

## 소형항공기 인증-설계 통합시스템 개발을 위한 데이터베이스 구축 기법 연구

이동규\* · 양성욱\* · 이상철\*\*

### Database Construction Technique for the Development of Design-to-Certification Integrated System for Small Aircraft

Dongkyu Lee\* · Sungwook Yang\* · Sangchul Lee\*\*

#### ABSTRACT

Airworthiness is a term used to dictate whether an aircraft is worthy of safe flight. It is illegal in most countries to fly an aircraft without first obtaining an airworthiness certificate from the responsible government agency. For developing an aircraft, the design modifications and upgrades are considered a high financial risk proposal for most Program Managers(PMs). However Design-to-Certification Integrated System can be a great help in achieving a good design solution in an acceptable amount of time and flight test. In this paper, we present a method to construct database for the Development of Design-to-Certification Integrated System. By using this database, the human designer could manage and find the regulation and requirements related with his concern effectively.

Key Words: Airworthiness, Certification, Database, Design-to-Certification Integration, DOORS, Excel, Small Aircraft

#### 1. 서 론

항공기 인증이란 항공기의 안전한 운항을 보장하기 위하여 설계, 생산, 운용의 전 과정에서 감항(Airworthiness) 표준에 대한 적합성을 기술적으로 판단하여 항공기의 운용 여부와 정도를 법적으로 처분하는 것을 의미한다[1]. 항공기 및 항공기에 사용되는 모든 기술 표준품, 부

품, 그리고 기기류가 인증 대상에 포함된다. 인증 설계에 대한 적합성 평가는 공력 및 성능, 비행성, 구조, 엔진 및 소음, 세부 계통, 전기 전자 계통 등에 대하여 수행되며, 계산, 시험, 검증 등에 의한 방법을 통하여 이루어진다[2].

대표적인 감항 기준으로는 대한민국에는 항공안전본부의 항공기기술기준(KAS, Korea Airworthiness Standard)를 비롯하여 미국연방항공청(FAA, Federal Aviation Administration)의 FAR (Federal Aviation Regulations), 유럽항공안전기구 (EASA, European Aviation Safety

\* 학생회원, 한국항공대학교 대학원

\*\* 정회원, 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학부  
연락처, E-mail: slee@kau.ac.kr

Agency)의 CS(Certification Specifications)등이 있다[3].

앞서 언급한 바와 같이 항공기 인증은 법적 효력을 가지기 때문에 개발·운용하고자 하는 항공기는 반드시 감항 기준을 적용하여야 한다. 그러므로 항공기 개발 후 감항 기준을 고려하는 것 보다는 항공기 개발을 계획하는 단계에서부터 감항 기준을 적용하는 것이 합리적이다. 즉, 개발하고자 하는 항공기가 감항 기준을 만족하도록 항공기 요구도(Requirement)와 목표(Objective)를 선정하여 항공기 인증 실패 가능성을 낮추고, 인적 물적 자원의 소비를 최소화할 수 있다.

항공기 인증 기준을 벗어나지 않는 요구도와 목표를 선정하기 위해서는 감항 기준에 대한 정확한 이해가 필요하다. 아무리 체계적으로 정리된 규정서라 할지라도 개발자가 원하는 규정을 100% 파악하는 것은 쉬운 일이 아니다. 뿐만 아니라 수많은 인증 규정에 대한 상호 연관성을 파악하고 이해하는 것도 많은 노력과 시간을 필요로 한다.

인증-설계 통합 시스템을 위해서는 인증규정을 고려한 항공기 설계 해석 기술, 규정을 고려한 설계요소 분석 기술 및 데이터베이스, 항공기 인증-설계 관련 데이터 통합관리 기술, 웹기반 단위 분야 해석 및 인증요건 통합설계기술 및 전산환경 구축 등과 같은 관련 기술의 수준과 인프라가 준비되어 있어야 한다. 하지만 2007년도 건설교통부(현 국토해양부)의 항공안전기술개발사업단 기획연구 보고서에 따르면 인증-설계 통합 시스템을 위한 관련 기술의 수준과 인프라가 더욱 발전, 구축되어야 한다고 밝히고 있다. 다음 표 1과 2는 이에 대한 내용을 보여주고 있다.

이에 관련 기술 분야 중 규정을 고려한 설계요소 분석 기술의 향상과 데이터베이스 구축을 위한 연구가 필요하다.

본 논문에서는 항공기 초기 설계에 고려되어야 할 기술기준과 설계 요구조건과의 상호 연계성과, 인증기준을 효율적으로 관리, 검색할 수

있는 데이터베이스 구축 방안에 대하여 소개하고자 한다.

Table 1. 인증-설계 통합 시스템을 위한 관련 기술분야의 기술 수준

기술명	인증규정을 고려한 항공기 설계 해석기술	FAR 23/25 규정을 고려한 설계요소 분석 기술 및 DB 구축	항공기 인증-설계 관련 데이터 통합관리 기술	웹기반 단위분야 해석 및 인증요건 통합설계기술 및 전산환경 구축
기술수준(%)	30	35	40	30
전문인력 보유정도(%)	40	50	35	35
인프라 구축정도(%)	35	45	30	40

Table 2. 인증-설계 통합 시스템을 위한 관련 기술분야의 인프라 수준

기술명	인증규정을 고려한 항공기 설계 해석기술	FAR 23/25 규정을 고려한 설계요소 분석 기술 및 DB 구축	항공기 인증-설계 관련 데이터 통합관리 기술	웹기반 단위분야 해석 및 인증요건 통합설계기술 및 전산환경 구축
인력보유정도	중	하	하	중
자금지원수준	하	하	하	하
연구개발시스템 (설비, 장비, 체제 등)	하	하	중	하

## 2. 인증 - 설계 통합 시스템 개요

### 2.1 인증 - 설계 통합 시스템

항공기 인증-설계 통합 시스템이란 항공기 설계 및 개발 전 단계에서 항공안전 및 인증 기준의 여러 요소들을 고려함으로써 설계변경 및 시행착오를 줄일 수 있는 기술 체계를 말한다. 이는 인증기술과 항공기 설계 및 최적화 기술을 효과적으로 통합함으로써 항공기 개발 시 개념 정립, 설계/해석/최적화의 전 과정을 유기적으로 수행하고 주어진 자원과 시간을 효율적으로 이용하여 최적의 항공기 설계를 지원할 수 있게 한다[4].

Figure 1은 항공기 인증 절차 중 형식인증까지의 과정과 설계절차와의 상관관계를 도시한 것이고, Fig. 2는 항공기 개념 설계 단계에서 인증기준이 적용되는 과정을 도시한 것이다. Fig. 1과 2에서 볼 수 있듯이 항공기 설계 단계

에서 인증요소의 적용은 설계 요구조건을 설정하는 단계에서부터 이루어져야 한다.

정보를 동시에 확인하여 설계에 반영할 목적으로 개발되었다.



Fig. 1 설계절차와 인증절차와의 상관관계도

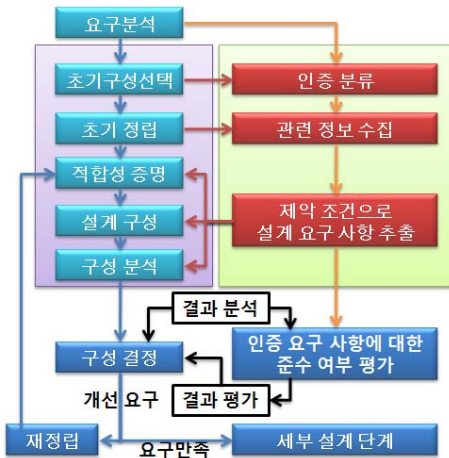


Fig. 2 인증과 설계 차의 상관관계도 (개념설계단계)

22 인증 - 설계 통합 시스템 사례

Figure 3에서 볼 수 있듯이 NASA에서는 인증-설계 통합시스템으로서 CONDUIT(Control Designer's Unified Interface)[5]이란 프로그램을 개발하여 제어기 설계에 활용하고 있다. 이 프로그램은 설계단계에서 비행제어 엔지니어가 다루어야하는 시스템 모델링, 하드웨어 특성 정보, HQ 관련 특성과 규정, 시험자료 등 다양한

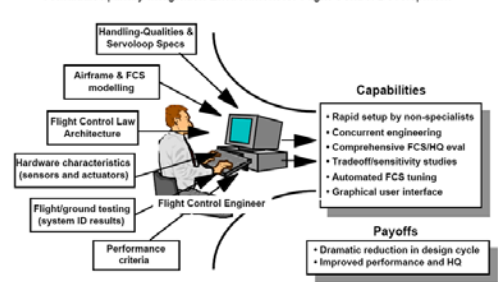


Fig. 3 인증-설계 통합시스템 활용의 예 (CONDUIT)

Figure 4는 CONDUIT에서 설계 요구조건이 설계 과정에 반영되는 흐름을 보여 주고 있다. 설계자가 시뮬레이션과 최적화 과정에 인증이 고려된 설계 요구조건을 반영하게 되며, 이를 검증하는 단계를 거치게 된다. 이 과정에서 CONDUIT은 인증 조건 반영, 시뮬레이션, 최적화, 검증을 수행하게 된다. UH-60 블랙 호크의 경우 비행 제어 시스템 개발은 전체 비행 시험시간의 약 37%가 소요됐으며, RAH-66 코만치의 경우 전형적인 비행 시험에서 시간당 5만 달러의 비용이 소요되었다. 하지만 CONDUIT을 이용한 제어 시스템 개발은 많은 시간과 비용의 소비 없이 설계 변수를 제공한다.[6] 즉, 설계단계에서 고려되어진 인증요건에 대한 비행시험의 시간과 비용이 인증-설계 통합 시스템의 사용으로 줄어들을 알 수 있다.

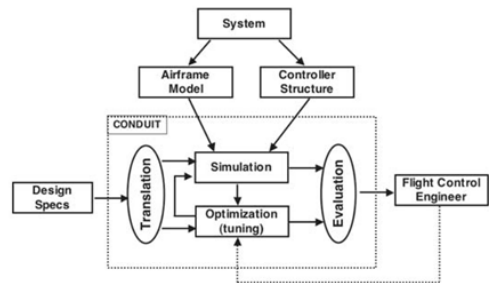


Fig. 4 CONDUIT에서 설계요구조건이 반영된 설계 과정

### 3. 인증설계 데이터베이스 구축

FAR과 KAS의 Part 23[7,8]은 소형항공기 감항 인증에 대한 문서이며, 두 문서는 데이터베이스 구축을 위한 기준 문서로 하였다. 이외에도 FAA 권고 회람 (AC, Advisory Circular), 기타 소형항공기 인증과 관련된 문서들을 각각의 문서별로 데이터베이스화 하였다.

인증-설계 데이터베이스는 Microsoft 사의 Excel을 중심으로 구축되었다. Excel은 스프레드시트를 만들어 서식을 지정하고 정보를 분석 및 공유하여 사용자의 보다 나은 의사 결정을 돕는 프로그램이다.[9] 그러므로 데이터베이스 구축 및 분석에 용이할 뿐만 아니라 널리 사용되고 있고, 호환성이 높으므로 구축된 데이터베이스를 손쉽게 활용 가능하게 한다.

#### 3.1 문서별 데이터베이스 구축

문서별 데이터베이스는 타 문서와의 규정 비교가 용이도록 구성하는데 주안점을 두었다. 다음과 같은 과정을 통하여 구현되었다.

- (1) 문서 간 정확한 비교 및 분석을 위하여 모든 규정 내용은 문장 단위로 분할하여 정리한다.
- (2) Section 번호와 세부 항목 번호는 규정 내용과 따로 분리하였고, Excel의 ‘그룹’ 기

능을 활용하여 모든 규정 항목을 계층구조화한다.

- (3) 규정 항목에 중요 단어가 포함될 경우 이 단어를 key word로 선정하여 따로 표시하였다. 이때 key word는 넓은 범위를 포괄하는 단어와 세부 항목을 대표할 수 있는 단어로 분류하여, 문서 내/문서 간 규정 분석 시 활용 가능하도록 한다.
- (4) 규정 항목들 중에는 서로 참조하게 되는 규정이 존재한다. 이러한 규정을 서로 손쉽게 찾을 수 있도록 하기 위하여 서로 참조되는 항목의 번호를 따로 정리한다.

Figure. 5는 위의 과정을 통하여 구축된 FAR Part 23의 데이터베이스이다. 동일한 방법으로 KAS Part 23과 기타 소형항공기 인증 관련 문서를 각각 데이터베이스화 하였다. 단, AC의 경우 다른 규정서 들과는 달리 개조식이 아닌 서술형으로 문서가 작성되어 있고, 관련 규정에 대한 해설서의 성향이 강하여 위와 같은 정리 방식을 취할 수 없기 때문에 데이터베이스화 하지 않았다.

#### 3.2 통합 데이터베이스 구축

각 문서 규정에서 정의한 key word와 항목별 제목과 내용을 기반으로 연관 항목을 비교, 분석하여 규정 사이의 연계성과 계층성을 판단한다. 이를 바탕으로 Fig. 6과 같이 FAR, KAS등

SECTION No.	Regulation	Key word 1	Key word 2	Related Doc. or Regulation
1018	Subpart C_Structure			
1802	Subpart D_Design and Construction			
1389	Subpart F_Equipment			
3390	General			
3726	Lights	Light		
3727	Instrument lights.	Instrument		
3728	The instrument lights must--			
3732	A cabin dome light is not an instrument light.			
3733	Taxi and landing lights.	Taxi	Landing	
3734	Each taxi and landing light must be designed and installed so that:			
3735	(a) No dangerous glare is visible to the pilots.			
3736	(b) The pilot is not seriously affected by halation.			
3737	(c) It provides enough light for night operations.			
3738	(d) It does not cause a fire hazard in any configuration.			
3739	[Doc. No. 27806, 61 FR 5169, Feb. 9, 1996]			
3740	Position light system installation.	Piston	Installation	
3741	(a) General. Each part of each position light system must meet the applicable requirements of this section and each system as a whole must meet the requirements of Sec. Sec. 23.1387 through 23.1397.	general		23.1387 to 23.1397
3742	(b) Left and right position lights. Left and right position lights must consist of a red and a green light spaced laterally as far apart as practicable and installed on the airplane such that, with the airplane in the normal flying position, the red light is on the left side and the green light is on the right side.			
3743	(c) Rear position light. The rear position light must be a white light mounted as far aft as practicable on the tail or on each wing tip.			
3744	(d) Light covers and color filters. Each light cover or color filter must be at least flame resistant and may not change color or shape or lose any appreciable light transmission during normal use.			
3745	[Doc. No. 4080, 29 FR 17955, Dec. 18, 1964, as amended by Amdt. 23-17, 41 FR 55605, Dec. 20, 1976; Amdt. 23-43, 50 FR 19977, Apr. 9, 1993]			
3746	23.1387	Piston	dihedral angle	
3753	23.1389	distribution	installation	
3763	23.1391	intensity	horizontal plane	
3764	Each position light intensity must equal or exceed the applicable values in the following table:			
	Dihedral angle (light included)	Angle from right or left of longitudinal axis, measured from ahead	Intensity (candies)	

Fig. 5 Excel을 활용하여 데이터베이스로 구현된 FAR Part 23

1121314	A	B	C	D		E	F
				Keyword	Chained Link		
	Advisory	Circular	KAS	Higher level	Lower level		
1	FAR 23		조종 계통				
2	Control Systems						
3	Sec. 23.671 General.	23.671 일반	조종 계통	control			
4	Sec. 23.672 Stability augmentation and automatic and power-operated systems.	23.672 안정성 증대 장치 및 자동 그리고 동력식 계통	조종 계통	general			
5				stability			
6							Sec. 23.671
7							
8							
9				failure	warning		
10				design		initial	contraction
11				failure		stability	augment of ion power-operated
12				satfunction		safety	
13						controlability	nonoverability
14						trim	stall
15						primary	flight
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							
41							
42							
43							
44							
45							
46							
47							
48							
49							
50							
51							
52							
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62							
63							
64							
65							
66							
67							
68							
69							
70							
71							
72							
73							
74							
75							
76							
77							
78							
79							
80							
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87							
88							
89							
90							
91							
92							
93							
94							
95							
96							
97							
98							
99							
100							

Fig. 6 인증-설계 데이터베이스 구조의 예

인증 관련 문서들이 인증-설계 통합시스템 개발을 위한 데이터베이스를 구축했다. Fig. 6에서 볼 수 있듯이 문서 간 공통되거나 연관된 규정을 병렬적으로 정리했다. 이때 FAR Part 23의 문서 구성과 규정을 데이터베이스 구축 시 기준이 되도록 하였다.

각 문서에서 정리된 key word는 통합 데이터베이스에 포함하여 각 규정의 색인 역할을 할 수 있도록 하여 찾고자 하는 내용을 손쉽게 검색 가능하게 하였다. 어떠한 규정이 AC 문서와 관련성을 가질 경우가 있으므로 AC 문서에 대한 정리 행을 따로 두어 연관된 AC 문서의 번호를 넣어 참조 가능하도록 하였다.

### 3.3 DOORS를 활용한 데이터베이스 구축

데이터베이스 구축 프로그램으로 Excel뿐만 아니라 DOORS를 고려하였다. DOORS는 요구 사항 정의와 관리를 위한 솔루션이다.[10] DOORS를 활용하면 감항 인증에 필요한 규정들을 효율적으로 데이터베이스화 하여 관리할 수 있고, 사용자가 원하는 규정 항목에 대한 참조관련 항목을 추적할 수 있다. 각각의 사용자에게 데이터베이스 관리-사용 수준에 대한 권한을 부여할 수 있을 뿐만 아니라 다수의 사용자가 동시에 데이터베이스 접근 및 필요 작업을 수행할 수 있다.

DOORS는 워드프로세서 프로그램인 Word, 스프레드시트 작성 프로그램인 Excel등, 많은 사람들이 사용하고 있는 프로그램과 호환성을 가진

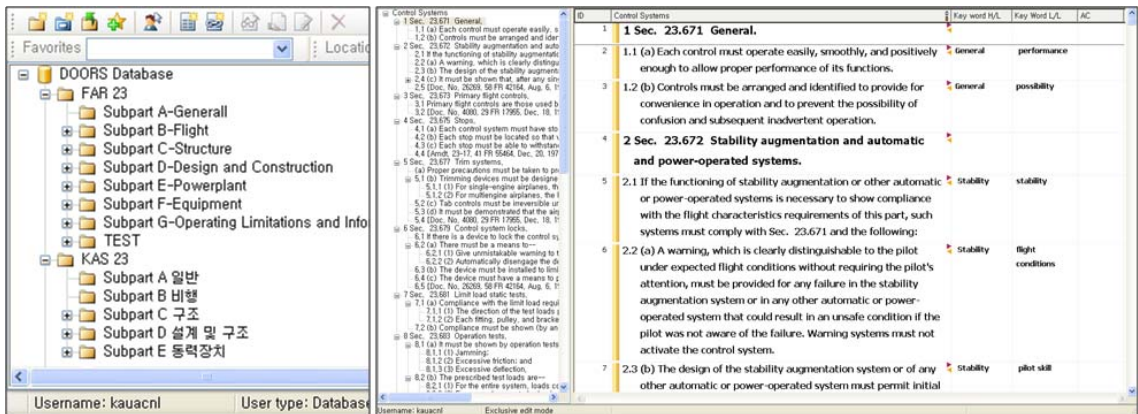


Fig. 7 DOORS를 활용하여 구축된 데이터베이스

다. 특히 스프레드시트로 구성된 데이터베이스를 DOORS에서 간단하게 들여오고 내놓을 수 있다. 이 기능을 이용하여 앞서 스프레드시트로 작성된 규정 문서별 데이터베이스를 DOORS에서 불러들이는 방법으로 데이터베이스를 구축하였다.

통합 데이터베이스 구축을 위하여 fig. 7에서와 같이 구축된 문서별 데이터베이스에서 서로 연관된 규정을 링크시켰다. AC문서와 연관되는 항목은 별도의 행에 관련 AC 문서 번호를 넣어 참조 가능하도록 하였다.

#### 4. 결론

항공기 인증-통합 설계 시스템은 항공기 설계 및 개발 전 단계에서 인증 기준을 고려함으로써 설계변경 및 시행착오를 줄이기 위한 기술체계이다. 이 시스템의 구축을 위해서는 우선 설계 단계에 적용되는 인증 기준에 대한 데이터베이스가 필요하다. 이는 설계단계 및 분야별 관련 인증기준 항목을 고려하여 설계자가 항공기 설계 과정에서 검증 및 요구조건 관리를 효율적으로 수행할 수 있게 한다.

본 논문에서는 인증-설계 통합시스템에 대한 소개와, 인증-설계 통합시스템 구현에 기초가 되는 항공기 인증 규정에 대한 데이터베이스 구축 방안에 대하여 보였다. 데이터베이스 구축에는 Excel과 DOORS를 이용하였고, 구축된 데이터베이스는 사용자가 원하는 조건의 인증 규정을 쉽게 찾고 항목별 추적이 가능하도록 하였다.

#### 후 기

이 연구는 국토해양부/항공안전본부 지원으로 수행되는 항공안전기술개발사업(소형항공기급 인증기 개발)의 일환으로 수행되었습니다.

#### 참고 문헌

- [1] 이종희, “항공기 인증 및 BASA 추진전략”, 항공우주지, 제 85호, 2004, pp. 4-9.
- [2] Federal Aviation Administration(FAA), “Commercial Airplane Certification Process Study”, The Report of the FAA Associate Administrator for Regulation and Certification's Study on the Commercial Airplane Certification Process, 2002, pp. 1-124.
- [3] 유승우, 이강이, 진영권, “항공기 인증을 위한 한정성 평가 기술동향”, 항공우주산업 기술동향, 제 2권, 제 2호, 2004, pp. 129-137.
- [4] 항공우주연구소, “항공기 품질인증 기술기준 개발에 관한 연구”, 1993, pp.1-6
- [5] Levine W.S., Tischler M.B., “CONDUIT - Control Designer's Unified Interface”, Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium on, 1999, pp. 422-427.
- [6] Mark B. Tischler, Christina M. Ivler, M. Hossein Mansur, Kenny K. Cheung, Tom Berger, Marcos Berrios, "Handling-Qualities Optimization and Trade-offs in Rotorcraft Flight Control Design", Proceedings of the Rotorcraft Handling Qualities Conference, 2008
- [7] 항공 안전 본부, “항공기 기술 기준”, KAS/Part23, 2006
- [8] Federal Aviation Administration(FAA), “Code of Federal Regulations 14 Parts 1 to 59”, 14CFR/Part23, 2008, pp. 174-350.
- [9] <http://www.microsoft.co.kr/>
- [10] <http://www.telelogic.com/>