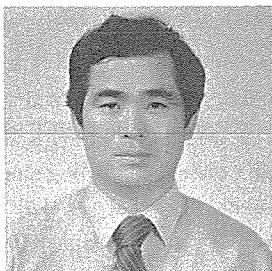


“기계관련工業은 國際경쟁력
■ 기계自動化·高度化를 통한 生產性극대화
■ 趙榮錫”



趙 榮 錫
(韓國과학기술원 生産工学科교수)

80년대 이전에는 저노동임금에 힘입어 단순집약산업에서 국제경쟁력의 비교우위를 점하였으나, 80년대 이후에는 노동임금의 상승, 중공·말레이지아·인도네시아등의 저개발국의 추격, 선진공업국의 자동화기술향상 및 생산성향상등으로 많은 국산제품의 국제경쟁력이 점차 약화되고 있는 실정이다. 이러한 추세속에서도 지속적인 경제성장을 이루기위해서 생산성을 극대화시키고 생산원가를 절감시키며 제품의 품질을 향상시킴과 동시에 균일화시켜야 함이 시급하다고 볼 수 있다.

생산성향상은 기업경영의 합리화, 종업원 작업능률향상, 생산자동화 등을 통하여 이루어질 수 있는데, 기업경영의 합리화와 종업원의 작업능률향상의 방법에는 정도에서 한계가 있으므로 기계의 자동화와 고도화를 통한 생산공정 자동화의 방법이 필연적으로 요구되어진다. 또한 생산원가의 절감, 제품의 품질향상과 균일성 유지도 자동화와 고도화를 통해서 달성될 수 있다고 볼 수 있다.

◇자동화 기술의 분류

생산자동화는 최근의 메카트로닉스(Mechatronics) 기술을 생산공정에 활용함으로써 이루어질 수 있는데, 대략 다음과 같은 단계로 분류할 수 있다.

- 1 단계 : 단위기계 자동화
- 2 단계 : 생산공정 자동화
- 3 단계 : 공장 전체의 자동화

생산시스템의 단위구성 요소인 기계의 자동화는 단일부품을 대량생산하는데도 중요할 뿐 아니라, 또한 다음단계의 자동화를 위해서도 필수 불가결한 기본적이면서도 중요한 작업이다. 자동화기계는 제품의 종류 및 재료가공공정의 종류에 따라 기능과 특성이 다양하여 분류하기는 힘든 일이지만 이의 예로는 자동 Press成型기계, 자동 프라스틱사출기, NC공작기계, 자동용접기, 자동절단기, 자동단조기 등을 들 수 있다.

이러한 기계자동화는 기계기술과 제어기술의

결합에 의해서 이루어지므로 그 관련기술은 매우 광범위하다고 볼 수 있다. 〈표-1〉에서 보는 바와 같이 핵심기술은 제어기 설계기술, 제어대상이 되는 프로세스 변수량을 감지해주는 계측기술, 제어대상을 구동하는 구동부 설계기술이라고 볼 수 있다. 흔히 사용되는 제어기술에는 on-off제어, 시퀀스제어, 마이크로프로세서제어, 아날로그시스템제어 등이 있으며 구동기술에는 AC/DC모터, 스텝모터, 유공압 시린더, 솔레노이드밸브, 서보밸브, 전자식 리레이들의 구동기술들을 예로 들 수 있다. 현재 대부분의 자동화기계는 센서를 이용하여 귀환제어를 해서 구동부위로 하여금 원하는 동작을 하게 하는 귀환제어 시스템(feedback system)으로 구성되어 있지 않고 캠, 치차를 이용한 간단한 제어기나 시퀀스 제어를 통해 제어하는 개회로(open loop) 제어방식을 많이 택하고 있다. 이는 후자가 전자의 방식에 비해 동작상 간단하고 경제적이며 보수 유지하는데 간편하기 때문이다.

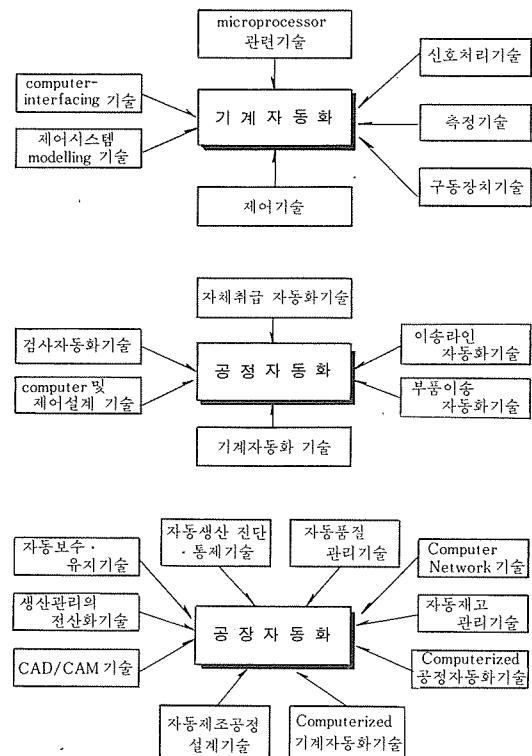
공정자동화는 생산제품의 volume이나 생산작업의 공정에 따라 여러 형태의 자동화가 있을 수 있으나 제품의 생산규모를 고려하지 않는다면 대개 생산제품이 어떠한 공정을 요하느냐에 따라 작업공정이 결정되어 요구되는 기계공정의 순서 및 흐름, 기계간의 연계문제등을 고려하여 자동화를 기하여야 한다. 따라서 공정자동화를 이루하기 위해서는 관련기계의 자동화가 우선되어야 하며 공정의 흐름에 따른 부수적인 작업도 아울러 자동화되어야 한다.

〈표-1〉에서 보는 바와 같이 기계자동화의 기본 기술은 물론, 부품이송, 이송라인, 자재취급 및 검사등의 자동화기술들이 집합되어야만 한개의 공정을 자동화시킬 수 있으며, 공정의 예로 보아 가공공정자동화, 조립공정자동화, 성형공정자동화, 용접공정자동화, 주조공정자동화, 단조공정자동화 및 열처리공정자동화 등 많은 자동화 cell이 여기에 속한다.

소재반입에서부터 재고관리에까지 모든 생산에 관련된 공정이 자동화 될 때 비로소 공장의 자동화를 기할 수 있다. 이를 위해서는 기계와

기계간의 교신, 부수설비와 기계 및 공정과의 교신, 각 공정간의 교신을 통해서 공장내에서 이루어지고 있는 생산작업을 자동으로 제어하고 진단하고 통제하는 기능이 필요하기 때문에 Computer의 역할이 절대적으로 중요하다고 볼 수 있다.

〈표-1〉 자동화 관련기술



〈표-1〉에서 보는 바와 같이 공장자동화를 이루려면 Computerized기계자동화와 공정의 자동화를 모체로 하여 MIS·생산정보의 단일 database화, 생산관리전산화, 자동설계, 공장의 Hierarchical control을 위한 computer의 network, 재고관리, 품질관리, 생산의 진단 및 통제 등의 자동화가 실행되어야 한다.

◇ 자동화기술의 현황과 전망

선진 외국의 경우 1920년경 초기 transfer line의 자동화에서 시작된 자동화기술은 산업화

의 시대적인 추세에 따라 적용될 수 있도록 점진적으로 변혁되어 왔기 때문에 선진외국은 자동화의 오랜 역사를 가지고 있다. 자동화의 기본과정이라고 볼 수 있는 수작업→기계의 일부자동화→기계의 완전자동화→공정의 일부자동화→공정의 완전자동화란 단계를 두루 거쳐오면서, 오늘날 자동화의 주역이라 할 수 있는 CAD/CAM시스템, NC공작기계, 머시닝 센터, 산업용로보트를 출현시켰고, 부품자동이송장치, 이송라인 자동화장치, 자재취급 자동화장치, 자동검사장치 등도 module화시켜 제품의 형태나 종류가 변경되더라도 약간의 변형으로 활용될 수 있도록 하는 기술에 이르고 있다.

이러한 자동화기술의 발전추이에서부터 자동화개념의 뚜렷한 변혁을 읽을 수 있다. 즉 현재 선진제국은 종래의 전용 자동화(fixed automation) 기술에서 탈피하여 적응형자동화(flexible automation)이라는 새로운 자동화기술체제로 진입하고 있다는 것이다. 전용 자동화시스템은 단일제품을 대량으로 생산할 때 효율적이고 생산성이 높은 생산방식으로 사용되어 왔으나 소비자의 다양한 요구가 있을 때 다양한 제품을 생산해 낼 수 있는 기능을 갖추고 있지 못하다.

따라서 생산규모가 바뀌어서 요구되는 제품수가 감소할 때는 생산시스템의 전용량을 가동시키지 못하는 현상을 가져와 과잉설비 현상을 빚게 되고 다른 형태의 제품생산이 필요할 시에는 설비중 많은 부분을 개조해야만 되는 어려움을 안고 있기 때문에 다양한 제품의 소량생산에는 적합하지 못한 생산방법이라고 볼 수 있다. 이러한 요구에 유연하게 대처해 나가고 적응해 나갈 수 있는 새로운 형태의 자동화기술이 필요하게 되었는데, 이것이 flexible automation기술이다.

다른 하나의 뚜렷한 변혁은 고정형 자동화에서 이룩한 단순 자동화시대를 지나 지능화(intelligence)단계로 들어가고 있다는 점이다. 즉 최근의 자동화 개념은 어떤 시컨스에 의해 단순 반복작업을 하는 것만으로 만족하지 않고 상황변화에 스스로 대처해서 원하는 동작을 할 수

있는 적용제어기능이나 과거의 경험을 바탕으로 스스로 판단할 수 있는 기능을 갖추도록 요구하고 있다. 최근 기계의 지능화, 공정의 지능화를 뚜렷이 엿볼 수 있고 특히 산업용 로보트의 경우 지능화 경향을 더욱 더 실감있게 느낄 수 있다. 위에서 언급한 관점에서 선진외국의 자동화 기술발전추세를 요약하면 시대적인 발전에 빌미추어 지능화(intelligence)와 적응형(flexible)자동화기술을 지향하고 있다고 볼 수 있다.

선진 외국은 이러한 자동화기술을 바탕으로 최근 수년동안 기계가공의 NC화, Computer에 의한 공정자동화, 로봇화를 이룩해왔으며 지금은 현재의 생산시스템의 총아로 불리우는 FMS(flexible manufacturing system)생산체제로 돌입하여 앞으로의 공장자동화에 필요로 하는 관련 CAM(computer aided manufacturing)기술을 꾸준히 개발하고 있다. 현재 선진외국의 기업 가운데 많은 생산업체가 flexible manufacturing cell이나 system개념을 도입하여 공정을 자동화해 나가고 있는 추세이며 FMS 활용을 속적인 면에서 국가별로 볼 때 일본이 가장 많고 미국, 독일, 영국의 순으로 나타나 있으며, 적용 산업 분야별로 보면 자동차산업, 공작기계산업, 전자통신산업, 항공산업의 순으로 되어 있다.

현재의 추세로 볼 때 여타 산업도 멀지 않아 FMS화 될 전망이다. FMS 못지않게 앞으로의 생산체제에 변혁을 줄 자동생산시스템중의 하나는 적응조립시스템(flexible assembly system)이라고 볼 수 있다. 이 시스템도 역시 FMS와 함께 flexible automation기술개념을 활용한 것으로서 제품의 형태나 종류의 변화에 적응성 있게 대처해 나가면서 유효적절하게 조립을 수행할 수 있는 조립체제이기 때문에 앞으로의 공장자동화에 없어서는 안될 중요 생산system의 하나로 군림하게 될 것이다. 이외에도 flexible automation개념은 다른 생산공정에도 적용될 전망이 증대되고 있는데 이중 flexible welding cell은 지금은 연구 개발 단계에 있으나 곧 실용화될 것으로 보며 다른 공정 즉 주조, 단조성형등의 공정도 멀지 않아 이러한 자동화개념이 적용

되어 생산성을 극대화 시키리라 예상된다.

선진국의 자동화 기술 발전에 비해 국내업계의 자동화수준을 살펴보면 아직도 간이자동화를 통한 부분적인 기계자동화수준을 벗어나지 못하고 있으며 자동transfer line, 자동부품 이송 및 전용자동화 기계를 병합함으로써 이를 수 있는 공정자동화 시대에 돌입했다고 볼 수 없다. 더욱 기 로보트 및 CAD/CAM 기술을 이용한 고도의 자동화 생산시스템이나 FMS 생산체제가 생산현장에 정착할려면 적지않은 시간이 걸릴것이 예상되며 극히 일부 대기업에서 시범적으로 운용되고 있는 실정인것 같다. 이러한 추세는 기술인력 부족 및 자금부족등의 원인으로 인하여 당분간 지속될 전망이다. 더 심각한 실정은 로보트, CAD/CAM, FMS 등의 자동화기술보다 더 중요한 자동화 관련 기본기술(표-1 참조) 수준이 많이 낙후되어 있다는 점이다.

기계자동화단계의 저변기술인 구동장치 및 축정장치 생산기술을 살펴보면, 유압·공기압 벨브 및 구동장치, 전기 구동장치, 스위치류, 마이크로프로세서, 볼 스크류, 축정 센서류 중 극히 일부분을 생산해내고 있으나 자동화에 필요한 만큼 정밀도가 흡족하지 못하고 신뢰성이 부족하며 종류가 다양하지 못하여 많은 물량을 수입에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 NC공작기계를 제외한 대부분의 전용기계, 조립기계, 도장기계, 절단기계, 성형기계, 플라스틱 사출기, 용접기, 단조기 등의 기계고도화를 이루려면 다소 시간이 걸릴 것이 예상된다.

공정자동화 단계에 관련된 기본 기술 수준에 있어서도 부품이송 자동화, 라인 자동화, 자재취급 자동화 기술들이 낙후되어 있는 실정일 뿐더러 이들을 생산해 내는 전문 기업체수도 미미한 실정이다. 일부 대기업에서 자동화의 심각성을 인식하여 로보트, CAD/CAM, FMS 기술에 대한 연구와 생산현장에의 도입을 추진하고 있는 점은 생산자동화체제를 달성하기 위해 매우 바람직한 과업으로 평가되지만 이러한 한단계 위에 있는 자동화기술을 정착화 시키려면 아·기술들의 핵심이 되는 기본기술 수준을 빨리 향상시키

는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.

◇자동화기술의 정착화 방안

앞에서 언급한 국제적인 자동화기술 발전추이와 국내의 자동화기술 현황을 비교할 때 우리나라의 관련기술은 혼자히 뒤떨어짐을 알 수 있다. 이 원인은 여러가지로 분석될 수 있다.

첫째는 기계공업의 역사가 짧기 때문에 자동화기술에 대한 인식이 아직도 부족하다는 점을 들 수 있다. 현재 사용되고 있는 기존의 기계나 공정에 자동화장치를 가미함으로 얻어지는 높은 부가가치와 생산성향상을 고려할 때, 자동화기술의 중요성을 아무리 강조해도 지나치지 않을 것이다. 로보트나, CAD/CAM시스템, FMS시스템, Mechatronics 기술을 도입하면 자동화가 저절로 이루어지리라는 막연한 생각은 자동화기술에 대한 인식이 부족함에서 온다고 볼 수 있다.

둘째는 자동화 기술관련 전문 기술인력이 절대 부족하다는 점이다. (표-1)에서 나열한 기본기술들에 대한 개괄적인 지식은 물론이려니와 각 기본기술분야에 대한 전문적인 지식을 토대로 정밀하고 신뢰성 있는 자동화시스템을 설계 할 수 있는 전문화된 인력이 무엇보다도 필요하다.

세째는 기업주도의 자동화 기술개발에 대한 R & D가 소홀히 되고 있다는 점이다. 자동화가 이루어져야 할 기계나 공정을 조사해서 단계적인 전략에 의해 꾸준히 R & D를 해 나감이 바람직함에도 불구하고 무분별하게 자동화 설비기술을 무조건 수입하는 등의 임시방편적인 방법을 따르려는 경향을 지양해야 될 것이다.

국내기술의 수준과 위에서 언급한 문제점들을 감안할 때 여러 각도에서 자동화 기술발전에 관한 전략을 세워 추진해 나갈 수 있다. 한가지 방안으로 공장자동화를 기하기 위한 여러단계인 간이자동화·기계자동화·공정자동화·공장자동화의 순서로 점진적으로 기술을 개발하는 전략이 있을 수 있고, 두번째 방안으로는 간이자동화·기계자동화·공정자동화기술을 동시에 집중적으로 육성하여 선진제국의 기술수준과의 공백을

빠른 시일 이내에 좁혀나가는 전략이 있을 수 있다.

물론 후자의 방법이 효율적인 방법으로 생각되나 자동화기술 역시 필요한 단계와 과정을 거쳐야 하는 기술이기 때문에 그리 쉬운 일이 아닐 것임에 틀림없다. 어떤 방안으로 접근해 나가든 간에 자동화기술을 정착화시키기 위해서는 다음과 같은 3 가지 전략으로 기술개발을 추진해 나감이 바람직하다.

첫째, 자동화기술 전문인력을 양성하기 위한 전문교육 기관의 설립이 필요하며 아울러 기존 관련교육기관의 자동화에 대한 보다 적극적인 교육이 이루어져야 할 것이다.

둘째, 국가적인 전략사업으로 육성하기 위해선 정부차원에서 기업의 R & D를 유도해 나가야 할 것이며 아울러 전문 생산자동화연구소를 설립하여 이 연구소로 하여금 기업체의 현실적 자동화문제를 파악 해결해 줄 수 있을 뿐 아니라 앞으로 다가올 생산자동화 기술을 장기적인 안목에서 개발해 나갈 수 있도록 함이 바람직하다.

세째, 자동화에 필요로 하는 관련기본기술을 보다 집중적으로 육성함이 바람직하다. 이를 위해서 기업의 기본기술 개발에 더 적극적으로 투자할 수 있는 여건을 조성함이 필요하며 기본기술을 전문적으로 취급하는 자동화업체의 전문화 및 계열화를 추진해야 할 것이다.

◇ 기업의 생산자동화 방안

기업의 생산자동화를 추진함에 있어서도 여러 방안이 있을 수 있으나 산업형태의 변화에 부합되는 자동화를 추구함이 무엇보다 중요하다고 볼 수 있다. 오늘날 생산의 주류가 대량 생산에서 소비자의 다양한 욕구를 충족시켜 주기 위하여 단품종 소량생산으로 변화되고 있다는 점을 감안할 때, 생산성 향상만을 추구하는 자동화가 아니고 제품변화에 유연하게 대처할 수 있는 자동화가 이루어짐이 바람직하다. 즉 생산성과 유연성을 잘 조화시킬 수 있는 자동화가

이루어져야 한다. 생산자동화 과정에서 고려되어야 할 사항은 다음과 같은 점을 들 수 있다.

◎ 적정규모의 자동화

생산성 향상만을 목적으로 경제성을 고려하지 않고 계획성 없이 자동화를 추구하게 되면 설비의 과잉투자를 초래하여 큰 재정적 부담을 안게 된다. 그러므로 기업의 성격에 적합한 정도의 생산성 향상 목표를 확립하고, 그 목표에 부합되는 자동화의 규모와 질을 결정함이 바람직하다.

◎ 단계적 자동화

생산성 향상을 위한 자동화가 효율적으로 이루어지기 위해서는 자동화시스템에 알맞도록 회사내 규격의 표준화, 공장 레이아웃(lay-out)의 재배치가 선행되어야 하고, 기본설계, 소프트웨어 등의 고급인력이 확보되고 조직화되어야 한다. 만약에 이러한 여건이 확립되지 않은 상태에서 CAD/CAM시스템의 도입이나, 전체 공정과 균형이 맞지 않는 부분적인 공정자동화를 위한 로보트도입등은 자동화 효과를 얻기 어렵고, 오히려 기술과 제품을 판매한 외국 업체에게 기술적인 예속을 당할 염려가 있다. 그러므로 계획적이고 단계적인 자동화를 추진시켜야 하며, 각 자동화 단계에서 다음 단계의 추진을 위한 기술기반을 구축해야 한다.

예를 들어 어느 업체의 자동화 목표가 CMI(Computer Integrated Manufacturing)이라고 한다면, 일차적으로 CAD/CAM시스템의 도입 선을 국내 전문기관의 자문을 얻어 결정하고, 결정된 시스템에 부합하는 기술인력을 확보·양성하고, 작업의 표준화 및 전산화를 이룬다. 이차적으로 설계, 가공, 조립, 관리의 각 분야에서 각 공정별로 독립적인 자동화를 이루되 최종적으로 목표하는 자동화수준에서 공정별, 분야별의 연결이 가능하도록 해야 한다. 특히 가공분야의 자동화에 로보트와 NC공작기계들이 이용될 수 있다. 최종적으로 CAD/CAM 시스템을 도입하여 CIM을 구성해서 자동화함이 바람직하다고 하겠다.