工程平均 偏差를 考慮한 許容差 決定
—Producer-Consumer Tolerances Considering Process Mean Deviation—

宋 瑞 日*
朴 榮 浩**

Abstract

The producer's to tolerance concept (in contrast to the consumer's tolerence) follows naturally from the notion of continuous loss function. Emerging producer tolerance methodology has proceeded without benifit of carefully defined assumptions. We rectifg this omission and consider the process mean deviation. Then develope the models for which determine the tolerenes in cases of the-nominal-the-best, the-smaller- the-better and the-larger- the- better. Finally the numerical examples are presented to illustrated these results and also the sensitivity analysis to apprehend the changes of loss tolerances varing with mean is presented.

1. 序 論

製品出荷 後의 補正費用이 出荷 前의 補正費用보다 큰 경우에 生產者는 손실을 유발하는 모든 제품을 出荷前에 補正하여야 한다. 이와 같이 出荷前 補正費用이 경제적으로 타당한 한계를 生產者 許容限界(producer's specification limit)라고 하며 일반적으로 消費者 許容限界(consumer's specification limit)보다 그 범위가 좁다. 이러한 生產者 許容限界의 決定問題에 관하여 Taguchi[4], Barker and Clausing[1], Kackar[3] 등의 研究가 있었으나 模型의 가정이 정확하지 못한 缺點이 있으며, 또한 Fathi[5]의 研究는 이러한 단점을 어느 정도 보완하였으나 그 대상을 望目特性에 관한 模型으로 局限시키고 있을 뿐만 아니라 品質特性이 目標値와 平均이 일치한다고 가정함으로써 비현실성을 내포하고 있다.

따라서 本 研究에서는 旣存에서 未備했던 模型의 가정을 보완하고, 品質特性을 望目特性, 望小特性, 望大特性 등으로 분류함과 동시에 目標値와 平均値의 偏差를 고려한 許容差 決定模型을 開發한다.

2. 旣存研究의 考察

2.1 田口의 許容差 決定方法

어떤 제품의 品質特性値를 Y, 그 目標値를 m라 하고 Δ를 消費者 許容差(consumer's tolerance)라 하면 消費者의 許容限界는(m−Δ, m+Δ)이다.

여기서 L(Y)를 Y에 관한 損失函數라 하고 f(y)를 確率變數 Y의 p.d.f.라 하면 製品單位當 期待損失은

$$E[L(Y)]=\int_{-\infty}^{\infty}L(Y)f(y)dy \qquad (1)$$

이다.

Grant and Leavenworth[2] 등과 같은 古典的 接近方法에서는 上記의 損失函數를

$$L_s(Y)=\begin{cases}0, & \text{if } m-\Delta\le Y\le m+\Delta\\ A, & \text{otherwise}\end{cases}$$

단, A는 出荷 後 不合格品에 대한 補正費用

* 東亞大學校 產業工學科 敎授
** 東義工業專門大學 工業經營科 助敎授
접수 : 1991. 9. 12.

와 같은 階級函數(step function)로 나타내고, 이에 따라 期待損失을

$$E[L_s(Y)]=pA,\ \text{단}\ p=1-Pr[m-\Delta\leq Y\leq m+\Delta]$$

에 의하여 구하였다.

이에 반하여 앞에서 언급한 바와 같이 Taguchi[4]는 連續的인 2次式의 損失函數

$$L(Y)\cong k(Y-m)^2,\ m-\Delta\leq Y\leq m+\Delta \tag{2}$$

$$\text{단},\ k=A/\Delta^2$$

를 이용하여 消費者 許容限界를 벗어나는 제품으로 인한 損失을 豫防하기 위한 生產者 許容差 δ를 決定하는 방법을 제안하였다.

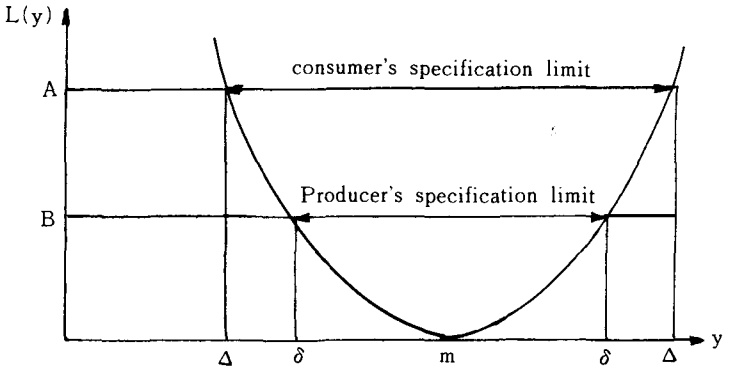


Fig. 1. Producer's Specification Limits in the presence of a Perfect Corrective Procedure.

Fig. 1과 같이 消費者 許容限界를 벗어날 때의 單位當 損失을 A, 生產者 許容限界를 벗어날 때의 損失을 B라하면

式 (2)에 의하여

$$B=\frac{A}{\Delta^2}\delta^2$$

이 되므로 生產者 許容差는

$$\delta=\sqrt{B/A}\,\Delta \tag{3}$$

이다.

그런데 식 (3)은 生產者가 不合格으로 처리한 제품에 대하여 양품으로 補正이 가능한 경우에 한하여 이용할 수 있으므로 不合格品을 廢棄處分해야 하는 工程에서는

$$\delta=\sqrt{(B/q)/A}\,\Delta,\ q=Pr[m-\delta\leq Y\leq m+\delta] \tag{4}$$

를 이용하여야 한다.

2.2 完全補正 및 不完全補正

Taguchi[4]의 許容差 決定模型에서는 不合格品에 대한 完全補正의 與否가 불명확하지만 Fathi[5]는 이 短點을 지적하고 完全補正過程(Perfect Corrective Procedure)에 관한 두 가지 특성을 定義하였다.

(i) 品質特性値 $Y\neq m$는 초기치에 관계없이 目標値 m로 補正할 수 있다.
(Perfect Correction)

(ii) 品質特性値가 $Y \geqq m$이면 製品出荷 前에는 補正費用이 B이며 出荷 後에는 A(A>B)이다.

이와 같이 完全補正過程이 가능한 理想的인 生產環境下에서 生產者는 期待損失을 최소화하기 위하여 品質特性 Y가 目標値 m에서 L(Y)>B인 損失을 誘發하는 偏差가 나는 모든 제품의 特性値를 m로 맞추는 補正을 실시하는 것이며, 이 경우의 生產者 許容差는 式 (3)에 의하여 결정할 수 있다.

完全補正過程 下에서의 單位當 期待損失 L_0는

$$L_0 = \{1 - Pr[m - \delta_0 \leq Y \leq m + \delta_0]\} B + \int_{m-\delta_0}^{m+\delta_0} K(y-m)^2 f(y)dy \qquad (5)$$

단, δ_0는 完全補正過程에서의 生產者 許容差

로 표현되며 물론 이 경우에 100% 全數檢査를 前提條件으로 한다.

田口[4]의 模型에서는 上記와 같은 가정이 전혀 언급되지 않았지만 式 (3), (4)는 完全補正過程을 전제로 한 것이다. 그러나 完全補正過程은 실질적으로 다음과 같은 矛盾을 내포하고 있다.

첫째, 完全補正에 의해 特性値 Y가 m로 된다는 것은 비현실적이며, 따라서 補正後의 Y도 確率變數라는 것이 더 현실적이다.

둘째, 補正費用이 Y 값에 무관하다는 점도 비현실적이다.

또한 田口는 모든 제품에 대한 100% 全數檢査에 의해 δ_0를 준수하자는 점을 주장하기보다는 生產者들이 消費者 許容限界를 꼭 준수하려고 노력하지만 말고 가능한 한 m에 가까운 품질특성을 갖는 제품을 생산하기 위하여 工程能力을 향상시키는데 모든 努力을 競走해야 한다는 점을 강조하였다. 그러나 어떤 경우에는 工程能力을 향상시키는 것이 너무 많은 비용이 들기 때문에 실질적인 工程能力 향상 또는 上記와 같은 完全補正이 거의 불가능할 수가 있다. 이러한 상황에서는 100% 全數檢査를 통하여 許容限界를 벗어나는 제품은 그것을 廢棄하고 같은 생산라인에서 다시 생산하여 代替하거나 같은 生產設備에서 補正하게 되며 이 경우에 補正處理 後의 品質特性値 Y는 원래의 品質特性値 Y로 동일한 分布에 따른다고 할 수 있다.

따라서 이와 같은 不完全補正過程에서의 單位當 期待損失은

$$L = \{1 - Pr[m - \delta \leq Y \leq m + \delta]\}(B + L) + \int_{m-\delta}^{m+\delta} K(y-m)^2 f(y)dy \qquad (6)$$

와 같이 나타낼 수 있다.

3. 生產者 許容差 決定模型

앞에서도 언급한 바와 같이 田口의 許容差 決定方法에서는 式 (3) 및 式 (4)로써 $Y \geqq m$인 品質特性値를 갖는 제품에 대한 完全補正의 가정을 내포하고 있으나 사실상 이러한 完全補正이 거의 불가능한 경우가 있다. 따라서 Fathi[5]는 100% 全數檢査를 통하여 許容限界를 벗어나는 제품을 동일 생산라인에서 재생산하여 代替하거나 동일한 生產設備에서 補正하는 경우에 補正處理 後의 品質特性値는 원래의 品質特性値 Y와 동일한 分布를 한다는 가정하에서 生產者 許容差를 결정하는 방법을 개발하였다. 그러나 田口[4] 및 Fathi[5] 등의 許容差 決定模型은 品質特性値가 望目特性인 경우에 한하여 적용될 수 있으며 工程平均이 目標値와 일치한다는 비현실적인 가정을 전제로 하고 있다.

이에 반하여 本 硏究에서는 어떤 제품의 初期品質特性値 Y가 正規分布를 하며 補正後의 品質特性値도 역시 동일한 正規分布를 한다는 가정하에서 目標値와 工程平均의 偏差를 고려하였으며 또한 品質特性을 望目, 望小, 望大의 세 가지 특성으로 분류하여 각 특성에 적합한 生產者의 許容限界를 결정하는 模型을 제시한다.

本 模型에서는 初期品質特性 및 補正 後 品質特性이 동일한 分布를 하는 不完全補正過程(imperfect corrective procedure)을 고려하여 品質特性値 Y의 平均이 μ, 分散이 σ^2인 正規分布를 한다고 가정하였으며, 本 模型에 이용되는 기호의 정의를 정리하면 다음과 같다.

A : 出荷 後 不合格品의 單位當 補正費用
B : 出荷 前의 單位當 補正費用
δ_0 : 完全補正 下에서의 生產者 許容差
L_0 : 完全補正 下에서의 單位當 期待損失

δ : 不完全補正 下에서의 生產者 許容差
L : 不完全補正 下에서의 單位當 期待損失
f(y) : 品質特性値 Y의 確率分布函數(정규분포)
f(z) : 標準正規분포
$\phi(a)$: 正規累積分布函數[$\phi(a)=\int_{-\infty}^{a} f(z)dz$]

3.1 望目特性의 境遇

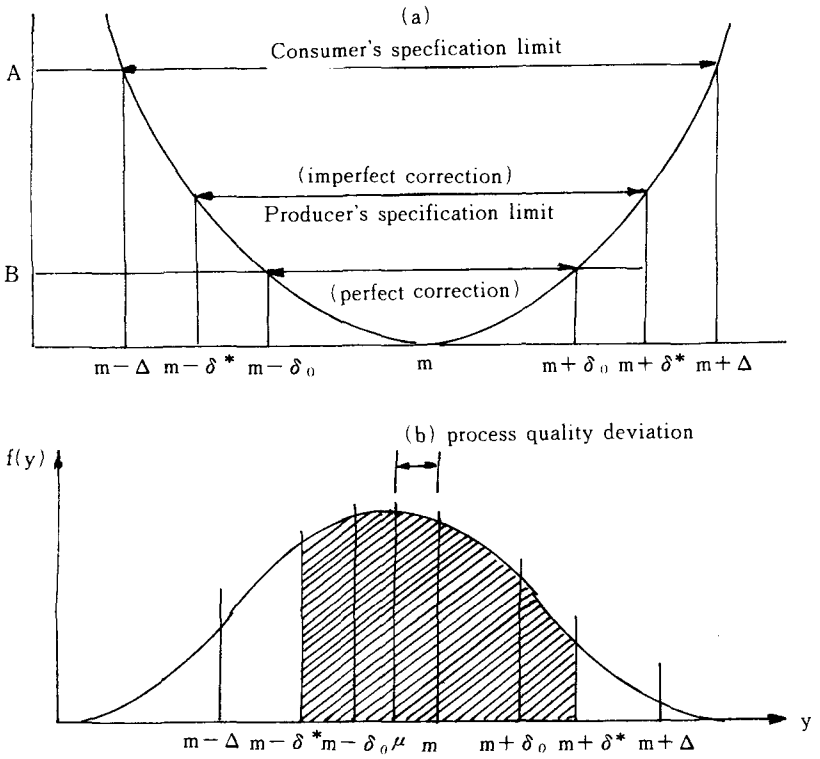


Fig. 2 (a) Loss Function and (b) Probability Density Function for The-Nominal-The-Best Case

望目特性의 경우에 損失函數 Fig. 2(a)와 같으며 不完全補正과정(imperfect corrective procedure)에서의 品質特性値의 確率分布는 Fig. 2(b)와 같다.

이러한 상황하에서 單位當 期待損失 L을 生產者 許容差 δ에 관한 함수로 표현하면 式 (6)과 같다.

$$L(\delta)=\{1-P_r[m-\delta\leq Y\leq m+\delta]\}(B+L)+\int_{m-\delta}^{m+\delta} k(y-m)^2 f(y)dy$$

여기서 目標値와 工程平均의 偏差(工程品質偏差) $m-\mu$를 고려하면 제품이 生產者 許容限界에 합격할 확률은

$$P_r[m-\delta\leq Y\leq m+\delta]=\int_{m-\delta}^{m+\delta} f(y)dy$$
$$=\int_{l-D}^{l+D} f(z)dz,$$

단, $\frac{m-\mu}{\sigma}=l$, $D=\frac{\delta}{\sigma}$

이고, 品質限界內에 있는 제품으로 인한 期待損失은

$$\begin{aligned}\int_{m-\delta}^{m+\delta} k(y-m)^2 f(y)dy &= \int_{m-\delta}^{m+\delta} k\{(y-\mu)+(\mu-m)\}^2 f(y)dy \\ &= \int_{m-\delta}^{m+\delta} k\{(y-\mu)^2+(\mu-m)^2\} f(y)dy \\ &= k\sigma^2\int_{l-D}^{l+D} (z^2+l^2)f(z)dz\end{aligned}$$

이 된다.

따라서 期待損失 L을 標準化한 許容差 D의 함수로 표현하면 다음과 같다.

$$L(D)=\frac{B-B\int_{l-D}^{l+D} f(z)dz+k\sigma^2\int_{l-D}^{l+D}(z^2+l^2)f(z)dz}{\int_{l-D}^{l+D} f(z)dz} \tag{7}$$

式 (7)에

$$k=\frac{A}{\Delta^2},\quad f(z)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\exp(-z^2/2),\quad \int z^2\exp(-z^2/2)dz=\int\exp(-z^2/2)dz-z\exp(-z^2/2)$$

을 대입하여 정리하면

$$L(D)=\frac{B-\frac{A\sigma^2}{\Delta^2}\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\{(l+D)\exp[-(l+D)^2/2]-(l-D)\exp[-(l-D)^2/2]\}}{\phi(l+D)-\phi(l-D)}-B+\frac{A\sigma^2}{\Delta^2}(1+l^2) \tag{8}$$

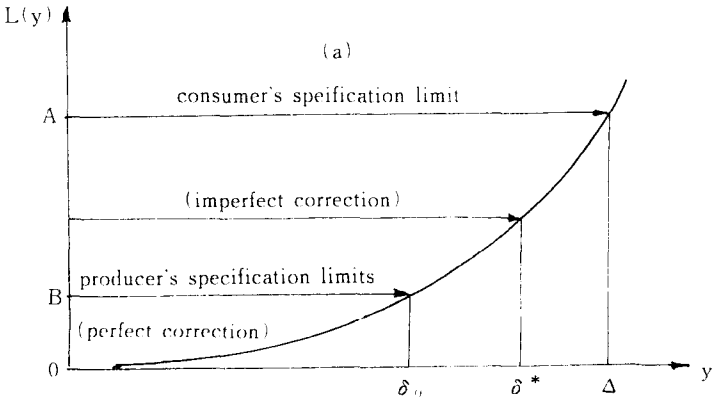
이 된다.

따라서 式 (8)에 의해 單位當 期待損失 L(D)를 최소화하는 D^*을 구하고 $\delta^*=\sigma D^*$에 의해 最適 生產者 許容差를 구한다. 그런데 式 (8)이 convex function이라는 것을 代數的으로 證明하기가 곤란하므로 적정한 D의 구간을 설정한 뒤 數値解釋的 방법에 의해 D^*을 近似的으로 결정한다.

$B<A$는 $\delta^*\leq\Delta$의 의미를 含蓄하고 있으며 또한 完全補正과 不完全補正過程을 비교할 때 $\delta^*\geq\delta_0=\sqrt{B/A}\,\Delta$이므로 $\delta_0\leq\delta^*\leq\Delta$이다. 따라서 $[\delta_0/\sigma,\ \Delta/\sigma]$을 初期區間으로 하고 Fibonacci Search method에 의해 D^*을 찾고 最適 生產者許容差를 결정한다.

3.2 望小특성의 境遇

望小特性의 경우에 損失函數는 Fig. 3(a)와 같으며 不完全補正過程에서의 品質特性値의 確率分布는 Fig. 3(b)와 같다.



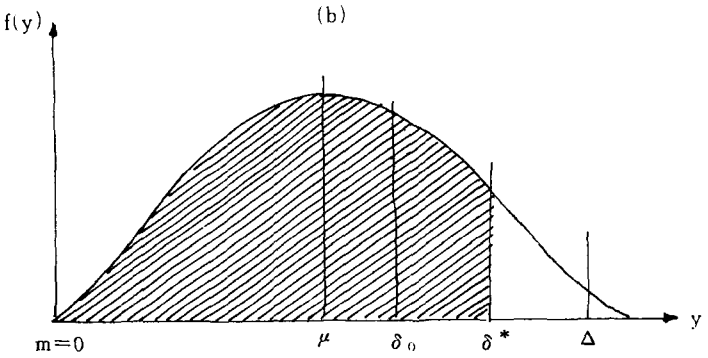


Fig. 3 (a) Loss Function and (b) Probability Density Function for The-Smaller-The-Better Case

이러한 상황하에서 單位當 期待損失 L을 生產者 許容差 δ에 관한 함수로 표현하면 다음과 같다.

$$L(\delta)=\{1-P_r[Y\leq\delta]\}(B+L)+\int_0^{\delta} ky^2f(y)dy \tag{10}$$

여기서

$$\frac{m-\mu}{\sigma}=l(m=0),\quad \frac{\delta-\mu}{\sigma}=D$$

라 놓으면 제품이 生產者 許容限界에 합격할 확률은

$$P_r[Y\leq\delta]=\int_0^{\delta}f(y)dy=\int_l^D f(z)dz$$

이며, 品質限界內에 있는 제품으로 인한 期待損失은

$$\begin{aligned}\int_0^{\delta} ky^2f(y)dy&=k\int_0^{\delta}\{(y-\mu)+\mu\}^2f(y)dy\\&=k\sigma^2\int_l^D(z^2+l^2)f(z)dz\end{aligned}$$

이다.

따라서 期待損失 L을 D의 함수로 표현하면

$$L(D)=\frac{B-B\int_l^D f(z)dz+k\sigma^2(z^2+l^2)f(z)dz}{\int_l^D f(z)dz}$$

$$=\frac{B-\dfrac{A\sigma^2}{\Delta^2}\dfrac{1}{\sqrt{2\pi}}\{D\exp(-D^2/2)-l\exp(-l^2/2)\}}{\phi(D)-\phi(l)}-B+\frac{A}{\Delta^2}\sigma^2(1+l^2) \tag{11}$$

와 같다.

이 경우에도 望大特性과 같은 방법으로 初期區間 $[(\delta_0-\mu)/\sigma,(\Delta-\mu)/\sigma]$를 설정하여 Fibonacci Search Method에 의해 D^*을 찾고 最適 生產者 許容差를 $\delta^*=\mu+\sigma D^*$에 의해 결정된다.

3.3 望大特性의 境遇

望大特性의 경우에 損失函數는 Fig. 4(a)와 같으며 不完全補正過程에서의 品質特性値의 確率分布는 Fig. 4 (b)와 같다.

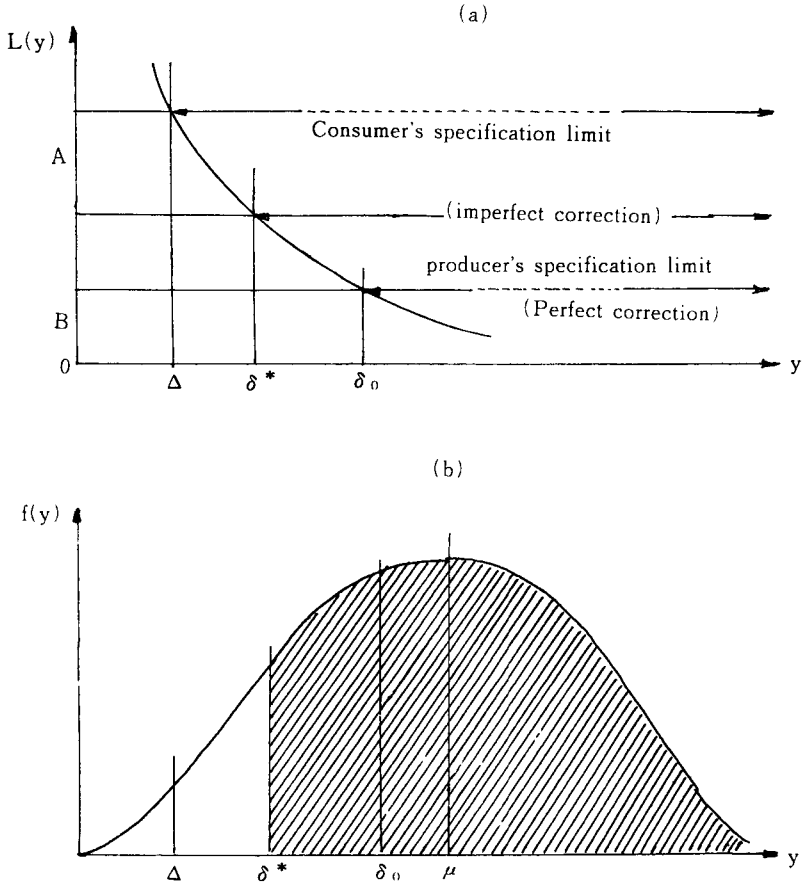


Fig. 4 (a) Loss function and (b) Probability Density function for The- Larger- The- Better case

이러한 상황하에서 單位當 期待損失 L을 生產者 許容差 δ에 관한 함수로 표현하면 다음과 같다.

$$L(\delta)=\{1-P_r[Y\geq\delta]\}(B+L)+\int_{\delta}^{\infty} k\frac{1}{y^2}f(y)dy \tag{12}$$

여기서

$$D=\frac{\delta-\mu}{\sigma}$$

라 놓으면 제품이 生產者 許容限界에 합격할 확률은

$$\begin{aligned}P_r[Y\geq\delta]&=\int_{\delta}^{\infty} f(y)dy\\&=\int_{D}^{\infty} f(z)dz\end{aligned}$$

이 된다. 한편 製品特性値가 許容限界內에 있을 때의 期待損失을 나타내는 式 (12)의 右邊의 두번째 항은 직접적인 積分이 불가능하므로 테일러 급수를 이용한다.

$1/y^2$을 μ에 관해 테일러 級數를 전개하면

$$\frac{1}{y^2}=\frac{1}{\mu^2}\{1-2[\frac{y-\mu}{\mu}]+3[\frac{y-\mu}{\mu}]^2-4[\frac{y-\mu}{\mu}]^3+\cdots\cdots\}$$

와 같고, 級數의 세번째 항까지를 近似的으로 취하면

$$\int_{\delta}^{\infty} \frac{1}{y^2} f(y)dy \cong \frac{1}{\mu^2}\int_{\delta}^{\infty} \{1-2[\frac{y-\mu}{\mu}]+3[\frac{y-\mu}{\mu}]^2\} f(y)dy$$

$$=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\mu^2\{\int_{D}^{\infty} \exp(-z^2/2)dz+\frac{3\sigma^2}{\mu^2}\int^{\infty}\exp(-z^2/2)dz\}$$

$$=\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\mu^2\{[1+\frac{3\sigma^2}{\mu^2}]\int_{D}^{\infty} \exp(-z^2/2)dz+\frac{3\sigma^2}{\mu^2}D\ \exp(-D^2/2)\}$$

따라서 單位當 期待損失 L을 D의 함수로 정리하면

$$L(D)=\frac{B+A\Delta^2/\sqrt{2\pi}\,\mu^2\{[1+\frac{3\sigma^2}{\mu^2}]\int_{D}^{\infty} \exp(-z^2/2)dz+\frac{3\sigma^2}{\mu^2}D\ \exp(-D^2/2)\}}{1-\phi(D)}-B+\frac{A\Delta^2}{\mu^2}[1+\frac{3\sigma^2}{\mu^2}] \tag{13}$$

이 된다.

그런데 望大特性은 損失函數는

$$L(y)=A\Delta^2\frac{1}{y^2}$$

이므로 完全補正下에서 生產者 許容限界는

$$B=A\Delta^2\frac{1}{\delta_0^2}$$

에 의하여

$$\delta_0=\sqrt{A/B}\,\Delta$$

이다. 따라서 初期區間을 $[(\Delta-\mu)/\sigma,\ (\delta_0-\mu)/\sigma]$으로 설정하여 Fibonacci Search Method에 의해 D^*을 찾고 $\delta^*=\mu+\sigma D^*$에 의해 最適 生產者 許容差를 결정한다.

4. 許容差決定 例題

例題 1. 望木特性의 境遇

어떤 製品의 品質特性에 대한 目標値가 2인데도 製造工程에서 산출되는 製品들은 平均이 10, 標準偏差가 2인 正規分布를 한다고 가정하고 消費者 許容限界는 11±5이며 A=100, B=20인 경우 製品單位當 平均品質損失을 최소화하는 生產者 許容限界를 결정하자. $\Delta=5$이고 式 (3)에 의하여 完全補正下에서의 生產者 許容差는 $\delta=2.24$이므로 不完全補正下에서의 最適 生產者 許容差는 [2.24, 5]의 구간내에 존재한다. 따라서 이 구간에서 式 (8)을 이용하여 Fibonacci search method를 적용하면 $\delta^*=3.62$일 때 單位當平均品質損失이 $L^*=17.25$로서 최소화된다.

그런데 $\mu=m=10$으로서 工程平均과 目標値 사이에 偏差가 없을 때는 式 (8)의 1이 0가 되며 그 결과로서 $\delta^*=2.82$, $L^*=11.84$로서 工程平均偏差를 고려하지 않은 Fathi[5]의 결과와 일치하며 이것은 式 (4)를 이용한 田口[4]의 결과 즉 $\delta^*=2.51$, $L^*=12.09$보다 平均品質損失이 작다.

이상과 같이 消費者 許容限界를 알 경우 工程平均偏差를 고려한 生產者 許容限界를 결정하는 과정을 정리하면 Fig. 5의 flowchart와 같다.

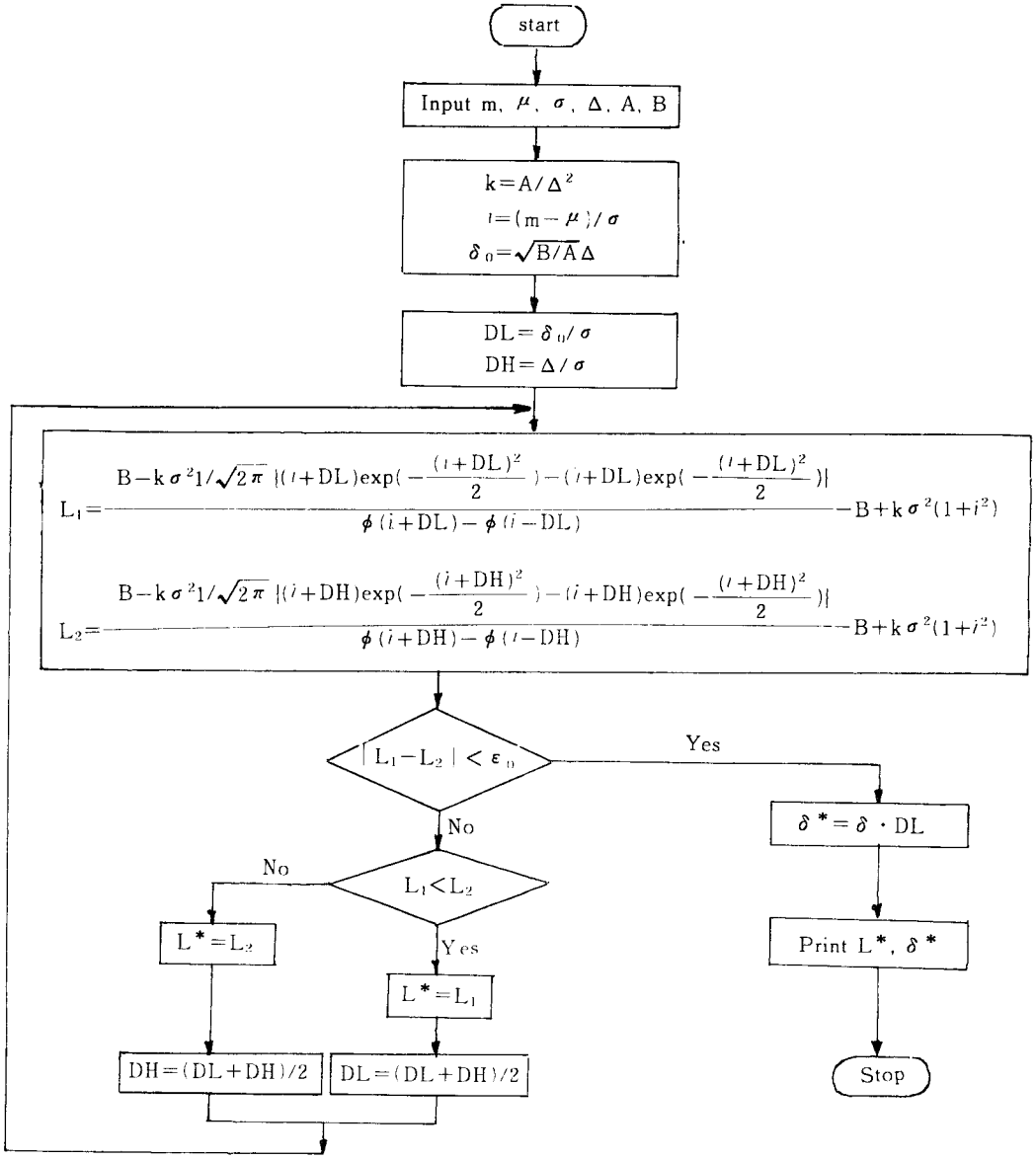


Fig. 5 Solution Procedure for The-Nominal-The-Best Case

그리고 Table 1은 本 例題에서 工程平均偏差가 변화할때 L^* 및 δ^*의 변화 및 工程平均을 目標値에 일치시키는데 투자할 수 있는 費用의 限界(Value of Mean adjustment per Unit)에 대한 感度分析을 실시한 것이다. 여기서 工程平均이 目標値와 차이가 클 때에는 生產者 許容差가 거의 消費者 許容差와 같게 되어 매우 큰 品質損失이 유발되며, 반면에 工程平均이 目標値와 僅少한 차이가 나는 경우들은 最適許容差가 거의 같으나작은 工程平均偏差의 차이에서도 상당한 品質損失의 차이가 있음을 알 수 있다. 따라서 期待品質損失을 최소화하기 위하여 工程平均偏差 즉 目標値와 工程平均의 차이를 최대한 줄이도록 노력하여야 한다.

그러나 이 경우에 Table에서 제시한 工程偏差 調整費用의 限界(Value of Mean adjustment per Unit)를 반드시 고려하여야 한다.

Table 1. Changes of Loss and Tolerance varing with Mean

μ	$\frac{\mu-m}{\sigma}$	Minimum Loss per Unit(L^*)	Optimal tolerance(δ^*)	Value of Meanadjustment per Unit
8.00	−1.500	51.16	5.00	39.29
8.25	−1.375	44.85	5.00	32.98
8.50	−1.250	39.26	5.00	27.39
8.75	−1.125	34.34	5.00	22.47
9.00	−1.000	30.04	4.83	18.17
9.25	−0.875	26.23	4.52	14.36
9.50	−0.750	22.85	4.31	10.98
9.75	−0.625	19.85	3.83	7.98
10.00	−0.500	17.25	3.62	5.38
10.25	−0.375	15.23	3.62	3.36
10.50	−0.250	13.31	2.97	1.44
10.75	−0.125	12.23	2.93	0.36
11.00	0.000	11.87	2.93	0.00
11.25	0.125	12.23	2.93	0.36
11.50	0.250	13.31	2.97	1.44
11.75	0.375	15.23	3.62	3.36
12.00	0.500	17.25	3.62	5.38
12.25	0.625	19.85	3.83	7.98
12.50	0.750	22.85	4.31	10.98
12.75	0.875	26.23	4.52	14.36
13.00	1.000	30.04	4.83	18.17
13.25	1.125	34.34	5.00	22.47
13.50	1.250	39.26	5.00	27.42
13.75	1.375	44.85	5.00	32.98
14.00	1.500	51.16	5.00	39.29

例題 2. 望小 및 望大特性의 경우

어떤 製品에 관한 品質特性이 望小特性 즉 目標値가 0인 경우에 실질적으로 工程上에서 目標値를 달성할 수 없다. 따라서 品質特性이 平均 $\mu=5$, 標準偏差 $\sigma=1$인 正規分布한다고 가정하고 消費者 許容限界가 10이며 A=100, B=20이라 하자. 이 경우에 完全補正을 전제로 한 生產者 許容差는 式 (3)에 의하여 $\delta_0=4.47$이므로 式 (11)을 $[(\delta_0-\mu)/\sigma, (\Delta+\mu)/\sigma]$를 初期區間으로 하는 Fibonacci Search Method에 적용시키면 $D^*=3.62$, $L^*=26.00$이다. 따라서 $\delta^*=\mu+\sigma D^*$에 의하여 $\delta^*=8.62$이다. 그런데 이 결과는 望目特性의 生產者 許容差를 결정하는 式 (8)에 $\tau=0$을 대입한 결과와 같다.

그러므로 許容差 決定問題에서 望小特性은 望目特性의 특수한 경우($\tau=0$)에 해당하며 따라서 望目特性의 模型을 직접 적용할 수 있다.

한편, 品質特性인 望大特性인 경우에 工程上의 品質特性이 平均 $\mu=10$, 標準偏差 $\sigma=1$인 正規分布를 한다고 가정하고 消費者 許容限界가 5이며 A=100, B=20이라 하자.

이 경우에는 $\delta_0=\sqrt{A/B}\Delta$에 의하여 $\delta_0=11.18$이므로 式 (12)를 $[\delta_0-\mu)/\sigma, (\Delta+\mu)/\sigma]$ 初期區間으로 하는 Fibonacci Search Method에 적용시키면 $\delta^*=10.24$, $L^*=25.75$이다.

5. 結 論

消費者 許容限界를 고려한 生產者의 許容差 결정문제에 관하여 田口[4] 등을 비롯한 많은 연구가 있었으나 模型의 狀況展開가 명확하지 못하였기 때문에 Fathi[5]는 이러한 단점을 지적하고 不完全補正過程下에서 生產者 許容差를 결정하는 模型을 제시하였다. 그러나 그의 연구도 望目特性에 局限되었을 뿐만아니라 目標値와 工程平均이 일치한다는 비현실성을 내포하고 있다. 따라서 本 硏究는 品質特性을 望目, 望小, 望大特性으로 분류함과 동시에 目標値와 工程平均의 偏差 즉, 工程平均偏差를 고려한 許容差 決定模型을 開發하였다.

어떤 제품에 관한 初期品質特性値 y가 正規分布를 하며 補正後의 品質特性値도 역시 동일한 正規分布를 가정하는 不完全補正의 가정 하에서 不合格品으로 인한 損失과 田口의 品質損失의 합의 형태로서 單位當 期待損失을 生產者 許容差에 관한 함수로 표현하였으며, Fibonacci search method에 의해 適正 生產者 許容差를 결정하는 방법을 제시하였다. 특히 望目特性의 경우에는 目標値와 工程平均의 偏差 즉, 工程平均偏差를 고려한 模型을 제안하였으며 工程平均의 변화에 따른 損失 및 許容差 變化의 感度分析을 실시한 결과 근소한 工程平均偏差가 있더라도 상당한 品質損失이 초래됨을 알 수 있었다. 따라서 本 硏究에서 제시한 工程偏差 調整費用의 限界를 고려하여 工程平均偏差를 최대한 줄이도록 노력하여 期待品質損失을 최소화하여야 한다.

References

1. Barker, T. B., and Clausing, D. P., "Quality Engineering by Design : The Taguchi Method," *Proceedings of 10th Annual RSQC Conference*, 1984, pp. 1~23.
2. Grant, E. L., and Leavenworth, R. S., *Statistical Quality Control*, 5th ed. McGraw-Hill, New York, N.Y., 1980.
3. Kacker, R. N., "Off-Line Quality Control, Parameter Design, and the Taguchi Method," *Journal of Quality Technology 17*, 1985, pp. 176~188.
4. Taguchi, G. *Introduction to Quality Engineering*, Unipub, White Plains, N.Y., 1986.
5. Yahya, Fathi, "Producer-Consumer Tolerances," *Journal of Quality Technology*, *22*, 1990, pp. 138~145.