

Al 소결합금의 강화제 첨가에 따른 내마모성 향상에 관한 연구
(On The Wear Resistance Of The Hard Particle Added
Sintered Aluminium)

대우중공업 김 재곤, 김 정국, 이 범주, *김 기열

1. 서론

Al 분말야금 기술은 1940년 SAP(Al-Al₂O₃) 합금개발 이래로 현재까지 지속적인 합금개발이 있어 왔으나 철계 분말야금 기술에 비하여 제조공정 상의 난점 및 고가의 제조비용 등으로 쉽게 양산 적용되지 못하고 있는 실정이다.

하지만 1980년대 이르러 수송기계 경량화에 대한 필요성이 점차 확산됨에 따라 Al 분말야금 기술은 분말제조 기술로부터 성형, 소결, 열처리등에 대한 다양하고 집중적인 연구가 진행되고 있으며, 특히 강도, 내마모, 고온특성 등의 향상을 얻고자 노력하고 있다.

본 연구는 차량의 경량화 및 성능향상을 위하여 현재 철계 소결 합금 부품으로 사용되고 있는 자동차용 윤활장치 소요부품을 Al 분말야금 제품으로 바꾸기 위한 타당성 검토의 일환으로, 2014계 Al합금 분말에 각종의 강화제를 첨가하여 Al합금재의 난점인 내마모성의 개선을 얻고자 하였다. 또한 제조공정 상의 비용을 높이지 않기 위해 적용 Al소결부품의 제조공정은 종래 철계 소결부품 제조공정을 크게 벗어나지 않도록 설정하였다.

2. 실험방법

실험에 사용된 분말은 아래 표1과 같이 Al 2014계 premixed 분말에 일정비율의 강화제를 첨가한 것 들로서, 먼저 강화제 분말들이 균일하게 분산되도록 Tubuler Mixer를 사용하여 30분간 혼합한 후, 100Ton Press를 이용하여 3Ton/cm²의 압력으로 양단압축 성형한 후 N₂ 가스분위기에서 590-620℃ 온도로 각각 소결을 실시하였다. 시편의 형태는 31.75x12.7x6.4(mm)의 직육면체의 시편과 ϕ 39- ϕ 18-높이 10(mm)인 ring 형태등 2종류를 사용하였고, 모든 시편은 성형압의 1.5배의 압력으로 재가압을 실시하였다. 재가압이 끝난 시편은 T6 열처리를 행한 후 각 시편의 물리적, 기계적 특성을 확인하고 광학현미경 및 SEM을 이용하여 조직관찰을 실시하였다.

Table1. Hard particle content and Powders used in this study

구 분	Al 2014 (premixed)	SiO ₂	Tribaloy 400	SUS316
M 1	BAL.	-	-	-
M 2	BAL.	5wt%	-	-
M 3	BAL.	-	10wt%	-
M 4	BAL.	-	-	10wt%

3. 결과 및 고찰

Al 소결시편의 소결후 치수변화는 강화제의 종류와 소결온도에 따라 조금씩 차이가 있었다. SUS316을 첨가한 M4시편의 경우 1.74%의 최대팽창을 나타냈으며, 비이론 밀도는 약 80%로 상당히 낮은 소결성을 나타냈다. 반면 M1, M2, M3의 경우 약 0.8%의 팽창율을 나타냈으며 비이론 밀도88-92% 정도의 비교적 양호한 소결성을 나타냈다.

이들 시편을 재가압한 후 열처리한 경우 비이른 밀도 93-96%로 상승시킬 수 있었고 경도 값도 상승하였다. 시편 M1의 경우 HRB50, M3의 경우 HRB58-64의 값을 나타냈다. M2와 M4는 각각 45, 25로 M1보다 낮은 값을 보였다. 내마모성 향상을 표면경도 향상의 측면에서 본다면 M3시편이 내마모 성질의 개선이 기대된다 하겠다.

상기시편의 강도를 평가해 보기위해 MPIF에서 규정하는 TRS 측정방법을 이용하여 측정한 TRS 강도값은 다음과 같다. 시편 M1의 경우 440 (N/mm²)인 반면, M4시편은 200-230 정도의 낮은 값을 나타냈다. M3시편은 590℃ 소결의 경우 가장 높은 430의 값을 나타냈으며, 소결 온도 상승에 따라 TRS 강도값은 떨어지고 있다. 이것은 소결온도 상승에 따라 Al_xCo_y 등의 중간상 형성이 용이해짐 에따라 조직내 기공과 연결된, 강화제와 matrix 계면을 따라 crack 의 빠른 전파에 기인된 결과라고 생각된다.

표2는 pin-on-disk 형태의 건식마모시험기를 이용하여 시험한 결과 발생한 volume loss량을 나타냈다. 실험결과 M3시편이 가장 낮은 마모량을 나타냈으며, 반면 M2시편의 경우 M1의 경우보다 더 많은 마모량을 나타냈다. 이러한 결과는 각시편의 경도 변화와 TRS강도 값이 건식 표면 내마모성질과 관련있음을 나타내 주는 결과이며, 강화제 Tribaloy400의 첨가가 일반 철계나 황동계에서의 내마모성 향상 뿐만 아니라 Al 소결합금에서도 내마모성의 향상을 나타낼 수 있다는 것을 확인하는 결과이다. 한편 강화제 SiO₂의 경우 matrix와 강화제 입자 간의 wetability의 문제가 있었기 때문에 마모량이 증가된 것이 아닌가 생각된다. 강화제 SUS는 소결중에 brittle한 중간상의 형성으로, 재가압시 중간상 내부에서 다수의 미세crack 이 발생하여 그결과 낮은 TRS강도값을 나타냈다. 따라서 M4 시편의 경우 마모시험에서 제외 하였다.

Table2. Wear of sintered Al containing hard particle in pin-on-disk type dry test. (volume loss mm³)

Distance	M 1	M 2	*M 2	M 3
0.7 Km	2.96	4.21	4.73	1.69
1.7 Km	18.27	24.54	24.18	13.87

(F. M. -SK5, F=12kgf, v=1.2m/sec, s=1.7Km)

* M2 = AL2014+10wt% SiO₂

4. 결론

Al소결합금의 내마모성의 향상은 첨가된 강화제의 종류 및 량 그리고 제조 방법에 따라 각기 다르며, 또한 적용부분의 마모 현상의 형태에 따라 각각 다르다. 본 연구에서는 일반 철계에서 사용하고 있는 Tribaloy 합금을 Al소결합금의 강화제로 적용할 수 있는 가능성을 물리적 및 기계적 성질등으로 일부 관찰하였지만 적용 부분의 마모형태에 따른 강화제의 역할을 정확하게 확인하기 위하여 더 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

5. 참고문헌

- 1) W.Kehl and H.F.Fischmeister : Powder Metallurgy 3 (1980) 113.
- 2) H. Daninger et al : Metal Powder Report 48 (1993) 46.