

고상 합금화 방법에 의해 제조된 Al-Cr-Zr 합금의 고온 특성 평가 (Evaluation of Elevated Temperature Properties of Al-Cr-Zr Alloys Prepared by Solid State Alloying)

전남대학교 양상선*, 김현승, 이광민

1. 서론

Al 합금의 고온 사용온도 한계를 향상시키기 위하여 보다 열적으로 안정한 분산상을 지닌 Al 합금 개발에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 관점에서 경제성, 경량성을 지닌 고온용 Al 합금을 제조하기 위해 Al-Cr-Zr 나노복합금속분말을 고상 합금화 방법에 의해 제조하였고, 그 미세 구조 분석¹⁾에 후속되는 연구로, 정상상태의 Al-Cr-Zr 나노복합금속분말을 고온 성형하여 분산상 형성에 따른 조직특성, 기계적 성질, 열적 안정성 등의 고온 특성을 평가하고자 한다.

2. 실험 방법

Al-Cr-Zr 나노복합금속분말의 제조는 800 cc 용량의 Attritor에서 300 rpm의 회전속도로 20시간 고상 합금화하여 정상상태의 분말을 제조하였다. 고온성형은 Vacuum Hot Press (VHP)를 사용하여 500 °C에서 1시간동안 진공탈가스 처리 후 400 MPa의 압력으로 1시간 동안 성형하였으며, 고온압출성형은 400 °C에서 1시간 동안 진공탈가스 처리 후 450 °C에서 압출압력 800 MPa, 압출비 25 : 1, 압출속도 4 mm/min으로 시행하였다. 고상 합금화된 합금의 열적 안정성은 VHP된 Al-Cr-Zr 합금을 각각 300 °C, 500 °C에서 1시간부터 100시간까지 열처리한 후 미소경도 측정을 하여 조사하였다. 또한, 25 °C부터 400 °C까지의 인장시험을 통해 고온강도와 연신율을 조사하였다. Al-Cr-Zr 합금의 상변화 및 미세조직은 XRD, SEM, TEM, HRTEM 등을 사용하여 조사하였다.

3. 실험결과 및 고찰

20시간 고상 합금화된 정상상태의 Al-Cr-Zr 나노복합금속분말로부터 압출 성형으로 제조된 Al-Cr-Zr 합금은 인장강도에 있어서 상온에서부터 150 °C영역까지는 기존의 고온재료인 Al 2024 합금이나 Al 7075 합금보다 다소 낮은 강도값을 나타내었지만, 150 °C부터 400 °C까지의 고온 영역에서는 기존 Al 합금들보다 더 우수한 강도값을 나타내었으며, 특히 300 °C, 400 °C에서는 각각 316 MPa, 277 MPa의 우수한 강도값을 나타내었다. VHP된 Al-Cr-Zr 합금의 성형 밀도는 이론 밀도의 97 %에 이르렀으며, 열적 안정성은 500 °C에서 100시간 열처리한 경우에 약 6 %의 경도값 감소가 있었으나, 300 °C에서 100시간 열처리한 경우에는 경도값이 거의 감소하지 않는 우수한 특성을 나타내었다. 이러한 우수한 고온 특성들은 고상 합금화에 의해 Al 기지내에 미세하고 균일하게 분산된 Cr과 Zr 뿐만 아니라, Al₃Zr, Al₁₃Cr₂ 등의 금속간 화합물에 의해 결정립 크기의 조대화가 억제되어 강도면에서 보다 더 우수한 고온특성을 나타내는 것으로 사료된다.

4. 참고문헌

- 1) 양상선, 김현승, 이광민, 이정근 : 한국분말야금학회지, 6(1) (1999) 49.
- 2) F. H. Froes : J. Met., 41 (1989) 25.
- 3) M. N. Rittner, J. R. Weertman and J. A. Eastman : Acta Mater., 44 (1996) 1271.