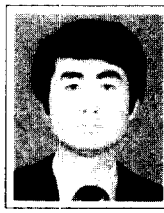
체계적인 CIMS 구축을 위한 공장진단의 소개 및 활용방안

정 귀 훈

An Introduction and Application Plan of Analysis of Factory for Systematical Construction of Computer Integrated Manufacturing System

Kuy-Hoon Chung



● 정귀훈(현대중공업 산업기술연구소 선임연구원)
● 1961년생
● 조선공업에 GT 응용을 전공하였으며, 공장설계, Simulation, 공장진단, 공정설계의 자동화 등에 관심을 가지고 있다.

1. 컴퓨터 통합생산 시스템(CIMS)이란?

죠헬링톤 주니어가 1973년 제창한 컴퓨터 통합 생산이라는 용어가 이제는 일상용어처럼 사용되고 있다. 그러나 컴퓨터 통합 생산 시스템 (CIMS : computer integrated manufacturing system)에 대한 정의, 범위, 구현 방법 등에는 일관성이 없다고 여겨진다.

CIMS란 생산에 관련된 모든 활동(설계, 제조, 관리, 판매, 개발, 자재 구매 등의 각 부문)을 컴퓨터나 주변 기술을 구사하여 통합함으로써 필요한 질과 양의 정보를 제시간에 맞추어 생성·전달하고, 각 부문간의 의사 소통 및 의사 결정을 원할, 신속 그리고 효율적으로 행함으로써, 현 생산 시스템의 업무에 내재하고 있는 과제의 해결을 도모하고, 기업 전체를 탄력성 있고 효율적으로 움직이도록 하는 시스템을 의미한다.

이러한 CIMS의 대상은 생산 활동을 직접 수행하는 제조 업체이지만, CIMS의 효과에 대한 주장은 제조업체에 종사하는 당사자들보다는 학계 및 연구기관, CAD/CAM S/W 공급 업체, MRP 분야 S/W 공급 업체, FA 분야 H/W 공급 업체, 컨설팅 회사 등에 의하여 주도되어 오고 있는 실정이다.

이들의 특징을 살펴보면 학계 및 연구 기관은 피상적이고 관념적인 접근 방법으로 CIMS을 전파하고 있으며, S/W 및 H/W 공급 업체는 자사의 제품을 보급하고자 하는 영업적인 측면에서 CIMS을 전파하려는 경향이 있다. 반면 컨설팅 회사들(주로 미국과 일본의 컨설팅 회사들)은 지나치게 낙관적인 관점에서 CIMS 체제 구축의 가능성과 효용성을 제시하는 경향이 있다.

결과적으로 다양한 형태의 CIMS 체제들이 제안되고 무수한 "성공 사례"들이 발표되

고 있지만, 국내 제조업체중 진정한 의미의 CIMS가 구축된 회사가 있는지 의문스럽다. 여기서 진정한 의미의 CIMS란 자사의 특성과 여건을 충분히 고려하여 제조(manufacturing)에 중점을 두고 구축하는 것을 의미한다.

2. FA의 발전 단계 및 CIMS의 영역

2.1 FA의 발전 단계

자동화(automation)란 인간의 육체적 노동의 대체를 목표로 산업 혁명기 이래 최근까지 진행되어 온 기계화(mechanization)에 덧붙여 전자공학과 자동 제어 기술의 성과에 기초하여 기계 설비의 자동 조작과 제어를 가능하게 하여 결국 인간의 정신적 노동도 대체하려는 것이다.

그러나 공장 자동화(FA : factory automation)라고 할 때는 단위 기계 설비(또는 공정)의 자동화뿐만 아니라 인간의 정신적 노동에 의하여 수행되었던 생산 활동 전반에 걸친 관리 업무(계획, 지시, 통제)도 컴퓨터와 소프트웨어의 지원을 받음으로써 개개 공정만이 아니라 공장 전체로서의 통합된 효율적 생산을 가능하게 하는 것을 말한다. 이렇게 함으로써 생산 활동 전반의 효율화와 더불어 직접·간접 노동을 통털어 제조업의 꿈인 공장의 무인화가 촉진된다.

이러한 공장 자동화의 발전은 공정 자동화(process automation), 기계적인 자동화(mechanical or detroit Automation), 유연생산셀(FMC : flexible manufacturing cell), 유연생산시스템(FMS : flexible manufacturing system), 공장 자동화(FA : factory automation), 컴퓨터 통합 생산 시스템(CIMS : computer integrated manufacturing system)과 같은 발전 단계를 거치면서 오늘에 이르고 있다고 여겨진다.

FA는 일본의 생산 현장에서 진화되어 온 자동화의 한 형태로 여겨진다. 한편, 1940년대 이래 세계의 제조업을 리드해 오던 미국이 새시대의 미국식 생산자동화라고 내놓은 것이 CIMS이었다.

말하자면 FA가 생산 현장을 중시한 것이라면 CIMS는 생산관리 부서의 자동화를 중시한 것이었다. 현재 FA하면 일본에선 생산과 생산관리를, 미국에선 생산관리와 생산을 혼합한 광의의 생산 자동화 수단으로써 넓은 의미로 해석하고 있다. 따라서 FA는 상향(bottom-up)형식으로 CIMS를 지향한 것으로 제조 기술을 대표하는 두 나라의 생산에 대한 개념의 차이를 반영한 두 가지 형태의 생산 시스템인 것이다.

2.2 CIMS의 영역

CIMS에 대한 관심을 가지는 연구자나 기업이 증가함에 따라 기초 개념은 다양화되고 애매하기까지 되었다. 이제까지 제안된 CIMS에 대한 각종의 개념을 정리하면 그림 1과 같이 된다.

설계의 자동화는 CAD(computer aided design)라고 하는 명칭으로 1960년대 초에, 또 생산의 자동화는 수치 제어 공작기계와 자동 프로그래밍으로 1950년대 중반에 탄생했다. 그 내용은 CAM(computer aided manufacturing)과 거의 같았으나 용어로서 CAM은 CAD와 대비되어 1960년대 후반에 출현했다.

CAD와 CAM은 당초 상이한 분야의 전문가들에 의하여 개발되었으나 실용화가 진전되면서 양 기술은 본질적으로 일괄 처리될 수 있다고 인식되었다. CAD와 CAM을 통합하기 위해서는 양자의 중간적 위치에 있는 CAPP(computer aided process planning)가 불가결한 기술이 됨에 따라 이 기술개발을 중심으로 CAD/CAM시스템 개발이 진전되었다.

한편, 생산관리를 하는 관리 부문의 자동

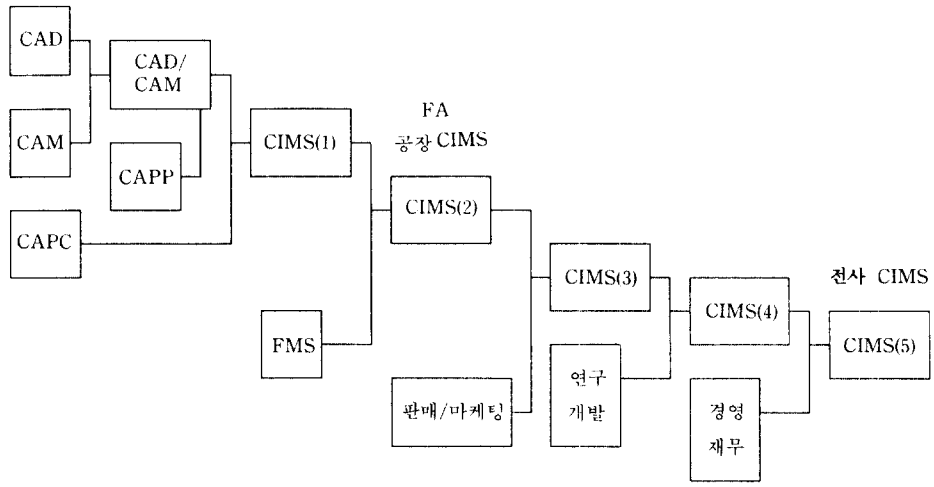


그림 1 CIMS의 개념과 레벨

화는 CAD/CAM의 기술 부문과는 완전히 독립적으로 1950년대 초부터 개발되었으며, 이것을 CAPC(computer aided production control)이라고 부르는 경우가 많다. 그러나, 생산 현장 측면에서 보면 CAPC는 당연히 CAD/CAM과 통합하여 처리되어야 하므로 양자의 통합 시스템이 개발의 대상이 되었다. 여기에서는 이것을 제1레벨의 CIMS라는 의미로 CIMS(1)으로 부르기로 한다. CAD/CAM과 CAPC의 통합은 생산 정보처리의 범위를 주 대상으로 하고 있다.

그런데 실제로 제품을 생산하기 위해서는 생산 설비나 기계 등 물(物)의 흐름을 취급하는 하드웨어를 포함하여 생각할 필요가 있다. 이러한 생각에 따라 생산의 정보처리와 하드웨어를 통합하고 또한 자동화하는 움직임이 대두되었다. 일반적으로 이것을 FA라 부르며, CIMS의 제2레벨인 CIMS(2)에 해당된다고 할 수 있다.

그러나 제조된 제품은 판매되는 것에 의해 처음으로 기업 활동으로서 가치가 부여됨을 생각하면 CIMS(2)에 판매나 마케팅의 통합이 요구된다. 이 레벨을 CIMS(3)이라 칭한다.

기업 전체의 활동을 자동화하기 위해서는 연구/개발 및 경영/재무를 추가로 통합할 필요가 있으며, 이때의 CIMS를 각각 CIMS(4)와 CIMS(5)가 되며, CIMS(5)에 도달하면 기업 전체의 통합화가 이룩되며 이를 EA(enterprise automation)라고 부르기도 한다.

이상적인 생산 시스템은 제조업의 생산 활동과 관련된 모든 부문을 대상으로 하는 통합화된 정보시스템을 구축하는 것이다. 그러나 이 같은 이상적인 시스템을 한번에 실현하는 것은 불가능하기 때문에, 각 기업에서는 자사의 특성을 고려하여 즉, 자사 제품의 경쟁력에 영향을 주는 부문의 정도에 따라 그 범위를 정하여 지속적이고 단계적으로 CIMS를 구축해 나아가야 될 것이다.

2.3 CIMS 구축을 위한 핵심 요소 기술

CIMS의 정의, 범위, 기대 효과 및 필요성에 대해 언급한 자료는 많지만, 기업에서 실질적으로 필요한 CIMS의 개발 단계, 핵심 요소 기술에 대하여 포괄적으로 다루고 있는 기술 자료 특히, 핵심 요소 기술을 상

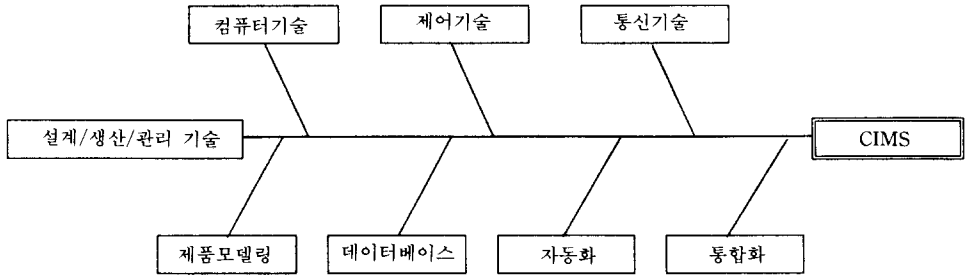


그림 2 CIMS 구축을 위한 핵심 요소 기술

세히 서술한 자료는 거의 없는 실정이다.

그림 2는 지금까지 발표된 자료를 근간으로 CIMS 구축을 위한 핵심 요소 기술에 대한 내용을 특성 요인도로 표시한 것이다.

3. 체계적인 CIMS 체제 구축 방안

3.1 체계적인 생산 시스템 구축의 필요성

시장 환경(고품질 소량 생산, 단납기), 경제 환경(무역 마찰), 기업내 환경(임금 인상, 3D현상) 등 급변하는 기업 환경에 적절히 대응하고 기업의 궁극적인 목표인 이윤의 극대화 및 치열한 경쟁에서 살아남기 위해서는 단순한 노동생산성 향상, 국부적인 개선 및 합리화, 일부의 전산화, 단위 공정의 자동화 등을 통한 부문별(기능별)로 생산성을 향상시키는 것만으로는 그 효과에 한계가 있을 것이다. 그러므로 체계적이고 종합적으로 합리화, 전산화, 자동화 등을 추진해야 할 것이다.

체계적이고 종합적으로 합리화/전산화/자동화를 추진하려면 현상을 정확히 파악하여 중장기 계획 하에 단계적으로 일관성 있게 지속적으로 추진해야 되는데, 이러한 접근 방법에 대하여 학계에서는 이론적으로 어느 정도 정립이 되어 가고 있으나 구체적인 방법론은 아직 미비한 상태이다.

체계적이고 종합적으로 추진한다는 것은 진단 활동을 통하여 생산에 관련된 모든 활동(영업, 설계, 계획/관리, 생산, 자재, 경영 등)의 현상, 문제점, 요구 사항 등을 정확히 파악한 후 장기 계획 하에 기업 전체를 탄력성 있고 효율적으로 움직일 수 있는 시스템을 구축하는 것을 의미한다.

3.2 체계적인 CIMS 체제의 구상

CIMS의 구체적인 형태는 대상 제조 시스템의 형태에 따라 달라져야 한다. 즉, 자사의 경쟁력 제고에 영향이 큰 기능 위주로 CIMS를 시작하여 전체 기능으로 확대하는 것이 바람직할 것이다.

지금까지 CIMS 구상도는 다양하게 소개되었지만 이것들은 학계 및 연구 기관, S/

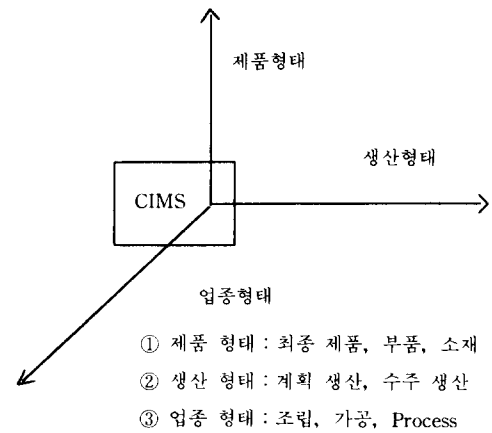


그림 3 CIMS Model화의 3가지 시점

W 및 H/W 공급 업체, 컨설팅 회사, 각 기업 등이 각각의 고유 목적에 맞게 제안된 것들이다. 이러한 구상도를 참조하여 자사의 실정을 충분히 고려한 CIMS 구상도를 다시 작성하는 것이 바람직할 것이다.

CIMS 구축을 목표로 하는 구상도를 작성하려면, 각 기업의 특징을 추출해서 분류한 system pattern화(modeling)가 도움이 된다. CIMS의 Model은 그림 3과 같이 제품 형태, 생산 형태, 업종 형태의 세 가지 관점으로부터 개개의 기업 특징을 분석하는 것에 의해 각 기업에 적합한 CIMS Model로 분류하는 것이 가능하다.

여기서, 제품 형태란 그 기업의 제품이 최종 제품인지, 부품 또는 소재 인지의 관점이다. 예를 들어 가전제품이나 자동차 등의 일반 소비자를 대상으로 한 것은 최종 제품이고, 반도체나 판금 부품은 중간 단계의 부품이며 강재는 소재이다. 최종 제품을 취급하는 기업은 최종 사용자 성향과 판매량 변화를 신속하게 파악하기 위하여 판매물류 시스템과 연동을 강화시켜 Marketing을 중시한 CIMS 구축이 중요하게 된다. 역으로 부품 또는 소재 생산 기업은 다양한 변화에도 유연하게 대응 가능한 Shop Floor Control 시스템(SFC)이나 Flexible Line 혹은 제조 Lot의 소형화에 대응할 수 있는 준비 작업의 개선 등이 중요하게 된다.

생산 형태란, 생산 착수의 trigger가 예측생산인지, 수주 생산인지의 관점이다. 물론, 최근에는 lead time을 단축하는 것을 목적으로 사전에 수주를 예상하여 반제품까지 제조해 놓고 수주한 단계에서 그 반제품을 할당하는 부품 예측, 제품 수주형 생산도 있지만 그 비중별로 분류하면 어떻게든 대별 가능할 것이다. 예측 생산 기업은 소비자 동향을 항상 파악하여 팔 수 있는 제품을 시장에 공급하기 위해 판매물류 시스템의 구축과 고객의 사양 변경에 대해서 변경 정보를 신속하게 전달하는 Network(VAN)의 구축이나 이들과 연동한 생산관리 시스템, 제조 시스템의 통합이 중요하게 된다. 수주 생산 기업은 빈발한 사양 변경, 설계 변경에 어떻게 유연하게 대응할 것인가가 과제이며, 이를 위해 설계 기술과 생산관리, 제조물류(FA) 시스템의 통합화가 중요하게 된다.

업종 형태란, 조립업, 가공업, Process산업이라는 관점에서 분류한 결과를 나타내고 있다. CIMS의 체계 분류는 업종 형태로 분류하는 것이 가장 특징을 이해하기 쉽고 체계화하기 용이하며, 업종 형태별 CIMS의 체계를 나타내면 그림 4와 같다.

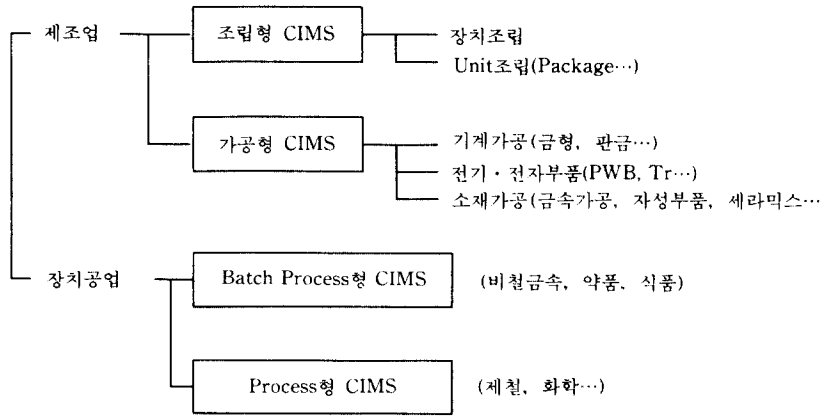


그림 4 업종 형태별 CIMS의 체계

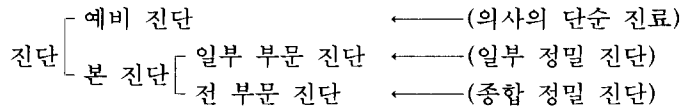
3.3 CIMS 도입 성공의 Point

(1) 최고 경영자 스스로의 이해와 참가 (Top-Down Approach)
(2) 사용자 주도의 프로젝트(project) 운영(현장 개선 활동과의 연계)
(3) 구체적인 CIMS 목표의 설정
(4) 건설적인 토의(대안 없이는 비판하지 않음)
(5) 혁신적인 시책에 대한 조직방위의식(組織防衛意識)의 배제
(6) 의사결정자에게 시기 적절한 경과보고
(7) 프로젝트 리더의 개혁 의욕, 정열
(8) 합리화 투자에서 전략 투자로의 발상 전환
(9) 프로젝트 참가 공수의 확보
(10) 철저한 작업·부품의 표준화
(11) 작업자 중시의 Man-Machine Interface
(12) 대상 부문 전원(특히 전담 요원)의 Mind 조성

4. 공장 진단 수행 방법

4.1 공장 진단이란

대상 기업 또는 기업 내의 대상 부문의 현상 및 요구 사항을 정확히 파악하여 구체적인 문제점 도출 및 개선 방안을 찾아내는 일련의 과정을 체계적으로 수행하는 것을 말한다.



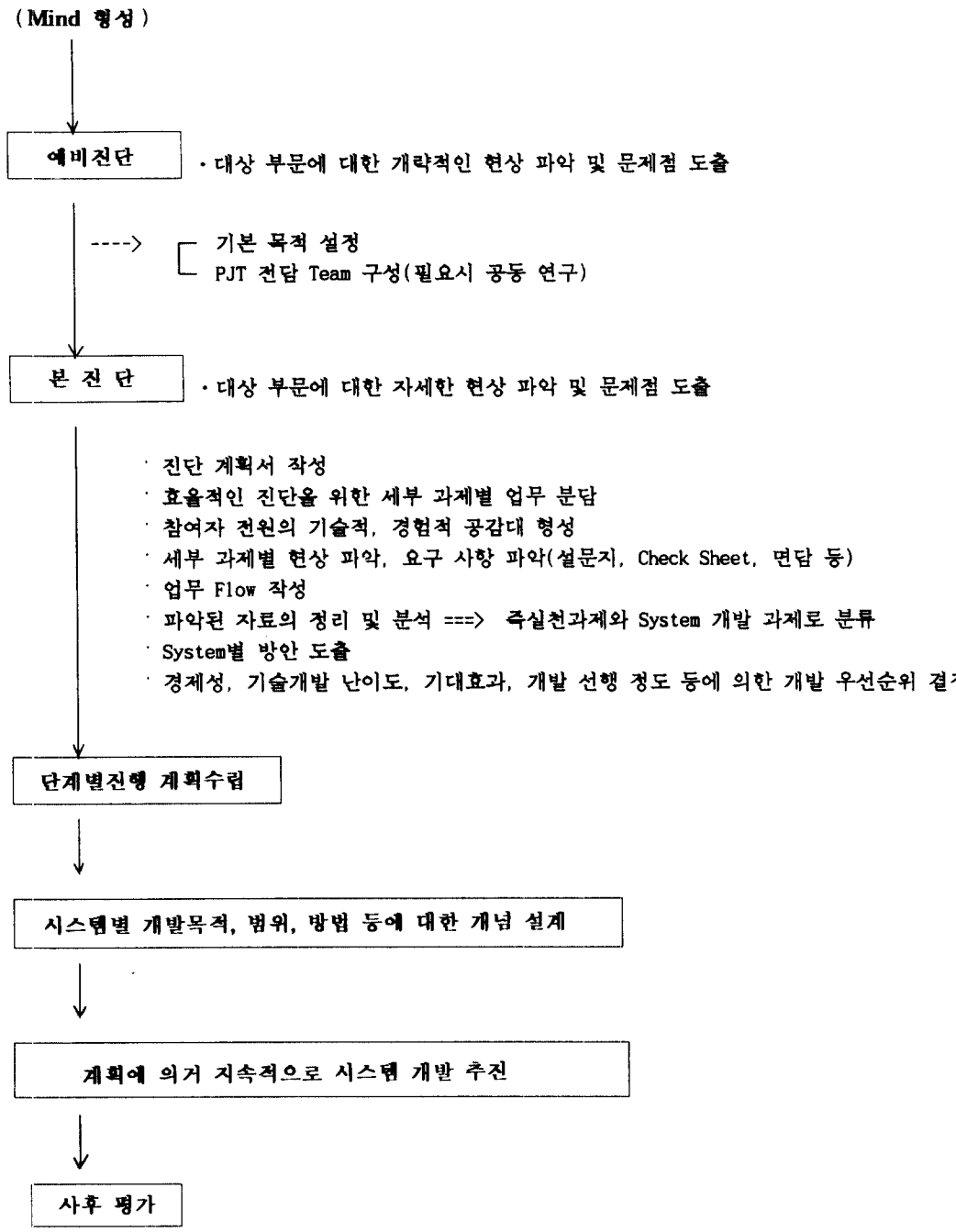
진단 업무는 예비 진단과 본 진단으로 구분할 수 있는데, 예비 진단은 본 진단을 수행하기 전에 대상으로 하는 부문 전체를 개괄적으로 진단하는 것으로써 의사의 단순 진료와 비슷하다. 이 활동을 통하여 본 진단의 구체적인 계획, 추진 방법, 추진 조직 등을 구체화할 수 있다. 또한 학계, 연구 기관, 컨설팅 회사 등 사외 전문 기관과 공동으로 예비 진단을 수행하는 경우에는 기업에서 참여하는 참여자는 전반적인 이론적 내용을 습득하는 기간으로, 전문 기관에서 참여하는 참여자는 대상 부문의 개괄적인 현상 파악 및 문제점을 도출하는 기간으로 각각 활용하면 효율적이다.

본 진단 업무는 예비 진단을 통하여 작성한 계획 및 방법에 의해 수행하게 되는데 이 때는 진단 업무의 효율성을 위해 몇 개의 팀으로 구성하여 수행하는 것이 효율적이다. 특히 총괄 책임자 및 Staff 요원의 추진력, 전담 참여자의 공감대 형성, 관련된 모든 부문 임직원의 필요성 인식, 진단 업무를 효율적으로 수행할 수 있는 여건 조성, 적절한 업무 분담 등이 매우 중요하다.

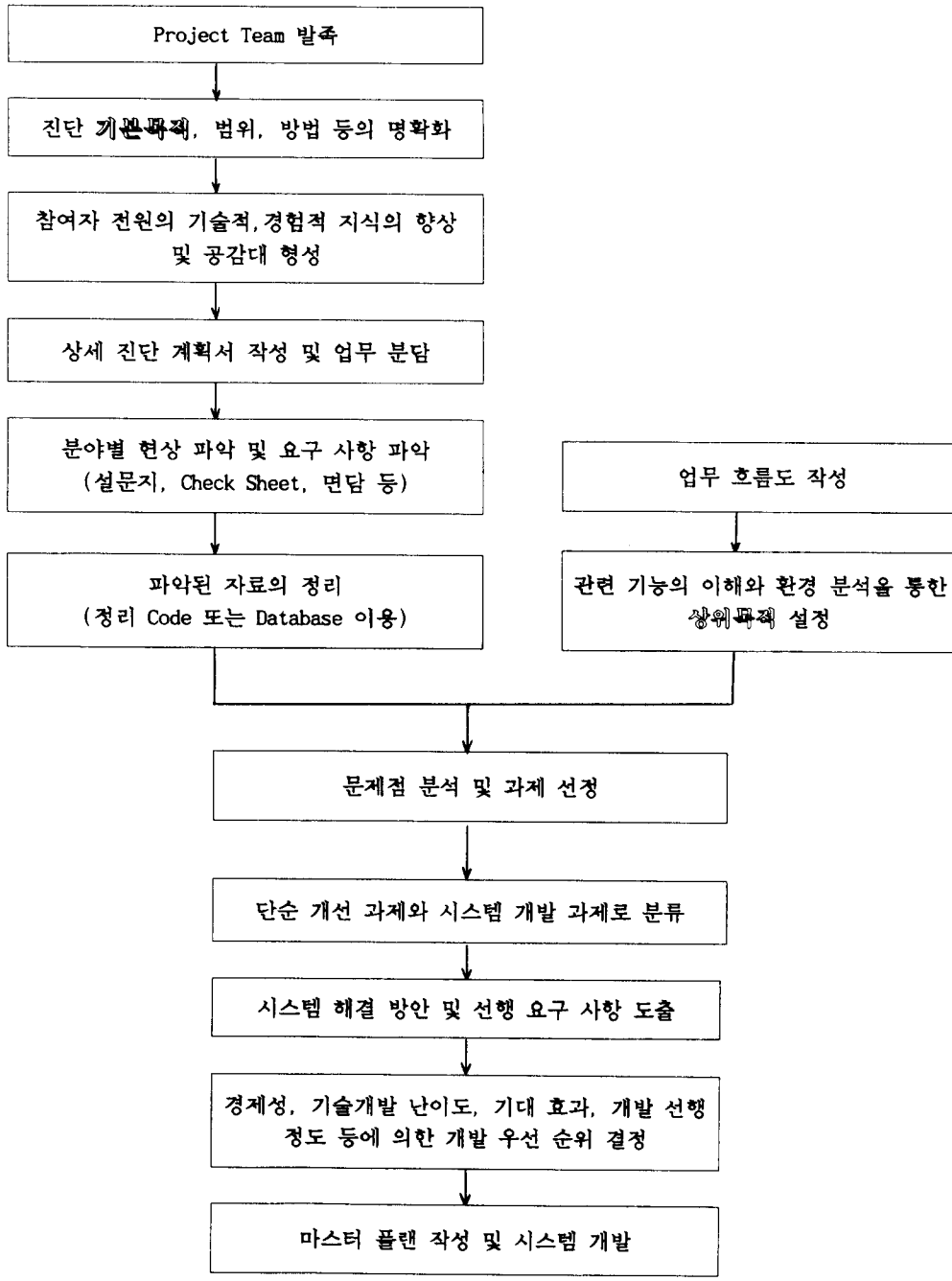
4.2 진단의 필요성

체계적으로 생산 시스템을 구축한다는 것은 대상으로 하는 부문의 현상 즉, 생산 제품의 특성, 생산 시스템의 특성, 컴퓨터 환경, 사용 중인 전산 시스템, 관리 정도 및 수준, 향후 경영 방침, 제반 개선 사항 및 문제점 등을 정확히 파악하여 중장기 계획하에 일관성 있게 추진해야 그 효과를 증가시킬 수 있는데 그 일련의 활동은 진단을 통하여 구현할 수 있기 때문에 진단의 필요성이 점점 증가하고 있다.

4.3 진단을 통한 개발 과제의 선정 Flow



4.4 본 진단 순서


Project Team 발족
진단 개관과제, 범위, 방법 등의 명확화
참여자 전원의 기술적,경험적 지식의 향상 및 공감대 형성
상세 진단 계획서 작성 및 업무 분담
분야별 현상 파악 및 요구 사항 파악 (설문지, Check Sheet, 면담 등)
업무 흐름도 작성
파악된 자료의 정리 (정리 Code 또는 Database 이용)
관련 기능의 이해와 환경 분석을 통한 상위과제 설정
문제점 분석 및 과제 선정
단순 개선 과제와 시스템 개발 과제로 분류
시스템 해결 방안 및 선행 요구 사항 도출
경제성, 기술개발 난이도, 기대 효과, 개발 선행 정도 등에 의한 개발 우선 순위 결정
마스터 플랜 작성 및 시스템 개발

5. 공장 진단 사례

5.1 종합생산정보관리시스템(TOPICS)

종합생산정보관리시스템(TOPICS : TOtal Production Information and Control System)은 현대중공업(주) 엔진사업본부와 울산대학교 생산성연구소가 공동으로 진단 활동을 한 후, 그 결과에 의거하여 단위 시스템별로 개발 중에 있는 과제로서, 간략하게 소개하면 다음과 같다.

5.1.1 추진 배경 및 목적

TOPICS는 급변하는 기업환경 즉 경제환경, 시장환경, 기술환경 등에 적극적으로 대응하고 현실성 있는 시스템 개발을 체계적으로 수행하기 위하여 시작되었으며, 주요 목표는 물류체계 합리화, 설계·생산기술 정보흐름의 최적화, 생산관리 기능 고도화 등을 실현함으로써 리드 타임 단축, 유연성 확보, 원가절감, 품질향상, 업무의 신속화 등을 얻는데 있다.

5.1.2 추진 체계

TOPICS 추진은 대상 부문에 대한 현실성 있는 시스템 개발을 위해서 진단 활동을 통하여 구체적인 현상 및 문제점을 파악한 후 그 결과에 의거하여 Master Plan을 작성하여 단위 시스템별로 개발 중에 있는데, 진단 활동 중에는 효율성을 높이기 위하여 전산 시스템, 코드 시스템, 생산 시스템, 물류 시스템 등 네 개 추진 팀을 구성하여 추진하였다.

진단 활동은 설문지 분석, 관련 자료 분석, 부서 방문 등을 통하여 730개의 문제점을 도출하여, 도출된 문제점들을 정리 및 분석하여 110개의 대표적인 문제점으로 축약한 후 이러한 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 24개 시스템 개발과 3개 표준화 시스템 구축이 필요한 것으로 결론을 내려, 현재는 Master Plan에 의거 1단계로 9개 시스템을 개발 중에 있다. 일부 완료된 과제도 있으나, 계획 대비 지연되는 과제도 있다. TOPICS를 전 사업본부 단위로 추진한 결과 무형 효과로 사업본부 전체를 통합적으로 개선하려는 Mind 확산 및 공감대가 형성이 되어 모든 H/W 구입, S/W 구입 및 개발, 자동화 등이 TOPICS 범주 내에서 추진되는 것이 정착되었다.

5.2 통합관리시스템(PINES)

통합관리시스템(PINES : Plant Information NEtwork System)은 현대중공업(주) 플랜트 사업본부와 부산대학교가 공동으로 추진하는 과제로서, 현재 진단 활동을 마치고 그 결과에 의거 Master Plan을 작성 중에 있다.

5.2.1 추진 배경 및 목적

국내외 경제환경의 변화, 시장환경과 기술환경의 변화, 사업본부 특징 및 환경변화 등에 적극적으로 대응하기 위하여 PINES를 개발하게 되었으며, PINES 개발이 완료되면 수주에서 납품까지의 정보관리 일관화, 효율적인 임원 정보시스템 운영, 환경변화에 유연한 대응 체제 확립, 장기 경영 목표 달성을 위한 정보 기반 조성, 하드웨어 환경 조성과 구성원 정보 Mind 고취 등을 얻게 되어 결국 국제 경쟁력을 갖춘 세계적인 우량 기업으로 발돋움하는데 목적이 있다.

5.2.2 추진 계획 및 진행 상황

PINES의 단계별 진행 계획을 살펴보면, 1단계에서 PINES 구축을 위한 기반 조성 및 Master Plan 수립을 하고, 2단계에서 분야별 정보시스템 개선 및 응용 시스템 구축을 통한 정보화 확산을 하여, 3단계에서 각 분야간 단계적 통합화를 통한 PINES를 구축하는 것으로 되어 있다.

현재는 1단계로서 진단 활동을 마치고 Master Plan을 작성 중에 있다. 진단 결과 현대중공업(주) 플랜트 사업본부의 대표적인 문제점으로 생산계획의 최적성과 유연성 결여, 자재 및 구매관리 체제의 미확립, 생산 실적 자료의 신빙성 결여, 기 개발 전산 시스템의 활용 부진, 외주관리 체제의 미비 등으로 요약할 수 있는데, 이러한 현안 문제점들을 해결하기 위해서는 11개 시스템(32개 세부 과제)을 개발하여야 되는 것으로 결론을 내려 Master Plan을 작성 중에 있다.

6. 맺음말

급변하는 기업 환경에 적절히 대응하여 기업의 궁극적인 목적인 이윤 추구의 극대화를 위해서는 단순한 노동생산성 향상, 국부적인 개선/합리화, 일부분의 전산화, 단위 공정의 자동화 등을 통한 부문별(기능별) 자동화로는 생산성 향상에 한계가 있을 것으로 여겨진다. 보다 체계적이고 종합적으로 관련 업무를 추진하려면 진단 업무를 통하여 대상 부문의 문제점들을 도출하여 그 문제점들을 종합적으로 해결하는 차원에서 일관성 있게 추진하여야 될 것이다.

이러한 진단 활동을 통하여 체계적이고 효율적인 생산 시스템을 구축하려면 관련된 모든 부문의 현상 파악 및 문제점 도출에 직접적으로 지원을 할 수 있는 핵심 요원으로 구성된 전담 추진 팀을 구성함은 물론이고 전문 기관 또는 학계와 공동으로 추진하는 것이 효율적일 것으로 여겨진다.

현대중공업에서는 이러한 요구에 적절히 대응하기 위하여 엔진사업본부의 TOPICS와 플랜트 사업본부의 PINES가 학계와 공동연구로 추진 중에 있다. 이러한 일련의 TFT 활동을 통해 좋은 결실을 얻기 위해서는 참여하는 핵심 요원은 물론이고 해당되는 부문의 모든 임직원의 Mind 형성 및 적극적인 참여가 절실히 요구된다. 또한, 이와 같은 사업본부 단위의 대형 과제를 추진하려면 시스템화 지향이 우선 전제되어야 하기 때문에 부분적인 최적화 노력보다는 전체적인 접근이 필요할 것이다.

참고문헌

(1) 최병규, 1989, "CIMS(Computer Integrated Manufacturing," 대한산업공학회 공개강좌.

(2) 이규열 외, "조선 CIM을 위한 시스템 요소기술의 현황," 대한조선학회지 제29권 제2호.

(3) 박홍성, 1993, "생산자동화용 표준 네트워크," 현대자동차 자동화 세미나.

(4) 小山健夫, 1990, "造船 CIM 現狀と展望," 日本造船學會誌, 제750호.

(5) 조영한, 조대한, 1993, "CIM 구축의 효율적 진행 방안," 대한산업공학회 '93학술발표회 논문집.

(6) 김재균, 1994, "수주 생산업체에 있어서의 통합생산정보시스템의 구축," 울산대학교 생산성 세미나.

(7) 村田允, "Motor 事業部의 全體最適을 實現한 綜合生產管理 System," 松下電機產業(株) Motor 事業部.

(8) 이영해, 1991, "기업 경영 환경과 CIM," 공장관리.

(9) 정귀훈, 1994, "컴퓨터 통합 생산 시스템의 원리 및 활용 방안," 기술현대 Vol. 14, No. 2.