工學碩士 學位論文

한국적 기업실정에 맞는 6시그마 도입절차 연구

A Study on the Establishment of Six Sigma for Korean Company.

지도교수 권 혁 무

이 論文을 [illegible] 學位論文으로 提出함

釜慶大學校 産業大學院

産業시스템工學科

尹 鏶 元

목 차

제 1 장 서 론 1
1.1 연구의 배경 및 필요성 1
1.2 연구내용 2
제 2 장. 6 Sigma의 개요 3
2.1 Six Sigma 의 개념 3
2.2 Six Sigma의 정의 5
2.3 Sis Sigma의 측도 8
2.3.1 모집단(population) 8
2.3.2 표본(sample) 8
2.3.3 Six Sigma Process에서 사용되는 측도 8
2.3.4 중심 위치의 측도 8
2.3.5 산포의 측도 9
2.3.6 연속확률분포 9
2.4 미국사례 6 Sigma 도입 5단계 11
2.4.1 AAA(Air Academy Associates)의 도입전략 6단계 12
2.4.2 SSQ의 도입전략 59단계 (美. Qualtec) 14
2.5 Six Sigma의 위력 16
2.6 Six Sigma Impact. 18
2.6.1. Motorola, Reduce 18
2.6.2. Texas Instruments. 18
2.6.3. General Electric. 18
2.6.4. LG Chemical, Reduce Cost 18
2.7. 기존품질 운동과 차이 분석 19
2.7.1. 품질경영의 발전단계 20
2.7.2 TQC, TPM, 6 SIGMA 차이 비교 21
제 3 장. 서구와 한국인 의식조사 비교 22
3.1 서구인의 기업문화의식 22
3.1.1 영감(靈感)과 최고경영자 22
3.1.2 이기주의적 가치관 22
3.1.3 불굴의 정신(Sense of Invincibility) 22
3.1.4 일의 성취를 중시 22
3.1.5 서구사람들이 느낀 한국인의 특성 22
3.2 한국인의식 재발견 23

3.2.1 부정적 측면의 탐구 23
3.2.2 한국인의 저력 탐구 23
3.3 이 시대가 요구하는 기업의 자세 27
제 4 장. 한국적 6 Sigma 도입절차 28
4.1 Six Sigma의 성공요인 28
4.1.1 5대 필수요소 28
4.1.2 충분 요소 28
4.2 추진방침 및 Vision수립 29
4.2.1 경영자 의지공표 및 BOOM조성 29
4.2.2 추진팀 구성 30
4.3 목표설정 30
4.4 추진계획수립 30
4.4.1 목표 및 추진일정 30
4.4.2 교육과정 개설 31
4.4.3 사내강사 양성 32
4.4.4 사내교육프로그램 운영 33
4.4.5 PROJECT 수행 평가 37
4.4.6 평가 37
4.4.7 INCENTIVE 37
4.4.8 자격 유지관리 38
4.5 정보수집/자료수집 (Working hard⇒Working smarter)방법 38
4.5.1 대상 공정/제품 선정 38
4.5.2 CTQ(Critical To Quality) 38
4.5.3 고객의 입장에서 볼 때 품질에 영향을 미치는 결정적인 요소파악 38
4.5.4 원인별 QC수법 및 적용TOOL 40
4.6 요인색출 40
5.6.1 불량유형의 원인이 되는 공정/제품 40
5.6.2 대상공정에 검사 유형별 불량내용기록 40
4.7 개선계획/ 대책수립 43
4.7.1 대책수립 43
4.7.2 적용 및 개선기법 43
4.7.3 Six Sigma 단계와 기존 개선절차와 비교. 44
4.8 개선대책의 접근 46
4.9 MAIC 프로세스 접목 48
4.10 대책실시 및 검증 48

4.11 MAIC 프로세스 실시 49
4.12 개선완료 50
4.13 프로젝트 평가 승인 (FLOW 정리) 50
제 5 장. 결론 및 향후방향 53
Abstract 55
참 고 문 헌 56
부록 ..... 부록1~43

표 목 차

[표 2.1] J.Harry박사가 말하는 "6시그마 6가지"金言 6
[표 2.2] Sigma수준과 불량률 (장기) 7
[표 2.3] Sigma수준과 불량률 (단기) 7
[표 2.4] 계량치 와 계수 치의 비교설명 8
[표 2.5] 모수와 통계량의 관계 10
[표 2.6] 연속확율분포의 용도 10
[표 2.7] Texas Instruments Six Sigma Cost & Profit. 18
[표 2.8] General Electric Six Sigma Cost & Profit. 18
[표 2.9] 품질경영의 발전단계 20
[표 2.10] TQC, TPM, 6 SIGMA 차이 비교 21
[표 3.1] 1976년 한.일 기능 경기대회 평가표 26
[표 3.2] 서구 및 한국기업 의식차 비교 26
[표 4.1] 개선프로젝트별 교육과정 31
[표 4.2] MBB & BB의 역할분담 33
[표 4.3] [예]DDSK 기준 부서별 할당 비율 33
[표 4.4] 교육차수 배정표 34
[표 4.5] 등급별 포상기준(단위: 만원) 37
[표 4.6] [예시] DDSK 기종 및 공정 불량유형 38
[표 4.7] 불량원인 색출 HINT(직접원인) 41
[표 4.8] 불량원인 색출 HINT(간접원인) 42
[표 4.9] MACA Process 접목 47
[표 4.10] 한국적 27단계와 사례 비교 50

그림 목차

[그림 2.1] 6 Sigma의 규격 4
[그림 2.2] Six Sigma 개선활동 영역 5
[그림 4.1] 6 Sigma 추진목표 30
[그림 4.2] 6 Sigma 추진과정 31
[그림 4.3] Black Belt Development Strategy. 35
[그림 4.4] Six Sigma Project Plan-1nd 36
[그림 4.5] Failure Cost is only the Tip of Iceberg ! 39
[그림 4.6] Training Plan for Manufacturing For Six Sigma (MFSS) 43
[그림 4.7] MAIC 12단계별 활용기법 44
[그림 4.8] Six Sigma 단계와 기존 개선절차와 비교 44
[그림 4.9] I & CIM Process 46
[그림 4.10] Start at the simplest level 47
[그림 4.11] DFSS & MFSS 49
[그림 4.12] 프로젝트 평가, 승인 FLOW (HMC사례1) 51
[그림 4.13] 프로젝트 평가, 승인 FLOW (HMC사례2) 52

제 1 장 서 론

1.1 연구의 배경 및 필요성

고객이 기업의 생존을 결정하는 21세기는 무한경쟁의 시대이다. 이제 기업의 경쟁력은 비용을 줄이거나 상품 품질을 향상시키는 것만으로는 얻어질 수 없다. 고객만족경영을 실현하기 위하여서는 제품품질은 물론 서비스품질, 제조품질, 설계품질, 구매품질, 등 모든 관리 프로세스에서 경쟁력을 높여야 한다.

21세기형 경영기법으로 불리는 Six Sigma는 무한경쟁시대에 필요한 경영 혁신 전략이다. Six Sigma의 목표는 기업이 생산하는 제품이나 서비스 중 불량품이나 결함 발생률을 1백 만개 당 3.4개 이하로 줄이는 것이다. 이는 통계적으로 99.99967%가 합격품이라는 의미를 가진다.

80년대 초 일본의 무선호출기 시장 참여를 계획하던 미국의 Motorola는 일본 업체들이 내놓은 호출기와 자사 제품간 품질 격차를 인식하고 어떻게 하면 일본을 추월할 수 있을 것인가를 연구하기 시작하여, 1987년 Six Sigma를 도입하였다. Motorola는 87년 Six Sigma 도입 당시만 해도 1백 만개 중 6천 개에 달했던 불량품이 95년 말 25개로 급감하게 되었다. Six Sigma 도입 후 첫해인 88년에만 매출이 24%, 이익이 45% 늘었다. 스웨덴의 ABB사는 94년 Six Sigma를 도입해서 ABB를 세계적인 업체의 반열에 올려놓았다. GE는 1995년 10월 Six Sigma를 도입했다. 항공기엔진, 가전, 조명, 의료, 플라스틱, 중전기, 정보 서비스 등 각 사업부별로 추진하고 특히 재무적 성과를 중시하였다. GE는 96년 한 해에만 교육 및 프로젝트수행에 2억불을 투자하고 1억5천만 달러의 품질비용을 절감할 수 있었다([20]). 1998년도 매출액은 1,005억 달러에 달했으며, 이익은 16.7% 증가한 약 93억 달러에 달했다([19]).

그밖에도 Six Sigma는 Texas Instruments(1988), IBM, Navistar, Allied Signal, Polaroid, Lockheed Martin, Kodak 등 많은 기업들이 받아들이면서 대표적인 경영혁신운동으로 정착하게 되었다. 근래에는 Sony 등 일본업체도 Six Sigma를 도입하고 있다 . 국내에서도 삼성전자, 삼성전관, 삼성전기, LG전자, 현대자동차, 포스코 등 다수의 기업들이 도입했거나 도입을 추진중이다.

세계시장의 경쟁이 치열해짐에 따라 부품업체의 품질경쟁력이 완성품업체의 경쟁

력으로 직결되고 있다. 또한 2002년 7월1일부터 우리나라도 제조물책임법(PL법)이 시행됨에 따라 기업에서 생산한 제품결함에 의한 소송 및 법적 대응을 위해서라도 품질보증확보가 무엇보다도 중요하게 되었다. 이에 따라 부품업체도 품질보증관리가 제도적으로 정착되어, 품목별, 모듈별로 세계적인 경쟁력을 확보하는 것이 절실하게 요구된다. Six Sigma는 이 같은 요구를 효과적으로 충족시킬 수 있는 혁신 전략으로 부품업체에서도 도입이 확산되는 추세에 있다.

본 연구는 우리나라 기업, 특히 중소기업에서 Six Sigma를 어떻게 도입할 것인가에 대한 방향을 제시하기 위해, 우리나라와 서구의 기업문화의 차이를 검토하고 우리나라 중소기업의 실 사례를 바탕으로 진행되었다. 또 디젤 자동차의 핵심부품인 연료분사장치의 품질개선을 위한 Six Sigma 프로젝트도 함께 소개하였다.

1.2 연구내용

본 논문 제1장에는 Six Sigma 경영 전략을 정의하고 체계화된 Six Sigma Project 진행 방법에 대하여 정리하였다.

제2장에서는 Six Sigma의 개요에 대하여 특징을 소개하고, 미국 사례의 도입 단계를 요약 정리하고, Six Sigma의 위력에 대한 이해를 돕고자 상세히 비교설명을 하였으며, 또한 Six Sigma개념과 기존 품질운동과 차이를 일목요연하게 설명하였다.

제3장에서는 미국과 국내기업 간의 문화의식 차를 비교하여 한국적 Six Sigma의 도입 방법으로 고려 해 보아야 할 한국인의 의식수준 및 저력을 조사하여, 우리 국민의 심성을 살펴봄으로서 Six Sigma 성공 요인을 탐구하였다.

제4장에서는 Six Sigma의 성공요인에 대한 5대 필수요소 및 충분요소에 대하여 설명하고 있으며, 한국적 Six Sigma도입절차를 우리 정서에 맞도록 절차를 체계화하여, 모든 기업이 쉽게 적응 할 수 있도록 실제 제조업체의 사례를 기반으로 하면서 프로젝트 진행 절차에 따라 실제 프로젝트 단계를 예시하여 놓았다.

제5장에는 본 논문에 대한 결론 및 부록에는 실제 Six Sigma Project 과제로 수행한 내용을 단계별 기법 및 사례 연구를 통하여 해결해 나가는 방법을 상세히 소개하였다.

제 2 장. 6 Sigma의 개요

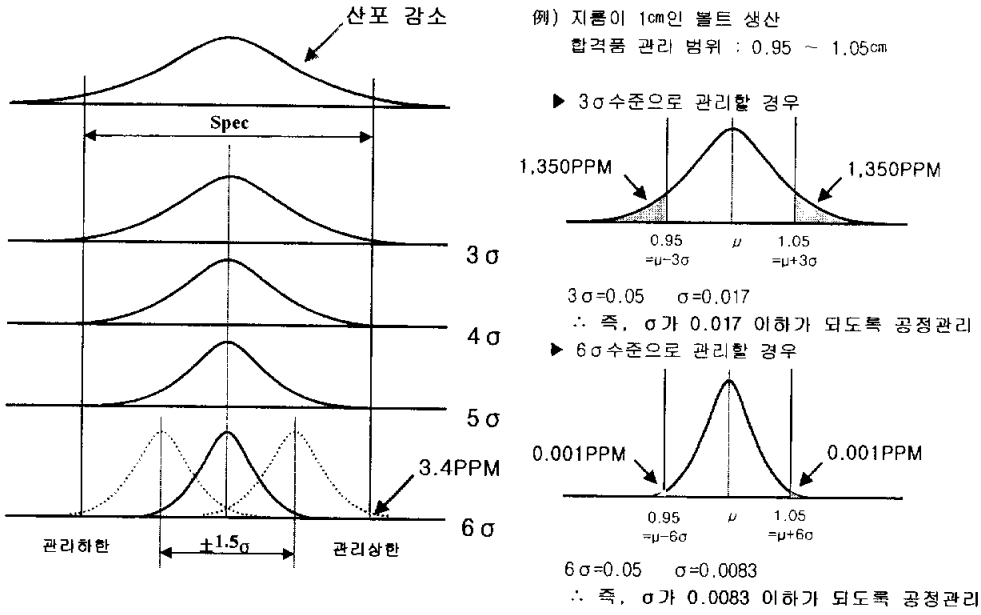
2.1 Six Sigma 의 개념

그리스 문자인 σ(Sigma)은 공정 또는 절차의 산포(散布)를 나타내는 통계학적 용어로 표준편차를 의미한다. 즉 데이터들이 중심으로부터 떨어져 있는 정도를 나타내는 단위다. 규격의 중심과 규격 한계선 사이가 표준편차의 6 배와 크기가 같을 경우 6 Sigma의 공정능력(Process Capability)을 갖고 있는 것으로 간주한다. 예를 들어 지름이 1cm인 볼트를 생산할 경우 공정에서 최적의 조건을 유지하더라도 생산되는 볼트의 지름은 모두 똑같을 수 없다. 1.021cm나 0.98cm 등과 같이 변동이 있게 마련이다. 이 변동을 산포(Dispersion)라고 하며 통계학에서 산포를 측정하는 방법 중 하나로서 표준편차(Standard Deviation)를 사용하는데 Sigma는 이 표준편차를 나타내는 기호다. 만약 볼트의 지름이 0.95~1.05cm 사이의 제품을 합격품으로 할 경우 규격 한계 값은0.05cm가 된다. 그리고 산포의 측정값인 Sigma(표준편차)가 0.0084이라고 할 때 규격상한까지의 길이를 Sigma 값으로 나타내면 "0.05/0.0084 = 6σ(Sigma)"가 된다. 반대로 산포가 커서 표준편차가 0.025일 경우 규격상한까지의 길이는 "0.05/0.025=2σ(Sigma)"가 된다. 따라서 산포가 클수록 규격범위 내에 들어올 가능성을 나타내는 Sigma값(규격한계 값을 표준편차로 나눈 수치)은 낮아지며 제품의 불량률은 높아지게 된다.

문제는 생산제품의 평균과 목표 값이 항상 일치하지 않는다는 점이다. 작업자의 숙련 도와 작업환경 및 생산설비의 특성에 따라 차이가 나기 때문이다. 그러나 장기적으로 평균값은 목표 값에서 표준편차의 플러스 마이너스 1.5배까지 차이가 나는 것으로 알려져 있다. 따라서 품질수준을 나타내는 Sigma는 목표 값에서 평균값까지의 거리인 1.5Sigma를 감안해야 한다. 이 같은 중심이동을 고려했을 때 품질수준 6 Sigma는 통계학적으로는 1백만 번에 3.4회(3.4PPM)의 에러가 나는 수준을 가리킨다. 만약 이 같은 평균이동을 고려하지 않은 경우 6 Sigma 수준은 10억 개당 2개의 불량품이 나오는 0.002PPM(2PPB) 해당된다.

6 Sigma 운동은 제품설계 제조 및 서비스의 품질 산포를 최소화해 규격 상한과 하한이 품질 중심으로부터 6 Sigma 거리에 있도록 하겠다는 것이다. 이를 위해 제조뿐만 아니라 제품개발과 사무/영업 등 기업활동의 모든 요소를 작업공정별로 계량

[그림 2.1] 6 Sigma의 규격



화하여 품질에 결정적인 영향을 미치는 요소의 오차범위를 6 Sigma 범위 내에 묶어두는 것이다. 품질관리의 정도를 Sigma로 나타내는 이유는 제품과 공정에 따라 달라지는 목표 값과 규격 한계 값을 통일해 품질수준을 표시하는 단일한 기준으로 편리하기 때문이다. 서로 다른 공정의 품질수준을 비교하는데도 유용할 뿐만 아니라 품질개선의 정도도 객관적인 수치로 측정할 수 있다. 6 Sigma는 Motorola에 근무하던 Harry에 의해 1987년 창안됐다. Mikel Harry는 어떻게 하면 품질을 획기적으로 향상시킬 수 있을 것인가를 고심하던 중 통계지식을 활용하자는 착안을 하게 된다. 이 통계적 기법과 70년대 말부터 Robert W. Galvin회장 주도로 진행돼온 품질개선 운동이 결합해 탄생한 것이 6 Sigma 운동이다. Harry는 Motorola 사내에 "6 Sigma Institute"를 열고 연구를 거듭해 6 Sigma를 수준 높게 발전시켰다. 그 결과 6 Sigma는 Motorola 이외의 기업에도 적용 가능한 경영기법으로 확립됐으며 제품 품질 또한 획기적으로 좋아졌다. 이후 Texas Instruments(1988)가 92년 6 Sigma 운동을 도입했으며 점차 GE, IBM, SONY 등으로 확산돼 갔다.

[그림 2.2] Six Sigma 개선활동 영역

2.2 Six Sigma의 정의

Six Sigma 경영혁신 기법은 Mikel J.Harry 박사에 의해 지난 1987년 창안됐다. 그는 현재 6 Sigma 컨설팅 업체인 6 Sigma 아카데미(SSA)의 회장이다. Harry 박사는 6 Sigma에 대해 다음과 같이 정의하고 있다.[21]

첫째, 6 Sigma는 "통계적 측정치(Statistical Measurement)"이다. 모든 경영활동을 객관적인 통계수치로 나타낸다. 따라서 제품이나 업종 업무 및 생산프로세스가 다르더라도 비교할 수 있다. 고객만족의 달성정도와 방향, 위치 등을 정확히 알 수 있게 해준다. "제품과 서비스 공정의 적합성을 재는 탁월한 척도"인 셈이다.

둘째, "기업전략 (Business Strategy)"이다. 6 Sigma는 경쟁우위를 갖게 해준다. Sigma 수준을 높이는 만큼 제품의 품질이 높아지고 원가는 떨어진다. 그 결과 고객만족 경영을 달성할 수 있다.

셋째, "철학 (Philosophy)"이다. 6 Sigma는 사고방식을 바꿔 버린다. 무조건 열심히 하는 것보다는 " 스마트(Smart)하게" 일하게 하는 철학이 바로 6 Sigma다. (Do not work harder, work smarter!)

그렇다면 6 Sigma Paradigm을 어떻게 조직에 심을 수 있을까? 공정능력 일부를

높이자고 말하면 어느 정도 이해를 한다. 그러나 Single PPM을 제안하면 직원들은 당황하게 마련이다. 따라서 이런 수치적인 접근보다는 실행사례를 중심으로 운동을 펼쳐 나가는 것이 좋다. 예컨대 "목표향상(Quantum Improvement)"를 이룬 사업장을 Benchmarking(벤치마킹)해 유익한 사례나 방법 기술 등을 적용하도록 하는 방식이 좋다. 프로세스와 고객에게 초점을 맞추는 것이 고객만족과 기업의 목표이다. 종업원들에게 무조건 높은 수준의 개선을 강요할 것이 아니라 업무 프로세스를 면밀히 관찰하고, 직원들을 참여 시켜 실패요인을 찾아내도록 하는 것이 중요한 성공요인이 된다. 적극성과 리더십을 가진 직원들이라야 작업방법을 개선할 수 있다. 직원들에게 권한을 위임하는 것도 필요하다. 일반적인 회사들은 4 Sigma 수준에 머물러 있다. 반면 세계적인 우량 기업들은 6 Sigma수준에 도달해 있다. 실적을 객관적으로 측정하지 않는 한 경쟁자들과 비교해볼 수 없다. 6 Sigma가 바로 이런 문제를 해결해 준다. 혁신과 새로운 Paradigm을 원하는 기업이라면 프로세스를 개선해야 한다. 바로 그 과정이 6 Sigma 운동이다.

[표 2.1] J.Harry박사가 말하는 "6시그마 6가지"金言

1. 살아있는 질문을 던져라.(방향과 Vision의 정립)
2. 새롭게 생각하라.(혁신의 전제)
3. 공정능력을 인식하라.(품질향상의 목표)
4. Sigma는 측정수단 이다.(고개만족도 평가)
5. 품질은 설계부터 만들어진다.(비용절감의 효과)
6. 전문가가 필요하다.(6 Sigma의 인프라)

[표 2.2] Sigma수준과 불량률 (장기)

Sigma	합격률 (%)	불량률 (%)	불량률 (PPM)
0.0	0	100	1000000.0
0.5	48.4	61.71	617075.1
1.0	68.27	41.74	417410.5
1.5	86.64	14.46	144614.5
2.0	95.45	4.55	45500.1
2.5	98.76	1.24	12419.4
3.0	99.74	0.27	2699.9
3.5	99.954	0.047	465.4
4.0	99.9947	0.0064	64.4
4.5	99.99942	0.00068	6.8
5.0	99.999944	0.000057	0.6
5.5	99.9999962	0.0000048	0.04
6.0	99.9999998	0.0000002	0.002
6.5	100	0	0.0001
7.0	100	0	0

[표 2.3] Sigma수준과 불량률 (단기)

Sigma	합격률 (%)	불량률 (%)	불량률 (PPM)
1.5	50	50	500000
2.0	69.146	40.8547544	408547.5
2.5	84.144	15.865526	158655.4
3.0	94.419	6.6807229	66807.2
3.5	97.725	2.2750062	22750.1
4.0	99.479	0.620968	6209.7
4.5	99.865	0.1449967	1450
5.0	99.977	0.0242674	242.7
5.5	99.997	0.0041686	41.7
6.0	99.9996599	0.0004401	4.4
6.5	99.9999714	0.0000287	0.29
7.0	99.9999981	0.0000019	0.019

2.3 Sis Sigma의 측도 [5]

2.3.1 모집단(population):조사 대상이 되는 집단 전체이다.(N표기)

2.3.2 표본(sample):모집단 특성을 파악하기 위하여 모집단으로부터 일부분을 추출한 것이다.(n표기).

[표 2.4] 계량치 와 계수 치의 비교설명

분류	계량치	계수치
특성	측정값이 어떤범위내에서 모든 가능한 값이 될 수 있음	측정값이 양품, 불량품 또는 1,2,3·과 같은 형태로 나타남
예제	*제품의 무게, 부피, 길이 *온도, 압력, 시간, 부피 *수율, 불량률	*불량개수, 결점수 *에러 발생 건수 *클레임접수건수
측정방법	양적인 값을 계측기로 측정	발생하는 개수를 세어서 측정
품질수준의 척도	표준편차(ä), Cp, Cpk	%, PPM, DPU, DPMO

2.3.3 Six Sigma Process에서 사용되는 측도

◇ Defect : 결함 또는 불량

◇ Unit : 측정 가능한 기회를 가진 단위

◇ OPP(Opportunity) : 한 과정의 제품 및 프로세스 기준으로부터 벗어나는 기회 의 수.

◇ DPU(Defects Per Unit) : 단위당 결함수.

◇ DPMO(Defects Per Million Opportunities) : 백만 기회당 결함수.

◇ DPO(Defects Per Opportunities) : 기회당 결함수.

◇ FTY(First Time Yield) : 초기수율.

◇ RTY(Rolled Throughput Yield) : 누적수율

2.3.4 중심 위치의 측도

(1)평균(mean) : 가장 많이 사용되는 것으로 산술평균이라고도 부른다.

(2)절사평균(trimmed mean) : 데이터 중에 다른 값에 비하여 너무 크거나 또는 너무 작은 이상 값이 있는 경우에는 가장 작거나 가장 큰 데이터를 동일 개수씩 버리고 나머지 데이터로 평균을 구 한 것이다.

(3)중앙값(median) : 데이터를 크기 순으로 나열 할 때 가운데에 위치 한 값, SPC용 데이터에서 믿기 어려운 데이터가 섞여 있다고 생각 될 때 중앙값이 중심 위치를 나타내는 좋은 대표 값이 된다.

(4)최빈수(mode) Mo : 데이터의 값 중에서 가장 많은 빈도를 가지고 나타나는 동일한 데이터의 값을 말한다.

(5)가중평균(weighted mean) : 각각의 데이터 비중을 동일하게 보지 않고 가중치를 다르게 주어 평균을 구하는 방법으로 wi를 xi의 가중치라고 하여 계산하는 방법이다.

2.3.5 산포의 측도

(1)제곱합(sum of squares) **S** : 개개의 측정치 Xi와 평균간의 편차의 제곱을 모든 데이터에 대하여 합한 것을 사용하는 것이 편하다. 그러나 실제 계산에서는 달리하는 수리 식이 있다. 여기서 CT는

$= \Sigma Xi^2 - (\Sigma Xi)^2 / n$ 는 수정항(correction term) 이라고 한다.

(2)분산(variance) **V** : 제곱 합 S를 n-1로 나눈 것을 분산이라고 한다. 여기서 n-1은 S의 자유도 (degrees of freedom)라 부르고 기호는 "Φ"로 표시한다. 이것은 모집단의 분산 (모분산) δ^2 불편추정량(unbiased estimator)이므로 불편분산(unbiased variance)이라고 부르기도 한다

(3)표준편차(standard deviation) **s** : 분산 V의 제곱근을 표준편차라고 한다.

(4) 범위 **R** : 최대치에서 최소치를 뺀 값이다.

(5)변동계수(coefficient of variation) **Vc** : 표준편차를 평균으로 나눈 값으로, 보통 백분율로 나타낸다. 이것은 평균에 비하여 표준편차가 얼마나 큰가 하는 상대적인 크기를 나타내는 값이다

2.3.6 연속확률분포

모수와 통계량 모집단의 특성을 수량적으로 표시하는 데는 모집단의 평균 , 분산, 표준편차 등이 사용된다. 이 값들은 그 모집단이 가지고 있는 일정한 상수로서 모평균, 모분산, 모표준편차 등으로 불리 우며 이들을 총칭하여 모수라고 한다. 이에 대하여 모집단으로부터 시료에서 구한 평균, 분산, 표준편차 등은 동일한 모집단으로부터 샘플링된 표본이라도 표본마다 다른 값을 가질 수 있는 확율변수로서

이들을 총칭하여 통계량(statistic)이라고 부른다. 어떤 모수를 추정하기 위해 사용되는 통계량을 추정량(estimator)이라고 하며, 데이터로부터 얻어지는 추정량의 값을 추정값(estimate)이라고 한다. 어떤 추정량의 기대값이 모수와 같으면, 즉 E(추정량) = 모수 이면 그 추정량을 모수의 불편추정량(unbiased estimator)이라고 한다.

[표 2.5] 모수와 통계량의 관계

구분	모수	통계량	모수의 추정값
평균	μ	X - bar	$\chi = \Sigma \chi i / n$
분산	δ^2	V	$v = \Sigma \chi i (\chi i - \chi)^2 / n-1$
표준편차	δ	S	$S = \sqrt{V}$
비율	P	p	$p = Pn(\chi) / n$

[표 2.6] 연속확율분포의 용도

확률분포	사용용도
정규분포	◆ δ를 알고 있는 경우에 모평균에 대한 추정과 검정 ◆ δ를 알고 있는 경우에 두 모평균차이에 대한 추정과 검정 ◆ δ를 모르고 있는 경우에도 표본크기가 크면 모평균이나 모평균 차이에 대한 추정과 검정 ◆ 표본이 큰 경우 불량률이나 불량율 차이에 관한 추정과 검정
t 분포	◆ δ를 모르고 있는 경우에 모평균에 대한 추정과 검정 ◆ δ를 모르고 있는 경우에 모평균 차이에 대한 추정과 검정 상관유무검정
x^2분포	◆ 모분산에 관한 추정과 검정 ◆ 분할표에 의한 독립성 검정
F 분포	◆ 두 모본산 차이에 관한 추정과 검정할 표에 의한 독립성 검정 분산에 관한 추정과 검정 ◆ 분산분석표에서 요인에 관한 유의성 검정

2.4 미국사례 6 Sigma 도입 5단계

앞에서 살펴본 단기불량에 의한 1백 만개의 제품과 서비스 중 불량을 단 3.4개 이내로 줄이는 6 Sigma 경영혁명은 어떻게 달성할 것인가? 6 Sigma는 완벽한 품질을 위해 제조부문은 물론 자재, 설비, 개발, 영업구매, 회계, 마케팅, 연구개발 등 회사의 전 부문에서 추진되는 것이 특징이다. 제조부문에 한정됐던 기존 품질경영과는 차이가 있다.

제조 부문에서 아무리 노력해도 조달된 자재가 나쁘고 지원 부문에서 효율성이 떨어지면 고객에게 전달되는 최종 제품의 불량은 피할 수 없다. 연구개발 부문은 근본적으로 불량을 없앨 수 있는 제품설계로, 자재 부문은 가장 좋은 품질의 자재를 들여오도록 하는 활동이 동시에 이뤄져야 하는 것이다. 이런 각 부문의 노력이 결합되어서 나타나는 결과가 6 Sigma 수준의 품질 달성이다. 마치 다양한 악기가 모여 절묘한 화음을 이루는 오케스트라처럼 6 Sigma는 일종의 오케스트라 경영이다.

6 Sigma 프로젝트는 일반적으로 해결해야 할 문제의 절차는 개선부문에 따라 크게 2종류로 구분하는데 정의(D)-측정(M)-분석(A)-개선(I)-통제(C) 혹은 정의(D)-측정(M)-분석(A)-설계(D)-검증(V) 등 5단계 프로세스를 거친다. 프로젝트의 선정기준은 "고객의 요구(Needs)"다. 고객이 불편해 하는 점에서부터 프로젝트는 출발한다. 모든 단계는 통계적으로 계량화되고 매뉴얼화 되며 과학적 분석기법에 의해 검증된다. 6 Sigma가 과학적이라고 불리는 이유가 여기에 있다.

부록의 사례를 통하여 6 Sigma 프로젝트를 5단계 프로세스로 정리하여 보면 다음과 같이 요약 할 수있다.

"정의(Define)"는 문제점을 찾아내는 첫 단계다. 고객(VOC)의 요구가 무엇이고 내부 프로세스는 어떻게 돼 있는가 등 문제점을 알아내는 처녀 출발단계다. QA부서는 차량의 진동불량이 발생되는 고객 불만사항을 파악하게 된다. 여기서 고객불량개선 이라는 6 Sigma 프로젝트 목표가 선정된다.

측정(Measure)은 불량수준을 알아보는 단계다. 불량이 어느 수준인지, 개선에 드는 비용은 얼마나 될지, 이로 인해 생기는 불편이 어느 정도인지 등에 대한 데이터를 모으고 통계화 한다. 이 단계에서는 경쟁회사나 세계 최고 회사들의 품질수준도 Benchmarking한다. 그 다음 이런 전 과정을 공정지도로 그린다(P. Mapping).

Mapping은 고객 요구수준과 각 부서의 관리수준을 비교해 보기 위한 절차다.

분석(Analyze)은 언제 어디서 이런 불량이 생겼는지, 불량 형태는 어떤 것인지, 원인은 무엇인지를 알아내는 단계다. 보다 구체적인 원인을 밝혀내게 된다. QA부서는 첨단계측기와 분석수단을 이용해 정밀 원인분석 작업을 실시한다. Claim cost도 줄 일 수 있다는 분석을 토대로 불량보다도 양품이 더 많이 반품되어 온다는 사실도 알아낸다.

개선(Improve)은 드러난 문제점들을 해결하는 단계다. 문제 항목에 대한 Factor를 찾아서 DOE을 설계해 불량요소를 없애고 비용도 낮춘다. 공정능력도 개선시킨다. 이 모든 과정은 실험계획법 시뮬레이션 등 통계적이고 과학적인 기법으로 미리 검증을 거친다.

통제(Control)는 개선 사항을 계속 유지시키는 단계다. 개선사항을 관리 통제하면서 불량이라는 문제점을 말끔히 해결하게 된다. 이렇게 개선된 모든 결과는 차트로 만들어지고 숫자로 기록돼 관리된다. 표준이나 절차로 제도화되는 것이다. 6 Sigma 프로젝트는 한가지만 진행되는 것은 아니다. 동시에 수십, 수백 가지가 수행된다. 비록 사소한 것처럼 보일지라도 작은 변화가 회사 전체적으론 큰 이익을 가져오고 회사의 체질은 어느덧 변화하게 된다. 제조, 관리, 연구개발 등 회사 전 부문에서 진행되는 개선 프로젝트들이 하나로 모아져 전체의 품질수준이 6 Sigma에 도달하게 되는 것이다.

2.4.1 AAA(Air Academy Associates)의 도입전략 6단계

6 Sigma가 에러발생률 1백만 분의 4.4를 추구한다지만 기업의 사정에 따라 최초 목표는 달라질 수 있다. 현재 4 Sigma도 안 되는 수준에서 6 Sigma를 연내에 도달하겠다는 목표를 세우면 실패하기 십상이다. ROI(Return On Investment) 등 재무적 검증을 계속적으로 받는 과정에서 목표 달성은 늦어지고 경영운동은 무색해지고 만다. 따라서 기업 능력에 맞는 적절한 목표를 세우고 차근차근 6 Sigma 운동을 전개할 것을 권한다. 미국의 6 Sigma 교육 기관인 AAA(Air Academy Associates)는 6 Sigma 운동을 펼치기 이익유지 등이 그것이다. AAA는 6 Sigma를 통해 얻은 성과를 최종적으로 정확하게 측정하기 위해서는 반드시 프로젝트를 시작하는 시점에서

현상을 정확히 파악해 두어야 한다고 강조하고 있다.

NEEDS의 구체화 단계에서는 먼저 최고경영자가 볼 때 사업을 하는데 있어 가장 중요한 문제가 무엇인지 구체적으로 지정해야 한다. 이를 전제로 프로젝트의 평가기준으로 ◇결함 ◇에러율 ◇수율 ◇사이클타임 등을 정의한다. 다음에는 현재의 COPQ(Cost Of Poor Quality, 부적합품질로 인한 비용)를 정확하게 측정한다.

다음 **"비전의 명확화" 단계**에서는 도달하고자 하는 목표를 명확히 해야 한다. 팀의 모든 구성원이 이를 공유하게 해야 한다. 그러기 위해서는 고객으로부터 어떤 기업 또는 사업, 제품, 서비스로서 평가받고 싶은가 하는 비전의 영역까지 포함해 목표를 분명히 설정해야 한다. 단순히 고객만족도를 높이는 건 목표가 될 수 없다. 주가, 시장점유율, 매출액, 이익 등의 목표가 분명히 설정돼야 한다. 실적에 바탕을 둔 보상시스템 목표를 세워 일반 사원들에게 참여 동기를 부여하는 것도 이 단계의 중요한 과제다.

다음단계는 **"계획 수립"이다**. 중요한 프로젝트를 선정하는 데서부터 시작연도의 투자대비 이익 등 구체적 목표를 수립한다. 프로젝트를 주도할 챔피언 블랙벨트 그린벨트 등을 뽑는 것도 이 단계다. 이들의 역할분담을 분명히 하고 간부사원에 대한 교육 일정도 세워야 한다. 블랙벨트가 중간에 경과 보고할 시점도 정해놓고 각 챔피언 블랙벨트 등이 달성해야 할 목표도 정한다. 보고 방법, 예산 배정, 구성원간 의사소통 방법, 지원부서 선정 등도 계획단계에 확정지어야 한다.

네 번째 단계는 **"계획 실행"이다**. 앞 단계에서 수립된 계획을 실천에 옮기는 과정이다. 최초의 교육 대상은 프로젝트를 주도할 챔피언 블랙벨트 그린벨트 등과 관리자와 재무부문 관계자들이다. 교육대상은 차차 현장으로 범위를 넓혀간다. 계획실행에 필요한 하드웨어와 소프트웨어를 비롯 각종 자원을 제공하고 각 프로젝트의◇우선순위 결정 ◇특성 추출 ◇최적화 ◇현실화 과정을 밟는다. 계획 실행의 장애를 정의한 뒤 비로소 6 Sigma 활동을 시작한다.

제5단계는 **"이익 평가"다**. 개별목표의 달성 정도와 아울러 진척 관리도 평가한다. 계획이 예정대로 실행됐는지 평가하는 과정에서도 계획 자체의 적합성은 계속 검증해가야 한다. 이 과정에서 일부 프로젝트에 문제가 발생한 경우는 프로젝트의 지속 여부를 다시 논의해야 한다. 사업에 커다란 영향을 미치지 못하는 프로젝트는 6

Sigma 활동에서 제외한다.

마지막 단계는 **"이익의 유지"다.** 성과를 유지하는 것은 단순히 똑같은 일을 반복하는 것과는 다르다는 점에서 어려운 단계다. 성과를 유지하기 위해 관리계획을 세우고 그 과정에서 필요한 각종 의사소통채널을 정비하는 과정이다. 당초 계획대로 보상을 실행하고 그 성과에 대한 영향을 계속 연구하면서 새로운 프로젝트를 다시 가려뽑는다. 브리핑, 비디오, 사내보 등을 통해 성공체험을 알리고 공유하는 활동도 필요하다. 필요에 따라 챔피언, 블랙벨트, 그린벨트 등과 그 밖의 간부 사원에 대한 교육을 강화한다. 더 많은 프로젝트 리더들을 만드는 것도 이 과정에서 수행할 작업이다. 연간 예산계획에 6 Sigma 프로젝트에 관한 내용도 새로 추가해야 한다.

2.4.2 SSQ의 도입전략 59단계 (美. Qualtec)

6 Sigma는 "준비의 미학"이 필요한 경영혁신 운동이다. 왜 그런지는 쉽게 추론할 수 있다. 6 Sigma는 1백 만개 당 3.4개의 불량품만을 허용한다. 생산부문 뿐만 아니라 모든 프로세스에 적용된다. 따라서 6 Sigma 도입에는 "철저한 준비"가 전제되어야 한다. 추진조직, 교육 등의 기반이 만들어져야 한다. 고객은 무엇을 원하는지, 공정관리는 잘되고 있는지, 협력업체 관리는 제대로 이뤄지는지 등을 파악해 대책을 세운 뒤 도입해야 성공률도 높아진다. 6 Sigma 컨설팅기관으로 유명한 미국의 "6 Sigma **Qualtec**(SSQ)"은 59단계를 권고하고 있다.

◇ 사전준비 (1~9단계)

도입초기 투자자금이 필요하므로 최고 경영자에게 소개한 뒤 의사결정을 받아야 한다. 6 Sigma는 블랙벨트 같은 전임자는 물론 회사 전체가 활동에 관여해야 한다. 따라서 최고경영자가 초기단계부터 계속 참여하지 않으면 활동은 반드시 공중 분해된다. 6 Sigma는 블랙벨트 교육이라는 형태를 띠는 전문가양성부터 출발한다.

◇ 기반구축 (10~28단계)

사전준비가 끝나면 최고경영자와 인사 부서가 참여해 모든 직원이 6 Sigma에 전념할 수 있도록 인사와 보상시스템을 갖춘다. 블랙벨트는 6 Sigma 추진주체로 뛰어난 인재여야 한다. 따라서 인사 부서에서는 이들을 방치하지 않고 처우가 허술하지 않게 보상시스템을 마련해야 한다. 6 Sigma를 도입할 때는 일정 기간 후 얼마나 효

과가 있었는지 금액으로 평가한다. 챔피언은 블랙벨트를 지도. 감독하고 프로젝트도 선정하기 때문에 블랙벨트보다 먼저 교육을 실시한다. 블랙벨트를 컨설팅기관에 위탁 교육시킬지, 회사 내에서 교육할지도 이 단계에서 선정한다. 교육 단계마다 활동성과를 설명할 수 있는 각종 행사도 기획한다.

◇ 블랙벨트 교육준비 (29~40단계)

블랙벨트 교육대상자가 선정되고 공석을 메울 후임자까지 결정돼 교육준비가 끝나는 단계다. 챔피언으로 인정된 사람들은 선진사례나 자사의 도입전략 등에 관한 정보도 수집한다. 블랙벨트와 챔피언은 어떤 부문을 개혁할지 프로젝트를 최종 점검한다. 블랙벨트 교육 1차 일정을 짠다.

◇ 블랙벨트 교육 (41~51단계)

측정(M, Measurement), 분석(A, Analysis), 개선(I, Improvement), 관리(C, Control)의 4단계로 진행한다. MAIC 각 단계마다 1주일 집합교육을 받고, 4주일은 자신이 속했던 현장에서 적용해 보는 형태로 교육을 실시한다. M과 A의 단계에선 개선 대상 프로젝트의 선택에 주안점을 둔다. 성취감을 맛보게 하는 것도 하나의 목적이기 때문에 프로젝트는 성공 가능성이 높은 것을 고른다. I단계에선 구체적으로 프로세스를 개선하고, C단계에선 최종보고서 작성방식도 지도한다. 2차 블랙벨트 교육에 들어가고 1차 교육 수료자를 대상으로 블랙벨트 자격 인증식을 갖는다. 프로젝트 2개 이상을 완료했는가, 최종보고서가 현장의 프로세스에 실현되고 있는가를 기준으로 자격을 인정한다. 블랙벨트를 배출한 부서는 후임자를 선정할 수 있다.

◇ 경영개혁 평가 (52~59단계)

1차 교육에서 양성된 블랙벨트가 어떤 경영개혁 효과를 거뒀는지를 평가하는 단계다. 최고책임자는 분기별로 한번씩 계속 평가를 하게 된다. 컨설팅회사에서 벗어나 회사가 독자적인 6 Sigma를 구축해 독립해 나가는 단계이기도 하다. 블랙벨트 가운데 뛰어난 사람은 컨설팅기관에서 추가 교육을 받아 마스터 블랙벨트 자격을 취득토록 한다. 마스터 블랙벨트는 사내에서 그린벨트는 물론 블랙벨트까지 교육시킬 수 있어 독자적인 6 Sigma 체제를 갖출 수 있게 된다.

2.5 Six Sigma의 위력

6 Sigma의 품질 수준은 과연 어느 정도일까? 6 Sigma는 불량품이 나올 확률이 0.00034%다. 제품 1백 만개를 만들었을 때 불량품은 3.4개에 불과하다. 한때 국내 기업에 유행처럼 번졌던 백ppm 운동' 은 1백 만개 당 1백 개까지 불량품을 허용한다. 6 Sigma와 비교하면 무려 40배 가까운 차이가 난다. 그러면 1백 만개 당 불량품 3.4개라는 6 Sigma는 구체적으로 어떤 의미를 가질까? 면적이나 거리에 대입시켜 비교해 보자. 4 Sigma의 불량률 확률이 소규모 상점 넓이로 가정하자. 4 Sigma에 도달하면 이는 거실넓이로 좁아졌다가 5 Sigma에선 전화기 바닥 면적으로 줄어든다. 6 Sigma에선 한 알의 다이아몬드 크기로 대폭 축소된다. 4 Sigma가 미주대륙을 횡단하는 거리라면 4 Sigma는 차를 타고 45분 정도 걸리는 거리다. 5 Sigma는 근처 주유소까지 거리이고 6 Sigma는 네 발짝 거리밖에 안 된다. 6 Sigma의 위력은 금액으로도 추산해 볼 수 있다. 회사가 10억 달러의 자금을 운용 중이라고 가정해 보자. 기업은 자기 돈만 갖고 사업하는 게 아니다. 투자용 차입금이나 긴급 운용자금으로 금융기관에서 끌어다 쓴 부채가 있을 것이다. 운용자산 가운데 부채가 차지하는 규모를 Sigma 수준 별로 추정하면 4 Sigma의 경우 2백70만 달러다. 회사 수준이 4 Sigma에 해당된다면 부채는 6만7천 달러로 뚝 떨어진다. 5 Sigma 수준의 회사라면 부채 규모는 대략 5백70달러 정도이다. 그러나 6 Sigma를 달성하면 부채는 2달러로 줄어든다. 4 Sigma 수준인 회사를 6 Sigma 수준에 도달한 업체와 비교하면 같은 10억 달러를 운용하는데 무려 2백70만 달러의 부채를 더 안고 있다는 얘기다. 부채로 인해 생겨나는 대규모 금융비용은 말 그대로 입지 않아도 될 손실이다. 일본 Sony사가 만드는 미니 카세트 제품인 "워크맨"에 적용해 보자. 만일 Sony사가 품질수준을 6 Sigma로 높였다고 가정하면 지난 79년부터 97년 4월까지 생산한 1억6천만개의 워크맨 가운데 불량품은 5백44개라는 얘기가 된다. 그나마 공정 중에 발생한 5백44개의 불량품은 대부분 검사과정에서 발견 됐을 터다. 따라서 시중에 나도는 불량품은 "Zero"에 가깝다고 볼 수 있다. 6 Sigma는 기업의 모든 프로세스를 대상으로 하기 때문에 품질비용을 대폭 줄이는 효과를 가져온다. 제품설계 단계에서 결함을 발견해 수정하는데 드는 비용을 1 이라고 가정하자. 그렇다면 제조 후 출하검사 단계에서 결함을 찾아 재작업을 거치는데 필요한 비용은 10으로 뛴다. 그러나 고객이 사용하는

단계에서 생긴 하자를 고치는 데는 100의 비용이 든다. 이처럼 설계 검사 고객 등의 단계에서 품질비용이 증가하는 것을 "1:10:100의 규칙"이라고 한다.

실제 미국의 컴퓨터 사무기기 제조 회사인 IBM의 로체스터 공장에서 생산되는 컴퓨터 시스템인 AS400의 생산라인을 분석한 결과 단계별 품질비용은 1:14:92로 조사됐다. 복사기의 경우 더욱 충격적이다. 설계 45, 제조 4백68, 출하 전 1천7백에서 고객단계 때는 59만으로 늘었다. 제조는 물론 회계 영업 등 전 부문에 걸친 품질혁신 노력인 6 Sigma가 위력을 발휘하는 이유가 바로 여기에 있다. 6 Sigma 운동이 이처럼 높은 수준의 품질을 요구하는 것은 이 운동이 최종 제품을 대상으로 품질을 관리하는 것이 아니라 전 제조 공정을 대상으로 품질을 관리하기 때문이다. 제조공정 중간중간의 불량이 누적되면 최종 공정에서 불량률이 크게 높아지므로 공정마다 6 Sigma 수준의 높은 품질수준을 요구하고 있는 것이다. 이는 처음부터 완벽하게 만들면 품질관리비용을 완전히 없앨 수 있다는 이 운동의 도입취지 와도 부합된다. 전통적인 품질관리 이론이 불량률을 지나치게 낮출 경우 불량품 개선비용이 더 들어가므로 오히려 비효율적이라는 입장을 펴고 있으나 6 Sigma는 처음부터 잘하면 품질개선 비용자체를 없앨 수 있다는 반대의 입장을 취하고 있다.

2.6 Six Sigma Impact.

2.6.1. Motorola, Reduce Cost $2.2 Billion during 1987~1991.

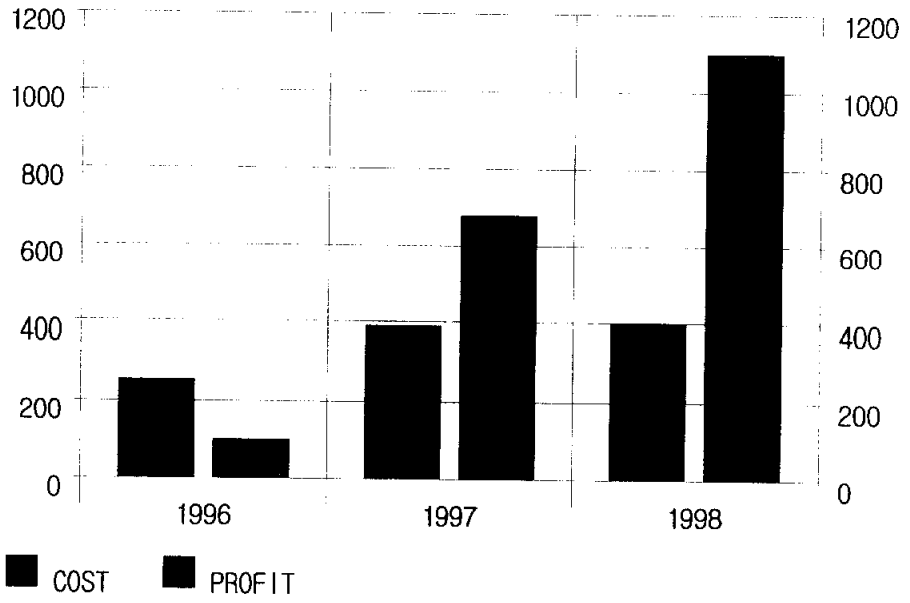
2.6.2. Texas Instruments.

[표 2.7] Texas Instruments *Six Sigma* Cost & Profit.

Part	Before	After
In Year	1988	1993
COPQ	30%	7%
DPMO	104,000	9,000
Scrap Cost	$3.0M	$0.3M
Yield	84.0%	98.9%
Cycle time(Week)	11	4
Inventory Cost	$3.9M	$1.1M

2.6.3. General Electric.

[표 2.8] General Electric *Six Sigma* Cost & Profit.



2.6.4. LG Chemical, Reduce Cost

$60M/ year (60 project).

2.7. 기존품질 운동과 차이 분석

6 Sigma는 QC(품질관리), TQC(전사적 품질관리), TQM(전사적 품질경영) 등 전통적 품질관리 기법과는 큰 차이가 있다. 과거 품질관리 기법이 대량생산 시대에 부합하는 공장중심의 운동이었다면 6 Sigma는 정보화 사회에 알맞은 21세기형 전방위 경영혁신 운동으로 요약할 수 있다. 우선 "불량"에 대한 개념부터 다르다는 점을 들 수 있다. 전통적 품질관리 운동의 목표는 고객에게 인도되는 최종 생산품의 불량을 줄이는 것이었다. 제조공정에서 불량품이 나오는 것엔 별 관심이 없었다. 회사 밖으로 나가는 제품에 대해서 불량품이 있는지 여부를 따졌다. 여기에 문제가 있었다. 회사 내에서 실제로 제조된 제품은 출하된 제품의 평균 4배에 달한다. 그만큼 "품질실패비용"이 크다는 얘기다. 수익구조가 나빠지는 것은 당연하다. 이에 반해 6 Sigma는 불량이 일어날 수 있는 원인을 근본적으로 제거하는 기법이다. 회사 내 전 부문에서 오류가 발생할 수 있는 구조, 시스템 그 자체에 메스를 가한다는데 장점이 있다. 이는 곧 코스트와 시간을 줄이고 고객에게 언제나 변함 없는 품질을 제공할 수 있는 기반을 마련한다는 획기적인 의미를 지닌다. 6 Sigma는 또 진정한 의미의 "전사적인 품질운동"이다. 80년대 일본 제조업체의 품질수준을 개선하는 데 큰 역할을 담당한 QC는 생산현장에 국한된 것이다. 특정 공정을 대상으로 숙련도를 향상시키는데 초점이 맞춰져 있으며 자동차나 가전 공정 등에 "Line Balancing(흐름식 공정)"을 도입한 것도 QC운동의 일환이었다. TQC와 TQM은 QC의 한계를 극복하기 위해 품질운동의 대상범위를 확대했으나 부분적인데 그쳤다. 반면 6 Sigma는 특정 부문의 "개선"이 아니라 경영 전반을 대상으로 한 "혁신" 활동이다. 개선과 혁신은 언뜻 보면 유사해 보이지만 실제에선 엄청난 차이가 있다.

생산공장 해외이전을 예로 들어보자. 대부분의 기업들은 본국에서 파견된 기술자가 일정한 시간을 두고 현지 채용 인력을 교육해가며 생산 프로세스를 바꿔간다. 그러나 6 Sigma로 전개할 경우 사전에 완벽하게 디자인된 생산시스템을 그대로 수출해 턴키방식"으로 곧바로 조업에 들어갈 수 있는 것이다. 한마디로 회사 전 부문의 수준을 측정할 수 있는 통계적인 틀을 통해 비효율적인 업무를 최대한 제거하고 가장 적절한 업무 프로세스를 고안 해 내는 것이다. 특히 이 같은 방식은 생산현장은 물론 구매, 판매, 총무, 회계 등 간접 부문에서도 큰 효과를 낼 수 있는 Merit(메리트)가 있

다.

6 Sigma는 또 QC 등이 분임조를 바탕으로 한 "아래에서 위로(Bottom-Up)" 방식인데 비해 "위에서 아래로(Top-Down)" 방식을 취한다는 점도 특징이다. 경영능력이 검증된 최고경영자가 뚜렷한 목표를 향해 강력한 추진력을 동원할 때 전사적인 효과를 낼 수 있다는 의미다.

2.7.1. 품질경영의 발전단계

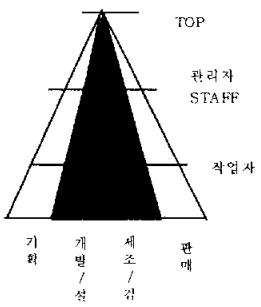
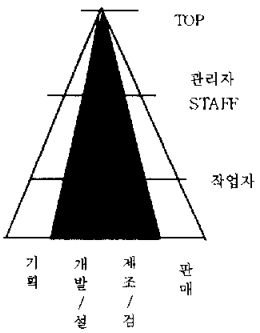
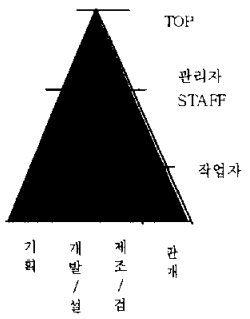
Six Sigma 의 품질경영 활동은 전통적인 품질운동과 구별되는 여러 가지 특징이 있다. [표 2.9]는 과거 품질활동과 현재 Six Sigma 경영활동으로 불리 우는 품질 발전단계를 연대주기로 나타낸 것이다.

[표 2.9] 품질경영의 발전단계

년대	구분	활동영역								
		제조	자재	설비	R&D	AS	영업	구매	회계	전부문
1930~50년대 제조프로세스중심	QC									
1960~70년대 소집단활동	TQC									
1970~80년대 종합적문제해결	TQM									
2000년대 모든 프로세스적용	S.Sigma									

2.7.2 TQC, TPM, 6 SIGMA 차이 비교

[표 2.10] TQC, TPM, 6 SIGMA 차이 비교

구분	TQC/100PPM	TPM	6 SIGMA
목적	품질문제해결(개선)	설비와 인간의 효율을 극대화(개선)	전사 최적화(혁신)
측정지표	불량률(%)	설비종합효율(%)	Sigma(σ)
불량개념	고객에게인도되는최종생산품의 불량률을 줄이는 것 1.품질실패비용이크다. 2.수익구조가 나쁘다.	설비6대LOSS을 배제하는 것 1.시간가동률 2.성능가동률 3.양품율	일어날수 있는 원인을 근본적으로 제거하는 것 1.시간&비용을 감소 2.고객에게 변함 없는 품질 제공/고객만족
대상	관리 (SOFT)	설비 (HARD)	관리(SOFT)+설비 (HARD)
대상범위 (예) 생산공장해외이전 할 경우	생산현장에 국한 본국에서 기술자을 파견하여 현지 인력을 채용, 교육을 해 가면서 생산프로세스를 바꿔 간다.	설비개선에 국한 본국에서기술자을 파견하여 현지 인력을 채용, 교육을 해 가면서 생산프로세스를 바꿔 간다.	사전에 완벽하게 디자인된 생산시스템을 그대로 수출해 턴키방식'으로 곧바로 조업에 들어 갈 수 있다.
추진주체	제조현장 담당자 중심	TPM담당부서	6 Sigma 사내전문가
불량허용범위	1000개중 2~4개	100만개 중 100개	100만개 중 3~4개
문제해결	중심 지향적	미결함의 철저한 배제	전 프로세스
접근방식	가장 큰 문제 집중적 해결	작은 결함도 철저하게 배제	사업목표 및 VOC선정
품질보증	원류관리 (현장중심의 단순개선)	원인계의 관리 (불량ZERO의 조건을 관리)	통계적관리 및 검증 (6 Sigma 경영)
교육/훈련	관리기술 (QC수법의 습득)	소유기술 (설비기능)	전문가 중심 (통계적관리 및 전문기술)
소집단활동	자주적인 써클활동 (인간존중)	직제활동 즉 소집단활동의 일체화	프로젝트팀 활동 (CFT)
기능별 계층별 활동 범위	BOTTOM-UP 	BOTTOM-UP 	TOP-DOWN 

제 3 장. 서구와 한국인 의식조사 비교

3.1 서구인의 기업문화의식

3.1.1 영감(靈感)과 최고경영자

지금 현재 CAI(The Center for Applied Institution)를 비롯한 CEO을 양성하는 최고경영자 교육 과정이 미국 내에서 일대 붐을 일으키고 있다. 높은 인간성을 바탕으로 한 자기능력의 인지가 어느 시대보다 중요한 세계로 들어서고 있다

3.1.2 이기주의적 가치관

미국에서는 부부가 결혼해서도 일심동체라는 관념이 부족하다고 한다. 직장에 대해서도 마찬가지다. 그래서 미국 기업들은 공동체의식을 심어주는데 주력하고 있다. 우리는 미국이 가지고 있지 못한 중요한 무형자산을 가지고 있다.

3.1.3 불굴의 정신(Sense of Invincibility)

미국인들이 중시하는 개척정신 (frontier spirit)에서 비롯됐다고 할 수 있다. 불과 3백년 전만 해도 미국은 대자연 그대로였다. 지금은 동부에서 서부까지 비행기로 5~6시간이면 가지만, 서부개척 시대에는 대륙횡단에 8개월 이상 걸렸다고 한다. 당시 미국인의 의식에 뿌리내린 것이 어떤 상황에서도 결코 좌절하지 않는 불굴의 정신(sense of invincibility)이다. 거기에다 미국의 초기 이민들이 꿈꾸었던 기독교의 구원(salvation)사상까지 합쳐져 자연스럽게 "불굴의 투지를 지닌 영웅이 세상을 구한다"는 내용이 미국인의 심성으로 자리 잡게 되었다.[22]

3.1.4 일의 성취를 중시

서구인은 일의 성취를 중시해서 행동하는 반면, 우리는 인간관계를 대단히 중요시하며, 다른 사람과 조화로운 관계를 형성해 나가는데 큰 관심을 둔다. 특히 일의 성취에 초점을 맞추는 미국인들에게 있어서 격식을 차리지 않은 것을 선호한다. 따라서 그들은 처음 만나는 사람과도 격식을 차리지 않는 표현을 쓴다. 이러한 의식구조는 경제활동에 있어서도 큰 차이를 가져왔다고 볼 수 있다.[23]

3.1.5 서구사람들이 느낀 한국인의 특성

한국 사람은 밥을 빨리 먹고, 빨리 집으로 돌아가려고 한다. 뭐이든 진짜냐 가짜냐고 묻는다. 그리고 눈이 나쁘지 않은 데도 안경을 쓰는 사람이 많다. 한국인의 형식주의 이것이 서구인에게 비하여 한국인에게 상대적으로 강한 어떤 의식구조의

소치라고 본다. 때문에 역사적 배경에 영향을 받은 것이라고 생각한다.[24]

3.2 한국인의식 재발견 "우리도 할 수 있다"

3.2.1 부정적 측면의 탐구

일등만 대접받는 사회 : 한국인은 1등, 금메달, 일인자만 인정하고, 이등, 이 인자는 경시한다. 한국인의 이러한 심리 저변에는 하향 평준화의 심리가 있다. 한국인에게는 인간관계가 가장 중요하다

1)學派는 없고 學閥族(학벌족)만 있다 : 한국사회의 '이기적 집단주의' 을 말해준다.

2)내 탓과 남 탓 : 한국인은 '남 탓'을 많이 한다. 한국인은 집단끼리 '협상'이 잘 이루어지지 않는다. 자신의 이익만 추구하므로 '우리'는 사적인 '우리' 친밀한 '가족성 우리'를 중시한다.

3)인정사회와 계약사회 : 한국사회의 속성과 서구사회의 속성을 비교한 말이다.

4)한국인의 기본정서는 정이다. '한'보다 '정'이 더욱 보편적 정서이다. 정에 호소하면 통하는 경우가 많다.

5)심정적 측면을 개발시키고 용기와 희망을 준다 : '氣'광고가 범람한다. 이것들은 모두 심정에 초점을 둔 광고들이다. (ex)'하면 된다.' '다시 뛰자' 등의 구호이다.

3.2.2 한국인의 저력 탐구

1)국민의 자주성 : 인력자원의 특질이나 노동가치관은 국민성과 밀접한 관계가 있다.

● 자주성을 상실한 시대(고려 및 조선시대) : 우리나라의 국왕은 즉위를 중국 황제로부터 승인을 받아야 했으니, 우리나라에는 자치권만 있었지 외교나 군사사면에서의 자주권은 없었다. 더구나 유교를 숭상하여 사상과 문화, 제도 등 모든 든 면에서 중국을 본받았을 뿐 아니라 스스로 유교 문화의 우등생이 되고자 노력하였으니 자주성이 있을 리 없었다. 완전히 사대주의 전성시대였다.

●자주성 회복에 대한 의식(일제시대) : 자주성에 관한 암흑시대였다. 일본은 우리국민에게 일본말을 쓰도록 강요했고, 이름조차도 일본식으로 바꾸게 했다. 이런 식으로 지배당하다 보니 오히려 자주성에 대한 의식이 싹트기 시작했다.

2)가치관마저 미국화(해방 후 1965년) : 美 군정시대가 1948년8월에 끝나고, 우리나라에는 대한민국 정부가 수립되었다. 우리나라는 미국의 군사력과 경제원조가 필요했다. 우리나라사람은 미국말, 미국의 문화·문명, 미국의 각종제도를 흡수하는 데 총력을 기울이게 되었다. 이런 환경에서는 자주성이 생겨날 리가 없었고, 오히려 전통이나 풍습도 파괴되어 나가고, 가치관마저 미국화 되어갔다.

3) 자주성 확립 (월남파병을 통한 한국인의 재발견): 1965년에 실시된 월남파병은 우리나라 국민으로 하여금 오랜 열등의식, 피지배 의식에서 벗어나 스스로의 자질에 새롭게 눈뜨고 자부심을 갖게 하는 계기가 되었다. 자주성 확립이라는 견지에서 우리나라 역사상 획기적인 전환점이다.

4) 자존심·자주성의 발로 : 월남에서의 대우는 미국 군인과 똑같았다. 소위 Same Base, Same Level (똑같은 기준, 똑같은 수준)로 전쟁에 참여함으로서 자존심·자주성의 발로였다.

5) 한국인의 저력을 재발견 : 월남이라는 무대에 등장한 한국 사람들은 연인원으로 30~40만 명의 한국 청년이 한꺼번에 외국에 가게 된 것이다. 어떤 의미에서는 우리나라 역사상 처음 행해진 전국 규모의 대규모 해외연수 이었다고 할 수 있다. 한국사람의 가치관에 일대 변화가 일어나게 된 것은 당연했다. 우리나라 사람은 처음으로 진정한 의미에서 외국과의 교류를 시작한 것이다.「한국인의 국제화」의 출발점이다. 월남 파병이야말로 「한국인의 저력을 재발견」하게 된 결정적인 계기가 되었다. 사람과 경쟁하는데 두려울 것이 없다고 생각하게 되었다. 이 때부터 「하면 된다」 「우리도 할 수 있다」는 자신감이 생겨났다.

6) 하면 된다 우리도 할 수 있다 :1970년 우리 국민은 10억 달러를 수출해냈다. 이때 비로소 국민들은 자신과 용기, 희망을 갖게 된다. 정신면에서는「자조, 근면, 협동」과 「근검, 절약, 저축」의 새마을 정신이다 「우리도 할 수 있다」라는 의식구조는 70년대의 정신적 지주 역할을 했으며 국가 발전의 원동력이 됐다. 그리고 1977년에는 대망의 100억 달러 수출을 하게 된다. 세계 언론계에서는 한국이「한강의 기적」을 이룩하고 있다고 했다. 20세기 후반에 들어서 경이적인 발전을 하고 있는 한국, 대만, 싱가포르, 홍콩 등 4마리의 용(龍) 중 한국을 선두주자라고 했다.

한 저명한 미국의 잡지(「Newsweek)June 1977)는 커버스토리로 한국인이 몰려온다 (The koreans are coming)」라는 특집 기사를 썼다. 이 글에서「일본인을 게으른 사람으로 보고있는 세계 유일한 국민이다」라고 소개하고 있다. 신념화하면 무한한 능력을 발휘할 수 있는 위대한 민족이라는 것을 여실히 증명하였다.

7) 공업화의 변천 : 우리나라가 1945년 해방 후1965년까지 20년 동안 도입된 기계 및 금속공업용 시설로는 인천제강의 50톤의 철강(鐵鋼)제철소, 새나라 자동차에서는 약400만 달러를 들여 자동차 조립시설을 도입했고, 금성사에서는 가정용 전기계량기와 전화기 제조시설을 도입하여 1차 금속 제조업 부문에서 38만 달러를 들여 주철관 제조시설을 도입했다. 기계요소 및 공구제조업 분야에서는 (구)대한중기가 50만 달러를 들여 철도차량 제조시설로 철도차량의 차륜(車輪:바퀴)제조 용 압연기1대를 도입한 것이다. 기타 자동차부품 제조용 시설, 그리고 공구, 원동기, 농기구, 재봉기, 자전거, 제조시설 들이 것의 전부였다. 한마디로 1960년대만 하더라도 우리나라의 중공업은 미천한 상태였다는 것을 알 수가 있다. 그러나 지금은 세계의 최고를 자랑하는 기업이 얼마든지 많다. 건조량이 세계 최고인 조선분야가 그렇고 첨단을 자랑하는 반도체산업, 철강산업, 자동차산업, 가전산업, 통신산업, IT산업, 등 수없이 많은 기업들이 세계의 최고의 수준을 인정받고 있다.

8)한국인도 Six Sigma경영으로 최고가 될 수 있다. 비근한 예로 1976년9월 부산에서 전국기능경기대회가 개최됐다. 이때 일본 요청으로 일본대표선수(27명)도 이 대회에 참가하고 싶다는 것이었다. 그래서 불붙는 경쟁이 일어났는데, 그 결과를 보면 우리의 기술수준이 세계적이라는 것을 알 수 있다. 특히 주목할 것은 「정밀기기제작 종목」인데, 일본선수가 74.6점, 우리선수는 88.7점이었다. 그리고 우리나라에서는 마무리 정신이 없어 금형은 만들 수 없다던 프레스 금형 종목 에서 일본선수가 83.0점, 우리선수가 89.0점이었다. 이로서 한국인은 정밀작업을 못하는 민족이다. 그래서 기계공업에는 적합하지 않다 는 잘못된 생각이 완전히 불식됐다. 하고자 하면 할 수 있는 민족인 것이다. 다음은 대회결과 평가 표이다. [17]

[표 3.1] 1976년 한·일 기능 경기대회 평가표(단위:100점 만점)

종목	한국선수	일본선수
정밀기계제작	88.7	74.6
밀링	78.5	66.0
선반	92.0	89.5
프레스금형	89.0	83.0
가스용접	92.0	87.3
전기용접	92.0	82.0
판금	94.0	87.0
타출판금	81.0	78.0

[표 3.2] 서구 및 한국기업 의식차 비교

항목	강점	약점
미국	1.최고경영자의 품질의식수준이 높다	1. 일심동체의 관념이 약하여 개인 이기주의가 심하다.
	2.영웅주의는 미국의 개척정신(frontier spirit)에서 비롯되어 불굴의 정신(sense of invincibility)과 기독교의 구원(salvation)사상까지 합쳐졌다. 즉 청교도 정신이라 할 수 있다.	2. 인간적인 '정'이 부족하다
	3. 일의 성취를 중시한다.	3. 교육열이 약하다.
	4. 격식을 차리지 않는다.	4. 다양한 주장이 많다.
	5. "계약사회"다	5. 집단 의사결정에 어려움이 많다.
	6. 경제성을 잘 따진다.	6. 노동운동이 심하다.
	7. 합리적인 사고를 요구한다.	
	8. 정직하게 고백하면 용서 해 준다.	
	9. 시작과 끝이 명확하다.	
	10. "우리"라는 국가성을 갖는다.	
한국	1. 기본 정서는 '정'이다 "인정사회"다	1. 형식주의를 중요시한다.
	2. 작은 고추가 맵다. 정신력이 강하다.	2. 빨리 빨리를 좋아한다
	3. 자존심이 강하다	3. 진짜냐? 가짜냐? 고 잘 묻는다.
	4. 한강의 기적 "하면 한다"	4. 일등만 고집하고 대접받는다.
	5. 새마을 정신이 있다. (자조, 근면, 협동 과 근검, 절약, 저축)	5. 시작과 끝이 두리 뭉실하다.
	6. 교육열이 높다.	6. 인간관계를 대단히 중시한다
	7. 국민화합이 잘 된다	7. 방어적인 원초적 본능이 강하다.
	8. "우리"라는 소단위성을 갖는다.	8. 학벌위주의 관리체계가 지배적이다.

3.3 이 시대가 요구하는 기업의 자세

우리나라의 기업들은 고비용 저 효율의 굴레를 벗어나지 못하고 있어, 선진 기업들과의 경쟁이 어려운 상태이다. 따라서 우리나라 경제가 한 단계 도약하기 위해서는, 보다 근본적인 방법이 절실히 필요한 때이다. 자본주의가 가장 발달한 미국의 경영활동을 보면, 근본적으로 경영철학의 차이에서 그 원인을 찾을 수가 있겠다.

경영철학은 그 나라의 국민성과 밀접한 연관성을 갖고 있는데, 미국인들은 대체로 개인주의적인 성향을 보이고 있지만, 그들의 실정에 맞는 전문경영인 제도를 기반으로 하여 Six Sigma도입 등이 성공기업 사례에서 결정적인 기업경쟁력을 높이는 계기가 되었다고 볼 수 있다. 현재 우리나라는 IMF을 거쳐 어려운 경제적 시련기에 있다. 높은 경영성과를 이끌어 낼 수 있는 한국적 Six Sigma 경영기법의 개발이 필요한 시기라고 본다. 기업은 제2의 도약을 목표로 한국인의 저력과 하면 할 수 있다는 혼을 불어넣는 경영전략을 세울 때이다. 한국적 6 Sigma의 모델을 제시하는 것도 이런 맥락에서다.

제 4 장. 한국적 6 Sigma 도입절차

4.1 Six Sigma의 성공요인

4.1.1 5대 필수요소

(1) Six Sigma 운동이 성공하기 위해서는 최고경영자의 강력한 Leadership이 필요하다. 경영자의 의지와 확고한 신념 없이는 모래 위에 성을 쌓는 것과 다를 게 없다. 경영자의 적극적인 참여는 이미 50%는 성공한 것으로 본다.

(2)정확한 DATA에 의한 관리이다. 현상을 객관적이고 명확하게 파악해야 이해집단으로부터 거부당하지 않으면서 정확한 진단을 내릴 수 있기 때문이다. 이를 위해 6 Sigma 운동을 시작하기 전에 각종 DATA를 완벽하게 수집하고 관리할 수 있도록 측정시스템을 갖추어야 한다.

(3) 직원들에 대한 교육과 훈련이 투자되어야 한다.

(4) Six Sigma운동이 일상적인 경영활동으로 전개될 수 있도록 시스템을 구축한다. Team-work 없이는 성공하기 힘들다.

(5) Six Sigma운동을 시작하기 전에 회사 사정에 따라 충분한 준비기간을 가질 필요가 있다.

4.1.2 충분 요소

(1) Six Sigma 운동은 경영혁신 운동이다. 기본적으로는 품질관리 운동이지만 기존의 품질운동과 차원이 다르다. 대상이 제품이 아니라 제품 설계에서 출하까지의 모든 경영활동 과정이다. 6 Sigma의 이러한 특성은 성공을 위한 여러 가지 조건을 요구하고 있다. 6 Sigma운동을 성공시키기 위해서는 우선 최고경영자의 강력한 Leadership이 필요하다. 6 Sigma운동으로 성과를 거두고있는 GE을 보면 Jack Welch라는 "훌륭한" 경영자가 있었다. 그는 6 Sigma 운동을 전개하면서 교육을 승진 승급과 연계시키며 전사원의 참여를 유도하도록 했다. 6Sigma에 대한 그의 믿음은 거의 신앙에 가까웠다. Motorola의 Galvin회장도 회의를 직접 주재하는 등 강력한 의지가 있었다.

(2) 두 번째 요건은 정확한 데이터에 근거한 관리이다.

현상을 객관적이고 정확하게 파악해야 정확한 진단을 내릴 수 있기 때문이다. 이를 위해 6 Sigma 운동을 시작하기 전에 각종 데이터를 완벽하게 수집하고 관리

할 수 있도록 측정시스템을 갖추어야 한다. 특히 우리 기업들은 데이터가 적은데다 있는 데이터도 정확하지 않은 경우가 많아 데이터관리에 특히 많은 관심을 가져야 한다.

(3) 세 번째 성공 요소는 직원들에 대한 교육과 훈련이다. 교육과 훈련은 어떤 캠페인 이든지 필요하지만 Six Sigma 운동에서 특히 강조되어야 한다. Six Sigma가 일종의 의식개혁 운동이라는 점에서 그렇다. Motorola와 GE는 6 Sigma운동을 성공시키기 위해 전사원을 대상으로 교육을 하였다. 또 6 Sigma 운동을 주도할 블랙벨트를 수 천명씩 양성했다. 교육과 훈련은 현장 직원들의 거부감을 없애기 위해서도 필요하다. 6 Sigma 운동이 일상적인 경영활동으로 전개될 수 있도록 시스템을 구축하는 것도 중요하다. 이밖에 운동에 들어가기 전 직원들에게 왜 6 Sigma 운동을 해야 하는가를 이해 시켜야 한다. 회사의 품질 수준이 현재 몇 Sigma인지를 사내에 알려 직원들이 도전의식을 갖도록 해야 한다. 6 Sigma 운동을 시작하기 전에 6개월 이상의 준비기간을 가질 필요가 있는데 이때 기본적인 3정5행, 품질시스템 등의 정착이 요구된다.

(4) 협력사 동참해야 '최고 제품' 을 완성 할 수 있다. Six Sigma 수준의 품질을 달성하려면 협력업체와의 공조 체제가 중요하다. 6 Sigma는 기획 생산 판매 회계 등 기업의 내부 프로세스뿐 아니라 부품도 대상이기 때문이다. 예컨대 어떤 회사의 생산 공정이 6 Sigma에 도달했다고 하자. 그러면 제품도 6 Sigma 수준일까. 그렇지 않다. 제품을 구성하는 부품들이 모두 6 Sigma에 도달할 때 완성품의 품질수준도 6 Sigma를 달성한다. 6 Sigma 품질수준을 달성하기 위해서는 협력업체도 동참해야 한다는 이유가 바로 여기에 있는 것이다.

4.2 추진방침 및 Vision수립

4.2.1 경영자 의지공표 및 BOOM조성

성공한 외국사례에서도 볼 수 있듯이 활동성과가 가시적으로 나타나는 기간이 4~5년의 장기간이 소요되는 Project라는 점과 DELPHI DIESEL SYSTEMS Ltd의 지난 100 PPM추진사례를 보면 주관 부서의 노력만으로는 숨어있는 핵심의 문제를 놓쳐 버리는 심각한 문제가 있었다. 그러므로 최고경영자의 지속적인 Leadership과

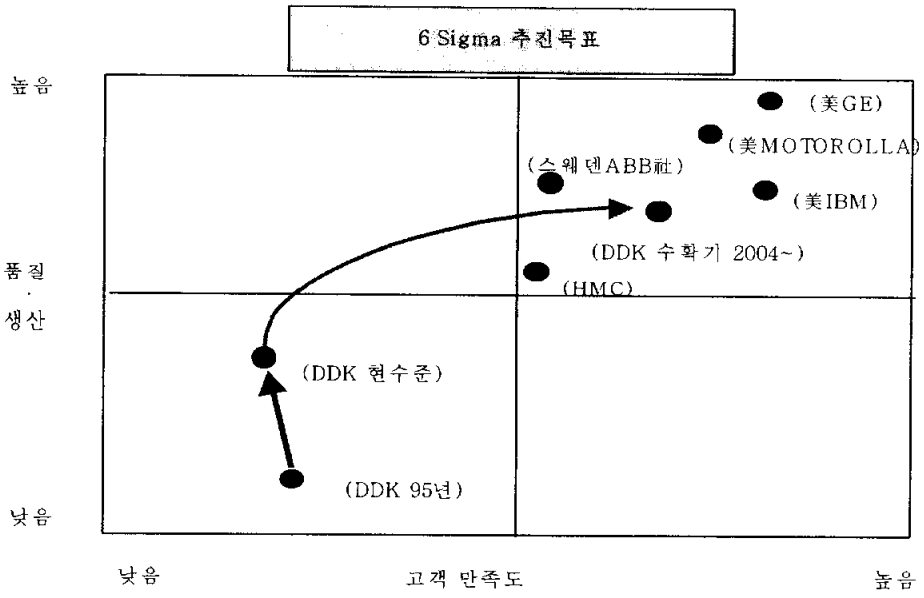
추진조직을 직속으로 두고 프로그램에 의한 진행사항을 수시 점검하여 인적, 물적 지원의 투자를 하고 모든 구성원에게 Vision을 제시하며 새로운 도전을 요구하는 강력한 의지가 표명되어야 한다. 특히 여기서 제시하는 프로그램이란 6 Sigma 교육을 반드시 이수하여야 하며 그렇지 못할 경우 그 사람은 인사에서도 제외되기도 하며 6 Sigma를 하지 않으면 안 되는 시스템을 말하는 것이다. 또 하나는 우리기업의 현실에 적합한 시스템으로 만들어야 한다는 것이다. 전사원의 적극적인 협조 없이는 어려운 일이므로 한국인의 심성에 호소하여 "하면된다"라는 Boom 조성을 위하여 여러 가지 방안을 모색할 필요가 있다.

4.2.2 추진팀 구성 [부록1-4, Project Team]

최고경영자는 6 Sigma 추진팀을 구성하고 회사조직을 6 Sigma체제로 운영하여 기존조직을 최대로 활용하여 자원 및 예산을 배정하여 6 Sigma의 필요성과 비전 등을 홍보하여 새로운 도전에 동기를 부여한다. 조직구성은 해당분야에 충분한 경험이나 지식을 겸비한 자원으로 구성되어야 하며 최고경영자의 Top down체제로 운영한다.

4.3 목표설정 [부록1-9-2, Project Target]

[그림 4.1] 6 Sigma 추진목표

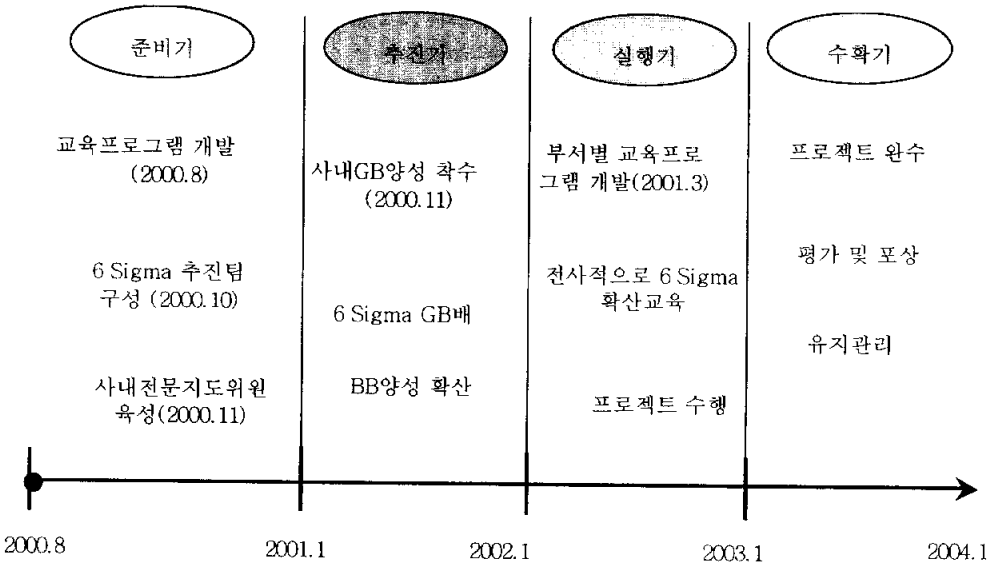


4.4 추진계획수립

4.4.1 목표 및 추진일정

새로운 기업문화의 정착으로 품질비용을 효과적으로 절감하고 체계적이고 과학적인 품질혁신 방법을 적용하여 모든 분야에 도입하여 통계적인 품질수준의 평가로 적은 비용으로 큰 효과를 달성하는 것이다.

[그림4.2] 6시그마 추진과정



4.4.2 교육과정 개설

Six sigma의 추진을 위하여는 필히 다음과 같은 교육과정을 이수하여야 하며 개선 프로젝트별로 수행 할 수 있는 자신의 능력을 배양하여야 한다.

1) 교육과정 : 과정내용에는 직급이나 업무 수행도에 따라 교육목표가 다르므로 교육과정별 개설에 차이가 있어야 하며 그 내용은 다음을 참조하여 프로그램을 수립한다.

- MBB(Master Black Belt) - 핵심요원, 프로젝트팀장, BB양성 등.
- BB(Black Belt) - 전담요원, 프로젝트 수행뿐만 아니라 지도역할까지 담당
- GB(Green Belt) - 자신의 프로젝트를 수행, Operator

2) DDSK가공공장의 사례를 [표4.1]에서 소개한다

[표 4.1] 개선프로젝트별 교육과정

NO	교육과정	교육내용	대상			사내	사외
			GB	BB	MBB		
1	초기유동관리	개발목표 및 FLOW		○	○	○	
2	QFD	설계품질의 목표설정 (요구품질,성능품질,등)		○		○	
3	SPC	관리도, 공정지수관리	○	○			○
4	QC7가지도구	기본적인 통계, 수단	○	○			○
5	6시그마 프로세스	DMAIC or DMADV	○	○	○		○
6	실험계획법	요인배치, 분산분석, SN비와 손실함수	○	○			○
7	신뢰성	보전도와 가동성, 가속수명시험, 신뢰성설계		○			○
8	FMEA	신뢰도 예측/정량적예측		○	○	○	
9	PM분석	구체적 추진방법 및 개념		○	○	○	
10	3정5행	정해진용기,위치,량 청소,정리,정돈,청결,습관화	○	○	○	○	
11	JIT	재고회전율, 재고모형		○			○
12	작업분석	정미시간, 여유율, 작업동작분석		○			○
13	기업관련기술	해당분야별 기술교육	○	○			○
14	기타	전문분야(유공압,전자,금속 등)	○	○			○

이상의 교육과정이 전부라 할 수 없으며 해당업무내용에 따라 적용기법과 기술적 내용을 가감하여 편성 할 수 있다

4.4.3 사내강사 양성

우리나라의 경우를 보자면 고객(OEM)이 운영하는 교육프로그램에 참여하는 방안도 있고, 전문가 양성 과정으로 외부 전문기관 등을 이용하거나 컨설팅지도로 사내강사에 필요한 자질을 육성시킬 수 도 있다. 가능하면 TOP-DOWN 개념이므로 6 Sigma 모든 과정을 이해 할 수 있는 현장경험이 충분하거나 통계적 개념을 이해하고 있는 전문가들로 구성하고 추진력이 있는 사람으로 선정하면 더 좋은 효과를 기대 할 수 있다.

[표4.2] 참피온 & BB의 역할분담

구분	챔피언	블랙벨트(BB)
프로필	-최고경영자/사업부장 급. -존경받는 사업 리더이자 지도자. -올바른 질문을 하는 강력 한 Six Sigma 지지자.	-기술계 출신. -동료로부터 존경을 받고 있다. -기초 및 고등 도구에 익숙하다.
역할	-프로젝트를 위한 지원 제공과 강력한 LEADERSHIP. -활동의 VISION을 제시한다 -활동계획을 수립하고 Infra를 구축한다 -점검과 진단을 실시한다 -성과를 금액으로 환산	-중요한 프로세스 개선팀을 이끈다. -도구와 분석을 지도 훈련. -그린벨트를 보좌한다. -초기단계에는 풀타임으로 프로젝트에 참가한다. 개선단계 이 후는 우리기업실정에 따라 파트타임을 하는 것도 고려 해 볼 수 있다.
교육	-1주의 챔피언 교육 -6 Sigma 개발/실시 계획	-6개월을 프로젝트 완료기간으로 한다.(교육주기표 참조) -프로젝트 설명회를 실시한다.
인원	사업부문 또는 규모가 큰 제조 공장(200명 기준)1명의 비율	종업원 50명에 1명의비율(5%)

100~500명 중소기업의 경우 BB양성을 상기 비율로 보아 2~10명 정도가 적당할 것으로 보인다. B/B양성 인원으로 선정된 자는 우선하여 교육기회를 부여하고 사내강사 자격을 부여한다. 사내강사에 등록된 전문가에 한하여 별도로 정한 강사료를 지급하는 것을 권한다. 왜냐하면 자격을 인정함으로서 효율을 높이고 일종에 IN-PUT 되는 것을 투자로 생각해야 향후 결실의 열매를 수확하는데 밑거름이 되기 때문이다.[3]

4.4.4 사내교육프로그램 운영

1) 교육대상인원 선정

- 기업 사정에 따라 대략 대리/과장 이상 전체인원의 5%에 해당하는 인원을 차출하여 교육입소를 명령한다.
- 부서별 인원을 대략 10% 비율로 할당하면 다음과 같다
- DDK경우 1차 양성인원을 15~20명 정도의 인원으로 GB를 양성한다

[표4.3][예]DDSK 기준 부서별 할당 비율

구분	기술	생산INJ	생산NZ	품관	공무/구	관리	계
현재원	10	20	60	17	16	10	144
배정원	2	2	6	2	2	1	15

[표4.4] 교육차수 배정표

차수	교육기간(개월 수)	수료인원	누적
1	2000년 11월 ~ 2001년 01월 (4개월)	15	15
2	2001년 02월 ~ 2001년 05월 (4개월)	15	30
3	2001년 06월 ~ 2001년 9월 (4개월)	15	45
4	2001년 10월 ~ 2002년 12월 (4개월)	15	60
5	2002년 01월 ~ 2002년 04월 (4개월)	15	75
6	2002년 04월 ~ 2002년 6월 (4개월)	15	90
7	2002년 07월 ~ 2002년 09월 (4개월)	15	105
8	2002년 10월 ~ 2002년 12월 (4개월)	15	120
9	2004년 01월 ~ 2002년 04월 (4개월)	15	135
10	2004년 04월 ~ 2002년 06월 (4개월)	15	150

검증된 GE사례를 살펴보면 모든 사원이 교육 혜택을 받을 수 있는 기간이 5년 이상이 소요되었지만 [표4.4] 교육차수 배정 프로그램에서는 3년 후면 대부분 6 Sigma 단계를 활용하여 업무에 적용할 수 있게 된다.

1)교육시간

- 일/8시간, 주5일 교육을 실시하는 방안 등 [표4.5]를 참고하여 회사 사정에 맞게 교육프로그램을 수립한다.
- 월20일간 강의 시간으로 가정하면 약 200 시간을 수강하게 된다

2) 교육기관 및 양성인원

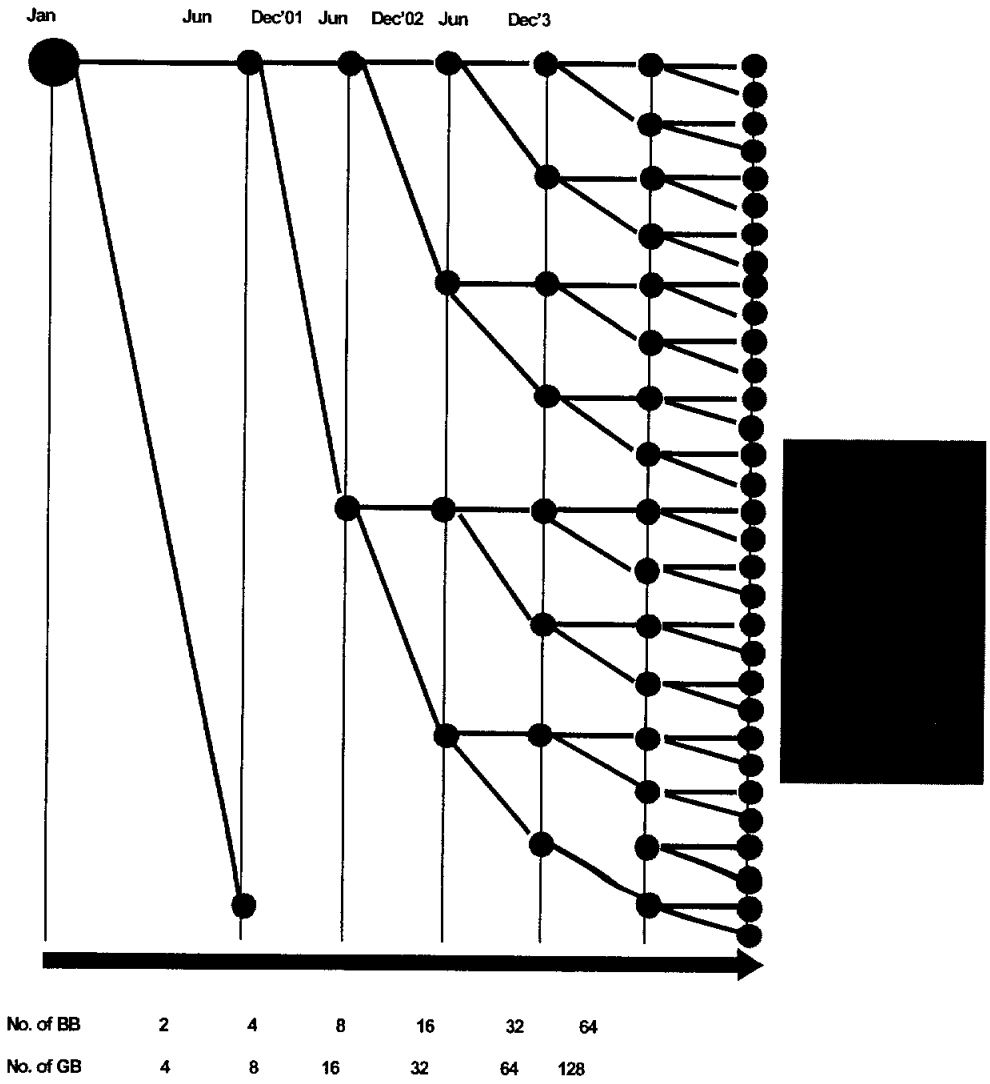
- BB대상 인원은 4~5명 수준으로 우선 양성한다.
- BB이상의 수료자는 당연 GB사내강사로 임명된다.
- GB교육을 이수한 사원 중에서 우수자는 BB로 선정하여 추가 육성한다.

● 6 Sigma 관련교육 외에 필요하다고 생각되는 전문교육은 별도의 기안으로 실시한다.

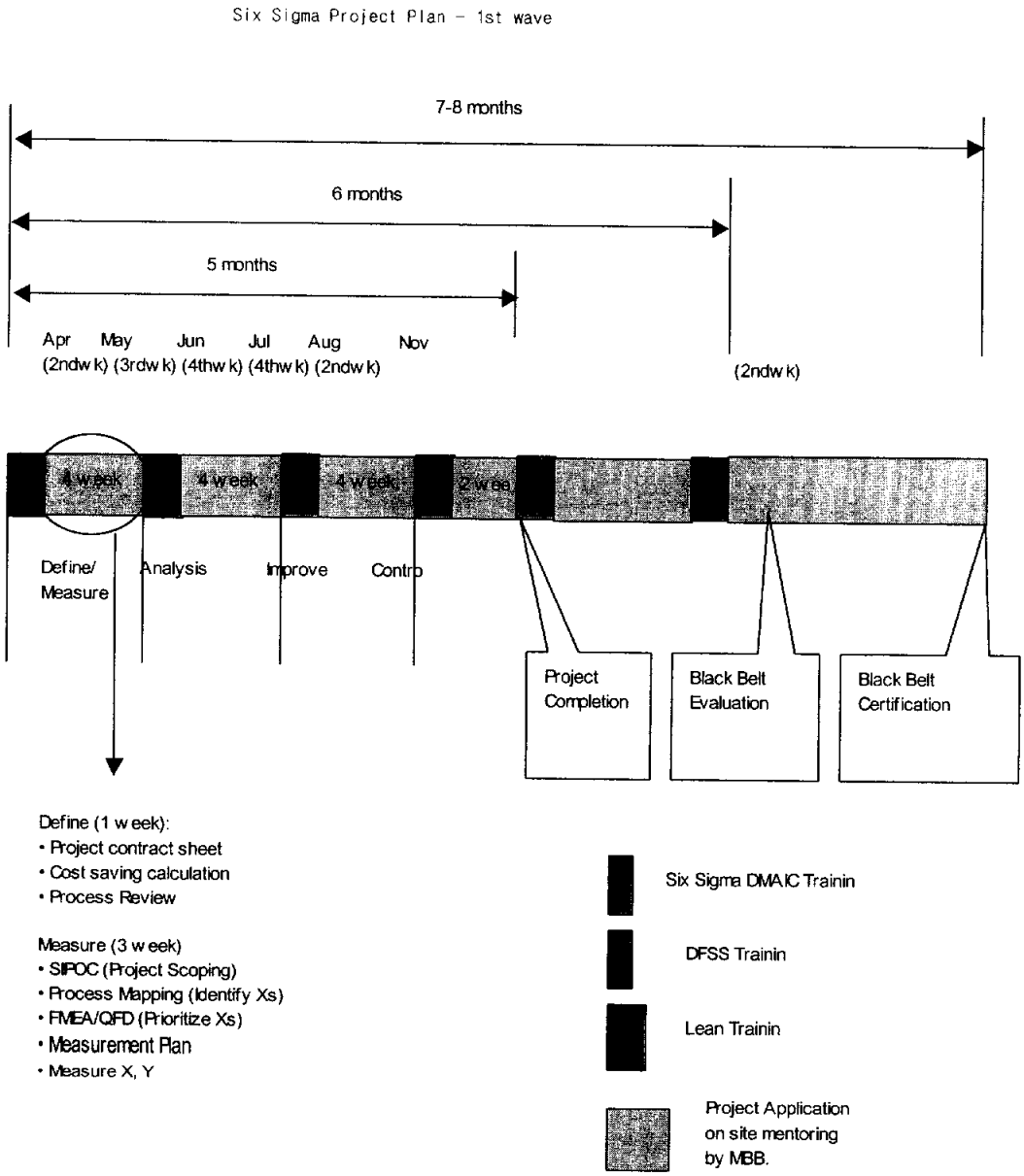
3)교육기간 : 4~5 개월

4)교육계획표(Master) : [그림 4.3, 4.4]참조.

[그림4.3] Black Belt Development Strategy.



[그림 4.4] Six Sigma Project Plan-1nd



4.4.5 PROJECT 수행 평가

1) G/B, 및 B/B수료 및 인증서수여

- 소정의 과정을 마치고 평가시험을 친다.
- 평가시험 결과 60점 이상 PASS, PAIL로 평가한다.
- 시험에 PASS하지 못하면 1회에 한하여 추가 시험 자격을 부여하고 재차 PASS하지 못 할 경우 처음부터 새로운 차수에 재등록하여야 한다.
- 수료 평가는 회사 경영방침으로서 인사고과에 반영한다
- 시험방식은 OPEN BOOK방식으로 한다.
- 출제문항은 25문제 90점 만점제로 시행한다.
- 출석 및 수강태도를 평가하여 10점을 배정한다.
- 간단하고 해결하기 쉬운 Project를 수행한다.
- 팀원을 형성하여 추진한다.
- B/B가 진도과정을 지도한다.

4.4.6 평가

포상은 효과의 정도와 기업의 실정에 맞도록 하는 것이 좋다. 테마해결은 반드시 포상까지 완료된 것에 한하여 검증된 것으로 인정한다. PROJECT포상은 다음과 같이 예시한다.

- 고질적이고 획기적인 개선에 대하여는 경영자가 별도의 보너스도 고려한다.
- 평가 기준은 품질유효성이 검증되어야 한다.
- 5등급으로 구분하여 포상하고 수행미달에 대하여는 재등록한다.

[표 4.5] 등급별 포상기준(단위: 만원)

등급	A	B	C	D	E	F
포상	100	70	50	30	10	재등록

4.4.7 INCENTIVE

- GB과정의 PROJECT완료 시 다음 과정의 자격을 부여 할 수 있다.

● 인사고과에 반영한다.

4.4.8 자격 유지관리

● 교육 이수 자는 팀을 자주적으로 구성하여 1건/년 이상 프로젝트를 수행한다.

● 4년 후가 되면 모든 사원은 6 Sigma 활동팀원이 되어 전사적으로 수행한다.

4.5 정보수집/자료수집 (Working hard⇒Working smarter)방법

4.5.1 대상 공정/제품 선정 [참조: 부록2-1 Customer Voice 구체화]

● FMEA결과 RPN지수가 높은 것.

● 고객불만사항이 높은 것.

● 사내불량율이 가장 높은 것.

● 파레토도 개념을 도입하여 선정.

● 대상 공정/제품 선정표 방식 참조할 것.

● 모든 프로세스를 정량화 된 Sigma 수준으로 나타냄으로써 개개인의 업무의 질을 평가하고 효율적으로 일할 수 있는 기업문화를 만드는 것이다.

[표4.6] [예시] DDSK 기종 및 공정 불량유형

구분	순위	품명/공정	타입	불량유형	RPN	불량율 (PPM)	비고
고객RETURN	1	NOZZLE	4D56	분사	500	2500	침유입
	2	INJECTOR	4D56	후적	200	5000	배출가스
공정	1	K148	4D56	진원도	300	8400	Hole drill
	2	K544	4D56	각도	250	4500	Seat Lap

4.5.2 CTQ(Critical To Quality) [부록2-3, TMAP]

4.5.3 고객의 입장에서 볼 때 품질에 영향을 미치는 결정적인 요소파악

● 고객과의 대화, 시장조사, QFD등을 통해서 규명한다.

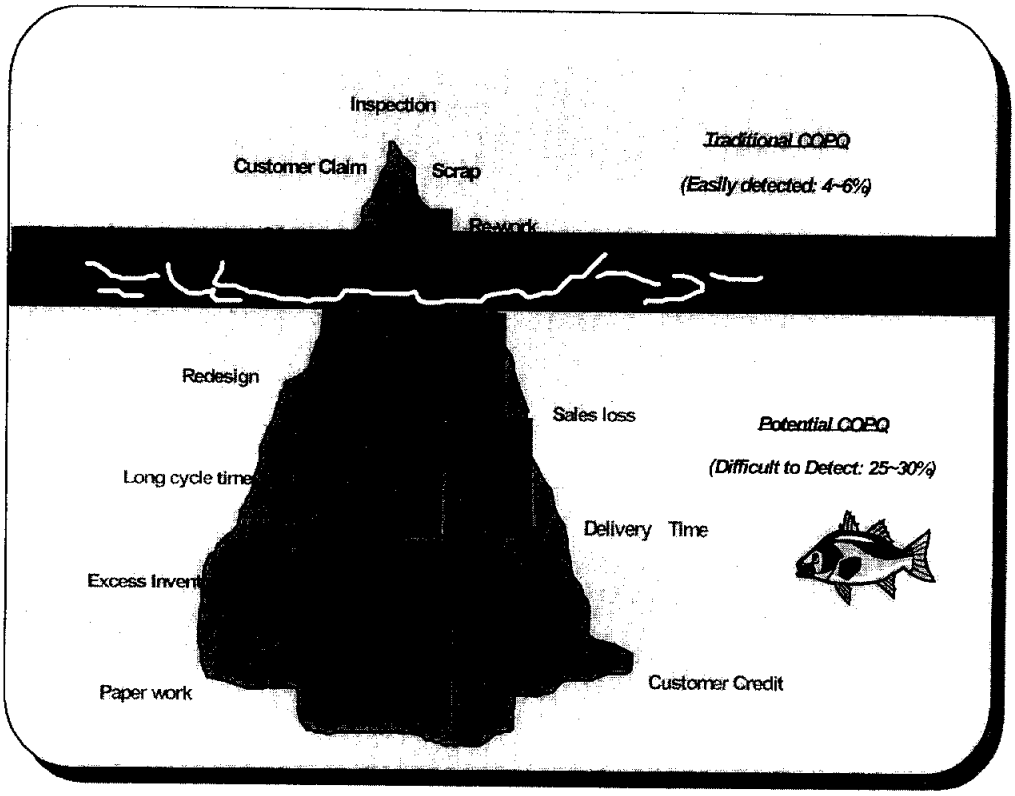
● FMEA에서 잠재위험이 높다고 판단되는 특성을 찾는다.

● 불량감소를 달성했을 때 경제적인 효과가 큰 특성을 파악한다.

● 법규, 안전, 보안과 관련된 특성을 파악한다.

- 경쟁사와 품질비교분석을 한다.
- 품질 및 기능저하의 원인을 파악하기 위하여 경합제품의 품질을 비교하는 행위로써 주로 신제품개발에 많이 적용한다. 과거 이력조사 데이터화 손자병법에 '적을 알고 자기를 아는 자는 白戰百勝'라는 말이 있듯이 품질이력을 데이터 하여 품질개선의 자료로 활용한다.
- "Hidden Factory는 시간과 비용을 발생시킨다". 라는 생각을 갖는다.
- INPUT에서 고객출하까지의 모든 프로세스를 확인하라.
- 재작업.
- 스크랩.
- 수정 품 및 등급 품.
- 반품 등 모두를 염두에 두어야 한다.
- **COPQ** (Cost of Poor Quality)

[그림 4.5] Failure Cost is only the Tip of Iceberg !



★ **Hidden Factory** = Hidden Cost (COPQ : Cost of poor quality)

4.5.4 원인별 QC수법 및 적용TOOL [부록2-4, SIPOC]

- 특성요인도.
- 연관도.
- 계통도.
- 메트릭스도.
- 파레토.
- 중점관리항목 선정(Q-Cost).
- 히스토그램.
- 품질수준의 측정(수율, 공정능력, δ수준 등).
- 벤치마킹.
- 시스템 확인.
- 시스템 적으로 요인분석이 가능하도록 되어야 한다.
- 목표설정.
- 장단기 계획수립.
- 최적조건 설정.

4.6 요인색출 [부록2-2, X-Y Matrix], [2-5, CCR도출]

5.6.1 불량유형의 원인이 되는 공정/제품에서 품질결과에 따라 4M에 의한 불량원인을 찾아내어 그 원인과의 상관관계를 분석, 근본적인 불량요인을 색출해 낸다.

- 원인계 도출 - 잠재원인 도출.
- 결과계 도출 - 주요원인 설정.
- 공정검사 착수.
- 제품검사 착수.

5.6.2 대상공정에 검사기준서에 준하여 공정검사를 실시하여 다음 공정으로 불량유출을 방지하고 품질개선 기간동안의 유형별 불량내용을 상세히 기록한다. 대상제품에 검사기준서에 준하여 제품검사를 실시하여 고객에게 출하되는 불량유출을 방지하고 품질개선 기간동안의 유형별 불량내용을 상세히 기록한다.

● 일일 불량 PPM관리도 적용.

● 공정능력 지수 평가.

[표 4.7] 불량원인 색출 HINT(직접원인)

구분(4M)	직접원인 HINT POINT
Machine(설비)	1. 장비점검을 실시하지 않고 있다. 2. 기계설비가 노후 되어 있다. 3. 기계설비의 정도가 생산에 부적합하다. 4. 설비조건 변화에 Variable이 있다. 5. 공구 교환방법이 불합리하다.
Material(재료)	1. LOT별 품질 Variable이 있다. 2. 규격 외 부품, 재료를 사용하고 있다. 3. 원재료의 선입선출이 안 된다. 4. 보관상태, 조건에 문제가 있다
Method(방법)	1. Set up시 Variable이 있다. 2. 부품 Handling시 문제가 있다. 3. 작업표준과 작업이 다르다. 4. 조건확인 방법이 부적합하다. 5. 조건관리 항목설정이 잘못되어 있다. 6. 표준시간이 잘못되어 있다. 7. 표준시간을 준수하지 않는다.
Man(작업자)	1. 작업표준 내용을 모르고 있다. 2. 작업자별 Variable이 있다. 3. 미 숙련 작업자다. 4. 작업표준을 준수하지 않고 있다.

[표 4.8] 불량원인 색출 HINT(간접원인)

구분	간접원인 HINT POINT
도면/규격	1. 규격이 불명확하다. 2. 규격이 필요이상 엄격하다. 3. 도면과 다르게 작업하고 있다.
품질확인	1. 검사항목, 관리한계가 잘못되어 있다. 2. 시험/측정설비가 불합리하다. 4. 시험/측정설비의 사용방법을 잘 이해하지 못하고 있다. 4. 합/부 판정기준에 Variable이 있다. 5. 품질문제 이력관리가 안 된다. 6. 샘플링방법이 부적당하다. 7. 불량감지 Fool Proof화 대책이 없다.
LAY-OUT	1. 설비배치에 문제가 있다. 2. Line Balance에 문제가 있다. 4. 작업위치, 높이가 문제가 있다. 4. 한 개 흐름작업이 안 된다. 5. 전, 후 공정의 연결이 불합리하다.
3정5행	1. 사용용기가 불합리하다. 2. 부품정리, 정돈이 안되어 있다. 4. 공정 내 용기위치가 부적당하다. 4. 용기 내 적재방법이 부적당하다. 5. 불필요한 장비가 있다. 6. 용기 및 장비가 오염되어 있다. 7. 용기수량이 부족하다.
물류흐름	1. 부품 보관 상태가 나쁘다. 2. 운반 설비에 문제가 있다. 4. 운반 취급이 난폭하다. 4. 운반 설비가 부적당하다. 5. 제품 흐름 통로에 문제가 있다. 6. 재공 부품이 많다. 7. Pallet가 부적합하다.
청정도	1. 대기가 오염되어 있다. 2. 분진 및 공기가 탁하다.
기타	1. 온도/습도가 부적합하다. 2. 현장의 조명이 어둡다. 3. 3D요인 및 눈으로 보는 현장관리가 안되어 있다.

4.7 개선계획/ 대책수립 [부록2-8, 측정계획]

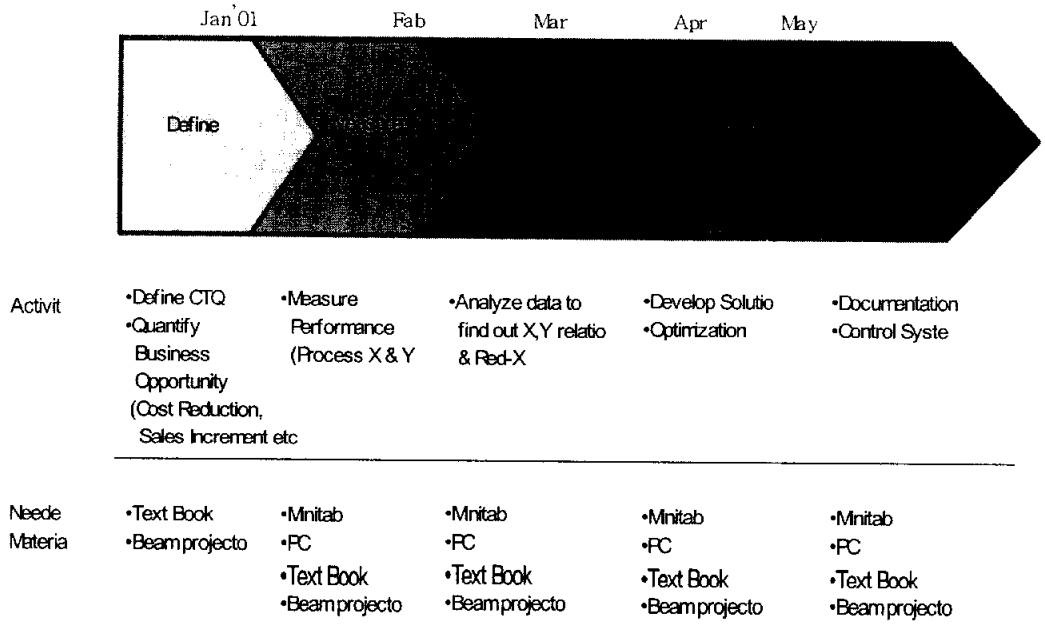
4.7.1 대책수립

- 각 단계에서 나타난 문제점 및 요인을 종합하여 개선절차에 따른 수단을 이용하여 개선을 실시한다.

4.7.2 적용 및 개선기법

- 4차원적 개선대책
- 검정, 추정
- 실험계획법 등 필요에 따른 TOOL적용.

[그림 4.6] Training Plan for Manufacturing For Six Sigma (MFSS)



During each project stage, will performs

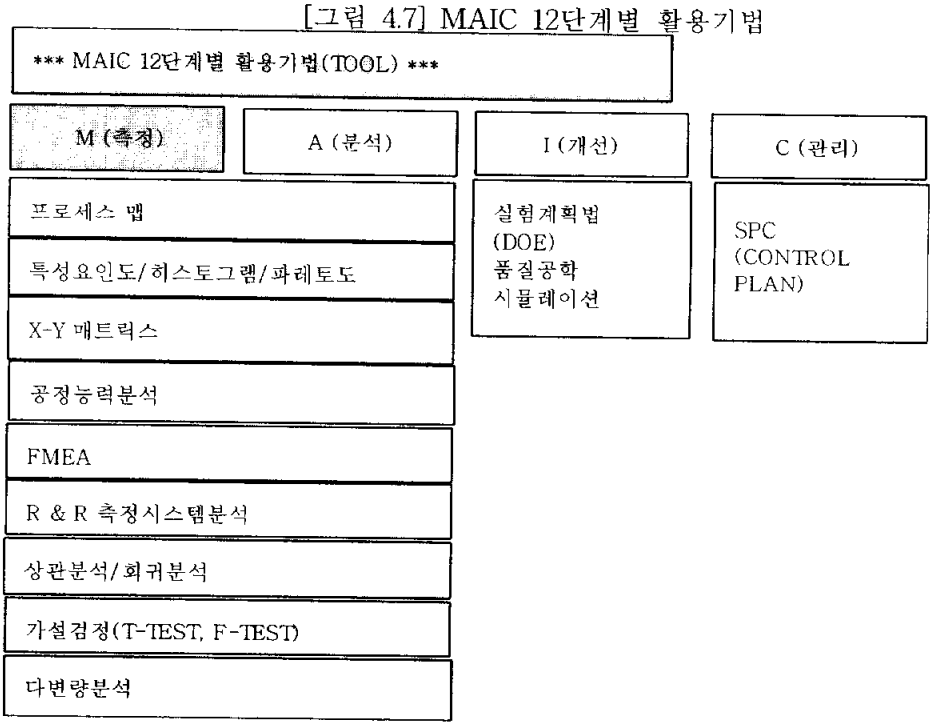
4 days of training

Project progress review & support per week by MBB

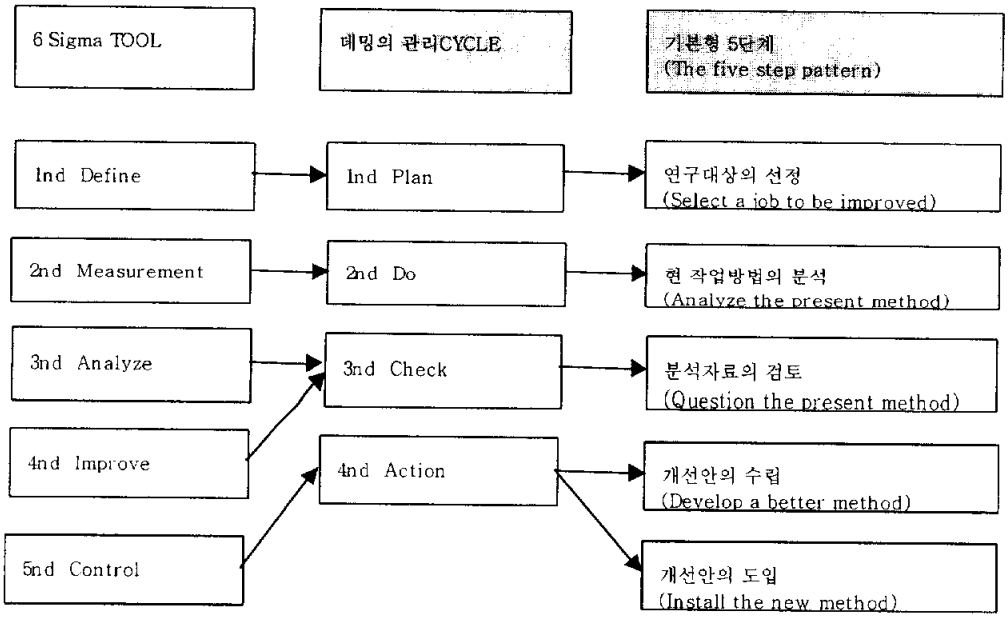
Champion & MBB reviews progress each project stage.

4.7.3 Six Sigma 단계와 기존 개선절차와 비교.

[그림 4.7] MAIC 12단계별 활용기법



[그림 4.8] Six Sigma 단계와 기존 개선절차와 비교

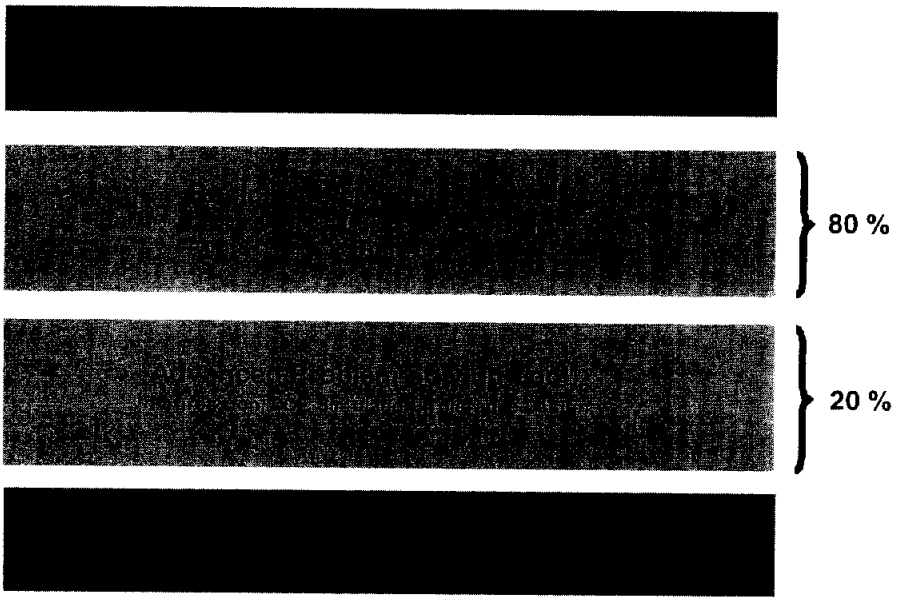


4.8 개선대책의 접근 [부록2-13, 고품측정][3-15, VOC 2nd TOP-1 Spec Over]

1차원대책 : 개선내용을 정립한다.

- 규격대비 현품 비교시 문제점을 정리한다.
- 타사 제품과 비교 분석하여 문제점을 정리한다.
- 제조공정에서 나타난 관리 문제점을 정리한다.
- 고품 과 양품 비교시 문제점을 정리한다.
- 불량재현시험에서 나타난 문제점을 정리한다.

[그림 4.9] I & CIM Process

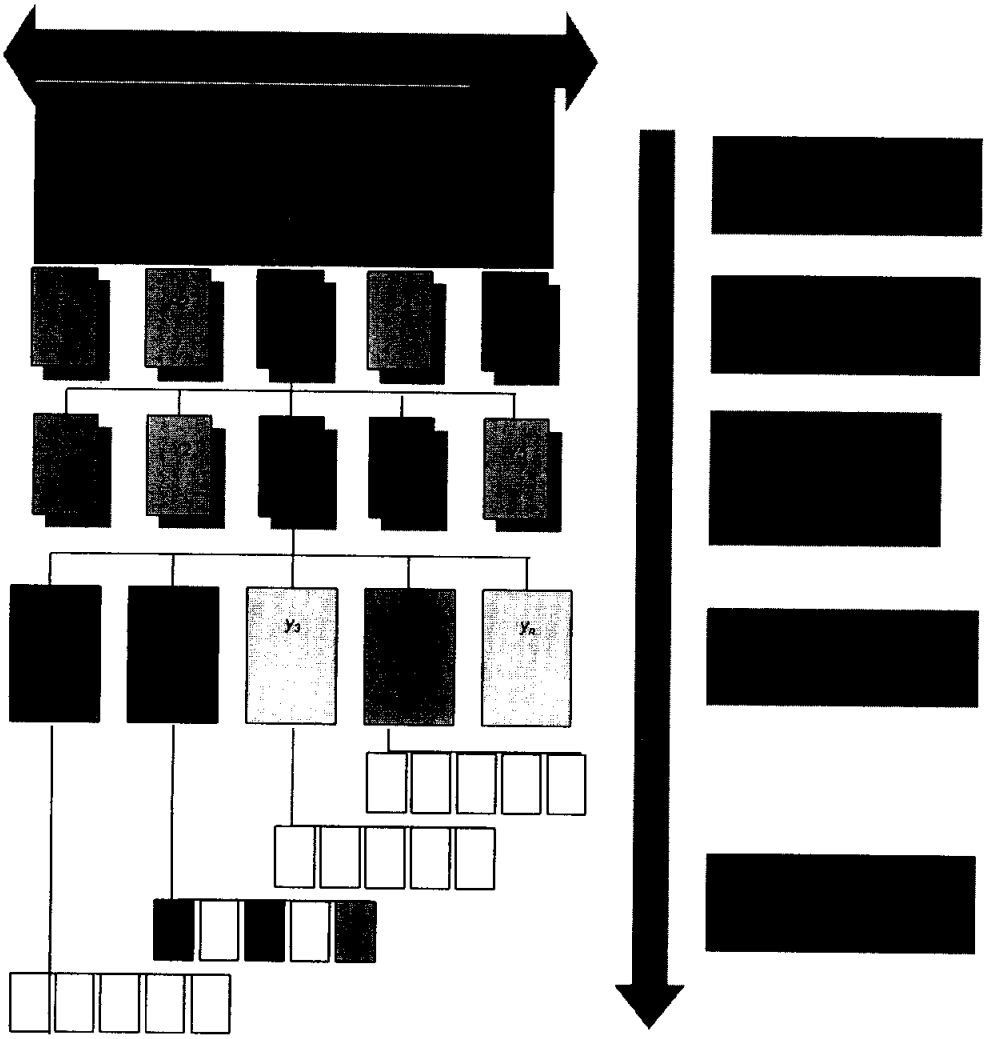


2차원대책 : 준수할 최적의 방법을 모색한다.

- 설정된 표준을 유지할 방안을 찾는다.
- 공정을 일정하게 유지할 방안을 찾는다.(관리용, 점검용 관리도 적용)
- 공정의 F/Proof화를 추진한다.
- 제조공정의 계량화, 계수화, Set(세트)화를 도입한다.

[그림4.10] Start at the simplest level . . .

Can solve 80% of the problem by Basic Tool



3차원대책 : 검사방안을 정립한다.

- 제조된 제품의 검사기준을 설정한다.
- 검사기준대로 시행할 시스템을 정립한다.
- 검사의 F/Proof화를 추진한다.
- 검사방법을 결정한다.(전수검사,샘플링검사등)

● 검사방법의 오차를 최소화한다.(청정도, 검사환경, 계측기 관리 등)

4차원대책 : 검증 및 타당성확인에 따른 실행 Audit.

● FMEA-QP(품질계획)-WS(작업표준)-DR(도면)등 연계하여 문서화한다.

● 항상 최신본 상태로 관리한다.

● 문서화된 내용을 주기적으로 감사하여 LEVEL-UP의 기준으로 삼는다.

● 제2자 및 3자 인증/검사기관으로부터 품질시스템/제품기준에 대한 검증을 받는 것도 한 방법일 수 있다.

4.9 MAIC 프로세스 접목

[표4.9] MAIC Process 접목

측정	실질적인 문제 (Practical Problem)	● 문제의 발견 및 추출 ● 반 반응변수(y)의 정의 및 측정방법결정 ● 측 측정시스템분석 규격검토
분석	통계적 해법 (Statistical Solution)	● 반 반응의 특성화(분포형태, 평균, 산포) ● 통 통계기본 기법의 활용 ● 그 그래픽분석, 다변량분석, 분산분석
개선	통계적 문제 (Statistical Problem)	● 독립변수(X, s) 확인 ● 핵심요인의 확인을 위한 DOE 활용 ● 분포의 이동 및 산포의 축소 ● 결과의 확인
관리	통계적 관리 (Statistical Control)	● 공정의 Fool Proof화 ● 최종 공정능력의 확인 ● 핵심요인에 대한 공정관리 집중 ● 결과의 기록

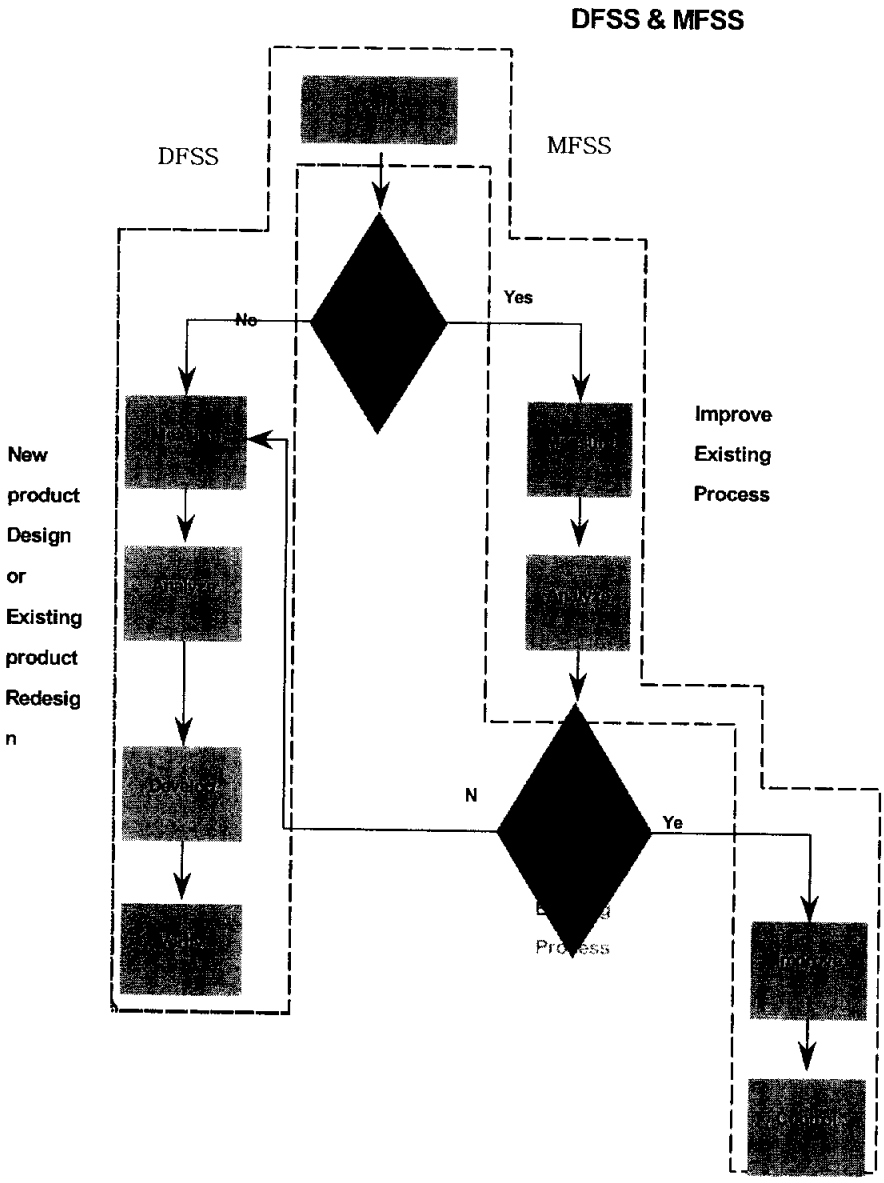
4.10 대책실시 및 검증

개선 수립된 내용을 일정에 차질 없이 현장실천에 접목 시켜야 한다. 소금을 넣어야 짜듯이 현장화는 정해진 lay-out에 밥상을 차리듯이 하고 Teamwork을 발휘하여 try-out을 실시한다.

현장화 된 내용을 누구나 확인가능 하도록 작업표준화하고 4M상태를 점검 할 수 있어야 하며 불량이 발생 될 수 없다는 것을 증명 할 수 있어야 한다.

4.11 MAIC 프로세스 실시

[그림4.11] DFSS & MFSS



● 현장화 실시

● 표준화 확인 - 품질등급 검토

- 6 Sigma 평가,
- 지수관리: PPk, C-Chart, PPM파악 등
- 평가 후 보완조치

  1. 품질수준 및 공정능력 추이를 매월 평가 후 이상 발생시 F/B한다.
  2. F/B된 내용을 보완하여 품질이 안정 상태를 보일 때까지 지속적으로 개선한다.
  3. Six-Sigma달성이나 품질목표수준 만족상태를 파악한다.
  4. 품질수준 및 공정능력이 만족되면 모든 표준을 재정비한다

4.12 개선완료

사내 6 Sigma 추진 팀에 의하여 개선완료보고서를 작성하여 "품질수준이 6 Sigma에 달성하였다" 라는 것을 요약하여 보고하고 기존 조직에 업무를 인수 인계한다. 고객이나 제3자에게 평가를 받고 품질수준을 인정받을 수도 있다.

1. 개선완료보고서.
2. 품질수준의 평가.
3. 고객평가.
4. 프로젝트팀 포상.
5. 지속적인 사후관리를 위하여 품질수준 및 공정능력 추이를 매월 평가한다.
6. 이상 발생시 품질이상처리절차에 따라 조치한다.
7. 모범사례발굴 및 사내. 외 성과발표회개최.
8. S-PPM인증취득 ⇒ 중소기업청 품질인증서교부

(기술, 인력, 자금 지원 등의 혜택도 부가적으로 누릴 수 있음을 확인하자 !)

4.13 프로젝트 평가 승인 (FLOW 정리)

다음 HMC사례를 참조하기 바란다.

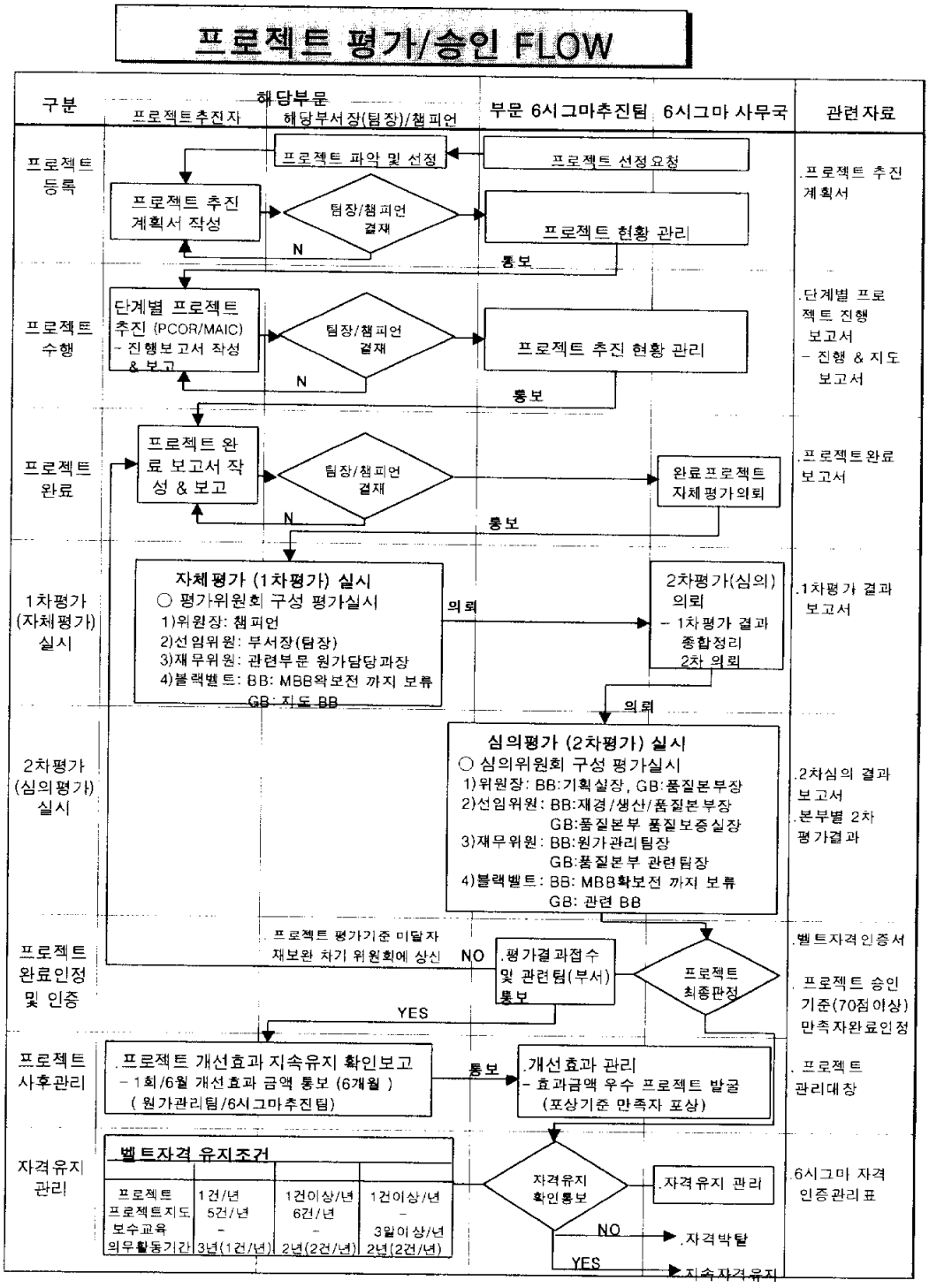
[그림4.12] 프로젝트 평가, 승인 FLOW

[그림4.13] 프로젝트 평가, 승인 FLOW

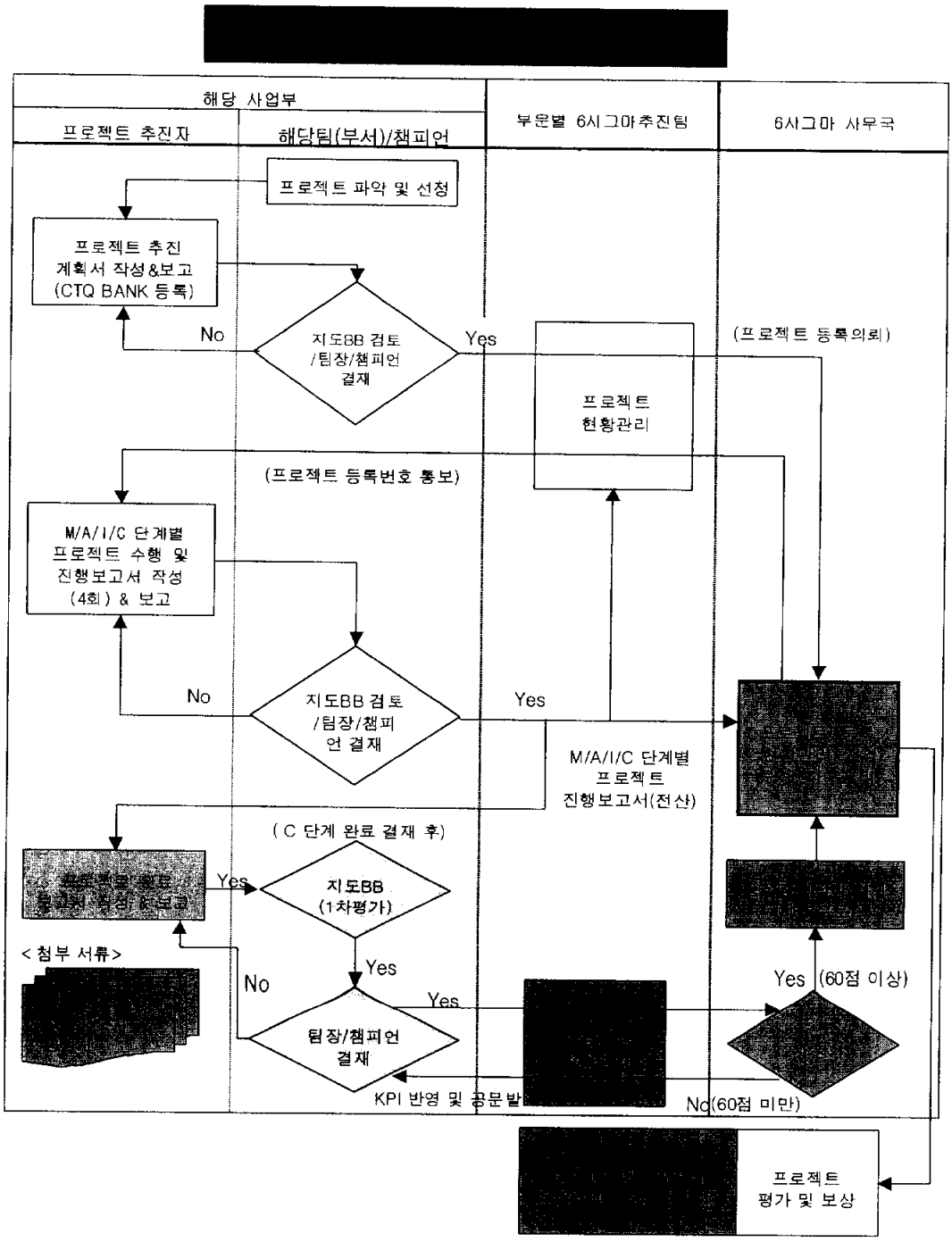
[표 4.10] 한국적 27단계와 사례 비교

구분	실행단계 SUMMARY
(美) 일반적 5단계	1.Define, 2.Measurement 3.Analysis 4.Improve. 5.Control
AAA 6단계	1. Needs의 구체화 2.Vision명확화 3.계획수립 4. 계획실행 5.이익평가 6.이익의 유지
Qualtec 59단계	1~9.사전준비 10~28.기반구축 29~40.B/B교육준비 41~51.B/B교육 52~59.경영평가
한국적 27단계	1. Six Sigma의 성공요인 파악. 2. 추진방침 및 Vision수립 3. 경영자 의지공표 및 BOOM조성 4. 추진팀 구성 5. 목표설정 6. 추진계획수립 7. 목표 및 추진일정 8. 교육과정 개설 9. 사내교육프로그램 운영 10. 교육대상인원 선정 11. PROJECT 수행 평가 12. 평가 13. INCENTIVE 14. 자격 유지관리 15 .정보수집/자료수집 16. 대상 공정/제품 선정 17. CTQ(Critical To Quality) 18. 품질에 영향을 미치는 결정적인 요소파악 19. 원인별 QC수법 및 적용TOOL 20. 요인색출 21. 개선계획/ 대책수립 [측정계획] 22. 개선대책의 접근 23. MAIC 프로세스 접목 24. 대책실시 및 검증 25. MAIC 프로세스 실시 26. 개선완료 27. 프로젝트 평가 승인

[그림4.12] 프로젝트 평가, 승인 FLOW (A대기업 사례1)



[그림4.13] 프로젝트 평가, 승인 FLOW (A대기업 사례2)



'2001. 6. 7 작성

제 5 장. 결론 및 향후방향

지난 세기 말 국내 품질관리 현황을 보면 국내 기업들은 선진 기업에 비해 불량을 줄이기 위한 예방보다 발생한 불량 처리에 더 많은 돈을 쓰고있는 실정이다. 97년 통계청이 발표한 자료에 따르면 우리나라 국내총생산(GDP) 4백19조원 중 품질실패비용은 1백74조원으로 45%을 차지했다. 반면 미국 5백대 기업의 평균 품질실패비용은 15%, 일본 제조업체의 품질실패비용은 7.5%로 우리보다 크게 낮다. 총생산액 대비 품질예방비용과 평가비용은 이와 반대로 미국이 5%, 일본이 4.5%인 반면 우리기업은 2.5%에 불과했다. 이는 우리 기업들이 좋은 품질의 제품을 만들기 위해 준비하기보다는 불량이 발생한 후 이를 개선하는데 많은 시간과 노력을 들이고 있음을 의미한다.

Six Sigma는 프로세스의 혁신적인 개선을 통해 품질실패비용을 대폭 감소시킬 수 있는 방법론을 제시한다. 저 품질비용은 크게 눈에 보이는 비용과 눈에 보이지 않는 비용으로 분류되는데, 눈에 보이는 비용이란 불량으로 인한 재 작업비용 및 폐기비용, 검사비용, 설비추가 비용 등 파악 가능한 비용이며, 눈에 보이지 않는 비용은 제품 생산주기의 장기화에 따른 시간손실과 이에 따른 매출감소 및 매출기회 상실, 회사 이미지 손실에 따른 비용 등 잠재적인 수치에 의한 파악이 곤란한 비용이다. Six Sigma는 이와 같은 저 품질비용을 발생시키는 근본적인 원인을 프로세스로부터 규명하여 제거함으로써 품질의 향상과 함께 기업이익을 증가시키기 위한 혁신적인 전략이다.

부품업체의 품질이 완성품업체의 경쟁력으로 직결되기 때문에 중소기업의 Six Sigma도입 필요성이 더욱 강조된다. 본 논문에서는 Six Sigma 추진 단계를 우리기업실정에 맞추어 27단계로 정리하였다. Six Sigma도입 시 먼저 Vision제시 및 Boom 조성으로 전 사원의 참여와 함께 최고경영자의 강력한 Leadership이 필요하다. 준비기, 추진기, 실행기, 수확기에 따라 성취정도를 계획하고 철저한 교육과 훈련을 통하여 Six Sigma이론을 터득하여 과학적이며 통계적인 방법으로 수행되어야 한다. 특히 품질특성 Y에 미치는 X인자의 파악이 중요하기 때문에 불량원인 색출방법은 직접원인 및 간접원인으로 분류하여 알기 쉽게 정리하고 개선방법을 제시하였다. 단계별 D-M-A-I-C 해결 과정은 B/B Project를 전개하면서 그 성과에 대한 사례를 부록에

상세하게 소개하였다.

Six Sigma는 21세기 기업생존전략으로서 선진국에서 철저한 검증을 거친 성공한 모델이므로 한국적 토양에 맞는 시스템을 정립하여 도입한다면 큰 성과를 달성 할 수 있으리라 본다. 본 논문이 향후 Six Sigma 도입에 기반이 되고 한국기업실정에 맞는 필요한 모델로 많은 업체에서 Six Sigma가 확산되는 계기가 되길 바란다.

A Study on the Establishment of Six Sigma for Korean Company.

Do-Won Yoon

Department of industrial Systems Engineering, Graduate School.
Pukyong National University

Abstract

Six Sigma is a breakthrough business strategy whose validity has been demonstrated by many leading companies like Motorola, ABB, Allied Sigmal, GE and so on. In 1997 and after, the major domestic companies like LG, SAMSUNG employed Six Sigma to attain competitive superiority in the global market. To achieve Six Sigma quality in the major companies, the part suppliers must also improve their process fundamentally.

This thesis suggests a methodology for domestic companies of small or medium size to launch Six Sigma initiative. The contents are organized as follows:

In Chapter 2, the characteristics of the Six Sigma are introduced. Some cases are explained in detail to help understand the mighty force of Six Sigma. In addition, the difference between the concept of Six Sigma and the existing quality movement are summarized.

In Chapter 3, the cultural differences between USA enterprise and Korean enterprise are reviewed and success factors for Six Sigma are studied.

In Chapter 4, we suggest a standardized methodology to launch the Six Sigma initiative for Korean companies.

Finally, a case of Six Sigma project is attached in the appendix.

참 고 문 헌

[1] 권혁무, 김상부, 홍성훈, 이민구, 경영성과 척도로서의 Sigma 수준과 문제점, 품질경영학회지, Vol.27, No. 4, pp. 229-240(1999).

[2] 김상부, 권혁무,홍성훈,이민우, Six Sigma전략, 품질경영,No. 10, pp.85-89(1998)

[3] 김상부,권혁무,홍성훈,이민우, 우리나라 기업의 6 Sigma 적용을 위한 방안, 대한산업공학회 추계학술대회논문집(2000)

[4] Six Sigma Black Belt Training Advanced Integrated Technologies Group, Inc (DELPHI Automotive Systems Korea Ltd.), Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ, Ⅴ. (2001)

[5] 6 Sigma 이론과 실제박성현.이명주.정목용 지음 한국표준협회, (1999)

[6] 6 Sigma 경영, 고두균 외4인, 한국생산성 본부, (1999)

[7] Fuel Injection and Controls for internal combustion engineers by PAUL G. BURMAN, chief Hydroulic engineer, and FRANK DeL LUCA, chief fuel injection engineer, both of American Bosch Arma Corporation), pp111,Injection nozzle.(DDSK Guide Book)

[8] http://www.airacad.com/transact.htm Air Academy. Inc (2001).

[9] http://www.ge.com/ General Electric. Co (2001).

[10] http://www.lgenc.co.kr" L.G. E & C (2001).

[11] http://www.mot.com. " Motolola (2001).

[12] http://www.nso.go.kr" 통계청(2001).

[13] http://www.raytheon.com./rtis/docs/baldrige.htm " (2001)

[14] http://www.sem.samsung.co.kr" samsung Electro-Mechanics (2001).

[15] Baim, W. C. Ⅲ, "Six Sigma Compounding Study, "Proceedings of the 55th Annual "Technical Conference, ANTEC, Vol. 4, pp, 4489-4494(1997)

[16] http://www.6-sigma.com "SSA Homepage" (2001)

[17] http://www.ceoi.org/, 월남파병을 통한 한국인의 재발견. (2001)

[18] http://www.imbc.com/guide/mbcbodo, 새 천년을 맞이하는 우리의 자세. (나 관 식 서원대학교 교수) (2001)

[19] http://www.airacad.com/transact.htm" Air Academy. Inc(2000)

[20] Horel, R. W., "Six Sigma and the Future of the Quality Profession," Quality Progress, Vol. 31, NO. 6, pp. 35-42(1998)

[21] http://www.mpcps.com/, Advanced Systems Consultants (ASC)
- Six Sigma (2001)

[22] http://www.joins.com/ , 불굴의 정신'(sense of invincibility) (2001)

[23] http://www.contest.co.kr/, 일의 성취를 중시. (2001)

[24] http://cau.ac.kr/ , 미국 사람들이 공통으로 느낀 한국인의 특성. (2001)

[25] 손동훈, 김창은, "TPM을 기반으로 한 혁신활동과 6 Sigma의 상관관계 고찰," Vol. 13, No.2, pp. 171-177(2000)

[26] http://www.sissigmaqualtec.com/. Qualtec (2000)

[27] Baim, W.C.Ⅲ, "Six Sigma Compounding Study," Proceedings of the 55th Annual Technical Conference, ANTEC, Vol. 3, pp.3389-3393(1997)

[28] Bounds. G.M., " Cases in Quality," IRWIN(1996).

[29] Harry, M. J., 'Six Sigma : A Breakthrough Strategy for Profitability," Quality Progress, Vol. 31, No. 5, pp.60-64(1998).

[30] http://www.ksa.or.kr/, 한국표준협회(2001)

[31] http://www.kmac.co.kr/ , 한국능률협회컨설팅(2001)

[32] http://www.kma.or.kr/ , 한국능률협회(2001)

[33] http://www.cyberkmc.co.kr/ , 한국경영컨설팅(2001)

[34] http://www.csnet.co.kr/ , 한국능률협회컨설팅(KMAC-CS) (2001)

[35] http://www.kpc.or.kr/ , 한국생산성본부(2001)

[36] http://www.minitab.com/, Minitab Homepage (2001)

[37] http://www.6-sigma.com/, Six Sigma Academy (2001)

[38] http://www.sixsigmaqualtec.com/, Six Sigma Qualtec (2001)

[39] http://minitab.oneclick.co.kr/, ㈜원클릭테크놀리지스 (2001)

[40] http://www.sigma.co.kr/, Sigma시스템 (2001)

[41] http://www.pknu.ac.kr/, 부경대학교 산업시스템안전공학부-권혁무 교수 (2001)

[42] http://qrec.changwon.ac.kr/title.htm, 창원대학교 품질 및 신뢰성 공학센터

-김상부 교수

[43] http://ienet.chonbuk.ac.kr/~shhong/, 전북대학교 품질 및 신뢰성 연구실
-홍성훈교수

[44] http://www.ge.com/annual98/innovation/Six sigma, GE Innovation, (2001)
Quality-how GE Manages it.

[45] http://www.mot.com/Employment/old/motlife/quality.htm, Motorola's Quality (2001)

[46] http://www.allied.com/index.html, AlliedSignal (2001)

[47] http://www.allied.com/corpinfo/sixsigma.html, AlliedSignal and Six Sigma (2001)

[48] http://www.six-sigma-academy.com/, Six Sigma Academy (2001)

[49] http://www.dfss.co.kr, 삼성전관 (2001)

부록

6시그마 프로젝트

DELPHI
Automotive Systems

DELPHI DIESEL B/B 1ST 6시그마 PROJECT

프로젝트명		1TON INJECTOR FIELD CLAIM IMPROVEMENT
챔피언		SONG-TAK JO
B/B		Q.A DO-WON YOON
지도 교수		HYUCK-MOO KWON
효과검증		DELPHI AUTO SYSTEMS
개선효과	불량건수	1300 → 650
	효과금액	1억 4천4백만원

DELPHI
Automotive Systems

◈ CONTENTS

1. Define
2. Measure
3. Improvement
4. Analysis
5. Control

DELPHI Automotive Systems

◈ CONTENTS

1. Define

1- 1. Project Scope Contract

1- 2. Cost Calculation Sheet I

1- 3. Business Case

1- 4. Product Team

1- 5. Product Improvement Flow

1- 6. Product 구성도

1- 7. 용어 설명

1- 8. Project Selection Background

D M A I C

1. Define

1-1 Project Scope Contract

Date: 25 Apr'01
Project Title: Injector field claim Improvement

Champion: S.T.Jo
Team Leader: D.W.Yoon
Sponsor: B.J.Jo
Team Members: K.S.Kim, S.K.Lee, J.G.Park

Business Case : DDK Sales is ₩1.67b/year, and 1Ton Injector occupies 70% of sales.
Customer require to measure and to analyze Injector claim. Of Major quality characteristic

Project Details:
Injector return claim analysis.
• Injector test correlation problem between DDSK & HMC.
- IN-LINE Variable & Statistics

Key Deliverables: Cpk of injector characteristic, A/S Injector claim cost savings.

Projected Savings: ₩144M/year by Sep'01

Milestone: Define: May'01 Measure: June'01 Analysis: July'01 Improve: Aug'01 Control: Sep'01

Project Scope: 1 Ton Injector Ass'y

Customers/Suppliers Who Must be Involved: HMC Engine Q.C

S.T. Jo	b.J. Jo	W.S.Choi	D.W. Yoon	C.W. Ok
Champion	Sponsor	MBB	Black Belt/ Green Belt	Finance

D M A I C

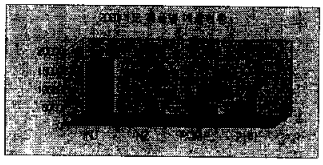
1-2 Improvement Cost Saving

예방 비용	QC 업무비용	₩ 5,442,700
	교육비용	₩ 145,849
평가 비용	수입 검사 비용	₩ 2,963,700
	작업자 검사 비용	₩ 3,951,600
	출하 검사 비용	₩ 3,951,600
사내 실패 비용	고품 분석 비용	₩ 2,956,395
	부품 폐각 비용	₩ 2,949,796
	재작업 비용	₩ 1,387,007
	부품 불량 유실 공수	₩ 0
	공정 불량 검사 및 수리 비용	₩ 0
	상주원 처리 비용	₩ 185,000
	출장 비용	₩ 37,000
사외 실패 비용	사외 CLAIM	₩ 110,660,499
	공정 반송 (기회손실비용)	₩ 33,657
	반송품 분석 비용	₩ 22,438
	공정반송 적치 면적	₩ 92,500
기타	금융 비용	₩ 8,852,840
	차종별 피급 효과 금액	₩ 0
TOTAL	₩ 143,632,581	

D M A I C

1-3 Business Case

1.매출대비 인젝타 의존율

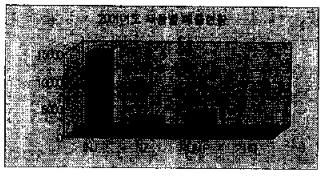


*DDSK(사)의 매출목표액은 2000년도 220억이며 주력 제품인 INJECTOR부문이 150억으로 약60%이상을 차지 하고 있으며 연간 CLAIM이 가장 빈번하게 발생되고 있음.

*DDSK(사)의 주력제품으로 매출은 큰 변화가 없으나 이익측면이 감소추세에 있으며 주원인은 신제품 출시 및 실패비용 Position이 높음.

*CUSTOMER의 불만 고조로 인해 거래선 타 기종 제품으로 전환될 우려가 있고, 경영조건이 악화 될 것으로 전망됨.

2.INJECTOR 향후 사업전략



*신제품개발로 인한 사전 품질확보가 시급하며 특히 VCO(Valve Close Orifice) 개발추진에 따른 미세 INJ HOLE 품질 개선(Inj hole막힘 등)으로 생산성향상을 추구하며 품질 우위를 통한 경쟁력향상에 기여하기 위함.

*Global out sourcing을 통한 무차별적인 경쟁체제를 맞이 하면서 Customer Needs & Requirement을 만족시키는데 경영 Target을 맞추어야 하기 때문이다.

D M A I C

1-4 Project Team

개선단계

1. 단계별 추진일정 및 주요내용
2. 프로젝트 선정배경
3. 주요 추진내용
   - 3.1 정의단계
   - 3.2 측정단계
   - 3.3 분석단계
   - 3.4 개선단계
   - 3.5 관리단계
4. 성과측정
5. 유지관리

팀 구성

소 속	직 위	성 명
품질보증부	과장	윤도원
	계장	이상길
	계장	김경환
기술부	대리	김 경섭
	차장	박기철
생산부	과장	고광표
	차장	조병준
현대자동차㈜ 엔진품질관리부 PUMP실	팀장	조영우
	기사	박효구
	기사	강태영

D M A I C

1-5 Project Improvement Flow

품질특성 파악 및 데이터 수집
- 품질특성 : 소음/진동(이상음 & 떨림)
  출력
  매연
  누유

개선목표 수립 및 품질변동 파악
- 개선목표 :CCR도출
- 분석결과 : A/S고품분석
- Gage R & R : 47→6%

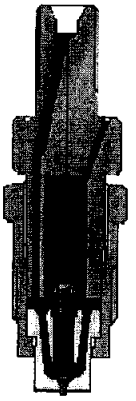
중요인자 선정 SIPOC 실시
- identifying data collection
- process mapping

최적조건 도출 확인실험 실시
- 최적조건 : DOE, Regression,등
- 기능분석
- 현장화

관리계획 및 실시
- 작업표준화 : 일별/주별 점검항목 표준화
- 정기보전 : 장비별 보전계획 및 실시
- 재작업 기록 : 불량작업내역 기록 유지

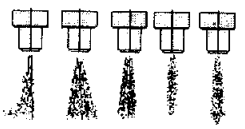
개선효과 파악
- 유형효과 : 1억3천만원 절감
- 개선 후 수준 : 50% DOWN
- 시그마 수준 : 2.62 →4.53σ

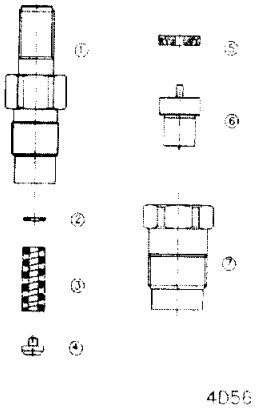
1-6 Product 설명



Injector 구조도

1	노즐 홀더 보디
2	핀
3	스프링
4	스프링 씨트
5	아답타 플레이트
6	노즐 어셈블리
7	리테이닝 너트





구성부품 및 분사모양

1-7 용어 정의

1. 용어의 정의 Injector (Nozzle holder assembly)

Diesel ENG은 흡입된 공기를 고압/고온으로 압축된 가운데 분사 Pump로 양과 시간이 조정되어 연료가 연료분사노즐에서 안개 형태로 분사되어진다. 분사되어진 연료는 공기의 압축 열에 의해 가열된 후 자기 착화 되어 연소 된다. 분사되어진 연료유입의 크기(입자), 공기와 연료의 혼합비등은 연소에 큰 영향을 미치고 엔진의 성능을 좌우한다. 이처럼 노즐은 중대한 역할을 하고, 연료에 있어서는 디젤 노크가 적고, 깨끗하면 열효율이 좋다. 이 역할을 완수하기 위하여 노즐로써 갖추어야 할 특성들은 다음사항에 준한다.

2. 연료의 무화

압축 상사점 20 ° 부근에서 연소실내에 분사되어지는 연료는 급속하게 가열 시킨 후 착화 되어 연소하지 않으면 안된다. 분사되는 연료가 연소를 완료 시킬 때 까지의 필요 시간은 연료 유럽의 총면적의 크기에 반비례하기 때문에, 일정량의 연료를 가능한 한 짧은 시간에 연소시키기 위하여 연료를 가능한 한 작은 입자(안개상태)로 조개는 것이 필요하다. 실제 분사되는 연료 유럽의 크기는 대소 여러 가지가 혼합되어 있고, 양호한 연소상태를 얻기 위하여 분사량의 20%가 5㎛이하의 직경이 되지 않으면 안 된다. 분사되는 연료유입의 크기는 연료의 분사속도(분사압력과 분공경)나 온도등에 따라서 영향을 미친다

3. 연료의 분포

엔진의 연소실에서 분사되는 연료는 공기와 양호한 상태로 혼합되기 위해서는 연소실의 형상에 적합한 각도로 분사되지 않으면 안 된다. 이 경우, 노즐의 중심보다 멀어짐에 따라 연료의 중량 합계가 분산되어 가는 것이 중요하다.

D M A I C

4. 연료의 유입의 관통력

분사되는 연료의 유입은 가끔 정지한 상태에서 연소가스에 둘러 쌓이고, 연소가 시작되는 때부터 연소가 마칠 때까지 공기 중에 돌진하는 힘을 지니는 것이 필요하다. 이를 위하여 유입 자신이 가진 운동량이 크지 않을 수 없다. 무화가 양호한 나머지 유입은 작고, 관통력은 약해져서 분사되고, 노즐의 선단 부분에 유입이 집중되고, 이 부분의 혼합비가 농후한 상태가 된다. 이렇게 되면, 부분적인 불완전 연소가 일어난다. 즉 유입의 운동량은 유입의 직경 3승에 비례하고, 진행 중 공기 저항은 유입의 거의 직경에 2승에 비례하므로 관통력은 유입이 클수록 좋다. 이것은 무화의 상반된 성질을 지닌다. 연소실내의 공기를 이용하여 연료를 완전 연소시켜 엔진의 성능을 향상시키기 위하여 연소실내에 어느 위치에 있어서도 연료와 공기의 혼합을 양호하게 하기 위하여 분유를 좋은 상태로 해야만 한다. 이를 위하여 유입의 도달 거리는 중요하고 큰 기통에는, 큰 도달거리가 필요하고 작은 기통에는 이에 대응하는 도달거리가 필요하다. 이를 만족치 못하면, 분유가 기통벽에 달라 붙는 불완전 연소를 얻어지게 된다. 이 도달거리에 영향을 미치는 것은 분사압력, 배압, 분공경 등이 큰 영향을 미친다.

5. 분산

연소실내 어느 위치에 있어서도 연료와 공기 혼합의 분산이 균일하지 않으면 안 된다. 만일 분사되는 유입이 도달되지 않았든가, 부분적으로 도달되었을 때도 그곳에 있는 전체의 공기가 연소에 이용되어 진다. 역으로 유입이 밀집되어 있는 장소에는 공기가 부족하여 불완전 연소를 일으킨다. 따라서 분무는 연소실 전체에 고루 분포되는 것이 필요하다. 분무의 확장, 분사압력, 배압, 분공 형상은 분산을 양호하게 하기 위하여 관통력을 어느 정도 희생하지 않을 수 없다.

D M A I C

1-8 Project 선정 배경

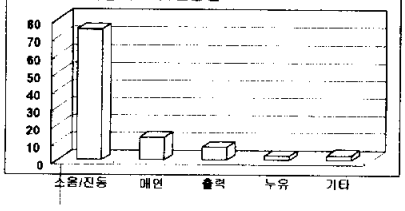
1-9-1 프로젝트 개요

선정배경

당사 인젝타의 고객크레임는 실폐비용, 소비자 만족도, 등에서 상위에 속하는 문제로, 수 많은 개선노력에도 불구하고 고질적인 문제로 남아 있어 근본적인 개선을 하고자 함.

문제점

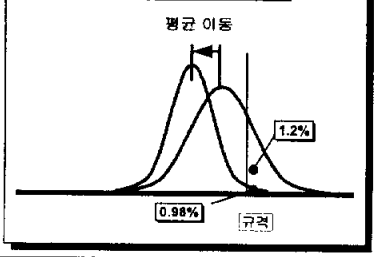
1. 고객 크레임이 1.2% 발생(소음/진동 70%)
2. 크레임 비용이 1억1천만원



1-9-2 프로젝트 목표

1. 인젝타 크레임 발생률 : 1.20% → 0.60%
2. 인젝타 크레임 비용 : 1억1천만원 →5천5백만원
3. 인젝타 불량률 :1300건/년 → 650건/년 (50%)

불량률 개선목표



DELPHI Automotive Systems

◈ CONTENTS

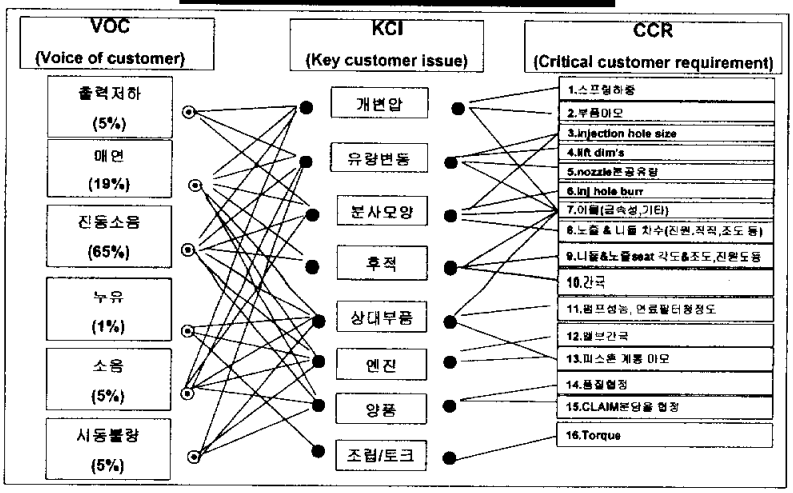
2. Measure

- 2-1. Customer Voice 구체화
- 2-2. X-Y Matrix
- 2-3. TMAP(Thought Process Mapping)
- 2-3. SIPOC
- 2-5. CCR 도출
- 2-6. Process Mapping
- 2-7. FMEA
- 2-8. 측정계획
- 2-9. 측정TIME TABLE
- 2-10. MSE
- 2-11. R&R
- 2-12. 고품측정
- 2-13. 고품청정도측정

D M A I C

2. Measure

2-1,Customer Voice 구체화



D M A I C

2-2, X,Y Matrix

측정단계

X) C:제어가능변수

- C injection hole size
- C.lift dim's
- C.nozzle분공유량
- C inj hole burr
- C 이물(금속성,기타)
- C 노즐 & 니들 치수(진원,직직,조도 등)
- C 니들 & 노즐 seat 각도

N:잡음변수(제어가 불가능/원하지 않음)

- N 측정자
- N 피스톤 계통 마모
- N 밸브간극
- N 펌프성능, 청정도
- N 인도 후 조립

Y) S:표준작업절차

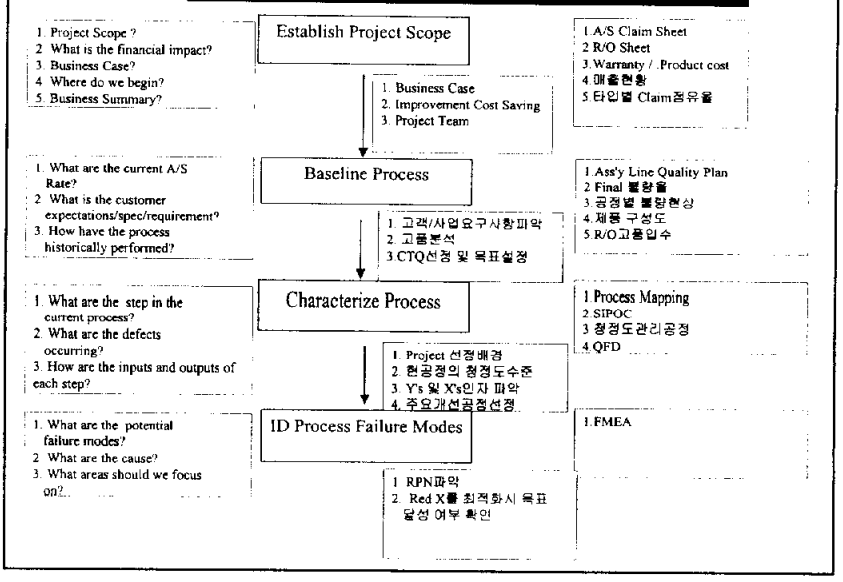
- S 실차 시험 후 조건관리
- S 특성치 관리

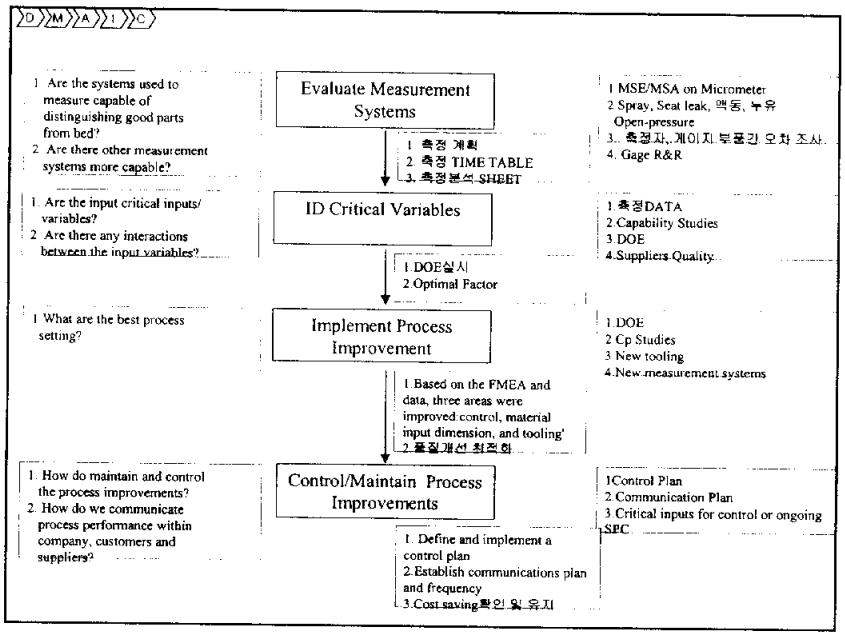
  (청정도, 이물크기)
- S 고객과의 CLAIM 협정체결

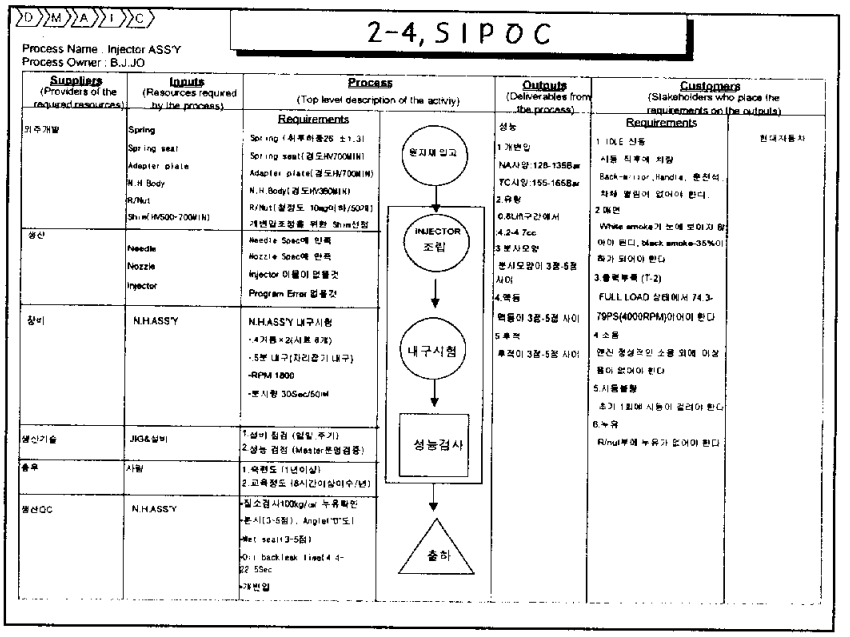
  (분담율 결정)

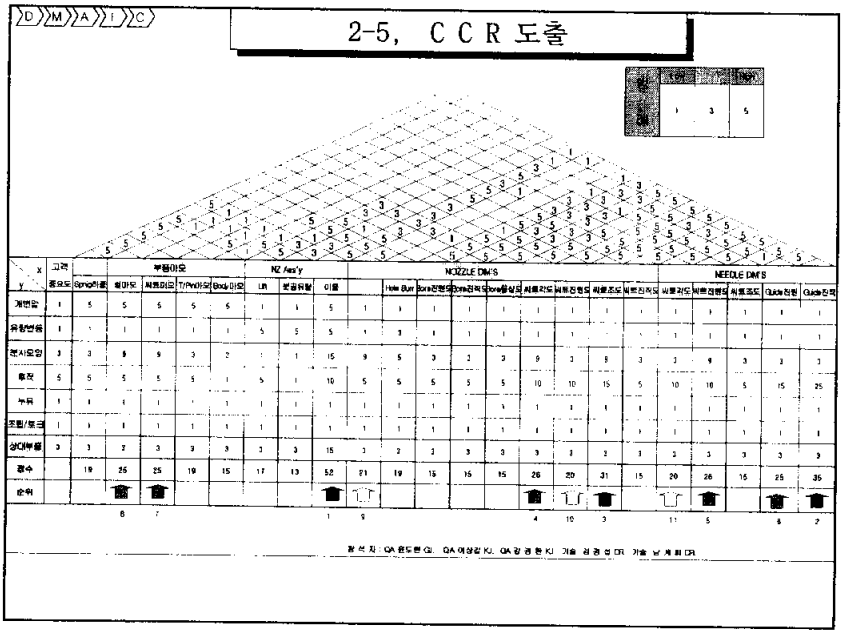
D M A I C

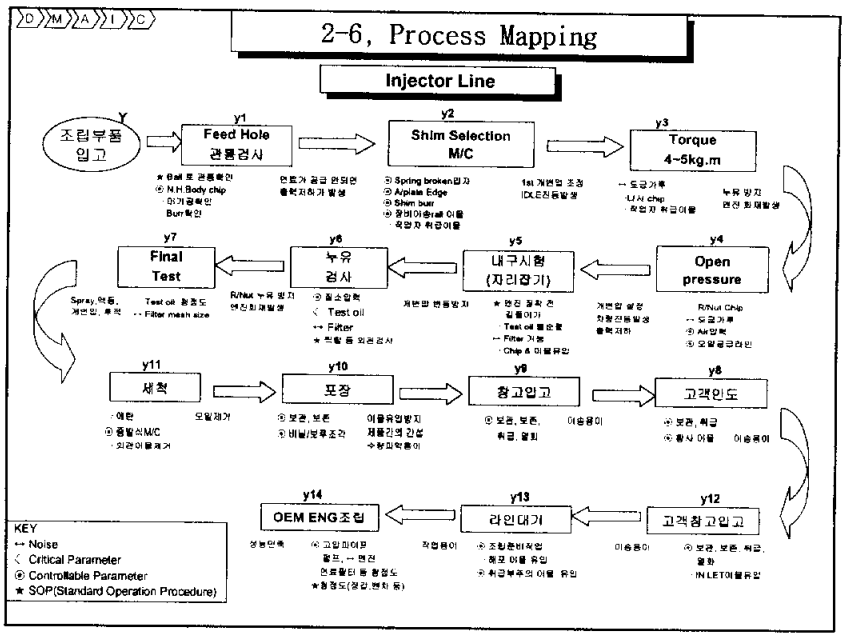
2-3, T M A P(Thought Process Mapping)




D M A I C
1 Are the systems used to measure capable of distinguishing good parts from bad?
2 Are there other measurement systems more capable?
Evaluate Measurement Systems
1 측정 계획
2 측정 TIME TABLE
3. 측정분석 SHEET
1 MSE/MSA on Micrometer
2 Spray, Seat leak, 맥동, 누유 Open-pressure
3. 측정자, 게이지 부품간 오차 조사
4. Gage R&R
1 Are the input critical inputs/ variables?
2 Are there any interactions between the input variables?
ID Critical Variables
1.DOE실시
2.Optimal Factor
1.측정DATA
2.Capability Studies
3.DOE
4.Suppliers Quality
1 What are the best process setting?
Implement Process Improvement
1.Based on the FMEA and data, three areas were improved control, material input dimension, and tooling'
2.품질개선 최적화
1.DOE
2 Cp Studies
3 New tooling
4.New measurement systems
1. How do maintain and control the process improvements?
2. How do we communicate process performance within company, customers and suppliers?
Control/Maintain Process Improvements
1. Define and implement a control plan
2.Establish communications plan and frequency
3.Cost saving확인 및 유지
1Control Plan
2.Communication Plan
3.Critical inputs for control or ongoing SPC


D M A I C
2-4, SIPOC
Process Name : Injector ASS'Y
Process Owner : B.J.JO
Suppliers (Providers of the required resources)
Inputs (Resources required by the process)
Process (Top level description of the activity)
Requirements
Outputs (Deliverables from the process)
Customers (Stakeholders who place the requirements on the outputs)
Requirements
외주개발
Spring
Spring seat
Adapter plate
N.H Body
R/Nut
Shim(W500-700MIN)
Spring (하루하중26 ±1.3)
Spring seat(경도H/700MIN)
Adapter plate(경도H/700MIN)
N.H.Body(경도H/360MIN)
R/Nut(절정도 10kg이하/50회)
개별일조정을 위한 Shim선정
생산
Needle
Nozzle
Injector
Needle Spec에 만족
Nozzle Spec에 만족
Injector 이물이 없을것
Program Error 없을것
장비
N.H.ASS'Y
N.H.ASS'Y 내구시험
-4개품×2(사트 8개)
-5분 내구(자리잡기 내구)
-RPM 1800
-분사량 30Sec/50ml
생산기술
JIG&설비
1.설비점검 (일일 주기)
2.성능 검정 (Master본점검용)
출유
사원
1.숙련도 (1년이상)
2.교육정도 (8시간이상이수/년)
생산QC
N.H.ASS'Y
-질소검사100kg/cm 누유확인
-분사(3-5점), Angle'ㅁ'도
-Met seal(3-5점)
-Oil backleak time(4.4-22.55sec
-개반입
용지재입고
INJECTOR 조립
내구시험
성능검사
출하
성능
1.개반입
NA사양:128-135Bar
TC사양:155-165Bar
2.유량
0.8Lm구간에서
4.2-4.7cc
3.분사모양이 3점-5점 사이
4.맥동
맥동이 3점-5점 사이
5.후적
후적이 3점-5점 사이
1.IDLE 안정
시동 직후에 시정
Back-mirror, Handle, 운전석 착석 별없어야 한다.
2.매연
White smoke가 눈에 보이지 않아야 한다, black smoke-35%이하가 되어야 한다
3.출력부족 (T-2)
FULL LOAD 상태에서 74.3-79PS(4000RPM)이어야 한다
4.소음
연진 정상적인 소음 외에 이상음이 없어야 한다
5.시동불량
초기 1회에 시동이 걸려야 한다
6.누유
R/nut부에 누유가 없어야 한다
현대자동차


D M A I C
2-5, C C R 도출
1 3 5
NOZZLE DIMS
NEEDLE DIMS
Hole Burr
Guide진원
개변압
유량변동
연시오염
후전
누유
조립/보급
상대부품
점수
순위


D M A I C
2-6, Process Mapping
Injector Line
Y
조립부품 입고
y1
Feed Hole 관통검사
y2
Shim Selection M/C
y3
Torque 4~5kg.m
y4
Open pressure
y5
내구시험 (자리잡기)
y6
누유 검사
y7
Final Test
y8
고객인도
y9
창고입고
y10
포장
y11
세척
y12
고객창고입고
y13
라인대기
y14
OEM ENG조립
KEY
↔ Noise
〈 Critical Parameter
⊙ Controllable Parameter
★ SOP(Standard Operation Procedure)

D M A I C

2-7, FMEA

항목 / PART/ PROCESS	고장의형태	고장 영향 분석	심각도	고장의 원인	발생빈도	현재관리방안	검지도	RPN	조치결과: 조치내용	조치결과: 책임 및 완료예정일	PS	PO	PD	RPN
엔진에 Injector 조립	차량 및 엔진의 IDLE진동 발생	운전자의 용 불편 및 BACK MILLER별 일으로 후방 시야 방해를 받는다	5	개변압 폭이 크다	2	OEM SPEC. 관리	5	50	• 개변압 SPEC 폭(상하한치)을 줄이고 엔진조립시 개변압 산포 별로 조립할 수 있도록 함	기술 93-9-6	3	2	3	12
			5	IDLE 구간에서의 유량 규격이 크다	3	0.1 Air Flow 전수검사실시	1	15	• IDLE 구간 유량 상하한치 SPEC. 관리폭을 줄이고 Air flow 전수 검사실시	기술 93-9-23	4	3	1	13
			5	분사 불량 - CARBON 누적 - 니들 고착	5	출하검사시 3점이상 합격	2	50	• FLAT 대칭도 규제 • 노즐 동심도 SPEC 폭을 줄임 • CLEARANCE 폭을 줄임 • 노즐 쇼울드에 대한 랩크 적각도 규제	기술 93-9-23	5	3	2	30
			5	엔진 설정연 불량으로 GAS OVER FLOW가 발생한다	2	단품 SPEC. 관리	1	10	• 인젝터의 노즐돌출값이 SPEC.을 관리하고 R/MUT 단차 SPEC 폭을 줄임.	기술 93-9-23	5	2	1	10
			5	후처이 발생한다	4	단품 SPEC. 관리	4	112	• 노즐 씨트 동심도 SPEC을 줄임 • 니들 씨트 진직도SPEC 추가규제 • 니들 씨트 진원도SPEC 관리	기술 92-9-3	5	4	4	80
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	기술 92-9-3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	개변압 불량	엔진 부조, 에연과다등와 전반적인 엔진 성능 저하	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

D M A I C

2-8, 측정계획

측정항목	운영점의	데이터 및 소스위치	샘플크기	측정자	DATA 수집시기	DATA 수집방법
	1.항정도 Room에서 수술장비를 장갑을 끼고 제품을 분해 한다 2.알코올을 제품에 부껴서 닦 3.오븐에 건조 시킨다 4.1/10000현미경을 이용하여 크기 를 측정한다) 5.1/10000mg저울을 이용하여 무게를 측정한다)	A/S Return 인젝타	100EA	조선식반장	기능분석 후 실시	1.Chip & 이물의 가장 큰 Size측정 (폭+넓이+길이) 2.Chip & 이물을 구분 하여 Size & 무게 Data수집
	1.항을 수거한후 광속현미경으로 400배 조직촬영을 실시한다 2.시편, 연관부품,고품의 칩과 비교한다 2.경도검사를 실시한다	고품의 칩 시편 연관부품 (INJ ITEM)	수거된 칩	김경환계장	장착도검사 이후	1.조직촬영 사진 2.경도
	1.스프링테스트 장비를 이용하여 허무하중을 측정한다	A/S Return 인젝타	고품100개	박희근사원		1.허무하중DATA
	1.Hand Test장비를 이용하여 개변압,분사, 역동, 후적 등을 측정한다. 2.질소테스트 장비를 이용하여 100kg/cm²이상의 압력에서 누유를 확인한다			DDK 이상감계장 용도원과장 HMC 이상학대리 박윤구기사 황만도대리 이상윤과장		1.개변압 2.분사 3.역동 4.후적 5.누유
	1.인젝터 ASS'Y 엔진장착시 기능에 의한 예상 이모투위를 측정한다 1.로리오스,M/M,V/C등을 활용하여 측정한다.			이상감계장		1.N.H.Body값이 2.Needle Up 위경 3.Shim높이 3.Spring Seat높이
	1.DFD T-10항목에 대하여 측정한다. 2.측정항목에 대한 3.측정데이지는 검사기준서 및 작업표준에 따라 선정한다. 4.모든 일반측정검사 후 필요시 마지막으로 파괴검사를 실시한다. 5.파괴검사 시료는 9개 이내로 한다			이상감계장		1.R/O Sheet 분석 항목 기준에 따름
	1.모든 일반측정검사 후 필요시 마지막으로 파괴검사를 실시한다. 2.파괴검사는 비파괴로 측정이 불가능 항목에 한 한다.		10개	김성목계장	부품검사 이 후	

D M A I C

2-9, 측정일정

측정항목	샘플크기	측정자	협조확인	6월 1주(2일)	2주(9일)	3주(16일)	4주(23일)	5주(30일)	특기사항
[illegible]	100EA	조선식반장			②	10-13일(4일소요)			HMC 공동조사합의가 D-Day임
[illegible]	수거된 칩	김경환계장				④ 10-13일(4일소요)			
[illegible]	고품100개	박희근사원			③	11-12일(2일 소요)			
[illegible]		DDK 이상길계장 윤도원과장 HMC 이상학대리 박윤구기사 황만도대리 이상율과장			① 8-9일(2일소요)				
[illegible]		이상길계장				⑤ 12-15일(4일소요)			
[illegible]		이상길계장				⑥ 16-25일(10일소요)			
[illegible]	10개	김성욱계장					⑦ 26-30일(5일소요)		

D M A I C

2-10, Measurement System Evaluation

Measurement System Evalution

Spray	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Judge 1	Good	Good	Bad	Good	Good	Bad	Good	Good	Good	Good	20%B
Judge 2	Good	Good	Good	Good	Good	Bad	Good	Good	Good	Good	10%B

1 P observed=0.9

2 P chance=(P insp1 Good)(P insp 2 Good) + (P insp1 Bad)(P insp2 Bad)
P chance=(0.8)(0.9) + (0.2)(0.1)
P chance= 0.76

3 Kappa=Pobserved-Pchance/1-Pchance
Kappa=0.9-0.76/(1-0.76)
Kappa= 0.61

The general rule of thumb for interpreting kappa is :

<0.7 – Measurement System needs attention
0.7-0.9 - Generally acceptable, improvement may be needed depending on application and risk.
>0.9-Exellent Measurement Systrm.

D M A I C

Measurement System Evalution

Spray	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Judge 1	Good	Good	Bad	Good	Good	Bad	Good	Good	Good	Good	20%B
Judge 2	Good	Good	Bad	Good	Good	Bad	Good	Good	Good	Good	20%B

1 P observed=1.0

2 P chance=(P insp1 Good)(P insp 2 Good) + (P insp1 Bad)(P insp2 Bad)
P chance=(0.8)(0.8) + (0.2)(0.2)
P chance= 0.68

3 Kappa=Pobserved-Pchance/1-Pchance
Kappa=1.0-0.68/(1-0.68)
Kappa= 1

D M A I C

2-11, R & R (Spray)

Number of Judges (k)	3
Number of Parts (n)	10

All samples evaluated by same panel of judges
Judges are the only Judges of Interest

Situation 5	Each Judges ratings	ICC = 0.534482759
Situation 6	Average of Judges ratings	ICC = 0.775

All samples evaluated by same panel of judges
A random sample of judges selected from population of judges

Situation 3	Each Judges ratings	ICC = 0.462686567
Situation 4	Average of Judges ratings	ICC = 0.720930233

Each sample evaluated by different panel of judges
A random sample of judges selected from population of judges

Situation 1	Each Judges ratings	ICC = 0.4375
Situation 2	Average of Judges ratings	ICC = 0.7

Intraclass Correlation(ICC):This number should be greater than 0.7.

〉O〉〉M〉〉A〉〉I〉〉C〉

Number of Judges (k)	3
Number of Parts (n)	10

All samples evaluated by same panel of judges
Judges are the only Judges of Interest

Situation 5	Each Judges ratings	ICC = 0.728813559
Situation 6	Average of Judges ratings	ICC = 0.889655172

All samples evaluated by same panel of judges
A random sample of judges selected from population of judges

Situation 3	Each Judges ratings	ICC = 0.704918033
Situation 4	Average of Judges ratings	ICC = 0.87755102

Each sample evaluated by different panel of judges
A random sample of judges selected from population of judges

Situation 1	Each Judges ratings	ICC = 0.701657459
Situation 2	Average of Judges ratings	ICC = 0.875862069

Intraclass Correlation(ICC):This number should be greater than 0.7.

〉O〉〉M〉〉A〉〉I〉〉C〉

2-12, 고품 측정

R/O 측정분석(전월)

					형상도		상호검사				
번호	R/O의 지내용 (고객불만)	주행거리 (4만KM이만)	출고년월 (2년이만)	정비 사업소	이종크기 (0.175~0.80mm)	쉽/경도	개선입 (규격/실측)	분사 (3-5점)	맥동 (3-5점)	호적 (3-5점)	역상 (유/무)
1	진동	7986	2000.9	상울원	없음	없음	140/147	5	5	4	무
2	진동	7986	2000.9	상울원	없음	없음	140/149	4	5	4	무
3	진동	7012	2000.9	부주점	없음	없음	140/148	3	4	5	무
4	진동	7012	2000.9	부주점	없음	없음	140/144	4	4	2	유
5	진동	7012	2000.9	부주점	없음	없음	140/148	4	3	1	무
6	진동	7012	2000.9	부주점	없음	없음	140/145	4	4	3	무
7	진동	1200	2000.9	사상점	없음	없음	140/142	5	5	1	무
8	진동	1200	2000.9	사상점	없음	없음	140/143	4	5	5	무
9	진동	1200	2000.9	사상점	없음	없음	140/139	4	4	5	무
10	출석	기록없음	2001.3	동상점	없음	없음	140/147	4	3	4	무
11	출석	기록없음	2001.2	동상점	1.15~1.55mm	조시중	140/소화	측정불가	측정불가	측정불가	측정불가
12	기록없음	기록없음	2000.9	기록없음	없음	없음	140/137	4	3	5	무
13	기록없음	기록없음	2000.9	기록없음	없음	없음	140/129	4	5	5	무
14	기록없음	기록없음	2000.9	기록없음	없음	없음	140/129	4	4	5	무
15	기록없음	기록없음	2000.4	기록없음	없음	없음	120/128	1	2	5	무
16	기록없음	기록없음	2000.4	기록없음	없음	없음	120/122	2	3	5	무
17	기록없음	기록없음	2000.4	기록없음	없음	없음	120/124	1(Pinge파손)	3	5	무
18	기록없음	기록없음	2000.4	기록없음	없음	없음	120/121	3	5	5	무
19	기록없음	기록없음	1999.12	기록없음	없음	없음	120/123	3	5	1	무
20	기록없음	기록없음	1999.12	기록없음	없음	없음	120/116	2	4	1	무
21	기록없음	기록없음	1999.12	기록없음	없음	없음	120/119	2	4	1	유
22	기록없음	기록없음	1999.12	기록없음	없음	없음	120/121	5	5	4	무
23	기록없음	기록없음	1999.4	기록없음	없음	없음	120/105	1	3	2	유
24	진동	2300	2001.3	사상점	없음	없음	140/152	4	4	5	무
25	진동	2300	2001.3	사상점	없음	없음	140/155	3	3	5	무
26	진동	2300	2001.3	사상점	없음	없음	140/152	3	3	5	무
27	진동	2300	2001.3	사상점	없음	없음	140/151	4	5	3	무
28	진동	21101	1999.12	부산점	없음	없음	120/120	4	5	5	무
29	진동	21101	1999.12	부산점	없음	없음	120/121	1	3	3	무
30	진동	21101	1999.12	부산점	없음	없음	120/120	1	1	1	유
31	진동	21101	1999.12	부산점	없음	없음	120/121	4	3	2	무
32	진동	2910	2001.2	부산점	없음	없음	140/146	4	2	5	무
33	진동	2910	2001.2	부산점	없음	없음	140/143	3	3	5	무
34	진동	2910	2001.2	부산점	없음	없음	140/147	3	3	5	무
35	진동	2910	2001.2	부산점	없음	없음	140/131	3	3	5	무
36	진동	20100	2000.1	부산점	없음	없음	120/131	3	3	5	무
37	누유	기록없음	2000.12	입전점	없음	없음	12/130	4	3	3	무
38	진동	3998	2000.12	진주점	없음	없음	분사안됨	분사안됨	분사안됨	분사안됨	분사안됨
39	진동	2016	2001.1	진주점	없음	없음	150/157	4	3	4	무
40	진동	2018	2001.1	진주점	없음	없음	150/156	5	4	4	무
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

D M A I C

2-13, 고품 청정도 측정

A/S Rrpair Order 고품 청정도분석현황

시료번호	하자내용	DDSK TEST	이물/칩	조직	판정	비고
9	진동	TEST불가	Chip		OK	R/NUT풀림
14	진동	TEST불가	Chip		OK	R/NUT풀림
60	진동	TEST불가	Chip		OK	R/NUT풀림
65	진동	TEST불가	Chip		OK	R/NUT풀림
3	진동	분사2점	Chip		OK	
10	진동	분사1점	Chip 없 음		OK	
25	누유	분사1점	Chip		OK	
53	진동	분사2점	C		OK	
31	출력부족	TEST불가	C		OK	소착
73	매연	TEST불가	1.0*1.35mm		NG	소착
76	없음	TEST불가	1.0*1.40mm		NG	소착
79	없음	TEST불가	1.15*1.43mm		NG	소착
80	없음	TEST불가	C		OK	소착
81	없음	TEST불가	C		OK	소착
82	없음	TEST불가	1.20*1.25mm		NG	소착

DELPHI Automotive Systems

◈ CONTENTS

3. Analysis

3-1. A/S CHIP분석 결과

3-2. CHIP분석 결과 부품 경도비교

3-3. 상대부품조사

3-4. 연관부품 Chip 유입조사

3-5. 스프링 칩 유입 유형조사

3-6. FUEL PUMP D/V SPRING 재질분석

3-7. DDSK 부품 재질 성분사양 비교

3-8. DDSK 부품 재질 성분 기계적성질

3-9. CHIP분석 결과비교

3-10. VOC 2001누적현황

3-11. VOC 2ND PARETO

3-12. 분담율 협의 진행사항

DELPHI Automotive Systems

◈ CONTENTS

3-13. VOC 2ND PARETO

3-14. VOC 2ND TOP-1

3-15. VOC 2ND TOP-1 SPEC OVER

3-16. 고품 (TOTAL)상관관계분석

3-17. 고품 (TOTAL) 회귀분석

3-18. 고품 (2000년 9월 이 후) 회귀분석

3-19. 고품 (2000년 9월 이 후) 상관분석

3-20. 고품 (2000년 9월 이 후) 회귀분석(2차)

3-21. 고품 (1999년) 회귀분석

3-22. 고품 (1999년) 상관분석

3-23. 고품 분석 SUMMARY

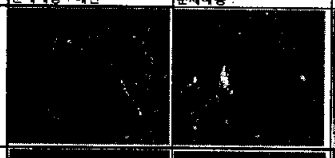
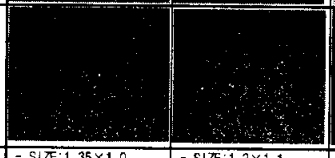
3-24. DOE

D M A I C

3, Analysis

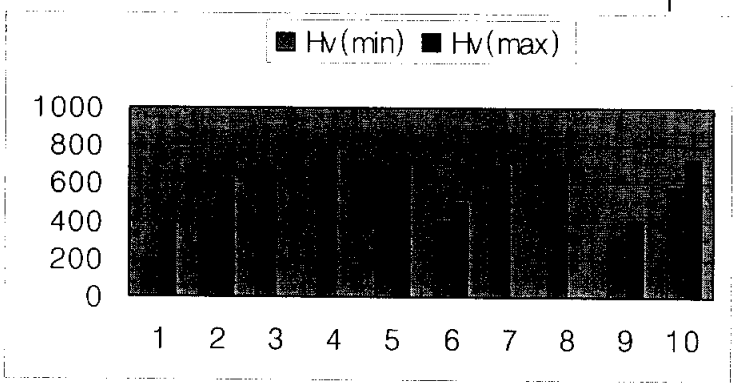
3-1, A/S Chip분석

* A/S 고품분석에서 발생한 CHIP

구분	고품 1	고품 2	고품 3	고품 4
이력요약	R/O NO : 14554 발생일 : 2001.03.12 제조월 : 2001.02 주행거리 : 206Km TYPE : 150 BAR LOT NO : BUK 문제내용 : 매연	R/O NO : 기록없음 발생일 : 2001.04 제조월 : 2001.01 주행거리 : 기록없음 TYPE : 150 BAR LOT NO : AUK 문제내용 :	R/O NO : 기록없음 발생일 : 2001.04 제조월 : 2001.02 주행거리 : 기록없음 TYPE : 150 BAR LOT NO : BUK 문제내용 :	R/O NO : 5924 발생일 : 2001.04 제조월 : 2001.02 주행거리 : 기록없음 TYPE : 150 BAR LOT NO : BUK 문제내용 :
CHIP사진				
조직사진				
결과	- SIZE:1.35×1.0 - 경도 : Hv 592 ~ 650 전자pump spring	- SIZE:1.2×1.1 - 경도 : Hv 630 ~ 640 전자pump spring	- SIZE:1.3×1.2 - 경도 : Hv 570 ~ 580 전자pump spring	- SIZE:1.2×1.0 - 경도 : Hv 584 ~ 622 전자pump spring

3-2, Chip분석결과 부품경도비교

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	N.H.BODY	N.H.BODY (T400)	NOZZLE BODY	NEEDLE VALVE		SPRING	SPRING SEAT	A/D Plate	R/T Nut	
	200	400	700	800		400	700	700	330	
	400	625				500			410	



3-3, DDSK 부품 재질성분 사양비교

DDK N.H.ASS'Y 재질 사양표

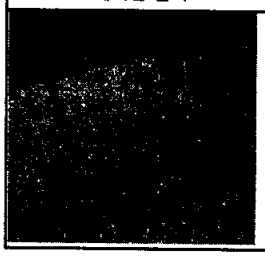
범례 : 양산품 분석 : CHIP 분석

품 명	소재명	경도 (HV)	화학 성분 (%) C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo	W	Ni	Pb	V	Cu	비 고
N.H.BODY	SAE1141M(SUM42)	200~260	0.37~0.47	1.2~1.65	0.15~0.30	0.04	0.06~0.12	-	-	-	-	-	-	-	
				1.55	0.30										
NOZZLE BODY	18CRNI8	700↑	0.15~0.20	0.40~0.60	0.15~0.35	0.035↓	0.02~0.35	1.8~2.1	0.15↓	-	1.8~2.1	-	-	-	
				0.82	0.29			1.99			2.32				
NEEDLE VALVE	BT21	800↑	0.7~0.75	0.4↓	0.3↓	0.03↓	0.02~0.035	3.5~4.5	0.5↓	13.5~15	-	-	0.5~0.7	0.1↓	
				0.32				3.37					0.59		
SHIM	SK5M-S(SK5)	600~70	0.8~0.9	0.5↓	0.35↓	0.03↓	0.03↓	-	-	-	-	-	-	-	
				0.50	0.26										
SPRING	SWOSC-V	400~500	0.5~0.6	0.5~0.8	1.2~1.6	0.025↓	0.025↓	0.5~0.8	-	-	-	-	-	0.2↓	
				0.78	1.72			0.73							
SPRING SEAT	AISI12L14(SUM24L	700↑	0.15	0.85~1.15	-	0.04~0.09	0.26~0.35	-	-	-	-	0.1~0.35	-	-	
				1.34	0.36				1.08						
A/D Plate	SCM415H(SCM21)	700↑	0.13~0.18	0.6~0.85	0.15~0.35	0.03↓	0.03↓	0.9~1.2	0.15~0.3	-	0.25↓	-	-	0.3↓	
				0.69	0.22			1.14							
R/T Nut	SWRCH45F(S45C)	330~41	0.42~0.48	0.6~0.9	0.1~0.35	0.03↓	0.035↓	-	-	-	-	-	-	-	
				0.61	0.23										
R/O Chip															
1차고품	Fe : 97.06	660~730		0.77	1.46			0.71							
2차고품	Fe : 96.97	627~660		0.85	1.44			0.73							
3차고품	Fe : 95.68	640~700		0.65	1.62			0.85							
4차고품	Fe : 94.11	584~622		0.63	1.98	0.21	0.34	0.81						1.14	
전자PUMP 디리버리 ASS'Y 제품															
D/V Spring	Fe : 96.80			0.62	1.54			0.84							
오리피스 스프링	Fe : 99.13			0.61	0.27										
디리버리 밸브 홀더	Fe : 98.47			0.47	0.3										
Fix Ring	Fe : 97.93			0.74	0.23			1.09							
오리피스	Fe :			0.85	0.31			1.13							
디리버리 밸브 가이드	Fe : 98.06			0.7	0.3			0.94							
디리버리 밸브 바디	Fe : 98.07				0.34			1.59							
디리버리 밸브	Fe : 97.89			0.8	0.25			1.06							

D M A I C

3-4, 상대부품 조사

* PUMP D/V SPRING 이상품 사진(×400)

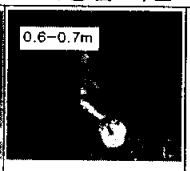
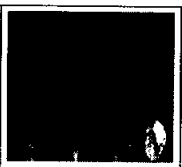
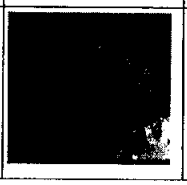
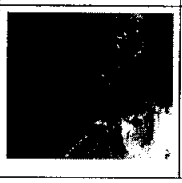
테라칸 전자	유로-II (내구품 파손안된것)	갤로퍼전자(부러진것 반대부)
		

- 스프링 "R"부의 미세 크랙 확인

D M A I C

3-5, 연관부품 Chip유입조사

* PUMP D/V SPRING 이상품 사진

3342700 3310500 |		 0.6-0.7m			스프링 끝단부 CRACK 1/4EA 25%검출
3342010 3310400 |					스프링 끝단부 CRACK 2/3EA 67%검출

D M A I C

3-6, Spring Chip 유입 유형조사

- 파단 면은 선 축에 직각이며 흠,갈라짐 등이 없어야 한다
  (KS D 3556 - 3.3비틀림 특성)
- 상기 사진 건에 대한 부강스프링 문의결과

1) 열처리 과다로 인한 저침탄으로 절손발생
   (양파처럼 벗겨진 것)
2) 이물에 의한 절손발생원인
   (절단면이 이물로 보이는 다른색 발견- 사진으로는 정확히 인식불능)
3) 도금으로 인한 취성 발생원인
   (도금시 수소취성제거를 하지않을경우 SPRING이 부러지는 원인 발생)
4) 소재자체 녹 발생으로 절손가능
   (특히 밸브스프링용 오일템파선의 경우 녹은 치명불량의 원인이 됨)

D M A I C

3-7, Pump Spring Chip 재질분석

DELIVERY VALVE SPRING 관련 조직, 경도 조사

부식	부식액 : 5% Nital, 부식시간 : 5sec			
노출	20sec (×400)			
조직사진	두원 PUMP	갤로퍼 전자	유로-II	테라칸 전자
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
경도	표면 : 650, 심부 : 623	표면 : 547, 심부 : 512	표면 : 561, 심부 : 508	표면 : 563, 심부 : 523
조직사진	두원 INJECTOR	엘파이 INJECTOR	갤로퍼전자(부러진것 반대부)	유로-II (내구품 파손안된 제품)
	[redacted]	[redacted]	[redacted]	[redacted]
경도	표면 : 564, 심부 : 578	표면 : 536, 심부 : 565	표면 : 535, 심부 : 511	표면 : 556, 심부 : 510

D M A I C

3-8, DDSK 부품 재질성분 기계적성질

보통 탄소강에 미치는 기타 원소의 영향

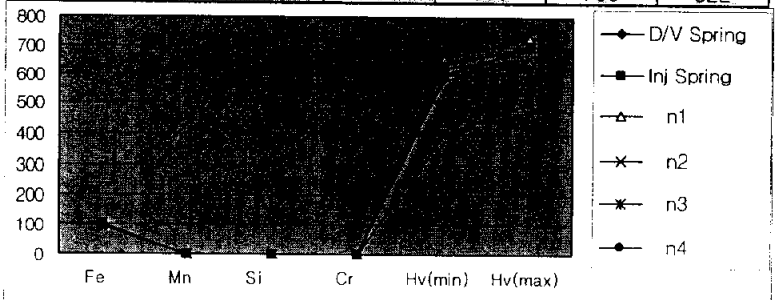
(원소함량이증가할수록)

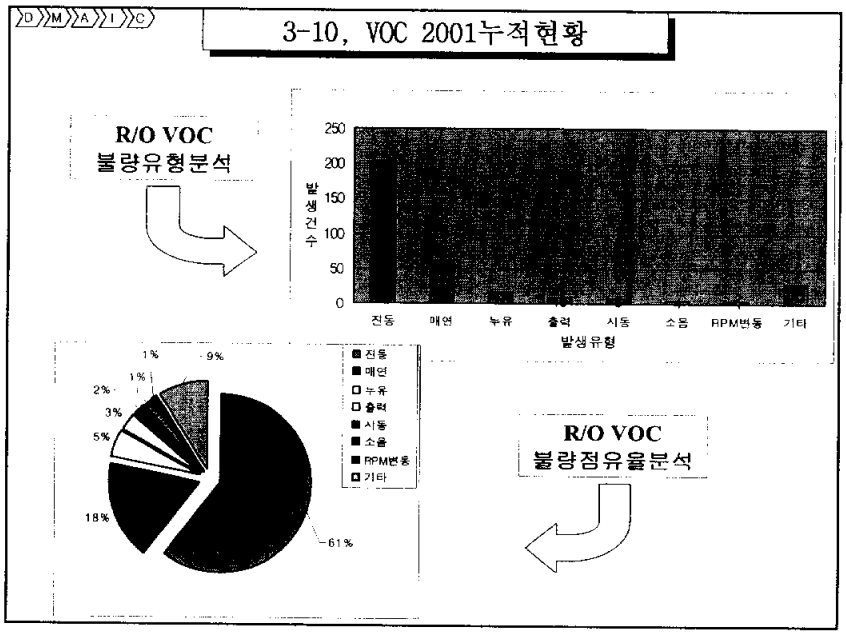
구분	파면의입자	음량	인장강도	경도	인성	연성	전성	상온가공성	열처리성	신율	충격치	절삭성
C	치밀해짐	맑고 높다	증가	증가	증가	감소		곤란	양호			
Mn			증가	증가	증가	감소			양호			
Si			증가	증가	증가	감소	감소			감소	감소	
P			증가	증가		감소					약함	
S			저하				저하				현저저하	양호
특기사항	- 'Si'"0.35% 이하일때는 영향이 없다.											
	- 'P'가공중균열의 원인											
	-'S'압연시 균열원인											

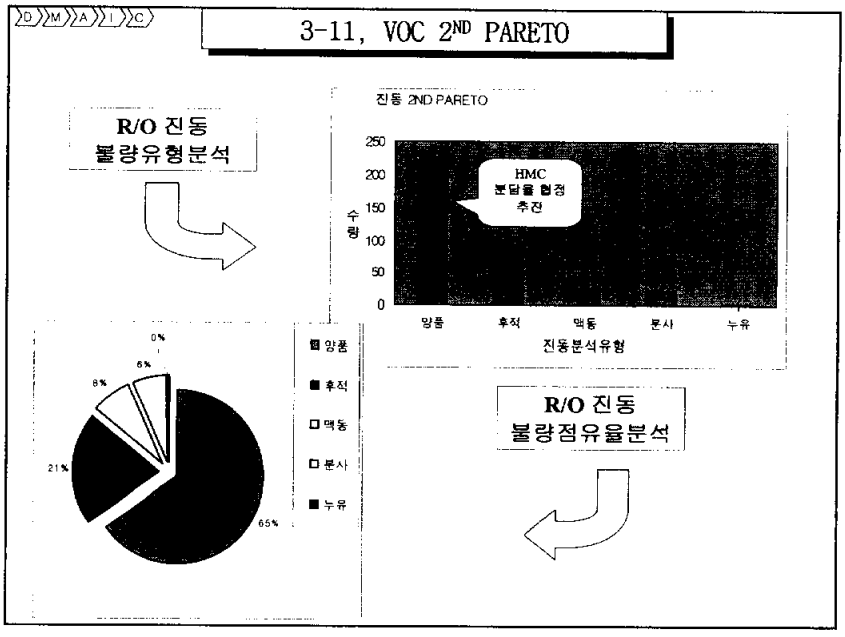
D M A I C

3-9, Chip분석 결과비교

	D/V Spring	Inj Spring	n1	n2	n3	n4
	96.80	96.77	97.06	96.97	95.68	94.11
	0.82	0.78	0.77	0.85	0.65	0.63
	1.54	1.72	1.46	1.44	1.62	1.98
	0.84	0.73	0.71	0.73	0.81	0.81
	600	400	660	627	640	584
	700	500	730	660	700	622




D M A I C
3-10, VOC 2001누적현황
R/O VOC
불량유형분석
250
200
150
100
50
0
발생건수
진동
매연
누유
출력
시동
소음
RPM변동
기타
발생유형
1%
9%
1%
2%
3%
5%
18%
61%
진동
매연
누유
출력
시동
소음
RPM변동
기타
R/O VOC
불량점유율분석


D M A I C
3-11, VOC 2ND PARETO
R/O 진동
불량유형분석
진동 2ND PARETO
250
200
150
100
50
0
수량
HMC
분담률 협정
추진
양품
후적
맥동
분사
누유
진동분석유형
0%
6%
8%
21%
65%
양품
후적
맥동
분사
누유
R/O 진동
불량점유율분석

D M A I C

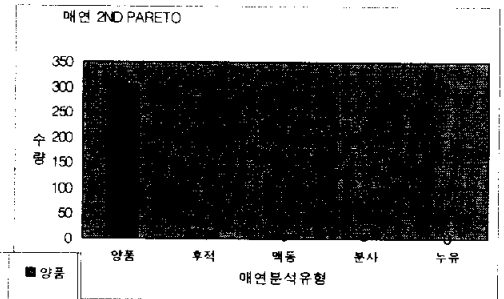
3-12, 분담율 협의 진행

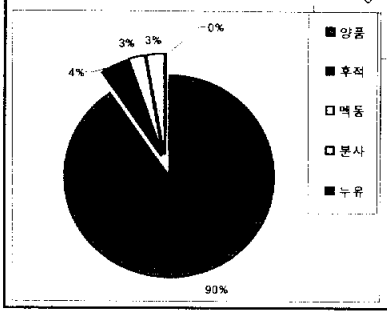
차수	협의자	날짜	협의사항
1	이상률 GJ.김상학 DR 황만도 DR	2001.4.27	1. 고품100개 수거 후 통보하면 입회하여 합동조사실시.
2	품질정보팀장	2001.5.8	2. HMC 공문발송.
3	김상학 DR	2001.6.2	3. Claim 번제에 대한 분담율 협의 관련 부서간 협의예정.
4	김상학 DR	2001.6.27	4. 7월 중으로 일정 조정하여 통보예정. (2차 협조요청)
5	이상률 GJ. 박윤구,김태영GS 김상학 DR	2001.8.8	5. 분담율협의 일정 8월 중 관련부서 합의 후 별도 공문 발송 예정. 현재 업무감사로 인해 분담율 협정 당분간 어려움 토로.
6	김상학 DR	2001.9.13	6. 기획총괄부 업무개선팀 8월23-10월20까지 집중 감사함. 분담율 정책적으로 집중추궁. 감사팀 샘플링조사업체 요구시 DDSK우선 배정되도록 추천하겠음. 감사완료 후 우선적으로 DDSK 대상업체로 지정되도록 노력 하겠음.(11월 중 협의 되도록 지속추진)
7	이상률 GJ. 김상학 DR	2001.11.16	7. 분담율 추진일정 협의(11월 말 ~12월 초) 고품 100개 실사 후 분담 협의 토록 함.

D M A I C

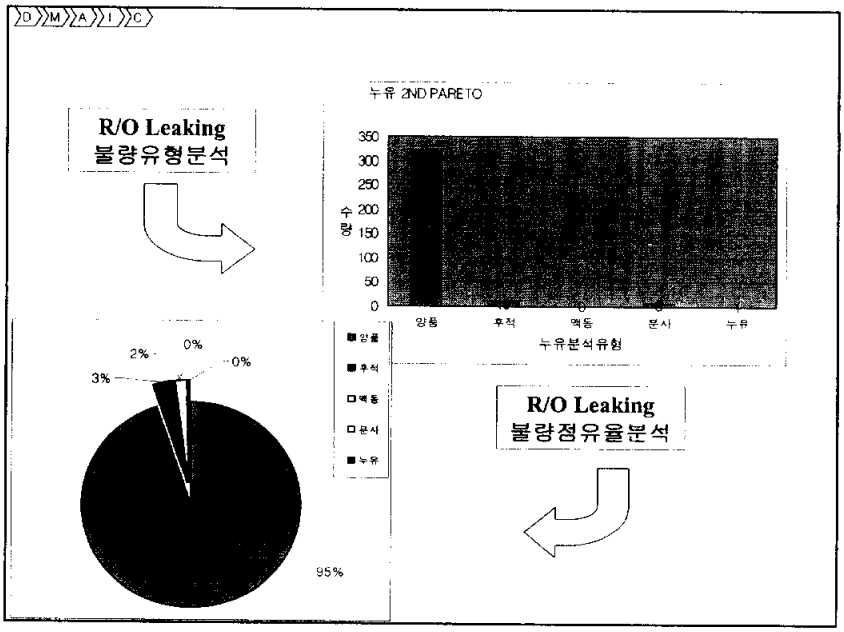
3-13, VOC 2ND PARETO

R/O 매연
불량유형분석





R/O 매연
불량점유율분석



D M A I C

3-14, VOC 2ND TOP-1 조사

		NZ ass'y						NZ Dim's			Needle Dim's													판정
	계면압	스프링최소각도	L-1	카본분동상유태량			칼T/Pin이	습동부간격	size/Hole	직보각어도대입력면	모어진직도	세트각도	세트진원도	Guide진직도	Guide진원도	세가드미드통심도	핀홀Dia	간판극률/Hole Dia	분사	맥동	후적	맥진		상용검사결과
	146~155	0.21	0.77~.82	0.13~.19	0.32~.56	4.20~4.70	4.57~4.63	50~80	1.102~1.109	0.041	0.0751 μm	60.20~60.70	0.601 μm	1.01 μm	0.651 μm	1.01 μm	1.006~1.004	0.013~0.017	3~5	3~5	3~5	3~5		
	148	0.07	0.808	0.13	0.38	4.37	4.53	74	1.0103	0.008	0.4	60.70	0.48	0.4	0.30	1.60	1.001	0.0095	4	5	4	5		양
	144	0.13	0.792	0.17	0.61	4.57	4.56	56	1.0046	0.016	0.4	60.06	0.85	0.3	0.52	1.40	1.004	0.0065	3	4	5	5		양
	146	0.12	0.808	0.12	0.47	4.61	4.56	63	1.0060	0.022	0.2	60.01	0.78	0.3	0.41	1.00	1.005	0.0090	4	4				
	145	0.13	0.805	0.17	0.44	4.44	4.59	40	1.0162	0.016	0.4	60.05	1.88	0.3	0.32	2.00	1.004	0.0120	4	3		5		
	142	0.05	0.805	0.13	0.41	4.52	4.54	65	1.0105	0.029	0.7	60.11	0.76	0.3	0.44	1.25	1.007	0.0035	4	4	3	5		양
	143	0.09	0.802	0.13	0.43	4.63	4.56	80	1.0130	0.016	0.9	60.04	0.57	0.3	0.36	2.00	1.006	0.0070	5	5		5		
	139	0.05	0.788	0.19	0.43	4.31	4.56	60	1.0120	0.030	0.7	60.14	0.45	0.4	0.34	1.00	1.007	0.0050	4	5	5	5		양
	147	0.10	0.808	0.17	0.49	4.28	4.54	50	1.0129	0.012	0.5	60.11	0.33	0.2	0.28	0.50	1.004	0.0085	4	4	5	5		양
	137	0.15	0.810	0.13	0.40	4.55	4.54	60	1.0160	0.028	0.3	60.01	0.59	0.3	0.45	2.00	1.008	0.0080	4	3	4	5		양
	129	0.15	0.792	0.11	0.43	4.27	4.56	55	1.0143	0.045	0.8	60.25	0.36	0.4	0.39	0.50	1.007	0.0070	4	3	5	5		양
	129	0.09	0.811	0.13	0.43	4.33	4.53	57	1.0150	0.035	0.3	60.08	0.46	0.2	0.58	1.50	1.007	0.0080	4	5	5	5		양
		0.17	0.809	0.13	0.44	4.29	4.56	60	1.0110	0.012	0.3	60.09	0.82	0.2	0.39	2.00	1.005	0.0090	4	4	5			
		0.05	0.798	0.13	0.45	4.33	4.55	54	1.0140	0.005	0.6	60.05	0.47	0.2	0.50	1.50	1.005	0.0030	1	2	5	5		불
		0.12	0.806	0.13	0.32	3.98	4.57	79	1.0100	0.009	0.8	60.24	0.78	0.3	0.27	1.00	0.999	0.0110	2	3	5	5		양
		0.12	0.791	0.14	0.45	3.87	4.56	104	1.0125	0.013	0.5	60.23	0.31	0.3	0.32	1.50	1.005	0.0055	3	5	5	5		양
		0.12	0.806	0.17	0.55	3.84	4.54	44	1.0130	0.004	0.6	60.03	0.97	0.3	0.39	1.80	1.002	0.0110	3	5				
		0.15	0.801	0.14	0.39	4.10	4.56	75	1.0150	0.018	0.4	60.18	0.60	0.3	0.35	1.50	1.007	0.0065	2	4				
		0.14	0.808	0.13	0.42	3.73	4.55	77	1.0145	0.015	0.3	60.04	1.82	0.3	0.32	0.00	1.004	0.0105	2	4				
		0.12	0.800	0.12	0.32	3.70	4.56	75	1.0130	0.009	0.6	60.27	0.63	0.3	0.43	0.50	1.003	0.0080	5	5	4	5		양
		0.08	0.805	0.18	0.51	4.02	4.56	50	1.0080	0.035	0.3	60.28	0.83	0.3	0.31	2.00	1.003	0.0130	1	3	2			
	152	0.18	0.785	0.17	0.49	4.20	4.56	57	1.0100	0.045	0.5	60.08	0.50	0.2	0.34	1.80	1.005	0.0090	4	4	5	5		양
	155	0.07	0.808	0.13	0.45	4.30	4.54	48	1.0170	0.025	0.8	60.24	0.50	0.3	0.49	1.80	1.006	0.0110	3	3	5	5		양
	152	0.13	0.797	0.16	0.49	4.30	4.54	65	1.0170	0.025	0.4	60.18	0.27	0.4	0.43	2.00	1.008	0.0080	3	3	5	5		양
	151	0.10	0.805	0.13	0.46	4.35	4.54	103	1.0125	0.024	0.6	60.14	0.53	0.4	0.53	1.50	1.008	0.0115	4	5	3	5		양
		0.12	0.784	0.13	0.46	4.55	4.56	82	1.0125	0.027	0.4	60.22	0.56	0.3	0.46	1.50	1.005	0.0125	4	5	5	5		양
		0.07	0.825	0.14	0.39	3.87	4.53	69	1.0180	0.015	0.5	60.09	0.92	0.4	0.33	1.00	1.004	0.0140		3	3	5		
		0.12	0.794	0.10	0.32	3.72	4.56	80	1.0135	0.022	0.2	60.14	1.42	0.3	0.40	1.00	1.007	0.0095			3	5		
		0.10	0.813	0.10	0.27	4.03	4.55	75	1.0180	0.032	0.5	60.11	1.78	0.4	0.38	2.00	1.005	0.0100	4	3		5		
	146	0.12	0.832	0.10	0.33	3.78	4.55	66	1.0125	0.028	0.3	60.12	1.28	0.2	0.23	2.60	1.005	0.0075	4	3.5	5	5		
	143	0.10	0.803	0.10	0.44	4.48	4.53	53	1.0140	0.065	0.8	60.22	0.45	0.5	0.56	1.50	1.004	0.0100	3	3	5	5		양
		양호	양호	불량	불량	불량	양호	불량	불량	불량	불량	불량	불량	양호	양호	불량	불량	불량						

D M A I C

3-15, VOC 2ND TOP-1 규격 OVER

	NZ Dim's							Needle Dim's					TEST		판정
	카본공유량			습동투과율	size/Hole	직각도	보어대압력면	보어진직도	씨트각도	씨트진원도	씨트가이드동심도	핀툴Dia	간극 핀툴/Hole Dia	후적	액정	성능검사결과
	0.13~.19	0.32~.56	4.20~4.70	50~90	1.102~1.109	0.04↓	0.075↓ μm	60°20'~60°10'	0.60↓ μm	1.0↓ μm	1.006~1.004	0.013~0.017	3~5	3~5	
	0.12	0.47	4.61	63	1.0080	0.022	0.2	60.01	0.79	1.00	1.005	0.0030	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	0.17	0.44	4.44	40	1.0160	0.016	0.4	60.05	1.86	2.00	1.004	0.0120	[illegible]	5	[illegible]
	0.13	0.43	4.63	80	1.0130	0.016	0.5	60.04	0.57	2.00	1.006	0.0070	[illegible]	5	[illegible]
	0.13	0.44	4.29	60	1.0110	0.012	0.3	60.09	0.82	2.00	1.005	0.0080	5	[illegible]	[illegible]
	0.17	0.56	3.84	44	1.0130	0.034	0.8	60.80	0.97	1.80	1.002	0.0110	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	0.14	0.39	4.10	75	1.0150	0.018	0.4	60.18	0.80	1.50	1.007	0.0090	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	0.13	0.42	3.73	77	1.0145	0.015	0.3	60.04	1.82	0.30	1.004	0.0105	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	0.18	0.51	4.02	50	1.0160	0.036	0.3	60.28	0.83	2.00	1.003	0.0130	2	[illegible]	[illegible]
	0.14	0.39	3.87	68	1.0180	0.015	0.5	60.08	0.92	1.00	1.004	0.0140	3	5	[illegible]
	0.19	0.32	3.72	80	1.0135	0.022	0.3	60.14	1.42	1.00	1.007	0.0066	[illegible]	5	[illegible]
	0.10	0.27	4.03	75	1.0150	0.020	0.5	60.11	1.75	2.00	1.005	0.0100	[illegible]	5	[illegible]
	0.10	0.33	3.78	65	1.0125	0.008	0.3	60.12	1.23	2.50	1.005	0.0076	5	5	[illegible]
	불량	불량	불량	불량	불량	불량	불량	불량	불량	불량	불량	불량	[illegible]	[illegible]	[illegible]

후적 및 액정 불량에 대한 CTQ항목 중에서 규격에 벗어나는 항목 / / /

D M A I C

3-16, 고품 상관관계 분석

Correlations: S.Squareness, Lift, T.P.Length, F.Gap, I.H.Size, NZ.Squarenss, B.Str

	S.Square	Lift	T.P.Length	F.Gap	I.H.Size	NZ.Squar	B.Straig	ND.S.Ang
Lift	-0.282							
	0.131							
T.P.Length	0.376	-0.598						
	0.041	0.000						
NZ.Squar	0.133	-0.201	-0.165	-0.324	0.284			
	0.482	0.286	0.384	0.080	0.128			
ND.S.Rou	0.170	0.297	0.215	-0.018	0.035	-0.264	-0.252	-0.263
	0.370	0.111	0.254	0.924	0.856	0.159	0.179	0.160
ND.G.Rou	-0.173	-0.017	-0.323	-0.060	0.305	0.355	-0.015	-0.171
	0.359	0.929	0.082	0.754	0.101	0.054	0.939	0.366
P.Dia	0.074	-0.289	-0.073	0.048	0.332	0.325	-0.139	-0.483
	0.696	0.122	0.702	0.801	0.073	0.080	0.465	0.007
P.Gap	-0.028	0.271	-0.150	-0.076	0.684	0.016	0.058	0.212
	0.885	0.148	0.430	0.689	0.000	0.932	0.761	0.261
Hoojeok	-0.020	-0.336	-0.041	-0.090	-0.034	0.057	0.170	0.144
	0.917	0.070	0.830	0.635	0.858	0.766	0.368	0.449
Acjung	-0.292	-0.173	0.030	0.141	0.193	-0.030	0.275	0.041
	0.117	0.360	0.874	0.458	0.307	0.876	0.142	0.829

	ND.S.Rou	ND.S.Str	ND.G.Rou	ND.G.Con	P.Dia	P.Gap	Spray	Macdong
ND.G.Rou	-0.302	0.261						
	0.105	0.164						
P.Dia	-0.220	-0.084	0.382	0.183				
	0.243	0.660	0.037	0.332				
P.Gap	0.203	0.246	-0.009	0.126	-0.461			
	0.283	0.190	0.963	0.505	0.010			
Spray	-0.175	-0.047	0.083	0.136	0.139	-0.355		
	0.356	0.805	0.664	0.475	0.464	0.054		
Macdong	-0.327	0.051	0.114	-0.162	-0.120	-0.070	0.548	
	0.078	0.789	0.548	0.392	0.528	0.714	0.002	
Hoojeok	-0.646	-0.025	0.181	-0.003	0.065	-0.082	0.199	0.035
	0.000	0.896	0.338	0.989	0.733	0.666	0.291	0.855
Acjung	-0.262	0.203	0.202	0.014	0.173	0.048	0.260	-0.125
	0.161	0.281	0.286	0.940	0.361	0.802	0.165	0.509

	Hoojeok
Acjung	0.492
	0.006

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

3-17, 고품Total 회귀분석

Regression Analysis: Hoojeok versus ND.S.Roundness

The regression equation is
Hoojeok = 5.52 - 2.45 ND.S.Roundness

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	5.5154	0.4880	11.30	0.000
ND.S.Rou	-2.4535	0.5482	-4.48	0.000

S = 1.284 R-Sq = 41.7% R-Sq(adj) = 39.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	33.029	33.029	20.03	0.000
Residual Error	28	46.171	1.649		
Total	29	79.200			

3-18, 2000년9월 이후 고품 회귀분석

Regression Analysis: Hoojeok versus S.Squarenss, Lift, ...

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	1906.1	491.0	3.88	0.002
S.Square	30.304	9.802	3.09	0.009
Lift	-186.21	42.56	-4.38	0.001
T.P.Lent	-185.96	39.46	-4.71	0.000
B.Straig	6.187	1.813	3.41	0.005
ND.S.Ang	-5.982	2.769	-2.16	0.050
P.Dia	-550.5	180.3	-3.05	0.009

S = 1.040 R-Sq = 70.2% R-Sq(adj) = 56.5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	6	33.142	5.524	5.11	0.007
Residual Error	13	14.058	1.081		
Total	19	47.200			

Source	DF	Seq SS
S.Square	1	0.995
Lift	1	3.610
T.P.Lent	1	8.615
B.Straig	1	9.805
ND.S.Ang	1	0.036
P.Dia	1	10.081

3-19, 2000년9월 이후 고품 상관분석

Correlations: Spray, Macdong, Hoojeok, Acjung

	Spray	Macdong	Hoojeok
Macdong	0.532		
	0.016		
Hoojeok	0.064	0.290	
	0.790	0.215	
Acjung	-0.163	-0.091	0.065
	0.493	0.703	0.785

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

D M A I C

3-20, 2000년9월 이후 고품 회귀분석

Regression Analysis: Hoojeok versus ND.S.Roundness

The regression equation is

Hoojeok = 5.57 - 2.23 ND.S.Roundness

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	5.5712	0.5854	9.52	0.000
ND.S.Rou	-2.2280	0.6460	-3.45	0.003

S = 1.256 R-Sq = 39.8% R-Sq(adj) = 36.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	18.782	18.782	11.90	0.003
Residual Error	18	28.418	1.579		
Total	19	47.200			

D M A I C

3-21, 1999년도 고품 회귀분석

Regression Analysis: Hoojeok versus S.Squarenss, Lift, ...

The regression equation is

Hoojeok = 2190 - 69.3 S.Squarenss - 590 Lift - 148 T.P.Lenth - 0.0354 F.Gap
- 131 NZ.Squarenss - 10.6 ND.S.Angle + 4.08 ND.G.Roundness
- 388 P.Dia

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2190.4	275.0	7.97	0.004
S.Square	-69.265	7.060	-9.81	0.002
Lift	-589.86	43.34	-13.61	0.001
T.P.Lent	-148.12	21.05	-7.04	0.006
F.Gap	-0.035416	0.009252	-3.83	0.031
NZ.Squar	-131.14	15.92	-8.24	0.004
ND.S.Ang	-10.613	1.547	-6.86	0.006
ND.G.Rou	4.084	1.626	2.51	0.087
P.Dia	-387.93	96.81	-4.01	0.028

S = 0.3671 **R-Sq = 98.8%** R-Sq(adj) = 95.5%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	8	32.5123	4.0640	30.15	0.009
Residual Error	3	0.4044	0.1348		
Total	11	32.9167			

Source	DF	Seq SS
S.Square	1	0.5971
Lift	1	19.5191
T.P.Lent	1	0.9838
F.Gap	1	0.1142
NZ.Squar	1	2.6597
ND.S.Ang	1	6.0643
ND.G.Rou	1	0.4097
P.Dia	1	2.1645

3-22, 1999년도 고품 상관분석

Correlations: Spray, Macdong, Hoojeok, Acjung

	Spray	Macdong	Hoojeok
Macdong	0.343		
	0.275		
Hoojeok	0.574	-0.417	
	0.051	0.178	
Acjung	0.773	-0.120	0.925
	0.003	0.711	0.000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

3- 23, 고품 분석 SUMMARY

A/S Sample	Y간의 상관관계			X-Y간의 상관관계		
	Y	Coef	P			
1.TOTAL					0.000	33.029
2.2000. 9월 이후	맥동-분사	0.532	0.016	Spring Squareness	0.009	0.995
				Lift	0.001	3.610
				P.Lenth	0.000	8.615
					0.005	9.805
				N	0.050	0.036
					0.009	10.081
3. 1999 ~2000.4					0.002	0.597
	분사-맥정	0.773	0.003		0.001	19.519
					0.006	0.984
					0.031	0.114
					0.004	2.660
					0.006	6.054
					0.087	0.470
					0.028	2.165

D M A I C

3- 24, DOE인자수준결정

공정조사2001.9.5	규격	측정data(2001.8.25~9.2)										평균	min	max	δ	-3δ	+3δ
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
[redacted]	0.6um↓	0.25	0.28	0.37	0.43	0.36	0.25	0.41	0.34	0.25	0.55	0.36	0.25	0.55	0.09	0.10	0.62
		0.39	0.49	0.44	0.31	0.39	0.3	0.31	0.48	0.34	0.27						
	0.75um↓	0.3	0.3	0.3	0.2	0.5	0.2	0.3	0.3	0.4	0.35	0.37	0.20	0.60	0.11	0.03	0.71
		0.35	0.4	0.6	0.4	0.6	0.3	0.3	0.4	0.5	0.4						
	0.2↓	0.1	0.13	0.08	0.15	0.08	0.1	0.16	0.07	0.05	0.11	0.101	0.05	0.16	0.033	0.001	0.201
		0.09	0.07	0.13	0.12	0.13	0.05	0.09	0.06	0.1	0.15						
	0.77~.82	0.805	0.8	0.81	0.812	0.795	0.818	0.803	0.81	0.815	0.81	0.808	0.791	0.820	0.007	0.786	0.830
		0.805	0.791	0.81	0.806	0.804	0.82	0.807	0.805	0.818	0.81						
	4.57~4.53	4.54	4.54	4.56	4.55	4.55	4.54	4.54	4.56	4.55	4.55	4.55	4.54	4.56	0.01	4.53	4.57
		4.55	4.55	4.54	4.56	4.56	4.54	4.55	4.55	4.56	4.55						
	50~90	85	85	90	50	60	95	40	45	65	85	68	40	95	17	17	118
		80	85	55	60	85	60	55	50	60	60						
	0.04↓	0.024	0.031	0.028	0.03	0.02	0.024	0.025	0.028	0.03	0.028	0.026	0.018	0.031	0.004	0.015	0.037
		0.028	0.03	0.018	0.02	0.024	0.028	0.025	0.025	0.025	0.025						
	60'20'~60'10'	59.53	59.47	59.58	59.57	59.52	59.55	59.63	59.55	59.55	59.56	59.60	59.47	60.00	0.14	59.17	60.02
		59.5	59.57	59.58	59.53	59.57	60	59.56	60	59.54	59.58						
	0.65↓ um	0.77	0.43	0.41	0.50	0.48	0.56	0.26	0.55	0.46	0.30	0.46	0.25	0.79	0.14	0.02	0.89
		0.52	0.25	0.32	0.39	0.40	0.42	0.79	0.36	0.39	0.56						
	1.006~1.004	1.006	1.006	1.005	1.006	1.005	1.005	1.006	1.005	1.006	1.005	1.006	1.005	1.006	0.001	1.004	1.007
		1.005	1.006	1.006	1.005	1.006	1.006	1.006	1.005	1.005	1.005						

D M A I C

3- 25, Factorial Design

Fractional Factorial Design

Factors:	7	Base Design:	7, 16	Resolution:	IV
Runs:	20	Replicates:	1	Fraction:	1/8
Blocks:	none	Center pts (total):	4		

Design Generators: E = ABC F = BCD G = ACD

Alias Structure

I + ABCE + ABFG + ACDG + ADEF + BCDF + BDEG + CEFG

A + BCE + BFG + CDG + DEF + ABCDF + ABDEG + ACEFG

B + ACE + AFG + CDF + DEG + ABCDG + ABDEF + BCEFG

C + ABE + ADG + BDF + EFG + ABCFG + ACDEF + BCDEG

D + ACG + AEF + BCF + BEG + ABCDE + ABDFG + CDEFG

E + ABC + ADF + BDG + CFG + ABEFG + ACDEG + BCDEF

F + ABG + ADE + BCD + CEG + ABCEF + ACDFG + BDEFG

G + ABF + ACD + BDE + CEF + ABCEG + ADEFG + BCDFG

AB + CE + FG + ACDF + ADEG + BCDG + BDEF + ABCEFG

AC + BE + DG + ABDF + AEFG + BCFG + CDEF + ABCDEG

AD + CG + EF + ABCF + ABEG + BCDE + BDFG + ACDEFG

AE + BC + DF + ABDG + ACFG + BEFG + CDEG + ABCDEF

AF + BG + DE + ABCD + ACEG + BCEF + CDFG + ABDEFG

AG + BF + CD + ABDE + ACEF + BCEG + DEFG + ABCDFG

BD + CF + EG + ABCG + ABEF + ACDE + ADFG + BCDEFG

ABD + ACF + AEG + BCG + BEF + CDE + DFG + ABCDEFG

〉O〉〉M〉〉A〉〉I〉〉C〉

(-1)수준 – X인자의 Min수준

(0) 수준 – X인자의 평균수준

(+1)수준 – X인자의 Max 수준 으로 최적조건 도출.

StdOrder	RunOrder	CenterPt	나동바트진원	나동바트각도	판물정	노출바트진원	보머진각도	노출직리	스브릴직리
11	1	1	0.10	60.100	1.0040	0.62	0.7	0.1	0.20
16	2	1	0.62	60.100	1.0070	0.62	0.7	0.3	0.20
14	3	1	0.62	59.170	1.0070	0.62	0.1	0.1	0.20
1	4	1	0.10	59.170	1.0040	0.10	0.1	0.1	0.10
3	5	1	0.10	60.100	1.0040	0.10	0.7	0.3	0.10
9	6	1	0.10	59.170	1.0040	0.62	0.1	0.3	0.20
18	7	0	0.36	59.635	1.0055	0.36	0.4	0.2	0.15
15	8	1	0.10	60.100	1.0070	0.62	0.1	0.3	0.10
10	9	1	0.62	59.170	1.0040	0.62	0.7	0.3	0.10
13	10	1	0.10	59.170	1.0070	0.62	0.7	0.1	0.10
17	11	0	0.36	59.635	1.0055	0.36	0.4	0.2	0.15
8	12	1	0.62	60.100	1.0070	0.10	0.7	0.1	0.10
2	13	1	0.62	59.170	1.0040	0.10	0.7	0.1	0.20
4	14	1	0.62	60.100	1.0040	0.10	0.1	0.3	0.20
7	15	1	0.10	60.100	1.0070	0.10	0.1	0.1	0.20
20	16	0	0.36	59.635	1.0055	0.36	0.4	0.2	0.15
6	17	1	0.62	59.170	1.0070	0.10	0.1	0.3	0.10
5	18	1	0.10	59.170	1.0070	0.10	0.7	0.3	0.20
12	19	1	0.62	60.100	1.0040	0.62	0.1	0.1	0.10
19	20	0	0.36	59.635	1.0055	0.36	0.4	0.2	0.15

DELPHI
Automotive Systems

◈ CONTENTS

4. Improvement

4-1. 후적에 대한 분산분석

4-2. Regression 후적

4-3. Main Effects for 후적

4-4. Interaction Plot for 후적

4-5. Fractional Factorial 분사

4-6. Regression Analysis 분사

4-7. Main Effects for 분사

4-8. Fractional Factorial 맥동

4-9. Regression Analysis 맥동

4-10. Interaction Plot for 맥동

4-11. Main Effects Plot for 맥동

4-12. Correlations

4-13. Summary

D M A I C

4, Improvement

4- 1, 후적에 대한 분산분석

Analysis of Variance for 후적 (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	7	4.07000	4.07000	0.58143	6.16	0.049
2-Way Interactions	7	2.19000	2.19000	0.31286	3.32	0.132
Curvature	1	1.15200	1.15200	1.15200	12.21	0.025
Residual Error	4	0.37750	0.37750	0.09438		
Lack of Fit	1	0.01000	0.01000	0.01000	0.08	0.794

D M A I C

4- 2, 후적에 대한 DOE분석

Estimated Effects and Coefficients for 후적 (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		4.2250	0.07680	55.01	0.000
니씨진원	-0.5500	-0.2750	0.07680	-3.58	0.023
니씨각도	-0.2000	-0.1000	0.07680	-1.30	0.263
핀홀경	-0.2000	-0.1000	0.07680	-1.30	0.263
노씨진원	-0.3000	-0.1500	0.07680	-1.95	0.123
보어진직	0.4500	0.2250	0.07680	2.93	0.043
노출직각	0.2000	0.1000	0.07680	1.30	0.263
스프링직	0.5500	0.2750	0.07680	3.58	0.023
니씨진원*니씨각도	0.1000	0.0500	0.07680	0.65	0.551
니씨진원*핀홀경	-0.0500	-0.0250	0.07680	-0.33	0.761
니씨진원*노씨진원	0.4000	0.2000	0.07680	2.60	0.060
니씨진원*보어진직	0.3000	0.1500	0.07680	1.95	0.123
니씨진원*노출직각	0.3500	0.1750	0.07680	2.28	0.085
니씨진원*스프링직	0.4000	0.2000	0.07680	2.60	0.060
니씨각도*노씨진원	0.0500	0.0250	0.07680	0.33	0.761
Ct Pt		0.6000	0.17173	3.49	0.025

D M A I C

4- 3, Regression 후적

The regression equation is

후적 = 45.9 - 11.4 니씨진원 - 0.627 니씨각도 - 1.70 노씨진원 - 13.7 스프링직각 + 50.7 니진*스직

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	45.89	18.51	2.48	0.027
니씨진원	-11.430	3.774	-3.03	0.009
니씨각도	-0.6269	0.3045	-2.06	0.059
노씨진원	-1.7006	0.6564	-2.59	0.021
스프링직	-13.744	8.713	-1.58	0.137
니진*스?	50.72	22.72	2.23	0.042

S = 0.4362 **R-Sq = 65.8%** R-Sq(adj) = 53.6%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	5	5.1262	1.0252	5.39	0.006
Residual Error	14	2.6633	0.1902		
Total	19	7.7895			

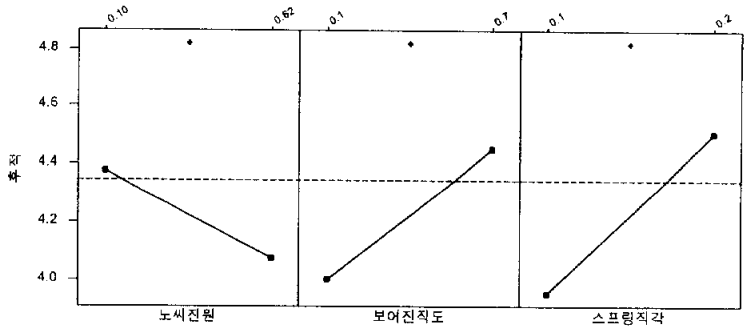
Source	DF	Seq SS
니씨진원	1	1.2382
니씨각도	1	0.7152
노씨진원	1	1.2531
스프링직	1	0.9712
니진*스?	1	0.9485

D M A I C

4- 4, Main Effects for 후적

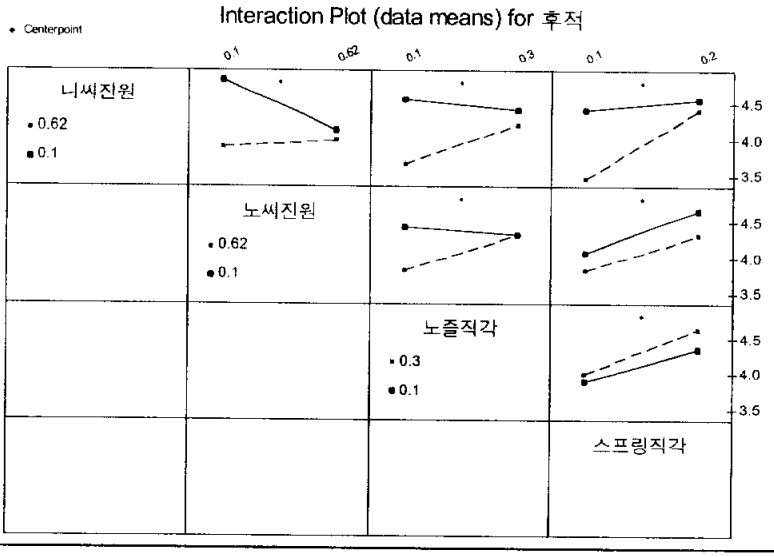
Main Effects Plot (data means) for 후적

◆ Centerpoint



D M A I C

4- 5, Interaction Plot for 후적



D M A I C

4- 6, Fractional Factorial 분사

Fractional Factorial Fit: 분사 versus 노즐직각

Estimated Effects and Coefficients for 분사 (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		4.83125	0.06022	80.23	0.000
노즐직각	0.26250	0.13125	0.06022	2.18	0.044
Ct Pt		0.09375	0.13465	0.70	0.496

Analysis of Variance for 분사 (coded units)

D M A I C

4- 7, Regression Analysis 분사

Regression Analysis: 분사 versus 니씨진원, 보어진직?? 스프링직각

The regression equation is

분사 = 4.50 + 1.01 니?씰貶?+ 0.499 보어진직도 - 1.96 스프링직각

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	4.5003	0.2490	18.08	0.000
니씨진원	1.0074	0.5082	1.98	0.065
보어진직	0.4989	0.1803	2.77	0.014
스프링직	-1.957	1.033	-1.90	0.076

S = 0.2055 **R-Sq = 47.6%** R-Sq(adj) = 37.8%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	0.61449	0.20483	4.85	0.014
Residual Error	16	0.67551	0.04222		
Total	19	1.29000			

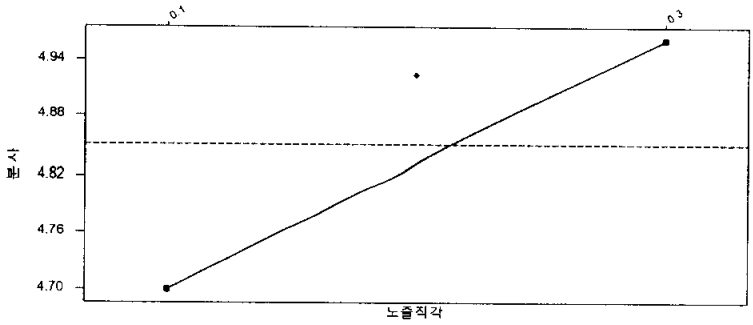
Source	DF	Seq SS
니씨진원	1	0.16102
보?沮平?	1	0.30178
스프링직	1	0.15169

D M A I C

4- 8, Main Effects for 분사

Main Effects Plot (data means) for 분사

• Centerpoint



〉D〉〉M〉〉A〉〉I〉〉C〉

4- 9, Fractional Factorial 맥동

Fractional Factorial Fit: 맥동 versus 니들씨트진원, 니들씨트각도, ...

Estimated Effects and Coefficients for 맥동 (coded units)

Term	Effect	Coef	SE Coef	T	P
Constant		4.8375	0.03913	123.62	0.000
니들씨트	-0.0750	-0.0375	0.03913	-0.96	0.382
니들씨트	-0.0750	-0.0375	0.03913	-0.96	0.382
핀홀경	0.2500	0.1250	0.03913	3.19	0.024
노즐씨트	-0.0000	-0.0000	0.03913	-0.00	1.000
보어진직	-0.2500	-0.1250	0.03913	-3.19	0.024
노즐직각	0.0250	0.0125	0.03913	0.32	0.762
니들씨트*니들씨트	0.1750	0.0875	0.03913	2.24	0.076
니들씨트*핀홀경	0.0000	0.0000	0.03913	0.00	1.000
니들씨트*노즐씨트	0.1000	0.0500	0.03913	1.28	0.257
니들씨트*보어진직	0.0000	-0.0000	0.03913	-0.00	1.000
니들씨트*노즐직각	-0.0750	-0.0375	0.03913	-0.96	0.382
니들씨트*노즐씨트	-0.1000	-0.0500	0.03913	-1.28	0.257
니들씨트*노즐직각	-0.0750	-0.0375	0.03913	-0.96	0.382
Ct Pt		0.1625	0.08750	1.86	0.122

Analysis of Variance for 맥동 (coded units)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Main Effects	6	0.54750	0.54750	0.09125	3.72	0.085
2-Way Interactions	7	0.24750	0.24750	0.03536	1.44	0.355
Curvature	1	0.08450	0.08450	0.08450	3.45	0.122
Residual Error	5	0.12250	0.12250	0.02450		
Lack of Fit	2	0.12250	0.12250	0.06125		
Pure Error	3	0.00000	0.00000	0.00000		
Total	19	1.00200				

〉D〉〉M〉〉A〉〉I〉〉C〉

4- 10, Regression Analysis 맥동

Regression Analysis: 맥동 versus 니들진원, 니들각도, ...

The regression equation is

맥동 = [illegible] - 491 니들진원 + 1.5[illegible] 니들각도 - 154 노즐진원 + [illegible] 보어진직 - [illegible] 노즐직각 - [illegible] 스프링력 - [illegible] 니진*니각 + [illegible]
니진*노직 + [illegible] 니진*보진 + [illegible] 니각*노진

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-86.89	43.97	-1.96	0.080
니들진원	491.6	175.3	2.80	0.021
니들각도	1.5737	0.7367	2.13	0.068
노즐진원	-154.26	60.80	-2.54	0.032
보어진직	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.027
노즐직각	-26.63	21.47	[illegible]	0.234
스프링력	-21.564	[illegible]	[illegible]	0.034
니진*니각	-[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.011
니진*노직	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.155
니진*보진	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.050
니각*노진	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

S = [illegible] R-Sq = [illegible] R-Sq(adj) = 34.5%

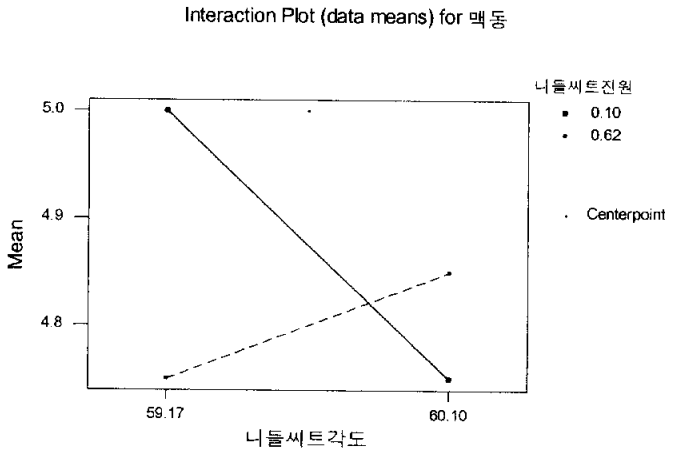
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0.156
Residual Error	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
Total	19	1.00200			

Source	DF	Seq SS
니들진원	1	0.14959
니들각도	1	[illegible]
노즐진원	1	[illegible]
보어진직	1	[illegible]
노즐직각	1	[illegible]
스프링력	1	[illegible]
니진*니각	1	[illegible]
니진*노직	1	[illegible]
니진*보진	1	[illegible]
니각*노진	1	[illegible]

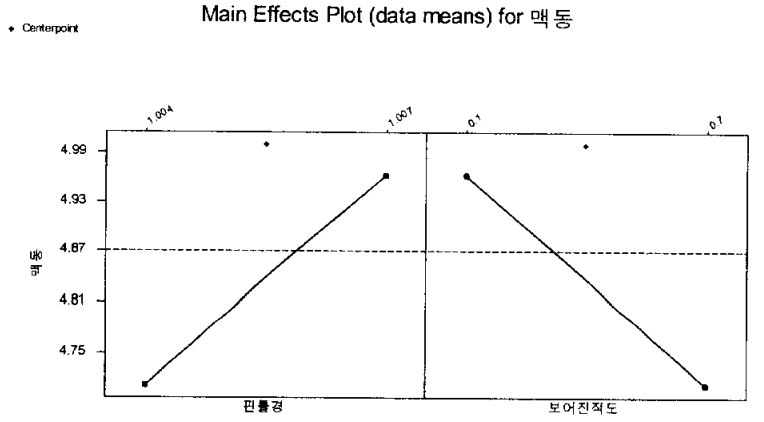
D M A I C

4- 11, Interaction 맥동



D M A I C

4- 12, Main Effects 맥동



D M A I C

4- 13, Correlations

	후적	분사
분사	0.021	
	0.932	
맥동	-0.069	0.598
	0.772	0.005

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

D M A I C

4- 14, DOE Summary

X 인자	후적	맥동	분사
노즐씨트진원	0.1		
보어진직도		0.1	
스프링직각	0.2		
니들씨트진원	0.1	0.1	
노즐직각	0.1		
씨트각도		59.17	
핀틀경		1.007	

시료 100개 시험 생산하여 효과파악실시 ! ! !

D M A I C

4- 15, DOE Summary(제작공차)

X 인자	후적	맥동	분사
노즐씨트진원	0.1-0.3		
보어진직도		0.1-0.3	
스프링직각	0.1-0.2		
니들씨트진원	0.1-0.25	0.1	
노즐직각	0.1-0.15		
씨트각도		59.45-59.50	
핀틀경		1.006-1.007	

시료 64개 시험 생산하여 효과파악실시 ! ! !

DELPHI Automotive Systems

◈ CONTENTS

5. Control

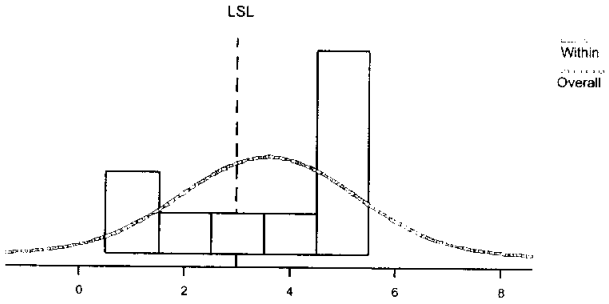
5-1. 후적 개선전(CPk)
5-2. 후적 개선후(CPk)
5-3. 후적 전후비교(Pareto)
5-4. 분사 개선전(CPk)
5-5. 분사 개선후(CPk)
5-6. 맥동 개선전(CPk)
5-7. 맥동 개선후(CPk)
5-8. 년도별 비용추이
5-9. 성과측정 Summary
5-10. 관리항목선정(공정능력 MIN)
5-11. 샘플수준정리

D M A I C

5, 관 리(Control)

5- 1, 후적 개선전

Process Capability Analysis for 후적 개선전



Process Data	
USL	*
Target	*
LSL	3.0
Mean	3.6
Sample N	30
StDev (Within)	1.66689
StDev (Overall)	1.66689

Potential (Within) Capability	
Cp	*
CPU	*
CPL	0.12
Cpk	0.12
Cpm	*

Overall Capability	
Pp	*
PPU	*
PPL	0.12
Ppk	0.12

Observed Performance	
PPM < LSL	300000.00
PPM > USL	*
PPM Total	300000.00

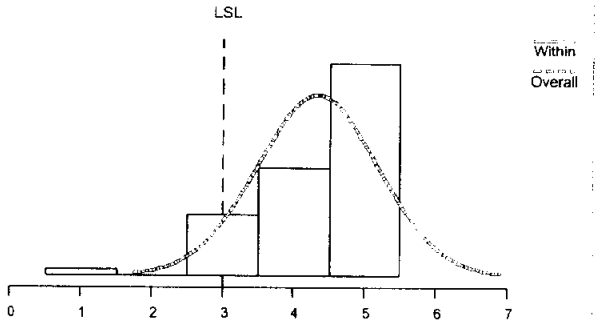
Exp. "Within" Performance	
PPM < LSL	359441.55
PPM > USL	*
PPM Total	359441.55

Exp. "Overall" Performance	
PPM < LSL	359441.55
PPM > USL	*
PPM Total	359441.55

D M A I C

5- 2, 후적 개선후

Process Capability Analysis for 후적 개선후



Process Data	
USL	*
Target	*
LSL	3.00000
Mean	4.34375
Sample N	64
StDev (Within)	0.861961
StDev (Overall)	0.861961

Potential (Within) Capability	
Cp	*
CPU	*
CPL	0.52
Cpk	0.52
Cpm	*

Overall Capability	
Pp	*
PPU	*
PPL	0.52
Ppk	0.52

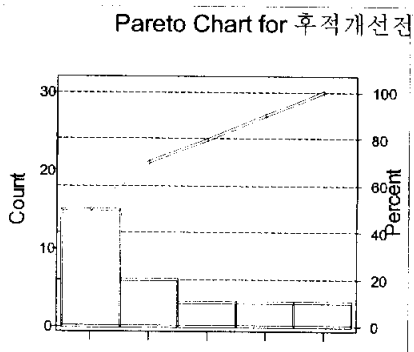
Observed Performance	
PPM < LSL	15625.00
PPM > USL	*
PPM Total	15625.00

Exp. "Within" Performance	
PPM < LSL	59504.60
PPM > USL	*
PPM Total	59504.60

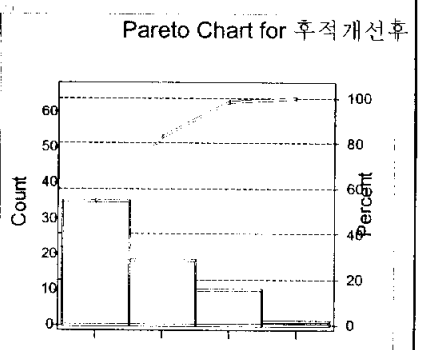
Exp. "Overall" Performance	
PPM < LSL	59504.60
PPM > USL	*
PPM Total	59504.60

D M A I C

5- 3, 후적 개선전후 비교



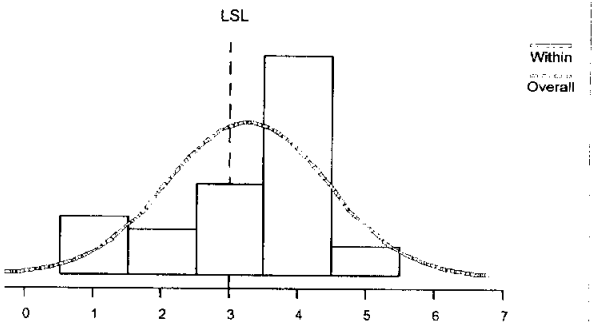
Defect	5	1	2	3	4
Count	15	6	3	3	3
Percent	50.0	20.0	10.0	10.0	10.0
Cum %	50.0	70.0	80.0	90.0	100.0



Defect	5	4	3	6
Count	35	18	10	1
Percent	54.7	28.1	15.6	1.6
Cum %	54.7	82.8	98.4	100.0

D M A I C

5- 4, 분사 개선전



Process Data	
USL	*
Target	*
LSL	3.00000
Mean	3.26667
Sample N	30
StDev (Within)	1.18263
StDev (Overall)	1.18263

Potential (Within) Capability	
Cp	*
CPU	*
CPL	0.08
Cpk	0.08
Cpm	*

Overall Capability	
Pp	*
PPU	*
PPL	0.08
Ppk	0.08

Observed Performance	
PPM < LSL	233333.33
PPM > USL	*
PPM Total	233333.33

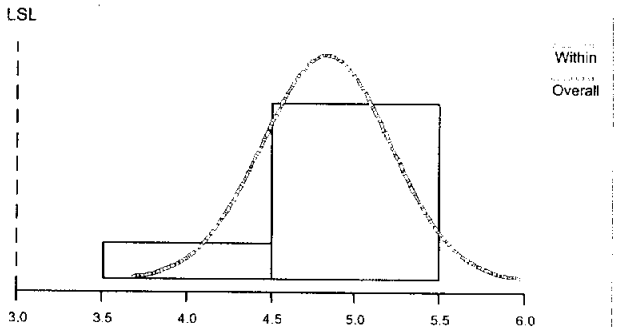
Exp. "Within" Performance	
PPM < LSL	410800.61
PPM > USL	*
PPM Total	410800.61

Exp. "Overall" Performance	
PPM < LSL	410800.61
PPM > USL	*
PPM Total	410800.61

D M A I C

5- 5, 분사 개선후

Process Capability Analysis for 분사 개선후



Process Data	
USL	*
Target	*
LSL	3.00000
Mean	4.82813
Sample N	64
StDev (Within)	0.381766
StDev (Overall)	0.381766

Potential (Within) Capability	
Cp	*
CPU	*
CPL	1.60
Cpk	1.60
Cpm	*

Overall Capability	
Pp	*
PPU	*
PPL	1.60
Ppk	1.60

Observed Performance	
PPM < LSL	0.00
PPM > USL	*
PPM Total	0.00

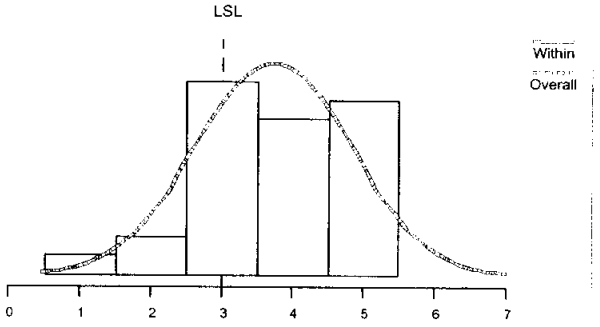
Exp. "Within" Performance	
PPM < LSL	0.84
PPM > USL	*
PPM Total	0.84

Exp. "Overall" Performance	
PPM < LSL	0.84
PPM > USL	*
PPM Total	0.84

D M A I C

5- 6, 맥동 개선전

Process Capability Analysis for 맥동 개선전



Process Data	
USL	*
Target	*
LSL	3.00000
Mean	3.73333
Sample N	30
StDev (Within)	1.09001
StDev (Overall)	1.09001

Potential (Within) Capability	
Cp	*
CPU	*
CPL	0.22
Cpk	0.22
Cpm	*

Overall Capability	
Pp	*
PPU	*
PPL	0.22
Ppk	0.22

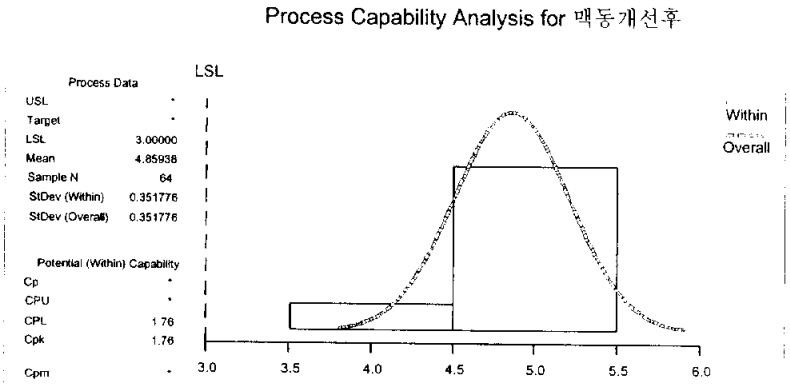
Observed Performance	
PPM < LSL	100000.00
PPM > USL	*
PPM Total	100000.00

Exp. "Within" Performance	
PPM < LSL	250544.64
PPM > USL	*
PPM Total	250544.64

Exp. "Overall" Performance	
PPM < LSL	250544.64
PPM > USL	*
PPM Total	250544.64

D M A I C

5- 7, 맥동 개선후



Process Data	
USL	*
Target	*
LSL	3.00000
Mean	4.85938
Sample N	64
StDev (Within)	0.351776
StDev (Overall)	0.351776

Potential (Within) Capability	
Cp	*
CPU	*
CPL	1.76
Cpk	1.76
Cpm	*

Overall Capability	
Pp	*
PPU	*
PPL	1.76
Ppk	1.76

Observed Performance	
PPM < LSL	0.00
PPM > USL	*
PPM Total	0.00

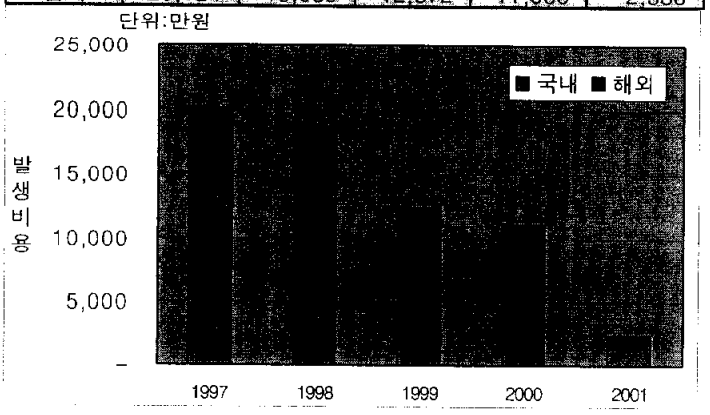
Exp. "Within" Performance	
PPM < LSL	0.06
PPM > USL	*
PPM Total	0.06

Exp. "Overall" Performance	
PPM < LSL	0.06
PPM > USL	*
PPM Total	0.06

D M A I C

5- 8, 년도별 비용추이

구분	1997	1998	1999	2000	2001
국내	5,330	7,342	7,265	6,791	1,349
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
합계	20,124	18,039	12,372	11,066	2,336



D M A I C

5- 9, 성과측정 Summary

항목		개선전	개선후	일정/향후
δ 수준 PPK	후적	0.2	0.52	11월1일 完
	분사	0.08	1.6	〃
	맥동	0.22	1.76	〃
PPM 불량수량	후적	359441	59504	〃
	분사	410800	1	〃
	맥동	250544	0.06	〃
불량율(후적)		0.36%	0.06%	〃
불량비용추정		1억1천	2천	예상
분담율협정		100% 부담	50% 부담	12월20일
관리기준(후적)		없음	7항목	치수관리

D M A I C

5- 10, 샘플수준정리(CPk)

항목	단위	후적1점	후적5점	비고
노즐씨트진원	㎛	0.44	0.35	
보어진직도	㎛	0.4	0.4	
스프링직각	㎜	0.17	0.1	
니들씨트진원	㎛	0.6	0.43	
노즐직각	㎜	0.004	0.022	
씨트각도	°′	60 °04′	59 °55′	
핀톨경	㎛	1.004	1.006	

감사의 글

물 맑고 공기 좋은 남쪽의 금강산이라고 하는 주왕산이 있는 靑松에서 태어나 꿈 많은 어린 시절을 보내고 부모님을 따라 초등학교 때 도시로 나와 운동을 좋아하여 中,高시절에는 道 代表選手로 활동하였고 그 후 國家代表選手의 꿈도, 軍服務로 인하여 접을 수밖에 없었던 지난날, 놓쳐버린 공부를 하기에는 때늦은 감이 있었지만 晩學의 뜻을 갖고 지금껏 새로운 학문의 배움을 위하여 열심히 노력하고 공부하였습니다. 항상 부족한 자신을 느끼며 오로지 배움의 끝이 없음을 깨달아 왔기에 忍苦의 세월은 오히려 勇氣와 끊기를 가르쳐 주었습니다. 때로는 포기 할 만큼의 시련도 있었지만 내게는 배움의 즐거움이 새로운 각오로 다가왔습니다. 職場生活과 學文의 병행은 결코 쉬운 것만은 아니었습니다. 회사의 사정과 상충 될 때와 일부 동료들의 따가운 시선으로 느껴 질 때는 견디기 힘들었습니다. 그러나 중도에 포기 할 수는 없었습니다. 한번 마음먹은 일은 끝을 봐야 하는 것도 공부의 하나가 아닐까? 하는 아내의 용기와 위로의 말은 천군만마를 얻은 것과 같은 위안으로 달아와 내게는 새로운 힘과 정열이 솟구쳐 올라 습니다. 삼 년여 동안 자정이 되어야 귀가하고 주말이 없는 생활에도 불평 한마디 없이 두 딸 지현, 지희를 키우면서 내조를 아끼지 않았던 아내의 고마움은 너무나 큰사랑 이였습니다.

매사에 부족한 저에게 사랑과 관심의 조언을 아끼지 않았고 엄격하면서도 자애로우시며, 좋은 논문이 되도록 지도하여 주신 권혁무교수님, 대학생활에서부터 대학원까지 늘 가까이서 학문의 증진을 염려하시고 인도하여 주시며, 지금은 미국 교환교수로 떠나 계신 이운식교수님, 지금까지 학과지도와 늘 인자하신 모습으로 학생들의 입장을 헤아려 주시려고 배려하시는 김수용교수님, 늘씬한 키에 학문의 깊이를 의미하고 산업현장의 소금과 같은 컴퓨터을 통한 관리기법을 연구하시는 고시근교수님, 똑순이 아빠와 같은 다정다감하시고, 인자하신 옥영석교수님, 학문의 정통과, 원칙을 중요시하는 구평회교수님, 대학원 생활을 잘할 수 있도록 도움말씀을 많이 하여

주신 김병남교수님과 오수철교수님. 많은 교수님들이 주신 은혜와 성원에 감사 드리며, 교수님들의 가르침이 헛되지 않도록 늘 감사하는 마음으로 살아가겠습니다.

다정다감하시고 맏형의 자리에서 동료의 우애를 실천하시는 고문걸사장님, 정갑진사장님, 학부시절부터 동고동락했던 고명환, 전상수, 그리고 힘들고 어려울 때 늘 서로를 격려하던 권오수소령, 전창수, 이승학, 김영국위원, 홍일점으로 연구실에서나 강의실에서 힘든 일을 도맡아 처리하고 늘 맑은 미소로 대하는 정진아위원, 등 모든 선배 및 동료들의 많은 도움과 우애에 깊은 감사의 뜻을 전합니다.

논문과제 연구를 위하여 전문교재와 자료를 제공하고 도움을 주신 DELPHI AUTO SYSTEMS의 MBB 최원상차장과 현대자동차㈜ 엔진품질관리부 6 Sigma BB 김용근과장, 테마해결을 위해 고심하고 많은 시간을 함께 했던 DELPHI DIESEL SYSTEMS KOREA Ltd. QA에 같이 근무했던 동료들의 자료지원과 PROJECT해결을 위하여 물신양면 도와준 생산부서장 조병준차장, 고광표과장, 김숙호계장, 배종운대리, 이상길계장, 김경환계장, 조선식반장 등 모두의 진심 어린 지원도 저에게는 소중한 얼굴들입니다.

또한 테마해결을 위한 HMC PUMP실의 조영우팀장을 비롯한 ,박윤구대리, 김태형기사 등의 배려 또한 감사한 마음을 전 합니다.

지금껏 늘 부족하게 느껴오던 자식에 대한 기대를 저버리지 않고 오늘까지도 자식의 건강과 안녕을 걱정하시는 아버님 어머님의 크나큰 사랑에 감사 드리며 부족하나마 이 논문의 결실을 받칩니다. 오늘이 있기까지 마음으로 사랑하여 주신 모두에게 재삼 감사의 뜻을 전합니다.

윤도원 드림