항공기 감항성 유지 기술정보의 항공안전감독 활용방안

Utilization Aircraft Airworthiness Information for Aviation Safety Oversight

안주현*, 최병철, 최영재
항공안전기술원

초 록

최근 국내에서 개발한 KC-100 항공기의 형식증명 및 제작증명이 완료됨에 따라 우리나라도 항공기 제작/설계국 반열에 오르게 되었고, KC-100 개발을 계기로 국내 개발 항공기의 해외 수출을 대비한 제작/설계국으로서의 감항성 유지 체계 및 시스템 구축이 필요로 하게 되었다. 본 연구에서는 ICAO에서 제시하는 국가 유형 별 감항성 유지 업무의 책임 및 해외 항공선진국의 감항성 유지체계와 우리나라의 지속감항업무 수행현황을 비교분석하여 국내 감항성 유지 체계 및 항공기 고장보고 항목에 대한 개선 방안을 제시하였고 항공안전정보 네트워크를 구축하여 지속감항체계에서 획득한 항공 안전기술정보를 안전감독에 활용하기위한 방안을 연구하였다.

1. 서 론

1.1 국내 항공안전정책의 변화

항공기 성능 및 항법장비 개선 등 기술개발과 국가 및 항공사들의 노력으로 전체적인 항공사고는 줄어들었으나, 이러한 높은 안전수준에도 불구하고 여전히 항공사고는 발생 되고 있다. 보다 높은 차원에서 사고 발생의 원인을 이해하고, 위험요소제거 및 사고방지를 위한 안전관리체계와 선제적 예방 활동의 중요성이 대두되었고 이러한 사고예방을 위한 상시적이고 지속적인 안전관리로의 패러다임 변화에 맞추어 안전관리체계 또한 변화하고 있다. 상시평가체제의 USOAP-CMA와 항공기 전체수명주기를 고려한 지속 감항성 유지 프로그램 등이 그 예라고 할 수 있겠다. 또 다른 변화로, 기존에 운항단계의 안전정보가 주로 활용 되었다면 근래에는 감항분야 안전정보의 활용 및 지속적인 감항성 유지를 위한 활동이 부각되고 있다.

2. 본 론

2.1 감항성 유지(Continuing Airworthiness)체계

감항성 유지(Continuing Airworthiness)에 대해 국내 운항기술기준[1] 에서는 항공기, 엔진, 프로펠러 또는 부품이 적용되는 감항성 요구조건에 합치 하고, 운용기간 동안 안전하게 운용할 수 있도록 하는 일련의 과정으로 정의하고 있다. 이는 항공기 및 부품의 설계, 인증단계에서부터 전체 수명주기까지 지속적인 감항성 유지를 위한 활동을 기본개념으로 하며, 이러한 감항성 유지 체계를 위한 필수요소로 고장, 결함정보 수집 및 분석을 통해 감항성 개선지시(Airworthiness Directives)를 발부하고 이로 하여금 최초 인증상태의 항공기 감항성을 운영기간동안 지속 시키는 데에 있다.

감항당국에서 감항성개선지시 발부를 위해서는 항공기 기체 또는 장비품, 발동기 등에 존재하는 불안정한 상태를 예측하여 형식설계가 동일한 다른 항공제품에도 발생될 가능성을 판단해야한다. 이러한 발생가능성 판단은 항공안전정보를 통한 결함분석을 통하여 이루어지며 감항분야에서의 항공안정정보로는 항공기고장보고(SDR, Service Difficulty Report)와 결함보고가 있으며 추가적으로 항공기의 기술적 문제에 따른 운항 지연보고 등이 있다.[2]

2.2 감항성 유지를 위한 국가 유형 별 감항당국 업무와 국내 감항성 유지 업무 현황

ICAO는 항공기 등록국(State of Registry), 설계국(State of Design), 제작국(State of Manufacture) 세 가지로 구분하여 감항당국의 업무 및 책임을 기술하고 있으며, 지속적인 감항성

유지를 위하여 감항개선의무정보(MCAI, Mandatory Continuing Airworthiness Information)를 규정하여 감항정보를 감항성개선지시(AD) 형태 등으로 항공기 운영당국 및 운영자에게 제공하도록 규정하고 있다.[3] 국내 지속감항체계 관련 규정으로는 항공법, 항공법 시행령, 항공법 시행규칙, 운항안전기준, 항공기 기술기준, 감항성개선지시서 발행 및 관리 지침 등에서 다루고 있으며, ICAO의 국가별 업무책임과 우리나라 항공법, 항공기기술기준 및 운항기술기준, 감항성개선지시서 발행 및 관리 지침 등 규정분석을 통한 지속감항업무 수행현황은 Table 1, 2, Fig. 1과 같다.[4]

국내 지속감항업무 수행현황 조사결과 지속감항체계의 핵심이라 할 수 있는 감항성개선지시(AD)발행 및 관리업무를 전문적으로 수행할 수 있는 체계가 미흡한 것으로 판단된다. 일례로 Table.3 과 같이 2007년부터 현재까지 국내에서 발행된 AD가 총 4건에 그치는 등 감항개선 의무정보(MCAI) 발행을 위한 결함분석 및 위험분석에 필요한 항공안전정보가 부족한 것으로 보여진다. 또한 설계/제작국으로서의 감항당국 업무에 관하여서는 책임을 의무화할 법적 규정이 없어 이러한 부분에 대한 보완이 필요하며. 향후 국내 개발 항공기가 해외에 수출되었을 경우 국내에서 개발한 항공기의 감항정보를 항공기를 도입한 해외국가에 제공할 수 있는 실제적이고 세부적인 업무절차수립 및 지속감항체계 구축이 필요하다.

Table 1. 등록국 업무 국내수행현황 및 관련규정

등록국의 업무	국내수행현황(수행/미흡/필요) 및 관련규정
– 감항증명 발행 및 승인 – 항공기 등록 및 운용 착수 사실을 해당 항공기의 설계국에 통보	수행 /감항성개선지시서 발행 및 관리 지침 제6조 (필수감항정보 자료수집)
– 운용 항공기의 감항기준에 따른 지속감항성을 평가 및 감독	수행 /감항성개선지시서 발행 및 관리 지침 제15조(감항증명)
– 항공기를 전체 수명주기에 따른 지속감항성 유지 및 확인	수행 /항공법 제19조(수리・개조승인)
– 지속감항성 의무정보(MCAI) 수신체계	수행 /감항성개선지시서 발행 및 관리 지침 제4조(감항성개선지시서 관리업무 등)
– 항공기 등록국 감항당국의 AD 발행	미흡 /감항성개선지시서 발행 및 관리 지침 제4조(감항성개선지시서 관리업무 등)
– 형식증명 소지자 대상 지속감항 정보 전달 체계	미흡
–제공정보: 고장, 기능불량 또는 결함정보 및 원인 될수있는사항	/감항성개선지시서 발행 및 관리 지침 제4조(감항성개선지시서 관리업무 등)

Table 4. 설계/제작국 업무 국내수행현황 및 관련규정

설계/제작국의 업무	국내수행현황(수행/미흡/필요) 및 관련규정
–지속감항성 의무정보 제공	보완필요/ /감항성개선지시서 발행 및 관리 지침 등
등록국 제공 지속감항 관련 정보 접수	
구조건전성 프로그램(SIP) 수립 및 적용	

Table 3. 외국항공당국별 AD 발행현황

	'16	'15	'14	'13	'12	'11	'10	'09	'08	'07	계
CAA (영국)	–	–	–	–	–	–	–	2	3	–	5
CASA(호주)	–	–	–	–	–	–	1	2	2	1	6
DGAC(프랑스)	–	–	–	–	–	–	–	3	6	13	22
EASA(유럽)	33	124	197	179	165	142	140	81	77	104	1242
EU(유럽연합)	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1
FAA(미국)	29	61	74	100	113	73	96	70	102	83	801
GICA	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
JCAB(일본)	2	6	7	3	2	9	11	7	–	–	47
KCAB	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
KASA(한국)	1	3	–	–	–	–	–	–	–	–	4
LBA(독일)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
RLD(네덜란드)	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0
TCCA(캐나다)	3	9	11	10	9	9	21	14	16	13	115
계	68	204	289	292	289	233	269	179	206	214	

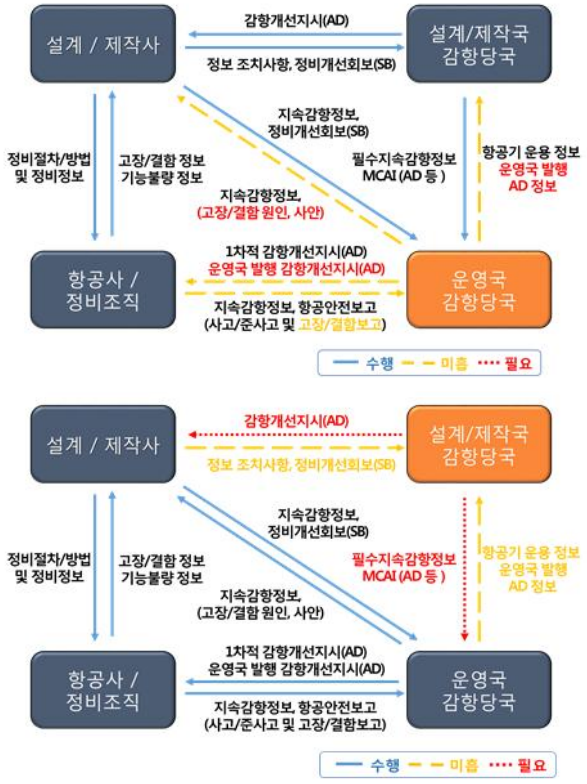

Fig 1. 우리나라 지속감항업무 수행현황

Table 4. ICAO, 국내, FAA 항공기 고장보고(SDR) 항목 비교

ICAO Doc 9760 SDR	국내(항공안전장애 21호~34호)	FAA 14 CFR 121.703
비행 중 1 개 이상의 엔진 정지	21. 항공기의 운항 중 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 사유로 발동기가 정지된 경우 가. 발동기의 연소 정지 나. 발동기 또는 항공기 구조의 외부 손상 다. 외부 물체의 발동기 내 유입 또는 발동기 흡입구에 형성된 얼음의 유입	엔진 혹은 기체 구조에 발행한 손상으로 인한 비행중 엔진 정지 Foreign Object 또는 결빙으로 인한 비행중 엔진 정지 비행 중 하나 이상의 엔진 정지
연료, 윤활유 또는 작동유의 현저한 누설 (연료 방출 시스템 포함)	22. 비행 중 항공기의 연료공급시스템과 연료덤핑시스템에 영향을 주는 고장이나 위험을 발생시킬 수 있는 연료 누출	연료 시스템 또는 연료 방출 시스템이 연료 흐름에 영향을 주거나 비행 중 위험한 연료 누출이 발생할 경우
착륙장치, 플랩 등의 중요한 결함	23. 비행 중 의도하지 아니한 착륙장치의 내림이나 올림 또는 착륙장치의 문 열림과 닫힘이 발생한 경우	비행 중 의도하지 않은 착륙장치 전개 또는 인입
폭발, 화재, 연기, 냄새 및 유독 가스 발생	24. 운항 중 항공기 구성품 또는 부품의 고장으로 인하여 조종실 또는 객실에 연기·증기 또는 중독성 유해가스가 축적되거나 퍼지는 현상이 발생한 경우	승무원실이나 객실에 연기, 증기, 유독성 또는 비유독성 기체의 축적 또는 누출
폭발, 화재, 연기, 냄새 및 유독 가스 발생 화재 경보기 오작동	25. 운항 중 화재가 발생한 경우(화재경보시스템이 작동한 경우를 포함한다)	비행중 화재와 화재경보시스템 작동 여부 화재경보장치에 감지되지 않은 비행중 화재 비행중의 잘못된 화재경보
지상에서의 운항에 위험을 미치는 바퀴, 브레이크 계통 또는 타이어 결함	26. 지상 이동 중 또는 이륙·착륙을 위한 지상 활주 중 제동력 상실을 일으키는 제동시스템 구성품의 고장이 발생한 경우	중대한(major) 수리를 요하는 기체 구조의 손상
비상조치를 필요로 하는 장비품 및 각 계통의 고장, 기능불량 및 결함	27. 운항 중 비상조치를 하게 하는 항공기 구성품 또는 시스템의 고장이 발생한 경우	비행 중 비상절차를 밟게 한 구성품 혹은 시스템의 고장
실제 비상 상황, 훈련, 시험, 정비 또는 검증 과정에서 발생한 비상 탈출용 계통 및 장비(탈출문, 비상탈출용 등화 및 탈출 슬라이드 및 보트)의 중대한 고장, 기능불량과 결함 (항공운송사업 또는 항공기사용사업에 한함) 또는 의도하지 않은 비상탈출계통의 전개 발생	28. 비상탈출을 위한 시스템, 구성품 또는 탈출용 장비가 고장, 결함, 기능 장애 또는 비정상적으로 전개한 경우(훈련, 시험, 정비 또는 시현 시 발생한 경우를 포함한다)	비상탈출장치 및 관련 장비에서 발견된 결함 또는 실제상황, 훈련, 정비 과정 중 비상탈출장치의 전개 실패 또는 의도하지 않은 비상탈출장치의 전개 (FAR Part 121 only)
정상적인 운항조건에서는 사용되지 않아야 하는 계통 및 장비(객실 고도 경보 장치, 승객용 산소마스크, 과속 경보장치, 실속 경보장치 등)의 운항 중 비작동 (항공운송사업 또는 항공기사용사업에 한함,시험비행 포함)		
엔진 주요 구조의 결함, 비행 중 여러 엔진에 동시에 발생하는 동종의 고장 및 엔진 연료, 배기, 추력과 역추력 계통의 중요 결함	29. 비행 중 발동기 배기시스템 고장으로 발동기, 인접한 구조물 또는 구성품이 파손	엔진 및 엔진과 인접한 항공기 구조물, 장비, 구성품에 손상을 가하는 엔진의 배기계통의 고장, 기능불량 또는 결함
프로펠러 제어 계통 및 구조상의 중요한 결함	30. 운항 중 프로펠러 페더링시스템(feathering system) 또는 항공기의 과속을 제어하기 위한 시스템에 고장이 발생한 경우(운항 중 프로펠러 페더링 포함)	비행 중 프로펠러 과속
기체 구조의 균열, 부식, 좌굴 및 박리로 인한 손상 및 패스너가 동시에 여러 개가 느슨해진 경우 또는 어긋나서 대수리를 필요로 하는 것	31. 대수리가 요구되는 항공기 구조 손상 32. 제작사가 제공하는 기술 자료에 따른 최대허용범위(제작사가 기술 자료를 제공하지 않는 경우에는 국토교통부장관이 법 제17조제2항에 따라 고시하는 항공기 기술기준에 따른 최대허용범위를 말한다)를 초과한 항공기 구조의 균열, 영구적인 변형이나 부식	중대한(major) 수리를 요하는 기체 구조의 손상 기체 구조에서 발생한 감항당국 혹은 제작사에서 정한 허용치 이상의 크랙, 영구 변형 및 부식
전원, 작동유 소스, 기타 작동원 및 그 분배 계통의 복합 고장 및 기능불량	33. 항공기의 고장, 결함 또는 기능 장애로 비정상 운항이 발생한 경우	
비행 계획의 실행에 큰 변화를 수반한 여압 계통의 기능불량 또는 비상 혹은 예비 산소 계통의 사용		
항공기기체의 제빙성능을 초과하는 결빙 등 (결빙으로 인한 성능저하 포함)		
비행 중에 해치와 도어가 완전히 닫히지 않았음을 나타내는 경보 작동		
조종에 장애를 미치는 조종계통의 고장, 기능불량과 결함 (결빙 등으로 인해 발생한 것으로 비행 조종계통의 고착 또는 조종력의 증대도 포함)		
기타 항공기의 운항에 위험을 주거나 위험하게 할 수 있는 고장, 기능불량 및 결함		
	34. 고장, 결함 또는 기능 장애로 항공기에서 발동기를 조기에 떼어 낸 경우	

2.3 항공기 고장보고(SDR, Service Difficulty Report)

항공기 고장보고(SDR) 체계는 항공기를 운용하는 과정에서 생성되는 정보를 피드백하여 신뢰성 및 감항성에 대한 분석에 활용하기 위한 필수적인 요소로서, 항공기 운용자, 인가된 정비조직(AMO, Approved Maintenance Organization), 형식증명 소지자 및 항공안전 관련 조직 등으로부터 관련 보고를 받게 된다. ICAO는 Doc 9760 Airworthiness Manual[5]에서 항공기 운용자에게 반드시 보고하도록 의무화하는 고장, 기능불량 또는 결함의 종류를 제시하고 있으며, 비행 중 엔진 정지, 착륙장치 결함 등 총18개의 항목으로 구성되어있다. FAA는 CFR 121.703 Service Difficulty Reports[6]에서 17개의 항목으로 구성된 항공기 고장보고를 제시하고 있으며 CFR 21.3에서는 고장, 기능불량 또는 결함(Reporting of Failures Malfunctions, and Defects)에 대한 보고항목을 제시하고 있다. FAA CFR 21.3의 고장, 기능불량 또는 결함보고 항목은 우리나라의 고정익 항공기 기술기준[7]의 21.3과 같은 항목으로 규정되어있다. 하지만 항공기 고장보고(SDR)는 별도로 구성 되지 않고 항공 안전장애 항목 중 항공법 시행 규칙 64조의2(항공기 등의 고장, 결함 또는 기능장애의 보고)에 의거 항공안전장애 제21호부터 제34호까지를 고장, 결함 또는 기능장애 항목으로 규정하고 있다. ICAO 및 FAA의 항공기 고장 보고와 우리나라 규정상의 항공기 고장보고 항목을 비교한 결과(Table. 3 참조) 우리나라 항공안전장애 상 항공기 고장보고 항목은 고장, 결함, 장애 항목들이 혼재되어있고 ICAO 보고항목의 일부가 미 반영되거나 “항공기의 고장, 결함 또는 기능 장애로 비정상 운항이 발생한 경우”와 같이 포괄적인 문구로 반영되어 있다. 국제기준에 따른 항공기 고장보고 정보에 대한 심층분석 및 신뢰성 관리를 위하여 현재 항공안전장애의 일부에 속해 있고, 포괄적 문구로 반영되어져있는 항공기 고장보고 항목을 별도의 보고형태로 운영하고, 국제 기준 보고 항목에 준하여 보고항목을 세분화하여 운영하는 등의 개선이 필요한 것으로 판단된다.

2.4 항공안전기술정보의 활용방안

2.4.1 FAA의 항공안전기술정보 활용사례

FAA에서는 항공기 감항기술정보를 인증절차에 활용하기 위한 인증절차연구(CPS, Certification Process Study)[8]가 수행되었으며 연구결과 인증/운항/정비의 절차가 개별적으로 이루어지는 것이 아니라 설계, 생산, 운영, 정비, 지속 감항의 각 단계가 유기적으로 연결되어 있음을 확인하게 되었다. 해당 연구에서는 전체적인 항공기 안전성 향상을 위하여 인증-운항-정비 절차 간의 정보 공유를 강조하고 있으며 연구에서 관찰된 사항 중 일부를 국내 항공안전감독 및 기술정보활용 방안에 활용 하고자 한다.

1) 안전정보 공유의 활성화

안전을 목적으로 사고 징후와 잠재적 불안요소 식별을 위해 정부기관, 제작자, 운용자등 다양한 집단에서 많은 종류의 안전정보가 수집되고 있으나 이러한 정보들이 부처 간 협력이나 전체 감독 기관이 없는 다부처 형태로 수집 및 분석이 이루어지고 있다. 이러한 항공안전에 관련된 다양한 자료들을 통합적으로 수집하여 관리하거나 각 정보의 수집 집단 간에 자료를 공유 할 필요성이 있으며 이를 위하여 각 주체별로 수집된 다양한 자료를 표준화된 방법으로 분류, 추적, 식별하기 위한 전문적인 자료관리의 필요성이 있다.

더불어 각각의 안전정보는 특성별로 공개가 불가한 부분이 있거나 제한적인 공유만이 필요한 경우가 있을 수 있으므로 각종 자료를 DB화하여 특성에 맞는 최적화된 공유체계를 갖출 수 있도록 다각적인 조정 또한 요구된다.

미국, 중국, 유럽등과 비교하여 풍부한 항공안전 데이터를 확보하기 어려운 우리나라의 현실을 감안 하였을 때 통합적인 데이터정보공유를 통한 자료 활용 및 정보분석은 매우 필요하다 판단된다.

2)정비, 운항, 인증의 조화

CPS보고서에서는 항공기 설계, 제작단계에서부터 운항, 정비에 이르기까지 각 단계 운용 중에 도출된 개선점들을 통합적으로 처리할 적절한 절차가 없음을 지적하였으며 항공기 운영자와 제조사간의 안전 협력절차 및 안내의 부재와 항공기 인증부서와 비행표준 부서간의 협업 및 소통절차 부재를 제시하고 있다. 우리나라의 경우

에도 인증을 담당하는 부서(국토부 항공기술과)와 안전감독을 수행하는 부서(국토부 운항안전과)가 나뉘어져있고 항공안전기술정보의 활용을 위하여 두 부서간의 협업 및 원활한 정보교류체계가 필요하다.

위의 FAA 항공안전기술정보 활용사례로 제시한 안전정보 공유 활성화 및 정비, 운항, 인증의 조화를 위한 방안은 현재 국내현황과 매우 흡사하며 국내 항공안전감독 및 기술정보활용 방안으로서 활용 할 필요가 있다고 판단된다.

2.4.2 항공안전정보 네트워크를 구축을 통한 항공안전기술정보의 안전감독 활용

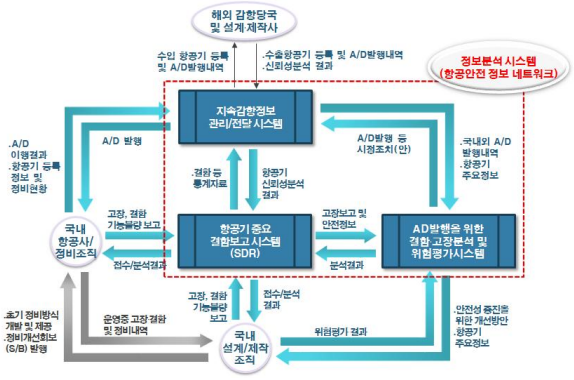

Fig 2. 항공안전정보 네트워크를 활용한 감항성 유지 체계 모델

본 연구에서는 항공안전정보의 활용방안으로서 항공안전정보 네트워크를 통한 정보 분석 시스템을 구축하여 ICAO에서 제시하는 등록/설계/제작국의 지속 감항성 유지 업무의 핵심인 고장, 결함, 기능 불량 정보의 수집, 및 위험분석을 수행하고 이를 통한 감항성개선지시(AD) 발행 및 안전감독업무에 활용을 Fig.2와 같이 제안하고자 한다.[9] 감항성 유지체계의 핵심정보인 항공기 고장보고와 결함, 지연보고 등의 항공안전기술정보를 활용하여 국내 개발 항공기 및 국내 수입된 등록 항공기에 대한 위험평가/분석 및 안전도 측정을 수행하고 이를 감항성개선지시(AD)등의 지속 감항업무 수행과 항공안전감독에 활용한다면 지속적인 항공사의 안전수준 및 감항성 유지체계 구축에 도움이 될 것으로 판단된다. 이를 위해서는 기술정보를 주관하는 국토부 항공기술과의 기술정보가 운항안전과가 주관하는 안전감독에 활용되기 위한 두 부처 간의 협조와 상호 안전정보 교류 체계 구축이 선행되어야 할 것이다.

3. 결 론

국내 감항성 유지체계 조사결과 ICAO에서 제시하는 등록국가, 제작/설계국가의 지속적인 감항성 유지업무를 충실하게 수행하기 위하여 국내 생산 항공기 및 운영 중인 수입항공기에 대한 감항개선지시서(AD) 발행을 위하여 고장/결함 분석 체계구축이 필요한 것으로 조사되었고, 지속적인 감항성 유지체계를 위한 필수 요소인 항공기 고장보고(SDR)에 대하여 ICAO 국제 기준 및 FAA 항목과 우리나라 보고 항목을 비교한 결과 우리나라는 항공안전장애보고의 일부에 항공기 고장보고 항목이 포함되고 일부 ICAO 국제기준 항목이 국내에는 세부적이지 않은 포괄적인 항목으로 포함되어있어 항공기 고장보고(SDR)의 핵심활용범위인 위험분석정보로의 활용에 부족한 것으로 나타났다. 항공안전정보의 활용방안 연구를 위하여 항공선진사례로 미국 인증절차연구(CPS)에서 관찰된 통합적인 데이터 정보공유를 통한 자료 활용 및 정보분석 사례를 국내에 적용하여 국토부 항공기술과의 항공안전기술정보를 국토부 항공안전과의 항공안전감독에 활용하여 지속적인 감항성 유지체계 구축에 활용할 필요성이 도출되었다.

위의 이러한 국내 감항성 유지체계 구축 및 항공안전정보의 항공안전감독 활용에 대한 개선사항을 가지고 앞으로 수행될 “시스템 기반 항공안전감독 지원기술 개발” 과제에 있어 연구와 개발을 진행해 나가고자 한다.

후 기

본 연구는 2014년 국토해양부 항공선진화사업의 연구비지원(“시스템 기반 항공안전감독 지원기술 개발”, 과제번호 : 15ATRPC088132-02)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

[1] 법제처, 운항기술기준, 2015
[2] 항공우주연구원, 2014, 항공기 지속감항성 관리체계 구축 기획연구_보고서
[3] ICAO, 2010, Annex 8. Airworthiness of Aircraft 11th ed.
[4] 감항성개선지시서 발행 및 관리 지침, 2015.
[5] ICAO, 2014, Doc 9760 Airworthiness Manual 3rd ed.
[6] FAA, 2016, CFR 121.703
[7] 법제처, 항공기 기술기준, 2015
[8] FAA, 2003, Commercial Airplane Certification Process Studies
[9] 국토교통과학기술진흥원, 2015, “시스템 기반 항공안전감독 지원 기술 개발 1차년도 성과보고서,”
[10] 외국항공당국별 AD 발행현황, http://atis.casa.go.kr/ATIS/