한국소성가공학회 2007년도 추계학술대회 논문집 pp. 91~92

후판 형상제어 기술

서재형#· 문창호[1]· 천명식[1]· 박해두[1]

Crown and Flatness Control in Heavy Plate Mill

Jae-Hyung Seo, Chang-Ho Mun, Myung-Sik Chun, Hae-Doo Park

Abstract

Control of crown and flatness in plate rolling is important not only for enhancement of the structural precision of products, but also for improving the yield and rolling operation. In the heavy plate mill, there have been strong demands for upgrading plate crown and flatness. In order to satisfy these demands, it is essential to develop the high precision numerical models. This paper gives a general description of the crown and flatness preset control model, work roll bender system, simulation result for shape control.

Key Words : Plate Mill, Rolling, Crown, Flatness, Work Roll, Back-up Roll, Bender

1. 서 론

선박, 건설, 산업용기계, 파이프등이 주용도인 후판은 조선, 해양구조물, 발전, 수압철관, 고압용기, Line-Pipe, 건축, 교량등의 시장제품을 대상으로 하며, 근래, 시장제품 size확대, 고강도 및 고인성화의 움직임과 후판 제조기술의 진보로 인한 압연기 치수, 내하중, 강성의 대형화가 진행되고 있다. 이러한 후판의 제조공정은 가역식 압연기(Reverse Mill)를 사용하여 슬라브(Slab)로 부터 플레이트(Plate)를 제조하는 압연공정으로 정의할 수 있으며 판 크라운 및 평탄도가 양호하다는 대전제하에 Pass마다 최대의 압하량을 주어 최소의 패스회수에서 압연을 완료하는 것을 요점으로 한다. 후판압연과 관련하여 많은 치수제어 항목들이 있으나 압연에 직접 관련되는 제어항목으로는 판 두께제어, 판 폭제어, 형상제어등을 들 수 있다.

근래, 고객사의 치수정도에 대한 엄격한 요구로 인해 후판압연의 형상제어, 다시 말하면, 판 크라운 및 평탄도 제어분야에는 페어크로스(Pair Cross)압연과 작업롤 벤더(Work Roll Bender)등이 도입되어 후판압연의 고정도 형상제어를 수행하고 있다[1].

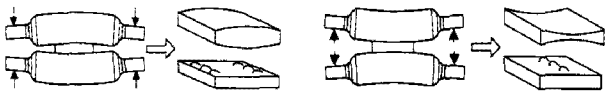
본 연구에서는 강력 작업롤 벤더를 이용한 후판 형상제어를 수행하기 위한 수식모델의 개념과 실기적용결과를 소개한다.

2. 판 크라운 및 평탄도

후판압연에 사용되는 압연기는 가역식 4단 압연기로서 상하부 보강롤과 상하부 작업롤로 구성되며 압연기 하우징에 의해 지지되는 방식이다. 이때, Fig.1에서 나타내는 것과 같이 압연롤, 압연조건, 압연판의 상태에 따라 압연판에는 판 크라운 및 평탄도 문제가 발생하게 된다. 즉, 압연하중이 지나치게 크게 되면 압연판에는 (+)크라운이 생기거나 에지 웨이브가 발생한다.

작업롤 벤더력이 크거나 압연롤의 열팽창이 큰 경우에는 (-)크라운 혹은 센터 웨이브가 발생하게 된다.

1. 포스코 기술연구소, 공정제어 연구그룹
포스코 기술연구소, 공정제어 연구그룹,
E-mail: fortran@posco.com



(+)Crown, Edge Wave (-)Crown, Center Wave

Fig.1 Crown and Wave

부하배분에 의해 두께를 변화시키면서 압연을 수행할 때 압연시 발생하는 판 크라운의 변화량은 전부 폭 방향 변형에 흡수된다고 한정할 없으며, 폭 방향으로 흡수되지 못한 크라운 변화량은 압연재의 길이방향에서 변형의 편차로 나타나게 되는데 이러한 변형 편차량의 물결침을 압연 웨이브라고 한다[1].

3. 작업롤 벤더제어 수식모델

전술한 것과 같이, 압연중에 발생하는 판 크라운 및 평탄도 문제를 해결하기 위하여 후판압연에서는 작업롤 벤더 및 페어크로스등을 사용하여 형상제어를 수행한다[2]. 형상제어를 위한 가장 일반적인 제어수단은 작업롤 벤더이며 압연시 압연하중에 의한 압연롤의 변형을 효과적으로 제어할 수 있는 것을 특징으로 한다. 작업롤 벤더의 최적 제어량을 설정하기 위하여 형상제어모델이라는 수식모델을 사용하게 되며 이 수식모델은 롤 탄성변형, 롤 마모, 롤 영팽창 예측 및 계측기 실적학습등을 통한 압연패스별 최적 벤더력 설정을 위한 요소모델들로 구성된다[3]. 이 관계를 Fig.2에 나타낸다.

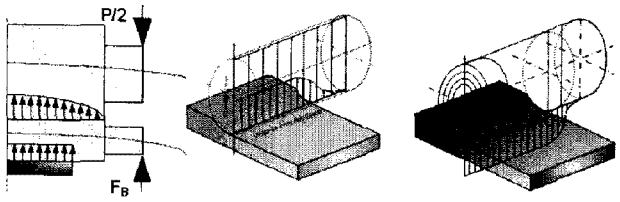


Fig.2 Roll Deflection, wear, thermal expansion

Fig.2에서 나타낸 것과 같이 압연시 판의 크라운에 영향을 미치는 기본적인 인자는 다음과 같은 3가지이다. 먼저, 압연시 압연하중과 작업롤 벤더력, 압연판의 치수등에 의한 영향으로 발생하는 압연롤의 탄성변형과, 압연시 고온의 판재와 접촉하게 되면서 발생하는 압연롤의 열팽창, 또한 압연소재와 압연롤간의 마찰에 의한 압연롤의 마모가 판 크라운을 결정하는 기본인자이며, 각각의 변형인자들은 압연시 압연판에 전사되어 크라운 및 웨이브성으로 나타나게 된다. 이러한 기본인자를 예측하기 위한 수식모델들이 작업롤 벤더제어 수식모델들에 포함되며 이들 인자들의 압연조건별 조합을 통해 최적 벤더력을 예측하게 된다.

본 연구에서는 후판압연시 발생하는 크라운 및 웨이브를 제어하기 위하여 탄성변형 예측용 엄밀해석모델 및 간이 수식모델, 롤 마모 예측모델, 롤 열팽창 예측모델 및 벤더력 예측모델로 구성된 작업롤 벤더제어 수식모델을 구축하였으며, 이 모델들을 실기 적용하였으며 현재 사용중에 있다..

4. 결론

후판 크라운 및 평탄도 제어를 위한 수식모델을 개발하였으며 형상 제어정도를 향상하기 위하여 압연조건별 제어특성을 검토하고 수식모델을 보완하여 실기적용 하였다..

실기적용을 통한 결과의 정량적인 평가 및 다양한 압연조건에서의 엄밀해석을 통해 복잡한 압연상황에 대응할 수 있는 고정도의 수식모델 개발 및 판형상 특성에 대한 평가는 이후의 과제에서 연구 예정이다. 또한, 실기적용 결과를 바탕으로 온라인성이 우수한 고정도 수식모델로의 레벨업을 도모하는 중이다.

참 고 문 헌

[1] Hiroshi Nishizaki, 1994, Improvement of Production Technology in Plate Mill Using Work Roll Bending Sytem, 철과 강, vol.80, pp. T34~T36.

[2] Haruki Shigeta, 1992, Application of Work Roll Bending System in Mizushima Plate Mill, CAMP-ISIJ, vol.5, pp. 586.

[3] Koe Nakajima, 1985, New Plate Mill Draft Schedu ling System for Crown and Flatness Control, Transactions ISIJ, vol.25, pp.213~21