

창호용 롤러 하우징의 전단금형 설계 및 제작에 관한 연구

김세환¹ · 최계광[†]

공주대학교 금형설계공학과

A study on shearing die design for window roller housing and die manufacture

Sei-hwan Kim¹ · Kye-kwang Choi[†]

Department of Metal Mold Design Engineering, Kongju National University

(Accepted May 23, 2014)

Abstract : Window roller housings are durable because high-quality source materials such as stainless steel is used in making them. After a series of precise structure analysis, their design is optimized. They are subject to repetitive driving tests of more 100,000 times, durability tests, impact resistance tests, corrosion tests and others. For a long time, gaps often occur in press molded products owing to serious squareness deformation and flatness deformation of them. Severe burrs in press molded products require frequent grinding, which leads to short life cycle and rough or unreliable movement of assembled roller housing, which, in turn, causes product defects. This study focuses on developing measures to resolve existing defects and to improve lifespan of dies by designing and making a window roller shearing die.

Key Words : Roller housing, Repeat the driving test, Durability Test, Impact resistance test, Corrosion test, Squareness deformation, Flatness deformation, Gap, Shearing die

1. 서론

창호용 롤러하우징은 스테인리스 스틸 같은 고품질의 원재료를 사용함으로써 내구성이 강하며, 자체 시험 설비에 의하여 10만회 이상의 반복 주행 시험, 내구성 시험, 내충격시험, 부식 시험 등 각종 시험을 통하여 정밀구조 분석 후 검증된 최적의 내부구조로 설계되어 있다. 가이드 부착으로 창틀의 이탈을 방지하며, 높이 조절도 가능하도록 하여 사용자의 안전을 최우선으로 하여 설계되어 있다. 고품질의 베어링 사용으로 소음이 없고 부드럽게 작동한다. 기술지원 대상기업은 주요 제품 중 하나로서 창호용 Roller를 개발/생산하고 있으며, 본 연구 과제에서는 창호용 Roller Housing을 프레스 성형하기 위한 전단금형 설계/제작 및 프레스 성형 기술지원에 있다.

그동안 프레스 성형 제품의 직각도 변형, 평탄도

변형이 심하게 발생하여 롤러 체결시에 유격이 생기게 되는 불량률이 빈번하게 발생하였다. 그리고 성형품에서 버가 심하게 발생하여 자주 연마하여야 하며, 이로 인하여 금형 수명이 단축되는 문제가 있었고, 아울러 Roller 제품을 조립한 이후에 구름성이 좋지 않아 제품 불량률의 원인이 되곤 하였다. 본 연구 과제에서는 창호용 Roller 전단금형 설계와 금형 소재기술을 지원하고, 성형기술을 지원하여 그동안의 불량률을 해결하고 금형의 수명을 향상시킬 수 있도록 하는데 목표를 두었다. 그리고 전단금형 가공 및 제작에 관련한 지원을 실시하여 기업의 경쟁력을 높일 수 있도록 하였다.

2. 본론

2.1. 전단 금형설계 및 금형가공 기술

본 연구는 창호 Roller용 하우징은 좌우 2개씩 프레스 성형되며, 나일론으로 성형된 롤러와 함께 조립되는 공정을 필요로 한다. 본 연구 과제에서는 하우징 성형을 위하여 소재를 펀치와 다이사이드에

1. 공주대학교 금형설계공학과

† 교신저자 : 공주대학교 금형설계공학과

E-mail : ckkwang@kongju.ac.kr

위치시키고 펀치의 전단력에 의하여 성형이 되도록 하기 위한 전단금형 설계 및 금형가공기술을 지원하였다. Fig. 1은 창호 Roller용 하우징 도면을 나타내며, 소재는 STS 430이고 두께는 1.0mm이다.

전단금형의 펀치와 다이의 전단날 사이에는 일정한 틈새가 있어야 펀치가 다이속으로 들어갈 수 있으며, 한쪽의 틈새인 클리어런스 설계가 중요하다. 클리어런스의 크기를 설계하기 위해서는 제품의 수량과 정도 및 형상에 따라서 결정하여야 하고, 금형의 구조 및 가공속도와 금형제작용 재료에 따른 복합적인 요소를 충분히 고려해야 한다. 클리어런스는 다이와 펀치의 치수를 고려하여 소재 두께의 2%로 설계하도록 하였다. 펀치와 다이의 절삭날에 각도를 주는 전단각이 중요하다. 펀치에 전단각을 주는 것으로 하고 전단각의 높이는 2mm를 주도록 설계하였다. 윤활유는 펀치와 다이가 맞물린 면에서 소재와의 마찰을 적게 하여 전단저항을 줄일 수 있도록 한다. 본 연구 과제에서는 특수 드로잉 오일을 사용하여 성형품의 스크래치 문제를 해결하고 버 발생을 해결하였다.

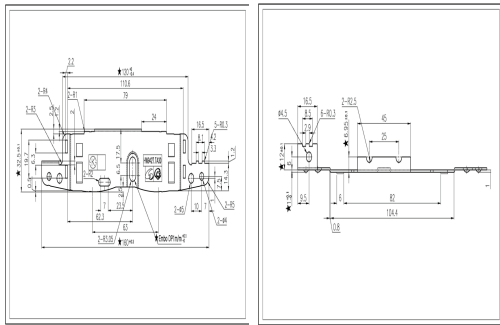


Fig. 1. Windows Roller drawings for housing

가공 소재의 두께가 두껍고 펀치의 직경이 작은 경우 펀치가 받는 전단력이 펀치 홀더의 허용압축응력을 초과하는 경우 펀치가 홀더 속으로 파고 들어가서 펀치의 고정상태가 불량해지고 제품의 불량과 펀치 파손의 원인이 되므로 이를 방지하기 위하여 탄소공구강을 담금질한 후 두께 5mm로 연삭 가공하여 펀치 고정판과 펀치 홀더 사이에 장치하도록 하였다. 다이에 작용하는 전단력이 다이의 밑 부분에서 압축응력으로 작용하여 다이 홀더 재료의 허용압축응력을 초과하는 경우에 탄소강을 담금질하여 두께 5mm로 연마하여 다이와 다이 홀더 사이에 장치하도록 하였다. 받침판은 두께가 얇기 때문

에 가공시 평탄하도록 진직도에 대하여 세심하도록 하였으며 밀착 설치하도록 하였다.

스트리퍼는 재료를 펀치로부터 빼주면서 펀치 강도의 보강, 재료의 변형방지 및 펀치의 안내를 하여 준다. 스트리퍼는 충분한 강성과 내마모성이 요구되며 가동 스트리퍼는 고속 작업이 가능하도록 하였다. 그리고 스트리퍼 홈의 높이는 제품 두께를 고려하여 2.2mm로 설계하도록 지원하였다.

금형의 안내 장치는 펀치를 다이로 안내하는 금형 안내 장치와 소재의 위치를 결정하고 안내하는 소재 안내장치가 있다. 금형 안내 장치에는 안내판, 안내핀, 가이드포스트, 가이드 부시, 그리고 소재 안내 장치에는 안내판, 안내핀, 사이드 커터 등이 있다. 금형 안내 장치는 금형의 정밀도를 유지하여 주는 요소로서 제품의 정밀도와 금형의 수명에 지대한 영향을 미친다. 안내핀은 펀치를 다이로 안내해주는 것으로 안내핀의 끝은 약간의 테이퍼가 있으므로 안내 부시로 쉽게 안내되며, 높은 정밀도를 유지할 수 있어 이번 금형 제작에 활용하도록 하였다. 소재 안내장치의 설치 목적은 재료의 절삭과 작업의 능률을 향상시키는데 있으며, 소재 안내 장치에 따라 재료의 이용률, 제품의 정밀도, 작업의 능률에 큰 영향을 주므로 설계시에 수량, 형상, 가공법과 가공성 등을 검토하여 결정하여야 한다. 프레스 가공된 제품을 금형으로부터 빼주는 역할을 하는 녹아웃 장치를 사용하도록 하였다.

본 연구 과제에서는 전단금형 설계를 지원한 이후, 이를 기초로 하여 와이어 방전가공, CNC 밀링가공, 프로파일 연삭 등을 실시하였다.

아래에서 제시한 그림들은 본 연구 과제에서 실시한 전단금형 설계/제작 지원에 의한 금형 결과물을 나타낸다.



Fig. 2. under die



Fig. 3. Stripper

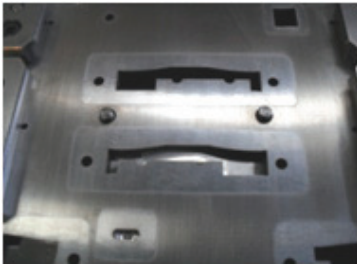


Fig. 4. Insert the pin on the die, high speed steel



Fig. 5. Punch assembled

2.2. 금형소재 선정 및 열처리 기술지원

창호 Roller용 하우징 성형품의 소재는 STS 430이며, 두께는 1.0mm로 선정하였다. 금형의 수명과 가공성을 고려하여 전단금형에 대하여 다이는 SKD-11로 선정하였으며, 펀치에 대하여는 하이슬 소재를 선정할 수 있도록 하였다.

일반적으로 금형의 수명향상이라는 관점에서 다음과 같이 인자가 있다.

- 금형자체의 문제 : 설계, 형제, 금형가공, 열처리/표면처리
- 사용방법 : 가공기계, 금형의 조립, 운환, 피가공재

이러한 인자에 있어서 세부사항은 Fig. 6과 같다. 주로 다루게 될 열처리 표면처리의 경우 세부적으로 켈칭, 템퍼링, 표면처리의 선정, 그리고 조건 등

이다. 그러나 이에 앞에서 총괄적으로 설계부터, 소재선정, 가공 등의 세부적인 문제 해결이 필요하다.

한편 방전가공은 금형 경화한 강 또는 초경합금의 가공가능 및 변형을 무시한 금형의 제작가능 등으로 유효한 공작방법으로 이용되어 왔다. 그러나 이 가공법에도 문제점이 있다. 즉, 가공면에 변질층이 남으면 이것이 금형의 내구성을 감소시키므로 그 대책과 개선이 필요하다. 변질층은 와이어의 부축부분, 백색을 나타내며 용융된 금속의 재응고층 및 그 하부층의 열영향층으로 된다. 가공조건에 따라서는 Fig. 7과 같이 재응고층이 끊어진 부분에는 미세균열 또는 부식이 나타나기도 한다.

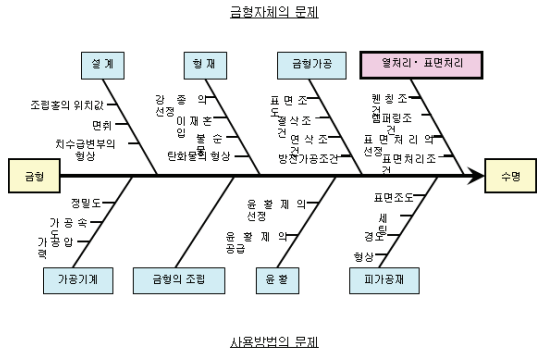


Fig. 6. Factors of die life



Fig. 7. Wire Electrical Discharge Machining of the damaged layer schematic diagram

Fig. 8은 제작된 금형을 나타내며, 성형 실험결과 펀치와 다이가 자주 부러지는 문제를 해결하였고, 금형 수명을 190,000타 이상으로 향상시킬 수 있었다.

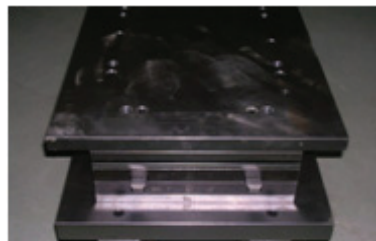


Fig. 8. Assembled die

2.3. 프레스 성형 기술지원

기존 성형에서의 문제점은 성형후 직각도 변형과 평탄도 변형이 크게 발생하여 Roller를 조립시 유격이 심하게 발생하게 되는 불량률이 자주 발생하였다. 또한 버가 심하게 발생하여, 이를 제거하기 위해 금형 연마를 자주하여야 하므로 금형 수명이 단축되는 문제가 있었으며, 버의 발생으로 인하여 제품 조립후 Roller가 제대로 구르지 못하는 불량도 자주 발생하였다.

본 연구 과제에서는 앞에서 기술한 바와 같이 전단금형 설계와 제작기술지원을 통하여 직각도 변형 0.1mm, 평탄도 변형 0.05mm를 줄이고 불량 형상을 해결할 수 있었다.

또한 특수 드로잉 오일을 사용하여 펀치와 다이가 맞물린 면에서 소재와의 마찰을 작게 하여 전단저항을 줄일 수 있도록 하였으며, 성형품의 스크래치 문제를 해결하고 버 발생을 해결하였다.

Fig. 9는 프레스 성형품을 나타내며, Fig. 10은 시타발후의 스크랩을 나타낸다. Fig. 11은 프레스 성형된 하우징과 나일론으로 성형된 롤러와를 조립한 상호용 최종 Roller를 나타낸다.



Fig. 9. Press molded products



Fig. 10. Trial after scrap

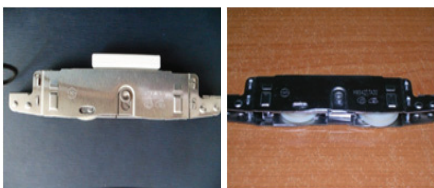


Fig. 11. Trial after scrap

3. 지원성과

3.1. 기술적 성과

○ 클리어런스는 다이와 펀치의 치수를 고려하여 소재 두께의 2%로 설계하도록 하였으며, 펀치와 다이의 절삭날에 주는 전단각의 높이는 2mm를 주도록 설계하였으며, 윤활유는 펀치와 다이가 맞물린 면에서 소재와의 마찰을 적게 하여 전단저항을 줄일 수 있도록 하였다. 그리고 스트리퍼 홈의 높이는 제품 두께를 고려하여 2.2mm로 설계하도록 지원하여 재료를 펀치로부터 빼주면서 펀치 강도의 보강, 재료의 변형방지 및 펀치의 안내를 원활하게 할 수 있도록 하였다. 지원 결과를 통하여 프레스 성형품의 직각도 변형 0.1mm, 평탄도 변형 0.05 mm 각각 감소시킬 수 있었다.

○ 금형의 수명과 가공성을 고려하여 프레스 금형의 각 부품에 대한 소재를 선정하여, 상호 Roller용 하우징 성형품의 소재는 STS 430이며, 두께는 1.0mm로 선정하였다. 금형의 수명과 가공성을 고려하여 전단금형에 대하여 다이는 SKD-11로 선정하였으며, 펀치에 대하여는 하이스를 소재를 선정할 수 있도록 하였다. 이를 통하여 금형수명을 190,000타까지 향상시킬 수 있었다.

○ 특수 드로잉 오일을 사용하여 펀치와 다이가 맞물린 면에서 소재와의 마찰을 작게 하여 전단저항을 줄일 수 있도록 하였으며, 성형품의 스크래치 문제를 해결하고 버 발생을 해결하였다.

○ 뿐만 아니라 금형의 수명을 크게 향상시킬 수 있으며, 생산성 향상과 함께 성형품 표면 품질이 향상되었다.

3.2. 경제적 성과

(1) 제품 불량률 감소

이번 지원을 통하여 제품 직각도 변형, 평탄도 변형, 버 발생, 표면 스크래치 문제 등을 해결하여 불량률을 크게 감소시킬 수 있었다.

(2) 소재 지원에 의한 원가 절감

적절한 소재 선택 및 윤활유 기술지원으로 금형 수명을 연장하면서, 생산성을 크게 높일 수 있었고, 성형품 품질을 향상시킬 수 있었다.

(3) 매출증대 예상

이번 지원을 통하여 연 매출 10억 원 정도의 증대 효과가 예상된다.

3.3. 기타 성과

위에서 설명한 바와 같이 본 연구 과제를 통하여 불량문제 해결, 금형 수명 연장, 생산성 향상, 성형품 품질향상 등이 이루어졌다. 또한 약 10억 원 매출증대로 예상되고 이로 인하여 연 2명 정도의 고용창출이 가능할 것으로 예상된다.

4. 결론

4.1. 고찰

본 연구 과제를 통하여 기술적, 경제적인 측면에서 많은 효과를 볼 수 있었다. 전단금형 설계기술, 금형소재 선정 및 가공기술, 프레스 성형기술 등 전반적인 기술력이 크게 향상되었다.

그동안 기술력이 부족하여 빈번히 발생하는 불량 의 원인을 명확히 파악하고, 이를 기초로 향후에는 신제품 개발 및 성형에 대응할 수 있는 능력이 확보된데 큰 의미가 있다고 판단한다.

앞으로 좀 더 많은 기간을 갖고 기술지원이 더욱 깊어지게 이루어질 수 있다면 더욱 큰 효과를 기대할 수 있을 것이다.

4.2. 향후 계획

이번에 이루어진 기술들을 응용하여 창호 Roller 뿐만 아니라 시스템 창호의 프레임, 손잡이, 각종 체결부품 등 다양한 종류의 프레스 성형에 대하여 확대 적용할 계획이다. 향후 정밀제품에 대한 개발

능력이 기업의 경쟁력을 한층 제고 하는데 원동력이 될 것으로 기대된다.

후기

본 연구는 지식경제부 지원 광역경제권연계협력사업 공주대학교 금형 및 열처리기술 지원사업단의 지원에 의해 (주)3G테크놀러지에 기술지원한 것입니다.

참고문헌

- 1) 쓰리지테크놀러지, "www.3g117.com"
- 2) 김세환, "프레스금형설계공학," 대광서림, pp. 35-57, 2006.
- 3) 김세환, "프레스금형설계기법," 대광서림, pp. 24-66, 1987.
- 4) 김세환, "프레스가공의 불량과 대책," 대광서림, pp. 1-96, 1988.
- 5) 김세환, "프레스금형설계기준," 한국금형정보센터, pp. 48-53, 1992.
- 6) 김세환, "도해프레스금형설계데이터북," 대광서림, pp. 1-40, 2006.
- 7) 공주대학교 산학협력단, "New IT부품과 부품산업용 금형 및 열처리기술지원 사업에 관한 보고서," 2011.