

**WC-Ni와 접합한 TiC-Ni 소결체에서 결정입간  
액상막 이동과 Core-Shell 입자 형성**  
Migration of Intergranular Liquid Films and Formation of  
Core-Shell Grains in Sintered TiC-Ni Bonded to WC-Ni

한국과학기술원 고지연\* · 윤덕용

### 1. 서 론

Core-shell 구조는 입자 중심부와 주변 부분의 조성이 다른 미세조직을 말하며, SiC, BaTiO<sub>3</sub> 등 다양한 계에서 관찰된다. 이러한 구조는 재료의 특성에 많은 영향을 줄 수 있으나 아직까지 core-shell 구조의 형성 기구는 명확히 밝혀지지 못하였다. 이 연구에서는 따로 소결을 한 TiC-Ni과 WC-Ni을 접합하여, 소결 온도와 같은 온도에서 다시 열처리를 함으로써 core-shell 구조의 형성 과정을 관찰하고 그 원인을 밝히고자 하였다.

### 2. 실험방법

TiC-20wt%Ni과 WC-20wt%Ni을 각각 1400°C에서 8h 동안 소결한 후, 둘을 접합하여 같은 온도에서 2min, 8min, 30min, 1.5h, 4h 동안 열처리한 후 미세 조직을 관찰하고 조성분석을 하였다.

### 3. 결과 및 고찰

TiC-Ni 소결체에서 TiC 입자는 모서리가 둥근 다면체이며, WC-Ni 소결체에서 WC 입자는 모서리가 날카로운 다면체이다. TiC-Ni과 WC-Ni 소결체를 접합한 후 열처리한 결과, 접합면에서는 shell과 같은 조성을 갖는 고용체 입자가 보였고 이와 가까운 영역에서는 TiC 입자가 초기 모양을 잃고 불규칙한 모양으로 작아져서 core가 되며 주변에 두꺼운 shell이 형성되었다. 접합부위와 먼 영역에서는 입자가 음의 곡률을 갖는 형태로 녹고 그와 이웃한 입자표면에는 새로운 조성으로 재석출이 일어나는 액상막 이동 현상(liquid film migration)이 관찰되었다. 열처리 시간이 길어질수록 접합부위에서는 shell 조성의 입자가 더 넓은 영역에서 관찰되고 core-shell 구조 입자의 shell 두께가 두꺼워지며 액상막 이동 현상이 접합부위로부터 더 먼 영역에서까지 보였다. 이는 접합면에서 떨어진 거리에 따라 액상내 WC 농도경사가 있기 때문으로, 열처리 시간이 길어짐에 따라 액상막 이동 현상이 일어난 입자에 shell이 형성됨을 알 수 있었다. 액상막 이동 현상은 새로운 원소침가로 액상의 농도가 달라짐에 따라 입자 표면에 확산층이 생겨 정합 응력을 유발하기 때문인 것으로 이미 밝혀진 바 있다. Core-shell 구조 형성은 액상막 이동 현상과 같은 기구로, WC-Ni 소결체로부터 WC가 액상을 통해 TiC-Ni 소결체에 침투하여 TiC 입자표면에 확산층을 형성함으로써 정합 응력

이 유도되기 때문이다. 한편, WC-Ni 소결체 안에서는 core-shell 구조가 관찰되지 않았으며, 이는 WC에 대한 TiC의 고용도가 매우 낮기 때문이다.

#### 4. 결 론

TiC-Ni 소결체와 WC-Ni 소결체를 접합하여 열처리한 결과, 미세구조는 열처리 전과 다르며 두 가지 현상을 동시에 보여주었다. 접합부위와 가까운 TiC-Ni 소결체 영역에서는 core-shell 구조의 입자가 관찰되며 접합부위와 먼 영역에서는 입자가 음의 곡률을 갖으며 녹아 들어가는 액상막 이동 현상이 관찰되었다. 액상막 이동 현상은 열처리 시간이 길어질수록 더 먼 영역에서 관찰되며 초기 액상막 이동 현상에 의해 새로운 조성으로 재석출이 일어나던 입자에 shell이 형성되었다. 이는 액상막 이동 현상과 core-shell 구조 모두 확산층에서의 정합 응력에 의해서 발생하는 것으로 설명할 수 있다. 이러한 정합 응력은 입자 용해의 구동력으로 작용하기 때문에, 액상막 이동에 의한 입자 성장은 입자 사이의 크기 차이로 인한 Ostwald ripening에 비해 훨씬 빠르다.