J. Korea Saf. Manag. Sci. Vol. 17 No. 1 March 2015
http://dx.doi.org/10.12812/ksms.2015.17.1.225

ISSN 1229-6783(Print)
ISSN 2288-1484(Online)

하이테크 부품산업에서 작업분석/실행을 통한 생산성 향상의 프로젝트 방법론 연구

이 원 재* · 김 중 회** · 강 성 우*** · 강 경 식****
*심텍 · **딜로이트 컨설팅 · ***펜실베니아 주립대학교 산업제조공학과
****명지대학교 산업경영공학과

A case for productivity improvement by time study in high tech industry

Won-Jae Lee* · Joong-Hoi kim** · Sung-Woo Kang*** · Kyung-Sik Kang****
*Simmtech
**Deloitte Consulting
***Industrial and Manufacturing Engineering, The Pennsylvania State University
****Department of Industrial Management Engineering, Myongji University

Abstract

Productivity is the essential comparative advantage in high tech industry company in 21 century. These company endless endeavor for low cost production. Low cost production can be led by low facility operation cost and low labor cost. But reducing facility operation cost arise much investment. Thus many high tech company drive reduction of labor cost. These article suggest model for reducing labor cost and prove a effect by example of some company.
Keyword : Productivity Improvement, Time Study

1. 서 론

21세기 하이테크 부품제조 산업의 특징중의 하나는 제조 경쟁력 확보를 통한 생산성 향상의 연속 이라고 할 수 있다. 격변하는 경영환경과 환율, 원자재 값의 큰 변동 가운데서 부품제조 산업의 기업은 그들이 원하든 원하지 않든 외부환경의 변화에 무관하게 회사의 이익을 내야 하는 기로에 서있다. 예를 들면 시장의 국제화(Globalization), 짧아진 제품의 생명주기, 경쟁의 심화, 고객요구의 다양화, 고도화 및 정교화 등을 들 수 있다. 이러한 환경의 변화에 적절히 대처하고 기업의 제조 경쟁력을 향상 시킬 수 있는 방법으로는 고객이 원하는(Need) 원하는 제품을 빠르고(Speed) 고객이 원하는 시간(Time)에 정확하게 공급 할 수 있어야 한다. 이러한 제조 경쟁력을 위한 생산방식을 보유하는냐, 아니냐에 따라 하이테크 부품산업의 경쟁력을 좌우할 수 있기 때문이다. 이러한 상황에서 위와 같은 어려움을 극복하기 위해 제조기업의 제조 경쟁력을 향상시키기 위해 많은 제조혁신활동을 도입, 전개, 실행, 정착시키고 있다. 이러한 측면에서 하이테크 부품 기업에 적합한 방법론 및 실행방안을 모색하는 것은 큰 의미가 있다고 볼 수 있다. 근래의 많은 기업들이 도입한 생산성향상을 위해 작업분석이라는 Tool을 사용하고 있다. 이러한 측면에서 근래에는 작업분석 시 Stopwatch 보다 시간 측정 및 분석용 소프트웨어를 활용한 분석이 활발히 이루어지고 있으나 분석만을 통해 생산성 향상으로 바로 이루어지기는 어렵다.

†Corresponding Author : Kyung Sik Kang, Industrial and Engineering, Myongji University, Yongin 449-728, Korea M·P : 031-330-6228, E-mail : kangks@mju.ac.kr
Received January 20, 2015; Revision Received March 10, 2015; Accepted March 11, 2015.

이 점에 착안 하여 하이테크 부품산업에서 작업분석과 생산성향상 실행 두 단계로 진행 하였으며, 첫 번째 단계인 작업분석은 작업분석용 OTRS 소프트웨어를 사용 하였으며, 두 번째 단계는 생산성향상 실행 적용 프로젝트를 진행 하였다.

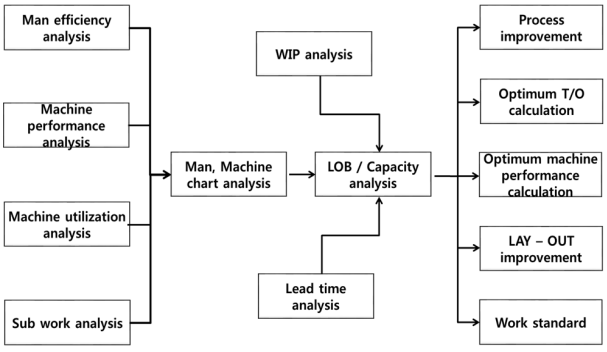
생산성향상의 프로젝트를 진행하면서 최적의 방법론을 찾을 수 없어 시행착오를 겪으면서 진행 하였으며, 이를 통해 작업분석에서부터 생산성 향상까지의 방법론을 제시 하고자 한다.

본 연구는 하이테크 부품산업에서 작업분석과 생산성향상 실행 두 단계로 진행 하였으며, 첫 번째 단계인 작업분석은 OTRS 분석을 위해 작업자 A공장 90명 설비 76대 측청시간 196시간, B공장 79명 59대 측정시간 150 시간, C공장 68명, 40대 측정시간 107시간을 촬영 분석 하였으며, 작업자 촬영 시 2 LOT이상 촬영 분석 하였다.

2. 분석 단계

2.1 작업 분석 프로세스

작업분석 프로세스를 보면 작업자 능률분석, 설비 성능분석, 설비 가동률 분석(일부 설비 MES (Manufacturing Execution System), 활용), 부대 작업분석 후 종합분석, 공정물류 분석, Lead Time 분석과 Capacity분석을 통해 적정인원 산정, Lay-Out 개선안, 적정 설비능력 산정을 진행하였다.



[Figure1] Time study Process

2.2 작업 유형 분석 (동작 유형 정의)

작업자 동작유형 중 필수작업은 주 작업, 부수 작업, 부대 작업, 공정 이동, 검사, 장비 검사의 6개 유형으로 낭비작업은 이동 / 운반, 5S, 대기, 재작업, 정보처리, 도움작업 6개 유형으로 분류 하였으며 여기에 여유를 포함 모두 13개 유형으로 구별 하였으며, 이중 필수작업의 주 작업과 여유를 제외한 모든 작업은 개선이 가능하다고 판단된다.

<Table 1> Types of job task

Essential work	Main work
	Sub work (runtime)
	Sub work (Set-up &Adjustment)
	Taking over
	Inspection
	Machine inspection
Allowance	Break time
Waste work	Moving
	5S
	Waiting
	Rework
	Information processing
	Support work

작업 유형은 우선 반듯이 진행되어야 하는 필수 작업, 필수 작업의 수행을 위한 여유 작업과 제거가 가능한 낭비 작업으로 구분하였다. 필수 작업은 제품을 가공하는 업무로 모든 lot당 한번씩 진행하는 동작(제품 로딩, 언로딩 작업)인 주작업, 제품을 가공하는 업무상, LOT내에서 주기적으로 반복하는 동작(가동)인 부수작업, 제품을 가공하는 업무상, 매 LOT별로 한 번씩 진행하는 동작(비가동-모델교체,청소)인 부대작업, 공정내의 가공 완료 제품에 대한 전,후 공정 인수, 인계 동작인 공정 이동, 제품 검사 동작(초도품 검사, 자주 검사등)인 검사, 장비에 대한 점검 동작인 장비 점검으로 구성된다. 이중 부대작업은 부대 작업 시 제품 및 작업조건을 교체 작업인 교체, 부대 작업 시 제품 및 관련 부품을 사전에 준비하는 작업인 준비, 부대 작업 시 더미 및 초도품 확인 작업인 조정으로 구분된다.

작업자의 분석결과 필수 작업은 47.7%, 여유 11.8% 낭비작업 40.5%로 집계 되었으며 낭비 작업의 Top3는 이동/운반, 대기, 정보처리로 분석 되었으며 개선 전제 사항으로 작업자 중심의 SOP(Standard Operation Procedure) 설비중심의 T/O, 작업자의 다기능화, 정보시스템의 개선, 물류작업자와 오퍼레이터의 구분을 들 수 있다. 이러한 전제사항의 고려와 작업자 분석을 통해 A공장 27%, B공장 27.8%, C공장 24.7%의 개선을 예측 할 수 있다.

ISSN 1229-6783(Print)
ISSN 2288-1484(Online)

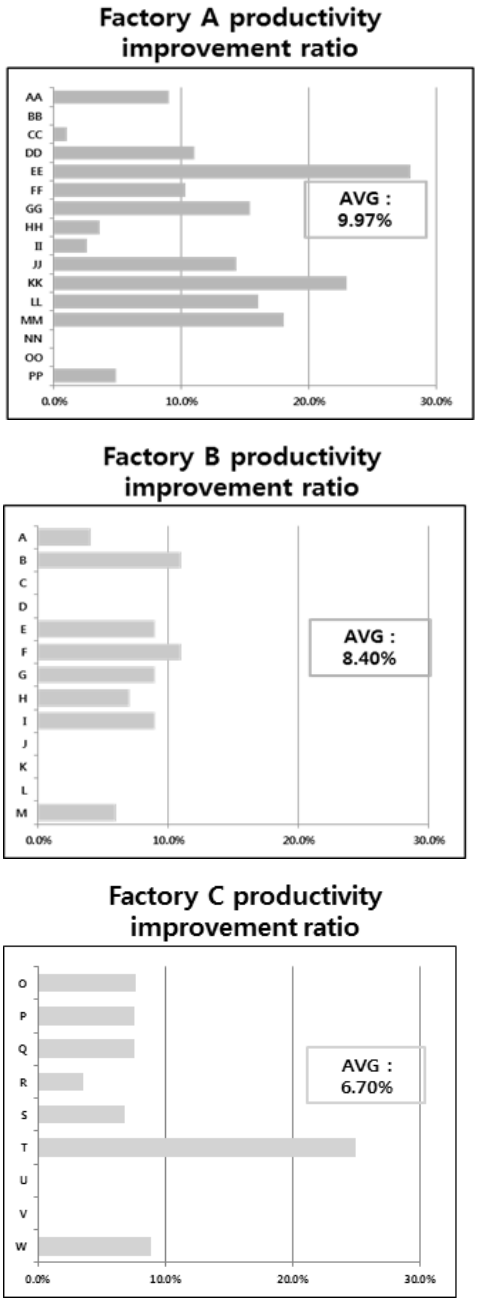
<Table 2> Result of job task analysis (%)

Type of task		A shop	B shop	C shop
Essential work	Main work	12.1%	19.5%	18.6%
	Sub work (runtime)	10.6%	11.7%	13.9%
	Sub work (Set-up &Adjustment)	10.5%	13.9%	9.6%
	Taking over	2.6%	2.0%	1.3%
	Inspection	3.5%	8.4%	4.4%
	Machine inspection	0.4%	0.2%	0.6%
Allowance	Break time	11.4%	9.4%	15.8%
Waste work	Moving	9.9%	9.9%	12.0%
	5S	3.0%	1.7%	1.8%
	Waiting	14.0%	9.1%	6.4%
	Rework	6.9%	4.5%	3.3%
	Information processing	9.4%	8.3%	9.7%
	Support work	5.7%	1.4%	2.6%

<Table 3> Productivity improvement

Type of task		A shop	B shop	C shop
Essential work	As-Is	39.7%	55.7%	48.4%
	To-Be	37.0%	49.5%	45.3%
Allowance	As-Is	11.4%	9.4%	15.8%
	To-Be	10.7%	7.5%	14.5%
Waste work	As-Is	49.0%	34.9%	35.8%
	To-Be	25.3%	15.2%	15.5%

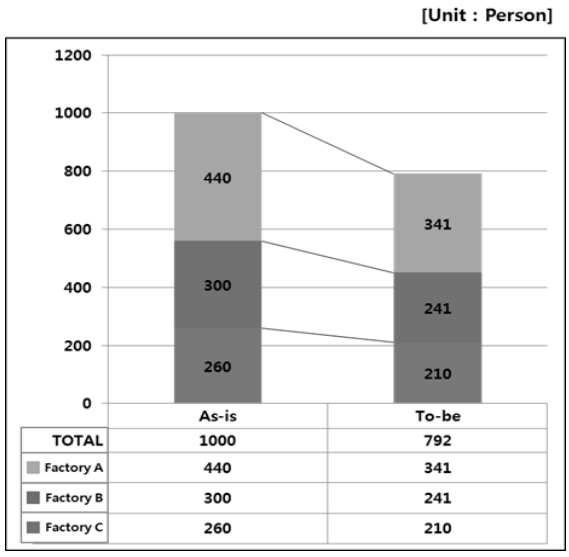
설비의 분석결과 Capa Table에 나와있는 Takt time, 일일가동률 투입간격은 OTRS 측청과 차이가 발생 하였으며 이를 반영하여, 설비의 투자 없이 오직 부대작업의 개선, 비가동 시간의 현실화, 투입간격의 조정을 통해 A 공장 9.97% B공장 8.40% C공장 6.7%의 설비의 효율을 높일 수 있는 것으로 나타났다.



[Figure 2] Productivity by 3 shops

프로세스 순서 작업분석의 결과를 통해 현 인원 대비 A공장의 78.5%, B공장 80.2% C공장 80.7%로 운영이 가능한 것으로 나타났다. 이론에 가까운 개선율보다 현실적으로 가능한 개선값을 도출 했다.

작업분석 결과를 바탕으로 공장 별 적정인원이 산출되어 있으며, 이 결과를 목표로 설정하여 생산성 향상 실행을 위한 프로젝트를 수행하게 된다.



[Figure 3] Analysis of proper no. of worker

3. 실행 단계

3.1 실행 프로젝트 수행 목적 및 기간

3.1.1 수행 목적

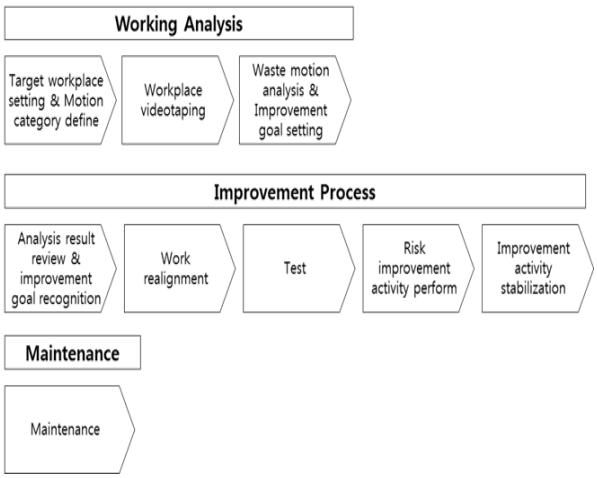
실행 프로젝트를 시작하기 앞서, 프로젝트 수행에 필요한 인력을 적절히 배치하고, 유관부서와의 의견 조율을 통해 일정을 수립하며, 프로젝트 수행 인력에게 추진목적을 명확히 전달하여, 프로젝트가 원활하게 수행될 수 있도록 준비한다. 인당 생산성을 위한 목적은 2개로 나눌 수 있으며 생산량을 증가 시키거나 인당 작업시간(작업자의 인원이 줄어드는 효과)을 줄여 생산성을 극대화 하는데 있다.

3.1.2 수행기간

제조 현장의 복잡성(라인 수, 공정 Layout)과 공정 능력(설비 Capacity, 노동 생산성)에 따라 프로젝트 수행 기간은 천차만별이나, 제조 현장의 인식의 변화를 유도하여 프로젝트 성과를 도출해 내기 위한 기간은 3~6개월 정도로 적당 하다고 판단된다.

3.2 실행 프로젝트 수행 방법(표준 작업 개발)

프로젝트 진행 단계는 [Figre 3]과 같다. 작업분석 및 실행에서 나온 Data를 기준으로 ①[작업분석결과 검토 및 목표인지 단계] OTRS 동영상촬영 결과 검토 후 변화가 필요한 세부 영역을 도출 하며, ②[작업 재편성 단계]변화가 실현되고 난 이후의 To-Be모습 사전 도출 및 개선에 대한 목표를 구체화 하며, ③[현장 TEST 단계]To-Be모습을 실제 현장에 적용해 본 후 예상되는 문제점(Risk) 도출, ④[Risk별 개선 활동 수립 단계]문제점(Risk)별 제거 방안 구체화 및 해결을 위한 개선 활동 수행, ⑤[개선 활동 정착화 단계]문제점을(Risk)가 해결된 To-Be 모습 현장 적용 후 유지 및 관리를 한다.



[Figure 4] Phases of implementation

일반적인 적정인원 분석결과를 제조 현장에 적용하기 위한 실행 프로젝트의 전형적인 절차이며, 제조 현장의 실정에 따라 이를 좀 더 세분화하거나, 전후 단계를 좀 더 확장 할 수도 있다.

1단계: 분석결과 검토 및 목표 인지 단계

제조 현장에 존재하는 낭비작업 또는 불합리 작업을 제거하여 적정 인력으로 운영하기 위해서는, 우선 제조 현장 내 관리자 및 작업 인력들이 작업분석 결과를 확실하게 인지하여야 한다. 현장의 관리자들은 OTRS 분석 결과를 검토하면서, 그동안 간과했던 현장 내 불합리 작업이 없는지 점검해야 하며, 작업 인력 또한 OTRS 분석 결과를 검토하면서 평소에 문제의식 없이 진행했던 작업에 대해 문제제기를 해야 한다. 특히, 표2)의 기준으로 필수작업 중 주작업을 제외한 부수작업, 부대작업, 공정이동, 검사, 장비점검, 낭비작업 중 이동운반, 5S, 대기, 재작업, 정보처리, 도움작업으로 분류된 작업의 경우 별도 편집하여 반복 검토할 필요가 있다.

이렇게 검토된 결과를 바탕으로 현장 내 조(SHIFT) 운영 따라 조의 배수로 숫자를 조정한 인력에 대한 목표를 수립하게 되며, 이는 프로젝트 수행 및 진척 관리의 기초자료로 활용된다.

2단계: 작업 재편성 단계

작업재편성 단계에서는 적정 인력을 제조 현장의

ISSN 1229-6783(Print)
ISSN 2288-1484(Online)

Layout 실제로 배치해 보면서, 연합작업을 고민하게 된다. 1인 多설비, 多인 1설비, 1인 1설비 등의 Man - Machine 연합 형태에 따라, 작업 조합 경우의 수가 매우 다양하므로, 일정 기준에 따라 작업 조합을 설정하는 것이 좋다. 예를 들어 병목공정의 1인 多설비 이며 병목의 원인이 투입공수 부족일 경우, 투입공수를 늘리기 위해 타 작업자의 도움작업을 받는 방향으로 작업을 재편성하게 된다. 특히, 제조 현장의 관리자 들은 Full Capacity가 필요한 상황을 기준으로 인력을 유지하려는 경향이 있는데, 요구 생산량을 맞추는 것이 올바른 관리가 아니라, 수요예측을 반영하여 주문 생산과 계획 생산을 병행하면서, 적시 적절한 작업 재편성 및 인력 재배치를 하면서 생산하는 것이 올바른 관리라는 것을 인식시킬 필요가 있다. 전자의 경우 생산량 자체가 목적이 된 경우이고, 후자의 경우 자원의 효율적 관리가 목적인 경우이다. 이 두 경우의 차이가 미미한 것으로 보일 수 있으나, 관리 수준의 질적 차이는 상당히 크다. 참고로, 보유한 자원의 효율적 관리를 통한 생산을 위해서는 개선 전제 사항인 작업자 중심의 SOP(Standard Operation Procedure)개발, 설비 중심의 T/O관리 체계 수립, 작업자의 다기능화가 필수적인 요소이다.

3단계: 현장 Test 단계

현장 Test 단계에서는 재편성 된 작업 중 최적 조합을 현장에 직접 적용하면서, 예상 Risk를 도출및 제거하는 활동을 수행한다. 적정 인력의 수가 기존 인력보다 적은 경우, 남는 인력이 발생하는데 이 남는 인력은 현장 Test 시 대기하게 되며, 상황에 따라 필요한 경우가 발생하는 데, 이 대기 인력의 작업 투입 시점이 대부분 핵심적인 Risk로 선정되며, 집중적으로 개선해야 할 영역으로 선정된다.

4단계: Risk 별 개선활동 수행 단계

Risk 별 개선활동 수행 단계에서는 현장 Test를 통해 구체화 된 적정 인력 적용 시 예상 Risk 별로 본격적인 개선활동을 수행하는 단계이다. 이때 도출된 예상 Risk는 4M(Man, Machine, Material, Method) 관점별로 접근 방향을 다르게 설정해야 한다. 예를 들어, Man 관점의 Risk일 경우 노동 생산성(생산량/투입시간) 및 작업편차 최소화를 위한 개선활동을 수행하게 되고, Machine 관점의 Risk일 경우 설비 운전 조건 변경 및 변경점 관리, 신규설비 투자 타당성 검토 및 투자집행, 설비 Layout 변경, Capacity 향상을 위한 De-bottlenecking 등의 개선활동을 수행하게 된다.

5단계: 개선활동 정착화 단계

개선활동이 정착화 단계에서는 개선활동이 반영된 작업절차를 개발하는데 주력한다. 특히 작업용 SOP의 경우, 단위작업 및 요소작업, 즉 행동절차에 대한 세부지침을 정리하여, 현장에서 표준작업 관리 및 각종 작업교육에 사용될 수 있을 정도의 활용도를 확보하는 것이 중요하다. 필요에 따라 설비 에러 발생 시 현장 내 자가점검 및 조치를 위한 행동절차를 정리하는 것도 좋은 방법이다. 또한, 전 단계에서 수행한 개선활동의 실행 여부를 점검할 수 있는 현장 Check list 를 고안하고, 실사 Process를 정례화 하여, 개선활동이 지속적으로 유지될 수 있도록 준비해야 한다.

3.3 유지 및 관리 방안

개선활동이 정착화되면 유지 및 관리를 위해 Check List 를 만들어 주기적으로 확인하고 Feedback을 하며, 개선 전으로 돌아 가지 않도록 하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구

작업분석에서 생산성 향상까지 3개의 공장을 대상으로 1단계 대상선정 및 동작 유형정의, 2단계 현장 동영상 촬영 3단계 낭비동작 분석(OTRS 활용) 및 목표설정 4단계 표준작업 개발, 5단계 유지 및 관리 방안 순서로 진행 한 결과 실행단계 프로젝트 기간이 A공장 5.5개월 B공장 4개월 C공장 3개월로 진행 하였으며, 실제 목표한 현 인원 대비 A공장의 78.5%, B공장 80.2% C공장 80.7%을 결과를 가져 왔다. 이로서 사례로서 본 연구에서 제시된 방법론에 대한 효과를 입증했다. 하나의 적용 사례만으로는 방법론에 대한 효과성 입증이 어려우므로 향후 이를 실증적으로 분석할 계획이다.

5. References

[1] 이현수 (1990), 표준시간측정방법에 대한 연구, 경성대학교 석사학위 논문
[2] 백동형 (2010), 조립 생산 공정에서의 MODAPTS 및 MOST의 비교분석, 울산대학교 석사학위 논문
[3] Bushra Basheer Abdulhasan (2008), Integrating Assembly Planning and Line Balancing Using Precedence Diagram, Eng. &

Tech. Journal ,Vol. 27, No. 5
[4] Tarek El-Ghazawi (2004), A Performance Study of Job Management Systems, Concurrency and Computation: Practice and Experience, Volume 16, Issue 13
[5] Clara M. Novoa (2008), Bootstrap methods for analyzing time studies and input data for simulations, International Journal of Productivity and Performance Management, Vol. 58, No. 5

저 자 소 개

이 원 재

전남대학교 화학공학과 학사 취득 후 현재 명지대학교 산업경영공학과 석박사통합과정 중.
관심분야 : 재고관리, 생산계획, SCM, ERP 시스템 등

주소 : 경기도 용인시 처인구 명지로 116, 명지대학교 산업경영공학과

김 중 회

한국과학기술원 산업경영학과 학사, 포항공과대학교(포스텍) 산업공학과 석사, 명지대학교 산업경영공학과 박사. PwC컨설팅 재직 중
관심분야 : 재고관리, 생산계획, SCM, ERP 시스템 등

주소 : 경기도 용인시 처인구 명지로 116, 명지대학교 산업경영공학과

강 성 우

B.S Industrial Engineering, Inha University
M.S Industrial Engineering, Myongji University
M.E Industrial and Manufacturing Engineering, Pennsylvania State University
Ph.D. program in Industrial and Manufacturing Engineering, Pennsylvania State University
Worked at Hynix semiconductor company.
Research Interest: Product design, Data mining, Image mining, Text mining
108 Leonhard Building, University Park, PA 16802

강 경 식

인하대학교 산업공학과에서 학사·석사·박사와 연세대학교·경희대학교에서 경영학 석사·박사 취득. North Dakota State Univ.에서 Post-Doc과 Adjunct Professor 역임. 현재 명지대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중. 주요 관심분야는 생산관리, 물류관리, 안전경영 등이다.
주소 : 경기도 용인시 처인구 남동 산 38-2 명지대학교 산업경영공학과