

## 고체윤활제 첨가에 따른 Cu-Base 소결마찰재의 마찰특성 (on the Friction Properties of the Solid Lubricant Added Cu-Base Sintered Friction Material)

대우중공업 김 기열\*, 이 범주, 김 재곤  
육군사관학교 정 동윤

### 1. 서론

금속 소결 마찰재는 고온에서의 마찰특성 즉 마찰계수와 내마모성이 석면, 비석면계 마찰재료보다 뛰어나 항공기, 고속전철등에는 대부분이, 일반 전철 및 오토바이에도 일부가 적용되고 있다. 한편 운송기계들이 점차 대형화, 고속화되어 제동특성도 한층 더 뛰어나고 고온에서도 사용이 가능한 금속 소결 마찰재료가 요구되고 있어 점차 이용범위는 확대되어 갈 전망이다. 이러한 금속 소결 마찰재는 1900년대부터 개발이 이루어져 현재에 이르고 있지만 공개된 자료는 미미한데, 이것은 금속 소결 마찰재가 matrix, 마찰조절제, 윤활제등 통상 5종이상의 원소로 구성된 hybrid 재료임으로 연구분석이 쉽지 않으며 금속 소결 마찰재 제조업체들의 자사 기술 보호등이 엄격하기 때문이라 생각된다.

본 연구는  $\alpha$  Bronze matrix인 일반적인 Cu계 소결마찰재에 고체 윤활제인 Graphite와 함께 또다른 고체윤활제인 MoS<sub>2</sub>를 소량 첨가함으로 Cu 소결 마찰재의 마찰특성을 관찰하고자 하였다.

### 2. 실험방법

표1.은 실험에 사용된 시편들의 chemical composition을 나타냈으며, 이러한 원료분말들은 편석이 발생하지 않도록 혼합한 후 2-4ton/cm<sup>2</sup>의 압력으로 성형한 후, 소결온도 750-900℃, 비산화성 분위기로 가압소결하여 시편을 제작하였다. 시편의 형태는 30x30x6(mm)의 back steel에 3mm 두께의 소결마찰재를 확산 접합한 것이다.

Table 1. Chemical composition of specimens

element	Cu	Sn	Fe	SiO <sub>2</sub>	Feldspar	Pb	Gr.	MoS <sub>2</sub>
1	Bal.	5-10	4-8	3-10	-	5-15	6-15	-
2	"	"	"	-	3-10	"	"	-
3	"	"	"	2-6	1-5	"	"	-
4	"	"	"	"	"	"	"	1-7

마찰시편은 당사에서 보유하고 있는 정속식 마찰시험기를 이용하여 heater 가열법으로 마찰면 온도를 상승시켜 가며 마찰특성을 평가 하였다. 마모량은 시험 전후의 시험편 두께를 측정하여 계산하였다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

금속 소결 마찰재료의 정속식 마찰시험의 경우, 마찰면에서 발생하는 열에 의하여 시험편의 온도가 재료특성에 따라 불균일하게 상승함으로 일정한 온도에서의 마찰면 속도에 따른 마찰특성 평가가 어렵고, 실제 차량제동의 경우 마찰면에서 발생하는 열로 제동장치의 온도가 500℃까지 올라가는 경우가 있으므로, 본 실험에서는 각 시편의 대하여 온도변화에 따른 마찰특성을 나타내었다. 본 실험은 4kgf/cm<sup>2</sup>의 가압력으로 16m/sec의 마찰면 속도를 가질 경우 각 시편의 마모두께 감소량을 나타내었다.

비금속 마찰조절제로서 SiO<sub>2</sub>만 첨가한 1번의 경우와 장석만을 첨가한 2번의 경우 200℃이하에서는 마모량이 적었으나, 온도가 상승함에 따라 마모량은 증가하고 400℃이상에서는 극심한 마모가 발생하였다. 3번은 SiO<sub>2</sub>와 장석을 2:1 비율로 첨가한 것으로 고온에서의 마모가 1번과 2번에 비교하여 일부 개선되었다. 4번은 3번 시편에 MoS<sub>2</sub>를 일정량 첨가한 것으로 마모량은 200℃이하에서 상대적으로 약간 높지만, 200℃ 이상의 경우 낮아졌다. 특히 400℃ 이상의 경우 앞서 시편들보다 뛰어난 내마모 효과를 보였다.

고체윤활제인 Graphite와 동일한 lamellar structure를 가진 MoS<sub>2</sub>는 윤활성능이 Graphite와 상반적인 특성을 가지고 있으며<sup>1)</sup>, 일반적으로 MoS<sub>2</sub>가 산화되기 전까지 좋은 내마모 특성을 가진다.<sup>2)</sup> 또한 Takashi는 sintered metal composite에 MoS<sub>2</sub>가 첨가될 경우 400℃ 이상에서 안정한 내마모 효과를 가진다고<sup>3)</sup> 보고하고 있다. 본 실험 결과는 앞서의 내용과 일치하는 결과로 고체윤활제의 경우, MoS<sub>2</sub>를 Graphite와 함께 사용하는 것이 고온 내마모 특성에 좋은 것으로 나타났다.

마찰시험후 마찰시편의 단면을 관찰한 결과 4번 시편의 경우, Fe와 Cu로 이루어진 산화층이 형성되었으며, 이러한 산화층 형성은 내마모 향상에 큰 효과를 얻을 수 있으므로<sup>4)</sup> 400℃ 이상에서의 좋은 내마모성은 이러한 산화물 층의 형성으로 확보되었을 것으로 생각된다.

#### 4. 참고문헌

1. Principles of Tribology, J. Halling, 1983, Mechanical Press LTD., p128-139
2. Surface Effects in Adhesion, Friction, Wear, and Lubrication, Donald H. Buckley, 1981, Elsevier Science Publishing Company, p573-617
3. Cermets for Friction Materials, Takashi Hanazawa, 鐵と鋼, 73, 7 (1987) p786-795
4. Cluch & Brake, Takashi Hanazawa, 潤滑, 28, 5 (1983) p376-378