C1

SiC 입자로 보강된 2XXX Al 복합재료의 분말야금 제조와 평가
(P/M Fabrication and Evaluation of 2XXX Al Composites Reinforced with SiC Particulates)

전력연구원 신기삼*
포항공과대학교 항공재료연구센터 이성학

1. 서론

Al-SiC 복합재료의 일반적인 제조방법인 주조방법과 분말야금 중 분말야금방법은 제조공정이 다소 복잡하지만 제조온도가 낮아 잔류기공과 용존기체를 최소화할 수 있고, 양호한 보강재/기지 계면을 얻을 수 있으며, 후속 가공공정을 거쳐 다양한 형태로 제조할 수 있는 장점이 있다. 이 연구에서는 분말야금방법으로 Al-SiC_p 복합재료를 제조하여 물성을 평가하고 각 공정이 미세조직과 기계적 성질에 미치는 영향을 고찰하여 물성이 우수한 복합재료를 제조하기 위한 제조공정의 최적화 방법을 연구하였다.

2. 실험방법

본 연구에서의 Al-SiC 복합재료는 질소가스분무법으로 제조한 2009와 2124 Al 급냉응고 합금분말과 약 15 vol.%의 SiC 보강입자를 Fluidized zone 혼합기를 사용하여 혼합하고 vacuum hot press를 이용하여 560℃~620℃ 사이에서 빌레트를 압축성형한 후 450℃에서 열간압출하였다. 압출된 복합재료는 T6 조건에서 열처리 즉, 504℃에서 4시간 용체화처리 후 담금질하고 177℃에서 4시간 시효처리한 후 상온인장시험과 SEM *in situ* 파괴시험을 실시하여 기계적 성질, 즉 인장강도 및 항복강도, 연신률, 겉보기 파괴인성등을 구하였고 이들을 광학현미경과 SEM으로 관찰한 미세조직과 연결하여 비교분석하였다.

3. 결과 및 고찰

빌레트 성형 시 560℃~620℃의 온도에서 50 MPa의 성형압을 가했을 때 잔류기공이 거의 없는 완전 조밀화 된 빌레트를 얻을 수 있었으나, 성형온도가 높을수록 압출방향으로 길게 늘어진 보강입자가 존재하지 않는 영역이 증가하는 경향을 보였다. 전체적으로 Al-SiC_p 복합재료의 인장 및 항복강도는 성형온도가 높아질수록 감소하고, 연신율은 증가하였다. 균일한 보강입자의 분포와 강도 및 연신률의 적절한 조합을 위해 560℃가 2009 및 2124 Al 복합재료의 성형에 가장 적합한 온도로 나타났다. 특히, 2124 Al-SiC_p의 경우 성형온도가 높을 경우 Mn을 함유한 취약하고 조대한 금속간화합물의 양이 증가하여 기계적 성질이 저하 되지만, 560℃에서 성형한 경우 이들의 양이 감소하고 미세화되어 오히려 강화효과를 나타내었다. 560℃에서 성형 제조했을 때 2124 Al-SiC_p의 연신률은 2009 Al-SiC_p에비해 약간 낮으나 강도, 특히 항복강도는 2009 Al-SiC_p가 408 MPa인데 비해 485 MPa의 높은 값을 나타내는 등, 전반적인 기계적 성질은 2124 Al-SiC_p 복합재료가 2009 Al-SiC_p 복합재료보다 우수하였다.

4. 결론

Al-SiC_p 복합재료의 인장 및 항복강도는 성형온도가 높아질수록 감소하고, 연신율은 증가하였다. 이는 낮은 압축성형온도에서는 보강입자가 없는 영역이 거의 존재하지 않아 보강입자의 분포가 좋고, 치밀한 미세조직을 얻을 수 있어 전반적으로 우수한 기계적 성질을 나타내기 때문이다. 강도 및 연신률 등을 고려할 때 빌레트 성형온도는 560℃가 가장 적합한 것으로 나타났다. 이 온도를 이용하여 빌레트를 성형한 후 450℃에서 압출한 2124 Al 복합재료의 강도, 특히 항복강도는 2009 Al 복합재료에 비해 20% 정도 높고 연신율은 약간 감소하나, 전반적인 기계적 성질은 2124 Al-SiC_p 복합재료가 2009 Al-SiC_p 복합재료보다 우수하였다. 이는 Mn을 함유한 2124 기지합금의 기지내에 미세분산상의 양이 증가하여 Orowan형 강화효과가 일어나고, 낮은 성형온도를 사용함으로써 조대한 Mn 함유 화합물의 형성이 억제되었기 때문이다.