工業經營論叢 第5卷 第7輯 1982年12月 1

工程変化前과 後 두期間에서의 워크·샘플링法에 의한 生産活動 比較에 관한 硏究

(A Study on the Comparison of Production Activity Using Work Sampling Method of Two Periods After/Before Process Change)

李 根 熙*
朴 商 敏**

Abstract

This thesis deals with the method of Work Sampling to compare production activity due to change of productivity, workmen's productivity environment, nonproductivity of machine and plant when there is a process before and after change of work environments.

So, this study takes x^2 − test to discover significant change of process, and obtains proper observation number due to ratio difference − test over change of productivity before and after process change.

Therefore, this thesis represents statistically effective results between two periods before and after process change.

1. 序 論

1·1 硏究의 目的과 範圍

作業測定은 製品과 서비스를 生産하는 워크·시스템을 科學的으로 計劃·管理하기 위해 그 活動에 所要되는 時間과 資源을 測定 또는 推定하는 것으로 企業生産活動에서의 標準生産高의 設定, 經濟的인 作業方法의 選擇 및 決定, 作業者와 機械·設備의 合理的인 組合, 最適의 設備配置 및 生産設備 등의 經濟的인 設計, 合理的인 作業分担, 企業經營·管理를 위한 基礎資料의 作成, 生産性의 測定 등의 目的을 達成하기 위해 使用된다.

워크·샘플링은 作業者나 機械·設備 등의 稼動狀態를 効率的으로 測定하기 위해 對象作業을 任意의 時間間隔으로 觀測하고 그 活動內容의 時間的 構成比率을 統計的으로 推測하는 方法이다.

本 論文은 作業工程의 變化로 인한 生産活動에서의 稼動率을 向上시키기 위하여, 工程變化의 前과 後에 機械·設備의 非稼動時間이나 또는 作業者의 稼動狀況을 比較하기 위한 워크·샘플링法에 대한 것이다.

工程變化의 前과 後에 있어서 生産活動의 變化를 測定하는 理由는 作業者의 새로운 作業工程에 대한 影響을 試驗하거나 또는 새로운 作業工程으로 인한 機械·設備의 非稼動時間에 대한 變化의 結果를 決定하기 위한 것이다.

單純期間의 稼動率 測定을 위한 워크·샘플링法의 使用만으로는 統計的으로 有効한 結果가 算出되지 않을 수도 있으므로 工程이 變化하기 前과 後에 各各 資料를 集計하여야 한다.

그러므로 本 硏究는 生産活動의 稼動率에 대하여

*漢陽大學校 産業工學科 教授
**漢陽大學校 産業工學科 助教

서 工程變化 前과 後의 두 期間에서의 워크・샘플링法 研究에 관한 統計的으로 有效한 結果를 求할 수 있는 方法에 대하여 記述하고자 한다.

그러나 이 方法에 있어 工程變化 前과 後의 두 期間 워크・샘플링法 研究가 單純期間에서의 워크・샘플링法 研究보다 每期間 더 많은 觀測回數를 要求하게 될 수도 있다.

2. 워크・샘플링의 理論

2・1 워크・샘플링의 意義

作業測定은 方法研究와 더불어 作業 및 管理에 대한 測定科學으로서 發展하여 왔으며, 作業者가 행하는 諸般活動을 媒體로 하여 測定하는 것으로서 作業 및 管理의 科學化에 必要한 諸情報를 獲得할 수 있다.

워크・샘플링法은 時間研究法, PTS法, 實績記錄法 등과 함께 作業測定의 한 方法이다.

워크・샘플링法은 統計的인 샘플링方法을 利用하여 繼續的인 觀測없이 生産活動의 狀況을 統計的・計數的으로 把握하기 위하여 常用되는 方法으로 二項分布에 따르는 確率法則에 基礎를 두는 方法이다.

워크・샘플링法의 研究는 算出된 結果가 바람직하게 統計的 精度를 갖도록 設計할 수 있다.

워크・샘플링法은 1935年 L.H.C. Tipett에 의해 Snap Reading Method로 發表되었으며, 1940年代 初期에는 美國에서 Ratio Delay Method로 發表된 以來, 設備効用 比率決定, 作業者의 稼動時間 比率推定, 作業標準의 確立, 그 밖에 事象發生比率의 決定 등 수많은 問題들에 適用되어져 産業生産, 事務作業 등 여러 分野에서의 管理技能 등에 매우 多樣하게 適用되어졌다.

이와 같이 워크・샘플링法은 分析對象을 瞬間的으로 觀測하는 方法이기 때문에 ① 觀測效率이 좋고 經濟的이다. ② 自然스러운 狀態의 觀測을 통해 正確性을 갖는 좋은 結果를 얻는다. ③ 여러 種類의 作業에 適用된다. ④ 觀測의 訓練을 實施하게 되면 觀測誤差는 觀測回數에 의해 算出되므로 觀測結果의 精度가 保證된다.

2・2 從來의 研究

워크・샘플링法은 繼續的인 觀測없이 稼動狀況의 測定에 便利한 手法으로 確率法則에 基礎를 둔 事實一發見 方法이다.

稼動狀況의 Random한 觀測은 實際의 稼動狀況이나 狀態를 反映하는 傾向이 있다. 觀測回數가 클 경우에는 더욱 正確하게 稼動狀況을 反映하게 된다.

워크・샘플링法에 의해 觀測된 平均稼動率의 偏差精度의 測定은 標準偏差이다.

$$\sigma = \frac{\sqrt{P(1-P)}}{\sqrt{n}} \quad \cdots\cdots (1)$$

여기서 σ ＝標準偏差

P ＝워크・샘플링法에 의해 算出된 稼動率

n ＝總觀測回數

二項分布는 觀測回數가 크게 되면 正規分布에 가까운 分布가 된다. 二項分布를 正規分布에 適用하면 워크・샘플링法에 의해 求해지는 稼動率은 다음과 같은 性質을 갖는다.

正規分布의 母平均(μ) : P

正規分布의 母標準偏差(σ) : $\sqrt{P(1-P)/n}$

信頼限界($\mu \pm u\sigma$) : $P \pm u\sqrt{P(1-P)/n}$

稼動率이 正規分布를 따를 때 워크・샘플링法의 基本原理로 正規分布의 平均値의 左・右 標準偏差의 信頼係數는 워크・샘플링法에 의해 集計된 資料의 信頼水準을 決定한다.

즉, 單側檢定의 경우 橫軸의 單側에서 $\sigma = 1.96$로 하면 97.5%의 信頼水準을 意味한다.

兩側檢定의 경우, 橫軸의 兩側으로부터 $\sigma = 1.96$로 하면 95%의 信頼水準을 意味한다.

同一하게, $\sigma = 1.645$로 하면 單側檢定의 경우 95%, 兩側檢定의 경우 90%의 信頼水準을 意味한다.

워크・샘플링法의 信頼水準은 이와 같이 適當한 信頼係數를 選定함에 따라 決定되며, 誤差는 總觀測回數에 의해 決定된다.

一般的으로 워크・샘플링法에서 求해지는 誤差는 算出된 資料의 마지막 使用에 따르게 된다. 예를들면, 적은 數의 觀測回數는 稼動狀況의 一般的 經路나 調査의 廣範한 分野에 關聯되도록 推定을 許容할 수 있으며, 많은 數의 觀測回數는 標準時間을 設定하기 위해 使用될 수도 있다.

워크・샘플링에서 使用하는 誤差에는 絶對誤差와 相對誤差가 있다.

稼動率 P의 絶對誤差 A_A는

$$A_A = u\sqrt{P(1-P)/n} \quad \cdots\cdots (2)$$

稼動率 P의 相對誤差 R_A는

$$R_A = A_A/P = u\sqrt{P(1-P)/nP} \quad \cdots\cdots (3)$$

로 定義된다.

여기서 u는 信頼係數이다.

相對誤差는 誤差가 稼動率 P에 대해 어느 정도의 比率로 되어 있는가를 밝히고 있는 것이므로 多樣한 稼動率에 대한 誤差를 比較할 경우에는 相對誤差를 使用하는 것이 便利하다.

여기에서 觀測回數 n은 (2)와 (3)式으로부터

絶對誤差 A_A에서

$n_A = u^2 \cdot P(1-P)/A_A^2$ ………………(4)

相對誤差 R_A 에서

$n_R = u^2 \circ (1-P)/P \cdot R_A^2$ …………… (5)

로 된다.

A_A와 R_A의 값은 通常 워크・샘플링法에서는 A_A는 2～3%, R_A는 5～10% 정도이나, 觀測結果의 使用目的에 따라 決定하는 것이 必要하다.

그림 1은 式 (4)로부터 絶對誤差 A_A에서 워크・샘플링法의 觀測回數 n_A를 나타내는 圖表이며, 그림 2는 式 (5)로부터 相對誤差 R_A에서 워크・샘플링法의 觀測回數 n_R를 나타내는 圖表이다(단, 95% 信賴度).

3. 研究方法

3・1 記号設明

本 研究方法에서 使用되는 記號에 대한 說明은 다음과 같다.

- n : 總觀測回數
- $C_{\alpha/2}$: 標準正規分布에서 $\alpha/2$를 벗어나는 棄却域
- $C_{1-\beta}$: 標準正規分布에서 $1-\beta$를 벗어나는 棄却域
- P_1 : 工程變化前(期間 I)에서의 實際 稼動率
- P_2 : 工程變化後(期間 II)에서의 實際 稼動率
- q_1 : $1-p_1$
- q_2 : $1-p_2$
- $\bar{p}$: $(p_1+p_2)/2$
- $\bar{q}$: $1-\bar{p}$

3・2 觀測項目의 定義와 介在要因의 判明

工程變化前과 後의 두 期間에서 워크・샘플링法 設計의 첫 順序는 觀測項目에 대하여 定義하는 것이다. 이 定義는 두 期間에서의 資料集計에 同一하게 適用되어져야 한다.

새로운 工程의 施行과 이로 인한 觀測項目에 대한 影響 또한 考慮되어져야 한다.

새로운 工程의 施行으로 인한 稼動狀況의 變化는 介在要因에 基因한다.

두 期間에서의 워크・샘플링法에 의한 調査・觀測 동안에, 要因들은 새로운 工程의 施行보다는 工程變化의 要因에 의해 稼動狀況이나 環境을 變化할 수도 있다.

介在要因의 한 例는 作業負荷의 變化이다. 이러한 介在要因은 可能한 限 判明되어져야 하고, 워크・샘플링法 研究의 最終結果에 있어서 介在要因의 影響은 最小化되어야 한다.

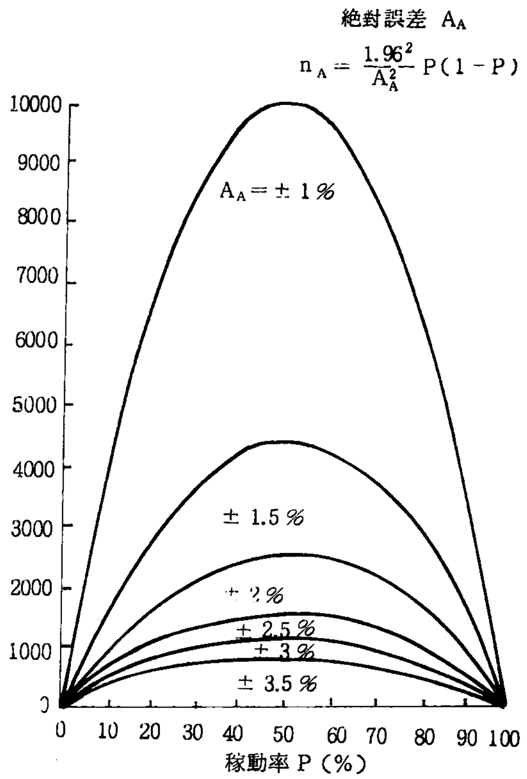

그림 1 絶対誤差 A_A 에서 觀測回数 n_A 를 決定하기 위한 図表(95%信頼度)

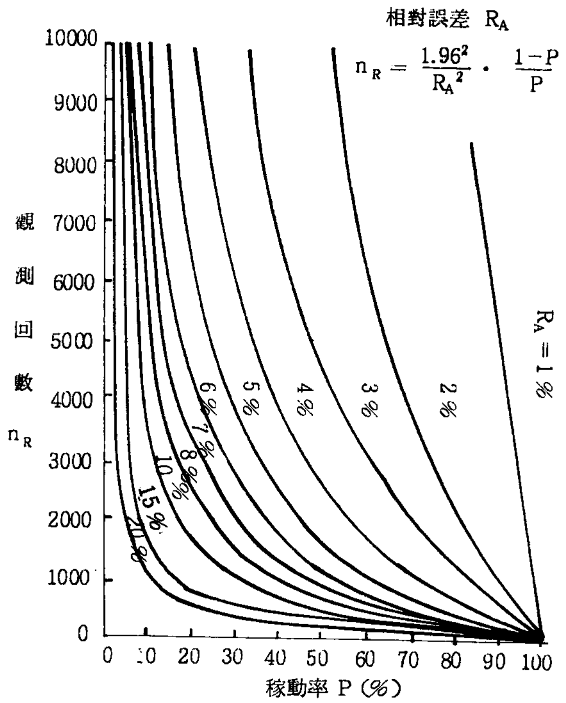

그림 2 相対誤差 R_A 에서 觀測回数 n_R 를 決定하기 위한 図表(95%信頼度)

3・3 觀測回數의 決定

다음 順序는 工程變化 前과 後의 두 期間에서 必要한 觀測回數의 決定이다.

두 期間에서의 稼動率의 變化를 發見하기 위하여 워크・샘플링法을 利用하는 것은 各 期間에 獨自的인 比率을 推定하기 위해 必要한 觀測回數보다 더 많은 觀測回數가 必要할지도 모른다.

單純期間에서의 稼動率을 求하기 위한 觀測回數는 比率推定에서의 信賴水準, 誤差, 그리고 實際의 稼動率에 의해 求해진다.

工程變化 前과 後의 두 期間에서의 稼動率의 變化를 發見하기 위해 必要한 各 期間에서의 觀測回數 n는 第1種의 過誤를 일으킬 確率 β에서 檢出力 $(1-\beta)$와, 그리고 各 期間에서의 實際稼動率 p_1과 p_2에 따라 左右된다.

觀測回數에 대한 檢出力을 最大化하기 위하여 期間 I에서의 觀測回數 n_1와 期間 II에서의 觀測回數 n_{II}를 같다고 假定하자.

比率差의 檢定으로부터

期間 I의 觀測回數를 n_{I}

期間 II의 觀測回數를 n_{II}

期間 I의 觀測項目의 發生回數 k_{I}

期間 II의 觀測項目의 發生回數 k_{II}

라고 하면

$p_1 = k_{\mathrm{I}}/n_{\mathrm{I}}$

$p_2 = k_{\mathrm{II}}/n_{\mathrm{II}}$

$\bar{p} = (k_{\mathrm{I}} + k_{\mathrm{II}})/(n_{\mathrm{I}} + n_{\mathrm{II}})$

로 했을 때

$$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{p\,(p-\bar{p})\left(\frac{1}{n_{\mathrm{I}}} + \frac{1}{n_{\mathrm{II}}}\right)}} \cdots\cdots (6)$$

가 正規分布함을 利用한다.

$n_{\mathrm{I}} = n_{\mathrm{II}} = n$라 假定했고 $\bar{q} = 1 - \bar{p}$라 하면 (6)式은,

$$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{2\bar{p}\bar{q}/n}} \cdots\cdots (7)$$

로 된다.

p_1과 p_2의 差가 아래와 같을 때,

$$|z| > C_{\alpha/2} \cdots\cdots (8)$$

有意的이라고 判定하자.

두 期間에서의 稼動率의 差가 $p_2 - p_1$이면 (8)式이 일어날 確率을 棄却할 確率은

$$p_r\left\{\frac{|p_2 - p_1|}{\sqrt{2\bar{p}\bar{q}/n}} > C_{\alpha/2}\right\} = 1 - \beta \cdots\cdots (9)$$

(9)式의 確率은 두 確率의 合이다.

$$1 - \beta = p_r\left\{\frac{p_2 - p_1}{\sqrt{2\bar{p}\bar{q}/n}} > C_{\alpha/2}\right\} + p_r\left\{\frac{p_2 - p_1}{\sqrt{2\bar{p}\bar{q}/n}} < -C_{\alpha/2}\right\} \cdots\cdots (10)$$

$p_2 > p_1$ 이면

$$1 - \beta = p_r\left\{\frac{p_2 - p_1}{\sqrt{2\bar{p}\bar{q}/n}} > C_{\alpha/2}\right\} \cdots\cdots (11)$$

여기서 $p_2 - p_1$의 Standard Error와 平均이 考慮되지 않았으므로 (11)式은 未知이다.

$p_2 - p_1$의 平均은 $P_{\mathrm{II}} - P_{\mathrm{I}}$ 이고, 여기서 $Q_{\mathrm{I}} = 1 - P_{\mathrm{I}}$, $Q_{\mathrm{II}} = 1 - P_{\mathrm{II}}$ 라 하면, 그 Standard Error는 다음과 같다.

$$s.e.(p_2 - p_1) = \sqrt{(P_{\mathrm{I}}Q_{\mathrm{I}} + P_{\mathrm{II}}Q_{\mathrm{II}})/n} \cdots (12)$$

(11)式을 展開하면

$$\begin{aligned} 1 - \beta &= p_r\{(p_2 - p_1) > C_{\alpha/2}\sqrt{2\bar{p}\bar{q}/n}\} \\ &= p_r\{(p_2 - p_1) - (P_{\mathrm{II}} - P_{\mathrm{I}}) > C_{\alpha/2}\sqrt{2\bar{p}\bar{q}/n} - (P_{\mathrm{II}} - P_{\mathrm{I}})\} \\ &= p_r\left\{\frac{(p_2 - p_1) - (P_{\mathrm{II}} - P_{\mathrm{I}})}{\sqrt{(P_{\mathrm{I}}Q_{\mathrm{I}} + P_{\mathrm{II}}Q_{\mathrm{II}})/n}} > C_{\alpha/2}\frac{\sqrt{2\bar{p}\bar{q}/n} - (P_{\mathrm{II}} - P_{\mathrm{I}})}{\sqrt{(P_{\mathrm{I}}Q_{\mathrm{I}} + P_{\mathrm{II}}Q_{\mathrm{II}})/n}}\right\} \end{aligned} \cdots\cdots (13)$$

(13)式에서의 마지막 確率은 考慮할 稼動率이 P_{II}와 P_{I}일 때

$$Z = \frac{(p_2 - p_1) - (P_{\mathrm{II}} - P_{\mathrm{I}})}{\sqrt{(P_{\mathrm{I}}Q_{\mathrm{I}} + P_{\mathrm{II}}Q_{\mathrm{II}})/n}} \cdots\cdots (14)$$

에서 n가 클 때는 標準正規分布에 近似하므로 正規分布表를 使用하여 求할 수 있다.

$C_{1-\beta}$를 標準正規分布에서 $1-\beta$를 벗어나는 棄却域이라고 했으므로

$$1 - \beta = P_r\{Z > C_{1-\beta}\} \cdots\cdots (15)$$

여기서 (13)式의 마지막 確率과 (15)式을 結合시키면

$$\begin{aligned} C_{1-\beta} &= \frac{C_{\alpha/2}\sqrt{2\bar{p}\bar{q}/n} - (P_{\mathrm{II}} - P_{\mathrm{I}})}{\sqrt{(P_{\mathrm{I}}Q_{\mathrm{I}} + P_{\mathrm{II}}Q_{\mathrm{II}})/n}} \\ &= \frac{C_{\alpha/2}\sqrt{2\bar{p}\bar{q}} - (P_{\mathrm{II}} - P_{\mathrm{I}})\sqrt{n}}{\sqrt{P_{\mathrm{I}}Q_{\mathrm{I}} + P_{\mathrm{II}}Q_{\mathrm{II}}}} \end{aligned} \cdots\cdots (16)$$

(16)式은 觀測者에 의해 假定되는 P_{I}과 P_{II}의 函數일 뿐만 아니라 研究가 終了된 後 觀測할 수 있는 $\bar{p}\bar{q}$의 函數이기도 하다.

n가 크면 $\bar{p}$는

$$\bar{P} = (P_{\mathrm{I}} + P_{\mathrm{II}})/2 \cdots\cdots (17)$$

에 近似하고, (16)式에서 n는

$$n=\frac{\left(C_{\alpha/2}\sqrt{2\,\overline{P}\,\overline{Q}}-C_{1-\beta}\sqrt{P_{\mathrm{I}}Q_{\mathrm{I}}+P_{\mathrm{II}}Q_{\mathrm{II}}}\right)^2}{(P_{\mathrm{II}}-P_{\mathrm{I}})^2}\cdots(18)$$

여기에서 $\overline{p}\,\overline{q}$는 $\overline{P}\,\overline{Q}$에 接近한다.

그러므로 두 期間 워크·샘플링法 硏究에서 求하고자 하는 觀測回數 n는

$$n=\frac{\left(C_{\alpha/2}\sqrt{2\,\overline{p}\,\overline{q}}-C_{1-\beta}\sqrt{p_1q_1+p_2q_2}\right)^2}{(P_2-P_1)^2}\cdots\cdots(19)$$

에서 求해 질 수가 있다.

(19)式으로부터 演算한 觀測回數 n는 工程變化 前의 稼動率 P_1과 工程變化 後의 稼動率 P_2에서 다음 表 1과 같이 求해진다.

表 1. $C_{\alpha/2}=1.96$, $C_{1-\beta}=-1.28$

P_2 \ P_1	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95
0.10	581																		
0.15	187	916																	
0.20	100	266	1210																
0.25	65	133	334	1462															
0.30	46	82	161	392	1672														
0.35	35	56	96	184	439	1840													
0.40	28	42	65	108	203	476	1966												
0.45	22	32	47	72	117	217	502	2050											
0.50	19	25	35	51	77	124	226	518	2092										
0.55	15	21	28	38	54	80	128	231	523	2092									
0.60	13	17	22	29	40	56	82	129	231	518	2050								
0.65	11	14	18	23	30	41	56	82	128	226	502	1966							
0.70	10	12	15	19	24	31	41	56	80	124	217	476	1840						
0.75	8	10	12	15	19	24	30	40	54	77	117	203	439	1672					
0.80	7	8	10	12	15	19	23	29	38	51	72	108	184	392	1462				
0.85	6	7	8	10	12	15	18	22	28	35	47	65	96	161	334	1210			
0.90	5	6	7	8	10	12	14	17	21	25	32	42	56	82	133	266	916		
0.95	4	5	6	7	8	9	11	13	15	19	22	28	35	46	65	100	187	581	
1.00	3	4	5	5	6	7	9	10	12	14	16	19	23	28	35	45	63	98	203

表 1은 0.05 α水準과 0.90 檢出力 $1-\beta$水準에서의 觀測回數를 나타낸다.

단, $P_1 < P_2$일 경우에만 考慮했다.

또한 여기에서 考察하여야만 할 事項으로 實際의 稼動率 P_1은 工程變化 前과 後의 두 期間 워크·샘플링法 硏究의 初期에 調査觀測者에 의해 推定하여야만 한다.

3·4 資料集計

두 期間 워크·샘플링法 硏究에 있어서 資料集計 方式은 單純期間 워크·샘플링法과 同一하다.

工程變化 前 期間 Ⅰ에서의 처음 資料는 곧 施行될 새로운 方法을 豫想하여 觀測項目의 發生 前에 對替되어야 하며, 工程變化 後 期間 Ⅱ에서의 다음 資料는 새로운 方法의 施行으로 인한 影響으로 부터 稼動狀況이 正常化된 後에 集計되도록 注意깊게 選擇하여야 한다.

또한 두 期間에서 可能한 한 介在要因의 影響이 最少化되도록 資料는 選擇하여야 한다.

두 期間에서 資料集計의 觀測期間 決定에는 다음의 두 事項을 考慮하여야 한다.

첫째는 稼動狀況에 대한 워크·샘플링法 硏究가 週期的인가 또는 週期的이 아닌가이다. 만일 週期的이면 資料集計의 觀測期間은 週期的 觀測期間의 正

數倍가 된다.

두번째는 觀測의 方法과 觀測에 要하는 時間이다.

이러한 順序는 稼動狀況이 工程變化 前과 後 두 期間에 있어서 같은 方法으로 記錄되고 規定되어야만 한다.

이러한 目的은 調査中 注意 깊은 觀察項目의 定義와 同一한 觀測方法의 使用, 그리고 또한 工程變化前과 後 두 期間의 資料蒐集期間에서 觀測者에 의하여 이루어질 수 있다.

만일, 同一한 觀測者에 의하여 繼續 觀測할 수가 없으면 同一한 觀測方法을 使用하는 것이 重要하다.

3·5 資料分析

χ^2 檢定(自由度 1)은 觀測項目에 대한 稼動率의 變化를 發見하기 위하여 有効하게 使用될 수 있다.

本 硏究에서의 檢定應用의 간단한 記述은 다음과 같다.

Fourfold Table (2×2 分割表)에서는 $m \times n$의 경우와 같이 期待値를 써서 그대로 χ^2을 計算하면 近似가 나빠진다. 그 理由는 二項分布는 非連續的分布인데, 連續分布인 χ^2分布로서 近似시킨 때문이다. 이 경우에는 Yates의 式을 使用하여야 한다.

두 期間에서의 워크·샘플링法 硏究에 의하여 觀測된 發生回數가 아래와 같다고 하자.

		期間		計
		I	II	
稼動狀態	發生	n_{11}	n_{12}	$n_{1.}$
	不發生	n_{21}	n_{22}	$n_{2.}$
計		$n_{.1}$	$n_{.2}$	$n_{..}$

여기에서 n_{ij} = 期間 j에서 稼動狀態 i의 觀測回數

$n_{i.}$ = 稼動狀態 i에서 觀測回數

$n_{.j}$ = 期間 j에서 觀測回數

$n_{..}$ = 總觀測回數

檢定統計量 χ^2의 값은

$$\chi^2 = \frac{n_{..}\left(|n_{11}n_{22} - n_{12}n_{21}| - \frac{n_{..}}{2}\right)^2}{n_{1.}\ n_{2.}\ n_{.1}\ n_{.2}} \quad \cdots\cdots(20)$$

로 算出된다.

(20)式은 訂正係數를 包含한다.

(20)式에서의 檢定統計量의 값은 χ^2分布의 適切한 臨界値 χ^2_α와 比較된다.

萬一, χ^2의 값이 χ^2_α 보다 크다면, P_1과 P_2는 같지 않다고 할 수 있다.

그것은 期間 I과 期間 II 사이에서의 稼動率의 變化를 意味하는 것이다.

만일, χ^2의 값이 χ^2_α과 같거나 작으면 P_1과 P_2는 같다고 할 수 있다.

3·6 適用事例

工程變化 前의 稼動率 $P_1 = 60\%$에서 工程變化後의 稼動率 $P_2 = 80\%$로 向上되도록 作業環境의 變化를 期待하고, 0.05 α水準과 0.09 檢出力($1-\beta$) 水準에서 稼動率의 有意한 變化를 檢定하기를 바란다고 하자.

觀測回數는 (19)式으로부터

$$n = \left[1.96\sqrt{2(0.7)(0.3)} - (-1.28)\sqrt{(0.6)(0.4)+(0.8)(0.2)}\right]^2 \Big/ (0.8-0.6)^2$$
$$= 108$$

이 觀測回數는 $P_1 = 0.60$과 $\Delta = P_2 - P_1 = 0.20$으로 求해지는 값과 一致한다.

工程變化 前과 後의 稼動狀況은 다음과 같이 發生했다.

		期間		計
		I	II	
狀態	稼動	48	79	127
	非稼動	60	29	89
計		108	108	216

歸無假說로서 工程變化 前과 後의 稼動率은 期間 I과 期間 II에서 다르지 않다고 하자.

稼動率이 有意하게 變化했는지를 檢定하기 위하여 檢定統計量 χ^2을 算出하면

$$\chi^2 = \frac{216\left[|(48)(29) - (60)(79)| - \frac{216}{2}\right]^2}{(127)(89)(108)(108)}$$
$$= 17.2$$

檢定統計量 χ^2의 값이 $\chi^2_\alpha = 3.84$의 값을 超過했기 때문에 歸無假說은 棄却된다. 따라서 工程變化前과 後에 有意하게 變化가 發生했다고 決定할 수 있다.

4. 結論

本 硏究에서는 工程變化 前과 後 두 期間에서의

워크·샘플링法 硏究에 의한 適正한 觀測回數를 구하고, 두 期間에서의 稼動率의 向上에 따른 有意한 變化를 檢定하는 方法을 提示하였다.

즉, 第1種의 過誤를 일으킬 確率 α와 第2種의 過誤를 일으킬 確率 β에서 檢出力$(1-\beta)$ 그리고 두 期間에서의 各各의 稼動率 P_1과 P_2에 의해 比率差의 檢定으로부터 觀測回數를 구하고 期間 I과 期間 II에서의 稼動率이 有意하게 變化했는지를 判別하기 위하여 χ^2 檢定을 했다.

一般的으로 從來에는 새로운 工程의 施行과 이로 인한 稼動狀況에 따른 影響이 考慮되지 않은 狀態에서 信賴計數와 稼動率 그리고 誤差에 의해 算出된 觀測回數로 一律的으로 워크·샘플링法을 使用하였다. 그러나 이러한 狀況에서는 稼動率 向上에 따른 觀測回數를 單純期間으로 設定하여 求하는 것이 바람직한 方法이 아니다.

따라서 工程의 變化가 發生하기 前과 後에 두 期間으로 區分하여 合理的인 觀測回數를 決定하여 올바른 稼動率 水準을 決定하는 것이 必要하다.

參 考 文 獻

1) 李根熙, 作業管理, 서울: 創知社, 1981.

2) ——, 作業管理의 理論과 實際, 서울: 創知社, 1982.

3) 李舜堯, 作業管理, 서울: 博英社, 1980.

4) 黃義徹, 最新品質管理, 서울: 博英社, 1980.

5) 韓國工業標準協會(譯), 作業硏究, 서울: 韓國工業標準協會, 1982, pp.137 ~ 159.

6) Barnes, Ralph M., Motion and Time Study, 7th ed., New York: John Willey & Sons, Inc., 1980, pp.406 ~ 440

7) Fleiss, Joseph L., Statistical Methods for Rates and Proportions, 2nd. ed., New York: John Willey & Sons., Inc., 1980, pp.38 ~ 42.

8) Kay, Thomas G., "Timeless Work Sampling", Industrial Engineering, Vol. 4, No.6, June 1972, pp.30 ~ 33.

9) Kinack, Ronald J., "Work Sampling Tables", Industrial Engineering, Vol. 7, No. 3, pMarch 1975, pp.43 ~ 45.

10) Meck, Floyd S., "Work Sampling Study of Scattered Maintenance Workers", Industrial Engineering, Vol. 4, No.1, January, 1972, pp.20 ~ 23.

11) Moder, Joseph J., "Activity Sampling with Applications to Time Standard Estimation", The Journal of Industrial Engineering, Volume XVIII, No.1, January 1967, pp.24 ~ 29.

12) Mundel, Marvin E., Motion and Time Study, 5th ed., Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice - Hall, Inc., 1978, pp.93 ~ 112.

13) Niebel, Benjamin W., Motion and Time Study, 6th ed., Homewood, Illinois: Richard D. Irwin, Inc., 1976, pp.510 ~ 541.

14) Thompson, David A., "Time Study Sample Size - The Effect of Effort Rating Variation", The Journal of Industrial Engineering, Volume XII, No.2, March - April, 1961, pp.122 ~ 125.