Ag 中に各種酸化物粒子を分散させた電気接点の 移転消耗特性について*

佐藤 充典** 土方 政行** 森本 一郎**

Mitsunori Sato, Masayuki Hijikata and Ichiro Morimoto : Influence of Oxides on the Material Transfer and the Erosion Characteristics of Silver Base Contacts Containing Various Metal Oxides. The silver base contacts containing magnesium, aluminium, manganese, zirconium and cadmium oxides were prepared by internal oxidation. The material transfer and the erosion characteristics of these contacts have been measured in a range of applied voltages from 40 to 212 volts and short circuit currents from 6.4 to 80.1 amperes in direct current, alternating current and full wave rectification circuits.

The characteristics of material transfer and erosion for switching contacts in the direct current and the alternating current circuits can be clarified mostly by a switching test of the full wave rectification circuits. In the switching of the full wave rectification circuit, the direction of material transfer depends on the circuit current. In the region of lower circuit currents than the critical current materials transfer from cathode to anode, and in the higher circuit current region materials moves from anode to cathode. The direction of material transfer and the amount of erosion are affected remarkably by the oxides contained, and depend on the materials of electrodes on the erosion side. In the region where materials transfer from cathode to anode in the direct current and the full wave rectification circuit, the amount of cathode loss is approximately proportional to the arc energy in contact breaking at constant voltage. On the other hand, the ratio of the amount of material transfer or erosion to the arc energy in contact breaking vary with oxides contained.

(Received October 28, 1971)

I. 緒 言

Ag は電気および熱の伝導度が高く、電気接点材料に要求される多くのすぐれた性質をもっている。したがって、Ag およびその合金接点は最も一般的な接点材料として広く用いられている。これらの接点は直流、交流など回路条件によって移転消耗特性、耐溶着性、接触の安定性が著しく変化する^{(1)~(3)}。耐溶着性および接触抵抗の変化は移転消耗によって形成される移転層の影響を大きく受ける⁽⁴⁾。したがって、移転消耗特性は主要な接点特性である。この移転消耗は開閉アークにより著しく影響を受け^{(5)~(8)}、閉成時にチャタリングが発生しなければ、開離アーク依存性が大きい。このアークは電極材料の電子放射機構と密接な関係にあり、Ag は電界放射 (T-F 理論)⁽⁹⁾ によって電子放射が行なわれ、アーク放電中陰極点の安定に酸素の存在が必要であるといわれている⁽¹⁰⁾。また、直流回路開閉接点

の移転方向と試験電圧、電流の関係についても報告されている⁽¹¹⁾。しかし、このような特性の変化がどのような性質に依存するか、明らかにされていない点も多い。ここで、Ag 中に各種の酸化物粒子が存在するとき⁽¹²⁾、これが電子放射に影響をおよぼし、電極に作用するアークエネルギーの配分が変化して、移転消耗特性に相違の現われることが考えられる。

したがって、電気および熱伝導度に影響をおよぼさないように、Ag 中に各種酸化物粒子を内部酸化によって分散させた接点を作製し、開閉アークをとまなう直流、交流、正弦波の全波整流波の無誘導負荷回路で試験を行ない、移転消耗特性におよぼす酸化物の影響とともに、電圧、電流、開離アークエネルギー、極性、開離速度依存性について調べ、直流および交流回路開閉接点の移転消耗特性を整流波回路開閉試験の結果と対応させて検討した。

** 金属材料技術研究所 (National Research Institute for Metals, Tokyo)

* 1971 年 4 月本会東京大会に発表

- (1) ASM Committee on Electrical Contact Materials: *Metals Handbook*, (1955), p. 801.
- (2) 森本, 佐藤, 土方: 金属学会誌, **32** (1968), 597.
- (3) 森本, 佐藤, 土方: 金属学会誌, **32** (1968), 736.
- (4) 佐藤, 土方, 森本: 金属学会誌, **33** (1969), 959.
- (5) J. D. Cobine and E. E. Burger: *J. Appl. Phys.*, **26** (1955), 895.
- (6) Y. Kaneko: *Proceedings of International Conference on Electromagnetic Relays*, (1963), 41.

(7) H. W. Turner and C. Turner: *Proceedings of the Third International Research Symposium on Electric Contact Phenomena*, (1966), 311.

(8) C. Turner and H. W. Turner: *Proceedings of the 4th International Research Symposium on Electrical Contact Phenomena*, (1968), 196.

(9) T. H. Lee: *J. Appl. Phys.*, **30** (1959), 166.

(10) 鳳: 電気接点と開閉接触子, 金原出版 (1956), p. 13.

(11) H. Asai: *Proceedings of International Conference on Electromagnetic Relays*, (1963), 43.

(12) 佐藤, 土方, 森本: 金属学会誌, **34** (1970), 1067.

II. 試料および実験方法

1. 試 料

本実験に用いた試料の化学分析値は Table 1 のとおりである。試料は溶解後、焼鈍と加工をくり返して 6 mmφ の棒状とし、機械加工により、接触面形状を 6 mmφ, 20 mmR として、内部酸化を Table 1 に示したそれぞれの温度において大気中で行ない、試験接点とした。なお、Ag-Mo 酸化物と Ag-AgCl 接点は焼結によって作製した。接触面は研摩を行ない、脱脂洗浄して試験に供した。また、試験試料の硬さを参考のために Table 1 に加えた。

Table 1 Chemical composition, oxidation temperature and hardness of specimens

	%	Ag(%)	°C	Hv
Ag	—	99.9	—	—
Ag-Mg oxide	1.10 Mg at	Bal	650	163
Ag-Al oxide	0.95 Al at	Bal	650	150
Ag-Mn oxide	1.07 Mn at	Bal	650	122
Ag-Zr oxide	0.97 Zr at	Bal	650	74.5
Ag-8 CdO	7.8 Cd wt	Bal	750	67.8
Ag-12 CdO	11.5 Cd wt	Bal	750	76.0
Ag-15 CdO	15.1 Cd wt	Bal	750	84.3
Ag-Mo oxide	5.0 Mo wt	Bal	480	37.0
Ag-AgCl	1.05 AgClwt	Bal	—	—

2. 実験方法

試験はすでに本誌⁽²⁾に報告した開閉試験機を用いて行ない、開閉速度を 26~126 mm/sec 可変の等速運動、接触力を 200 g、開離力を 300 g とした。回路条件は直流、交流、全波整流において、電圧を 40~212 V、電流を 6.4~80.1 A の範囲、負荷を無誘導抵抗とした。この交流および正弦波の全波整流波の電圧、電流の値は最大値を用いた。

移転消耗量は 5×10^4 回の開閉後、マイクロ天秤感量 1/1000 mg によって測定し、2 個以上の測定値を平均して、電極の重量増加をプラス、重量減少をマイナスで表わした。この測定値のほとんどは平均値の $\pm 10\%$ 以内のばらつきであった。

III. 実験結果

1. 直流回路開閉における移転消耗

(1) 分散粒子の影響

直流回路を開閉する接点は極性の影響を受けて移転を起こす。この移転量および移転方向は Ag 中に分散する酸化物の種類によって変化することが考えられる。ここで、電圧を 40 V、開離速度を 63 mm/sec に定めて電流を変化させて試験を行ない、その結果を Fig. 1 に示した。Fig. 1(a) に示した試料はいずれも移転方向が陰極から陽極であって、移転消耗量は酸化物の種類によって異なり、電流が大きくな

るにしたがって増加する。しかし、Ag-Zr 酸化物接点は電流の増加とともに移転消耗量の減少する領域がある。Fig. 1(b) に示した Ag-CdO 接点は移転方向が 6.4 A で陰極から陽極であったものが、10 A 近傍で陽極から陰極に反転する。なお、移転消耗量はこれが急激に増加する境界電流付近で一旦減少している。

(2) 開離速度依存性

移転消耗特性は開離アークと密接な関係にあることが知られている。このアークは開離速度によって変化する。ここで、アーク継続時間 T 、アーク長さ L 、開離速度 v の関係は

$$T = \frac{L}{v} \quad (1)$$

で表わされる⁽¹³⁾。さらに、アーク長さおよび開離中の各電極間距離におけるアーク電圧 e 、アーク電流 i は接点材料と回路条件によって定まる⁽¹⁴⁾。アークエネルギー J は

$$J = \int_0^T e i dt \quad (2)$$

であるから、開離速度に逆比例する。なお、開離中の各電極間距離に対するアークエネルギーの分布の割合は開離速度によって変化しない。ここで、移転消耗特性の開離速度依存性に関し、Ag 接点を用いて、電圧、電流を定め、開

Fig. 1 Amount of material transfer and erosion in electrodes, W as a function of short circuit current, I . Applied voltage is d.c. 40 volts and opening speed is 63 mm/sec

(13) R. Holm: *Electric Contacts Handbook*, Berlin (1958), p. 305.

(14) 佐藤, 土方, 森本: 金属学会誌, **36** (1972), 238

閉速度を変化させて試験し、その結果を Fig. 2 に示した。開閉速度が $v < 100$ mm/sec 範囲の移転消耗量は開閉速度にはほぼ逆比例している。したがって、この範囲では移転消耗量が開離アークエネルギーと比例関係にある。しかし、 $v > 120$ mm/sec になると移転消耗量が増加する。このときの開閉状態をオシロスコープによって観察すると、閉成時にチャタリングによるアークが発生している。このために、全体の移転消耗量を増加させるものと思われる。

Fig. 2 Amount of material transfer and erosion in electrodes, W , as a function of opening speed at d.c. circuit, v , for silver contact. Applied voltage is 40 volts and short circuit current is 10 amperes

2. 交流回路開閉における消耗

Ag 中に分散する酸化物粒子は交流回路開閉に対しても、消耗特性に影響をおよぼすことが考えられる。ここでは電圧を 141 V、開閉速度を 63 mm/sec に定めて電流を変化させて試験し、その結果を Fig. 3 に示した。なお、消耗量は両極の和で表わした。Fig. 3(a) において、消耗特性のすぐれている接点の酸化物の種類は直流回路開閉の場合と比較して異なり、交流回路開閉においては Ag-Mg 酸化物接点の消耗量が特に少ない。また、消耗量はいずれの試料も電流 50 A 近傍を境に急激に増加している。つぎに、Fig. 3(b) に示した Ag-CdO 接点においては 8 CdO の消耗量が少ない。これは本誌に報告⁽²⁾した Ag-CdO-NiO 系接点において、最もすぐれた消耗特性を示した CdO 量と一致している。

3. 全波整流回路開閉における移転消耗

直流回路の開離時には試験電圧、電流が高くなると著し

Fig. 3 Amount of erosion in electrodes, W , as a function of short circuit current at a.c. circuit, I . Applied voltage is 141 volts and opening speed is 63 mm/sec

く長いアークが発生する。このために広い範囲での試験が困難になる。一方、交流回路の開離は正弦波の半波で完了する場合が多い。したがって、1 回ごとの開離は極性をもっている。しかし、多数回の開離においては極性が相互に変化することによって、極性依存性が相殺される。ここで、整流波回路の開閉試験によって得られる結果は、直流および交流回路開閉接点の移転消耗特性を知るために有効であると思われる。

(1) 分散粒子の影響

全波整流回路開閉接点の移転消耗特性におよぼす酸化物粒子の影響については電圧を 141 V、開閉速度を 63 mm/sec に定めて電流を変化させて試験し、その結果を Fig. 4 に示した。Fig. 4(a) において、移転方向の反転が現われている。この移転方向の反転する電流および移転消耗量は酸化物の種類によって異なる。Ag-Al 酸化物および Ag-Zr 酸化物接点は Ag 接点よりも反転する電流が低い。なお、直流回路開閉の Fig. 1(a) において、Ag-Zr 酸化物接点は電流の増加とともに移転消耗量の減少する領域が存在していた。これは Zr の酸化物が移転方向の反転する電流を低くすることによって、試験範囲で反転の傾向が現われているものと思われる。一方、Mg および Mn の酸化物は反転電流を高くし、Ag-Mg 酸化物および Ag-Mn 酸化物接点は試験範囲で反転を起こさず、移転方向が陰極から陽極の領域で移転消耗量が多い。また、Zn の酸化物を分散させた接点は Ag 接点とほぼ同様の特性を示し、明瞭な相違が現われない。Fig. 4(b) に示した接点は移転方向が陽極から陰極であり、Fig. 4(a) に示した接点と全く異なった傾向を示している。また、Ag-CdO 接点は Fig. 1(b) に示した直流の場合と同様、移転消耗量が急激に増加する境界電流付近でこれが一旦減少する傾向がしばしば現われる。なお、Ag-Mo 酸化物と Ag-AgCl 接点は Ag-CdO 接点に類似した性質を示している。ここで、Mo の酸化物は CdO と同様

蒸気圧が高く、795°Cで著しく昇華する。また、Clは電気的陰性度が強く、電子との親和力が大きい⁽¹⁵⁾。このような性質に起因するものと思われる。

(2) 交流回路開閉における消耗特性との関連性

整流波回路開閉接点は移転方向が陰極から陽極の領域で、電極の減量に対する増量の収率が低い。これに対し

て、移転方向が反転するとこの収率は低下する。これから、交流回路開閉接点の消耗量が急激に増加する電流は移転方向の反転する電流と関連性があることが考えられる。ここで、Fig.5には整流波回路開閉における電極の減量と増量の差について示した。これをFig.3の交流回路開閉における消耗特性と比較すると類似した傾向を示している。

(3) 電圧、電流依存性

移転消耗特性が試験電圧、電流にどのように依存するか、Ag接点を用いて、電圧と電流を変化させて試験し、その結果をFig.6に示した。移転方向はいずれの試験電圧においても電流 60 A 近傍を境に反転し、移転方向反転の電圧依存性は 42.4~212 V の試験範囲で極めて小さい。移転方向の反転は電流依存性が大きく、この反転より低い電流領域では移転方向が陰極から陽極、高い電流領域では陽極から陰極である。移転消耗量は反転の傾向が現われない範囲で、電圧、電流が高くなるにしたがって増加し、陰極消耗量は電流と比例に近い関係にある。また、移転方向が陽極から陰極の領域になると、移転消耗量は急激に増加する。

Fig.4 Amount of material transfer and erosion in electrodes, W , as a function of short circuit current at full wave rectification circuit, I . Applied voltage is 141 volts and opening speed is 63 mm/sec

Fig.5 The total amount of material transfer and erosion in electrodes, W , as a function of short circuit current at full wave rectification circuit, I . Applied voltage is 141 volts and opening speed is 63 mm/sec

Fig.6 Amount of material transfer and erosion in electrodes at full wave rectification circuit, W , as a function of short circuit current, I , for silver contact. Opening speed is 63 mm/sec

(15) 森本, 佐藤, 土方: 金属学会誌, 33(1969), 633.

(4) 極性依存性

移転消耗量および移転方向の反転する電流が陽極および陰極の極性にどのように依存するか、電極材料の組合わせによって調べ、その結果を Fig. 7 に示した。Fig. 7 (a) には Ag 接点と Ag-Mn 酸化物接点の組合わせについて示した。陽極を Ag-Mn 酸化物、陰極を Ag とした組合わせにおける移転消耗量は両極を Ag とした場合に近く、移転方向の反転する電流は高くなっている。一方、陽極を Ag、陰極を Ag-Mn 酸化物とした組合わせの移転消耗量は両極を Ag-Mn 酸化物とした場合にほぼ一致している。このように両材料の移転方向が陰極から陽極である領域での移転消耗は陰極材料に依存している。

Fig. 7 (b) には Ag 接点と Ag-12 CdO 接点の組合わせについて示した。移転方向は両極を Ag としたとき陰極から陽極、両極を Ag-12 CdO としたとき陽極から陰極である。増量側電極同志の組合わせとして、陽極を Ag、陰極を Ag-12 CdO としたときの移転消耗は両材料の中間的特性を示し、両極を Ag-8 CdO 接点とした場合に近い。これは移転消耗特性が両極の影響を受け、増量の差と関連性があると思われる。つぎに、減量側電極同志の組合わせとして、陽極を Ag-12 CdO、陰極を Ag としたときの移転消耗は陽極の影響が支配的であって、消耗量は両極を Ag-12 CdO とした場合より多い。これは減量の和と関連性があると思われる。

Fig. 7 Amount of material transfer and erosion in electrodes at full wave rectification circuit, W , as a function of short circuit current, I . Applied voltage is 141 volts and opening speed is 63 mm/sec

- (a) Combination of silver and Ag-Mn oxide contacts
(b) Combination of silver and Ag-12 CdO contacts

これらの結果から、移転消耗特性は消耗側電極の性質に大きく依存することが考えられる。

(5) 開閉速度依存性

移転消耗特性と密接な関係にある開離アークは、整流波と直流で相違がある。したがって、移転消耗特性は直流の場合と異なった開閉速度依存性を示すことが考えられる。ここで、全波整流波回路の電圧、電流を定め、開閉速度を変化させて試験し、その結果を Fig. 8 に示した。開閉速度によって移転消耗は変化し、移転方向の反転も現われている。これを直流回路開閉の場合の Fig. 2 と比較すると相違が明らかである。直流回路開離の場合、接点材料と回路条件を定めればアーク長さが決定されるのに対し、交流あるいは整流波の開離アークは正弦波半波で制約される。これによってアーク継続時間の平均値がほぼ定められる⁽¹⁴⁾。これを(1)式と対応させると、開離速度によって、アーク長さ、各電極間距離におけるアーク電圧、アーク電流が変化し、これにともなう移転消耗も変化すると思われる。ここで、測定される移転消耗量は開離中の各電極間距離における減量と増量の和であり、これが複雑に変化して Fig. 8 のような結果を示すものと思われる。

なお、開閉速度によって移転方向の反転および移転消耗量の電流依存性が変化することが考えられる。よって、開閉速度をチャタリングの影響がない 38, 63, 84 mm/sec に

Fig. 8 Amount of material transfer and erosion in electrodes, W , as a function of opening speed at full wave rectification circuit, I , for silver contact. Applied voltage is 141 volts

選び、電圧を定めて電流を変化させて試験し、その結果を Fig.9 に示した。移転方向の反転する電流は開閉速度によって大きく変化している。

(6) 開閉機構の影響

移転消耗は電極材料、回路条件、開閉速度の他に試験機の開閉機構によって影響を受けることが考えられる。本試験における開閉運動の慣性は陽極から陰極の方向に働く。

Fig.9 Effect of opening speed on the material transfer for silver contact at full wave rectification circuit. Applied voltage is 141 volts

ここで、試験機の極性を逆にして、Ag 接点と Ag-15 CdO 接点について試験し、その結果を Fig.10 に示した。移転消耗量および移転方向の反転する電流におよぼす慣性の影響は試験機の極性を逆にして試験を行なっているので、測定値の差は 2 倍の影響である。しかし、この差はわずかであり、開閉機構が移転消耗におよぼす影響は極めて小さい。

Fig.10 Effect of polarity in testing machine on the material transfer and erosion for silver contact at full wave rectification circuit. Applied voltage is 141 volts and opening speed is 63 mm/sec

Photo.1 Transfer and erosion patterns after 5×10^4 operations at full wave rectification circuit. Applied voltage is 141 volts, short circuit current is 65 amperes and opening speed is 63 mm/sec

(7) 接触面の観察

開閉試験後の接触面の断面を金属顕微鏡によって観察し、その代表例を **Photo.1** に示した。酸化物の種類による移転方向および移転消耗量の相違は秤量の結果と対応している。また、いずれの接点も陽極の中心付近に亀裂が見られる。一方、開閉試験初期の状態を調べるために、100 回開閉の接触面を走査電子顕微鏡の 2 次電子像によって観察した。いずれの試料も **Photo.2** に示したごとく、接触面はアークによる加熱によって溶融状態にあることを示している。この組織の試料および回路条件による相違は明瞭でない。

Photo.2 Scanning electron micrograph of erosion pattern on cathode surface after 100 operations at full wave rectification circuit with Ag-Mg oxide contact. Applied voltage is 141 volts, short circuit current is 23.6 amperes and opening speed is 63 mm/sec

IV. 考 察

開閉アークをともなる接点の移転消耗は主としてアークによって接触面が加熱され、電極材料が蒸発飛散することによって起こり、ブリッジ破断の非対称にもとづく移転消耗のしめる割合は小さい。したがって、移転消耗量はアークエネルギーと関係があるものと考えられる。ここで、無誘導負荷回路における直流および整流波のアークエネルギーを求め、移転消耗量との関連性を検討する。無誘導負荷回路における直流および交流開離のアーク長さ、アーク電圧、アーク電流およびアークエネルギーの求め方については本誌にすでに報告⁽¹⁴⁾を引用する。直流開離のアークエネルギーの電圧、電流依存性は **Fig.11** に示したごとくなる。一方、交流および整流波は開離ごとに開離位相が異なり、各瞬時のアーク電圧 e (V) とアーク電流 i (A) の積 ei はこれによって変化する。よって、**Fig.12** には任意の開離位相 ϕ から開離アークが発生したときの各瞬時にける ei を示した。ここで、 $f=50$ Hz であるから π (rad) は時間に換算すると 10 msec であり、この ei 曲線の積分値からアークエネルギーが求められる。よって、開離位相に対するアークエネルギーを求め、その変化を **Fig.13** に示した。なお、**Fig.13(a)** にはアークエネルギーの電圧依存

性、**Fig.13(b)** にはアークエネルギーの電流依存性を示した。このように、交流および整流波は開離ごとにアークエネルギーが異なる。したがって、アークエネルギーの平均値を計算によって求め、これと電流を定めた場合の電圧、電圧を定めた場合の電流依存性について **Fig.14** に示した。この平均アークエネルギーは電流に対して直線的に増加する。これに対し電圧依存性は小さい。これを直流開離の **Fig.11** と比較すると異なった傾向を示している。

ここで、求められたアークエネルギーと Ag 接点の陰極消耗量の関係について **Fig.15** に示した。これは直流および整流波回路開離の **Fig.1** と **Fig.6** において、移転方向が陰極から陽極であって、移転消耗量に反転の傾向が現われない電圧、電流範囲の測定値である。いずれも移転消耗

Fig.11 Arc energy in contact breaking at d.c. circuit, J , as a function of applied voltage and short circuit current, I . Opening speed is 63 mm/sec

Fig.12 The curve of product of arc voltage and arc current, ei , as a function of phase difference in contact breaking at a.c. and full wave rectification circuits, $\omega t + \phi$. Applied voltage is 60 volts, short circuit current is 7.85 amperes and opening speed is 63 mm/sec

Fig.13 Arc energy, J , as a function of phase difference in contact breaking at a.c. and full wave rectification circuits, ϕ . Opening speed is 63 mm/sec
(a) Various applied voltage. Short circuit current is 7.85 amperes
(b) Various short circuit current. Applied voltage is 42.4 volts

Fig.14 Arc energy in contact breaking at a.c. and full wave rectification circuits, J , as a function of applied voltage and short circuit current, E and I . Opening speed is 63 mm/sec

量はアークエネルギーにほぼ比例している。また、整流波においては試験電圧が高くなるにしたがって、同じアークエネルギーでの移転消耗量が増加している。これはアークエネルギーの電極への作用が電圧によって異なることを示していると思われる。一方、Ag 中に酸化粒子が存在する場合、これによる最小アーク電圧の変化はわずかであり、酸化物の種類によるアークエネルギーの相違は試験範囲で極めて小さい。Fig.1 および Fig.4 などから明らかごとく、同じアークエネルギーでの移転消耗量は酸化物の種類によって著しく異なっている。これはアークエネルギーに対する移転消耗量の比例係数が酸化物の種類によって変化することを示している。また、他の移転消耗特性も酸

Fig.15 Amount of cathode erosion, W , as a function of arc energy in contact breaking, J , for silver contact

化物の種類による相違が顕著である。これらはアークエネルギーの極く一部が移転消耗に寄与し、酸化物の種類によって電極に作用するこの寄与の割合が変化することを示唆するもので、従来開閉アークをとまなう接点の移転消耗現象は主に陰極に入射する陽イオンと陽極に入射する電子から検討されているが、陰イオンについても考慮する必要があるように思われる。

つぎに、開閉アークをとまなう正弦波の全波整流波回路開閉接点の移転方向が反転する電流の大きさは Ag 中に分散する酸化粒子の種類によって変化する。この電流より低い領域では電極の減量に対する増量の収率が高く、交流回路開閉接点の消耗量は少ない。一方、この電流より高い領域になると先の収率が低くなり、交流回路開閉接点の消耗量は著しく増加する傾向にある。これは、整流波回路開閉において移転方向の反転する電流を高くする酸化物を分散させることによって、交流回路開閉接点の消耗量を小さくさせ得る可能性を示唆していると思われる。したがって、整流波回路開閉において移転方向の反転する電流を高くする酸化粒子を Ag 中に分散させた接点の交流回路開閉試験における消耗、溶着、接触抵抗の主要特性について調べ、従来広く使われてきた Ag-CdO 系接点を凌駕する Ag 系接点の可能性を今後検討して行く予定である。

V. 結 論

Ag 中に各種酸化粒子を内部酸化によって分散させた接点を作製し、開閉アークをとまなう直流、交流、整流波回路で試験を行ない、移転消耗特性とこれによぼす酸化物の影響について調べた。

直流および交流回路開閉接点の移転消耗特性は整流波回路の開閉試験によって明らかにされる点が多い。整流波回路の開閉においては、試験電流によって移転方向の反転が現われ、これより低電流領域では陰極から陽極、高電流領

域では陽極から陰極の移転方向であり、これにおよぼす試験電圧の影響は小さい。この移転方向の反転する電流および移転消耗量は Ag 中に分散する酸化物の種類によって異なり、消耗側電極の性質に大きく依存する。なお、交流回路開閉接点の消耗量が急激に増加する電流は移転方向の反転する電流と関連性がある。

直流および整流波回路開閉の移転消耗量は移転方向が陰

極から陽極であって、反転の傾向が現われない範囲で、開離アークのエネルギーにはほぼ比例し、試験電圧が高くなるにしたがって増加する。また、Ag 中に分散する酸化物の種類によって、アークエネルギーに対する移転消耗量の割合は著しく変化する。

本研究に対して、御指導を賜った東京工業大学高橋恒夫教授に深く感謝の意を表します。