

# EXCEL VBA를 이용한 중소기업체용 간이형 MES 구축

박정현<sup>1\*</sup> · 요시다 아쓰노리<sup>2</sup>

<sup>1</sup>선문대학교 공과대학 기계공학과 / <sup>2</sup>선문대학교 대학원 기계및제어공학과

## A Simplified MES Implementation for Small-sized Manufacturing Industries with EXCEL VBA

Jeong-Hyeon Park<sup>1</sup> · Atsunori Yoshida<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Mechanical Engineering, College of Engineering, Sunmoon University

<sup>2</sup>Department of Mechanical and Control Engineering, Graduate School of Sunmoon University

It's very important to make an effective and optimized production schedule for the small-to-medium-sized factory which have high-variety low-volume manufacturing properties. And now people say that MES is very useful to make scheduling more effectively. But for small-to-medium-sized factory, it is very difficult to build MES system because of fewer infrastructures in the factory, and more to keep it's continuous maintenance and improvement. Therefore it is more important to systematize the production scheduling generation using simpler and easier tools like EXCEL sheet. And it will be needed a new method to make simple MES construction for more efficient production scheduling. This paper proposes the method which can build simple MES easily using a tool of EXCEL VBA for a small-to-medium-sized factory, and introduces an applied case by the proposed method and EXCEL VBA.

**Keyword:** EXCEL VBA, scheduling, MES, small-sized manufacturing, simulation

### 1. 서론

중소제조업체는 생존 차원의 경쟁력 강화를 위하여 제품개발 경쟁력뿐만 아니라 생산 및 품질 경쟁력을 높이고자 하는 많은 노력을 지속적으로 시도하고 있다. 특히 점점 좁아지는 납기와 경쟁이 치열해짐에 따른 가격인하 압력에 대응할 수 있는 생산 부분의 낭비요소를 최소화하고, 고객 수요에 즉각적으로 대응하기 위하여 생산정보화 역시 중요한 과제화되고 있다. 즉, 생산 부분의 ERP, MES (Manufacturing Execution System)를 도입하여 운영 중이거나 도입을 진행하고 있는 경우가 많다.

그러나 중소기업체의 현실은 자금상태 악화, 관리수준 저하, 전문기술인력 부족 등의 문제로 생산현장의 일정계획을 작성하고, 주기적으로 제작성하여 생산현장의 변동을 가능한

실시간으로 반영할 수 있도록 하는 생산정보화를 성공적으로 추진하기 어려운 경우가 매우 많다고 할 수 있다. 아울러 대기업 위주로 적용하고 있는 각종 MES 도입 방법론을 그대로 중소기업에 적용하기에는 열악한 여건으로 인하여 매우 어려운 부분이 있다.

이와 같이 중소기업체에서 MES를 도입하여 효과적인 운영을 기대하기 위해서는 중소기업 담당자도 이해하기 쉽고 또, 단기간에 구축할 수 있는 비교적 단순한 MES 구축방안이 필요하다 할 수 있다.

본 논문에서는 중소기업체의 생산일정계획을 위한 간이형 MES를 쉽게 구축하고 운영할 수 있는 구축방안과 적용사례를 소개하고자 한다. 즉, MS EXCEL의 VBA(Visual Basic for Applications) 또는 함수 기능을 사용할 수 있는 수준의 생산관리 담

\*연락처 : 박정현 교수, 336-708 충청남도 아산시 탕정면 갈산리 100 선문대학교 공과대학 기계공학과, Fax : 041-530-2307,

E-mail : pjh@sunmoon.ac.kr

투고일(2009년 04월 27일), 심사일(1차 : 2009년 07월 29일, 2차 : 2009년 09월 16일), 게재확정일(2009년 09월 21일).

당자가 쉽게 생산일정계획을 생성할 수 있도록 하는 접근방법을 제시하고 또, 제시한 방법을 이용하여 실제 PCB(Printed Circuit Board)생산라인의 생산일정계획 및 스케줄 시뮬레이션 기능을 구축한 사례를 소개하고자 한다.

## 2. 중소기업체의 생산정보화 문제점 및 현황

최근 효율적인 생산일정계획 수립을 위해 MES시스템을 도입하는 중소기업체가 증가하고 있다. 하지만 <Table 1>에서 보는 바와 같이 MES의 구축 및 운영에 어려움을 발생시키는 많은 문제점들로 인하여 도입을 주저하거나, 구축한 MES를 제대로 운영하지 못하게 되는 상황으로 가는 경우가 많다.

Table 1. 중소기업체의 생산라인 정보화를 어렵게 하는 문제점

구분	문제점
기본 인프라	<ul style="list-style-type: none"> <li>제조현장의 기본 인프라 미약</li> <li>생산 스케줄링시스템 미약</li> <li>낮은 공정 안정성</li> <li>생산 작업자의 기술 부족</li> <li>생산관리 기법에 대한 전문성 결여</li> </ul>
생산관리 난이도	<ul style="list-style-type: none"> <li>고난이도 생산관리수준 요구</li> <li>수주생산 중심</li> <li>수주 변경의 신속 대응력 요구</li> <li>낮은 생산계획 준수율</li> <li>고난이도 제품 증가</li> <li>고품질 요구</li> <li>단납기 수주 증가</li> </ul>
생산현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>낮은 납기 준수율</li> <li>낮은 긴급대응력</li> <li>제조 리드타임 장기화</li> <li>높은 불량율</li> <li>빈번한 설비고장</li> <li>높은 이직율</li> <li>원가 상승</li> <li>낮은 설비 유연성</li> <li>결품 발생회수 증가</li> <li>많은 재공량</li> </ul>

이에 대한 사례로 국내 PCB 중소기업체인 A사를 예로 들 수 있다. A4는 전형적인 중소기업 정보화의 문제점을 갖고 있었으며, 그동안 MES를 비롯한 IT 도입이 실패하게 된 요인을 조사하여 정리한 것이 <Figure 1>의 특성요인도와 같다.

한국정보사회진흥원(구 한국전산원)에서 발표된 2005년도 기업정보화 수준평가 조사(NIA 2005)에 의하면, <Figure 2>와 같이 대기업과 중소기업체의 정보화의 격차는 2004년도 15.07점, 2005년도 12.29점으로 아직 많은 격차가 있는 것을 알 수 있으며, 특히 제조분야가 가장 격차가 큼을 보여주고 있다.

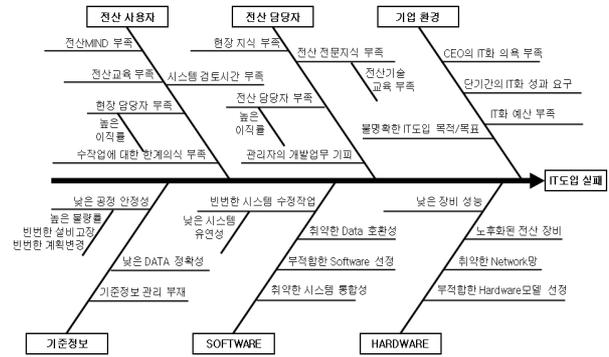


Figure 1. IT도입 실패에 대한 특성요인도 (국내 중소 PCB제조업체 사례)

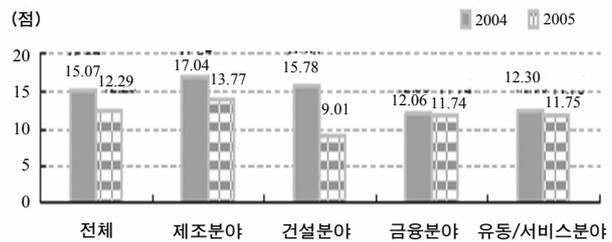


Figure 2. 대기업/중소기업간 정보화 격차

또한 지식경제부(구 산업자원부)에서 발간된 3만개 중소기업 IT화 현황 보고서(MKE 2004) 내용에 의하면, 중소기업은 대기업에 비교하여 정보화 수준 차이가 많이 있음을 알 수 있다. <Table 2>는 중소기업과 대기업의 각 상위 30대 기업의 분포를 나타낸 것이다. 특히 소기업에 있어서는 아직 Word, Excel 수준이 94.8%를 차지하고 있고 MIS가 5.2%로 나타났다. 중소기업도 ERP 구축이 되어 있는 비율은 52.4%이며, 업무정보화수준업체가 45.5%로 나타났다. 대기업은 ERP 54.8%이며, B2B수준이 이미 41.4%에 도달하고 있다.

Table 2. 국내 중소기업의 정보화 현황

구분	기능 정보화	업무 정보화	기업내 정보화	기업간 정보화	지식 정보화
	Word, Excel	MIS	ERP	B2B, B2C	Knowledge Portal
	20점이하	20~40점	40~60점	60~80점	80~100점
대기업		3.2%	54.8%	41.4%	0.6%
중기업	0.7%	45.5%	52.4%	1.5%	
소기업	94.8%	5.2%			

이와 같이 정보화 수준이 매우 낮은 중소기업 현실에서, MS Excel 등과 같이 쉽게 사용할 수 있는 도구를 이용하여 정보화 시스템을 구축하는 접근이 매우 유용할 수 있음을 알 수 있으며, 이러한 접근을 보다 발전시킴으로써 정보화 수준을 높이는 전략이 매우 타당하다고 할 수 있다.

### 3. MES구축을 위한 기존 방법론 연구

국내의 정보컨설팅 업체에서 발표한 MES 벤치마킹 조사 결과(Choi, 2007)를 보면 MES 도입의 실패 또는 어려움을 발생시키는 요인으로 기업의 낮은 정보화수준에 기인하고 있음을 알 수 있다.

MES의 기능에 대하여 MESA(MESA 1995)에서는 11개로 정리하고 있으며, 생산 스케줄링, 생산지시 등을 포함하고 있다. 국내 MES 구축 사례(Lee, 1999), (Won, 2003)에서 TFT-LCD 생산공장의 생산일정계획 구축사례를 소개하고 있지만, 정보화 수준이 낮은 중소기업에서 활용하기에는 어려운 부분들이 많이 포함되어 있음을 알 수 있다. 이러한 현실을 고려하여, 최근 각종 학회에서 Microsoft project 또는 Visual Basic을 이용한 생산관리 시스템 개발에 대한 타당성과 그 효과에 대하여 발표되고 있다(Ock, 2006).

MES 구축형태는 <Table 3>과 같이 구분할 수 있다.

Table 3. 형태별 MES 구축의 특징

No	MES 형태	특징
1	ERP+MES	<ul style="list-style-type: none"> <li>대기업용 MES</li> <li>많은 기능 포함</li> </ul>
2	ERP기능 확장	<ul style="list-style-type: none"> <li>ERP의 규모와 보유기능에 따라 MES형태가 다양화</li> </ul>
3	MES 단독운영	<ul style="list-style-type: none"> <li>중소기업형 MES</li> <li>핵심기능만 운영</li> </ul>

우선 가장 일반적인 형태는 <Table 3>의 첫 번째 경우로서, 대기업에서 볼 수 있는 형태인데 ERP를 먼저 구축하고 이를 기반으로 MES를 구축하는 형태이다. 두 번째 경우로서 ERP 시스템을 운영중인 중소기업에서는 MES를 별도 구축하지 않고 기존 ERP시스템을 토대로 일부 MES기능을 ERP에 포함시키는 경우이다. 이 경우에는 ERP 소프트웨어 또는 제조업체의 정보화 수준에 따라 MES 기능과 운영에는 많은 차이가 발생한다. 마지막으로 아직 ERP도 충분히 구축이 안 되어 있는 중소기업에서 우선 필요한 MES를 기능을 단독으로 구축할 경우로서 본 논문에서 대상으로 하고 경우이다.

정보화 수준이 매우 취약한 중소기업에서 MES의 핵심 기능들을 성공적으로 구축 및 운영하도록 하기 위해서는 이미 확보하고 있는 정보화 환경을 그대로 활용하도록 하는 것이 필요하다. 즉, 간이형 MES를 도입하기 위해서는 전산 전문가가 아닌 생산관리자가 쉽게 만들 수 있도록 하는 것이 성공적으로 MES를 도입할 수 있는 최상의 방법 중의 하나가 될 수 있다.

따라서 중소기업체에 적합한 간이형 MES에 대한 체계적인 구축을 위하여 다음과 같은 개념정립이 필요하게 된다.

- (1) 중소기업체는 일반적인 ERP, MES 도입방법으로서 MES를 도입하기 힘들다.
- (2) 특히 MES 시스템에 대한 구축시간, 구축인원, 구축용 도

구, 구축 프로세스에 대하여 기존 대기업용 도입 방법론 으로서는 성공적으로 도입 및 유지를 하기 어렵다.

- (3) 기업 입장에서 자금 및 시간적 여유가 많지 않은 관계로 처음부터 많은 기능을 가진 MES를 구축하는 것은 바람직하지 않다.

본 논문에서 중소기업체에서의 간이형 MES를 구축하기 위한 접근방법은 다음과 같다.

- (1) 전산 전문가가 아닌 생산관리 담당자도 개발할 수 있는 시스템부터 구축한다.
  - 일반적인 시스템 도입 절차가 아닌 간이 MES 도입 방법론 제시
- (2) MES를 구축할 때 많은 기능보다 우선 가장 중요하다고 생각되는 기능만 개발한다.
- (3) 개발 기간 및 개발 도구에 대하여 추가의 투자 없이, 현재 기업에서 보유하고 있는 MS Office 등의 도구를 최대한 사용한다.

### 4. MS Excel VBA를 이용한 간이형 MES 구축방안

위에서 논한 바와 같이 일반적인 ERP, MES 도입방법으로서 중소기업체는 MES를 도입하기 힘든 요소가 많다. 특히 시스템 구축시간, 구축인원, 구축용 도구, 구축 프로세스에 대하여 기존 대기업용 도입 방법론으로서 성공적으로 도입 및 유지하기 어렵다. 기업 입장에서 자금 및 시간적 여유가 많지 않은 관계로 처음부터 많은 기능을 가진 MES를 구축하는 것도 바람직하지 않다.

#### 4.1 구축전략

중소기업체에서 간이형 MES를 구축하기 위한 전략은 개발시간 단축, 개발비용 최소화, 필수기능만 개발, 그리고 표준적인 개발도구 사용 등이 될 것이다. 다음의 <Figure 3>은 간이형 MES 구축전략 내용을 정리한 것이다.



Figure 3. 간이형 MES 구축전략

4.2 구축 프로세스

간이형 MES를 구축하기 위한 추진체계로서 단기간에 개발할 필요가 있으므로 별도 조직화는 하지 않고 어디까지나 현업 업무를 진행하면서 개발되도록 하는 것이 바람직하다. 추진 프로세스는 <Figure 4>와 같이 7 단계로 추진된다. 이하 각 프로세스에 대하여 구체적으로 소개한다.

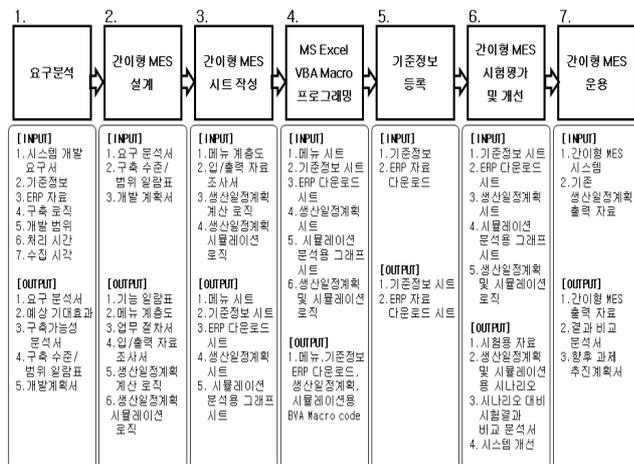


Figure 4. 간이형 MES 구축단계

1 단계는 <Figure 5>와 같이 먼저 요구되는 기능이 무엇인지 명확히 하여 간이형 MES 시스템의 필요성 및 효과를 분석하는 것이다. 이때 현재 생산현장에서 무엇이 문제이며 어떤 기능이 있으면 그 문제를 해결할 수 있는지를 도출해야 한다. 다음에 예상되는 효과와 이에 필요한 기준정보 확보 여부, 구축로직 및 구축가능성 등을 분석한다. 이러한 분석 결과를 기초로 하여 구축시스템의 적용수준과 범위를 결정하여 종합적인 구축계획을 수립한다.

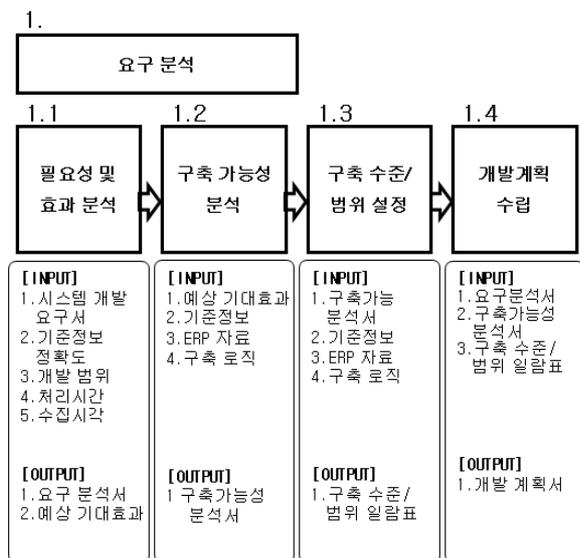


Figure 5. 요구분석

2 단계는 1 단계의 요구분석 결과를 기준으로 간이형 MES를 설계한다<Figure 6>. 간이형 MES이 제공하는 기능, 메뉴 계층도 등을 비롯하여 생산일정계획 자료 시트, 시물레이션 그래프 시트 등을 구축하기 위한 로직 등을 설계하는 것이다.

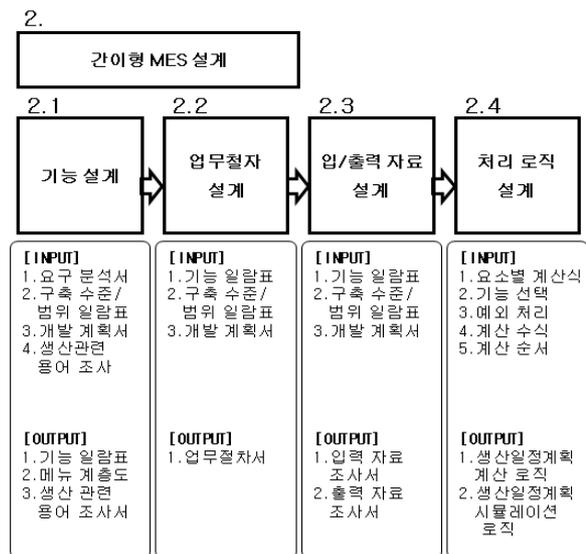


Figure 6. 간이형 MES 설계

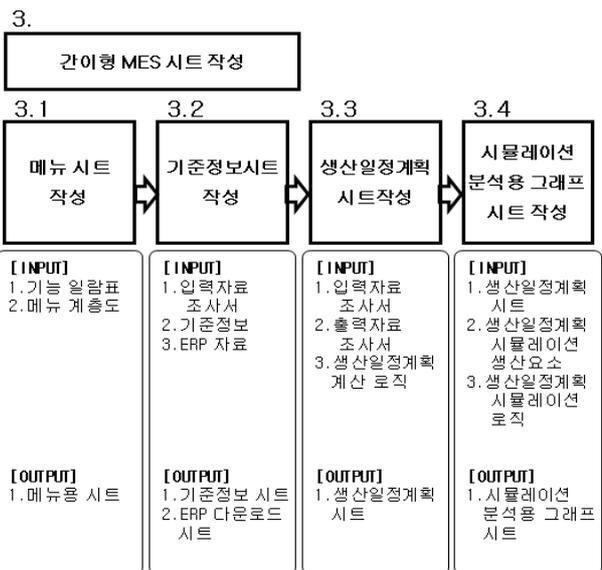


Figure 7. 간이형 MES 시트 작성

3 단계는 <Figure 7>과 같이 Excel 시트를 작성한다. 작성할 Excel 시트는 크게 3종류이다. 첫 번째 시트는 메뉴 시트로서 메뉴 배치를 보여주는 시트이다. 두 번째 시트는 입력용 시트로서 기준정보 자료를 입력하는 용도로 사용된다. 세 번째 시트는 출력용 시트로서 생성된 생산일정계획 및 생산일정계획을 시물레이션 하는 시물레이션 분석용 그래프 시트이다. 시물레이션 분석용 그래프는 각 기업에서 생산일정계획의 타당성을 검증하거나 모의 실험할 때 사용하는 그래프 등을 그대로 적

용하거나 개선하여 적용하면 되며, 수작업에 의하여 검증하는 과정을 Excel Macro 등의 기능을 활용하여 작성된 생산일정계획을 이용하여 자동적으로 생성되도록 한다.

4 단계는 <Figure 8>과 같이 설계된 내용을 기반으로 MS Excel VBA Macro를 작성한다. 우선 메뉴 화면을 Macro 프로그래밍으로 개발하고, 이하 각 시트 및 시물레이션 분석용 그래프 시트에 대한 Macro를 프로그래밍 한다. 이 때, 시물레이션에서 사용하게 되는 생산요소(예, 현재의 재공량, 수주 제품의 생산량 및 공정정보) 및 기능도 설정한다.

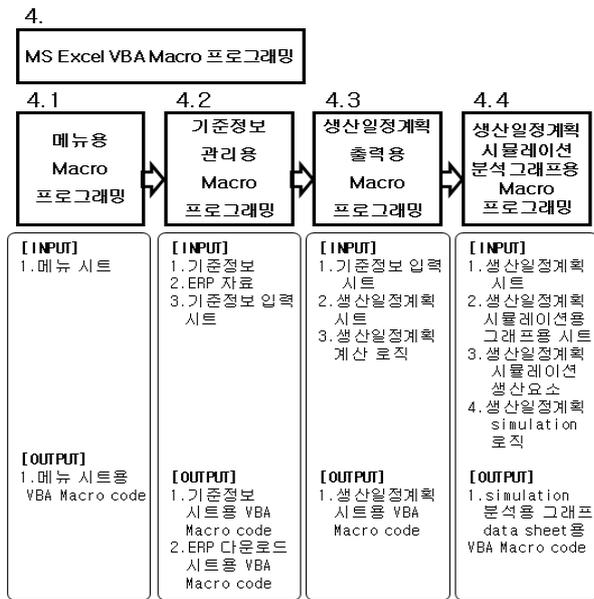


Figure 8. MS Excel VBA Macro 프로그래밍

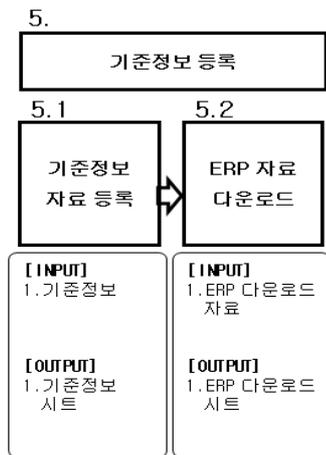


Figure 9. 기준정보 등록

5 단계는 개발된 시트에 실제 기준정보자료 또는 ERP 기준정보자료를 등록한다<Figure 9>. ERP 시스템을 운영중일 때에는 간이형 MES에 필요한 기준정보가 ERP에 있을 경우 다운로드하여 사용하도록 하는 방안이 편리할 것이다. 그러나 ERP 시스템을 사용하지 않을 경우, 기준정보를 시트에 직접 입력

하여야 한다.

6 단계는 <Figure 10>과 같이 개발된 프로그램을 테스트하는 단계이다. 즉, 원하는 기능을 어느 정도 정확히 보여줄 수 있는지, 이러한 기능이 과연 실제 현장에서 유효한 것인지, 그리고 여러 가지 경우를 전제로 시나리오별로 조작해보는 것이다. 만일 당초 기대했던 결과나 정확도가 나오지 않을 경우에는 다시 다른 생산요소나 자료를 재설정할 필요가 있다.

테스트의 절차는 우선 테스트 항목 및 로직을 기준으로 시험 자료를 준비한다. 각 점검항목 단위로 다양하게 준비를 해야 하며, 이때 시나리오도 같이 만든다.

마지막으로 7 단계는 적용하고자 하는 생산시스템에 대하여 실제 생산일정계획을 작성 및 적용하는 단계이다<Figure 11>.

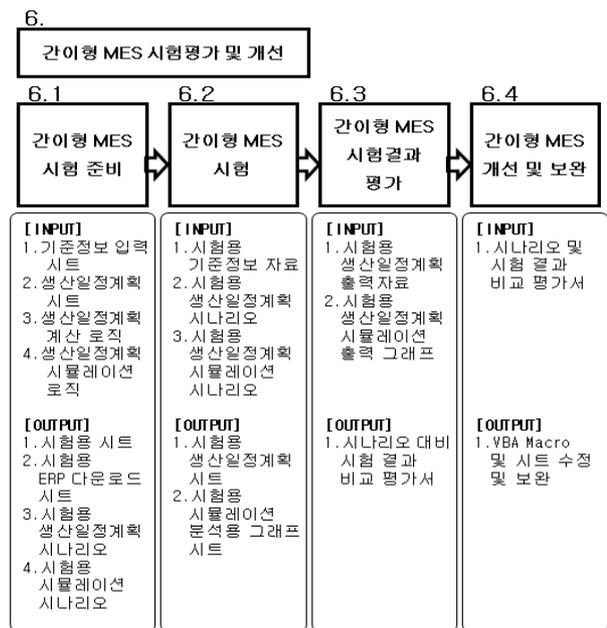


Figure 10. 간이형 MES 시험평가 및 개선

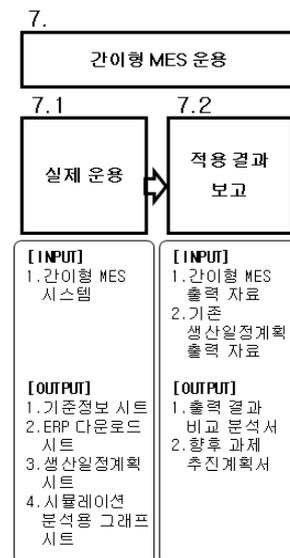


Figure 11. 간이형 MES 운용

시스템 가동 시, ERP에서는 사용하지 않았던, 각종 생산요소 및 요구사항을 고려하여 실행한다. 예를 들어 생산량을 최대한으로 할 수 있는 생산일정계획, 특정 주문을 우선적으로 생산할 수 있는 생산일정계획, 생산금액을 최대한으로 할 수 있는 생산일정계획, 특정 공정의 가동율을 최대화 할 수 있는 생산일정계획 등이다. 이와 같이 작성된 생산일정계획을 적용 후, 실제 생산실적을 근거로 기존 ERP에서 작성한 생산계획 또는 그동안 기업에서 적용하던 방법의 결과와 비교하여 그 유용성을 입증하고, 지속적인 개선방안을 모색한다.

### 5. 간이형 MES 구축 사례

제 4장에서 제시한 MS Excel VBA를 이용한 간이형 MES 구축방안에 의하여 PCB 생산전문업체인 A사에 적용한 간이형 MES 구축 사례를 소개하고자 한다.

#### 5.1 PCB 생산라인 및 생산시스템

간이형 MES를 적용할 A사의 PCB 생산라인은 다음과 같다. PCB 생산공정은 CCL (Copper Clad Laminate) 등의 원재료에 대하여 회로형성, drilling, 동도금, 적층, 금도금, PSR(Photo Solder Resist), Router 등의 가공공정으로 구성되고 있다. PCB 생산방식은 기본적으로 주문에 의한 로트(또는 배치)생산방식으로서, flow shop line 형태의 배치를 갖추고 있다(Hsieh 2003).

A사 PCB 생산라인의 공장배치는 <Figure 12>와 같이 약 20개 내외의 단위공정으로 구성되어 있다. PCB 생산라인의 각 공정은 최근의 공정기술 발전에 따라 수시로 공정 변경이 발생되고 있다.

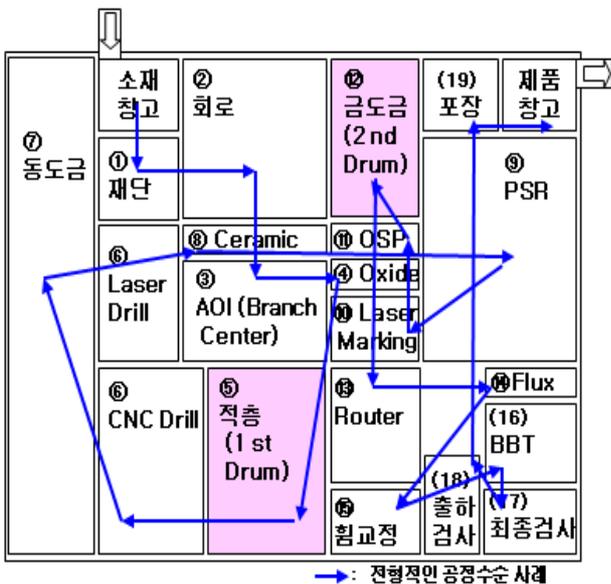


Figure 12. PCB생산라인 배치사례(A사)

A사에서 운영 중인 ERP시스템은 <Figure 13>과 같이 크게 5개의 기능을 가지고 있는데, 생산계획, 투입관리, 진행관리, 공정관리, 그리고 외주관리이다.

생산계획에는 일일생산계획을 작성하는 생산계획, 그리고 부하계획, 자재소요량 계획, 외주계획의 4개 기능이 있다. 투입관리에는 소재투입계획, 투입대상 모델 선정, 모델별 수주별 투입로트 크기 선정, 그리고 투입 모델별 공법에 대한 사양관리가 있다. 진행관리는 공정별 부하 밸런싱, 생산 실적, 불량집계 그리고 재공현황을 관리한다. 공정관리는 작업자의 인원관리, 공정내 사고에 관한 관리, 공구 관리, 설비 관리를 담당한다. 마지막으로 외주관리는 외주생산 업체관리, 생산발주 계획 관리, 외주입고 실적관리, 불량관리가 있다.

A사 PCB 생산시스템				
생산계획	투입 관리	진행 관리	공정 관리	외주 관리
생산 계획	소재 투입계획	공정Balance	인원 관리	업체 관리
부하 계획	모델 선정	생산 실적	공정 사고	생산 계획
자재소요계획	Lot Size	불량 집계	공구 관리	실적 관리
외주 계획	사양 관리	재공 현황	설비 관리	불량 관리

Figure 13. PCB 생산시스템 사례(A사)

A사의 ERP 생산계획에는 수주 제품별 단위공정시간을 적용하지 않다. 그리고 제품규격과 무관하게 공정별 표준리드타임만을 사용하고 있다. 그 뿐만 아니라 생산실적 단위도 panel 면적이 아니라 panel 수를 기준으로 관리하고 있었기 때문에 생산현장에서 실제 적용되어야 할 정확한 생산일정계획으로 활용할 수 없는 상황이었다. 따라서 이번 간이형 MES에서는 제품별 실제 리드타임을 사용한다. 그리고 공정설비별 처리능력도 PCB panel 규격 및 면적을 기준으로 적용하도록 함으로써 실제 생산현장의 생산 진행 현황과 일치할 수 있도록 한다. 그 외에도 생산현장의 각종 변동사항과 수주 변경 등을 실시간으로 처리할 수 있도록 구축하는 것이다. 이와 더불어 생산일정계획을 시뮬레이션 하여 단위공정별 생산능력을 검증하는 용도로 사용하는 것이다.

#### 5.2 PCB 생산라인의 간이형 MES 구축사례

A사에 구축하고자 하는 간이형 MES의 주된 기능은 PCB 생산라인의 스케줄링으로서 생산일정계획 생성 및 공정별 생산능력 시뮬레이션이다. PCB 생산라인은 다품종 혼류생산이기 때문에 같은 생산량인데도 공정별로 볼 때, 생산제품 구성에 따라 부하량이 생산능력을 초과할 경우가 발생하게 된다. 따라서 생산일정계획을 수립할 때, 현재의 재공량, 수주 제품의 생산량 및 공정정보 등 다양한 생산요소를 고려하여 생산일정

계획을 수립하여야 한다. 따라서 이번 간이형 MES는 MS Excel VBA를 이용하여 PCB 생산라인의 일별 생산 가능량을 보다 짧은 시간에 정확한 결과를 얻고자 하는 것이다.

간이형 MES는 ERP시스템이 구축되어 있지 않는 기업에서도 쉽게 도입할 수 있으며, 일일 생산 스케줄링의 최적화를 기대할 수 있는 시스템이다. 물론 합리적인 생산 스케줄링을 하기 위해서는 이번에 간이형 MES를 구축한 A사와 같이 ERP시스템이 구축되어 있는 환경이라면 더욱 이상적이지만, ERP시스템이 없어도 Excel 시트에 기준정보 입력 시, 동시에 생산정보도 입력하면 일일 생산 스케줄을 출력할 수 있다. <Figure 14>는 간이형 MES의 일일 생산 스케줄의 생성 절차를 간략하게 설명한 것이며, <Figure 15>는 세부내용을 표시한 것이다.

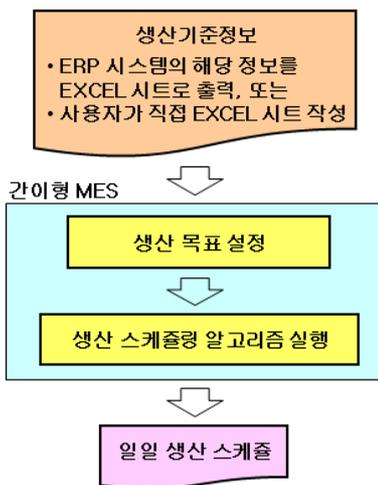


Figure 14. 간이형 MES 스케줄링 절차(요약)

절차	스케줄링 요소		
기준 정보/ 생산 정보 수집	모델 타입	공정수준	제품 면적
	실제 생산능력	실제 리드타임	설비 가동률
	모델 교체 시간	공구 교체 시간	변수 설정 시간
생산 정보	Lot Size	기타 기준정보	제품별 수율
	제공 위치	공정 도착시간	긴급 여부
	납기일자	고객 중요도	제품 단가

\* ERP시스템이 이미 구축된 경우: ERP 자료를 이용하여 부족한 정보만 입력  
ERP시스템이 없을 경우: 필요한 자료를 모두 입력

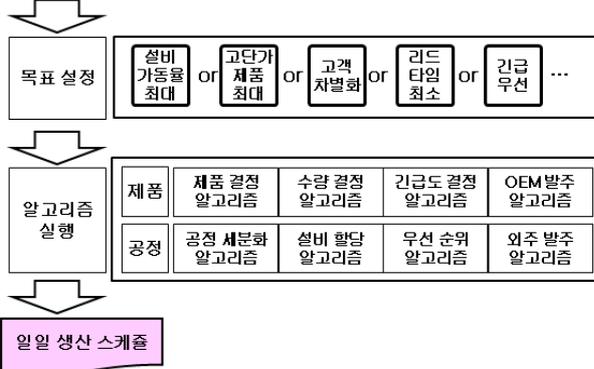


Figure 15. 간이형 MES 스케줄링 절차(세부내용)

A사에서 실제 구축한 간이형 MES에 대하여 단계별로 설명하면 다음과 같다.

간이형 MES를 구축하는 1 단계는 요구분석부터 시작하였다. MES 개발 필요성은 이미 공감대 형성을 통하여 최고경영진에 의하여 승인되었으며, 개발책임자는 생산관리팀 담당자로 결정하였다. 요구분석을 위해 소요된 시간은 1일이었으며, 이미 사용중인 MS Excel을 이용하고, 개발기간은 1개월, 인원은 2명이 참여하는 것으로 하였다.

구축 2 단계는 기능 일람표, 메뉴 계층도를 기준으로 업무 순서, 기준정보 시트, 생산일정계획 시트 및 계산 로직, 그리고 생산일정계획 시뮬레이션 로직, 생산요인, 그래프 설계 등을 설계하였다.

구축 3 단계는 크게 3종류의 Excel 시트를 작성하였는데, 기준정보 및 생산요소 입력 시트, 생산일정계획 및 작성된 생산일정계획의 시뮬레이션 검증 시트, 그리고 이러한 시트를 관리하는 메뉴를 작성하였다. <Figure 16>은 기준정보 입력용 시트, 그리고 <Figure 17>은 생산일정계획을 보여주는 출력용 시트를 보여주고 있다.

Figure 16. 생산 기본요소 입력 시트

Figure 17. 생산능력 대비 생산계획 시트

구축 4단계는 입력용 시트 및 출력용 시트를 이용하여 Excel VBA 로직으로 연결하였다. 전 단계에서 선정된 입력 생산요소들을 입력할 수 있는 폼을 개발했는데, <Figure 18>과 같이 9개의 폼을 개발하였다. 그리고 이들의 자료를 이용하여 로직에 따라 <Figure 19>와 같은 시뮬레이션 분석용 그래프 시트 및 <Figure 20>과 같은 공정별 생산능력 시뮬레이션 생산요소 시트를 개발하였다.

[구분]	[FVI]	[Normal]	[O-Core]	[태크란]	[상성반도체]	[하이닉스]	[Micron]	[Olimda]	[삼성전자]	[기타]	[모토롤라]
[내용노광 Core 산출기준]	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	1.0	2.0
[외 노광회수]	5.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0
[외 AOI 회수]	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	2.0
[작업-MEK]	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%					100.0%
[작업-ADAPA]	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2
[작업-회수]	100.0%	100.0%	100.0%				100.0%	100.0%	100.0%		
[통도급 회수]	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
[FVI]	1.0										

(6) 생산요소 입력화면-1

[구분]	[FVI]	[Normal]	[O-Core]	[태크란]	[상성반도체]	[하이닉스]	[Micron]	[Olimda]	[삼성전자]	[기타]	[모토롤라]
[생산비율]	16.0%	13.8%	0.0%	1.3%	10.1%	13.7%	6.0%	1.6%	34.3%	3.2%	0.0%
[MM]	5,882	5,071		485	3,726	5,046	2,208	574	12,638	1,195	
[PNL]	29,410	25,355		2,425	21,953	18,156	9,720	3,272	61,926	5,975	
[수출]	545	810		70	709	595	314	105	1,599	152	
[수입]	78.0%	85.0%	80.0%	87.0%	86.0%	80.0%	81.0%	78.0%	96.0%	85.0%	10.0%
[입상산출비]	1.216	562		90	625	732	307	135	2,081	227	
[합계]	36,826	178,232	5,749	6,958							

(1) 생산량 입력화면

[구분]	[FVI]	[Normal]	[O-Core]	[태크란]	[상성반도체]	[하이닉스]	[Micron]	[Olimda]	[삼성전자]	[기타]	[모토롤라]
[OSF 회수]	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
[PSI 회수]	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
[CNC 회수]	2.0	2.0	4.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.0
[Laser 회수]	2	1	1	1							1
[세라믹회수]	1	1	3	1	3	5			3		1
[비율]	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

(7) 생산요소 입력화면-2

[구분]	[FVI]	[Normal]	[O-Core]	[태크란]	[상성반도체]	[하이닉스]	[Micron]	[Olimda]	[삼성전자]	[기타]	[모토롤라]
[단가(PNL)]	118.0	70.0	76.0	59.0	68.0	96.0	70.0	100.0	34.0	60.0	
[일 목표액]	113,968	57,253		4,815	48,222	57,427	21,947	10,594	87,919	11,595	
[총 목표액]	3,470,381	1,774,855		143,075	1,494,917	1,700,221	880,372	322,110	2,105,491	358,500	
[PCS 설계]	941,120	811,360		87,300	929,898	1,309,734	292,560	90,956	915,503	332,808	
[한상(MM)]	5.0	5.0	5.0	5.0	5.9	3.6	4.4	5.7	4.9	5.0	5.0
[한상(PCs/P)]	32.0	32.0	32.0	36.0	42.3	72.1	30.1	27.8	14.8	55.7	30.0
[합계]	12,134.94	391,450	5,712.249								31.0

(2) 생산금액 입력화면

[구분]	[내용노광]	[내용검사]	[작업-A]	[작업-M]	[세라믹]	[CNC]	[Laser]	[통-FVI]	[통-3/6]	[통-2/7]
[가동률]	90.0%	100.0%	95.0%	100.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%
[Loss(H)]										
[통-B/A]										
[가동률]	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%	95.0%
[Loss(H)]										
[외용검사]	PSR	[DMX.osp]	[한해-H]	[HI-P]	[무전해]	[Router]	[BBT]	[필교정]	[필선별]	
[가동률]	100.0%	95.0%	100.0%	95.0%	90.0%	90.0%	90.0%	90.0%	100.0%	95.0%
[Loss(H)]										
[가동률]	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%						
[Loss(H)]										

(8) 공정별 가동을 입력화면

[구분]	[FVI]	[Normal]	[O-Core]	[태크란]	[상성반도체]	[하이닉스]	[Micron]	[Olimda]	[삼성전자]	[기타]	[모토롤라]
[MM]							35	28	18	24	
[PNL]							1,080	880	570	735	
[수출]							35	28	18	24	

(3) OEM 발주량 입력화면

(9) 입력자료 패턴 등록화면  
Figure 18. 생산요소 입력 폼

[구분]	[내용노광]	[내용검사]	[작업-A]	[작업-M]	[세라믹]	[CNC]	[Laser]	[통-FVI]	[통-3/6]	[통-2/7]
[KCC]	1,000	4,000	4,000	5,000	4,000	6,500	3,780	1,800	1,600	1,600
[외주]						6,000	3,200			
[투자]										
[외주계합]										
[Total]	1,000	4,000	4,000	5,000	4,000	14,500	6,980	1,800	1,600	1,600

(4) 공정별 생산능력 입력화면-1

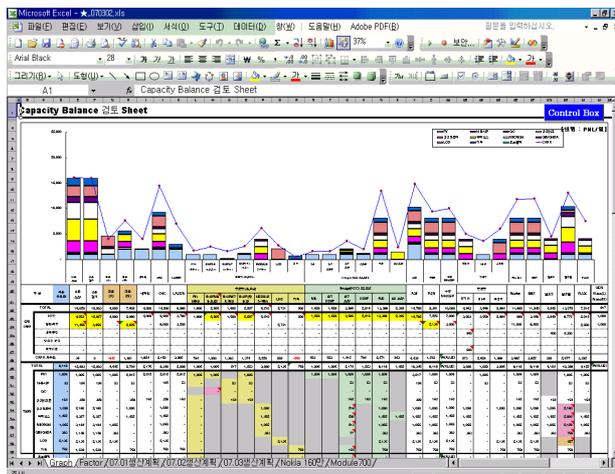


Figure 19. 시뮬레이션 분석용 그래프 시트

[구분]	[외용검사]	[PSR]	[DMX.osp]	[한해-HD]	[HI-P]	[무전해]	[Router]	[BBT]	[필교정]	[필선별]
[KCC]	2,500	7,225	7,000	3,687	3,668	5,984	800	3,440	3,949	8,775
[외주]										
[투자]										
[외주계합]										
[Total]	2,500	7,225	10,000	5,147	3,668	5,984	11,800	11,940	4,549	13,075
[구분]	[FLUX]	[회용검사]	송하검사]	포장]						
[KCC]	60,000	10,000	60,000	100,000						
[외주]										
[투자]										
[외주계합]										
[Total]	60,000	30,000	60,000	100,000						

(5) 공정별 생산능력 입력화면-2



마지막으로 구축 7 단계에서 실제 ERP와 연동하여 MES 시스템을 운용하였다. 이때, 제 2장에서 논한 바와 같이 현장 작업자에 대한 충분한 교육과 거부감 해소를 위해 많은 노력을 하였다.

## 6. 결론

본 논문에서는 생산정보화 환경이 열악한 중소기업에서 간이형 MES를 구축하기 위한 전략과 구축 프로세스에 대한 접근방법을 제안하였다. 아울러 실제로 PCB생산라인에서 생산일정계획을 위한 공정별 처리능력 시뮬레이션 기능을 가진 간이형 MES를 구축한 사례를 소개하였다.

구축된 간이형 MES를 통해, 주어진 PCB 생산라인에서 최대 생산능력을 확보할 수 있도록 하는 생산일정계획을 얻을 수 있었다. 아울러 과거 수작업으로 생산계획을 수립하여 생산지시한 자료를 이번 시뮬레이션을 통해 보다 우수한 생산일정계획을 생성할 수 있음을 입증하게 되었다. 개발된 간이형 MES의 초기 적용단계에서 얻게 된 효과는 다음과 같다.

- 1) 생산일정계획 작성 작업회수
  - 2회/일 ⇒ 수시 작업 가능
- 2) 생산일정계획 작성 소요시간
  - 30분 이상 ⇒ 1분 이내
- 3) 생산일정계획 시뮬레이션의 정확도
  - 50% ⇒ 80%이상
- 4) 고려하는 생산요소 수
  - 3~4개 ⇒ 10개 이상

그 외의 효과로서는 생산일정계획 작성 및 생산일정계획 시뮬레이션 기능을 갖는 간이형 MES 적용을 통하여 PCB 생산라인의 각 공정별 가동률 향상 및 리드타임 단축을 위해서 애로공정이 어느 공정인지 사전에 알 수 있게 되었고, 또, 전체 생산량을 증가시키기 위하여 어느 공정의 생산능력을 향상시켜야

하는가를 사전에 알 수 있게 되었다. 그 결과 생산지시 및 계획 변경, 더 나아가 납기준수 예상, 수주판단 등을 내릴 때 많은 도움이 되었다.

전산에 대한 전문가가 아니라 생산관리 담당자도 충분히 간이형 MES를 구축할 수 있었고, 또 실제로 이러한 시스템이 국내 중소기업에서는 많이 사용 또는 적용을 시도하고 있는 것으로 사려 된다.

본 논문에서 제시한 구축방안은 지속적으로 체계화되어야 할 것으로 판단되지만, 최적화된 또는 효과적인 생산일정계획 작성을 위하여 중소기업의 자체적인 노력에 의한 간이형 MES 구축 가능성을 제시하는 데에 그 의미가 있다고 할 수 있다.

향후 간이형 MES의 기능 보완과 다양한 요구에 대응할 수 있는 MES 모듈을 추가함으로써, 전체 생산공정의 최적 생산일정계획을 보다 효율적으로 작성하고, 이의 시뮬레이션 검증할 수 있도록 하는 연구를 진행할 필요가 있다고 사려 된다.

## 참고문헌

- Choi, S. H. (2007), MES Benchmarking Report, *Doosan IT BU Consulting Team*, 2-11.
- Hsieh, J. C., Chang, P. C., and Hsu, L. C. (2003), Scheduling of drilling operations in printed circuit board factory, *Computer & Industrial Engineering*, 44, 461-473.
- Lee, S. K. and Lee, Y. H. (1999), Production Scheduling employing ERP in the make-to-order manufacturing system, *IE Interfaces*, 12(3), 424-436.
- MESA (1995), International White Paper, *MESA*, 6, 15.
- MKE, (2004), A report of IT'ization status of 30,000 small and medium Companies, *Ministry of Knowledge Economy*, 2.
- NIA, (2005), 2005 Assessment for level of industry Information System, *National Information Society Agency*, vi.
- Ock, Y. S. and Park, C. H. (2006), Development of the DBR Scheduling system using UML and Visual Basic, *The Korea Contents Association*, 2(2), 31-36.
- Won, D. I., Baek, J. K., and Kim, S. S. (2003), A Study of Master Production Scheduling Scheme in TFT-LCD factory Considering Line Balancing, *IE Interface*, 16(4), 463-472.



### 박정현

서울대학교 산업공학과 학사  
KAIST 산업공학과 석사  
KAIST 산업공학과 박사  
현재 : 선문대학교 공과대학 기계공학과  
부교수  
관심분야 : CAD/CAM/CAE, 기계설계자동화,  
생산시스템제어



### 요시다 아즈노리

일본 Chiba University 이학부 수학과 학사  
선문대학교 생산시스템공학과 석사  
현재 : 선문대학교 기계공학과 박사과정  
(유)한국타임즈항공 전산실 실장  
관심분야 : ERP, MES, Six Sigma, JIT, TOC