

자동차 부품 제조업체의 조립라인 개선을 위한 6시그마 프로젝트 사례 연구

정민영 · 이영남 · 홍성훈[†]

전북대학교 산업정보시스템공학과

A Case Study of a Six Sigma Project for Improving Assembly Line of Auto-Part Manufacturing Company

Min-Young Jung · Young-Nam Lee · Sung-Hoon Hong[†]

Department of Industrial & Information Systems Engineering, Chonbuk National University

Key Words : Cell Line Production Line, Cycle Time, DMAIC, KPIVs, Six Sigma Project

Abstract

Since the six sigma strategy was first introduced to Motorola in 1987, it has been taken as an important business strategy to strengthen the competitiveness of leading companies in the global competitiveness environment. This paper presents a six sigma project to reduce the cycle time of assembly line in a medium size automotive part company. The project follows a structured methodology of DMAIC cycle which consists of Define, Measure, Analyze, Improve, and Control. A CTQ is determined based on COPQ analysis, and a process map is utilized for identifying process input variables. As a result of the project, two assembly lines are converted to cell line production lines. The cycle times become 55 sec./unit and 64 sec./unit from 64 sec./unit and 83 sec./unit at the beginning of the project, respectively.

1. 서 론

6시그마 활동은 1980년대 말 미국의 모토롤라사에서 혁신적인 품질개선을 목적으로 개발되었으며[15, 16, 17], 2000년을 전후하여 전 세계로 확산되어 현재 세계적 기업의 40% 이상이 6시그마 경영을 추진하고 있다. 특히, 2005년 포춘지 선정 글로벌 500대 기업 중 6시그마 추진을 공식화한 기업이 200개 이상이라고 조사된 바 있다[4]. 국내에서는 1996년 LG전자, 두산중공업, 삼성SDI 등을 필두로 도입한 이래 그동안 무수히 많은 기업과 조직들이 6시그마 경영 혁신을 추진해 왔으며 최근에 와서는 제조업은 물론이고 금융, 서비스업종 뿐만 아니라 공공기관, 병원, 교육 기관 등에 이르기까지 광범위하게 6시그마 혁신활동을 도입, 적용하고

있다[1, 4, 6, 10]. 또한 삼성전자, 현대자동차, 포스코, LG화학과 같은 국내 굴지의 제조업체에서 6시그마를 도입하여 제품 및 프로세스의 품질 향상에 큰 도움을 받았다. 더욱이 KIST, 삼성종합기술원, 한화종합화학연구소 등의 연구개발 분야와 KT, 삼성에버랜드, 시티뱅크, LG투자증권 등의 서비스 분야, 그리고 정보통신부, 한국철도공사, 한국도로공사 등 정부 및 공공 서비스 분야에서 6시그마가 널리 활용되고 있다[11].

이렇듯 6시그마 운동이 국내 대기업을 중심으로 채택되어 지속적으로 추진되면서, 회사의 모든 프로세스를 6시그마 수준으로 구현하기 위해 협력회사의 품질 수준도 6시그마 수준으로 요구하고 있다. 이에 따라 중소기업에서도 6시그마에 대한 관심이 높아지고 있다[8]. 이러한 상황에서 국내 중소기업들의 6시그마 도입과 프로젝트 진행사례에 대한 논문들이 발표되고 있고[2, 3, 5, 7, 12], 또한 중소기업형 6시그마 경영모형에

[†] 교신저자 shhong@jbnu.ac.kr

관한 연구도 국내·외 연구자들에 의해 소개되고 있다 [9, 11, 13, 14, 18]. 그러나 도입한지 10년이 지났지만 일부 대기업을 제외하고 중견기업이나 중소기업들은 6시그마를 문제 해결을 위한 방법론으로 사용하고 있고 GE나 삼성, LG처럼 사업 전략과 연계해서 프로젝트 과제로 선정, 수행해서 주요성과지표를 달성하고 비전을 달성하는 진정한 6시그마의 추진이 미흡한 실정이다. 실제로 중소기업들 중에는 6시그마 성공사례보다 한정된 성과에 만족하거나 또는 중도에 포기하는 기업이 훨씬 많다고 알려져 있다. 이러한 문제점을 극복하고 성공적인 추진을 위해서는 중소기업 자체적인 경영 모형 개발과 해당 회사에 맞는 프로젝트 진행이 절실히 요구된다.

이 논문에서는 6시그마를 도입한 한 중소기업의 프로젝트 진행 사례를 소개하고자 한다. 대상 기업은 자동차용 부품 제조업체로 국내 모든 상용차 업체에 제품을 납품하고 있는 기업이다. 규모는 상시 종업원 150여명, 연간 매출액 약 5백억 원이다. 프로젝트 대상은 소형 END 및 D/LINK END 조립라인으로 상용트럭 조향장치의 부품을 생산한다. 이 기업에서는 6시그마 전문가를 비롯하여 제품 생산과 관련 있는 제조, 품질, 생산관리 부서의 책임자와 전체적으로 업무를 총괄할 챔피언 등으로 팀을 구성하였다.

전형적인 6시그마 로드맵인 DMAIC를 이용하여 프로젝트를 진행하였으며, 각 단계별 주요 진행 사항을 요약한 결과는 다음과 같다.

2. 정 의

이 과제는 자동차용 조향장치의 부품을 조립하는 라인의 제품 당 생산시간이 많이 걸리고, 매년 공정누락이 발생하는 문제에 대한 것이다. 이로 인해 생산성 저하와 과도한 품질비용의 발생으로 원가상승이 유발되고 있기에 이에 대한 개선을 목표로 과제를 진행하였다. 관계자들의 회의를 통해 프로젝트의 대상라인 선정 매트릭스를 작성하였고 재무성과, 시급성, 성공가능성, 측정가능항가 라는 기준으로 분석한 결과 소형 END 및 D/LINK END 조립라인이 대상라인으로 선정되었다. 미 선정라인은 다음 개선 테마과제로 인계하여 수평 전개하기로 하였다.

프로젝트 대상라인의 프로세스는 상위공정에서 반조립품이 들어오면 공급업체로부터 납품된 부품들을 반조립품에 조립하는 공정으로 <표 1>은 각 공정에 대

한 간략한 설명이다. 특히 토크검사 공정은 롤러/프레스 코킹공정 후에 중간 검사 단계로, 여기서 제품의 후공정 투입 여부를 판단한다. 검사결과 제품에 이상이 없으면 다음 공정으로 이동하고, 불량이면 선형공정으로 이동한다. 이물질 혼입, 공정누락, 부품과손불량이 발생할 때는 해당 부품을 완전 분해하거나 폐기 처분한다.

<표 1> 각 공정의 작업내용

공정	작업내용
SEAT 그리스 도포	플라스틱 SEAT에 그리스 도포
BALL+SEAT 조립	B/STUD에 B/SEAT 조립
PLUG 타각	PLUG에 로트번호 각인
롤러/프레스 코킹	PLUG+ SPRING+ SPRING SEAT+ B/STUD+ B/SEAT
토크검사	토크검사
D/COVER 압입	D/COVER 그리스 도포 및 조립
TOUCH-UP	TOUCH-UP 페인트 도장
검사 및 Pallet 적재	최종검사 제품의 적재 여부 판단

3. 측 정

3.1 프로젝트 Y 성과척도 매트릭스

앞에서 선정된 소형 END 및 D/LINK END 조립라인에 대한 생산시간 단축 및 조립라인의 공정 누락 방지를 위해 <표 2>와 같이 프로젝트 Y가 선정되었으며, 성과척도는 다음과 같이 정의 된다.

3.2 측정시스템 분석

프로젝트 Y의 소형 END 및 D/LINK END 조립라인의 생산시간은 부품이 조립라인에 도착하여 SEAT 그리스 도포작업을 시작으로 최종검사 후 제품이 적재될 때까지의 시간을 측정하였다. 이 때 다른 라인에서 이뤄지는 작업은 현재 로트 단위로 생산하고 있기 때문에 해당 생산시간을 측정하여 전체 생산시간에 추가하였

다. 측정단위는 작업의 특성상 1/100초와 같은 정밀한 측정을 필요치 않기 때문에 초 단위로 하였고, 두 사람의 측정시험 결과 초 단위까지는 모두 일치하였다. 그리고 연속되는 공정을 작업별로 나누어 측정할 필요가 있기 때문에 작업별로 시작과 끝을 정의 하여 측정 가능토록 하였다. 또한 조립라인 공정누락 발생건수는 최종검사에서 공정누락 발생으로 통보되는 부적합 부품의 건수를 공정누락 발생건수로 정의하였다.

<표 2> 프로젝트 Y 성과척도 매트릭스

프로젝트 Y			성과기준		측정시스템	
정의	측정단위	기회	목표	규격	측정빈도	측정기
소형 END 조립라인 생산시간	초	매 생산시	53 초	-	매일	스톱 와치
D/LINK END 조립라인 생산시간	초	매 생산시	65 초	-	매일	스톱 와치
조립라인 공정누락 발생건수	건	매월	0건	-	월별	육안 검사

3.3 공정능력분석

대상기업의 프로젝트 수행 전 조립라인의 공정능력을 알아보기 위한 분석을 실시하였다. 공정능력분석은 제품 당 평균 생산시간을 이용하였고, 분석을 위하여 <표 3>과 같이 현장관리자가 작성한 작업일보에서 각 조립라인에 대한 20일간의 제품 당 평균 생산시간 데이터를 얻었다. 이 데이터에 기초하여 공정능력분석을 시행한 결과 현 공정의 경우 소형 END 및 D/LINK END 조립라인의 평균 생산시간이 각각 64초, 83초로 측정되었다. 공정누락은 2009년 1월부터 8월까지 8개월간 데이터를 수집한 결과 두 조립라인에서 3건이 보고되었다. 따라서 조립라인의 제품 당 평균 생산시간을 약 20%가량 단축함으로써 생산성 및 공정능력을 향상시키고, 또한 공정누락 발생이 자주는 아니지만 발생하였을 경우 리스크가 크기 때문에 공정누락 'ZERO'를 목표로 하여 프로젝트를 진행하도록 하였다.

<표 3> 공정능력분석을 위한 데이터

번호	라인명	
	소형 END 조립라인	D/LINK END 조립라인
1	66	85
2	68	79
3	62	83
4	60	81
5	64	85
6	63	84
7	61	86
8	66	86
9	64	82
10	62	82
11	66	86
12	67	79
13	63	84
14	65	83
15	63	87
16	61	86
17	62	82
18	65	84
19	63	78
20	61	83

3.4 주요입력변수의 선정

주요입력변수를 선정하기 위해 먼저 프로세스를 파악하고 프로세스 맵을 통해 출력변수에 영향을 주는 입력변수를 조사하였다. 입력변수는 제품 당 생산시간에 직접적인 영향을 미치는 이동시간, 준비시간, 수작업 시간 등이 각 공정별로 골고루 분포되어 있었다. 이와 같은 입력변수를 바탕으로 XY 매트릭스를 통해 주요입력변수를 도출하였다. XY 매트릭스에서는 출력변수 Y와 각 공정별 입력변수들을 나열하고, 입력변수에 대한 중요도를 기입하여 가장 높은 점수를 갖는 변수를 주요입력변수로 선정하였다. <표 4>와같이 주요입력변수는 전체의 51.6%를 차지하는 1~9번까지를 선택하였다. 하지만 2번의 코킹작업 준비시간은 현 시점에서 개선하

기에는 무리가 따른다는 관계자들의 입장에 의해 차기 과제로 전환하였다. 나머지 주요입력변수들을 살펴보면 공정간 이동시간과 수작업 때문에 생긴 인자들이 높은 순위를 차지하고 있음을 볼 수 있었다.

<표 4> 주요인자 X

번호	X인자	%(누적)
1	다른 라인 작업	6.9(6.9)
2	코킹작업 준비시간	6.8(13.7)
3	SPRING SEAT+ SPRING 조립시간	6.3(20.0)
4	D/COVER 및 BUSH 공정누락	5.9(25.9)
5	이동시간	5.8(31.6)
6	D/COVER 그리스 도포시간	5.2(36.8)
7	TOUCH-UP 시간	5.1(41.9)
8	D/COVER 조립시간	5.0(46.9)
9	롤러/프레스 코킹시간	4.7(51.6)

4. 분석

측정단계를 통해 선정된 주요입력변수들에 대해 분석을 하고, 이를 통해 핵심입력변수를 도출하는 단계가 분석단계이다. 본 논문에서는 D/LINK END 조립라인의 주요입력변수들 중 핵심입력변수로 선정된 요인들의 분석 결과만을 소개하기로 한다.

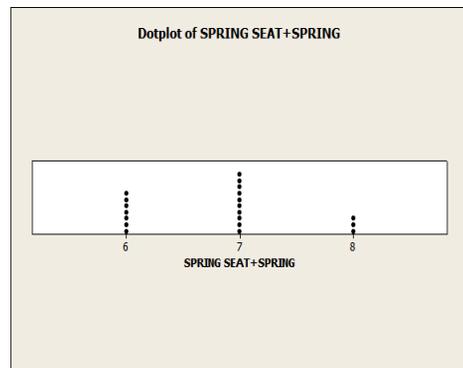
4.1 다른 라인에서 이뤄지는 작업분석

D/LINK END 조립라인은 SEAT 그리스 도포작업과 PLUG 타각작업, 그리고 SEAT 조립작업이 다른 라인에서 이뤄지고 있다. SEAT 그리스 도포작업은 완전 자동화된 기계에서 작업을 하고 있기 때문에 작업시간에 산포가 없어 전체 생산시간에 영향을 주지 않는다. PLUG 타각작업은 수동 타각기 한 대로 소형 END 조립라인과 번갈아 가며 사용하고 있다. 일반적으로 조립 공정에 수작업이 많을수록 전체 생산시간이 늘어난다. SEAT 조립작업은 다른 라인에 설치되어 있는 두 대의 SEAT 압착기를 사용하는데 프레스의 상하 지그 불일치로 작업지연 현상이 자주 발생하며, 불필요하게 작업 테이블이 넓어 개선 대상으로 선정하였다.

다른 라인에서 작업한 부품들은 각각 로트 단위로 한 꺼번에 생산하고 있기 때문에 각각의 라인에 재공이 쌓여있어 작업자들의 작업능률을 저하시키고, 재고 비용의 상승이 있을 것으로 판단된다. 그렇기 때문에 다른 라인에서 작업하던 공정을 개선대상라인에 배치하여 CELL 라인을 구축함으로써 문제를 해결하는 것이 대안이라고 판단된다.

4.2 SPRING SEAT+SPRING 조립시간 분석

SPRING SEAT+ SPRING 조립작업은 D/LINK END 조립라인에만 해당되는 작업이다. SPRING SEAT 및 SPRING은 B/STUD와 PLUG사이에 들어가는 부품이다. 프레스 코킹 작업을 하기 전까지는 작업자에 의해 수작업으로 조립되고 부품의 크기가 작아 다루기 쉽지 않기 때문에 전체 조립시간 중 상당부분을 차지하고 있다. 다음 <그림 1>은 D/LINK END 조립라인에서 SPRING SEAT+ SPRING 작업 시간을 도트플롯으로 나타낸 것이다.



<그림 1> D/LINK END 조립라인에서 SPRING SEAT+SPRING 시간

분석한 도표를 보면 대부분의 작업이 6초~7초로 정형화 되어 있는 것을 볼 수 있다. 이미 숙련된 작업자들에 의해 작은 부품이 다루지기 때문에 산포가 크지 않다. 자동화된 기계를 쓰지 않는 이상 개선의 여지가 없을 것으로 판단되어 개선 대상에서 제외 했다.

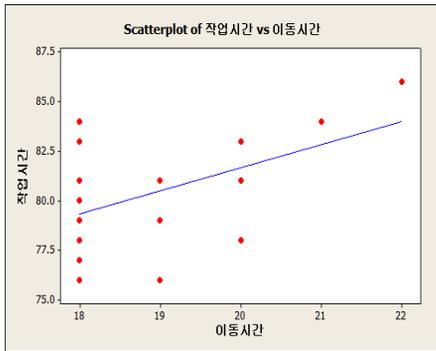
4.3 D/COVER 및 BUSH 공정누락 분석

2008년부터 현재까지 조사한 결과 D/COVER 조립

공정에서 1건, BUSH 조립공정에서 2건의 공정누락이 발생하였다. 단지 3건 밖에는 안되지만 발생하였을 때 회사에 미치는 영향이 크기 때문에 관계자들이 회의를 거쳐 개선대상으로 선정하였다.

4.4 이동시간 분석

이동시간은 전체 조립공정에서 상당히 많은 시간을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이동시간이 발생하는 부분은 조립공정간의 이동과 완성품을 적재할 때, 그리고 적재한 후에 작업자가 제자리로 돌아올 때 생긴다. <그림 2>는 D/LINK END 조립라인에서 이동시간이 제품 당 생산시간에 영향을 미치는지 분석한 결과이다. 분석결과 대부분 18초 정도로 유지되고 있으나 이동시간이 증가함에 따라 전체 작업시간도 증가하는 것을 볼 수 있다. 또한 상관분석 결과 상관계수는 0.479이고 P-Value는 0.032로 이동시간과 작업시간사이에 상관관계가 있음을 알 수 있다.



<그림 2> D/LINK END 조립라인 이동시간 vs 작업시간

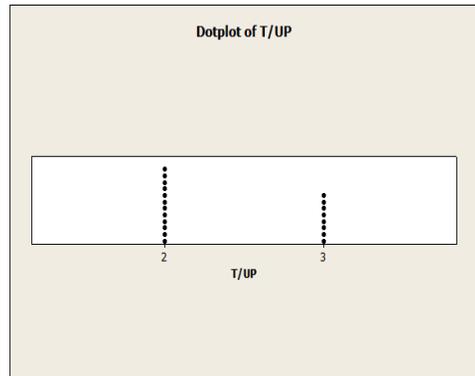
4.5 D/COVER 그리스 도포시간 및 조립시간 분석

D/COVER 그리스 도포 및 조립작업은 먼저 D/COVER 안쪽에 그리스를 도포한 후 선행공정에서 작업이 끝난 부품에 안착시킨 다음 에어 프레스로 압입함으로써 조립이 끝나게 된다. 각 조립라인의 D/COVER 조립작업은 작업자가 부품을 에어 프레스에 올려놓으면 나머지는 자동운전을 하게 되며 평균 7초의 시간이 걸린다. D/COVER의 그리스 도포작업은 작업자가 D/COVER를 그리스 토출노즐에 끼우고 도포한 후에 다시 빼내는 단순한 작업이다. 공정의 대부분이 수작업으로 이루어져

있고, 평균 5초의 시간이 걸린다. 공정에 수작업이 많을수록 전체 생산시간이 증가하기 때문에 대부분 수작업으로 이루어지는 D/COVER 그리스 도포작업을 개선 대상으로 선정하였다.

4.6 TOUCH-UP 시간 분석

<그림 3>은 D/LINK END 조립라인의 TOUCH-UP 시간에 대한 도트플롯이다. 전체 작업시간에 대한 TOUCH-UP 시간은 2초~3초로 고르게 분포하고 있기 때문에 특별히 전체 작업시간에 큰 영향을 미치지 않는 다. 하지만 TOUCH-UP 작업은 유기 용제를 사용함으로 냄새가 심하고, 검은색이라 작업대 위에 떨어지게 되면 작업공간이 금방 지저분해진다. 그렇기 때문에 작업자들의 요청에 의해 개선대상으로 선정하였다.



<그림 3> D/LINK END 조립라인의 T/UP 시간

4.7 롤러/프레스 코킹시간 분석

코킹머신의 경우 표준업무절차에 의해 자동운전을 하고 있기 때문에 거의 일정한 시간을 유지하고 있다. 하지만 D/LINK END 조립라인에 설치되어 있는 프레스 코킹머신은 가압하기 위해 프레스를 하강시킬 때 일시적으로 멈춤 현상을 개선할 경우 작업시간을 줄일 수 있을 것으로 예상하고 있다.

5. 개 선

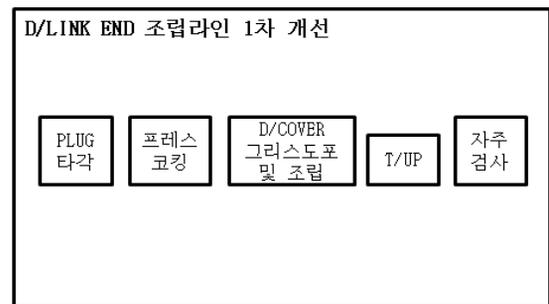
분석단계 결과 현재 조립공정에서 가장 문제가 되는 부분은 <그림 4>에서와 같이 다른 라인에서 이뤄지는 작업들이다. 소형 END 조립라인의 경우 SEAT 그리스 도포작업과 PLUG 타각작업이 다른 라인에서 이뤄지고

있고, D/LINK END 조립라인은 SEAT 그리스 도포작업과 PLUG 타각작업, 그리고 SEAT 조립작업이 다른 라인에서 이뤄지고 있다. 다른 라인에서 작업한 부품들은 각각 로트 단위로 한꺼번에 생산하고 있기 때문에 각각의 라인에 재공이 쌓여있어 작업자들의 작업능률을 저하시키고, 재고 비용의 상승이 있을 것으로 판단된다. 그렇기 때문에 다른 라인에서 작업하던 공정을 개선대상라인에 배치하여 CELL 라인을 구축하는 것에 중점을 두고 개선을 진행하였다. 이 논문에서는 D/LINK END 조립라인의 개선과정에 대해서만 소개하기로 한다.

5.1 D/LINK END 조립라인 1차 개선

D/LINK END 조립라인의 1차 개선은 PLUG 타각공정, D/COVER 그리스 도포공정 및 공정누락방지, 그리고 TOUCH-UP 공정에 대하여 우선 실시 하였다. 먼저 PLUG 타각공정의 경우 수동 타각기 대신에 호퍼로부터 PLUG를 공급받아 자동으로 타각해주는 자동 타각기로 교체하였고, 자동 타각기로 교체함으로써 PLUG 타각시간을 전체 생산시간에서 완전히 제외시킬 수 있었다. 다음으로 D/COVER 그리스 도포공정의 경우 기존에 압입프레스 옆에 그리스 도출 노즐을 설치하여 따로 작업하던 것을 그리스 도포작업과 압입작업을 통합하여 압입프레스 자체에서 그리스 도포작업을 자동으로 할 수 있도록 기계를 새로 설계하였다. 이로써 수작업으로 그리스 도포공정에 소요되던 시간을 전체생산시간에서 배제시킬 수 있었다. 이러한 개선작업과 더불어

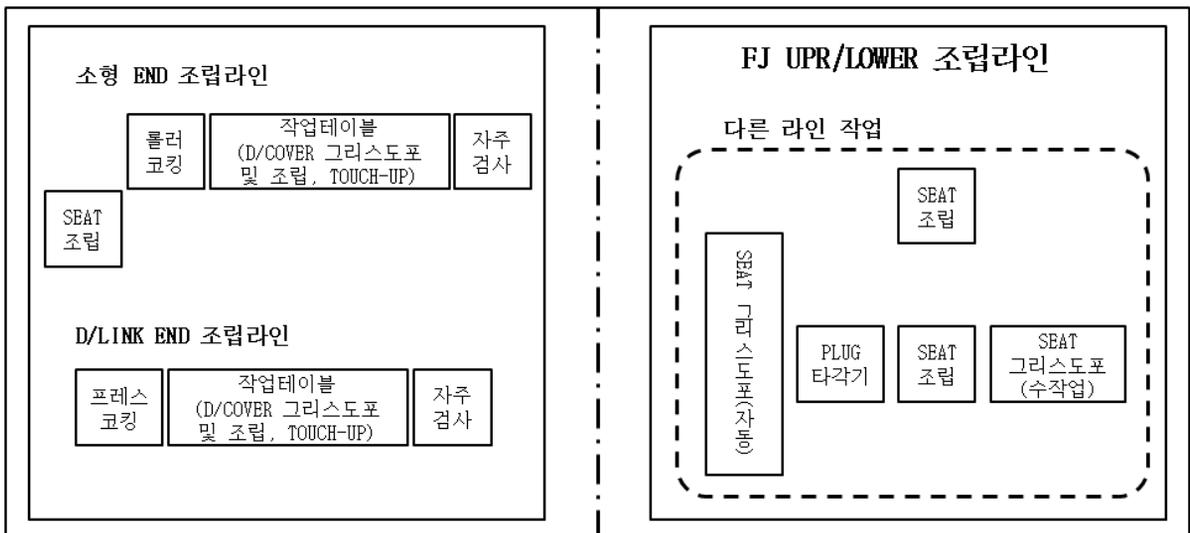
어 앞에서도 말했듯이 공정누락 건수가 많지는 않으나 발생하였을 때 리스크가 크기 때문에 공정누락을 방지하기 위해 D/COVER 조립공정에 작업카운터를 설치하여 바로 앞 공정인 코킹머신에 설치된 작업카운터와 비교하여 공정누락을 확인 가능하게 되었다. 마지막으로 TOUCH-UP 공정은 D/COVER 조립공정과 같은 작업 테이블에서 작업하던 것을 옆에 따로 작업공간을 만들어 기존의 D/COVER 조립공정과 분리 하였다. 1차 개선을 통해 평균 80초였던 공정평균이 73초로 7초가 단축되었고, 공정배치는 <그림 5>와 같이 바뀌었다.



<그림 5> D/LINK END 조립라인 공정배치 (1차 개선)

5.2 D/LINK END 조립라인 2차 개선

D/LINK END 조립라인의 2차 개선으로는 앞서 1차 개선한 PLUG 타각공정 및 D/COVER 그리스 도포 공



<그림 4> 개선 전 공정배치

정의 2차 개선작업과 프레스 코킹머신 및 SEAT 조립 공정의 개선이다. 먼저 자동타각기로 교체한 PLUG 타각공정에서 타각지그를 원터치 방식으로 교체함으로써 타각기 셋팅 시간을 단축하였다. 다음으로 D/COVER 그리스 도포공정의 2차 개선 작업으로 D/COVER 9종에 대한 지그 및 노즐을 규격화 하고, 노즐의 교체 방식을 원터치 교체 방식으로 바꾸어 작업자의 작업능률을 향상시킬 수 있었다. 다음은 프레스 코킹머신에 대한 개선으로 프레스 코킹머신의 부품인 PILOT-CHECK 밸브 및 유압밸브를 교체하고 가압회로를 변경함으로써 일시적 멈춤 현상을 제거 하였다. 마지막으로 SEAT 조립공정은 기존의 SEAT 압착기의 문제점이 많아 장비를 새로 설계하여 교체하였다. 교체한 장비는 우선 불필요한 작업테이블을 제거해 CELL라인 구축을 원활하게 하였고, 기존 상하 지그의 불일치로 인해 작업 지연이 되었던 부분을 개선하였고, 또한 하부 지그의 온도가 일정치 않았던 문제는 온도 컨트롤러를 설치하여 해결하였다. 이러한 2차 개선과정을 통해 1차 개선에서 73초였던 공정평균이 71초로 2초가량 단축되었고 공정배치는 <그림 6>과 같이 바뀌었다.

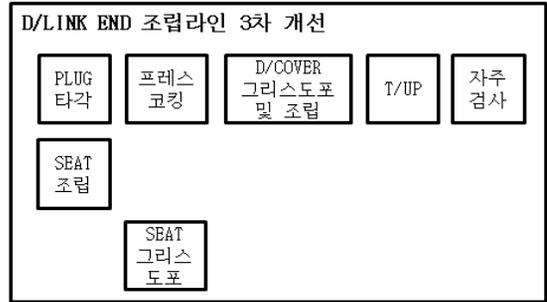


<그림 6> D/LINK END 조립라인 공정배치 (2차 개선)

5.3 D/LINK END 조립라인 3차 개선

D/LINK END 조립라인의 3차 개선은 앞서 개선한 SEAT 조립공정 및 TOUCH-UP 공정의 2차 개선과 SEAT 그리스 도포공정 및 작업테이블에 대한 개선이다. 먼저 SEAT 조립공정은 작업자들의 요청으로 프레스의 가압력이 균일하게 전달되도록 앞줄 압착지그를 2mm가량 높였다. 다음으로 TOUCH-UP 공정의 경우 따로 분리한 테이블의 높이를 D/COVER 조립공정의 작업테이블과 같은 높이로 맞추고, 테이블 색상도 검정색으로 바꾸었다. 또한 유기용제의 냄새를 제거하기 위

해 반 밀폐식 DUCT를 설치한 후 전용집진기를 설치하였다. 마지막으로 SEAT 그리스 도포공정은 CELL 라인 구축을 위해 기계의 크기를 최소로 하고 반자동화된 기계로 바꾸었다. 3차 개선으로 인해 공정평균이 2초가량 단축되어 69초가 되었고, 공정배치는 최종적으로 <그림 7>과 같이 바뀌어 CELL 라인을 완성 하였다.



<그림 7> D/LINK END 조립라인 공정배치 (3차 개선)

지금까지 프로젝트를 통해 도출한 핵심입력변수의 조건 및 개선사항은 <표 5>와 같다.

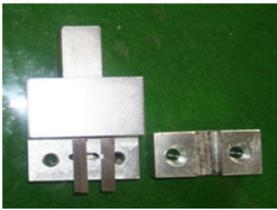
6. 관 리

6.1 실수방지 및 사후관리 방안

공정이 개선된 상태라 하더라도 작업자와 관련된 개입요소로 인해 전체 프로세스에 악영향을 미치는 경우가 발생할 수 있다. 사소한 문제라도 그것이 공정에 미치는 영향은 클 수 있기 때문이다. 이와 관련하여 이 회사에서도 실수방지를 위한 시스템을 다음과 같이 구축하였다. 먼저 PLUG 타각 공정에서 타각 넘버의 오조립 방지다. PLUG 타각기는 로트 번호가 바뀔 때 마다 작업자들이 LOT NO. 관리규정에 따라 타각 지그에 타각 NO. 블록을 갈아 끼워줘야 한다. 기존에는 타각 지그와 타각NO. 블록 사이가 매끄럽게 다듬어져 있었다. 이로 인해 작업자들이 타각NO. 블록을 교체할 때 각각의 블록 높낮이가 맞는지 확인해서 조립할 뿐만 아니라 오조립으로 인한 불량 발생한다. 이러한 실수를 방지하기 위하여 <그림 8>과 같이 타각NO. 블록에는 음각의 홈을 만들고 타각지그에는 양각의 홈을 만들었다. 이렇게 처리함으로써 타각NO. 블록 교체를 빠르고 쉽게 할 수 있고, 작업자들의 부주의로 인한 오조립을 방지 하였다.

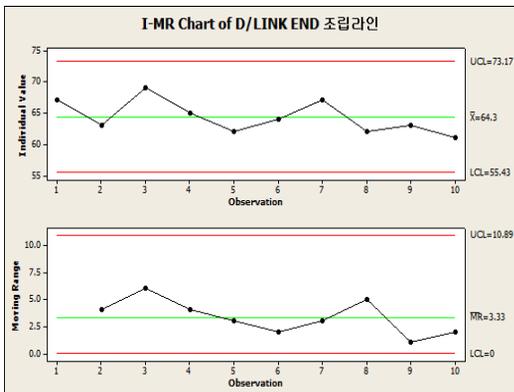
<표 5> 개선 사항

공정	개선 사항	
	소형 END 조립라인	D/LINK END 조립라인
PLUG 타각	원터치방식 타각지그	자동 타각기로 교체 원터치방식 타각지그
SEAT 조립		SEAT 압착기 교체 온도컨트롤러 설치 실린더 규격변경
SEAT 그리스 도포	완전 자동화 기계로 교체	반자동화 기계로 교체
D/COVER 그리스 도포	D/COVER 압착기 교체(조립 + 그리스 도포) 그리스 토출 노즐 및 지그의 규격화 노즐의 원터치 교체 방식 채용	
작업테이블	분리형 작업테이블(D/COVER 조립공정, TOUCH-UP공정) 검정색의 테이블 상판	
코킹	코킹머신 유압 UNIT 이설	코킹머신 부품교체 가압회로 변경
TOUCH-UP	테이블 높이 변경 반 밀폐식 DUCT 설치 전용집진기 설치	
공정배치	CELL 라인 구축	
공정누락	작업카운터 설치	



<그림 8> PLUG 타각지그 오조립 방지장치

또한 이 기업에서는 개선 후 조립라인의 관리 상태를 파악하기 위하여 <그림 9>와 같이 관리도를 지속적으로 작성토록 하였다.



<그림 9> D/LINK END 조립라인의 I-MR 관리도

이러한 개선사항을 지속 유지하기 위한 사후 관리의 방법은 다음과 같다.

첫째, 자동 타각기로 교체, SEAT 압착기 교체, SEAT 그리스 도포장치 교체, D/COVER 압착기 교체 등 새로 설계되거나 사용방법이 바뀐 장비들이 많다. 그러므로 작업자들에게 장비 사용법에 대한 충분한 교육을 실시하였다. 둘째, CELL 라인 구축에 따른 공정에 많은 변화가 있었다. 때문에 지속적인 품질개선활동에 대한 교육을 통해 작업자들의 의식수준을 고취시키고, 효율적인 작업배치를 통해 작업 효율을 높였다.

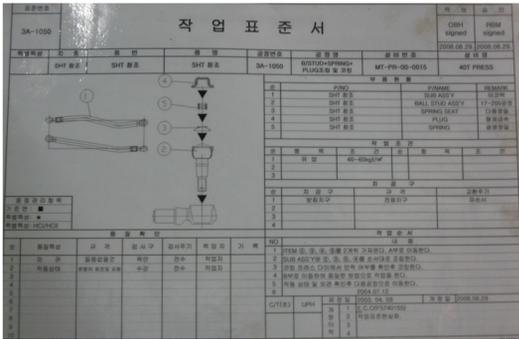
6.2 표준화

자주 행하여지는 일, 오차를 줄이기 위한 일들을 기본으로 작업의 표준화를 실시하였다. 표준화를 함으로써 작업에 관계되는 모든 사람들의 편리를 도모하며, 특정 작업을 바르고 효율적으로 접근하기 위한 규칙을 작성하고 적용하기 위해서 표준화 과정이 필요하다. 이 회사에서는 <그림 10>과 같은 작업 표준서를 모든 공정에 게시함으로써 표준화를 실시하였다.

6.3 개선 후 프로젝트 성과

개선 조건들을 공장에 적용시킨 후 공정능력분석을

시행하였다. 그 결과 소형 END 및 D/LINK END 조립라인의 공정평균이 각각 55초, 64초 수준이었다. 이는 목표수준인 53초, 65초에 거의 근접한 수준에 도달한 것이다. 또한 공정누락의 경우 개선 후 9개월간 단 한건도 보고되지 않아 목표수준을 달성하였다. 이러한 개선효과는 <표 6>과 같이 유형적으로 연간 3천 6백만원 가량의 이익이 발생하고, 무형적으로는 고객만족을 기대할 수 있었다.



<그림 10> 작업표준서

<표 6> 프로젝트 성과

	개선전	목표수준	개선후	개선효과
소형 END 조립라인	64초	53초	55초	12,168,000원/년
D/LINK END 조립라인	83초	65초	64초	19,266,000원/년
공정누락	3회	0회	0회	4,500,000원/년
개선 후 연간 추정치				35,934,000원/년

7. 결 론

이 논문에서는 한 기업에서 6시그마 개선활동의 로드맵인 DMAIC 절차를 따라 수행한 프로젝트 과정을 소개하였다. 프로젝트 대상기업은 자동차용 조향장치의 부품을 생산하는 조립라인의 제품 당 생산시간이 많이 걸리는 문제와 매년 공정누락이 발생하는 문제가 있었다. 따라서 조립라인에 대한 생산시간 단축 및 공정누락 방식을 기업과 고객이 원하는 CTQ로 정하여 프로세스 맵을 통해 주요입력 변수를 선정하였고, 이를 대상으로 분석과정을 거쳐 핵심입력변수를 도출하였다. 핵

심입력변수로 규명된 인자들이 생산시간 및 공정누락에 미치는 영향을 분석한 후, 이를 통해 최적의 개선안을 도출하였다. 도출된 개선안을 조립라인에 적용한 후 공정의 관리 상태를 체크하였다. 또한 작업방법과 사람의 실수로 발생하는 불량률을 제거하기 위해 실수방지 시스템을 구축하였다. 그리고 새로 바뀐 설비 및 공정에 대하여 표준화를 실시하여 작업 관계자들의 편리성과 생산의 효율성을 도모하였다. 이러한 일련의 활동을 통해서 소형 END 및 D/LINK END 조립라인의 제품 당 평균 생산시간이 각각 64초, 83초에서 55초, 64초로 약 20%가량 단축되었고, 공정누락도 연평균 3회에서 ZERO화 하였다. 이를 통해 유형적으로는 연간 3천 6백만원 가량의 이익이 발생하고, 무형적으로는 고객만족을 기대할 수 있었다. 또한 프로젝트 과정 중 수시로 진행된 회의와 교육으로 인해 작업자들에게 내부 및 외부 고객의 품질에 대한 요구사항을 효율적으로 대처할 수 있는 방법을 제시하였다.

이 프로젝트를 진행하면서 여러 가지 요인으로 인해 프로젝트의 진행이 수월하지 못했으며, 개선사항을 현장에 적용하는데 어려움이 있었다. 작업자들이 6시그마 활동에 대한 지식의 미흡과 기존의 방식만을 고집하려는 성향이 있었다. 또한 설비를 새로 설계하여 제작하는 과정에서 입고가 늦어지는 문제가 발생하였고, 설비교체는 비용 지출과 연관된 문제이기 때문에 쉽게 접근할 수 없는 어려운 문제였다. 그러나 이 회사에서는 경영자를 비롯한 프로젝트 진행자의 개선활동에 대한 확고한 의지와 수시로 진행되는 회의를 통해 이를 극복해나갔다. 또한 작업자들에게 지속적인 교육을 통한 6시그마 활동의 방법론을 제시하여 효율적인 작업을 할 것은 이 프로젝트의 또 다른 성과라 할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 김금숙(2008), “전자산업의 6시그마 성공요인에 관한 실증적 연구”의사결정학연구, 제16권, 제1호, pp.13-31.
- [2] 김용수(2009), “6시그마 프로세스를 활용한 모바일 게임 사이트의 구매 전환율 향상에 관한 사례연구”, 품질경영학회지, 제37권, 제3호, pp.74-82.
- [3] 김현수, 이화기, 김관조(2005), “틸레이 복귀전압 신뢰성 향상을 위한 6시그마 프로젝트 사례연구”, 안전경영과학회지, 제7권, 제1호, pp.87-100.
- [4] 박연기, 윤철환, 류연호(2006), “국내 6시그마의 현황, 이슈 및 발전방향”, 대한산업공학회지, 제32권, 제4호, pp.253-267

- [5] 박종인, 이동규, 변재현(2005), “자동차 Steering Wheel 제조공정의 누적수율 개선을 위한 6시그마 적용사례”, 품질경영학회지, 제33권, 제1호, pp.32-43.
- [6] 이난영, 신익주(2009), “6시그마 혁신활동에 있어서의 구성원 성공체험이 기업성과에 미치는 영향”, 품질경영학회지, 제37권, 제3호, pp.10-17.
- [7] 이민구, 박효창(2005), “스프링 용접공정의 TIP 수명 향상을 위한 6시그마 프로젝트 사례”, 품질경영학회지, 제33권, 제1호, pp.88-100.
- [8] 이팔훈(2006), “한국적 6시그마 정착 방향”, 대한산업공학회지, 제32권, 제4호, pp.268-278.
- [9] 정동호, 홍성조(2004), “프로세스 접근방법에 의한 중소기업형 6시그마 경영모형에 관한 연구”, 품질경영학회지, 제32권, 제4호, pp.140-150.
- [10] 최봉, 정남호, 권순재, 이진창(2007), “성공적인 6시그마 혁신을 위한 업종별 추진전략에 관한 연구”, 한국경영과학회지, 제24권, 제1호, pp.147-160.
- [11] 황영제, 권혁무, 홍성훈, 이민구(2006), “중소기업을 위한 6시그마 모형 및 사례 연구”, 대한산업공학회지, 제32권, 제4호, pp.291-297.
- [12] 홍성훈, 최익준(2006), “게이트 도장 품질개선을 위한 6시그마 프로젝트 사례 연구”, 품질경영학회지, 제34권, 제1호, pp.1-12.
- [13] Bertels, T.(2004), “Faster Development for Europe Small/Medium Business”, *Europe Six Sigma & Quality Article Archive*, iSix Sigma.
- [14] Davis A. G.(2003), “Six Sigma for Small Companies”, *Troy*, Vol.42, No.11, pp.20.
- [15] Harry, M.(1998), “Six Sigma : A Breakthrough Strategy for Profitability”, *Quality Progress*, Vol. 1, No.5, pp.60-64.
- [16] Hoerl, R.(1998), “Six Sigma and the ture of the Quality Profession,” *Quality Progress*, Vol.31, No.6, pp. 5-42.
- [17] Snee, D. and Hoerl, R.(2003), *Leading Six Sigma : A Step-by-Step Guide Based on Experience with GE and Other Six Sigma Companies*, Prentice Hall
- [18] Wessel, G. and Burcher, P.(2004), “Six Sigma for Small and Midium sized Enterprise”, *TQM Magazine*, Vol.16, No.4, pp.264-272.

2010년 8월20일 접수, 2010년 9월 6일 수정, 2010년 9월 7일 채택