

제품의 사용자 관점에서의 품질비용 모델 *

Quality Cost Model for a Product in the User's Viewpoint

李 相 鎔 **
Sang Yong Yi

ABSTRACT

The Q-cost has been used in the manufacturing company to decide the optimal level of company's product quality, and to evaluate the effect of company's quality control system since the advent of Q-cost theory.

In spite of the following costs are generated in the user side, owing to an unsuitable level of product quality and inadequacy of company's quality control system, these costs are not usually included in the company's Q-cost :

- (1) the cost generated in relation to a claim proposal as traffic expenses and transportation of the product.
- (2) the cost of maintenance through the useful life of the product, especially accrued after quality warranty period.
- (3) the cost related to the economical efficiency in using the product.

* 본 연구는 1991년도 학교연구비에 의한 논문임

** 建國大學校 工科大學 教授

(4) the cost related to a customer dissatisfaction for the product quality.

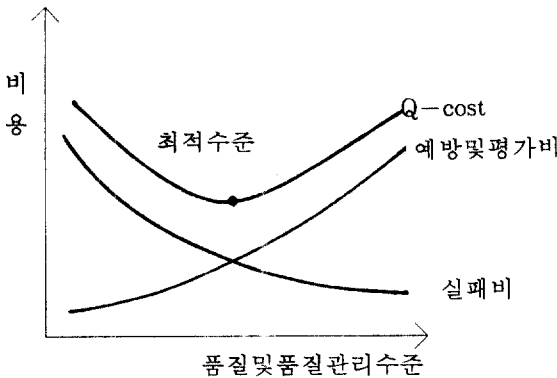
In this point of view, the contents of user side Q-cost, and the relations between the user side Q-cost and the level of company's product quality are discussed.

And then the importance of user side Q-cost in order to determine the optimal quality level is discussed.

I. 서론

Q-cost는 Lesser⁽¹⁾, Feigenbaum⁽²⁾⁽³⁾, Masser⁽⁴⁾, Juran⁽⁵⁾ Groocock⁽⁶⁾ 등에 의해 그 이론이 발전하였다.

Q-cost 이론에 의하면 (그림 1)과 같이 제품의 품질 및 품질관리수준을 증가시키면 이에 비례하여 豫防費(P-cost)와 評價費(A-cost)는 증가하고, 손실비(F-cost)는 감소한다.



(그림 1)

따라서 Q-cost는 예방비, 평가비, 실패비의 합으로 계산되고, 이것을 최소로 하는 최적품질 및 품질관리수준의 결정에 사용된다.

그런데 품질 및 품질관리수준과의 함수관계로 표현되는 Q-cost 곡선을 수학모델로 표현하기가 어렵기 때문에 이의 최적수준은 경험에 의해 결정하고 있다.

즉 Feiginbaum⁽⁷⁾은 최적수준을 예방비가 15%, 평가비가 25%, 실패비가 60% 정도의 비율로 Q-cost가 구성되었을 때라고 한다.

그런데 이러한 Q-cost는 생산자측면의 품질비용(producer side Q-cost)만을 집계분석하고 있을 뿐 사용자 측면에서의 품질비용(user side Q-cost)은 고려하고 있지 않다는데 문제가 있다.

더구나 PLCC(product life cycle cost)의 개념이 보편화되고서 부터 사용자는 제품의 구입가격뿐만 아니라 使用의 經濟性까지도 제품선택의 중요기준으로 고려하고 있기 때문에 제품의 신뢰성(reliability), 保全性(maintainability), 품질보증(quality warranty)기간, 서비스의 제공 정도등 使用의 經濟성과 관련된 품질특성을 고려하지 않으면 그 제품은 사용자로부터 평판이 나빠진다.

뿐만 아니라 사용자가 다수개 제품을 구입하는 경우에는 로트품질특성치의 散布, 불량률, 返品率 등도 사용자측면에서의 품질비용과 밀접한 관계를 갖는다.

Taguchi⁽⁸⁾은 제품의 품질을 불량률로 평가하는 것은 잘못이라고 말한다. 왜냐하면 생산자는 불량품을 출하지 않을려고 하기 때문에 불량률은 사용자에게 별로 의미가 없기 때문이라는 것이다.

이런 이유에서 Taguchi는 제품의 품질을 “제품이 출하된 후 사회에 미치는 有形無形의

손실”이라고 정의한다. 그리고 사회에 미치는 손실은 제품기능의 산포에 의한 손실(제품의 품질특성치가 목표치를 벗어난 경우의 손실)과 제품의 副作用 및 公害에 의한 손실의 sum으로 계산된다고 한다.

그런데 이러한 Taguchi의 품질과 품질손실 함수는 (1)코스트문제와 품질문제의 구분 (2)제품의 품질 또는 市場價値에 대한 사용자의 주관적 판단의 排除 (3)사용자품질비용의 고려등을 試圖하였다는 점에서 그의 특징을 찾아 볼 수 있으나 주관적 판단의 排除를 위한 損失을 계산하는데 있어서 많은 가정을 도입하고 있으며 이러한 손실의 추정어 어렵다고 하는데 또한 활용상의 문제점이 있다.

따라서 본 논문에서는 사용자품질비용의 내용을 구체화하고, 사용자품질 비용과 제품의 품질 및 품질관리수준과의 관계를 규명한 후 사용자품질비용을 포함한 총 Q-cost의 최적화 방안을 강구해 보기로 하겠다.

II. 클레임 提起에 수반된 사용자 품질비용

사용자품질비용은 크게 다음의 4가지로 나눌 수 있다.

- (1) 사용자가 구매한 제품의 품질수준이 생산자가 판매할 때 보증(guarantee)한 품질수준과 상이할 때 提起되는 클레임(claim)제기에 수반된 비용
- (2) 제품의 기능수행이 低調하거나 또는 기능이 停止(또는 고장이 발생)되었을 때 이의 修理에 수반된 비용
- (3) 제품의 구입비(또는 投資費)와 에너지소모

량과 같은 維持 및 保全費를 고려한 제품 사용의 경제성

- (4) 사용자의 품질불만족으로 인하여 발생하는 불만족손실

따라서 본절에서는 먼저 클레임제기에 수반된 사용자품질비용에 대하여 분석해 보기로 하겠다.

클레임제기와 수반된 품질비용을 생산자측에서는 클레임처리비라 하여 외부실패비(external failure cost)로 집계한다. 그러나 사용자측에서 발생하는 다음과 같은 비용은 외부실패비에 포함되지 않을 뿐 아니라 이것은 사용자 부담이 된다.

- (1) 클레임 접수장소까지의 교통비, 통신비 및 제품의 운송비
- (2) 클레임처리가 완료될 때 까지의 待期(waiting) 및 제품의 비가동손실

그러므로 클레임 발생빈도를 f , 건당통신 및 교통비를 C_1 , 건당운송비를 C_2 , 시간당 대기 및 비가동손실을 C_3 , 클레임처리시간을 t_c 라고 하면 클레임제기에 수반된 총사용자 부담비용 C_l 은 다음과 같다.

$$C_l = (C_1 + C_2 + C_3 t_c) \cdot f \quad (1)$$

이중 클레임발생빈도는 판매된 제품의 평균 출검품질수준(AOQ)과 직접관계된다. 그러므로 클레임발생빈도를 0 또는 0에 가깝게 감소시켜야 하는데 이렇게 하기 위해서는 다음의 AOQ공식에 입각하여 불 때 샘플링비율 S 가 1이 되는 全數檢査 또는 샘플링비율 S 가 1에 근사하는 샘플링검사를 실시하는 방법과 최종 검사에 제출되는 로트의 불량률 P 를 아주 작게 하는 방법이 있다.

$$APQ = \frac{PaP(N-n)}{N} = PaP(1-S) \quad (2)$$

그런데 최종검사에 제출되는 로트의 평균불량률 P는 제조공정의 평균불량률 Pm과 제조공정에 투입되는 원자재 또는 부품의 로트불량률 Pi의 합이고, 이것은 相互排反的이 아니기 때문에 다음과 같다.

$$P = P_m + P_i - P_m P_i \quad (3)$$

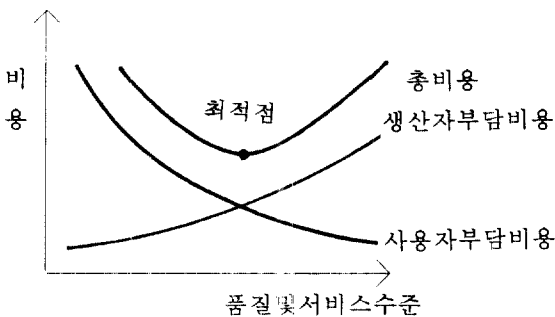
그러므로 최종검사에 제출되는 로트의 평균불량률 P가 적어지려면 공정평균불량률 Pm과 수입자재불량률 Pi가 모두 적어야 된다.

따라서 클레임제기에 수반된 사용자품질비용을 감소시키려면 첫째로 수입검사, 제조공정관리, 최종검사등 제품의 出荷前 품질관리가 성공적으로 수행되어 출하되는 로트의 평균출검 품질수준이 아주 좋아야 한다.

둘째로는 클레임접수장소를 소비자와 근접된 장소에 설치하므로서 교통비(C₁)와 운송비(C₂)를 감소시켜야 한다.

결론적으로 클레임제기에 수반된 사용자품질비용을 감소시키기 위해서는 클레임이 발생되지 않을 정도로 제품의 품질수준을 좋게 하고, 클레임처리의 對消費者 서비스수준을 향상시켜야 한다.

이렇게 하는 경우 (그림 2)와 같이 생산자부담비용은 증가하지만 사용자 부담비용은 감소된다.



(그림 2)

Ⅲ. 故障修理에 수반된 사용자 품질비용

제품의 품질을 최대한으로 유지하기 위해서는 보전(maintenance)을 실시하여야 하는데 보전은 일반적으로 豫防保全과 事後保全으로 구분된다.

예방보전은 제품의 품질이 저하되지 않도록 점검, 손질, 注油등에 의해 고장을 예방하는 것이고, 사후보전은 고장이 나면 신속히 수리하여 原狀으로 회복시키는 것이다.

생산자가 생산자비용부담으로 제공하는 보전행위는 생산자가 一方的으로 정한 무상보증기간에 限定된 예방보전(자동차등 일부 제품에 한함)과 사후보전뿐이며 무상보증기간 이후의 예방보전과 사후보전은 모두가 사용자비용 부담이 된다.

따라서 생산자가 정한 무상보증기간내에 발생하는 보전비는 생산자품질비용의 失敗費로 集計가 되지만 무상보증기간 이후의 모든 보전비는 사용자 품질비용이 되어야 한다.

더구나 무상보증기간내에 발생하는 고장에 대한 보전비가 생산자부담이라고 하더라도 고장으로 인한 遊休損失과 수리를 받기 위한 제품의 운송비와 교통비등은 사용자부담이 되고 있다.

따라서 제품의 유효수명(총사용가능시간)을 t, 평균시간당 고장률을 h, 고장당 평균시간을 tm, 무상수리보증기간을 ta, 수리장소까지의 회당평균운송비를 C₁, 수리기간중의 평균시간당 비가동손실을 C₂, 무상수리보증기간후의 시간당 평균수리비를 C₃, 고장부품의 평균가격을 C₄라고 하면 고장수리에 수반된 사용자품질비용 Cm은 다음과 같다.

$$C_m = ta \cdot h(C_1 + C_2tm) + (t - ta)h \cdot (C_1 + C_2tm + C_3tm + C_4) \quad (4)$$

그러므로 고장수리에 수반된 사용자품질비용 (C_m)을 감소시킬려면 다음과 같은 대책이 필요하다.

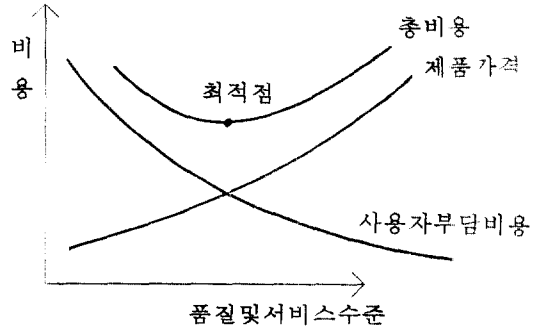
- (1) 제품의 信頼性을 제고하여 평균고장률 h를 감소시킨다.
- (2) 제품의 保安全性을 제고하여 평균수리시간 tm을 감소시킨다.
- (3) 무상수리보증기간 ta를 증가시키고, 수리장소까지의 회당운송비 C₁을 감소시킬 수 있는 애프터서비스체제를 마련한다.
- (4) 소모성 및 수리용부품을 싼 값에 공급함으로써 고장부품가격 (C₄)를 감소시킨다.

일반적으로 제품의 信頼性提高方法으로는 리던던시(redundancy)설계, 디레이팅(derating)설계, 高信頼度部品の 사용, 耐環境性설계, Fool Proof설계, Fail Safe설계등이 많이 사용되고 있는데 이러한 방법에 의거 제품의 신뢰도를 증대시킬려면 이에 비례하여 제품의 제조원가는 상승한다.

또한 제품의 保安全性提高方法으로는 모듈(module)설계, 자동진단장치(built in test)의 부착, 표준부품의 사용, 조립방법의 개량등이 많이 사용되고 있는데 이러한 방법에 의거 보전성을 증대시킬려면 역시 제품의 제조원가는 상승한다.

그리고 무상수리보증기간을 延長하고 서비스網을 擴大하기 위해서도 생산자부담비용은 증가한다.

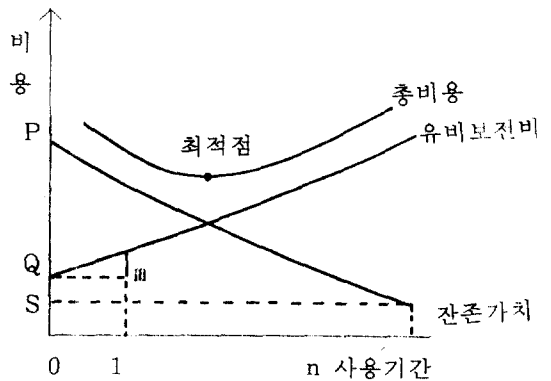
이와 같이 제품의 품질과 서비스수준을 증가시킬면 (그림 3)에서 볼 수 있는 바와 같이 생산자부담비용인 제품가격은 증가하게 되지만 반대로 사용자부담비용은 감소한다.



(그림 3)

IV. 제품사용의 경제성

교체이론(replacement theory)에 의하면 (그림 4)와 같이 제품의 사용시간이 증가하면 그만큼 그 제품의 殘存價値는 감소하고, 유지보전비는 증가한다. 그리고 총비용이 최소가 되는 사용시간이 바로 이 제품의 경제적 사용시간이 된다.⁽⁹⁾



(그림 4)

제품의 구입비(제품가격)를 P, 제품의 유효수명인 n년후의 잔존가치를 S, 초년도의 유지

보전비를 Q , 유비보전비의 연도별 증가액을 m 이라고하고, 이자를 무시한 경우의 n 년간의 연평균비용 C_u 를 구하면 다음과 같다.

$$C_u = (\text{자본비}) + (\text{평균유비보전비}) \\ = \frac{P-S}{n} + Q + m \frac{(n-1)}{2} \quad (5)$$

따라서 제품의 최초구입가격 P 가 타제품보다 적고, 제품의 잔존가치가 타제품보다 적은 비율로 감소됨으로써 n 년후의 잔존가치 S 가 크고, 제품의 초년도유지비 Q 가 타제품보다 적고, 유지보전비가 타제품보다 적은 비율로 증가 즉 m 가 적다면 이 제품의 경제적 사용시간은 증대하고, 총비용의 최소점은 낮아지기 때문에 사용자측면에서는 경제적이 된다. 즉 사용의 경제성은 증대된다.

더구나 최초의 구입가격과 사용의 경제성은 모두가 소비자가 요구하는 품질특성이기 때문에 제품의 使用經濟性提高의 필요성은 재론할 필요가 없다.

(5) 식에 의거 제품의 사용경제성제고방법을 들어 보면 다음과 같다.

- (1) 제품가져(또는 제조원가)의 引下 즉 P 의 감소
- (2) 제품의 시장가치저하방지 즉 S 의 증대
- (3) 에너지 소모량이 적고, 최소비용으로 유지보전이 가능한 제품의 개발 즉 Q 와 m 의 감소

이중 (1)은 제품의 설계 및 제조단계에서의 설계 및 관리능력에 따라 결정되는 것이고, (2)는 그 회사 또는 그 회사제품에 대한 市場에서의 品質評判과 회사에 대한 신뢰도에 따라 결정된다. 그리고 (3)은 주로 제품의 설계기술 능력에 의해 결정된다.

그러므로 제품사용의 경제성은 모두가 그 회사의 기술 및 관리능력수준에 따라 결정된다고 볼 수 있다. 그리고 회사의 기술 및 관리능력수준이 높으면 높을 수록 사용자의 부담이 되는 사용의 경제성은 좋아진다. 즉 사용자품질비용은 적어진다.

V. 사용자 품질불만족 손실

사용자요구를 최대로 반영한 품질특성치의 설정과 제품설계가 잘못되고, 제품규격에 맞지 않는 제품이 제조판매되면 사용자 불만족이 惹起된다.

일반적으로 제품의 품질에 대한 사용자의 불만족이 표면화되어 正式으로 提起되는 클레임을 顯在클레임이라 부르고, 사용자의 불만족이 표면화되지 않고 사용자 自身の 마음속에 간직되는 불만족을 潛在클레임이라 부른다.

현재클레임에 대해서는 생산자가 신속하게 대처해 주어야하며, 이 때에 발생하는 클레임 처리비는 생산자품질비용의 실패비로 간주된다.

그러나 잠재클레임에 대해서는 신속한 原因究明과 再發防止의 根本對策을 세워서 是正措置를 하여야 한다고 이론상으로 말하고는 있지만 이것은 표면적으로 나타나는 것이 아니기 때문에 대처하기가 그렇게 容易하지가 않는다.

더구나 현재클레임이든 잠재클레임이든 이것은 모두가 제품에 대한 사용자의 불만족 때문에 惹起되는 것이기 때문에 이에 대한 是正措置를 하였다 하더라도 제품이나 그 제품의 생산자에 대한 불신감은 쉽게 解消되지 않는다.

그리고 사용자의 제품에 대한 불만족이 조금이라도 있르면 그 회사제품의 고객은 그 만큼 감소하기 때문에 판매량은 감소되고, 판매량감소에 따른 고객상실손실이 발생한다.

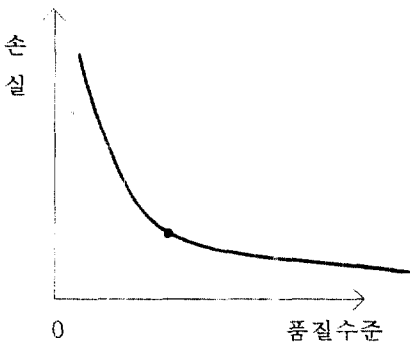
이러한 고객상실손실은 생산자품질비용의 외부실패비로 集計되어야 한다고 이론상으로는 말하고 있지만 현실적으로 이의 豫測이 어렵기 때문에 이것이 Q-cost에 포함되는 예가 별로 없다.

그리고 사용자의 품질불만족으로 인하여 사용자 자신이 입는 손실은 생산자 품질비용에 고려조차 되지 않는다.

그 이유는 고객상실손실도 計量化가 어렵기 때문에 생산자품질비용에 포함시키지 못하고 있는데 사용자품질불만족 손실은 더욱 計量化가 어렵기 때문이다.

하지만 제품의 품질에 대한 불만이 있으면 사용자는 그 만큼 심리적인면에서 뿐 아니라 사용면에서도 품질불만족손실이 발생하게 된다.

Harrington⁽¹⁰⁾은 제품의 품질수준에 따른 사용자품질불만족손실을 (그림 5)와 같이 나타내고 있다.



(그림 5)

(그림 5)에 의하면 제품의 품질수준이 만족점이상으로 좋으면 좋을 수록 사용자품질불만

족손실은 서서히 감소되고 0으로 수렴하지만 만족점이하로 품질수준이 나쁘면 사용자품질불만족손실은 급격히 증가하고 ∞로 수렴한다.

그러므로 사용자품질불만족손실이 0일때를 최적품질수준으로 보아야 당연하겠지만 인간의 심리적 특성상 100% 만족은 존재할 수 없기 때문에 이만족점 이상의 어느 수준을 최적품질수준으로 보면 된다고 말한다.

따라서 사용자품질불만족손실은 제품의 품질수준의 증가에 따라 감소되는 사용자품질비용이라고 말할 수 있다.

VI. 결 론

생산자품질비용에 고려되지 않고 있는 사용자품질비용은 (6)식과 같이 클레임제기비용(C_l), 고장수리비용(C_m), 사용의 경제성(C_u), 사용자품질 불만족손실(C_s)의 합이다.

$$\text{사용자품질비용} = C_l + C_m + C_u + C_s \quad (6)$$

그리고 이중 클레임제기비용, 고장수리비용 사용자품질불만족손실은 앞에서 분석해 본 비와 같이 모두가 제품의 품질 및 품질관리수준이 높으면 감소되고, 낮으면 증가된다.

다시 말하면 (1)소비자요구의 충족도와 (2)평균출검품질수준이 낮고, (3)신속한 클레임처리와 (4)품질하자보증(quality warranty)이 잘 안되며, (5)무상품질보증기간이 짧으면 사용자품질비용은 증가한다. 그리고 사용자 품질비용이 크면 그 만큼 판매량은 감소한다.

또한 사용자품질비용중 사용의 경제성은 회사의 기술 및 관리능력수준이 높으면 좋아지고, 즉 低維持費의 제품을 저렴한 가격으로 생

산할 수 있고, 회사의 기술 및 관리능력수준이 낮으면 나빠진다. 즉 제품가격이 비싸고 유지비가 많이 든다.

그러므로 사용자품질비용을 구성하고 있는 모든 비용은 모두가 생산자품질비용의 실패비와 마찬가지로 제품의 품질 및 품질관리수준의 증가에 비례하여 감소한다.

따라서 사용자품질비용도 Q-cost의 외부실패비에 포함시켜 총품질비용을 계산하고, 총품질비용(total Q-cost)를 최적화하는 것이 바람직하다.

왜냐하면 사용자품질비용이 최적이지 않으면 생산자품질비용인 외부실패비가 그 만큼 증가하고, 豫期치 않았던 손실이 발생하기 때문이다.

뿐만 아니라 앞에서 분석한 바와 같이 사용자품질비용의 내역은 품질 및 품질관리수준을 개선하기 위한 중요 指標가 된다.

그러므로 생산자품질비용을 감소시키고자 制御 가능한 비용이라고 해서 예방비와 평가비를 削減하기 전에 사용자품질비용의 발생을 염두에 두고 예방비와 평가비를 적절하게 투입함은 물론 사용자품질비용을 포함시킨 총품질비용의 최적화방안을 강구하여야 된다.

그리고 이렇게 하여야만 소비자로부터 평판이 좋은 제품을 판매할 수 있고, 그 회사제품의 상표를 소비자로부터 환영받는 有名商標로 만들 수가 있다.

參 考 文 獻

1. Lesser, W.H., "The Cost of Quality", International Quality Control, Nov., 1954.
2. Feigenbaum, A.V., "Total Quality Control", Harvard Business Review, Vol.34, No.6, 1956
3. Feigenbaum, A.V., Total Quality Control, Engineering and Management, McGraw-Hill Book Co., 1961.
4. Masser, W.J., "The Quality Manager and Quality Cost", International Quality Control, Oct., 1957.
5. Juran, J.M. and Gryna, F.M.Jr., Quality Planning and Analysis, McGraw-Hill Book Co., 1970
6. Grocock, J.M., The Cost of Quality, Pitman Publishing Corporation, 1974.
7. Juran, J.M., Quality Control Handbook, 3rd ed., McGraw-Hill Book Co., 1974
8. Genichi Taguchi, Quality Engineering in Production System, McGraw-Hill International Editions, 1989.
9. 李相鎔, 經濟性工學, 養雪出版社, 1988.
10. Harrington, H.J., "Indirect Quality Cost", Proceedings of ICQC'78, 1978