

석사학위논문

제조업 공정개선을 위한  
노하우전수시스템(KTS) 개발적용 및  
효과 검증에 관한 연구

2021년

한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합보안컨설팅전공

이 재 로



석사학위논문  
지도교수 정수환

제조업 공정개선을 위한  
노하우전수시스템(KTS) 개발적용 및  
효과 검증에 관한 연구

A study on the development and application  
of a know-how transfer system (KTS) for  
improving manufacturing processes and  
verification of effectiveness

2020년 12월 일

한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합보안컨설팅전공

이 재 로

석사학위논문  
지도교수 정수환

제조업 공정개선을 위한  
노하우전수시스템(KTS) 개발적용 및  
효과 검증에 관한 연구

A study on the development and application  
of a know-how transfer system (KTS) for  
improving manufacturing processes and  
verification of effectiveness

위 논문을 컨설팅학 석사학위 논문으로 제출함

2020년 12월 일

한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원

스마트융합컨설팅학과

스마트융합보안컨설팅전공

이 재 로

이재로의 컨설팅학 석사학위 논문으로 인준함

2020년 12월 일

심사위원장 \_\_\_\_\_(인)

심사위원 \_\_\_\_\_(인)

심사위원 \_\_\_\_\_(인)

# 국 문 초 록

## 제조업 공정개선을 위한 노하우전수시스템(KTS) 개발적용 및 효과 검증에 관한 연구

한성대학교 지식서비스&컨설팅대학원  
스마트융합컨설팅학과  
스마트융합보안컨설팅전공  
이 재 로

제조 기업(P사)의 제조현장에서는 기업 내 이윤 추구를 위해 끊임없이 다양한 형태의 제조 공정개선을 위한 방법들을 모색하고 있다. 개선 결과를 증명하는 평가지표의 수치화 또는 계량화된 데이터가 존재하지 않음에 따라 그에 따른 공정개선의 방향점을 선정하기가 어려운 것이 기업의 실정이다. 따라서 꾸준한 매출 신장 및 공정개선의 방향성 선정, 효율성을 도모하기 위한 시스템이 필요하다. 이러한 소비자들의 니즈를 인식하여 노하우 전수 시스템을 개발하였으며 시스템을 통한 개선과정을 통해 개선 전과 개선 후의 KPI지수를 연구함으로써 시스템의 개선 효과를 입증할 수 있다.

노하우 전수 시스템을 통한 공정개선의 평가 지표로 활용가능한 KPI 지수(리드 타임, 사이클 타임, 납품시간, 제조원가 절감 금액)는 선행연구 결과 중 고객 관점의 지수들을 주로 참고하여 선정하였으며 이를 정량적 지표로 활용하여 개선 여부를 검증하였다. KPI 지수들의 개선 여부는 대응표본 t-test (paired t-test)를 사용하여 검증하였다.

이러한 결과는 앞으로 제조기업 공정개선 관련 다수의 연구결과에 가치를 제공할 것이며 공정개선을 효율적으로 지원하기 위한 기초자료로 활용할 수 있을 것이다.

【주요어】 노하우 전수 시스템, KPI지수, 공정개선, 모션 분석, 대응 표본 t-test

# 목 차

제 1 장 서 론 .....	1
제 1 절 연구 배경 .....	1
제 2 절 연구의 필요성 .....	1
제 2 장 선행연구 .....	4
제 1 절 공정개선 활동 .....	4
제 2 절 공정개선 사례 .....	5
제 3 절 공정개선 사례 KPI 연계 .....	17
제 3 장 연구 방법 .....	32
제 1 절 노하우 전수 시스템 구성 및 특징 .....	32
제 2 절 노하우 전수 시스템 설계 및 개발 내역 .....	36
제 3 절 노하우 전수 시스템 검증 방법 .....	47
제 4 절 연구방법의 차별성 .....	50
제 4 장 연구결과 .....	53
제 1 절 KPI지수 변화 .....	53
제 2 절 연구 결과(정량적 결과) .....	59
제 3 절 연구 결과(정성적 결과) .....	66
제 5 장 결론 .....	68
제 1 절 연구 결론 .....	68

참 고 문 헌 .....	70
ABSTRACT .....	72

## 표 목 차

[표 2-1] 선행연구 사례 요약 .....	30
[표 3-1] 공정 도시기호 .....	36
[표 3-2] 기존연구와의 차별성 .....	51
[표 4-1] 제조기업 P사의 KPI지수 변화 .....	58
[표 4-2] 개선 전·후 시간당 생산량(m/분) 지수변화 .....	59
[표 4-3] 개선 전·후 완제품 불량률(%) 지수변화 .....	61
[표 4-4] 개선 전·후 제조원가(원) 지수변화 .....	63
[표 4-5] 개선 전·후 납기준수율(%) 지수변화 .....	65

## 그 립 목 차

[그림 2-1] 성능검사를 위한 R&R 블록 다이어그램 .....	6
[그림 2-2] 공정개선 전과 후의 사이클 타임 변화 .....	6
[그림 2-3] 동작 분석을 통한 개선 전 개선 후의 공정 작업자 공정도 .....	7
[그림 2-4] 라인밸런싱 개선 전 작업시간 .....	8
[그림 2-5] 라인밸런싱 효율 개선 후 작업시간 .....	8
[그림 2-6] U라인 설계 적용 예시 .....	9
[그림 2-7] U라인의 작업 배분 결과 및 각 작업자의 작업내용 .....	10
[그림 2-8] DMS 혁신 활동 .....	10
[그림 2-9] 공정관리의 문제점과 원인 .....	11
[그림 2-10] 웹 기반 Lean ASP 시스템 .....	12
[그림 2-11] 공정 최적화 도구를 사용하여 공정 최적화를 이루는 과정 ..	13
[그림 2-12] 웹 기반 LNG 플랜트 QRA 시스템 구조 개요도 .....	14
[그림 2-13] 웨어러블 디바이스와 기기 간 통신하는 시스템 구성도 .....	15
[그림 2-14] BSC를 활용한 KPI 도출 방법 .....	16
[그림 2-15] 제조 판매 일체 기업의 KPI항목 .....	17
[그림 2-16] 기존의 관리지표와 KPI의 비교 .....	19
[그림 2-17] 네 개의 관점별 8개의 측면에서 2회 이상 사용한 측정지표 .....	20
[그림 2-18] 고객 관점 지표 중 신속성 측면에서 2회 이상 사용한 측정지표 .....	21
[그림 2-19] 성과관점 지표 중 제조성 측면에서 2회 이상 사용한 측정지표 (직접 제조 부문) .....	22
[그림 2-20] 성과관점 지표 중 제조성 측면에서 2회 이상 사용한 측정지표 (간접 제조 부문) .....	22
[그림 2-21] 핵심 측정지표를 설정하기 위한 검증 Flow chart .....	23
[그림 2-22] 모 제조업체의 면적 최적화 및 이동 Loss 개선 .....	24
[그림 2-23] 모 제조업체의 창고 개선 및 포장실 Layout 개선 .....	24
[그림 2-24] Nect 공정개선을 통한 Lob 및 Capa 향상 .....	25
[그림 2-25] 공정개선 전 부문별 문제점1 .....	26

[그림 2-26] 공정개선 전 부문별 문제점2 .....	27
[그림 2-27] 부문별 개선 방향 .....	28
[그림 2-28] 품질제약을 만족하는 범위에서 각각의 대안들의 평균 납기 지연 시간의 최적값 .....	29
[그림 3-1] 노하우 전수 시스템 구성도 .....	32
[그림 3-2] 노하우 전수 시스템 DB구성도 .....	37
[그림 3-3] 프로시저1 .....	38
[그림 3-4] 프로시저2 .....	38
[그림 3-5] 프로시저3 .....	38
[그림 3-6] 프로시저4 .....	38
[그림 3-7] 프로시저5 .....	38
[그림 3-8] 로그인 .....	39
[그림 3-9] 회원가입 .....	40
[그림 3-10] 프로젝트 관리 .....	40
[그림 3-11] 공정관리 .....	41
[그림 3-12] 공정분석 .....	42
[그림 3-13] 공정분석 유형별 그래프 .....	42
[그림 3-14] 공정개선 .....	43
[그림 3-15] 비교분석 등록 .....	44
[그림 3-16] 비교분석 .....	44
[그림 3-17] 라인밸런싱 등록 .....	45
[그림 3-18] 라인밸런싱 .....	46
[그림 3-19] 작업분석표 .....	46
[그림 3-20] 작업유형별, 동작요소별 분석표 .....	47
[그림 3-21] 연구 방법 절차 .....	49
[그림 3-22] KPI 일람표 .....	50
[그림 4-1] 제조기업 P사 작업일보 .....	53
[그림 4-2] 제조기업 P사 2020년 기준 MES Database 시간당 생산량 쿼리1 .....	54
[그림 4-3] 제조기업 P사 2020년 기준 MES Database 시간당 생산량 쿼리2 .....	54

[그림 4-4] 시간당 생산량 쿼리 결과 .....	53
[그림 4-5] 제조기업 P사 2019년 기준 완제품 불량률 .....	53
[그림 4-6] 제조기업 P사 2020년 기준 MES Database 완제품 불량률 쿼리 .....	54
[그림 4-7] 완제품 불량률 쿼리 결과 .....	54
[그림 4-8] 제조기업 P사 개선 전 납기준수율 .....	55
[그림 4-9] 제조기업 P사 2020년 기준 MES Database 납기준수율 쿼리 .....	55
[그림 4-10] 납기준수율 쿼리 결과 .....	56
[그림 4-11] 시간당 생산량 t-test 결과 .....	59
[그림 4-12] 완제품 불량률 t-test 결과 .....	61
[그림 4-13] 제조원가 t-test 결과 .....	63
[그림 4-14] 납기준수율 t-test 결과 .....	65

# 제 1 장 서론

## 제 1 절 연구 배경

### 1.1.1 중소기업 생산성 현황 및 생산공정 개선 활동

글로벌 경쟁에서 중소기업의 생존을 위한 생산공정 개선 활동은 필수이다. 중소기업 1인당 노동생산성 수준은 대기업(11억4,100만원)의 43% 수준 4억 8,600만원에 머물고 있다. [중소기업 투데이 2019.08.20.]

또한 전문 인력 부족으로 공정개선 활동을 시도조차 하지 못하고 있는 것이 현실이다. 그에 따라 모바일 기기로 쉽게 활용 가능한 전문 툴이 필요하다. 기존에 제작된 툴은 다음과 같은 과정들을 통해 공정개선 활동을 진행하고 있다.

(기존) 동영상 촬영 후 전문가에게 전송한다. 전송된 촬영 영상을 토대로 전문가가 여러 공정개선 기법을 통해 공정 및 작업동작을 개선한다. 이러한 기법들은 전문가가 아니거는 개선하기 힘들다. 따라서 전문가의 도움 없이는 개선 활동이 어려움이 있다.

(개선) 우선 모바일 기기 촬영 후 이 영상을 웹 서버에 전송하여 영상을 공유하며 전문가와 실시간 커뮤니케이션을 통해 공정 및 작업동작의 개선의 방법을 학습 가능하게 된다. 이를 통해 기업 현장 담당자가 스스로 지속적인 개선활동이 가능하여 기업경쟁력이 향상될 수 있다.

## 제 2 절 연구의 필요성

### 1.2.1 모션 분석의 필요성 및 분석 방법

모션 분석은 안전사고예방, 생산성 향상을 목적으로 하지만, 중소제조기업은 주로 생산성 향상에 주력하고 있다. 사람과 설비를 대상으로 공정별 작업의 흐름을 파악하고 작업 전체과정의 안전 및 환경, 품질의 위해 하려는 요소 작업이 제거된 공정을 재설계하여 사람과 설비의 작업의 비를 균등하게 나누는데 활용이 된다. 통상적으로, 다음과 같은 결과를 가지고 생산성 향상을 위한 공정 재설계와 안전사고의 발생요소를 작업이 진행되기 이전에 제거하는데 활용된다.

첫째, 동영상을 촬영한다. 작업자가 촬영하는 동안 카메라를 인식하지 않기 위해서 2~3일간 동일한 작업환경을 촬영한다. 둘째, 촬영한 영상을 노하우 전수 시스템에 탑재하여 작업을 세분화하여 평소 느낄 수 없는 위해 요소와 Loss를 발견한다. 셋째, 작업의 효율성 및 품질 향상을 위해 작업요소와 Loss의 정량적 파악 및 명확한 제조현황을 파악한다. 넷째, 공정 흐름을 방해하지 않을 수 있도록 작업의 동작과 동작 요소를 안전하고 편안하도록 설계 후 개선한다. 다섯째, 작업에 필요한 지그<sup>1)</sup>나 설비의 위치 및 가공조건, 부품 제작의 정밀도 등을 개선한다.

### 1.2.2 공정개선 활동의 지속성 미비

중소제조기업은 공정개선 활동의 지속성이 떨어진다. 그 원인으로는 첫째, 인적·물적 자원투입의 한계가 있다. 우선 일반적으로 중소제조기업의 운전자금은 열악하다. 또한 공정개선 활동은 주로 기업의 생산전문가(혁신팀)와 컨설턴트로 구성된 2)TF팀에 의해 수행된다.

둘째, 중소제조기업은 인적·물적 자원투입의 한계가 있어 주기적인 공정개선 활동이 현실적으로 불가능하다. 그리고 공정개선 활동을 분석하기 위해

---

1) 지그 : 공작물을 고정과 함께 절삭 공구 등의 고정과 절삭 공구 등의 제어, 안내를 위해 사용되는 기구의 총칭

2) TF팀 : Task Force Team의 약자로서 어떤 과제를 성취하기 위해 필요한 전문가들로 구성되고 기한이 정해진 임시조직

수작업(공정별 소모시간 측정 시 타임워치 사용)으로 하기 때문에 분석능력의 한계가 존재한다. 먼저 동작 분석을 위해서는 상당한 시간이 필요하다. 두 번째로는 샘플링 기법에 한계가 존재하기 때문에 전수검사가 불가능하고 신뢰성이 저하되며 수작업의 한계가 있다.

셋째, 기업의 생산관리기술 제고에 한계가 존재한다. 고속련자의 노하우를 전수하기에는 한계가 존재하며 상당한 이해관계가 결부되어 있다. 더구나 제품 생산에 대한 노하우는 해당 기업의 고속련자가 모두 보유하고 있다. 이러한 중소제조기업들의 어려움을 해결하고자 노하우 전수 시스템을 통하여 제품 생산에 대한 노하우 전수 및 공정개선 전과 후의 3)KPI지수를 비교분석(대응표본 t-test 방법론)을 하여 시스템의 효과를 입증하며 이를 토대로 타 제조회사에 도입 및 적용하여 활용하고자 한다.

---

3) KPI : 약자로(Key Performance Indicator : 핵심 성과지표)란 특정 목표달성을 위해 주목하고 관리해야 할 각각의 요소들의 성과지표

## 제 2 장 선행연구

### 제 1 절 공정개선 활동

#### 2.1.1 공정개선 활동의 요소

공정개선 활동이란 제조기업 내의 제조 환경을 분석하고 관리하여 개선 사항을 도출한 후 그에 대한 대책 수립을 개선하는 모든 활동이라고 할 수 있다. 우선 공정개선 시 제반사항으로 꼭 필요한 두 가지가 있는데 그는 공정 관리와 공정분석이다.

첫째, 공정관리란 일정한 수량과 고객이 요구하는 품질의 제품을 최적의 인원과 설비를 적용하여 가장 경제적으로 생산이 가능하게 하기 위해 제조 공장 내부의 모든 생산공정을 계획하며 통제하여 관리하는 일이다.

둘째, 공정분석이란 하나의 제품을 완성하기 위하여 작업자들이 작업하는 부분들을 부분으로 나눈 공정을 세부적으로 분석하여 그를 유형화하며 도식화하여 각 공정의 가공 시 제반 사항, 소모시간, 이동 거리, 운반량, 생산량, 기계 설비명 등을 상황에 따라 현상을 분석하는 것으로 그래프 식, 기호 식, 축척 모델 식, 통계 수치 식 등으로 나타내며 생산활동을 체크한다.

#### 2.1.2 공정개선 절차

공정개선 절차는 우선 공정개선팀을 운영하여 공정분석을 통한 현상 체크를 먼저 하여 작업시 낭비되는 부분(지그나 설비의 위치 및 가공조건, 부품제작의 정밀도)을 측정하거나 작업자가 편안하게 느낄 수 있는 작업여건을 갖출 수 있도록 그에 대한 개선점을 도출하여 현장에 적용하며 개선 실시에 따른 효과부문을 체크 한 다음 개선 유무를 파악하는 일련의 사이클을 반복한다. 이를 표준화 작업이라고 한다. 이러한 공정 표준화 작업의 결과로 실제 작업자가 실시한 <sup>4)</sup>tact-time, cycle time<sup>5)</sup>, 라인밸런싱 효율<sup>6)</sup> 등이 향상되었음을

확인이 가능하다. 개선된 평가 지표로는 KPI지수들을 다수 사용하며 그에 따른 선행연구 결과들도 다수 확인할 수 있다.

## 제 2 절 공정개선 사례

### 2.2.1 공정개선 활동 방법론 및 개선 평가 지표에 대한 선행 연구

“김정섭 외 1인(2017년)의 IE기법을 활용한 EPS모터 제조공정의 운영 효율성 향상 사례연구에 의하면 공정분석, 작업분석 및 동작분석을 핵심으로 하는 고전적 IE기법들을 응용하여 자동차 부품 제조현장의 운영 효율성 향상을 추구하는 절차 제안 및 적용 사례를 보였다.”

“운영 효율성 향상 방법으로는 자체 개발한 절차는 제조 현장을 분석한 후 문제점 해결안 도출하며, 도출된 각 대안을 평가하고 최종안 선정 시 현장에 구현하는 생산성 향상을 달성하기 위한 일반적 절차를 따르고 있다.”

“낭비 요소 도출 시 사용되는 기능 분석에 R&R 평가 기법<sup>7)</sup>을 사용하고 있으며 구체적 사례인 EPS모터 제조공정에 개선절차를 적용하여 라인밸런스 효율과 생산능력을 증대시켜 운영 효율성 향상을 달성하였다고 연구하였다. [그림 2-1]은 Risk & Return 평가자료를 활용한 성능검사 공정을 개선할 7개 대안의 R&R 블록 다이어그램이다.”

---

4) tact-time : 요구하는 생산 목표를 달성하기 위해 제품 하나를 생산하는데 필요한 시간

5) cycle time : 투입부터 완성까지 걸리는 모든 시간

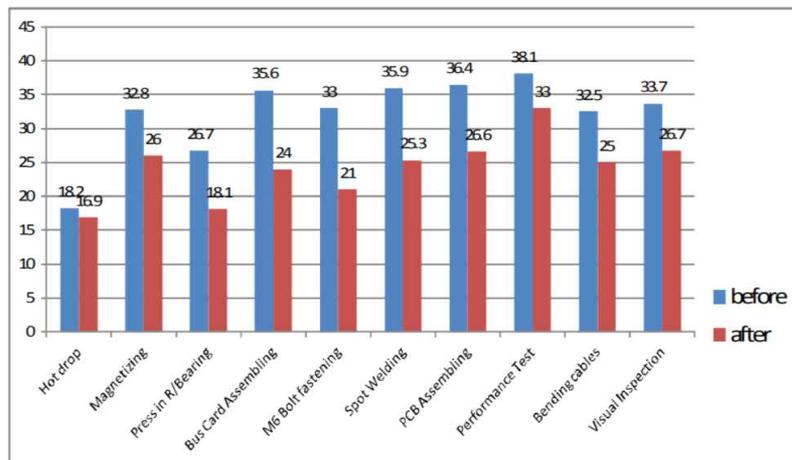
6) 라인밸런싱 효율 : 제조공정 중에서 각각의 공정 역할 분담을 고르게 나누어 줌으로써 최대의 생산효율을 높이는 것

7) R & R 평가 기법 : L사 고유의 실행안 선정방법



[그림 2-1] 성능검사를 위한 R&R 블록 다이어그램

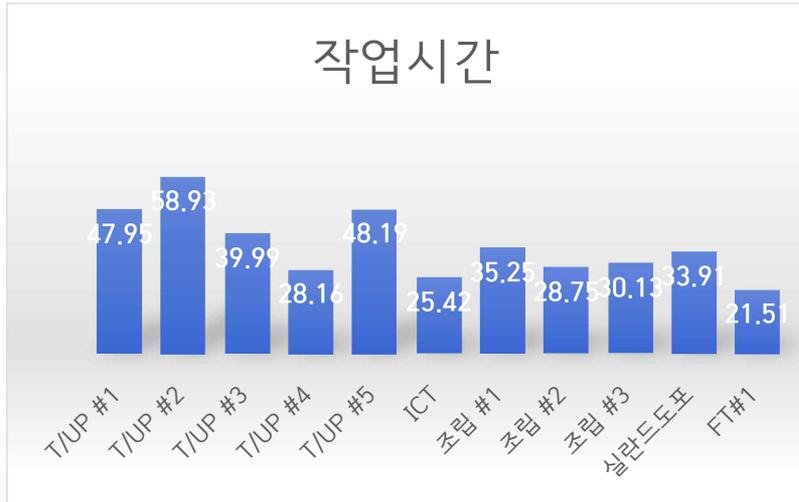
“Big Win에 해당하는 A안과 Quick Development에 해당하는 C안 또는 F안을 최종 개선안으로 선택 실행에 옮겨 현장에 구현하였다. [그림 2-2]는 공정개선 전과 후의 사이클 타임의 변화를 나타내었다.”



[그림 2-2] 공정개선 전과 후의 사이클 타임 변화



작업을 하고 다시 몸을 돌려 CUT BOX 안에서 Solder short point 제거 작업을 하는 작업자 피로를 누적시키는 비효율적인 동작들이 존재하였으나 CUT BOX 안에 배기용 덕트를 부착하여 납땜 작업 또는 제거 작업을 이동하지 않고 동일한 장소에서 할 수 있도록 변경하였다. 다음 [그림 2-4], [그림 2-5]는 라인밸런싱 효율 개선 전과 후의 작업시간 현황이다.”



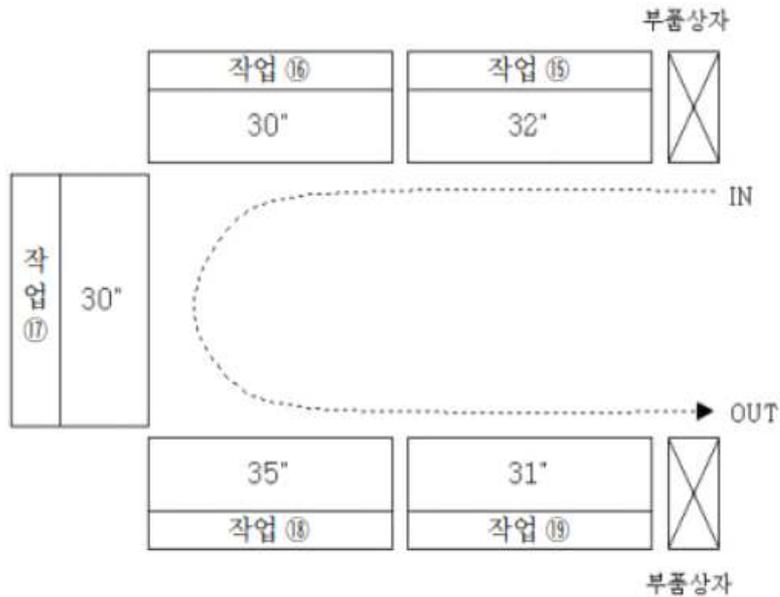
[그림 2-4] 라인밸런싱 개선 전 작업시간



[그림 2-5] 라인밸런싱 효율 개선 후 작업시간

“전체 공정 중 여유 공정 및 병목 공정을 파악하여 작업량 재분배 및 필요 없는 공정을 제거하였다. 이 결과로 인원 감축 및 사이클 타임 단축 등을 달성하였다.”

“박승헌(2003년)의 컨베이어 라인 변경시 U라인 설계의 효율적 방안연구에 의하면 일반적인 컨베이어 라인이 다품종 소량생산이 필요한 제작 환경에 적합하지 않음을 제기하였다. 하여 U자형 조립라인의 설계를 제안 하였고. 이를 통해 인적 소모 자원 감소 및 사이클 타임의 감소를 통해 생산성 증가를 달성하였다고 연구하였다. 다음 [그림 2-6]은 U라인 설계 적용 예시를 보여 주고 있다.”

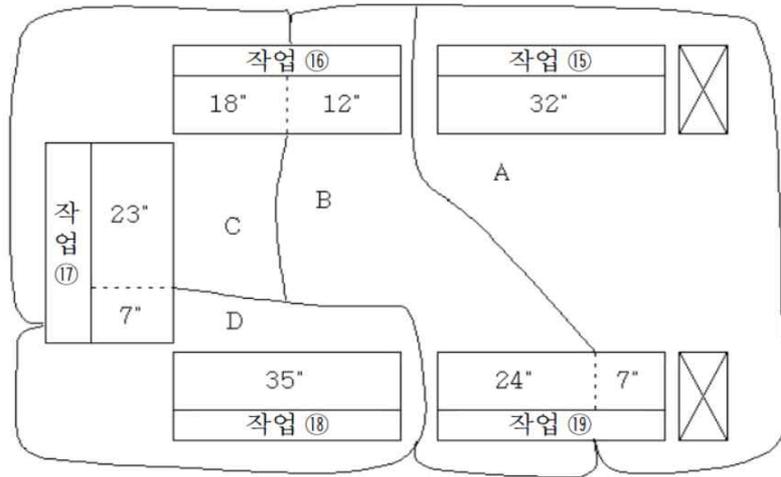


[그림 2-6] U라인 설계 적용 예시

“직사각형 내의 숫자는 초(sec)단위의 작업 소요시간이며 괄호 안의 수치는 작업 순서에 대한 번호이다. 모든 U라인은 [그림 2-6]과 같이 우측 상단에서 자재가 투입되며 우측 하단에서 Output이 산출 된다.”

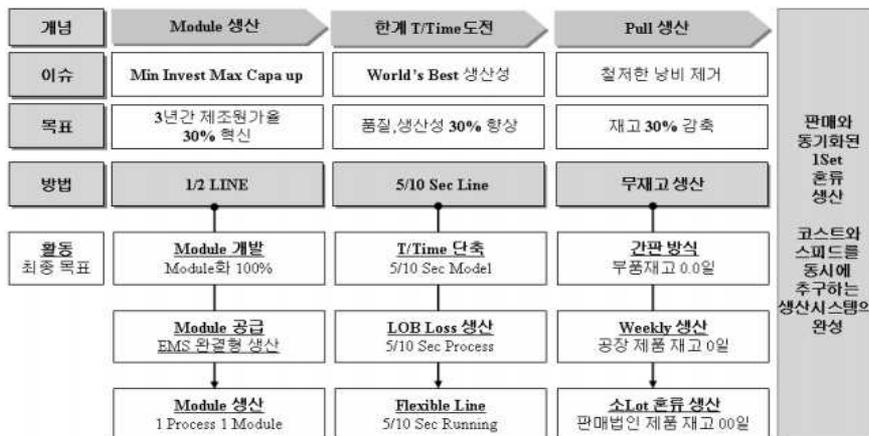
“[그림 2-7]은 U라인의 작업 배분 결과 및 각 작업자의 작업내용을 나타

내고 있다.”



[그림 2-7] U라인의 작업 배분 결과 및 각 작업자의 작업내용

“이영훈 외 4인(2007년)의 도요타 생산방식의 효과적인 도입을 위한 방법론 연구에 의하면 도요타 생산방식을 비교 가능한 두 개의 국내 기업에 채택하고 적용하였음을 정리하였으며 그 효과에 대해 연구하였다. 다음 [그림 2-8]은 본격적인 동기 생산방식으로 전환하기 위한 DMS 혁신 활동에 대해 보여준다.”



[그림 2-8] DMS 혁신 활동

“용호경(2010년)의 웹 2.0 클러스터 기반의 공정관리 시스템 프로토타입 모델 구축에 의하면 지속적인 기술개발을 위해 IT기업과의 결합을 통한 8) ASP활성화 사업을 추진하였다, 지방 중소기업체들을 대상으로 CPM<sup>9)</sup>과 상호 보완 가능한 린 개념의 공정관리체계를 도입하였다. 웹 기반으로 제작되어 클라이언트가 접근하기 쉽도록 개발되었고 이러한 공정관리체계를 도입함으로 국내 건설산업의 생산성 및 품질의 향상을 도모하고자 하는 것에 초점을 두었다. [그림 2-9]는 모 중소건설업체의 공정 관리의 문제점과 원인에 대한 내용이다.”

	문제점	원인
일정관리	작업단위별 여유일, 조기착수일, 만기착수일, 조기종료일, 만기종료일 등을 산출하기 힘들게 함.	작업단위의 분할이 세부적이지 못하고, 작업단위별 상호연관성이 불완전.
비용관리	네트워크 공정상의 일정과 예정 공정물과의 차이는 공사진행에 따른 기성금 지급시기와 금액을 정하기 어렵게 만들.	비용에 의한 일정별 예정 공정물이나 공정곡선이 표현되지 않고 형식적인 공정곡선에 지나지 않음. 따라서 소요물량과 비용간의 연계성이 부족.
진도관리	대부분의 건설업체는 일정관리와 비용 관리에 대한 기초자료가 구축되어 있지 않음.	기간대별 작업 진도율에 대한 계획 대비 실적의 파악과 분석이 가능한 실적 자료의 축적, 갱신 등이 없는 실정.
내역중심 전산체계	진도위주의 제한적 운영에 머무르고 있음.	외국의 활동(Activity)중심의 관리체계가 내역중심의 국내건설공사 전산체계와의 상이성.

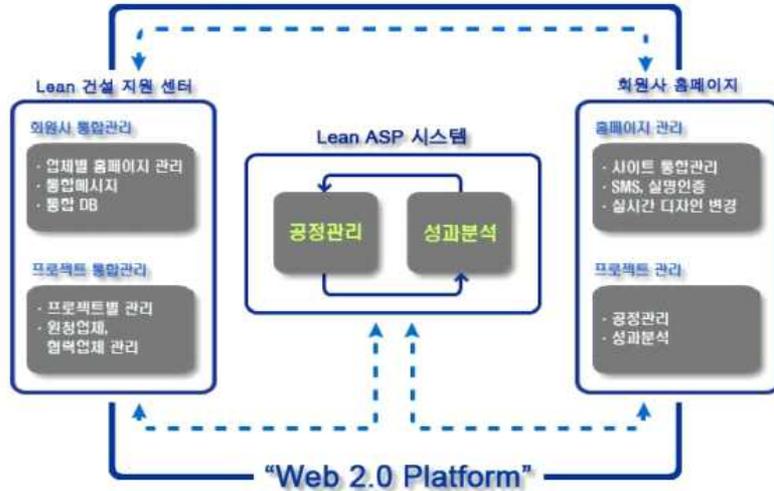
[그림 2-9] 공정관리의 문제점과 원인

“국내에 많은 선진 공정관리기법이 소개되고 이론적인 인지도도 높아진 상태라고 하지만 실제로는 지방 또는 중소 건설업체의 건설 현장에서 적용지수와 활용 정도는 미비한 상황이다. 또한 서로 문화적인 부분의 괴리감도 활용

8) asp : 많은 작업들의 수행순서가 복잡하게 얽혀 있는 프로젝트의 일정을 계산하는 알고리즘

9) lean : 각 생산 단계에서 인력이나 생산설비 등 생산능력을 필요한 만큼만 유지하면서 생산효율을 극대화하는 방식

이 미비한 원인의 하나이기도 하다. 그림 [2-10]은 웹 기반 Lean ASP 시스템의 시스템 구성도이다.”



[그림 2-10] 웹 기반 Lean ASP 시스템

“웹 기반의 플랫폼 홈페이지를 활용한 Lean 건설 그룹의 형성을 통해 관련 프로젝트 실시시 프로젝트에 대한 정보 공유 및 기술 지원, 교육 등의 지원서비스를 제공할 수 있다.”

“조현제 외 5인(2011년)의 웹 기반 공정개선 시스템 개발에서는 제조기업의 공정 흐름의 분석을 통해 제품별 공정 템플릿을 다수 개발하며 이를 통해 공정의 흐름을 시스템화하여 시뮬레이션을 통해 실행 결과들을 도출해 낸다. 실행 결과를 최적화시키기 위한 도구로써는 회귀 분석<sup>10)</sup> 모형, 부분요인설계법, 완전요인설계법<sup>11)</sup>, 혼합 모형법<sup>12)</sup>, 단계적 회귀 분석법<sup>13)</sup>, 경사 탐색 기법<sup>14)</sup> 등의 방법론을 사용한다.”

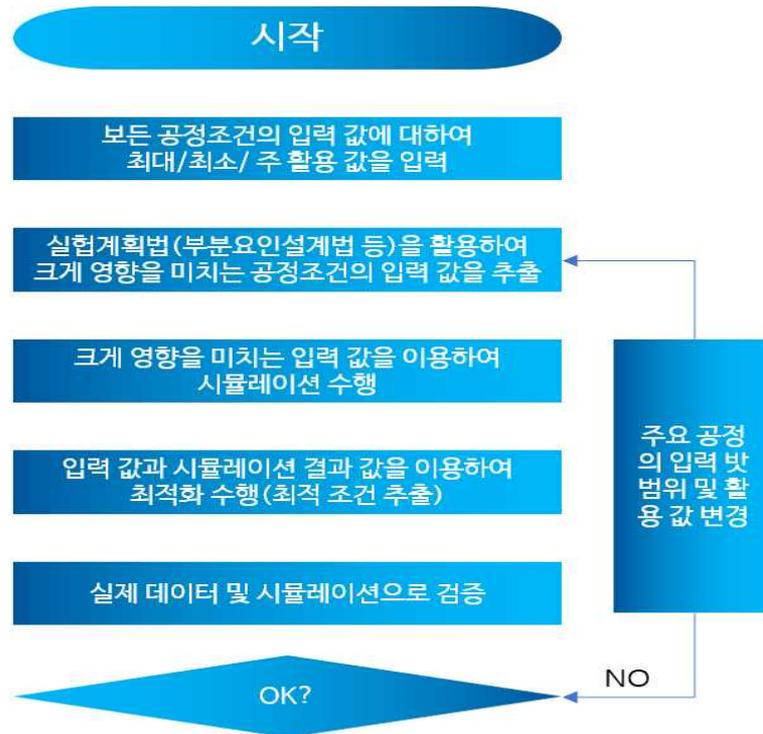
10) 회귀분석 : 독립변인이 종속변인에 영향을 미치는지 알아보고자 할 때 실시하는 분석방법

11) 완전요인설계법 : 연구자가 요인 수준의 모든 조합에 대해 반응을 측정하는 설계

12) 혼합모형 : 고정효과와 임의효과가 모두 포함된 모형

13) 단계적 회귀 분석 : 예측 변수의 유용한 부분 집합을 식별하기 위해 모형 구축의 탐색 단계에서 사용되는 자동화된 도구

“이를 통해 생산량 27% 향상의 성과를 이룩하였다. 하지만 다쏘시스템의 QUEST를 시뮬레이션 엔진으로 활용하여 라이선스 문제들로 인해 서비스 시 문제 발생 확률이 높으며 온라인으로 지원되는 서비스인 관계로 오프라인으로도 지원 가능한 방법에 대해서도 논의가 필요하다고 하였다. [그림 2-11]은 공정 최적화 도구를 사용하여 공정 최적화를 이루는 과정을 설명하였다.”



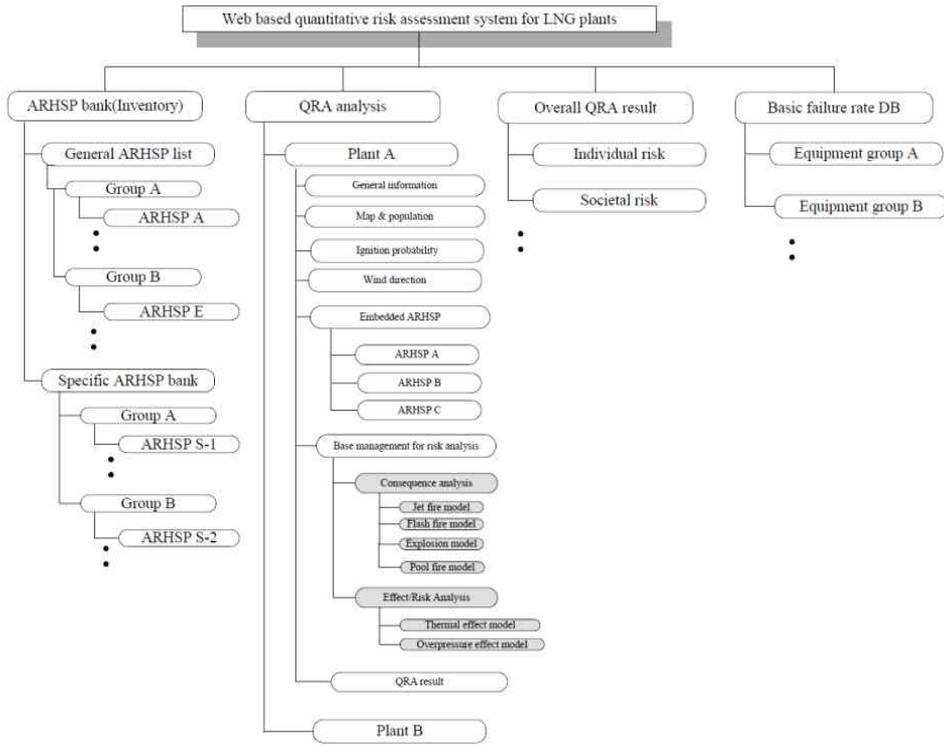
[그림 2-11] 공정 최적화 도구를 사용하여 공정 최적화를 이루는 과정

“다품종 소량생산으로 인한 잦은 생산계획 변경으로 인해 각 라인의 운영 효율을 저하시키기 때문에 현재의 공정조건에서 생산량을 올리는 방안을 찾고 있다.”

“윤익근(2012년)의 공정산업의 위험 정량화를 위한 효율적 체계 및 방법론에 관한 연구에서는 석유, 가스 및 화학 공정산업에서 위험관리에 있어 달

14) 경사 탐색 기법 : 미분의 개념을 최적화 문제에 적용한 대표적 방법 중 하나로서 함수의 local minimum을 찾는 방법

성하고자 하는 세 가지 특성은 협력성과 위험분석 모델의 검토성과 연속성이  
 다. ARHSP<sup>15)</sup>라는 위험성 평가를 제안하여 위 세 가지 특성들을 실현 하기  
 위한 QRA<sup>16)</sup> 시스템 구축 및 결과를 제시하였다. 다음 [그림 2-12]은 웹 기  
 반 LNG 플랜트 QRA 시스템 구조 개요도이다.”



[그림 2-12] 웹 기반 LNG 플랜트 QRA 시스템 구조 개요도

“웹 기반 어플리케이션은 정적인 HTML을 기반으로 하고 있어 동시에 여  
 러 사용자가 운영할 수 있는 장점은 있으나 비주얼 및 상호 운영적인 측면에  
 서는 적절하지 않은 면이 있다. 실버라이트 기술을 통해 UI 구성을 하였으며  
 웹이 가지는 장점을 살리며 단점을 보완하였다.”

15) ARHSP : 약자로 Accidental Release Hazard Scenario Point이며 정량 위험분석 과정의 중간  
 산출물인 중요 사고 경위를 중심으로 사고결과 분석 이론과 통합하여 확률적 해석을 완료하는  
 체계론적 접근법

16) QRA : Quantitative Risk Assessment가 약자이며 위험을 확률화하여 표현하는 정량적 위험성  
 평가

“김동일(2018)의 스마트제조 작업자 중심의 맞춤형 생산환경 개선에 대한 연구에서는 산업사물인터넷<sup>17)</sup>(IIOT) 기술을 활용한 ‘작업자 중심의 맞춤형 생산환경’개선을 통해 작업자의 특성에 최적화된 정보를 제공하고, 작업자와 기기 간 커뮤니케이션을 가능케 하여 휴먼 에러를 최소화하여 노동생산성을 높이려고 하였다. 이를 통해 생산성 향상과 불량률 저하를 유도 할 수 있는 대안을 제시하였다. 다음 [그림 2-13]은 웨어러블 디바이스와 기기 간 통신하는 시스템 구성도이다.”

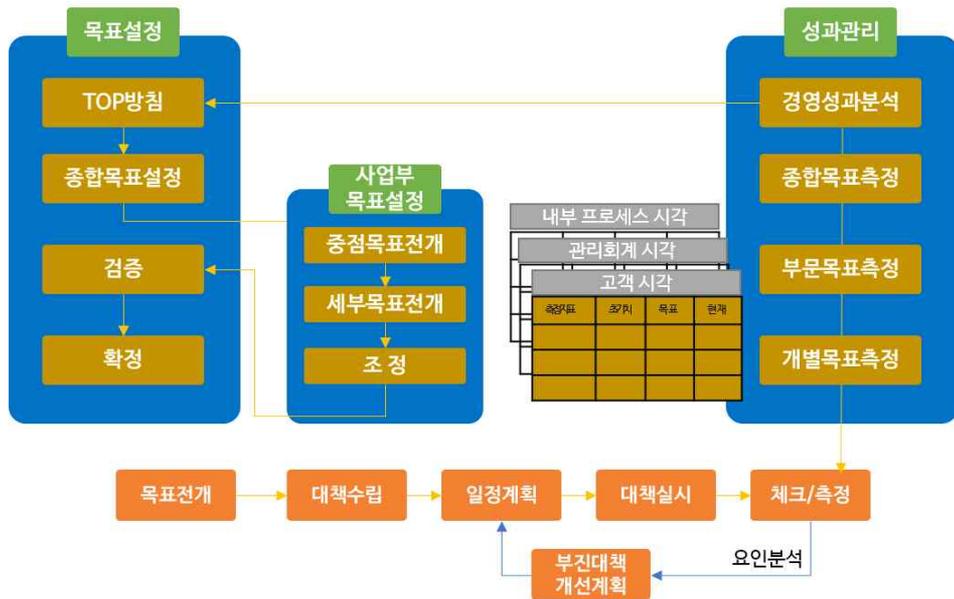


[그림 2-13] 웨어러블 디바이스와 기기 간 통신하는 시스템 구성도

17) 산업사물인터넷 : 산업 현장에서 생각하는 기계, 첨단 분석기술, 작업자를 서로 연결하는 것

“시스템에서 승인된 작업자에게만 해당 생산설비에 접근이 가능하며 작업에 투입될 수 있도록 구분함으로 생산효율을 높일 수 있다. Wearable Device를 착용한 작업자가 근접 접근 시 승인된 작업지시를 내리도록 하였다.”

“홍봉기(2014년)의 경영시스템 개선과 연계한 공정혁신 사례연구에서는 경영시스템 개선을 연계하여 공정혁신 활동을 추진한 결과 생산성 향상 및 불량률 감소, 설비 종합 효율증가를 입증하였으며 경영시스템과 공정혁신의 상관관계를 연구하였다. [그림 2-14]는 18)BSC(균형 성과표)를 활용한 핵심 KPI를 도출하는 방법에 대한 개선 PROCESS를 도식화 하였다.”



[그림 2-14] BSC를 활용한 KPI 도출 방법

“BSC 개념을 도입한 목표관리 활동을 전개하여 철저한 개선과정을 통해 목표달성 여부를 파악하고 경영방침, 사업계획, 고객의 니즈 분석을 통한 성과지표를 선정하여 프로세스 성과지표 중 KPI를 선정하여야 한다.”

18) 균형성과표(BSC) : 과거의 성과에 대한 재무적인 측정지표에 추가하여 미래성과를 창출하는 동안에 대한 측정지표인 고객, 공급자, 종업원, 프로세스 및 혁신에 대한 지표를 통하여 미래가치를 창출하도록 관리하는 시스템

### 제 3 절 공정개선 사례 KPI 연계

#### 2.3.1 공정개선 활동 방법론 및 KPI 지표에 대한 선행연구

“이덕규(2020년)의 현장 구획화 기법을 활용한 중소기업 생산업무 개선에 관한 연구에서는 현장 구획화 기법을 활용하여 가격, 품질 납기의 제조업 경쟁력을 최대화 하기 위한 방법 및 절차를 연구하였다.”

목표	KPI	의미	비고
품질경쟁력 (Quality)	출하불량률(OQC)	출하검사에서 불량제품이 얼마나 검출되었는가를 판단하는 자료	
	공정불량률(LQC)	공정 검사에서 불량제품이 얼마나 검출되었는가를 판단하는 자료	
	실패비용(Q-COST)	품질 불량으로 인하여 손실비용의 발생 금액을 평가하는 지표	
원가경쟁력 (Cost)	대당M.H(소요공수)	제품 한 개를 생산하는 데에 필요한 공수 정도를 평가하는 지수	
	인적종합효율(PAC)	총 투입공수대비 얼마나 효율적으로 공수가 활용을 나타내는 지표	
	설비종합효율(OEE)	계획된 시간동안 설비가 얼마나 효율적으로 가동되었는지를 나타내는 지표	
납기경쟁력 (Delivery)	제조리드타임 (Lead time)	원재료가 투입되는 시점부터 완제품으로 완성될 때 까지의 소요시간	
	재고회전율	얼마나 많은 원재료, 재공품, 완제품이 적치되어 있는지를 알려주는 지표	
	납기준수율	고객으로부터 주문받은 제품을 납기 기한 내 전달한 비율지표	
최적 환경 (Environment)	현장표준화점수(VM)	5S와 현장표준화, 눈으로 보이는 관리 상태의 척도점수 -Visual Management	10점 기준 평가

[그림 2-15] 제조 판매 일체 기업의 KPI항목

“[그림 2-15]는 제조 판매 일체 기업의 KPI항목으로 목표치가 품질 경쟁력(Quality)인 KPI지수에는 출하 불량률(OQC), 공정 불량률(KQC), 실패 비용(Q-COST)이 있으며 목표치가 원가 경쟁력(Cost)인 경우는 대당M.H(소용공수), 인적종합효율(PAC), 설비 종합효율에는(OEE)등이 있다. 목표치가 납기경쟁력(Delivery)인 KPI지수는 제조 리드타임(Lead Time), 재고 회전율, 납기준수율 등이 있으며, 최적 환경이 목표치인 경우는 현장표준화점수(VM)를 KPI지수로 선정하였다. 향후 연구에서는 디지털시대에 발맞춘 공장 전체의 시스템을 한층 업그레이드하고 효율적으로 운영하기 위해 스마트공장을 추진하기 위한 시스템과 절차 등을 제안하였다.”

“이영상(2006)의 TPM<sup>19</sup>활동을 통해 나타난 추진성과의 핵심 측정지표 개발에 관한 연구에서는 TPM을 추진하는 기업 내에서 TPM활동을 통한 성과 측정지표가 어떤 형태로 나타나고 있는지를 다각도로 연구 분석하여 각 기업에서 공통적으로 적용 가능한 핵심지표로 활용하고자 개발하였다. 핵심 측정지표 22가지는 경영 관점(경상이익액, 성과금액, 인력효율화인원, 매출액), 성과 관점(설비종합효율, 생산성, MTBF<sup>20</sup>, 재해건수, COD<sup>21</sup>, 설비고장건수, 설비고장시간, MTTR<sup>22</sup>, 공정고장건수), 활동 관점(개선건수, 제안건수, 불합리건수, <sup>23</sup>OPL건수, 교육시간), 고객 관점(부적합률, 클레임건수, 납기준수율, 리드타임)로 선정하였다. 본 연구에서는 이 중 고객 관점 성과 지표인 부적합률, 납기준수율에 초점을 맞추고자 한다. [그림 2-16]은 기존의 관리지표와 KPI를 비교한 것이다.”

19) TPM : Total Productive Maintenance의 약자로 생산효율을 극한까지 높이기 위한 전사적 생산 혁신 활동

20) MTBF : mean time between failure (평균 고장 시간 간격).

21) COD : 화학적 산소 요구량

22) MTTR : mean time to repair [recovery] (평균 수복(修復) 시간).

23) OPL : One Point Lesson의 약자로서 기초지식, 고장사례, 불량사례, 개선사례 등을 한 장의 Sheet에 작성하여 분임원에게 학습·지도하는 것

기존의 관리지표	KPI지표
업무 수행상의 결과를 정량화하여 나타냄	기업의 전략의 실행을 관리하는 Key의 역할
조직 간의 업무상 관련성에 의해 책임 부분을 구분 짓기가 어려움	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 결과에 대한 성과평가를 합리적으로 활용 가능 (핵심지표의 선정 시 지표별 성과 책임에 대한 부분을 명확하게 설정함)</li> <li>- 전략 실행 및 자원 재분배의 도구로서의 기능</li> </ul>

[그림 2-16] 기존의 관리지표와 KPI의 비교

“KPI는 현재 실행하고 있는 업무가 경영전략과의 연계성을 가질 수 있도록 하게 된다. KPI가 전략 변화 수단으로서 활용되어 업무 수행 상의 효율성을 증대시키고 책임성을 확보하도록 하기 위해서는 KPI 선정 및 활용 시에 다음 사항을 고려하여야 한다”

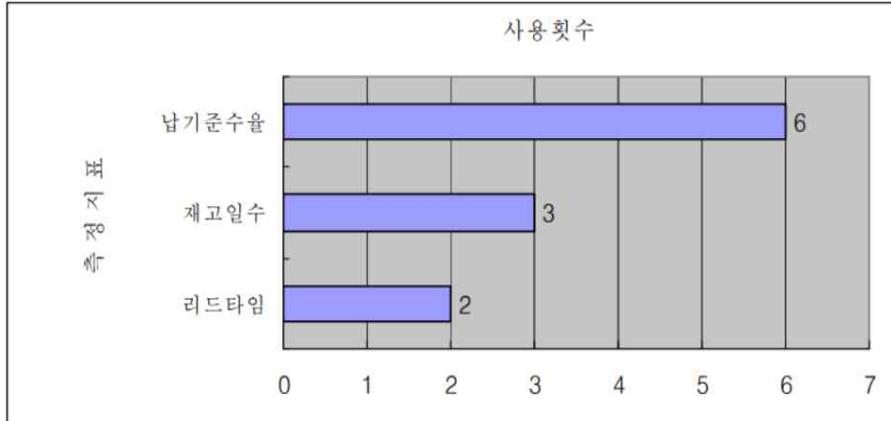
- “ 첫째, 핵심 성과지표의 항목은 너무 많지 않도록 하여야 하는데 업무 특성상 달라지는 경우가 많으나 통상적으로는 5-10개가 적정하다.”
- “ 둘째, 경영 전략상의 핵심 성공 요인들과 연계되어야 한다.”
- “ 셋째, 지표의 분석을 통하여 과거· 현재· 미래에 대한 변화의 흐름을 알아볼 수 있어야 한다.”
- “ 넷째, 지표는 변경 가능해야 하고 환경과 전략의 변화에 따라 재조정될 수 있어야 한다.”
- “ 다섯째, 성과 관리를 통해 조직원의 성과를 극대화하고 업무방식과 추진 의지를 성과 지향적으로 변화시킬 수 있어야 한다.”
- “ 여섯째, 경영전략과 연계되어 업무 성과에 따른 명확한 책임 구분이 가능하여야 한다.”
- “ [그림 2-17]은 네 개의 관점별 8개의 측면에서 2회 이상 사용한 측정 지표이다. ”

관점별	측면	측정지표
경영관점	수익성	경상이익(액), 제조원가율, 성과금액, 원가절감 금액, 인력효율화 인원
	확장성	매출액
고객관점	제품품질	부적합률, 부적합품 발생건수, 클레임 건수, 클레임율, 양품율, 고객만족도
	신속성	납기준수율, 리드타임, 재고일수
성과관점	제조성	설비종합효율, 생산종합효율, 성능가동율, 시간 가동율, MTBF, 생산성, 생산량, 생산액, 수율, 에너지비용, 에너지 원단위, 순간정지건수, 사이클 타임, 재해건수, 재해율, 폐기물배출량, 폐수배출량 DUST농도, COD
	보전성	고장강도율, 설비고장건수, 설비고장시간, 공정 고장건수, MTTR
활동관점	활동 효율성	개선건수, 제안건수, 제안참여율, 제안채택율, 불합리건수
	스킬향상	OPL 건수, 교육시간

[그림 2-17] “네 개의 관점별 8개의 측면에서 2회 이상 사용한 측정지표”

“TPM 활동을 통한 성과를 현재까지 가장 합리적인 성과측정 방법으로 활용되고 있는 BSC 관점을 활용하고자 하였으며 이를 위하여 TPM 활동의 성과 측정지표를 경영지표 등 4개의 관점과 수익성 측면 등 8개의 측면으로 분류하였다.”

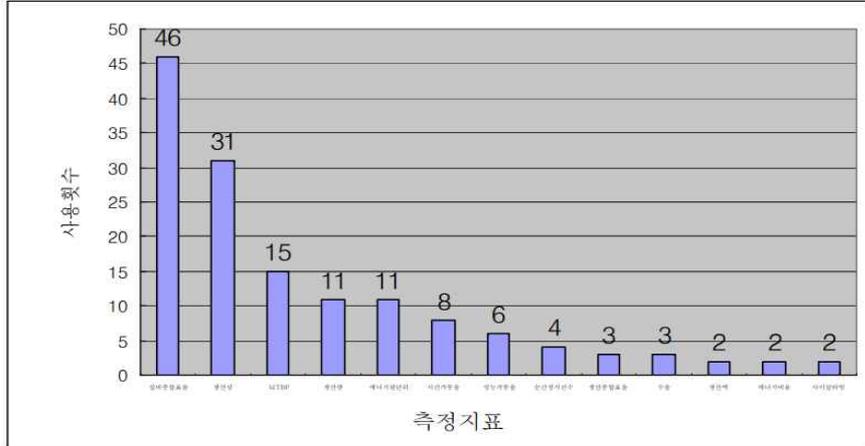
“신속성 측면에서 2회 이상 사용되어 1차 핵심 측정지표로 설정된 측정지표는 [그림 2-18]와 같다. 신속성 측면에서의 납기준수율은 고객이 요구하는 기간 내에 고객이 원하는 장소에 도착하는 것을 기준으로 측정한 지표이다. 기업에 따라서는 납기준수율을 내부 고객의 납기준수에 관련되는 측정지표로 활용하는 경우도 있으나 본 연구에서의 납기준수율은 외부 고객에 대한 납기준수에 관한 측정지표로 사용하였다.”



측정지표	납기준수율	재고일수	리드타임
사용횟수	6	3	2

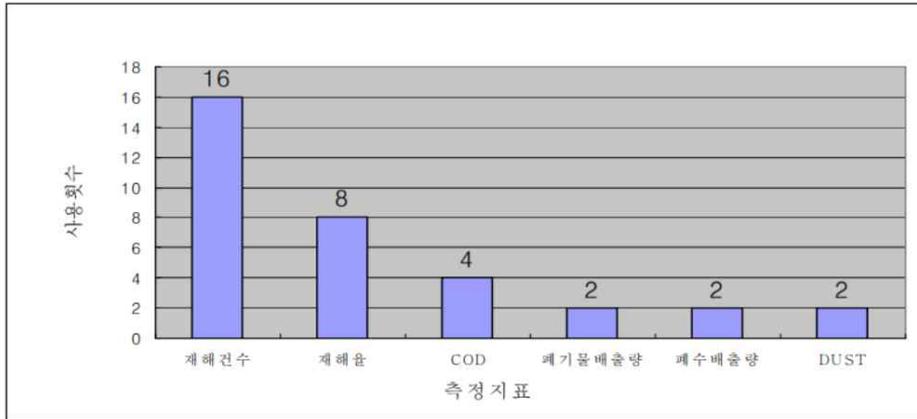
[그림 2-18] “고객 관점 지표 중 신속성 측면에서 2회 이상 사용한 측정지표”

“성과관점 지표 중 제조성 측면에서 2회 이상 사용되어 1차 핵심 측정지표로 설정된 측정지표는 [그림 2-19], [그림 2-20]과 같다. 제조성 측면에서의 측정지표는 조사된 500개의 관리지표 중 사용횟수 비율이 40.2%로 8개의 측면에서 가장 많은 점유율을 나타내고 있다. 2회 이상 사용된 측정지표는 19개 지표로서 제조 직접부문과 간접부문으로 구분하여 설정하였다. 이것은 핵심측정지표를 설정할 경우에도 고려되는 사항으로 간접부문에는 안전과 환경부문이 해당한다.”



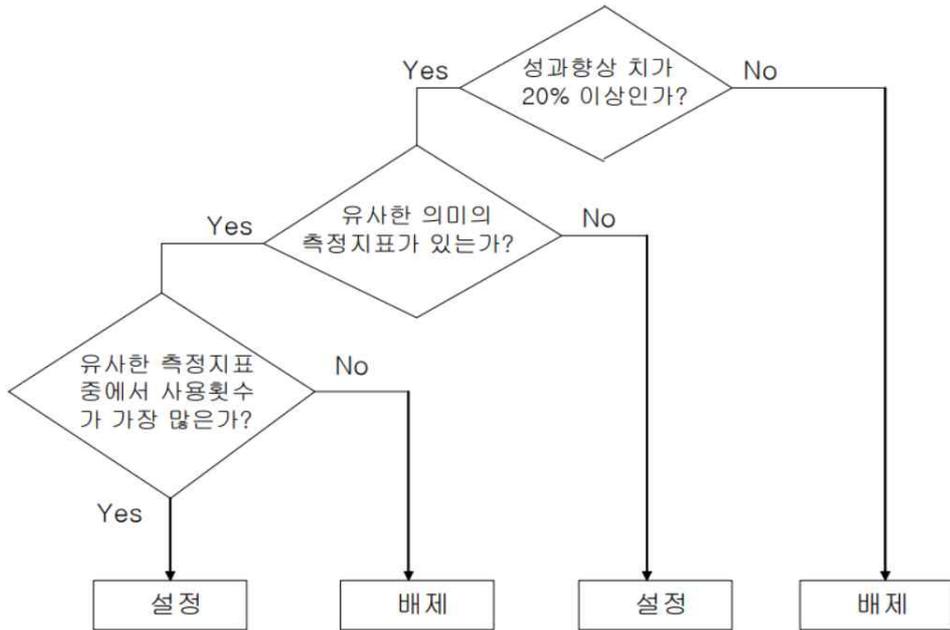
측정지표	설비종합효율	생산성	MTBF	생산량	에너지원단위	시간가동율	생산액
사용횟수	46	31	15	11	11	8	6
측정지표	순간정지건수	생산중합효율	수율	생산액	에너지비용	사이클타임	
사용횟수	4	3	3	2	2	2	

[그림 2-19] “성과관점 지표 중 제조성 측면에서 2회 이상 사용한 측정지표(직접 제조 부문)”



측정지표	재해건수	재해율	COD	폐기물배출량	폐수배출량	DUST
사용횟수	16	8	4	2	2	2

[그림 2-20] “성과관점 지표 중 제조성 측면에서 2회 이상 사용한 측정지표(간접 제조 부문)”



[그림 2-21] “핵심 측정지표를 설정하기 위한 검증 Flow chart”

“위 [그림 2-21]은 핵심 측정지표를 설정하기 위한 검증 Flow chart이다. 조사 분석된 56개의 TPM 추진기업에서 성과로 나타난 관리지표 중 2회 이상 사용되어 핵심 측정지표로 1차 선정된 성과 측정지표는 46개로서 이렇게 1차 선정된 측정지표에 대하여 상기의 설정 기준에 의해 최종 핵심 측정지표를 설정하고자 하였다.”

“엄재호 외 1인(2017)의 제조현장 혁신을 위한 5S3정의 적용사례 및 활용에 대한 연구에서는 5S3정<sup>24)</sup>을 적용하여 공정을 개선하며 KPI지수 중 불량률과 리드 타임 개선, 물류 개선을 선정하였으며 개선전 KPI지수와 개선후 KPI를 비교하여 유의미한 효과를 분석하였다. [그림 2-22], [그림 2-23]은 모 제조업체의 면적 최적화 및 이동 Loss 개선을 보여주고 있다.”

24) 5S3정 : 직장 내의 각 부문에 있어 낭비적인 요소를 모두 없애고 효율을 최대한으로 높이는 것

현안	AS-WAS	AS-IS	비고
완몰드 포장기 제품실 Layout 개선	<input type="checkbox"/> 공정별 분산배치로 면적효율성 저하 (247㎡, 75평)	<input type="checkbox"/> 공정간 흐름생산 및 면적최적화 (169㎡, 51평)	

[그림 2-22] 모 제조업체의 면적 최적화 및 이동 Loss 개선

“면적 최적화 결과 설비 간 제품관리실 간 이동 Loss가 33m 감소하는 결과를 도출해 내었다.”

현안	AS-WAS	AS-IS	비고																
자재입고 창고 개선	<input type="checkbox"/> 자재입고 창고 - 정리정돈 미흡 수량관리 어려움 	<input type="checkbox"/> 정리정돈 - 랙 추가하여 정리정돈 	 제조물류세부과제																
출하포장실 Layout 개선	<input type="checkbox"/> 출하포장 - Pack 수출형 Box포장 이동Loss (Label 부착 → 포장기) - In/Out 동일 (정리/정돈 미흡) 	<input type="checkbox"/> Lay Out 개선 (In/Out 구분, 수출Pack 포장기 추가) - 동선 개선 : 35m, In/Out 분리(정리/정돈) <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>개선전</th> <th>개선후</th> <th>차이</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>수출 ① 국판</td> <td>22</td> <td>22</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>수출 ② Pack</td> <td>55</td> <td>20</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>수출 ③ 병</td> <td>13</td> <td>13</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>		개선전	개선후	차이	수출 ① 국판	22	22	-	수출 ② Pack	55	20	35	수출 ③ 병	13	13	-	
	개선전	개선후	차이																
수출 ① 국판	22	22	-																
수출 ② Pack	55	20	35																
수출 ③ 병	13	13	-																

[그림 2-23] 모 제조업체의 창고 개선 및 포장실 Layout 개선

“모 제조업체의 창고 개선 결과 포장실의 동선이 개선되어 35m의 이동 Loss를 줄일 수 있었고, In/Out 분리를 통해 정리/정돈의 효과를 얻었다.

[그림 2-24]는 Neck 공정<sup>25)</sup>개선을 통한 Lob 및 Capa 향상을 나타내고 있다.”

현안	AS-WAS	AS-IS	비고					
크린룸 Capa향상	<input type="checkbox"/> Neck 공정(별균, 포장) - LOB 저하 : 56% - Capa 부족 : 2,800ea ↓ ( 필요 12Kea , 현재 9.2kea )		<input type="checkbox"/> Neck 공정 개선 - LOB 개선 : 21% (56→77%) - Capa 향상 : 6,400ea ↑ ( 필요 12Kea , 개선 18,4Kea )	 생산성세부과제				
	구분	공정	Neck		AVG	LOB	Capa	문제점 및 대책안
	As-Is	Pack	4		2.2	56%	9,200	Neck 공정 : 별균,포장 설비 대책안 : 설비 각1대씩 추가 ( 일정 : 8/E )
		병	2.2		1.6	72%	12,545	
To-Be	Pack	2	1.5	77%	18,400			
	병	2.2	1.6	72%	12,545			
인쇄실 되담기 실시	<input type="checkbox"/> 인쇄후 취출 통에 일괄 취출후 Tray에 되담기 실시  		<input type="checkbox"/> 되담기 제거 - 취출통 Tray 이용 합리화  		Side에 Hole 적용			

[그림 2-24] Nect 공정 개선을 통한 Lob 및 Capa 향상

“모 제조업체의 크린룸의 Neck 공정을 개선하여 LOB개선을 통한 생산성 향상을 도모할 수 있었다.”

“김현중(2015년)의 동영상 활용 동작 분석 방법 및 공정개선 사례연구에서는 중소제조기업 대상으로 동영상 동작 분석 방법의 효과를 검증하였으며 공정개선의 효과로써 라인 편성 효율 및 UPPH(시간당 일인 생산량)을 선정하여 그 효과를 입증하였다. [그림 2-24], [그림 2-25]은 한 제조업체의 공정개선 전 부문별 문제점을 보여준다.”

25)

개선 전 현상	생산성 부분	공정별 인력, 설비의 밸런스 문제로 가동률이 저하되고 있으며, 공정, 작업, 품질의 산포가 크고 단위공정의 생산능력 및 자원에 대한 표준이 전혀 없다.
		인원 종합 효율 문제 현장의 작업상황이 정확하게 측정, 관리되지 못하며, 가공운반, 이동, 확인 등 가공 외 낭비 요인이 수시 발생하며, 인원배정 등 작업내용의 수시변경으로 적정인원 파악이 어렵다.
		설비 종합 효율 문제 설비능력, 유지보전에 대한 표준이 미약하며, 설비 운용의 변수가 많아 설비 가동률을 측정, 관리되지 않고 기종 전환 등으로 인한 비 가동 Loss가 많다.
		원재료 종합 효율 문제 재료 수율에 대한 자료가 없으며, 재료관리비가 과다 발생하고 있다.
	혁신의 식 부분	개선 활동의 수준 생산현황판 등 눈에 보이는 관리가 미흡하며, 실질적인 관점의 현장 혁신 활동이 미흡하다.
		관리능력 부족으로 인한 혁신 의식 부재 채산성한계 상황의 관리, 인지부족, 설비와 인력의 분리에 따른 종합효율의 인식이 부족하다.
		라인별 공정간 협조 및 공조체제 미약 공정간 연계성이 부족하며, 품질에 대한 공정별 책임소재, 연합작업, 도움작업의 상존으로 책임이 불명확하다.
		현장의 동기부여 방안 현장의 분위기는 어둡고 생기가 없으며, 생산성, 품질에 대한 의식이나 관심이 부족하고 현장평가제도 및 성과보수제도 또한 전혀 없다.
	현장 관리 부분	현장의 목표와 실적 관리 현장 통제의 근본인 생산지시와 실적관리 미흡하며, 생산계획, 생산지시, 자재청구 등 중요기획업무 기능이 상실되고 협력사에 과도한 권한의 위임과 책임이 부담되고 있다.
		작업 표준화를 현장에 위임 실질적 작업표준이 작업방법만 표기되었으며, 부대 작업과 부수 작업에 대한 중요성이 간과되고 있다.

[그림 2-25] 공정개선 전 부문별 문제점1

	효율 관리체제	Lot 흐름 공정으로 제어가 힘들며, 가동률 등 효율에 대한 측정, 분석, 문제 해결능력이 부족하다. 또한, 투자 대비 효율에 대한 개념, 원인, 대책에 대하여 분석이 어렵다.
품질, 재고 계획 부문	공정 품질 표준화	공정품질 확보를 위한 공정 검사기능 강화가 필요하며, 전처리, 가공, 운반, 보관시간, 재고량 등 표준이 미비하다.
	원재료 및 완성품 재고 관리 시스템의 개선	원재료 발주에서 불출 등 프로세스의 문제가 많으며, 제공품에 대한 통제로 공정 흐름을 제어할 필요가 있다.
	눈에 보이는 관리	공정, 품질 등 전반의 흐름과 이상이 보이지 않고 있다.

[그림 2-26] 공정개선 전 부문별 문제점2

“[그림 2-26]에서는 한 제조업체의 부문별 공정개선 방향에 대해 연구하였다.”

개선 방향	생 산 성 부분	공정효율 분석 및 향상목표설정	공정별 밸런스 및 흐름 재조정 및 표 준작업 데이터 축적이 필요하다.
		인원 종합효율 관 리로 효율 향상	관리자와 작업자 Loss 개선으로 표준 시간 정립 및 인원재분배를 통하여 평 준화하여야 한다.
		설비 종합효율 관 리로 효율 향상	설비능력검증과 비 가동 Loss를 개선 하며,싱글 준비교체준비로 설비 가동 률 극대화가 필요하다
		원재료종합 효 율 향상	원재료 수율 향상 활동 및 물류 동선, 공급량, 공급주기 등 을 표준화하여 효율을 향상한다.
	혁 신 의 식 부분	현장생산력 중심 의 혁신의식 조성	현장 내 실천적 변화 분위기 조성 및 표준화에 대한 의식개혁 교육이 필요 하다.
		혁신의식을 보완 할 방안 강구 :	공정 및 작업관리에 대한 교육 및 훈 련과 성과포상에 의한 혁신의식을 고 취한다.
		현장 표준화 및 평가시스템	현장에 명확한 목표와 투명한 실적관 리를 통해 평가 시스템을 구축한다.
		동기부여 방안	표준시간 설정 및 성과보수제도 도입 이 필요하다.
	현 장 관 리 부분	현장의 실질적 목 표 및 실적관리	교육,지휘,통제,견적연계 등 의식 함양 이 필요하다.
		효율을 위한 작업 표준화	작업순서, 작업시간, 표준 제공, 인수 방식 정의와 공정별 명확한 표준작업 설정 및 부수, 부대 작업을 분리 적용 하여 표준시간을 정립해야 한다.
		현장의 업무분담 및 성과평가	영업부문과 제조부문의 성과지표 분리 및 능력(Capacity)에 대한 기준 정립이 필요하다.
			안전, 환경 인체공학적 요소의 개선이 필요하다.
	품 질 , 제 고 계 획 부분	작업표준제정립	작업 중 준수하지 않을 수 없는 표준 시스템을 구축한다.
		물류시스템 개선	발주에서 불출 과정의 통제시스템 구 축 및 물류 작업자를 활용한 물류 제 어가 필요하다.
		눈에 보이는 관리	제조실행시스템을 통하여 공정이 눈에 보이도록 해야 한다.

[그림 2-27] 부문별 개선 방향

“윤지명 외 3인(2008년)의 품질과 납기를 동시에 만족하는 작업투입 개선에 관한 연구에서는 생산공정의 효율화는 모든 제조 산업이 추구하고 있는 목표이다. 다양한 타입의 제품을 병렬기계에 투입할 때 목표한 품질을 만족시키고 동시에 평균 납기지연 시간을 최소화하는 효율적인 작업투입 방법에 대하여 기술하였다.”

“품질을 고려하고 실시간으로 작업을 투입해야 하는 공정에서 타부탐색 방법<sup>26)</sup>을 이용하여 평균 납기 지연시간을 최소화하는 방안을 개발하였다. 시뮬레이션을 통해 제안하는 방법의 효율성을 비교 대안과 비교하였다. 본 방법은 실제 생산공정에서 품질과 납기를 동시에 만족시킬 수 있는 효율적인 작업투입 방법으로 사용되어 기업의 수익향상과 신뢰성 확보를 이룰 수 있다고 제시하였다.”

		Mean Tardiness	C <sub>pk</sub>	Threshold
Low Quality	ATCS	84.74	0.68	0.6
	QualityRule	41.07	0.90	0.6
	ATCSQ	31.41	0.83	0.5
	EATCSQ	30.96	0.81	0.5
	<b>RHTS</b>	<b>27.75</b>	<b>0.80</b>	<b>0.5</b>
Normal Quality	ATCS	32.81	0.89	0.6
	QualityRule	35.42	1.37	0.6
	ATCSQ	21.77	1.24	0.6
	EATCSQ	18.43	1.16	0.4
	<b>RHTS</b>	<b>14.91</b>	<b>1.09</b>	<b>0.4</b>
High Quality	ATCS	15.24	1.08	1.2
	QualityRule	32.94	1.44	1.2
	ATCSQ	17.65	1.29	1.2
	EATCSQ	15.21	1.26	1.2
	<b>RHTS</b>	<b>14.61</b>	<b>1.29</b>	<b>1.2</b>

[그림 2-28] 품질제약을 만족하는 범위에서 각각의 대안들의 평균 납기지연시간의 최적값

26) 타부탐색 방법 : 최적화 문제의 형태에 상관없이 주어진 최적화 문제를 풀기 위한 메타휴리스틱(metaheuristic) 알고리즘

“각 공정품질 환경에서 품질제약을 만족하고 평균 납기 지연시간을 최소화 하는 본 연구의 방법과 대안들이 갖는 최선의 결과를 [그림 2-27]에 표현하였다. [그림 2-27]은 모든 공정품질 상황에서 RHTS<sup>27)</sup>가 대안들과 비교하여 품질제약을 만족하며 평균 납기 지연시간을 최소화하는 것을 보인다. 평균 납기 지연시간은 공정의 효율을 측정하는 지표이다. 따라서 좋은 성능을 보이는 RHTS가 효율적인 작업투입방법이 될 수 있다.”

선행연구에서 언급된 사례는 [표 2-1]로 요약하였다.”

[표 2-1] 선행연구 사례 요약

순번	논문제목	공정개선 방법론	공정개선 평가지표	비고
1	“IE기법을 활용한 EPS 모터 제조공정의 운영 효율성 향상 사례”	“IE기법을 응용한 R&R(Risk & Return) 평가 기법”	라인밸런스 효율과 생산능력을 증대시켜 운영 효율성 향상을 달성	
2	“동작연구 및 라인 밸런싱을 활용한 SMPS 조립 라인의 공정개선 사례”	시스템 도입X 수작업을 통한 공정개선	제품 생산성 및 불량률 감소	
3	“컨베이어라인 변경 시 U라인 설계의 효율적 방안”	시스템 도입X 수작업 통한 공정개선	생산성 증가	
4	“도요타 생산방식의 효과적인 도입을 위한 방법론 연구”	TPS 도입	TPS 도입 효과	
5	“웹2.0 클러스터 기반의 공정관리 시스템 프로토타입 모델 구축”	Lean ASP 시스템 (공정관리체계 도입)	제품 생산성 및 품질 향상	
6	“웹 기반 공정개선 시스템 개발”	웹기반 공정개선 지원 시스템	생산성 향상	공정개선 시뮬레이션
7	“공정산업의 위험 정량화를 위한 효율적 체계 및 방법론에 관한 연구”	QRA 시스템 플랫폼	공정산업의 위험 정량화	

27) RHTS : Rolling Horizon Tabu Search의 약자로서 타부탐색과 해를 개선할 때에 불필요한 연산을 줄이는 RHP을 접목한 방안

8	“스마트제조 작업자 중심의 맞춤형 생산환경 개선에 대한 연구”	작업자 맞춤형 생산관리 시스템	생산성 향상, 불량률 저하	
9	“경영시스템 개선과 연계한 공정혁신 사례연구”	경영시스템과 연계한 공정혁신	생산성 향상 및 불량률 감소, 설비 종합 효율 증가	
10	“현장 구획화 기법을 활용한 중소기업 생산업무 개선에 관한 연구”	현장 구획화 기법	제조원가 절감 금액, 공정불량률 감소, 생산성 향상	
11	“TPM활동을 통해 나타난 추진성과의 핵심 측정지표 개발”	TPM 기법	측정지표 22가지	고객 관점(부적합률, 클레임 건수, 납기준수율, 리드타임)
12	“제조현장 혁신을 위한 5S3정의 적용사례 및 활용에 대한 연구”	5S3정	불량률, 리드타임개선, 물류개선	
13	“동영상을 활용한 동작 분석 방법 및 공정개선 사례연구”	Zeloss 시스템	라인편성효율 및 일인당 시간당 생산량	
14	“품질과 납기를 동시에 만족하는 작업투입 개선에 관한 연구”	Rolling Horizon Tabu Search	품질향상, 납기준수	

## 제 3 장 연구 방법

### 제 1 절 노하우 전수 시스템(KTS) 구성 및 특징

#### 3.1.1 노하우 전수 시스템 구성



[그림 3-1] 노하우 전수 시스템 구성도

IIS 웹서버를 구축하여 인터넷을 통해 클라이언트 PC 및 Smart Phone과 통신하며 데이터베이스(MS-SQL)에 공정분석 정보 및 동영상 정보를 기록한다. Front-End<sup>28)</sup>단은 HTML5<sup>29)</sup>, Bootstrap<sup>30)</sup>, JQuery<sup>31)</sup>, Javascript<sup>32)</sup>를 사용하여 제작하였으며 데이터 통신 방식은 Ajax<sup>33)</sup>를 이용하여 비동기<sup>34)</sup> 방

28) Front-End : 컴퓨터 프로그래밍의 화면 구성 단

29) HTML5 : Hyper Text Markup Language의 약자로 웹 문서를 만들 때 사용하는 프로그래밍 언어

30) Bootstrap : 동적인 웹사이트 및 웹 응용 개발을 위한 프론트 엔드 프레임워크

31) JQuery : 빠르고, 작고, 기능이 풍부한 자바스크립트 라이브러리

32) Javascript : 웹을 풍부하게 만들어주는 작고 가벼운 언어

식으로 Json<sup>35)</sup>데이터를 송·수신한다.

Back-End<sup>36)</sup>단은 37)PHP를 이용하여 MS-Sql<sup>38)</sup>과 통신가능하게 하였다. DataBase는 Ms-Sql의 저장 프로시저를 주로 활용하여 보안상 취약점을 극복하려 한다. 시간 데이터의 단위는 us까지 측정하여 기록하나 화면상에는 소수점 둘째 자리까지 표현하였다.

이전까지는 웹에서 동영상을 제어하기 위하여 많은 라이브러리들이 사용되었으나 웹 표준인 HTML5를 통하여 동영상을 제어하여 통일되고 안정된 제어 방식을 사용하였다. HTML5 기반 비디오는 웹사이트에서 외부 기술에 의존하지 않고 브라우저 기능만으로 재생된다. 음량 조절이나 일시 정지 등 콘텐츠를 제어하는 기술은 자바스크립트만으로 가능하다.

즉, HTML5 비디오는 플래시<sup>39)</sup>에 비해 웹사이트와 더 자연스러운 일체감을 제공하면서 그와 비슷한 역할을 수행할 수 있다는 말이다. 이에 더해 세부 개발을 통해 기능을 확장시킬 수도 있다. 비밀번호 암호화 기법(MD5<sup>40)</sup>)를 통한 사용자 정보 보안 등급을 강화하였다.

### 3.1.2 기존 동영상 분석 시스템의 한계

기존 동영상 분석 시스템은 첫째, 구축형 서비스 방식으로 인하여 사용자 접근성이 제한되고 폐쇄적이었다. 일반적으로 KEY LOCK<sup>41)</sup>을 구매하거나

---

33) Ajax : JavaScript의 라이브러리중 하나이며 Asynchronous Javascript And Xml(비동기식 자바스크립트와 xml)의 약자

34) 비동기 : 특정 코드의 연산이 끝날 때까지 코드의 실행을 멈추지 않고, 순차적으로 다음 코드를 먼저 실행

35) Json : JavaScript Object Notation의 약자로 데이터를 저장하거나 전송할 때 많이 사용되는 경량의 Data집합

36) Back-End : 서버 & 클라이언트 통신 단

37) PHP : Hypertext Preprocessor의 약자로 동적 웹 페이지를 만들기 위해 설계

38) Ms-SQL : 미국 마이크로소프트(Microsoft)에서 개발한 관계형 데이터베이스 관리 시스템

39) 플래시 : 벡터 드로잉 기반의 웹 애니메이션 제작 기능과 객체 지향 프로그래밍 언어인 액션 스크립트를 탑재

40) MD5 : 128비트 암호화 해시 함수

41) Key Lock : License 잠금 장치

네트워크 보안이 기 확립된 업체에서만 시스템 사용 및 접근이 가능하였다. 이는 보안적으로는 강한 부분이 있으나 다수의 사용자가 접근하기에는 어려움이 있다.

둘째, 비용과 시간이 부족한 중소기업에는 적합하지 않은 솔루션이다. 우선, 초기 솔루션 도입 시 자금 투입에 대한 어려움이 존재한다. 셋째, 협업을 통한 공정분석에는 적합하지 않은 솔루션이다. 개인별 로컬 PC에 데이터베이스를 탑재하여 사용함으로써 데이터베이스를 공유하여 작업할 수가 없다. 넷째, 오래된 버전의 데이터베이스 사용으로 인하여 개발 인프라의 존재가 미비하다.

### 3.1.3 노하우 전수 시스템

노하우 전수 시스템(KTS)를 통해 사용자가 언제 어디서나 접근 가능하며 비용과 시간이 부족한 중소기업에서도 초기 솔루션 도입시 존재하는 투자비에 대한 어려움을 해결 가능하며 협업을 통한 공정분석 시 장애가 없는 솔루션으로써 역할을 할 수 있다.

### 3.1.4 노하우 전수 시스템의 특징

노하우 전수 시스템은 첫째, 표준시간 측정이 가능하다. 우선, 표준시간이란 정해진 표준작업방법을 고속화된 작업자가 표준속도로 작업할 경우 단위 작업량을 완성하는데 필요한 시간을 말한다.(1ea, 1time, 1Lot 단위) 표준시간(Standard Time) 자체가 어떤 문제를 해결해주는 것은 아니고 명확해진 문제개선을 하고자 하는 동기부여(계획수립, 실천확인을 위한 자료로 활용함)으로써 기능을 담당한다. 둘째, 현상분석의 기능을 가지고 있다.

동영상을 분석하여 현장의 돈 버는 작업과 돈 버리는 작업을 구분하여 분석한다. 돈 버는 작업이란 부가가치가 있는 작업으로 제품을 조립하거나, 가공하는 등 공정의 목적에 직접적으로 부합되는 것 즉, '일'이라고 표현된다. 돈을 버리는 작업은 돈 벌 수 있는 작업을 제외한 품질검사, 운반, 공정이동, 정제

구간, 저장 및 적체 등의 본래의 사물이 가지고 있는 가치가 증가 되지 않는 모든 활동을 말하여 비 부가가치 곧 '낭비'를 말하며 '헛된 움직임'이라고 표현한다.

셋째, 낭비측정을 하여 이 데이터를 시각화한다. 제조현장에서는 사람과 설비, 자재, 에너지 등 부문에서 생산성을 저해하는 16대 낭비요인들이 있으며, 모션 분석과 Motion Mind를 통해 과학적으로 낭비를 추출, 계측, 세분화, 공정 개선하여 생산성을 향상시키면 원가를 절감의 효과를 볼 수 있다.

넷째, 작업표준 및 표준을 정할 수 있다. tack time(T/T) 대로 제품을 만들기 위해 사람, 물건, 기계 및 설비의 오남용이 없도록 설비와 작업자를 조합하여 대기를 방지하는 것이다. 대기시간을 줄인다는 것은 낭비 요소가 감소되었다는 것을 의미하며, 이는 곧 사람과 기계의 최적의 조합을 찾기 위함이다.

다섯째, LOB분석이 가능하다. LOB(Line Of Balancing)는 생산라인의 애로공정의 시간을 최소화하여, 생산 리드 타임을 최소화하여 생산성을 향상시키기 위한 분석방법이다. 또한 표준 절차에 따른 작업과 표준 절차에 따르지 않는 개선되지 않은 작업을 비교하여 작업성 평가를 한 후 그를 개선하기 위한 자료로써 활용 가능하다. 노하우 전수 시스템의 특성 중 하나로써 공정기호를 데이터로 삽입하였다. 공정 도시기호는 공정분석에 있어서 생산대상의 변화과정을 가공(작업), 검사, 운반(이동), 정체(저장)의 4가지 종류로 구분 표시하는 기호이다. 공정 도시기호는 [표 3-1] 「공정 도시기호」와 같이 정의할 수 있다.

[표 3-1] 공정 도시기호

명칭	기본기호	응용기호	기호 설명	주요 조사항목	주요 검토항목	KS기호
가공	○ 큰원	③ -	제3공정(공정번호) B부품의 제5공정	가공내용, 작업시간 작업자, LOT	가공목적과 타가공과의 관계, 가공방법 간소화	○
검사	□ 정방형	□	양의 검사	검사항목, 검사방법 검사방식, 계측기 검사기준, 불량률 불량내용, 불량원인	검사항목과 품질 및 가 공과의 관계, 최적검사 시간, 방법을 결정	□
		◇	질의 검사			
		▣	양과 질의 검사			
운반	○ 작은원	-	운반원	운반수단, 거리회수 작업자, 조건	최적방법, 제도검사 노 력경감을 위한 설비나 배치개선	⇐ → ○
		①	트럭운반			
정체	△ 삼각형	△	소재보관	출고방법, 단위,용기 적치방법, 적치장소 저장기간, 수량	변질, 파손, 분실방지, 정체기간단축과 반제품 감소, 현품 관리방법개 선	D
		▽	제품 반제품 보관			
		∞	공정간 대기			
		□	일시정체			

위 공정 도시기호를 추가하려는 주목적은 공정기호를 통해 표현의 자유도를 높여 위 기호만 보고도 어떤 동작 요소인지 파악하려는 것에 그 의의를 두고자 함이다.

노하우 전수 시스템의 또 하나의 특성은 연합작업별 보고서 추가 및 단위 조정 기능이다. 기존의 표준작업 조합표 이외에도 연합작업분석도표를 엑셀 파일로 받아 더욱 다채로운 정보를 얻을 수 있는 장점이 있다. 또한 기존 동영상 분석 시스템의 한계점을 극복하기 위하여 웹 기반으로 시스템을 구성하였다.

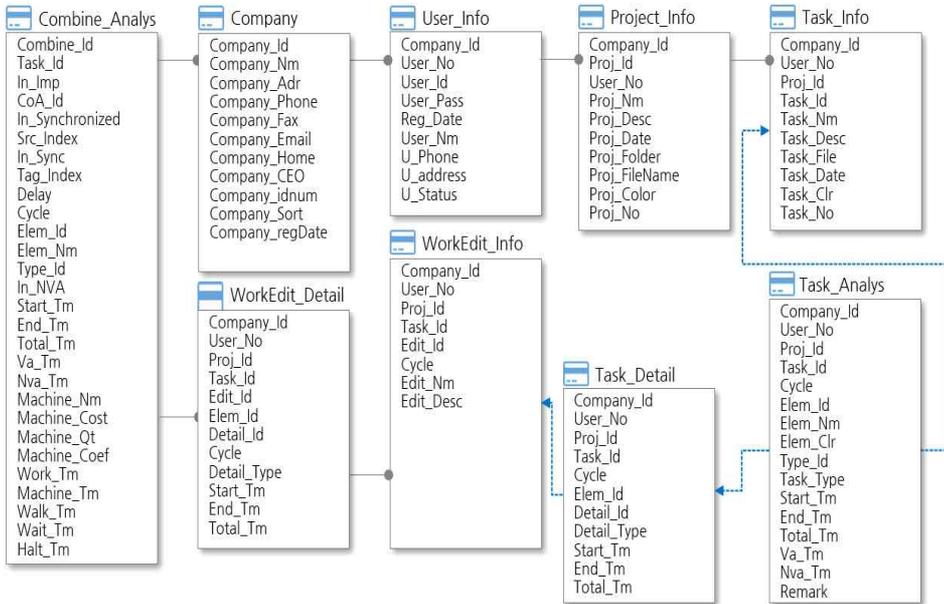
시스템 제작을 위한 도구로써 서버 통신 언어는 PHP를 사용하여 탄력적인 웹을 구현하였으며 데이터베이스로는 Microsoft SQL Server를 활용하여 기업에 적합한 데이터베이스 구축을 하였다. HTML5, JQuery, Javascript등을 활용하여 웹 42)UI구조 제작 및 동영상 제어를 수행하였다. 사용자들의 비밀번호는 암호화를 통하여 정보 보안 등급을 강화하였다.

## 제 2 절 노하우 전수 시스템 설계 및 개발 내역

42) UI 구조 : User Interface의 약자로 사용자와 개체 간 정보 전달 방식 구조

### 3.2.1 KTS DataBase 구성

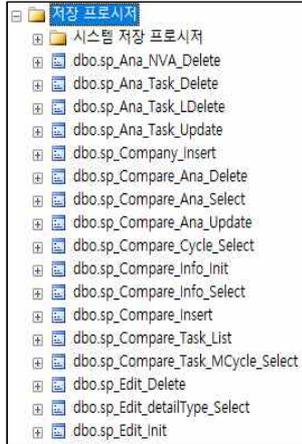
KTS DataBase는 주요 테이블들은 10개로 구성되어 있으며 11개의 보조 테이블들로 구성되어 있다. 노하우 전수 시스템의 데이터베이스 구성도는 [그림 3-2] 「노하우 전수 시스템 DB 구성도」와 같이 정의할 수 있다.



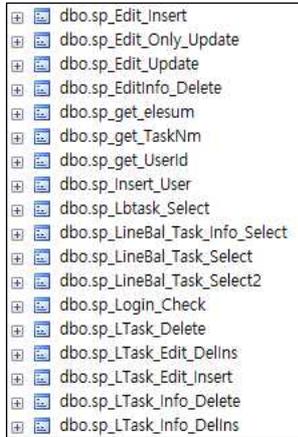
[그림 3-2] 노하우 전수 시스템 DB 구성도

KTS 시스템의 데이터베이스의 구성요소인 프로시저는 총 92개로 구성되어 있다. 주요 이벤트들은 모두 프로시저<sup>43)</sup>로 구성하여 코드의 간결함 및 보안성을 추구하였다. 구성 프로시저들은 [그림 3-3], [그림 3-4], [그림 3-5], [그림 3-6], [그림 3-7]과 같다.

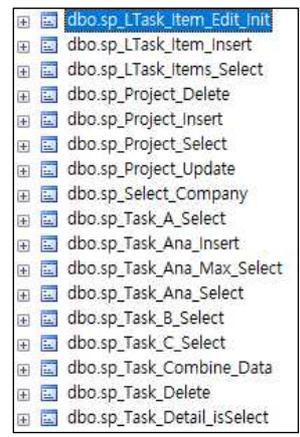
43) 프로시저(Procedure) : DB 내부에 저장된 일련의 SQL 명령문들을 하나의 함수처럼 실행하기 위한 쿼리의 집합



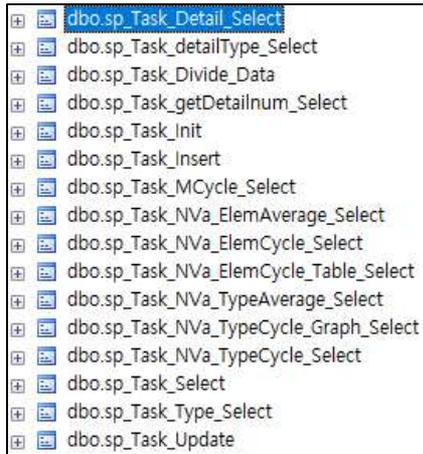
[그림 3-3] 프로시저1



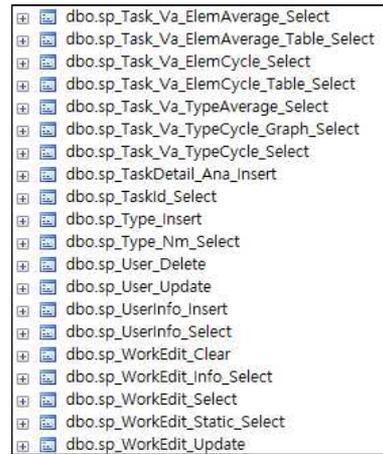
[그림 3-4] 프로시저2



[그림 3-5] 프로시저3



[그림 3-6] 프로시저4



[그림 3-7] 프로시저5

### 3.2.2 노하우 전수 시스템 주요 화면

노하우 전수 시스템의 주요 화면은 로그인 화면, 회원가입, 사용자 관리, 프로젝트 관리, 공정관리, 공정분석, 공정개선, 비교분석등록, 비교분석, LOB 등록, LOB분석으로 이루어져 있으며, 부가적으로 분석 화면별 그래프 및 표로 구성되어 있다.

## 1) 로그인

로그인 화면은 [그림 3-8]과 같다.

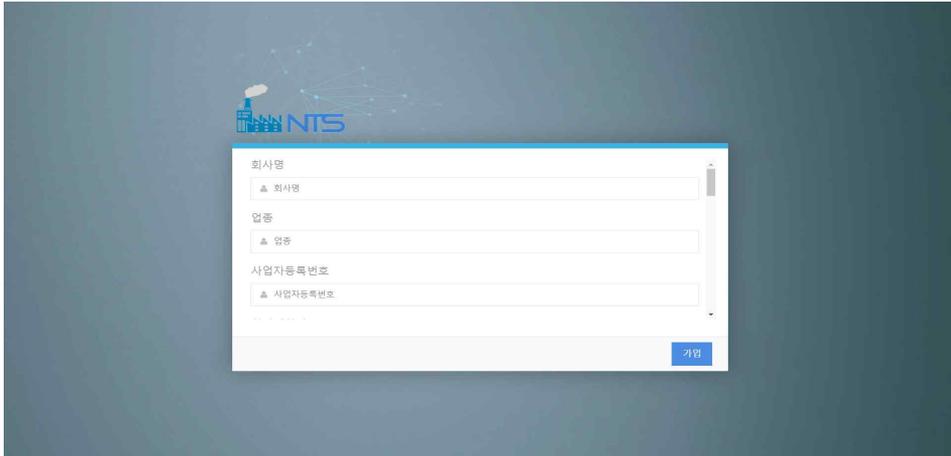


[그림 3-8] 로그인

KTS 시스템 진입을 위해 아이디와 비밀번호, 회사 코드를 입력 후 진입이 가능하다. 사용자 코드 저장기능이 있어 재접속시 Cookies를 이용하여 편하게 접속이 가능하다.

## 2) 회원가입

기존에 사용하지 않던 회원들을 위해 회원가입 화면을 제작하였다. 여기서 언급된 회원들은 회사를 지칭하며 회사 정보를 입력하여 등록이 가능하다. 회원가입 화면은 [그림 3-9]와 같다.



[그림 3-9] 회원 가입

회원이가입시 각각의 정보들은 Regex 정규화를 통해 유효성 검사가 진행되었으며 주소 자동완성 기능이 탑재된 XenoZipFinder 라이브러리를 활용하여 제작하였다. 회원가입 시 기초 관리자 계정이 생성되며 분석시 사용되는 공정 유형 데이터도 더불어 생성된다.

### 3) 프로젝트 관리

프로젝트 관리 화면은 [그림 3-10]과 같다.

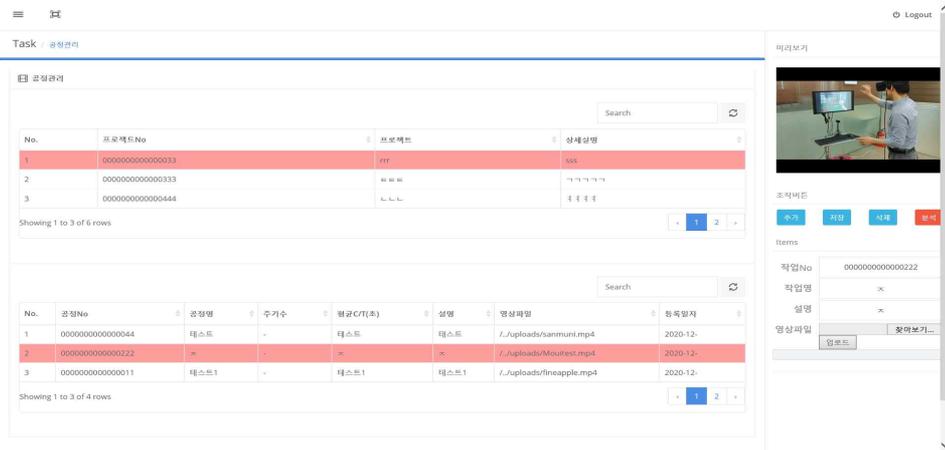
No.	프로젝트No	프로젝트	상세설명	편집
1	000000000000033	rrr	sss	
2	000000000000033	e e e e	ㄱㄱㄱㄱ	
3	000000000000444	L L L L	ㄷㄷㄷㄷ	
4	000000000000012	rrew	dvdxf	
5	000000000000252	최종테스트	임나저	
6	000000000000022	테스트1	테스트1(프로젝트생성)	

[그림 3-10] 프로젝트 관리

제품을 생산하는 일련의 공정들의 집합체인 프로젝트를 생성, 수정, 삭제 관리 할 수 있는 모듈이다.

#### 4) 공정관리

프로젝트별 공정에 대한 상세 정보 및 현장 작업자들이 공정단계별 작업하는 모습을 촬영한 후 그 영상을 등록, 수정, 삭제 가능한 모듈이다. 공정관리 화면은 [그림 3-11]과 같다.



[그림 3-11] 공정관리

HTML5 기반 웹 동영상 제어기능을 탑재하여 통합되고 안정된 제어 기능을 구현하였다.

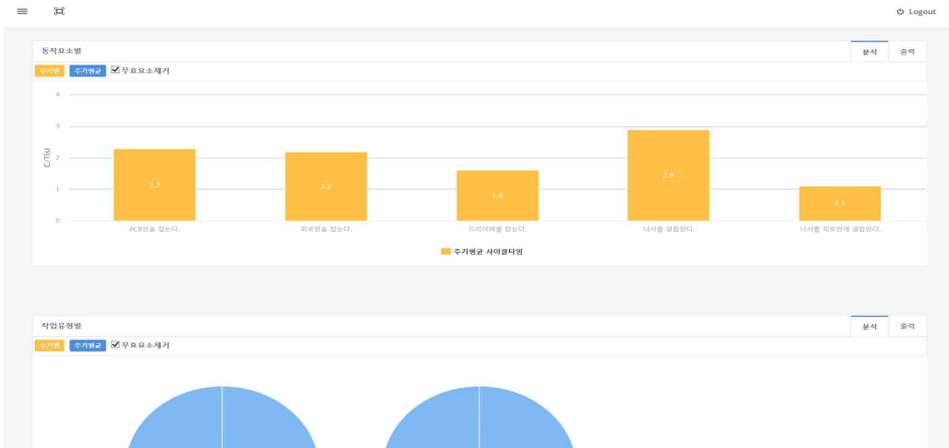
#### 5) 공정분석

공정분석 화면은 공정등록 모듈에서 등록된 동영상을 분석하는 모듈이다. 우선 동영상 기반으로 낭비 요소와 돈 버는 요소들로 구분하여 시간을 측정한다. 더불어 요소별 공정기호 등록을 통해 공정기호별 요소 분석이 가능하다. 이 공정기호 등록을 통해 좀 더 명확한 공정에 대한 이해가 가능해졌다.

영상의 동영상 속도는 0.2 ~ 10배속까지 제어가 가능하다, 브라우저에 따라 차이가 있으나 세밀한 속도에서부터 고속의 플레이까지 가능할 수 있도록 구현되었다. 각종 리포트 및 그래프 표현 기능을 탑재하였다. 공정분석 화면은 [그림 3-12]와 같다.



[그림 3-12] 공정분석

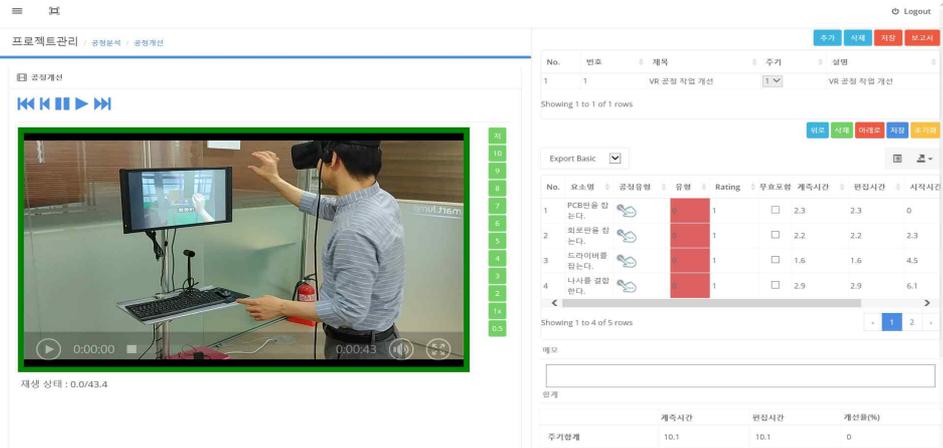


[그림 3-13] 공정분석 유형별 그래프

공정 분석한 데이터를 동작 요소별, 작업유형별 그래프로 확인이 가능하다. 탭 버튼을 통해 유형별 테이블도 확인이 가능하다.

## 6) 공정개선

공정개선은 공정분석 모듈에서 분석한 데이터들을 개선하는 모듈이다. 공정개선 화면은 [그림 3-14]와 같다.

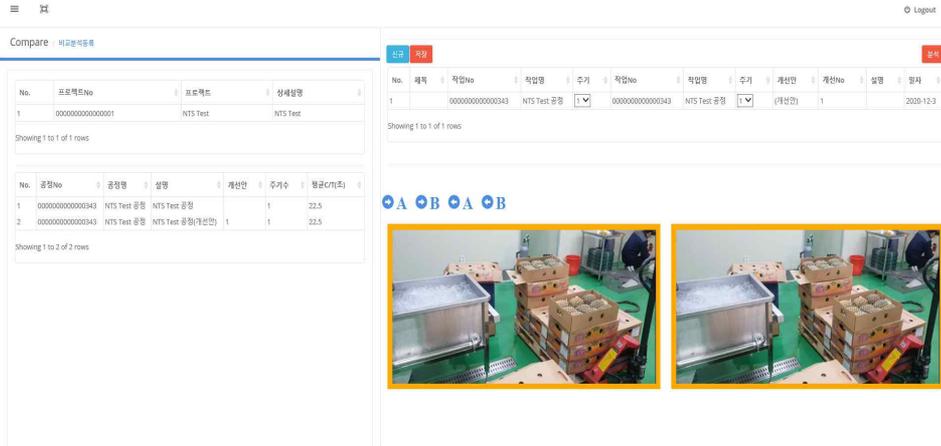


[그림 3-14] 공정개선

공정개선 화면의 기능은 요소 간 이동 및 삭제, 저장, 초기화 기능이 있다. 이러한 세부기능들을 활용하여 개선한 데이터 및 영상을 보고서로 출력 가능하며 개선된 동영상을 확인 가능하다.

## 7) 비교분석 등록

개선 전 데이터와 개선 후 데이터를 비교 분석하기 위한 매칭 시스템 기능이며 비교분석 정보 관리가 가능하다. 비교분석 등록 화면은 [그림 3-15]와 같다.



[그림 3-15] 비교분석 등록

## 8) 비교분석

비교분석 등록 화면에서 등록된 자료를 비교 분석할 수 있다.



[그림 3-16] 비교분석 화면

비교분석 정보 그래프 및 보고서 출력 기능이 있으며 동영상 배속 관리 기능이 있다. 동시 재생을 통해 개선 전과 개선 후의 영상의 모습을 비교 분석하여 면밀한 관찰 및 분석이 가능하다.

## 9) LOB등록

LOB를 측정할 프로젝트 및 해당 프로젝트의 공정들을 선택하여 라인밸런싱을 측정할 수 있도록 등록한다.

The screenshot displays the 'LineBal\_Rec' system interface for LOB registration. It features a main table with columns for No., 프로젝트No, 프로젝트, and 상세설명. Below it is a detailed view table with columns for No., 작업No, 작업명, 주거수, 평균C/T(초), 설명, and 영상사. To the right, there is a smaller table with columns for No., 번호, 제목, 설명, and 일자. An inset image shows a person interacting with a computer monitor in a laboratory setting.

No.	프로젝트No	프로젝트	상세설명
1	000000000000033	rrr	sss
2	000000000000333	rrrrr	rrrrrrr
3	000000000000444	LLLLL	UUUUU
4	000000000000012	rrew	dvsdf
5	000000000000252	최종테스트	원내자
6	000000000000222	테스트1	테스트1프로젝트생성

No.	작업No	작업명	주거수	평균C/T(초)	설명	영상사	
<input type="checkbox"/>	1	000000000000011	테스트1	1	41.7	-	/./upl
<input type="checkbox"/>	2	000000000000044	테스트	2	6.8	-	/./upl
<input type="checkbox"/>	3	000000000000152	qq	2	6.5583952	-	C:\Usr 포장구
<input type="checkbox"/>	4	000000000000222	=	1	10.1	-	/./upl

No.	번호	제목	설명	일자
1	1	라인밸런싱 테스트		2020-12-3

No.	작업No	작업명	주거	무효포함
1	000000000000011	테스트1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
2	000000000000044	테스트	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	000000000000222	=	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

[그림 3-17] 라인밸런싱 등록

라인밸런싱 등록 화면에서는 자료 관리(입력, 수정, 삭제, 멀티 삽입 기능)가 가능하다.

## 10) LOB분석

해당 프로젝트에 대한 라인밸런싱 통계 데이터 및 그래프, 표 출력 (Xlsx, pdf, csv...) 기능이 있다. LOB분석 화면은 [그림 3-18]과 같다.



[그림 3-18] 라인밸런싱

라인밸런싱 데이터, nect time, C/T 계산 기능이 있다.

### 11) 통계 및 리포트 개발

공정 분석한 데이터를 토대로 “작업 분석표”라는 보고서 형태로 출력이 가능하다. 작업분석표는 [그림 3-19]와 같다.

작업분석표						
프로젝트명	KITTING 공정분석		품명			
작업	TS180712A					
작업설명				작업정보		
작성일	20201106		출력일	20201106		
작성	이재로	Cycle	5	T/T		
합계						단위:SEC
No	요소이름	유형	시작시간	총시간	유효시간	무효시간
1	부품 준비	준비	62.9	8.2	8.2	0
2	बाट 이동	이동	71.1	6.1	4.3	1.8
3	공구준비(가위)	준비	77.3	4.4	4.4	0
4	이동(볼트준비)	이동	81.7	5.5	4.1	1.4
5	부품준비(볼트준비)	준비	87.2	2.5	2.5	0
6	Bolt삽입	조립	89.8	4.5	4.5	0

[그림 3-19] 작업분석표

### 12) 이미지 & 데이터 Export 기능 개발

이미지 및 차트, 테이블 데이터들을 pdf 와 Excel로 변환하여 출력하

는 기능을 개발하였으며 개발 라이브러리는 Highchart 와 Bootstrap Table을 활용하였다.

동작요소별								분석	출력
<input type="checkbox"/> 주입물 <input checked="" type="checkbox"/> 유가물 <input checked="" type="checkbox"/> 무로요소제거									
유형이름	직업시간		유로시간		무로시간		표준편차		
	시간	%	시간	%	시간	%			
1	회전지	1.5	16.5	1.5	16.5	0	0	0	
2	가분자극	1.4	15.4	1.4	15.4	0	0	0.1	
3	세변제	6.2	68.1	6.2	68.1	0	0	0	
4	합계	9.1	100	9.1	100	0	0	0.1	

작업유형별								분석	출력
<input type="checkbox"/> 주입물 <input checked="" type="checkbox"/> 유가물 <input checked="" type="checkbox"/> 무로요소제거									
유형이름	직업시간		유로시간		무로시간		표준편차		
	시간	%	시간	%	시간	%			
1		6.2	0	6.2	0	0	0	0	
2	ㄱ	1.5	0	1.5	0	0	0	0	
3	xxx	1.4	0	1.4	0	0	0	0	
4	합계	9.1	0	9.1	0	0	0	0	

[그림 3-20] 작업유형별, 동작요소별 분석표

### 제 3 절 노하우 시스템 검증 방법

#### 3.3.1 연구 대상

제조 기업(P)사는 1999년 설립한 이래 가구 표면재용 모양지 인쇄 전문기업으로 과감한 혁신과 지속적인 기술개발 노력을 통해 고품질의 제품을 생산하고 있다. 작년의 종업원 수는 14명으로 연간 매출 30억을 달성하였다. 2019년 친환경 PP필름의 수요가 지속적으로 증가하고 있다. 시장규모가 점차 증가하고 있고, 해외 수요처도 적극적으로 발굴하고 있다. 고객사의 주문이 지속적으로 증가하고 있으며, 특히 코팅 부분에서는 국내 선두업체로 성장하였으며 다양한 종류의 펄(PEARL) 제품은 국내뿐만 아니라 해외 수출도 하고 있다.

주요 제품의 매출 구성 비율은 데코페이퍼 50%, 선함침지 30%, 코팅페이퍼 20% 정도로 생산하고 있다. 향후 신규 제품으로 친환경 PP필름은 기존

매출 대비해서 30% 정도로 생산하여 판매할 계획이다. 보다 지속적인 매출 신장을 목표로 노하우 전수 시스템을 적용하여 공정개선에 적극 투자할 계획이다.

### 3.3.2 연구방법 적용 절차

첫째, 기본 교육을 수행한다. TPS(Toyota Production System), IE(Industrial Engineering), 노하우 전수 시스템 기본 사용법 및 활용법, 공정 분석법 등의 이론교육을 공정개선 담당자에게 시행한다.

둘째, 공정분석을 진행한다. 전 공정의 비디오 영상촬영 및 노하우 전수 시스템을 통한 공정분석을 시행한다.

셋째, 개선안을 도출한다. 단위공정별 낭비 개선안(사람, 설비, 원자재, 에너지소비량)을 도출하며 기기 종류 교체 등 주 작업 및 부수 작업의 낭비개선안 도출하고 라인 밸런싱(LOB) 개선안을 도출한다.

넷째, 개선작업을 진행한다. 종합적인 개선방안을 수립(개선 사항, 담당 팀 또는 인원, 추진 방안)하여 실제 현장에 개선방안들을 적용하여 공정개선 프로젝트를 수행한다.

다섯째, 공정 표준화를 진행한다. 개선 효과를 사전 측정한 후 공정을 개선하여 표준화시킨다.

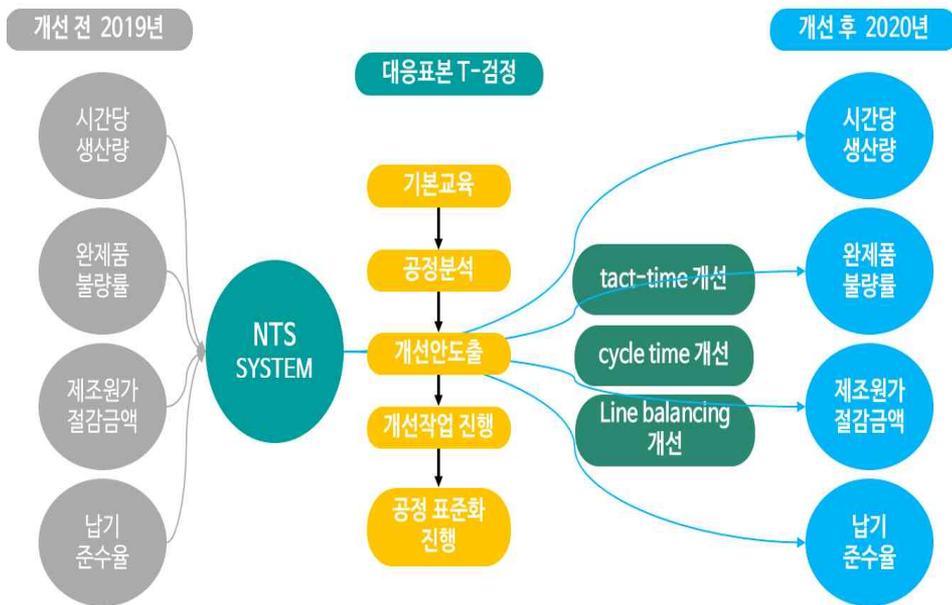
여섯째, 최종 공정 표준화 방안으로는 설비변경(기존의 열 건조기에서 UV 건조기로 변경), 제조 라인 구조 변경(1층으로 구성된 기존 라인에서 3층까지 활용 가능한 라인으로 변경), 품질 향상을 위한 염료 변경(염료의 질 향상으로 인한 원지 소모량 감소), 작업지시 방법 변경(칠판에 명기하는 방식에서 MES 시스템을 통한 작업지시), 인원별 업무지시 변경(한 인원에게 편중된 업

무를 나누어 업무지시) 등이 있다.

일곱째, 공정개선 연도인 2019년의 KPI지수(시간당 생산량, 완제품 불량률, 제조원가 절감 금액, 납기준수율)를 제조 기업(P)사의 자료 데이터를 활용하여 측정한다.

여덟째, 공정개선 후 연도인 2020년의 KPI지수를 제조 기업(P)사가 사용하고 있는 MES 데이터를 데이터베이스 쿼리를 통해 측정한다.

아홉째, 2019년의 KPI지수 측정 데이터와 2020년 KPI지수 측정 데이터를 대응표본 t-test 방법론으로 분석한다.



[그림 3-21] 연구 방법 절차

### 3.3.3 KPI지수 선정

선행연구 정리 결과를 통해 도출된 결과 및 P사와의 협의를 통해 P(생산),

Q(품질), C(원가), D(납기) 중 각각 하나를 선정하여 연구를 진행하였다. P(생산)에서는 시간당 생산량, Q(품질)에서는 완제품 불량률, C(원가)에서는 제조원가 절감 금액, D(납기)에서는 납기준수율을 선정하였다.

[그림 3-22]는 2020년 스마트공장 구축 사이트에서 발췌한 것으로 KPI 성과지표들을 나열한 것이다.

순번	구분	성과지표	핵심지표 여부	지표 특성	단위	구축 전	목표	구축 후	목표달성률	개선률	가중치	비고
1	생산 (P)	시간당 생산량	○	증가 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
2		제조리드타임	○	감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
3		영업이익률		증가 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
4		생산품백수 증가		증가 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
5		매출액 증가		증가 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
6		설비가동률		증가 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
7	품질 (Q)	공정발달률	○	감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
8		완제품 불량률	○	감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
9		검사발달률		감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
10		반품율		감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
11	원가 (C)	Claim 건수		감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
12		재공재고	○	감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
13		작업공수		감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
14		제품원가		감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
15		재료비용		감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	
16		납기 (D)	납기단축	○	감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○
17	수주율리드타임			감소 특성		○	○	○	0.0%	0.0%	○	

[그림 3-22] KPI 일람표

## 제 4 절 연구 방법의 차별성

### 3.4.1 KPI지수

시간당 생산량은 1분당 제작 가능한 제품 생산량으로써 계산식은 총생산량을 총생산량으로 나눠준 뒤 60으로 다시 나누어 준다.

완제품 불량률은 제품 생산 완료 시 발생하는 불량률(%)이다. 완제품 불량 수를 완제품 총 수량으로 나누어 준 뒤 100을 곱하여 계산한다.

제조원가 절감 금액은 제품제조단가의 감소 금액이다. 우선 2019년도의 원지 단가를 계산한 후 (1 - 시간당 생산량)을 곱하여 주며 거기에 (1 - 불량률 증감액)을 곱하여 계산한다.

납기준수율은 수주등록 후 현장에서 납품한 납기일까지 납기 완료 건수의 비율(%)이다. 납기 내 출하 수주 건수를 총 수주받은 건 수로 나눈 뒤 100을 곱하여 계산한다.

### 3.4.2 분석 방법론

대응표본 t-test는 실험 이전의 집단과 실험 이후의 집단이 동일한 집단의 차이 검증을 위한 통계 분석 방법이다. 한 개인이 서로 다른 두 조건에서 짝을 지어 한 쌍이 연구 대상이 되는 경우의 분석방법이며 모집단은 두 개가 아닌 한 개이다. 분석과정은 분석(A)을 수행한 후 평균(M)을 비교하며, 대응표본 t-test을 통해 노하우 전수 시스템을 적용하기 전과 후 결과의 유의미함을 분석한다.

### 3.4.3 시스템 특성

노하우 전수 시스템의 특성은 첫째, 웹 기반 언어인 PHP, Javascript, JQuery를 사용하여 제작하였다. 둘째, PC 및 스마트 기기에서도 접근 가능하며 다수의 사용자가 손쉽게 빠르게 접근이 가능하다. 셋째, 공정 도시기호를 도입하여 다양한 보고서 및 그래프 추출이 가능하며. 그로 인해 공정 유형을 직관적으로 파악하기 쉽다.

[표 3-2] 기존 연구와의 차별성

	기존연구	본 연구
공정개선 도구	Application 기반 설치형 솔루션, 개선 프로세스,	Web 기반 노하우 전수 시스템
분석 요소	LOB, 작업자 의식 수준, 품질안정, 공정 시뮬레이션,	시간당 생산량, 완제품 생산량, 제조원가 절감 금액,

	프로젝트 홈페이지 관리, 정량적 위험분석 QRA, 적 용, 웨어러블 디바이스와 설비 기기 간 통신	납기준수율
분석 방법론	IE기법을 활용한 분석, TPS, R&R	Paired t-test
적용 분야	제조, 전자부품, 건설, 공정 산업	제조

# 제 4 장 연구 결과

## 제 1 절 KPI지수 변화

### 4.1.1 개선 전 시간당 생산량

2019년 기준 시간당 생산량이 70m/분으로 산출되었다. [그림 4-1]은 제조기업 P사의 작업일보이다.

The image shows three handwritten work logs (작업일보) for a manufacturing company. Each log has columns for '구분' (Category) and '종류' (Type). The logs contain various entries with handwritten numbers and symbols. A red box highlights a specific row in the middle log, which shows a value of 70 in the '종류' column.

[그림 4-1] 제조기업 P사 작업일보

### 4.1.2 개선 후 시간당 생산량

현재 P사가 사용중인 MES의 데이터베이스(MS-SQL)를 쿼리를 적용하여 확인 해본 결과 2020년 기준 시간당 생산량이 86.76m/분으로 산출되었다. [그림 4-2], [그림 4-3], [그림 4-4]는 제조기업 P사의 2020년 기준 MES Database 시간당 생산량 쿼리이다.

```

-- 산출 로직 : (총생산량 / 총생산시간 / 60) |
|SELECT AVG(PER_PROD) PER_PROD FROM (
SELECT
      (SUM(A.PROD_QTY) / (8 + 30* 3)) / 8.2 PER_PROD
FROM    PM4000M A
--SUB JOIN 영역
      INNER JOIN PM3020M F
ON      F.CORP_CD = A.CORP_CD
AND     F.PDIR_NO = A.PDIR_NO      -- 지시번호명
AND     F.PDIR_SQ = A.PDIR_SQ
AND     F.COM_YN = CASE WHEN '**' = '**' THEN F.COM_YN ELSE '**' END
      INNER JOIN PM3000M N
ON      N.CORP_CD = A.CORP_CD
AND     N.PDIR_NO = A.PDIR_NO      -- 지시제품코드
AND     N.PDIR_CLS = CASE WHEN '**' = '**' THEN N.PDIR_CLS ELSE '**' END
      INNER JOIN PD1000V O
ON      O.CORP_CD = N.CORP_CD
AND     O.ITEM_CD = N.ITEM_CD      -- 지시제품코드명(B)
AND     O.ITEM_RV = N.ITEM_RV      -- 지시제품리비전(B)
AND     O.ITEMM_CLS = CASE WHEN '**' = '**' THEN O.ITEMM_CLS ELSE '**' END
AND     O.TEAM_CLS = CASE WHEN '**' = '**' THEN O.TEAM_CLS ELSE '**' END
      LEFT OUTER JOIN CD4000M H
ON      H.CORP_CD = A.CORP_CD
AND     H.CD_CLS = 'PM1010'
AND     H.CD = A.PROC_CD      -- 지시공정명

```

[그림 4-2] 제조기업 P사 2020년 기준 MES Database 시간당 생산량 쿼리1

```

      INNER JOIN CD4000M I
ON      I.CORP_CD = A.CORP_CD
AND     I.CD_CLS = 'PM1020'
AND     I.CD = A.PDIR_CLS      -- 지시구분명
      INNER JOIN CD4000M J
ON      J.CORP_CD = A.CORP_CD
AND     J.CD_CLS = 'PM1030'
AND     J.CD = A.SHIF_CLS      -- 작업조명
      INNER JOIN CD1400M K
ON      K.CORP_CD = A.CORP_CD
AND     K.EMP_NO = A.WORK_EMP_NO -- 등록자명
      LEFT OUTER JOIN EM1000M L
ON      L.CORP_CD = N.CORP_CD
AND     L.EQUI_CD = N.EQUI_CD      -- 설비코드명
AND     N.EQUI_CD = '10000001'
      LEFT OUTER JOIN CD4000M M
ON      M.CORP_CD = A.CORP_CD
AND     M.CD_CLS = 'PM2040'
AND     M.CD = A.LINE_CLS      -- 작업라인명
WHERE   A.CORP_CD = '1220'      -- 회사코드
AND     F.COM_YN IN ('Y', 'N')  -- 작업지시 완료여부에서 중단은 검색되지않도록
AND     A.DEL_YN = 'N'
AND     SUBSTRING(WORK_DT,1,4) = '2020' -- 2020년 표기
GROUP BY WORK_DT ) C

```

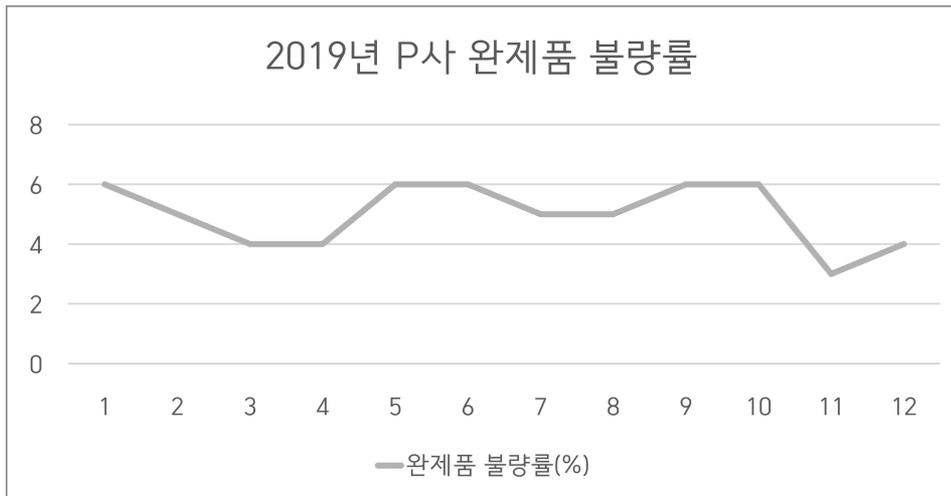
[그림 4-3] 제조기업 P사 2020년 기준 MES Database 시간당 생산량 쿼리2

	시간당생산량
1	86.76

[그림 4-4] 시간당  
생산량  
쿼리 결과

#### 4.1.3 개선 전 완제품 불량률

2019년 기준 완제품 불량률은 5%로 산출되었다. 다음 [그림 4-5]는 2019년 기준 제조기업 P사의 완제품 불량률 현황이다.



[그림 4-5] 제조기업 P사 2019년 기준 완제품 불량률

#### 4.1.4 개선 후 완제품 불량률

현재 P사가 사용중인 MES의 데이터베이스(MS-SQL)를 쿼리를 적용하여 확인해 본 결과 2020년 기준 완제품 불량률이 4.5%으로 산출되었다. 다음 [그림 4-6]은 제조기업 P사의 2020년 기준 MES Database 완제품 불량률 쿼리이다.

```

-- 산출+로직 : 완제품 불량 수 / 완제품 수 * 100

SELECT ISNULL(SUM(M.BAD_QTY) / (select SUM(p.PROD_QTY) from PM4000M P
WHERE P.PDIR_SQ IN (SELECT MAX(PDIR_SQ) FROM PM4000M WHERE PDIR_NO = P.PDIR_NO)
AND DEL_YN = 'N' AND P.WORK_DT BETWEEN '2020-01-01' AND '2020-12-31') * 100 , 0) Fault_Rate
FROM PM4000M P
INNER JOIN PM4030M M
ON P.CORP_CD = M.CORP_CD

AND P.PDIR_NO = M.PDIR_NO
AND P.PSQ = M.PSQ
AND P.DEL_YN = 'N'
AND M.DEL_YN = 'N'
AND P.WORK_DT BETWEEN '2020-01-01' AND '2020-12-31'

```

[그림 4-6] 제조기업 P사 2020년 기준 MES Database 완제품 불량률 쿼리

완제품 불량률	
1	4.5

[그림 4-7] 완제품 불량률 쿼리 결과

#### 4.1.5 제조원가 절감 금액

개선 전 제조원가 절감 금액은 2019년 기준으로 측정시 450원으로 산출되었다. 개선 후 금액은 산출로직(원지단가 \* (1 - 시간당 생산량 개선률) \* (1 - 불량률 증감액))에 의해  $450 * (1 - 0.005) = 340$ 원으로 산출되었다.

#### 4.1.6 개선 전 납기준수율

2019년 기준 납기준수율은 70%로 산출되었다. 다음 [그림 4-8]은 제조기업 P사의 개선 전 납기준수율이다.

납기일자	거래일자	거래명	품목명/규격	수량	단위	단가	중급가격	부가세	합계	비고	담당자	비고	납기내출하수량	납기내수주수량	납기내수주문수량	납기내수주문수량	
2019-10-05	2019-10-01	주식회사보신엔지니어링	PS9800A	150		0	0	0	0								
2019-10-01	2019-10-01	(주)삼정기공	Z735 (1031B)	5,000		450	2,250,000	225,000	2,475,000								
2019-09-30	2019-10-01	주식회사 한가은	KCC 2282-S-W (Z718)	22,000		500	11,000,000	1,100,000	12,100,000	뉴코리아테크							
2019-10-02	2019-10-02	유신물산(주)	PA718D	500		450	225,000	22,500	247,500								
2019-10-05	2019-10-02	(주)비결엔지니어링	PA710B	3,000	제품	750	2,250,000	225,000	2,475,000								
2019-10-09	2019-10-02	주식회사보신엔지니어링	PA710H-01	500		450	225,000	22,500	247,500								
2019-10-04	2019-10-02	주식회사보신엔지니어링	PS980A	20,550		400	8,220,000	822,000	9,042,000								
2019-10-02	2019-10-02	(주)그리프테크놀로지	GRH100 (Light) ICA713A	5,000		350	1,750,000	175,000	1,925,000	해동							
2019-10-07	2019-10-02	주식회사 한가은	KFP405 (FA7149A-01)	8,000		507	4,056,000	405,600	4,461,600	신성우도							
2019-10-05	2019-10-04	(주)세노라엔지니어링	PSR15A	5,500		80	440,000	44,000	484,000	이동민출고분							
2019-10-03	2019-10-04	유신에이치엔(주)	DSS300 (20mm*137mm-무광)	24,000		80	1,920,000	192,000	2,112,000								
2019-10-08	2019-10-04	유신물산(주)	PA714J	2,000		450	900,000	90,000	990,000	표산							
2019-10-04	2019-10-04	(주)아이씨비	FS8095A	2,000		500	1,000,000	100,000	1,100,000								
2019-10-04	2019-10-04	(주)아이씨비	FS8095A	2,000		500	1,000,000	100,000	1,100,000								
2019-10-04	2019-10-04	우성테크	PW1020A	1,000	제품	1,100	1,100,000	110,000	1,210,000	탁재							
2019-10-03	2019-10-04	(주)세노라엔지니어링	FA713L (LPM-116 모델)	50,500		520	26,260,000	2,626,000	28,886,000	신성우도							
2019-10-03	2019-10-04	(주)세노라엔지니어링	LPM-116 2기 0.6T*22mm	202,000		54	10,908,000	1,090,800	11,998,800								
2019-10-09	2019-10-04	(주)세노라엔지니어링	LPM-116 2기 0.6T*19mm	160,800		47	7,557,600	755,760	8,313,360								
2019-10-09	2019-10-04	(주)세노라엔지니어링	LPM-116 2기 0.6T*34mm	2,100		80	168,000	16,800	184,800								
2019-10-07	2019-10-04	(주)유신 테라엔지니어링	FS807A	14,000		550	7,700,000	770,000	8,470,000	양성환만							
2019-10-09	2019-10-04	(주)충원합탈	CS805A	5,000		300	1,500,000	150,000	1,650,000								
2019-10-08	2019-10-07	유신에이치엔(주)	DHT500 (50mm*1250)무광	12,000		280	3,360,000	336,000	3,696,000								
2019-10-09	2019-10-07	유신물산(주)	FA722A	4,300		580	2,494,000	249,400	2,743,400								
2019-10-07	2019-10-07	(주)아이씨비	PS840A	3,000		500	1,500,000	150,000	1,650,000								
2019-10-10	2019-10-07	주식회사보신엔지니어링	PS930A	100		500	50,000	5,000	55,000								
2019-10-09	2019-10-07	태광산업(주)	FW106A	500		550	275,000	27,500	302,500								
2019-10-11	2019-10-07	(주)신경원네셔널	FA722A	100		550	55,000	5,500	60,500	유디박스							
2019-10-11	2019-10-07	태광산업(주)	FA722B	12,200		450	5,490,000	549,000	6,039,000	유신물산							
2019-10-11	2019-10-08	(주)원생	CS8032A (MSYS그래피)	5,000		340	1,700,000	170,000	1,870,000	박동							
2019-10-11	2019-10-08	유신에이치엔(주)	PSR15A	5,750		700	4,025,000	402,500	4,427,500								
2019-10-08	2019-10-08	동화기(주)	PA702T/FOCN	1,000		1,100	1,100,000	110,000	1,210,000	손병화							
2019-10-10	2019-10-08	에스피테크(주)프린트시스템	FS807A	10,000		520	5,200,000	520,000	5,720,000	제품							
2019-10-13	2019-10-08	대신에이치엔(주)	PS926A(50P) (80g/1250)	500		930	465,000	46,500	511,500								
2019-10-10	2019-10-08	대신에이치엔(주)	PS910A-2(177A) (80g/1250)	1,500	제품	930	1,395,000	139,500	1,534,500								
2019-10-13	2019-10-08	대신에이치엔(주)	PS940A-1(110P)	1,500		1,000	1,500,000	150,000	1,650,000								
2019-10-10	2019-10-08	대신에이치엔(주)	PS935A(151GP)	1,500	제품	1,100	1,650,000	165,000	1,815,000								
2019-10-13	2019-10-08	주식회사보신엔지니어링	FS8095A	6,000		420	2,541,000	254,100	2,795,100								
2019-10-10	2019-10-08	주식회사보신엔지니어링	PSR15A	5,400		420	2,268,000	226,800	2,494,800								

[그림 4-8] 제조기업 P사 개선 전 납기준수율

### 4.1.7 개선 후 납기준수율

현재 P사가 사용중인 MES의 데이터베이스(MS-SQL)를 쿼리를 적용하여 확인해본 결과 2020년 기준 납기준수율이 82.35%로 산출되었다. 다음 [그림 4-9]은 제조기업 P사의 2020년 기준 MES Database 납기준수율을 구하는 쿼리이며, [그림 4-10]은 납기준수율 쿼리 결과이다.

```

select x.원래일수, x.준수일수, convert(decimal(5,3), (x.준수일수/x.원래일수 *100) )납기준수율 from (
select convert(float,Count(datediff(day,CONVERT(datetime, a.REQ_DT),CONVERT(datetime, c.EDIR_DT)))) as 원래일수,
convert(float,
(select Count(datediff(day,CONVERT(datetime, a.REQ_DT),CONVERT(datetime, c.EDIR_DT)))) from SM3000M A
inner join SM4000M B
on A.RORD_NO = B.RORD_NO
inner join PD5200M C
on b.EDIR_NO = c.EDIR_NO
where datediff(day,CONVERT(datetime, a.REQ_DT),CONVERT(datetime, c.EDIR_DT)) <= 0) AS 준수일수
from SM3000M A
inner join SM4000M B
on A.RORD_NO = B.RORD_NO
inner join PD5200M C
on b.EDIR_NO = c.EDIR_NO
) x

select * from SM3000M A
inner join SM4000M B
on A.RORD_NO = B.RORD_NO
inner join PD5200M C
on b.EDIR_NO = c.EDIR_NO

```

[그림 4-9] 제조기업 P사 2020년 기준 MES Database 납기준수율 쿼리

■ 결과 상세 내역																
원래값		현재값		납기준수율												
1	94	28	82.353													
CORP_CD	RORD_NO	RORD_DT	RORD_CLS	EPRD_CLS	RORD_ORG_NO	RORD_EMP_NO	RORD_VEND_NO	VEND_JFRF	AMT	VAT	TOT	REG_DT	RCV_REFR	REQ_POSI	REGN_CLS	REMR
1	1210	20200110006	2020-01-31	10	N	GC002-01	20190014	1348103293	미지정납입자	2400000	240000	2640000	2020-02-04			99
2	1210	20200110007	2020-01-31	10	N	GC002-01	20190014	1398121020	미지정납입자	1395000	139500	1534500	2020-02-04			99
3	1210	20200110008	2020-01-31	10	N	GC002-01	20190005	1398111032	미지정납입자	4500000	450000	4950000	2020-02-04			99
4	1210	20200110009	2020-01-31	10	N	GC002-01	20190002	6228126244	미지정납입자	0	0	0	2020-02-14			99
5	1210	20200210006	2020-02-03	10	N	GC002-01	20190014	1348109055	미지정납입자	348000	34800	382800	2020-02-07			99
6	1210	20200210008	2020-02-03	10	N	GC002-01	20190014	1348109055	미지정납입자	348000	34800	382800	2020-02-07			99
7	1210	20200210008	2020-02-03	10	N	GC002-01	20190014	1348109055	미지정납입자	348000	34800	382800	2020-02-07			99
8	1210	20200210009	2020-02-03	10	N	GC002-01	20190014	1348103293	미지정납입자	6075000	607500	6682500	2020-02-07			99
9	1210	20200210009	2020-02-03	10	N	GC002-01	20190014	1348103293	미지정납입자	6075000	607500	6682500	2020-02-07			99
10	1210	20200210009	2020-02-03	10	N	GC002-01	20190014	1348103293	미지정납입자	6075000	607500	6682500	2020-02-07			99
11	1210	20200210010	2020-02-04	10	N	GC002-01	20190005	1398111032	미지정납입자	4500000	450000	4950000	2020-02-07			99
12	1210	20200210011	2020-02-05	10	N	GC002-01	20190014	1398121020	미지정납입자	560000	56000	616000	2020-02-11			99
13	1210	20200210012	2020-02-06	10	N	GC002-01	20190003	6228126254	미지정납입자	1560000	156000	1716000	2020-02-11			99
14	1210	20200210013	2020-02-06	10	N	GC002-01	20190014	1398131187	미지정납입자	0	0	0	2020-02-11			99
15	1210	20200210014	2020-02-10	10	N	GC002-01	20190014	1348109055	미지정납입자	0	0	0	2020-02-11			99
16	1210	20200210015	2020-02-06	10	N	GC002-01	20190014	1398131187	미지정납입자	5028000	502800	5530800	2020-02-07			99
17	1210	20200210015	2020-02-06	10	N	GC002-01	20190014	1398131187	미지정납입자	5028000	502800	5530800	2020-02-07			99
18	1210	20200210015	2020-02-06	10	N	GC002-01	20190014	1398131187	미지정납입자	5028000	502800	5530800	2020-02-07			99
19	1210	20200210015	2020-02-06	10	N	GC002-01	20190014	1398131187	미지정납입자	5028000	502800	5530800	2020-02-07			99
20	1210	20200210016	2020-02-05	10	N	GC002-01	20190003	6228126108	미지정납입자	472500	47250	519750	2020-02-07			99
21	1210	20200210016	2020-02-05	10	N	GC002-01	20190003	6228126108	미지정납입자	472500	47250	519750	2020-02-07			99
22	1210	20200210016	2020-02-05	10	N	GC002-01	20190003	6228126108	미지정납입자	472500	47250	519750	2020-02-07			99
23	1210	20200210017	2020-02-06	10	N	GC002-01	20190005	6228126278	미지정납입자	900000	90000	990000	2020-02-10			99
24	1210	20200210018	2020-02-06	10	N	GC002-01	20190005	1398105748	미지정납입자	2790000	279000	3069000	2020-02-10			99
25	1210	20200210019	2020-02-06	10	N	GC002-01	20190005	1398105748	미지정납입자	2910000	291000	3201000	2020-02-10			99
26	1210	20200210020	2020-02-07	10	N	GC002-01	20190014	1348103293	미지정납입자	21000...	2100...	23100...	2020-02-10			99
27	1210	20200210020	2020-02-07	10	N	GC002-01	20190014	1348103293	미지정납입자	21000...	2100...	23100...	2020-02-10			99
28	1210	20200210020	2020-02-07	10	N	GC002-01	20190014	1348103293	미지정납입자	21000...	2100...	23100...	2020-02-10			99
29	1210	20200210021	2020-02-07	10	N	GC002-01	20190014	1348103293	미지정납입자	975000	97500	1072500	2020-02-12			99
30	1210	20200210022	2020-02-07	10	N	GC002-01	20190005	1348183899	미지정납입자	501600	50160	551760	2020-02-12			99
31	1210	20200210022	2020-02-07	10	N	GC002-01	20190005	1348183899	미지정납입자	501600	50160	551760	2020-02-12			99
32	1210	20200210023	2020-02-07	10	N	GC002-01	20190005	6228126278	미지정납입자	4000000	400000	4400000	2020-02-12			99
33	1210	20200210024	2020-02-07	10	N	GC002-01	20190014	1398131187	미지정납입자	2040000	204000	2244000	2020-02-12			99
34	1210	20200210024	2020-02-07	10	N	GC002-01	20190014	1398131187	미지정납입자	2040000	204000	2244000	2020-02-12			99

[그림 4-10] 납기준수율 쿼리 결과

### 4.1.8 KPI지수 변화

현재 P사가 개선 전(2019년) 측정한 데이터와 P사가 보유하고 사용 중인 MES의 데이터베이스(MS-SQL)를 쿼리를 적용하여 해당 핵심지표들의 결과를 확인해 본 결과 2019년과 2020년의 KPI지수 변화를 확인이 가능하다. 다음 [표 4-1]은 제조기업 P사의 KPI지수 변화 결과표이다.

[표 4-1] 제조기업 P사의 KPI 지수변화

N O	분야	핵심지표(KPI)	특성	단위	개선 전 (2019년)	개선 후 (2020년)	GAP
1	P	시간당 생산량	증가	m/분	70	86.76	16.76m/분 증가
2	Q	완제품 불량률	감소율	%	5	4.5	0.5% 감소
3	C	제조(제품)원가 절감 금액	감소	원	450	340	90원 감소
4	D	납기준수율	증가율	%	70	82.35	12.35% 증가

## 제 2 절 연구 결과(정량적 결과)

### 4.2.1 시간당 생산량

현재 P사가 보유하고 있는 자료와 사용 중인 MES의 데이터베이스(MS-SQL)를 쿼리를 적용하여 2019년 1월부터 12월, 2020년 1월부터 12월까지의 생산량 추이를 도출해 보았다.

[표 4-2] 개선 전·후 시간당 생산량(m/분) 지수변화

연도	월	시간당 생산량(m/분)	연도	월	시간당 생산량(m/분)
2019	1	69	2020	1	87
2019	2	71	2020	2	90
2019	3	71	2020	3	86
2019	4	71	2020	4	87
2019	5	68	2020	5	86
2019	6	70	2020	6	85
2019	7	71	2020	7	87
2019	8	70	2020	8	86
2019	9	72	2020	9	86
2019	10	69	2020	10	87
2019	11	69	2020	11	87
2019	12	68	2020	12	87

위 [표 4-2]에서 정리한 2019년 시간당 생산량(개선 전), 2020년 시간당 생산량(개선 후) 데이터를 SPSS<sup>44)</sup>의 대응표본 t-test를 통해 분석해 보았다. 변수1은

개선 전 시간당 생산량 변수2는 개선 후 시간당 생산량으로써 대응표본 t-test 적용 결과 차이가 있을 것이라고 예상해 보았다.

### T검정

[데이터세트1] D:\#2020년석사과정#논문모음#KPI 지수\_시간당생산량.sav

대응표본 통계

	평균	N	표준 편차	표준 오차 평균
쌍 1 개선후	86.7500	12	1.21543	.35086
개선전	69.9167	12	1.31137	.37856

대응표본 상관

	N	상관	유의수준
쌍 1 개선후 & 개선전	12	.100	.758

대응표본 검정

	대응 차이					t	df	유의수준 (양쪽)
	평균	표준 편차	표준 오차 평균	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
쌍 1 개선후 - 개선전	16.83333	1.69670	.48979	15.75530	17.91136	34.368	11	.000

[그림 4-11] 시간당 생산량 t-test 결과

대응표본 t-test결과, 노하우 전수 시스템을 적용하기 전과 후의 시간당 생산량은 유의미한 차이를 보였으며 (<.05), 개선 후에 변화한 것으로 나타나, 노하우 전수 시스템을 적용함은 시간당 생산량 변화에 유의한 역할을 하는 것을 확인하였다.

#### 4.2.2 완제품 불량률

현재 P사가 보유중인 자료와 사용 중인 MES의 데이터베이스(MS-SQL)를 쿼리를 적용하여 2019년 1월부터 12월, 2020년 1월부터 12월까지의 완제품 불량률 추이를 도출해 보았다.

44) SPSS(Statistical Package for the Social Sciences) : 통계적 분석과 데이터 마이닝 등에 사용되는 통계 분석 프로그램 모음

[표 4-3] 개선 전·후 완제품 불량률(%) 지수변화

연도	월	완제품 불량률(%)	연도	월	완제품 불량률(%)
2019	1	6	2020	1	6
2019	2	5	2020	2	5
2019	3	4	2020	3	4
2019	4	4	2020	4	3
2019	5	6	2020	5	5
2019	6	6	2020	6	5
2019	7	5	2020	7	5
2019	8	5	2020	8	4
2019	9	6	2020	9	5
2019	10	6	2020	10	5
2019	11	3	2020	11	3
2019	12	4	2020	12	4

위 [표 4-3]에서 정리한 2019년 완제품 불량률(개선 전), 2020년 완제품 불량률(개선 후) 데이터를 SPSS의 대응표본 t-test를 통해 분석해 보았다. 변수1은 개선 전 완제품 불량률 변수2는 개선 후 완제품 불량률로써 대응표본 t-test 적용 결과 차이가 있을 것이라고 예상해 보았다.

→ T검정

[데이터세트1] D:\2020년석사과정논문모음\KPI지수\_완제품불량률.sav

대응표본 통계

	평균	N	표준 편차	표준 오차 평균
쌍 1 개선전	5.0000	12	1.04447	.30151
개선후	4.5000	12	.90453	.26112

대응표본 상관

	N	상관	유의수준
쌍 1 개선전 & 개선후	12	.866	.000

대응표본 검정

	대응 차이					t	df	유의수준 (양측)
	평균	표준 편차	표준 오차 평균	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
쌍 1 개선전 - 개선후	.50000	.52223	.15076	.16819	.83181	3.317	11	.007

[그림 4-12] 완제품 불량률 t-test 결과

대응표본 t-test결과, 노하우 전수 시스템을 적용하기 전과 후의 완제품 불량률은 유의미한 차이를 보였으며 (<.05), 개선 후에 변화한 것으로 나타나, 노하우 전수 시스템을 적용함은 완제품 불량률 변화에 유의한 역할을 하는 것을 확인함.

#### 4.2.3 제조원가 절감금액

현재 P사가 보유중인 자료와 사용 중인 MES의 데이터베이스(MS-SQL)를 쿼리를 적용하여 2019년 1월부터 12월, 2020년 1월부터 12월까지의 제조원가 추이를 도출해 보았다.

[표 4-4] 개선 전·후 제조원가(원) 지수변화

연도	월	제조원가(원)	연도	월	제조원가(원)
2019	1	435	2020	1	357
2019	2	433	2020	2	340
2019	3	470	2020	3	325
2019	4	470	2020	4	320
2019	5	437	2020	5	353
2019	6	466	2020	6	358
2019	7	470	2020	7	349
2019	8	456	2020	8	337
2019	9	431	2020	9	334
2019	10	439	2020	10	360
2019	11	440	2020	11	328
2019	12	449	2020	12	324

위 [표 4-4]에서 정리한 2019년 제조원가(개선 전), 2020년 제조원가(개선 후) 데이터를 SPSS의 대응표본 t-test를 통해 분석해 보았다. 변수1은 개선 전 제조원가 절감 금액 변수2는 개선 후 제조원가 절감 금액으로써 대응표본 t-test 적용 결과 차이가 있을 것이라고 예상해 보았다.

→ T검정

[데이터세트2] D:\#2020년석사과정#논문모음#KPI지수\_제조원가절감금액.sav

대응표본 통계

	평균	N	표준 편차	표준 오차 평균
쌍 1 개선전	449.6667	12	15.83054	4.56988
개선후	340.4167	12	14.55684	4.20220

대응표본 상관

	N	상관	유의수준
쌍 1 개선전 & 개선후	12	-.253	.427

대응표본 검정

	대응 차이					t	df	유의수준 (양측)
	평균	표준 편차	표준 오차 평균	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
쌍 1 개선전 - 개선후	109.25000	24.06856	6.94799	93.95757	124.54243	15.724	11	.000

[그림 4-13] 제조원가 t-test 결과

대응표본 t-test 결과, 노하우 전수 시스템을 적용하기 전과 후의 제조원가 절감 금액은 유의미한 차이를 보였으며 (<.05), 개선 후에 변화한 것으로 나타나, 노하우 전수 시스템을 적용함은 제조원가 절감 금액 변화에 유의한 역할을 하는 것을 확인 함.

#### 4.2.4 납기준수율

(1) 현재 P사가 보유 중인 자료와 사용 중인 MES의 데이터베이스(MS-SQL)를 쿼 리를 적용하여 2019년 1월부터 12월, 2020년 1월부터 12월까지의 납기준수율 추이를 도출해 보았다

[표 4-5] 개선 전·후 납기준수율(%) 지수변화

연도	월	납기준수율(%)	연도	월	납기준수율(%)
2019	1	435	2020	1	357
2019	2	433	2020	2	340
2019	3	470	2020	3	325
2019	4	470	2020	4	320
2019	5	437	2020	5	353
2019	6	466	2020	6	358
2019	7	470	2020	7	349
2019	8	456	2020	8	337
2019	9	431	2020	9	334
2019	10	439	2020	10	360
2019	11	440	2020	11	328
2019	12	449	2020	12	324

위 [표 4-5]에서 정리한 2019년 납기준수율(개선 전), 2020년 납기준수율(개선 후) 데이터를 SPSS의 대응표본 t-test를 통해 분석해 보았다. 변수1은 개선 전 납기준수율 변수2는 개선 후 납기준수율로써 대응표본 t-test 적용 결과 차이가 있을 것이라고 예상해 보았다.

→ T 검정

[데이터세트2] D:\#2020년석사과정#논문모음#KPI 지수\_납기준수율.sav

대응표본 통계

	평균	N	표준 편차	표준 오차 평균
상 1 개선후	82.3333	12	1.23091	.35533
개선전	69.9167	12	4.07784	1.17717

대응표본 상관

	N	상관	유의수준
상 1 개선후 & 개선전	12	.441	.152

대응표본 검정

	대응 차이					t	df	유의수준 (양측)
	평균	표준 편차	표준 오차 평균	차이의 95% 신뢰구간				
				하한	상한			
상 1 개선후 - 개선전	12.41667	3.70401	1.06926	10.06325	14.77008	11.612	11	.000

[그림 4-14] 납기준수율 t-test 결과

대응표본 t-test 결과, 노하우 전수 시스템을 적용하기 전과 후의 납기준수율은 유의미한 차이를 보였으며 (<.05), 개선 후에 변화한 것으로 나타나, 노하우 전수 시스템을 적용함은 납기준수율 변화에 유의한 역할을 하는 것을 확인함.

### 제 3 절 연구 결과(정성적 결과)

#### 4.3.1 정성적 성과 지표 및 측정 결과 내역

정성적 측정항목	만족도			비고
	높음	보통	낮음	
공정개선 활동에 따른 납기 단축	○			
정확한 생산지시 및 공정진행관리를 통한 납기예측	○			
작업 표준 서류의 시스템화를 통한 문서 작성 시간의 절감	○			

정확한 수치와 그래프를 통한 한눈에 병목공정 파악 가능.	○			
미세한 공정분석을 통한 휴면에러감소	○			
공정부하를 사전에 확인함으로써 효율적인 작업배분 실시간 생산 설비의 가동 데이터 분석을 통한 비효율 제거		○		
작업영상 비디오분석을 통한 개선사항도출 시간 단축		○		
진도관리를 통한 고객의 공정 확인 요청에 실시간 대응 및 납기 준수	○			
작업자 능력 평가 도구로 활용 가능	○			
관리자의 의사결정시간 단축	○			

#### 4.3.2 평가결과 분석

초기 운영 당시 현장 작업자 및 일반 관리자의 마인드가 적극적이지 않았지만, 대표이사님과 PM의 하고자 하는 열망이 높아 참여기업의 활용도가 점점 높아지고 있다. 현재도 활용도가 점점 높아지고 있지만, 지속적인 현장관리가 이루어지면, 자연스럽게 성과도 좋아질 것으로 기대된다.

## 제 5 장 결론

### 제 1 절 연구 결론

#### 5.1.1 시사점 및 한계점

다변화 다각화 되어가는 시장의 요구에 즉각적으로 응대하기 위해 효율적인 제조공정의 구성은 절실하게 요구된다. 이를 통한 생산성 향상이나 불량률 감소, 제조원가 절감 및 납기 기한의 준수율은 국내외를 막론하는 제조업 경쟁력 구성에 필수 조건이며 고객의 니즈를 충족시키기 위한 밑거름이 될 수 있다.

효율적인 제조공정을 구성하기 위해서는 구성을 위한 보조 관리 시스템이 필요하며 이런 시스템은 학계뿐만 아니라 다수의 업체에서 오랜 기간 시도되어 왔다. 하지만 동종 제품일지라도 쓰임새 또는 유형별로 공정상 차이에서 오는 현실적 문제 때문에 쉽사리 적용되지 못하고 있는 것이 현실이다.

글로벌 경쟁 시대에서 생존을 위해 제조공정 개선 활동이 필요하며 이를 보조하기 위한 관리 시스템을 통한 시스템 표준화가 필요하다. 하여 본 연구에서는 노하우 전수 시스템을 활용하여 공정단계별 최적화를 위한 데이터들을 수집하며 그를 토대로 표준화를 도모하기 위한 개선 활동을 진행해보았다. 개선 활동을 통해 tact-time, cycle time 감소 및 라인밸런싱 효율 증대, 병목 구간 해소 등의 효과들이 나타났으며 이러한 효과와 더불어 목표 평가 지수인 KPI지수들의 변화를 측정해 보았다.

그 결과를 보면 시간당 생산량은 2019년 70m/분에서 86.76m/분으로 23.94% 개선되었으며 완제품 불량률은 5%→4.5%로 37.5% 개선, 제조원가 절감 금액은 450원에서 340원으로 24.4% 개선, 납기준수율은 70% →

82.35%로 17.64% 개선되었다. 위와 같이 노하우 전수 시스템을 활용하여 다수의 제조업체들이 직면한 제조공정의 표준화를 달성함으로써 기업이 추구하고 있는 목표인 생산효율 증대에 큰 역할을 할 수 있을 것으로 기대된다.

하지만 하나의 제조기업을 대상으로 하여 연구를 진행하여 다소 데이터의 신뢰도 충족이 모자란 것이 사실이다. 향후에는 다수의 기업체들을 대상으로 연구를 진행하여 훨씬 방대한 데이터를 바탕으로 한 연구가 필요하다. 이것과 더불어 노하우 전수 시스템의 특성상 웹 기반 서비스를 지원하는 관계로 작업자들의 영상을 업로드 시 사용자 PC의 보안 문제와 결부되어 영상 업로드 시 사용자 PC 경로 보안 이슈가 발생된다. 이 문제를 해결할 방안에도 논의가 필요하다.

# 참 고 문 헌

## 1. 국내문헌

- 김동일. (2018). 스마트제조 작업자 중심의 맞춤형 생산환경 개선에 대한 연구. 원광대학교 일반대학원 석사학위 논문.
- 김정섭, 이지수. (2017). IE기법을 활용한 EPS모터 제조공정의 운영 효율성 향상 사례. 「한국산학기술학회」, 18(7), 63-72.
- 김현중. (2015). 동영상을 활용한 동작 분석 방법 및 공정개선 사례연구. 인천대학교 경영대학원 석사학위 논문.
- 박승헌. (2003). 컨베이어 라인 변경시 U라인 설계의 효율적 방안. 「대한산업공학회」, 16(2), 240-247.
- 엄재호, 강경식. (2017). 제조현장 혁신을 위한 5S3정의 적용사례 및 활용에 대한 연구. 「대한안전경영대학회」, 17(4), 131-141.
- 옹호경. (2010). 웹 2.0 클러스터 기반의 공정관리 시스템 프로토타입 모델 구축. 경남대학교 대학원 석사학위 논문.
- 윤익근. (2012). 공정산업의 위험 정량화를 위한 효율적 체계 및 방법론에 관한 연구. 서울대학교 대학원 박사학위 논문.
- 이덕규. (2020). 현장 구획화 기법을 활용한 중소기업 생산업무 개선에 관한 연구. 서울과학기술대학교 대학원 석사학위 논문.
- 이상영, 홍성훈, 김진환. (1998). 동작연구 및 라인 밸런싱을 활용한 SMPS 조립라인의 공정개선사례. 「대한산업공학회」, 11(3), 155-166.
- 이영상. (2006). TPM활동을 통해 나타난 추진성과의 핵심 측정지표 개발. 아주대학교 일반대학원 박사학위 논문.
- 이영훈, 권순걸, 이홍, 이현, 김찬모. (2007). 도요타 생산방식의 효과적인 도입을 위한 방법론 연구. 「대한산업공학회」, 20(3), 245-256.
- 조현재, 조용주, 노상도, 박유진, 배혜림, 류광열. (2011). 웹 기반 공정개선 시스템 개발. 「한국CAD/CAM학회」, 17(2), 56-63.

홍봉기. (2014). 경영시스템 개선과 연계한 공정혁신 사례연구. 한양대학교 일  
반대학원 석사학위 논문.

윤지명, 고효현, 백종관, 김성식. (2008). 품질과 납기를 동시에 만족하는 작  
업투입 개선에 관한 연구. 「한국산학기술학회」, 9(6), 1838-1855.

## ABSTRACT

A study on the development and application of a know-how transfer system (KTS) for improving manufacturing processes and verification of effectiveness

Lee, Jae-Ro

Major in Smart Convergence Consulting

Dept. of Smart Convergence Security Consulting

Graduate School of Knowledge Service Consulting

Hansung University

The manufacturing site of a manufacturing company (Company P) is constantly seeking ways to improve various types of manufacturing processes in order to pursue profits within the company. It is difficult to select the direction of process improvement accordingly as there is no numerical or quantified data of evaluation indicators proving the result of improvement. Therefore, there is a need for a system to steadily increase sales, select the direction of process improvement, and promote efficiency. Recognizing the needs of these consumers, a know-how transfer system was developed, and the improvement effect of the system can be proven by studying the KPI index before and after improvement through the

improvement process through the system.

KPI index (lead time, cycle time, delivery time, manufacturing cost reduction amount) that can be used as an evaluation index for process improvement through the know-how transfer system was selected by referring mainly to indexes from the customer's point of view among the preceding research results, and used as a quantitative index. The improvement was verified. The improvement of the KPI indices was verified using the paired t-test.

These results will provide value to a number of research results related to process improvement in manufacturing companies in the future and can be used as basic data to efficiently support process improvement.

**【Keyword】** KnowHow Transfer System, KPI Degree, Process Improvement, Motion Analys, Paired t-test