

스테인리스 냉간압연기의 설비진단 시스템 개발

Development of CMS for Stainless Steel Cold Rolling Mill

이 원 호†
Won-Ho Lee

1. 서론

90년대 이후 국내의 산업성장에 따라 철강재의 수요가 폭발적으로 늘어나고 있다. 특히, 최근에는 생활수준의 향상에 따라 고급강재인 스테인리스 강판의 판매가 급증하는 추세이다. 이에 따라 국내외 철강 제조업체에서는 앞다투어 스테인리스 냉간압연 설비의 증설을 서두르고 있다. 냉간 압연기(cold rolling mill)는 금속소재를 상온에서 회전롤 사이로 통과시켜 얇은 판을 생산하는 데 사용되는 설비이다.

통상적으로 강판의 종류와 상관없이 냉간압연을 통해 생산된 강판의 좌우하는 기본 요소로서는 기계적 성질의 만족도, 두께의 정밀도 그리고 형상불량의 발생여부가 있다. 그러나 탄소강과는 달리 도금이나 도장 등의 표면처리를 하지 않는 스테인리스 강판의 경우 표면상태가 제품의 품질에 큰 영향을 미치게 된다. 따라서, 냉간압연 과정에서 강판의 표면에 발생하는 결함을 최소화하기 위한 많은 노력을 기울여 주어야 한다.

본 논문에서는 스테인리스용 냉간압연기의 운전중에 흔히 발생하는 강판의 표면결함을 소개하고, 이상상태의 초기에 검출하여 신속한 조치를 취해줌으로써 결함의 발생을 최소화할 수 있는 스테인리스 냉간압연기의 설비진단 시스템 개발을 소개하고자 한다.

2. 설비이상과 품질결함의 관계

Fig.1은 스테인리스 냉간압연의 특성과 이에 따른 제품의 영향을 보여주는 그림이다. 예를 들어, 압연도중에 압연기가 진동이 발생하면 강판의 표면에 chatter mark라고 하는 줄무늬 결함을 일으키며, 진동의 강도가 증가하고 지속되면 판이 파단되어 더 이상 압연을 지속할 수 없는 상태에 이르게 된다.

한편, 압연부하의 증가에 의해 발생된 열로 인해 강판의 온도가 심하게 높아지면 판의 표면에는 heat

streak라고 하는 결함이 발생되어 판매가 불가능한 제품이 생산되게 된다.

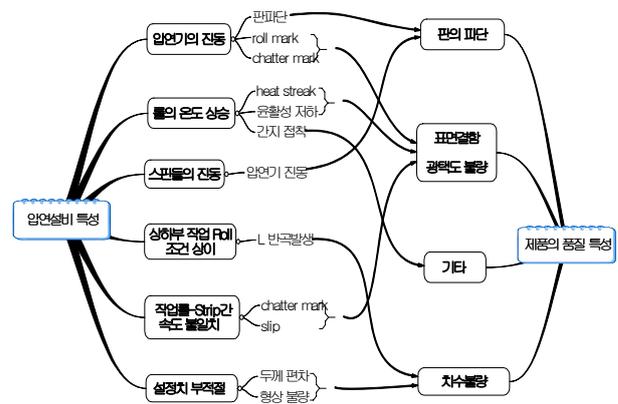


Fig.1 압연설비 특성이 품질에 미치는 영향

3. 설비진단 시스템의 개발

3.1 설비진단 시스템 개발의 필요성

앞서 언급한 바와 같이 압연기의 진동은 강판을 파단시켜 작업의 중단은 물론 설비의 고장 등을 일으키는 위험한 현상이다. 따라서, 이러한 진동이 심화되지 않도록 그 징후를 발생초기부터 monitoring하여 중대 사고를 미연에 방지하여야 한다.

또, heat streak나 slip 등의 표면결함은 통상적으로 압연이 완료된 상태에서 작업자의 표면 품질검사를 통해 발견하는 것이 일반적이다. 그러나 이와 같이 작업이 완료된 후에 검출되는 결함은 제품의 양부만을 판단할 뿐, 양질의 제품을 생산하는 데에는 도움을 주고 있지 못하다.

따라서, 작업이 진행중인 상태에서 압연기의 상태를 진단할 수 있다면, 설비의 사고를 미연에 방지할 수 있음은 물론 품질에 영향을 미칠 수 있는 요인을 미리 예측하여 사전에 적절한 조치를 취해줌에 따라 양질의 제품을 지속적으로 생산할 수 있게 된다.

본 연구에서는 이를 실현코자 스테인리스 압연설비를 대상으로 하는 설비진단 시스템을 개발하였다.

† 교신저자; 포스코 기술연구원
E-mail : leegyber@posco.com
Tel : (054) 220-6375

3.2 개발된 시스템의 구성

on-line 에서 설비의 운전특성 및 생산된 제품의 품질을 제대로 monitoring 해내기 위해서는 적절한 센서의 선택이 중요하다. Fig.2 는 본 연구에서 선택한 설비진단에 필요한 센서와 이를 냉간압연기에 적용한 사례를 나타내는 그림이다.

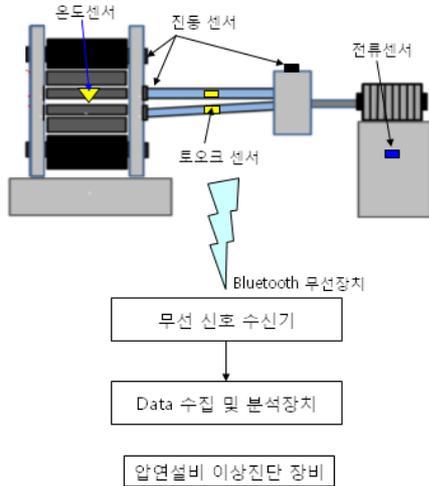


Fig.2 냉간압연용 설비진단 시스템의 구성도

설비진단용 센서의 역할은 다음과 같다.

- 진동센서 : Chatter 및 관파단의 검출
- 토크센서 : L 반곡, 강관 상하면 조도편차검출
- 온도센서 : Heat streak 발생여부 판단
- 전류센서 : 압연시 Slip 에 의한 표면흠 검출

4. 설비진단시스템에 의한 진단사례

4.1 Chatter mark 발생의 진단

chatter mark 란 압연기의 진동에 의해 Fig.3 과 같이 강관의 표면에 일정간격으로 줄무늬가 발생하는 현상이다.

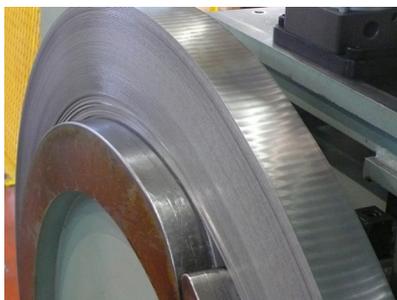


Fig.3 chatter mark 의 발생양상

Fig.4 는 압연기에 부착된 진동센서로부터 감지된 chatter mark 가 발생될 당시의 진동신호와 이를 주파수 분석을 통해 얻은 주파수 대역별 진동의 강도를 나타내는 그림이다. 주파수 분석결과로부터 얻어진 chatter 발생시의 주파수와 실제의 chatter mark 의 간격이 일치함을 확인할 수 있었다.

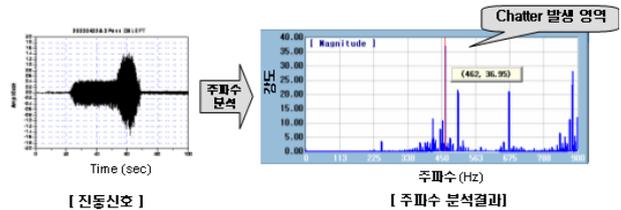


Fig.4 진동신호의 주파수 분석결과

4.2 Heat streak 발생의 진단

Heat streak 는 강관의 온도가 지나치게 높아져 롤과 강관 사이에 존재하는 윤활유가 제 기능을 발휘하지 못함에 따라 발생하는 응착 결함의 하나이다.

이와 같은 현상을 진단하기 위해서는 강관의 온도를 정확히 측정해내는 것이 관건이다. 본 연구에서는 접촉식 온도계를 통해 강관의 온도변화를 측정해내고, heat streak 가 발생되는 한계 온도를 도출하였다. Fig.5 는 롤에 발생된 heat streak 결함과 압연중 강관의 온도변화를 나타내는 그림이다.

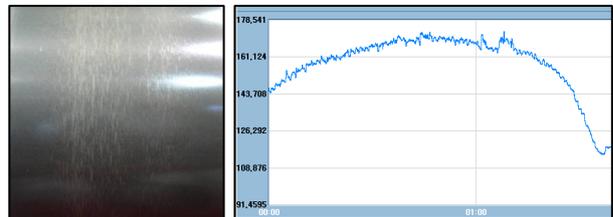


Fig.5 Heat streak 결함과 강관의 온도변화

5. 결론

본 연구에서는 스테인리스 냉간압연기의 운전특성에 따른 이상현상과 이에 수반된 품질결함 발생에 대해 고찰하고, on-line 에서 압연기의 상태를 진단할 수 있는 설비진단 시스템을 개발하였다. 개발된 시스템을 실험압연용 냉간압연기에 적용해 본 결과 그 유용성이 확인되었다. 따라서, 본 시스템을 고속 냉간압연기에 적용할 경우, 설비의 사고를 방지함은 물론 양질의 제품을 생산하는 데에 크게 기여하리라 판단된다.