

# 社会經濟的 환경 아직 이른다

— 工場自動化的  
国内産業体 도입 실태



朴 俊 浩

〈한국과학기술원 생산기술연구실 선임연구원〉

## ◇ 공장자동화의 개념과 실현방향

### ◎ 공장자동화

공장자동화란 受注에서 제품의 출하까지의 일체의 생산활동, 즉 설계, 가공/처리, 조립, 시험/검사, 반송/보관 및 생산관리/제어 등의 제 기능을 효율적, 유기적으로 결합하는 시스템 자동화기술을 말하는 것으로서 생산의 자동화를 의미한다. 마이크로 일렉트로닉스(Micro electronics), 컴퓨터관련기술, 시스템기술의 급속한 발전에 힘입어 산업용로봇을 위시한 각종 공작기계 · 자동검사기계 · 정보처리기계 · 기타 주변기기 등의 개발이 촉진되었으며, 생산기술로 정착함에 따라 세계적으로 생산기술의 일대 혁신이 진행되고 있다. 한편, 생산원가 절감 및 품질 향상을 목적으로 시도한 생산자동화는 기업을 둘러싸고 있는 경제 · 사회 · 문화환경의 변화로 제품의 다양화, 제품 life cycle의 단명화, 취업인원의 고학력화로 종래의 생산방식으로는 생산성을 향상시키기 어렵게 됨에 따라서 더욱 절실한 문제로 대두되기 시작하였다.

이에 기업의 생존작전으로 선진국에서는 공장자동화는 불가피한 문제로 인식되어 이미 많은 기업체에서 생산의 자동화를 점진적으로 혹은 일시에 채택(신규투자시) 성공적으로 기업을 운영하고 있다.

우리나라의 경우, 이미 여러업체에서 관심을 가지고 도입, 실시중이거나 계획중에 있다. 그러나 현실적으로 값싼 노동력으로 인하여 자동화의 채산성이 뚜렷치 못한 경우가 많고, 다품종 소량생산의 경우에는 생산능률향상과 유연성의 양립이 곤란한 경우가 많다.

또한 자동화관련기술이 부족하기 때문에 기업가로서는 위험부담이 크며, 자동화 도입을 위한 Data Base, 표준화작업등 기초작업의 미비 등의 많은 문제점이 있어 그 실현이 용이하지만은 않다.

### ◎ 자동화 방향

각 공장의 규모나 생산품목에 따라 자동화분

야는 다르나 일반적으로 작업조건이 불량한 경우, 생산품이 고정밀도와 동시에 고속도를 요구, 인간의 미숙련된 기능·실수가 생산고에 영향이 미칠때, 생산공정에 특히 경비(Variable Cost)가 많이 드는 분야, 생산공정이 요구하는 시간이 너무 길거나 일정한 시기에만 있는 경우, Office Automation(OA)와 직결되는 경우 자동화 시스템이 우선적으로 채택되고 있다.

◎ 자동화 방안

공장자동화를 어떻게 실현하느냐 하는 문제는 생산품목, 생산량, 자동화도(度)에 따라 다르다. 우선 생산가공 각 분야에서의 인간의 생산기능을 분석하고 가능한 기공대체요소를 찾아내어 경제성 분석과 난이도 분석에 따라 필요한 자동화작업, 자동화수준을 설정해야 한다.

〈표-1〉에 생산가공에서의 인간의 기능과 자동화 대체요소를 요약하였다.

우리나라의 생산자동화 경우는 업종에 따라서 한 공장내에서도 공정에 따라 자동화정도가 크게 다른 형편이며, 대기업이 주도하고, 유연성보다 생산능률이 문제가 되는 대량생산분야일수록 자동화가 많이 진척되어 있으며 자동화수준도 높은편이다. 국내의 전자소재 및 가전제품 분야 등 대량생산업체의 경우, 전용 transfer line 혹은 이에 약간의 유연성을 준 반자동화 전용설비에서 생산성 위주의 생산을 하고 있으나, 근년 시장의 수요가 다양화되고 제품 유행cycle이 짧아짐에 따라(업종에 따라 큰 차이가 있음) 단일 또는 유사제품의 대량생산형태로는 현재 및 미래의 다양한 수요에 대처하기 곤란하게 되고 있다.

이에 출현한 시스템이 FMS이다. FMS(Flexible Manufacturing System)이란 다양한 제품을 높은 생산성으로 유연하게 제조하는 것을 목적으로 생산에 필요한 Hardware와 Software를 자동화한 시스템으로서 이미 일본, 미국, 유럽제국 등에서 200여개의 시스템이 설치, 운영되고 있다.

우리나라에서도 생산능력뿐만 아니라 유연성

〈표-1〉생산가공에서의 인간의 기능과 자동화 대체요소

생산가공에서의 인간의 작업기능	난이도check			자동화 대체요소
	하	중	상	
가공물체의 위치파악			○	VISION 시스템
가공물체의 수량파악		○		DIGITAL 저울
물체의 위치이동 정리		○		FEEDER
물체의 위치고정 확인		○		SENSOR
물체의 운반		○		CONVEYOR, INDEXING 자동차량, UNIT
기계체의 장 탈착	○			JIG & FIXTURE
기계의 ON-OFF 조정	○			MICROCOMPUTER
기계의 회전수 조정		○		를 이용한 자동화기기
가공깊이, feed 조정		○		
폐기물(Coolant, Chip)처리	○			전용자동기기, 집진기, 소각로
가공품의 검사		○		3-D 측정기기
불량시의 조치			○	SENSOR

이 요구되는 다품중소량생산업체에서는 공장자동화 검토시 반드시 FMS 타당성을 검토하여야 할 것이다.

◇국내 산업체 현황

◎ 기술발달 현황

1960년대 NC(수치제어)기술의 등장으로 기능인의 숙련도가 작업능률을 좌우하던 시대의 종식을 가져오게 한 이래, Machining center의 등장은 종래 boring, drilling, milling 등 개별 기계가 담당하였던 몇가지 공정을 하나로 담당할 수 있게 하였다. 그밖에 Machining center의 작업에 필요한 자동chip 제거장치, 자동공구 교환장치, 가공물을 연속적으로 자동공급할 수 있는 Pallet changer 등이 채택되어 무인운전 가공작업을 가능하게 하였다. 이러한 단위 생산 가공 Cell이 이른바 Flexible Manufacturing Cell이다.

다음 단계는 이러한 FMC와 다른 FMC와의 연결이다. 따라서 연결수단으로서 무인차량(A-

Automatic Guided Vehicle : AGV), 로봇무인반송차등이 필요해졌다. 처음에는 공장내 유도레일을 따라 일정궤도를 움직이는 AGV가 출현하였으나, 근대에는 차량내에 마이크로컴퓨터를 설치하여 위치정보등을 제측, 스스로 정보를 파악하여 움직이는 지능형 AGV가 개발되고 있다. 한편 각각의 동작기계를 유기적으로 연관시켜 시스템화 향에 따라서 이를 동작기계의 NC 기능을 중앙에서 제어하는 기술이 필요해져서 나타난 것이 DNC(Direct Numerical Control) 기술이다.

컴퓨터를 이용한 설계(CAD)는 인간의 창의성과 컴퓨터의 신속, 정확성을 조화시킨 자동설계로서. 초기에는 지금까지 수작업으로 하던 응력해석, 구조해석, 열유체해석 등의 수치해석분야를 컴퓨터를 이용하여 해를 구하는 것으로 국한되어 있었으나 graphic terminal 등 주변기기의 발달에 따라 점차 기계설계의 전분야에 걸쳐 개념설계, 설계해석, 설계Simulation 최적설계 및 상세설계와 도면처리분야까지 확대되었다. CAM(Computer Aided Manufacturing) 분야는 생산요구정보를 컴퓨터를 이용하여 생산공정, 치공구, 동작기계, 공구, 절삭조건, 공구경로 등을 자동적으로 행하게 하는 것을 의미한다.

한편 NC 동작기계의 발달과 더불어 CAM 소프트웨어로서 APT, EXAPT 등이 개발되었으며 CAD 시스템과 연결하여 전생산공정을 하나의 시스템으로 한 이른바 CAD/CAM 시스템이 출현하였으며, 이는 공장자동화시스템의 주요기능으로 적용되고 있다.

한편 70년대 이후 급속히 발달한, 반도체기술, 컴퓨터기술, 제어기술의 덕택으로 산업용로봇, 정밀자동계측기기는 물론 주물공정, 단조공정, 압출공정의 자동제어장치, 자동이송장치 등이 개발되어 자동화시스템의 주요구성요소로서 큰 몫을 담당하고 있다.

### ◎ 국내산업체 현황

자동창고, 자동이송기구, 로봇, CAD/CAM NC 동작기계, 자동조립기계 등. 공장자동화시스

템의 주요 구성요소들의 국내산업체현황을 살펴보면 다음과 같다.

#### 1) 보관 및 이송기기

##### ① 자동창고

S사, Y사등이 외국과 기술제휴 Stacker crane을 이용한 자동창고 시스템을 국산화제작, 이미 여러업체에 건설하여 성공적으로 운영되고 있다. 그러나 주변 Material handling기분야, 관련 운영Software분야등은 아직 우리기술로는 정착되지 못 하였으며, 특히 Indexing table, pallet lifter, sorting기 등은 개발여지가 많으며, 또한 공장내 다른 시스템과 연결, 중앙제어시스템을 갖추기 위해서는 기술적으로 아직 미흡하여 연구 개발되어야 할 과제들이 많다.

##### ② 자동이송기기

생산제품의 유연성이 요구되지 않고 제품생산능률이 문제가 되는 대량생산위주의 transfer line이나 Process공업분야에서는 자동화가 성공적으로 도입, 운영되고 있으나, 이송중의 계량·분류·검사기술등은 정착된 우리기술로는 보기 힘들다.

무인차량(AGV)의 경우 가전제품 제조업체의 가공라인, FMS를 채택한 동작기계 제조업체의 가공라인 등에서 유도레일을 따라 움직이는 무인차량이 외국에서 수입되어 사용되고 있다.

#### 2) 생산/조립기기

##### ① 동작기계

H사가 국가연구기관과 공동연구개발하여 NC를 처음 생산한지 10년이 채 안되었음에도 불구하고 NC 동작기계산업은 괄목할만한 성장을 이루었으며, 현재는 T사, H사, D사등이 Machining Center CNC lathe등을 수출까지 하고 있는 실정이다.

생산방식도 FMS를 도입, 생산자동화를 통해 국제경쟁력을 강화시키고 있다.

그러나 기계요소의 경우, 베어링등 질이 낮은 것이 문제가 되고 있으며, 서보모터등 전장품의 경우 아직 국산화가 미진하여 개발여지가 많다.

동작기계를 사용하는 K사, S사, H사 등은 DNC화를 시도하고 있으며, CAD/CAM 시스템

과 연결Computer Intergrated Manufacturing (CIM)을 기획하고 있다.

한편 공작기계에 관련된 연구로서는 정부출연 연구기관을 중심으로 Proto type NC Controller의 개발, NC 공작기계 이송제어에 관한 연구, 공작기계 진동해석, Integrated Machining Center의 개념설계 등이 연구되고 있으나, 현장의 설계, 제작자에 미치는 효과는 미흡하다. 공작기계 주변기술에 관련된 연구는 미진하였으나 근래에 들어와 기업연구소를 중심으로 개발연구가 시도되고 있다.

### ② 조립기계

반도체, 전자제품, Video, Audio업체를 중심으로 조립생산자동화가 성공적으로 운영되고 있으며, 자동차조립, 가전제품, 중공업분야의 Sub Assy 분야 등에서도 자동화 조립이 시도되고 있으나 기타 중소기계업체의 자동화 조립은 요원하다.

### ③ 산업용 로봇

우리나라의 로봇개발역사는 5년 남짓하며, 도입 설치 운영되고 있는 곳도 20~30 여 곳에 지나지 않는다. 현재는 주로 Spot용접용, 페인팅용 공작기계cell내에서의 장탈착용 및 교육용으로 제한되어 있다. 연속용접로봇의 경우, 자체 해결해야할 기술사항이 아직 있으며, 조립용 로봇의 경우 개발분야는 더욱 많다.

연구기관을 중심으로 인공지능을 갖는 로봇 기술개발연구가 시도되고 있으며, Controller 등의 전장품 개발연구도 활발하다.

### ④ CAD/CAM

1980년대 들어 VLSI 및 컴퓨터의 발달에 따라, CAD/CAM 시스템은 공장의 완전자동화를 위해 크게 발전하고 있는 분야로서 국내 기업의 경우, 선진국과의 기술격차를 좁히고 생산성 향상과 국제경쟁력강화를 위해 시스템도입을 추진하고 있다. 특히 선박업체, 자동화업체 등에서는 도면처리의 합리화를 위해 graphic terminal의 도입을 서두르고 있으며, SAP와 같은 간단한 응력 및 구조해석용 Software를 보유하던가, 국가출연연구기관의 대용량Software의

일부를 활용하던가, 전용Software를 외국에서 도입 보유하고 있는 실정이나, 전반적으로 Software의 빈곤을 빚고 있다. 마이크로컴퓨터를 이용한 CAD/CAM시스템 도입을 일부업체에서 검토하고 있으나, 주변기술에 대한 기반이 미흡해 애로사항이 많다.

즉 설계의 기본 Engineering data base가 아직 구축되어 있지 않기 때문에 CAD/CAM 시스템의 효율성이 입증되기 어려운 실정이다. 정부출연연구기관에서는 기업체의 CAD/CAM 요원의 교육 및 NC Post Processor등 일부 Software를 개발중에 있다.

이상의 요소별자동화 수준을 업종별로 분류 요약하면 다음과 같다.

●기계공업-공작기계업체, 자동차제조업체등이 공장자동화를 주도하고 있으며 공작기계업체의 경우, FMS에 의한 생산자동화를 꾀하고 있으며, 자동차업체의 경우 welding로봇 및 조립로봇등을 생산현장에 투입하고, CAD/CAM 시스템을 설계 및 치공구분야에 활용하고 있다.

●전기·전자·가전제품공업-건설당시 turnkey방식으로 도입되어 생산, 조립line기 자동화된 것이 많으나 토착화된 우리기술로는 보기 어렵다. 가전제품 산업체의 경우, 근래에 제품의 다양성을 높이기 위한 자동화연구가 시도되고 있다.

●화학·Process공업-석유, 화학분야등 대규모 Process공업분야의 경우, 공정자동화가 용이하고 생산자동화 되었으나 FRP 에 폭시공장의 경우는 자동화가 미미하다.

●기타공업분야-대형계약업체, 식료업체등은 turnkey방식의 자동화시스템으로 건설되었으며, 가구제조업체도 상당한 수준의 생산자동화 체제를 갖고 있다.

이상 언급한 것은 대기업을 중심으로 한 국내 자동화 현황이며, 대부분의 중소기업의 경우는 자동화를 기술부족, 채산성 등의 이유로 기피하고 있는 현실이다.

기타 자동화가 전반적으로 미비한 분야로서 utliity분야가 있으며, 창고에서의 marking,

식별장치, 현장에서의 자동청소장치, 현장 lifter 등의 보조기기 등이며, 일반적으로 공장 내 Material Handling 기기가 취약한 편이다. 공작기계공장의 Tool 이송장치도 자동화가 미흡하며, 소성가공기계의 flexible 다이의 구성과 운영, 판금자동화등도 자동화여지가 많은 분야들이다.

◇공장자동화의 문제점

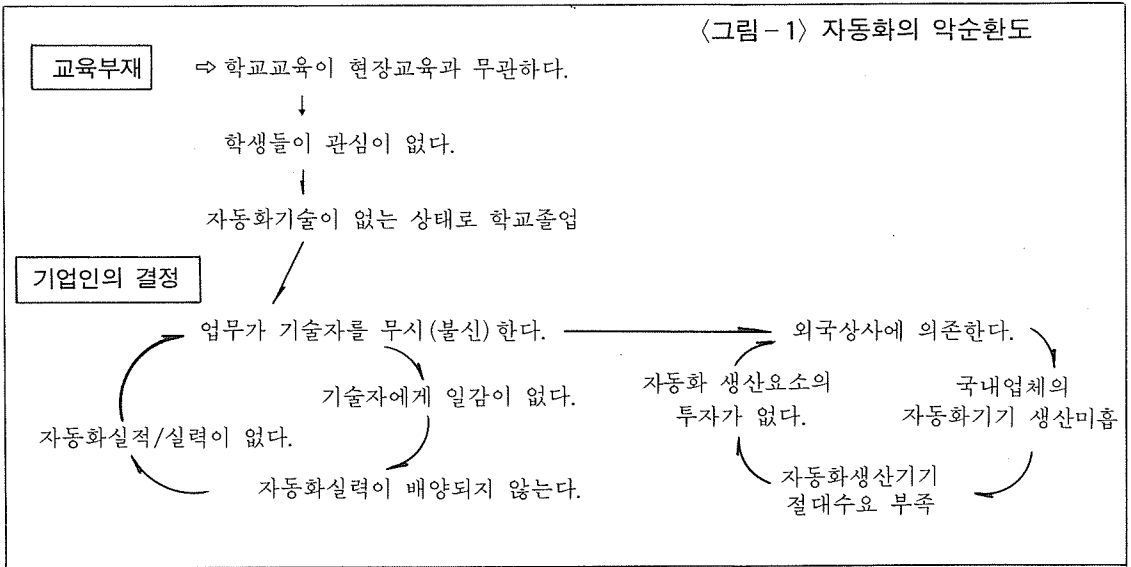
많은 기업인들이 자동화를 하면 생산력이 향

시하였다.

자동화란 반드시 완전 무인화만 의미하는 것이 아니라 단계적으로 해결할 수 있는 점진적인 생산합리화 방안이므로 시기를 기다릴 필요가 없다. 빠르면 빠를 수록 좋다는 이야기다.

◇공장자동화 전망

국내산업체의 공장자동화 전망은 관련기술의 발전추세, 국내기술 및 설비수준, 기업의 경제사정, 사회여건 등에 좌우 될 것이므로 간단히 예



상되고 품질이 좋아진다는 것을 알면서도 실제로 도입이 활발치 않은 이유는 두가지로 볼 수 있다.

첫째는 교육이요, 둘째는 기업인의 자세라고 볼 수 있다. 자동화를 위한 교육은 어느 특정분야가 아니고, 기계, 전자, 산업공학, 컴퓨터등의 집합체로 구성되어야 하는데도 불구하고 현실교육은 그렇지 못했다. 따라서 기존 기술자들은 자동화기술에 대해 미흡할 수 밖에 없었고 현장기술자를 위한 재교육도 미진하다보니 자동화기술이 낙후 할 수 밖에 없는 실정이다.

기업인의 자세 또한 문제이다. 자동화를 단순한 기술로 보고, 기술의적인 합리화만을 중시하며, 생산자동화를 먼 미래의 일이라 생각하기 때문이다. 〈그림-1〉에 자동화의 악순환도표를 도

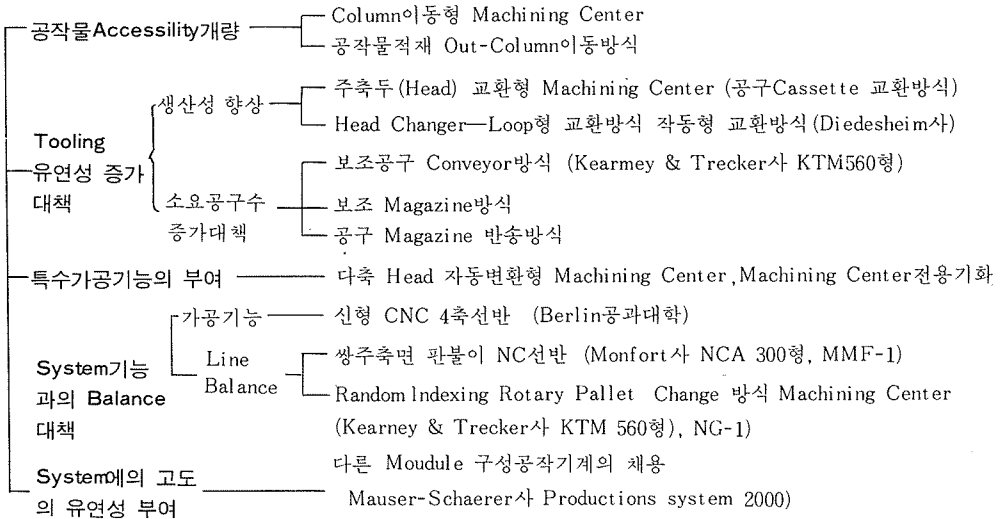
측하기는 어려우나, 우리 기술수준과 외국의 발전추세를 토대로 예측한 자동화시스템 구성요소별 전망은 다음과 같다.

◎ 자동창고 및 자동이송기기

자동창고의 수요는 급증할 것이며 운용Software 및 주변보조기기의 발달로 보다 효율적으로 창고시스템이 운용될 것이다.

공장내 중앙제어시스템과 연결, 중앙제어관리체제를 구축하기 위한 연구 개발이 계속될 것이며, 1990년에는 실현되리라 본다. FMS내에 Part 및 Tool의 이송수단으로 등장한 무인차량은 일정궤도를 따라 움직이는 차량에서 인공지능을 갖고 스스로 길을 찾는 차량으로 발전할 것이며 값싼 AGV도 등장할 것이다.

〈표-2〉 FMS용 공작기계 개발추세



◎ 공작기계

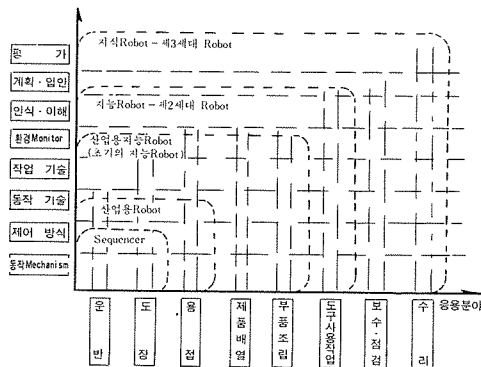
NC Controller, Servo Motor 등 주로 수입에 의존하던 전장품은 국산화 될 것이며, 공작기계 주변기기의 자동화기술이 크게 발전할 것이다. 또한 공작기계 자체가 FMS에 맞도록 변모할 것이다. 〈표-2 참조〉.

◎ 산업용 로봇

용접용 로봇, 기계의 장탈착용 로봇, 페인

팅로봇의 수요는 급격히 늘어날 것으로 예측되나 조립용 로봇은 그 수요의 증가속도가 당분간은 주춤할 것이다. 용접의 경우 현재의 spot 용접보다 arc 용접분야가 그 수요가 더 많을 것으로 예상되며, 조립용 로봇도 보조기구의 발달 및 인공지능의 부여에 따라 그 수요가 늘어날 것이다. 로봇의 응용분야는 지능부여에 따라 그 응용분야가 크게 늘어날 것이며 그 발전 전망도 무궁무진하다. 〈표-3 참조〉

〈표-3〉 기능에 따른 로봇 응용분야



◎ CAD/CAM

CAD/CAM의 도입은 경비절감, 설계·제작기간의 단축, 표준화의 촉진, 신뢰성의 향상, 설계환경개선등의 이유로 수요가 크게 증가할 것이다. 기계분야에서는 자동차, 선박, 금형, 공작기계, 산업기계 등의 기구설계, 구조계산, 도면작성과 NC등의 CAM data 등에 적용될 것이며, 전기·전자분야의 경우, 프린트기판, 회로 및 논리설계, 배선, Simulation과 마스크패턴등의 제조data 작성등에 적용될 것이며, 토목·건축의 경우, 구조계산, 도면작성 등에 적용될 것이다.