

A8

Al-Mg 합금에서 Mg, Ti 원소가 인장성질과 미세조직에 미치는 영향 (Effects of Mg and Ti Elements on Tensile Properties and Microstructures in Al-Mg Alloys)

한국기계연구원 김형욱, 임차용, 강석봉

1. 서 론 :

자동차의 연비향상을 위한 방법으로 자동차경량화는 매우 효과적이며 경량화의 한 방법으로서 기존의 차체판넬용 냉연강판을 비중이 더 작은 알루미늄합금판으로 대체하기 위한 연구가 행해지고 있다. 자동차 차체판넬로 사용되기 위한 합금의 조건은 강도가 크고 성형성이 우수하며 용접성 및 표면처리성 도장성 등의 성질이 우수하여야 한다. Al-Mg 합금은 우수한 성형성과 큰 강도를 지녀 자동차 차체용으로 가장 주목 받는 합금이다. 본 연구에서는 Al-Mg 합금에서 Mg의 농도 변화와 Ti, Zr 원소의 첨가량 변화가 강도 및 연신율 등의 인장특성과 그 미세조직에 미치는 영향에 대한 연구를 통하여 Al-Mg 합금에서 강도와 연성지배인자를 규명하고 최적의 자동차용 합금 판재 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 실험 방법 :

Al 모재에 Mg 함량과 Ti 함량을 각각 달리한 소재를 준비하였다. 대기중에서 용해 주조하여 얻은 Al-Mg 합금 잉고트를 균질화처리(480°C X 24h) → 면삭 → 열간압연(400°C로 가열하여 23mm'에서 3mm'까지) → 소둔(400°C X 1hr) → 냉간압연(3mm'부터 1mm'까지) 등의 공정으로 두께 1mm의 판재를 얻었다. 이들 판재에 대하여 O처리와 T4처리를 행하였다. 이상의 O처리와 T4처리를 행한 판재로부터 압연방향에 평행하게 인장시험편을 제작하여 인장시험을 crosshead 속도 5mm/min. (초기 변형속도 1.7×10^{-3} /s)로 상온에서 행하였다. 이들 시험편에 대하여 광학현미경으로 조직관찰과 결정입도를 측정하였다. 또한 인장변형시의 전위조직을 투과전자현미경으로 관찰하고 EDS로 개재물 분석을 행하였다. 인장파단면은 주사전자현미경으로 관찰하였다.

3. 실험 결과 및 고찰 :

인장시험결과 Mg 함량이 증가함에 따라 인장강도 및 항복강도값은 증가하였고 연신율도 증가하였다. 이는 Mg 함량의 증가에 따른 고용경화 효과의 증대에 기인한 것으로 생각되며 각 인장곡선으로부터 계산된 가공경화지수(n)값이 Mg 함량에 따라 증가함으로써 가공경화지수의 증가가 연신율의 증가에 큰 영향을 미침을 알 수 있었다. 이는 Ludwik의 식으로부터 도출된 균일연신율에 관한 식으로서도 설명가능하다. 즉, 가공경화지수값이 증가할수록 인장강도값이 클수록 항복응력이 작을수록 균일 연신율 값은 증가한다. 또한 Ti, Zr를 첨가한 경우에 첨가량이 증가함에 따라 인장강도와 항복강도는 증가하고 연신율은 감소하였다. 미세조직 관찰결과 연신율의 감소는 Ti,

Zr함량이 증가함에 따라 결정립이 미세화 되고, 생성되는 개재물의 크기와 밀도가 증가하는 데서 기인한다고 생각된다. 각각의 조성과 열처리조건에서 결정립은 Mg함량이 증가할수록 열처리 온도가 높을수록 시간이 증가할수록 그 크기가 증가하였고 Ti, Zr함량이 증가함에 따라 감소하였다. 같은 조성에서 결정립크기가 증가함에 따라 강도는 감소하고 연신율은 증가하였다. 같은 결정립 크기를 갖는 각 조건의 시편에서 Mg함량이 클수록 가공경화율이 커져서 연신율 및 강도가 커짐을 알 수 있었고 Ti함량이 클수록 제 이상의 효과로 인하여 강도는 다소 증가하지만 연신율은 많이 저하됨을 알 수 있었다. 전위조직은 Mg함량이 높은 시편에서 전위가 Cell을 형성하기보다는 평행하게 배열됨을 볼 수 있었으며, 이는 고용된 Mg가 확장전위의 적층결합 에너지를 낮추어 전위쌍간의 거리를 증가 시킴으로서 전위의 교차슬립을 어렵게한 결과로 볼 수 있다. 따라서 가공경화능이 증대되었으리라 생각되어진다.

4. 결 론 :

- (1) Mg 함량이 증가함에 따라 적층결합 에너지값이 낮아져서 확장 전위쌍간의 거리가 증가하므로, 전위의 교차슬립이 곤란하게 되어 가공경화능이 증가하게 되었다. 따라서 변형이 균일하게 진행되어 결과적으로 연신율이 증가하였다.
- (2) Mg 농도가 증가함에 따라 연신율은 증가하며 결정립은 조대해졌다. Ti+Zr 첨가량이 증가함에 따라 강도는 증가하였으나 연신율은 감소하였다.
- (3) T4처리온도가 높을수록 또한 유지시간이 길수록 인장강도와 항복강도는 다소 저하하였으며 연신율은 증가하였다.
- (4) Al-Mg합금에서 Mg및 Ti, Zr 합금원소의 첨가량을 조정하여 강도 및 연신율의 변화를 가져올수 있었으며 미세조직의 제어가 가능하였다.

5. 참고 문헌

1. D.S.Thompson, "A Highly Formable Aluminum Alloy 5182-SSF", SAE Paper No.770203 (1977)
2. 柳川政洋ほか, "Controlling factors of the ductility in Al-Mg alloys", 輕金屬 Vol. 41, p119, (1991)
3. M. Yanagawa, S.Ohie,S.Koga,M.Hino,"Controlling factors of ductility in Al-Mg alloys", Keibelco Technology review No.16, P25, (1993)
4. 柳川政洋ほか, "Yielding behavior in Al-Mg alloys", 神戸製鋼技報 Vol. 43, p97,(1993)