

# 환상 압연 공정의 이송기구 설계 연구

## A Study on feeding mechanism design in ring rolling

\*이두규<sup>1</sup>, 윤상현<sup>2</sup>, 김응주<sup>1</sup>, #이용신<sup>2</sup>

\*D. K. Lee<sup>1</sup>, S. H. Yoon<sup>2</sup>, E. Z. Kim<sup>1</sup>, #Y. S. Lee(yslee@kookmin.ac.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원, <sup>2</sup>국민대학교

Key words : Ring Rolling, Feeding Mechanism, Drag link

### 1. 서론

환상 압연(Ring Rolling) 공정은 작은 직경의 베어링 내·외륜부터 대형의 로켓 터빈용 링까지 다양한 크기의 환형 제품의 생산에 사용되고 있는 점진 성형 공정이다. 가장 기본적인 환상 압연 공정 기기는 일정한 각속도로 소재를 회전시키는 메인 롤(Main Roll)과 점진적으로 메인 롤 방향으로 접근하여 소재의 두께를 감소시키는 맨드렐(Mandrel), 그리고 환형 소재의 중심과 진원도를 유지시켜주는 가이드롤(Guide Roll) 으로 구성되며 Fig. 1 에 개략도를 나타내었다.

전체적인 공정은 맨드렐의 이송 스케줄에 따라 맨드렐이 메인 롤로의 접근에 의해 소재가 두 롤 사이에 물리면서 두께가 감소되며 직경이 확장되는 성형단계, 소재의 진원도 및 일정 두께를 형성시키는 셰이핑 단계, 맨드렐이 원점으로 복귀하는 회귀 단계로 나누어진다. 이 중 성형단계에서는 소재 결함을 발생 시키지 않는 낮은 변형률 속도(Strain rate)상에서 일정한 맨드렐 이송 속도를 만족시키기 위한 맨드렐 이송 스케줄의 설계가 요구된다. 이 외의 구간에서는 총 공정시간의 최소화를 위해 높은 이송 속도가 요구된다. 이상적인 맨드렐 이송 스케줄을 Fig.2 에 나타내었다.

이송 스케줄의 최적화는 다절 링크 메커니즘의 적용을 통해 이루어 질 수 있으며 현재까지 다음과 같은 다양한 연구가 진행되어 왔다. Yossifon 등[1]은 더블 너클 링크 구동장치(Double knuckle linkage drive)를 단조(Forming) 공정에 적용, 최적화 하여 기계적 확대율(Mechanical advantage) 증가 및

공정 시간 최소화를 위한 치수를 도출하였다. Hwang 등[2]은 드래그 링크 구동장치(Drag-linkage drive)를 인발(Drawing) 공정에 적용 및 최적화 하여 기존의 8 절 및 더블 너클 구동장치 보다 높은 성능을 갖는 치수를 도출하였다.

본 논문에서는 환상 압연 공정의 맨드렐 이송 기구 설계를 위해 기구의 운동학적 해석을 범용의 패키지 SimMechanics 를 사용하였다.

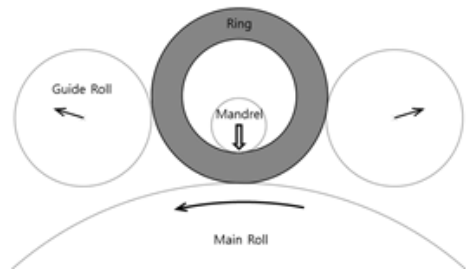


Fig. 1 Schematic diagram of ring rolling process

### 2. 기구의 운동학적 해석

운동학적 해석을 위한 환상 압연기의 움직임을 Fig. 3 에 도식적으로 나타내었다. 기기는 지면에 고정된 메인 롤 조립체와 타이로드(Tie rod)에 의해 연결되어 좌·우로 병진운동 하는 맨드렐 조립체로 구성된다. 이상적인 맨드렐 이송 프로파일은 일정 속도의 성형 구간, 3~5 초의 셰이핑 구간, 급속 접근 및 회귀의 특성이 요구된다.

운동학적 해석은 (a) Slider-Crank, (b) 4-bar Drag Link, Hwang 등[2]에 의해 일정 성형속도

구간을 갖도록 최적화된 (c) 6-Bar Drag Link 에 대하여 수행되었으며 시행 착오법에 의해 (c)의 링크를 환상 압연 공정에 맞도록 치수를 수정한 (d) Modified Hwang B1 Link 를 제안하였으며 Fig. 4 와 같다.

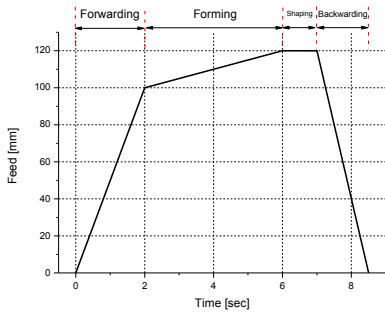


Fig. 2 Ideal feeding curve for ring rolling

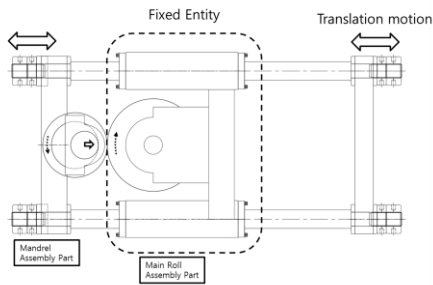


Fig. 3 Schematic illustration of motion of ring mill

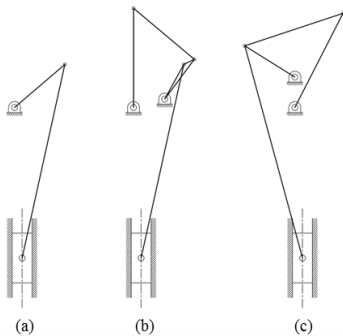


Fig. 4 Feeding mechanism; (a) Slider-crank, (b) 4-Bar drag link, (c) Hwang B1 link,

### 3. 결론

본 연구에서는 환상 압연 공정에서 다절 링크를 통한 맨드릴 이송 스케줄의 최적화를 위한 운동학적 해석을 실시하였다.

회전 속도를 통해 이송량을 조절하는 기존의 모터-리드 스크류 구동 방식과 비교시 다절 링크를 사용하여 일정 모터 회전속도 만으로도 이상적인 맨드릴 이송 프로파일과 유사한 이송 선도를 얻을 수 있음을 확인하였다. 각 기구에 대한 이송량 선도는 Fig. 5 와 같다.

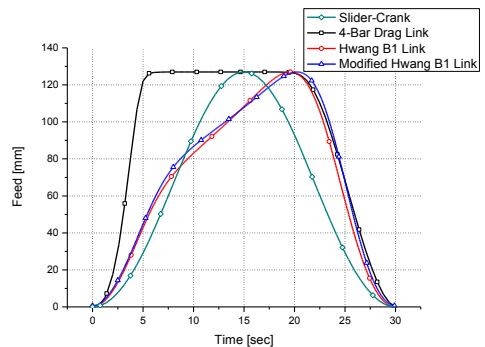


Fig. 5 Comparison of feed rate for drive mechanisms curve

### 참고문헌

1. Yossifon,S., Shivpuri, R., “Optimization of a double knuckle linkage drive with contrast mechanical advantage for mechanical presses,” Int. J. Mach. Tools Manufact., **33**, 193-208, 1993.
2. W.,M., Hwang, Y.,C., Hwang, and S.,T.,Chiou., “A drag-link drive of mechanical presses for precision drawing,” Int. J. Mach. Tools Manufact., **35**, 1425-1433, 1995