

품질 개선을 위한 CTQ 측정에 대한 연구

이상복
서경대학교 산업공학과

Study on CTQ measurement for improving Quality

REE, Sangbok
Dept. of I.E. Seokyeong University

ABSTRACT

In this paper, We study several method of CTQ measurement for improvement of Quality. Measurement are cornerstone of basic improvement of Science and Technology and are considered continuous thesis. In this paper, we survey measure several variable for CTQ for Six sigma. We introduce Taguchi's SN ration Which is important example good measure for improve quality. Improvement are succeed by good select measure variable which is called CTQ which should agree problem define and final goal.

1. 서 론

측정은 과학 발전의 초석이 되어왔으며 앞으로 과학 발전의 기본으로 계속 논의가 이루어져 올 것이다. 무엇을 측정했느냐에 따라서 결과는 전혀 다르다.

측정되는 자체는 문제에 따라서 목적에 따라서 결정된다. 우리는 이 논문에서 측정하는 목적에 따라 다양하게 측정되는 문제를 다룬다.

우리는 이 논문에서 품질문제를 개선하는 데는 적당한 측정 변수(CTQ라 불린다)를 정하는데 달려있다. 적당한 측정 변수가 없으면 만들어야 한다. 다구찌 기법의 핵심중 하나인 SN비가 그런 경우이다. 이 논문에선 다구찌 SN비 같이 문제 정의와 문제 목표에 맞춘 측정변수를 만들기 바라고 있는 것이다.

2. 측정 특성치

품질 개선을 하기위해선 먼저 특성치를 정해야 한다. 특성치 평가는 출력에 대한 측정이다. 정확한 특성치 평가는 품질 개선을 만족하는 기본 기능을 찾아 입출력 관계를 정의하고 이에 맞는 특성치를 정의해야 한다. 입출력 관계를 정의할 수 없을 경우는 정특성을 사용한다. 입력 출력관계가 명확하게 정의되면 동특성을 사용한다. 이와 같은 방식은 다

구 다구찌 박사는 정특성보다 동특성이 개선효과가 있음을 강조한다.

흔히 특성치 선정은 쉬운 것으로 생각하기 쉽다. 기본기능이 단순하고 간단한 경우에는 결과를 측정하는 것이 명확하지만, 측정해야할 특성치 결정도 쉽지 않다.

다구찌는 특성치를 선정할 때, 다음과 같이 3가지를 제안했다.

첫째 : 특성치는 가능한 상류나 원류단계를 측정하라. 원류단계의 특성치는 대개 동특성을 갖는다.

둘째 : 특성치는 기본기능을 정확하게 측정할 수 있는 특성치를 선정한다.

셋째 : 불량률 등 계수치 데이터는 가능한 특성치로 정하지 않는다. 하류단계의 특성치는 대개 계수치를 갖는다. 하류 단계에선 별로 개선할 것이 없다.

특성치는 분류하면 크게 동특성과 정특성으로 나눈다. 동특성은 다시 능동적 동특성과 수동적 동특성으로 나눈다. 능동적 동특성은 신호인자를 임의로 바꾸고 그에 따른 출력을 원하는 것이다. 예로 자동차 핸들은 운전자가 수시로 바꾸는 경우이다. 이때 자동차 방향은 핸들에 바뀌어 진다.

수동적 동특성은 신호인자를 임의로 바꾸지 않는 경우이다. 예로 냉장고의 자동냉동 장치는 냉각속의 온도가 일정한 수치 이상이면 자동으로 돌아

가는 경우이다.

정특성은 크게 망소(望小), 망대(望大), 망목(望目), 계수치 데이터가 있다. 망소특성은 음수가 아니며 작을수록 좋은 특성이다. 자동차의 배기가스 같은 것은 작을수록 좋다. 망대특성은 음수가 아니며 클수록 좋은 특성으로, 자동차의 안전도, 화학물질의 순도 같은 경우이다. 망목특성은 어떤 유한한 목표값이 있고, 목표값보다 작아도 커도 만족스럽지 못한 특성이다. 예로 100g 치약은 정확하게 100g을 담는 것이 중요하다. 계수치 데이터는 백분율로 나타내어 망소, 망대의 특성을 갖는다. 0%에서 100%까지의 값으로 표현된다. 이를 표로 나타내면 다음과 같다.

< 표 1 > 특성치 분류

특성 분류	계량 계수	특성	예
동특성	계량치	능동적	자동차 핸들 자동현금인출기
		수동적	냉장고 자동온도 조절
정특성	계량치	망소	유해 배기가스
		망대	강도, 신뢰성
		망목	규격제품, 100g 치약
	계수치	망소	불량율
망대		양품율	

품질 개선을 위해선 계수치 보단 계량치가 좋다. 예로 만약 군대에서 협력업체에게 포탄 1,000개를 납품 받는다고 할 때, 계수치로 관리하면 각 포탄을 전수검사하여 합격 불합격만으로 판정하게 된다. 그 경우 만약 불량품이 10개라면 1% 불량률의 성적표를 준다. 특성치가 계수치로 불량률을 나타내면 협력업체 공정의 현재 생산 능력에 대한 정보를 주지 못한다. 그러나 계량치로 모든 부품을 측정하였으면, 1,000개 부품의 중심치, 산포 등의 정보를 제공하여주어 부품 개선을 할 수 있는 품질 정보를 제공하게 된다.

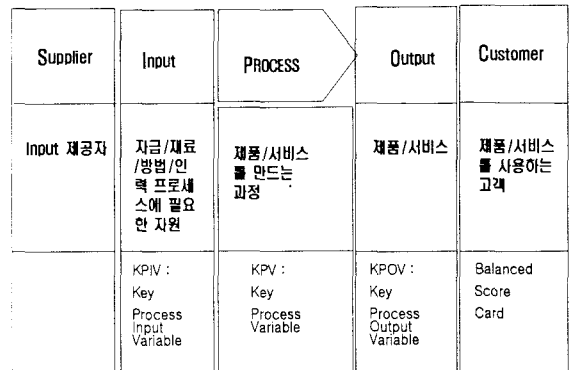
3. 품질 개선을 위한 CTQ 측정

3.1 식스 시그마에서 측정단계

식스 시그마의 문제 해결단계인 정의(Define)-측정(Measure)-분석(Analysis)-개선(Improve)-관리(Control)단계 중에서 측정단계에서 측정을 한다. 식스시그마 전체 문제 해결 과정에서 측정단계에서 대부분 측정하게 된다. 개선 전과정을 프로세스 과정으로 인식하면, 프로세스 분석으로 단순한 방법 중 하나가 SIPOC: Supplier - Input - Process - Output - Customer로 나누어 분석하는 방법이 있다. SIPOC를 구성요소별로 설명하는 다음과 같다.

- Supplier는 Input 내용을 제공하는 협력업체/관련 업체 등이다.
- Input는 Process 수행을 위해서 제공되는 자재/기계/인력/지식/자본 등이다.
- Process는 제공된 자료로 제품/서비스를 만드는 것이다. 작업이다. 큰 프로세스일수록 많은 작업과 많은 사람들이 관련되어 있다.
- Output는 Process 결과 나타나는 제품/서비스이다.
- Customer는 Output를 사용하는 고객이다.

SIPOC 과정은 프로세스 시작과 끝부분을 명시하고, 주요 Output과 Customer를 나열한다. 다음에 Input과 Supplier를 나열한다. 다음에는 주요 프로세스를 도출하고 이름 붙이고 순서대로 나열하면 된다.



[그림 1] SIPOC와 관련 변수들

각 단계 별로 관련된 변수들을 찾아보면 [그림 1]과 같이 생각할 수 있다. 식스 시그마에서 고객에게 가장 중요하여 개선 전과정을 통하여 해결해야할 지표를 CTQ(Critical to Quality)로 정하여 집중적으로 문제를 푼다.

CTQ 결정은 프로젝트 개선 목적에 맞추어 KPOV 중에서 결정한다. CTQ가 정해지면 그 이후의 문제 풀이는 대부분 결정된다. KPOV에 관련된 KPV, KPIV 찾아내어 KPOV의 최적조건을 만들기 위한 KPV, KPIV의 조건을 결정하는 과정으로 문제를 푼다. 식스 시그마 개선의 효과는 CTQ를 결정하는 순간 결정된다고 볼 수 있다.

3.2 다구찌의 SN비(다구찌 CTQ)

다구찌 기법의 성공은 다구찌 기법의 목적에 맞게 측정된 SN의 제공에 있다고 할 수 있다. 다구찌 기법의 목적은 잡음에 강한 설계를 하는 것이다. 생산 현장은 재료의 다양함, 작업자의 부주의, 통제할 수 없는 외부환경 등 제어할 수 없는 조건이 너무 많다. 다구찌 기법은 이러한 잡음에 대한 오차를 없애거나 줄이려는 목적보다는 잡음의 영향을 받지 않으려는 데 있다. 즉, 제어할 수 있는 영향력이 강한 인자를 찾아내어 이 인자들의 영향력을 최대화하여 잡음의 영향력을 최소화 하는 것이 다구찌 기법의 강건설계(Robust Design)이다. 강건설계된 제품은 경비의 손실을 최소화한다. 불량품이 줄고 이로 인한 상품반환이나 교환 등이 줄어들기 때문이다. 이러한 강건설계에 필요한 기법이 SN(Signal & Noise)비다.

$$\begin{aligned}
 \text{SN비} &= \frac{\text{신호의 힘}}{\text{잡음의 힘}} \\
 &= \frac{\text{신호입력이 산출물에 전달된 힘}}{\text{잡음이 산출물에 전달된 힘}} \\
 &= \frac{\text{모평균 제품의 추정값}}{\text{분산의 추정값}}
 \end{aligned}$$

SN비는 통신분야에서 신호(signal) 대 잡음(noise)을 뜻한다. SN비의 단위는 통신에서 사용하는 데시벨 (db) 단위를 사용한다. SN비는 높을수록 좋다. 제품의 특성에 따라서 SN비에 대한 정의가 다르다. 평균이 같은 두 집단에서 분산이 작을수록 SN비는 높다.

다구찌 기법을 위한 SN비를 연구하는 인자는 크게 SN비를 구하기 위한 신호(조정)인자와 잡음(오차)인자, SN비를 비교하기 위한 제어인자와 표시인자로 나눌 수 있다. 다구찌 SN비 공식을 정리하면 아래 <표 2>과 같이 나타낼 수 있다.

<표 2> 다구찌 정특성 SN비 공식

계량·계수치	구분	SN비 공식
계량치	망소	$SN = -10 \log_{10} \sum_{i=1}^n \frac{y_i^2}{n}$
	망대	$SN = -10 \log_{10} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2}$
	평균치만 고려	$S_m = 10 \log \left(\frac{T^2}{n} \right)$
	산포만 고려	$SN = 10 \log (\bar{y}^2 / V)$
계수치	p 가 불합격률(망소)	$SN = -10 \log (p)$
	p 가 합격률(망대)	$SN = -10 \log \left(\frac{1}{p} - 1 \right)$
	3조 이상 분류 (망소, w_i 는 가중치)	$SN = -10 \log \left[\frac{\sum_{i=1}^k w_i^2 n_i}{n} \right]$

4 예 제

4.1 계수치보단 계량치 선택

현금자동인출기의 이상적인 기능은 원하는 만큼의 금액이 나오게 하는 시스템이다. 측정할 특성치

로 불량율을 정하게 되면, 불량률이 날때까지 측정해야 하는데, 현금자동인출기의 불량율은 매우 낮기 때문에, 실험을 할 수 없다. 이런 경우엔 기계적인 시스템의 기본 지식에서 출발하여, 로울러의 스피드가 정상적이면 불량률을 없다고 기술적으로 증명되면, 로울러 스피드를 측정하면 된다. 이런 경우엔 실험이 가능하고, 재현성도 높아질 수 있다.

4.2 동특성의 SN비 선택

차 핸들의 조정성이란 자동차의 속도와 진행방향을 운전자의 의도대로 조정할 수 있는 기능이다. 일본 이스즈 자동차에서 트럭의 스티어링 방식과 아커만 방식간 어느 것이 더 안전한가를 알아 보고자 하였다. 또 이에 따른 앞부분의 스프링의 정도를 알고자 하였다. 실험을 위하여 차의 속도는 어느 정도 조정 가능하다고 보았다. 차를 운전하는 데는 제어 가능하지 않는 인자로 선회방향, 노면 상태, 짐 실은 위치, 타이어 종류, 전륜 타이어의 공기압 등을 잡음인자로 잡았다. 모든 경우에 실험을 할 수 없어, 트럭 2대를 만들어 한대는 스티어링 방식으로 다른 한대는 아커만 방식으로 만들어 실험했다. 이때 관련된 인자들은 아래 <표 3>과 같다.

<표 3> 인자분류

인자구분	기호	영향을 주는 인자	수준수
제어인자	A	앞부분 스프링 강도	3수준
	B	조정성방식	2수준
	C	차의 속도	3수준
신호인자	M	조타각	3수준
	K	선회방향	3수준
잡음인자	L	노면 상태	3수준
	N	적하의 위치	3수준
	P	타이어 종류	3수준
	Q	전륜타이어 공기압	3수준

이때 측정치는 동특성 SN비로 계산한다.

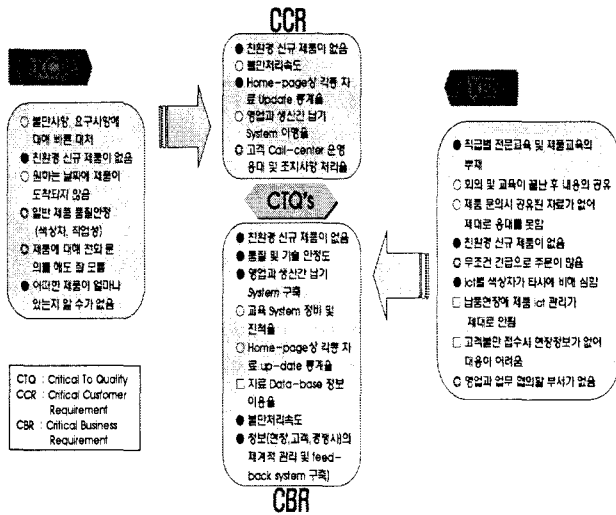
4.3 식스 시그마에서 CTQ 계산

어느 기업에서 식스 시그마 프로젝트로 선정된 설명서 작성이 있었다(그림 2). 설명서 작성의 측정에 대하여 고민하던 중, 보고서의 완성 점수를 전문가들에게 설문조사 형태로 점수를 받는 것으로 측정하였다. 전문가들이 각자가 보고서를 읽어보고 (전체 내용의 포함여부, 문장의 용이성, 문장 내용의

구체성 등)을 체크 포인트로 하고, 5점 만점에 각자 준 점수로 측정하였다. 사무 간접부서의 식스 시그마 프로젝트에선 측정이 어려운 경우가 많다. 이러한 경우에 많이 사용되는 방법이다.

서비스 관련된 식스 시그마 프로젝트의 성공 여부는 측정에 달려있다. 객관적으로 측정할 방법이 없을 때는 관련자들의 의견으로 측정을 대신하는 경우가 많다. 이 경우엔 관련자들이 전문성에 근거한 성실한 답변이 측정치 신뢰에 중요한 요소이다.

Society Quality Management, Vol. 29, No 4, pp82-91
 [5] Ree, Sangbok(2003), Introduce to Taguchi Method, Sangjosa, Korea



[그림 2] CTQ 선정

5 결론

다구찌 기법의 핵심인 SN비는 식스 시그마 개선 기법으로 보면 CTQ 해석과 같다.

품질 개선의 핵심은 보이지 않은 사실을 보이게만드는 새로운 지표를 만드는 데 있다. 새로운 지표 만드는 방법은 문제에 따라 다르게 표현된다.

품질 문제를 해결하는 비법은 문제를 표현할 수 있는 CTQ 창안에 있다.

참고 문헌

[1] American Supplier Institute(2000), *Robust Design Using Taguchi Methods Workshop Manual ver 3*, Addison-Wesley
 [2] Fowlkeas, W.Y. & C.M. Creveling(2000), *Engineering Methods for Robust Product Design*, Addison-Wesley
 [3] Japanese Standard Institute(日本規格協會 1992), Taguchi series(korean translated), Korea Standard Associated, Seoul
 [4] Ree, Sangbok(2001), A Comparative analysis of three Signal-to-Noise ratios of dynamic characteristics parameter design, Journal of Korea