

세라믹 코팅이 기계 주조용 알루미늄합금(7075 T6)의 마찰·마모특성에 미치는 영향에 관한 연구

류성기[†] · 정광조* · 로 룡*

경상대학교 기계항공공학부, 항공기부품기술연구소 · *경상대학교 대학원 기계설계학과
(2003. 3. 22. 접수 / 2003. 8. 23. 채택)

A Study on the Influence of Ceramic Coating on Characteristics of Friction and Abrasion of Aluminum Alloy(7075 T6) Used in Mechanical Casting

Sung-ki Lyu[†] · Kwang-jo Jung* · Long-Lu*

School of Mechanical & Aerospace Engineering, ReCAPT, Gyeongsang National University

*Graduate School, Gyeongsang National University

(Received March 22, 2003 / Accepted August 23, 2003)

Abstract : This study deals with the influence of ceramic coating on characteristics of friction and abrasion of aluminum alloy(7075 T6) used in mechanical casting. In this research, frictional wear characteristic of ceramic coating materials such as Al_2O_3 , Si_3N_4 , SiC was investigated using aluminum alloy(7075 T6) and stainless 403 cast iron under room temperature and normal air pressure. The coating layer was observed using SEM.

The conclusions are as follows: 1) Friction coefficients of Al_2O_3 , SiC and Si_3N_4 are obtained 0.63 0.56 and 0.54 respectively. 2) Abrasion resistance of stainless 403 cast iron with Si_3N_4 is the best among the ceramic coating materials. 3) Abrasion mechanism of aluminum alloy(7075 T6) coated with ceramic material and stainless 403 cast iron is caused by brittle fracture. 4) Coating the ceramic material on the aluminum alloy(7075 T6) can effectively increase the antiwear, impact properties, and corrosion resistance.

Key Words : ceramic coating, frictional wear, wear mechanism

1. 서 론

최근 선진국에서는 기계부품의 내마모성을 향상시키기 위하여 경질 코팅층 코팅법에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 경질 코팅층 코팅법은 산업 분야에서 다양하게 응용될 수 있는 표면처리 기술로서 플라즈마, 가스화염, 아크열원 등을 이용하여 모재 표면에 세라믹 분말을 고속도로 분사시켜 정착시키는 코팅방법이다^{1,2)}.

특히, 플라즈마 용사법은 다른 코팅방법과는 달리 상온 및 대기압에서도 가능하며, 용사재료 및 모재에 대한 선택제한이 적을 뿐만 아니라, 각종 모양

구성 요소 위에 넓은 범위에서 코팅재를 정착시킬 수 있는 효과적이고도 유연성이 있는 코팅기술이다³⁾.

이러한 특성을 이용하여 정밀기계 항공기 및 섬유기계 등 많은 분야에서는 플라즈마 코팅방법을 널리 사용하고 있으며, 그 응용범위도 넓어지고 있다^{4,5)}.

경질 코팅층 코팅방법은 내마모성이 우수하지 못한 재료 표면에 높은 경도의 세라믹 박막을 정착시켜 기계부품의 내마모성을 향상시켜 신뢰성을 크게 높여 주고 있다⁶⁾. 세라믹의 특성과 금속의 장점을 가지고 있는 세라믹 코팅재라도 상대 재료와의 극심한 마찰과 가혹한 작업환경조건의 영향으로 마모와 융착 등 트라이볼로지적인 현상이 수반된다.

[†]To whom correspondence should be addressed.
sklyu@nongae.gsnu.ac.kr

본 연구에서는 내구성 향상재료로 주목받고 있는 알루미늄(Al_2O_3), 실리콘카바이드(SiC), 실리콘질화물(Si_3N_4)의 세라믹 재료를 이용하여 기계부품 및 항공기 부품 그리고 섬유기계류의 경량화 및 대량생산에 적합한 주조용 알루미늄 합금인 7075 T6 계열의 재료표면에 플라즈마 용사법으로 코팅을 하였다. 코팅한 시편을 사용하여 상온, 대기압, 무윤활 하에서 코팅층 두께 및 하중에 따른 마찰·마모특성과 마모곡선 등을 고찰하였다. 그리고 전자 현미경으로 세라믹 코팅층의 마찰·마모면을 미시적인 관점에서 고찰하였다.

2. 시험편 및 실험방법

2.1. 시험편

본 연구에서는 가공용 및 섬유기계 부품 재료로 널리 사용되고 있는 주조용 알루미늄 합금 7075 T6을 시험편의 소재로 선택하였다. 7075 T6주조용 알루미늄합금은 높은 경도와 강도를 가지고 있으며, 성형성과 가공성 및 경량 등 우수한 특성을 가진 상용화된 재료다. 그러나 다른 금속에 비하여 내마모성이 우수하지 못하다.

사각시편의 크기는 가로 12.7mm 세로 12.7mm 높이가 12.7mm 이고, 표면 거칠기는 $0.05\mu m$ 이며, 7075 T6에 코팅한 세라믹 사각시편의 기계적성질 및 열적 특성은 Table 1과 같다. 상부 시험편은 알루미늄 합금인 7075 T6에 코팅한 세라믹의 마찰·마모 특성을 고찰하기 위하여 구조용 세라믹으로 가장 많이 사용하는 알루미늄(Al_2O_3), 실리콘카바이드(SiC), 실리콘질화물(Si_3N_4)을 7075 T6에 $300\mu m$ 정도로 플라즈마 용사에 의한 세라믹을 코팅하였다. 하부 시험편은 로울러의 직경이 60mm이고 두께가 16mm인 스테인리스(stainless) 403 주철을 가공한 다음, 표면 거칠기를 약 $0.05\mu m$ 정도로 연마하여 사용하였다.

2.2. 실험장치

본 연구에서는 미끄럼 방식의 마찰·마모시험기(Plint Ltd 제작, Model : TE 53)를 사용하였으며, TE 53 다목적 마찰·마모시험기를 Fig. 1에 나타냈다. 시험 시스템의 주요구성은 컴퓨터, Compend 2000 프로그램(Plint & Partners Ltd 제작), 마찰·마모시험장치, 자동센서 컨트롤박스, 전자 저울 등이다.

TE 53 다목적 마모·마찰시험장치는 다용도 시험테스터기로서 링 형상 부분의 단방향 미끄럼 검

Table 1. Mechanical and thermal properties of ceramics

Property	Specimen		
	Al_2O_3	SiC	Si_3N_4
Density (g/cm^3)	3.8	3.3	3.2
Hardness (Hv)	1,800	2,100	2,600
Young's modules (GPa)	400	360	450
Fracture toughness, KIC ($MPa m^{1/2}$)	3.61	4.66	3.29
Coefficient of thermal expansion ($10^{-6}/^{\circ}C$)	3.3	4.0~5.0	7.0~8.0

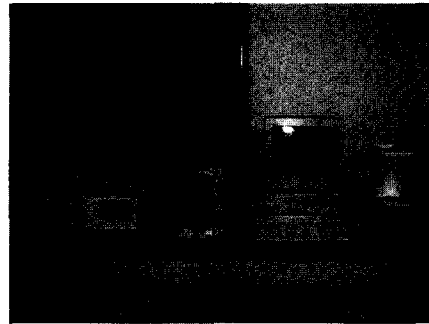


Fig. 1. Multi-purpose friction and wear tester

사와 로울러 형상의 조합형 구름/미끄럼 테스트를 할 수 있다. 이 장비는 영국 국제마찰공학센터에서 인증된 제품이며, 마찰을 일으키기 쉬운 매개체 검사 그리고 건조와 윤활 검사에도 적합하다.

윤활 검사는 점적주사, 직접지원(예, 구리스), 혹은 온도가 조절된 용액안에서 아래 디스크를 작동 시키면서 ASTM G77과 IS/DIS7148-2에 표기된 절차에 따라 실행하면 된다.

2.3. 실험방법

본 연구에서 사용한 시험기는 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 회전 원운동에 의해 미끄럼 마찰운동을 하는 마찰·마모시험기(Plint Ltd, TE 53)를 이용하여 block-on-roller 방식으로 상대 시편인 7075 T6에 세라믹 코팅한 사각시험편을 회전하는 시험편 로울러 위에 접촉시켜 일정한 하중으로 가압하면서 상온, 대기압, 무윤활 상태에서 마찰·마모시험을 하였다. 실험순서는 초음파 세척 → 드라이 건조 → 마찰·마모시험 → 초음파 세척 → 드라이 건조 → 마모량 측정 → 전자현미경(SEM) 관찰, 표면 거칠기 측정 순으로 수행하였다.

마찰·마모의 실험조건은 미끄럼속도를 50, 100 mm/sec의 2종류로 하고, 하중은 50, 100, 150 N으로

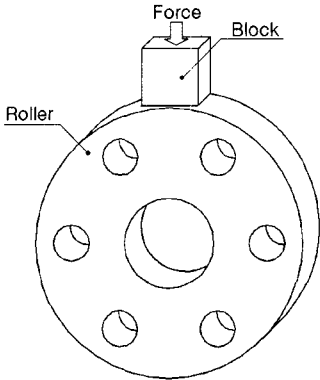


Fig. 2. Schematic illustration of Block-on-roller

변화시키면서 실험을 하였으며, 마모량 계산을 위하여 10m 거리 간격으로 측정하였다. 이때 각 단계마다 시험편을 아세톤 용액 속에서 30sec 동안 초음파 세척을 하여 시험편에 묻은 마모입자를 제거하고 드라이기로 1min 정도 건조시킨 후 측정하였다. 표면거칠기는 컴퓨터 Compend 2000프로그램에 의하여 실시간으로 표면 거칠기 데이터를 얻었다.

이러한 마모면의 단면 곡선을 면적계를 사용하여 마모면적을 구하고, 마모된 부피를 계산하였다.

$$\text{Volume removed} = (M-m)/\rho \quad (1)$$

여기에서 M은 실험하기 전의 질량, m은 실험 후 질량이며, ρ 는 밀도를 나타내며, 마모부피는 위의 식 (1)로 계산한다⁷⁾.

또한 마찰 특성을 분석하기 위해 식 (2)를 이용하여 마찰계수 μ 를 계산하였다⁷⁾.

$$\mu = F \cdot R / P \cdot r \quad (2)$$

식 (2)에서 F는 장착된 로드셀에서 측정된 마찰력이며, R은 디스크의 회전중심에서부터 감지기의 로드셀 중심까지의 거리이다. P는 세라믹 코팅을 한 7075 T6시험편에 가하는 축하중이며, r은 스테인리스 403 주철 로울러의 회전 중심에서 세라믹 코팅을 한 7075 T6시험편의 접촉점까지의 거리이다.

또한 마찰계수를 산출하기 위한 시험편과 로드셀의 위치에 관하여 측정된 전압신호가 증폭기와 아날로그/디지털변환기를 통해 컴퓨터에 입력된 후 위 식을 이용한 프로그램에 의해 마찰계수가 계산되고, 마찰 계수의 값은 2 sec 마다 컴퓨터에 저장하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1. 미끄럼 거리에 따른 마모특성

마찰계수는 트라이볼로지적 거동을 이해하는 중요한 자료중의 하나이다. 마찰계수의 변화를 미끄럼 거리 및 하중에 대하여 고찰하였다.

Fig. 3에서 알 수 있듯이 미끄럼속도를 50mm/sec 일 때 알루미늄의 마찰계수가 가장 높게 나타났다.

그리고 마찰계수는 하중의 증가에 따라 다소 감소하는 경향으로 나타났다. 이러한 현상은 하중이 증가함에 따라 마찰면의 온도상승으로 인하여 전단강도가 감소한 것으로 판단된다. 또한 마찰로 인하여 표면 거칠기가 양호하게 된 것도 한 원인으로 추측된다.

동일 하중일 때는 알루미늄의 평균 마찰계수가 가장 높고 실리콘카바이드, 실리콘질화물 순으로 나타났다.

Fig. 4에서 미끄럼 속도를 100 mm/sec로 유지하고 하중을 50, 100, 150N으로 변화시켰을 때 평균마찰

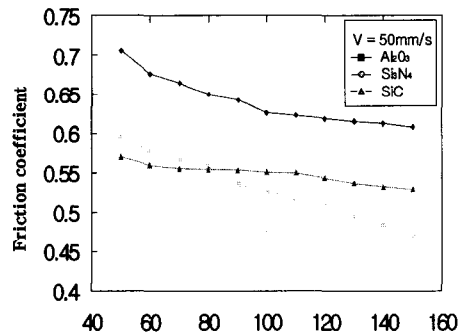


Fig. 3. Variation of average friction coefficient with load at the speed of 50 mm/sec

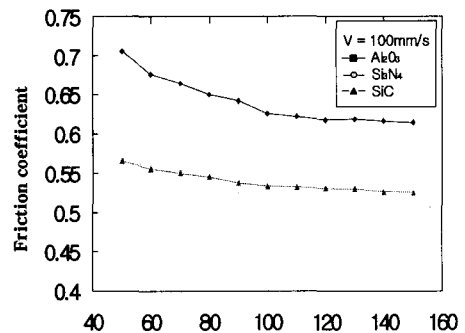


Fig. 4. Variation of average friction coefficient with load at the speed of 100 mm/sec

계수를 나타낸 것으로 실리코카바이드는 하중의 변화에 관계없이 0.54 정도로 거의 일정하게 나타났다. 실리코질화물은 0.48~0.59, 알루미늄은 0.6~0.7으로 하중증가에 따라 감소하는 경향을 나타내고 있다.

3.2. 스테인리스 403 주철제의 마모곡선

스테인리스 403 주철은 크롬주철이라 할 수 있으며 크롬 주철은 여분의 탄소가 편상흑연이나 구상흑연으로 존재하지 않고 탄화철의 형태를 한 주철로 남게 되며, 합금처리 하지 않은 스테인리스 403 주철은 보통 미세한 퍼얼라이트 조직을 가지나 Cr, Mo 또는 Mn과 같은 원소를 첨가하면 오스테나이트나 마르텐사이트로 남는다.

본 연구에 사용된 스테인리스 403 주철은 고탄화물이 첨가된 극한의 마모저항재료이며, 강에 비해 우수한 내마모 재료이므로 금속기계공업이나 심한 내마모와 내충격이 요구되는 시멘트 산업, 광산용으로 쓰이는 공구재료로 널리 사용되고 있다. 이 외에 전기 전자산업 등에 광범위하게 사용된다.

Fig. 5~7은 알루미늄(Al_2O_3), 실리코카바이드(SiC), 실리코질화물(Si_3N_4)의 미끄럼거리 증가에 따른 스테인리스 403 주철의 마모량 변화를 각 하중별로 나타낸 마모 진행곡선이다.

Fig. 5는 알루미늄(Al_2O_3) 사각 시편을 사용하였을 때 스테인리스 403 주철의 마모진행곡선으로서 각 하중에 있어서 미끄럼거리에 비례하여 직선으로 마모량이 증가하고, 하중이 증가함에 따라 그 기울기가 커지는 것을 알 수 있다.

Fig. 6은 실리코카바이드(SiC)로 코팅한 사각 시편을 사용하였을 때 스테인리스 403 주철의 마모진행곡선으로서 50, 100N인 경우 기울기가 아주 완만하게 직선으로 마모량이 증가하였다. 하중이 150N에서는 미끄럼거리가 30~60m에서는 마모량 증가폭이 높다가 50m 이후에서는 상당히 완만하게 증가함을 알 수 있다. 이는 미끄럼거리가 증가함에 따라 진실접촉점의 수와 접촉면적이 크게 되며, 단위면적당 하중이 감소함으로 마모량의 증가폭이 적어진다고 생각된다.

Fig. 8은 실리코질화물(Si_3N_4)로 코팅한 시편을 사용하였을 때 스테인리스 403 주철의 마모 진행곡선으로서 50N의 하중일 때 아주 완만하게 증가하고 있다. 100, 150N의 하중에서는 미끄럼거리 30m까지는 초기마모가 진행되고 이후에는 정상마모가 진행되는 마모전이 현상이 일어나는 것으로 생각된다. 세가지 구조용 세라믹과 스테인리스 403 주철 사이

에는 공통적으로 하중이 증가하면 마모량이 같이 증가하는 것을 알 수 있다.

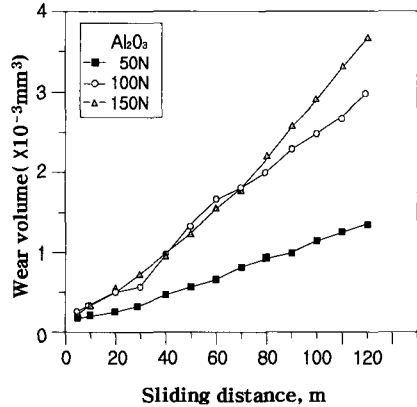


Fig. 5. Variation of wear volume of stainless 403 cast iron with sliding distance for Al_2O_3

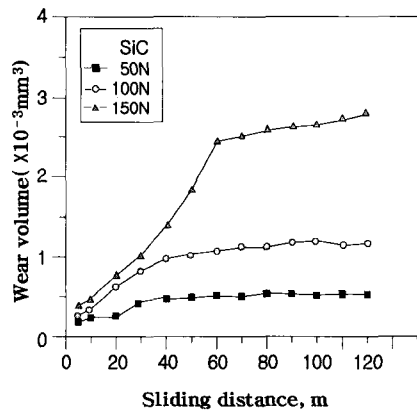


Fig. 6. Variation of wear volume of stainless 403 cast iron with sliding distance for SiC

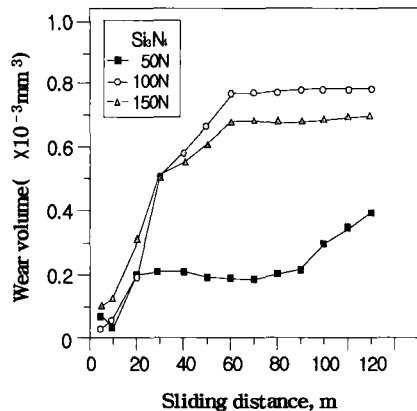


Fig. 7. Variation of wear volume of stainless 403 cast iron with sliding distance for Si_3N_4

Fig. 9는 실리콘카바이드(SiC)로 코팅한 사각시편을 사용하였을 때 스테인리스 403 주철의 비마모율을 나타낸 그림이다. 일반적으로 내마모성 평가에 많이 사용되고 있는 비마모율(specific wear rate)은 정상상태의 마모곡선(wear curve)으로부터 다음 식(3)에서 구한다⁷⁾.

$$W_s = W / P \cdot L \quad (3)$$

여기서 W = 마모량(mm³)
 P = 하중 (N)
 L = 미끄럼거리(m)

그림에서 하중이 증가할수록 비마모율이 커지며 최대마모율은 100N과 150N에서는 30m, 50N 하중에서는 12m에서 각각 4.27×10^{-5} , 1.92×10^{-5} , 1.63×10^{-5} mm³/Nm로 나타났으며, 그후에는 서서히 낮아짐을 알 수 있다.

Fig. 9는 하중에 따른 스테인리스 403 주철의 비마모율을 나타낸 것으로 알루미늄을 사용하였을 때가 가장 높은 $1.97 \times 10^{-5} \sim 2.43 \times 10^{-5}$ 값으로 나타났으며, 하중이 증가함에 따라 다소 감소하는 것으로 나타났다. 실리콘카바이드(SiC)를 사용하였을 때의 비마모율은 $0.9 \times 10^{-5} \sim 1.52 \times 10^{-5}$ 값으로 나타났으며, 다른 재료와 달리 하중이 증가함에 따라 증가하는 것으로 나타났다. 실리콘질화물(Si₃N₄)을 사용하였을 때가 비마모율이 가장 낮게 나타났는데, 실리콘 질화물이 실리콘카바이드(SiC), 실리콘질화물(Si₃N₄) 보다 취성 파괴로 인한 마모가 진행된 것으로 사료된다. 스테인리스 403 주철과의 미끄럼 마찰·마모실험을 한 결과 실리콘질화물(Si₃N₄)의 내마모성이 가장 우수하며, 실리콘카바이드(SiC), 알루미늄의 순으로 나타났다. 따라서 기계구조용 세라믹 코팅을 함으로써 내마모성이 우수하므로, 무게를 줄일 수 있기 때문에 기계구조용 재료로 많이 사용 될 것으로 기대된다.

Fig. 10은 본 마모실험의 세 종류 세라믹재료에 대한 스테인리스 403 주철의 마모계수를 하중에 따라 나타낸 그림이다. 마모계수는 비마모율에 그 재료의 경도값을 곱한 무차원 값으로서 진실접촉부에서 마모입자가 되어 탈락할 확률을 의미하며, 내마모성 평가에서 많이 적용되고 있다. 마모계수는 비마모율을 나타내는 Fig. 8과 비슷한 양상을 보이며, 알루미늄이 $3.5 \times 10^{-5} \sim 4.5 \times 10^{-5}$, 실리콘카바이드(SiC), 실리콘질화물(Si₃N₄)이 각각 $2.2 \times 10^{-5} \sim 3.8 \times 10^{-5}$, $0.9 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}$ 의 값으로 나타났다.

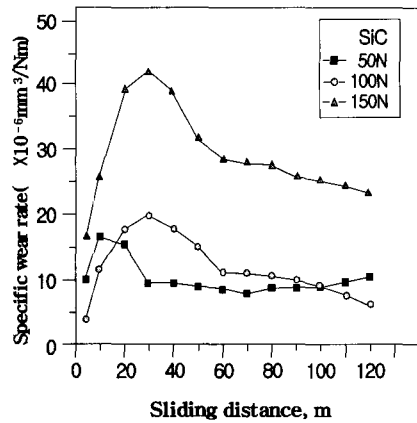


Fig. 8. Variation of specific wear rate of stainless 403 cast iron sliding distance for SiC

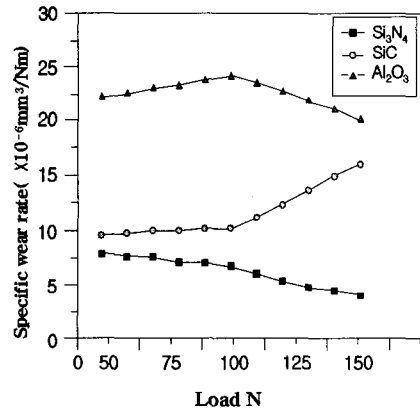


Fig. 9. Variation of specific wear rate of stainless 403 cast iron with load for three ceramic materials (slide distance = 120 m)

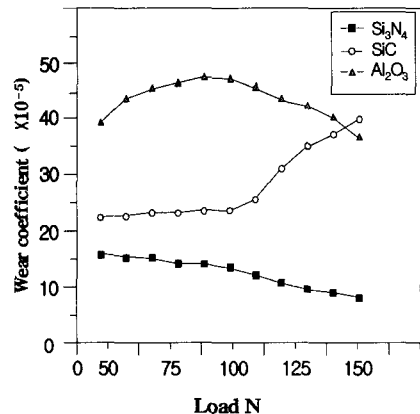


Fig. 10. Variation of specific wear rate of stainless 403 cast iron with load for three ceramic materials (sliding distance = 120 m)

3.3. 스테인리스 403 주철 마모면의 미시적 관찰

본 실험에서는 마모기구를 규명하기 위해 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 미시적 관찰을 하였다. Fig. 11~13은 각 세라믹 시편에 의한 주철제 마모면을 찍은 SEM사진이다.

Fig. 11(a)는 하중 150N, 미끄럼거리 120m의 조건에서 알루미늄 사각시편에 의한 스테인리스 403 주철 마모면의 SEM사진으로 주철입자들이 탈락하는 취성파괴의 마모기구를 나타냄을 알 수 있다. Fig. 11(b)에서는 파면을 더욱 확대하여 찍은 SEM사진이다. 표면균열의 진행에 의해 마모입자가 탈락되는 모습을 보여준다.

Fig. 12(a)는 실리콘카바이드(SiC)에 의한 주철제 마모면의 SEM사진으로 처음에는 미끄럼방향으로 표면이 갈려나간 어브레시브 마모가 진행되었으나 끝에는 미끄럼방향에 수직인 균열이 시작되어 다방향으로 전파, 파괴되는 것을 볼 수 있다. Fig. 12(b)는 더 높은 배율로 확대하여 찍은 SEM사진으로 이러한 현상을 잘 보여주고 있다.

Fig. 13(a)는 실리콘질화물(Si₃N₄)에 의한 스테인리스 403 주철제 마모면의 SEM사진이다. Fig. 13(b)는 더 높은 배율로 확대하여 찍은 SEM사진으로 미끄럼방향의 외부적인 소성유동이 일어났으며, 내부

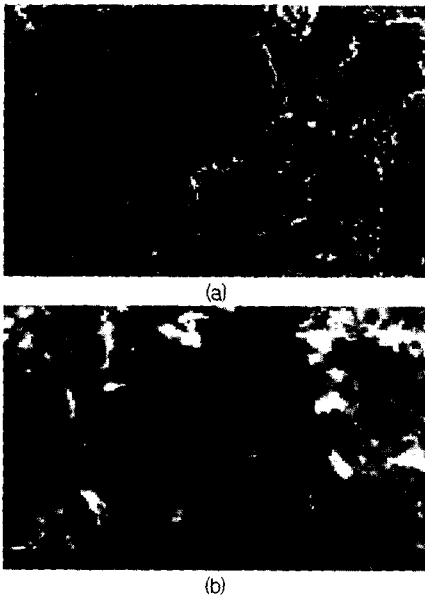


Fig. 11. SEM photograph of worn surface of stainless 403 cast iron at the slide distance of 120m for Al₂O₃(load = 150N)

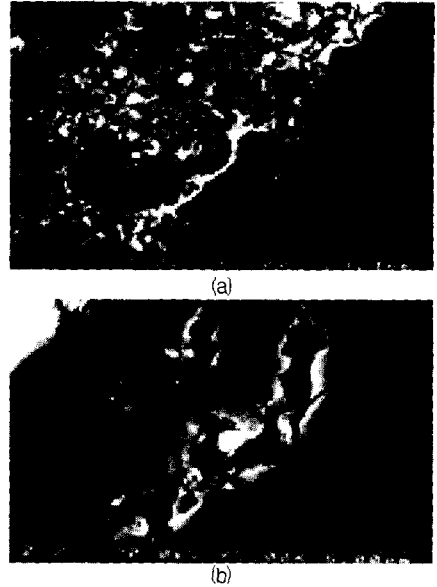


Fig. 12. SEM photograph of worn surface of stainless 403 cast iron at the slide distance of 120m for SiC(load = 150N)

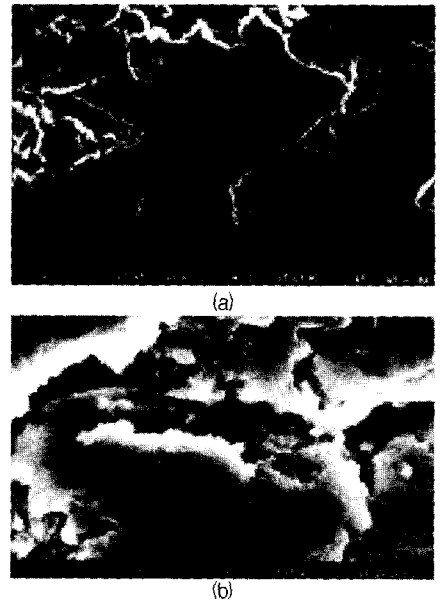


Fig. 13. SEM photograph of worn surface of stainless 403 cast iron at the slide distance of 120m for Si₃N₄(load = 150 N)

에는 높은 하중으로 취성파괴에 의한 입자탈락현상을 잘 보여주고 있다. 탈락된 입자들은 높은 마찰열에 의하여 쉽게 산화된다. 이 산화물들이 마찰면 계에서 쉽게 분리되지 않고, 윤활제 역할을 함으로써

마찰계수가 다른 세라믹에 비하여 적은 값을 가지는 것으로 생각된다.

3.4. 세라믹 마모면의 미시적 관찰

Fig. 14~16은 알루미늄합금 7075T6에 세라믹을 코팅한 사각시편의 마모면의 SEM사진이다. Fig. 14는 알루미늄의 하중 150N, 미끄럼거리 120m의 실험 완료 후 마모면 표면을 찍은 사진이다. Fig. 14(a)는 전체 마모표면에 많은 마모입자들이 탈락하고 난 후의 표면이 심하게 거칠어진 것을 보여주고 있다.

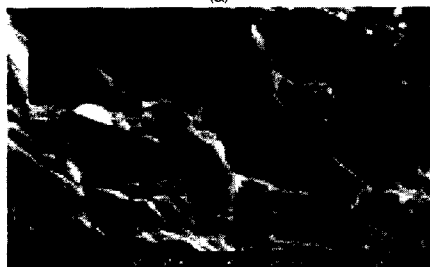
이것은 상대주철제에 대한 심한 마모현상을 가져오므로 타 세라믹을 사용하였을 때 보다 비마모율이 높다는 것을 증명할 수 있다.

Fig. 14(b)는 2000배로 확대한 SEM사진이다. 입자 단위의 탈락(grain pull out)으로 마모입자가 탈락된 후 파여진 모습을 보여준다. 마모입자가 탈락된 공간에는 주철제 마모입자가 융착되어 있는 모습을 볼 수 있다.

Fig. 15는 실리콘카바이드(SiC)의 하중이 150N, 미끄럼거리 120m의 실험완료 후 마모면 표면을 찍은 사진이다. Fig. 15(a)에서 실리콘카바이드(SiC)의 마모표면 중심부위는 어브레시브 마모에 의한 마모 자국이 나타났으며, 가장자리에는 파괴취성에 의한 마모입자가 탈락현상을 보여준다. Fig. 15(b)는 가장자리 부위를 2,000배 확대한 SEM사진이다.

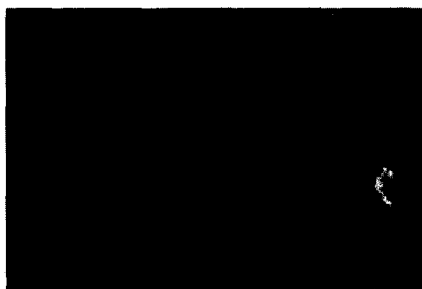


(a)



(b)

Fig. 14. SEM photograph of worn surface of Al_2O_3 after the slide distance of 120 m (load = 150 N)



(a)

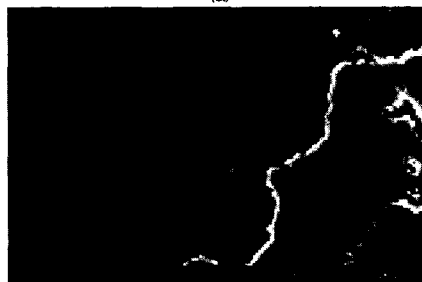


(b)

Fig. 15. SEM photograph of worn surface of SiC after the slide distance of 120m (load = 150N)



(a)



(b)

Fig. 16. SEM photograph of worn surface of Si_3N_4 after the slide distance of 120m (load = 150N)

실리콘카바이드(SiC) 표면에서 마모입자가 탈락된 후의 파여진 모습으로 심하게 마모가 진행되었음을 알 수 있다. 파여진 곳에는 주철제 마모입자가 융착되어 미세한 표면 균열이 일어남을 알 수 있다.

Fig. 16은 실리콘질화물(Si_3N_4)의 하중 150N, 미끄럼거리 120m의 실험완료 후 마모면 표면을 찍은 사진이다. Fig. 16(a)에서 실리콘질화물(Si_3N_4)의 표면은 균열현상이 일어나지 않았음을 보여준다. 이는 실리콘질화물(Si_3N_4)이 알루미늄이나 실리콘카바이드(SiC)에 비하여 stainless 403 주철에 세라믹 코팅한 면에 대한 공격성이 적음을 알 수 있다.

Fig. 16(b)는 실리콘질화물(Si_3N_4)의 마모면을 1,000배 확대한 SEM사진으로 주철계 마모입자가 판상으로 용착되어 있는 것을 볼 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 기계구조용 알루미늄합금인 7075 T6의 사각시험편에 기계구조용의 세라믹으로 많이 사용되고 있는 알루미늄(Al_2O_3), 실리콘질화물(Si_3N_4), 실리콘카바이드(SiC)의 코팅제를 사용하여 코팅한 사각 시험편과 내마모성, 내식성, 내산성이 우수한 스테인리스를 사용하여 상온, 상압, 무윤활 상태에서 하중과 미끄럼속도를 변화시키면서, block-on-roller 방식으로 세라믹 코팅재의 마찰·마모특성을 고찰하고, 주사 전자 현미경을 이용하여 코팅층 표면의 미시적 고찰을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 알루미늄합금인 7075 T6에 세라믹으로 코팅한 마찰계수는 알루미늄(Al_2O_3), 실리콘카바이드(SiC), 실리콘질화물(Si_3N_4) 코팅순으로 나타났으며, 평균 마찰계수는 각각 0.63, 0.56, 0.54를 얻었다.

2) 스테인리스 403 주철의 내마모성은 실리콘질화물(Si_3N_4) 코팅의 마모계수가 1.21×10^{-4} 로 가장 우수하게 나타났으며, 그 다음은 실리콘카바이드(SiC) 2.74×10^{-4} , 알루미늄(Al_2O_3) 3.95×10^{-4} 순으로 나타났다.

3) 알루미늄합금 7075 T6 시편의 기계구조용 세라믹 코팅과 스테인리스 403 주철의 마모손상은 취성과파괴가 주된 원인이라고 사료된다.

4) 알루미늄합금 7075 T6 시편에 기계구조용 세라믹 코팅을 함으로써 내마모성이 우수하므로, 무게를 줄일 수 있기 때문에 기계구조용 재료로 많이 사용 될 것으로 기대된다.

감사의 글 : 이 논문은 두뇌한국 21사업과 항공기부품기술연구센터의 지원에 의해 연구되었으며 이에 감사 드립니다.

참고문헌

- 1) Sture Hogmark and Per Hedenqvist, "Tribology Characterization of Thin, Hard Coatings", Proceedings of the 6th Nordic on Tribology, Vol 3, pp. 735~747, 1994.
- 2) Hocking, M.g., Vasantaree, V. and Sidky, P.S., "Metallic and Ceramic Coatings," Long man Scientific & Technical, New York, 1989.
- 3) 김성화 김창근, "플라스마 용사 기술의 새로운 이해", 기계와 재료, 4-1, pp. 84~93, 1992.
- 4) E. Lugscheider, "Plasma Spraying for Wear Applications", Proceedings of the National Thermal Spray Conference, pp. 14~17. 1987.
- 5) Takeuchi J., Nakahira H., Nagai J., "Physical Properties of Some Oxide coatings by Low pressure Plasma Spraying" 2nd Plasma- Technique-Symposium, Vol 2, pp. 141~151. 1991.
- 6) H. E. Hintermann, "Adhesion, Friction, and Wear of Thin Hard Coatings", Wear, Vol. 100, pp. 381~397, 1984.
- 7) Plint & Partners Ltd, Multi-purpose friction and wear tester(TE 53LI PSINT LDT), manual, pp. 01~02, 2001.