

品質工学における損失関数

会社員 松本 和也

概要

企業における活動とは『もの』を生産し、販売して社会貢献をしながら発展していくことである。しかし、いくら高品質のものをつくってもコストが合わないとなれば生産性は低くなってしまう。そのため、品質とコストのバランスを設計することは大変重要である。品質工学における損失関数の概念を用いてそれらを設計する方法を学んだので、その内容について説明する。

1 序論

企業における活動とは、『もの』を生産し、販売して社会貢献をしながら発展していくことである。例えば、ある『もの』をつくる上でコストが高くなったとする。このコストは『もの』を売るための価格に反映される。そうしないと利益がえられず、企業活動が継続できなくなるからである。しかし、価格が高ければ高いほど、その価格に見合った品質でないと買い手がつかなくなってしまうはずである。以上の考察から、企業活動を継続的に行っていくには、いかに高品質かつ低コストで『もの』を生産できるか(生産性)の観点が必要であり、工業的な課題となる。この課題に対する1つの考え方として品質工学分野における『損失関数』という概念を導入し、品質とコストのバランスを設計する方法がある。

本発表では、品質工学における『品質』とは何か、損失関数の概念について説明し、品質とコストのバランスを設計するための方法について説明する。

2 本論

品質工学における『品質』とは品物が『出荷後』に社会に与える損失であると定義する。ここでいう損失というのは(1)機能のバラつきによる損失、(2)弊害項目による損失のみを考える。例を挙げると自分の体形(目標値)にあったスーツを購入する際にぴったりのものがないとする。このとき、一般的には体形に近いスーツを購入すると思われるが、その際にスーツの手直しにかかる費用が(1)の損失である。また、(2)はスーツのサイズはぴった

りであったが、生地耐久性が悪く、1年くらいで破れてしまうような場合、スーツを買い替えなくてはならない。このように目標値通りではあるものの、生地耐久性という弊害項目により発生した損害(要は買い替えにかかる代金)が(2)にあたる。品質管理における命題は上記(1)・(2)の損失を減らすことである。

この命題に対して、損失関数という概念を導入する。

今、目標値 m が極小値となる場合(望目特性 y)を考えることにする。

損失関数は Y を次元とする関数であり、 $L(y)$ と表記する。

定義から、目標値通りであれば損失がないものと考えられるので、 $L(m) = 0$ である。

また $y = m$ は極値であるので $\frac{dL}{dy}|_{y=m} = 0$ である。

ここで $L(y)$ において、

$$\begin{aligned} L(y) = L\{m + (y - m)\} &\cong L(m) + \frac{L'(m)}{1!}(y - m) + \frac{L''(m)}{2!}(y - m)^2 + \dots \\ &\cong k \cdot (y - m)^2 \end{aligned}$$

として損失関数を近似的に表現できた。

この式における k を決定するには『もの』が機能しなくなるバラつき(機能限界 Δ_0)と、そのときにかかる損失から決定する。

$$y = m \pm \Delta_0$$

とし、機能しないときの損失を A_0 とするならば、

$$A_0 \cong k \cdot (m \pm \Delta_0 - m)^2 = k \cdot (\Delta_0)^2$$

より、

$$k \cong \frac{A_0}{(\Delta_0)^2}$$

が成立する。製品の特性バラつきとして、 σ を考慮すると、

$$L \cong \frac{A_0}{(\Delta_0)^2} \sigma$$

となる。この式は、損失関数を低減させるには

(1) 機能しないときの損失 A_0 を低減させる $\Rightarrow$ 安全設計

(機能しなかった場合の損失低減設計)

(2) σ を低減させる

$\Rightarrow$ 生産工程の設計や管理

(3) Δ_0 の増加

$\Rightarrow$ パラメータ設計

をすればよいということを教えてくれる。

3 結論

品質とコストのバランスを設計するための1手法として損失関数を用いた一般的な設計の流れについて説明した。これらの考え方は実際の製造現場では自身の立場で見た場合、製品規格の設計やコスト改善の指標として応用できるものと考えている。

また、今回説明した損失関数は品質工学分野では Y の次元をもつ関数ではあるが、統計分野では m まさに誤差関数として扱われており、今回の考え方は製品設計以外にも幅広く利用できるものであると思われる。

本発表が、少しでも企業活動におけるものづくりのイメージや統計学分野等の勉強のきっかけとなれば幸いである。

参考文献

- [1] 田口玄一，吉澤正孝，“品質工学講座 1 開発・設計段階の品質工学”，日本規格協会(1988)

松本 和也

首都大学東京都市教養学部都市教養学科理工学系物理学コース卒業、同大学理工学研究科電気電子工学専攻卒業、現在、某メーカーにて電気化学分野の研究開発職に従事。専門は電子物性と電気化学になると思われる。

品質工学は特に専門ではないのですが、ものづくりのイメージを少しでももって戴き、将来を選択するための一参考になればと思い、今回発表をしてみようと思いました。