

# 자동화에서의 정보의 역할에 관한 연구 (A Study on the Influence of information in the Factory Automation)

허성관\*      권택진\*\*      박종락\*\*      박동은\*\*  
(Sung-Kwan Huh) (Tack-Jin Kwon) (Jong-Rak Park) ( Dong-Eun Park)

요 약 본 논문은 공장자동화의 필요성에 따른 정보의 효율적인 사용 방안을 사례를 통하여 연구함으로써 소규모 단위의 자동화에 대한 체계적이고 효과적인 정보의 활용이 전체적인 자동화에 어떠한 영향을 미치는가를 연구하였다. 아직도 우리 나라에는 중소 단위 기업들은 자동화와 나아가 CIM, CALS와 같은 시스템을 구축하기 위한 기초단계에 있다. 그러므로 초기의 자동화의 개념 정립과 정보를 통한 구체적인 체계의 수립과 실행이 필요하다.

Abstract This study suggests that present conceptual frame work of factory automation technique that is the start point of factory automation is achieved and display a conceptual frame work for it's strategic effect under this documental research. This paper examines influence of information in the factory automation.

## 1. 서 론

자동화산업이라고 하면 생산 방식의 형태 중에서 자동 생산방식을 이루기 위해 필요한 단위 기계 및 시스템 통합에 필요한 하드웨어 및 소프트웨어와 관련된 산업이라고 할 수 있다. 이러한 새로운 생산방식인 자동생산 방식이라는 것은 "인간의 작업을 대신해 주는 기계를, 그 기계 혹은 다른 기계가 제어할 수 있는 생산형태"라고 할 수 있다.

초기의 생산성 향상 및 품질 안정화를 주목적으로 하던 고정자동화로부터, 급변하는 기술과 시장 환경의 변화에 대응하여 자동화의 특성은 크게 변하게 되었다. 즉, 제품의 라이프사이클의 단축과 제품 모델 및 생산량의 변화에 대한 신속성이 요구됨에 따라 유연 생산 방식이 도입되었고 여기에는 컴퓨터 소프트웨어 및 정보처리 기술의 발전이 크게 기여하였다.

자동화 산업을 발전시키기 위해서는 자동생산라인에 직접 설치되는 단위기계의 자동화에서부터 셀 단

위의 기계군의 자동화 기술, 설계에서 가공, 조립, 검사에 이르는 공정제어기술(FMS), 생산관리 및 경영관리를 포함하는 시스템 통합기술(CIM) 등이 동시에 요구된다.

한편 자동화를 구분하고자하는 시도가 지금까지 많이 이루어져 왔으며 크게 생산기술의 특성에 따른 구분 방법과 주 기술과 지원기술의 관계를 연결시킨 시스템적 관점에서의 구분 방법이 있는데 근래에 와서는 시스템적인 구분 방법이 도입효과를 판단하는 측면에서 많이 유용하게 사용되고 있다.

## 2 정 보

정보기술이 발달함에 따라서 이를 연계한 생산 방식들이 많이 개발되고 있는 시점에서 많은 회사들은 이를 통해서 더욱 생산과 정보의 교환을 동시에 이루고자 하는 욕구가 높아지고 있다. 하지만 현장에서는 이에 대해 아직도 정확한 자식이 없는 것이 사실이다.

과거의 소품종 대량생산시대 시스템 하에서의 자동화란 단순히 수작업을 대신할 수 있는 기계로 대체하는 기계화(mechanization)의 의미로 인식되었으나, 오늘날에는 컴퓨

\* 대구대학교 산업공학과 교수

\*\* 대구대학교 산업공학과 박사과정.

터화에 더욱 많은 비중을 두고 있다. 이는 컴퓨터를 이용한 관련 정보의 사용을 의미한다. 컴퓨터를 이용한 제조활동의 활용은 생산부분과 생산능력은 점차 기업의 전략적 핵심으로 부상하고 있으며 더 이상 마케팅부서나 설계부서의 일방적인 지시를 수행하는 수동적인 기계가 아니다. 컴퓨터 활용으로 대표되는 정보기술의 정의는 연구자에 따라서 다양한데 저스테인(Gerstain)은 정보기술을 일상설비에 서부터 광범위하게 자동화된 공장에 이르기까지, 모든 종류의 기계를 통제하는 전자적인 수단뿐만 아니라, 언어, 수, 이미지, 소리등을 조합하고 전자적으로 저장하고 처리하며 검색하는 종합적인 수단(collective means)으로 정의하고4), 이러한 관점에서 컴퓨터 분야뿐만 아니라 커뮤니케이션분야, 사무설비 등의 분야까지도 정보기술의 범주에 포함하였다.

그러므로 오늘날의 자동화는 “인간의 육체적인 노동뿐만 아니라 기억·판단·계산 등과 같은 두뇌의 역할까지도 전기·전자·기계에 의하여 대행하는 것”을 의미하므로 단지 기계화의 관점이 아닌 자동화에 대한 새로운 시각이 요청된다. 이러한 시스템의 특징은 기존의 공장자동화보다는 오늘날의 환경변화에 신속히 대응할 수 있는 생산능력을 갖추고 있다.

오늘날의 환경변화를 살펴보면

첫째, 제품기술의 변화속도가 빠르고, 복잡하며

둘째, 소비자들의 다양한 구매욕구와 제품의 가격 위주의 재무적인 측면에서의 품질, 신뢰성, 혁신, 다양성 등 비 재무적인 측면을 포함하는 방향변화

셋째, 제품생산의 주기가 짧아지며 소품종 대량생산에서 다품종 소량생산으로의 전환

넷째, 제품자체의 복잡성과 기능의 증가

또한 오늘날 전략적으로 그 중요성이 강조되고 있는 공장자동화는 수주에서부터 설계, 제조, 검사, 출하에 이르기까지 최신의 정보처리 및 메카트로닉스 기술을 구사하여 유연성 있는 생산시스템을 유지하는 공장의 일관된 자동화 시스템을 말한다.

### 3. 국내외 자동화 산업의 동향

1980년대 말부터 시작된 국내의 자동화 산업은 주 수요처인 자동차산업으로부터 타 제조부문의 자동화로 확산됨에 따라 시장 규모가 급속하게 발전하고 있다. 이에 따라 1991년의 시장 규모는 1조 5천억원을 넘었으며 해마다 연평균 증가율 20% 이상을 상회하여 발전해 왔으며 1994년에는 3조원을 넘어섰으며 다품종소량생산 체제에 효율적으로 대응하고 생산성 제고와 품질향상을 위한 자동화를 더욱 확대할 것으로 예상되기 때문에 향후 2000년까지는 최

소 7조원에 달하는 시장이 형성될 것으로 기대된다.

이렇게 자동화 시장이 급격한 성장을 보이는 것은 열악한 노동환경에서 수요시장의 변화에 경쟁력 우위를 점하기 위한 중요한 열쇠임을 깨달았기 때문이다.

생산기술 연구원의 조사에 의하면 국내 기계 및 전자업체의 자동화도입의 동기를 살펴보면 39.1%는 시장에서의 경쟁력 우위확보를, 36.7%는 인력수급의 원활화를, 24.3%는 자동화기술 수준의 낙후 탈피를 도입이유로 꼽았으며 전자제품 조립분야는 38.7%가 노동시장의 요인, 기계부품 가공업체중 39.1%는 시장경쟁 우위확보를 위해, 응답한 도입업체 중 35%는 원가절감을, 32%는 품질향상을 주요 도입이유로 꼽았다. 노동 시장적 측면에서 내세운 업체중에서는 인력조달 및 질적수준 제고가 39.3%, 열악한 작업환경 해결이 22.2%를 차지했다.

공정 자동화율은 기계부품 가공분야가 30.1%, 대기업이 58.7%, 중소기업은 31.8%의 수준을 보이고 있으며, 자동화 설비보유율은 전자제품조립분야가 52.1%, 기업규모별로는 대기업이 44.3%, 중소기업이 26.5%의 수준을 가지고 있다. 전자제품 조립분야가 아직은 국내의 자동화 수준이 단위기계의 단순도입 단계이다.

세계의 시장을 주도하고 있는 미국과 유럽을 중심으로 한 시장 규모는 93년에 630억 달러에 달하였으며 95년에는 경기 회복세에 힘입어 800억 달러에 달하였으며 새로운 시장에 대한 수요확산과 새로운 분야에 대한 자동화 적용에 힘입어 2000년대까지 지속적인 성장을 이룰 것으로 전망된다.

하지만 자동화에 대한 전망이 항상 밝은 것만은 아니다. 어떤 수요업체로부터 덜 자동화되고 덜 복잡한 대신 고신뢰성을 가진 공작기계가 인기가 올라갔다. 그 이유는 첫 번째 시도된 CIM의 방법들이 기대한 만큼의 큰 효과를 거두지 못했기 때문에 생산자들은 공작기계의 고유한 목적인 생산성에 초점을 맞추고 있다.

유럽에서의 CIM의 환경 연구사례를 살펴보면 단순히 제한된 한 나라에서 시스템이 설계되는 것이 아니라 유럽을 포함한 전세계를 연결하는 그야말로 광범위의 CIM이 연구되고 있다.

<표 1>은 산업기술 정책 연구소에서 내어놓은 자동화기기 산업의 시장 규모 변동추이의 전망이다.

<표 1> 세계 자동화기기 산업의 시장 규모 변동추이와 전망

(단위: 십억달러, %)

연도	'85	'90	'91	'92	'93	'94	'95	2000
금액	25.5	45.7	54.0	58.4	62.9	70.6	79.2	140.8
증가율	-	12.4	18.1	8.2	7.7	12.2	12.2	12.2

#### 4. 사례 연구

##### 4.1. 연구 범위

본 논문에서는 광범위한 공장 자동화와 CIM을 추구하 기보다는 우리 나라의 한 그룹내에서 이룰 수 있는 자동화 와 CIM을 구축하는데 있어 정보의 역할과 올바른 의사결 정과 경제성을 평가할 수 있는 방법과 환경을 알아보려고 한다.

자동화의 추진 배경을 살펴보면

첫째는 생산성향상을 통한 국제 경쟁력강화이다.

시장개방화에 따른 수입 상품 증가로 내수시장의 경쟁 이 치열해 지고 있으며, 수출환경의 악화로 수출부진을 겪 고 있는 우리 나라 경제로서 지금보다 더 적은 인원으로 많은 양을 생산하고 또한 원재료에 대한 제품비를 향상 등 으로 생산성 향상과 제품의 고부가가치화를 실현해야 한 다.

둘째로 생산 제품의 품질 불균형 방지이다.

87년 노동운동이 시작된 후 계속 불어난 수출 검사 불 합격율은 생산 기업의 QC강화와 자동화 투자 확대에 힘입 어 90년에 6.1%이었던 것이 92년에는 4.4%로 떨어졌다. 하지만 우리 나라와 경쟁국인 일본과 대만의 수출 불합격 율 1.5%와 2.5%에 비하면 우리의 품질 경쟁력이 훨씬 떨 어진다.

셋째로는 인력수급상의 애로이다.

기능인력의 부족 심화로 노동 집약산업의 사양화와 노 동시간 단축, 작업 환경 개선 요구의 증가, 노동시간의 질 적 저하 등 최근의 노동환경이 크게 변하고 있다. 따라서 자동화를 통해 기계가 할 수 있는 일은 기계를 활용하고 작업자는 사람다운 일을 하게 함으로써 비인간적인 작업형 태를 개선하여 인간성을 회복시켜 작업에 대한 책임의식을 고취하고 작업 환경 개선 요구나 노동환경의 변화에 능동 적으로 대처하여 노동 생산성을 향상시켜야 한다.

통계청이 발표한 99년 5월 중 산업활동 동향에 따르면 98년 말 대비 산업생산 및 출하가 20%이상 신장되고 그 동안 소비가 주도하던 내수경기가 투자 증가로 연결되고 있는 것으로 나타났다. 또한 설비투자 동향을 나타내는 설 비투자지수가 43.3% 증가하고 기계수주와 기계류수입도 각각 40.5%, 15.0% 증가하였다. 이처럼 서서히 경기가 회복되고 있는 시점에서 다시 제조업은 그 동안 위축되었던 설비투자와 자동화에 더욱 많은 관심을 갖게 될 것이다.

현실적으로 공장 자동화는 제조업체가 직면하고 있는 가장 중요한 문제이다. 따라서 공장 자동화의 투자가 왜 이루어지며, 또한 예상되는 자동화의 성과가 무엇인가 하 는 질문에 대한 해답을 쉽게 알고 싶다. 그러나 자동화에 대한 기존 연구가 간단한 사례 위주여서 그 범위가 제한적 으로밖에 사용할 수 없었다. 따라서 본 논문에서는 정보화 가 복잡하게 이루어지고 있는 시점에서의 올바른 공장 자

동화의 개념 파악과 실제로 자동화에 정보가 기업성과에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보고자 하는 것을 연구 목 적으로 한다.

##### 4.2. 사례 연구

K社は 자동차 부품을 생산하는 회사로서 자동화에 목표를 두고 끊임없이 자동화를 추진하고 있다. 이 회사의 자동화는 아직은 생산라인의 단위 공정들을 자동화 기기로 대체하고 있는 단계이다.

이 회사는 원화절상과, 무역장애, 고임금이라는 경제 적인 환경변화와 제품수명주기의 단축, 납기단축, 경쟁력화 보를 위한 원가절감이라는 경영요구와, 생산성저하에 따른 현상심화, 다품종 소량 생산 체제로의 변화, 고객의 요구품 질 다양화를 위한 생산성향상, 신기술 개발 및 조기흡수, 설비투자 효율향상을 통한 생산기술 향상 그리고 고노동 생산성 실현이라는 회사전체의 이윤추구를 위한 환경의 필 요성을 인식하고 자동화에 더욱 집중하고 있다.

이 회사는 앞으로의 자동화 계획을 <표 2>와 같이 수립하여 추진하고 있다.

K사는 1988년, 1989년, 1990년 노사분규가 심하던 해 에 자동화 관심과 투자가 상대적으로 많았으며 아직 단위 공정의 단편적 자동화 단계에 머물고 있다 따라서 자동화 로 인한 현 단계의 성과는 완벽한 CIM환경에서 성과와는 다소 거리가 있다. 따라서 K사의 자동화 성과는 단편적 인 자동화 목표인 생산성향상과, 품질수준의 향상이라는 관점에서 평가함이 바람직하다.

이러한 자동화 추진의 단편적인 예로서 훨씬린더 자동 화 라인과 서틀 로봇 프레스라인 자동화의 사례를 살펴 보자. 이 사례들은 생산자동화기술의 활용형태인 공장 자 동화는 결국 환경변화로 인한 기업의 대응능력의 향상이라 는 측면을 지니고 있으며 그 성과에 있어서도 자동화의 단 계에 따른 목표와 일관성 있음을 알 수 있다. 노동력 대 체의 성향이 매우 강하며 생산성 향상과 품질 수준에서도 상당히 자동화를 통해서 이루어졌다.

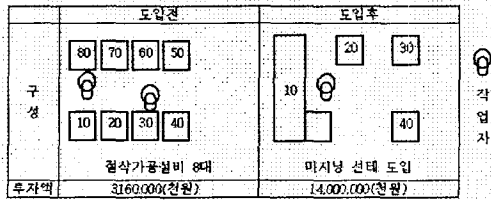
<표 2> K회사의 자동화 계획

단 계	I '88~'98	II '99~'2004	III '2005~'2010
추 진 내 용	단 위 공 정 자동화 간이자동화 립핑자동화 설계자동화	로봇 활용 자동제어 기술 활용 MANIPULATO R활용 라인 자동화 R O B O T - LOADER 활용	검사 및 측정장 치 자동화 자동창고 등 물 류자동화 무인화 라인구성 MRP CIM

#### 4.2.1 휠 실린더 가공 라인 자동화

<그림 1>은 공정 개선의 전·후 배치상태를 나타낸다.

- ① 추진기간 : 1997.7 ~ 1998.3
- ② 추진 목적 : 기존 라인의 능력부족으로 라인 증설 후 차종 추가에 따른 유연성 있는 라인의 필요성



<그림 1> 휠실린더 가공라인 개선 전·후

#### ③추진 효과

여공작업 가능

설비 가동율 70%→80%

인원절감 2명→1명

생산성향상(13500→36000 166% 향상)

불량률감소(0.08%→0.01% 불량률 0.07% 감소)

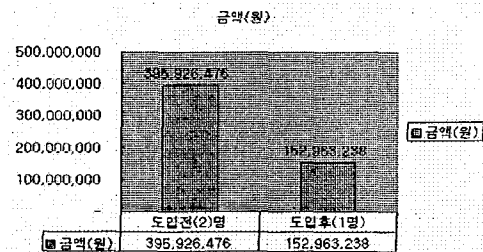
이를 작업인원 감소로 인한 비용절감을 그래프로 나타내면 <그림 2>와 같이 나타낼 수 있다.

산출근거: K 사의 평균적 임금체계 참조

: 1인당 임금 월(500,000원), 임금상승율(10%)

: 상여금 1년 600%, 10년 기준

노무비 절감 2억 4천만원(1명 줄임)



<그림 2> 작업인원 감소로 인한 비용절감

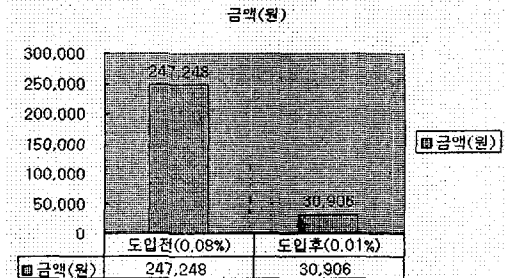
불량률을 분석하여 그래프로 나타내면 <그림 3>과 같이 나타낼 수 있다.

산출근거: K 사의 추진사례효과 참조

: 36000개(생산량/7개월)×17(10년)×

0.0008×505원(이익/개)= 도입전

: 36000개(생산량/7개월)×17(10년)×  
0.0001×505원(이익/개)= 도입후  
불량률감소 :216,342(0.07%감소)



<그림 3> 불량률 감소로 인한 비용절감

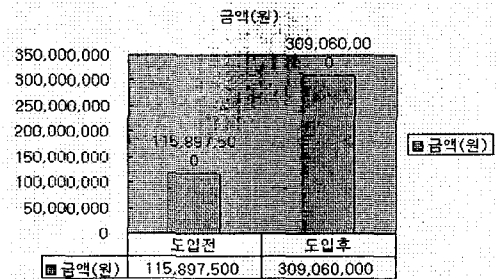
생산성으로 인한 이익증가를 <그림 4>에 나타내었다.

산출근거: K 사의 추진사례효과 참조

:13,500개(생산량/7개월)×17(10년)×505원(이익/개)  
)= 도입전

:36000개(생산량/7개월)×17(10년)×505원(이익/개)  
= 도입후

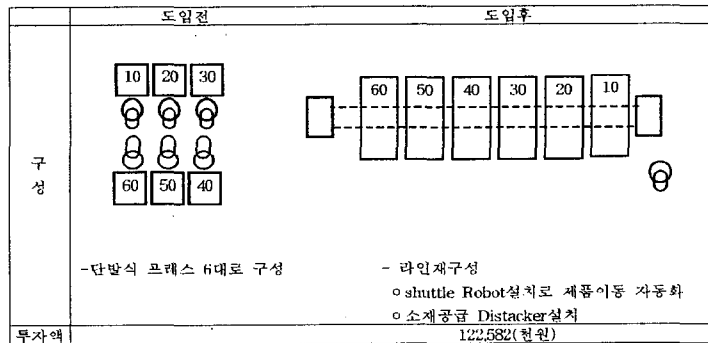
생산성향상 :1억 9천만원(166% 증가)



<그림 4>생산성 향상으로 인한 이익증가

도입후의 전체 이윤을 산출해 보면 생산성향상에 의한 이익 증가는 193,162,500원, 인원 감소에 의한 비용절감효과는 242,963,240원, 그리고 불량률감소로 인한 비용절감은 216,342원이다. 이들을 합한 총 이윤은 436,342,082원이다.

투자액 1,084,000,000원에 대한 10%의 10년 후의 가치는 2,811,616,800원으로 나타나 -2,465,274,720원의 차액을 보



<그림 5> 셔틀로봇 프레스 라인 자동화 개선 전·후

여 시설도입으로 인한 마이너스 효과를 나타내게 된다. 이는 비용의 측면만 고려한다면 자동화의 필요성을 못 느끼지만 기존라인의 능력부족으로 인한 신설라인 검토나 향후 차종 추가에 따른 유연성 있는 라인 구성의 필요라는 최초의 추진 목적과 함께 노무비 감소, 불량률감소, 생산성향상이라는 소기의 목적 달성 및 유연성 증대로 인한 환경요소의 변화에 대한 신속한 대응이라는 측면에서 잇점을 가지고 있다.

장기적인 방향에서 기업 생존방안을 모색함에 있어 기업간의 경쟁력 우위를 나타내는 요소로서 장차 가져올 기업의 잇점을 고려하여 라인 구성의 필요성이 존재한다.

#### 4.2.2 셔틀로봇 프레스 라인 자동화

<그림 5> 셔틀로봇 프레스 라인의 개선 전·후 레이아웃이다.

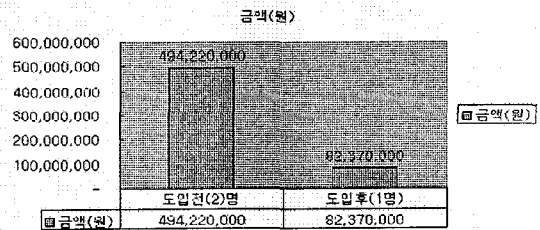
- ① 추진기간 : 1998.1~1999.2
- ② 추진 목적 : 프레스 6대로 구성된 단발식 프레스의 단순 반복적인 작업의 공정 개선 및 인력 감소를 위해 로봇을 이용한 제품의 장착 및 반송탈착의 자동화

#### ③추진 효과

- 노동의 강도 개선
- 물류개선 안전강화
- 인원절감(6명→1명)
- 생산성향상(137,000 →225,000 ;64%향상)
- 불량률감소(0.15%→0.04%; 불량률 0.11%감소)

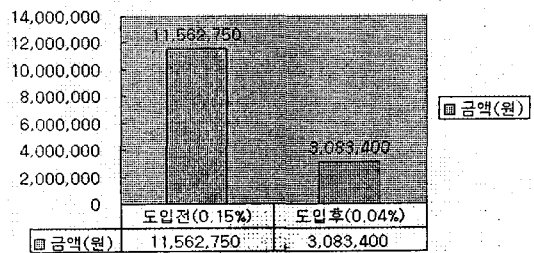
K사의 평균 임금체계를 참조하여 연간 노무비 절감액을 계산해 보면 약 4억원의 절감혜택을 볼수가 있다. K사의 1

인당 월 50만원에 임금상승율 10%를 고려했으며 상여금은 600%에 10년을 기준으로 하였다. <그림 6>은 작업인원 감소로 인한 비용절감 효과를 나타낸다.



<그림 6> 작업인원 감소로 인한 비용절감

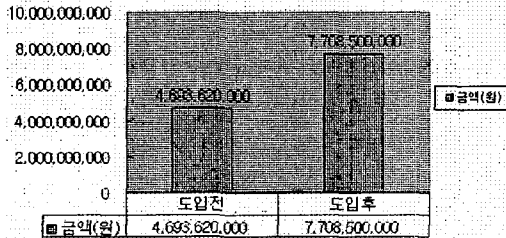
<그림 7>과 같이 K사의 불량률감소로 인한 경제적 이익을 살펴보면 도입전 0.15% 이던 것이 도입후 0.04%로 그 효과는 8백만원이라는 금액을 절감할 수 있었다.



<그림 7> 불량률 감소로 인한 비용절감

225000개(생산량/7개월)\*12(7년)\*0.0015\*2855(이익/개)-225000개(생산량/7개월)\*12(7년)\*0.0004\*2855(이익/개)의 증대 효과를 볼수 있다.

또한 생산성 향상면에서 살펴보면 <그림 8>과 같이 공정 개선후 약 64%의 생산성향상의 증가를 가져왔다. 이로 인한 경제적 이득은 30억원 이다.



<그림 8 >생산성 향상으로 인한 이익증가

도입전 137000개(생산량/7개월)\*12(7년)\*2855원(이익/개)에서 도입후 225000개(생산량/7개월)\*12(7년)\*2855원(이익/개)의 생산차익을 고려하면 된다.

따라서 생산성향상, 인원의 감소, 불량률의 감소로 인한 비용절감액을 고려한 전체 이윤은 3,435,209,350(원)인데 반해 투자한 금액 122,582,000(원) 년 이윤 10%의 10년 후의 가치는 238,912,310(원)으로 나타났다.

## 5. 결 론

생산이 기업의 경쟁적 무기(Strategic weapon)으로 인식되고 있는 오늘날의 기업환경을 고려 할 때 환경변화에 신속하게 대응 할 수 있는 생산시스템의 확립은 매우 중요하다. 이러한 측면에서 볼 때 앞에서 살펴본 공장 자동화에 관한 이론적 배경과 K사의 사례는 생산활동에 있어서 자동화시스템의 도입이 기업의 경쟁력 확보에 얼마나 중요한지를 잘 나타내고 있다.

생산단계에 있어서 정보기술이 지니는 역할은 궁극적으로 컴퓨터 통합시스템의 구축을 통하여 환경변화에 유연한 생산시스템을 구축하는데 있으나 현실적으로 우리나라의 대부분의 중소기업들은 아직 생산현장의 자동화와 노동집약적 단위기계를 연결하는 초기의 공장 자동화(FA)를 벗어나지 못하고 있는 실정이라 그 성과를 평가하기에는 많은 문제점들이 있다.

사례에서 나타난 바와 같이 자동화 추진 배경이 되는 노동력 대체와 생산성 향상, 품질 향상 등의 측면에서는 어느 정도의 성과가 있었다고 할 수 있다.

그러나 그 이상의 완벽한 유연 자동화 시스템(CIM)을 구축하기 위해서는 각 공장이나 회사의 환경에 맞는 생산시스템을 구현하기 위해서는 생산현장의 특성을 잘 알고 자동화의 정확한 목적과 형태가 필요하다. 이를 위해서 좀

더 많은 현장사례들을 개발하고 연구할 필요성이 제기 된다.

## 참 고 문 헌

- [1] "2000년을 향한 산업기술 개발수요", 산업정책연구소 1996. 9. PP7
- [2] "1999년 5월중 산업활동 동향", 통계청, 1999. 5.
- [3] "생산시스템 공학", 人見勝人, 1994.
- [4] Marc S. Gerstein, The Technology connection : Strategy and Change in the information Age, Addison Wesley, 1997.
- [5] Proceeding of CAPE '95, Computer Applications in production and Engineering , CHAMPMAN & HALL, 1995.



### 허 성 관

대구대학교 자동차 산업기계공학부 교수  
대구대학교 산업안전 연구소 소장  
안전운동 연합 공동 대표



### 권택진

경운대학교 건축과 교수  
구주건설(주) 대표이사  
대구대학교 산업공학과 박사과정



**박 종 락**

대구대학교 산업공학과 박사과정  
대구대학교 산업공학과 강사



**박 등 은**

영진전문대 교수  
세운 건설(주) 이사  
경산 안전운동연합 본부장