

선재 가이드롤러 모니터링 시스템 개발

손 봉호*

포항제철 기술연구소 계측제어연구그룹

The Development of Monitoring System for Guide Roller in Wire Rolling Process

Boongho Son*

POSCO Instrumentation & Control Research Group

Abstract - In order to cope with the occurrence of abnormal operation, rotatory condition monitoring system for guide roller of finishing train in wire rolling has been developed. In this study, proximity sensor and its holding devices that could overcome severe in-situ measurement conditions was designed and MMI software using C++ was programmed. Performance of the developed system turned out to be good enough as results of in-line test for POSCO #3 wire rolling mill. It is expected to contribute to prevent the cobble and the grade-down of products caused by the abnormal operation of guide rollers.

이러한 문제점을 개선하기 위해 본 과제는 2개(A, B)의 사상압연 라인 중에서 Cobble 발생빈도가 높은 #27 스탠드 및 #29 스탠드용 가이드롤러를 대상으로 한 회전상태 모니터링 시스템을 개발하였다. 이를 위해 적절한 센서의 선정, 기존 가이드롤러의 형상변경, 현장 실험을 통한 문제점 보완 등 많은 시행착오의 과정을 거쳤다. 현재는 압연운전실에서도 각 롤러의 회전수와 함께 이상 발생유무 및 위치를 정확히 감시할 수 있게 됨으로써 운전자가 신속한 조치를 취할 수 있는 시스템이 완성되었다. 개발된 가이드롤러 모니터링 시스템이 잘 활용되면 제품의 불량률 감소, 회전불에 의한 Cobble 발생률의 저하, 작업자의 작업성 개선 등에 기여할 수 있을 것이다.

1. 서 론

포항제철 3선재공장은 최고 압연속도가 110 m/s에 달하는 2개의 압연라인을 갖고 있다. 공통의 모터에 의해 구동되는 사상압연기는 10개의 스탠드로 구성되며, 각 스탠드 입측에는 소재의 원활한 치입을 위해 롤러식 입구 가이드가 사용되고 있다. 현재 가이드롤러 사용상의 가장 큰 문제점은 고속으로 진행되는 소재가 좌,우롤러 사이에 끼여 롤러가 회전하지 못하거나 지지 베어링에 결함이 발생함으로써 좌,우롤러 사이의 회전상태가 비대칭이 되는 경우이다. 이러한 롤러의 비정상 작동은 Cobble 발생의 근본적인 원인이 될 뿐만 아니라 제품의 치수 및 형상, 표면품질에 나쁜 영향을 미친다. 지금까지 가이드의 이상여부를 감시하는 방법은 압연이 끝난 제품에 대한 작업자의 육안검사에 의존하고 있다. 제품의 표면을 눈으로 관찰하여 흠이나 결함이 인지되면 따라서 작업을 중지하고 각 가이드의 이상여부를 점검한다. 그러므로 가이드의 이상유무와 그 발생위치를 조사하여 이를 조치하기까지는 상당한 시간과 노력이 소요되는 불편함이 있다.

2. 본 론

2.1 센서의 선정

선재 사상압연용 입측 가이드롤러(그림 1 참조)는 고속으로 이동중인 소재를 견고하게 지지하여 다음 스탠드의 정확한 위치로 안내하는 것이 그 역할이다.

센서가 설치될 주위환경과 측정대상체의 특수성으로 인해 롤러의 회전수를 측정해야 하는 센서는 다음과 같은 조건들을 만족해야 한다.

첫째, 롤러가 동작할 수 있는 이론적 최대회전수(약 50,000 rpm)보다는 빠른 반응속도를 가져야 한다.

둘째, 고압의 냉각수 및 고온(약 1,000℃) 소재와의 접촉에 의해 발생하는 수증기 등에 관계없이 정확한 측정을 할 수 있어야 한다.

셋째, 압연롤과 가이드롤러는 매우 밀착된 상태로 조립되므로 센서 되도록 미소형이어야 한다.

이상과 같은 요구조건들을 만족하는 센서들 중에서 현장 적용시험을 통해 여러차례의 시행착오를 거친 결과 선정된 센서는 TURCK사 근접센서(모델명:Bi1,5-EH6,5-AP6X)이며, 이에 대한 주요

사양특성은 표 1에 정리된 바와 같다.

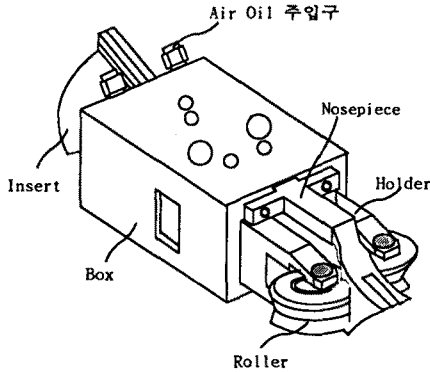


그림 1 선재사상압연용 가이드롤러

표 1 근접센서(TURCK사:Bi1.5-EM6.5-AP6X)의 주요 사양

Items	Spec.
Operating distance s ₀ (mm)	1.5
Mounting	Flushed
Switching Frequency (Hz)	3000
Protection Level	IP67
Temperature Range (°C)	-25~70
Barrel Length (mm)	40

2.2 센서의 탈,부착방안

가이드롤러는 많은 요소부품들이 결합된 Compact한 구조를 가지며, 적정시간 사용하고 나면 교체되는 장치라서 센서의 측정조건을 일정하게 하면서 탈,부착도 용이하도록 하는 것이 측정정도와 시스템의 성능을 좌우하는 관건이 되었다. 이러한 점들을 고려하여 그림 2와 같은 형태의 Device를 설계하여 롤러의 교체와 상관없이 센서와 검출물체의 측정면이 항상 일정한 간격을 유지할 수 있도록 하였다. 이 때 간격은 센서사양에 나타난 검출거리 Sn의 40% 정도, 즉 0.6 mm 내외가 되도록 하는 것이 가장 좋은 조건임을 알

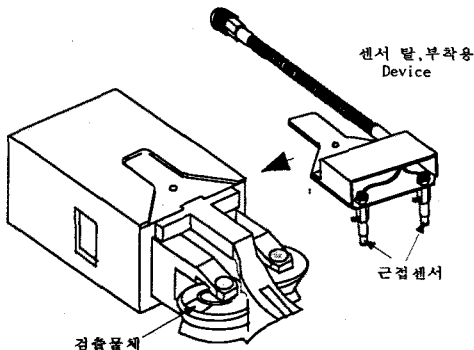


그림 2 센서 탈,부착방법

수 있었다.

2.3 시스템의 구성

A, B라인 #27 스탠드 및 #29 스탠드 입측에 사용되는 가이드롤러의 회전수와 이상발생여부 및 발생위치에 대한 정보를 조업자에게 상시적으로 알려주는 모니터링 시스템의 전체적인 구성내용 및 현장 배치상황을 그림 3에 보인다. 근접센서에서 계측된 신호는 방수내열 Cable을 통해 각 라인별로 사상압연기 측면에 설치된 Terminal Box로 연결되고 422통신으로 사상운전실의 Control Box에 신호가 전달된다. 이렇게 전해진 신호는 적절한 형태로 변환된 다음 펜티엄급 PC인 Main Controller에 입력된다. Main Controller에는 C++로 작성된 MMI 프로그램이 실행되어 현재 작업 중인 각 롤러의 회전상태를 사상운전실의 모니터 화면과 압연운전실의 회전수 Display 장치로 출력하는데 현재는 분당 회전수(RPM)값으로 표시하고 있다. 이와 함께 조업자가 설정한 정상조건 - 각 롤러의 회전수가 적절한 범위내에 있는가, 좌,우롤러의 회전수 차이가 정해진 범위내에 있는가 - 을 벗어나는 경우가 발생하면 사상운전실 천정에 달린 경보등, 모니터상의 MMI 화면, 압연운전실에 설치된 경보 Unit를 통해 이상 발생여부와 위치에 따라 해당경보가 동시에 작동하도록 되어 있다. 이 때, 각 라인이 현재 작업중인지 아닌지에 대한 정보를 알아야 하는데 이는 각 라인별로 사상압연기 출측에 있는 HMD(Hot Metal Detector) 신호를 이용하였다.

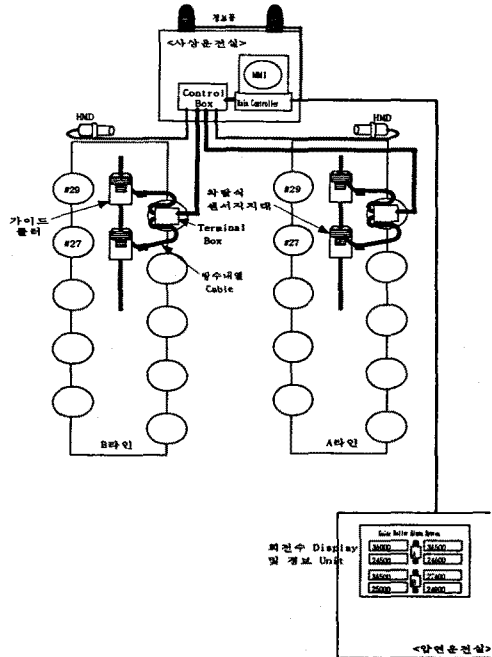


그림 3 전체적인 시스템의 구성내용

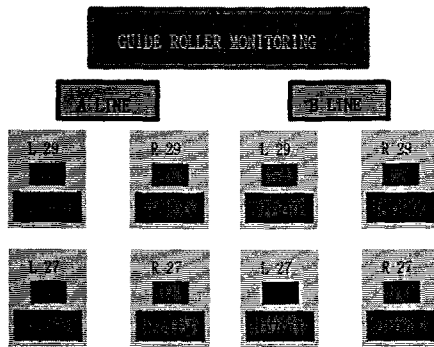
2.4 실조업 적용실험 결과

가이드롤러 모니터링 시스템의 활용성을 높이기 위해서는 정상조업시 롤러의 회전수를 정확히 아는 것이 매우 중요하며, 이를 위해서는 센서를 최적의 측 정조건에서 사용되도록 해야 한다.

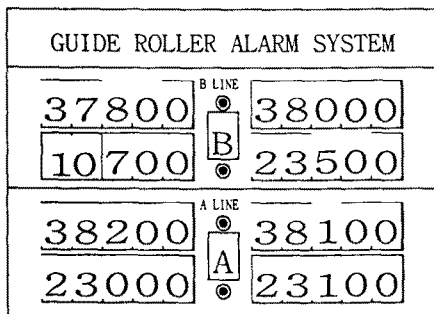
현재까지의 실조업 적용실험 결과를 정리하면, 롤러가 신품인 초기경 $\phi 45$ mm이고 최종 스탠드 압연속도가 약 100 m/sec인 경우 #27 스탠드 및 #29 스탠드용 가이드롤러의 정상적인 회전속도는 표 2에 정리된 바와 같다. 이는 소재와 롤러 접촉면이 완전한 구름접촉을 한다고 가정했을 때 계산되어지는 이론적 회전수와 거의 일치하는 것이다. 그림 4는 다른 롤러는 모두 정상적으로 작동하고 B라인 #27 스탠드 좌측 롤러만 정상상태 회전수보다 작은 경우, 사상운전실 MMI 화면과 압연운전실 회전수 Display 장치의 동작상태를 보여주는 일예이다.

표 2 정상상태에서의 롤러 회전수

위 치	측정 회전수 (RPM)
#27 스탠드 입측	38,000± 500
#29 스탠드 입측	23,500± 500



(a) 사상운전실 MMI 화면



(b) 압연운전실 회전수 Display 및 경보 Unit

그림 4 이상상태에서의 측정예

3. 결론

포항제철 3 선재공장 #27 및 #29 스탠드에 사용되는 입측 가이드롤러의 회전상태 모니터링 시스템 개발과제를 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 가. 센서가 사용되는 주변 환경과 계측해야 하는 롤러의 특수성을 감안하면 근접센서를 채용하는 것이 가장 좋다는 실험결과를 얻었다.
- 나. 채택된 근접센서의 최적 측정조건은 측정면과 센서검출부 사이의 거리를 동작거리의 40 % 정도로 설정하는 것이 바람직하다.
- 다. 정상적인 조업이 행해지는 경우 #29 스탠드용 가이드롤러는 약 37,500 rpm 이상, #27 스탠드용 가이드롤러는 약 23,000 rpm 이상의 회전수를 가져야 한다.
- 라. 이상과 같은 결과를 토대로 현장활용이 가능한 가이드롤러 모니터링 시스템이 개발되었으며, 시스템의 현장이관을 통해 실조업에 계속적으로 사용할 계획이다.

개발된 가이드롤러 모니터링 시스템이 잘 활용되면 이상발생의 여부와 위치를 정확히 파악할 수 있으므로 신속한 점검과 조치가 가능하다. 따라서 제품의 불량률 감소, 회전불에 의한 Cobble 발생률의 저하, 조업자의 작업성 개선 등에 크게 기여할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1]일본철강협회:철강편람 제3판 III(2), 1980, p.885
- [2]한용교:최신 제철공학 제3판, pp.6-11
- [3]전재승:센서인터페이스, 기전연구소, 1995, No.4, pp.30-31
- [4]Eugene A. Avallone and Theodore Baumeister III: Standard Handbook for Mechanical Engineers, McGraw Hill, 1987, p.16-3
- [5]KEYENCE:센서·측정기 종합 카탈로그, 1995
- [6]TURCK:센서 종합 카탈로그, 1997