

헤밍 공정의 횡수가 헤밍 품질에 미치는 영향에 관한 연구

신나은¹ · 최문호¹ · 최영덕¹ · 최해운¹ · 장래성¹ · 최계광¹ · 김세환¹ · 윤재웅¹ · 이춘규[†]

공주대학교 금형공학과¹, 유한대학교 금형설계과[†]

A Study on the impact on the quality of hemming the number of hemming process

Na-Eun Shin¹ · Moon-Ho Choi¹ · Young-Deok Choi¹ · Hae-Un Choi¹ · Rae-Seong Jang¹ ·

Kye-Kwang Choi¹ · Sei-Hwan Kim¹ · Jae-Woong Yun¹ · Chun-Kyu Lee[†]

Department of Metalmold Engineering, Kongju national university¹

Department of Metalmold Design Engineering, yuhan College[†]

(Received December 04, 2015 / Revised February 22, 2016 / Accepted March 02, 2016)

Abstract: In this study, it was investigated by comparing the experimental hemming by the 3 steps and 2 steps in order to stabilize the quality of the hemming process. In the experimental results, the three-step hemming superior to the two-step one and the dimensional stability of part that was made by the three-step on was high. When the second stage Hemming has been found that the deflection caused by the force to the wear of the punch becomes larger plane can be folded by the hemming crimping and crimp uncertain.

Key Words: Flanging, Flattened hemming, Hemming, Tear drop hemming

1. 서 론

헤밍이란 제품의 외곽 단면이나 피어싱 가공된 구멍의 단면을 깨끗하게 하기 위하여 테두리 쪽으로 접어 넣어 붙이는 공정을 말한다.

헤밍공정은 일반적으로 플랜징, 프리헤밍, 메인 헤밍 등의 3공정을 통해 철판의 가장자리를 접하면서 완성된다¹⁾.

헤밍 품질은 자동차와 같이 외관에 민감한 제품과 달리 Fig. 1과 같은 DVR(Digital Video Recorder) 케이스의 보텀 샤시(bottom chassis)에는 회로와 전선이 함께 조립되어지고 그 과정에서 날카로운 철판으로 인한 합선과 끊어짐 현상이 발생할 수 있고, 제품 조립시 사람의 손이 닿는 부분이기 때문에 다칠 위험이 있다. 이런 이유로 날카로운 컷팅 면 즉, 버(burr)를 없애고, 안정성을 위해 헤밍을 사용한다²⁾.

안정성을 위한 제품설계로는 챔퍼(champer)를 사용하는 경우도 있지만 좀 더 확실한 안정성을 얻기 위하여 헤밍을 많이 사용하는 추세이다.

헤밍 품질에 관련된 논문을 살펴보면 Lim은 공정변수들이 헤밍 품질에 미치는 영향을 분석하기 위한 변수 연구를 수행함으로써 헤밍의 미세 결함을 조기에 예측, 개선할 수 있는 기술을 확보하여 적용할 수 있도록 하였다³⁾. Kim은 헤밍부를 가진 박판의 굽힘품질 향상을 위한 헤밍부 설계형상에 대하여 알아보고 주요 설계인자에 대하여 연구하였다⁴⁾. 또한 Kim은 헤밍 시 면 곡률과 플랜지 곡률을 변수로 하여 두 곡률이 헤밍 품질에 미치는 영향을 알아보았다⁵⁾.

헤밍 제품의 금형 비용절감을 위하여 헤밍 공정을 현재의 3공정에서 2공정으로 성형하였을 경우 제품의 품질에 미치는 영향에 대하여 연구가 필요하다⁶⁾.

본 연구에서는 1차 실험으로 일자형 헤밍과 사각형상을 가진 제품의 가공을 플랜징 메인헤밍 2공정으로 실험하여 헤밍 형상의 변화를 고찰하였다. 2차

1. 공주대학교 금형공학과

† 교신저자 : 유한대학교 금형설계과

E-mail: ckt1230@naver.com

실험으로 보통 이론적으로 나와 있는 플랜징, 프리헤밍, 메인헤밍의 3공정을 거친 헤밍에 대하여 실험을 통하여 헤밍 품질에 미치는 영향에 대하여 연구하고자 한다.



Fig. 1 DVR case bottom chassis

2. 본 론

2.1. 헤밍 공정의 정의 및 헤밍의 형태

헤밍은 Fig. 2와 같이 플랜징, 프리헤밍, 메인헤밍의 공정에 의해 이루어진다. 플랜지 공정은 재료의 끝을 90°정도 접어서 플랜지를 형성하는 가공 공정이며, 프리헤밍은 플랜지 공정 후 성형부를 약 45°정도 안쪽으로 구부리는 공정이다. 메인헤밍은 프리헤밍 공정 후 구부러진 외판을 접어 접합하는 공정이다¹⁾. 헤밍의 형태로는 단순히 끝을 접어 처리한 플랫텐드 헤밍(flattened hemming), 티어 드롭 헤밍(tear drop hemming)이 있다³⁾.

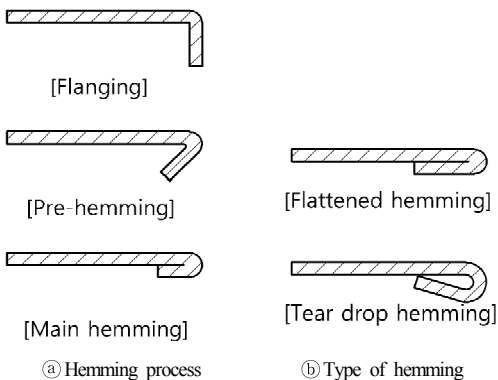


Fig. 2 Hemming classification process

2.2. 2공정 헤밍시 금형설계

2.2.1. 일자형 헤밍

DVR 케이스의 부속품으로 다른 제품과 조립되는 부분의 일자형 헤밍으로, 헤밍의 형태는 플랫텐드

드 헤밍(flattened hemming)과 같은 형상을 토대로 설계하였다. 금형설계시 프로그레시브 구조로 설계하였고, 가동식 스트리퍼를 사용하였다. 사용된 프레스는 150 ton 기계식 프레스이며, 실험의 소재는 1.0T EGI(전기아연도강판)를 사용하였다.

플랜징을 위한 노칭 공정에서 헤밍의 전개 치수는 Fig. 3과 같은 식을 참고하여 구하였다.

시편의 a 치수는 4 mm, b치수 19 mm, L치수는 $4+19-0.45=23.55$ mm 전개 값을 얻었다.

1차공정은 플랜징으로서 노칭에서의 전개치수를 고려하여 5 mm로 가정하고 펀치와 패드의 작동 거리를 설계하였다.

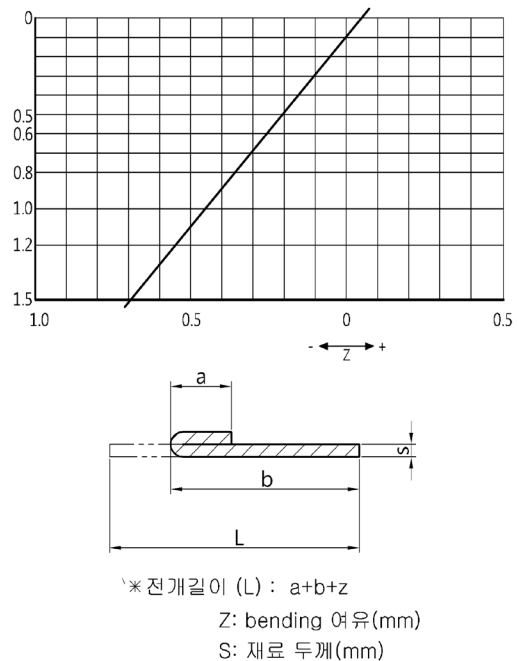


Fig. 3 Hemming deployment length straight

2공정 헤밍시에는 프리헤밍의 공정이 없이 진행되며, 메인헤밍의 펀치는 Fig. 4와 같이 설계하였다. 2공정 헤밍시에는 프리헤밍 공정이 없기 때문에 메인헤밍의 펀치는 부드러운 곡선의 형태를 띄어야하고 성형가공이 어려움과 정밀성을 고려하여 CNC가공을 하고, 표면을 매끄럽게 하기 위하여 표면을 경면이 되도록 래핑하였다.

3공정 헤밍시 실험을 위해 마지막 피치에서 헤밍의 도피부를 타이트한 치수로 와이어 컷 가공을 하였다. 이는 2공정으로 했을 때는 도피부이고 3공정시 메인헤밍 펀치가 들어가는 부분이다.

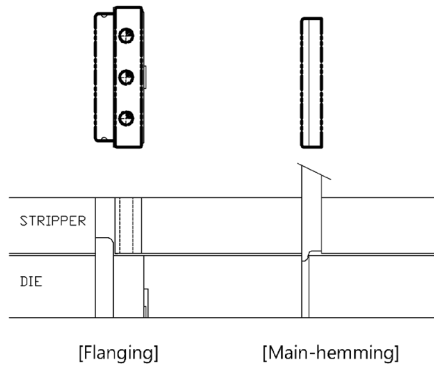


Fig. 4 Two punch shape when hemming process and Die/Stripper

2.2.2. 형상을 가진 헤밍

DVR 케이스의 전선과 회로들이 들어가는 부분이다. 제품의 내측으로 들어가는 부분이기 때문에 외관 형상, 헤밍의 치수 보다는 날카로운 형상이 없고 안정성을 갖추어야 한다.

헤밍의 형상은 티어 드롭 헤밍(tear drop hemming)과 같은 형상을 토대로 설계하였다.

금형의 구조는 단발 금형으로 설계하였고, 제품의 총 공정 수는 5공정이다. 2공정 헤밍시 1/5공정에서 피어싱을 하며, 2/5차 공정에서 플랜징, 4/5차 공정에서 메인헤밍을 한다.

3공정 헤밍의 실험을 위해 3/5차 공정에 프리헤밍 공정을 추가하는 것으로 공정 순서를 정하였다.

실험에 사용된 소재는 0.8T EGI(전기아연도강판)를 사용하였다. 형상을 가진 헤밍의 전개 값을 구할 때, Fig. 3과 같은 식을 참고하여 사용하면 Fig. 5와 같은 찢어짐의 형상이 나타났다. 전개길이에 관한 별도의 이론상의 규칙이 없어 현장 실무자의 경험을 토대로 전개 값을 구하였다. 그 값은 Fig. 6과 같다.

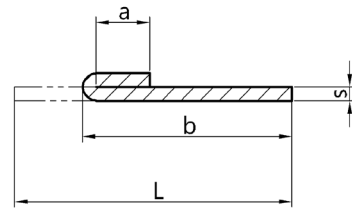
실험에서의 1차 사각 피어싱의 값은 56*11이며 모서리의 R은 2R로 주었다.

사각형상의 헤밍 또한 1차공정은 플랜징으로써 전개치수를 고려하여 3.3mm로 가정하고 펀치와 패드의 작동거리를 설계하였다.

사각형상의 경우 프리헤밍 없이 메인헤밍의 펀치는 Fig. 7과 같이 설계하였다. 메인 헤밍의 펀치는 재료의 가이드 역할을 하면서 재료를 압착해야 하기 때문에 원하는 헤밍의 형상보다 펀치에 재료가 더 들어가면서 가이드 되도록 설계하였다.



Fig. 5 Defect shape



* 전개길이 (L) : a+b

Fig. 6 2 process has a shape hemming deployment length

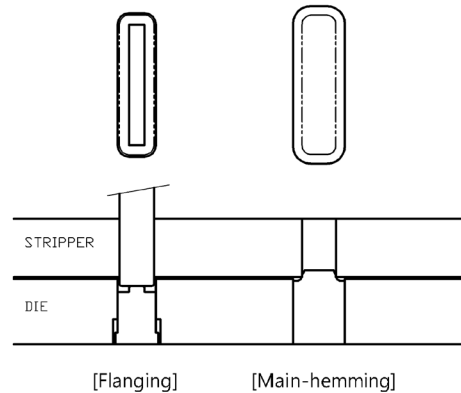


Fig. 7 Punch shape and die stripper at 2 steps hemming with shape

2.3. 3공정 헤밍시 금형설계

2.3.1. 일자형 헤밍

3공정 헤밍시 전개길이 치수와 플랜징 공정까지는 2공정 헤밍과 동일한 값을 사용하였다.

플랜징 다음 공정인 프리헤밍에서는 2공정 헤밍에서 메인헤밍의 펀치가 조립된 부분의 펀치를 빼고 3공정 헤밍시 필요한 프리헤밍펀치를 조립하였다.

펀치는 각도를 40°로 하여 스프링백을 고려하여 형상을 설계하였고, 프리헤밍 펀치 또한 부드러운 곡선으로 이뤄져야 하며, 가공의 정밀도를 고려

하여 CNC 가공을 하고, 경면레핑을 하였다.

메인 헤밍 펀치는 2공정 헤밍시 도피부분의 폭을 고려하여 도피부분과 맞게 치수를 정하고, 펀치를 성형하였다. 설계 도면은 Fig. 8과 같다.

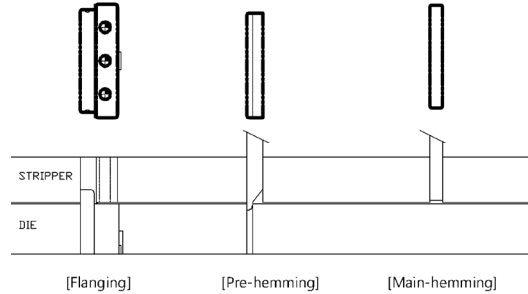


Fig. 8 Punch shape and die stripper at 3 steps hemming

2.3.2. 형상을 가진 헤밍

3공정 헤밍시 전개치수는 Fig. 3 식을 사용하였으며, 플랜징 공정까지는 2공정 헤밍과 동일한 값을 사용하였다.

프리헤밍의 펀치는 일자형 헤밍의 프리헤밍과 같이 스프링백을 고려하여 각도를 40°로 성형하여 3/5차 공정에 추가하였다. 4/5차 메인 헤밍에서는 Fig. 9와 같이 펀치형상을 2공정 설계와 다른 방식으로 설계하였고, 제품 타발시 4/5차 메인헤밍 펀치를 변경하여 조립하였다.

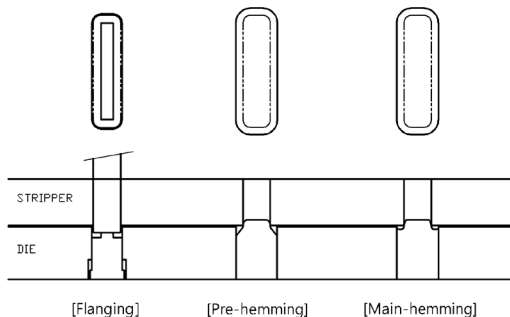


Fig. 9 Punch shape and die stripper at 3 steps hemming with shape

3. 2공정 헤밍과 3공정 헤밍의 비교 고찰

성형한 제품의 단면 형상을 와이어 컷 가공 후 공구 현미경으로 일자형 헤밍과 사각형상을 가진 헤밍에서 플랜징, 메인헤밍 공정을 거친 2공정 헤밍

과 플랜징, 프리헤밍, 메인헤밍을 거친 3공정 헤밍 제품을 비교하였다.

일자형 헤밍이 있는 제품의 경우 외관품질은 아니지만 DVR(Digital Video Recorder) 케이스 안에 다른 부품과 조립되는 제품의 한 부분이다. 외관 품질보다는 안정성이 우선시 되어야하기 때문에 헤밍이 매끄러워야 하며 날카로운 면이 있으면 안 된다.

Fig. 10에 나타낸 것과 같이 헤밍 공정 후 탄성복원에 의해 헤밍 끝단부가 위로 휘는 불량이나 나타났으며, 제품의 내측부분에는 버와 같이 날카롭게 가공되었고 외관면이 펀치에 의해 손상되고 헤밍의 형상이 뒤틀림이 나타난 것을 확인 할 수 있었다.

Fig. 11과 같이 3공정으로 헤밍한 제품은 외관면이 굴곡없이 매끄러웠으나 펀치에 의한 약간의 굽힘 현상은 남아있었다. 헤밍 치수는 공차범위 이내로 적합하였으며, 이는 조립성과 안정성에 모두 적합한 것으로 판단된다.



Fig. 10 Hemming shape at 2 steps straight type



Fig. 11 Hemming shape at 3 stops straight type

형상을 가진 헤밍의 경우 제품의 내측으로 들어가는 부분으로 Fig. 12 및 13에 나타낸 것과 같은 형상으로 나타났으며, 조립성과 안정성에는 두 제품 모두 합격이었지만 티어 드롭 헤밍(tear drop hemming)과 같은 형상을 얻지 못했고 플랫 텐드 헤밍(flattened hemming)과 같은 형상을 얻었다. 이것은 메인헤밍 펀치의 형태에 따라 헤밍의 형태가 달라지는 것을 알 수 있었고, 형상이 다르기 때문에 2공정 헤밍의 경우 헤밍된 길이치수는 길이가 짧게 되고 공차에서 벗어났다. 또한, 성형 후 주변에 작은 칩(chip)이 발생된 것으로 보아, 생산성이 많을 경우 메인 헤밍의 펀치 마모현상이 빨리 일어나는 것임

을 알 수 있었고 이는 또 다른 가공비를 초래할 것으로 사료된다.

형상을 가진 헤밍의 3공정 성형의 경우 외관면에서는 2공정 헤밍과 별다른 차이점은 보이지 않았지만 실험에서 추구한 길이 치수가 치수공차에서 합격하였고 티어 드롭 헤밍(tear drop hemming)과 같은 형상을 얻었다. 또한 프리헤밍 성형으로 인하여 메인헤밍 펀치에 힘이 덜 가해지기 때문에 메인헤밍 펀치의 마모 현상이 줄어들 것으로 판단된다.

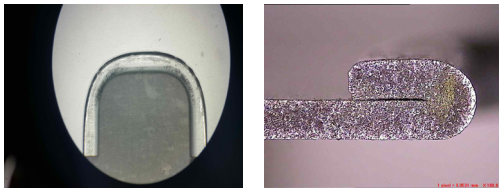


Fig. 12 Hemming type at 2 steps with rectangle shape

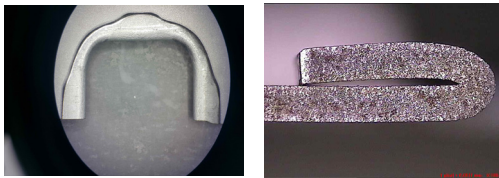


Fig. 13 Hemming type at 3 steps with rectangle shape

4. 결론

DVR(Digital Video Recorder) 케이스의 보텀 샤시(bottom chassis) 프레스 제품의 헤밍형상에 대하여 일자형 헤밍과 사각형상을 가진 헤밍을 플랜징, 메인헤밍 2공정으로 성형하는 것과 이론적으로 나와 있는 플랜징, 프리헤밍, 메인헤밍의 3공정으로 성형하여 헤밍의 품질에는 어떠한 영향을 미치는지 에 대하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

1) 일자형 헤밍의 2공정 성형시 재료가 위로 휘고 외관면 형상에 뒤트림이 발생했다. 이는 DVR(Digital

Video Recorder) 케이스의 내부 조립 제품에 사용 할 수 없는 품질을 초래했다.

2) 일자형 헤밍 3공정 성형시 조립성과 안정성에는 모두 적합했지만, 외관에 굽힘 현상으로 자동차와 같은 외관 품질이 중요한 제품에는 사용할 수 없다.

3) 형상을 가진 헤밍의 2공정 성형시 일반적인 헤밍 형상과 유사한 형상이 나왔지만 원하는 헤밍 형태를 얻기 위해서는 메인헤밍 펀치 형상을 일반 헤밍 펀치와 다르게 가공하여야하며 생산성이 많을 경우 펀치 마모현상이 빠르게 발생되고 또 다른 가공비를 초래했다. 이는 메인헤밍 펀치성형 방법이 변수로 작용하는 것으로 사료되며 메인헤밍의 펀치형상 설계 및 가공법의 개발로 헤밍 공정수를 줄여 금형비 원가절감에 도움이 되길 기대해 본다.

4) 형상을 가진 헤밍의 3공정 성형의 경우 보통 헤밍 성형과 같은 방법을 사용하였고, 치수와 형상면에서 모두 합격품을 얻었다.

실험을 함으로써 플랜지 길이, 스프링백, 펀치형상 등에 따라서도 헤밍 품질에 영향을 줄 수 있음을 확인했고 향후 헤밍 품질에 영향을 주는 펀치의 윤활, 펀치 형상 등의 여러 공정변수들에 대하여 연구가 필요한 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) 임재규, “헤밍 가공에서의 미세결함 평가 및 공정변수 연구”, 강원대, 박사학위논문, 2005.
- 2) 김관근 외, “헤밍(hemming) 구조를 가진 박판의 굽힘품질 개선에 관한 연구”, 한국정밀공학회지 제 29권 12호 pp.1360-1367, 2012.
- 3) 김형진, “압축 및 인장 플랜지에서 면 곡률이 헤밍 품질에 미치는 영향에 관한 해석”, 건국대학교, 석사학위논문, 2003.
- 4) 김세환 외, “프레스 금형설계 자료집”, 대광서림, p.173, 2002.