

다품종 극소량생산시 표준시간자료의 산정방법 및 적용사례*

심창건** · 변재현***

An Estimation Method of Standard Time Data and a Case Study in Multi-Item Extremely Small Quantity Production

Chang-Gun Shim · Jai-Hyun Byun

(Abstract)

Having a reliable standard time data is very important for productivity improvement of any manufacturing company. In this study we present an estimation procedure of standard time data for companies having multi-item extremely small quantity production type and discuss a case study. Included in the discussion are the importance of setup time reduction and the roles of management, supervisors, and labor.

1. 서 론

최근 우리는 심각한 경제위기에 놓여 있다. 목전의 금융위기 극복을 위해 국제통화기금(International Monetary Fund, IMF)의 지원을 받고 차후 장기간 그들의 통제하에 있게 됨으로써, 정부, 국민, 기업 모두가 난국타개를 위해 각고의 노력을 기울이고 있다. 여기에 우리의 기업들이 경쟁력을 향상시키는 길은, 곳곳에 산재한 비효율과 낭비요소를 제거함으로써 제한된 자원을 합리적으로 이용하여 지속적인 개선과 노력을 통해서 생산성 향상을 달성하는 일이다. 생산성제고를 위해서는 우선 작업관리를 통하여 제조상의 낭비요인을 정성적, 정량적으로 파악하여 제거하고 제조시간을 줄이는데에 노력을 기울여야 한다[5]. 낭비요인을 제거한 이후, 회사의 생산계획 및 통제, 그리고 생산관리 전산화를 위하여 생산현장에서 수행되는 여러 작업의 수행시간을 측정하여 표준시간자료를 확보하는 것이 필수적이다. 표준시간자료를 보유하게 되면 월 예 측 수요량에 근거하여 월별 생산계획을 수립할 수 있게 되고

원가산정, 설비확장 또는 인력보충 결정을 수월하게 할 수 있게 된다.

대부분의 회사에서는 방법연구를 수행하여 작업방법을 개선한 이후 표준시간자료의 필요성을 인식하고 있으나 개념이해, 산정방법, 담당인력 등의 부족으로 실제 회사에서 표준시간을 적용하기에는 어려움이 있다. 중소기업 연수원 작업관리 과정 연수생을 대상으로 설문 조사한 자료에 의하면 표준시간을 확립하여 활용하는 것의 중요성을 인식함에도 불구하고 표준시간을 산정하여 사용하는 회사는 20%에 머물고 있다[3]. 표준시간 이용률이 부진한 것은 기존의 표준시간 산정방법을 각 회사의 실정을 고려하지 않고 그대로 적용하기에는 무리가 따르기 때문이다. 그러므로 각 회사의 고유한 생산형태 및 상황에 맞게 표준시간자료를 확립하고 이미 확립된 시간자료도 주기적으로 보완하여 보다 신뢰할 수 있고 정확한 표준시간자료를 확보하는 것이 기업의 경쟁력 강화에 필수적이다[6]. 본 연구는 다품종 극소량생산시 표준시간자료를 산정하는 방법의 문제점을 파악하고 개선하여 이러한 생산형태에 적합한 산정

* 본 연구는 1997년 중소기업청 지원으로 수행되었음.

** 경상대학교 산업공학과

*** 경상대학교 산업공학과, 생산기술연구소

방법을 제시하고자 한다.

2. 다품종 극소량생산시 표준시간자료의 산정

기존의 시간연구법과 본 연구에서 제시하는 다품종 극소량 생산시 표준시간자료 산정의 큰 차이점은 시간연구의 초기단계인 요소작업의 분할에 있다고 할 수 있다. 표준시간자료의 확립을 위한 기존의 시간연구는 대상작업 선정 → 대상작업 관찰·개선 → 작업을 요소작업으로 분할 → 실제로 각 요소작업의 시간치를 관측·기록 → 충분한 횟수만큼 관측·기록 → 작업수행도(Rating) 평가 → 각 요소작업의 정미시간 산출 → 여유율을 산정하여 표준시간 산정의 순서로 이루어진다. 여기서 작업을 요소작업으로 분할하는 이유는 ① 요소작업을 명확하게 기술함으로써 작업내용을 보다 정확하게 파악할 수 있고, ② 같은 유형의 요소작업 시간자료로부터 표준자료를 개발할 수 있으며, ③ 작업방법이 뒤에 변경된다 하더라도 변경된 부분만 시간연구를 다시 하여 표준시간을 쉽게 조정할 수 있기 때문이다. 5.7. 일반적인 제조업의 생산형태에서는 이와 같이 요소작업으로 분할하여 시간연구를 통하여 표준시간자료를 확보하는 방법이 유용하나, 다품종 극소량생산을 하는 S산업의 경우처럼 같은 유형의 작업이라도 제품type에 따라 극소량의 제품을 생산해야할 때에는 제품type별로 요소작업으로 분할하는 것은 매우 비효율적이다. 중소기업체에서 수천 가지에 이르는 모든 생산품에 대해 표준시간자료를 구하기 위해서는 막대한 시간이 소요되기 때문에, 우선 해당제품중 몇 개의 대표적 type을 대상으로 과거의 실적에 근거하여 일일작업시간을 일일생산량으로 나누어 개당 작업시간을 구하는 방법으로 기초적 표준시간자료를 먼저 구한다. 이러한 방법으로 구한 표준시간자료는 다음과 같은 문제를 안고 있다.

- 1) 기초적 표준시간자료는 동일제품이라 하더라도 다양한 type중 극히 일부분의 type에 대한 과거실적을 이용하여 구한 것이기 때문에 이 시간자료를 type이 다른 제품에 그대로 적용하는 것은 무리가 따른다.
- 2) 다품종 극소량생산시에는 작업을 관측할 때마다 작업순서가 다르거나 생략 또는 반복되는 요소작업이 생기고, 작업시간에도 차이가 많아, 각 작업별로 요소작업으로 구분하는 것이 명확하지 않다.
- 3) 준비작업시간이 실제 작업시간보다 많이 소요된다. 즉, 극소량의 제품을 생산하기 위한 준비 작업에 막대한 시

간이 소요된다.

다품종 극소량생산시에는 위의 1)과 같은 문제점이 나타나므로 점차적으로 제품type에 따라 표준시간자료의 개선이 뒤따라야 한다. 2)의 문제점을 해소하기 위해서는 부품생산에 소요되는 전체작업을 하나의 요소작업으로 생각하여 표준시간을 산정하면 보다 적용성(applicability)이 높은 표준시간자료를 확립하게 된다. 결국 다품종 극소량생산의 경우 과거의 실적에 근거한 기초 표준시간자료를 확보하고, 제품type에 따라 직접 시간연구법을 적용해서 표준시간자료를 점진적으로 개선하는 방법을 이용하는 것이 효율적이다. 이와 더불어 문제점 3)에서 지적되었듯이, 실제작업시간보다 작업준비시간이 과다하게 소요되므로 우선 작업준비시간을 단축하여 전체작업시간(작업준비시간 + 실제작업시간)을 개선하는 것도 중요하다.

3. 적용사례

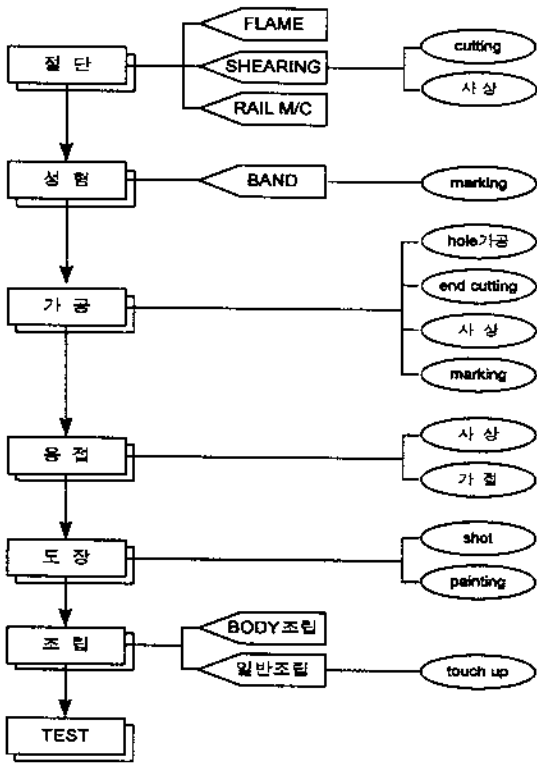
3.1 작업공정 및 생산품

본 연구의 대상업체인 S산업은 발전소의 배관지지를 위해 주문량이 불규칙적인 3,500여종에 이르는 제품을 생산하는데, Constant Hanger, Spring Hanger, Clamp 등 주요제품의 일반적인 작업공정은 <그림 1>과 같다. 그림에서 왼쪽의 공정은 주공정율, 오른쪽의 공정들은 주공정의 세부공정을 나타내고 있다. 예를 들어, 절단공정에서 FLAMING은 철판을 곡선형태로 절단할 경우, SHEARING은 두께가 12mm 이하인 철판을, RAIL M/C는 두께 12mm 이상의 철판을 각각 직선형태로 절단할 때 쓰이는 작업이다.

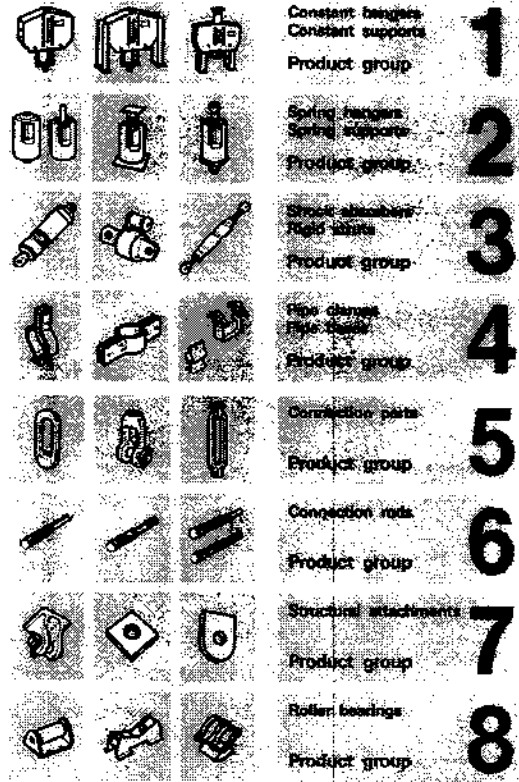
S산업에서 생산되는 모든 제품은 발전소, 산업플랜트의 배관 지지를 위해 사용된다. 생산되는 대표적 제품들은 다음의 <그림 2>와 같다. 그림에 적혀있는 큰 번호는 제품종류를 나타내며 각 제품별로 type 및 크기에 따라 다양한 종류를 생산해야 한다.

<그림 3>은 S산업에서 생산되는 제품을 사용하여 배관을 지지하는 모형을 나타낸 것으로서 Constant Hanger, Spring Hanger, Constant or Spring Support, Shock Absorber, Rigid Strut 등은 배관의 진동을 막기 위해 설치되며, Clamp, Connection Part, Connection Rod, Structural Attachment, Roller Bearing 등은 배관과 지지대를 연결하는 역할을 한다.

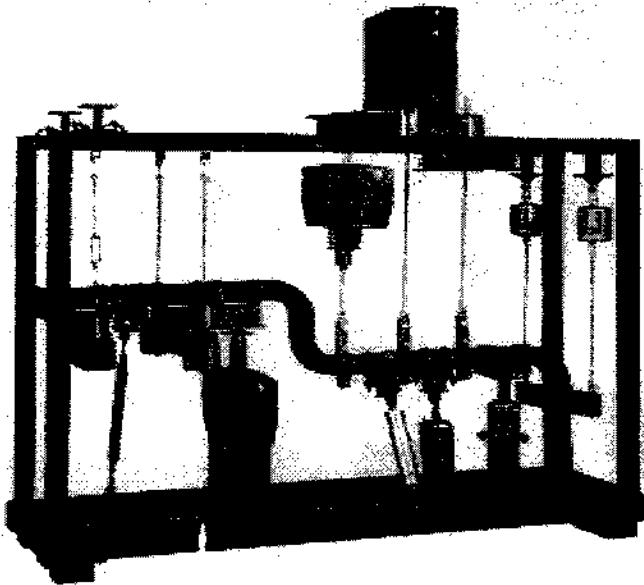
발전소 설비나 산업플랜트 같이 거대한 규모의 산업현장에



<그림 1> S산업의 작업공정도



<그림 2> S산업에서 생산되는 표준품의 종류



<그림 3> 제품들을 사용하여 설치한 모형

는 <그림 4>에서 보는 것처럼 배관의 진동을 막기 위해 수많은 부품을 사용하여 지지하고 있으며 배관의 크기에 따라 여러 종류의 제품들이 사용되고 있다. 따라서 S산업은 수주를 받을 때마다 발전소 설비나 산업플랜트의 형태에 따라 제품의 크기가 달라지기 때문에 표준시간자료의 관리에 커다란 어려움을 겪고 있다.



<그림 4> 산업현장에 설치되어 있는 제품들

3.2 표준시간자료의 산정

주문량이 불규칙적인 3,500여종에 이르는 극소량인 표준품과, 주문이 수시로 생성·소멸되는 비표준품을 대상으로 표준시간자료를 산정하기 위해 스톱워치를 이용하는 등의 직접시간연구를 통하여 표준시간자료를 확립하는 것은 사실상 불가능하다. 본 연구에서는 표준품만을 대상으로 하였다. <그림 2>에 나타난 바와 같이 표준품의 종류는 24가지이나, 각 표준품별로 크기나 모양이 조금씩 다른 수십 또는 수백가지의 서로

다른 type의 제품(또는 부품)을 생산하게 된다. 각 표준품별로 극소량씩 생산하는 type들의 표준시간자료를 일일이 따로 구하는 것은 현실적으로 너무 많은 시간과 노력을 요한다. 그러므로 각 표준품별로 비교적 수주가 많은 몇 개의 대표적 type을 대상으로 과거의 실적에 근거하여 기초적 표준시간자료를 구하고, 이러한 표준시간자료를 해당 표준품의 다른 type에도 적용한다. 기초적 표준시간을 확보한 다음, 최근 주문량이 증가하거나 일정계획에 큰 영향을 미치는 type들을 중심으로 직접시간연구법을 적용하여 해당 type들의 표준시간자료를 개선한다. 시간여유가 있을 때마다, 다른 type들에도 이러한 직접시간연구방법을 적용하여 기초적 표준시간자료를 점진적으로 개선한다.

본 절에서는 Clamp생산을 위한 절단작업과 성형작업을 예로 들기로 한다. 수행도 평가는 평가방법중 가장 널리 쓰이며 ([7]) 이해하기 쉬운 Westinghouse 시스템의 Leveling계수표를 기준으로 구했으며, ILO(국제노동기구)에서 정한 여유율에 따라, 전 공정이 수작업으로 이루어지는 작업에는 여유율을 작업자작업은 23%로 주고, 기계작업에는 7%의 여유율을 부여한다. 일반적으로 기계작업에는 여유율을 주지 않으나, S산업의 경우에는 기계작업에 위험이 따르고 작업자의 주의가 필요하기 때문에 S산업의 표준시간 담당자와 상의하여 7%의 여유율을 주었다.

(1) 절단작업 연구

RAIL M/C를 이용한 절단작업에 대해 알아보자. 작업을 관찰하여 아래와 같이 요소작업으로 분할한 뒤 표준시간을 산정한다.

● 요소작업 분할

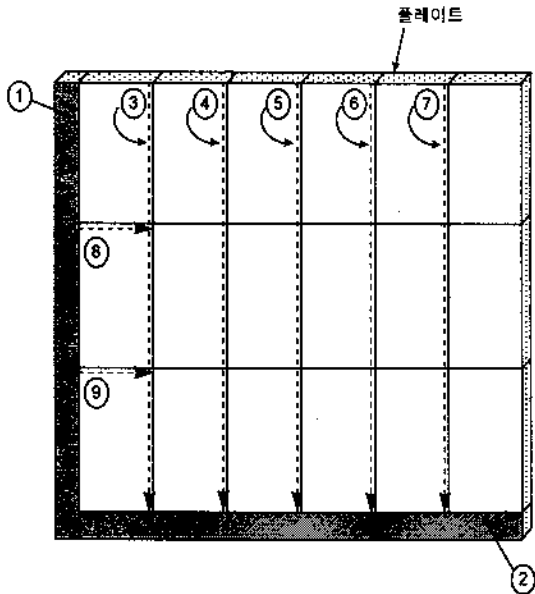
· 준비작업

- 1) 철판을 지게차로 옮겨온다.
- 2) 도면을 보고 절단할 부분을 줄자로 재어서 marking 한다.
- 3) 자동 절단기의 가스를 확인하고 불을 붙인 뒤 높이 조절을 한다.

· 작업

- 4) 자동절단기를 절단할 위치에 정확히 맞추어 옮긴다.
- 5) 절단한다.
- 6) 절단할 부분이 추가로 있으면 4)와 5)의 단계를 계속하여 수행한다.

〈그림 5〉는 Clamp를 성형하기 위해서 원재료인 플레이트를 절단하는 과정을 나타낸 것이다. 그림에서의 일련번호는 절단 순서를 예시한 것이다. 절단작업은 회사에서 생산되는 모든 제품의 가장 기본이 되는 단계로서 숙련된 작업자가 배치되어 있다. 먼저 작업을 관찰하여 요소작업으로 분할한다. 요소작업에서 반복하여 수행하도록 한 단계 6이 있는 것은 〈그림 5〉에서 화살표의 방향대로 절단해 나갈 경우 절단하는 면의 위치가 작업자 임의대로 달라지고, 하나의 플레이트마다 절단되는 면의 수가 다르기 때문이다. 또한 플레이트를 절단한 뒤 적당한 시간동안 플레이트를 식힌 뒤에 다른 면을 절단해야 하기 때문에 플레이트의 종류마다 그 절단시간이 달라진다. 따라서 이러한 절단작업을 요소작업으로 분할하여 시간을 측정하기가 쉽지 않다. 본 연구에서 절단작업의 표준시간은 전체 절단시간(준비작업시간 제외)을 측정된 뒤, 절단한 플레이트 개수로 나누어서 구한다.



〈그림 5〉 RAIL M/C를 이용한 절단작업

(2) 성형작업 연구

Clamp를 성형하는 공정을 〈표 1〉에 나타내었다. 요소작업으로 분할하여 시간측정을 하기에 앞서, 문제점으로 지적할 수 있는 것이 프레스작업의 횟수가 일정하지 않고, 검사작업이 불규칙적이며 생략되는 경우가 있기 때문에 요소작업으로 분할

하기가 명확하지 않다는 것이다. 작업자가 프레스하면서 곡면을 조절하는 작업은 불규칙적이고 검사하는 횟수도 달라진다. 또한 작업이 진행될수록 학습효과에 의하여 처음과는 달리 세세한 작업들이 생략되며 작업자의 감(感)으로 이루어지기 때문에 요소작업으로 구분하는 것은 현실성이 없고 성형작업 전체를 대상으로 시간측정을 하는 것이 더 현실적이다. 따라서 본 연구에서는 대상작업을 요소작업으로 분할하지 않고 실제 작업이 이루어지는 전체시간을 측정하여 성형공정의 표준시간을 산정하고 그 결과를 〈표 2〉에 나타내었다.

〈표 1〉 성형 요소작업 분할 내용

작업	요소작업	비고
성형 (Clamp)	■ 준비작업	Type No. 423639S
	1. 플레이트를 옮김.	
	2. 설계도면을 보고 금형을 교체.	
	■ 작업	
	1. 플레이트를 집어 프레스기 위에 올려놓음.	
	2. 프레스(1차).	
	3. 얇은 철판을 올려놓고 프레스(2차).	
4. 플레이트를 세워서(clamp 형상) 프레스(3차).		
5. 프레스(4차)		
6. 파이프 게이지로 곡면검사하고 프레스를 반복.		
7. 집어서 내려놓음.		

〈표 2〉 성형작업의 표준시간 산정 내용

총작업시간	1059.29
관측회수	9
평균작업시간	117.70
레이팅	1.16
정미시간	136.53
여유율	23
표준시간	1분 23초 97
S회사 현 표준시간	5분 06초

3.3 표준시간자료의 결과분석

3.2절의 경우처럼 기초표준시간자료와 추후 연구결과와 표준시간자료 사이에 큰 차이가 나타나는 경우가 많았는데, 그 이유는 1) 각 제품type을 극소량만 생산하기 때문에, 기초표준

시간자료를 산출할 때의 제품type과 직접시간연구를 할 때의 type이 서로 다른 경우가 대부분이며, 2) 기초표준시간자료가 산출된 시점이 11월~2월로 실외에서 일하기 어려운 때인 반면, 본 시간연구의 결과는 비교적 일하기가 나은 5월~7월에 산출된 것이었기 때문이다. 현장 작업자들은 이러한 계절적 요인을 표준시간 산출시 필히 고려해야 한다고 주장하였다. 결국 기초표준시간자료를 직접시간연구에 의하여 구했다고 하더라도 표준시간담당자가 경영층 및 작업자들과 토의하여 보다 현실적인 표준시간자료로 개선해 나가는데에 지속적인 노력을 경주해야 할 것이다.

3.4 적용사례의 문제점 및 개선방안

S산업처럼 다품종 극소량생산을 하는 기업의 표준시간자료를 확립하는 것은 여러 가지 면에서 많은 노력이 필요하다는 것을 알 수 있다. 우선 적절한 능력을 갖춘 시간연구자가 없는 중소기업체들의 현실을 감안한다면 표준시간자료를 단기간에 산정하는 것이 현실적으로 불가능하므로, 우선 대표적 제품들에 대하여 과거의 실적에 근거한 기초표준시간자료를 확립하여 이를 해당하는 제품군에 일률적으로 적용하고, 가능한 빠른 시간내에 다양한 제품type에 따라 직접시간연구를 하여 표준시간자료를 개선하는 방법을 이용한다. 또다른 문제점으로는 실제작업시간보다 작업준비시간이 과다하게 소요되므로 실제작업시간을 아무리 잘 산정하여도 작업준비시간을 제대로 추정하지 못하면 결국 전체작업(준비작업 + 실제작업)의 표준시간을 산정하는 것이 무의미하다. 물론 실제작업시간보다 작업준비시간이 너무 많이 소요되기 때문에 전체작업의 표준시간을 산정하기에 앞서 우선 작업준비시간을 단축하는 것이 급선무이다. 예를 들어 10개의 제품을 만들기 위해 실제작업시간은 개당 1분도 걸리지 않는데 금형교체등에 필요한 작업준비시간은 30분이 넘는 경우가 많다. 표준화된 작업문서를 이용한 준비작업의 표준화, 빠른 잠금장치의 이용, 준비작업의 병렬화 등 기법을 이용하여 준비시간을 단축하는 것이 중요하다[2].

4. 토의 및 결론

표준시간자료는 생산계획, 원가산정, 설비확장 및 인력보충의 결정 등을 위하여 어떠한 생산형태에도 필수적이므로 생산형태에 따라 적합한 표준시간자료를 산정하여 적용하는 것이

절실히 요구된다. 그렇지 않으면, 표준시간자료의 확립에 많은 시간과 노력이 낭비되는 것은 물론 적용시 그 효과도 극히 불투명하다. 본 연구는 다품종 극소량생산시 표준시간자료를 산정하기 위하여 기존의 시간연구법에서 현실성이 결여된 부분을 지적하고 그 개선책을 제시한다. 다품종 극소량생산의 경우, 우선 신속히 표준시간자료를 확보하기 위해 각 제품종류별로 대표적 제품type을 대상으로 과거의 실적에 근거하여 기초표준시간자료를 구한다. 그리고 가능한 빠른 시간내에 제품type에 따라 직접시간연구법을 적용해서 표준시간자료를 점진적으로 개선하는 방법을 이용하는 것이 효율적이다. 이 때, 동일제품이라 하더라도 각 제품type별로 극소량만 생산하기 때문에 제품생산에 소요되는 전체작업을 하나의 요소작업으로 생각하여 표준시간을 산정하면 보다 적용성(applicability)이 높은 표준시간자료를 확립하게 된다. 다품종 극소량생산시 표준시간자료산정을 할 때에 주의하여야 할 점은 이런 생산형태가 막대한 작업준비시간을 필요로 하므로 유용한 기법을 써서 작업준비시간을 가능한 단축해야 한다는 것이다.

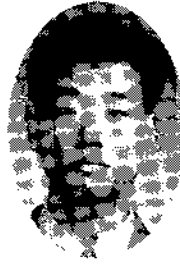
표준시간은 생산관리의 기본적 자료로 사용되므로, 기업체의 생산형태에 따라 적합한 방법을 이용하여 산출하여야 한다. 즉, 작업관리에 根幹을 두고 실제 작업환경을 고려한 시간연구법을 통해서 표준시간자료를 산정하여 활용하여야만 기업의 의사결정에 도움이 된다. 대부분의 중소기업체에서는 전문인력부재, 경험의 부족과 경영진의 무관심으로 표준시간의 개념조차 가지고 있지 않아 작업관리 및 생산관리가 제대로 이루어지지 못하고 있다. 적합한 표준시간자료를 산정하여 실제업무에 이용하기 위해서는 무엇보다 경영층이 먼저 표준시간의 중요성을 인식하고 각 회사마다 표준시간 담당자를 선정하여 지속적인 교육을 통해 작업관리의 전반을 인지하고 이미 확립한 표준시간자료를 계속하여 보완해 나가는 것이 중요하다. 그리고 작업의 기본을 도외시한 채 무인자동화나 자동화 시스템 같은 첨단생산기술에 관심을 갖는 것보다는 실제 작업자들의 의견을 경청하는 경영진의 적극적인 자세와, 기초적인 여러가지 작업관리의 기법보급과 교육에 힘써야 할 것이다[1].

감사의 글

본 논문의 구성에 귀한 조언을 해주신 금오공과대학교의 이지수교수님께 감사드립니다.

【참 고 문 헌】

- [1] 기도형, 고헌정, 이대주, “중소제조 업체의 표준시간 산정을 위한 시간연구의 적용”, 산업공학, 10권, 2호, pp. 115-125, 1997.
- [2] 송한식, 홍성찬 역, 間田安弘저, 신도요타 시스템, 기아경제연구소, 1996.
- [3] 이재관, “작업관리방법의 활용도에 관한 실증적 연구”, '94 한국경영과학회/대한산업공학회 춘계공동학술대회 발표논문집, pp. 617-626, 1994.
- [4] 최우석, 작은 개선 강한 현장, 닷케이 비즈니스 편, 삼성경제연구소, 1996.
- [5] 황 학, 작업관리론, 영지문화사, 1997.
- [6] Fein, M., “How Reliability, Precision and Accuracy Refer to Use of Work Measurement Data”, Industrial Engineering, July, pp. 26-33, 1981.
- [7] Niebel, B. W., Motion and Time Study, Irwin, 1988.



심창건

경상대학교 산업공학과에서 공학사(1995)를 취득하고 현재 경상대학교 산업공학과 대학원에 재학중이다. 주요 관심분야는 표준시간자료 확립, 계측시스템 관리, 품질정보시스템 등이다.



변재현

현재 경상대학교 산업공학과 부교수로 재직중이며, 서울대학교 산업공학과 공학사(1983), 한국과학기술원 산업공학과 공학석사 및 박사(1985, 1989)를 취득하였다. 1994-1996년에 미국 Rutgers University, 1997년 University of Michigan에서 교환교수를 역임하였다. 주요관심분야는 품질공학, 계측시스템 관리, 공정 이상진단 및 품질정보시스템 등이다.

98년 1월 최초집수, 98년 3월 최종수정