



항공기부품 설계개발과 FAA인증 절차

대우중공업주식회사 연구위원 배동우

1. FAR의 개요

모든 항공기 및 부품은 설계개발 및 생산 제조과정을 통하여, 항공기 구조물로서 실용화 하기 위해서는 항공기 감항규정 절차에 의거하여 확인 인증 (CERTIFICATION)을 득하여야 한다.

이러한 기술적 인증은 각국의 정부의 공식기관에서 주관시행하고 있는데, 미국의 민간항공기의 경우는 미연방항공국(FAA)이 담당하고 있으며, 이에 대한 기술적 기준 및 제반절차를 규정한 것이 미연방항공규정(FAR)이다.

FAA의 기능과 FAR자체에 대해서는 이미 국내에서도 연구조사 발표한 보고서가 있으나, 좀 더 구체적인 내용은 다음의 관련규정에 언급되어 있다.

- FAR : FEDERAL AVIATION REGULATION
- AC : ADVISORY CIRCULAR
- ORDER : FAA ORDER

FAR은 PART 1부터 PART 1271(CFR CODE 14, AERONAUTICS AND SPACE)까지 있으나 항공기 설계개발과 관련한 규정은 주로 PART 1 - 59까지의 내용에 근거한다.

한편, AC는 위의 FAR의 각 ARTICLE에 대하여 자세하게 기술적 내용을 보충하여 주는 형식을 취하고 있으며, FAA ORDER는 기술적 내용보다는 주로 기술적 활동을 관리수행하는 절차에 대한 규정이다.

2. 항공기 설계 관련 FAR

이상의 관련 규정 중 항공기 설계개발과 관련된 규정



중 중요한 것을 살펴보면 다음과 같다.

- FAR PART 21 : CERTIFICATION PROCEDURES FOR PRODUCTS AND PARTS
- FAR PART 23 : AIRWORTHINESS STANDARDS : NORMAL, UTILITY AND ACROBATIC CATEGORY AIRPLANES
- FAR PART 25 : AIRWORTHINESS STANDARDS : TRANSPORT CATEGORY AIRPLANES
- FAR PART 27 : AIRWORTHINESS STANDARDS : NORMAL CATEGORY ROTORCRAFT
- FAR PART 29 : AIRWORTHINESS STANDARDS : TRANSPORT CATEGORY ROTORCRAFT
- FAR PART 33 : AIRWORTHINESS STANDARDS : AIRCRAFT ENGINES
- FAR PART 35 : AIRWORTHINESS STANDARDS : PROPELLERS

그러나 본 보고서에서는 대형민간수송기 및 관련부품과 밀접한 FAR PART 21과 PART 25를 근거로 하여 설계개발에서의 CERTIFICATION 절차를 살펴보고자 한다.

한편, 관련 AC와 FAA ORDER의 일례를 들면 다음과 같다.

- AC20,107A : CERTIFICATION REQUIREMENTS OF COMPOSITE AIRCRAFT STRUCTURE
- AC21-26 : QUALITY CONTROL OF

MANUFACTURE OF COMPOSITE STRUCTURES

- AC25,571-1A : DAMAGE TOLERANCE AND FATIGUE EVALUATION OF STRUCTURE
- FAA ORDER 81104 : TYPE CERTIFICATION
- FAA ORDER 81202 : PRODUCTION APPROVAL AND SURVEILLANCE PROCEDURES

3. 항공기 및 부품의 인증

여기에서는 항공기 및 부품의 설계개발단계와 제작생산단계에서 FAR에 의한 CERTIFICATION과정을 살펴보고 그 기술적 구성내용을 간략하게 언급하고자 한다.

(가) 설계개발단계(DESIGN/DEVELOPMENT PHASE)

대형민간수송기의 감항성규정인 FAR25와 구조부품 생산시의 감항증명을 규정한 FAR21에서는, FAA기술자들은 항공기 개발 제조회사의 다음의 항목에 대하여 항공기 또는 부품을 최초로 개발하는 순간부터 일일이 검사확인하면서 FAR규정과 일치하는지를 확인하고 만일 불일치 하는 점이 발생시 이에 대한 철저한 원인규명을 분석하여 협의조치한다.

(1) AIRCRAFT CERTIFICATION :

개발하고자 하는 항공기 또는 부품의 CERTIFICATION신청을 받으면 FAR의 어느 CATEGORY의 TYPE 항공기인가를 협의 결정하여야 하며 그 기술적 규정에 한계를 벗어나는 점에 대해 집중적으로 분석검토하여 대책을 수립한다. (SPECIAL TYPE CERTIFICATION : STC)

(2) LOADS, ANALYSIS :

설계, 해석, 시험과정에서의 모든 기술적 방법, 적용한 이론과 공식 등의 타당성, 그리고 시험결과와 설계해석 자료를 분석 검토하여 이상이 없는지를 확인한다.

(3) MATERIALS, PROCESS :

설계개발과정에서 사용된 재료의 설계자료 (MATERIAL ALLOWABLES)의 신빙성, 설계방법의 제작공정성과 일치 여부 등을 검토한다.

(4) WITNESS TESTS :

FAA는 항공기 설계개발에서 수행할 예정인 시험에 종류와 방법에 대한 시험계획서(TEST PLAN)를 요구하고, 일정에 따라 지정된 장소와 시간에 반드시 FAA담당자 입회 하에 시험을 실시하게 된다.

(5) MAINTENANCE, SERVICE, REPAIRS, PERSONNEL :

항공기 및 부품이 개발완료되더라도 수십년동안 계속 운항을 유지하기 위한 정비수리 절차에 대한 교범(MANUAL) 등을 FAA에 제출하여 그 방법과 기술의 타당성을 입증함으로써 운항중에 사고가 발생되지 않도록 안전에 유의한다.

이상의 과정과 절차는 FAA ENGINEER와 설계개발 ENGINEER 들과의 정기적인 회의 이외에도 공식적인 LETTER, 또는 전화통화에 의해 모든 기록이 보관유지됨으로써 훗날에 발생될지도 모르는 항공기 사고 시에 근거로 제시되도록 한다.(철저한 DOCUMENTATION)

· DESIGNATED ENGINEERING REPRESENTATIVES(DER)

한편 FAA는 정부기관으로써 모든 전문기술자를 고용할 수가 없다.

따라서 FAA의 권한의 일부는 산업계의 그 분야의 전문가에게 위임하게 되며, 이 위임을 받은 항공기 제조회사의 기술자는 위임된 분야에 국한하여 FAA자격을 부여받게 된다. 이와 같이 산업체의 위임을 받은 기술자를 FAA DER이라고하는데 이 DER은 항공기 설계개발과 관련된 제반 ENGINEERING REPORTS들을 요구하여 검토하고 또한 각종 시험수행시 확인(WITNESS)할 권한을 가지고 있다.

특히, DER 중에서도 최종의 결정 권한을 가지고 있는 사람을 NATIONAL RESOURCES SPECIALIST (NRS)라고 하는데 항공기 구조분야의 NRS (STRUCTURE)는

특히 COMPOSITE, FATIGUE, FRACTURE MECHANICS AND DAMAGE TOLERANCE, LIGHTENING, ICING 등의 매우 어려운 기술분야에 대한 최종 결정권한을 가지고 있다.

FAR PART 183에 DER의 임무, 자격, 권한 등이 자세히 언급되어 있으며 대개 다음의 전문분야의 FAA DER 이 산업체 기술자에 위임되어 있다.

- STRUCTURAL ENGINEERING REPRESENTATIVE
- POWERPLANT ENGINEERING REPRESENTATIVE
- SYSTEM AND EQUIPMENT ENGINEERING REPRESENTATIVE
- RADIO ENGINEERING REPRESENTATIVE
- ENGINE ENGINEERING REPRESENTATIVE
- PROPELLER ENGINEERING REPRESENTATIVE
- FLIGHT ANALYSIS REPRESENTATIVE
- FLIGHT TEST PILOT REPRESENTATIVE

(나) 제작생산단계(PRODUCTION PHASE)

항공기 부품의 제작생산과정의 품질관리는 주로 FAR 21에 의거하여 수행되고 있으며, 특히 복합재료의 경우는 부품제작을 위한 소재 즉 PREPREG 의 발주 시부터 FAA의 관련자가 입회하여 확인한 후 FAA TAG을 붙이고 이 소재가 항공기부품 제작회사에 입고 될 때 역시 FAA관련자가 TAG을 확인한 후 제작이 시작된다.

실제 ENGINEERING에서 FAA DER의 역할과 마찬가지로 생산공정의 전 과정에 대한 품질검사를 확인하는 FAA기능을 위임받은 산업체의 전문가를 DMIR(DESIGNATED MANUFACTURING INSPECTION REPRESENTATIVE)라 한다.

FAA DMIR의 담당업무는 다음과 같다.

- MANUFACTURED PART INSPECTION
- MANUFACTURED PROGRESS INSPECTION

- INCOMING QUALITY CONTROL
- TEST PART CONFORMITY
- TEST SET-UP CONFORMITY
- TEST PROCEDURE CONFORMITY

제작생산단계에서 FAA의 역할을 규정한 조항은 FAR PART 21.125항이며, AC21-26에서 이를 더욱 자세히 기술하고 있다. FAR 21.125에서는 항공기부품의 생산시의 품질검사관리 제도로써 MRB(MATERIALS REVIEW BOARD)를 구성하여 수행하도록 규정하고 있는데 그 내용을 살펴보면 다음과 같다.

- MATERIALS REVIEW BOARD(FAR 21.125)

항공기 및 부품을 생산하고자 하는 사람(또는 회사)은 그 부품의 형식증명(TYPE CERTIFICATION)과 일치하여 생산될 수 있는가를 확인하기 위하여 FAA REPRESENTATIVES(즉 DER과 DMIR)를 포함한 MRB를 구성하여 검토하여야 한다.

한편 MRB 회의시에는 모든 기록사항을 유지관리 하여야 하며, 최소한 2년간 보존하여야 한다.

MRB의 업무수행 내용을 좀 더 자세히 언급하면 다음과 같다.

(1) 항공기의 부품에 사용하기 위한 재료의 입고 시에는 그 부품의 TYPE DESIGN DATA에 명시된 기술 자료와 일치하는지를 확인하여야 한다. 여기서 TYPE DESIGN DATA라 함은 그 부품의 설계자료와 동일한 물리적, 화학적 물성치를 확인하는 것이다.

(2) 만약의 수송 중 그 재료가 파손되었거나 변질이 되었다면 적절하게 보관하여 식별할 수 있도록 조치한다.(이러한 조치는 파손된 재료가 부품제작에 사용되지 않도록 하기 위함이다.)

(3) 제품의 품질을 보증하기 위한 생산공정 절차는 FAA가 인정한 제작회사의 절차 또는 국가규정(UNITED STATES SPECIFICATIONS)과 일치하는가를 확인하여야 한다.

(4) 제작 공정이 진행되고 있는 부품도 어느 한순간에 대하여 TYPE DESIGN DATA와 일치하는지 확인하

여야 한다.

(5) 필요시에는 언제라도 최근의 설계도면이 생산기술자와 검사기술자가 확인할 수 있도록 하여야 한다.

(6) 설계도면의 변경사항이 발생하였다면 이는 MRB의 공식적인 승락과 확인 절차를 밟아야 한다.

(7) 실패한 제품이나 재료는 항공기 최종제품에 사용되지 않도록 별도 구분하여 식별할 수 있도록 기록하고 조치하여야 한다.

(다) 복합재료의 인증

복합재료와 관련된 CERTIFICATION규정을 명시한 항목들 중의 중요한 것의 예를 들면 다음과 같다.

- FAR 25.571 AMDT 25-45 DAMAGE-TOLERANCE AND FATIGUE EVALUATION OF STRUCTURES
 - AC 25.571
 - AC 20.107 CERTIFICATION REQUIREMENTS OF COMPOSITE AIRCRAFT STRUCTURE
 - FAR 25.581 AMDT 25-23 LIGHTNING PROTECTION
 - FAR 25.611 AMDT 25-23 ACCESSIBILITY PROVISIONS
 - FAR 25.631 AMDT 25-23 BIRD STRIKE DAMAGE
- 이중에서 FAR 25.571의 DAMAGE-TOLERANCE와 FATIGUE에서 수행해야 할 구체적 항목은 다음과 같다.
- DAMAGE-TOLERANCE (FAIL-SAFE) EVALUATION
 - A. GENERAL
 - B. IDENTIFICATION OF PRINCIPAL STRUCTURAL ELEMENTS
 - C. EXTENT OF DAMAGE
 - D. INACCESSIBLE AREAS
 - E. TESTING OF PRINCIPAL STRUCTURAL ELEMENTS
 - F. IDENTIFICATION OF LOCATIONS TO BE EVALUATED

G. ANALYSIS AND TEST

H. INSPECTION

한편 FATIGUE EVALUATION의 내용은 다음과 같다.

· FATIGUE(SAFE-LIFE) EVALUATION

A. GENERAL

B. SCATTER FACTOR(EFFECTS OF VARIABILITY)

C. REPLACEMENT TIMES

D. TYPE DESIGN DEVELOPMENT AND CHANGES

또한 복합재료 항공기 구조물의 CERTIFICATION에 대해 규정하고 있는 AC20-107의 주요내용은 다음과 같다.

A. MATERIAL AND FABRICATION DEVELOPMENT

B. ESTABLISH A DATA BASE INCLUDING ENVIRONMENT EFFECTS BY TEST

C. PROOF OF STRUCTURE-STATIC

D. PERFORM ULTIMATE LOAD TESTS WITH ENVIRONMENT EFFECTS

E. PROOF OF STRUCTURE-FATIGUE

- DAMAGE TOLERANCE EVALUATION

- FLAMMABILITY

- LIGHTNING PROTECTION

- PROTECTION OF STRUCTURE

- QUALITY CONTROL

- FABRICATION SPECIFICATION

- REPAIR

- CONTINUING SURVEILLANCE

(라) 인증절차

이상에서 살펴본 항공기 및 부품의 FAA CERTIFICATION 내용을 순서적으로 요약 정리하면 설계개발하고자 하는 부품의 CERTIFICATION PLAN을

FAA에 제출하는 것으로 시작되며, 이 PLAN은 아래의 순서적으로 나열한 제반항목에 대하여 자세히 설명하고 또한 그 일정을 제시하도록 되어 있다. 따라서 FAA는 이 CERTIFICATION PLAN을 REVIEW하고 또 실제로 수행되고 있는지를 확인함으로써 최종적으로 생산된 부품이 항공기에 장착 운영될 수 있는 것이다.

앞에서 일반적인 내용에 대해서는 설명하였으므로, 아래에는 그 순서적인 나열만 하도록 한다.

1. CERTIFICATION PLAN(SUBMIT TO FAA)
2. DESIGN CRITERIA AND LOADS REPORT
3. INTERNAL LOADS REPORT(FINITE ELEMENT ANALYSIS)
4. STRESS REPORTS
 - FAA APPROVED REFERENCES AND ANALYSIS METHODS
5. FATIGUE OR DURABILITY REQUIREMENTS
6. DAMAGE TOLERANCE REQUIREMENTS
 - HOW TO QUALIFY AS NON-SAFETY-OF-FLIGHT STRUCTURE
7. TEST PLAN AND EXPLANATION OF DIFFERENT TYPE OF TESTS
 - MATERIAL ALLOWABLES TESTS
 - DESIGN DEVELOPMENT TESTS
 - MANUFACTURING DEVELOPMENT TESTS
 - OFFICIAL FAA TESTS
 - GROUND VIBRATION TESTS
 - FLIGHT TEST
8. TEST RESULTS TO BE SUBMITTED TO FAA
9. CONFORMITY INSPECTION ON:
 - COMPOSITE MATERIAL
 - FLIGHT TEST ARTICLE AND GROUND TEST ARTICLE
 - TEST SET-UP
10. OFFICIAL FAA TEST WITNESS
11. REPAIR METHODS AND REPAIR AND

REPAIR SUBSTANTIATION TESTS FOR:

- FIELD TYPE REPAIR
- DEPOT TYPE REPAIR

참고자료

1. 주요국가의 감항성기준
2. 미국의 항공우주법
3. AIRCRAFT CERTIFICATION-SUMMARY
4. AIRCRAFT TYPE CERTIFICATION-GENERAL PROCEDURE
5. CERTIFICATION RESPONSIBILITY
6. FORMATS FOR AIRCRAFT CERTIFICATION
7. ENGINEERING CHECK LIST-SAMPLE
8. BILATERAL AIRWORTHINESS AGREEMENTS
9. BILATERAL AIRWORTHINESS AGREEMENTS (CONTINUE)
10. BILATERAL COUNTRIES
11. 설계개발 단계별 규모와 특징
12. 단계별 소요인원 및 총원(안)
13. 중형항공기 설계개발 및 생산 총소요인력(예상)