

6시그마를 이용한 생산 PROCESS 개선 및 수율 향상

배병곤
오영택
강경식

Project 선정배경

D M A I C

* CTQ(VOB) : 생산품질 경영목표 중 제품별 수율 관리 향상

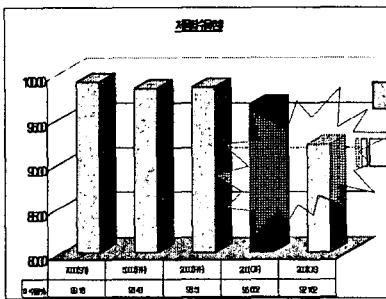


FIG 1. 제품 별 수율

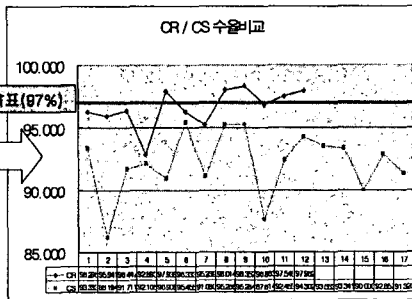


FIG 2. CR/CS 수율 비교

1. Fig1에 나타난 것과 같이 C/S가 제품군별 수율이 낮음.
2. FIG2에서 LOT별 수율 차이가 나타남으로 원인을 분석하여 개선하고자 한다.
3. CR 대비 CS(200KG)의 수율이 현저히 떨어지는 문제를 개선하여 수율을 3시그마 이상으로 올려 내부손실을 줄이며 고객의 단 납기, 소량주문에 대응 하는 생산 공정개선이 요구 되고 있음.

Project Mission

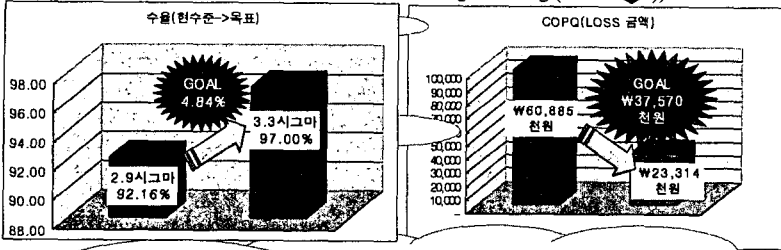
DMAIC

문제(Problem Statement) :

Loss를 줄이면 수율이 향상 기대

CR(96.63%)대비 CS(92.16%)의 수율이 낮음에 따라 공정손실(Loss)이 많다.

목표(Objective(S)) : □ 평균 수율 : 92.16% → 97.00% (4.84% ↑)
 (평균 Loss량 : 13.6kg → 5.2kg (61.5% ↓))

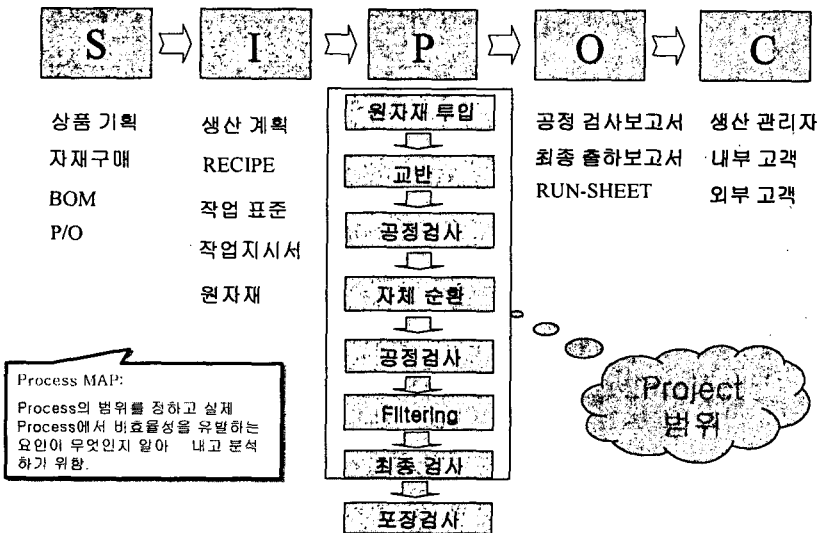


CTQ(Y) : 수율은 Loss에 의해 결정되는데 Loss량은 제품별 생산 구조에 따라 거의 일정해야 하는데 반해 수율은 Batch Size에 따라 달라지기 때문에 Loss량을 관리함으로써 수율 향상을 이룰 수 있음.

투입량	생산량	Loss량	수율
48,082	43,350	4,732	90.2%
168,000	156,060	11,940	92.9%

상위 프로세스 맵

DMAIC



Process MAP:
 Process의 범위를 정하고 실제 Process에서 비효율성을 유발하는 요인이 무엇인지 알아 내고 분석하기 위함.

Y's 성과척도 Matrix

DMAIC

No	Y's	Y 정보						규격설정		측정 신속성	Baseline		Goal(목표)	
		산출관사/분류정보	자료원	주기	단위	유형	USL	LSL	자료		Z _{ST}	자료	Z _{ST}	
1	LOSS 량	CS생 산공정에서 발생하는 Loss 량	RUN-SHEET	량/LOT	Q	C	17000		11.94	200641	2.34 σ	35930	3.3 σ	
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

※ DATA 유형
 - C : Continuous
 - DF : Defect
 - DF : Defective

대모	샘플 시작
----	-------

총 기표	1	1
전체 DPU	0.020	0.026
전체 DPMO	200,454	35,930
전체 Z _{ST}	2.34 σ	3.30 σ

Proprietary to Samsung Electronics Company

Y's의 데이터 수집계획

DMAIC

No	측정 항목(Y's)	유연정의/산출방법		데이터 유형	실용화 계획		데이터 수집시 고려사항
		무엇을	어떻게		수집기간	시료수	
1	LOSS 량	CS제조 공정에서 발생 하는 LOSS 량	매 LOT 체크시	D	06.07-06.17	1건/LOT	실제량 (INPUT/OUTPUT)
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

측정시스템분석(계량형)

DMAIC

□ 대상 측정시스템 : LOAD CELL

□ 측정 방법 : Part 10ea, Operator 3명, 반복 3회

MSA: Data의 신뢰성을 확보하기 위해 측정 System을 평가/검증하고 개선하는 활동 (MSA가 선행되지 않으면 개선활동자체가 무의미해진다.)

Gage R&R Study - ANOVA Method

Gage R&R for data

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
part	9	2.16099	0.240110	394.261	0.00000
operators	2	0.00513	0.002563	4.209	0.03165
operators*part	18	0.01096	0.000609	3.469	0.00015
Repeatability	60	0.01053	0.000176		
Total	89	2.18761			

Gage R&R

Source	VarComp	%Contribution (of VarComp)
Total Gage R&R	0.000385	1.43
Repeatability	0.000176	0.65
Reproducibility	0.000210	0.78
operators	0.000065	0.24
operators*part	0.000144	0.54
Part-To-Part	0.026611	98.57
Total Variation	0.026996	100.00

Source	StdDev (SD)	Study Var (5.15*SD)	%Study Var (%SV)
Total Gage R&R	0.019626	0.101075	11.94
Repeatability	0.013250	0.068236	8.06
Reproducibility	0.014479	0.074565	8.81
operators	0.008071	0.041567	4.91
operators*part	0.012020	0.061904	7.32
Part-To-Part	0.163129	0.840116	99.28
Total Variation	0.164306	0.846175	100.00
Number of Distinct Categories		12	

측정 시스템의 분별력이 있으며, 사용 가능하다.

구분	% Contribution	% Study Variation	Number of Distinct Categories
판정기준	< 10%	< 30%	> 10
결과	1.43 %	11.94 %	12
판정	사용 가능 (비용/불요성고려)	사용 가능 (비용/불요성고려)	만족

측정시스템분석(계량형)

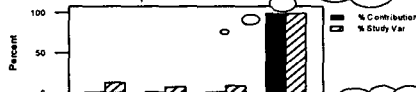
DMAIC

□ 대상 측정시스템 : LOAD CELL

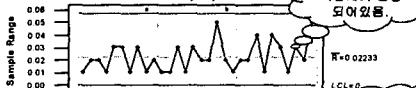
□ 측정 방법 : Part 10ea, Operator 3명, 반복 3회

Gage R&R (ANOVA) for data

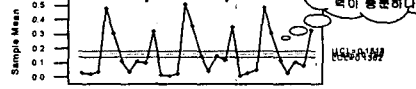
전체 산포 중 Gage R&R이 차지하는 비중이 적다.



작업자 별 반복 측정치가 안정되어 있음.

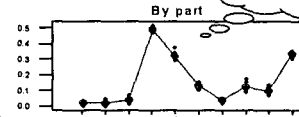


서로 다른 부품을 감별하는 능력이 충분하다.

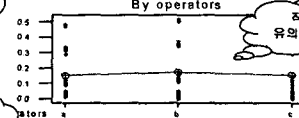


Gage Name:
Date of study:
Reported by:
Tolerance:
Misc:

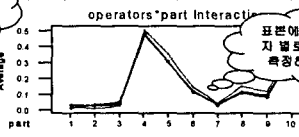
표본이 공정 산포를 반영하고 있다.



작업자 별 유의 차이가 없다.



표본에 따라 작업자 별도 동일하게 측정하고 있다.



측정시스템분석(계량형)

DMAIC

- 대상 측정시스템 : 정도 측정
- 측정 방법 : Part 10ea, Operator 3명, 반복 3회

Two-Way ANOVA Table With Interaction

Source	DF	SS	MS	F	P
SAMPLE	9	916.697	101.855	2120892	0.00000
OPERATOR	2	0.000	0.000	1	0.50154
OPERATOR*SAMPLE	18	0.001	0.000	9	0.00000
Repeatability	60	0.000	0.000		
Total	89	916.698			

Source	VarComp	% Contribution
Total Gage R&R	0.000	0.00
Repeatability	0.000	0.00
Reproducibility	0.000	0.00
OPERATOR	0.000	0.00
OPERATOR*SAMPLE	0.000	0.00
Part-To-Part	11.317	100.00
Total Variation	11.317	100.00

Source	StdDev	Study Var	%Study Var
Total Gage R&R	0.00444	0.0229	0.13
Repeatability	0.00236	0.0121	0.07
Reproducibility	0.00376	0.0194	0.11
OPERATOR	0.00000	0.0000	0.00
OPERATOR*SAMPLE	0.00376	0.0194	0.11
Part-To-Part	3.36411	17.3252	100.00
Total Variation	3.36411	17.3252	100.00

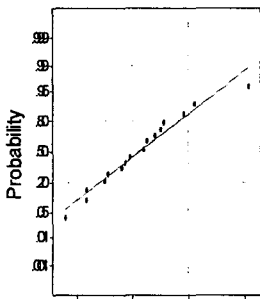
Number of Distinct Categories = 1068

구분	% Contribution	% Study Variation	Number of Distinct Categories
판정기준	< 1%	< 10%	> 10
결과	0.00 %	0.13 %	1068
판정	만족	만족	만족

현 수준 파악(공정 능력 분석)

DMAIC

Normality Plot



Avg: 13998
StDev: 4032
N: 17

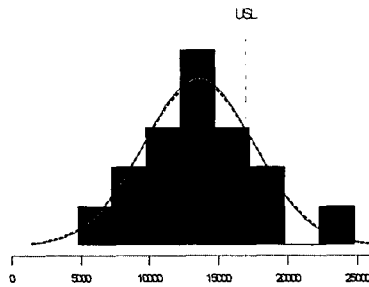
Actual Observed Value
Spec: 13998
Ppk: 0.84

Process Capability Analysis for Loss

Process Data
USL: 17000.0
Target: *
LSL: *
Mean: 13998.8
Sample N: 17
StDev (Within): 3994.32
StDev (Overall): 4034.22

Potential (Within) Capability
Z.Bench: 0.85
Z.USL: 0.86
Z.LSL: *
Cpk: 0.29
Cpm: *

Overall Capability
Z.Bench: 0.84
Z.USL: 0.84
Z.LSL: *
Ppk: 0.29



Observed Performance *
PPM < LSL: *
PPM > USL: 176470.59
PPM Total: 176470.59

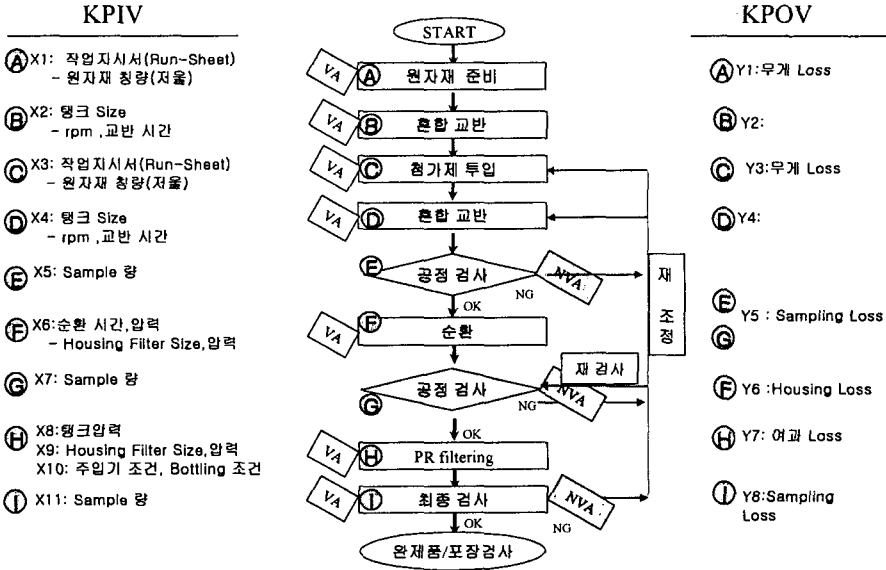
Exp. "Within" Performance *
PPM < LSL: *
PPM > USL: 199363.24
PPM Total: 199363.24

Exp. "Overall" Performance *
PPM < LSL: *
PPM > USL: 200841.25
PPM Total: 200841.25

현 수준 : $0.84 + 1.5 = 2.34$ 시그마

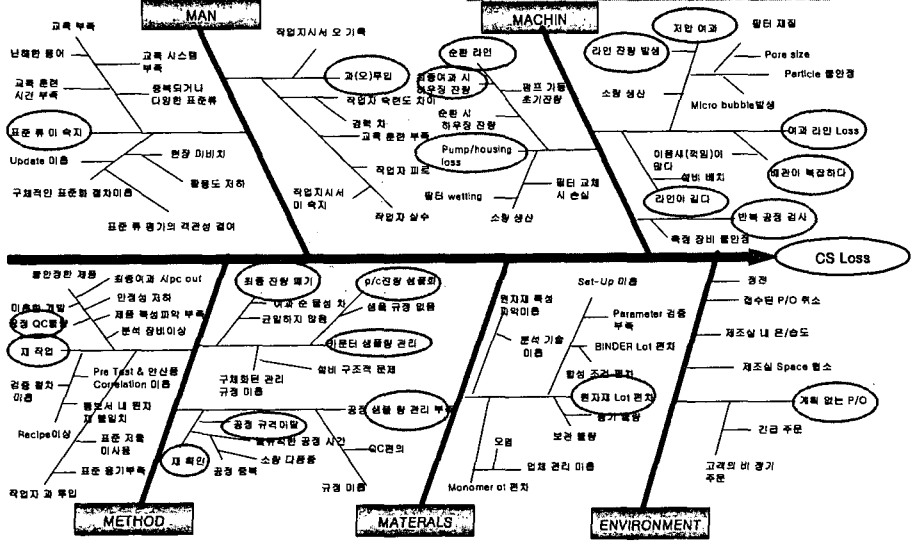
상세 Process Map

DMAIC



Cause & Effect Diagram

특성요인도:
근본원인으로 추정하는 것들에 대해서 다양한 견해들을 보여주고 구성하기 위한 효과적인 방법



FDM (Functional Deployment Matrix)

D M A I C

결과보기											점수	%점수	
지우기	프로젝트 Y (KPOV)	10											
프로젝트 X (KPN)													
housing내 진압		10										100	9.35%
순환 라인 길이		10										100	9.35%
관측 검사 sample 된		10										100	9.35%
여과 Line 이 길이		8										80	7.48%
counter sample 된		8										80	7.48%
최종 진압 세기		7										70	6.54%
Particle 측정 진압 카운터 상용화		7										70	6.54%
Filter 교체		8										80	7.48%
표준류 미 숙지		8										80	7.48%
표준용기 부족		5										50	4.67%
구체화된 관리규정 미흡		2										20	1.87%
관정파악 미흡		5										50	4.67%
측정시스템 불인정		5										50	4.67%
Pre test 결과 & 알사출 Corelation 결여		8										80	7.48%
표준화된 절차 미흡		4										40	3.74%
표준화 평가의 직관성 결여		6										60	5.61%

70점 이상을 개선항목으로 선정하고 상위 점수 별로 개선을 진행한다.

FDM:
입력변수 X와 최종고객이 중시하는 출력변수 Y와의 관계와 X's들간의 우선순위를 규명.

FMEA (Failure Modes & Effects Analysis)

D M A I C

번호	프로세스 단계 (프로세스 기능)	잠재적 고장유형	잠재적 영향 (KPOVs)	심각도	등급	잠재적 원인 (KPMs)	발생도	현재 프로세스 관리상태	검출도	RPN
1	원자재 투입/교반	과 투입	제조량이 변경됨	5	4	칭량 miss	2	작업표준에 명시	4	40
2		오 투입	제품 불량	8	5	원자재 확인 오류	1	바코드 관리	2	16
3		불량 원자재 사용	제품 불량	6	4	원자재 확인 오류	1	바코드 관리	4	24
4		제조 설비 불량	공정 지연	5	3	설비 점검 미흡	1	설비 점검 일지	3	15
5		원자재 투입 누락	제조 불량	6	3	작업 표준 미준수	2	작업 표준	2	24
6	공정 검사	반복공정검사	제품 loss 발생	6	3	측정시스템 불인정	4	검사 표준에 명시	4	96
7		Sampling 실수	제품 loss 발생	6	4	작업방법 미준수	4	검사 표준에 명시	4	96
8		검사 장비 오류	제품 loss 발생	6	3	측정 장비 이상	2	검사 표준에 명시	4	48
9		분석 오류	제품 loss 발생	6	3	분석 기술 부족	4	검사 표준에 명시	4	96
10		공정 규격 이탈	공정 지연	5	4	Recipe 오류	4	작업표준에 명시	5	100
11	첨가제 투입/교반	검사자 오류	제품 loss 발생	6	3	검사자 교육 미비	4	검사 표준에 명시	3	72
12		오 투입	제조량이 변경됨	5	4	칭량 miss	3	작업표준에 명시	4	60
13		오염	제품 불량	6	3	원자재 확인 오류	4	작업표준에 명시	3	72
14	순환 공정	미-동행	제품 불량	6	4	탱크 내벽 부착	4	작업표준에 명시	4	96
15		Pump 고장	제조 지연	5	4	점검 미비	3	설비 표준 명시	4	60
16		배관 연결 상태	제품 loss 발생	7	2	점검 미비	3	작업 표준 명기	4	84
17		밸브 상태	제품 loss 발생	5	2	밸브고장	2	작업표준에 명시	5	50
18	Pump 입력	제조 지연	4	3	점검 미비	3	작업 표준 명기	3	36	

위험도 수치가 84이상일 잠재인자로 선정

FMEA (Failure Modes & Effects Analysis)

DMAIC

19	순환 공정	Housing 누수	제품 loss 발생	6	3						3	36	
20		Filter 삽입 불량	제품 loss 발생	6	3				위판도 수치가 840이상될 잠재인자로 선정		2	24	
21		Filter 불량	공정 지연	6	4							3	36
22		배관 길이	제품 loss 발생	7	4		설계 문제	3		설비 표준	4	84	
23	제품 여과	Housing Size	제품 loss 발생	8	4		설계 문제	3		설비 표준	5	90	
24		Housing 누수	제품 loss 발생	6	3		점검 미흡	2		직업표준에 명시	3	36	
25		Filter 삽입 불량	제품 loss 발생	6	3		직업 표준 미준수	2		바코드 관리	2	24	
26		Filter 불량	제품 loss 발생	6	4		부자재 확인 오류	2		직업표준에 명시	3	36	
27		배관 길이	제품 loss 발생	7	4		설계 문제	3		설비 표준	4	84	
28		Housing 잔류량	제품 loss 발생	8	4		설계 문제	3		설비 표준	5	90	
29		여과 입력 상승	제품 loss 발생	6	4		직업 표준 미준수	2		직업표준에 명시	2	24	
30		여과 여과	여과 Line loss 발생	7	3		직업 표준 미준수	3		직업표준에 명시	4	84	
31		particle out	제품 loss 발생	7	5		재 작업	2		직업표준에 명시	3	42	
32		load call 불량	공정 지연	5	3		점검 미흡	3		설비 표준	1	15	
33		제품 용기 오염	제품 불량	8	2		검사 불량	2		검사 표준	2	32	
34		제품 용기 파손	제품 loss 발생	7	2		직업자 실수	3		직업표준에 명시	3	63	
35	counter sample 발생	제품 loss 발생	8	3		검사 불량	4		검사 표준	3	66		
36	여과 잔류 발생	제품 loss 발생	8	3		제조항 개선 실수	4		recipe	3	66		

FMEA : 공정이나 제품이 고객의 주요요구사항(Y)에 맞출 수 없게 되는 원인을 확인
(실패가능 요인을 총망라한 살아있는 문서)

Measure단계 요약

DMAIC

프로젝트의 Y's

프로젝트 목표	달성률	고객 만족도 점수	제조원가/수출	Defect
CS 수율 향상(Loss량 관리)	97% 이상	11.94%	3.30	38930

잠재인자 X's

No	잠재인자	유무	관리량	관리항
1	순환 Housing 잔류량	X	-	Housing 유/무
2	순환 line 길이	X	-	line 내 잔류량
3	공정 샘플 검사량	X	100ml 이하	sample량 및 횟수 관리 부족
4	Counter sample 발생량	X	1000ml 이하	Sample 량 관리 부족
5	여과 line 길이	X	-	Line 내 잔류량
6	최종 여과 잔류 발생	X	-	여과 후 잔량
7	Particle 측정 Sample	X	1000ml 이하 > 400ml	Particle 측정용 Sample
8	작업자 Sampling 실수	X	-	반복Sampling횟수
9	여과 입력에 따른 Housing 내 잔류량	x	-	
10	Filter 교체에 따른 Loss량	x	2000ml	

분석 X-1

DMAIC

분석인자 X1 : 순환 Housing (유/무) Loss

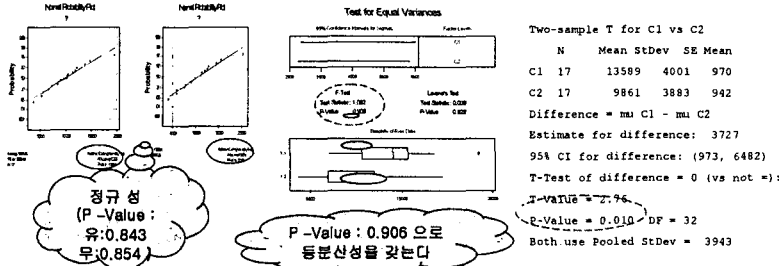
질문 : 순환 Housing의 유/무에 따라 Loss량이 달라지는가?

Analysis Tool : 2-Sample-t Test

가설

H0 : $\mu_1 = \mu_2$, 순환 Housing의 유/무에 따라 Loss량이 같다.

H1 : $\mu_1 > \mu_2$, 순환 Housing의 있을 때 Loss량이 많다.



◆ 결론 : P-Value 가 0.010 (<0.05) 로, 유의하므로 귀무가설을 기각한다.
(순환 Housing의 있을 때 Loss량이 많다.)

분석 X-2

DMAIC

분석인자 X2 : 순환 Line (유/무) Loss

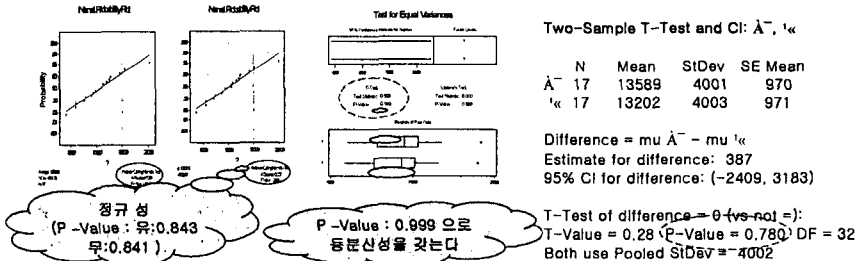
질문 : 순환 Line의 유/무에 따라 Loss량에 영향이 미치는가?

Analysis Tool : 2-Sample-t Test

가설

H0 : $\mu_1 = \mu_2$, 순환 Line의 유/무에 따라 Loss량에 영향을 미치지 않는다.

H1 : $\mu_1 > \mu_2$, 순환 Line의 있을 때 Loss량에 영향을 미친다.



◆ 결론 : P-Value 가 0.78(>0.05) 로, 유의하지 않으므로 귀무가설을 채택한다.
(순환 Line의 유/무에 따라 Loss량에 영향을 미치지 않는다.)

분석 X-3

DMAIC

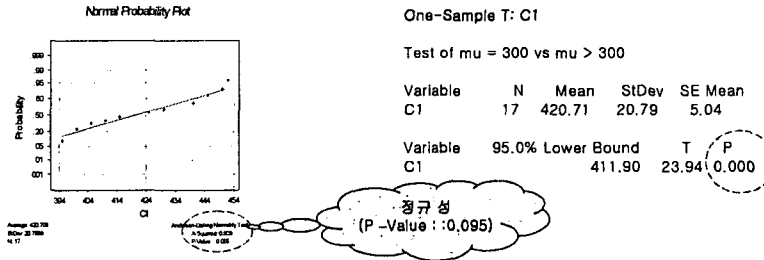
분석인자 X3 : 공정 검사용 SAMPLE량

질문 : 공정 검사 Sample량이, Loss량에 영향이 미치는가?

Analysis Tool : 1-Sample-t Test

가설 : H0 : $\mu_1 = 300$, 공정 검사 Sample량이, Loss량에 영향을 미치지 않는다.
 H1 : $\mu_1 > 300$, 공정 검사 Sample량이, Loss량에 영향을 미친다.

타 제품과 Sample량 비교는 서로 취하는 Sample량이 달라 Loss량을 비교 할수 없으므로, sampling 횟수는 X8에서 분석함.



◆ 결론 : P-Value 가 0.000(<0.05) 으로, 유의하므로 귀무가설을 기각한다.
 (공정 검사 Sample량이, Loss량에 영향을 미친다.)

분석 X-4

DMAIC

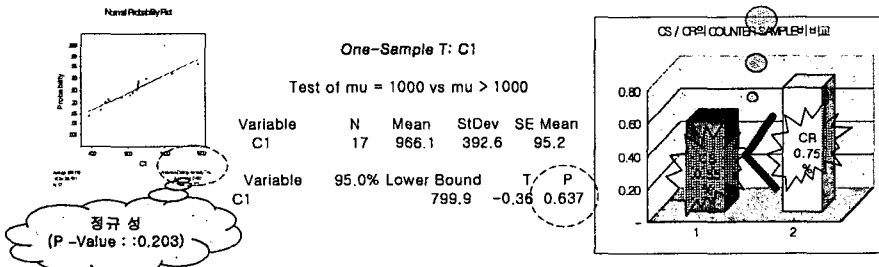
분석인자 X3 : COUNTER SAMPLE량

질문 : Counter Sample량이, Loss량에 영향이 미치는가?

Analysis Tool : 1-Sample-t Test

가설 : H0 : $\mu_1 = 1000$, Counter Sample량이, Loss량에 영향을 미치지 않는다.
 H1 : $\mu_1 > 1000$, Counter Sample량이, Loss량에 영향을 미친다.

CS의 Counter Sample비가 CR의 비보다 낮게 나타남



◆ 결론 : P-Value 가 0.637(>0.05) 으로, 유의하지 않으므로 귀무가설을 채택한다.
 (Counter Sample량이, Loss량에 영향을 미치지 않는다.)

분석 X-5

DMAIC

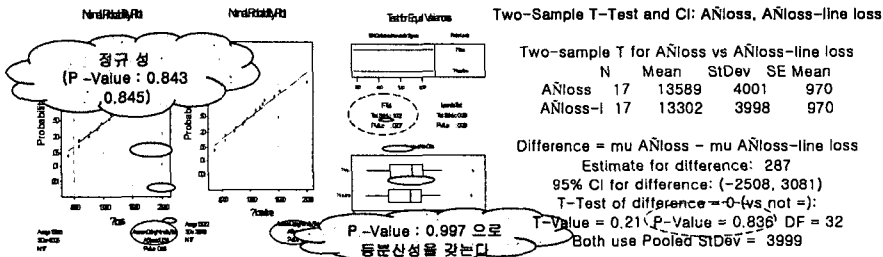
분석인자 X5 : 여과 Line Loss

질문 : 여과 Line의 Loss량이 수율에 영향을 미치는가?

Analysis Tool : 2-Sample-t Test

가설

H0 : $\mu_1 = \mu_2$, 여과 Line의 Loss량이 수율에 영향을 미치지 않는다.
 H1 : $\mu_1 \neq \mu_2$, 여과 Line의 Loss량이 수율에 영향을 미친다.



◆ 결론 : P-Value 가 0.836(>0.05) 로, 유의하지 않으므로 귀무가설을 채택한다.
 (여과Line의 Loss량이 수율에 영향을 미치지 않으므로, Line의 길이에 따른 분석을 하지 않는다.)

분석 X-6

DMAIC

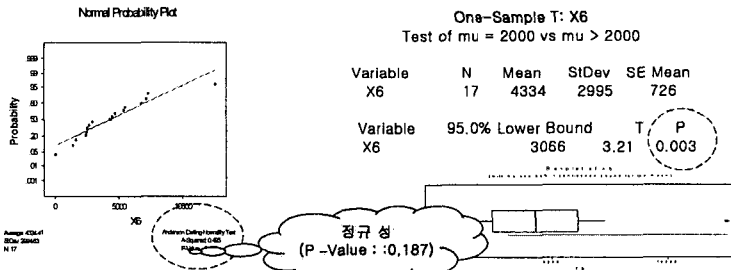
분석인자 X6 : 여과 후(안정성 Test용)잔량

질문 : 여과 후 잔량이, Loss량에 영향을 미치는가?

Analysis Tool : 1-Sample-t Test

가설

H0 : $\mu_1 = 2000$, 여과 후 잔량이, Loss량에 영향을 미치지 않는다.
 H1 : $\mu_1 > 2000$, 여과 후 잔량이, Loss량에 영향을 미친다.



◆ 결론 : P-Value 가 0.003(<0.05) 으로, 유의하므로 귀무가설을 기각한다.
 (여과 후 잔량이, Loss량에 영향을 미친다.)

분석 X-7

DMAIC

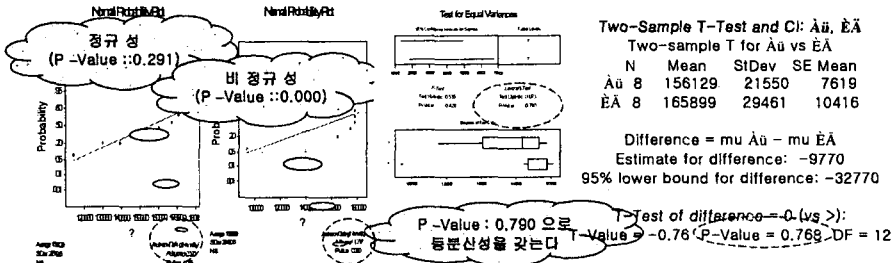
분석인자 X7 : Particle 측정 Sample량

질문 : Particle 측정용 Sample량(900,400)에 따라 Loss량에 영향이 미치는가?

Analysis Tool : 2-Sample-t Test

가설

H0 : $\mu_1(900) = \mu_2(400)$, Particle Sample 량에 따라 Loss량에 영향을 미치지 않는다.
 H1 : $\mu_1(900) > \mu_2(400)$, Particle Sample 량에 따라 Loss량에 영향을 미친다.



◆ 결론 : P-Value 가 0.768(>0.05) 으로, 유의하므로 귀무가설을 기각할 수 없다.
 (Particle Sample량(900,400)에 따라, Loss량에 영향을 미치지 않는다.)

분석 X-8

DMAIC

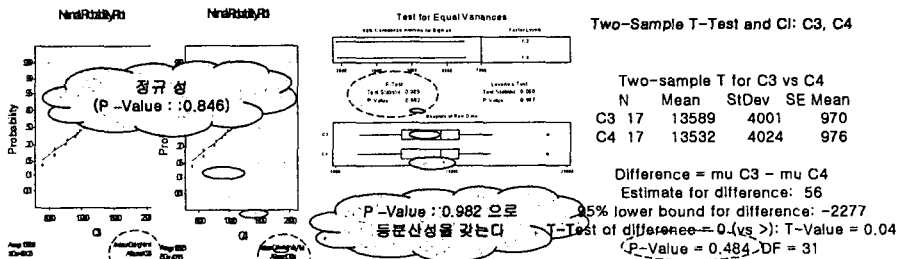
분석인자 X7 : 검사자 실수에 의한 Sample량

질문 : 검사자 실수에 의한 Sample량이 Loss량에 영향이 미치는가?

Analysis Tool : 2-Sample-t Test

가설

H0 : $\mu_1 = \mu_2$, 검사자 실수에 의한 Sample 량이 Loss량에 영향을 미치지 않는다.
 H1 : $\mu_1 \neq \mu_2$, 검사자 실수에 의한 Sample 량이 Loss량에 영향을 미친다.



◆ 결론 : P-Value 가 0.484(>0.05) 으로, 유의하므로 귀무가설을 채택한다.
 (검사자 실수에 의한 Sample량이 Loss량에 영향을 미치지 않는다.)

분석 X-9

DMAIC

One-way ANOVA: C6 versus C5

Analysis of Variance for C6

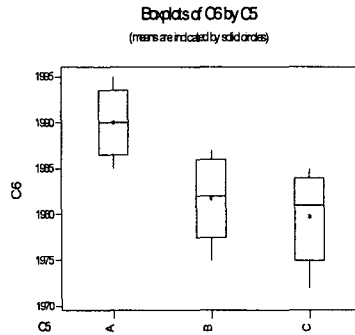
Source	DF	SS	MS	F	P
C5	2	292.1	146.1	7.08	0.009
Error	12	247.6	20.6		
Total	14	539.7			

Level	N	Mean	StDev
A	5	1990.00	3.81
B	5	1981.80	4.66
C	5	1979.80	5.07

Pooled StDev = 4.54

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	Mean	Lower CI	Upper CI
A	1990.00	1981.50	1998.50
B	1981.80	1975.50	1988.10
C	1979.80	1973.50	1986.10



P=0.009로 압력 범(10<A>, 14, 16<C>)로 Loss량이 같다고 할 수 없다

분석 X-9

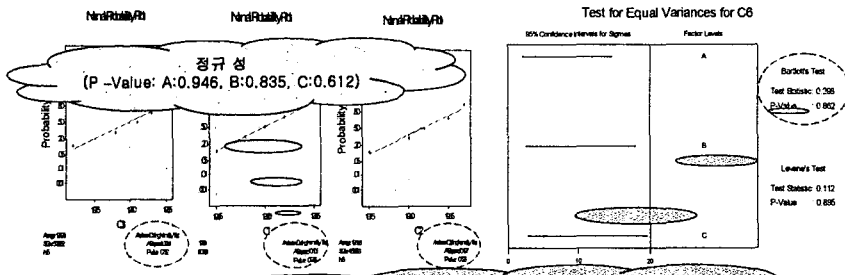
DMAIC

분석인자 X10 : 여과 압력에 따른 Housing Loss량

질문 : 여과 압력(10/14/16 PSI)에 따라 Housing Loss량이 다른가?

Analysis Tool : ANOVA

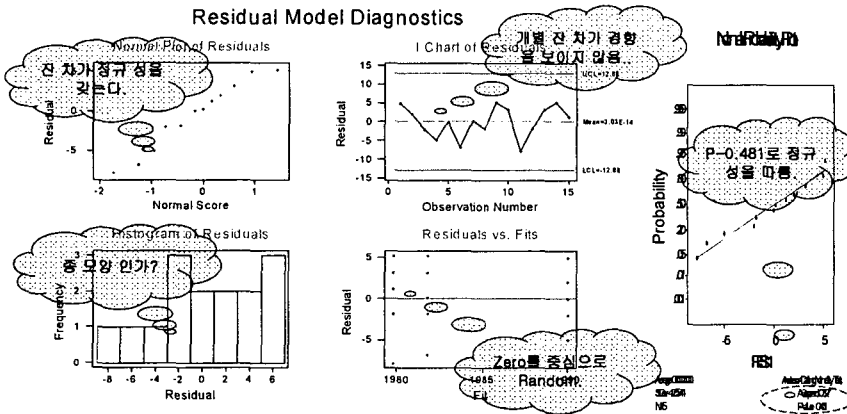
가설 H0 : $\mu_1(10) = \mu_2(14) = \mu_3(16)$, 여과 압력에 따라 Housing Loss량이 같다.
 H1 : $\mu_1(10) \neq \mu_2(14) \neq \mu_3(16)$, 여과 압력에 따라 Housing Loss량이 다르다.



Bartlett's Test 결과 P=0.862로 유의수준 0.05보다 크므로 압력 범 (10<A>, 14, 16<C>)의 분산이 다르다고 할 수 없다

분석 X-9

DMAIC



- ◆ 결론 : * 전체변동 중 위치의 각 수준간의 효과차이로 인한 변동이 차지하는 비율은 54.12% 이다. (SS(위치)/SS(Total) = 0.5412)
- * P-Value가 0.009이므로 여과 압력(A(10),B(14),C(16) Psi)별 Loss량은 같지 않다.(적어도 하나는 다르다.)

분석 X-10

DMAIC

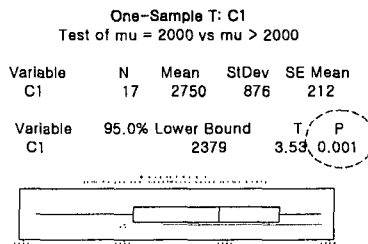
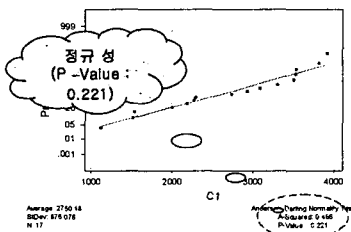
분석인자 X10 : Filter 교체에 따른 Housing Loss량

질문 : Filter 교체에 따른 Housing Loss량이 수율에 영향을 미치는가?

Analysis Tool : 1-Sample-t Test

가설

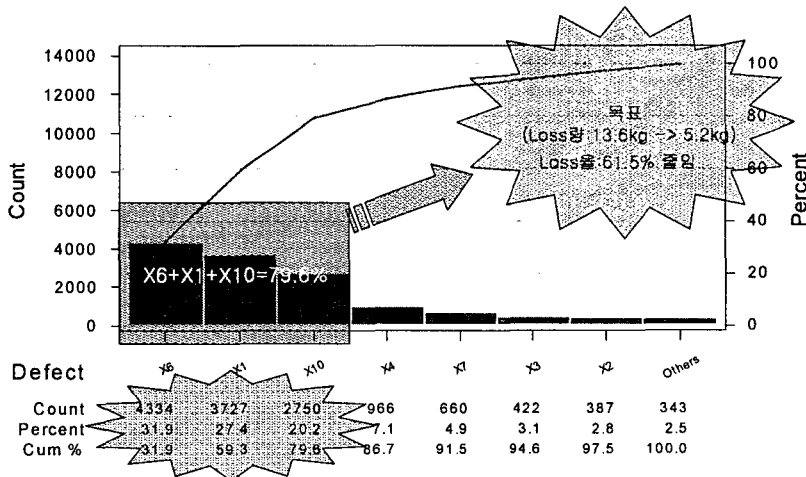
- H0 : $\mu = 2000$, Filter 교체에 따른 Housing Loss량이 수율에 영향을 미치지 않는다.
- H1 : $\mu > 2000$, Filter 교체에 따른 Housing Loss량이 수율에 영향을 미친다.



- ◆ 결론 : P-Value 가 0.001(<0.05) 으로, 유의하므로 귀무가설을 기각한다. (Filter 교체에 따른 Housing Loss량이 수율에 영향을 미친다.)

Vital Few X's

Analyze 단계로부터의 중요 인자(Vital Few X's): Pareto Chart
Pareto Chart for C1



Improve 전략(Vital Few X's)

DMAIC

Analyze 단계로부터의 중요 인자(Vital Few X's):

인자	Vital Few X's	Analyze 분석 Tool	Analyze 단계 결론	Improve 방법
X1	• 순환 Housing(유/무) Loss	2-sample t	유의함	Non DOE
X3	• 공정 검사용 Sample량	1-sample t	유의함	Non DOE
X6	• 여과 후(안정성 Test용) 잔량	1-sample t	유의함	Non DOE
X9	• 여과 압력에 따른 Housing Loss량	ANOVA	유의함	회귀분석
X10	• Filter 교체에 따른 Housing Loss량	1-sample t	유의함	Non DOE

Non DOE

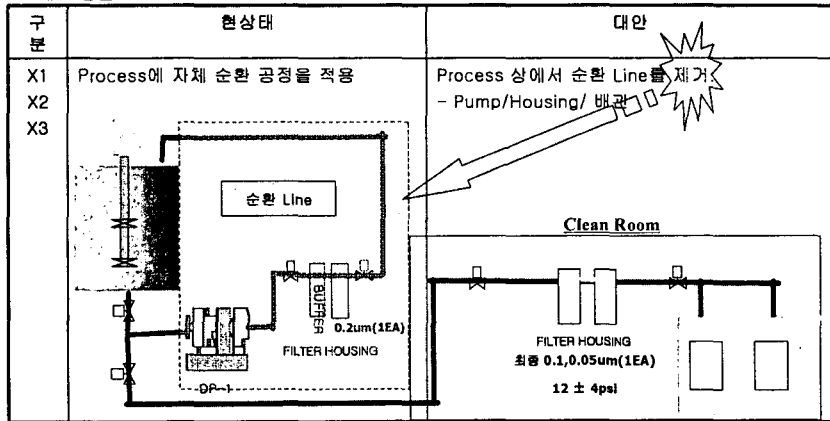
D M A I C

* Factor X1=순환 Housing(유/무) + X2=순환 Line(유/무) + X3=공정 검사용 Sample

1. 내용

Loss량에 영향을 주는 인자들을 Process 상에서 제거 및 개선을 통하여 Loss량을 줄여 수율을 높인다.

2. 대안 창출



Non DOE

D M A I C

구분	현상태	대안
X6	여과 후 잔량을 안정성 Test용으로 전환.	<p>적정 Recipe를 검토</p> <ul style="list-style-type: none"> -최소 Loss 량을 계산 하여 생산 -안정성 Test할 적정량을 선정
X10	Filter 교체에 따른 Loss량 폐기	Filter 교체 시 발생하는 Loss량을 여과 탱크에 재 투입하여 사용.

Non DOE

D M A I C

3. 위험 평가

X's	개선안	위험평가	위험감소/해결방법	위험고려 안(대응대안)
X1 X2 X3	Process 상에서 수환 공정을 제거한다.	순환 공정 제거 시 dead volume의 발생 가능성.	충분한 Mixing 공정 시간 확보 및 dead volume 발생 분을 비이커를 이용 재 투입 용해.(최종 제품의 품질에 영향을 미치지 않게 부서간 자료 공유)	Filter 사양을 검토/선정/적용하고 공정 흐름도 및 표준을 개정하여 관련 부서 공유하고 교육을 한다. (공정간 검사 단축으로 최종 여과 시 Particle 영향도 Check)

Non DOE

D M A I C

3. 위험 평가

X's	개선안	위험평가	위험감소/해결방법	위험고려 안(대응대안)
X6	여과 후(안정성 Test 용) 잔량에 대한 최소량 선정.	필량 발생 시에 보관용 Sample 량이 적을 수 있다.	적정 량 (2000g->1000g) 선정하고, 기존 잔량이 발생하도록 Recipe를 검토하여 생산.	공정 흐름도 및 표준류를 개정하고 관련 부서 공유하고 교육을 한다.
X10	Filter 교체에 따른 Loss량 재 활용.	1) Filter 교체 시 발생되는 Loss량의 오염. 2) Clean Room에서 공정으로 운반 시 빛에 노출 가능성. 3) 여과 압력 해체에 따른 Particle 증가.	1) Clean 비이커를 이용하여 누수량을 받아 Clean Bottle에 담는다. 2) Bottle를 검정 비닐로 포장하여 운반한다. 3) 질소 압을 서서히 올려 압력 게이지에 정해진 범위 설정하여 여과한다.(최종 제품의 품질에 영향을 미치지 않게 부서간 자료 공유)	공정 흐름도 및 표준을 개정하여 관련 부서 공유하고 교육을 한다. (Check-sheet)

Non DOE

DMAIC

4. 효과 평가

X's	개선 효과	생산량(g)	176636	개선 전 수율(%)	92.31%	
X1 X2 X3	순환 Line제거에 의한 Loss량 감소효과 및 공정 시간 단축/공정 검사 단축의 효과가 기대되며, 생산 능력이 향상됨.	총 Loss량(g)	13589	인자별 개선량(g)	개선율(%)	
		순환 하우징	X1	3727	4214	31.0%
		순환라인	X2	387		
		공정 검사	X3	100		
		여과후 잔량	X6	3334	3334	24.5%
		여과 하우징	X10	662	662	4.9%
		유의 인자 총 절감 Loss량(g)		8210	8210	60.4%
X6	정확한 생산 계획 수립 및 Loss율 관리 능력 향상 및 체질 개선 효과.	개선 후 Loss량(g)	5379			
		개선 후 생산 수율(%)	96.95%			
X10	제품 수율 향상으로 재무적인 효과와 제품 별 Control 능력 향상 및 체질 개선 효과					

회귀 분석

DMAIC

1. 회귀 분석 : 회귀 분석을 통하여 회귀 식 유도

Regression Analysis: Loss versus Press

회귀 분석을 통해 특정 여과 압력에 따른 Particle 과 Loss를 파악하고자 함

The regression equation is
Loss = 2070 - 6.46 Press

회귀 식

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	2070.12	7.70	268.78	0.000
Press	-6.4600	0.5078	-12.72	0.000

결정 계수

S = 5.078 R-Sq = 90.0% R-Sq(adj) = 89.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	4173.2	4173.2	161.81	0.000
Residual Error	18	464.2	25.8		
Total	19	4637.4			

P-Value < 0.05 으로 변동이 설명되고, 통계적으로 유의하다.

회귀 분석

DMAIC

Regression Analysis: Particle versus Press

The regression equation is
 $Particle = -293 + 24.9 Press$

회귀식

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	-292.75	14.12	-20.74	0.000
Press	24.8910	0.9309	26.74	0.000

결정 계수

S = 9.309 R-Sq = 97.5% R-Sq(adj) = 97.4%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	61956	61956	715.00	0.000
Residual Error	18	1560	87		
Total	19	63516			

P-Value < 0.05.므로 변동이 설명되고, 통계적으로 유의하다.

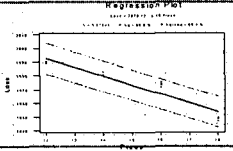
회귀 분석

DMAIC

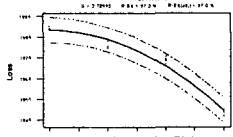
2. 회귀 모형 검증

회귀 모형의 분석을 통하여 고차회귀모형의 필요성 확인

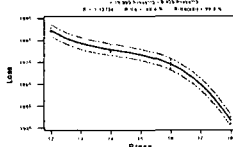
[Linear]
 The regression equation is
 $Loss = 2070.12 - 6.46 Press$
 S = 5.07845 R-Sq = 90.0 % R-Sq(adj) = 89.4 %



[Quadratic]
 The regression equation is
 $Loss = 1843.52 + 24.44 Press - 1.03 Press^2$
 S = 2.70885 R-Sq = 97.3 % R-Sq(adj) = 97.0 %



[Cubic]
 The regression equation is
 $Loss = 3225.62 - 258.95 Press + 18.095 Press^2 - 0.425 Press^3$
 S = 1.13754 R-Sq = 99.6 % R-Sq(adj) = 99.5 %



회귀 분석

DMAIC

* 회귀 모형 검증 결과

Polynomial Regression Analysis: Loss versus Press

The regression equation is

$$\text{Loss} = 3225.62 - 258.95 \text{ Press} + 18.095 \text{ Press}^2 - 0.425 \text{ Press}^3$$

S = 1.13754 R-Sq = 99.6 % R-Sq(adj) = 99.5 %

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	4616.69	1538.90	1189.26	0.000
Error	16	20.70	1.29		
Total	19	4637.39			

Source	DF	Seq SS	F	P
Linear	1	4173.16	161.809	0.000
Quadratic	1	339.49	46.265	0.000
Cubic	1	104.04	80.402	0.000

P < 0.05로 1, 2, 3차 모두 유의함

회귀 분석

DMAIC

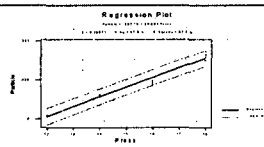
2. 회귀 모형 검증

< Particle versus Press >

[Linear]

The regression equation is
Particle = -292.75 + 24.891 Press

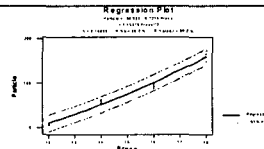
S = 9.30871 R-Sq = 97.5 % R-Sq(adj) = 97.4 %



[Quadratic]

The regression equation is
Particle = -38.925 - 9.7215 Press + 1.15375 Press²

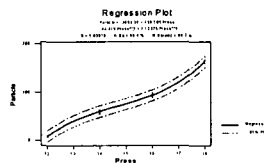
S = 8.16655 R-Sq = 98.2 % R-Sq(adj) = 98.0 %



[Cubic]

The regression equation is
Particle = -3693.36 + 739.595 Press - 49.415 Press² + 1.12375 Press³

S = 5.03979 R-Sq = 99.4 % R-Sq(adj) = 99.2 %



회귀 분석

DMAIC

* 회귀 모형 검증 결과

Polynomial Regression Analysis: Particle versus Press

The regression equation is

$$\text{Particle} = -3693.36 + 739.595 \text{ Press} - 49.415 \text{ Press}^2 + 1.12375 \text{ Press}^3$$

S = 5.03979 R-Sq = 99.4 % R-Sq(adj) = 99.2 %

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	3	63109.5	21036.5	828.225	0.000
Error	16	406.4	25.4		
Total	19	63515.9			

Source	DF	Seq SS	F	P
Linear	1	61956.2	714.999	0.000
Quadratic	1	426.0	6.387	0.022
Cubic	1	727.4	28.638	0.000

P<0.05로 1,2,3차 모두 유의함

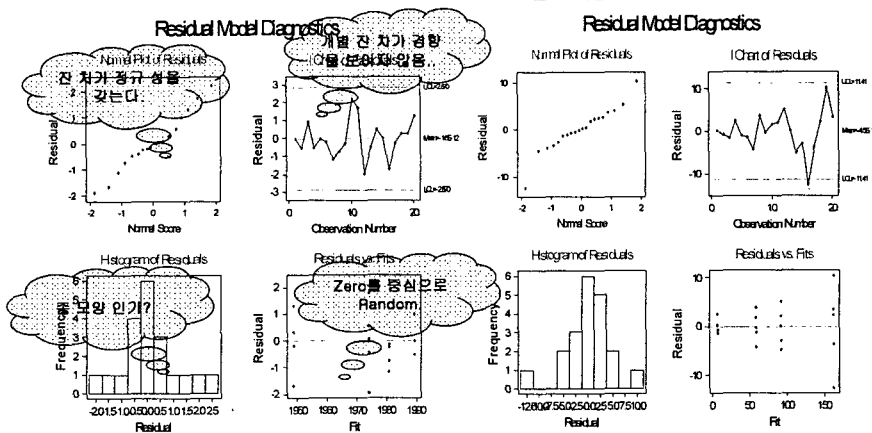
회귀 분석

DMAIC

3. 잔차 분석

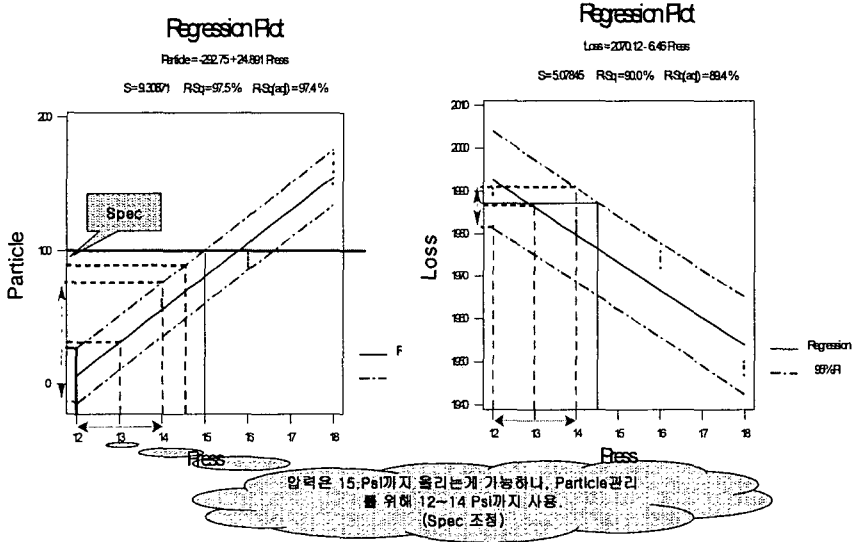
< Loss versus Press >

< Particle versus Press >



회귀 분석

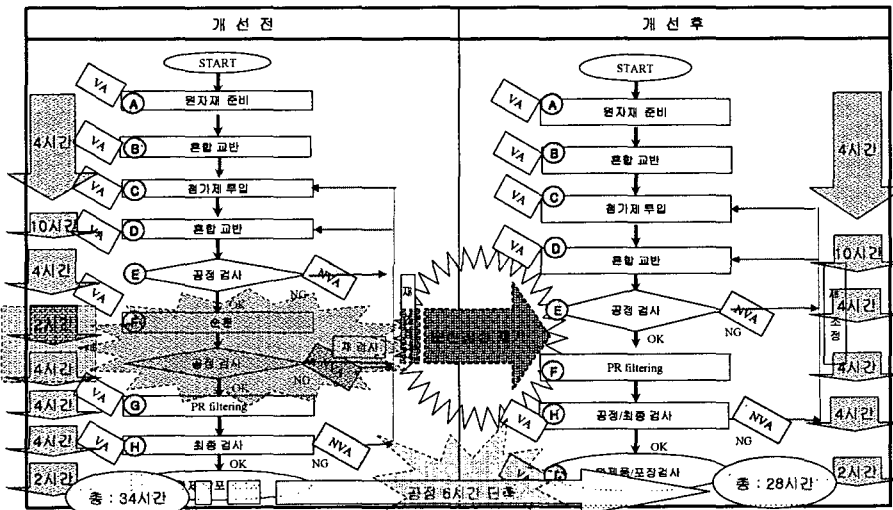
DMAIC



Improve 단계 결과 요약

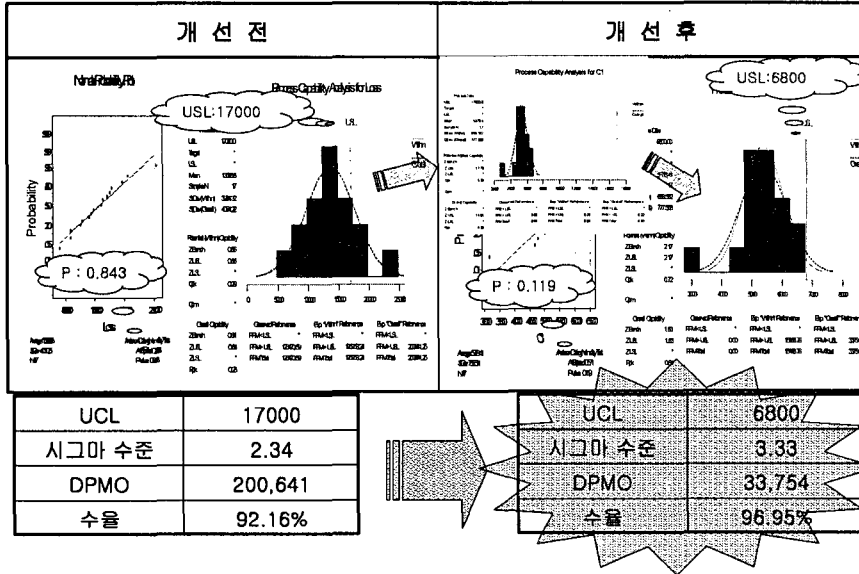
DMAIC

Process 개선 사항



Improve 단계 결과 요약

DMAIC



Improve 단계 결과 요약

DMAIC

개선 전	개선 후
<ol style="list-style-type: none"> 총 10 단계 공정 진행 자체 순환 공정 : <ol style="list-style-type: none"> 2시간 이상 진행 순환 Housing 내 Loss 발생 순환 시 0.2um Filter 사용 순환 후 공정 검사 진행 <ol style="list-style-type: none"> Sampling Loss 발생 공정 검사 시간 소요 	<ol style="list-style-type: none"> 총 8 단계 공정 진행 <ol style="list-style-type: none"> 2단계 공정 제거 자체 순환 공정 제거 <ol style="list-style-type: none"> 2시간 이상 공정 단축 효과 발생 순환 Housing 내 Loss 발생하지 않으므로 수율 향상 순환 시 0.2um Filter 사용에 따른 생산 비용 절감 효과 발생 순환 후 공정 검사 진행 <ol style="list-style-type: none"> Sampling Loss 미 발생으로 수율 향상 공정 검사 시간이 없어 지므로 생산성 향상 및 인건비 절감 효과 발생.

FMEA UPDATE

D M A I C

번호	프로세스 단계 (드류세스 기능)	원격적 교란원인	원격적 영향 (KPOV)	심각도	중요도	원격적 원인 (KPIV)	발생도	현재 프로세스 관리상태	검출도	R P M	대처 방안	담당자 및 목적일정	실제 처리	심각도	발생도	검출도	R P N
1	원자재 투입/교반	과 투입	제조량이 변경됨	5	4	상황 mass	2	작업표준에 명시	4	40							
2		오 투입	제품 불량	8	5	원자재 확인 오류	1	비코드 관리	2	15							
3		불량 원자재 사용	제품 불량	6	4	원자재 확인 오류	1	비코드 관리	4	24							
4		제조 설비 불량	공정 지연	5	3	설비 점검 이음	1	설비 점검 일자	3	15							
5		원자재 투입 누락	제조 불량	8	3	작업 표준 이음수	2	작업 표준	2	15							
6	과정 검사	반제품검사	제품 loss 발생	8	3	확인시스템 불연속	4	검사표준에 명시	4	96	개정시도 외.교정	이수범 / 2005.10.30	검사표준 개정 "2005년 10월" 의 항목 추가	1	2	2	2
7		Sampling 실수	제품 loss 발생	6	4	작업방법 미준수	4	검사표준에 명시	4	96	작업지시표	이수범 / 2006.10.30		1	2	1	2
8		검사 장비 오류	제품 loss 발생	6	3	속진 장비 이상	2	검사표준에 명시	3	24							
9		분석 오류	제품 loss 발생	8	3	분석기율 부족	4	검사표준에 명시	4	96	작업지시표	이수범 / 2005.10.30	검사표준 교정	2	2	2	5
10		관용 규격 이탈	공정 지연	6	4	Recipe 오류	4	작업표준에 명시	5	192	Recipe 검토	배석관/이수범 /2006.10.30	배석관/이수범 해 제 표시 검토	3	2	2	12
11		검사지 오류	제품 loss 발생	6	3	검사지 교각 미비	4	검사표준에 명시	3	72							
12	원자재 투입/교반	오 투입	제조량이 변경됨	5	4	상황 mass	3	작업표준에 명시	4	60							
13		오입	제품 불량	6	3	원자재 확인 오류	4	작업표준에 명시	3	72							
14		미입	제품 불량	8	4	필드 나뉜 부족	4	작업표준에 명시	4	96	투입 방법 개선	배석관 /2006.10.30	작업표준 개정	3	2	2	12
15	오전 공회	Pump 교장	제조 지연	5	4	원점 미비	3	설비 표준 명시	5	60							
16		역전 현상	제품 loss 발생	7	2	원점 미비	3	작업 표준 명기	3	84	작업지시표	배석관 /2006.10.30	작업표준 삭제	2	2	1	4
17		밸브 손상	제품 loss 발생	5	2	밸브 교장	2	작업표준에 명시	5	60							
18		Pump 입력	제조 지연	4	3	원점 미비	3	작업 표준 명기	3	84							

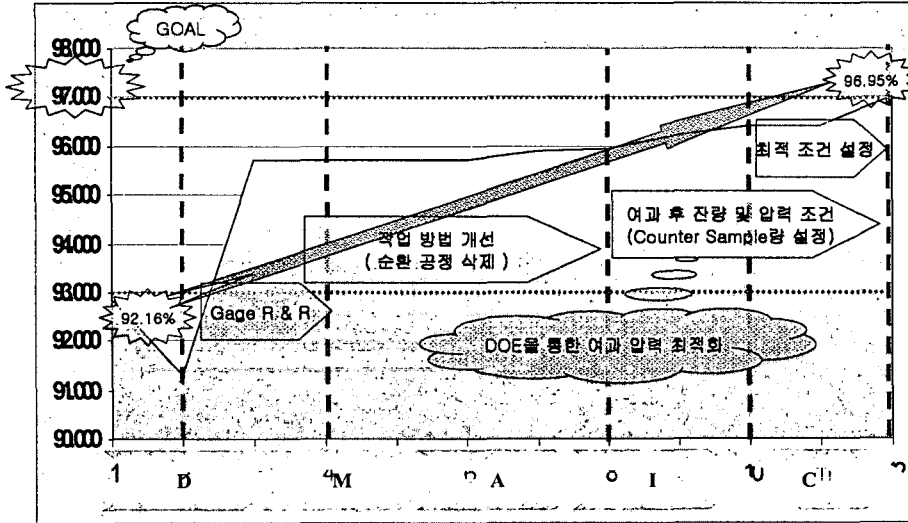
FMEA UPDATE

D M A I C

19	순환 공정	Housing 누수	제품 loss 발생	6	3	점검 미흡	2	작업표준에 명시	3	36							
20		Filter 삽입 불량	제품 loss 발생	6	3	작업 표준 미준수	2	비코드 관리	2	24							
21		Filter 불량	공정 지연	6	4	원자재 확인 오류	2	비코드 관리	3	36							
22	제품 여과	백관 길이	제품 loss 발생	7	4	설계 문제	3	설비 표준	4	84	Line 제거	배석관 /2005.09.30	공정표준도 개정	1	1	1	1
23		Housing Size	제품 loss 발생	6	4	설계 문제	3	설비 표준	5	90	housing 제거	배석관 /2005.09.30	공정표준도 개정	1	1	1	1
24		Housing 누수	제품 loss 발생	6	3	점검 미흡	2	작업표준에 명시	3	36							
25		Filter 삽입 불량	제품 loss 발생	6	3	작업 표준 미준수	2	비코드 관리	2	24							
26	제품 여과	Filter 불량	제품 loss 발생	6	4	부자재 확인 오류	2	작업표준에 명시	3	36							
27		백관 길이	제품 loss 발생	7	4	설계 문제	3	설비 표준	4	84	백관길이 축소	배석관 /2005.09.30	제거	2	2	1	4
28		Housing 잔류량	제품 loss 발생	8	4	설계 문제	3	설비 표준	5	90							
29		여과 입력 상승	제품 loss 발생	6	4	작업 표준 미준수	2	작업표준에 명시	2	24							
30		여과 Line loss 발생	제품 loss 발생	7	3	작업 표준 미준수	3	작업표준에 명시	4	84	투입물적으로 노거화처리	배석관 /2005.09.30	작업표준 개정	2	2	1	4
31	제품 여과	particle out	제품 loss 발생	7	5	재 작업	2	작업표준에 명시	3	42							
32		load cell 불량	공정 지연	5	3	점검 미흡	3	설비 표준	1	15							
33		제품 동기 오염	제품 불량	8	2	검사 불량	2	검사 표준	5	32							
34		제품 동기 파손	제품 loss 발생	7	2	작업지시 실수	3	작업표준에 명시	3	63							
35	제품 여과	counter sample 발생	제품 loss 발생	8	3	검사 불량	4	검사 표준	4	96	counter sample 명 초 정	배석관/이수범 2005.09.30	검사표준 개정	2	2	1	4
36		여과 잔량 발생	제품 loss 발생	8	3	제조량 계산 실수	4	recipe	3	84	생산량 검토 (Recipe)	배석관 /2005.09.30	작업표준 개정	2	2	1	4

Project 기간 수을 향상 추이

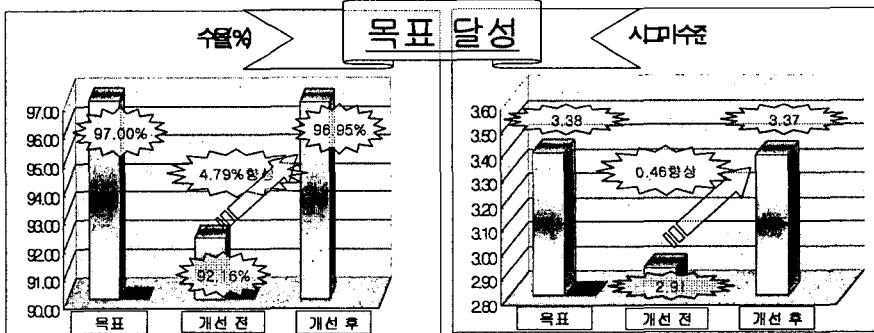
D M A I C



개선 전,후 요약

D M A I C

Baseline(개선 전)	Goal	Result(개선 후)	효과
COPQ : 60,885,000원	COPQ : 23,813,000원	COPQ : 23,686,000원	COPQ : 37,199,000원 ↓
DPMO : 80,757	DPMO : 35,930	DPMO : 35,930	DPMO : 44,872 ↓
평균Loss율 : 7.84%	평균Loss율 : 3.00%	평균Loss율 : 3.05%	평균Loss율 : 4.79% ↓
Sigma Level : 2.91	Sigma Levels : 3.38	Sigma Levels : 3.37	Sigma Levels : 0.47 ↑



결론 및 향후추진방향

D M A I C

• 결론

□ 기존 즉실천 개념의 제조 부문에서 Process 개선을 통한 원가 절감 방안에서 6 시그마 기법을 도입하여 보다 체계적이고, 객관적인 Tool 사용으로 Process를 개선하고, 원가 절감 및 품질 향상으로 한 단계 Level Up되어 고객 중심의 품질 수준을 달성할 수 있으리라 기대된다.

• 향후추진방향

- 제조 Process 외의 기타 업무에 6 시그마 기법 적용.
- 고객 만족 및 품질 경영 목표를 달성하기 위한 표준화 달성.