

# 압연롤용 오토클램프 장치 개발

## Development of Auto Clamp Devices for Rolling Roll

\*,\* 안영진<sup>1</sup>, 강범성<sup>1</sup>, 주상현<sup>1</sup>, 박남수<sup>1</sup>, 선신규<sup>2</sup>, 김도형<sup>3</sup>

\*,\* Y. J. Ahn<sup>1</sup>(mintjini@paran.com), B. S. Kang<sup>1</sup>, S. H. Ju<sup>1</sup>, N. S. Kwak<sup>1</sup>, S. K. Sun<sup>2</sup>, D.H. Kim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(주)삼우기계 기술연구소, <sup>2</sup>순천대학교 산학협력중심대학, <sup>3</sup>순천대학교 기계공학부

Key words : Auto Clamp, Rolling Roll, Dechoking Machine, Optimal Design

### 1. 서론

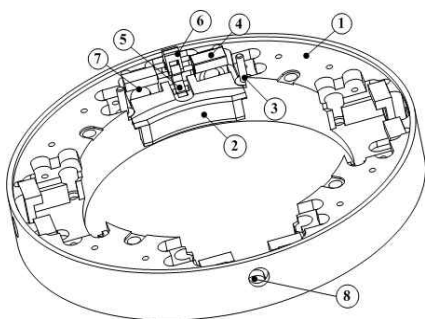
최근 조선업과 자동차 산업의 호황으로 후관 및 자동차용 압연강관의 수요가 급증함에 따라 국·내외 제철소의 열연 및 냉연 공장에서 압연강관 제작 속도를 높이기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 압연강관 생산 속도 상승을 위해 압연롤(Rolling Roll)의 회전속도 고속화를 필수로 동반하게 되며, 이에 따라 압연롤의 조기 마모에 따른 정비주기의 변화 및 클램핑(Clamping)하는 장치의 성능 향상이 압연강관 생산에 중요한 요소로 부각되고 있다. 압연롤용 클램프 장치(Clamp Device)는 강관의 압연 시 고속으로 회전하는 압연롤과 초크(Chock : Bearing Block)를 클램핑하는 주요한 장치로, 압연롤의 연마 및 초크의 정비 시에는 압연 롤과 초크를 쉽게 분리할 수 있는 구조로 구성되어야 한다. 현재 압연강관 제조를 위한 설비에 운용되고 있는 클램프는 수동 클램프와 오토클램프(Auto Clamp) 장치로 분류할 수 있으며, 압연 시 안정성 확보와 압연롤과 초크를 자동으로 분해·조립할 수 있는 디초킹 머신(Dechoking Machine)이 개발됨에 따라 정비성 향상을 측면에서 오토클램프 장치의 점유율이 꾸준히 증가하고 있다.

본 논문에서는 2,000rpm 이상의 고속회전 시 클램핑 성능을 유지할 수 있으며, 압연롤의 정비성을 향상시키기 위한 오토클램프 장치에 관한 연구를 수행하였다. 압연롤이 2,000rpm 이상의 속도로 회전 시 베어링 블록(Bearing Block)에 고정되어 있는 오토클램프의 클램프 바(Clamp Bar)는 원심력에 의해 후퇴하게 되어, 클램핑 성능이 저하하게 된다. 또한 압연과정에서 압연롤의 정렬 시 클램프 바는 빈번한 추력(Thrust)을 받게 되며, 압연롤의 고속회전에 따른 베어링부의 발열에 따른 열전도로 인해 오토클램프 바디의 변형이 발생하게 된다.

따라서 본 논문에서는 오토클램프 장치의 내구성을 위한 유한 요소해석과, 클램핑 및 착·탈 성능향상을 위해 오토클램프 장치의 최적화에 관한 연구를 수행하였다.

## 2. 오토클램프의 구조와 구동 메커니즘

### 2.1 오토클램프의 구조



1: Body	2: Clamp bar	3: Safety pin	4: Spring Guide
5: Arm	6: Push bar	7: Spring	8: Drain hole

Fig. 1 Schematic diagram of the auto clamp device

Fig. 1은 오토클램프 장치의 구조를 나타내며, 압연롤과 초크의 클램핑을 위한 클램프 바(Clamp bar)와 스프링(Spring), 클램프 바의 후퇴 방지를 위한 안전핀(Safety pin), 링크를 이용해 클램프 바를 전·후진 하기 위한 푸시바(Push bar)와 암(Arm), 압연유 및 연삭유의 배출을 위한 드레인 홀(Drain Hole) 등으로 구성된다.

### 2.2 오토클램프의 착·탈을 위한 구동 메커니즘

강관의 압연 시 일정 시간이 경과되면 압연롤의 마모가 발생하기 때문에, 압연롤의 표면 연마 작업을 위해 압연롤과 초크를 분해해야만 한다. 이때 압연롤에서 초크를 착·탈시키는 장치인 디초킹 머신을 사용하게 되며, 본 연구에서는 오토클램프의 착·탈 성능을 향상시키기 위해 미소 변위를 증폭시켜 클램프 장치를 쉽게 제거할 수 있는 장치를 고안하였다.

Fig. 2는 압연롤과 초크의 착·탈 시 오토클램프의 자동 해지를 위한 전용 지그 헤드(Jig Head)를 나타낸다. 오토클램프의 작동 메커니즘은 Fig. 3과 같이 초기 클램핑 단계(Initial clamping stage), 지그헤드 접촉력에 의한 안전핀 해지 단계, 푸시바의 하강에 따른 클램프 바의 개방 단계(Open stage)의 3단계로 구성된다.

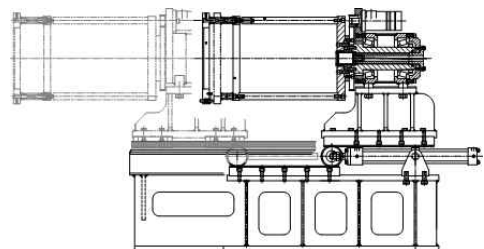


Fig. 2 Jig head of a dechoking for the auto clamp device

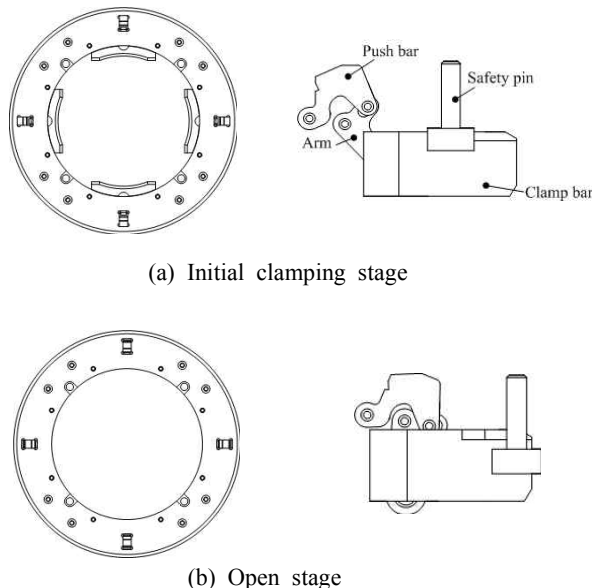
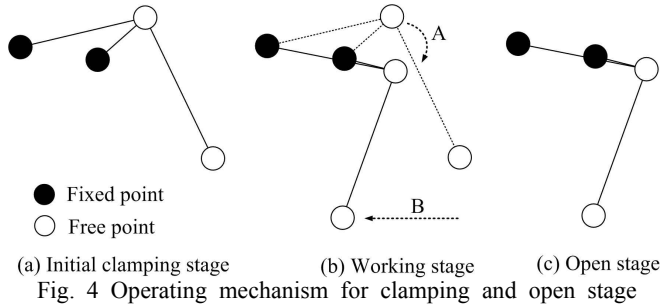


Fig. 3 Operating mechanism of the auto clamp device

Fig. 4는 오토클램프 장치의 착·탈을 위한 방법을 나타내며, 2개의 고정점(Fixed point) 와 2개의 자유점(Free point) 을 가지는 링크를 적용하였다. Fig. 4(b) 의 A와 같이 지그헤드에 의해 하중이 가해지면, 상부 자유점은 25°회전을 하고 고정링크를 지지 점으로 25mm의 수평 변위를 발생하여 클램프 바를 움직이게 된다.



### 3. 유한요소해석

#### 3.1 유한요소 모델 및 해석 조건

오토클램프 장치의 설계 시 요구조건인 클램프 바디의 강도를 검토하기 위해 Fig. 5와 같은 3자유도를 가지는 솔리드요소를 모델링하였다. 압연롤의 정렬(Array) 시에 회전하고 있는 오토클램프 장치의 4개의 클램프 바(Clamp bar) 에 약  $F=1000kg_f$ 의 추력(Thrust) 이 작용하게 된다. 이때 오토클램프 장치의 바디(Body) 상·하부 와 클램프 바의 접촉면에는 압축 및 인장 하중이 발생하게 되므로, 구조적 안정성의 검토가 이루어져야 한다. 또한 오토클램프 장치의 경량화를 위해 오토클램프 바디의 소재를 Table 1에 나타낸 것과 같이 AISI 1045, 7050 T7651 로 하여 안정성을 검토하였다.

#### 3.2 유한요소 해석 결과

Fig. 6, Fig. 7은 해석 결과를 나타내며, Table 2에 각각의 결과값들을 나타내었다. Fig. 6과 Fig. 7에서 오토클램프 장치의 부착부에 최대응력이 작용하는 것을 알 수 있으며, 항복강도를 기준으로 안전율 1.5를 고려할 경우 7050 T7651 Aluminium alloy 소재를 사용할 경우 안전율 1.7363으로 더 안전함을 알 수 있다.

변위 비교에서는 탄성계수가 높은 AISI 1045 steel 이 4.963e-3 mm으로 7050 T7651 Aluminum alloy 7.962e-3 mm에 비해 적게 나타남을 알 수 있다. 또한 중량 비교 결과 7050 T7651 Aluminum alloy를 적용할 경우 기존 오토클램프 장치에 적용된 AISI 1045 Steel에 비해 22kg<sub>f</sub> 을 경량화 시킬 수 있음을 알 수 있다.

Table 1 Material data of analysis models

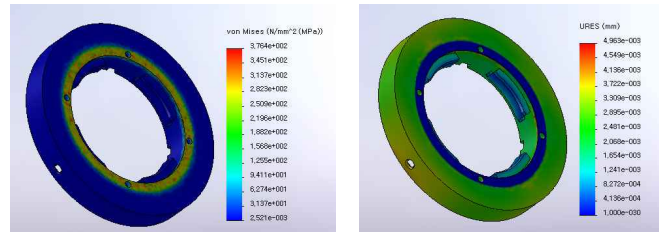
Materials	EX (N/m <sup>2</sup> )	NUXY (NA)	GXY (N/m <sup>2</sup> )	DENS (kg/m <sup>3</sup> )	SIGXT (N/m <sup>2</sup> )	SIGYLD (N/m <sup>2</sup> )
AISI 1045	2.05e+11	0.29	8e+10	7850	6.25e+8	5.3e+8
7050 T7651	7.2e+10	0.33	2.69e+10	2830	5.5e+8	4.9e+8



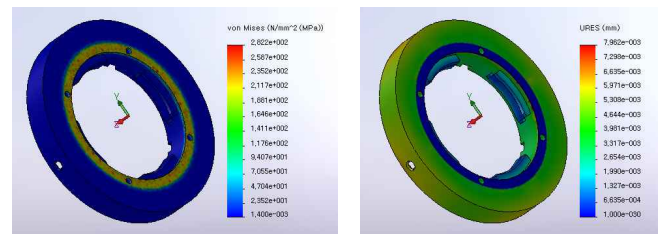
Fig. 5 Finite element model of the auto clamp device

Table 2 Analysis results of the auto clamp device

Materials	Weight (kg <sub>f</sub> )	VonMises Stress (MPa)	Displacement (mm)	Safety ratio
AISI 1045	36.69	3.764e+2	4.963e-3	1.408
7050 T7651	14.722	2.822e+2	7.962e-3	1.7363



(a) VonMises Stress (b) Displacement  
Fig. 6 Results of analysis (AISI 1045)



(a) VonMises Stress (b) Displacement  
Fig. 7 Results of analysis (7050 T7651)

### 4. 결론

본 연구에서는 2,000rpm 이상의 고속회전 시 클램핑 성능을 유지할 수 있으며, 압연롤의 정비성을 향상 및 경량화를 위한 오토클램프 장치에 관한 연구를 수행하였다.

1. 오토클램프 장치의 착탈 성능향상을 위해 2개의 고정점(Fixed point) 와 2개의 자유점(Free point) 을 가지는 링크를 적용하여, 25° 미소 회전 시 25mm의 수평 변위가 가능한 장치를 고안하였다.

2. 오토클램프 장치의 경량화 및 구조적 안정성 검토를 위해 기존 AISI 1045 Steel과 7050 T7651 Aluminum alloy를 비교 검토하였다. 검토결과 7050 T7651 Aluminium alloy 소재를 사용함으로써, 구조적 안정성 향상과 기존 AISI 1045 Steel 대비 22kg<sub>f</sub>의 경량화한 오토클램프 장치를 개발할 수 있었다.

### 후기

본 연구는 광주· 전남· 제주권 산학협력중심대학사업단의 지원에 의한 것입니다.

### 참고문헌

1. 한근조, 이호, 심재준, 한동섭, 안찬우, 전영환, "컨테이너 크레인용 썰기형 레일 클램프의 썰기각에 대한 연구", 한국정밀공학회지, 21-9, 119-126, 2004
2. 박준욱, 이희춘, 이성학, "원심주조방법으로 제조된 고속도강 압연롤의 마모특성", 대한금속재료학회지, 36-5, 675-683, 1998