

중소제조 업체의 표준시간 산정을 위한 시간연구의 적용*

기도형** · 고현정** · 이대주**

Applications of the Time Study to Establish Standard Times for a Small-Sized Manufacturing Company

Dohyung Kee · Hyun Jeung Ko · Dae Joo Lee

〈Abstract〉

The main purpose of this study is to establish standard times of several manufacturing processes in a small-sized manufacturing company located in Taegu. This company produces two types of products; single parts and part assemblies of bicycles. Due to lack of the standards on daily or hourly production volumes, the production manager could not assign workers daily production volume at the start of production, and could not exercise tight supervision. The standard times established in this study were much less than the average production times found in the daily production report. Based on these standard times, we calculated the number of machines that a worker can operate properly without bringing overload on him, and established a line balanced production system in each manufacturing process to minimize work-in-process inventory.

1. 서론

산업체가 치열한 국내외의 경쟁에서 생존하여 국제 경쟁력을 확보하고 국민 생활수준 향상에 기여하는 길은 제한된 자원을 합리적으로 이용하여 생산성을 높이는 데 있다. 생산성은 투입에 대한 산출의 비율로 나타내지며, 기업내적 요인과 외적 요인, 기술적 요인과 인적 요인 등의 여러 요인에 의해 결정된다. 기술적 요인에는 생산 기계 및 설비의 성능, 원자재의 품질, 시설 및 작업장의 배치상태, 생산 및 작업 방법, 작업관리 등 과학적 경영기법의 활용여부 등이 포함된다. 인적 요인 즉 작업자의 작업수행도는 작업자 개

개인의 능력과 동기유발에 의해 결정된다. 이러한 생산성은 단위 기간당 생산량 혹은 단위 제품의 제조시간으로 나타낼 수 있으며, 생산성을 제고하기 위해서는 제품의 제조시간을 단축하여야 한다. 일반적으로 제조업에서 제품의 총제조시간은 기본작업량을 수행하는데 소요되는 시간, 제품의 디자인 또는 규격결합, 비효율적 제조 또는 작업방법에 의한 부가작업시간과 관리자의 비합리적 계획과 작업자의 비효율에 의한 비효율적 시간으로 구성된다. 생산성을 높이기 위해서는 부가작업시간과 비효율적 시간의 제거 내지 경감을 위한 경영을 하여야 하며, 이를 위한 경영기법으로 시간연구와 동작연구로 대별되는 작업관리를 들

* 본 연구는 1995년 계명대학교 산·학·연 공동기술개발 컨소시엄의 연구비 지원으로 이루어졌음.

** 계명대학교 산업공학과

수 있다. 작업관리는 제조상의 낭비적 요인을 정성적, 정량적으로 파악하여 제품의 총제조시간이 기본작업량과 합치되도록 하는 것이 목적이며, 다른 경영기법의 전개를 위한 기본여건을 조성한다 [3,4,5,8]. 본 연구에서는 대구지역의 달성공단에 위치하고 있는 중소기업체인 O사(社)를 대상으로 현재의 생산관리 상의 문제점들을 해결하기 위하여 여러 작업관리 기법들을 적용하고자 한다.

본 연구대상 업체인 O사는 자전거의 부품을 생산하고 있는 현장 작업자 75명과 사무관리직 20여명 등의 종업원 수가 100여명인 전형적인 중소기업체이다. 대상 업체가 안고 있는 생산관리 상의 문제점들을 들면 다음과 같다.

- 1) 생산라인에는 범용기계와 전용기계가 혼재되어 있으며, 범용기계로 다양한 작업이 이루어지고 있으나 표준시간이 설정되어 있지 않다. 따라서 적정 수준의 하루 작업량 지시와 생산목표수량의 산정이 곤란해지는 문제가 있으며, 생산 품목 변경 시점의 예측이 어려워 생산일정 계획을 수립하지 못하고 있다. 또한 모든 기계에 대한 치구 교환과 작업 변경에 대한 표준시간도 산정되어 있지 않다.
- 2) 자전거 부품의 조립은 자동 혹은 수동으로 이루어지는데, 수동조립의 경우 한 작업자의 운용가능 기계대수, 다수 작업자의 협업 조립작업량 등의 기준이 없다.
- 3) 현재 생산하고 있는 제품들은 여러 공정을 거쳐 생산되고 있는데, 각 공정간의 생산량의 차이가 커 재공재고가 많이 발생하고 있다.
- 4) 사무관리 업무와 생산관리 등에 대한 통일된 업무 양식이 없어, 주먹구구식 관리가 행하여지고 있다.

회사 내의 위와 같은 생산관리 상의 문제점과 더불어, 회사 외적으로는 자전거 부품의 국제적 표준화로 중국, 태국, 인도네시아 등의 저가 부품의 등장으로 인하여 심한 원가압박을 받고 있다. 경영진과 관리자측에서는 현재의 체계적이지 못한 생산관리가 원가상

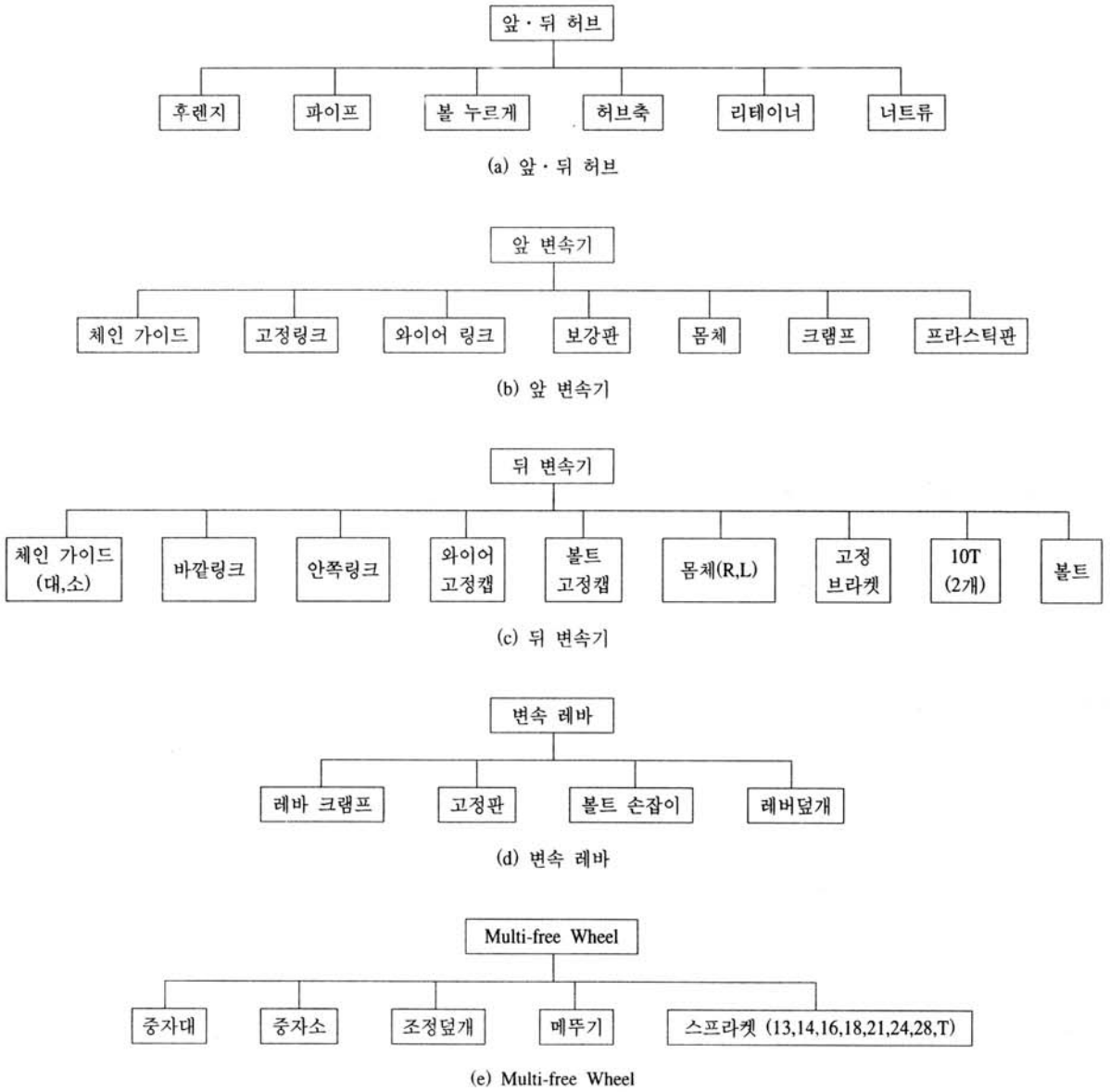
승과 비효율의 주요인으로 인식하고 있다. 당면한 회사 내의 문제와 국내외적 경쟁의 문제를 해결하기 위하여, 경영진에서는 시간연구 기법을 도입하여 표준시간 산정과 이를 기준으로 한 성과급 제도의 시행을 고려하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 상기한 업체의 문제점을 해결하기 위하여 현재 수행되고 있는 생산공정들에 대하여 시간연구(time study)를 수행하여 각 공정에 대하여 모든 생산관리 기법의 기본 자료가 되는 표준시간을 산정하고자 한다. 시간연구는 camcorder를 이용하여 동작분석을 한 다음 스톱워치(stop watch)를 이용한 직접 측정을 통하여 수행한다. 두번째, 작업자간의 작업부하가 고르게 분포되도록 하기 위하여 산정된 표준시간을 바탕으로 한 작업자가 운용가능한 기계대수를 파악하여, 현 작업 부하가 적절한 지를 파악한다. 세번째, 표준시간을 바탕으로 한 일일 표준생산량을 이용하여 재공재고를 줄이고 생산 효율을 높이기 위하여 공정간의 생산량이 균형을 이루는 균형 생산시스템을 설계하는 방안을 제시하고자 한다.

2. 생산 실적

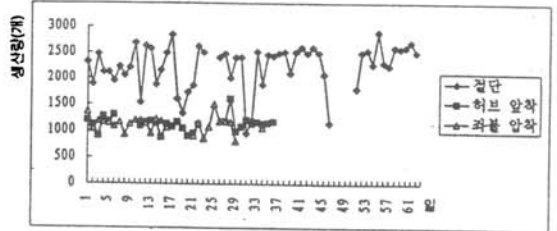
O사에서는 크게 2가지 종류의 자전거 부품을 생산하고 있다. 하나의 부품만으로 납품을 하는 5종류의 단품-볼받침(신우볼, 좌볼, 2단소), 항가(hanger) 축(일반 항가축, 코타레스(cotteress) 항가축)-과 각 부품을 생산하여 조립품으로 납품하는 허브(hub)(앞 허브, 뒤 허브), 앞.뒤 변속기, 변속기 레바와 multi-free wheel을 생산하고 있다. 조립품의 제품 구성은 다음 <그림 1>과 같다.

현재 O사에서는 작업자의 일일 생산량에 대한 기준이 없기 때문에, 작업자에게 매일 정확한 작업량을 지시할 수 없는 실정이다. 그래서 생산부에서는 하루 작업이 끝나는 시각에 각 작업반 반장으로 하여금 자기 반원의 생산실적을 '작업일보'라는 양식을 통하여 생산부에 보고하도록 하고 있다. 본 연구에서는 생산량의 일간 변동 경향을 알아보기 위하여 과거의 생산실적을 작업 일보에 근거하여 정리하였다. 다음 <그림 2-5>는 생산부에서 '95년 2월에서 4월까지의 작업

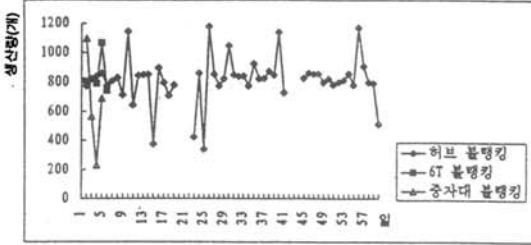


〈그림 1〉 조립품의 부품 구성도

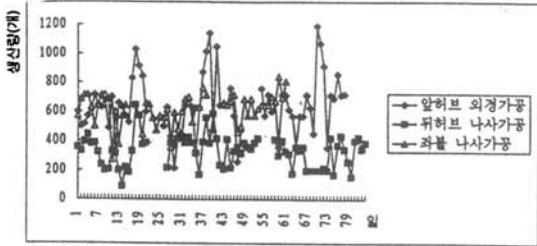
일보 자료를 정리한 자료 중 단조반, 프레스반, 가공반과 허브(hub)반의 생산실적을 그림으로 나타낸 것이다. 작업일보는 각 반별로 정리되어 있으며, 생산일에 따라 생산 실적이 2-3배는 물론 심하게는 8배까지도 변하고 있음을 보였다. 따라서 이를 평균화 해주는 생산 계획이 요구되며, 이를 위해서는 정확한 근거를 가진 표준시간과 표준 생산량에 대한 연구가 선행되어야 하겠다.



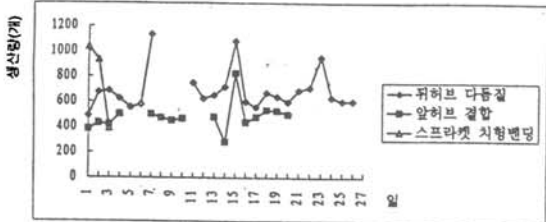
〈그림 2〉 단조반 생산실적



〈그림 3〉 프레스반 생산실적



〈그림 4〉 가공반 생산실적



〈그림 5〉 허브반 생산실적

3. 표준시간 산정

본 연구에서는 5종류의 단품- 신우볼 받침, 좌볼 받침, 2단소 볼받침, 일반 항가축, 코타레스 항가축-과, 앞·뒤허브, 앞·뒤변속기, 변속기 레바와 multi-free wheel 등의 조립품 공정에 대하여 stop watch를 이용하여 시간 연구를 수행하였다. Camcorder를 이용한 video를 통한 분석을 시도하였으나, 작업자가 작업 시에 움직이기 때문에 3차원의 작업동작을 정확히 잡을 수 없어 시간 측정에는 stop watch를 이용하였다. camcorder로 모든 공정의 작업 장면을 촬영하였으며, 이는 공정 순서, 작업 내용과 작업자의 동작 분석에

이용되었다. 단품과 조립품의 60여개의 모든 공정에 대하여 시간 측정을 실시하였으나, 그 양이 많은 관계로 여기서는 5개 단품에 대한 시간 측정 결과만을 제시한다. 시간 측정치를 이용하여 산정한 표준시간은 공정의 순서대로 제시하며, 이를 작업일보의 평균 생산량과 비교하여 현재 생산량의 문제점을 보이고자 한다. 본 연구에서는 시간 측정과 더불어 작업의 공정순서, 작업 시에 작업자가 점검하여야 할 사항, 기계로 인한 지연 사유와 시간 측정을 하면서 관찰된 공정 상의 문제점도 같이 제시하여, 공정 개선의 자료로 활용할 수 있게 하였다. 또한 이는 신입 작업자의 교육 자료로도 사용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서는 표준시간의 산정을 위하여 다음의 가정을 한다.

- 1) 공급기에서 basket으로 공급하는 시간(공급기는 〈그림 6〉에 나와 있음), switch on시간, 대차 교환 시간 등은 공정에 관계없이 같은 것으로 가정한다.
- 2) 전 공정이 수작업으로 이루어지는 작업에는 여유율을 남자 17%, 여자 19%로 가정하며, 공급장치에 loading만 하고 나머지 작업은 기계로 하는 작업에는 여유율을 주지 않는다. 왜냐하면 기계 가동 중에 충분한 여유 시간을 가질 수 있을 것으로 생각되기 때문이다. 그리고 여유율은 국제 노동기구(ILO)의 기준 [4]를 따랐으며 이의 내용은 다음 〈표 1〉과 같다.
- 3) 하루 작업시간은 휴식시간과 점심시간을 제외한 460분으로 한다.

〈표 1〉 여유율(%) 내용

	남	여
인적 여유	5	7
기본 피로 여유	4	4
눈의 긴장도	2	2
정신적 단조감	4	4
신체적 단조감	2	2
계	17	19

시간 측정 간에 먼저 작업을 요소작업(work element)으로 분할하였으며, 분할은 작업자 요소 작업과 기계 요소 작업으로 나누었다 [4,6,7,8]. 작업자 요소 작업은 동작의 구분이 가능하며 시간 측정이 가능한 요소로 작업을 분할하였다. 측정은 모든 공정에 대하여 10회의 예비 측정을 한 다음, 각 공정에 대한 필요 관측 회수를 산정한 다음 부족한 관측을 보충하였다. 대부분 20회 전후의 관측을 요하였으나, 30회 이상의 관측을 필요로 하는 공정도 있었다. 기계 요소 작업은 변동이 작아 10회 이하의 관측으로 충분하였다. 수행도 평가(performance rating)는 MODAPS(Modular Arrangement of Predetermined Time Standards)[2]에 근거하여 합성평가법(synthetic rating)을 이용하였으며, 각 공정에 대해서 2개의 요소작업을 선택하여 수행도 평가를 하였다. 불받침 공정의 시간 측정 결과는 표 2에 제시되어 있으며, 작업일부의 일일 평균생산량과 최대 생산량이 같이 제시되어 있다. 표에서 보는 바와 같이 본 연구에서 제시한 표준생산량과 비교할 때, 현재의 평균 생산량은 작게는 표준 생산량의 1/3 정도에 머물고 있으며, 최대 생산량도 표준 생산량에 못미치고 있다. 따라서 O사에서는 생산관리의 부실로 인하여 심한 원가손실을 입고 있다고 할 수 있다.

〈표 2〉 불받침의 일일 표준 생산량과 평균 생산량

		절단	압착	단조	피어싱	나사가공
작업 일부	평균생산량	6833	1438	*	2891	2108
	최대생산량	8000	1700	*	3250	3641
	생산시간(sec)/개	3.59	18.77	*	9.33	13.09
본 연구	표준 생산량	15749	1946	12599	5820	3725
	표준시간(sec)/개	1.75	14.18	2.19	4.74	7.4

* : 자료가 없음

불받침 이외의 일반 향가축, 코타레스 향가축, 앞·뒤 허브의 단품에 대한 표준시간은 다음 〈표 3-6〉에 나와 있으며, 불받침의 경우와 같이 작업일부의 평균 생산량이, 본 연구에서 산정한 표준 생산량보다 크게 작게 나타났다.

공정의 문제점으로는 위에서 예시한 불받침 공정을

〈표 3〉 일반 향가축의 일일 표준 생산량과 평균 생산량

		절단	마킹	단조	밀링	연마
작업 일부	평균생산량	6833	3825	2944	3171	2464
	최대생산량	8000	4500	4960	3360	3000
	생산시간(sec)/개	3.95	7.06	9.17	8.51	10.96
본 연구	평균 생산량	15749	39341	4064(남) 4026(여)	7660	5702
	표준시간(sec)/개	1.75	0.7	6.79(남) 6.86(여)	3.60	4.84

〈표 4〉 향가축의 일일 표준 생산량과 평균 생산량

		절단	양단가공	마킹	단조	나사가공
작업 일부	평균생산량	6833	1438	*	2891	2108
	최대생산량	8000	1700	*	3250	3641
	생산시간(sec)/개	3.95	18.77	*	9.33	13.09
본 연구	평균 생산량	15749	1946	12599	5820	3725
	표준시간(sec)/개	1.75	14.18	2.19	4.74	7.4

〈표 5〉 앞허브의 일일 표준 생산량과 평균 생산량

		Progressive	외경 절삭	결합	조립
작업 일부	평균생산량	13543	5043	3557	1448
	최대생산량	16000	6000	4270	1700
	생산시간(sec)/개	1.9	5.35	7.59	18.65
본 연구	평균 생산량	17225	5507	4456	1820
	표준시간(sec)/개	1.60	5.01	6.19	15.16

포함한 거의 모든 공정에서 공급기에서 파이프를 통하여 반제품 혹은 재공품이 가공 기계로 유입되고 있으나(그림 6), 파이프 설계의 잘못으로 인하여 재공품이 여기에 걸리는 경우가 자주 발생하여 효율을 떨어뜨리고 있다. 산업 현장에서 원재료 혹은 재공품을 하나씩 공급하는 방식에서 〈그림 6〉에서 보는 바와 같은 공급 파이프를 설치하여, 물류 흐름을 개선하고 있으나 아직까지 이에 대한 보완이 요망된다. 그리고

〈표 6〉 뒤허브의 일일 표준 생산량과 평균 생산량

		절단	압착	단조	트리밍	나사가공	피어싱	다듬질	결합	불누르게	조립
작업	평균생산량	17159	7950	13042	6472	4033	5306	4878	3356	*	1193
	최대생산량	18400	8400	14800	6860	7300	7300	6000	4733	*	1400
일보	생산시간(sec)/개	1.57	3.40	2.07	4.17	5.08	5.08	5.53	8.04	*	23.1
	평균 생산량	19072	13115	20972	8162	7736	7736	6385	3678	27560	1687
본 연구	표준시간(sec)/개	1.4	2.1	1.32	3.38	3.56	3.56	4.32	7.50	1.0	16.35

대부분의 공정에서 공급기의 높이가 한국인 성인 남자 5%의 팔꿈치 높이(96.3cm)보다 높아, 작업자가 갈고리를 이용하여 공급기에서 파이프를 재공품을 끊어 내리는 작업이 어려우며, 부자연스러운 자세를 초래하여 요통 등의 근골격계(musculo-skeletal system) 질환을 초래할 가능성을 내포하고 있다. 작업자로 인한 지연 시간은 파이프에 걸리는 재공품의 처리 시간이 대부분을 차지하고 있으며, 기계로 인한 지연 사유로는 치공구와 금형의 교환을 들 수 있다. 또한 공구가 제자리에 정리,정돈되어 있지 않아, 기계 고장 혹은 금형 교환 시에 공구를 찾는데 많은 시간을 허비하고 있어 작업방법의 표준화와 더불어 작업장의 정리가 요구되고 있다.

4. 적정 운용가능 기계 대수

현재 O사에서 작업자들은 1대에서 6대까지의 기계를 운용하여 생산활동을 수행하고 있으며, 2대 이상의 기계를 운용하고 있는 작업자들에게는 작업량과 다에 대한 보상으로 수당을 지급하고 있다. 본 장에서는 작업자 한 명이 2대 이상의 기계를 운용하고 있는 작업에 대하여, 현재 작업의 부하가 작업자에 과부하를 가하고 있는지 혹은 더 많은 기계를 운용할 수 있는지의 여부를 분석하고자 한다. 이를 위하여 작업자-기계작업 분석표(man-machine chart)를 이용하여 작업자와 기계의 유휴율을 계산하였다 [3,4,8]. 분석을 위하여 작업자는 총 기계가동 시간의 10%를 공급 파이프에 걸린 제품 끊어내기, 제품검사, 기름주입 등의 작업을 하는 데 소요하는 것으로 가정한다. 이러한 분석은 2대 이상의 기계를 운용하고 있는 모든 공정에

대하여 수행되었으나, 여기에서는 앞에서와 같이 불받침 공정을 예시하고자 한다. 불받침 공정에서 냉간 단조와 피어싱의 2대의 기계를 한 작업자가 운용하며 작업을 수행하고 있으며, 공정의 배치는 다음 〈그림 6〉과 같다. 전동차를 이용하여 대차에 적재된 재공품을 공급기에 공급하고, 작업자는 갈고리 등의 공구를 이용하여 공급기의 재공품을 파이프를 끊어 내린다. 재공품은 파이프를 타고 단조기 혹은 피어싱기에 들어가 가공되게 된다. 작업자는 2대의 기계를 monitoring하고 있다가, 파이프에 재공품이 걸리면 이를 처리하고, 공급기에 재공품이 소진되면 전동차 운전자에게 알려 재공품을 공급받는다. 그리고 가공품이 적재되는 대차가 가득 차면 빈 대차로 교환한다. 처음 작업을 시작할 때를 제외하고는 단조기와 피어싱기의 공급장치에의 반제품 공급과 대차 교환 작업은 기계 가동 중에 일어나지만, 기계와는 무관한 작업자만의 작업에 해당된다.

불받침 단조 및 피어싱을 운용하는 작업자에 대하여 작업자-기계작업 분석표는 〈그림 7〉에 나와 있으며, 작업자 및 기계의 유휴시간은 cycle time에서 작업 혹은 가동 시간을 뺀 것이다. 〈그림 7〉은 작업을 시작할 때의 첫 cycle을 나타낸 것이다. 이를 이용하여 계산한 작업자와 기계의 유휴율은 다음과 같다.

작업자 유휴율

$$\begin{aligned}
 &= (91 \times 60 - 60(\text{공급기 공급} + S/W \text{ on}) \\
 &\quad - 40(\text{피어싱기 공급}) - 60(\text{피어싱기 대차교환}) \\
 &\quad - 90 \times 60 \times 0.1(\text{기계 시간의 10\%}) \\
 &\quad - 24 \times 3 \times 2(\text{공급기에 3번 공급함/기계})) / (91 \times 60) \\
 &= 84.5\%
 \end{aligned}$$

단조기 유티율 = 1/91 = 0.1%
 피어싱기 유티율 = 28/91 = 30.8%

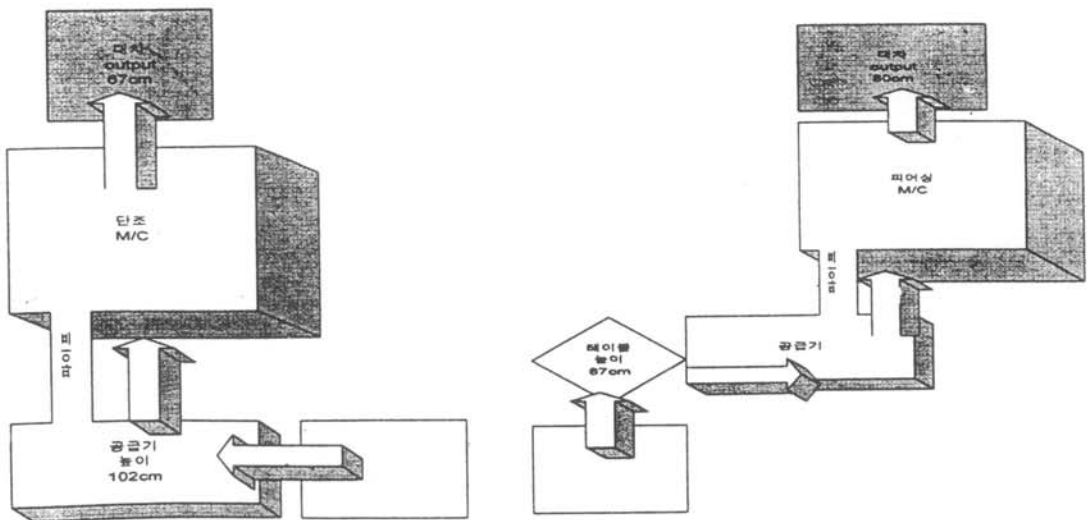
한 작업자가 운용할 수 있는 근사적 기계 대수는 다음 식에 의하여 계산할 수 있다 [4].

$$n' = \frac{a+t}{a+b}$$

여기서 n' : 이론적 운용가능 기계대수,
 a : loading 및 unloading 시간,
 b : 기계와 독립적인 작업자의 활동시간,
 t : 기계의 가동시간.

위의 식은 한 작업자가 동종의 기계를 다루는 상황을 전제하고 있으나, 본 연구의 불받침 단조와 피어싱 공정에서는 2 종류의 기계가 있어 위 공식의 사용에 문제가 있다. 그러나, 실제 작업에서는 아침에 처음 기계를 가동할 때만을 제외하고는 2 기계가 작업 시간 동안 계속 가동되어 기계 가동 시간은 유사하며 작업자에 의한 작업은 기계와 무관하게 이루어지기 때문에, 개략적인 기계 대수를 사용하기 위하여 위 공식을 사용하여도 큰 문제는 없는 것으로 생각된다. <그림 7>에서 cycle time 91분은 단조 가공 공정에서 한

대차 양만큼의 생산에 소요되는 시간과 단조기 공급기에 공급하는 데 걸리는 시간이며, 첫 cycle 이후에는 고장 등의 이상 상황이 발생하지 않는 한 기계는 정지하지 않고 계속 가동된다. 즉, 작업자는 기계 가동 중에 공급기에 반제품을 공급하고, 대차를 교환하는 일을 하게 된다. 피어싱기의 유티시간은 단조기 공급시간과 전(前)공정인 단조에서 일정 양을 가공하는 데 걸리는 시간이며, 단조된 양만큼을 공급받아 피어싱 가공을 시작한다. 이 유티시간은 첫 cycle에서만 나타나며, 이후에는 나타나지 않게 된다. 따라서, 작업자의 부하가 첫 cycle에서 가장 크게 나타나며, 작업자 부하가 가장 큰 첫 cycle에 대하여 적정 기계 대수를 산정하면 작업 부하가 줄어드는 정상 가동 중에도 이의 적용이 가능하게 되므로, 본 연구에서는 첫 cycle에 대해서만 운용 가능 기계 대수를 산정하였다. <그림 7>에서 loading 시간은 1분, 기계와 독립적인 작업자의 활동시간은 피어싱기 공급장치에 반제품 공급(40초), 피어싱기 대차 교환시간 1분과 공급 파이프에 걸린 제품 굽어내기, 제품검사, 기름주입 등의 작업을 하는 데 소요되는 기계시간의 10% 등으로 총 11.77분이 된다. 여기서, 피어싱기의 공급기가 일정량의 반제품을 저장할 수 있는 용량을 가지고 있어, 피어싱기 공급과 대차 교환은 피어싱기의 가동 중에 일어나는



<그림 6> 불받침 냉간단조 및 피어싱 공정

작업자 - 기계작업분석표

1명의 작업자
2대의 기계
부품명:볼받침
공정:단조, 피어싱

기계명: _____
작업자: _____
작업자: _____
일 시:1995. 8.

시간(分)	작업자	단조	피어싱
10 ₁ →	공급기공급 + S/W on 유휴	유휴 28	유휴
20 ₇ →			
30→	피어싱기공급(40초) 유휴	단조작업	피어싱
40→			
50→			
60→	유휴		
70 ₁ →			
80→	피어싱기 대차교환(1분)		
90 ₁ →			
100→			
Cycle time : 91분			

〈그림 7〉 볼받침 단조 및 피어싱

작업자만의 작업에 해당된다. 그리고 기계가동 시간은 2 기계의 가동시간의 평균인 76.5분으로 가정하면 운용가능 기계대수는 $n' = \frac{1+76.5}{1+0.67+1+9.1} = 6.58$ 이 되어, 이론적으로 한 작업자가 6대의 기계를 운용할 수 있음을 알 수 있다. 여기서, 6대의 기계는 단조기와 피어싱기가 3대씩 동수로 구성된 것으로 보면 된다.

위의 결과에서 보는 바와 같이 작업자의 유휴율이 80%를 넘고 운용가능 기계 대수가 6대로 나타나, 현재 작업의 부하가 크지 않음을 보이고 있다. 반면에 기계의 유휴율은 상대적으로 낮아 기계 가동율은 높게 나타났다. 따라서 볼받침 단조 및 피어싱을 담당하고 있는 작업자는, 〈그림 8〉에 나와 있는 공정에서 전(前)공정인 절단과 압착을 동시에 수행하게 하여 4대의 기계를 운용하여도 무방할 것으로 보인다. 볼받침의 냉간단조와 피어싱을 포함하여 2대 이상의 기계를 운용하고 있는 9개 공정의 작업자의 유휴율을 위와 같은 방법으로 계산하면 평균 51.2%로 나타나, 다수 기계를 운용하고 있는 작업자의 작업 부하가 매우 낮게 나타났다. 따라서 현재 O사에서 2대

이상의 기계를 운용하고 있는 작업자에게 주고 있는 수당은 잘못된 것으로 생각된다.

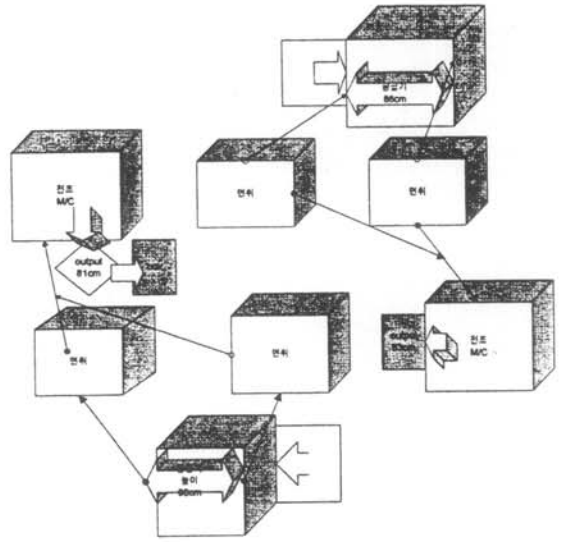
5. Line Balancing

본 장에서는 본 연구에서 설정한 각 제품별 공정의 1일 표준 생산량을 고려하여, 각 공정간에 생산량이 균형을 이루는 지를 검토한다. 균형이 이루어져 있지 않으면 많은 재공재고가 요구되어 그에 따른 손실이 따르므로, 공정간 균형을 이룰 수 있는 방안을 검토, 제시하고자 한다. 여기에서도 볼받침 공정과 multi-free wheel(M/T) 공정의 line balancing 안을 예시한다.

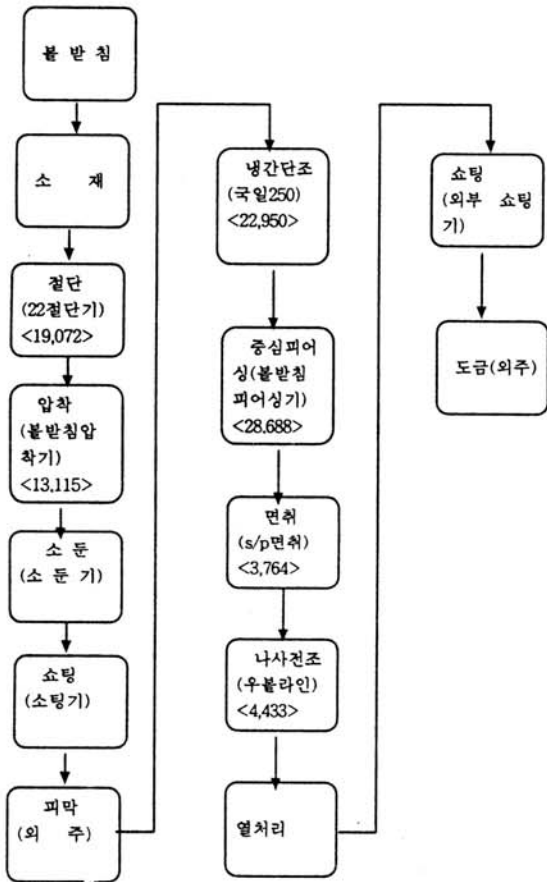
5.1 볼 받침 라인

볼 받침의 공정흐름과 1일 표준 생산량은 생산공정의 순서대로 〈그림 8〉에 나와 있다. 그림에서 보는 바와 같이 면취와 나사가공 공정의 생산량이 전(前)공정의 절반에도 못 미치고 있다. 현재 면취 나사가공

라인이 <그림 9>에 나와 있으며, 그림에서 보는 바와 같이 서로 반대 방향으로 2라인이 설치되어 있다. 그러나 실제 생산 활동에서는 한 라인만 가공하거나 2라인을 사용하더라도 서로 다른 제품을 가공하고 있다. 따라서 라인의 설비를 조금 변형하여 2라인에서 같은 제품을 생산하면 불균형은 시정될 것으로 보인다. 이와 같은 line balancing 방안은 설비 변경에 많은 비용을 들이지 않고 line balancing을 이룰 수 있는 경제적인 방안이 될 것으로 기대된다. 위와 같이 변경하더라도 공정간의 생산량의 차이가 크게 나타나므로, 설비 개선과 더불어 생산일정계획을 통하여 균형을 이룰 수 있는 방안에 대한 연구가 요망된다.



<그림 9> 불 받침 면취 및 나사 전조 M/C



<그림 8> 불받침 라인과 1일 표준 생산량
(괄호안의 숫자는 표준 생산량임)

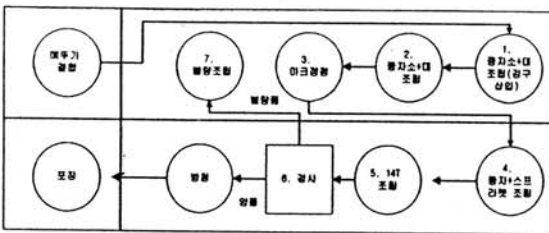
5.2 M/T 조립

현재의 M/T 조립라인의 구성은 다음 <그림 10>에 작업관리에서 많이 사용되는 공정도 중 유통선의 형태로 나와 있으며, 본 연구에서 산정한 1일 표준 생산량 및 단위 제품당 표준시간은 다음 <표 7>에 나와 있다. 현재 8명이 조립 작업을 수행하고 있으며, 그림에서 보는 바와 같이 물류 흐름은 한 방향으로 흐르는 것이 아니고, 앞으로 갔다 다시 뒤 공정으로 역류하는 등 물류상의 문제를 보이고 있다. 즉, 메뚜기를 결합하고 난 후 증자소.대 조립, 마크 조정, 스프라켓 조립, 14T 조립, 검사를 하며, 검사에서 불량이면 이것은 불량조정으로 가서 조정을 한 다음, 방청, 포장을 하여 창고에 저장된다. 따라서 본 연구에서는 다음 <그림 11>과 같이 작업장의 재배치안을 제시하며, 가능하다면 벨트 컨베이어의 도입을 권장한다.

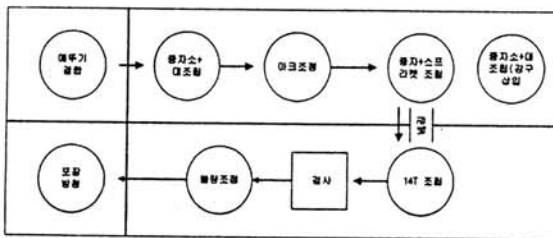
<표 7>에서 현재 검사자의 표준 시간이 작으므로 불량 조정공정까지 같이 하게 하고, 유통선도로 나타낸 <그림 11>과 같은 개선된 라인을 선택하면 물류흐름이 역류 없이 순 방향으로 개선될 것으로 기대된다. 그리고 작업자는 메뚜기 결합과 증자소 + 대 조립에 1명, 마크 조정에 2명, 스프라켓 조립과 증자소+대조

〈표 7〉 M/T 조립의 일일 표준 생산량과 평균 생산량

	중자소+ 메뚜기+ring	중자대, 소 조립	마크 조정	스프라켓 결합	14T 조립-자동	14T 조립 수동	검사	불량 조정	방청	포장-비닐 이동	포장- Box 포장
표준 생산량	2164	2017	575	693	3232	2809	1283	611	23712	45/Box	85Box
표준시간 (sec)/개	12.75	13.33	48	39.83	8.54	9.83	21.5	45.2	1.16	12.23 /box	6.49 /box



〈그림 10〉 M/T조립 라인의 공정



〈그림 11〉 M/T조립 라인의 개선안

립(강구삽입)에 2명, 검사 및 교정 1명, 14T 조립, 방청 및 포장에 1명으로 하여 7명을 배치하면, 각 그룹의 표준시간이 20초 전후가 되어 균형을 이룰뿐만 아니라 작업자도 1명 줄일 수 있다. 실제 현장에서 라인을 이와 같이 변경하고, 현재 작업자 부족 현상을 작업으로 보완한 후의 생산실적이 거의 300% 가까이 늘어난 것으로 보고되었다.

6. 결론

본 연구에서는 stop watch를 이용한 시간연구를 통하여 중소기업체에서 일어나고 있는 생산공정의 표준시간을 산정, 제시하였다. 이를 바탕으로 작업자의 직

정 운용 가능 기계 대수와 공정간의 생산량이 균형을 이루는 line balancing을 구현하였다. Taylor의 시간연구 예와 여러 문헌들에서 보는 바와 같이 시간연구와 같은 작업관리 기법의 비용은 많이 들지 않으면서, 크고 지속적인 효과가 본 연구의 대상 업체에서도 나타날 것으로 기대된다.

실제 산업 현장을 경험하면서 중소기업체의 열악한 작업환경뿐만 아니라 인력부족으로 인하여 생산관리의 수준이 매우 열악함을 체감하였다. 생산관리의 미비로 인하여 심한 원가손실을 입을 뿐만 아니라, 대부분의 중소기업체가 대기업의 하청생산을 하고 있으나 생산관리 상의 문제로 인하여 주문일에 제대로 납품하기가 어려운 문제를 안고 있다. 납기일에 맞추지 못할 경우에는 없어도 될 잔업을 하여야 하므로 추가적인 부담을 안게 된다. 동작연구를 기초한 시간연구의 output인 표준시간은 모든 생산관리의 기본적인 자료로 사용되므로, 기업체의 특성에 적합한 방법을 이용하여 산출하여야 한다. 대기업에서는 MTM, MODAPS 등[2,8]의 PTS(predetermined time standards)를 이용하여 산출하고 있으나, 대부분의 중소기업체에서는 전문인력, 경험의 부족과 경영진의 무관심으로 표준시간의 개념조차 가지고 있지 않아 원가 및 작업관리가 제대로 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 현재 겪고 있는 중소기업의 어려움이 원청업체인 대기업의 원가 압박과 더불어 내적인 원가 손실로 인한 것으로 생각되므로, 본 연구에서와 같이 가장 기초적인 표준시간에 대한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다. 표준시간이 산정되면 본 연구에서 본 바와 같은 작업자의 부하 산정, 균형생산 시스템 설계 방안의 마련뿐만 아니라, 일정계획 등의 생산관리가 제대로 수행될 수 있다. 따라서 산업공학계에서도 로봇, 자동생산시

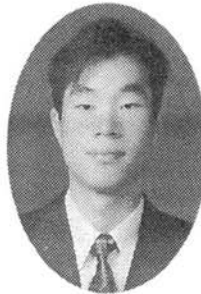
스텝 등의 첨단 생산 기술에만 관심을 가질 것이 아니라, 최근들어 큰 주의를 끌지 못하고 있는 가장 기초적인 작업방법과 작업측정 등의 작업관리의 여러기법의 보급과 교육에 노력을 기울여야 할 것으로 생각되며, 이와 같은 가장 기본적인 기법들을 통하여 산업공학의 여러기법들이 산업현장에 뿌리를 내릴 수 있다 [1].

【참 고 문 헌】

[1] 김주섭, "온고이지신이면..", ie매거진, Vol. 3, No. 3, pp. 77-79, 1996.
 [2] 김진규 편저, MODAPS, 한국MODAPS협회, 1986.
 [3] 이근희, 작업관리, 상조사, 1993.
 [4] 황학, 작업관리론, 영지문화사, 1996.
 [5] AIIE Productivity Task Force, "Productivity", J. of Industrial Engineering, Vol.8, No.1-8, 1976.
 [6] Barnes, R.M., Motion and time study design and measurement of work, John Wiley & Sons, 1980.
 [7] Mundel, M. and Danner, D., Motion and time study-Improving productivity, 7th ed., Prentice Hall, 1994.
 [8] Niebel, B.W., Motion and time study, 8th ed. Irwin, 1988.



기도형
 1987년 서울대학교 산업공학과(학사)
 1989년 서울대학교 산업공학과(석사)
 1993년 포항공과대학교 산업공학과(박사)
 현 재 계명대학교 산업공학과 조교수
 관심분야 시각영역 및 탐색, reach posture 예측 알고리즘, motion classification scheme, 산업안전



고현정
 1995년 계명대학교 산업공학과(학사)
 1997년 계명대학교 산업공학과(석사)
 현 재 안동전문대학교 강사
 관심분야 Systems Engineering, Decision Analysis



이대주
 1977년 서울대학교 산업공학과(학사)
 1979년 한국과학기술원 산업공학과(석사)
 1987년 The Ohio State University 산업 및 시스템공학과(박사)
 현 재 계명대학교 산업공학과 교수
 관심분야 Systems Engineering, Decision Analysis, Concurrent Engineering