

동작분석과 설비 재배치를 통한 생산성 향상 방안 : 사례연구

김 동 현* · 박 동 빈** · 권 익 현**

*한양대학교 산업공학과 · **인제대학교 시스템경영공학과

Productivity Improvement Plan Using Motion Analysis and Facility Relocation : Case Study

Dong-Hyun Kim* · Dong-Bin Park** · Ick-Hyun Kwon**

*Department of Industrial Engineering, Hanyang University

**Department of Systems Management Engineering, Inje University

Abstract

Today's fierce competition and global economic recession make most of manufacturing companies in the world difficult to gain a profit. In order to survive such a environment and increase competitiveness, manufacturing companies have to continuously eliminate their wasteful factors through an efficient process analysis, improve quality of products, increase the flexibility of manufacturing processes. In this paper, we consider a case study for the Shanghai New Auto which is a subcontractor of MOBIS in China, to improve productivity by using therblig method, one of the motion analysis, to minimize the work-in-process inventories and to shorten the manufacturing cycle times. We also try to relocate the facility layout to increase the efficiency and flexibility of manufacturing processes.

Keywords : Motion Analysis, Therblig, Facility Layout, Case Study

1. 서 론

현재 전 세계의 경제 현황은 글로벌 금융위기로 인해 많은 어려움에 직면하고 있다. 기업경영의 위기 속에서 원자재를 해외에 의존하고 있는 제조업의 경우는 더 큰 어려움을 겪고 있는 현실이다. 글로벌 국제 경제 위기 시대를 살고 있는 지금 급변하는 경영환경 속에서 강한 원가 경쟁력 확보란 가장 시급하면서도 중요한 문제라고 인식되어진다. 지속되는 인건비 상승과 원자재 가격급등으로 제조업의 경쟁력은 심각하게 약화되어 있는 상태이다. 낭비요소를 제거하고, 각 공정의 유연성을 확보하면서 생산되는 제품의 품질을 극대화시키고, 나아가 최대이익을 창출하는 것은 제조업의 근본적인 목표이다. 기업에 있어 생산관리는 기업의 경영 문제와 직결될 수 있는 아주 중요한 사항이다[2,7,9].

본 연구에서는 중국 상해시에 위치한 상해 신오토 기차배건 유한공사(Shanghai New Auto; 이하 상해 신오토)라는 업체를 대상으로 한다. 상해 신오토는 본 논문의 저자들이 소속된 학과에서 매년 여름 방학을 이용하여 실시하고 있는 현장실습 프로그램에 속한 대상 업체 가운데 하나이다. 현재까지도 상해 신오토와 지속적인 산학협력 관계를 통해 인적, 물적, 기술적 교류를 시행 중에 있으며, 본 논문의 연구결과 역시 이러한 교류를 통한 결과물의 일환이다. 상해 신오토는 국내 최고의 자동차 부품 제조업체인 현대 모비스의 협력업체이며, 주로 자동차 부품 CKD(complete knock down) 포장용 철재 팔레트(steel pallet)를 생산한다.

이러한 철재 팔레트는 가격이 저렴하고 안정적 공급이 가능하며, 환경보존과 폐기물 및 미생물 발생이 전혀 없어 방역이 필요 없고, 회수 및 재사용이 가능하여

† 교신저자: 권익현, 경남 김해시 여방동 607 인제대학교 시스템경영공학과

Tel: (055) 320-3992, E-mail: ikwon@inje.ac.kr

2010년 1월 20일 접수; 2010년 2월 26일 수정본 접수; 2010년 3월 12일 게재확정

경제적이며, 중량이 가볍고 다양한 주문 제작이 가능한 장점이 존재한다. 현재 상해 신오토는 중국 대부분의 제조업체와 마찬가지로 올바른 현장 시스템을 갖추어 건이 부족한 실정에 있다. 이는 시스템을 이용할 수 있는 인력보다는 단순한 생산성 향상을 위한 인력을 위주로 채용하고 있기 때문이다[3].

본 논문에서는 상해 신오토를 대상으로 동작분석 방법 중 하나인 서블리그(therblig)법을 활용하여 작업의 표준시간을 확보하여 생산 기간을 단축하고, 업무의 표준화를 통한 재공재고(work in process)를 최소화 시키고자 한다. 또한 공정의 순서, 위치, 방법 등을 고려한 공정의 중요성과 그 공정 흐름의 유연성을 확보하기 위하여 체계적 공정배치를 실천하여 효율적인 공정 운영방안을 도출하고자 한다.

생산현장의 공정은 기업이 생산하는 제품의 품질과 밀접한 관련이 있고, 나아가 기업이 이윤창출에도 아주 중요한 요소가 된다. 공정분석이란 분석단위로 대상물이 어떠한 경로로 처리되는지를 발생 순서에 따라 가공, 운반, 검사, 정제, 저장의 5가지로 분류, 각 공정의 조건과 함께 분석하는 기법을 말한다. 공정분석의 목적은 생산기간의 단축, 재공재고의 최소화, 생산 공정의 개선, 생산설비 배치의 개선, 공정관리 시스템의 개선 등이 있다[1,5].

대상 업체에 관한 분석을 실행하기 위한 분석 방법은 다음과 같다. 첫째, 현장 방문 후 업체의 관리자나 인터뷰를 통하여 현장시스템에 관한 전반적인 설명을 파악하였다. 이는 업체에 관련된 사전지식을 습득하기 위함이다. 둘째, 각 생산 공정의 관찰 및 분석을 통한 생산 리드타임 분석, 생산 동작 분석을 하였다. 셋째, 각 공정의 작업자와 인터뷰를 시도하고 공정의 동영상 및 사진 촬영을 하여 자료를 수집하였다. 작업자와의 인터뷰를 시도하는 것은 작업의 불편함과 공정과 가장 밀접한 접촉을 하고 있는 작업자의 고충을 파악하여 공정개선에 반영하기 위함이다. 넷째, 3E 5S 실천을 위한 생산 설비배치 방법 구상이다. 생산 공정에는 망각하고 지나치는 낭비요소가 너무 많이 존재한다. 이는 공정의 효율성을 감소시킬 뿐만 아니라, 나아가 생산성 및 경영구조에도 심각한 문제를 야기하기 때문이다.

2. 본 론

2.1 동작 분석

현재 상해 신오토의 현장의 생산 시스템은 원자재 절단, 절단 자재 연마, 용접, 조립, 적재 및 출하 공정으로 이루어진다. 이 중 본 논문에서는 생산성과 품질

과 밀접한 관계가 있는 철재 팔레트의 용접 공정을 대상으로 하여 분석 및 개선활동을 실시하고자 한다. 상해 신오토의 용접 공정은 옆판(大) 생산 2공정, 옆판(小) 생산 2공정, 밀판 일반, 밀판(3번형) 및 옆판(소형)의 공정으로 구성되어 있다. 이 가운데 본 논문에서는 많은 주문량으로 인해 상시 운용중인 옆판(大), 옆판(小), 밀판 일반 공정을 대상으로 하여 서블리그법을 활용한 동작분석을 실시한다.

동작연구 기법인 서블리그는 인간이 행하는 모든 동작을 18가지 기본동작으로 구분하여 공정분석에 사용될 수 있게 하는 방법으로써 Gilbreth 부부가 고안하였다. 서블리그 분류별로 나누어진 동작분석은 문제점 파악이 용이하며, 서블리그 분류별 동작 분석표는 공정의 동작 분류별 합계 및 평균을 나타낸 데이터 시트이다. 이는 쥐기(G), 내려놓기(RL), 운반(TL), 가공(O), 보관(S) 등의 동작 등으로 분류하여 구성한다. 각 분류된 방법을 분석하여 불필요한 동작을 파악하며 제거 및 개선한다[4,6].

2.1.1 개선 전 용접공정

생산 공정분석의 정확성을 면밀히 관찰하기 위하여 숙련된 작업자를 선정하여 각 공정별 작업 현황을 관찰하였다. 이는 작업자의 숙련도와 표준 공정 방법을 산정하기 위함이다. 본 논문에서 활용한 동작분석 연구 방법은 다음과 같다.

- 각기 다른 작업자들의 표준화 되지 않은 공정방법 표준화를 위해 옆판(大)/옆판(小)/밀판의 촬영을 미세동작 연구방법을 사용하여 1초 간격의 분석 실시
- 작업 시 발생하는 유휴시간, 셋업시간 등을 제외한 순수 가공시간만을 측정
- 순수 가공시간을 기초로 불필요한 동작 및 중복동작 제거

작업자의 분석은 각 3회씩 관찰하여 분석하였다. 단, 밀판 일반의 공정은 공정이 복잡하여 생산 시간이 오래 걸리므로 2회 반복 관찰 실시하였다.

먼저 옆판(大)의 동작분석 데이터를 관찰하여 보면 옆판(大)의 첫 번째 관찰 결과 총 동작 수는 52회이고, 총 작업시간은 3분 52초이다. 두 번째와 세 번째 관찰 결과 역시 총 동작 수는 52회로 동일하였고, 시간은 3분 58초와 4분 7초로 각각 나타났다. 이 데이터를 근거로 하여 분석한 결과 옆판(大)의 공정은 이미 동일한 공정으로 표준화가 되어 있었다. 시간차가 나는 것은 그 오차가 크지 않으므로, 공정방법과 시간에 따른 생산성에 영향을 미치지 않음으로 개선 대상에서 제외하기로 한다. 다음으로 옆판(小)의 공정을 분석하여 보도

록 하자. 부록에 첨부되어 있는 데이터에서도 확인 할 수 있듯이(개선 전과 후의 옆판(小) 2회 관찰시의 동작 분석표를 나타내는 <표 2> 및 <표 3> 참조), 옆판(小)의 공정은 표준화가 이루어지지 않고 있다. 공정순서도 일정하지 않고, 작업자가 행하는 동작에 따라 작업 시간도 많은 차이를 보였다. 그 중 유휴시간에는 용접 도구의 정비시간이 포함되어 있기도 하였다. 밑판 일반의 작업은 공정 순서와 방법에서 많은 복잡성을 찾을 수 있었다. 제품의 부피도 크고, 그에 따라 작업에 사용되는 부품과 브래킷(bracket; BRKT)의 양이 많았다. 그리하여 작업자의 동작은 약 130가지 정도의 동작으로 이루어진다. 이는 밑판(일반)의 작업자들이 많은 유휴 시간을 가지는 것도 하나도 이유가 될 수 있다. 유휴 시간의 예로는 작업 중 화장실을 가거나, 높은 온도에서 장시간 작업을 해야 하는 용접 작업 등의 이유로 세안을 하는 경우 등이 있다. 이와 같이 현재 상해 신오트의 현장 작업장에는 공정의 표준화와 작업자의 교육 실정이 열악한 상황이었다. 본 논문에서는 이러한 데이터를 근거로 하여 공정 분석 및 개선을 실시하도록 한다.

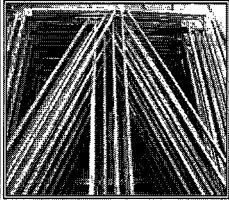

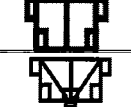

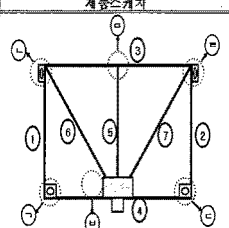
2.1.2 개선 후 용접공정

본 업체의 생산 공정 중 용접 공정은 옆판(大)의 생산을 제외하고는 공정순서와 작업 방법의 표준화가 정립되지 않았다. 그리하여 작업의 표준화를 위하여 공정분석을 실시하여 다음과 같은 각 공정별 작업 표준을 정립하였다. 모든 작업은 작업표준의 준수를 통해 품질의 유지, 생산량 달성, 안전 확보 등 현장의 사명을 달성할 수 있게 된다. 동작분석과 도출해 낸 데이터를 바탕으로 옆판(大), 옆판(小), 밑판의 표준 작업순서를 확립하게 되었다.

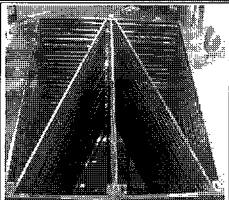
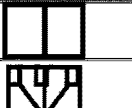
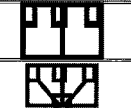

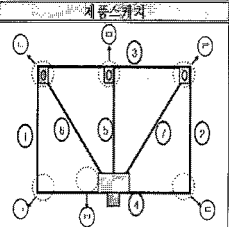
이렇게 작성된 표준 공정 순서도는 본 논문 2.3.4에서 거론하게 될 현황계시판에 공지하게 되며, 이를 통해 작업자들이 공정 표준을 따를 수 있는 교육의 도구로 사용된다. 새로운 작업자가 투입이 되더라도 표준 공정 순서도를 보고 보다 빨리 작업 환경에 적응할 수 있도록 하는 것이 목표이다. <그림 1>에서 <그림 3>은 각 공정별 표준 공정 순서도를 나타낸다.

옆판(大)의 공정은 이미 공정순서가 표준화되어 있어, 개선사항이 없음을 판단하였다. 그리하여 옆판(小)공정과 밑판(일반)의 공정을 분석 후 표준화 하였다.

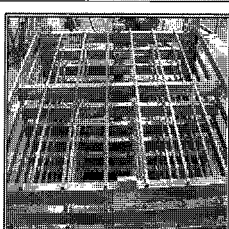
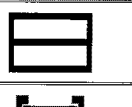
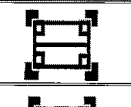

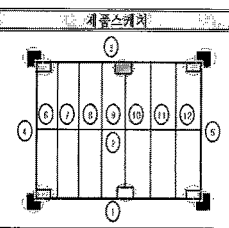
동작분석 결과 옆판(小)의 공정은 작업자의 동작에서 많은 낭비를 발견할 수 있었다. 특히 작업 중에 불필요한 유휴로 인한 작업 시간의 낭비를 초래하는 사례가 많이 발견되었다. 아래 <표 1>은 개선 후 각 용접공정의 동작 수와 표준 작업 시간을 나타낸 표이다.

공정순서도	제품명		제품사이즈	
	옆판 (大)		1320*1100	
제품사진	공정순서			
				
제품스케치	NOTE			
	① 상·하부 자재를 놓는다. ② 좌·우측 자재를 놓는다. ③ 중심부 자재를 놓는다. ④ BRKT 용접 + 자재 용접 실시 ⑤ 대각선 자재를 놓는다. ⑥ 대각선 자재 용접 실시 ⑦ 하단 부 BRKT를 놓고 용접실시 ⑧ 제품을 뒤집는다. ⑨ 하단 부 및 미비된 용접 완료			

<그림 1> 표준 공정 순서도 - 옆판(大)

공정순서도	제품명		제품사이즈	
	옆판 (小)		1130*1100	
제품사진	공정순서			
				
제품스케치	NOTE			
	① 상·하부 자재를 놓는다. ② 좌·우측 자재를 놓는다. ③ 중심부 자재를 놓는다. ④ BRKT 용접 + 자재 용접 실시 ⑤ 대각선 자재를 놓는다. ⑥ 대각선 자재 용접 실시 ⑦ 하단 부 BRKT를 놓고 용접실시 ⑧ 제품을 뒤집는다. ⑨ 하단 부 및 미비된 용접 완료			

<그림 2> 표준 공정 순서도 - 옆판(小)

공정순서도	제품명		제품사이즈	
	밑판 (일반)		1130*1320	
제품사진	공정순서			
				
제품스케치	NOTE			
	① 상·하부 중심부(가부) 자재 놓는다. ② 좌·우측 자재를 놓는다. ③ BRKT1 용접 + BRKT2 용접 ④ 자재(세로사) 놓는다. ⑤ 용접 실시 ⑥ 상·하부 BRKT를 놓고 용접실시 ⑦ 제품을 좌측으로 뒀다. ⑧ 용접 실시			

<그림 3> 표준 공정 순서도 - 밑판(일반)

〈표 1〉 개선 전과 후 용접공정의 동작 수 및 작업시간 비교

분류	개선 전		개선 후	
	총동작 수	총 작업시간	총동작 수	총 작업시간
옆판(大) : 1회 측정	52	3' 53"	측정된 동작분석 자체가 표준화 되어 개선사항 없음	
옆판(大) : 2회 측정	52	3' 58"		
옆판(大) : 3회 측정	52	4' 7"		
옆판(小) : 1회 측정	79	5' 32"	55	5' 1"
옆판(小) : 2회 측정	61	5' 29"	55	4' 33"
옆판(小) : 3회 측정	61	4' 37"	55	4' 20"
밑판(일반) : 1회 측정	132	11' 55"	123	11' 24"
밑판(일반) : 2회 측정	132	10' 54"	123	10' 51"

위의 표에서 알 수 있듯이, 옆판(小)의 경우 총 동작 수가 현저히 줄어든 것을 확인할 수 있었다. 개선 전 동작은 평균 67회 이었으나, 불필요한 동작을 제거하고 난 후에는 55회로 줄어들었다. 이에 따라 총 작업시간도 눈에 띄게 감소한 것을 확인할 수 있었다. 밑판(일반)의 경우는 가공시간이 옆판의 가공시간에 비하여 다소 시간이 더 걸리는 것을 확인할 수 있었으며, 마찬가지로 작업 동작의 낭비가 있어 이를 제거한 후 총 동작 수 및 총 작업시간은 표에 나타난 바와 같다.

2.2 설비배치 분석

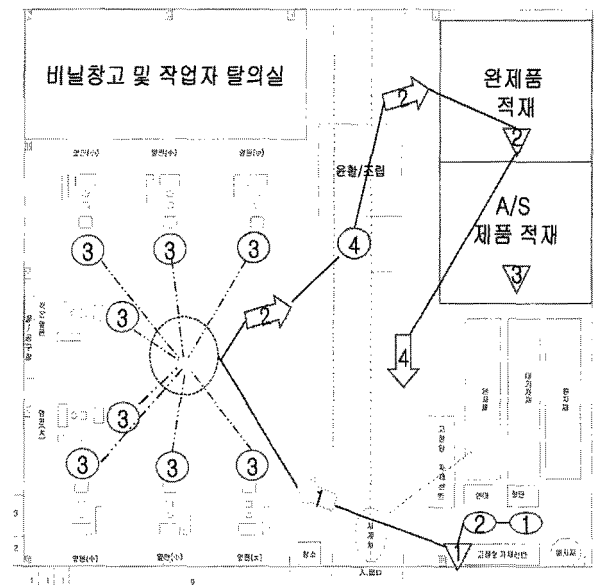
설비배치에는 제품별 설비배치와, 공정별 설비배치, 고정형 설비배치가 있다. 먼저 제품별 설비배치는 전 생산 공정이 단일의 제품이나 단일의 업무활동을 중심으로 이루어질 필요가 있을 때 사용한다. 이는 자동차 공장의 조립 작업 방식에서 찾아볼 수 있다. 배치문제는 작업장을 주어진 업무순서에 따라 가능한 장소에 적응시켜 배치하는 것이며, 대량생산체제를 취하고 있는 공장, 정병검사장 등이 모두 이에 해당된다. 다음으로 공정별 설비배치는 동종의 기능을 갖는 모든 기계 설비를 한 곳에 모아 이 들 각종의 공정단위의 능률향상을 도모하도록 한 것이다. 작업장의 배치는 그 작업에서 행해지는 업무별로 결정되며, 기계별 작업장 조직

에서 많이 사용되고 있다. 기계설비 투자비용은 각각의 특이한 작업순서에 따라 그 기계를 이용하게 되는 여러 가지 상이한 제품에 의해 공동으로 부담되어야 한다는 특징이 있다. 그리고 공정별 설비배치는 특정제품이나 주문은 한꺼번에 무더기로 생산하는 공정에서 유용하다. 마지막으로 고정형 설비 배치가 있다. 고정형 설비배치는 작업자는 설비가 고정된 생산품으로 옮겨가거나, 안으로 들어가 작업을 해야 한다. 작업장이 대단히 큰 경우에는 부분별로 공정별 배치나 제품별 배치를 시도해 볼 수 있다.

2.2.1 개선 전 설비배치

상해 신오토의 철재 팔레트 생산 작업장에는 공정의 표준화 이외에도 생산 설비배치 측면에서도 문제점을 확인할 수 있었다. 그리하여 공정 설비의 재배치의 필요성을 인식하고, 생산 설비배치의 분석 및 개선활동을 수행하였다. <그림 4>는 개선 전 생산 현장의 작업장 공정 설비배치 현황을 나타낸 그림이다.

상해 신오토의 생산 작업장 내 설비배치와 관련된 여러 가지 문제점을 발견할 수 있었다. 그 내용을 기술하면 다음과 같다. 첫째, 절단 공정과 연마 공정에 많은 유휴시간 발생하고 있다. 이는 작업자의 유휴시간이 많이 발생한다는 것을 의미한다. 둘째, 고정된 자재선반과 각 용접공정간의 자재 운반 시 이동거리가 너무 길다. 철재 팔레트의 용접작업을 하기 위해서는 절단 공정 및 연마 공정에서 가공된 자재를 가져와 작업을 하여야 한다. 공간의 협소함으로 인해 작업자가 수시로 자재를 수급하여와 작업이 진행된다. 하지만 이 시간에



〈그림 4〉 개선 전 공정 설비배치 및 공정 흐름도

서 많은 낭비가 발생한다. 자재를 수급하기 위해 작업자 개인별 자재 Rack을 이용하여 수급하여 온다. 하지만 자재를 수급하기 위해서는 Hand Lift를 가지고와 Rack을 들어 다시 직접 절단된 자재가 있는 곳으로 가 자재를 수급하도록 되어있다. 셋째, 용접 완료된 부품의 운할작업장까지의 운반 시 이동거리가 복잡하게 되어있다. 넷째, 운할공정의 작업위치가 이동 동선을 방해한다. 운할공정은 공장 내 입·출구에 위치하여 있다.

그러므로 원자재 수급이나 다른 작업을 위해 출입을 해야 하는 작업이 있을 시 방해가 되는 작업이다. 특히 지게차의 이동에 방해가 되고 있었다. 다섯째, 작업자의 편의시설이 부족하다. 중국은 기후 특성상 여름에는 더위가 극심한 편이다. 특히 본 논문의 저자들이 연구를 진행했던 상해의 기후는 지리특성상 해안을 끼고 있어, 여름철에는 온도와 습도가 높은 편이다. 이와 같은 문제점과 용접이라는 고열의 작업으로 인하여 작업자들이 많은 어려움을 겪고 있는데 반해, 이에 상응할 만한 작업자 편의 시설이 턱없이 열악한 실정이었다.

그리고 여섯째, 어느 공정에서나 가장 기본적인 3E 5S가 실천되고 있지 않았다. 작업장 구석구석에 폐자재나 공구들 이밖에 작업에 방해되는 요소가 작업장 내에 빈번하게 존재하고 있었다. 마지막으로 전체적인 공간의 비효율적인 운영과 흐름공정상의 불필요한 이동 등의 많은 문제점이 존재하였다.

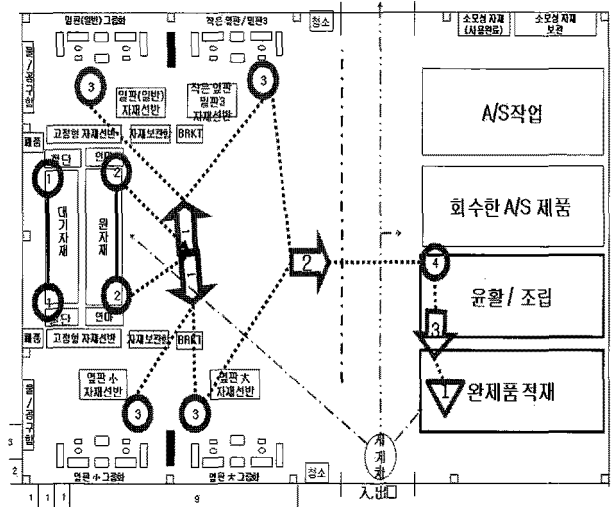
2.2.2 개선 후 설비배치

공정 내 설비배치의 낭비요소를 제거하고 보다 쾌적한 작업현장을 구성하기 위하여 설비의 재배치를 계획하게 되었다. 또한 현재 철재 팔레트 생산 작업장과 이웃에 존재하는 포장 완제품 물류창고가 다른 곳으로 이동하게 되어 작업장의 확장이 가능하게 되어 생산 공정 배치의 전체적인 레이아웃 개선이 필요하였다.

그리하여 본 논문의 저자들은 설비배치의 문제점을 다시 한 번 더 인식하고 설비배치 개선 활동을 전개하였다.

먼저 작업장 내 공간을 효율적으로 활용하기 위하여 공장 내 면적과 각 설비의 치수를 다시 측정 후 개선 작업을 수행 하였다. <그림 5>는 개선 후 생산 현장의 작업장 공정 설비 배치 현황과 공정 흐름도를 나타낸다.

개선 후 공정 설비배치와 공정 흐름도에서 확인할 수 있듯이, 기존 시스템의 문제점에 입각하여 설비배치 개선을 수행하였다. 개선된 내용을 기술하여 보면 다음과 같다. 첫째, 동일공정 그룹화(용접공정)로 활용 공간이 증가하였다. 기존에는 동일 공정이 분산되어 있어, 가공이 끝난 제품을 가져가 운할작업을 하는 공정도



<그림 5> 개선 후 공정 설비배치 및 공정 흐름도

표준화되지 않고 수행되어 왔다. 이로 인해 운할작업자는 일정 간격으로 완제품을 수급하여 작업을 할 수 있도록 하였다. 그리고 자재 및 완제품 운반거리 감소 및 자재선반 비치가 용이 하도록 하였다. 그리고 이 개선 사항을 통해 각 공정 생산량 파악 및 비교 또한 용이하게 할 수 있게 되어 작업 현장 감독관은 생산량을 체크할 수 있도록 하였다. 둘째, 작업장의 확장과 설비 재배치로 인하여 물류 흐름 및 이동 동선을 확보할 수 있게 되었다. 특히 물류 흐름에 방해가 되었던 운할공정을 이동 동선과 거리가 먼 곳으로 위치시켰다. 그리고 셋째, 자재 수급의 유연성을 높이기 위하여 절단 및 용접 공정을 용접 공정과 가까운 위치로 이동하였다.

넷째, 물/공구함 관련 장소를 증가(작업자 환경개선, 공구의 관리)시켰다. 이는 작업자와의 인터뷰를 통해 작업자의 건의사항을 반영한 내용이기도 하다.

다섯째, 기존의 공정은 근본적인 3E 5S가 전혀 실천되고 있지 않았다. 그리하여 소모성 자재 보관함을 비치하고, 청소 도구함 및 폐품 보관함 또한 비치하였다.

뿐만 아니라 작업자 개인별 청소 용구와 기기 정비 도구를 지급할 수 있는 방안을 수립하였다. 마지막으로 각 용접 파트별 자재선반 비치와 이동식 자재 보관함을 비치하였다. 그리하여 실제 자재 수급 시 소요되는 시간을 25분~30분가량 단축시키는 효과를 얻을 수 있었다. 아래 <그림 6>과 <그림 7>은 개선 전 설비에서의 흐름공정도와 개선 후 흐름공정도를 비교한 내용이다.

특히 개선 전·후 흐름공정도 비교 분석표에서도 확인할 수 있듯이 설비배치 개선으로 인해 운반 공정의 거리 및 시간이 현저히 단축되었다는 것을 확인할 수 있다.

순 명	() 현재방법 (√) 개선안	기 호	거리 (m)	시간 (분)	알	비 고
1 원자재 절단공정으로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	2			
2 절단공정 Set-up	○ → □ ▽	○ → □ ▽		1		
3 절단(각 규격에 맞게)	○ → □ ▽	○ → □ ▽		2		
4 연마 공정으로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	1			
5 연마(클라인드 작업)	○ → □ ▽	○ → □ ▽		3		
6 고정 자재선반으로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	5	3		
7 고정 자재선반 적재	○ → □ ▽	○ → □ ▽				
8 각 용접공정으로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	10~20	20~30		각 공정별
9 각 Part별 용접(열판 大, 小 밀판)	○ → □ ▽	○ → □ ▽		4~12		
10 각 용접공정 Part 적재	○ → □ ▽	○ → □ ▽	3			
11 운반공정으로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	12	8		
12 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽		10		
13 조립	○ → □ ▽	○ → □ ▽		2		
14 완성품 적재장소로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	5	2		
15 완성품 적재	○ → □ ▽	○ → □ ▽				

<그림 6> 개선 전 흐름공정도

순 명	() 현재방법 (√) 개선안	기 호	거리 (m)	시간 (분)	알	비 고
1 원자재 절단공정으로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	1			
2 절단공정 Set-up	○ → □ ▽	○ → □ ▽		1		
3 절단(각 규격에 맞게)	○ → □ ▽	○ → □ ▽		2		
4 연마 공정으로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	1			
5 연마(클라인드 작업)	○ → □ ▽	○ → □ ▽		3		
6 고정 자재선반으로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	3	2		
7 고정 자재선반 적재	○ → □ ▽	○ → □ ▽				
8 각 용접공정으로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	5~10	5~10		각 공정별
9 각 Part별 용접(열판 大, 小, 밀판)	○ → □ ▽	○ → □ ▽		4~12		
10 각 용접공정 Part 적재	○ → □ ▽	○ → □ ▽	3			
11 운반공정으로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	10	7		
12 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽		10		
13 조립	○ → □ ▽	○ → □ ▽		2		
14 완성품 적재장소로 운반	○ → □ ▽	○ → □ ▽	2	1		
15 완성품 적재	○ → □ ▽	○ → □ ▽				

<그림 7> 개선 후 흐름공정도

2.3 기타 개선사항

상해 신오토의 작업 현장에는 공정상의 문제점과 설비배치 외에도 기타 개선사항이 극심하게 많은 상태였다. 이는 열악한 환경에서 생산 공정이 이루어지고 있음을 의미한다. 그리하여 기타 개선사항에 대하여 문제점을 파악하고 개선점을 확보하는 것이 시급한 상황이었다. 기타 개선사항은 3E(정위치, 정품, 정량) 5S(정리, 정돈, 청소, 청결, 습관화)는 낭비가 없는 Lean Manufacturing 방식에서 나온 개념이다. 이는 공정에 방해가 되는 낭비요소를 제거하고 공정의 효율성을 극대화하고, 비용을 감소, 리드타임의 감소, 높은 품질을 지향하는 생산 방식이다. 이는 일본의 최대 자동차 생산기업인 도요타의 TPS(Toyota Production System)과 일맥상통하는 개념이다. 이 개념은 생산 공정뿐 만 아니라 근래에 들어서는 건설 및 의료 분야에서도 널리 활용되고 있는 추세이다[8].

2.3.1 용접기 선반

용접기 선반과 관련된 가장 시급한 문제는 선반에 자재 보관함 공간이 부족하여 기타 수납공간의 확보가

절실한 상황이었다. 그리고 공구 관리가 미비한 상태였다. 그리고 용접기 공간 외의 여유 공간이 매우 협소하여 공간 활용에 어려움이 있었다.

이를 위해 선반의 사이즈를 측정하여 데이터를 참고하여 개선할 수 있는 대응책을 마련하였다. 개인 보관함과 개인 공구함을 선반 양쪽에 추가적으로 부착 설치하였다.

개인 공구함은 수건, 물통 등 개인용품을 수납할 수 있는 공간이고, 개인 공구함은 작업 시 빈번히 일어나는 기계 고장에 대비한 니퍼, 렌치, 드라이버, 구리스 등의 공구들을 보관하는 공간이다. 그리고 작업자 스스로가 주인 의식을 가질 수 있도록, 공정 책임카드를 부착할 수 있도록 하였다. 이는 5S 활동 중 정돈(整頓, Seiton)에 해당하는 사항으로써 눈에 보이는 관리를 목표로 하는 것이다.

또한 CO2 용접통이 바닥에 아무런 시건장치 없이 방치되어 있어 폭발 문제 등의 위험성을 야기 시키고 있었다. 또한 용접기와 CO2 가스통을 연결하는 호스가 너저분하게 방치되어 있어 정리 불량인 것을 확인할 수 있다. CO2 가스통의 폭발 사고의 위험성을 감소시키기 위하여 용접기 선반 하단 부에 편평한 판 형태의 거치대를 추가 용접하여 접합하였다. 그리고 너저분하게 정리 상태 불량이던 호스를 정리하기 위하여 자재 선반 하단부에 약 30cm 가량의 길이의 봉을 부착하여 호스를 잘 정리할 수 있도록 개선하였다.

2.3.2 용접 자재선반

용접 자재선반은 용접을 위해 절단된 자재를 수급 및 보관하는 역할을 한다. 기존의 문제점이었던 자재 수급 시 Hand Lift를 이용해 다시 선반을 들어 운반하는 것과 오래 걸리던 수급 시간의 낭비를 감소하기 위하여 자재선반의 발 부분에 바퀴를 부착하는 방법을 사용하였다. 이는 지그(jig)의 개선으로 공정의 효율성을 높이기 위하여 고안되었다.

그리고 기존의 브래킷과 함께 자재를 정리되지 않은 채 선반 상부에 위치시켜 비좁게 작업을 하던 작업자를 위해 브래킷 선반을 따로 제작하였다. 그리하여 선반의 상부는 자재를 보관할 수 있는 공간으로만 활용할 수 있도록 하였다. 또한 선반의 하부는 전혀 사용하고 있지 않아, 공간의 활용성을 높이기 위하여 기타 공구함 및 여분의 자재를 보관할 수 있는 공간을 마련하였다.

2.3.3 절단공정

절단공정에서 무엇보다도 심각한 것은 정확한 작업과 빠른 작업 시간을 실천하기 위하여 지그의 개선이 시급하였다. 현재 절단 공정은 긴 원자재를 작업자의 눈짐작으로만 절단하는 방식으로 진행되고 있었다. 이

와 같은 이유로 인해 작업 시간도 많이 걸리고 불량도 많이 발생하여 폐자재가 증가하고 비용이 낭비되는 결과를 초래하고 있었다. 그리하여 자재를 고정하여 절단 가공을 진행할 수 있는 고정 지그를 고안하였다.

2.3.4 사원 교육

현재 작업지시 사항이나 생산 목표량 및 기타 개선 사항 등을 작업자들은 모르는 채 단순히 자신의 업무만 진행하고 있었다. 그리하여 현황 게시판을 부착하기로 하였다. 이는 기존의 설비배치와 생산목표, 실적현황, 개선사항, 흐름선도, 사내 공지사항, 성과지표, 이달의 우수사원 등의 내용이 게시된다. 특히 이달의 우수사원은 직원들의 사기진작을 통해 주인의식을 함양할 수 있도록 하는 방법으로써 매 달 우수사원을 선정하여 소정의 인센티브를 지급하기 위함이다.

3. 결론

본 논문에서는 지속적인 인건비 상승과 원자재 가격 급등과 위안화 절상으로 어려움을 겪고 있는 중국의 제조업체인 상해 신오토를 대상으로 공정분석 및 설비배치, 그리고 기타 문제점 분석 및 개선안을 도출하였다. 상해 신오토 현장에는 공정과 여러 가지 측면에서 낭비가 되는 요소를 많이 발견해 낼 수 있었다. 공정분석에서 작업자의 동작분석을 통하여 표준시간을 산정, 제시하여 이를 바탕으로 공정 간의 생산량이 균형을 이룰 수 있도록 하였다.

중국 제조업의 경쟁력은 심각하게 약화되어 있는 상태이다. 낭비요소를 제거하고, 각 공정의 유연성을 확보하면서 생산되는 제품의 품질을 극대화시키고, 나아가 최대이윤을 창출하는 것은 제조업의 근본적인 목표이다. 기업에 있어 생산관리는 기업의 경영문제와 직결될 수 있는 아주 중요한 사항이다. 현재 중국 제조현장에서 올바른 현장 시스템을 갖출 여건이 부족하다. 이는 시스템을 이용할 수 있는 인력보다는 단순한 생산성 향상을 위한 인력을 위주로 채용하고 있기 때문이다.

생산 공정 중에서 작업자들은 실제 작업시간보다 작업 준비시간이 과다하게 소요되는 경향이 있음을 확인할 수 있었다. 이는 직원들의 교육과 주인의식의 부족, 업체 측면에서의 복지가 잘 이루어지지 않았기 때문이다. 전체 작업의 표준시간을 산정하기에 앞서 우선 작업 준비 시간을 단축하는 것이 급선무라 생각하였다.

그리고 생산 및 자재와 관련된 일정계획이 체계화되어 있지 않음을 확인할 수 있었다. 이로 인하여 재고의 무분별한 방치와 이에 따른 원자재 재고의 부식 등

의 낭비와 손해가 많이 발생함을 확인할 수 있었다.

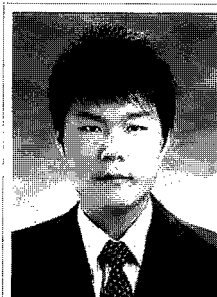
본 연구에서 시간적 제약으로 이루어내지 못했던 자재소요계획(Material Requirements Planning; MRP) 시스템을 구축하는 것을 향후 과제로 남겨둔다. 생산 공정에 있어 인적자원관리와 효율적인 생산 설비 배치 그리고 적절한 일정계획 시스템을 구축하는 것이 제조업체의 생산량과 품질 나아가 기업의 가치 창출에 큰 요인이 될 것이라 사료된다.

4. 참고 문헌

- [1] 김태수, 현대작업관리, 북스힐 (2004).
- [2] 송명식, 유왕진, 이철규, "고성과 생산관리시스템을 통한 제조기업의 생산성 제고", 한국생산관리학회지, 17권, 1호 (2006) : pp. 93-116.
- [3] 유창권, "회주기업과 물류서비스 공급업체의 파트너쉽 유형과 물류서비스 만족도에 관한 실증적 연구 : 중국 진출 한국 제조업체를 중심으로", 무역학회지, 33권, 4호 (2008) : pp. 103-118.
- [4] 정병용, 이동경, 현대인간공학, 민영사 (2009).
- [5] 최정화, 권혜진, 우재영, 박범, "제조공정에서의 표준시간 및 라인밸런싱 적용사례", 대한설비관리학회지, 3권, 2호 (1998) : pp. 161-173.
- [6] 황학, 작업관리론, 영지문화사 (2000).
- [7] Chopra, S. and Meindl, P., Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation, Prentice-Hall (2006).
- [8] Santos, J., Wysk, R.A. and Torres, J.M., Improving Production with Lean Thinking, John Wiley & Sons (2006).
- [9] Vollmann, T.E., Berry, W.L., Whybark, D.C. and Jacobs, F.R., Manufacturing Planning and Control Systems for Supply Chain Management, McGraw-Hill (2004).

저 자 소 개

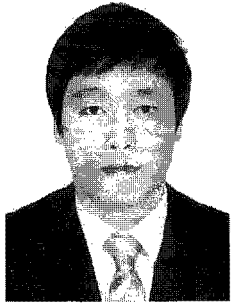
김 동 현



인제대학교 시스템경영공학과에서 공학사를 취득하였으며, 현재 한양대학교 산업공학과 석사과정에 재학 중에 있다. 주요 관심분야는 생산관리, 역방향 물류 등이다.

주소: 서울시 성동구 행당동 한양대학교 산업공학과

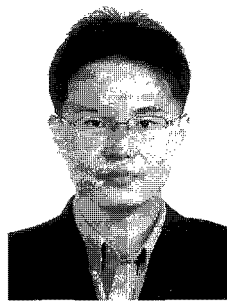
박 동 빈



인제대학교 시스템경영공학과에서 공학사를 취득하였으며, 현재 하이록코리아(주)의 품질보증부에 재직 중에 있다. 주요 관심분야는 생산관리, SCM, 품질경영 등이다.

주소: 경남 김해시 어방동 인제대학교 시스템경영공학과

권 익 현



고려대학교 산업공학과에서 학사, 석사 및 박사학위를 취득하였으며, 동대학 정보통신기술연구소 연구조교수와 미국 University of Illinois at Urbana-Champaign 박사후 과정을 거쳐 현재 인제대학교 시스템경영공학과에 전임강사로 재직 중에 있다. 연구 관심분야는 물류 및 공급망관리, 수요예측, 생산계획 및 통제, e-Business 등이다.

주소: 경남 김해시 어방동 인제대학교 시스템경영공학과

부 록

<표 2> 개선 전 용접공정 동작분석 표 - 옆판(小) 2회

순서	동 작	시간	서브리그
1	1,2번 자재 잡기	1	G
2	1,2번 자재 용접 지그로 운반	1	TL
3	1번 자재 지그 좌측에 놓음	1	RL
4	2번 자재 지그 우측에 놓음	1	RL
5	3,4번 자재 잡기	4	G
6	3,4번 자재 용접 지그로 운반	3	TL
7	3번 자재 지그 하부에 놓음	1	RL
8	4번 자재 지그 상부에 놓음	5	RL
9	5번 자재 잡기	4	G
10	5번 자재 용접 지그로 운반	2	TL
11	5번 자재 용접 지그 가운데에 놓음	1	RL
12	부품1 2개 잡기	1	G
13	용접지그로 이동	3	TL
14	용접기 잡기	1	G
15	좌측상단부로 용접기/부품1 이동	8	TL
16	용접 실시 (좌측 상단부)	26	O
17	용접기 놓음	3	RL
18	도구 손질 및 개인정비	16	유휴
19	용접기 잡기	2	G
20	우측 상단부로 용접기/부품 1 이동	7	TL
21	용접실시 (우측 상단부)	20	O
22	중심 상단부로 용접기 이동	5	TL
23	용접실시 (중심 상단부)	32	O
24	우측 하단부로 용접기 이동	5	TL
25	용접실시 (우측 하단부)	3	O
26	중심 하단부 용접기 이동	2	TL
27	용접실시 (중심 하단부)	9	O
28	용접기 내려놓음	2	RL
29	6,7번 자재 잡기	3	G
30	용접 지그로 이동	2	TL
31	6번 자재 좌측 대각선으로 놓음	1	RL
32	7번 자재 우측 대각선으로 놓음	1	RL
33	용접기 잡기	1	G
34	좌측 상단부 용접기 이동	3	TL
35	용접실시 좌측 상단부 (대각선)	10	O
36	중심 하단 용접기 이동	2	TL
37	용접실시 (중심 하단부 좌측)	10	O
38	우측 상단부 대각선 용접기 이동	2	TL
39	용접실시 (우측 상단부 대각선)	10	O
40	용접기 정비	-	유휴
41	우측 상단부 대각선 용접기 이동	2	TL
42	용접실시 (우측 상단부 대각선)	10	O
43	중심 하단부 우측 용접기 이동	2	TL
44	용접실시 (중심 하단부 우측 임시고정)	3	O
45	용접실시 (중심 하단부 우측)	10	O
46	부품 2,3 잡기	1	G
47	중심 하단부 이동	2	TL
48	용접실시 (부품2/임시고정)	3	O

49	용접실시 (부품3/임시고정)	3	O	
50	용접실시 (부품3)	10	O	
51	용접기 내려놓음	1	RL	
52	제품 뒤집기	3	TL	
53	용접기 잡기	2	G	
54	우측하단부로 용접기 이동	2	TL	
55	용접실시 (우측하단부)	10	O	
56	중심 하단부로 이동	2	TL	
57	용접실시 (중심하단부)	10	O	
58	좌측 하단부로 이동	2	TL	
59	용접실시 (좌측 하단부)	10	O	
60	용접기 내려놓기	1	RL	
61	완제품 내려놓기	2	S	
총 공정 수		61	총 작업시간	5' 29"

<표 3> 개선 후 용접공정 동작분석 표 - 옆판(小) 2회

순서	동 작	시간	서브리그
1	1, 2번 자재 잡기	1	G
2	1, 2번 자재 용접 지그로 운반	1	TL
3	1번 자재 지그 좌측에 놓음	1	RL
4	2번 자재 지그 우측에 놓음	1	RL
5	3, 4번 자재 잡기	4	G
6	3, 4번 자재 용접 지그로 운반	3	TL
7	3번 자재 지그 상부에 놓기	5	RL
8	4번 자재 지그 하부에 놓기	1	RL
9	5번 자재 잡기	4	G
10	5번 자재 용접 지그로 운반	2	TL
11	5번 자재 용접 지그 가운데에 놓기	1	RL
12	부품1 3개 잡기	1	G
13	용접지그로 이동	3	TL
14	용접기 잡기	1	G
15	좌측상단부로 용접기/부품1 이동	8	TL
16	용접 실시 (좌측 상단부 - ㉠)	26	O
17	용접기 이동 (중심 상단부)	5	TL
18	용접 실시 (중심 상단부 - ㉡)	32	O
19	용접기 이동 (우측 상단부)	5	TL
20	용접 실시 (우측 상단부 - ㉢)	20	O
21	용접기 이동 (우측 하단부)	5	TL
22	용접 실시 (우측 하단부)	3	O
23	용접기 이동 (중심 하단부)	2	TL
24	용접 실시 (중심 하단부)	9	O
25	용접기 내려놓음	2	RL
26	6, 7번 자재 잡기	3	G
27	용접지그로 이동	2	TL
28	6번 자재 좌측 대각선으로 놓기	1	RL
29	7번 자재 우측 대각선으로 놓기	1	RL
30	용접기 잡기	1	G
31	좌측 하단부 용접기 이동	2	TL
32	용접 실시 (좌측 하단부)	4	O
33	용접기 이동 (좌측 상단부)	3	TL
34	용접 실시 (좌측 상단부)	10	O
35	용접기 이동 (중심 하단부 우측)	2	TL

36	용접 실시 (중심 하단부 우측)	9	O
37	용접기 이동 (우측 상단부)	3	TL
38	용접 실시 (우측 상단부)	7	O
39	BRKT b,c 잡기	6	G
40	용접기 이동 (중심 하단부)	4	TL
41	용접 실시 (BRKT b 임시고정)	4	O
42	용접 실시 (BRKT c 임시고정)	1	O
43	용접 실시 (b/c)	31	O
44	용접기 이동	1	TL
45	용접기 내려놓기	1	RL
46	제품 잡기	1	G
47	제품 뒤집기	3	TL
48	용접기 잡기	1	G
49	용접 지그로 이동	1	TL
50	용접 실시 (c 부분)	6	O
51	용접 실시 (뒤집어 놓은기준 좌측 하단부)	5	O
52	용접 실시 (뒤집어 놓은기준 우측 하단부)	9	O
53	용접기 내려놓기	2	RL
54	제품 잡기	1	G
55	완제품 적재	2	S
총 공정 수		55	총 작업시간
			4' 33"