

AlN/금속간 활성금속브레이징 접합체의 계면응력 해석. (Interfacial Stress Analysis in Active Metal Brazed AlN/Metals Joints.)

울산대학교 재료공학과 박성계*, 김지순, 권영순
기계공학과 유 회, 염영진

1. 서론

세라믹스의 우수한 내마모성, 내열성 및 내식성 등의 특성과 금속의 풍부한 인성을 보다 효율적으로 이용하려는 시도로써, 최근 이들을 각종 접합법에 의해 복합화하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 금속과 비산화물계 세라믹스간의 접합에 있어서 활성금속브레이징법은 삽입금속에 Ti, Zr 등의 활성금속을 포함시켜 접합온도에서 세라믹스 표면과 반응케 함으로써 메탈라이징과 같은 효과를 나타내며, 그 공정이 간단하여 신뢰성 및 재현성이 우수한 방법으로 알려져 있다. 그러나 이와 같은 이종재료의 접합은 소재 물성치가 다르기 때문에 접합후 냉각시 금속과 세라믹스의 열팽창계수의 차이로 인하여 접합부위에 불균일한 변형 및 박리현상 등을 일으킬 뿐 아니라, 탄성계수의 차이로 세라믹스에 국부적인 잔류응력이 집중되어 접합체의 접합강도 및 신뢰성을 저하시키는 것으로 알려져 있다.

따라서 본 연구에서는 고 열팽창계수를 갖는 Cu와 저 열팽창계수를 갖는 W를 AlN 세라믹스와 접합시켜 접합 대상금속의 열팽창계수차이에 따른 계면응력과 삽입금속의 두께 차이에 의한 잔류응력의 크기 및 분포를 유한요소법에 의해 해석을 행 함으로서, 실제 접합된 접합체의 파단형태와 접합강도와 비교한 후, 중간재에 의한 열응력 완화를 시도하였다.

2. 실험방법

- 유한요소법 해석 ; AlN 세라믹스와 금속의 접합체내에 잔류하는 응력을 예측하기 위하여 상용유한요소 프로그램인 NISA II를 사용하여 직사각형 형태의 요소를 분할요소수 207개, 절점수 260개로 하여 4변형의 축대칭 해석을 하였다.

- 접합실험 ; 세라믹스와 금속모재는 Yttria를 소결조제로 첨가된 표면조도 0.3 μ mRa의 상압 소결 AlN(일본 Tokuyama사)과 각각의 순도가 99.99%인 텅스텐 및 무산소동(직경 10mm ϕ \times 두께 5mm)이었으며, 삽입금속 및 중간재는 Ag-Cu-2w/oTi합금과 Mo(99.99%)이었다. 접합은 6×10^{-5} torr 의 진공가압전기로에서 10 $^{\circ}$ C/min.의 승온 및 냉각속도, 850~950 $^{\circ}$ C, 유지시간 1~5분으로 행하였다. 이때 브레이징재 및 중간재의 두께는 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8mm로 하였으며, 접합체의 강도는 인장시험기(Shimadzu AG-250KNE)에 ASTM Double-Shear-Test방법(D2293-69)을 보정, Single-Shear-Test의 전단강도치구를 제작·설치하여 측정하였으며, 접합층내의 생성상 및 성분원소의 분포, 그리고 계면반응층의 상동정을 위해 SEM-EDS, EPMA 및 X선 회절기에 의한 분석을 행하였다.

3. 실험결과

- 1) 유한요소법에 의한 해석 결과, 접합체면의 세라믹측 자유계면부근에서 응력집중이 발생하였으며, AlN/Cu접합체보다 AlN/W접합체에서 낮은 응력집중현상을 나타내었다.
- 2) 삽입금속의 두께에 따른 AlN/Cu접합체에서는 400 μ m두께의 삽입금속에서 최저의 잔류응력을 나타내었으나, AlN/W접합체에서는 삽입금속 두께에 따라 증가하는 경향을 보였다.
- 3) AlN/Cu접합체의 경우 50MPa내외의 접합강도를 얻었으나, AlN/W접합체에서는 최대 108MPa의 강도값을 나타내었다. 그리고 Mo 중간재를 사용한 AlN/Mo/Cu접합체의 경우, 최대 278MPa의 강도값을 보였다.
- 4) 중간재 두께 및 접합온도 감소에 따라 AlN/Mo/Cu접합체에서의 전단강도값은 증가하였다.
- 5) 강도시험후 파단의 형태가 AlN/Cu접합체에서는 세라믹측에 깊은 돔형으로, AlN/W 및 AlN/Mo/Cu접합체에서는 세라믹측에 얇은 돔형으로 대부분 나타났으며, 일부 시편에서는 삽입금속/중간재 또는 삽입금속/Cu의 접합계면으로 평탄하게 진행되었다.