

PM 법으로 제조된 Al 복합재료의 미세구조와 시효경화속도
(Microstructure and Aging Kinetics of PM-produced Al Matrix Composite)

국민대학교 홍 순 익*

1. 서론 : 복합재료의 기계적 특성은 보강재의 크기, 분포 그리고 모양에 의하여 영향을 받을 뿐만아니라, 기지의 미세구조에 의하여도 큰 영향을 받는다. 본 연구에서는 Al-Zn-Mg-Cu-Zr계 기지에 20 Vol.% 의 SiC가 첨가된 복합재료에서 SiC와 Al의 초기 분말크기의 비율과 열처리조건이 미세조직과 기계적 성질에 미치는 영향을 조사하였다. 특히 열처리 조건에 따른 미세구조의 변화와 기계적 특성간의 상관관계에 대하여 체계적으로 분석하였으며, 인장시험과 압축시험에서의 기지와 보강재의 역할을 비교하였다. 그리고 본 연구에 사용된 복합재료에서 보강재의 첨가가 시효경화 속도에 미치는 영향에 대하여 조사하였으며, 이러한 결과를 PM법으로 제조된 다른 Al계 복합재료의 결과와 비교하고, 시효경화 속도의 변화가 왜 복합재료에 따라 다른가에 대하여 이론적인 분석을 시도하였다.

2. 실험방법 : Al-Mg-Zn-Cu-Zr합금 분말에 초기 크기가 $16\mu\text{m}$ 또는 $5\mu\text{m}$ 인 SiC를 부피로 20% 혼합하여 복합재료를 제조하였다. 압축된 복합재료는 510°C 에서 4시간 용체화처리 하였으며, 일부 시편은 120°C 에서 20분간 열처리 하였으며, 일부 시편은 120°C 에서 24시간, 그리고 170°C 에서 36시간 열처리하였다. 기계적 특성은 인장 또는 압축시험을 통하여 측정하였으며, 열처리에 따른 미세구조의 변화는 TEM을 사용하여 관찰하였다. 모든 TEM시편은 ion milling법으로 제조되었으며, ion milling시 TEM시편의 손상을 막기위하여 액체질소로 1시간이상 냉각시킨후 ion milling을 시작하였다.

3. 결과 및 고찰 : SiC와 Al의 초기 분말크기의 비율은 SiC의 분포에 영향을 줄뿐만아니라 기계적 특성에도 영향을 주는것으로 관찰되었다. SiC:Al의 초기 분말크기 비율이 0.7:1인 경우, 즉 SiC의 초기크기가 $16\mu\text{m}$ 인 경우, SiC의 분포가 훨씬 균일하였다. 압축 시험시의 기계적 강도는 SiC의 분포가 균일하게 분포할수록 증가하였으며, 변형에 따른 가공경화 거동은 기지의 특성에 의하여 큰 영향을 받았다. 반면에, 인장시험시의 기계적 강도및 가공경화 거동은 보강재의 분포및 크기, 그리고 입계강도등에 의하여 큰 영향을 받는것으로 나타났다.

본 연구결과, SiC는 주로 hexagonal구조를 갖는 α -SiC인 것으로 판명되었으며, 종종 Cubic구조를 갖는 β -SiC도 발견되었다. 본 연구에서는 열처리 되지않은 압출된 복합재료의 Al과 SiC의 계면에서 계면전위(interface dislocation)을 처음으로 관찰하였다. 이러한 계면전위는 열처리된 복합재료에서는 관찰되지 않았는데, 이는 수냉시 열팽창 차이에 의하여 생성된 전위들이 기지내로 방출되기 때문인 것으로 생각된다.

본 연구에서 사용된 Al-Mg-Cu-Zr계 복합재료에서는 PM법으로 제조된 다른 Al계 복합재료와는 달리 시효경화속도 가속현상이 발견되지 않았다. 본 연구의 결과와 문헌의 자료를 분석한 결과, 복합재료의 시효경화속도 가속은 크기차이상수(atomic

size misfit parameter)가 클수록 현저하게 나타났다. 이러한 복합재료의 시효경화속도가속은 보강재와 기지의 열팽창 차이에 의하여 도입된 전위에 합금원소들이 편석되어 석출물의 생성을 용이하게 하기 때문인 것으로 생각된다.

4. 결론

1. SiC : Al의 초기 분말크기 비율이 큰 경우, 즉 SiC가 16 μ m인 경우, 보강재의 분포가 훨씬 균일하였다.

2. 압축시의 가공경화거동은 기지의 특성에 의하여 큰 영향을 받으며, 인장시의 가공경화특성은 보강재의 분포 및 크기, 그리고 계면강도에 의하여 큰 영향을 받는다.

3. 열처리되지 않은 압축된 복합재료의 Al과 SiC의 계면에서 계면전위(interface dislocation)들이 관찰되었으나, 열처리된 복합재료에서는 계면전위들이 관찰되지 않았다.

4. 복합재료의 시효경화속도 가속을 보강재와 기지의 열팽창 차이에 의하여 도입된 전위에 합금원소들이 편석되어 석출물의 생성을 용이하게 하기 때문인 것으로 생각된다.