

항공기 산업의 품질비용 구조에 관한 연구

김봉균* · 박영선** · 변재현****

* 한국항공우주산업(주) 사천공장 경영혁신팀

** 서경대학교 경영학과

*** 경상대학교 산업시스템공학부, 공학연구원

A Study on Quality Cost Structure for Aerospace Industries

Bong-Kyuen Kim* · Young-Sun Park** · Jai-Hyun Byun****

* Department of Management Innovation, Sachon Plant, Korea Aerospace Industries

** Department of Business Administration, Seokyeong University

*** Department of Industrial and Systems Engineering and Engineering Research Institute, Gyeongsang National University

Key Words : Quality Cost System, Aerospace Industries, Quality Cost Categories, Extended Quality Cost

Abstract

Quality cost system is a key element of an organization's quality program. In this paper we suggest a quality cost evaluation system for aerospace industries considering the aircraft development and manufacturing processes. To reduce the cost of poor quality, we present an extended quality cost concept and detailed quality cost categories. The extended quality cost includes prevention cost, appraisal cost, failure cost, and the cost hidden in the processes. The evaluation of this extended quality cost will be helpful in identifying critical quality issues in aerospace industries.

1. 서론

품질비용은 측정이 가능한 유형적 비용과 측정이 어려운 무형적 비용으로 구분된다. 측정이 가능한 품질비용은 일반적으로 예방비용, 평가비용, 실패비용으로 구분된다(박성현, 2001). 측정이 어려운 품질비용은 밖으로 나타나지 않는 비용으로서, 설계 변경, 긴 사이클 타임, 잦은 설비 셋업, 과도한 재고, 영업 기회 손실, 고객 신뢰의 상실, 종업원들의 사기 저하, 협력업체와의 마찰 등과 같은 구조화되지 않은 품질문제나 저 효율에서 발생하는 비용이다. 이러한 숨겨진 품질손실비용을 파악하여 획기적으로 줄이는 노력은 최근 여러 기업의 혁신활동과 밀접하게 관련되어 있다.

본 연구에서는 항공기 산업의 품질비용 관리 방법을 파악하기 위해서 우선 항공기 산업의 특징을 고찰하였다. 항공기 산업은 다른 산업분야와는 구분되는 특징을 지니고 있다. 산업 구조적 측면에서는 기계, 전기, 전자, 소재 등의 최첨단 기술요소들을 종합한 대표적인 선진국형 산업일 뿐만 아니라, 고부가가치를 창출하는 지식집약 산업이다. 생산 구조적 측면에서는 Build-up type으로 조립하는 특성을 지니고 있으며, 수십만 개의 부품이 정확히 조립되어 각각의 기능이 좁은 공간 내에서 작동되어야 한다. 그리고 긴 수명주기(Life Cycle)를 가지고 있으며, 수요는 매우 한정적이다. 이로 인해 항공기 구매자, 생산자 및 기술자의 입장이 서로 상충되는 요구사항이 발생하여 관리하기가 복잡하고 어렵다.

항공기 산업에서는 측정이 어려운 무형적 품질비용의 발생 규모가 방대하여 이 비용을 체계적으로

† 교신저자 jbyun@nongae.gsnu.ac.kr

줄이지 않으면 경영활동에 큰 부담으로 작용한다. 항공기 산업의 총원가의 구성비를 살펴보면 직접비 대비 간접비가 130~150%를 점유한다. 이러한 원가구조는 일반 제조업의 경우와는 상당한 차이를 보이고 있는데, 그 원인은 엔지니어링 활동 비중이 크고, 제품의 고 신뢰성 유지를 위한 프로세스의 비중이 크다는 것을 의미한다. 엔지니어링 및 고 신뢰성 유지를 위한 프로세스의 운영에서 무형적 품질비용이 많이 나타나는 것이 항공기 산업에서의 품질비용의 특색이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 항공기 산업의 특성에 부합하고 실질적으로 저 품질에 의해 발생하는 품질손실비용을 줄일 수 있는 품질비용 관리방안으로 '확장된 품질비용(extended quality cost)'의 개념을 도입하고 이를 효과적으로 활용하는 방안을 제시하고자 한다. 확장된 품질비용이란 전통적인 품질비용에 무형적 품질비용을 포함하는 보다 포괄적인 품질비용이다. 품질비용 관리에 대한 내용은 여러 문헌이나 규격서 등에 명시되어 있다. 또한 많은 산업분야에서 품질비용을 관리하고는 있으나 제품의 유형과 품질향상 프로그램 등의 특성에 따라 각기 다르게 관리되고 있어 한 가지 통일된 방법을 제시할 수는 없다. 따라서 어떤 특정산업에 이용할 수 있는 품질비용 관리방법은 개별적으로 제시되어야 한다.

본 논문에서는 우리나라 항공기 산업체를 대상으로 하여, 품질비용 관리구조에 대한 이론적 접근보다는 현장 데이터에 근거한 실용적 연구에 중점을 두어서, 항공기 산업의 특징을 고려한 품질비용 관리방법을 제시하고자 한다. 본 논문은 6장으로 구성되어 있다. 2장에서는 품질비용에 대한 기존연구 결과를 정리하여 제시하였다. 항공기 산업의 산업 구조적 특성과 생산 구조적 특성은 3장에 제시되었고, 4장에서는 K사의 품질비용 관리 및 활용현황에 대하여 살펴보고 이를 바탕으로 현실적인 문제점을 도출하였다. 5장에서는 항공기 산업의 특성에 적합한 유형적 품질비용 항목과 무형적 품질비용 항목을 제시하였다. 특히 무형적 품질비용의 도출과 관리를 품질 문제해결 방안과 연계하여 종합적이고 발전적인 품질비용 관리방안을 제시하였다. 그리고 기존 원가회계시스템을 활용한 품질비용의 실질적인 집계방법을 제시하였다. 6장에는 본 연구의 요약과 연구결과의 활용을 위한 추가적 사항을 제안하였다.

2. 품질비용에 관한 기존연구

2.1 품질비용의 정의

품질비용은 학자들에 따라 다르게 정의된다. Feigenbaum(1991)은 품질비용을 '공장과 회사에서 발생되고 있는 관리비용(Costs of Control)과 관리 실패비용(Costs of Failure of Control)을 모두 포괄하는 것'으로 광의의 개념으로 정의하고 있다. Juran(1962)은 '품질을 위한 필수적인 총비용'으로, Crosby(1979)는 '잘못된 계획 하에서 발생하는 비용'으로 정의하고 있다. 품질비용이 방위산업 분야에 적용된 것은 미 국방성이 1963년에 MIL-Q-9858A, 즉, '품질 프로그램의 요건(Quality Program Requirements)'을 발간했을 때부터이다. 이 규격에서는 품질비용을 '품질과 관련된 비용'이라고 간단하게 정의하고 있다. 국내 문헌에서는 품질비용을 '제품을 애초부터 잘 만들지 않음으로서 발생하는 비용, 즉, 제품 규격을 지키지 않음으로서 발생하는 부적합 비용'으로 정의하고 있다(강금식, 1998).

이상과 같이 품질비용에 관한 정의는 다양하며, 대부분의 관련 문헌에서 나타나고 있는 품질 비용은 '품질 달성을 위한 총비용'으로 정의되고 있으며, 이는 품질비용이 단순히 불량으로 인한 비용뿐만 아니라, 설계 시에 품질 문제 발생을 억제하는 예방영역과 고객의 요구조건을 충분히 만족시키는 고객 중시의 품질경영 영역까지 광의로 해석되고 있음을 알 수 있다.

2.2 품질비용의 분류

품질비용의 분류는 어떠한 수학적 이론이나 특정한 기준에 따라 이루어지는 것이 아니기 때문에 품질비용을 구성하는 요소들을 명확하게 파악하기에는 현실적으로 많은 어려움이 따른다. 이러한 관점에서 품질비용은 학자 또는 기업에 따라 다양하게 분류된다. 그러나 품질비용에 포함되어야 할 중요한 요소가 무엇이고 관련이 없는 요소가 무엇인지를 파악하기 위해 지금까지 제시된 품질비용의 분류내용을 고찰해 볼 필요가 있다. 품질비용은 여러 학자들에 의하여 크게 예방비용, 평가비용, 실패비용으로 구분하고 있다(Feigenbaum, 1991; Juran, 1962; Taylor, 1989).

2.3 Six Sigma와 품질비용

최근에 Six Sigma(6 시그마) 품질혁신 활동이 보편화 되면서 품질비용은 품질 손실비용의 개념으로 해석되고 있다. 6 시그마 품질은 100만개의 제품이나 서비스에서 단 3.4개의 결함만을 허용하는 것으로서 완벽에 가까운 무결점 품질을 의미한다(Harry and Schroeder, 2000). 6 시그마는 저품질비용(COPQ; Cost of Poor Quality)을 줄이는 활동으로서, 일반적으로 3 시그마 수준의 회사는 품질로 인한 손실 비용이 총매출액의 20~30%에 달하고, 4 시그마 수준이면 품질비용이 15%~20%를 점한다. 6 시그마를 달성하면 품질비용이 10%로 줄어든다. 품질비용이 20%인 통상적인 기업에서 품질비용이 10%이하로 줄어들면 매출액의 10% 이상이 순이익으로 남는다. 다음의 <표 1>은 시그마 수준과 품질비용의 관계를 나타낸 것이다(박정주, 1998).

<표 1> 시그마 수준과 품질비용의 관계

시그마 수준	품질비용 (매출액 대비)	불량률 (PPM)
6	10% 미만	3.4
5	10~15%	233
4	15~20%	6,210
3	20~30%	66,807
2	30~40%	308,700

3. 항공기 산업의 특성

항공기 산업은 기계, 전기, 전자, 소재 등의 최첨단 요소기술들을 종합한 대표적인 선진국형 산업일 뿐만 아니라 고부가가치의 지식 집약형 산업이다. 항공기는 수 십 만개의 부품이 정확히 조립되고 제 각각의 기능이 좁은 공간 내에서 작동되어야 한다. 그리고 긴 수명주기를 가지고 있으며 수요는 매우 한정적이다. 이로 인해 항공기 구매자, 생산자 및 기술자의 입장이 서로 상충되는 요구사항이 발생하여 관리하기가 어렵다. 이와 같이 항공기 산업은 다른 산업과는 확연히 구분되는 특성을 지니고 있으므로, 항공기 산업에 적용하는 품질비용 산출 및 관리는 업의 특성에 맞게 적용되어야 한다. 항공기 산업의 특성을 요약하면 다음과 같다(박용한, 2000; 이정일, 1997).

3.1 산업 구조적 특성

항공기 산업의 특성은 우선 자동차나 조선 등 다른 수송기계 보다 부가가치가 2배 정도 되는 고부가가치 산업이다. 주 원인은 항공기 완제품이 다른 제품에 비해 고가인 반면, 기초 원자재의 투입비중이 상대적으로 낮기 때문이다. 둘째는 소득에 대한 수요 탄력성이 높은 산업으로, 소득증가와 경제발전에 따라서 항공기에 대한 수요는 증가하게 된다. 셋째는 규모의 경제(economy of scale)와 학습효과(learning effect)가 크게 작용하는 산업으로 생산증가에 따라서 평균 비용곡선이 급격하게 감소한다. 물론 규모의 경제에 도달하는 시점까지는 막대한 시설투자와 연구개발 비용이 수반되나, 일정 규모(300~400대)의 생산이 이루어진 이후에는 투자회수가 용이하며, 대규모의 이익 실현이 가능하다. 넷째는 고도의 기술력, 높은 수준의 연구개발(Research and Development, R&D), 고도의 지식이 결합된 첨단산업으로, 많은 기술축적, 숙련된 경험, 대규모의 R&D 투자가 지속적으로 이루어져야 발전이 가능하다. 또한 제조업과 관련된 대부분의 지식과 기술이 결집된 산업이다. 다섯째로 항공기 산업은 수요자의 범위가 제한되어 있을 뿐만 아니라 제품의 표준화도 어려운 점이 많아 기업들이 투자를 회피할 가능성이 높다. 하지만 국가 차원에서의 최첨단 기술 개발은 지속되어야 하기 때문에 대부분 국가의 경우 정부가 강력히 개입하고 있다. 정부의 개입형태는 R&D 보조금, 기술개발 전략, 생산, 판매 지원에 이르기까지 매우 다양하고 광범위하다. 항공기 산업의 발전으로 발생한 지식, 경험, 기술 등은 관련 산업에 쉽게 이전, 파급되어 관련 산업 전반의 경쟁력을 제고시킨다. 항공기 산업은 각종 신기술을 응용하고 우주에서의 새로운 자원발굴에 부응하는 한편, 1차, 2차, 3차 산업을 포함한 전 산업에 지대한 파급효과를 미친다.

3.2 생산 구조적 특성

3.2.1 개발-생산 종합관리 시스템 구비

도면설계 및 초도 생산품 개발 과정의 활동은 비순차적인 Network 구조를 가지고 진행되므로 이에 대한 일회성 프로젝트 관리가 가능해야 한다. 도면설계는 진행특성상 비순차적 활동인 반면에 도면은

계층적 순차 구조(hierarchical sequence structure)를 가지고 있으며 도면변경은 제조 BOM(Bill of Material)과 연동되어야 한다. 도면설계 및 초도 생산품 개발 등 관련활동의 예산과 일정은 통합되어야 하며, 초도 생산을 위한 치공구 및 공정설계, 치공구 제작 및 Try-Out, 장기리드 타임이 소요되는 자재 구매 등을 효율적으로 통제할 수 있는 기능을 갖추어야 한다. 또한 초도 생산품 개발과정에서 발견된 제반 문제점이 설계부문으로 조기에 피드백 될 수 있어야 한다.

3.2.2 복잡한 형상관리 및 빈번한 설계변경

항공기 개발 및 생산과정에서 문제점 보완 및 기능향상이 계속적으로 이루어지므로 호기별 형상이 변동되며, 따라서 BOM은 모델(Model)과 호기(Effectivity) 지정 기능을 가져야 한다. 형상 변경 시 E-BOM(설계용 자재목록), M-BOM(생산용 자재목록), Routing은 동일한 변경이 체계적으로 이루어지는 기능을 갖추어야 한다. 형상 변경 시 BOM의 변경 과정에 확인기능을 갖추어야 한다. 형상변경 과정은 장기간 다단계를 거치므로, 이를 관리할 수 있는 형상관리 시스템을 갖추어야 한다. 형상관리 시스템이란 항공기 형상관리에 적용되는 전산 프로그램으로서, 기술변경 흐름관리, 기술변경 호기관리, 품목마스터(Master) 및 설계 BOM 데이터 관리가 가능하도록 구성된 시스템이다.

3.2.3 정확한 제품 추적성

항공기는 제품의 문제점 보안등을 위해 제조과정에서 행해진 일련의 활동들을 추적할 수 있도록 되어 있어야 한다. 즉, 각 항공기별 소급성 품목(Traceability Part)에 대한 정확한 일련번호 및 관련 정보가 기록되고 소급추적 될 수 있어야 한다. 그리고 각 항공기별 기술변경 사항과 그 적용여부, 하자발생 및 수리 내역을 추적할 수 있어야 한다.

3.2.4 재공 재고품 비정형 처리 및 특별보관

제조 및 운영 중 부품교체가 빈번히 이루어지므로 이에 대한 재고 수량 변경 및 원가계산 기능을 가져야 하며, 수리품목 발생 시 이에 대한 자재 검토(Material Review) 과정과 수리(Repair) 판정 시에 수리 처리 기능을 가져야 한다. 수리는 사내, 사외(국내, 해외), 고객 등으로 분류하여 각각의 처리

과정에 대응할 수 있어야 한다. 또한 시효 품목(Shelf Life Item), 시한성 품목(Time Change Item)을 적기에 처리하는 기능을 가져야 한다. 시한성 검사(TCI ; Time Change Inspection), 일시검사(OTI : One Time Inspection), 부적합품 통지(NN ; Non-conformance Notification), 자재조사(MS ; Material Survey), ITL(Incomplete to Task Log) 미결 작업(Out of Station) 처리기능을 가져야 한다. 부분품 및 하위 조립품은 순차적 공정이지만, 최종조립은 비순차 공정이다. 이에 적절한 공정관리 능력, 즉, 이전 공정이 종료되지 않아도 후속 공정 작업이 가능하도록 체계를 갖추어야 한다.

3.2.5 작업공정 및 검사수행 보충의 엄격성

각 공정의 작업수행 및 검사행위에 대해 엄격한 규정을 정하고 이러한 규정이 제대로 지켜지는지 추적할 수 있도록 하고 있다. 인증된 작업자만이 작업할 수 있는 영역을 정하고 있으므로 작업자 자격인증을 관리할 수 있는 기능을 갖추어야 한다. 적합한 자격을 갖춘 검사원만이 해당 공정검사를 수행할 수 있도록 규정하여 검사원 자격관리를 하고 있다. 인증된 작업자 및 검사원의 작업 및 검사 수행을 증명하는 수단인 인장관리를 처리할 수 있는 기능을 갖추어야 한다.

3.2.6 설비, 치공구 및 계측기 유지관리 능력

설비 및 치공구의 주기검사 기능과 계측기 주기검사 기능을 가지고 있어야 한다.

4. K사 품질비용 활용현황 및 문제점

4.1 품질비용 활용현황

K 회사의 한 사업장에서는 최근 도입된 MIS(SAP R/3) 시스템과 기존 In-house 시스템으로 개발된 웹 환경의 품질정보시스템인 QAR(Quality Assurance Report)를 이용하여 품질실패비용을 집계하고 있다. 생산에 필요한 구매 자재의 입고에서 생산, 조립, 납품, 고객 서비스 등 전 프로세스에서 발생하는 불일치 사항이 QAR에 입력되어 관리된다. 이 회사에서는 사업의 특성상 불일치 품에 대한 유지관리가 상당히 중요하다. 특히, 불일치 자재의 폐기 및 재작업에 투입된 비용은 관리의 핵심 포인트

4.2 품질비용 관리와 활용의 문제점

품질비용의 개념은 품질관리 활동을 전개하거나 경제성을 평가하는 데에 중요한 역할을 한다. 이를 위하여 예방 및 평가비용이 불일치 발생, 실패비용, 수익에 미치는 영향을 파악하는 것은 필요하다. 하지만 현실적으로는 실패비용 이외에 예방 및 평가비용, 항공기 산업의 특성상 큰 비중을 차지하는 무형적 품질비용은 고려하고 있지 않고, 품질비용 관리 항목도 항공기 산업의 특성을 충분히 감안하여 파악되지 않고 있다. 품질비용을 관리하는 시스템에도 문제가 있다. 사내의 품질비용 관리가 실패 비용에 국한되어 있고, 실패비용 관리도 회사 내부의 회계 시스템과 연계되어 있지 않고 별도의 작업으로 집계되고 있다. 그리고 품질비용 데이터의 신뢰성이 낮고, 집계된 품질비용에 근거한 대책수립 및 방향설정이 이루어지고 있지 않다. 또한 품질비용 관리에 대한 인식부족으로 인하여 체계적인 품질비용 관리 시스템이 구축되어 있지 못하다.

품질비용 분석 결과도 품질문제를 개선하는 활동과 연계되지 않고 있다. 하나의 예로서 6 시그마 활동에서 내부 프로세스를 개선하기 위해서는 품질손실비용을 획기적으로 줄일 수 있는 프로젝트를 엄선하여 그 문제와 관련된 사람들로 팀을 구성하여 이러한 문제를 해결해야 하는데, 아직까지는 품질비용 분석결과가 품질문제 해결을 위하여 적절하게 활용되지 못하고 있는 실정이다. 전체적으로 보면 품질비용의 활용이 저조한 주 이유는 품질비용 관리가 회사의 원가회계시스템과 분리되어 운영됨으로써 경영진의 관심에서 멀어지고 데이터 자체를 신뢰할 수 없기 때문이라고 판단된다.

5. 항공기 산업 품질비용관리의 발전방향

현행 품질비용 시스템이 내포하고 있는 문제점을 개선하고 이를 효과적으로 활용하기 위해서는 먼저 항공기 산업의 특성과 현실을 분석하여 품질비용의 집계 시스템을 경제적으로 설계하고, 기존의 원가회계 시스템에 품질 원가를 계산할 수 있는 모듈을 별도로 만들어 품질비용의 내용을 분류, 정의, 부호화하고 분류된 품질비용의 항목을 정확하고 신속하게 집계할 수 있는 절차를 수립하여야 한다.

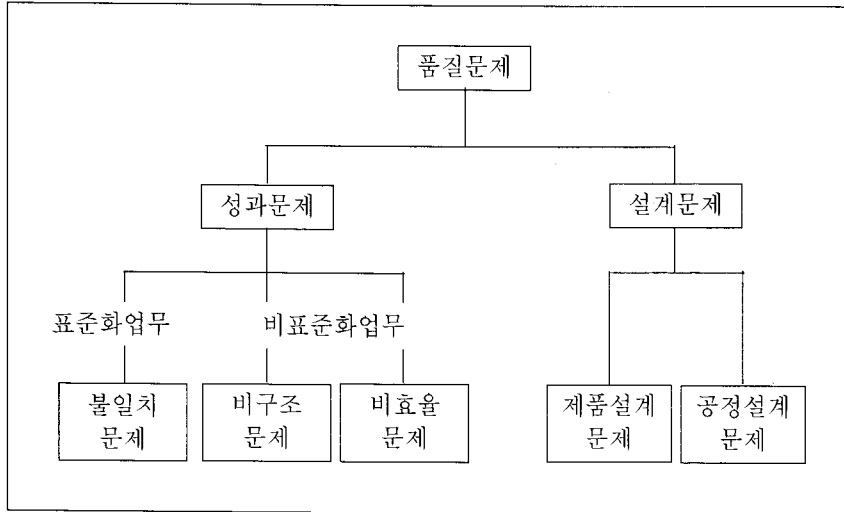
5.1 품질문제와 품질비용의 관계

항공기 산업의 특성에 부합하고 실질적으로 저품질에 의해 발생하는 품질손실 비용을 줄일 수 있는 효과적인 품질비용 개념으로 "확장된 품질비용"을 도입하였다. '확장된 품질비용'의 구조를 Smith (2000)가 제시한 품질문제 유형 분류인 <그림 1>과 비교하여 제안하고자 한다.

- (1) 품질 불일치 문제 : 불일치 문제는 고도로 구조화되고 표준화된 투입요소, 공정, 산출물을 가진 시스템에서 사용자가 받아들일 수 없는 결과나 그 상태를 말한다. 이것은 전통적인 품질관리 활동에 의해 나타난 고전적인 품질결함을 말한다. 불일치 문제는 실패비용을 유발한다.
- (2) 제품설계 문제 : 제품설계 문제는 기존 제품을 개선할 것인가, 새로운 제품을 만들 것인가에 관한 것이다. 고객의 요구사항을 파악하여 결정할 문제로서 예방비용으로 연결된다.
- (3) 공정설계 문제 : 공정설계 문제는 부적절한 공정설계로 인하여 심각한 성과 저하로 연결되는 것으로서, 성과 문제와 연계하여 개선해야 할 문제이다. 예방비용의 영역에 속한다.

무형적 품질비용은 숨겨진 비용(Hidden Cost)으로서 이는 주로 구조화되지 않은 성과문제와 비효율의 문제를 해결함으로써 관리되는 비용이다. 비구조 문제와 비효율의 문제는 다음과 같다.

- (4) 비 구조 문제 : 구조화되지 않은 성과문제는 요구조건이나 업무 절차를 이용하여 규정할 수 없는 표준화되지 않은 업무에서 발생하며, 허용할 수 없는 상태의 업무수행 결과나 그 상태를 말한다. 이 문제는 비용의 상승이나 성과의 감소로 이어져 기업뿐만 아니라 고객에게도 영향을 미치게 된다. 이 문제의 특징은 규정과 요구조건으로 구조화할 수 없다는 것이며 문제가 복수의 원인에서 발생한다는 것이다. 주로 판단이나 창의성과 관련된 업무 등 지식활동에서 찾아볼 수 있다. 이 문제를 해결하는데 가장 중요한 수단은 상황에 대한 정확한 판단과 신중한 사고이다. 인센티브를 제공하여 동기를 부여함으로써 해결책을 찾는 전략이 유용하다.



<그림 1> 품질문제의 분류(Smith, 2000)

(5) 비효율 문제 : 고객을 만족시키지 못한다는 측면보다는 생산비용, 생산성 등 사내의 문제이다. 전형적인 비효율 문제 중 하나는 상대적으로 잘 정의된 시스템이 사용자에게는 만족스럽다고 하더라도 시스템 내부 조직의 목표를 달성하지 못하는 경우이다. 목표 설정이 비효율 문제의 관건이 된다. 비효율문제의 진단은 비효율이 어디에 있는가를 찾는 것인데, 개선 기회를 찾는 것이 그리 쉽지가 않으며, 이 문제를 효과적으로 찾을 수 있는지의 여부는 조직 구성원의 참여에 달려있다. 문제해결의 초점은 비중이 큰 비용절감 항목 파악, 투입비용 절감, 실수방지, 불필요한 활동의 제거, 산출물의 증대, 또는 투입요소활동의 개선에 둘 수 있다. 이러한 전략이 성공적으로 수행되기 위해서는

전체 공정에 대한 모든 투입요소, 활동, 산출물에 대한 상세한 분석이 이루어져야 한다. 무형적 품질비용을 도출하고 이를 감소시키기 위해서는 종업원 참여에 의한 지속적인 비용의 도출과 절감 노력이 필요하다. 이러한 활동은 제조 산업 분야에서는 재료비, 노무비, 경비절감을 대상으로 한다. 재료비 절감은 제품설계 변경, 수율 향상 및 불량감소에 의한 사용량의 감소와 구입금액의 절감활동으로 이루어진다. 노무비 절감은 투입공수(인원/시간)의 절감과 가동률의 향상 노력에 따라 결정된다. 경비절감은 유틸리티, 운반비용, 과잉 외주비용, 또는 기타 경비의 감소로 이루어진다. 이상의 품질 문제 유형별 품질비용 도출방법은 <표 3>에 나타나 있다.

<표 3> 품질문제 유형별 품질비용 도출 방법(Smith, 2000)

구 분	품질문제 유형	특 성	품질비용 도출	
유 형 적 품질비용	불일치 문제	잘 정의된 시스템의 불만족한 성과 (결과물에 대한 불만)	측정이 쉬운 품질비용	공식절차에 의한 도출
무 형 적 품질비용	비 구조 문제	불완전한 시스템의 불만족한 성과	측정이 어려운 품질비용	종업원 참여에 의한 지속적인 비용의 도출
	비효율 문제	불만족스런 성과(작업자, 시스템 운영 자의 관점)		
중 합 적 품질비용	제품설계 문제	고객 요구에 부합하는 제품 고안	측정이 어려운 품질비용 + 측정이 쉬운 품질비용	
	공정설계 문제	새로운 공정의 고안 기준공정의 지속 적 개선		

5.2 품질비용 항목

K사의 품질비용 항목은 Smith(2000)가 제시한 품질문제 유형별로 재구성하고, 기존 연구에 있는 품질비용 항목인 예방, 평가, 실패비용에 행정비용, 비 구조 손실비용과 비효율 손실비용을 추가하여 세부 비목을 정의하였다.

5.2.1 예방비용 항목

(1) Quality Engineering

계약분석, 설계검토, 품질보증을 위한 검사, 시험 계획 및 지침 등과 관련한 제반비용

(2) Qualification

품질인증과 관련된 재료비, 노무비, 주기적이고 비계획적인 재 인증과 관련된 비용

(3) 협력회사 관리

협력회사 조사, 구매문서 검토, 협력회사 지도 및 평가와 관련된 비용

(4) 교육훈련 및 자격 인증

엔지니어링, 검사, 시험요원의 초기 및 주기적 훈련비용, 그리고 특수공정과 작업 숙련도와 관련한 자격인정 비용

(5) 품질감사

주기적, 비 주기적인 제품감사, 공정 및 품질시스템 감사 관련 비용

(6) 공정능력 조사

제조공정능력과 관련한 통계 분석, 자료추출 등의 제반조사 비용

(7) 통계 조사, 연구

특정한 통계학습과 샘플링 계획 실행과 관련한 비용

(8) 검정 및 교정

치공구, 측정 및 시험장비에 대한 주기적 또는 비 주기적 교정비용

(9) 품질정보

특정 제품의 품질저하 및 품질 불량률 상승 등과

관련한 특정 장소, 공정, 제품에 대한 데이터 축적과 분석에 관련된 비용

(10) 품질예방 동기부여

자율적인 품질예방 활동을 촉진하는 데에 소요되는 동기부여 비용

5.2.2 평가비용 항목(검사/시험)

(1) 원천 품질보증

구매품의 품질평가를 위한 협력회사 시설에서의 활동비용

(2) 수입검사

수입 자재의 품질평가에 관련된 비용

(3) 공정 중 검사

제조공정의 각 단계에서 이루어지는 품질평가에 소요되는 비용

(4) 최종검사

고객의 구입승인 이전에 이루어지는 제품의 성능, 형상, 외관 등의 평가에 소요되는 비용

(5) 납품검사

고객에게 납품되는 하드웨어의 적절성과 계약 자료 및 포장 요구사항의 적합성을 보증하기 위해 소요되는 비용

5.2.3 실패비용 항목

(1) 불일치 품 처리

불일치 품의 처리와 관련된 비용

(2) 재작업 및 수리

불일치 품의 재작업 및 수리와 관련해 공정에서 발생하는 제반비용

(3) 스크랩(폐기)

폐기처리가 결정된 물품의 비용

(4) 재검사 및 재시험

재작업 혹은 수리된 물품의 검사, 시험에 관련된 비용

(5) 시정조치

시정조치 프로그램 운영비용

5.2.4 행정비용 항목

(1) 방침 및 절차 매뉴얼

방침, 절차 매뉴얼의 유지, 배포, 조정 검토, 준비 등과 관련한 비용

(2) 감독 및 관리

부서 활동의 지시 및 관리와 관련된 비용

(3) 품질비용 보고

품질비용 데이터의 수집, 검토, 보고와 관련된 비용

(4) 문서 및 행정처리

문서 타이핑, 처리 및 기타 서비스에 소요되는 비용

(5) 예산 및 유지관리

인력과 시설 조건들의 예측, 비용평가 등 감독과 관리에 소요되는 비용

5.2.5 비 구조 손실비용

(1) 설계변경 손실비용

최초 설계의 잘못으로 야기되어 재설계에 소요되는 비용(고객요구는 제외)

(2) 작업공수 손실비용

작업 공수의 손실에 해당하는 비용

5.2.6 비효율 손실비용

(1) 재료비 손실

비효율로 인해 발생하는 재료 사용량의 손실비용

(2) 노무비 손실

표준작업시간의 단축이나 작업방법, 작업절차의 비효율로 인해 발생하는 손실비용

(3) 경비 손실

업무수행이나 유틸리티 운영의 비효율로 인해 발생하는 손실비용

<표 4> 품질 예방비용 항목표

품질 예방비용 (Quality Prevention Costs)				
계정 항목	계 정 세 목	계 정 코드		
		계정 과목	계정 항목	계정 세목
노무비	Quality Engineering 노무비	PR	E	01
	Qualification 노무비			02
	공정능력 조사자 노무비			03
	협력관리 담당자 노무비			04
	품질감사 수행자 노무비			05
	검, 교정 담당자 노무비			06
	교육 및 자격훈련 참가자 노무비			07
	동기부여 활동 담당자 노무비			08
경비	Quality Engineering 경비	PR	O	01
	Qualification 활동경비			02
	공정능력 조사활동 경비			03
	협력관리 활동 경비			04
	품질감사 활동 경비			05
	검, 교정 경비			06
	검, 교정장비 감가상각비			07
	교육 및 자격인증 훈련경비			08
	동기부여 인센티브 지급금			09
재료비	Qualification 재료비	PR	M	01
	검, 교정수행 재료비			02
	교육 및 자격인증 훈련재료비			03

<표 5> 품질 평가비용 항목표

품질 평가비용 (Quality Appraisal Costs)				
계정 항목	계 정 세 목	계 정 코드		
		계정 과목	계정 항목	계정 세목
노무비	원천 품질보증 활동자 급여	PR	E	01
	수입검사 검사원 급여			02
	공정검사 검사원 급여			03
	최종검사 검사원 급여			04
	납품검사 검사원 급여			05
경비	원천 품질보증 활동경비	PR	O	01
	수입검사활동 경비			02
	수입검사장비 감가상각비			03
	공정검사활동 경비			04
	공정검사장비 감가상각비			05
	최종검사활동 경비			06
	최종검사장비 감가상각비			07
	납품검사활동 경비			08
	납품검사장비 감가상각비			09
재료비	원천품질보증 재료비	PR	M	01
	수입검사 재료비			02
	공정검사 재료비			03
	최종검사 재료비			04
	납품검사 재료비			05

<표 6> 품질 실패비용 항목표

품질 실패비용 (Quality Failure Costs)				
계정 항목	계 정 세 목	계 정 코 드		
		계정 과목	계정 항목	계정 세목
노무비	고객하자 처리 노무비	FA	E	01
	제작업 노무비			02
	수리 작업 노무비			03
	폐기품 처리 노무비			04
	재검사 노무비			05
	재시험 노무비			06
경비	고객하자 처리 경비	FA	O	01
	고객하자 보상비			02
	제작업 경비			03
	수리 작업 경비			04
	재시험 경비			05
	QAR 처리비용			06
	폐기품 처리비용			07
	시정조치 활동 경비			08
재료비	고객하자 처리 재료비	M		01
	폐기품 손실 재료비			02
	제작업 재료비			03
	수리 재료비			04
	재시험 재료비			05

<표 7> 품질 행정비용 항목표

품질 행정비용 (Administration Costs)				
계정 항목	계 정 세 목	계 정 코 드		
		계정 과목	계정 항목	계정 세목
노무비	품질방침 및 매뉴얼 담당자 급여	AD	E	01
	품질관리 감독자 급여			02
	품질비용보고 담당자 급여			03
	품질예산 관리 노무비			04
경비	품질문서 행정처리 경비	O		01
	품질관리 감독자 활동경비			02

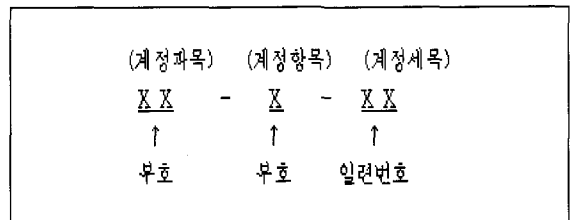
<표 8> 품질 손실비용 항목표

비구조 손실비용				
계정 항목	계 정 세 목	계 정 코 드		
		계정 과목	계정 항목	계정 세목
노무비	설계실수 재설계 노무비	NS	E	01
	설계실수 재설계 소요경비			02
경비	불량자제에 의한 공수손실 노무비	O		03
	자재품질에 의한 공수손실 노무비			04
	기계고장에 의한 공수손실 노무비			05
비효율 손실비용				
계정 항목	계 정 세 목	계 정 코 드		
		계정 과목	계정 항목	계정 세목
노무비	손실 노무비	NE	E	01
경비	손실 경비		O	02
재료비	손실 재료비		M	03

5.3 품질비용의 집계 및 산출

5.3.1 품질비용 코드체계

품질비용을 효과적으로 산출하기 위한 방안으로 품질비용을 계정과목, 계정항목, 계정세목으로 표시하는 품질비용 코드체계를 <그림 2>와 같이 구성한다(삼성항공, 1989; 이상윤, 1987). 품질비용 코드 체계는 기존의 원가회계 코드체계와 연계함으로써 제품별 품질비용을 분석하는데 편리하고 전산화 추진 업무에도 효과적으로 이용할 수 있다.



<그림 2> 품질비용 코드체계

품질비용 계정과목인 예방비용(Prevention Costs), 평가비용(Appraisal Costs), 실패비용(Failure Costs), 행정비용(Administration Costs)을 각각 PR, AP,

FA, AD로 구분하고, 비 구조 손실비용(Non-Structured Costs)은 NS, 비효율 손실비용(Non-Efficient Costs)은 NE로 표기한다. 계정항목은 노무비를 E, 재료비를 M, 경비를 O로 하여 식별한다. 계정세목은 두 자리 수의 일련번호로 나타낸다.

품질비용 원천 데이터를 원활하게 집계하고분류하기 위해서는 품질비용 발생 부서에서 집계 책임자를 임명하여 품질비용 전표처리를 정확하게 수행하도록 하는 것이 효과적이다. 본 연구에서 제안하는 방안은 부서 단위의 비용처리를 위하여 <그림 3>과 같은 회계전표를 활용하는 것이다. 기존의 회계전표를 처리하는데 있어서 위에서 설정한 품질비용 코드를 추가함으로써 품질비용을 매우 효과적으로 집계할 수 있다.

회 계 전 표				
사 업 장: _____	승인일자: _____			
발의부서: _____	승인코드: _____			
=====				
라인	계정코드	귀속부서	사번/거래선	차변 대변
	(Q-Code)		적	요
=====				
-내용-				

<그림 3> 품질비용 회계전표

각 부서에서 품질비용이 발생할 때마다 <그림 3>과 같은 전표를 작성하여 해당 절차에 따라 처리한다. 관리 부서에서는 매월 품질비용의 집계표를 <그림 4>와 같이 작성한다.

품질비용 코드	내 용	금 액	계
FA-E-01	XXXXXX	XXXX원	XXXX원

<그림 4> 월별 품질비용 집계표

이상과 같이 분류 집계된 품질비용을 관리 부서에서는 원가회계 측면에서 검토하고 이것을 경영회의에 보고한다. 경영회의에서는 월별로 제품별, 사업별 품질비용의 추이 변화와 구성비율을 분석하고 특히 실패비용에 대한 파레토 분석을 통해 중점 관리하는 활동의 효과를 분석하여 문제점을 관련 부서에 통보한다.

5.4 확장된 품질비용 사례

5.4.1 유형적 품질비용 사례

공정 내 실패비용은 제조회사에 대한 내부 실패비용의 비율을 ‘실패비용률’로 하여 월간 단위의 품질비용 관리지표로 활용하고 있다. <표 9>는 최근 1년 3개월간의 제품별 실패비용률을 보이고 있다. <표 9>를 보면 제조회사 대비 실패비용이 매우 미비함을 알 수 있다.

<표 9> 제품별 실패비용률

구 분	XXXX년	XXXB년		
		1월	2월	3월
A 제품	0.12	0.05	0.12	0.02
B 제품	0.02	0.01	0.00	0.00
C 제품	-	0.02	0.00	0.01

5.4.2 무형적 품질비용 사례

(1) 비 구조 손실비용 (개발단계의 품질비용)

개발단계의 대표적인 손실비용은 ‘찾은 설계변경’에 따른 손실비용이다. 설계변경은 개발과정에서 고객 요구에 의한 변경과 설계자 실수에 의한 변경이 있다. 이와 같은 설계변경은 추가비용을 수반하게 되는데 이것이 개발단계의 저 품질에 의한 손실비용(COPQ)이다. <표 10>에서 보여 주는 설계 변경률에 대한 손실비용은 과거의 품질비용 시스템에서는 관리되지 않았다. 설계변경 중에서 비용에 영향을 미치는 규모를 파악하기 위해 실제 데이터를 근거로 추정된 비용이 <표 11>의 ‘비 구조’ 손실비용에 해당한다.

(2) 비효율 손실비용

업무 수행의 비효율에 의해 발생하는 숨겨진 손실비용의 규모는 조직 구성원의 손실방지 노력의 정도에 따라 달라질 수 있다. <표 11>을 보면 ‘비효율’ 손실비용에서 노무비의 손실비용이 재료비와 경비의 손실비용 보다 아주 크게 나타나는데, 이는 비효율이 구성원의 업무수행 과정에서 비롯되었다고 판단된다.

5.4.3 확장된 품질비용 구조분석

확장된 품질비용 구성비율을 살펴보기 위해 3가

<표 10> 개발단계의 설계 변경률

설계그룹	설 계 완료(건)	개발단계의 설계변경					
		요구변경	변경률(%)	실수변경	변경률(%)	합 계	총변경률(%)
A 그룹	1,666	800	48	213	13	1,103	61
B 그룹	1,226	722	59	184	15	906	74
C 그룹	1,108	671	61	180	16	851	77
D 그룹	271	80	30	25	9	105	39
E 그룹	3,571	2,102	59	440	12	2,542	71
F 그룹	1,706	1,867	109	184	11	2,051	120
G 그룹	1,630	764	47	164	10	928	57
H 그룹	1,118	516	46	144	13	660	59
I 그룹	1,982	368	19	41	2	409	21
합 계	14,278	7,890	55	1,575	11	9,465	66

지 제약 조건하에서 비용의 추정치를 산출하였다. 비용 산출의 전제조건은 첫째, 품질부서에서 발생한 품질비용에 한정하였고, 둘째, 최근 3개월 기간의 원가회계실적 자료에 근거하였다. 셋째는 항공기 산업에서의 품질비용 구성의 특징을 개괄적으로 파악하기 위한 목적으로 분석하였다. <표 11>의 다섯 번째 행에 있는 데이터들은 예방비용을 100으로 기준하여 다른 품질비용의 정도와 구성비율을 나타낸다. 구성비를 살펴보면 예방, 평가, 실패, 비 구조 및 비효율 비용이 각각 10%, 9%, 4%, 60%, 17%를 나타내고 있다. 한편 유형적 품질비용과 무형적 품질비용은 23% 대 77%로 나타나고 있다. 이는 Feigenbaum이 제시하고 있는 미국 산업계의 조업 품질 비용의 구성비인 예방비용 5~10%, 평가비용 20~25%, 실패비용 65~70%와 상당한 차이를 보이고 있으며, 무형적 품질비용을 산출하여 평가하는 것이 아주 중요하다는 사실을 보여주는 것이다. 본 사례 분석은 항공기 산업에서의 확장된 품질비용 관리의 필요성과 방향성을 제시해 주고 있다.

<표 11> 확장된 품질비용 구성비(추정된 비율)

구 분	예 방	평 가	실 패	비구조	비효율	계
노무비	5	56	26	175	138	400
재료비	9	8	4	393	11	425
경 비	36	28	13	36	27	140
계	100 (10%)	90 (9%)	43 (4%)	604 (60%)	176 (17%)	1,013 (100%)

5.4.4 무형적 품질비용 개선을 위한 활동

확장된 품질비용 구조분석의 사례의 결과표인 <표 11>에서 무형적 품질비용이 77% 점유하는 것으로 나타났다. 그러므로 항공기 산업에서 무형적 품질비용을 획기적으로 줄이기 위해서는 체계적이고 지속적으로 품질개선 활동을 전개해야 한다. 이러한 활동을 위하여 K사는 최근에 “설계에서 생산 및 사후지원까지” 동시공학을 적용함으로써, 도면작성 등의 엔지니어링 프로세스와 제품의 고 신뢰성 유지를 위한 프로세스에서 발생하는 무형적 품질비용을 획기적으로 절감하는 결과를 얻었다. T-XX 프로젝트의 경우, 도면작성 8개월, 부품제작 5개월, 조립제작은 3개월 단축하는 성과를 올렸다. 이러한 사례를 통하여 우리는 저 품질에 기인한 손실비용을 줄이기 위해서는 전체 프로세스에 걸쳐서 총체적인 개선활동을 수행해야만 한다는 사실을 인식해야 한다. 무형적 품질비용을 줄이기 위해서는 각 기업이 자체적으로 자사의 제품과 공정, 그리고 처해 있는 기업 환경에 적합한 방법을 개발해야 할 것이다.

6. 결 론

항공기 산업은 업의 특성상 저 품질에 의해 실질적으로 발생하는 품질손실비용을 줄일 수 있는 품질비용 관리방안으로 ‘확장된 품질비용’의 개념을 도입하는 것이 필요하다. 확장된 품질비용은 유형적 품질비용과 무형적 품질비용으로 구분된다. 유형적

품질비용에는 예방, 평가 및 실패비용 그리고 행정 비용이 있고, 무형적 품질비용에는 비 구조 손실비용과 비효율 손실비용이 있다. 확장된 품질비용 관리를 위해서는 품질비용 관리가 회사의 원가회계 시스템과 연계되어야 하고, 유형적 품질비용과 무형적 품질비용이 효율적으로 관리되어야 한다. 이를 위하여 사업과 제품의 특성에 맞는 비용항목을 선정하고 이를 부호화하여 비용 산출을 용이하고 신속하게 해야 할 뿐만 아니라 데이터의 신뢰성을 높여야 한다.

본 논문에서는 항공기 산업을 대상으로 하여 품질비용을 정확하고 신속하게 집계하고, 집계한 품질비용을 효과적으로 분석하여 월별로 품질관리 활동의 성과를 분석할 수 있도록 하는 품질비용관리 시스템을 제시하였다. 품질비용 시스템을 전산화하여 성공적으로 운영하는 데에는 현실적인 장애요인들이 있다. 장애 요인을 극복하기 위한 사항으로 첫째, 최고경영자의 확고한 추진의지가 전제되어야 한다. 둘째, 현업의 사용자 중심의 편리성이 제공되어야 한다. 즉, 이용 시스템을 단순화해야 한다. 이를 위해서 실제 시스템을 이용할 때에는 품질비용의 입력 요소를 최종 값이 아닌 중간 값으로 하고 최종 값은 추후에 입력하여 재 산출을 해야 한다. 셋째, 품질비용 관리의 중요성에 대한 인식, 즉, 숨겨진 비용을 철저히 규명하여 감소시키겠다는 모든 구성원의 의지와 노력이 있어야 한다.

참 고 문 헌

[1] 강금식(1998), 「품질경영」, 박영사.

[2] 박성현(2001), "COPQ와 6시그마", 「품질경영」, 9호, pp. 108-109.

[3] 박용환(2000), 「21세기 대한민국 항공우주산업의 발전전략에 관한 연구」, 경상대학교 경영대학원 석사학위논문.

[4] 박정주(1998), 「100PPM과 Six Sigma 품질혁신 운동에 관한 연구」, 성균관대학교 대학원 석사학위논문.

[5] 삼성항공(1989), 「품질 코스트 Manual」, 삼성항공.

[6] 이상윤(1987), 「품질비용의 효과적인 활용방법」, 품질통신강좌, 삼성종합연수원.

[7] 이정일(1997), 「회전익 항공기 산업의 시스템 엔지니어링 도입에 관한 연구」, 한국항공대학교 항공 산업대학원 석사학위논문.

[8] Crosby, P. B.(1979), *Quality is Free*, McGraw-Hill, New York.

[9] Feigenbaum, A. V.(1991), *Total Quality Control*, third ed., McGraw-Hill, New York.

[10] Harry, M. and Schroeder, R.(2000), *Six Sigma : The Breakthrough Management Strategy Revolutionizing the World's Top Corporations*, Doubleday, New York.

[11] Juran, J. M.(1962), *Quality Control Handbook*, second ed., McGraw-Hill, New York.

[12] Smith, G. F.(2000), "Too Many Types of Quality Problems," *Quality Progress*, April, pp. 45-48.

[13] Taylor, J. R(1989), *Quality Control Systems*, McGraw-Hill, New York.