

## 리스트라이킹 금형용 펀치와 다이플레이트의 구조 설계에 관한 연구

김세환<sup>1\*</sup>

### A Study of punch and die plate for restriking mold of structure engineering design

Sei-Hwan Kim<sup>1\*</sup>

**요약** 금형산업체에서 프레스금형의 성형 중에 적용하고 있는 리스트라이킹(Restriking)공법은 앞 공정에서 성형된 제품의 정확한 치수와 정밀도 높은 형상을 얻기 위하여 공정을 추가하는 것을 뜻한다. 이 공법은 벤딩가공(Bending work), 드로잉가공(Drawing work) 등에서 많이 사용되고 있다. 본 연구에서는 상기의 요인을 해소하기 위하여 1벌의 금형으로 드로잉 성형과 리스트라이킹을 할 수 있는 각종 드로잉금형의 펀치와 다이블록의 형상설계를 제시하고 이것에 대해 고찰하였다.

**Abstract** Restriking is a shaping method added to the processed products to get higher precision and accuracy in the press die process. This method is frequently used in bending works and drawing works. The purpose of this research is to develop a design for rectangular drawing die punch and die block form which enables drawing formation and restriking in one set.

**Key Words** : Die, Restriking, Drawing formation, Bending work, Drawing work

#### 1. 서론

프레스금형을 이용한 성형 중에서 리스트라이킹(Restriking)공법이 있는데 리스트라이킹 이라 함은 앞 공정에서 성형된 제품의 정확한 치수와 정밀도 높은 형상을 얻기 위하여 공정을 추가하는 것을 뜻한다.<sup>1)2)3)</sup> 이 공법은 벤딩가공(Bending work), 드로잉가공(Drawing work)등에서 많이 사용되고 있다. 벤딩가공에서는 벤딩 각도와 벤딩반지름의 정밀도와 평탄부위의 평탄도를 향상시키기 위하여 이용되고 있으며 드로잉가공에서는 펀치각 반지름(Punch Angular Radius, Rp), 다이각 반지름(Die Angular Radius, Rd), 코너 반지름(Corner Radius, Rc), 펀치의 코너각 반지름(Angular Corner Radius of Punch, Rcp), 다이의 코너각 반지름(Angular Corner Radius of Die, Rcd), 성형품 플랜지 부위 평탄도 등을 도면에서 요구하는 값으로 맞추기 위하여 추가되는 가공이다. 여기에서 드로잉(Drawing)의 뜻은 평평한 블랭크

(Blank)를 원통형, 각통형, 반구형, 원추형 등의 형상으로 밑바닥이 있고 이음새 없는 용기를 성형하는 것을 말한다.<sup>1)7)</sup> 금형산업 현장에서 리스트라이킹 공정을 수행할 때는 리스트라이킹용 금형을 별도로 설계 제작하여 사용하므로 1공정 또는 2공정이 추가되므로 제품에 대한 제조원가의 상승요인이 되고 있다. 본 연구에서는 상기의 요인을 해소하기 위하여 1벌의 금형으로 드로잉 성형과 리스트라이킹을 할 수 있는 각종 드로잉금형의 펀치와 다이블록의 형상설계를 하고자 하였다.

#### 2. 이론

그림 1.의 제품을 1벌의 금형으로 드로잉과 리스트라이킹 할 수 있는 드로잉 펀치와 다이블록의 Rp, Rd, Rc, Rcp, Rcd 값과 그의 형상을 설계하고 이에 따른 금형구조를 개발하고자 한다.

<sup>1</sup>공주대학교 기계자동차 공학부

\*교신저자: 김세환(zxcv@kongju.ac.kr)

### 2.1 각통용기의 드로잉 특성

각통 드로잉 성형된 용기는 그림 2(a)와 같이 4개소의 구석은 1/4의 원호에 해당하는 Rc부위인 곡변부와 4개의 직변부(L1, L2)로 구성되어 있다. 드로잉가공이 진행될 때는 4개소 구석의 원통드로잉과 직변부의 굽힘 가공으로 각통용기가 성형되는데 이때는 펀치압력, 블랭크 홀딩력, 쿠션력이 작용하므로 평면적으로 되어 있는 블랭크가 용기로 체적화 될 때 (그림 2. (b),(c)) 드로잉 진행 방향으로는 인장응력이, 원주방향으로는 압축응력이, 다이 각반지름 부위에서는 굽힘 응력이 동시에 작용하므로 코너반지름 Rc부위와 코너각 반지름 Rcp 및 Rcd 부위에는 횡축으로 강력한 압축응력을, 종축으로는 인장응력을 동시에 받게 되어 직변 부위의 면적이 코너부로 유입되므로 각통용기의 드로잉 가공은 재료의 거동이 복잡하게 된다.<sup>8),9),10)</sup>

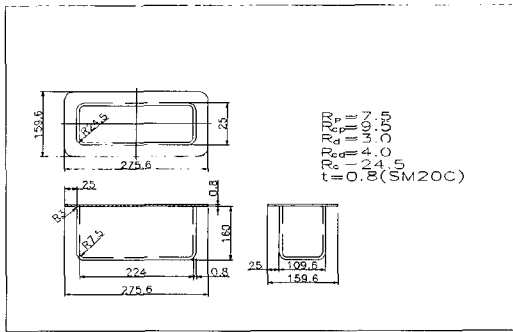


그림 1. 제품도

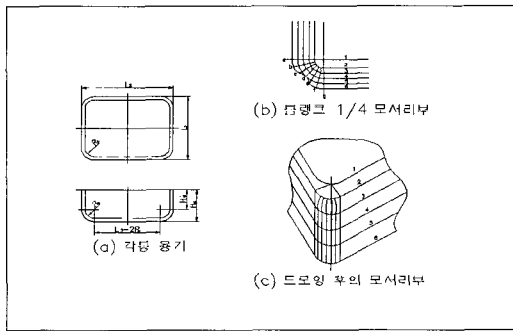


그림 2. 각통용기와 블랭크의 거동 상황

### 2.2 펀치각 반지름, 다이각 반지름 등의 (Rp, Rd, Rc, Rcp, Rcd) 설계

Rd 값이 클수록 드로잉력은 작아져서 좋지만 블랭크 홀더 면적과 다이 상면, 펀치하면이 소재에 작용하지 않는 오버행(Overhang)이 커지므로 주름살 발생의 원인이

된다. Rd값이 너무 작으면 드로잉력이 증대되어 균열되므로 드로잉이 불가하다.<sup>11)</sup> 따라서 각통드로잉에서의 Rd, Rp의 예상값을 다음과 같이 설계 하고 있다. 성형품의 높이(h)가 2Rc정도이면 Rp, Rd값을 (7~8)t로 하고, (3~4)Rc정도이면 (10~15)t로 하고, 6Rc 이상이면 20t로 하여 보정한다.<sup>12),13)</sup>

즉 h=160 일때 h= 6Rc에 인접되어 Rp=(20)t 이므로,  $R_p = 20 \times 0.8 = 16\text{mm} + 1.6\text{mm} = 17.6\text{mm}$ 이고  $R_{cp} = R_p + R_p(0.2)$  이므로,  $R_{cp} = 17.6 + 17.6(0.2) = 21.10\text{mm}$ 이고, Rd는 Rp보다 적은 값이 유리하므로 20% 이내로 감소하여  $R_d = 15.0\text{mm}$  로 한다. Rcd는  $R_d + R_d(0.2)$  이므로,  $R_{cd} = 18.0\text{mm}$  로 결정한다. Rc의 값은 문헌에서  $R_c = h/7.5 \sim 4$  이므로 제품도에 나타난 24.50mm는 적합하다고 판단된다.

그래서 제1차 각통 드로잉금형의 펀치와 다이블록 각부 치수를 정리하면 다음과 같다.  $R_p = 17.60\text{mm}$ ,  $R_d = 15.00\text{mm}$ ,  $R_c = 24.50\text{mm}$ ,  $R_{cp} = 21.10\text{mm}$ ,  $R_{cd} = 18.00\text{mm}$  으로 하였다.

### 2.3 각통드로잉 펀치와 다이블록 구조설계

통상적인 펀치와 다이블록은 공정별 치수에 의하여 설계가 완료되므로 드로잉 금형 1벌과 리스트라이킹 금형 1벌로 작업을 완료하여야 되지만 본 논문에서는 착탈 구조의 교환형 다이(Sectional Die) 형식을 도입시켜 1개의 펀치와 다이블록으로 드로잉과 리스트라이킹 가공을 할 수 있는 가능성 여부에 대하여 실험하기로 하였다. 따라서 이미 결정된 드로잉금형의 펀치각부 치수와 다이블록 구멍 각부 치수에 따른 구조 설계를 그림 3. 과 그림 4.와 같이 하였다.

### 2.4 리스트라이킹용 펀치와 다이블록 설계

리스트라이킹 가공의 목적은 제1차 드로잉에서 나타난 제품의  $R_p = 17.6\text{mm}$ ,  $R_d = 15.0\text{mm}$ ,  $R_c = 24.5\text{mm}$ ,  $R_{cp} = 21.1\text{mm}$ ,  $R_{cd} = 18.0\text{mm}$ , 플랜지 부위 평탄도 등을 그림.1 의 제품도에서 요구하는 각부치수로 정확히 결정하기 위하여 수행하는 공법이므로 펀치의 각부치수와 다이블록 구멍의 각부치수는 제품도에서와 같이 다음과 같이 정하였다.  $R_p = 7.5\text{mm}$ ,  $R_{cp} = 9.5\text{mm}$ ,  $R_d = 3.0\text{mm}$ ,  $R_{cd} = 4.0\text{mm}$ ,  $R_c = 24.5\text{mm}$

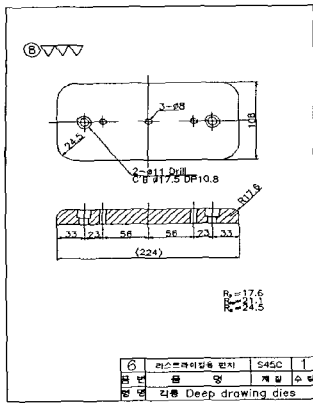


그림 3. 드로잉용 펀치

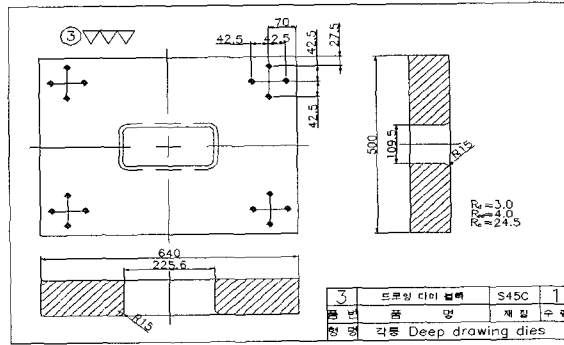


그림 4. 드로잉용 다이블록

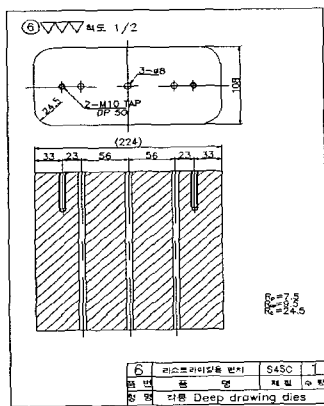


그림 5. 리스트라이킹용 펀치

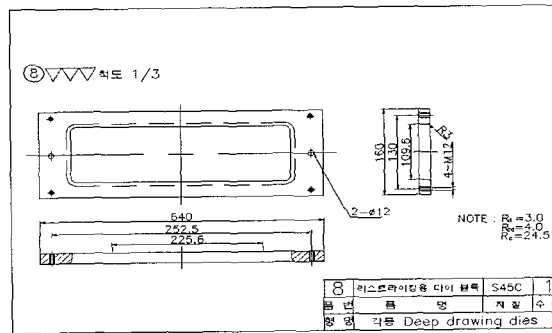


그림 6. 리스트라이킹용 다이블록

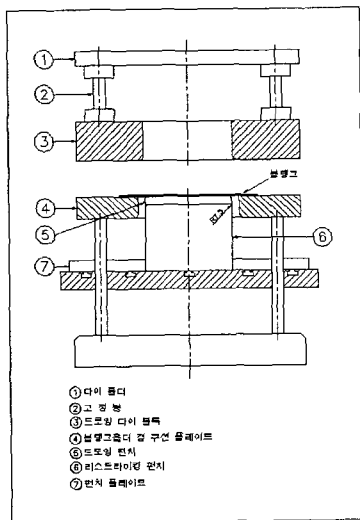


그림 7. 제1차 드로잉용 금형 조립도

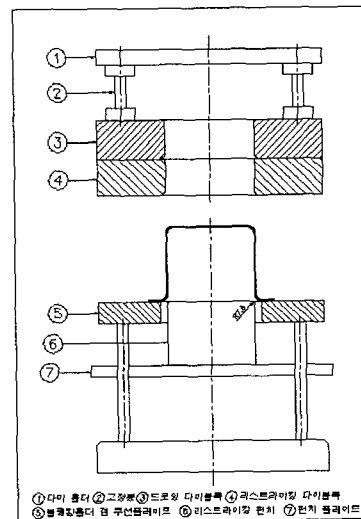


그림 8. 리스트라이킹 금형 조립도

### 3. 실험 및 고찰

제1차 드로잉용 금형의 조립도는 그림 7과 같이 입안 설계하였다. 리스트라이킹금형의 조립도는 그림 8과 같이 설계하였다.

실험장치는 국내산 유압프레스 150톤을 사용하였으며 펀치력 80톤, 블랭크 홀딩력 25톤, 쿠션력 40톤으로 설정하고 제1차 드로잉용 금형 (그림 7)을 프레스에 설치하였다.

블랭크 20개를 준비하여 제1차 드로잉을 실시한 결과 균열 없이 모두 그림 9와 같이 성형되었다. 그림 9의 성형품을 리스트라이킹 하기 위하여 그림 7의 상형에 그림 6(품번8)의 리스트라이킹용 다이블록을 조립하고, 그림 7의 하형에 조립된 그림 3(품번5)의 드로잉용 펀치를 떼어 내어 그림 8과 같이 설치하고 그림 9의 드로잉 성형제품에 리스트라이킹 가공을 실시하였다. 균열 발생 없이 그림 10과 같이 20개 모두 성공적으로 가공이 완료되어 개발 전 2공정에 의한 가공품과 동일한 각종 드로잉제품을 성형하게 되었다.

개발 전 2벌의 금형을 개발 후에는 1벌로써 공정을 단축 할 수 있었으며, 2명의 작업자를 1명으로 줄일 수 있었으며, 2대의 프레스를 1대로 줄일 수 있게 되어 제조원가의 50%를 절감할 수 있게 되었다.

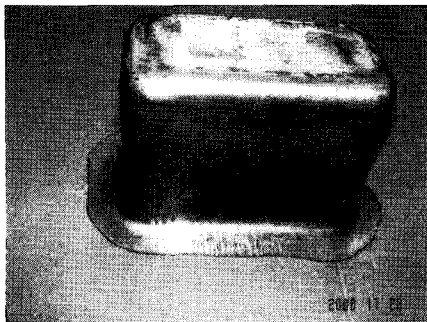


그림 9. 제1차 드로잉 성형 제품



그림 10. 리스트라이킹 제품

### 4. 결론

드로잉금형과 리스트라이킹 금형을 1벌에 통합시킨 착탈 구조의 교환형 다이로 개발하여 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

- 1) 개발 전에는 250톤 이상의 프레스에 금형을 2벌 설치하여 가공하였으나 개발 후에는 150톤 프레스에서도 작업이 가능하게 되었다.
- 2) 개발 전에는 2대의 프레스와 2명의 작업자, 2벌의 금형으로 행하던 작업을 개발 후에는 1대의 프레스, 1명의 작업자, 1벌의 금형으로 작업이 이루어지므로 제조원가의 약50%를 절감하게 되었다.
- 3) 교환형 다이 구조이므로 과혹한 조건을 받는 부위의 금형재료를 Hz합금으로 사용하므로써 금형수명연장과 드로잉 성형불량을 예방할 수 있었고, SUS계열 제품도 성형가능 할 것으로 판단된다.
- 4) 금형을 프레스에서 내리지 않고 수리 보수 및 착탈과 부품교환이 가능하다.

### 참고문헌

- [1] 김세환, “프레스금형설계공학”, 대광서림, pp.24, 2006.
- [2] 김세환, “프레스 성형기술 용어 핸드북”, 대광서림, pp.293, 1988.
- [3] 김세환, “금형용어 사전”, 대광서림, pp.718, 1996.
- [4] Frank W. Wilson, "Die design handbook", ASTME McGraw-hill, pp.10-16-10-27. pp.11-18-11-23, 1888.
- [5] Taylor Lyman, "Metal handbook", Vol.4, pp.189-193, 1969.
- [6] D.Eugene Ostergaard, "Advance diemaking", McGraw-hill, pp.155-163, 1967.
- [7] J.R.paquin, "Die design fundamentals", Industrial Press INC, pp.243-244, 1962.
- [8] 栗原昭入, “實用プレス金型設計法”, 工業調査會, pp.111-116, 1980.
- [9] 栗原昭入, “實用プレス金型設計法”, 工業調査會, pp.111-116, 1982.
- [10] 太田哲, “圖解プレス絞り 加工工程設計, 月刊機械技術, pp.155-162, 1978.
- [11] 齊藤浩一, “プレス金型の設計”, 日刊工業新聞社, pp.145-167, 1979.
- [12] 김세환, 신양하, “프레스금형의 세부설계법”, 기전연구사, pp.267, 1989.
- [13] 중소기업진흥공단 중소기업 연구원, “드로잉금형설계”, pp.49-50, 2003.

김 세 환(Sei-Hwan Kim)

[종신회원]



- 1971년 2월 : 수도공과대학 기계공학과 (공학사)
- 1986년 2월 : 국민대학교 기계설계학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 국민대학교 기계설계학과 (공학박사)
- 1975년 2월 : (주) 무지개 특수 조명 기술부장
- 1979년 2월 : (주) 삼아 공장장
- 1982년 3월 : 천안공업대학 금형설계과 교수
- 2005년 3월 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야> : 프레스 금형, 단조가공, 금형열처리