

중소기업 낭비제거에 의한 생산속도 향상 실험분석 연구

이성일* · 강경식*

*명지대학교 산업경영공학과

A study on experimental analysis of production speed improvement by waste elimination of middle and small-sized companies

Sung-Il Lee* · Kyung-Sik Kang*

*Department of Industrial management Engineering, MyoungJi University

Abstract

In unlimited competition era changed rapidly, productivity improvement and raw cost reduction by working improvement are very important for the survival of middle and small-sized companies. At this moment, middle and small-sized companies are clearly important in domestic industry. Therefore, this researcher applied TPS(Toyota production system) 7 wastes by experiment planning method for wastes of lots of working processes at the manufacturing site of automobile assembly manufacturing company, D company, analyzed current system of D company applied so as to verify if value creation works and factors were minimized during the production and drew results by analyzing experimental planning for analyzing waste elimination.

Keywords : Experiment planning method, TPS(Toyota production system), SNR

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

빠르게 발전하는 무한 경쟁 시대에서 중소기업의 생존을 위해서는 작업개선을 통한 생산성 향상 및 원가 절감은 매우 중요하다. 이러한 시점에서 국내 산업에서 중소기업들의 중요성은 자명한 사실이다.

본 연구에서 조사한 자동차 부품조립 제조회사인 D사 제조 현장에서 공정이 많은 작업의 프로세스 내에는 비 가치창출 작업에 의한 낭비가 발생하고 있으나 가치의 기준을 단지 생산물에 가치의 기준에 초점을 두므로써 현장에서의 개선의 여지를 생각하지 않는 실정이었다. 따라서 본 논문은 자동차 부품 조립의 생산 과정에서 실험계획법을 통한 TPS(도요타생산시스템)

7대 낭비를 적용하여 생산과정 중 비 가치창출 작업과 요소들을 최소화하였는지 검증하는 것이며, 얼마만큼이나 생산속도 향상에 영향을 미쳤는지에 대한 탐색적 연구를 하고 자 선행연구와 낭비제거를 위해 낭비에 대한 개념을 정리하였고, 적용기업인 D사의 소개와 현행 시스템을 분석하고 낭비제거 분석을 위한 실험설계와 분석하여 결과를 도출 하였다.

2. 이론적 고찰

2.1 선행연구

2.1.1 낭비제거의 선행연구

낭비 제거에 관한 연구는 건설 공정을 내용으로 한 것이 주로 이루어졌으며, 내용은 다음과 같다. 문정문 외

†Corresponding Author : Kyung-Sik Kang, Industrial and Engineering, Myongji University, Yongin 449-728, Korea, E-mail : kangks@mju.ac.kr

공저(2002)은 생산성 향상 방안을 건설 공정에 적용해 낭비요소를 분석하여 부가가치를 창출하는 가치창출 작업을 최대화하고, 비 가치창출작업을 최소화하는 연구를 하였고, 조훈희(1997)는 불필요한 낭비제거를 줄여서 효과적인 작업을 하기 위한 작업분석을 연구를 하였다. 따라서 본 연구에서는 자동차 공정을 중심으로 낭비를 개선하기 위해서 다구찌 실험 설계를 이용하여 분석하노라 한다. 또한 본 연구는 낭비에 대한 실험이 목적이 아니라 현장에서 개선된 작업방법이 실질적으로 낭비를 개선하였는지를 실험의 설계로 증명하고자 하는 것이다.

2.1.2 실험설계의 선행연구

정용호(2003)는 다구찌 기법을 통한 후방충격압출 공정개선에 관한 연구를 하였고, 박상영(2007)은 다구찌 실험계획법을 이용한 광학엔진모듈의 제조공정 및 품질 개선을 하였으며, 현소영(2001)은 다구찌 법을 이용한 정밀 프레스 구조의 성능향상에 대한 연구를 하였고, 박상영(2006)은 다구찌 실험계획법을 이용한 광학엔진모듈의 제조공정 및 품질개선을 하였다.

2.2 낭비제거의 개념

2.2.1 낭비의 종류와 제거 방안

낭비는 자연스러운 활동과 움직임에서 발생할 수 없다. 이는 부자연스러운 활동으로부터 낭비가 발생한다는 도요타의 사상이다.

낭비의 유발은 단지 생산 활동으로부터 유발되는 것만이 아니다. 영업활동을 비롯해 공정을 설계하는 단계에서부터 낭비는 시작될 수 있다. 영업활동에서 고객이 원하지 않는 제품을 생산하기로 계획한다거나, 설계업무에서 현장을 고려하지 않고 공정이 설계되었을 때 이미 낭비는 시작되는 것이다.

7대 낭비에 관한 해결 방안은 요약하면 다음과 같다.

1) 과잉낭비의 해결구조

회사에서 표준재고량을 향후 수주 추세에 대한 정보 등을 고려하여 객관적으로 설정한 뒤 단납기 주문에 대응할 수 있도록 한다. 또한 필요 수량만큼 계획하고, 제조 LOT에 넘버를 정하여 재료 이동 수량의 근거를 알 수 있도록 이동시키면 어떤 공정에서 불량이 생기는지 알 수 있다.

2) 불량낭비의 해결구조

특성요인도를 이용하여 4M을 기준으로 하여 불합리

점을 하나씩 검토한다. 하지만 개선하여도 이상하게 또 다른 불량이 늘어나 불량이 줄지 않는 경우가 있어서 4가지의 요인을 완전하게 개별적으로 처리하는 시스템으로 전환하여 한다.

3) 재고낭비의 해결구조

생산 기간을 단축하여 재고를 효과적으로 줄일 수 있다. 생산 기간을 단축하여 단납기를 대비한 선행 생산을 막고, 실제 주문만큼만 계획을 세워 생산하여야 한다. 현장의 단독 수행 공정을 되도록이면 없어서 공정중의 재고를 줄여야 한다.

4) 운반낭비의 해결구조

작업자가 작업 중에 작업장 주변에 쌓여진 가공물의 이동작업, 또 정리하기 위한 운반 작업을 제거하기 위해서는 근접된 공정 사이를 간단한 이송장치로 연결해주고, 흐름생산, 서서 작업하기, U라인배치를 하며, 작업시간 균형을 주어 일정 이상의 수량이 쌓이지 않도록 해주어야 한다.

5) 대기낭비의 해결구조

대기의 발생을 막기 위해서는 기계와 작업자간의 활동을 분석하여 기계에 유휴시간이 발생하지 않도록 하여 공정의 대기를 줄이고, 평소 보전 예방으로 설비가 갑작스럽게 고장 나지 않도록 주의해야 한다.

6) 동작낭비의 해결구조

우선 놓고 잡는 낭비에 주목해야 한다. 작업자의 작업내용을 관찰하여 무리한 동작이나 쓸모없는 동작 느린 동작등을 발견한다. 기계설비에 가공물을 투입하거나 작동시키거나 완성품을 산출하여 차기 공정으로 보내는 동작 등의 주요 필수 동작을 제외하 나머지 동작들은 낭비를 만들어내는 동작으로 간주하여 해결하려는 자세가 필요하다.

7) 가공낭비의 해결구조

가공의 설계 단계 시 과잉 가공의 여부 등을 체크하여 설계를 적정화 하여야 하며, 설계를 작업자와 함께 모의로 가공하여 낭비여부를 판단한 뒤 실제 가공에 투입시켜 표준작업을 철저히 준수하여 설비별로 가공되는 것을 조사하고 각 가공물에 가장 정정한 작업자와 설비를 재선정하는 방법 또한 중요한 개선책이라 할 수 있다.

3. 현행 시스템 분석

3.1 적용 대상 기업

3.1.1 대상 업체

D사는 설립 후 24년 된 회사로 자동차 내·외장 자재를 생산, 개발, 공급하는 회사입니다. 설립초기는 주로 장난감 사출로 시작하였으나, 자동차 재조업의 활성화로 인하여 자동차 내·외장을 생산, 개발, 공급 하고 있다.

대상 업체인 D사는 기존 납기 미 준수요인을 파악하여 CS2 검사(총 6Point)을 통한 불량률 감소로 인한 유출 봉쇄활동을 하고 있으나, 의사소통 문제 등으로 잠재적 불량 요인이 산재해 있어, 고객 불만사항이 여전히 발생하고 있다. 또한 내부 운영시스템의 문제점으로도 생산 시간의 단축을 하지 못하고 있는 실정이었다. 이에 D업체에서는 작업방법을 개선하여 생산속도(특성치 : Pitch time)를 향상하고자 하였는데, 본 연구에서는 실험분석을 통해 D업체의 작업개선이 생산속도에 어느 정도 효과를 주었는지를 검증하고자 한다.

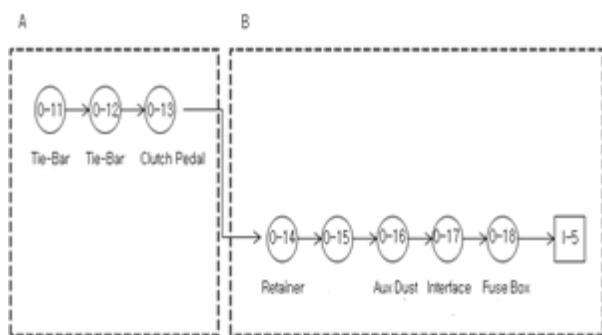
3.1.2 주 생산품목

D사는 자동차 내·외장 부품을 생산, 개발, 공급하며 주로 자동차 내장의 몸통이 되는 IP(INSTRUMENT PANEL), Door Trim, Pillar를 중점 생산하고 있다.

3.2 적용 대상 공정

3.2.1 대상 공정

D사에서 연구의 대상이 되는 작업의 작업공정도를 도식화하면 [Figure 1]와 같다.



[Figure 1] Work process diagram of research subject (OPC)

연구 대상 공정은 핸들 패드부분의 조립공정으로서 크게 2개의 그룹으로 나누어 작업이 이루어진다. A 그

룹 공정은 TIE-BAR 장착 공정에서 Main Sever를 확인하여 Skid에 작업 지시서를 부착하고 SEQ NO.를 확인하며, 행거에 이상이 없는지 육안으로 확인한 후에 Skid의 고정편을 내려 TIE-BAR를 장착한다. 또한 행거에 체결 이상 유무를 확인하고 TIE-BAR 2point에 체결하여 고정시킨다. 마지막으로 Clutch Pedal을 조립한다.

B 그룹 공정은 고정된 TIE-BAR 위에 사양을 확인 후에 Retainer를 체결하고, Clutch Pedal Module 체결한다. 이때, 사양 확인은 필수이며, 패드의 기준은 운전석의 방향에 따라 결정된다. 또한 Aux Duct(에어컨 바람 통로) 체결 후 Screw체결 및 PAD 후방에 Interfase를 체결한다. 마지막으로 Fuse Box를 체결한 후 검사를 실시는 데, 여기에서는 TIE-BAR, Retainer, Aux Duct, Fuse Box BRKT, Interfase의 누락 및 오사양 오조립 상태를 확인한다.

3.2.2 대상 작업

생산속도의 향상을 위하여 대상 업체인 D사는 작업 공정도 상에서 3가지 작업을 선택하여 개선하였는데 그 내용은 다음과 같다.

1) 검사 공정에서의 불량 구분 (불량의 낭비 개선)
 첫 번째 작업개선 공정은 검사 공정이다. 검사 공정에서 검사 결과를 분류함에 있어서 TIE-BAR, Retainer, Aux Duct, Fuse Box BRKT, Interfase의 누락 및 오사양 오조립 상태를 확인하는데, 공정불량과 자재 불량에 대한 구분이 없어서 통합적인 불량관리 시스템이 운영되지 않아 불량률이 더 높아지고 있다. 따라서 [Figure 1]에 나타나 있듯이 공정불량과 자재 불량으로 구분하여 불량의 원인을 지속적으로 체크해 줌으로써 라인의 Pitch time의 상승효과를 가지고자 하였다.

2) TIE-BAR 장착 공정 (가공 자체의 낭비 개선)
 두 번째 작업개선은 TIE-BAR 장착 공정이다.

3) Clutch Pedal 조립부의 작업 공간 확보 (운반의 낭비 개선)
 Clutch Pedal의 조립부에서 (2POINT M8 NUT 체결) 공정에 장소가 협소하여 자재적재 장소와 작업장을 구분 하지 못하여 운반시의 대기 시간이 나타나고 있고, 자재의 위치를 파악하지 못하고 있는 실정이다. D업체는 3가지의 작업 개선으로 인하여 Pitch time이 약 3.9분에서 3.6분 정도로 감소되었다고 판단하고 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 작업개선이 실제로 Pitch time에 얼마나 영향을 미쳤는지를 망소특성을 가진 다구짜 실험설계를 통하여 분석하고자 한다.

4. 낭비제거 효과 실험분석

4.1 실험 설계 기법

4.1.1 다구찌 기법

다구찌 기법은 일본의 다구찌 겐이찌가 구현한 제품의 품질개선 기법이다. 알려진 다구찌 기법은 제어 가능한 인자로 제어할 수 없는 잡음(환경) 인자에 강건한 설계(Roubust Design)를 하는 것으로 알려 졌다.

4.1.2 손실함수와 SN비

제품의 품질특성은 잡음의 영향으로 인해 사용기간 중 목표치를 일관성 있게 유지하지 못하고 산포가 발생하게 된다. 다구찌는 이러한 산포를 손실의 개념을 도입하여 정량화함으로써 품질문제를 객관적, 공학적으로 다루고자 하였다.

특성치는 일반적으로 가장 바람직한 값이 주어지며, 이를 목표값(target value)라 한다. 예를 들면, 자동차의 경우 부품의 강도나 수명 그리고 연비 등은 클수록 좋으므로 그 목표값은 이론적으로 가능한 최대치가 될 것이며, 차체의 마모나 진동 그리고 부품의 불량률 등은 작을수록 좋으므로 그 목표값은 0이 될 것이다. 또한 차체의 길이나 무게 등과 같은 특성치는 목표값이 정해져 있다.

이와 같이 품질 특성치의 특성에 따라 목표값의 설정이 다르게 된다. 따라서 이들 품질 특성치를 분류하면 다음과 같은 세 종류로 분류할 수 있다.

- (1) 망목특성 (nominal-is-best characteristics, $0 < \text{목표값} < \infty$)
- (2) 망소특성 (smaller-is-better characteristics, 목표값 = 0)
- (3) 망대특성 (larger-is-better characteristics, 목표값 = ∞)

본 연구에서는 생산시간의 단축을 목적으로 하고 있기 때문에 다음과 같은 망소특성의 원리로 실험을 설계한다.

$$SN = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right] \quad (4.3)$$

4.1.3 직교배열표의 정의 및 특징

어떤 실험을 행할 때 일반적으로 고려하여야 할 인자의 수는 많기 때문에 주 효과와 실험결과에 영향을 미칠 것이라고 판단되는 2인자 교호작용을 검출하고, 실험결과에 영향을 미치지 않을 것이라고 판단되는 교호작용을 제외시켜서 실험횟수를 적게 하는 실험계획을 할 수 있도록 만들어 놓은 표가 직교배열표다.

4.2 실험 설계

4.2.1 인자의 선정과 실험의 배치

낭비제거에 의한 생산시간 감소에 대한 분석을 하기 위하여 개선 대상이 되는 작업을 인자로 결정하였고, 이들의 개선 전과 개선 후를 인자 수준으로 결정하여 실험분석을 실시하였다. 실험인자와 인자수준은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Experimental factors and factor level

Number	Factor	Factor level	
		Level 1	Level 2
1	Process defectiveness test	Before improvement	After improvement
2	Tie-bar work	Before improvement	After improvement
3	Clutch work	Before improvement	After improvement

3개의 2수준 제어인자를 직교배열 $L_8(2^7)$ 에 할당하여 실험하기 위해 직교배열표를 사용하여 내측배열표에 배치시켰고 잡음인자를 포함하는 각 실험의 반복(10회)을 외측배열에 배치시켰다. 이와 같은 방법으로 내측배열과 외측배열의 직교배열표를 만들면 아래 <Table 2>와 같다. 단, 아래와 같은 실험배치는 동일 수준에서의 단위당 Pitch time(분/unit)의 측정으로 실험되어 졌다.

<Table 2> Arrangement of experiment

Factor arrangement	A	B	A×B	C	A×C	B×C	A×B×C	Experimental data
Array experiment	1	2	3	4	5	6	7	Repeat of 10 times
1	1	1	1	1	1	1	1	Data of experimental results
2	1	1	1	2	2	2	2	
3	1	2	2	1	1	2	2	
4	1	2	2	2	2	1	1	
5	2	1	2	1	2	1	2	
6	2	1	2	2	1	2	1	
7	2	2	1	1	2	2	1	
8	2	2	1	2	1	1	2	

4.3 실험 분석

생산시간 단축을 위한 작업 설계를 위해 특성치 (Pitch Time)에서 영향을 주는 3개의 제어인자(작업의 개선)를 선정하였고, 인자들의 최적수준을 위해 아래 <Table 3>과 같이 각 설계배치에서의 평균과, 분산, 손실함수, SN비를 나타내었다.

본 연구의 특성치로 사용되는 피치 타임이란 일간생산목표량을 달성키 위하여 제품단위당 소요제작시간을 말한다. 이는 다시 말해서 최종공정으로부터 완성품이

되어 나오는 시간간격을 말한다. 흐름 작업구성상 필요한 자료는 다음과 같다.

N : 일산생산수량(개 또는 대)

T : 1일의 실동시간(분)

P : 피치 타임

가공불량이나 재료불량(a : 불량률)을 감안한 경우는 다음과 같다.

$$P = \frac{T}{N'} = \frac{T(1-a)}{N} \dots\dots\dots ②$$

본 연구에서는 이러한 Pitch Time을 실험연구의 특성치로 하였으며, 대상 업체에서 측정되어진 결과는 식을 활용하여 불량률 7%를 고려하여 계산하였다.

4.3.1 실험 결과

1) 분산분석

Pitch time에 대한 SN비 분산분석을 행하기 위하여 다음과 같은 절차로 실시하였다. 첫 번째로 SN비의 분산분석을 Minitab을 이용하여 실시한 결과 다음 <Table 3>과 같은 ANOVA 테이블이 형성되었다.

<Table 3> Results of disperse analysis

Array arrangement	Experimental data												Average	Disperse	SN rate	
	A	B	C	1	2	3	4	5	6	7	8	9				10
1	1	1	1	3.9	4.0	4.0	3.8	3.9	3.8	3.7	3.5	3.9	4.1	3.86	0.17	-11.73
1	1	2	2	3.9	3.8	3.6	3.7	3.7	3.7	3.9	3.8	3.9	3.7	3.77	0.10	-11.52
2	2	1	1	3.4	3.5	3.3	3.7	3.6	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6	3.53	0.11	-10.95
2	2	2	2	3.4	3.4	3.5	3.9	3.7	4.5	3.9	2.9	3.1	3.2	3.55	0.46	-11.07
1	2	1	1	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	4.0	3.9	3.7	3.7	3.8	3.80	0.09	-11.59
1	2	2	2	3.8	4.1	3.9	3.5	3.4	3.5	3.7	3.8	4.2	4.2	3.81	0.29	11.64
2	1	1	1	3.9	3.9	4.0	3.9	3.7	3.8	3.9	4.1	4.0	3.9	3.91	0.11	-11.86
2	1	2	2	4.3	3.9	4.0	4.0	4.0	3.6	3.7	3.9	3.8	3.8	3.90	0.19	-11.83

<Table 3>과 같이 각각의 실험에서 얻어진 성능특성치들의 평균과 분산을 이용하여 SN비의 값들을 계산하였다. 성능 특성치인 Pitch time의 SN비를 이용하여 각 인자들과 8개의 3인자 교호작용을 분산분석을 한 결과는 [그림 4.10]과 같다. 위의 분산분석표 상에서 A×C와 B×C의 p-value 값이 0.269와 0.176으로 나타나 유의수준 $\alpha=0.05$ 에서의 유의하지 않는 것으로 판정되었다. 따라서 A×C와 B×C가 포함되는 교호작용을 오차항에 풀렁시켜 [Figure 2]와 같은 결과를 도출할 수 있다.

	SS	DF	MS	F	P
A	0.077	1	0.773	8.07	0.066
B	0.356	1	0.356	37.26	0.009
C	0.000	1	0.000	0.09	0.784
A*B	0.331	1	0.331	34.67	0.010
e	0.028	3	0.009		
T	0.795	7			

[Figure 2] Results of pulling disperse analysis of error term

분석 결과 대상업체는 3가지 작업에서 개선을 하였다고는 하지만 특성치인 Pitch time을 실험설계에 의하여 분석한 결과 C인자인 Clutch 작업에서의 개선은 효과를 보지 못한 것으로 판정되었다.

4.3.2 최적수준 설정

[Figure 2]의 교호작용의 분석 결과 B×C와 A×C의 그래프는 평행이 이루어져 교호작용의 효과가 없는 것으로 판명 되었으며, 주 효과 C도 유의 수준 5%에서 유의한 차가 나타나지 않았기 때문에 대상업체는 A×B의 교호작용에서만 최적 수준을 찾으면 된다.

최적 수준은 A×B 수준에서 SN비가 최대인 경우를 선택하면 된다. 그 결과를 정리한 것이 <Table 4>이다.

<Table 4> Optimum level of significant factors for pitch time improvement

Factor	Reduction of production time	
	SN rate	Optimum level
$A_1 \times B_1$	-11.63460	
$A_1 \times B_2$	-11.61975	
$A_2 \times B_1$	-11.84550	
$A_2 \times B_2$	-11.01575	○

지금까지의 분석결과를 종합해보면 다음과 같은 결과를 도출할 수 있다. 먼저 대상 업체인 D업체는 검사 공정, Tie-Bar 장착공정, Clutch Pedal 공정에서 불량량의 낭비, 가공자체의 낭비, 운반의 낭비를 개선하여 생산속도를 향상하고자 하였다. 하지만 분석결과 검사 공정 Tie-Bar 장착공정의 개선결과는 생산속도(Pitch time)의 향상에 영향을 미치고 있지만, Clutch Pedal 공정에서의 개선은 신뢰수준 95%에서 영향을 미치지 않는 것으로 판정되었다. 물론 Clutch Pedal 공정도 작업을 개선하는데 영향을 주었지만 기업의 목적인 생산속도 향상을 통한 고객 만족에는 영향을 미치지 못하고 있다는 것이다.

5. 결론

빠르게 변화하는 제조업의 경쟁 속에서 기업은 생산성 향상과 원가 절감을 통해서 경쟁을 이기고자 한다. 따라서 기업에서는 지속적인 작업개선을 지향하고 있으며, 이를 통해서 그 목적을 달성하고 있다. 하지만 목적의식을 잊고 계속해서 변화하는 작업은 기업의 이익을 가져다주는 것이 아니라 오히려 불필요한 비용만을 가져오게 한다.

기업에서는 작업현장의 개선을 통하여 원가를 절감하고 생산성을 향상시키기 위하여 도요타에서 제시하고 있는 7대 낭비를 제거하고자 한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 7대 낭비 제거를 실천하고 있는 D업체를 조사 하여 개선하고 있는 작업이 기업목적에 부합하는 결과를 가지고 오는지를 분석하고자 하였다. 기업의 목표는 고객의 만족을 주기위하여 생산속도를 줄이고자 하였고, 이를 위하여 3개의 공정에서 작업을 선택하여 불량량의 낭비, 가공자체의 낭비, 운반의 낭비를 개선하여 생산속도를 향상하고자 하였다. 하지만 분석결과 2개의 공정 개선결과는 Pitch time 단축에 효과를 주었지만 다른 한 작업은 개선은 이루어 졌다고 하지만 신뢰수준 95%에서 영향을 미치지 않는 것으로 판정되었다.

작업 개선은 끊임없이 이루어지는 것이다. 본 연구의 대상인 D 기업도 오랜 시간을 거쳐 작업을 개선했지만 단 0.2분의 Pitch time을 줄이는 효과를 가져왔다. 본 연구의 결과처럼 어떠한 작업은 개선이 기업의 목표에 부응하지는 못했지만 계속되는 개선은 기업 이익에 큰 영향을 줄 것이며, 이러한 결과가 IE라는 학문의 중요성을 나타내주는 것이라 할 수 있다.

6. References

- [1] 2 persons including Mun Jung-mun.(2002), "Mesures to improve productivity by eliminating waste of construction process", Collected papers of construction society.
- [2] Park Sang-young.(2007), "Improvement of manufacturing process and quality of optical engine module with taguchi experiment planning", Master's thesis.
- [3] Park Sang-young.(2006), "improvement of manufacturing process and quality of optical engine module with taguchi experiment planning", Academic journal of Korea facility management, 89-98.
- [4] Park Sung-hyun.(1997), "Application experiments design focusing on taguchi experiment planning", Youngjimunhwasa.
- [5] Park Sung-hyun.(2005), "Modern experimental planning", Minyoungsa.
- [6] Lee Sang-bok.(2008), "Experiment planning focusing on exemplary problems with mini tap", Iretech, 15.
- [7] Yang Jong-taek.(2001), "A study on management outcomes of Toyoga production", 14.
- [8] Jung Young-ho.(2003), "A study on rear shock pressure process with taguchi planning", Master's thesis.
- [9] Hyun So-young.(2001), "A study on performance improvement of dense press structure with taguchi planning", Master's thesis of mechanical engineering.

저 자 소 개

이 성 일



현재 명지대학교 산업경영공학과 박사 과정중.
현재 삼성전자(주) 재직 중.
관심분야 : 안전관리

강 경 식



인하대학교 산업공학과에서 학사석사박사와 연세대학교경희대학교에서 경영학 석사박사 취득. North Dakota State Univ.에서 Post-Doc과 Adjunct Professor 역임. 현재 명지대학교 산업경영공학과 교수로 재직 중. 주요 관심분야는 생산관리, 물류관리, 안전경영 등이다.