

제조부문과 사무간접부문에서의 6시그마 품질혁신 적용사례에 대한 비교 분석

김보형, 윤재욱

한국외국어대학교 산업정보시스템공학과

Abstract

There are big differences in six sigma applications between manufacturing processes and transactional processes. This paper analyzes the differences between two areas by examining 18 six sigma case studies in Korean companies. To characterize six sigma cases, a step-by-step checklist is developed based on 12-step DMAIC methodology proposed by US six sigma academy. On the basis of those characterized data, the differences between two areas are analyzed. The most significant difference is that statistical tools are widely used in manufacturing processes, but qualitative tools are used in transactional processes during improvement phase.

1. 서론

6시그마는 1980년대 제조공정의 혁신적인 품질 개선을 목적으로 1987년 Motorola에서 도입된 이후 GE, IBM, Sony 등의 선진 기업으로 급속히 확산되었으며 우리나라에서는 1990년대 후반부터 삼성전자, 삼성SDI, LG 전자, 현대자동차, 포스코와 같은 굴지의 제조업체에서 6시그마를 도입하여 제품 및 프로세스의 품질 향상에 큰 도움을 받았다. 최근에는 KIST, 삼성종합기술원, 한화종합화학연구소 등의 연구 개발 분야와 KT, 삼성에버랜드, 시티뱅크 등의 서비스 분야, 그리고 정보통신부,

철도청, 한국도로공사, 우정국 등 정부 및 공공 서비스 분야에서도 6시그마가 널리 활용되고 있다.

기업에서 6시그마를 추진하는 영역을 제조부문, 사무간접부문, R&D 부문으로 나눌수 있는데 이를 추진하는 방식은 각 부문 순서대로 추진하거나 동시에 6시그마 경영을 추진하는 것이다(안병진 외, 2003).

제조 부문의 6시그마 활동은 이미 대부분의 대기업에서는 체계적이고 효과적으로 실행되고 있어 자체적인 MBB, BB 및 GB 프로젝트의 활성화로 많은 성과를 얻고 있다. 하지만, 대부분의 기업들이 제조 프로세스 이외의 6시그마 적용에 있어서 많은 어려움을 겪고 있으며, 특히 사무간접부문의 적용에 많은 어려움을 겪고 있다(최경석 외, 2002). 사무간접부문에서 6시그마 경영 추진이 어려운 이유는 제조부문에 비해 프로세스 속성이 지원업무가 많고 비정형적이기 때문에 차이가 존재하고 사무간접부문 내에서도 거래부문과 행정부문 사이에 차이점이 존재하기 때문이다(안병진 외, 2003). 따라서 제조프로세스 위주의 기존 6시그마 기법을 적용하기 보다는 사무간접부문의 프로세스 특성에 맞는 적용 방법론에 대한 연구가 진행되고 있다(안병진 외, 2003, 조남욱 외, 2005, 장대성 외, 2005).

기존의 연구는 제조부문과 사무간접부문의 이론적인 연구만 진행되어 왔으며 실제 사례를 기반으로 실증적 자료를 도출하여 분석을 수행한 비교 연구는 거의 없는 실정이다. 국내 대기업의 100여개의 제조부문에 관한 프로젝트의 내용에 대하여 분석하고 각 단계별

로 나타난 문제점과 이에 대한 개선방안에 대하여 연구가 있었지만 구체적인 근거가 나타나 있지 않으며 분석 내용에 대한 데이터가 나타나 있지 않다.

본 연구는 미국 6시그마 아카데미에서 제시한 12단계 DMAIC 방법론을 기반으로 각 단계별로 체크 리스트를 작성하였으며 2001년 이후 국내 학회 발표자료 10편과 2003년 이후 석사학위 논문 6편, 기업사례 2편을 바탕으로 제조부문과 사무간접부문의 6시그마 적용사례를 제시된 단계별 체크리스트를 이용하여 정량화하였다. 이를 기반으로 두 부문간의 적용방법에 대한 특징과 차이점에 대해 비교 분석을 실시하였다.

2장에서는 연구의 개념적인 틀과 연구방법에 대해서 설명하고, 3장에서는 각 사례를 단계별로 제조부문과 사무간접부문의 비교 분석한 내용을 설명하고, 4장에서는 연구의 결과에 대해 나타내었다.

2. 연구 모형 및 조사 방법

현재 전형적으로 사용하고 있는 DMAIC 방법을 세분화하면 12단계의 개선시스템으로 나눌 수 있다(창원특수강 6시그마연구회, 2002). 본 연구에서 제시한 각 단계별 내용과 확인사항, 확인방법을 나타내면 다음과 같다.

<표-1> 각 단계별 확인사항

Phase	기본 모델	확인 사항
Define	1. CTQ선정	<ul style="list-style-type: none"> • 고객이 누구인가? • 고객의 요구사항을 어떻게 반영하였나? • 측정할 수 있고 수치적으로 표현할 수 있는가? • CTQ는 몇 개인가?
	2. 성과기준 수립	<ul style="list-style-type: none"> • 자료의 형태는 무엇인가?
Measure	3. 측정시스템 확인	<ul style="list-style-type: none"> • 측정시스템을 확인하였는가? • 측정시스템의 문제에 맞는 적절한 조치가 취해졌는가?
	4. 현재의 공정능력 파악	<ul style="list-style-type: none"> • 장기간의 연속적인 데이터로 공정능력을 파악하였는가? • 시그마 수준의 산출 방법은 무엇인가?

	5. 개선 목표 설정	<ul style="list-style-type: none"> • 목표를 설정하게 되는 근거가 무엇인가?
Analyze	6. 잠재 인자 파악	<ul style="list-style-type: none"> • 어떠한 Tool을 사용하였는가?
	7. 핵심 인자 파악	<ul style="list-style-type: none"> • 어떠한 정량적인 분석 기법을 사용하였는가? • 어떠한 정성적인 분석 기법을 사용하였는가?
Improve	8. 개선안 도출	<ul style="list-style-type: none"> • 어떠한 방법으로 도출하였는가?
	9. 개선안 실행	<ul style="list-style-type: none"> • 어떠한 방법으로 실행하였는가?
	10. 측정시스템 확인	<ul style="list-style-type: none"> • 측정시스템을 확인하였는가? • 측정시스템의 문제에 맞는 적절한 조치가 취해졌는가?
Control	11. 개선 효과 파악	<ul style="list-style-type: none"> • 장기적인 관점에서 효과를 파악하였는가? • 측정단계에서 정의했던 Defect기준 등 성과기준을 똑같이 적용하였는가?
	12. 관리시스템 실행	<ul style="list-style-type: none"> • 관리계획을 하였는가?

<표-2> 확인 방법(예)

Phase	확인 사항	체크리스트
Define	• 고객이 누구인가?	• 외부/내부 고객
	• 고객의 요구사항을 어떻게 반영하였나?	• 설문조사와 VOC 사용
	• 측정할 수 있고 수치적으로 표현할 수 있는가?	• 측정 가능
	• CTQ는 몇 개인가?	• 도장 불량률(1개)
	• 자료의 형태는 무엇인가?	<ul style="list-style-type: none"> • 후공정으로 투입이 불가능한 불량부품 • 계수형 데이터
Measure	• 측정시스템을 확인하였는가?	<ul style="list-style-type: none"> • 제품 불량의 파악을 육안으로 실시하고 있음 • 검사자에 대한 계수형 Gage R&& 실시
	• 측정시스템의 문제에 맞는 적절한 조치가 취해졌는가?	• 검사자에 대한 문제를 파악하여 교육후 재실시
	• 장기간의 연속적인 데이터로 공정능력을 파악하였는가?	• 장기간 데이터
	• 시그마 수준의 산출 방법은 무엇인가?	<ul style="list-style-type: none"> • 계수 장기 이항분포 • 2.93σ
	• 목표를 설정하게 되는 근거가 무엇인가?	• 설정사항 없음

자료조사는 식스시그마 사례중에서 DMAIC 절차를 따른 국내 여러 학회지에 2001년 이후 게재된 10편의 사례논문과 2003년 이후 국회도서관과 국립중앙도서관에 등록된 석사학위 논문 6편, 기업사례 2편을 선정하여 분석을 하였다. 제조부문과 사무간접부문 각 9편으로 분류를 하였고 두 부문과의 비교는 χ^2 검정과 파레토차트를 이용하여 분석을 실시하였다.

3. 사례별 비교분석

3.1 Define

3.1.1 고객이 누구인가?

Define 단계에서 CTQ선정에 관련된 고객이 누구인가에 대해서는 제조 부문은 총 9개의 사례중 외부/내부고객은 3개, 내부고객은 6개로 나타났으며 사무간접 부문은 총 9개의 사례중 외부/내부고객은 6개, 내부고객은 3개였다.

<표-3> 부문별 고객

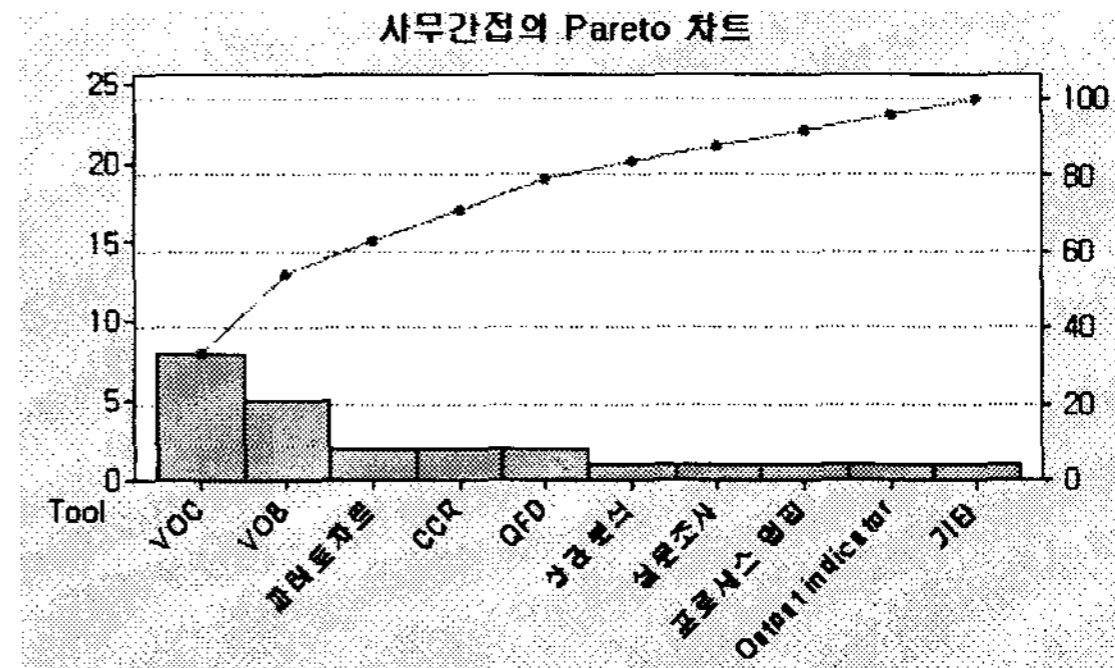
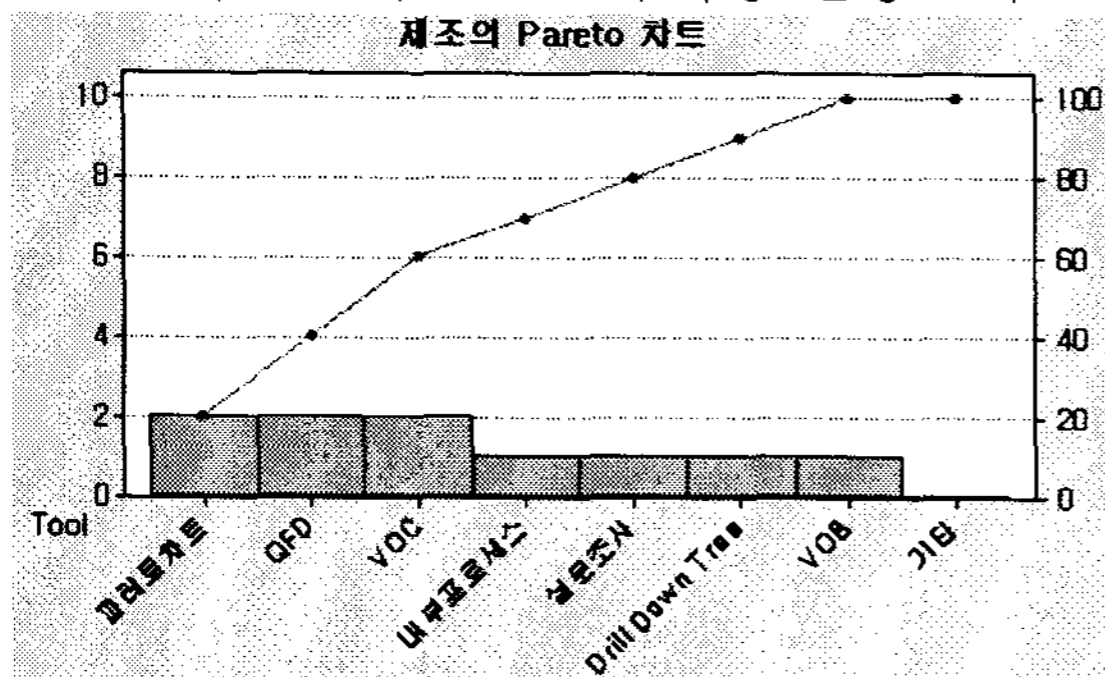
제조(9)	사무간접(9)
• 외부/내부고객: 3	• 외부/내부고객: 6
• 외부고객: 0	• 외부고객: 0
• 내부고객: 6	• 내부고객: 3

χ^2 -Test 결과 P-값 = 0.157로 제조부문과 사무간접부문의 차이점은 없었다.

3.1.2 고객의 요구사항을 어떻게 반영하였는가?

고객의 요구사항은 어떻게 반영하였는가에 대한 분석 결과는 그림-1과 같다.

<그림-1> 부문별 요구사항 반영 도구



분석 결과 제조부문은 QFD, 파레토차트, VOC 등에 의해 고객의 요구사항을 반영하고 있고 사무간접부문은 주로 VOC와 VOB에 의해 고객의 요구사항을 반영하고 있으며 제조부문보다 더 다양한 방법을 사용하고 있음을 알 수 있다.

3.1.3 CTQ는 몇 개인가?

각각의 CTQ는 모두 정량화 할 수 있었으며 제조부문은 주로 단일 CTQ를 선정하고 사무간접부문은 2개 이상의 CTQ를 선정하고 있었다.

<표-4> 부문별 CTQ수

제조(9)	사무간접(9)
• 1개(7)	• 1개(3)
• 2개(1): 개별측정	• 2개(4): 개별측정
• 4개(1): 개별측정	• 3개(1): 가중치측정
	• 4개(1): 개별측정

두 부문간의 χ^2 -Test 결과 P-값 = 0.058으로 차이가 있음을 알 수 있다.

3.2 Measure

3.2.1 측정시스템 확인

측정시스템 확인은 CTQ에 대한 데이터를 믿을 수 있는지 증명하는 과정이다. 측정 시스템을 확인하지 않으면 분석 단계에서 원인과 결과의 관계를 제대로 규명할 수 없고, 과제 자체도 신뢰할 수 없게 된다. 분석 결과 제조부문은 대부분 Gage R&R을 이용해 확인을 하고 있었으며 사무간접부문은 거의 실시하지 않고 있음을 알 수 있다.

<표-5> 부문별 측정시스템 확인

제조(9)	사무간접(9)
• 계량형 R&R: 5	• 계수형 R&R: 1
• 계수형 R&R: 2	• 편의상 하지 않음: 2
• 편의상 하지 않음: 2	• 확인사항 없음: 6
• 확인사항 없음: 1	

χ^2 -Test 결과 P-값 = 0.005로 두 부문간에 큰 차이가 있음을 알 수 있다. 사무간접부문에 서는 설문조사를 이용하여 시그마 산출을 산정한 경우 측정시스템을 확인하지 않았지만 반분법이나 내적일관성을 사용해 설문조사를 실시하여 데이터의 신뢰성을 높여야한다. 측정시스템을 확인한 결과 제조부문에 4번의 이상이 발견되었으나 모두 적절한 조취를 취한후 재측정하여 실시하였다.

3.2.2 장기간의 연속적인 데이터로 공정능력을 사용하였는가?

공정능력의 파악에 있어서 장기간의 연속적인 데이터를 사용하여 시그마 수준을 산정하는 것이 중요한데 단기 데이터를 사용하게 되면 실질적인 공정능력을 파악하지 못하게 되기 때문이다.

<표-6> 부문별 장기 데이터의 사용여부

제조(9)	사무간접(9)
• 장기: 4	• 장기: 8
• 단기: 0	• 단기: 0
• 확인 불가: 5	• 확인 불가: 1

분석 결과 지면 내용상 분석할 수 없는 경우를 제외하고는 모두 장기간의 연속적인 데이터를 사용하여 시그마 수준을 산정했음을 알 수 있다.

3.2.3 시그마 수준의 산출 방법은 무엇인가?

시그마 수준의 산출 방법은 계량형 데이터와 계수형 데이터로 나눌수 있는데 계량형 데이터에 대한 산출 방법은 정규성 검증의 확인여부와 데이터의 장/단기 여부에 따라 나눌 수 있고 계수형 데이터에 대한 산출 방법은 이항공정능력과 포아송공정능력으로 나눌 수 있다. 분석결과는 표-7과 같다.

<표-7> 부문별 시그마 수준 산출 방법

제조(9)	사무간접(9)
• 계량 장기(한쪽): 3	• 계량 단기(양쪽): 1
• 계량 장기(양쪽): 1	• 계량 장기(한쪽): 1
• 계수 장기이항분포: 2	• 계량 장기(양쪽): 1
• 계수 단기이항분포: 1	• AHP 기법: 1
• 비례산출법: 1	• 합격율: 1
• 누적수율: 1	• 시그마 수준 없음: 1
• 확인 불가: 1	• 확인 불가: 1

3.2.4 목표를 설정하게 되는 근거는 무엇인가?

개선목표는 현재 수준을 기준으로 하여 외부고객과 내부 고객의 기대치를 감안하여야 한다. 개선에 대한 목표를 높게 잡으면 달성하지 못할 경우가 생기게 되고 낮게 잡으면 과제의 질이 떨어질 수가 있다.

<표-8> 부문별 개선목표 설정

제조(9)	사무간접(9)
• 설정사항 없음: 4	• 설정사항 없음: 1
• 근거가 없음: 2	• 근거가 없음: 6
• +1.5시그마: 2	• 경쟁업체: 2
• 6시그마: 1	

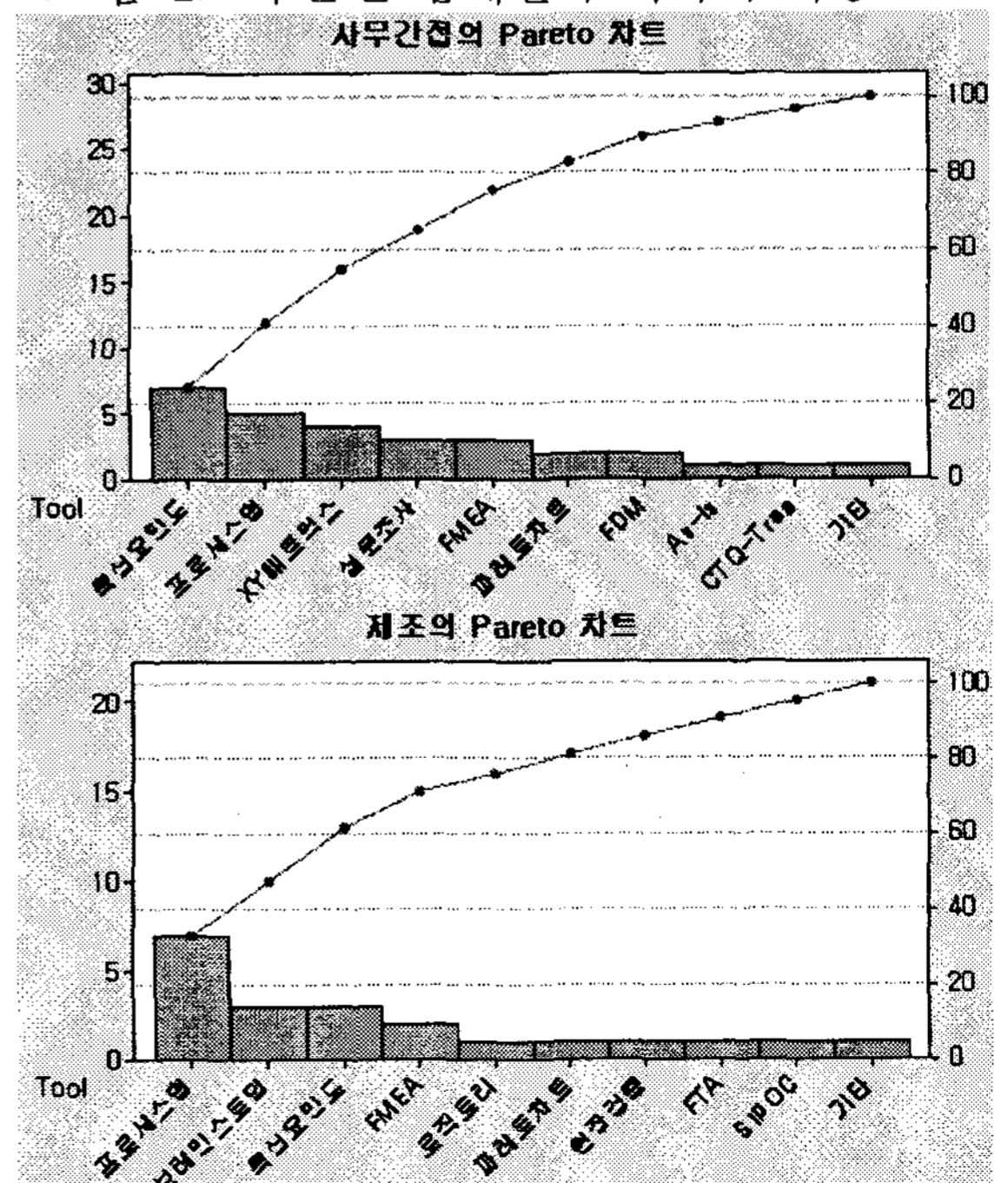
두 부문의 개선목표에 설정과 미설정에 대한 분석 결과 P-값 = 0.114로 차이가 없는 것으로 나타났다. 또한 두 부문 모두 설정은 하였어도 구체적인 근거가 없는 경우가 많음을 알 수 있다.

3.3 Analyze

3.3.1 잠재인자 파악시 어떠한 Tool을 사용하였는가?

잠재인자를 파악하는 단계에서는 두 부문 모두 어떠한 Tool을 사용하여 CTQ에 영향을 미치는 변동의 원인을 찾아내는지 분석하였다.

<그림-2> 부문별 잠재인자 파악시 사용 Tool



또한 두 부문 모두 주로 사용하는 Tool은 프로세스맵과 특성요인도, FMEA였으며 제조부문에서는 브레인스토밍, 사무간접부문에서는 설문조사를 추가적으로 사용하고 있었음을 알 수 있다.

3.3.2 핵심인자 파악은 어떠한 분석기법을 사용하였는가?

핵심인자 파악 Tool은 통계적 분석, 그래프 분석, 정성적 분석으로 나누어 분석을 실시하였다.

<표-9> 사례별 핵심인자 파악시 사용 분석방법

제조(9)	사무간접(9)
• 통계분석: 4회	• 통계분석: 1회
• 정성적분석: 1회	• 정성적분석: 2회
• 통계/정성적분석: 4회	• 통계/정성적분석: 6회

사례별로 어떠한 분석을 실시하였는가에 대한 분석 결과 P-값 = 0.282로 두 부문간의 차이가 없는 것으로 나타났다. 하지만 사무간접부문에서는 주로 통계적 분석과 정성적 분석을 함께 사용하고 있는 것으로 나타났다.

<표-10> 부문별 핵심인자 파악시 사용 Tool

분석	제조	사무간접
통계분석	T-test(4), 회귀분석(4), ANOVA(4), 상관분석(2), F-test(2)	T-test(6), 상관분석(3), ANOVA(3), 회귀분석(1), χ^2 -test(1)
그래프분석	Boxplots(3), 산점도(2)	파레토차트(2)
정성적분석	FMEA(2), 작업자 인터뷰, 기술적 현상파악, 특성요인도	설문조사(3), 프로세스맵(2), 인터뷰, 프로세스분석, 특성요인도, 인과적 논리기법, 시각화 상세분석, 브레인스토밍, 델파이 설문법

두 부문간이 통계적 분석에 있어서 사용하고 있는 Tool은 비슷하였으나 정성적 분석에 있어서는 사무간접부문에서는 설문조사를 추가적으로 사용하고 있었으며 제조부문보다 다양한 Tool을 사용하고 있음을 알 수 있다.

3.4 Improve 단계

3.4.1 어떠한 방법으로 개선안을 도출하였는가?

개선안 도출 방법은 통계적 방법과 정성적 방법으로 분류하여 분석을 실시하였다.

<표-11> 사례별 개선안 도출시 사용 분석방법

제조(9)	사무간접(9)
• 통계분석: 5회	• 통계분석: 1회
• 정성적분석: 0회	• 정성적분석: 8회
• 통계/정성적분석: 4회	• 통계/정성적분석: 0회

사례별 어떠한 분석을 통하여 개선방안을 도출하였는가에 대한 분석 결과 P-값 = 0.001로 두 부문간의 차이가 있는 것으로 나타났다.

제조부문은 통계분석과, 통계분석/정성적분석을 사용한 반면 사무간접부문은 주로 정성적 분석을 사용하고 있다는 것을 알 수 있다.

<표-12> 부문별 개선안 도출시 사용 Tool

분석	제조	사무간접
통계방법	실험계획법(8), T-test(3), 회귀분석(1), ANOVA(1)	실험계획법(1)
정성적방법	대안인자개선방법(1), 기술적 현상파악(1)	대안인자개선방법(4), 기술적 현상파악(2), 브레인스토밍(2), PUGH 매트릭스, 특성요인도, AHP 기법, 벤치마킹, To-Be Process

또한 제조부문에서는 통계방법중 실험계획법을 실시하고 있음을 알 수 있었고 사무간접부문에서는 다양한 Tool을 사용하고 있음을 알 수 있다.

개선안 실행을 실시하였는가에 대한 분석은 지면상 확인할 수 없는 사례들이 많아서 정확한 분석을 실시할 수가 없었다.

3.4.2 측정시스템을 확인 하였는가?

개선단계에서의 측정시스템 확인은 핵심인자에 대한 개선안 적용 효과가 CTQ의 개선 효과에 그대로 전달될 수 있는지 확인하고 적절한 조치를 취하는 것이 목적이다.

<표-13> 부문별 측정시스템 확인

제조(9)	사무간접(9)
• 확인사항 없음: 7	• 확인사항 없음: 8
• 편의상 하지 않음: 2	• 편의상 하지 않음: 1

분석 결과 두 부문 모두 x인자에 대한 측정시스템을 확인 하지 않은 것으로 나타났다.

3.5 Control

3.5.1 장기적인 관점에서 개선 효과를 파악하였는가?

개선 효과 파악에 대해서 장기적인 관점에서 파악했는지를 분석하였다. 분석한 이유는 단기적인 관점에서 효과를 파악을 하면 실험 계획에 의한 결과, Pilot 작업 결과, 단기간의 작업 결과, 연속적인 샘플에 의한 결과는 모든 변동이 반영되지 않아서 결과가 왜곡 될 수 있기 때문이다.

<표-14> 부문별 장기데이터의 사용여부

제조(9)	사무간접(9)
• 장기(2)	• 장기(1)
• 단기(3)	• 단기(3)
• 확인불가(3)	• 확인불가(1)
• 시그마 수준 없음(1)	• 시그마 수준 없음(5)

분석결과 두 부문 모두 측정단계에서는 장기적인 관점에서 공정능력을 분석하였으나 개선 효과를 파악하는 단계에서는 단기적인 관점에서 공정능력을 분석한 경우가 있었으며 공정능력분석을 실시하지 않아서 시그마 수준을 측정하지 않은 사례도 있었다.

3.5.2 관리시스템을 실행하였는가?

관리시스템 실행 단계는 분석 결과 두 부문 모두 관리도 및 문서화/표준화 등의 여러 관리기법을 통해 진행하고 있음을 알 수 있었다.

4. 결론

이 논문에서는 제조부문과 사무간접부문의 6시그마 적용사례를 제시된 12단계별 체크리스트를 이용하여 정량화 한 후 이를 기반으로 두 부문간의 적용방법에 대한 특징과 차이점에 대해 비교 분석을 실시하였다.

분석결과 Define 단계에서는 프로젝트 진행시 CTQ의 개수가 두 부문간 차이가 있음을 알 수 있었다. 제조부문은 주로 1개의 CTQ, 사무간접부문에서는 주로 2개 이상의 CTQ를 사용하고 있음을 알 수 있었다. Measure 단계

에서는 측정시스템을 확인하는 과정을 제조부문에서는 많이 실시하고 있었으나 사무간접부문에서는 거의 실시하지 않고 있음을 알 수 있었다. Analyze 단계에서는 핵심인자 파악시 사무간접부문에서는 제조부문보다 더 다양한 정성적 분석을 실시하고 있음을 알 수 있었고 Improve 단계에서는 개선안 도출시 제조부문은 주로 통계적분석을 사용하거나 통계적분석과 정성적 분석을 함께 사용하고 있었지만 사무간접부문에서는 주로 정성적분석만 사용하고 있음을 알 수 있었다. 또한 두 부문 모두 개선효과에 대한 공정능력을 측정하기 전에 개선된 X 인자에 대한 측정시스템 확인을 실시하고 있는 사례가 전혀 없는 것을 알 수 있었다. Control 단계에서는 개선 효과 파악시 측정단계에서는 장기적인 관점에서 공정능력을 파악하였으나 개선 효과를 파악하는 단계에서는 단기적인 관점에서 공정능력을 측정할 경우가 있음을 알 수 있었다.

논문의 한계점은 기업들의 6시그마 사례들을 본 논문에 적용하는데 제한이 있어서 학회지와 석사논문의 사례로만 이루어져 있다. 향후 연구 과제로는 보다 많은 사례에 대한 분석이 이루어져야 할 것이고 본 논문에서 제시한 체크리스트를 다른 사람이 이용하여 사례분석을 할 경우 동일한 결과가 나올 수 있는 체크리스트에 대한 신뢰성을 확인해야 한다.

참고문헌

- [1] 조남욱, 조자욱(2005), "사무간접부문의 6시그마 방법론과 적용 사례연구", 「품질경영학회지」, 33권, 3호, pp. 105-113
- [2] 홍성훈, 최익준(2006), "게이트 도장 품질 개선을 위한 6시그마 프로젝트 사례 연구", 「품질경영학회지」, 34권, 1호, pp. 1-13
- [3] 홍성훈, 반재석(2001), "모니터 소재의 색상편차 개선을 위한 6시그마 프로젝트", 「품질경영학회지」, 29권, 3호, pp. 166-176
- [4] 이민구, 곽효창(2005), "스팟 용접공정의

- TIP 수명 향상을 위한 6시그마 프로젝트 사례”, 「품질경영학회지」, 33권, 1호, pp. 88-98
- [5] 박종인, 이동규, 변재현(2005), “자동차 Steering Wheel 제조공정의 누적수율 개선을 위한 6시그마 적용사례”, 「품질경영학회지」, 33권, 1호, pp. 32-41
- [6] 정하성, 이동화, 이민구(2005), “프로젝트 위험관리강화를 통한 원가개선의 6시그마 사례”, 「품질경영학회지」, 33권, 3호, pp. 135-148
- [7] 박진영(2003), “용접조건 개선으로 불량률 감소”, 「품질경영학회지」, 31권, 1호, pp.123-131
- [8] 최성호, 박창규(2004), “화학산업에서 6시그마 기법을 이용한 전기사용량 절감사례”, 「경영학연구논문집」, 11권, 1·2호, pp. 47-62
- [9] 박진영, 최태성(2003), “권선공정 저항값 표준화로 생산성 향상”, 「생산성 논집」, 17권, 2호, pp. 45-57
- [10] 김현수, 이화기, 김판조(2005), “릴레이 복귀전압 신뢰성 향상을 위한 6시그마 프로젝트 사례연구”, 「안전경영과학회지」, 7권, 1호, pp. 87-100
- [11] 서정훈, 장길상(2005), “경영전략부문의 6시그마 적용 사례 연구”, 울산대학교 경영대학원 석사학위논문
- [12] 송홍주(2005), “김치냉장고 냉각성능에 관한 6시그마 개선사례연구”, 창원대학교 산업정보대학원 석사학위논문
- [13] 정창석, 손소영(2004), “핸드폰 구매 방문 고객 수 증대를 위한 6시그마 프로세스 사례 연구”, 연세대학교 공학대학원 석사학위논문
- [14] 정영옥, 김기영(2003), “6시그마 기법을 이용한 커피전문점 활성화 방안”, 경기대학교 관광전문대학원 석사학위논문
- [15] 김정태, 이민구(2005), “6시그마 경영기법의 군 교육기관 적용 사례 연구”, 충남대학교 산업대학원 석사학위논문
- [16] 정성근, 류호상(2005), “6시그마에 의한 인사관리 개선방안 연구”, 한경대학교 전자정보대학원 석사학위논문
- [17] 박희재, 강병서(2002), “우리나라 기업의 6시그마 적용방법론의 개선방안에 대한 연구”, 경희대학교 경영대학원 석사학위논문
- [18] 안병진, 김상익, 서한손(2003), “사무간접 부문에서의 6시그마 경영 활성화 방안”, 「품질경영학회지」, 31권, 2호, pp. 220-229
- [19] 장대성, 양종곤, 황인천(2004), “한국 서비스산업의 6시그마 기법 시행과 그 성과에 관한 실증적 연구”, 「품질경영학회지」, 32권, 1호, pp. 1-20
- [20] 박준오, 박성현(2003), “시그마 수준과 계산 방법에 대한 고찰”, 31권, 2호, pp.194-204
- [21] Lucas, J.M.(2002), “The Essential Six Sigma”, 「Quality Progress」, January. pp 27-31
- [22] Tadikamalla, P.R.(1994), “The Confusion Over Six Sigma Quality”, 「Quality Progress」, November. pp 83-85
- [23] Gnibus, R.J.(2000), “Six Sigma’s Missing Link”, 「Quality Progress」, November. pp 77-83
- [24] 창원특수강 6시그마 연구회(2002), “실행하기 쉬운 6시그마 과제 추진”, 한국능률협회