

크로스멤버 정밀전단(剪斷) 공정개선을 위한 연구

*손재환¹, 조지승¹, 노준호¹, 손해원², 이영문³

¹ 대구기계부품연구원, ² (주)신원, ³ 경북대학교

A Study for Process Improvement of Cross Member Precision Shear

*J. H. Son¹, C. S. Cho¹, J. H. Roh¹, H. W. Son², Y. M. Lee³

¹ DaeGu Machinery Institute of Components & Materials, ² Shin Won Co., Ltd, ³ Kyung Pook National Univ.

Key words : Molding for Auto-mobile, Press Molding, Revolution edge cutting for vertical wall, Technology for prevention of vertical wall burr

1. 서론

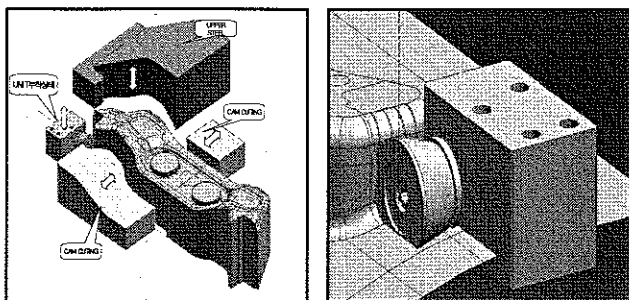
전단에 관한 연구들로는 前田禎三[1]이 전단가공에서 나타나는 현상을 규명하기 위해 펀치의 시어각과 틈새의 영향, 펀치 속도에 따른 제품의 정밀도 등에 대해 기초실험을 수행하였다. Maeda 등[2]은 블랭킹의 지지력, 누름판의 돌기부 형상 등에 대한 영향을 평가하였다. Kondo 등[3]은 유압프레스에서 펀치에 대항하는 노크아웃 펀치(knock-out punch)의 압력을 조절함으로써 전단면의 품질을 향상시키고자 하였다. Asuke[4]는 두께 0.25mm의 순수 구리재료의 프로그래시브 블랭킹에서 0.2mm 코너반경에서 틈새의 변화에 따른 블랭킹 제품의 코너부의 품질을 측정 평가하였다. Breiting 등[5]은 펀치와 다이축에 직접 센서를 부착하여 하중-펀치행정 곡선을 측정하는 방식으로 전단에서 틈새, 소재의 물성치, 펀치의 전단속도 등의 공정변수에 대한 영향을 평가하였다. Maiti 등[6]은 0.1~1.0mm의 얇은 연강판을 사용하여 1.0~4.0mm의 원형 블랭킹을 실험을 수행하였고 이를 통하여 펀치 틈새, 마찰, 소재의 두께, 펀치와 다이의 크기, 블랭킹 레이아웃 등의 공정변수에 대한 영향을 분석하였다.

본 연구에서는 크로스멤버(cross member) 정밀전단(剪斷) 공정개선을 위한 연구로서 수직벽을 기존의 프레스금형 구조로 전단시 발생하는 부품변형, 버어(burr) 등을 근본적으로 없애고 프레스 공정수(工程數)도 줄이는 기술로 기존의 통상적인 직선 형태의 전단인부 형상에서 회전형태로 장착된 인부 구조로 된 혁신적인 방법을 제안한다.

2. 정밀전단(剪斷) 금형 설계

2.1 전단금형에서 상관관계

전단금형에서의 회전인부 유니트(unit)가 위에서 수직으로 작동하면서 재료와 접촉이 일어나면 마찰저항에 의해 회전인부가 회전하며 연속적으로 전단이 이루어지게 된다. Fig. 1(a)는 주위의 상형 스틸(steel)과 캠 커팅(cam cutting) 부위들이 일정한 시차를 가지고 전단작업이 함께 일어나 제품의 전단이 완성 되는 상관관계를 나타낸 것으로 이때 제품의 변형 등이 발생하지 않는 제품 고정 대책이 함께 적용 되어야 한다. (b)는 회전인부 유니트가 회전전단 완료된 상태를 나타낸 것이다.



(a) Correlation of shear molding (b) Unit cutting in revolution part

Fig. 1 correlation in shearing molding

2.2 최대전단력 계산

Fig. 2(a)와 같이 회전인부 유니트가 작동함에 따라 전단부 길이가 다르게 나타난다. 가장 전단부 길이가 긴 (c)를 기준으로 하여 전단력을 식(1)과 같이 구하였고, Fig. 2(b) 같이 회전 유니트의 블레이드(blade)가 전단접촉으로 회전함에 따라 발생하는 축의 최대전단응력(τ_{max})과 안전율(s)을 식(2), (3)과 같이 구하였다.

$$\text{최대전단력}(F_{s, max}) = \text{소재의 최대 전단면적}(A_{max, work}) \times \text{전단장도}(\tau_{s, work}) \quad (1)$$

$$\text{축에 걸리는 최대전단응력}(\tau_{max}) = \frac{\text{최대전단력}(F_{s, max})}{\text{축의 단면적}(A_{shaft})} \quad (2)$$

$$\text{안전율}(s) = \frac{\text{허용응력}(\tau_{u, shaft})}{\text{최대전단응력}(\tau_{max, shaft})} \quad (3)$$

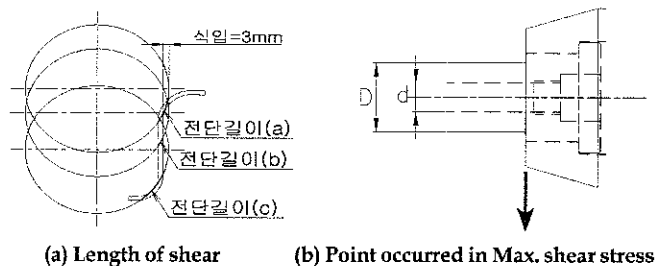


Fig. 2 Design of shear stress

2.3 클리어런스 설정

회전인부 유니트의 커팅 조건에 가장 큰 영향을 미치는 것은 절단 클리어런스이므로 위치 결정용 핀과 인부 스틸(steel) 기준면을 이용한 빌드업(build-up) 조립방식을 채택하였다. Fig. 3의 A 및 B는 조립시 위치결정용 핀의 거리이며 A와 B의 치수가 절단 클리어런스 목표치를 결정하므로 절대공차 $\pm 0.02\text{mm}$ 및 클리어런스 10%에 만족 시키는 것으로 설정하였다.

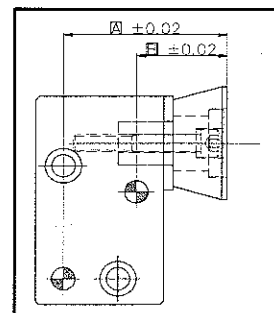


Fig. 3 Setting up of clearance

2.4 금형구조부 설계

99 Fig. 4(a)는 회전인부 유니트를 적용한 제작도면의 하형 구조도면이며, "A"로 표시된 부분이 실제 금형 구조상 하형 날부가

되는 부분이다. 수직벽 구조에서 날과 날이 일정한 틈새를 유지하며 교차될 때 전단작업이 이루어지게 된다. (b)는 회전인부 유니트가 설치된 상형 구조도면으로 금형상 회전인부 유니트의 절대 위치와 절대높이를 도면에서 지정하여 실제 $\pm 0.02\text{mm}$ 의 오차 범위 내에 설치할 수 있게 하고 있다. "B"로 표시된 부분은 회전인부 유니트로서 상형 다이(die)에서 주위 인부스틸(steel)과의 조합을 확인할 수 있다. (c)는 회전인부 유니트의 상형과 하형의 구조상의 위치한 단면 상태를 표현하고 있다. 하형 인부스틸(steel)과 상형에 위치한 회전인부 유니트의 커팅 블레이드(cutting blade)의 식입 관계를 확인할 수 있다.

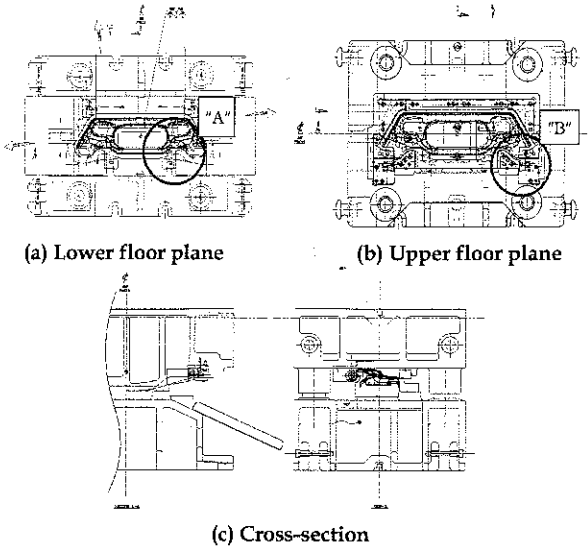


Fig. 4 Design of molding structure part

3. 결과 및 고찰

3.1 시험조건

Table 1은 시험조건으로 금형을 프레스장비에 세팅(setting) 하고 전단작업을 실시하여, 회전인부를 적용한 크로스 멤버의 수직벽을 전단한 시제품을 만들었다.

Table 1 Condition of test

구분	시험조건
금형의 높이	850mm
회전인부의 전단 클리어런스	소재두께(2.0t)의 5%=0.1mm
	소재두께(2.0t)의 10%=0.2mm
	소재두께(2.0t)의 20%=0.4mm
프레스 전단속도	15 SPM(Stroke Per Min)
전단력	150 TON

3.2 시제품평가

평가에 적용된 구간별 도식은 Fig. 5와 같으며, 절단면의 정밀측정값을 회전인부 유니트 적용 후와 기존금형구조 방식에서 측정된 결과값을 Fig. 6과 같이 4개 항목에 대하여 비교 평가하였다. Fig. 7은 회전인부 적용 전·후의 절단상태를 비교한 것이며, 클리어런스를 5%, 10%, 20% 적용 후 절단면을 측정결과 클리어런스 10%에서 최적의 정밀 절단상태로 나타난 것으로 확인되었다. 전체 재료두께(2mm)의 30%(0.6mm)~50%(1.0mm) 전단면(A)의 측정된 평균값이 0.77mm, 버어(C)량은 전체 재료두께(2mm)의 10%(0.2mm) 이하 목표치에서 평균 0.049mm, 전단면 주위의 변형량 측정 평균값은 0.13mm(진직도 0.088mm)로 측정되어 평가항목에서 개발목표를 상회하는 결과를 나타내었다. 한편 기존금형구조(개발품 적용 전) 방식의 제품을 측정할 결과 전단면(A)의 측정에서는 측정값을 구분할 수 없으며, 버어(C)량 측정은 평균 0.39mm, 전단면 주위의 변형량 측정 평균값 1.93mm(진직도 1.93mm)로 규격을 만족할 수 없었다. 그러나 두께의 변형량 측정에서는 회전인부 유니트 적용 전·후 각각 1.94mm, 1.93mm로 측정변화의 오차가 0.01mm 나타나 큰 차이가 없음을 알 수 있었다.

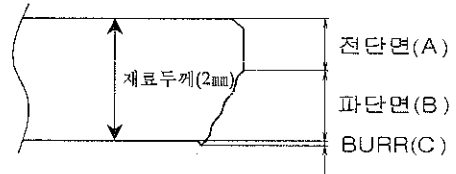


Fig. 5 Display of evaluation section

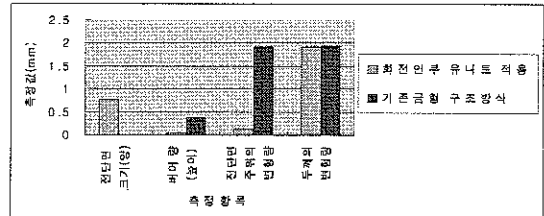


Fig. 6 Comparison of measurement value of before & after application of revolution unit part

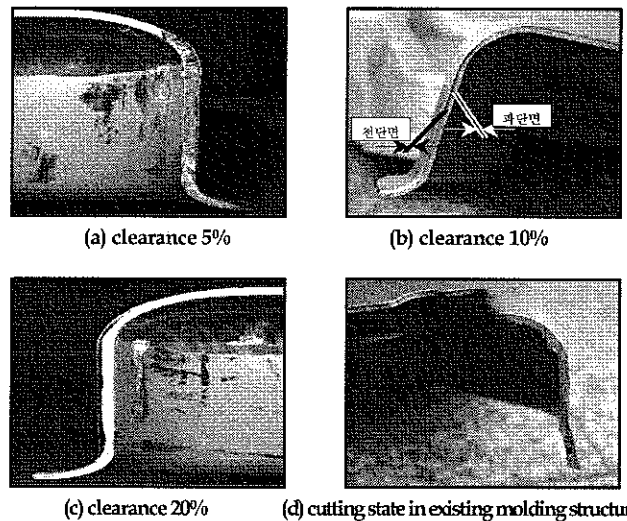


Fig. 7 Comparison of cutting state of before & after application of revolution part

3. 결론

본 연구는 크로스멤버 수직벽 정밀전단(剪斷) 공정개선을 위하여 회전인부 유니트(unit)가 부착된 프레스금형 개발을 제안하였으며 클리어런스 변화에 따른 전단면의 크기(양), 절단 후 버어(burr) 량, 전단면 주위의 변형에 대한 정밀측정을 분석한 결과 기존금형구조방식에 비하여 정밀전단 하는 공정을 획기적으로 개선하여 생산성과 품질의 정밀도가 현격히 향상되었다.

후기

본 연구는 중소기업기술혁신개발사업 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 前田禎三, "薄板の剪斷加工の研究", 精密機械, Vol. 16, No. 3, pp.70-77, 1950
- Maeda T. and Nakagawa T., "Experimental Investigation on Fine Blanking", Sci. Papers I.S.C.R., Vol. 62, No. 2, pp 65-80, 1968
- Kondo K, Kirota K, Ohno, K and Kato H., "Research on simplification of opposed dies shearing process utilizing differential pressure", Trans. JSME Part C, Vol. 61, No. 586, pp 438-443, 1995
- Asuke F, "Characteristics of blanked sheet metal at inner corner", J. of Mechanical Eng. Lab., Vol. 50, No. 2, pp. 1-6, 1996
- Breitling J., Pfeiffer B., Altan T., and Siegert K., "Process control in Blanking", J. Mat. Proc. Tech., Vol. 71, pp. 187-192, 1997
- Maiti S. K., Ambekar A. A., Sin호 U. P., Data P. P. and Narasimha K., "assessment of influence of some process parameters on sheet metal blanking", J. Mat. Proc. Tech., Vol. 102, NO. 1, pp. 249-256, 2000