

생산수명 전과정을 고려한 설계

남 익 현*

《目 次》

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| I. 들어가며 | IV. 제품설계 평가도구의 제안 |
| II. 제품설계(Product Design)의
중요성 | V. 총체적 제품설계의 성공을
위한 전제조건 |
| III. 제품수명과정을 고려한 총체적
제품설계 | VI. 확장 및 결론 |

I. 들어가며

기업의 산출물(output) 생산을 보다 효율적으로 하기 위한 여러 가지 내용을 다루는 경영학의 분야를 생산관리(Production and Operations Management)라고 할 때 이에 포함되는 내용들을 여러 가지 기준에 의해 분류할 수 있을 것이다. 이러한 기준 중 중요한 것이 비록 일반적으로 사용되는 기준은 아니지만 사전적 관리와 사후적 관리로 나누는 것으로 보인다. 먼저 사후적 관리를 살펴보면 이는 생산시스템이 구축되어 있는 것을 전제로 이를 어떻게 최대한 활용할 것인가를 다루는 내용이다. 따라서 이러한 사후적 관리에서는 기존의 생산시스템이 넓은 의미의 제약조건을 구성하고 이러한 제약조건하에서 관리자는 최적화를 하는 것이다. 예를 들어 통계적 공정관리(Statistical Process Control)에서는 여러 가지 통계적 기법을 이용하여 가동중인 생산시스템의 정상작동여부를 판정한다. 만약 비정상관정을 받은 경우 보다 구체적으로 원인규명을 하고 생산시스템을 정상상태로 환원시키고자 한다. 이러한 사후적 관리에서는 기존 시스템의 특성하에서 최적을 추구하는 것으로 보다 단기적 운용(operations)관리에 중점을 둔다고 볼 수 있다. 반면에 사전적 관리 혹은 사전적 경영에 해당하는 것은 보다 장기적인 관점이 필요로 하는 경우가 많다. 기본적으로 어떠한 생산시스템을 구축할 것인가를 다루는 내용이 위주가 된다고 할 수 있다. 가령 부품 설계를 어떻

* 서울대학교 경영대학교 교수

게 하고 어떠한 생산 공정을 선택하였을 때 보다 안정적인 생산시스템이 형성되어 정상가동을 유지하는 것이 용이할 것인지는 사전적 관리에 해당하는 것이라고 볼 수 있을 것이다.

본 논문에서는 이러한 기준에서 볼 때 사전적 관리에 해당하는 주제를 다루기로 한다. 보다 구체적으로는 생산관리의 첫 번째 단계로 인식되는 제품설계(Product Design)를 다루고자 한다. 제품설계는 소비자의 욕구를 충족시키도록 설계하여야 한다는 기본적인 원칙이외에 생산 전공정에 미치는 영향이 매우 크기 때문에 사전적으로 어떠한 제품설계를 얻는가 하는 것이 사후적으로 생산공정을 관리하는 것 못지 않게 혹은 그 이상으로 중요하다고 할 수 있다. 과거에는 제품기획부서에서 소비자의 욕구를 파악하여 제품설계부서에서 소비자 욕구를 충족시키도록 설계변수를 조작하는 것이 대부분을 차지하였으나 제품설계가 생산의 전과정에 커다란 영향을 미치므로 생산효율성을 고려한 설계의 필요성이 강조되게 되었다. 이러한 맥락에서 이 글에서는 생산관리관점에서 제품설계시 고려사항을 기존의 내용보다 종합적으로 살펴보도록 하기로 한다.

본 글에서 주장하는 내용은 생산관리를 비롯한 여러 분야에 존재하는 경향을 확장하여 적용하는 것으로 볼 수도 있다. 이러한 경향에 대해 먼저 살펴보기로 하자. 목적함수를 여러 가지 제약하에서 최적으로 만들기 위한 노력을 하는 다른 분야에서와 마찬가지로 생산관리에서는 생산상의 최적화를 추구한다. 그런데 최적화를 추구하기 위한 대상으로 하나의 생산시스템을 상정하는데 그 대상의 범위가 점차 커지는 경향이 있다고 할 수 있다. 이는 대상이 되는 시스템의 경계를 점차 확대함으로써 부분최적화를 추구하는 실수를 방지하고자 하는 것이다. 좋은 예로 공급사슬관리(Supply Chain Management)를 들 수 있다. 이전에는 한 기업내에서 재고관리를 최적화하다가 재고관리를 포함하여 생산 시스템의 최적화로 그 대상을 확장하고, 또한 기업내 마케팅, 재무, 인사 등 여러 부문과의 상호협력력을 위해 Enterprise Resources Planning으로, 이 보다 한 단계 넘어 기업내의 경계를 넘어 공급사슬상의 관련기업들간의 협조를 추구하는 공급사슬관리로 연구대상이 확대되어 왔다고 볼 수 있다. 이는 최적화의 대상이 되는 시스템의 범위를 보다 유효한 범위로 확장하여 부분최적화를 피하고 전체최적화를 추구하는 과정이라고 볼 수 있을 것이다. 일반적으로 부분최적화의 해가 전체최적해가 되지 않는 경우가 많으므로 가능하다면 시스템의 범위를 넓게 하는 것이 유리하다. 물론 대부분의 경우 상반관계(trade-off)가 존재하여 시스템의 범위가 확장됨에 따라 모형의 복잡성은 지수적으로 증가하는 경향이 있으므로 다룰 수 있는 모형을 구성하면서 보다 큰 범위의 생산시스템을 다루는 것이 매우 중요하다고 볼 수 있다.

본 논문에서는 시스템의 범위확장을 통해 보다 전체최적화에 근접할 수 있다는 원칙을 제

품설계에 적용해 보고자 하는 시도를 다루고 있다. 제품설계와 관련하여 여러 가지 유익한 주장이 나왔는데 한 걸음 더 나아가 보다 확장된 범위에서 제품설계를 고려해 보고자 하는 것이다. 우선 다음 절에서는 사전적 관리를 위해 제품설계와 관련하여 주장되어진 내용을 정리하고 이에 더하여 추가할 수 있는 내용들을 살펴보기로 한다. 이러한 내용들은 그 자체로도 사후적 관리비용을 크게 줄일 수 있는 여지가 많기 때문에 의미가 크다고 볼 수 있다. 제 3절에서는 본 논문의 주요 내용으로서 여러 생산과정에서 한 단계에 초점을 맞추어 주장되어 온 제품설계의 주요내용을 한 걸음 더 나아가 제품수명의 전과정에 대해 살펴보아야 한다는 주장을 한다. 이어 제 4절에서는 이러한 주장을 뒷받침할 수 있는 평가도구에 대한 간단한 제안을 다루기로 한다. 그리고 제 5절에서는 시스템범위의 확장시 본 글에서 주장하는 새로운 제안이 성공적으로 실현되기 위해 고려해야 하는 전제조건들을 살펴본다. 그리고 마지막으로 본 글의 내용을 추가적으로 확대적용할 수 있는 가능성과 추가적인 연구가능성에 대해 언급하기로 한다.

II. 제품설계(Product Design)의 중요성

제품설계는 해당 제품의 사용자 혹은 소비자가 그 제품으로부터 기대하는 욕구를 충족시키도록 설계에 반영이 되어야 한다. 이러한 제품설계의 기본원칙에 더하여 제품설계가 제품수명의 전과정에 영향을 미치기 때문에 생산효율성 향상을 위해서는 제품설계의 중요성을 강조하지 않을 수 없다. 여기서 몇 가지 개념에 대해 먼저 살펴보기로 하자. 우선 제품이라고 하는 것은 일반적으로 제조업에서의 산출물을 의미하는 재화(goods)를 나타내는 것이지만 본 글에서의 내용은 넓은 의미의 산출물(output, product)에 포함되는 서비스에 대해서도 적용이 가능하다는 것에 주의할 필요가 있다. 또한 본 글에서 제품수명의 전과정이라고 하는 것은 크게 제품생산-제품사용-분해 및 재생으로 볼 수 있다. 제품생산에는 소요부품의 생산, 조립 및 생산 공정, 부품 및 완제품의 물적흐름(유통) 등을 포함하기로 하고 이들은 생산관리의 전형적인 연구대상을 나타낸다. 제품사용은 소비자가 제품으로부터 자신의 needs를 충족시키는 과정이고 이러한 과정에서 불량이나 발생할 경우에 사후적인 수리서비스인 A/S를 받게 된다. 따라서 소비자의 욕구충족도뿐만이 아니라 이러한 A/S과정도 총체적인 생산원가에 영향을 미치므로 포함시키기로 하자. 마지막으로 분해 및 재생은 해당 제품이 수명이 다한 경우를 나타내는데 생산관리와 관련하여 환경적인 영향을 고려해 볼 수 있는데 자연으로의 환원인 분해와 자원으로 재사용되는 것을 고려해 볼 수 있다. 제품의 생산과정에서 뿐만이

아니라 수명이 다한 후에도 얼마나 환경친화적인지 여부가 점차 중요한 요소로 부각되어지고 있다.

제품설계를 하기 위해 고려할 수 있는 의사결정변수는 무척 많을 것이며 그 중 상당수는 공학적인 것이다. 가령 재료, 형태, 강도 등 여러 가지 명세(product specifications), 배치, 기능충족도 등을 들 수 있으며 이러한 내용들은 하부구조를 이루는 요소부품들에게도 다시 적용될 수 있다. 이러한 변수들은 기본적으로 소비자의 욕구를 충족시키는데 그 초점이 맞추어져있다. 이에 우리는 생산의 효율성에 대한 고려를 추가하고자 하는 것이다. 다음에 언급하는 내용들은 기본적인 소비자의 욕구충족에 더해 생산 효율성을 고려한 내용으로 생산 경쟁력에 매우 중요한 역할을 한다고 할 수 있다.

1) 제조 용이성을 고려한 설계(Design For Manufacturing)

이는 제품설계시 사용자의 필요성을 충족시키는 것에 추가하여 제조과정의 효율성을 최대화하도록 고려하여야 한다는 내용이다. 이와 관련하여 최근에 강조되는 내용을 개략적으로 표현하면 '단순화(make it simple)'로 대변될 수 있다. 보다 구체적으로 보면 사용부품의 숫자를 최소화, 부품공유화, 공정공유화, 표준부품 활용극대화, 조립공정 단순화(연결재의 단순화, 조립시 작업방향성 고려), 모듈을 이용한 다양성추구, 제품명세와 한계치의 적정화 등을 한 예로 들 수 있다. 이들 내용에 대해 보다 구체적으로 살펴보기로 하자.

사용부품의 숫자를 줄이는 데에는 설계평가방법이 사용되는 경우가 많다. 사용부품은 본래의 기능이 불필요해지거나 혹은 다른 부품과 결합되어질 경우 해당 부품의 숫자를 감소시킬 수 있다. 사용부품의 숫자가 줄어들 경우 해당 부품의 구매비가 절감되는 직접적인 효과에 더해 여러 가지 간접비용의 절감효과를 얻을 수 있다. 재고관리와 관련된 소요활동이 불필요해짐으로 해당 비용이 절감되며 조립과정이 축소되어 소요시간과 함께 제조원가가 감소된다. 부품공유화는 앞서 언급한 사용부품 숫자 최소화의 한 방법이 될 수 있는데 이는 여러 제품 혹은 여러 공정에 사용하는 부품을 공용화하는 것이다. 많은 자동차 회사들이 여러 모델에서 부품공유화를 통해 많은 비용을 절감할 수 있었다. 이러한 부품공용화는 서비스에도 같은 논리가 적용될 수 있는데 Southwest Airlines가 보잉 737 단일기종을 사용함으로써 조종사 및 유지보수팀이 보다 신속히 훈련을 받을 수 있고 부품재고관리도 단순화될 수 있었다.

조립공정의 단순화에는 여러 가지 내용이 포함될 수 있는데 그 중 몇 가지만을 살펴보자. 조립작업에서 많은 부분을 차지하는 것이 하나의 부품을 다른 것에 연결하는 작업이다. 이러한 기능을 하는 연결재의 경우 형태, 재질, 크기 등이 연결작업의 비용과 품질에 영향을 미

친다. 따라서 연결재에 대한 설계개선 더 나아가 연결작업의 제거 가능성 등을 통해 생산성 향상에 기여할 수 있다. 그리고 작업자의 작업방향이 중력에 반하는 경우 작업난이도가 증가하여 생산성이 감소될 수 있다. 따라서 작업방향 설정할 경우 중력과 작업자의 편의성을 고려하여야 한다. 그리고 제품명세와 한계치가 지나치게 책정되어 있는 경우 소비자의 욕구를 충족시킬 수 있는 기준을 불필요하게 초과하고 생산비용이 과다하게 발생하게 된다. 따라서 과다한 제품명세에 대한 평가가 필요하다.

2) 견고성을 고려한 설계(Design For Robustness)

아무리 우수한 생산시스템이라 할 지라도 자재에서의 변동, 설비의 마모, 작업자의 피로도 등 여러 가지 변이를 경험하게 된다. 이러한 변이가 제품의 명세에 변이를 초래하고 이것이 제품의 품질에 영향을 미치게 된다. 최근에 견고성을 고려한 설계가 강조되고 있는데 이는 두 가지 방향에서 접근이 되고 있다. 하나는 제품특성치에서의 변이를 감소하고자 하는 노력이고 다른 하나는 발생하는 변이에 대해 제품기능이 덜 영향을 받도록 하는 것이다. 제품특성치의 변이감소는 다구치(Taguchi) 방법에 의해 추구되는 경우가 대표적이다. 다구치방법에서는 제품과 공정의 어떤 특성이 제품의 변이에 영향을 미치는지를 실험을 통해 파악하고 이를 바탕으로 변이를 최소화할 수 있는 제품특성과 생산공정을 선택하게 되는 것이다. 두 번째 내용은 생산과정에서 발생하는 여러 가지 확률적 변동사항(random variations)에 대해 어느 정도 이를 흡수할 수 있도록 설계에 반영하라는 내용을 말한다. 제품설계에 따라 제품특성의 변이가 어느 정도 발생한다 하더라도 이를 제품기능과 품질에 영향을 미치지 못하도록 조정할 수 있는 설계가 가능한 경우에는 그렇지 못한 경우보다 명세충실도를 높일 수 있게 된다.

3) 품질을 고려한 설계(Design For Quality)

제품설계시 품질검사가 용이하도록 설계시에 반영하는 것과 여러 가지 아이디어를 통해 작업상의 실수를 예방하거나 쉽게 감지할 수 있도록 하는 실수예방(poka-yoke, mistake-proof)체제를 반영하는 것을 강조할 수 있다. 이 경우 사후적으로 품질을 관리하는 것보다 효율적으로 품질을 개선할 수 있을 수 있다. 부품과 조립순서를 재설계함에 따라 최종 조립이전에 검사가 이루어질 수 있도록 할 수가 있다. 공정초기에 불량률 감지하는 것은결합제품에 대해 추가적인 작업을 수행함으로써 발생하는 원가와 설비능력의 낭비를 감소시킬 수 있다. 또한 초기단계에서의 검사를 통해 최종검사시 보다 불량률의 원인규명이 용이한 경우가 많다.

실수예방체제는 원래 취지가 조립작업에서 불량작업이 어렵거나 경우에 따라 불가능하도록 체제를 구축할 경우 사후적으로 관리하는 것 보다 훨씬 효과적일 수 있다는데 있다. 가령 볼트가 상이한 형태를 통해 본래 의도된 구멍이 아닌 경우에는 들어가지 않도록 하면 잘못된 볼트 작업은 근본적으로 예방이 될 것이다. 색깔이나 경고음과 같은 도구들을 이용하는 경우도 많은데 붉은 색의 선을 붉은 색 커넥터에 연결하도록 하는 것은 색을 이용한 실수예방체제로 문자만으로 표시한 경우보다 작업 실수를 현저하게 줄일 수 있다. 작업이 잘못된 경우 혹은 필요한 작업 숫자가 맞지 못한 경우 등에는 경고음이 울려 주의를 환기시키는 것도 한 예가 될 수 있을 것이다. 이러한 실수예방체제는 기본적으로 작업자의 지속적인 주의력에 의존하여 불량을 방지하는 것은 한계가 있음을 인식하고 시스템상의 여러 아이디어를 통해 일반적인 근로자를 기준으로 하여 불량작업이 이루어질 수 없도록 하거나 혹시 불량작업이 이루어질 경우에는 쉽게 불량발생이 알려지도록 하여 바로 재작업을 할 수 있도록 한다.

4) 유통을 위한 설계(Design For Delivery)

제조단계에 추가하여 물류단계에서 제품설계에 따라 포장용이성과 배달용이성에서 차이가 많이 날 수 있다. 제품설계시에 유통의 용이성을 고려하면 포장과 배달에 있어 효율성을 제고할 수 있는 경우가 있다. 가령 컴퓨터 모니터의 경우 형태설계를 변경하여 2개를 함께 포장할 수 있게 되고 따라서 포장부피를 감소시켜 물류비를 줄인 경우가 있었다. 이러한 경우에는 생산비의 증가가 물류비의 감소분보다 작을 수가 있으며 따라서 물류단계에 대한 고려도 중요한 요소가 될 수 있다.

5) 수리 용이성을 고려한 설계(Design For Service)

이는 제품설계시 소비자에게 제품이 이전된 후에 소비자가 사용을 시작한 후 발생하는 사후상수리(after service) 요청을 반영하는 것이 의미가 있을 수 있음을 말한다. 제품을 구성하는 여러 부품 중에서 가령 수리요청이 많은 부분의 배치를 다른 것들에 비해 제품의 외부쪽에 함으로써 수리작업시 보다 용이하게 해당부품을 수리할 수 있도록 하자는 것이다. 예를 들어 프린터의 power module에 대한 고장이 잦을 경우에는 이 부분이 프린터의 외부쪽에 조립이 되도록 제품 설계시에 반영하면 해당 부품을 수리할 때 전체 프린터를 분해하지 않고 보다 손쉽게 수리하고 이에 따라 수리비용도 절감할 수 있는 것이다.

이러한 원리에서 한 걸음 더 나아가 보다 확장된 의미로 수리요청횟수를 감소시킬 수 있는 제품설계도 고려해 볼 수 있다. 가령 제품설계에 따라 제품신뢰성(product reliability)에서

차이가 날 수 있다. 보조부품을 추가하여 한 부품이 작동하지 않더라도 본래의 기능을 수행할 수 있도록 하는 것은 추가적인 부품의 소요로 인해 제품원가는 증가시키지만 고장발생빈도를 감소시킴으로써 수리비용을 줄이고 따라서 총비용을 고려하면 보다 좋은 제품설계가 될 수도 있는 것이다.

6) 재활용을 고려한 설계(Design For Recycle)

이는 일반적으로 널리 주장되는 원리는 아니지만 제품수명의 전과정을 고려해 볼 때 새로이 생각해 볼 수 있는 것이다. 즉 제품설계시 해당 제품의 수명이 다했을 때 재활용을 통해 경제적으로나 환경적으로 이득을 추구할 수 있도록 하면 그렇지 못한 경우보다 효율적인 설계라 할 수 있을 것이다. 이러한 환경친화성은 유럽을 위시한 여러 선진국에서 점차 중요한 고려요소로 삼고 있는 것이 현실이다. 가령 유럽의 특정국가에 차량을 수출하기 위해서는 대기가스기준뿐만이 아니라 자원재활용과 관련된 규제가 강화되고 있는 실정이다.

7) 유지보수를 위한 설계(Design For Maintenance)

이는 지금까지 다루었던 제조업에서 벗어나 여러 다른 분야에도 설계의 중요성을 강조할 수 있는데 한 예로 제시하고자 한다. 예를 들어 상수도 공사를 살펴보자. 상수도를 건설하고 상수도망을 설치하는 경우 이에 소요되는 시공비용뿐만이 아니라 향후에 발생하는 유지보수 비용을 고려할 경우 최적의 설계가 달라질 수 있을 것이다. 미래의 유지보수를 고려할 경우에는 비록 현재 시공비용이 추가된다고 하여도 시공비용을 최소화하는 설계가 아닌 다른 설계가 선택되어야 할 경우가 발생한다. 따라서 시공시점에서의 비용뿐만이 아니라 다음 단계인 유지보수를 포함할 경우 보다 전체 최적화에 근접할 수 있을 것이다. 하지만 쉽게 예상할 수 있는 문제가 시공사와 유지보수사가 상이한 기업인 경우가 많고 이 경우 각각의 이익합수가 존재하고 상호간에 이해상충이 발생할 수 있다. 보다 구체적인 내용은 제 5절에서 살펴보기로 하자.

8) 기타

조립과정에서 제품의 특성치의 변이에 대해 대응하는 방법으로 Design For Robustness를 위에서 다루었다. 개념적으로는 이와 유사하나 변이의 원천이 다른 경우를 살펴보기로 하자. 전자제품의 경우 지역시장에 따라 사용 전압이 다르다. 따라서 이러한 전압상의 특성을 고려하여 개별시장을 대상으로 제품을 생산할 경우 재고관리상 비용이 증가하기 쉽다. 왜냐

하면 한 시장에서의 잉여제품을 다른 시장에서 판매할 수가 없기 때문이다. 시장간의 상호이전이 제한되기 때문에 필요로 하는 안전재고의 수준은 상승할 것이다. 이러한 원인은 수요변동이라는 변이에 대해 제품재고가 대응하기 어렵기 때문이다. 이 경우 사용전압과 관련된 부품은 해당 시장현지에서 조립하도록 하고 전압부분을 제외한 나머지는 동일한 제품이 되므로 전체에 대한 안전재고는 감소시킬 수 있게 된다. 이는 제품설계시 최종수요의 특성부품을 최종단계에 조립이 되도록 함으로써 재고비용을 감소시킬 수 있음을 보여준다.

이와 유사한 예로 일본의 도요다 자동차의 경우 JIT 방식을 성공적으로 운영하면서 개발한 것을 살펴보자. 고객의 부문이 발생하면 이를 바탕으로 생산계획에 들어가게 되는데 나중에 고객들이 주문내용을 변경하는 경우가 많이 발생하였다. 이에 대한 대응책으로 도요다에서는 고객의 차별화항목을 가능한 최종단계에 배치하도록 설계함으로써 생산이 시작된 다음에도 추가 수정이 가능할 시간적 여유가 있도록 하고자 하였다. 이러한 설계는 소비자의 주문 변경이라는 변이에 대해 대응하는 저렴한 방법이 되었다.

이 절에서 든 예에서는 처음 4가지 설계원칙은 제품생산 및 유통단계에 해당하는 것이고 5번째 것은 사용단계, 6번째 것은 분해 및 재생 단계에 해당하는 것으로 파악할 수 있을 것이다. 이들 6가지는 제조업에 해당하는 것들이고 7번째 것은 건설에 속하는 것의 예라고 볼 수 있다.

Ⅲ. 제품수명과정을 고려한 총체적 제품설계

제 2절에서 살펴본 내용들은 생산관리에서 큰 기여를 하였다. 전통적으로 제품설계는 마케팅부서에서 파악한 소비자의 욕구를 최대한 충족시킬 수 있도록 한다는 것이 중요한 기준이었다. 이러한 기준이 아직도 중요함에는 이론의 여지가 없지만 생산효율성을 함께 고려할 때 생산경쟁력을 키울 수 있음을 알려주는 내용을 2절에서 다룬 것이다. 기존의 생산시스템에서는 제품설계와 생산시스템 설계가 연계되어 이루어진 것이 아니라 각자 독립적으로 이루어지는 경우가 많았다. 이러한 경우 소비자의 욕구충족수준은 비슷한데 생산비용측면에서는 많은 차이가 나는 제품설계 후보들이 존재할 경우 생산효율성이 우수한 제품설계가 선정된다는 보장이 없었다. 사용자고객의 입장에서는 유사하지만 생산효율면에서는 큰 차이가 나는 설계들이 여러 가지 존재할 수 있기 때문이다. 이러한 인식을 바탕으로 기업에서 중요시하는 단계를 고려하여 생산효율성을 높이기 위한 고려사항을 언급한 것이 제 2절의 내용이라고 할 수 있다. 하지만 우리가 인식할 수 있는 것은 생산의 어느 한 단계를 고려하는 것도 중요하지만

제품 수명의 전단계에 걸쳐 생산관련비용이 발생하게 된다는 사실이다.

그런데 본 글에서 강조하고자 하는 것은 이러한 원칙들 또한 생산과정을 고려하였다고는 하지만 비용발생단계를 보면 하나의 부분에 해당할 수 있다는 것이다. 기존의 시스템에 비해 비용절감을 얻을 수 있지만 제품의 전체 수명과정을 총체적으로 파악하여 제품설계가 미치는 영향을 종합적으로 고려하는 것이 전체최적화에 알맞을 것이다. 그렇지 못한 경우에는 기존 시스템에 비해 개선은 이루지만 부분최적화 수준에 머무르는 것이 될 것이기 때문이다. 이는 한 단계를 고려한 설계는 다른 단계에 미치는 영향이 경우에 따라서는 부정적이어서 예상한 효과를 얻지 못하는 경우가 발생할 수 있기 때문이며 따라서 전체적 영향을 고려하여야 한다. 그러면 여기서 우리가 고려하여야 하는 생산과정의 전단계에 대해 살펴보자.

우선 크게 제품의 생산단계, 사용단계, 분해단계의 3단계로 나누어 볼 수 있다. 제 1단계인 제품의 생산단계는 소요되는 부품의 생산 및 조달을 다루는 단계와 이들을 이용하여 조립 및 제조를 하는 단계, 그리고 완제품을 소비자에게 전달하는 유통단계가 포함된다. 제품 혹은 부품설계가 어떠한가에 따라 각 세부단계별로 미치는 영향이 다를 수 있다. 부품설계가 어떠한가, 완제품에서 어떤 위치에 배치되는가, 어떤 방식으로 다른 부품과 연결되는가, 작업 방향은 어떤가, 포장규격에 적합한가 등 여러 요인들이 서로 각 단계에 상호작용을 한다. 제 2단계인 사용단계에서는 두 가지를 포함시키기로 하자. 가장 기본적인 것이 소비단계로서 제품의 소비자 욕구충족도이다. 소비자가 해당 제품으로부터 기대하는 욕구를 얼마나 제대로 충족하는가를 나타내는 것이다. 이는 직접적인 생산비용과는 관련이 되지 않지만 앞으로의 잠재매출에 커다란 영향을 미치므로 기업의 이익에 관련되는 것이다. 또한 사용단계에 포함시키고자 하는 것은 사용 중 발생하는 불량에 대한 무상수리와 관련된 A/S 단계이다. 제품설계에 따라 무상수리발생 빈도에 영향을 미칠 수 있다. 따라서 생산비용이 증가한다 하더라도 무상수리와 관련된 비용의 절감폭이 더 큰 경우에는 총체적으로 최적 설계는 달라질 수 있음을 알 수 있다. 마지막으로 제 3단계에서는 제품의 수명이 다한 단계를 나타내는 것이다. 3단계에는 제품을 분해, 처리할 경우 얼마나 환경친화적인가, 얼마큼 재생가능한가 등을 고려할 수 있다. 이러한 요소들이 중요하게 되면 이들과 관련된 비용을 포함하여 최적화를 하는 것이 보다 타당한 모형을 구성하는 것이다. 따라서 이 글에서는 대분해서 3단계 세분해서 여러 단계로 제품의 수명이 전개되는 전 단계에 있어 생산관련, 혹은 기업이익관련 비용들이 발생하는데 제품설계가 이들 각 단계에 미치는 영향을 종합적으로 고려하여야 보다 총체적인 최적화에 근접할 수 있음을 주장하는 것이다.

IV. 제품설계 평가도구의 제안

지금까지 언급한 아이디어를 실현하기 위해서는 다양한 제품설계의 후보들을 평가할 수 있는 도구가 개발되어야 한다. 이에 대해서 간단한 제안을 하기로 하고 보다 구체적인 방안은 추후 연구과제로 미루기로 하자.

1) 총원가기준

이는 하나의 제품설계가 제공되었을 때 제품수명의 전단계에 걸쳐 개별 단계별로 원가계산이 가능할 경우를 상정하는 것이다. 하나의 설계후보별로 제품생산단계에서의 원가, 사용단계에서의 원가, 사용후(분해 및 재생)단계에서의 원가를 계산하여 총원가가 가장 낮은 설계방안을 선택하는 것이다. 이는 단계별 원가의 계량화가 가능한 경우를 다루는 것으로 정량적 도구에 해당한다고 할 수 있다. 이론적으로는 이 도구가 가장 바람직한 방법이겠지만 실제로 각 단계별 원가계산이 어려운 경우가 많을 것인데 이러한 경우에는 다른 대안을 고려하여야 한다. 이러한 대안 중 하나로 다음 방법을 제안하기로 한다.

2) 계층화된 점수부여

여기서는 각각의 제품설계에 대해 제품수명의 전단계의 세부단계별로 -5에서 5까지 점수를 부여한다. 그리고 각 세부단계별로 기업의 목적을 고려하여 가중치를 부과한 후 이를 이용하여 가중평균을 구하고 이렇게 구한 총점이 가장 높은 제품설계를 선택하는 방법을 제안한다. 이 경우 정확한 원가파악이 힘든 경우에도 적용할 수 있으며 정성적인(qualitative) 요소에 대한 고려도 포함시킬 수 있기 때문에 적용가능성이 높아진다.

V. 총체적 제품설계의 성공을 위한 전제조건

가장 기본적인 전제조건은 하나의 제품설계가 제품수명 전단계에 걸쳐 발생시키는 원가를 정확하게 평가하는 시스템의 구축이다. 이러한 원가의 파악은 기존의 전통적인 원가회계에서는 파악하기 힘든 경우가 많을 수 있다. 하지만 정확한 원가계산이 용이하지 않다고 하더라도 전단계를 총괄적으로 고려하여 설계에 반영한다는 것이 전체최적화에 보다 근접할 수 있음을 나타내주기 때문에 그 의미는 매우 크다고 볼 수 있다.

다른 전제조건으로는 기업의 평가체계를 들 수 있다. 일반적으로 기업의 평가시스템은 각

부문별로 이루어지는 경우가 많은데 이에 여러 가지 목적이 존재할 것이다. 우선 개별 부문별로 평가를 할 경우 보다 구체적이고 객관적인 평가기준을 설정하기가 쉽고 따라서 개별 부문별로 노력을 투입하는 수준을 제고할 수 있기 때문이다. 하지만 이런 경우 제품수명의 전단계를 고려하는 경우와는 이해가 상충(incentive conflict)되는 일이 자주 발생할 수 있다. 왜냐하면 각 단계사이의 상호관계에 의해 한 단계에서의 추가비용이 다른 단계에서의 보다 큰 비용절감을 가능하게 할 수 있음에도 불구하고 각 단계별 원가에 의해 평가받을 경우에는 해당 부문의 협조를 얻기가 용이하지 않을 것이다. 물론 이러한 이해상충을 조정하는 부서의 도입을 고려해 볼 수 있겠으나 이 경우에도 조정부서에서 해당 부서로부터 정보를 수집하여야 하는데 근본적으로 비대칭정보(asymmetric information)에 의해 실효를 얻기 힘들 수 있다. 또한 전체원가를 총괄적으로 고려하여 모든 부문을 공통적으로 평가하도록 평가체계를 수정하는 것도 또 다른 문제를 내재할 수 있다. 전체 비용을 고려하여 각 부문이 평가받을 경우에는 각 부문별 최상의 노력을 할 동기부여가 적어져 무임승차(free-rider problem)와 유사한 문제가 발생할 수 있는 것이다. 따라서 이러한 평가체계상 발생 가능한 여러 문제를 고려하여야 기대한 효과를 얻을 수 있을 것이다.

VI. 확장 및 결론

본 글에서는 제품설계가 생산효율성에 커다란 영향을 미칠 수 있기 때문에 이를 고려하여야 된다는 것을 강조하였다. 제품설계에 사용자의 욕구가 충족되도록 하여야 한다는 기본적인 원칙에 추가하여 제품설계에 따라 생산원가에 결정적인 영향을 준다는 사실에 입각하여 여러 가지 원칙들이 제시되어 왔다. 하지만 이러한 원칙들을 제품수명 전단계의 특정단계에 해당하는 요소를 강조하는 원칙으로 그 자체의 효과가 크지만 전체단계를 고려하지는 못한 문제점이 있었다. 따라서 본 글에서는 제품수명의 전단계를 총체적으로 고려하는 시각이 필요함을 강조하였고 제품설계시 전단계에 미치는 영향을 고려할 경우 기존의 원칙에 비해 보다 전체최적화에 근접할 수 있음을 주장하였다. 또한 이러한 원칙은 이미 강조한 바 있지만 서비스에도 적용이 가능하다. 고객이 원하는 서비스를 설계할 경우 서비스 내용을 구성할 때 서비스 생산 및 전달 과정의 전체를 고려하면 전체효율을 증가시키는데 도움이 될 수 있을 것이다. 이러한 본 글의 주장을 몇 가지 관점에서 확장해 볼 수 있을 것이다. 이러한 확장을 위해 우리는 공간적 차원과 시간적 차원으로 분류하여 전개해 보기로 하자.

1) 공간적 확장

이는 지금까지 하나의 제품을 설계의 기본 단위로 보고 논리가 전개되었으나 이를 확장하여 여러 제품으로 그 범위를 확대할 수 있을 것이다. 한 제품의 설계에 포함된 것이 다른 제품들의 설계 및 생산에 영향을 미칠 수 있게 될 수도 있다. 예를 들어 부품공유화에서는 한 제품에서 사용되는 부품이 다른 제품에서 사용될 경우 설계비용이라든가 생산비용 등에 있어 추가적인 절감이 가능하기 때문에 그 효과는 여러 제품에 걸쳐 발생한다.

2) 시간적 확장

이는 시간적으로 다른 시점에 사용되는 것에 대한 영향을 고려하는 것을 의미한다. 위에서 언급한 부품공유화의 경우 여러 제품사이에 부품을 공통적으로 사용하는 경우 얻는 효과를 말하지만 과거의 기본 부품을 사용함으로써 발생하는 효과는 시간차원을 넘어 발생하는 부품공유화 효과라고 볼 수 있다. 또한 시간이 흐름에 따라 제품설계를 개선해 나가는 것에서도 여러 시간에서의 효과를 함께 고려하는 것이 보다 정확한 분석이 될 것이다.

참 고 문 헌

1. Keoleian, Gregory, and San Menerey, Life Cycle Design Guidance Manual: Environmental Requirements and the Product System, U.S. Environmental Protection Agency, Cincinnati, OH, 1993.
2. Smith, Emitly, How to Manufacture It So It'll Be Easier to Fix, Business Week, Feb. 14, p:119, 1994.
3. Walleigh, Richard, Product Design for Low-Cost Manufacturing, The Journal of Business Strategy, July-August, 1989, pp:37-41.
4. Whitney, Daniel E., Manufacturing by Design, Harvard Business Review, July-August, 1988, pp:83-91.