

跳躍電極としての電気ブラシの 接触電圧降下について (第1報)

入 佐 俊 幸*

ON CONTACT VOLTAGE DROP OF ELECTRIC BRUSHES AS JUMPING TERMINALS (REPORT 1)

Tosiyuki IRISA

The action patterns of brushes of electric machinery is extremely complicated. The author of this paper has performed his experiment as of jumping terminals, intersecting copper rotors and cylindrical brushes just for possible simplification of the actions. In this paper the measured results of the contact voltage drop and other particular items concerned are described.

(Received May 31, 1961)

1. ま え が き

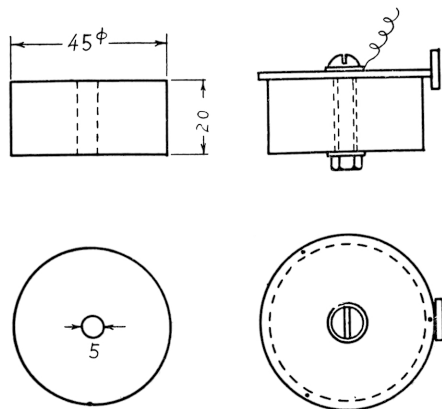
ブラシの接触電圧降下はブラシの選択上非常に重要な要素であり、これについては多数の研究報告が行われている。しかし乍ら依然としてブラシの動作現象には不明な点が多い。

従来行われている此の種の研究は銅回転子にブラシを押しつけて行う滑動環方式が殆んどで、この場合銅回転子に接触しているブラシの真の接触面積は、見掛の接触面の数千或は数万分の一と云う非常に小さな値である。しかもこの接触面は、たえず変動しているものと考えられる。

そこで筆者は電気機械におけるブラシの動作を単純化し、なるべく同一面積で確実な接触を行わせる様に銅回転子と円とう状のブラシを交差させて配置し、跳躍電極として種々の条件の下で、銅回転子にブラシを衝突開離させた場合の接触電圧降下を測定したので其の結果を報告する。

2. 実験装置並びに実験法

実験装置は従来日高助教授が使用して来たものを、そのまゝ使用した。装置の概要を述べると、第1図に示す様に電気ブラシ材を成形研磨 (エメリーペーパー, 02) し、これを銅の円板と重ね、導電用の電線と共にボルトで固定する。又この銅の円板には内接する正三角形の頂点に夫々穴をあけ、ブラシ材に比べて質量の無視出来るテグス糸を夫々2本づゝ計6本で第2

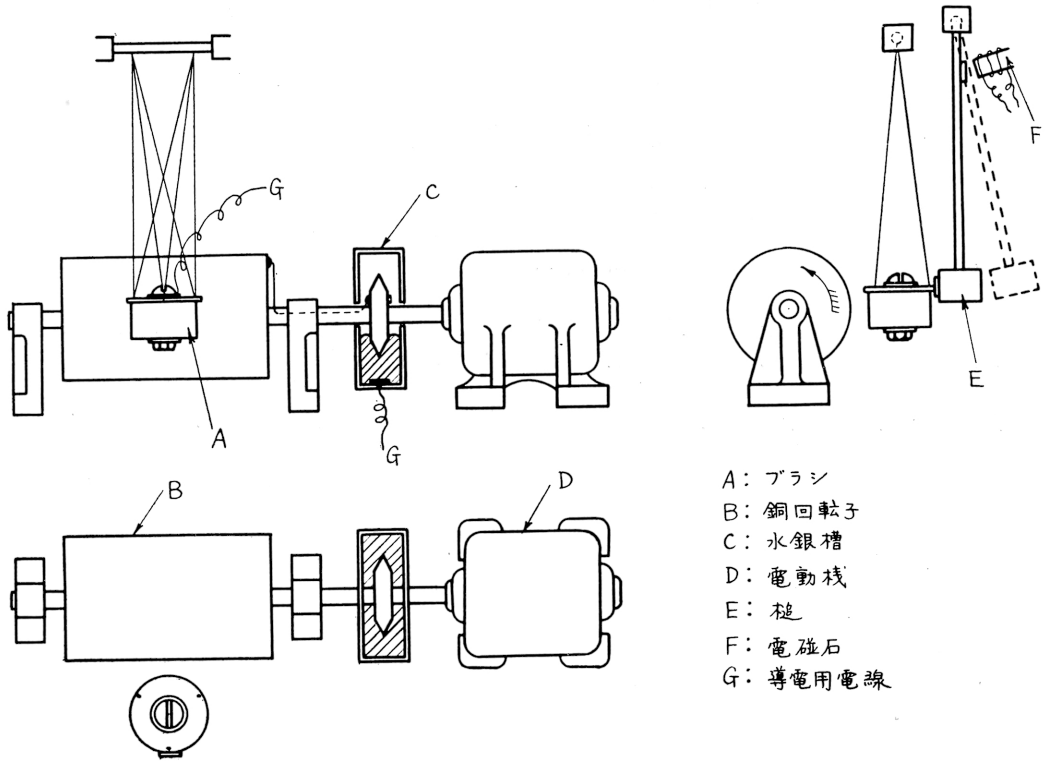


第1図 ブラシ寸法

図の如く重心の周りに回転を伴わない様に吊して振子を作る。一方槌を鉛直と約 $3^{\circ}37'$ 傾けた点で電磁石によつて保持させ、電磁石の回路を断つ事により槌を落下させブラシを叩き、これを銅の回転子 (直径8.2cm) に衝突開離せしめる。又銅の回転子は交流直巻電動機に直結されており、電動機の印加電圧を加減する事によつて任意の回転数に保持させる。この回転数の測定にはストロボ装置を使用した。尚銅回転子への導電は第2図に示す如く回転子と電動機を連結するシャフト上にブラシ材で作った円板を取付け、これを水銀槽の中で泳がせる様な方法を採用した。

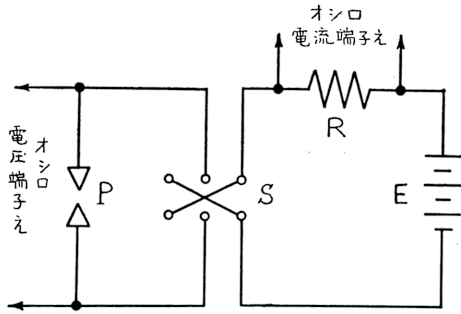
以上の様な装置によつて、種々の条件でブラシを回転子に衝突開離させ、その際の電圧電流を2要素ブラウン管オシロスコープで写真撮影し、このオシログラムから電圧電流値を計算した。

* 電気工学教室



- A: ブラシ
- B: 銅回転子
- C: 水銀槽
- D: 電動機
- E: 軸
- F: 電磁石
- G: 導電用電線

第2図 装置略図



- P: 接触部
- S: 切替スイッチ
- R: 抵抗
- E: 蓄電池

第3図 結線図

3. 実験結果並びに若干の考察

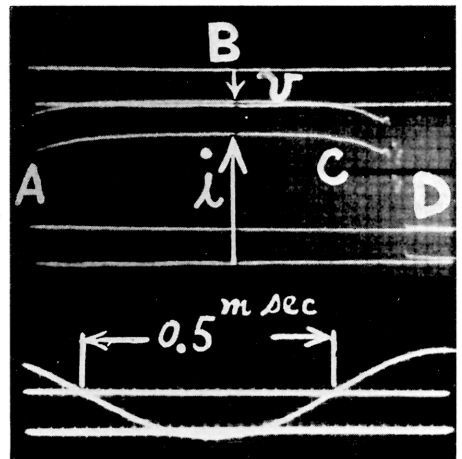
電源には6ボルトの蓄電池を使用し、回路には抵抗以外特にリアクタンスは接続していない。尚この実験に使用したブラシの種類並びにショアー硬度は第1表の通りである。

接触電圧降下と電流との関係

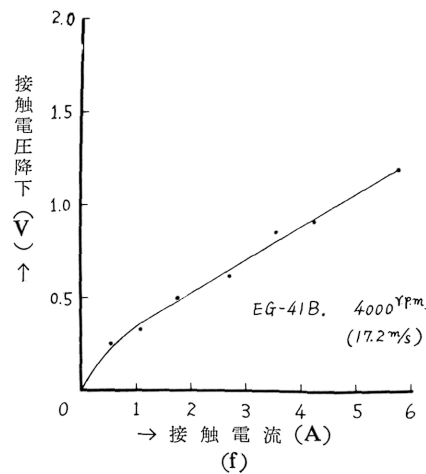
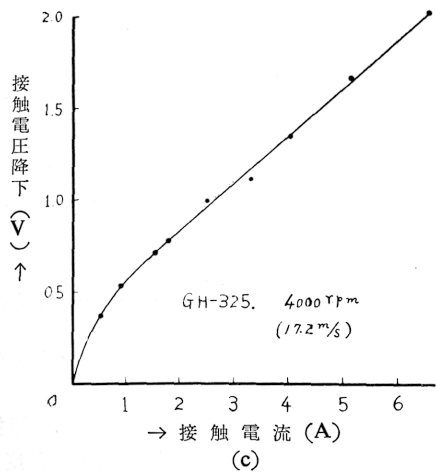
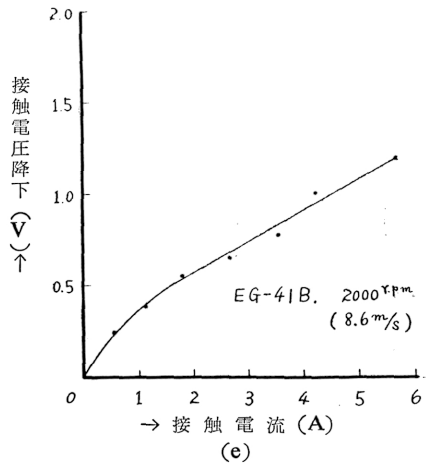
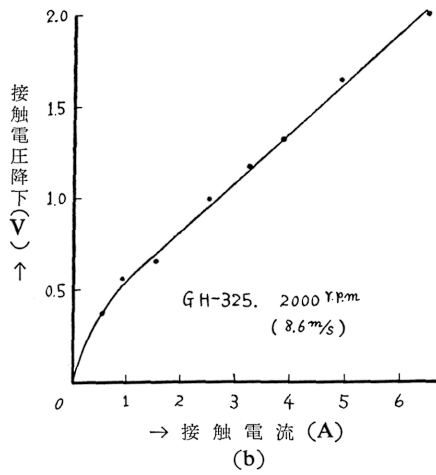
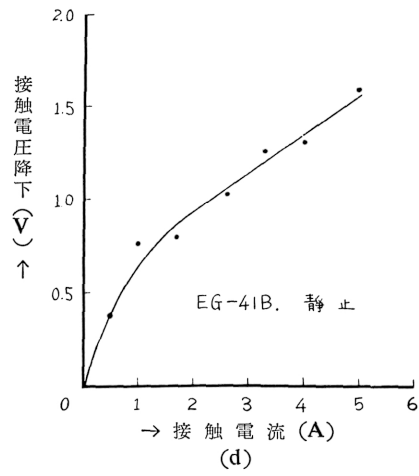
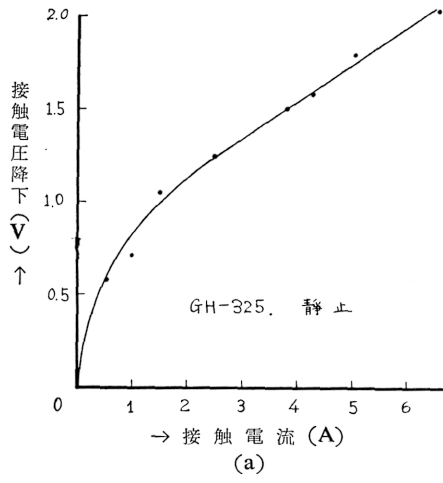
第4図はブラシが接触開離した場合の電圧電流波形の1例であり、Aより接触が開始されBに至り、Cか

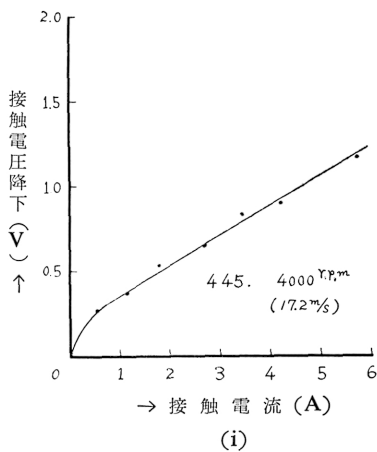
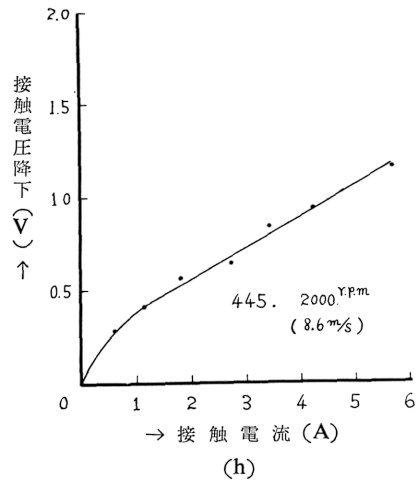
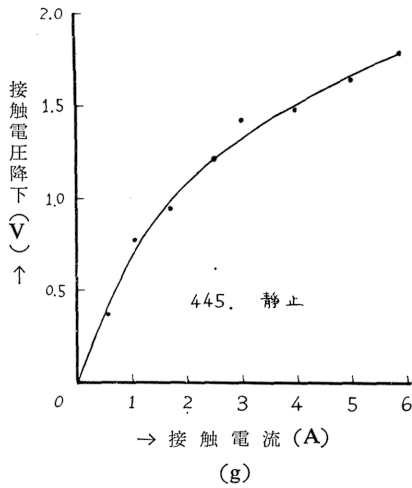
第1表 ブラシの種類と硬度

ブラシの種類	GH-325	EG-41B	445
ブラシ硬度	52 Hs	38 Hs	17 Hs



第4図 波形の1例





第 5 図

ら開離が始まりDに至つて完全に開離される。

第5図は GH—325, EG—41B, 445 のブラシについて大気中の接触電圧降下と電流の関係を示したものである。(接触電圧及び電流は夫々第4図の v, i に相当する所の値である)

此の曲線よりわかる様に各ブラシ共、回転子静止の場合の接触電圧降下が最も大きく、回転すると著しく減少する。この様に回転した場合著しく減少するのは回転接触の為に被膜が削り取られる為であろうと考えられる。次に同種のブラシでは、2000 r.p.m. と、4000 r.p.m. の場合あまり差は見られない。

又極性による影響は顕著ではないが回転子からブラシに向つて電流が流れる場合の方が大きい。

又第4図のA及びCの彎曲部分は回路のインダクタ

ンス L と、ブラシの弾性接触の為と考えられるが、若し回路の L/R が十分に大きく、且又接触時間が短かく定常値に達しないうちに開離されたとすれば、この場合の $v-i$ 曲線は非常に急な勾配となる事が予想される。

開離時に発生するアーク

この点については目下追加実験中である為詳細な報告は次報に譲るが、開離時には第4図のC—D間にも見られる通り殆んどアーク(普通の意味のアークではなく金属的小橋の燃焼と思われるもの)が発生しており、このアークは一般に回転数の増加に伴つて著しくなる傾向がある。

接 触 力

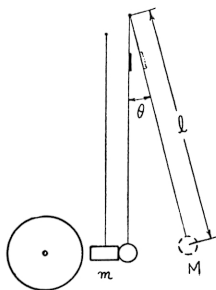
ブラシが回転子に衝突する際の接触力を次の方法によつて求めてみた。

即ち第6図の様にブラシの質量を m とし、回転子衝突前後の速度を v_1, v_2 とすると運動量の増加は $m(v_1+v_2)$ となる。又一方接触時間を t , 接触力を F とすれば運動量の増加は力積に等しいから、 $F \cdot t = m(v_1+v_2)$ 。

$$\text{故に } F = \frac{m(v_1+v_2)}{t} \dots\dots\dots(1) \text{ となる。}$$

従つて接触力 F を求めるには v_1, v_2, t を夫々測定すればよい。

こゝでは v_1, v_2 を力学的に求めてみた。即ち第6図で質量 M の槌を物理振子と考えれば角速度 ω は次式で与えられる。



第 6 図

$$\omega = \sqrt{\frac{Mgh}{I}} \cdot \theta \dots \dots \dots (2)$$

ω : 角速度, M : 槌の質量, g : 重力の加速度, h : 槌の支点より重心までの長さ, I : 槌の慣性モーメント, θ : 槌の鉛直となす角度, 依つて槌がブラシに衝突する際速度 v' は

$$v' = \omega \cdot l \dots \dots \dots (3)$$

従つてブラシは $v_1 = \frac{Mv'}{M+m} \dots \dots \dots (4)$

の速度を得て回転子に衝突する。

又ブラシの回転子衝突後の速度は $v_2 = v_1 \times$ 反撥係数 $\dots \dots \dots (5)$ で表される。

そこで (2)~(5) 式に夫々数値を代入して v_1, v_2 を求めると, $v_1 \doteq 8\text{cm/sec}$, $v_2 \doteq 5\text{cm/sec}$, が得られる。

一方接触時間 t はオシログラムより $0.45 \sim 0.75 \text{ msec}$ で, 従つて接触力 F は (1) 式より

$$F \doteq 1.38 \sim 2.3 \times 10^6 \text{ dyne} \doteq 1.4 \sim 2.4 \text{ kg}$$

となる。

4. 結 び

各ブラシについて種々の条件の下で, 接触電圧降下と電流の関係を簡単に数式で表わす事が出来ると思われたが未だその段階に至っていない。

しかし乍ら跳躍電極としてのブラシの場合も $v = k i^{1/n}$. (k, n はブラシの種類, 極性, 接触力, その他色々な条件によつて定まる常数) の形で示される事がほぼ確認出来た。

尚本実験は目下継続中であり, 従つて今回の報告は中間報告のつもりである。

終りに当つて, 実験装置を貸与して下さい九州大学教授辻節三先生, 平素御指導御鞭撻をいたゞいて居る当校教授西山先生, 並びに旧当校助教授日高先生に深謝致します。

文 献

- 1) 入佐：昭35, 九州支部連大予稿.
- 2) 日高：鹿児島県大工学部紀要第5号.