

# 자동차 스템핑 금형의 드로우비드력 특성에 관한 연구

문성준<sup>1</sup>, 김영탁<sup>2</sup>

## Study on the Characteristics of Drawbead Forces in Automotive Stamping Dies

S. J. Moon and Y. T. Keum

### Abstract

The drawbeads, which is used for controlling the flow of the sheet by imposing the tension and for preventing the springback in the sheet metal forming process, affects a lot the formability because of the differences in the restraint and opening forces according to the drawbead shapes and dimensions. In this study, the experimental device enabling to measure the drawbead restraining and opening forces was manufactured and the drawing forces of circular, square, and step drawbeads are measured. The drawbead restraining and opening forces of a circular drawbead are increased as its drawbead height is increased. Similarly, those of a square drawbead are increased as its height is increased and shoulder radii decreased. Also, those of a step drawbead are increased as its height and difference in their heights are increased.

**Key Words** : Stamping Die (스템핑 금형), Drawbead (드로우비드), DBOR(드로우비드 상압력), DBRF (드로우비드 인출력), Circular Drawbead (원형비드), Square Drawbead (사각비드), Step Drawbead (계단비드)

### 1. 서론

자동차 시장에서 다양하고 우수한 자동차의 외관은 업계의 생사를 가늠할 정도로 중요한 잣대이고 차체의 외관을 구성하는 바디는 드로잉 강판의 스템핑 금형에 의한 프레스 성형에 의해 만들어지고 있다. 따라서 드로잉 강판의 성형성 향상과 프레스 성형에 대한 연구는 항상 활발하게 이루어져 왔다. 특히 프레스 성형을 위한 스템핑 금형 설계시 블랭크 홀더면에 있는 드로우비드는 박판의 주름과 파단현상을 제어하고, 탄성복원 방지 및 강성증가를 위한 장력부여등 박판성형 과정에서 가장 큰 영향을 주는 설계인자이다.

실제 금형설계에 있어 드로우비드부의 설계는 가장 복잡하고 시행착오가 반복되는 부분이다. 이는 드로우비드 자체가 가지는 형상과 치수가 다양할 뿐 아니라 이에 따른 성형결과도 확연하게 달라지기 때문이다. 또한 자동차용 드로잉 강판의

특성상 표면처리된 페라이트 조직의 연질냉간압연강판이고 따라서 드로우비드 성형에 의해 재료의 물성치 특성도 크게 변화하기 때문에 정교하고 체계적인 설계시스템 운용을 위해서는 보다 실제적인 드로우비드력 측정실험과 이와 관련된 수학적모델 개발 및 수많은 시뮬레이션을 통한 데이터 수집 작업이 반드시 필요하다.

드로우비드에 관한 연구는 Nine[1]에 의해 시작되어 1980 년대에 본격화 되었고 Wang[2], Levy[3], Stoughton[4] 에 의한 연구가 대표적이고 물성치 거동에 관한 연구는 Demeri, Cao 와 Boyce, Prager 와 Ziegler 가 대표적이다.

본 연구에서는 박판 스템핑 공정에 지대한 영향을 끼치는 드로우비드력의 특성을 알아보기 위하여 드로우비드 금형의 형상과 치수 그리고 인출각도에 따른 드로우비드력 측정실험을 수행하여 스템핑 공정중 드로우비드의 상압력(DBOF)과 인출력(DBRF)을 규명한다.

1. 한양대학교 일반대학원, 자동차공학과  
2. 한양대학교 기계공학부, ytkeum@hanyang.ac.kr

## 2. 실험

### 2.1 실험장치 및 실험방법

단동식 프레스에서 다이패이스의 드로우비드부를 재현하고 드로우비드 상압력과 인출력을 동시에 측정하고 경사면을 재현하기 위해 Fig. 1과 같이 실험장치를 제작하였다. 그리고 시편을 실험장치의 고정편에 고정하고 블랭크 홀더를 상승시켜 시편이 드로우비드금형에 의해 성형되게 한 후, 모터를 이용하여 정해진 구간을 일정한 속도로 당기는 동안 상압력과 인출력을 로드셀로 측정한다.

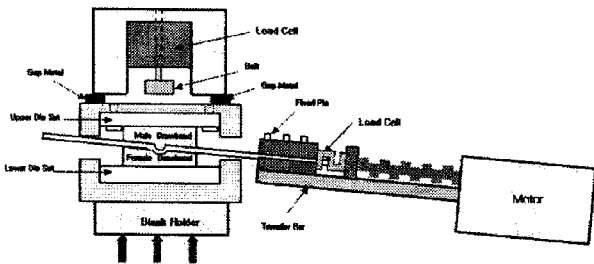


Fig. 1 Experimental device for measuring DBRF and DBOF

### 2.2 실험조건

드로우비드 금형은 Stoughton[5] 이 제안한 드로우비드 모델을 보다 정교하게 개선하여 제작하였고 Fig 2와 같이 3종의 드로우비드 금형을 실험에 사용하였다. 금형은 실제 스탬핑 금형과 같은 재질인 FCD300으로 Table 1과 같다. 실험 시편은 딥드로잉용 연질냉간압연강판인 SPCEN을 사용하였다.

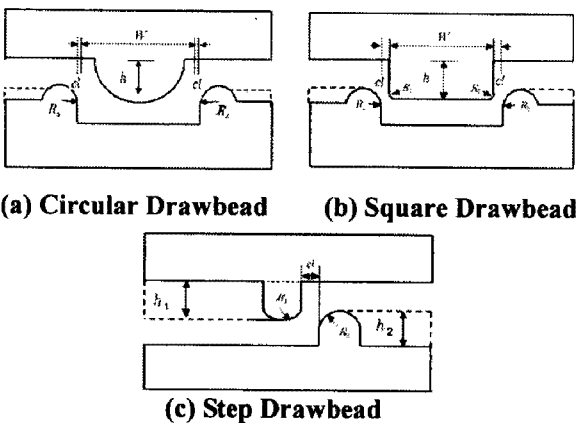


Fig. 3 Drawbead dies for measuring DBOF and DBRF

Table 1 Experimental conditions

Die Material	Surface Roughness ( $\mu\text{m}$ )	Coefficient of Friction	Pulling Speed (mm/min)
FCD 300	1.50 ~ 2.50	0.179	300

## 3. 결과 및 토의

### 3.1 원형비드

비드 높이에 따른 원형비드의 측정된 DBOF와 DBRF는 Fig. 3과 같고 비드높이(h)에 따라 비드력도 상승함을 알 수 있다. 그리고 수평상태의 비드력보다 경사상태의 비드력이 작고 전체적으로 인출력보다 상압력이 크게 측정된다.

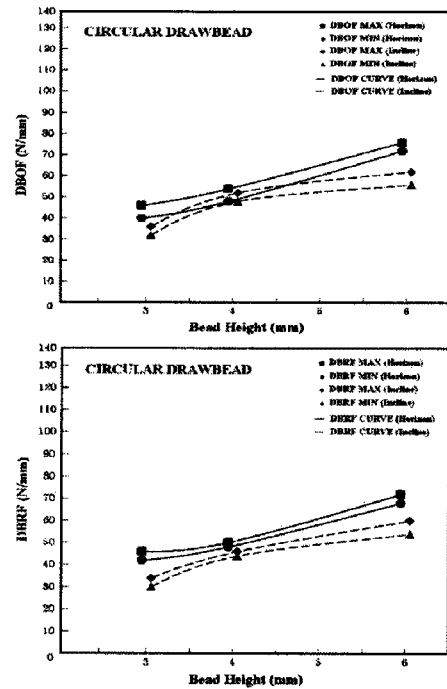


Fig. 3 DBOF and DBRF associated with drawbead heights in circular drawbeads

### 3.2 사각비드

사각비드는 수평상태에서 비드 곡률반경의 변화에 따른 실험과 경사상태에서 비드 높이에 따른 실험을 통해 드로우비드력을 측정하였다. 경사상태의 경우 Incline-1은 일반적인 경사암비드이고 Incline-2는 암비드의 라운딩 치수가 비대칭인 경우로 Fig. 4, 5 와 같이 측정된다. 사각비드의 경우는 비드의 높이에 비례하여 드로우비드력이 증가하고 곡률반경에 반비례하여 드로우비드력이 감소한다.

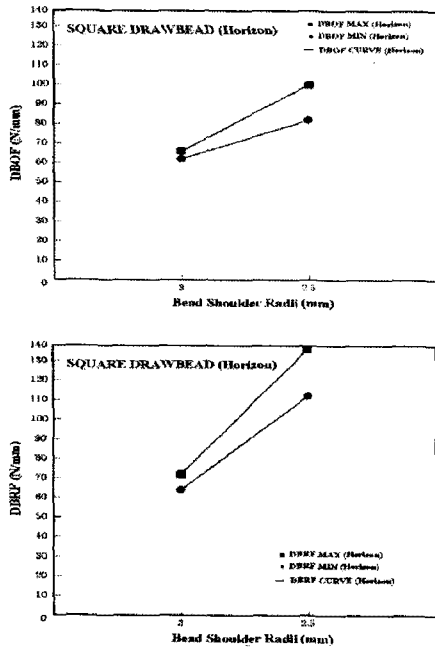


Fig. 4 DBOF and DBRF associated with drawbead shoulder radii of square drawbeads

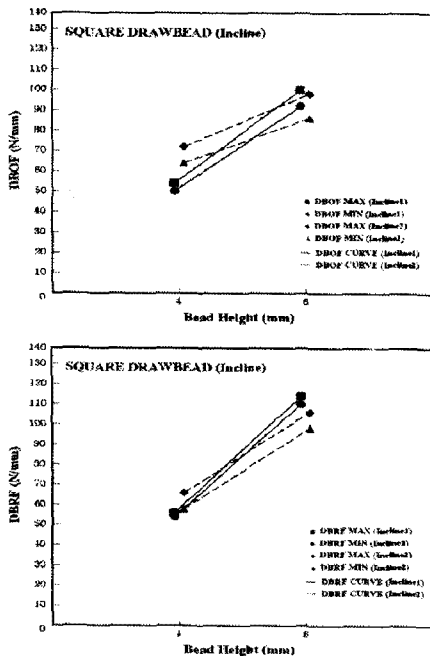


Fig. 5 DBOF and DBRF associated with drawbead heights of square drawbeads

### 3.3 계단비드

$H_1$ 과  $H_2$ 에 따른 계단비드의 상압력과 인출력은 Fig. 6과 같다.  $H_1$ 과  $H_2$ 의 높이가 클수록 드로우비드력은 상승하고  $H_1$ 과  $H_2$ 의 값이 서로 다른 경우는 같은 경우보다 평균적으로 드로우비드력이 떨어진다.

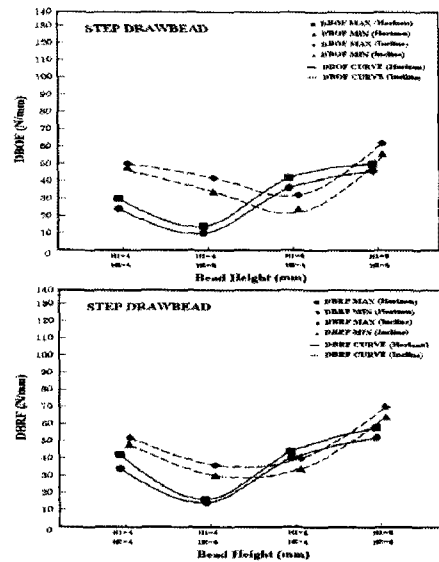


Fig. 7 DBOF and DBRF associated with drawbead heights of step drawbeads

## 4. 결론

드로우비드 인출실험으로 스텝핑금형의 드로우비드인출력과 상압력을 측정하고 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 원형비드의 경우, 드로우비드의 높이가 증가함에 따라 인출력이 증가하고, 상압력이 인출력보다 크다.
- (2) 사각비드의 드로우비드력은 비드 높이에 비례하고 곡률반경에 반비례한다.
- (3) 계단비드에서는 비드 높이가 커짐에 따라 드로우비드력이 상승하며, 비드높이의 상대적 차이가 크면 드로우비드력이 증가한다.

## 참고 문헌

- [1] H. D. Nine, 1978, "Drawbead Forces in Sheet Metal Forming", Mechanics of Sheet Metal Forming, pp. 179 ~ 211.
- [2] N. M. Wang, 1982, "A Mathematical Model of Drawbead Forces in Sheet Metal Forming", J. of Applied Metal Working, Vol. 2, No. 3, pp. 193-199.
- [3] B. S. Levy, 1982, "Development of a Predictive Model for Draw Bead Restraining Force Utilizing Work of Nine and Wang", J. Applied Metal Working, Vol. 3, No. 1.
- [4] T. B. Stoughton, 1988, "Model of Drawbead Forces in Sheet Metal Forming", 15th IDDRG, pp. 205 ~ 215.