

Cu 분율에 따른 Al₂O₃/Cu 나노복합재료의 기계적 특성 연구 (Mechanical Properties of Al₂O₃/Cu Nanocomposite with Variation of Cu Content)

한양대학교 고세진*, 민경호, 김영도, 문인형

1. 서론

세라믹재료는 낮은 밀도와 우수한 내마모성, 내식성 등의 좋은 특성이 있으나 인성과 가공성이 나쁘므로 제조에 어려움이 있었다. 연성이 뛰어난 금속상을 소량 첨가하면 파괴인성을 증가시킬 수 있으나 금속의 영향으로 복합재료의 경도가 감소된다. 그러나 입자를 미세화하고 제 2상을 일정량 이하로 첨가하면, 경도의 감소는 최소화시키면서 파괴인성을 가지는 세라믹 나노복합재료를 제조할 수 있다. 본 연구에서는 Al₂O₃/Cu계에서도 경도의 감소는 최소화하며 파괴인성값을 증가시킬 수 있는 임계 Cu함량을 조사하고자 하였다. 5vol.% 이하의 Cu가 첨가된 복합체를 제조하여 그 Cu의 함량이 기계적 특성에 미치는 특성을 평가하고 미세구조를 관찰하였다.

2. 실험방법

α -Al₂O₃에 제 2상의 Cu를 첨가하였을 때 영향을 알아보기 위해 1vol.%Cu부터 5vol.%Cu까지 CuO를 칭량하여 밀링을 진행하였다. 고에너지 볼 밀링은 통해 나노구조 산화복합분말을 제조한 후 이를 환원함으로써 나노구조 Al₂O₃/Cu복합분말을 제조하였다. 소결시 입자 성장을 억제하기 위해 PECS (Pulse Electric Current Sintering)를 이용해 소결체를 제조하였다. 이와 같이 제조된 분말과 소결체는 XRD(X-Ray Diffractometry)와 SEM(Scanning Electron Microscopy)로 상과 미세구조를 관찰하였고 IF (Indentation Fracture)방법을 이용하여 파괴인성과 경도를 측정하고 기계적 특성을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

1~5vol.%Cu가 첨가하여 제조한 소결체를 IF방법으로 기계적 물성을 측정한 결과, Cu의 첨가량이 증가할수록 경도는 감소하는 것으로 나타났다. 파괴인성값은 Cu의 첨가량이 들어감에 따라 4vol.%Cu까지 증가하고 이상 첨가된 경우 4.8MPa·m^{1/2}정도의 비슷한 값을 보였다. 그러므로, 4vol.%Cu의 함량이 다른 Cu함량을 첨가한 경우에 비해 경도의 감소를 최소화하며 효과적으로 파괴인성을 향상시킬 수 있는 임계 Cu 함량이라 판단된다. 제조된 소결체의 파단면을 관찰한 결과, Pure Al₂O₃또는 1vol.%Cu가 첨가된 소결체의 경우에는 Al₂O₃ 입자가 크고 대부분의 파괴가 입계로 되어져 제 2상의 첨가 효과가 거의 나타나지 않았고, 4, 5vol.%Cu가 첨가된 경우 Al₂O₃기지의 입도가 매우 작고 균일하며 100nm정도의 Cu가 입계 또는 삼중점에 위치하고 있는 것을 관찰할 수 있었다.