

대형 PDP TV 후방 판넬 금형 개발

안동규*, 김진석⁺, 한길영⁺⁺

(논문접수일 2006. 8. 18, 심사완료일 2006. 11. 16)

Development of Back Panel Dies for the Large Size PDP TV

Dong-Gyu Ahn*, Jin-Suck Kim⁺, Gil-Young Han⁺⁺

Abstract

The objective of this research works is to develop back panel dies of PDP TV with a large size. In order to design the geometry of the dies and an initial size of blank optimally, the finite element analysis has been carried out using AUTOFORM V4.2. The conner radius of the upper trimming area and the distance from the outer line of the blank holder to the outer line of the blank have been selected as design parameters to remove the wrinkling of the trimming area. The results of the analyses have been shown that a feasible product without wrinkles and skid lines can be obtained when the conner radius ranges from 6mm to 8mm and the distance lines in the range of 40-60mm. From the proposed design of the dies and an initial blank size, the final die set of the back panel has been successfully manufactured.

Key Words : Back panel dies of PDP TV(PDP TV 후방 판넬 금형), Finite element analysis(유한요소해석), Design of dies(금형 설계), Design of an initial blank size(초기 블랭크 설계)

1. 서론

전통적으로 금형과 금형 성형품에 대한 개발 및 시작품 제작과정은 많은 시행 착오를 거치기 때문에 장기간의 납기와 이에 따른 많은 개발 비용의 증가가 요구되고 있다. 이러한 금형 산업의 현안 문제를 해결하는 대안 중 하나로

CAD/CAM/CAE 기반의 동시공학적 설계/생산방식을 들 수 있다. 특히, 박판성형해석 기법은 자동차 박판 프레스 금형, 전자 제품 박판 프레스 금형, 항공기 외판 프레스 금형 및 고정밀/고부가가치정밀 박판 제품 성형용 금형 개발에 폭넓게 활용되고 있다⁽¹⁻³⁾.

박판 성형 해석을 통한 프레스 금형 성형 제품의 제작성

* 조선대학교 기계공학과 (smart@mail.chosun.ac.kr)
주소: 501-743 광주광역시 동구 서석동 375번지

+ 조선대 일반대학원 기계공학과

++ 조선대 기계공학과

과 정밀도를 최적으로 하는 공정변수 조건 도출에 관한 연구는 소성가공관련 분야에서 많은 연구를 수행하여 왔다⁽⁴⁻⁶⁾. 그러나, 박판 성형 제품의 경우 금형 형상, 성형조건, 성형재료 및 마찰조건 등에 따라 제품의 특성이 모두 달라지는 주문적응형 특성이 강하여 각 성형 제품에 적합한 새로운 금형 개발이 필수적이다⁽⁷⁾.

박판성형 제품의 제작성에 영향을 미치는 주요 제품 불량은 표면 주름(Wrinkling), 표면 파단, 스프링 백 및 표면 결함 등이 있다. 특히, 박판 성형 제품의 1단계 제작 단계인 성형 공정에서 발생하는 제품 불량은 표면 주름과 표면파단 및 표면 미끄러짐 흔적(Skid line) 발생 등이다. 표면 주름의 경우 주름 발생부의 형상 외곡뿐만 아니라 인근 부분의 미성형 발생 및 금형의 마모를 가속화 시키는 주요 원인이 된다⁽⁸⁾. 또한, 표면 미끄러짐 흔적의 경우 도장을 하지 않는 갈라 강판과 같은 재료에서는 제품불량의 주요원인이 된다.

전자제품용 박판 성형 제품의 경우 금형 형상의 매우 복잡하고, 2mm 이하의 곡률을 가진 곡률이 매우 작은 형상들을 많이 보유하고 있어 프레스 금형을 이용한 박판 성형시 제품에 표면 주름과 표면 파단 및 표면 미끄러짐 흔적 같은 불량이 많이 발생할 수 있다.

박판 초기 블랭크 크기의 경우 제작사의 원소재 사용량 절감과 제품의 특징에 중요한 영향을 미치기 때문에 성형공정의 최적화를 위하여 많은 연구가 수행되고 있다^(9,10).

본 연구에서는 P 사의 42 인치 PDP TV 후방 판넬용 프레스 금형의 설계조건과 초기 블랭크 조건을 변화 시키면서 비선형 탄소성 박판성형공정 해석을 수행하여 표면 주름 및 표면 미끄러짐이 발생하지 않는 금형 설계 조건과 초기 블랭크 크기를 도출하였다. 또한, 최적 금형 형상과 초기 블랭크 크기에 대한 실제 제품 성형에 필요한 성형하중을 산출하였다. 성형 해석에서 도출된 최적 금형 설계 조건으로 프레스 금형을 제작하고 최적 블랭크 크기로 초기 박판재 시편을 제작한 후, 취득된 성형하중에 적합한 프레스에서 제품 성형 실험을 수행하여 제품 제작성 및 금형과 초기 블랭크 설계 결과의 신뢰성을 검증하였다.

2. 금형 개발의 특징 및 제품 결함

본 연구 대상 금형인 P사의 42 인치 PDP TV 후방 판넬 제작 공정은 전체적인 판넬 형상 생성하는 성형 공정과 성형 후 절단과 천공을 포함하는 재료 제거 공정의 두가지 공정으로 구성된다. 본 연구의 주요 대상 공정인 성형공정에 대한 금형 형상은 Fig. 1과 같다. 금형의 크기는 1,410mm × 1,025mm × 145mm 이다.

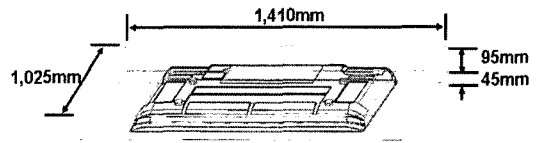


Fig. 1 Three dimensional model of back panel die

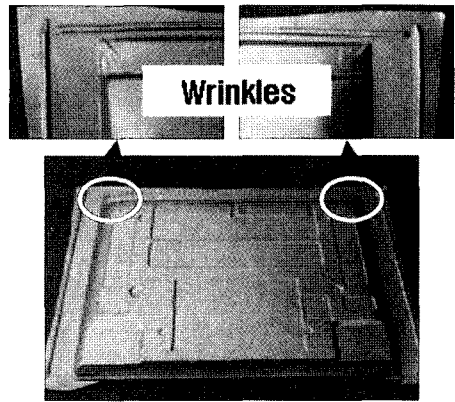


Fig. 2 Defects of products and the location of the occurrence for the defects

본 대상 금형의 개발사인 (주) 주영하이텍에서 초기 금형 형상에 의한 초기 시험생산(Try-out) 시 Fig. 2와 같이 성형후 절단부와 제품부 경계부분에 표면 주름이 많이 발생하였다. 또한, 이 표면 주름으로 인하여 제품의 여러 곳에 미성형이 발생하였다. 이 현상은 금형의 비드 위치 및 크기에 관계없이 나타났으며, 전체 제품 성형 초기부터 발생하였다. 본 제품 성형에 사용되는 재료는 탄소강에 표면 도색을 수행한 갈라 강판이며, 마찰조건 향상을 위한 표면 비닐 부착 후 성형이 불가능하여 제품의 표면에 미끄러짐 흔적이 발생하지 않아야 만 했다.

본 대상 금형의 경우 PDP TV 후방 판넬 형상을 나타내는 코어 형상부는 원 제작사인 P사에 의하여 형상 변경이 불가능하였으며, 금형 형상중 형상 변경이 가능한 곳은 실제 성형후 절단해 내는 절단부 가장자리 모서리등 절단부의 일부 특징 형상들이었다. 또한, 원 제작사의 요구 사항중 하나가 최종 금형 형상에 대한 초기 블랭크 크기의 결정이었다.

3. 성형 해석 및 금형 최적 설계 방법

3.1 금형 표면 데이터 및 유한요소 격자생성

본 연구의 대상 금형인 PDP TV 후방 판넬 금형의 박판

성형 공정에 대한 유한요소해석을 위해서는 금형의 다이부, 블랭크 홀더부 및 펀치부의 금형면 모델링 데이터와 비드에 위치에 대한 선(Line) 데이터 및 형상 데이터가 소요된다.

본 연구에서는 대상 금형의 다이부 솔리드 모델링으로부터 표면 모델링 데이터를 추출하기 위하여 IGES 파일 변환 기능을 활용하였다. Fig. 3과 같이 IGES 데이터로 변환된 금형 데이터에서 블록 생성요소인 수직면과 바닥면 표면 데이터를 제거한 후, 표면 데이터의 심한 곡률 발생부에 대한 데이터 손실을 수정하여 최종 다이부 표면 데이터를 생성하였다.

비드(Bead)는 Fig. 3과 같은 위치에 선 데이터로 생성하였으며, 비드 형상은 깊이 7mm와 반지름 5mm를 가지는 원형으로 결정하였다.

본 연구에서 유한요소격자생성은 AUTOFORM V4.2의

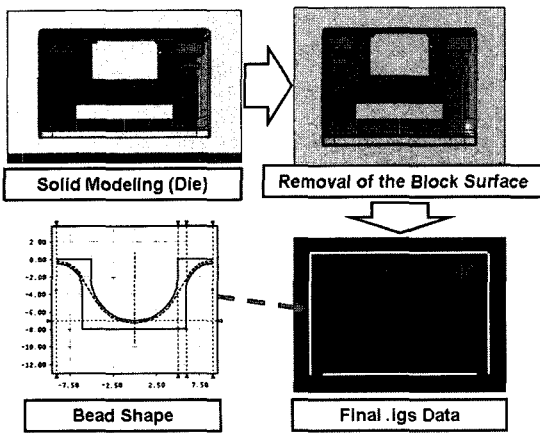


Fig. 3 Procedure of the surface model generation for die

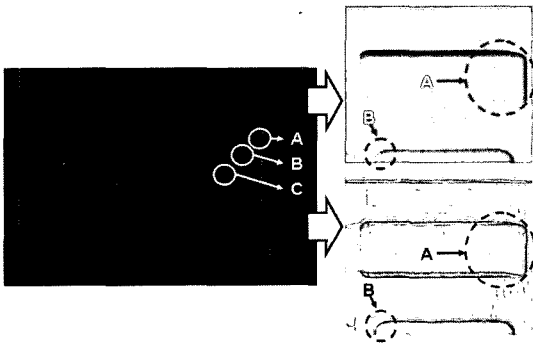


Fig. 4 Meshes of die

전처리기를 사용하였다.

본 연구에서 사용된 PDP TV 후방 패널 금형의 다이부에서는 Fig. 4의 A, B 및 C 위치에서 곡률 반경이 2mm 이하로 매우 급격한 곡률변화가 발생하여 유한요소 격자생성시 격자가 생성되지 않거나, 격자가 뒤뜰어 지는 현상이 발생하였다. 이 현상을 극복하고 이부 유한요소격자의 형상 적응도를 높이기 위하여 절점 최대 허용 침투깊이 0.1mm, 및 최소 요소 사이각 15°로 옵션을 조절하여 Fig. 4와 같은 다이부 최종 유한요소격자를 생성하였다. 비드부 유한요소 격자는 AUTOFORM V4.2의 전처리기에서 생성하여 다이부 유한요소 격자에 함께 생성되도록 하여, 다이부 최종 유한요소 격자를 완성하였다. 그후, 생성된 다이부 유한요소격자를 아랫방향으로 읍셋하여 블랭크홀더와 펀치부 유한요소격자 생성하였다. 다이부, 블랭크 홀더부 및 펀치부는 모두 강체로 가정하였다.

성형용 박판재의 초기 블랭크 형상은 사각형 블랭크를 사용하였다. 박판재의 유한요소격자는 3 절점 굽힘 에너지가 포함된 박막(Bending energy augmented membrane : BEAM) 요소를 사용하였다.

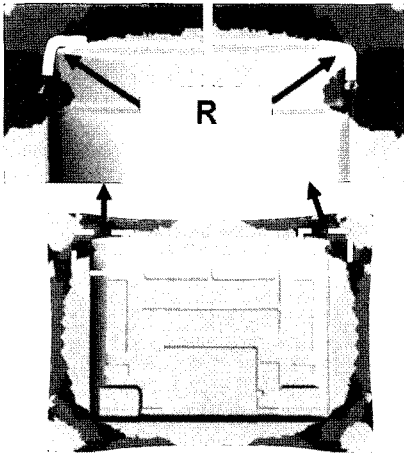
3.2 금형 성형 해석 및 최적 설계 방법

본 연구 대상 금형의 금형 설계를 위한 금형 및 초기 블랭크 설계 변수는 Fig. 5와 같이 제품 성형후 절단해 내는 절단부 가장자리 모서리 반경(R)과 초기 블랭크의 외곽선과 블랭크 홀더의 최 외곽선 사이 거리(D)를 선정하였다. 해석에 사용된 절단부 가장자리 모서리 반경과 초기 블랭크의 외곽선과 블랭크 홀더의 최 외곽선 사이 거리, 성형 해석에 사용된 재료의 두께(T), 블랭크 홀딩 압력(P) 및 마찰계수(μ)는 Table 1과 같다.

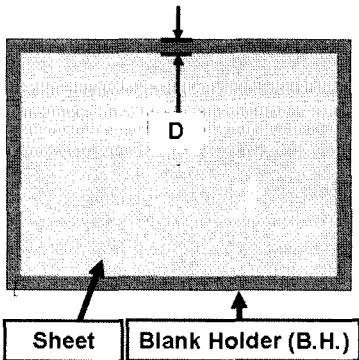
성형용 판재의 기계적 물성은 식 (1) 및 Table 2와 같다. 항복식은 Hill의 1948년 식을 사용하였다. Table 2의 σ_0 , σ_{45} , σ_{90} 은 각각 압연방향, 압연방향에 대한 45° 방향 및 압연방향에 수직인 방향에 대한 이방성 계수(Anisotropic coefficient) 이다.

$$\bar{\sigma} \text{ (MPa)} = 421\bar{\epsilon}^{0.17} \quad (1)$$

박판 성형해석은 AUTOFORM V4.2⁽¹¹⁻¹²⁾를 사용하였다. 결과 분석에서는 성형품 중 절단 후 제품으로 사용될 부분의 주름 발생 여부와 절단 후 제품의 외곽으로부터 바깥쪽으로 5mm 이내에 표면 미끄러짐 흔적의 발생 여부를 중점적으로 고찰하였다. 이 고찰 결과를 이용하여 금형 설계 조건을 도출하였다.



(a) Definition of conner radius of the trimming area (R)



(b) Definition of the distance from the outer line of the blank holder to the outer line of the blank (D)

Fig. 5 Definition of design parameters of the die and an initial blank size

Table 1 Analysis conditions

R(mm)	D(mm)	T(mm)	P(KN)	μ
3, 6, 8, 10	5, 20, 40, 60	0.5	1,000	0.12

Table 2 Material properties

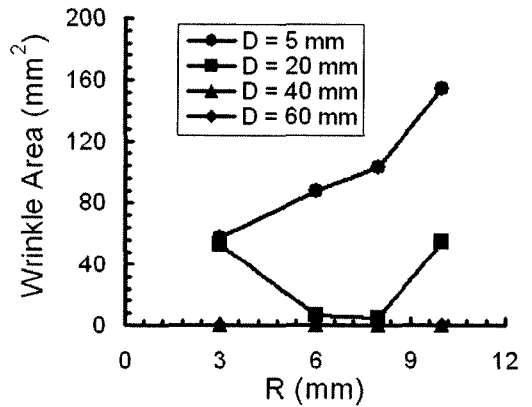
Young's modulus (GPa)	Poisson's ratio	r_0	r_{45}	r_{90}
210	0.3	2.82	1.84	2.72

4. 해석 결과 및 고찰

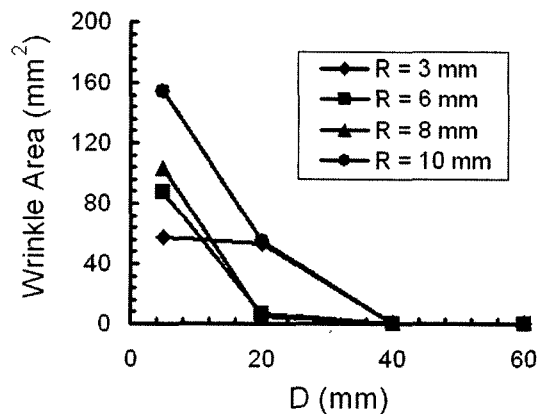
Fig. 6, 7, 8 및 9는 대형 PDP TV 후방 패널용 프레스 금형에 유한요소해석결과이다.

Fig. 6 및 7과 같이 초기 블랭크의 외곽선과 블랭크 홀더의 최 외곽선 사이 거리가 5mm인 경우는 모서리 반경이 증가할수록 성형품 상부 경계 부분의 표면 주름 발생영역이 현저히 증가하는 현상이 나타났다.

초기 블랭크의 외곽선과 블랭크 홀더의 최 외곽선 사이 거



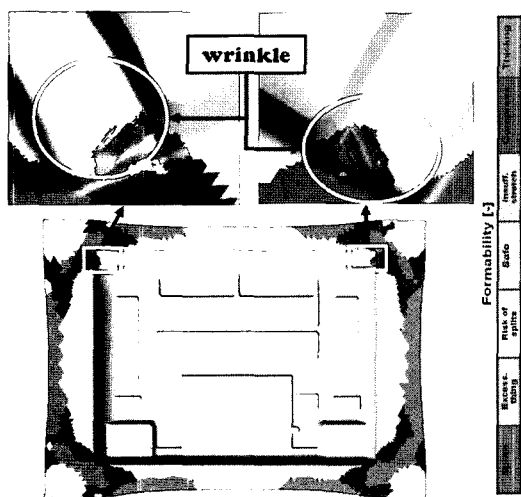
(a) Influence of the conner radius of the trimming area on wrinkle area (R)



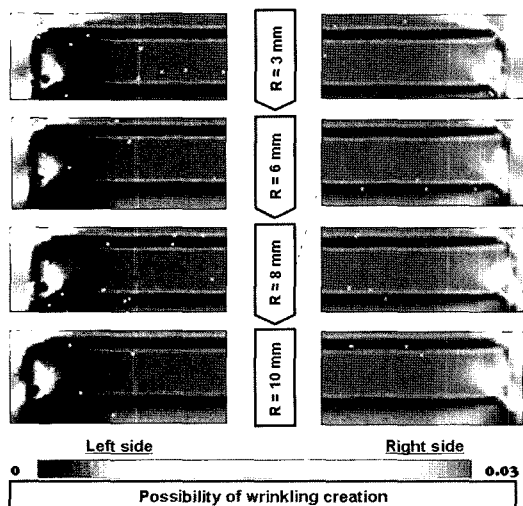
(b) Influence of the distance from the outer line of the blank holder to the outer line of the blank on wrinkle area (D)

Fig. 6 Influence of design parameters on the wrinkle area

리가 20mm 인 경우는 Fig. 6 및 8과 같이 절단부 가장자리 모서리 반경이 증가할수록 성형품 상부 경계부분의 표면 주름 발생영역이 감소하다가 10mm에서 다시 증가하는 현상이 나타났다. 그리고 절단부 가장자리 모서리 반경이 6mm에서 8mm 사이에 존재할 때, 성형품 상부 경계 부근의 표면 주름 발생 면적이 7.0mm^2 이하로 표면 주름이 거의 발생하지 않음을 알 수 있었다.



(a) Deformed shape(R = 6mm)



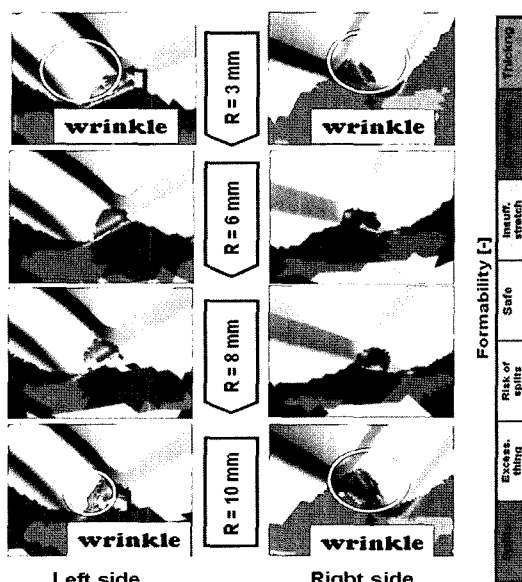
(b) Possibility of wrinkling creation

Fig. 7 Deformed shape, formability and possibility of wrinkling creation(D = 5mm)

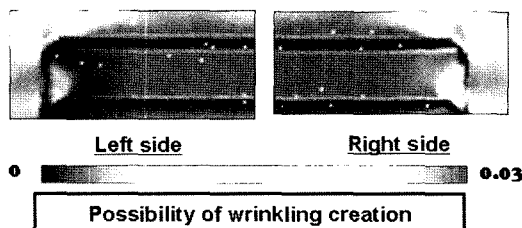
Fig. 6 및 9와 같이 초기 블랭크의 외곽선과 블랭크 홀더의 최 외곽선 사이 거리가 40mm 이하 인 경우 절단부 가장자리 모서리 반경이 3mm에서 10mm 사이일 경우 성형품 상부 경계 부분에 표면 주름이 거의 발생하지 않을 뿐만 아니라, 압축 발생 영역 또한 최소화 되는 것을 알 수 있었다.

이결과로부터 본 연구 대상 금형의 경우 금형 설계조건으로 절단부 가장자리 모서리 반경이 6-8mm 사이에 존재하고, 초기 블랭크의 외곽선과 블랭크 홀더의 최 외곽선 사이 거리가 40-60mm 사이에 있을 경우 최종 제품에 표면 주름이 발생하지 않음을 알 수 있었다.

이결과를 바탕으로 본 연구 대상 금형의 제작을 위한 가장 바람직한 금형 설계조건과 초기 블랭크 크기를 절단부 가장



(a) Deformed shape and formability



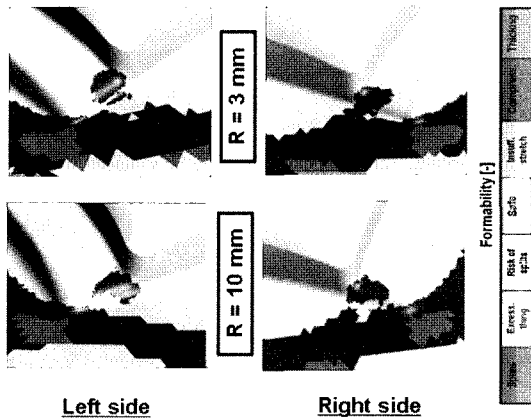
(b) Possibility of wrinkling creation(R = 6mm)

Fig. 8 Deformed shape, formability and possibility of wrinkling creation(D = 20mm)

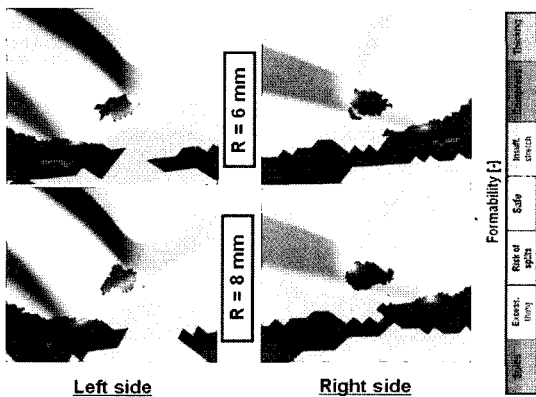
자리 모서리 반경이 7mm 이고, 재료초기 블랭크의 외곽선과 블랭크 홀더의 최 외곽선 사이 거리가 60mm로 결정하여 최종해석을 수행하였다. 이 재료 초기 블랭크 크기는 초기 블랭크가 비드선을 침범하지 않는 최소 크기여서 원자재의 소비율을 최소화 할 수 있었다. 최종적인 금형과 초기 블랭크 형상에 대한 해석에서는 성형해석과 최종 제품을 제작하기 위한 성형후 외곽 부위 절단 해석을 수행하였다.

Fig. 10은 최적 설계된 금형 형상과 초기 블랭크 크기에 대한 성형 해석 결과이다. Fig. 10 (a)에서와 같이 성형품 상부 경계 부근의 표면 주름이 발생하지 않았으며, 압축 면적도 769.1mm²으로 매우 작게 발생하였다. Fig. 10 (b)와 같이 같이 최종 제품의 코어부 외곽선으로부터 바깥쪽으로

상부 21mm, 좌우 36mm의 위치에 표면 미끄러짐 흔적의 최선단이 존재하여 표면 미끄러짐 흔적이 제품의 코어부에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. Fig. 10 (c)는 성형해석

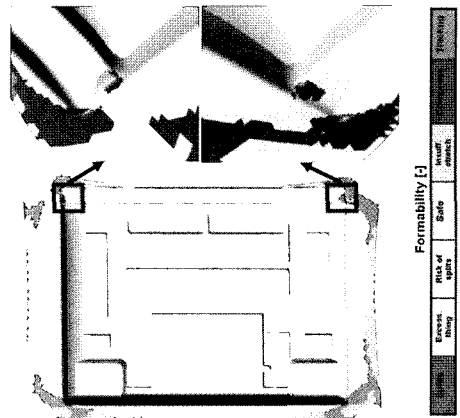


(a) Deformed shape and formability(D = 40mm)

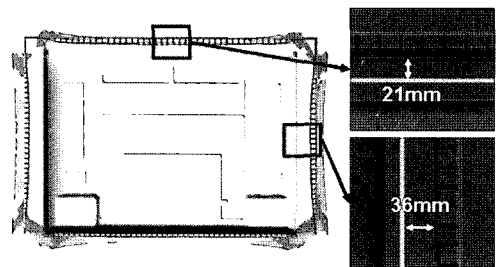


(b) Deformed shape and formability(D = 60mm)

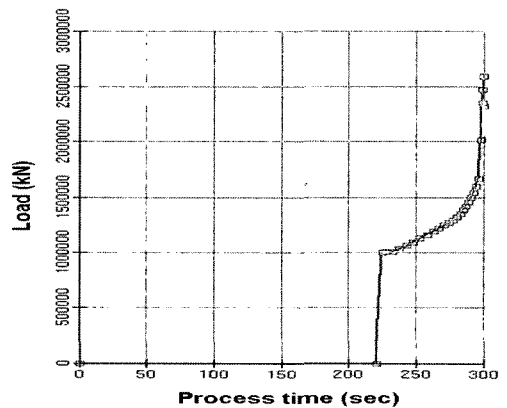
Fig. 9 Deformed shape and formability(D = 40mm and 60mm)



(a) Deformation shape and formability



(b) Formation of skid line



(c) Forming load

Fig. 10 Results of analysis(D = 60mm, R = 7mm)

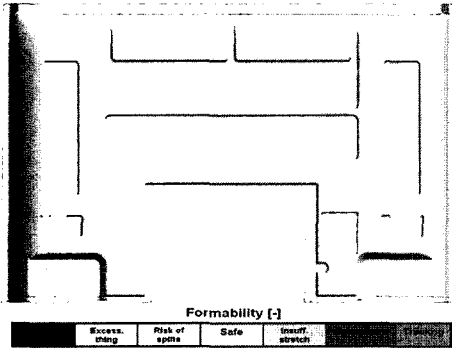


Fig. 11 Deformed shape and formability of the trimmed part with an optimum blank size and die shape

결과 취득된 성형 시간에 따른 성형하중의 변화이다. 성형 해석 결과 최대 265ton의 성형하중이 요구됨을 알 수 있었다.

본 연구에서 제안된 금형 및 초기 블랭크 설계 조건에 대하여 해석후 성형품에 발생하는 표면 미끄러짐 흔적의 제품 내 침투 가능성에 대하여 고찰하였다. 고찰결과 Fig. 10과 같이 제안된 금형 및 초기 블랭크 설계 조건에서는 최종 제품의 코어부 외곽선으로부터 바깥쪽으로 5mm 이내에 표면 미끄러짐 흔적이 발생하지 않음을 확인할 수 있었다.

Fig. 11는 최적 금형 형상과 초기 블랭크 크기에 대한 성형 후 외곽 형상을 제거한 실제 제품 형상에 대한 해석 결과이다. 이 결과로부터 본 금형 설계 및 초기 블랭크 조건으로 프레스 성형을 수행하는 경우 실제 제품에 표면 주름, 표면 미끄러짐 흔적 및 표면 주름 발생 부위로 인한 제품 미성형이 발생하지 않음을 알 수 있었다.

5. 금형 제작 및 해석 결과 검증

성형해석 결과의 검증을 위하여 성형 해석 결과 제안된 금형 설계 조건중 가장 바람직한 설계일 것으로 사료되는 절단부 가장자리 모서리 반경이 7mm인 형상에 대한 금형을 제작하였다. 성형 금형 제작시 금형면 가공 데이터는 Fig. 1의 대상 금형 3D 모델링 데이터를 사용하여 WorkNC CAM S/W에서 산출하였다. 금형면 가공은 20호 수직형 머시닝 센터를 이용하여 가공하였다. 금형면 가공후 볼랜드 밀링 머신으로 금형 외곽을 5mm 지름과 깊이 7mm로 비드 가공을 수행하였다. 금형 가공후 금형면의 표면거칠기 향상을 위하여 사상 작업을 수행하였다. 금형재료는 SM45C를 열처리하여 사용하였으며, 다이부는 표면을 경질 크롬 코팅

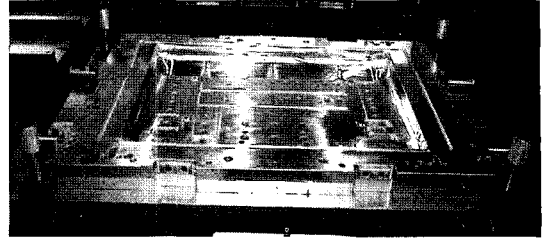
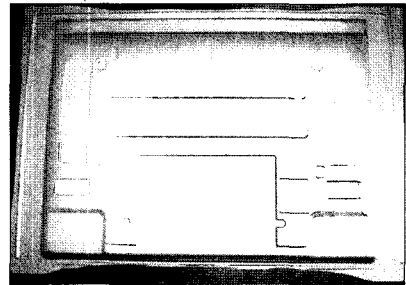
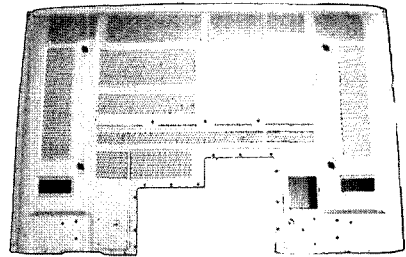


Fig. 12 Manufactured die



(a) Stamping part



(b) Final part

Fig. 13 Stamping and the final part

하여 마모 특성을 향상시켰다. 다이의 블랭크 잔여부분을 지지하는 블랭크 홀더부는 홀딩력을 제어할 수 있도록 가스 스프링 시스템으로 구성 하였다.

Fig. 12은 제작된 금형 형상을 나타낸다. 초기 블랭크는 초기 블랭크의 외곽선과 블랭크 홀더의 최 외곽선 사이 거리가 60mm인 블랭크를 사용하였다.

박판 성형 실험은 최적 금형 형상과 초기 블랭크 크기에 대한 성형 해석시 취득된 성형 하중을 근거로 하여 300ton 급 기계식 프레스에서 수행하였다. 성형 실험은 시편 10개에 대하여 반복 실험을 수행하였다. 제작된 금형과 제안된 초기 블랭크 크기로 실험을 수행한 결과 Fig. 13 (a)와 같은 성형품을 얻었다. 본 성형품을 Fig. 13 (b)와 같이 최종 제품

으로 절단한 결과 제품 표면 주름과 표면 미끄러짐 흔적이 발생하지 않는 PDP TV 후방 판넬을 제작할 수 있었다. 본 실험 결과로부터 제안된 금형 설계와 초기 블랭크 크기의 신뢰성을 검증할 수 있었다.

6. 결론

본 논문에서는 대형 PDP TV 후방 판넬용 프레스 금형개발을 위하여 금형 설계 변수와 초기 블랭크 크기의 영향성을 3차원 탄소성 유한요소해석을 이용하여 연구하였다. 또한, 이 결과를 이용하여 실제 금형을 제작하여 박판 성형 실험을 수행하였다. 이 해석과 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 절단부 가장자리 모서리 반경(R)과 초기 블랭크의 외곽선과 블랭크 홀더의 최 외곽선 사이 거리(D)가 최종 성형품 상부 경계부분의 표면주름 발생 영역에 미치는 영향성에 대하여 정량적으로 분석할 수 있었다.
- (2) 금형 설계 조건으로는 절단부 가장자리 모서리 반경 (R)이 6mm에서 8mm 사이에 존재하고, 초기 블랭크의 외곽선과 블랭크 홀더의 최 외곽선 사이 거리(D)가 40-60mm 사이에 있을때 최종 제품의 표면 주름이 발생하지 않음을 알 수 있었다. 또한, 이 조건에서 최종 제품의 외곽으로부터 바깥쪽으로 5mm 이내에 표면 미끄러짐 흔적의 발생 하지 않음을 알 수 있었다.
- (3) 제안된 설계조건으로 프레스 금형을 제작하여 제안된 블랭크 크기로 제작된 시편으로 성형 실험을 수행한 결과 최종 제품에 표면 주름과 표면 미끄러짐 흔적이 발생하지 않는 성형 제품을 제작할 수 있었다.

후 기

이 논문은 2006년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

참 고 문 헌

- (1) Ahn, D. G., Jung, D. W., Yang, D. Y. and Lee, J. H, 1995, "Sectional Forming Analysis of Automobile Sheet Metal Parts by Using Rigid-Plastic Explicit Finite Element Method," *Journal of Korean Society of Automotive Engineers*, Vol. 3, No. 3, pp. 19~28.

- (2) Jung, H. S. and Lee, S. S., 2002, "Automatic Design Supporting System for Automobile Stamping Tool," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 19, No. 8, pp. 194~202.
- (3) Yang, D. Y., Kim, T. J. and Yoon, S. J., 2003, "Resent Trend in numerical simulation of 3-D Sheet Forming Process," *Journal of Engineering Manufacture*, Vol. 217, pp. 1553~1570.
- (4) Suh, E. K., Park, J. H. and Shim, H. B., 1998, "Contact treatment algorithm of z-map model with vertical walls and its application to the deep drawing of a clover shaped cup," *Journal of the Korean Society of Machine Tool Engineer*, Vol. 7, No. 5, pp. 38~45.
- (5) Hirasawa, K., Dohda, K., Wang, Z. and Yokoyama, N., 2002, "Optimum Die Profile for Deep Drawing of Thick Plate," *Advanced Technology of Plasticity*, Vol. 2, pp. 1099~1104.
- (6) Ahn, D. G., Lee, S. H., Kim, M. S., Han, G. Y., Kim, J. S., Moon, H. S. and Yoon, Y. S., 2005, "Investigation into the Development of Deep Drawing Tools with Small Size for Electronic Parts Utilizing the CAE and RP/RT Technology," *Proceedings of 2005 Autumn Annual Meeting for the Korean Society of Precision Engineering*, pp. 334~337.
- (7) Kim, J. B. and Yang, D. Y., 2003, "Prediction of Wrinkling Initiation in Sheet Metal Forming Process," *Engineering Computations*, Vol. 20, No. 1, pp. 6~39.
- (8) Ko, H. H., Jung, D. W., Ahn, H. G., Lee, C. H., Ahn, B. I. and Moon, W. S., 2006, "A Study on Tool Planning for Forming Analysis in REF SILL OTR-R/L Auto Body Panel Stamping Process," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 23, No. 3, pp. 118~124.
- (9) Kim, J. Y. Kim, N. S. and Huh, M. S., 2000, "Optimum Blank Design of an Automobile Sub-frame," *Journal of Materials Processing Technology*, Vol. 101, pp. 31~43.
- (10) Huang, Y. M. and Chen, T. C., 2005, "Influence of Blank Profile on the V-die Bending Camber Process of Sheet Metal," *International Journal of Advanced*

- Manufacturing Technology*, Vol. 25, pp. 668~677.
- (11) Jung, D. G. and Hwang, J. S., 2005, "A Study on Developing Stamping Die by Using One-Step Form Method in Auto-Body Panel Stamping Process," *Transaction of the Korean Society of Mechanical Engineers*, Vol. 29, No. 2, pp. 350~359.
- (12) Jung, D. G., Koo, H. H., Lee, C. H. and Yoo, H. Y., 2006, "Finite Element Analysis of Sheet Metal Forming Process Using Shell Element," *Journal of the Korean Society of Precision Engineering*, Vol. 23, No. 1, pp. 152~158.