

항공기 부품제작자증명에 관한 연구

(A Study on Parts Manufacturer Approval in Civil Aviation Law)

이강이 (Lee, Kang-Yi)

진영권 (Jin, Young-Kwon)

이종희 (Lee, Jong-Hee)

한국항공우주연구원 품질인증센터

(Korea Aerospace Research Institute)

이광희 (Lee, Kwang-Hee)

(Civil Aviation Safety Authority,

Ministry of Construction & Transportation)

1. 서론
2. 부품제작자증명
3. 항공기 부품의 인증
4. 부품제작자증명 모사인증
5. 결론

1. 서론

항공기는 수십만 개 이상의 부품과 각종 첨단기술이 복합된 비행체로서 3차원의 공간을 비행한다는 점에서 그 성능뿐만 아니라 고도의 신뢰성과 안전성이 요구된다. 따라서 항공기 및 부품의 설계, 제조, 운용에 있어서 반드시 법적인 인증을 받도록 하고 있다.

미국을 비롯한 항공선진국의 경우에는 항공기, 엔진, 프로펠러는 물론이고, 항공기 등에 사용되는 부품 및 장비품에 대해서도 인증을 받도록 규정하고 있다. 즉, 항공기용 부품에 대해서는 부품제작자증명(PMA; parts manufacturer approval)을, 표준화된 장비품 등에 대해서는 기술표준품

형식승인(TSOA; technical standard order authorization) 등의 법적인 인증을 받아야 한다.

이와 같은 항공기 및 부품의 인증은 항공법과 관련 훈령에 근거하여 수행되어야 하지만, 국내의 현행 항공법규는 항공기 등의 운용 및 정비에 필요한 사항을 증점적으로 규정하고 있고 설계 및 생산에 필요한 인증에 대해서는 기본적인 사항만을 규정하고 있다. 특히, 항공기 부품 및 장비품의 인증에 대해서는 일체의 관련 조항을 두고 있지 않다.

이에 따라 본 연구를 통하여 항공기 부품에 대한 법적인 인증 요건과 절차를 개발하고, 이를 기반으로 항공기용 교류발전기를 대상으로 모사인증(simulated certification)을 수행함으로써 미국 등의 항공선진국과 동등한 수준의 부품제작자증명 인증시스템을 구축할 수 있도록 하였다.

2. 항공기 부품의 인증

(1) 국제적 인증 환경

민간항공운송에 사용되는 항공기의 경우에는 세계 각국의 영공을 비행하기 때문에 자국의 항공안전을 확보하기 위하여 다른 나라의 항공기에 대해서도 국제적으로 인정받을 수 있는 인증을 요구하고 있다. 이와 같은 항공기 등에 대한 인증은 세계적으로 항공산업을 선도하고 있는 미국과 유럽 연합 그리고 국제민간항공기구의 법규 및 규정을 따르고 있는 것이 보편적이다.

미국의 경우에는 항공기 및 관련 부품의 인증에 있어서 자국과 동등한 수준의 법적인 인증시스템을 갖춘 국가와 상호항공안전협정(BASA; bilateral aviation safety agreement)을 체결하고 있다. 이 협정을 바탕으로 항공기 및 관련 부품의 인증을 상호 인정하고, 해당 제품의 수입 및 수출을 허가하고 있다.

이와 같은 항공기 등의 법적인 인증시스템에 대한 국제적인 요구에 대응하고, 항공기의 안전성 확보 및 국내 항공산업의 발전을 도모하기 위하여 정부기관, 연구기관, 관련 산업체를 중심으로 인증시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

(2) 부품 및 장비품의 인증

항공기는 법적으로 엔진, 프로펠러, 부품, 장비품 또는 기술표준품, 표준 부품, 기타의 부품으로 구성된다. 인증의 측면에서 볼 때, 엔진과 프로펠러는 항공기와 같이 형식증명과 제작자증명을 받아야 하고, 부품과 장비품에 대해서는 각각 부품제작자증명(PMA)과 기술표준품 형식승인(TSOA)을 받아야 한다.

기술표준품은 여러 형식의 항공기, 엔진, 프로펠러 등에 공통적으로 사용될 수 있는 장비품 또는 공인규격에 의하지 않는 항공기용 부품 중에서 감항당국이 지정하여 고시한 품목을 말하는 것으로, 미국 연방항공청의 경우에는 약 120종의 품목을 지정하여 고시하였다.

기술표준품에 대한 형식승인(TSOA)을 받기 위해서는 각 품목별로 지정된 최소성능표준(MPS; minimum performance standards)에 명시된 요건에 따라서 설계 적합성을 입증하여야 하고, 이를 생산하는 공장의 품질관리시스템(quality control system)에 대한 평가를 받아야 한다.

부품에 대한 제작자증명(PMA)을 받기 위해서는 해당 부품이 장착될 항공기 등에 대한 감항기술기준(airworthiness standards)에 명시된 요건에 따라서 설계 적합성을 입증하여야 하고, 이를 생산하는 공장의 제조검사시스템(FIS; fabrication inspection system)에 대한 평가를 받아야 한다.

부품제작자증명을 받아야 하는 대상 부품은 항공기 등의 형식증명 및 생산증명에 포함하여 감항당국으로부터 승인을 받은 부품을 해당 항공기 등의 정비 및 수리 또는 개조용으로 사용할 목적으로 제3자가 제조하여 판매하고자 하는 부품을 말하는 것으로 기술표준품과 표준부품을 제외한 모든 부품이 이에 해당한다.

부품제작자증명은 지정된 항공기 등의 모델에 대한 적용성(eligibility) 및 기존의 설계와 동일성(identicality)을 입증하는 것이 중요한 반면에 기술표준품 형식승인은 해당 기술표준품이 장착될 항공기 등의 모델을 지정할 필요가 없으며 각 품목별 최소성능표준(MPS)에 명시된 요건만을 충족시킬 수 있도록 설계하면 된다. 또한 고객의 동의 또는 기타의 사유로 인하여 최소성능표준의 요건을 충족시키지 않아도 되는 경우에는 사전에 규격 완화(deviation) 신청을 할 수 있다.

부품제작자증명과 기술표준품 형식승인은 양자 모두 설계 적합성 평가

를 통한 설계승인과 품질시스템 평가를 통한 생산승인의 단계로 인증이 이루어진다. 즉, 설계와 생산을 함께 인증 받게 되는 것이며, 이에 따라 생산 시설을 이전하거나 중요 변경사항에 발생할 경우에는 감항당국에 의한 재평가를 받아야 하고, 인증 권리에 대한 매매도 제한을 받게 된다.

부품제작자증명과 기술표준품 형식승인에 대한 주요 특징은 다음의 [표 1]과 같다.

표 1. 부품제작자증명과 기술표준품 형식승인의 특징

구분	부품제작자증명(PMA)	기술표준품 형식승인(TSOA)
대상 품목	항공기 등에 대체 또는 개조용으로 장착되는 부품 - AC발전기, Actuator, Panel 등	항공기 등에 장착되는 표준 장비품 및 부품으로 지정된 품목 - DC발전기, 컨테이너, APU 등
평가 내용	· 감항기술기준에 대한 설계 적합성 · 제조검사시스템(FIS) 평가	· 최소성능표준(MPS)에 대한 적합성 · 품질관리시스템 평가
승인 단계	설계승인 + 생산승인 = PMA	(설계승인 + 생산승인) = TSOA
적용항공기	항공기 등의 모델 지정 필요	항공기 등의 모델 지정 불필요
신청 자격	제한 없음	제한 없음
양도 성	양도 불가능	양도 불가능

3. 부품제작자증명

(1) 부품제작자증명의 개요

항공기용 부품은 그 형식과 종류가 매우 다양하지만, 항공기의 주구조물, 엔진, 프로펠러, 항법장비, 조종제어계통 등에 못지않게 항공기의 안전성에 중대한 영향을 미칠 수 있다.

미국과 유럽연합을 비롯한 항공선진국은 부품제작자증명(PMA)에 대한 법적인 인증제도를 운영하고 있지만, 현행 국내 항공법에는 이에 대한 근거 조항을 두고 있지 않으므로 이에 대한 연구와 법체화 추진이 필요하다.

항공기에 사용되는 부품의 제작 및 조달은 크게 두 가지 경로를 통해서 이루어진다.

첫째로 항공기 등에 대한 형식증명 및 제작자증명을 받은 원제작사를 통해서 구매하는 경우를 들 수 있다. 이 경우에는 원제작사가 해당 부품을 직접 설계 및 제작하거나 국내외의 협력업체를 통해서 제작하게 되는데, 협력업체에서 제작되는 부품의 설계 적합성과 제조시설의 품질시스템은 항공기 등의 제작자증명 당시에 협력업체 승인(supplier or source approval)을 통해서 이루어지게 된다. 항공기 등의 원제작사는 이와 같은 경로를 통해서 구매한 부품을 자사의 항공기 제작에 사용하거나 운용 중인 항공기의 정비용으로 판매하게 된다.

둘째로는 항공기 등에 대한 제작자증명을 받은 원제작사의 협력업체 또는 제3자가 독립적으로 해당 부품을 설계 및 제작하여 항공기 등의 정비 및 수리 업체에 대체 또는 개조용 부품으로 판매하는 경우를 들 수 있다. 이 경우에는 원제작사가 해당 기종의 항공기의 생산을 중단하거나 원제작사가 기존의 협력업체 또는 제3자를 통해서 정비 및 수리용 부품을 공급하고자 하는 경우이다. 또는 원제작사와는 무관하게 제3자가 해당 부품을 설계 및 제작하여 판매하는 경우도 이에 해당한다.

이와 같은 부품의 제작 및 공급 경로는 항공기 등의 운용 특성과 시장의 원리에 따라 형성된 것으로 항공기 등의 원제작사가 아닌 협력업체 또는 제3자가 제조하여 대체 또는 개조용으로 공급하는 부품에 대한 인증을 부품제작자증명(PMA)이라고 한다.

미국 연방항공청의 항공기인증실(ACO) 및 제조검사실(MIDO)에서 발급한 부품제작자증명(PMA)에 대한 예시는 [표 2]와 같으며, 특정 모델의 항공기 등에 대해서는 100여건 이상의 부품제작자증명이 발급된 경우도 있다.

표 2. 미국의 부품제작자증명 발급 현황 예시

PMA Parts			Aircraft/Engine/Prop.
PMA Hlder	Part Name	Approval Means	Eligible Model
Honeywell	Actuator	Licensing Agreement	Boeing 757-200
Sundstrand	AC Generator	Identicality	A319, A320, A321
Lucas Aerospace	Panel	Identicality	Boeing 747-200
Matsushita Avionics	7" LCD Monitor	Licensing Agreement	MD-11
Ni-Cad Systems Inc	Battery	Test & Computation	Gulfstream G-1159
Skybolt Composite	Cow Assembly	STC	Cessna 172
AAR Manufacturing	Floor Panel	STC	Bell 412
Titeflex Corporation	Tube/hose Assy	Identicality	GE CF6-80C
BFGoodrich Aero.	Deicer Boot	Licensing Agreement	HS Propeller 4D351

(2) 미국의 부품제작자증명

① 일반사항

미국의 부품제작자증명(PMA)에 대한 법적인 절차와 요건은 연방항공규정(FAR) Part 21의 “항공기 및 부품의 인증 절차”와 Order 8110.42A의 “부품제작자증명 절차”에 구체적으로 명시하고 있다.

형식증명을 받은 항공기 등에 대체 또는 개조용 부품으로 장착하고자 하는 부품, 소재, 공정, 장비품 등을 생산하고자 하는 경우에는 부품제작자증명을 받아야 한다. 여기서 부품제작자라고 함은 부품의 설계, 제작, 그리고 품질관리를 하는 사람 또는 업체를 말하는 것으로 이에 대한 세부 업무로는 부품을 가공 또는 검사, 설계 또는 성능자료의 개발, 자재의 선정, 제작 공정 또는 조립방법의 개발, 품질관리절차의 개발, 생산관리 및 감독 등의 업무를 포함한다.

부품제작자증명은 신청자가 제출한 기술자료를 검토하여 해당 부품의 설계가 감항기술기준에 적합하고, 제조시설에 대한 제조검사시스템이 완전하게 갖춰져 있음이 확인되었을 때 발급된다. 즉, 설계승인(design approval)과 생산승인(production approval) 단계로 이루어진다.

② 인증 대상 품목

부품제작자증명 대상 품목은 형식증명을 받은 항공기 등에 대체 또는 개조용 장착하고자 하는 모든 부품, 소재, 공정, 장비품 등으로서 다음과 같은 품목은 인증 대상에서 제외한다.

- ㉑ 형식증명 또는 제작자증명을 득하고 생산된 부품
- ㉒ 자체 보유 항공기의 정비 또는 개조를 목적으로 생산된 부품
- ㉓ 항공화물운송회사가 자신의 항공기 등에 장착하기 위해 생산하는 부품
- ㉔ 미연방항공청의 기술표준품 형식승인(TSOA)을 득하고 생산된 부품
- ㉕ 산업규격 또는 미국의 관련 규격에 따른 표준 부품(볼트, 너트 등)
- ㉖ 제조 검사 절차 및 특수공정(표면경화, 도금, 샷피닝 등)
- ㉗ 일회성 부가형식증명(STC) 또는 수리 및 개조용 부품

㉠ 미국과 상호항공안전협정이 체결된 외국에서 수입되는 증명을 받은 부품

③ 인증조직 및 역할

부품제작자증명 업무는 연방항공청(FAA) 항공기인증국(AIR) 이하의 각 지역별 현장사무소 역할을 하는 항공기인증실(ACO)과 제조검사실(MIDO)에서 담당한다.

항공기인증실(ACO)은 관련 규정 및 절차에 의거하여 대체 및 개조용 부품의 설계 적합성을 평가하여 부품제작자증명을 위한 설계승인을 하고 관련 기록을 유지하는 역할을 한다.

제조검사실(MIDO) 또는 제조검사분실(MISO)은 항공기인증실로부터 설계승인 내용을 통보받은 후 신청자의 생산시설에 대한 제조검사시스템을 평가하여 생산승인 및 부품제작자증명을 발급하는 역할을 한다. 또한 부품제작자증명의 발급 후에도 정기 및 수시로 해당 부품에 대한 합치성 검사를 수행하고 설계변경 및 자재심의(MRB) 절차 등의 이행상태를 감독하게 된다.

④ 증명의 신청

부품제작자증명을 신청할 때는 다음의 서류를 포함하여 신청자의 제조 시설이 위치한 연방항공청의 항공기인증실(ACO)에 신청한다. 단, 부가형 식증명(STC) 또는 면허협정(licensing agreement)에 의한 부품제작자증명의 신청인 경우에는 제조검사실(MIDO)에 직접 제출한다.

- ㉠ 부품이 생산될 제조시설의 명칭과 주소
- ㉡ 부품이 장착될 완성 항공기 등과 해당 승인부품의 식별을 위한 정보
- ㉢ 설계승인 방법에 따른 증빙 또는 설명 자료
- ㉣ 부품의 도면, 규격서, 크기, 소재, 제조공정 등과 같은 설계 자료
- ㉤ 부품의 감항성 입증을 위한 자료
- ㉥ 신청자 제조시설의 제조검사시스템에 대한 설명 자료

부품제작자증명을 신청할 때는 해당 부품의 설계 확보 유형에 따른 설계 승인 방법(approval means) 4가지 중 하나의 방법으로 결정하여 그에 대한 증빙서류 또는 설명서 및 계획서를 함께 제출해야 한다. 설계승인 방법

으로는 첫째 원제작사와의 면허협정(licensing agreement)에 의하여 설계의 동일성을 입증하는 방법, 둘째 원제작사의 협력업체(supplier or source)로서의 기술적 경험 또는 유사 제품의 설계 및 제조 경험 등을 바탕으로 형식증명을 받은 항공기 등에 사용되고 있는 부품의 설계와 동일성(identicality)을 입증하는 방법, 셋째 감항기술기준의 적합성 입증 요건을 시험 및 계산(test and computations)에 의해서 입증하는 방법, 넷째 해당 부품을 사용하여 항공기 등에 대한 부가형식증명(STC)을 수행한 경우에 그 승인결과를 제시하여 입증하는 방법이 있다. 여기서 면허협정에 의한 방법, 동일성에 의한 방법, 부가형식증명에 의한 방법은 결과적으로 같은 개념을 갖고 있다. 즉, 별도의 인증을 통해서 감항당국으로부터 기승인 받아 사용 중인 부품의 설계와 동일함을 입증하는 하나의 방법으로 볼 수 있다.

한편, 수명제한 부품에 대해서는 피로파괴 수명 평가에 필요한 자재의 성분, 하중, 하중주기, 임무유형, 응력, 온도 분포 등에 대한 자료와 수명 계산 방법이 제시되어야 하고, 그밖에 부품의 치명 특성 및 계속 감항성을 보증하기 위한 수명관리 프로그램을 제시해야 한다.

⑤ 설계 승인

부품제작자증명을 신청한 부품은 감항기술기준에 대한 설계 적합성을 입증해야 하는데, 설계승인 방법에 따라서 다음과 같은 관련 서류를 확인한다.

- ㉠ 면허협정에 의한 입증 : 면허협정 증빙 서류
- ㉡ 기승인 부품의 설계와 동일성 입증 : 동일성 입증 설명서
- ㉢ 시험 및 계산에 의한 입증 : 시험계획서 및 적합성 입증 계획서
- ㉣ 부가형식증명에 의한 입증 : 부가형식증명서 번호 및 소지자의 허가서

시험 및 계산에 의한 설계 적합성 입증에 있어서는 해당 부품이 장착될 항공기 등의 감항분류에 따른 감항기술기준을 적용하여 설계자료의 적합성을 분석한다. 즉, 해당 감항기술기준의 요구조건에 대한 적합성, 사용된 소재와 설계 규격의 합치성, 사용된 부품과 설계도면의 합치성, 그리고 제조공정, 구조, 조립 상태와 설계의 합치성을 확인한다.

그밖에 항공기 등에 대한 장착 적격성, 해당 부품의 운용 이력에 대한 특

이사항, 수명제한 부품 여부 등에 검토 결과에 따라서 적합성이 확인되면 설계승인 내용을 제조검사실(MIDO)과 신청에게 통보한다.

⑥ 생산 승인

부품제작자증명 신청자는 해당 부품을 제조하는 시설에 다음과 같은 요건의 제조검사시스템(FIS)을 구축하고 이를 유지해야 한다.

- ㉓ 입고 자재는 설계 데이터에 명시되어야 함
- ㉔ 입고 자재의 물리적, 화학적 특성이 정확하게 결정될 수 있도록 함
- ㉕ 손상 및 성능 저하된 자재는 적합하게 격리하여 보관되어야 함
- ㉖ 완성제품의 품질 및 안전에 영향을 주는 공정은 적합한 규격을 따라야 함
- ㉗ 제품의 특성 및 정밀도를 결정짓는 공정에서 검사를 수행해야 함
- ㉘ 최신 설계 도면의 배포 및 관리 체계를 유지해야 함
- ㉙ 중급 설계변경은 관련 절차에 따라서 관리 및 승인되어야 함
- ㉚ 불합격된 자재와 구성품은 불량품 표시 후 격리시켜야 함
- ㉛ 검사기록은 완성부품과 동등하게 취급되고, 최소 2년 동안 보관해야 함

⑦ 증명서 발급 및 표식

감항기술기준에 대한 설계 적합성과 제조시설에 대한 제조검사시스템 평가 결과가 관련 규정을 충족할 경우에 제조검사실(MIDO)은 신청자에게 부품제작자증명을 발급한다.

부품제작자증명을 발급받고 제조되는 해당 부품에는 “부품제작자증명에 의한 부품” 등을 포함한 관련 정보를 영구적인 방법으로 표시하여야 한다.

부품제작자증명에 따른 당해 제조시설을 이전 또는 추가 설치할 경우 10일 이내에 미연방항공청에 통보해야 하고, 부품제작자증명은 최초 소지자 이외의 다른 제작자에게 양도될 수 없다.

⑧ 부품의 수입 및 수출

항공기 부품소재의 제조시설이 해외에 위치한 경우에는 부품제작자증명

을 발급하지 않는 것을 원칙으로 한다.

연방항공청의 형식증명을 받은 항공기 등에 장착하기 위해 상호항공안전협정을 맺은 국가에서 생산된 부품은 연방항공청의 형식증명서와 수출국 감항당국에서 발급한 수출감항증명을 제출하면 미국으로 수입될 수 있다.

(3) 국내 부품제작자증명 법안

항공기용 부품에 대한 미국의 인증제도를 분석하여 국내의 법적인 인증시스템 구축 기반을 마련하였다.

본 연구를 통하여 국내의 항공법 및 동법 시행규칙의 개정안을 제시하였으며, 이에 대한 입법 예고안은 [표 3] 및 [표 4]와 같다.

표 3. 부품제작자증명에 대한 항공법 개정안

항공법 개정안 (건교부 공고 제48 호(03.3.7) 입법예고)
제20조의2 (부품등제작자증명)
① 항공기 등에 사용할 장비품 또는 부품을 제작하고자 하는 자는 건설교통부령이 정하는 비에 따라 기술기준에 적합하게 장비품 또는 부품을 제작할 수 있는 인력·설비·기술 및 검사체계등을 갖추고 있는지 여부에 대하여 건설교통부장관의 증명(이하 "부품등제작자증명"이라 한다)을 받아야 한다. 다만, 다음 각호의 1에 해당하는 장비품 또는 부품을 제작하는 경우에는 그러하지 아니하다.
1. 제17조의 규정에 의한 형식증명 당시 또는 제 17조의2의 규정에 의한 수입항공기 등의 형식증명승인 당시 장착되었던 장비품 또는 부품의 제작자가 제작하는 동종의 장비품 또는 부품
2. 제20조의 규정에 의한 형식승인을 얻어 제작하는 기술표준품
3. 항공우주산업개발촉진법 제10조의 규정에 의하여 제조·수리·개조에 관한 성능검사 및 품질검사를 받은 장비품 또는 부품
4. 그 밖에 건설교통부령으로 정하는 장비품 또는 부품
② 소유자 등은 제1항의 규정에 의한 부품등제작자증명을 받지 아니한 장비품 또는 부품을 항공기 등 또는 장비품에 사용하여서는 아니된다.
③ 대한민국과 부품등제작자증명에 관한 협정을 체결한 국가로부터 부품등 제작자증명을 받은 경우에는 제1항의 규정에 의한 부품등제작자증명을 받은 것으로 본다.

표 4. 부품제작자증명에 대한 항공법 시행규칙 개정안

항공법 시행규칙개정안(2003년 입법예고)

제48조 (부품등제작자증명의 신청)

- ① 법 제20조의2 제1항의 규정에 의하여 부품등제작자증명을 받고자 하는 자는 별지 제15호 서식의 부품등제작자증명 신청서를 항공안전본부장에게 제출하여야 한다.
- ② 제1항의 규정에 의한 신청서에는 다음 각호의 서류를 첨부하여야 한다.
 - 1. 제품식별서
 - 2. 부품인증거회서
 - 3. 적합성 입증보고서
 - 4. 계속감항성지침서
 - 5. 도면?부품목록?제조규격서?제품사양서
 - 6. 품질관리규정
- ③ 제1항의 규정에 의한 당해 부품에 대하여 설계를 변경하여 부품등제작자 증명을 신청하고자 하는 경우에는 항공안전본부장이 고시하는 규정을 따라야 한다.

제48조의2 (부품등제작자증명의 검사범위)

- ① 항공안전본부장은 법 제20조의2 제1항에 의한 부품등제작자증명을 하는 때에는 설계 적합성과 당해 부품의 제작에 적용되는 품질보증체제에 대한 검사를 하여야 한다.
- ② 항공안전본부장은 제1항에 의한 설계 적합성에 대한 검사를 하는 때에는 당해 기술기준에 대한 적합성과 당해 부품의 재료?세부부품?제작공정 및 완성품의 설계에 대한 합치성 등을 포함하여야 한다.
- ③ 항공안전본부장은 제1항에 의한 설계 적합성에 대한 검사를 하는 경우 다음 각호의 1의 적합성 입증 방법을 지정하여야 한다.
 - 1. 시험?계산에 의한 입증 방법
 - 2. 항공기 등의 형식증명에 포함된 부품과 동일한 설계임을 입증하는 방법
 - 3. 항공기 등의 형식증명 소지자와의 면허계약 또는 부가형식증명에 의하여 입증하는 방법
- ④ 제1항에 의한 품질보증체제에 대한 검사를 하는 때에는 당해 부품을 제작할 수 있는 기술·설비·인력·검사체계 및 계속감항성유지체계 등을 포함하여야 한다.

제48조의3 (부품등제작자증명을 위한 검사의 일부생략)

- 다음 각호의 1에 해당하는 경우에는 검사의 일부를 생략할 수 있다.
- 1. 외국의 정부로부터 승인을 받은 설계?제작기술을 도입하여 제작하는 경우에는 설계 적합성에 대한 검사
 - 2. 항공우주산업개발촉진법 제10조의 규정에 의한 성능검사 및 품질검사를 받은 경우에는 품질보증체제에 대한 검사

제48조의4 (부품등제작자증명의 교부)

- ① 항공안전본부장은 제 48조의3에 의한 검사결과 적합하다고 판단되는 경우 별지 제 15호의2 서식의 부품등제작자증명서를 교부하여야 한다.
- ② 항공안전본부장은 제 1항의 경우에 의한 부품등제작자증명을 교부하는 경우 당해 부품이 장착될 항공기 등의 형식을 지정하여야 하고 부품에는 부품등제작자증명에 관한 표식을 하도록 하여야 한다.
- ③ 제1항의 규정에 의하여 교부된 부품등제작자증명서는 타인에게 양도될 수 없으며, 당해 제조시설이 변경되는 경우에는 당해 사실을 10일 이내에 항공안전본부장에게 서면으로 보고하여야 한다.

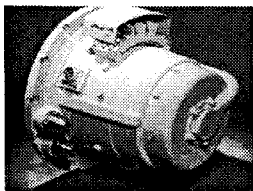
4. 부품제작자증명 모사인증

(1) 모사인증 일반

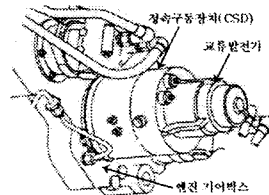
국내의 부품제작자증명에 대한 인증체제를 갖추기 위해서 항공법 개정안을 마련하였으며, 이에 대한 세부절차와 평가기술을 개발하기 위하여 경주전장(주)에서 개발한 항공기용 교류발전기를 대상으로 모사인증(simulated certification)을 수행하였다.

항공기용 교류발전기에 대한 모사인증을 위하여 경주전장(주)은 항공법 개정안에 따라 관련 기술자료를 첨부하여 부품제작자증명을 신청하였고, 이에 대하여 설계승인을 위한 기술검토와 제조시설에 대한 품질시스템 평가를 통하여 법적인 인증체제와 항공산업체의 기술적인 인증시스템 구축을 지원하였다.

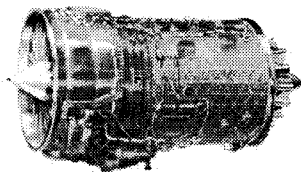
본 연구의 대상이 되는 항공기용 교류발전기는 출력 60kVA, 전압 120/208V, 주파수 400Hz, 3-phase, 역률 0.75의 발전기이다. 이 발전기는 [그림 1]과 같이 항공기 주엔진의 기어박스에 장착되어 정속으로 회전하게 되며, 발전기에서 발생하는 열은 오일에 의해서 냉각되고, 무브러쉬(brushless) 형식으로 설계되어 있다. 부품제작자증명에서는 해당 부품이 장착될 항공기 모델을 지정하여야 하므로 본 연구에서는 해당 교류발전기가 터보팬엔진을 사용하는 중형항공기 K100-04B에 장착되는 것으로 설정하였다.



[60kVA 교류발전기]



[교류발전기 장착]



[BR 715-56 터보팬엔진]



[K100-04B 중형항공기]

그림 1 60kVA 교류발전기 및 발전기의 장착

(2) 설계 적합성 평가

① 설계자료 문서화

항공기용 교류발전기를 설계에는 고객의 요구조건 및 관련 규격의 요건은 물론이고 인증에 필요한 사항을 반영하여야 한다. 즉, 해당 감항기술기준, 계속감항성 및 정비, 장착성 등에 대한 세부 설계 요건을 설정하여야 한다.

부품제작자증명 대상 교류발전기는 건교부 항공안전본부의 감항기술기준 제3부 제6장 “장비”를 적용하였고, 규격서로는 SAE AS 8011과 RTCA DO-160D를 기준으로 하였다.

항공기용 교류발전기의 인증을 위해서는 개발 초기단계에서부터 설계와 병행하여 인증 관련 요건을 반영하고, 이를 입증하기 위한 기술자료를 작성하여야 한다. 즉, 교류발전기가 항공기에 장착되어 지속적으로 안전하게 운용될 수 있음을 감항당국에 입증해야 한다. 이와 같은 입증 자료로는 제품식별서, 부품인증계획서, 설계적합성보고서, 설계도면, 부품목록, 관련 규격서, 검사/시험보고서 등을 준비해야 한다.

② 적합성 평가

항공기용 교류발전기에 대한 설계 적합성(compliance) 평가는 해당 교류발전기 및 이를 장착하여 사용하는 항공기의 안전성을 입증하기 위한 것으로 설계승인(design approval)의 한 단계로 이루어진다.

모사인증 대상 발전기는 신청자의 독자적인 설계에 의한 것이고, 해당 발전기의 설계의 대하여 기존에 감항당국으로부터 승인을 받은 기술자료를 활용할 수 없는 상황이므로 시험 및 계산(test & computation)에 의한 설계승인 방법으로 적합성을 입증하여야 한다.

부품제작자증명 모사인증을 신청한 교류발전기에 대하여 적합성에 대한 인증기준(certification basis)으로 수송기급 비행기에 적용하는 감항기술기준 제3부의 제6장 “장비”에서 발전기 및 관련 전기장치의 요건에 해당하는 9개 요건을 지정하였고, 이에 대한 입증자료로 신청자는 13종의 적합성 입증 보고서를 제출하였다.

항공기 등의 감항분류별로 지정되어 있는 감항기술기준(airworthiness

standard)은 항공기 등의 설계, 검사, 시험, 인증에 필요한 최소의 기술적 요건을 개념적으로 명시하고 있다. 따라서 각 요구조건을 입증하는 구체적인 방법은 인증 신청자가 결정하여야 한다. 일반적으로 분석(analysis), 시험(test), 경험데이터(data), 그리고 기타(others)의 방법으로 적합성 요건에 대한 입증을 하게 된다.

교류발전기의 설계 적합성을 입증하기 위하여 감항기술기준의 요건과 설계 적합성 입증방법 그리고 이를 입증하기 위하여 재출되는 기술자료를 체계적으로 정리하기 위하여 [표 5]와 같은 적합성 점검표(compliance checklist)를 작성하였다.

교류발전기에 대한 설계 적합성을 평가하기 위하여 감항기술기준의 각 요건별로 신청자의 적합성 입증 보고서를 검토하여 기술평가를 수행하고, 부품제작자증명 설계승인 점검표에 의거하여 도면, 소재, 치명성, 수명제한사항, 계속감항성지침, 그리고 동일 형식의 발전기에 대한 운용 이력 등에 대한 평가를 수행하였다.

표 5. 항공기용 교류발전기에 대한 적합성 점검표

기술기준	적합성 요건 항목	인증방법					관련 문서/참고자료
		A	T	D	O	N/A	
6.1.5	장비 및 시스템 요건과 장착 (FAR § 25.1309 Equipment, Systems, and Installations)						
6.1.5.1	장비 및 장착요건은 모든 운용조건 하에서 기능을 발휘할 수 있도록 설계	○	○				장착성검토(KAES-1570) 냉각설계(KAES-1515)
6.1.5.7	6.1.5.1과 6.1.5.2에 대하여 환경시험, 설계분석, 또는 경험자료로 증명	○	○				설계분석(KAES-1510,-1511) 환경시험(KAES-1540)
6.3.1	전기계통 및 장비의 일반사항 (FAR § 25.135 General for Electrical Systems and Equipment)						
6.3.1.2	작동, 고장, 과도현상, 전압, 주파수, 전류, 용량, 차단장치, 지시장치 요건별 발전계통 설계			○			발전기사양/특성(KAES-1565) 화재방지검토(KAES-1566)
6.3.2	전기장비 및 전기장비의 장착 (FAR § 25.1353 Electrical Equipment and Installations)						
6.3.2.1	다른 전기부품 및 시스템이 동시에 작동할 때 심각하게 영향을 주지 않도록 장착		○				EM/EMC시험(KAES-1541)
6.3.2.2	케이블류는 필수회로의 손상을 최소화할 수 있도록 집단화, 적절한 간격을 유지하여 배선	○					배선/부품배치(KAES-1525)
6.3.5	전기계통의 시험 (FAR § 25.1363 Electrical Systems Tests)						
6.3.5.1	적합성 증명을 위해 시험실 시험을 하는 경우에 전원, 분배전선, 구동장치의 모사 조건		○				성능시험(KAES-1535) 내구성시험(KAES-1550)
6.3.15	고속회전체를 포함하는 장비품 (FAR § 25.1461 Equipment Containing High Energy Rotor)						
6.3.15.2	회전체가 기능불량, 진동, 이상속도, 이상 온도 한계를 넘지 않고 손상에 견딜을 보증	○	○	○			진동해석(KAES-1511) 회전체봉쇄시험(KAES-1555)
6.3.15.3	최고회전속도에서 발생하는 파괴에 견디고 외부에 피해를 주지 않음을 시험으로 증명		○	○			회전체봉쇄시험(KAES-1555) Balancing절차(KAES-1585)
6.3.15.4	회전체의 파괴, 비산에 의한 탑승자 피해 없이 안전한 비행이 가능한 위치에 설치			○			장착성검토(KAES-1570)

③ 합치성 검사

부품제작자증명을 위한 설계승인에 있어서 합치성 검사(conformity inspection)는 분석(analysis), 경험데이터(data), 기타의 방법(others)에 의한 입증내용이 불충분하거나 불가능할 때 해당 제품에 대해 수행하는 직접적인 검사 및 시험을 말한다. 또는 형식증명 및 설계승인을 받은 제품에 대해서는 생산된 제품이 승인된 형식설계에 합치하는가를 확인하는 시험을 지칭하게 된다.

항공기용 교류발전기 모사인증에서의 합치성 검사기준은 교류발전기에 대한 규격서로 SAE AS 8011을, 환경시험 규격서로 RTCA DO-160D를 기준으로 하고, 그밖에 MIL-G-21480A, MIL-STD-810 등의 규격을 참조하도록 하였다. 발전기의 제조에 사용되는 소재와 특수공정에 대해서는 공인규격 및 신청자가 제시하는 규격을 적용하고, 교류발전기의 개별부품, 조립상태, 완성품의 중요 치수 및 형상은 신청자가 제출한 도면 등을 기준으로 검사하도록 하였다.

교류발전기에 대한 부품제작자증명 모사인증을 위하여 신청자가 제출한 제조공정서, 검사결과기록서, 성능시험결과서, 내구성시험결과서, 환경시험결과서 등을 검토 및 입회 확인을 하였다.

교류발전기의 장착성을 확인하기 위하여 엔진의 기어박스 패드 및 발전기 플랜지의 급속체결기구(QAD), 구동축의 전단응력 작용부, 시일 등의 기계적인 장착성과 냉각오일, 필터, 접속기 등과 같은 유압계통의 장착성, 그리고 전기 커넥터 및 배선의 사양, 배선 및 단자의 배치 등의 전기적인 장착 특성에 대하여 확인하였다.

(3) 품질시스템 평가

부품제작자증명에 있어서 품질시스템에 대한 평가는 승인된 설계에 합치하는 제품을 대량으로 복제 생산할 수 있는 시스템을 갖추고 있는가를 확인하는 것으로 생산승인(production approval)의 단계에 해당한다.

교류발전기에 대한 부품제작자증명 모사인증을 신청한 경주전장(주)은 모사인증의 신청 이전에 별도의 자체 계획에 의거하여 AS9100 항공우주

품질보증시스템을 갖추고 공인기관으로부터 이에 대한 인증을 받았다.

그러나, 부품제작자증명을 포함하여 민간 항공기 및 부품의 인증을 위한 품질시스템 평가에 있어서 가장 중요한 항목은 항공기 등의 운용 안전 및 계속감항성(continued airworthiness) 체계 유지와 승인된 품질시스템을 해당 제품의 제조시설, 조직, 인원에 직접 적용하고 있느냐 하는 점이다. 계속감항성체계 유지 활동은 항공기의 안전한 운용을 보장하기 위한 것으로 해당 제품에 대한 운용 및 정비 지침, 운용 중에 발생하는 각종 결함의 분석 및 보고, 결함에 대한 사전 예방활동, 그리고 감항당국에 대한 보고체계 유지 등이 이에 해당한다.

또한, 부품제작자증명을 위한 품질시스템에서는 해당 부품의 설계변경(design change)과 부적합품에 대한 자재심의(MRB)를 엄격히 제한하고 있는 것이 특징이다.

교류발전기에 대한 부품제작자증명 모사인증에서는 건교부 항공안전본부의 품질보증체계 인증절차 및 기준에 의거하여 조직 및 책임, 설계자료 관리, 제조공정, 공구 및 게이지, 시험, 비파괴검사, 공급업체 관리, 불일치 자재, 자재 취급 및 보관, 감항성 결정, 감항당국 보고 요건, 내부 감사, 생산자 정비시설 등의 13개 분야 238개 항목에 대하여 평가를 수행하였다.

5. 결론

항공운송 및 항공산업은 국가간 교류가 매우 활발히 이루어지는 분야 중의 하나이다. 이에 따라 항공기 및 부품의 인증에 있어서도 국제적 수준의 인증제도를 요구하고 있다.

항공산업의 발전 추세에 따라 국내에도 항공기 등의 부품을 독자적인 기술로 개발할 수 있는 능력 갖춘 많은 전문업체가 있으나 국가적인 인증제도가 미흡하고 이에 대한 인식의 부재로 인하여 상품화 개발에 장애요소로 작용하고 있다. 또한 개발에 성공한 제품인 경우에도 국가간 상호항공안전협정 등이 체결되어 있지 않아 미국 등의 선진국 시장에 수출이 불가능한 실정이다.

미국의 경우 상호항공안전협정의 체결을 위하여 국내의 법적인 인증제

도를 미국과 동등한 수준으로 갖출 것을 요구하고 있으나, 국내의 항공법에는 항공기 부품에 대한 인증 규정을 두고 있지 않다.

따라서 본 연구를 통하여 항공기 부품에 대한 미국의 인증규정을 분석하고 국내의 여건을 고려하여 항공법 및 동법 시행규칙에 대한 개정안을 개발하였고, 이를 근거로 항공기용 교류발전기에 대한 모사인증을 통하여 항공산업체의 인증시스템 구축을 지원하였다. 향후, 부품제작자증명에 대한 세부 인증절차 및 요건에 대해서는 국가적 기준으로 정립하기 위한 추가적인 연구가 필요하다.

후기

본 연구는 산업자원부가 예산을 지원한 항공우주기술훈발사업 중 “항공기 부품소재 품질인증 기술지원 사업”의 일환으로 수행되었으며, 항공기용 교류발전기에 대한 부품제작자증명 모사인증에 참여한 경주전장(주)에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 진영권 외 5명, “항공기 품질보증체제 인증을 위한 기준·절차 개발에 대한 연구”, 「연구보고서」 건교부 항공안전본부(한국항공우주연구원, 2003.6)
2. 이종희 외13명, “항공기 부품소재 품질인증 기술지원”, 「연구보고서」 산자부 항공우주기술훈발사업(한국항공우주연구원, 2003.10)
3. 이종희, “항공기 인증과 BASA의 개념”, 「심포지움 발표」항공기 인증 및 BASA 추진전략 심포지움(한국항공우주연구원, 2002.5)
4. 조두수 외 8명, “항공기 유냉식 발전기 개발에 관한 연구”, 「연구보고서」 산자부 항공우주기술훈발사업(경주전장(주), 2002. 10)
5. 이무영, “우리나라 항공기 부품산업의 현황과 육성 방안”, 「항공산업 연구소 논문집」 제61권(세종대학교, 2002.4)
6. 이강이, 진영권, 이종희, “항공기용 보조동력장치(APU)의 개발 및 인

- 증”, 「유체기계저널」 제5권 제4호(유체기계공업학회, 2002.12)
7. 법률 제6734호(2002.8.26), “항공법”, 제2장 항공기.
 8. 건설교통부 공고 제2003-48호(2003.3.7), “항공법중 개정법률(안) 입법예고”
 9. 건설교통부령 제333호(2002.9.30), “항공법 시행규칙”, 제2장 항공기.
 10. 항공안전본부, “고시 제2003-25호, 항공기 항행의 안전을 확보하기 위한 기술상의 기준, 제3부 감항분류 수송(T)류인 비행기에 대한 기술기준”, 2003.10.
 11. 항공안전본부, “훈령 제2003-36호, 품질보증체제 인증절차 규정”, 2003.9.
 12. 항공안전본부, “고시 제2003-20호, 품질보증체제 인증기준”, 2003.9.
 13. Department of Transportation, “FAR Part 21, Certification Procedures for Products and Parts,” March 2002.
 14. Federal Aviation Administration, “Order 8120.2C, Production Approval and Certification Management Procedures,” AIR-200, April 2002.
 15. Federal Aviation Administration, “Order 8110.42A, Part Manufacturer Approval Procedures”, AIR-110, March 1999.
 16. Society of Automotive Engineers, “SAE AS 8011A, Minimum Performance Standards for AC Generators and Associated Regulators”, 1985

초 록

이강이(Lee, Kang-Yi)
진영권(Jin, Young-Kwon)
이종희(Lee, Jong-Hee)
이광희(Lee, Kwang-Hee)

항공기의 안전성과 신뢰성을 확보하기 위하여 항공기, 엔진, 프로펠러는 물론이고 항공기용 부품소재 및 장비품에 대해서도 법적인 인증이 요구된다.

미국을 비롯한 항공선진국에서는 항공기용 부품에 대해서는 부품제작자증명을 받도록 하고, 표준화된 장비품 등에 대해서는 기술표준품 형식승인을 받도록 법적으로 규정하고 있으나, 국내의 경우에는 이에 대한 법적인 인증제도를 갖추지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 미국의 부품제작자증명 제도를 분석하고 국내 항공산업의 특성을 고려하여 항공기용 부품의 인증에 필요한 법적인 요건을 개발하여 항공법 개정안으로 제시하였으며, 이를 바탕으로 항공산업체의 인증시스템 구축을 지원하였다.

Abstract

Certification by Civil Aviation Law is necessary for aircraft parts and appliances as well as aircraft, engines, and propellers to ensure safety and reliability in operation.

Advanced countries in aerospace industry as like U.S.A require Parts Manufacturer Approval for aircraft parts and Technical Standard Order Authorization for designated appliances. However,

there are no legal requirements for certification of aircraft parts and appliances in Korea until now.

This study presents the draft to revise Civil Aviation Law, which is applicable to set up domestic certification system and maintain it equivalent to U.S. Federal Aviation Regulation.

주제어 : 인증(certification), 부품제작자증명(PMA), 적합성 (compliance), 합치성(conformity), 설계승인(design approval), 생산승인(production approval)