

# Lean 생산방식에 적합한 Complex Target & Pre-Control Chart 적용방안 연구

- 동일 허용공차를 생산하는 다품종 소량생산을 중심으로 -

신흥섭\*, 이상복  
서경 대학교 6시그마 MBA

## A Study on the Complex Target & Pre-Control Chart Apply to Lean Production

Heung sub Shin\*, Sangbok Ree  
Dept. of Six Sigma MBA, Seokyeong University

### Abstract

최근 우리나라에서 도요타를 벤치마킹하여 TPS를 도입하는 회사가 늘어나고 있다. 다품종 소량생산의 Lean 생산방식을 적용하기 위해서는 셋업시간의 단축 뿐만 아니라 이에 따른 셋업 품질능력이 향상되어야 한다. 따라서, 공정을 셋업하는 작업자들에게 이러한 Complex Target & Control Chart를 적용한다면, 통계적인 지식 없이도 공정의 불량률 예방 할 수 있으리라 확신한다. 이러한 관리도를 사용하여 공정능력을 향상한다면, 일본과 같은 높은 수준의 공정능력을 확보 할 수 있을 것이다. 단, 본 관리도는 현장 작업자를 위한 불량예방을 위한 품질관리 도구이며, 공정변동을 관리하기 위해서는 엔지니어 측면에서 관리도의 활용도 병행되어야 한다.

**Keyword** : Pre-control Chart, Lean Production, Control Chart, Target Chart.

### 1. 서론

#### 1.1 문제 제기

세계경쟁, 고객요구의 다양성, 시장환경의 급변 등의 기업환경에 대응하기 위하여, 생산시스템은 고객이 요구하는 제품을 최저가격으로 고객이 필요한 시점에 공급 할 수 있는 능력을 갖추어야 한다. 생산시스템은 시장환경 변화에 따라 Conveyor 방식에서 MRP (Material Requirement Planning)에 기초를 둔 공정 중심 생산방식(job shop), 그리고 최근 JIT에 기초를 둔 Lean 생산방식으로 발전해 왔다.(Wormack and Jones. 1996)

최근 변종변량 시장환경하에서 고객 중심의 생산 시스템의 대안으로 Lean 생산방식이 주목을 받고 있다. Lean 생산방식이란, 기존의 도요타 생산 시스템(Toyota Production System:TPS)에 기원을 두고 있으며, 린이란 지방이 없는 근육질의 고기를 의미하며, 린 생산시스템은 생산현장의 낭비요소를 줄인 생산

시스템을 말한다. 린 생산시스템의 특징은 제품중심의 라인 구성을 통하여 제조 흐름상의 낭비를 제거하고, Lot크기를 최소화하여 외부 시장환경 변화에 유연하게 대응 할 수 있으며, 제품종류 변화시 준비교체 시간을 단축시켜 혼류생산이 가능하여 제품종류 증가에 최소의 재고로 대응이 가능하다. (Wormack and Jones. 1996). 하지만, Lean 생산 시스템의 기원인 TPS에서의 공정품질관리방법은 생산이 전 단계부터 불량률 발생하지 않은 생산방법 (POKA YOKE:Foolproof)을 구축하고, 공정에 이상이 발생하면 알려주는 안돈시스템과 불량률 발생하면 자동으로 라인이 멈추는 자동화 설비가(自治的自動化: Autonomation) 부착되어 있으며, 작업자에게 라인정지권한을 부여하여 즉 개선하는 방법으로 불량률의 품질관리 활동을 실시하고 있다.

하지만 우리나라 현실에 바로 적용하기에는

\* Hanrimkwan 504, Seokyeong University, 16-1 Chongnung-Dong, Songbuk-Ku, Seoul, 136-704  
FAX 02-940-7296, e-mail : shs3647@hanmail.net sbree@skuniv.ac.kr

다음과 같은 문제점이 있다.

첫째, 일본과 같이 작업자에게 불량 발생하면 Line을 멈출수 있는 권한이 부여되어야 한다.

둘째, 발생한 불량을 짧은 시간내에 즉시 조치할 수 있는 기술력이 필요하다.

셋째, 불량 발생하면 자동으로 기계가 멈추는 자동화(Automonation)시스템이 구축되어야 한다.

넷째, 작업자가 자기가 만드는 물건은 자주검사를 통하여 100% 양품만을 후공정에 보내는 자주품질검사 체계가 구축되어야 한다.

상기와 같은 네가지 조건이 모두 갖추어져야 Lean생산시스템에 적합한 공정품질관리체계가 구축 될 수 있다. 이러한 Lean 생산시스템을 구축하기 위해서는 우리나라 상황에 적합한 현장 작업자 중심의 품질관리방법 및 도구가 필요하다.(윤재홍, 1993)

또한, 모든 공정에는 변동이 존재하며 이러한 품질변동은 통계적 공정관리(SPC : Statistical Quality Control)가 가능하다. 이러한 SPC 기법중 대표적인 것이 관리도(Control Chart)이다. 우리나라에 TQC, Six Sigma가 도입된 이래, 공정의 품질관리방법으로 관리도에 대한 이론이 많이 소개되었다. 하지만, 관리도는 어려운 통계이론으로 인하여 현장 작업자들의 공정품질관리 방법으로 널리 활용되지 못하고 있다. 관리도중에 가장 대표적인 것이 Schwart가 개발한 X bar R 관리도이다. 이러한 전통적인 X bar R관리도는 다음과 같은 문제점이 있다.

첫째, 관리도 한 장에 한 가지 특성만 관리할 수 있다. 하지만, 한 개 공정에 다양한 제품이 생산되는 다품종 소량 Lean 생산시스템에서는 생산되는 제품 종수 만큼 관리도가 필요하다.

둘째, 통계적 관리한계선을 계산하기 위해서

는 적어도 15군에서 25군의 데이터가 필요하다. 그러나, 규격교체가 잦은 소량생산으로 인한 데이터 수의 감소로 신뢰성 있는 관리한계선을 계산이 어렵게 된다.

셋째, X bar R 관리도의 우연원인에 의한 이상상태를 파악하기 위해서는 어느정도의 통계적 지식이 있거나, 통계 Software(Minitab)를 활용해야 한다. 그러나, 공정에서 이상상태가 발생하면 현장에서 곧 바로 조치를 하지 않는다면 대량 불량이 발생하거나, 생산된 제품을 재검사 해야하는 낭비가 발생한다.

따라서, 한 공정에서 다양한 종류의 제품의 특성을 한 장의 관리도에 관리 할 수 있으며, 특별한 통계지식 없이도 현장 작업자가 손쉽게 사용 할 수 있는 단순한 관리도가 필요하다.

## 2 연구 목적

본 연구는 다품종소량 생산을 위한 잦은 품종교체가 발생하는 Lean 생산방식에서 현장의 작업자들이 사용하기 쉬운 관리도 모형을 제안하고, 현장적용을 통하여 효과를 검증하고자 한다. 이러한 관리도는 다음과 같은 조건을 만족해야 한다.

첫째, 여러종류의 품질특성을 관리도의 수를 최소화 하면서 적용할 수 있어야 한다.

둘째, 통계적 지식이 없이도, 현장의 작업자들이 손쉽게 적용 할 수 있어야 한다.

셋째, 잦은 품종교체에 대한 품질 적합성을 검증하여, 불량발생을 사전에 예방 할 수 있어야 한다.

상기 목적에 적합한 관리도 모형은 기존에 발표된 다양한 관리도의 장단점을 문헌연구를 통하여 비교 하고, 이들의 장점을 발췌하여 잦은 규격교체가 발생하는 다품종소량 생산의 Lean 생산시스템에 현장 작업자가 손쉽게 활용 할 수 있는 관리도를 제안하고자 한다

## 2. 문헌연구

## 2.1 도요타의 현장 품질관리

TPS 생산시스템의 양대 축은, JIT(Just In Time), 자동화(Autonomatio) 이다. JIT는 필요한 제품을, 필요한 때에, 필요한 만큼 생산하는 것을 말하며, 자동화는 공정상 문제 발생시 즉시 알 수 있도록 설비, 라인이 자율신경을 가지고 판단, 정지시키는 시스템을 말한다. 이중에서 자동화는 고객에게(후공정 및 소비자) 100%의 양품만을 제공한다는 TPS 사상에 근거하고 있다. 공정에서 100% 양품을 생산하기 위해서 도요타 생산시스템에서 3현주의(현장, 현물, 현상)에 입각한 여러 가지 방법을 적용하고 있다.

### 첫째. Line Stop

현장에서 불량 발생하면 먼저, 공정을 멈추고 현장에서 즉시 불량원인을 도출하고 개선한다. 이러한 시스템을 운영하기 위해서는 공정 및 기술력이 바탕이 되어야 한다.

### 둘째. Time Check

다품종소량 생산을 하기 위해서는 잦은 규격교체가 발생한다. 규격이 교체되면 해당 제품 Spec에 맞는 공정조건을 셋팅해야 한다. 이러한 셋팅이 올바르게 되었는지 셋팅후 처음생산되는 초물검사, 생산중 공정셋팅 조건이 이상이 발생했는지 점검하는 중물검사, 다음 규격으로 생산하기 전에 지금까지 생산된 제품을 체크하는 종물검사를 실시한다.

### 셋째. Foolproof

사람은 실수를 하는 존재이다. 이러한 실수를 예방하고, 불량발생시 더 이상 불량이 발생하지 않도록 양품만을 생산할 수 밖에 없도록 시스템화 한 것이 Foolproof 이다.

이러한 공정품질관리 방법은 모두 현장작업자에 의해서 실시되고 있으며, 지속적 개선을 통하여 Line Stop → 불량개선 → foolproof → 자동화(Autonomation)로 발전하게 된다.

## 2.2 통계적 공정관리

통계적공정관리 방법중에 가장 널리 사용되

고 있는 것이 관리도(Control Chart)이다. 관리도중에 가장 대표적인 것이 Schewart가 개발한 X bar R관리도 이다. X bar R 관리도는 한 장의 관리도에 한 개의 특성만을 관리할 수 있다. 다품종 소량생산을 하는 Lean생산방식에서는 한 개의 공정에서 규격교체를 통하여 다양한 제품이 생산된다. 한 라인에서 생산되는 제품수가 증가하면 할수록 관리도의 종류는 급격하게 증가하게 된다.

이러한 단점을 보완하기 위하여 다품종 소량생산에 적합한 많은 종류의 관리도가 발표되었다.

### 가. Z-W관리도.

Z-W관리도는 한 설비에서 여러개의 제품이 생산되고 목표값(Target) 다른 경우에 사용된다. Z-W 관리도를 사용하기 위해서는 명목값(Nominal Value)과 모 표준편차가 필요하다. 관리도를 작성하기 위해서 먼저 모 표준편차를  $Rbar/d2$ 를 이용하여 산출하고, 다음으로  $Z=(x-목표값)/(Rbar/d2)$ 로 산출한다.

이 Z값을 Z관리도에 타점한다. 표준화된 범위 값은 W로 표기하며 이동범위 값을 W관리도에 타점하면 된다.

Z-W관리도는 Target값이 다른 다품종생산에 적합한 관리도이지만, Z값 변환 등 통계적기법에 대한 어느정도의 지식이 필요하며, Z변환을 위해서 통계적 Software가 지원이 되지 않는다면 현장 작업자들이 사용하기에 어려운 것이 단점이다.

### 나. Target Chart

Target 관리도는 한개의 공정에서 여러 가지 제품이 생산되면서 Tolerance가 동일한 제품에 적용하기 적합한 관리도 이다. 보잉사의 항공기 날개 뼈대(Spar)의 경우에는 관리해야 할 품질특성이 수십개 있으며, 이러한 특성들을 관리도를 적용하려면 수십개의 X bar R 관리도가 필요하다. 이러한 관리도의 숫자를 줄여 공급업체의 품질관리 활동을 효과적으로 지원하기 위하여 개발된 관리도가 Target Chart 이다

Target Chart를 작성하기 위해서는 먼저 “명목값=측정값-Spec“을 산출한다. 다음으로 명목값을 이용하여 표준편차를 계산하고 관리한계선을 계산한다. 즉, X bar R관리도는 X bar를 계산하여 관리도를 그리지만, Target Chart는 명목값을 산출하여 명목 평균값(Coded X bar)를 타점 한다. 명목값을 이용하여 관리도를 작성하면, Target값이 다른 여러 품질특성을 한 장의 관리도로 작성 할 수 있다. 단, 관리도를 이용하여 공정능력(Cp, Cpk)를 산출하기 위해서는 Tolerance가 동일한 품질특성이 한 개의 관리도에 작성되어야만 한다. Spec=A±t 일때, USL=A+t, LSL=A-t이고,

$$Cp=(USL-LSL)/6\sigma \text{ 이다.}$$

$$USL-LSL=[(A+t)-(A-t)]=2t.$$

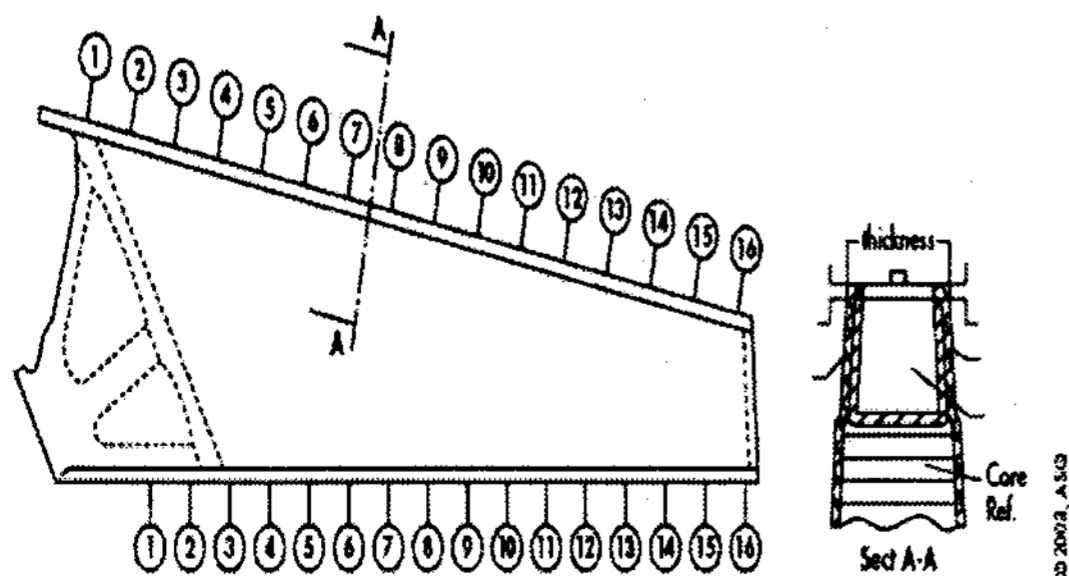
그러므로, Cp=2t/6σ 이다.

한 공정에서 Target이 다르고, Tolerance 같으면 한 장의 관리도를 이용하여 품질특성을 관리 할 수 있으며, 공정능력을 산출 하는데도 전혀 문제가 없다.

한 공정에서 여러제품이 생산될 경우, X bar R 관리도를 적용하면, 잦은 규격 교체로 시료수가 적어 공정능력의 신뢰성이 낮아 질 수 있다. Target Chart를 이용하면 이러한 단점도 보완 할 수 있다.

다음은 보잉 협력사에서 적용하고 있는 Target Chart 사례이다. Cyclone Aviation사는 이스라엘에 있는 보잉사 협력사이다. 이 회

Figure 1 Horizontal stabilizer torque box.



사에서는 비행기 날개 부품을 생산하고 있다 이 부품은 13곳의 두께를 측정해야 하며, 날

개 프로파일이 Taper 모양으로 13곳의 Target 값이 모두 다르다. 두께 공차는 ±0.04 inch로 모두 동일하다. Cyclone Aviation사에서는 Target Chart를 이용하여 13개의 측정포인트를 한 개의 군으로 하여 한 장의 관리도로 부품의 두께를 관리하게 되었다.

#### 다. Zone Control Chart

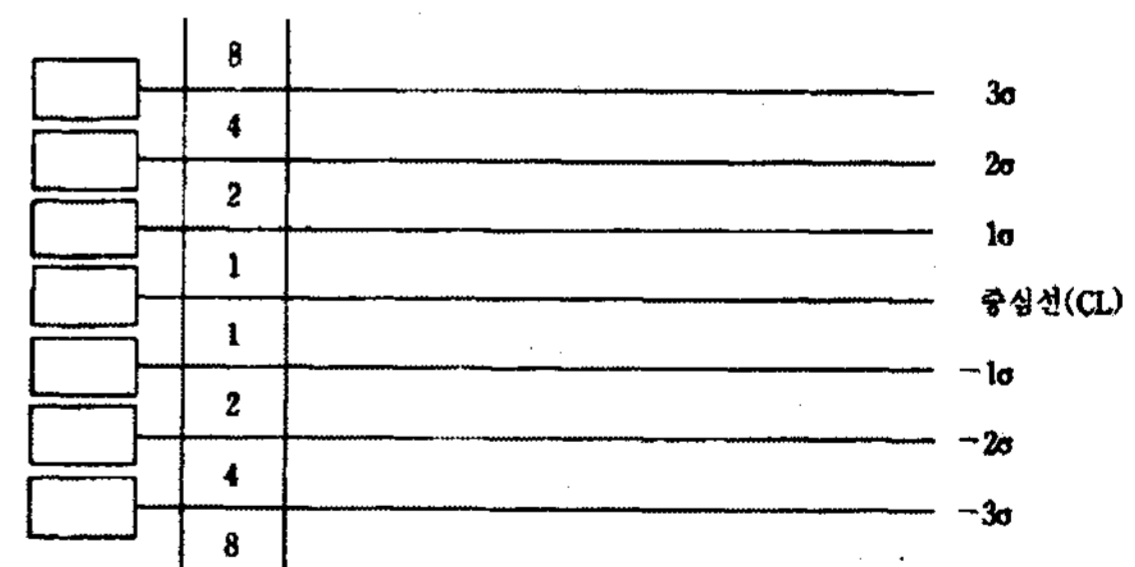
Zone Control Chart는 1987년 A.H Jaehn이 관리도를 4가지 영역을으로 나누어 공정의 이상상태를 손쉽게 파악 할 수 있는 관리도를 제안하였다.

Zone 관리도는 작성방법이 X bar R 관리도와 동일하지만, 공정의 이상상태를 4개의 영역으로 나누어 점수를 부여하고 점수의 누계합이 8점 이상인 경우, 공정에 이상이 발생한 것으로 파악한다. 이상상태를 파악하기 위한 영역과 점수는 다음과 같다.

영역	점수
중심선에서 1σ 한계까지 A영역	1점
1σ 에서 2σ 한계까지 B영역	2점
2σ 에서 3σ 한계까지 C영역	3점
3σ를 벗어나는 영역 D영역	4점

(1957년 "Statistical Quality Control Handbook")

Zone 관리도의 기본형태는 다음과 같다.



X bar R관리도의 이상상태는 런 규칙을 적용하여 공정의 변동을 파악하기 때문에, 통계적 기초 지식이 필요하다. 하지만, Zone 관리도는 이상상태를 파악하는 규칙이 단순해 현장작업자들도 손쉽게 이상상태를 관리할 수 있다.

그러나, Zone 관리도도 관리한계선을 이용하

기 때문에 통계에 대한 기초 지식이 필요하다.

라. Pre-Control Chart

Pre-Control Chart는 1985년 Traver가 현장작업자가 손쉽게 적용 할 수 있는 관리도를 제안 하였다. Pre-Control chart는 관리 한계선 대신 Target(Specification)과 Tolerance를 사용한다.  $Spec = Target \pm t$

$UCL = USL(Target + t)$

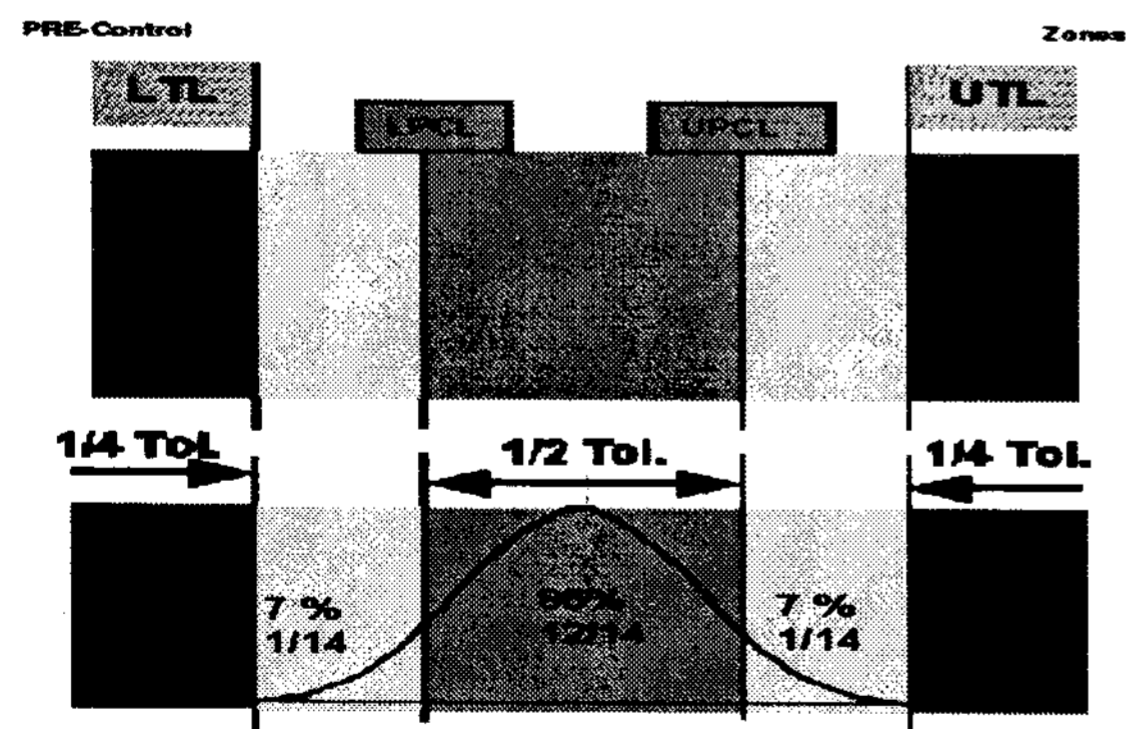
$CL = Target$

$LSL = LSL(Target - t)$  를 사용 한다

일반적인 관리도는 관리한계선을 계산하기 위해서 15부분군에서 25개의 부분군이 필요하다. 그러나, 다품종 소량을 생산하는 공정에서는 생산되는 제품수가 적기 때문에 관리한계선의 신뢰성이 낮아질 수 있다. 따라서, 이러한 경우에는 관리한계선 대신에 USL과 LSL만을 이용하여 공정의 관리상태를 관리하는 것이 효과적일 수 있다.

또한, 공정변동을 파악하기 위하여 Green Yellow, Red로 구분한다.

Green Zone은  $Target \pm 1/2 Tolerance$ 이며 Yellow Zone은 나머지 영역으로부터 LSL (Lower Specification Limit)과 USL(Upper Specification Limit)까지의 영역이다. RED Zone은 USL과 LSL영역 밖 이다.



만약, Cpk가 1이라면, Tolerance가 6σ이며, Tolerance 중심값과 평균값이 일치하게 된다. 데이터가 정규분포를 따른다면, Green Zone에 데이터가 타점될 확률은 84%, Yellow Zone에 타점될 확률은 14% 이다.

즉, 연속하는 2개의 점이 Yellow Zone에 타점될 확률은  $1/14 * 1/14 = 1/196$  이다. 이것이 Pre-Control Chart의 근거가 된다. 연속하는 2개의 샘플이 나타날 순열은 4가지 이며, 확률은  $4/196$  약 2% 이다. 다른말로하면, 작업자는 실제로 공정을 조정 하지 않아도 되는데, 공정을 조정해야 하는 신호를 받는 경우가 전체 생산시간의 2%(1종 오류)이다.

상대 번호	필요한 조치	노랑 .07	초록 .96	노랑 .07	결합 확률
1	없음	■	A,B	■	0.7396
2	없음	B	A	■	0.0602
3	없음	■	A	B	0.0602
4	없음	A	B	■	0.0602
5	없음	■	B	A	0.0602
6	조정	A,B	■	■	0.0049 ★
7	조정	■	■	A,B	0.0049 ★
8	정지	A	■	B	0.0049 ★
9	정지	B	■	A	0.0049 ★
					1.0000

★ 시려는 조치를 요하는 것임이다

Pre-Control Chart의 이상상태 발생시 공정 조정규칙은 다음과 같다. 먼저, 다섯 개를 연속해서 샘플을 취하여 공정이 관리상태에 있는지 판단한다.

규칙1. 만약, 연속하는 5개의 점이 Green Zone에 있으면, 가동하기에 적합하다.



만약, 1개 샘플이 Yellow Zone에 타점되면 다시 샘플을 검사하고, 연속해서 2개 샘플이 Yellow Zone에 타점되면 공정을 조정한다.

만약, 1개 샘플이라도 Red Zone에 타점되면 공정을 조정하고 마지막 샘플은 반드시 검사해야 한다.

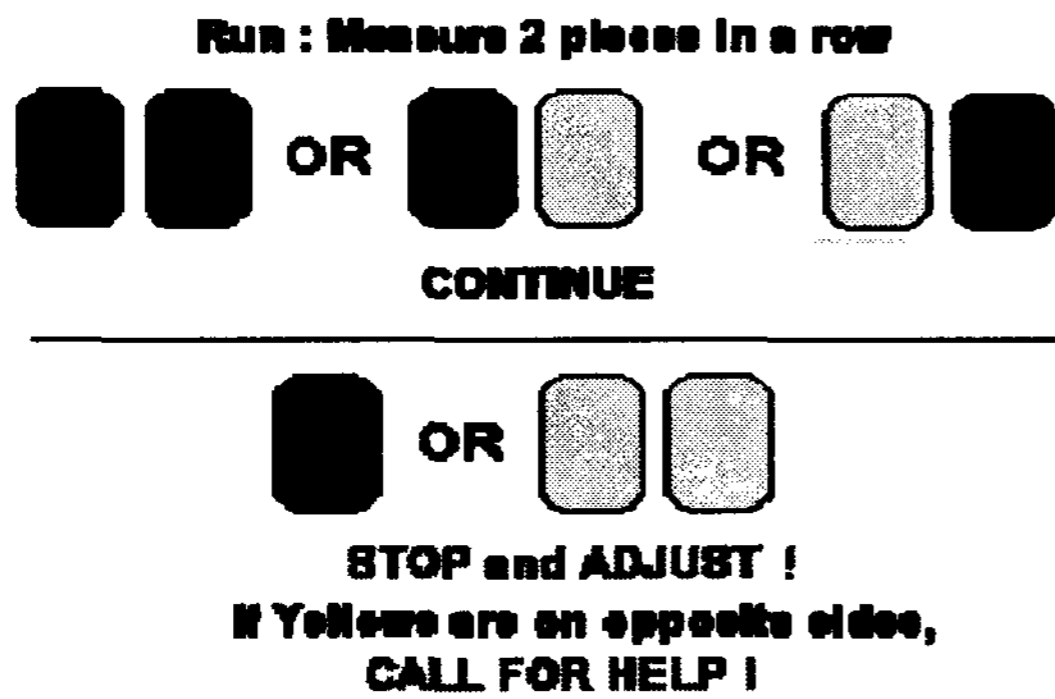
즉, 5개의 연속되는 점들이 Green Zone에 위치하지 않는다면, 공정 셋업이 제대로 되었다고 할 수 없다. 공정셋업이 제대로 되지 않았다는 것은, 제품이 Specification내에 생산될 능력이 부족하다는 것이다. 이러한 경우에는, 공정능력을 향상하기 위하여 공정변동을 감소시켜야 한다.

연속해서 2개의 샘플을 취하여.

규칙2. 한 개 점이 Yellow Zone 있고, 다른 한점이 Green Zone에 있으면, 생산을 계속한다.

규칙3. 두 개의 점이 모두 같은쪽 Yellow Zone에 있으면, 공정조건을 다시 셋팅 한다. 만약, 서로 다른쪽 Yellow Zone에 나타나면 공정을 검토할 사람에게(엔지니어나 상급자)에게 도움을 요청한다.

규칙4. 두 개의 점 중 하나라도 Red Zone에 있으면 생산을 중단하고 공정을 다시 셋업해야 한다. 그리고, 마지막 생산된 제품은 반드시 검사해야 한다.



즉, Pre-Control Chart는 연속되는 5개의 점을 검사하여 공정의 관리상태(셋업)를 판단하고, 공정이 관리상태에 있지 않다면 제품이 Spec내에서 생산될 수 없으며 산포를 개선해야 한다. 양품생산이 불가능한 공정은 생산을 허용하지 않는 것이 Pre-Control Chart의 강점이다. 셋업이 적합하지 않을때는 생산을 계속하기 위해서는 작업자는 전수검사를 실시해야 한다.

Pre-Control Chart의 샘플링 간격은 다음과 같다.

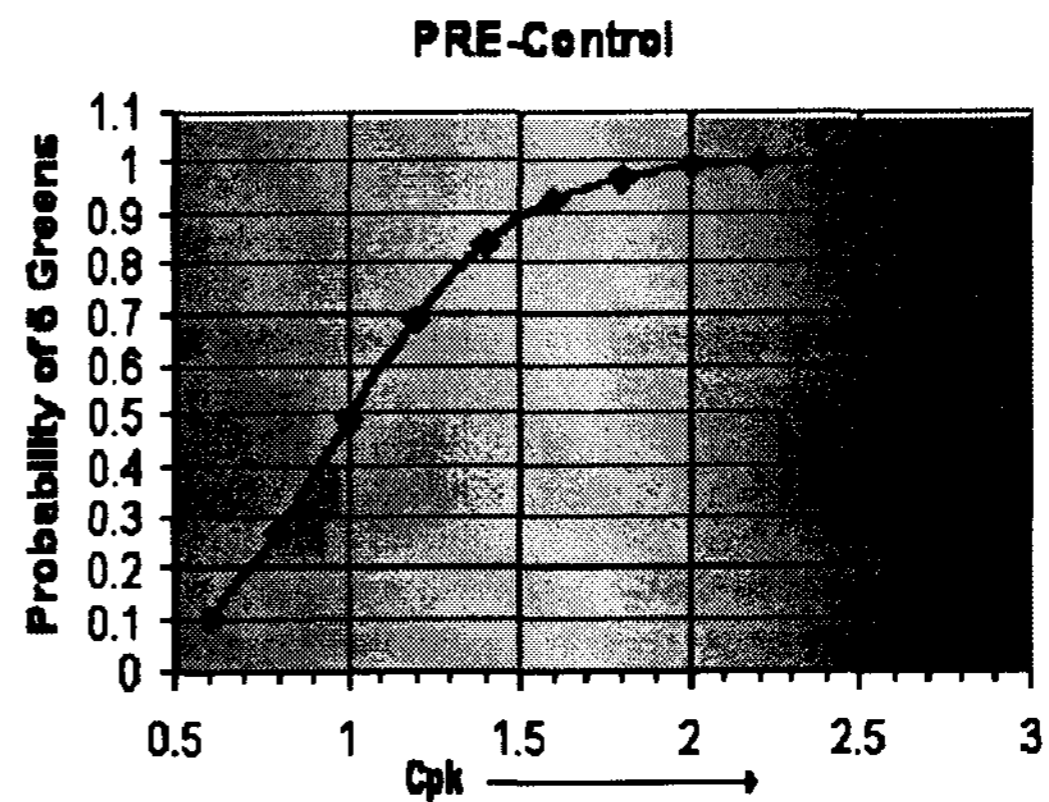
규격 교체 시간	샘플링 간격
1회/8 시간	80분 마다
1회/4 시간	40분 마다
1회/2 시간	20분 마다
1회/1 시간	10분 마다

이러한 Pre-Control Chart는 다음과 같은 경

우에 유용하다.

- 첫째, 제조상의 결함(불량) 예방을 위해
- 둘째, 공정셋업이 품질에 치명적인 영향을 미칠때
- 셋째, 폐기비용이 높을때
- 넷째, 공정능력이 알려졌을때.

샘플이 정규분포를 따르고, 공정평균이 Tolerance 평균과 동일 할때, Cpk값에 따라 연속되는 5개 점이 Green Zone에 나타날 확률은 아래 그래프와 같다.



위 그래프에서 보면 Cpk가 1.5이하 부터는 연속되는 5개의 샘플이 Green Zone에 타점될 확률이 급격히 낮아진다. Cpk 1.5일때 확률이 0.88 이다. Cpk가 1.0일때는 0.48로 급격히 낮아진다. 따라서 공정능력이 낮은 경우에 연속하는 5개의 샘플에 의해 공정의 이상상태를 판정하는 방법은 공정변동을 감소하기 위한 시정조치가 많아져, 공정능력을 확보하기 어려워진다.

그리고, Pre-Control Chart는 불량을 예방하는데 유용한 Tool이고, 관리도는 불량을 발생시키는 공정의 우연원인을 모니터링하는 것이다. 따라서, 공정의 변동을 관리하기 위한 관리도의 목적을 대체 할 수 없는 단점이 있다.

### 5. Two-stage Pre-control Chart

Pre-Control Chart는 이상상태 판정을 위해서는 5개 샘플이 필요하다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 Salvia(1988년)가 Two-stage Pre-control Chart를 제안 하였다.

Two-stage Pre-control Chart는 Pre-Control Chart와 동일하며, 공정변동을 판정하기 위한 규칙을 다음과 같이 변경 하였다.

판정기준은 다음과 같다.  
연속해서 2개의 샘플을 검사하여

규칙1. 둘중에 하나가 Red Zone에 위치하면 생산을 중단하고 공정조건을 조정한다.

규칙2. 두 개의 샘플이 모두 Green Zone에 위치하면 생산을 계속한다.

규칙3. 만약 둘중의 하나 또는 두 샘플모두 Yellow Zone에 위치하면, 추가적으로 3개의 샘플을 더 검사한다.

만약 3개의 샘플이 모두 Green Zone에 위치하면 생산을 계속한다.

만약 세 개의 샘플이 Yellow Zone 또는 한 개의 샘플이 Red Zone에 위치하면 생산을 중단하고 공정조건을 조정한다.

### 3.모델제언

상기와 같은 세 가지 Control Chart의 장점을 발취하여, 동일 Tolerance를 적용하면서 규격교체가 많이 발생하는 다품종 소량생산에서 관리도의 수를 최소화 하면서 현장 사원들이 쉽게 적용할 수 있는 Complex Target & Pre-Control Chart를 제언한다.

Complex Target & Pre-Control Chart 여러 가지 품질특성을 한 장의 관리도에 적용할 수 있는 Target Chart의 장점과 현장 작업자도 공정변동(이상상태)를 한눈에 쉽게 파악할 수 있도록 Pre-Control Chart의 장점 발취한 Complex(복합) 관리도 이다.

Complex Target & Pre-Control Chart의 관리 한계선은 다음과 같다.

$$Spec = Target \pm t \text{ 일때}$$

$$UCL = USL(Target + t)$$

$$CL = Target$$

$$LSL = LSL(Target - t) \text{ 를 사용 한다.}$$

공정변동을 파악하기 위하여 Run 규칙 대신 Green, Yellow, Red 3개 영역으로 구분한다.

Green Zone은  $Target \pm 1/2 \text{ Tolerance}$ 이며 Yellow Zone은 나머지 영역으로부터 LSL(Lower Specification Limit)과 USL(Upper Specification Limit)까지의 영역이다. RED Zone은 USL과 LSL영역 밖 이다.

측정된 Data는 다음과 같이 Code화 하여 관리도에 타점 한다.

$$\text{명목값} = \text{측정값} - \text{Target}$$

공정변동 판정기준

연속해서 2개의 샘플을 검사하여

규칙1. 둘중에 하나가 Red Zone에 위치하면 생산을 중단하고 공정조건을 조정한다.

규칙2. 두 개의 샘플이 모두 Green Zone에 위치하면 생산을 계속한다.

규칙3. 만약 둘중의 하나 또는 두 샘플모두 Yellow Zone에 위치하면, 추가적으로 3개의 샘플을 더 검사한다.

만약 3개의 샘플이 모두 Green Zone에 위치하면 생산을 계속한다.

만약 세 개의 샘플이 Yellow Zone 또는 한 개의 샘플이 Red Zone에 위치하면 생산을 중단하고 공정조건을 조정한다.

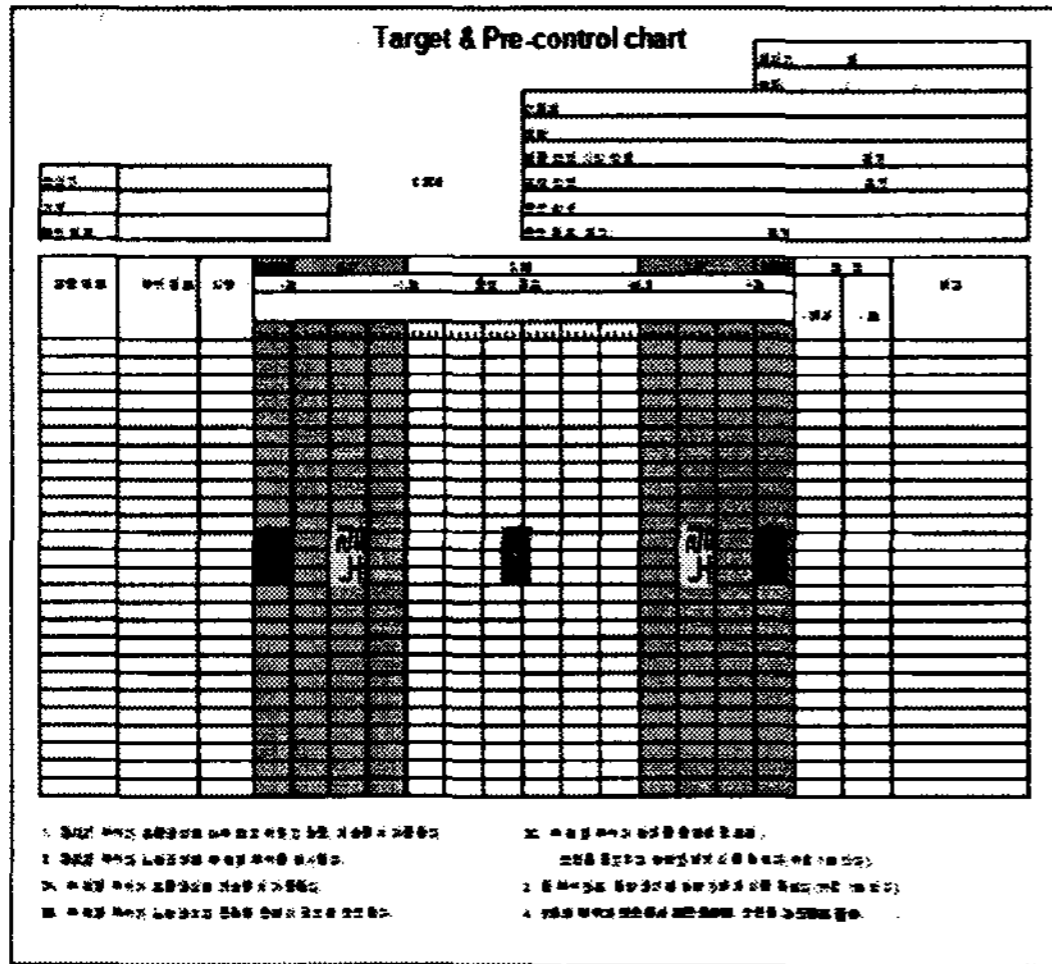
샘플링 간격

규격 교체 시간	샘플링 간격
1회/8 시간	80분 마다
1회/4 시간	40분 마다
1회/2 시간	20분 마다
1회/1 시간	10분 마다

으로 하며, 한 품목을 생산하는 동안 공정 이상상태가 발생하지 않은 품목은 규격교체시 초물검사, 중간검사, 규격교체 전 종물검사 3회만 실시한다.

Complex Target & Pre-Control Chart 양식

규격교체 후 공정셋업의 합부를 판정을 위하여 샘플을 취하여 품질특성을 측정하여 "명목값=측정값-Target"을 산출하여 아래 양식에 타점 한다. 그리고 이상상태를 판정하고 [표2.] 샘플링 간격에 따라 샘플을 취하여 관리도에 타점한다. 아래 관리도는 Green, Yellow, Red 영역이 표시되어 있어, 공정변동의 눈으로 보는 관리가 가능하다.



#### 관리도의 작성 및 이상조치

관리도는 규격교체 및 생산을 하는 현장작업자가 직접하며, 공정이상 발생시 공정을 멈추고 즉시 조치하며, 이상원인 파악이 어려운 경우 현장 감독자를 호출한다.

#### Pre-Control Chart의 장점

첫째. X bar R 관리도는 특성치 한 개당 한 개의 관리도를 작성해야 한다. 때문에 다품종 소량생산하는 경우에는 관리도 수가 "관리하고자 하는 특성치 \* 제품수" 만큼 기하급수적으로 증가한다. Pre-Control Chart를 사용하면 동일한 Tolerance를 사용하는 규격들은 한 개의 관리도로 작성이 가능하기 때문에 관리도의 수를 획기적으로 줄일 수 있다.

둘째. X bar R 관리도, Target 관리도 모두 관리 한계선을 측정된 데이터의 표준편차를 추정하여 계산해야 한다. 공정의 이상상태도 Run규칙 의해 이상상태를 판정한다.

Pre-Control Chart는 관리 한계선 대신 Tolerance를 사용하고, 이상상태는 Green,

Yellow, Red Zone으로 나누어 눈으로 보는 관리가 가능하기 때문에 현장 작업자도 효과적으로 관리도의 적용이 가능하다.

셋째. 공정변동을 사전에 관리할 수 있어 불량발생을 예방 할 수 있고, 지속적인 공정능력 개선의 기회를 제공한다. 현장관리자가 이상발생시 라인을 멈추고 즉시 조치를 함으로써 린 생산방식의 규격교체에 의한 품질문제를 효과적으로 개선 할 수 있다.

#### 4. 사례연구.

아모레퍼시픽 Cell Line을 선정하여 공정불량 개선에 적용하여 효과를 파악하고자 합니다.

#### 5. 결론

최근 우리나라에서 도요타를 벤치마킹하여 TPS를 도입하는 회사가 늘어나고 있다. 다품종 소량생산의 Lean 생산방식을 적용하기 위해서는 셋업시간의 단축 뿐만 아니라 이에 따른 셋업 품질능력이 향상되어야 한다. 따라서, 공정을 셋업하는 작업자들에게 이러한 Complex Target & Control Chart를 적용한다면, 통계적인 지식 없이도 공정의 불량을 예방할 수 있으리라 확신한다. 이러한 관리도를 사용하여 공정능력을 향상한다면, 일본과 같은 높은 수준의 공정능력을 확보 할 수 있을 것이다. 단, 본 관리도는 현장 작업자를 위한 불량예방을 위한 품질관리 도구이며, 공정변동을 관리하기 위해서는 엔지니어 측면에서 관리도의 활용도 병행되어야 한다.

#### 참고문헌

- [1] 윤재홍, 린생산방식의 개념을 통한 한국제조기업의 강화방안에 관한 연구
- [2] 이상천, 전자부품 생산Line에 있어서 Lean 생산방식 적용에 대한 실증적 고찰.
- [3] 김용태, TPS사상과 생산방식. 중소기업청·대한상공회의소 싱글PPM 품질혁신추진본부
- [4] 박주현, 생산성 저하 요인에 따른 린 시스템 활용방안
- [5] 이청호, 도요타 생산시스템의 성공적 운영을 위한 전제조건.
- [6] Stefan H. Steriner, Pre-Control and Some Simple Alternative.



- [7] Shainin, D., Shainin, P. (1989) "Pre-control Verse X bar R Chartering.
- [8] Traver, R.W.(1985) "Pre-control : A Good Alternative to X bar R chart," Quality Progerss, September, 11-14.
- [9]이규용, 규격을 고려한 영역관리도에 관한 연구.
- [10] S.K Vermaini, The Boeing Company, Modified Nominal/Target Control Chart-A Case Study in Supplier Development.
- [11] 박성현, 박영현, 이명주, 통계적공정관리, 민영사,p209~p230.
- [12] The Boeing Company, Adevanced Quality Control.
- [13] Hemant P. Urdhwareshe,(2002) The Power of Pre-Control
- [14] Wormack. JP. and Jones,D.T(1996) Lean Thinking.