

# 자동차 시트 리클라이너 기어의 파인 블랭킹 성형에서 V-링 설치 위치가 다이 롤 높이에 미치는 영향에 관한 연구

김종덕\*, 김흥규\*, 장성호\*

\*한국생산기술연구원 금형성형연구그룹

e-mail : jdk@kitech.re.kr

## A study on the effect of V-ring position on die roll height in the fine blanking for automobile seat recliner gear

Jong-Deok Kim\*, Heung-Kyu Kim\*, Sung-Ho Chang\*

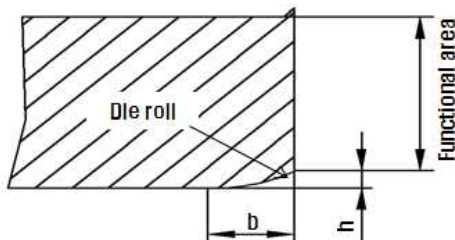
\*Molding & Forming Technology R&D Group, Korea Institute of Industrial Technology

### 요 약

본 논문에서는 자동차 시트 리클라이너 기어의 파인 블랭킹 성형 실험을 통하여 V-링 설치 위치에 따른 기어의 다이 롤 높이가 변화를 검토하였다. 3 종류의 다이 편과 가이드 플레이트 편을 설계하여 파인 블랭킹 금형을 제작하였으며 650 ton 파인블랭킹 프레스에서 성형 실험을 수행하였다. 실험으로부터 제품을 취출하여 다이 롤 높이를 측정하여 분석한 결과 기어 모듈과 관계없이 V-링 설치 위치가 가이드 플레이트에서 멀어짐에 따라 다이 롤 높이가 증가함을 파악할 수 있었다. 이와 같은 결과는 향후 파인 블랭킹 금형의 V-링을 설계할 때 다이 롤 높이를 최소화하기 위하여 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

### 1. 서론

파인 블랭킹(fine blanking)은 단발 블랭킹으로 제품의 전체 두께에 걸쳐 필요로 하는 고운 전단면과 양호한 제품 정밀도를 얻는 프레스 가공 공정이다. 파인 블랭킹 공정을 이용하면 더 이상의 2차 기계 가공이 필요 없는 정밀한 전단면을 얻을 수 있다. 파인 블랭킹 제품은 주로 전단면을 기능면으로 사용하기 때문에 전단면의 품질은 매우 중요하다. 파인 블랭킹 제품의 전단면 품질을 결정하는 여러 가지 요소 중 [그림 1]과 같은 다이 롤 높이가 크다면 기능면으로 작용하는 면적이 적어 동력을 전달하는 기어 등에는 치명적 손상을 초래할 수 있다.



[그림 1] 파인 블랭킹 제품의 다이 롤 : 다이 롤 높이(h)

다이 롤 크기는 제품(형상, 재료의 특성과 조직, 전단면의 비율) 및 파인블랭킹 금형 요소(편치 형상 및 특성, 다이 챔퍼, V-링 등)에 따라 다르다. 본 연구에서는 파인블랭킹 제품 사양이 결정된 상태에서 파인 블랭킹 금형의 다이 챔퍼와 편치 형상 및 특성을 일정하게 유지하고 V-링 위치 변화에 따른 파인 블랭킹 제품의 다이 롤 높이가 변화를 검토하였다.

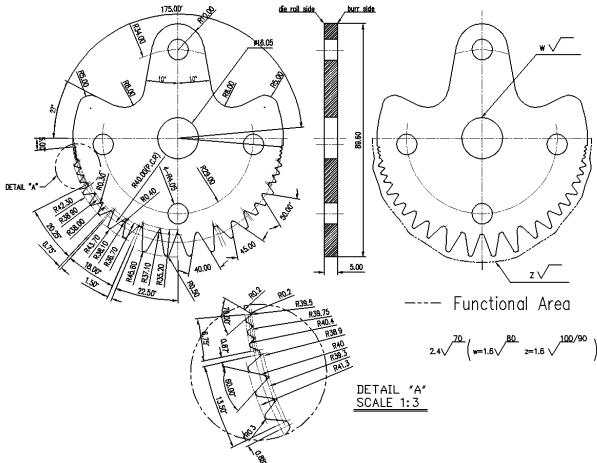
### 2. 파인 블랭킹 금형 제작

#### 2.1 파인 블랭킹 제품 설계

여러 가지 모듈의 시트 리클라이너 기어에 대하여 실험을 실시하고자 파인 블랭킹 성형의 난이도가 매우 높은 기어(모듈 0.5, 1.0, 1.5)를 포함하여 비교적 난이도가 낮은 기어(모듈 2.0, 2.5)를 가지는 가상의 파인 블랭킹 제품을 [그림 2]와 같이 설계하였다. 재료 SNCM220의 기계적 특성은 [표 1]과 같다.

[표 1] SNCM220의 기계적 특성

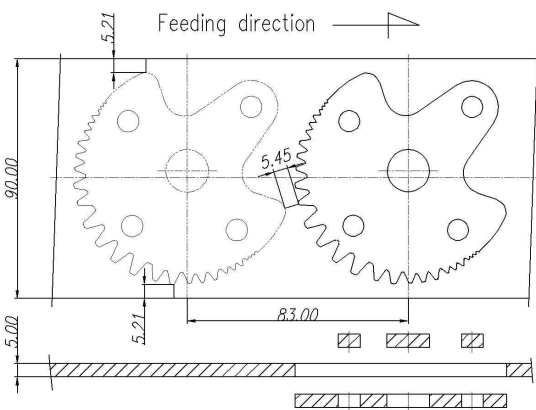
항복 강도(MPa)	인장 강도(MPa)	연신율(%)
349	486.5	32.5



[그림 2] 시트 리클라이너 기어의 파인 블랭킹 제품도

2.2 파인 블랭킹 금형 설계 및 제작

스트립 레이아웃에서 제품과 제품 사이가 너무 좁으면 파인 블랭킹 성형이 곤란하다. 그러므로 재료를 최대한 절감하고 파인 블랭킹 성형을 가능하게 하기 위하여 제품과 제품 사이의 거리는 재료 두께의 약 1.1배인 5.45mm로 설정하였으며 스트립 측면에서부터 제품 사이의 거리는 5.21mm로 설정하여 [그림 3]과 같이 피치 83mm, 재료 폭 90 mm로 스트립 레이아웃(strip layout)을 설계하였다.



[그림 3] 파인 블랭킹 금형의 레이아웃

[표 2]와 같이 파인 블랭킹 성형을 위한 힘을 계산한 결과 전체 최대 힘이 222.68 ton으로 이를 초과하는 650 ton 유압 파인 블랭킹 프레스(Mori FB650)를 선정하였으며 펀치와 다이의 간극

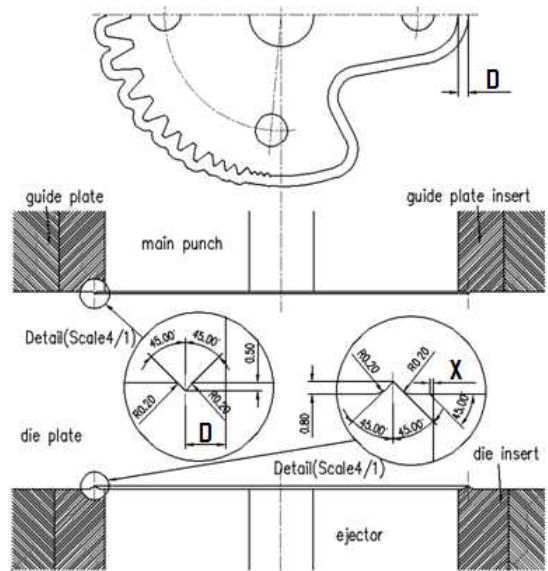
(clearance)은 재료 두께의 0.5%인 0.025mm로 설정하였다.

파인 블랭킹 공정에서는 전단이 시작되기 전 재료를 클램핑하기 위하여 V-링을 설치한다. 파인 블랭킹 금형의 V-링 설계 가이드 라인에 따라 재료 두께 5mm인 경우, 다이 플레이트와 가이드 플레이트 양쪽에 설치되도록 V-링을 설계하였으며 다이 챔퍼 경사각을 45°로 고정하고 V-링 설치 위치에 따른 다이 롤 높이를 검토하기 위하여 다이 플레이트와 가이드 플레이트는 [그림 4]와 같이 V-링 설치 위치가 다른 3 종류의 다이 편과 가이드 플레이트 편을 조립할 수 있는 구조로 설계하여 파인 블랭킹 금형을 제작하였다.

[표 2] 파인 블랭킹 힘의 계산

힘	식	계산 결과
전단력(Fs)	$0.9 \times L \times s \times \sigma$	120.62 ton
V-링 하중(Fv)	$4 \times Lv \times h \times \sigma$	83.98 ton
카운터 하중(Fc)	$(0.1-0.2) \times Fs$	18.09 ton
전체 힘(Ft)	$Fs + Fv + Fc$	222.68 ton

L : 전체 전단 길이 = 539.93mm, s : 재료 두께 = 5 mm  
 σ : 재료의 인장강도 = 486.5 MPa Lv : V-링 길이 = 325.31mm  
 h : V-링 높이 = 1.3mm



[그림 4] 가이드 플레이트 편과 다이 편의 V-링 설계

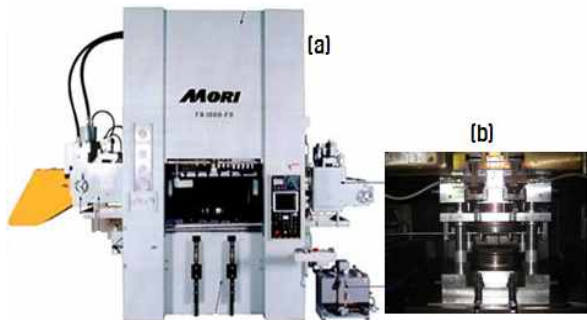
3. 파인 블랭킹 성형 실험 및 다이 롤 측정 분석

3.1 파인 블랭킹 성형 실험

[그림 5]와 같이 650 ton 파인 블랭킹 프레스에 금형을 세팅하고 전단력 2,550 KN, V-링 하중 1,250 KN, 카운터 하중 200 KN, 전단 속도

18mm/sec로 설정하여 다이 편과 가이드 플레이트 편을 바꾸어 가면서 파인 블랭킹 성형 실험을 수행하였다.

다이 챔퍼 형상(X 0.1-0.2mm, A 45°)을 고정시키고 [표 3]의 다이 편과 가이드 플레이트 편 No.1545(V-링 거리 D 1.5mm, 다이 챔퍼 각도 A 45°)을 사용하여 1차 실험을 실시하였으며 2차 실험에서는 다이 편과 가이드 플레이트 편 No.2045(V-링 거리 D 2.0mm, 다이 챔퍼 각도 A 45°)을, 3차 실험에서는 다이 편과 가이드 플레이트 편 No.2545(V-링 거리 D 2.5mm, 다이 챔퍼 각도 A 45°)을 사용하였다.



[그림 5] 실험용 파인 블랭킹 프레스(a)와 금형 세팅 사진(b)

[표 3] 가이드 플레이트 편 및 다이 편의 V-링 위치

die insert & guide plate insert	V-ring position D(mm)	Module	die chamfer shape(A 60°)
			X(mm)
No.1545	1.5	0.5	0.1
		1.0	0.15
		1.5	0.2
		2	0.2
		2.5	0.2
No.2045	2.0	0.5	0.1
		1	0.15
		1.5	0.2
		2.5	0.2
No.2545	2.5	0.5	0.1
		1	0.15
		1.5	0.2
		2	0.2

### 3.2 다이 롤 측정 및 분석

[그림 6]과 같이 각각의 실험으로부터 3개 시편을 채취하여 광학 형상 측정기(Optical Measurement Inspection system, 모델 Datastar 200)를 이용하여 다이 롤 높이를 측정하였으며 그 결과를 [표 4]에 제시하였다.

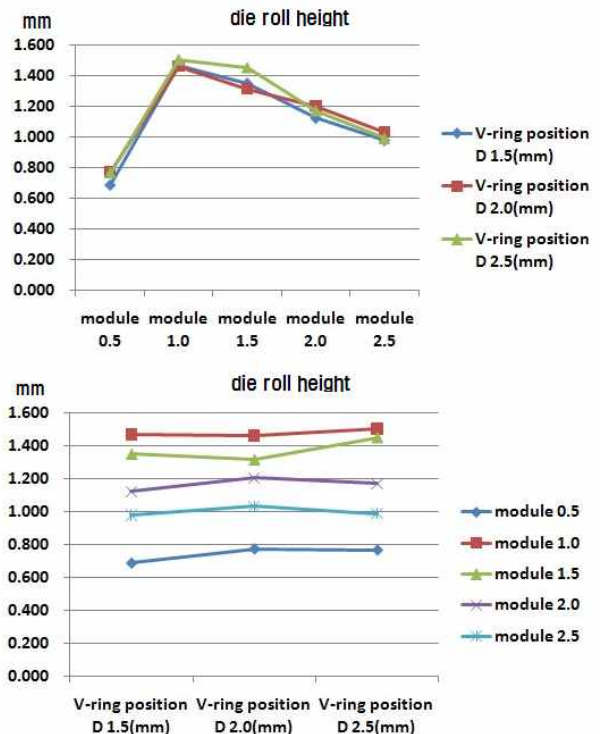


[첫번째 실험에서 취출된 시편] [두번째 실험에서 취출된 시편] [세번째 실험에서 취출된 시편]

[그림 6] 각 실험으로부터 취출된 제품 사진

[표 4] 측정된 다이 롤 높이

die insert & guide plate insert	V-ring position D(mm)	Module	Die roll height(mm)
No.1545	1.5	0.5	0.687
		1.0	1.468
		1.5	1.349
		2	1.122
		2.5	0.978
No.2045	2.0	0.5	0.773
		1	1.462
		1.5	1.314
		2	1.203
No.2545	2.5	0.5	1.032
		1	0.766
		1.5	1.504
		2	1.451
		2.5	1.170
		2.5	0.989



[그림 7] 기어 모듈 및 V-링 위치에 따른 다이 롤 높이

측정 데이터를 분석한 결과 [그림 7]과 같이 모든 모듈에서 V-링 위치가 다이로부터 멀어짐에 따라 대체로 다이 롤 높이가 증가하고 있었다. 또한 모듈

1.0 이상의 구간에서는 다이로부터의 V-링 설치 위치와 상관 없이 모듈 증가에 따라 다이 롤 높이가 감소하고 있으며 모듈 1.0 이하의 구간에서는 모듈 증가에 따라 다이 롤 높이가 증가하고 있음을 파악하였다.

그러나 다이 롤 크기는 여러 가지 요인에 의해 영향을 받기 때문에 제품이 결정된 후 금형으로부터 다이 롤 크기를 최소화하기 위하여 향후 V-링 설치 위치와 다이 챔퍼 형상과의 조합 및 펀치와 다이의 표면처리 등에 관한 연구도 병행되어야 할 것이라고 생각된다.

#### 4. 결 론

본 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 기어 모듈과 관계없이 가이드 플레이트와 제품 사이의 V-링 거리가 증가함에 따라 대체로 다이 롤 높이가 증가한다.
- 2) 모듈이 1.0 이상의 구간에서는 모듈이 증가함에 따라 V-링 설치 위치에 관계없이 다이 롤 높이가 감소한다. 그러므로 모듈 감소에 따라 다이 롤 높이가 감소하는 경계 구간에 대한 연구가 필요하다

#### 후 기

본 연구는 지식경제부의 자동차 핵심부품 생산 기반 공정 플랫폼 기술 개발사업(과제 번호 : 10-FM-2-0038)의 지원으로 수행되었다.

#### 참고문헌

[1] Taylan Altan, "Metal Forming Handbook", Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp.330-365, 1998,

[2] K. Lange, F. Birzer, P. Hoefel, A. Muhoty, H. Singer, "Cold forming and Fine blanking", Edelmetallwerke Buderus AG, Feintool AG Lyss, Hoesch Hohenlimburg GmbH, Kaltwartzwerk Brockhaus GmbH, pp.141-165, 1997.

[3] Franz Birzer, "Forming and fineblanking", verlag moderne Industrie, Landesberg/Lech, pp. 7-14, 1997.

[4] W. Blatter, "Introduction into the technology

fine blanking tools", KAITECH, Incheon, pp.8-83, 1991.

- [5] 김종덕, "자동차 도어 래치 성형용 파인 블랭킹 금형의 다이 챔퍼 형상에 따른 다이 롤 크기 변화에 대한 연구", 한국산학기술학회논문지, 제12권, 제2호, pp. 565-570, 2월, 2011.