工業經營論叢 第4卷 第5輯 1981年 12月 27

표준작업시간과 손실시간에 관한 연구

— Radiator 제조공정의 시간연구사례를 중심으로 —

(A Study on the Standard Time & Loss Time)

강 경 식*

Abstract

The object of this paper is to Study the work measurement which is one of the principal techique in work study for the improvement of productivity in the foundry industry.

Most of domestic mechanical enterprise using the expensive foreign machinerise is inoufficient for the standardization of the operation method and time.

Therefore, the improvement of operation and productivity through the introduction of the work measurement is an urgent task.

Therefore, this paper is contribute to the improvement of operation and to reduce the loss time through the application of the work measurement based on the case study conducted at W - Foundry Corporation.

The summary of this study is follows ;

1. The measurement of operation efficiancy can be accomplished by the standard time.
2. The detailed causes and counter - proposal of loss time can be established.
3. More than 50 % of loss time is attributed to c/p.

1. 서 론

1·1 연구의 목적

경제개발계획의 계속추진과 중화학공업, 방위산업의 중점육성을 위한 정부의 적극적인 지원과 각 기업들의 의욕적인 참여로 국내기업들은 대형화되어 가고 있으며 공업한국의 대전제하에 착실히 성장하고 있다.

그러나 막대한 설비투자와 생산성 향상을 감안할 때 작업연구는 과학적 관리기법을 기본으로 방법연구와 작업측정으로 대별되며 이 작업연구를 이행하므로서 표준작업의 방법과 시간을 행할 수 있다.

이 두가지 표준이 설정되므로서 생산성 및 작업효율의 향상은 물론 가동률 향상, 품질 향상, 원가절감을 위한 여러 조건들을 해결해 나갈 수 있다. 본 연구에서는 작업측정과 표준시간을 이용한 작업효율 및 로스 타임의 원인을 조사·규명하고 그 대책을 수립함으로써 생산성 및 작업관리를 향상시키기 위한 활용에 대해서 연구하였다.

1·2 연구범위와 방법

자동차 부품, 산업기계 및 라지에이터(Radiator) 전문생산업체인 W주물공업주식회사의 라지에이터 생산과정을 연구대상으로 작업공정에 따른 작업효율 측정방법의 사례와 로스 타임을 발생시키는 제반요인을 분석하고 이에 대한 대책을 마련하였다. 작업측정의 기초적 이론은 관계문헌조사에 의해서 전개하고 시간측정은 V. T. R. 스톱워치(Nonfly box식으로 분단위 시계형)를 사용하여 현장에서 직접 측

* 명지대학교 공업경영학과

정하는 방법으로 사용하였다.

1·3 주물공업과 라지에이터 생산작업의 일반적 특징

1) 주물공업의 특징

금속을 용해하여 어떤 주형 속에 주입하여 응고시킨 후 이것을 그대로 또는 기계 가공하여 사용하는 것은 주물이라 한다.

단조품·압연품 등은 대체로 일단 주물과 같이 용융금속을 형에 주입하여 응고시켜 주괴(Ingot)라는 괴상을 만든 후에 이것을 단조기계 압연기 등에 의해서 가공하여 목적하는 형상으로 만든 것이다. 주물이라고 부르는 것은 대체로 이 주괴와는 구별하고 있으며, 응고시켜 냉각하였을 때에 이미 목적하는 형상에 매우 가까운 것으로 되어 있는 것이다. 따라서 이 주물을 만들 때는 이의 조작, 사용재료, 원료의 조건이 가장 유리한 상태에 있을 필요가 있다. 즉 충분한 유동성 응고시의 수축, 충분한 기계적 성질 또는 주형으로서의 내구도 등을 고려하게 되는 것이다. 주물은 5천년 이상의 역사를 가진 방법으로 미술품·일용품·무기 등에 사용하였으므로 칫수의 정밀도는 크게문제시되지 않았다. 그러나 점차로 기계부문에도 이용되게 되었으며 근래에는 기계가 가공함이 없이 그대로 상당히 중요한 기계부품으로서 사용하게끔 매우 정밀하게 되었다.

그러나 여기서 흥미있는 사실은 이 정밀 주조의 방법의 개념은 고대로부터 이용한 미술주물을 만드는 방법과 대동소이한 경우가 많다는 것이다.

주물 제조방법은 주물이 생산되기까지 많은 요소가 관련성을 가지고 있으며, 작업면에서도 숙련을 요하는 부문이 많으므로 각 작업자·기술자 및 관리자 등의 종합예술작품이라 할 수 있으며 단 하나의 작업이라도 불완전하면, 완전한 주물을 제조할 수 없는 것이다. 특히 라지에이터 주물작업은 큰 공장에서는 반자동화된 곳도 있으나 아직 수작업에 의한 곳이 대부분이다. 또한 공정면에서 다른 주물제품과 같은 재료에서 제품에 이르기까지 공정이 많으면 품질면에서도 2 kg/mm^2인 수압에 견디는 기계적 성질이 요구되고 있다. 그러므로 최근에는 품질관리면이 절실히 요구되여 철저한 작업관리를 기대하고 있다.

한국의 주물공업은 다른 공업보다 기계화나 자동화가 덜 되어 크게 뒤떨어지고 있다. 따라서 대표적인 노동집약적 사업으로 남아 있으며 기계화의 전환을 절실히 요구되고 있으나 군소 주물공장에서는 아직 전망이 요원하다.

우리 나라 주물공업의 기계화가 어려운 이유는 주물제품이 갖는 여러 가지 특징 때문이다. 주물은 어떠한 공업제품보다도 형상과 규격·종류·수량·용도의 차이, 기계적·물리화학적 성질과 사용목적의 차이 때문이다. 주물을 구성하는 원재료 또한 다양하며 대별하면 철강계·비철강계이지만 성분상으로 물리화학적·기계적 성질 등 물성이 다른 많은 종류의 주물재료가 된다. 이와 같이 일정하지 않은 주물재료와 다양한 주물제품은 제조방법이 전문화되기 어렵고 기계화나 자동화시키기 곤란하게 만든다.

개발도상에 있는 우리 나라는 주물공업이 현재 경제발전에 기여한 바가 큰데 그 배경에는 주물산업이

① 노동집약적 산업이어서 임금이 싸고 질이 좋은 노동력이 필요하고,

② 기계화나 자동화가 덜 되어 있어 설비투자가 적게 들고,

③ 기술이나 기능의 숙달이 비교적 쉽게 이루어질 수 있고,

④ 해외시장에서의 경쟁력이 다른 공업제품 보다 나은데 있다.

반면에 앞으로의 발전을 어둡게 만드는 것으로,

① 인건비 상승과 타산업 부문과의 인력경쟁

② 기능공의 높은 이직율과 평균적인 낮은 숙련도

③ 기계 및 설비의 노후화

④ 인력관리 및 제조기술의 낙후

⑤ 품질향상의 답보

⑥ 해외 수출시장의 침체와 경쟁의 치열

⑦ 많은 국내 경쟁기업의 출현

등을 들 수 있다.

주물제조에서의 작업성과는 인력관리에 중점을 두고 있다. 그러나 인력의 투입비중이 크면 제조원가 중 인건비가 차지하는 비율이 높게 된다.

2) 라지에이터 생산작업의 특수성과 작업관리의 애로

라지에이터 생산작업은 앞에서 논의한 것과 함께,

① 인간위주의 작업이며,

② 제품의 규격이 수시로 바뀌어 작업의 안정도가 낮으며,

③ 작업 주기시간이 짧으며,

④ 작업공정이 길다.

이러한 주물공업의 특성은[1] 다음과 같은 작업관리상의 애로를 초래한다.

ㄱ) 작업방법의 표준화 및 작업표준시간의 애로

많은 주물공장들이 라지에이터 생산을 분업화와 주물화를 꾀하고 있지만 주물제품이 갖는 다양성 때

1) D. D. Clark, "The MTM System of the World," Technical Papers(New York: AIIE, 1972), pp.389 ~ 406.

문에 단일한 재료로서 단일한 형상, 규격의 주물을 제조하는 곳은 극히 드물다. 제품이 바뀔 때마다 재료·목형·용해·주조·제품완성에 이르기까지 많은 개별공정에 걸쳐서 작업방법과 표준시간의 변경이 있게 된다. 전문적인 기사를 두지 못하는 대부분의 주물공장은 이 일을 직장·반장들의 경험적 지식에 맡기거나 작업자들의 기능에 위임하는 일이 많다. 이로 인해서 합리적인 방법설계나 표준시간 설정이 되어 있지 못한 경우가 많으며 인력관리도 작업자 개개인까지 치밀하게 미치지 못하고 있다. 따라서 관리자의 지휘도 인간관계에 치우치고 합리적이고 체계적인 통계방법을 쓰지 못하는 공장이 많다.

ㄴ) 공정편성 및 생산계획 수립의 애로

작업방법 및 표준시간 설정이 안되면 합리적인 작업계획 수립이 어렵다. 표준시간 설정이 안된 대부분의 공장에서는 과거의 생산실적을 감안하고 현장 작업자의 의견을 청취하여 개략적인 생산 일정계획을 마련하고 작업 진행속도로 보나 연장근무나 작업단축으로 계획에 맞추어 나간다. 근무시간의 불안정은 근로 의욕을 떨어뜨리고 근무성적을 저하시킨다.

때로는 근무시간의 변동을 싫어하는 작업자들이 고의적으로 작업을 느리게 하여 퇴근시간에 맞추어 일을 끝내며 임금이 적은 때는 만성적인 연장근무를 초래하기도 한다.

공정이 길고 한 공정내의 유사한 작업이 적은경우 표준시간의 설정을 어렵게 하고 표준시간 자료에 불비는 작업배분을 비효율적으로 하게 만들어 안정된 공정편성이 힘들게 된다. 라인 작업에서는 라인중의 가장 늦은 작업자의 생각이 전체 라인생산을 좌우하게 되는데 비합리적인 공정편성은 라인의 생산 효율을 떨어뜨려 인력의 낭비를 가져온다. 특히 라지에이터 작업은 대부분 작업이 인간위주여서 작업원의 지각·조퇴·결근 등 근무성적과 작업자의 건강·근로의욕은 작업량과 작업시간의 안정도와 깊은 관계가 있으므로 합리적인 공정편성이 중요하게 된다.

이 문제는 다품종 소량생산의 공장에서는 자주 발생된다.

ㄷ) 인력확보 유지 및 훈련의 애로

라지에이터 작업은 반복작업이며 작업에필요한 지식과 기술수준은 타산업에 비교할 때 높은 편이다. 따라서 주물작업의 인력시장은 좁으며 타 산업부문의 급격한 성장은 주물작업에 적합한 25~45세 의 남성에 대한 인력수요를 충족시키지 못하고 있다. 주물공업은 작업의 안정도가 낮고, 작업환경이 나쁘며, 임금이 낮기 때문에 이직률이 높고, 새로운 인력 공급도 원활치 못하다. 주물공의 기능 훈련은 적어도 1~2년이 걸리며 다기능 숙련공이 되려면 적어도 2년 이상 훈련이 필요하다.

대부분의 중소 주물공장들은 훈련기간 동안의 추가임금, 불량으로 인한 재료비 기계손상, 교육훈련에 드는 인건비 등의 부담과 기능습득 후 전직·퇴직의 위험부담, 인력수요의 불확실성 등으로 기능공 양성을 적극적으로 실시하지 않고 있어 기능공 부족은 나날이 심해 가고 있다.

ㄹ) 작업 환경 개선의 어려움

주물 작업장은 주물작업에서 생기는 고열, 먼지로 인하여 작업환경이 대단히 나쁘다. 또한 대부분의 주물공장은 소규모이고 영세하며 환기시설·냉난방시설은 전혀 없어 위생과 건강에 지장을 주며 작업능률이 낮다. 또한 경영자들도 작업자의 복리후생 문제에 적극성을 갖고 있지 않다.

2. 작업측정의 이론적 고찰

2·1 작업측정의 의의

인간의 경제활동은 한정되어 있는 자원을 어떻게 가장 효율적으로 인간에게 필요한 인적·물적 재화를 생산하고, 분배하고, 소비하는가에 있다.

산업공학은 인간, 자재 및 설비로 이루어진 종합적 조직체계를 설계·개선·설치·운영하며 설치된 조직체계에서 얻어진 결과를 파악, 예측, 평가하기 위하여 공학적인 분석 및 설계의 원리와 기법을 비롯하여 수학·자연과학·사회과학의 이론과 방법을 적용하는 학문으로서 인간의 경제활동을 효율화시키는 데 크게 기여하고 있다. 산업공학의 일선 기업체에서의 전통적인 기능은 작업방법 및 측정, 생산공학 제조공정의 분석·통제·설비계획·임금제도·안전관리 생산 및 제조계획·품질관리로 되어 있다. 작업측정은 이같이 광범위한 산업공학 기법의 한 분야로서 인간활동이 포함된 한 과업을 어떤 표준화된 측정조건하에서 시간의 양으로 결정하는 일련의 절차라고 정의[2] 하고 있다.

일반적으로 작업측정을 하는 이유는 다음과 같다.

① 2개 이상의 작업방법의 우열을 비교한다.

② 생산성이 낮거나 유휴가 많다고 생각되는 기계설비나 작업자들의 가동 및 사용효율을 알아본다.

3) 가공비가 너무 높다고 생각되는 작업을 조사한다.

2) R. M. Barnes, Motion and Time Study, 6th ed., (New York: John Wiley & Sons, 1968), p.342.

④ 공정관리상 애로로 되어 있는 작업을 조사한다.
⑤ 표준시간의 전면적 설정을 행한다.
⑥ 작업방법의 변경에 따른 표준시간을 개정한다.
⑦ 제도나 방법의 변경에 따라 다른 분야의 표준시간이 필요해지거나 그 제도를 변경할 필요가 있다.

2·2 작업측정의 목적[3]

작업측정의 일차적인 목적은 목표 작업량 달성에 인력자원의 필요량을 결정하는 것이나, 부차적으로 아래와 같은 여러 가지 용도와 목적을 가지고 있다.

1) 인력과 시설의 필요량 결정

생산에 관한 모든 경영상의 계획은 타당성 조사를 거쳐야만 한다. 목표로 하는 생산량을 이에 소요되는 자원량으로 환산하여 자원량이 가능한 범위내에 있는가 검토하는 것은 타당성 조사의 중요한 부분이다. 계획이 타당성이 없을 때에는 목표생산량을 변경하든지 생산에 필요한 자원의 소요량을 변경해야만 한다. 또한 필요 인력과 시설을 금액으로 환산하고 원료비와 일반관리비를 합하여 표준 제조원가를 계산하면 수익성 여부를 결정할 수 있다.

2) 효율적인 작업방법의 개발

ㄱ) 1인이 운전하는 기계 댓수를 결정한다.

사람기계도표와 함께 한 작업주기에 투입되는 인-시(man hour)를 알면 한 사람이 담당하여야 할 적정 기계댓수를 산출하여 인력의 효율을 높일 수 있다.

ㄴ) 연속공정에서 작업배분을 효율적으로 할 수 있다.

한 사람이 담당하고 있는 복잡한 작업을 분업화하여 여러 사람에게 할당시키면 학습시간을 단축시켜 고도의 숙련을 쌓을 수 있게 하며 전문화된 기계나 도구를 사용할 수 있게 한다. 그러나 분업화는 작업공정을 길게 만들어 작업배분의 균등화 문제를 야기시킨다. 작업 배분을 균등화하려면 각 개별작업의 표준시간을 정확히 선정하고 작업자에 대한 능력평가를 정확히 실시하여야 한다.

ㄷ) 작업방법의 평가에 사용한다.

한가지 작업을 수행하는 데는 여러 가지 방법이 가능한데 좋은 방법의 선택기준은 투입 산출의 효과 측정이며 각 방법에 따라 필요로 하는 인력의 차이는 표준시간의 비교로서 이루어진다.

3) 인력 사용의 통제

ㄱ) 일정계획 수립에 쓰인다.

일정계획은 자원 사용의 속도를 통제한다. 생산일정계획은 자재의 구매계획과 판매계획에 밀접히 연결되어 있어 면밀하지 못하고 정확하지 못한 일정계획은 전체 기업활동에 큰 차질을 빚게 한다. 작업표준시간은 일정계획수립에 불가결한 자료이다.

ㄴ) 목표작업량의 설정과 장려임금제도 실시의 기준이 된다.

표준시간은 각 개별 작업자나 그룹이 달성하여야 할 1일 작업량의 목표수준을 결정하는 근거가 되며 작업원들의 생산의욕을 북돋아 생산성을 높이는데 목적을 둔 자극임금제도의 시행 표준이 된다. 1일 평균작업량의 설정은 관리자와 작업자에게 모두 중요하며 평균성 여부는 노사분쟁의 중요 원인의 하나이다. 표준시간은 1일 평균작업량 설정의 근거로서 사용된다.

ㄷ) 관리목표를 파악하는 데 쓰인다.

직장이나 반장 등 일선 관리자는 주어진 작업장·기계·설비·원료로서 작업자를 지휘·감독하여 생산목표를 달성할 책임이 주어진다. 표준시간 자료는 일선 관리자가 훈련이 필요한 작업자를 알아내게 하고 다른 작업으로 재배치시킬 작업자를 파악케 하며 작업자 개개인의 표준 대 실적을 비교하여 능력을 평가하는 데 쓰일 수 있다.

4) 작업량과 자원의 계획 대 실적 비교분석.

기업의 목표, 이윤 달성은 합리적인 원가관리가 뒷받침 되어야 한다. 생산 활동을 착수하기 전에 견적생산 원가를 마련하고 각 생산의 단계에서 비용발생을 추정하여 실제 생산활동이 예산내에서 이루어지도록 통제한다. 표준시간은 견적 원가의 계산과 예산작성의 기초자료가 된다.

2·3 표준시간과 여유시간.

1) 표준시간

ㄱ) 표준시간의 정의

표준시간이란[4] 표준화된 작업조건 하에서 특정한 작업집단에 속한 작업자중 평균의 신체적·정신적 능력을 갖춘 작업자가 일정기간의 훈련기간을 거쳐 만족할 만한 숙련도에 도달했을 때 정상속도로 한 단위 작업을 완수하는 데 드는 시간과 작업의 지속에 부수되는 단위당 평균 여유시간의 합이다. 표준시간은 다음과 같은 조건을 만족시켜야 한다.

3) M. E. Mundel, Motion and Time Study, 4th ed., (N. J.: Prentice - Hall, Englewood Cliffs, 1970), pp. 288 ~ 290.

4) Ibid., pp. 306 ~ 311.
T. L. Riggs, Production System Planning, Analysis, and Control (New York : John Wiley & Sons, 1970), p. 262.

① 작업의 질을 일정수준으로 정해 놓아야 한다.
② 표준작업방법이 정해져야 한다.
③ 작업조건이 표준상태로 확보되어야 한다.
④ 작업자의 훈련과 기능이 일정수준에 있어야 한다.
⑤ 유능한 감독하에서 성과급 임금지불제도를 적용하지 않고 작업을 수행하고 있는 작업속도이어야 한다.
⑥ 작업에 수반되는 피로와 지연을 고려 해야 한다.

ㄴ) 표준시간의 용도

표준시간의 용도는

① 개인 또는 집단에 대한 공평한 표준생산고의 설정
② 경제적인 작업방법의 결정
③ 작업자와 기계설비의 합리적인 조합 및 한사람이 맡을 수 있는 기계댓수의 결정
④ 치공구·취부구·생산설비 등의 경제적인 제수 및 제작방법의 결정
⑤ 조작업 및 흐름작업에 있어서 합리적 분담의 결정
⑥ 원가 및 판매가격의 사전견적
⑦ 공장관리를 위하여 필요한 기초자료의 작성
⑧ 능률급이나 직무급의 결정을 위하여 필요한 기초자료의 작성
⑨ 작업의 수행도 및 생산성의 측정
⑩ 작업훈련이나 지도를 위하여 필요한 기초자료의 작성.

ㄷ) 표준시간의 구성

표준시간의 구성은 주작업시간과 준비작업시간으로 되어 있으며 〈그림－1〉과 같다.

ㄹ) 표준시간의 공식

① 외경법

표준시간＝정상시간×(1＋여유율)

정상시간＝평균시간×(1＋정상화계수)

$$\text{여유율} = \frac{\text{여유시간의 총계}}{\text{정상시간의 총계}} \times 100$$

; 정상시간에 대한 비율

② 내경법

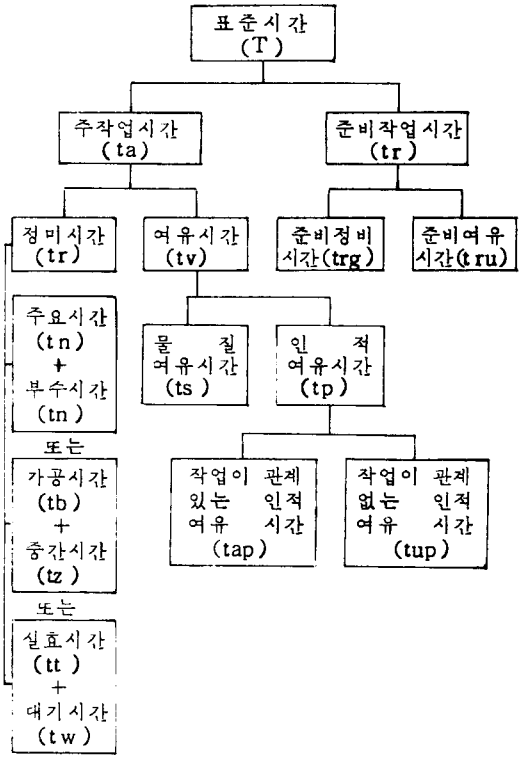
표준시간＝정상시간×(1－여유율)

정상시간＝평균시간×(1＋정상화계수)

$$\text{여유율} = \frac{\text{여유시간의 총계}}{\text{정상시간의 총계} \times \text{여유시간의 총계}}$$

; 실동시간에 대한 비율[5]

5) 이순요, 작업관리, 1977, p.229.



자료 : 한국능률협회 역, 작업연구(II), 1974, p.24.

〈그림－1〉 표준시간의 구성

2) 여유시간

ㄱ) 여유시간의 정의

작업도중에는 순수한 작업시간 이외에 피로회복을 위한 휴식시간이나 재료대기 및 기계정비, 작업장, 청소, 작업지시 생리적 처리 등 예외적인 시간이 발생하는데 이것을 여유시간이라고 하며 정상작업시간과 합하여 표준시간을 구성한다. 여유시간은 인적여유·지체여유·피로여유로 분류하며[6] 혹은 인적 여유·불규칙 작업여유·기계 시간여유로 나누기도 한다.[7]

ㄴ) 여유시간의 종류

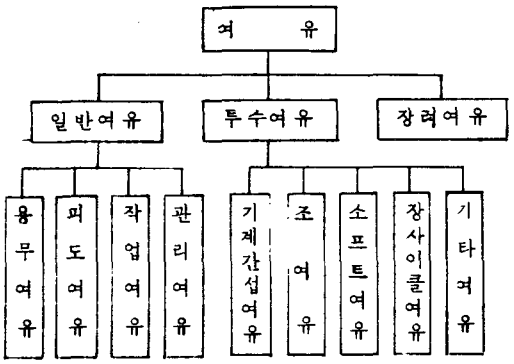
여유는 일반적으로 〈그림－2〉와 같이 구분하고 있다.

㉠ 일반여유

① 용무여유

이는 개인여유라고도 하며 물마시기·땀닦기·세면·용변·수세 등에 필요한 시간을 보상하기 위한 여유이다. 약간의 차는 있으나 일반적으로 경작업에는 2～3% 정도이다.[8]

6) R.M.Barnes, op. cit., p.395.
7) M.E.Mundel, op. cit., p.355.
8) 이순요, 전게서, p.344.



〈그림－2〉 여유의 종류

② 피로여유

작업시간의 경과에 따라서 작업능률이 저하하는것을 회복하기 위하여 부여하는 시간, 즉 피로회복을 하기 위한 여유로서 여기에는 육체적 피로와 정신적 피로가 결들여 있다.

③ 작업여유

작업여유는 작업을 수행하는 과정에 있어서 불규칙적으로 발생하고 정상시간에 포함시키기가 곤란하거나 바람직하지 못한 작업상의 지연을 보상하기위한 여유이다.

④ 관리여유

관리여유는 직장관리상 필요하거나 관리상의 불비로 발생하는 작업상의 지연을 보상하기 위한 여유이다. 이들은 관리자의 노력에 의하여 피할 수 있는 지연이다.

㉡ 특수여유

① 기계간섭여유는 1명의 작업자가 2대 이상의 기계를 동작시킬 경우 기계간섭이 발생함으로서 생산량이 감소하는 것을 보상하기 위한 여유이다.

② 조여유

조여유는 작업자가 조가 되어 작업을 행할 경우 상호작업을 동기화시키기 위하여 발생하는 개개인의 작업지연을 보상하기 위한 여유이다.

③ 소로트여유

소로트여유는 로트수가 작기 때문에 정상작업 페이스를 유지하기가 곤란하게된 것을 보상하기 위한 여유이다.

④ 장사이클여유

장사이클여유는 작업사이클이 길기 때문에 발생하는 작업의 변동이나 육체적 곤란 및 복잡성을 보상하기 위한 여유이다. 이 여유는 육체적 작업에 대하여 적용된다.

㉢ 장려여유

임금지급제도와 관련되는 정책적인 여유로서 성취량급제도·자극급제도·능률급제도 등과 같이 장려제도가 실시되는 경우는 평균작업자가 기본급에 대하여 몇%의 할증금을 얻을 수 있도록 하느냐를 결정하는 것이 편리하다. 이 할증금의 비율을 표준시간에 포함시키기 위한 계수를 장려여유라 한다.

ㄷ) 대표적인 여유율의 예

㉠ ILO여유율

이것은 1957년에 국제노동기구(ILO)가 제정한 것이 있다.

㉡ BICC회사 여유율

이것은 영국의 BICC회사(Britisch Insulated Calendarer Cableo Limited)에서 실제로 사용하고 있다.

2·4 작업측정의 제기법

산업계에서 널리 쓰이고 있는 작업측정방법에는 스톱워치법·워크샘플링법·P·T·S법 등이 있다. 각각의 방법은 측정대상 작업에 따라서 장단점이 있고 또 지에이터 작업의 표준시간 선정에는 한가지 측정법만으로 충분치 못하다.

일반적인 작업측정의 제기법은 〈표－1〉과 같이 구분할 수 있다. 〈표－1〉[9]에서 열거한 방법들을 간단히 비교해 보면 〈표－2〉와 같다.

〈표－1〉 작업측정의 제기법

시간연구법	1. 스톱워치에 의한 방법 2. 촬영기에 의한 방법 3. 녹음테이프 또는 디스크에 의한 방법 4. 일랙트로닉스에 의한 방법
PTS 법	1. MTA(Motion Time Analysis) 2. WF(Work Factor) 3. MTH(Methods Time Measurement) 4. DMT(Dimensional Motion Time) 5. BMT(Basic Motion Time Study)
워크샘플링법	샘플링방법에 의한 측정
실정기록법	실적시간자료의 통계적 처리

1) 시간연구법

시간연구란 대상활동의 시간적 경과를 측정기와 기록장치 등을 사용하여 직접 관측하는 방법으로서 가장 널리 행해지는 기본적 측정방법이다. 시간연구법은 스톱워치·촬영기·테이프 등으로 측정 연구되고 있으며 측정단위를 큰 것에서 작은 것의 순으로 나열할 수 있다.

9) R.M.Barnes, op. cit., p.334.

〈표-2〉 작업측정 방법 비교표

항목 \ 수법	스톱워치법 (Stop Watch)	워크샘플링 (Work Sampling)	S.E.D (Standard Elemental data)	S.D (Standard data)
측정자의 필요기술	스톱워치 측정방법	통계지식 및 스톱워치 사용법	훈련에 의한 사용기법체득	자료처리 및 작성기술
필요한 측정기구	스톱워치	시계	줄자	줄자
소요시간	짧다	장기이나 1회관측은 짧다	길다	종류에 따라 다르나 약간 짧다
세밀한 표준설정	어느 정도 가능	불가	가능	가능
일관성	약간 못하다	보통	좋다	좋다
Rating의 필요성	필요	필요할 때도 있다	불필요	불필요
여유율 가산	필요	필요	필요	필요
작업자에 대한 심리적 영향	많다	조금있다	별로없다	별로없다
측정대상 작업의 주기	주기가 약간 길고 규칙반복	주기가 길고 불규칙인 것	주기가 짧고 규칙반복인 것	주기가 길고 규칙반복 인것

2) 스톱워치법

현재까지 산업계에서 널리 쓰이고 있는 작업측정 방법은 스톱워치법이다. 이것은 스톱워치로 실제작업을 직접 관찰하면서 시간을 측정하는 방법이다. 스톱워치에는 100분의 1분 단위와 10,000분의 1시간 단위의 두가지가 쓰이는데 100분의 1분 단위가 더 많이 사용된다. 측정기구로는 스톱워치 이외에 관측용지·관측판·줄자·속도계·계산기 등이 필요하다.

ㄱ) 측정방법

측정방법은 시계 사용방법에 따라서 계속법과 반복법으로 나눈다. 계속법은 일단 한 작업의 시간측을 시작하면 측정이 끝날 때까지 시계를 멈추지 않고 필요한 순간에 시계를 가동시키고 끝점에서 시계를 멈추어 경과 시간을 읽어 기록하는 방법이다.

계속법이 반복법보다 더 좋은데 그 이유는,

① 반복법처럼 바늘을 0점으로 되돌리는 시간과 다음 주기가 시작될 때까지 기다리는 시간이 줄어지며.

② 바늘을 멈출 때 들어가는 측정오차를 줄이며,

③ 스톱워치를 조작하는데 신경이 덜 쓰이고,

④ 최종 읽는 값으로 측정에 소요된 총시간을 알 수 있다.

ㄴ) 측정한계

100분의 1분 스톱워치의 시간측정 한계는 0.04으로 이보다 짧은 요소 동작은 정확히 측정할 수 다.[10] 라지에이터작업에서 재료를 가져온다든지 작물을 치우는 등의 요소작업은 시간이 짧기 때문에 요소별로 시간측정이 힘들다. 스톱워치로서 측정이 곤란한 짧은 요소동작은 일정한 속도로 진행하는 테이프를 장치한 Marstochron을 쓰거나 작업대에 Microchronometer를 놓고 Motion picture camera로서 작업을 촬영하여 속도조정이 가능한 영사기와 Film Counter로서 필름분석을 한다. 기재사용이 여의치 못한 경우에는 MTM과 같이 Therblig단위의 동작시간이 주어진 P.T.S를 써서 동작시간을 구한다.

ㄷ) 측정횟수

스톱워치를 사용할 때는 측정결과가 만족할 만한 정확도를 갖게하기 위하여 측정횟수를 결정하여야 한다. 측정작업의 시간 변동이 클 때에는 적을 때보다 측정횟수가 많아져야 하는데 허용오차 ±5%, 95% 신뢰수준일 때 측정횟수는

$$N' = \left[\frac{40}{\sum x}\sqrt{\frac{N\sum x^2 - (\sum x)^2}{N-1}}\right]^2$$

여기서 N' =필요한 관측횟수

N =이미 관측한 횟수

x =개개 관측시간

이다.

계산식에 의하지 않고 수표와 도표를 이용하는 법도 있다.[11]

ㄹ) 측정의 준비와 유의사항

스톱워치로서 작업을 측정할 때에는 작업자와 대면하게 되므로 작업자의 심리적 갈등이 유발되기 쉽다. 측정이 올바르게 되려면 작업자의 협조적인 태도가 중요한데 사전에 다음과 같은 준비가 필요하다.

1) M.E.Mundel, op. cit., p.320

11) D.D.Clark, op. cit., pp.362 ~368.

① 측정의 목적을 명확히 한다.
② 기존의 표준시간을 개정할 목적으로 작업측정이 실시된다면 기존 표준시간이 어떻게 설정된 것인가 검토한다.
③ 작업방법의 변경으로 인한 표준시간 재설정이라면 방법의 차이를 면밀히 검토한다.
④ 측정대상 작업의 현재 작업방법이 만족스러운가를 검토하고 아니면 더 좋은 방법을 설계한다.
⑤ 작업방법의 변경이 꼭 필요하면 직장과 반장의 동의를 얻은 다음 작업측정을 실시한다.
⑥ 작업내용을 충분히 익힌 다음 능률적이고 동조적이며 동류 작업자를 대표할 만한 작업자를 선택한다.
⑦ 작업자가 선정되었으면 직장이 있는 데서 작업자에게 왜 작업측정을 하는가, 결과는 어떻게 사용되는가 측정은 어떻게 진행될 것인가를 설명한다.

ㅁ) 측정의 실시

① 실제의 작업을 측정 전에 세밀히 관찰하고 측정하는 요소동작을 결정한다. 요소동작이 결정되면 각 요소동작은 작업을 잘 설명할 수 있는 말로서 기술한다. 작업이 수행되고 있는 작업장의 상태를 기록한다.
② 작업과 스톱워치를 보면서 작업시간을 측정·기록한다. 측정자는 작업자의 작업을 방해하지 않도록 위치를 잡는다.
③ 측정이 끝나면 측정일자와 총측정시간을 기록한다.
④ 측정하는 도중이나 측정의 직후에 작업수행속를 평가하여 기록한다.
⑤ 기록된 수치를 차례로 빼어서 요소동작시간을 구한다. 비정상 요소동작시간은 측정도중 표시하였다가 최종합계에서 평균 요소작업시간을 구할 때 제외한다.
⑥ 예외 요소작업과 비정상 요소작업을 뺀 요소작업시간들을 집계하고 평균하여 평균시간을 구한다.
⑦ 평균시간에 정상화계수를 곱하여 정상시간을 구하고 필요한 여유시간를 합하여 표준시간을 구한다.
⑧ 표준시간이 구해졌으면 작업자에게 계산방법과 결과를 설정해 준다.

ㅂ) 작업평가

표준시간의 정의에서 논의한 것을 보면 스톱워치로 측정한 작업시간이 곧바로 표준시간이나 정상작업시간이 될 수 없음은 명백하다. 스톱워치 작업측정은 측정만큼 평가하는 일이 힘들고 중요한데 작업평가는 측정자의 주관적·개념적 정상 작업속도와 관찰된 작업속도를 비교함으로써 이루어진다. 측정자의 정상 작업속도의 개념은 일관성이 없으며 보호하고 속도 비교는 주관에 의하기 때문에 오류의 발생여지가 많다.[12] 측정자의 평가를 되도록 객관화하기 위한 정상속도의 기준과 평가작업 방법이 있으나 근본적인 해결방법은 못되고 있다.

① 합성 평가법[13]

Morrow가 제안한 방법으로서

$$\text{평가계수} = \frac{\text{P.T.S로 선정한 시간치}}{\text{관측시간치}}$$

와 같다.

이 방법은 실용성에 문제가 있다. 왜냐하면 평가계수를 구하기 위하여 P.T.S로서 정상시간을 구한다면 구태여 같은 값을 얻기 위해 스톱워치로 시간측정을 할 필요가 없기 때문이다. 이 방법의 유용성은 측정자가 정상작업시간의 기준을 마련하여 평가의 객관성을 유지하고자 할 때 있다. 특정한 작업을 선택하여 P.T.S로 표준시간을 선정하고 평가한 후 이 작업속도를 기억하거나 필름에 담아 훈련하면 평가의 일관성 유지에 도움이 될 수 있다.

② 속도평가법[14] (Speed Rating)

평가할 때 속도라는 단일요소만을 고려하는 것을 말한다. 스톱워치로 시간측정을 하면서 작업자의 작업속도를 관찰하고 측정자가 머리속에 갖고 있는 정상속도 기준과 비교한다. 이 방법은 평가가 쉬워 널리 쓰인다.

③ 요인비교법[15] (Westing House System of Rating)

아래와 같이 숙련·노력·작업조건·일관성의 네가지 평가요인별로 작업을 평가하여 종합 집계한 것을 정상화계수로 한다.

3) 필름분석법[16]

ㄱ) 영화법

이 영화법은 동작연구 뿐만 아니라 시간연구에도

12) B. Gottlief, "A Fair day's work in anything you want it to be," Journal of I.E., Vol. XIX, No 12, New York : AIIE, 1968, p. 594.
M. E. Mundel, op. cit., pp. 370 ~ 373.
13) R. M. Barnes, op. cit., pp. 376 ~ 378.
14) Ibid.
15) D. W. Karger, and F. H. Bayha, Engineered Work Measurement, 2nd ed., (New York : The Industrial Press, 1966), pp. 95 ~ 103.
16) 이순요, 전게서, pp. 264 ~ 279.

유리하게 이용된다. 즉 촬영화면에 2,000분의 1분의 눈금을 가진 측시장치를 삽입하거나 정술도 촬영을 행하여 동작과 시간 또는 동작과 프레임수와의 관계에 의하여 시간연구를 행할 수 있다. 이때 촬영속도를 변경함으로써 미세한 시간연구로부터 장시간에 걸친 거시적 시간연구에 이르기까지 목적에 따라 폭넓게 활용할 수 있다. 이 중에서도 다음과 같은 세가지 촬영법이 비교적 널리 사용되고 있다.

① 저속도 촬영법

매분 60프레임(1초 1프레임) 또는 100프레임의 속도로 촬영하면 20～40분간의 작업을 기록할 수 있다. 8미리 촬영기의 경우에는 25피이트의 필름을 사용하여 20분간의 작업을 기록할 수 있다.

② 보통속도 촬영법

매분 960프레임(16프레임 1초) 또는 1,440프레임(24프레임 1초)의 속도로 촬영하는 방법으로서 싸이클 시간이 반복성이 높은 작업의 상세한 시간연구를 위하여 가장 알맞는 측정방법이다. 이 촬영속도는 P.T.S법의 일종인 M.T.M법의 기초시간치 측정에 사용되고 있다.

③ 고속도 촬영법

매번 2,000프레임 이상의 속도로 촬영하는 방법으로서 손이나 손가락의 동작을 주로 하는 작업을 측정하는데 위력을 발휘하나 표준시간 설정을 위한 시간연구에는 흔히 사용되지 않으며 주로 P.T.S법의 기초시간치의 측정, 미세동작의 분석, 개선 및 동작훈련등에 사용되고 있다.

ㄴ) 기록기기법

이 기록기기에 의한 시간연구는 구미에서 널리 사용되고 있으며 그 중 대표적인 기록기기를 열거하면 다음과 같다.

① 마아스토크론

100분의 1눈금의 척도를 인쇄한 종이 테이프가 상형의 용기에 내장되어 있는 일종의 시간기록기로서 테이프는 등속도로 인출된다.

② 시간기록기

이는 오크라호마 농공대학의 쉐슨 교수에 의해 고안된 시간연구용 기록기로서 외주에 00에서 99까지의 눈금이 붙은 한쌍의 윤전호일을 가지고 있으며 레바를 누르면 약 1,000분의 1분 단위로 종이테이프 위에 시간을 기록하도록 되어 있다. 그리고 시간치의 내용을 표시하기 위하여 문자나 기호도 쓸 수 있도록 되어 있다.

③ 카이모 그래프

카이모 그래프는 약 100,000분의 1분 단위로 시간을 측정하고 기록할 수 있으며 동기 모우터의 작동에 의하여 매분 2,000인치의 정속도로 종이테이프가 이동하고 그 테이프 위를 솔레노이드에 의하여 조작되는 펜이 주행하도록 장치되어 있다.

ㄷ) 전자측시 장치법

전자분야의 발달에 따라 작업측정의 분야에도 전자장치를 응용한 작업측정기기가 활발히 개발되기 시작하였으며 주요한 전자측정장치를 열거하면 다음과 같다.

① 테이프 레코머

이 방법은 1,000분의 3～5분 정도까지 측정이 가능하고 종래의 직접시간측정법에 대행할 만한 것은 되지 못한다.

② V.T.R

V.T.R은 녹화나 녹음을 동시에 행할 수 있고 더우기 직시성과 확실성의 기능을 겸비하고 있으므로 방법연구와 작업측정을 위한 유력한 수단으로 각광받고 있다. 시간연구의 거의 모든 영역에 걸쳐 사용할 수 있다.

이 V.T.R의 특징을 열거하면 다음과 같다.

㉠ 녹화와 동시에 재생이 가능하다.

㉡ 녹음테이프는 재사용이 가능하다.

㉢ 60～90분의 연속 녹화가 가능하다.

㉣ 녹화내용을 감시하면서 녹화할 수 있다.

㉤ 매초 60프레임 상당의 속도로 촬영할 수 있다.

㉥ 재생속도를 변경할 수 있다.

③ UNOPAR

이 UNOPAR는 워싱톤대학의 Gerald Nadler 교수와 Jay Goldman 조교수의 협동연구에 의하여 1955년에 개발된 전자식 측시장치이다. 이 장치는 초음파 및 도플러 효과를 이용하여 작업자신체부위의 동작을 계측하는 특징을 갖고 있다.

④ WETAFAC

이 방법은 미국의 도빌리사 Automatic Computing가 자공장의 장시간 싸이클 작업을 연구하기 위하여 IBM사의 협력을 얻어 1956년에 완성시킨 전자식 측시장치로서 충분한 실용성을 구비하고 있다. 시간연구자는 작업을 목시관측하면서(좌수에 가지고 있는) 관측장치의 키를 조작함으로써 시간관측을 행할 수 있다. 관측장치에는 약 60개의 키가 있으며 이 키를 조작함으로써 요소작업명·시간치·레이팅치 등 필요한 정보를 기록 장치에 입력시킬 수 있다. 시간연구자로부터의 입력은 기록장치에 보내지며 이들의 입력정보는 5채널의 종이 테이프에 사용되어 동시에 전동타자기에 의하여 표가 만들어진다. 사공된 종이 테이프의 정보는 계산실에서 요소작업별로 사공카드에 다시 펀칭되어 평균치나 표준편차등의 계산이나 표에 사용되면 작업측정은 100분의 1

분 단위로 행할 수 있다.

⑤ SEMTAR

이 장치는 1956년 미네소타대학의 블럭교수에 의하여 개발되었다. SEMTAR의 검출서에는 트랜스 튜으서가 사용되고 있다. 작업구역을 사이에 두고 광원과 광전관이 가설되어 작업자의 손이 빛의 빔을 차단함으로써 신호의 발진이 생긴다. 실제의 동작시간치가 들어오면 한손 동작이면 0.01초까지 양손동작이면 0.15초까지 기록할 수 있으며 이론적으로는 0.01초까지 정확하게 측정할 수 있다. 이 장치는 MTM법의 동작시간치 검토 등 주로 기초적인 실험을 측정하기 위하여 사용된다.

ㄹ) 난이도 조정법[17]

Mundel이 제안한 방법으로서 작업평가에 있어 속도뿐만 아니라 작업내용의 곤란도를 함께 고려해 주는 방법이다. 작업의 곤란도는 사용 신체부위, 페달사용, 양수 사용, 눈과 손의 조정, 취급상의 주위, 중량 등 6가지 요소로 나누어 요소별로 평가하여 종합한 것을 이 조정계수로 하고 정상화계수를 아래식과 같이 구한다.

$$\text{정상화계수} = \text{판정속도}(\%) \times \left(1 + \frac{\text{조정계수의 합}}{100}\right)$$

4) 워크 샘플링법

워크 샘플링법은 통계적 수법을 사용하는 작업측정의 한 방법이다.

워어크 샘플링법으로서 표준시간을 결정하는방법은 정해져 있는 1일 작업시간 중에서 특정한 작업에 관해서 워크 샘플링에 의해서 산정된 작업시간비율을 곱하면 그 특정작업의 합계시간을 구할 수 있으며 그 시간내에 만들어진 생산수량을 알면 합계시간을 수량으로 나누어 단위당의 시간을 구할 수 있는 것이다.[18]

다종소량생산이나 집단으로 이루어지는 동종작업(타자·포장·세척·간단한 조립 및 토목작업 등)의 평균시간을 워크 샘플링법으로서 일관적으로 구할 수 있다. 또한 작업자나 기계설비의 가동과 불가동의 비율이라 던가 정상시간에 부가하는 여유율을 결정하는 데 사용할 수 있는 현상의 발생비율을 정확히 알 수 있다.

5) P.T.S법

표준 데이터는 작업을 수행하는데 걸리는 정상작업시간 또는 표준시간을 수표·그래프·수식 등의 양식으로 마련해 놓고 표준시간 설정시에 쉽게 찾아 이용하는 방법이다.[19] 표준 데이터는 측정작업의 단위에 따라서 P.T.S Standard Elemental Data(SED) 표준데이터로 구별하여 사용하는데 PTS는 M.T.M Work-factor, BMT 등과 같이 Therblig 단위의 기본동작에 대한 표준자료를 SED는 기본동작들의 결합으로 이루어지는 요소작업의 표준자료와 표준데이터로 부르기도 하는데 대부분 내용이 비공개이고 종류가 많다.

ㄱ) P.T.S의 공통적 기본가정과 특징

MTM, Work-factor, BMT 등 P.T.S는 공통적인 기본 가정하에서 데이터가 개발되었는데

① 인간의 작업동작은 한정된 수의 기본동작으로 구성되며,

② 각 기본동작은 몇가지 중요한 시간변동요인에 의하여 일정한 값을 가지며,

③ 기본동작으로 구성된 작업의 시간은 구성 기본동작 시간의 총합과 같다.

라는 3가지 기본가정을 전제한다.

P.T.S는 스톱워치법과 비교하여 공통적인 특징을 갖는데

① 작업을 실시하기 전에 작업시간 측정이 가능하며,

② 적절한 요소작업시간을 미리 작성해 두면 새로운 작업의 표준시간 설정을 쉽게 할 수 있고,

③ 작업자의 작업동작시간을 직접 측정할 필요가 없어 작업이 지장 지장을 받거나 작업자에게 심리적 압박감을 주지 않으며,

④ 표준시간 설정이 비교적 객관적이고 일관성있게 될 수 있다.

6) 실적기록법

실적기록법이란 어떤 기간내의 작업에 대한 실적기록자료를 이용하여 이를 통계적으로 처리하고 임의로 정한 작업단위당의 기준시간을 산정한 다음 이 값을 표준으로 삼는 방법이다.

이것을 산식으로 나타내면

$$\text{단위당 통계적 표준} = \frac{\text{작업에 소비된 시간}}{\text{완성 작업 단위량}}$$

으로 나타낼 수 있다.

이 실적기록법의 장점은 많은 시간의 낭비없이 산정할 수 있으며 적용시 트러블이 비교적 적다는것이다. 단점으로는 작업자나 작업집단 고유의 작업성적을

17) M.E.Mundel, op. cit., pp. 558 ~ 594.

18) 한국능률협회 역, 작업연구(II), 1974, p.13.

19) D.W.Karger, and F.H.Bayha, op. cit., p.614.
M.E.Mundel, op. cit., p.414.
R.M.Barnes, op. cit., p.428.

나타내는 요인과 외부로부터 부가된 요인을 구별할 수 없는 것이다.

3. 시간연구를 위한 사례연구

3-1 W주물공장의 개관

연구대상회사인 W주물산업주식회사는 라지에이터, 자동차 부품 및 방직기 및 산업기계 품류를 생산하는 주물 및 기계공업분야의 제조업체이다.

제1공장에서 용해 및 조형에 의한 주물제품을 생산하고, 제1공장과 인접한 제2공장에서는 각종 선반·밀링기·호빙기와 리이마기·수압기 등 100여대의 최신기계와 후처리시설 등 20여점의 부대시설을 포함한 기계설비가 있으며 종업원중 기술직 사원 및 기능공을 포함하여 약 390여명으로서 그중 직접 생산요원(기능공)은 약 300여명이고 나머지는 간접 생산요원이다.

현장은 작업공정별로 11시간 작업을 행하고 있다. 생산은 주로 수주생산(생산기준액 약 90%)을 하고 있으며 본 연구대상인 방열기(Radiator)제품은 45.65%를 차지하고 있다.

W산업의 주된 생산품은 〈표-3〉과 같다.

〈표-3〉 주생산품 및 월평균생산량

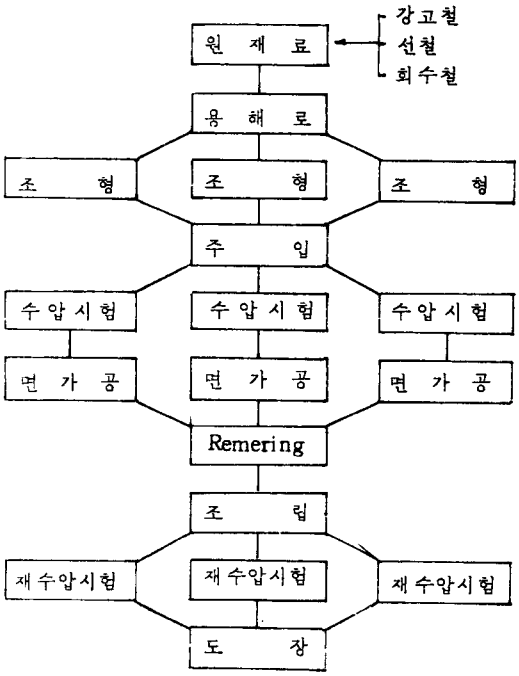
제 품 명	월평균생산량(톤)	백분율(%)
라지에이터	126	45.65
자동차부품	50	18.11
기 타	100	36.23
계	276	99.99

상기 제품을 대별하면 주물제품과 가공품으로 구분되어 수십종에 불과하나 이들 제품수 및 부품수로 분류한다면 100여종에 달하는 다품종소량 생산형태의 업체이다.

라지에이터 제조공정을 알아보면 〈그림-3〉과 같다.

3-2 시간연구 실태

W산업주식회사의 작업연구를 담당하고 있는 부서는 생산관리과에 소속되어 있으며 생산관리과는 생산본부에 스텝으로 편제되어 있다. 12명으로 구성되어 있고 주업무는 작업연구와 시간연구로 나누어져있다고 볼 수 있다. 작업연구를 맡은 쪽에서는 작업연구 가동률 조사인원 및 기계여력조사 라인밸런스 수율분석을 담당하며 시간연구를 맡은 쪽에서는 표준작업시간측정·공수분석 등을 분담처리하고 있다. 상기 모든 업무들은 작업측정에 의해 산출된 표준시간을



〈그림-3〉 라지에이터 제조공정

기초로하여 응용분석되고 있으므로 작업측정의 중요성은 크다 하겠다. 약 100여대의 기계작업들에 대한 작업측정은 스톱워치법으로 실시되고 있으며 현재까지 모든 작업에 대한 표준시간은 산출되어 있다.

현재 이 공장에서 사용하는 작업측정의 절차를 간단히 설명하면 대상작업에 대한 작업방법 연구를 마친 후 요소분할하여 측정한 실측치에 대하여 평준화법을 적용하여 정상시간을 산정한다. 여유율은 10~20%의 범위내에서 작업의 조건에 따라 적합한 여유시간을 포함시켜 표준시간을 결정 응용하고 있다.

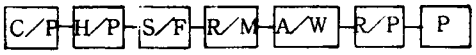
3-3 측정대상 및 연구내용

1) 측정대상

작업시간 연구를 위하여 측정대상을 조형 주입에서 도장까지, 즉 완제품이 나오기까지 측정하였다. 라지에이터 생산공정을 조형 주입공정은 제1공장에서 하고 수압시험·면가공·Remering조립 재수압시험 및 도장공정은 제2공장에서 하였다.

라지에이터의 생산을 담당하는 7개반, 즉 조형주입(C/P:Casting and Pouring), 수압(H/P:Hydro Pressure), 면가공(F/M:Face machine), 리머어링(R/M:Remering), 조립(S/W:Setting Working), 재수압(R/P:Rehydro pressure), 도장(p:painting) 중에서 특히 조형주입반은 여러 공정을 지배하는 작업자의 작업효율이 중요시 되는 반이다.

앞에서 말한 라지에이터 공정라인은 〈그림－4〉와 다음과 같다.



C／P : Casting and pouring .
H／P : Hydro pressure .
S／F : Surface finishing.
R／M : Reamering .
A／W : Assembly working .
R／P : Rehydro pressure.
P : Painting

〈그림－4〉 라지에이터 공정라인

그리고 라지에이터 생산의 인원과 작업시간과 생산량은 〈표－4〉와 같다.

〈표－4〉 라지에이터 생산의 인원 및 작업시간

작 업 명	인 원 (명)	시 간 (hr)
C ／ P	6	11
H ／ P	1	8
S ／ W	2	11
R ／ M	1	11
A ／ W	2	11
R ／ P	2	11
P	1	11

2) 연구내용

ㄱ) 표준시간 측정

라지에이터 제조과정에서 용탕시간(약 3시간)을 뺀 조형주입부터 도장까지 W산업에서의 표준시간은 다음과 같다.

조형주입 : 140 초
수압시험 : 55 초
면 가 공 : 35초
리 머 링 : 35 초
조 립 : 425 초
재 수 압 : 120 초
도 장 : 60 초
계 : 870 초

스톱워치로 1일 5회씩 12일간 관측한 결과는〈표－5〉와 같다.

조형주입부터 도장까지의 평균시간을 앞에서 말한 내경법을 써서 정상화계수 105%로 정상시간이 산출되었고 여유율 10%를 부여한 결과 〈표－6〉과 같은 표준시간을 얻었다.

스톱워치법은 직접 시간관측법에 가장 널리쓰이는 방법이지만 V. T. R은 스톱워치법보다 세밀한 측정

〈표－5〉 라지에이터 공정별 측정치

공정별 / 횟수	조형주입	수압시험	면가공	리어링	조 립	재수압	도 장
1	120.12	44.38	27.2	30.06	357	101.53	49.85
2	120.5	46.15	27.85	29.53	364	102.34	50.34
3	122.34	45.83	28.57	28.7	359	102.96	50. 12
4	121.99	44.97	26.83	29.3	362	101.63	51.34
5	123.6	46.27	26.7	28.01	358	105.84	51.2
6	121.5	44.8	26.5	30.2	361	101.94	50.62
7	120.74	46.27	27.35	28. 1	352	102.75	49.74
8	122.2	45.7	27.26	29.03	363	103.68	49.85
9	120.5	44.29	28.7	30. 1	362.2	102.96	51.71
10	122.72	46.3	28.9	28.17	357	102.83	50.22
11	123.4	45.4	26.3	28.26	364	101.97	51.42
12	120.9	45.25	27.1	30.11	360.7	103.89	50.43
평균	121.71	45.43	27.43	29.14	360	102.86	50.57

〈표－6〉 표 준 시 간

공정별 \ 시간별	평균시간 (sec)	정상시간 (sec)	표준시간 (sec)
조형주입	121.71	127.8	142
수압시험	45.43	47.7	53
면 가 공	27.43	28.8	32
리 머 링	29.14	30.6	34
조 립	360	378 8	420
재 수 압	102.86	108 8	120
도 장	50.57	53.1	59
계	737.14	774	860

결과를 얻고자 할 경우, 충분한 측정기능을 가지고 있지 못한 시간연구자의 경우에 사용이 된다. V. T. R은 녹화와 녹음을 동시에 행할수 있고 반복과 슬로우모션을 볼 수 있어서 즉시성과 확실성의 기능을 겸비하므로 본연구의 작업측정에 V. T. R을 사용하였다.

작업측정결과 W산업의 데이터와 스톱워치법, V.T.R을 사용해서 얻을 표준시간을 큰 차이가 없음을알수 있다.

2) 작업효율조사

작업효율조사는 각 현장작업반의 담당자가 일과 시작과 동시에 현장에 내려가 기계별 제품과 공정명을 파악하여 금일 작업량을 작업자에게 알린 후 〈표－7〉과 같은 작업지시서(job order)를 작성한다.

사무실에는 현장의 기계들과 전선으로 연결되어 있는 작업상황판이 설치되어 있으며 작업변경이나 치공구 제강 등의 작업내용 변경시 작업자가 발언하는 신호음과 작업상황판의 전등의 표시로 그 시각을 기록하고 현장에 내려가 그 상황을 확인한다. 표준시간에

〈표－7〉 작업지시서

작업번호	작업반	작업자명	사용기계	작업시간(분)	순작업시간(분)	담당	계장	과장	부장

작업지시서 (JOB ORDER)				날자	197 . . .
수량		효율	%	품명	
지시	실적	단조불량	EA %	표준시간	분
EA	EA	가공불량	EA %	작업의시간	
작업명				부터 까지 총경과	기계 가동 중단이유
작업방법					

〈표－8〉 현장작업일보

작업반	기계번호	작업자명	작업시간	시 분 시 분

시간	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
가동	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
중지	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

순번	품명	공정명	시작시간	완료시간	순작업시간	수량확인 (EA)	FA 당 가공시간	표준 시간	능률
1									
2									
3									
4									
5									

중지원인	구분	시간	중지원인(상세히 기재할 것)	계
	작업무			비고(불량기계. 수리 및 불량개소. 개선)
	담당무			
	기계고장			
	공구연마			
	작업준비			
	기타			
	계			

나른 작업지시량과 일과 후 공정요원의 협조로 실적 을 파악 검토하므로서 작업자 개인 및 작업반전체 효율을 산출할 수 있다.

$$\text{효율} = \frac{\text{표준시간} \times \text{총생산량}}{\text{총작업시간}} \times 100\,(\%)$$ 이다.

) 로스타임 측정

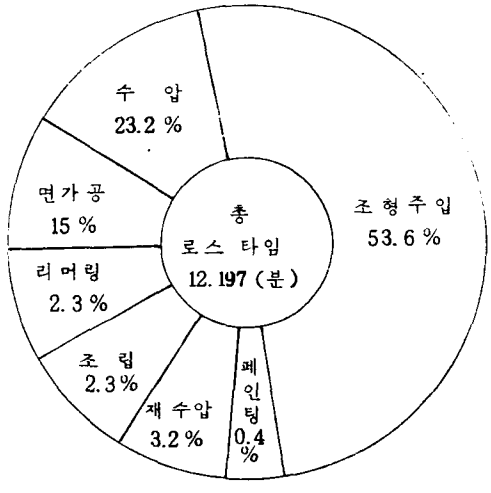
로스타임은 기계의 불가동시간을 뜻하며 대상작업인 라지에이터 생산에 1일 5회씩 12일간을 〈표－8〉과 같은 현장작업일보를 공정별로 작성하여 계속 측정한 후 집계한 결과 로스타임의 원인과 크기를 알 수 있었다.

3·4 연구결과

1) 로스타임 측정방법결과

〈표－9〉 레지에이터 생산의 로스 타임 현황

Loss Time항목	원 인	총 작업시간에 대한 비율(%)	Loss Time (min)	%	Loss Time (min)	%	총 작업시간에 대한 비율(%)
조형주입	중자 및 주형 모래처리 주형손질	8.3 1.0 2.5	4595.9 555.7 1386	70.3 8.5 21.2	6537.6	53.6	11.8
수 압	주물불량	5.1	2829.7	100	2829.7	23.2	5.1
면 가 공	가공불량 면가공 대기	2.3 1.0	1275.2 554.4	69.7 30.3	1829.6	15	3.3
리 머 링	가공불량	0.5	280.5	100	280.5	2.3	0.5
조 립	조립불량 가공불량	0.3 0.2	168.3 112.2	60 40	280.5	2.3	0.5
재 수 압	수압불량	0.7	390.3	100	390.3	3.2	0.7
페 인 팅	도장불량	0.1	48.8	100	48.8	0.4	0.1
총 시간(분)					12197	100	
총작업시간(분)					55440		
총loss시간 / 총작업시간 (%)						22	



〈그림－5〉 로스 타임 책임별 비율

로스타임 측정방법결과 〈표－9〉와 같은 값을 얻었다.

〈표－9〉에서 총작업시간 55,440분(11시간×7개조×12) 중에서 로스타임은 22%에 해당하는 12,197분이다.

총 로스타임 55,440분 중에서 조형주입조에 그 책임이 귀속되는 시간은 53.6%로서 6357.6분이며 주물의 재질불량으로 발생하는 수압조의 로스타임은 23.2%로서 2829.7분이다.

또한 면가공에서 발생된 로스타임은 15%로서 1829.6분이며 이외에 리머링, 조립, 재수압, 도장으로 인한 발생시간을 알 수 있다.

로스타임의 책임별 구분을 알기쉽게 나타내면 〈그림－5〉와 같다.

2) 작업효율 결과

작업효율조사 결과, 라지에이터 생산의 7개반의 일별 효율은 〈표－10〉과 같다.

7개조의 평균효율과 조형주입조의 평균효율과 일별 효율은 〈그림－6〉과 같아진다.

4. 문제점 및 대책

4·1 문제점의 파악 및 분석

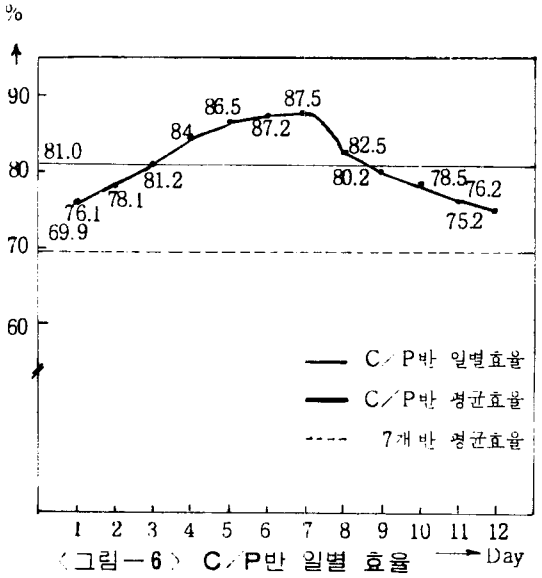
1) 표준시간

작업이 표준화되어 있지 않으면 표준시간이란 존재할 수 없다. 즉, 작업이 불안정하면 표준시간이 설정될 수 없다. 작업이 안정되어 있지 않을 경우에 단지 평균치를 가지고 그 시간이 정상시간 또는 표준시간의 기초로 믿어서는 안된다.

W산업의 경우 작업의 안정도가 낮아 정확한 표준

〈표—10〉 일별 효율(7개반)

일 / 반명	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C/P	76.1	78.2	81.2	84.0	86.5	87.2	87.5	82.5	80.2	78.5	76.5	76.2
H/P	66.0	69.2	71.0	73.8	75.6	75.8	76.2	72.5	69.2	69.0	69.0	65.0
S/F	64.1	67.0	69.1	72.0	74.0	74.1	74.7	60.7	67.2	67.0	67.0	63.2
R/M	64.0	66.8	68.0	71.2	73.0	73.0	73.2	69.1	67.0	66.9	66.9	63.1
A/W	63.9	66.7	68.0	71.1	72.0	73.0	73.1	69.0	67.0	66.8	66.8	63.0
R/P	63.8	66.5	67.0	71.0	72.0	73.0	73.0	69.0	67.0	66.5	66.5	62.0
P	63.8	66.5	67.0	71.0	72.0	73.0	73.0	69.0	67.0	66.5	66.5	62.0



〈그림—6〉 C/P반 일별 효율

시간을 측정하기 어려웠다. 그리고 표준시간마다 물건이 하나씩 완성되어 나온다고 생각하는데, 커다란 과오를 범하고 있었다. 즉, 물건은 정확히는 정상시간마다 1개가 만들어져야 하나 때때로 만들 수 없는 경우도 생긴다.

2) Loss 시간

로스 시간 측정결과 로스 타임의 53.6 %가 조형주입조의 요인들로 인하여 발생되고 있음을 알 수 있으며 그 요인들은 중자 및 조형·모래처리·조형손질 등으로 구성되어 있다.

라지에이터 제조의 요인중에서 가장 비중을 많이 차지하는 조형주입조에 대한 관리의 철저로 조정할 수 있는 것을 문제점으로 삼아 요약하면 다음과 같다.

① 조형주입에 있어서 중자 및 조형 불량으로 총작업시간에 대한 8.3 %의 로스 타임이 발생하고 있다.

② 작업자의 기능부족으로 인하여 발생하는 주형손질이 총작업시간에 대한 2.5 %의 로스 타임이 발생하고 있다.

③ 모래처리가 제대로 되지 않아서 발생된 것은 총작업시간에 대한 1.0 %의 로스 타임이 발생하고 있다.

조형주입에 있어서 중자 및 조형·모래처리·주형손질 등으로 원활한 작업이 이루어지지 않으므로서 총작업시간에 대한 11.8 %의 로스 타임이 발생하고 있는 점에 대하여 검토하였다. 조형주입 작업에 지연이 많았으며 그 원인은 다음과 같다.

① 조형주입조의 계획이 빈약하다.

② 중자 및 조형, 모래처리의 연속적인 작업이 이루어지지 않고 있다.

중자 및 조형작업으로 총작업시간에 대한 로스 타임의 문제에 대한 원인은

① 작업자들이 담당하고 있는 중자 및 조형, 모래처리에 대한 체계적인 기술지식과 교육훈련이 결핍되어 있으므로 작업에 무리가 많다.

② 조형공이 대부분 이론적 뒷받침이 없는 기능공이므로 공정에 유기적인 연결이 안된다.

③ 자동이나 반자동인 기계작업이 아니고 수작업에 의존하며 숙련도가 각기 다르므로 체계가 확립되지 않은 점이 많다.

4·2 대 책

1) 조형주입 연속작업으로 로스타임의 제거

① 최적의 일정계획

중자 및 조형·모래처리·주형손질의 다변화성에 적절한 일정계획을 수립하여 지시하므로서 조형주입의 유기적인 연결로 작업진행시간을 단축시킬 수 있다.

② 연속적 조형작업

조형작업인 중자 및 조형·모래처리·주형손질의 유기적이고 연속작업을 하기 위하여 기술과 숙련도를 고려하여 배치한다.

③ 조형작업의 자동화개선

수작업에 의존하고 있는 조형작업을 적합한 조형

기계(moulding machine)로 대치하므로써 조형시간을 단축시킬 수 있다.

④ 모래처리의 자동화 개선

미숙련공에 의한 손작업에 의존하고 있는 모래처리작업을 자동처리기계로 개선하여 모래의 품질을 높이고 처리시간을 단축시킬 수 있다.

이와 같은 대책으로 조형주입작업의 지연을 줄임으로서 조형주입조의 작업지연을 최대한으로 감소시킬 수 있다.

2) 조형 불량률의 감소

① 조형기술 및 교육훈련의 강화

확실한 조형주입법을 위하여 공학적인 지식과 작업에 대한 애착심을 갖고 작업을 하도록 관리자는 계속적인 교육훈련을 실시하여야 작업자의 의욕을 높여야 한다.

② 고급 기술자와 기능공의 확보 및 예방보전의 강화

라지에이터 제품의 품질향상과 작업공정이 차츰 고도화함에 따라 고급기술자 및 기능공의 확보가 시급히 이루어져야 하며 제품에 대한 예방보전이 하루속히 시행되어야 한다.

이상과 같은 대책으로 조형불량률 및 로스 타임을 감소시켜 조형주입으로 인한 작업지연율 11.8 %(중자 및 조형 ; 8.3 %, 모래처리 ; 1%, 주형손질 ; 2.5 %)를 최대한으로 감소시킬 수 있다.

5. 결 론

W산업의 라지에이터 생산공정을 시간연구의 대상으로서 조사·연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 표준시간을 이용하여 작업효율을 측정할 수 있었다.
2. 로스 타임을 발생시키는 세부적인 원인의 발견과 그 대책을 마련할 수 있었다.
3. 라지에이터 공정에 있어서 로스 타임의 11 % 이상이 조형주입조의 책임으로 가장 많이 발생하였음을 알 수 있었다.

이상과 같이 스톱워치법과 V.T, R을 기초해서 표준시간을 구하고 로스 타임 측정을 시행함으로써 작업효율과 가동성을 향상시킬 수 있으며 나아가서 생산성 향상의 중요한 계기를 마련할 수 있었다.

참 고 문 헌

1) 이순요, 작업관리, 1977.

2) 한국능률협회 역, 작업연구(II), 1974.

3) Barnes, R.M., Motion and Time Study, 6th ed., New York : John Wiley & Sons, 1968

4) Clark, D.D., "The MTM Systems of the World," Technical Papers, New York : LIIE 1972.

5) Gofflief, B., "A fair day's work is anything you want it to be," Journal of I.E., Vol. XIX, No 12, New York : AIIE, 1968.

6) Karger, D.W., and F. H. Bayha, Engineered Work Measurement, 2nd ed., New York: The Industrial Press, 1966.

7) Mundel, M.E., Motion and Time Study, 4th ed., N.J.: Prentice - Hall, Englewood Cliffs, 1970.

8) Riggs, T.L., Production Systems Planning, Analysis, and Contral, New York:John Wiley & Sons, 1970.

9) Howard F.Taylor, Merton C. Flemings, and John Wulff, Foundry Engineering, 4th ed, New York: John Wiley & Sons, 1968.