

海水로 汚損된 接点의 開閉아—크의 發生과 消滅

Arcing and Quenching of the Contacts Contaminated with Sea Water

| |
|--------|
| 論 文 |
| 34~4~1 |

曹 廣 鉉* · 朴 相 吉** · 朴 正 后***
 (Kwang-Hyun Cho · Sang-Kil Park · Chung-Hoo Park)

Abstract

The failure and erosion of relay contacts mainly depend on the presence of particles deposited on the contact surface in various contaminated atmospheres. In this paper, the effects of sea water and circuit parameters on the arcing and quenching of magnet relay contacts are studied.

The sea water pollutants on relay contact surface have led to increase the arcing numbers on making contact, and the mean arc durations on breaking contacts. Moreover, the maximum surge voltage and mean arc duration between relay contacts are also varied significantly by the circuit parameters. The effects of the spark quenching circuits using condenser or diode on the arcing of contacts are also discussed.

1. 서 론

최근 船舶의 高度自動化的 추세에 따라 電氣·電子部品の 小型化·輕量化 및 高信賴도가 요구되어 왔으며, 接點의 無接點化가 추진되어 왔다. 그러나 지금까지 信號處理 등의 시스템(system)에서는 有接點릴레이의 無接點化가 착실히 추진되어 왔으나, 強電流開閉用 電磁릴레이의 無接點化(電子化)는 의문시되고 있다. 그 이유로는 電磁릴레이 接點에서의 電壓降下는 약 0.1볼트인데 비하여, 半導體素子에서는 1~1.5볼트^{1,2)}에 달하고 있어, 이 電壓降下에 의한 電力損失은 물론 그로 인한 發熱을 發散시키기 위하여 無接點릴레이에서는 큰 冷却面積을 필요로 하게 되므로, 電磁릴레이보다 대형화 및 고가로 되기 때문이다. 더욱이 半導體素子の 큰 電壓降下는 半導體本來의 性質에 의한 것으로 이 값을 대폭 줄일 수 있는 방안은 현 시점에서 제기되지 않고 있다. 표 1은 無接點릴레이 및 電磁릴레이를 信號處理 및 強電流開閉用으

로 사용했을 경우 體積·電力損失 및 가격면에 대한 비교를 나타내고 있다. 電磁릴레이로써 信號處理用 10진법코드(decimal code)를 構成할 경우에는 體積·電力損失 및 가격면에서 10배 이상이 되지만, 強電流負荷回路開閉의 경우는 電磁릴레이가 電子式보다 크게 유리함을 알 수 있다. 또 電磁릴레이에서는 接點의 開放後 확실한 絕緣間隔을 형성할 수 있는 기능을 가지고 있으므로, 금후 안전면에서도 強電流開閉用 電磁릴레이의 無接點化(電子化)는 이러한 점의 개선이 요구된다. 그러나 이러한 長點을 가지고 있는 電磁릴레이의 사용상의 문제점, 예를 들면 接觸不良, 接點消耗 및 接點橋絡 등의 많은 문제점들을 가지고 있으므로, 이들 문제점들의 정확한 파악 및 해결이 중요한 研究課題로 제기되고 있다. 특히 선박에서 이용되는 電磁릴레이는 해수 및 고온·다습의 악조건하에서 장년간 그 기능을 발휘하지 않으면 안된다. 그러나 接點汚損과 관련된 연구는 아직 초기단계로써, 특정한 장소에서 대기오염이나, 이산화유황가스 오염의 영향에 관한 연구³⁻⁹⁾가 다소 있을 뿐으로 해수로 汚損된 接點에 관한 연구는 부진한 상태이다.

본 연구에서는 船舶制御機器用 電磁릴레이 接觸不良원인중의 하나인 해수의 汚損이 接點의 개

*正 會 員 : 釜山水產大學 機關學科 碩士課程
 **正 會 員 : 釜山水產大學 機關學科 助教
 ***正 會 員 : 釜山水產大學 機關學科 副教授·工博
 接受日字 : 1984年 9月 21日

폐아-크에 미치는 영향을 규명하기 위한 기초연구로서 해수로 오손된 接點의 직류회로에서 개폐아-크특성을 실험적으로 고찰하였다.

표 3. 電子릴레이와 電磁릴레이의 비교
(a) 신호처리 소자로 사용할 경우
(b) 회로 차단기로 사용할 경우

Table 1. Comparison between electronic relay and magnetic relay.

- (a) used in signal processing
- (b) used in circuit breaker
- (a) Singnal processing
- (BCB decimal code)

| reley | Electronic relay | Magnetic |
|----------|------------------|----------|
| volume | 1/16 | 1 |
| loss (W) | 1/25 | 1 |
| price | 1/10 | 1 |

(b) Circuit breaker
(4kW, 380V motor relay)

| | Electronic relay | Magnetic relay |
|----------|------------------|----------------|
| volume | 10 | 1 |
| loss (W) | 8 | 1 |
| price | 65 | 1 |

2. 實驗方法

본 실험에 사용한 전자릴레이는 Matsushita社의 제품으로 그 諸元은 다음과 같다. 定格電壓: DC 25 V, 定格電流: 37 mA, 코일抵抗: 650 Ω, 接點材料: 銀酸化Cd接點, 壽命: 定格負荷에서 2 × 10⁵회이상, 接點型式: 2 a, 2 b接點

이 릴레이를 사용하여 乾燥한 대기중에서 接點에 해수의 汚損이 없을 경우와 接點表面에 해수의 汚損이 있을 경우 및 이들 접점이 30℃에서의 平衡濕度(stabilized relative humidity)중에 1시간 동안 두었을 경우에 대한 接點의 開閉아-크특성을

고찰하였다. 본 실험에서의 해수는 標準海水(국제 위원회에서는 標準海水로서 북대서양의 중앙부의 해수로 정하고 있으며 염소량을 정밀측정 후 세계 시장에 시판하고 있음, 본 실험에서의 해수도 시판의 표준해수로써 염소량은 19.38%임)를 사용하였으며, 고주파 가슴기로 분무화하여 단위면적당 평균분무율을 측정 후, 점점의 NaCl오염도를 계산하였다. 이 경우 점점은 직경 3.1 mm, 곡률반경 7.5 mm로써, 원형단면으로 계산되었다.

그림 1은 본 실험장치의 구성을 나타내고 있다. 接點回路的 負荷는 직경 0.16 mm의 絕緣銅線을 히타트트랜스鐵心에 수천회까지 감아서 사용하였고, 負荷變動에 따른 아-크특성을 구할 수 있도록 매 200 회마다 引出한 탭(tap)을 사용하여 저항R 및 인덕탄스L을 변화시켰다. 본 실험에서 사용한 L의 범위는 150 mH ~ 3 H이며, 3 H에서의 정전용량은 약 27 pF였다. 또 저항R은 여러값으로 변화시킬 수 있도록 외부저항을 연결하여 사용하였다. 그림 1에서의 r는 接點回路 電流測定用的 無誘導抵抗으로 약 12 mΩ이며 K는 試驗接點이며, C는 接點양단에 접속되는 파형측정용 케이블의 분포용량, 전극자체의 용량 및 아-크 消去回路用으로 사용된 靜電容量등을 포함한다. 實驗中에는 그림 1에서 主回路部分인 R-L-K-γ-R을 모두 쉴드케이스(shield case)내에 두었다. 또 주어진 各實驗條件에서 R 및 C의 값이 變化할 경우의 接點間的 電壓 및 전류파형을 오실로스코프(Tektronix, 100 MHz)로 관찰하였으며, 이들 파형에서 接點

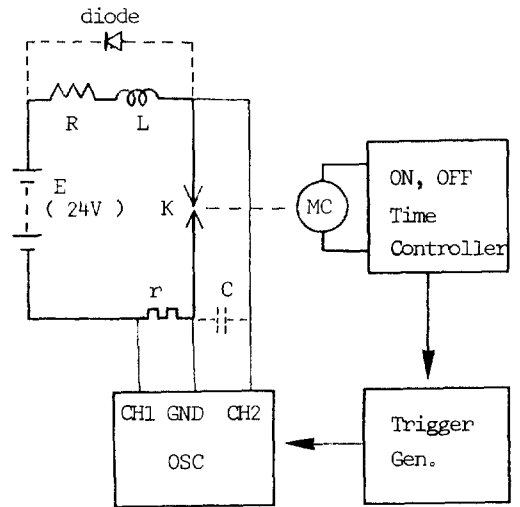


그림 1. 실험장치의 개략도
Fig. 1. Schematic diagram of experimental set-up.

間에 나타나는 써지(surge)電壓의 최대치와 아크 持續時間을 산정하였다.

3. 實驗結果 및 考察

3.1 해수로 汚損된 接點의 개폐 아크特性

그림 2는 그림 1에서 R 및 L의 값이 각각 650 Ω 및 500 mH이고, 접점과 병렬로 연결된 파형 측정용 케이블의 분포용량(본 실험의 경우 13 pF)과 인덕탄스에서의 병렬분포용량(본 실험의 경우 3 H에서 약 27 pF)을 가진 경우의 개폐아크의 전압, 전류의 파형을 나타내고 있다. 그림 2에서 첨자a는 接點의 폐로의 경우를, b는 開路의 경우를 각각 표시하는데, 각 경우의 조건을 설명하면 다음과 같다.

1 a(혹은 1 b) : 乾燥大氣中에서 接點面에 汚損이 없을 경우

2 a(혹은 2 b) : 標準海水를 接點面에 분사하여 充分히 乾燥한 후 乾燥大氣中에 두었을 경우 (NaCl량 : 0.02 μg/mm²)

3 a(혹은 3 b) : 2 a경우의 接點을 30℃에서의 平衡濕度中에 1시간 동안 두었을 경우(NaCl량 : 0.02 μg/mm²)

4 a(혹은 4 b) : 2 a경우 NaCl량을 0.2 μg/mm²로 늘인 후 30℃에서의 平衡濕度중에 1시간동안 두었을 경우

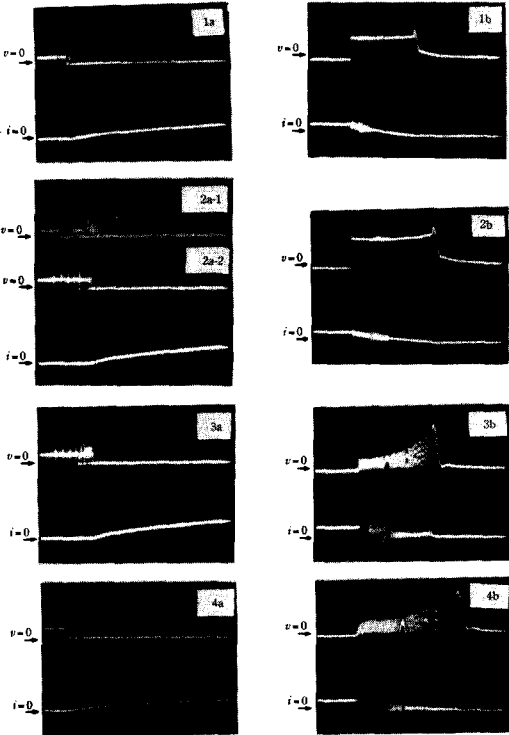
그림 2의 결과를 閉路 및 開路時의 경우로 나누어 고찰하면 다음과 같다.

3.1.1 閉路時의 아크

그림 2의 1a~4a에서 알 수 있는 바와 같이 閉路時의 아크는 간헐적으로 발생하며, 그 발생회수는 1a, 2a, 3a순으로 증가하지만, NaCl량이 가장 많으며, 30℃에서의 平衡濕度중에 두었을 경우인 4a接點에서는 閉路時 아크가 전혀 발생하지 않고 있다.

閉路時의 간헐 아크 발생은 주로 接點支持臺의 스프링定數에 의한 機械的인 閉閉振動에 의해 생긴다고 알려져 있으나¹⁰⁾, 해수로 汚損된 接點이 건조한 상태에 있을 경우는 初期閉路상태에서 絶緣性 NaCl粒子로 인하여 接點이 완전히 閉路되지 못하고 많은 아크를 발생하며, 이들 아크로 인한 金屬橋絡(molten metal bridge)¹¹⁾으로 閉路상태에 귀착한다(그림 2의 2a-1). 이 이후의 점점거동은 NaCl粒子의 탈락현상과 아크에 의한 接點表面의 손상등으로 간헐 아크의 數가 증가한다(그림 2의 2a-2).

한편 그림 2의 3a에서 볼 수 있는 바와 같이 NaCl粒子로 汚損된 接點을 30℃의 平衡濕度中에 두었을 경우는 NaCl의 흡습으로 인하여 接點表面에 얇은 도전성피막을 형성하지만, 接點閉路時 기계적 진동현상과 증열등에 의해 액체피막이 비산되면서 아크의 발생을 쉽게 하므로 많은 간헐 아크를 형성한 후 閉路됨을 알 수 있다. 그러나 그림 2의 4a에서 알 수 있는 바와같이 接點表面이 다량의 NaCl로 汚損된 후 30℃의 平衡濕度中에 두었을 경우는 NaCl의 吸濕으로 導電性 液體皮膜 두께가 증가하므로 接點閉路時 액체의 비산이 어렵게 되어 接點의 開路時 導電性液體로써 接點 양단이 완전히 橋絡되므로 閉路時 아크가



a: ON, 0.5ms/div, 30V/div, b: OFF, 50 μs/div, 250V/div, i₀ = 37mA
 1a (1b): dry clean condition
 2a (2b): dry, contaminated by NaCl (0.02 μg/mm²)
 3a (3b): wet, contaminated by NaCl (0.02 μg/mm²)
 4a (4b): wet, contaminated by NaCl (0.2 μg/mm²)

그림 2. 접점개폐시의 아크 특성
Fig. 2. Arc characteristics of contacts.

발생하지 않는다고 생각된다.

그리고 閉路時의 回路電流는 接點회로의 R-L 素子에 의한 時定數에 의해 증가하여 정상전류가 되고 있으며, 閉路時의 간헐 아-크에 의한 전류의 변화는 찾아볼 수 없었다. 이것은 閉路時 接點사이 에 나타나는 아-크電壓은 약 50 볼트이하로 낮고 지속시간이 짧기 때문으로 생각된다.

3.1.2 閉路時의 아-크

誘導性負荷회로의 開閉時 개폐아-크에 의한 接點의 소모는 주로 接點 閉路時의 아-크에 의해 좌우되며¹²⁾, 이 아-크발생으로 인하여 接點 酸化物, 硫化物 및 構成部品の 有機材料 등에서 발생하는 가스가 接點표면에 침전되어 絶緣性 有機物皮膜이 생성되고, 接觸不良의 원인이 되게 한다.

특히 NaCl과 같은 무기물은 건조상태에서는 接點上에 絶緣性微粒子나 부유미립자로 존재하게 되고, 濕氣中에서는 接點표면에 導電性皮膜을 형성 시킴으로써 接點의 소모를 증가시키는 원인이 될 수 있다.

일반적으로 개로시의 발생 아-크에 의한 접점소모량 W 는 다음 (1)식^{13,14)}으로 나타낼 수 있다.

$$W = \alpha I^\beta t \quad (1)$$

여기서 α 및 β 는 接點材料 및 接點形狀에 의해 정해지는 常數이며, I 는 아-크전류, t 는 아-크의 지속시간이다. 式(1)에서 회로정수가 일정할 경우, 아-크 지속시간은 接點消耗量 혹은 接點壽命과 관계있는 중요한 인자임을 알 수 있다. 그림 2에서 閉路時 발생아-크의 특징을 요약하면 다음과 같다.

(1) 건조상태에서 청정接點의 閉路時, 아-크의 초기발생전압은 약 300 볼트이며 아-크 지속시간은 약 150 μ s에서 300 μ s 사이에 존재한다.

(2) 접점표면이 해수로 오손되어 건조상태에 있을 경우는, 아-크 지속시간이 오손이 없을 경우보다 길어지고, 많은 斷續아-크(showering arc)를 동반한다.

(3) 해수로 오손된 접점을 건조 후, 30°C에서의 평형습도중에 1 시간동안 두었을 경우는 건조상태의 접점의 경우에 비하여 아-크 지속시간이 길어지고, 아-크 개시전압도 낮아지며 대량의 斷續아-크를 동반한다.

(4) 斷續아-크의 발생회수와 비례적으로 아-크전류의 변화를 동반한다.

본 실험에서 사용한 릴레이의 閉路時間은 20 ms이며, 完全閉路時의 接點간격은 1 mm이므로, 接點의 開離速度는 50 (mm/sec)로 된다. 그림 2에서 閉路時의 아-크발생시간이 약 150~300 μ s 이므로, 閉路時의 아-크가 발생하는 接點간격은 接點開離 순간부터 7.5~15 $\times 10^{-3}$ mm의 영역임을 알 수 있다. 대기압중에서는 압력 P 와 電極간격 d 의 積이 7.6~15.2 $\times 10^{-3}$ (bar mm)의 범위가 되므로 이 범위 내에서의 공기의 Paschen最低電壓 (아-크 開始電壓)이 약 300 볼트¹⁵⁾임을 알 수 있다.

한편 건조상태에서 接點표면의 NaCl은 開閉動作에 의해 接點간에 微粒子로 존재하게 되어 아-크 지속시간이 淸淨接點에 비하여 증가한다고 생각되지만, NaCl로 오손된 접점을 30°C에서의 平衡濕度中에 두었을 경우는 다음과 같이 생각된다. 그림 3은 接點閉路時의 아-크발생과정을 나타내고 있으며 (a)의 閉路位置에서부터 開離할 경우는 (b) 그림과 같이 靜電의引力 및 導電性液體의 表面장력에 의해 接點간의 橋絡이 형성된다. 더욱 接點간격이 커지면 (c)그림과 같이, 橋絡된 액체는 津열에 의한 증발, 熱電離 및 비산하게 되고, 淸淨接點인 경우에 비하여 낮은 電壓에서 쉽게 아-크가 발생하고, 아-크 지속시간도 증가한다고 생각

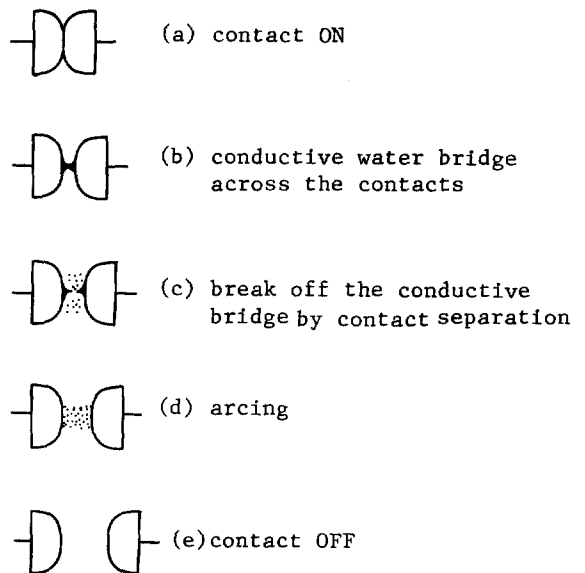


그림 3. 해수로 오손된 접점의 습기하에서의 개로과정
 Fig. 3. Model for contact opening under the condition of wet and sea water contamination.

된다. 본 실험에서 30°C의 평형습도중에서라도 접점의 개폐회수를 증가하면 아-크 및 줄열등에 의해 전극표면의 액체피막은 일부 비산하면서 건조상태로 된다. 건조상태하에서 더욱 개폐를 계속하면 NaCl의 일부는 부유입자로 되고, 접점표면은 비산된 액체와 NaCl입자 등으로 인하여 아-크가 더욱 발생하게 됨으로 쉽게 탄화피막이 형성되고 접점의 부식 혹은 소모를 초래하게 된다.

여기서 接點開路時 斷續아-크의 발생은 청정 접점의 건조대기 중에서는 다음과 같이 생각할 수 있다. 接點消耗와 밀접한 관계가 있는 斷續아-크 (showering arc)의 발생은 Curtis¹⁶⁾에 의해 발견된 후 이의 원인을 규명하기 위해 많은 연구가 되어왔다^{17~20)}. 斷續아-크의 발생기구로서는 전계방출에 의한 接點間隔의 絕緣破壞 및 Paschen곡선에 의해 지배되는 空氣絕緣破壞¹⁷⁾를 들 수 있다.

먼저 전계방출에 의한 절연파괴는 접점간격 d 가 Paschen의 최저점에 해당하는 간격 dm 보다 적을 경우에 발생하며, 이때 접점양단에 나타나는 전압을 V 라하면 전계 E 는 $E = \frac{V}{d}$ 로 주어진다. 특히

Pearson²¹⁾은 dm 이하에서 금속접점의 교락의 발생원인은 접점간의 靜電引력과 電界放出에 의한 電子衝突에 의해 접점이 가열되기 때문인 것으로 해석하고 있다. 한편 空氣絕緣破壞型은 $d > dm$ 의 경우에 발생하며, 이 경우는 전자아발란세 (electron avalanche)에 의한 절연파괴가 생길 수 있는 충분한 접점간격을 갖게되므로 Paschen곡선에 의해 지배되는 영역이 된다.

Paschen법칙은 일반적으로 다음과 같이 나타낼 수 있다²²⁾.

$$V_p = \frac{B(Pd)}{G + \ln(Pd)} \quad (2)$$

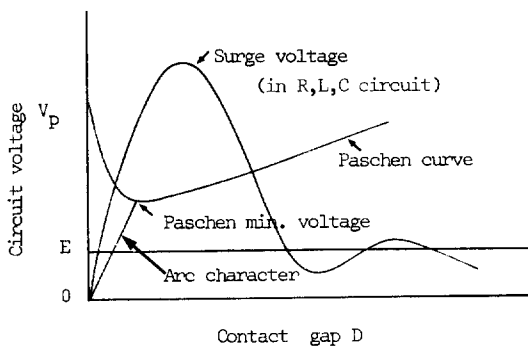
여기서

$$G = \ln \frac{A}{\ln(1 + \frac{1}{f})} \quad (3)$$

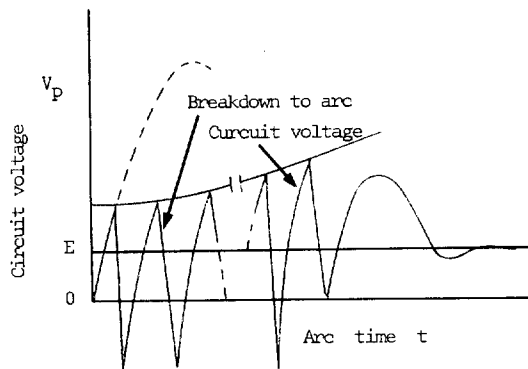
V_p 는 아-크개시전압이며, p 는 壓力, d 는 전극간 거리이며, A 는 정수, f 는 기체의 절연파괴시 1개의 정이온이 음극과 충돌했을 경우의 전자의 방출확률이다.

그림 4(a)는 대기압하에서 접점양단에 발생하는 서-지전압과 Paschen곡선과의 상관관계를 나타내고 있다. 한편 그림 4(b)는 실제 접점간격에서

절연파괴특성을 시간축으로 생각한 것이다¹²⁾. 이 그림에서 전계방출에 의한 金屬橋絡現象은 初期接點間隔의 수 옹스트롬(angstrom)에 해당하며 접점아-크에는 거의 영향을 미치지 않으므로 空氣絕緣破壞部分만을 생각한 것이다. 이 경우 접점양단의 靜電容量에서 충전전압이 Paschen곡선에서 주어지는 아-크개시전압치에 도달했을 경우 아-크가 발생하며, 방전후 다시 콘덴사가 충전되어 재아-크가 발생하며, 이러한 동작의 연속으로 단속아-크가 형성됨을 알 수 있다.



(a)



(b)

그림 4. 서-지 전압곡선과 Paschen 곡선의 비교¹²⁾

- (a) 전극간격을 변수로 할 경우
- (b) 아-크 시간을 변수로 할 경우

Fig. 4. Comparison surge voltage curve with Paschen curve.

- (a) Plotted against contact gap
- (b) Plotted against arc time

3·2 開路時의 아-크 특성에 미치는 負荷回路의 영향

3·1 절에서는 接點負荷回路의 소자가 고정되어 있을 경우의 接點의 개폐아-크에 대해 고찰하였으나 여기서는 負荷回路의 R, L 및 C의 값이 변화

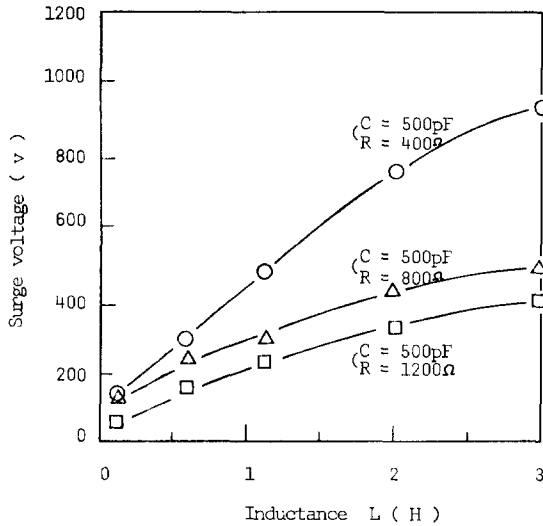


그림 5. R 및 L 가 변수인 경우의 접점의 써-지 전압 특성
Fig. 5. Surge voltage characteristics of contacts when R and L are parameters.

할 경우, 接點消耗 주원인인 接點開路時의 아-크 특성을 중심으로 고찰하였다. 접점汚損은 3·1 절의 2a(혹은 2b) 조건으로 고정하여 아-크의 특성을 구한 후, 다른 조건하에서의 아-크파형도 관찰하였다.

그림 5와 6은 접점회로 부하인 R 및 L의 값이 변화했을 경우 接點兩端에 나타나는 서-지

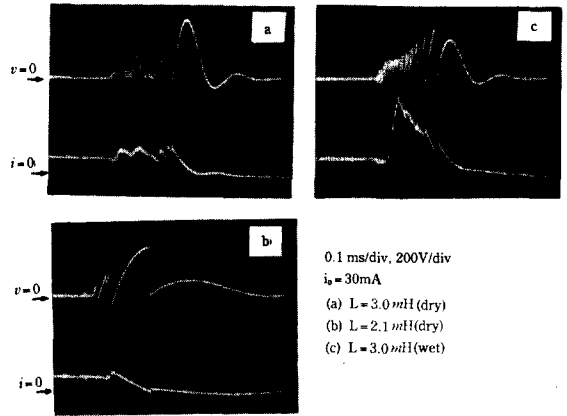


그림 7. L 가 변수인 경우 접점에서의 전압·전류 파형의 예 (R = 800 Ω, C = 500 pF)

Fig. 7. Examples of voltage and current wave form of contact when L is parameter. (R = 800 Ω, C = 500 pF)

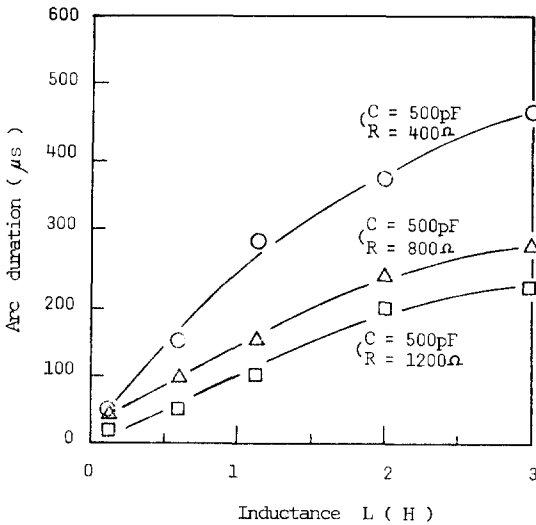


그림 6. P 및 L 가 변수인 경우의 접점의 아-크장의 특성

Fig. 6. Arc duration characteristics when R and L are parameter.

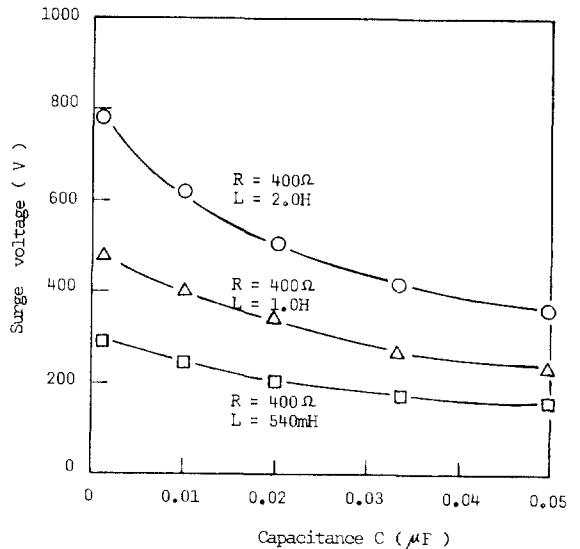


그림 8. C 가 변수인 경우 접점의 써-지 전압 특성
Fig. 8. Surge voltage characteristics of contacts when C is parameter.

전압의 최대치 및 아크 지속시간의 변화를 나타내고 있다. 이들 그림에서 인дук탄스 L가 증가할수록 서지 전압의 최대치 및 아크 지속시간이 증가하지만, 抵抗 R가 증가하면 서지 전압의 최대치 및 아크 지속시간이 감소함을 알 수 있다. 특히 서지전압의 최대치와 아크 지속시간 사이에는 서로 비례하는 관계에 있음을 알 수 있다. 그림 7 (a) 및 (b)는 R=400Ω인 경우, L변화에 대한 접점양단 전압 및 아크전류파형의 변화의 일례를 나타내고 있다. 그림 7(c)는 그림 7(a) 조건의 접점을 30°C에서 평형습도 중에 1시간 동안 두었을 경우, 아크의 파형을 나타내고 있으며 아크전류가 크게 증가함을 알 수 있다.

그림 8 과 9 는 R=400Ω인 경우, C를 변화시켰을 때 접점양단에서 발생하는 서지전압 최대치 및 아크 지속시간의 변화를 나타내고 있다. 이 두 그림에서 알 수 있듯이 C가 증가할수록 서지전압 최대치 및 아크 지속시간은 감소한다. 특히 C가 증가하여 그림 9에서 點線으로 표시한 부분에 상당하는 C값 이상이 되면 주어진 회로조건하에서 접점개로의 아크는 소멸한다. 그림 10 (a)(b)는 R=400Ω, L=540mH인 경우, C값의 변화에 대한 접점양단 전압 및 아크전류파형의 변화의 일례를 나타내고 있다. 그림 10(c)는 그림 10(a) 조건의 접점을 30°C에서의 평형습도

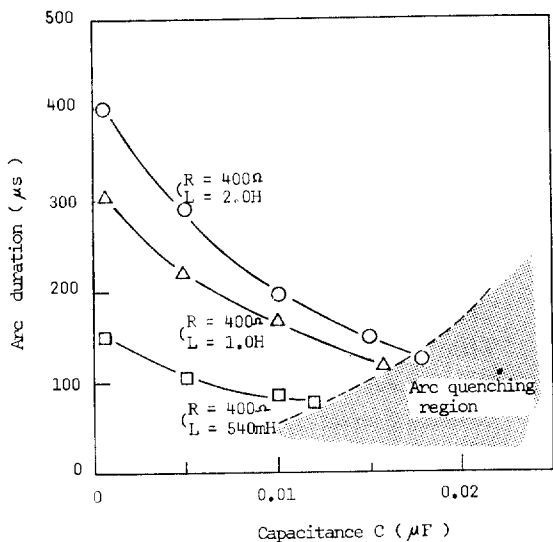


그림 9. C가 변수인 경우의 접점의 아크장의 특성
Fig. 9. Arc duration characteristics when C is parameter.

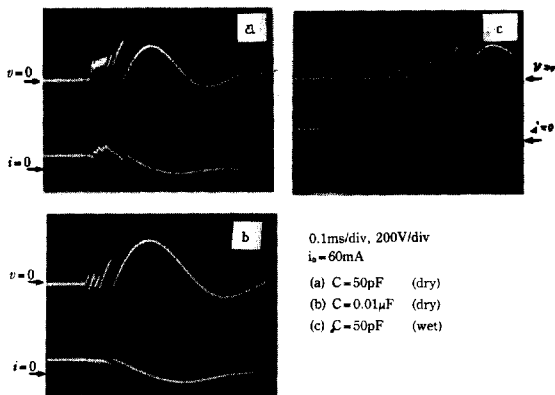


그림 10. C가 변수인 경우 접점에서의 전압·전류 파형의 예 (R=400Ω, L=540mH)
Fig. 10. Examples of voltage and current wave form of contact when C is parameter. (R=400Ω, L=500mH)

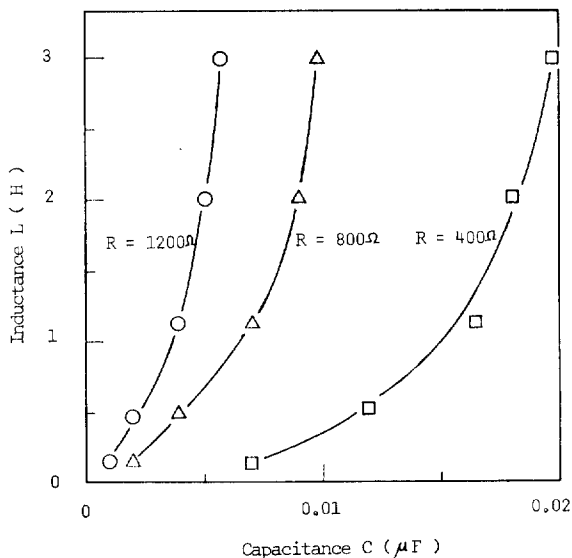
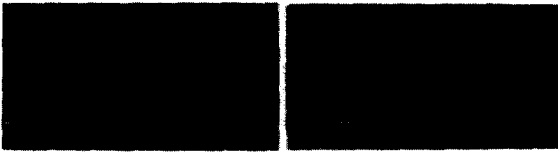


그림 11. 접점의 아크 소멸곡선
Fig. 11. Arc quenching curve of contacts.

중에 1시간동안 두었을 경우 아크의 電壓電流波形을 나타내고 있으며, 아크 지속시간이 증가하며, 아크전류의 변화가 크게 됨을 알 수 있다.

接點負荷인 R 및 L의 변화와 관련하여 개로시의 아크가 소멸하는 콘덴서용량 값을 구하면 그림 11와 같은 아크 소멸곡선을 얻을 수 있다. 즉 R가 증가할수록, 또 L이 감소할수록 적은 용량값에서 개로시의 아크가 소멸함을 알 수 있으며 그림 11에서 주어진 회로조건에 상당하는 곡선



0.1ms/div, 9V/div

(a) $R=400\Omega, L=3.0H, C=0.1pF$

(b) $R=400\Omega, L=3.0H, C=0.01\mu F$

그림 12. 다이오드 아-크 소거회로를 적용한 경우의 접점의 아-크 전압파형

Fig. 12. Arc voltage wave forms of contacts when diode arc quenching circuit is used.

을 경계로 하여 오른쪽 영역이 아-크가 소멸하는 영역이 된다.

그림 12는 그림 1에서 점선으로 표시한 바와 같이 아-크경감을 목적으로 R-L직렬회로와 병렬로 다이오드(diode)를 연결했을 경우에 접점개로서 접점양단에서 나타나는 전압파형을 나타내고 있다. 이 경우의 아-크는 부하회로의 조건에 거의 관계없이 소멸되었으며, 콘덴서를 이용한 아-크 소거회로보다 훨씬 양호한 특성을 나타내었다. 그러나 접점용량이 증가함에 따라 다이오드 용량의 증가로 인한 시설비의 증가가 결점으로 볼 수 있다.

4. 결 론

접점의 개폐 아-크에 미치는 해수 및 부하회로의 영향에 대한 실험적 고찰에서 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 해수에 의한 접점표면의 오손이 접점 개폐시의 아-크발생에 미치는 영향은 일반적으로 개로시의 단속아-크의 발생회수를 증가시키고, 개로시의 아-크 지속시간을 증가시키며, 30°C에서의 평형습도 중에서는 아-크발생에 의해 접점표면에 현저한 산화물피막을 형성시키고, 아-크개시전압을 저하시킨다.

(2) 開路時 접點兩端에서 발생하는 써-지전압의 최대치와 아-크 지속시간은 접점의 부하회로 조건에 따라 크게 변화하며 특히 인дук탄스 L의 증가는 써-지전압의 최대치 및 아-크 지속시간을 현저히 증가시킨다.

(3) 다이오드를 이용한 단속아-크 소거회로는 콘덴서를 이용한 消去回路보다 양호한 아-크消去性

能을 가진다.

이상으로 船舶用 릴레이접점은 해수의 영향을 받지 않는 완전밀폐형을 사용하든지, 다이오드를 이용한 아-크 소거회로의 설치가 바람직하며, 접점의 부하회로의 설계에도 신중한 고려를 해야 한다고 생각된다.

參 考 文 獻

- 1) K. Samberger, "유럽에서의 低壓開閉器의 개발동향" OHM, Vol. 64, No. 1, 17-22, 1977.
- 2) 竹谷是幸, "장래의 電氣接点의 動向" OHM, Vol. 65, No. 12, 47-50, 1978.
- 3) R. Hancox, "Importance of Insulating Inclusions in Arc Initiation" British J. Appl. Phys., Vol. 11, 468-471, 1960.
- 4) G.J. Russ, "Electrical Characteristics of Contacts Contaminated with Silver Sulfide Film", IEEE Trans. Vol. PMP-6, No. 4, 129-137, 1970.
- 5) W.H. Abbott, "Effects of Industrial Air Pollutants on Electrical Contact Materials", IEEE Trans. Vol. PHP-10, No. 1, 24-27, 1974.
- 6) M. Antler et al., "The Effect of Environment on Electrical Contacts" IEEE Trans. Vol. PHP-11, No. 1, 57-67, 1975.
- 7) M. Antler and J.J. Dunbar, "Environmental Tests for Connectors and Contact Materials: An Evaluation of a Method Involving Sulfur Dioxide", IEEE Trans. Vol. CHMT-1, No. 1, 17-29, 1978.
- 8) M. Watanabe et al., "Study of Contact Failures caused by Organic Contamination on Ag-Si Contact", IEEE Trans., Vol. CHMT-5, No. 1, 90-94, 1982.
- 9) G. Kovacs, "Failure Analysis of Contaminated Gold-Plated Connector Contacts from Operating Communication Equipment", IEEE Trans. Vol. CHMT-5, No. 1, 95-101, 1982.
- 10) B.Z. Sandlar et al., "Experimental Investigation of Relay Contact Dynamics", IEEE Trans. Vol. CHMT-3, 150-158, 1980.
- 11) P.P. Koren et al., "The Molten Metal Bridge Stage of Opening Electric Contacts", IEEE Trans. Vol. PHP-11, No. 1, 4-10, 1975.
- 12) H.N. Wagar, "Predicting the Erosion of Switching Contacts that Break Inductive Loads", IEEE

- Trans. Vol. PMP-5, 16-24, 1969.
- 13) 中田, “電力機器에서의 電氣接点의 현상과 최근의 진보” OHM, Vol. 65, 30-35, 1978.
 - 14) K. Tsuchiya, “Technique for Electrical Contacts” Sokodensi, 117, 1982.
 - 15) J.M. Meek and J.D. Craggs, “Electrical Breakdown of Gases”, John Wiley & Son ed., Chap. 6, 1978.
 - 16) A.M. Curtis, “Contact Phenomena in Telephone Switching Circuits”, Bell Sys. Tech. J., Vol. 19, 1940.
 - 17) G.W. Mill, “The Mechanisms of the Showering Arc”, Electric-Contact-1968, 107-119, 1968.
 - 18) E.W. Gray & J. Pharney, “Statistical Behavior of Break Arc Durations and Minimum Arc Sustaining Current”, IEEE Trans., Vol. CHMT-2, 1979.
 - 19) 沢, 他, “점점개리시의 간헐아크 발생에 미치는 파과의 늦음의 영향” 日本電氣學會, Vol. 102, 431-438, 1972.
 - 20) 内村, 他, “전원전압 100V 이하에 있어서의 점점개리시의 샤워링아크 소멸한계곡선” 日本電氣學會, Vol. 103, 421-428, 1983.
 - 21) 鳳, “전기점점과 개폐접촉자” 克誠堂出版(日本) 3章, 1948.
 - 22) A. Von. Engel, “Ionized Gases”, Clarendon Press, Chap. 3, 1965.