

분말 야금법에 의한 SiC_w/2124Al 금속 복합재료 제조공정인자의 영향 분석

(Analysis of the Effects of Fabrication Parameters on the P/M Processing of SiC_w/2124Al Metal Matrix Composite)

정정현*, 홍순형
한국과학기술원 재료공학과

1. 서론

금속 복합재료는 상온 및 고온에서의 기계적 성질 및 내마모성 등이 뛰어난 소재로서 향후 항공기 및 자동차의 소재로 각광을 받고 있다. 그러나 금속 복합재료를 널리 구조재로 사용하기 위해서는 안정적이고 재현성 있는 제조 공정의 확립이 필요하고, 이를 위해서는 각 제조 공정 인자가 금속 복합재료의 미세구조 및 기계적 성질과 갖게 되는 상호관계를 이해하여야 한다. 본 연구에서는 금속 복합재료의 기계적 성질과 제조공정인자 사이의 관계를 조사하고 그 원인을 미세구조의 변화와 연관하여 조사하였으며 실험시 실험 횟수를 줄이고 안정된 실험 결과를 얻기 위하여 Taguchi 방법에 의한 실험 계획법에 따라 실험을 진행하였다.

2. 실험 방법

SiC_w/2124Al 복합재료의 제조를 위해 평균입자크기 20 μ m의 2124Al 분말과 강화재로서 평균 직경 1.5 μ m, 길이 40-50 μ m 인 β -type SiC 휘스커를 사용하였다. 강화재와 기지 분말은 정해진 부피분율에 따라 pH 9인 에틸 알콜 내에서 습식혼합한 뒤 70 $^{\circ}$ C에서 12시간 동안 건조하였다. 건조된 분말은 vacuum hot pressing에 의하여 billet을 만든 후 고온 압출하여 봉상의 SiC_w/2124Al 금속복합재료를 제조하였다. 제조공정인자 중 금속 복합재료의 기계적 성질에 미치는 영향을 조사한 분말공정인자는 vacuum hot pressing 온도, vacuum hot pressing 압력, 휘스커 부피 분율, 압출온도 및 압출비의 5가지의 주요인자를 택하였고 이들을 Taguchi방법에 의한 직교 배열표에 배당하여 정해진 제조 공정에 따라 제조하였다. 제조된 SiC_w/2124Al 금속 복합재료의 인장 강도를 Instron을 이용하여 측정하고 그 결과를 분산분석한 뒤 결과의 해석을 위해 제조된 복합재료의 밀도를 측정하고, SiC 휘스커의 aspect ratio와 방향성을 정량적으로 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

SiC_w/2124Al 금속 복합재료의 기계적 성질에 가장 큰 영향을 주는 인자는 vacuum hot pressing 온도인 것으로 나타났다. 인장 강도는 vacuum hot pressing온도가 570 $^{\circ}$ C까지 증가함에 따라 함께 증가하였고 그 이후는 거의 일정한 인장 강도를 보였다. 금속 복합재료의 밀도와 휘스커의 aspect ratio도 인장 강도와 마찬가지로 vacuum hot pressing온도의 증가에 따라 함께 증가하는 것으로 나타났다. 이 결과로부터 vacuum hot pressing온도가 증가함에 따라 기지 내의 액상의 양이 증가하여 용집된 휘스커 내부에까지 잘 침투되고 기지의 강도도 약해져서 휘스커에 미치는 손상을 줄여 주기 때문에 강도가 증가되는 것으로 해석된다. Vacuum hot pressing압력이 증가함에 따라 인장강도가 증가하였으며 압력이 최소한 70MPa 이상일 때 휘스커와 기지의 결합이 원활하여 상대밀도 99% 이상의 충분한 치밀화가 이루어지는 것으로 조사되었다.

휘스커 부피 분율은 20%일 때 최대 강도를 나타내는데 이것은 20%이상의 휘스커를 넣어 줄 경우 용집된 휘스커를 형성하기가 쉬워짐에 따라 잔류기공의 양이 증가하고 동시에 휘스커 끼리의 접촉으로 인한 손상 때문에 강화재의 aspect ratio가 급격히 떨어져 오히려 강도를 감소시키는 것으로 조사되었다. 압출 온도는 기지의 고상선 온도인 502 $^{\circ}$ C 이상인 경우에 좋은 인장 강도를 나타내었는데 밀도와 휘스커의 aspect ratio는 압출 온도에 대하여 비슷한

거동을 보였다. 즉 압출 온도가 증가함에 따라 복합재료 내부의 잔류 기공의 양이 줄어들 뿐 아니라 기지 강도 감소로 인해 압출시 휘스커의 손상이 줄어들기 때문에 높은 압출 온도인 경우 좋은 인장 강도를 나타내었다. 그리고 압출비는 15:1 인 경우 가장 좋은 인장강도를 보였으며 이는 압출비가 증가하면 SiC 휘스커들이 압출 방향으로 정렬되어 압출 방향으로의 강도 증가 효과가 나타남과 동시에 압출시 강화재가 손상을 입게 되어 용력분담효과가 줄어들어 강도 감소의 효과도 나타나므로 이 두 효과가 동시에 작용하여 압출비 15:1에서 최대 인장강도를 나타내는 것으로 보인다.

4. 결론

1. Vacuum hot pressing 온도가 증가됨에 따라 2124Al 기지합금의 강도감소와 액상 형성으로 인하여 SiCw/2124Al 금속복합재료의 인장강도가 증가하였다. 상대밀도 99% 이상의 SiCw/2124Al 금속 복합재료의 제조를 위해서는 vacuum hot pressing 온도는 570°C 이상 vacuum hot pressing 압력은 70MPa 이상으로 조사되었다.

2. SiC 휘스커의 부피 분율이 20%를 초과하면 휘스커가 부분적으로 용집됨에 따른 밀도 감소와 휘스커 사이의 접촉에 의한 aspect ratio 감소로 인하여 인장강도가 감소하는 결과를 나타내었다.

3. 압출비와 압출 온도를 높임으로써 강화재의 방향성을 향상시켜 인장강도가 향상되었으나 압출비가 25:1로 증가되면 강화재의 손상에 따른 SiC 휘스커의 aspect ratio 감소로 인해 인장 강도가 다소 감소하였다.

5. 참고문헌

1. J.S.Reed, "Principles of Ceramic Processing.", John Wiley and Sons, 470(1988)
2. R.B.Bhagat, Metall. Trans., 16A, 623(1985)
3. H.J.Rack, "Metal Matrix Composite", Academic Press. 83-101(1991)