

# 品質管理技法의 電算化에 關한 研究(Ⅱ) Studies on the Computer Programming of Statistical Methods (Ⅱ)

鄭 秀 一 \*

## ABSTRACT

This paper studies the computer programming of statistical methods. A few computer programs are developed for

- \* computing the basic statistics and the coefficients of process capability for raw and grouped data
- \* drawing the frequency table and histogram
- \* goodness of fit testing for normality

with the analyses for stratifications if necessary. A special emphasis is laid on the significant digits and rounding-off for the output.

A running result appears in the Appendix for a hypothetical example.

## I. 序 論

국내 電子業界등에서도 최근에는 100單位 수준의 ppm 불량을 서서히 눈에 띄이기 시작하고 있다. 이는 불량감소라는 반가운 現象으로 받아들여질 수도 있겠으나, 또 한편으로는 아직까지도 대부분 檢査위주의 원시적인 품질관리를 전개하고 있는 국내 산업계의 QC 活動이 이제 그 限界點에 도달하게 되었다는 赤信号로 해석되어야 할 것이다. 즉, 全數檢査에 의한 計數値데이터의 利用만으로는 10單位 수준의 ppm,

또는 ppb 단계의 불량율달성은 불가능하기 때문이다. 이것은 全數檢査에서 合格된 部品들의 組立결과인데도 불구하고 상당수가 불량품이 되는 이유가, 檢査에서 단지 規格의 만족여부만을 따질 뿐 特性値의 分布모양을 무시하는 데에서 기인한다는 것을 생각하면 쉽사리 이해될 것이다.

따라서 品質特性値의 分布모양을 가장 쉽게 알아 볼 수 있는 히스토그램의 보다 적극적인 活用은 관리도의 活用과 함께 국내 SQC技法정

\* 仁荷大學校 工科大学 産業工学科

작의 2大 先決課題라고 하겠다. 그러나 計量 値데이터 輕視의 사고방식과 더불어 히스토그램 作成상의 번거로움이 이를 가로막고 있는바, 이를 해결하는 가장 효과적인 방법이 電算化일 것이다. 특히나 각종 SQC技法의 核心이 層別에 있다고 할 때 層別한 히스토그램의 作成은 그 번거로움이 상상을 초월하게 되므로 電算化에 기댈 수 밖에 없을 것이다.

현재 몇몇 국내기업에서 使用하고 있는 각종 프로그램 패키지는 주로 中型 이상의 컴퓨터를 대상으로 작성된 것이고 그 내용 또한 유효숫자의 자릿수, 수치의 뱃음법 등을 감안할 때 실용성이 크지 못한 실정이다. 국내 工業產品의 品質이 中小部品業體의 水準에 直結된다는 것을 염두에 둘 때 前述한 프로그램 패키지는 별 도움이 될 수 없을 것이다.

그러므로 中小企業의 規模, 그 종업원의 統計的方法 習得水準등을 감안하여 小型 또는 마이크로 컴퓨터를 利用해서 活用할 수 있는 統計的 및 關聯技法의 電算化가 時急한 실정이다. 따라서 本稿에서는 마이크로 컴퓨터를 利用하여 中小企業에서도 活用可能한 히스토그램 作成을 위한 프로그램 개발에 主要점을 두었으나, 각종 基礎統計量 계산時 KS A 0021, 3251 등의 기준을 감안한 유효숫자의 자릿수 및 수치 뱃음법의 試案마련에도 留意를 두었다.

## II. 히스토그램의 電算 프로그램

### 1. 프로그램의 概要

本 研究에서 開發된 프로그램의 output은 다음과 같이 구성되어 있다. 단, 마이크로 컴퓨터의 容量을 고려하여 入力 data의 최대허용수는 250으로 한정하였으나 이는 필요에 따라 쉽게 확장가능하도록 하였으며, 참고로  $n=100$ 의 가상적인 data에 대한 output을 부록에 첨부하였다.

1) 전체 入力data에 대해 (괄호內는 분석을 위한 최소한의 data수에 대한 조건)

(1) 기초통계량( $n \geq 5$ )

- 평균치

- 중위수
- 최빈수
- 범위
- 제곱의 합
- 분산
- 표준편차
- 불편분산
- 불편분산의 제곱근
- 변동계수
- 상대분산
- 왜곡도계수
- 첨도계수

(2) 원 data에 대한 工程能力의 척도( $n \geq 30$ )

- 공정능력지수
- 바이어스(bias)를 고려한 공정능력지수 (양쪽규격의 경우)

(3) 돛수표( $n \geq 50$ )

(4) Grouped data의 통계량( $n \geq 50$ )

- 평균
- 표준편차
- 불편분산의 제곱근

(5) 히스토그램( $n \geq 50$ )

(6) 正規性에 대한 適合度의 검정( $n \geq 50$ )

(7) Grouped data에 대한 工程能力의 척도( $n \geq 50$ )

- 공정능력지수
- 바이어스를 고려한 공정능력지수(양쪽 규격의 경우)

2) 層別한 data를 사용한 경우

各層에 대해 1)에서의 내용을 반복. 단, 層의 수는 5層까지로 한정

2. 각종 統計量에 대한 자릿수

반올림方法은 “KS A 0021 수치의 뱃음법”에 따르도록 프로그래밍 되었으며 자릿수에 대해 略述하면 다음과 같다.

1) 평균치, 중위수, 최빈수, 범위

평균치의 자릿수에 대해서는 “KS A 3251 측정치의 처리방법”에 따라 표 1 과 같이 출력되도록 프로그래밍 하였으며 중위수, 최빈수, 범위의 자릿수도 이에 준하여 처리하였다.

표 1. 평균치의 자리수

측정단위	n		
	0.1, 1, 10등	1	2~20
0.2, 2, 20등	~3	4~40	41~
0.5, 5, 50등	~9	10~100	101~
측정치의 자리수와 와·보다	갈게	한자리 많게	두자리 많게

2) 工程能力指數

소숫점아래 2 자리까지 구하였으며 표 2 와 같은 해석을 첨가하여 출력되도록 하였다.

표 2. 工程能力에 대한 해석

공정능력지수	공정능력에 대한 해석
0.00~0.99	공정능력이 부족하므로 공정개선
1.00~1.32	공정능력이 겨우 만족되므로 공정관리에 유의
1.33~1.66	공정능력이 충분하므로 공정관리 간소화
1.67~	공정능력이 과잉이므로 제품고급화

3) 기타의 통계량

모두 유효숫자 3 자리로 출력시켰다.

4) 덧수표 및 적합도검정

덧수표의 상대덧수 및 상대누적덧수는 소숫점아래 4 자리, 적합도검정에서의 계산덧수는 소숫점이하 2 자리로 하였다.

3. 덧수표 및 히스토그램의 作成

1) 급구간의 수 및 급구간의 폭

덧수표作成에서 가장 문제가 되는 것이 級區間的의 數(k) 또는 級區間的의 幅(c)이다. k 또는 c에 대한 基準에 대하여 調査한 結果는 표 3 과 같다. 이를 要約하면 k는 5~20으로 提案되고 있으나 모두 뚜렷한 근거를 提示하지는 못하고 있다. 그리고 한가지 特記해야 할 것은 細谷의 "c는 측정단위의 整數倍" 및 KS A 3251의 "c는 ..., 0.1, 0.2, 0.5, 1, 2, 5, 10, 20, 50, ..."라는 c에 대한 조건외에는 대개의 경우 c에 대한 조건을 設定하고 있지 않다는 것이나, c는 측정단위의 整數倍가 되어야 한다는 지극히 當然한 내용을 생략한 것으로 해석 되어야 할 것이다.

표 3의 基準 중 프로그래밍에 비교적 融通성

표 3. k 또는 c에 대한 基準

提案者	k 또는 c	
Charlier	c를 표준편차의 1/3로	
Fisher	c를 표준편차의 1/4로	
Sturges	$n = 2^{k-1}$	
Gryna, Jr.	n	k
	20~50	6
	51~100	7
	101~200	8
	201~500	9
	501~1000	10
1001~	11~20	
石川 등	n	k
日科技連 Basic Course	50~100	약 6~10
	100~250	약 7~12
	250~	약 10~20
日科技連 QC Research Group	약 10	
細谷	$\sqrt{n} * c$ 는 측정단위의 정수배	
金宇哲 등	$\sqrt{n} \pm 3$	
中里	6~15	
草場	8~15 (100 ≤ n ≤ 200)	
Walpole & Meyers	5~20	
Spiegel		
KS A 3251	5~20 * R ÷ $\left( \begin{matrix} 0.1, 0.2, 0.5, 1 \\ 1, 2, 5 등 \\ 10, 20, 50 등 \end{matrix} \right)$	
李孝求	6~20	
森口	7~20	
日本規格協會		

이 있으면서도 중용적인 것이 石川 등의 提案인 것 같다. 따라서 여기에서는 石川 등의 提案에 따라  $n \leq 100$ 인 경우에는 k를 6~10으로, 그리고  $101 \leq n \leq 250$ 인 경우에는 7~12로 잡아 프로그래밍하였으며 c는 grouped data의 統計量계산을 감안하여 측정단위의 1, 2, 4, 5, 8, 10, 15, 20, 25, 40, 50, 80, 100, 200, ... 배가 되도록 조건을 붙였다. 그리고 히스토그램을 作成하여 活用하는 것이 주로 直接部署의 分

任組員이라는 것을 고려하여 그들이 주로 使用하는 基準이  $\sqrt{n}$ 이라는 것과 될 수 있는 한 一致시키고, 또한 適合度검정에서의 檢出力을 높이기 위하여 위의 조건하에서  $k$ 가 가능한 한 큰값이 되도록 하였다.

#### 2) 히스토그램의 출력

132 column line printer로 출력되도록 하였으며 막대의 길이가 60을 초과하는 경우에는 60으로 truncate시키고 이를 표시하여 주도록 하였다.

#### 4. 正規性에 대한 適合度の 검정

계산뫼수(이론뫼수, 기대뫼수)의 계산에는 Hastings의 最良近似式에 의해 正規分布의 확율을 소숫점이하 4 자리까지 구하여 使用하였다. 그리고 계산뫼수가 5 미만의 級區間에 대한 Pooling은 최저 및 최고의 級區間에 대해서만 행하였다.

#### 5. 層에 대한 分析

각각의 層에 대한 뫼수표 및 히스토그램의 작성에서는, 이들의 주된 活用目的이 分布모양의 파악에 있다는 것을 감안하여, 層間의 比較가 직접적으로 될 수 있도록 하기 위하여 전체 data에 대한 級區間 設定結果를 그대로 이용하였고, 이에 대해 필요한 分析을 하였다.

### Ⅲ. 結 語

국내 中小企業에 있어서의 올바른 品質관리의 推進 및 定着을 위해 統計的方法 및 關聯技法的의 보급과 확산이 時急하다는 觀點에서 마이크로 컴퓨터를 대상으로, 지난번의 관리도 電算化 프로그램의 開發에 이어, 히스토그램의 電算化를 시도하여 보았다.

本稿에서의 히스토그램 電算化내용에서는 前述한 바와 같이 유효숫자의 자릿수 및 수치의 맞음법에 重點을 두었는 바, 이는 各種 data의 처리에 있어서 특히나 그 精密性에 많은 문제점을 내포하고 있는 국내 企業들의 反성을 촉구하기 위함이다. 本 研究에서 開發된 프로그램이 국내 中小企業의 統計的方法 活用に 조그마한 도움이라도 될 수 있기를 바라며, 또한 유효숫자 등에 대해 品質管理, 統計學, 컴퓨터 등의 전문가들에 의한 眞지한 討論의 계기가 되었으면 한다.

끝으로 本 研究를 음으로 양으로 도와주시고 發表의 기회를 주신 모든분들에게 깊은 감사를 드린다.

## 參 考 文 獻

1. 金宇哲외 7인 공저 (1984), 現代統計學(再改正版), 英志文化社.
2. 李孝求 (1983), 新統計學, 博英社.
3. 片仁範 (1973), 最新統計學, 進明文化社.
4. 石川聲외 (1969), 統計的方法, 한국규격협회 誌刊.
5. 草場郁郎 (1974), 新編統計的方法演習, 日科技連.
6. 中里博明 (1967), 統計的方法(I), 現場QC 讀本 #11, 日科技連.
7. 細谷克也 (1978), 現場의 QC 手法, 한국 공업표준협회 誌刊.
8. 森口繁一 (1968), 統計的方法, 日本規格協會.
9. 日本規格協會 (1962), 品質管理便覽.
10. 日科技連 (1975), QC Seminar Basic Course Text.
11. 日科技連 QC Research Group (1976), 統計的 品質管理入門, 한국공업표준협회 誌刊.
12. Abramowitz, M. & Stegun, I.A.(1970), *Handbook of Mathematical Functions*, Dover.
13. Gryna, Jr., F.M.(1974), *Basic Statistical Methods*, QC Handbook (3ed.), McGraw-Hill.
14. Spiegel, M.R.(1961), *Schaum's Outline of Theory and Problems of Statistics*, McGraw-Hill.
15. Walpole, R.E. & Myers, R.H.(1972), *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, Macmillan.

## 附錄：Running Example

Sub-IL JUNG

---

입력데이터 < 확인용 >

N	Raw data	Stratification Identification
1	1175	A
2	1159	A
3	1169	A
4	1179	A
5	1167	A
6	1173	A
7	1176	A
8	1167	A
9	1154	A
10	1169	A
11	1179	A
12	1180	A
13	1182	A
14	1160	A
15	1169	A
16	1177	A
17	1183	A
18	1174	A
19	1175	A
20	1173	A
21	1162	A
22	1153	A
23	1156	B
24	1146	B
25	1179	B

• 측정단위	1
• 규격하한	1130
• 명목규격	1170
• 규격상한	1210

관측데이터에 대한 분석

N = 100

\*\*\* 중요 통계량

- 평균 (Arithmetic mean) : 1164.26  
 $\bar{X} = \text{데이터의 합계} / N$
- 중위수 (Median) : 1165.0  
 $Q2 = (N + 1) / 2$  번째 위치한 데이터
- 최빈수 (Mode)  
 $MO = \text{출현빈도가 가장 큰 데이터} \dots 5 \text{ 개 비어}$   
1169
- 범위 (Range) : 79  
 $R = \text{최대치} - \text{최소치}$
- 제곱의 합, 변동 (Sum of squares) : 19900  
 $S = \text{변지의 2승의 합계}$
- 분산 (Variance) : 199  
 $MSD = S / N$
- 표준편차 (Standard deviation) : 14.0  
 $MSD = \sqrt{S / N}$
- 불편분산 (Unbiased variance) : 197  
 $U = S / (N - 1)$
- 불편분산의 제곱근 (Root of unbiased variance) : 14.0  
 $SD = \sqrt{U}$
- 변동계수, 변이계수 (Coefficient of variation) : 0.0120  
 $CV = SD / \text{ABS}(\bar{X})$
- 상대분산 (Relative variance) : 0.000144  
 $RV = CV^2$
- 왜곡도계수 (Coefficient of skewness) : -0.099  
 $AS = ( \text{변지의 3승의 합계} / N ) / [ ( \text{변지의 2승의 합계} / N )^2 ]$ 의 3/2승
- 경도계수 (Coefficient of kurtosis) : 3.62  
 $AK = ( \text{변지의 4승의 합계} / N ) / [ ( \text{변지의 2승의 합계} / N )^2 ]$ 의 2승

\*\*\* 엔지니어에 대한 공정능력의 척도 ----- 정규분포가 아니면 주의바람

- 공정능력지수 (Coefficient of process capability) :  $\frac{11.80}{0.55}$  (공정능력이 부족하므로 공정계산)
- $CP = (SU - SL) / (6 \times SD)$
- 바이어스를 고려한 공정능력지수 (Coefficient of process capability considering bias) :  $\frac{0.82}{0.55}$  (공정능력이 부족하므로 공정계산)
- $CPK = (1 - K) \times CP$  단,  $K = \text{ABS}(\bar{X} - \text{MU}) / [ (SU - SL) / 2 ]$

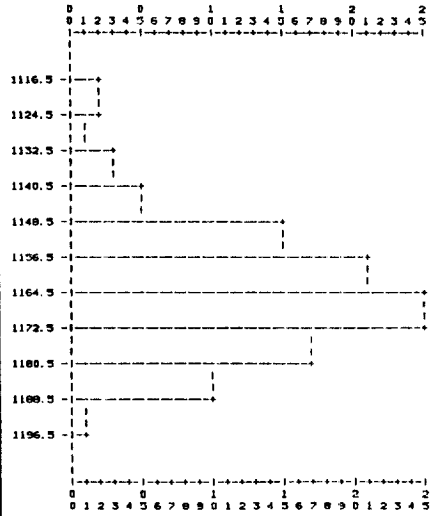
\*\*\* 랫수 (분포)표

번호	계급	중앙치	갯수	상대갯수	누적갯수	상대누적갯수
1	1115.5 --- 1121.5	1120.5	2	0.0200	2	0.0200
2	1121.5 --- 1132.5	1128.5	1	0.0100	3	0.0300
3	1132.5 --- 1140.5	1135.5	3	0.0300	6	0.0600
4	1140.5 --- 1148.5	1144.5	5	0.0500	11	0.1100
5	1148.5 --- 1156.5	1152.5	15	0.1500	26	0.2600
6	1156.5 --- 1164.5	1160.5	21	0.2100	47	0.4700
7	1164.5 --- 1172.5	1168.5	29	0.2900	72	0.7200
8	1172.5 --- 1180.5	1176.5	17	0.1700	89	0.8900
9	1180.5 --- 1188.5	1184.5	10	0.1000	99	0.9900
10	1188.5 --- 1196.5	1192.5	1	0.0100	100	1.0000

\*\*\* Grouped data의 통계량

- 평균 ( Arithmetic mean ) : 1164.10  
XB
- 표준편차 ( Standard deviation ) : 14.0  
RPSD
- 불변분산의 제곱근 ( Root of unbiased variance ) : 14.1  
SD

\*\*\* 히스토그램



\*\*\* 정규성에 대한 카판도의 검증

번호	계급	관측갯수	계산갯수
1	1115.5 --- 1140.5	11	13.25
2	1140.5 --- 1156.5	15	16.10
3	1156.5 --- 1164.5	21	21.78
4	1164.5 --- 1172.5	29	21.43
5	1172.5 --- 1180.5	17	15.35
6	1180.5 --- 1196.5	11	12.07

- 카판도 검증의 통계적 기준  
 계통가설 : 정규분포가 아니라는 할 수 없다.  
 대립가설 : 정규분포가 아니다.
- 통계적 기준의 검증 결과  
 검정통계량의 값 : 1.35  
 임계값 : 3  
 카이제곱분포의 왼쪽 5% 값 : 7.81  
 카이제곱분포의 왼쪽 1% 값 : 11.34  
 결론 : 1%로 귀무가설 채택  
 귀의 수준 1%로 귀무가설 채택

\*\*\* Grouped data에 대한 공정능력의 척도 ----- 정규분포가 아닌 경우의 방법

- 공정능력지수 ( Coefficient of process capability ) : 0.255 ( 공정능력이 부족하므로 공판계산 )  
 $CP = (BU - BL) / (6 \cdot SD)$
- 비이리스를 고려한 공정능력지수 ( Coefficient of process capability considering bias ) : 0.81 ( 공정능력이 부족하므로 공판계산 )  
 $CPK = (1 - K) \cdot CP$  단,  $K = ABS(XB - MU) / [(BU - BL) / 2]$

Stratification 2의 데이터에 대한 분석

N = 50

\*\*\* 중요 통계량

- 평균 (Arithmetic mean) : 1173.00  
 $\bar{X} = \text{데이터의 합계} / N$
- 중앙값 (Median) : 1173.0  
 $Q2 = [(N + 1) / 2]$  번째 혹은 데이터
- 최빈수 (Mode)  
 MO = 출현빈도가 가장 큰 데이터 ..... 3 개 비어  
 1167  
 1169  
 1176  
 1179
- 범위 (Range) : 44  
 R = 최대치 - 최소치
- 제곱의 합, 변동 (Sum of squares) : 4420  
 S = 편차의 2승의 합계
- 분산 (Variance) : 88.4  
 $MSD = S / N$

• 표준편차

MSD = S / N

• 불변분산

U = S / (N - 1)

• 불변분산

SD =  $\sqrt{U}$

• 변동계수, 변이계수

CV = SD /  $\bar{X}$

• 상대분산

RV = CV<sup>2</sup>

• 왜곡도계

A3 = (3차 편차의 합계 /  $\bar{X}^3$ ) / (6 \* SD)

• 첨도계수

A4 = (4차 편차의 합계 /  $\bar{X}^4$ ) / (3 \* SD<sup>4</sup>)

\*\*\* 현대데이터

• 공정능력

CP = (USL - LSL) / (6 \* SD)

• 바이어스

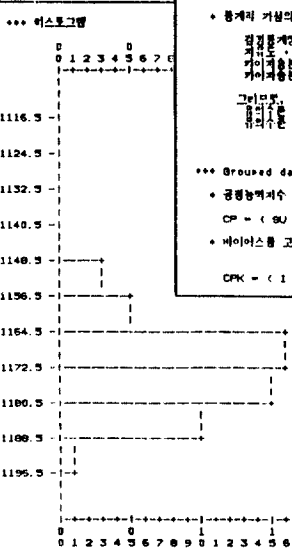
CPK = (1 - K) \* CP

\*\*\* 뜻수(분포)표

번호	계급	총합치	뜻수
1	1116.5 --- 1124.5	1120.5	0
2	1124.5 --- 1132.5	1128.5	0
3	1132.5 --- 1140.5	1136.5	0
4	1140.5 --- 1148.5	1144.5	0
5	1148.5 --- 1156.5	1152.5	0
6	1156.5 --- 1164.5	1160.5	16
7	1164.5 --- 1172.5	1168.5	15
8	1172.5 --- 1180.5	1176.5	10
9	1180.5 --- 1188.5	1184.5	1
10	1188.5 --- 1196.5	1192.5	1

\*\*\* Grouped data의 통계량

- 평균 (Arithmetic mean) : 1172.82  
 $\bar{X} = \text{계급의 합} \times \text{계급의 중심} / \text{합계}$
- 표준편차 (Standard deviation) : 9.43  
 MSB =  $\sqrt{U}$
- 불변분산의 제곱근 (Root of unbiased var) : 9.43  
 SD =  $\sqrt{U}$



\*\*\* 정규성에 대한 검정의 검정

번호	계급	빈도	계산빈도
1	1164.5 --- 1172.5	0	9.19
2	1172.5 --- 1180.5	16	15.15
3	1180.5 --- 1188.5	15	15.55
4	1188.5 --- 1196.5	11	10.14

• 검정도 검정의 통계적 검정

귀무가설 : 정규분포가 아닌것은 할 수 없다.  
 대립가설 : 정규분포가 아니다.

• 통계적 검정의 검정 결과

검정통계량의 값 : 0.30  
 계수 : 1  
 검정통계량의 임계 값 : 3.84  
 검정통계량의 실제 값 : 6.63

그리므로  
 검정통계량의 실제 값은 계수 \* 임계 값을 초과하므로  
 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택한다.

\*\*\* Grouped data에 대한 공정능력의 척도 ---- 정규분포가

• 공정능력지수 (Coefficient of process capability)  
 $CP = (USL - LSL) / (6 * SD)$

• 바이어스를 고려한 공정능력지수 (Coefficient of process capability considering bias)  
 $CPK = (1 - K) * CP$  단,  $K = ABS(\bar{X} - TAU)$

Stratification 2의 데이터에 대한 분석

N = 50

\*\*\* 중요 통계량

- 평균 (Arithmetic mean) : 1155.44  
 $\bar{X} = \text{데이터의 합계} / N$
- 중앙값 (Median) : 1157.0  
 $Q2 = [(N + 1) / 2]$  번째 혹은 데이터
- 최빈수 (Mode)  
 MO = 출현빈도가 가장 큰 데이터 ..... 4 개 비어  
 1157
- 범위 (Range) : 58  
 R = 최대치 - 최소치
- 제곱의 합, 변동 (Sum of squares) : 7260  
 S = 편차의 2승의 합계
- 분산 (Variance) : 146  
 $MSD = S / N$
- 표준편차 (Standard deviation) : 12.1  
 MSB =  $\sqrt{U}$
- 불변분산 (Unbiased variance) : 149  
 $U = S / (N - 1)$
- 불변분산의 제곱근 (Root of unbiased variance) : 12.2  
 SD =  $\sqrt{U}$
- 변동계수, 변이계수 (Coefficient of variation) : 0.0105  
 $CV = SD / \bar{X}$
- 상대분산 (Relative variance) : 0.0001  
 RV = CV<sup>2</sup>
- 왜곡도계수 (Coefficient of skewness) : 0.0001  
 $A3 = (\text{3차 편차의 합계} / \bar{X}^3) / (6 * SD)$
- 첨도계수 (Coefficient of kurtosis) : 0.0001  
 $A4 = (\text{4차 편차의 합계} / \bar{X}^4) / (3 * SD^4)$

• 불변분산

U = S / (N - 1)

• 불변분산

SD =  $\sqrt{U}$

• 변동계수, 변이계수

CV = SD /  $\bar{X}$

• 상대분산

RV = CV<sup>2</sup>

• 왜곡도계수

A3 = (3차 편차의 합계 /  $\bar{X}^3$ ) / (6 \* SD)

• 첨도계수

A4 = (4차 편차의 합계 /  $\bar{X}^4$ ) / (3 \* SD<sup>4</sup>)

\*\*\* 현대데이터에 대한 공정능력의 척도 ---- 정규분포가 아

• 공정능력지수 (Coefficient of process capabi

CP = (USL - LSL) / (6 \* SD)

• 바이어스를 고려한 공정능력지수 (Coefficient of

process capability considering bias)

CPK = (1 - K) \* CP

\*\*\* 뜻수(분포)표

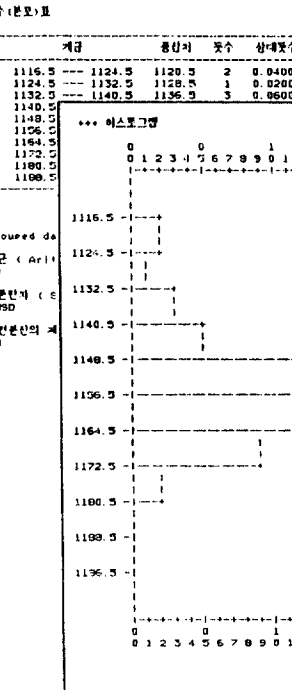
번호	계급	총합치	뜻수	상대빈도	누적빈도	상대누적빈도
1	1116.5 --- 1124.5	1120.5	2	0.0400	2	0.0400
2	1124.5 --- 1132.5	1128.5	1	0.0200	3	0.0600
3	1132.5 --- 1140.5	1136.5	3	0.0600	6	0.1200
4	1140.5 --- 1148.5	1144.5	0			
5	1148.5 --- 1156.5	1152.5	0			
6	1156.5 --- 1164.5	1160.5	1		7	0.1400
7	1164.5 --- 1172.5	1168.5	0			
8	1172.5 --- 1180.5	1176.5	9		16	0.3200
9	1180.5 --- 1188.5	1184.5	1		17	0.3400
10	1188.5 --- 1196.5	1192.5	1		18	0.3600

\*\*\* Grouped da

• 평균 (Arithmetic mean) : 1155.44  
 $\bar{X} = \text{계급의 합} \times \text{계급의 중심} / \text{합계}$

• 표준편차 (Standard deviation) : 12.1  
 MSB =  $\sqrt{U}$

• 불변분산의 제곱근 (Root of unbiased variance) : 12.2  
 SD =  $\sqrt{U}$



\*\*\* 정규성에 대한 검정의

번호	계급	빈도	계산빈도
1	1110.5 --- 1118.5	0	0.00
2	1118.5 --- 1126.5	0	0.00
3	1126.5 --- 1134.5	0	0.00
4	1134.5 --- 1142.5	0	0.00
5	1142.5 --- 1150.5	0	0.00

• 검정도 검정의 통계적 검

귀무가설 : 정규분포가 아닌것은 할 수 없다.  
 대립가설 : 정규분포가 아니다.

• 통계적 검정의 검정 결과

검정통계량의 값 : 0.30  
 계수 : 1  
 검정통계량의 임계 값 : 3.84  
 검정통계량의 실제 값 : 6.63

그리므로  
 검정통계량의 실제 값은 계수 \* 임계 값을 초과하므로  
 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택한다.

\*\*\* Grouped data에 대한

• 공정능력지수 (Coefficient of process capability)  
 $CP = (USL - LSL) / (6 * SD)$

• 바이어스를 고려한 공정능력지수 (Coefficient of process capability considering bias)  
 $CPK = (1 - K) * CP$