

스테인레스 판재의 성형성 향상에 관한 연구
배원병*, 허병우**, 김호윤***, 한정영***

A Study on the Improvement of Formability of the Stainless Steel Sheets
W.B. Bae, B.W. Heo, H.Y. Kim, J.Y. Han

Abstract

Stainless steel sheets are widely used to produce electrical appliances. But there are various problems occurred in forming stainless steel sheets such as scratch, local fracture, earing. So the productivity of electrical appliances made of stainless steel sheets is decreased. And it is very important to improve the formability of stainless steel sheets.

In this study, rectangular cup drawing tests have been carried out to obtain optimum process parameters for improving the formability of stainless steel sheets. In the tests, selected process parameters are materials of dies and punches, lubricating conditions, and blank holding force. From the test results, we suggest the appropriate conditions to be applicable to the actual manufacturing processes.

key words : stainless steel sheet, formability, deep drawing

1. 서 론

일반적으로 스테인레스 판재는 다른 재질의 판재보다 그 성형성이 떨어진다고 알려져 있다[1,2]. 그러나 내식성 및 표면정도가 높아서 전자부품 성형

을 비롯하여 여러 산업분야에서 그 용도가 점차 확대되고 있다. 이에 따라 보다 좋은 품질의 제품을 얻고 스테인레스 판재를 효율적으로 사용하기 위해서 스테인레스 판재의 성형성을 향상시키는 것이 매우 필요한 실정이다.

그런데 스테인레스판재의 성형성에 관한 연구는 찾아 보기 어렵고, 다른 판재의 성형성에 관한 연구들도 유한 요소법에 의한 이론해석들[3 - 7]이기

* 부산대학교 기계공학부

** LG전자(주) 생산기술센터

*** 부산대학교 대학원

때문에 현장적용에 어려움이 크다.

따라서 본 연구에서는 전자제품의 성형에 쓰이는 스테인레스 판재의 성형성을 향상시키기 위한 기초연구를 수행하였다. 이 기초연구는 간단한 4각통의 덮드로잉공정을 통하여 낮은 최대하중 및 최대성형깊이를 얻을 수 있는 최적 성형조건들(소재재질, 금형재질, 블랭크 홀더력, 윤활조건)을 파악하는 것이다.

2. 실험

2.1 실험소재

실험에 사용된 소재는 실제로 전자제품의 생산에서 사용빈도가 높은 다섯종의 스테인레스 판재(STS304BA, STS304BB, STS430BA, STS430JH, STS434BB)이다.

2.2 실험방법

실험의 진행은 저자들의 실험적 연구에서 얻은 최적블랭크형상의 소재 준비하고, Table 2에 제시한 것과 같이 금형 및 펀치재질, 윤활 및 코팅, 금형틈새비, 블랭크 홀더력에 따른 최적하중분포 및 최대성형깊이를 파악하였다.

블랭크 홀더력은 질소가스스프링을 사용하여 가압하였다. 또한 최대성형깊이의 결정은 소재가 파단이 일어날 때까지 성형을 한 후 얻은 변위-하중 그래프로부터 결정하였다.

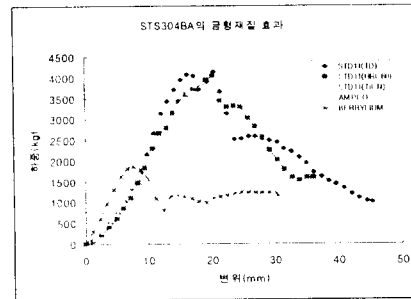
Table 1 Experimental conditions

금형재질	STD11(TD), STD11(HRC60), STD11(TiCN), AMPCO,
펀치재질	Beryllium,
윤활조건	무윤활, 속건성오일윤활
클리어런스	10%, 20%(to compare thickness of materials)
블랭크홀더력	600, 1000kgf

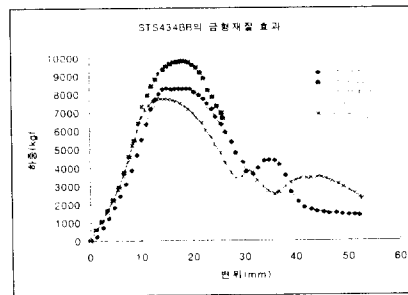
3. 실험결과 및 고찰

3.1 금형재질의 영향

금형재질 5종의 영향에 대한 하중-변위선도를 Fig. 1에 표시하였다.



(a) STS304BA(0.5mm)



(b) STS434BB(1.2mm)

Fig. 1 Load Distributions to displacement

STD11(TiCN)은 다른 재질에서는 발생하지 않는 파단이 발생하고, STD11(HRC60)은 마찰로 인해 최대하중이 다소 크게 나타난다. 또한 Beryllium은 하중은 대체로 낮으나, 성형깊이가 낮으며, 또한 성형품에 금형의 표면색이 입혀지는 현상이 나타났다. 표에 나타나지 않는 다른 세 종류의 소재에 대해서도 유사한 결과가 나타난다. 이러한 결과로부터 최적의 금형재질은 STD11(TD)와 AMPCO 금형이라는 것을 알 수 있다.

3.2 블랭크 홀더력의 영향

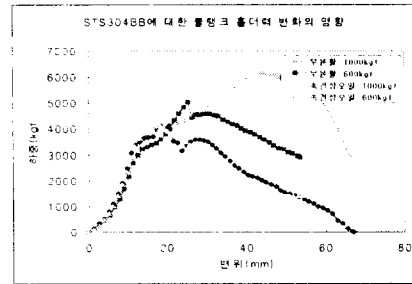
블랭크 홀더력은 600, 1000kgf로 변화시켜 실험을 하였다. STD11(TD) 금형을 사용한 결과, 변위-하중선도가 Fig. 2과 같이 나타났다.

두께가 얇은 소재를 600kgf의 블랭크 홀더력으로 성형하면 심한 아이어닝 현상이 발생함을 알 수 있다. 그러나 두께가 두꺼운 소재는 블랭크 홀더력의 변화에 크게 영향을 받지 않는다.

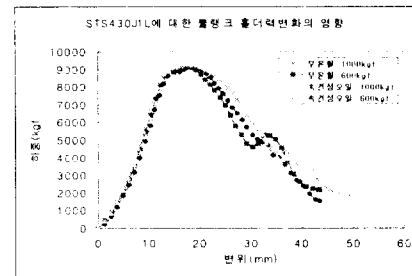
따라서, 얇은 소재일수록 높은 블랭크 홀더력을 요구한다는 것을 알 수 있다. 위의 결과로부터 깊은 성형을 할 때, 소재의 두께가 0.7mm이하 일 경우에는 1000kgf(최대하중의 약 20%), 1.2mm이상일 경우에는 600kgf(최대하중의 약 7%)가 적절하다는 것을 알 수 있다.

3.3 윤활조건의 영향

비교적 좋은 재질이라 판단된



(a) STS304BB(0.5mm)



(b) STS430J1L(1.2mm)

Fig. 2 Load Distributions to Blank Hold Force and Lubricants

STD11(TD)와 AMPCO 금형에 대하여 윤활조건을 달리하여 실험을 하였다. Fig. 3으로부터 알 수 있듯이, 전체적인 변위-하중선도는 AMPCO 금형이 다소 우수하였다. 또한, 다른 조

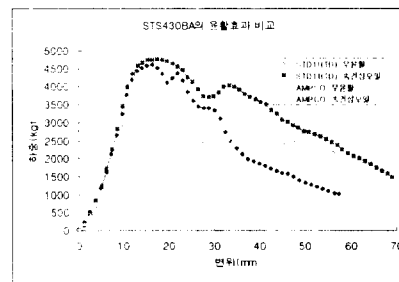


Fig. 3 Load Distributions for the Effects of Lubricant Conditions(STS430BA,0.7mm)

건들과 마찬가지로, 소재의 두께가 두꺼울수록 윤활조건의 효과는 적게 나타났다.

위의 조건들 외에도 펀치재질, 소재 및 금형의 표면조도에 관한 실험도 하였으나, 성형깊이와는 다소 무관하였다.

4. 결 론

전자제품의 성형에 사용되는 스테인레스 판재의 성형성 향상을 위한 최적 공정조건을 알기 위한 4각통의 덮드로 잉실험을 수행하였다. 그 결과 다음과 같은 결론을 얻었다:

1) 금형의 재질은 AMPCO, STD11(TD)가 우수하게 나타났으나, AMPCO 금형이 성형하중 및 성형깊이에서 더 좋은 결과를 보였다.

2) 소재가 얇을수록 블랭크 홀더력은 커야하며, 실제로 현장에서 사용되는 펀지하중의 $\frac{1}{3}$ 보다는 작은 힘이 필요하다.

3) 무윤활에 비하여 속건성오일 윤활이 다소 큰 성형하중이 나타났지만, 성형깊이에는 큰 차이가 없다.

4) 위의 모든 조건은 소재의 두께가 얇을수록 큰 영향을 끼치며, 두꺼운 소재에 대해서는 크게 영향을 끼치지 못한다.

참고문헌

[1] 전기찬, 1993, 박판금속의 성형,

반도출판사

[2] K. Lange, 1985, Handbook of Metal Forming, McGraw-Hill Inc.

[3] M. Muraki, T. Nakamura, 1996, "Frictional behaviour of lubricants during deep drawing and ironing processes for zinc-coated steel sheets", Proc. Instn. Mech. Engrs, Vol 210, pp189~197

[4] Y.M. Huang, J.W. Cheng, 1997, "Influence of lubricant on limitation of formability of cylindrical cup drawing", J. Mat. Pro. Tech. Vol 63, pp77~82

[5] Y.M. Huang, J.W. Cheng, 1994, "Influence of the tool clearance in the cylindrical cup-drawing process", J. Mat. Pro. Tech. Vol 57, pp4~13

[6] A.G. Mamals, D.E. Manolakos, A.K. Baldoukas, 1997, "Simulation of sheet metal forming using explicit finite-element techniques: effect of material and forming characteristics. Part 1. Deep-drawing of cylindrical cups", J. Mat. Pro. Tech. Vol 72, pp 48~60

[7] A.G. Mamals, D.E. Manolakos, A.K. Baldoukas, 1997, "Simulation of sheet metal forming using explicit finite-element techniques: effect of material and forming characteristics. Part 2. Deep-drawing of square cups", J. Mat. Pro. Tech. Vol 72, pp 110~116