Journal of the KSQC
Vol.21, No.2, Dec 1993

1993년 12월 韓國品質管理學會誌 제21권 제2호

# 다구찌 損失函數를 이용한 最適生産者 許容差決定에 관한 연구

# A Study on the Determination of optimum producer's Tolerance by Continuous Loss Function of Taguchi

辛 容 伯*
尹 尙 元**

## ABSTRACT

The concept of producer's tolerance, in contrast to the consumer's tolerance, is a natural consequence of continuous loss functions. It is based on the premise that any unit product whose quality characteristic deviated from its traget value inflicts a loss, and that this loss is a continuous monotonically increasing function of the magnitude of deviation.

This concept of the emphasis on loss function to improve quality of products on the side of customer is introduced by Taguchi. This paper considers the problem of determining the optimum producer's tolerance by continous loss fuction of Taguchi and proposes a probablistic model for the problem. The difference between the proposed probablistic approach and the approach taken in Taguchi is also pointed out.

* 亞洲大學校 産業工學科 敎授
** 亞洲大學校 大學院 産業工學科

# 1. 序　論

### 1-1 研究目的

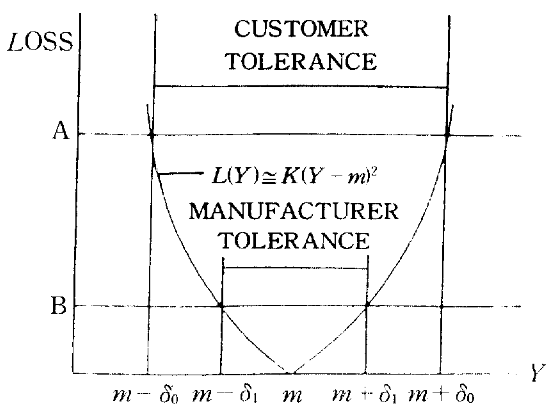
品質規格대로 요구된 製品을 最小의 損失로서 能率的으로 만드는 것이 理想的이라 할 때 生產費用도 잘 파악할 수 있지만, 製品品質의 評價는 明白하지 않은 경우가 많다. 一般的으로 製品品質을 評價할 때에는 주로 不良率의 概念으로 把握되는데 不良品은 消費者에게 出荷되지 않으므로 消費者에게는 피해를 주지 않는다고 할 수 있겠다. 따라서, 品質의 概念을 生產者로부터 消費者에게 出荷되어 製品의 機能散布 등으로 消費者에게 미치는 損失로서 評價되어야 한다 [1][3][9]는 것이다. 또한 損失로 評價된 品質은 品質損失이라 하고, 品質損失은 貨幣單位로 計量化함으로써 品質概念을 客觀化하며 目標置를 도입, 生產者에게 社會的 損失을 고려하게 하여 目標置에 접근한 製品을 生產하게 함으로써 品質向上에 계속적인 努力이 可能하게 된다. 따라서 本 硏究의 目的은 原價節減의 極大化를 위해 生產者로 하여금 經濟的인 許容差 決定에 效率性을 摸索하고자 하는데 있다.

### 1-2 研究對象 및 範圍

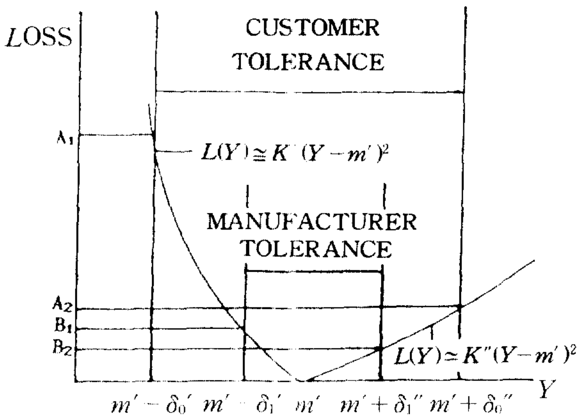
本 研究에서는 다구찌의 損失函數를 이용하여 不良으로 판정된 修品은 修理 또는 廢棄하는데 소요되는 損失과 規格의 範圍안에 合格判定된 것을 目標置와의 偏差에 의한 損失을 함께 고려하는 消費者, 生產者 許容限界의 각각에서 損失函數 형태를 對稱型(Symmetric), 非對稱型(Nonsymmetric)의 두가지 形態로 分類하여 100%檢査 및 100%檢査가 없을때의 確率的 期待損失函數를 도출해내고, 100% 檢査下의 最適生產者 許容限界를 구했다. 그리고 數値例題를 통해 다구찌 方法에 의한 最適生產者 許容限界와 研究된 確率的 期待損失函數에서의 값과 比較 考察을 했다.

# 2. 許容差別 損失函數

性能 特性値가 許容差 區間內에 속하면 合格, 아니면 不合格이라는 종래의 二元的 개념 [1][7][8]의 損失函數가 消費者의 選好度를 反映하지 못한다는 觀點에서, 消費者로부터 그 采當性을 인정받기 어렵게 되었다. 반면에 다구찌에 의해 提案된 $L(Y)\cong K(Y-m)^2$의 2차 函數形態의 模型은 從來의 二元的 損失函數의 問題點을 탈피한 製品의 性能 特性이 目標置로부터 얼마나 떨어져 있느냐에 따라 損失의 程度를 明確하게 표현되고 있다.〈그림 2-1〉〈그림 2-2〉




〈그림 2－1　Symmetric Loss Function〉




〈그림 2−2 Nonsymmetric Loss Function〉

여기서 損失函數 $L(Y)\cong K(Y-m)^2$, $L(Y)\cong K'(Y-m')^2$, $L(Y)\cong K''(Y-m')^2$은 $m-\delta_0\leq Y\leq m+\delta_0$ 및 $m'-\delta_0'\leq Y\leq m'+\delta_0''$ (消費者 許容限界) 일때의 社會損失을 나타내며 $K$는 $A=K\delta_0^2$, $A_1=K'\delta_0'^2$, $A_2=K''\delta_0''^2$의 각각에서 구할 수 있다. 한편 生産者 許容差를 考慮해볼 때, 生産者가 工程能力 向上 및 改良活動을 통한 損失이 製品이 사용되어지는 동안에 $Y$가 $m$으로부터 變動함으로서 야기되는 損失보다 작다면, 生産者는 工程能力 向上 및 改良活動을 취할 것이며, 生産者는 生産된 製品單位當 平均 損失을 最小化하는 政策즉, 最適生産者 許容差를 考慮하게 될 것이다. 이런 觀點에서 許容差別 期待損失 函數를 求하기 위해 $Y$는 正規分布(平均 $\mu$, 分散 $\sigma^2$)를 따르고, $\mu=m$($m$은 목표값)이란 假定을 設定했으며 본 硏究에서 函數에 사용되는 記號定義은 다음과 같다.

〈記號定義〉

(損失函數가 對稱인 경우)

$A$ : $\delta_0$을 벗어 났을 때의 社會 損失

$B$ : 生産者가 製品을 不合格으로 처리했을때의 損失(스크랩 處理 또는 代置費用)

$\delta_1$ : $Y\neq m$인 모든 製品에 대해 完全한 修理에 의한 生産者 許容差

$\delta_0$ : 消費者(出荷對象)의 許容差

$C$ : 檢査費用

$\delta$ : 단위당 期待 損失을 最小化시키는 결정될 生産者 許容差

$L_0$ : $\delta_0$에서 100% 檢査를 하지 않을 때의 單位當 期待損失

$L_1$ : $\delta_0$에서 100% 檢査를 할 때의 單位當 期待損失

$L_2$ : $\delta_1$에서 100% 檢査를 하지 않을 때의 單位當 期待損失

$L_3$ : $\delta$에서 100% 檢査를 할때의 單位當 期待損失

$L^*$ : $\delta$에서 100% 檢査를 할때의 單位當 最適 期待損失

$\delta^*$ : $L^*$를 最小化 시키는 最適 生産者 許容差

$f(y)$ : 正規分布의 $p.d.f$

$f(z)$ : 標準正規分布의 $p.d.f$

$K$ : $\dfrac{A}{\delta_0^2}$

(損失函數가 非對稱인 경우)

$A_1, A_2$ : $\delta_0'$, $\delta_0''$를 벗어 났을때의 社會損失

$B_1, B_2$ : 生産者가 製品을 不合格으로 처리했을 때의 損失

$\delta_1', \delta_1''$ : $Y\neq m'$인 모든 製品에 대해 完全한 修理에 의한 生産者 許容差

$\delta_0', \delta_0''$ : 消費者 許容差

$C'$ : 檢査費用

$\delta', \delta''$ : 單位當 期待損失을 最小化시키는 결정될 上下限 生産者 許容差

$L_0'$ : $\delta_0', \delta_0''$에서 100% 檢査를 하지 않을 때의 單位當 期待損失

$L_1'$ : $\delta_0'$, $\delta_0''$에서 100% 檢査를 할 때의 單位當 期待損失

$L_2'$ : $\delta_1'$, $\delta_1''$에서 100% 檢査를 하지 않을 때의 單位當 期待損失

$L_3'$ : $\delta'$, $\delta''$에서 100% 檢査를 할 때의 單位當 期待損失

$f(y)$ : 正規分布의 $p.d.f$

$f(z)$ : 標準正規分布의 $p.d.f$

$K'=\frac{A_1}{\delta_0'^2} \quad K''=\frac{A_2}{\delta_0''^2}$

### 2-1 消費者 許容差에서의 確率的 期待損失函數

消費者 許容差를 基準으로 했을 때 期待損失函數를 구하는 槪念으로서 100% 檢査없이 消費者 許容差를 벗어났을 때 廢棄 處分하는 경우(이 때는 社會的 損失이 附課된다)와 100% 檢査에 의해 不合格品은 廢棄處分하고 이에 대신하는 새로운 製品을 生産할때 여기에 合格되는 確率은 消費者許容差의 函數가 된다. 이것을 2가지 경우로 구분하여 確率的 期待損失函數로서 표시하면 다음과 같다.

#### 2-1-1 100% 檢査없는 경우

$$L_0=[1-P(m-\delta_0\leq Y\leq m+\delta_0)]A + \int_{m-\delta_0}^{m+\delta_0} K(Y-m)^2 f(y)\,dy$$
$$=[1-\int_{m-\delta_0}^{w+\delta_0} f(y)\,dy]A + \int_{m-\delta_0}^{m+\delta_0} K(Y-m)^2 f(y)\,dy$$
$$=[1-\int_{-\delta_0/\sigma}^{\sigma\ /\sigma} f(z)\,dz]A + K\sigma^2\int_{-\delta_0/\sigma}^{\sigma\ /\sigma} z^2 f(z)\,dz \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

$$L_0'=A_1P(-\infty\leq Y\leq m'-\delta_0') + A_2P(m'+\delta_0''\leq Y\leq\infty) + \int_{m'-\delta_0'}^{m'} K'(Y-m')^2 f(y)\,dy + \int_{m'}^{m'+\delta_0''} K''(Y-m')^2 f(y)\,dy$$
$$=A_1\int_{-\infty}^{m'-\delta_0'} f(y)\,dy + A_2\int_{m'+\delta_0}^{\infty} f(y)\,dy + \int_{m'-\delta_0'}^{m'} K'(Y-m')^2 f(y)\,dy + \int_{m'}^{m'+\delta_0''} K''(Y-m')^2 f(y)\,dy$$
$$=A_1\int_{-\infty}^{-\delta_0'/\sigma} f(z)\,dz + A_2\int_{\delta_0''/\sigma}^{\infty} f(z)\,dz + K'\sigma^2\int_{-\delta_0'/\sigma}^{0} z^2 f(z)\,dz + K''\sigma^2\int_{\sigma}^{\delta_0''/\sigma} z^2 f(z)\,dz \cdots\cdots\cdots\cdots (2)$$

#### 2-1-2 100% 檢査있는 경우

$$L_1=C+[1-P(m-\delta_0\leq Y\leq m+\delta_0)]A + \frac{\int_{m-\delta_0}^{m+\delta^0} K(Y-m)^2 f(y)\,dy}{\int_{m-\delta_0}^{m+\delta^0} f(y)\,dy}$$
$$=C+[1-\int_{-\delta_0/\sigma}^{\delta_0/\sigma} f(z)\,dz]A + \frac{K_\sigma^2\int_{-\delta_0/\sigma}^{\delta_0/\sigma} z^2 f(z)\,dz}{\int_{-\delta_0/\sigma}^{\delta_0/\sigma} f(z)\,dz} \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

$$L_1'=C'+A_1P(-\infty\leq Y\leq m'-\delta_0') + A_2P(m'+\delta_0''\leq Y\leq\infty) + \frac{\int_{m'-\delta_0'}^{m'} K'(Y-m')^2 f(y)\,dy}{\int_{m'-\delta_0'}^{m'} f(y)\,dy}$$

$$+\frac{\int_{m'}^{m'+\delta_0''} K''(Y-m')^2 f(y)\,dy}{\int_{m'}^{m'+\delta_0''} f(y)\,dy}$$

$$= C' + A_1\int_{-\infty}^{-\delta_0'/\sigma} f(z)\,dz + A_2\int_{\delta_0''/\sigma}^{\infty} f(z)\,dz$$

$$+\frac{K'\sigma^2\int_{-\delta_0'/\sigma}^{0} z^2 f(z)\,dz}{\int_{-\delta_0'/\sigma}^{0} f(z)\,dz}$$

$$+\frac{K''\sigma^2\int_{0}^{\delta_0''/\sigma} z^2 f(z)\,dz}{\int_{0}^{\delta_0''/\sigma} f(z)\,dz} \quad \cdots\cdots\cdots (4)$$

## 2-2 生產者 許容差에서의 確率的 期待損失函數

生產者 許容差를 벗어나는 品質 特性置의 製品은 스크랩 처리하든가 혹은 동일 生產라인에서 다른 單位의 製品으로 代置될 것이다. 여기서 生產者 許容差를 基準해서 完全한 修理없이 100% 檢査를 하는 경우와, 完全한 修理에서 100% 檢査를 하지 않는 2가지의 경우로 구분할 수 있다. 만약 生產 工程이 正常的이고 완전한 修理가 가능할때 損失 金額이 $B$, $B_1$, $B_2$보다 크게되는 品質 특성치 $Y$가 $m$, $m'$에서 벗어나는 모든 製品을 修理하다고 했을 때 $\delta=\sqrt{B/A}\,\delta_0$, $\delta'=\sqrt{B/A_1}\,\delta_0'$, $\delta'=\sqrt{B/A_2}\,\delta_0''$의 식으로서 生產者 許容差가 구해진다[1][2][3]. 따라서 生產者는 $m-\delta\leq Y\leq m+\delta$ 및 $m'-\delta'\leq Y\leq m'+\delta''$를 벗어나는 모든 製品에 대해 消費者에게 引導되기 전에 完全한 修理가 되어야 할 것이다. 실제 生產라인에서는 完全한 數理는 거의 不可能 하다는 觀點에서 單位當 期待損失을 最小化시키는 最適生產者 許容差를 決定하는 것이 要求된다. 이런 條件下에서 $\delta$, $\delta'$, $\delta''$를 中心으로한 완전한 修理없이 100% 檢査가 있는 경우와, 完全한 修理에서의 100% 檢査가 없는 境遇로 구분해서 期待 損失函數를 구한다.

### 2-2-1 100% 檢査없는 경우

$$L_2=[1-P(m-\delta_1\leq Y\leq m+\delta_1)]B + \int_{m-\delta_1}^{m+\delta_1} K(Y-m)^2 f(y)\,d(y)$$

$$=[1-\int_{m-\delta_1}^{m+\delta_1} f(y)\,dy]B + \int_{m-\delta_1}^{m+\delta_1} K(Y-m)^2 f(y)\,dy$$

$$=[1-\int_{-\delta/\sigma_1}^{\delta/\sigma_1} f(z)\,\mathrm{d}z]B + K\sigma^2\int_{-\delta/\sigma_1}^{\delta/\sigma_1} z^2 f(z)\,dz \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (5)$$

$$L_2'=B_1P(-\infty\leq Y\leq m'-\delta_1') + B_2P(m'+\delta_1''\leq Y\leq\infty) + \int_{m'-\delta_1'}^{m'} K'(Y-m')^2 f(y)\,dy + \int_{m'}^{m'+\delta_1''} K''(Y-m')^2 f(y)\,dy$$

$$=B_1\int_{-\infty}^{m'-\delta_1'} f(y)\,dy + B_2\int_{m'+\delta_1''}^{\infty} f(y)\,dy + \int_{m'-\delta_1'}^{m'} K'(Y-m')^2 f(y)\,dy + \int_{m'}^{m'+\delta_1''} K''(Y-m')^2 f(y)\,dy$$

$$=B_1\int_{-\infty}^{-\delta_1'/\sigma} f(z)\,dz + B_2\int_{\delta_1''/\sigma}^{\infty} f(z)\,dz + K'\sigma^2\int_{-\sigma_1'/\sigma}^{0} z^2 f(z)\,dz + K''\sigma^2\int_{0}^{\delta_1''/\sigma} z^2 f(z)\,dz$$

$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (6)$$

2-2-2 100% 檢査있는 경우

$$L_3=\frac{C+(1-\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma}f(z)\,dz)B+K\sigma^2\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma}z^2f(z)dz}{\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma}f(z)\,dz}$$

$$\cdots\cdots(7)$$

$$L_3'=\frac{C'}{\int_{-\delta'/\sigma}^{\delta''/\sigma}f(y)\,dy}$$

$$+\frac{B_1\int_{-\infty}^{-\delta'/\sigma}f(z)\,dz+K'\sigma^2\int_{-\delta'/\sigma}^{0}z^2f(z)\,dz}{\int_{-\delta'/\sigma}^{0}f(z)\,dz}$$

$$+\frac{B_2\int_{\delta''/\sigma}^{\infty}f(z)\,dz+K''\sigma^2\int_{0}^{\delta''/\sigma}z^2f(z)\,dz}{\int_{0}^{\delta''/\sigma}f(z)\,dz}$$

$$\cdots\cdots(8)$$

여기서 期待損失이 生産者의 工程能力이 충분하다면 $\delta$, $\delta'$, $\delta''$를 정하는데 별다른 問題가 없겠지만, 生産現場은 工程能力의 不充分 및 완전한 修理의 問題點은 항상 存在하기 때문에 $\delta$, $\delta'$, $\delta''$, $B$, $B_1$, $B_2$를 정하는데 어려움이 있게 된다. 또한 $\delta$, $\delta'$, $\delta''$를 벗어난 不良品이 스크랩이되어 再生産하더라도 그것이 $\delta$, $\delta'$, $\delta''$내에 들어올 確率은 不確實한 것이다. 따라서 $\delta$, $\delta'$, $\delta''$가 부여됨에 따라 그것에 合格되는 確率은 $\delta$, $\delta'$, $\delta''$의 函數가 된다.

# 3. 最適生産者 許容差 設計

다구찌 損失函數에서 어떤 製品이 消費者 許容限界內에 모두 들어있다고 해도 不良率의 관점에서는 아무런 하자가 없게되나 사실상 社會的 損失은 더 크게된다. 결국 許容差안에 속하는 製品은 무조건 良好하다고 받아들이는 종래의 概念이 매우 非合理的임을 보여준다고 할 수 있다. 간단히 規格을 만족하는 製品은 規格을 벗어난 製品과 거의 마찬가지의 損失을 가져다 줄 수 있으며, 다구찌의 損失函數는 이를 구체적으로 反映하고 있다 [1]]5][6][9]. 보통 許容差를 구하는데는 기능의 失敗率을 고려한 確率的方法, Simulation에 의한 방법 [1] [4]도 考慮할 수 있지만 散布의 原因을 綜合的으로 고려되지 않으면 能率的인 方法이 못되고 또한 時間과 費用面에서 非効率的이라 할 수 있다. 따라서 本 硏究의 最適生産者 許容差 設計方法으로 다구찌 損失函數를 이용한 기 구축된 確率的 期待損失函數와 다구찌 公式에 의한 2가지 接近方法으로 損失函數가 對稱型일때의 最適生産者 許容差를 구했다. 물론 非對稱型 損失函數의 境遇에도 기 구축된 確率的 期待損失函數를 이용해 쉽게 구할 수 있다.

## 3-1 確率的 期待損失函數에 의한 設計

임의의 生産者 許容差에서 完全한 修理없이 100%檢査가 있는 경우에 確率的 期待損失函數式

$$L_3=\frac{C+[1-\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma}f(z)\,dz]B+K\sigma^2\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma}z^2f(z)\,dz}{\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma}f(z)\,dz}$$

로써 표시할 수 있는바 $L_3$을 最小化 시키는 $\delta$를 구하는 方法으로 그래프적 方法,

初期 Search interval로 $[\delta_1, \delta_0]$로 하여 求하는 Fibonacci Search Algorithm등으로 구할 수 있겠으나 [5][7], 本 硏究에서는 工程能力이 充分하다고 판단하여 다구찌 公式에서 $\delta_1=\sqrt{B/A}\,\delta_0$를 求해 $[\delta_1, \delta_0]$까지의 모든 값들에 대해 컴퓨터를 이용하여 $L^*$가 되는 $\delta^*$를 구하는 방법을 採擇했다.

### 3-2 다구찌 公式에 의한 設計

완전한 數理下의 生産者 許容差가 주어졌을 때, 완전한 修理없이 100%檢査를 통해 거기에 合格되는 比率은 許容差의 函數란 概念으로 許容差 $\delta$는

$$\delta=\sqrt{(B/P(\delta))/A}\,\delta_0$$

와 같은 식을 提示했다[1][2][6]. 여기서 特性値 $Y$의 分布가 正規分布를 하고 그 平均이 目標値 $m$, 標準偏差가 $\sigma$인 경우에는 $P(\delta)$는 다음과 같이 계산된다.

$$P(\delta)=\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} f(z)\,dz$$

다구찌 公式에 의한 最適 $\delta^*$를 구하는 方法은 一般的으로 축차근사법으로 해결되며

제1근사치 ; $\delta_1=\sqrt{B/A}\,\delta_0$

제2근사치 ; $\delta_2=\sqrt{(B/P(\delta_1))/A}\,\delta_0$

제3근사치 ; $\delta_3=\sqrt{(B/P(\delta_2))/A}\,\delta_0$

.

.

.

제$n$근사치 ; $\delta_n=\sqrt{(B/P(\delta_{n-1}))/A}\,\delta_0$(제$n$근사치 $\delta_n$에서 $P(\delta_n)$을 구한다)의 節次를 反復함으로써 $\delta^*$를 구하게 된다. 또한 $\delta_1$, $\delta_2$, ...... $\delta_n$값의 변화에 따른 기 構築된 確率的 期待損失函數에 대입하여 각각의 期待損失을 구한다.

## 4. 數値例의 比較分析

提示된 2가지 方法에 대한 檢討를 위해 數値例를 다음과 같이 適用하였다. 어떤 部品의 機能限界가 $m\pm5_{mm}$, 機能限界를 벗어났을 때의 損失金額이 A=100원, 이 部品의 生産原價는 $B=20$원, 標準偏差 $\sigma=2_{mm}$, 平均, $\mu=m=10_{mm}$이고, 이 部品의 品質特性値는 正規分布를 따르며, 檢査費用을 무시할 수 있는 것으로 假定했을 때 最適生産者 許容差 $\delta^*$를 구하는데 있어 確率的期待損失函數와 다구찌 公式에 의한 方法을 이용하여 각각의 경우에 대해 $\delta^*$를 구했다.

### 4-1 確率的 期待損失函數를 利用한 方法

$C$가 무시될 수 있으므로

$$L_3=\frac{\left[1-\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} f(z)\,dz\right]B+K\sigma^2\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} z^2 f(z)\,dz}{\int_{-\delta/\delta}^{\delta/\sigma} f(z)\,dz}$$

의 식으로 표현되며

여기서 $K\sigma^2\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} z^2 f(z)\,dz$

$$=K\delta^2\left[-\frac{2\delta}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}e^{-\delta^2/2\sigma^2}+\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} f(z)\,dz\right.$$

가 되므로,

$L_3=$

$$\frac{[1-\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} f(z)\,dz]\,B+K\sigma^2[-\frac{2\delta}{\sqrt{2\pi}\,\sigma}e^{-\delta^2/2\sigma^2}+\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} z^2 f(z)\,dz]}{\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} f(z)\,dz}$$

가 되어

$$=\frac{(K\sigma^2-B)\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} f(z)\,dz+B-\frac{2K\sigma\delta}{\sqrt{2\pi}}e^{-\delta^2/2\sigma^2}}{\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} f(z)\,dz}$$

$$=(K\sigma^2-B)+(B-\frac{2k\delta\sigma}{\sqrt{2\pi}}$$

$$e^{-\delta^2/2\sigma^2})\frac{1}{\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} f(z)\,dz}$$ 이 된다. 따라서

$$L_3=(K\sigma^2-B)+(B-\frac{2K\sigma\delta}{\sqrt{2\pi}}$$

$$e^{-\delta^2/2\sigma^2})\frac{1}{\int_{-\delta/\sigma}^{\delta/\sigma} f(z)\,dz}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(9)$$

이다. 식 (9) 로부터 $\delta=2.24-5.00$까지의 모든값을 구하면 Table 4-1의 結果가 된다.

Table 4－1　계산결과

| $\delta$ | $L3$ | $\delta$ | $L3$ | $\delta$ | $L3$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.24 | 12.7691 | 2.83 | 11.8518 | 3.94 | 13.2290 |
| 2.34 | 12.4467 | 2.84 | 11.8523 | 4.04 | 13.4025 |
| 2.44 | 12.2054 | 2.94 | 11.8776 | 4.14 | 13.5742 |
| 2.49 | 12.1116 | 3.04 | 11.9356 | 4.24 | 13.7428 |
| 2.51 | 12.0788 | 3.14 | 12.0210 | 4.34 | 13.9071 |
| 2.52 | 12.0633 | 3.24 | 12.1294 | 4.44 | 14.0661 |
| 2.54 | 12.0342 | 3.34 | 12.2565 | 4.54 | 14.2191 |
| 2.60 | 11.9612 | 3.44 | 12.3985 | 4.64 | 14.3655 |
| 2.64 | 11.9237 | 3.54 | 12.5523 | 4.74 | 14.5048 |
| 2.74 | 11.8655 | 3.64 | 12.7147 | 4.84 | 14.6636 |
| 2.81 | 11.8519 | 3.74 | 12.8831 | 4.94 | 14.7608 |
| *2.82 | 11.8517 | 3.84 | 13.0553 | 5.00 | 14.8316 |

Table 4-1을 보면 $\delta^*=2.82$일때 $L_a{}^*=11.8517$원으로 最適期待 損失값을 구할 수 있고 完全한 修理하의 100%檢査 없는 경우의 $L_2=15.6543$원으로 $L_3{}^*$보다 3.8026원의 높은 結果를 보여주고 있다. 또한 $\delta^*$의 값은 모든 生產工程上에서 最小損失을 나타내는 값으로 原價

節減을 위해 最適水準의 決定으로서 利益 創出의 極大化를 기할 수 있는 것이다.

### 4-2 다구찌 公式에 의한 方法

제1근사치 ; $\delta_1 = \sqrt{B/A}\,\delta_0 = 2.24[P(\delta_1) = 0.7372]$

제2근사치 ; $\delta_2 = \sqrt{(B/P(\delta_1))/A}\,\delta_0 = 2.60[P(\delta_2) = 0.8064]$

제3근사치 ; $\delta_3 = \sqrt{(B/P(\delta_2))/A}\,\delta_0 = 2.49[P(\delta_3) = 0.7850]$

제4근사치 ; $\delta_4 = \sqrt{(B/P(\delta_3))/A}\,\delta_0 = 2.52[P(\delta_4) = 0.7924]$

제5근사치 ; $\delta_5 = \sqrt{(B/P(\delta_4))/A}\,\delta_0 = 2.51[P(\delta_o) = 0.7924]$

제6근사치 ; $\delta_6 = \sqrt{(B/P(\delta_5))/A}\,\delta_0 = 2.51[P(\delta_6) = 0.7924]$

近似値로서 구한 값들을 식(9)에 代入하여 期待損失을 구한 값들은, Table 4.1에 나와 있고 여기서 最適 값 $\delta^* = 2.51$일때 $L^* = 12.0788$원을 얻을 수 있다.

여기서 2가지 方法에 대한 $\delta^* = 2.51$와 $\delta^* = 2.82$의 差異가 發生한 것은 다구찌 公式의 損失函數 K값을 許容限界에서 벗어나는 것들을 社會損失에서 구함으로서 결국 K값이 固定되고 또한 過大하게 잡아줌으로서 過剩品質로 처리되어졌기 때문이다. 결국 許容限界內의 製品이 目標値로 부터의 偏差만을 2次函數로 考慮하고, 許容限界를 벗어나는 品質損失에 대해서는 考慮하고 있지 않는 結果의 差異이다. 반면 提案된 方法은 다구찌 方法의 過剩品質에 탈피해 不合格 損失과 規格內의 2次 損失을 考慮하여 設定하는 方法이 된다.

## 5. 結 論

본 硏究에서 設定한 確率的 期待損失函數 및 다구찌 公式에 의한 生産者 許容差 設計는 生産現場의 적용에 중요한 要素로 作用될 수 있다. 왜냐하면 許容差가 필요 이상으로 크거나 작거나하면 이 때문에 損失이 發生하게 된다. 만약 許容差를 너무 크게 設定하면 不良品을 만들게 되며, 너무 좁게 設定되면 製品이 要求되고 있는 이상의 精密度를 維持하기 위해서 더 많은 原價를 지불하게 된다. 또한 不必要한 機械의 整備나 調整을 위해 作業中止의 事態가 發生한다는 次元에서 最適 許容差의 設計는 品質管理의 核心的인 要素가 된다.

確率的 期待損失函數에서 $\delta^* = 2.82$ $L^* = 11.8517$와 다구찌 公式에서의 $\delta^* = 2.51$ $L^* = 12.0788$의 값에서 $\delta^*$ 및 $L^*$의 차이가 각각 0.31과 0.2271로서 차이가 發生했다. 여기서 구한 값들이 어느정도의 近似値가 사용되었다는 問題點을 안고 있지만, 다구찌 方法이 가능한 한 現場에 接木되기 쉬운 方法을 찾자는 것을 基本的인 思想으로 하고 있기 때문에 $\delta^*$를 決定하는데 $\delta^*$를 2.51−2.82에서 어느값을 決定하든 相關없겠지만 製品의 特性 및 工程能力 程度, 致命度 등을 고려해서 合理的인 原價節減을 위한 經濟的인 $L^*$決定이 要求되며, 以上의 方法論은 生産者로 하여금 最小의 損失로 最大의 利益을 위한 合理的 意思決定의 手段으로서 매우 有用함을 立證하였다.

# 參 考 文 獻

1. 田口玄一(1990), 品質工學 講座 1-7, 韓國工業標準協會 飜譯出刊.
2. 박성현(1990), 다구찌 方法을 中心으로한 實驗計劃法, 서울, 영지문화사.
3. 염봉진, 고선우, 김성준(1990), "製品 및 工程設計를 위한 다구찌方法", 經營科學 7, 3-21.
4. Grant, E.L. and Leavenworth, R.S.(1980), Statistical Quality Control, McGraw-Hill, New Yrok.
5. Ross, P.J.(1988), Taguchi Techniques for Quality Engineering, McGraw-Hill New York.
6. Taguchi, G ; Elsayed, E.A.;and Hsiang, T. C.(1989), Quality Engineering in production systems, McGraw-Hill, New York.
7. Fathi, Y.(1990), "*Proucer-Consumer Tolerances*", Journal of Quality Technology 22, 138-145.
8. Harris, T.J.(1992), "*Optimal Controllers for Nonsymetric and Nonquadratic Loss Function*", Techonometrics 34, 298-306.
9. Kackar, R.N.(1985), "*Off-Line Quality Control, Parameter Design, and the Tauguchi Method*", Journal of quality Technology 17, 176-188.