

## 선박 건조의 생산단위에 대한 Cost Model

김정제  
조선 및 해양공학과

### 〈요 약〉

생산계획 최적화를 도모하기 위하여 선박 조립공정을 구성하는 소 생산단위인 activity에 대한 수학적인 cost model을 수립하는 방법을 제시하였다. 이 cost model의 수립은 실제로 work study 방법을 이용하여 작업자수와 작업시간간의 관계식을 작성하고 marginal costing 개념을 이용하여 해당기업의 연간 총cost를 각 생산자원의 사용량에 분배하여 단위공수 및 단위 시설 사용량에 대한 cost를 산출함으로써 이루어진다. 이 방법을 실제의 한 activity의 예에 적용하여 보고 일반적인 방법을 제시하였다.

---

## A Cost Model for an Activity in Ship Production

Jeong Je Kim  
Dept. of Naval Architecture & Ocean Engineering

### 〈Abstract〉

A methodology of constructing a mathematical cost model for an activity constituting ship hull assembly process is proposed. The relationship between number of workers and processing time required for an activity can be formulated using a work study method, then manhours and shop floor area-hours required are calculated accordingly. The costs for unit manhour and unit ship floor area-hour respectively is calculated by distributing the overall annual cost of the company to the overall production resources consumed during the year. A general procedure of implementing the methodology has been demonstrated through a test on an example activity drawn from a real process.

---

## 1. 서론

상업적인 기업의 궁극적인 목적은 기업운영을 통한 이윤을 추구하고 또 이윤을 통하여 기업의 영속성을 유지하는 것이다(1). 기업운영의 성공여부는 운영을 통하여 얻어지는 이윤 혹은 결손의 크기에 따라 결정된다. 생산업체로서의 조선공업에서는 생산관리는 궁극적으로 기업 이윤을 높이는 방향으로 수행되어야 한다.

생산은 생산자원을 투입하여 유용한 상품으로 전환하는 수단이다(2). 생산관리를 통하여 기업 이윤을 높이는 길은 생산원가(cost)를 줄이는 일이며 이 생산원가는 투입된 자원들의 생산성에 의해 결정된다. 생산자원은 재료, 시설, 노동력 및 자본을 의미하며 (3), (4), 주어진 상품의 생산을 위하여 투입된 이들의 양이 생산원가를 유발한다. 그러나 네가지 자원 모두가 생산관리의 노력으로 직접 관리할 수는 없고 노동력과 시설이 직접 관리 대상이 된다. 노동력의 생산성을 높이는 일은 주어진 생산단위에 투입되는 공수를 줄이는 것이며 이에 따라 노동행위로 발생하는 기타 자원의 사용량도 줄게 된다. 생산용량을 의미하는 시설의 생산성을 높이는 일은 주어진 시설로서 보다 많은 재료를 처리하는 것이며 이에 따라 시간적으로 묵이게 되는 기타 자원의 사용량도 줄게 된다.

이 두 생산자원은 각각에 대하여 독립적으로 그 생산성을 높이기 위한 노력이 필요하나 궁극에는 이 두 자원의 생산성 향상에 상호 상충되는 문제에 봉착한다. 주어진 생산단위에 대하여 투입되는 작업자의 수를 증가시키면 작업시간이 단축되어 시설의 사용량이 감소하나 작업자의 능률이 저하되어 소요공수는 증가하므로 이 두 소요자원량을 원가로 환산하면 오목형(凹) 곡선을 그리게 된다(5). 이 원가 곡선(즉, cost model)은 원가를 최소로 하는 최적생산계획에 있어서 필요한 기본 tool이 되며 일반생산 관리자에게는 원가 인식에 의한 관리를 수행할 수 있는 중요한 자료를 제공하게 된다. 이 cost model을 수립하는데는 그 대상 생산의 특성이나 사용목적에 따라 여러가지 요인들이 영향을 주게 되므로 실제 수립하는 일은 간단하지 않아 선박건조공정에 대하여는 실제 수립한 실적은 없고 다만 개념적으로 인용되어 왔다.

생산단위는 생산관리의 방침에 따라 여러가지의 크기로 사용되거나 생산관리상의 작업내용으로서의 최소단위를 통상 activity로 정의한다. 한 activity는 한 작업자 팀이 계속 작업으로 수행할 수 있도록 정하여 진다.

본 연구에서는 선박조립공정을 구성하는 간단한 activity의 예를 통하여 cost model을 수립하는 일반적인 방법을 제시하고자 한다.

## 2. Cost model

Model은 단순히 실제의 현상을 대변하도록 표현한 것을 의미하며, 수학적인 cost model은 관리변수에 대한 경제적인 영향의 기동을 수학적인 식으로 표현해 놓은 것이다(6). 물론 그 기동은 도식적으로 표현할 수도 있다. 그러나 생산계획 등 실제 업무에 능률적으로 사용하기 위하여는 수학적인 표현이 훨씬 더 편리하게 된다. 선박조립공정을 구성하는 activity에 대하여 그 관리변수는 투입되는 작업자의 수로 잡을 수 있으며 cost model은 작업자수의 변에 따른 원가의 변동관계식으로 표현된다. 한 생산단위에 대한 cost model에는 그 생산으로 발생하는 전체원가를 다 대상으로 포함시킬 필요는 없고 관리변수의 변화에 연동하여 변하는 성분만을 대상으로 하면 충분하다. 작업자의 수를 변수로 한 cost model은 생산에 투입되는 재료, 노동력, 시설 및 자본의 네 자원들 중 재료와 자본의 사용량은 작업자수의 변화에 직접 연동되지 않는다. 따라서 한 activity에 대한 원가는 이에 소요되는 노동력의 사용량과 시설의 사용량으로 유발되는 비용으로 구성되며 그 기동은 Fig. 1과 같은 형태로 나타난다.

노동력의 사용량은 투입되는 작업자의 공수로서 산출된다.

시설의 사용량의 산출은 조립공정에는 여러 종류의 시설과 장비가 있고 주어진 작업을 위하여는 여러시설이 직접 및 간접으로 사용되므로 개개의 시설 및 장비의 사용량을 산출하여 사용비용으로 환산하는 일은 매우 어렵다.

그러나 실제로 조립공장내의 모든 시설과 장비는 공동으로 활용되고 이들이 종합하여 시설용량을 결정하게 되므로 이들을 대표할 수 있는 한 공통시설을 선택하여 사용할 수 있다. 조립공장 은 모든 시설이 일단 주어진 상태에서는 정반면

적이 시설의 용량을 대표한다고 볼 수 있다. 조립공장의 시설의 생산성은 정반의 회전을로서 평가하고 관리하는 것이 통례이기도 하다.

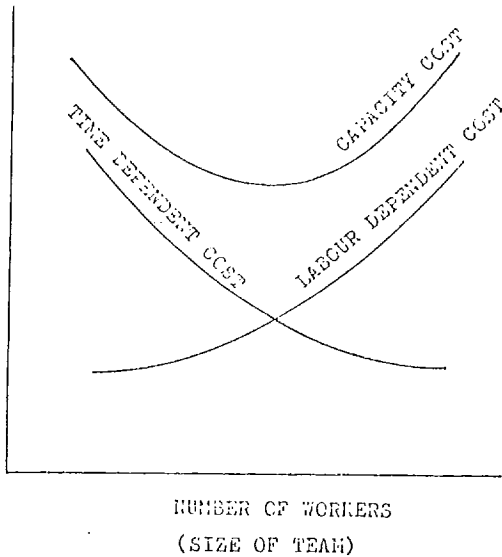


Fig. 1. Behaviours of costs

따라서 조립공정에서의 한 activity를 위한 시설의 사용량은 해당 조립블록이 기간중 필요로 하는 정반면적의 사용량 점유시수로 택했다.

한 activity에 대한 cost는 다음과 같은 식으로 정의할 수 있다.

$$\text{Cost} = C_1 \times \text{MH} + C_2 \times \text{AH} \quad (1)$$

단, Cost: Activity로 유발되는 원가(원)

MH: Activity 수행을 위한 작업자의 소요공수 (Manhours)

AH: Activity 수행을 위해 소요되는 정반면적의 점유시수 (M<sup>2</sup>-hours)

C<sub>1</sub>: 노동력의 공수당 비용(원/Manhour)

C<sub>2</sub>: 정반면적의 점유시수당 비용(원/M<sup>2</sup>-hour)

이 cost model을 만드는 일은 주어진 activity에 대한 투입작업자수와 소요작업시간간의 관계식을 구하는 일로부터 시작된다. 이 관계식으로 부터, 작업자수와 작업시간으로서 소요공수를 산출할

수 있고 또 작업시간과 이에 필요한 정반면적으로서 소요시설의 사용량을 산출할 수 있다. 그 다음에는 산출된 공수와 시설사용량 각각에 대한 비용을 산출함으로써 cost model을 완성하게 된다. 이 비용의 산출에는 이 노동력과 시설 사용으로 인하여 직접 및 간접으로 유발되는 모든 비용이 고려되어야 하며 그 중 이 두 자원의 사용량의 증감에 따라 연동하여 변하는 비용 성분 즉, 연동 비용만이 실제 필요한 산출의 대상이 된다. 이를 위하여는 적절한 원가분석 기법이 사용되어야 한다.

따라서 다음 두장에 걸쳐 각각,

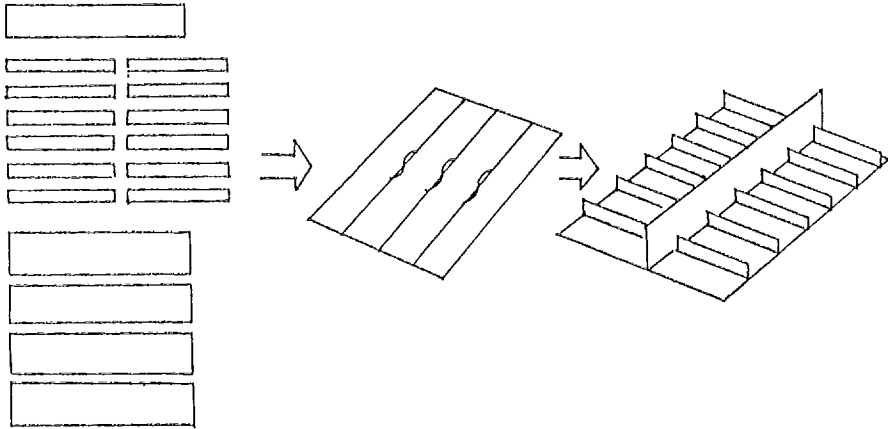
- 한 Activity에 대한 작업자수와 작업시간간의 관계식의 수립과,
- 소요공수와 시설사용량에 대한 연동비용의 산출을 위한 방법을 고안하고자 한다.

### 3. 작업자수와 작업시간간의 관계식

한 activity에 대한 작업자수와 작업시간간의 관계식은 실제의 연동관계를 분명하게 나타낼 수 있고 또 이용하기에 편리하도록 간단하게 표현되어야 한다.

이 관계식의 수립은 먼저 work study (혹은 motion study) 방법을 사용하여 필요한 자료를 준비하는 일로부터 시작된다. Work study 방법(7)에 따라 activity의 작업내용은 여러개의 작업요소(work element)로 분해되며 각 작업요소에 대한 소요작업시간을 실제 작업중에 측정하여 얻게 된다. 이 자료로서 그 activity를 수행하기 위한 작업공정을 network로 설계함으로써 투입되는 작업자수의 변화에 따른 작업시간의 변동하는 성격을 파악할 수 있게 된다. 이 관계식은 실제 선박조립공정을 구성하는 한 activity의 예를 우선 선택하여 유도하여 보겠다. Fig. 2와 같은 형태로 조립되는 소형화물선의 간단한 한 선저블록의 조립은 판계, 판계용접, 형강취부 및 형강용접의 네 activity로 이루어진다.

이 중 형강취부 activity에 대하여 작업자수와 작업시간간의 관계식을 유도하고자 한다.



관계 > 관계용접 > 형강취부 > 형강용접

Fig. 2. Fabrication procedure of a single-bottom unit

이 관계식의 유도는 다음의 다섯단계로 수행된다.

1 단계 : 작업분해 (work breakdown)

현재 모 조선소에서 시행되는 작업방식에 따라 형강취부 activity의 작업내용은 Table 1에 보인바와 같이 12개의 작업요소로 분해된다. 이 작업요소들은 각각 한 작업 team이 연속적으로 수행할 수 있도록 정의된 작업단위이다.

2단계 : 시간측정

위의 정의된 각 작업요소의 작업시간을 실제 작업중에 측정한다. 작업시간 측정에는 그 조선소의 관리상의 표준이 되는 작업자수가 투입됐을 때의 작업을 택함으로써 자료의 신뢰성을 높일

수 있다. 또 자료의 수집은 반드시 정해진 블록의 정해진 activity에 대한 것으로 한정할 필요는 없다. 유사한 블록의 유사한 작업조건을 가진 다른 작업장에서 행하여진 동일 작업요소에 관한 자료도 동일한 가치를 가지고 사용할 수 있다. 따라서 work study 방법을 사용할경우 한 작업공장내에서 행하여지는 모든 Activity를 구성하는 작업요소들을 추출하여 일정한 기간을 가지고 적당한 때에 측정하여 정리하여 놓고 사용하게 된다. Table의 제3열에 수록된 시간들은 2명의 작업자가 투입됐을 때 측정된 값들이다.

Table 1. Breakdown of a "Fair and tack" activity

작업요소번호	작업요소	시간(분) (2명 작업자)	고정시간 혹은 가변시간
1	작업지시 수령	4.98	F
2	공구 및 장비 수집	3.06	F
3	작업환경 확인	2.58	F
4	공구 및 장비 배치	1.26	V
5	크레인으로 형강재 운송	4.80	F
6	형강재 지지봉 수집	2.64	V
7	형강재 지지봉 설치	8.55	V
8	크레인으로 형강재 배치	16.60	F
9	형강재 설치(수동)	4.95	V
10	취부용 치구 수집	2.26	V
11	형강재 페어링 및 취부	34.65	V
12	확인 검사	2.70	F
	총 시간	89.41	
	총 공수	178.82	

3단계 : 고정시간 혹은 가변시간의 분류

각 작업요소는 그 성격을 검토하여 고정시간 요소 혹은 가변시간 요소로 분류하며 Table 1의 4열에 수록되어 있다. 작업자수를 증가시키면 이에 역비례로 작업시간이 감소하는 작업요소는 가

변시간 요소(V)로 분류하고 작업자수를 증가시켜도 작업시간 감소에 별로 기여하지 못하는 작업요소는 고정시간요소(F)로 분류한다. 예를 들어 "크레인으로 형강재 운송"은 작업자수를 증가하여도 작업시간이 별로 감소하지 않고 그 작업을 위하여 한대 이상의 크레인을 동원하는 것도 현실적으로 타당하지 않으므로 고정시간요소로 분류된다. "형강재 지지봉 설치"는 수동으로 이루어지고 작업자수의 역비례로 작업시간이 감소하는 것으로 볼 수 있고 따라서 가변시간요소로 분류된다. 그러나 모든 작업요소가 항상 고정시간요소나 가변시간요소로 분명하게 구분되는 것은 아니고 때로는 준 가변시간요소도 존재한다. 이런 경우는 작업환경과 실제 적용상태 타당성이 있는 작업자수의 범위내에서 성격을 정의하여 분류할 수 있다. 예를 들어 "형강재 지지봉의 수집"은 분명하게 분류하기 곤란하다. 만약 지지봉

들이 미리 준비되어 어느 장소에 잘 정리되어 있어서 필요한 양을 1회 운반으로 수행할 수 있다면 그 작업시간은 고정으로 볼 수 있을 것이고 만일 그 지지봉들을 이곳저곳에서 찾아서 손으로 운반하여야 하는 경우에는 가변시간으로 될 것이다. 예제에서는 후자를 적용하였다.

4단계 : Network 작성

위에서 얻어진 12개의 작업요소들로서 그 activity를 수행하기 위한 공정을 network로 Fig. 3과 같이 작성한다. 각 작업요소 번호의 위에 표시된 숫자는 두명의 작업자가 투입됐을 때의 작업시간을 의미한다. F기호는 고정시간요소를 의미하고 기호가 없는 것은 가변시간 요소를 의미한다.

5단계 : 공정구획 설정

위의 network를 몇개의 연속된 공정구획으로 나눈다. 각 구획은 고정시간구획 혹은 가변시간구획으로 되도록 조정하여 설정한다. 몇개의 연속된 고정시간 작업요소로 이루어진 구획은 고정시간 공정구획으로 되며 가변시간 요소들만으로 구성되는 구획은 가변시간 공정구획으로 된다. 한 공정구획이 몇개의 고정

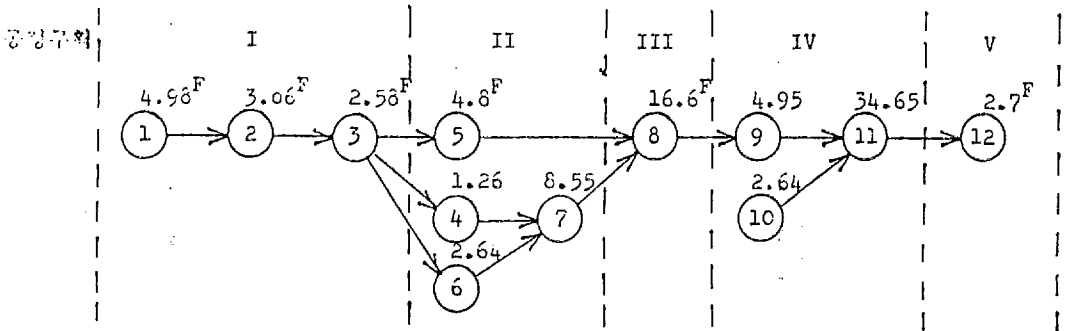


Fig. 3. Network for a "Fair and tack" activity

공정구획 시간 작업요소를 포함하고 있더라도 이들 작업이 병행하여 수행될 수 있는 경우에는 작업자수의 어느 범위내에서는 가변시간의 성격을 가지게 되며 준 가변시간 공정구획으로 분류된다. 이와 같은 원칙에 따라 Fig. 3의 network은 연속된 다섯개의 공정구획으로 분리할 수 있다.

두번째 구획을 제외한 모든 구획은 고정시간 공정구획이거나 가변시간 공정구획을 이루고 있다. 두번째 구획은 하나의 고정시간 작업요소를 포함하고 있는 준 가변시간 공정구획으로 되어있고 그 작업시간은 두 영역으로 나누어 정의할 수 있다. 즉 작업시간은 작업자수가 7명 미만의 영역

에서는 가변이고 7명 이상의 영역에서는 그 공정구획내에 4.8분의 고정시간을 가진 작업요소가 있으므로 4.8분으로 고정이다. 이 activity의 작업시간은 모든 공정구획 작업시간의 합으로 이루어지고 Table 2에 보인바와 같이 작업자수의 두 영역에 대해 각각 다르게 표현된다. 고정시간 공정구획시간의 합이 그 activity의 고정시간이 되며 가변시간 공정구획시간의 합이 그 activity의 가변시간이 된다. 따라서 예의 형강취부 activity의 작업시간은

가용 작업자수의 영역을 2-10명으로 할 때 다음 식과 같이 두 영역으로 나누어 표시될 수 있다.

$$t = 29.92 + 59.49 \times \frac{2}{m} \text{ When } 2 \leq m < 7$$

$$= 34.72 + 42.24 \times \frac{2}{m} \text{ When } 7 \leq m \leq 10 \quad (2)$$

단, t = activity  
m = 작업자 수

Table 2. Processing time for each process partition

공정구획 번호	I	II	III	IV	V	계
작업자수 영역						
m < 7	10.62 <sup>F</sup>	17.25	16.60 <sup>F</sup>	42.24	2.70 <sup>F</sup>	29.92 <sup>F</sup> + 59.49
m ≥ 7	10.62 <sup>F</sup>	4.8 <sup>F</sup>	16.60 <sup>F</sup>	42.24	2.70 <sup>F</sup>	34.72 <sup>F</sup> + 42.24

이상의 한 activity의 한 예를 검토하여 보았으나 일반적인 activity는 그 특성에 따라 마지막 단계에서 얻어지는 network의 공정구획이 여러가지의 형태로 나타날 수 있다. activity에 준 가변시간 공정구획이 포함되어 있을 경우는 예제에서 보인바와 같이 그 준 가변시간 공정구획의 가능한 최소작업시간은 그 구획에 포함된 최대 고정작업요소의 작업시간으로 제한된다. 그 activity의 작업시간은 그 최소작업시간에 필요한 작업자수를 경계로 그 이상의 범위에서는 고정작업시간의 성격을 가지고 그 이하의 범위에서는 가변작업시간의 성격을 가지게 되는 두 영역으로 분리하여 표현된다. 따라서 n 개의 준 가변시간 공정구획을 포함하는 activity는 n+1 개의 영역으로 분리하여 표현할 수 있으며 그 일반적인 관계식은 다음과 같이 표현된다.

$$t = \Sigma t_{f1} + \Sigma t_{v1} \times \frac{m_0}{m} \text{ when } m_{\min} \leq m < m_1$$

$$= \Sigma t_{f2} + \Sigma t_{v2} \times \frac{m_0}{m} \text{ when } m_1 \leq m < m_2$$

..... (3)

$$= \Sigma t_{fn+1} + \Sigma t_{vn+1} \times \frac{m_0}{m} \text{ when } m_m \leq m \leq m_{\max}$$

단, t:activity의 작업시간  
m:작업자 수(변수)

m<sub>0</sub>:work study로 시간을 측정할 당시의 작업자 수  
Σt<sub>f1</sub>, Σt<sub>f2</sub>:고정시간 공정구획들의 작업시간의 합  
Σt<sub>v1</sub>, Σt<sub>v2</sub>:가변시간 공정구획들의 작업시간의 합  
n: 준 가변시간 공정구획의 수  
m<sub>min</sub>, m<sub>max</sub>:실제 적용 가능한 m의 범위  
m<sub>1</sub>, m<sub>2</sub>, --:준 가변시간 공정구획의 가능한 최소작업시간을 결정하는 m  
작업시간이 이와같이 정의될 때 그 activity에 소요되는 작업자의 공수는 다음과 같이 산출된다.

$$MH = t \times m \quad (4)$$

또한 그 activity에 소요되는 시설의 사용량은 정반면적을 시설의 파라미터로 택할 때 다음과 같이 산출된다.

$$\Delta H = \Lambda \times t \quad (5)$$

단, A:조립블록이 차지하는 정반면적(m<sup>2</sup>)

#### 4. 단위자원 사용량에 대한 비용

이 장에서는 (1)식으로 주어진 cost model의 계수C<sub>1</sub>과 C<sub>2</sub>, 즉 노동력과 시설의 단위 사용량에 대한 비용을 구하는 방법을 제시하고자 한다.

작업자의 단위공수당 비용은 그 기업이 발생하는 전체비용 중 단위공수 소모가 부담해야할 부

분을 의미하며 정반면적의 단위m<sup>2</sup>-hour당 비용도 같은 형태로 정의된다. 따라서 이 단위자원 소모량에 대한 비용은 기업의 연간 전체비용을 기간 중에 소모된 모든 자원의 소모량에 합리적인 방법으로 배당함으로써 구해질 수 있다. 각종 비용은 가치(Value)의 희생을 의미하며 (8) 적당한 원가분석 방법으로 구할 수 있다. 여러가지 원가분석 방법중 한계비용산정법(marginal costing) (9) 이 본 연구의 목적에 가장 적당한 개념을 제시하고 있다. 이 방법은 원래 동일상품을 다량으로 생산할 수록 생산단가는 감소하는 사실로부터 발상하여 상품의 생산량과 단위상품당 비용의 관계를 구하는 방법을 제시하고 있다. 이 방법에서는 모든 비용은 가변비용과 고정비용으로 분리된다. 가변비용은 생산활동의 크기에 비례하여 증가하거나 감소하는 비용을 의미하며 고정비용은 때로는 시간비용이라고도 부르며, 생산활동의 크기에 영향을 받지 않고 시간의 흐름에 비례하여 증가하는 비용을 의미한다. 단자원의 사용량에 대한 비용은 이 한계비용산정법의 개념을 이용하여 두 단계로 산출할 수 있다. 먼저 기업의 연간 전체비용을 각 사용자원별로 분배하고 다음에 각 자원별 비용을 해당기간 동안 사용된 자원의 사용량에 분배함으로써 구해진다.

1) 비용의 자원별 분배

연간 전체비용은 재료의존비용, 노동력의존비용 및 시간의존비용 (즉, 고정비용)으로 분류할 수 있다.

- 재료의존비용: 이것은 사용된 재료(원료)로 인하여 직접 및 간접으로 유발되는 가변비용로 사용되는 재료의 양에 따라 비례하여 증감하는 원가성분을 의미한다. 재료의 구매비 및 사내외에서의 운반비용이 직접 유발되는 비용이며 재료의 저장비용, 설계비용 (설계용량이 가변인 경우) 등이 간접적으로 유발되는 비용에 해당된다.
- 노동력의존비용: 이것은 노동력의 사용으로 인하여 직접 및 간접으로 유발되는 가변비용으로서 소요공수의 양에 따라 증감하는 원가성분을 의미한다. 작업자의 임금과 보너스등이 이에 직접 해당되며 복지비용, 관리자의 관리비등은 간접으로 유발되는 비용에 해당된다.
- 시간의존비용(고정비용): 이것은 사용된 재료

나 노동의 양에 관계 없이 시간의 흐름에 따라 비례하여 유발되는 비용이다. 시설의 감가상각비나 유지보수비와 같은 장기적인 고정비용, 보험제급, 행정상의 비용등 운영상의 비용 및 연구 개발비, 광고비 등과 같은 기업 운영 계획과 관련된 비용등이 이에 해당된다.

이와 같은 원가성분은 기업의 회계장부에 나타나는 항목들로부터 구해야 한다. 위에 분류된 비용 중 직접재료비와 직접노동임금은 회계장부에 직접비용으로서 독립적인 항목으로 분명하게 나타난다. 따라서 위의 원가성분들을 구하는 일은 실제로 간접비(overhead)를 어떻게 각 자원 의존비용으로 분배하느냐 하는 문제로 집약된다. 간접비 중에는 한 자원 사용량의 증가에 따라 직선적으로 증가하는 것도 있고 곡선적으로 증가하는 것도 있으며, 또 부분적으로 고정적이고 부분적으로 가변적인 것도 있다. 또, 기업의 관리방침에 따라 고정적이 되거나 가변적이 되는 것도 있다. 예로 전기 사용량은 재료의 증가에 따라 증가하나 직선적으로 증가하지는 않는다. 설계비용은 설계요원을 고정시키고 산업에 대한 추가지급이 없이 운영한다면 완전히 고정비용이 되나 설계원을 유동적으로 운영하거나 외주의존이 있는 경우는 부분적으로 재료의 사용량에 비례하게 된다. 이러한 비용 항목들로부터 자원별 의존비용 성분을 뽑아내는 주어진 기준은 없다. 그러나 이러한 비용들은 그 성격을 관찰하고 기업의 운영환경을 고려하여 해당자원의 기여비중을 추정하여 각 자원에 분배함으로써 생산계획의 최적화 목적을 위하여 충분히 유용한 자료를 얻을 수 있는 것으로 생각된다. 따라서 간접비의 각 항목별 비용을 재료의 기여도, 노동력의 기여도 및 시간의 기여도의 비율을 추정하여 각 자원에 분배하여 각 자원별 의존비용을 산출하였다. 모 기업의 연간 간접비를 각 자원에 배하여 각 자원별 의존비용을 산출한 예를 Table 3에 보였다.

2) 비용의 단위자원 사용량에 분배

다음은 위에서 산출된 각 자원의존 비용을 해당자원의 연간사용량에 분배하는 일이다. 세 자원의존 비용들 중 노동력의존비용과 시간의존비용만이 본 연구에서 수립하고자 하는 cost model에 필요하다. 연간 노동력의존 간접비용을 단순히 기간중 사용된 총 공수로 나누므로써 단위공

수당 노동력 의존 간접비용은 간단히 얻어진다. 예의 기업의 경우 단위공수당 노동력의존 간접비용은 기업의 총 작업자수 1,884명, 연간 210일 작업 및 1일 8시간 작업을 적용하여,

$$\begin{aligned} \text{단위공수당 노동력의존} \\ \text{간접비용} &= \frac{2,369.6 \times 10^6 \text{원}}{1,884 \text{명} \times 210 \text{일} \times 8 \text{시간}} \\ &= 749 \text{원/manhour} \end{aligned} \quad (6)$$

직접노임 6,400원/manhour를 적용하면,

$$\begin{aligned} \text{단위공수당 노동력의존비용}(C_1) \\ &= 6,400 \text{원/manhour} + 749 \text{원/manhour} \\ &= 7,149 \text{원/manhour} \end{aligned} \quad (7)$$

연간 시간의존비용은 모든 생산시설의 연간 사용량(facility-hours)에 배분하여야 한다. 시설에는 여러종류의 것들이 있어 각각의 단위사용량에 대한 비용은 다르게 정의될 수 있으나 각 시설의 시간의존비용은 그 시설의 자산가치(current value)에 비례하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 연간 시간의존비용은

Table 3. Overhead accounts and distributions

(x10<sup>6</sup>원)

항 목	비 용	배 정 비 율			노 동 력 의 존 비 용	시 간 의 존 비 용	재 료 의 존 비 용
		%	%	%			
1 간접노임	4,160	0	50	50	0	2,080	2,080
2 생산관리비							
직반장	1,174	100	0	0	1,174	0	0
생산직원	364	0	100	0	0	364	0
3 행정비							
직원	2,120	25	50	25	530	1,060	530
관리자	1,076	0	100	0	0	1,076	0
4 시설유지비	1,200	0	50	50	0	600	600
5 간접생산재료비	412	0	0	100	0	0	412
6 공통소모비							
가스	146	10	20	70	14.6	29.2	102.2
전기	586	0	20	80	0	117.2	468.8
물	72	50	0	50	36	0	36
난방	292	0	100	0	0	292	0
7 전산비	400	0	50	50	0	200	200
8 사무실비	400	25	50	25	100	200	100
9 노사관계비	700	70	30	0	490	210	0
10 경상비용	3,400	0	100	0	0	3,400	0
11 금융비	106	0	100	0	0	106	0
12 기타경비	100	25	50	25	25	50	25
계	16,708	(14	59	27)	2,369.6	9,784.4	4,554

시설의 자산가치 비율에 따라 가공공장, 조립공장, 선대, 의장공장등 각 생산공장에 먼저 분배하고, 본 연구에서 택한 조립공장에 대하여는 연간 조립공장의존비용을 연간 정반면적 사용량으

로 나누므로서 단위면적 사용량(m<sup>2</sup>-hours)에 대한 비용을 산출하는 것으로 하였다. 예의 기업에 대한 시간의존비용의 공장별 배분예를 Table 4에 보였다.



Table 4. Distributions of time-dependent Overhead

생산 공장	시설가치 (x10 <sup>6</sup> 원)	분배배율 (%)	시간의존 간접 cost (x10 <sup>6</sup> 원)
총 계	47	100	9,784.4
현도 공장	1	2.1	205.5
가공 공장	8	17	1,663.4
조립 공장	12	25.5	2,495
선대	20	42.6	4,168.2
기관의장공장	4	8.5	831.7
선체의장공장	2	4.3	420.7

이 기업의 조립공장의 정반면적 9056m<sup>2</sup>, 연간 210일 작업, 1일 8시간 작업을 적용하면

단위정반면적사용량당

$$\text{비용 } (C_2) = \frac{2,495 \times 10^6 \text{원}}{210 \text{일} \times 8 \text{시간} \times 9056 \text{m}^2}$$

$$= 164 \text{원/m}^2\text{-hour} \quad (8)$$

따라서 예의 형강취부 activity에 대한 비용은 이상의 자료들을 종합하여 얻어진다. 즉, 조립블록이 차지하는 정반면적 (Λ) 140m<sup>2</sup>를 적용하고 식 (2)를 식 (4)와 (5)에 대입하고 다시 식 (4), (5), (7), (9)를 식 (1)에 대입하면 cost는 다음과 같이 정리된다.

$$\text{Cost} = 3,565m + \frac{45,530}{m} + 25,625 \text{원}$$

When  $2 \leq m < 7$

$$= 4,137m + \frac{32,328}{m} + 23,352 \text{원}$$

When  $7 \leq m \leq 10$  (9)

이 식을 m에 관해 미분하여 최소 cost를 주는 작업자수는 4명임을 얻을 수 있다.

### 5. 검토 및 결론

선박건조에 있어서의 소 생산단위에 대한 cost model은 투입 작업자수를 변수로하여 수립함으로써 생산계획 최적화의 도구를 마련하게 된다. 이 cost model 수립을 위한 작업자수와 작업시간간의 관계식은 대상 activity에 대하여,

- 작업분해
- 분해된 작업요소에 대한 시간측정
- 작업요소에 대한 고정시간 혹은 가변시간의 분류
- activity 수행을 위한 network 작성,
- 이 network로 고정시간, 가변시간 혹은 준가변시간의 성격을 가진 공정구획을 설정하여 작성할 수 있다.

또 이 cost model을 위한 단위소요공수 및 단위시설 사용량에 대한 원가성분들은 한계비용산정법의 개념을 이용하여

- 연간 총비용을 생산자원별로 분배
- 자원별비용을 해당자원의 연간 사용량에 분배하여 산출할 수 있다.

이 제안된 방법은 작업표준화가 정착된 공정에 적용할 수 있으며 그 신뢰도는 work study로 측정하여 정리된 작업시간의 정확성에 의존된다. 제안된 방법의 실용화를 위하여는 체계적인 work study 방법의 개발이 필요하겠다. 본 연구에서 제안된 방법만으로는 생산관리상의 최소 작업단위에 대한 최적 작업인원을 찾아 내는 데 그친다. 그러나 시간의 흐름에 따라 계속 변하는 activity 군으로 진행되는 실제의 생산환경에서 개개의 activity에 개별적으로 최적인원을 배정하기는 현실적으로 곤란하다. cost model의 실용화를 위하여는 여러개의 activity로 구성된 한 생산단위 (즉, 한 작업장 혹은 공장부에 해당하는)의 수행을 전체적으로 최적화할 수 있는 cost model의 개발이 요망된다. 이 일에는 전산기 기능을 활용하는 것을 생각할 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- (1) Broom, H. N. ; "Production Management" ; Richard D. Irwin Inc. 1962.
- (2) Ruffa, E. S ; "Modern Production/Operations Management" John Wiley and Sons, 1983.
- (3) Wild, Ray. ; "Production and Operations Management", Holt, Rinehart and Winston, 1979.
- (4) Burbidge, J. I. ; "The Principles of Production Control", MacDonal and Evans Ltd, 1968.
- (5) Kuijper, G, Pannevis, M. A. ; "Aspects of Cost from the Shipbuilder's Point of View - Operation Research-", Symposium "Development in Merchant Shipbuilding" 30.5. '72-2.6. '72, Delft University of Technology.
- (6) Wilson, Alan J. ; "Economic Response Models in Computer Aided Building Design", Computer Application in Production and Engineering, North-Holland Publishing Company, IFIP, 1983.
- (7) International ; "Introduction to Work Study" Atar Geneva, 1965 Labour Office.
- (8) Baker and Jacobsen ; "Cost Accounting-A Manageral Approach", Mcgraw-Hill Book Company, 1964.
- (9) Bigg, W. W. ; "Cost Accounts", MacDonal and Evans Ltd, 1963.