

Big Y 전개를 통한 장치 Line의 Yield 향상

문기주, 박우종[†]

동아대학교 산업시스템공과

Big Y development for line Yield Improvement in a Factor

Moon, Gi-Ju . Park, Woo-Jong

Dept. of Industrial & System Engineering, Dong-A University

Key Word : Big Y development, CTP Mapping, Project Down Flow, Vital-few, CTP Management System, Cause & Effect Analysis, Corrective Improvement, Preventive Control

Abstract

Current companies 집중 on how to operate and select projects to achieve the best result. 6Sigma projects are chosen in the best suitable concept, which are solved by the 6Sigma experts according to the priority. And every project has to be launched not the view of individual management factors but the total factors, Big Y. Therefore, a process needs to be treated to connect the vital few factors in various processes to improve the yield, which is the main performance criteria in a manufacturing industry

This report is to make the total optimization through the Vital-Few mapping between quality characteristics and process factors in a manufacturing line.

Accordingly, it means to secure lower variance by making the CTP(Critical To Process) optimization and finally to improve the yield.

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

본 내용은 제조공장의 핵심 목표인 Yield 를 향상시키기 위한 System적인 Approach로서 어떻게 공정내의 많은 Factor중 Vital-few를 찾아내서 Priority Project로 연

결시켜야 하는 문제를 다룬다. 따라서 1개 Project를 어떻게 효율적으로 해결하는가의 문제 보다는 공장 전체의 총괄적인 수준을 평가하는 필요성이 대두하였다.

System적인 Approach로서 CTP(Critical To Process) Mapping을 통한 방법은 바로 눈에 보이는 성과를 찾는 방법이 아니다. 생산성이나 품질 특성 등 직접적인 경영의 Impact를 개선하는 일들이 아니고, 여러 개의 인자들과 얽혀있는 최종 말단의 Factor

[†] 교신저자 lgmpwj@lgmicron.com

를 해결함으로써, 우리가 원하는 최종 목표인 Yield를 향상시키려고 한다. 따라서 이러한 작업들의 궁극적인 목표는 공정의 Variance를 최소화 시켜 Lot간의 품질 변동을 줄여주고, 공정 내 만성불량을 해결하는데 있다. 또한, 전개되는 내용들은 현장의 Operator들의 지식을 공정 Factor와 Data로 변화시키는 출발점으로 생각하는 계기로 만들고자 한다.

1.2 연구방법 및 범위

본 연구의 접근방법은 기업의 Y+3년간의 혁신 Roadmap에서 모든 Project가 출발하도록 분석을 하고, Big Y는 Y+3 혁신 Roadmap에서 기업의 경영지표와 직접적으로 연계되어 중장기적으로 관리하고 개선해야 하는 지표로 선정하고자 한다. 또한 Big Y를 선정하는 방법에 대하여 연구해 보고, 제품특성, 공정특성, 고객특성별로 각 기업들이 어떠한 방법으로 접근하는 것이 효율적인지는 이해하고 그것에 맞는 방법을 선택하도록 한다. 이러한 부분은 단지 제조공장 뿐만 아니라 판매나 서비스 회사까지 적용이 가능하다.

Big Y의 하류전개는 CTP Mapping으로부터 시작하고자 한다. 당사의 가장 중요한 Big Y인 Yield 향상을 위하여 CTP Mapping을 전개하고 이를 개선하기 위한 활동으로 연결하고자 한다. Factor를 Screening하는 방법으로는 여러 가지 방법이 있지만 본 연구에서는 C&E 분석을 통하여 중요 CTP(Critical To Process) 즉, 공정의 Vital-few를 찾아내고자한다. Priority에 의하여 평가된 Factor들은 현장에 있는 작업자, 엔지니어가 1인 1Project로

나누어 진행을 한다. 기존에는 작업자 임의로 Project를 선정하였지만 본 연구의 Process는 Big Y 중심으로 CTP를 전개하여 우선순위에 의하여 Project를 진행하고자 한다. 각 Project의 Process는 6Sigma Process인 Define, Measure, Analyze, Improve, Control로 진행을 하고 Project 추진자는 GB이상인 Belt 소유자로 한정을 하였다.

1.3 연구동향

Big Y에 대한 개념은 2000년 GE에서 전체 최적화의 실현을 목적으로 처음으로 사용하였으며, 2000년 목표관리 Tool인 9 Block에서 Big Y 중심의 전개 방법론을 강조하면서 전파가 되었다. 그 이후 국내 6Sigma 컨설팅 회사의 Forum시에 간헐적으로 소개하기 시작하였다. 자사는 2000년 이후 Big Y의 개념을 도입하고 있으며, Big Y 전개 중심으로 각 공정의 CTP 전개와 연계하여 Project를 활동하는 Process 구축이 요구되고 있으며 이를 통하여 목표 관리의 정합성(Coverage)을 확보하고자 한다.

Big Y에 대한 사례연구는 System내 정착으로 위하여 지속적으로 보완작업이 이루어지고 있으며 자사의 경우 목표관리 System내에 Web상의 IT 구축을 위한 준비를 하고 있다. 또한 공정인자 관리 System의 경우는 통상 SPC에서부터 출발한 기업들이 대다수이며 대기업에서는 공정관리 System이 대부분의 구축이 되어 관리되고 있다. 현재에는 통계관리 Package와 함께 묶어 공정인자를 관리할 뿐만 아니라 분석도 하는 기능을 구현하고 있다. 현재의 공정 인자 관리 System은 공정의 인자를

List하고, 관리해야 하는 중요인자를 찾아서 실시간으로 모니터링을 하고 있으며, 이상 원인이 발생할 경우 경보를 울리는 기능도 보유하고 있다. 자사의 경우는 장치 Line으로 공정인자의 모니터링에 대한 System을 구축을 준비 중에 있다

2. Big Y 전개방법론 연구

2.1 Y+3 혁신 Roadmap의 전개

Y+3 혁신 Roadmap은 기업이 Global Top 수준의 경쟁력을 확보하기 위하여 3년 앞의 미래 경쟁력의 미리 확보하는 것을 말하며, 2단계로 나누어 볼 수 있다.

- 1) Y+3 Vision에 근거한 Strategy Goal을 설정하고 전략과제를 마련하는 단계.
- 2) Sub System별 달성해야 할 경영지표 및 생산능력을 전체 최적화하는 전개.

2.1.1 Vision과 경영전략 연계성

6Sigma는 제품과 서비스의 품질을 향상시키고 경쟁력을 강화시키지만, 6Sigma의 가장 두드러진 가시적인 효과는 기업이 수익을 즉각적으로 향상시킨다는 것이다. 그러나 많은 기업들이 6 Sigma를 실행하지만 바로 경영성파로 연결시킨다는 일이 쉽지는 않다. 자사도 많은 Project를 추진하고 있지만 각각의 개별 Project의 성과들이 당해 년도에 바로 경영의 성과로 기여되는 Project 기여율은 높지 않은 것이 사실이다. 즉 모든 Project의 성과 합이 전체의 성과가 되지 않는다는 사실은 6Sigma 뿐만 아니라 혁신활동을 하는 모든 회사들의 공통적인 고민이다. 우리는 부분의 최적을 어떻게 하면 전체

의 최적으로 바꾸어 나갈 것인가에 대하여 전략적인 Approach가 필요하며, 기존의 CTQ(Critical To Quality)의 관점에서 벗어나 한 차원 높은 사업의 Vision과 경영전략에서 출발하여 하류전개로 Break Down하여 최종 CTQ까지 전개하는 방법으로 추진하고자 한다. 이것은 사업의 핵심적인 지표와 최종 말단의 CTQ가 같은 연계선상에 있으므로 활동의 연속성을 확보할 수가 있다.

따라서 Vision은 보다 구체적이고 정략적인 목표가 가해져야만 Y+3 경영전략을 정량화 할 수 있으며 또는 세부적인 전략과제의 KPI(Key Performance Indicator)를 목표를 설정할 수가 있다. Vision은 정량적인 의미가 적은 경우가 많으므로 일반적으로 향후 3년 또는 5년의 경영전략을 기초로 하는 경우가 좋으며, 이를 기초로 하여 당해년도 전략과제를 수립한다. 또한, 전략과제를 평가하는 핵심 지표는 KPI(Key Performance Indicator)를 중심으로 한다. 따라서 Vision 또는 경영전략과 연계된 더 큰 의미의 CTQ의 정의가 필요하며, 우리는 이것을 Big Y 라고 Naming을 하고, Big Y 선정 및 실행에 역량을 집중하고자 한다. 선정된 Big Y를 하부 CTQ로 Break Down하여 전체최적화를 추구하고, 이러한 활동은 성과 지향적인 Project 활동으로 연결될 수가 있다. 이 연구의 추진 방향은 경영전략과 연계된 Impact가 큰 Big Y를 어떻게 찾을 것인가에 대한 방법론을 찾아보고, 선정된 Big Y를 효율적으로 전개하여 Project의 성과를 극대화 시키고자 한다.

2.2 Big Y의 이론적 의미

2.2.1 Big Y의 개념

Big Y는 사업부의 6Sigma 활동 전개를 통하여 World Best가 되기 위하여 중.장기적으로 달성해야 하는 관리 가능한 지표(KPI, Key Performance Indicator)이다. 이것은 Big Y가 경영전략 또는 전략과제에서도 출된 지표로서 전체 최적화 관점에서 체계적으로 추진하여 성과 및 목표를 명확히 하기 위한 것이다. 따라서 Big Y 전개 활동이란, Big Y를 선정하고 Big Y를 중심으로 Project를 하류 전개하고 이의 실행을 통하여 Global Top 경쟁력을 확보하는 것이다.

2.2.2 Big Y 구성요건

Big Y가 되기 위한 구성요건은 다음과 같이 설명할 수 있다.

- 1) 경영과제 또는 경영전략과 연계성: 사업부 핵심과제로서 경영에 영향을 주는 Impact가 큰 것으로 사업부의 전략과제 또는 중.장기 목표달성을 위한 KPI와 연계되어 있어야 한다.
- 2) 측정가능 항목으로 선정: 현재수준과 목표수준을 정량화 할 수 있어야 하며, 측정할 수 없는 항목은 정량화 가능한 항목으로 전환 되어야 한다.
- 3) 하류 전개를 통한 Project 실행: Big Y 활동 범위는 2개 이상의 하부 Project로 구성되어 있어야 한다.

-Big Y Project = 2(6Sigma Project)

- 4) Big Y 구성원은 CFT(Cross Functional Team)로 구성: Big Y는 하부 Project의 합으로 이루어지므로 각 부분의 개별 Project팀의 합은 CFT으로 구성된다. 따라서 Big Y Project는 개별 Project를 전체적으로 관리하는 Master Black Belt가 Owner가 되어 관리하여야 한다.

2.2.3 Big Y와 CTQ

관계고객의 요구 사항이나 Process 요구 조건을 만족시키기 위한 제품이나 서비스의 결정적인 품질특성을 CTQ(Critical To Quality)라고 한다. Big Y는 여러 개의 CTQ로 설명될 수가 있으며, CTQ는 여러 개의 CTP(Critical To Process)로 설명할 수 있다. 따라서 다음과 같이 나타낼 수 있다.

-Big Y = f(CTQ), CTQ=f(CTP)

2.3 Big Y 전개방법.

2.3.1 Big Y 전개 방법론

Big Y 전개 방법은 2가지 방법으로 접근할 수가 있다.

- 1) KPI(Key Performance Indicator) 지표로부터 Big Y 설정: 중.장기 목표를 달성하기 위한 KPI 항목 중에서 Big Y를 선정하고, 측정지표를 설정한 다음 현재수준 및 년도별 목표를 전개하는 방법이다.

이 방법은 중기 목표 달성을 위한 KPI항목 중 시급도, Impact 등을 고려하여 Big Y를 선정 한다. KPI 중심으로 Break Down해 나가는 방법이며, 상위 KPI 달성을 위하여 원가구성별, 공정별, 특성요인별, 부분별, 제품별, 지역별, 설비별, 단계별로 Logic Tree 형식으로 Framework을 만들어 나가며, 각 항목별 현재 수준을 분석하고 Global Top의 향후 3년간 혁신목표를 설정한다.

Big Y는 향후 지속적으로 관리해야 하는 지표이므로 Project가 완료되는 당해 년도 중심의 목표설정 보다는 중기적인 관점에서 목표를 설정해야 하며, 목표 달성을 위한 연속적인 Project활동이 중요하다.

- 2) 사업부 전략과제로부터 Big Y 설정: 사

업무 전략과제(경영과제)로부터 Big Y를 선정하고, 측정 지표를 설정한 다음 현재 수준 및 연도별 목표를 전개해 나가는 방법이다.

이 방법은 사업부의 전략과제 달성을 위한 실행 과제 중 6Sigma 활동을 통해 성과를 극대화 할 수 있는 항목으로 Big Y를 선정 한다. 따라서 이 방법으로 전개 시 Big Y는 자연스럽게 사업부 전략과제와 연계가 된다. 사업부의 전체 최적화 관점에서 Big Y를 선정하게 되면 Big Y의 하류전개를 통한 세부적인 Project 선정 작업이 필요하다.

Project 활동은 전개되는 Level에 따라 CTQ Level과 CTP Level로 구분될 수 있으며 little y로 총칭한다. 일반적으로 CTQ 개선은 Black Belt가 추진하며, CTP Level은 Green Belt가 추진한다.

2.3.4 Big Y 선정 시 고려사항.

Big Y는 기존의 6Sigma 실행 전략과 비교 시 출발점에서부터 차이가 있다. 따라서 Big Y의 성과를 극대화하기 위하여 다음 사항을 고려하여 Big Y 전개 실행 시 Bottleneck이 되지 않도록 사전에 적극적인 검토가 필요하다.

- 1) Big Y는 Top Down 방식이라야 한다. Champion에서 MBB, BB, GB로 Down Flow 방식이다.
- 2) 사업부 전략과제, Big Y, 하부 전개되는 Project는 방향성이 일치해야 한다.
- 3) 중점주의를 지향 한다. 항상 Priority를 분석하여 Vital-Few CTQ부터 해결해 나간다.
- 4) Master Black Belt는 부서별, 기능별 조

직의 각 부문이 해야 할 목표를 명확히 한다.

2.4 Line의 특성으로부터 Big Y 도출

Photo Etching의 핵심기술로 PC Monitor, TV, 반도체에 장착되는 Shadow Mask, Lead Frame 등을 생산하는 회사로서, 생산 System은 대표적인 연속형 장치 Line으로 구성되어 있다.

2.4.1 장치 Line로서의 공정특성

LGM의 공장 특성을 살펴보면, LGM 장치 Line은 조립 Line에 비하여 정의되지 않는 많은 품질 인자와 서로간의 interaction으로 결합된 공정인자로 인과관계의 규명이 어려우며, 각 Line의 공정인자는 1,200개, 품질 인자 50개로 기존의 실험에 의한 최적화 방법은 장기간이 필요하며 Line 전체 최적화가 매우 어려운 상황이다. 특히, 품질 특성들은 품질개선 활동 중에는 개선이 이루어졌으나, 활동이 종료되면 다시 원위치로 돌아가는 상황이 빈번하게 발생하고 있어 Line 전체적으로는 재현성을 확보하기가 매우 어렵다는 것이 우리의 현실이다. 품질 특성의 평가는 Input 요소에 대한 단위 공정 간의 중간 품질특성의 평가가 어려우며 Line 진행 중 품질대응이 불가능하여, 최종 Output의 결과만으로 Input 요소를 추측해야 하므로 서로의 상관관계가 떨어진다.

2.4.2 Chemical 특성으로서의 공정특성

공정특성으로는 Mechanical적인 공정과는 달리 화학적 부식 및 광반응에 의한 공정으로 온, 습도, Utility, 원재료 등의 변화에 따라 품질 산포가 매우 크며, 계절적인 조건

관리 및 수질 변화에 대한 근본적인 대응 능력이 필요로 하다. 또한, 첫 번째 공정과 마지막 공정이 연속적으로 구성이 되어 있어 1개의 조건에 의한 독립적인 평가가 어려워지며, 1회 Test시 원재료 비용 등 많은 비용을 투입해야 하므로 실제 Line에서는 실험 적용에 한계가 있다.

2.4.3 연구과제의 Big Y의 선정

Photo Etching의 기술력을 바탕으로 한 장치 Line의 수율 편차는 평균 $\pm 4.7\%$ /월(C Line, 2000년 실적)가 발생하고 있는 상황으로, 경쟁사 대비 약 70% 수준에 머물고 있다. 이러한 Line의 품질 변동으로 인하여 제품간의 품질특성은 물론 한 Lot내에서도 품질의 변동 차이가 발생하는 등 제품의 품질 수준은 약 3.5 Sigma level 정도를 나타내고 있으며, 또한 공정 Trouble로 인한 Line 정지가 평균 13.8회/월(C Line, 2000년 실적)가 발생하여 그 Loss는 경영에 매우 큰 손실로 나타나고 있는 실정이다. 따라서 당 사업부의 Big Y는 수율로 선정하여 세부적인 전개를 추진하고자 한다.

3. CTP Mapping 전개

CTQ와 CTP에 대한 이해를 보면 CTQ는 우리의 제품을 구매하는 고객이 느끼는 중요한 품질특성을 이야기 한다. 공정 기준으로 출력되는 Output 이기도 하다. CTP는 제품을 만드는 공정의 관점에서 중요한 품질 인자를 말한다. 공정의 관점에서 보면 Input은 공정 Factor, 원재료 특성 등을 말한다. 우리는 무엇을 해결할 것인가의 관점에서 보면 고객에게 가장 주요한 CTQ를

해결해야 하지만 결국은 제품을 만들어 내는 Process내의 CTP를 Control하는 것이 무엇보다도 더 중요함을 알 수가 있다. 따라서 6 Sigma의 활동이 Process내의 Factor를 해결하는데 집중하는 것은 이러한 이유가 있다고 하겠다. 당사의 제품 및 공정 특성은 고객 Needs가 정량화 된 목표 CTQ(Critical To Quality)의 Performance를 달성하기 위한 하위 CTP의 전개를 통하여 Vital Few를 선정한다. 선정 방법을 세부적으로 나열해보면,

- 1) 공정 기능 전개
- 2) 설비 Mechanism Factor 분석.
- 3) CTP Leveling의 단계로 진행 한다.

각 Step별로 실제적인 사례는 4가지 공정 중 Coating 공정을 기준으로 전개해 나가고 최종 결론을 도출하고자 한다.

3.1 공정기능 분석

Flow공정기능분석은 공정의 주요 특성치 및 설비의 주요 장치 규명을 통하여 주요 Factor를 도출한다. 먼저, 공정 흐름도를 참조하여 공정 Step별 기능 및 역할을 규명한다. 두 번째로 각 항목별 직.간접적으로 평가할 수 있는 평가 특성 및 기준을 정리하고, 측정 가능 여부 및 현재 실시여부를 확인 한다.세 번째로 기능별 선정기준을 명확히 하여 우선순위를 정한다. 각 공정에 대한 기능 및 특성 평가는 현장 책임자 및 엔지니어가 함께 모여 Workshop을 통하여 도출하며, 이러한 평가는 현재 해당 라인의 수준을 반영한다.

직접 특성은 그 측정값이 기능의 상태 및 수준을 바로 나타내는 것을 말하여, 그것을

직접적으로 표현할 수 없을 때는 간접적으로 대응 특성을 찾아 측정을 한다. 간접특성의 측정 방법으로 대응 특성을 찾아야 하는데 대응특성은 요구되는 품질특성을 직접 측정하는 것이 곤란한 경우에 그 대응으로 사용하는 품질특성을 말한다. 여기서 말하는 측정 곤란이란 파괴검사, 계측기술 부족, 고가의 측정법과 같은 의미를 포함하고 있다. 선정기준에서 제품 영향은 제품의 품질 특성 즉, Defect에 영향을 주는 정도를 의미한다. 또한, 관리 및 개선의 필요성은 제조 및 기술 경험상 Needs의 정도를 표시한다. 선정기준을 적용 시 제품에 치명적으로 영향을 주는 Factor는 최우선적으로 고려하여 점수를 주도록 한다. 아무리 잘 관리된다고 하더라도 1개 Error로 인하여 치명적인 제품 결함이 발생하면 기업이 발생하는 손실은 상당히 크다.

당사의 Coating 공정에서의 공정기능을 분석 한 결과 Coating, 액절, 건조 및 Utility의 단위공정이 Coating 공정의 기능에서 가장 중요한 품질 특성 치로 나타났으며, 도포 및 건조 단위 공정은 가장 중요한 단위 공정임에도 불구하고 실질적으로 Line에서는 Data를 관리하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 장치 Line의 공정 특성으로 해당 공정에서 Coating을 하지만 그 결과는 다음 공정인 노광 공정에서 노광 처리 결과를 보고 판단을 하고 있다. 만약 불량 발생하면 그때까지 생산된 제품은 모두 불량이 된다. 중요도 선정에서는 차이가 많이 나는 Point는 서로 협의하여 그 사항을 토론 해 보고 결정한다.

3.2 설비 Mechanism Factor 분석

공정별 각 설비에 대한 Mechanism을 분류하고 품질특성과 비교 분석 함으로써 가장 핵심적인 Factor를 선정한다. 단위공정에서 관리되는 설비 특성은 현재 관리하는 수준에서 모두 열거한다. 열거되는 항목들은 앞으로 관리해야 할 항목도 있고, 현재 관리하고 있는 항목도 있다. 설비의 기능을 평가하는 Factor들은 공정기능분석에 중점을 두고, 공정의 주요 불량, 즉 CTQ와 비교분석을 실시한다. 이때 분석은 C&E 분석(Cause & Effect Analysis)을 사용하였다. C&E 분석결과 함수율, 막 두께가 중요 특성으로 나타났으며, Utility의 특성 치가 새롭게 Factor로서 발견되었다. 이러한 공정의 조건과 Mixer 되어 발생하는 Factor 들은 찾기가 쉽지 않다. 특히, Utility, 즉 생산 공정에 들어오는 용수나 순수들은 생산부서가 아닌 다른 부서에서 관리하며 흔히 이야기하는 수입검사도 거치지 않아 놓치는 경우가 많다. 용수 저장고 및 순수 저장고 상실외에 설치되어 있어 생산 Operator들은 수세수의 온도가 일교차에 따라 달라져 막의 경도가 달라진다는 것을 새롭게 발견하였다. 이러한 조건들의 발견들은 별도로 Memo하여 품질 특성과 상관 분석을 통하여 새로운 관리 Process를 만들어 둔다.

3.3 CTP Leveling

품질 특성과 함께 평가된 Factor들은 최우선적으로 개선해야 할 Factor, 중요관리 Factor, 주기적 관리 Factor로 Leveling하여 Grouping 한다. Coating 공정의 Total 공정 능력 평가는 Level 1과 Level 2만 포함시켜 평가를 실시한다. Level 3은 주기적으로 Control Chart로 관리 후 이상점이 발견되

면, Level 2로 옮겨 중요관리 Factor에 포함시켜 관리, 개선시켜 나간다. 생산 Line은 상기 Coating 공정의 23개를 포함하여 Photo Resist 공정 14개, Developing 공정 21개, Etching 공정 76개 등 총 134개의 CTP를 선정하였다.

134개의 Factor는 현재 존재하고 있는 Factor중 약 12% 정도에 해당한다. Hidden CTP는 측정을 해야 하지만 현재의 측정방법, 기술력으로는 그것을 개발하지 못한 것을 말한다. 향후, 계측시스템 개발에서 주요 활동은 이런 것을 개발하는 일들이 주요활동이 되어야 한다.

4. Base Line의 수준 평가

공정 및 설비 Mechanism의 주요 Factor에 대한 현수준을 평가함으로써 개선의 우선순위를 찾아내고 더 나아가서는 현재 Line의 총괄 공정능력을 평가할 수 있다. Base Line의 현 수준 평가는 다음과 같은 2단계로 진행을 한다.

- 1) CTP를 측정할 수 있는 계측시스템을 평가 하는 단계.
- 2) CTP를 어떻게 개선을 시켜야 하는지의 개선방향을 수립하는 단계.

본 내용은 이론적인 계산 공학적으로 설명하는 것 보다는 각 Factor를 어떻게 전개하는가에 대한 Process Approach로 접근하고자 하므로 각 Step에 대한 세부적인 통계적인 내용은 간단히 Review하고 세부적인 활동 절차 중심으로 진행하였다.

4.1 계측시스템 평가

계측시스템 평가는 평가자와 평가기구의 신뢰성을 확보하는 단계이다

4.1.2 정확성 평가 방법

장치 Line에서는 설비와 함께 공유되어 있는 계측기가 많다. 이러한 부분의 계측기는 정확성의 평가가 중요하다. 예를 들어 온도측정기, 압력측정기, 노광 조도 측정기 등 이다. 정확성 평가 기준에 따라 계측기의 정확성을 판단하여, 필요 시 계측기에 대한 Action을 취하게 된다. 이러한 계측장비는 관리부서가 명확하지 않은 경우가 많으며, 특히 Error가 발생 할 경우 대형 Loss로 이어진다. 정확성에 대한 관리는 보통 설비를 Setup 시 어느 부서를 관리부서로 할 것인가를 명백히 해 주어야 하며, 통상 이런 측정기는 계측기 관리부서가 주기적으로 평가하게 된다.

4.1.3 정밀성과 재현성 평가 방법

계측시스템의 정밀성과 재현성은 항상 EV(Equipment Variance)와 OV(Operator Variance)를 분리하여 평가는 것이 유용하다. 일반적인 계측시스템의 평가는 %R&R 평가로 이루어지며, 측정자, 계측기, 측정방법 등을 연구하여 필요 시 Action을 취하게 된다.

4.2 Z-Value 평가와 개선방향 설정

공정 특성 및 설비 특성에 대한 Data를 측정하여 정리한다. 이때 각 특성 치에 대한 규격 상한 및 규격 하한은 사전에 정리해 둔다.

4.2.1 공정능력지수 평가

공정능력지수(Capability Process)를 계산하여 개선필요성을 검토 한다

4.2.2 Z-Value 평가

공정의 개선을 중심으로 동일한 지표는 Z-Value를 사용한다. 다양한 특성치의 평균과 산포를 가지고 있는 분포들에 대하여 Z-Value로 우리가 원하는 값들을 쉽게 찾을 수 있다. Cp, Cpk에 해당하는 값들은 3배를 곱하여 Zst, Zlt로 사용한다. 우리는 Zlt와 Zst의 차이를 공정 관리력이라고 표현한다.

4.2.3 개선방향

설정우리가 원하는 공정능력을 확보하기 위하여 어떻게 개선해야 할 것인가에 대한 방향을 설정한다. 개선방향의 설정은 산포의 문제와 평균의 문제로 크게 나눌 수가 있으며 평균의 문제시에는 관리의 조치로 해결되지만 산포의 문제가 발생시에는 설비 투자 등 기술적으로 대응해야 하는 문제가 발생한다. Z-Value로부터 개선방향을 도출하는 4 Block Diagram으로 분석방법을 자주 이용한다.

우리가 특성 치가 Zst가 높았다고 좋다고 할 수 없으며, Z shift가 작다고 해서 좋다고 할 수 없다. 따라서, World Class 공정은 단기적인 공정능력도 좋아야 할 뿐만 아니라, 공정능력의 치우침도 작아야 한다. 당사의 공정은 장치 Line 특성상 조건의 편차가 크지 않으므로 Z shift는 1.0으로, Zst는 4.0으로 하여 4-Block Diagram을 만들고 특성 치의 개선 방향을 설정한다. Coating 공정의 현 수준 평가 분석 결과, 관리적인 문제와 기술적인 문제를 분리시켜 개선의

우선순위를 결정한다. 개선 전 Coating 공정의 Total 공정능력은 3.58σ로 분석 되었으며, 공정의 기능을 발휘하는 중요 단위 공정에서 공정이 낮게 나타났다.

5. Corrective Improvement

5.1 Corrective Improvement Flow

Priority에서 정해진 Factor들은 각 공정별 현장 책임자가 Leader가 되어 개선에 들어간다. 개선의 Point들은 관리적으로 접근해야 하는지, 기술적으로 접근해야 하는지를 명확히 전달되어 효율적인 활동이 될 수 있도록 한다.

5.2 실행

많은 인자들을 개선하기 위하여 각 단위 공정에 있는 엔지니어, 작업자를 중심으로 Project 추진자를 선정하였다. 각 Factor별로 별도의 세부적인 분석 작업이 필요 경우도 발생하였으며, 각 인자가 교호작용이 발생하여 목표치를 서로 조정하는 상황도 발생하였다. 개선의 진행은 현장관리자 및 Operator 중심으로 9명을 선발하여 개선을 실시하였다. 모두 GB이상 Belt를 보유하고 있는 Project 추진 경험자로 추진하였다. 투자가 필요 한 부분은 별도 설비 Part와 협의하여 진행하였다. 해당 개선은 C Line 공정을 9명이 6개월 정도 활동하여 개선을 실행하였다. Operator들은 1차적으로 자기 공정내의 관리 인자들을 첫 번째 개선 대상으로 선정하였고, 다음으로 다른 공정과의 연결되는 Factor들을 선정하여 교호작용 발생

으로 상쇄되는 효과를 검정하면서 개선하였다. 합수율 및 막 두께 개선 부문은 측정시스템 개발이 선결되어야 하기 때문에 생산기술팀에서 별도 지원이 필요 하였다. 특히 막 두께 측정이 가능함으로써 다음 공정의 결과를 확인하지 않더라도 Coating 공정 내의 처리 결과로서 공정의 처리 수준을 파악할 수가 있어 전체적인 Factor 관리 수준이 1단계 상승하였다.

Coating 공정의 개선결과를 보면 개선 전 3.58σ에서 개선 후 4.89σ Total 공정능력이 향상되었다.

6. Preventive Control

6.1 Preventive Control Flow

개선된 특성은 지속적 개선 및 유지관리를 위하여 사전예방관리 및 표준화를 실시한다. 관리항목은 CTP(공정특성, 설비특성, 원재료특성)가 되며, 관리방법은 Control Chart나 Check Sheet를 주로 사용한다. CTP를 전개하는 단계에서 조금 더 나아가면 전체 공정에 대한 CTP의 정보를 IT Base화로 만들어 실시간으로 Monitoring할 수가 있으며, 경보 장치까지 접목을 하여 실행이 되면 실질적인 Factor 관리를 할 수가 있다.

현재 많은 기업에서는 공정의 주요 인자를 모니터링하기 위하여 공정관리 시스템을 구축하고 있는 실정이며 이러한 것은 많은 공정의 정보를 실시간으로 파악하여 사전 대응하여 예방관리에 집중하고자 한다. CTP 관리 System을 구축하기 위한 사전 작업으로 CTP Mapping이 필요하다. CTP

Mapping을 통하여 Factor를 선정하고 이를 모니터링하고 개선, 관리하는 방법으로 주로 SPC System을 활용하고 있다. SPC System은 장치 Line에 효과적으로 활용될 수가 있으며 공정이 안정적으로 흐르고 있을 때 사용한다. 이상원인은 바로 대응이 되지만 우연 원인들은 Project 활동을 통하여 개선을 시켜나가는 것이 일반적인 접근 방법이다

6.2 QA Matrix

TPM(Total Productive Maintenance)이 잘 정착되어 있는 공장은 보전활동에서 만들어진 QA Matrix와 결합하여 지속적인 유지 개선 활동이 될 수 있도록 연결 시켜 전체 최적화를 추진하는 관점으로 Approach해 나간다. QA Matrix는 CTP에서 결정된 설비 특성과 공정관리 Factor를 중심으로 현장 예방보전활동을 추진하며, Line 내에 있는 4M(Man, Machine, Material, Method)을 관리해 나간다. 이런 활동은 주기적인 Audit로 평가 받게 된다.

6.3 CTP 관리 System

공정은 CTP Mapping 전개를 바탕으로 PIS(Process Information & Intelligent System)라는 CTP 관리 시스템을 구축했다. PIS는 Factor를 Monitoring하는 것 뿐만 아니라 CTQ의 특성 결과를 앞 공정으로 정보를 전달하여 조건들을 조정하는 기능도 포함하고 있다. 또한 공정 이상원인 발생시 자동 경보를 하는 Warning System이 같이 구축이 되어 문제 발생기 조기 대응하는 Process를 구축하였다. PIS는 지속적인 CTP Factor를 Up Data 함으로써 실질적으

로 CTQ를 관리하는 핵심적인 관리 System으로 Version up이 필요하며 6Sigma Project와 보조를 맞춰 진행을 한다.

7. 결 론

본 연구는 1개의 개선 Project를 해결한다는 개념보다는 사업의 관점에서 어떻게 Big Y(KPI)를 선정하고 그 Big Y로부터 하류전개, CTP Mapping을 통한 최종의 Vital-few를 선정하여 해결하는 Process의 전체 모습을 체계화한 내용이다. 이러한 연구내용은 6Sigma를 걸음마하는 단계의 기업보다는 어느 정도 Project 활동 체계가 확립이 되어 있는 회사에 더욱 더 도움이 될 것으로 판단하고 있다. CTP 관리 Process를 만드는 것은 각 개별공정에 대한 Factor를 찾아내고, 현수준 및 계측 시스템을 밝혀 현재 공정의 수준을 나타내는 작업이므로 쉽게 이루어질 수 있는 작업은 아니다. 또한, 현장의 책임자나 관리자는 자기만의 Know-How를 모든 사람이 볼 수 있게 평범한 공정 지식으로 밝히기를 반기지 않는 것이다. 이런 활동을 하기 위하여 제일 먼저 설득 시켜야 할 대상은 현장 책임자나 Operator이다. 직접 그 사람들의 지식이 들어가야만 IT System으로 구축 후에도 지속적인 관리가 가능해 진다. 6 Sigma 활동에서 있어서 CTP Mapping을 만드는 작업은 6Sigma의 Infra를 구축하는 일이다. 즉 Total 최적화를 달성하기 위하여 Factor를 관리하는 Map을 만드는 일은 오히려 첫 번째 선행되어야 할 일이다. 우리는 이런 작업을 처음 시도하여 CTP Mapping을 만든 후에도, 매년 현재의 CTP를 재평가하여 새로운 CTP Map으로 또 다른 개선을 시작하고 있다. 즉 한번

만들면 확정되는 것이 아니고 품질의 변화, 공정의 변화에 따라 그 Map의 내용은 계속적으로 변화를 하게 되어 있다. 당장 한번 만들어 보는 것 보다 지속적인 Version up이 더 중요한 것이다. 사업의 성과 측면에서 가장 효과를 얻은 것은 작업자 Error 등에서 발생하는 돌발 Loss가 거의 Zero 수준으로 들어왔다는 것이다. 즉, 관리측면에서 발생하는 Loss들이 혁신적으로 줄어들었다. 이러한 것은 Operator, 각 개인이 자기 공정의 Factor 관리에 스스로가 책임을 지고 개선해 나가기 때문이다. 그 다음으로 수율 편차 및 Lot의 품질특성 편차가 상당히 개선이 되어 1.5%/月 내에 생산이 되고 있다. 보통 우리는 당장의 눈앞에 있는 성과를 많이 추구하므로 돈이 되는 Project를 주로 추진하는 추세이며, CTP Mapping을 작성하여 작은 Factor를 개선하는 일은 너무 보잘 것 없는 일 일수가 있다. 그러나 진정으로 품질활동이 정착이 되고, 6 Sigma Company를 통하여 더 큰 성과를 추구한다면 원류부터 관리하는 System 확보가 필수라는 것을 다시 한번 강조하고 싶다. 근래 들어 6Sigma 가 보편화되면서 Big Y 전개 및 CTP 관리 System을 구축하는 기업이 급증하고 있는 추세이다. 이러한 추세는 6Sigma 활동이 보다 더 경영활동과 연계되어 추진된다는 것을 의미하고 있으며 바람직한 모습으로 평가하고 싶다.

향후 이러한 관리System이 Web 기반 하에 보다 더 효율적이고 접근하기 쉬운 System으로 정착되기를 기대한다.

참고문헌

- [1] Harry, Mikel J., Tri Star-Boze

- Pubns(1997), "Vision of Six Sigma"
- [2] Six Sigma Qualtec(2000), "Six Sigma Black Belt Training"
- [3] The Juran Institute, McGraw Hill(2001) "The Six Sigma Basic Training Kit"
- [4] 잭 웰치(2001), 청림출판, "잭웰치, 끝없는 도전과 용기"
- [5] 마이클해리,리처드슈뢰더(1999), 김영사, "6 Sigma 기업혁명"
- [6] LG Learning Center(2002), "Sigma Black Belt 과정 Manual"
- [7] 박성현,박영현,이명주(1997), 민영사, "통계적 공정관리"
- [8] 아오키야스히코, 미타마시히로, 안도유리키(1988), 21세기북스, "6시그마경영"
- [9] 아오키야스히코, 미타마시히로, 안도유리키(1999), 21세기북스, "6시그마 도입전략"
- [10] 고두균, 김상익, 서한손, 안병진(2000), 한국생산성본부, "6시그마경영 이해와 적용"
- [11] 로버트 슬레이터, 강석진, 이태복, 옴김(2001), "잭웰치와 GE 방식"
- [12] 한국능률협회 컨설팅(2001), "6시그마 품질달성을 위한 시스템 구축과정 교육 Manual"
- [13] 피터 팬드, 신완선, 옴김(2001), 물푸레 "6시그마로 가는 길"
-