

광양제철소 제어시스템분야 네트워크 표준 제정

조영섭*, 이주강**, 임근영*, 추영렬**, 이수철*, 권대근*, 김태수*

*포항종합제철(주) 광양제철소 제어시스템팀 / **포항종합제철(주) 기술연구소 시스템연구팀

1. 서 론

광양제철소는 80년대와 90년대에 걸쳐 공장 건설이 완료되면서 제철 공정의 특성상 많은 자동화 설비와 전산시스템에 의해 운영되고 있으며 1992년 10월 종합 준공 이후로도 지속적인 설비투자와 공정 개선 노력이 경주되고 있으며 생산성 향상과 업무 효율성을 위해 자동화, 전산화가 더욱 확대되면서 망의 규모는 더욱 커지고 응용 측면에서도 다양한 종류의 서비스에 대한 요구가 늘어가고 있다.

그러나 Process Computer(이하 P/C로 표기)가 8종류 이상, Programable Logic Controller(이하 PLC로 표기)와 Distributed Control System(이하 DCS로 표기)등이 100가지 이상의 기종이 설치되어 새로운 설비의 추가 개선 및 변경이 용이하지 않다.

즉 공장별 제어 계통에 네트워크 표준 미비로 Maker별 특수 사양을 사용함으로써 시스템간 정보 교환이 미흡하고 시스템의 추가나 Replace시 Maker 의존이 불가피함에 따라 광양제철소의 제어시스템 분야 네트워크에 접속되는 모든 컴퓨터 및 자동화 기기들에 대해 표준화된 통신 사양 및 구조 제정을 통하여 상호 통신을 가능하게 하는 것을 목적으로 하는 “광양 제철소 Process Computer 분야 네트워크 표준 프로파일”을 제정, 제철소에 도입되는 모든 제어시스템에 적용함으로써 시스템 상호간의 원활한 연동성과 호환성이 제공되며, 전산망 관련 중복 투자 요인을 제거하고, POSCO 주도의 네트워크 구축을 통한 자체 기술력 증진 등을 통해 궁극적으로 광양제철소 현 상황과 향후의 요구사항에 발전적으로 대처할 수 있는 기반을 조성하였다.

본 논문에서는 각 공장별 네트워크 규격의 표준화 및 전후 공정 사이의 유연한통신을 제공하고 기존까지의 Maker

주도로 이루어졌던 시스템간 연결 기술을 POSCO 주도로 전환하기 위해 제정한 “광양제철소 P/C 분야 네트워크 표준 프로파일”의 제정 과정과 이의 현장 적용 사례를 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 현상 분석

제철소는 프로세스의 특성상 전산 및 제어시스템이 계층적인 구조를 갖고 있으며 각 계층을 분류하는 방법은 여러 가지가 있을 수 있으나 광양제철소의 경우는 그림 1과 같이 분류하고 있으며 이를 기본으로 현 네트워크에 대한 문제점을 도출하면 다음과 같이 정리된다.

- 1) Maker 고유의 네트워크 도입에 따른 N : N 통신의 불가
- 2) H/W, S/W 결정에 Maker가 주도, POSCO는 사용 위주
- 3) Maker 제정 용어 사용에 따른 용어 표준화 미비
- 4) 생산, 품질 관리 Data의 증가에 따른 효율적인 Data 관리 미흡
- 5) P/C에 제어기능과 관리 기능의 혼합에 따른 부하 증대
- 6) 각 시스템(B/C, P/C, PLC, DCS)별 공장 운전자용 단말 설치에 따른 조작 및 운영 방법 상이로 인한 운전 환경 복잡

따라서 이런 문제점의 해결을 위해서는 N : N 통신 및 Multi-Vendor 하에서 각 시스템간 정보 공유가 가능한 “개방형(Open) 시스템” 구축이 필수적이며 이를 위한 네트워크 표준화가 당면 과제로 등장하게 되었다.

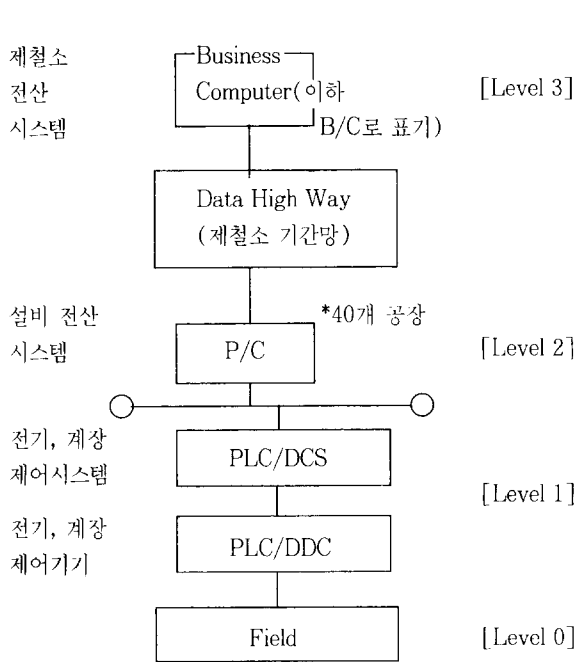


그림 1. 기존 제철소 전산 및 제어시스템 계층 구조

- (기 능)
- 주문, 노무, 경리, 자재, 출하 관리
 - 생산, 품질 관리
 - 정비 기술 관리
-
- 조업 기술 관리
 - 공장별 조업 및 설비 제어
 - 정보 관리(단기)
 - 복합 기능 수행 및 제어
-
- 복합 Logic/복합 Loop 제어
 - 단일 기능 수행
 - 온도, 유량, 압력, Motor 제어
 - 단순 Logic/단순 Loop 제어
-
- Sensor 및 Motor류

2.2 네트워크 표준 프로파일 제정

광양제철소 제어시스템 분야 네트워크의 표준화에 대한 구체적인 실천방법으로 광양 제철소 제어시스템팀과 포철연구소 시스템 연구팀은 포항공대 전자계산학과와 더불어 지난 92년부터 93년까지 2년간 연구 개발 활동을 통하여 “광양제철소 P/C 분야 네트워크 표준 프로파일”을 제정 현재 광양제철소에 도입되는 모든 제어시스템에 적용하고 있다.

따라서 본 내용은 연구 과제 수행 결과에 대한 것으로 1차적으로 제철소 공장에서 발생하는 Data Traffic 조사 분석을 통하여 Traffic의 특성을 도출하고 이를 바탕으로 개방형(OSI : Open System Interconnection) 프로토콜에 기반을 둔 프로토콜 구조와 발전적인 제철소 네트워크 구성을 제안하였으며 제안 된 프로토콜이 현장의 요구 사항을 만족하는지를 확인하기 위하여 Test Bed를 설치 성능 Test를 실시하였다.

(여기서 PLC는 기존의 전기/계장제어시스템을 일컬음 : 그림 1. 참조)

- 1) 제어시스템을 중심으로 본 제철소 Traffic의 주요 특성(기존 구성에 의거 현장 실사 결과)
 - 공장내의 통신이 주류를 이루며 공장 외부와의 통신량은 적다.
 - 공장 내부의 Data는 실시간 응답성을 요구하나 상위 B/C와의 통신은 실시간 응답성에 대한 요구가 약하다. 즉 P/C←PLC 통신 주기의 최소값은 0.1초로 P/C→B/C의 2분에 비해 빠르고 Data의 최소 길이

도 짧다.

- 일 평균 1 공장당 평균 Data Traffic은 100 Kbps 이하이다
- P/C가 공정의 Dynamic 제어가 주된 기능일 경우는 Event성 Data가 현저하고 Data 관리가 주된 기능인 P/C에서는 주기성 Data가 주류를 이룬다.

2) 네트워크 구성

제철소의 네트워크 구성은 B/C→P/C→PLC 순서로 수직의 계층 구조를 가지며 원료에서 최종 제품까지의 물류 순서로 보면 이러한 계층 구조가 각 공장의 순서대로 병렬로 존재한다. 따라서 제철소 전체의 네트워크 구성을 결정하기 위해서 다음과 같은 특성을 고려하였다(기존 구성에 의거 현장 실사 결과)

- 각 공장(공정)의 설비와 제어기기, P/C가 밀접하게 연관되고 공장(공정)간에는 순서대로 작업이 진행된다.
- 각 공장지선망에는 PLC(DCS)의 경우 별도의 네트워크를 가지며, 이 네트워크는 공장지선망(Network Profile)의 규약과 다를 수 있다.
- 공장지선망에 접속되는 P/C, PLC(DCS)의 수는 통상 30개를 넘지 않는다.
- 공정상 제어와 밀접하게 연결된 시스템을 한 네트워크로 연결한다.
- 접속 노드의 수가 20을 넘을 경우에는 가능한 종속망(Subnet)으로 분리한다.
- 제철소 전체의 기간망은 각 공장으로부터의 Traffic

*Ⓜ:망간 접속기기

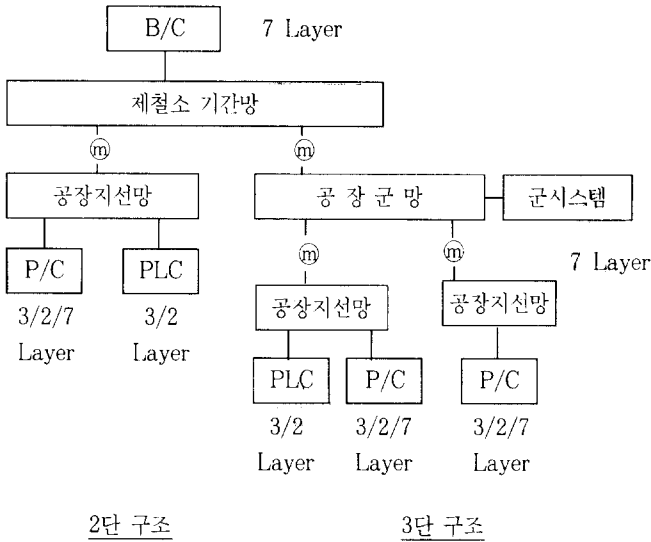


그림 2. 네트워크 구성

※ 용어 정의

- 기간망(Backbone) : B/C, P/C 그리고 이에 접속될 필요가 있는 시스템을 포함하여 제철소 전체의 통합된 컴퓨터 통신망
- 공장지선망 : 개별 공장의 컴퓨터 통신망
- 공장군망 : 여러 관련 공장간의 통합된 컴퓨터 통신망
- 군시스템 : 데이터 관리나 품질분석, 부문별 공장관리의 통합 관리 등을 목적으로 공장군망에 접속된 시스템을 고려하여 고속의 전송 용량을 필요로 한다.

○ 제철소의 경우 일단 네트워크가 구성되면 공장지선망 이하의 네트워크는 구성 변경 빈도가 낮다.

실사 데이터의 분석 결과와 위의 특성을 고려하여 그림 2와 같이 네트워크 구성을 제안하였으며 프로토콜 구조는 기본적으로 International Standard Organization(ISO)에서 정의한 7 Layer Model을 채택하였다.

3) Node 종류와 프로토콜 구조

Node 종류와 프로토콜 구조를 결정하는 데는 실사 Data에 대한 분석과 네트워크의 구성 형태 외에도 다음과 같은 점이 고려되었으며 참고로 여기에 사용된 용어의 정의는 아래와 같다.

- PLC 등의 하위기는 통신보다 제어가 우선되는 제어 전용으로 수msec 주기로 제어 프로그램을 실행하고 100msec의 빠른 주기로 Data를 송신하므로 프로토콜 처리 시간을 줄여야 한다.
- 공장지선망의 하위 기기는 공장 외부의 시스템이 직접 접근하거나 제어하지 못하도록 한다.
- 하위기가 Data는 P/C의 이미지(하위기가 Data 영역)를 통해 다른 시스템이 접근할 수 있다.

- P/C급 이상 또는 공장군망의 실시간 처리 요구가 약한 시스템은 파일 전송 등 제어 이외의 기능이 요구되며 이 경우 7 Layer 서비스가 모두 요구된다.
- P/C는 7 Layer 서비스와 공장지선망내의 제어기기와 통신을 위해 2 또는 3 Layer 서비스가 공존해야 한다.

○ 군시스템, B/C, DB 서버 등 하위기의 제어와 관련하지 않는 시스템은 7 Layer 구조만을 갖는다.

※ 용어 정의

- End Node : 하위기와 접속되지 않는 7 Layer Node
- 망접속 Node : Subnet 연결
- ILL Node : 공장지선망의 PLC (하위기가)
- IHL Node : 하위 기기와 통신하는 P/C
- 하위 기기 : 공장지선망에 연결되거나 P/C와 연결된 PLC 등의 지능을 가진 기기들

*ILL: Intelligent Low Level *IHL: Intelligent High Level
마지막으로 B/C, P/C, 하위기기의 기능을 분류하여 그림 3과 같이 응용서비스를 결정하였다.

(B/C, P/C, 하위기기 기능) (개방형 서비스)

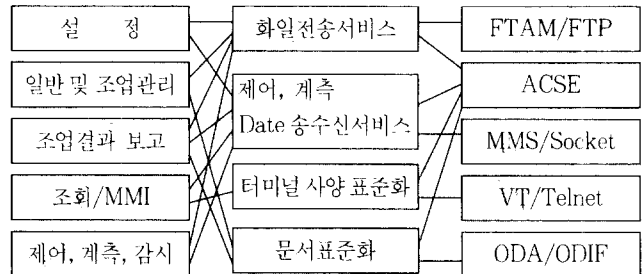


그림 3. 각 Node별 기능과 대응 서비스

- *FTAM : File Transfer, Access and Management
- *VT : Virtual Terminal
- *MMS : Manufacturing Message Specification
- *NM : Network Management
- *ACSE : Association Control Service Element
- *BCS : Basic Combined Subset
- *TP : Transport Protocol
- *LLC : Logical Link control
- *ODA : Office Document Architecture
- *RFC : Request For Comment
- *FTP : File Transfer Protocol
- *SNMP : Simple Network Management Protocol
- *UDP : User Datagram protocol
- *ICMP : Internet Control Message Protocol
- *ARP : Address Resolution Protocol
- *CSMA/CD : Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection
- *FDDI : Fiber Distributed Data Interface
- *ODIF : Office Document Interchange Format

Node 종류	대응 기기	O S I		TCP/IP	
		구 조	응용서비스	구 조	응용서비스
END Node	군시스템, B/C	7Layer	FTAM, VT, NM, ACSE	7Layer	FTP, Telnet, SNMP
망접속Node	Bridge등	2Layer	없음	2Layer	없음
IHL Node	P/C	2/3/7	FTAM, VT, NM, ACSE,	2/3/4/7	FTP, Telnet, SNMP
		Layer	MNS, User 정의 서비스.	Layer	User 정의 서비스
ILL Node	PLC등	2/3	MNS, User정의 서비스.	2/3/4	User 정의 서비스
		Layer		Layer	

(Layer)	(OSI)	(TCP/IP)	
	사 용 자 응 용 프 로 그 램		
Application Layer	FTAM VT MMS NM	FTP TELNET SNMP	
	ACSE (ISO 8640, 8650)	(RFC 959) (RFC 854) (RFC 1157)	
Presentation	Kernel (ISO 8822-8825)		
Session	BCS (ISO 8326, 8327)		
Transport	TP4 (ISO 8072, 8073)	TCP(RFC 793) UDP(RFC 768)	
Notwork	(ISO 8473, 8348/AD1)	IP(RFC 791), ICMP(RFC 792), ARP(RFC 826)	
Data link	LLC Type 1, 3(ISO 8802.2)		
	ISO 8802.3 ISO 8802.4	ISO 8802.5 ISO 9314	
Physical Layer	CSMA/CD Token Bus	Token Ring FDDI	

그림 4. 각 Node 별 통신 구조 및 OSI, TCP/IP 프로파일

※ B/C(IBM)	○ 주문, 노무, 경리, 자재, 출하 관리 ○ 생산, 품질, 정비 기술 관리
□□□□□□□□ ※ □ 조업 관리시스템 □ □□□□□□□□	○ 지역별, 부서별 생산, 품질 및 공정 관리 ○ 통계 분석, 정보관리, 조업 기술 자료
□□□□□□□□ ※ □ P C S □ □ (제어시스템) □ □□□□□□□□	○ 공장별, 조업별 설비제어 ○ 정보 관리(단기) ○ PCS=기존 P/C+DCS, PLC(전기, 계장 제어시스템)
P L C	○ 기존의 전기, 계장제어기기 ○ 단순 Loop, Motor, 압력, 온도, 유량 제어
Field	○ Sensor 및 Motor류

※ 표시 : 네트워크 표준 프로파일이 적용되고 있는 시스템

그림 5. 제철소 전산 및 제어시스템 새로운 계층 구조

이상과 같은 결과를 토대로 그림 4와 같이 4개의 Node

구조 및 프로파일의 사양을 결정하였으며 개방형(OSI) 프로파일과 Transmission Control Protocol/Internet Protocol (이하 TCP/IP로 표기) 프로파일로 나누어 정의하였다.

2.3 네트워크 표준 Profile의 현장 적용

최근의 제어시스템은 운전 환경의 단순화와 편의성을 위하여 각 시스템별로 설치 되어있는 Man Machine Interface를 집중 통합화하며, 제어 정밀도 향상을 위하여 제어 기능의 최적 분담을 실시하고, 시스템개발과 유지의 효율성을 위해 Open시스템을 구축하고 있으며, 자원의 활용이 일원화되고 있는 추세에 있다. 이는 “제어의 분산과 정보의 집중화”를 목적으로 하고 있다.

이를 위하여 네트워크 표준화를 목적으로 “네트워크 표준 프로파일”을 제정 신규 도입 시스템에 적용하고 있는 본체 철소에서는 기존의 Mini-Computer를 배제하고 Workstation 및 Personal Computer를 이용하여 기능별로 수평 분산 시스템을 구축하고 1대의 운전자용 단말로써 각 시스템을 통합 운전 가능한 Man Machine Interface의 통합화 및 공장의 운전자들이 직접 장표, 화면 등의 프로그램 수정이 가능한 End User Development 환경을 제공하고 있다.

또한 위에서 제안된 네트워크 구성의 실제적인 현장 적용

으로서 각 시스템별 기능 조사분석을 통하여 그림 5와 같이 “Process Control System(이하 PCS로 표기) 및 “조업 관리 시스템”의 개념을 도입 적용하고 있다.

위에서 제시된 표준 프로파일은 기본적으로 개방형(OSI) 프로토콜을 지향하였으나 구현을 위한 국제 표준이 미비한 점이 있고, 또 제철소 적용시 User가 선택할 수 있는 제품이 다양하지 못하고 네트워크와 연결하여 실제 데이터 처리를 담당하는 Graphic User Interface, Data Base 등과의 Interface에 대한 Solution이 미흡하며 또한 최근 Unix 시스템의 보급이 확대되면서 TCP/IP가 널리 수용되고 있는 상황을 고려하여 개방형(OSI) 프로파일과 나란히 TCP/IP 프로파일을 제정하였다.

따라서 현재 광양제철소에 도입되는 모든 제어시스템은 앞에서 설명한 개방형(OSI) 프로토콜이 가지는 문제점 때문에 TCP/IP를 기본으로 탑재하도록 되어 있으며 위의 네트워크 구성에서의 기간망, 공장군망, 공장지선망에 적용하고 있다.

한편 적용 측면에서는 과연 기존의 Maker 고유의 공장지선망이 개방형(OSI) 또는 TCP/IP 프로파일로 전환 되었을 경우에 어느 정도 기존 대비 네트워크에 대한 요구 사항을 만족시킬 수 있는지에 대한 성능 검증이 가장 큰 어려움이 있는데 이를 위하여 테스트 시스템을 구성, 개방형 및 TCP/IP 프로파일에 대해 시뮬레이션을 실시하였다. 이결과 2Layer 개방형 프로파일을 공장지선망에 적용할 경우에 응답시간이 10msec(제철소 제한 시간은 100msec)를 넘는 경우는 1% 이내였다.

또 TCP/IP 경우 2단구조에서 전송 Data가 1024bytes이 내의 경우 평균 전송시간은 99% 이상이 10msec 이내이고 최대 0.2초임에 따라 모두 0.1초의 실시간성을 만족하였으나 7Layer 개방형 프로파일에 대한 시뮬레이션에서는 평균 지연 시간이 1초 이상으로 공장 지선망에서의 요구 사항을 충족하지 못하였다. 따라서 TCP/IP를 기본으로 하되 보다 빠른 Real Time성을 요구하는 압연(열연, 냉연)분야보다는 선강(제선, 제강)분야 중심으로 적용하고 있다.

3. 결 론

제철소의 경우 한번 네트워크가 설치되면 7, 8년은 그 네트워크가 유지되고 다양한설비의 특성상 변경이 용이하지

않으므로 시스템 도입시 면밀한 검토가 필요하다.

따라서 금번 네트워크 표준 제정을 통해 조업 여건의 변화에 따라 탄력적인 대응이 가능하고 최적의 통합화된 제어 시스템 구축시 만나게 될 여러 기술적인 어려움을 해결하기 위한 기반을 구축하였다고 평가하고 있다.

물론 궁극적인 목표인 제어시스템 분야의 Open 시스템을 위해서는 네트워크뿐만 아니라 Graphic User Interface, Data Base, Language, 운영체제 등 Data 처리 분야에 대한 표준화가 병행되어야만 소기의 목적을 달성할 수 있을 것으로 생각된다.

그리고 이런 표준안이 실질적인 효용성을 갖기 위해서는 이를 실제 현장에 적용하는 현장 엔지니어의 이에 대한 명확한 이해를 토대로 해서만 성취될 수 있을 것이다.

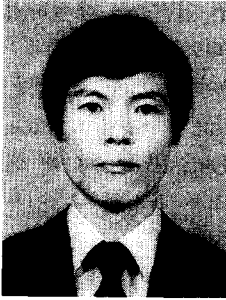
한편 기존 네트워크 프로파일의 현장 적용성을 증진시키기 위해서는 현재 도입 시스템에 적용 결과 및 경험을 프로파일에 지속적으로 Feedback시키고 이와 더불어 국내외 표준화 동향 및 각 컴퓨터 Maker의 관련 제품 조사도 지속적으로 병행하여 실시되어야 하겠다.

또한 이런 개방화된 네트워크가 제철소에 도입시 이들에 대한 효율적인 관리가 또하나의 중요한 문제가 될 것으로 예상되며 이분야도 별도의 연구 개발 활동을 통하여 명확히 확정 지어야 하며 현재 새로운 분야로 각광 받고 있는 ATM(Asynchronous transfer Mode) 등 고속 통신망, Multi-Media 등에 대한 네트워크 프로파일의 수용 등이 현재 남아 있는 숙제로 되어 있다.

참 고 문 헌

- [1] “광양제철소 Network 현황조사 및 표준 Profile 제정 (1)” (92.12. 산업과학기술연구소)
- [2] “광양제철소 Network 현황조사 및 표준 Profile 제정 (2)” (93.12. 산업과학기술연구소)
- [3] “광양제철소 제어시스템 표준서 (기획업무편)” (93. 10. 광양제철소)
- [4] “광양제철소 P/C분야 네트워크 표준 Profile 해설서” (94.4. 광양제철소)
- [5] “당사 공장 자동화 개념 정리”(95.1. 광양제철소, 조영섭)

저 자 소 개



조 영 섭

1976년 2월 전남대학교 전기공학과 졸업
1976년 1월 포항제철(주) 입사
현재 광양제철소 제어시스템 팀장
(544-090)전남 광양시 금호동 700
TEL/(0667)790-3142, FAX/
(0667) 790-7000



이 주 강

1976년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업
1986년 North Western University 박사
1987년 산업과학기술연구소 입사
현재 포항제철(주) 기술연구소 시스템 연구팀장

(790-330)경북 포항시 효자동 산32
TEL/(0562)279-6183