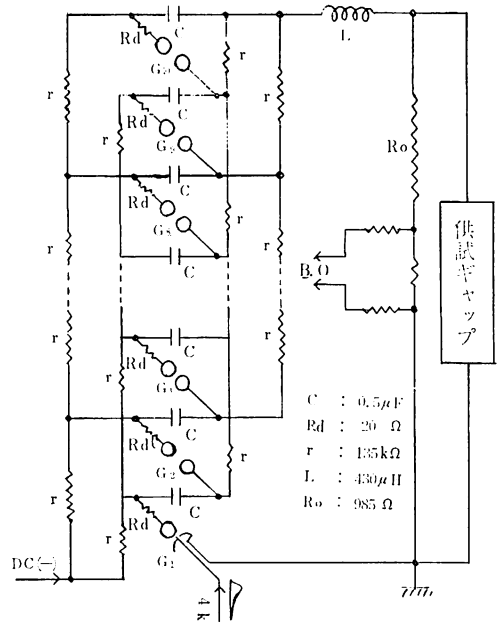


図1 500kV衝撃電圧発生回路（10段）

* 助手 電気工学科

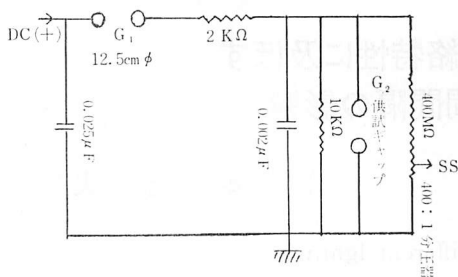


図 2 緩波頭波電圧発生回路
($8 \times 220 \mu s$)

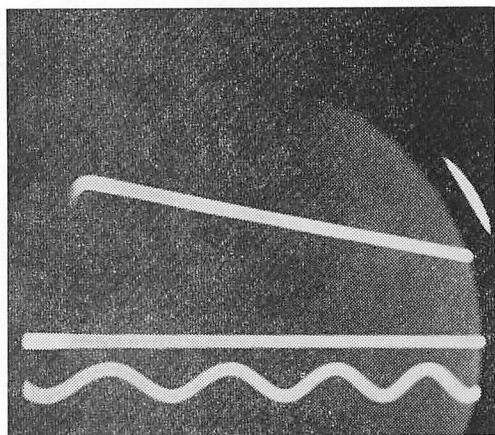


図 3 標準電圧波形 ($1 \times 40 \mu s$)
時間測定波形 100KHZ

中各ギャップ長ごとに電極の表面状態が変化しないように電極研磨し清浄にした。電圧波形、閃絡電圧値、火花時間遅れは、抵抗分圧器により衝撃電圧を分圧し、これをブラウン管オシログラムまたは、シンクロスコープにより写真撮影して測定した。 T 測定にはストップウォッチを使用。

Ⅲ 火花による残留効果の存在

1. 実験方法

大気中におかれた球対球ギャップにギャップ長、 T 、衝撃電圧波形、一定にて一定過電圧を 100 回印加し、写真撮影して火花の時間遅れ(統計的時間遅れと形成時間遅れの和)を測定した。この印加総回数を N 、 N 中ある時間遅れ t までに閃絡しない回数を N' として N'/N と t とを Laue Plot し閃絡の難易により残留効果の存在を決定した。 T の値は 10 秒より 60 秒の間で取り行なった。

2. 実験結果

図 6～8 図より全体的に $T=60$ が $T=10$ よりも時間遅れが大きくこのことから $T=60$ が閃絡しにくいという事が明らかである。これは大気中ギャップにも火

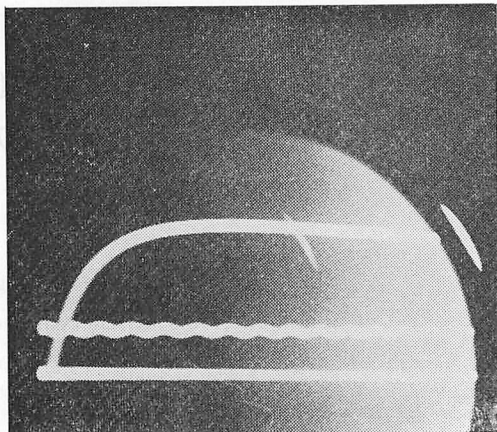


図 4 $3 \times 63 \mu s$ 波電圧波形
時間測定波形 1 MHz

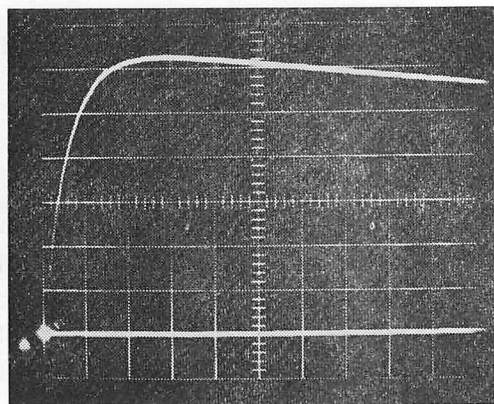


図 5 $8 \times 22 \mu s$ 緩波頭波電圧波形
 $5 \mu s / div$

花による残留効果が存在すると思われる。またこの効果の特性は、 T が多くなると共に時間遅れが増しある値で一定となる放電管と同様な効果と推測される。図 7 での T が 20, 60 秒が重なっているのは 20 秒前後でこの効果の影響が少なくなっていると思われる。ギャップ長が小さく衝撃電圧 $1 \times 40 \mu s$ に近い波形に原因があると考えられる。また図 8 の緩波頭波電圧印加の場合は、衝撃電圧と放電機構が異なることによって、この効果が著しく現われていると思われる。

Ⅳ 50%閃絡電圧と時間間隔の関係

1. 実験方法

50%閃絡電圧測定は、電圧、 T 、一定において 100 回衝撃電圧を供試ギャップに印加し、そのギャップ長における放電率を求め、内挿法により決定した。供試ギャップ、棒対棒ギャップを使用。閃絡電圧測定には、衝撃電圧波形の波頭における閃絡の場合は、その閃絡した電圧 V_n 、波高値または波尾による閃絡の場合、

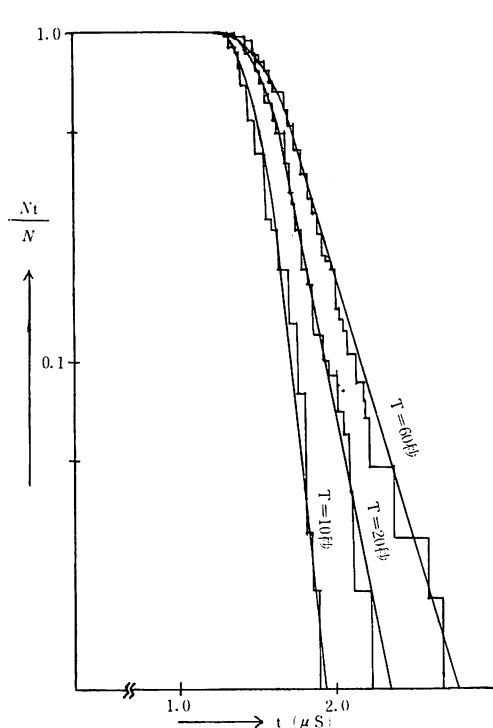


図 6 $1 \times 40 \mu s$ 波電圧 $Nt/N-t$ 曲線
(4cm gap球) gap $\phi = 12.5\text{cm}$

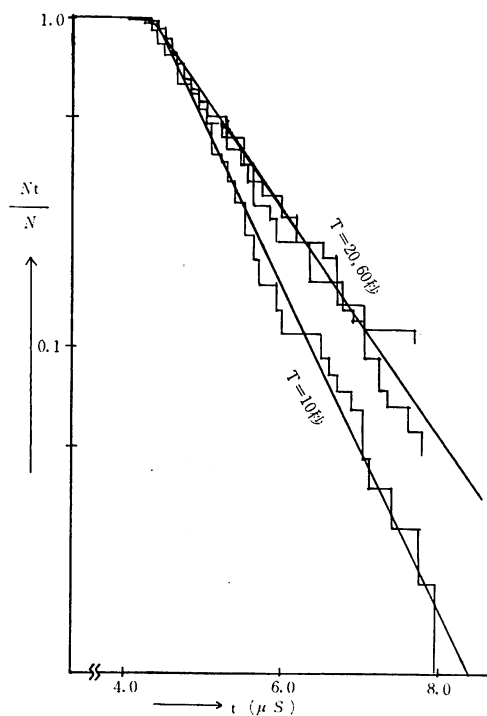


図 7 $3 \times 63 \mu s$ 波電圧 $Nt/N-t$ 曲線
(1cm gap球) gap $\phi = 12.5\text{cm}$

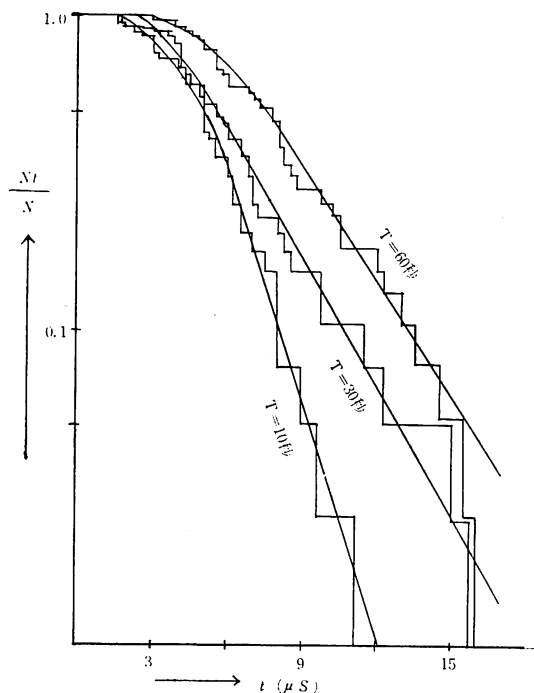


図 8 $8 \times 220 \mu s$ 波電圧 $Nt/N-t$ 曲線
(0.2cm gap球) gap $\phi = 5.0\text{cm}$

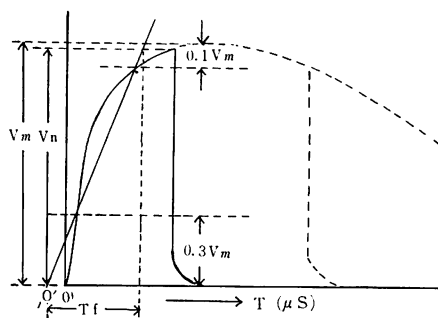


図 9 閃絡電圧値測定法

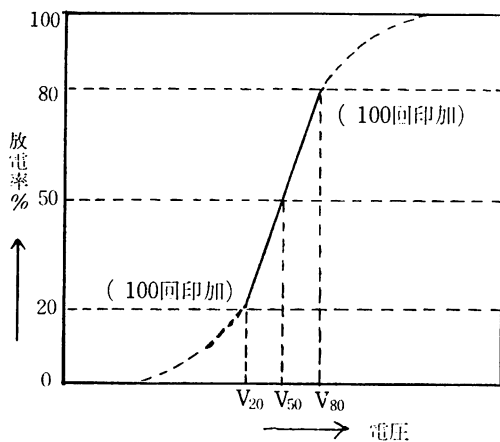


図10 放電率曲線

その波形の波高値 V_m を持ち閃絡電圧値とした(図9)。以上のようにして得られたデータ, ギャップ長一定における各 T 時の50%閃絡電圧を T 対50%閃絡電圧にプロットし, 50%閃絡電圧に残留効果がどのように影響するかについて実験を行ない, またギャップに紫外線を照射する事によってこの効果が変化するかについても行った。

2. 内挿法による50%閃絡電圧測定法

大気中ギャップに加える衝撃電圧をしだいに上昇していくと放電率は増加する。この関係を示した曲線を放電率曲線(図10)と言っている。放電率が20%と80%との間では, 放電率と放電率がほぼ直線状であると仮定し, 内挿法により50%閃絡電圧を求める。 V_{20} の電圧を10回(本実験では100回)印加し2回閃絡すると放電率20%となり, V_{80} の電圧を10回印加8回閃絡すると80%の放電率となる, この二つの放電率の電圧より50%閃絡電圧 V_{50} が次式のように求められる。

$$V_{50} = (V_{20} + V_{80}) / 2$$

3. 実験結果球対球ギャップの結果において, 紫外線非照射の場合50%閃絡電圧は, T が増して行くと上昇し, $T=60$ 秒前後において一定値に達する傾向が見られる。紫外線照射の場合, あまり大きな効果は見られなく, 紫外線によってこの効果を軽減する事ができる事を示している。この紫外線の場合は T を30秒ほどに取ると飽和してしまうようである。また棒対棒ギャップの結果からは, 球対球ギャップに見られたような著しい影響はなく, 紫外線照射非照射共に $T=30$ 秒前後で50%閃絡電圧は一定におちつくと見られる。この残留効果は, コロナの出易い不平等電界電極や紫外線照射ギャップは, あまり問題ではなく T を30秒前後に取ればよい。また平等電界電極の球ギャップでは T を60秒以上にする事によってこの効果から逃が

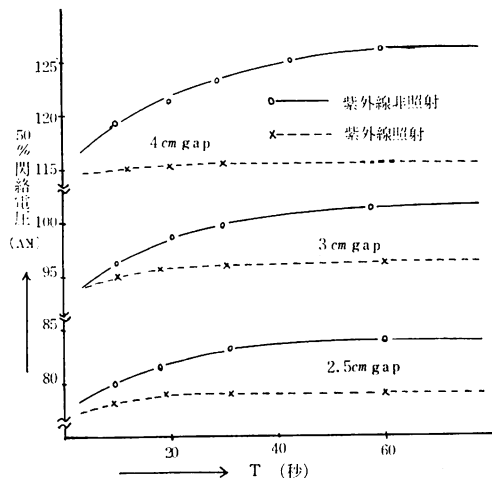


図11 球ギャップによる V_{50} - T 曲線

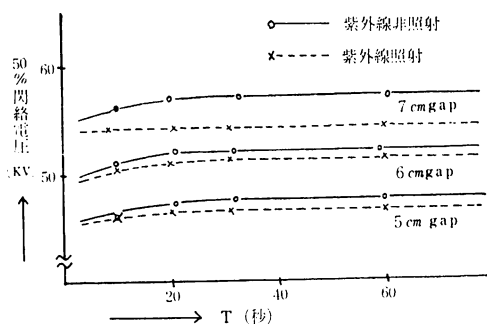


図12 棒ギャップによる V_{50} - T 曲線

れる事ができると思われる。本実験によるこの残留効果の影響を, $T=10$ 秒から $T=60$ 秒までの50%閃絡電圧上昇率 ε , (ε (%)) = $\{(V_{60} - V_{10}) / V_{60}\} \times 100$ で表わすと表のようになる。

表1 各ギャップによる ε (%)

球 ギャ ップ	ギャップ長	2.5 cm	3.0 cm	4.0 cm
	UV なし	4.8 %	4.2 %	5.5 %
	UV あり	0.8 %	1.0 %	0.5 %
棒 ギャ ップ	ギャップ長	5.0 cm	6.0 cm	7.0 cm
	UV なし	3.7 %	2.5 %	1.5 %
	UV あり	0.7 %	1.3 %	0.2 %

V 結 言

大気中ギャップにおける火花の残留効果は, 50%閃絡電圧測定に大きな影響を与えることが明らかである結果を得, 球ギャップでは衝撃電圧印加時間間隔を60秒以上にする必要があると思われる。本実験結果より I・E・C や Johansen 法等の50%閃絡電圧測定法での印加時間間隔を5~10秒取って行こなう事と記されているのは, 60秒前後にせねばならないと考えられる。この大気中ギャップ火花の残留効果について明らかにすべく今後も研究していくつもりである。

最後に本実験に当りご指導下さいました, 北海道大学工学部坂本三郎教授と田頭博昭助教授に感謝の意を表します。

参 考 文 献

1. Meek, J.M. and Craggs, J.D. 1953. Electrical Breakdown of Gases. (OXFORD)
2. 宮副, 1960, (九大工・博士論文)
ニ火花の統計的性質に関する研究ニ
3. 安元 1968, (九支電四学連大108)
4. 中野, 石橋, 原田 1967 ニ高電圧工学ニ (オーム社)
5. 一原, 森, 1968, (電学誌 No 955)
6. 下妻, 田頭, 坂本, 1968, (道支電四学連大 9))
7. 下妻, 田頭, 坂本, 1969, (電四学全連大 119)

(昭和45年1月12日受理)