

부가적인 전기 장비품의 인증 방안

김일영*** · 서장원***

A Study on the Certification of Miscellaneous Non-Required Electrical Equipment

IL-Young Kim*** · Jang-Won Suh***

ABSTRACT

The interest about the installation and certification for miscellaneous non-required electrical equipment is being increased in the domestic aviation industries. In this paper, the minimum applicable requirements in Airworthiness Standard and the acceptable means of compliance which can be applied to installation and certification for miscellaneous non-required electrical equipment is being researched. As a case study, galley certification procedures are presented by electrical load analysis, installation of warning devices and installation requirements.

Key Words: Supplemental Type Certificate, Miscellaneous Non-Required Electrical Equipment, Acceptable Means of Compliance, Certification Procedure, Airworthiness Standard

1. 서 론

2003년 12월 개정된 우리나라 항공법에 따라 부가형식증명 제도가 시행된 이후 국내에서 설계하고 제작한 부품을 우리나라에서 운항 중인 항공기에 장착하여 사용하고자 하는 움직임이 있다. 이는 부가형식증명 제도의 시행 초기에 예상하였던 것보다 더욱 적극적인 것인바 항공기 부품을 개발하고 부가형식증명 등의 인증을 취득함으로써 부품 산업을 항공 분야의 틈새시장으로 활용하고자 하는 산업체 경향과 항공 안전에 있어서 인증의 중요성을 인증당국에서 깊이 인식

하고 산업체에 인증을 취득하도록 요구하는 추세에 기인하는 것으로 판단된다.

특히 미국과 우리나라 간에 기술표준품에 관한 상호항공안전협정(BASA)이 근시일 내에 체결될 것으로 예상되고 있고 다시 수년 내에 소형 항공기급의 상호항공안전협정을 미국과 체결하게 된다면 우리나라에서 인증을 받은 부가형식증명을 근거로 미국을 포함한 세계 항공 산업 시장으로 바로 진입할 수 있을 것이므로 향후 부가형식 증명에 대한 요구는 더욱 증대할 것으로 예상된다.

지난 수년간 항공기 인증 분야의 전문기관에서 근무하면서 산업체로부터 부가형식증명에 관한 많은 문의를 받았던바 그중 대부분은 항공기의 안전한 운항 및 안전에 필수적으로 요구되지 않지만 탑승객의 편의 또는 오락 등 다양한 목적으로 장착하여 사용하는 전기 장비 부품의 인증에

*** 정회원, 한국항공우주연구원
연락처, E-mail: iykim@kari.re.kr

관한 사항이었다.

새로운 전기장비품의 사용 인증을 받고자 한다면 항공기기술기준 Part 25 등에서 규정하는 설계요건에의 적합성을 입증하여야 하지만 그 내용이 매우 방대하므로 인증을 받고자 하는 대부분의 산업체 종사자들이 이를 쉽게 이해하고 적용하기는 어려운 실정이다.

따라서 본 연구에서는 국내 산업체의 인증 필요성에 부응하여 이러한 부가적인 전기 장비 부품의 장착 및 인증에 관한 제반 기준 및 요건 등에 대한 고찰을 수행함으로써 우리나라에서 부가형식증명을 받고자 하는 산업계 종사자에게 종합적인 인증 방향을 제시하고 이를 통해 항공 산업의 발전에 기여하고자 한다.

본 논문에서는 내충격성(Crashworthiness) 및 구조 설계와 관련된 유압계통, 배관계통, 화재 방지 등의 설계 요건에 대한 적합성 입증 및 인증은 다루지 않았으며 이것은 전기 장비의 인증과는 다소 구별되는 분야이기 때문임을 밝혀둔다.

2. 부가적인 전기 장비품의 장착 및 인증을 위한 적합성 입증방법

부가적인 전기 장비품(Miscellaneous Non-Required Electrical Equipment)이란 기능 고장이 항공기 운항이나 비상탈출, 객실 등의 안전에 영향을 미치지 않는 전자기계식 또는 전기전자 장비로서 객실이나 객실에서 쉽게 접근이 가능한 장소에 설치되며 비행승무원이 항공기의 운용 목적으로는 사용하지 않는 장비를 말한다.

이러한 전기장비품에는 객실 내에 설치되는 비디오 및 오디오 시스템, 위성 전화기, 조리실의 전기용품, 항공 카메라, 로고 표시등, 승객용 조명기기, 게임기 등과 같은 것들이 있다. 비행 승무원에게 비행 정보를 제공하는 시스템이나 장비는 이러한 전기 장비 부품으로 분류되지 않음을 유의하여야 한다.

2.1 일반적인 적용 요건

안전에 필수적이지는 않으나 새로운 전기 장비 부품을 형식증명을 받고 운항 중인 항공기에 장착하여 사용하고자 한다면 이것은 형식설계에 대한 중대한 변경으로 간주되어 감항당국의 인증을 받아야 한다. 여기서 새로운 전기장비 부품이란 최초 항공기 형식설계에 대한 승인을 받는 시점에서 형식설계에 포함되지 않은 부품을 말한다. 또한 중대한 변경(Major Change)이란 항공기의 증량 및 평형, 구조강도, 신뢰성, 운용 특성, 감항특성, 동력, 소음특성, 연료 및 배기가스의 배출에 심각한 영향을 주는 변경사항을 의미하고 있으며 이외는 모두 Minor Change로 간주한다. 형식설계에 대한 중대한 변경은 모두 항공기기술기준의 관련 요건에 대한 적합성을 입증함으로써 승인을 받을 수 있으며 일반적으로 이러한 경우 적용되는 요건은 수송급 비행기를 기준(항공기기술기준 Part 25, 감항분류가 수송인 비행기에 대한 기준)으로 Table 1과 같이 정리할 수 있다. 물론 본 요건은 최소한의 경우로서 전기 장비 부품의 복잡성, 항공기 구조에 미치는 영향성 등을 고려하여 적합성을 입증하여야 하는 요건이 추가된다.

Table 1. 적합성 입증 요구조건

조항번호	제목
25.301	하중
25.303	안전율
25.305	강도 및 변형
25.307	구조의 증명
25.333	비행기동영역선도(V-n 선도)
25.471	지상하중 일반 요건
25.561	비상착륙상태 일반 요건
25.853	화재방지 - 공간의 내부
25.1301	기능 및 장착
25.1309	장비 및 시스템 요건과 장착
25.1351	전기계통 및 장비에 관한 일반요건

조항번호	제목
25.1353	전기장비의 장착
25.1357	회로보호장치
25.1431	전자장비

부가적인 전기장비품의 사용승인을 받는 방법으로 수리개조 승인이 있으나 이 경우에는 해당 항공기 1대에만 사용을 승인받을 수 있으며 전기장비품의 장착내용이 수리개조가 가능한 범위에 해당하지 아니 하는 경우가 많음을 고려하여야 한다.

현장에서 수리개조를 통하여 부가적인 전기 장비품의 사용 승인을 받고자 하는 경우에는 수리개조승인 절차에 따라야 한다. 그러나 대부분 부가형식증명에 의한 사용 승인을 받는 것이 국제적인 기준에 부합한다고 할 수 있다. 부가적인 전기장비의 사용승인을 받고자 하는 자가 부가형식증명 또는 수리개조승인 적용 여부를 판단하고자 한다면 미국 연방항공청에서 발행하는 Order 8110.46 Major Alterations That Require Supplemental Type Certificates을 참조하여 우리나라의 감항당국과 사전 협의를 하는 것이 필요하다. 또한 25.1309, “장비 및 시스템 요건과 장착”에 대한 세부 적합성 입증 방법에 대해서는 FAA AC 25.1309-1, “System Design Analysis”를 참조할 수 있다.

2.2 수락가능한 적합성 입증 방법

본 항에서는 항공기 안전에 필수적이지 않은 전기 장비 부품의 장착에 국한된 비행기 개조의 경우에 있어서 적용 항공기기술기준 요건에의 적합성을 입증하기 위한 주요 사항을 제시하고자 한다.

우선 장착 후 비행조건, 지상조건, 비상착륙 조건에 관한 해당 요건을 충족하여야 하며 시험 또는 분석에 의하여 이를 실증할 수 있어야 한다.

시험이나 분석에 의한 실증과 함께 비전기 용품에 사용되는 자재 또는 전기용품에 사용되는

자재 중 화재를 억제하는 금속 구조물 외부와 연결되는 자재는 가연성(Flammability)에 관한 해당 요건을 충족하여야 한다. 모든 가연성 시험 계획은 인증당국의 승인을 받아야 하며 인증당국에서 지정한 검사관이 시편에 대한 합치성 검사 및 시험 중 입회확인을 수행하게 된다. 이러한 행위는 시험 대상 부품이나 제품이 승인을 받은 자료, 공정, 시험규격에 합치함을 확인하는 것을 포함한다.

또한 비행기에 추가로 설치되는 배선은 자가 소화성 절연물질(Self-extinguishing insulation)이어야 한다. 자가 소화성 절연 물질은 내부 연소의 영향을 받지 않는 완전히 밀폐된 용기 내에 있게 되는 경우를 제외하고는, 항공기에 대한 최초 형식증명을 받을 때 승인을 받은 이상의 품질을 가지는 제품이어야 한다. 또한 전기 장비 및 배선의 장착 시에는 다음 사항을 충족하여야 한다.

- 전기 장비에 대해서는 전기부하의 적절성을 분석하여야 하며 이때 국소적 정전(load shedding)을 고려하여야 한다.
- TV 수신기, 카세트 플레이어 등과 같이 현실적으로 어려운 경우를 제외하고, 구성품은 금속 용기 내에 설치하여야 한다.
- 금속용기는 내부 화재를 억제하거나 또는 내부 연소가 지속되지 않도록 충분히 밀폐된 것이어야 한다.
- 전기회로의 접지와는 별도로 장비 안전을 위한 접지를 하여야 한다.
- 부가적으로 설치한 전기 장비 부품의 고장이 기존 운용 전기 장비에 결함을 야기하지 않도록 회로보호 장치를 부착하여야 한다.

전선 및 전선묶음은 ATA-100 code 등에 따라 식별할 수 있어야 한다. 미국의 경우 AC 43.13-1, Chapter 11, Aircraft Electrical Systems Section 16, Wire Marking Wire Marking에서 식별에 관한 지침을 제시하고 있다.

그리고 전자레인지와 같은 장비품의 경우에는 최소 전자파 요구조건을 충족하여야 한다.

만약 시험에 의하여 설계 요건에의 적합성을

검증하여야 한다면 반드시 인증당국 검사관이 합치성을 확인한 부품을 사용하여야 하며 인증당국이 승인한 시험계획에 따라야 하고 시험과정에 인증당국 검사관의 입회 확인을 받아야 한다.

특히, 전자파 간섭 시험이 요구된다면 RTCA DO-160, "Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment" 또는 인증당국의 승인을 받은 다른 동등한 기준에 따라 시험을 수행하여야 한다. RTCA DO-160 paragraph 21.0에 따라 수행하는 시험은 Conducted Radio Frequency (RF) Interference and Radiated RF Interference Test로서 모두 Category "Z" Level로 수행하여야 한다. 단, 장비 위치를 고려하여 더 낮은 Level의 시험이 가능할 수 있다. 또한, 평가 시에는 해당 장비가 운용 중인 상태에서 간섭효과 평가에 따라 cockpit EMI survey를 수행하여야 한다. 전자파 간섭 시험 시에는 제작자의 장착지침서에 따라 장비를 장착하여야 하며 장착된 모든 장비품에 대한 육안 검사를 통하여 산업표준에 따른 작업방법과 기술을 사용하였는지 확인하여야 한다. 또한 모든 부품이 기계적으로 전기적으로 정상 연결되었음을 검증하고 제작자가 지정한 위치에 장비품이 장착되었음을 확인하며 전선 절연 온도의 등급(wire insulation temperature rating)을 표시하여야 한다. 시험은 비행기 전원을 사용하여 장비에 전원을 공급하면서 수행하여야 하며 별도의 규정이 없다면 비행기에서 전기적으로 구동되는 장비 및 시스템은 간섭 시험을 하기 전에 켜져 있는 상태로 작동 중이어야 한다.

간섭효과에 대한 평가 방법은 다음과 같다.

- 해당 장비로 인하여 비행기에 장착되어 있는 다른 장비 또는 시스템의 작동에 유해한 전도성 방사성 간섭이 발생하거나 또는 해로운 영향을 미치지 말아야 한다.
- 지상에서 장비에 전원이 공급된 상태에서, 전기에 의해 작동하는 비행기 내의 다른 장비 및 시스템을 개별적으로 작동시킴으로서 중대한 간섭이 없음을 확인한다. 이때 조작장치의

설정 및 작동 모드가 조합될 수 있는 모든 상태를 평가하여야 한다. 최소 하나의 Low/High/Middle-band 진동수에서 통신 및 항법 장비를 작동시켜야 하며, 또한 비행 중에 평가하여야 하는 시스템 또는 작동 모드를 미리 결정하여야 한다.

- 비행 중에만 점검할 수 있는 비행기 장비 및 시스템의 경우에는, 작동에 있어서 심각한 전도성 간섭(Conducted Interference) 또는 복사성 간섭(Radiated Interference)이 없음을 확인하여야 한다. 조종장치와 작동 모드가 조합될 수 있는 가능한 모든 상태를 평가하여야 한다. 최소 하나의 Low/ High/Middle-band 진동수에서 통신 및 항법 장비를 작동시켜야 한다.

마지막으로 장비를 장착한 후에 발생하는 전자파 양립성(Electromagnetic Compatibility) 관련 문제는 이미 장착되어 있는 시스템이나 장비의 설계 특성 및 물리적인 장착특성과 같은 인자에 기인할 수 있다. 그러나 장비 제작자가 모든 장착 환경을 고려하여 장비를 설계할 책임은 없으며 장착하고자 하는 장비와 기 장착된 장비 간의 불일치성 문제를 해결하여야 하는 책임은 장착 작업을 하는 자에게 있으므로 장착 작업을 하는 자는 전자적 비양립성(Incompatibility)을 초래하는 다양한 인자를 고려하여야 한다.

2.3 항공기 내 조리실 설치 시 인증 절차

큰 용량의 전기부하가 필요하고 작동 시 고온을 발생시키는 조리실 부품의 장착 승인을 위한 인증에는 각별한 주의가 요구된다. 따라서 이에 관한 인증 절차를 전기부하분석, 경보장치의 장착, 장착요구조건에 적합함을 입증하기 위하여 확인하여야 하는 사항으로 구분하여 제시하고자 한다.

전기부하 분석은 우선 필수 전원으로 조리실 장비에 전원을 공급할 수 있는지를 확인하는 것으로 시작한다. 조리실에 추가적으로 필요한 부하를 고려하여 쌍발 비행기에서 임의의 한 개 엔진이 정지하거나 3발 이상의 비행기에서 임의의

2개 엔진의 정지결함이 발생한 후에도 필수 부하가 필요한 장비에 전원을 공급할 수 있어야 한다. 필수전원 관련 해당 요건을 만족하기 위하여 조리실에 걸리는 과중한 부하는 과부하를 방지하거나 억제하기 위한 모니터링절차에 의하여 자동으로 또는 수동으로 감소될 수 있어야 한다.

경보장치의 장착에 있어서는 전선의 크기(Wire size) 및 차단기 정격(Circuit breaker rating)이 전기부하에 일치하며 3상 교류전원 시스템에서의 부하 분포가 균등하고 제작자의 지침에 따라 전기적으로 연결되었다는 것을 확인하기 위한 회로분석을 실시하여야 한다. 또한 사용하는 전선이 자가 소화성 절연물이며 절연 형식, 예상되는 환경 온도 조건에 적합하고 적절한 식별 표시가 되어 있음을 확인하여야 한다. 경보장치를 구성하는 구성품에 대해서도 식별 표시의 적절성, 전기정격의 적합성, 열/습기/진동/기계적 충격 등 환경조건에의 적절성, 하드웨어 품질 등을 확인하여야 한다.

장착을 위한 요구조건에 적합함을 입증하기 위한 확인사항은 전선의 기계적 보호장치, 유체 및 액화상태로부터의 보호 장치, 접지 및 본딩 등으로 구분할 수 있다. 우선 전선의 기계적 보호 장치에 대해서는 전선 지지용 클램프가 적절한 위치에 적절한 수량이며 선이 지나가는 구멍에 grommet이 설치(금속부품이 지지용 클램프를 요구하는 경우를 제외)되어 있고 전원 공급 케이블이 항공기기술기준 Part25.1359의 요건에 적합하다는 것을 확인하여야 한다. 다음으로 유체 및 액화상태로부터의 보호 장치에 대해서는 전기 장비 및 단자가 lint, dripping fluid 및 액체로부터 보호될 수 있으며 유체가 커넥터 또는 장비로 누설되는 것을 막을 수 있도록 하는 수단이 구비되어 있고 유체가 유입되는 것을 막을 수 있도록 도관 및 Sleeving의 상단 끝이 밀봉되어 있음을 확인하여야 한다. 접지 및 본딩 상태에 대해서 확인하여야 하는 사항은 다음과 같다.

- 조리실을 구성하는 금속 부분의 안전한 접지 경로가 기체에 연결되어 있음.
- Electrical circuit return이 안전한 접지와

별도로 비행기 구조물에 전기적으로 본딩 되어 있음.

- 금속으로 만든 수도(Water line) 및 꼭지(faucet)가 기체 구조물에 안전하게 접지되어 있음.
- 접지봉이 적절한 방법으로 설치되었음.
- 별도의 접지봉이 AC 및 DC 회로에 사용되고 있음.

이외에도 예상 가능한 위험요소를 고려할 필요가 있다. 즉, Hot water heaters 및 coffee maker는 Overflow 설비와 함께 과열 보호 장치 및 pressure safety valves를 가지고 있는지의 여부, 폐기물 저장 공간이 항공기기술기준 Part 25.853(e)항의 규정에 의한 화재 억제 시험에의 적합성, 저장 공간이 과도한 온도를 받을 가능성, 조명계통의 안정기에 발생하는 결함으로 인하여 위험한 정도의 연기가 발생할 수 있는 상황, 고온 안정기에 결함 발생 시 내부의 가용성 연결 장치(Internal fusible links)에 의해 방지될 수 있는지의 여부 등을 고려하여야 한다. 또한 인적 보호를 위하여 열을 받지 않는 표면은 사람이 손을 대어도 화상을 입지 않아야 하며 오븐은 과열에 대비한 자동온도조절장치가 있어서 안전한 수준까지 오븐의 외부 표면 온도를 제한할 수 있어야 한다.

3. 결론

본 연구에서 제시한 전기 장비 부품에 대한 장착 및 인증 방안은 최소한의 요건을 기준으로 제시한 것이다. 현실적으로 항공기에 장착하여 인증을 받은 후 사용하고자 하는 전기 장비 부품은 매우 다양하므로 본 연구에서 제시한 방안은 매우 기본적인 수준이라고 할 수 있다. 그러나 본 논문을 통하여 인증에 적용되는 기본적인 개념을 이해함으로써 전기 장비 부품의 인증에 적용되어야 하는 전체적인 절차와 기술적인 적합성 입증에 필요한 수준을 파악할 수 있을 것이다.

향후 항공기 안전에 필수적이지 않은 전기 장비 부품을 설계 및 개발하고자 하는 경우 개발 초기 과정에서부터 인증을 고려한 활동이 수반되어야 할 것이며 본 연구가 전기 장비 부품을 개발하고 항공기에 장착하기 위한 인증을 받고자 하는 산업체에 도움이 되기를 기대한다.

참 고 문 헌

- [1] 항공안전본부, 항공기기술기준(KAS) PART 25, 감항분류가 수송인 비행기, 2006.
- [2] FAA Advisory Circular 25.1309-1C, System Design Analysis, 1999
- [3] FAA Order 8110.46 Major Alterations That Require Supplemental Type Certificates, 2002
- [4] RTCA document DO-160E, Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment 2004
- [5] FAA Advisory Circular 43.13-1B, Acceptable Methods, Techniques and Practices, Aircraft Inspection and Repairs, 2001