鑄物工場의 品質管理

吳 相 根*

1. 머 리 말

현대에 있어서 품질관리가 기업경영의 중요한 위치에 서게된 것은 어떤 우연이 가져다 준 것이 아니고 품질에 앞서는 기업만이 생존할 수 있다는 자연의 섭리때문일 것이다.

특히 오일쇼크 이후 세계경제는 불황에서 완전히 벗어나지 못하고 있으며 이에 반해서 원부자재는 그 값이 상승되었고 밖으로는 국제경쟁속에 뚫고 나갈 수 있는 품질을, 안으로는 높은 변동비에 대처하여야 하는 주물공장—제품을 만드는 공정의 특성이 다른것과 달라서 만드는 과정에서 즉시 원인분석과 대책의 강구가 어려운 경우가 많기 때문에, 또한 수없이 많은 요인이 복합되어 하나의 원인을 일으키는 경우가 많기 때문에—은 불량이 많이 발생하고 있기 때문에 더욱 품질관리를 그나름대로의 입장에 어울리게 입혀 나가지 않으면 안될 것이다.

대개의 경우, 주물공장은 그 생산품종이 다종다양하고 주문생산이 주 되어 일관성있는 연속작업이 불가능할 경우가 많기 때문에 제속적인 관리개선을 얻기가 어렵고 새로운 문제에 항상 미지의 상태에서 부딪치는 경우가 많기 때문에 그때마다 오랜 경험의 판단과 지식만으로 과거의 뚜렷한 근거나 데이터가 없는 상황에서 막연한 상황처리로 나간다면……, 오랜경험과 지식 즉 고유기술과 함께 품질관리의 통계적 수법을 활용시키고, 품질관리의 기법이 완전한 이해와 숙지 속에서 사용되어지고 있다면, 전후의 차이점은 불량의 고저 뿐만 아니라, 불량의 재발방지가 이루어진다는데서 부터 그 효력을 감지하게 될 것이다.

유신이래 새마을 운동의 정신이 널리 파급되고 있으며 이는 품질관리의 정신교육과 본질적으로 흡사한 점이 많기 때문에 쉽게 정신교육은 이루어질 수 있을 것이며, 이러한 정신운동만으로도 초기에는 상당한 성과를 거둘 수가 있으나 미국의 ZD운동이 정신운동에만 중점을 두었기 때문에 영속적인 운동이 되지 못하고 실패했듯이 품질관리기법, 통계적인 사고방식이 단계적으로 교육되어 활용되지 않는다면 영속적이고 궁극의 목적이라고도 할 수 있고 품질관리의 정의라고도 할 수 있는 고객에게 만족을 줄수 있는 품질을 가장 경제적으로 생산할수 없게 될 것이다.

2. 현장의 품질관리

품질, 납기, 코스트는 고객을 만족시키는 필수요건이므로 현장은 이의 목적을 달성시키기 위해서 주력을 해야 할 것이다.

이 목적을 달성시키기 위해서 불량은「신의 소리」라는 관념을 갖고 불량타도에 과제를 두어야 할 것이다.

다음은 물자절약이 중요하다고 생각된다. 낭비란 불량못지 않게 코스트를 올리는 원인이 되므로 이를 억제하도록 노력을 기울여야 될 것이다.

3번째 중요한 목표는 작업관리의 개선이다. 무리는 없나, 억지를 부리는 곳은 없나를 확인하고 어떻게 하면 작업을 개선시킬 수 있겠는가를 연구해야 될 것이다.

2-1. 불량타도

1) 차 공정을 생각하자

모형을 제작하는 사람은 조형하는 사람의 입장에서, 조형을 하는 사람은 사상하는 사람의 입장에서, 사상을 하는 사람은 고객의 입장에서와 같이 항상 차 공정을 생각하면

* 信一金属工業(株) 品質管理次長

서 작업을 해야 rework가 없어지고 이는 품질뿐만 아니라 납기, 코스트에도 경우에 따라서는 결정적인 영향을 가져다 안기는 수가 있다는 것을 항상 명심해야 된다.

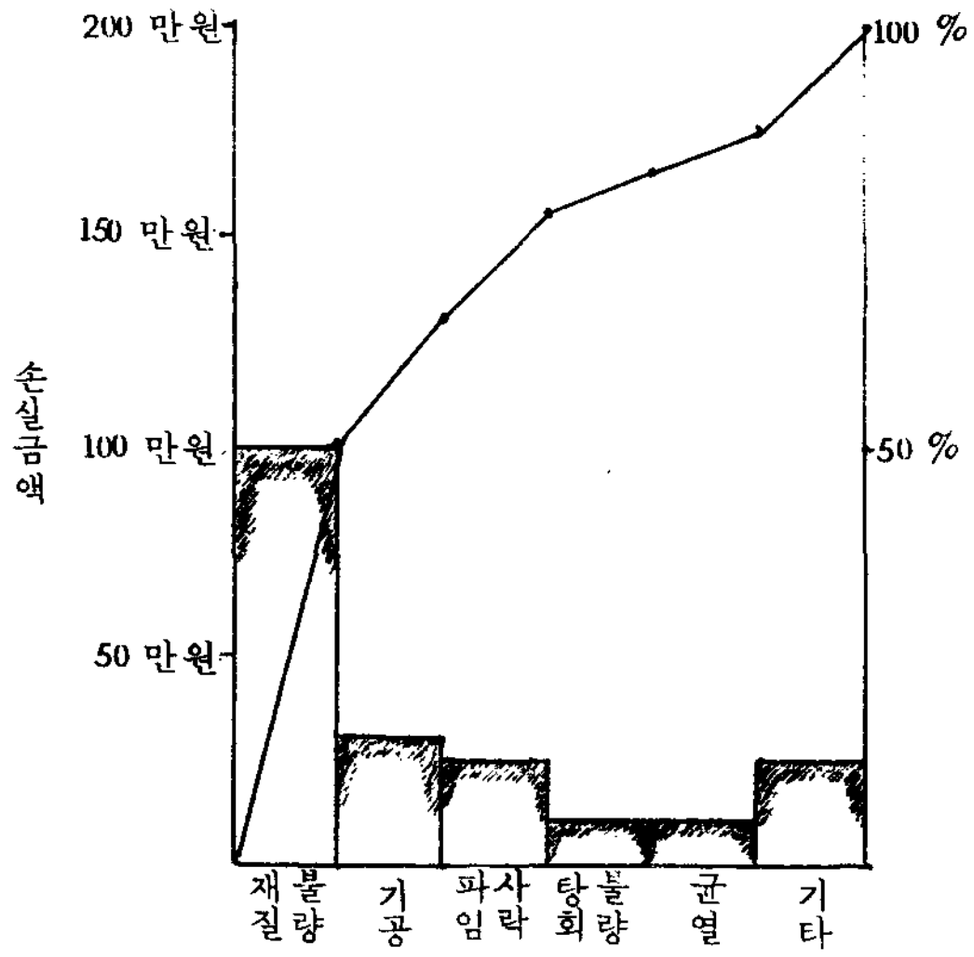


그림 1. A 제품의 불량파레토 그림

2) 앞 공정에 Feed Back 하라

조형중 모형에 이상이 있으면 모형을 제작하는 곳에 사상에서 불량이 발견되면 현실물을 그대로 즉시 조형자에게 보여주고 잘못되고 있는 점이 시정되도록 하여야만 발생되는 불량을 최소로 줄일 수 있다는 것은 너무나 당연한 이야기가 되겠다.

3) 공정은 전부 데이터다.

공정은 전부 데이터인 것이다. 단지 이데이터를 어느때 어떤 방법으로 어떻게 취할 것인가에 따라 그 데이터의 활용도가 달라지는 것이다. 하루에 일분씩 늦게가는 시계는 하루중에 한번도 정확하게 맞는 시각을 알려줄 수 없듯이 데이터란 공정에서 취하는 순간부터 부패되어 가는 것이다. 따라서 취하는 데이터는 즉시 활용되어 앞 공정을 진단하고 그 결과는 다음 공정의 예방에 사용되어야 한다. 다음에 현장의 데이터의 활용의 한 예를 들어 보겠다. 그림 1 에서 보듯이 A 제품의 불량을 항목별로 파래토 그림으로 나열시켜 보겠다. 이 데이터는 한 달간 발생된 A 제품의 불량을 손실금액으로 환산시켜 불량항목별로 크기에 따라 나열시켜 본 것으로 재질 불량이 전 불량의 50 %를 차지하고 있다는 것을 알 수 있다.

다음은 좀더 A 제품의 상황을 알기 위해서 매일 A 제품이 발생된 불량은 어떠한가를 P-관리도로 알아보았다.

그 전 달에 대해서 만들어진 P- 관리도의 P = 10 %였는데 이 달은 관리상

한선을 넘는 경우가 두번이나 나왔다. 이 두 번의 경우는 재질 불량이 급격히 많이 발생되었던 날로서 그날의 조업일지, 공정관

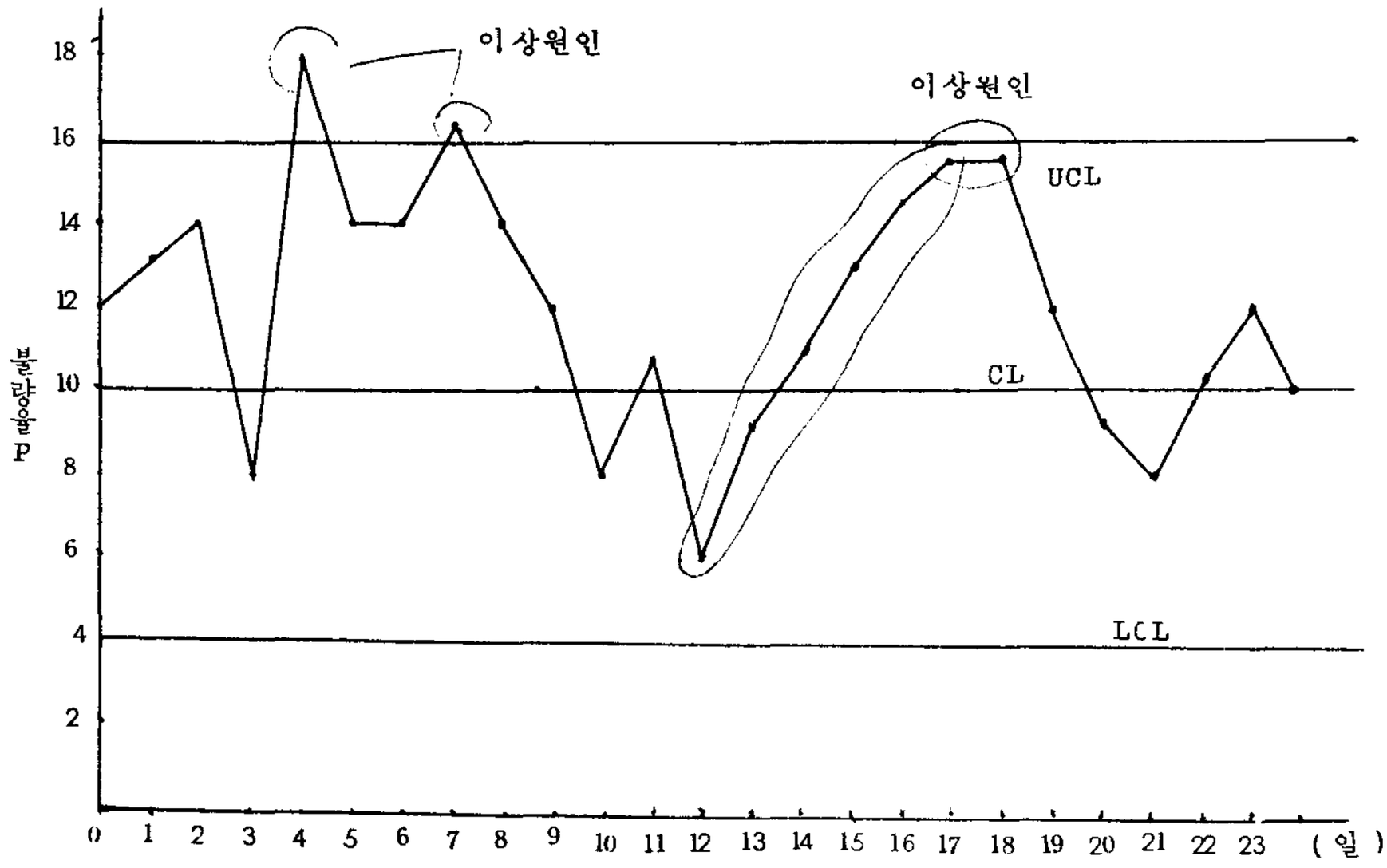


그림 2. A 제 품 의 P- 관 리 도

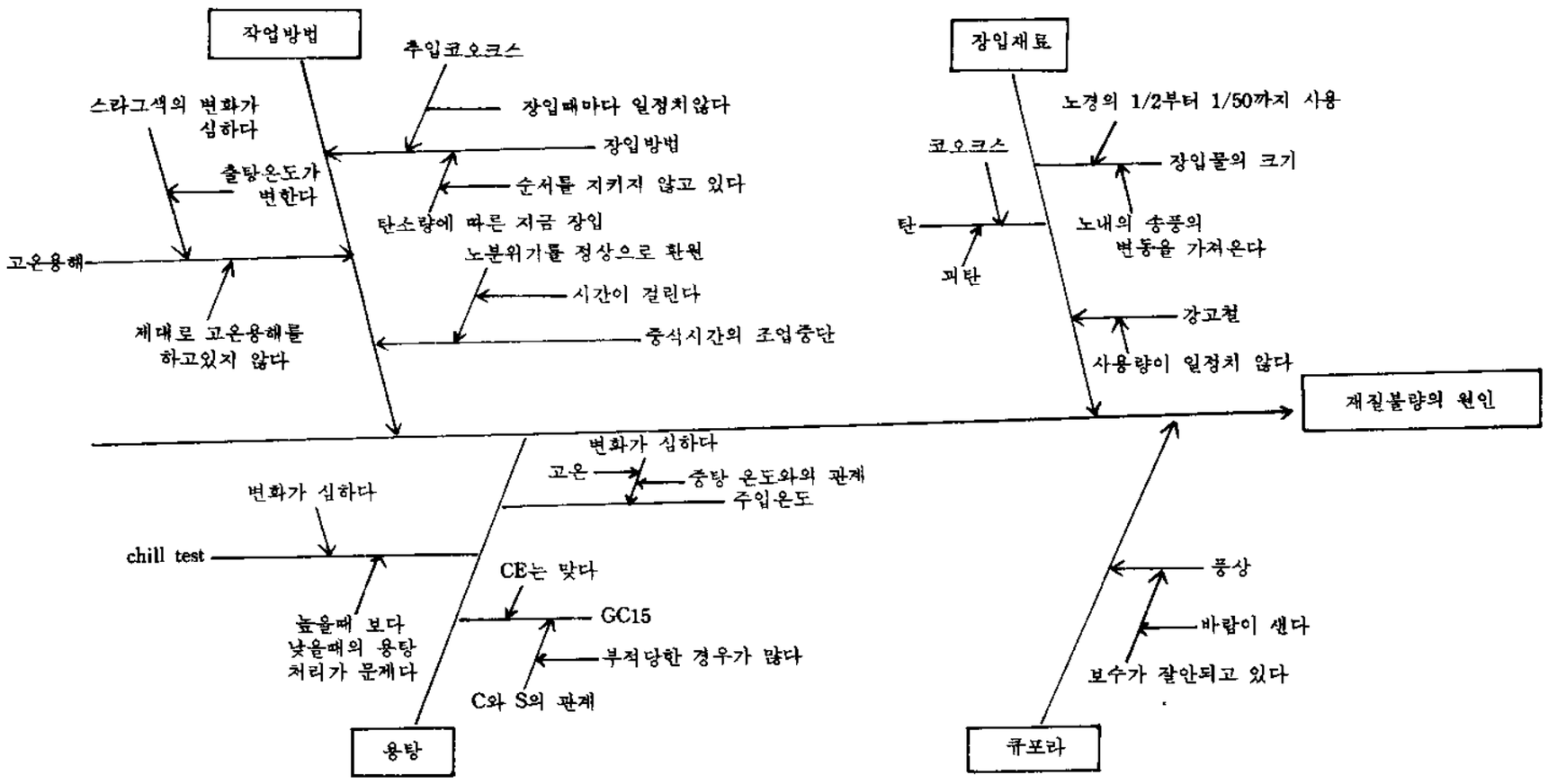


그림 3. 재 질 불 량 의 원 인 에 대 한 특 성 요 인 도

<표 1> 칠의 변화에 따른 재질불량

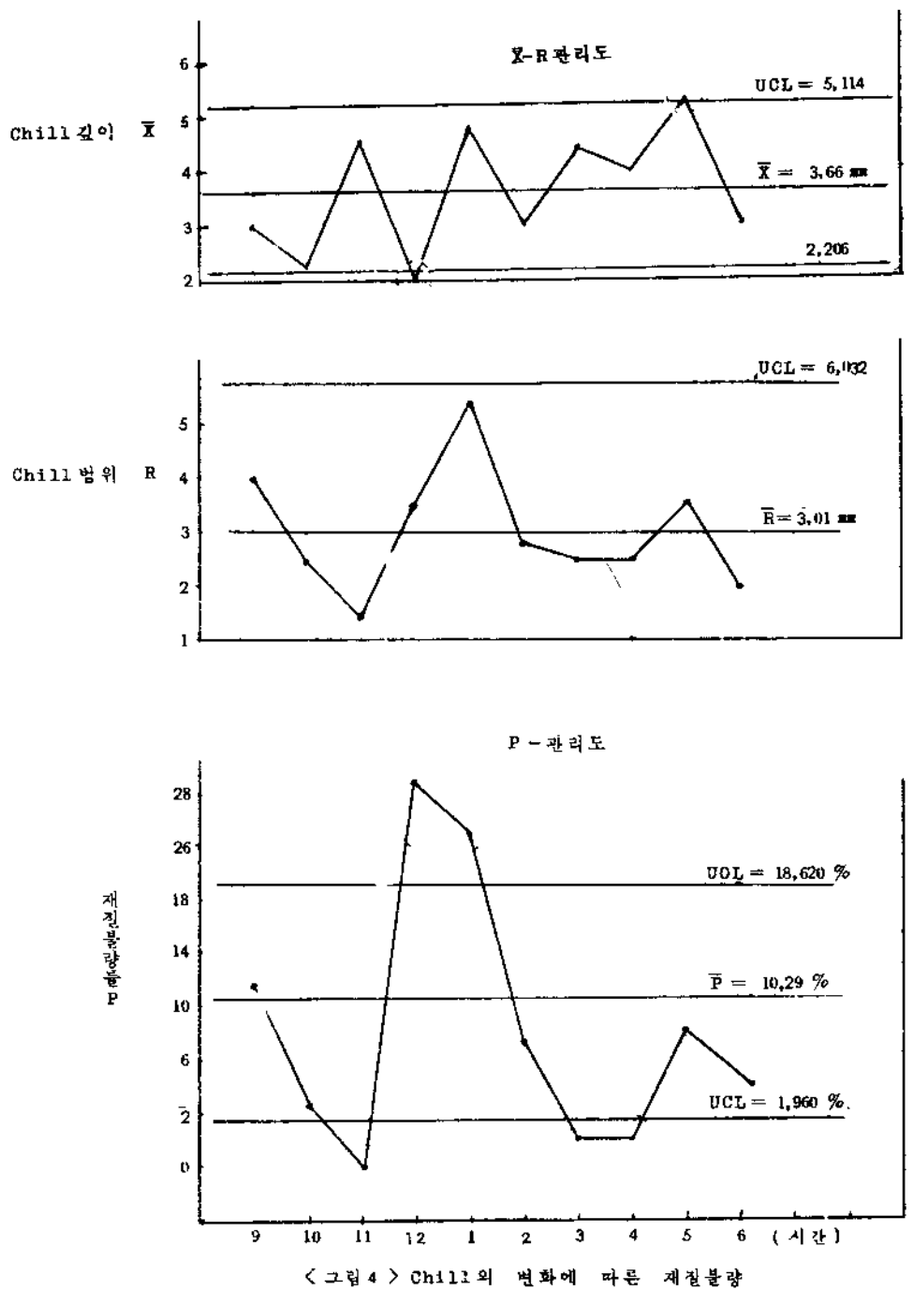
시 간		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	평 균
칠의 변화	평균깊이	3.0	2.6	4.5	2.0	4.8	3.0	4.4	4.0	5.3	3.0	3.66
	R	4.0	2.5	1.5	3.5	5.3	2.8	2.5	2.5	3.5	2.0	3.01
재 질 불 량 (%)		10.5	3.4	0	28.6	26.5	7.6	1.5	1.5	8.5	4.5	10.29

리크시이트, 검사일지 등을 전부 모아서 공정이 불안정하게 되었던 원인을 조사하기로 하고 기술과의 용해반이 한 자리에 모여서 회합을 가졌다. 그 결과 제시된 의견들은 다음의 특성요인도와 같다.

이상에서 본 바와 같이 한가지의 불량에 대한 그 원인은 수없이 많은 것을 알 수 있다. 이러한 원인중에서 문제의 해결과 가장 밀접되어 있고 그 인과관계가 가장 깊은 것을 알아내는 것은 고유기술이 곁들여야 되는 것은 사실이나 그렇게 될 것이다. 그래서 가장 중요한 요인이 된다고 생각되는 것 몇가지를 상황분석에 알맞은 기법을 활용하여 풀이해 보겠다.

우선 칠(chill)의 깊이에 대해서 일주일동안 시간 간격으로 칠의 깊이를 측정하고 해당용탕을 주입한 제품 20개씩을 점검하여 본 결과 표1과 같이 되었다. 이것을 다시 관리도로 작성한 것이 그림4이다.

그림4에서 본 바와 같이 칠의 깊이에 대해서는 현 공정의 상태에서는 그다지 큰 영향을 주고 있지 않고 있으며 칠의 변동



<그림4> Chill의 변화에 따른 재질불량

이 심한 9시와 12시 1시 사이에는 많은 불량이 나오고 있다는 것을 알 수가 있다. 결국은 그림 4에서 느낀것은 특성요인도 그림 3에서 지적한 중식시간을 전후로 하여 조업이 중단될 때에 문제점이 있다는 점과 일

<표 2> 중식 전후 재질과 정상시의 재질비교

분석 회수	중식전후재질 (A)			정상시의 재질 (B)		
	C	Si	CE	C	Si	CE
1	3.90	1.30	4.33	3.62	2.05	4.30
2	3.81	1.35	4.26	3.49	2.17	4.21
3	3.75	1.62	4.29	3.56	2.23	4.30
4	3.80	1.35	4.25	3.46	2.42	4.27
5	3.68	1.82	4.29	3.54	2.45	4.36
$\bar{X}$	3.788	1.488	4.284	3.534	2.264	4.288
$\sqrt{V}$	0.0811	0.2242	0.0313	0.0623	0.1694	0.0545

치가 됨을 알 수가 있다. 결국 재질 불량은 하루중에 고르게 발생되는 것이 아니고 조업시작시 중식전후 조업중단시 오후 5시에 많이 발생되고 있으며 그중 중식전후 조업중단때 집중적으로 많이 발생되고 있는 것이었다. 그래서 중식전후의 재질과 정상시의 재질의 차이점이 있는가 시험실에 의료 분석한 결과 다음과 같은 결과가 나왔다. <표 2 참조>

표 2중 CE는 차가 없는것 같아 귀무가설로 $H_O : \bar{X}_A = \bar{X}_B$라 놓고 기각으로 H_i: $A_{CE} \neq B_{CE}$로 하여 평균치차의 검정을 한 결과 $\alpha = 1.0\%$로 할때 다음과 같이 되었다.

$$\bar{X}_A = 4.284 \quad \bar{X}_B = 4.288$$

$$S_A = \Sigma XA^2 - (\Sigma XA)^2/{}_nA = 91.7672 - (21.42)^2/5 = 0.00392$$

$$S_B = \Sigma XB^2 - (\Sigma XB)^2/{}_nB = 91.9466 - (21.44)^2/5 = 0.01188$$

$$\sqrt{V} = \sqrt{(SA + SB)/({}_nA + {}_nB - 2)} = \sqrt{(0.03092 + 0.01188/8)} \fallingdotseq 0.0444$$

$$to = \frac{|\bar{X}A - \bar{X}B|}{\sqrt{V} \cdot \sqrt{\frac{1}{{}_nA} + \frac{1}{{}_nB}}} = \frac{|4.284 - 4.2881|}{0.0444 \times 0.632}$$

$$\fallingdotseq 0.1425$$

t 표에 의해서

$$|to| \geqq t(\phi \cdot \alpha)$$

단 $\phi = {}_nA + {}_nB - 2$ 이므로

$$t(8, 0.01) = 3.355$$

따라서 $|to| < 3.355$이므로 위험률 1%에서 유의하지 않고 귀무가설은 버릴 수 없으므로 A.B의 평균치에는 차가 있다고 할 수 없다. 같은 요령으로 C와 Si에 대해서도 검정을 해본 결과 유의차가 있다는 해답을 얻어내었으며 이로서 재질 불량은 C,Si의 양적변화에 의해 크게좌우된다는 결론을 얻게 된 것이다. 하지만 C, Si의 관계가 맞지 않을때 전부가 재질불량이 되는 것이 아니고 일부만 불량이 되므로 여기에는 또 다른 이유가 있다고 생각되어 주입온도에 대해서 검토해 보았다.

편의상 주입온도를 낮은 온도부터 높은온도까지 5단계로 구분하여 표3과 같이 되었다. 물론 이 데이터는 주입온도에 따른 변화를 보기 위해서 별도로 시험을 한 것으로써 A는 C 3.81% Si 1.53% CE 4.32% B는 C 3.49% Si 2.35% CE 4.27%의 재질을 이용했으며 각 시험마다 10개씩의 제품을 주입했으며 10개 주입시의 온도변화는 ±15℃ 범위내로 한 것이다.

<표 3> 주입온도에 대한 재질불량

주입 온도	불량발생량		계	평균
	중식전후재질 (A)	정상시재질 (B)		
Ⅰ	0	0	0	0
Ⅱ	0	0	0	0
Ⅲ	2	0	2	1
Ⅳ	4	1	5	2.5
Ⅴ	9	2	11	5.5
계	15	3	18	3.6

이상의 결과는 그림 5 에보듯이 뚜렷하게 주입온도에 따라 불량의 발생이 달라진다는 것을 알 수 있다.

물론 이에 대한 정확한 해답은 실험계획법을 이용한 것이나 여기서는 생략하도록

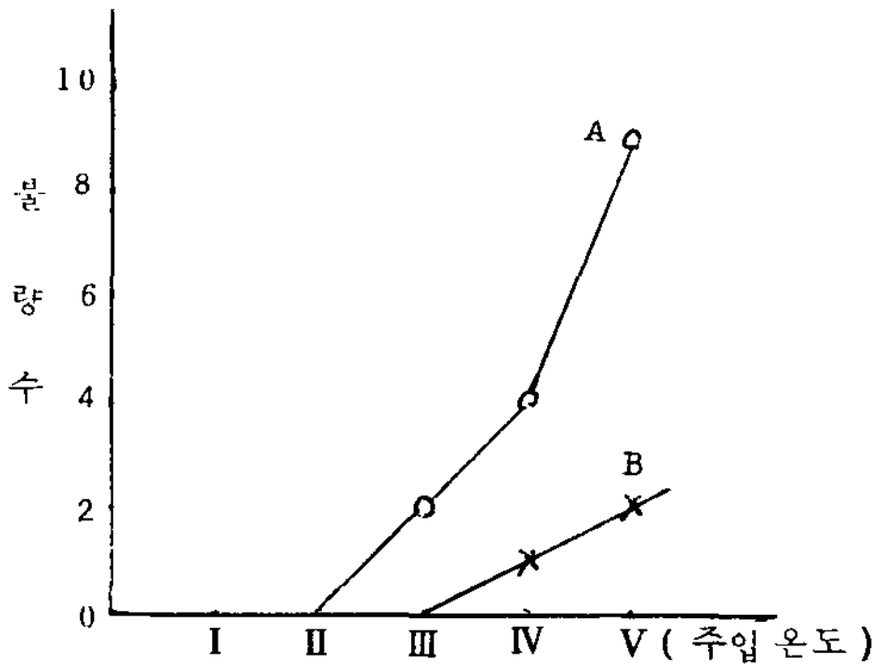


그림 5. 주입온도에 대한 재질불량

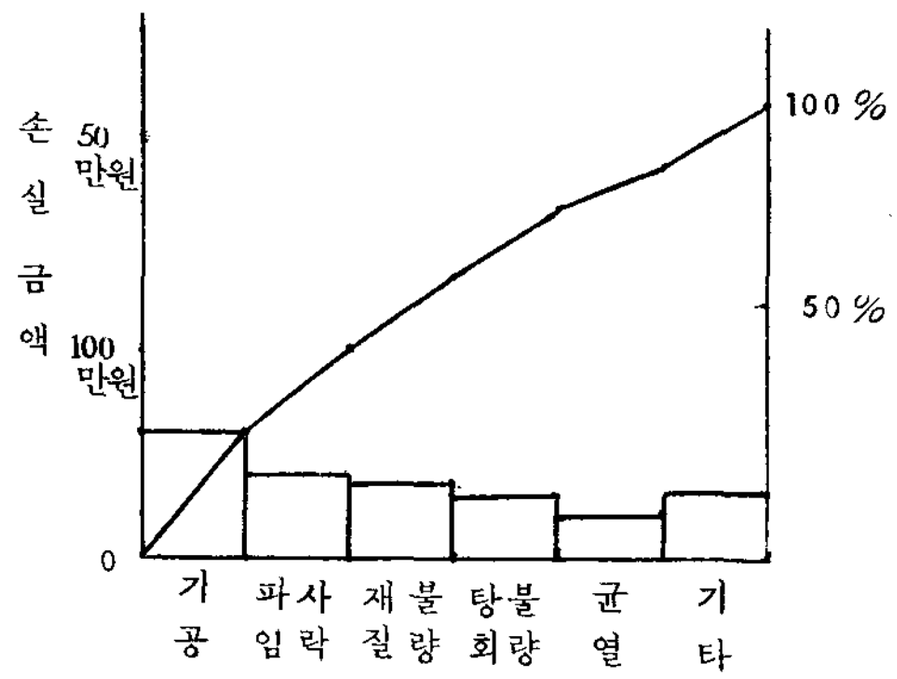


그림 1-1. A제품의 그후 불량파레토 그림

한다. 즉 재질 불량은 C와 Si의 관계뿐만 아니라 주입온도에도 영향이 크며 반면에 주입온도 Ⅰ과 Ⅱ의 경우와 같은 낮은 온도 범위내에서는 C와 Si에 관계없이 재질 불량이 발생되지 않는다는 것을 알아내었지만 이 온도에서는 탕회불량이 급증되어 별 도움을 주지 못하고 가장 적당한 표준온도는 Ⅲ구역이었다. 그러나 이 구역을 설정하기 위해서는 지금까지 사용되었던 Ⅳ구역 보다는 빠른 주입속도를 요하게 된 것은 물론이다.

그래서 주입온도, 주입온도와 더불어 중식전후의 재질불량을 없애기 위해 즉 C와 Si의 상관계를 없애기 위해서 중식시간을 교대로 식사하는 방법과 30분간으로 중단시간을 단축시키는 방법을 활용하고 재질의 변동을 가져다 주는 그 근원이 되는 강고철의 장입순서크기, 배합량등을 조정하여준 결과 재질불량은 전체생산량의 1.5%선 이하로 내려갔고 발생불량율을 100으로 할 때 18%이하를 차지하게 되었던 것이다. 이로서 현장에서 불량을 타도한 실례를 끝내고 다시 본론으로 들어가겠다.

2-2. QC 써어클

QC써어클 활동이란 품질관리활동을 전사적으로 하기 위하여 각 직장의 제일에서 일하고 있는 부서에서 품질관리 활동을 QC활동에 의해서 추진하고자 하는 것으로서 다음과 같이 편성시키는 것도 바람직하리라 생각됩니다.

1) 편 성

같은 소 공정 단위로 편성하라.

관련 소 공정끼리 연합써어클을 편성하라.

직제로 시작하며 서서히 직제에서 탈피하라.

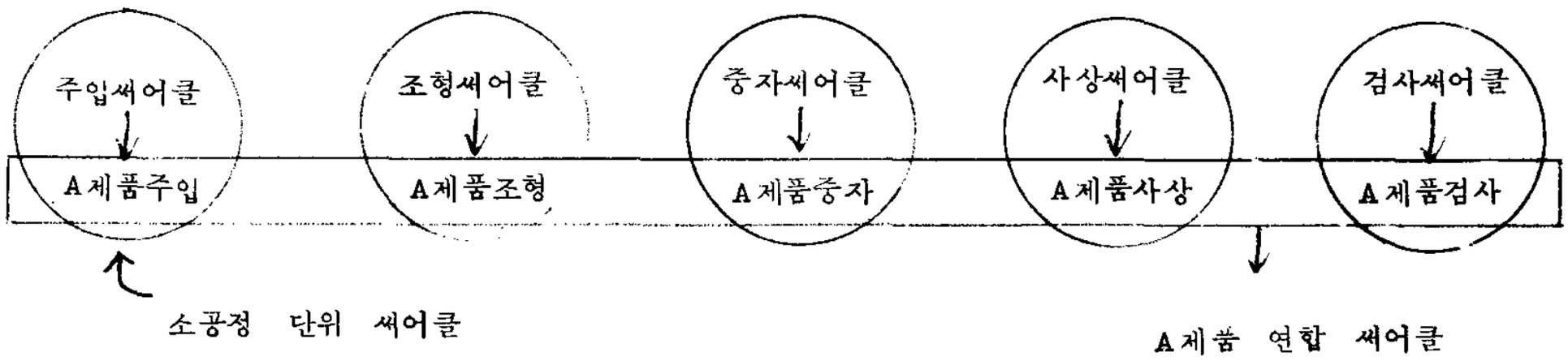


그림 6. 써어클 편성의 예

2) 편성의 예

그림 6과 써어클 편성중 A제품에 대한 문제점이 심각하게 발생되었을 때 각 써어클의 분임장이 모여서 회합을 갖고 각 소공

정의 A제품 담당원을 차출하여 잠정적인A 제품 연합 써어클을 편성시켜 주제를 해결하도록 한 하나의 예로서 이러한 써어클편성이 잠정적이든 아니면 영속적이든 이것은 사내 사정에 따라 그 나름대로 맞게끔 편성하는 것이 중요하며 굳이 QC 써어클은 소공정별로 묶어둘 필요는 없다고 본다.

3) 활 동

적어도 활 2회 이상 회합을 갖도록 하여야 하며 부서장은 회합의 내용을 항상 파악하고 제안 건수와 채택 건수가 몇건이나 되는가를 확인하는 것은 초기에는 매우 중요한 것이 될 것이다. 성과 발표회는 년 2회내지 연4회로 하여 자주 발표회를 갖도록 하고 처음부터 걸치레의 발표만 생각해서 써어클의 자주성을 무시하고 부서장의 들러리가 되어 버리면 실패할 가능성이 많으므로 첫술밥에 배 부를 수 없듯이 차근차근 써어클이 커 나가도록 인내를 갖고 지켜보는 태도를 가져야겠다. QC써어클 활동은 현장에만 하는 것이 아니고 영업, 자재, 총무, 경리등 현장을 지원하는 모든 부서가 다 참여하여야 참다운 활동의 묘를 얻을 수 있음을 명심하여 초기에는 현장으로 출발하여 점차 전사적 QC 써어클을 형성시켜 나가야만 한다. 현장에서 QC 써어클을 통하여 개선하고 절감하며, 불량을 줄이고 그 결과를 표준화 시켜 줄때 이러한 작업표준이 가장 현실적이고 실용성이 높다는것은 말할 필요도 없을 것이다.

4) 교 육

QC써어클을 결성해 놓고도 정신적인 교육만으로 어떤 효과를 얻었다하여 QC 수법 교육을 하지 않는다면 군인에게 정신무장만 시켜주고 무기를 사용하는 방법은 교육시키지 않고 전쟁하라는 것과 같은 것이다. 현장은 특히 수학적인 개념에 대해서 거센 거부반응을 일으키기 쉽고 또 나이가 든 사람일수록 과학적인 개념을 주입시키기 어려우므로 한번의 교육만으로는 불가능하므로 항상 시간만 있으면, 그리고 년 2～3회 반복교육을 갖는것이 바람직하다. 여기서 한가지 문제점은 인원의 변동이 어느 시기에 급작히 일어나 버릴때 예를 들면 명절을 전후로 하여 이직율이 높아진다든가 그렇게 되어버리면 악순환이 계속되어 무위로 돌아가 버리는 경우가 있으나 좌절되지 말고 차근차근 계획을 세워 다시 처음부터 새로운 기분으로 교육을 시작하여야 되겠다. 현장의 작업자가 알고 있어야 된다고 생각되는 QC 기법은 특성요인도, 파래토그림, 히스토그램, 체크시이트 정도면 가능하겠으며 분임장을 포함하여 조장급 이상은 이외의 층별, 관리도, 산점도, 랜덤샘플링까지는 교육이 이루어져야 그 나름대로 자주적인 QC써어클 활동이 되어나갈 것이다.

3. T.Q.C.

3-1. T.Q.C

품질관리의 본질을 가장 잘 설명해 주는 W.E.Deming 박사가 창안한 Deming Cycle을 이용하여야 될 것 같다. 즉 품질관리의 활동의 단계를 다음과 같이 4단계로 나눌 수가 있겠다.

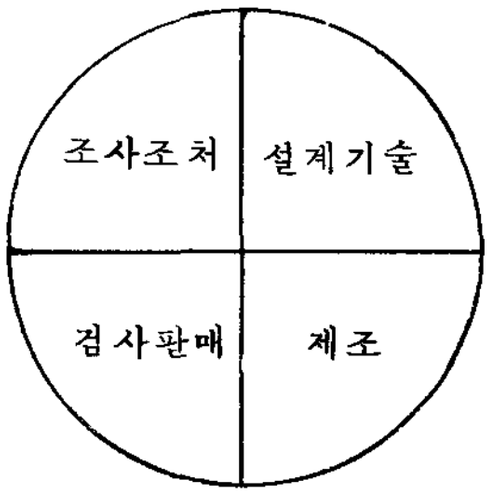


그림 7. Deming Cycle

제 1 단계 : 구매자의 요구에 맞는 제품을 만들기 위해 주조방안을 설정하는 등의 설계, 계획단계.

제 2 단계 : 제품을 생산하는 제조단계.

제 3 단계 : 일치하며 계획설계된 대로 제조가 이루어졌나의 여부를 확인, 반성하고 양품을 판매하는 단계.

제 4 단계 : 구매자의 수중에 넘어간 제품에 대해서 구매자는 만족하는가, 더 요구하는 것은 무엇인가 알아내는 즉 조사를 행하는 단계와 공정의 이상 원인제거에 대한 대책, 표준의 개정, 효과의 확인 단계.

여기서 왜 Deming Cycle을 기술하는가 하면 품질관리란 흔히 생산만 하는 것으로

낙인을 적어버리는 경우가 있는데 그림 7의 4단계에서 어느 한단계가 빠져버리면 바퀴는 절름거리게 되듯이 생산을 지원하는 모든 부서가 다 품질관리를 하여야만 구매자의 요구에 맞는 제품이 나올 수 있다는 것을 설명드리기 위해서이다.

Deming Cycle이 회전하면 회전될수록 즉 시장조사에서 얻어진 정보는 기술(설계)에 전해지고, 그렇게해서 계획된대로 제조한 것의 이상유무를 검사하여 양품만 고객의 손에 넘겨줄때 바퀴의 연륜이 많으면 많을수록 만족스러운 품질이 고객에게 넘겨진다는 것이다.

그러기 위해서는 사장으로부터 작업자에게 이르기까지 전 사원이 일심동체가 되어 바퀴를 굴려야 되기 때문에 Total Quality Control 즉 T.Q.C라 부르짖게 된 것이다.

3-2. 일상관리에서의 주의할 점

매월 상사는 주의깊게 직장, 반장, 조장이 그 직장의 특유의 관리포인트의 체크를 제대로 하는지 확인하고 발생된 불량품을 앞에 놓고 작업자와 허심탄회하게 원인과 대책을 강구하고 감독자와 관리자는 직제의 소기의 목적을 달성하기 위해서는 작업표준, 표준에 준하는 필요사항에 대해서 교육을 시키고, 작업자는 이를 시행하고 그들 나름대로 개선점을 찾게하고 또 감독자는 그 나름대로 작업을 QC수법을 활용하여 관리포인트를 체크하여 개선할 점을 찾아 나가는 것이다.

1) 실제로 작업을 행하는데 필요한 표준작업을 작성하라

2) 결과에 대한 분석으로 다음의 관리목표를 설정하라

3) 원인이 자기공정에서 발생되지 않을 경우에는 원인발생의 공정과 연합회합을 갖도록 하라

4) 생산계획, 판매계획과 품질은 중요한 관계에 있으며 자재를 포함해서 종합적인 품질관리를 수행한다는 의미에서 충분히 서로가 이해를 갖고 일관성있는 작업이 되도록 해주어야 한다.

보편적으로 1개월에 1번정도 생산 회의석상에서 품질상의 손실금액을 계산한 표를 전원이 검토하여 생산계획의 방향을 결정짓고 자재의 구매계획을 확정짓고 이에 따른 경리의 자금계획을 수반시켜 주고, 품질과의 관련을 계수적으로 파악하여 일상의 관리와 작업의 개선을 써어클로 행하여 나가는 것이 바람직하다.

4. 끝 맺 음

원점으로 돌아가서 품질관리란 소비자에게 만족을 줄 수 있는 품질을 경제적으로 만드는데 있는 것이다. 그러기 위해서는 관리를 위한 항목을 품질특성에 맞추어서 정하는데, 경우에 따라서는 대용특성을 활용해야 되고 그 쪽이 유리할 때도 있는 것이다.

그러나 아무리 관리항목을 잘 정해서 품질관리를 추진하려고 해도 최고 경영진의 무관심과 작업자의 품질관리에 대한 몰이해 속에서는 이루어질 수 없는 것이다. 즉 기업이란 크게 나누면 설계·제조·검사·판매조사·써비스의 Deming Cycle로서 착실히 회전되고 시장의 정보가 공장에 순조롭게 빨리 전달될 때 제품은 개량되고 또한 새로운 제품을 생산하게 되는 원동력이 생기게 될 것이다.