

대형 디스플레이용 프레임의 코너 고정용 브라켓의 뒤틀림 보정에 관한 연구

김병주¹ · 윤재웅[†]
공주대학교 금형공학과^{1,†}

A study on torsion correction of corner fixing bracket for large display frame

Byung-Joo Kim¹ · Jae-Woong Yun[†]

Department of Mold & Die Engineering, kongju National University^{1,†}

(Received October 04, 2018 / Revised November 22, 2018 / Accepted December 01, 2018)

Abstract: In this paper, the method of improving the flatness and perpendicularity for a corner fixing bracket of the large display frame is studied through experiments. Three specimens were tested, one specimen not subjected to bending line before bending, and two specimens with a straight groove with 0.2 mm and 0.5 mm depth. Experimental results show that the flatness of bracket becomes worse with deeper depth. When there is no straight groove, the perpendicularity becomes worse. For the flatness correction, a restriking process was added. The twist of bracket was corrected by performing the restriking with a curvature larger than the twist amount in the direction opposite to the deformed direction. We also found that the perpendicularity is maintained regardless of the amount of curvature with the restriking process.

Key Words: Correction, Flatness, Right angle, V-bending

1. 서 론

TV 디스플레이 산업의 흐름은 고화질, 그리고 대형화 추세이다. 시장조사기관 IHS 마켓은 2018년 65inch 이상 글로벌 TV 판매량이 1,615만2,000 대로, 2017년보다 41% 증가할 것으로 예상하고 있다¹⁾.

과거에는 대형 TV로 여겨졌던 50 inch 대는 이제 평균 사이즈로 자리 잡았으며, 60 inch 대를 넘어 70 inch 이상 초대형 TV로 수요가 빠르게 옮겨가고 있다. 이처럼 TV 디스플레이는 빠른 속도로 대형화되고 있다.

최근 대형화 TV의 주를 이루고 있는 프레임(Frame) 타입 TV는 기존 외관 디자인 역할을 하던 사출물이 사라지고 프레임이 외관으로 바로 노출이 된다. 그에 따라 품질의 중요성이 더 증가하고 있으

며, 그 중 프레임과 프레임을 연결하는 브라켓(Bracket)의 평탄도와 직각도의 중요성이 대두 되고 있다. 148 inch 초대형 TV의 경우 브라켓에 0.5°의 뒤틀림이 발생할 때, 전체적으로 약 20mm가 틀어지게 된다.

제품의 평탄도 문제는 소성변형에 따른 뒤틀림이나 만곡, 스프링 백 등 조직 내부의 물성 흐트러짐으로 생기므로 사전에 변형정도를 예측해 내기가 쉽지 않다²⁾. 때문에 보정을 통하여 품질을 확보하는 것이 반드시 필요하다.

박세계는 고강도강판의 성형 시 스프링 백 예측 정확도에 미치는 관재이방성의 영향에 대하여 연구 하였으며³⁾, 문명수 등은 현장 적용을 위한 스프링 백 예측 정밀도 향상기술을 통하여 현장에서 사용하고 있는 관재 성형해석 프로그램들의 스프링 백 해석 특징을 파악하고 실제 판넬 측정량과 비교하여 해석의 신뢰도를 검증하였다⁴⁾. 또한 이형철은 V-굽힘 실험을 통한 자동차용 초고강도 강판의 스프

1. 공주대학교 금형공학과
† 교신저자: 공주대학교 금형공학과
E-mail: yun.jw@kongju.ac.kr

링 백 특성 평가를 통하여 다이 깊이와 펀치 반경의 변화를 적용하고 스프링 백의 발생과 스프링고의 발생에 대하여 연구하였다⁵⁾.

김병규는 자동차 초고강도 강판 패널의 스프링 백 저감에 관한 연구를 통하여 채널형 패널 금형에 드로비드를 적용하고 유한요소해석을 적용하여 스프링 백 저감을 확인하였으며, 금형 설계변수의 보정 값과 스프링 백과의 관계로부터 금형 보정 값을 구하고 사이드 레일 후 공정 금형에 적용하여 스프링 백 저감을 유한요소해석으로 검증하였다⁶⁾.

본 연구에서는 프레임 간 연결 브라켓 제품의 금형을 제작하고, 제품을 타발하는 과정을 통해 발생된 제품의 평탄도와 직각도를 확인한 후, 후 공정을 통하여 제품의 변형을 보정하여 직각도와 평탄도가 유지되는 제품을 생산하기 위한 방안으로 연구를 진행하고자 한다.

2. 금형설계 및 제작

2.1. 제품 설계 및 분석

제품 형상은 Fig. 1과 같으며, 대형 TV의 가로 프레임과 세로 프레임을 연결하는 브라켓 제품이다.

스크류 리스 타입의 제품으로 본딩으로 체결하는 타입이며, 체결 본딩의 면적을 넓히기 위하여 제품의 내측에 폭 3mm, 길이 65 mm의 장공형상을 추가하였다. 또한, 제품의 모서리에는 라운드(Round)를 적용하여 안정성을 고려하였다.

제품의 재질은 부식을 방지하기 위하여 EGI강판(Electro Galvanized Iron: 전기 아연도금강판)을 채택하였으며, 대형 TV의 무게를 견디면서 제품의 변형을 방지하기 위해 두께는 1.6 mm를 채택했다.

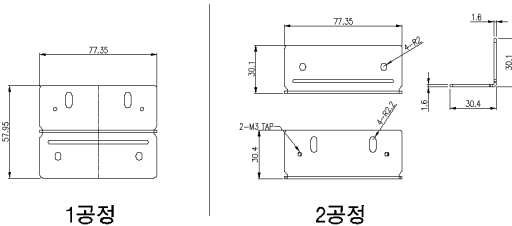


Fig. 1 Product drawing

2.2. 금형 설계

브라켓 제품을 생산하기 위한 금형 공정 수는 총

2공정으로 잡았으며, Fig. 2와 같이 Op10 금형은 세미 프로그레시브(Semi-Progressive)금형이며, 벤딩(Bending)시 스트레스를 줄이고, 직각도 향상을 위하여 벤딩 라인(Bending Line)을 따라 일자형 선형 마킹을 0.5 mm 적용하였고, 피어싱 형상 부위에 챔퍼(Chamfer)를 0.1 mm 적용하여 버를 제거함으로써 본딩 작업 시 제품이 좀 더 밀착되기에 용이하도록 하였다. 제품의 최종 완성가공은 블랭킹가공에 의하여 제품이 생산되도록 설계하였다.

Op20 금형은 벤딩시 펀치에 의한 부분적인 스트레칭 현상과 스크레치로 인한 변형을 방지하기 위하여 V-벤딩(V-Bending) 금형을 채택하였으며, 다이의 입구 견 폭은 재료 두께의 약 8 배 정도가 되는 13mm를 적용하였고, 펀치의 모서리 “R”이 없이 제품이 성형되어야 하므로 다이에는 재료에 의하여 자연적으로 발생하는 크기인 R1.6mm가 되도록 설계하였다.

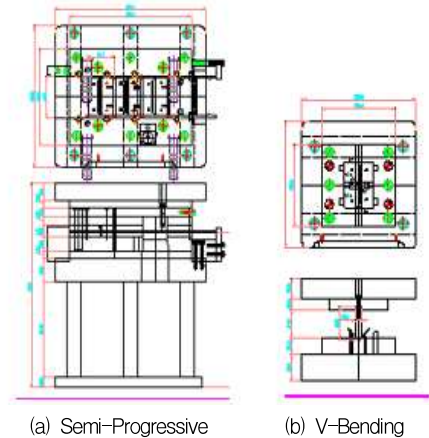


Fig. 2 Die design drawings

2.3. 3D모델링 및 가공

Cimatron E12를 사용하여 보정용 리스크라이킹(Restriking) 펀치와 다이의 측면부에는 각각 0.5mm, 0.7mm, 1mm 곡율을 적용하여 모델링 하였다.

제품 외형에 주는 영향을 최소화하기 위하여 다이의 V각 입구의 “R” 값은 제품의 두께인 1.6mm에 대하여 약 4배 정도의 R 6mm를 적용하였으며, 제품의 변형을 최소화 하면서 스프링 백에 의한 변형을 방지할 수 있도록 V형의 측면부에 라운드를 적용하였다. Fig. 3에 리스트라이킹 금형의 모델링 형상을 나타내었다.

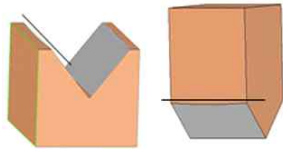


Fig. 3 Restriking punch and die applying 1mm curvature

2.4. 금형 제작

세미 프로그레시브금형의 다이와 스트리퍼는 STD11 중을 선택하였으며, 열처리 경도 HRC 58 을 적용하였고, 펀치는 경도 HRC 55 를 사용하였으며, 펀치플레이트와 펀치받침판, 홀더 등은 SM45C 를 사용하였다. 또한 스트리퍼의 가공 공정과 비용을 절감하기 위하여 다이 내에 소재의 두께와 일치하는 스트로크 엔드 블록(Stroke end Block)을 삽입하였다.

Fig. 2의 설계를 기반으로 가공이 완료된 부품을 조립하여 Fig. 4과 같이 세미 프로그레시브 금형조립을 완료 하였다.



Fig. 4 Photo of assembled die

2.5. 시험생산

연구에 사용된 프레스는 Fig.5와 같이 화일 프레스사의 HCA-200(타발력 200 Ton) 프레스를 활용하여 트라이 아웃(Try out)을 진행 하였다. 소재는 제품의 평탄도 향상을 위하여, 코일(Coil)형이 아닌 시트(Sheet)형태의 소재를 금형의 가이드 리프터 폭에 적합하도록 진단하여 사용하였다.



Fig. 5 The 200-ton force press used in the experiment

3. 결과 고찰

3.1. 1차 실험 변형량 고찰

Op10을 첫 시험 생산 후 평탄도가 1.15mm 로 기대치에 미치지 못함을 확인한 후 원인을 분석한 결과, 벤딩 라인(Bending Line)을 따라 적용한 일자형 선형 마킹에 있을 것이라고 판단하여, 마킹 펀치의 높이를 조정하여 시험 생산을 진행하였다.

마킹 깊이를 0.2mm 만 적용한 후 시험생산을 진행하여 평탄도가 0.7mm 로 마킹 깊이가 0.5mm일 때보다 0.45mm 향상됨을 확인 하였다. 이 후 마킹 펀치를 제거한 후 시험 생산을 진행한 결과 평탄도가 0.25mm 로 처음 타발한 제품의 값과 비교 했을 시 0.90mm 향상됨을 확인 할 수 있었다.

Op10에 시험생산에 의하여 얻어진 변형 값을 Table 1 에 나타내었으며, Fig. 6에 의하여 평탄도 발생 크기를 분석한 결과, 선형 마킹 깊이 0.5mm에서 가장 크게 발생하였으며, 0.2mm에서는 0.5mm에 비하여 약 61% 정도 개선되었으며, 선형 마킹을 적용하지 않은 경우에는 0.2mm에 비하여 약 35.7% 개선되는 것으로 고찰되었다. 이 시험 생산을 통하여 선형 마킹의 깊이가 적을수록 평탄도가 향상됨을 확인할 수 있다.

Table 1 Op10 Flatness according to marking punch depth

Marking depth(mm)	flatness(mm)
0.5	1.15
0.2	0.7
0	0.25

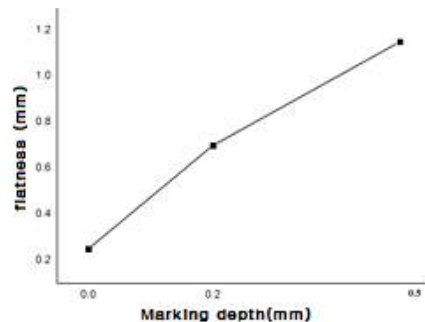


Fig. 6 Op10 Consideration of strain

V-벤딩 공정에서는 선형 마킹의 깊이가 별로 제품을 분류하여 동일한 조건으로 굽힘을 진행하였다. 마킹의 깊이가 0.5mm인 제품의 Op20 굽힘 후 평탄

도는 1.15mm에서 1.20mm으로 굽힘 전과 후의 차이가 +0.05mm 로 증가하는 것을 확인하였고 직각도가 88.5° 로 -1.5° 가 되어 스프링 고(Spring go)의 현상이 발생하는 것으로 고찰되었다.

마킹의 깊이가 0.2mm 인 제품의 Op20 굽힘 후 평탄도는 0.7mm 에서 0.85mm 로 전보다 +0.15mm 로 증가되고 직각도는 89.5° 로 -0.5° 가 되어 일부 직각도는 개선되었으나, 스프링 고의 현상이 발생하는 것으로 고찰되었다.

마킹을 제거 후 시험 생산한 제품의 Op20 굽힘 후 평탄도는 0.2mm 에서 0.5mm 로 전보다 +0.25mm 가 되어 증가하였으며, 직각도는 91°로 +1°가 되어 스프링 백(Spring back) 현상이 발생하는 것으로 고찰되었다. Op20을 시험 생산한 결과를 Table 2와 Fig. 7과 Fig. 8에 나타내었다.

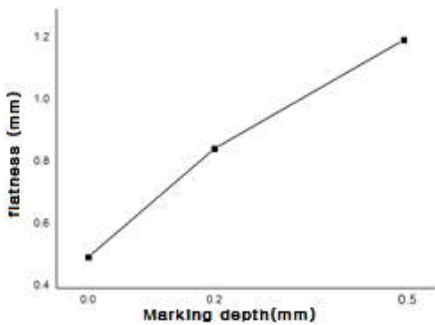


Fig. 7 Op20 Consideration of strain(a)

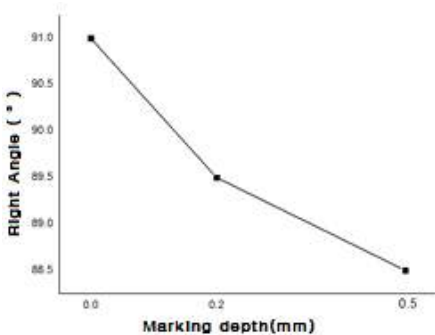


Fig. 8 Op20 Consideration of strain(b)

Table 1과 Table 2의 값을 비교 한 결과 벤딩 라인에 적용한 선행 마킹의 깊이가 깊을수록 벤딩 전과 후의 평탄도의 변화량이 적어지고 직각도는 스프링 고 현상에서 스프링 백의 현상으로 변화됨이 고찰되었다.

Table 2 Op20 Flatness and right angle after V-bending

Marking depth(mm)	flatness (mm)	Right Angle (°)
0.5	1.20	88.5
0.2	0.85	89.5
0	0.5	91

결과적으로는 Op10 공정에서는 마킹이 적용되지 않았을 때 평탄도의 값이 가장 양호함을 확인 할 수 있고, Op20 시험생산 전과 후의 평탄도가 변함으로서 V-벤딩에서도 뒤틀림에 의한 변형이 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

3.2. 평탄도 보정실험 고찰

1차 시험 생산에 의하여 발생한 평탄도와 직각도를 보정하기 위하여 리스트라이킹(Restriking)공정을 추가하기로 결정하고, Fig. 9와 같이 펀치와 다이에 휨 방향과 역 방향으로 곡율을 적용한 금형을 제작하여 시험을 진행하였다.

연구에 사용된 제품은 Table 2에서 가장 양호한 값이 나온 마킹이 없는 제품을 대상으로 하였으며, 1차 실험을 진행한 결과 역보정을 적용하지 않은 금형을 사용하였을 경우에는 평탄도의 변화는 없었지만 직각도는 90°로 보정되었다.

2차 실험으로 평탄도를 보정하기 위하여 리스트라이킹 펀치와 다이를 제품의 휨 방향과 역방향으로 0.5mm 곡율을 적용하여 Fig.3과 같이 모델링 하고, 펀치와 다이를 가공한 후 실험을 진행하였다. 그 결과 평탄도는 0.5mm 에서 0.35mm 로 30% 정도 향상되고 직각도 역시 90° 로 보정 전보다 향상됨을 확인할 수 있었다.

이보다 평탄도를 최소화하기 위하여 곡율이 0.7mm, 1mm 가 적용된 펀치와 다이를 추가 제작하여 실험을 진행하였다.

0.7mm 의 역보정을 실시한 경우에는 0.5mm 에서 0.2mm 로 60% 정도 향상되었으며, 직각도는 90°를 유지하는 것으로 고찰되었다.

1mm 로 역보정한 금형으로 실험한 결과 0.5mm 에서 0.05mm 로 90% 정도 향상되는 것으로 고찰되었으며, 직각도는 90°를 유지하는 것으로 고찰되었다.

시험 생산한 결과 Fig. 10과 같은 제품을 얻을 수 있었으며, 수치를 Table 3과 Fig. 11에 나타내었다.



Fig. 9 Punch and die for restriking

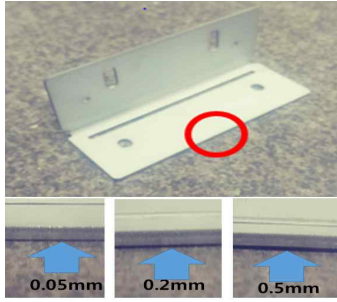


Fig. 10 Products after calibration

Table 3 Flatness and right angle after correction

Restriking-Punch Curvature Application amount (mm)	flatness (mm)	Right Angle (°)
0.5	0.35	90
0.7	0.2	90
1	0.05	90

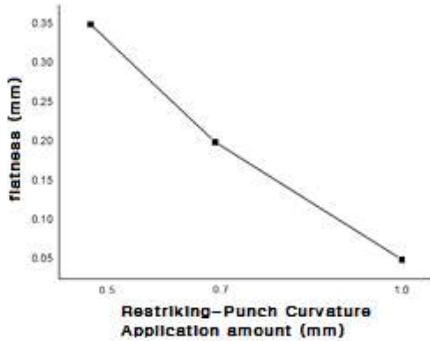


Fig. 11 Flatness Correction Experiment

4. 결론

본 연구는 148 inch 초대형 TV용 프레임과 프레임 연결하는 브라켓 제품의 금형을 제작하여 시험 생산 후 제품의 평탄도와 직각도를 확인해보았고 그 값을 보정 하는 과정을 진행 하였다. 그 결과

다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 벤딩시 벤딩 라인에 직각도 향상을 돕고 벤딩 스트레스를 줄이기 위한 선행 마킹을 추가 할 경우 벤딩 공정에서 뒤틀림의 양은 감소하지만, 마킹으로 인한 뒤틀림 및 휨이 발생한다.

2) 1차 공정에서 발생한 마킹으로 인한 뒤틀림이 벤딩 공정에서 마킹이 감소시키는 뒤틀림 양보다 크므로 평탄도 향상을 위해서 마킹을 적용 하지 않는 것이 유리하다.

3) 일반적인 형상의 V-벤딩시 직각도는 보정 할 수 있으나 소량의 평탄도의 뒤틀림은 보정 되지 않는다.

4) 평탄도의 뒤틀림은 역방향으로 곡율을 적용하여 리스트라이킹할 경우 90%이상 보정되는 것으로 고찰되었다.

본 연구에서는 대형 TV를 고정시키기 위한 브라켓에 대하여 연구를 진행하였으므로, 재료의 두께가 1.6mm로 한정되었다. 그러나 추후 재료의 두께와 재질에 따른 평탄도와 뒤틀림에 의한 휨변형을 보정하기 위한 V-벤딩 역보정 연구가 진행된다면 실패에 의한 금형비의 상승을 방지하는 좋은 자료가 될 것이라 사료된다.

5. 참고문헌

- 1) IHS Markit large-displays market outlook 2018, 1.
- 2) Kim Se-hwan, "Defects and countermeasures of press mold", Daekwang Seorim Publishing Co., pp. 57-60 2013. 3.
- 3) Park Se-gye, "Effect of Anisotropy on Springback Prediction in Forming of High Strength Steel Sheet", Yeungnam University Graduate School
- 4) Moon M.S, Kim S.T, Kim Y.S, Chung W.J, "Improvement of Springback Predictability for Industrial Requirement", The Korean Society For Technology of Plasticity, pp. 58-66, 2013. Aug. 01.
- 5) Lee Hyung-chul, "Evaluation of the Springback Characteristics for Automotive Advanced High Strength Steel Sheet by V-bending Test" Chonnam National University
- 6) Kim Byung-gyu, "Study on the springback reduction of advanced high strength steel sheet for automotive panels", Hanyang University Graduate School