

시멘트 분쇄설비의 자동제어 시스템 개발

*주 상 옥, **황유모
*호원 엔지니어링, **명지대학교 제어계측공학과

Development of A Cement Mill Control System

*Ju Sang Wook, **Humor Hwang
*Ho Won Eng. Co., LTD, **Dept. of Control and Instru. Eng., Myong Ji Univ.

Abstract - We developed a cement mill control system to improve performances of cement mill and conveyance facilities in view of TPM(Total Productive Maintenance). The system replaces the conventional sequence control relay panel and the mimic panel by the PLC(Programmable Logic Control) and the operation station with a monitor, respectively.

In addition, the updated A3A CPU is added to the msec PLC. All networks of the system are operated through ethernet communications.

This system as a domestic product is setup at S company and outperforms other foreign products in views of operation efficiency and process stability.

표 1. 분쇄설비 제어용 PLC의 입출력점수.

구분	원료공급	분쇄	제품수송	출하	Total
D.I	512	1024	192	816	2544
D.O	160	768	96	272	1296
A.I	40	192	16	40	288
A.O	4	64	16	4	88
Total	716	2048	320	1132	4216

1. 서 론

본 프로젝트는 국내 S시멘트회사에서 공정관리의 합리화 및 시멘트 분쇄설비 제어시스템의 국산화를 목표로 하여, S사의 공장설비 운전에 대한 경험과 노하우를 당사의 제어설비 자동화 기술과 접목시켜 시멘트 분쇄설비에 적용한 사례이며, 기존의 설비를 최대한 활용할 수 있는 제어시스템으로 구축함으로써 오랫동안 축적된 설비에 대한 유지, 보수기술을 최대한 활용할 수 있게 되었음은 물론 설비 개조에 따른 별도의 예비자재 확보가 최소화 되었으며, 최근 공장설비의 가동률 향상과 공정 안정을 위해 추진되고 있는 TPM 활동과 연계하여 각종 설비의 가동과 정지에 대한 원인분석과 추적이 가능하게 되었다.

2. 전압공급 및 제어설비 현황

본 프로젝트와 관련된 시멘트 분쇄설비의 현황은 다음과 같다.

- 전원 공급계통 : 고 압 : AC6.6KV 3Ph
저 압 : AC440V 3Ph
- 동력설비 : 고압 전동기: AC6.6KV 3Ph 4대
저압 전동기: AC440V 3Ph 303대
S.C.P : AC220V 1Ph 41대

다음 표1은 시멘트 분쇄설비 제어용으로 적용된 PLC의 입출력점수를 나타내고 있다.

3. 제어설비의 구성 및 기능

시멘트 분쇄설비의 제어설비 구성에 대한 예^[1]를 그림 1에서 볼 수 있다. 본 절에서는 분쇄설비의 모든공정을 총괄 통제하는 CCR(Central Control Room), 운전자에게 정보 및 운전자의 명령을 Operation Station에서 MMC(Man Machine Communication) 시스템을 통하여 가동설비와 운전원이 연결되도록 네트워크를 운영하는 I/O 서버, 그리고 공정제어 시스템의 핵심인 공정제어기(Process Controller)들의 구성 및 기능에 대하여 설명한다.

3.1 CCR

CCR에는 분쇄설비의 모든 공정을 총괄 통제하는 곳으로서 I/O 서버, Operator Station 및 콘트롤 데스크 등과 함께 현장과 연락이 가능한 통신설비가 설치되어 있다. 운전원이 사용하는 모니터와 키보드 및 마우스는 별도의 확장용 케이블로 구성함으로써 시스템의 안정성과 운전원의 편의성을 확보 하였다.

I/O 서버는 Operator Station과 분리하였으며, 설치위치는 관리의 편의성을 도모하기 위해 동일한 제어실에 배치하였다. PLC Program Loader 와 각 시멘트 분쇄설비용 Master PLC를 온라인으로 연결하는 통신 케이블이 설치되어, 운전상황 및 현장의 고장요인을 신속히 파악하여 조치 가능토록 하였다.

제어시스템의 신뢰도 확보를 위해 설비의 주변환경은 다음과 같이 조성하였다.

- 온도 : 15℃ ~ 40℃, 최대 온도변화 3℃/hr
- 습도 : 40% ~ 85%, 최대 습도변화 6%/hr.

3.2 I/O 서버 System

I/O 서버의 컴퓨터가 PLC 및 Operator Station용

LAN과 접속됨으로서 데이터베이스의 집중화, 이중화가 가능함과 동시에 각종 데이터의 실시간 제공을 실현하였다.

I/O 서버에서는 다음과 같은 5가지 Task가 수행되며, 각 Task들은 자기만의 데이터베이스를 독립적으로 구축하고 있다.

- Input / Output Task
- Display Task
- Alarm Task
- Trend Task
- Report Task

주제어시스템과 보조제어시스템으로 구성된 2개의 I/O 서버에 의한 Redundancy 시스템을 구축하여, 주제어용 서버의 고장으로 인한 모든 생산 설비의 가동중지를 방지하였다. 또한 주제어용 서버가 정상으로 복구된 후에는 보조제어용 서버에 저장되었던 데이터베이스를 주제어용 서버가 백업 및 복구시킴으로서 완벽한 Redundancy 시스템이 되도록 하였다.

I/O 서버 시스템의 하드웨어 사양은 다음과 같다.

- 모델명 : COMPAQ PROLIANT 2000 (5/90)
- 성능 : Pentium 90MHz
- 주 메모리 : 48Mbyte
- 하드디스크 용량 : 1.0Gbyte
- Operating System : DOS 6.2, Windows 3.11
- 네트워크 : Melsec Ethernet, Window for Work Group.

3.3 Operator Station

본 Operator Station 시설은 설비를 담당하는 운전원이 컴퓨터 시스템을 통하여 시멘트분쇄용 플랜트의 모든 설비에 대하여, 연속적으로 운전상태에 대한 감시와 제어가 가능토록 편의성을 제공하기 위한 MMC 기능의 수행을 주 임무로 하고 있다.

공정제어용 설비(Process Control System)중에서 운전원과 가장 가까이 있는 시스템으로서, 모든 설비에 대한 공정현황을 Window Graphic 방식을 이용하여 각종 Mimic, Trend, Status등을 일목 요연하게 제공되어 운전원은 정확한 판단 및 조치를 수행할 수 있다.

운전원은 시스템과 연결되어 있는 마우스로서 모든 Menu를 운용함과 함께 각종 파라미터의 값을 입력할 수 있도록 하여 완벽한 Operator Dialog 환경을 제공한다. 즉 그룹별 가동/정지는 물론, 장비 단위의 가동/정지 및 장비와 결합된 결정제한 제어 루프에 필요한 각종 변수설정, Alarm 레벨 및 Fault t 신호의 추적과 Interlock의 설정/해제가 가능하다.

Graphic Mimic은 Overview 프로세스를 비롯하여, Sub Mimic, Group Status, Drive Status, 측정치, PID 루프값, Trend의 평균, 편차 등과 함께 다중 Trend Display 기능을 수행하도록 구성되어 상호 연관이 있는 장비의 비교 및 분석이 용이하다.

Drive Object View는 장비의 현황을 일괄적으로 Display함으로써 장비별 가동현황 및 조치내역을 신속하고 정확하게 운전원에게 제공할 수 있다.

본 Operator Station의 하드웨어 사양⁽¹⁾⁻⁽²⁾은 다음과 같다.

- 모델명 : INTERGRAPH Workstation(TD3)

- 성능 : Pentium 90MHz
- 주 메모리 : 32Mbyte
- 하드디스크 용량 : 1.0 Gbyte
- 모니터 : 20" Color
- Operating System : DOS 6.2 Window 3.11
- 네트워크 : Window for Work Group.

3.4 Process Controller

본 제어시스템에 적용된 A3A CPU는 공정제어 시스템(Process Control System)의 핵심이라 할 수 있으며, 이미 S사에서 일부 설비에 대하여 적용한 경험이 있는 모델이므로 별도의 제어설비를 위한 예비 자재의 확보가 불필요함과 동시에 설비의 유지, 보수에 관한 경험을 최대한 활용할 수 있도록 하였다.

설비의 그룹에 관련한 모든 Status를 표시하여 Operator Station 에서 확인할 수 있도록 지원한다. Motor Drive의 경우 정,역으로 구분하여 모뎀화함으로써 PLC의 프로그래밍에 편리성이 제공되었다.

본 제어시스템에 적용한 Ethernet 통신방식의 사양은 다음과 같다.

- 통신속도 : 10Mbps
- 네트워크 방식 : Ethernet (CSMA/CD)
- Node 최대길이 : 2500M
- Segment Band Sync 방식으로 동축 케이블 사용

공정의 안정을 위한 결정제한 제어 루프는 최대 32 루프를 수용할 수 있으며 샘플링 시간은 10mS~99.99sec가 가능하며 PID 루프용 소프트웨어 패키지가 별도로 구성되어 있다.

Program Loader를 이용하여 PLC의 Ladder Diagram을 실시간으로, 온라인상태에서 시퀀스 회로를 작성하여 삽입, 삭제가 가능함으로써 시퀀스 변경에 따른 설비의 정지를 최소화 할 수 있다.

4. 분쇄공정 제어시스템(Mill Control System)

분쇄공정 제어시스템은 시멘트 공장의 분쇄공정에 Fuzzy Rule Base Logic을 적용하여 생산성 향상, 전력소비 절감 및 인력의 생략화를 위한 시멘트 분쇄설비의 최적 제어시스템⁽³⁾⁻⁽⁴⁾으로서 PMCS(Process Monitoring and Control System) 기능 및 Mill 최적화 기능을 가지고 있다.

본 제어시스템의 하드웨어 사양은 다음과 같다.

- 모델명 : INTERGRAPH Workstation(TD3)
- 성능 : Pentium 90MHz
- 주 메모리 : 48Mbyte
- 하드디스크 용량 : 2.0 Gbyte
- 모니터 : 20" Color
- Operating System : DOS 6.2 Window 3.11
- 네트워크 : Window for Work Group

본 제어시스템에 영향을 미치는 인자는 다음과 같다.

- 원료의 공급량 : Feeder (4대)
- 분쇄공정 상태 : Mill Sound (1set)
Mill Power (1set)
B/E Power (1set)
B/F Diff. Press (1set)

분쇄공정 제어시스템은 그림 2와 같이 구성하였으며 그 주요기능은 다음과 같다.

- Fuzzy 제어변수 설정 기능
- Action Time 설정 기능
- Auto Correction 기능
- Fuzzy 제어변수의 적정범위 변경 기능
- 데이터 샘플링 시간 설정
- Cement Mill Type 설정
- 통계 처리/출력.

5. Data Logger

Data Logger는 시멘트분쇄 설비에 대한 모든 현장의 데이터를 수집하여 미리 구축된 데이터베이스에 데이터의 유형에 따라 처리/저장하여 각종 보고서 양식으로 출력함으로써, 공장의 제반 가동현황 파악 및 유지보수를 용이하게 한다.

각종 데이터를 실시간으로 데이터베이스에 신속히 저장하여 언제든지 출력이 가능하며, 수집된 데이터는 통계처리하여 별도의 수작업이 불필요하다.

데이터의 수집은 I/O Server가 PLC와 Ethernet을 통한 데이터통신으로 이루어지며, 모든 공정의 신호량과 상태들을 주기적으로 또는 특별한 상황이 발생할 때마다 데이터를 갱신하는 방식으로 수집하여 Data Logger의 데이터베이스에 저장된다.

데이터베이스의 종류는 다음과 같다.

- Alarm / Event Database
- Trend Database
- Report Database

출력물의 양식은 다음과 같다.

- Production Report
- Operation Report
- Event / Alarm History Report
- Event / Alarm 통계 Report
- Maintenance Report
- Measurement Report.

6. 결 론

시멘트공장의 분쇄설비에 대한 제어시스템을 국산화 한다는 취지아래 추진된 본 프로젝트는 그동안 공장설비의 제어시스템은 외국으로부터 도입되어야 한다는 대부분의 사고를 전환시키는 작은 계기가 되었으며,

공장설비는 검토 과정에서부터 완료에 이르기까지 시간이 많이 소요된다는 점과 설치 후 사용기간이 매우 길다는 점, 또한 설치 후 변경이 곤란하다는 특수성을 감안한다면 제어 및 컴퓨터시스템의 라이프사이클이 점차 단축되어 가는 경향을 고려하여 공장용 제어설비의 기종 선정에는 경제성은 물론, 향후 기술적 동향에 대한 장기적 안목을 구비하여 복합적으로 검토하여야 한다.

완벽한 공장제어 시스템을 구축하기 위해서는 숙련된 프로그래머가 필요하지만, 제어대상의 공장 설비 및 공정에 대한 전문적 엔지니어의의 참여가 필수적이다. 이는 설비의 안정화 및 인력절감은 물론이거니와 설비의 유지, 보수를 효율적으로 수행하여 전반적인 생산원가의 절감과 직결되는 중요한 사항이며,

아울러 국내에서 생산되는 PLC 및 컴퓨터의 신뢰성을 향상시켜 제어용 프로그램 제작기술과 접목된 자체 브랜드로의 육성도 향후 과제라 할 수 있다.

[참 고 문 헌]

- (1) Mitsubishi, "A2A/A3A CPU User Manual," 1996.
- (2) 정진욱, 변옥환, 데이터통신과 컴퓨터 네트워크, Ohm사, 1987.
- (3) Jone h. Powers Jr, Computer-Automated Manufacturing, Mc Graw-Hill International Editions, 1987.
- (4) Gene F. Franklin, J. David Powell and Abbas Emami-Nacini, Feedback Control of Dynamic Systems, Addison Wesley, 1992.

