KPP 형식증명 인증계획 수립

김영태* · 김대희* · 황성민* · 김성진* · 윤희권*

Development of Certification Plan for the Type Certification of KPP Aircraft

Youngtae Kim* · Deahee Kim* · Sungmin Hwang* · Sungjin Kim* · Heekeon Yoon*

ABSTRACT

This study is on the establishment process of Certification Plan of KPP small aircraft development, domestic BASA(Bilateral Aviation Safety Agreement) shadow certification project. For the development of certification plan incorporations process understanding applicable regulations, selection of certification basis, definition of means of compliance and establishment of compliance checklist. On the basis of this process, we develop type certification procedure suitable for domestic small aircraft.

Key Words: Type Certification, Certification Plan, Type Certificate, Compliance Checklist, Means of Compliance, Bilateral Aviation Safety Agreement, KPP

1. 서 론

전 세계적으로 민간 항공기를 설계, 제작하여 해외에 판매 할 수 있는 나라는 미국과 상호항공안전협정을 체결한 국가에 국한된다.

특히, 미국의 민간 항공기 산업은 세계시장의 대부분을 차지하고 있으며, 정부 차원에서 민간 항공기 산업의 활성화를 위하여 NASA 주도의 AGATE(Advanced General Aviation Transporta-tion Experimental)와 GAP(General Aviation Propulsion)를 추진하여 민간 소형 항공기 산업발전을 지원하였다[1].

우리나라는 FAA와 BASA(Bilateral Aviation Safety Agreement)가 체결되어 있지 않아 자체 개발한 민간항공기의 해외수출에 어려움을 겪고 있다[2].

우리나라는 이러한 해외시장 여건에 부합하기 위하여 한-미간의 기술표준품에 대한 상호안전협정을 체결하였고, 이를 소형항공기급으로 격상하여 국내 개발 항공기가 세계시장에 진출할 수 있는 초석을 마련하고 있다.

본 논문은 현재 한-미간의 상호항공안전협정의 소형항공기급으로 확대에 따른 미연방항공청의 형식증명 절차에 대한 자료수집과 분석을 통하여 국내 BASA 시범기 사업인 KPP 소형항공기 개발에 대한 효율적인 형식증명 인증계획 수립에 대하여 기술하고자 한다.

* 한국항공우주산업(주)
연락저자, E-mail: woojoo95@koreaaero.com

2. 형식증명 인증계획 수립

2.1 형식증명 절차

형식증명은 형식증명 신청자가 개발하고자하는 항공기의 형식설계에 대한 안전성을 보증하기 위하여 수립한 법적 요건이다. 신청자는 신규 혹은 파생 항공기에 대한 인증목표는 형식증명의 획득이며, 신청자는 제품 혹은 항공기에 적용 가능한 인증기준을 수립하여 감항당국에 제시하고 감항당ㄱ구은 이에 대하여 검토 및 확정한다. 승인된 인증기준에 대해 신청자는 개발 항공기의 설계 및 제작에 적용하고, 수립된 인증기준에 대한 적합성을 반드시 입증하여야 한다[3].

Table 1은 소형 항공기급 형식증명에 적용되는 규정을 나타낸다. 이 규정 중 Part 23 규정은 보통, 실용, 곡기, 커뮤터급 항공기에 대한 감항기준을 나타내며, Table 2는 Part 23에 대한 세부항목에 대하여 나타낸다[3].

Table 1. 소형항공기급 형식증명 적용기준

적용법령	내 용
Part 21	소형항공기급에 대한 형식증명절차
Part 23	소형항공기급에 대한 비행특성, 성능 및 운용한계, 구조, 하중 및 강도 및 장착장비에 대한 감항기준
Part 33, 34, 35, 36	소형항공기급에 대한 프로펠러 및 엔진에 대한 성능 및 운용한계, 배기가스 및 소음에 대한 감항기준

Part 23, 33, 34, 35 및 36의 규정들은 형식증명 기준을 포함하며, 이는 감항당국과 신청자와의 협의에 의하여 인증과제 초기에 수립된다.

이 규정들은 감항성에 대한 최소 기준을 규정하고 있으며, 신청자는 개발 항공기를 이 규정에서 따라 설계하여야 하고 규정에서 요구되는 사항에 대해서 해석이나 시험을 통하여 반드시 적합성을 입증하여야 한다[4].

Table 2. Part 23 세부항목

세부항목	내 용
A. 일반	적용사항, 특수요구조건 등
B. 비행	임계속도 및 성능, 중량 및 안전성 등
C. 구조	극한하중 및 한계, 강도, 설계속도, 파손 및 손상여유 등
D. 설계 및 구조	재료의 적절성 및 내구성, 제작, 단조, 장착, 도어 등
E. 동력장치	장착, 재시동, 보조동력, 역추력, 연료탱크 등
F. 장비	계통, 한계, 계기, 항공전자, 유압, 비행조종 등
G. 운용제한, 표시	비행매뉴얼, 비상절차, 속도 및 동력장치 한계 등

Table 3. 인증프로세스 요약

	목표
1단계: 개념설계	신청자는 실행 가능한 인증과제에 의하여 제품에 대한 설계, 감항당국과 신청자는 특정과제인증계획서 예비안을 작성.
2단계: 요구도 정의	제품의 정의 및 관련 위험요소제거, 특별규정 요구도 및 적합성 입증방법 혹은 중요사안에 대한 설정, 특정과제인증계획서 작성
3단계: 적합성 입증계획	특정과제인증계획서 완료, 프로젝트팀 및 형식증명 위원회 개최, 예비 인증기준 수립, 초기 안전성평가 수행.
4단계: 이행	감항당국과 신청자는 과제에 대한 인증 기준상의 요구도에 대한 적합성을 시현하는 기술적인 활동을 수행, 과제는 특정과제인증계획서에 의해 수행, 시험, 검사 완료 및 승인, 형식증명 발행
5단계: 후속인증	인증과제 완료활동으로 계속감항활동에 대한 기준 제공, 제품 총 순기의 후속 인증 관리

Table 3은 형식증명에 대한 인증프로세스 요약을 보여주고 있다[5, 7, 8].

형식증명에 대한 인증계획은 형식증명 신청 전 신청자에 의하여 수립되고, 이를 감항당국과 사전인증회의를 통하여 협의되며, 이를 토대로 하여 감항당국과 신청자간에 Table 3의 1~3단계의 수행을 통하여 특정과제인증계획서를 작성한다.

특정과제인증계획서는 Table 3에서 나타낸 5

단계의 인증프로세스 및 해당 인증과제 수행에 필요한 부가정보를 포함하는 신청자와 감항당국의 과제계획 및 과제관리를 위한 종합계획서이다[5, 7, 8].

항공기 형식증명에 대한 전반적인 인증계획의 수립은 매우 중요하며, 수립된 인증계획에 따라 감항규정에 대한 신청자의 적합성 입증에 대한 노력, 기간 및 비용이 결정되기 때문이다. 따라서, 감항당국과 신청자는 전반적인 인증계획의 수립에 최선의 노력을 하여야 한다.

형식증명 인증계획 수립절차에 대하여 KPP 항공기의 사례연구를 통하여 살펴보기로 하자.

2.2 형식증명 인증계획

형식증명 신청자는 과제일정, 인증기준, 적합성 입증방법, 시험 및 합치성 검사계획, 후속 인증 요구도 등으로 구성된 인증계획서를 작성하여야 한다.

신청자는 대상 항공기에 적용 가능한 모든 규정에 대하여 검토를 수행하고 개발하고자 하는 항공기에 대한 형식인증 기준을 수립 하게 된다.

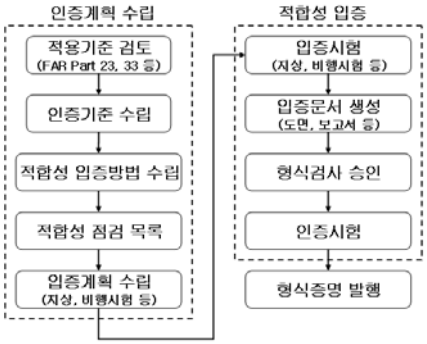

Fig. 1 KPP 형식증명 절차

Table 1에서 나타낸 바와 같이 소형 항공기에 대한 형식증명의 절차는 FAR Part 21에 근거하여 수립되었으며, 이에 대한 상세한 절차는 FAA Order 8110.4C 및 The FAA and Industry Guide to Product Certification를 참고한다[5, 7, 8].

상기 FAA의 규정 및 참고사항을 근거로 하여 KPP 항공기의 형식증명 절차를 Fig. 1과 같이 설정하였다.

Figure 1에서 제시한 바와 같이 KPP 항공기에 대한 인증계획 수립 절차는 개발 항공기에 대한 적용 가능한 규정을 검토하고, 이를 토대로 하여 KPP에 적용되는 인증 기준이 수립된다.

Table 1에서 제시한 소형항공기급의 형식증명 적용 기준 중 형식증명 절차에 대한 규정인 Part 21을 제외한 규정에 대하여 KPP에 적용 가능한 기술기준을 인증기준으로 설정을 하였으며, 그 내용은 Table 4와 같다.

Table 4. KPP 인증기준 설정

적용법령	내 용	적용내용
Part 23	감항분류가 보통기(N)인 비행기에 대한 기술기준	적용
Part 33	항공기 엔진에 대한 기술기준	FAA 형식증명 획득
Part 34	연료, 배기가스 배출기준에 대한 기술기준	미적용 가스터빈에 한함
Part 35	프로펠러에 대한 기술기준	FAA 형식증명 획득
Part 36	항공기 소음기준	적용

Table 4에서 제시한 바와 같이 KPP의 경우, Part 23에서 분류한 보통기(Normal)인 비행기의 기술기준을 적용 하였다. Part 33 및 35의 항공기 엔진 및 프로펠러의 경우에는 미국 내에서 FAA의 형식증명을 기 취득하여 국내에 수입되어 장착되는 경우로, 항공법 제 17조 2의 1항에 규정된 바에 의하여 외국으로부터 수입되는 엔진 및 프로펠러의 제작자는 항공기의 형식별로 외국정부의 형식증명이 기술기준에 적합한지의 여부에 대하여 국토해양부령이 정하는 바에 따라 형식증명승인을 득하여야 한다.

Part 36은 항공기에 대한 소음기준으로 항공법 제 16조의 1의 규정에 의하여 항공법 제15조의 규정에 의한 감항증명을 받는 때에 소음기준 적합증명을 받아야 한다.

Part 34는 가스터빈 엔진 장착 항공기에 대한 연료, 배기가스 배출기준에 대한 기술기준으로 항공법 제 17 조, 17조의 2, 17조의 3의 규정에

의하여 피스톤엔진이 장착되는 KPP 항공기에는 적용되지 않는다.

KPP 개발항공기에 대하여 적용되는 인증기준은 Part 23, 36이며, 이에 대한 적합성 입증을 하여야 한다.

Table 4에서 제시한 바와 같이 설정된 인증기준에 대하여 개발 항공기에 부합되는 Part 23 및 36의 적용항목을 설정하여야 하며, KPP 개발 항공기의 인증업무의 효율성 및 관리를 위하여 Fig. 2와 같은 인증조직을 구성하였다. FAA의 경우, 인증 프로젝트 내에 인증업무의 수행을 위해 감항 위임인 제도인 DER(Designated Engin-eering Representative)을 활용하고 있으나[3] 국내의 경우, DER 운용에 대한 규정이 아직 미비하여 개발 주체로서 효율적인 인증조직체계를 구성하기 위하여 Fig. 2와 같이 인증 POC(Point of Contact) 엔지니어를 분야별로 선임하였다. 이들 인증 POC는 기술기준의 수립, 적합성에 대한 입증계획 작성 및 입증확인 등의 인증실무 업무를 전담하여 수행한다. 또한, 형식인증 업무의 총괄조직인 형식인증팀을 두어 인증업무의 총괄, 인증계획 수립 및 적합성 입증자료의 관리 및 감항당국과 형식인증 프로세스에 대한 총괄적인 업무를 수행한다.

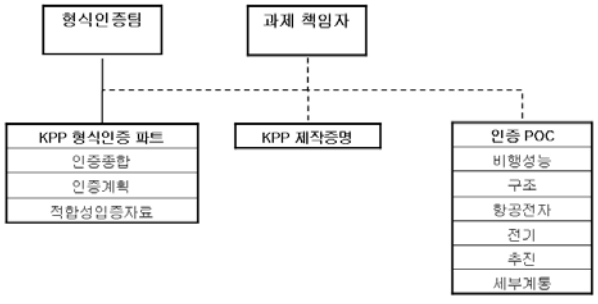

Fig. 2 KPP 형식증명 인증조직

그 다음 단계로 Table 4에서 제시한 KPP 적용 인증기준을 토대로 하여 적합성 입증방법을 정의하고, 개발 항공기에 대하여 설정된 인증기준에 따른 적합성 입증방법을 관리하는 문서인 적합성 점검표(Compliance Checklist)를 작성한다[5].

일반적으로 개발 항공기에 대한 적합성 입증방법(Means of Compliance; MOC)의 정의는 개발자에 의하여 정의되며, KPP 개발 항공기의 경우, Table 5와 같이 정의 하였다.

Table 5. KPP 적합성 입증방법의 정의

Code	구분
0	적합성 설명/가정/정의 (Statement)
1	기술문서 (Descriptive Document)
2	계산/해석 (Calculation/Analysis)
3	신뢰성/정비성/안전성 평가 (Reliability/Maintainability/Safety Assessment)
4	벤치/리그 시험 (Bench/Rig Test)
5	항공기 지상시험 (Ground Test)
6	비행시험 (Flight Test)
7	항공기 검사/시연 (Inspection & Static Demonstration on Aircraft)
8	시뮬레이션 (Simulation)
9	장비품 품질인증 (Component Qualification)

정의된 MOC에 따라, 적용 인증기준에 대하여 담당 POC별로 담당 분야의 적합성 입증방법을 결정하고, 적합성 입증문서를 적합성 점검표에 기재한다. 적합성 점검표 초안은 형식증명 신청시 감항당국에 인증계획서와 함께 제출하고, 이를 감항당국과 협의 후 최종 인증기준을 수립한다. 결정된 인증기준은 감항당국과 신청자간에 작성하는 특정과제인증계획서(Project Specific Certification Plan)에 반영하여 검토 및 합의를 통하여 KPP 과제의 종합계획서로 확정된다.

일반적으로 적합성 점검표에는 적용 인증기준, 인증기준 개정사항, 적합성 입증방법, 입증문서, 담당자 및 참고문서를 포함한다. Table 6은 KPP 항공기의 적합성 점검표의 예를 보여주고 있다.

적합성 점검표의 작성은 ①항에 적용규정인 Part 23, Part 36의 인증기준을 적시하고, ②항에는 ①항의 인증기준의 개정사항에 대하여 명기한다. ③항에는 상기 Table 5에서 제시한 정의에 의하여 적용 인증기준에 대한 적합성 입증방법을 정하여 기술하고, 이에 대한 입증문서(Verification Documents)를 문서번호 혹은 문서명을 기재한다. 통상 문서번호를 기재하여 관리한다. ⑤항에는 이 인증기준 항목의 담당 POC를 기재하여 적합성 입증에 대한 인증실무에 대한 책임을 부여한다. 마지막으로 ⑥항에는 FAA의 권고사항(Advisory Circular)이나 기타 참고

문서명 및 기타 특이사항들을 기술한다.

Table 6. KPP 적합성 점검표

① 적용법령	② 제정사항	③ 적합성 입증방법	④ 계획서, 도면, 보고서 문서번호	⑤ 입증자	⑥ AC, 참고문서 및 비고
23.31 제거가능 밸러스트 (ballast)	23-13	1	KPZR08100	비행역학	AC 23-88
23.33 프로펠러 회전속도와 한계 (a), (d)	23-50	0, 1, 5, 6	System description, Technical specification, ground test report Flight test report	추진	AC 23-88
성능					AC 23-88
					AC 23-88
					AC 23-88
23.45 일반 (a) ~ (g)	23-50	0, 2	KPP Right/Performance Certification Plan, KPP Performance Analysis Report	비행역학	AC 23-88
23.49 실속단계	23-50	1, 6	KPP Performance TIS, Flight Summary Report	비행역학	AC 23-88
23.51 이륙속도 (a), (b)	23-50	6	KPP Performance TIS, Flight Summary Report	비행역학	AC 23-88
23.53 이륙성능 (a), (b)	23-50	0, 2, 6	KPPFlight/Performance Certification Plan,	비행역학	AC 23-88

완성된 적합성 점검표는 형식증명 신청 시 신청자 인증계획서와 함께 제출한다.

제출된 신청자의 인증계획서를 토대로 하여 감항당국과의 협의를 통하여 특정과제인증계획서를 작성한다.

하지만, KPP의 경우에는 국내 최초로 BASA체계 하에서 형식인증 절차를 수행하고 있으며, 인증일정에 대한 리스크(Risk)를 최소화하기 위하여 형식증명 신청 전에 감항당국과 수차례의 사전회의(Familiarization Meeting)를 통하여 인증절차에 대한 협의를 수행 하였으며, 그 결과를 토대로 신청자가 제출하는 인증계획서를 특정과제인증계획서에 준하는 수준의 인증계획서를 작성하였다.

인증계획서에 포함되어야 할 내용은 Table 7과 같다.

Table 7. 인증계획서 작성요건

인증계획서	내 용
프로젝트 개요	인증프로젝트 간단한 설명
프로젝트 일정	인증 Milestone
인증기준	적용법령, 특수기술기준, ELOS
적합성입증방법	MOC 정의, 적용법령 및 입증방법 정리(적합성 점검 목록 요약)
시험계획	지상시험, 비행시험, 및 합치성 검사 계획에 대한 요구조건 및 시험계획
적합성 입증 문서	적합성 입증문서 생성, 송부 계획(제출일자, 제출처 포함)
후속인증 요구조건	형식증명을 발급받은 이후에 계속적인 운항안전 요건을 충족하기 위한 방법에 대한 설명
합치성 검사 계획	인증시험에 사용될 시험품목 및 비행시험 시제항공기의 합치성을 보증하기 위하여 필요한 품목 및 일정자료를 포함하는 합치성검사계획서

KPP의 경우, 인증계획서의 효율적인 관리 및 전문성 제고를 위하여 항공기 Level의 종합 인증계획서인 KPP 인증계획서 및 시스템 Level의 분야별 인증계획서로 나누어서 작성 및 관리를 한다. Figure 3은 인증계획서의 구성을 보여주고 있다.

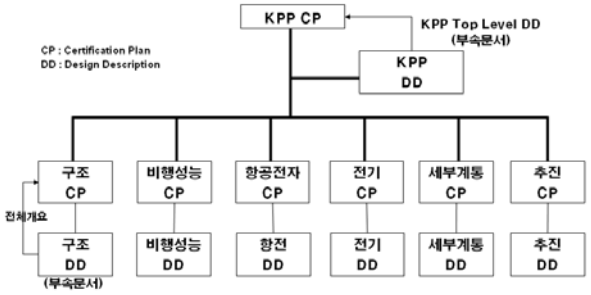

Fig. 3 KPP 인증계획서의 구성

Table 7에서 제시한 인증계획서 작성 요건은 항공기 Level의 KPP 인증계획서에 명기하고, 분야별 인증계획서는 분야별 특수사항을 고려하여 Table 7을 기준으로 하여 작성한다. 분야별 특수사항의 예를 들면, KPP 인증계획서의 경우 프로젝트 개요에 KPP DD(Design Description)를 기준으로 항공기 Level의 특징 및 사양을 포함하는 반면 분야별의 경우, 분야별 DD를 기준으로 시스템 Level의 특징 및 사양이 기술된다.

또한, 특별히 전기계통의 인증계획서의 경우, HIRF(High intensity Radiated Fields) 등의 특수사항이 인증계획서에 포함된다.

즉, KPP 인증계획서는 항공기 Level에서 작성되고 관리되며, 분야별 인증계획서는 분야별 시스템 Level에서 작성되고 관리된다.

인증계획서 및 적합성 점검표 초안은 형식증명 신청 시 첨부문서로 제출되며, 감항당국은 제출된 인증계획서를 검토 후 인증과제계획서(Certification Project Plan; CPP)를 작성하고 신청자와 협력하여 특정과제인증계획서를 작성하여 형식증명위원회(Type Certification Board Meeting; TCBM)를 통하여 검토되어 감항당국과 신청자간에 합의된다[5].

신청자는 특정과제인증계획서에 명시된 개발 항공기의 합의된 인증기준 및 일정에 에 따라 형식증명 과정을 수행하여야 하며, 또한 합의

된 적합성 입증방법에 따라 반드시 적합성 입증을 하여야 한다. 적합성 입증에 대한 결과물은 합의된 시점에 반드시 감항당국에 제출되어야 한다. 제출된 적합성 입증 자료는 형식검사승인(Type Inspection Authorization; TIA)에 대한 형식증명위원회를 통하여 승인된다.

형식검사 승인 후, 공식적인 인증시험인 지상 및 비행시험 프로그램이 시작되며, 형식승인검사에 의하여 지정된 사항에 대한 처리, 형식검사보고서의 작성 및 승인이 완료 후 형식증명서가 발행된다[5].

3. 결론 및 향후 계획

본 논문은 BASA 시범기 사업인 KPP 소형항공기 개발에 대한 형식증명 절차상 효율적인 인증계획의 수립에 대하여 설명 하였다.

KPP 항공기에 대한 형식증명은 국내 최초로 BASA 체계 하에서 형식증명을 획득하는 프로그램으로 민간항공산업의 활성화 및 세계시장의 진출을 위한 초석을 다지는 중요한 과제이다.

이는 향후, 다른 소형항공기의 개발의 기본 모델이 되며, 나아가서는 중형기 개발에 대한 형식증명의 기초자료가 되리라 판단한다.

현재 KPP는 형식증명 절차에서 가장 중요한 인증계획을 수립하는 단계를 진행하는 중이며, 효율적인 인증계획의 수립을 위하여 감항당국과 인증 신청 전 협의 및 사전회의 등의 유기적인 협력을 통하여 인증계획을 수립하고 있다. 그동안의 많은 사전연구 및 감항당국과의 협의를 통하여 정립된 KPP의 인증계획수립 과정을 소개하여 소형 항공기급의 형식증명 신청자들에게 형식증명 인증계획 수립 절차에 대한 정보의 제공을 하고자 한다.

본 연구를 토대로 하여 향후 적합성 입증단계에 대한 후속 연구를 하고 이를 체계화하여 형식증명 신청자에게 지침이 될 수 있는 형식증명 절차서를 개발하고자 한다.

4. 후기

본 논문은 국토해양부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 항공안전기술개발사업으로 수행된 연구임.

5. 참고문헌의 인용

참 고 문 헌

[1] 김영태, 김형완, 성기정, 안석민, 이종원 .“복합재료 선미익 항공기 (반디호) 제작기술”, 한국항공우주학회 2005년도 추계학술발표회 논문집, 2005, pp. 624~628.

[2] 윤희권, 이상철. “국내개발 군용항공기 감항성 인증에 대한 연구”, 항공우주시스템공학회지, 제 1권, 제 2호, 2007, pp. 1-5.

[3] FAA "미연방항공법 Title 14 CFR 21"

[4] 항공안전본부. “KAS Part 23", 2009, pp. 1-183.

[5] 항공안전본부 훈령 제225호 “항공기 형식증명(승인) 지침", 2008, pp. 1-54.

[6] “항공법", 2008년 12월 31일 개정안, 2008.

[7] FAA Aircraft Engineering Division, AIR-100, "미연방항공법 훈령 Order 8110.4C", Mar. 2007.

[8] AIA, GAMA, FAA Aircraft Certification Service "The FAA and Industry Guide to Product Certification 2nd Edition", Sept, 2004