

마그네슘 판재 프레스 성형에 의한 노트PC 케이스 제작

김흥규^{1, #}, 우성식², 이재근³, 허영무¹

Note-PC Case Fabrication by Magnesium Alloy Sheet Press Forming

H. K. Kim, S. S. Woo, J. Lee, Y. M. Heo

Abstract

Magnesium alloy is expected to be widely used for mobile electronic appliances as well as automobile parts for its lightweight and EMI-shielding characteristics. In the present investigation, a Note-PC upper case made of magnesium alloy AZ31 sheet was developed by using the press forming technology at elevated temperature. Considering the press forming process and the formability of magnesium alloy sheet, the case shape and the press die was designed. The optimum forming condition was experimentally examined. Then the as-received magnesium alloy sheet was press-formed into the designed case shape under the optimum forming condition.

Key Words : Magnesium alloy, Note-PC upper case, Press forming

1. 서 론

경량화에 대한 필요성으로 최근 마그네슘 관련 부품에 대한 관심이 폭발적으로 증가하는 추세이다. 이에 따라 특히 프레스성형 방식을 중심으로 마그네슘 판재의 성형 기술이 국내외에서 널리 연구되고 있다.[1-8]

마그네슘 판재 성형 기술에서 가장 앞서 있는 일본에서는 소니의 MD 케이스를 시작으로 파나소닉의 노트PC 케이스에 이르기까지 이미 상당수의 판재 제품이 프레스 성형에 의해 개발되어 왔다. 한국의 경우에는 그 동안 다이캐스팅 방식 제품 생산이 주를 이루었으나 최근 포스코의 마그네슘 판재 사업으로 인해 판재 프레스 성형에 의한 제품 개발 연구가 활발히 추진되고 있는 상황이다. 기술 발전에 따라 향후에는 마그네슘 판재 제품의 시장이 더욱 확대될 것으로 예상된다.

그러나 세계적으로도 아직 기존 강판 제품을 대체할 수준의 마그네슘 판재 제품 기술은 확보되지 않았고 이 때문에 전자기기 케이스를 넘어 자동차 등의 수송기기 부품으로의 마그네슘 판재 적용 확대가 이루어지지 못하는 원인이 되고 있다.

본 연구에서는 기존에 다이캐스팅 방식으로 제작되고 있는 노트PC 케이스를 프레스성형에 의해 압연 판재 제품으로 대체 개발하고자 하였다. 기존 상용 모델을 바탕으로 제품의 설계를 하되 프레스 성형성을 고려하여 약간의 형상 수정을 하였다. 경제성을 고려하고 제품 성형 한계를 검토하고자 1 세트의 금형 만으로 성형을 시도하였다. 서보프레스의 속도 조절과 금형 온도의 제어를 통해 설계된 제품 성형이 가능한 최적의 공정 조건을 도출하고 적용하였다. 이러한 과정을 통해 마그네슘 판재 제품 개발의 가능성과 양산화 측면에서의 문제점을 파악하고자 하였다.

1. 한국생산기술연구원 정밀금형팀
2. 전남테크노파크 신소재기술산업화지원센터
3. ㈜이노캐스트
교신저자: 한국생산기술연구원 정밀금형팀,
E-mail: krystal@kitech.re.kr

2. 마그네슘 판재 케이스 시제품 제작

2.1 제품 설계 및 성형 조건

제작하고자 하는 노트북용 상판 케이스는 LCD 패널이 장착되는 부분이므로 부품과의 간섭 없이 조립이 가능하도록 케이스 평면상의 평탄도가 일정하게 유지되어야 한다. 또한 외부 충격으로부터 LCD패널과 기타 부품들을 보호할 수 있는 구조적 강성을 가져야 한다. 따라서 이를 고려하여 케이스 넓은 면에 엠보싱 형태의 패턴 형상(이하 '패턴부')을 포함하도록 설계하였다. 그리고 노트북 본체와 조립되기 위해서는 힌지(Hinge)가 장착되어야 하므로 이를 위한 드로잉 형상(이하 '힌지부')을 포함하여 설계하였다. 최종 설계된 노트북 케이스의 형상은 Fig. 1과 같다. Komatsu사 서보프레스에 설계/제작된 온간프레스금형을 설치하여 케이스 성형을 수행하였는데(Fig. 2), 서보프레스를 이용함으로써 성형 속도를 임의로 조절할 수 있었다.

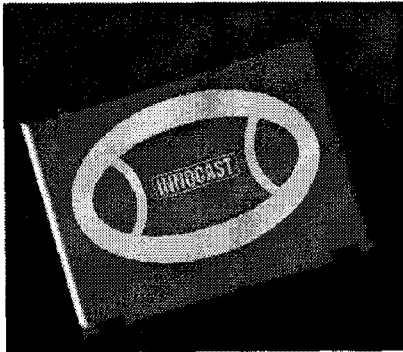


Fig. 1 Note-PC upper case design

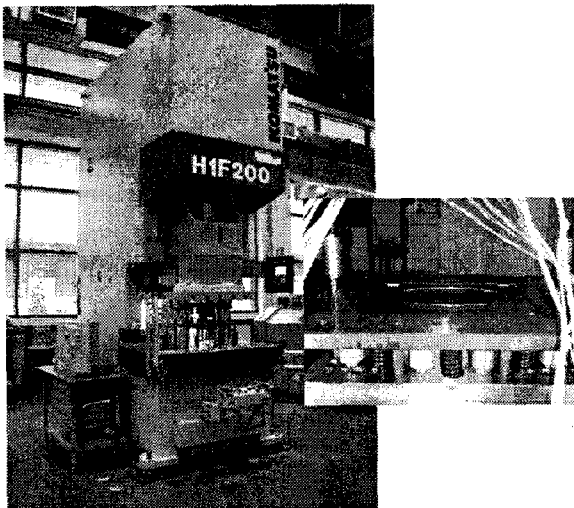


Fig. 2 Servo press(Komatsu, 200ton) and warm press die system

제품 성형에는 포스코에서 생산한 두께 0.6mm의 마그네슘 합금 AZ31 압연 판재를 사용하였다. 설계된 최종 케이스의 치수를 고려하여 Fig. 3과 같은 블랭크 형상을 가공하여 성형에 사용하였다. 블랭크 형상 설계가 특히 힌지부의 성형성에 매우 큰 영향을 미치기 때문에 연장을 사용한 냉간 성형 시험을 미리 수행하여 최적의 블랭크 형상을 도출하였다. 금형은 카트리지 히터와 온도 제어기를 사용하여 원하는 온도로 가열할 수 있도록 설계하였다. 최적의 금형 온도 조건을 찾기 위해 금형의 상형과 하형에 대해 독립적으로 다양한 온도 조합을 적용하여 성형 시험하였다. 상형에 대해서는 100, 250, 275, 400℃, 하형에 대해서는 100, 200, 250, 350℃ 등의 온도 조건을 시험하였다. 성형 속도에는 프레스 최고 속도 100%를 기준으로 하여 0.1, 1, 2, 5%를 적용하였다. LVDT 측정에 의하면 1%는 대략 0.36mm/s의 속도에 해당하였다. 판재 성형성을 향상시키기 위해서 흑연(Graphite) 타입의 윤활제를 사용하였다.

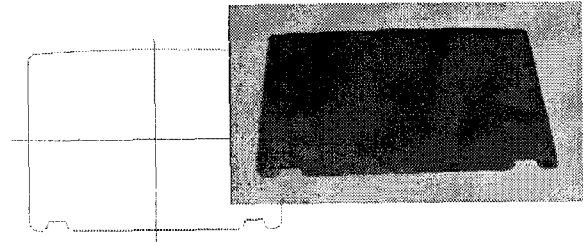


Fig. 3 Blank design and machined AZ31 sheet blank

2.2 초기 금형에 의한 성형 시험

비교적 성형 난이도가 높은 힌지부와 패턴부가 포함되어 케이스가 설계되었기 때문에 이를 1 번의 공정으로 성형하기 쉽지 않을 것으로 예상되었다. 그러나 경제성을 고려하면 1 세트의 금형으로 1 번에 성형하는 것이 최선이다. 따라서 케이스 최종 형상을 바탕으로 금형을 제작하고 성형 공정 조건의 최적화를 통해 1 번의 공정으로 설계된 케이스의 성형을 시도하였다.

다양한 성형 공정 조건을 적용한 시험 결과 상형 275℃, 하형 200℃, 프레스 속도 1%일 때 성형성이 가장 우수하였다. 온도가 이보다 올라가면 패턴부의 성형성은 향상되었으나 힌지부에서 파단이 발생하였고, 온도가 이보다 내려가면 특히 패턴부의 크랙이 쉽게 발생하였다. 또한 힌지부의 성형성을 좀 더 향상시키기 위해서는 하형

의 온도가 상형보다 약간 낮은 것이 유리하였는데 이것은 기존의 딥드로잉 시험 결과들과 유사한 경향이다.

윤활제를 사용하지 않은 경우와 흑연 윤활제를 사용한 경우를 비교하면 힌지부와 패턴부 모두에서 성형성의 큰 차이가 나타났다. 동일한 프레스 속도(1%)와 금형 온도 조건에서도 윤활제를 사용하지 않은 경우에는 힌지부와 패턴부 모두에서 심한 파단이 발생하였지만(Fig. 4), 윤활제를 사용한 경우에는 패턴부에 약간의 크랙이 발생하는 정도였다(Fig. 5).

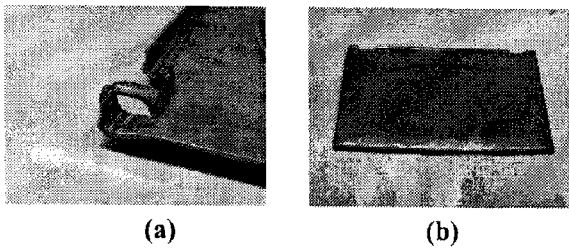


Fig. 4 Deformation shapes by initial die around (a) hinge part and (b) pattern part (upper die at 275°C and lower die at 200°C, 1%, Dry friction)

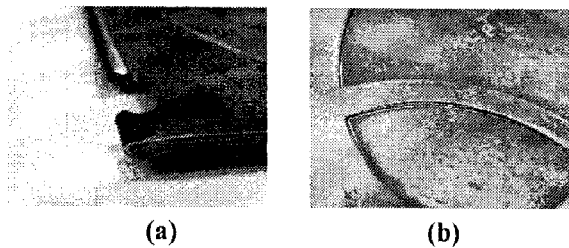


Fig. 5 Deformation shapes by initial die around (a) hinge part and (b) pattern part (upper die at 275°C and lower die at 200°C, 1%, Graphite)

2.3 수정 금형에 의한 성형 시험

초기 설계, 제작된 금형에 대해 최적의 성형 공정 조건을 적용할 경우에도 패턴부의 크랙이 완전히 제거되지는 않았다. 이러한 현상의 가장 큰 원인은 AZ31 압연 판재의 고유 성형성에 비해 패턴부 엠보싱 형상의 가공 난이도가 너무 높게 설계되었기 때문으로 판단되었다. 위의 시험 결과 1번의 성형으로 기존 설계 형상을 완전히 구현하기 어렵기 때문에 패턴부의 엠보싱 가공 난이도를 낮추고 이를 반영하여 금형을 수정 가공하였다.

수정된 금형에 대해 위에서 사용한 최적 성형 공정 조건을 적용하여 시험을 수행하였다. 그 결과 힌지부는 물론이고 패턴부도 크랙 없이 완전히 성형되었다.

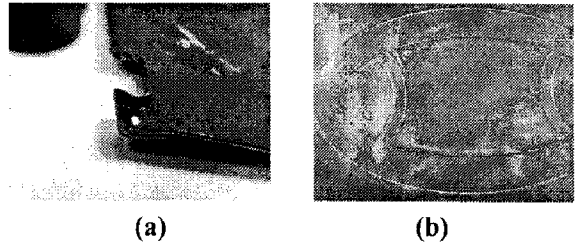


Fig. 6 Deformation shapes by modified die around (a) hinge part and (b) pattern part (upper die at 275°C and lower die at 200°C, 1%, Graphite)

2.4 최종 시제품 제작

노트PC 케이스가 양산 제품으로 사용되기 위해서는 성형된 판재 케이스에 대한 표면처리와 도장이 필요하다. 실제 프레스 성형된 판재 케이스에 대해 최종 도장 처리 후의 모습을 Fig.7에 나타내었다.

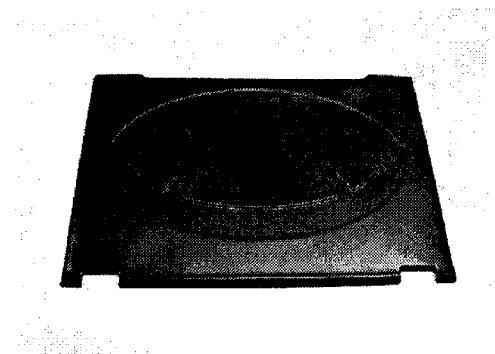


Fig. 7 Note-PC case after surface treatment and black painting

3. 결론

마그네슘 합금 AZ31 압연 판재로부터 온간 프레스 성형과 표면 도장에 의해 노트PC 케이스 시제품을 제작하였다.(Fig. 8) 이를 통해 다음의 결론을 얻었다.

(1) 1 세트 금형을 사용하여 케이스 형상을 구현하였다. 이를 위해 다양한 성형 공정 조건에서의

참 고 문 헌

- [1] 박진기, 김영석, T. Kuwabara, 유봉선, 2005, AZ31 마그네슘 합금 판재의 소성변형특성, 한국소성가공학회지, 제 14 권, 제 6 호, pp. 520~526.
- [2] 김홍규, 김종덕, 2006, 고체 윤활제를 사용한 마그네슘 합금 AZ31 판재 온간 디프드로잉의 성형성 평가, 한국소성가공학회지, 제15권, 제6호, pp.453-458.
- [3] 김홍규, 김기덕, 2007, AZ31 판재의 온간 사각 컵 디프드로잉에서 금형 설계에 대한 성형성 민감도의 평가, 한국소성가공학회지, 제16권, 제2호, pp.120-125.
- [4] 이명한, 김현영, 김형중, 김홍규, 오수익, 2007, 마그네슘 합금 판재의 온간 딥드로잉 공정의 성형해석, 한국소성가공학회지, 제16권, 제5호, pp.401-405.
- [5] E. Doege, K. Droder, 2001, Sheet metal forming of magnesium wrought alloys-formability and process technology, J. Mat. Proc. Tech., Vol. 115, pp. 14~19.
- [6] H. Takuda, T. Yoshii, N. Hatta, 1999, Finite-element analysis of the formability of a magnesium-based alloy AZ31 sheet, J. Mat. Proc. Tech., Vol. 89-90, pp. 135~140.
- [7] D. L. Yin, K. F. Zhang, G. F. Wang, and W. B. Han, 2005, Warm deformation behavior of hot-rolled AZ31 Mg alloy, Mat. Sci. Eng. A, Vol. 392, pp. 320~325.
- [8] F. K. Chen, T. B. Huang, C. K. Chang, 2003, Deep drawing of square cups with magnesium alloy AZ31 sheets, Int. J. Mach. Tool. Manufac., Vol. 43, pp. 1553~1559.

시험을 하고 최적의 금형 온도, 프레스 속도, 윤활 조건을 도출하였다. 또한 초기 제품 설계에서의 패턴부 성형성 문제를 해결하기 위해 엠보싱 가공의 난이도를 조절하였다.

(2) 시험을 통해 파악한 성형 불량 원인으로서는 금형 열변형에 의한 정렬 불량, 판재 평탄도 성형 불량, 판재 성형 한계 대비 과도한 변형 양, 윤활 불량 등이었다.

(3) 따라서 향후 개발 과제로는 열변형을 고려한 금형 설계, 온간 윤활 기술, 성형 한계를 반영한 제품 설계 등이 있다. 또한 양산성 확보를 위한 수율 향상도 필요할 것으로 보인다.

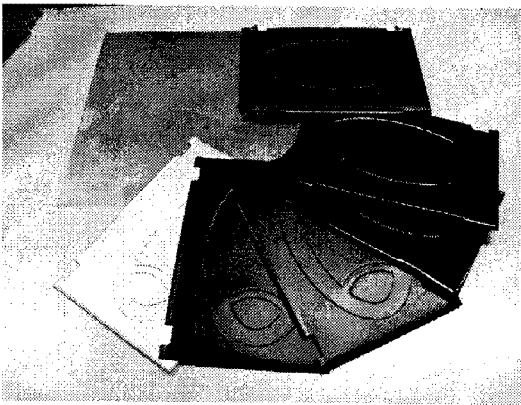


Fig. 8 From initial rolled sheet to final note-PC case

후 기

본 연구는 부품소재전문기업지원사업과 2010 생산기반혁신기술개발사업의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다