

주석 도금한 커넥터의 접촉 하중의 변화에 의한 전기 접촉저항 변화에 관한 연구

A Study on the Variation of Electric Contact Resistance Due to Change in Contact Force in a Tin-plated Connector

유 환 신¹ · 오 만 진² · 박 형 배^{3*}

¹호원대학교 자동차기계공학과

²서울과학기술대학교 기계·자동차공학과

³경기과학기술대학교 자동차과

Hwan-Shin Yu¹ · Man-Jin Oh² · Hyung-Bae Park^{3*}

¹Department of Automotive & Mechanical Engineering, Howon University, Jeollabuk-do, 573-718, Korea

²Department of Mechanical & Automotive Engineering, Seoul National University of Science and Technology, Seoul, 139-743, Korea

³Department of Automotive Engineering, Gyeonggi College of Science and Technology, Gyeonggi-do, 429-792, Korea

[요 약]

전기 커넥터에 영향을 주는 프레팅 부식 요인 중 하나인 접촉 부하의 영향을 조사하기 위하여, 프레팅 부식 표본 쌍을 두께 3 μ m의 두께를 갖는 주석으로 도금된 황동 표본을 사용하여 제조하였다. 접점의 전기저항은 프레팅 부식 시험 기간 동안 측정되었다. 프레팅 주기에서 저항은 증가하였다. 저항의 변화는 3단계로 나눌 수 있다. 첫 번째 단계는 미미하고 안정적인 저항을 나타내었다. 두 번째 단계는 저항이 꾸준한 증가를 보여 주었다. 그리고 세 번째 단계는 매우 높고 간헐적인 저항을 보여주었다. 실패주기(Nf)와 접촉력(P) 사이의 관계는 다음과 같이 표현될 수 있다. 각각의 하중, 변위, 온도 등 다양한 조건에서 프레팅 테스트를 통해 다양한 환경 조건 하에서 매우 높고 간헐적인 저항에 대응 전기 커넥터의 실패주기 예측공식의 표현이 가능할 것이다.

[Abstract]

In order to investigate the effect of contact load, which is one of the fretting corrosion factors affecting the electric connector, a coupled fretting corrosion specimens were prepared using a tin-plated brass coupon with a thickness of 3 μ m. Electric resistance of the contact was measured during the fretting corrosion test period. There was increase in resistance with fretting cycles. The change in resistance can be classified by 3 stages. The first stage exhibited low and stable resistance. Second stage showed steady increment of the resistance and third stage showed very high and intermittent resistance. The relationship between the failure cycle (Nf) and contact force (P) can be drawn as; It is possible to draw the prediction equation for the failure cycle of the electric connector corresponding to the very high and intermittent resistance under various environment conditions through the fretting tests under various conditions such as load, displacement, temperature.

Key word : Press and nut runner, Multi servo press system, Low-speed serial communication.

<http://dx.doi.org/10.12673/jant.2014.18.4.381>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 5 August 2014; Revised 27 August 2014

Accepted (Publication) 21 August 2014(30 August 2014)

*Corresponding Author; Hyung-Bae Park

Tel: +82-31-496-4733

E-mail: hbpark@gtec.ac.kr

I. 서 론

자동차에 적용되는 각종 전자 부품 개수와 종류는 21세기를 맞이하면서 대단히 증가하고 있다. 자동차의 경우 500개 이상의 커넥터가 사용되고 있으며 그 수는 지속적으로 증가 추세이다 [1]. 전기적 고장에 대하여 현장에서의 통계를 보면 30% 이상이 커넥터의 문제이며, 이러한 전기적 고장문제는 높은 접촉 저항이나 접촉저항의 단락 문제로 알려져 있다. 특히 차량의 전장 및 전자부품을 연결해주는 커넥터는 인간의 신경망과 같아서 신뢰성 측면에서는 가장 취약한 연결부의 하나이며 조그마한 접촉 불량도 차량의 운영에 심각한 영향을 미칠 수도 있다.

커넥터의 접촉 불량을 일으키는 주요 원인중의 하나인 커넥터 단자의 미동 마멸부식은 자동차의 환경적인 요소로 진동 및 온도 변화에 따른 열팽창에 의한 커넥터 접촉 점 이동에 따른 미세한 마모 현상에 따른 부식현상을 말한다. 하나의 예로 엔진 센서의 커넥터의 경우 차량 본넷 하부의 분위기에서 가혹하게 작동하고 있다[2]. 차량의 진동은 커넥터 접촉점에서의 미동 마모를 유발한다. 또한 엔진의 정지 및 재가동으로 인한 커넥터의 열팽창 차이로 추가적인 커넥터 접촉점의 미세한 이동 및 마모를 유발한다. 엔진의 고온 효과는 커넥터 접촉부의 산화막의 생성을 촉진하며 접촉저항의 증가를 유발하게 된다. 이와 같이 미동 마멸부식으로 인해 생성되는 산화막은 접촉저항을 증가시켜 이와 관련된 센서에서 출력하는 신호의 값을 왜곡하여 차량 ECU에서 잘못된 출력 신호를 내보내어 결과적으로 액추에이터 동작의 오류를 초래한다[3].

따라서 본 연구에서는 자동차에서 일반적으로 많이 사용되는 주석으로 도금된 황동 커넥터에 일정한 변위를 갖는 미세 진동을 유발시키는 시험 장치를 개발하여 접촉하중을 변화시키며 저항수명을 예측하는 관계식을 도출하고자 한다. 또한 미동 마멸부식의 거동에서의 접촉압력의 영향과 접촉저항의 변화에 대하여 고찰하고자 한다. 이를 통하여 급격히 전기저항이 증가하는 수명측면에서의 커넥터의 설계 시에 필요한 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 본 론

2-1 시험기 설계 및 제작

미동마멸 부식 실험을 위해서는 실험의 중요 인자인 이동 변위 및 접촉하중을 정확히 제어하고 측정하는 시스템이 필요하다. 특히 미동마멸의 경우 이동변위가 수 마이크로미터에서 수십 마이크로미터인 관계로 이를 정교하게 제어하는 시스템이 필요하다.

기존의 정밀한 변위 및 속도 제어를 위하여 피에조 액추에이터가 사용되고 있으나 통상적으로 작동 범위가 피에조 적층 길이의 1/1000에 해당하여 매우 작다. 본 미동마멸 부식 실험 시

스템에서는 피에조 액추에이터를 사용하여 작동 범위가 1 mm 이상이며 작동하중이 최대 수십 N에 해당하는 고하중으로 하중 속도가 최대 400 mm/s인 하중을 가하는 정교하게 변위제어가 가능한 시스템을 구현하고자 하였다. 이를 이용하여 전기 접촉부의 미동마멸 시험이 가능도록 설계하였다.

본 연구에서는 그림 1과 같이 시험편의 하중을 발생시키는 하중 발생 시스템(load device), 작용 하중 및 변형량을 측정하는 하중 및 변위 측정시스템, 시험편에 하중을 전달하는 하중 전달 시스템(load train system), 시험편을 고정하고 지지하는 그립 및 지그, 시스템 기반(base)으로 구성하였다. 또한 시험편이 초소형인 관계로 시험의 위치를 조정하는 X-Y-Z 스테이지를 설치하였다. 100 N용량의 로드셀 및 폭 12 mm, 두께 0.2 mm의 스테인리스 스틸 판재로 제작된 외팔보에 스트레인 게이지가 부착된 변위계로부터 검출된 신호는 다이내믹 앰프 (Vishay Micro-Measurements, 2300 signal conditioning amplifier)를 통하여 증폭하였다. 시간에 대한 변위계 및 로드셀로부터의 신호는 데이터 획득 장치(national instrument, DAQ Card - 6024)를 이용하여 기록 및 저장하였다. 데이터 획득 및 제어에 사용한 소프트웨어는 ver. 8.0 LabVIEW를 사용하였다.

그림 2는 전체적인 실험장치의 구성도이다. 한편 하중 발생 장치의 경우 피에조는 PI사의 P-225.8S를 사용하였으며 피에조에 전원을 공급하는 앰프는 PI사의 E-508.OE 그리고 피에조의

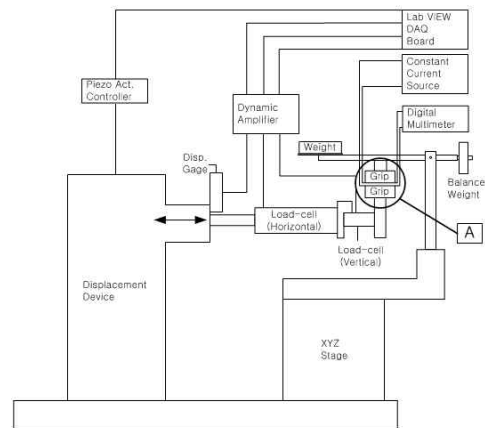


그림 1. 개념설계이미지 및 프레팅 부식 테스트 시스템 계략도
Fig. 1. The schematic of the concept design image and fretting corrosion testing system.



그림 2. 프레팅 부식 테스터의 실험 장비
Fig. 2. The experimental equipment of the fretting corrosion tester.

변위를 모니터링하고 제어하기 위하여 센서 앰프로 E-5009.S1을 사용하였다. 피에조 액추에이터의 경우 변위 제어를 위한 스트레인 게이지가 자체적으로 장착되어 있다. 피에조에 입력되는 전압에 따라 피에조의 변위 발생량을 측정 결과 선형으로 정확히 변위가 전압에 비례함을 확인하였다.

피에조 변위와 발생 전압관계는 $Disp.(mm) = 0.012 Volt$ 로 확인되었다. 또한 피에조 액추에이터에 가한 전압에 대하여 최종적으로 하중 발생장치의 플러저의 출력 변위와의 관계를 확인하였다.

시편의 접촉저항을 측정하기 위해 정전류-저항측정법을 사용하였다. power supply에서 정전류를 공급하기 어렵기 때문에 DTCCD 정전류 모듈을 사용하였다. DTCCD 정전류 모듈은 100 mA부터 제어가 가능하도록 설계되어 있다. DTCCD 모듈에서 나온 0.1 A의 정전류를 곧 바로 시편에 보내고 커넥터에서 300 mm 떨어진 곳에서 측정하였다. 시편은 주석을 도금한 황동으로 제작된 것으로 실제 커넥터에서 일어나는 현상을 관찰하기 위하여 수직하중을 변화시켜 실험을 하였다. 일정한 변위를 제어하기 위하여 피에조를 이용하였다. 마찰계수를 측정하기 위하여 수평 및 수직방향으로 작용하는 힘을 동시에 측정하기 위하여 2개의 로드셀을 사용하였다.

2-2 시험편 제작 및 실험조건

실험에 사용된 전기접촉시편은 전력공급 및 신호전달용 커넥터로 널리 사용하는 주석 도금된 구리합금 (Ni:1.82%, Si:0.75%, Zn: 0.01%, Sn 0.37%, Cu: balance)으로 시편의 두께는 0.3 mm이며 주석 도금층의 두께는 3 μm이다. 그림 3과 같이 단일 접촉점을 구형하기 위하여 시편은 상부 시편은 볼록 시편으로 제작되었으며 하부 시편은 평판으로 제작하였다. 볼록 시편의 곡률반경을 1 mm로 제작하기 위하여 직경 2mm의 볼 베어링을 압입자로 사용하여 직경 2 mm 구멍으로 제작된 하부 금형을 사용하여 수직으로 변위 1 mm를 가하여 제작하였다. 반구형 시편의 표면 반지름은 1.04 mm으로 확인하였다.

시편에 가해진 미동거리는 ±25 μm로 수행하였다. 미동거리는 일정한 상태에서 접촉 하중을 변화시키면서 실험을 수행하였다. 환경조건으로 온도 25℃, 45%습도의 상온/상습 조건에서 실험을 수행하였다. 시험은 저항이 10Ω이 될 때 까지 수행하였으며 미동마멸에 의한 표면의 손상정도를 분석하기 위해 시편을 채취하여 SEM 분석을 수행하였다. 상온 293±5 K에서 마찰시 일어나는 열에 의한 영향을 최소화하기 위해 진동수는 가능한 작게 할 필요가 있으므로 이 실험에서는 0.1 Hz의 진동수로 마찰과정을 진행했다. 미동 마멸 시 변화하는 저항을 관찰하기 위해 커넥터 양단에 0.1A의 정전류를 흐르게 하고 대각선 방향에서는 멀티미터를 이용하여 전압강하를 측정하여 식 (1)의 옴의 법칙을 이용하였다.

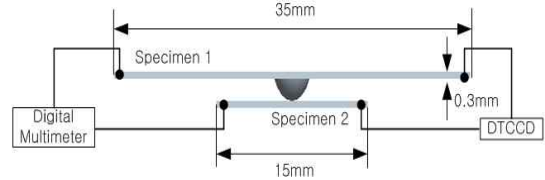


그림 3. 접촉저항의 측정 계략도
Fig. 3. The schematic of the measurement for contact resistance.

$$R = \frac{V}{I} \tag{1}$$

III. 실험분석 및 고찰

3-1 접촉전기저항의 변화

전기접촉저항의 증가와 관련된 실험적 인자로는 윤활, 미동 변위, 온도 등이 있다. 본 연구에서는 이들 인자들의 영향을 비교하기에 앞서 선행연구로서 기본실험조건으로 하중을 변화시키면서 전기접촉저항의 변화를 관찰하였다. 미동마멸부식이 진행됨에 따라 접촉저항의 변화를 관찰하였다.

그림 4는 0.8 N 하중에서 수행한 사이클 당 전기저항의 변화를 나타내는 그래프로 최초 70 사이클 전후로 안정적인 접촉저항이 유지되었으나 이후 지속적인 증가를 보였다. 이와 같은 현상은 다른 연구논문[4]에서 서술한 바와 같이 접촉면의 산화막이 반복으로 파괴되면서 쌓인 산화물 입자(oxide particles)가 접촉면의 일부분을 차단하였기 때문으로 추정된다. 290 사이클 부근에서 최초로 1 Ω 이상의 접촉저항 피크가 발생하였으며, 이후 10 Ω 이상의 접촉저항이 간헐적으로 나타났다.

시험결과와 자세한 관찰을 위하여 접촉저항의 변화구간을 그림 4와 같이 3구간으로 구분하였다. 제 1구간은 비교적 일정한 초기 접촉저항 값을 갖는 구간으로서 75 사이클 이전에 해당된다. 제 2구간은 접촉저항이 지속적으로 증가하는 구간으로서 75 사이클부터 290 사이클 이전에 해당된다. 제 3구간의 경우 매우 불안정하게 간헐적으로 접촉저항이 급작스럽게 증가하는 구간으로 대부분 10 Ω 이하의 접촉저항이 발생하지만 50 Ω 이상의 접촉저항 피크가 발생하며 그 빈도수도 증가한다. 이는 산화물 입자의 양적으로 축적이 더욱 진행되어 두 커넥터의 접촉면 사이에 두껍게 쌓여 발생하며, 마멸과정에서 발생하는 산화물 박막이 두꺼워짐에 따라 금속의 실제 접촉면의 면적 또한 줄어들기 때문으로 판단된다.

그러나 그림 5와 같이 1.0 N의 하중이 작용하는 그래프에서는 1, 2 구간을 명확히 구분할 수 없이 지속적으로 증가하며 800 사이클 이후에 불안정하게 접촉저항이 간헐적으로 증가하는 3 구간에 해당하는 거동을 나타내는 경우도 있다. 한편, 작용하중이 1.1 N의 경우 그림 6과 같이 전기 단락구간 사이에 낮은 저항 값을 보이는 구간이 발견되는데 이를 Antler 등[5]은

fretting-caused film과 관련하여 recovery현상으로 설명하였다. 다양한 작용하중 조건에 대한 저항의 변화를 세 개의 구간으로 나누어 표 1에 정리하였다.

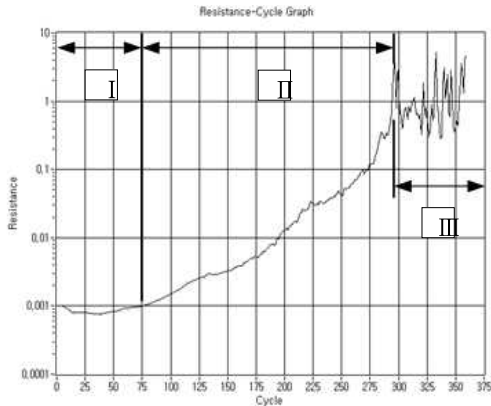


그림 4. 프레팅 사이클에 의한 주석도금구리합금의 저항변화
 Fig. 4. The resistance variation of the tin-plated copper alloy with fretting cycles.

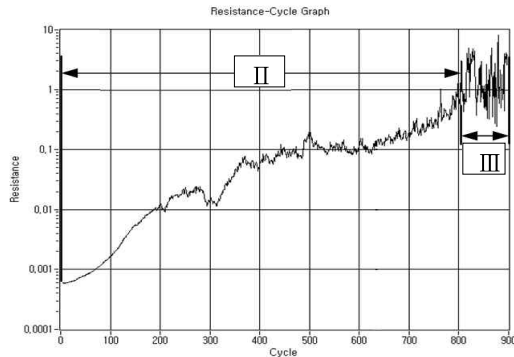


그림 5. 1.0N을 인가한 프레팅 사이클에 의한 주석도금구리합금의 저항변화
 Fig. 5. The resistance variation of the tin-plated copper alloy with fretting cycles under the applied load of 1.0 N.

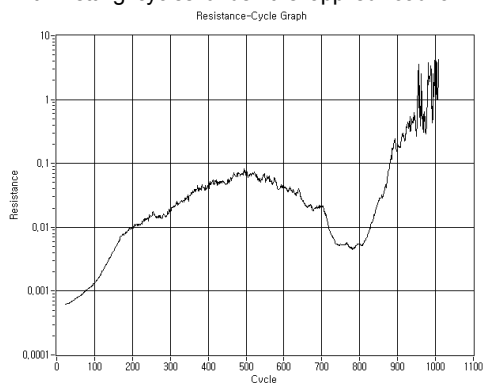


그림 6. 1.1N을 인가한 프레팅 사이클에 의한 주석도금구리합금의 저항변화
 Fig. 6. The resistance variation of the tin-plated copper alloy with fretting cycles under the applied load of 1.1N.

Whitley와 Malucci [6]는 금과 같은 귀금속 전기 접점에서의 파손기준을 표면이 깨끗한 전기저항의 10배에 도달할 때로 제안하였다. 그러나 주석합금 커넥터의 경우에는 금속표면에 산화막이 발생하여 이와 같은 기준의 적용에 어려움이 있다. Mroczkowski [7]는 접촉저항에 대한 파손기준은 제품의 접촉 저항보다는 적용하는 분야의 일정 값으로 정하는 것이 바람직하다고 제안하였다. 특정 적용 분야에서 사용자는 사용 시스템의 기능이 중단되는 접촉저항의 수치를 확립해야 한다. 이와 같은 수치는 신호용 접점의 경우에는 0.1 Ω 혹은 그 이상이며 파워 접점의 경우에는 0.0005 Ω 혹은 그 이하에 해당된다. 본 연구에서는 시험편인 주석 도금 커넥터를 신호용 접점에 적용한다고 가정하여 파손기준을 0.1 Ω으로 설정하였다. 그림 7은 작용하중에 대한 파손 사이클 수를 나타낸 그래프이다. 그림 7을 통하여 접촉하중(P)과 수명(Nf)과 관계는 다음 식(2)와 같다.

$$P = 0.38N_f^{0.12} \quad (2)$$

즉, 접촉하중이 증가할수록 파손수명이 증가함을 알 수 있다. 이와 같은 이유는 높은 수직하중으로 인하여 좀 더 많은 마모를 야기하나 반대로 좀 더 많은 접촉면적을 야기시켜 전기저항을 줄인다고 판단된다.

표 1. 단계 I, II 및 III의 분류와 적용된 하중의 실패 사이클
 Table. 1. The classification of the stage I, II and III and fail cycles by applied load.

Applied Load (N)	stage I	stage II	stage III	fail
	stable	stable increase	unstable peak	
0.54	~70 cycles	~220 cycles	220~ cycles	2 0 0 cycles
0.68	70	285	285	235
0.80	75	290	290	275
0.9	1110	1750	1750	1710
1.0	-	450	450	450
1.02	2200	2600	2600	2450
1.1	-	950	950	890
1.12	14000	16100	16100	16000
1.29	17500	23500	23500	23000

3-2 표면형상 분석

주사형 전자현미경(SEM)으로 촬영한 결과 미동접촉마모가 발생하기 전의 주석 도금막의 표면은 압연방향으로 추측되는 흠집들이 사진의 수평방향으로 존재하나 전반적으로 깨끗하고 매끄러운 것으로 나타났다. Fig. 8은 미동접촉마모가 발생한 부분을 관찰하기 위해 작용하중 0.8 N, 10.2 N, 1.29 N에 대하여 평편한 측과 반구형의 돌기가 있는 측의 접촉표면을 관찰한 것이다. 여기서 a, b는 각각 평편한 측과 반구형의 돌기가 있는 측

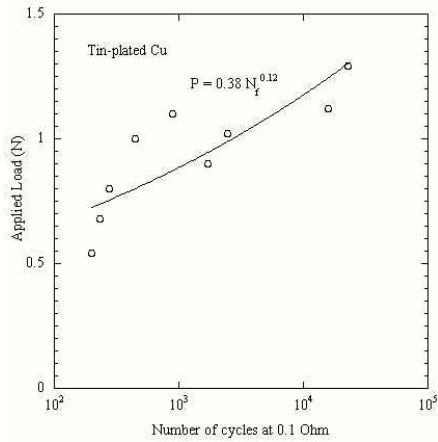


그림 7. 적용된 하중에 따른 주석도금구리합금의 실패 사이클
Fig. 7. The cycle to failure of tin-plated copper alloy as a function of applied loads.

에 해당한다. 본 사진을 통하여 마멸접촉면에 많은 산화물 덩어리들이 산재함을 알 수 있으며 이들로 인하여 전기저항이 증가하였음을 알 수 있다. 사진에서 수직축(y축)은 미소운동 운동 방향에 해당한다.

표 2는 SEM으로 관찰한 마모되는 접촉면의 미동마모 진행 방향과 평행한 방향을 그림의 수직축에 해당하며 이를 y축으로 표기하였으며 수직인 방향(x)로 표기하였으며 접촉면의 평평한 측 시편은 a로 반구형 돌기 시편은 b로 표기하여 정리하였다. 하중이 증가하면서 미동접촉으로 손상된 길이가 증가함을 알 수 있으며, 반구형 돌기보다 평평한 측의 손상길이도 상대적으로 증가함을 알 수 있다. 본 실험에서는 변위는 $\pm 25 \mu\text{m}$ 로 제어하여 실험을 수행하였으나 실제 관찰된 손상변위는 이보다 8 배 이상 큰 $400 \mu\text{m}$ 이상으로 발생하여 정확히 변위제어가 이루어지지 않았음을 알 수 있다. 이와 같은 이유는 실험 장치에서 변위를 측정하는 하중전달 장치에서 여러 부품으로 결합된 상황에서 각 구성 부품간의 간극 등으로 인하여 변위제어가 제대로 이루어지지 않았다고 판단된다. 본 연구에서는 미동마멸 이

표 2. 부하변화에 따른 프레팅 마찰 영역 거리 (a=평면, b=반구면)
Table. 2. The fretting wear area's distance with variable applied load. (a = flat side , b = hemispheric side)

Test		x (μm)	y (μm)
0.8 N	a	228	318
	b	243	335
1.02 N	a	309	368
	b	303	370
1.29 N	a	332	431
	b	296	403

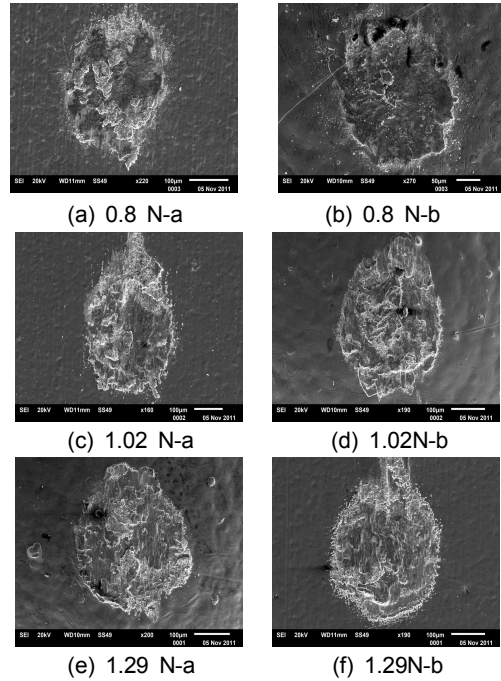


그림 8. 각각 0.8N, 1.02N, 1.29N 적용부하조건에서 시험편의 프레팅 마모표면에 SEM 현미경 투시도

Fig. 8. The SEM micrographs of the fretting wear surface of the specimens under the applied load of 0.8N, 1.02N and 1.29N, respectively.

동거리가 긴 gross sliding 조건에서 실험을 수행한 관계로 실험 결과에는 무관하다. 다만 후후 정교한 변위제어에 의한 변위를 변수로 수행되는 partial sliding 조건에서의 미동마멸 연구를 위하여 실험 장치를 보완하는 것이 바람직하다.

IV. 실험 결과

전기적 커넥터의 미동마멸부식 현상에 있어서 영향을 끼치는 주요 인자중 하나인 접촉하중의 효과를 분석하기 위하여 두께 0.3 mm 구리합금판에 주석을 $3 \mu\text{m}$ 로 도금한 시험편에 돌기와 평판의 접촉점에 상대적 변위를 발생하도록 미동마멸부식 실험을 수행하였다. 도금된 평판을 고정된 상태에서 돌기에 일정한 반복변위를 가한 상태에서 전기저항의 변화를 측정하였다. 실험결과는 다음과 같다.

1. 전기적 접촉단자용 재료를 대상으로 고정된 시험조건에서 미동마멸 부식시험을 수행한 결과 전기저항의 증가가 발견되었다. 증가경향에 따라 저항이 매우 낮은 1단계, 지속적으로 저항이 증가하는 2단계, 간헐적으로 저항이 급격히 증가하는 3 단계로 구분됨을 확인하였다.

2. 전기저항이 0.1 Ω 이 발생하는 반복수를 파손기준으로 가정하여 접촉하중과 수명과의 상관관계를 도출한 결과 접촉하중(P)과 수명(Nf)과 관계는 다음 식 (3)과 같다.

$$P = 0.38N_f^{0.12} \quad (3)$$

3. 주사형 전자현미경 관찰을 통하여 미동접촉마모가 발생한 마멸접촉면에 많은 산화물 덩어리들이 산재함을 알 수 있으며 이들로 인하여 전기저항이 증가하였음을 확인하였다.

V. 결론

차량의 전기 커넥터 설계 시 미세 마찰이 발생하지 않도록 설계하는 방안이 필요하며 전기 접촉부의 하중크기, 변위, 온도 등과 같은 다양한 변수 하에서 실험을 함으로써 여러 변화 조건 의 사용 시에 전기 접촉부의 전기저항 증가시기를 예측할 수 있는 기술이 가능하다고 판단된다.

참고문헌

[1] J. Swingler and J. W. McBride, "The synergistic relationship of stresses in the automotive connector," in *Proceedings of the 9th International Conference Electric Contact Phenomena*, Nuremberg: Germany, 1998, pp. 141-145, 1998.

[2] E. J. Jung, C. S. Kim, M. Y. Jeong "Optimal connection condition study of the plastic optical fiber connector for automobiles," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 23, No. 3, March 2006

[3] N. Andreas, W. Bjorn, and J. Matthias, "Plastic-Optical-Fiber-Based Parallel Optical Interconnects," *IEEE Journal of the Selected Topics Quantum Electronics*, Vol. 5, No. 2, pp. 193-200, 1999.

[4] S. Narayanan, Y. W. Park and K. Y. Lee, "Fretting-corrosion mapping of tin-plated copper alloy contacts," *Wear*, Vol. 262, pp. 228-233, 2007.

[5] M. Antler, N. R. Aukland, H. Hardee and W. Aukland, "Recovery of severely degraded tin-lead plated connector contacts due to fretting corrosion," *IEEE Transactions on Components and Packaging Technology*, Vol. 22, No. 1, pp. 61-71. 1999.

[6] J. H. Whitley and R. D. Malucci "Contact resistance failure criteria," in *Proceedings of the 9th International Conference on Electric Contact Phenomena and 24th IEEE Holm Conference on Electrical Contacts*, Nuremberg: Germany, pp 111-116, 1978.

[7] R. S. Mroczkowski, *Electronic Connector Handbook*, New York, NY: McGraw-Hill, 1998.



유 환 신 (Hwan-Shin Yu)
 1993년 2월 : 자동차전자제어 (공학박사)
 2006년 3월 ~ 현재 : 호원대학교 자동차기계공학과 교수
 ※ 관심분야 : car electronic



오 만 진 (Man-Jin Oh)
 2014년 8월 : 서울과학기술대학교 기계-자동차공학과(박사수료)
 2011년 3월 ~ 현재 : 여주대학교 자동차과 겸임교수
 ※ 관심분야 : 자동차 전기전자제어



박 형 배 (Hyung-Bae Park)
 1993년 2월 : 기계공학 (공학박사)
 2005년 3월 ~ 현재 : 경기과학기술대학교 자동차공학과 교수
 ※ 관심분야 : 자동차 전기전자제어, 유압시스템 제어