

설계평가를 위한 제조비용산정 시스템

박홍석*(울산대 기계공학과), 이규봉(한국생산기술연구원)

Cost Estimation System for Design Evaluation

H. S. Park*(Mech. Eng. Dept., UOU), G. B. Lee(KITECH)

ABSTRACT

For estimation manufacturing cost during the early design stage, designers have to know composition of manufacturing cost. Manufacturing cost is summation of material cost and processing cost. To be able to control the manufacturing cost, it is necessary to estimate the costs adequately and to store the cost data in a generic way. a generic system, which is the basis for the control of the production costs, takes into account geometric information, material information, process information and production planning information. Manufacturing cost is summation of material cost and processing cost.

Key Words : Estimation manufacturing cost(제조비용산정), Geometric information(형상정보), Material information (재료정보), Process information(가공정보), Production planning information(공정계획정보)

1. 서론

오늘날 판매가격은 또 하나의 경쟁력이 되었다. 제품에 대한 정확한 비용예측은 기업의 이윤과 더 나아가 그 기업의 지속적인 성장에도 영향을 미친다. 이런 비용의 예측을 위해서는 우선 비용이 어떻게 구성되어있는지를 알아보아야 할 것이다. 판매가격을 구성하는 비용에는 여러 가지 비용이 있겠지만, 이들 중에서 가장 큰 비율을 차지하는 제조비용(약 70%)이 어떻게 구성되어 있는지 알아보아야 한다.⁽¹⁾

제조비용에 영향을 주는 인자들은 많다. 이렇게 많은 인자가 제조비용에 얼마나 영향을 미치는지를 일일이 열거하는 것은 그리 쉬운 일이 아닐 것이다. 또한 예측된 제조비용 또한 예측하는 사람이 기업의 특성에 맞는 인자들을 얼마나 잘 선택하는가에 따라 다른 값이 산정될 것이다. 여기서는 다양한 인자들을 크게 자재비용, 가공비용, 제조부가비용으로 분류하고 체계화할 것이다.⁽²⁾

체계화가 이루어지고 나면 제조비용산정을 위한 알고리즘을 생성할 수 있다. 이 알고리즘의 큰 두 가지는 재료의 질량으로 이루어진 자재비용과 직접 가공시간을 이용한 가공비용이다.

이 알고리즘을 바탕으로 하여 제조비용을 산정

할 수 있는 시스템이 구현되어질 수 있다. 이렇게 구현된 시스템은 설계 초기에 제품의 제조비용을 제시함으로써 설계를 평가하는 방법으로도 사용이 가능할 것이다.

그리고 이때 구해진 여러 정보들을 DB화하여 다음에 발생하는 비슷한 설계에서는 이를 이용하여 비용예측의 시간을 줄이는데 그 궁극적인 목적이 있다.

2. 제조비용의 구성

2.1 자재비용

자재비용은 제품을 제조하기 위한 재료의 구입은 물론 이후 발생하는 보관, 수송, 관리, 재료가 저장되는 동안의 이자비용의 부가비용을 포함한 재료 전반에 걸친 비용을 말한다. 이는 원재료를 구입하는데 드는 순수자재비용과 그 외의 자재부가비용으로 나눌 수 있다.(그림 1)

순수자재비용은 제품의 주재료를 구입하는데 드는 비용이다. 원자재를 그대로 사는 경우도 있지만 보통의 경우는 특정 표준품을 구입하거나 부품의 일부분을 협력업체에게 하청을 주어 생산하게 한다. 이 같은 결정은 디자인 단계에서 미리 제조비용을 산출해보고 결정하게 된다.

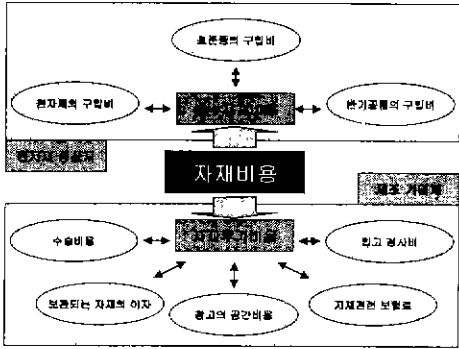


그림 1. 자재비용의 구성

자재부가비용에는 저장을 위한 창고의 공간비용, 수송비용, 입고 검사비용, 재료 저장에 따른 이차, 각종 재료의 보험료등으로 이루어진다. 자재부가비용을 구성하는 각각의 인자에 대해서 부품을 해당 비용을 매번 구하는 것은 시간적인 측면에서 효과적이지 못하다. 그래서 예년의 평균적인 수치를 이용하여 구하고자 한다.

2.2 가공비용

가공비용은 재료의 가공전에 걸쳐 소요되는 비용이다. 이를 구분하여 보면 순수가공비용, 가공부가비용, 가공지원비용으로 나눌수가있다.(그림 2)

순수가공비용이란 한 개의 부품을 가공하는데만 드는 비용이다. 순수가공비용은 가공을 준비하는데 사용되는 가공준비비용과 가공이 이루어지는 가공수행비용으로 나뉘어진다.

가공준비비용은 공작기계에 공구나 치공구를 장착·탈착을 위해서 또는 작업중 여러 가지 이유로 인하여 도면의 해석이 필요한 경우가 발생하는데 대한 비용이다. 가공준비비용은 다시 기계의 작동비용, 작업자의 인건비용, 공작기계 외의 비용으로 구분될 수 있다.

기계비용은 기계의 구입비, 폐기시 잔존가치, 기계를 구입한 후 발생하는 감가상각비, 기계를 구입한 비용에 대한 이차비용, 기계를 설치하기 위한 공간비용, 기계의 고장을 수리하기 위한비용, 작동시키기 위한 에너지 비용과 기계를 작동시키기 위해서 사용되는 여러 보조재료의 구입비로 구성되어 있다.

인건비용은 직접 가공을 하는 작업자의 임금이 다. 작업자의 숙련도와 전문성에 따라 각기 다른 임금 그룹을 이룬다.

공작기계 이외의 비용에는 가공을 위한 공구나 지그를 창고로부터 작업장으로 운반하는 비용과 치

공구 Station에서 팔레트에 장착·탈착하는데 걸리는 비용등으로 구성된다.

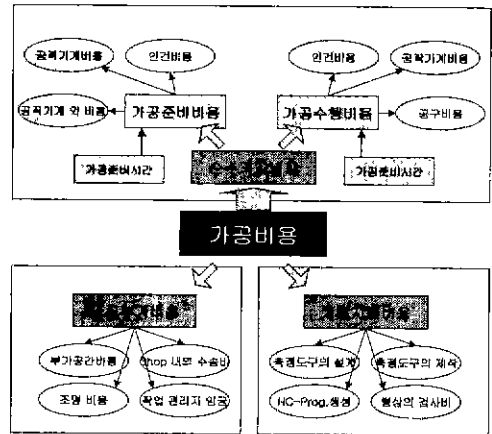


그림 2. 가공비용의 구성

가공수행비용은 실제로 가공이 일어날때의 비용이다. 가공수행비용도 역시 기계비용, 인건비용과 함께 공구비용으로 나누어진다. 기계비용과 인건비용의 개념은 가공준비비용때와 같다.

공구비용은 공작물을 가공할 때 발생하는 공구의 마모에 대한 비용과 공구의 재연마비용 등으로 이루어져있다.

가공부가비용은 가공을 위한 전체 Shop을 가동시키기 위해서 사용되는 비용이다. Shop내의 수송을 위한 비용, 이런 장치를 하기위해서 사용되는 가공 부가 공간비용, 조명이나 냉난방을 의해 사용되는 전기요금과 각종 보험과 세금등이 여기에 속한다.

가공지원비용은 생산기획개발부 같은 담당부서에서 가공라인의 작동과 불량검사에 드는비용이다. 여기에는 측정도구나 공구의 설계 및 제작에드는 비용, 전체 형상을 검사하는 비용, 불량 처리에 대한 비용과 NC-Program의 생성에 관련된 비용등이 있다.

2.3 순수가공시간의 구성

위에서 설명된 순수가공비용은 시간당 비용으로 계산이 되게 된다. 그러면 순수가공비용은 어떻게 구성되어있는가를 알고있어야만한다.

순수가공시간을 살펴보면 가공준비시간과 가공수행시간으로 나뉘어진다.(그림 3) 가공준비시간이란 공정이 진행될수있도록 준비하는 시간으로 공구등을 준비하고 도면을 해독하는 준비가공시간, 시운전을 해보는 준비부가시간과 준비 작업 중에 발생하는 휴식시간인 준비 휴양 시간으로 나뉘어진다.

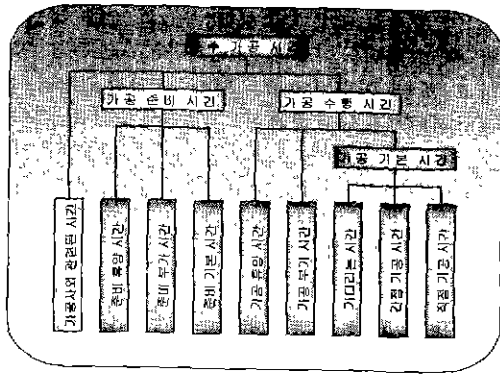


그림 3. 순수가공시간의 구분

가공수행시간은 공작물 한 개를 가공하는데 걸리는 가공기본시간, 가공 후에 발생하는 재가공이나 칩의 처리등에 사용되는 가공부가시간과 가공과정중에 발생하는 가공휴식시간으로 구성된다. 다시 가공 기본 시간은 직접 가공이 일어나는 시간인 직접 가공 시간, 공작물의 장착에 관련된 간접 가공 비용과 앞의 공정이 지연되는 관계로 뒤의 공정이 가공을 못하고 기다리는 시간으로 나누어진다.

가공시간의 해석으로부터 직접가공시간이외의 시간은 기업에서 수행하는 작업방법이나 전략에 따라 많은 영향을 받는다. 그러므로 대개 일정기간동안 현장분석을 통해 얻어진 경험치나 측정으로 이루어진 표와 그래프등에 의존한다. 이에 반해 직접가공시간은 절삭 Parameter에 의해 정확한 값으로 산정할 수 있다.

3. 비용산정 알고리즘

3.1 제조비용 산정 알고리즘

디자인 직후의 Data라고는 제품의 어림잡은 질량, 부품의 공차와 선택된 재료의 재질 등이다. 이런 Data만으로 여러 부가비용들의 정확한 값을 구하는 어려운 일이다. 그래서 비용의 산정에서도 고려되듯이 부가적인 비용은 어느 정도의 정확하게 계산이 되는 순수재료비용과 가공수행비용의 비로서 나타낼려고한다.⁽³⁾

이점을 이용하여 비용산정을 위한 알고리즘을 살펴보자.(그림 4)

가. CAD Model

제품의 concept이 잡히면 디자인이 시작된다. 디자인은 주로 상용화되고있는 각종 CAD프로그램이 사용되어진다

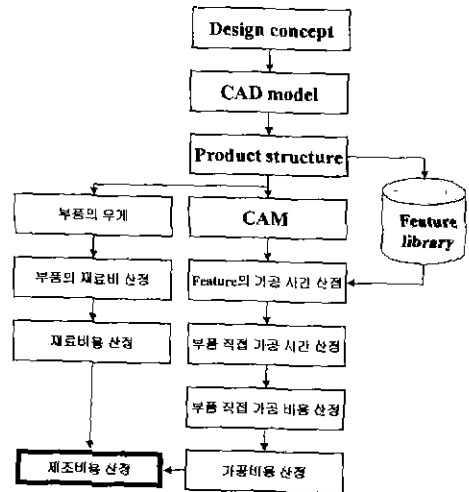


그림 4. 제조비용 산정 알고리즘

디자인 단계에서 제품의 CAD Modeling이 이루어지면 그 제품의 부피를 구할 수가 있다. 그리고 재료의 종류를 선택하여 주면 저장되어 있는 밀도값을 곱하여 재료의 질량을 구할 수 있다. 이 값을 이용하여 제조비용의 한 축인 자재비용을 구할 수 있다.

나. Product Structure의 생성

제품은 단일품일수도 있지만 일반적인 경우에 있어서 제품은 여러 부품의 결합으로 이루어진다. (그림 5) 제품의 제조비용은 이런 부품 제조비용의 조립비용으로 구할 수 있다. 이런 각각의 부품은 여러 Feature들로 이루어져 있다. 다시 각각의 Feature들을 가공하는데 드는 비용을 구함으로써 제품의 비용을 구할 수 있다.⁽⁴⁾

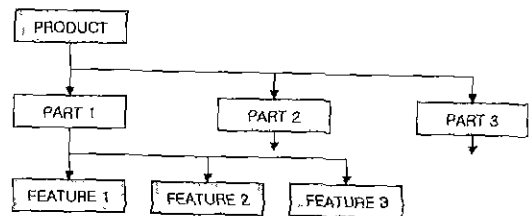


그림 5. 제품의 구성

Product Structure가 생성되면 각 Feature에 대해서 가공정보를 수집한다. 가공정보는 크게 Geometry, Material, Manufacturing, Process & Tool로 나누어 볼 수 있다.(그림 6)

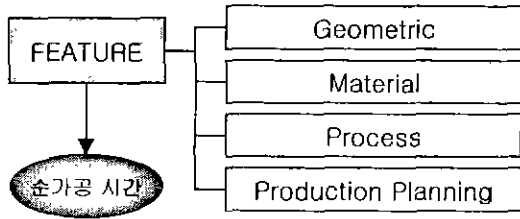


그림 6. Feature의 가공정보

Geometry는 그 Feature가 가지는 형상을 말한다. 주로 치수나 공차에 관련된 정보가 여기에 속한다.

Material은 그 Feature가 어떤 재료로 되어있는 가하는 것이다. 재료의 종류에 따라서 가공시간이 달라지게된다.

Manufacturing은 가공시 고려되어야 할 정보이다. 여기는 주로 표면의 조도를 고려하게된다.

Process & Tool은 어떤 가공방법과 어떤공구를 사용할것인가에 대한 정보가 들어가게된다

다. CAM

가공시간은 상용 CAM프로그램을 이용하여 구할 수 있다. 이렇게 각각의 Feature에 대해서 가공시간을 구함으로써 제품의 직접가공비용을 구할 수 있다.

라. Feature Library

이렇게 산정된 모든 정보는 Feature Library에다가 저장하여 Database화한다. 그리고 앞으로 이와 유사한 Feature를 가공하게될 때는 여기의 정보를 이용할 수 있도록한다.

4. 결 론

설계초기에 제품의 제조비용을 정확히 예측한다는 것은 쉬운일이 아니다. 제조비용을 이루는 여러 인자들을 크게 자재관련과 가공관련으로 나누었다.

자재비용의 경우는 다소 그 인자의 수가 적었다. 순수자재비용의 경우는 자재의 질량을 변수로 하여 간단하게 나타낼 수가 있었다. 자재부가비용도 자재의 질량에 영향을 많이 받으므로 순수자재비용의 비로서 나타낼 수 있었다.

반면에 가공비용은 주로 가공시간에 의존하게된다. 가공시간도 여러 가지시간으로 나누어 졌지만 정확하게 구할 수 있는 것은 직접가공시간뿐이다. 그래서 가공비용은 직접가공비용을 먼저 구하고 기업의 특성치라고 볼 수 있는 기타 다른 비용은 직접가공비용의 비로서 나타내려고 했다.

이런 개념을 이용해 알고리즘을 생성하였다. 자재의 질량과 직접가공시간을 이용하는 이 알고리즘은 각각 Feature의 CAD Modeling과 CAM 작업으로 구할 수 있었다. 이렇게 구해진 Feature들을 잘 관리하고 또한 이런 Data의 양을 줄어감으로써 유사 Feature들간의 상호연관성도 알아볼수있을 것이다. 이런 작업을 수행해 놓음으로서 각 기업들은 비용산정을 위한 시간과 비용을 크게 감소시킬 수 있을 것이다.

향후에 이런 알고리즘을 바탕으로하는 시스템의 구축을 하려고한다. 이런 시스템은 설계단계에서 원가산정을 통해서 설계를 평가할 수 있을 것이다.

후기

본 연구는 한국생산기술연구원과 한국과학재단 지정 울산대학교 기계부품 및 소재 특성평가연구센터의 부분적 지원에 의한것입니다.

참고문헌

1. Jack M. Walker, "Handbook of Manufacturing Engineering", Marcel Dekker,INC , 1996
2. G. Pahl, W. Beitz, "Engineering Design". Second Edition by Springer, 1996
3. C. Ou-Yang, T. S. Lin, "Developing an Integrated Framework for Feature-Based Early Manufacturing cost Estimation". The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol 13, 1997
4. Hubert Kals, Erik ten Brinke, Eric Lutters, Ton Streppel, "Integrated Cost Estimation Based on Information Management", Production Engineering Vol. VI/2, 1999
5. S C Diplaris, M. M. Sfantsikopoulos, "A Framework for Cost-Effective Design", Proceeding for FAIM-2000, 2000
6. Jong-Yun Jung, Soo-Jong Choi, Dug-Hee Moon, "A Cost Estimation System for Machined Parts", Proceeding for ICPR-2000, 2000