

생산구조의 혁신

박홍석*

Innovation of Production Structure Holonic Manufacturing System

Hong-Seok Park

〈Abstract〉

Nowadays, various sides such as political, economical, technical and social sides of the companies' environment are changed rapidly. Such changes could provide a risk on one hand and a good chance on the other hand to the companies. Only one that has quick self-adaption can survive such kinds of challenges. Thus, from now on, profitable survival of a company depends on how fast they can adapt for the changes. Therefore it is introduced here the production method of a new concept for solving many problems which exist in the present production and manufacture.

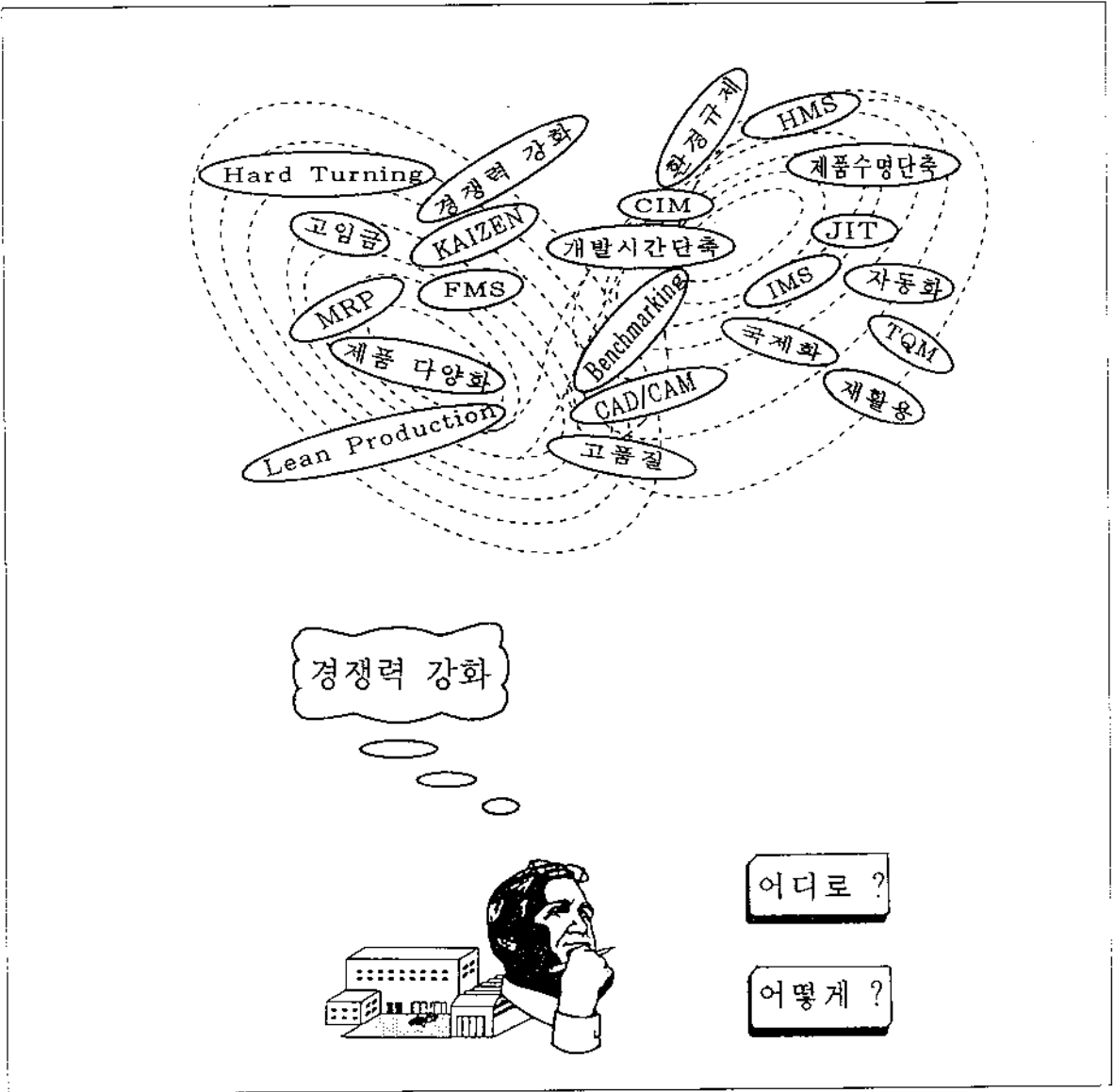
1. 격변시대의 생존

기업의 생산조건이 오늘날처럼 이렇게 오래동안 지속적으로, 또한 급속하고 많은 변화를 초래한 적은 과거 어느때에도 없었다. 증가되는 품질에 대한 요구, 제품의 다양화, 납기단축, 짊어지는 제품수명 및 생산 조직 개발시간, 새로운 기술과 방법, 격심한 경쟁력 등 이러한 제반사항은 비선형적인 상호작용으로 기업의 주위환경을 더욱 혼잡스럽고 복잡하게 만든다. 이러한 복잡성은 기업이 변하는 환경에 적응할 것을 요구하고, 혁신될 것을 강요한다. 문제는 지속적으로 경쟁력을 확보하여 살아남고 번영하기 위해서 기업의 생산

및 제조방식을 어떤 방향으로 지향하느냐 하는 것이다(그림 1).

기업의 특성에 꼭 맞는 생산체제를 유도해내는 법칙이 없다는 것은 확실하다. 기업의 생산방식은 주어진 조건을 충족시키면서 각자의 특성에 맞게 구하여지고, 외적 환경에 잘 적응해야만 한다. 오늘날의 복잡한 상황과 빠르게 변하는 주위환경 때문에 우리는 최적화의 과정과 불합리한 점과의 투쟁에서 결코 벗어날 수 없다. 이것은 향상에 대한 지속적인 노력이 요구된다는 것을 의미한다. 이에 관련해서 이미 일본에서 시도되고 있는 KAIZEN은 Masaaki Imai¹⁾에 의하면 기업의 모든 부서와 모든 경영층에서 단계적이

* 울산대학교 생산기계공학과



〈그림 1〉

며 지속적인 향상을 추구한다는 것이다. 즉 문제를 인식하고 개선해서 개선에 대한 평가를 하는 과정을 되풀이 하여 끊임없이 발전을 도모하는 것이다. 좀 더 구체적으로 표현하면 아래와 같다.

- 사소한 일도 세심한 주의를 기울여 개선한다.
- 오늘보다 내일은 항상 나아지게 한다.

- 모든 사람을 고객으로 간주한다.

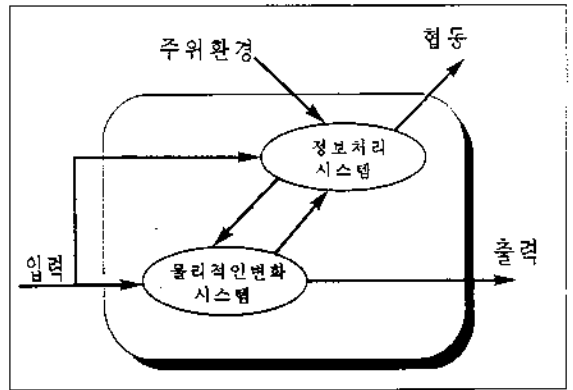
실천방안으로는 작업자 상호간이나 계층이 다른 작업자간에 효율성에서 서로를 관찰하여 스스로 조절을 기하도록 한다. 상호간 지속적으로 향상을 위한 제안을 한다. 비평과 비난이란 관념대신에 좋은 충고로 전환시킨다.

이와같이 우리는 많은 변수를 가진 다수의 영향력들이 복합적으로 작용하는 시대에 살고 있다. 이 복잡성을 우리가 완전히 극복할 수는 없다. 이러한 상황은 기업을 한시라도 정적인 상태에 놓아 두지 않으므로 생산 시스템의 동적 특성이 강조된다. 변하는 환경의 적응에 태만한 기업은 생존경쟁에 지고 말 것이다. 좋은 예로 과거 스위스 시계공업에서 기계적인 부품의 정밀도는 세계적으로 추종 불허의 위치에 있었다. 이런 자만 때문에 새로운 동향과 개발에 무관심한 결과 한 회사뿐만 아니라 전 시계공업분야가 몰락한 상태에 빠졌다. 이런 사태는 비단 시계공업에만 국한된 것이 아니다. 생존이란 것은 실제 현상태를 정확히 파악하여 안전하고 빠르게 목표에 도달하는 것이다.

2. HMS에서 Holon의 개념과 구조

Holonic Manufacturing System (HMS)의 기능적 및 구조적인 개념은 지금까지의 공학적인 사고를 넘어서 생물학, 심리학, 사회과학등의 다른 학문분야에서 유도되었다/2,3/. 이 새로운 개념은 자주적인 요소들의 통합적인 개념을 갖는 생산체제이다. 기업의 생산구조는 부가가치화의 사슬을 위해 인적, 조직적, 기술적 및 정보적인 연관성을 기술함으로 기업의 성패를 좌우하는 중요한 기능이다. 경험에 따르면 오늘날과 미래의 요구사항에 적합한 생산구조를 구축하기 위해서는 작으면서 강력한 단위를 형성하는 것이 바람직하다고 한다/4/. 대개의 경우 이것으로 부서의 편성문제는 현저하게 쉬워져서 단지 단위들 사이의 협동적인 연결관계로 귀속된다. 다품종 생산의 계획과 제어에서 이러한 개념은 점점 확산 되고 있다. 이 단위를 Holon이라고 부르며 (어원 Holon은 그리스어인 "holos" (전체)와 "proton" 혹은 "neutron"등의 입자를 나타내는 "on"을 합친것으로 헝가리의 철학자 A. Koestler가 처음 사용했다/6./) 하나의 자주적으로 행동하는 단위으로써 기업의 중심적인 구성요소이다(그림 2).

Holon은 정보나 물체를 변형, 이동, 저장 및 수송등을 위한 생산시스템의 자주적이고 협동적인 단위요소로 정의되며 정보처리 부분과 물리적인 변화를 처리



〈그림 2〉

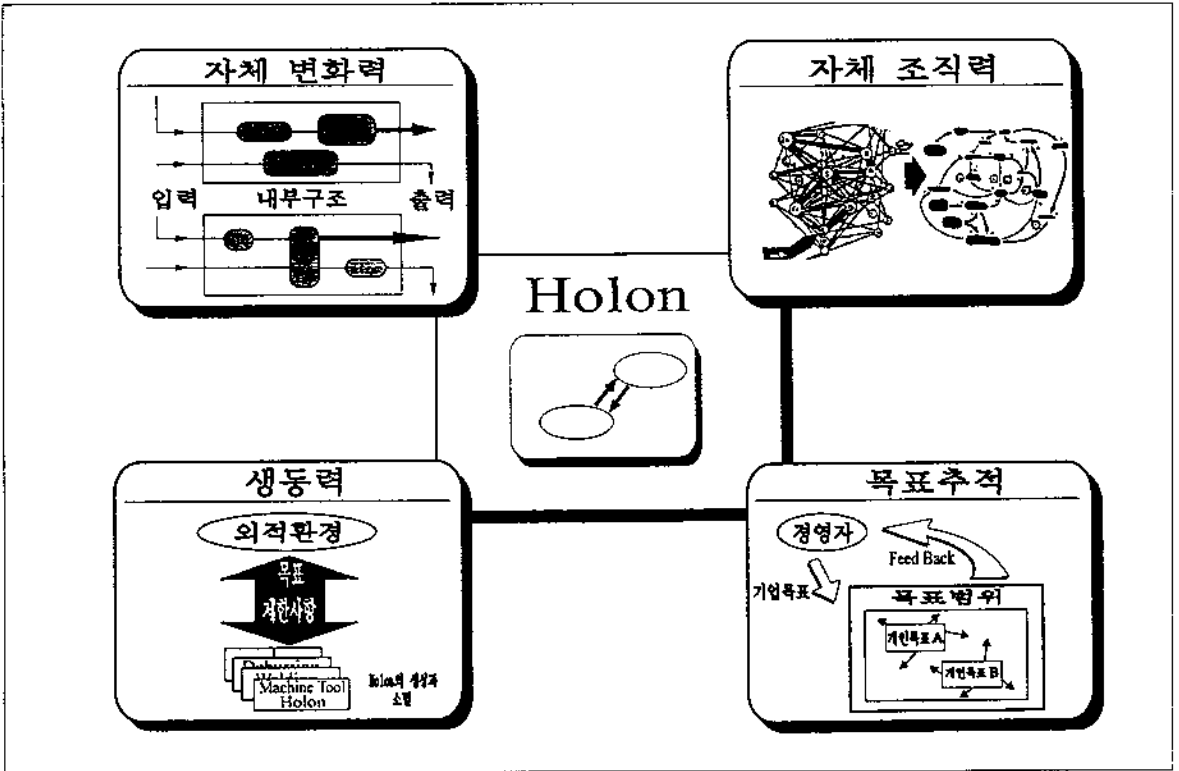
하는 부분으로 이루어진다. Holon은 다른 Holon으로부터도 형성될 수 있다. 사람이 필연적으로 Holon의 부분이 되어야 하는 것은 아니지만 경우에 따라서 정보처리나 혹은 물리적인 변화처리의 부분으로 간주될 수 있다.

과거 Taylor이론에 의해 존재하는 Model의 확장을 의미하는 것이 아니라 관련된 모든 분야의 의식전환을 요구하는 Holon의 목표들과 능력/7-12/에 대해서 알아보고자 한다. 〈그림 3〉에 중요한 성질을 나타내었다.

각 Holon은 전체기업으로나 또는 각 작업장으로도 표현되어지므로 주어진 문제를 스스로 해결할 수 있는 능력을 갖어야 한다. 자체적으로 해결할 상태에 있지 않을 경우에는 외부나 다른 Holon으로부터의 도움을 청한다. 각 문제에 대해 생각할 수 있는 해의 다양성으로 인해 같은 목표와 동일한 입, 출력을 가진 Holon이라 할지라도 그 내부구조는 서로 다를 수 있다. 이와같이 자신의 변화를 통해서 주어진 과제를 해결하고자 한다.

자체조직력(Self-organization)은 외적으로 이해하기 어려운 아주 복잡하고, 혼란스럽게 얼켜진 시스템을 정리를 통하여 최적화를 지향하기 위한 적합한 방법을 스스로 찾아 적용하는 능력을 의미한다. 이러한 개념은 실제에서는 대량생산 체제 시스템의 유연성을 전체 경제성에는 영향을 끼치지않고 향상시킬 수 있다.

기업의 조직내에서는 경영자로 부터 자재출납계원



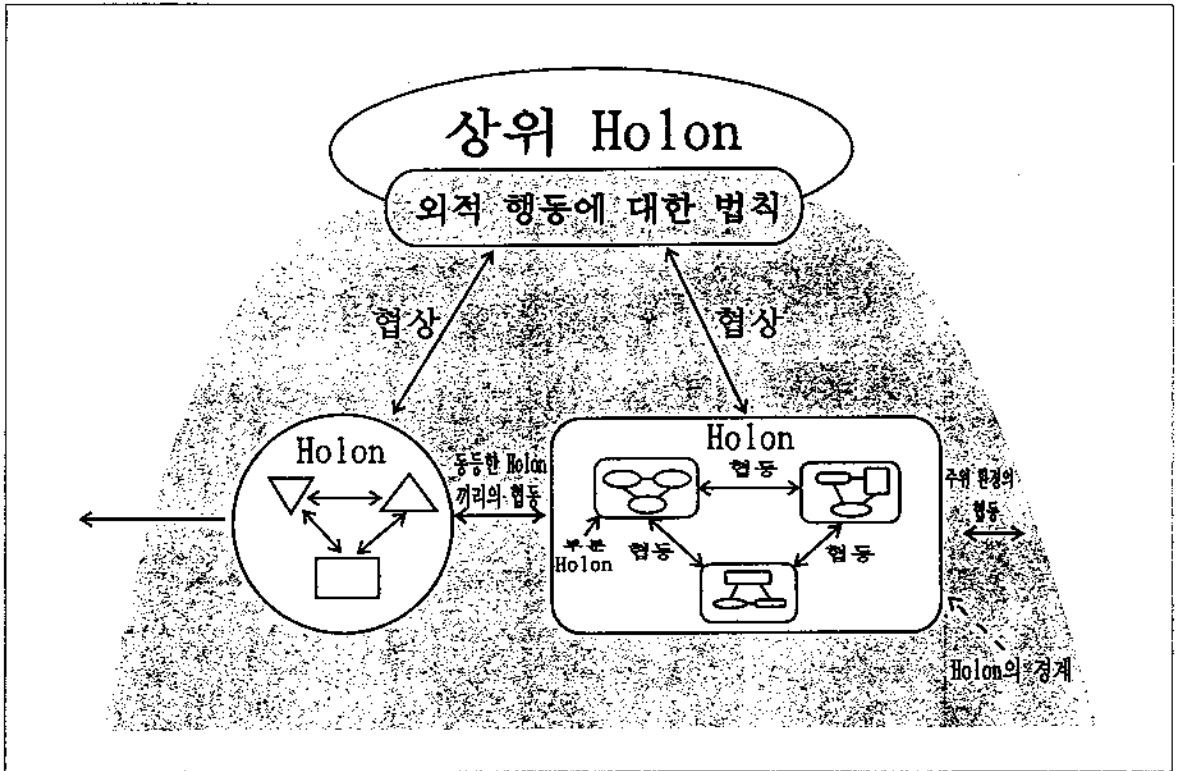
〈그림 3〉

에 이르기까지 전 종업원은 하나의 자주적인 정보교환 조직의 매체로써 서로를 제어한다. 이러한 상태에서 상급자는 소속직원의 통태를 관찰하는 것이 아니라 정해진 과제나 목표의 수행여부를 파악함으로써 각 종업원이 무엇이 문제인지를 알 수 있도록 한다. 이를 통해서 조직내에서 스스로 조정력(그룹내에서 작업을 어떻게 분배할 것인가?)과 행정력(주어진 법칙에 따르지 못하는 그룹내의 조직을 어떻게 피해 갈 것인가?) 발휘하도록 하고, 자체적인 결정(어떤 생산방법을 선택할 것인가?)을 내리게 한다.

급변하는 외적 환경에 빠르게 적응하기 위해서 Holon은 동적인 특성인 생동감을 가져야 한다. 기업의 생동력이 충분치 못하면 정체된 상태, 이익감소, 시장점유율저하와 경쟁력 저하등이 나타난다. 생동력은 문제에 대한 해가 구해졌다고 할 지라도 그것은 특정한 시간대에서 상대적인 최적이라는 생각을 배제해서 안된다. 이러한 동적인 과정을 통해서 Holon들은

각자의 목표와 내적 및 외적인 관계를 인식하고 재정립한다. 총체적인 목표에 도달하기 위해서 관련된 Holon들은 기존의 관계를 벗어나서 시장경제원리에 입각해서 새롭게 태어나거나 소멸되기도 한다. 이로써 기업은 주어지는 조건에 지속적으로 적응하며 개선되는 생동감있는 조직이된다.

서로 상반되지 않는 목표를 갖고 있는 각 Holon들은 목표 달성을 위해서 강요되지 않아야 한다는 것은 자명하다. 생산현장에 가까울수록, 목표들은 더 세분화되기 때문에 Holon들은 상위층과 협의하에서 정해진 목표를 각자의 목적에 맞게 보완한다. 이 과정에서 물론 여러가지의 제한 사항이 결정을 강요하므로 모든 관련된 Holon들이 항상 만족될 수는 없다. 〈그림 3〉의 목표추적에 나타난 것처럼 각 개인의 목표는 여러방향으로 추구될 수 있다. 예를 들면 많은 자유시간과 높은 임금에 대한 요구인 경우처럼 서로의 목표가 상반될 수 있다. 이러한 상충에 대해서는 단기



〈그림 4〉

적으로는 존재하는 목표의 범위 즉 임금계약, 경영적인 협약안에서 각 Holon들의 운동의 억제와 조정을 통해서 해결이 시도되어지고, 장기적으로는 합리적이 라면 각 개인의 목표들이 이 목표범위에 영향을 주어서 확장하거나 옹골 수 있다. 이처럼 Holon들은 끊임 없이 정해진 목표의 범위안에서 각자의 위치를 확인 하고 필요에 따라서 수정하는 향해를 지속한다. 목표 범위에 대한 기업의 전략적인 방향은 경영층으로 부터 대강 정의되어지며, 최종적인 방향은 되풀이되는 협의과정을 통해서 이루어진다. 이러한 목표 추구의 과정을 보면 모든 관련된 Holon들은 다 참가하고 그 진행은 모든 관련 변수들, 예를 들면 시장요구, 자본 규모등 주어진 제한사항, 개인능력등의 고려하에서 이루어지는 제어회로의 성격을 갖는다.

생산시스템은 다차원적으로 구성된 통합적인 개념이다. 이것으로 부터 Holon들의 상호관계로 이루어지는 시스템을 기술하기 위한 기본적인 구조 즉 Holar-

chy/13-15/를 유도하고자 한다(그림 4).

Holarchy는 Holon들의 협동을 위한 기본 법칙을 제공하며 그들의 자주성을 어느 범위로 제한한다. 각 Holon들은 주어진 법칙에 의해 상위의 Holon에 대해서는 종속적이며 동료 Holon들 간에는 목표달성을 위해 협동적이고 하위 Holon에 대해서는 자주적이다. Holon의 활동이 제약을 받을 때는 상위 Holon과 협상을 진행하여 절충안을 찾는다. 이와같이 Holarchy안에서 Holon들은 주어진 물체나 환경에 그들 자신을 적응시키기 위해 동적으로 서로 결합된다. Holon자체는 Holon들의 집합으로 이루어질 수 있다. 기존 Hierarchy구조와의 큰 차이는 다른 Holon들과의 협동으로 필요하다면 Holarchy구조를 재편성할 수 있다는 것이다. 이로인해 Holarchy는 기존의 상부의 지시에 의해 움직이던 종속적인 Hierarchy 구조를 지양하고, 협의를 통한 상호협동적인 수평적인 관계를 지향한다.

3. HMS의 특성

생산시스템의 중요한 변수가 정적에서 동적으로, 단순원인에서 복합적인 원인으로 변하기 때문에 기존 방법에 따라 세워진 기업은 요구되는 동적 특성과 필요한 발전속도에 미칠 수가 없다. 이에 따라 제조업의 모델에 대한 기존관념에서 사고의 전환을 요구한다. 이제 우리는 기업을 비선형적이고 정확하게 예측할 수없이 발전하며, 그의 경계는 외적이나 내적으로 명확하게 구분되지 않고, 어느 것보다도 상호 교류성이 있는 하나의 총체적인 시스템으로 보아야만 한다. 이를 위해 앞장의 Holon 개념 바탕하에서 Holonic Manufacturing System이 가져야 할 특징/16,17/을 기존 System과 비교해볼 수 있다(그림 5).

위 특성으로 부터 HMS는 각 부서의 조직과 내적인 전개까지도 포함한 기업의 모든 기능이 전체로써 통합된 개방적인 System이다. 이러한 성향은 동적이며 복잡한 원인으로 초래되는 실제 상황을 잘 기술할 수 있다. 이런 능력을 가진 구조로 전환하기 위한 방법 개발에서 고려되어야 할 사항은 다음과 같다.

- 동적이며 비선형적인 발전에 발맞추어 영구적인 진화가 단계적으로 이루어져야 한다. HMS는 마지막 단계의 최종결과가 아니라 지속적인 개발 과정이다.
- 문제의 복잡성은 독립적으로 분리해서 수직적이 아니라 수평적인 관계로 다루므로써 줄일 수 있다.

HMS에서도 정보처리 는 핵심요소이나 현제에 관찰되는 것처럼 그 자체의 처리로써 끝난 것이 아니라, 정보시스템의 지원을 통해서 조직구조나 처리과정이 지속적으로 발전하도록 해야한다. 기존 CIM System은 기능에 따라 CAD, CAM, CAP, CAQ등 부서지향적인 독립적인 System간의 대화에 기초를 두고 있다. 따라서 수많은 interface를 갖는 경직된 Hierarchy System구조를 갖는다. 통합적인 System을 얻기위해서는 통합을 위한 구상이 모든 분야에서 동시에 일어나야한다. 이에 필요한 막대한 경비 는 단번에 투자되어야 하므로

감당하기 어렵다. 그리고 CIM System은 외적환경변화에 대한 적응력을 갖지 못하므로 지속적인 최적 System이 될 수 없다. 그러므로 오늘날 CIM System은 구축하기 전에 생산조직과 과정등을 가능한 정확하게 해석하여 설계당시의 최적화인 단기적인 최적화를 추구할 뿐이다. 이에 반해 HMS는 스스로 제어하고 조직력을 갖는 Holon들의 상호작용으로 동적인 환경변화에 빠르게 대응하는 것으로 표현되어질 수 있다. 이러한 생동감있는 System을 갖기 위해서는 외적환경및 경쟁관계에 대한 평가가 항구적으로 지속되어야 하므로 HMS는 Holon들을 위한 유연성있는 강력한 정보 및 항해 System들을 갖어야 한다. 정보 System은 제품의 생산과 그 생산 과정에서 요구되는 기계 및 도구의 사용에 필요한 자료를 제공하고, 새로 개발되어야 할 항해 System은 전 공정속에서 Holon들이 목표범위 내에서 스스로 자기위치를 파악하고, 수정하여 지속적으로 발전할 수 있도록 해야 한다. 이것은 HMS에서 중요한 의미를 갖는다. 왜냐하면 앞서 언급한 바와 같이 향후 경영층에서는 대강 기업의 목표만 제시하고 각 전문층에서 세부목표와 실행계획이 세워진다. 이렇게 함으로써 각 Holon들이 스스로 최적화를 추구하고, 지속적으로 조직구조를 변화에 적응시킨다.

기존 CIM System에서는 인간은 자동화에서 하나의 장애물이었으므로 완전히 제거하려고 노력하였다. 반면에 HMS에서는 다양성, 모호성에 대한 판단력, 창의성, 문제변화에 대한 뛰어난 적응력등의 장점을 갖은 인간을 생산에 통합시킴으로써 시스템의 유연성및 생산성을 최대한 향상시키고자 한다. 작업자 자신도 기술적인 시스템에 의해 개발되고 발전되도록 하여 작업의 만족도를 증가시키다. CIM 체제에서는 Computer에 의해 주어진 결과에 따라 인간이 행동한 반면에 HMS에서는 인간이 의사결정을 하도록 Computer는 정보를 제공하는 수단이다. 인간을 통합시킴으로써 CIM에서의 수많은 Interface를 줄이고, 기계들과 조화를 이루어 시스템을 더욱 효율적으로 운영할 수 있다.

이것으로 미루어 HMS 지향적인 생산체제를 갖춘다는 것은 쉽지않다. Computer지원하에 있는 Holon들의 높은 자주성과 그에 따른 능력이 요구되어야 하고, 분산되어진 강력한 항해 및 정보 시스템이 필요하다. 중

기존 관점

- 기업은 각 활동과 각 부서의 단순한 합으로 나타난다.
- 기업은 선형적, 안정적, 예측 및 제어할 수 있는 형태와 방법속에서 발전한다.
- 조직의 형태는 계급조직적인 구조.
- 납품업체, 경쟁사, 판매관계에서 자사가 손해를 본다면, 타사는 이익을 얻는다는 원초적인 관계.
- 기업내의 각 부서간이나 기업과 주변간에 명확하게 정의되는 경계가 존재한다.
- 정보는 일시적인 필요에 의해서 요구되어지고 계급적인 구조에 의해 부서별로 선별 되어 진다.
- 계획으로 부터의 오차는 주기적으로 평가되어 다른 계획에 의해서 추적 혹은 수정되거나 자원의 비축으로서 보상한다.
- 인간은 자동화에서 하나의 방해요소이다.

Holon 관점

- 기업은 모든 과정과 구조를 포함한 하나의 총체적인 시스템이다.
- 기업은 비선형적, 제어는 가능하지만 사전에 결정된 것이 아닌, 확률론적인 방법에 따라서 발전과 변화를 지향한다.
- 조직의 형태는 Holon들로 구성된 상호 연결된 Hierarchy 구조.
- 모든 기업의 관계들은 실제적으로 공동의 이익을 지향한다.
- 경계가 뚜렷하지 못하고 공정흐름에 따라 연결되어 있다.
- 정보는 모든 곳으로 부터 접근가능하고, 이용도에 따라 평가되고, 선별되어진다.
- 활동계획이 상세히 지시되지 않는다. 자주적으로 행동하고, 조직력을 갖는 단위가 목표를 향해 향해한다.
- 창의성, 문제변화에 뛰어난 적응력을 가진 인간을 생산에 통합시킨다.

가되는 작업자의 판단과 결정권은 높은 책임감과 그에 상응하는 능력의 향상을 요구한다. 그러므로 종업원에 대한 지속적인 교육과 Training은 필수적이다. 향후 HMS체제의 구축을 위해 현재 우리가 발전시켜야 할 점들은 다음과 같은 것이라고 생각된다.

- Modular Design방식인 Object 개념, Object Oriented Programming의 확장
- 폭넓은 상호협동을 지향하는 Concurrent Engineering 확장
- CIM의 Communication Network Management, 즉 Open Systems Architectures로 정보가 모든 장소에서 생성, 저장되어 상호 이용 가능하도록 한다.
- Knowledge base 지향적인 정보획득을 기초로한 전문가 시스템 확장
- 사람과 Computer간의 활발한 정보교환으로 Network부하 감소
- 많은 투자를 요하는 대책을 실행하기전에 좀 더 정확한 평가를 위한 Simulation기법 개발
- 결정자와 실제 공정사이의 신속한 Feedback을 위한 지능적인 Control Mechanism개발
- 작업자에게 현재 공정에 대한 이해와 제어능력을 주기위해 그의 지식과 능력향상을 위한 교육과 Training

4. 응용예

Holonic Manufacturing System의 개념은 무에서 만들어 낸것이 아니고 현장의 많은 경험과 생산에 대한 합리성 추구로 나타났다. 아래에 몇가지의 응용예를 보여 지금까지 소개된 개념을 구체화 시키고자 한다.

Holonic의 개념을 가지고 생산시스템을 모델화시킨 Test-bed/2,18/가 <그림 6>에 보여진다. 각 기계, 주요 구성요소 및 주변장치들을 Holon으로 구성하여 서로 연결시켰다.

한 공작기계에서 공구가 부러졌을 경우 기존 생산 시스템에서는 전 line이 정지하였으나 HMS에서는 협동적이며 자주적인 Holon들이 서로 정보교환을 통하여 주어진 과제 수행에 차선으로 적합한 기계를 선

정한다. 과제를 위임받은 기계는 이것이 부과적인 과제라는 것을 인식하고, 기존 과제수행에 크게 제한을 받지 않으면서 전체 line의 생산속도가 너무 낮아지지 않도록 부과과제에 적절한 절삭 Parameter들을 사용한다. 각 Holon들의 목표는 전체 목표를 달성하는 것이므로, 각자의 국부적인 목표는 전체에의해 지배를 받는다.

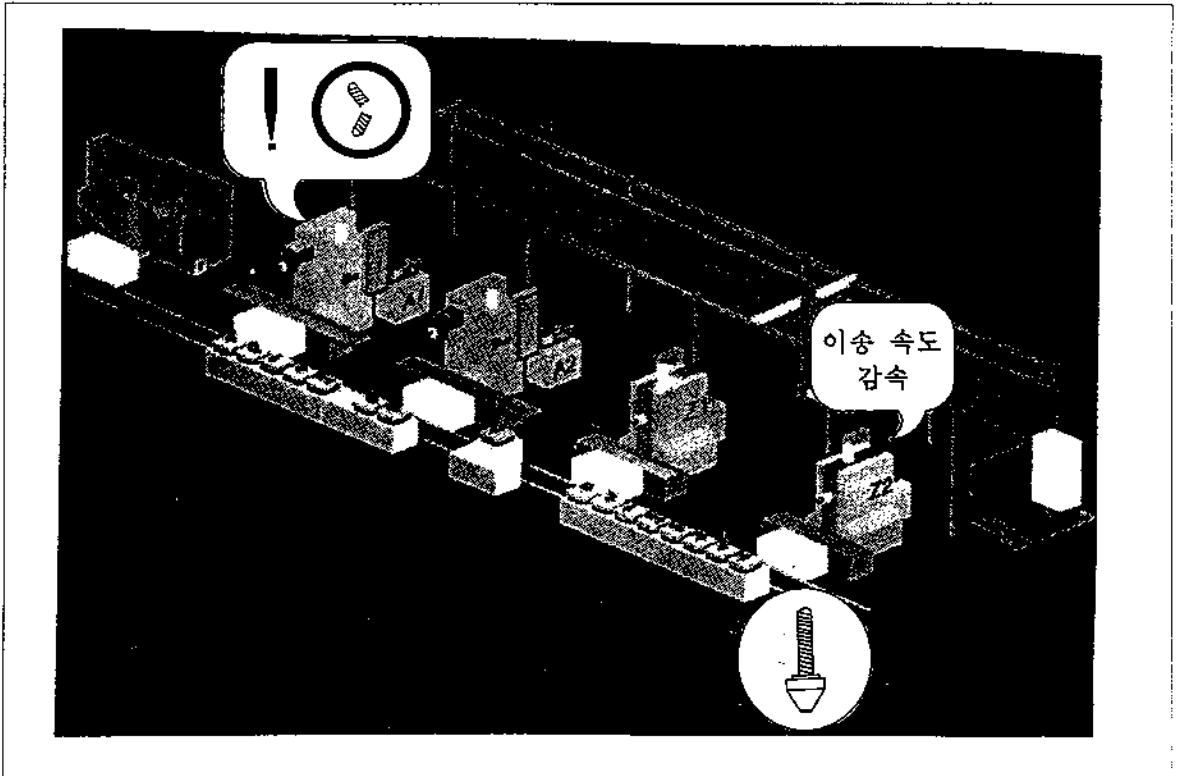
Holonic개념의 여러원칙들을 <그림 7>의 간단한 예/6/를 가지고 전형적인 Hierarchical한 기업조직과 비교하여 나타내고자 한다. 기업에 주어진 과제는 원재 A를 A'로 가공하고 표준품인 B와 조립을 하여 제품 C를 고객에게 납품하는 것이다.

계획과 제어로 움직이는 기존 System에 반하여 Holonic System은 자주적인 Holon들의 협의와 협동에 기초를 두고있다. 물리적인 제조기능의 분배에서는 차이가 없으나 Holonic System 구성요소들만의 역할과 관계는 시간에 따라 변하면서 동적인 환경에 대처하는 높은 유연성을 갖는다.

주방도구중에서 가스나 전기 오븐기등을 생산하는 900명 정도의 종업원을 가진 한 회사/8/에서 변하는 환경에 적극 대처하고자 하였다. 기존 생산구조는 기능에 따라 각 공장으로 분류되었다(그림 8). 제품의 다양성으로 특히 Press 작업은 자주 변경되었다. 작업 흐름의 불명확성은 가공과 조립간에 마찰을 일으키고, 조립에도 영향을 주어 사전조립과 최종조립으로 나누어져서 덮개, 문짝같은 것의 조립에도 고 기능의 기술자가 참여하게 되어 인적낭비가 심하였다. 생산조직에도 많은 계층과 Interface가 존재하여 정보흐름에도 많은 문제가 초래되었다. 기업 분위기의 측면에서는 작업자는 각자의 업무가 최종제품에 어디에 속하며, 어떤 효과를 미치는지를 알고 있지 않았다.

이러한 문제점들로 인하여 이 기업은 생산구조를 전면적으로 검토하여 개선할 것을 결정했다. 이것은 존재하는 건물 및 대지등 주어진 조건 내에서 최소의 비용으로 하며, 아래의 사항을 중요한 목표로 하였다.

- 동적인 생산구조로 제품과 수요의 변화에 최대의 반응성과 유연성 증대
- 모든 자원의 합리적인 사용, 특히 동기 부여와 작



〈그림 6〉 Holonic Manufacturing System의 기능

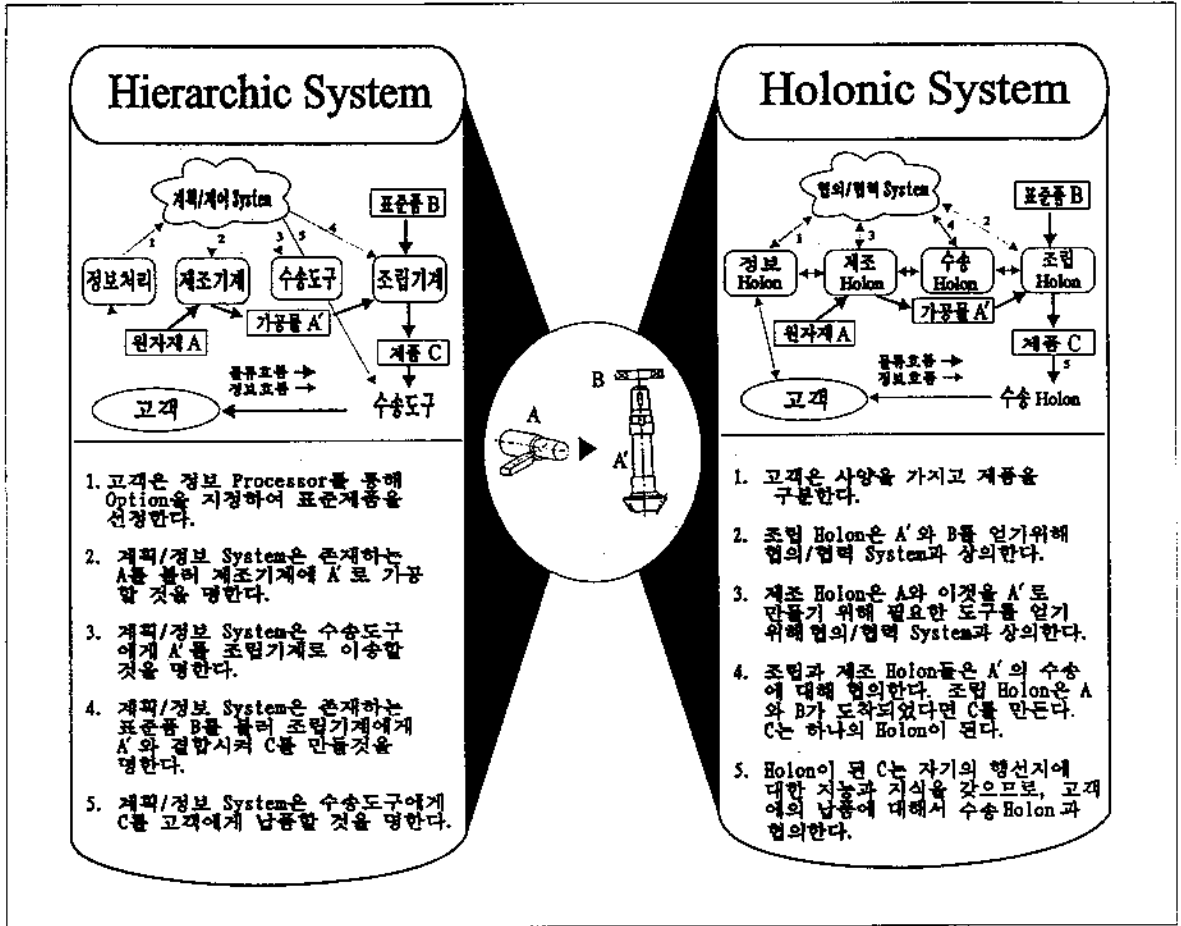
업을 고취시키는 시스템의 도움으로 종업원의 Potential이 향상되게 하여 최대의 효과와 생동감을 갖는 시스템

- 작업흐름의 명확성으로 Communication 및 정보 System의 간소화와 지능화
- 지속적인 기업의 개선에 대한 노력으로 경쟁력 확보

위 목적에 부합되는 Holonic지향적인 시스템의 개발을 위해 〈그림 8〉의 중앙에 보여지는 절차를 따라 수행하여 개선된 생산구조를 하단에 나타내었다. 이 과정에서 종업원들과의 공동작업을 위해 각자의 업무를 완전히 이해시키고 작업 및 정보에 관한 토의를 통하여 많은 Idea와 지향할 바를 수집하여 이용하였다.

새로운 구조에서는 물류 및 정보흐름에서 Interface의 간소화를 기하였다. 최소의 제어나 물류흐름비용으로 조화로운 조립과 품질 향상을 위해 고객의 특수한

주문품과 작은 수량의 제품을 조립하기 위한 "특수 Holon"을 조립분야에 따로 두었다. 이 Holon범위내에 Concurrent Engineering 개념의 바탕하에 제품개발 Holon을 설치하여 설계와 생산의 공동작업이 이루어지도록 하였다. 이를 통해서 두 분야의 순쉬운 정보교환으로 생산에서의 요구조건이 설계에 직접 반영되도록 하였다. 전체적으로 보면 가공에는 부품지향적으로, 조립에는 제품지향적으로 Holon들을 구성하여 가공 Holon을 조립 Holon에 대응시키므로써 고객과 납품업자의 구조를 확일화시키고, 스스로 최적화를 추구하게 하였다. 각 조립 Holon들은 고객의 주문에 의한 일정엄수하의 조립에 완전한 책임을 진다. 이 때문에 조립 Holon의 각 구성 Holon들은 적극적으로 정보교환을 하여 같은 목표 달성을 위해 협동적으로 작업을 한다. 각 구성 Holon들에게 전체적인 목표판 제시하고 상세계획은 의식적으로 피하며 각 Holon들에게 맡긴다. Holonic생산구조로의 개발과 동시에 생산



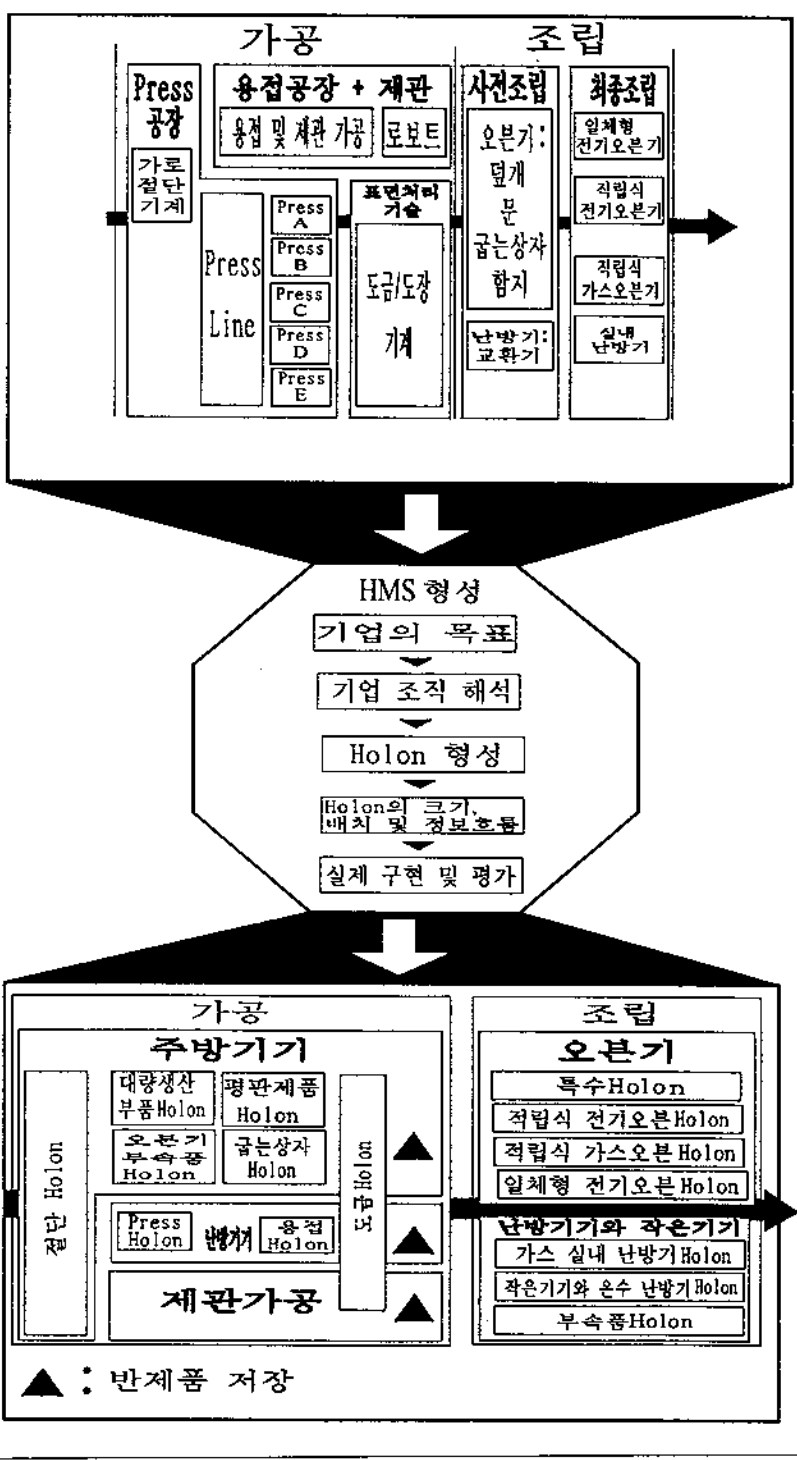
(그림 7) Hierarchic System과 Holonic System의 비교

시스템의 주체는 사람이기 때문에 종업원들의 Potential을 효과적으로 이용할 수있는 방안을 구상했다. Holon들이 협동적으로 일을 할 수 있도록 정보흐름과 교환을 용이하게 하기위해 Holon을 초월하는 대화의 장, 즉 각 Holon의 조정자들의 모임을 구성했다. 이 회합에서 여러개의 Holon에 동시에 관련된 문제, 예를들면 인적자원의 분배, 충돌사항의 조정, 상호협동의 최적화등을 지속적으로 해결하여 변화의 Process를 사람이 주관하도록 했다. 이것으로 System이 스스로 최적화를 추구할 수 있게 했다.

Holon내에서는 작업자가 스스로 자신을 조직화하고, 향후 점차적으로 기계화에 의해 검사와 시험 계획 및 수행, 작업도구들의 관리, 간단한 수리와 같은

간접적인 작업을 맡게될 것이다. 복잡한 작업, 공구나 공작기계의 정비등은 따로 정비 holon을 두어 분산화를 기하여 작업의 내용을 풍부하게 한다. 이로 인해 기업의 조직은 자연 계급적인 구조에서 평탄한 구조로 될 것이다. 이러한 구조로의 전환은 기존 계급적인 구조의 측면에서 보면 고도의 분산화로 인한 같은 작업의 반복으로 작업능률의 저하를 초래한다. 이를 방지하기 위해 이 기업은 작업자가 업무에서 정기적인 간격을 두고 순차적으로 돌아가면서 제 위치로 돌아오는 회전방법을 이용했다. 이 교환적인 작업을 통해서 작업자의 흥미도와 발전의욕을 고취시켰다.

계획과 실제에는 차이가 있기 때문에 오차에 대해서 신속히 적합한 조치를 취하기 위해 필요한 Feed-



(그림 8) Holonic Manufacturing System구조로 전환

back Mechanism은 중요하거나 영향력이 큰 상태량, 품질, Cycle time, 생산량, 정지시간, 생산비용, 생산과정에 존재하는 양등에 대한 명확한 정보를 요구한다. 실제 현장에 응용을 위해 이 상태량들의 변화를 관찰할 수 있는 계시판이나 전광판등을 만들어 작업자가 필요한 정보를 손쉽게 얻도록 하였다. 이러한 가시화는 작업자가 작업능률을 파악하고 개선에 대한 동기를 느껴 스스로 최적화를 지향하게 한다. 이렇게 인간을 line에 통합함으로써 HMS의 중요한 목적인 지속적으로 System이 생동감을 갖게하는 데에 도달하고자 하였다. 이렇게 생산 시스템에서 인간 중심이라는 사고의 강조가 지금까지의 자동화와 전산화를 버리라는 것을 의미하는 것이다. 오히려 이를 추구하여 정보흐름 및 물류흐름에서 복잡성을 제거하여 시스템의 단순화를 통해 기계와 조화를 이룬다면 시스템의 효율은 더욱더 향상 될 것이다.

5. 결론 및 전망

세계화로 개방의 시대를 맞아 더욱 심해지는 경쟁력에서 생존하기 위해서는 대량생산으로 제품의 가격을 낮추는 방식은 더 이상 용납되지 않는다. 포화되는 시장으로 인해 수요에 대한 요구가 현저히 줄어들어 생산이 제한되기 때문이다. 이에 반해 품질 및 제품의 다양성에 대한 고객의 요구는 점점 더 증가한다. 이런 상황은 과거 Mass Production으로 부터 오늘날 FMS를 넘어 새로운 생산 시스템 HMS로의 전환을 강요한다.

이 시스템의 목적은 자체 조직력, 자체 진단력, 자체 변화력, 상호협동과 인간을 시스템에 통합화 시킴으로서 동적인 환경에 신속하게 대응하는 생동감 있는 시스템이다. 시스템은 크게 혁신적인 관리조직, 기술과 지식이 있는 종업원과 유연적이고 지능적인 기술력의 3가지에 바탕을 두고 있다. HMS의 적용으로 기업이 얻을 수 있는 효과는 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- Holon의 구성으로 표준화된 Module
- 제품과 lot크기의 다양성에 대응한 시스템의 유연

성 증가

- 고장등에 대한 자체 진단력및 자체 변화력으로 기계및 Line의 효율증가
- 개선된 유연성과 신뢰성에 의한 시스템의 생산성 향상
- 인간 능력의 효율적 이용
- 여러 계층에 잘 정의된 Interface의 도움으로 손쉬운 인간의 통합화

소개된 HMS는 바로 응용가능하여 당장 효과를 나타내는 것은 아니다. 새로운 기술이 개발되어서 적용될 때처럼 이 새로운 시스템도 성장기를 필요로 한다. 기존 생산관점에서 문제점 해결을 위해 발전된 HMS는 현재에 부분적으로 현장에 응용되고 있는 면도 있다. 예로써 Object개념의 부서단위, FMS와 FMC등의 생산단위, 작업 Team구성등을 들 수 있다. HMS의 실현을 위해서는 단계적으로 진행하는 것이 바람직하다. 중요한 것은 외적 변화에 적응하려는 전환의 Process를 지속적으로 추구하는 것이다. 이로써 기업은 생동감있는 유기적인 조직체가 되어 다가오는 21세기에 경쟁력 있는 기업으로 성장할 것이다.

【참고문헌】

- [1] IMAI, M., "Kaizen : A Key for the success of the japanese in competition" Muenchen, Langen Mueller Herbig, 1991
- [2] Toenshoff, H.K., "Holonc Manufacturing System" Hyundai Automobil Co. 세미나자료, September, 1994
- [3] Engel, A., "Beyond CIM : Bionic Manufacturing Systems in japan" *IEEE*, August, PP 79-81, 1990
- [4] Toenshoff, M.K. and Gloeckner, M., "Production Management by Detecting and Avoiding Chaos" *Production Management Methods*, PP.133-139, 1994
- [5] Kuehnle, H., "Wege zur fraktalen Fabrik" *io Management Zeitschrift*, Vol 62, No 4, PP.66-71, 1993

[6] Mittmann, R., "The HMS Test Case" *1st European HMS Conference*, December, 1994

[7] Kidd, P.T., *Agile Manufacturing*, Addison-Wesley Publishing Company, 1994

[8] Warnecke, H.-J., *Revolution der Unternehmenskultur*, Springer-Verlag, 1993

[9] V.Brussel, H., "The Vision Matching the Problem" *1st European HMS Conference*, December, 1994

[10] Drucker, P.F., "So funktioniert die Fabrik von Morgen" *Harvard manager*, January, PP9-17, 1991

[11] Ueda, K., "A Genetic Approach toward Future Manufacturing Systems", *Faculty of Mechanical Engineering*, Ljubljana, 1993

[12] Jaber, H., "Gesamtheitlich Produktions-und Logistik System nach fraktalen Gesichtspunkten" *24th IPA-Arbeitstagung*, May, PP.301-321, 1993

[13] Bullinger, H.-J., "Geschaeftsprozess management fuer Fraktale Fabriken" *24th IPA-Arbeitstagung*, May, 1993

[14] Struger, O.J., "A Manufacturing and Technology Roadmap" *1st European HMS Conference*, December, 1994

[15] Muessigmann, V., *Bewertung in homogener frak-*

taler Strukturen und Skalenanalyse von Texturen
Springer-Verlag, 1992

[16] Kuehne, H., "Dynamische Organisationsstrukturen in der Fraktalen Fabrik" *24th IPA-Arbeitstagung*, May, PP261-295, 1993

[17] Christensen, J.H., "Initial architecture and Standards directions" *1st European HMS Conference*, December, 1994

[18] Mignot, R., and Rawden, A., and Bengoa, A., "Potential Industry Applications" *1st European HMS Conference*, December, 1994



박홍석(朴洪錫)

1979년 한양대학교 기계공학과 졸업
 1987년 RWTH Aachen 생산공학과
 Dipl.-Ing
 1992년 Universitaet Hannover 생산공
 학과 박사
 1980-1987년 한국과학기술연구원 연
 구원
 1987-1992년 IFW연구원
 현재 울산대학교 생산기계공학과 조교
 수
 관심분야 : 공정설계자동화, 제조정보
 시스템