

민첩 생산 시스템 (Agile Manufacturing System)의 의미와 그 활용 방안

박진우

서울대학교 산업공학과

1. CIMS 그 이후?

국가의 지속적 변형은 제조업의 생산성에 크게 의존하고 있다. 고객의 요구 사항을 만족시키고 국제 시장에서 성공하기 위하여는 자원을 효율적으로 활용하면서 시장상황에 신속하게 적응하는 것이 필수적으로 요구되고 있다. 전통적 방식인 하드웨어적 자동화는 정보 처리가 취약하기 때문에 이들 도전에 적응할 수 없다. 따라서 최근에는 컴퓨터의 소프트웨어 기술을 이용하여 새로운 시장환경에 빨리 적응하고, 제품설계 과정을 고속화하며, 자원의 활용을 극대화하는 한편, 공장내 부품의 흐름을 일관화시킬 수 있는 제조기법들이 탄생하게 되었다. 컴퓨터가 제조시스템의 주된 요소로서 제조시스템을 계획하고 운영하는 데 도움을 줄 경우, 우리는 이러한 제조 시스템을 CIM 시스템이라 칭한다.

결국 지난 80년대에 선진국으로부터 각광을 받기 시작한 CIM시스템은 다음의 공식이 적용되어 탄생하였다고 볼 수 있다.

CAD+CAM+데이터베이스+통신 네트워크=CIMS

마찬가지로 미래의 첨단 생산 시스템도 CIM+(?)=(?)의 형식으로 유도하여 볼 수 있을 것으로 생각된다. CIM시스템의 등장 이후에 제안된 미래형 첨단 제조시스템을 열거하여보면 다음과 같다.

CIM+인공 지능=지능형 제조 시스템(IMS : Intelligent MS)

CIM+인간/환경=생산미학

CIM+상상력=자율생물형 생산 시스템

CIM+Small/Distributed=홀로닉 제조 시스템
(HMS : Holonic MS)

CIM+신속 적응=민첩 제조 시스템(AMS :

Agile Manufacturing System)

CIMS+회사간/범세계적 CIM화=광속의 상거래

(CALS : Commerce At the Light Speed)

이들 제조시스템들중 가장 각광받는 제조 시스템은 CALS와 민첩 제조 시스템(이하 AMS라고 칭함)의 두 가지라고 할 수 있다. 이 두 가지 가운데 CALS는 최근 언론기관의 적극적인 소개에 힘입어 많이 소개된 바 있으나 AMS는 상대적으로 덜 인식되고 있는 듯 싶다. AMS는 최근 미국에서 국가 경쟁력 향상을 위한 하나의 방안으로서 등장한 새로운 제조 시스템 또는 제조철학이다. AMS의 실제적인 구현은 아직도 요원하고 지금은 그 개념 정립 단계에 머물러 있는 것이 현실이지만 인간, 조직, 기술의 총합화로 기업의 경쟁력을 향상시키자는 AMS의 개념은 미래의 생산 시스템이 지향하는 하나의 방향을 제시해 주고 있다.

이하 본고에서는 AMS의 중요 개념 및 이의 활용 방안에 대하여 생각하여 보고자 한다.

2. Agile Manufacturing System의 개요

민첩생산(Agile Manufacturing)이라는 용어는 1991년 미국 크라이슬러 자동차 회사의 아이야코카 연구소(Iacocca Institute)가 발간한 보고서 “21세기 제조 기업 전략”에 사용된 이후 우리 주변에서 흔히 사용되는 용어가 되었다. 그 후 AMS는 유연생산(Flexible Manufacturing)이나 날씬생산(Lean Production)과 같은 맥락의 개념으로 사용되고 있기도 하다. 민첩성(Agility)의 원래의 의미는 “민첩”의 의미 이외에도 “빨리 움직이는 것”, “활동적인 것”을 의미하

며 이는 유연이나 날씬의 개념과는 다소 차이가 있다. 유연성이나 날씬함은 기업이 시장경쟁력을 갖추고 민첩하게 움직이기 위하여는 필수적으로 요구되는 사항이라 하겠다.

사실 민첩생산의 개념은 아직은 생소하고 시도된 바 없는 새로운 개념으로 정확한 개념의 정립조차 않되어 있는 상태이다. AMS의 구현은 접어두고라도 아직은 이해단계라고 할 수 있다. 또 정작 아이야코카 보고서에 언급된 AMS의 특징을 살펴보아도 “이들 특징들이 과연 생산 시스템이 민첩하게 시장상황에 적응하는 데 직접적으로 관련이 있을까?” 의문시되는 면이 많다. 그러나 동 보고서에 언급된 민첩 생산 시스템의 바람직한 특성은 제조시스템 엔지니어들에게 상당히 시사하는 바가 많다. 이하 명칭에는 크게 구애 없이 동 보고서에 언급된 첨단 제조 시스템의 바람직한 특성에 대하여 생각해 보기로 한다.

AMS는 조직, 인간 그리고 기술을 하나의 통합되고도 조화된 집합체로 만드는 것을 그 목표로 한다. 그리고 AMS의 핵심용어는 다음 3가지로 요약될 수 있다.

1. ‘고도의 숙련 기술과 지식을 갖추고 있으며, 융통성있고 동기 부여가 충분하며 변화에 잘 적응하는 인간’,
2. ‘개인의 자율과 개성을 존중하면서도 협조와 팀 워크를 지원하는 조직’,
3. ‘고도의 컴퓨터 기술’

즉 AMS를 떠받치는 3대 지주는 인간, 조직, 기술이다. 그리고 이들 3개 기둥은 이들 3개요소의 통합 방법이라는 기초위에 올려져 있다. AMS의 전문가중 한 사람인 Paul Kidd는 이같은 AMS의 구조를 다음의 그림으로 설명하고 있다.

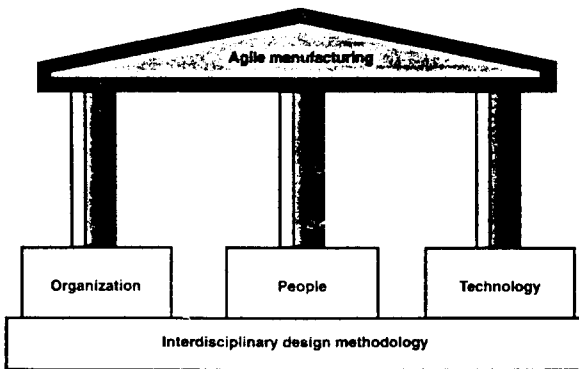


그림 1. AMS의 구조.[1]

또한 AMS는 4개의 기초강령과 16개의 실천 특성을 갖추고 있다. 4개의 기초강령은 1. 지속적 변화(continuous change) 2. 신속 반응(rapid response) 3. 품질 개선(quality improvement) 4. 사회적 책임(social responsibility) 으로 구성된다.

18가지의 실천 특성은 다음과 같다.

1. 모든 활동의 동시 진행(concurrency)
2. 모든 종업원의 지속적 교육(continuous education)
3. 고객에의 반응(responsiveness)
4. 동시다발적 신규사업 수행능력(dynamic multi-venturing capability)
5. 종업원이 중요 자원이라는 인식
6. 권한을 부여받은 개인(empowered individual)들로 구성된 완벽한 팀워크
7. 환경문제에의 적극적 고려
8. 접근 가능하고 사용 가능한 정보(accessible and usable information)
9. 숙련되고 지식이 풍부한 종업원(skilled and knowledgeable employees)
10. 개방형 구조(open system architecture)
11. 초기부터 완벽한 설계(right first time design)
12. 총체적 품질관리의 철학(total quality)
13. 짧은 생산주기
14. 기술 우위(technology awareness and leadership)
15. 기업의 통합화(enterprise integration)
16. 비전에 근거한 경영(vision based management)

이하 이들 AMS의 고유 특성에 대하여 좀 더 생각하여 보기로 한다.

2.1 AM의 고유 특성

결국 권한을 부여받은 종업원의 휴먼 네트워크로 구성된 조직체는 구체적으로 1. 최고위층에서 말단 직원까지의 계층을 최소화하고(flat organization structure), 2. 업무 성과의 신속한 feed-back, 3. 신속한 의사소통 시스템을 갖춘 회사를 의미한다. 그리고 AMS는 동시다발 신규사업의 수행 능력(dynamic multi-venturing capability)을 갖춘다는 것은 필요에 따라 상호보완적인 타 회사와 신속한 Joint Venture사, 이른바 가상 기업(Virtual Corporation)을 구성할 수 있다는 것을 의미한다. 또한 능력있는 종업원이란 업무의 필요에 따라 자신의 업무를 개선하기 위한 실험, 지식획득, 변혁을 시도할 수 있는 종업원을 의미한다. 그리고 이를 지원하는 조직이란 이들 유능한 종업원들이 이같은 실험, 지식을 획득하고, 변혁을 시도할 수 있는 여건을 조성하여 주는 조직을 의미한다.

마지막으로 “컴퓨터 기술이나 자동화 기술”은 기존의 사고방식에서 벗어나야 할 개혁대상 제1호라는 점은 우리 제어 자동화 시스템 학회 회원들이 특히 명심하여야 될 사항인 듯 싶다. 즉 AMS에서의 컴퓨터 또는 자동화 기술은 숙련기술과 지식 획득을 촉진하는 것이 되어야 하며 다음 원칙에 충실하여야 한다

1. 컴퓨터의 부족한 점을 보충하기 위해 사람이 존재하는 것이 아니다.

2. 사람을 돕고 숙련기술과 지식 획득을 촉진하기 위하여 컴퓨터를 이용한다.
3. 즉 기술/지식의 대체가 아니라 기술/지식의 보완/촉진제로서 이용한다.

그리고 사람과 컴퓨터가 문자 그대로 일체화되고 통합되어야 한다.

결국 여러 전공이 통합하여 최적의 제조시스템을 설계하는 설계 방법론을 개발하여야 한다. 이에 포함시킬 수 있는 전공 분야를 예로 들면 컴퓨터 기술자, 조직 기술자, 심리학자 등을 생각할 수 있다. 이하 본문에서 다시 설명되겠지만 중요한 점은 Human-Computer Interface에 대한 변화가 아니라 Computer기술 자체가 변화하여야 된다는 점이다.

3. 기존 첨단 제조 시스템의 미비점

오늘날 대부분의 제조 시스템에서 컴퓨터 기술이나 자동화 기술의 도입은 그 초기에는 대단한 어려움을 겪고 있다. 특히 이들 신기술을 작업현장에 적용하였을 때, 거부반응이 나타나면 그저 단순히 새로운 변화에 대한 거부반응으로 치부하는 경향이 있다. 그리고 그 원인이 조직구조적, 인간적, 그리고 기술적 요소 사이의 불일치성(mismatch)에 있을 것이라고는 전혀 생각하지 않는 경향이 있다. 그러나 한 서베이 결과(Voss, 1988)에 의하면 비록 Technical System의 설치와 운용은 100% 성공하지만 생산성 향상 달성율은 86%에 불과하며 특히 이로 인하여 유연성이나, 품질이나 납기 등이 향상된 경우는 57%에 불과하였다. 그 주된 이유는 너무 기술적인 특징이나 어려움만을 고려하였고 조직이나 인간적 측면을 등한히 하였기 때문이다.

이외에도 기존의 제조시스템은 다음과 같은 5가지의 잘못을 범하여 왔다

1. 투자 평가 시스템의 오류
2. 원가회계 시스템의 오류
3. 업무 수행도의 측정 시스템 및 관리 시스템의 오류
4. 기업조직 및 관리의 오류
5. 기술활용의 오류

이하 이들 5가지의 잘못에 대하여 생각하여 보기로 한다.

3.1 투자 평가 시스템의 오류

현재까지의 제조 시스템은 자본수익율법(Return on capital), 투자 회수기간법(pay back), 현재법(discounted cash flow), 내부수익율법(internal rate of return)과 같은 기존의 투자분석 기법에 근거하여 투자의 우선순위나 투자의 타당성을 평가하여 왔다. 그러나 이들 기존의 투자평가 기법은 현재의 투자로 인한 미래의 가능한 이익 증가나 고객의 호응도 등 전략적 이득을 전혀 고려하지 못하는 방법들이

다.

3.2 원가회계 시스템의 오류

주지하고 있는 바와 같이 제조원가는 노무비(직접/간접), 재료비(직접/간접), 제조경비의 3요소로 구성된다. 이중 해당 제품/부품에 직접 비용을 부과할 수 없는 비용들은 매출액 기준으로 제품별로 할당하여 주는 것이 기존의 관행이다. 예를 들어 다음의 경우를 한 번 생각하여 보자.

(예)주문형 제품과 표준 제품의 문제(Motor 제조회사의 경우).

기존의 제조 경비 할당방법에 따르면 매출 외형이 큰 표준품은 판매수량이 많기 때문에 10%의 제조경비를 할당받고 매출이 작은 주문품은 0.01%를 할당받는다. 그러나 설계, 재료주문, 취급 비용 등으로 대표되는 제조 경비는 주문품의 경우에 훨씬 더 많이 투입되게 된다. 그 결과 표준품은 실제보다 원가가 높게 책정(over pricing)되어 경쟁력없는 제품으로 착각하게 되고 주문품은 실제보다 원가가 낮게 책정(under pricing)되어 경쟁력있는 제품으로 착각하게 된다. 이같은 현상을 상호구제(cross-subsidization)라 한다.

3.3 수행도 평가/관리 시스템의 오류

표준 예산을 기초로 하여 이로부터의 변화량에 의해 수행도를 평가하는 기존의 업무 수행도 관리시스템은 적시의 업무 수행상황이라든가 지속적 개선 활동, 기타 비재정적 수행도 측정자(performance indicator)를 제대로 반영하지 못하는 경향이 있다. 예를 들어 할당된 생산목표량이 100이라 했을 때 110 또는 120을 생산하면 상을 받게 된다. 그러나 초과된 생산량이 창고에 쌓여 있게만 될 불필요한 생산품일 경우, 초과 생산은 회사의 입장에서는 오히려 해가 된다. 그럼에도 불구하고 현재의 표준 예산 또는 목표에만 의존하는 수행도 평가/관리 시스템은 이러한 것을 반영하지 못하고 있다. 신속하게 현장 정보를 되먹임시켜주고, 지속적 업무 개선을 지원하며, 비재정적 요소를 반영하는 수행도 평가/관리 시스템이 요구되는 것이다.

3.4 기업조직 및 관리의 오류

대부분의 기업은 19세기 말의 Taylor시대의 모델에서 벗어나지 못하고 있다. 오늘날의 인력 구성은 그 교육정도나 정신자세가 19세기말의 그것과는 크게 달라졌음을 인식하지 못하고 있다. 오늘날 풍요한 가운데서 고등교육을 받은 젊은 인력들은 분업에 의한 단순노동이나 중앙집중식 관리 또는 자동화된 기계의 뒤치다꺼리에 불과한 직무에는 절대로 만족하지 못한다. 그 결과 종업원들은 직장에서 소외감을 느끼고, 높은 결근율과 이직율, 낮은 생산성과 상호 협동의 부재 등 문제점들이 드러나게 되는 것이다. 그럼에도 불구하고 현재의 기업 조직이나 관리 방식은 현장의 이같은 변

화에 적절히 대응하지 못하고 있다. 직무의 수직적 또는 수평적 확장 등 기존 수단만으로는 부족하며 분산된 소규모의 공장 그리고 자연 발생적 소집단을 지원하는 조직이 되어주어야 한다.

3.5 기술활용의 오류

우리는 새로이 등장한 생산 시스템인 CIM시스템을 현장의 제조 공정에 대해 실시간 중앙관리를 가능케 하여주는 기술로만 인식해온 경향이 있다. 현재의 업무 관행이나 분업화된 공정을 그대로 둔 채 자료 수집의 메카니즘이나 중앙집중식 컴퓨터 제어 시스템만을 추구하는 과거의 CIM은 컴퓨터 통합 제조 시스템(Computer Integrated Manufacturing) 이라기보다는 컴퓨터 접속 제조 시스템(Computer Interfaced Manufacturing)이라고 불리우는 것이 마땅하다. 미래의 제조 시스템 특히 AMS에서 컴퓨터 기술은 필수불가결한 요소임에는 틀림이 없으나 단순한 접속 그 이상을 추구하여야 한다.

4. Agile Manufacturing Enterprise의 설계

바로 앞장에서는 기존의 제조 시스템에서의 문제점을 짚어 보고 이들의 개선 방안에 대하여 비공식적으로 생각을 전개해 보았다. 앞에서 지적된 문제점들은 사실은 문제점이

라기보다는 보다 근본적으로는 더 깊은 문제점에 의하여 야기된 증상들이라고 보는 것이 더 타당하다. 즉 이들 문제점은 변화에 대해 적응하지 못하는 사람들에 의해 야기된 문제이고 근본적으로는 모두가 사람과 관련된 문제이다. 결국 우리 앞에 놓인 문제는 사람들에게 더 친숙감을 주고 만족감을 주면서도 경제적으로는 경쟁력을 갖춘 제조 시스템을 설계해야 한다는 것이다. 하나의 가능한 대안은 사람을 거부하는 것이 아니라 사람의 숙련기술과 잘 협조할 수 있는 기술(컴퓨터 기술이나 자동화 기술)을 개발하는 것이다. 이하 AMS의 실현을 위한 방법론에 대하여 생각하여 보기로 한다.

4.1 기업설계의 방법론

Agile Manufacturing의 기반을 구성하는 요소는 다음 9가지로 대별할 수 있다. 즉, 1. 수행도 평가지수, 2. 통신/정보 기본구조, 3. 협동과 팀워크, 4. 기업유연성, 5. 기업전체 업무추진의 동시성, 6. 환경친화성, 7. 인간중심, 8. 하청/협력회사의 지원, 9. 기술의 극대활용. 사실 이들 기본요소는 오늘날 대부분의 성공적으로 운영되는 기업이 추구하고 있는 목표이기도 하다.

AMS에서는 이들 요소를 구현시키기 위한 방법론으로서 다음의 하부구조를 제안하고 있다.

원래 AMS에서 지향하고자 하는 바가 어떠하였든지간에

표 1. AMS를 구성하는 하부 시스템들.

지속적 교육/훈련	지식기반 인공지능 시스템
고객 대응 시스템	모듈형 재구성 가능 공정기기
권한위임된(empowered) 개인/팀	조직 관행
에너지 절약	수행도 측정 및 벤치 마킹
기업 통합	사전심사된 협력회사 선택기법
진화적(evolutionary) 업무 표준	신속 협력 메카니즘
공장 네트워크 시스템	시뮬레이션 및 모델링
세계화 네트워크 시스템	대표화 방법
세계적 동시다발형 조인트 벤처	소프트웨어 프로토 타이핑
그룹웨어 시스템	일관된 법률 체제
인간-기술 접속	지원형(supportive) 회계 시스템
통합 방법론	기술 적용 및 확산 시스템
지능형 제어/관리	재활용 기술
지능형 센서	생산성 관리

이들 하부 시스템을 모두 실현할 수 있는 기업은 거의 존재하지 않을 듯 싶다. 또한 이들 하부 시스템이 현재로서는 모두 필요한 기업도 많지 않을 것이다. 물론 위와 같은 구조를 모

두 갖추고 앞서 언급된 기존 생산 시스템의 문제점을 모두 해결한 기업이 진정한 Agile Manufacturing Enterprise라고 할 수 있겠지만 이러한 기업은 아직은 실현 가능할 것으

로만 예상되는 그야말로 이상적인 기업이기 때문에 본 원고의 서두에 언급된 바와 같이 AMS는 아직은 개념의 정립단계라고 생각하는 것도 타당성을 갖고 있는 것이다.

Paul Kidd는 AMS 구축의 방법론으로서 기술과 조직문제를 동시에 고려하는 HITOP(High Integration of Technology, Organization and People)을 변형시킨 방법론을 제안하고 있다. HITOP은 원래 Majchrzak등이 1991년에 제안한 제조 기술 및 정보 기술을 구현하기 위한 방법론으로서 다음의 6단계 절차이다. 1. 우선 기업의 변화 적응력에 대한 평가 2. 제안된 기술 사항의 특성을 파악하기 위한 기술 평가 3. 필수적으로 요구되는 업무들의 선택 4. 이에 관련된 기술/숙련성의 선택 5. 관련 당사자에의 보상에 대한 결정 6. 조직의 변화에 대한 설계.

Paul Kidd는 AMS의 설계는 HITOP에 고객과 협력회사를 동시에 고려하여야 하며 조직체간의 장벽을 낮추고, 수행도 평가치의 원래의 목표에 대한 지속적 비교, 그리고 잘 훈련되고 동기가 충만하며 적극적이고 권한을 위임받은 종업원에 의해 이룩된다고 제안하고 있다. 그리고 이에 의해 분석, 종합, 평가의 사이클에 의해 지속적으로 새로운 생산 시스템을 설계해 나아가야 한다고 제안하고 있다.

4.2 Interdisciplinary Design

또한 AMS 구축 방법론의 또 하나의 특징은 “공통 전공영역간의 설계(Interdisciplinary Design)”를 강조한다는 점이다. 다수 전공간의 협력관계는 크게 3가지로 나누어 생각할 수 있다. 즉 단일전공의 설계(Monodisciplinary design), 다수 전공의 설계(Multidisciplinary design), 공통전공영역의 설계(Interdisciplinary design)로 나누어 생각할 수 있는데 이중 다수 전공의 설계는 여러 전공의 아이디어를 각각의 전공자들이 타 전공의 영역을 관여하지 않는 범위내에서 협력하는 것을 의미한다. 공통 전공영역의 설계에서는 그같은 구분이 없으며 따라서 새로운 영감이나 해법이 탄생할 수 있음을 다음의 예를 통하여 확실히 알 수 있을 것이다.

(예) 2명의 작업자와 2대의 CNC turning center와 제어용 컴퓨터, 작업물 운반용 로봇, 검사 작업대로 구성된 제조셀을 설계하고자 한다. 여기서 우리가 결정해야 할 사항은 로봇의 타입과 작업 셀의 구성상태(Lay out)이다. 이같은 작업대의 설계에서 고려해야 될 사항은 소음, 직무수행상의 스트레스, 동료에 대한 지원, 고참작업자에 의한 신참작업자에 대한 훈련 및 자기 계발 등이다. 아래의 그림 2에 보여지는 설계는 수락할 수 없는 대안을 보여주고 있다. 아마도 기술적인 사항만을 고려하였더라면 이같은 대안이 채택되었을지도 모른다. 그림 3은 산업심리학자를 포함하는 공통 전공영역의 설계 결과를 보여주고 있다. 여기서는 요구되는 모든 인간적 사항이 반영되어 있음을 알 수 있다. 이

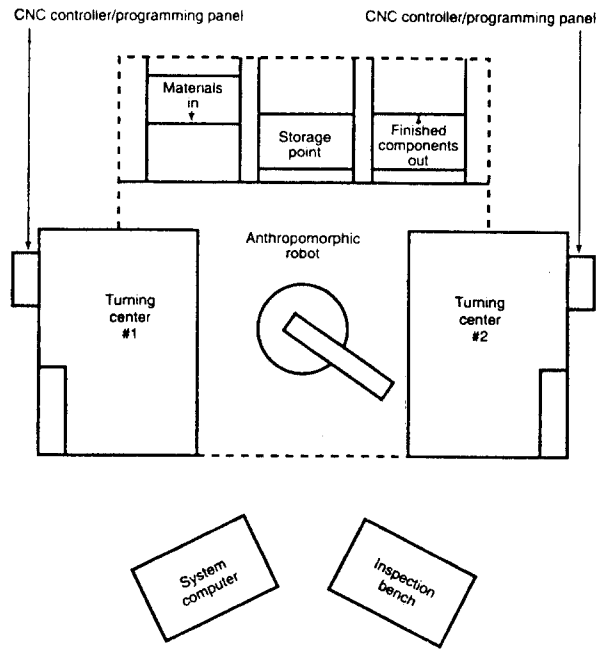


그림 2. 작업셀의 레이아웃그림(수락할 수 없는 대안).[1]

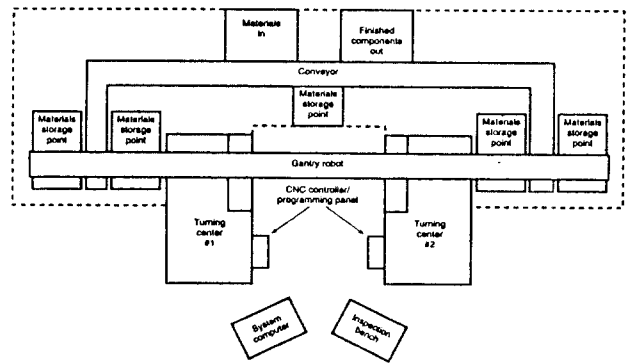


그림 3. 작업셀의 레이아웃그림(산업심리학자를 포함하는 공통 전공영역의 설계 결과).[1]

와 같이 완전히 새로운 형태의 작업장 설계안이 나와줄 수 있다.

기존의 자동화 기술이나 컴퓨터 기술은 정밀도나 유연성과 같은 기술의 부족한 점이나 부적합한 점을 채워 주기 위하여 사람의 지식이나 기술을 이용하는 측면이 강하였다. 앞으로는 인간의 기술이나 지식이 필수적으로 요구된다는 전제하에 문제를 풀어나가야 할 것이다. 얼핏 비슷한 생각 같지만 후자는 전자를 포함한다. 그러나 전자는 후자를 포함하지 못한다. 앞으로는 피상적인 외형상 특징만을 고려하지 말고 바닥에 깔린 전체의 시스템을 고려한 기술이 등장하여야 한다. 사람을 기술에 맞추지 않고 기술이 사람에 맞추어 주는 것이 중요하다. 작업자의 독립성과 기계제어를 염두에 두고 자동화 기술을 설계하여야 한다.

4.3 Activity Based Costing

앞서 언급된 상호구제(cross-subsidization)등 원가나 관리상의 문제점에 대한 해결방안으로는 이른바 ABC(Activity Based Costing)방법이 하나의 가능한 대안을 제시해 주고 있다. 상호구제 현상의 주 원인이 제조 경비에 있었음을 상기하기 바란다. 오늘날 제조경비 항목이 원가에서 차지하는 비중은 자동화에 대한 시설 투자 등에 의해 점점 더 커지고 있다. ABC기법에서는 직접비와 간접비의 구분이 없으며 설계시의 Bill of Material과 같이 Bill of Activity를 만들어 원가를 체크한다. 이같은 방법으로 현재의 원가관리 시스템에서 약 55%까지의 원가를 점유하고 있는 제조경비 부분을 10%이내로 줄일 수 있다.

물론 ABC는 원가에 관한 정보를 제공할 뿐이므로 ABC를 활용하는 관리 기법이 더 중요하다. CAM-I(Computer Aided Design-International)에서는 ABC에 근거한 ABM(Activity Based Management) 모형을 제안한 바 있다. ABM에서는 제 1단계로서 각종 생산 자원(production resource)을 생산활동(production activity)에 할당한 후, 그후 제2단계에서는 이들 생산 활동을 고객이나 상품 등 생산 목적물(production object)에 부과함으로써 원가를 산출하는 2단계 관점을 활용한다. 이같은 ABM기법은 원가관리 외에도 지속적 업무관리 활동도 지원할 수 있으므로 미래형 첨단제조 시스템에 적합한 시스템이라 할 수 있다.

5. 기술 숙련과 지식 확장의 방법론

유럽에서의 첨단 생산시스템 연구의 일환으로 수행된 ES-PRIT Project 932 및 Project 2434는 AI(Artificial Intelligence) 및 OR(Operations Research)을 이용한 Scheduling Project였다. 그러나 이들 프로젝트들이 좋은 성과를 보여주었다는 보고는 들어보지 못하고 있다. 그 이유는 아마도 이들 결과들이 사람의 문제를 배제하고 기술적인 사항만을 고려하였기 때문이 아닌가 싶다. 일반적으로 기술을 적용하는 데에는 기술우선주의 접근방법, 인간공학적 접근방법, 인간우선의 접근방법의 3가지로 나누어 생각할 수 있을 것이다.

여기서 기술우선주의는 기술만을 고려하는 접근방법으로 그림 4와 같은 접근방법을 의미한다. 최초로 등장한 NC기계가 이러한 접근방법을 택하였다고 볼 수 있다. 즉 NC기술은 컴퓨터 기술로부터 탄생하였으므로 NC프로그램 작성은 컴퓨터 프로그램을 작성하듯이 프로그래밍하여 paper tape에 기록하였다. 인간공학적 접근방법에서는 인간이 적합한 업무와 기계에 적합한 업무를 구분하여 이들 2 종류의 업무주체가 서로의 장점을 활용하여 하나의 시스템으로서 업무를 수행하도록 하는 접근방법을 의미한다. 인간우선의 접근방법은 인간의 숙련기술이나 지식을 더욱 효과적이고 생산적으로 사용할 수 있도록 자동화 기술이나 컴퓨터 기술

을 활용하는 접근방법을 의미하며 인간의 활동범위를 더 넓혀주는 그림 5의 접근방법을 의미한다.

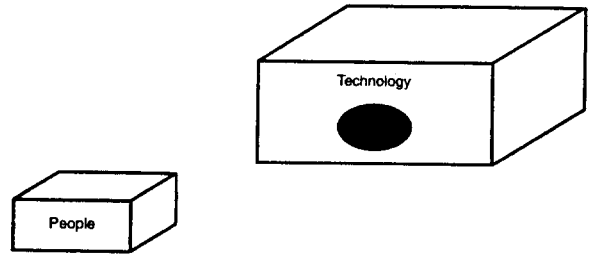


그림 4 기술변화(전형적 접근방법).[1]

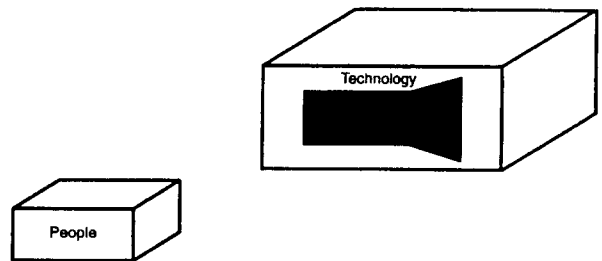


그림 5 기술변화(새로운 접근방법).[1]

NC를 예로 들자면 오늘날의 MDI(Manual Data Input) 프로그램 방법이나 제어반(Control panel)을 이용한 공구 경로 시뮬레이션이 인간위주의 접근방법이라 할 수 있다.

인간위주의 접근방법은 다음의 3가지 원칙을 준수하여야 한다.

1. 인간의 기존의 숙련기술에 연관되어 있는 컴퓨터 시스템의 개발
2. 지식습득이 가능한 시스템의 설계(작업자가 자기 자신의 작업방법을 개발하거나 실험을 시도할 수 있도록 여유를 둔 설계)
3. 기술은 수호 천사(Guardian angel)의 역할을 담당(피동적 모니터링만 담당)

사실 기존의 자동화 기술은 이들 원칙을 지키지 못하였기 때문에 이들 기술의 도입으로 인하여 많은 갈등을 야기시켰으며 관련된 많은 사람들에게 고통을 주었던 측면이 있다. 예를 들어 초기의 NC기술은 기존의 공작기계를 취급하는데 익숙한 현장의 기계 기술자들에게는 완전히 생소한 기술이었으며 따라서 많은 기계기술자들에게 고통을 주었다. 사실은 기계기술자뿐 아니라 NC기술 그 자신도 그 스스로에 의한 희생자라고 볼 수 있다. 기술이 현장 작업자들의 호응을 얻지 못함으로 인하여 우수한 기술성능에도 불구하고 그 도입속도가 느리게 진행된 측면이 있다. 앞으로의 컴퓨터 또는 자동화 기술은 컴퓨터 접속 제조(Computer Inter-

faced Manufacturing)가 아니라 인간 컴퓨터 통합 제조 (Human Computer Integrated Manufacturing)의 견인자가 되어야 한다.

5. 결론 - 미래의 제조 시스템

민첩 생산 시스템은 아직은 그 개념도 완전히 정립되지 않은 일종의 제조 철학의 단계에 머물러있으나 몇 가지 중요한 개념을 제안하고 있다. 예를 들어 활동 중심의 원가관리(Activity based costing)나 자동화/컴퓨터 기술의 새로운 설계 원칙(기존의 숙련기술자에게 친숙한 자동화, 기술과 지식의 축적을 도와주는 자동화 기술 등) 등은 자동화 기술을 개발하는 사람이나 현장에 응용하고자 하는 사람들에게 아주 도움이 되는 개념이라고 생각된다.

컴퓨터 통합 생산 시스템이란 용어는 1973년 영국의 컨설턴트 Joseph Harrington씨가 처음 사용한 것으로 알려져 있다. 1985년에 이르러 이에 대한 관심이 구체화되기 시작하였고 아직도 구현된 CIM시스템은 찾아보기 힘들지만 CIM이란 용어는 이제는 우리의 귀에도 아주 친숙한 용어로 정착하였다. CIM개념의 등장 이래로 선진 제국에서는 첨단 생산시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다고 한다. 예를 들어 일본에서는 지능형 생산 시스템(Intelligent Manufacturing System)프로젝트를 시작하여 10년간에 걸쳐 1500억 Yen을 투자할 계획이라고 하고 미국은 CALS (Commerce At Light Speed)프로젝트에 최소 일본의 10배 규모를 상회하는 자금을 투입하고 있다고 한다. 유럽에서도 1980년대 초반부터 ESPRIT(European Strategic Program for Information Technology)프로젝트를 통하여 첨단 생산 시스템에 대한 투자를 진행하여 왔다. 우리나라도 G7 프로젝트에 첨단 생산 시스템에 관한 연구를 포함시켜 수년간 연구를 진행하여 왔다.

미래의 제조 시스템은 적응력이 있고 유연하여야 하기 때문에 프로그램할 수 있는 형태로 존재하여야 한다. 그러나 융통성을 키우기 위하여는 초기투자비가 커지게 된다. 따라서 이같은 초기투자비를 상쇄하기 위하여 각 제조공정은 고장이 적고, 효율적이며, 일관성있고, 공정상의 낭비를 극소화하여야 한다. 이같은 목적을 달성하는 데에는 정보처리가 중심역할을 수행하게 된다. 정보의 수집, 처리, 평가는 새로운 제조철학들, 예를 들어 신속한 프로토타입의 개발(Rapid Prototyping), 동시공학(Concurrent Engineering), 제조/조립을 위한 설계(Design for Manufacturing/Assembly), 셀형 제조 시스템(Cellular Manufacturing System) 등을 구현하는 데에 핵심적 역할을 담당하게 된다.

조직의 효율적 관리는 분산형 컴퓨터 시스템과 잡음이 지대한 현장의 제조 시스템에서 작동 가능한 통신시스템을 통하여만 구현 가능하다. 따라서 CIM System을 구상하고 구

현하는 데에는 소프트웨어의 역할이 중요하게 된다. 새로운 CIM 시스템은 표준화된 기계 인터페이스, 통신 버스, 컴퓨터 및 소프트웨어를 통하여 구현되고 있다. 관리 시스템에서의 가장 큰 도전은 여러 가지 응용분야에 공통적으로 사용될 수 있는 모듈형 소프트웨어의 구상과 생산에 관한 것이라 할 수 있다. 오늘날 소프트웨어 비용은 때로는 CIM 구성요소의 설치비용의 절반에 달하는 경우도 있다. 미래에 CIM시스템의 성공적인 구축을 위하여는 표준화된 하드웨어와 소프트웨어가 개발되어야 하며 이들을 통합된 제조시스템으로 묶어줄 표준화된 구성도구가 필요할 것이다.

이러한 모듈형 소프트웨어, 하드웨어, 민첩생산 시스템의 ABC 개념이나 인간중심의 자동화 기술이 가미된 시스템이 등장할 수 있다면 그야말로 첨단 생산 시스템이 될 수 있을 것이다. 이제는 우리나라에서도 우리의 실정이나 국민정서에 적합한 생산 시스템 모형을 구상할만한 시점이 도래하였다고 생각한다. 이 자리를 빌어 미래의 한국형 제조 시스템의 원형을 한 가지 제안해 보고자 한다.

CIM 시스템 + AMS + 환경 + 인간성 + 한국적 정서 =
전원형 생산시스템 (일명 : B6 MS)

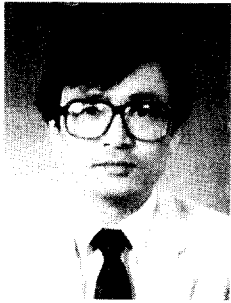
이같은 생산 시스템은 높은 생산성을 유지하며 종업원에게는 행복, 만족감을 보장하고 전원적이며 편안한 공장환경을 제공한다. 또한 인간을 고된 노동으로부터 자유롭게 하는 생산 시스템이 될 것이다. 참고로 전원형 제조 시스템의 별명 B6MS에서 MS는 Manufacturing System의 약어이고 B6는 베토벤 6번 교향곡에서 따온 것임을 밝히는 바이다.

* 한국형 첨단 생산시스템의 개발에 항상 관심을 가져 주시고 많은 격려와 지원을 아끼지 않으신 I.G생산기술원의 유건희 부사장님께서 이 자리를 빌어 감사의 말씀을 드리고 싶습니다.

참 고 문 헌

- [1] Paul Kidd, Agile Manufacturing, 1994, Addison-Wesley
- [2] Rembold/Nanji/Storr, Computer Integrated Manufacturing and Engineering, 1993, Addison-Wesley
- [3] Voss, C.A., Success and failure in advanced manufacturing technology, International Journal of Technology Management, 1988(v.3, n.3), 285-297
- [4] Majchrzak, A., M. Fleischer, D. Roithman and J. Mokray, HITOP Reference Manual, Ann Arbor, MI, U.S.A. : Industrial Technology Institute, 1991

저 자 소 개



박진우

1974.2 서울대학교 산업공학과 졸업. 1976.2 한국과학기술원 산업공학과 졸업. 1976-1979 (주) 현대양행 (現 한국중공업) 군포공장 생산관리부 통제2과장. 1980-1985 미국 U.C.Berkeley 산업공학과(공학박사). 1985-현재 서울대학교 산업공학과 조교수, 부교수, 교수. 주요연구 관심분야는 제조정보시스템, MRP, 시뮬레이션 등.

(151-742) 서울시 관악구 신림동 산 56-1

TEL)(02)880-7179 / FAX)889-8560