

製造産業에서의 人間-機械시스템과 關聯된 品質費用分析에 관한 研究

A Study on the Analysis of Quality Cost in the Man-Machine System

김 형 준*
Kim, Hyung-Jun

Abstract

For the relationship between conformance cost and the individual elements of non-conformance, an analysis was made of the relationship between inspection cost and training cost and scrap cost. As a result it was explained that there was all a positive correlation between training cost and scrap cost, and between inspection cost and scrap cost. Like this, training and inspection cost and scrap cost have a positive correlation.

Judging from the fact that the coefficient of inspection cost is lower than that of training cost in the comparison of the coefficient of each cost, it can be analyzed that the change in scrap cost is influenced by the change in training cost more greatly than the change in inspection cost.

If doing so, it can be interpreted that scrap cost and rework cost do not still decrease in spite of increasing in education and training cost and prevention cost. This result may represent the problem as to whether education and training cost is effectively expended for prevention activity.

Accordingly, to cope with this situation, it is thought that scrap cost should be cut by establishing the effective prevention measure for causing the increase of scrap cost.

1. 研究의 目的과 前提

本 研究의 目的은 人間시스템에서 發生되는 教育費 및 檢査費와 機械시스템에서 發生되는 廢脚處理費와의 關連성을 파악하는데 있다. Juran의 品質費用 시스템에서 主張하고 있는 教育費 및 檢査費는 適合費用으로, 폐각처리비는 不適合費用으로 처리되고 있는데 이들 비용과의 關係는 '適合費用이 增加하면 不適合費用은 減少한다'는 內容인 바, 여기에 대한 實證的 研究를 위해 다음과 같은 前提를 設定하였다.

前提 1: 品質費用을 크게 適合費用(C)과 不適合費用(NC)으로 區分한다.

1-1: 適合費用은 教育費 및 檢査費로 限定한다.

1-2: 不適合費用은 廢脚處理費로 限定한다.

前提 2: 單位當 品質費用은 生産量에 關係없이 一定하다.

* 서일전문대학 공업경영과

前提 3: 品質費用은 해당기업의 單一製品에 대한 品質費用을 測定한다.

前提 4: 研究對象 企業은 少品種 大量生産 시스템으로서 이들은 서로 獨立이며, 또한 同一 企業의 경우라도 서로 다른 製品이 生産되는 個別工場의 경우에도 역시 서로 獨立이다.

前提 5: 機械시스템에서 발생되는 주된 費用을 폐각처리비로, 人間시스템에서 발생되는 주된 費用을 教育費 및 檢査費로 限定하되, 폐각처리비는 教育비 및 檢査비에 따라 變하는 確率變數이다.

2. Juran의 品質費用 模型

Juran은 <圖 1>과 같이 品質費用의 두 曲線인 適合費用 曲線과 不適合費用 曲線으로 이루어지는 品質費用 模型을 主張하고 있다. 여기에서 그가 제시하고 있는 주된 內容은 '適合費用의 增加로 不適合費用이 減少된다'는 것인데, 이를 위해 다음과 같이 몇 가지 前提를 두고 있다.

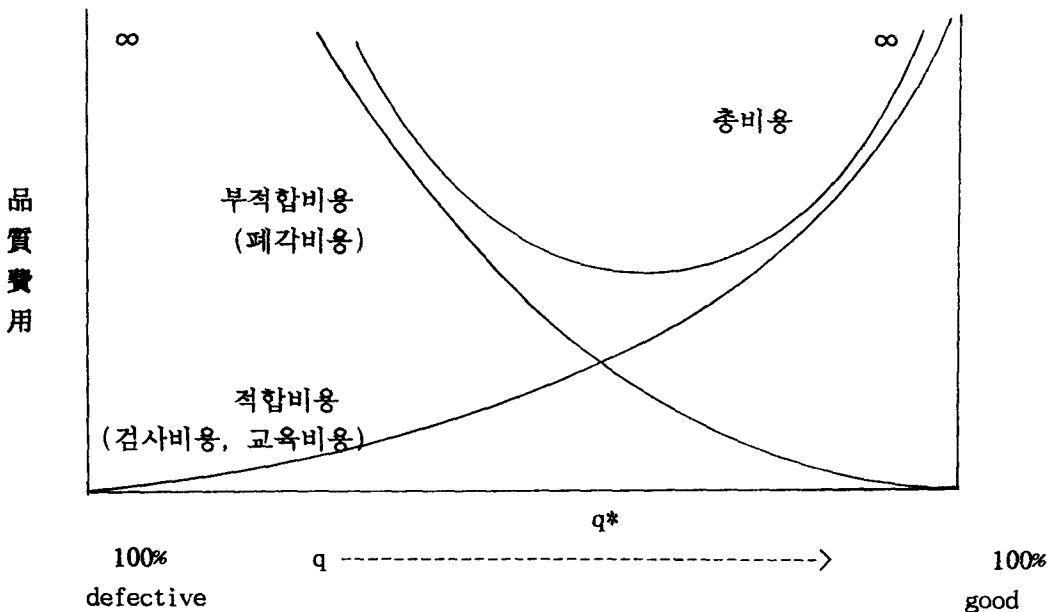
前提 1: 品質費用은 크게 適合費用(C)과 不適合費用(NC)으로 나눈다.

前提 2: 適合費用 曲線은 品質이 전혀 適合하지 않은 狀態에서 零이고 品質水準(q)이 無限히 1로 接近함에 따라(즉 $q \uparrow 1$) 無限히 커진다. 여기서 品質水準(q) 1은 全 生産 製品이 모두 良品인 경우로서 模型에서 100% 良品(100% good)을 意味한다.

前提 3: 不適合費用 曲線은 品質이 完全 無缺點이면 零이고 品質水準이 無限히 零으로 接近함에 따라(즉 $q \downarrow 0$) 無限히 커진다. 品質水準(q) 零은 生産된 全 製品이 모두 不良品인 경우로서 模型에서 100% 不良品(100% defective)을 意味한다.

前提 4: 單位當 品質費用은 生産量에 依存하지 않는다.

<圖 1> Juran의 品質費用 模型



주) q는 品質水準을 나타내며, q*는 最適品質 水準을 나타낸다.

(資料): Juran, J.M., DR. Frank M. Gryna, JR., and R.S. Bingham, JR., Quality Control Handbook, McGraw-Hill, 1974, p.5~12.

Juran의 品質費用 模型에서 水平軸은 品質의 適合水準의 크기를, 수직축은 품질비용의 크기를 나타내고 있다.

첫째, Juran이 言及하고 있는 適合費用(Conformance Cost)은 敎育費와 檢査費가 추가 된다. 敎育費用은 品質向上과 관련되는 費用이며, 檢査비는 材料의 檢査, 工程間 檢査, 完製品 檢査, 設備維持, 品質計劃 등으로부터 發生된다고 主張하고 있다.

둘째, 不適合費用(Non-conformance Cost)은 폐각처리비로 이는 失敗費用을 意味한다.

3. 實證的 研究

1) 研究對象 産業과 對象期間의 設定

本 研究은 製造産業을 對象으로 하였다. 研究 對象을 製造業으로 設定한 理由는 他業種에 비해서 資料蒐集이 容易했기 때문이었다. 一般적으로 品質費用의 資料를 뒷받침할만한 金錢的 數値의 計算은 까다롭고, 品質項目의 要素도 不正確하기 때문에 製造業이 아니면 다른 業種에서는 資料蒐集이 극히 어려운 實情이었다.

本 研究對象의 期間은 3年으로 定하되 1991.1부터 1993.12까지로 設定하였다. 既存의 品質費用 研究에서 個別 品質費用 間의 關聯性 分析의 경우 期間設定의 例를 보면 Chavel 과 Andre는 5個月로 設定하고 있으며, Ittner의 研究에서는 基準年度를 時點으로 5年間의 期間을 設定하고 있다. 이와 같이 研究對象의 期間은 서로 다르게 나타날 수도 있지만 무엇보다도 品質費用은 繼續性의 原則에 따라 費用이 追跡되어야 하므로 設定된 期間 동안에 어느 特定 費用이 全體적으로 空白이 發生하게 되면 分析이 곤란하다.

2) 標本의 設定과 크기

本 研究對象의 母集團은 製造産業으로 設定했다. 우리나라의 製造産業은 食品製造, 纖維製造, 化學·皮革·고무 製造 등 12個의 業種으로 細分하고 있는데, 그 數는 總 61,382個가 登錄되어 있다. 이들 全業種에서 3年間(1991. 1 ~ 1993. 12) 連續적으로 品質管理 敎育을 받아 온 企業은 523個인데 여기에는 各 業種이 包含되어 있다. 이들 各 企業에 대하여 敎育비, 檢査비 및 폐각처리비를 月別로 計算하고 있는 企業은 95個 企業의 168個 生産라인으로 나타났다. 따라서 이들 95個 企業의 168個 生産라인을 對象으로 細部的인 設問書를 土臺로 하여 資料를 蒐集하였다. 그런데 수집된 資料에서 本 研究의 對象이 되는 3가지 個別 品質費用 중에서 어느 한 種類가 완전히 없는 資料가 23個가 되었고, 1個의 獨立 生産라인마다 36個의 月別로 個別 品質費用이 蒐集되어야 하는데, 이 中에서 個別 品質費用의 어느 한 種類라도 月別 資料가 15個 以下인 경우가 75個 生産라인으로 集計되었다. 이들 75개 生産라인에 대하여 월별 자료를 기초로 回歸分析을 實施하였다. 또한 同一 企業에 속해 있는 個別 工場들의 資料도 他企業과 마찬가지로 獨立企業으로 處理했는데, 이와 같은 處理 技法은 Feigenbaum이나 Ittner의 品質費用 分析에서도 볼 수 있는 것으로, 이는 品質費用의 데이터가 지금까지 工場 中心의 運營 品質費用을 對象으로 量的으로 크게 進歩해 온 데 그 根據를 두고 있는 것으로 把握된다.

3) 資料蒐集 및 資料分析

資料蒐集은 1次 豫備設問이 끝난 168個 企業에 대하여 2次 設問調査를 實施하였다. 168個 企業 중 32個 業體(49個 生産라인)는 直接 訪問하여 事例研究(Case Study) 形式을 통해 資料를 蒐集하였고, 나머지 22個 企業에 대해서는 郵便에 의한 設問形式으로 資料를 蒐集하였다.

4) 資料分析方法

本 研究의 分析方法으로 回歸分析과 카이 제곱 檢定을 使用했다. 또한 品質費用 資料들은 企業마다 品質費用의 크기가 서로 差異가 있으므로 費用의 크기 差異에서 오는 變動을 統制하기 위해 蒐集된 品質費用을 그 期間의 賣出額으로 나눈 후 當期에서 前期의 費用을 差減함으로써 標準化시킨 후 回歸分析에 適用했다. 標準화된 月別 資料들은 다음과 같이 定義했다.

$$\begin{aligned} \Delta Pit &= (\text{敎育비} / \text{賣出額})_{it} - (\text{敎育비} / \text{賣出額})_{it-1} \\ \Delta Ait &= (\text{檢査비} / \text{賣出額})_{it} - (\text{檢査비} / \text{賣出額})_{it-1} \\ \Delta IFit &= (\text{폐각처리비} / \text{賣出額})_{it} - (\text{폐각처리비} / \text{賣出額})_{it-1} \end{aligned}$$

4. 結論

人間시스템에서 發生되는 教育費 및 檢査費와 機械시스템에서 發生되는 폐각처리비와의 相關성은 總 54個 企業의 70個 生産라인에서 수집된 2,029 個月別 資料를 基礎로 하여 回歸分析을 實施하였는데, 도출된 回歸模型은 式 (1)과 같으며, 回歸分析의 結果는 <表 1>과 같다.

$$\Delta IF_{it} = \alpha + \beta_1 \Delta Pit + \beta_2 \Delta Ait + \epsilon_{it} \text{ ----- (1)}$$

式 (1)에서 ΔIF_{it} 는 時間 t에 있어서의 賣出額에 대한 폐각처리비의 比를 當期에서 前期의 값을 差減한 것이며, 또한 ΔPit 는 時間 t에 있어서의 賣出額에 대한 教育비의 比를 當期에서 前期의 값을 差減한 값이다. 그리고 ΔAit 는 時間 t에 있어서의 賣出額에 대한 檢査비의 比를 當期에서 前期의 값을 差減한 값이다. 常數 α 와 β_1, β_2 는 이 模型의 係數이며, 이 模型은 時間 t에 있어서 教育비 및 檢査비의 線形函數로서 폐각처리비가 決定되는 것을 提示하고 있다.

<表 1>은 폐각처리비와 教育비 및 檢査비와의 月別 資料로부터 導出된 回歸方程式의 推定值를 보여주고 있는데, 우선 教育비 ΔP 의 係數는 2.171로 陽으로 나타나고 있으므로 폐각처리비 ΔIF 와 正(+)의 相關關係를 갖는다. 그리고 檢査비 ΔA 의 係數는 0.037로 역시 陽으로 나타나고 있으므로 폐각처리비 ΔIF 와 正(+)의 相關關係를 갖는다.

提示된 <表 1>에서와 같이 教育비 ΔP 의 係數와 檢査비 ΔA 의 係數는 모두 陽이며, 또한 統計的으로 有意하다. 따라서 教育비 ΔP 및 檢査비 ΔA 는 폐각처리비 ΔIF 와 모두 正(+)의 相關關係를 가지고 있으나, 이들이 폐각처리비에 影響을 미치는 程度가 서로 다르다는 것을 把握할 수 있다.

즉, 檢査비 ΔA 의 係數가 0.037로 教育비 ΔP 의 係數 2.171보다 작은 것으로 보아 폐각처리비의 變化는 檢査비의 影響에 의해서보다 教育비의 變化에 더 큰 影響을 받는다고 把握할 수 있다.

이와 같이 教育비와 폐각처리비가 서로 正(+)의 相關關係가 가지므로 教育비가 增加함에도 불구하고 폐각처리비는 여전히 減少되지 않는 것으로 解析할 수 있다. 이러한 結果는 廢脚처리비의 增加原因에 대한 效果의인 教育실시가 未備한 데서 그 原因을 찾을 수 있는데, 廢脚처리비의 發生原因은 각 企業에서 生産되고 있는 製品의 種類마다 다르며 同一 企業 內에서도 매우 多樣하게 나타난다. 예를 들어 廢脚處理時의 경우 각 項目은 重複될 수도 있으며 發生 費用 역시 잘못 算出될 경우도 許多하다. 따라서 무엇보다도 廢脚처리비에 대한 費用發生의 原因別 項目에 대한 자세한 豫防對策을 세우지 않으면 폐각처리비를 效果的으로 節減할 수 없다고 본다.

<表 1> 教育비 및 檢査비와 폐각처리비와의 回歸分析 結果

$$\Delta IF_{it} = \alpha + \beta_1 \Delta Pit + \beta_2 \Delta Ait + \epsilon_{it}$$

\	계수	P 값
α	-0.0004	0.8277
β_1	2.171	0.0001*
β_2	0.037	0.0811**

Adj. R² = 0.34 n = 2,029

* 1% 有意水準에서 有意함. ** 10% 有意水準에서 有意함.

단, 品質費用 範疇의 月別 變化量은 다음과 같이 定義 됨

$$\Delta Pit = (\text{教育비} / \text{賣出額})_{it} - (\text{教育비} / \text{賣出額})_{it-1}$$

$$\Delta Ait = (\text{檢査비} / \text{賣出額})_{it} - (\text{檢査비} / \text{賣出額})_{it-1}$$

$$\Delta IF_{it} = (\text{폐각처리비} / \text{賣出額})_{it} - (\text{폐각처리비} / \text{賣出額})_{it-1}$$

한편, 검사비와 폐각처리비는 正(+)의 相關關係를 갖는 것으로 나타나고 있는데, 그 程度는 微弱한 것으로 解析할 수 있다. 이러한 結果는 Krishnamoorthi의 研究에서도 同一하게 把握되고 있는데 檢査費의 增加는 폐각처리비를 增加시킬 수 있지만 다만 그 程度가 작다는 것을 示唆하고 있다.

이상의 結果 외에도 본 研究의 意義는 個別 品質費用의 크기를 주로 比率分析에 의하여 提示된 既存의 研究와는 달리 본 研究가 비록 製造産業에 制限되어 있지만 個別 品質費用 간의 關聯性을 回歸分析을 實施하여 實證的 研究를 試圖했다는 데에 있다고 하겠다.

參 考 文 獻

1. 全國 企業體 總攬, 大韓 商工會議所, 1994, p.127.
2. 韓國 標準協會, 産業 標準化 制度 解說, 1993.8, p.35.
3. 韓國 標準協會, 韓國 品質 認證 센터, 1994.6, p.4.
4. Asher, I. and B. Fisher, "Cutting Quality Costs", Quality Progress, January, 1991, p.19~24.
5. Bank, J., Principles of Quality Control, singapore, 1989, p.499.
6. Batson, R.G., "Discovered : Quality's Missing Link", Quality Progress, October, 1988, pp.61~64.
7. Brown, F.X. and R.W. Kane, "Quality Cost and Profit Performance", in A.F. Grimm (ed.), Quality Cost : Ideas and Applications Vol.1, Milwaukee, WI : ASQC Press, 1987, pp.215 ~ 222.
8. Juran J.M., F.M. Gryna and R.S. Bingham, Quality Control Handbook, McGraw-Hill, 1974, pp.5-1 ~ 5-21.
9. Kume, H., "Business Loss and Quality Management", Quality Progress, July, 1988, pp.40~43.
10. Lenane, D.M., "Accounting for The Real Cost of Quality", Quality Progress, January, 1986, pp.79~96.
11. Logothetis, N., Managing for Total Quality, Prentice-Hall, 1992, pp.11~21.