

마그네슘합금 ZK 60의 결정립 크기에 따른 스프링백 특성 분석

강성훈^{1#}, 박희대¹, 권용남¹, 이정환¹

Experimental Analysis on the Effect of Grain Size of ZK60 Sheet on the Spring-Back Characteristics

S. H. Kang, H. D. Kang, Y. N. Kwon, J. H. Lee

Abstract

In this work, an air-bending test using magnesium alloy ZK60 sheet was carried out at the various temperatures from room temperature to 300 °C in order to investigate the effect of grain size on the spring-back characteristic. It was found out from experiments that the amount of spring-back was nearly zero at all temperature range when the specimens with grain sizes of 14.66 and 60.71 μm were bent by 90°. On the other hand, the spring-back amount dramatically increased at room temperature and phenomenon of spring-go was observed at high temperature when the specimen with submicro grain size of 0.98 μm was bent by 90°. From this kind of different spring-back characteristics according to the grain size, it was confirmed that the grain size of material is one of the important factors which have an effect on the spring-back.

Key Words: Magnesium Alloy(마그네슘합금), Air-Bending Test(자유굽힘시험), Grain Size (결정립 크기), Spring-Back (스프링백)

1. 서론

마그네슘합금은 특유의 조밀육방구조 및 낮은 탄성계수로 인해 철계 및 알루미늄합금과는 달리 상온 성형성이 낮고 탄성회복량이 매우 크다 [1]. 따라서 마그네슘합금의 상온 성형성을 향상시키기 위해 ECAP [2], HPT [3], CEC [4] 등의 강가공 공정을 적용한 결정립 미세화에 관한 많은 연구가 전세계적으로 수행되고 있다. 그러나 결정립 미세화에 따른 마그네슘합금 판재의 스프링백 특성에 관한 연구는 전세계적으로 거의 없는 실정이며, 대다수의 스프링백에 관한 연구가 공정 조건 변화에 초점이 맞춰져 있다 [5-7].

따라서 본 연구에서는 마그네슘합금 ZK60의 결정립 미세화가 스프링백에 미치는 영향에 연구의 초점을 두었으며, 이를 위해서 다양한 공정온도에

서 자유굽힘시험을 수행하였다.

2. 자유굽힘시험

굽힘시험에 사용된 마그네슘합금 판재의 두께는 0.5, 0.75, 1.0mm이며 결정립 크기는 0.98, 14.66, 60.71 μm로서, 각각의 결정립 크기는 ECAP 및 적절한 소둔처리에 의해 제어되었다.

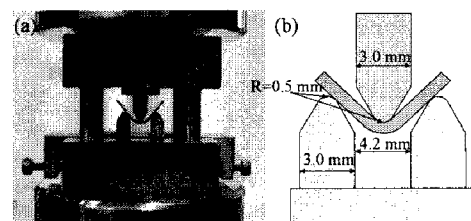


Fig. 1 Photo showing (a) Air-bending die-set and (b) dimensions of punch/die and die opening width

1. 한국기계연구원 부설 재료연구소, 소성응용연구그룹
2. 한국기계연구원 부설 재료연구소, 융합공정연구부
교신저자 E-mail: kangsh@kims.re.kr

Table 1 Fracture occurrence according to grain size, sheet thickness and bending temperature

| Temperature (°C) | Grain size (d_{avg} , μm) | | | | | | | | |
|------------------|--|---|---|----------------|---|---|----------------|---|---|
| | 0.98 | | | 14.66 | | | 60.71 | | |
| | Thickness (mm) | | | Thickness (mm) | | | Thickness (mm) | | |
| R.T. | 0 | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X | X |
| 200 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | X |
| 300 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

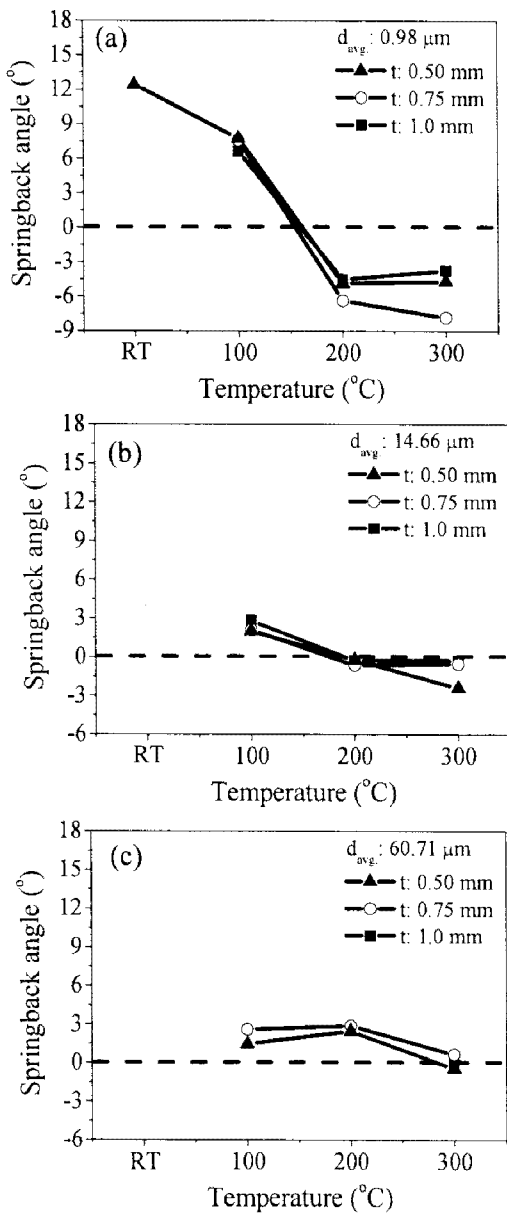


Fig. 2 Measured spring-back amount according to testing temperature, sheet thickness and grain size: (a) 0.98, (b) 14.66 and (c) 60.71

그림 1은 굽힘시험용 금형세트와 주요부위의 치수를 도시한 그림이다. 굽힘각은 90°이며, 실험의 정확성을 위해 매 3회 이상의 굽힘실험을 수행하였다.

표 1은 결정립크기, 판재두께, 굽힘온도에 따른 굽힘시험결과이며, 판재두께가 0.5mm이고 결정립크기 0.98 μm 인 경우를 제외하고는 상온에서 파단이 발생하였는데, 결정립이 작을수록 성형성이 증가함을 본 굽힘시험에서도 확인할 수 있다.

표 2의 굽힘시험결과를 그림 2에 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 결정립크기가 14.66과 60.71 μm 인 경우 판재 두께 및 굽힘온도에 상관없이 스프링백량이 작으나, 결정립 크기가 0.98 μm 의 경우 저온영역에서는 스프링백이, 고온영역에서는 스프링고 현상이 확인되었다.

이러한 스프링고 현상은 그림 3에서 확인할 수 있듯이 고온 굽힘시험시 결정립 성장에 의해 나타나는 결과로 추정된다. 즉, 초기 결정립 크기가 0.98 μm 인 판재의 300°C 굽힘시험 시 결정립 크기가 약 4.28 μm 로 증가한 것을 확인할 수 있다.

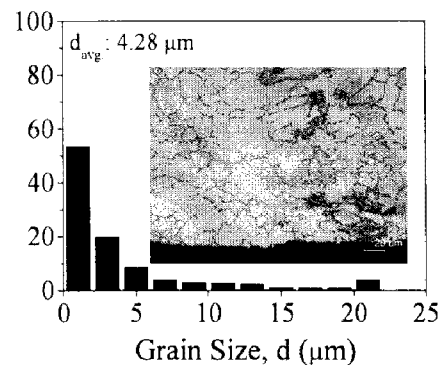


Fig. 3 Grain size distribution and microstructure after bending using the specimen with grain size of 0.98 μm at 300 °C

4. 결론

본 연구에서는 마그네슘합금 ZK60판재의 결정립미세화가 스프링백에 미치는 영향에 대한 실험적 연구를 수행하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 결정립 크기가 작을수록 상온에서의 스프링백량이 크게 나타남.
- (2) 결정립 크기가 작을수록 고온영역에서 스프

링고 현상이 관찰됨.

(3) 결정립크기가 클수록 굽힘온도 및 판재두께에 상관없이 스프링백량은 작음.

후 기

본 연구는 한국기계연구원 부설 재료연구소의 기관고유사업에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 김승돈, 강성훈, 권용남, 이정환, 2007, 온간 단조성형기술을 이용한 마그네슘합금의 임펠러 제조공정연구, 한국소성가공학회지, 제 16 권, 제 4 호, pp.288~292.
- [2] S. H. Kang, Y. S. Lee and J. H. Lee, 2008, Effect of grain refinement of magnesium alloy AZ31 by severe plastic deformation on material characteristics, J. Mater. Process. Tech. Vol. 201, pp. 436~440.
- [3] H. S Kim, S. I. Hong, Y. S. Lee, A. A. Dubravina, I. V. Alexandrov, 2003, Deformation behavior of copper during a high pressure torsion process, J. Mater. Process. Tech. Vol. 142, pp. 334~337.
- [4] M. Richert, Q. Liu, N. Hansen, J. L. Bassani, 1999, Microstructural evolution over a large strain range in aluminium deformed by cyclic-extrusion-compression, Materials Science and Engineering, A260, pp. 275~283.
- [5] Ö. Tekaslan, U. Seker, A. Özdemir, 2006, Determining springback amount of steel sheet metal has 0.5 mm thickness in bending dies, Materials and Design, Vol 27, pp. 251~258.
- [6] Z. Tekiner, 2004, An experimental study on the examination of springback of sheet metals with several thicknesses and properties in bending dies, J. Mater. Process. Tech. Vol. 145, pp. 109~117.
- [7] J. T. Gau, C. Principe and J. Yu, 1991, Springback behavior of brass in micro sheet forming, J. Mater. Process. Tech. Vol. 191, pp. 7~10.