

고온압출 조건이 SiC_w/2124Al 금속복합재료의 기계적 성질에 미치는 영향

(The Effects of Hot Extrusion Condition on Mechanical Properties of
SiC_w/2124Al Metal Matrix Composites)

한국과학기술원 정 경현*, 홍 순형

1. 서론

금속복합재료는 금속기지에 세라믹계 강화재를 첨가하여 기계적 성질을 크게 향상시킨 소재로서 특히 Al기지 금속복합재료의 경량구조재료로의 응용에 관심이 모아지고 있다. 금속복합재료를 구조재료로써 사용하기 위해서는 안정적인 기계적 성질을 나타낼 수 있는 제조공정이 확립되고, 각 제조공정 인자에 의해 기계적 성질 및 미세구조가 어떻게 영향을 받는지 이해해야 한다. 본 연구에서는 금속복합재료의 인장강도와 압출공정인자인 압출온도 및 압출비 사이의 관계를 미세구조인자인 복합재료의 밀도, 휘스커의 aspect ratio와 휘스커의 압출에 의한 정렬정도를 조사하여 해석하고 이들 미세구조인자를 함수로 기계적성질을 계산하는 경험식을 제시하였다.

2. 실험방법

SiC_w/2124Al복합재료는 2124Al분말을 기지로 하고 β-type SiC휘스커를 강화재료 사용하였다. 강화재의 부피분율을 20%로 정하고 기지분말과 강화재를 pH9인 에틸알콜내에서 습식혼합후 건조하여 vacuum hot pressing온도 570℃에서 90MPa의 압력으로 성형하였다. 성형된 인고트는 압출온도와 압출비를 변화 시키면서 고온압출하여 봉상의 SiC_w/2124Al 금속복합재료를 제조하였다. 제조된 금속복합재료는 T6열처리를 한 뒤 인장강도는 instron을 이용하여 1.66×10⁻³/s의 변형률 속도로 측정하였고, 압출방향으로 휘스커의 정렬정도를 조사하기 위하여 β-SiC의 <111>X-ray회절 peak에 대하여 pole-figure를 얻었다. Over-etching한 표면을 SEM으로 관찰하여 휘스커의 aspect ratio를 측정하였고 복합재료의 밀도는 ASTM 규격에 따라 측정 하였다.

3. 결과 및 고찰

압출온도가 증가함에 따라 금속복합재료의 밀도와 휘스커의 aspect ratio가 크게 증가하였는데 이것은 압출온도의 증가에 따라 기지내의 액상생성량의 증가로 인해 기지내 결합감소가 원활해져 치밀화가 잘되고 기지강도 감소로 인해 휘스커가 압출시 입는 손상의 감소때문이며 이로 인해 인장강도도 압출온도 증가에 따라 증가하였다. 그러나 압출온도가 너무 높아지면 압출재의 표면에 가로 균열이 발생하는 것이 관찰되기도 하여 고상선 온도를 크게 넘지않는 범위에서 최적 압출온도가 결정된다. X선 pole figure결과에 의하면 압출비의 증가는 압출방향으로 휘스커가 정렬되는 정도를 크게 증가시키는 것으로 나타났다. 이런 변화는 금속복합재료의 인장강도를 증가시키는 방향으로 작용하지만 압출비 증가에 따른 압출시 소성변형량의 증가는 강화재의 손상을 증가시켜 휘스커의 aspect ratio는 압출비 증가에 따라 감소하므로 이 두가지 효과가 서로 절충되는 압출비 15:1에서 최대의 인장강도를 보였다. 휘스커의 정렬정도를 정량화하여 휘스커 aspect ratio변화의 효과와 비교하기 위해 pole figure에서 나타나는 회절 X선의 강도를 그 방향으로 정렬된 휘스커의 밀도와 비례하게 가정하고, 인장방향으로의 aspect ratio성분만이 응력전달에 기여한다고 보아 휘스커의 정렬정도를 표시하는 정렬도 보상계수(alignment compensation factor)를 정의하였다. 이 계수와 측정된 강화재의 aspect ratio를 곱하여 강화에 기여하는 응력분담효율을 유효(effective) aspect ratio로 표현하여 보면 압출비가 15:1일 때 최대가 되므로 압출비 증가에 따라 정렬정도와 휘스커 aspect ratio를 동시에 고려한 경우 15:1에서 강화효과가 제일 크며 그로 인해 인장강도가 가장 크게

나타나는 것으로 볼 수 있다. 그리고 이 유효 aspect ratio와 금속복합재료의 밀도를 함수로 하여 금속복합재료의 강도를 예측할 수 있는 경험식을 유도하였다.

4. 결론

압출온도의 증가는 금속복합재료의 치밀화를 용이하게 하고 휘스커손상을 감소시켜 인장강도의 증가를 가져왔으나 온도가 너무 높으며 압출균열의 발생이 관찰되었다. 압출비의 증가는 휘스커의 압출방향으로의 정렬도를 향상시켰으나 휘스커의 손상이 많아져서 aspect ratio는 감소하였다. 이 두가지 효과를 정렬도 보상계수를 도입하여 표시하면 휘스커의 응력분담효율을 표시할 수 있으며 유효 aspect ratio가 가장 큰 압출비 15:1에서 응력분담효율과 인장강도가 모두 최대의 값을 보였다.

참고문헌

1. W. Duckworth, J. Am. Cer. Soc., 36(1953)68
2. J. S. Reed, " Principles of Ceramic Processing", John Wiley & Sons, 470(1988)
3. R. B. Bhagat, Metall. Trans., 16A(1985)623