

## 환경오염도에 따른 전력용 전기접점의 아-크특성 및 진단에 관한 연구

이 종 호 · 황 영 한 · 박 홍 태 · 이 광 진\*

- 울산대학교 전기공학과 -

### A Study on the Arc Characteristics and Diagnosis of Electrical Contacts for Power due to Environmental Degree

Lee, Jong-Ho · Hwang, Young-Han · Park, Hong-Tae · Lee, Kwang-Jin

- Dept. of Electrical Engineering, University of Ulsan -

#### - Abstract -

This paper deals with the on-off arc characteristics of electromagnetic relay contacts contaminated by NaCl and H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. In this paper, I have studied the characteristics of on-off voltage waveform, the contact erosion, contact surface analysis by SEM and EDAX under changed R-L parameter of testing circuit. After considers these result, I have tried to promote the diagnosis method and developed the contacts.

As a results, (1) The arc duration and the numbers of arc occurrence characteristics are depended on contamination degree. The contamination degree is high when the arc characteristics is high. (2) Under clean condition, arc occurrence voltage, surge peak voltage, arc duration and the rate of contact erosion is lower than wet condition. (3) Surge peak voltage and arc duration is depended on L parameter. When L is High, the arc characteristics is high.

#### 1. 서 론

최근 산업체의 자동화 추세에 따라 전기 및 전자부품의 소형화, 경량화 및 고 신뢰도가 요구되어 왔으며, 이에 사용빈도가 높은 것은 전자 및 전기 릴레이의 접점이다.<sup>[1]</sup> 그러나 고도의 산업화 추세에 따라 환경오염에 따른 문제점이 각 산업분야에 나타나고 있다.

특히, 전기기기 제어용으로 산업체의 생산설비 및 전기 제어기기에는 고 신뢰도가 요구되나 가장 많이 사용되는 전력용 전자 릴레이 접점이 주위환경 오염에 의하여 접촉 불량, 접점소모, 접점교락 등의 사고가 발생하여 신뢰도를 떨어 뜨리는 경향이 점차 많아지고 있다.<sup>[2~7]</sup>

그러므로 현재 산업체에서 가장 많이 사용되고 있는 전기기기 제어용으로 사용되는 전자 릴레이 접점에 대하여 즉, 접점을 형성하고 있는 부하의 회로 자체, 주위환경 오손에 따른 접점의 전도특성, 저항특성, 개폐시의 아-크특성 및 접점표면의 오손현상 등의 실험에 의한 체계적인 연구가 행해져, 주위환경의 오손에 의한 우발적인 사고를 방지할 수 있는 접점의 예방 진단방법과 수명예측에 관한 이론적 배경의 확립이 필요 있어야 할 것이다.

본 연구에서는 이러한 주위환경으로 오손된 접점 릴레

이와 같은 분위기를 만들어 인위적으로 전자 릴레이 접점을 오손시켜 실험하에서 오손 정도에 따른 접점의 개폐 아-크특성 시험을 통하여 오손 정도에 따른 접점의 재반특성을 분석, 검토한 후, 개폐시의 아-크발생을 억제할 수 있는 방법을 규명하였다. 또한, 장시간 동안 접점의 개폐 시 서-지전압 및 전류특성을 오실로스코프를 통하여 분석 검토하고, 아울러 이러한 결과와 장시간 개폐후, 개폐횟수에 따른 접점의 부식현상 및 성분분석 결과와 비교, 검토, 분석함으로써 실험하에 사용중인 전력용 전자 릴레이 접점의 오손을 진단할 수 있는 기초적인 실험방법을 제시하였다.

#### 2. 접점의 오손방법 및 오손량 측정

##### 2-1. 염수에 의한 오손방법 및 오손량 측정

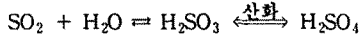
본 실험에서 사용된 전자 릴레이는 OMRON TATEISI Electron社(Japan산) 제품으로서 마그네트 코일 정격전압이 직류 24[V], 정격전류가 직류 25[mA]이고, 접점재료는 순동으로서 은산화 피막이 입혀져 있으며, 접점의 형식은 2a, 2b접점을 가진 전자 릴레이 접점이다.

본 연구에 사용된 염수(鹽水)로는 염분 함유량이 약 20%이다. 이 염수를 초음파 가습기(주위온도 : 15℃, 습도 : 75%)로 1시간 단위로 염수를 분사한 후, 100℃로 유지된 전기로내에서 충분히 건조시켰다. 여기서 1시간 단위로 분사한 후 건조시킨 접점을 1차, 2차, 3차, ..., n차 오손이라 칭하였다. 이때 오손차수에 따른 단위면적당 평균분무량을 측정한 후, 접점의 염분 오염도를 계산하였다.

본 실험에서 사용한 접점은 직경 3.3[mm]인 원형평판 접점을 사용하였다. 이때 오손차수에 따른 염분 함유량은 표 1과 같다.

##### 2-2. 아황산가스에 의한 오손방법 및 오손량 측정

그림 2는 접점의 오염원으로 아황산가스를 사용하였을 때, 아황산가스 오염용 실험장치의 개략도를 나타내고 있다. 본 실험장치에서 이산화황(SO<sub>2</sub>) 가스를 진공조내로 흘려 보내어 진공조내의 물(H<sub>2</sub>O)과 반응시켜 H<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>가스가 생성되어, 이 가스가 진공조내의 산소에 의해 산화되어 아황산가스(H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)가 생성되었다. 그 반응식은 다음과 같다.



이때 진공조내의 아황산가스의 농도는 25ppm, 상대습도는 75% 그리고 온도는 15℃로 일정하게 유지시켜 접점을 오염시켰다. 그리고 오손차수는 시간에 따라 정해지며, 최대 오손시간은 120시간으로 하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3-1. 염분으로 오손된 접점의 개폐 아-크특성

그림 3과 4는 청정 릴레이 접점 및 염분으로 오염된 접점을 시험회로에서 1만회 동작시킨 후 아-크발생으로 인한 접점표면의 마모형상과 성분분석을 나타내고 있다. 이때 그림 3과 4의 마모형상 및 성분분석에서 보면 청정접점(그림 3a, 그림 4a)은 표면피막으로 된 은(Ag)이 비산되어 벗겨지고 접점내부의 구리(Cu)가 나타나 접점표면이 서서히 마모됨을 알 수 있다. 이와달리 오손된 접점의 성분분석(그림 4b)에 의하면, 구리성분 뿐만 아니라 Ca, Cl 및 P성분도 나타나 접점표면의 마모원인이 이들 성분의 오염으로 인한 것으로 생각 할 수 있다.

그림 5는 실험회로에서 R=650[Ω]로 일정하게 하였을 때, 인덕턴스 값의 변화에 따른 아-크발생 전압특성을 나타내고 있다. 이 그림에서 아-크발생 전압특성은 인덕턴스의 값이 커질수록 오염조건에 상관없이 감소하고 있으며, 청정접점의 경우가 오염 후 습한 상태의 접점보다 아-크 발생전압이 높게 나타났다. 또한 오염도가 높을수록 초기 아-크 발생전압이 더욱 낮게 나타남을 알 수 있다.

#### 3-2. 아황산가스로 오손된 접점의 개폐 아-크특성

그림 6과 7은 청정 릴레이 접점 및 아황산가스로 오염된 접점을 시험회로에서 1만회 동작시킨 후 아-크발생으로 인한 접점표면의 마모형상과 성분분석을 나타내고 있다. 이때 그림 7의 성분분석에서 아황산가스로 오손된 접점의 성분분석은 구리성분 뿐만 아니라 구리산화물, 구리유황 그리고 은유황 등과 같은 성분이 나타나 접점표면의 마모원인이 이들 성분의 오염으로 인한 것으로 생각할 수 있다.

그림 8은 실험회로에서 R=650[Ω]로 일정하게 하였을 때, 인덕턴스 값의 변화에 따른 아-크발생 전압특성을 나타내고 있다. 이 그림에서 아-크발생 전압특성은 그림 5의 경우와 같이 인덕턴스의 값이 커질수록 오염조건에 상관없이 감소하고 있으며, 청정접점의 경우가 아황산가스로 오손된 접점의 경우보다 아-크 발생전압이 높게 나타났다.

### 4. 결 론

전자릴레이 접점의 개폐 아-크에 미치는 염분과 아황산가스의 영향에 대한 실험결과 및 고찰에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 염분과 아황산가스에 접점표면의 오손에 따라 접점 개폐시의 아-크발생에 미치 영향은 일반적으로 개로시의 아-크 발생횟수를 증가시키고, 개로시의 아-크 지속시간을 증가시키며, 염분과 아황산가스를 흡수한 상태에서 아-크발생에 의해 각각 현저한 산화물 피막과

황화피막을 형성시킨다.

2. 접점의 아-크 개시전압은 청정접점의 경우가 염분으로 오염된 후, 습한 접점 그리고 아황산가스로 오염된 접점의 경우 보다 높게 나타나고, 아-크발생시 서-지전압의 최대치 및 아-크 지속시간은 이와 역수이다. 또한 아-크발생 후 접점표면의 마모율은 오염 후 습한 접점의 경우가 청정접점의 경우 보다 크게 마모되어 나타났다.
3. 개로시 접점 양단에서 발생하는 서-지전압의 최대치와 아-크지속시간은 접점의 부하회로의 조건에 따라 크게 변화하며, 특히 인덕턴스 L의 증가는 서-지전압의 최대치 및 아-크 지속시간을 현저하게 증가시킨다.
4. 청정접점, 염분으로 오손된 접점 그리고 아황산가스로 오염된 접점의 아-크발생전압특성은 청정접점, NaCl 오염접점, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 오손접점의 순으로 낮게 나타났다.

\* 본 연구는 1993년도 한국전력공사의 연구비 지원에 의해 수행되었음

### - 참고문헌 -

- [1] 江口昇, “制御機器における電氣接點の現状と最近の進歩” OHM, Vol.65, No.12, pp.36-39, 1978
- [2] 西村文生, “コ-サ-サイト からみた 電氣接點” OHM, Vol.65, No.12, pp.41-44, 1978
- [3] K.Samberger, “區州におけるの 低壓開閉器の 開發動向” OHM, Vol.64, No.1, pp.17-22, 1977
- [4] 竹谷是幸, “將來における電氣接點動向-無接點化はとこまで” OHM, Vol.65, No.12, pp.47-50, 1978
- [5] 土金, “電氣接點技術” Chapter 1, 合電子出版社, 1982
- [6] R.Holm, “Electric contacts” Almquist & Wiksells, Boktryc Keriaktiebolog, Uppsala, 1964
- [7] Paul P.Koren etc, “The Molten Metal Bridge Stage of Opening Electric Contacts” IEEE Trans. on Part, Hybrids and Packaging Vol. PHP-11, No.1, pp.4-10, 1975

오염 차수	1차	2차	3차	4차	5차
염분 함유량	0.7433	0.9666	1.3042	1.7451	2.0244

표 1. 오손차수에 따른 염분 함유량(단위:µg/cm<sup>2</sup>)  
Table 1. Salt contents with contaminated degree

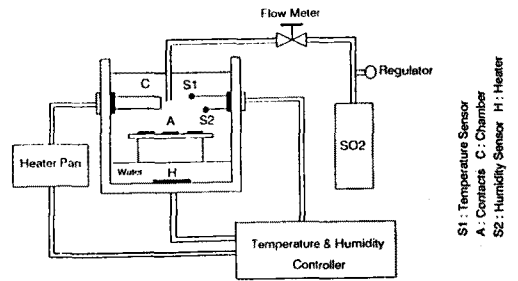
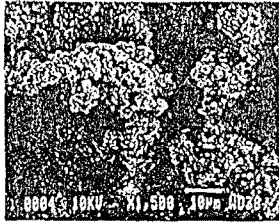


그림 2. 아황산가스 오염용 실험의 개략도  
Fig. 2. Experimental schematic diagram using the contamination of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

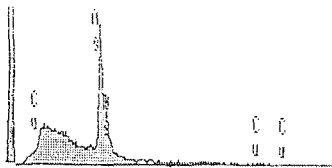


(a) 청정접점 (동작횟수 : 1만회)

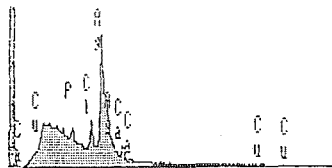


(b) 탄소로 오염된 접점 (동작횟수 : 1만회)

그림 3. 접점표면의 마모형상  
Fig. 3. Abrasion shape of contact surface.



(a) 청정접점 (동작횟수 : 1만회)



(b) 탄소로 오염된 접점 (동작횟수 : 1만회)

그림 4. 접점표면의 성분분석

Fig. 4. Composition analysis of contact surface.

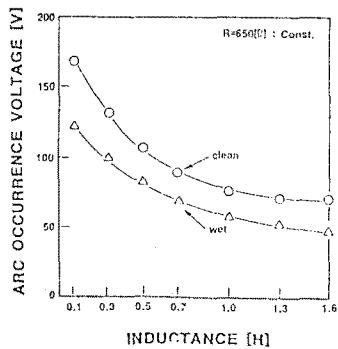
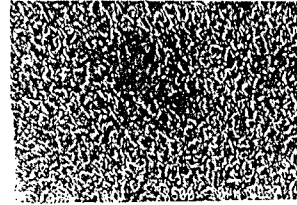


그림 5. 인덕턴스 변화에 따른 아크 발생전압특성

Fig. 5. Inductance-Arc occurrence voltage characteristics.



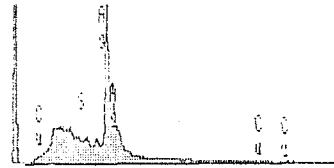
(a) 청정접점 (동작횟수 : 1만회)



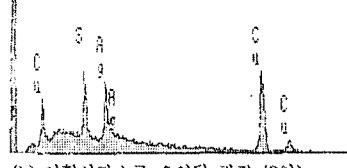
(b) 이황산가스로 오염된 접점 (동작횟수 : 1만회)

그림 6. 접점표면의 마모형상

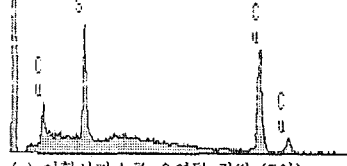
Fig. 6. Abrasion shape of contact surface.



(a) 이황산가스로 오염된 접점 (1일)



(b) 이황산가스로 오염된 접점 (3일)



(c) 이황산가스로 오염된 접점 (5일)

그림 7. 접점표면의 성분분석

Fig. 7. Composition analysis of contact surface.

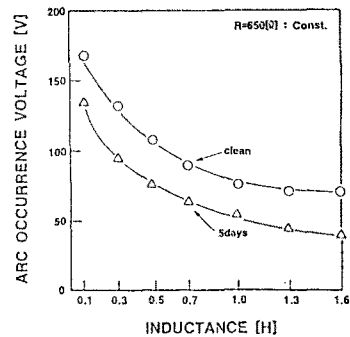


그림 8. 인덕턴스 변화에 따른 아크발생 전압특성

Fig. 8. Inductance-Arc occurrence voltage characteristics.