

펄스전류통전 소결공정에 있어서 소결시편의 온도에 대하여 On the Specimen Temperature for Pulse Electric Current Sintering Process

울산대학교 김환태*, 권영순

1. 서 론

최근 신소재개발과 관련하여 다양한 연구보고에서 방전 플라즈마 소결(SPS), 플라즈마 활성화 소결(PAS), 가압통전활성연소법(FAPACS), 펄스전류통전소결(PECS) 등과 같은 명칭의 소결법이 자주 거론되고 있다. 그러나 이러한 소결법들은 연구자의 관점에 따라 그 명칭이 다를 뿐 근본적으로는 도전성 다이 내에 있는 원료분말에 소결압력을 가한 상태에서 다이 상하부의 편치를 통하여 고전류를 통전하여 소결하는 방식의 소결법이란 점을 알 수 있다. 그리고 소결온도는 다이 벽에 삽입된 열전대나 방사온도계로서 다이 표면의 온도를 측정할 값이므로, 다이 내부에 있는 압분체의 온도와 소결공정의 제어온도는 일치하지 않게 된다. 이러한 온도차이는 다이의 크기나 소결시편의 재질에 따라서도 변하게 되므로, 본 연구에서는 Ni 분말을 이용하여 다이와 소결시편 사이에 발생하는 온도차이에 대하여 실험적인 검토를 하였다.

2. 실험방법

원료분말은 100mesh 이하 크기의 Ni분말을 사용하였다. 다이와 편치의 재질은 고강도 흑연으로 다이는 외경 30mm, 내경 15mm, 높이 30mm 크기의 원통형이며, 편치는 직경 15mm, 길이 20mm 크기를 상부와 하부에 동일하게 사용하였다. 소결실험 및 다이와 소결시편사이의 온도차이에 대한 조사에는 방전 플라즈마 소결장치(SPS 515S, Izumi Tech. Co.)를 사용하였으며, 모든 실험은 소결압력 50MPa, 진공분위기(4Pa) 조건에서 실시하였다. 공정 제어온도는 다이 표면에서 3mm 깊이에 삽입한 K형 열전대를 사용하여 측정하였다.

3. 실험결과

소결전 Ni 압분체의 상대밀도는 약 58%였으며, 소결시 800℃에 도달 후 곧바로 소결전원을 차단하고 노냉하여 얻어진 소결체의 밀도는 98.5%로 단시간(승온 및 냉각과정 포함 : 12분)에 치밀한 소결체를 얻을 수 있었다. 압분체의 밀도는 승온중 400~600℃ 온도구간에서 급격하게 증가되었으며, 이러한 밀도증가는 승온속도에 따라 다소간의 차이를 나타내었다. 소결시편의 내부와 다이 사이의 온도차이는 소결온도가 높아질수록 차이가 발생하기 시작하여 다이의 온도가 800℃일 때 Ni 소결체 중심부의 온도는 925℃로 소결시편의 온도가 다이의 온도보다 125℃ 높은 상태를 유지하였다. 치밀한 Ni bulk를 압분체 대용으로 사용하여 다이와의 온도차이를 조사한 결과 압분체를 사용한 경우와 유사하게 나타났다. 그러나 압분체의 온도와 비교하였을 때 약 500℃까지 승온하는 과정에서는 Ni bulk의 온도가 압분체의 온도보다 낮게 나타났으나 500℃에서 800℃ 사이의 온도구간에서는 거의 동일한 온도를 나타내었다.