

형상 링 롤링 공정 시 비정상상태 제어를 위한 소성 유동제어에 관한 연구

A study on the plastic deformation control to the unsteady-state control for profile ring rolling process

*이명원¹, #이영선¹, 문영훈²

*M. W. Lee¹, #Y. S. Lee¹(lys1668@kims.re.kr), Y. H. Moon²

¹ 한국기계연구원 부설 재료연구소 변형제어 연구그룹, ² 부산대학교 기계공학부

Key words : Profile ring rolling, FEM simulation, plastic deformation, AISI1019

1. 서론

최근 링 압연(Ring rolling)제품은 그린 에너지 산업의 성장과 함께 타워 플랜지(Tower flange), 기어 림(Gear rim), 락 플레이트(Lock plate)등으로 그 수요가 크게 증가하고 있다. 링 압연 공정은 링 단조(Ring forging) 공정에 비해 공정속도가 빠르고 공정 동안 소재의 온도변화가 적게 일어나는 장점이 있다.

본 연구에서는 링 압연 공정에서의 링 압연 부품 형상에 따른 소재의 비정상 상태에서의 단면 형상 변형을 확인하고 각 링 압연 부품들과 소재의 접촉면에서의 속도, 변형률, 압력 분포 등을 분석하여 형상 링 압연 공정에서 링의 형상 설계 방법을 제시하고자 한다.

유한요소해석(FEM)에서 사용한 링 압연소재 AISI-1019의 화학 조성을 아래의 Table 1에서 나타내고 있으며 원소재의 압연방향과 단면방향을 Fig. 1에서 그림으로 나타내고 있다. Table 2에서는 각 방향 별 경도를 표로 나타내었다.

Table 1 Chemical composition of AISI-1019 (wt.%)

1019 (wt.%)	Fe	C	Mn	P	S
	98.71	0.14	0.7	0.04	0.05

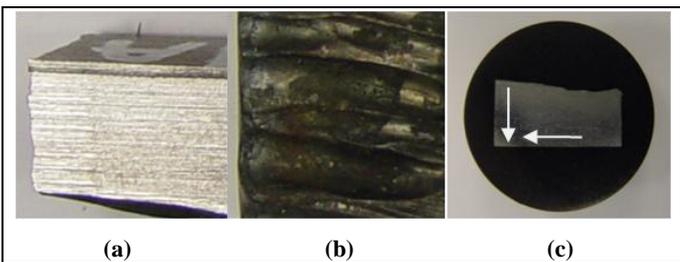


Fig. 1 Specimen of AISI-1019

Table 2 Hardness of profile ring rolling specimen AISI-1019

Hv	1	2	3	4
R	159.7	141.6	128.9	127
S	126.7	126.2	132.0	137.1

Fig. 2 와 3 은 각각 AISI-1019 의 원소재의 조직사진과 본 연구의 형상 링 압연 적용모델이다.

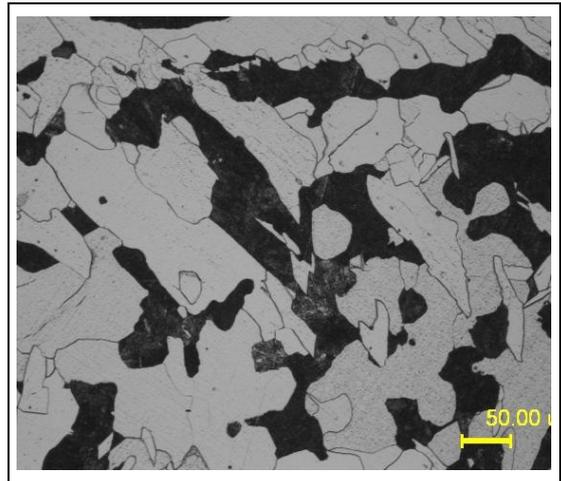


Fig. 2 Microstructure of AISI-1019

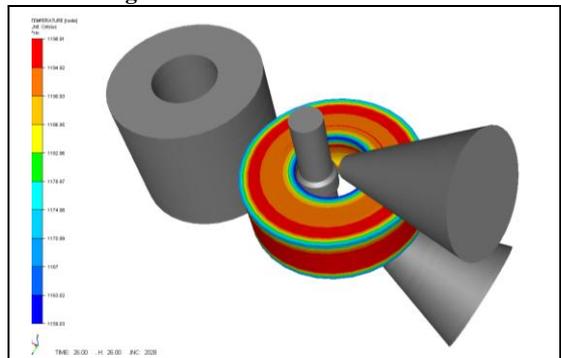


Fig. 3 Model of Profile ring rolling

2. 유한요소해석

유한요소해석에서의 조건은 다음과 같다.

Table 4 Condition of profile ring rolling analysis

Profile mandrel ring-rolling	
Supported software	FORGE3
Friction with dies	0.3~0.6
Thermal exchange with dies	2000
Exchange coefficient with air	10
Unit = SI, Unit = MPa	

먼저 AISI-1019 기초물성을 조사하였으며 Fig. 3 에서 나타낸 바와 같이 1200℃, 1000℃, 900℃ 세가지 온도에서 열간 압축시험을 실시한 후 Strain-stress curve 를 사용하여 성형공정해석을 실시하였다.

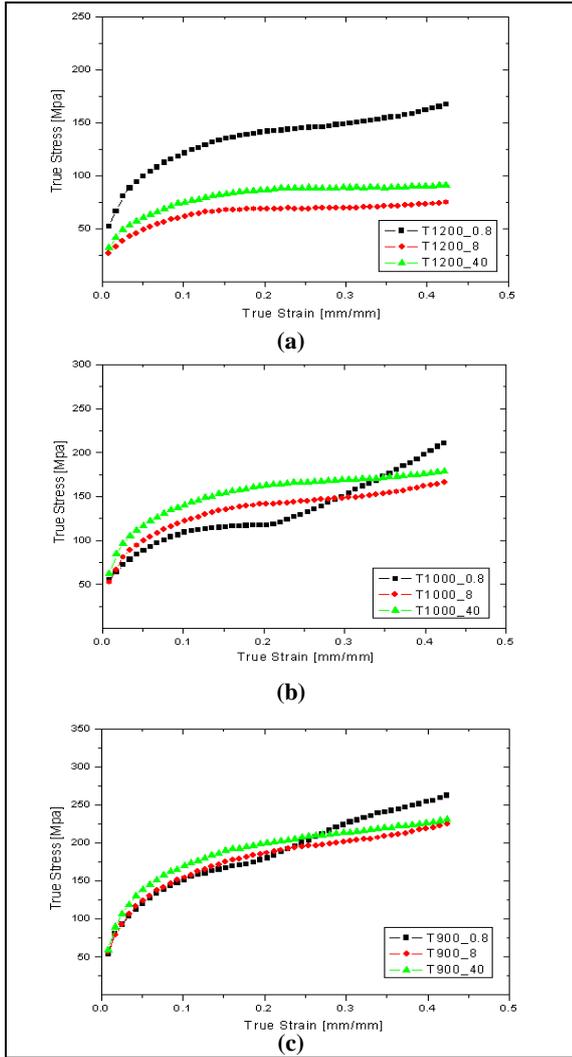


Fig. 4 Strain-stress curve of compression test
3. 결과 및 고찰

형상 링 압연 공정에서 소재와 형상 맨드렐(Mandrel)과의 접촉면에서의 압력(Pressure), 유효 변형율(Effective strain), 유효응력(Effective stress)을 Fig. 4의 화살표길이 순으로 살펴 보았다. Fig. 5는 형상 링 성형시 소재가 맨드렐과 접촉되어 변형되는 부분을 각 변수(Parameter)들로 나타내고 있다.

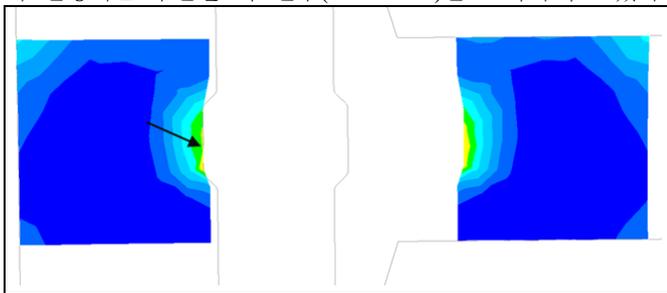


Fig. 5 Direction of points in graph

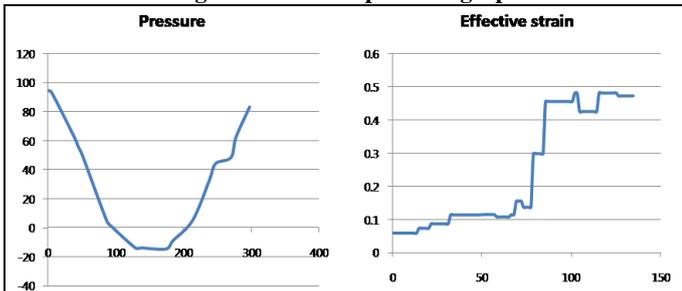


Fig. 6 Graph of profile ring rolling

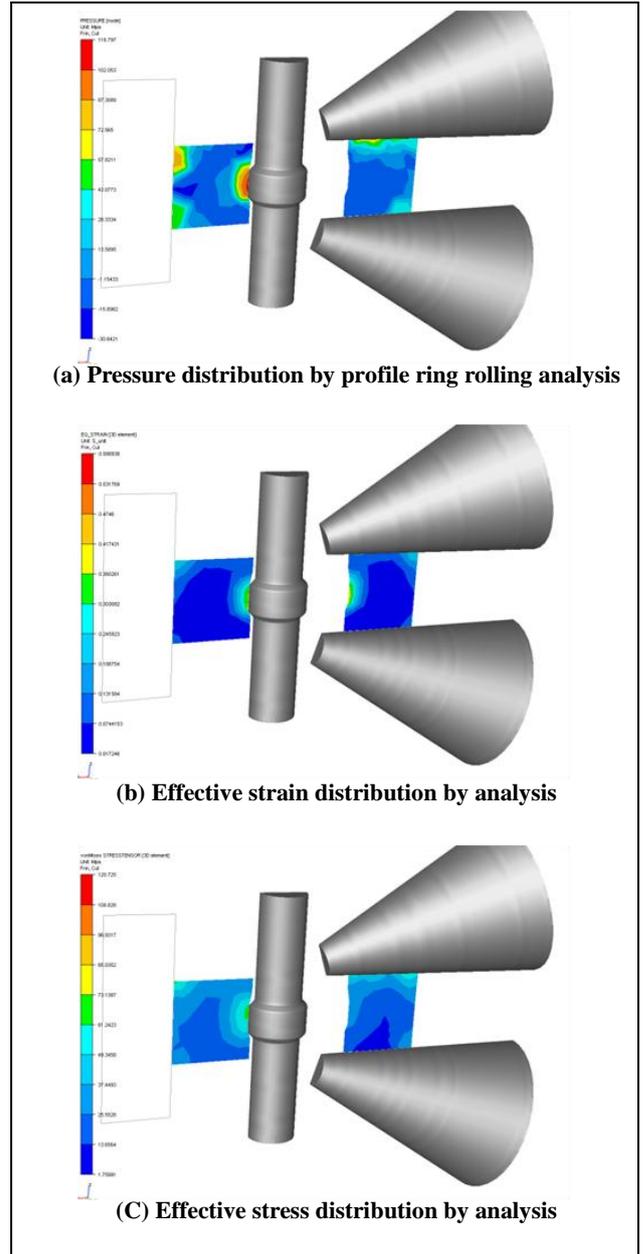


Fig. 7 Parameters of Profile ring rolling

4. 결론

형상 링 압연 공정에서 여러 가지 변수를 고려한 링의 크기 및 형상 설계를 FEM을 통해 예측, 검증하여 최적의 형상모델과 성형공정조건을 제시하는 연구를 계속할 것이다.

후기

본 연구는 청정생산기술개발 사업 “친환경 고정정 잉곳 제조 및 Near Net Shape 성형기술”의 일환으로 수행되었으며 이에 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고문헌

1. J. T. Yeom, J. H. Kim, 2007, Ring-rolling design for a large-scale ring product of Ti-6Al-4V alloy, Trans. Mater. Process., Vol. 16, No. 3.
2. R. Shivpuri, E. Eruc, 1993, Planning and simulation of the ring rolling process for improved productivity, Int. J. Mach. Tools manufacture. 33, 153-173.