

항공 품질 경영 시스템을 위한 규격 비교 및 발전 방향에 관한 연구

이승주*, 변재현**†

* 한국항공우주산업(주) 사천 1공장

** 경상대학교 산업시스템공학부, 항공기부품기술연구센터

A Study on Comparison of Quality Standards and Evolutionary Direction of Aerospace Quality Management System

Sung Ju Lee*, Jai-Hyun Byun**†

* Sachon #1 plant, Korea Aerospace Industries

** Dept. of Industrial and Systems Engineering and Research Center for Aircraft Parts Technology, Gyeongsang National University

Key Words : Aerospace quality management systems, Aerospace industries, Quality management system improvement, AS 9000, ISO 9001, MIL-Q-9858A

Abstract

The AS 9100 aerospace standard has become the aerospace quality management system standard agreed to, instead of ISO 9001 and MIL-Q-9858A by international aerospace manufacturing companies. In this paper correlative requirements of each of the standards are compared and analyzed. Then the evolutionary concept and its direction is proposed as a guide to participate in the preparation and establishment of current aerospace quality management systems. This study is applicable to the future as well as present aerospace manufacturing activities throughout the world.

1. 서론

제2차 세계대전 이후 미국 국방성은

1959년 군수품 생산 기업의 품질 활동과 기능을 관리하는 품질시스템 규격으로 품질 프로그램 요구서(MIL-Q-9858)로 문서화하여 군용 항공기 및 레이더, 무전기 등 정밀 병기 생산에 대한 품질 프로그램 요구사항으로 적용하기 시작했다. MIL-Q-9858은

† 교신저자 jbyun@nongae.gsnu.ac.kr

· 본 연구는 과학기술부 한국과학재단 지정 항공기 부품기술연구센터의 지원에 의해 연구되었음

1963년 MIL-Q-9858A로 전면 개정된 이후 1995년까지 지속적으로 활용해왔다. 영국에서는 1960년 BSI(British Standard Institute)가 국가 표준인 BS5179 규격(1979년 BS5750으로 변경)을 제정하였고 1987년 국제표준화기구(International Organization for Standardization, ISO)에 의해 전체 산업계에 걸쳐 공통으로 사용할 수 있는 ISO 9000 계열 규격으로 발전하게 되었다 (황우열, 1996).

1995년 미국이 국방 예산 삭감으로 정부 구매 혹은 정부계약의 개발에 상업적 규격과 제품에 우선순위를 부여한다는 정책으로 MIL-Q-9858A 등 각종 군사 규격을 폐지하고 ISO 9000 등 민간 공업규격으로 대체하기로 함에 따라 보잉, 록히드 마틴, GE Aircraft Engine, Pratt & Whitney사 등 미국 항공우주 산업계의 10개 주요 기업들이 항공기 관련 품질 시스템 규격으로 ISO 9001을 기반으로 하여 미국의 연방항공청(Federal Aviation Administration, FAA)의 품질 요구사항인 CFR(Code of Federal Regulation) Part 14, Part 21의 내용을 수용하고 미국 국방성(Department of Defence, DoD)과 NASA 품질 요구사항의 통합을 목적으로 한 AS 9000 규격을 1997년에 제정하였다(이승주, 1999). AS 9000 규격이 미국 품질시스템 기준이라는 이유로 국제 항공 산업계에서는 수용하려는 공감대가 형성되지 않았다. 하지만 국제적으로 항공 산업계가 공통적으로 적용할 수 있는 항공 품질시스템 표준이 필요하여 미국, 유럽과 아시아 지역의 항공 우주 산업체를 망라한 국제항공품질그룹(International Aerospace Quality Group, IAQG)이 1998년에 구성되었다. IAQG를 통해 전 세계 주요 항

공 업체가 최초로 합의한 AS 9100 규격이 1999년에 생성되었다.

본 논문은 MIL-Q-9858A, ISO9001, AS9100까지 세계 항공 산업계가 채택해 온 품질시스템 규격의 내용을 비교하였다. 이를 기반으로 하여 향후 항공기 품질경영시스템 규격의 발전 방향을 제안하여, 항공 업체가 자사의 품질경영시스템을 발전시키는 데 도움이 될 수 있도록 하였다.

2. 품질경영시스템 규격

2.1 품질보증과 품질경영시스템 규격

품질보증에 대해 ISO에서는 품질요구사항이 충족될 것이라는 신뢰를 제공하는데 중점을 둔 품질경영의 일부라고 정의하고 있다(국제표준화기구, 2000). 즉, 제품을 보증하기 위해서는 품질에 대한 신뢰성 있는 증거가 제시되어야 한다. 항공기처럼 복잡한 제품의 경우 생산한 항공기의 최종 성능검사와 시험비행 결과만으로 완전한 품질보증을 할 수 없으므로 항공기가 만들어지는 전체 과정, 즉, 제품설계, 개발, 자재구매, 제조, 조립, 성능점검, 비행시험/시험비행, 최종검사 등에서 모든 활동들이 사전에 설정한 작업방법에 따라 수행되고, 성능특성이 규격에 부합한다는 것이 기록에 의해 객관적으로 입증되어야 한다.

이와 같은 품질보증의 개념에 입각하여, 고객이 원하는 제품 또는 서비스의 품질요건을 갖추고 있다는 객관적인 증거를 제시하는데에 필요한 시스템을 갖추기 위하여 중요한 요구사항들을 체계적으로 규정하여 놓은 것이 품질경영시스템 규격이다(김만성, 1995).

2.2 항공기 품질경영시스템 규격

항공 품질경영시스템 규격을 비교하기 전에, 1959년 제정되어 NATO 국가 등 다수의 국가가 항공기 등 복잡하고 정밀한 군수품에 적용해왔던 MIL-Q-9858A, 1995년 이후 세계 항공 산업관련 분야에서 광범위하게 사용된 ISO 9000 시리즈 규격과 세계 항공 산업계가 채택한 AS 9100 규격을 간략하게 검토하기로 한다.

2.2.1 MIL-Q-9858A 규격 개요

MIL-Q-9858A는 항공기, 미사일 등과 같이 복잡한 무기체계 및 군용 품목에 적용하기 위해 미 국방성이 제정한 군수품 범용 규격이다. 이 규격은 제품설계와 고도로 정밀한 제조 활동을 수행하는 업체에 적용하기 위한 것으로서, 최초 품질계획, 품질비용, 설비 및 표준, 최신도량형의 요구, 구매관리, 생산공정 및 제조, 완제품 검사 및 시험, 통계적 품질관리 및 분석 등의 광범위한 요구사항들을 포함하고 있다. 이 규격은 품질보증 발전에 있어서 지대한 공헌을 하여 검사활동을 기반으로 하여 샘플링검사 기법 적용이나 검사데이터의 통계적 분석 등 검사와 관련된 품질관리 방식에 일대 변혁을 일으켜 현대적 품질보증 활동의 기반을 마련하였으며, 품질경영시스템에 위한 국제적인 ISO 9000 계열 규격생성의 모체가 되었다.

MIL-Q-9858A는 우리나라 최초의 군수품 품질시스템 국방규격인 국방 0050-0015 '품질 프로그램 요구서'(1973년 6월 제정, 1998년 10월 국방 0050-9001로 대체)의 원전인 미국 국방성의 품질시스템 규격서이다. MIL-Q-9858A는 ISO 9000 시리즈,

ANSI/ASQC Q9001, Q9002로 대체되기까지 2번에 걸친 부분적인 개정이 있었으나 30년 이상 규격 내용의 보완 없이 사용되었으며, 1995년 5월에 발행된 AMENDMENT 3으로 인해 1996년 10월 폐기되었다.

2.2.2 ISO 9001 규격 개요

ISO 9001은 군용 범용 규격인 MIL-Q-9858A와 같은 수준의 규격으로 설계, 개발, 제조, 제품검사, 설치 및 서비스에 이르기까지 요구사항이 규정되어 있다. 1994년도 개정판인 ISO 9001 규격은 5년 주기의 개정 검토 시에, 규격 사용자의 요구사항에 부응하기 위해 상호연관성이 미흡했던 독립적인 20개 요건을 프로세스 관점에서 접근하였다. Plan, Do, Check, Action의 PDCA 사이클을 적용한 결과, 이 규격은 P-자원관리, D-제품실현, C-측정, 분석, 개선 A-경영책임 등 5개 분야의 상호 연관성을 확보하여 경영성과 달성과 지속적인 개선 강화를 위한 품질경영시스템 규격인 ISO 9001:2000(제3판)으로 발전되었다(ISO, 2000).

2.2.3 AS 9100 규격 개요

미국 정부가 1996년 이후 군수품 품질규격인 MIL-Q-9858A, MIL-I-45208 등 군사 규격을 폐지하고 ISO 9000 시리즈나 동등 이상의 범용 산업용 품질시스템을 인정하기로 하였다. 이에 대비하여, 1995년 미국 내 항공기 생산 관련업체, 즉, Boeing, Lockheed Martin, McDonnell Douglas, Northrop Grumman 등 항공기 완성업체, General Electric Aircraft Engines, Rolls-Royce Allison Engine, Pratt & Whitney, Allied Signal 등 항공기 엔진업체와 Lockheed Martin Electronics, Rockwell

Collins, Sundstrand 등 전자·보기업체 등 10개 주요 기업들은 ISO 9001:1994를 기반으로 하고 항공 산업의 특성에 맞는 요구조건을 추가하여 항공업체 고유의 품질시스템 규격인 AS 9000(Aerospace Basic Quality Standard) 규격을 제정하였다. 이 규격은 1997년에 SAE(The Society of Automotive Engineering)가 발간하였다. AS 9000 규격이 ISO 9001을 기반으로 미국 항공 산업계가 합의한 항공부문의 미국 품질시스템 기준인데, 유럽에 속한 항공 산업체도 유사한 목적으로 prEN 9000-1을 준비하고 있었다.

이러한 현상은 복수의 계약자가 하나의 공급업체에 대해 유사한 내용인면서, 틀이 상이한 품질시스템 요구사항을 부과하여 공급업체에 비용, 품질과 시간의 측면에서 중복된 낭비를 발생시켜온 이제까지의 현실을 개선하고자 했던 국제적인 규격표준화 노력이 물거품이 되게 만드는 것이었다. 이러한 문제점을 해결하고자 미국 항공업체가 주축이 되어 유럽과 아시아 지역을 포함한 범세계적인 단체인 국제 항공품질 그룹(International Aerospace Quality Group, IAQG)이 1998년에 형성되었다. IAQG를 통해 ISO 9001:1994 규격 20개 요구사항에 연계하여 83개의 항목이 추가된 항공 품질의 시스템 규격인 AS 9100:1999 판이 미국, 유럽, 아시아(일본)에서 산업규격화 되었으며, ISO 9001:2000 규격에 연동하여 80개 항목의 항공부문 특별 요구사항과 18개 Note 사항이 보완된 AS 9100:2001 Rev. A가 2001년에 미국, 유럽, 아시아(일본)에서 각각 산업규격화 되었다. 미국 국방성은 2002년 군수항공기 제작 생산에 AS 9100 규격을 채택하기로 했으며, 미국 FAA 역시 AS 9100

을 항공 산업 분야에서 유용한 품질시스템으로 인정했다(Gordon, 2002). 2003년 10월 현재 전 세계 42개 항공 산업체가 IAQG의 회원사로 가입하였다.

3. MIL-Q-9858A, ISO 9001, AS9100 규격 간 특징 비교

3.1 품질시스템 규격과 요구사항 상세분석

각 규격 최신판에 대해 요구항목을 검토하여 상호 내용을 비교 했다. ISO 9001과 AS9100 이 동일한 번호 체계를 유지하고 있어서 ISO 9001 규격 항목을 기준으로 하였다. 각 규격의 요구항목 수는 각 영문 규격의 문장에 포함된 'shall'의 수를 파악하였으며, MIL 규격의 경우에는 의미상 'shall'에 해당되는 부분도 포함하였다.

3.1.1 개요

<표 1>을 보면, ISO 규격과 AS 규격의 경우 품질경영시스템 및 측정·분석 및 개선 부문의 요구사항이 월등하여 MIL 규격에 비해 현대적인 경영시스템이 강화되어 있음을 알 수 있다. 즉, 품질경영시스템 요구항목 수가 ISO 9001 기준으로 MIL 7항목(23.3%), ISO 30항목(100%), AS 38항목(126.7%)순으로 항목수가 증가하였고, 각 규격 내에서 품질경영시스템 항목의 점유율은 MIL 4.1%, AS 11.0%, ISO 13.1%로 나타났다. 경영시스템의 경우에도, 요구항목 수는 MIL 5항목(14.7%), ISO 34항목(100%), AS 35항목(102.9%)이며, 각 규격

내 항목의 점유율이 MIL 3.0%, AS 10.1%, ISO 14.9%로서 MIL 규격이 열등하게 나타나고 있다.

7항의 제품실현 항목을 보면 ISO 100항목(100%), MIL 129항목(129%), AS 181항목(181%)순으로 증가했으며, AS 규격이 ISO 규격에 비하여 제품실현과 관련된 요구항목을 더욱 강화하고 있음을 알 수 있다. 이는 ISO 규격이 품질시스템을 강조한 반면, AS 규격은 항공기라는 고도의 신뢰성을 요구하는 제품의 생산을 위한 것이므로 제품 자체의 완결성에 큰 비중을 둔 결과라고 판단된다. 규격 내 점유율을 보면 ISO 43.7%, AS 52.5%, MIL 76.3%로서 MIL-Q-9858A가 시스템적인 측면 보다는 제품 자체에 대한 품질 보증 및 관리에 직접적인 관심이 더 많았던 시기에 작성된 규격임을 알 수 있다.

3.1.2 품질경영시스템 요구사항 상세분석

품질 경영 시스템 관련 세부 항목수가 <표 1>을 보면, MIL 7항목 (23.3%), ISO 30항목 (100%), AS 38항목(126.7%)으로서 AS 규격이 MIL규격에 비해 5.4배 증가 했으며, 각 규격 내 점유율도 MIL 4.1%에 대비하여 ISO 13.1%, AS 11.0%로 각각 3.2배, 2.7배로 증가 하였다.

<표 2>를 보면, 특기할 만한 사항으로 MIL규격에는 명시되지 않은 4.1 일반사항에서 요구된 프로세스의 실행, 유지, 효과성에 대한 지속적 개선 요구 항목이 ISO와 AS에서 모두 요구되고 있다. 4.2 문서화 요구사항과 관련하여 AS 규격에는 ISO와 MIL규격에 포함되지 않은 법규기관(부서)에 대한 요구사항이 신규 항목으로 포함되어 있다. 4.3 형상관리도 AS 규격에만 신규 항목으로 요구하고 있어서, 항공 산업이 자국 감항 당국 및 전 세계 항공법 기준 적용의 부담을 안고 있다는 것과 사고 발생 시 소급하여 그 원인을 확인할 수 있는 대책을

<표 1> ISO 9001 기준 AS 9100 및 MIL-Q-9858A 규격 요구항목 수 비교표

항목	ISO 9001:2000		AS 9100:2001		MIL-Q-9858A		비고
		점유율		점유율		점유율	
4. 품질 경영시스템	30(100)	13.1	38(126.7)	11.0	7(23.3)	4.1	· Note 사항 제외
5. 경영 시스템	34(100)	14.9	35(102.9)	10.1	5(14.7)	3.0	
6. 자원관리	12(100)	5.2	12(100)	3.5	0(0)	0.0	
7. 제품실현	100(100)	43.7	181(181)	52.5	129(129)	76.3	
8. 측정·분석 및 개선	53(100)	23.1	79(149.1)	22.9	28(52.8)	16.6	
계	229(100)	100	345(150.7)	100	169(73.8)	100	

() ISO 9001 기준 요구항목 수 백분율

<표 2> 4. 품질경영시스템 세부 항목 수 비교

요구항목	ISO 9001		AS 9100					MIL-Q-9858A	
		점유율		점유율	신규	보완	계		점유율
4.1 일반요구사항	10(100)	33.3	10(100)	26.3	0	0	0	0	0
4.2 문서화 요구사항	20(100)	66.7	27(135)	71.1	5(25)	2(10)	7(35)	7(35)	100
4.3 형상관리	0	0	1	2.6	1	0	1	0	0
계	30(100)	100	38(126.7)	100	6(20)	2(6.7)	8(26.7)	7(23.3)	100

시스템적으로 요구하고 있다는 것을 알 수 있다.

3.1.3 경영시스템 요구사항 상세분석

품질경영 8대 원칙의 관점에서 ISO 규격이 전개 되었으며, <표 3>은 ISO와 AS 규격 5항 경영시스템에 고객 중심(5.2), 리더쉽 (5.1), 전원참여(5.5) 프로세스 접근방식 (5.4, 5.6), 지속적 개선(5.1, 5.6), 의사결정에 대한 사실적 접근 방법(5.6) 등이 각 세부 항목에 포함되어 집약되어 있음을 알 수 있다. ISO에 대비하여 AS 규격에는 5.5.2 경영 대리인 항목에 품질 관련 문제해결을 위한 조직상의 독립성을 보완 추가하여, 5.5.2.d에 항

공 산업에 있어서 품질부문 경영대리인(품질 부서 책임자)의 역할이 타 사업에 비해 상대적으로 중요함을 강조하였다.

그 외의 항목에서는 MIL 규격은 3.1항에 조직이 수행해야 할 기본적인 품질기능만 명기하고 있어 ISO나 AS 규격에 비해 14.7%이하 수준으로 경영시스템 관련한 MIL 규격의 요구사항이 빈약하다(<표 3> 참조). 경영시스템에 관한 요구항목 수를 보면, MIL 5항목(14.7%), ISO 34항목(100%), AS 35항목(102.9%)순으로 증가하였다.

3.1.4 자원관리 요구사항 상세분석

ISO 및 AS 규격 6항의 자원관리

<표 3> 5. 경영시스템 세부항목 수 비교

요구항목	ISO 9001		AS 9100 항목 수					MIL-Q-9858A	
		점유율		점유율	신규	보완	계		점유율
5.1 경영의지	5(100)	14.7	5(100)	14.3	0	0	0	0	0
5.2 고객중심	1(100)	3.0	1(100)	2.9	0	0	0	0	0
5.3 품질방침	5(100)	14.7	5(100)	14.3	0	0	0	0	0
5.4 기획	4(100)	11.8	4(100)	11.4	0	0	0	0	0
5.5 책임, 권한 및 의사소통	6(100)	17.6	7(116.7)	20.0	0	1(16.7)	1(16.7)	3(50.0)	3(60.0)
5.6 경영검토	13(100)	38.2	13(100)	37.1	0	0	0	2(14.7)	2(40.0)
계	34(100)	100	35(102.9)	100	0	1(2.9)	1(2.9)	5(14.7)	100

<표 4> 6. 자원관리 세부항목 수 비교

요구항목	ISO 9001		AS 9100 항목 수					MIL-Q-9858A	
		점유율		점유율	신규	보완	계		점유율
6.1 자원확보	2(100)	16.7	2(100)	16.7	0	0	0	0	0
6.2 인적자원	6(100)	50.0	6(100)	50.0	0	0	0	0	0
6.3 기반구조	3(100)	25.0	3(100)	25.0	0	0	0	0	0
6.4 업무환경	1(100)	8.3	1(100)	8.3	0	0	0	0	0
계	12	100	12	100	0	0	0	0	0

(Resource Management)는 품질경영시스템을 적용하고 유지하며 효과성에 대한 지속적인 개선과 고객만족의 증진을 위해 필요한 자원인 인적자원과 기반구조(Infrastructure) 및 생산품의 품질에 영향을 주는 온도, 습도, 조도, 청결도, 정전기방지 등의 업무 환경을 포함하는 것으로 ISO 및 AS 규격에 동일 내용이 명시되어 있다. ISO 및 AS 규격 6.1항 자원 확보에 언급된 내용 중에 자원관리사항은 MIL 규격에는 3.3 작업지시서 내용 안에 포함된 작업 환경(Circumstances)과 작업수행기준(Acceptance criteria for workmanship)에 일부 드러나 있으나, ISO 및 AS에 나타나 있는 바와 같이 이들 사항을 계획적으로 관리해야 한다는 요구항목이 나타나 있지 않다(<표 4 > 참조).

실제적으로 자원관리 요구사항은 현대적인 품질경영에서 경영자가 계획적으로 관리해야 하는 중요한 항목으로서 ISO 및 AS 규격에 독립된 주요 항목에 포함되어 있다.

3.1.5 제품실현 요구사항 상세분석

제품 실현은 MIL, ISO, AS 규격 모두에서 <표 1>에 나타난 바와 같이 각 규격 내에서 가장 큰 점유율을 차지하고 있다. 그

내용은 <표 5-1>에 나타나 있듯이 제품기획, 고객 관련사항, 설계 및 개발, 구매, 생산 및 서비스 제공, 모니터링 장치 및 측정 장치의 관리로 구분된다. 각 규격 별로 요구항목 수를 기준으로 순위를 매기면 각 규격의 성격과 특징을 확실히 알 수 있게 된다(<표 5-2> 참조).

즉, MIL 규격은 생산 준비와 검사 및 취급을 포함한 생산 공정, 제조와 관련한 요구 사항이 가장 많고(58건, 45.0%), 구매 물품에 대한 요구 제원, 구매물품에 대한 확인검사 사항이 두 번째 많다. 설계관련도면, 문서변경관리 요구항목은 세 번째 순위를 차지하고 있다. 이러한 결과에 의거하여 MIL-Q-9858A는 단순한 사내 검사 규격이 아니라, 현대적 품질경영시스템의 모태가 되는 품질보증시스템 규격이라는 것을 알 수 있다.

ISO 규격은 현대적 품질경영의 관점에서 설계 및 개발 단계와 생산 및 서비스 제공에 대한 관리 요구항목에 높은 우선순위가 부여되어 있다. AS 규격은 생산 및 공정 변경 관리(7.5.1.2), 식별 및 추적성 관리(7.5.3) 등 항공기 안전 및 항공 법규에 관련하여 생산 과정 중 관리해야 할 요구 사항이 범용 산업규격인 ISO 규격에 비해 아

<표 5-1> 7. 제품실현 세부항목 수 비교

요구항목	ISO 9001	AS 9100 항목 수			MIL-Q-9858A	
		신규	보완	계		
7.1 제품실현의 기획	7(100)	8(114.3)	0	1(14.2)	1(14.2)	5(71.4)
7.2 고객관련 프로세스	15(100)	16(106.7)	0	1(6.7)	1(6.7)	11(73.3)
7.3 설계 및 개발	32(100)	47(146.9)	13(40.6)	2(6.3)	15(46.9)	16(50.0)
7.4 구매	11(100)	36(327.3)	18(163.6)	7(63.6)	25(227.3)	34(309.1)
7.5 생산 및 서비스 제공	23(100)	59(256.5)	31(134.8)	5(21.7)	36(156.5)	58(252.2)
7.6 모니터링 장치 및 측정 장치의 관리	12(100)	15(125.0)	2(16.7)	1(8.3)	3(25.0)	8(66.7)
계	100(100.0)	181(181.0)	64(64.0)	17(17.0)	81(81.0)	129(129.0)

<표 5-2> 7. 제품실현 세부항목 수 및 점유율

요구항목	ISO 9001	AS 9100 항목 수	MIL-Q-9858A
7.1 제품실현의 기획	7(7.0) <6>	8(4.4) <5>	5(3.9) <6>
7.2 고객관련 프로세스	15(15.0) <3>	16(8.8) <4>	11(8.5) <4>
7.3 설계 및 개발	32(32.0) <1>	47(26.0) <2>	16(12.4) <3>
7.4 구매	11(11.0) <5>	36(19.9) <3>	34(26.4) <2>
7.5 생산 및 서비스 제공	23(23.0) <2>	59(32.6) <1>	58(45.0) <1>
7.6 모니터링 장치 및 측정 장치의 관리	12(12.0) <4>	15(8.3) <5>	8(6.2) <5>
계	100(100.0)	181(100.0)	129(100.0)

<순위>

주 많고, 설계 및 개발에서도 설계 기록/개발 검증 타당성 확인 등에 15개 항목이 추가되어 있다. 구매 관련사항도 ISO에 비해 대폭 강화됨으로써(ISO 11건, 11% → AS 36건 19.9%), 생산과정, 설계 검증 및 구매 물자의 적절성과 관련된 사항을 강화하여 항공 산업의 특성에 맞는 품질경영시스템을 위한 제품실현 항목을 확보하고 있다.

3.1.6 측정, 분석 및 개선 요구사항 상세 분석

PDCA의 프로세스 접근방법 따라 모니터링, 측정, 분석 및 지속적 개선 프로세스를 실행해야 할 관점에서 ISO 및 AS 규격은 제품과 품질경영시스템의 적합성 및 효과성을 지속적으로 개선하기 위해 데이터 분석에 통계적 기법 등을 적용해야 한다고 일반사항(8.1)에서 언급하고 있다. MIL 규격에서는 PDCA의 목적인 개선(Action)을 명시하지 않고 데이터 분석을 위한 통계적 품질관리 및 분석 (6.6항)만을 요구하고 있다. 즉, 기법 활용이 예방을 통한 개선을 목

<표 6-1> 8. 측정, 분석 및 개선 세부항목 수 비교

요구항목	ISO 9001	AS 9100 항목 수			MIL-Q-9858A	
		신규	보완	계		
8.1 일반사항	4(100)	4(100)	0	0	0	
8.2 모니터링 및 측정	19(100)	37(194.7)	18(94.7)	0	18(94.7)	9(47.4)
8.3 부적합 제품의 관리	8(100)	14(175)	6(75.0)	0	6(75.0)	7(87.5)
8.4 데이터의 분석	6(100)	6(100)	0	0	0	5(83.3)
8.5 개선	16(100)	18(112.5)	0	2(12.5)	2(12.5)	7(43.8)
계	53(100.0)	79(149.1)	24(45.3)	2(49.1)	26(49.1)	28(52.8)

<표 6-2> 8. 측정, 분석 및 개선 세부항목 수 및 점유율

요구항목	ISO 9001	AS 9100 항목 수	MIL-Q-9858A
8.1 일반사항	4(7.6) <5>	4(5.1) <5>	0(0) <5>
8.2 모니터링 및 측정	19(35.8) <1>	37(46.8) <1>	9(32.1) <1>
8.3 부적합 제품의 관리	8(15.1) <3>	14(17.7) <3>	7(25.0) <2>
8.4 데이터의 분석	6(11.3) <4>	6(7.6) <4>	5(17.9) <4>
8.5 개선	6(30.2) <2>	18(22.8) <2>	7(25.0) <2>
계	53(100.0)	79(100.0)	28(100.0)

<순위>

적으로 한다는 적극적인 방향성이 없다. 전체적인 항목 수는 MIL 28항목(52.8%), ISO 53항목(100%), AS 79항목(149%)이다. 각 규격 내에서 세부항목의 점유율의 순서는 모든 규격이 거의 같다.

3.2 품질시스템 규격 간 특징 종합 비교

3.1절의 각 항목 요구사항별 특징을 비교한 결과, MIL-Q-9858A는 제품 생산에 직접적으로 관련이 많은 제조공정의 품질과 구매품의 품질에 영향을 주는 항목에 주안점을 두고 있음을 알 수 있다. 제품의 품질 특성에 원천적인 영향을 주는 설계 의도나

설계 품질보다는 정해진 설계 또는 변경된 설계 내용을 제도적으로 잘 관리하고 효과적으로 보증하는 데에 주안점을 두고 제정된 군수품을 위한 범용 품질보증시스템 규격이다. ISO 9001 규격은 PDCA의 각 단계를 채택한 프로세스 접근방식을 이용하여 품질 경영 8대 원칙의 관점에서 고객 중시의 제품 설계와 개발, 지속적인 개선을 위해 생산 및 경영 자원의 배분을 위하여 최고 경영자의 책임과 역할을 중시한 현대적인 범용 품질 경영 시스템이다. AS 9100 규격은 ISO 9001 규격의 품질경영시스템 개념 위에 항공기 및 고객 안전을 위해 제정된 전 세계 각국의 법적 안전요건, 즉, 항공 법규에서 요구하는 까다로운 설계확인

<표 7> ISO 9001/AS9100/MIL-Q-9858A 특징 종합

항목	ISO 9001	AS 9100	MIL-Q-9858A
제정	1987.03	1999.11	1959.04
개정(폐기)	1994.07, 2000.12	2001.08	1963.12(1996.10)
적용대상	전체 산업	항공산업	군수사업
성격	범용 산업규격	특정 산업규격	부분 범용 산업규격
승인방식	제 3자 인증	제 3자 인증	제 2자 승인
시스템	품질경영	품질경영	품질보증
요구사항	일반 요구사항	항공 안전법규 사항	계약 요구사항
이해당사자	계약자(고객)	고객, 정부 항공법규 부서	수요군, 정부 품질보증 부서
주요관심	<ul style="list-style-type: none"> · 프로세스 효율, 효과 · 품질경영 8원칙 (고객 중시 등) 	<ul style="list-style-type: none"> · 안전 · 신뢰성 · 유지성 	<ul style="list-style-type: none"> · 계약이행 · 품질 일치성
특정요구	<ul style="list-style-type: none"> · 최고 경영자 · 자원관리 - 인적/기반구조 업무환경 · 설계 및 개발 기획 · 타당성 확인 	<ul style="list-style-type: none"> · 품질기능의 조직상 독립성 · 형상관리 · 식별 및 추적성 · 기록/검증과 타당성 확인 	<ul style="list-style-type: none"> · 품질기능의 조직상 활동 자유 · 검사상태의 표시 · 양산성 · 도면 및 문서 변경관리

및 이행, 사고 발생의 원인을 밝히기 위한 생산품 및 공정요소에 대한 추적성(소급성) 유지 요구 등이 추가된 특정 산업의 품질경영시스템이라 하겠다. 규격 특징에 따른 비교를 종합한 것은 <표 7>에 나타내었다.

트형제가 제작한 동력비행기 이후 발전해 온 항공기의 개발과 생산 활동을 지원하기 위해 적용된 항공기 품질활동의 고유한 성질이다. 본 절에서는 항공기 생산에 적용되어 온 품질 경영활동 발전단계에서 고려되었던 핵심 내용을 연구하였다.

4. 항공 품질경영시스템 규격 발전 방향

4.1 항공 산업 품질경영 활동 발전 단계

AS 규격의 특징은 1903년 미국의 라이

4.1.1 검사 위주 품질활동 단계

1920년대 아음속(Subsonic) 항공기 생산 시, 작업자에게 생산 및 검사활동이 동시에 부과되었다.

조립 공정에서 불량률이 빈번하게 발생하므로 작업자에 의한 자체 검사 외에도, 최종 조립에서 나타나는 형태(Form), 맞춤(Fit), 기능(Function)상 취약한 부분과 주요한 품질

특성에 대해 검사자가 부품 제조 공정에서부터 엄격한 품질검사를 시행했다.

4.1.2 통계적 품질관리 및 검사 중심의 품질 관리 단계

2차 세계 대전 기간인 1941년부터 1945년 사이에 관리도 활동과 샘플링 계획 등 통계적 품질관리가 항공기 부품 생산 공정 중에 시행되었으며 1950년에 미국 국방성은 계수 조정형 샘플링 검사(MIL-STD-105)를 채택했고, 일반 품질 관리 요구사항(MIL-Q-5293) 규격을 제정하여 항공기를 포함한 정밀장비 및 전자장비 생산업체에서 제품의 품질을 확인하기 위해 검사위주의 품질활동과 통제 성격의 품질관리 개념 및 정부검사 개념을 적용했다.

4.1.3 품질보증시스템 적용 단계

Feigenbaum은 종합적 품질관리(Total Quality Control, TQC)를 '고객에게 최대의 만족을 주는 가장 경제적 품질수준의 제품을 생산하고 서비스할 수 있도록 품질의 생성, 유지 및 개선 업무를 기업 내 모든 조직 부서의 유기적 노력으로 통합하는 하나의 효과적 시스템'이라고 정의하면서 '생산의 원천(at the source of production)에서' 불량을 방지하는 품질보증 개념과 전사적 생산품질 지원시스템을 강조했다(Feigenbaum, 1991).

미국 국방성은 1, 2차 세계대전을 거치면서 그 중요성이 대두되었던 성능 신뢰성과 수리 유지 부품의 호환성 등 군수품 고유의 특성에 대해 제품 규격상의 성능 규제 외에 균질한 제품과 부품을 경제적으로 지속하여 생산하기 위해 1959년 규격화된 품질시스템인 MIL-Q-9858을 제정했다. 군수

항공기의 경우에는 MIL-Q-9858A 요구사항을 만족시키기 위한 품질시스템을 각 사별로 체계화하였으며, 민수 항공기 분야에서도 각 업체나 정부기관이 MIL-Q-9858A의 품질시스템 요구사항을 기본으로 하는 시스템을 갖추었다.

4.1.4 전략적 품질경영 단계

품질의 전략적 측면을 고려한 단계에서는 품질의 개념이 '요구조건'의 만족도' 또는 '사용의 적합성'으로부터 Feigenbaum이 제창한 '소비자 기대에의 적응도'라는 보다 포괄적인 소비자 지향 개념으로 바뀌면서 더욱 발전했다(중소기업청, 1993).

Boeing은 1986년부터 회사의 기본 정책을 생산성 중심에서 품질 중심으로 전환하여 CQI(Continuous Quality Improvement)라는 경영혁신운동을 단계적으로 추진하고 있으며(허희영, 1996), Lockheed Martin 역시 Excellence 21 프로그램을 통해 고객 만족을 위한 품질 수준달성과 품질시스템의 효과와 효율을 중시하는 전략적인 품질경영 활동을 펼치고 있다. 품질경영시스템 측면으로는 두 회사 모두 여러 단계를 거쳐 현재 ISO 9001 품질경영시스템, AS 9100 기본 항공 품질시스템을 채택하고 협력업체에 대해서도 AS 9100 시스템을 채택하고 정착 시키도록 요구하고 있다.(표 8 참조)

4.2 항공 품질경영시스템 규격 발전 방향

향후 항공 품질경영시스템 규격을 발전시키는 주체기관은 ISO와 연관관계를 갖고 세계 주요 항공 산업체를 회원사로 하면서 미국의 ASQ와 SAE, 유럽의 AECMA

<표 8> 항공기 품질경영시스템 발전 단계

시대	검사	통계적 품질관리	품질보증	전략적 품질경영
기술 구분	내연기관 동력항공기	제트항공기	초음속 전투기 대형민간항공기 (터보팬 엔진)	스텔스 기능항공기 (복합재) 대형장거리
일차적 관심	불량검출	공정관리	품질 노력에 대한 통합과 조정	전략적 방향
목표	도면, 규격 일치성	신뢰성 호환성	시스템적 불량예방	시스템의 효과 및 효율 중심
강조점	품질의 균일성	샘플검사와 품질의 균일성	예방품질 및 전 부문 연계	시장과 고객의 진정한 요구
접근방향	품질검사	품질통제	품질시스템	품질경영시스템
방법	측정, 계측	통계적 기법	프로그램과 시스템	전략적 계획 목표 설정 및 조직 가동
품질 책임	검사부문	제조검사 및 기술 부문	전 부문	최고 경영자 지도력 강조 전 부문
시스템 규격	(없음)	MIL-Q-5293 (MIL-STD-105D)	MIL-Q-9858	ISO 9001 AS 9100

(): 시스템 규격 아님

(European Association of Aerospace Industries), 아시아(일본 SJAC, Society of Japanese Aerospace Companies)의 후원 및 직접적인 참여를 유치한 IAQG라는 것을 알 수 있다. 따라서 향후 발전 방향은 규격 간 특징을 비교한 결과를 바탕으로 한 IAQG의 방침과 활동을 점검하고 준수 항공 산업 분야와 NASA등 우주체 사업주도 기관과 FAA등 항공 법규 기관의 강조, 추진사항을 반영해서 검토하였다.

4.2.1 IAQG의 방침과 활동

IAQG는 1998년 발족 시부터 그 활동 목표(Goal)로 첫째 원청업체 품목의 품질 향상과 가치 흐름(Value Stream)상에서의 비

용절감, 둘째 공급자 사슬(Supply Chain)내에서의 지속적인 품질 개선으로 정하였다. 그 방침에 있어서 ISO TC20/WG11과 협의를 통해 IAQG가 ISO를 대리하여 항공 산업계를 위한 품질시스템 규격을 제정하고 개정 유지하기로 했다. 항공 품질경영시스템 규격(AS)의 내용은 ISO 9001을 기본으로 ISO 9001의 각 문장을 그대로 수용하고 항목이나 문장을 추가할 수 있으나, 변경할 수 없음을 명확히 하였다.(Baker, 2002) 2003년 10월 현재 IAQG는 ISO 규격 인증을 통해 일반화 되고 있는 품질경영시스템 규격에 대한 제3자 인증 활동의 질적 수준 향상과 신뢰성 확보를 위해 항공 산업계의 감독 체계와 생산품 품질의 완전성을 체계

적으로 향상시킬 수 있는 직접적인 기준 제정과 보완을 지속하고 있다. 궁극적으로는 IAQG의 목표(Objective)인 국제적으로 항공 산업 관련 분야와 민간 항공 법규 기관에서 수용되는 항공기 관련 제품의 고품질 제품 생산을 위한 품질경영시스템과 관련 규격, 하부 표준의 통합과 국제 규격화를 추구하고 있다.

4.2.2 군수 및 우주 산업 분야 추진사항

미국 공군은 1996년 DoD와 미국 록히드사 간의 전투기 계약 변경에서 기존의 MIL-Q-9858A의 품질시스템 요구사항을 ISO 9001:1994 규격 등의 민수 규격으로 변경한 바 있으며, 2002년 AS 9100:2001 규격을 채용했다(Gordon, 2002). 미국 항공우주국(National Aeronautics and Space Administration, NASA) 역시 2001년에 ISO 9001:2000으로 전환하려는 DoD의 계획에 동참하겠다는 의향서(Memorandum)를 제출하였다. NASA는 또한 IAQG가 ISO TC 20/WG11(ISO Technical committee 20-Aircraft & Space Vehicles)로부터 업무를 이관 받아 추진하는 ISO 9001에 연계한 항공 산업체의 요구사항을 반영하는 AS 9100 규격 제정 및 채택에 동의하였고, 향후 우주 분야의 특정 요구사항을 AS 규격에 반영하여 국제 규격화에 유럽과 일본의 관련 기관과 함께 동참할 것을 결정했다(Greenfield, 2002). NASA 등 우주산업 관련 기관들은 2002년 2월 Italy Torino에서 열린 IAQG 12차 이사회에서 AS 9100 규격 내용에 위험도 관리(Risk Management)와 안전, 임무 보증에 대한 강조 사항(4.1, 5.1, 7.4.3, 8.2.4)을 제시하였다. 하지만 그들은 규격의 내용보다는 제3자 인증제도의 운영,

인증 내용에 대한 IAQG 회원사의 감독 및 인증 정보의 공유와 AS 9100 규격에 관련된 초도품 검사나 샘플 검사 등 하부 표준의 제정 및 적용을 강조하였다.

4.2.3 민간 항공 법규 기관 추진사항

미국의 민간항공 법규기관인 FAA는 감항 규정 FAR PART 21에 항공기 제작업체가 갖추어야 할 생산증명(Production Certification) 또는 생산승인(Production Approval)을 위한 품질시스템 요건을 포함시키고 있으며, 이 규정은 미국과 유럽은 물론 전 세계적으로 통용되고 있다. FAA는 1994년부터 항공기 인증시스템 평가제도(Aircraft Certification System Evaluation Program, ACSEP)를 전 세계적으로 운영하고 있으며 이를 통해 생산승인을 득한 업체(Production Approval Holder)들을 주기적으로 평가하고 관리 감독하고 있다.

IAQG는 AS 9100 규격 제정 시 FAA 법규와 관련된 내용의 검토를 FAA에 의뢰하였으며 FAA로부터 AS 9100 규격이 CFR, Title 14, Part 21의 규정에 필요한 품질관리/품질보증 요소가 포함되었다는 통보를 받았다. 단, FAA는 AS 9100 품질경영시스템에 대한 제3자 인증 활동은 업체 자체의 활동으로서 CFR Title 14, Part 21 규정상 명기된 FAA에 의한 업체 품질시스템에 대한 주기적인 감독책임은 그대로 FAA에 남게 된다고 확인하고 있다(Paskiewicz, 2002).

5. 결론

본 논문은 MIL-Q-9858A, ISO9001,

AS9100 등 세계 항공 산업계가 채택해 온 품질시스템 규격의 내용을 비교하고, 품질경영시스템의 발전방향을 제안하였다.

발전방향을 구체적으로 정리하면, 현 시점에서 항공 품질경영시스템은 다음과 같이 발전할 것으로 예측할 수 있다. 1) 1997년 4월 ISO TC 20, WG11에서 결정한 바와 같이, IAQG가 항공 품질경영시스템을 제정, 개정 및 유지해 갈 것이다. 2) AS 9100 시스템은 ISO 9001을 기반으로 ISO 9001의 각 문장에 대한 변경 없이 ISO 9001 규격의 개정에 연동하여 항공 분야의 특정 요구조건을 추가로 보완하는 형식을 취한다. 3)

항공 분야의 특정 요구조건은 IAQG의 회원으로 가입한 전 세계 항공 관련업체 회원사의 문제 제기로 연2회의 이사회에서 검토하여 채택여부를 결정하는데, 소위원회의 검토결과를 이사회에서 최종 확정할 것이다. 항공분야의 특정 요구조건의 내용은 1) IAQG의 목표, 방침에 따른 활동 내용, 2) 우주 사업 부문 강조사항, 3) 민간 항공 감항법규 기관의 강조사항이다. 현재 진행되고 있는 발전 내용은 <표 9>에 나타내었다.

향후에는 ISO 9001 개정에 연동하여 항공기 안전과 우주산업에 필요한 요구사항을 강화하면서 항공기 법규 감항 기관의 요구

<표 9> AS 9100 품질경영시스템 발전방향

항공특정 요구조건	규격반영 추진 방향
<ul style="list-style-type: none"> · IAQG 목표, 방침 - ISO 9001 발전대비 사항 - 항공 산업체 특정 요구사항 	<ul style="list-style-type: none"> · 품질경영 8단계 관련 요구항목의 점유 비율이 ISO(56.3%)에 비해 AS(47.5%) 규격이 미흡하나 전체적으로는 ISO 규격을 그대로 활용할 것임. · 4.3 형상관리 관련절차 및 문서화 요구는 좀더 구체적으로 될 것임.
<ul style="list-style-type: none"> · IAQG 활동내용 - 제3자 인증에 대한 감독체계 - 생산품 품질 완전성 향상을 위한 기준 및 절차 	<ul style="list-style-type: none"> · 시스템에 대한 제3자 인증은 'How to'에 해당되는 사항이어서 현재는 별도로 절차를 만들어 운영하고 있으나 FAA측에 대해 IAQG의 노력을 구체화한다는 의미에서 향후 이에 대한 언급이 AS 규격에 포함될 것으로 예상함. · AS 규격 본문과 추가 절차를 제정하고 있는 초도품 검사, 주요품질특성 관리, 부적합 자재관리, 특수공정 인증에 추가하여 'How to'에 해당되는 부분을 AS9100 규격 내 항목으로 보완할 가능성은 높지 않음.
<ul style="list-style-type: none"> · 우주산업분야 강조사항 - 위험도 관리 	<ul style="list-style-type: none"> · 4항, 5항에 걸쳐 위험도 관리 관련 경영층의 책임을 보완할 것을 예상함 · 실제 제품 안전, 위험도 관련 확인 요구사항을 7항에, 요구사항에 대한 점검 사항은 8항에 포함시킬 것임.
<ul style="list-style-type: none"> · 민간항공 법규기관 추진사항 - 직접감사(FAA) 	<ul style="list-style-type: none"> · IAQG의 설립목적이 업체별 중복 확인 시 발생할 손실을 줄이자는 것이므로 FAA가 정기적으로 업체를 감사하는 것을 없앨 수 있도록 제3자 인증에 신뢰성을 부여할 수 있는 노력을 기울일 것임. · 비정기적 감사로의 전환 또는 정기 감사기간, 횟수 축소 등

사항에 대한 규격 내 반영과 이행 실적에 대한 피드백 과정을 통해 직접적인 감독을 축소하는 방향으로 AS 9100 규격을 개정, 보완하여 갈 것이다.

따라서 AS 규격인증을 획득하지 못한 85%에 가까운 국내 항공기 생산 및 구성품, 부품 제조업체는 자사 품질경영시스템을 현재의 ISO 체계에서 AS 규격 제3자 인증 체제로 발전시켜야 하겠다. AS 규격 인증 획득 업체 역시 제품의 안전, 위험도 관리에 큰 영향을 미치는 형상관리 절차를 추가적으로 강화하여야 할 것이며, IAQG가 중점적으로 추진하고 있는 초도품 검사, 주요품질 특성 관리, 특수공정 인증 등에 대해 그 현황을 모니터링하여 대응할 것이 요구된다.

참고문헌

- [1] 국제표준화기구(ISO) (2000), 「ISO 9000 품질 경영시스템 - 기본 사항 및 용어 (KS A 9000:2001)」, 한국표준협회.
- [2] 김만성 (1995), 「국방품질시스템의 개선방향에 관한 연구」, 서울산업대학교 산업대학원 석사학위 논문.
- [3] 이승주 (1999), 「항공기 생산품질 시스템 발전 방향에 관한 연구」, 경상대학교 경영행정대학원 석사학위 논문.
- [4] 중소기업청 (1993), 「신경제 품질경영 어떻게 추진하나」, 한국표준협회.
- [5] 허희영 (1996), 「보잉 에어버드」, 길벗.
- [6] 황우열 (1996), 「ISO 9000 품질 시스템 인증제도의 발전 방향에 관한 연구 - 국내 제조업체를 중심으로」, 고려대학교 산업대학원 석사학위 논문.
- [7] Baker, G. (2002), IAQG Information Overview, IAQG 3rd General Assembly Meeting, Kyoto, Japan.
- [8] Feigenbaum, A. V. (1991), *Total Quality Control*, 3rd ed., McGraw-Hill.
- [9] ISO (2000), *ISO 9001:2000 Quality Management System - Requirements*, ISO.
- [10] Gordon, D. K. (2002), *Aerospace Quality Management System 9100*, IAQG 3rd General Assembly Meeting, Kyoto, Japan.
- [11] Greenfield, M. A. (2002), IAQG - Sponsored Meeting of Space Agencies and Industry, NASA Office of Safety and Mission Assurance.
- [12] Paskiewicz, F. P. (2002), Letter to D. Gordon, IAQG, Production and Airworthiness Certification Division, FAA.