

전단 가공에서 제품 전단면의 크기에 변화에 관한 연구

손종민¹ · 이희주¹ · 조기흠¹ · 신성은¹ · 김세환¹ · 이춘규[†]
공주대학교 금형공학과¹ · 한국폴리텍VII대학 창원캠퍼스 금형디자인과[†]

A study on the size of product shear surface in shearing process

Jong-Min Son¹ · Hui-Ju Lee¹ · Gi-Heum Cho¹ · Seong-Eun Shin¹ · Sei-Whan Kim¹
Chun-Kyu Lee[†]

Department of Mold & Die Engineering, KongJu National University¹
Changwon Campus of Korea Polytechnic VII Dept. of Die & Mold Design[†]

(Received December 05, 2016 / Revised March 21, 2017 / Accepted March 24, 2017)

Abstract : Burrs generated during shear forming such as notching and piercing may cause lifting during product assembly, which may deteriorate the productivity and quality of products. In this study, various shear angles and variable clearances between the punch and the die were applied in experimental notching tests to investigate the shear fracture surface and the burr height due to various conditions. The experimental results show that the clearance has the greatest effect on shear and fracture surfaces. It is considered that the height of the shear section increases slightly as the shear angle increases.

Key Words: Clearance, Piercing, Notching, Shear angle

1. 서 론

전단 과정을 거쳐 절단 분리된 블랭크의 전단면은 처짐, 전단면, 과단면, 버로 분류된다.

전단면의 형상은 Fig. 1에 나타낸 것과 같으며, 그 중에서 버(Burr)는 소재의 구멍(Hall)가공 및 소재의 전단 성형시 소재가 끊어지며 발생하는 형상을 말하며, 전단공정에 있어 버 발생과 전단면 형상에 영향을 주는 인자로는 펀치와 다이의 클리어런스, 펀칭속도, 전단소재의 재료 물성치 등이 있다¹⁾.

Chang²⁾등은 전단 클리어런스와 전단날의 날카로운 정도가 전단에 미치는 영향 통하여 전단날과 클리어런스에 대하여 버의 높이에 증가에 대하여 연구하였다.

이처럼 전단과정에서 발생하는 버 형상은 제품의

조립시 버로 인한 들뜸 현상이 발생 되어 제품의 조립 불량률이 늘어나고, 전단성형이 되는 펀치(Punch) 및 다이(Die)의 인선마모에 관하여 금형 수리의 시간이 증가되어 금형제작비용 또한 증가 되는 문제가 발생되고 있다.

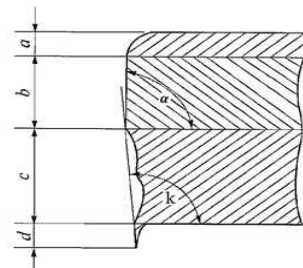


Fig. 1 Shearing surface

본 연구에서는 펀치와 다이 간의 간격(Clearance)과 펀치에 의한 재료의 침입율을 결정하는 전단각을 변화시키면서, 전단가공시 이루어지는 단면형상

1. 공주대학교 금형공학과
† 교신저자: 한국폴리텍VII대학 창원캠퍼스
E-mail : ckt1230@naver.com

을 고찰하고, 버의 높이를 최소화 하고, 전단면의 높이를 최대화 하여 제품의 품질향상을 목표로 연구를 실시하고자 한다.

2. 본론

2.1. 실험 방법

실험에 사용된 소재는 1.0mm의 Al-3104 판재가 사용되었다. 실험용 금형은 재료의 유동을 최소화하고 전단가공이 용이한 가동식 스트리퍼 구조의 금형을 사용하였으며, 전단에는 전단용 윤활제를 특별히 제공하지 않은 건식형의 일반 노칭 가공을 실시하였다.

제1차 실험으로 클리어런스의 변화를 적용하여 전단면의 형상을 고찰하였으며, 이때의 전단가공 방법은 노칭(Notching)가공을 실시하였으며, 전단가공시 축압력에 의하여 클리어런스의 변화를 방지하기 위하여 Fig. 2와 같이 펀치의 하면에 힐(Hill)펀치 형상으로 실험을 진행하였다.

제2차 실험방법으로 펀치의 하면에 전단각을 설치하여 제 1차 실험에서 가장 전단면의 크기가 크고 버가 작게 발생하였던 클리어런스를 적용하여 실험을 실시하였다. 전단속도 즉, 프레스의 하강속도는 전체에 대하여 동일하게 적용하였다.

2.2. Clearance 조절 실험

전단 가공에 있어서 펀치와 다이의 한쪽 틈새는 전단하중, 전단작업량, 단면의 형상에 가장 큰 영향을 준다.

Fig. 2와 Table 1에 나타난 것과 같이 노칭가공에 의한 실험을 실시하였으며, 일반적으로 전단가공에서 가장 많은 영향을 미치는 클리어런스를 변화시키면서 실험을 실시하였다.

실험에 사용된 클리어런스는 일반적으로 실무 현장에서 가장 많이 사용되는 상용화된 클리어런스를 적용하였으며, 이때에도 전단가공에서는 전단 속도와 윤활, 스트립의 고정 등과 같은 변수는 고려하지 않고 실험을 실시하였다.

Table 1 Change of clearance

Category	Clearance	Clearance	Clearance	Clearance
	3 %	5 %	7 %	10 %

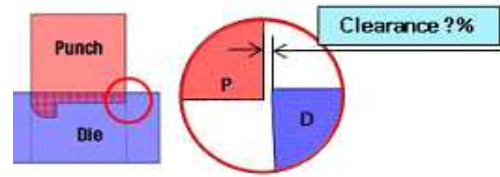


Fig. 2 Clearance change test mold

2.3. 전단각 변화 실험

전단각은 일반적으로 전단하중을 최소화하기 위하여 사용하고 있으나 본 연구에서는 전단면의 크기와 버의 크기 변화에 전단각이 미치는 영향을 확인하기 위하여 실험용 변수로 이를 선택하였다.

Fig. 3과 Table 2에 나타난 것과 같이 노칭가공 펀치의 하면에 전단각을 적용하여 실험을 실시하였다.

이때에는 1차 실험에서 가장 우수한 전단면의 크기를 나타내고, 버의 크기는 가장 적게 발생시킨 경우인 클리어런스 7%를 적용하여 실험을 실시하였다.

Table 2 Change of shear angular

Category	Shear angular (°)		
	5 °	10 °	15 °

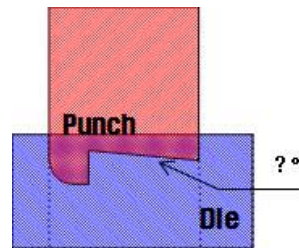


Fig. 3 Shear angular change test mold

전단각은 펀치의 인선 내측에서부터 전단이 마무리되는 끝 방향으로 각도를 적용하였으며, 다이에는 전단각을 적용하지 않은 상태에서 실험을 실시하였다.

3. 실험결과 및 고찰





3.1. Clearance 조절 실험 고찰

Fig. 4와 Table 3에 나타난 것과 같이 1차 실험으로 클리어런스를 변화시키면서 실험한 결과 클리어

런스 3%의 경우에는 24.3%의 전단면의 크기를 나타냈으며, 클리어런스 5%의 경우에는 34.0%, 클리어런스 7%의 경우에는 34.6%, 10%의 경우에는 24.3%의 전단면의 크기를 나타내었다.

버의 높이는 7%의 경우에서 가장 낮게 발생하였으며, 그보다 작아지면 버의 높이와 전단면의 크기는 증가하였으며, 클리어런스가 커짐에 따라 버의 높이는 다시 증가하며, 전단면의 크기는 작아지는 것으로 고찰되었다.

Table 3 Results by Clearance

Category	Material thickness (mm)	Clearance (%)	Shearing surface (mm)	Photo
1	0.9762	3	0.2374	
2		5	0.3323	
3		7	0.3376	
4		10	0.2374	

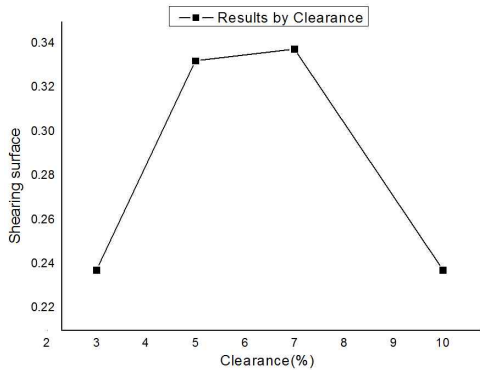




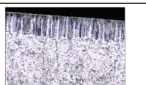
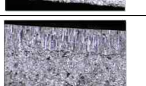
Fig. 4 Results by Clearance

Fig. 5와 Table 4에 나타난 것과 같이 2차 실험으로 전단각을 적용하여 실험하기 위하여 앞에서 실험한 데이터 중에서 가장 양호한 단면의 형상을 나

타내었던, 클리어런스 7%로 적용하고, 전단각의 크기를 변화시키면서 실험한 결과 전단각을 적용하지 않은 경우에는 34.6%의 전단면의 크기를 나타냈으며, 전단각 5°의 경우에는 전단면의 크기가 35.3%로 나타났으며, 10°의 경우에는 36.1%, 15°의 경우에는 37.2%로 고찰되었다.

전단각의 크기가 증가할수록 전단면의 크기도 미소하게 증가하는 것으로 고찰되었으며, 이는 전단각에 의하여 펀치의 파고 들어가는 침입율의 증가에 의한 것으로 판단되며, 그러나 전단면의 크기를 증가시키기 위하여 전단각의 크기를 크게 설정할 경우 대량 생산에서는 펀치의 마모로 인한 내구성이 저하될 것으로 사료되며 또한, 그 크기의 변화가 매우 작은 것으로 나타났다.

Table 4 Results by Shear angular

Category	material thickness (mm)	Shear angular (°)	Shearing surface (mm)	Photo
1	0.9744	0	0.3376	
2		5	0.3440	
3		10	0.3452	
4		15	0.3626	

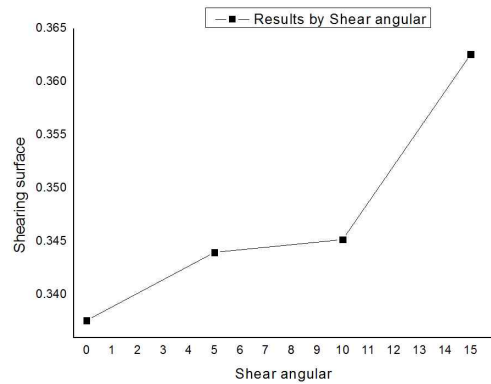


Fig. 5 Results by Shear angular

4. 결론

전단성형시 전단면의 Burr의 높이를 최소화 하여 제품의 품질을 향상시키기 위한 실험을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

- 1) 클리어런스 5%와 7%를 적용하였을 경우가 전단면의 크기는 가장 크게 생성되었으며, 버의 높이는 가장 적게 발생하였다.
- 2) 전단각의 크기를 변화시키면서 실험한 결과 전단각의 크기가 증가할수록 전단면의 크기는 증가하였으며, 실험범위의 경우 15°의 전단각에서 가장 크게 발생되었다.
- 3) 클리어런스 7%의 경우에는 실험에서는 가장 크게 전단면이 발생되었으나, 대량생산의 경우에는 펀치와 다이의 인선부 마모로 인하여 버의 높이가 증가하는 것으로 나타났다.

본 연구에서는 단순하게 클리어런스의 변화와 펀치의 하면에 전단각을 적용하여 전단면의 크기와 버의 크기 변화에 대하여 연구하였으나, 전단과정에서는 이보다 많은 인자들의 작용이 발생하고 있으므로 이 후에는 전단가공 타발유와 전단속도, 스트리핑력 및 패드에 의한 구속, 펀치의 측압력에 의한 밀립 현상 등에 대하여 연구를 지속할 계획이다.

참고문헌

- 1) Y.S. Shin, "A Study on The Burr Formation in Sheet Metal Shearing", pp. 166-171, 2002.
- 2) T. C. Lee L. C. Chan and P. F. Zheng, "Application of the finite-element deformation method in the fine blanking process", Journal of Materials Processing Technology 63, pp. 744-749, 1997.