Al_2O_3/Al 경사기능 재료의 잔류응력 및 파괴인성

Residual Stresses and Fracture Toughness in Al_2O_3/Al FGMs

안동대학교 신소재공학부 정태주*
Fraunhofer Institute for Mechanics of Materials (Germany) Achim Neubrand

경사기능 재료는 위치에 따른 특성 변화를 갖고 있어 변화하는 주변 환경에서 사용되는 재료의 응용성을 높일 수 있는 장점이 있다. 적합한 경사기능 재료의 제조를 위해서는 탄성률, 강도, 인성 등의 위치에 따른 변화를 예측하는 것이 필요하다. 그러나 재료 내에서의 탄성률 변화 등으로 인해 경사기능 재료에서 인성을 정량적으로 표현하는데는 어려움이 있으므로 이를 정량적으로 측정하고, R-curve를 결정하는 것은 재료의 응용성에 중요한 인자가 된다.

본 연구에서는 폴리우레탄 스폰지를 이용하여 밀도의 분포가 연속적으로 다른 폴리 우레탄 스폰지를 제조하고 이에 알루미나 분말 슬러리를 이용하여 slip casting을 행하였다. 그 후 폴리 우레탄 스폰지를 탈지한 후 알루미나 성형체를 소결하여 연속적인 기공률 분포가 다른 다공성 알루미나를 제조하였으며, 이에 Al을 용침하여 Al_2O_3-Al 경사기능 재료를 제조하였다. 이러한 Al_2O_3-Al 경사기능 재료에 대해 파괴인성 및 R-curve 특성을 CT(compact tension) 시편으로 측정하였으며, 이를 균일한 복합체의 파괴인성과 비교하였다. 또한 잔류 응력 특성을 파악하기 위해 실험적인 응력 데이터를 Moire interferometry를 이용하여 결정하였다. 또한 이를 유한요소 해석법(FEM)에 의한 계산치와 비교하였다.

서로 다른 조성 분포를 갖는 Al_2O_3-Al 경사기능 재료와 균일한 복합체의 파괴인성을 비교한 결과 동일한 Al 조성에서도 서로 다른 파괴 인성치가 나타났다. Al_2O_3-Al 경사기능 재료에서 파괴인성에 영향을 줄 수 있는 인자로는 순수한 Al_2O_3의 파괴인성에 Al 금속의 소성변형에 의한 인성증진 효과, 그리고 경사기능 재료에서 상호 조성차이에 따른 잔류응력을 고려할 수 있을 것이다. 이중 Al_2O_3-Al 경사기능 재료의 파괴인성에 미치는 잔류응력의 영향을 고려하기 위해 이의 잔류응력에 대해 실험에 의한 유추된 잔류응력과 FEM 계산에 의해 유추된 잔류응력을 비교, 분석하였다.

이로부터 경사기능 재료의 파괴인성을 예측하기 위해서는 경사기능 재료내 잔류응력을 유추하는 것이 반드시 필요한 주요인자임을 알 수 있었으며, 이를 위해 탄성률, 열팽창계수 등에 대한 실험 및 예측이 필요함을 알 수 있었다. 또한, 이러한 잔류응력을 가진 경사기능 재료의 응용가능성에 대해 고찰하였다.