

Ez5의 스트립 레이아웃 설계에 관한 연구

김세환¹, 최계광^{1*}
¹공주대학교 기계자동차공학부

A Study on the Strip Layout Design of Ez5

Sei-Hwan Kim¹ and Kye-Kwang Choi^{1*}

¹School of Mechanical&Automotive Engineering, Kongju National Univ

요약 프로그레시브 노칭과 포밍금형에 있어서 박관성형해석에 의한 사전 분석은 제품을 양산하는데 꼭 거쳐야 하는 필수과정이다. 본 논문에서 연구한 Ez5는 일본 S 자동차의 미국 현지 공장에서 발주한 수출 금형을 가지고 스트립 레이아웃 설계에 관한 것을 연구한 것이다. 광폭 1열 1개 뽑기의 편측캐리어를 단 배열로 블랭크 레이아웃을 최적화하여 13개 공정으로 된 스트립 레이아웃설계를 완성하였다. 이런 형태의 금형수주는 앞으로 동시 다발적이고, 매우 빈번히 인터넷 공간상에서 발생할 것이며 금형에 대한 기술력을 갖춘 업체는 이러한 방식에 대응할 준비를 갖추어야 할 것이다.

Abstract For the progressive notching and forming die, analyzing beforehand according to the interpretation of thin plate molding for massive production is essential. In this study, we dealt with Ez5 particularly its strip layout design based on the exported die as ordered by Japanese S automobile company's local factory in the USA. We completed the strip layout design consisting of 13 processes by optimizing the blank layout with arrays of a single carrier with wide width drawn in 1 row. This type of die is expected to be ordered in bulk frequently and at the same time via the Internet; any company with die technology will be required to cope with such type of die.

Key Words : Strip layout Design, Single carrier, Progressive die

1. 서론

Ez5는 일본 S 자동차 회사의 미국 현지 공장에서 발주를 하였고 국내의 D사에서 수주하여 수출한 금형으로 생산하는 자동차 부품이다. 글로벌(global) 경제 위기 속에서 한일 간 부품소재기업간의 경쟁과 협력이 한층 강화되고 있다. 두 나라간 역량이 겹치는 부분에서는 경쟁하고 두 나라간 역량이 차이가 나는 부분에서는 협력하고자 하는 다양한 경로의 접촉을 하고 있는 것이 사실이다. 자동차 부품제작용 금형 수주도 인터넷을 이용하여 자유경쟁을 통해 이루어지고 있다.

Ez5도 S 자동차 미국현지공장서 발주한 것을 한국 달러가 견적에 참여하여 낙찰을 받고 이를 국내의 자동차 금형 전문업체인 경기도 시흥시에 소재하고 있는 G사에 제작을 의뢰한 것이다. 이런 형태의 금형수주는 앞

로 자주 발생할 것이며 금형에 대한 기술력을 갖춘 업체는 이러한 방식에 대응할 준비를 갖추어야 할 것이다. G사에서는 기존의 AutoCad로 프레스 금형설계를 하다 보니 블랭크의 전개 및 스트립 레이아웃 설계에 상당한 어려움을 겪게 되었고 이를 해소할 수 있는 방안을 모색하다 Cimatron E를 접하게 되었고 이를 바탕으로 3D로 스트립 레이아웃(strip layout) 설계를 한 것이다. 본 논문에서는 Ez5를 스트립 레이아웃 설계에 관한 것을 연구한 것이다[7].

2. 연구방법

2.1 Ez5의 제품도

Ez5의 자세한 사양은 표 1에 나타내었고, 3D로 모델

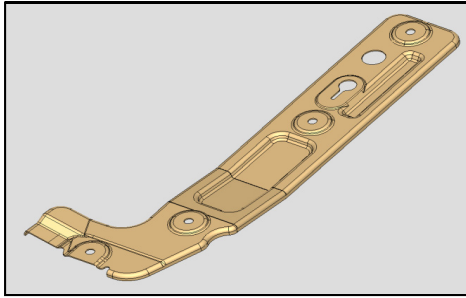
*교신저자 : 최계광(ckkwang@kongju.ac.kr)

접수일 11년 01월 20일

수정일 11년 02월 09일

게재확정일 11년 02월 10일

링(modelling) 컷을 그림 1에 나타내었다.



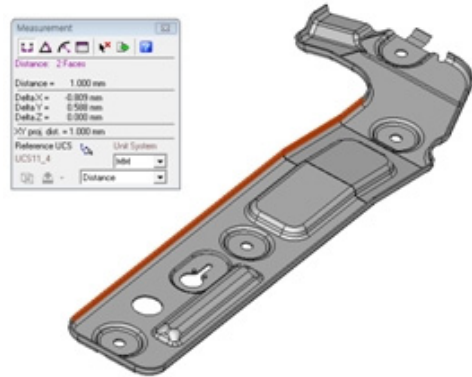
[그림 1] Ez5의 3D로 모델링한 데이터

[표 1] Ez5의 주요사항

프로젝트 제품명		Ez5
		일본 S사 자동차부품
		미국현지 공장 수출급형
제품외곽 사이즈	가로	119.337 mm
	세로	332.323 mm
	높이	22.145 mm
재질	GAC270C-Z(알루미늄 코팅 재질)	
제품 두께 (t)	1 mm	



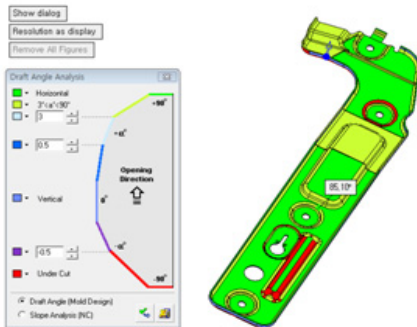
[그림 3] 포밍후의 코너 반경 분석



[그림 4] 전주 제품두께 측정

2.2 사전제품 분석

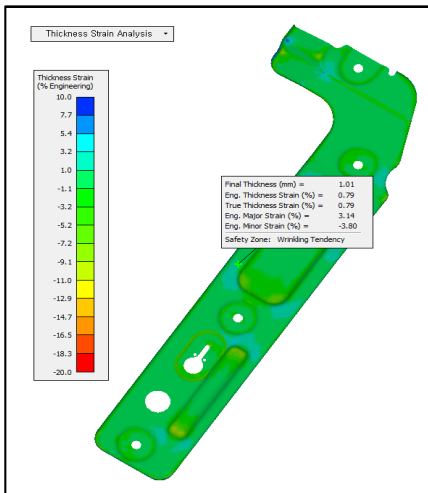
Ez5의 공정 설계시 사전 제품 형상에 대한 충분한 분석 및 검토를 위해 비드(bead)부의 구배각을 분석하여 공정 기준위치를 기준이 되는 각도범위에 따라 색상으로 표시한 컷을 그림 2와 같이 나타내었다. Ez5 전주에 걸쳐 있는 포밍(forming)후의 코너(corner)반경을 코너값에 따라 색상으로 구분하여 분석한 컷을 그림 3과 같이 나타내었다. Ez5의 각 부분에 걸쳐 제품 두께를 그림 4와 같이 측정하여 제품 전개에 참고하였다.



[그림 2] 비드부 구배각 분석

2.3 유한요소 해석기반 파트 전개

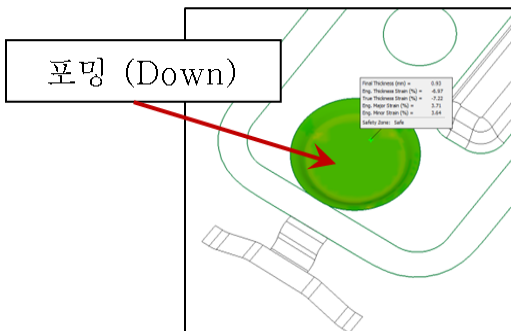
Ez5를 FEM방식에 의한 전체 혹은 부분 제품에 대한 박판성형해석을 수행하였다. 전체 형상에 대한 전개를 위해 로컬 블랭크, 블랭크 온 바인더, 언밴드 기능을 이용하여 최종 블랭크 형상을 만들었고 이를 바탕으로 전체 박판성형해석을 한 컷을 그림 5와 그림 6에 나타내었다 [6,7]. 박판성형해석 결과 두께의 변화 정도가 심하지 않았으며, 주름이 발생하는 부분이 산발적으로 예상되어 제품 안쪽의 비드, 포밍, 굽힘 부를 그대로 유지한 채로 중간 공정단계에서 그림 7, 8과 같이 부분적으로 형상에 대한 전개를 수행하였다. 제품 성형시 문제발생 여부 분석을 통해 개선 방안을 검토 하고 제품 파트(part) 형상을 변경을 하였다.



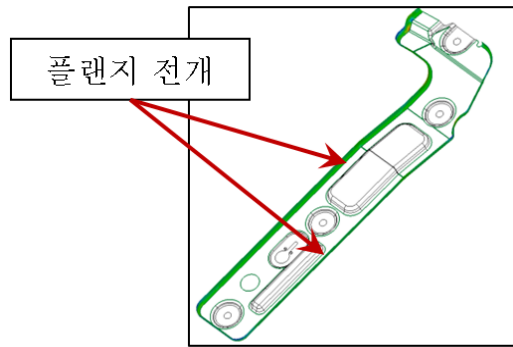
[그림 5] 인장 두께분석



[그림 6] 안전 성형 지역분석



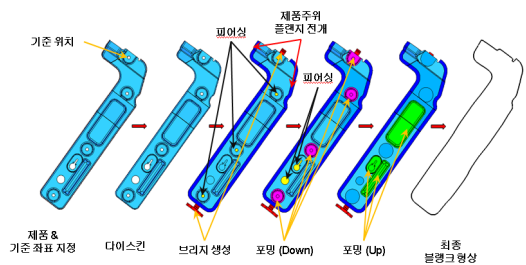
[그림 7] 부분 전개 1



[그림 8] 부분 전개 2

2.4 E 다이디자인의 공정설계

Ez5의 스트립 레이아웃 설계에 필요한 중간 공정 형상을 모델링(modelling)을 하였다. 맨 처음 제품의 기준위치를 설정하기 위하여 기준 좌표를 지정하였다. 이를 바탕으로 제품의 상측 혹은 하측 한쪽 면을 정해서 전개하고 두께가 없는 서페이스(surface)로 만들었다. 스트립이 빨리 들어가는 것을 감안하여 제품과 스트립 사이에 브릿지(bridge)를 3D로 생성하였다. 다음에는 로컬 블랭크(local blank), 블랭크 온 바인더(blank on binder) 기능을 이용하여 제품 외곽과 안쪽의 플랜(plan), 포밍 형상 부분을 전개하였다[6,7]. 이 상태에서 최종 블랭크 형상을 전개한 것을 그림 9에 나타내었다.



[그림 9] 공정설계

2.5 네스팅 분석

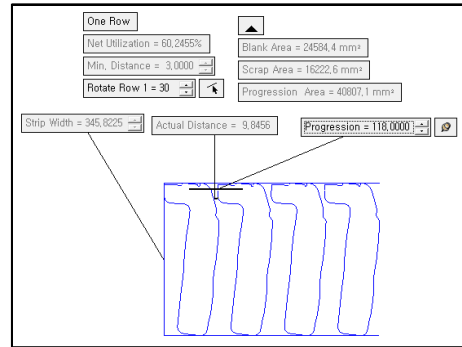
재료의 효율적 활용을 위하여 네스팅(nesting) 분석을 하였다. 제품 형태로 인한 배열 선택이 다소 제한적이므로 광폭 1열로 네스팅 배열을 결정하였다.

각도(Rotate Row)에 따라 0, 30, 45, 60에 따른 재료 효율에 대하여 분석을 표 2와 같이 시도하였다. 시도한 결과 각도가 커질수록 재료 효율이 떨어짐을 알게 되었다. 금형제작의 편리성과 재료의 효율성을 고려한 최적의 배열 각도는 0도 였다. 앞잔폭, 뒤잔폭, 이송잔폭에 따라 재료이용률에 영향을 주었다[1,2,6,7]. 그림 10~13에 각도배

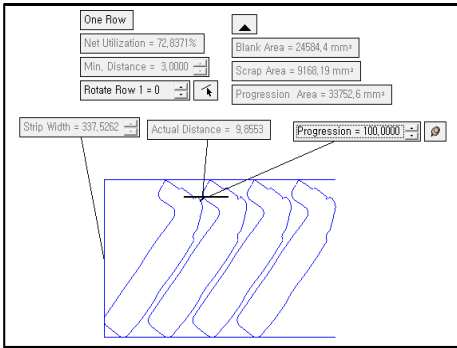
열에 따른 것을 나타내었다.

[표 2] 각도배열에 따른 재료이용률 비교

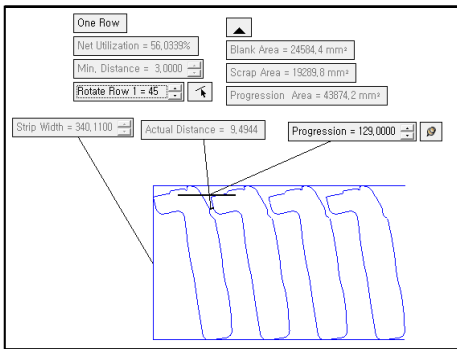
이용률 종류	각도 배열			
	0°	30°	45°	60°
1열 배열 네스팅	71.8%	60.2%	56.0%	51.4%
1열 배열 스트립	65.4%	54.2%	50.4%	46.0%



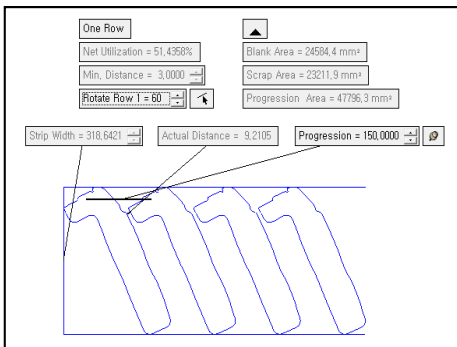
[그림 13] 광폭 1열 60°배열



[그림 10] 광폭 1열 0°배열



[그림 11] 광폭 1열 30°배열



[그림 12] 광폭 1열 45°배열

3. 스트립 레이아웃 설계 및 고찰

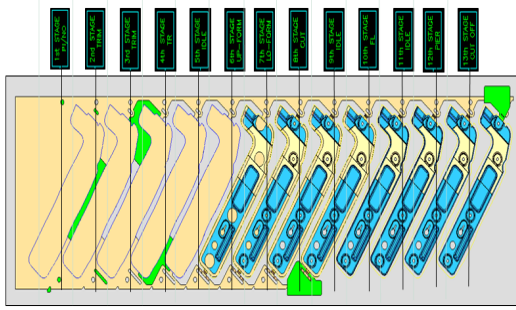
3.1 스트립 레이아웃 설계

네스팅 분석에 따른 재료이용율을 바탕으로 스트립 레이아웃을 13공정으로 표 3과 같이 배열하여 설계하였다.

1 공정부터 4 공정까지는 피어싱(piercing), 노칭(notching) 등의 전단가공을 수행하였고 5 공정에서는 아이들 공정을 수행하였다. 6 공정에서 7 공정까지는 상향, 하향 포밍을 수행하였다. 8 공정에서는 스트립 앞쪽의 제품을 지지하는 캐리어(carrier)부를 노칭가공하였다. 9 공정에서는 아이들(idle) 공정을 수행하였고 10 공정에서는 전주에 걸쳐서 플랜지(flange) 가공을 수행하였다. 12 공정에서는 상향 및 하향 포밍부의 피어싱을 수행하였고, 13 공정에서는 간접파일럿부인 캐리어부를 노칭하여 스트립을 완성하였다. 그림 14에서는 최종 스트립 완성도를 나타내었다[3-5].

[표 3] Ez5의 스트립 레이아웃 도 배열 순서

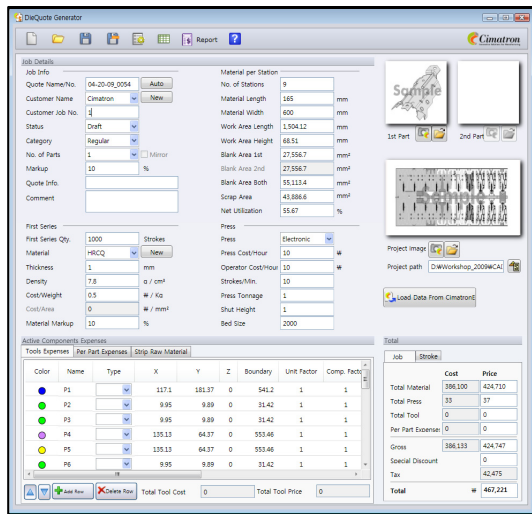
스테이지 번호	가공공정	스테이지 번호	가공공정
1	원형 피어싱	8	컷팅
	노칭		파일럿
2	노칭	9	아이들
	파일럿		
3	노칭	10	플래트닝
	파일럿		파일럿
4	노칭	11	아이들
	파일럿		
5	아이들	12	피어싱
			파일럿
6	포밍	13	컷팅
	파일럿		
7	포밍		
	파일럿		



[그림 14] 완성한 스트립 레이아웃 설계

3.2 금형견적과 형상수정에 관한 고찰

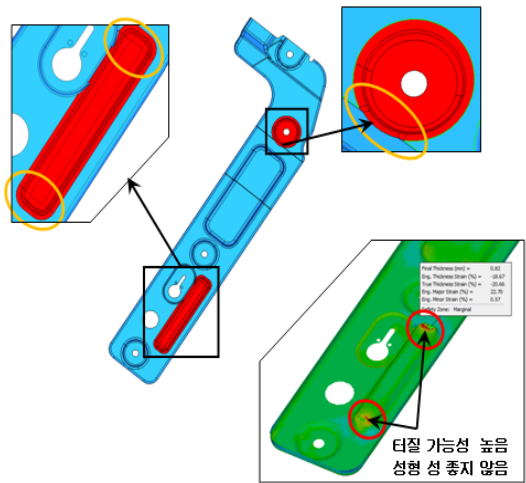
스트립 레이아웃 설계를 완성하고 이를 Cimatron E 4 이디자인의 그림 15의 설계견적 모듈을 이용하여 금형견적 산출에 활용하였다. 이를 사용하므로써 신속하고 정확한 데이터(data)를 입력할 수 있었고 프레스 작업 비용 산출, 자동가공 비용 산출, 재료비용 산출에 활용하므로써 대외 금형수주에 많은 도움을 받았다.



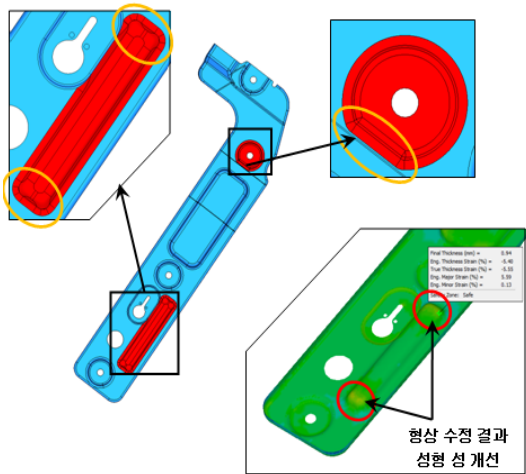
[그림 15] 금형견적 데이터 분석

설계를 변경하고 적용한 것을 살펴보도록 하자. 성형시 제품 터짐이 발생할 가능성을 분석하고 제품 형상안의 포밍 형상의 네 코너(coner)를 수정하였다. 이를 그림 16, 17에 나타내었다. 수정 전의 코너를 분석한 결과 기준 두께 보다 22.6% 이하로 두께가 감소하여 균열이 발생할 가능성이 보이고 성형성이 좋지 않게 보여서 코너 형상을 완만하게 수정하였다. 그 결과 두께의 감소율이 5.6%로 감소되었으며, 제품이 문제없이 안전하게 성형할 수 있도록 하였다. 또한 제품의 모델링형상 중에 하향포

밍 형상 중에 1개 형상이 굽힘라인과 일부 겹치게 되어 원하는 각도로 굽힘이 되지 않을 소지를 발견하여 형상의 일부를 직선으로 3D모델링을 하여 원하는 각도로 굽힘이 가능하도록 형상을 수정하였다. 이와 같이 포밍 형상의 네 코너 수정과 포밍형상의 일부를 수정함으로써 부품의 기능상의 문제점이 발생하지 않고 다른 부품과의 간섭에서 이상이 없음을 금형제작을 의뢰한 회사와의 협의에 따라 결정하여 수정하였다. 이러한 과정을 거치므로써 실제 금형을 제작할 때 금형의 트라이얼(trial) 횟수를 줄일 수 있을 것이라 사료된다.



[그림 16] 형상 수정전 형상



[그림 17] 형상 수정후 형상

4. 결론

Ez5를 스트립 레이아웃 배열을 하므로서 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

- 1) 다양한 블랭크 배열을 시도하여 1열에 편측 캐리어 달린 광폭 배열로 결정하여 스트립 레이아웃을 하였다.
- 2) 수정 전에 기준두께보다 22.6%이하로 감소균열이 있는 부분을 5.6%이하로 수정하여 안전하게 성형할 수 있도록 하였다.
- 3) Cimatron E 다이디자인의 설계견적 모듈을 이용하여 금형견적 산출에 사용하므로서 신속하고 정확한 데이터를 입력할 수 있었고 프레스 작업 비용 산출, 자동가공 비용 산출, 재료비용 산출에 활용하였다.

참고문헌

- [1] 최계광, 이동천, “씨마트론 다이 디자인을 활용한 브라켓의 스트립 레이아웃설계에 관한 연구”, 한국산학기술학회 논문지, 제 9권 5호, pp.1113~1118, 2008.
- [2] 최계광, 김광희, 이동천, “자동화 모듈을 활용한 브라켓의 3D설계에 관한 연구”, 한국산학기술학회 논문지, 제 10권 제6호, pp.1164~1169, 2009.
- [3] 김세환, “도해 프레스 금형설계 데이터북”, 대광서림, pp.1-4~1-84, 2006.
- [4] 김세환, “프레스금형설계기준”, 한국금형정보센터, pp.48~ 122, 1992.
- [5] 김세환, 안종민, “프로그레시브 금형설계기술”,기전 연구사, pp.101~145, 1995.
- [6] Cimatron. Co., “Cimatron E Die Design Guide”.
- [7] 최계광, 이동천, “Ez5의 스트립 레이아웃 설계에 관한 연구”, 2009년 한국산학기술학회 춘계 학술발표논문집, pp.252~254, 2009.

김 세 환(Sei-Hwan Kim)

[종신회원]



- 1971년 2월 : 수도공과대학 기계공학과 (공학사)
- 1986년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학박사)
- 1979년 2월 : (주) 삼아 공장장
- 1982년 3월 : 천안공업대학 금형설계과 교수
- 2011년 2월 : 공주대학교 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

프레스 금형, 단조가공, 금형열처리

최 계 광(Kye-Kwang Choi)

[종신회원]



- 1993년 2월 : 부산공업대학교 금형공학과 (공학사)
- 1995년 8월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학박사)
- 2005년 8월 : (주) 현대배관 기술부장
- 2011년 2월 : 공주대학교 기계자동차공학부 조교수

<관심분야>

3차원 금형설계, 와이어 컷 방전가공