

제진 강판의 블랭킹 가공 특성에 관한 연구

이광복* · 이용길** · 김종호**

(2003년 8월 20일 접수)

A Study on the Blanking Characteristic of Anti-Vibration Sheet Metal

K. B. Lee, Y. G. Lee and J. H. Kim

Abstract

In order to study the shearing characteristic of anti-vibration sheet metal which is used to reduce vibration noise, a blanking die was manufactured to blank a workpiece. The variables employed in this study were clearance, type of stripper plate, position of the rubber layer and type of the die design. These variables were used to study the effects on burr height, blank diameter and camber height. In the case of burr height from experimental investigation, the push-back die, combined with a movable stripper plate, showed greater burr height. The rubber-top position of a workpiece resulted in better qualities regardless of working variables. In the comparison of diameter measurement, the use of the push-back die with a fixed stripper plate, with a 4.5% clearance, showed better accuracy. For comparing camber height, the push-back die resulted in less cambering than the drop-through die. Also, the larger the clearance, the greater was the camber height. Considering experimental results, the shearing of anti-vibrational sheet metal is best achieved when the rubber layer is laying on the top, blanked with a fixed stripper plate in a push-back die, with a 4.5% clearance.

Key Words : Anti-Vibration Sheet Metal, Clearance, Fixed Stripper Plate, Movable Stripper Plate, Drop-Through Die, Push-Back Die, Burr, Camber

1. 서론

자동차, 가전, 건축자재 등의 사용에 있어서 쾌적한 환경을 위한 진동 소음을 줄이기 위하여 이 분야에 대한 연구가 많이 진행 되고있다. 미국, 일본 등 여러 나라에서는 제진 강판이 활발히 이용되며 연구 개발 되고 있으나 국내에서는 아직 제진 강판에 대한 연구가 초보적인 단계이고 외국으로부터 수입하여 생산하고 있다. 이러한 이유로 국내에서도 제진 강판의 가공 특성을 조사하

여 블랭킹 금형을 보다 효율적으로 설계하고, 제품에 발생하는 불량현상에 대한 원인을 규명함으로써 제진 강판의 전단 및 성형기술을 향상시킬 필요가 있다. 따라서 본 연구에서는 쾌적한 작업 환경을 위해 필요한 소음 및 진동을 감소시키기 위해 여러분야에서 사용되고 있는 제진 강판의 전단가공에 대한 특성을 연구하고자 한다.

제진 강판이 아닌 일반 강판의 연구 동향을 살펴보면 김종호 등⁽¹⁾은 유압을 이용한 간이 파인블랭킹 금형을 개발하여 원형 정밀 전단 연구를 실

* 서울산업대학교 산업대학원 정밀기계공학과
(현)울브린코리아㈜

** 서울산업대학교 금형설계학과

험적으로 수행하였고, 임상현⁽²⁾은 리드프레임용 정밀 전단가공을 위한 이론해석과 실험결과의 비교, 그리고 유준환⁽³⁾ 등은 25 μm 크기의 미세홀 펀칭을 위한 홀 가공형상, 소재에 따른 형상연구 등 점차로 초정밀 전단가공에 관한 연구가 증가되고있다.

Murakawa 와 Koga⁽⁴⁾는 경량화 라미네이트 강판과 제진 강판의 전단 특성을 실험적으로 조사하여 강판의 절단면이 향상되는 작업조건을 제시하였다.

Yamasaki 와 Ozaki⁽⁵⁾는 제진강판의 경사전단 가공에서 절단면이 소재 판면에 경사되어 있는 결점이 있지만 전단면이 평탄하고 버와 처짐(roll over)이 적으며 수지의 돌출이 거의 없는 절단면이 얻어진다고 발표하였다.

본 연구에서는 제진 강판의 전단 가공특성을 조사하기 위하여 틸새, 스트리퍼판 방식, 다이 플레이트 설계방식, 소재 장착 방법 등을 변화시키면서 절단면의 상태, 치수 및 형상 정밀도 등을 체크하고 이로부터 최적의 가공 조건을 제시하고자 한다.

2. 실험장치 및 실험방법

2.1 시편의 종류

본 실험에 사용한 재료는 Fig. 1 과 같이 고무와 점착제, 강판 2 매, 이형 페이퍼로 이루어진 제진 강판(모델 18691)으로 전체두께가 1.128mm 이다.

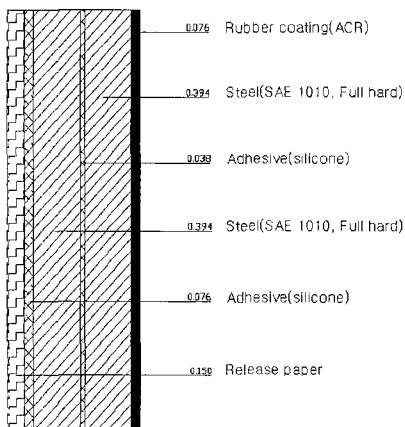


Fig. 1 Composition of anti-vibration sheet metal

2.2 소재의 기계적 성질

제진 강판의 기계적 성질을 파악하기 위하여

KSB 0801 규격의 13 호 시편을 사용하였다.

인장시험은 Table 1 에서와 같이 제진 강판을 3 가지로 분류하여 수행하였다. 제진 강판으로부터 분리된 SAE 1010 강판자체의 시험, SAE 1010 강판에 고무가 접착된 시편의 시험, 그리고 제진 강판 자체의 시험을 실시하였다. 제진 강판의 인장강도가 79Kgf/mm² 으로 일반 냉간압연강판에 비해 아주 높은 것으로 나타났다.

Table 1 Mechanical properties of anti-vibration sheet metal

	Thickness (mm)	Tensile Strength (Kgf/mm ²)	Elongation (%)
Anti-vibration sheet metal	1.128	79	4
SAE1010+Rubber	0.476	74	5
SAE 1010	0.394	88	3

2.3 실험 장치

실험에 사용한 프레스는 50ton 용량의 크랭크 프레스를 사용하였으며 이 프레스 사양에 맞도록 Fig. 2 와 같은 금형을 설계 제작하였다.

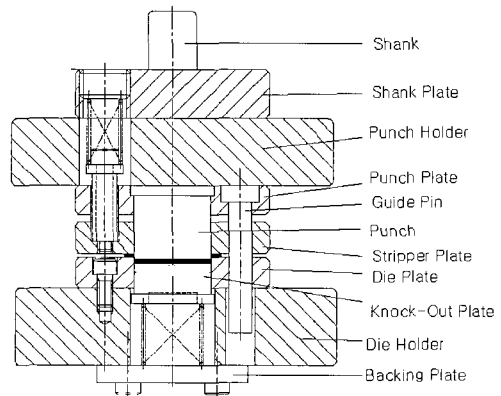


Fig. 2 Cross-section view of shearing die

제품 치수는 $\varnothing 40.02\text{mm}$ 이며, 재료두께 1.128mm 기준으로 틸새 1.8%, 4.5%, 7.5%를 적용하여 펀치 치수를 39.98mm, 39.92mm, 39.85mm 로 각각 제작하여 틸새효과를 분석하였다.

전단 가공시 스트립(strip)소재에 압력부가의 효

과를 파악하기 위해 가동식 스트리퍼판(movable stripper plate)을 기본으로 금형을 구성하고, 고정식 스트리퍼 판의 기능을 적용하기 위해서는 다이 상면에 1.5mm 두께의 스페이서를 삽입하여 스프링력이 스트립에 직접 작용되지 않도록 하였다. Fig. 2 의 하부 배킹 플레이트(backing Plate)와 녹아웃 플레이트, 스프링을 분리 제거하면 판통형 다이구조로 변환되어 녹아웃 플레이트의 유무에 따른 가공특성 영향을 조사할 수 있도록 하였다.

2.4 실험 조건 및 방법

Table 2 는 본 연구의 실험조건을 나타내는 표이다. 실험은 틱새, 스트리퍼판 방식, 다이구조, 소재의 장착방법 등을 변화시키면서 제진 강판의 전단가공 특성, 즉 절단면 형상, 치수 정밀도, 캠버 등에 대해 조사하여 최적의 전단가공 조건을 제시하고자 한다. 소재는 Fig. 3 과 같이 러버가 톱 또는 보텀의 위치에 따라 실험을 수행하고, 윤활은 블랭킹유(LG-caltex rando 46)를 사용하였다. 실험용 소재는 폭 50mm, 길이 500mm 의 스트립재를 준비하여 크랭크 프레스에서 실험조건별로 실험하였다. 실험은 각 조건별 5 회씩 수행하여 이들 시편의 평균치를 실험 데이터로 취했다.

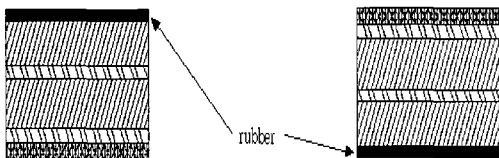


Fig. 3 Position of rubber layer in blanking of a Workpiece

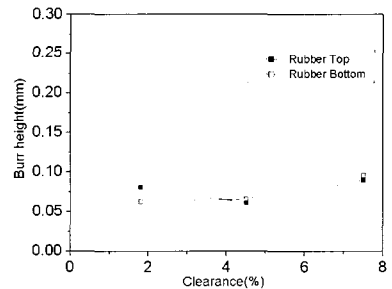
Table 2 Experimental condition for blanking

Types of stripper plate	Types of die plate	Lubrication	Position of rubber layer	Clearance (%)	Remark
Movable stripper plate	Push back	Lubrication	Rubber top	1.8	Die : C-20-02 Punch : (1) 35.98(1.8°) (2) 35.99(4.5°) (3) 35.86(7.5°)
	Drop through				
Fixed stripper plate	Push-back	Non lubrication	Rubber bottom	7.5	Lubricant : LG caltex rando 46 (ISO VG 46)
	Drop-through				

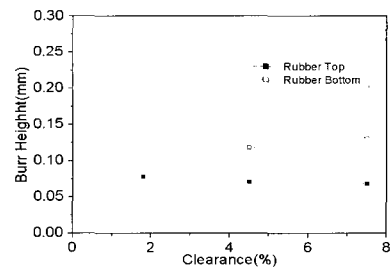
3. 실험결과 및 고찰

3.1 버의 측정 결과

Fig. 4 는 가동식 스트리퍼판 구조에서, 그리고 Fig. 5 는 고정식 스트리퍼판 구조에서 실험한 결과를 나타내는 것으로, 버 높이는 이형 페이퍼 또는 러버를 제거한 상태에서 측정된 것이다. 두 그림을 비교할 때 고정식보다는 가동식 스트리퍼판을 사용할 때 버 높이가 다른 작업 조건에 관계없이 조금 높게 나타나고 있다. 즉 푸시백 다이와 가동식 스트리퍼판을 사용하게 되면 이들 부가 압력이 날끝 주위의 소재에 작용되어 균열 발생을 억제하고 소재의 연성을 증가시키는 효과가 발생하고, 이러한 이유로 인해 펀치 날끝 밑면의 소재와 펀치 측면의 소재가 더 연신되면서 과단되어 결국 버 높이를 증가시키게 된다. 또한 러버 위치에 따른 실험 결과를 보면 러버 보텀일 경우가 러버 톱일 때 보다 버가 0.02~0.05mm 크게 나타났는데, 이것은 제진 강판 소재 구성에서 이형 페이퍼가 러버보다 두꺼워 펀치 날 끝을 보다 더 무디게 하는 원인이 되어 버 높이를 높게 한다.

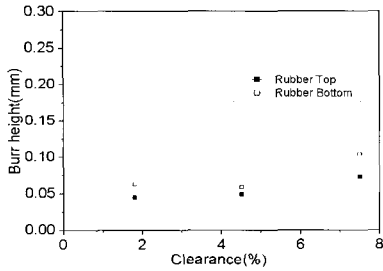


(a) Drop-through die

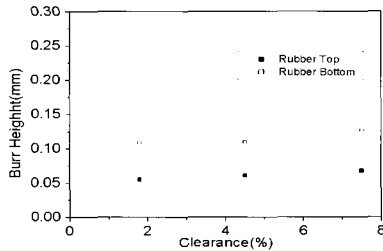


(b) Push-back die

Fig. 4 Comparison of burr height according to clearance and type of die(movable stripper plate)



(a) Drop-through die



(b) Push-back die

Fig. 5 Comparison of burr height according to clearance and type of die(fixed stripper plate)

특히 관통형 다이, 가동식 스트리퍼판의 금형 틈새가 1.8%일 경우엔 Fig. 6 에서 보이는 바와 같이 버 발생 면에 수염 모양의 실버가 가끔 발생하여 제품 불량이 되기 때문에 실제 양산작업 조건으로는 부적절한 것으로 나타났다.

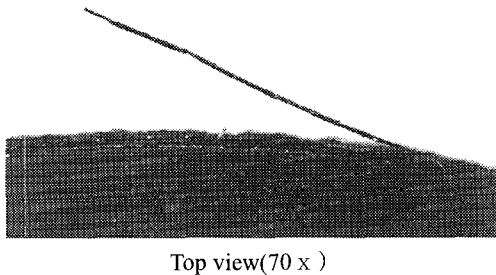


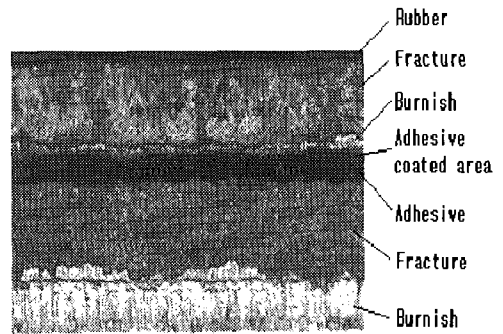
Fig. 6 Occurrence of burr on the sheared face at very small clearance (clearance 1.8%, movable stripper plate, drop-through die, rubber-top)

3.2 직경 측정 결과

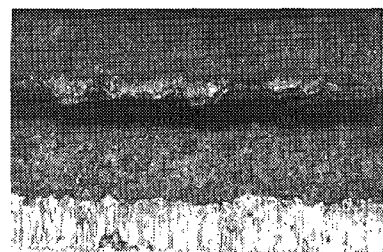
제품 직경이 40.02mm 임을 고려할 때 본 연구에서 전단된 모든 시편은 Fig. 9 에서와 같이 작업 조건에 관계없이 제품 치수가 다이 치수보다

0.046~0.162mm 정도 크게 나타났다. 특히 시편이 러버 보텀인 상태의 제품은 스프링백 현상으로 인해 러버 톱의 제품보다 0.03~.05mm 크게 나타났다. 또한 관통형 다이보다 푸시백 다이구조에서, 그리고 틈새가 4.5%일 때 가장 정밀한 치수를 나타내고 있다.

Fig. 7 과 Fig. 8 는 러버 톱, 보텀 위치에 따라 절단면의 형상을 비교한 것이다. 러버 보텀의 경우 러버가 전단면의 일부를 덮고 있어 취출시 마찰력 증가로 녹아웃 하중이 증가되는 원인이 되고, 또한 블랭킹시 캠버 현상이 일어나는 밀면에 러버가 위치해 있어 스프링백 영향으로 제품 직경이 증가하는 원인이 된다. 푸시백형과 관통형을 비교하여 보면 푸시백형에서 중간층인 점착제의 두께가 블랭크의 상,하 운동에 의해 더 크게 나타나고 있다. 또한 다이 측벽에도 점착제가 부착되어 있기 때문에 양산 적용 시에는 많은 문제점이 나타날 것으로 보인다.



(a) Drop-through die



(b) Push-back die

Fig. 7 Comparison of sheared face in case of rubber-top position (clearance 4.5%, movable stripper plate)

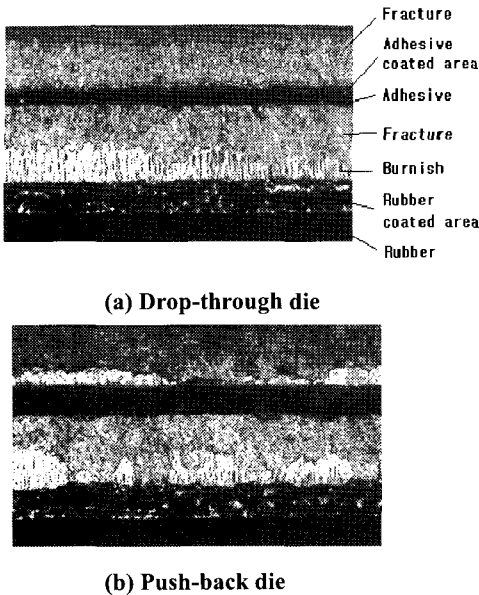
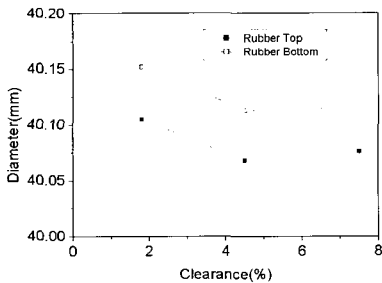
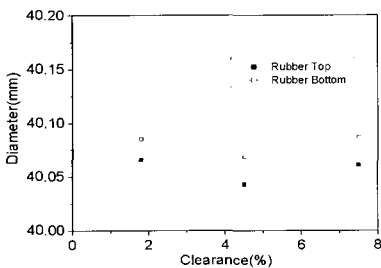


Fig. 8 Comparison of sheared face in case of rubber-bottom position (clearance 4.5%, movable stripper plate)



(a) Drop-through die



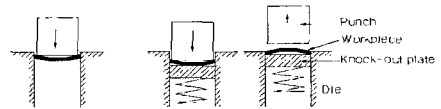
(b) Push-back die

Fig. 9 Comparison of blank diameter according to clearance and types of die (fixed stripper plate)

3.3 캠버 측정 결과

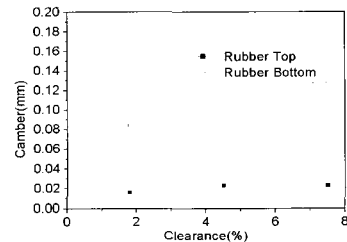
Fig. 10 는 다이 구조에 따른 캠버 현상을 보여 주고 있다. 관통형 다이에서는 일반 전단 가공에서와 마찬가지로 틈새와 전단 하중의 모멘트 영향으로 그림의 (a)와 같은 만곡 현상이 발생한다. 그리고 푸시백 다이에서도 녹아웃 하중이 작을 경우엔 관통형보다 캠버가 줄어들면서 캠버 방향은 똑같은 방향을 나타내지만, 본 연구에서와 같이 점착제가 다이 내벽에 부착되어 녹아웃 하중이 전단하중의 5%까지 증가하게 되면 그림의 (b)와 같은 역 캠버(reverse camber) 현상이 나타난다.

Fig. 11 의 캠버량 비교에서도 러버 톱일 경우의 푸시백 다이에서 캠버량이 적게 나타났고, 틈새 증가에 따라 캠버량이 미세하게 증가하고 있지만 10% 미만의 틈새 적용 시에는 틈새 영향이 적은 것으로 나타났다. 따라서 비 높이, 치수 정밀도, 캠버 등을 종합적으로 고려할 때 제진 강판의 전단은 러버를 톱 위치로 전단하는 것이 품질을 향상시킬 수 있는 것으로 확인되었다.

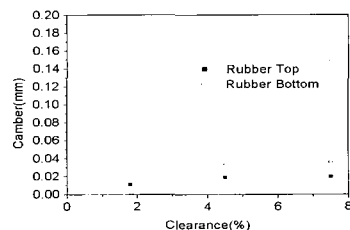


(a) Drop-through die (b) Push-back die

Fig. 10 Deformed configuration after blanking



(a) Drop-through die



(b) Push-back die

Fig. 11 Comparison of camber height according to clearance and types of die (fixed stripper plate)

4. 결론

참고 문헌

본 논문은 수지 복합 강판인 제진강판(두께 : 1.128mm)의 전단특성을 연구하고자 다이 직경 40.02mm의 블랭킹 금형을설계 제작하고, 이에 의한 실험결과를 정리하면 다음과 같다.

(1) 버 높이결과 비교에서 푸시백 다이와 가동식 스트리퍼판을 사용할 경우 다른 작업 조건에 관계없이 버 높이가 조금 높게 나타났다.

(2) 러버 보텀인 상태의 제품직경이 러버 톱 상태에서 제품보다 0.03~0.05mm 크게 나타났으며, 작업조건 변화에 따른 직경 측정 결과를 기준으로 할 때 푸시백 다이 구조에서 고정식 스트리퍼판을 사용하면서 틈새 4.5%일 때 가장 정밀한 치수를 나타내고 있다.

(3) 캠버량의 경우에는 관통형보다는 푸시백 다이에서 캠버량이 적었으며, 틈새의 증가에 따라 캠버량이 미세하게 증가하고 있지만 10% 미만의 틈새 적용 시에는 틈새 영향이 적은 것으로 나타났다.

(4) 버 높이, 치수 정밀도, 캠버 등을 종합적으로 고려할 때 제진 강판의 전단은 러버를 톱 위치로 한 상태에서, 고정식 스트리퍼판과 푸시백 다이구조에서 전단 가공을 하는 것이 품질 향상을 위한 최적 조건으로 확인되었다.

- (1) 김중호, 류계구, 최치수, 정완진, 1996, “간이 파인 블랭킹 금형의 개발을 통한 범용 유압프레스에서의 원형 정밀전단 가공성 연구”, 한국정밀공학회지, Vol.13, No.5, pp. 157~163.
- (2) 임상현, 서의권, 심현보, 2001, “사각형 블랭킹을 통한 리드프레임의 블랭킹 특성에 관한 기초연구”, 한국정밀공학회지, Vol.18, No.3, pp. 182~188.
- (3) 유준환, 임성한, 주병윤, 오수익, 2003, “미세홀 펀칭시 전단 파괴 거동연구”, 2003년도 한국소성가공학회, 춘계학술대회논문집, pp. 230~235.
- (4) Masao Murakawa, Nobuhiro Koga, 1990, “Improvement of Sheared Surfaces of Sandwich Sheet Steel”, The Japan Society for Technology of Plasticity, Vol. 31, No. 354, pp. 929~934.
- (5) Susumu Yamasaki, Tatsuo Ozaki, 1992, “Shearing of Inclined Vibration Damping Steel Sheet”, The Japan Society for Technology of Plasticity, Vol.33, No.378, pp. 844~849.