섬유 전반 기초지식 (9)

- 통계적인 사고와 공정관리(2) -

(5) 관리도 작성방법과 보는 방법

1) 관리도란

관리도란, 공정의 상태를 나타내는 특성치에 대하여 그린 그래프로서, 공정을 관리상태로 유지하기 위하여 사용한다. 관리도에는 평균치를 나타내는 선인 중심선과 상하 대칭으로 관리한계선이 그어져 있으며, 공정의 상황을 나타내는 특성치를 기입(plot)하여, 그 점의 움직임에 따라 공정의 관리상태를 판단한다.

이와 같이 특성치에 의해서 공정이 이상이 있는지, 어떤지를 객관적인 입장에서 판단하는데 사용된다.

2) 관리도 작성방법

관리도에는 여러가지 있으며, 그 주된 것을 열거하면 다음과 같다.

· 계량치 ····· $\bar{x}$—R(평균치와 범위)관리도

x (개개의 측정치)관리도

· 계수치 ····· pn (불량갯수)관리도

p (불량율)관리도

c (결점수)관리도

① $\bar{x}$—R 관리도

길이, 중량과 같이 연속량(계량치)으로 공정을 관리할 때 사용한다. 데이터

는 그대로 점을 찍지 않고 적당한 몇 개의 군으로 나누어 각 군마다의 평균치와 범위를 구하여, 따로따로 점을 찍는다. 주로 정량(grain)관리 등에 사용한다.

· $\bar{x}$관리도 ····· 주로 평균치의 변화를 보기 위하여 사용되고,

· R관리도 ····· 군의 산포의 변화를 보기 위하여 사용되어,

공정에 대해 가장 많은 정보를 얻을 수 있다.

② x관리도

데이터를 군으로 나누지 않고, 개개의 데이터를 그대로 사용하여 공정을 관리할 때 사용한다. 랩(lap)관리 등에 사용된다.

③ pn관리도

제품의 양호, 불량을 판정하여 샘플 전체에 포함되어 있는 불량이 몇 개 있다고 하는 것과 같이 불량갯수로 공정을 관리할 때 사용한다. 샘플의 크기(n)가 언제나 일정해야 한다.

④ p관리도

불량율로 공정을 관리할 때 사용하는 것으로, 샘플의 크기가 반드시 일정하게 않더라도 상관이 없다.

⑤ c관리도

일정한 크기의 제품 속에 들어 있는 결점수로 공정을 관리할 때 사용한다.

⑥ u관리도

c관리를 사용하는 공정에서 제품의 크기가 여러가지로 변화되는 경우에는 결점수를 일정 단위당의 결점수로 공정을 관리할 때 사용한다. 예를 들면 직물 1yd당의 결점수 등에 사용한다.

a) $\bar{x}$—R관리도

(순서 - 1) 데이터 잡는 방법

약 100개의 데이터를 모은다. 이 데이터를 크기 4~5개 정도의 데이터로 20~25개의 군이 되도록 자료표에 기입한다.

① 데이터는 가능한 한 많은 쪽이 좋으며, 최근의 공정상태를 나타내는 것이어야 한다.

② 군 구분을 하는 기술적인 근거가 특별히 없을 때는 데이터가 얻어진 순서로 군 구분을 한다.

③ 군의 크기(시료의 크기)는 2~6개가 보통이고, 특히 4개 또는 5개가 많이 사용된다.

④ 데이터 시트에는 품명, 샘플 모으는 방법, 측정방법 등 공정관리상 필요한 사항을 참고로 기록해 놓는다.

(순서 - 2) $\bar{x}$를 계산

각 군별로 평균을 구한다.

(순서 - 3) R의 계산

각 군별로 범위를 구한다.

(순서 - 4) 관리도 용지에 기입

그래프 용지 또는 관리도 용지를 사용하여 왼쪽 끝에 $\bar{x}$와 R을 세로로 눈금을 정하고, 가로방향으로 군의 번호를 기입한다. 이 용지에 (순서 - 2)에서 구한 $\bar{x}$와 (순서 - 3)에서 구한 R을 각각 기입한다.

(순서 - 5) 관리선의 계산

$\bar{x}$, R 각각 20~25개의 점을 기입하여, 이 데이터로 관리선으로서 중심선과 관리 한계선을 계산한다.

· $\bar{x}$관리도

중심선 ····· $CL = \bar{x}$

관리상한 ····· $UCL = \bar{x} + A_2\bar{R}$

관리하한 ····· LCL = $\bar{x}$ - $A_2\bar{R}$

· R관리도

중심선 ····· CL = $\bar{R}$

관리상한 ····· UCL = $D_4\bar{R}$

관리하한 ····· LCL = $D3\bar{R}$

다만, A2, D3, D4는 군의 크기에 따라서 결정되는 값이다. 그런데 n이 6이하일 때는 R 관리도의 관리하한(LCL)은 고려하지 않는다.

(순서 - 6) 관리선의과 기입

CL은 실선으로 기입하고 UCL과 LCL은 파선으로 기입한다.

(순서 - 7) 관리상태에 있는지의 여부를 조사한다.

b) pn관리도

(순서 -1) 데이터 잡는 방법

공정의 불량율을 예측하여 대략의 평균으로서 샘플안에 1~5개 정도의 불량갯수가 포함되는 크기의 샘플을 20~25군으로 모아 측정한다. 즉,

pn = 1~5

(순서 - 2) p의 계산

각 군마다 불량율(p)을 계산한다.

(순서 -3) 관리도 용지에 기입

(순서 - 4) 관리선의 계산

중심선 ····· CL = $\bar{p}$

관리상한 ····· UCL = $\bar{p} + 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$

관리하한 ····· LCL = $\bar{p} - 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$

(순서 - 5) 관리선의 기입

3) 관리도 보는 방법

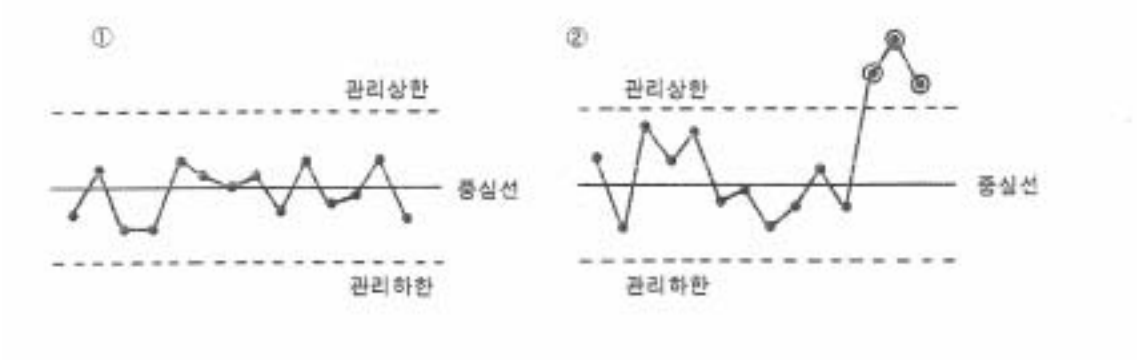
관리도에는 관리선으로서 중심선과 관리한계선이 그어져 있다.

· 중심선(central line)은 공정을 분포로 고려한 경우, 분포의 위치를 가리키는 것으로 공정평균이라고도 부른다.

· 관리한계선(control limit)은 중심선 주위에 나타나는 산포의 정도를 보는 척도라고 할 수 있다.

점이 관리한계선 밖으로 벗어나면, 그 점은 보아 넘기기 어려운 점(또는 out of control)이라고 부르며, 공정에서는 이 점에서 어떤 이상이 생겼다고 볼 수 있다.

점이 관리한계선을 벗어 났을 때는 공정에 무엇인가 보아 넘길 수 없는 원인이 일어난 것이다. 즉, 이상원인에 의해 기대되는 변동보다도 큰 변동이 일어난 것으로 판단한다. 즉, 우연원인에 의한 변동과 이상원인에 의한 변동을 구별하기 귀하여 관리한계선을 그리는 것이다.



<그림 9.7> 관리상태의 판정

①과 같은 상태에서는 공정이 안정되어 있기 때문에 “공정이 관리상태에 있다”고 말한다.

②와 같은 상태를 “공정이 관리상태에 있지 않다”고 말한다.

<관리상태(state of control)의 판정기준>

공정이 관리상태(안정상태)에 있는지의 여부를 판정하는 기준은, 다음과 같다.

· 점이 관리한계선 밖으로 나가 있지 않을 것.

· 점의 배열상태 또는 흩어진 상태에 버릇이 없을 것.

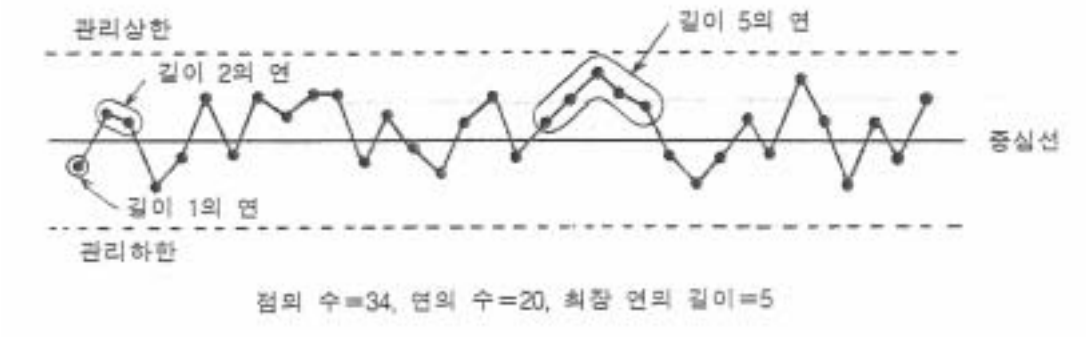
점의 배열상태 또는 흩어진 상태의 특징으로는, 다음과 같은 것이 있다.

a) 연(run)

중심선의 한쪽으로 연속하여 나타나는 점을 연이라고 한다.

연의 길이는 한쪽으로 계속된 점의 수를 말하고, 연의 수는 하나의 계열 전체에 걸쳐 있는 연의 개수를 말한다. 7점 이상의 길이의 연이 나타나면 이상 원인이 생겼다고 판단하여, 그 원인을 찾아 조치해야 한다. 한편 5~6점일 때는 주의하여 관심을 가져야 한다.

또한 너무 긴 연이 나오는 것은 이상이 있는 것이고, 너무 짧은 연이 나오는 것도 이상이 있는 것이다.



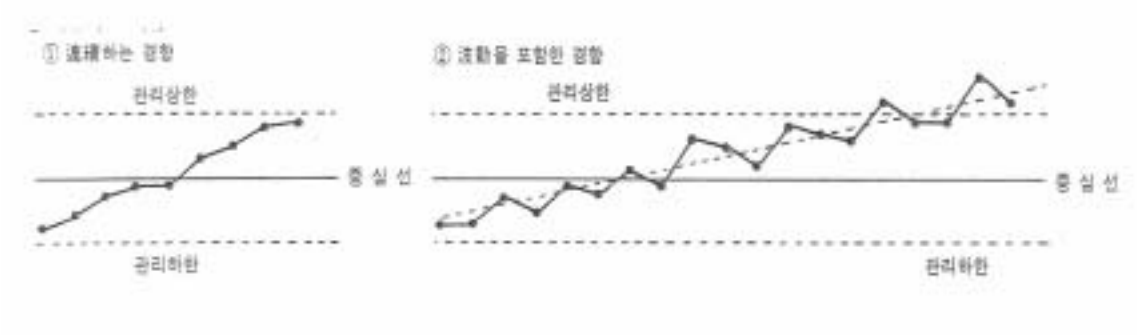
<그림 9.8> 연

b) 경향(trend)

관리한계에 들어있더라도 점이 점차로 상승 또는 하강하는 상태를 경향이

라고 한다. 경향의 진행정도가 급하거나 또는 장기간에 걸쳐 미칠 때는 당연히 관리한계선에서 벗어 나게 된다.

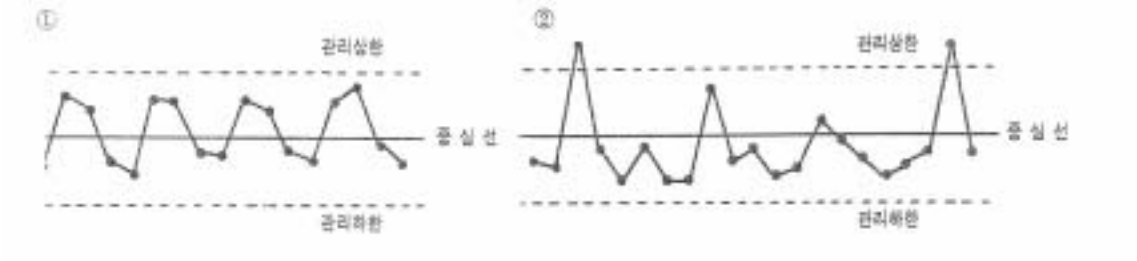
관리도에 경향이 나타났을 때에는, 그 특성과 상관이 있는 것, 요컨대 동일한 경향을 가리키는 것을 찾아 원인을 규명하고, 제거해야 된다.



<그림 9.9> 경향

c) 주기(cycle)

점이 모두 한계 내에 들어 있더라도 점의 배열상태가 주기적으로 상하 변동하여 물결을 나타내는 것을 말하는데, 어떤 주기와 진폭을 가졌는지를 조사하는 것은 공정해석에 큰 도움이 된다.



<그림 9.10> 주기

주기도 큰 물결, 중간 물결, 작은 물결이 들어있는 때가 있으므로, 이것을

해석하기 위해서는 시계열해석법이 필요하다. 이의 계산은 상당한 시간을 요한다.

d) 점이 중심선의 한쪽으로 연속하여 나타나는 경우

중심선의 한쪽으로 연속 11점중 10점 이상,

연속 14점중 12점 이상,

연속 17점중 14점 이상,

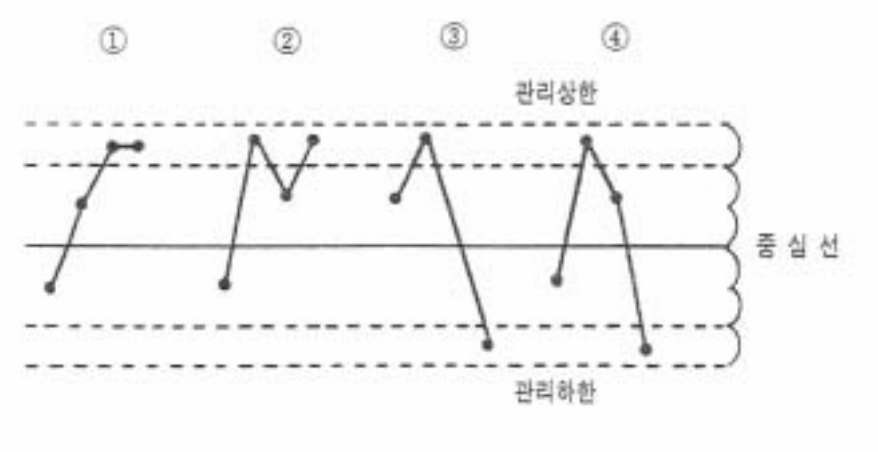
연속 20점중 16점 이상,

나타날 때는 관리상태에 있지 않는 것으로 판단한다.

공정평균이 그 구간에서 점이 많이 나타나는 방향으로 이행한 것으로 의심을 가져도 좋다. 따라서 그 원인을 규명하면 기술상 유익한 정보를 얻는 경우가 많다.

e) 점이 관리한계선에 접근하여 나타나는 경우

관리한계선 가까이 즉, 중심선으로부터 관리한계선까지의 거리의 2/3를 넘는 것이 연속 3점중 2점 이상나타났을 때는 관리상태가 아닌 것으로 판단해도 좋다. 이 한계선까지의 2/3의 거리의 선은 2σ(sigma)에 해당한다.

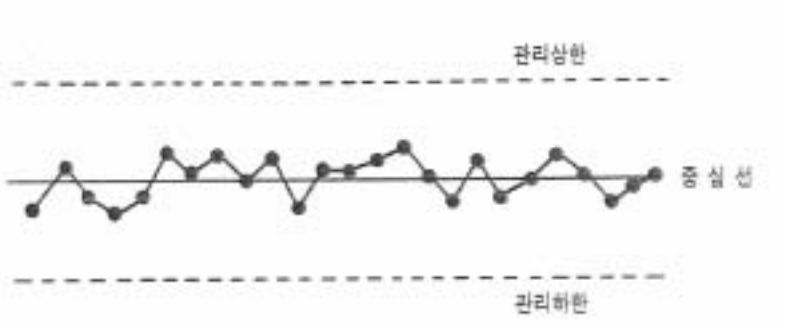


<그림 9.11> 특이한 상태

f) 중심선 근처에 점이 모인다.

점이 중심선 가까이로 모이고, 더욱이 관리한계선은 이 점의 산포에 비하여 훨씬 넓은 경우가 흔히 있다. 이것도 점의 배열형태 또는 흩어진 형태에 이상이 있는 것으로 판단한다.

이것은 군을 구분하는 방법이 부적절한 경우이거나 이질적인 것에서 취한 데이터를 모아 군으로 만든 경우에, 이러한 관리도가 된다.



<그림 9.12> 중심선 근처에 점이 모인다

· 문제 A ·

▶ 다음 문제에서 맞는 것에는 ○, 틀린 것에는 ×를 하시오.

(1) 관리도는 공정을 관리상태로 유지하기 위하여 사용된다.

(2) 관리도는 1개의 중심선과 1개의 관리한계선으로 이루어져 있다.

(3) $\bar{x}$—R관리도는 특성치가 계량치일 경우에 사용한다.

(4) pn관리도는 특성치가 계량치일 경우에 사용한다.

(5) $\bar{x}$—R관리도에서 $\bar{x}$는 산포의 변화를, R은 평균값의 변화를 보기 위하여 사용한다.

(6) p관리도에서는 샘플의 크기는 일정하지 않아도 좋다.

(7) 점이 점차로 상승하는 상태를 연(run)이라고 한다.

(8) 점이 중심선의 한쪽으로 연속하여 나타나는 상태를 경향이라고 한다.

[해답] (1) ○

(2) × 관리도는 1개의 중심선과 2개의 관리한계선으로 되어 있다.

(3) ○ $\bar{x}$—R 관리도, x관리도는 특성치가 계량치인 경우에 사용한다.

(4) × pn관리도는 특성치가 계수일 때 사용한다.

(5) × $\bar{x}$는 평균값의 변화를, R은 산포의 변화를 보기 위하여 사용한다.

(6) ○ p관리도는 불량율 관리도로서, 샘플크기(size)는 일정하지 않아도 좋다.

(7) × 연은 중심선의 한쪽에 연속하여 나타나는 것을 말하며, 점이 점점 상승하는 상태를 경향이라고 한다.

(8) ×

· 문제 A ·

▶ 다음 문제의 ( )속에 적당한 단어를 아래에서 골라, 번호로 답하시오

(1) 관리도란, (A)의 상태를 나타내는 특성치에 대하여 그린 그래프로서, 이것으로 공정을 (B)상태로 유지하기 위하여 사용한다. 관리도에는 1개의 (C)과 상하로 2개의 (D)이 그어져 있다.

[① 중심선 ② 공정 ③ 관리 ④ 관리한계선]

(2) $\bar{x}$—R관리도는 관리하는 특성치로서 길이, 중량 등과 같이 (A)가 사용되고, $\bar{x}$관리도는 주로 (B)의 변화를, R관리도는 군의 (C)의 변화를 보기 위하여 사용되는데, 모두 (D)을 관리할 목적으로 사용한다.

[① 산포 ② 공정 ③ 평균 ④ 계량치]

(3) 관리도에서 점이 점차로 상승 또는 하강하는 상태가 (A)이고, 중심선의 한쪽에 연속하여 나타나는 상태를 (B)이라고 한다. 또한 점이 주기적으로 상하로 변동하는 경우는 주기와 (C)을 조사하는 것이 공정의 (D)에 도움이 된다.

[① 연 ② 진폭 ③ 해석 ④ 경향]

[해답]

	A	B	C	D
(1)	②	③	①	④
(2)	④	③	①	②
(3)	④	①	②	③

· 문제 A ·

▶ 다음 문제에서 맞는 것에는 ○, 틀린 것에는 ×를 하시오.

(1) 관리도는 공정을 관리상태로 유지하기 위하여 사용되며, 중심선과 관리상한으로 구성되어 있다.

(2) 공정을 나타내는 특성치가 관리한계선 안에 들어 있으면, 그 공정은 관리상태에 있다고 단언해도 좋다.

(3) 산포의 원인에는 우연원인과 이상원인이 있으며, 우연원인는 기술적으로 규명되지 않는 원인이다.

(4) 관리도에서 점이 중심선의 한쪽으로 연속하여 나타나는 상태를 경향이라고 하고, 상승을 계속하는 상태를 연이라고 한다.

(5) 점이 중심선 가까이로 모이는 상태라고 하더라도, 그 배열이나 흩어

짐에 이상이 있다고 보아야 된다.

[해답] (1) × 중심선과 관리상한, 관리하한으로 구성되어 있다.

(2) × 관리상태란, 특성치가 관리한계선내에 들어있고, 그 배열 또는 흩어짐에 버릇이 없을 때이다.

(3) ○ 우연원인을 불가피원인, 이상원인을 가피원인이라고 한다.

(4) × 점이 중심선의 한쪽으로 연속하여 나타나는 상태를 연, 상승을 계속하는 상태를 경향이라고 한다.

(5) ○

· 문제 B ·

▶ 다음 문제의 ( )속에 적당한 단어를 아래에서 골라, 번호로 답하시오.

(1) 관리도에서 점이 특별한 버릇이 없고, (A)안에 있으면 그 공정은 (B)상태에 있다고 말한다. 점이 관리한계선에서 벗어나면 (C)원인에 의해서 발생한 것으로 판단하고, 그 원인을 (D)하여 재발하지 않도록 적절한 (E)를 취해야 한다.

[① 이상 ② 우연 ③ 관리 ④ 판단 ⑤ 중심선 ⑥ 관리한계선
⑦ 조치 ⑧ 추적]

(2) $\bar{x}$-R관리도는 길이, 중량 등이 (A)에 의해서 (B)을 관리할 때 사용한다. $\bar{x}$관리도는 (C)의 변화를, R관리도는 (D)의 변화를 보기 위하여 사용되며, 다른 관리도에 비해 가장 많은 (E)를 얻을 수 있는 관리도이다

[① 산포 ② 정보 ③ 공정 ④ 로트 ⑤ 연속량 ⑥ 불연속량
⑦ 평균 ⑧ 범위]

(3) 관리도에는 관리선으로서 (A)과 (B)이 그어져 있다.

전자는 분포의 (C)을 나타내는 것이고, 후자는 중심선 주위의 (D)의 정도를 보는 것을 나타낸다.

[① 관리한계선 ② 상태 ③ 산포 ④ 원인 ⑤ 분포 ⑥ 평균 ⑦ 중심선]

[해답]

	A	B	C	D	E
(1)	⑥	③	①	⑧	⑦
(2)	⑤	③	⑦	①	②
(3)	⑦	①	⑥	③	

· 문제 A ·

▶ 다음 A군과 B군이 관계 있는 것을, 번호로 답하시오

A군(관리도)	B군(관리한계)
(1) p관리도	① $\bar{x} \pm A_2 \bar{R}$
(2) R관리도	② $\bar{u} \pm 3\sqrt{\bar{u}/n}$
(3) $\bar{x}$관리도	③ $\bar{p} \pm 3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n}$
(4) u관리도	④ $D_4 \bar{R}$, $D_3 \bar{R}$

[해답] (1) - ③ (2) - ④ (3) - ① (4) - ②

· 문제 B ·

▶ 다음 사항을 관리하는 데는 $\bar{x}$-R, p, u의 각 관리도 가운데 어떤 것을 사용

하면 좋은지, 번호로 답하시오

(1) 직물의 중량

(2) 월간 생산량

(3) 방적 치즈의 불량율

(4) 실의 강신도

(5) 직물 1필당의 결점수

(6) 1로트당 5개의 슬라이버 정량을 측정

(7) 직물 $1m^2$당 결점수

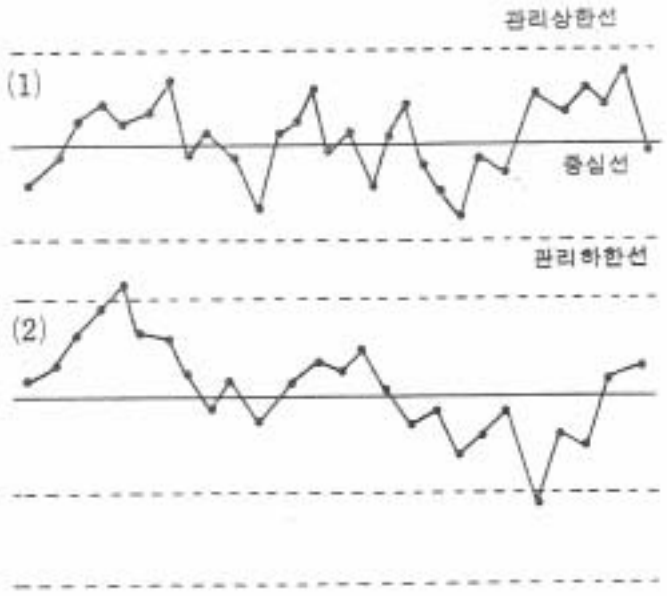
[해답] $\bar{x}$-R관리도 ····· (1), (2), (4), (6)

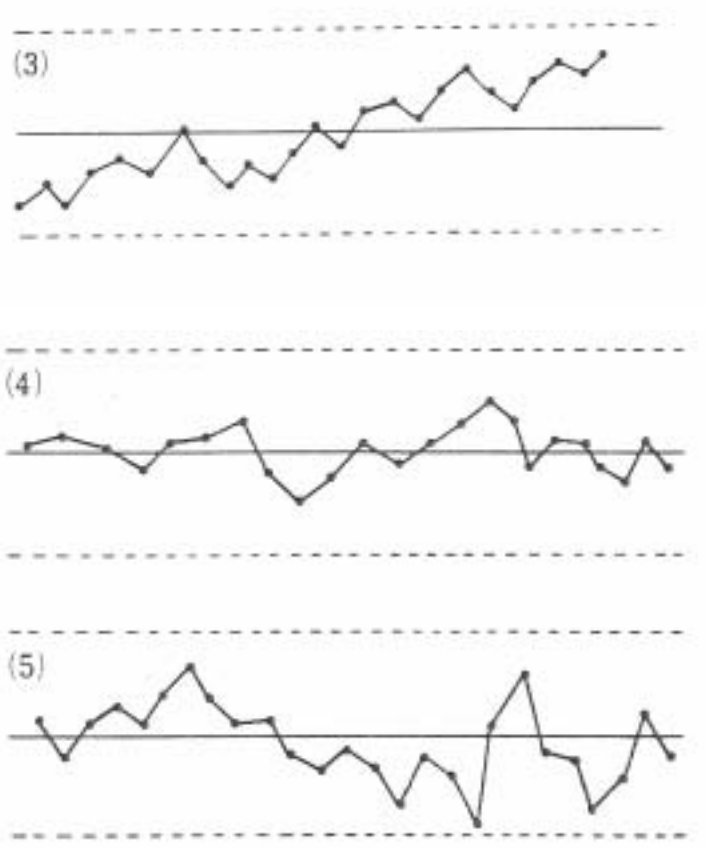
p관리도 ····· (3)

u관리도 ····· (5), (7)

· 문제 B ·

▶ 다음 $\bar{x}$ 관리도에서 공정의 정상 · 이상을 판단하시오. 이상한 경우는, 그 이유를 간단히 기입하시오.





[해답] (1) 정상

(2) 이상(관리한계선을 뛰어넘은 점이 있음)

(3) 이상(상승 경향)

(4) 이상(중심선에 접근)

(5) 이상(8점의 연)

· 문제 C ·

▶ 어느 방적사에 대해서 40로트로부터 각각 n = 4의 샘플을 발취하여 $\bar{x}$-R관리도를 작성하였다. 그 결과는 $\bar{x}$ = 180g, $\bar{R}$ = 50g이었다. 다음 문제에 답하시오.

(1) $\bar{x}$관리도의 UCL, LCL을 구하시오.

(2) R관리도의 UCL, LCL을 구하시오.

다만, $A_2 = 0.729$ $D_4 = 2.282$로 한다.

[해답] (1) UCL = $\bar{x} + A_2\bar{R} = 180 + 0.729 \times 50 = 216.45(g)$

LCL = $\bar{x} - A_2\bar{R} = 180 - 0.729 \times 50 = 143.55(g)$

(2) UCL = $D_4\bar{R} = 2.282 \times 50 = 114.1(g)$

LCL = n≤6일 때는 고려하지 않는다.

· 문제 C ·

▶ 어느 공정에서 1일 3회 분석하고 있다. 이것을 n = 3의 군으로 1개월간(25일간)의 데이터를 계산한 결과, $\bar{x}$관리도의 관리한계로서 UCL = 25.65, LCL = 20.15를 얻었다. 이 공정의 $\bar{x}$와 $\bar{R}$를 구하시오.

다만, $A_2 = 1.023$로 한다.

[해답] $\bar{x} = \dfrac{UCL + LCL}{2} = \dfrac{25.65 + 20.15}{2} = 22.9$

$A_2\bar{R} = \dfrac{UCL - LCL}{2} = \dfrac{25.65 - 20.15}{2} = 2.75$

$\therefore \bar{R} = \dfrac{2.75}{A_2} = \dfrac{2.75}{1.023} = 2.69$

· 문제 C ·

▶ 어느 공정의 $\bar{x}$－R관리도에 대하여,

$\bar{x}$관리도 ····· UCL = 84.70, LCL = 77.00

R관리도 ····· $\bar{R} = 3.76$

으로 알려져 있다. 군의 크기를 구하시오. 다만, $\bar{x}$－R관리도 계수는 다음 표와 같다.

N	2	3	4	5	6	7	8
A_2	1.880	1.880	1.880	1.880	1.880	1.880	1.880

[해답] $A_2\overline{R} = \frac{UCL - LCL}{2} = 3.85, \quad \overline{R} = 3.76$

$\therefore\ A_2 = \frac{3.85}{3.76} = 1.024$

표에서 $\therefore\ n = 3$