

제품의 Life Cycle Engineering 사고와 접근방법

하종배 (대우자동차 기술연구소)

The thinking and approach method of Life Cycle Engineering for products

Jong B. Ha (Technical center, Daewoo Motors)

ABSTRACT

This paper describes a Life Cycle Engineering approach which is able to optimize a product under technical, ecological and economical requirements. The methodology of Life Cycle Engineering comes with a holistic approach for the analysis of processes, products, systems or services. The Life Cycle Engineering approach is combining environmental and economical parameters and using the technical requirements for setting the baseline for the studies. This paper also describes the approach method for parts composed in large numbers sub-parts.

Key Words: LCE (Life Cycle Engineering)

1. 서론

제품에 대한 규제들이 점점 다양화 되어지고 그 수가 증가하고 있다. 미국의 환경 법규를 예로 들면, 그림 1 과 같이 70년대 환경 관련 법규가 25 개에서 2000년 대에는 거의 10 배에 달하는 250 개 정도가 될 것으로 예상되고 있다.

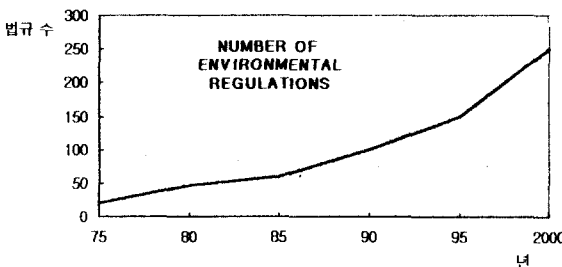


그림 1. 미국의 환경 관련 법규 동향

이는 제품을 생산하는 업체에서는 이러한 법규를 만족하기 위해 제품 설계 시 많은 고려 사항들을 포함시켜야 한다는 것을 의미한다.

또한 수 많은 국제표준화가 제정되어 왔으며, 90년대 들어 품질을 비롯한 환경 관련 표준화가 제정되고 있는데 향후 작업자의 안전과 건강에 관한 국

제표준화도 제정되리라 예측된다. 마찬가지로 제품 설계 시 점점 다양화 되어지는 표준화 사항들이 반영 되어져야 한다. 또한 이러한 고려 사항들과 더불어 규제의 방향도 점점 제품의 투명성 쪽으로 가고 있다. 특히, 환경에 대한 국제표준화인 ISO 14000 Series 에서 제품의 전과정 (Life Cycle)이 원료 획득, 제조, 사용 및 폐기, 즉 요람에서 무덤까지로 정의됨에 따라 환경에 관한 투명성이 요구되고 있다.

이와 더불어, 법규의 방향이 제조자 책임 (Producer responsibility) 쪽으로 이슈화 되고 있다. 폐기 단계에서의 제조자 책임을 요구하는 유럽의 재활용 법규, 사용중의 CO₂ 관련 규제 등은 제조자의 책임을 새로 정의된 전과정까지 확대 시키고 있다.

또한 기업들간 경쟁이 더욱 치열해짐에 따라 기업 자체의 경쟁력을 확보하기 위해서는 제품의 단가를 줄여야 할 뿐만 아니라 품질 향상을 하여야 한다. 이를 위한 새로운 사고 및 경영 기법의 요구가 증대되고 있다.

이러한 기업 활동에 대한 많은 제약 요건들을 만족시키고 기업 이윤 추구의 극대화를 위해 새로운 사고 방법 및 Tool 이 필요하다.

본 고에서는 이러한 사고와 Tool 인 전과정 사고 (Total Life Cycle Thinking)과 Life Cycle Engineering 에 대해 소개하고자 한다.

2. 전과정 사고 (Total Life Cycle Thinking)

제품을 설계하고 생산하기 위해서는 관련 법규, 고객 요구사항 및 기업의 이윤 추구를 위한 요건들이 반영되어야 한다. 또한 새로 정의된 되어진 전과정의 제조자 책임과 규제는 제품 투명성에 대한 기존 사고의 변화를 요구하고 있다. 이러한 변화와 다양해진 요구 사항들을 반영하기 위해서는 전과정 사고 (Life Cycle Thinking)이 필요하다.

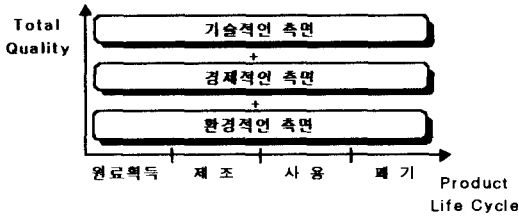


그림 2. 전과정 사고 개념

전과정 사고는 제품 설계 시 제품의 전과정에 대해 현재 이슈 되고 있는 규제, 기업의 경쟁력 재고 및 고객의 다양한 요구 사항들을 만족시키기 위한 Total quality를 기술 (품질), 비용 및 환경에 대해 고려하는 것을 말한다.

기존의 사고는 협의의 제품 Life Cycle에서 단편적으로 기술, 가격 및 환경 등을 고려하였다. 예를 들면, 회사의 새로운 제품에 대한 재료를 결정할 때 대상 재료가 플라스틱과 철이라면 재활용 측면에서는 철을 추천할 것이고 경량화 측면에서는 플라스틱을 추천할 것이다. 이와 같이 비용, 기술 및 환경 측면에 대해 각각의 입장에서 재료를 추천한다면, 결정은 힘들 뿐만 아니라 잘못된 결정을 할 수도 있을 것이다.

향후를 예측하고 규제와 고객 요구에 대응하여 기업의 경쟁력을 재고하기 위해서는 제품의 전과정에 대해서 가격, 기술 및 환경에 대한 사항을 모두 고려하여 결정하는 것이 바람직하다. 즉, 가격, 기술 규제들에 대해서 각 요구 조건들을 최적으로 Trade off 시키면서 결정 하는 것이 Total Life Cycle Thinking이다.

3. Life Cycle Engineering

다양해진 규제와 고객의 요구사항을 반영하고 기업의 경쟁력을 추구하기 위해서는 각각의 요구 조건들을 Total Life Cycle Thinking을 통하여 최적으로 Trade off 시키면서 최적의 결정을 하기 위한 정량적인 방법론이 필요하다. 이러한 기법을 Life

Cycle Engineering 이라 한다.

기존의 경영 기법은 기업의 이윤 추구를 위해서 효율적 관리를 추구해 왔다. 이러한 방법론은 초기에는 어느 정도 성과를 기대할 수 있지만, 시간이 지나면서 효율의 한계성 때문에 기업의 이익은 둔화 될 것이다. 이러한 한계성을 극복하기 위해 새로운 경영 기법이 필요한데 이러한 경영 기법을 제품 경영이라 한다.

제품 경영은 제품 개발 초기 단계에 최적의 제품을 선정하여 기업의 이윤을 추구하자는 것이다. 그림 3 과 같이 제품 개발 초기 단계는 제품의 비용에 대한 책임이 크고 실제 비용 지출은 제품의 생산 단계에서 발생한다.

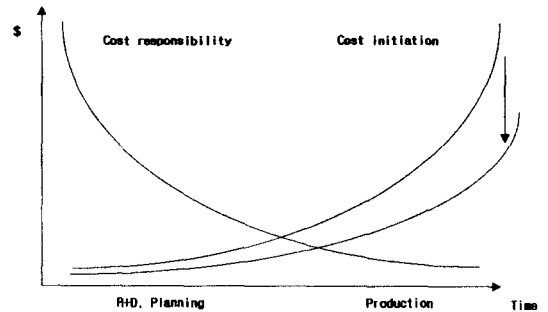


그림 3. 제품 개발 단계의 책임과 비용

따라서 제품 개발 초기 단계에 비용 발생을 적게 할 수 있는 재료 및 공정을 선정한다면, 생산 단계에서의 비용 지출은 크게 감소될 것이다.

기존에는 제품의 초기 개발 단계에서 협의의 가격, 품질, 환경측면을 고려한 방법들이 존재했으나, 다양한 요구 조건들을 다 만족할 수 없을 뿐만 아니라 각 분야는 자기 분야만을 평가함으로써 경영 Manager에게 정확한 정보를 줄 수 없었다. 그러므로 제품 개발 초기 단계에 향후 규제요구조건을 포함한 원가 및 품질 등을 고려할 수 있고, 제품이나 부품에 관련된 모든 정보를 종합하여 결정할 수 있는 Tool의 필요성이 대두되었다.

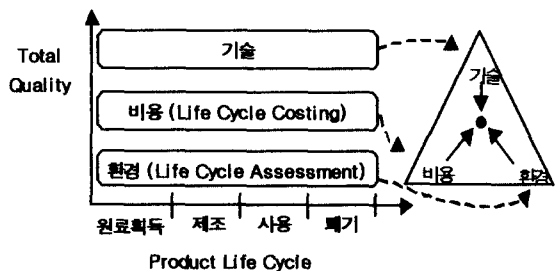


그림 4. LCE의 개념

제품 개발 초기 단계에 최적의 제품 개발을 하기 위해서는 경제적, 환경적, 기술적 요인들을 새로 정의된 제품의 Life Cycle에 대해 고려하여야 한다. 환경적 측면을 제품의 Life Cycle에 대해 정량적으로 고려하는 기법은 ISO 14000 표준의 하나인 전과정평가 (Life Cycle Assessment)이며, 경제적인 측면에 대한 기법은 제품의 전과정을 고려한 LCC (Life Cycle Costing)을 통해 할 수 있고, 기술적인 측면을 정량화 할 수 있는 기법은 많은 연구들이 수행되었지만 구체화 되지 않고 있다. 그러므로, 기술적인 측면에 대해서는 연구가 더 진행되어야 할 것이다.

4. 접근 방법론

기술적인 측면을 정량화 하기 위해서는 많은 연구가 필요하기 때문에 최적 제품 선정 및 개선을 위해서는 환경적인 측면과 경제적인 측면을 먼저 고려할 수 있다. 이러한 방법론을 LCM (Life Cycle Management)라 하며, 따라서 Life Cycle Engineering의 발전 방향은 그림 5와 같이 전개될 것이다.

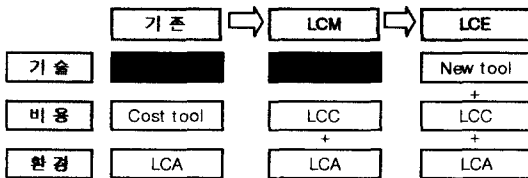


그림 5. LCE의 전개 방향

그러므로, 현 시점에서의 연구는 LCM 방법론을 통해 접근하는 것이 바람직 할 것이다. 정량적인 방법론이 없는 기술적인 측면을 반영하기 위해서는 최적의 Design solution을 제시하기 위한 많은 Engineering tool들을 제품개발 절차에 연계 시킴으로써 수행할 수 있다. 이는 현재의 Engineering tool들이 각각 장,단점을 가지고 있기 때문에, 이들의 장점들을 제품 개발 절차에 연계 시킴으로써 최적의 제품 선정을 할 수 있을 것이다.

일 예로, 제품 설계 시 각 요구 조건들을 설정하기 위해서는 QFD (Quality Function Deployment) 기법을 적용하고 이러한 요구 조건들을 그룹화 및 최소화 하기 위해 Axiomatic design 기법을 적용하고, 이들에 대한 Design solution을 찾기 위해 Axiomatic design, TRIZ 및 Robust design 기법들이 필요할 것이다.

이러한 방법으로 얻어진 Design solution들과 기존 방법과의 정량적인 비교를 통하여 개선 방안을 도출하기 위해서는 LCC와 LCA를 함께 고려할 수

있는 방법론이 필요하다. 즉, LCC와 LCA를 연계할 수 있는 매개체가 필요한데, 이것은 단위 공정을 기준으로 연계시킬 수 있다.

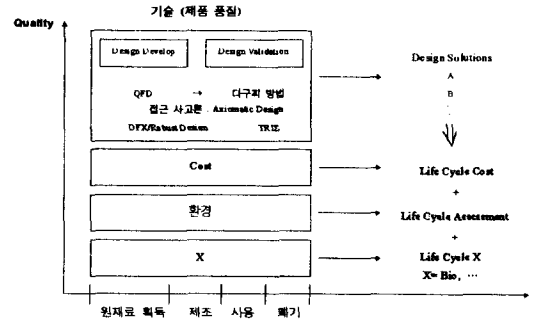


그림 6. Design solution 구축 방안

그림 7은 단위 공정을 기준으로 LCA 및 LCC에 대한 필요 Data 목록을 보여준다. 즉, 단위 공정을 기준으로 LCA의 입,출력 Data가 산출되며 여기에 LCC에 필요한 Data를 추가하여 단위 공정별로 환경과 비용에 대한 Data를 구축할 수 있다. 이러한 단위 공정을 기준으로 한 Data들이 제품의 전과정에 걸쳐 Data system으로 구축된다면 기존 제품과 기술 측면에서 검토되어진 Design solution들과의 비교를 통하여 정량적인 Decision을 할 수 있고, 또한 Data의 Profile을 통해 제품의 환경, 비용 측면에서의 강점 및 약점을 파악할 수 있다. 따라서 이러한 장,약점의 파악을 통해 개선하고자 하는 방향이 설정될 수 있다.

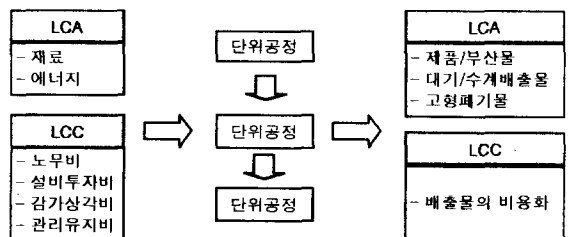


그림 7. 단위 공정의 Data

기존 제품이나 부품의 비용, 중량, 환경오염 등을 감소시키고자 할 때 어떤 공정이 얼마만큼 영향을 미치는지를 파악하면 영향이 큰 요소를 제거하거나 대체화 함으로써 개선할 수 있다.

제품의 전 Life Cycle에 대한 Data들이 Profile된다면, 기술 측면에서 도출된 여러 대안 중에서 최선의 대안을 결정할 수 있을 것이고 또한 개선 대상목표를 연계된 공정에 정량적으로 할당시킬 수 있을 뿐만 아니라 개선요소를 정확하게 규명할 수

있다. 또한 향후 예측된 규제와 소비자의 요구를 대응하기 위해 각 공정에 대한 설비투자 방향은 매우 중요하다. 미래를 예측하지 못하고 근시안적 투자를 했을 때 규제나 소비자 요구변화에 따른 원가절감활동, 품질향상활동, 생산성과 판매향상 등의 Flexibility에 많은 제한을 받을 것이다. 따라서 이와 같은 기법을 통해 개선방향이나 투자의 방향을 정확하게 결정할 수 있다.

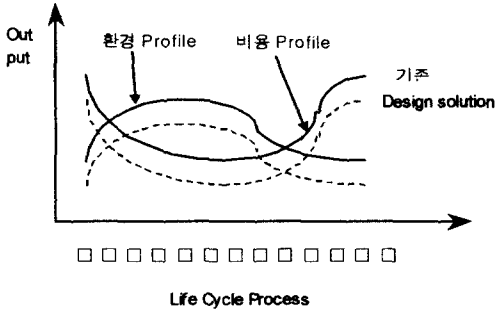


그림 8. Data의 Profile

비용, 기술 및 환경 측면을 정량적으로 평가하고, 이를 위한 Database 구축을 위해서는 새로운 접근 방법이 있어야 한다. 자동차의 경우는 수많은 부품으로 구성되어 있으므로 모든 부품에 대해서 자동차 제조, 소비자 사용, 폐기 단계 등의 전과정에 대한 Data 작업 및 평가를 수행하는데 너무나 많은 시간을 요할 것이다. 이런 복잡한 제품의 Database를 효율적으로 구축하기 위해서는 복잡한 시스템을 단순화시킬 수 있는 타당성 있는 방법이 개발되어야 한다. 이는 많은 부품 중에서 재료 사용, 부품의 구성, 제조공정 및 폐기 공정에서 동일하게 평가되어질 수 있는 그룹들로 구분화시키는 것이다. 따라서 제품의 전과정 중 제조나 폐기 단계는 동일 요소들로 평가되어질 수 있도록 그룹화하여 간략하게 평가하는 기법을 적용하며, 제조공정은 자세하게 평가하는 기법을 적용하고, 사용공정은 모든 제품을 동일하게 분류할 수 있는 정해진 모드에 따라 평가하는 단순 기법을 적용한다.

또한 부품의 제조단계는 시간을 줄이고 효율적인 평가를 위해 각 부품을 중량비로 그룹화하여 그룹 내에서 대표재료와 공정을 추출해내거나 자동차의 조립군별로 모듈화 한다. 이렇게 그룹화/모듈화된 자동차 무게의 95% 까지만 고려 대상에 적용한다면 부품 수를 많이 줄일 수 있고 그 외 제외된 부품은 대표 재료와 공정에서 얻은 Data를 중량비로 할당 시킨다. 폐기단계도 마찬가지로 폐차의 재활용 공정에 따라 재료별로 그룹화하고 각

Process 평가에서 얻은 Data를 중량비로 할당 시킨다. 이런 방법으로 접근하면 조립순서와 무게를 고려한 모듈수가 7~10 개 정도로 분류되어, 대표 재료와 공정으로 검토되어질 부품 수는 200~300 개 정도가 될 것으로 사료된다. 초기에는 이와 같은 접근방법론으로 Database를 완성시키고 점차적으로 모든 부품에 대해 상세 LCE로 Database를 구축하며, 향후 적용 가능한 신기술 재료와 공정에 대한 Database를 통해 복잡한 제품군에 대한 LCE 기법을 적용할 수 있다.

5. 결론

우리나라기업이 경쟁이 심한 국제사회에서 살아남을 수 있는 길은 기업의 체질을 강화 시키는 길이다. 설 사이없이 앞으로만 달려왔던 우리 기업들은 기본적인 내실에는 등한시 해왔다. 그로 인하여 개선이나 새로운 제품개발 요구 시에 질적인 Database를 기본으로 정량적인 분석 없이 정성적인 Target치를 통한 목표관리의 악순환이 되풀이되어져 왔다. 향후 환경분야의 규제는 제품의 전과정에 걸친 환경 영향분석을 요구하는 형태로 될 것이다. 최근 환경 분야가 선진 기업들 사이에서 크게 이슈 되지 않는 이유는 이미 그들의 경영기법 속에 환경이 포함되어져 있으며, 이를 통하여 기업경영의 체질을 개선하고 있기 때문이다. 또한 선진국들은 무역규제하고는 연계가 없다고 주장하면서도 끊임없이 준비하고 있는 경영과 제품 투명성에 대한 의미를 결코 간과해서는 안될 것이다. 향후 기업 경영은 제품을 통한 경쟁력 추구하고 기존의 효율적인 경영을 통해 기업의 이윤을 극대화할 것이다. 그러므로 우리 기업들도 환경 뿐만 아니라 비용 및 기술 분야에 대하여 종합적으로 평가할 수 있는 경영 기법 개발이 요구되어지며, 이는 LCE 기법을 통해 성취될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Jurgen Friedrich, and Horst Krasowski, "Life Cycle Engineering - Advantages for Economy and Ecology," Total Life Cycle Conference, pp. 59 - 62, 2000.
2. H. Florin, M. Schuckert, J. Gediga, TH. Volz and P. Eyerer, "Life Cycle Engineering a Powerful Tool for Product Improvement," Total Life Cycle Conference, pp. 91 - 95, 1998
3. 하중배, "가격, 품질 및 환경이 연계된 새 경영 기법 연구," 대우자동차 자동차기보, pp. 31-39, 1998.