

개발된 플라즈마 전해산화기술로 경면처리시킨 Mg 경량합금의 내마모 특성 Wear Characteristics of Mg Light Alloy Coated by APEO Surface Treatment

이승협¹, 강계명^{2*},
(1) 서울산업대학교, 안전과학연구소
(2*) 서울산업대학교, 신소재공학과

초 록 : 개발된 플라즈마 전해산화 기술(Advanced Plasma Electrolytic Oxidation; APEO)을 사용하여 마그네슘(Mg)기판 표면을 경면처리한 후 내마모 특성을 조사하였다. 시편의 마찰계수 거동과 시간에 따른 마모깊이의 변화를 조사하여 APEO 처리 후 마모특성의 변화를 관찰하였다.

1. 서 론

비철 경량금속재료는 우수한 가공성과 내식성 등으로 인하여 첨단산업분야의 기반 소재로 널리 응용되고 있다. 알루미늄 합금의 경우, 경량성과 우수한 가공성의 장점을 가지고 있으나, 저경도와 낮은 내열성으로 인하여 응용분야의 제한으로, 이의 단점을 극복하기 위한 마그네슘합금이 주목을 받고 있다.

마그네슘합금의 경우 알루미늄합금보다 25% 이상 가벼우며, 특히 저비용의 원자재 가격으로 산업용 첨단 소재로서 각광을 받고 있다. 그러나 마그네슘합금은 부식저항성이 낮기 때문에 반드시 표면처리가 요구되고 있다. 이에 마그네슘합금에는 다양한 표면처리가 적용되고 있으며, 특히 사용 환경에 따른 즉, 내마모성, 내부식성, 내열성, 전기절연성 등에 따라 표면처리 및 표면 기능향상이 주요 연구의 주제로 있다. 더욱이 부품소재의 박막공정기술인 경면 표면처리 기술의 적용은 필수적이며, 주요 요소기술중 하나로 평가되고 있다.[1]

마그네슘합금기 경면표면처리기술로 전해액 속의 미세방전에 의한 세라믹 피막처리기술로서, 1980년대부터 Plasma Electrolytic Oxidation (PEO), Microarc Oxidation (MAO), Microarc Discharge Oxidation (MDO), Spark Anodizing, Anodic Spark Deposition, Microarc Anodizing, Microplasma Anodizing, Microplasma Oxidation, Electroplasma Oxidation 등의 이름으로 전 세계에 널리 알려진 기술범주로 있다고 할 수 있다.[2-7]

본 연구에서는 다양한 표면처리 기술 중 기존에 널리 사용되고 있는 PEO기술을 개발한 기술로서, 플라즈마에 의한 산화세라믹을 연속 융착 시키는 전기화학적 표면처리 기술로 있다. 즉 기존의 PEO에 비하여 전기소모량을 최소화 할 수 있는 Advanced Plasma Electrolytic Oxidation (APEO) 기술을 마그네슘합금기에 적용하였다. 즉 APEO 표면처리를 시험편 마그네슘합금에 적용하여 표면층을 경면처리한 후, APEO 처리된 표면층의 다층 조직해석과 마모시험후 내마모특성에 대하여 조사, 연구하고자 하였다.

2. 실험 방법

2.1 시험편 제작

시험편은 마그네슘 재료의 직경(φ) 30mm 그리고 두께 5mm의 기판을 사용하였다. 기판의 평균 표면조도는 2μm로 측정되었다. 전처리 과정 후 APEO 처리를 통해 마그네슘 기판위에 피막을 형성하였으며 이후 처리액제거를 하고 수분을 건조 시켰다. PEO 막의 두께는 평균 3 μm로 관찰되었다.

Table 1. Pretreatment for removing contaminations

공정	목적 및 조건	시간
전처리 과정	유분 및 이물질 제거 NaOH 처리 (농도 40~60g/l, 온도 40~60℃)	10~20 min
	D.I. water & Ethyl Alcohol	1~2 min
	산화피막 제거 HNO ₃ 처리 (농도 400~600cc/l, 온도 상온)	1~20 min
	D.I. water & Ethyl Alcohol	1~2 min

APEO처리에 사용되는 전해용액은 수소이온농도(pH)가 8~12pH 수준이며, 함께 사용되는 원소들이 미량함유하고 있다. APEO 피막 형성은 일반 도금 및 양극산화피막처리 시에 사용되는 용조를 사용하였으며, 처리과정 중의 플라즈마가 발생하는 금속표면 내부의 온도가 70℃를 넘지 않도록 하였다. 플라즈마 생성을 위한 공급전원은, 일반 및 경질 양극산화피막처리가 30V~150V의 직류(DC)를 사용하여 1~12A/cm² 전류밀도의 전원을 사용하는 것과는 달리, 250V 이상 고전압의 일반 또는 특정 형식의 맥동파 교류(AC) 전원에서 8~20A/cm² 전류밀도를 사용하였다.

2.2 마모시험

APEO 처리전 마그네슘 기판의 표면의 조성과 경도를 광학현미경과 Microvickers 경도 측정기를 사용하여 표면을 분석하였다. APEO 처리후의 표면 조직변화와 경도를 조사하였다. 제작된 시편의 내마모 시험을 위해 Pin on disc 형태의 내마모 측정기로서 모델은 (주)알앤비사에서 제작한 TRIBOSS Model PD-102를 사용하였다. Pin의 크기는 직경 5 mm, 높이 20 mm이며 재질은 SKH61로서 로크웰 경도값(Rc)은 58이다. 마모 하중은 1 kgf를 적용하였으며 회전속도는 100 rpm, 측정시간은 15분으로 1500회전하는 동안 마모 거동을 측정하였다.

3. 실험 결과

박막의 표면조도는 APEO 처리전 0.1~0.15 μm 에서 APEO 처리후 0.45~0.52 μm 로 약간 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 표면조도의 증가는 경면처리 후 전해산화 용착으로 인해 더욱 거칠어지는 것을 관찰하였다.

그림 1로부터 APEO 처리후 마찰계수는 처리전의 약 27% 정도로 급격히 감소하는 것을 확인할 수 있으며 마찰계수 거동 또한 평탄한 것을 관찰하였다. APEO 경면처리 후 내마모특성이 매우 우수해지는 것을 확인할 수 있었다.

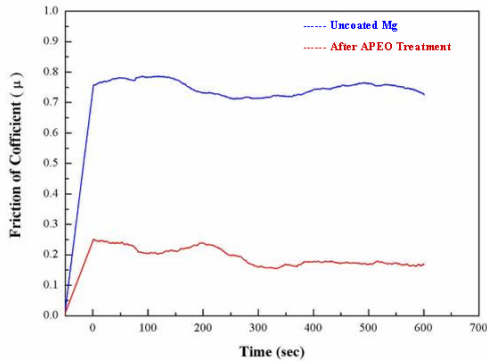


Fig. 1 Friction of coefficient

그림 2는 마모시험 시간에 대한 마모 깊이의 변화를 나타낸 그림이다. 그림 2에서 볼 수 있듯이 APEO처리를 하지 않은 경우 마모시험 시간의 증가에 따라 마모깊이가 계속적으로 증가하는 것을 볼 수 있지만 APEO 처리를 한 경우 거의 변화가 없는 것을 확인할 수 있었다. 따라서 APEO 처리를 한 경우 내마모 특성이 우수한 것을 확인할 수 있었다.

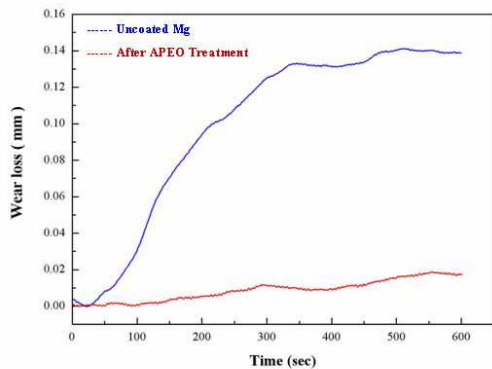


Fig 2. Wear loss behavior with wear testing time.

4. 결 론

APEO 기술에 의한 마그네슘 표면의 경면처리 이후 박막의 평균 표면조도는 증가하였으나 마찰계수는 급격히 감소하는 것을 확인할 수 있었다. 마찰계수 거동 또한 평탄한 변화를 나타내는 것으로 보아 마찰에 의한 마그네슘막의 보호특이 매우 우수한 것을 확인하였다. 내마모 특성 시험을 하는 동안 마모깊이의 변화 역시 APEO 처리전과 비교하여

거의 변화가 없는 것을 확인하였다. 이 후 경량경면재료의 APEO 처리후 표면층의 다층조직해석subsurface zone/모재의 각각의 조직과 계면과 마모표면층에서의 마모거동에 따른 미세조직해석 및 마모 표면하 소성유동현상에 관하여 더 많은 연구가 진행중이다.

감 사 의 글

본 연구는 과학기술부 및 한국과학재단 우수연구센터사업 (센터번호 : R11-2000-086-0000-0 플라즈마응용표면기술 연구센터)지원으로 수행 되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] A.L. Yerokhin, A. Shatrov, V. Samsonov, P. Shashkov, A. Le land and A. Matthews, Fatigue Properties of Keronite Coatings on a Magnesium Allo , Surf. Coat. Technol., 182, 78-84, .2004.
- [2] T.B. Van, S.D. Brown, G.P. Wirtz. Am. Ceram. Soc. Bull. 56, 563, 1977.
- [3] P.I. But agin, Ye.V. Khokhr akov, I. Mamaev. Mater. Lett. 57, 1748, 2003.
- [4] G.P. Wirtz, S.D. Brown, W.M.. Kriven. Mater. Manuf. Process. 6, 87, 1991.
- [5] A.L. Yerokhin, L.O. Snizhko, N.L. Gurevina, A. Le land, A Pilkington, A Matthews. J. Ph s. D: Appl. Ph s. 36, 2110, 2003.
- [6] A.L. Yerokhin, A. Le land, A. Matthews. Appl. Surf. Sci. 200, 172, 2002.
- [7] P.A. Dearnle , J. Gummersbach, H. Weiss, A.A. Ogwu, T.J. Davies. Wear. 225-.229, 127, 1999.