

플라스틱재료의 왕복동 마찰마멸거동

김충현*** · 안효석* · 정태형***

*한국과학기술연구원 트라이볼로지 연구센터

**한양대학교 대학원 기계설계학과

***한양대학교 기계공학부

Behavior of Reciprocating Dry Sliding Wear of Plastics Against Steel

Choong Hyun Kim***, Hyo-Sok Ahn* and Tae Hyong Chong***

*Tribology Research Center, KIST

**Department of Mechanical Design and Production Engineering, Hanyang University

***School of Mechanical Engineering, Hanyang University

Abstract – Friction and wear tests have been performed on nylon, acetal resin, and PTFE (polytetrafluoroethylene), in reciprocating dry sliding conditions against steel discs. According to the results, acetal resin showed the lowest wear rates and PTFE exhibited the lowest friction coefficient. The prominent wear mechanisms found were adhesion and abrasion.

Key words – Friction, Wear, Reciprocating sliding, Nylon, Acetal resin, PTFE.

1. 서 론

나일론, 아세탈수지, 그리고 PTFE 등의 공업용 플라스틱(engineering plastics)은 각종 산업용 기계 및 장치의 부품 소재로서 널리 사용된다.

열가소성 고분자재료인 나일론과 아세탈수지는 구형결정구조(spherulitic structure)를 갖는 결정성 고분자로서, 마찰계수가 낮고 강인한 특성을 보유하고 있으므로 기어, 배관용 부품, 자동차 부품, 그리고 완구류 등의 재료로 사용된다[1].

불소원자를 포함하는 PTFE[2]는 부분적으로 결정성 구조를 갖는 저강도 소재이며 고온특성 및 내화학성이 우수할 뿐만 아니라 마찰계수가 현저히 낮으므로 가정용 프라이팬의 코팅재, 각종 이화학기기의 가공재료, 자동차엔진오일의 첨가제 등으로 사용된다.

이들 공업용 플라스틱의 광범위한 용도에 부응하여 해당재료의 마찰마멸특성에 대한 연구는 지속적으로 다양한 분야에 걸쳐서 이루어지고 있다[2-6].

본 연구에서는 기어(gear), 캠(cam) 등의 동력전달

용 부품소재로서 널리 사용되는 나일론, 아세탈수지의 마찰마멸특성을 파악하고, 이를 PTFE와 비교평가하기 위하여 왕복동 마찰마멸 실험장치를 이용한 실험연구를 수행하였다.

2. 실험 연구

2-1. 실험장치

본 연구에서는 Fig. 1에 보인 것과 같은 왕복동마찰마멸 실험장치(Plint & Partners Ltd., TE77)를 사용하여 실험을 수행하였다. 이 실험장치는 플레이트와 디스크로 구성되는 한 쌍의 시편 사이에 상대운동을 발생시켜 마찰마멸 실험을 수행할 수 있도록 한 것이다. 즉, 아래쪽의 플레이트 시편을 고정시킨 후 위쪽의 디스크시편에 원추형 홈을 파고 여기에 지지대를 연결하여 부하를 작용시킨 후 이 지지대와 연결된 편심축을 회전시킴으로써 시편 사이에 상대운동을 일으키게 한 것이다. 시편 사이의 상대운동 속도(이하 진동수)는 DC모터의 회전속도를 제어함으로써 임

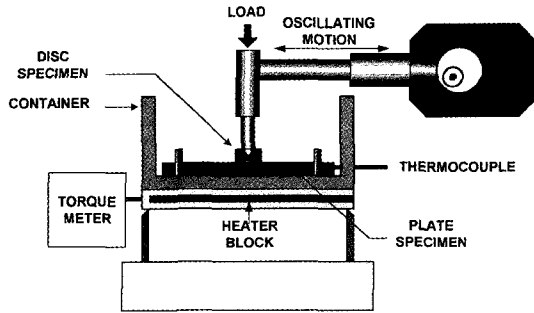


Fig. 1. Schematic view of the test rig.

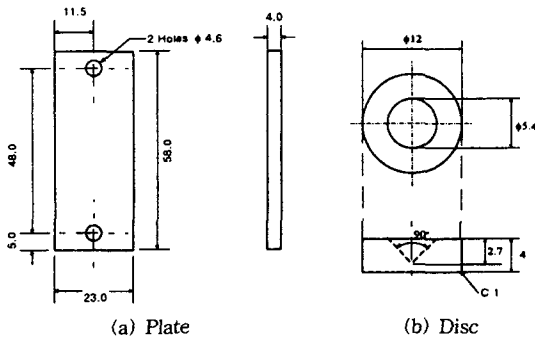


Fig. 2. Test specimens.

의로 조절할 수 있다.

2-2. 시편제작

플레이트 재료로는 나일론, 아세탈수지, 그리고 PTFE의 세 가지, 디스크는 SM45C를 각각 사용하여 제작하였으며, 시편의 제원은 Fig. 2에 나타내었다.

플레이트 시편들의 재질특성은 Table 1에 나타내었다.

인장강도 측정시 하중속도는 10 m/min로 하였고, 각 시편의 표면조건을 일정하게 하기 위하여 시편표면은 #320 사포로 마무리가공을 수행하였다. 단, 디스크시편(SM45C)은 연마 후 표면거칠기(Ra)를 측정해 본 결과 0.10 μm 의 평균값을 보였다.

표면연마를 거친 후 플레이트시편은 에틸알코올,

Table 1. Properties of plate specimens

Properties	Materials		
	Nylon	Acetal resin	PTFE
Specific weight	1.14	1.37	2.11
Tensile strength [MPa]	62.2	65.1	-
Surface roughness, Ra [μm]	1.05	0.86	1.34

Table 2. Test conditions

Applied load	15 N(0.125 MPa), 29 N(0.25 MPa), 57 N(0.5 MPa), 85 N(0.75 MPa)
Sliding distance [m]	200, 400, 600, 800, 1000
Sliding stroke [mm]	15
Sliding frequency [Hz]	10
Environment	Air
Temperature	Room temperature
Humidity	35~55%

디스크시편은 아세톤에 각각 담가 초음파세척기를 이용하여 세척하고 건조기에서 40°C로 24시간 동안 건조시킨 후 실험에 사용하였다. 각 재료의 비중은 시편을 건조시킨 후 측정하였다.

한편, 실험에 사용된 세 가지 고분자재료의 정확한 재질을 판별하기 위하여 재질을 구성하는 분자의 화학적인 결합상태를 검사하는 IR(Infrared Spectroscopy) 분석을 실시하였다. 분석결과 나일론은 나일론 6, 아세탈은 Du Pont사의 Delrin 500과 유사한 아세탈 수지(acetal resin), 그리고 Teflon과 같은 재료의 PTFE인 것으로 판명되었다.

2-3. 마찰마멸실험

실험조건은 Table 2에 나타내었다.

실험은 플레이트 재료와 미끄럼거리, 그리고 하중값 등을 변화시키면서 수행하였으며 총 60세트의 실험을 구성하였다.

온도의 영향을 크게 받는 고분자재료의 특성을 고려하여 각각의 실험세트는 매번 새로운 시편을 사용하였고 각 세트마다 3차례에 걸쳐서 동일한 실험을 반복하였다.

컴퓨터를 이용한 실험자료취득장치(data acquisition system)을 구성하여 실험이 수행되는 동안 마찰계수의 변화를 관찰, 기록하며 변화추이를 살펴보았다.

2-4. 마찰특성 및 마멸기구 평가

실험이 진행되는 동안 마찰면의 변화과정, 마찰계수의 변화를 동시에 관찰하였다.

실험 직전과 실험수행 직후에 플레이트시편과 디스크시편의 중량을 측정하여 마멸량을 계측하였고, SEM(Scanning Electron Microscope)을 이용하여 마찰면을 관찰하였으며 마찰계수값, 비마멸량(specific wear rate) 등을 바탕으로 하여 나일론, 아세탈수지, 그리고 PTFE의 마찰특성을 비교하고 그 마멸기구를 파

악하고자 하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3-1. 마찰계수의 변화

실험을 통하여 얻은 마찰계수값의 변화를 Fig. 3에 도시하였다. Fig. 3(a), (b), (c), 그리고 (d)는 작용하중이 각각 85 N, 57 N, 29 N, 그리고 15 N인 경우의 대표적인 마찰계수값을 나타낸 것이다. 전체적으로 볼 때 작용하중값이 낮을수록 마찰계수값의 크기가 증가하였으며 동시에 마찰계수값의 진폭이 커지는 것을 관찰할 수 있었다. 이것은 플레이트와 디스크 사이의 마찰력과 작용하중 사이의 힘의 불균형에서 기인된 것으로 판단된다.

나일론의 경우, 작용하중 15 N 이외의 하중값에서는 실험 시작 후 약 1분 이내에 마찰면이 거울면(mirror surface)을 형성하는 것을 관찰할 수 있었고, 초반 길들이기 과정 이후에도 마찰계수의 변화가 아세탈수지나 PTFE에 비하여 크게 나타났으며 전체 실험시

간을 통하여 다른 재료보다 상대적으로 높은 마찰계수를 나타내었다. 이것은 나일론의 내열성이 아세탈수지나 PTFE 보다 상대적으로 낮은 것에서 기인하는 것으로 판단되며[1], 실험시간이 경과됨에 따라 나일론의 마찰면은 마찰열로 인하여 흑갈색으로 변하였고, 작용하중이 85 N과 57 N인 경우 실험도중 마찰계수가 순간적으로 0.7~0.8 정도까지 불연속적으로 급상승하는 현상을 관찰할 수 있었다.

이러한 마찰계수의 급격한 상승은 고하중에 의하여 발생한 마찰열로 인하여 마찰면의 온도가 나일론의 용융온도에 도달하였기 때문일 것으로 판단된다. 즉, 고온에 노출된 나일론재료가 순간적으로 용융되어 고분자구조가 와해, 이탈하여 상대면인 디스크표면에 순간적으로 접촉되면서 마찰계수가 급상승하고 뒤이어 작용하는 하중에 의하여 떨어져 나가는 stick-slip 현상이 발생한 것으로 판단된다[2, 3]. 실험 후 상대면인 디스크 표면을 관찰해보면(Fig. 7(a), (b) 참조) 플레이트의 나일론재질이 디스크표면에 전이되어 있는 점이 이를 뒷받침하고 있다.

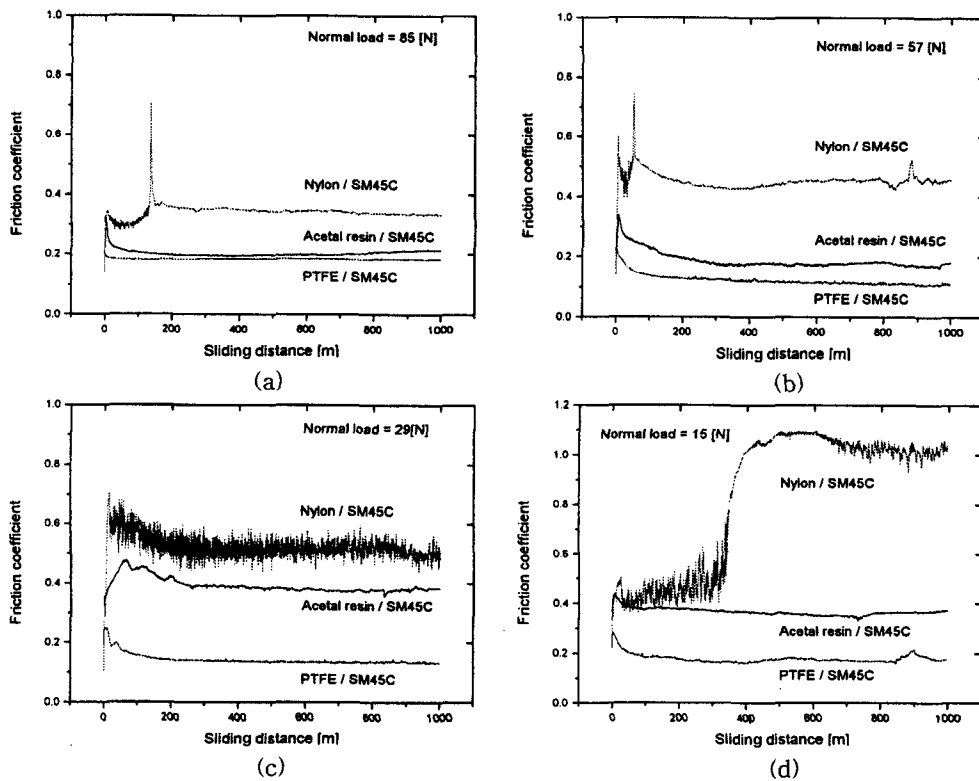


Fig. 3. Variation of the friction coefficient with sliding distance and normal load.

Fig. 3(c)에서 하중이 29 N인 경우에 나일론의 마찰계수값이 실험구간 전체에 걸쳐서 큰 진폭으로 변화하는 것을 볼 수 있는데 이것은 나일론이 용융되면서 발생한 마찰력이 작용하중과 균형을 이루지 못하고 심한 변동을 일으키기 때문일 것으로 판단된다.

또한, Fig. 3(d)에서 작용하중이 15 N인 경우에는 미끄럼거리가 400 m 정도에 이르렀을 때 마찰계수가 급상승하면서 1 이상에 도달하였고 이러한 마찰계수값은 미끄럼거리가 1000 m에 이르기까지 유지되었다. 이 때 마찰면은 마찰에 의한 매끄러운 표면을 유지하였으나 탄화된 흔적은 관찰되지 않았다. 저하중에서의 이러한 마찰계수 급상승현상은 나일론 마찰면이 용융상태에는 도달하지는 않았으나 축적된 마찰열로 인하여 나일론표면온도가 열변형온도에 도달하면서 점성이 증가함으로써 상대면인 디스크에 달라붙었다가 떨어지는 과정에서 마찰계수가 상승한 것으로 판단된다.

아세탈수지는 실험시작 후 미끄럼거리가 200 m에 이르기 전에 비교적 많은 양의 마멸입자를 생성하는 것을 육안으로 관찰할 수 있었으며, 초반 길들이기 과정을 거친 이후에 마찰계수가 점차 낮아진 후 대체적으로 일정한 수준을 유지하고 있음을 알 수 있다. 아세탈수지의 경우 마찰계수값은 작용하중이 85 N과 57 N인 경우에는 초기과정을 제외하면 0.2~0.25의 범위에 걸쳐서 분포하였으며, 작용하중이 29 N과 15 N인 경우에는 0.4 정도로 증가하는 것을 알 수 있었다.

PTFE는 실험 전 과정에 걸쳐서 거의 일정한 마찰계수를 나타내었으며 마찰계수값도 0.2 이하로서 나일론이나 아세탈수지보다 훨씬 낮은 값을 보였다. PTFE의 경우 실험이 진행됨에 따라 마찰면에서는 두께가 매우 얇고 지름이 10 mm 정도에 이르는 박막 형태의 마멸입자가 생성되는 것을 볼 수 있었다. 또한, PTFE의 경우 다른 재질의 플레이트를 이용한 실험과 비교해 볼 때 작용하중의 변동에 따른 마찰계수의 변화폭이 상대적으로 매우 작았다. 이러한 실험결과는 PTFE가 분자구조상 방향성이 있는 재료이기 때문에[2, 3] 전단력에 약한 특성을 가지고 있어서 마찰력이 작용하면 마찰부위의 재료가 박막형태로서 쉽게 분리되고, 이로 인하여 마찰계수가 낮게 나타나기 때문인 것으로 판단된다.

3-2. 마멸량의 변화

실험변수의 변화에 따른 비마멸량(specific wear

rate)의 변화를 Fig. 4와 Fig. 5에 각각 도시하였다. 여기에서 비마멸량은 플레이트의 체적마멸량(wear volume)을 작용하중과 미끄럼거리로 나누어서 구하였으며 단위는 $[mm^3/N/m]$ 이다.

3-2-1. 재질별 비마멸량의 변화

플레이트 재질별 비마멸량의 변화를 Fig. 4에 도

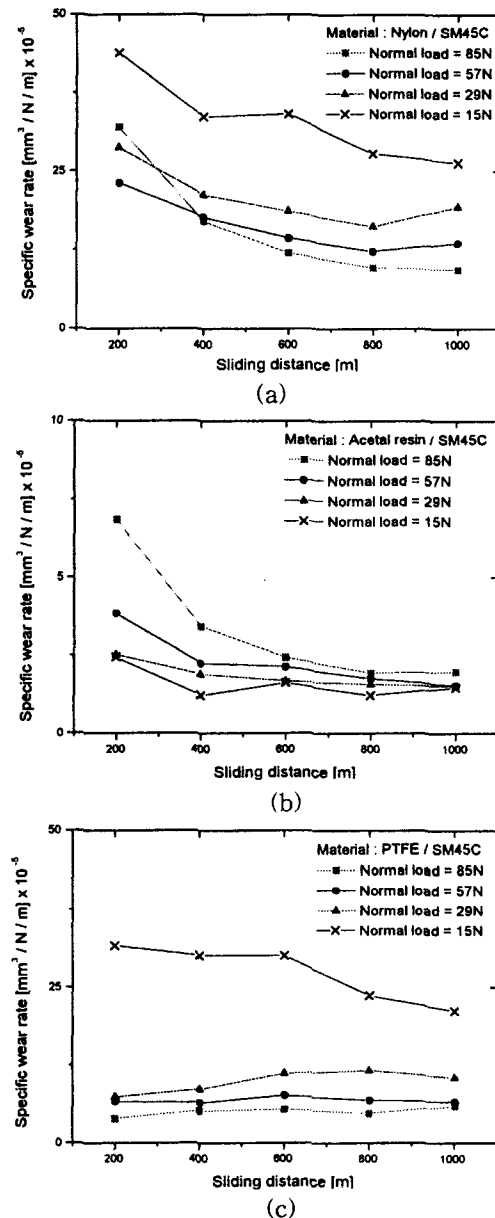


Fig. 4. Variation of the specific wear rate with sliding distance and material.

시하였다.

나일론과 아세탈수지는 플레이트 시편의 초기에 마멸량이 크게 나타난 이후 지속적으로 감소하였으나 PTFE는 실험구간 전체에 걸쳐서 일정한 마멸이 이루어진다는 것을 알 수 있었다.

한편, 나일론과 PTFE의 경우에는 작용하중이 감소함에 따라서 비마멸량이 증가하는 경향을 보였으나 아세탈수지의 경우에는 반대현상을 나타냈다. 이러한 실험결과는 나일론이나 PTFE는 저하중에서도 비교적 다량의 마멸입자가 발생하는 반면에 아세탈수지는 마멸량이 하중에 비례하여 나타난다는 것을 보여 준다.

Fig. 4(a)의 나일론의 경우에는 특히 85 N의 경우 초기마멸현상이 두드러지게 나타났다. 실험초기에 플레이트의 마멸량이 크게 나타나는 현상은 Fig. 3의 마찰계수값의 변화에서 고찰한 바와 같이 고하중에 의한 마찰열로 인하여 나일론의 마멸이 다량으로 발생하였기 때문인 것으로 판단된다.

Fig. 4(b)에서처럼 아세탈수지는 세 가지 재료 중

에서 가장 적은 비마멸량을 나타내었으며 초기마멸이 상대적으로 많다는 것을 알 수 있었다. 육안으로 관찰한 바에 의하면 실험시작 후 미끄럼거리가 200 m에 이르기 전에 짧고 굵은 막대모양의 마멸입자가 다량으로 발생한 이후로 마멸량이 계속 감소하는 경향을 보였으며, 이것은 비마멸량 변화와 일치하는 내용이다.

Fig. 4(c)를 보면 PTFE는 실험 전과정에 걸쳐서 지속적으로 마멸이 이루어지는 것으로 나타났으며, 작용하중의 감소에 따른 비마멸량의 변화율은 나일론과 아세탈수지에 비하여 가장 작았다.

이러한 결과는 PTFE 플레이트의 재질이 박막형태로 계속하여 이탈하는 것을 육안으로 관찰한 사실과 일치한다. 실험구간 전체에 걸쳐서 비마멸량이 거의 일정하게 나타나는 것은 전단력에 약한 PTFE의 분자구조가 실험초기부터 와해된 후 실험이 진행됨에 따라서 지속적으로 파손되었기 때문인 것으로 판단된다.

한편, 작용하중이 15 N인 경우에는 미끄럼거리가

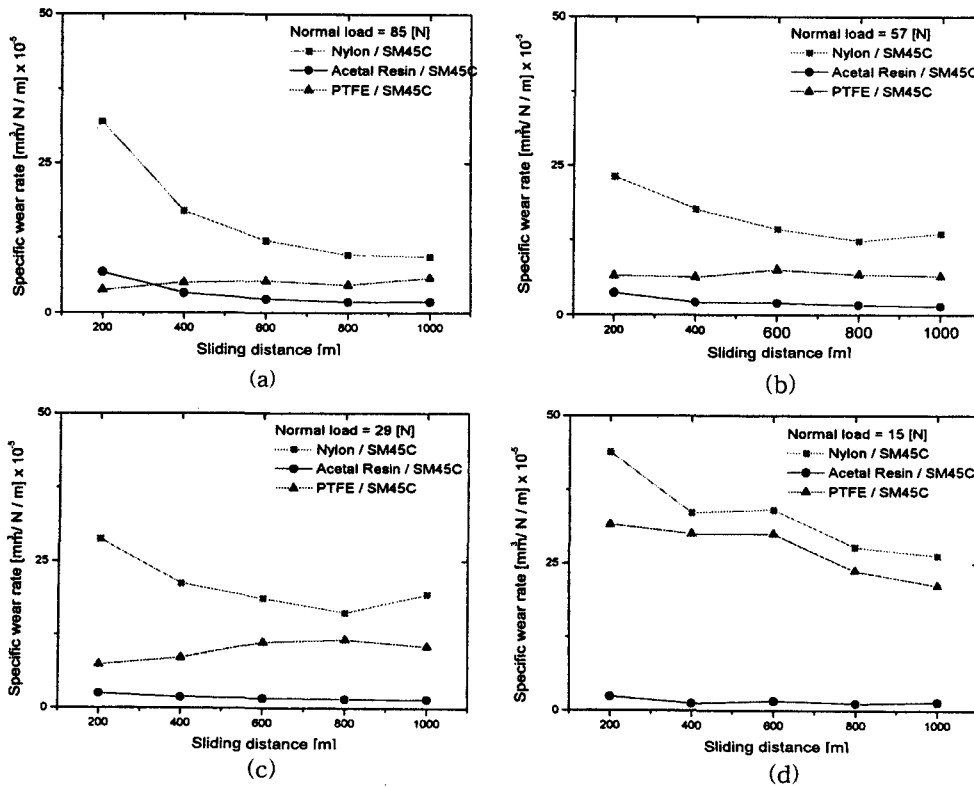


Fig. 5. Variation of the specific wear rate with sliding distance and normal load.

증가할수록 비마멸량이 감소하는 경향을 보였으며, 이것은 PTFE 재질을 지속적으로 파손시킬 수 있을 만큼 작용하중이 크지 않기 때문일 것이다.

3-2-2. 하중별 비마멸량의 변화

실험을 통하여 얻은 하중별 비마멸량의 변화를 Fig. 5에 도시하였다.

Fig. 5(a), (b), (c), (d)를 비교하여 보면 거의 모든 하중값에 있어서 비마멸량의 크기는 나일론 > PTFE > 아세탈수지의 순서로 나타났으며, 이것은 상대적으로 아세탈수지가 마멸에 강한 재질이라는 것을 말해 준다.

또한, 나일론과 PTFE의 경우 작용하중이 감소함에 따라서 비마멸량이 증가하는 특징을 보였으나 아세탈수지는 상대적으로 하중값의 변화에 따른 영향은 작았다.

한편, 나일론은 초기마멸량이 다른 재료에 비하여 3~10배 정도에 달할만큼 크다는 것을 알 수 있다. 이러한 사실은 동일한 하중이 작용하는 경우 내열특성에서 열세에 있는 [1] 나일론의 마멸이 상대적으로 크다는 것을 말해 준다.

3-3. SEM을 이용한 마찰면의 관찰

실험을 거친 플레이트 시편을 SEM으로 관찰한 결과를 Fig. 6에 나타내었다.

Fig. 6의 (a), (b), (c), (d)는 나일론, (e), (f)는 아세탈수지, 그리고 (g), (h)는 PTFE 재질의 플레이트 시편에 대하여 실험을 수행한 후 마찰면을 관찰한 것으로서, 재질간의 마찰면 특성을 부각시키기 위하여 하중값이 85N인 경우를 대상으로 하여 촬영하였다.

각 재질의 대표적인 마찰면을 비교해 보면, 우선 Fig. 6의 (a)의 경우 모재로부터 이탈된 나일론 마멸 입자를 보여주고 있으며, (e), (g)와 비교하여 볼 때 모재로부터 이탈된 마멸입자의 양이 상대적으로 많을 뿐 만 아니라 마멸입자의 길이가 상대적으로 길게 꼬여 있는 특징을 볼 수 있다. 이에 비하여 Fig. 6(e)의 아세탈수지 마찰면은 나일론에 비하여 마찰면이 비교적 매끄러운 것을 알 수 있으며, Fig. 6(g)의 PTFE 표면은 마찰의 흔적이 매우 적고 눌러진 듯한 매끈한 표면을 나타내고 있다. 이러한 마찰면들을 비교해 볼 때 나일론은 아세탈수지에 비하여 상대적으로 강도가 낮은 연약한 재질로서 마찰력에 의하여 쉽게 재질이 모재로부터 이탈되고 있다는 것을 알 수 있다. 또한, Fig. 6(g)의 PTFE는 다른 재질에 비하여 마찰계수가 낮은 상태에 놓여 있는 것으로 판

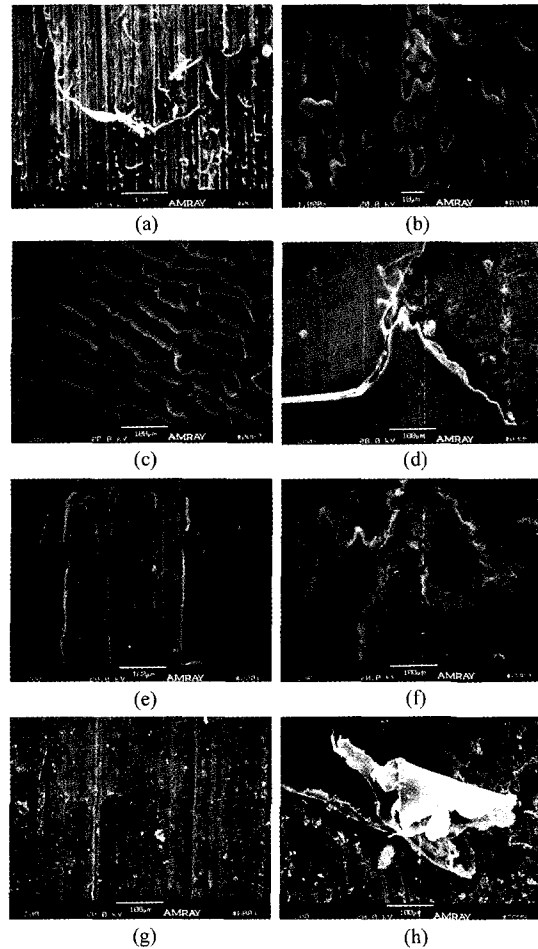


Fig. 6. SEM images of the tested plate specimens (a), (b), (c), (d) Nylon, (e), (f) Polyacetal, (g), (h) PTFE: the arrow denotes sliding direction, normal load 85 N, sliding distance 1000 m.

단할 수 있다.

Fig. 6(b), (c)는 나일론의 마찰면을 확대한 것으로서 (b)는 나일론이 마찰면에 의하여 용융, 냉각된 후 계속되는 마찰작용에 의하여 깎여나간 평탄한 마찰면을 볼 수 있다. 또한, 일정한 방향으로 마찰의 흔적이 보이는 데 이것은 열화된 나일론표면과 디스크 사이에 외부로부터 유입된 경도가 큰 물질이나 경화된 마멸입자의 마찰작용에 의하여 굵은 흔적으로 판단된다.

Fig. 6(c)의 나일론 표면은 마찰면에 의하여 용융되어 유동성이 발생한 나일론 표면이 마찰력의 영향을 받아 물결무늬를 이루며 밀려나간 후 계속되는

마찰작용으로 인하여 돌출부가 연삭된 것으로 추측된다.

Fig. 6(d)는 나일론의 마찰면에 균열이 발생한 것을 보여 주는 데 이는 나일론이 용융, 냉각되면서 내구성이 급격하게 감소된 후 마찰력등의 작용에 의하여 균열이 형성된 것으로 보여진다. 이들 그림을 통하여 나일론이 마찰열에 의하여 고온에 노출될 경우 열화되면서 기계적 특성이 감소함으로써 마멸이 비교적 빠른 시간 내에 이루어지는 것으로 판단된다.

Fig. 6(f)의 아세탈수지 마찰면을 살펴보면 짧게 잘려나간 아세탈수지 재질이 뭉쳐져 있는 것을 볼 수 있으며, 이로부터 아세탈수지는 취성이 비교적 큰 재료일 것으로 판단된다. 아세탈수지가 나일론에 비하여 상대적으로 내열성이 우수하고 강도가 크기 때문에 [1] 동일한 실험조건하에서 나일론처럼 용융되기보다는 잘게 부수어질 가능성을 엿볼 수 있다.

또한, Fig. 6(h)의 PTFE 마찰면의 경계부분에서 전단력에 약한 PTFE 재질이 마찰면에서 박막형태로 이탈되면서 얇게 박리된 재질이 말려 올라간 상태로 붙어 있는 것을 관찰할 수 있었다.

Fig. 7은 마찰실험을 거친 디스크시편의 표면을 관찰한 것이다. Fig. 7(a), (b)는 나일론, (c), (d)는 아세탈수지와 각각 쌍을 이루었던 디스크표면을 관찰한 사진이다.

Fig. 7(a)의 우측에 검은 색으로 나타난 면이 디스크로 전이된 나일론 플레이트재질로서 나일론이 용

융된 후 상대면인 디스크표면으로 전이된 것을 알 수 있으며 표면에서는 마찰흔이 관찰되었다. 사진 중앙의 전이된 나일론 표면에서는 균열이 생겨난 것을 볼 수 있는데 이것은 용융, 전이된 나일론이 냉각된 후 하중의 작용을 받아 파손되고 있는 것으로 판단된다. Fig. 7(b)는 Fig. 7(a)의 중앙하단부를 확대한 것으로서 검은 색 화살표는 미끄럼방향(sliding direction)을 나타낸 것이다. Fig. 7(b)를 보면 미끄럼방향으로 점점이 이어지면서 디스크표면에 나일론이 전이되어 있음을 확실하게 알 수 있었다. 이 때 미끄럼방향에 수직한 방향으로 나타난 흔적은 표면조건을 일정하게 하기 위하여 실험 전에 사포(#320)로 연삭한 흔적이다.

Fig. 7(c), (d)는 아세탈수지와 쌍을 이루었던 디스크의 마찰면으로서 (c)에서는 디스크로 전이된 아세탈수지 마멸입자를 볼 수 있는 데 플레이트 마찰면에서 관찰된 것처럼 짧게 잘려나간 아세탈수지 재질이 뭉쳐져 있는 것을 볼 수 있다. Fig. 7(d)는 배율을 1,000배로 높여서 관찰한 것으로서 역시 사진에 표시한 검은색 화살표는 미끄럼방향을 나타낸다. Fig. 7(d)에서는 사포로 마무리가공한 디스크표면이 깎여나간 흔적을 볼 수 있는데, 아세탈수지와 짝을 이루는 디스크표면들을 육안으로 관찰해 보면 마찰방향으로 길게 패인 홈을 볼 수 있었다. 아세탈수지 플레이트를 이용한 실험의 경우 이러한 디스크표면의 홈집이 매 실험마다 관찰되는 것으로 볼 때 외부로부터의 이물질 개입에 의한 것이 아니라 마찰면에서 이탈된 아세탈수지입자가 경화된 후 마찰면과 디스크 사이에 끼어들면서 디스크 표면이 연삭되는 것으로 판단된다. 디스크재질인 SM45C는 경도값이 $H_b = 163 \sim 269$ 로서 [7] 기계구조용 탄소강재 중에서 비교적 경도가 높다는 점을 감안하면 경화된 아세탈수지 마멸입자의 경도는 매우 클 것으로 추측된다.

4. 결 론

SM45C 재질의 디스크시편과 나일론, 아세탈수지, 그리고 PTFE 재질의 플레이트시편을 이용한 왕복동 마찰마모실험을 통하여 전술한 실험조건 내에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 마찰계수는 작용하중의 크기와 상관없이 나일론 > 아세탈수지 > PTFE의 순으로 작게 나타났다. 나일론은 마찰열에 의한 재질의 stick-slip [2, 3] 현상으

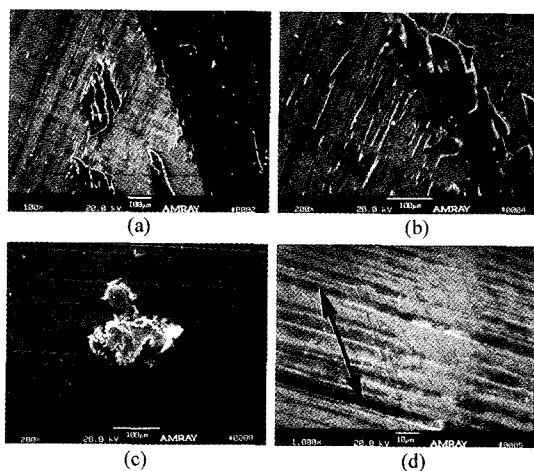


Fig. 7. SEM images of the tested disc specimens (a), (b) Nylon, (c), (d) Polyacetal: the arrow denotes sliding direction, normal load 85 N, sliding distance 1000 m.

로 인하여 마찰계수가 크게 나타난 것으로 판단되며, 전단력에 약한 PTFE는 마찰에 의하여 표면재질이 쉽게 박리되면서 마찰계수가 가장 작게 나타났다.

2. 비마멸량은 아세탈수지가 가장 작았다. 아세탈수지의 경우 실험 전 구간에 걸쳐서 비마멸량이 나일론이나 PTFE 보다 작았을 뿐만 아니라 초기에 마멸이 이루어진 이후에 마멸량이 감소하는 경향을 보였다. 가장 큰 마멸량을 보인 나일론의 경우에는 초기에 대부분의 마멸이 이루어진 후 일정한 감소세를 보였고, PTFE는 실험 전 구간에 걸쳐서 비교적 일정하게 마멸이 이루어지는 것을 알 수 있었다.

3. SEM을 이용한 마찰면의 관찰 결과 나일론은 마찰열에 의하여 용융, 냉각과정을 거치면서 열화되어 기계적 강도가 감소함으로써 마멸이 쉽게 진행되는 것으로 판단된다. 따라서, 나일론의 경우 아세탈수지나 PTFE에 비하여 내열성이 뒤떨어지는 것으로 보여진다.

4. 이상과 같은 실험결과를 종합해 볼 때 나일론에 비하여 아세탈수지는 비마멸량과 하중변화에 따른 비마멸량의 변화가 작기 때문에 기계요소부품용

소재로 사용하기에 적합한 마찰마멸특성을 보유하고 있는 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 이기만, 정동천, 플라스틱 해설과 물성집, 한국플라스틱기술정보, 1992
2. Sch nherr, H. and Vancso, G. J., "The mechanism of PTFE and PE friction deposition", *Polymer*, Vol.39, No. 23, pp5705~5709, 1998
3. Tanaka K., Uchiyama, Y. and Toyooka, S., "The mechanism of wear of polytetrafluoroethylene", *Wear*, Vol. 23, pp153, 1973
4. Clerico, M., "Tribological behaviour of polyacetals", *Wear*, Vol 64, pp259, 1980
5. Kang, T. et al, "Effects of amorphous nylon on the properties of nylon", *Polymer testing*, Vol 16, pp391
6. Bai, M. et al, "Reciprocal sliding wear of SiC particle-reinforced Al-Cu aluminium matrix composites against stainless steel, high speed tool steel and ceramics II. Wear mechanisms", *Wear*, Vol. 194, pp126, 1996
7. 小栗達男, 기계설계도표편람, 대광서림, 1990.