

工業플랜트情報制御 시스템의 現狀과 展望

1. 머리말

21세기를 눈앞에 둔 오늘날, 製造業은 大轉換期에 직면하고 있다. 즉 經濟의 글로벌化가 진행되고 있는 가운데 市場 動向에 신속하고도 유연하게 대처하며 국제적 경쟁력이 있는 高附加價値의 제품을 생산하는 知識集約形 제조업으로의 변혁의 필요성을 절감하고 있다. 그리고 地球環境 保護문제를 비롯하여 資源 에너지문제에 대하여도 심각하게 대처할 필요가 있다. 또한 최근의 製造業인구의 감소와 고령화 및 노동시간의 단축 등의 문제와 겹쳐서, 제조업종이 일하는 이들에게는 매력적이고도 창조성을 발휘할 수 있는 마당이 될 것을 지향하는 가운데 生産시스템과 人間과의 관계가 지금까지보다 더 重視되어 가고 있다. 이들 중 어느것도 製造業은 지금까지 경험하지 못한 문제를 안고 21세기를 향하여 크게 변모하려 하고 있다.

이러한 환경속에서 製造業의 生産活動의 基盤이 되는 生産시스템은 어떠한가 하는가를 미쯔비電機가 지향하는 知的統合生産시스템(Intelligent Integrated Automation System: IA 시스템)의 컨셉트와 技術을 아울러 생각하면서 시스템메이커로서 전망해 보고자 한다.

2. 製造業의 課題

製造業은 시장의 변화에 대응하여 다음과 같이 生産方式을 바꾸어 왔다. 즉 1970년대까지의 經濟成長期의 市場規模확대를 배경으로, 만들면 팔린다는 “프로덕트아웃”의 時代로부터 1980년대의 經濟成熟期를 배경으로, 바라는 물건을 만든다는 “마케팅”時代로 移行되고 그에 수반하여 生産방식도 少品種多量生産에서 多品種變量生産으로 변화하여 왔다. 또 그중에서도 1990년대에 들어와 세계적으로 資本 및 製品의 流動性이 증가하는 가운데 製品의 국제경쟁력이 요구되고 있다(표 1 참조). 이러한 환경의 변화속에 製造業의 품질, 코스트, 납기에 대한 자세도 아래와 같이 변하여 왔다.

- (品質) 소비자가 만족할 수 있는 高附加價値製品의 신속한 개발, 생산 및 적극적인 품질관리
- (코스트) 生産活動 전반에 걸친 효율화·최적화에 의한 코스트의 미니멈 追求
- (納期) 시장과 직결된 在庫없는 短納期變種變量生産

이들을 실현하기 위하여는 生産시스템의 고도화와 동시에, 生産活動의 質의 향상에 의한 지식

〈표 1〉 市場과 生産方式의 變遷

時 代	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代
	高度成長時代	低成長時代	成熟時代	글로벌時代
	프로덕트아웃		마켓 인	
市 場	만들면 팔린다		팔리는 것을 만든다	바라는 것을 만든다
生産方式	少品種多量生産, 예측생산		多品種變量生産, 受注生産	
品 質	品質의 들쭉날쭉을 없앤다		高品質製品差別化	
코 스투	裝置大型化·自動화에 의한 코스트다운		토탈最適화에 의한 코스트미니엄화	
納 期	多量生産에 의한 安定供給		JIT生産에 의한 短納期化	
生産시스템	自動시스템		統合生産시스템	知的統合生産시스템

집약형의 제조업으로의 轉換이 필요하다.

예를 들면 通産省이 제창하고 있는 IMS (Intelligent Manufacturing System)에서는 全生産活動에 있어서 시스템을 知能化·自律化하고, 이 自律化한 시스템이 상호협조하고 또한 人間の創造性を 발휘할 수 있는 시스템과 人間과의 바람직한 관계를 구축하면서 전체를 統合하는 生産시스템을 만들 필요성을 역설하고 있다.

3. 次世代生産시스템의 動向

앞의 製造業의 과제에 대하여 미쯔비시電機에서는 “受注에서 出荷까지의 모든 生産活動에서 有限의 生産資源(설비·원자재·에너지·사람)을 효율적으로 플렉시블하게 운용할 수 있고 또한 生産에 관계되는 情報의 有効활용에 의하여 人間の知的活動을 지원하며 企業發展을 촉진하는 統合生産시스템”을 “知的統合生産시스템(IA시스템)”이라 이름붙여 各 製造業의 生産시스템 개발에 주력하고 있다. 이 章에서는 이 IA시스템의 컨셉트를 실현하기 위하여 중요한 다음의 세가지 테마

- 情報과 制御의 融合
- 시스템과 人間の 調和
- 인테리전트 엔지니어링

에 대하여 장래의 技術動向을 생각하면서 기술하고자 한다.

3.1 情報과 制御의 融合

情報과 制御의 접속은 CIM(Computer Integrated Manufacturing) 構築의 출발점이며 지금까지도 여러 가지 방법으로 접속되어 왔다. 근년에는 시스템의 오픈화와 디팩트스탠다드화가 진전되어 可接續性이 보증되었다. 이러한 환경에서 情報系와 制御系는 필요한 범위에서 데이터베이스를 共有하고 필요한 타이밍과 리스펀스로 쌍방향으로부터 자유로이 액세스 가능한 시스템이 실현되기 시작하였다. 이 시스템으로 생산에 관한 “量的 制御”와 “品質制御”를 위한 P(Plan), D(Do), C(Check), A(Action)의 사이클을 건밀히 돌릴 필요가 있다.

(1) “量的 制御”를 위한 PDCA사이클

需要變動에 유연하게 대응하고 예상생산방식에서 受注生産方式에 가깝게 生産리드타임의 단축과 在庫의 極小化를 실현하기 위해서는 프로세스 制御서브시스템에 다음의 두가지 서브시스템을 추가할 필요가 있다.

(a) 生産計劃 서브시스템

販賣, 物流시스템으로부터의 生産指示에 따라 제조공정마다의 生産計劃을 입안하고 또 生産實績管理를 하는 등, 공장 및 플랜트의 매크로生産管理를 담당하는 시스템

(b) 操業計劃 서브시스템

生産計劃 서브시스템으로부터의 製造指示에 따

라 製造플랜트의 리얼타임의稼動狀況에 입각한 最適스케줄링問題를 해결하여 作業계획을 입안하는 操業의 효율화·최적화를 담당하는 시스템

生産시스템內에서 生産계획과 作業계획 2개의 情報서비스시스템과 프로세스制御시스템을 融合하여 각각 週單位 또는 日單位의 매크로 PDCA 사이클과 리얼타임에 프로세스狀況에 입각한 生産계획과 실제의 플랜트稼動狀況과의 갭을 메꾸어 操業의 최적화를 실현하는 마이크로 PDCA 사이클의 2개의 閉루프를 돌림으로써 플렉시블한 生産시스템을 構築할 수 있다(그림 1 참조).

(2) “品質制御”를 위한 PDCA사이클

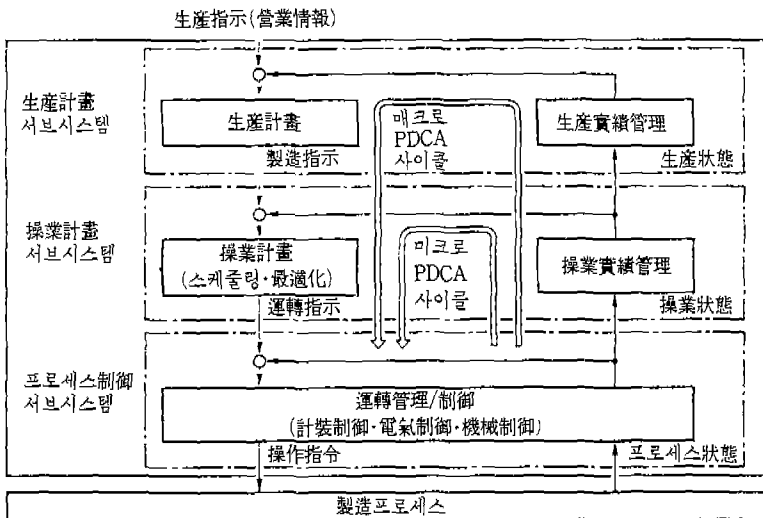
製品的 국제경쟁력을 확보하기 위하여 製造業은 品質의 돌출날쪽을 低減할 뿐만 아니라 좀더 적극적으로 品質을 향상시켜 附加價値가 높은 製품을 生産할 필요에 쫓기고 있다. 종래의 프로세스制御에서는 대부분이 溫度·壓力·流量 등의 프로세스變數를 피드백制御하는 방식으로 그 設定値는 오프라인의 라보데이터의 品質情報에서 오퍼레이터가 경험에 의하여 변경하는 方式이었다. 따라서 量의 制御는 리얼타임으로 피드백制御할 수 있어도 品質制御에 관해서는 오픈루프에

가까운 상태로 되어 있었다. 品質에 관하여도 피드백制御를 하기 위해서는 品質과 프로세스狀態變數와의 關係를 說明할 必要가 있다. 유저가 요구하는 品質은 기존의 센서로 계획할 수 있는 것만 아니라 感覺의 또는 感性에 의한 定性情報로 주어지는 경우도 많다. 이 品質에 관한 定性情報를 物理, 化學特性値로 바꾸고 또한 프로세스의 狀態變數와의 關係를 定量的으로 확실히 하는 모델化, 즉 品質모델링이 必要하다. 이 品質모델링이 되어야 비로서 유저가 요구하는 品質이 프로세스狀態變數(溫度·壓力·流量 등)의 바람직한 設定値로 제공될 수 있게 된다(그림 2 참조).

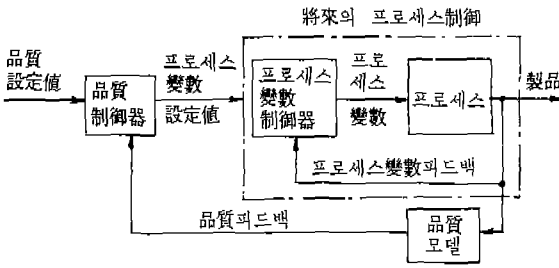
또 光澤·色彩·表面形狀 등의 定性情報의 計劃시스템으로서 光計測技術이라든가 新技術을 구사한 感性計測시스템의 실용화에 기대하는 바가 크다. 이와 같이 品質을 해석하여 모델化하는 情報系와 피드백制御系가 융합하고 또 新計測시스템의 實用化에 의하여 비로서 品質의 PDCA루프가 돌아감으로써 品質制御가 가능하게 된다.

3.2 시스템과 人間과의 調和

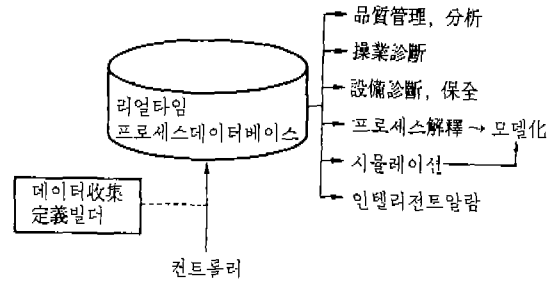
産業革命 이후의 技術進歩는 生産시스템의 自



〈그림 1〉 “量의 制御”를 위한 PDCA사이클



〈그림 2〉 “品質制御”의 시스템構成



〈그림 3〉 프로세스데이터베이스 시스템

動化의 역사라고 볼 수도 있다. 그러나 이제는 自動化에 의한 省人化를 추진함과 아울러 生産시스템이 인간의 意思決定을 지원하고 인간의 創造力을 살려 企業活動의 進化를 촉진하는 生産시스템과 인간과의 관계가 지금까지보다 더 중요시되고 있다.

또 한편으로는 計算機나 워크스테이션技術, 맨머신인터페이스技術, 데이터베이스技術, 멀티미디어技術 등이 눈부신 발전을 하고 있고 미쯔비電機의 IA시스템에서도 이들 技術을 구사하여 意思決定支援시스템을 內包한 次世代生産시스템 즉 人間中心시스템 “Human Centered System”의 構築을 지향하고 있다. 다음에 4가지 관점에서 今후의 발전방향에 대하여 설명한다.

(1) 生産프로세스의 進化를 촉진하는 支援시스템

生産프로세스의 進化, 즉 製品의 高品質化, 원료비와 효율의 향상, 非定常運轉의 自動化에 의한 省人化 및 省에너지·省資源 등 플랜트全體의 最適化를 기하기 위하여는 우선 프로세스狀態를 주의깊게 관찰, 파악하여 이것들을 기초로 操業을 개선할 필요가 있다. 바로 이들의 改善을 가능하게 하는 것이 인간의 知的活動이며 그것을 支援하는 시스템이 요망되고 있다. 이를 위해서는 生産프로세스의 데이터를 蓄積, 데이터베이스化하여 목적에 따라 여러 각도에서 프로세스狀態를 관리, 해석, 진단하는 것이 중요하다. 물론 이들 시스템은 設計당초부터 필요한 데이터가 정

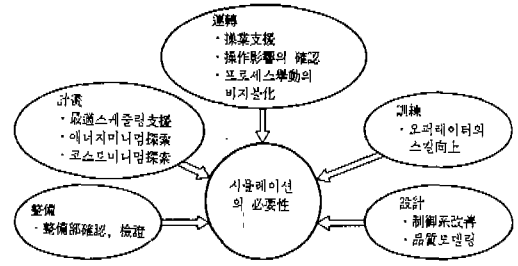
하여지는 것은 아니고 필요에 따라 가동중에 빌더로 등록만 하면 소프트웨어를 만들지 않아도 자유로이 바라는 데이터를 收集·蓄積·情報處理할 수 있는 프로세스 데이터베이스시스템으로 해될 필요가 있다. 이 支援시스템에 의하여 인간과 시스템이 대화하면서 生産프로세스의 進化를 도모해 가는 활동이 가능하게 된다(그림 3 참조)

(2) 現象事前把握을 가능케 하는 시뮬레이션시스템

人間은 生産계획, 조업계획 또는 운전을 할 때 장래의 상황을 경험을 통하여 예견하면서 케이스스터디를 하여 對處方法을 결정하고 있다. 다만 플랜트 및 시스템이 複雑해지고 있으며 하나의 액션이 多方面에 영향을 미쳐, 多數의 制約條件下에서 조합하는 문제를 생각해야 할 경우가 많아지고 있다. 이것을 해석하는 하나의 방법은 종래부터 사용되어 오고 있는 조건을 철저히 數式化하여 線形計劃法이나 非線形計劃法에 의하여 시스템이 最適解를 찾아내는 방법이 있으나, 그것으로 모든 케이스를 완전히 포함하는 것은 어려워 또 시스템이 複雑大規模化하여 인간에게 시스템은 블랙박스化되어 버려 플렉시블성이 적은 시스템이 되고 만다. 이런 결점을 보완하고 플랜트 및 시스템의 透明度를 높여서 인간과 시스템의 협조를 기하기 위해서는 今후 시뮬레이션 시스템을 폭넓게 활용할 필요가 있다. 즉 실제의 프로세스狀態를 반영하여 現象을 사전에 파악하는 것을 가능케 하는 시뮬레이션시스템에 의하여

操業支援이나 計劃支援, 에너지의 最適化, 複數 프로세스間에 관련된 전체의 最適運用 또는 오퍼레이터의 스킬向上을 위한 훈련 등이 가능하게 된다.

예를 들면 각 유닛의 머티어리얼밸런스, 히트 밸런스모델을 內含한 블록을 연결함으로써 토털 플랜트의 舉動을 시뮬레이션할 수 있는 技術, 電源系統의 電力潮流를 스켈톤과 인퍼던스매를 入力하면 시뮬레이션할 수 있는 技術, 設備데이터베이스와 操業률베이스로 라인의 생산상황과 재고량을 시뮬레이션하는 技術 등, 유저프렌드리한 시뮬레이션技術이 개발되고 있으며, 금후 더욱더 現象을 사전에 假想現實感이 있도록 나타내는 시뮬레이션시스템의 필요성이 높아질 것이다(그림 4 참조).



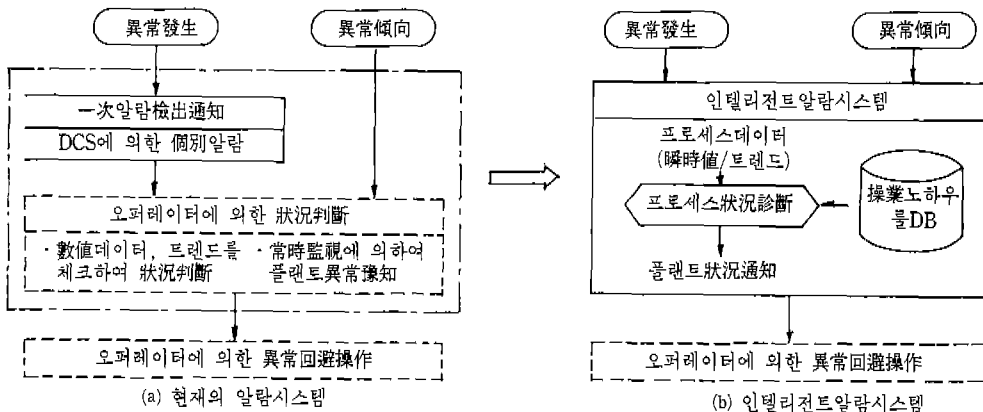
<그림 4> 시뮬레이션의 必要性

(3) 異常豫知保全시스템

自動化가 進行되면 進行될수록 오퍼레이터의 作業은 監視業務가 主가 되고 操作은 플랜트의 異常時 또는 스타트업, 섃다운時的 操作 등 非常常時操作이 주가 되게 된다. 또 自動化가 進전되어도 設備에는 수명이 있어서 整備要員의 現場패트role에 의한 異常發見 또는 異常豫知活動은 중요한 업무로서 여전히 남아 있다. 이들 업무는 언제나 휴먼에러의 위험성이 잠재해 있으며 또 자

動化의 進전에 의하여 操作機會가 적어질수록 그 위험성은 높아진다. 自動化·省人化가 進行되면서 이들 상황에 대하여 시스템은 인간의 활동을 좀더 긴밀하게 지원해줄 필요가 있다. 종래의 DCS (Distributed Control System)는 一次檢出된 개별 알람만을 경보, 표시하는데 그치고 있으며 그 다음은 오퍼레이터의 상황판단과 회피操作에 맡기고 있다. 앞으로는 알람이 나지 않는 異常微少 징후까지 포함하여 一次檢出만이 아니라 상황판단까지 시스템이 서포트하는 인텔리전트알람시스템이 필요하게 된다(그림 5 참조).

예를 들면 트랜트데이터에서 測定노이즈 등을 제거하고 특징을 抽出하여 오퍼레이터가 판단하고 있는 플랜트操業 노하우의 레벨베이스를 근거로 어느부분이 異常인가까지 추정하는 익스퍼트



<그림 5> 알람시스템

技術의 활용이 유효하다. 또 기본적인 유닛마다의 머티어리얼밸런스, 히트밸런스 등을 시스템이 항상 체크하여 감시하는 것도 중요하다.

다음으로 整備要員의 現場패트론티작업을 輕減시키기 위한 시스템화도 이제부터의 과제이다. 인간은 五感を 모두 사용하고 있으며 光應用技術 등에 의하여 이들을 대체하는 시스템의 필드適用이 시작되고 있다. 종래부터 있었던 回轉機의 振動解析에 의한 진단 이외에 예를 들면 蒸氣누설, 기름누설, 局部加熱 등을 검출하는 光應用센서, 設備의 騒音を 진단하는 音響處理시스템 등이 있다. 또 이들의 複合센서를 點檢로봇에 탑재하여 순회하는 시스템도 나오고 있으며 廣域에 걸친 플랜트를 經濟性を 고려하면서 진단하는 시스템開發이 금후의 문제이다.

(4) 프로덕션엔지니어支援시스템

少數人員으로 플랜트의 운전, 정비, 조업관리 및 生産프로세스의 改善活動을 효율성 있게 실시하기 위해서는 종래 오퍼레이터, 스텝, 정비원이 각각 맡고 있던 業務의 벽을 제거하고 連帶를 깊게 하여 協동작업을 하면서 각자가 多能工化할 필요가 있다. 이와 같은 흐름 속에서 오퍼레이터도 플랜트 運轉만이 아니라 코스트미니멈으로 高品質 製品을 만들어내고 동시에 操業管理라든가 設備를 保全하는 프로덕션엔지니어로 발전하여 갈 것으로 생각된다. 따라서 프로덕션엔지니어의 활동을 지원하고 또 生産에 종사하는 사람들의 協동작업이 쉬운 시스템의 맨머신인터페이스(MMI)環境이 필요하게 되었으며 MMI는 아래와 같은 방향으로 발전되어 갈 것으로 생각된다.

- 전체의 操業狀態라든지 品質 및 코스트 등도 포함한 新運轉指標를 파악할 수 있는 직감적이고 알기 쉬운 操業環境(오브젝트指向의 매크로表現, 윈도우表示, 버추얼리얼리티 등)
- 매크로화표현뿐만 아니라 플랜트의 이해를 깊게 하고 또한 整備를 용이하게 하는 시스템의 舉動表示(예를 들면 計裝플로圖表示 등)

- 協同作業環境을 지향하는 멀티미디어를 서포트한 大型集中디스플레이

3.3 인텔리전트엔지니어링

엔지니어링業務는 시스템導入時는 물론 増改造, 整備面에서도 대단히 중요한 위치를 점하고 있다. 시스템이 高度化·大規模化되어 감에 따라 더욱더 그 중요성이 증가되고 있다. 미쯔비시電機의 IA시스템에서도 인텔리전트엔지니어링이라 부르며 아래와 같은 점에 중점을 두어 엔지니어링의 高度化에 힘쓰고 있다.

(1) 소프트웨어技術者만 아니라 누구든지 理解할 수 있는 다큐먼트(計器리스트, 計裝플로圖, 플로차트 등)에서 소프트웨어를 自動生成할 수 있을 것.

(2) 上記 다큐먼트에서 온라인모니터링 및 디버그할 수 있고 소프트웨어의 計劃, 設計·製作, 試驗의 토털生産性を 높일 수 있을 것.

(3) 소프트웨어의 部品化 및 再利用을 쉽게 할 수 있을 것.

(4) 異常處理 등을 正常時處理와 분리하여 점차적으로 추가해 갈 수가 있을 것.

이제부터는 이 엔지니어링의 高度化는 必要不可缺의 것이 될 것으로 생각한다.

한편 시스템이 高度化·大規模化될수록 운전, 정비원도 플랜트에 대한 理解를 깊게 할 필요가 있으며 또 異常時에도 정확하게 액션을 취할 것을 요구받게 될 것이다. 따라서 前述한 엔지니어링과 運轉業務, 整備業務를 결합하고 運轉, 整備面에서 計裝플로圖라든가 플로차트로 시퀀스의 움직임이나 異常處理시퀀스의 움직임을 보면서 운전, 정비를 함으로써 시스템의 透明度가 높아지고 運轉, 整備의 質의 향상을 기할 수 있다.

4. 次世代 生産시스템의 아키텍처

前章에서는 시스템機能面에서 最新의 시스템構

築技術에 대하여 기술하였으나 여기서는 IA시스템의 아키텍처에 관하여 장래의 動向을 전망해 본다.

工場全體시스템은, 개개 플랜트의 시스템 自律性を 유지하면서 서로 협조할 필요가 있으며 그림 6에 표시하는 시스템構成이 基本이 된다.

플랜트對應 시스템은 시스템內에서의 긴밀한 결합이 요구되는 시스템이며 E(電氣制御), I(計裝制御), C(計算機), M(機械制御)이 共通의 시스템버스上에 統合되어 共通의 MMI를 갖고 있으며 規模, 機能에 따른 스탠드얼론시스템(컨트롤스테이션과 MMI가 1대씩)에서 大規模시스템까지 빌딩블록方式으로 構築될 수 있다.

(1) 컨트롤러

필드와의 인터페이스는 네트워크化되고 프로세스 入出力裝置는 모두 필드에 點在하게 되고 컨트롤러本體는 緊湊化되어 간다. 컨트롤러는 신뢰성확보를 위하여 二重化構成을 취하고 電氣·計裝制御를 담당하며, 그전에는 計算機로만 할 수 있었던 리얼타임 高級演算制御 등도 실현되게 된다. 엔지니어링의 高度化에 의하여 計裝플로圖, 플로차트 등의 다큐먼트베이스로 소프트웨어의 製作, 試驗을 할 수 있고, 이 엔지니어링環境은 汎用的 워크스테이션(WS) 또는 퍼스컴(PC)에 구축되어 컨트롤러와 1대1 접속 또는 시스템全體

에 共通으로 접속할 수가 있다.

(2) 맨머신인터페이스

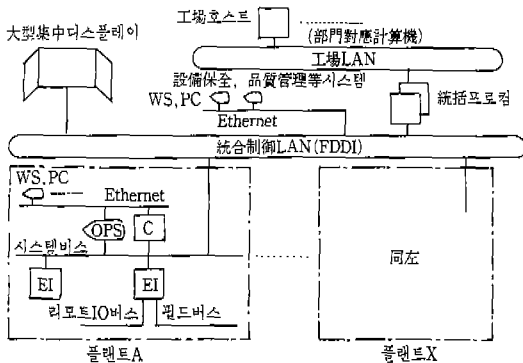
터치패널附디스플레이, 大畫面디스플레이 등을 사용하여 Ethernet를 통하여 計算機, WS, PC 등의 情報處理시스템과의 情報의 授受로 고도의 操作環境을 제공할 수가 있다.

또 이 시스템은 다른 시스템에 대하여 OPEN化되어 있고 Ethernet나 FDDI에 의한 統合制御用 LAN을 통하여 데이터의 通信 및 데이터베이스의 共有가 가능하다. 이 統合制御LAN을 통하여 개개의 플랜트對應 시스템이 접속되어 統括프로컴 등에 의하여 全體 플랜트의 협조나 최적화를 도모할 수가 있다. 또 필요에 따라 統合맨머신인터페이스를 설치할 수가 있다.

5. 맺음말

이상 製造業이 직면하고 있는 과제를 바탕으로 次世代生産시스템이 이루어야 할 모습을 機能面과 아키텍처面에서 기술하였다. 次世代生産시스템을 생각할 때 단지 計算機, 制御컨트롤러, MMI, 네트워크 등의 시스템技術을 진화시킬 뿐만 아니라 制御技術, 모델化技術, 시뮬레이션技術, 데이터베이스技術 등의 소프트웨어技術 및 計測시스템技術等, 종합적인 技術이 필요하다.

미쯔비시電機에서도 IA시스템의 構築을 목적으로 綜合電機메이커의 技術을 결집하여 미쯔비시 統合情報制御시스템 "MELTAS"를 중심으로 各 製造業의 니즈를 실현하는 機能소프트웨어(IA솔루션웨어) 및 計測시스템技術의 開發에 적극적으로 임하고 있으며 製造業과 더불어 理想的인 生産시스템構築을 위해 노력을 경주해 가고자 한다.



<그림 6> IA시스템構成

本稿는 日本 三菱電機技報를 번역, 전재한 것입니다. 本稿의 著作權은 三菱電氣(株)에 있고 翻譯責任은 大韓電氣協會에 있습니다.