

4 각컵 디프 드로잉의 변형특성

The Deformation Characteristics in Deep Drawing of Rectangular Cup

#*허관도¹, 천세영², 김기성³

#*K. D. Hur(kdhur@deu.ac.kr)¹, S. Y. Chun², K. S. Kim³

¹ 동의대학교, ² 한국폴리텍 7 대학, ³ 동의대학교 대학원

Key words : Deep drawing, Optimum blank, FLD(forming limited diagram)

1. 서론

현재 건축되고 있는 건물의 안전하고 깔끔한 바닥을 위하여 시스템 박스를 사용 하고 있으며, 시스템 박스는 전 단 및 밴딩 작업, 등 복잡한 제작공정을 통해 제작되어 지고 있어 생산성에 문제가 있다. 생산성 향상을 위하여 복잡한 공정을 단순화하여 디프 드로잉을 이용한 단일 공정을 이루고자 한다. 디프 드로잉공정은 원통형, 타원형 및 정사각 단면을 가지는 컵에 대한 공정 설계에 대한 연구가 수행이며, (1~2) 열간압연강판을 이용한 직사각 단면을 가지는 컵의 성형공정에 대한 연구가 진행되고 있다. (3) 최근에는 탄소성 유한요소법을 이용한 디프 드로잉 공정에 대한 해석(4), 디프 드로잉 공정에서의 아이어닝 및 재드로잉에 의한 성형품의 두께변화에 대한 연구(5), 디프 드로잉 공정에서의 초기블랭크 설계에 대한 연구(6), 금형의 국부적 가열에 의한 온간 디프 드로잉 성형성에 미치는 온도효과(7)에 대한 연구 들이 진행되었다.

본 연구에서는 복잡한 제작공정을 디프 드로잉 공정으로 단순화하여 생산성을 향상하고자 한다. 디프 드로잉을 이용하여 직사각 단면을 가지는 4 각 컵을 제작 하기 위해 유한요소 해석 프로그램인 LS-DYNAFORM(8~9)를 이용하여 성형품의 두께변화 및 적합성에 대하여 검토하고 디프 드로잉 금형을 제작하여 직사각 형상의 단면을 가지는 성형품을 제작 하였다.

2. 블랭크 및 금형 설계

최종 직사각 컵의 형상은 $180 \times 85 \times 50mm^3$ 으로 초기 블랭크는 블랭크 제작을 단순화 하기 위하여 $250 \times 170mm^2$ 의 직사각 블랭크와 최적 블랭크 설계법을 이용하여 설계한 R15_h48 Rc38_Rco35 블랭크를 설계하여 Fig. 1 에 나타내었다.

금형은 상형과 하형으로 구분하여 상형에는 펀치와 블랭크 홀더로 구성하여 블랭크 홀더가 펀치보다 2mm 먼저 블랭크에 접하도록 하였으며, 하형에는 성형 후 취출이 용이하도록 1° 의 빼기구배를 고려하여 설계하였다. 상형과 하형에 대한 설계는 3D CAD 를 이용하여 Fig. 2 에 나타내었다. 설계된 블랭크와 금형을 이용하여 유한요소 해석 프로그램을 이용하여 평가하였다. LS-DYNAFORM 을 이용한 성형 해석으로 성형품의 결함과 주름 발생정도를 확인하고 플랜지 부에서 성형품의 바닥 부까지의 두께변화를 판별하여 성형의 신뢰성에 대하여 판별하였다. 그 결과 Fig. 3 에 보인것과 같이 $250 \times 170mm^2$ 을 이용한 디프 드로잉은 각 모서리에서 결함이 발생하였으며, 벽면에서의 주름발생으로 인하여 적합하지 않음을 보였다. R15_h48 Rc38_Rco35 블랭크를 이용한 성형해석은 Fig. 4 에 나타냈으며, 성형품의 결함이 나타나지 않고 주름의 발생은 대부분 플랜지 부에서 발생하는 것을 보아 블랭크와 금형의 설계가 적절하다고 판단하였다.

3. 금형 제작

위 설계를 바탕으로 상형의 블랭크 홀더는 일정한 힘을 유지하기 위하여 가스스프링을 사용하여 제작하였으며, 성형품의 용이한 취출과 취출에 의한 결함을 예방하기 위하여 취출판을 이용하여 금형을 제작하여 Fig. 5 에 나타내었다.

제작된 금형을 이용하여 시제품을 제작하였으며, 소재는 냉간압연강판으로 기계적 성질과 화학적 성분을 Table. 1 에 나타내었다. 시제품은 유한요소 해석에 의한 결과와 같이 결함은 나타나지 않았으며, 플랜지 부에서 바닥 부까지의 두께변화를 성형해석 결과와 시제품에 대하여 비교해본 결과 두께변화 양상은 유사하고 시제품의 두께변화가 성형 해석에 비해 크지 않음을 확인하여 Fig. 6 에 나타내었다.

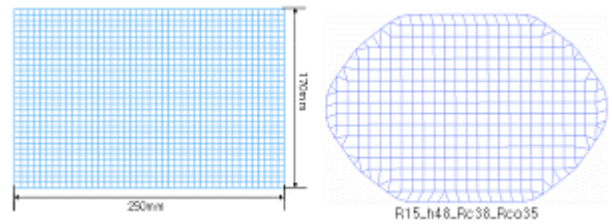


Fig. 1 Blank for deep drawing processes

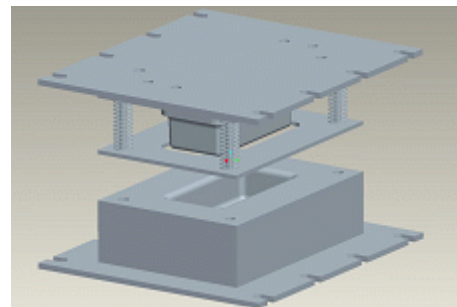


Fig. 2 Die design for deep drawing processes

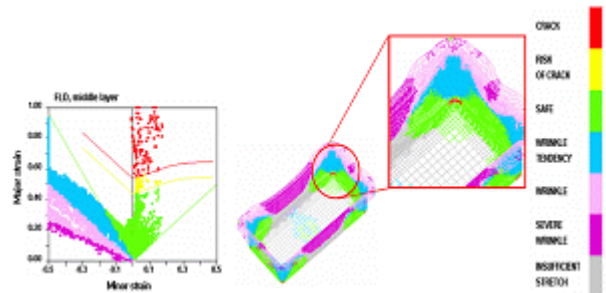


Fig. 3 FE-analysis for $250 \times 170mm^2$ blank

4. 결론

참고문헌

복잡한 제작공정을 4 각 컵 디프 드로잉 공정설계를 통한 공정 단순화와 생산성을 향상하고자 하였다.

(1) 직사각 블랭크와 최적 설계된 블랭크를 비교하여 4 각 컵의 디프 드로잉 공정에서 블랭크의 형상 설계가 변형에 많은 영향을 미침을 알 수 있다.

(2) 디프 드로잉시 다이 어깨부와 벽면부 그리고 바닥에 걸친 두께변화는 특히 해석상에서 펀치 코너부에서 가장 심하지만, 실제 실험한 경우는 그 변형 정도가 덜하다.

Table 1 Properties of material

Mechanical properties	Range	Unit	Chemical properties	Wt(%)	At(%)
Ultimate tensile strength	288.41	MPa	C	2.61	10.96
Tensile Yield strength	163.15	MPa	P	0.52	0.85
percentage of elongation	60	%	S	0.91	1.44
Possion's ratio	0.29	-	Mn	0.67	0.62
Vickers hardness	88.12	Hv			

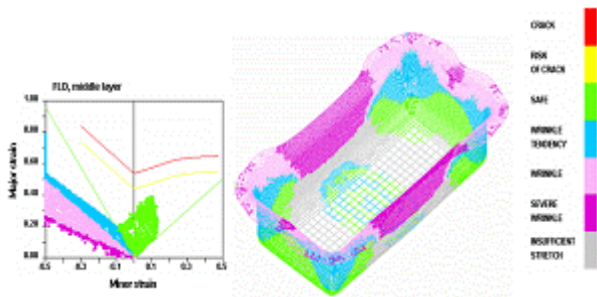


Fig. 4 FE-analysis for R15_h48 Rc38_Rco35 blank

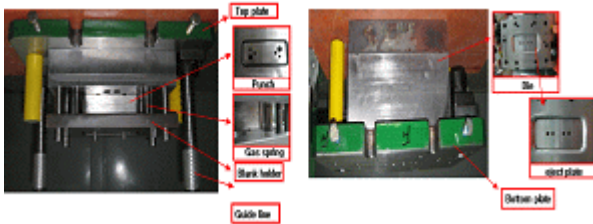


Fig. 5 Die for deep drawing

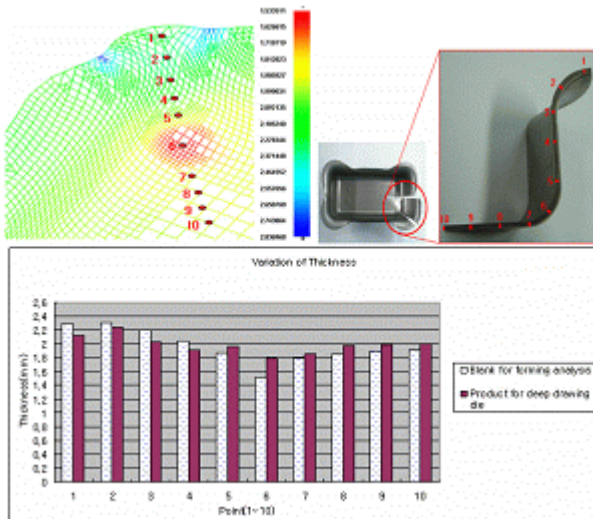


Fig. 6 Variation for thickness of FE-analysis and preform

1. S. Yoshihara, H. Nishimura, H. Yamamoto, K. Manabe, Formability enhancement in magnesium alloy stamping using a local heating and cooling technique; circular cup deep drawing process, Journal of materials processing technology, 2003, vol.142, pp.609~613.
2. F. K. Chen, T. B. Huang, C.K. Chang, Deep drawing of square cups with magnesium alloy AZ31 sheets, International journal of machine tools and manufacture, 2003, vol.43, pp.1553~1559.
3. T. W. Ku, H. Y. Kim, W. J. Song, B. S. Kwang, Process design and finite element analysis of rectangular cup used for Ni-MH battery with high aspect ratio, Transactions of materials processing, 2008, vol.17, pp.172
4. S. H. Kim, S. H. Kim, H. Huh, Analysis of rectangular cup drawing process with large aspect ratio using multi-stage finite element inverse analysis, Transactions of materials processing, 2001, vol.10, pp.389~395.
5. H. J. Kim, T. W. Ku, B. S. Kang, FE analysis and die design of the multi-stage rectangular deep drawing process with the large aspect ratio, Transactions of materials processing, 2001, vol.10, pp.456~464.
6. T. W. Ku, C. S. Park, B. S. Kwang, A study on initial blank design and modification for rectangular case forming with extreme aspect ratio, Transactions of materials processing, 2004, vol.13, pp.307~318.
7. C. H. Kim, D. H. Park, S. S. Kang, Temperature effect on warm deep drawability of rectangular cup using local heating of dies, journal of the korean society of precision engineering, 1996, vol.13, pp.53~59
8. LS-DYNA theoretical manual, Livermore software technology coporation, Livermore, CA, USA, 1998.
9. S. Kobayashi, S. I. Oh, T. Altan, Metal forming and the finite element method, Oxford university press, NY, USA, 1989.