

**알루미나와 질산동 분말혼합체를 이용한 동 분산 알루미나
나노복합재료의 제작**
(Fabrication of Cu Dispersed Al₂O₃ Nanocomposites Using Al₂O₃ and Cu-Nitrate
Powder Mixtures)

한양대학교 오승탁*, 이재성
Osaka대학교 T. Sekino, K. Niihara

1. 서론

세라믹 기지상에 나노크기의 금속입자를 분산시킨 세라믹/금속계 나노복합재료는 우수한 기계적 성질이외에, 첨가한 금속입자의 물리적 특성을 이용한 자성복합재료 (예, Al₂O₃/Ni)의 제작등 새로운 기능성 재료로의 응용이 가능하다. 그러나 이러한 장점에도 불구하고, 금속이 첨가된 나노복합재료의 경우는 금속입자의 낮은 용점 때문에 분산상의 입자크기 및 균일한 분산 등 미세조직 제어에 어려움이 있어, 공업적인 응용에 많은 제약이 따른다. 본 연구에서는 상대적으로 저용점 금속인 Cu를 분산상으로 선택하여, Al₂O₃ 와 CuO 또는 Cu-nitrate 의 혼합체로부터 제작된 Al₂O₃/Cu 나노복합재료의 미세조직과 기계적성질 간의 관계를 조사하고 최적의 제조공정을 제시하고자 한다.

2. 실험방법

최종조성이 Al₂O₃/5 vol% Cu를 갖도록 Al₂O₃ (0.2 μm) 와 CuO 또는 Cu-nitrate를 칭량한 후, 폴리에틸렌 용기 (500 ml) 내에서 고순도 Al₂O₃ 분 (직경 5 mm, 순도 99.5%)을 이용하여 습식 방법으로 24시간 밀링하였다. 제조된 Al₂O₃/CuO 슬러리는 건조후 건식밀링을 행하여 응집체를 제거하였고, Al₂O₃/Cu-nitrate 혼합체의 경우는 300°C, 2 시간 하소후 다시 습식 및 건식밀링을 행하였다. 각각의 분말혼합체를 graphite die에 충전후, 350°C, 수소분위기에서 1시간 동안 환원 처리를 하였으며 1450°C Ar분위기에서 30 MPa의 압력으로 1시간동안 소결하였다. 소결체는 XRD, SEM 및 TEM을 이용하여 상분석 및 미세조직 관찰을 행하였다. 파괴강도는 cross-head speed 0.5 mm/min으로 3-point bending test를 이용하여 측정하였고, 파괴인성은 Indentation Fracture법을 이용하였다.

3. 실험결과 및 고찰

XRD를 이용한 상분석 결과 수소환원 및 소결을 거친 최종 소결체는 출발원료의 종류에 상관없이 순수한 Al₂O₃와 Cu로만 구성되어 있음을 확인하였다. 미세조직의 경우는, Al₂O₃/Cu-nitrate를 출발원료로 사용한 소결체가 Al₂O₃/CuO의 경우보다 Cu분산상의 입자크기가 작고 균일하게 분포함을 확인할 수 있었다. 복합재료에서의 파괴강도는 Al₂O₃/CuO로부터 제조한 경우 820 MPa, Cu-nitrate의 경우는 953 MPa로 순수한 Al₂O₃의 파괴강도 값 (536 MPa) 에 비하여 증가된 값을 보여주었다. 복합재료의 파괴인성은 순수한 Al₂O₃의 경우 (3.6 MPa·m^{1/2})보다 약 1.3 배정도 증가한 값을 나타내었다. 이러한, 기계적 특성의 차이는 제조공정에 관련된 최종 소결체의 미세조직, 특히 Al₂O₃ 기지상의 입도와 첨가된 Cu 상의 입자크기 및 분산도 등에 크게 의존함을 확인할수 있었다.