

Al-5.5wt%Mg 합금의 동적재결정 (Dynamic Recrystallization of Al-5.5wt%Mg alloy)

한국기계연구원 김형욱, 우의성, 임차용, 강석봉

1. 서론

Al-Mg 합금은 강도와 연신율이 우수하기 때문에 자동차 차체용 내, 외판재로 사용가능성이 아주 높다. 이러한 Al-Mg 합금은 마그네슘함량을 증가시킬수록 고용강화효과가 커져서 고성형성 및 고강도특성을 얻을 수 있다.^{1,2)} 그러나 성형성을 증가시키기 위해 마그네슘을 5wt% 이상 첨가할 경우 열간가공시 표면 및 내부 균열로 가공성이 저하된다고 보고되고 있다.¹⁾ 또한 고온 변형시 동적회복 및 동적재결정 현상이 발생하며 최종 미세조직은 고온변형 이력에 크게 의존하게 된다고 알려져 있다.³⁾ 본 연구에서는 자동차 차체용으로서 가능성이 매우 높은 Al-5.5wt%Mg 합금을 대상으로 고온변형시 변형속도 및 변형온도에 따른 고온변형거동을 관찰하고 고온변형이력에 따른 미세조직변화를 고찰하였다. 또한 고온압축시의 동적재결정에 필요한 변형량을 조사하고 미세한 동적 재결정립을 얻을 수 있는 변형조건을 예측하였다.

2. 실험방법

Al-5.5wt%Mg 합금의 고온변형거동과 고온변형후의 미세조직변화를 고찰하고자 열간가공 재현시험기인 Thermecmaster-Z(FB-103B)를 이용하여 고온압축시험을 행하였다. 먼저 사용된 Al-5.5wt%Mg 합금은 대기 용해하여 direct chill 주조를 하였으며 인고트의 내부편석을 줄이고 조직을 균일하게 하기 위하여 480°C에서 24시간 유지후 공냉하였다. 고온압축시편은 길이 12 mm, 직경 8 mm의 원통형으로 제작하였으며 압축시험은 진공속에서 행하였다. 시편은 유도가 열 방식에 의해 5°C/sec의 속도로 가열한 후 더 이상 시편이 수축 또는 팽창하지 않도록 5분간 유지시킨 후 일정속도로 가압하였다. 열간 가공온도로는 350°C, 400°C, 450°C 의 세가지 온도를 선택하였다. 최대변형량은 진변형을 0.7로 일정하게 하였으며 변형속도는 $1 \times 10^{-1}/\text{sec}$, $5 \times 10^{-2}/\text{sec}$, $1 \times 10^{-2}/\text{sec}$ 의 세가지 조건으로 변화시켰다.

고온압축된 시편의 조직관찰을 위하여 압축시편을 압축면에 수직하게 절단, 경면연마한 후 Keller용액(95ml H₂O + 2.5ml HNO₃ + 1.5ml HCl + 1ml HF)으로 부식한 후 시편의 중앙부를 광학현미경으로 관찰하였다.

3. 실험결과

(1) Al-5.5wt%Mg 합금의 고온압축시험결과 고온변형은 동적회복 및 동적재결정에 의한 연화과정이며 이때의 고온변형에 대한 구성방정식을 아래와 같이 얻을 수 있었다.

$$\dot{\epsilon} = A(\sinh(0.010 * \sigma_p))^{5.05} \exp(-151.9 \text{KJ}/\text{RT})$$

(2) Al-5.5wt%Mg 합금의 고온변형시 동적재결정분율은 응력-변형곡선의 응력저하와 밀접한 관계가 있었으며 400°C, 고변형속도 영역에서 높은 동적재결정분율을 나타내고 변형속도가 높고 변형온도가 낮을수록 생성되는 동적 재결정립은 미세하였다.

(3) Al-5.5wt%Mg 합금의 다단압축시는 동적재결정보다는 동적회복의 형태로 고온변형거동을 보이며 최종 온도가 낮을수록 동적회복 양상이 강하게 나타났다.

(4) 고온변형조건(변형온도 및 변형속도)의 적절한 조절로 미세한 동적재결정립을 갖는 미세조직으로 제어가능함을 확인하였다.

4. 참고문헌

- 1) M. Yanagawa and S. Oie : 經金屬, 41 (1991) 119
- 2) 大塚, 堀内 : 日本金屬學會誌, 48 (1984), 688, 1143
- 3) H. W. Kim and S. B. Kang : J. Kor. Inst. Met. & Mater., 35 (1997) 689