

# 유한요소해석에 의한 후육강관 Press Bending의 형상 정밀도에 관한 연구

## A Study on Shape Accuracy of The Thick Pipe Press Bending by Finite Element Analysis

\*박민철<sup>1</sup>, #김동환<sup>2</sup>, 강재영<sup>3</sup>, 최정일<sup>4</sup>, 이경훈<sup>5</sup>

\*M. C. Park<sup>1</sup>, #D. H. Kim(dh403@hanmail.net)<sup>2</sup>, J.Y.Kang<sup>3</sup>, J.I.Choi<sup>4</sup>, K. H. Lee<sup>5</sup>

<sup>1</sup>한국국제대학교 일반대학원, <sup>2,3</sup>한국국제대학교 기계자동차공학과,

<sup>4</sup>경남 중소기업청, <sup>5</sup>부산대학교 대학원

Key works: Press bending, FE-simulation, Press knife, Feed distance

### 1. 서론

후육강관(Thick pipe)은 '산업의 혈관'이라 불리며 석유, 해양플랜트, 대형 건설물 등 전방위 분야에 걸쳐 쓰이는 대형 파이프이다. 두께 20mm 이상인 철판을 이용해 만들어지는 후육강관은 요구하는 길이, 두께, 성질이 모두 다르다. 쓰이는 환경에 따라 고온, 고압을 견뎌야 하고 특수 열처리가 요구될 때도 있다. 미리 제작할 수 없고 전량 주문 생산되는 것도 이 때문이다. 성형기술, 용접기술, 파이프 설계 능력 등을 모두 갖춰야 하는, 철강 산업의 꽃이라 해도 과언이 아니다. 현장에서 성형 공정시 편차가 하강하여 소재를 성형하게 되면서 굽힘 변형이 개시되어 슬립(Slip)이 발생하여 제품에 격임 불량이 발생되어 편차자국이 생기게 된다.

본 연구에서는 프레스 벤딩(Press bending)을 이용한 후육강관의 형상 정밀도에 관한 연구로 벤딩 정밀화 및 엣지(Edge)부 슬립 방지에 관한 연구를 수행하고자 한다.

### 2. 성형 해석

본 연구에서는 이전의 연구[1]에 연속하여 엣지부 형상 정밀도에 관하여 연구를 수행하였다. 대상 제품 및 벤딩기는 Fig. 1과 같다. 성형 조건은 소재 재질 KS-D 3503, 두께 25mm, 길이 2315.354mm이며 프레스 나이프(Press knife), 하부다이(Die), 소재(Thick plate)로 구성되어 있다.



Fig. 1 Thick pipe formed by the press knife

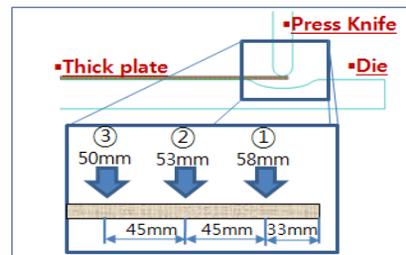


Fig. 2 Forming analysis a fixed factor

Table 1 Feed distance & Press knife stroke

No	Parameters	Press knife stroke X(mm)	Feed distance Y(mm)
1		58	33
2		53	45
3		50	45

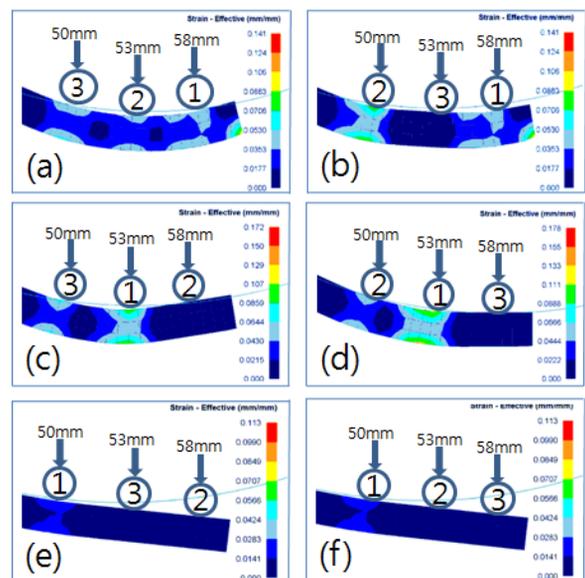


Fig. 3 Forming position procedure according to the FE-simulation

Table 2 Feed distance parameters

No	Parameters	Feed distance parameters		
		(a)	(b)	(c)
1		4.1	3.5	3
2		4.1	4.4	4.65
3		4.1	4.4	4.65

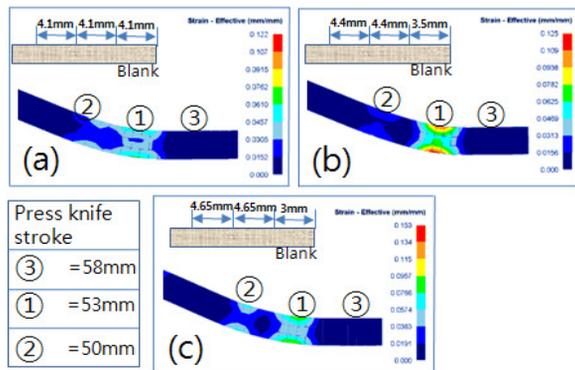


Fig. 4 Feed distance according to the FE-simulation

엣지 부 형상을 성형하기 위한 성형 조건으로 Table 1과 같이 X를 현장경험으로 인한 성형 깊이, Y를 현장경험으로 인한 이송거리로 설계변수로 선정하여 3공정에 걸쳐 성형 위치 순서를 제어하여 성형 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

슬립을 방지하는 방법으로는 순차적으로 성형하는 것 보다 Fig. 3 (d)와 같이 비순차적인 성형(③→①→②)방법을 취하면 초기에 ①이 성형하고 그 다음 성형위치에서 성형할 때는 최초로 성형된 판재가 이미 다이 면과 접촉하고 있으므로 슬립을 방지할 수 있고 현장에서 사용하고자 하는 원형의 엣지 부 형상을 얻을 수 있다.

Fig. 3 (d)의 성형 해석 결과 변수들을 고정하고 이송거리를 다르게 주었을 때 미치는 정도를 알아보고자 한다. Table 2의 성형 해석 조건으로 한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 이송거리에 성형 변수를 두어 해석을 하였다. 그 결과 이송거리는 엣지 부 형상에 영향을 거의 주지 않는 것을 확인 할 수 있었다. 그러므로 이송거리는 Table 1과 같이 한다.

Fig. 5는 유한요소코드인 DEFORM-2D를 이용하여 성형 해석 깊이와 이송거리를 각각 다르게 주어 해석한 결과로 Fig.6의 프레스 벤딩 금형으로 실험한 후 비교 대상할 목표 중에 하나이며 프레스 벤딩 금형을 이용하여 앞의 성형 조건으로 해석한 결과와 금형을 이용한 결과를 비교하여 프레스 벤딩 정밀도에 관하여 자세하게 연구하고자 한다.

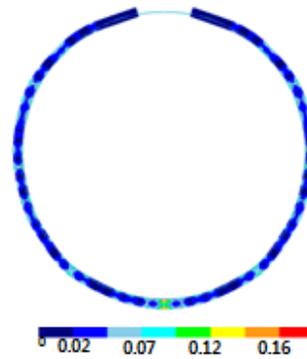


Fig. 5 Press bending of thick pipe using DEFORM-2D

No	Press knife stroke (mm)	Feed distance (mm)
1	35	33
2	35	45
3	35	45
4-7	30	45
8-10	35	45
11-13	30	45
14-15	25	45
16	35	45
17-19	25	45
20	40	45
21	36	45
22-23	24	45
반대방향반복		
24-25	24	45
26	60	45

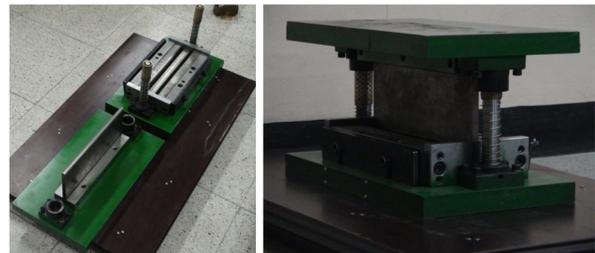


Fig. 6 Manufactured products of press bending tool

### 3. 결론

본 연구에서는 두께 25mm, 폭 7m 후육강관 프레스 벤딩 형상 정밀도에 관하여 해석 및 연구 하였다. 그 결과 Fig. 3 (d)과 같이 순차적인 성형 보다 비순차적인 방법이 소재의 긁임 현상 및 슬립을 방지할 수 있었으며 이송량을 제어 하였을 때는 엣지 부 형상에 영향을 거의 주지 않는 것으로 확인 되었다. 현장에서 사용하고자 하는 원형의 프레스 벤딩에 있어서 성형 위치의 판단이 중요한 것을 알 수 있었다.

### 후기

본 역구는 2010년도 중소기업청의 “중소기업기술혁신개발사업”의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### 참고문헌

1. Kang, J. Y., Kim, H. H., Kim, Lee, S. B., Kim, B. M., "Press Bending for Thick Tube Using FE simulation" KSPE, pp. 811~812, 2010