

자동차 기술자를 위한 특수관리도

서 호 복

(새한자동차주식회사 승용차 검사과장)

1. 머릿 말

우리가 흔히 쓰는 관리도에는 \bar{X} -R관리도, P (또는 Pn) 관리도, C(또는 U) 관리도가 관리도의 대종을 이루고 있다. 그러나 기계공업 특히 자동차공업분야에서는 기계가공 부품을 일일이 재기가 어렵거나 시간이 걸리므로 고-노고우 게이지(go-no go gauge)를 써서 선별하는 경우가 많다. 또 금형제품의 조립시에는 측정개소가 많기 때문에 어느 한 부위만을 재어서 관리할 수는 없으므로 여러곳을 재어서 관리해야 하는데 이때 금형전체를 어떻게 맞출것인가, 혹은 제품의 공차관리를 어떻게 해나갈 것인가 하는 문제가 생긴다. 다음에 이러한 경우에 유용하게 쓰일 수 있는 관리도의 예를 소개하고자 한다.

개개 물품의 양호, 불량률 파악하기는 쉬우나 공정 이상이나 변동 파악하기는 어렵다. 따라서 공정의 이상을 파악하기 위하여 규격이 아닌 공정이상 여부를 판단할 수 있는 한계(예를들면 불량률이 10% 정도 되는 한계)를 만들어 이 한계 게이지로서 선별한 불량 개수로서 공정을 관리하는 것이다. 예를 들어 쇠볼 핀(shackle pin)을 가공하고 있는 공정의 \bar{X} -R관리도가 다음과 같다고 하자(그림 1, 2).

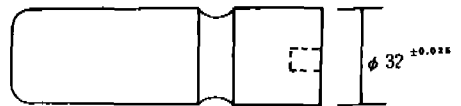


그림 1. Shackle Pin

2. Stevens의 계수 관리도(計數管理圖)

기계가공 부품 특히 자동차공업에 쓰이는 정밀가공 부품을 일일이 3차원 측정기 또는 조정밀급의 에어 마이크로미터(air micrometer) 등을 써서 측정하는 것은 대단히 어렵고 시간이 걸린다. 이러한 경우에 정도(精度)가 나오지는 않으나 게이지로 선별하면 대단히 편리하고 작업이 쉽게 된다. 그러나 보통의 게이지로는 규격에 맞추어 고-노고우(go-no go)를 판정하게 되므로

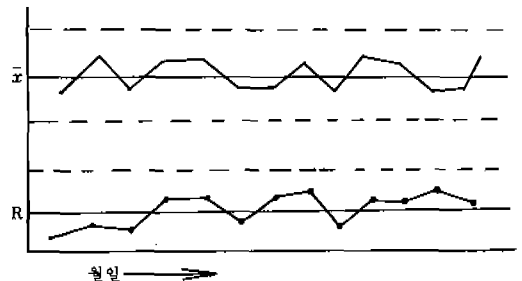


그림 2. Shackle Pin의 외경관리도

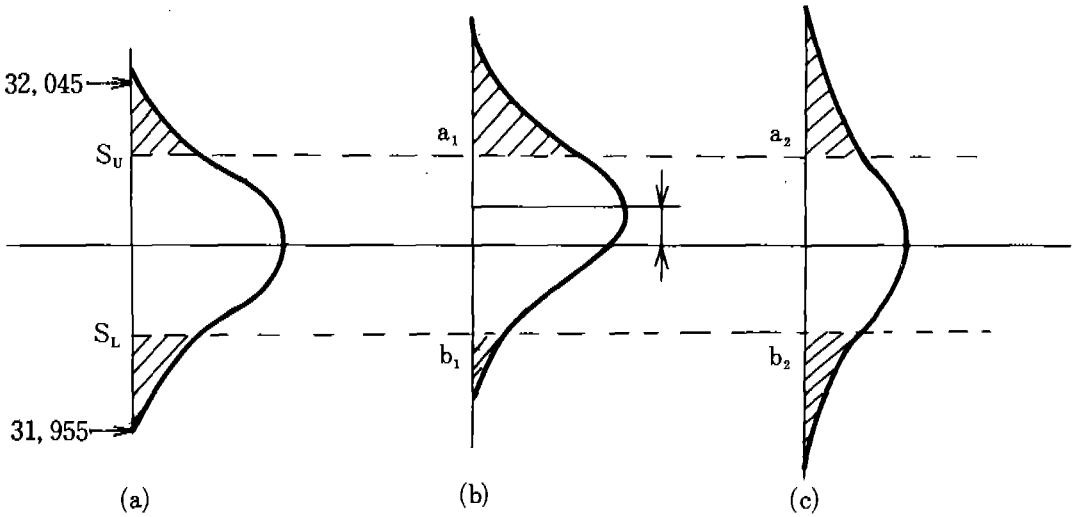


그림 3. 공정변동의 예

이 제품의 외경의 분포는 그림 3 (a)와 같은 정규분포를 이루고 있다.

물론 기본적인 분포는 계량치의 분포를 하나 이 중에서 n 개를 한계 게이지로 검사하여, 공정이 관리 상태에 있는 경우, 공정관리용 한계 게이지보다 클 경우의 수를 a , 적을 경우의 수를 b 라고 한다. 예를 들어 설명하면 현재 샵클핀의 가공 능력을 현상태로 인정하여 $\pm 45\mu$ 의 공차를 갖는 공정관리용 한계 게이지를 만들어서 선별하였다고 하면 그림 3 (a)의 경우 a, b 모두 0이다. 그러나 그림 3 (b)와 같이 평균치가 올라가는 경우는 a 의 값은 커지고 b 는 작아진다. 또 그림 3 (c)와 같이 공정의 산포가 커지면 a, b 모두 크게 된다. 지금 $a-b, a+b$ 를 P_n 관리도로 관리한다고 하자. $a-b$ 의 경우 그림 3 (a)와 같이 좌우 대칭이고 공정의 이상이 없는 경우는 0을 중심으로 하는 P_n 관리도가 된다.

그림 3 (b)와 같이 공정평균이 바뀌는 경우는 a 와 b 의 밸런스가 무너지게 되므로 점이 관리한계를 벗어나게 된다. 그러나 그림 3 (c)와 같이 산포만이 달라진 경우는 a 와 b 의 밸런스는 그대로 유지되므로 점이 관리한계선 밖으로 벗어나는 경우는 없게 된다. 한편 $a+b$ 의 경우는 공정평균이 변하여도 관리한계 밖으로 점이 벗어나지는 않으나 그림 3 (c)와 같이 산포가 커지면

점이 관리한계선 밖으로 벗어나게 된다. 즉, $a-b$ 는 \bar{X} 관리도와 같이 공정평균의 변동을 검출하는 데 쓰이며 $a+b$ 는 R 관리도의 대응으로 쓰인다. 따라서 점을 찍을 때에도 $a-b$ 관리도는 \bar{X} 관리도와 같이 \bullet 표로 $a+b$ 관리도는 R 관리도와 같이 \times 표를 찍는 것이 좋다.

$a-b$ 관리도 및 $a+b$ 관리도의 관리 한계선은 다음과 같이 구한다.

$a-b$ 관리도
 지금 작군의 불량 갯수를 $(a_1, b_1), (a_2, b_2) \dots (a_k, b_k)$ 라고 하면

$$CL = 0 \dots \dots \dots (1)$$

$$\left. \begin{aligned} UCL &= 3\sqrt{\bar{p}_n} \\ LCL &= -3\sqrt{\bar{p}_n} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

$a+b$ 관리도

$$CL = \bar{p}_n = \frac{\sum_i (a_i + b_i)}{k} = \frac{(a_1 + b_1) + (a_2 + b_2) + \dots + (a_k + b_k)}{k} \dots (3)$$

$$\left. \begin{aligned} UCL &= \bar{p}_n + 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p}_n)} \\ LCL &= \bar{p}_n - 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p}_n)} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

(단 LCL이 0 보다 작을 때는 생각치 않는다)

예를 들어 위의 색칠핀을 매일 100개씩 고-노고우 게이지(go-no go gauge)로 검사한 후 공정의 이상 여부를 조사하기 위하여 한계 게이지를 써서 불량품을 재선별하여 표 1 과 같은 결과를 얻었다고 하자.

표 1. 고-노고우 게이지 및 한계 게이지 검사 결과표(시료수 n=100)

구분 \ 원 일		4/1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		고-노고우 게이지 검사결과	외경大	5	7	6	4	5	8	3	5	3	8
	외경小	5	4	4	6	6	4	9	4	5	3	6	9
	계	10	11	10	10	11	12	12	9	8	11	11	12
공정 관리용 게이지 검사결과	외경大	0	2	0	1	2	5	0	0	0	2	0	0
	외경小	1	1	0	3	2	1	2	0	0	1	0	1
	$a_i - b_i$	-1	1	0	-2	0	4	-2	0	0	1	0	-1
	$a_i + b_i$	1	3	4	4	4	6	2	0	0	3	0	1

이 표에서 a-b, a+b 관리도의 관리선을 구하면,

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k (a_i + b_i)}{k} = \frac{24}{12} = 2$$

$$\bar{p} = \frac{2}{100} = 0.02$$

따라서 a-b 관리도는

$$CL = 0$$

$$UCL = 3\sqrt{\bar{p}_n} = 4.2$$

$$LCL = -3\sqrt{\bar{p}_n} = -4.2$$

또, a+b 관리도는

$$CL = \bar{p}_n = 2$$

$$UCL = \bar{p}_n + 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p})} = 2 + 3\sqrt{2(1-0.02)} = 6.2$$

$$LCL = \bar{p}_n - 3\sqrt{\bar{p}_n(1-\bar{p})} = 2 - 3\sqrt{2(1-0.02)} = -2.2 \text{ (고려치 않는다)}$$

로 된다(그림 4).

이 Stevens의 계수관리도는 p_n 관리도의 변형이나 기계공장, 자동차부품 가공공장(특히, 엔진부품) 등에서 잘 활용하면 대단히 큰 효과를 얻을 수 있다.

3. Seder의 다원관리도(多元管理圖)

자동차용 프레스 금형과 같이 커다란 금형 또는 단조금형을 세팅하고자 할 때 여러군데를 측정하여 그 측정치를 도형으로 그려서 금형의 세팅 불량을 파악함과 동시에, 금형을 어떻게 수리하면 좋을까 하는 것을 알게 된다. 또, 차체 조립용의 지그 및 획스투어를 세팅할 때 엔진 후드와 쉐나, 도어와 사이드 판넬 각부의 단차 간격을 동일한 요령으로 측정하여 관리할 때도 유용하게 쓰인다. 이 관리도를 그리는 것은 상형, 하형의 위치를 여러가지로 조합하여 제품을 만들어 보고 변형의 양상을 조사하여 어느 곳을 측정하는 것이 좋은가 하는 것을 조사하여 여러가지 도형을 그려본다. 즉 상형, 하형의 위치가 어떤 위치에서 어떤 도형이 그려지는가를 미리

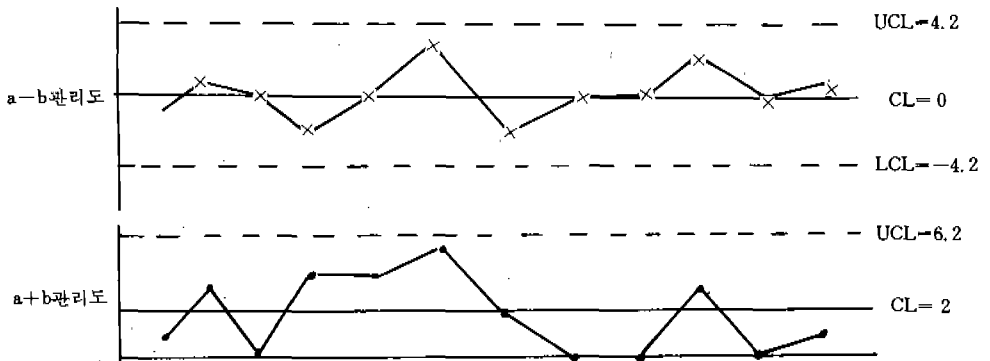


그림 4. 색칠핀 외경의 Stevens 관리도

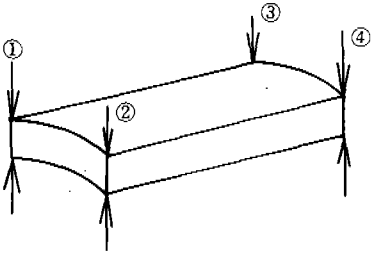


그림 5 피가공물의 예

조사하여 놓고 도형에 따라 금형의 세팅이 올바른가를 확인하여 조치를 할 수 있게 된다. 예를 들면 그림 5와 같은 부품을 프레스 할 때 ① ② ③ ④의 점을 측정하면 상형, 하형의 위치(간격)에 따라 그림 6과 같은 도형이 그려진다. 따라서, 미리 상호의 관계를 조사하여 놓으면 좋다. 세팅한 후의 관리는 각 점마다의 $\bar{X}-R$ 관리도를 그리면 된다. 결국 ①의 점이 관리한계를 벗어나면 무엇이 원인이므로 어느 곳을 어떻게 고치면 좋은가를 정하여 관리할 수 있기 때문이다.

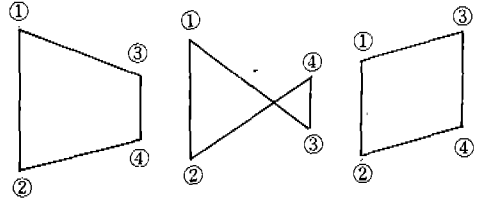


그림 6. 여러가지 도형의 모양

4. 맺는말

용도가 특수하고 잘 알려지지 않은 관리도이므로 많이 생소할 것으로 생각된다. 또 Stevens의 계수관리도는 $\bar{X}-R$ 관리도나 p(또는 p_n) 관리도로서 대응의 관리를 할 수 있겠으나 일상의 관리에 조금만 노력을 기울이면 매우 큰 효과를 얻을 수 있을 것으로 믿고 소개를 하였다. 기계공업 및 자동차공업에 종사하는 여러분에게 좋은 참고가 되기를 바라며 즐인다.