

論文

지속 감항성 유지 프로그램 운영 경험의
항공기 설계와 인증 단계 적용

구민성*

Application of Operational Experience
of the Continuous Airworthiness Program
at the stage of Aircraft Design and Certification

Min-Sung Koo*,

ABSTRACT

Continuous airworthiness system is comprised of regulations and procedures to assure the safety and reliability through the total stage of development, certification and operation of aircraft. The purpose of this system is not only to provide the guidelines that should be kept by manufacturers and operators, but also to evaluate the maintenance capability in every activity of safety related procedures. During the development process of the mid and large size aircraft, operational experience should be reflected systematically for a safer and more reliable product by using the meaningful data base from operation. The relationship of safety roles between manufacturer and operator is mutually complementary, and the roles of each function have an influence to the next step. Overall structure of the procedure contains the concept of continuous analysis and feedback to achieve highest degree of safety and reliability during the entire life of aircraft. Finally, this paper describes how the feedback is made and used for aircraft design from operational experience under the continuous analysis and surveillance system.

Key Words : Continuous Airworthiness Maintenance Program(지속 감항성 유지 프로그램), Continuing Analysis and Surveillance System(지속적 분석 및 감독 시스템), Reliability Centered Maintenance(신뢰성 기반 정비방식), Reliability Program (신뢰성프로그램)

1. 서 론

항공기 지속 감항성 유지 프로그램(Continuous Airworthiness Maintenance Program)의 개념은 미국 연방항공법 'Developing and Implementing an Air Carrier Continuing Analysis and Surveillance System' (FAR AC-120-79A, 2010)^[1] 을 비롯한 여러 법령에서

찾을 수 있다. 항공기의 설계, 인증 단계부터 항공기 인도 후 항공기의 수명이 다하는 순간까지 지속적으로 안전성과 신뢰성을 유지하기 위한 제반 활동을 제시하고, 평가 할 수 있도록 기준과 절차를 강제하는 것이 항공기 지속 감항성 유지 체계의 기본 개념이다.

중, 대형 Transport Category 급의 개발에 있어서는 계통 별 세부 설계, 인증 능력보다 System Integration 의 실무 능력 배양과 더불어 미국 연방 항공법 제시하는 설계와 제작부터 인증, 항공기 운영, 판매 이후의 사후 감항성 관리 까지 전 단계에 걸친 안전성과 신뢰성 확보 절차 간의 연관성 이해가 중요하다.

2013년 08월 03일 접수 ~ 2013년 09월 23일 심사완료
논문심사일 (2013.08.09, 1차), (2013.09.11, 2차)

* 주) 대한항공 정비품질부

연락처, E-mail : splenkoo@nate.com

인천광역시 중구 운서동 2851

본 논문의 목적은 중, 대형 항공기 개발을 위한 개념 설계, System Integration 과 안전성 평가 수행 시 미국 연방항공법 FAR Part 21의 인증 절차, FAR Part 23 Normal Category 과 FAR Part 25 Transport Category의 감항성 기준 등에서 요구하는 기준을 기반으로 하지만, FAR Part 121 계열의 Air Carrier에게 요구하는 지속 감항성 유지프로그램에서 축적된 운영 경험을 반영하여야 더욱 안전성과 신뢰성이 높은 항공기를 제작 할 수 있음을 보여주기 위함이다.

항공사의 신뢰성관리와 엔지니어링 부문의 활동과 분석 결과가 지속 감항성 유지 체계 하에서 제작과 인증단계로 Feed-back 되어 학술적으로나, 제작과 인증 실무에서 서로 상호 보완적으로 연결되어야 한다. 지속적 분석과 감시 시스템 (Continuing Analysis and Surveillance System) 및 신뢰성관리프로그램 (Reliability Program)에서 생성된 분석 자료와 항공기 운영 경험에서 축적된 항공기 계통과 구성 부품의 작동원리, 중요 결함에 대한 경험 등의 운영 노하우를 항공기 설계, 인증 단계에서 안전성, 신뢰성 평가와 시스템 설계, 초기 정비방식 개발 등에 반영할 수 있다. 항공기 판매 이후의 사후 감항성 관리체계의 개발에도 이와 같은 경험을 적용 하여야 항공기의 탄생부터 수명을 다하는 순간까지 안전성과 신뢰성을 확보할 수 있고, 지속 감항성 체계가 제시하는 목표를 달성 할 수 있다.

2. 본 론

2.1 지속 감항성 유지 체계 개요

지속 감항성 유지체계는 항공기 제작, 인증 단계뿐만 아니라 인도 후 운영 단계의 안전성과 신뢰성을 확보하기 위한 법령과 하부 절차들로 이루어지며, 국가 기관과 연구 기관은 항공기 제작자와 항공기 운영 항공사가 지켜야 할 지침을 제공하고 지속적으로 감항성 유지 능력을 평가하기 위한 절차를 보완하고, 개발하여야 한다. 이러한 체계의 특징은 아래의 체계도와 같이 각 기능이 다음 단계에 영향을 미치고 마지막 단계인 신뢰성 자료 수집과 분석 결과는 제작사에 Feed-back 되고 항공기 개발 시 형식 증명의 단계에서 작성된 운항교범과 정비방식의 개정에 반영되는 사이클을 구성한다. 또한, 신뢰성관리방식에 따라 수집된 자료와 분석 결과는 지속적으로 항공기 제작사와 엔진, 부품 제작사에 통보되어 항공기 시스템 개조와 부품의 개조에 반영된다.

국내의 중대형 항공기 운영 항공사의 신뢰성관리 및 기술관리 조직은 약 30년 이상의 운영 경험에서 축적된 방대한 양의 자료를 보유하고 있다. 주요 계통의 부분품에 대한 수리 이력뿐만 아니라 사용 수명의 통계적 관리를 통하여 비계획 장탈을 사전에 예방하는 사전 예방 정비 시스템을 운영하고 있다. 이러한 다양한 분석 자료와 시스템 구성에 대한 지식을 항공기 제작과 인증 단계에 반영할 수 있도록 제도의 도입과 학술적, 인적 교류가 활발히 진행되어야 한다.

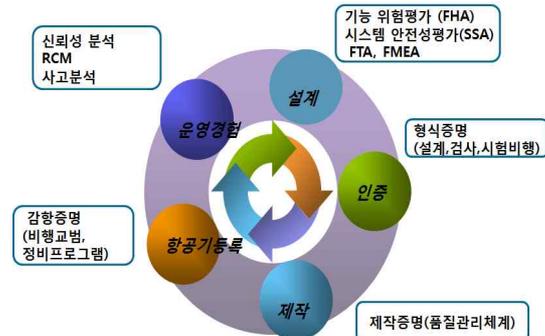


Fig.1 항공기 지속 감항성 유지 체계도

고장 분석기법에 있어서도 항공기 제작 안전성 평가에서 사용하는 FMEA(Failure Mode and Effect Analysis), FTA(Fault Tree Analysis) 등을 동일하게 사용하며, 형식 증명의 필수 요건인 정비 방식을 개발할 때 사용하는 RCM (Reliability Centered Maintenance) 이론을 적용한 MSG(Maintenance Steering Group)-3 LOGIC을 사용한다.

2.2 항공기 개발 단계와 사후관리 분야의 운영 경험 반영

우리나라는 최근 수년간 소형항공기 개발 계획에 따라 미연방항공청 기준을 근거로 국토교통부 항공 인증 시스템 (Aircraft Certification System)을 구축하였다. 그러나 중, 대형기 개발을 위해서는 기존 법령의 보완, 세부 절차의 제정과 연계 연구를 확장해야 한다. 항공기 설계자, System Integration 엔지니어, 부품 제작자, 운항 및 정비 신뢰성 엔지니어, 감항당국 등 인증에 관련된 인원이 테스크 팀을 구성하여 개념 설계, 시스템 안전성 평가 등을 실무에 적용할 때 필요한 세부 분석기법, 통계적 모델링, 초도 정비방식 개발, 신뢰성 분석 결과 등의 운영 경험을 반영하는 기

준을 마련해야 한다.

항공기 안전성, 신뢰성 평가의 기초 개념은 Fail Safe Design Concept 이다. System Design Analysis (FAR AC 25-1309- 1A, 1988)^[2] 와 System Safety Analysis and Assessment for Part 23 Airplanes (FAR AC 23-130-1E, 2011)^[3]의 법령이 기준이 되며 Fail safe design의 개념은 고장 발생 시 Redundancy 또는 Back-up Systems, Failure Warning or Indication 설계와 고장 발생 후에도 고장의 영향을 제어 할 수 있는 상태로 비행 할 수 있는 시스템을 설계하는 것이다. 중 대형 항공기의 복합 시스템을 설계하는 경우에는 System Integration 측면에서 시스템과 하부 부품의 통합 후에 발생하는 상호 간섭과 의존성을 모두 고려하여야 한다. System Integration 후의 안전 목표와 개별 계통의 안전 목표의 상충 여부를 평가하고, 항공기 운항 중 발생 고장에 대해서 수치적, 통계적 확률 분석뿐만 아니라, 엔지니어링 측면과 유사 항공기 사고와 준사고, 신뢰성 분석 자료 등 운영 경험에서 발췌된 자료를 반영하여 실질적이고 종합적인 평가를 수행하여야 한다. 따라서 항공기 설계자와 연구 인력은 대형 항공기의 시스템 구성과 작동 원리에 익숙해야 하며, 필요시 항공사 엔지니어의 도움을 받아야 한다.

교통관제 시스템과 운용의 적합성 평가 시에는 실제 항공기 운항에 초점을 맞추어 운용 안전 평가(Operational Safety Assessment)와 하위 시스템 위험 평가 (Subsystem Hazard Analysis)등을 수행하여야 한다. 미연방 항공법의 FAR Part 23과 Part 25의 감항 기술 기준에 따른 평가 기준만을 가지고 안전성, 신뢰성 평가를 수행할 때 수많은 시행착오를 겪게 될 것이기 때문이다. 대형 항공기 운항 기준을 제시하는 FAR Advisory Circular 120 과 121 계열 절차 중에서 신뢰성 유지 프로그램, 지속 감항성 유지 프로그램, RCM 등에서 축적된 방대한 양의 분석 자료와 항공기 계통별 중요 결함, 사고 준사고 발생 분석에 대한 노하우는 실질적인 평가의 길을 높일 것이며, 시행착오와 설계, 인증 예산의 낭비를 방지 할 수 있을 것이다.

운영 경험을 반영한 대표적인 사례로는 B747-400 항공기의 고양력장치 계통의 결함을 반영한 설계의 변경사례가 있다. 보잉사의 B747과 B747-400 항공기의 플랩은 3단으로 펼쳐지도록 설계되었으나, 약 10년 이상 운영한 항공기에서 플랩과 플랩 간 연결 부위의 마모 현상으로 정비 유지비용이 증가하고, 플랩이 탈락하는 심각한

사례가 여러 항공사에서 발생하였다.^[4] 이후 개발된 보잉 B777 과 에어버스 A380과 같은 초대형 항공기는 2단으로 설계되었고 대신 WING 의 면적을 넓게 하는 설계 방식으로 전환하게 되었다. 또한 플랩 구동 계통에서도 기계적인 조인트에서 발생하는 구동 항력을 산정하는 것이 중요한데, 순수 이론적인 설계만으로는 구동 항력을 제대로 측정 할 수 없다. 운영 시간이 지남에 따라 관련 부위의 RIGGING 상태가 변화하고 윤활유 보급 주기와 방법 등에 따라 시스템 구동 항력이 설계마진 이상으로 변화하기 때문이다. 또한 항공기 정비에 필요한 수많은 점검장을 어디에 설치할 것인가와 같은 접근성(Accessibility) 분석도 운영 경험을 반드시 반영해야 하는 사례 중 하나이다.

항공기 판매 이후 항공기 제작사와 감항당국이 개발해야 하는 중요한 분야 중 최종 단계는 사후

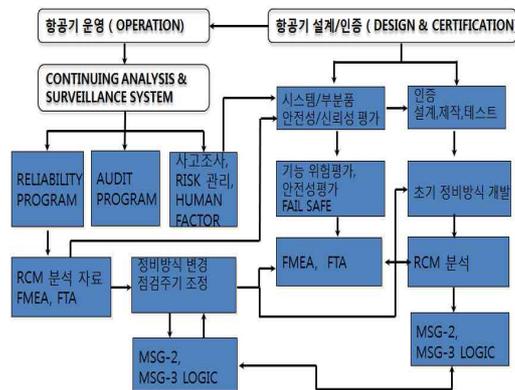


Fig.2 항공기 안전성 확보 상관 관계도

관리 분야이다. 감항당국과 제작사는 운영 후에 발생하는 심각한 결함에 대해서 감항성 개선 명령을 발행하고 항공사가 이행하는지 여부를 피드백 받아 관리하여야 한다. 또한 제작사는 운항과 정비에 필요한 관련 매뉴얼의 개발과 개정을 주관해야 한다. 그 외에도 항공기 부품 및 자재 서비스, 기술지원, 지속적인 항공기 개조 (Modification), Configuration 관리, 하자보증관리, 구매자 기술교육 등을 수행 할 조직과 인력을 갖추어야 한다. 최근에는 중요 결함에 대한 실시간 모니터링 및 중요결함에 대한 고장탐구까지도 주관하는 추세이다. 이러한 사후 관리 및 고객 지원체계에 필요한 조직과 인력은 중, 대형 항공기 이상에서는 제작과 인증에 소요되는 조직이나 인력보다 그 규모가 1.5배-2배에 달한

다. 이에 대한 자세한 내용은 “항공기 감항성 유지체계 및 제작사의 고객지원 체계 개발”^[5] (한국항공우주학회지 제 27권 4호, 1999)에 상세히 기록하였다.

2.3 Maintenance Program 과 지속적 분석 및 감독 시스템(Continuing Analysis and Surveillance System)의 관계

Transport Category 의 신규 항공기를 개발 할 때는 형식증명의 요건으로서 초기 정비방식을 개발하여야 한다. 따라서 설계자와 제작 엔지니어는 정비방식과 점검주기 결정 방법을 알고 있어야 하며, 항공사 신뢰성 분석 결과를 사용 할 수 있어야 한다. 일반적으로 Maintenance Program 이라는 용어는 협의로 사용하고 있으나, FAR AC120-16F 에서 Maintenance Program 이라는 용어는 광의 개념으로서 지속 감항성 유지 프로그램 (Continuous Airworthiness Maintenance Program) 이라는 의미를 가지고 있다. 지속적 분석 및 감독 시스템 (Continuing Analysis and Surveillance System) 은 일반적인 상식과 달리 Maintenance Program 의 하부 절차로서 10 가지 구성 요소 중 하나이다. Air Carrier Maintenance Programs (FAR AC 120-16F, 2012)^[6] 과 대한민국 운항기술기준 9.4.1.13 운항 증명 지속적 정비프로그램과 검사 요건에 10가지 구성요소의 일부로서 안전관리의 도구이면서 역으로 10 가지 구성요소를 모니터링 하는 수단이라고 정의하고 있다. Maintenance Program 은 바로 감항성 유지 프로그램이며, 지속적 감독 및 분석시스템(Continuing Analysis and Surveillance System) 을 포함하여 정비조직과 정비기록유지시스템, 신뢰성프로그램, 심사프로그램을 망라하는 항공기 운영 감항성과 안전성을 보증하기 위한 가장 상위의 전반적인 조직 체계이다.

지속적 감독 및 분석 시스템은 운영 항공기의 신뢰성과 안전성을 보증하는 실질적인 프로그램이며, 그 하부에 신뢰성 프로그램과 심사프로그램 등이 포함된다. 따라서 항공기 개발 후 인증 단계에서 정비방식을 제정할 때나 항공기 운영 단계에서 정비 조직을 구성할 때 이러한 상관관계와 개념을 확실히 이해하고 적용해야 한다. Maintenance Program 이라고 표현되는 감항성 유지 체계의 구성 요소는 다음과 같다.

- 1)감항성 책임(Airworthiness Responsibility)
- 2)정비규정/절차(Air carrier Maintenance

- Manual),
- 3)정비조직(Air Carrier Maintenance Organization),
- 4)정비계획(Maintenance Schedule),
- 5)필수검사 항목 제도 (RII : Required Inspection Items),
- 6)정비기록유지시스템(Maintenance Record keeping System),
- 7)정비 및 개조의 수행 및 승인 (Accomplishment and Approval of Maintenance and Alteration),
- 8)계약정비(Contract Maintenance),
- 9)지속적 감독 및 분석 시스템(Continuing Analysis and Surveillance System, 신뢰성평가 프로그램 + 심사프로그램 + Risk Management + 사고조사),
- 10)인력 훈련(Personnel Training)

2.4 신뢰성 프로그램, RCM(Reliability Centered Maintenance) 과 정비방식의 상관관계

1960년대 B747, DC-10 항공기를 개발할 때 ATA(Air Transport Association) Maintenance Steering Group에서 제정한 MSG-1 과 개정 MSG-2 Decision Logic 에 의해 Hard Time, On Condition, Condition Monitoring 의 3가지 고전적인 정비방식을 선택하였다. 1970년대에 와서 방대한 양의 항공기 운영 자료를 수집한 이후에, 고장률의 정보와 경보시스템을 사용하는 것이 계획 정비에 가장 유효한 방법이 아니라는 것을 알게 되었다. RCM (Reliability Centered Maintenance)의 개념은 신뢰성프로그램의 도움으로 항공기에 적용 할 가장 최적의 정비방식을 결정하기 위한 연구로부터 시작되었다. 1978년 B747-400 항공기를 개발하면서 미연방항공청, 보잉사 및 유나이티드 항공의 엔지니어가 이전 MSG-2 방식과는 달리 항공기 시스템의 기능 상실과 경제성에 초점을 맞춘 새로운 RCM 개념의 MSG-3 LOGIC 을 개발, 적용하였다. 따라서 우리나라에서 신규 개발 항공기의 초도 정비방식을 제정 할 때에도 이전보다 신뢰성자료, 항공기 사고 분석 자료의 의존도가 더욱 높아졌다. MSG-3 의 LOGIC 에 따르면이라도 충분한 운영 경험의 반영 필요성이 더욱 증대되었다.

정리하면, 신규 개발 항공기의 정비방식은 RCM 개념 하에서 개발된 MSG-3 LOGIC 에 의해 개발되어야 하고, 지속 감항성 유지체계의 핵

심 기능 중 하나인 신뢰성 관리프로그램에 의해 운영경험을 반영하여 개정 되어야 한다. 항공사 정비방식도 신뢰성 프로그램의 운영 경험을 반영하여 개정되고, 항공사의 개정 정비방식은 다시 유사 항공기 정비방식 개발에 적용되어야 한다.

신뢰성 프로그램은 심사프로그램과 함께 지속적 감독 및 분석 시스템(Continuing Analysis and Surveillance System)의 모체이다. 신뢰성 프로그램의 목적은 항공기 시스템, 기체, 엔진, 부품품 등의 기초자료를 수집하고 성능 측정 기준을 설정하여 자료 분석을 통해 문제점이 있는 부분을 발췌하여 시정조치를 취하는데 있다. 신뢰성 프로그램에서 수집되어야 하는 자료의 종류는 FAR AC 120-79 Developing and Implementing an Air Carrier Continuing Analysis and Surveillance System (2010)에 명시되어 있으며, 항공기 기체수리자료부터 엔진 성능 감시자료, 정시점검에서 발췌된 결함, 부품품의 분해 자료, 지연결항, 승무원의 비행일지 기록, 사고와 준사고 기록, 수리순환 부품에 대한 사용수명까지 20여종 이상의 다양한 자료를 컴퓨터 시스템에 입력, 저장한다. 분석의 결과로 도출된 시정조치는 제작사의 협조 하에 항공기나 부품품의 개조, 정비방식/점검주기의 변경, 장비공구의 개선, 교육훈련, 일시점검 등으로 다양하며 신뢰성관리위원회의 의결을 거쳐 시행된다.

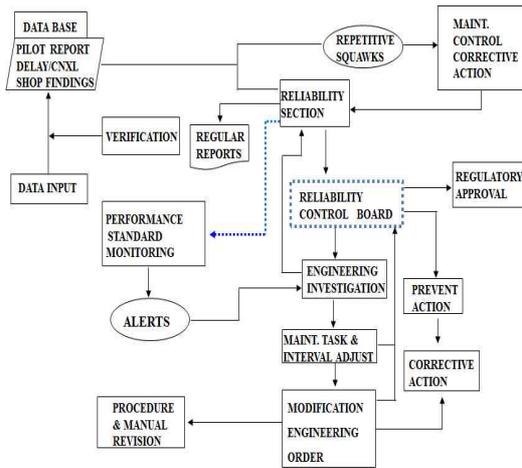


Fig.3 항공기 신뢰성프로그램 개요도 (FAR AC 120-17)

지속 감항성 유지체계상에서 수집되고 분석된 자료는 항공기 정비방식에 피드백 되어 항공기

초기 개발 당시에 설정된 정비방식과 주기를 변경하여 운영할 수 있는 기반을 제공한다. 또한 RISK 평가와 사고분석 시 Human Factor 등의 기법도 시대의 요구에 따라 지속 감항성 유지체계의 주요 요소로 새로이 편입되었다. 심사(Audit) 기능은 CASS의 주요 기능이 제대로 역할을 수행하고 있는지 주기적으로 확인하는 지속 감항성 유지체계에서 또 하나의 큰 줄기를 이루며, 이 기능 역시 신뢰성 프로그램과 동일하게 자료수집과 분석평가를 통해 근본적인 발생 원인을 밝혀서 개선 조치를 취하는데 있다. 일련의 이러한 사이클을 가진 체계는 지속 감항성 유지체계의 기본 프레임틀을 구성한다. 더 나아가서 이러한 지속적 감독 및 분석 시스템에서 생성된 방대한 자료와 분석 결과는 항공기 설계 단계로 되돌려져서 안전성과 신뢰성을 확보하는 Closed Loop 사이클을 형성한다.

2.5 정비방식 결정 LOGIC

항공기 개발단계에서 초기 정비방식의 제정은 형식증명의 주요 요구 조건 중 하나이다. Maintenance Review Board Procedures (FAR AC 121-22A, 1997)^[7]에 따르면 항공기 제작자가 FAA Evaluation Group에 개발 의사를 통보하면 미연방항공국은 위원회위원으로 Flight Standard inspector와 Engineering Representative를 지명하여 활동하게 한다. 최대 이륙 중량 33,000 파운드 이상의 항공기는 반드시 초도 정비방식을 작성하여 제출하여야 한다. 우리나라도 중, 대형 항공기 개발 시에 초도 정비방식과 점검주기 설정 세부 기준과 절차를 마련하고 전문가를 육성해야 한다.

정비방식 개발에 사용하는 MSG-2 LOGIC과 MSG-3 LOGIC의 가장 큰 개념상의 차이점은 MSG-2 LOGIC은 신뢰성 수명에 대한 상관관계를 따져서 결정 LOGIC을 따라 내려가다가 Hard Time, On Condition, Condition Monitoring의 3가지 방식으로 귀결되는 Process 중심의 LOGIC인데 반해서, MSG-3 LOGIC은 경제성과 안전성 항목을 구분해서 7가지의 수행해야 할 Task를 미리 결정 해놓고 중요 정비항목에 대입하는 방식이다. 또한, MSG-3 LOGIC은 오일 쇼크 이후에 경제성을 감안한 방식이기 때문에, 부품이나 시스템에 대한 예방 조치 성격의 Task가 상대적으로 적다. 따라서, 항공기 개발 시 초도 정비 방식을 결정하는 Task 구성원은 항공사 신뢰성분석 자료와 심사, 사고조사,

Human Factor 분석 자료를 활용하여 MSG-3 LOGIC 의 취약점을 보완하여야 한다.

자료를 추가로 활용하여야 한다.

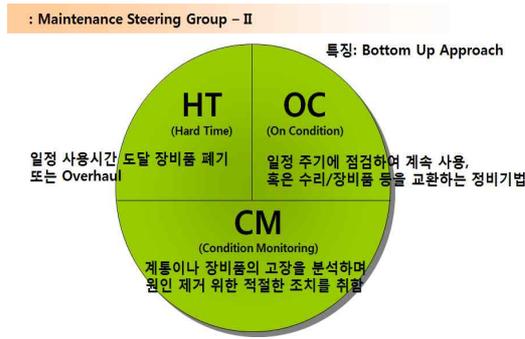


Fig.4 MSG-2 LOGIC (ATA MSG Document)

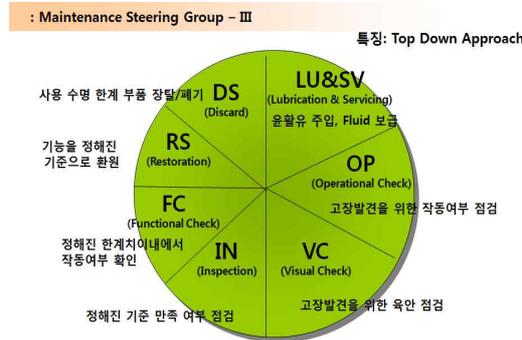


Fig.5 MSG-3 LOGIC (ATA MSG Document)

3. 결 론

첫 째, 지속 감항성 유지체계의 주요 요소인 지속적 감시 및 분석 시스템, 신뢰성프로그램, 정비방식 변경 시스템 등에서 축적된 분석 자료와 노하우를 항공기 개발과 인증업무에 반영할 수 있도록 연구, 설계 인력과 항공기 운영 인력간의 활발한 정보교환과 학술적 교류가 요구된다.

둘 째, 항공기 계통의 구성과 작동원리에 대한 지식과 운항 중 발생한 결함 분석 자료를 활용하면 시스템 설계와 인증 단계에서 시행착오를 최소화 할 수 있다. RCM이론에 의해 개발된 MSG-3 LOGIC 은 사용하는데 간단하지만, 경제성을 고려한 방식이기 때문에, 초도 정비방식 개발 시 항공사의 신뢰성프로그램에서 획득한 분석

셋 째, 항공기 제작사와 감항 당국은 항공기 판매 이후의 사후관리체계를 구축해야 한다. 감항성 개선 명령 관리, 운항과 정비 각종 매뉴얼의 개발과 개정, 적정 예비 자재 산정, 기술지원, Configuration 관리와 기술교육, 각종 정보 발행 등 다양한 분야가 존재하며, 부문별 전문가가 양성되어야 한다. 국가의 항공 기술력은 항공기 개발에서 시작하여 항공기 판매 후 사후 관리체계 운영에서 획득한 노하우로 마무리 된다. 최근에는 실시간 결함 모니터링 및 고장탐구 지침까지도 제공하는 등 분야가 점차 확대되는 추세이다.

넷 째, 신뢰성 기반의 정비방식 (RCM)을 도입, 운영하려면 먼저 신뢰성프로그램에서 요구하는 관리체계와 분석시스템이 구성되어야 한다. 철도와 전력 그 외에 다른 산업 분야에서도 활발한 연구와 적용의 확장이 이루어지고 있으나, 신뢰성 프로그램과 지속적 감항성 유지 프로그램과 연계되어야 효과적으로 현업에 적용 할 수 있다. 부품의 장, 탈착 이력 관리 등 기초 자료수집체계의 보완, 대책 수립을 주도 할 신뢰성관리 조직의 독립성 확보와 정비방식 변경 기준과의 연계성 확보가 집중적으로 개선되어야 한다.

참고문헌

- [1] FAR AC 120-79A, "Developing and Implementing an Air Carrier Continuing Analysis and Surveillance System", 2010.
- [2] FAR AC 25-1309-1A, "System Design Analysis", 1988.
- [3] FAR AC 23-130-1E, "System Safety Analysis and Assessment for Part 23 Airplanes", 2011.
- [4] 구민성, "운영경험을 반영한 운송용 중, 대형 항공기 고양력 장치 개념 설계", 석사 논문, 한국항공대학교, Nov.2000.
- [5] 이상희, 구민성, "항공기 감항성 유지체제 및 제작사의 고객 지원체제 개발", 한국항공우주학회 지, 제27권 제 4 호, 1999, pp.150-154
- [6] FAR AC 120-16F, "Air Carrier Maintenance Programs", 2012.
- [7] FAR AC 121-22A, "Maintenance Review Board Procedures", 1997.