

Chips 實驗에 의한 工程能力的 解析

Process Capability Analysis by the Experiment of Chips

宋 瑞 日*
黃 義 徹**

Abstract

Process capability is reflected on four major factors such as materials, equipments, skill of operators, and methods. The status of the process is typically represented by the mean value [μ] as a central tendency, and the variance [σ^2] as a magnitude of dispersion.

This paper analyzes the process capability by the experiment of chips is accounted on a population from the process.

So, this paper analyzes the next four cases :

- (1) When the process distribution is changed from $N[\mu_1, \sigma^2]$ to $N[\mu_2, \sigma^2]$.
- (2) When the process distribution is changed from $N[\mu, \sigma_1^2]$ to $N[\mu, \sigma_2^2]$.
- (3) When the population is compounded by the different two distributions of $N[\mu_1, \sigma^2]$ and $N[\mu_2, \sigma^2]$.
- (4) When the population is compounded by the different two distributions of $N[\mu, \sigma_1^2]$ and $N[\mu, \sigma_2^2]$.

1. 序 論

工程의 變化라는 것은 作業順序의 變更, 作業의 追加 혹은 削除, 機械의 分解·受理, 工程能力的 보다 높은 設備에로의 展開, 또는 工程의 再現性的 持續度を 높이기 위한 上記 以外の 여러 方法, 다른 工程에로의 變換 혹은 現在의 工程에 있어 基本的인 變更을 意味 [9]하며, 또 工程에 있어서 理由있는 原因의 除去에 關聯해서 工程에 作用하는 外部로부터의 要因이 除去되면 統計的으로 새로운 工程이 出現한 것으로 보아야 한다는 意味 [10]로 解析된다. 따라서 工程의 變化를 統計的 母集團의 變化로 생각하여 工程能力을 解析하고자 한다.

工程能力(process capability)의 概念 [11]을 “一定한 原因에 의해 正常的인 安定條件下에서의 工程의 品質 達成能力이다”라고 定義하며, 이 概念에는 다음과 같은 重要한 要素가 포함되어 있다.

- ① 工程의 要因(原材料, 機械 等) 設備, 作業者의

機能, 測定裝置, 檢査員의 技能)變動은 工程能力을 變化시킨다. 따라서 工程能力은 특별히 보이는 一聯의 工程要因과 關聯시켜 問題로 하지 않으면 無意味하다.

② 工程의 條件은 工程能力研究가 意味를 갖기 위해서 解析되는 工程이 正規分布를 하고 統計的 管理狀態에 있는 測定值를 가진 것이어야 하고, 또 正規性은 工程의 型的 識別과 그 型이 要求되는 規格과 어떻게 關係하고 있는가를 決定하기 위해 不可缺하다.

따라서 工程能力이란 所定の 節次에 의해 一定期間 계속 期待되는 定定狀態의 工程에 있어서 經濟的 내지 其他의 特定條件의 許容範圍內에서 到達할 수 있는 工程의 達成能力의 上限을 말하고, 그것은 工程에서 만들어진 結果의 特定の 特性으로 表示된다. [4]

工程能力을 解析할 경우에는 工程을 構成하고 있는 基本的 要素로써 사람(man), 機械設備(machine), 原材料(material), 附加的 要素로써 作業方法(method)과 測定(measurement)의 相互關係가 工程能力에 미치는 影響이 매우 크며, 이들의 諸要素는 각각 固有의 散布를 갖고 있으므로 이들을 合成한 工程도 固有의 散布를 가지게 된다.

一般적으로 製造의 目標가 되는 品質을 정하고 製造

* 東亞大學校 産業工學科 教授

** 漢陽大學校 産業工學科 教授

接受日: 1987. 11. 2.

工程을 標準化하여도 製造된 製品의 品質에는 반드시 散布가 생긴다. 이와 같이 散布를 發生시키는 原因[5]은 다음과 같다.

- ① 原材料, 機械設備에 관해서 標準을 정했지만 標準에서 정한 許容範圍內에서 變動이 생기기 때문이다.
- ② 作業標準을 지켰지만 그 許容範圍內에서 條件이 변하기 때문이다.
- ③ 作業者가 作業標準대로 作業을 實施하지 않았기 때문이다.
- ④ 作業標準이 不備하였기 때문이다.
- ⑤ 測定, 試驗등의 誤差가 있기 때문이다.

상기와같은 原因은 공정에서 항상 일어나고 있는 程度의 어쩔 수 없는 散布(偶然原因)와 보통때와 다른 意味가 있는 散布(異常原因)로 區分된다. 그래서 工程에서 製造되는 제품에서 생기는 散布가 偶然原因에 의한 散布만 存在하면 安定된 工程이라 하고, 異常原因에 의한 散布가 存在한다면 不安定된 工程이라 한다. 따라서 工程은 上記 諸要素(5M)의 能力에 依하여 變化한다.

그러므로 本 研究은 工程을 上記의 變動에 諸要素에 依하여 變化한다는 假定下에 工程의 平均 및 散布가

變化하는 경우와 工程의 平均 및 散布가 다른 두 分布와 混合하는 경우를 Chip 實驗에 의하여 工程能力을 解析하고자 한다.

2. 實驗方法

2.1 實驗用具 및 使用方法

Chip 實驗用具[1, 2]는 赤(red)·綠(green)·黃(yellow)·靑(blue)의 4色으로 나누어진 直徑 2cm의 Plastic製로써 各 色別로 100個씩 別途의 주머니에 들어 있다.

各 Chip의 表面에는 數字가 印刷되어 있으며, 이것들은 Table-1과 같은 Chip의 構成으로 되어 있고, 또한 各各 Figure-1과 같이 正規分布가 되도록 個數가 整해져 있다.

이것은 길이·무게·純度·強度·時間·溫度 등과 같은 計量值의 data에 관한 實驗에 使用된다.

따라서 工程의 變化를 Chip 實驗用具에 依하여 發生시켜 工程能力을 解析하고자 한다.

Table-1. Composition of chips

numerical value of chips	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	total	μ	σ		
red					1	3	7	12	17	20	17	12	7	3	1											100	50	2.0	
green										1	3	7	12	17	20	17	12	7	3	1							100	55	2.0
yellow	1	1	1	2	4	6	8	10	11	12	11	10	8	6	4	2	1	1	1							100	50	3.4	
blue						1	1	1	2	4	6	8	10	11	12	11	10	8	6	4	2	1	1	1		100	55	3.4	

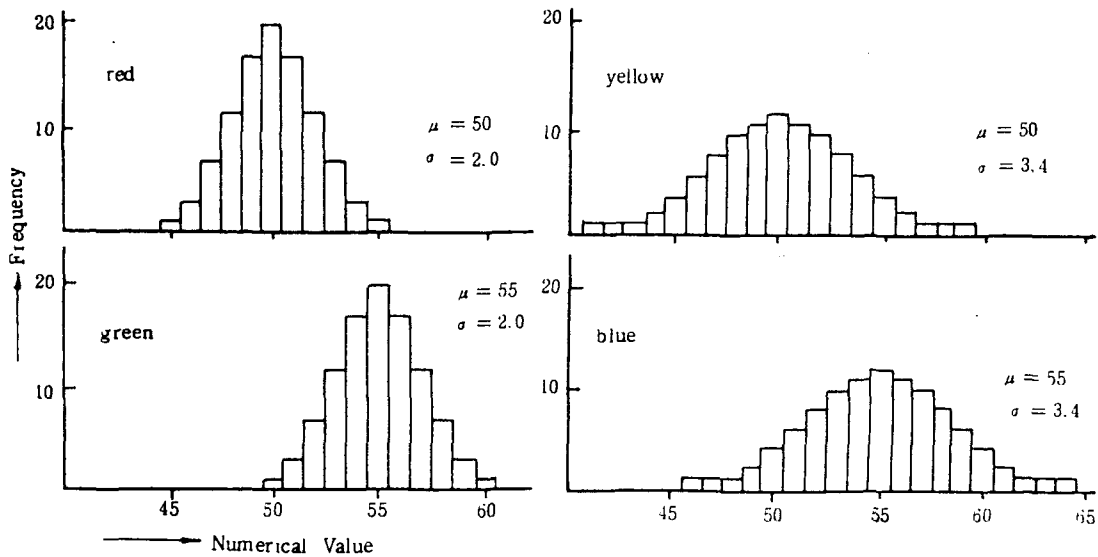


Figure-1. Distribution of chips

2.2 實驗方法

2.2.1 實驗準備

Chip 實驗의 準備는 다음과 같은 順序로 한다.

- ① Chip의 內容이 Table-1과 같은 Chip의 構成과 一致하는가를 確認한다.
- ② Chip 주머니에 表示된 赤·綠·黃·青色의 標識에 따라 各色의 Chip을 주머니에 넣는다.
- ③ 이로써 Chip 實驗의 準備는 끝난다.

2.2.2 實驗方法

工程은 原材料·機械設備·作業者·作業方法 등에 의하여 定해지는 것으로서 安定된 工程에서 安定된 品質의 製品이 生産된다. 工程이 좋은가·나쁜가는 그 工程에서 만들어진 제품의 品質을 調査해 봄으로써 그 工程이 安定된 狀態에 있는가·어떤가를 알 수가 있다.

Chip 實驗에서 製造工程을 母集團이라고 생각하여 그 狀態를 一定하게 해두고 그 중에서 random하게 뽑아낸 Chip을 實際로 製造된 製品이라고 생각할 수 있다. 따라서 工程이 安定되어 있다는 것은 뽑아내는 本來의 分布가 一定하다는 것이고, 不安定하다는 것은 分布가 變한다는 것이라고 생각할 수 있다.

一定한 分布를 갖는 無限母集團의 工程에 대한 Simulation의 實驗을 有限의 個數로 된 Chip 주머니 속에서 1個를 random하게 뽑아내어 測定值를 읽은 다음, 주머니게 도로 넣고, 다시 다음 Chip을 뽑는 操作을 反復해가면 無限母集團에서 뽑아내는 것과 같은 結果가 된다.

本 研究의 實驗方法은 다음과 같다.

- ① Chip 實驗準備가 된 後, 미리 測定值를 記入한 Chip이 들어 있는 주머니 속을 잘 저어가며 random하게 Chip 1個씩 뽑아낸다.
 - ② 뽑아낸 Chip의 測定值를 읽어, 그 結果를 資料表에 記錄한다.
 - ③ Chip의 測定值를 記錄한 後, Chip을 주머니에 도로 넣고 random sampling이 되도록 주머니를 잘 흔들어 섞어 다시 다음 Chip을 1個씩 뽑아내어 測定值를 읽어, 그 結果를 資料表에 기록한다.
 - ④ 이와같은 方法으로 資料數가 100個以上($n \geq 100$) 되도록 反復하여 그 結果를 記錄한다.
 - ⑤ 記錄한 結果로써 度數表로 整理하여 平均值(\bar{x})와 標準偏差(s)를 구하고 Histogram을 作成한다.
 - ⑥ Histogram과 上·下限規格值(S_U, S_L)와 比較하고 工程能力指數를 구한다.
- 工程能力指數(C_p ; Process capability index)[4, 7, 8]는 工程能力의 評價尺度로써 다음과 같이 구한다.
- ① 兩側規格(S_U, S_L)의 期待值가 自由로 調節될 경우

規格의 幅 $T = S_U - S_L$ 와 6σ 로 表示된 工程能力과의 比, 즉 $C_p = T/6\sigma$ 로 나타낸다.

② 兩側規格의 期待值가 自由로 調節되지 않을 경우 치우침度(分布의 期待值와 規格의 中心值와의 差와 許容差(公差의 1/2)와의 比)와 $C_p (=T/6\sigma)$ 를 組合한 工程能力指數, 즉

$$C_{pk} = (1-k)C_p \quad (0 < k < 1)$$

$$C_{pk} = 0 \quad (k \geq 1)$$

단, K (치우침度) = $|(S_U + S_L)/2 - \mu| / (T/2)$ 로 나타낸다.

工程能力有無의 判斷基準[4, 8]은 Table-2와 같다.

Table-2. Classification of the process capability

C_p (C_{PK})	grade	Discrimination
$C_p \geq 1.33$	1	Excellent
$1.33 > C_p \geq 1.0$	2	good
$1.0 > C_p \geq 0.67$	3	fair
$0.67 > C_p$	4	poor

(7) 工程의 變化에 따른 工程能力을 解析한다.

3. 實驗結果 및 考察

實際의 工程에서는 安定狀態를 實現시키는 일이 容易하지 않으나 工程을 一種의 價值變換過程으로서 생각하고, 또 統計的으로는 對象으로 하는 品質特性에 關係 現實에서 얻을 수 있는 sample이 所屬하는 源泉, 즉 統計의 母集團으로 간주하고 model化해서 安定狀態로 만들어 놓고, 또 이것을 人爲的으로 여러가지로 變動시켜, 工程의 變動에 따라 工程能力이 어떻게 變하는가를 解析하기 위해서 다음과 같은 chip實驗의 結果에 대하여 考察하고자 한다.

· 實驗(1) 安定狀態의 경우

어떤 工程에서 製造된 製品의 品質特性值를 Table. 1의 赤色 chip($\mu=50, \sigma=2.0$)과 같다는 假定下에 chip實驗方法에 의하여 實驗한 結果는 Table-3과 같다.

Table-3의 實驗結果로써 度數表로 整理하여 平均值(\bar{x})와 標準偏差(s)를 구하고, Histogram을 作成한 結果는 Figure-2와 같다.

Figure-2의 Histogram에 上·下限規格值($S_U=57, S_L=43$)를 記入하고 工程能力指數를 구하면 $C_p=C_{pk}=1.17$ 이 되므로 이 工程은 安定狀態라고 解析된다.

Table-3. Results of experiments with red chips (N[50, 2.0²])

51	53	51	50	49
50	46	47	48	49
49	52	52	50	50
48	54	52	48	49
53	49	52	51	52
49	49	49	51	50
49	52	53	48	46
45	45	50	48	50
52	50	49	48	51
52	49	50	48	49
50	51	48	46	49
52	52	46	51	49
48	52	50	53	51
50	52	50	50	48
51	50	50	52	50
53	48	53	52	48
48	54	51	50	49
50	50	51	50	49
46	49	52	51	50
48	51	47	48	47

이와같이 同一 주머니에서 chip을 뽑았을 때에는 母集團의 分布에 變化가 없으므로 安定狀態에 있는 工程이라고 할 수 있다.

實驗(1)의 工程을 安定狀態로 model化시켜 놓고 chip實驗에 의하여 人爲的으로 工程을 變動시켰을 경우의 工程能力을 解析하고자 한다.

實驗(2) 工程平均이 變化하는 경우

工程의 散布는 變하지 않고 工程平均이 다음과 같이 變하는 경우 工程能力에 어떤 變化가 나타나는가를 解析하고자 한다.

- (1) $\mu=51, \sigma=2.0$
- (2) $\mu=51, \sigma=2.0$
- (3) $\mu=51, \sigma=2.0$
- (4) $\mu=51, \sigma=2.0$

上記와같이 工程平均이 變하는 경우의 chip實驗은 赤色 chip으로 前述한 實驗方法에 의하여 다음과 같이 實施하였다.

(1)의 경우는 赤色 chip주머니 속에서 잘 섞어 뽑은 chip의 數字에 1을 더한 測定值를 읽는다. 이 實驗

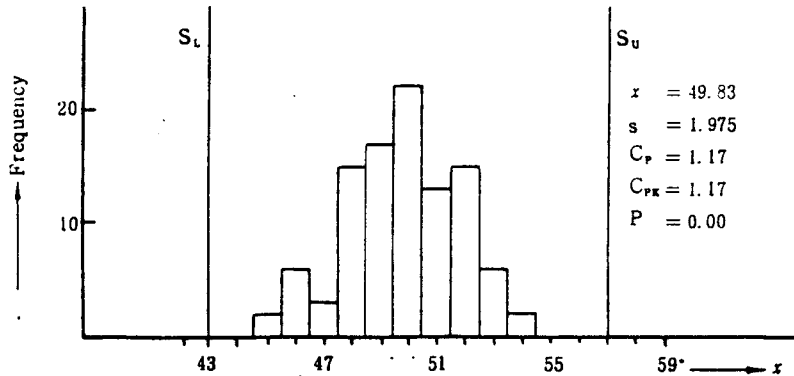


Figure-2. Comparison of the specification and histogram with the process is under the state of control

의 結果는 Table-4와 같다.

를 더한 實驗結果는 Table-5와 같다.

(2)의 경우는 同一한 實驗方法으로 chip의 數字에 2

(3)의 경우는 역시 같은 實驗方法으로 chip의 數字

Table-4. Results of experiments with red chips (N[51, 2.0²])

53	49	51	52	54	53	53	53	50	52
49	53	53	50	48	50	54	49	51	53
51	48	56	53	50	51	51	51	52	48
50	48	51	51	52	51	50	53	49	49
52	52	51	50	52	49	51	54	53	50
51	51	52	50	50	56	51	51	49	51
50	52	52	47	49	54	49	50	49	55
55	50	48	52	48	50	53	52	55	51
51	54	48	51	51	52	53	47	48	49
49	55	51	53	53	50	54	48	51	50

Table-5. Results of experiments with red chips (N[52, 2.0²])

49	51	54	52	51
52	51	50	51	52
52	53	52	57	51
50	53	50	53	48
53	56	50	53	53
51	52	52	51	54
53	53	53	53	52
52	53	56	55	51
51	51	53	52	51
52	54	52	53	50
48	49	52	52	54
51	49	50	52	52
54	52	52	54	51
56	49	50	53	48
52	52	51	51	50
55	54	51	54	57
55	52	53	51	53
50	50	52	48	51
53	51	53	51	56
52	53	52	53	50

Table-6. Results of experiment with red chips (N[53, 2.0²])

52	53	51	54	55
53	54	55	56	50
52	56	53	55	53
50	49	54	52	53
54	52	53	53	50
53	54	56	53	53
54	56	51	57	56
55	53	56	53	54
52	50	51	51	54
54	56	53	56	53
56	54	55	53	53
51	51	56	50	53
50	49	54	55	57
53	56	51	55	54
50	53	51	53	55
51	54	53	53	53
52	53	54	56	50
54	55	52	55	51
53	52	52	53	53
51	54	52	49	50

Table-7. Results of experiment with red chips (N[55, 2.0²])

52	56	56	51	53
50	57	53	52	57
57	51	58	53	51
54	57	54	57	53
55	55	55	55	52
55	54	52	55	55
55	55	55	55	55
59	57	59	59	55
57	52	52	56	57
53	56	57	55	57
52	55	56	55	58
54	53	57	56	53
60	54	55	54	55
56	54	55	53	55
56	56	54	56	55
55	55	52	57	59
56	55	58	59	52
55	55	55	56	54
54	55	56	55	56
53	54	56	55	55

Table-4, 5, 6, 7의 實驗結果로써 度數表로 整理하여 各 平均値(\bar{x})와 標準偏差(s)를 구하고, Histogram을 作成하고, 工程能力指數(C_p, C_{pk})를 구한 結果는 Figure-3과 같다.

Figure-3에서 보는 바와같이 工程散布는 變化없고, 工程平均을 安定된 工程平均 $\mu=50$ 에서 51, 52, 53, 55로 變化시켰을 때 散布의 中心이 工程平均의 變化에 따라 上限規格(S_u)으로 치우치고 있으며, 工程能力(C_{pk})도 不足하고, 工程의 不良率(p)도 점차 커서 不良品이 發生하고 있어 工程은 不安定한 狀態로 되어가고 있으므로 工程平均을 規格의 中心에 接近하도록 工程의 管理·改善해야 할 措置가 必要하다.

實驗(3) 工程散布가 變化하는 경우

工程의 散布를 다음과 같이 變하는 경우 工程能力이 어떻게 變하는가를 解析하고자 한다.

- (1) $\mu=50, \sigma=2.0$
- (2) $\mu=50, \sigma=3.4$

上記와 같이 工程平均은 變하지 않고 工程散布가 變하는 경우의 chip實驗은 赤色과 黃色 chip으로 前述한 實驗方法에 의하여 다음과 같이 實施하였다.

(1)의 경우는 實驗(1)의 赤色 chip實驗結果와 같다. Table. 3과 Fig. 2參照)

(2)의 경우는 黃色 chip 주머니 속에서 잘 섞어 뽑

에 3을 더한 實驗結果는 Table-6과 같다.

(4)의 경우는 綠色 chip 주머니 속에서 잘 섞어 뽑은 chip의 數字를 測定値로 읽는다. 이 實驗의 結果는 Table-7과 같다.

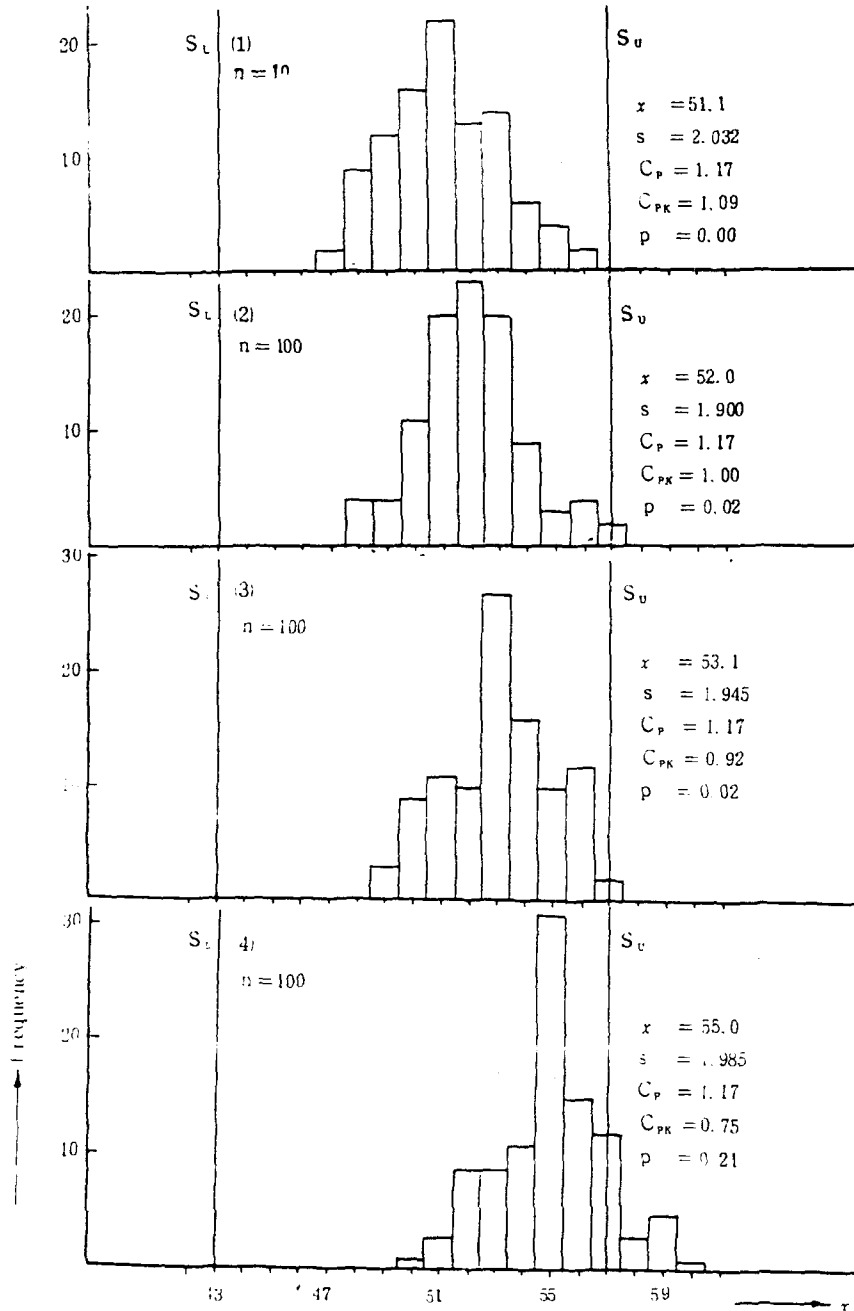


Figure-3. Comparison of the specification and histogram with the mean of process is changed. ((1) $N[51, 2.0^2]$, (2) $N[52, 2.0^2]$, (3) $N[53, 2.0^2]$, (4) $N[55, 2.0^2]$)

은 chip의 數字를 測定値로 읽는다. 이 實驗의 結果는 Table-8과 같다.

Table-8의 實驗結果로써 度數表로 整理하여 平均値 \bar{x} 와 標準偏差(s)를 구하고, Histogram을 作成하고 工程能力指數(C_p, C_{pk})를 구한 結果는 Figure-4와 같다.

Figure-4는 工程의 散布를 $\sigma=2.0$ 에서 $\sigma=3.4$ 로 變化시켰을 때 工程平均은 變하지 않고 工程散布가 크게 되어 製品의 品質特性值가 上·下限規格(S_u, S_L)으로 벗어나고 있으며, 工程能力도 不足하고, 工程不良率(p)이 發生하고 있어, 工程은 不安定狀態이므로 工程散布가 작아지도록 措置할 必要가 있다.

Table-8. Results of experiments with yellow chips (N[50, 3.4²])

49	53	53	47	49
51	46	47	46	50
49	52	47	48	54
47	53	50	42	50
45	49	52	51	51
55	50	49	53	54
54	48	50	54	45
52	51	51	46	53
52	47	48	45	47
49	52	48	54	49
46	53	51	53	51
55	49	48	52	50
44	59	50	50	41
51	54	51	49	45
45	56	52	51	51
50	56	48	52	54
52	48	48	48	49
49	51	46	45	49
49	49	47	57	53
52	51	50	48	50

實驗(4) 工程平均이 다른 두 分布를 混合하는 경우 工程에서 2台의 機械設備로 同一한 製品을 製造하고 있을 때 機械設備間의 品質特性值의 平均에 다음과 같이 差가 있는 것을 混合하는 경우 工程能力이 어떻게 變하는가를 解析하고자 한다.

- 1: $\mu=50, \sigma=2.0$
- 2: $\mu=55, \sigma=2.0$

上記와 같이 工程平均이 다른 두 分布를 混合하는 경우의 chip實驗은 赤色($\mu=50, \sigma=2.0$)과 綠色($\mu=55, \sigma=2.0$)chip을 混合하여 前述한 實驗方法으로 다음과 같이 實施하였다.

(1)의 赤色 chip과 (2)의 綠色 chip을 한 주머니 속에 混合하여 잘 섞은 다음 random하게 뽑은 chip의 數字를 測定值로 읽는다. 이 중에 綠色 chip의 數字는 *로 表示하면서 記錄한다. 이 實驗의 結果는 Table. 9와 같다.

Table-9의 實驗結果로써 度數表로 整理하여 平均値(\bar{x})와 標準偏差(s)를 구하고, Histogram을 作成하고 工程能力指數(C_p, C_{pk})를 구한 結果는 Fig. 5와 같다.

Figure-5는 2個의 分布가 混合되어 있음을 알 수 있다. 따라서 적색 chip과 綠色 chip實驗의 結果를 層別해서 Histogram을 作成하고 規格과 比較한 結果는 Figure-6과 같다.

Figure-5는 工程平均이 다른 두 分布가 混合되었을 때 나타나는 現象으로써 工程은 不安定한 狀態이므로 이를 層別한 것이 Figure-6이다.

Figure-6의 赤色 chip實驗의 結果는 工程이 安定狀態이나, 綠色 chip實驗結果는 上限規格(S_u)을 벗어나고 不良品이 發生하고 있어, 工程은 不安定狀態에 있으므로 工程平均이 작아지도록 措置해야 한다.

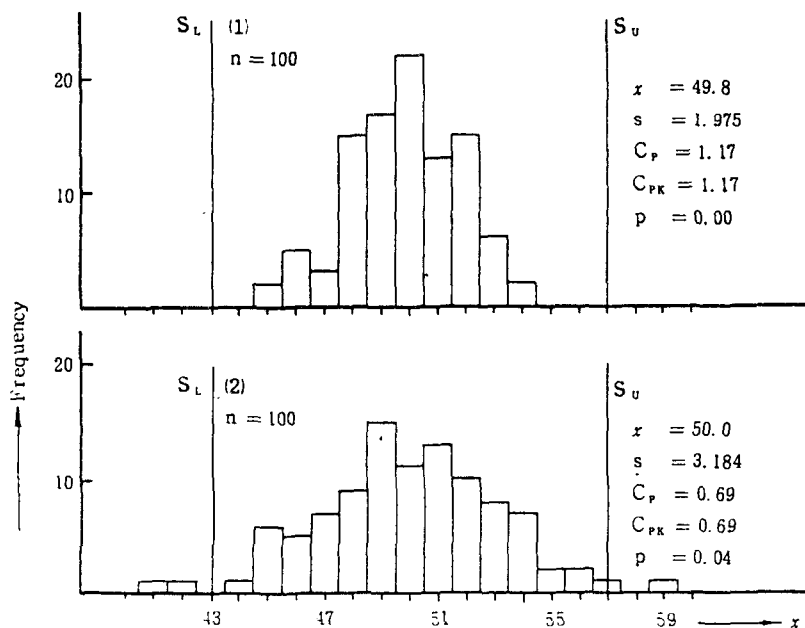


Figure-4. Comparison of the specification and histogram when the dispersion of process is changed. ((1) N[50, 2.0²], (2) N[50, 3.4²])

Table-9. Results of experiments for the compounded population (red chips : $N[50, 2.0^2]$, green chips : $N[55, 2.0^2]$)

*59	48	50	*56	50	50	51	48	*53	*58	*55	*54	*59	*54	47	54	*52	*58	*58	*55
*56	*57	*56	*56	*56	51	*51	*56	*58	49	54	51	*54	*54	50	*56	48	50	*54	48
*57	52	*56	49	*50	*55	*55	50	*49	49	52	53	49	*54	48	*58	49	50	48	48
*53	49	*56	*56	50	51	47	*55	51	*55	*58	50	52	*55	50	*57	*56	*54	50	50
*56	49	55	50	*56	*58	*55	*52	48	47	*53	*57	52	51	52	*54	49	51	*57	*55
54	*53	48	48	*55	52	*56	50	51	53	*53	48	*56	50	49	50	53	48	52	50
50	50	53	50	*55	*53	51	53	50	52	*57	48	*57	*56	50	*54	51	51	*53	51
52	*55	*56	*57	*57	*55	*56	48	51	*56	*59	*55	*55	*55	50	*58	*56	*54	50	54
50	50	*55	51	*56	48	50	*58	50	52	*54	*56	*57	48	52	*58	49	*55	50	48
54	*55	*50	52	*53	*58	55	51	*55	*57	51	50	*55	*53	*56	50	*55	*56	*54	*57

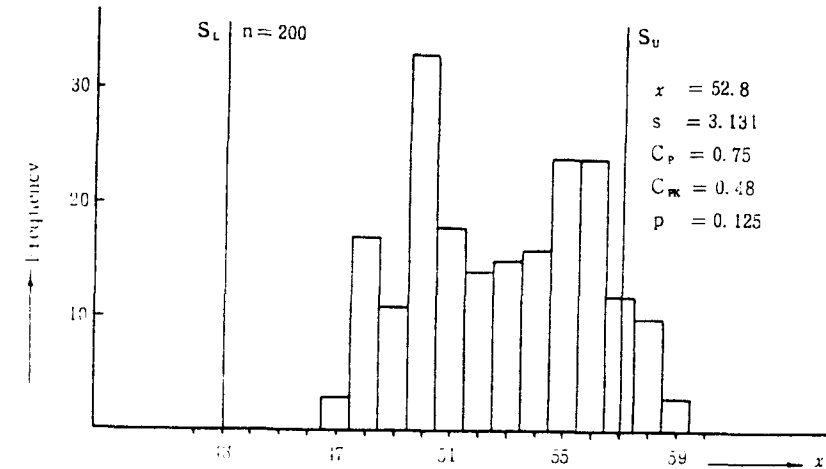


Figure-5. Comparison of the specification and histogram when the population is compounded by two c-chips (red chips : $N[50, 2.0^2]$, green chips : $N[55, 2.0^2]$)

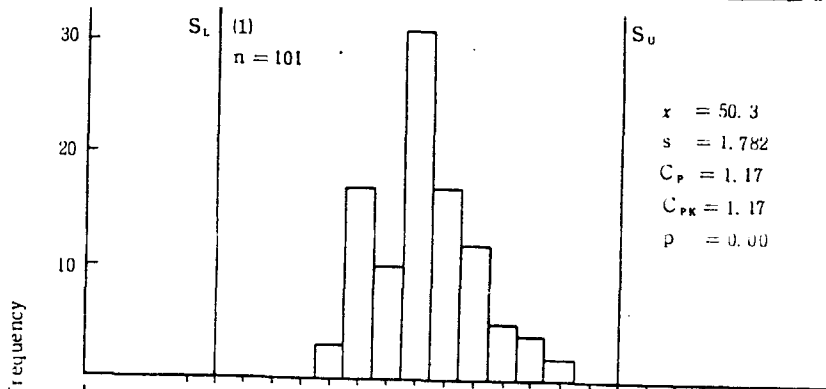
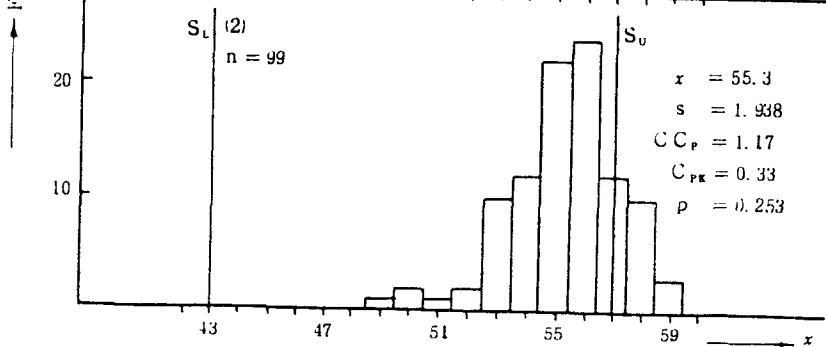


Figure-6. Comparison of the specification and histogram when the two distributions ((1) $N[50, 2.0^2]$, (2) $N[55, 2.0^2]$) is stratified.



實驗(5) 工程散布가 다른 두 分布를 混合하는 경우 工程의 散布가 다른 두 分布를 다음과 같이 混合하는 경우 工程能力이 어떻게 변하는가를 解析하고자 한다.

- (1) $\mu=50, \sigma=2.0$
- (2) $\mu=50, \sigma=3.4$

上記와 같은 경우의 chip實驗은 赤色($\mu=50, \sigma=2.0$)과 黃色($\mu=50, \sigma=3.4$)chip을 混合하여 前述한 實驗方法으로 다음과 같이 實施하였다.

(1)의 赤色 chip과 (2)의 黃色 chip을 한 주머니속에 混合하여 잘 섞은 다음 random하게 뽑은 chip의 數字를 測定值로 읽고, 이 중에 黃色 chip의 數字는 *로 表示하면서 記錄한다. 이 實驗의 結果는 Table-10과 같다.

Table-10의 實驗結果를 度數表로 整理하여 平均値(\bar{x})와 標準偏差(s)를 구하고, Histogram을 作成하고 工程能力指數(C_p, C_{pk})를 구한 結果는 Fig. 7과 같다.

Figure-7은 散布가 크기 때문에 工程이 不安定한 狀態이므로 赤色 chip과 黃色 chip實驗의 結果를 層別해서 各各의 Histogram을 作成하고 規格과 比較한 結果는 Figure-8과 같다.

Figure-8의 赤色 chip實驗의 結果는 安定狀態이나 黃色 chip實驗結果는 上·下限規格(S_u, S_L)을 벗어나서 不良品이 發生하여 工程은 不安定狀態이므로 工程 散布가 작아지도록 措置할 必要가 있다.

Table-10. Results of experiments for the compounded population (red chips : $N[50, 2.0^2]$, yellow chips : $N[50, 3.4^2]$)

49	51	54	50	49	47	*43	*52	51	*56
51	*53	51	*51	*56	53	*52	51	50	*50
53	*49	*54	52	51	48	45	50	49	*49
53	*50	*52	49	49	49	*50	51	*54	51
*52	48	51	*47	*52	54	49	*46	*54	52
52	*53	47	51	*45	51	50	50	48	50
49	52	*48	51	52	*53	46	*47	49	53
51	51	51	48	51	*50	52	*54	52	48
49	*46	*54	50	51	52	53	*50	50	*48
46	52	*44	46	*52	*45	*49	*53	53	*53
*51	*49	*52	*52	*44	50	*54	*48	49	48
49	51	*49	53	48	49	*50	*53	47	49
*42	*49	*49	*50	*52	*54	50	49	*50	*48
48	*51	*48	50	52	50	*46	52	51	48
*50	*53	46	50	48	*58	48	50	45	47
52	51	*49	*52	*49	47	52	50	50	49
*54	*53	*48	*52	51	*47	*47	49	55	*47
*52	*55	48	50	48	*52	*51	*54	*46	*50
51	48	*47	*50	*51	*45	*48	*47	47	*53
*50	*54	50	*47	*48	47	51	50	49	49

4. 結 論

以上과 같이 工程의 變化를 chip實驗에 의하여 發生시켜 工程能力을 解析하였다.

工程에서 製造되는 製品의 品質이 어떠한 狀態로 되어 있는가, 즉 어떤 分布를 하고 있는가 時間的으로

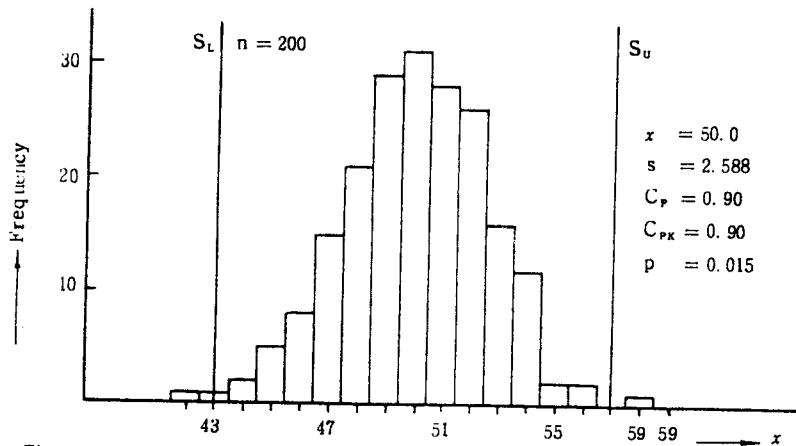


Figure-7. Comparison of the specification and histogram when the population is compounded by two chips (red chips : $N[50, 2.0^2]$, yellow chips : $N[50, 3.4^2]$)

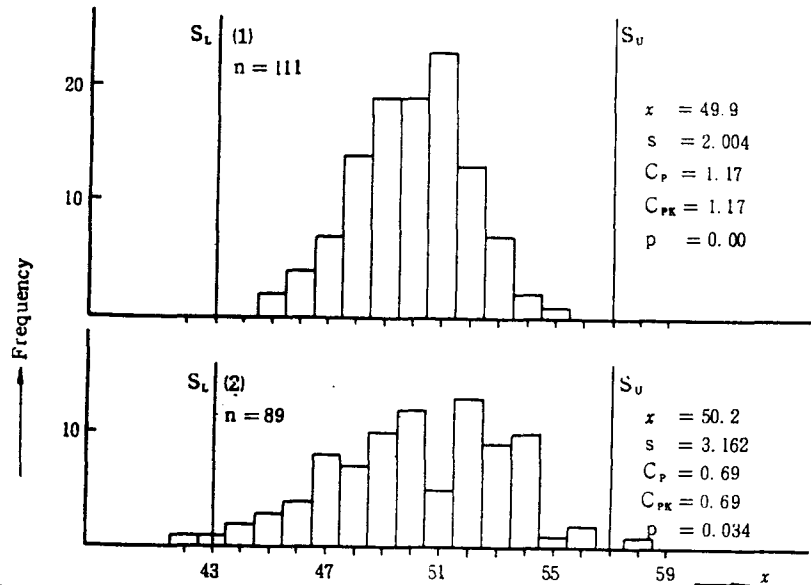


Figure-8. Comparison of the specification and histogram when the distributions ((1) $N[50, 2.0^2]$, (2) $N[50, 3.4^2]$) is stratified.

어떻게 변하는가, 條件이 변하면 어떻게 달라지는가, 規格의 要求에 대해서 어느 程度 滿足하고 있는가를 나타내는 것이 工程能力이라고 할 수 있다.

그리하여 工程能力을 調査·把握하여 이를 改善하고, 경우에 따라서는 적당한 水準으로 管理해 나간다는 것은 品質管理의 중요한 課題이므로 工程을 解析할 경우에도 그 工程이 충분한 工程能力을 지니고 있는가를 判斷하지 않으면 안된다.

그리고 工程能力이 양호한 工程은 製造의 管理가 아주 쉬우며, 異常現象만 把握하여 이를 다스려 나가지만 해도 충분히 安定된 工程을 維持할 수 있고 製品의 處理도 容易하게 된다.

工程이 安定狀態에 있을 때에는 다음과 같은 利益이 存在한다.

① 現在の 製造條件下에서 品質의 散布가 最小로 된다.

② 任意的 規格內에 들어 있는 製品의 比率를 推定할 때 信賴性이 最大로 된다.

③ 規格을 變更하게 되면 利益이 어느 程度인지를 확실한 根據를 가지고 判斷할 수 있다.

④ 消費者(使用者)는 製品(部品)을 購入할 때마다 檢査를 하지 않고 生産者가 提示하는 管理實績資料에 의거하여 安心하게 받아 드릴 수 있다.

따라서 工程의 安定狀態란 異常原因에 의한 散布는 모두 除去되고, 偶然原因에 의한 散布만으로 되어 있으므로 品質의 散布는 最小로 된다. 또한 工程이 安定狀態에 있으면 앞으로 測定値를 취하는 時期와 同一한 方法으로 作業을 계속하는 한 品質特性値들은 規格을

벗어나는 일이 없을 것임을 알 수 있다.

이와같이 標準作業條件(原材料, 機械設備, 作業者, 作業方法, 測定)을 지키고 있으면 앞으로 製造되어지는 製品의 品質의 散布는 변하지 않으므로 品質保證이 可能하다고 할 수 있다.

參 考 文 獻

1. 統計·品質管理實驗用具·使用方解説, 日本規格協會.
2. 川村正信, 品質管理實驗用具の使い方, 標準化と品質管理, 1965, 19(12), pp. 24~31.
3. 比原貞輔·野町幸男, 品質管理實驗, 大阪教育圖書, 1970, pp. 1~30.
4. 木暮正夫, 工程能力의 理論とその應用, 日科技連, 1979, pp. 18~30, p. 39, p. 94, p. 96, pp. 102~104.
5. 木暮正夫, 工程能力に關する2,3 考察, 品質管理, 1973, 14(3), p. 152.
6. 三浦新·今泉益正, 管理圖, 韓國工業標準協會譯, 1982, pp. 3~4.
7. 石山敬幸, 兩側規格における工程能力尺度に關する考察, 品質管理, 18(11增), pp. 1369~1375.
8. 淺尾 泰, 工程能力の評價とその應用の實際, 第18回品質管理シンポジウム報文集, 工程能力, 日科技連, 1973, pp. 47~65.
9. Seder, L. A. & Cowan, D., The Sapan Plan Method. Process Capability Analysis. ASQC. 3. 1953. p. 3.

10. Eichelberger, L. S. Process Capability-or is it? *Quality Progress*, 1972, Vol. 5, No. 1, p. 3.
11. Feigenbaum, A. V. *Total Quality Control*. Engineering and Management, McGraw-Hill, 1961, pp. 560~561.
12. Hansen, B. L.. *Quality Control, Theory and Application*, Prentice-Hill, 1963, pp. 92~98.
13. Juran, J. M., Gryna, F. M., Jr. & Bingham, R. S., Jr., ed., *Quality Control Handbook*, 3rd ed., Section 9. McGraw-Hill, 1974, pp. 9-1~9-34.
14. Juran, J. M. & Gryna, F. M. Jr., *Quality Planning and Analysis*, McGraw-Hill, 1980, pp. 272~275, pp. 283~296.
15. Kirpatrick, E. G., *Quality Control for Managers and Engineers*, John Wiley & Sons, 1970, pp. 99~119.
16. Norris, F. G., *Defining Process Capability*, *Quality Progress*, 1972, 5(6), p. 2.
17. Raisbeck, W. P., *Evaluating Process Capability*, *Quality Progress*, 1971, 4(2), p. 36.