

방전플라즈마 소결을 이용한 2-layer SUS 316L 다공체 제조에 관한 연구

A Study on the Production of Porous 316L Stainless Steel with Two Layer by Spark Plasma Sintering

울산대학교 박명정*, 김희문, 서원식, 권영순, 김지순
삼척대학교 석명진

1. 서론

현재 유해가스 및 분진제거용으로 사용되는 고온용 세라믹 필터의 경우 내열 및 내식성은 우수하나 열충격에 약하고 외부의 충격에 취약하다는 단점이 있다. 최근에는 선진각국에서도 이러한 용도로 사용되는 세라믹 필터를 금속체로 대체하고자 하는 연구가 진행중이다. 대체용 금속필터의 요구조건으로는 부식성 가스가 함유된 400~500℃의 고온에 견딜 수 있는 내식성, 내열성을 지녀야 하며 이러한 조건을 충족시키는 재료로 스테인레스 강이 적합한 것으로 여겨지고 있다. 한편, 필터의 기본 요건인 통기도와 집진성의 향상을 위해 기공의 분포 및 기공도의 구배가 형성되는 것이 바람직한 것으로 보고 되고 있다. 최근 활용도가 증가하고 있는 방전플라즈마 소결법(SPS: Spark Plasma Sintering)을 사용하면 기공의 경사구배구조를 가진 다공체를 용이하게 제조할 수 있다. 본 연구에서는 SPS를 사용하여 기공도의 경사구배를 가진 스테인레스 강재의 고온용 금속필터의 제조 개발을 목표로 하며, 반경방향으로의 다층 구조를 가진 필터(원통형) 및 종방향의 경사구배 구조를 가진 필터(원기둥형)의 제조를 위한 적정 조건을 조사하고자 한다. 또한 경사구배구조의 다공체에서 통기성 및 집진성의 향상을 기공구조의 정량화를 통하여 분석하고자 한다.

2. 실험방법

본 실험에 사용된 원료 분말은 불규칙형상의 SUS 316L 분말로 원료 분말을 체가름으로 분급하였다. 분말과 Mold 및 펀치의 반응을 방지하기 위해 Mold의 표면에 속건성 백색윤활 이형제인 B·N(Boron Nitride) Spray를 분사한 후 상온에서 30분간 건조를 시켰다. 그 후 분급된 불규칙 형상의 316L Stainless steel 분말을 Mold 내에 Two layer로 안과 밖(in:200-300 μ m, out:150-200 μ m)을 다르게 장입한 후 방전플라즈마소결장치에 장입하였다. 또한 DC on-off 펄스 전류가 인가되는 방전플라즈마소결(Spark plasma sintering : SPS로 통칭)은 진공분위기에서 650~850℃의 소결온도로 승온속도는 100°K/min, 유지시간 1min으로 최소압력(약 15MPa)을 주어 행하였다.

3. 결과

1. 분말입도가 작을수록, 소결온도가 증가할수록 기공도는 약 53%에서 40%까지 감소했으며 또한, 평균 기공크기는 소결온도가 증가할수록 감소하였다.
2. 소결온도가 증가하고 분말입도가 작아짐에 따라 경도값은 증가하였다. 소결온도가 증가함에 따라, 그리고 소결시간이 400초를 초과하면서 소결이 촉진되기 시작하여, 기공도의 감소로 인해 경도값이 상승하였다.
3. 기공도를 제어하기 위해 지지봉으로 Graphite를 사용했을 경우 소결압의 영향을 줄임으로써 동일한 소결조건에서 소결 시 열간가압소결 효과를 억제하여, 소성변형에 의한 분말의 재배열과 넥(neck) 면적을 감소시킬 수 있었으며 또한 방전플라즈마 소결의 효과에 의해 입자간의 강한 넥(neck) 형성과 함께 850℃에서 약 40%에서 약45%까지 소결체의 기공도를 제어할 수 있었다. 비커스 경도값은 Graphite 지지봉의 길이를 감소함에 따라 약 233Hv에서 280Hv로 증가하였다. 이는 소결 진행에 대한 억제력이 제거되고 분말간의 넥 성장, 소성변형 등의 조밀화가 진행되었기 때문이다.