

압력용기제조의 후방압출 공정이 최종제품에 미치는 영향 Effect of Backward Extrusion Process on the Pressure Vessel Products

*,#박준홍¹, 윤지훈², 김의수³

*.#J. H. Park(acttom@dau.ac.kr)¹, J. H. Yoon², E.S. Kim³
¹동아대학교 신소재RIC, ²(주)엔케이, ³국립과학수사연구소

Key words : Backward extrusion process, Pressure vessel, FORGE-3D

1. 서론

고압가스 용기의 대표적인 생산방식 중 하나인 D.D.I. (deep drawing & ironing) 공정은 하나의 펀치를 이용하여 한번의 프레스 행정에 디프드로잉 및 여러개의 아이어닝 금형을 이용하여 연속적으로 원통형 용기를 성형하는 공정이다.⁽¹⁾



Fig. 1 Manufacturing processes of pressure vessel

이러한 고압가스 용기의 생산 공정 중 초기 성형체를 제작하기 위한 방법에는 크게 철판을 원형으로 절단하여 디프드로잉 공정으로 생산하는 방식과 파이프를 사용하는 방법, 봉재 또는 각재를 사용하여 열간 후방압출 공정으로 원통형 초기 성형체를 제작하는 방식으로 나눌 수 있다. 고압가스 용기 제조에 관한 연구로는 Kim 등⁽²⁾이 디프드로잉 및 아이어닝 공정에 대한 공정설계 및 금형설계에 관한 연구를 수행하였고, Nicolich⁽³⁾는 압력용기 제조의 역학해석을 수행하였으며, 필라멘트 와인딩 된 압력용기의 해석 및 실험을 수행하여 그 결과를 비교하였으며, 열간후방압출 공정을 적용한 고압가스 용기에 관한 연구는 진행되고 있지 않다.

따라서, 본 논문에서는 열간 후방압출 공정을 적용한 고압가스 용기 제조에서 열간 후방압출 공정 해석을 통하여 성형 변수가 초기 성형체 제작에 미치는 영향을 파악하였으며, 또한 다양한 조건

으로 제작된 초기 성형체를 사용하여 아이어닝 공정을 적용하였을 때 미치는 영향을 파악하였다.

2. 열간후방압출 공정 해석

일반적인 열간 성형공정에서의 공정변수는 성형 속도, 소재의 온도 등이며, 본 논문에서는 Fig. 2과 같이 초기소재 형상은 사각재, 펀치 및 하부 금형으로 구성된 열간 성형 공정에 대한 해석을 수행하였다.

성형공정변수로는 성형 속도 30~50mm/s, 소재 온도 1000~1200℃로 하여 해석을 수행하였으며, 코너 충전정도 및 기계적 성질을 파악하였다.

Table 1 Forming variables of hot backward extrusion

variables	range
punch speed	30, 40, 50mm/sec
temperature of billet	1000, 1100, 1200℃



Fig. 2 Modeling of hot backward extrusion process for manufacturing pressure vessel products

3. 결과 및 고찰

소재 가열온도에 따른 성형성을 검토하기 위하여 온도를 1000~1200℃로 하여 FORGE-3D™로 성형해석을 수행하였다.

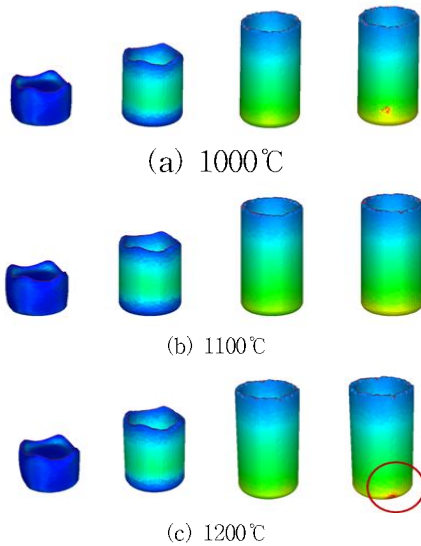


Fig. 3 Results of effective strain according to various forming temperature

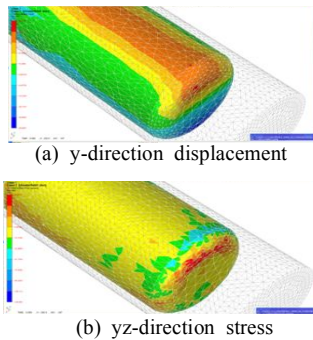


Fig. 4 Results of y-direction displacement and stress

성형 해석 결과 1200°C 온도에서 제품 저부 코너 부위에서 과도한 변형률이 발생함을 알 수 있다. 온도가 낮을 경우 소재 유동 저하는 예상되지만 고온일 경우 Fig. 4에서와 같이 Y방향 최대변위부와 최대전단응력부와 거의 유사하게 최대변형률이 나타남을 알 수 있다. 열간후방압출의 소재가열 온도는 1100°C 부근이 적정함을 알 수 있다.

Fig. 5는 소재가열온도를 1100°C로 고정한 후 펀치 하강속도를 변화시키며 유효변형률을 해석한 결과이다. 과도한 펀치 속도보다 40mm/s의 펀치 속도를 가질 때 전체적으로 균일하고 양호한 변형률 분포를 나타내었다.

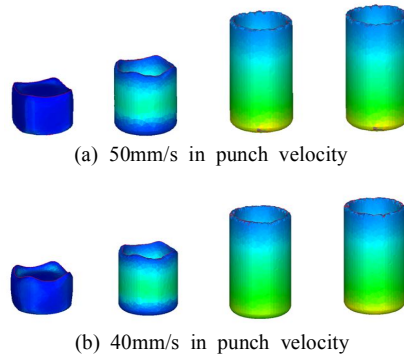


Fig. 5 Results of effective strain as a function of punch velocity as 1100°C in temperature

4. 결론

고압압력용기 제조 공정 중 열간후방압출공정을 적용한 초기 성형체 제조에 대한 해석을 수행하였으며, 소재 가열온도는 1100°C, 펀치하강속도는 40mm/s에서 양호한 변형양상 및 변형률 분포를 나타내었다.

후기

본 연구는 지식경제부 지정 지역혁신센터사업 신소형재가공청정공정개발연구센터 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Yoon, J. H., Jung, S. Y., Choi, Y., Kim, C., Choi, J. C., "A Study on the Development of Computer-Aided Process Planning System for the Deep Drawing & Ironing of High Pressure Gas Cylinder," Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 19, No. 2, pp. 177-186, 2002.
2. Kim, C.H., Park, J.H., Kim, C., Choi, J.C., "Expert System for Process Planning of Pressure Vessel Fabrication by Deep Drawing and Ironing," Journal of Materials Processing Technology, 155, 1465-1473, 2004.
3. Nicolich, M., "Pressure Vessel Manufacturing : Mechanical analysis of Gas Bottles with Convex End-plates," International Journal of Pressure Vessels and Piping, 55, 423-433, 1993.