

# 속도계를 이용한 스키드 마크로 인한 두께 변동량 추정

## Estimation of thickness variation due to Skid mark Using Speedometer

。 이 영 교\*, 조성 은\*, 김 상 우\*, 홍 성 철\*\*

\*포항공과대학교 전자 컴퓨터 공학부  
(Tel : 81-054-279-5018; Fax : 81-054-279-2903 ;  
E-mail : {dudry, oyz, swkim}@postech.ac.kr)  
\*\*포항제철 기술 연구소 (E-mail : pc542877@posco.co.kr)

**Abstract :** Generally a RF AGC controls the roll gap using the variation of rolling force caused by the roll eccentricity and the entry thickness of material, but these can not be classified. The Feed-forward AGC method, which controls the next stand roll gap by estimation the skid mark of the previous stand output thickness is needed to supplement the shortage of RF AGC. In this paper, an improved filtering method of skid mark which take account of the kinds of materials, the final objective thickness and the roll speed is proposed. In addition, an improved estimation method of control point using the speedometer and looper angle is suggested. Via simulation, the performance improvement of the suggested FF AGC method is verified.

**Keywords :** FF AGC, skid mark, roll gap, roll speed, hot rolling mill.

### 1. 서론

열연 공정은 연주공장에서 제조한 강재를 가열하고 조압연기, 사상압연기의 열간 압연을 통하여 다음공정에 필요한 열연코일을 제조하는 과정이다. 열간 압연에서 열연 코일의 목표두께를 얻고 두께편차를 줄이기 위해 다양한 AGC (Auto gauge control) 기법들이 적용되고 있다[1][6]. 일반적인 RF AGC는 소재의 두께 변화와 롤편심에 의한 압연하중의 변동량을 이용하여 롤갭을 제어하는데 이 두 가지를 구분하지는 못한다. 이러한 RF AGC의 단점을 보완하기 위해서 전단의 출력 두께 변화로부터 온도 변화에 의한 두께 변화성분을 추정하여, 다음 단의 롤갭 제어 지시치를 만드는데 고려하는 FF AGC (Feed forward AGC) 기법이 필요하다[4][2]. 스키드 마크에 의한 두께 변화량은 현장의 여건에 의해 직접 측정이 불가능하여 게이지미터식에 의해 구한다. 이러한 수식의 오차가 첨가된 두께 변화량으로부터 DC에 가까운 주파수 성분으로 구성되어 있으며, 롤속도 변화에 따라서 주파수성분이 변화하는 스키드 마크 변화량을 정확히 추정하는 것은 매우 어렵다. 또한 스키드 마크에 의한 두께 변화량을 추출해도 다음 단의 제어 시점까지의 소요시간을 정확히 추종, 제어하기도 어렵다.

본 논문에서는 FF AGC의 원리를 이해하고 FF AGC의 제어성능 향상을 위해 스탠드간의 소요시간, 판종, 판속도, 최종목표 두께의 변화를 고려한 두께 변동량 추출 방법과 속도계, 루퍼 각을 고려한 정밀한 도달 시간 추종방법을 제안하고 모의실험을 통해 결과를 확인하였다.

### 2. Feed forward AGC

RF AGC는 압연하중의 편차를 이용하여 롤갭 지시치를 구하는 방식이다.

$$\Delta S = -\frac{\Delta P}{M} \times \alpha \quad \text{식(1)}$$

S : 롤갭, P : 압연 하중, M : 밀 강성 계수

위의 식(1)에서  $\alpha$ 는 조정계수로서 운전자의 경험에 의해서 구해진다. 두께 편차는 스키드 마크의 장주기 형태 두께 편차와 롤편심에 의해 생기는 단주기 형태의 두께 편차가 혼합되어 나타난다. RF AGC에서는 압연하중의 편차를 이용하여 제어함으로써 온도차에 의한 두께변동에 따른 압연하중 변화와 롤편심에 의한 압연하중 변화를 구분하지 못하므로 주된 두께 변동의 원인에 맞추어 조정계수를 조정하게 된다. 조정계수를 크게 조정할 경우 스키드 마크에 의한 두께편차는 제거되지만 롤편심에 의한 두께편차는 증가하므로 통상 0.6-0.8정도의 값을 사용한다. 이 경우 20%-40%정도의 스키드 마크에 의한 두께 편차성분이 출력 두께에 계속 존재한다. 모니터링 AGC는 제한 형태의 제어방식으로 열연판이 최종 스탠드를 지나 두께 측정이 이루어지기 때문에 제어지연이 생기게 된다. 이에 비해 FF AGC는 전단 스탠드의 두께계 실측치 혹은 수식으로 두께 계산치를 구하여 남겨진 스키드 마크에 의한 판 두께편차를 제거함으로써 RF AGC를 보완한다.

압연하중과 롤갭의 선형화된 관계식에서 입측 두께가 미소 변동하는 경우 롤갭과 출력두께와의 관계식은 다음과 같다.

$$\Delta h = \frac{Q}{M+Q} \cdot \Delta H + \frac{M}{M+Q} \cdot \Delta S \quad \text{식(2)}$$

H : 입측 두께, Q : 소재 소성 계수

출측 두께의 변동을 제거하기 위한 롤갭의 지시치는 다음