

스크랩 최소화를 위한 사각 블랭크를 사용한 컵 드로잉 공정에 관한 연구

A Study on the Cup Drawing with the Square Blank to minimize scrap

*#최영¹, 김대업¹, 강봉용¹

*#Y. Choi(ychoi@kitech.re.kr)¹, D. U. Kim¹, B. Y. Kang¹

¹한국생산기술연구원 친환경부품소재센터

Key words : Cup drawing, Square blank, Minimizing scrap, Die radius

1. 서론

청정연료인 천연압축가스(CNG)를 사용하는 자동차의 증가로 CNG 연료용 고압용기를 제작하는 D.D.I. (Deep Drawing & Ironing) 공정에 관한 기술이 발전되고 있다[1-3].

D.D.I. 공정은 판재(plate) 소재를 컵 드로잉(Cup Drawing)한 후, 재드로잉과 아이어닝 연속공정으로 압력용기를 성형하는 방법이다. 대용량의 압력용기를 제작하기 위해서는 행정(stroke)이 길고 대용량의 프레스가 필요하다. 최근 국내에 5,800[mm] 행정의 1,200[ton]톤 프레스가 도입되었다.

자동차 경량화를 위해, 고강도 압력용기의 요구에 따라 압력용기용 고강도 철판이 개발되고 있다[4]. 고강도 압력용기의 인장강도, 파단연신율 및 인성에 대한 규정[5]을 만족시키기 위해 철판의 결정립 미세화 및 특수금속의 첨가로 원자재에 대한 원가 비중이 증가하고 있다.

스크랩의 양을 줄이기 위해, 복잡한 형상의 금형과 사각 블랭크(square blank)를 이용하는 한 컵 드로잉 공정에 대한 연구[6]가 발표되었다. 컵 드로잉에서 판재의 평면 이방성(planar anisotropy)과 귀 발생(earing)을 줄이는 방법으로 재료 이용을 높이는 연구가 발표되었다[7].

본 연구에서는 압력용기 성형을 위한 컵 드로잉 공정에서 판재 절단 시 발생하는 스크랩을 최소화하기 위해 사각 블랭크를 이용한 컵 드로잉을 검토한다.

2. 고압 압력용기의 성형

D.D.I. 공정은 하나의 펀치를 이용하여 한 번의 프레스 행정에 재드로잉 및 여러 개의 아이어닝 다이를 이용하여 연속적으로 원통형 용기를 성형

하는 공정이다[1-3].

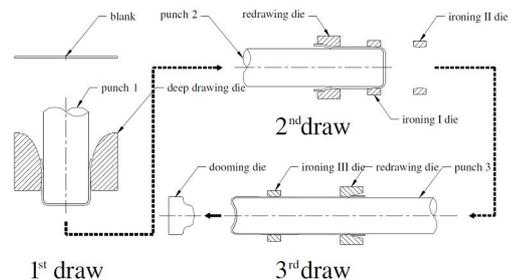


Fig. 1 D. D. I. forming processes [3]

사각 블랭크를 이용하여 스크랩(scrap)을 최소화하는 컵 드로잉[6-7]을 채용할 경우, 발생하는 벽두께(wall thickness)의 불균일 등의 문제점은 후속 공정인 D.D.I. 공정의 아이어닝(ironing)에서 수정되어 최종 성형제품인 압력용기에는 문제가 없을 것으로 생각된다.

3. 스크랩 최소화

3.1 사각 블랭크를 이용한 컵 드로잉 공정

스크랩을 최소화하기 위해, 사각 블랭크를 이용한 컵 드로잉 공정의 원리[6, 8]는 Fig. 2와 같다. 사각 블랭크의 모서리 부분의 유동(BO 방향)이 사각 블랭크의 변에서 중심 방향으로 유동(AO 방향) 보다 원활하게 일어나도록 컵 드로잉 금형의 다이곡률(Die radius)을 설정하는 방법이다.

모서리 부분(B)의 드로잉 금형의 다이곡률은 증가시키고 변 부분(A)의 다이곡률을 감소시켜 금속유동을 제어한다.

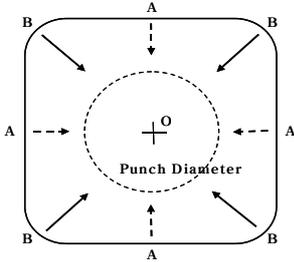


Fig. 2 The metal flow direction of square blank in cup drawing [8]

3.2 FEM 모델링

대용량 압력용기용 컵 드로잉 금형은 대형으로 Remmerswaal [6]이 제안한 복잡한 형상으로 가공하기 어렵다. 본 연구에서 컵 드로잉 금형의 곡률 모서리 부와 변 부, 2개의 다이곡률로 금형 모델링하여 해석을 수행하였다.

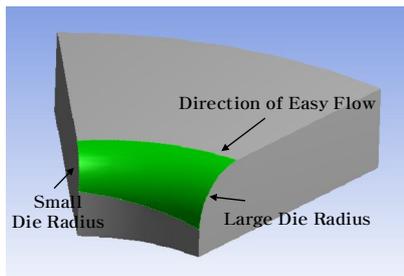


Fig. 3 The die radius of cup drawing radius

대용량 압력용기용 D.D.I. 금형은 대형 금형으로 Remmerswaal [6]이 제안한 복잡한 금형 형상으로 가공하기 어렵다. Fig. 4에 모델링과 해석결과를 나타낸다.

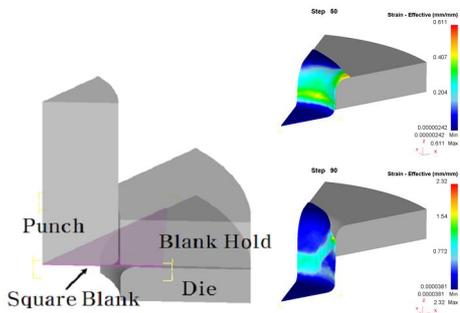


Fig. 4 Modeling and results of the FEM simulation

원형 블랭크를 사용한 축대칭 컵 드로잉과 비교할 때, 컵 높이가 19% 증가하여 재료절감 효과가 있다.

향후, 실험계획법과 유한요소법을 이용한 다양한 공정변수에 대한 영향 분석을 수행할 예정이다.

4. 결론

본 연구에서는 철판으로부터 D.D.I. 공정으로 컵드로잉, 재드로잉 및 아이어닝 공정으로 고압 압력용기를 성형할 때, 스크랩을 최소화하기 위한 사각 블랭크를 이용하는 컵 드로잉 공정에 대한 검토를 수행하였다. 컵 드로잉 공정에서 금형 다이 곡률을 변경하여 약 19%의 컵 높이가 증가하여 소재 절감을 이루었다.

참고문헌

1. 윤지훈, 정성운, 최영, 김철, 최재찬, “고압가스 용기를 위한 Deep Drawing & Ironing(D.D.I.) 공정 설계 시스템 개발에 관한 연구,” 한국정밀공학회지, **19, 2**, 177-186, 2002.
2. 김의수, 김지훈, 박윤소, 김철, 최재찬, “D.D.I. 공정으로 제조된 금속라이너를 이용한 CNG 복합 압력용기의 설계자동화 시스템 개발,” 한국정밀공학회지, **20, 1**, 205-213, 2003.
3. 최영, 윤지훈, 박윤소, 최재찬, “고압가스 용기의 제조를 위한 금형설계에 관한 연구,” 한국정밀공학회지, **21, 7**, 153-162, 2004.
4. 홍순택, *반복가압특성이 우수한 저온 압력용기용 고강도 강판, 그 제조방법 및 딥드로잉 제품의 제조방법*, 특허, 출원번호 102010076743, 주식회사 포스코, 2008.
5. 한국가스안전공사, *압축천연가스자동차용 철강라이너복합재료용기 제조 및 검사기준*, 한국가스안전공사, 2000.
6. Remmerswaal, Ir. J. L., Verkaik, A., “Use of Compensating Forces and Pressures in Difficult Manufacturing Operations,” Int. Conf. on Manuf. Tech., ASTME, 1171-1180, 1967.
7. Galinowski, Jan, “Using the Planar Anisotropy in Sheet Metal to Facilitate the Production of Deep Drawn Cups,” Parts 1, 2, 3, Sheet Metal Industry, Feb, 79-87, Mar, 134-137, Apr, 185-189, 1975.
8. Avitzur, B., *Hand Book of Metal Forming Process*, Ch. 10, John Wiley & Sons, Inc., NY, March, 1983.