

제 7 장

TQM 및 6σ 경영전략

- 
1. 품질에 대한 인식 및 기업환경 변화 / 7-02
 2. 품질경영의 제창배경 및 필요성 / 7-04
 3. 전사종합 품질경영(TQM) / 7-06
 4. 기업환경변화에 따른 품질경영면의 대처 / 7-08
 5. 6시그마 경영 전략 / 7-08
 6. 기출문제 및 착안점 / 7-22
-

1. 품질에 대한 인식 및 기업환경 변화

1.1 품질에 대한 인식의 변화

(1) product-out시대에서 market-in시대로의 변화

- * 지난 1960년대까지는 물자부족시대로서 매출이 곧 이익으로 연결되는 기업중심, 생산자지향성이 강한 제품을 생산했는데, 이것을 “product-out의 시대”라고 함.
- * 이어 1970년대의 물자과잉시대를 맞이하여 소비자가 바라고 만족하게 여기는 제품이 무엇인가를 탐구하여 그것의 개발을 위해 노력하는 “market-in의 시대”로의 변화가 불가피한 소비자지향성의 활동이 강화되어져 왔음.

(2) 생산자중시 품질관리에서 소비자중시 품질보증으로의 변화

- * 품질관리는 어떻게 하면 불량품의 수를 줄일 수 있을까를 목적으로 한 생산자중심의 활동으로서, 부적합품을 줄이는 것은 양품의 비율을 높여서 기업의 이익을 증가시키는 것임. 이것은 기업에 있어서는 바람직한 일이고 소비자에게도 호응을 얻었음.
- * 그러나 생산자는 품질관리의 관념 대신 market-in시대를 맞아 품질보증의 사고로 변환되어야만 하고, 더 나아가서는 이것이 마케팅의 기본이 되어야 하는 사고가 중시됨.

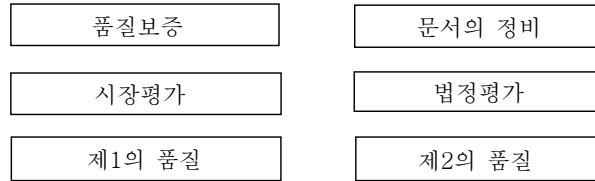
(3) Consumerism(소비자주의)의 대두

- * 1970년대에 들어와서는 소비자로서만 아니라 생활인으로서의 입장에서 보다 안전하고 편리한 제품을 요구하는 “consumerism(소비자주의)”이 대두됨.
- * consumerism의 대두에 대응하여 기업은 보다 더 안전한 제품을 만드는 것 뿐만 아니라, 자동차의 배기가스의 규제에서 볼 수 있는 바와 같이 제3자의 사회환경에 까지 영향을 고려하면서 제품의 개발에 더 한층 노력을 기울이지 않으면 안되게 되었음.

(4) 제품책임(PL)과 제2의 품질 대두

- * 최근에 제품의 결함으로 인하여 소비자의 신체나 재산에 손해를 입힌 소송사건에서 생산자가 재판에 패소해 배상책임을 추궁당한다고 하는 PL(product liability ; 제품책임)의 문제가 우리나라에도 2002년 제품책임(PL)법이 제정되어 시행되고 있음.
- * PL법은 제품의 결함을 문제삼는 법률이며, 물건의 결함을 문제삼아 책임을 추궁하는 법률인 점에서 종래의 생산자의 인적과실을 따지는 법률과는 상당히 다른 성격임. 즉, 과실책임에서 결함책임으로 전환된 것임.
- * 인적책임을 넘어선 상품책임 중에는 소비자가 다소 잘못 사용한 것에 대한 손해에 대해서도 제조자는 소비자가 잘못 사용을 하지 않도록 취급설명서나 경고라벨을 부착하지 않을 때 책임을 지게 되는 것도 포함됨.
미국에서는 이런 사용부주의를 없애도록 하는 설명서, 경고서 등을 “제2의 품질”이라고 부름(그림 7.1 참조).
이 제2의 품질을 “법정에서의 평가품질”이라고도 하며, PL법상의 소송이 생겼을 때 유리한 근거자료가 됨.

- * 결함이 있는 제품이 나오지 않게 예방하기 위해서 기업으로서는 당연한 노력을 해 왔으나 앞으로 더욱 그것의 중요성을 인식하고 경영자의 확고한 리더십 아래 철저한 제품책임예방(Product Liability Prevention ; PLP)의 활동이 전개되지 않으면 안됨.



[그림 7.1] PL법과 제2의 품질

(5) 안전보건관리시스템의 규격 제정

- * 안전보건관리시스템 규격 OHSMS(Occupational Health & Safety Management System)은 K-OHSMS 18001 및 OHSAS 18001이 있었으며, 직장 안전보건 경영시스템으로 작업 현장에서 발생가능한 재해 및 사고의 위험성을 체계적인 활동을 통하여 관리·예방하고 지속적 개선을 통하여 인적 재해 및 재산적 피해를 예방하기 위해 지켜야 할 최소한의 요구사항을 정한 규격임.
- * 현재 국내에 도입·적용되고 있는 K-OHSMS 18001은 영국을 중심으로 한 표준기관들이 공동으로 제정한 OHSAS 18001 규격을 KAB(한국인정원)가 국내 산업에 적용할 수 있도록 제정한 안전보건경영시스템으로서, 최근에 OHSAS 18001은 ISO 45001:2018(안전보건경영시스템)으로 새롭게 제정되어 시행되고 있으며, 21세기 들어 안전보건이 한층 강화될 것임.

(6) 환경문제에의 대처

- * 제품의 설계로부터 제조, 유통, 사용, 폐기에 이르는 전 라이프사이클을 통하여 지구환경을 포함한 전체 환경문제를 생각하면서 생산활동을 하는 것을 기업은 스스로 지켜 나가야 함. 이에 따라 생산자는 환경관리계획을 작성하고 이에 대한 내외부 감사를 거친 후 계획에 맞추어 실행하고 있음을 증명하여야 할 의무가 있음.
- * 개개의 상품에는 환경배려의 증거를 명기함으로써 약간의 cost부담을 시킬 수도 있으나 소비자의 호응을 얻을 수 있음.

1.2 기업 경영환경의 변화

- * 산업이 급속도로 발전하고 복잡화되어 감에 따라 품질경영 사고도 재인식되게 되었는데, 기업환경변화의 몇 가지 측면을 들면 다음과 같음.

(1) 불확실성 시대

- * 미국 하버드대 Galbraith 교수는 “앞으로의 국가경제, 사회 및 기업경영의 동향이 예상하지 못한 여건변화에 따라 현재의 risk와 미래에 대한 crisis의 대두가 예상되어 이에 따른 관리가 요구되고, 이에 부응한 기법이 절대적으로 필요하게 되었다”고 지적한 바 있음.

- * 이는 현대 및 미래의 산업 발전속도가 빠르게 이루어져 “격동의 시대”가 전개된다는 것을 의미함.

(2) 품질신시대

- * 일본의 미즈노시게루 박사에 의하면 “현대는 산업구조의 변화로 기초산업에서 첨단산업으로, mass production에서 high technology로, product-out사고에서 market-in사고로 품질의 중요성에 대해 재인식이 요구되고 있다.”고 말하였음.
- * 또한 “앞으로는 재발방지라는 용어를 사용하지 못하게, 즉 제품불량의 요인은 process에서 사전관리가 되도록 품질관리 system의 구축이 필요하고, ‘사용적합성’이라는 품질의 실무가 ‘종합적합성’으로의 기능이 필요하게 되었음. 이에 따라 품질보증 system, 기능의 고도화·다양화, 신제품개발, 원가절감, 성력화 등에 의해 고품질, 저원가로 소비자의 needs에 맞는 seeds를 수렴화하여야 한다.”고 제시하였음.

2. 품질경영의 제창배경 및 필요성

2.1 품질경영의 제창배경

- * 이제 기업에서 생산된 상품의 품질에 대한 user의 요구도 더욱 다양화되고 개성화되었을 뿐만 아니라 품질의 수준도 고도화되어 졌음.
이와 같은 품질에 대한 user의 요구가 달라짐에 따라서 종전의 생산자 위주의 품질관리는 사용자 위주의 품질관리로 바뀌어 졌음.
- * 종래의 생산자 중심의 전통적인 품질관리는 최근에 와서 품질방침의 설정과 그것의 관리가 강조되는 “품질경영”으로 바뀌어 졌음.
- * 국제규격의 하나인 ISO 9000(품질경영시스템-기본사항 및 용어)에 의하면 품질경영(Quality Management ; QM)이란 “품질방침(quality policy)을 설정하고 실행하는 전반적인 경영기능이다.”라고 정의하고 있음. 그리고 “품질경영에는 품질계획, 운영, 평가와 같은 조직적 품질활동과 전략수립, 자원의 배분 등이 포함된다.”고 기술되어 있음.
- * 품질경영에 있어서는 품질방침의 설정과 그것을 중심으로 하는 관리가 강조되고 있음.

2.2 TQC에서 TQM으로의 전환 필요성

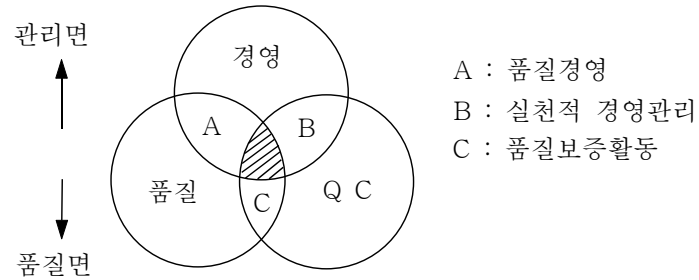
(1) TQM의 중요성이 요구되는 이유

- * 현재의 치열한 국내외 경쟁 하에서 전사종합품질경영(TQM ; Total Quality Management) 활동의 중요성이 절실히 요구된 이유는 다음과 같음.
 - ① 수출주도형 경제정책을 추구하여 온 우리나라는 1990년대 들어 무한경쟁시대의 도래로 인하여 수출이 어려워지고 있으며, 이를 극복하기 위해서는 수출상품의 품질향상과 원가절감을 통하여 수출상품의 경쟁력을 확보하여야 하기 때문임.
 - ② 국내에서도 국민의 품질의식이 높아지고 우수한 품질의 제품을 생산하는 기업만이 존속할 수 있다는 풍토가 차츰 조성됨에 따라서, 기업의 전사종합 품질경영 인식이 어느 때 보다도 높아지고 있기 때문임.

3. 전사종합 품질경영(TQM) 1976

3.1 품질경영의 개념

- * 일본의 미즈노시게루 박사는 기업경영, 공업제품의 품질과 품질관리의 관계를 [그림 7.2]와 같이 제시했음.
- * [그림 7.2]에서 B, C와 A의 일부를 포함한 QC의 원의 전체가 일본식 TQC로 제시함.



[그림 7.2] 품질관리의 두 가지 방향

3.1.1 품질보증

- * 품질경영의 가장 중요한 활동 중의 하나는 공업제품의 품질을 소비자나 대외에 보증하기 위한 활동으로서 돈이 들더라도 반드시 해야 하는 이러한 활동을 품질보증(QA)이라고 함.
- * 품질보증은 올바른 설계·제조를 함은 물론이고, 사용자에게 품질을 보증할 것, 올바르게 사용할 수 있도록 사용방법을 알려 줄 것(사용설명서) 등도 포함됨.
- 이것이 [그림 7.2]의 아래쪽 C부분을 가리키는 부분임.

3.1.2 실천적 경영관리

- * 일본식 TQC에서는 공업제품의 품질에 직접 관계는 없지만 기업경영에 직접 기여하는 활동이 이루어지고 있음.
- [그림 7.2]의 위의 원은 기업경영 그 자체를 나타내는데, 기업경영에 QC가 직접 도움이 되는 면이 [그림 7.2]의 B로서, “실천적 경영관리”라고 하였음.
- * 미즈노시게루 박사는 “경영에는 경영의 이념, 경영철학이 필요할 것이고, QC이외의 TPM, VE 등의 관리기술도 효과적이다. 그러나 일반적으로 “경영관리”라고 하는 것이 추상적인 데에 비해 QC는 극히 구체적이며, 또 중점적인 활동이므로 기업경영에 직접 QC가 도움이 되는 면인 B도 결코 좁은 것은 아니다. 이 B는 “실천적 경영관리”라고 해야 할 것이다.”라고 제시했음.
- * “실천적 경영관리 측면에서 TQC를 실시하고 있는 기업에서 특히 힘을 들여 추진되고 있는 것이 ‘방침관리’와 ‘기능별관리’이다. 방침관리, 기능별관리의 활동효과는 커서, 이것이 일본식 TQC(전사종합 품질관리)의 특징이라고 해도 된다.”라고 하였음.

3.1.3 품질경영

- * 앞에서 본 [그림 7.2]의 위쪽과 좌측의 2개의 원이 겹쳐지는 곳인 A는 경영속에서 품질이 차지하는 범위로서 이것이 요즈음 흔히 쓰는 “품질경영”에 해당되는 분야로 봄.
- * 종래 경영이라고 하면 이익을 올리는 일만이 목적이어서 모든 활동이 이익만을 목표로 추진되고 있었음. 그러나 여기에는 한계가 있어서, “발상의 전환”을 하여 품질, 즉 유저의 이익을 우선시키는 것이 결국 자기 회사의 이익증대에 기여하게 됨. 이것이 품질을 중시하는 경영이며 “품질경영”이라고 봄.
- * 여기서 “품질”이라고 한 것은, 메이커의 경우는 “공업제품의 품질”이며, 건설업의 경우는 “건설물의 품질”이 됨. 또 은행이나 슈퍼마켓 등 서비스업인 경우에는 형태가 없는 제품인 “서비스의 질”이 됨.
- * 이러한 서비스에 대해서도 유저가 있으며, “다음 공정은 고객”이라고 하는 것은 이 때문임. 유저의 요구에 적합한 제품을 만드는 것, 유저에게 메리트를 줄 수 있는, 품질이 좋은 서비스를 위해서는 공업제품의 품질확보와 똑같은 서비스활동이 필요함. 이것도 QC인 것은 당연함.

3.2 향후의 TQM의 추진방향 1993

3.2.1 앞으로의 QM의 사고방식 2007

- * 국제화시대, 무한경쟁시대를 맞이하여 QM에 대한 사고방식의 중점도 변화해 가고 있으며, 그 요점은 다음 8가지 항목이 됨.
 - ① 다차원적 평가를 함. ② “재발방지”라는 말은 허용되지 않고, “사전관리”를 함.
 - ③ 예견함.
 - ④ 경쟁력 제고에 이바지하는 생산성제고, 영업활성화, 연구·개발강화, 그리고 전사적 원가 절감에 매진함.
 - ⑤ “양호한 상태”를 명확히 함. ⑥ 진정한 중점지향을 추구함.
 - ⑦ 시스템적으로 추진함. ⑧ 적극적으로 바꿈.

3.2.2 문제해결을 위한 QM적 어프로치

- * 품질경영(QM)이란 효율적 문제해결을 위한 종합적인 실천활동으로 볼 수 있음.
- * 문제해결력이란 다음 사항들을 키워 나가는 것임.
 - ① 문제의 인자(씨)를 포착하기 위해 “data를 모으는 힘”
 - ② 문제를 인식하고 문제해결을 위해 해석을 하는 “요인 발견력”, 즉 “해석력”
 - ③ 요인을 제거하기 위해 “idea를 창출하는 힘”
 - ④ idea 실현을 위해 어떤 일을 어떻게 하지 않으면 안되는가를 결정하는 “기획력”
 - ⑤ idea를 실현하기 위해 현상을 타겟으로 해서 “개선해 가는 힘”
 - ⑥ 현장개선을 위해 자기의 기획과 행동반경 안에 다른 사람들을 끌어 들여 협력하게 하기 위해 필요한 “설득력, 지도력”

4. 기업환경변화에 따른 품질경영면의 대처 1993

- * 품질에 대한 인식의 변화와 기업환경의 변화에 대해서는 앞에서 살펴 보았음.
- * 이에 대한 기업의 대응으로서 신제품의 일발양품 생산, 다품중소량 생산, 플렉시블 생산, 재고제로 생산, 리드타임 단축, 품질지상주의, 생산성 향상, 코스트 다운, 4S경영(종업원만족, 고객만족, 사회만족, 지구환경만족) 등 다양한 활동을 지향하고 있음.
- * 또한 기업환경변화에 따른 대처방안인 경영혁신 활동으로서 TQM, CE(동시공학), CIM, JIT, TPM, IE, VE, TOC, 6시그마, TRIZ, ISO인증, 리엔지니어링 등을 도입·추진하고 있음.
- * 이러한 기업환경변화에 슬기롭게 대처하기 위한 우리나라 기업의 품질경영면의 대책으로서는 <표 7.1>과 같이 요약해 제시해 볼 수 있음.

<표 7.1> 기업환경변화와 품질경영면의 대책

기업환경	특징	품질경영측면의 대책
살아 남기 위한 코스트삭감에 당면	고품질, 저가격, 코스트의 삭감화 등이 요청됨 인적·물적 낭비의 철저배제	① 생산효율화와 대폭적인 코스트다운 ② 개선활동활성화로 낭비배제 ③ 경영합리화로 원가부담 해소
소비자의 엄격한 품질 요구 직면	결함제로화 요구	부적합이 없는 제조공정 조건의 설정과 부적합을 내지 않는 조건 관리
니즈의 다양화, 단납기화	다품중소량 생산체제 필요	① 준비·교체시간의 극소화 ② 일발양품, ③ 재고제로 생산
어려운 인적환경 (인재확보 곤란)	3차산업 지향, 근로시간 단축, 고령화, 고학력화 현상	자동화, 성인화(省人化), 무인운전화(휴식시간, 야간 등)
상대적으로 낙후된 생산성	높은 임금에 비해 상대적으로 낮은 노동생산성을 보임.	공장측면에서의 생산효율화 저해 16대 로스의 제거
판매경쟁의 격화	무한경쟁시대, A/S의 체계화	Sales Point의 차별화, 마케팅기법의 연구 및 적용
고가치(고품질 및 저가격) 요구	가격파괴 현상, 과당경쟁 현상, PL법에의 대처 필요	연구·개발로 품질혁신 상품개발
무한경쟁시대 도래	WTO시대 출범, UR협상 타결, 대륙별 신경제블럭 설정	① 품질로써 승부하는 “양에서 질로 전환” ② 경쟁력제고로의 경영혁신활동의 전개

5. 6시그마 경영 전략 2000 등 총2회

5.1 6시그마의 기초 개념

5.1.1 6시그마의 역사

- ① 1981년에 미국 모토롤라(Motorola)사의 획기적인 품질혁신운동의 계기로서, 마이클 해리(Mikel J. Harry) 등에 의해 1987년에 창안된 6시그마는 특히 GE사에 의해 그 꽃을 피우게 됨. GE사의 잭 윌치 회장은 6시그마활동을 회사의 전 분야로 확산 실시하여, 놀랄만한 효과를 거두게 되었음.

- ② 마이클 해리 등은 현장 데이터를 분석하는 과정에서 문제를 유발한 프로세스 자체에서 문제의 근원을 찾아 제거해야 한다는 중대한 사실을 알게 되었음.
- 이는 개선의 초점을 프로세스에 두게 되는 계기가 되었고, 6시그마의 기본개념 중의 하나인 과학적 관리와 프로세스적인 사고의 출발점이 된 것임.

5.1.2 6시그마의 정의

- ① 그리스문자 σ (시그마)는 통계학에서 “표준편차”를 나타내는 기호로서, 제품생산공정에서 제품 품질의 목표치를 표시하는 품질특성값의 산포도를 나타내며, σ 가 클수록 제품의 산포(散布)가 심하여 낮은 품질수준을 의미함.
- ② 기업이나 혹은 Process의 품질수준을 나타내는 지표.
- ③ Process에서 문제점을 해결하고 고객만족을 이룩하는 활동 및 그 방법.
- ④ 경영혁신 방법으로서의 기업전략.

5.1.3 6시그마의 필요성

- ① 대부분의 전문가들은 지금까지 품질관리를 통하여 부적합품률 감소를 위한 노력은 했지만 수치화를 통한 구체적인 목표설정에는 미흡했다는데 의견을 같이 하고 있음.
- ② 6시그마는 생산현장은 물론 판매와 구매, 관리, 회계 등 기업경영의 모든 부문에서 일어나는 문제를 통계적 방법으로 접근하고, 효율을 극대화할 수 있는 방안을 "매뉴얼화" 함으로써, 최고의 이익, 최대의 효율을 낼 수 있는 “최적조건”을 찾아 주는 경영기법임.
- ③ 6시그마를 도입한 기업의 경영목표는 “세계 최고”임. 단순히 기업 이익의 증대보다는 고객만족이 최우선 목표가 됨.

5.1.4 CTQ (Critical to Quality) 2009

(1) 정의

- ① Critical to Quality의 약자
- ② 제품이나 서비스의 품질특성 중 고객이 가장 중요하게 생각하는 특성

<표 7.2> CTQ의 예

유형	고객	CTQ
제품	수요자	적시납기, 좋은 품질, A/S, 가격, 디자인 등
서비스	수요자	예의바름, 정확성, 쉬움, 단순성, 적기지원
생산작업	내부수요자/관리자	높은 생산성, 좋은 품질, 안전, 정직성
관리작업	수요자/관리자	생산성, 좋은 품질, 안전, 정직성, 적기지원, 효율관리

(2) 선정기준

- ① 상위자의 관리방침과 일치해야 함. : 조직을 생각하고, 조직의 가장 필요한 부분을 고려하여 개선하는 방향일 때 시너지 효과가 창출됨.
- ② 다수가 공감하는 사안이어야 함.

- ③ 계량화, 계수화될 수 있는 지표를 가져야 함. : CTQ는 계량치나 계수치로 측정가능할 것.
 - ④ 분명한 측정방법이 있고, 주기적으로 모니터링될 수 있어야 함.
 - ⑤ 효과를 금액적으로 측정할 수 있어야 함.
- * CTQ 개선에 따른 금액적 수치로의 재무효과를 타당성있게 설명할 수 있어야 함.

(3) 선정방법

- ① 외부·내부 고객의 요구분석에 의하여 CTQ를 선정하는 방법에는 QFD(품질기능전개), Kano분석 등이 활용됨.
- ② 경영목표 달성을 위한 내부의 CTQ를 선정하는 방법에는 “목표전개 툴”이 활용됨.

5.1.5 6시그마 척도

(1) DPU, DPO 및 DPMO (계수형 데이터의 공정성능) 2021 등 총2회

* 6시그마에서 사용되는 척도들 중 DPU와 DPO, DPMO는 결점수를 기초로 산출됨.

- ① DPU(Defects per Unit) : 단위당 결점수
- ② DPO(Defects per Opportunity) : 기회당 결점수
- ③ DPMO (Defects per Million Opportunities) : 백만 기회당 결점수

등을 나타내며, 기업 내 혹은 기업 간의 벤치마킹 수단으로 활용되는 지표임.

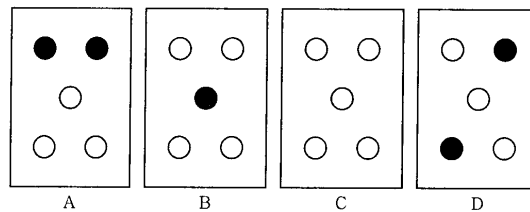
* 여기서 기회(Opportunity)는 결함이 발생할 가능성이 있는 검사 혹은 시험 대상 모두를 의미하며, 특성·부품·구성품 등 제품의 어느 계층에서도 존재할 수 있음.

* DPU와 DPO, DPMO는 다음과 같은 식으로 산출됨.

$$DPU = \frac{\text{총 결 점수}}{\text{총 생 산단 위수}}, DPO = \frac{\text{총 결 점수}}{\text{총 결 점기회수}}, DPMO = \frac{\text{총 결 점수}}{\text{총 결 점발생기회수}} \times 1,000,000$$

* 산출 사례로서, 어떤 제품은 [그림 7.3]과 같이 제품당 5개의 Hole을 뚫어야 함.

여기서 검정색부분은 Hole이 잘 뚫리지 않은 경우, 즉 결점이라면(단, 생산된 제품의 수는 [그림 7.3]과 같이 총 4개이다.),



[그림 7.3] 드릴링 가공의 예

$$DPU = \frac{2+1+0+2}{4} = 1.25 \quad DPO = \frac{2+1+0+2}{5 \times 4} = 0.25$$

$$DPMO = \frac{(2+1+0+2)}{5 \times 4} \times 1,000,000 = 250,000$$

* 보통 6시그마 수준을 말할 때에는 부적합수준이 3.4ppm이라고 말하는데, "품질수준이 3.4 DPMO 수준이다."라고 말하는 것이 더 적합한 표현이 될 수 있음.

* DPU의 활용과 관련하여, 단위 프로세스의 DPU를 알고 있는 경우 프로세스의 FTY(First Time Yield, 초기수율)가 예측가능함.

$$FTY = e^{-DPU}$$

$$P(d) = 1 - FTY \quad (\text{여기서, } P(d) = \text{부적합품률})$$

* DPMO를 알고 있다면 공정의 성능을 Z value 및 시그마 수준으로 표현이 가능함(후술됨).

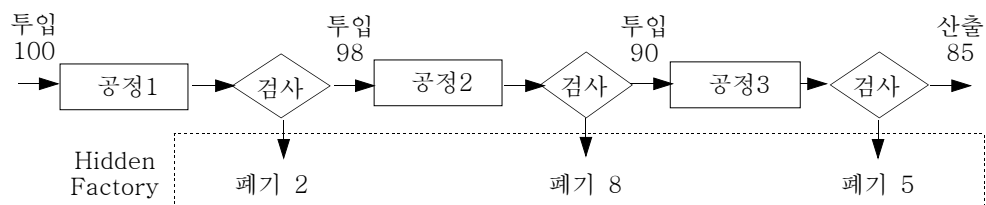
(2) 수율 (yield) 2011 등 총3회

(가) 정의

종류	정의	산출공식
FTY	First Time Yield (초기수율) 단위공정에서 하나의 부적합도 없이 프로세스나 작업을 통과하는 비율	$FTY = \frac{\text{총 양품 수량}}{\text{총 투입수량}}$
RTY	Rolled Throughout Yield (누적수율) 여러 단계의 공정에서 수리, 재작업, 폐기하지 않고 최종 양품이 될 확률	$RTY = FTY_1 \times FTY_2 \times \cdots \times FTY_n$
Ynm	Normalized Yield (공정평균수율) 프로세스의 성능을 표현하는 지표로 활용 (σ 수준으로 표현할 때 사용)	$Y_{nm} = RTY^{\frac{1}{\text{Process}}}$ 단, Process : RTY 산출을 위한 공정수

(나) 활용

* 단위 공정 3개로 구성되어 있는 조립라인의 공정능력을 파악하고자 함(그림 7.4).



[그림 7.4] 조립 라인의 구성

<표 7.3> 공정성능 분석표

공정	투입	산출	FTY	RTY	Ynm	Z value	σ Level
공정1	100	98	98%			2.05	3.55
공정2	98	90	91.8%			1.39	2.89
공정3	90	85	94.4%			1.59	3.09
RTY				85%		1.04	2.54
Ynm					94.7%	1.62	3.12

개선의 지표로 활용(0.98×0.92×0.94)

공정 평균수율 (85%)^{1/3}

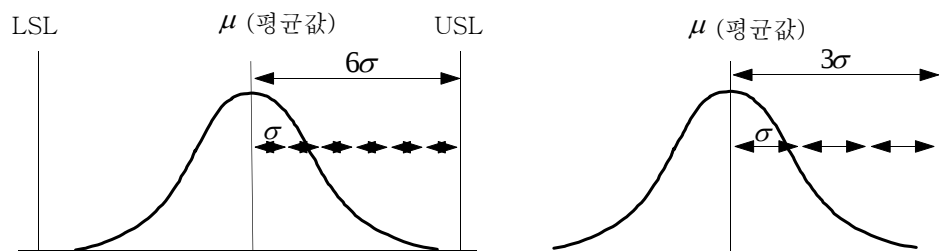
상기 프로세스의 시그마 수준으로 표현한 지표

(3) COPQ (Cost of Poor Quality ; 저품질비용) 2018 등 총3회

- * 저품질비용(COPQ)은 모든 활동이 결함이나 문제없이 수행된다면 사라지게 되는 비용이며, 주로 고질적이고 만성적인 불량으로부터 초래됨.
- * 저품질비용(COPQ)은 품질비용 중 평가·검사비용(appraisal/inspection costs), 내부실패비용(internal failure costs), 외부실패비용(external failure costs)에 해당되는 비용임.
- * COPQ는 6시그마 추진시 다음과 같은 경우에 사용될 수 있음.
 - ① 해결 프로젝트의 우선순위를 정할 때 , ② Vital few X(핵심요인)를 선정 및 개선
 - ③ 프로젝트의 효과를 평가할 때, ④ COPQ 절감을 비교·분석할 때

5.1.6 Z value, Z bench, σ 수준 2015 등 총4회**(1) Z Value****(가) 정의**

- * Z value는 "어느 특성의 평균으로부터 규격까지 몇 개의 표준편차가 할당되는지를 표현하는 프로세스의 성능지표"를 말함.



[그림 7.5] Z value 산출 개념도
Z=6 Process Z=3 Process

(나) 산출식

$$Z = \frac{USL - \bar{X}}{\sigma}$$

여기서, $\bar{X}$: 측정한 데이터의 산술평균, σ : 표준편차, USL : 상한규격

(다) 활용

- ① 다양한 프로세스 능력들에 대해서 동일한 척도로써 비교가 가능함
- ② Z value에 의거 프로세스 성능에 대하여 판단 가능함

<표 7.4> Z value와 부적합품률 p(d)의 관계

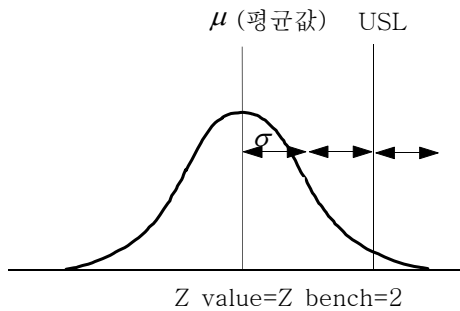
 High Process Performance	Z value	부적합품률 p(d)
	6	3.4 ppm
	5	233 ppm
	4	6,210 ppm
	3	66,807 ppm
	2	308,537 ppm

(2) Z bench 2014

(가) 정의

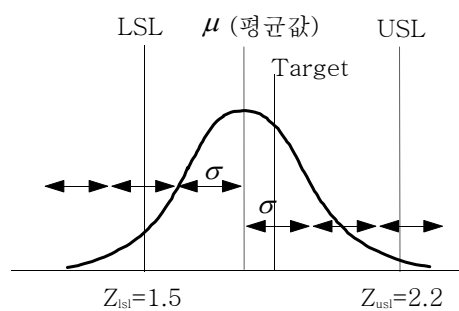
* Z value는 한쪽 규격만이 있을 때에는 간단하게 계산되나, 양쪽 규격이 있을 때는 양쪽으로 벗어날 확률을 고려하여 산출한 Z값을 Z bench라고 함.

1) 한쪽 규격(예, USL)만 있을 경우



* 한쪽 규격만 있을 경우 Z value와 Z bench 값은 동일함

2) 양쪽 규격이 있을 경우



* 양쪽 규격이 있을 경우 두 개의 Z value 즉 Z_{LSL} 과 Z_{USL} 값이 나타남
* 하나의 지표로 표현하기 위한 방안으로 Z bench가 사용됨

[그림 7.6] Z bench 산출 개념도

(나) 양쪽규격이 있을 때 Z bench 산출방법

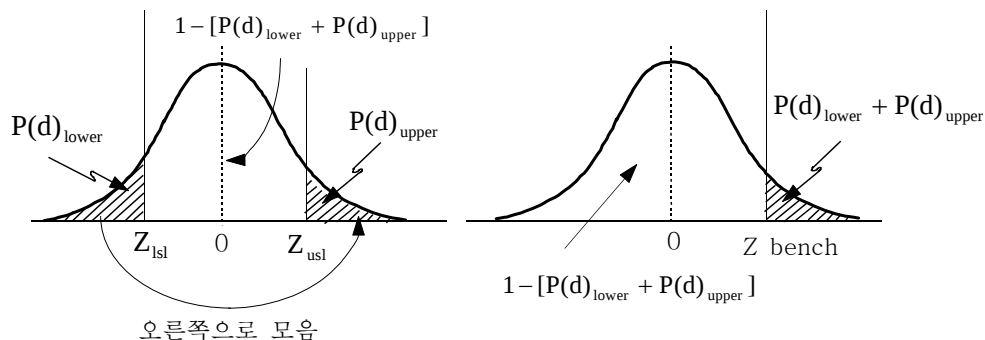
① $P(d)$ 를 한쪽으로 모음.

$P(d)_{lower}$ 를 $P(d)_{upper}$ 로 또는 $P(d)_{upper}$ 를 $P(d)_{lower}$ 로 모음.

② 부적합 확률이 $P(d)_{lower} + P(d)_{upper}$ 인 경우의 Z값을 Z bench라고 함.

현재 품질수준 및 시그마 수준은 Z bench를 활용하여 산출될 수 있음.

$P(d)$ 를 활용하여 Z값을 산출하기 위해서는 표준정규분포표 또는 Minitab 등의 통계패키지를 활용하도록 함.



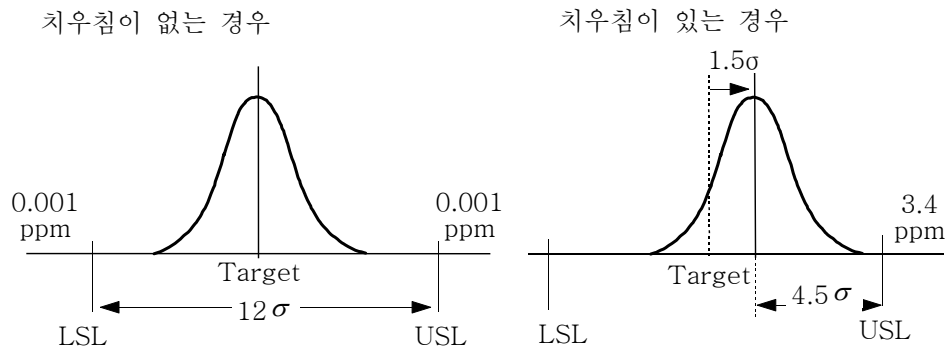
[그림 7.7] Z bench 산출방법

(3) 6시그마 수준 2020 등 총2회

(가) 정의

- ① Z value와 마찬가지로 프로세스 성능에 대한 지표가 됨.
- ② 생산현장에서 발생하는 어쩔 수 없는 변동을 반영하여 표현한 프로세스 수준을 나타냄.

(나) 산출식



$$\text{시그마 수준(Sigma level)} = Z_{\text{bench}} + 1.5$$

[그림 7.8] 시그마수준 산출 개념도

(다) 6σ 품질수준 2020

- * 6σ 품질수준은 공정의 평균이 Target(목표치)와 일치할 경우(치우침이 없는 경우) 규격 양쪽으로 벗어날 예상 부적합품률은 0.002ppm(2ppb)의 품질수준이나, 공정 평균은 우리가 알지 못하는 우연원인에 의한 변동으로 인해 Target를 기준으로 조금씩 변동됨. 경험적으로 이러한 $\pm 1.5\sigma$ 만큼의 변동을 고려하여 6시그마 품질수준을 정의함.

- * 6σ 품질수준은 공정평균이 규격의 중심으로부터 1.5σ 만큼 치우쳐 있을 때 규격을 벗어나는 부적합의 비율이 3.4ppm(100만개당 3.4개)이 되는 수준을 말함.

- * 6σ 품질수준은 분포에 치우침이 없을 경우 공정능력지수 $C_P = \frac{S_U - S_L}{6\sigma} = \frac{12\sigma}{6\sigma} = 2$ 로서,

규격하한에서 규격상한까지의 거리가 표준편차의 12배가 되는 경우, 즉 $S_U - S_L = 12\sigma$ 일 때임. 한편, 분포가 어느 한쪽으로 1.5σ 만큼 치우침이 있을 때를 가정한 경우에 치우침도

는 $K = \frac{|M - \bar{x}|}{T/2} = \frac{1.5\sigma}{6\sigma} = 0.25$ 이므로, 치우침도를 고려한 공정능력지수 $C_{PK} = (1 - K)C_P =$

$(1 - 0.25) \times 2 = 1.5$ 가 되고, $C_{PK} = 1.5$ 일 때는 분포가 치우친 쪽의 규격한계를 벗어나는 부적합품률은 3.4ppm($\pm 1.5\sigma$ 의 치우침을 고려했을 때)이 된다는 것으로 알려짐.

(라) 활용

- * 시그마수준은 동일한 척도로서 프로세스성능에 대해 상호 비교가 가능함.

<표 7.5> Z bench, σ Level, 부적합품률 p(d)의 관계

 High Process Performance	Z bench	σ Level	부적합품률 p(d)
	4.5	6	3.4 ppm
	3.5	5	233 ppm
	2.5	4	6,210 ppm
	1.5	3	66,807 ppm
	0.5	2	308,537 ppm

5.1.7 시그마 수준과 DPMO, 매출액 대비 품질비용

시그마 수준	DPMO	매출액 대비 품질비용
6시그마	3.4	매출액의 1%이하(초일류)
5시그마	233	매출액의 5~15%
4시그마	6,210	매출액의 15~25%(산업평균)
3시그마	66,807	매출액의 25~40%
2시그마	308,537	경쟁력이 없는 회사

* 참조 : DPMO에 의한 시그마수준 파악은 “6시그마 변환표”를 사용하여 구함.

5.2 6시그마 경영 추진

5.2.1 6시그마 경영 추진경과 사례

- ① 6시그마 운동은 1987년 미국 모토롤라사가 제창한 새로운 품질혁신운동으로 100만개의 제품 중 3.4개 이하의 부적합품률을 목표로 추진.
- ② 6시그마 경영은 고객만족을 달성하기 위해 기업의 모든 분야에서 혁신적인 개선활동을 수행하게 하는 새로운 경영기법.
- ③ 제조공정은 물론이고 제품의 설계, 자재관리(구입) 뿐만 아니라 간접부문인 판매, 영업, 회계, 마케팅, A/S 등의 모든 Process에서 비효율적인 면을 최대한 제거하고, 최고의 품질수준을 유지시켜 고객만족을 달성코자 하는 경영전략.
- ④ 제조업 뿐만 아니라 비제조업(금융, 서비스산업), 대기업, 중소기업의 모든 업무 Process에 적용되는 기법.

5.2.2 6시그마 경영의 이해

- ① 과거는 생산자가 공급하는 제품의 품질수준에 소비자가 맞추어 구매하는 경향이었으나, 현재는 무한경쟁 시대로서 고객이 만족하는 상품만이 경쟁력이 있음.
- ② 6시그마 경영은 모든 문제를 고객의 관점에서 출발, 전 Process에서 무결점 품질을 달성하고 최고 수준의 인재를 양성하는 것임.

⑤ 6시그마 경영에 의해 새로운 기업문화가 정착

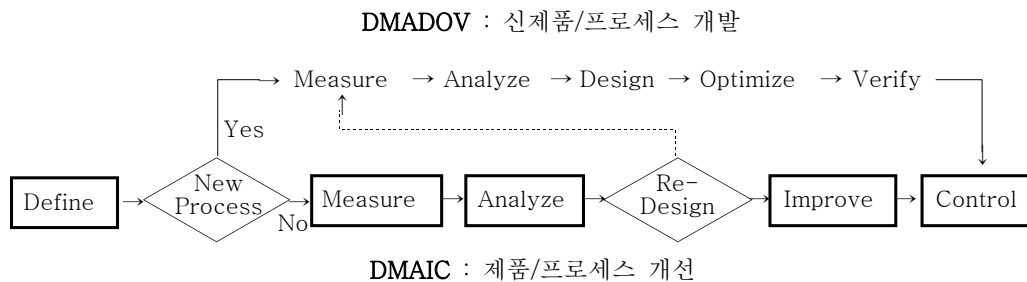
- ㉠ 6시그마 경영이 성공적으로 추진되면 직접적으로는 부적합품률, 품질비용 등의 절감되는 효과 이외에 기업문화가 창조적 분위기로 전환될 수 있음.
- ㉡ 고객위주의 process로 업무 패러다임이 바뀌어지므로 고객 관점에서 문제를 해결하는데 습관화됨.

5.2.5 6시그마 프로젝트 수행 DMAIC, DMADOV 2010 등 총4회

(1) DMAIC 2019 등 총5회

(가) 정의

- ① DMAIC는 6시그마 프로젝트를 해결하는 절차로서, 기존의 PDCA 사이클에서 진보된 프로세스 개선절차라고 볼 수 있음.
- ② 과거 경험, 업무 지식, 통계기법에 기반한 체계적인 문제해결 과정임.
- ③ DMAIC의 문제해결 방법론은 기존 프로세스에서 발생하는 문제의 해결 혹은 기존 프로세스의 성능향상에 사용되는 방법임.



[그림 7.10] 문제해결 방법론 선택 기준

(나) 단계별 정의 2021 1회차

단계	정의	Step	추진내용	추진 Tool
Define	정의	Step 1	프로젝트 선정배경 기술	QFD, CTQ Drill Down, SIPOC(공급자-입력-프로세스-출력-고객)
		Step 2	프로젝트 정의	
		Step 3	프로젝트 승인	
Measure	측정	Step 4	Y's의 확인	MSA(gage R&R) 공정능력분석(Cp, Cpk) Process Map, C&E Matrix
		Step 5	현수준 확인(파악)	
		Step 6	잠재원인변수(X's) 발굴	
Analyze	분석	Step 7	데이터 수집	각종 Graphic Tools 상관분석, 가설검증 회귀분석
		Step 8	데이터 분석	
		Step 9	Vital Few X's 선정	
Improve	개선	Step 10	개선안(전략) 수립	DOE(실험계획법) Robust Design(다구찌기법) EVOP
		Step 11	Vital Few X's 선정 최적화	
		Step 12	결과 검증	
Control	관리	Step 13	관리계획 수립	FMEA SPC Error Proofing
		Step 14	관리계획 실행	
		Step 15	문서화, 공유	

(2) DMADOV (DFSS) 2018

(가) 정의

- ① DMADOV는 DMAIC와 마찬가지로 6시그마 프로젝트를 해결하는 절차 중의 하나임.
 ② DMADOV는 DFSS(Design for Six Sigma)를 위한 절차임.
 ③ DMADOV는 아래의 경우에 활용되어짐.
 ㉠ 신제품 혹은 새로운 서비스를 개발하고자 할 때
 ㉡ 프로세스가 존재하지 않을 때 ㉢ 프로세스 효율을 최대화시키고자 할 때

(나) 단계별 정의

단계	정의	Step	추진내용	추진 Tool
Define	정의	Step 1	프로젝트 선정배경 기술	Market Research
		Step 2	프로젝트 정의	SWOT Analysis
		Step 3	프로젝트 승인	Product Portfolio
Measure	측정	Step 4	CTQ 도출, Y's의 확인	QFD, Kano Analysis
		Step 5	현수준 확인(파악)	CTQ Drill Down MSA, 공정능력분석(Cp, Cpk)
Analyze	분석	Step 6	시스템 설계	Benchmarking, TRIZ
		Step 7	설계인자 발굴	Pugh Matrix, Regression Design Score Card
Design	설계	Step 8	설계인자 분석	Simulation
		Step 9	Vital Few X's 분석	DOE, EVOP
		Step 10	상세 설계	Reliability
Optimize	최적화	Step 11	상세설계 최적화	Robust Design(다구치기법)
		Step 12	상세설계 평가	
Verify	검증	Step 13	결과 검증	가설과 검증
		Step 14	관리계획 수립	MSA, 공정능력분석
		Step 15	문서화 이관	

5.2.6 6시그마 추진을 위한 전문인력 2012

구분	주요인력	추진 내용
챔피언	사업부 책임자	* 6시그마 전략 수립 * 6시그마 이념 확산 책임 및 추진 방법 확정
마스터블랙벨트(MBB)	전문 추진 지도자	* BB 교육 및 프로젝트 감독 * 품질 기법의 이전
블랙벨트(BB)	전담 요원	* 6시그마 프로젝트의 추진 * GB, WB의 교육
그린벨트(GB)	현업 담당자	* 부분적으로 프로젝트에 참여
화이트벨트(WB)	현업 담당자	* 6시그마 기본과정을 수료하고 6시그마를 이해

[참조] FEA(Financial Effect Analyst) : 재무효과분석가

5.2.7 6시그마 도입 성공기업

- ① '87년 미국 모토롤라사에서 최초 고안, 기존 품질운동에 통계적관리기법을 적용하여 도입 : 품질비용 연 32억\$ 절감.
- ② '95년 GE사에서 교육에 중점을 두고 추진 : 품질비용 연 38억\$ 절감
- ③ '97년 소니사에서 일본 최초로 도입 : 2000년까지 전문가 2천명 양성
- ④ 우리나라는 삼성전관, 삼성전기, LG전자 등에서 추진이후 많은 기업으로 확산됨

5.2.8 품질경영의 발전단계와 6시그마

기타 전 부문			TQM (전사적 품질경영)	6시그마 경영
사무, 간접 지원, 물류 영업, 서비스 구매, 자재				
R&D, 설계				
제조	QC (품질관리)	TQC (전사적 품질관리)	ISO 9000 (국제품질 인증)	
시대 및 주요내용	'30~'50년대 제조공정중심	'60~'70년대 소집단활동 종합적 문제해결	'80년대 품질인증 및 품질경영	'90년대 프로세스혁신 전 부문 혁신

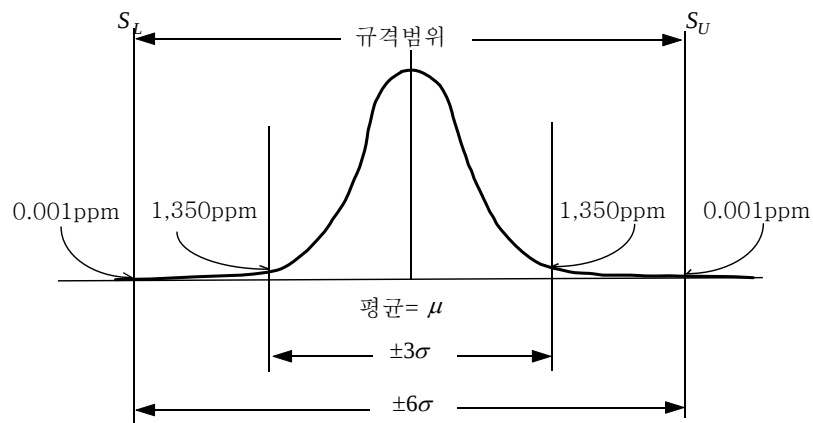
5.2.9 6시그마 경영과 과거 품질경영과의 비교 2015

구분	과거의 품질경영	6시그마 경영
방침결정	하의상달 (bottom-up)	상의하달 (top-down)
목표설정	추상적이면서 정성적	구체적이면서 정량적
문제의식	겉으로 드러난 문제 중시	드러난 문제 및 잠재적 문제까지 포함
성공요인	감각과 경험	감각과 경험 및 객관적 데이터 분석 중시
개혁대상	문제점이 발생한 곳	모든 프로세스
적용범위	부분 최적화	전체 최적화
활동기간	제약이 없음	제약이 있음 (일반적으로 6개월 이내)
담당자	자발적 참여 중시	전임요원 및 의무적 수행
교육	자발적 참여 중시	체계적이고 의무적
기본수법	PDCA의 4단계	DMAIC의 5단계
적용수법	QC 7가지 도구 및 통계적 기법	광범위한 기법 및 통계적 분석 방법
평가방법	노력을 중요시	가시화된 이익으로 평가

5.3 모토롤라의 SPC에 의한 6 σ 품질전략 2015 등 총4회

5.3.1 모토롤라의 6 σ 품질전략 개념

* 6 σ 계획(six sigma plan)은 미국 모토롤라(Motorola)사의 반도체 사업본부에서 1988년도에 천명한 품질향상전략으로서, 품질설계, 공정설계, 부품 구매관리, 공정관리 등에서 품질의 안정화를 우선으로 하는 품질경영전략을 수립·실천하여 제품의 품질산포를 최소화하겠다는 것으로, [그림 7.11]과 같이 규격상한(S_U)과 규격하한(S_L)이 품질의 중심으로부터 6 σ 의 거리에 있도록 하겠다는 의미에서, 이 계획을 6 σ 계획이라고 부름.



[그림 7.11] $\pm 3\sigma$, $\pm 6\sigma$ 인 경우의 부적합품률 그래프

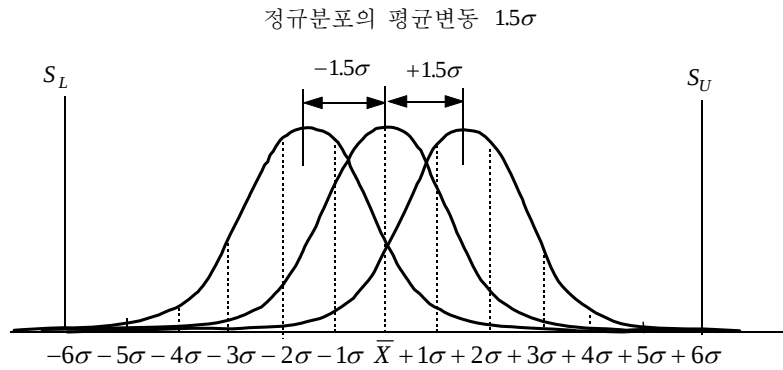
* 품질이 정규분포를 하는 경우에 규격한계가 $\pm\sigma$ 에서 $\pm 6\sigma$ 로 변함에 따라서 양품률과 부적합품률을 계산하여 보면 <표 7.6>과 같게 됨.

<표 7.6> 규격한계의 변화에 따른 부적합품률 변화

규격관계	양품률(%)	부적합품률(ppm)
$\pm\sigma$	68.27	317,300
$\pm 2\sigma$	95.45	45,500
$\pm 3\sigma$	99.73	2,700
$\pm 4\sigma$	99.9937	63
$\pm 5\sigma$	99.999943	0.57
$\pm 6\sigma$	99.9999998	0.002

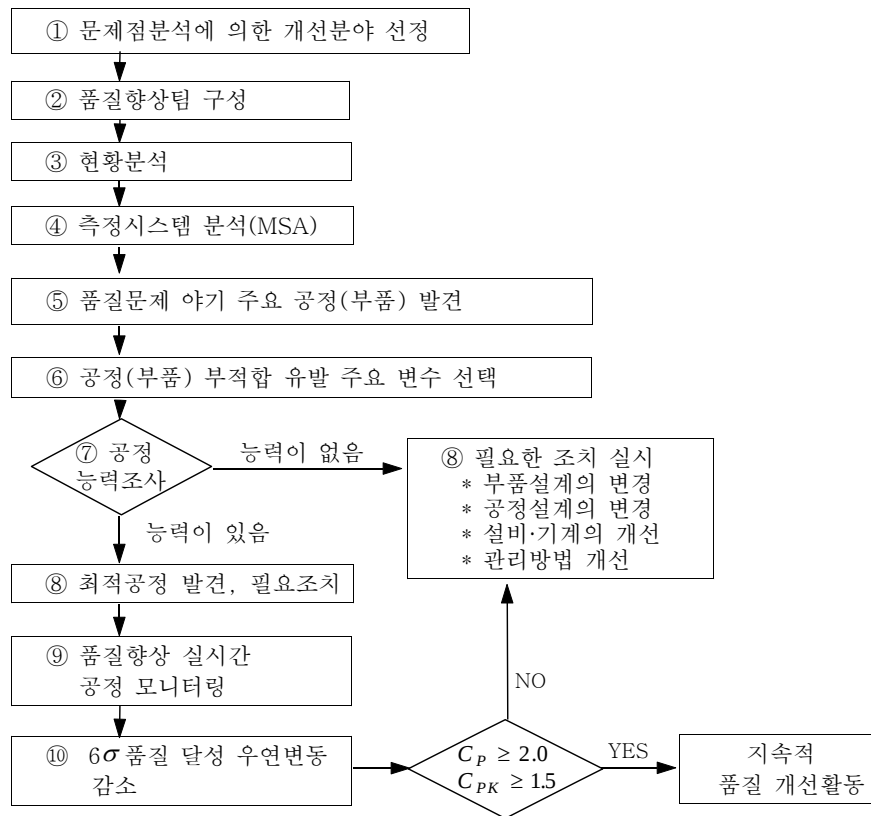
* 한편, 실제공정에서는 품질산포의 여러 가지 원인(사람, 재료, 방법, 장치, 환경, 측정 등)에 의하여 평균 μ 자체가 최대로 $\pm 1.5\sigma$ 까지 흔들릴 수 있다고 평가되고 있음.

* 따라서, 다음의 [그림 7.12]과 같이 평균이 $\pm 1.5\sigma$ 흔들리더라도 부적합품률은 3.4ppm으로 충분히 작은 값이 되며, 이는 $\pm 6\sigma$ 도전이 성취되면 불가피한 원인으로 평균이 약간 흔들리더라도 부적합품률은 100만개 중에서 3.4개 이하로 관리될 수 있다는 것임(표 7.7 참조).

[그림 7.12] 평균이 $\pm 1.5\sigma$ 흔들리는 경우의 분포도<표 7.7> 평균이 $\pm 1.5\sigma$ 흔들리는 경우의 부적합품률의 계산

규격한계	양품률(%)	부적합품률(ppm)	규격한계	양품률(%)	부적합품률(ppm)
$\pm\sigma$	30.23	697,700	$\pm 4\sigma$	99.3790	6,210
$\pm 2\sigma$	69.13	308,700	$\pm 5\sigma$	99.97670	233
$\pm 3\sigma$	93.32	66,807	$\pm 6\sigma$	99.99966	3.4

5.3.2 모토롤라사의 SPC 추진사례 2007 등 총2회



[그림 7.13] SPC추진 흐름도

- * 모토롤라사는 6σ 를 달성하기 위하여 품질경영에 근본을 두고 SPC(통계적 공정관리) 프로그램 도입하여 지속적인 공정향상 계획을 수립하여 제품의 품질을 향상시키고, 궁극적으로 기업의 품질문화를 변혁시킴으로써 1988년에 미국의 말콤볼드리지상(MB상)을 수상함.
- * SPC 추진방법은 다음과 같이 10단계의 순서로 추진되고 있으며, 이를 흐름도로 나타내면 [그림 7.13]과 같음.
- * 다음의 <표 7.8>은 각 단계에서 사용 가능한 SPC 도구를 나타내고 있음.

<표 7.8> 각 단계별 사용도구 2018 등 총2회

단계	단계명	SPC도구와 실시내용
1단계	문제점분석에 의한 개선분야 선정	각종 손실분석, 품질비용 분석, 브레인스토밍, 파레토분석
2단계	품질향상팀 구성	팀원 구성(팀장, 서기, 자문위원, 팀원)
3단계	현황분석	문제점의 현황분석, 품질기능전개(QFD), 히스토그램 등
4단계	측정시스템 분석(MSA)	게이지 R&R분석
5단계	품질문제 야기 주요 공정 발견	문제점의 모형화, 브레인스토밍, 파레토그림
6단계	공정부적합 유발 주요 변수 선택	특성요인도, 연관도
7단계	공정능력 조사	공정능력지수(Cp, Cpk)
8단계	최적공정 발견, 필요 조치	SPC공정도, QC공정도, 실험계획법
9단계	품질향상 실시간 공정 모니터링	SPC프로그램(온라인관리), 공정흐름도
10단계	6σ 품질 달성 우연변동 감소, 지속적 개선활동	관리도에 의한 공정관리, 자동검사, CMS 등

6. 기출문제 및 착안점

01 일반적인 통계적공정관리(SPC)의 대표적인 3가지 관리기법(Tool)은? (2005년 2회차)

☞ 힌트 : 본문 『모토롤라 6σ 품질전략 → SPC 각 단계별 사용도구』해설 참조

02 통계적 공정관리의 의미는 무엇이고, 이의 필요성에 대한 회사에서의 사례를 3가지 설명하고, SPC활동의 활성화 방법 5가지를 설명하시오. (2006년 2회차)

☞ 힌트 : 본문 『모토롤라사의 SPC 추진사례』해설 참조. 활성화는 기법 측면을 고려함.

09 린(Lean)과 식스시그마(6-Sigma)의 의미와 차이점을 설명하시오. (2009년도 1회차)

힌트 : 제14장 품질경영 기타문제의 본문 『린시그마』 및 본문 『모토롤라 6σ 품질전략』

해설 참조

[참조] 린은 철저 낭비배제가 중요. 6σ는 산포감소로 손실극소화가 핵심.

10 6시그마 추진 5단계를 기술하고, 각 단계에서 주요활동과 적용기법을 설명하시오.

(2009년도 1회차)

힌트 : 본문 『6시그마 프로젝트 수행 DMAIC』 해설 참조

11 식스시그마 개선 활동에 있어 CTQ(Critical To Quality)와 CTP(Critical To Process)의 특징을 설명하고, 실제 사례(산업 구분 없음)를 들어 비교 설명하시오.

(2009년도 2회차)

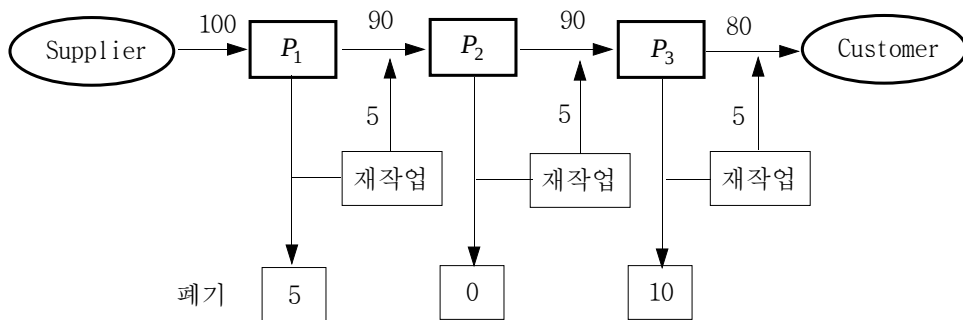
힌트 : 『CTQ (Critical to Quality)』 및 제15장 QM 기출문제·용어해설의 본문 『16. CTP (Critical To Process)』 해설 참조 응용

12 기업에서 추진하고 있는 분임조 활동, 6시그마, Single PPM의 추진단계를 PDCA 관점으로 구분하여 각 단계별 사용되는 기법을 기술하시오. (2010년도 2회차)

힌트 : 제3장 본문 『QC기초수법 및 관련 품질관리수법』, 본문 『6시그마 프로젝트 수행 DMAIC, DMADOV』, 제13장 품질시스템 인증·포상제도 본문 『싱글PPM 품질혁신운동의 추진절차』 해설 참조

13 제조 복합공정으로 이루어진 각각의 하위 프로세스가 다음과 같다. 전체 프로세스의 RTY(Rolled Throughput Yield)와 평균수율(Y_{no} : Normalized Yield)을 설명하시오. (25점)

(2011년 1회차)



힌트 : 본문 『6시그마 경영 전략 → 6시그마 척도 → 수율(yield)』 해설 및 사례 참조

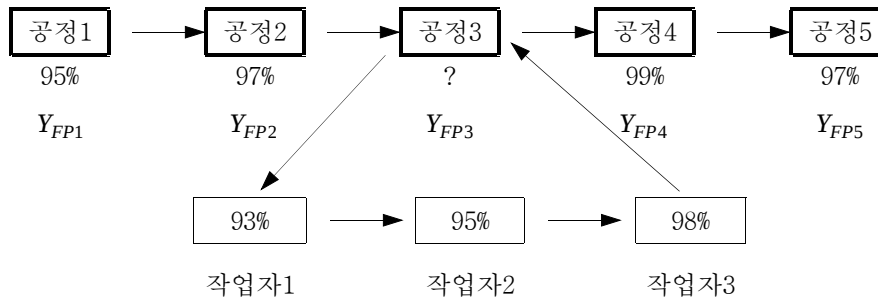
14 6시그마 과제수행 5단계와 각 단계별 주요 활동내용을 설명하시오. (10점)

(2011년 2회차)

힌트 : 본문 『6시그마 프로젝트 수행 DMAIC, DMADOV → DMAIC』 해설 참조

15) 종합생산성을 평가하기 위해 단위공정의 수율을 평가하였다. 다음 각 물음에 답하시오.

(1) 다음 공정 수율에 대하여 직행률(Y_{RT})과 표준화 수율(Y_{NOR})을 구하시오.



(2) 상기 문제 (1)의 결과를 시그마 수준으로 평가하고, 합리적으로 종합생산성평가를 위한 수율 평가법을 제시하시오.

(단, $P_r\{U > 0.99\} = 0.16$, $P_r\{U > 1.81\} = 0.035$ 이다.) (25점) (2011년 2회차)

☞ 힌트 : 본문 『6시그마 척도 → 수율(yield)』 해설 및 예제 참조. 직행률=RTY

[참고] 제7장 관련 2012년부터의 QM 기출문제 풀이힌트는 제16장부터 별도로 제공됨.

행동의 가치는 그 행동을
끝까지 이루는 데 있다!
- 칭기스 칸 -