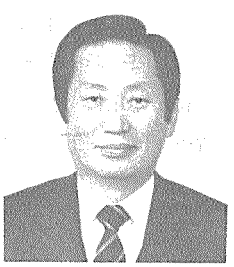
工場自動化에 따른 企業의 対処 方案



權 赫 祚
東洋精密工業(株) 社長

FA가 한국경제의
미래를 좌우할 핵심과제로
부각된 이상 국가차원의 연구개발
협조 체제가 반드시 필요하다고 본다.
따라서 기업, 학계, 연구기관의 유기적인
협조가 선진국에 뒤떨어진 국내 FA
산업을 성장, 가속화시킬 수 있으며
이렇게 함으로써 선진공업국과
기술격차를 조금이나마
좁힐 수 있을
것이다.

1. 생산기술의 변화

FA란 우선 생산작업중 사람에 의해 행해지고 조작되던 것을 기계, 전기, 전자적 방법을 통해 자동적으로 통제하는 것이라고 말할 수 있다.

미래형 공장이 향후 어떠한 형태를 가질 것인가는 불확실한 많은 요소를 가지고 있어 정확히 예측하기는 어렵지만, 새로운 기술이 정착하기까지는 10년내지 20년이 걸린다고 볼 때, 20년 후의 미래형 공장은 현재 창출되고 있는 첨단기술이 경제적 사회적 요구와 결합되어짐으로써 이루어지리라는 것을 알 수 있다.

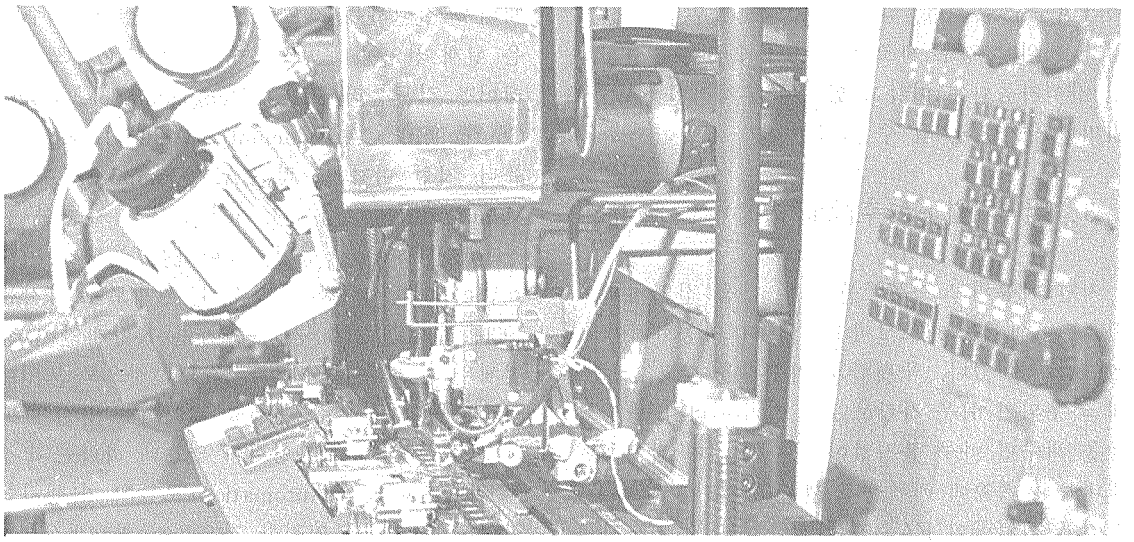
역사적으로 볼 때, 생산기술은 3가지 분야에서 획기적인 발전을 하여왔다.

하나는 18세기 열기관 발명에 의한 에너지원의 확보이고 또 하나는, 19세기 말경의 전기 모터의 발명으로 기계화를 가능케 한 것이며, 마지막으로 제3의 산업혁명이라고 볼 수 있는 자동화는 1950년경부터 시작된 컴퓨터와 정보처리기술에 의하여 도래되어 공장의 신경 조직에 해당하는 기계와 기계사이의 정보의 흐름을 가능케 하였다.

앞으로는 생산기술의 발전과 더불어 기업환경이 생산성 향상과 적용성 확대를 요구하게 됨에 따라 미래형 공장은 로보트, 머시닝센터 등으로 특징지워지는 다목적 생산기계가 컴퓨터에 의하여 통합, 제어되는 고도의 지능형 생산체제로 발전해 갈 것이고 특히, 시장판도를 결정지워주는 경영의 의사결정과 생산정보가 직결되는 종합 정보시스템이 강조될 것이다.

2. 국내 FA 도입실태

기업이 자동화를 성공적으로 정착시키기 위해서는 기업의 실정에 맞는 적정한 자동화단계를 실시하여 기업의 경영에 무리하지 않고 많은 경



FA를 도입한다고 해서 원가절감이 저절로 이루어지는 것은 아니다.

험과 기술축적을 충분히 한 다음에 더 높은 단계로 진행하여야 정상적인 공장자동화가 이룩될 수 있다.

자동화는 흔히 6단계로 구분하는데,

1단계 : 수작업

2단계 : 기계화

3단계 : 단위기계의 일부자동화

- 기계기구, 유압, 공압, 전기기구를 이용한 간이자동화
- 간단한 시퀜스 제어방식을 이용한 자동화

4단계 : 단위기계의 완전자동화

- 수치제어방식을 이용한 각종 기계
- NC공작기계
- 자동조립기, 부품삽입기, 자동납땜기, 자동포장기

5단계 : 생산라인의 자동화

- MC(Machining Center)
- FMC(Flexible Manufacturing Cell)
- 조립라인의 자동화
- 로보트를 이용한 용접, 조립
- CAD/CAM 시스템

6단계 : 공장전체의 자동화

- FMS(Flexible Manufacturing System)
- 자동창고 시스템
- 컴퓨터를 이용한 생산시스템의 제어 등

으로 구분된다.

지난 연말 한국생산성본부에서 조사된「국내 자동화현황 조사보고서」는 중소기업 1,307개, 대기업 747개 등 총 2,054개 대상기업 중 3단계라고 응답한 업체가 중소기업 73.1%, 대기업 56.3%이고 4단계가 중소기업 23.7%, 대기업 35.8%이다. 또 5단계라고 응답한 업체는 중소기업 2.7%, 대기업 5.3%이며, 6단계는 중소기업이 0.5%, 대기업이 2.6%로 나타났다. 전체 기업의 자동화 단계는 3단계가 64.2%, 4단계가 29.9%, 5단계·6단계라고 응답한 기업의 수는 1.6%로 미미하다.

이상에서 알 수 있듯이 우리나라 대부분의 공장자동화는 3단계 즉 간이자동화가 주를 이루는 것으로 판명되었다. 또 업종별 자동화율을 살펴보면 식료품·제약업종이 41.2%로 가장 높으며, 석유화학·고무업종이 39.8%로 나타났으나 반면 1차금속산업이 20.8%, 섬유의복가죽업종이 22.5%로 상대적으로 공장자동화율이 낮은 것으로 분석되었다.

또한, 전자전기업종은 29.7%로 식료품·제약업종에 비해 상대적으로 공장자동화율이 낮은 것으로 분석되었는데 자동화율이 10%이하인 기업이 19.1%, 10~30%인 기업이 44.7%, 30~50%가 16.0%, 50~70%가 13.8%, 70~90%인 기업이 6.4%를 차지하고 있다. 결국 우리나라

의 FA수준은 석유, 화학, 합섬 등 일부 장치산업을 제외할 경우 제조업 전반의 수준은 3단계인 간이자동화에 머물고 있으며 본격적인 FA는 미미한 수준임을 알 수 있다.

3. 국내기업 FA 추진계기

지난 여름의 노사분규를 겪은 다음 산업계에서 나온 얘기는 제조설비를 서둘러 자동화해야겠다는 것이었다. 뚜렷한 자기주장을 갖고 감정에 좌우되기 쉬운 사람보다는 전기(에너지)만 공급을 해주면 아무 불평없이 하루 24시간 작업을 해내는 기계쪽에 매력을 느낄만도 하다.

최근 기업들이 FA추진에 적극적인 것은 노사분규의 결과로 근로자 임금이 크게 올라 인건비 부담이 크게 늘어 자극받은데 있는데 어떤 국내기업의 경우는 노사분규 이전까지는 근로자 1명을 줄이는데 500만원이하로 든다면 FA를 추진한다는 방침이었는데 노사분규 이후로는 700만원이하면 FA를 추진키로 하고 자체 검토를 진행중인 것으로 알고 있다.

그러나 이보다 공장자동화의 근본적인 추진요인은 최근 미국, EC, 일본 등 선진국의 각종 수입장벽과 기술보호주의에 의해 우리의 무역환경이 날로 어려워지고 있으며 우리자신이 더이상 개발도상국으로서의 GSP 특혜를 기대할 수 없는 상황에 이르렀기에 이같은 어려움을 극복하기 위한 대책의 하나로 생산시설을 자동화하여 생산성 향상을 이룩해야 한다는 논리에서부터 비롯되며, 또 우리기업의 입장에서 기업의 성장은 기술혁신과 경영합리화에 의해서만 가능하기 때문인데, 따라서 이와 같은 현실에 대처하고 대외경쟁력을 제고시키기 위해서 최근의 생산기술인 공장자동화를 시급히 도입, 정착시켜 산업구조를 고도화시키는 것이 급선무이기 때문이다.

4. FA 수단 및 제어방식

자동화기술을 구체적으로 살펴보면 복잡한 기계, 전기기술을 복합적으로 응용하여 생산, 생산제어를 실현하는 것으로 FA를 실현하는 수단은 현재 산업용 로보트, 수치제어(NC), 프로그래머블 컨트롤러(PLC : Programmable Logic Controller), CAD(Computer Aided Design, 컴퓨터 지원 디자인) 및 CAM(Computer Aided Manufacturing, 컴퓨터 지원 생산), 자동 무인창고 등과 이들을 통합, 제어하는 공장제어 시스템이 개발 실용화되고 있다. 현재로 보아서는 '90년대 이후 2000년대로 가면 6단계인 공장전체의 자동화인 FMS가 등장할 것으로 보인다.

또 자동화 기술은 기계를 제어하는 방식에 따라 다음 두가지 기본형식이 있는데 하나는 고정적 자동화(Fixed Automation)로 기계가 행하는 작업순서가 항상 일정한 것으로서 대량생산체제에 적합하며 현재 산업계에서 널리 이용되고 있는 전기 릴레이를 이용한 기계의 시퀜스방식이 이에 속한다. 또 컴퓨터를 이용하며 생산을 제어해도 그 조작순서 변경이 용이하지 않는 것도 고정식 자동화라고 할 수 있다.

두번째는 프로그래머용 자동화(Programmable Automation)로 기계에 유연성을 부여한 것으로서 하나의 기계로서 여러가지 제품을 제조할 수 있도록 조작순서의 변경이 용이한 자동화이다.

5. FA의 허와 실

가. FA의 효과

이같은 자동생산 시스템은 여러가지 잇점을 가지고 있다. 현재 기업이 당면하고 있는 시장환경은 생산자 위주의 시장에서 소비자 위주의 시장으로 변하고 있다.

이는 생산기술 차원에도 철학적인 사고의 전환을 요구하고 있다. 생산자 위주의 시장에서는 제품을 어떻게 값싸게 시장에 공급하느냐가 최대의 관건으로 생산성이 생산기술의 목표이며, 경제적으로는 대량 생산을 위주로 한 규모의 경제(Economy Of Scale)가 바탕을 이루었다.

그러나 소비자 위주의 시장에서는 어떻게 다양하게 변해가는 시장요구에 적응하느냐가 최대의 관건으로 생산기술상으로는 유연성, 적응성, 탄력성(Flexibility)이 목표이며, 경제적으로

는 범위의 경제(Economy Of Scope)가 바탕을 이루게 된다.

따라서 공장자동화를 이룩하게 되면,

첫째, 소량다종 제품 생산에 알맞다는 점이다. 21세기를 개성표현의 시대로 보고, 소비자가 찾는 상품이란 자신을 나타낼 수 있는 특성을 가진 몇개 안되는 제품이 될 것이라는 전망이다. 앞으로는 전자제품을 비롯 자동차, 의류 등도 각기 다른 것을 찾으리라는 것이다. FMS에서는 CAD의 내용만 조금 바꿔서 컴퓨터에 입력시켜 주면 기존의 생산라인을 그대로 가동시키면서도 약간씩 다른 상품을 만들 수 있어 마치 수공적인 제품을 만들듯이 다품종 소량생산이 가능해진다.

둘째, 정밀도를 유지하여 제품의 질이 균일하고 불량품 발생률이 적다는 점을 들 수 있다. 제어공정과 감지기만 정밀하면 미크론 단위가공은 물론 섭씨 0.1도의 차이도 나지않게 공정을 조절해 나갈 수 있어 수율을 높일 수 있다.

그러나 이러한 완벽한 FMS는 아직 시기상조이다. 선진기업 중 FMS에 성공한 공장은 미국 GE의 루이스빌 조립공장, 서독 MDB사인 아우스부르크 항공기 제작공장, 일본 도시바의 밀링커터공장 등인데 이 가운데 도시바의 경우 FMS로 바꾼 결과, 설비를 88%, 인력은 77%, 공장건평은 16%, 생산기간은 77%나 단축 또는 절감시키는 데 성공한 것으로 알려졌다.

세째, FA는 근로자들을 보호하는 길이기도 하다. 아직도 3D(Dangerous, Dirty, Dull)와 3H(Hot, Heavy, Hazardous)의 열악한 작업환경을 벗어나고 있지못한 작업장이 태반인 실정에서 FA는 산업재해나 직업병으로부터 근로자를 보호하고 단순, 반복작업에서 인간을 해방시키는 수단이기도 하다.

그러면 동양정밀의 공장자동화에 대해 간략히 소개하고자 한다. 동양정밀은 생산성향상을 위한 장기종합 계획하에 원가절감, 제품의 정밀도, 고부가가치제품의 생산을 통해 국제시장에서의 가격 및 품질경쟁력을 향상시키기 위하여 공장현대화 Master Plan에 의거 지난 4월부터 20억원을 투자하여 공장자동화 설비작업을 10월에 완료했다.

이번에 공장자동화한 시설은 입출고 분리 및 전자부품 창고와 조립라인 기구물창고, 조립라인 등의 공장 In-Line화를 통해 공정의 표준화를 이루었고, 운반자동화, Burn-In자동화, 조립자동화를 통해 연간 생산능력을 30%이상, 생산성향상을 25%, 면적대체효과를 30%이상 올릴 수 있고 점차 증가하고 있는 생산량에 대비한 생산라인 증설과 넓고 깨끗한 작업환경, 후생복지 공간의 확대 등으로 그 기대효과가 지대할 것으로 기대된다.

자동화 시설 중에 특히 자랑할 만한 것은 각종 보드의 회로설계시험 및 전기적 시험을 위한 보드테스트실을 대폭 강화하여 전문인력, Functionan Board Tester와 Incircuit Board Tester 등 최첨단 장비를 도입함으로써 제품의 정밀도를 높여 초정밀 전자산업에서의 위치를 굳건히 다지고 있으며 향후 90년대까지 FMS를 갖춰 공장전체를 완전자동화 및 현대화시킬 계획이다.

나. FA의 역효과

그러나 우리실정에 맞지않는 자동화는 기업을 곤경에 빠뜨릴 수도 있다. 가까운 예로 미국의 GM사의 자동차 도색공장은 70년대말 공정을 자동화했지만 자동차의 움직임과 로보트의 동작이 맞지않아 로보트끼리 페인트칠을 하는 사고가 생겨 결국 시설을 철거하고만 경우가 있다.

적절치 못한 FA가 초래할 수 있는 위험때문에 FA 전문가들은 자체적으로 개발할 수 있는 설비는 자체개발할 것을 적극 권하고 있다. 이는 자체의 전문인력과 제작시설을 확보해야 하는 어려움은 있으나 설비의 보수, 유지뿐만 아니라 현장에 맞는 자동화 기술축적을 위해서도 필요한 일이라고 강조하고 있다. 또 FA는 노사관계, 인간관계에도 변화를 가져온다. 기업에서는 중간관리층이 줄어 들게 되고 근로자들은 동질적인 집단으로 바뀌어 노사간의 마찰시에는 해결, 조정이 어려울 것이라는 관측이다.

이와 더불어 인간기계에 종속되는 인간소외를 부채질한다는 우려도 나오고 있다. 한편으로 FA를 도입한다고 해서 원가절감이 저절로 이루

어 지는 것이 아니라 사전에 치밀한 타당성 검토를 하지 않을 경우 막대한 투자비, 간접비용의 증가로 오히려 역효과를 빚을 수도 있는 것이다.

6. 결 론

오늘날 치열해진 국제 가격경쟁, 숙련 노동자의 부족, 소비자 요구의 다양화 추세에 효과적으로 대응하기 위하여 선진국에서는 공장자동화를 적극 추진중에 있다. 우리나라에서는 최근 공장자동화의 정착을 위하여 각계에서 노력을 기울이고 있으나, 비단 FA쪽에서만 지적되는 문제가 아니지만 연구개발 투자의 효율성 문제는 짚고 넘어가야 할 숙제 중에 하나이다.

FA가 한국경제의 미래를 좌우할 핵심과제로 부각된 이상 국가차원의 연구개발 협조 체제가 반드시 필요하다는 점이다. 기업은 기업나름대로, 관련기관은 관련기관대로의 연구진행은 연구와 투자의 비효율성을 가져오게 된다.

따라서, 기업, 학계, 연구기관의 유기적인 협조가 선진국에 뒤떨어진 국내 FA 산업을 성장가속화시킬 수 있으며 이렇게 함으로써 선진공업국과 기술격차를 더욱 좁힐 수 있을 것이다. 또 한편으로 공장자동화는 21세기의 추세로 우리도 그쪽으로 가야하는 것은 틀림없지만 그것은 하루아침에 되는 것이 아니고 대기업의 부분자동화, 생산라인 전체자동화, 전공정자동화, 중소기업부분 자동화 등의 단계를 밟아가야만 하고 이 과정에서 사회문제가 될 수 있는 고용과 실업문제도 적정선에서 합의점을 찾아야 할 것이다.

用語解說

■ 3次元 Device

Transistor 등의 素子를 3次元(立体)的으로 배치한 集積回路. 현재의 집적회로는 그 소자가 2차원적으로 배치되어 최소 線幅도 1μm를 밑도는 것까지 미세화시켜 고밀도화를 도모한다. 그러나 2次元 배치에 의한 집적화에도 한계가 있어서, 配線 거리도 단축시킬 수 있고 고밀도화에 적합한 3次元 Device가 개발되고 있다.

3次元 Device를 형성하는 기본 기술은 S_iO_2에 Polysilicon膜을 結晶으로 해서 Transistor를 형성하는 SOI(Silicon on Insulator) 기술이다. 이 기술은 70년대말부터 80년대초에 걸쳐서 Laser 再結晶法에 의해 實用이 되었다. 이에 따라 Amorphous 絶縁膜上에 堆積한 Polysilicon을 Laser Beam으로 한번 溶融시킨 다음 固化시키면, 結晶의 크기는 100배 이상이 되고 MOS FET의 電子 移動度도 Bulk의 Silicon Wafer와 같은 値를 얻을 수 있다.

메사추세츠 工科大学은 79년에 절연막을 지닌 3次元 집적회로의 구상을 발표하고 80년에는 n形 基板上에 MOS FET를 만들고, 그 Gate上에 Gate 酸化膜을 형성시켜, 그 위에 Polysilicon을 설치 Laser Anneal에 의해 再結晶시킨 MOS를 만들었다. 83년에는 Bulk의 p Channel MOS FET와 그 위에 만든 SOI를 조합시킨 3차원 Inverter를 7段으로 접속한 본격적인 3차원 Inverter를 개발하였다.

최근에는 3차원 SOI MOS Device로서 3층 구조의 것이 富士通과 三菱電機에 의해 발표되었다. 前者의 그것은 SRAM에서, 6Transistor로부터 되는 CMOS Memory Cell을 이용한 것으로 Free Frop p Channel CMOS FET는 1階의 Bulk Silicon에, n Channel MOS FET는 2階의 SOI층에, n Channel MOS FET로부터 되는 Transfer Gate는 3階의 SOI에 만든다. 後者는 1, 2, 3階와 n Channel MOS FET를 조합시킨 것으로 각 층간은 CVD 酸化膜으로 메워져 平坦化된다.

3차원 Device의 이점은 高集積化·高密度化 외에 階層에 응하여 적정한 素子를 조합시킬 수 있다. SOI이므로 漂遊容量은 작고, 고속이며, 並行·並列 처리에 적합하며, 脳 및 視神経의 인식 기구와 유사한 階層 처리도 가능하다.

■ CMOS (Complementary Metal Oxide Semi-conductor (相補性金属酸化膜半導体))

MOS IC중에서 動作 속도(演算 속도)는 늦지만, 消費電力을 아주 작게 한 IC. 電卓, 손목時計 등 휴대용 商品에 사용되는 일이 많다.