

# 製鐵플랜트용 電機製品의 변천과 전망

20세기에 있어서의 비약하는 산업계의 주축으로서 철강시장(鐵鋼市場)은 급속히 확대되었고 그와 더불어 신기술의 개발과 도입에서도 선도적 역할을 다하여 왔다.

특히 이 4반세기는 반도체기술의 진보와 함께 컴퓨터, 플랜트 컨트롤러, 드라이브 시스템 등 전기제품(電機製品)은 비약적인 진화를 이루어 왔다.

현재는 중국·아시아·남미를 중심으로 철강제품의 수요가 증가하여 설비투자도 확대되고 있다. 그러나 북미·유럽·일본에서는 생산능력과 수요와의 사이에 수급공백이 있어 이전과 같은 시장만큼의 신장은 기대할 수 없는 실정이다. 이와 같은 상황에서 철강유저의 투자목적은 합리화·성력화(省力化)·제품품질의 향상에 두고 있어, 미쓰비시電機는 "경쟁력 있는 제품 만들기"와 총투자코스트의 최소화"를 서포트하는 제철플랜트용 전기제품의 제공을 지향하여, 그림에 표시하는 것과 같은 4개의 어프로치로 이에 대응하고 있다.

고품질화와 자동화에 대하여는 종래의 품질제어를 능가하는 초(超)안정화 시스템의 적용, 프로세스의 이상 검지와 자동복구에 의한 완전 노터치 오퍼레이션의 실현, 인텔리전트 센서에 의한 프로세스의 가시화로 오퍼레이터가 최종판단을 용이하고 적확하게 할 수 있는 환경을 제공한다.

고효율화·에너지 사용합리화에 대하여는 고효율 전원을 추구하여 고효율 드라이브장치와 모터를 제공한다.

글로벌 스탠더드화에의 대응으로서는 네트워크의 오픈화에 의한 멀티벤더 환경, 범용 하드웨어에 의한 오픈 HMI(Human Machine Interface)를 제공하고 있다.

플랜트의 신속한 가동과 리모트 메인テナンス 환경을 실현하기 위하여 플랜트 시뮬레이션 시험의 실시로 공장출하 품질의 향상을 도모한다. 또한 연구센터로부터의 원격감시와 트러블해석 서포트를 쉽게 할 수가 있다.

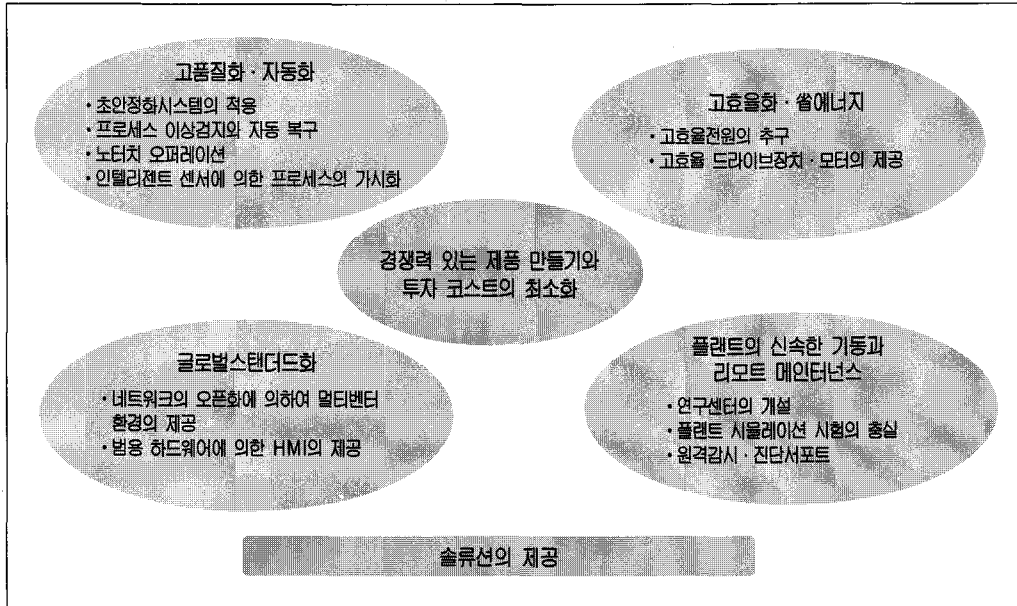
나아가 최근에는 급격한 기세로 신장되어 온 멀티미디어 기술, 인터넷 기술, 인트라넷 기술, 모바일단말, 화상압축기술 등에 의하여 원격집중감시, 현장과 중앙 쌍방향 협조보수작업, 버추얼 리얼리티 응용시스템이 현실화 되고 있는 실정이다.

이들 IT(Information Technology) 솔루션은 금후의 제철플랜트의 시스템을 크게 바꾸어 나가는 것은 물론 사업 경쟁력 강화의 키 테크놀로지가 될 것이다. 앞으로 미쓰비시電機는 제철플랜트에 대하여 유저니즈를 IT솔루션으로 전개, 제공해 나가고자 한다.

## 1. 머리말

지난 4반세기에 반도체기술의 진보와 함께 산업계는 그 생산구조에 있어서 비약적인 변화를 이루었다. 제철

플랜트에 있어서도 컴퓨터, 플랜트 컨트롤러, 드라이브 시스템 등 전기제품이 장족의 발전을 이루어, 조업의 자동화, 생산성의 향상, 제품품질의 향상에 공헌하여 왔다.



<미쓰비시電機의 제철용 전기제품 컨셉트>

유저의 "경쟁력 있는 제품만들기와 총투자코스트의 최소화"를 서포트하기 위하여, 동사는 각종 IT 기술을 베이스로 한 철강용 전기제품을 제공해 가고 있다.

새로운 밀레니엄을 맞아 제철플랜트 특집을 계획함에 있어서 본고에서는 제철플랜트의 발전에 공헌하여온 미쓰비시電機의 각종 전기제품의 변천을 되돌아봄과 동시에 21세기의 전망에 대하여 개요를 기술하고자 한다.

## 2. 프로세스 制御技術

판 두께·판 폭의 치수 제어, 형상 제어, 그리고 온도 제어 등의 품질제어 기술과 오퍼레이터의 부하를 경감시키기 위한 조업자동화 제어를 합친 프로세스 제어기술은 제철플랜트 조업의 기본기술이라고 할 수 있다. 이 기술은 압연 등의 프로세스와 조업형태를 실적데이터의 분석을 통하여 상세하게 파악하고 압연이론·전달이론으로 모델링하여, 제어이론을 이용, 제어기능으로 실현시키는 것이다.

동사는 제철플랜트의 종합전기제품 공급메이커로서 과거 30년 이상에 걸쳐 열간압연설비, 냉간압연설비 및 각종 프로세스라인에서의 프로세스 제어기술을 개발하여 공급함과 동시에 유지니즈에 맞추어 기능·성능을 향상시켜 왔다. 열간 압연라인을 예로 들면 다음과 같은 제어기술을 들 수 있다(표 1 참조).

이들 제어기술을 실현하기 위한 제어이론으로서는 현대제어이론, 다변수제어 이론, 퍼지제어이론, 뉴럴네트워크 제어기술 등이 적용되어 왔다.

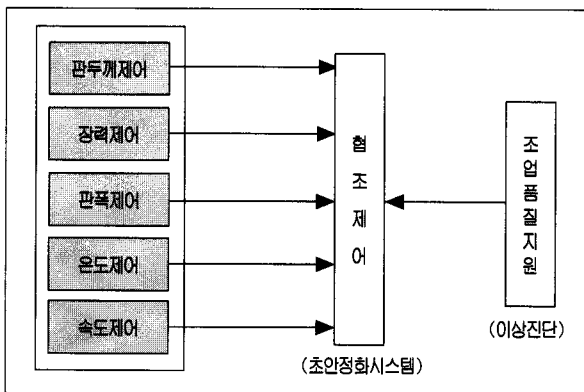
1990년대 전반까지는 이들 품질제어는 단일기능마다의 제어가 주류였으나, 그림 1에 표시하는 것과 같이 '90년대 후반 이후부터는 품질정도(精度)의 향상 요구에 따라 단독제어로는 한계에 이르게 되어 비(非)간섭화를 포함한 복합협조 제어기술의 개발을 지향하게 되었다.

즉 판두께(板厚)-장력(張力)-판폭(板幅)의 복합제

〈표 1〉 열간압연 라인에서의 제어기술

항 목	제어기술
가열爐 관련	가열로연소 제어기술
생산량 관련	밀페이싱 제어기술
板두께 관련 (속 도)	조·마감셋업 기술 토포스 AGC, 절대치 AGC, 매스프로-AGC
장력관련	루퍼레스 제어기술, 루퍼 다변수제어
형태관련	형상셋업기술, 피드백 제어기술
온도관련	마감온도 제어기술, 두루마리온도 제어기술

어기술로 판두께(각 스탠드에서의 壓下率)와 온도를 일체화한 재질 제어기술이다. 이와 같은 복합협조제어를 실시함에 있어서는 숙련 오퍼레이터의 감소와 더불어 개입 조작은 곤란하게 되어 개입하지 않는 시스템을 지향한 보다 향상된 통판(通板) 안정화기술이 요구된다.



〈그림 1〉 제어의 계층화

통판 안정화를 위해서는 매스프로 안정화 기술이 가장 중요하며 밀모터의 응답성 향상, 고정도(高精度) 다변수(多變數) 루퍼제어, AGE 동작시의 매스프로 보상에 의하여 실현할 수 있었다.

또 조업안정화를 위해서는 조업시의 품질 악화 및 조업 이상시의 원인규명을 신속히 정확하게 할 필요가 있다.

이 때문에 조업시의 각종 실적데이터를 수집하여 올라

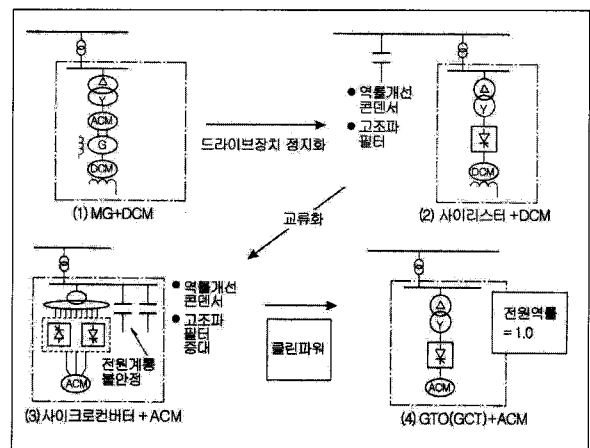
인으로 분석함으로써 조업감시, 이상시의 원인 추정을 지원하는 조업지원기능을 개발하여 일부 실용화하고 있다.

또한 각종 제어기능의 최적Gain의 조정에 있어서도 계산기에 구축된 데이터베이스의 프로세스 실적데이터의 분석과 간이(簡易)시뮬레이터를 이용한 자동Gain 동정(同定)기능도 일부 개발하고 있다.

이와 같이 앞으로도 더욱 높아가는 제품의 고품질화, 조업의 고효율화, 안정화, 성(省)인력화의 요구에 부응하기 위하여 동사는 조업프로세스 해석기술을 구사하여 종합적인 품질 프로세스 제어를 제안, 공급해 가고자 한다.

### 3. 加變速 드라이브 시스템

제철용 가변속 드라이브 시스템은 고성능화·고효율화의 요구를 실현하기 위하여 개량을 거듭하여, MG세트, 사이리스터 레오나드에 의한 직류전동기에서부터 마이크로 컨버터를 사용한 교류전동기 구동을 거쳐 전압형 인버터를 사용한 교류 가변속드라이브 시스템까지 적용되기에 이르렀다(그림 2 참조).

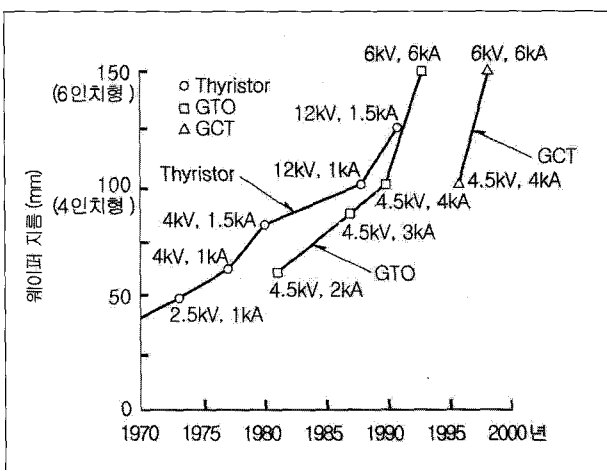


〈그림 2〉 가변속 드라이브시스템의 변천

이들 개량은 당초에는 성능과 효율을 중심으로 실시되어 왔으나 전원역률의 악화, 고조파의 증가라는 형태로 전원에 대한 부담이 증대되었다. 사이리스터 레오나드와 사이크로 컨버터 등의 사이리스터를 사용한 변환기의 경우, 대량의 역률개선 콘덴서나 고조파 필터가 필요하여 설비계획상 큰 부담이 뒤과 동시에 전원계통의 안정운용에도 지장을 초래할 가능성이 높아져 개선이 요망되고 있었다. 전압형 인버터를 적용함으로써 이들 문제도 해결되어 교류전동기의 특성과 더불어 이상적인 드라이브 시스템이 실현되었다.

특히 동사는 6인치형 GTO 소자(Gate Turn-off Thyristor: 웨이퍼 지름 15.24mm)를 세계 최초로 개발, 이것을 적용한 3레벨 GTO 인버터의 시장투입으로 이러한 움직임을 가속화시켰다. '95년 이후 GTO 인버터의 도입이 급격히 증가하여 현재는 주기(主機)는 GTO 인버터, 보기(補機)는 IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor) 인버터라는 형태로 전압형 인버터를 적용하는 세계의 흐름을 리드하여 왔다.

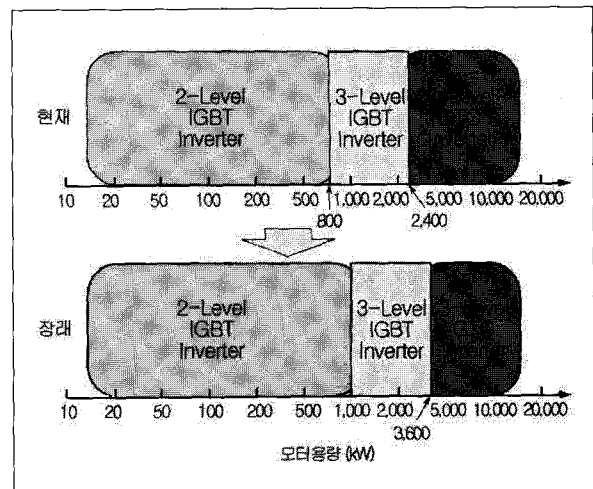
기설 갱신사업에 있어서도 전원설비를 갱신할 필요가 없기 때문에 적용이 용이하여 확대의 한 요인이 되고 있다.



〈그림 3〉 전력용 반도체의 진전

또한 6인치형 GTO의 차세대 드라이브장치로서 6인치형 GCT(Gate Commutated Turn-off Thyristor)를 개발하였다(그림 3 참조). GCT는 스나버회로가 불필요하기 때문에 보다 고성능·고효율로, 또 신뢰성도 높은 전압형 인버터를 실현할 수 있었다. GCT 소자는 기본구조가 GTO와 같아 GTO에서 배양한 기술을 적용할 수 있는 것은 물론 실적에 기초한 신뢰성을 확보할 수 있는 점에서 매력적이다.

그림 4에 표시하는 것과 같이 앞으로 IGBT 인버터의 적용범위가 확대될과 동시에 대용량에서는 6인치형을 중심으로 한 GCT 인버터의 시리즈화가 충실하게 되어 플랜트에 따른 최적의 드라이브시스템 구축이 가능하게 된다.



〈그림 4〉 제철플랜트에서의 드라이브시스템 적용맵

#### 4. 컨트롤러 시스템

'70년대 중반에 제철플랜트의 전기·계장분야에 PLC(Programmable Logic Controller), DCS(Distributed Control System : 분산형 제어시스템)

가 도입되어 4반세기가 경과하였다. 그 동안 제어시스템에 관해서는 “전기제어(E)와 계장제어(I)의 융합”, “감시와 제어를 중심으로 한 역할에서 정보처리 시스템과 연대한 생산관리 영역까지를 지원하는 데 대한 요구”로, 그 역할은 확대를 계속하여 왔다. 또 제어기능 중에서 정보처리를 중심으로 고속 대용량계산기인 산업용계산기(프로세스 컴퓨터: C)가 발달하였다.

'80년대 중반, 제철플랜트 등의 고속제어(압연영역)가 요구되는 영역에서도 CRT 오퍼레이션이 도입되어 플랜트 감시·조작에 새로운 흐름이 생기는 한편, 계장영역(가열로 제어 등)에서는 일찍부터 DCS가 도입되어 CRT 오퍼레이션이 행해지고 있었다. 그 결과 제철플랜트의 운전실에는 PLC용 CRT, DCS용 CRT, 나아가 계산기용 CRT가 나란히 서는 사태가 발생하였다. 또한 성력화(省力化) 요구(전기요원·계장요원의 통합 등)가 높아진 시기이기도 하여 이들 과제를 해결하는 시스

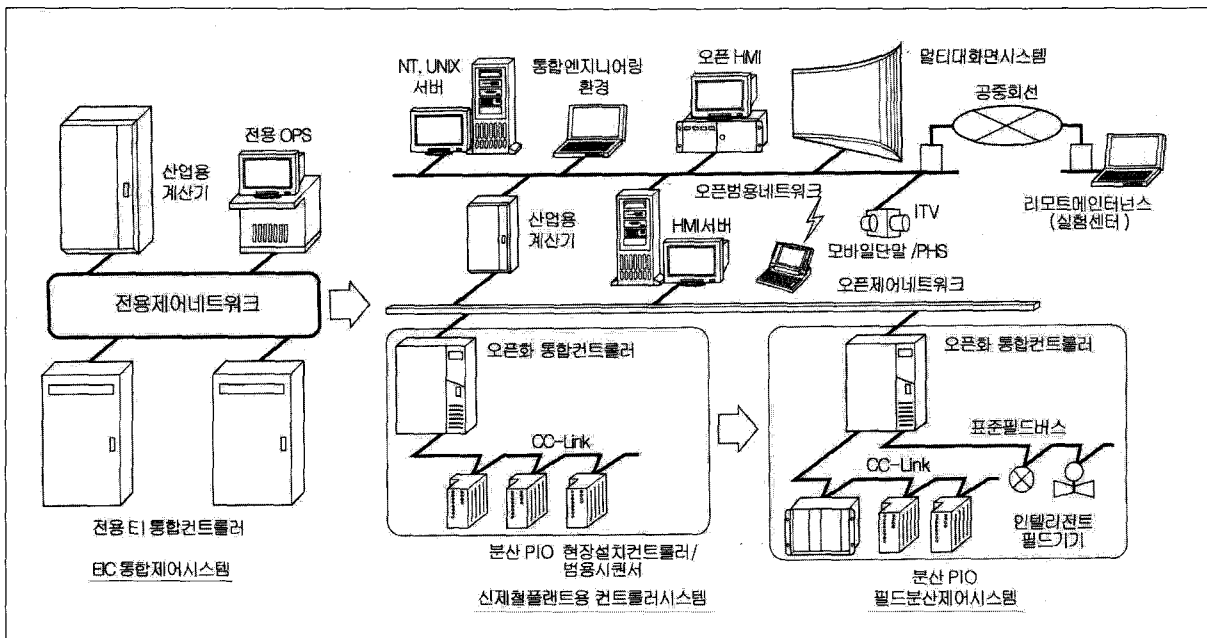
템으로서 E(전기)·I(계장)·C(계산기)의 EIC 통합 제어시스템을 제안, 공급하여 왔다.

또한 정보처리 시스템에서의 오픈화와 다운사이징화의 흐름은 제철소 제어시스템에도 미쳐 현재 글로벌 스탠더드화를 향해 급속히 진전되고 있다(그림 5 참조).

산업용계산기는 이제까지는 독자적인 EIC 통합시스템의 구성요소로서 전용머신을 적용하였으나 앞으로 용도가 한정되어 그 태반은 범용 EWS나 범용 퍼스컴으로 치환됨으로써 IT기술의 적용이 용이하게 되어 EUC(End User Computing)가 가속화될 것이다.

또 종래 싱글벤더로 닫혀 있던 제어용 네트워크와 HMI에 대해서도 완전히 오픈되어 바야흐로 멀티벤더/범용하드웨어의 적용이 실현된다. PLC영역에서는 범용 시퀀서의 적용범위가 확대된다.

한편 PLC의 출현 당초의 엔지니어링 환경은 간단한 에디터 기능과 프로그램 다운로드 정도로 프로그램 언어도



〈그림 5〉 철강제어 시스템의 변천

POL, DDC 등 뿐이었다. 동사는 엔지니어링이나 메인テナンス성(性)을 고려한 고위언어(高位言語) MCD(Macro Control Diagram)를 베이스로 한 엔지니어링 툴 MELSUCSES(Mitsubishi Electric Schematically and Universally Connected SE System)를 요사이 10년간 지원하여 왔는데 시인성(視認性)의 양호, 필요 이상의 리소스관리로부터의 개방, 트러블시의 신속한 원인규명(MCD 점프기능) 등 유저로부터의 압도적인 지지하에 앞으로도 이것을 이어나갈 것이다.

다른 한편 인터오퍼러빌리티의 요청으로 앞으로 국제표준언어(IEC61131-3, IEC61499 등)의 적용이 시작될 것이다. 동사는 상기 MELSUCSES의 이점을 가미하면서 이제부터 국제표준언어도 아울러 지원해 나갈 예정이다.

또한 최근 들어 급격한 기세로 신장되어온 멀티미디어 기술, 인터넷 기술, 인트라넷 기술, 모바일단말, 화상압축 기술 등에 의하여 원격집중감시, 현장과 중앙의 쌍방향협조 보수작업, 버추얼 리얼리티 응용시스템이 가속화되어, 풀핏의 통합화와 라인마다의 보전사무소 공장별 통합화가 실현된다. 또 공장 내에 있지 않고 재택보수나 동상공장에서 리모트 메인テナンス가 가능하게 된다.

## 5. 센서시스템

센서기술은 검출다이오드와 데이터처리 프로세서의 각각의 진보에 의하여 발전되어 왔다.

한 예로서 제철플랜트에 있어서의 '크롭' 형상 인식센서를 생각해 보면 동사는 이미 '82년부터 화상처리기술을 온라인센서로서 본격적으로 채용해 왔는데, 십수년 후인 현재, 센서기술의 공간적 처리능력은 당시의 수백배를 넘는 레벨에 달하고 있다. 그러나 지금에 와서 차세대센서는 오히려 검출다이오드로서의 공간적 해상도나 레이저 파

장·출력에서의 획기적인 발전이 강하게 요망되고 있다. 또 최근 들어 급격한 기세로 신장되어온 멀티미디어 기술, 화상압축 기술 등 버추얼 리얼리티 응용시스템에 의하여 시인성(視認性)의 충실이 현실적인 문제가 되고 있다.

또 데이터처리 프로세서에서는 데이터 마이닝(규칙적인 인과율에 구속되지 않고 혼돈된 데이터군으로부터의 참값을 추론하는 새로운 시도)의 가능성도 있다.

이것은 계측참값의 예측에 의한 조업시스템의 장애예지와 최적 조업지원 등을 실현시켜 보다 고도의 인텔리전스를 갖는 차세대센서시스템이 될 것이다.

## 6. 맺음말

제철플랜트 제품은 차후 더욱 고품질화, 생산성 향상, 제조프로세스의 혁신이 추구된다. 이 기술혁신의 키워드가 IT이며 미쓰비시電機는 철강산업 유저의 총투자코스트 최소화를 서포트하는 제철용 전기제품의 제공을 지향하여 "플랜트 토탈조업·유지보수 지원시스템"을 제안한다.

또한 종합전기메이커인 동사의 폭넓은 제품과 기술을 결합하여 금후에도 제철플랜트의 발전에 공헌하고자 한다. ■

이 원고는 일본 三菱電機技報에서 번역, 전재한 것입니다. 본고의 저작권은 三菱電機(株)에 있고 번역책임은 대한전기협회에 있습니다.