

# 제조공정의 MES 시스템 설계 및 구축

이경수, 김수형  
전남대학교 대학원 소프트웨어공학협동과정  
전남대학교 컴퓨터정보학부  
e-mail : kyungsulee@asianaidt.com,  
shkim@chonnam.ac.kr

## Design and Implementation of MES System in Manufacturing Process

Kyung-Su Lee, Soo-Hyung Kim  
Interdisciplinary Program of SoftWare, Chonnam National University  
Department of Computer Science, Chonnam National University

### 요 약

인터넷으로 대표되는 디지털 환경은 개인의 생활 및 기업의 환경에도 엄청난 변화를 주고 있으며 이러한 변화에 적응하기 위한 기업의 생존 전략은 자동화로 인한 생산성 증대, 표준화로 인한 원가 절감 및 정보화로 인한 신속한 의사 결정으로 대변할 수 있으며 특히 제조 기업에서 경영 시스템을 지원 할 수 있는 도구로서의 MES 구축은 필수적이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 MES의 개요 및 기본 기능에 대해서 설명하였으며 제조 공정에서의 MES 시스템 적용 사례를 K 타이어 주식회사를 사례로 설명하였다.

### 1. 서론

최근 제조 공장의 설비는 개인의 수작업에 의존하던 수동에서 설비 개조 및 개선을 통한 자동화 시스템으로 전환하고 있는 단계이며 신규 공장의 경우는 반자동화 또는 전자동화가 일반화되어 있다. 이러한 추세에 따라 전략적 시스템 도입으로 인한 기존 시스템의 발전적 전환의 필연적 발생 및 시스템의 안정적, 효율적 운영을 위한 연계적 시스템 구축이 필요하게 되었으며 외부 환경의 변화로 산업 전반에 걸쳐 총체적 정보화 요구 증대, BIG Customer들의 생산 이력 자료 정보 요구 발생, 구매 고객의 제품 정보 제공 서비스 필요 및 가격 경쟁 심화로 생산비 절감 및 고품질 요구 발생이 심화되고 있으며 정보 기술의 변화로 개방화, 표준화, 인터넷 체제로 기술 변화가 요구되고 전략적 시스템간 기능별 정보 전략 시스템 구축이 대두되고 있다. 또한 타 시스템들과의 연계를 통한 정보 공유를 최적화 하려는 노력들이 이루어 지고 있다. 본 논문에서는 이러한 외부 환경 변화 및 정보 기술 변화에 따라 생산 제조 현장에서의 각 설비에 부착되어 있는 PLC(Programmable Logic Controller)와 공정 컴퓨

터간 인터페이스, 공정 컴퓨터와 서버 및 호스트간 자료 전송을 통한 MES 설계 및 구축에 대한 방법을 제시하였으며 실제 K 타이어 주식회사의 구축 사례를 소개하였으며 논문의 구성은 다음과 같다.

2 장에서는 MES의 개요 및 기능에 대해서 알아보고 3 장에서는 MES 설계 및 구축에 대한 배경 및 기능을 제시하고 4 장에서는 실제 구축 사례를 설명하였으며, 마지막으로 5 장에서는 본 연구 논문의 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

### 2. MES 개요

#### 2.1 MES(제조실행시스템) 개요

MES(Manufacturing Execution System, 제조실행시스템)는 제조업의 공장 관리를 위한 개념이자 구현 도구로 1990 년초 미국의 메사츄세츠주 보스턴시에 소재한 컨설팅회사 AMR(Advanced Manufacturing Research)사에서 최초로 소개되었으며, 제조업의 시스템 계층 구조를 계획-실행-제어의 3 계층으로 구분하여 실행의 기능을 MES로 정의하였다.[1]

이와 유사한 개념으로는 1980년대 초반에 일본에서

시작한 POP(Point-of-Production)시스템이 있다.(미국에서는 DAS(Data Acquisition System)이라고 함) 여기서 POP는 MES의 일부분으로 정의할 수 있으며 초기에 MES는 ERP에 POP은 MRPII 시스템의 보조 기능으로 출발하여 현재는 200개 이상의 업체에서 MES용 Software를 개발하고 있으며 전사적으로 ERP 등과 통합적으로 구성되는 경우는 아직 시작 단계이다. 향후에는 현재의 계획-실행-제어의 3계층으로 이루어져 있는 제조업의 시스템 구조가 전사적 계획-전사적 생산 시스템(실행+제어)의 2계층으로 구성될 것으로 전망하고 있다.현재의 MES 시스템이 발전해 나아가 전사적 생산 시스템(ERP, Enterprise Production System)으로 발전할 것으로 예상하고 있다[2][3].

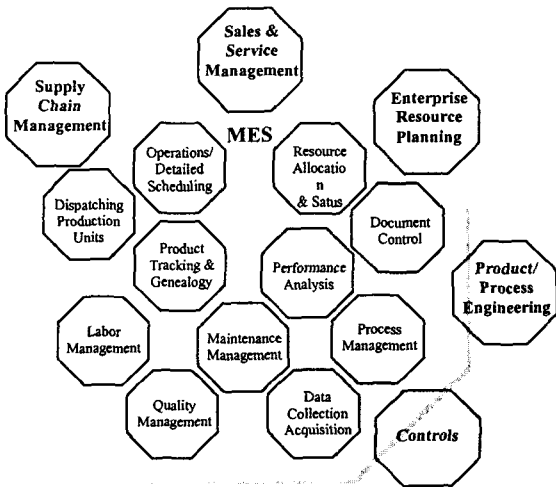
MES는 제품 주문을 받은 후부터 제품의 완성까지 생산의 최적화를 위한 정보를 제공하며 생산 현장에서 발행하고 있는 최신의 정보를 현장 실무자나 관리자에게 보고하며, 신속한 응답을 통해 생산 조건을 변화시키고, 가치 없는 요소를 감소 시켜줌으로써 생산 공정과 기능을 개선하도록 유도한다. 뿐만 아니라, MES는 공정 개선을 통해 On time Delivery, Inventory Turns, Gross Margin과 Cash Flow를 개선시켜 줄 수 있으며, MES는 자동차,반도체,전자,식품 제조,제조,항공,의료 기기,타이어 및 철강과 같은 제조산업에 사용되고 있고 MES의 범위에 속하는 Local Scheduling, Maintenance Management, Quality Management 등의 기능을 통해 전 산업에 광범위하게 적용될 수 있다.

2.2 MES 기능

국제 MES 협회에서는 공장의 모든 자원을 관리하고 해당 자원들의 변화 요인을 실시간으로 추적 및 파악할 수 있는 11가지 기능을(그림 1) 및 <표 1>과 같이 MES를 구분하여 정의하였다.

<표 1> MES의 상세 처리 기능

기능 구분	상세 내용
Resource Allocation & Status	자원의 상세한 이력,상태를 실시간으로 제공. 장비가 작업에 적절히 설치되었는지를 확인한다.
Operations /Detailed Scheduling	Setup을 최소화하는 작업에 있어서, 특별한 생산 단위와 연관된 처방, 우선순위, 속성 및 특성에 기초한 순서를 제공한다.
Dispatching Production Units	배치,로트 및 작업 지시서 등과 같은 작업 형태에 있어서 생산 제품의 흐름을 관리한다.
Document Control	작업 지시, 처방, 도면, 계획과 실적 정보에 대한 편집 능력을 포함하여 생산 제품과 함께 관리되어야 할 기록 형태를 관리한다.
Data Collection & Acquisition	내부 작업 생산을 얻기 위한 인터페이스를 연결 제공. 데이터는 공장 현장에서 수동적,자동적으로 분 단위 구조까지 수집한다.
Labor Management	분 단위 시간 구조의 개개인의 상태를 제공. 시간 대비 출석보고, 검증 추적 및 행위에 기초한 비용 기준으로서 자재 및 공구 준비 작업과 같은 간접적인 행위의 추적 능력을 포함한다.
Quality Management	지표상의 품질 제어나 문제를 구분하기 위해서, 제조 현장으로부터 수집된 측정치들의 실시간 분석을 제공하며, Off-Line 검사 및 분석 관리와 SPC/SQC 추적을 포함한다.
Process Management	생산을 감시하고 진행 중인 작업 향상을 위해 작업자들에게 의사 결정 지원을 제공하거나 자동적으로 수정한다. 이것은 지능적인 장비와 MES 간 인터페이스를 제공하고, 데이터 집계/수집 기능을 가능하게 한다.
Maintenance Management	생산과 일정 관리의 능력을 확인하기 위해 장비와 도구들을 유지 보수하기 위한 행위를 지시 및 추적한다.
Product Tracking & Genealogy	작업자,공급자의 요소 자재, 롯트나 일련번호, 현재의 생산 조건, 경보 상태, 재 작업 또는 생산과 연계된 다른 예외 사항들을 관리한다.
Performance Analysis	과거 기록과 예상된 결과의 비교를 통하여 실제 작업 운영 결과들에 대한 분 단위 보고를 제공한다.



(그림 1) MES 기능 구성도

2.3 기존 MES의 한계 및 문제점

현재 운영하고 있는 MES의 한계 및 문제점을 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 현 MES는 단위 공장 관리에 적합한 개념이자 시스템이다. 제조 현장에서 발생하는 수많은 정보들을 실시간으로 정확하게 집계 및 분석 기능을 제공하는 공장 관리 도구인 MES는 단위 공장 별로 설치 및 운영되고 있으며,ERP 등 기업의 관리 시스템과는 일정한 주기로 마감된 생산 결과, 즉 생산 실적, 불량 현황,재고등의 데이터만을 종합하여 전송함으로써 전체 공장의 실시간 운영 상황을 고려되어 있지 않다[4].

둘째,현장 데이터의 구성과 관리 기준이 공장별로 상이하여 MES 별로 접속하여 전체 공장의 현재 상황을 종합적으로 파악해내기는 거의 불가능하다.MES의 도

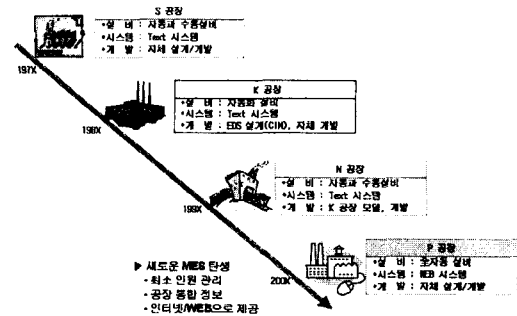
입시기 차이로 인하여 공장별 MES 호스트가 이기종(異機種)일 가능성이 높으며,이럴 경우 별도의 게이트웨이와 에플레이터를 설치하여 접속해야만 한다.그러나 개별 공장의 MES 에서 제공되는 정보의 구성과 표현 방식,그리고 해당 정보의 제공 위치가 서로 상이하여 공장의 수가 많을 경우 각 MES 별로 접속하여 전체 공장의 현재 상황을 한 눈에 파악하는 일이 그렇게 쉬운 일이 아니며 상당한 시간을 필요로 한다.접속 환경이 갖춰진 위치를 벗어나게 되면 그마저도 사용할 수가 없다.

셋째, 정보의 표현이 단순 나열식이어서 정보간 연계성을 찾기에 비효율적이다. 개별 MES 에 접속하여 전체 공장의 현재 상황을 파악하기 위해서는 <표 1>에서 제시한 기능별 메뉴 방식에 의해 전개되는 전체 화면을 이동해 가면서 정보를 분석하고 필요 정보를 밝혀하고 분석해야 한다. 그러나 제조 현장의 문제는 공장내 여러 자원들간의 상호 인과관계에 의해서 발생하며,하나의 변수가 다른 변수들에게 계속적인 영향을 미치고 있는 경우가 대부분이다, 따라서 현장 정보는 발생한 문제의 원인을 쉽게 파악하고 인과관계가 있는 또 다른 정보를 계속해서 추적 할 수 있도록 구성하고 전개되어야 한다[5].

3. MES 설계 및 구축

3.1.시스템 구축 배경

(그림 2)에서 제시하듯이 세월이 흘러감에 따라서 공장 설비는 수동에서 전자동 설비로 전환되었으며 시스템 환경도 Text 환경에서 Web 환경으로 변경되었으며 사용자 역시 인터넷 환경에 익숙하여 기존의 관리 시스템으로 공장을 관리하기에는 한계에 도달하여 새로운 시스템의 탄생은 불가피하였다.



(그림 2) 시스템 구축 배경

3.2 시스템 기능

시스템의 주요 기능으로는 첫째, 관리자 중심의 다 공장 통합 관리로 실시간 생산 진척 현황, 설비 가동 정보,불량 발생 현황,반제품 및 완제품 재고 현황,전일 생산 종합 현황이 있으며 둘째, 공장 관리 중심의 제조 관리 기능으로 기존 정보 관리, 공정 생산 계획 관리, 작업 공정 관리,완제품 품질 관리, 데이터 집계, 수집 관리, 작업자 관리,설비 관리 등이 있으며 셋째

작업 설비 중심의 설비 관제 기능으로 설비별 작업 사양 및 설비 동작 데이터의 Recipe 관리, 공정 컴퓨터와 설비간 통신 관리,공정간 Data 흐름 감시등의 기능으로 구성되어 있다.[6]

4. MES 적용 사례

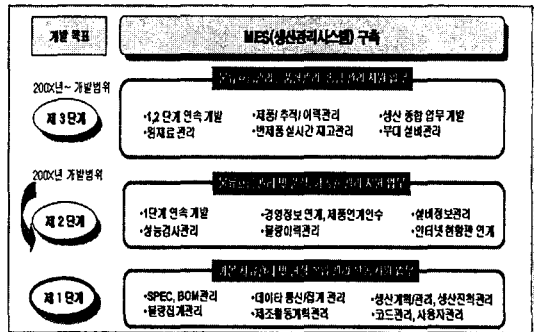
4.1 개발 목표

시스템 구축에 대한 범위는 공장 관리 시스템에 관련된 일체의 업무를 대상으로 하였으며 방향은 긴급도, 중요도, 복잡도에 따라 단계별로 개발 진행 하였으며, <표 2> 와 (그림 3)에서 제시하듯이 1 단계는 경영 정보와 연계되는 생산의 기본적인 기능과 실시간 작업 실적 조회 및 관리를 지원하기 위한 SPEC, BOM 관리, 생산 계획 및 진척 관리, 제조 활동 계획 관리, 코드 관리 및 사용자 관리로 구성하였고 2 단계는 간단한 생산 정책적 의사 결정 지원 및 즉각적인 설비 가동 현황을 지원 할 수 있는 경영 정보 연계, 제품 인계 인수, 설비 보전 관리, 성능 검사 관리, 불량 이력 관리 및 인터넷 생산 현황 시스템과 연계하여 구성 하였으며 3 단계는 생산의 종합 기능 및 종합 관리 지원을 위한 제품/추적/이력 관리 및 생산 종합 업무 개발 등으로 구성 되었다. 구축 방법은 전체 진행 업무를 2 부분으로 그룹화하여, 서로 다른 담당자를 선임하여 DB 서버 도입 및 운영 환경 구축, 공장내 시스템 사용 환경 구축을 1 그룹으로 하였고 공장 관리 시스템 개발 및 적용 부분을 2 그룹으로 하여 동시에 추진하였다

<표 2> 업무 기능별 현황 예

시스템	개요	처리기능
기술 정보 관리	생산 활동에 필요한 기본적인 정보들을 등록 관리	BOM 등록관리 제품정보 관리
생산 계획 관리	월간 계획을 중심으로 일 호기별 계획 수립 관리	월/일생산계획 호기별 실적
제조 활동 계획	현장 사원들을 공정별,반별로 등록 관리	현장사원관리 당일배치관리
생산 진척 관리	일 규격별 작업 실적을 관리하고 실시간 집계	시간대별 실적 관리

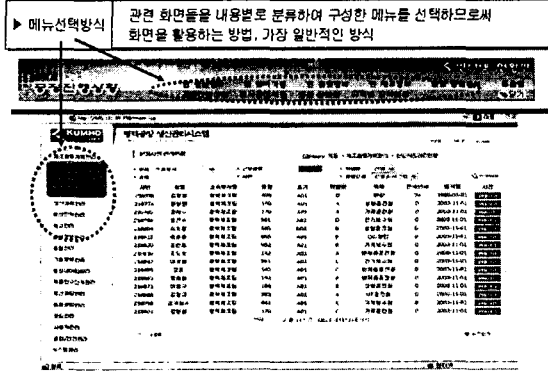
- 1 단계 : 생산의 기본적인 기능(경영정보 연계 포함)과 실시간 작업실적 조회 및 관리 지원 업무
- 2 단계 : 간단한 생산 정책적 의사 결정 지원 및 즉각적인 설비 가동 현황, 재고관리
- 3 단계 : 생산의 종합 기능 및 생산의 종합 기능 및 반제품재고관리, 무대장비관리



(그림 3) 시스템 개발 목표

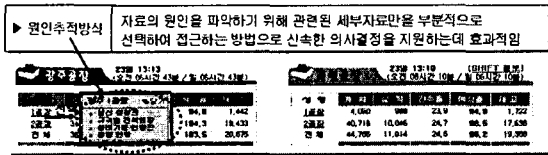
4.2 시스템의 특징

시스템의 특징으로는 첫째, (그림 4) 와 같이 관련 화면들을 내용별로 분류하여 구성한 메뉴를 선택함으로써 화면을 활용하는 방법인 메뉴 선택 방식을 선택하였고



(그림 4) 메뉴 선택 방식

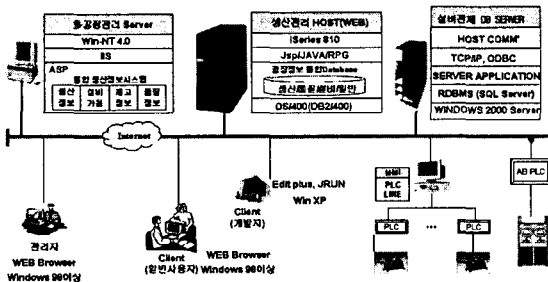
둘째, (그림 5)과 같이 자료의 원인을 파악하기 위해 관련된 세부 자료만을 부분적으로 선택하여 접근하는 방법으로 신속한 의사 결정을 지원하는데 효과적인 원인 추적 방식을 활용하였다



(그림 5) 원인추적 방식

4.3 시스템의 구성

금번 적용된 MES 는 기존 공장이 아닌 신규 건설 공장에 설치되어 있으며 이는 사람의 투입을 최소화 하는 자동화 생산 공장(APU(Automated Production Unit))으로 원재료에서 완제품까지의 생산 과정을 하나의 연속 생산 개념으로 생산 제품의 구성이 소 품종, 대량 생산 체계에 적합한 제조 공장에 맞게 (그림 6)처럼 설계,구현되었다.



(그림 6) 시스템 구성 환경

5. 결론

본 시스템 개발은 추진하면서 나타난 몇 가지 문제점 및 연구점 들은 다음과 같다.

첫째, 설비들과 통신 방식은 웹 부분으로 개발되어 질 수 없어 3GL 언어를 활용하여 개발하였는데 이를 통합할 방안을 연구 모색하여야 하며, 둘째, 현재 MES 와 Control 부분이 따로 분리되어 운영되어 있는 곳이 있는데 이를 통합할 필요가 있으며,셋째, B2B 를 위한 MES 역할과 다 공장 통합에 대한 연구와 표준화를 위하여 계속 연구하여야 할 것이며,마지막으로 기존의 기간 업무 시스템과의 유연한 연계를 위하여 기간 시스템을 Web 기반으로 한 프로그램으로 변환하고 내부 업무 혁신과 외부의 요구 사항에 즉시 대응할 수 있는 시스템 구조로 계속적으로 개선하여야 할 것이다. 이러한 노력과 연구들이 현장에서 접목되지 않으며 과거의 MRP 및 POP 시스템처럼 단위 공정의 관리 도구로 전락할 수밖에 없으며 이는 우리가 구축하고자 하는 진정한 MES 시스템과는 차이가 있을 수밖에 없다.시장에 상품화되어 있는 MES 시스템을 도입하여 공장의 환경에 맞게 커스터마이징하여 사용하는 것도 MES 구축의 한 방법이며 제조 공장 별로 처한 환경을 고려하여 자체 개발하는 것도 한 방법이다. 다만 기존에 구축되어 있는 기간 업무 시스템과의 연계, 타 주변 시스템과의 환경 및 향후 기술적 발전을 수용할 수 있는 부분을 고려하여 구축하는 것이 최적의 MES 구축 방법이라 할 수 있다.

참고문헌

- [1] ACS㈜, “POP(생산실행관리) 및 MES(제조실행시스템)” <http://www.acs.co.kr>
- [2] 문소진, “화합물 반도체 공정의 Web 기반 POP/MES 에 관한 연구”, 공학 석사 학위논문,전북대학교 2001
- [3] 차석근,“POP Book2” 1997, pp.60-63.
- [4] 류태형의 2 인,“SCM 하에서의 MES 의 역할”,LG-EDS,2001
- [5] 김윤기의 2 인 “제조 실행 시스템의 기능 보안을 위한 웹 기반 공장 모니터링 시스템의 설계 및 구현” 정보처리학회논문지 2002
- [6] 허영근 “E-MES 설계 및 구현에 관한 연구” 석사 학위 논문,조선대학교 2004