

프레스 금형설계 자동화모듈을 활용한 스트립레이아웃 설계

최계광*, 박찬교**

공주대학교 기계자동차공학부 금형설계공학전공*, 한국씨마트론기술(주)**

1. 서론

국내의 금형산업은 일부 금형선진국과의 기술격차를 줄이며 수출에 의한 무역수지 흑자를 달성하고 있다. 한국금형공업 협동조합의 2008년 1월 30일자 금형수출입 실적은 학국무역협회 통계자료(HS Code)에 따르면 지난해 우리나라 금형산업은 금형수출 14억 달러로 처음으로 무역수지 흑자 13억 달러를 돌파했다. 2004년 금형수출 10억 달러 시대를 연 국내 금형산업은 지난해에도 높은 수출증가세를 이어가며 최대 금형수출 기록을 갱신했다. 2007년 금형수출은 총 14억6,469만 달러, 수입 1억2,832만 달러로 13억3,637만 달러 무역수지흑자를 달성하였다. 이는 각종 대외 무역환경의 악화 속에서 거둔 뜻 깊은 실적으로 사상 최대의 실적을 보인 전년에 비해서도 무려 9.5%가 증가한 수치이다. 우리나라 최대금형 수출국인 일본 이외에도 중국, 인도, 미국, 멕시코, 폴란드, 인도네시아, 태국 등의 금형수출국에서 큰 수출증가를 보인 것으로 나타났다. 지역별로는 아시아가 66%, 유럽 16%, 북미 7.9%등으로 아시아지역으로의 수출이 두드러지고 있는 실정이다.¹⁾

이와 같이 금형산업의 중요성이 날로 인식되고 있는 상황에서도 아직도 바뀌어 지지 않는 것도 있다. 그것은 무엇인가 하니 프레스 금형설계의 2D에서 3D로의 전환인 것이다. 국내 금형산업현장에서의 3차원 금형설계로의 전환이 앞으로 닥쳐올 품질향상, 원가절감, 비용감소의 소용돌이를 극복할 수 있는 길이라 본다. 이에 본 연구에서는 3차원 프레스 금형설계 자동화 모듈인 씨마트론 E다이 디자인을 활용하여 가정용 벽걸이 에어컨의 동 파이프를 지지하는 부품을 프로그레시브 금형으로 스트립 레이아웃을 하고, 이에 따른 공정에 대한 부분도 소개하고자 한다.

2. 본론

2.1 벽걸이 에어컨 동 파이프지지 부품의 제품도 및 전개도

이 부품은 일본 D사의 가정용 벽걸이 에어컨의 동 파이프를 지지하는 부품이며 사용개수는 4개이다. 이 부품의 중요부는 2개의 엠보싱된 부분을 반대부분으로 U 벤딩하는 것이다. 이부분이 동 파이프를 지지하며 다른 부품과의 열의 전달을 최소화 하고 지지하는 구멍간의 일치를 위해서 중요하다. 이 부품의 사양은 표 1과 같다. 이 부품의 모델링 데이터는 그림 1이고 블랭크전개도는 그림 2이다.

스트립 레이아웃 도를 설계하기 위해서는 먼저 제품도를 작성하여야 한다. 제품도에 서는 생략하거나 가공하기에 어려운 부분을 조정(arrange)하고 치수에 치수공차가 표시되어 있으면 공차를 보정 치수로 변환시킨다. 금형제작에 있어서 보정치수는 반드시 공차의 가운데 값으로 하는 것이 좋은 것은 아니고 금형의 마모, 치수의 불균형 등을 고려하여 적절한 값을 선택하여야 한다. 보정하여 피어싱, 노칭, 블랭킹 부 치수를 선택하였다.^{2),3),4)}

표 1. 부품의 주요사항

소재 두께	0.7 mm	파일럿	직접 파일럿
재 질	SPCC	블랭크 배열	광폭 1열1개 뽑기
클리어런스	7 % t	스탬핑 방법	피어싱, 노칭, U벤딩, 파팅
이송피치	34 mm	전개도 길이	87.4 X 29
소재 폭	92.0 mm		

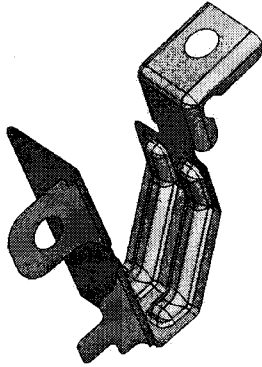


그림 1. 부품의 제품도

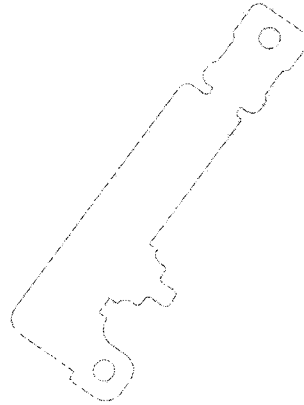


그림 2. 부품의 블랭크 전개도

2.2 프레스 금형설계 자동화 모듈의 프로세스 5),6),7)

2.2.1 다이셋업 워자드

Die Setup Wizard는 프레스 금형 설계를 위한 제품 파트를 불러오고, 데이터 관리를 위한 파일명, 폴더 및 경로를 지정을 통해 3D 다이 설계를 할 수 있는 환경을 자동으로 구성해 주는 메인 설정 창과 그 안에 설계에 직접적인 영향을 줄 수 있는 형상 전개, 네스팅을 설정하는 또 다른 두 개의 설정 창으로 구성되어 있다.

2.2.2 폼 CS지정 및 스킨 작업

각 공정 파트의 기준이 되는 좌표를 지정하는데 그것을 폼CS (Coordinate System)라 하고 이 좌표계는 이후 진행되는 과정에서 계속해서 적용되며 필요에 따라 해당 공정에서 다시 지정할 수 있다.

2.2.3 공정설계

제품이 성형 되어 가는 공정을 순차적으로 설계하는 과정으로 펀치, 벤딩, 포밍, 피어싱, 노칭과 같은 작업을 어느 공정에서 어떻게 해야 할 지, 몇 공정 만에 제품을 완성할 것인지 판단하고 결정해서 실행에 옮기는 단계이다.

2.2.4 블랭크 및 성형해석

소재를 프레스로 스탬핑 하였을 때 나온 제품 성형 결과를 미리 예측할 수 있는 해석 기능인 성형 안전 지역(Safety Zone Analysis)과 인장 두께 해석 (Thickness Strain

Analysis)을 사용하여 제품 전체 혹은 부분적인 성형했을 때 안전한 부분과 그렇지 못한 부분을 파악하고 어느 부분에 주름이 생기고 터지는지를 알아낼 수 있다

2.2.5 네스팅

여러 단계의 공정을 거쳐 나온 블랭크 형상을 스트립 판에 배치하는 이 작업은 블랭크와 스크랩 면적 사이의 스트립 판의 사용 효율을 고려해서 블랭크의 면적 비율을 극대화하는 과정으로 스크랩 면적을 최소화함으로써 금속 스트립 판의 낭비를 줄이는 효과를 얻을 수 있다.

3. 블랭크 레이아웃 및 스트립 레이아웃 설계

3.1 블랭크 레이아웃

이 부품의 블랭크 레이아웃을 한 결과는 그림 3이며 이를 하기 위해서는 스트립 레이아웃설계의 마지막 13공정에서 역으로 아이들 공정을 제외한 벤딩, 노칭, 피어싱, 비드 공정으로 배열하였다. 블랭크 레이아웃은 마지막 13공정으로 완성된 부품을 가지고 직접 할 수도 있다. 그 결과는 마지막 공정에서 블랭크 레이아웃한 결과보다도 1공정인 비드에서 블랭크 레이아웃한 결과가 더 정밀할 것이라 예상되며 최종제품에서 하는 블랭크 레이아웃은 초기 공정에서 블랭크 레이아웃한 것보다 현실적으로 맞지 않는 부분이 있다.

3.2 스트립 레이아웃 설계

각 부품의 스트립 레이아웃 도는 표 2와 같은 가공 순서로 배열 하였다. 그림3에서는 전체 스트립 레이아웃을 나타내었다.

표 2. 에어컨 부품의 스트립 레이아웃 도

스테이지 번호	가공공정	가공수	스테이지 번호	가공공정	가공수
1	원형 피어싱	1	8	상향 벤딩	1
	비드	2			
2	원형 피어싱	4	9	하향 벤딩	1
3	노칭	2	10	아이들	
	원형 피어싱	1			
4	노칭	2	11	상향 벤딩	1
5	아이들		12	아이들	
6	노칭	2	13	파팅	1
7	하향 벤딩	2			

표에서 보는 바와 같이 1공정에서는 재료의 유입과 부품의 피어싱홀 간의 거리의 일치를 위하여 먼저 2개의 상형 비드작업과 비드와 거리가 먼 부품의 홀을 피어싱작업을 먼저 실시하였다. 2공정에서는 전 공정에서 비드를 하여 재료의 유입이 일단락되었으므로 근처의 피어싱홀과 간접파일럿을 설치하고자 하는 위치에 피어싱홀 가공을 실시

하였다. 3공정에서는 밴딩가공을 실시하기위해서 부품의 부분의 노칭가공과 간접파일럿을 설치할 피어싱홀 가공을 실시하였다. 4공정에서는 노칭가공을 실시하였다. 5공정에서는 아이들을 실시하였다. 6공정에서는 간접파일럿을 설치한 1개의 부분을 제외하고 나머지 부분을 노칭가공을 실시하였다. 7공정에서는 비드의 상부 위쪽과 부품 우측을 하향밴딩을 하였다. 8공정에서는 비드의 3분의 1부분을 45도로 상향밴딩을 실시하였다. 9공정에서는 비드 상부하향밴딩한 부분의 자우를 하향밴딩하였다. 10공정에서는 아이들을 실시하였다. 11공정에서는 비드의 하부 3분의 1부분을 상향으로 U밴딩을 실시하였다. 12공정에서는 아이들을 실시하였다. 13공정에서는 부품과 부품간을 지지해 주고 있던 간접파일럿이 설치되었던 부분을 파팅하여 부품을 최종적으로 취출하도록 하였다.

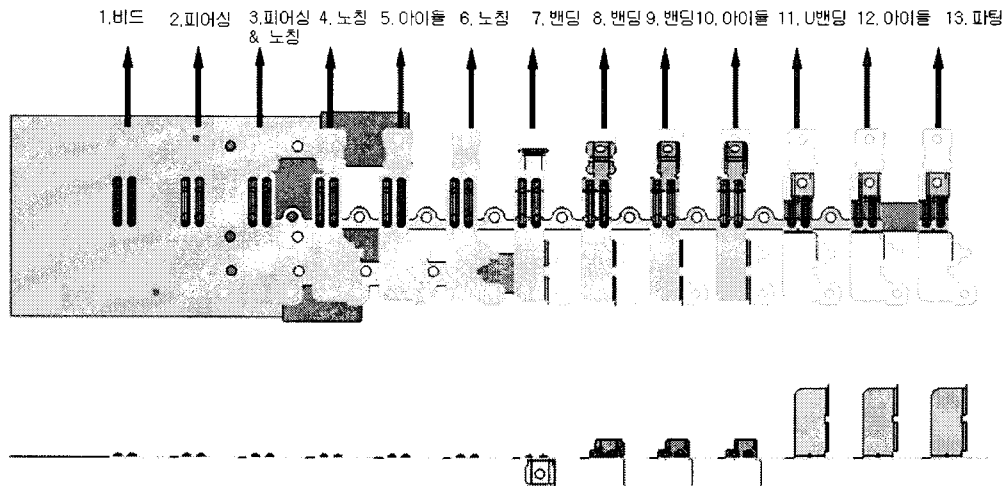


그림 3. 공정 설계

3.3 박판성형 해석결과

중요한 각 공정별로 박판성형 해석을 실시한 결과를 그림 4-8까지 나타내었다. 그림 4에서 보는 바와 같이 비드 가공시 R부의 소재두께가 감소함을 알 수 있고, 그림 6의 비드부 상향밴딩시 코너 R부에서 소재두께 감소를 예측할 수 있다. 그림 7, 8의 하향 밴딩부의 소재의 두께가 일부 두꺼워지는 것을 알 수 있었다. 이러한 해석의 결과는 바로 공정 설계에 반영되고, 이것을 토대로 하여 제품의 성형성을 향상 시킬 수 있음은 물론이고 프레스 금형 제작에 소요되는 시간과 비용의 절감을 기대할 수 있다

3.4 고찰

광폭 1열 1개 뽑기로 벽걸이 에어컨의 동 파이프를 지지하는 부품을 스트립레이아웃을 설계하였다. 협폭 배열일 경우 재료이용률은 57.8%이고, 각도배열일 경우 재료이용률은 54.6%이며, 광폭 배열일 경우는 58.2%이다. 재료의 이용률은 광폭일 때가 가장 좋았고 기존 보유하고 있는 프레스 장비와 주변장치, 프레스라인의 길이와 재료 이용률을 고려하여 광폭으로 스트립 레이아웃을 배열하기로 결정하였다. 스트립 레이아웃을 기존과 같은 방식으로 2D로 설계해서는 납기 단축을 요구하는 유저의 요구사항을 따라갈 수가 없다. 지금 세계 금형시장의 변화가 너무나 빠르게 진행되고 있다. 그

러므로 앞으로의 변화에 신속하게 대처하기위해서라도 3D CAD/CAM/CAE를 활용한 자동화 모듈로의 프레스 금형설계는 필수요소라 사료된다.

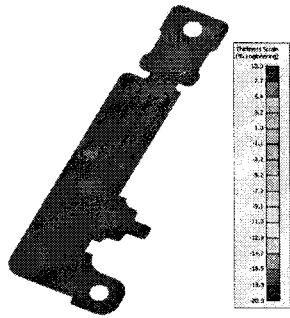


그림 4. 1공정 성형해석

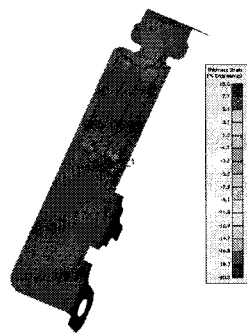


그림 5. 7공정 성형해석

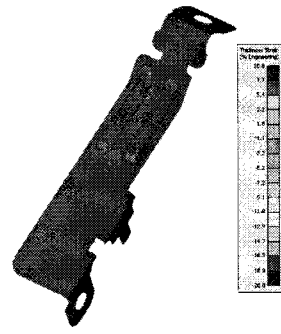


그림 6. 8공정 성형해석



그림 7. 9공정 성형해석

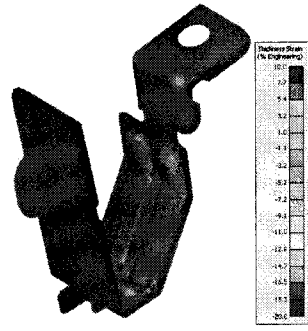


그림 8. 11공정 성형해석

4. 결론

에어컨의 동 파이프를 지지하는 부품을 프레스 금형설계 자동화모듈을 활용하여 3D로 제품도를 설계하고 스트립레이아웃 도를 설계하므로 서 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

- 1) 프레스 금형설계시의 R&D라 할 수 있는 블랭크 레이아웃과 스트립 레이아웃설계가 설계자가 의도하는 대로 구성하기 쉽고 다양한 방법으로 광폭, 협폭, 각도배열 등에 의한 재료의 이용률을 실시간으로 확인할 수 있어서 어떠한 복잡한 형상까지도 블랭크 전개를 할 수 있는 폭 넓은 확장성 및 정확하고 빠르게 스트립 레이아웃을 설계하였다.
- 2) 부품의 프레스 금형설계시 중요하다고 판단되는 부분을 각 공정마다 박판성형해석을 설계자가 실시간으로 실시하여 문제가 발생하는 부분을 모델링상태에서 용이하게 수정하였다.
- 3) 블랭크 레이아웃을 광폭 1열 1개 뽑기로 실시하여 스트립 레이아웃을 배열하였고 재료의 이용률은 58% 이다.

- 4) 부품의 원활한 이송을 위해 벤딩이 예상되는 부분을 제외한 부품의 변형이 발생되지 않는 중심부에 최종공정까지 유지되는 간접파일럿을 설치하였고 마지막공정에서 파팅으로 마무리 하였다.

참고문헌

- [1] 한국금형공업협동조합, “금형공업현황”, www.koreamold.com, 2008.
- [2] 김세환, “프레스금형설계공학”, 대광서림, pp.318~323, 2006.
- [3] 최계광, “3D CAD/CAM을 활용한 다이플레이트의 설계 및 가공”, 한국산학기술학회, 제7권 제4호, pp.550~553, 2006.
- [4] 김세환, “프레스금형설계기준”, 한국금형정보센터, pp.71~96, 1992.
- [5] 최계광, 이동천, “씨마트론 다이디자인을 활용한 브라켓의 스트립레이아웃설계에 관한 연구”, 한국산학기술학회 춘계학술발표논문집, pp.35~39, 2008.
- [6] 최계광, 박찬교, “씨마트론 E 다이 디자인을 활용한 스트립레이아웃 설계”, 한국금형공학회 동계 학술대회, pp.17~24, 2007.
- [7] Cimatron. Co., “Cimatron E Die Design Guide”