

## 입자강화 Al합금 복합재료의 파괴인성 평가

## Fracture Toughness Evaluation in Particulate Reinforced Aluminium Alloy Composite

전북대학교 : 김형태, 안행근, 김학신

1. 서론 : SiC 입자강화 Al합금 복합재료(SiCp/Al)는 자동차 및 항공기 산업의 경량·고강성을 가지는 재료로 주목되어 그 기계적 특성에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다. 그러나 실용화에 필요한 정적 및 동적파괴인성에 대한 연구는 적다<sup>(1)</sup>. MMCs는 그 종류에 따라서 파괴거동이 크게 변화하기 때문에 선형탄성파괴역학 또는 탄소성파괴역학에 기초한 시험법중 어느것을 적용할 것인가를 결정하는 것조차 곤란한 상황이다. Al 복합재료의 경우에는 Al matrix의 연성을 고려한다면 탄소성파괴역학에 기초한 평가가 필요한 것으로 생각된다. 본 연구는 SiCp/Al 복합재료에 대하여 동적 및 정적파괴인성 시험을 행하고, J 적분에 입각한 파괴인성의 평가법, 파괴과정과 파괴인성의 관련에 대해 고찰한다.

2. 실험방법 : 본 연구에 사용된 재료는 Duralcan 사에 의해 제조되는 F3D20S<sup>(2)</sup>이다. 기지금속에는 A356 알루미늄합금을, 강화재에는 평균직경 12.8 $\mu$ m의 SiC입자를 사용하여 다이캐스트에 의해 제조하였다. 강화재의 체적율은 20%이다. 3점굽힘시험편을 기계가공에 의해 slit 방향이 다이캐스트 방향과 평행이 되도록 제조한 다음 ASTM E813-89에 준거하여  $a_0/w=0.55$ 가 되도록 피로예비균열(fatigue precrack)을 부가하였다. 동적파괴인성시험은 계장화살피충격시험기를 사용하였고 부하속도는 1.5m/sec이다. 동적파괴인성치는 CAI(Computer aided Instrument Charphy Impact Testing) 시스템<sup>(3)</sup>에 의해 산출되었다. 정적파괴인성시험은 만능시험기를 사용하여 0.3mm/min 속도로 시험하였고, 균열발생점의 검출에는 컴플라이언스변화율법을 이용하였다. 균열발생점의 유효성을 확인하기 위해 복수시험편법과 stop block<sup>(3)</sup>법을 사용하였다. 균열진전길이 ( $\Delta a$ )의 측정과 파단면의 관찰은 SEM에 의해서 실시하였고, 파단면은 Ni 도금한 후에 시험편의 두께방향의 중앙부분에서 절단한 것을 연마하여 균열진행상황을 SEM으로 관찰하였다.

3. 실험결과 : 균열발생시 둔화에 의해 형성되는 stretch zone은 관찰되지 않았다. 균열의 발생은 시험편의 중앙부분에서 발생하여 시험편 두께 방향으로의 균열의 확장을 마친 후 주균열로 진행해 간다. 양 부하조건에서 균열길이 0.1mm 부근에서 균열확장이 종료한다고 추측되고 이 균열길이는 평균입자간 거리의 약6배, 평균파단입자간 거리의 약 4배 정도이다. 컴플라이언스변화율법에 의해 검출한 균열발생점은 양 부하조건하에서 공히 균열발생단계가 끝난 위치에 상당한다. 그러나 컴플라이언스변화율법의 간편성을 고려한다면 다소 과대평가하는 경향이 있지만, 본 재료에 적용하는 것은 유효하다고 생각된다. 동적부하조건에서는 균열이 입자부분을 통과해 가는 경향이 크기 때문에 균열이 큰 편향을 반복하며 또 J 값도 정적부하조건에서보다 상대적으로 크다. 한편 정적부하조건에서는 균열이 입자부를 진행하는 경향이 작고 균열의 편향도 작다.

## 4. 참고문헌

- 1) C.M.Friend, Mater. Sci. and Tech., 5, 1(1989)
- 2) Y.Ebe, Sokeizai (in Japanese), 10, 3(1992)
- 3) T.Kobayashi and M.Niinomi, Nucl. Eng. and Design, 27, 111(1984)