

철강공정의 전기·계장·전산 제어시스템 통합과 네트워크 표준

추영열, 이주강, 김치하*

POSCO 기술연구소, *포항공과대 전자계산학과

1. 서론

제철공정에는 PLC(Programmable Logic Controller), DDC(Direct Digital Controller), P/C(Process Computer), B/C(Business Computer), 각종 계측설비, 검사장치 등 많은 제어설비, 전산설비가 공정에 도입되어 있다. 제철 산업은 철을 주소재하고 있으며 이를 가공, 처리하여 최종 제품을 생산하는 까닭에 공정의 특성이 고온, 고압, 고속이며 많은 에너지를 소비한다. 즉, 원료의 운반에서부터 제품의 출하까지 다종의 기계설비와 제어설비에 의해서 공정이 진행되어야할 여건을 내포하고 있다.

한편, 공정의 특성을 보면 그림 1과 같이 개별 공장 또는 공장군 사이는 batch job의 성격을 갖고 있으며, 한 공장 내에는 다수의 공정이 존재하면서 실시간, On-Line, 분산 다중처리 형태를 취한다. 한 공장에는 각 공장의 특성에 따라 온도제어, 형상제어, 속도제어 등의 여러 공정이 공존하고 이외에도 각종의 특수계측설비, 데이터 관리, 시스템간의 통

신 등 여러 기능이 요구된다. 이에따라 각 시스템들은 분산 시스템의 형태를 취하게 된다. 이러한 분산 환경에서 각 공장의 목적달성을 위해서는 각 시스템들 간의 정보의 공유에 따른 유기적인 결합이 관건이 된다. 즉 제어, 전산설비의 구성환경에 대한 요구사항은 “제어의 분산과 정보의 통합”이라고 요약할 수 있겠다.

1.1 배경 및 필요성

제철소 전공정은 위와같이 각공장들이 연이어 각각의 공정을 수행하나 제어, 전산 시스템의 측면에서는 각각의 공장별로 그림 2와 같이 계층적인 형태를 취하고 있다. 제철소의 30여 공장들이 SCC(Supervisory Control Computer)를 통해 전사 기간망을 거쳐 B/C에 연결되고 내부적으로는 공장망을 통하여 PLC, DDC, SCC 등이 접속되어 있다. 실제로 공장 자동화 및 공정의 제어를 담당하는 것은 이

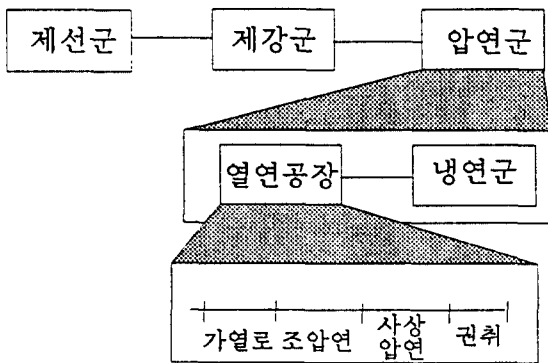


그림 1. 제철 공정의 흐름.

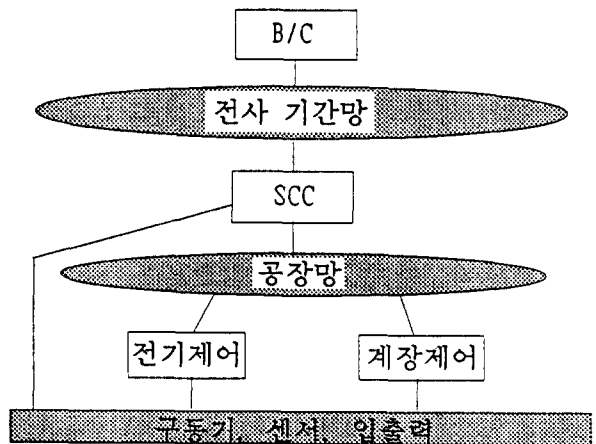


그림 2. 전산 및 제어 설비의 계층적 구성형태.

들 시스템으로 그림 2와 같은 구성형태를 갖는다. 여기서 전기제어(Electrical Control, E)는 고속 실시간제어를 담당하는 PLC를, 계장제어(Instrumentation, I)는 저속의 루프 제어를 담당하는 DDC를, 전산제어는 수식 모델 계산과 대량의 데이터 처리, 공정의 총괄적 제어를 담당하는 P/C(C)를 지칭한다. 이들 각 제어시스템들은 서로 밀접한 관련이 있으면서도 내장한 제어기, 시스템간의 통신, 조작방식의 제약때문에 개별적으로 발전, 구축되어왔다. 공장자동화 기기의 광범위한 확산은 공장 전체의 자동화를 위해 이들 개별적인 자동화시스템간의 연결을 요구한다. 그러나 다양한 시스템간의 호환성 부재로 정보의 일원적인 관리, 제어정도의 향상을 위한 고속, 다량의 정보교환, 설비구축및 관리의 최적화 등이 곤란하여 이를 위해서는 통합화와 시스템의 개방성이 중요한 과제로 된다.[1] 이것이 1980 년대초 GM의 MAP(Manufacturing Automation Protocol)의 제안 배경이기도 하다[2]. 그러나 근래 하드웨어및 소프트웨어 기술의 발달은 여기서 더 나아가 기존의 전기, 계장 시스템의 구분을 모호하게 하였다. 나아가 수요가 요구사항의 다양화, 지속적인 공정개선을 통한 극도의 생산성추구 등이 시스템 성능의 급속한 향상과 더불어 네트워크및 제어시스템의 개방화및 표준화, 제어시스템의 통합화가 전기, 계장, 전산 제어시스템의 통합화된 구축및 관리환경을 제공하는 EIC 통합시스템의 요구배경이다.

1.2 통합화, 개방화의 목표

전기, 계장, 전산 제어시스템의 통합화 (이하 “EIC 통합화”라 칭함)는 종래 개별적으로 구축된 전기 (E), 계장 (I), 전산 (C) 제어시스템을 호환성있고 전체적으로 단일화된 관리가 가능한 최적의 시스템으로 구축함을 목표로 한다. 표 1에서 보여주는 것처럼 제철소 각 시스템들은 여러 공급업체의 다양한 기종들이 설치되어 있다. 이들간의 정보공유를 위한 네트워크 사양도 각 공급업체의 수만큼 다양하다. 이 때문에 각 H/W간의 프로세스 데이터를 일원적으로 관리하는 것이 어렵고 또 조작, 감시 기기도 각 제어 시스템 전용으로 설치되어 운전및 관리가 번잡하다. 이러한 환경은 시스템의 설계, 운영, 설비및 품질관리의 모든점에서 제약사항이 된다. 이에 대응하기위한 구체적인 목표는 다음과 같다.

- 비용절감
 - 적정비용으로 최적의 제어시스템 구성
 - 구입비용, 엔지니어링 비용, 개조비용, 유지관리비용 절감
 - 하드웨어, 소프트웨어 기능의 중복배제와 공통화
 - 시스템 개발기간의 단축
- 인원의 합리화
 - 1인에 의한 공장조업 실현

- EIC 공통의 시스템 조작, 관리
- 단일 Window 환경 제공
- 시스템의 성능향상
 - 유연성있는 시스템 구축(효율적인 신설, 개조, 확장)
 - 고속의 망연결에 의한 정보의 일원적관리
 - 정보의 활용도 증대
 - 조업자의 운전의 편리성 보장

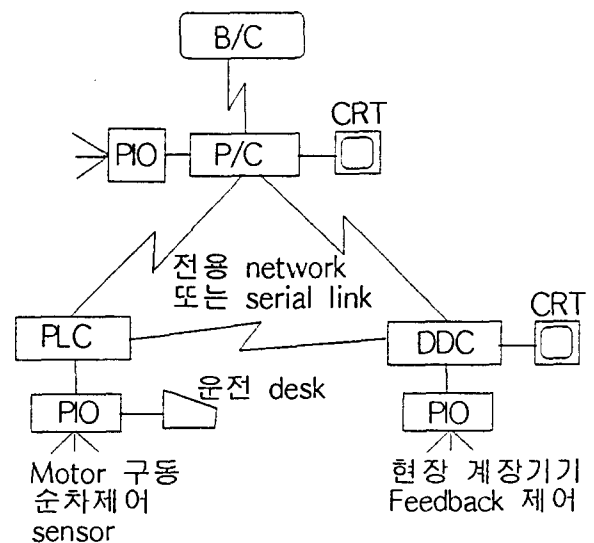
표 1. 포항제철소 P/C, DCS, PLC 기종별 설치 현황.

	공급업체수	기종수	총수량
P/C	8	VAX 6310외 15종	115
DDC	21	CENTUM외 41종	191
PLC	33	MELPLAC외 109종	1054

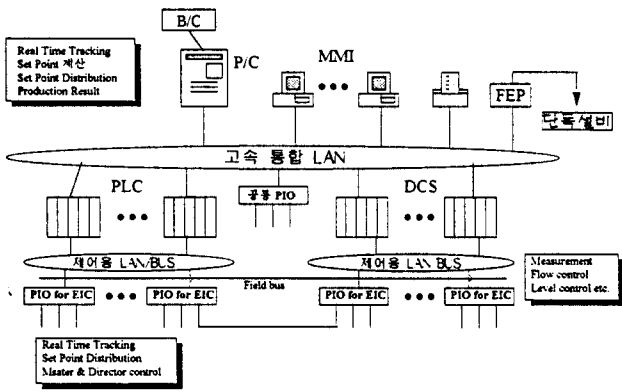
2. 제철소 제어설비의 현황

2.1 기존 시스템 구축현황

종래의 시스템 구성은 P/C, PLC, DDC 또는 DCS가 개별적으로 구성되어 이들 시스템간에 데이터및 조작환경에 호환성이 없고 통신 프로토콜 역시 각 공급업체 별로 상이하여 RS-232C 와 같은 저속, point-to-point 형태를 취하고 있다. 시스템의 운영은 각 시스템이 제공하는 개별적인 CRT를 통하여 이루어진다(그림 3. a). 각 부분별로 비교하면 다음과 같다. 그림 3. b)는 EIC 통합화 시스템의 구성을 나타낸다. 여기서 기존 독자적인 시스템과의 차이는 각 시스템이 표준화된 네트워크에의해 연결된다는 점외에도 각 제어시스템간에 단일화된 개발환경을 제공하며 또 전기, 계



a) 종래의 제어, 전산 시스템 구성 현황



b) 통합 시스템 환경

그림 3. 종래의 시스템과 통합화된 시스템 구성.

장 제어시스템이 단일 시스템 상에서 구현될 수 있음을 의미한다. 즉 입출력 점수 등 용량에서는 기존의 전용 PLC, DDC와 차이가 있을 수 있으나 기능상으로 단일 시스템 내에서 순차제어와 DDC의 제어를 동일하게 수행할 수 있게 된다. 또 MMI가 각 제어시스템에 직접 접속되지 않고 자체 프로세서와 메모리를 갖고 네트워크에 연결되는 Stand-alone 시스템이라는 것이다.

각 제어시스템 별로 구축 현황을 비교하면 다음과 같다.

2.2 공장 자동화 네트워크

종래 시스템은 P/C와 PLC가 전용의 네트워크로 구성되어 사양이 공개되지 않아 그 이외의 시스템에 대하여는 접속이 불가능하다. 따라서 이들과 접속하려면 다음과 같은 방식을 이용한다.

- CRT 터미널을 위해 제공되는 접속 포트를 이용한 RS-232C 방식(통상 9600 bps 이하)
- PIO(discrete I/O)를 통하여 BCD(Binary Coded Decimal) 코드 사용

이러한 방식은 전송속도에 있어서 저속이고 제공되는 통신 서비스에 제약이 심하므로 최소한의 정보만을 주고받을 수 있다. 따라서 새로운 시스템의 확장이나 개선시 기존 설비사양에 의존하게 되고 S/W 개발에 비용과 시간이 많이 소요된다. 특히 미쓰비시의 MELPLAC, MELCOM의 MDWS(Mitsubishi Data Way System)-600 등 일본의 제품에서 이러한 경향이 현저하다. 특히 일본의 경우 광 케이블에서 core/fibre 지름 비율이 50/125 mm 로 구미 및 유럽의 사양과 다르다. 제철소의 일부 LAN 사양 개요는 표 2와 같다. 이 LAN 사양 외에도 BSC (Binary Synchronous Communication), HDLC, SDLC 등과 기타 제조업체 고유의 프로토콜에 의한 통신 형태가 있다.

반면 근래의 개방형 시스템의 추세는 Ethernet과 FDDI (Fiber Distributed Data Interface)를 바탕으로 하여 TCP/

IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)를 지원하는 형태를 취하고 있다. GM의 MAP(Manufacturing Automation Protocol)은 여러 업체에서 지원을 하고 있으나 아직 포항제철에 설치된 예는 없다. 다만 히다찌의 $\mu\Sigma$ Network이 모토롤라사의 MC68824 Token Passing Bus Controller 칩을 사용하고 있어 MAP과 H/W적인 호환성은 있다고 볼 수 있다. Ethernet은 본래 공장환경을 목적으로 제정되지는 않았으나 그간에 널리 사용되는 동안 성능상으로 검증되고 비용이 저렴하다는 점에서 공장의 정보 LAN으로 사용이 급증하고 있다. 제철소의 일부 공장(제강 공장 등)에서 Ethernet 상에 MMS (Manufacturing Message Specification) 서비스의 일부를 지원하는 시스템의 구성이 있다. 단 5~6계층은 시스템 공급업체의 독자적인 구현을 따르고 있다. 이 경우 P/C는 범용의 시스템을 사용하고 하위 전기제어시스템은 Ethernet을 사용하며 P/C와는 Gateway를 통해 연결되고 있다. 그러나 일부 계장제어시스템은 별도의 채널을 통해 연결되는 한계를 가지고 있다.

표 2. 제철소 사용 LAN 개요.

네트워크명	제작사	Topology	전송 속도	전송 매체	매체 Access 방식
Ethernet	EEC외	bus, star	10 Mbps	동축케이블	CSMA/CD
MDWS	미쓰비시	ring	32.064 "	광케이블	slotted ring
$\mu\Sigma$ network	히다찌	ring, bus	1 "	광 케이블	slotted ring token passing
DPCS-E, F	후지	ring	10 "	광 케이블	token passing

DPCS : Distributed Process Communication System

2.2 프로세스 컴퓨터

P/C가 담당하고있는 기능은 다음과 같이 구분할 수 있다.

- 설정제어 기능 : 수식모델 운영 (프로세스 제어가 목적)
- 조업관리 기능 : 운전자에게 조업관리상의 데이터를 제공하는 기능
- 프로세스 추적 기능 : 현장의 상태변화에 따라 해당 프로세스를 기동하는 기능
- 실적수집 기능 : 외부입력 데이터를 수집, 편집, 가공 처리하는 기능
- 프로세스 입출력 기능 : discrete, analog 입출력 등을 통하여 현장의 프로세스에 대해 직접적인 신호의 입출력 기능
- 운전자 입출력 기능 : 운전자 데스크, CRT 등의 MMI 기기를 이용하여 정보를 제공하거나 운전자로부터의 입력을 받아들이는 기능
- 데이터 통신 기능 : Process I/O 이외에 상위 시스템,

타 P/C, PLC, DDC 등과 message 형태의 데이터 통신 기능

- 지원 기능 : 상기 주기능과 관련한 Back-Up, 유지, 보수 기능

제철소 P/C는 공정에 따라 실시간 운영체제를 사용하면서 공정에 대해 수십 milli-second 단위의 제어를 수행하는 시스템과 공정에 대한 직접적인 제어는 하위의 PLC, DDC에서 담당하고 공장 전체에 대한 감독(Supervisory) 기능만을 담당하는 시스템 구성으로 크게 나눌 수 있다. 전자의 경우 일본의 시스템 및 초기에 구축된 시스템이 이에 해당하고 후자의 경우 VAX 등의 시스템이 이에 해당한다. 또 전자는 압연의 빠른 공장에, 후자는 제선, 제강 등 비교적 느린 공정에 적용되어 있다. 따라서 전자의 경우 시스템의 범용성과 확장성 측면에서는 후자보다 뒤지나 제어전용의 시스템(dedicated controller)으로 네트워크 및 PLC와 밀접하게 결합되어 제어의 응답성 및 효율성이라는 측면에서는 유리하다. 실시간 운영체제의 경우 응용 TASK의 성격이 계산(Computing)보다는 입출력이 중요시되는 프로세스(I/O bounded task)이다. 범용 운영체제의 경우는 MMI와 네트워크도 물론 중요하나 상대적으로 계산량이 많은 경우이다. 따라서 시스템의 구성을 어떻게 설계할 것인가는 실시간 처리가 요구되는 프로세스 입출력을 P/C에 둘 것인가, PLC, DDC의 하위 기기에 둘 것인가와 밀접히 연관되어 있다.

전용 시스템의 단점은 호환성과 개방성이 낮고 S/W 역시 시스템 의존적으로 되어 재사용 및 타 시스템에 대한 이식성에서 불리하다. 반면 범용 시스템은 빠른 응답성 및 성능을 고려하여 시스템의 용량이 커지게 되고 그에 따라 투자비가 크다. 그리고 Back-Up 시스템 비용과 S/W 개발, 유지 비용 및 인원이 증가한다.

P/C에서 개방화 및 통합화에서 고려되어야 할 요소는 다음과 같다.

- 운영체제 : 실시간 운영체제, 범용 운영체제
- 시스템 버스 : VME bus, Multibus, PC bus 등
- 프로그램 언어
- MMI
- API(Application Program Interface)

2.3 전기, 계장 제어시스템

PLC, DDC의 공정내에서의 기능을 분류하면 다음과 같다.

- 설비 및 프로세스 제어
- 기기감시 및 제어를 위한 MMI 기능
- 프로세스 입출력 기능
- 경보, event 처리, 데이터 수집 기능
- 데이터 통신 기능 : 동등의 위상을 갖는 제어기, 계측기 그리고 상위 P/C와의 데이터 통신

PLC는 주로 순차적인 제어를 수행하고 DDC나 DCS에 비해 빠른 응답성을 갖는다. DDC는 수십 milli-second 이상의 응답성을 갖고 케환제어에 적용된다. 이들간의 구성은 두가지 형태를 갖는데, 첫째는 각각의 작업을 수행하면서 수평적으로 데이터 통신을 수행하거나 P/C를 통해 각 작업간의 동기를 맞추는 경우이다. 이 경우 양자간의 네트워크를 통한 접속은 호환성이 없는 경우가 대부분이다. 둘째는 PLC가 DCS의 하위에 놓여 "front end"로 기능하는 경우가 있다. 이들 PLC와 DDC는 자사 시스템간의 통신을 위해 독자적인 통신규약을 따르는 Local Network를 제공하고 있다. 이 Local Network는 Mini-MAP 또는 Field bus에 해당하는데 상위 시스템과의 네트워크에 비해 더욱 폐쇄적이다. 개방화 및 표준화의 속도도 더욱 느린편이며 이에 개방화 계획이 없는 경우도 많다.

PLC는 논리를 풀기 위한 전용의 프로세서를 가지고 있으며 프로그램도 전용의 tool을 이용하고 ladder diagram 등의 언어를 사용한다. 명령어 역시 고유의 형태를 가지며 미쓰비시의 MELPLAC 같은 경우 24 비트로 구성되어 있다. DDC, DCS는 범용의 CPU를 사용하고 프로그램 역시 범용의 고급언어를 통해 이루어진다. 프로그램의 호환성 측면에서 P/C에 비해 더욱 열악한 구조를 갖고 있다. 그러나 현재의 추세는 PLC가 IEC-1131과 같이 DCS와 유사한 function block 형태의 프로그램 환경을 제공하면서 양자간의 통합된 프로그램 환경으로 진전되고 있다.

MMI의 측면에서 보면 종래 PLC는 CRT를 통한 자체적인 MMI를 갖지 않고 P/C에의 프로세스 데이터 전송을 통하여 P/C의 MMI에서 운전자에게 정보를 알려준다. 그러나 DDC의 경우는 자체적인 MMI를 통해 자동으로, 또는 운전자의 수동 개입에 의해 공정제어를 위한 입출력을 수행한다. 그러나 근래의 중대형 PLC는 자체적인 MMI를 갖추고 있으며 입출력 역시 케환제어를 수행할 수 있는 지능화된 입출력 모듈을 갖추고 있다. DCS 역시 근래 VLSI 기술의 진보로 CPU의 성능이 크게 향상됨에 따라 응답속도가 향상되고 지원되는 입출력 점수도 늘어나 이제는 PLC와 DCS, DDC 사이의 구분은 점차 무의미해지고 있다. 통합시스템 환경을 위한 고려사항은 다음의 점들을 들 수 있다.

- 프로그램 언어 등 개발 환경
- 데이터통신 방식(상위 및 Local Network)
- 시스템 버스의 표준화
- 운영체제
- MMI 및 API

3. 개방화 및 통합화 추세

근래에 일본의 제철소들은 엔화 가치의 상승에서 오는 경쟁력 약화를 극복하기 위해 자동화와 성력화를 통해 생산성

표 3. E, I, C 및 통합시스템의 특성비교.

구분	E(전기)	I(계장)	C(컴퓨터)	EIC통합시스템
Controller	-Micro Processor -고속 Cyclic 연산 (1ms~100ms) -Sequence & Drive 제어 -Feedback 제어	-Micro Processor -저속 Cyclic 연산 (0.1sec~1sec) -Feedback PID 제어	-중형급 컴퓨터 -Event 발생형 연산 -수식모델등 복잡한 계산제어	EIC 공통 Micro Processor
MMI	-Desk & Pannel 조작 -고속응답	-CRT 조작 -저속응답 -표준화면 충실	-CRT 조작 -고속 및 저속응답 -화면종류 다양	EIC 공용 Intelligent CRT
Process I/O	Digital I/O가 주체 (Analog I/O도 사용)	Analog가 주체	E.I와의 I/F 신호 및 Process I/O가 주축	Processor 입출력 신호의 동일 Network 전송
데이터 전송 (Network)	Cyclic 전송과 Broadcast 고속 소용량형	Cyclic 전송 또는 Message 전송, 저속양은 약간 많음	Message 전송의 주체 대용량	Cyclic 전송과 Message 전송 고속 대용량
언어	Ladder 언어 POL(Program Oriented Language)	Module 결합방식	범용 Compiler	공통언어 또는 종래언어

향상을 꾀하고 있다. 그 한 예가 PLC(E), DDC(I), P/C(C)가 통합된 “EIC 통합시스템”이다. 기존의 개별적으로 구축된 PLC, DDC, P/C 시스템의 특성과 통합시스템과의 비교는 표 3과 같다.

이와같은 통합이 가능한 배경은 컴퓨터 및 주변기술의 발달로 성능은 급격히 향상되고 가격은 하락하는데 따라 제조 공정 및 자동화 기기에 보편적으로 사용되는 까닭이다. 즉, 모든 자동화 기기들이 고성능의 지능을 갖추게 되고 이들간의 호환성도 가능해지는 방향으로 기술이 진전되고 있기 때문이다. 또한 고속의 네트워킹 기술의 발전과 비용하락으로 시스템간의 정보공유 및 유기적인 제어기능의 분담이 가능해진 까닭이다.

3.1 PLC와 PC의 결합

PLC와 DCS, 즉 E와 I는 전술한 바와같이 기능상으로 통합되어가고 있다. 특히 PLC는 이전의 독자적인 구조에서 DCS와 유사한 형태로 바뀌고 있는데 이는 기존의 PLC가 DCS의 front-end로 기능하던 역할에서 벗어나 입출력 모듈의 다양화로 Analog 입출력, PID 제어모듈 외에도 네트워킹 기능의 향상으로 MMI, Batch 제어기능을 수행하는 스테이션을 갖추면서 상당부분 DCS의 성능을 갖추게 된 것에서 비롯한다[9]. 이러한 PLC의 개념이 변경에 있어 중요한 요인의 하나가 IBM PC의 산업체로의 응용이다. PC의 개방화된 기술과 다양한 주변기기 및 응용 S/W, 그리고 우수한 비용대비 성능, Windows에 의한 사용자 인터페이스의 향상 등을 들 수 있다.

3.1 개방형 시스템의 정의

개방형 시스템이란 경쟁력있는 시스템의 구축을 위해 개

개의 구성요소와 그 구성요소의 결합에 대한 사양이 비독점적인 환경으로 정의되는 시스템을 말한다. 개방형 시스템에 대한 정의는 여러 측면에서 규정될 수 있겠으나 H/W와 S/W에 대해 다음의 3 가지 관점에서 살펴볼 수 있겠다[3].

- 이식성(portability)

시스템의 한 구성요소가 다양한 환경에서 사용될 수 있는가의 여부 (예 : UNIX에서 사용되는 어떤 프로그램이 VMS에서도 운용되는가의 여부)

- 호환성(interoperability)

시스템과 시스템 사이, 또는 시스템 내부의 여러 구성요소들이 서로 정보를 교환할 수 있는가의 여부(예 : 네트워킹 통신)

- 통합성(integration)

시스템 내부의 각 H/W, S/W 들의 MMI가 서로 동질성을 갖고 있는가의 여부. (예 : word processor를 사용할 때와 spread sheet 또는 DBMS(Data Base Management System)를 사용할 때 화일을 열고, 닫고 자료의 일부를 잘라내고 하는 등의 사용방법과 Menu 구성등 사용자가 컴퓨터를 사용하는 환경(MMI)의 동질성 여부.)

이외에도 [4]에서는 다음과 같이 정의하고 있다.

open : allowing the integration of off-the-shelf H/W and S/W components into a controller infrastructure that supports a “de facto” standard environment

4. 사 례

4.1 일본의 사례

일본의 각 제철소와 제어시스템 공급업체들은 1980년대 초부터 EIC 통합화를 추진하여 근래에는 응용 및 기술적 성

속단계에 접어든 것으로 보인다. 일본의 시스템들은 대부분 폐쇄적인 구조를 가지고 있어 개개의 시스템에서는 독자적인 장점을 가지고 있으나 기존 시스템의 경우 타 시스템과의 호환성이라는 점에서는 대단히 불리한 여건이었다. EIC 통합화의 추진에서도 표준화와 개방화에서도 상당한 진전이 있으나 독자의 사양을 유지하면서 전기,계장, 전산시스템의 통합을 추진하는 형태를 취하고 있다.

4.1.1 스미토모 금속

일본 5대 철강회사의 하나인 스미토모 금속은 1980 년대 초, 일본 업체의 P/C 및 제어기들이 독자적인 구조를 가지므로 오는 호환성 문제를 인식하고 그로인해 비롯된 유지보수의 곤란, 보수품의 증대, S/W 생산성의 저하 등을 해소하기 위해 “ARMS (Advanced Real-time industrial Micro-computer of Sumitomo Metals' Standard)” 라는 계획을 추진하였다. 이는 Intel 계열의 CPU 및 Multibus를 자사의 표준으로 채용하여 H/W, S/W 엔지니어링 기술을 확보하여 기본 S/W를 보완한 Semi-OS라는 사용자 인터페이스 라이브러리를 개발하고 고속 연산보드, 프로세스 입출력 보드, CPU 보드 등을 개발하여 소규모 시스템에 대하여는 자체적인 설계, 제작체계를 갖추는 것을 주요 내용으로 하고 있다. 이 시스템의 구성은 그림 4와 같으며 주요 특징은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 마이크로컴퓨터를 바탕으로한 분산시스템으로 중대형의 P/C를 대체
- UNIX에 기반한 개발환경
- S/W bank 구축
- HDLC에 기반한 자체 네트워크 개발(S-Net)
- 자체적인 E, I용 H/W 개발

구축사례로는 제강공장 프로세스 컴퓨터(1985. 10), 카시마1 코크스 공장 연소로 제어시스템 (1985. 11), 후판 압연라인, 와카야마 제철소 강관공장(1986. 2) 등을 이 EIC

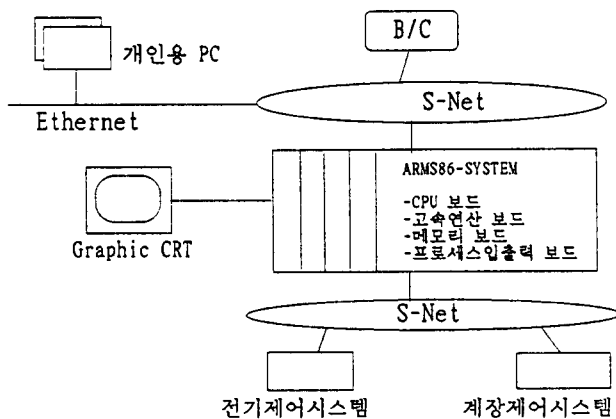
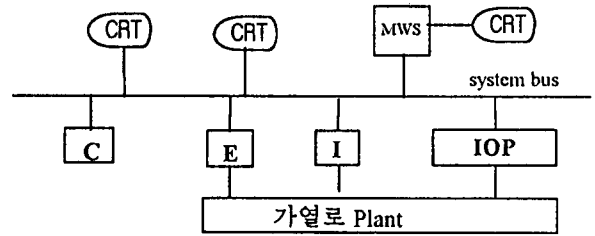


그림 4. 스미토모 금속의 EIC 통합화 시스템 구성.

통합시스템으로 구축하였다.

4.1.2 와카야마 제철소 열연공장

열연공장의 가열로, 산세 라인을 EIC 통합시스템에 의해 구축한 사례를 보고하고 있다. 이 시스템의 특징은 E, I, C 각 시스템이 고속의 시스템버스에 의해 연결된다는 것이다 (그림 5). 즉, H/W를 공통화하여 제어기능을 재설계하여 구현하였으며 MMI의 집중통합에 중점을 두어 운전실의 조작 panel을 제거하였다.



MWS : Maintenance Work Station IOP : I/O Processor
그림 5. 와카야마 제철소 열연공장의 통합시스템 구성.

4.1.3 가와사키 제철

가와사키 제철은 미즈시마 4 연주 공장 전체를 EIC통합 시스템으로 구축하여 가동중이다. 이 시스템의 특징은 IEEE 802.4 10 Mbps의 LAN을 근간으로 전기제어시스템과 계장제어시스템이 P/C와 밀접하게 연결된다는 것이다. 개발환경은 통합되어 있으며 Window 환경의 MMI를 제공한다. MMI는 네트워크를 통해 연결된다. E와 I는 각각의 프로세스 입출력을 가진다. 시스템의 구성은 그림 6에 보인다 [6].

이외에도 신일본제철 등에서 EIC 통합시스템의 사례들을 보고하고 있으며 다수의 제철소가 이에 참여하고 있다. 일본의 사례들의 특징은 UNIX와 국제표준안에 근거한 표준 네트워크의 채용등의 개방화보다는 자사의 기존 시스템 구조

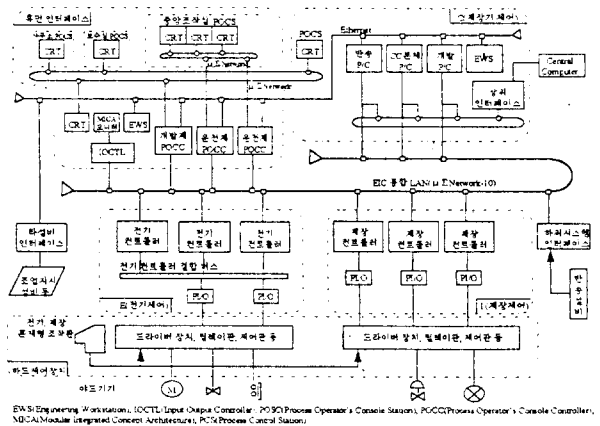


그림 6. 가와사키 제철 미즈시마 4 연주 EIC 통합시스템 구성.

를 개선하는 선에서의 통합화에 중점을 두고 있다.

개방화 측면에서는 UNIX와 Ethernet을 이용한 자동화 네트워크가 주류를 이루고 있다. 시스템의 규모에서는 UNIX Workstation과 Client/Server 모델, PC를 이용한 MMI 등에 의한 Downsizing 방향으로 나아가고 있다.

시스템의 구조에서는 E, I, C 각각이 시스템 버스로 연결되기도 하고 또는 네트워크로 접속되기도 한다. 제어기 보드도 E와 I가 통합된 경우, 별개인 경우, 그리고 MMI가 통합된 경우, C와 E의 용으로 나뉘어 있는 경우 등 아직 정형화된 구조는 아직 완전히 정의되지 못하고 있다[1][5][6][7].

4.2 구미의 사례

미국과 유럽의 추세는 EI 통합 시스템 및 프로세스 컴퓨터를 개방형 시스템으로 구축하여 표준화된 인터페이스를 제정함으로써 상호 운용성의 향상을 꾀하고 있다. 특히 PLC와 DCS의 통합화된 구조에 대해 논의가 활발한 것으로 보인다. 구미는 개방화와 표준화를 통해 엔지니어링에 의해 자연스럽게 통합화에 이르는 경로를 취하고 있다.

4.2.1 Inland Steel 7 고로

VMEbus 시스템을 이용한 고로제어시스템을 자체 엔지니어링에 의해 구성함으로써 기존의 Turn-key 방식의 도입에 비해 30-50%의 비용의 절감을 보고하고 있다. 개인용 컴퓨터와 X terminal, VAX station 등을 사용하였으며 Ethernet을 이들 시스템간의 네트워크로 사용하고 있다[8]. 여기서 VAX station과 개인용 컴퓨터, X terminal 들은 공정의 모델링 및 분석, 프로세스정보의 저장, MMI 기능 등을 수행한다. 반면 제어기능 및 입출력은 VMEbus 시스템에서 이루어진다.

이 경우의 특징은 범용의 H/W와 상품화된 S/W를 이용한 자체 엔지니어링이라 할 수 있다. 또한 이 회사는 DECnet을 자사 표준으로 하여 사용하고 있다. 반면 고로에 기존의 사용중인 Allen Bradley PLC가 존재하여 이와는 프로토콜 변환에 의해 연결된다. 즉 EIC 통합화의 개념과는

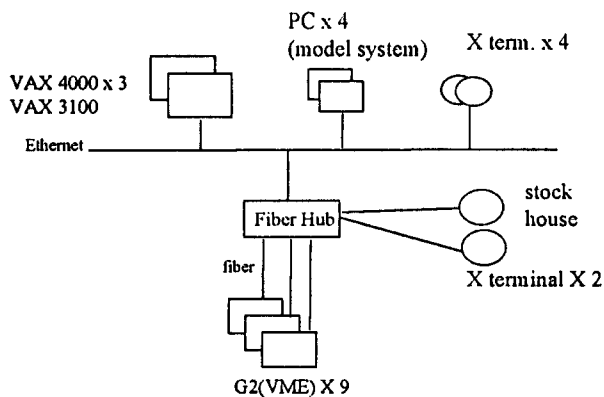


그림 7. Inland Steel 7 고로 제어시스템 구성.

다소 차이가 있다 하겠다. 그림 7에 그 구성을 보인다.

4.2.2 OMAC(Open, Modular Architecture Controllers)

OMAC은 공정산업(Process Industry) 보다는 제조산업(Manufacturing Industry)에서의 공장자동화를 위한 요구 사항으로 미국 자동차업계의 Chrysler, Ford, General Motors에 의하여 제안되었다. 주요 응용대상은 CNC (Computer Numerical Control)와 PLC이다. OMAC은 시스템의 하드웨어 또는 소프트웨어의 구조를 제시한 사양이 아니라 개방형이고 모듈화된 제어기의 개념과 사용자 입장에서의 요구사항이 무엇인가를 공급업체와 기술개발업체에 제시하여 사용자가 상품으로서 구입하여 사용할 수 있는 환경을 조성하고자하는 목적에서 제안되었다. 개방성과 모듈화의 추구는 하드웨어보다는 소프트웨어를 통하여 성취될 수 있다고 보고 이에 더 치중하고 있다[4]. 즉, 시스템의 하드웨어와 내부구조는 공급업체의 재량으로 두고 정확히 정의되고 공통적으로 받아들여질 수 있는 응용프로그램 인터페이스(Application Program Interface)를 통하여 "Plug and Play"를 성취하고자하는 것이다.

OMAC의 구성요소로서의 각 모듈의 개념은 [그림 8]과 같다.

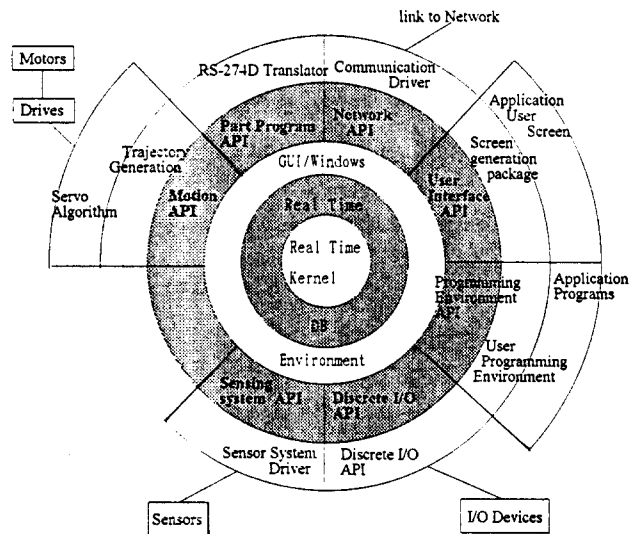


그림 8. Modularity 개념.

이상에서 일본과 구미의 시스템의 특성을 비교하면 다음 표 4와 같다.

4.3 포항제철의 사례

포항제철은 광양과 포항에 2 개의 제철소를 가지고 있다. 광양제철은 1993 년까지 네트워크의 현황조사를 거쳐 자동화 기기간의 표준화된 규약에 의한 통일된 접속환경을 구축

표 4. 일본과 구미 시스템의 통합화추세 비교.

	일 본	구 미
구성		
LAN	전용 LAN	범용 LAN
시스템 특성	<ul style="list-style-type: none"> -용용지향의 기능(특화된 H/W, S/W) -주분형 시스템 -E, I 전용 MMI -조업자의 수동개입 -C : 실시간제어 -E, I, C 개별적으로 발전 	<ul style="list-style-type: none"> -Maker 주도 기능구축(범용 H/W, S/W) -상용화된 시스템 -공장전체의 고도 MMI는 C의 기능 -조업자의 수동개입 최소화 -실시간 제어는 E, I 담당 -제어(E, I)+ 정보감시(C)형태
개방화 및 Down-Sizing영향	<ul style="list-style-type: none"> -독자의 우위성 적음 -Reengineering 필요 	<ul style="list-style-type: none"> -성능면의 불리 해소 -표준 Architecture 선점
장점	-실시간 제어에서 유리	-상용 package, multi-vendor 시스템을 이용한 유연성있는 시스템 구축 용이

하기위하여 OSI (Open Systems Interconnection) 참조모델에 근거한 “광양제철소 네트워크 표준 Profile”을 제정하였다. 여기에는 OSI profile과 TCP/IP profile의 두가지 구조를 포함하고 있다. 최초의 목표는 OSI에 따른 시스템환경의 구축을 목표로 하였으나 OSI를 지원하는 제품 개발의 속도가 느리고 표준화및 확산의 정도가 느려 급속히 사용이 확대된 TCP/IP 프로토콜을 병렬로 채택하였다. 이를 바탕으로 Mini Mill 공장의 기간망용 FDDI로 하고 각 제어시스템간의 하위 sub-network을 Ethernet으로하는 시스템구성을 채택하였다. 상위 통신사양으로는 TCP/IP를 사용한다. 이외에도 제철의 신예화 공장, 4 냉연 제어시스템, RCL 공장 등이 범용의 제어 시스템에 표준 profile에 따른 범용의 LAN에 의한 통신을 전제로 하여 설계되었다. 기존의 독자적인 공급업체의 의존하던 것에 비하여 기능의 재설계및 분배 등 기술력이 필요하나 비용및 유지면에서는 높은 효율성을 보이고 있다.

또한 통합화의 측면에서는 공급업체의 시스템 사양이 EIC 통합화의 개념을 반영하고 있어 이의 적용이 확대되고 있다. 그러나 EIC 통합 시스템의 비용이 기존의 개별적인 시스템에 비하여 고가인 단점이 있다. 이는 EIC 통합시스템을 채용할 경우 제어기능의 통합으로 제어기의 수를 감축할 수 있으나 공장 전체의 제어시스템이 동시에 바뀌는 경우가 아닌 때는 기존의 설치된 시스템이 여전히 사용중이므로 기능상의 중복등 최적화가 미흡한 때문으로 생각된다. 또한 사용자측면에서의 통합시스템에 의한 시스템 설계가 공정의 특성별로 엔지니어링 능력의 향상과 함께 수행될 때 효율성이 극대화될 것이다.

포항제철소는 광양에 비하여 비교적 오래된 제어시스템 구성을 갖고 있으며 이에따라 개방화및 통합화의 측면에서

는 뒤떨어져 있다. 특히 압연공정에는 일본의 설비가 많이 사용되고 있으며 그것들의 폐쇄성으로해서 설비의 증설및 개선에 많은 한계를 갖고 있다. 이를 타개를 위해 “EIC 통합시스템 표준안”을 제정하여 개방형 시스템으로의 기본적인 뼈대를 갖추고 일부 시스템에 대하여는 계열사를 통하여 전기, 계장 통합제어기의 개발을 진행중이다. B/C 에서는 방대한 데이터의 접근효율성을 높이기 위해 중형 컴퓨터 급의 여러 서버를 통한 Down-sizing을 일부 완료하여 사용중이다.

사용자 측면에서 개방화, 통합화의 효과는 운전환경의 편리성을 제공하는 MMI가 얼마나 효율적인가에서 나타난다. 근래의 추세는 Multi-Media 기술의 발달에 따라 공장 자동화 시스템의 MMI에도 이의 도입이 진행되고 있다. 즉, 운전실 내의 공장상태 감시를 위한 폐쇄회로 TV, 각종 sensor 및 입출력 기기로부터의 제어데이터, B/C와 DB server로부터의 데이터, 음성경보 등을 하나의 대형 MMI를 통해 관리할 수 있는 시스템의 개발이 추진중이며 이는 향후 5고로의 제어시스템에 반영될 계획이다. 포항제철소 역시 이의 적용을 추진중이다.

EIC 통합시스템및 네트워크 표준과 관련하여 포항제철이 사용자 입장이며 아직 개념정립 단계이고 기존의 비개방적인 시스템의 구성 등의 한계에도 불구하고 현재 신, 증설 설비의 모든 부분에서 이에따른 시스템의 구축이 추진중이다.

5. 결 론

앞에서 전기, 계장, 전산 제어시스템의 통합화와 네트워크 표준에 대하여 외국과 포항제철의 사례를 들었다. 구미와 일본은 접근방식에서는 다르지만 서로 접근되는 방향으로,

상호간의 접속이 가능한 방향으로 시스템과 네트워크 개발 방향이 진전되고 있다. 진전의 속도에서 완급의 차이는 있으나 대부분의 공급업체와 사용자에게 있어 개방형 시스템과 통합화는 대세라고 보여진다. 그러나 제어시스템의 통합과 공장자동화 네트워크의 표준화에도 불구하고 하나의 구조로 시스템의 구조가 정형화되어 나타나지는 않을 것이다. 즉, 철강공정에서 제어시스템의 통합화와 개방화의 목표는 동일하나 그의 구현방식은 여러형태의 시스템 및 네트워크 H/W, S/W 구조를 가질 것이다. 이를 통한 효율성의 극대화를 위해서는 다음의 몇가지가 고려되어야 할 것으로 생각된다.

첫째, 개방형 시스템의 구축시 이전의 Turn-key 형식의 폐쇄적인 시스템에 비하여 엔지니어링 및 integration 능력이 요구된다는 점을 간과할 수 없다. 즉 개방성의 확대라는 개방형 시스템 구축의 전제는 공정에 대한 지식과 프로그래밍 및 시스템통합의 경험이 있는 엔지니어이다.

둘째는 전기, 계장, 전산 시스템의 통합화는 네트워크를 포함한 개방형 시스템의 동시적인 추구를 통해 이익을 극대화할 수 있을 것으로 보인다. 특히 최종 사용자의 입장인 포항 제철의 경우에는 개방형 시스템이 아닐 경우 자체 기술의 확보, 수요가의 요구변화에의 신속한 대응, 새로운 기술의 적용 및 변경 등 모든면에서 불리하다.

셋째, 자사표준의 확보가 필요하다. 다수의 자동화 설비와 다종의 네트워크에 대하여 모든 기술력을 확보하는 것은 효율적이지 못하며 "사실상의 표준"에 근거한 자사표준의 범위를 설정하여 한정된 범위의 분야에 대하여 자체적인 통합 및 개발 능력을 갖추는 것이 필요하다.

넷째, 하드웨어보다는 소프트웨어 지향의 통합시스템 구축이 선택의 다양성과 실현성 측면에서 최종사용자에게 효과적일 것으로 생각된다.

이외에도 사용자와 공급업체의 시스템에 대한 관리범위 설정, 공정에 따른 기능의 재설계와 구현방식의 유연성 등이

사용자 입장에서 고려되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Tomao Yokoi 외 4 명, "Standardization of Process Control Systems Based on Micro-Computers.", 住友金屬, 1986. 8.
- [2] Control Engineering, "Special Edition : Manufacturing Automation Protocol", 1986. 10.
- [3] Gary J. Nutt, "Open Systems", Prentice-Hall, 1992, pp19-21
- [4] Chrysler, Ford and GM, "Requirements of Open, Modular Architecture Controllers for Applications in the Automotive Industry" Version 1.1, 1994. 12
- [5] Kenji Morita 외 3 명, "Application of a New Integrated EIC Control System to the Iron and Steel Plants" 住友金屬 Vol 43-2, 1991
- [6] Akira Jamane 외 6 명, "Computer Integrated Control System of a New Slab Caster in the Mizushima Works", 日立評論 Vol. 75 No. 10, 1993. 10
- [7] 일본철강협회 공동연구회, "EIC 융합시스템에 의한 후판열처리공정의 자동화", 신일본제철 101회 계측제어부회 자료집, 1990. 4.
- [8] Ken Marrin, "Inland Steel turns to VMEbus for distributed control", Computer Design, 1993. 2.
- [9] Barry Coflan, "The PLC Paradigm Shift and the Impact on Process Control", Proceedings of the Industrial Computing Conference Vol. 5 Part 1, 1995. 4., pp 55-58
- [10] Klaus Zinser and Florian Frischenschlager, "Multi-media's push into power", IEEE SPECTRUM, Jul. 1994, pp. 44-48

저 자 소 개



추 영 열

1986 서울대학교 제어계측공학과 졸업 (학사)

1988 서울대학교 제어계측공학과 졸업 (석사)

1993~현재 포항공과대학교 전자계산학과 박사과정

1988~1994 산업과학기술연구소 연구원

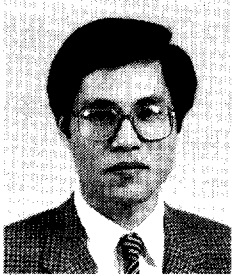
1994~현재 POSCO 기술연구소 연구원

관심분야 : CIM, 공장자동화 Network, Real-time communication

(790-300) 경북 포항시 남구 괴동 1번지

Tel. 0562)279-6537 / Fax. 0562)279-6509

이 주 강



1976 한양대학교 전자공학과 졸업 (학사)
1982 Northwestern Univ. 컴퓨터 공학과 석사
1986 Northwestern Univ. 컴퓨터 공학과 박사
1986~1987 Northwestern Univ. 연구원
1987~1994 산업과학기술연구소 계측연구실장
1994~현재 POSCO 기술연구소 시스템연구팀장
(790-300) 경북 포항시 남구 괴동 1번지 포항우체국 사서함 제36호

Tel. 0562)279-6183 / Fax. 0562)279-6509

김 치 하



1974 서울대학교 전자공학과 졸업 (학사)
1984 Univ. of Maryland 전자계산학 석사
1986 Univ. of Maryland 전자계산학 박사
1974~1981 국방과학연구소 선임연구원
1986~1990 State Univ. of New York at Buffalo 조교수
1990~현재 포항공과대학교 교수 (부교수)
1992~현재 포항공대 정보통신 연구소 소장

관심분야 : 분산 시스템, OS, 초고속 통신망, Multimedia 통신
(790-784) 경북 포항시 남구 효자동 산 31 포항공과대학교 전자계산학과
Tel. 0562)279-2252 / Fax. 0562)279-5699