

급속응고법에 의한 Al-18Si-xFe-3Cu-1Mg(x=0,5)합금의 미세조직과 기계적성질

(The microstructure and mechanical properties of
Al-18Si-xFe-3Cu-1Mg(x=0,5) alloy by rapid solidification process)

충남대학교 급속응고 신소재 연구소 김범진*, 이봉상, 임광혁, 엄철환, 조성석

1. 서론

과공정 Al-Si합금은 내마멸성이 우수할 뿐만 아니라 열팽창계수와 밀도가 작으며, 주조하기 쉽고 값이 싸다는 여러 가지 장점을 지니고 있다. 특히 최근에는 자동차 등 운송장비의 경량화 문제가 중요한 과제로 제기되고 있어 Al-Si합금을 이러한 요구에 알맞는 경량소재로 개발하려는 연구가 많이 추진되고 있다. 과공정 Al-Si합금이 자동차용 내마멸 재료로 사용되기 위해서는 우수한 내마멸성은 물론 어느 온도 이상에서도 적절한 기계적 성질을 유지할 수 있어야 한다. 따라서 최근 Al-Si합금에 천이 원소등을 첨가하여 열적으로 안정한 상을 형성시킴으로써 내마멸성, 내열성 및 고강도를 모두 지닌 새로운 합금을 개발하려는 연구가 많이 진행되고 있다. 그러나 Al-Si합금에 천이원소, 특히 Fe를 첨가하여 서냉할 경우에는 판상 또는 침상 형태의 금속간 화합물이 형성되어 기계적 성질에 나쁜 영향을 미친다고 알려져 있으나, 급속응고법으로 화합물을 미세하게 형성시키면 내열성을 비롯한 여러 기계적 성질이 향상된다는 보고가 있다. 따라서 본 연구에서는 Al-Si-Cu-Mg합금 및 Fe를 첨가한 합금 분말을 열간 압출 성형하여 봉상의 압출재를 제조하고, 압출재의 미세조직을 검토하였으며, 압출재의 상, 고온 기계적 성질 및 내열, 내마멸성에 미치는 Fe의 영향을 고찰하였다.

2. 실험방법

본 연구에는 Al-18Si-3Cu-1Mg합금과 Al-18Si-5Fe-3Cu-1Mg합금을 비교하기 위해 각각 고주파 유도로를 이용해서 제조하였고, 분말제조에는 회전판의 회전각속도 35,000rpm, 주입속도 2.8kg/min, 주입온도 900℃의 조건으로 용융금속을 대기중에서 원심분무하여 분말을 제조하였다. 제조된 분말은 350톤 프레스를 이용하여 이론밀도의 70-80%가 되도록 냉간압분 후 탈가스 처리를 하였다. 탈가스한 압분체는 450℃에서 약 1시간30분간 예열한 후 800톤 수평압출기에서 압출비 26:1로 직접압출을 행하였다. 분말 열처리를 통해 적절한 성형 온도구간을 예측하기 위해 분말을 250, 450, 530℃로 1시간동안 열처리 후 미세조직을 관찰하였다. 또한 Al-18Si-3Cu-1Mg합금 압출재 및 Fe첨가한 압출재를 비교하여, 미세조직, 인장시험, 마모시험, 경도측정을 통해 기계적 성질을 고찰하였다.

3. 실험결과 및 고찰

급속응고한 Al-18Si-3Cu-1Mg합금 분말에서는 세포수지상의 α -Al, 공정 및 초정 Si이 미세하게 분포하였으며, Fe를 첨가한 합금 분말에서는 추가적으로 침상형 δ -Al₄FeSi₂ 금속간화합물이 미세하게 생성되었으며, 각 분말에 있어 분말의 크기가 작을수록 응고조직이 미세했다. 한편 원심분무한 분말의 가열시 Al-18Si-3Cu-1Mg합금 분말의 Si입자 조대화가 Fe를 첨가한 합금분말보다 컸으며, 이는 Fe첨가로 인한 금속간화합물이 Si입자의 성장을 억제하기 때문이라 사료된다. 압출성형시 공정 및 초정 Si와 금속간화합물은 미세하게 기지중에 분산되며, 열간압출성형시에 대부분의 금속간화합물은 준안정상인 δ -Al₄FeSi₂상으로부터 평형상인 β -Al₅FeSi 상으로 변태된다. Al-Si-Fe-Cu-Mg합금이 Fe를 함유하지 않은 합금보다 우수한 기계적 성질을 나타냈다. 이는 Fe가 첨가됨에 따라 형성된 초정 및 공정상 금속간화합물이 미세하게 분포되어 기지강화에 기여한 것으로 생각된다.

4. 결론

1. Al-18Si-3Cu-1Mg 합금 분말에서는 α -Al, 공정 및 초정 Si이 미세하게 분포하였으며, Fe를 첨가한 합금 분말에서는 추가적으로 침상형 δ 상 금속간화합물이 미세하게 생성되었다.
2. 열간압출성형시에 대부분의 금속간화합물은 평형상인 β -Al₅FeSi상으로 변태된다.
3. Al-Si-Fe-Cu-Mg 합금이 Fe를 함유하지 않은 합금보다 우수한 기계적 성질을 나타냈다.