

자동차용 강판의 전단작업시 버어에 관한 연구

김진무* · 고대림** · 안홍천***

A Study on The Burr Formation in Shearing Steel for Automobile Parts

J. M. Kim, D. L. Ko and H. C. Ahn

Abstract

Shearing including punching, blanking, trimming, slitting, etc is one of the most frequently used processes in sheet metal manufacturing. It has been widely using for manufacturing autobody, electronic components, aircraftbody, etc. In this paper, it has been researched by the experimental investigation to examine the influence of shearing processes parameters such as clearance, cutting angle, material properties, etc. From the results of experiment, it has shown that it gives the small variations at burr height below the proper clearance and it also presents that it is no affected the variations of cutting angle.

Key Words: Shearing(전단), Shearing parameters(전단변수), Clearance(클리어런스), Burr(버어), Cutting angle(전단날의 각도)

1. 서 론

전단가공법에는 일반적으로 펀칭(punching), 블랭킹(blanking), 트리밍(trimming), 슬리팅(slitting) 등이 있으며, 전단가공은 판재의 성형 및 제조에 가장 많이 사용되고 있는 가공법중의 하나이다. 전단가공은 자동차차체, 가전제품의 부품, 항공기동체 등의 생산에 널리 사용되고 있다. 그러나 전단을 할 때 발생하는 버어와 거친 절단면은 요구되는 제품의 특성에 따라 조립, 형상정밀도에 영향을 미친다. 자동차산업의 경우 트리밍공정에서 형성된 심한 버어는 종종 아래 공정에서 성형된 부품의 표면에 손상을 입히고, 부품을 결합할 때 용접작업에도 영향을 주며, 전단된 부품을 다루는 과정에서 안전상

의 위험을 일으키기도 한다.

전단공정에 있어 버어 발생과 전단면 형상에 영향을 주는 인자로는 펀치와 다이의 클리어런스(clearance), 펀칭속도, 전단소재의 재료 물성치, 전단날의 마모 정도, 전단날의 전단각, 전단시 상/하 홀더(holder)의 유무 등이 있으며, 이에 대한 많은 연구가 진행되어 왔다.

Chang 과 Swift 는 처음으로 클리어런스와 날 끝의 예리함이 전단에 미치는 영향을 연구하였고, E. Taupin⁽¹⁾ 등은 블랭킹에서 버어의 형성에 관하여 연구하였다. J.C.Choi⁽²⁾ 등은 요소소거법을 사용하여 전단가공을 유한요소 법으로 해석하였으며, Ming Li⁽³⁾⁻⁽⁸⁾ 등은 트리밍에서 절단면의 성상과 버어의 형성에 관하여 연구한 바 있다.

본 연구에서는 현재 자동차 차체성형에 주로 사

* 울산대학교

** 울산대학교 대학원

*** ㈜현대자동차

용하고 있는 두 종류의 강판에 대해서 전단날의 각도와 클리어런스에 따른 버어의 발생에 관하여 실험을 통해서 자료를 얻고, 그 결과를 생산현장에 필요한 자료로 제시하고자 한다.

2. 실험 장치 및 실험 방법

2.1 실험 장치

전단실험을 위한 금형은 자체 제작을 하였으며 실험장치는 Fig. 1 과 같다.

금형은 다이부의 전후의 이동으로 전단 클리어런스의 조절이 가능하고 다이의 전단날을 변환하여 전단 각도의 조절이 가능하도록 제작되었다. 그리고 홀더는 다이부에만 설치를 하였고 전단금형의 다이부의 각도 변화에 따라서 접촉에 의해 조절되도록 하였고 펀치부에 스프링으로 고정되도록 하였다. 전단시 펀치부가 뒤로 밀리는 것을 방지하기 위해 heel 을 설치 하였다.

미소 클리어런스의 정도를 높이기 위해 펀치부와 다이부가 일체형으로 제작을 하였으며 이것을 250 톤 프레스에 장착하였다. 전단 하중은 20kgf/mm^2 이고 펀치의 속도는 5mm/s 이며 클리어런스의 조절은 블록 게이지를 이용하여 측정하였다.

전단 금형에 사용된 재질은 HK600(Table 1)이며 표면은 고주파 열처리 후 연삭을 하였다. 다이부의 전단날은 0, 5, 10 및 15 도로 제작을 하였으며(Fig. 2) 교체가 가능하도록 하였고 펀치부의 전단날은 0 도로 제작하였다.

Table 1 The chemical composition of HK600 (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Mo	Cr
0.5-0.8	0.8-1.2	0.9-1.3	0.05	0.05	0.2-0.5	1.0-1.5
			↓	↓		

2.2 실험 방법

연구에서 전단공정 인자는 클리어런스와 판재의 종류 그리고 전단 전단날의 각도를 선정하였다. 클리어런스는 예비 실험과 현장에서 주로 사용되는 판재 두께의 10-15%를 고려하여 5, 10, 15 및 20% 등의 4 단계로 하였다.

전단 실험에 사용된 판재는 두께가 1.2mm 인 아연 도금된 SPCEN, SPRC35E 판재 2 종류를 사용하였으며 사용된 판재의 물성치는 Table2 과 같다.

시편은 크기는 $40\text{mm} \times 100\text{mm}$ 이며 정확한 전단면을 파악하기 위해 시편의 양쪽 면을 밀링으로 절삭을 하였고 판재의 전단면은 광학 현미경을 이용하여 측정을 하였다.

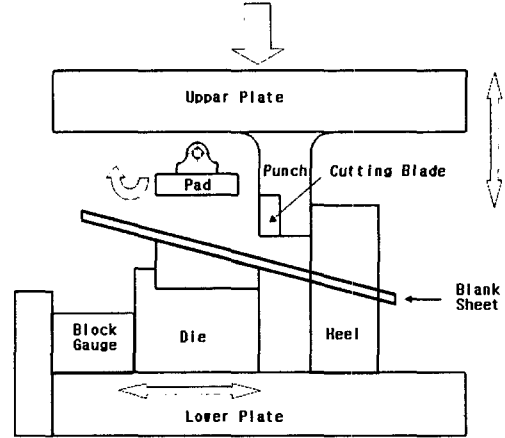


Fig. 1 Structure of shearing die

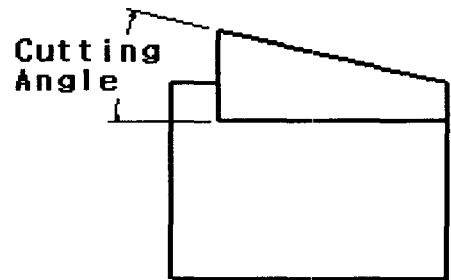


Fig. 2 Cutting parameters evaluated in the experiment -ts

Table 2 Mechanical properties of applied specimen

Material	Yield strength (Mpa)	Tensile strength (Mpa)	Elongation (%)
SPCEN	162.8	298.0	47.0
SPRC35E	336.3	460	34.1

전단 금형의 전단날의 각도는 현장에서 금형 설계 시 나타나는 특정 각도를 고려하여 0, 5, 10, 15 도 등 4 단계를 각각 적용하였으며, 실험은 각 조건

당 3 회 이상의 실험을 하였다.

실험은 전단날의 각도를 고정하고 클리어런스를 고정한 후, SPCE, SPRC35E 판재의 순으로 실험 후 다시 클리어런스를 조절하고 마지막으로 전단날의 각도를 변경하는 순으로 실험을 하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

Fig. 3은 SPRC35E 판재의 전단날 각도와 클리어런스의 변화에 따른 버어의 발생 높이를 나타낸 것이다. 전단날의 각도와 클리어런스가 증가하면 버어의 높이도 증가함을 알 수 있다. Fig. 3(a)에서 보면 클리어런스가 5%와 10%일 때 버어의 높이와 두께는 큰 변화가 없으나, 클리어런스가 10-15%사이에서 버어의 높이와 두께가 크게 증가함을 할 수 있다. 특히 클리어런스가 15%에서 20%일때는 전단날의 각도가 10도와 15도에서 버어의 높이는 거의 비슷하나 버어의 두께가 증가함을 알 수 있었다.

Fig. 3(b)는 전단날의 각도에 따른 버어의 발생량을 나타낸 것으로 클리어런스가 10%이하에서는 전단날의 각도가 버어의 발생에 큰 영향을 미치지 못함을 알 수 있고, 클리어런스가 10%보다 큰 경우에는 전단날의 각도에 대한 버어의 발생량이 크게 증가함을 알 수 있었다.

Fig. 4는 SPCE 판재의 전단날의 각도와 클리어런스에 따른 버어의 발생 높이를 나타낸 것이다. SPCE 판재의 경우도 SPRC35E와 같이 전단날의 각도와 클리어런스가 증가하면 버어의 높이도 증가함을 알 수 있었다. 그러나 SPCE 판재는 클리어런스가 증가 할수록 버어의 발생량이 계속 증가하고 버어의 두께도 넓게 나타났다. (Fig. 4(a))

Fig. 4(b)에서 전단날의 각도에 따른 영향을 살펴 보면 클리어런스가 10%이하에서는 버어의 높이가 거의 일정하게 나왔고 클리어런스가 15%에서는 전단날의 각도가 증가할수록 버어의 높이와 두께도 증가함을 알 수 있었고, 클리어런스가 20%일때는 전단날의 각도가 0도와 5도 사이에서 버어의 발생량이 급격하게 증가하고 5도 이상에서는 버어의 높이가 거의 일정하게 나타나며 버어의 두께는 계속 증가함을 알 수 있었다. 따라서 SPCE 판재의 경우도 SPRC35E 판재와 같이 클리어런스가 10%-15%사이에서 임계 클리어런스가 존재함을 알 수 있다.

Fig. 5에서 SPCE 판재와 SPRC35E 판재의 동일

클리어런스에 대한 버어의 발생량을 살펴 보면 SPCE 판재가 높게 나타남을 알 수 있었다.

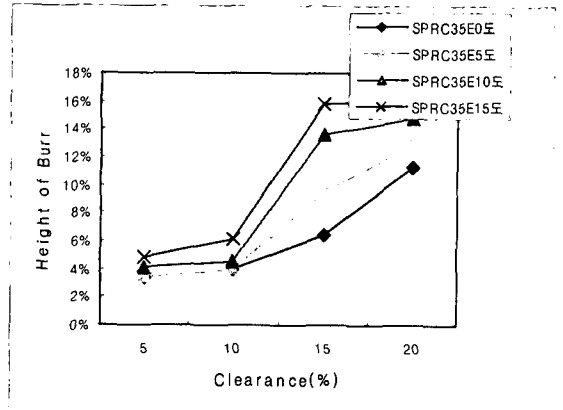


Fig. 3(a) Burr height with respect to clearance (SP RC 35E)

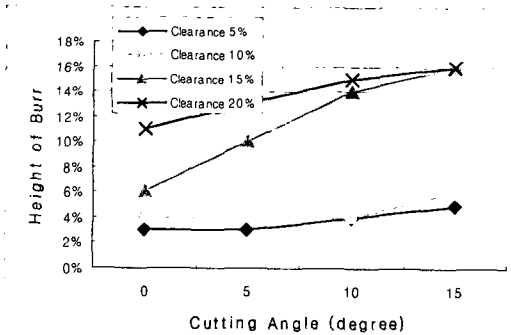


Fig. 3(b) Burr height with respect to cutting angle (SP RC 35E)

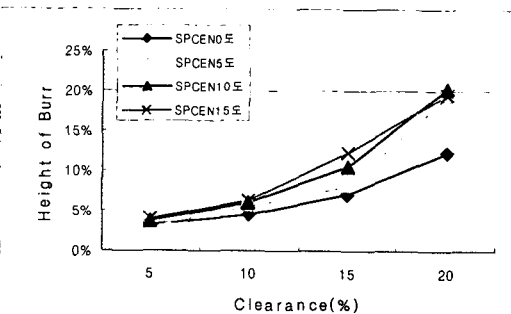


Fig. 4(a) Burr height with respect to clearance (SPCE N)

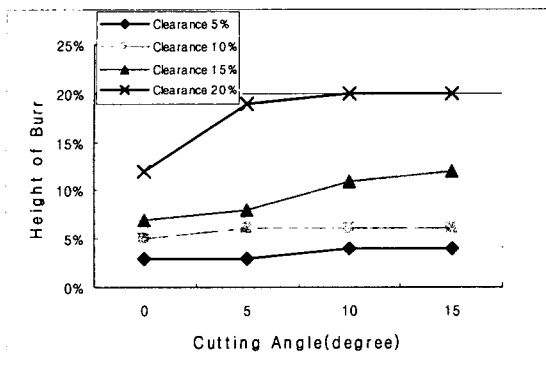


Fig. 4(b) Burr height with respect to cutting angle (SPCEN)

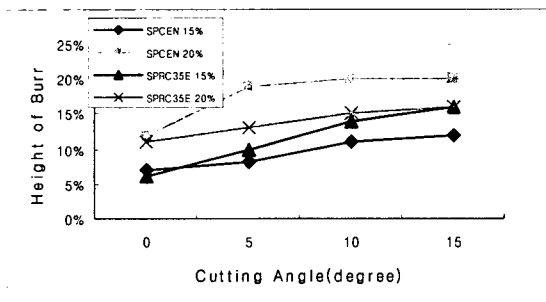


Fig. 5 Burr height with respect to material properties

4. 결론

본 연구에서는 현재 자동차 차체성형에 주로 사용하고 있는 고장력강판인 SPCEN 판재와 SPRC35E 판재에 대해 클리어런스와 전단날의 각도가 버어의 발생에 미치는 영향을 알아보기 위해 전단 실험을 수행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 판재의 종류에 따라 버어의 발생량 및 경향이 다르게 나타났다.
- (2) 전단날의 각도에 관계없이 클리어런스가 10%보다 큰 경우 버어의 높이가 크게 증가하는 경향을 보였다.
- (3) 클리어런스가 10%이하에서는 전단날의 각도에 거의 영향을 받지 않으며, 클리어런스가 10% 다 큰 경우 전단날의 각도가 버어 발생에 큰 영향을 미친다.

(4) SPCEN 판재와 SPRC35E 판재의 경우 임계 클리어런스가 10%-15%사이 존재함을 알 수 있다.

후 기

본 연구는 울산대학교 기계기술연구소와 현대자동차 주식회사의 산학협동과제로 수행하였으며 이에 관계자 여러분께 감사사를 드립니다.

참 고 문 헌

- (1) E. Taupin, J. Breiting, W. T. Wu and T. Altan, 1966, "Material fracture and burr formation in blanking results of FE simulations and comparison with experiments", Journal of Materials Processing Technology 59, pp.66~78.
- (2) D. C. KO, B. M. Kim, J. C. Choi, 1997, "Finite-element simulation of the shear process using the element-kill method", Journal of Materials Processing Technology 72, pp.129~140.
- (3) Ming Li, 2000, "An Experimental Investigation on Cut Surface and Burr in Trimming Aluminum Autobody Sheet", International Journal of Mechanical Sciences 42, pp.889~906.
- (4) Ming Li, 2000, "Micro mechanism of Deformation and Fracture in Shearing Aluminum Alloy Sheet", International Journal of Mechanical Sciences 42, pp.907~923.
- (5) 신용승, 김병희, 김현영, 오수익, 1997, "박판 전단시의 버어 형성에 관한 연구", 한국정밀공학 회지 제 19 권 제 9 호, pp.166~171.
- (6) T. Ozaki, T. Takemasu, 1994, "せん断加工現象の理論的 実験的解析", 塑性と加工(日本塑性と加工學會誌), 第 35 券, 第 396 号.
- (7) I. Aoki, 1994, "薄板のかえりなしせん断加工", 塑性と加工(日本塑性と加工學會誌), 第 35 券, 第 396 号.
- (8) kazuaki Iwata, Kanji Ueda, Yasuyuki Yamada, 1975, "Study of shearing Mechanism Based on Direct SEM Observation", 塑性と加工(日本塑性と加工學會誌), 第 20 券, 第 220 号.