

방전 플라즈마 소결에 의한 316L stainless steel 분말의 다공체 제조 (Production of porous 316L Stainless steel by Spark Plasma Sintering method)

울산대학교 재료금속공학부 김성기*, 현진호, 권영순, 김지순

1. 서론

유해물질의 여과 및 정화 또는 반응촉매로 사용되는 필터는 환경 및 위생 분야와 석유화학공업 등의 여러 분야에 적용되고 있다. 세라믹계와 고분자계의 필터인 경우, 고온에서의 강도와 열 충격저항성 등 안정성면에서의 문제점이 아직 해결되지 못하고 있는 반면, 금속계 필터는 고온, 고압에서의 사용이 가능하고 재사용이 가능하여 환경 친화적일 뿐 아니라 강도가 높다는 장점과 진동부분과 급격한 온도변화부분 등에도 사용할 수 있다는 장점을 지니고 있다. 특히, 스테인레스강(304, 316계)은 내식성 및 열충격에 강하고 기계적 강도가 우수하여 구조재료로서 뿐만 아니라 화학공업, 자동차 공업을 비롯한 유체를 취급하는 분야의 기계부품으로 공업 전반에 널리 사용되고 있지만 기존의 소결방법은 분말을 성형한 후 장시간 고온에서 소결하는 동안 성형시 사용된 윤활제나 결합제의 휘발에 의한 오염으로 통기도의 이방성과 투과율 저하 등의 단점을 지니고 있다. 본 연구에서는 ON-OFF 직류 펄스에 의한 방전플라즈마소결(SPS: Spark Plasma Sintering) 방법을 사용하여, 윤활제의 첨가없이 저온에서 단시간 소결함으로써 높은 기공도를 가지면서 고강도인 다공체를 제작하고자 하였다.

2. 실험 방법

불규칙형태의 316L STS 원료분말(-200mesh)을 입도가 -200~+250mesh, -250~+325mesh가 되도록 분급하였다. 분말은 높이 40mm, 외경 30mm, 내경 15mm의 원통형 흑연 mold 내에 장입 후 Tapping하여, 방전플라즈마소결장치에 장입하였다. 소결은 10^{-2} torr 이하의 진공분위기에서 600~1000°C 소결온도로 승온속도 100°C/min, 유지시간 1min으로 최소압력(약 15MPa)을 주어 행하였다. 제조된 디스크 형태의 시편을 미소 다이아몬드 절단기로 절단한 다음, 연마지로서 조연마하고 0.05 μ m Al₂O₃ 분말을 사용하여 미세연마를 하였다. 준비된 시편은 로크웰 경도기와 광학현미경 및 주사전자현미경을 사용하여 경도측정과 기공구조 등 미세조직을 관찰하였다. 아울러, 다공체의 기공 크기와 기공 표면적 등을 Hg-Porosimetry를 이용하여 분석했다.

3. 실험 결과 및 고찰

체가름을 한 불규칙한 316L STS 분말을 방전플라즈마소결한 결과, 소결온도 600~700°C에서 소결이 이루어지지 않았으며, 이때 기공도는 53~56.5% 범위였다. 소결온도를 750°C 이상으로 증가시킬 경우, 기공도가 최소 30.2%까지 감소하였으며, 입자간 목(neck)형성이 충분히 이루어졌음을 파단면 관찰을 통해 확인하였다. 입도가 작은 경우에 상대적으로 소결성이 우수하여 1000°C에서 소결하였을 때, 기공도가 30%까지 감소함을 알 수 있었다. 소결온도의 증가에 의해 소성유동 및 방전플라즈마에 의한 소결촉진효과 즉, 입자 재배열과 열확산 등에 의해 neck 면적이 증가하기 때문으로 판단된다. 소결온도의 증가에 따라 경도값도 18.12HR에서 72.47HR로 증가하였다.

* 본 연구는 한국과학재단 지정 울산대학교 지역협력연구센터 “기계부품 및 소재 특성평가 연구센터”의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.