

고압용 Fitting Form Machine 파이프의 벌징 연구

Bulging study of a pipe with High Pressure Fitting Form Machine

*백승걸¹, #박영철¹, 박준홍², 김태호³, 김태걸³
 * S. G. Beak¹, #Y. C. Park(parkyc67@dau.ac.kr)¹, J. H. Park², T. H. Kim³, T. G. Kim³
¹ 동아대학교 기계공학과, ² 동아대 신소재제조공센터, ³ ㈜대진유압

Key words : Press Bulging, Bulging Process, Stainless steel pipe, FORGE

1. 서론

유수압 산업에서 배관의 연결에 사용되고 있는 밸브 및 피팅은 유체의 흐름을 통제하는 기구로서 조선, 석유화학, 발전 설비, 산업용 플랜트 및 반도체 분야에 이르기까지 모든 산업 야에 널리 사용되고 있다.

현재 국내의 프레스 벌징 관련 기술은 주로 유수압 배관의 이음새와 반도체에 적용되고 있는 사례가 많으며 이의 중요성도 각 산업에 걸쳐서 증가되고 있는 추세이다.

파이프의 측방 성형을 위한 기술로는 벌징(Bulging), 하이드로-포밍(Hydro-forming) 등의 기술이 있다. 여기서 벌징은 원통형 부품의 내부에 고무 또는 유체를 이용하여 직경을 확장시키는 가공법을 말하며, 하이드로-포밍기술은 복잡한 형상의 자동차 부품 등을 만들 때 여러 형태의 프레스로 각각 가공한 후 용접하지 않고 강관을 튜브 형태로 만들어 튜브 안으로 유체를 강한 압력으로 주어 가공하는 방법을 말하고, 그 가공방법이 Fig. 1 과 같다

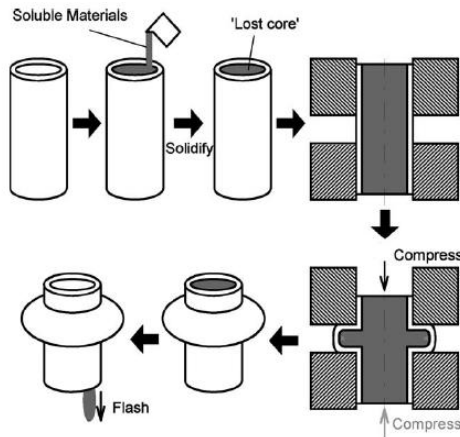


Fig. 1 Schematic drawing of LELC processes



Fig. 2 Related products for press bulging process

하지만 위의 공정의 경우 공정이 복잡해지고, 내부 충진재를 사용해야 하는 단점이 있으며, 벌징 외형의 형상을 성형할 수 없다는 단점이 있다. 본 연구에서는 직경 방향

으로 특정 형상을 가진 금형의 이동함에 따른 하중 및 충진을 통하여 연구한 프레스 벌징 기술들을 상기의 제품들에 적용할 수 있으며, 그 제품은 Fig. 2 와 같다.

본 연구에서는 하이드로-포밍이나 벌징 공정과 같이 내부 충진재를 사용하지 않고 프레스 포밍 공정을 적용하여 용이하게 벌징 공정과 동일한 결과를 얻을 수 있는 프레스 벌징 공정에 대하여 연구를 수행하였고, 특정 형상을 가진 제품에 대하여 금형의 형상 변수가 제품의 충진 및 성형성에 미치는 영향을 파악하였다.

2. 성형 공정 해석

2.1 성형 해석 조건

스테인리스 스틸 파이프의 벌징 공정의 해석에는 상용 유한요소해석 프로그램인 FORGE 를 이용하였고 해석 모델은 Fig 3 와 같고 해석 조건은 Table 1 과 같다.

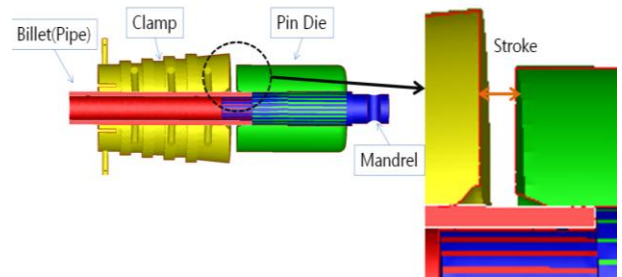


Fig. 3 Modeling of press bulging processes

Table 1 Analysis condition of press bulging processes

Condition	
Pin die velocity	1mm/sec
Pin die friction	0.3
Clamp friction	Bilateral-sticking
Mandrel friction	Sliding
Billet-Mandrel clearance	1/100 * Pipe thickness

2.2 성형 해석의 문제점

해석 중 파이프의 크기가 작고 두께가 1t ~ 1.5t 일때 스트로크에 상관 없이 폴딩 현상이 나타난다.

Pin die 스트로크는 제품의 충진에 밀접한 영향을 미치는데, 스트로크가 작으면 파이프 외형의 형상을 만족할 수 없고, 스트로크가 크면 파이프 소재가 폴딩현상을 일으키므로 파이프 두께에 따른 정확한 스트로크가 요구된다.

Fig 4 은 다양한 Pin die 스트로크에 따른 충전물 부족 폴딩현상이 나타난다.

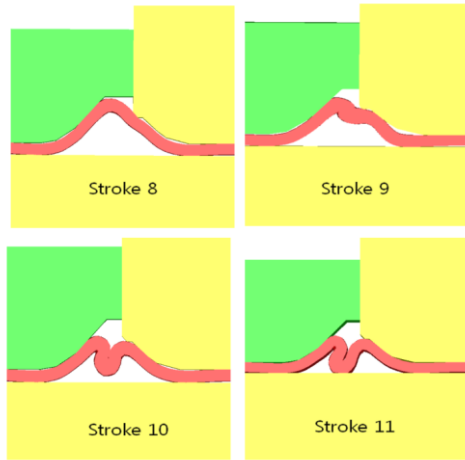


Fig. 4 Deformation behavior according to pin die stroke

2.3 성형 해석의 문제점 해결책

스테인리스 스틸 파이프의 종류는 다양하므로 파이프 두께와 stroke 가 제품의 성형성에 미치는 영향을 파악하는 것이 중요하다. 다음은 다양한 파이프 중에서도 문제가 되었던 두께를 1t~1.5t 중 1t 에서 가장 많은 폴딩 현상이 나타나지 않게 Fig 5 처럼 금형을 재 설계하였다.

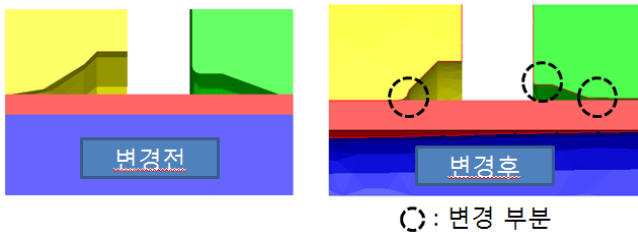


Fig. 5 Shape parameters of press bulging dies

금형의 재 설계한 부분과 폴딩 현상이 나타나는 해석 조건과 동일하게 해석을 수행하였다 그해석한 결과가 Fig. 6 이다. 아래의 결과에서 Clamp die, Pin die 의 도입부의 fillet size 는 소재의 폴딩 현상과 성형성 및 제품 충전 부위에 미치는 영향이 아주 크다.

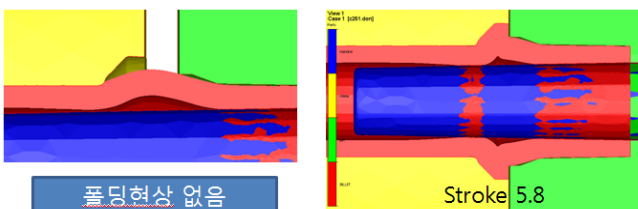


Fig. 6 Shape parameters of press bulging dies

3. 결론

본 논문에서는 파이프의 프레스 벌징 공정에서 나타나는 폴딩 현상에 대해 연구를 수행하였으며, 해석을 통해 스트로크에 의한 성형성을 파악과 금형의 최적의 값을 제시하였다. 또한 앞으로 금형 응력해석을 통해 벌징 가공이 금형에 끼치는 영향을 파악도 알 수 있을것이다. , 그 결론은 다음과 같다.

1) 충전도와 스트로크는 폴딩 현상에 밀접한 관계가 있으며, 해석을 통해 1~1.5t 중 1t 파이프의 최적 스트로크는 6.7mm 로 파악했으며, 변형 전 9.7mm 에 비해 2mm 나 줄어들었으면 이 때의 성형 하중은 8 톤으로 변형 전 하중 10 톤 보다 하중이 감소 한걸 알 수 있다.

2) 파이프의 프레스 벌징 공정에서 스트로크가 증가할 수록 충전도는 향상 되지만, 한계를 넘게 되면 소재변형이 die 사이까지 도달할 뿐 아니라 성형 하중의 급격한 증가를 초래하므로 타입에 따른 적절한 스트로크의 결정이 요구된다.

3) 성형해석의 결과를 이용한 새로운 금형 Die 의 응력 해석을 수행하여 프레스 벌징 공정 시 금형에 발생하는 영향을 파악 할 수 있다.

후기

본 연구는 지식경제부 기술혁신사업 우수제조기술연구센터(ATC) 사업의 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. T. Ohashi, and K. Hayashi, "Lateral Extrusion of A6063 Aluminum Alloy Pipes", Journal of Materials Processing Technology, Vol.138, pp.560-563, 2003
2. N. Akkus, K. Manabe, M. Kawahara, and H. Nishimura, "A Finite-element Model for the Superplastic Bulging Deformation of Ti-alloy pipe", Journal of Materials Processing Technology, Vol.68, pp.215-220, 1997
3. S.J. Yuan, Z. Xu, Z.R. Wang, and W. Hai, "The Integrally Hydro-forming Process of Pipe Elbows", International Journal of Pressure Vessels and Piping, Vol.75, pp.7-9, 1998
4. S. Yuan, Z. R. Wang and Q. He "Finite element analysis of hydro-forming process of a toroidal shell", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 39, pp 1439-1450, 1999
5. S. H. Teoh, and E. H. Ong, "Tensile and pressure rupture behaviour of flow-formed high density polyethylene pipes", Polymer, Volume 36, pp 101-107, 1995
6. R. Velasco and N. Boudeau, "Tube bulging test: Theoretical analysis and numerical validation", Journal of Materials Processing Technology, Volume 205, pp 51-59, 2008