

# TPS를 이용한 자동차 Press 부품 가공 W사 사례연구

한명수 이상복  
서경대학교 경영대학원 경영학과 6시그마전공

## A Case Study W Company on the productivity innovation by changing U-Line into the TPS

Han, Myoung Soo, Ree, Sangbok  
6 sigma Major Dept. Business Administration, Seokyeong University Business Graduate School

### Abstract

This study began the study by instructing enterprises to change Batch Production into U-Line. This study suggested TPS U-Line building model process and applied it to some of their product line. By connecting concerned process elements into continuous operations. Outside orders were also switched to inside operations and executed in continuous operations, thereby about 100Km of transit distance became zero Km, Production lead Time was incredibly reduced. After all, 90% of Production Lead Time, 50% of handling fault, 3/4 of workers decreased and Productivity per Person enhanced about 8 times than before. This study defines TPS U-Line Construction Model Process which involves improving Batch Production into Continuous Production and applies it to the real world, so that small and medium enterprises can consult this study if the company is willing to make an improvement to their product line.

Key Words: TPS, U-Line building mode, Batch Production

### 1. 서론

본 연구는 우리나라 중소기업에서 많이 적용하고 있는 단속(Batch) 생산방식을 1개 흐름 생산방식으로 개혁하고자 할 때에 어떤 부분에서 어느 만큼의 향상이 기대되는지 수치화하고, 최종 원하는 생산방식인 TPS U-Line으로 개선하기 위한 “TPS U-Line 구축 모델 Process”를 제안하고 적용함으로써 좀 더 효율적으로 생산방식을 개혁할 수 있는지를 확인하

고자 한다.

본 연구 사례는 많은 중소기업들이 적용하고 있는 Batch 생산방식을 단계적으로 한개 흐름 자동화라인으로 개선해 가는 과정을 거치고 있다. 인접 공정끼리 앞 공정의 Out-put과 다음 공정의 In-put을 연결하여 인력을 반으로 줄이고, Neck 공정 시간을 수치화해서 개선하고자 설비 및 금형을 개발하고, 외주공정을 내부 In-Line화함으로써 소요 인력 및 L/T, 재공 재고를 획기적으로 줄였으며, 전 공정을 1개의

흐름라인으로 자동화하여 8명이 하던 작업을 2명이 수행 하도록 하고, 더 나아가서는 똑같은 자동화라인을 추가로 설치하여 1명이 2~3개 자동화 라인을 담당하게 하는 개혁을 실시할 것이다. 지금까지 4~5년 동안 공정을 획기적으로 개선(국내/외 공정특허 획득)하여 원가를 타사 제품과 비교가 안될 정도로 혁신 하였고, 부품 용접공정을 없앤 일체형으로 개발하여 신뢰성 품질 또한 월등하여 가능한 경우이다.

## 2. TPS U-Line 구축 모델

“TPS U-Line 구축 모델”의 기본은 Batch 생산을 1개 흐름 생산으로 정류화 하여 목표로 선정한 Tact Time에 맞추어서 각각의 공정을 개선해 나아가는 과정을 체계화 하여 만들어 가는 과정이므로 [그림 2.1]에서 보는 바와 같이 “TPS U-Line 구축 모델”은 많은 Data를 활용한 현상파악 및 분석과정과 개선, 정착관리 및 효과분석의 관점에서의 추진 방법을 하나의 과정으로 통합하여 “TPS U-Line 구축 모델 Process”를 [그림 2.1]과 같이 제시한다.

구축단계	구축 모델 Process	비 고
[단계1] 현상파악		-디카 및 디지털 캠코더 사용 -영상 Frame분석 S/W 활용 -작업자 Time Study 실시 -흐름, 재고일수, 공정관리, 작업시간 단축 분석 -품질 Data 및 불량샘플 분석
[단계2] 문제점분석 및 목표설정		-모든 문제점 수치화 -설비 Tact Time 기준
[단계3] TPS U-Line 설계		-Tact Time 달성 설계 -기종변경시간 동영상 촬영 및 분석 -공정연결 자동화 -남1(1~4공정 담당) -여1(검사 및 포장)
[단계4] 시범라인 구축		-단계적으로 적용 -단계적으로 작성 및 개선
[단계5] 추가개선 및 효과분석		-시험가동 및 개선대상 현상 수치화 및 문제점 파악 -문제점 계속 발굴 및 개선 -개선대상에 대한 효과분석

[그림 2.1] TPS U-Line 구축 모델 Process

## 3. 자동차 W사 Press부품 적용사례

본장에서는 W사의 머플러 생산라인을 중심으로 적용한 “TPS U-Line 구축 모델”에 의한 연구사례를 정리하였다. 먼저 공장 전체의 생산현장을 생산성향상 전문 컨설팅을 수행하기 위한 진단을 수행하였고, 그 결과 문제 해결을 위하여 Batch생산 방식에서 1개 흐름 생산 방식을 적용한 “TPS U-Line”으로 점진적으로

구현하기 위하여 현상파악, 문제점 분석 및 목표설정, TPS U-Line 설계, 시범라인 구축, 추가 개선 및 효과분석의 단계로 진행하였으며 시스템 구축시의 문제점도 정리하였다.

### 3.1 도입배경 및 문제점 분석

#### 1. 도입배경

본 연구를 대상으로 한 W사의 생산공장은 경기도 화성시에 소재하고 있는 자동차 에어콘용 프레스 부품 생산 및 프레스 금형가공 공장이다. 종업원수는 약 20여명으로 머플러(Muffler) 생산 1개 라인과 페롤(Ferrule) 생산용 프레스 5대, 밥플(Baffle) 및 ST/AL Shell 생산용 프레스 4대, 금형가공 설비 및 기타 생산설비 등으로 구성 되어있다.

본 연구를 실시한 사례 대상 공정은 프레스 및 선반가공 제품인 머플러 생산 공정이며, 도입 전 상황을 다음과 같았다.

- ① Batch 생산으로 재공품이 공정마다 쌓여 있고,
- ② 제품 세척(작동 윤활유 제거)의 외주 처리로 Lead Time 이 길어지고,
- ③ 작업인원의 추가는 외국인 작업자만이 가능하고, 잔업, 특근 등의 추가 생산자원을 투입해도 늘어나는 생산물량을 감당하기에는 역부족이고, 노무비용 및 노무비율이 증가하고 있는 상황이었다.

### 3.2 W사의 TPS U-Line 구축 모델 단계별 적용

#### 1. 단계1 : 현상파악

##### 1.1 정점촬영 및 동영상 촬영

작업자의 작업내용 중에 비정규적으로 발생하

는 부분을 캐치할 수 있을 때까지 여러 작업 Cycle을 촬영하여야 하는데, 비정규적으로 발생하는 작업의 빈도가 너무 뜸하면 비정규 요소작업이 1Cycle 작업시간에 미치는 영향이 미미하므로 무시하고 통상 10~15Cycle을 촬영하였다.

##### 1.2 작업시간 측정 및 분석

Time Study를 통해서 Cycle Time, Neck Time, 정미시간(Min(측정치)), 소비시간(Tact Time)을 산출해낸다.

제조능력을 파악하려면 생산실적 및 가동시간을 파악할 필요가 있다. 일정기간 동안 각 공정별로 작업인원, 근무시간(분), 비가동시간(분) 및 비가동 내역, 실가동시간(분), 실적 생산량(EA)을 파악하면 이 데이터를 활용해서 실적 T/T(Tact Time)과 능력 T/T을 산출하였다. 6개 공정에 대한 시간측정 및 제조능력분석, LOB측정, 종합적인 제조능력을 측정하였다.

##### 1.3 물류분석, 공정분석, 동작분석

###### (1) 물류분석

머플러의 1 Lot 생산 시 물류흐름을 분석한 결과 1개월 동안의 유동수 분석결과 재고 보유일수가 4.54일이 되었다.

###### (2) 공정분석

머플러 제조공정에 대하여 공정별 관리항목 및 관리방법, 이상발생시 조치 방법 등을 분석하였다.

###### (3) 동작분석

미세동작까지 분석은 하지 못하였으나 작업시간 측정 시 요소작업별로 시간측정 및 분석한 결과를 작업시간을 줄이기 위한 자료로 활용하여 모든 공정에 대하여 시간단축 분석을 하였다.

#### 1.4 품질문제점 분석

품질문제점 분석결과 공정폐기불량이 차지하며, 찍힘 불량, 치수불량, 편심불량이 주를 이루고 있었다. 가공3호기(신규 자동화설비 개발) 신규 설치시 가공기 내부 Chip에 의한 찍힘불량 점유율, 공정 작업중 부딪힘에 의한 찍힘, 벤딩작업시 Chip에 의한 찍힘불량이 점유하고 있었다.

### 2. 단계2 : 문제점 분석 및 목표설정

#### 2.1 문제점 분석

Batch생산에 따른 문제점을 분석한 결과를 분석하였다.

공정간의 작업시간 불균형에 의한 재공품의 산적 및 생산자원의 활용 효율(가동 Loss, LOB) 저하, 제조Lead Time의 장기소요, 공정간 운반/이동 다량발생, 공정 점유면적 광대, 생산 Cap. 부족 등의 기존 생산방식의 구조적인 문제로 경영효율이 저조한 상태이었다.

#### 2.2 목표 Tact Time 설정

“TPS U-Line“을 구축하기 위해서는 먼저 T/T을 얼마로 할 것인가가 매우 중요하다. 특히 설비의 T/T은 최대한 근사시켜야 설비간의 T/T Unbalance로 인한 문제점을 최소화 시킬 수 있다. 가능하면 설비의 속도를 일정 범위내서는 가변을 시키면 쉽게 T/T Unbalance 문제를 해결할 수 있다.

### 3. 단계3 : TPS U-Line 설계

#### 3.1 공정자동화 설계

벤딩공정의 Pro-벤딩금형과 가공기, 자동세척기, 그리고 각 설비간의 연결장치는 자동화설비 제작 전문업체와 같이 자체개발한 설비이며, 제조공법은 국내특허를 받았다.

#### (1) 절단공정(1번 공정)

절단공정은 작업시간이 빠르므로 다음공정 투입 대기열에 일정위치까지 차이면 작동이 멈추고, 일정위치까지 투입이 완료되면 다시 작동하는 방식으로 설비를 개조하도록 설계하였다.

#### (2) 벤딩 공정(2번 공정)

벤딩공정의 설계는 작업시간을 2.5초로 단축시키도록 현재의 Pro-금형방식을 새로운 방식의 Pro-금형방식으로 자체설계하고, 투입 및 배출 부분도 전·후 공정과 자동연결이 가능하도록 연결장치를 설계하였다.

#### (3) 가공공정(3번 공정)

가공공정의 설계는 3초로 단축시키고, 전후공정이 자동으로 연결도록 연결장치를 설계하였다.

#### (4) 자동세척공정(4번 공정)

안산공단 도금단지에서 외주처리 하고 있었으나 이동거리 및 차량 한 대분의 물량이 되어야 이동하는 등으로 제조 L/T의 상당부분을 차지하므로 사내 In-Line화 하도록 자동세척설비를 자체 설계 및 개발하였다. 한번에 2개씩 투입되어 자동세척기를 통과 후 검사 및 포장용 컨베이어로 굴러 떨어뜨리는 방식을 사용하였다.

### 3.2 Neck 공정 개선

#### (1) 벤딩공정

벤딩공정의 작업시간을 단축시키기 위하여 현재의 Pro-금형방식을 새로운 방식의 Pro-금형방식으로 이송장치의 이송방법을 요철식에서 수평이동 방식으로 이동되게 자체개발하였다.

#### (2) 가공공정

가공공정은 7.7초에서 3초로 단축시키기 위하여 자체적으로 개발하였다. 개선 전에 작업자 임무는 부품 투입 및 완성품 Box에 담기, 일정 주기로 검사 JIG를 사용하여 품질 확인하

기, 에어로 설비의 가공Chip 붙어내기, 설비 내부에 쌓이는 가공Chip 제거하기 등이었다.

### 3.3 기종변경시간 단축

기종변경 시 가장 시간이 많이 소요되는 공정은 벤딩공정이다. 우선은 반으로 줄이기 위하여 기종변경시간을 일지에 기록하도록 하고 작업분석 후 내·외준비 시간으로 분리 및 내준비를 최대한 외준비로 전환하므로써 시간을 줄일 수 있었다.

### 3.4 공정연결장치 개발

#### (1) 절단공정과 벤딩공정 연결장치 개발

우선 1,2공정(절단공정, 벤딩공정)을 연결하기 위하여 2공정의 Input부분을 개선하였다. 1공정의 Output부분이 낮으므로 좁은 컨베이어 벨트를 이용하여 2번 공정의 Input으로 올라가게 하여 개선하였다.

#### (2) 벤딩공정과 가공공정 연결장치 개발

가공설비의 작업품질이 안정되고 새로운 벤딩설비가 같이 가동되면서 가공공정 투입장치를 로봇팔로 교체하여 공정을 연결하였다.

#### (3) 가공공정과 자동세척기 연결장치 개발

가공설비에서는 일렬로 길게 정렬되어서 나온다. 그러나 자동 세척기에는 2개가 일정간격으로 떨어진 상태에서 동시에 세척기의 고정식 쇠 꼬챙이 쪽으로 밀면 끼워지도록 개발하였다. 2개가 정해진 위치에 있어야 밀기 기능이 작동되며, 세척기의 쇠 꼬챙이가 정위치에 있는지를 감지해서 밀기기능이 작동하게 개발하였다.

#### (4) 자동세척기와 검사/포장공정 연결장치 개발

앞에 떨어진 완성품이 뒤에 떨어지는 완성품과 서로 부딪히지 않도록 컨베이어 벨트의 위에 띄워서 중앙칸막이를 설치하여 한 개는 컨베이어 벨트 중앙의 앞에, 나머지 한 개는 컨베이어 벨트 중앙의 뒤에 떨어지도록 하여 서로 부딪힘이 발생하지 않도록 개선하였다.

### 3.5 다기능공 육성

#### (1) 절단, 벤딩공정 1인 작업 실시

절단공정과 벤딩공정을 연결하면서 작업자 1명이 2대의 기계를 동시에 운영하도록 하였으며, 신규 벤딩설비가 설치된 뒤에도 해당 다기능공은 업무를 수행하는데 전혀 문제가 없었다.

#### (2) 가공, 세척공정 1인 작업 실시

개발한 가공설비가 안정되고 자동세척기 공정과 같이 1인(남자, 내국인)이 작업하도록 하여 익숙해지자 전혀 문제가 없었다. 다만 세척기의 세척상태가 미흡(머플러 내부에 흰 얼룩 발생)하거나 고장 발생시 금방 조치가 안되는 문제가 발생되어 설비의 유지보수가 수월하도록 부분적인 개조를 하였다.

#### (3) 전 공정 연결작업 2인 작업 실시

상기 (1), (2)항을 1명이 작업하고, 검사 및 포장작업을 1명이 작업하도록 다기능공을 양성하여 총 2명으로 운영하도록 하였으며, 남자 작업자는 추가로 1명을 더 육성하여 필요시 대신 투입할 수 있게 함으로써 한명이 문제가 있어도 중단없이 운영할 수 있도록 다기능공을 중복으로 육성하였다.

## 4. 단계4 : 시범라인 구축

### 4.1 시범 TPS U-Line 구축

세척(외주)공정을 포함해서 거리상으로 4곳으로 분산되어 있는 공정을 한 곳으로 모으기 위

해서는 별도의 최소한 10m \* 10m의 공간이 필요하였다. 설비 3개와 연결장치 3개의 개발 및 제작이 완료되면 전체를 하나의 자동화시스템으로 작동시키고, "TPS U-Line"의 형태로 구부려서 배치하면 기존에 총 8명이 하던 작업을 단 2명이 작업할 수 있다.

설비를 한곳으로 모으기 위하여 우선 생산동과 200여m 떨어진 곳에 위치한 검사 및 포장공정을 생산동으로 옮기고, 생산동 옆의 건물을 신규로 임대하여 받은 머플러 전체 자동화 "TPS U-Line"을 배치하고, 나머지 받은 일부 프레스기기 5대를 옮기기로 하였다.

벤딩공정의 Pro-급형이 완료되기 전까지는 2개의 그룹으로 나누어 운영(절단/벤딩, 가공/세척)하다가 벤딩공정의 Pro-급형이 완료되면서 모든 공정연결장치도 완료되어 최초로 설비 자동화 "TPS U-Line"의 구축이 완성되었다.

## 4.2 표준작업조합표, 표준작업표 작성

### (1) 표준작업조합표

"TPS U-Line"을 구축함에 따라 1인이 4개 공정을 계속 움직이면서 다공정 담당을 할 수 있다. 표준작업조합표는 다공정 담당자의 작업시간을 효과적으로 활용할 수 있도록 작업의 순서 및 시간을 할당하였다.

### (2) 표준작업표

표준작업표는 작업현장을 가시적으로 나타내어 작업자의 동선이 어떠한 모습으로 움직이는지를 한눈에 알아볼 수 있도록 머플러 검사 및 포장검사의 표준작업표를 작성하였다.

## 5. 단계5 : 추가개선 및 효과분석

### 5.1 시험가동

배치 후 남자 작업자 1명이 4개 공정(절단,

벤딩, 가공, 세척)을 담당하고 주부 작업자 1명이 검사 및 포장을 담당함으로써 작업자 8명이 하던 작업을 2명이 담당하도록 시험가동을 하였다. 시험가동하면서 작업자의 작업내용을 관찰한 결과 1번 절단공정과 2번 벤딩공정을 연결하는 연결장치의 에러가 빈번하여 이의 시정 조치에 시간을 많이 할애하고 있었으며, 안돈 램프가 없는 관계로 가까이 가서야 시각으로 이상을 확인할 수 있는 문제점이 있었다. 현재 작업자는 숙달이 되었고 10시간 기준 8,000개(개선전: 4,000개)의 생산Cap.에 도달되어 있는 수준이다.

### 5.2 추가개선

순간정지의 내역을 수치적으로 파악 중이며 추가적인 개선을 하기 위한 문제점을 수집중이다. 가장 큰 문제점은 3번 가공3호기의 작업품질이 아직 불안정한 상태여서 작업시간을 3초 이내로 줄여서 작업하지 못하고 있는 것이며, 3초 이내에 작업할 수 있도록 가능성을 타진하고 있다.

### 5.3 TPS U-Line 정착 및 효과분석

#### (1) TPS U-Line 정착

현재 일일 10시간 기준 8,000개(개선 전: 4,000개)의 생산Cap.는 유지하고 있다. TPS U-Line의 다기능공 남자 작업자는 2명을 양성하였으며, 필요시 대체 근무자로서 활용이 가능하도록 충분히 훈련된 상태이다.

#### (2) 효과분석

1년 8개월 여간에 걸쳐서 Batch생산방식을 도요타 생산시스템을 적용한 1개 흐름 생산방식으로 변경하면서 구축한 "TPS U-Line"을 가동함으로써 혼잡스럽기만 했던 생산현장이 2배 이상의 물량을 생산하면서도 너무나 단순하

고 간단하게 변모했으며, 차지하는 면적 또한 Batch생산시의 20%인 1/5로 줄어들었고, 2일 분 정도의 재공품은 거의 "0"가 되었다.

또한 불필요한 운반이나 이동이 없어진 관계로 제조Lead Time도 1/10로 줄어든 3시간이면 충분하고 생산계획 및 실적관리도 전체 공정을 하나로 취급해서 관리하면 되므로 너무나 간단해졌다. 세척외주를 자동세척기 개발로 사내 In-Line화함으로써 "0"화 되었다. 작업자 또한 8명에서 2명으로 1/4로 줄어들었으며, 일일 생산량도 2배 늘어나면서 인당 일일생산수량은 8배로 늘어나는 획기적인 성과를 거둘 수 있었다.

#### 4. 결 론

본 사례는 부품의 경쟁력(원가, 품질, 납기)을 극대화 하기 위하여 공정을 끊임없이 개선하려고 노력하고 있는 기업에서는 제조기술력의 노하우가 풍부하고, 개선 마인드가 충만 되어 있기 때문에 개선의 방향을 이론적, 수치적으로 잡아주기만 해도 개선이 급진전 되며, 개선효과도 상당함을 보여 주는 사례이기도 하다.

W사는 특허 받은 제조공법으로 공정수를 1/3로 단축하고, 20%정도인 재료Loss를 2%정도로 줄였으며, 냉매의 누수(leakage)관련 불량 이 "0"가 되어 품질 및 신뢰성이 월등함을 이미 국내 자동차메이커로부터 신뢰성 품질을 검증 받은 상태이었다. 수출바이어 상담을 현지(미국, 유럽, 일본 등)에서 진행하는 등 활동이 활발하여 외국 자동차 부품사로부터도 많은 납품상담을 요청받고 있는 상태이다.

본 사례연구는 "TPS U-Line 구축 모델 Process"를 적용하여 1개 흐름 생산방식으로 변경한 "TPS U-Line"을 구축한 사례이다.

#### 참고문헌

- [1] 박준영(2003), TOYOTA PRODUCTION SYSTEM을 적용한 물류시스템의 효율적 운영 방안, 고려대 공학대학원 산업공학 석사학위 논문
- [2] 삼성전기(2004), IE전문가 과정
- [3] 심종길(2007), 자동차 콘트롤 케이블 생산 라인의 TPS도입에 관한 사례연구, 창원대 산업정보대학원 산업시스템공학과 석사학위논문
- [4] 양종택(2000), JIT시스템 운영의 문제점에 관한 연구, 충북대 산업경영연구소
- [5] 윤덕희(2006), U-Line을 통한 화장품 공장의 생산성 향상 사례연구, 단국대 산업정보대학원 생산기술학과 석사학위논문
- [6] 이명휘(1997), 자동차산업에 있어서 한국적 생산방식의 모색, 산업연구원
- [7] 이상복(1999), JIT를 적용하는 대기업에 납품하는 중소기업의 재고 및 검사비용 분석, 서경대 산업기술연구소
- [8] 이상복(2007), 품질개념 변화와 다양한 품질활동소개, 2007춘계한국품질경영학회
- [9] 이상복, 안해일, 김 국(2000), JIT형의 기업에 납품하는 중소기업의 재고 및 검사 전략, 서경대 산업공학과
- [10] 임재화, 목진환(2005), 도요타생산방식(TPS)과 NEW JIT에 관한 이론적 연구, 한국산업경영학회
- [11] 전달영(1997), JIT시스템이 성공한 제조기업과 실패한 제조기업과의 비교연구, 충북대
- [12] 정상철(2007), TPS의 적용을 통한 포스코 혁신에 대한 연구, 전남대 경영대학원 생산기술경영 석사학위 논문
- [13] 정선화(2007), TPS기반의 생산시스템 설계 및 적용에 관한 연구, 전주대학원 산업공학, 박사학위 논문