

Fe-2%Ni 사출성형체의 혼합가스를 이용한 탄소제어 (Carbon control of metal injection molded Fe-2%Ni steel using mixed gas)

산업과학기술연구소 윤태식*, 안상호

1. 서론 : 금속사출성형(Metal Injection Molding, 이하 MIM) 공정에서 소결체의 탄소제어는 다량첨가되는 고분자 결합제와 결합제 제거 공정에 의하여 큰 영향을 받는다. 또한 철계 MIM 부품에 주로 사용되는 카보닐 철 분말은 제조사에 따라 0.7-0.9 wt%의 탄소를 함유하고있어 추가적인 탄소의 첨가없이 탄소량 제어가 가능한 장점을 갖는다. 그러나 결합제 제거 공정의 최종단계에서 주로 사용되는 수소는 결합제의 제거뿐만 아니라 분말의 완전한 탈탄 반응도 초래하여 탄소 제어가 곤란하다. 일반적으로 수소에 질소가스를 혼합하여 탈탄 속도를 낮출수는 있지만 파라핀 왁스계 결합제의 경우 수소와 질소의 혼합가스를 사용하는 경우에는 순수한 질소 분위기보다 오히려 강한 탄화 현상이 발생한다고 알려져 있다. 본 연구에서는 Fe-2%Ni과 폴리아미드계 결합제로 구성된 사출성형체의 탄소 제어를 질소와 수소 혼합가스를 이용하여 결합제 제거 단계에서 행하여 소결체의 탄소량을 제어하고자 하였다.

2. 실험방법 : 실험에 사용된 사출성형용 혼합체는 분말 부피 충전률이 60%이며 카보닐 철분말(BASF, CIP-OM)과 중량비로 2%의 카보닐 니켈 분말(INCO, T-123)을 사용하였다. 결합제는 폴리아미드계를 사용하였으며 정밀 사출 성형기를 사용하여 인장시편을 제조하였다. 결합제 제거 분위기는 질소와 수소의 혼합가스(5, 10, 25, 50 수소) 및 순수한 수소를 사용하여 온도에 따른 결합제 제거 거동을 관찰하였다. 소결은 5%H₂/95%N₂ 분위기에서 행하였다. 모든 시편은 니켈 분말의 완전한 균질화를 위하여 1300°C에서 1시간 소결하였다. 결합제 제거 및 소결 시편들은 무게 변화량과 잔류탄소, 질소 및 산소를 분석하였다. 탈지체의 미세조직은 SEM으로 관찰하였다. 또한 소결체는 수중 밀도, 비커스 경도, 인장강도 및 연신률을 조사하였다.

3. 실험 결과 및 고찰 : Fe-2%Ni과 폴리아미드계로 구성된 사출성형체의 열 분해 거동에 있어 질소 가스에 수소의 혼합가스의 비가 증가 할 수록 탈지체의 잔류 탄소는 감소하였으며 혼합가스에 의한 탄화 현상은 관찰되지 않아 폴리아미드계 결합제가 탄소 제어에 유리함을 나타내었다. 순수한 수소 분위기의 300°C에서의 잔류 탄소량은 1.3% 인 반면 5%H₂/95%N₂의 가스에서는 700°C에서도 잔류한 탄소는 1.6% 정도로서 수소 가스량에 따라 결합제 제거 거동은 매우 상이하였다. 최적 탄소제어 공정은 순수한 수소로 300°C까지 처리한후 700°C의 온도까지 각각의 질소와 수소의 혼합가스로 예비소결한 후 최종 소결하는 것이었다. 기계적인 특성은 인장강도증가와 함께 연신률이 선형적으로 감소하는 전형적인 거동을 나타내었으며 인장강도의 최대값은 carbon이 0.82인 소결체가 710MPa 정도였으며 이 때 연신률은 17% 정도였다. 최저 탄소량인 경우 인장강도 320MPa과 연신률은 47% 정도이었다.

4. 결론 : 폴리아미드계 결합제는 수소에서 매우 효과적으로 분해되었으며 수소와 질소의 혼합가스비에 따라 탈지체의 탄소량이 효과적으로 제어 될 수 있었다. 탄소제어를 위한 최적 조건은 저온에서 순수한 수소로 결합제를 완전하게 제거하고 각각 혼합가스로 분말의 탄소를 예비소결 단계까지 제어하는 것이었다. 소결체의 탄소량은 0.003-0.8%까지 제어 될 수있었으며 인장강도는 320 - 710MPa까지 제어 가능하였다.