

자성 유체를 이용한 세라믹 볼의 가공에 대하여

선문 대학교 금속 공학과 장 태 석*
 재료 공학과 이 수 완
 기계 공학과 엄 호 성

ON THE GRINDING OF CERAMIC BALLS USING MAGNETIC FLUID

Sun Moon Univ., Dept. of Metallurgical Eng. Taesuk Jang*
 Dept. of Materials Eng. Soowan Lee
 Dept. of Mechanical Eng. Hosung Eum

1. 서 론

1960년대 미국 NASA에서 개발된 자성유체 (Magnetic Fluid)는 제조 방법의 개선, 특성의 향상과 함께 그 응용 범위도 점차 확대되고 있는데, 주로 Magnetic fluid seal, Damper, Actuator 등의 기계적 장치에 이용되고 있다. 한편 세라믹 볼은 우수한 내열, 내마모, 내산화성 등에도 불구하고 높은 경도와 취성에 의한 제조, 가공상의 어려움 때문에 그 수요가 제한되어 있는 실정이다. 최근 자성유체를 연마제와 혼합하여 세라믹 볼을 가공하는 자성유체 연마법 (Magnetic Fluid Grinding)[1]이 소개되어 상당한 관심을 불러 일으키고 있다. 본 연구에서는 국내 최초로 개발, 시도된 자성유체 연마법과 그에 의한 세라믹 볼의 가공 결과에 대하여 다루고자 한다.

2. 실험방법

자체 제작된 가공 장치를 사용하여 베어링용 세라믹 볼과 볼펜용 세라믹 볼의 가공에 대하여 실험하였다. 베어링용 볼의 경우 Si_3N_4 볼을 성형 제조시 생긴 밴드를 제거하지 않은 상태에서 실험하였으며, 볼펜용 볼의 경우 Cr이 첨가된 Al_2O_3 볼을 주로 사용하였다. 자성 유체는 Kerosene을 사용한 oil base의 자성유체를 10 - 40 %의 농도 범위에서 사용하였고, 자장은 Nd-Fe-B계 영구자석을 배열시켜 인가하였다. 연마제는 입도가 1 - 30 μm 이내인 Diamond powder와 SiC powder를 입도별로 분류하여, 베어링용 볼의 가공시는 10 vol.%를, 볼펜용 볼의 경우에는 3 ~ 10 vol.%를 자성 유체와 혼합하여 사용하였다. 가공 시간을 다양하게 변화시켜 가공 시간에 따른 볼의 가공 정도를 측정하였으며, 가공된 볼 한개당 직경을 임의로 10회 측정, 지름의 편차를 구하였다. 볼의 형상은 입체 현미경으로 관찰하였고, 가공된 볼의 진원도를 진원도 시험기 Talyrond 73를 사용하여 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

볼의 가공은 모터에 연결되어 10,000 rpm으로 회전하는 로터가 볼을 고속으로 회전시켜 줌으로써 이루어지기 때문에, 로터의 재질에 따른 가공 정도를 측정해 보았다. Brass, engineering plastic, stainless steel을 각각 로터 재료로 선정하여 가공해본 결과, stainless steel (sus 304)을 사용하였을 때에 가장 가공 상태가 양호하였다. 이는 비자성이면서 강도가 우수하고, 볼 가공시 마모가 함께 일어나는 금속 재료가 로터 재료로서 적합함을 암시한다. 한편 두께 1 - 1.4 mm 정도의 float를 볼 밑에 장착하여 볼에 균일한 하중을 가하는 것이 가공에 더욱 효과적임을 알 수 있었다. 따라서 Stainless steel 로터, Float, 20-30 μm 의 Diamond powder를 사용하여 실험한 결과, 가공시간 3시간 이내에 크기가 일정하고 지름 편차가 거의 없는 베어링용 볼들을 얻을 수 있었다. 일반적으로 연마제의 입도가 미세할수록 가공 시간은 연장되나 표면 조도는 향상되는 것을 알 수 있었다. 볼펜용 볼의 경우, 베어링용 볼의 경우와는 달리, 가공전 볼의 형상, 강도, 크기 등이 불균일하여, 가공 후에도 상당히 불균일한 입자 분포를 보였다. 전반적으로 SiC 보다는 Diamond powder를 사용하는 것이 가공도는 좋으나 표면조도는 저하되었다. 보다 효율적인 가공을 위하여, 가공 장치의 보완 및 가공 방법의 개선에 관한 연구가 진행 중이다.

4. 결론

본 실험을 통하여 자성유체 연마법이 세라믹 볼을 단시간에 가공할 수 있는 방법임을 입증할 수 있었다. 본 연구진에 의해 제작된 가공 장치를 사용한 이 방법은 0.5 mm 정도의 미세한 볼펜용 볼보다는 비교적 크기가 큰 베어링용 볼의 가공에 더욱 효과적이었다.

5. 참고문헌

- [1] N. Umehara and K. Kato, Appl. Electromagnetics in Materials 1 (1990), pp37 - 43.