

# 씨마트론 다이 디자인을 활용한 브라켓의 스트립 레이아웃설계에 관한 연구

최계광<sup>\*\*</sup>, 이동천<sup>\*\*</sup>

\*공주 대학교, 기계자동차 공학부, \*\*한국씨마트론기술(주)  
e-mail : ckkwang@kongju.ac.kr

## Study on the Design of Bracket Strip Layout Utilizing Die Design of Cimatron

Kye-Kwang Choi<sup>\*\*</sup>, Dong-Cheon Lee<sup>\*\*</sup>

\*Kongju National University. Div. of Mechanical & Automotive  
Engineering. \*\*Cimatron Korea co. Ltd.

### 요 약

프로그램금형에 있어서 스트립 레이아웃설계는 제품 양산을 결정하는 중요 요인이다. 본 논문에서는 자동차에 사용되는 브라켓의 스트립 레이아웃설계를 하였다. 3D모델링이 아닌 자동화 모듈인 씨마트론 다이 디자인을 활용하여 3D로 스트립 레이아웃설계를 하였다. 광폭 2열 2개 뽑기의 내측캐리어를 단 배열로 블랭크 레이아웃을 최적화하였다. 사용된 3D CAD/CAM 소프트웨어는 Cimatron Die Design이며 10개 공정으로 스트립 레이아웃설계를 완성하였다.

### 1. 서론

CIM Data분석에 따르면 다이 및 시트 메탈 부분의 시장은 전체 시장의 20%규모이며 대부분의 고객은 자동차 산업의 프로그래시브 및 대형 포밍 프레스 사용자임을 알 수 있으며 이러한 프레스 산업의 몇 가지 특징은 다음과 같다.

- 1) 전반적으로 몰드 제작사보다 규모가 크다
- 2) 프레스 제작사는 프레스 설계 및 금형 제작과 함께 제품 생산 수주를 받는 경우가 많아 견적과정이 매우 복잡하고 재료비 및 재료 사용효율과 같은 문제에 매우 민감하다.
- 3) 프레스 설계는 많은 경험과 지식을 필요로 하고 있어 몰드 제작보다 저임금 국가로 이전되는 정도가 매우 낮다.
- 4) 대부분의 프레스 제작사는 2D 소프트웨어를 사용하고 있어 아직 3D CAD로 업그레이드하지 못하고 있다.
- 5) 프레스 제작사의 카탈로그는 표준부품 외에 많은 사용자 정의의 부품을 필요로 하고 있다.<sup>(1)</sup>

이와 같은 특징 중 4번과 같은 이유로 많은 프레스 금형제작업체들이 어려움을 겪고 있는 것이 현실이다. 앞으로 국내에만이 아니라 국외에서의 물량수주경쟁이 치열해질 것이 자명한일이다. 이러한 경우를 대비하여 발 빠르게 3D CAD베이스의 자동화모듈을 이용한 프레스금형설계가 하루빨리 해결 되어야 하는 것이다. 하지만 이제까지의 3D 프레스 금형설계라 함은 모델링과 금형설계를 별도의 작업으로 여기고 중복하여 진행해온 것이 현실이다. 이제까지 프레스 금형제작업체는 자동차 제작사로부터 받은 3D 데이터를 2D로 전환하여 작업을 하고 있기 때문에 자유형상인 제품의 3D데이터를 금형설계를 하기 위해 전개해야하나 규모가 작은 금형제작업체에서는 박판성형해석프로그램을 구비하고 있지 않아서 제품의 블랭크레이아웃에 어려움을 겪고 있다.

본 연구에서는 이러한 어려움을 해결하기위해 씨마트론모델링베이스의 3D금형설계자동화모듈인 E 다이디자인을 활용하여 자동차에 부착이 되는 브라켓 부품의 블랭크레이아웃과 스트립레이아웃을 설계

하였다. 다이디자인은 하이브리드 모델링 테크놀로지와 오픈 솔리드 개념을 기반으로 개발된 제품으로 형상이 단순한 형상부터 복잡한 자유곡면을 포함하는 형상까지 솔리드 혹은 서페이스 상관없이 혼용해서 사용함으로 어떠한 형태의 오브젝트에 구매 받지 않고 작업할 수 있는 장점을 적용, 스트립 공정 설계 시에 제품의 한쪽 측면(Skin) 만을 가지고 전개를 함으로 전개능력을 극대화하여 스트립 레이아웃도를 작성할 수 있다.

## 2. 본론

### 2.1 브라켓 제품도

이 브라켓은 S자동차사 소형 승용차에 사용되는 부품을 고정하는데 사용된다. 그림 1은 브라켓의 제품도이며 그림 2는 브라켓의 블랭크 전개도이다. 그림 2의 ①번 화살표가 있는 부분이 변형이 발생하지 않는 참조면이고 그 외의 ②번 화살표가 있는 부분이 포밍이 되어 변형이 발생하는 부분이다. 브라켓의 주요사항은 표 1과 같다.



그림 1. 제품도

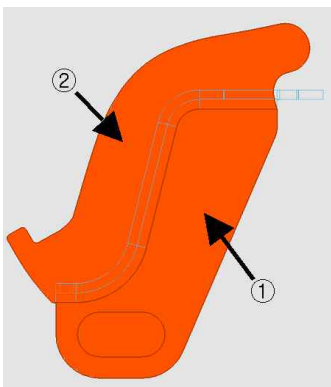


그림 2. 블랭크 전개도

### 2.2 블랭크 레이아웃

블랭크의 전개작업을 하면서 많은 것을 배려하는 것은 다음 공정에서 문제가 발생하지 않도록 하기 위해서이다. 블랭크 전개가 끝난 시점에서 대략 블

랭크 레이아웃은 결정된다. 그렇기 때문에 스트립 레이아웃 설계에 들어가기 전에 전체를 넓게 보아서 중요한 다음 공정의 준비작업으로서 종합적으로 검토하여야 한다. (2),(3),(4),(5)

표 1. 브라켓의 주요사항

소재 두께	2 mm	파일럿	간접 파일럿
재 질	SPCE	블랭크 배열	광폭 2열2개 뽑기
클리어런스	8 % t	스탬핑 방법	피어싱, 노칭, 포밍, 파팅
이송피치	132mm	전개도 길이	219 X 505
소재 폭	520.0 mm		

1열로 블랭크를 배열하였을 때는 금형의 하중중심이 하향 벤딩쪽에 많이 치우치기 때문에 좋지 않은 배열이다. 1열로 상향벤딩이거나 하향벤딩을 하여도 마찬가지이다. 제품의 취출에도 어려움이 있기 때문에 배제하였다. 2열로 블랭크를 배열하였을 때는 소재의 안쪽으로 캐리어를 달고 블랭크를 레이아웃 하는 방안과 캐리어를 바깥쪽으로 달고 블랭크를 배열 하는 방안이 있을 수 있다. 제품의 진행은 소재의 자중에 의해 처짐이 발생되어 다음공정으로 진행이 되지 않고 처진 소재가 다이안에 삽입되어 제품이 다음 공정으로 이송되지 않는 현상이 발생할 수도 있다. 각각의 네스팅과 스트립 레이아웃설계시 재료 이용률은 표 2와 표 3에 나타내었다.

표 2. 재료이용률 비교검토(네스팅)

재료 이용률 종류	협폭	광폭	각도배열	
			30°	45°
1열배열	67.1%	65.2%	56.8%	62.9%
2열배열 내측 캐리어	59.9%	59.4%	56.8%	59.7%
2열배열 외측 캐리어	73.3%	62.8%	54.9%	61.2%

보는 바와 같이 재료의 이용률은 스트립 레이아웃 설계시 표 3과 같이 2열 외측캐리어 협폭일 때가 가장 좋았고 2열 내측 캐리어 30° 각도배열일 때가 가장 좋지 않았다. 재료의 이송방법과 하중의 고른 분포, 재료 이용률 등을 고려하여 블랭크의 배열 즉 네스팅은 2열 2개뽑기에 내측 캐리어를 달고 제품의

취출에도 무난한 광폭배열로 하였다.

어 있다.

표 3. 재료이용률 비교검토(스트립치수)

재료 이용률 종류	협폭	광폭	각도배열	
			30°	45°
1열배열	51.1%	54.9%	53.0%	54.2%
2열배열 내측 캐리어	52.8%	52.3%	50.8%	53.0%
2열배열 외측 캐리어	57.3%	55.0%	53.0%	54.2%

### 2.3 다이 디자인 공정순서<sup>(2),(6)</sup>

#### 2.3.1. 다이셋업 워자드

Die Setup Wizard는 그림 7과 같이 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, 네스팅 및 다이 형태에 대한 디폴트 파라미터를 설정하는 그림2와 3과 같은 또 다른 두 개의 설정 창으로 구성되어 있다.

#### 2.3.2. 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. 이와 함께 초기 준비 작업에서 해야 할 것이 기준 면을 정하는 것이다. 그것을 스킨(Skin)이라고 하며(그림 8), 제품 두께가 있는 솔리드 혹은 서페이스 모델의 경우 제품의 상측 혹은 하측 한쪽 면을 정해서 전개하고 두께 없는 서페이스로 작업을 할 경우에는 이 과정을 생략하고 바로 전개할 수 있다.

#### 2.3.3. 공정설계

제품이 성형 되어 가는 공정을 순차적으로 설계하는 과정으로 펀치, 밴딩, 포밍, 피어싱, 노칭과 같은 작업을 어느 공정에서 어떻게 해야 할 지, 몇 공정 만에 제품을 완성할 것인지를 판단하고 결정해서 실행에 옮기는 단계이다.(그림 9) 포밍 및 밴딩과 같은 작업에서는 K-factor와 전개(두께) 기준 방향을 지정하여 보다 정확한 전개 데이터를 얻을 수 있게 되

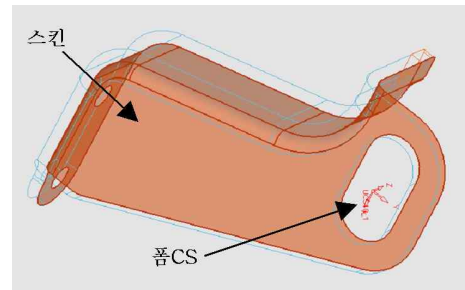


그림 8. 폼CS와 스킨작업

#### 2.3.4. 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.(그림 10) 이러한 해석의 결과는 바로 공정 설계에 반영되고, 이것을 토대로 하여 제품의 성형성을 향상 시킬 수 있음 물론 프레스 금형 제작에 소요되는 시간과 비용의 절감을 기대할 수 있다.

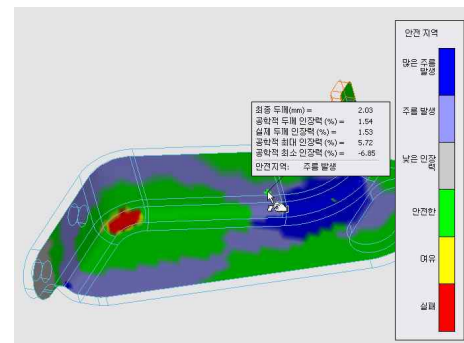


그림 9. 성형안전지역

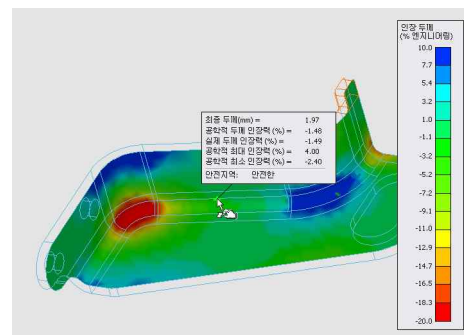


그림 10. 인장두께해석

### 2.3.5. 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.(그림 11)

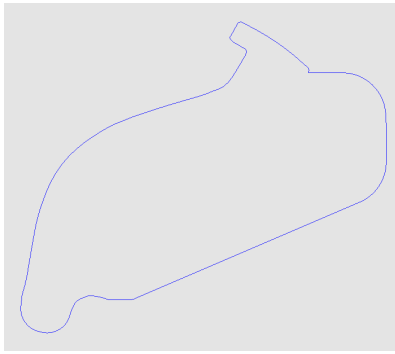


그림 11. 블랭크 전개도

## 3. 스트립 레이아웃설계와 고찰

### 3.1 스트립 레이아웃설계

브라켓의 스트립 레이아웃 도는 표 4와 같은 가공 순서로 배열 하였다. 그림13~16에서는 전체 스트립 레이아웃 중에 중요한 공정의 스트립 레이아웃을 등각 투상법으로 나타내었다. 표 4에서 보는 바와 같이 1공정에서는 제품의 외측에 파일럿을 하기 위한 원형 피어싱을 스트립 중앙에 1개 실시하였다. 2공정에서는 부분적으로 포밍을 하는 제품 외곽일부를 노칭가공을 2개 실시하였다. 3공정에서 부분적으로 포밍을 하는 제품 외각일부를 노칭가공을 2개 실시하였다. 4공정에서는 제품을 유지하고 있는 스트립의 맨 바깥쪽부의 노칭가공을 2개소 실시하여 다음 공정에서 포밍가공을 할 수 있도록 하였다. 5공정에서는 피어싱, 노칭가공이 완료하고 난 후 제품의 진행방향의 왼쪽에서 하향포밍을 2개 실시하였다. 이때 포밍은 우선 재료가 변형되도록 포밍을 실시하였다. 6공정에서는 5공정에서의 포밍가공이 실패할 경우를 대비하여 아이들을 실시하였다. 7공정에서는 제품의 원형피어싱 2개를 캠피어싱으로 4개 실시하였다. 이때 원형 피어싱은 포밍전에 피어싱을 실시하게 되면 포밍가공을 하면서 원형 피어싱홀이 원하는 진원의 형상이 나오지 않기 때문에 포밍가공 완료 후에 제품의 측면에서 캠피어싱을 실시한 것이다. 8공정에서는 아이들 공정을 삽입하였다. 9공정에서는 가동식 스트리퍼로 소재의 상면을 누르며 형상

피어싱을 2개 실시하였다. 10공정에서는 소재를 스트립에서 떨어뜨리기 위하여 4각 노칭가공을 1개 실시하였다. 이렇게 해서 전체적인 스트립 레이아웃 설계를 완성하였다.

표 4. 브라켓 스트립 레이아웃 도 배열 순서

스테이지 번호	가공공정	가공 수	스테이지 번호	가공공정	가공 수
1	원형 피어싱	1	6	아이들	1
	노칭	2		파일럿	1
2	노칭	2	7	캠 피어싱	4
	파일럿	1		파일럿	1
3	아이들	1	8	형상 피어싱	1
	파일럿	1		파일럿	1
4	노칭	1	9	아이들	1
	파일럿	1		파일럿	1
5	포밍	2	10	파팅	1
	파일럿	1			

### 3.2 고찰

광폭에 내측 캐리어 달린 2열 2개 뽑기로 브라켓의 스트립 레이아웃을 설계하였다. 협폭 배열일 경우 재료이용률은 52.8%이고, 광폭 배열일 경우는 52.3 %, 각도배열인 30°에서는 50.8%, 45°일 때는 53.0%이다. 재료의 이용률은 각도배열일 때가 좋았으나 기존 보유하고 있는 프레스 장비와 주변장치, 프레스라인의 길이와 재료 이용률을 고려하여 광폭으로 스트립 레이아웃을 배열하기로 결정하였다. 브라켓의 피어싱, 노칭, 형상피어싱 등의 전단가공에서는 2D로 설계할 수 있으나 포밍가공을 하는 공정부터는 2D 설계로는 브라켓의 형상 예측과 포밍후 두께의 변화를 알 수가 없다. 최종 브라켓 형상으로부터 블랭크의 전개를 하기 위해서는 3D 프레스 금형 설계 자동화모듈의 박판성형해석이 필요하게 된다. 실제로 현업에서는 중요한 형상에 대한 박판성형해석을 하기 위해서는 전용의 유한요소해석프로그램을 이용하여 박판성형을 하고 있는 실정이다. 하나 금형설계자가 이 프로그램을 다루기가 어렵고 해석결과를 가지고 스트립 레이아웃설계에 적용하는 시간이 너무 오래 걸리는 게 현실이다. 앞으로 이러한 프로세스로는 단납기를 요구하는 무한경쟁의 시대에 적용하기가 어려울 것이라 사료된다. 그리하여 3D프레스 금형 자동화 모듈인 씨마트론 E 다이디자인과 같이 금형설계자가 스트립 레이아웃설계를 하면서 실시간으로 박판성형해석결과를 확인하고 이에 따른

조치를 하는 방안이 맞다고 사료된다. 프레스 금형 설계시 스트립 레이아웃의 배열에 따라 제품양산이 가능한지, 불가능지가 결정되어지는 것이다. 따라서 스트립 레이아웃을 기존과 같은 방식으로 2D로 설계해서는 어려움이 속출할 수밖에 없다.<sup>(2)</sup> 지금 세계 금형시장의 변화가 너무나 빠르게 진행되고 있다. 납기 단축을 요구하는 유저들의 요구사항을 수용하지 못하면 도태하고 마는 일들이 앞으로 비일 비재하게 발생할 것으로 사료된다. 그러므로 앞으로의 변화에 신속하게 대처하기위해서라도 3D CAD/CAM/CAE를 활용한 자동화 모듈로의 프레스 금형설계는 꼭 필요하다고 판단된다.<sup>(2)</sup>

#### 4. 결론

보텀 브라켓을 씨마트론 다이 디자인을 활용하여 3D로 제품도를 설계하고 스트립 레이아웃 도를 설계하므로써 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

- 1) 금형설계자가 프레스 금형설계시 중요부분인 스트립 레이아웃설계를 할 때에 성형안전지역과 인장두께에 대한 박판성형해석을 실시간으로 할 수 있어서 시간적으로 효율이 좋았다.
- 2) 프레스 금형설계를 할 때 모델링과 금형설계를 구분하여 작업하여 왔으나 자동화 모듈인 씨마트론 다이 디자인을 이용하여 3D모델링이 아닌 실제 3D금형설계를 할 수 있었다.
- 3) 블랭크 배열을 1열, 2열, 광폭, 협폭, 각도배열 등으로 다양하게 시도하여 재료의 이송방법과 하중의 고른 분포, 재료이용률 등을 고려해 광폭 2열 2개 뽑기 내측캐리어 달린 스트립레이아웃 설계를 하였다.
- 4) 차후에는 결정된 스트립 레이아웃설계를 바탕으로 3D로 금형 다이셋, 각종펀치, 다이부시 등의 부품을 설계하여 브라켓의 완벽한 3D 프로그래시브금형설계를 완성하고자 한다.

#### 참고문헌

- [1] (주)한국씨마트론, “자동차·전자분야 3D 프레스 설계”, 프레스기술 11월호, pp.51~55, 2007.
- [2] 최계광, “씨마트론 E다이 디자인을 활용한 스트립레이아웃 설계”, 한국금형공학회 동계학술대회 논문집, pp.17~24, 2007.
- [3] 최계광, 김세환, “Unigraphics NX4.0의 PDW를

활용한 픽업 프레임 스트립레이아웃 설계 연구”, 한국산학기술학회 추계학술발표논문집, pp.326~329, 2007.

- [4] 김세환, “프레스금형설계기준”, 한국금형정보센터, pp.71~96, 1992.
- [5] 최계광, “3D CAD/CAM을 활용한 다이플레이트의 설계 및 가공”, 한국산학기술학회, 제7권 제4호, pp.550~553, 2006.
- [6] Cimatron. Co., “Cimatron E Die Design Guide”