

열연 다운코일러 모니터링 시스템 개발

손봉호, 임은섭
포항제철 기술연구소 계측제어연구그룹

Development of Monitoring System for Guide Roller in Wire Rolling Process

Boong-Ho Son, Eun-Seop Lim
POSCO Technical Research Laboratories Instrumentation & Control Research Group

Abstract-The reliability of EIC(Electricity, Instrumentation and Computer) systems in hot rolling mill is very important in order to maintain stable production. Signals obtained from sensors and control system should be analyzed to monitor the condition of down coiler in hot rolling mill. We develop a monitoring system of down coiler which is composed of three parts : (1) data acquisition and MMI, (2) signal processing and analyzing, and (3) automatic data saving. Also it is designed to enable to inform users the abnormal conditions of down coiler. This developed system is expected to make it possible to reduce long downtime, secure high facility precision, and maintain high control levels.

1. 서론

97년 설비신에화가 추진된 포항 1열연공장은 일본 미쓰비시사에서 공급한MELPLAC750기반의 Main 제어시스템이 운용중이나 설비도입시 고장원인 분석이나 자체 기술축적을 위한 감시분석 시스템을 구비하지 못하였을 뿐만 아니라, 도입초기과 아직까지 시스템의 특성과약도 미흡하여 이에 대한 대책이 시급이 요구되고 있는 실정이다.

Down Coiler는 열연강관의 품질에 영향을 미치는 연속공정의 최종 설비로서 고온다습한 주변 환경, 강한 충격력의 발생 등으로 인해 각종 센서나 부대장치들이 매우 가혹한 조건에서 사용되기 때문에 공장내 타설비에 비해 고장이나 수리가 비교적 잦은 편이다. 따라서 Coiler 작업과 관련된 센서 및 제어신호를 감시하는 것은 제품과 설비, 즉 조업과 정비 양측면에서 매우 중요한 일이며, 이는 세계적으로 최근 활발히 진행되고 있는 프로세스 진단과 유사한 개념으로 볼 수 있다. 이러한 맥락에서 일본 각 제철소에서도 해당공정의 설비, 조업, 품질감시용 센서와 이들과 관련된 각종 제어신호를 Network로 묶어 관리함으로써 정비측면과 조업측면을 통합한 프로세스 진단기술의 현장적용을 활발히 진행하고 있다. 일례로, 일본강관 후쿠야마 제철소는 Down Coiler 주요 장치들의 동작상태를 감시하여 조기에 설비 이상을 감지하고 제품의 품질결함과 설비 및 시스템의 돌발고장을 방지할 수 있는 On-line 모니터링 시스템을 개발하였으며, 현재 이를 실조업에 적용하고 있다. 또한가와사키제철에서는 Wrapper Roll 높이와 작동위치를 정밀하게 진단하고 이를 AJC 제어에 활용한 시스템을 개발하여 실조업에 사용하고 있다.

이러한 제반여건을 고려하여 본 연구에서는 포항1열연공장의 Down Coiler 작업과 관련된 다양한 종류의 센서 및 제어신호를 수집하여 정상조업시는 On-line 감시기능을, 사고발생시는 Off-line 분석기능을 수행하는 시스템

을 개발코자 하였다. 이를 위해 MMI용 Main PC 1대, 데이터 수집용 PC 3대로 구성된 시스템을 설계하고 범용 소프트웨어인 Labview를 이용하여 감시분석 프로그램을 작성하였다. 다양한 기능을 갖춘 개발 시스템은 설비의 이상발생 조짐을 사전에 점검하거나 고장발생의 원인을 분석하고 그 대처방안을 수립하는 수단으로 활용함으로써 제품의 생산성 향상, 정비의 효율성 증대 등에 기여할 수 있을 것이다.

2. Coiling 작업공정의 개요

2.1 Coiler의 기본구성과 권취거동

Coiling작업은 사상 압연기에서 압연되어 Run Out Table, Side Guide, Pinch Roll 등을 거친 Strip을 Coil형상으로 처리하는 설비이다 (Fig. 1참조). Strip의 권취가 진행되는 개괄적인 거동을 살펴보면, 우선 Strip 선단은 Side Guide, Pinch Roll 등의 장치에 의해 유도되어 Mandrel 주위에 한바퀴 감긴다. Fig. 1에서 알 수 있듯이 Strip 선단이 다음 감김에서 눌러지면서 2번째 바퀴로 접어들며, 이 때 Wrapper Roll이 누르는 힘에 의해 발생하는 Strip과 Mandrel 사이의 마찰력과 Strip의 후방이 사상 압연기 또는 Pinch Roll에 의해 물려 있기 때문에 발생하는 Back Tension으로 인해 감아 죄는 형태로 Mandrel에 감겨진다.

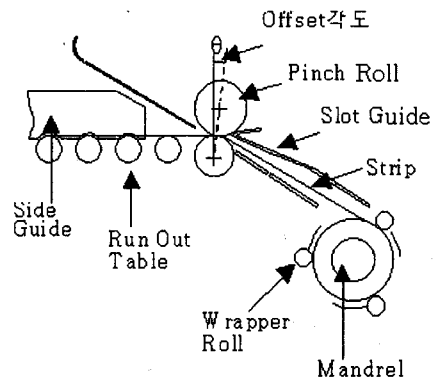


Fig. 1 Coiler의 기본구성

2.2 포항 1열연공장의 Down Coiler 설비

Coiler 작업은 열간 상태의 Strip이 사상압연기 후단부에서 빠져 나와 Coiler에 감겨 Coil형상으로 된 다음 콘베이어에 의해 적치되어야 할 장소까지 이송되는 것을 포함한다. Fig. 2는 열연공장의 Coiling 작업과 관련된 설비들과 주요센서들의 배치를 개략적으로 보여주고 있다. 2대의 Coiler에 의해 교대로 Strip이 권취되는데, 첫번째 Coiler에 권취될 때는 Strip의 선단과 후단이 사상압연기를 빠져 나와 HM-DA에서 먼저 인식된 다음, Pinch Roll을 지나 Pinch Roll과 Coiler 사이에 있는 Laser 1을 거치게 되고, 두번째 Coiler에 권취될 때는 Strip의 선단과 후단이 사상압연기를 빠져 나와 HM-DA와 HM-DB를 순차적으로 거친 다음 Pinch Roll을 지나 Pinch Roll과 Coiler 사이에 있는 Laser 2에 인식된다. 이러한 신호차이에 의해 해당 Coiler의 단위 설비들에 대한 제어가 수행된다. 이 때 HM-DA(B)는 Strip 선후단 검출을 통해 Side Guide와 Pinch Roll 제어의 기준신호로 사용되며, Laser신호는 Strip 선단과 Wrapper Roll 사이의 거리계산에 대한 기준신호로서 Mandrel과 Wrapper Roll의 제어에 이용된다. Mandrel에서 권취가 완료된 후에는 배치순서에 따라 단위설비별 시퀀스 작업으로 공정이 진행되고 최종적으로 콘베이어를 통해 이송 작업까지 완료하게 된다.

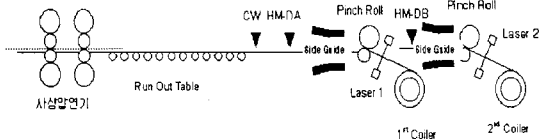


Fig. 2 Coiling 관련 주요설비 및 센서

3. 모니터링 시스템 개발

3.1 시스템의 구성

시스템은 Fig. 3에 보인 것처럼 크게 데이터 수집용 PC 3대와 MMI를 위한 Main 시스템용 PC 1대로 구성되었다. 이들 PC의 운용시스템으로 사용된 OS는 Windows NT Workstation 4.1이며, 데이터 수집 프로그램이나 MMI 작성을 위한 기본 Tool은 미국 NI사가 개발한 범용 소프트웨어인 Labview 5.1을 사용하였다. MMI PC를 포함한 시스템 내부통신을 위해 각 PC들 상호간은 Ehternet으로 연결되어 있으며, Labview에서 제공하는 Datasocket 방식으로 서로 통신하도록 되어 있다. 데이터 수집용 PC #1, #2에서 처리하는 아날로그 신호들은 기존의 제어시스템으로 Noise나 기전력이 역류되지 않도록 Isolator를 거치도록 하였으며, 데이터 수집용 PC #3에서 처리하는 Remote I/O 신호들은 RS232C 통신 방식으로, MELPLAC750으로부터 받는 각종 제어 신호들은 Ethernet을 통해 TCP/IP통신 방식으로 수집되도록 설계하였다.

3.2 수집데이터의 종류 및 내용

전체 시스템을 통해 수집되는 데이터는 DI 또는 접점 신호, 유압관련 아날로그 신호, TCP/IP 통신신호 등으로 대별되며, 이들 신호종류에 따른 각 데이터의 수집주기는 다음과 같다.

- ① AJC, Side Guid 등 아날로그 신호 : 1 msec
- ② Remote I/O 데이터 : 10 msec
- ③ MELPLAC750과의 TCP/IP 데이터 : 100 msec
- ④ 데이터저장 Trip신호 : 1 sec

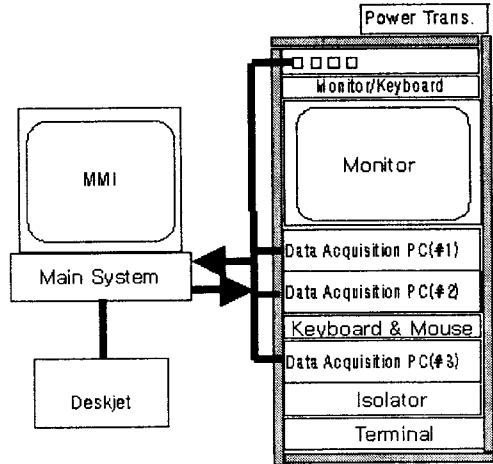


Fig. 3 시스템의 구성내용

3.3 수집데이터의 처리과정

개발된 열연공장 Down Coiler 모니터링 시스템이 수행하는 주된 기능을 Block Diagram 형식으로 나타내면 Fig. 4와 같다.

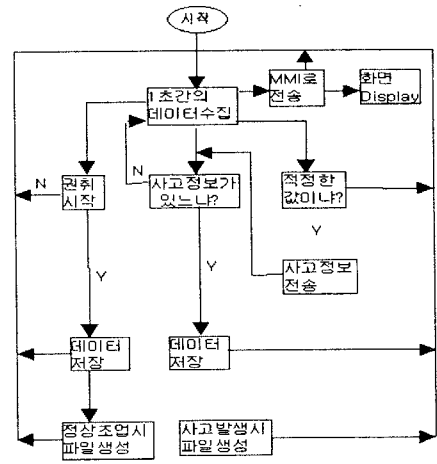


Fig. 4 수집된 신호의 처리과정

표 2 정상상태에서의 롤러 회전수

3.4 MMI 화면

Fig. 5는 Labview를 사용하여 작성된 MMI화면의 일 예를 보인 것으로, MMI PC에서 아날로그 신호와 Remote I/O신호를 혼용하여 On-line상으로 감시하는 경우의 화면이다. 이 때 화면에 표시되는 각 채널 데이터의 종류, 보여주는 한 Record의 시간 및 주기 등은 메뉴 바를 통해서 사용자가 임의로 선택할 수 있다.

3.5 수집데이터의 관리

3.5.1 사고발생시 데이터 저장

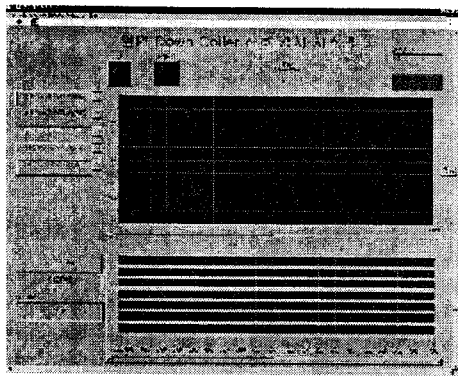


Fig. 5 MMI 감시화면의 일예

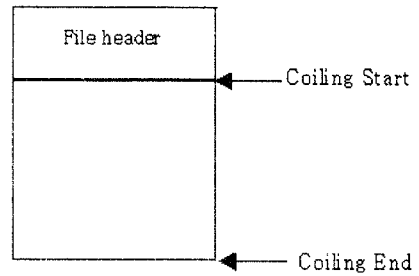


Fig. 7 정상조업시 저장파일의 구조

앞장에서 설명한 시스템의 동작프로그램이 시작되면 각 데이터 수집용 PC 에는 사고발생시의 데이터를 저장할 파일이 Open되고 여기에 최근 5분간의 데이터를 계속 Update하면서 저장하고 있다. 그러다가 어느 PC로부터 사고신호가 입력되면 그 시점을 기준으로 이전까지의 5분간 데이터를 그대로 보존한 채 1분간의 데이터를 추가로 저장한 다음 파일을 Close하고 해당 디렉토리로 파일을 이동시킨다. 이런 방식으로 디렉토리에 보관된 저장파일의 데이터구조는 Fig. 6에 보인 바와 같다.

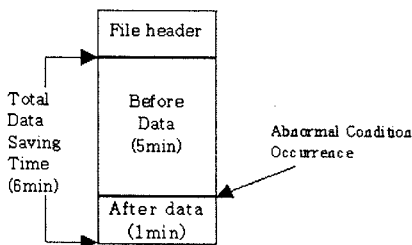


Fig. 6 사고발생시 저장파일의 구조

파일 이동까지의 작업이 완료되면 다음 사고발생에 대비하여 새로운 파일을 Open하고 앞서 설명한 과정을 다시 수행하며, 이런 일련의 작업은 별다른 조각이 없는 한 하드디스크의 용량이 허용하는 범위까지 자동적으로 반복된다.

3.5.2 정상조업시 권취데이터 저장

사고발생 신호가 없는 상태, 즉 정상 조업시는 PC #3의 Remote I/O 시스템을 통해 수집되는 권취 시작신호를 기준으로 데이터를 저장할 파일이 Open되고 권취 종료신호를 기점으로 데이터를 저장한 파일을 Close하면서 해당 디렉토리에 파일을 이동시킨다. 이처럼 생성된 권취데이터는 Fig. 7에 보인 것과 같은 파일구조를 가진다. 정상조업시의 권취데이터는 최종 30개 코일에 대해서만 보관되기 때문에 31번째 파일이 저장되면 첫번째로 저장되었던 파일이 자동적으로 Update되면서 삭제된다. 이러한 과정은 앞절에서 설명한 사고발생시의 데이터 저장과는 병렬적으로 수행되므로 사고발생시는 해당코일의 데이터가 이중으로 저장되어진다.

4. 결론

시스템 이상발생시 고장원인 분석과 시스템 특성파악을 통한 Down Coiler 조업기술력 확보를 위한 수단으로 열연 Down Coiler 모니터링 시스템 개발의 연구과제를

수행한 결과 다음과 같은 기능의 시스템을 개발하였다.

가. 전체 시스템은 MMI용 Main PC 1대, 데이터 수집용 Sub PC 3대로 구성되며, 데이터 수집 프로그램이나 MMI 작성을 위한 Tool은 Labview를 사용하였다.

나. 수집되는 데이터는 유압관련 아날로그 신호(수집주기 1msec), Remote I/O 점접신호(수집주기 10msec), Coiler 제어시스템과의 TCP/IP 통신신호(수집주기 100msec), 사고발생의 Trip신호(수집주기 1sec) 등이다.

다.. 시스템은 정상조업시의 권취시작~권취완료시까지 Coil별 데이터와 사고발생시의 사고전 5분, 사고후 1분간 데이터를 파일로 자동저장하는 기능을 가지고 있다.

마. 시스템은 정상조업시는 On-line 감시기능을, 사고발생시는 Off-line 상태에서의 정밀분석기능을 갖고 있으며 이상발생의 조짐을 사전에 감지하거나 고장발생의 원인을 분석하고 그 대처방안을 수립하는 수단으로 활용할 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- (1) 김기원, 열연 Down Coiler QOC(Quick Open Control) 진단 System 개발, POSCO 기술연구소 연구결과보고서, 1997
- (2) 松村昭彦 외 2명, Development of Diagnosis Technique of Coiler AJC at Hot Strip Mill, CAMP-ISIJ, Vol.3, P1459,1990
- (3) Koichi Asada, Development of Hydraulic Down Coilers, Mitsubishi Heavy Industries-Technical Review, PP155~159, June, 1985
- (4) Baba, Development of QOC observation system at down coiler, 126th ISIJ Meeting T Conference,1993
- (5) 寺門良二 외 3명, New Technological Development of Down Coiler for Hot Strip Mill,압연설비신기술,PP13~18,Vol 65.2,1983
- (6) 포항제철 열연공장 신설화 자료:Down Coiler/Coil Conveyor 제어방안,1997