Fine blanking 금형의 die chamfer 형상에 따른 die roll 변화 연구

김종덕*, 김흥규**
*한국생산기술연구원 금형기술센터
**한국생산기술연구원 금형성형연구부
e-mail:jdk@kitech.re.kr.

A study on the change of die roll size by the shape of die chamfer in fine blanking die

Jong Deok Kim*, Heung Kyu Kim**
*Molds and Dies Technology Center, Korea Institute of Industrial Technology
**Molding & Forming Technology R&D Dep., Korea Institute of Industrial Technology.

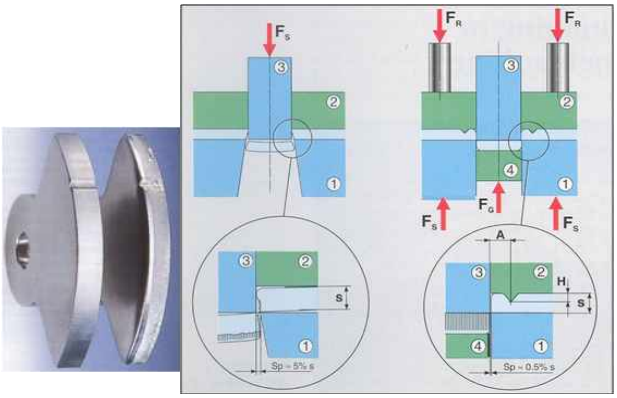
요 약

본 연구는 fine blanking 프레스로부터 기능면으로 사용되는 100% clean cut 전단면을 얻는 fine blanking 공정에서 die roll을 최소화하기 위한 목적으로 성형 해석 및 실험적 방법을 통해 die chamfer 형상에 따라 성형되는 제품의 die roll size 변화를 검토한 것이다. fine blanking 과정을 묘사하기 위하여 deform 2D를 이용하여 성형 해석을 수행하여 die roll size를 예측하였으며, 실제 die chamfer가 다른 die insert를 제작하여 fine blanking 실험을 실시하여 die chamfer 형상에 따른 die roll size에 대한 해석 data와 실험 data를 비교 분석하여 die roll 길이 방향 size의 경향을 파악할 수 있었다. 이 연구 결과는 fine blanking 판재 성형에서 die roll을 최소화하기 위한 die chamfer 설계에 유용하게 적용될 것으로 판단된다.

1. 서론

fine blanking(이하 FB)은 1 회의 blanking에서 제품의 전체 두께에 걸쳐 필요로 하는 고운 전단면과 양호한 제품 정밀도를 얻는 프레스 가공 공정으로 더 이상의 기계 가공이 필요없는 완전한 전단면이 얻어질 수 있다. 일반적으로 FB 기술이 적용되는 제품은 사용 목적상 정밀도가 일반 press의 blanking에서 가공할 경우 후속 공정이 많아져 경제성이 없는 후판 제품(두께 0.5 - 20mm)에 많이 적용되고 있다. 따라서 FB 제품은 주로 자동차의 기능 부품, 전기전자 구조 부품, 일반 기계요소 등과 같이 제품의 정밀도와 전단면의 품질이 동시에 요구되는 곳에 적용된다. FB 제품의 특성은 전단 과정이 3단의 복합 운동 프레스에서 재료를 완전히 clamping한 상태에서 전단하고 특히 펀치와 다이 사이의 clearance가 제품 두께의 약 0.5%를 유지 하므로 전체 두께의 절단면에 걸쳐 매끄러운 전단면을 얻을 수 있으며, 특히 표면 거칠기는 재료의 두께에 따라 일반 기계 가공에서 얻을 수 있는 Ra 0.4 -16 μm가 얻어진다.

FB 제품은 주로 절단면을 기능면으로 사용하기 때문에 전단면의 품질이 매우 중요하다. 그 중 힘을 전달하는 기어 등 제품의 die roll size는 그 크기가 크면 구조적 결함으로 대두될 수 있기 때문에 FB에서 die roll size의 예측은 매우 중요하다. 본 연구에서는 자동차 door latch 성형을 위한 FB 공정에서 die roll을 최소화하기 위한 목적으로 성형 해석 및 실험적 방법을 통해 die chamfer 형상에 따라 성형되는 제품의 die roll size 변화가 검토되어 비교되었다.

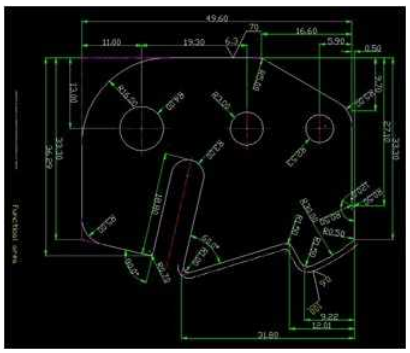


[그림 1] FB의 원리와 일반 blanking과의 비교

2. Door latch 성형용 FB 금형 제작

2.1 Door latch FB 제품 설계

door latch를 FB 성형하기 위해 재료 시험을 통해 재료(S20C) 특성을 파악하였으며 FB 가능성을 분석한 바, 코너 반경이 미세하여 고난도 FB 성형 제품으로 설정되었다

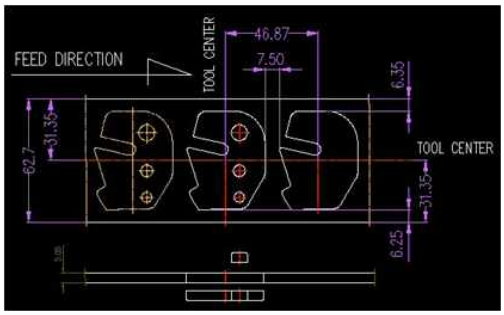


[그림 2] door latch FB 제품

2.2 Door latch 성형용 FB 금형 설계 제작

2.2.1 strip layout 설계

안전하게 FB 성형 가능토록 제품과 제품 사이를 제품 두께의 1.5배로 설정되었고 strip 측면에서부터 제품 사이의 거리를 제품 두께의 1.25배로 설정되어 그림3과 같이 pitch 46.87mm 재료폭 62.7로 설계되었다.



[그림 3] door latch 성형용 FB 금형의 layout

2.2.2 힘의 계산 및 FB 프레스 선정

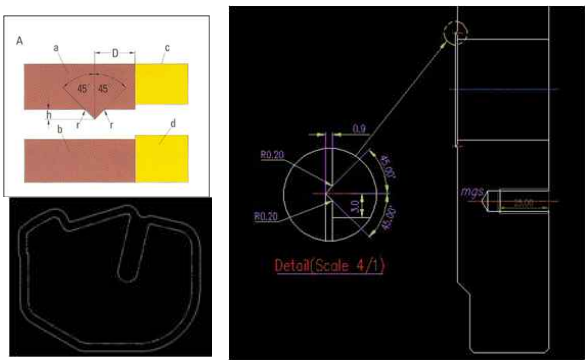
힘을 계산한 결과 shear force 5.813ton, V-ring force 25.23, counter force 10.56ton으로 88.60 ton 이상의 FB 프레스에서 성형 가능하나 업체 사정상 560ton 유압 FB 프레스에서 실험하게 되었다.

2.2.3 punch 및 die의 clearance 설계

일반적으로 외측형상의 clearance는 재료두께의 0.5%로 설정되나 본 연구에서는 Feintool 사 guide line에 따라 외측형상은 0.02mm, 내측형상은 0.025mm로 설계되었다.

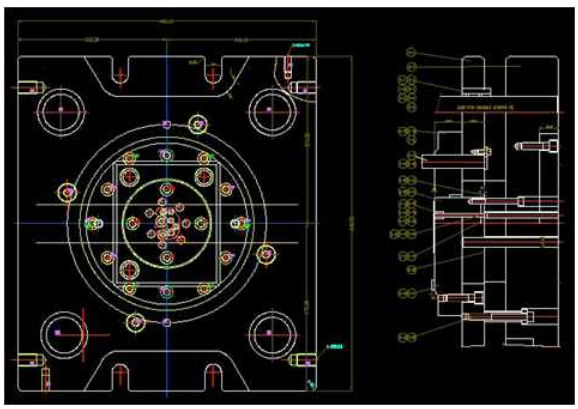
2.2.4 V-ring 설계

Feintool 사 guide line에 따르면 두께 5mm인 경우 die plate와 guide plate 양 쪽에 설치되는 것이 원칙이나 제조원가 절감을 위하여 그림4와 같이 guide plate에만 설치되었다.

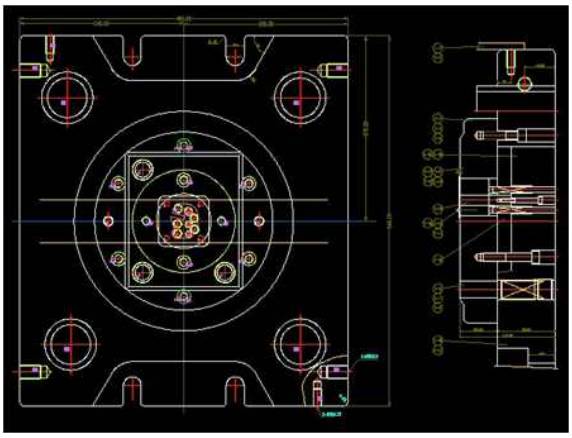


[그림 4] door latch 성형용 FB 금형의 V-ring 설계

2.2.5 금형설계 조립도



[그림 5] door latch 성형용 FB 금형 조립도(상형)

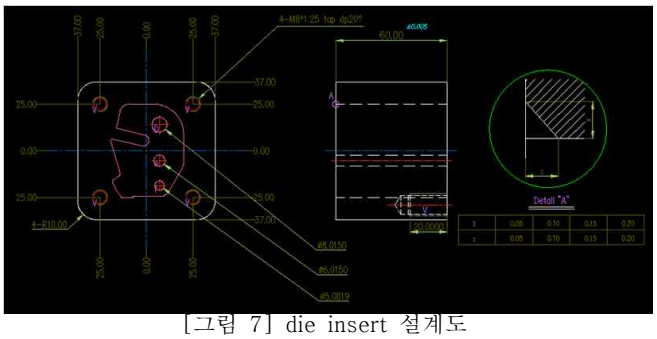


[그림 6] door latch 성형용 FB 금형 조립도(하형)

3. Die roll size 측정 및 평가

3.1. Die insert 제작

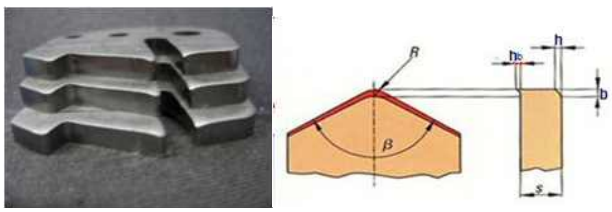
die chamfer 형상에 따른 die roll size를 파악하기 위해 die chamfer의 x값과 z값 각각 0.05, 0.10, 0.15, 0.20가 조합되어 die insert가 그림 7과 같이 제작되었다.



[그림 7] die insert 설계도

3.2. FB 실험

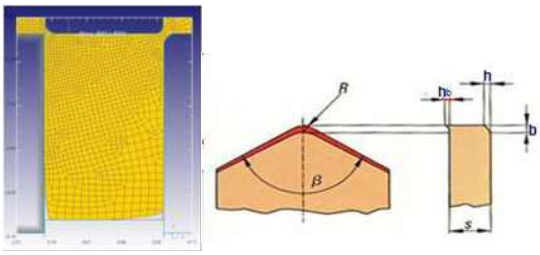
650ton FB 프레스에서 전단력 250ton, V-ring force 60ton, counter force 20ton으로 설정하여 실험이 진행되었다. 1차에서 die chamfer x=0.05, z= 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 로 4개 die insert을 바꾸어 가며 FB 실험이 실시되었으며 2차 die chamfer x=0.10, z= 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 3차 die chamfer x=0.15, z= 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 4차 die chamfer x=0.20, z= 0.05, 0.10, 0.15, 0.20으로 실험이 진행되었다.



[그림 8] 4차 실험결과 z=0.2, b=1.673, h=0.316

3.3. FB 성형 해석

mesh 수 3,035개로 설정하고 V-ring을 고정한 상태에서 Deform 2D를 이용하여 성행해석을 실시하였다. 1차에서 die chamfer x=0.05, z= 0.05, 0.10, 0.15, 0.20 로 4회의 FB 성형 해석이 실시되었으며 2차 die chamfer x=0.10, z= 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 3차 die chamfer x=0.15, z= 0.05, 0.10, 0.15, 0.20, 4차 die chamfer x=0.20, z= 0.05, 0.10, 0.15, 0.20으로 성형해석이 진행되었다.



[그림 9] 4차 성형해석결과 z=0.2, b=1.363, h=0.179

3.4. Die roll size 측정 및 평가

profile 형상 측정기를 이용하여 die roll size를 측정하였다 die chamfer의 z값의 증가에 따라 die roll의 h값이 증가하는 경향이 있었으며 성형해석 data보다 실험 data값이 크게 나타났다. 이것은 적절한 FB 프레스를 구하지 못해 지나치게 용량이 큰 FB 프레스를 사용하였기에 하중이 크게 작용하였기 때문인 것으로 추측된다.

3.4.1 x 값이 일정할 때

die chamfer의 x=0.05인 경우: 일부 파단면 발생

[표 1] 실험 data와 해석 data

구분	die chamfer(x x z)			
	0.05x0.05 (1)	0.05x0.1 (2)	0.05x0.15 (3)	0.05x0.2 (4)
die roll size (h): 실험	0.209	0.238	0.249	0.304
die roll size(h): 해석	0.125	0.125	0.118	0.147

die chamfer의 x=0.1인 경우

[표 2] 실험 data와 해석 data

구분	die chamfer(x x z)			
	0.1x0.05 (1)	0.1x0.1 (2)	0.1x0.15 (3)	0.1x0.2 (4)
die roll size (h): 실험	0.213	0.229	0.256	0.313
die roll size (h): 해석	0.138	0.124	0.141	0.151

die chamfer의 x=0.15인 경우

[표 3] 실험 data와 해석 data

구분	die chamfer(x x z)			
	0.15x0.05 (1)	0.15x0.1 (2)	0.15x0.15 (3)	0.15x0.2 (4)
die roll size (h): 실험	0.214	0.221	0.239	0.302
die roll size (h): 해석	0.134	0.148	0.169	0.182

die chamfer의 x=0.2인 경우

[표 4] 실험 data와 해석 data

구분	die chamfer(x x z)			
	0.2x0.05 (1)	0.2x0.1 (2)	0.2x0.15 (3)	0.2x0.2 (4)
die roll size (h): 실험	0.232	0.228	0.239	0.316
die roll size (h): 해석	0.154	0.158	0.169	0.179

3.4.2 z 값이 일정할 때

die chamfer의 z=0.05인 경우: 일부 파단면 발생

[표 5] 실험 data와 해석 data

구분	die chamfer(x x z)			
	0.05x0.05 (1)	0.1x0.05 (2)	0.15x0.05 (3)	0.2x0.05 (4)
die roll size (h): 실험	0.209	0.213	0.214	0.231
die roll size(h): 해석	0.125	0.138	0.134	0.154

die chamfer의 z=0.1인 경우

[표 6] 실험 data와 해석 data

구분	die chamfer(x x z)			
	0.05x0.1 (1)	0.1x0.1 (2)	0.15x0.1 (3)	0.2x0.1 (4)
die roll size (h): 실험	0.238	0.229	0.221	0.228
die roll size (h): 해석	0.125	0.124	0.148	0.158

die chamfer의 z=0.15인 경우

[표 7] 실험 data와 해석 data

구분	die chamfer(x x z)			
	0.05x0.15 (1)	0.1x0.15 (2)	0.15x0.15 (3)	0.2x0.15 (4)
die roll size (h): 실험	0.249	0.256	0.239	0.239
die roll size (h): 해석	0.118	0.141	0.169	0.169

die chamfer의 z=0.2인 경우

[표 8] 실험 data와 해석 data

구분	die chamfer(x x z)			
	0.05x0.2 (1)	0.1x0.2 (2)	0.15x0.2 (3)	0.2x0.2 (4)
die roll size (h): 실험	0.304	0.313	0.302	0.316
die roll size (h): 해석	0.147	0.151	0.182	0.179

4. 결론

자동차 door latch의 FB 성형에서 die chamfer의 x 값이 일정할 때 z값의 증가에 따라 die roll의 h값은 증가하며 die chamfer의 z값이 일정할 때 x값의 증가에 따라 die roll의 h값은 거의 일정하다. 이를 이용하여 미소 모듈 기어에서 die roll를 최소화할 수 있는 FB 금형이 제작될 수 있을 것이다. 향후 V-ring 설치 위치에 따른 die roll size 변화도 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] “Introduction into the technology fineblanking tools”, KAITECH, April, 1991

[2] Altanu Muhoty, Franz Birzer, Peter Hoefel, Helmut Singer, Kurt Lange, “Cold forming and Fineblanking,” 1997, EdelStahlwerke Buderus AG, Feintool AG Lyss, Hoesch Hohenlimburg GmbH, Kaltwalzwerk Brockhaus GmbH

[3] Prof. Taylan Altan, “Metal Forming Handbook”, 1998, Schuler GmbH,