항공기 SW 감항인증

2017. 8. 24

한 국 항 공 대 학 교
고 준 수

목 차

1. 감항증명 (민) ---------- 3
2. 감항인증 (군) ---------- 9
3. 민 · 군 감항인증 사업 ---------- 15
4. 감항인증 체계(미국) ---------- 19
5. S/W 감항인증 ---------- 24
6. 결론 ---------- 36

1. 감항증명(민)

- 감항증명(Airworthiness Certificate)

- ICAO 요건:

감항증명서는 항공기가 해당 감항성 요구도의 설계 측면을 충족함에 대한 충분한 증거에 기반하여 조약 국가들에 의해 발행되어야 함.

(ICAO 부속서 8 “Airworthiness of Aircraft”)

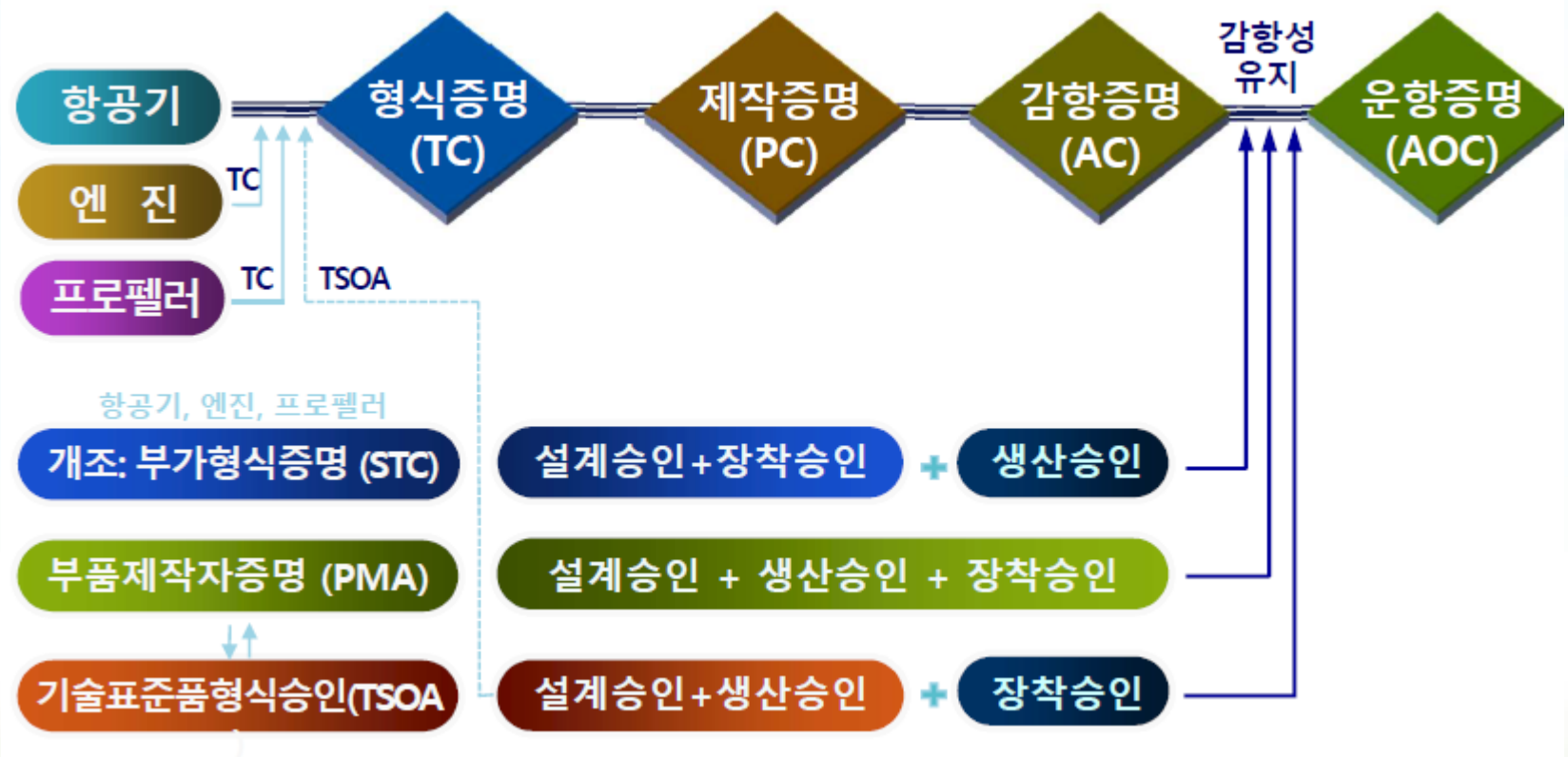
- 우리나라 항공안전법 23조 :

표준감항증명(항공기기술기준에 적합하고 안전하게 운항할수 있다고 판단될 경우), 특별 감항증명(항공기의 연구, 개발 등 항공기 제작자 또는 소유자등이 제시한 운용범위를 검토하여 안전하게 운항 할 수 있다고 판단될 경우) 을 받지 아니한 항공기를 운항해서는 않된다

1. 감항증명(민)

- 항공기 인증제도

항공제품의 수명주기와 인증제도



1. 감항증명(민)

▪ 항공기 인증제도

〈협의의 항공기 인증〉

형식증명
Type Certification

- 설계단계(원초적인 안전성 결정)
- 감항기준(Airworthiness Standard)에 대한 적합성 (Compliance) 판단

생산증명
Production Certification

- 생산단계
- 복제생산 항공기의 Type Design에 대한 합치성 (Conformity) 판단

감항증명
Airworthiness Certification

- 운영단계
- 개별 항공기의 계속적인 Airworthy Condition 판단
- 항공기를 운용하려면 계속 감항성을 유지해야 함

계속 감항성
Continued Airworthiness

- 점검, 정비, 검사, 개조 등의 활동을 통해 유지되는 항공기의 안전성
- 정비매뉴얼, SB, AD (TCTO)

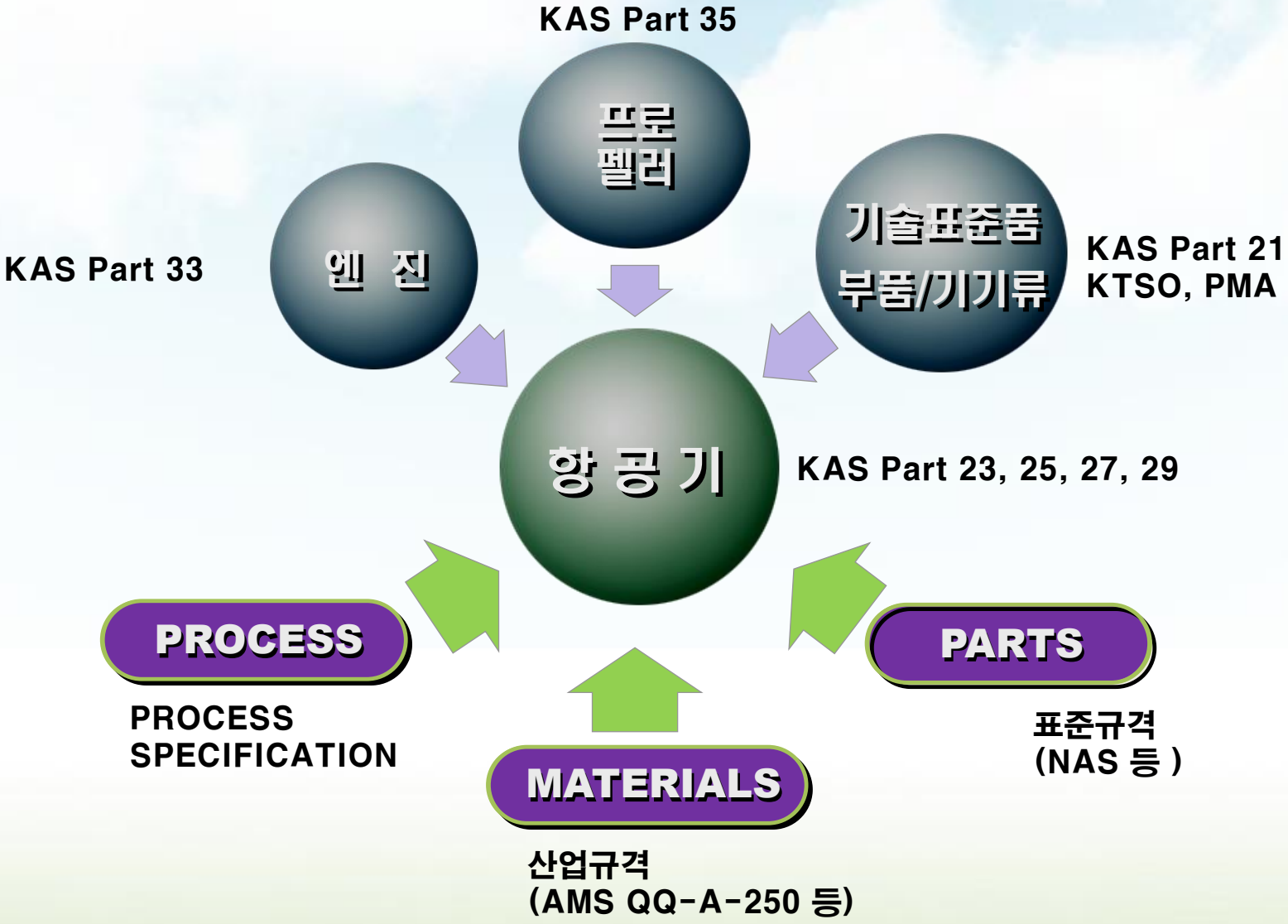
1. 감항증명(민)

- 항공기 인증제도

부가형식증명 Supplemental TC	- TC Holder가 아닌 자의 형식설계 변경을 인증하는 제도 - 형식 설계 변경 부분에 대한 적합성 판단
형식증명승인 TC Validation **부가형식증명승인** STC Validation	- 외국 인증당국이 발행한 Original TC/STC에 대한 승인제도 - 국내에 도입되는 최초 형식의 항공기/엔진/프로펠러 및 우리나라의 감항증명을 받는 항공기/엔진/프로펠러의 STC에 적용
기술표준품 형식승인 Technical Standard Order Authorization	- TSO품목 설계의 최소성능기준(Minimum Performance Standard)에 대한 적합성과 생산품질보증체제의 적정성에 대한 판단
부품등 제작자증명 Part Manufacturer Approval	- 형식설계에 의한 부품과의 동일성과 생산품질보증체제의 적정성에 대한 판단

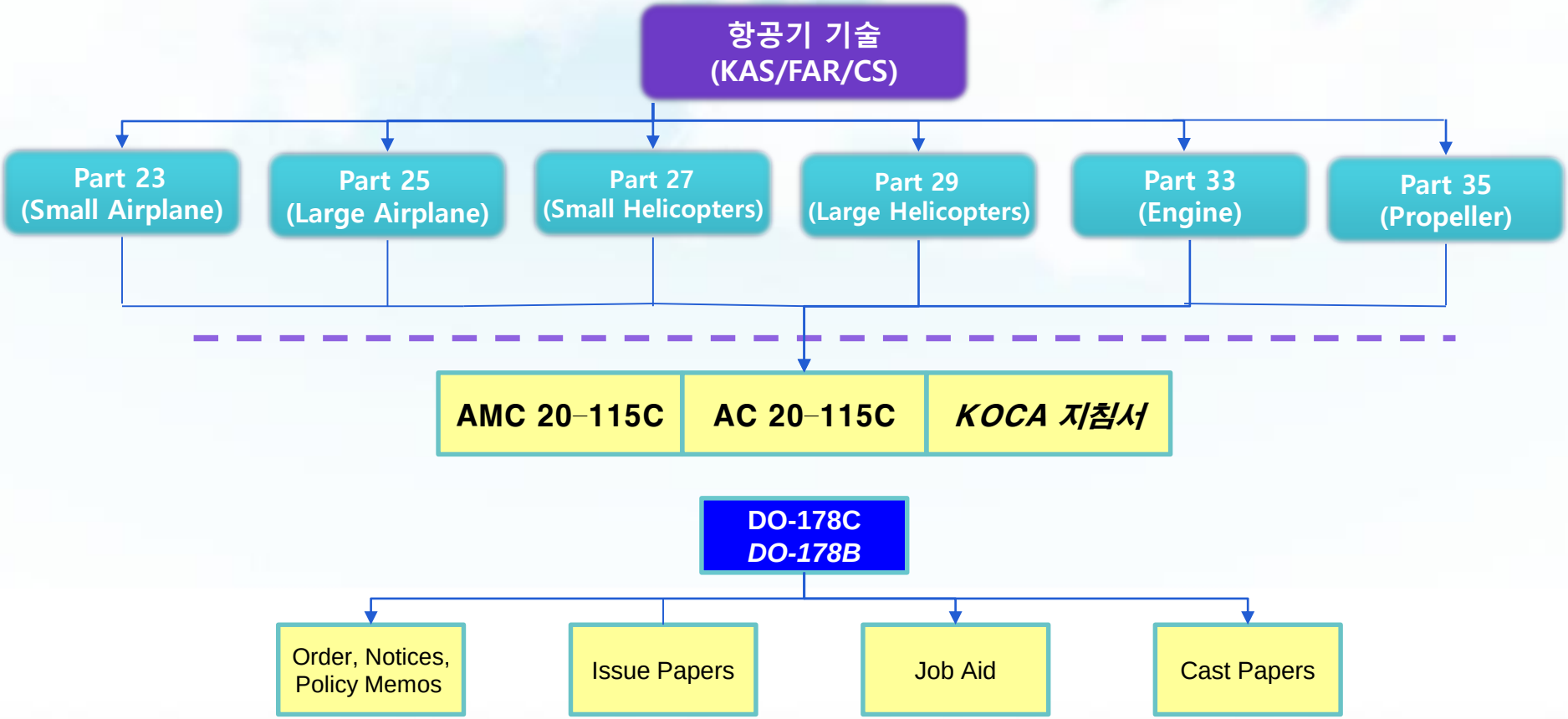
1. 감항증명(민)

- 민간 항공기 인증대상 / 기준



2. 감항인증(민)

- 감항인증 기술기준



CAST : Certification Authorities Software Team

2. 감항인증(군)

- 군 감항인증(Military Airworthiness Certificate)

- 법률 제 11559호 제2조 정의 :

  군용항공기가 운용범위 내에서 비행안전에 적합하다는 것

- 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 업무 규정(방위사업청 훈령 제342호):

  군용항공기가 감항성을 가지고 요구된 항공기 체계의 성능과 기능을 발휘 할수 있음에 대한 정부의 인증

- 미공군 AFPD 62-6 :

  항공 시스템 형상이 승인된 용도와 제한에 따라 안전하게 비행을 시작, 유지 및 종료 하는 것에 대한 검증되고 문서화된 능력

2. 감항인증(군)

▪ 군용 항공기 감항인증체계

관련 법령

- 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률(법률 제9560호)
  - 일부개정: 법률 제11559호('12.12),제12903호('14.12)
- 동법 시행령(대통령령 제21652호)->제24413호->제25715호('14.11.19)
- 동법 시행규칙(국방부령 제684호)->제792호('13.3.18일부개정)

감항인증 조직

- 방위사업청장(감항인증서 발급 및 조정 등)
- 주관기관(공군), 전문기관(공군, 육군,해군,국과연, 기품원)

감항인증 기준

- 표준감항인증기준(Standard ACC, Standard Airworthiness Certification Criteria)
- 기타감항인증기준(Other ACC, Other Airworthiness Certification Criteria)
- 기종별 감항인증기준(Tailored ACC)

감항인증 절차

- 군용항공기 감항인증 업무규정(방위사업청 훈령 405호, 17.3.20개정)
  - 감항인증 기준, 감항인증 절차
  - 주관/전문기관, 전문인력 자격 및 교육 등

2. 감항인증(군)

▪ 군용 항공기 감항인증구분

– 표준감항인증기준(Standard ACC, Standard Airworthiness Certification Criteria)

- 군용항공기 사업 시 항공기의 비행안전성을 확보하기 위해 설계 · 제작 · 시험 등에 적용하는 일반적인 기술기준
- 기종별 감항인증기준 을 작성하는데 기준이 되는 기본적인 기술기준(방위사업청장 고시)
- 군용항공기 수명주기 동안 항공기 체계 형상 및 기능의 변경이 감항성 에 영향을 미칠 때마다 기종별 감항인증기준 작성 시 적용

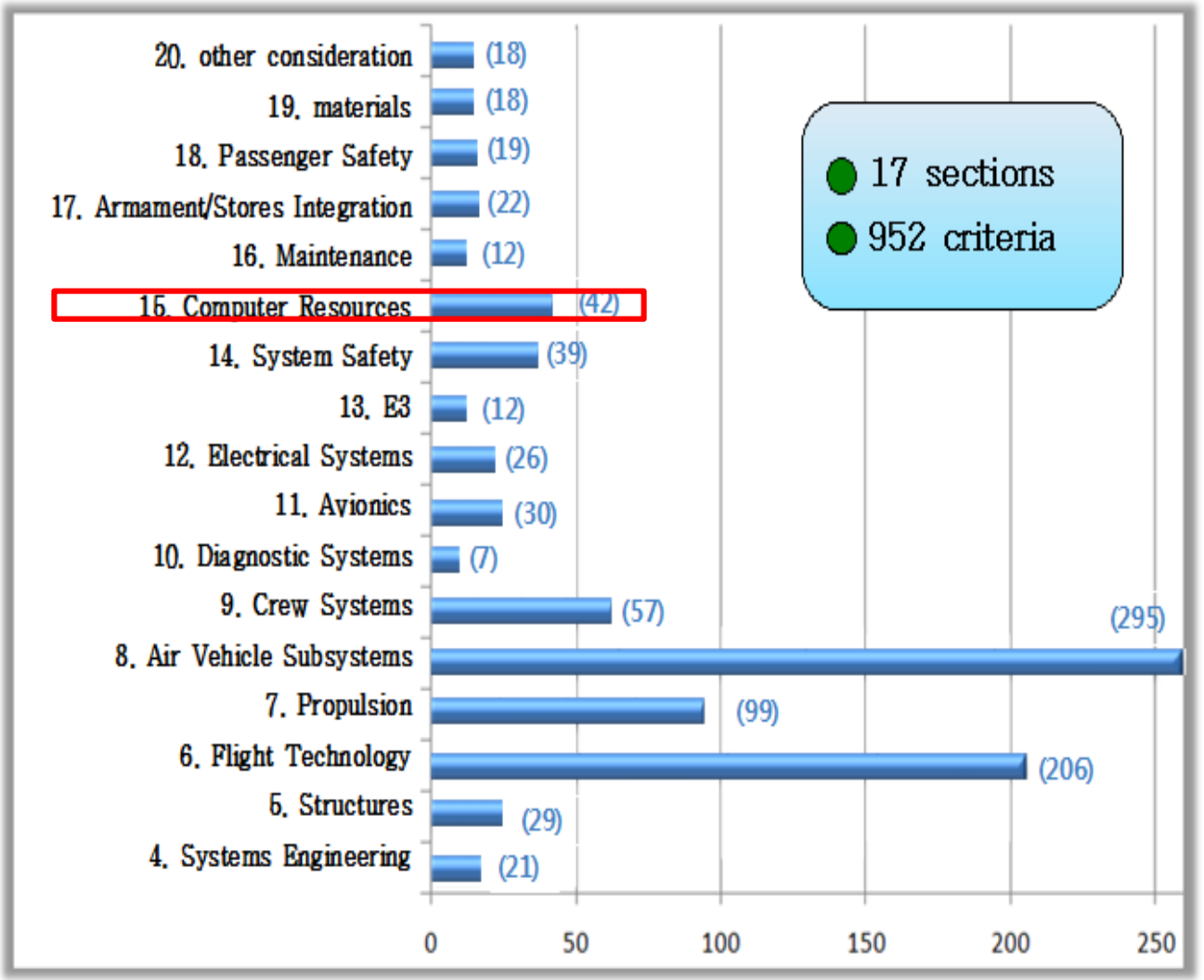
<청고시 2009-5호, '09.9>

<청고시 2011-1호, '11.12>

<청고시 2015-2호, '15.12>

2. 감항인증(군)

- 군용 항공기 기술기준 구성및 항목



2. 감항인증(군)

▪ 기술기준, 표준, 적합성 검증 방법

표 1. Criterion, Standard 및 MOC 정의

기준(Criterion)
항공기의 감항성을 평가하기 위한 원칙
표준(Standard)
기준 충족을 위해 설정되어야 할 세부적인 요구조건임.
적합성 검증방법(Method of Compliance)
감항인증 기준에 대한 적합여부를 검증 또는 시연하기 위한 논리적 또는 체계적인 수단. 적합성 검증방법은 감항당국의 감항인증에 활용될 수 있는 객관적인 증거를 제시하여야 함

표 2. 적합성 검증방법

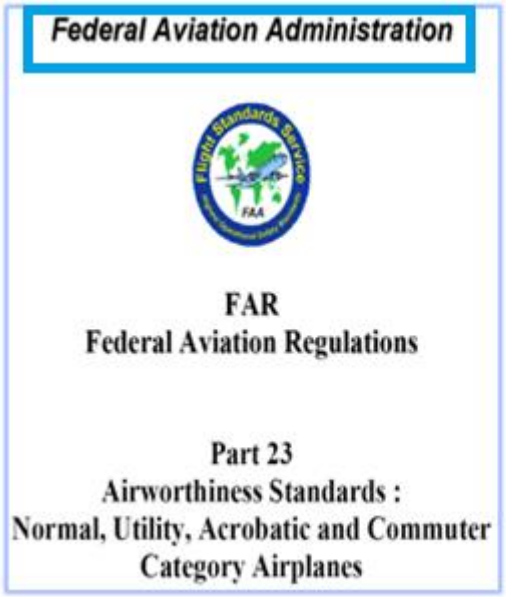
번호	검증방법	설명
I	검사	설계도면과 같은 문서를 검사하거나 유사성 자료를 근거로 검증
A	분석	하중, 응력, 성능, 전기부하 등에 대해 이론적 또는 수치적 해석을 통해 검증
D	시범	항공기에서 수행되는 각종 비 계측 검사 또는 항공기나 Mock-up에서의 시범을 통해 검증 및 시뮬레이션을 통하여 검증
GT	지상시험	계통차원에서 Rig 또는 별도 시험설비를 활용한 시험을 통해 검증 및 항공기 차원의 지상시험을 통해 검증
FT	비행시험	항공기 차원의 비행시험을 통해 검증

2. 감항인증(군)

▪ 군용 항공기 감항인증구분

– 기타감항인증기준(Other ACC, Other Airworthiness Certification Criteria)

- 방위사업청장이 고시하지 아니하였으나, 국제적으로 통용되는 감항인증 기준
- 감항인증심의위원회에서 군용항공기 사업별로 승인된 기타 감항인증 기준은 표준감항인증 기준과 동일한 효력을 가짐



<미 연방항공청 CFR 규정(예, Part 23)><미 육군 항공설계표준서, ADS-51-HDBK> <NATO STANAG 4671>

3. 민 · 군 감항인증 사업

- 연구 국내개발 /국내 판매: KUH

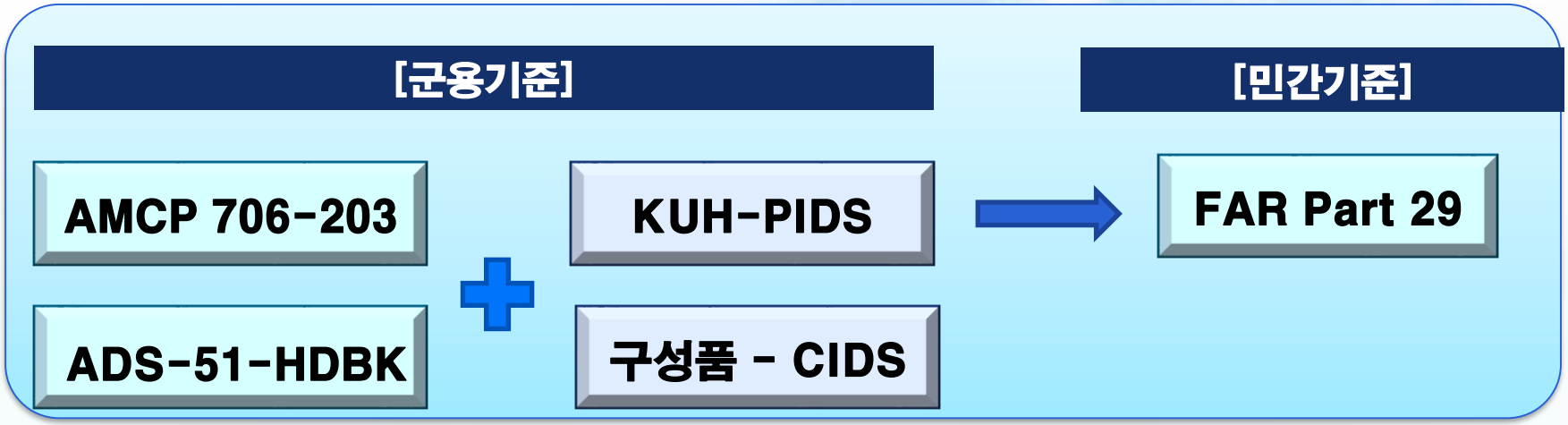
- 적용기준 : FAA FAR-29
- 기본절차 : 연구개발 항공기 감항인증 전 절차 적용
- 감항성 심사 : 국과연 기술관리단 773 입증문서(총 Part 29 1,083, 미적용 313, 추가 3)
- 형식인증획득 : 2012.6.18

제한/요구사항

- 국토부 형식인증 미취득
- 소방헬기 특별감항증명 추진

3. 민 · 군 감항인증 사업

▪ KUH 감항인증 기준 비교



▪ KUH 감항인증 대상

분야	MIL-SPEC	민간 규정
항공기	O	O (FAR Part 29)
엔진	O	X
임무전자 장비	O	X
기관총	O	X

AMPC : Army Material Command Pamphlet
ADS :Aeronautical Design Specification

3. 민 · 군 감항인증 사업

- 민간사업: KC-100

- 적용기준 : KAS Part 23
- 기본절차 : 국토부 감항성 심사 (315 입증문서, FAA전문가 참여))
- 형식증명획득 : 2013.3. 28
- 제작증명획득 : 2013.12.17
- 감항증명 획득 : 2013.12.27

제한/요구사항

- 군수용으로 전환시 상용파생 항공기(CDA)로 분류
- 공사훈련기(KC-100AF) 납품 : 2014.12.31
- 통합항전시스템 KTSO획득 : 2015.12.29

CDA : Commercial Derivative Aircraft

3. 민 · 군 감항인증 사업

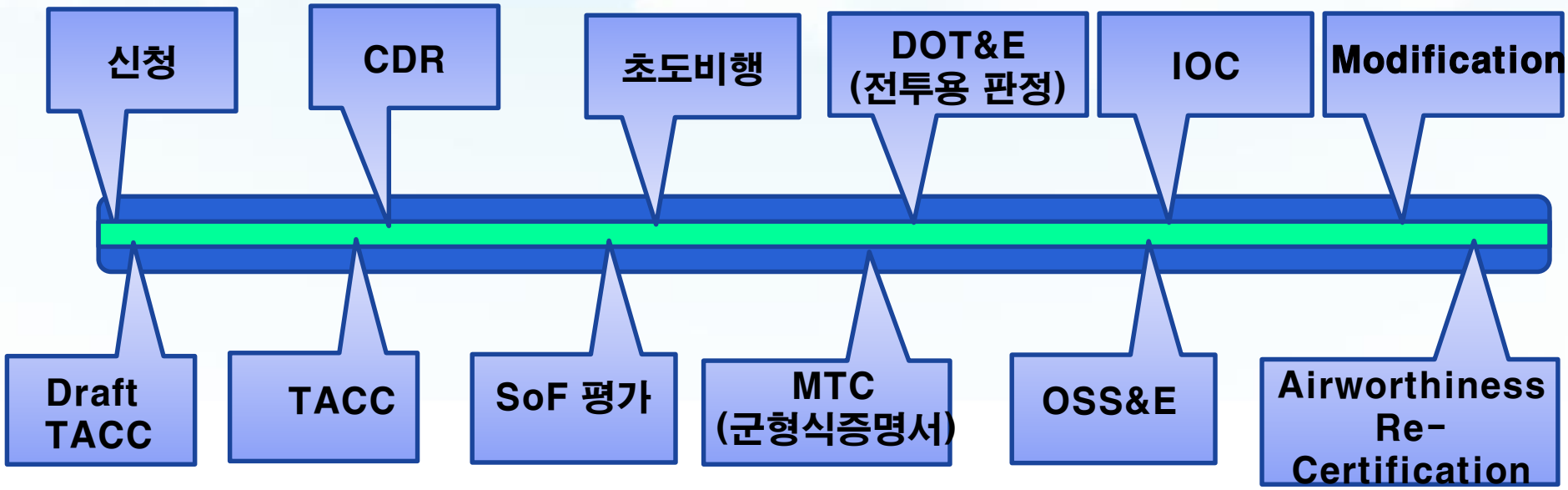
▪ KC-100 감항인증 적용절차

- 항공안전법 제 20조(형식증명)에 따라 형식증명을 받은 민간항공기를 군용항공기 로 사용하는 경우 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률 제 14조(항공안전법에 따른 형식증명과의 관계) 에 따라 형식인증을 받은 것으로 함 ; 방위사업청 훈령 제 405호 제61조(민간 형식증명과의 관계)
- 군용항공기 개조시 비행임무성능, 생존성 에 따른 시스템 엔지니어링 전자기 환경효과, 무장/장착물 통합 및 기타 고려사항에 대한 확인 으로 감항인증서 발급

4. 감항인증체계(미국 군)

▪ 미공군 감항인증 체계

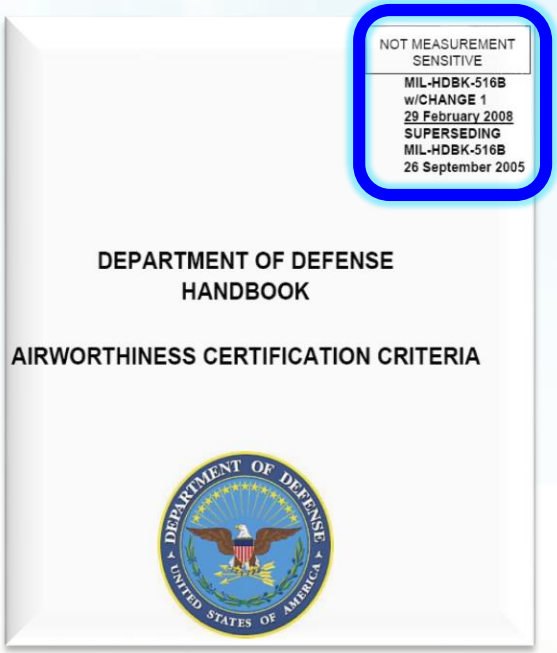
- OSS&E에 적합하도록 지속적 감항성 유지
  - ☞ 인증된 항공기의 감항성은 폐기시까지 유지되어야 함
- 중요 개조는 감항성 재인증 필요



OSS&E ; Operational Safety, Suitability and Effectiveness (운용 안전성/적합성/효과성)
DOT&E ; Dedicated Operational Test and Evaluation (At the completion of DT&E)

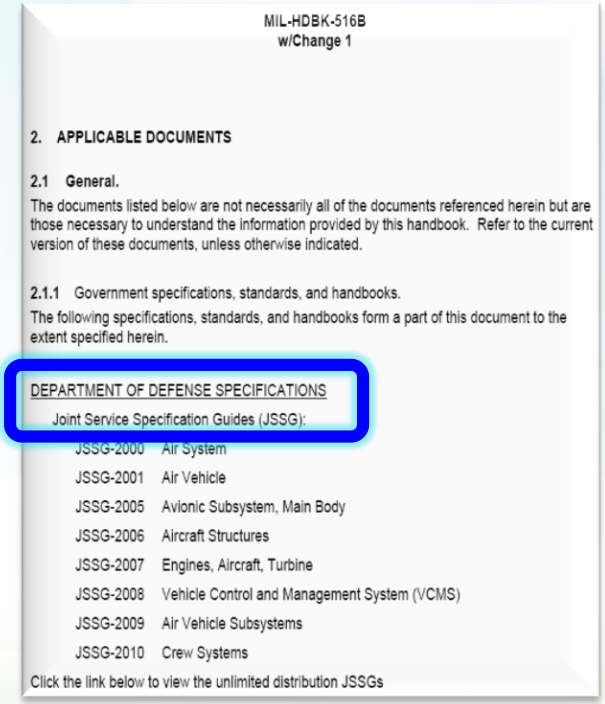
4. 감항인증체계(미국 군)

- Mil-HDBK-516
  - MIL-Spec 및 MIL-STD로 분산되어 비효율적인 항공기 설계, 운영 및 안전성 요구사항을 독립된 감항인증 체계로 통합(각 군은 이를 tailoring하여 사용)


NOT MEASUREMENT SENSITIVE
MIL-HDBK-516B
w/CHANGE 1
29 February 2008
SUPERSEDING
MIL-HDBK-516B
26 September 2005

DEPARTMENT OF DEFENSE
HANDBOOK

AIRWORTHINESS CERTIFICATION CRITERIA


MIL-HDBK-516B
w/Change 1

2. APPLICABLE DOCUMENTS

2.1 General.

The documents listed below are not necessarily all of the documents referenced herein but are those necessary to understand the information provided by this handbook. Refer to the current version of these documents, unless otherwise indicated.

2.1.1 Government specifications, standards, and handbooks.

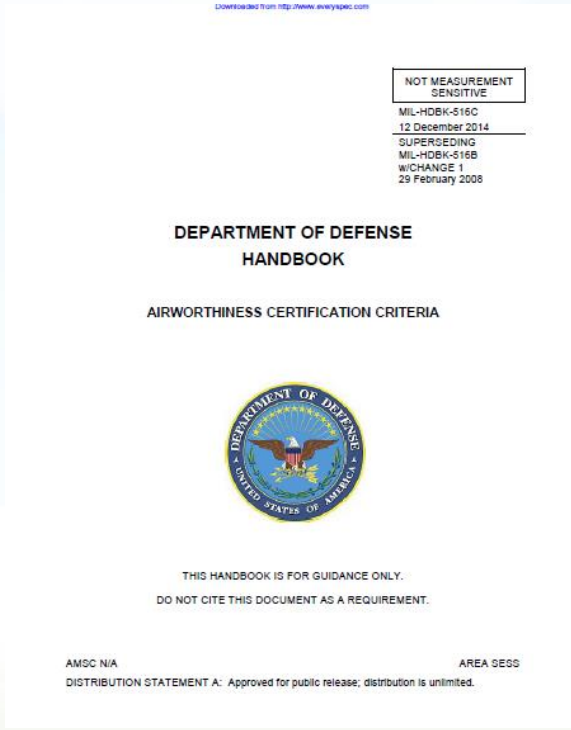
The following specifications, standards, and handbooks form a part of this document to the extent specified herein.

DEPARTMENT OF DEFENSE SPECIFICATIONS

Joint Service Specification Guides (JSSG):

JSSG-2000	Air System
JSSG-2001	Air Vehicle
JSSG-2005	Avionic Subsystem, Main Body
JSSG-2006	Aircraft Structures
JSSG-2007	Engines, Aircraft, Turbine
JSSG-2008	Vehicle Control and Management System (VCMS)
JSSG-2009	Air Vehicle Subsystems
JSSG-2010	Crew Systems

Click the link below to view the unlimited distribution JSSGs


Downloaded from http://www.everyspec.com

NOT MEASUREMENT SENSITIVE
MIL-HDBK-516C
12 December 2014
SUPERSEDING
MIL-HDBK-516B
w/CHANGE 1
29 February 2008

DEPARTMENT OF DEFENSE
HANDBOOK

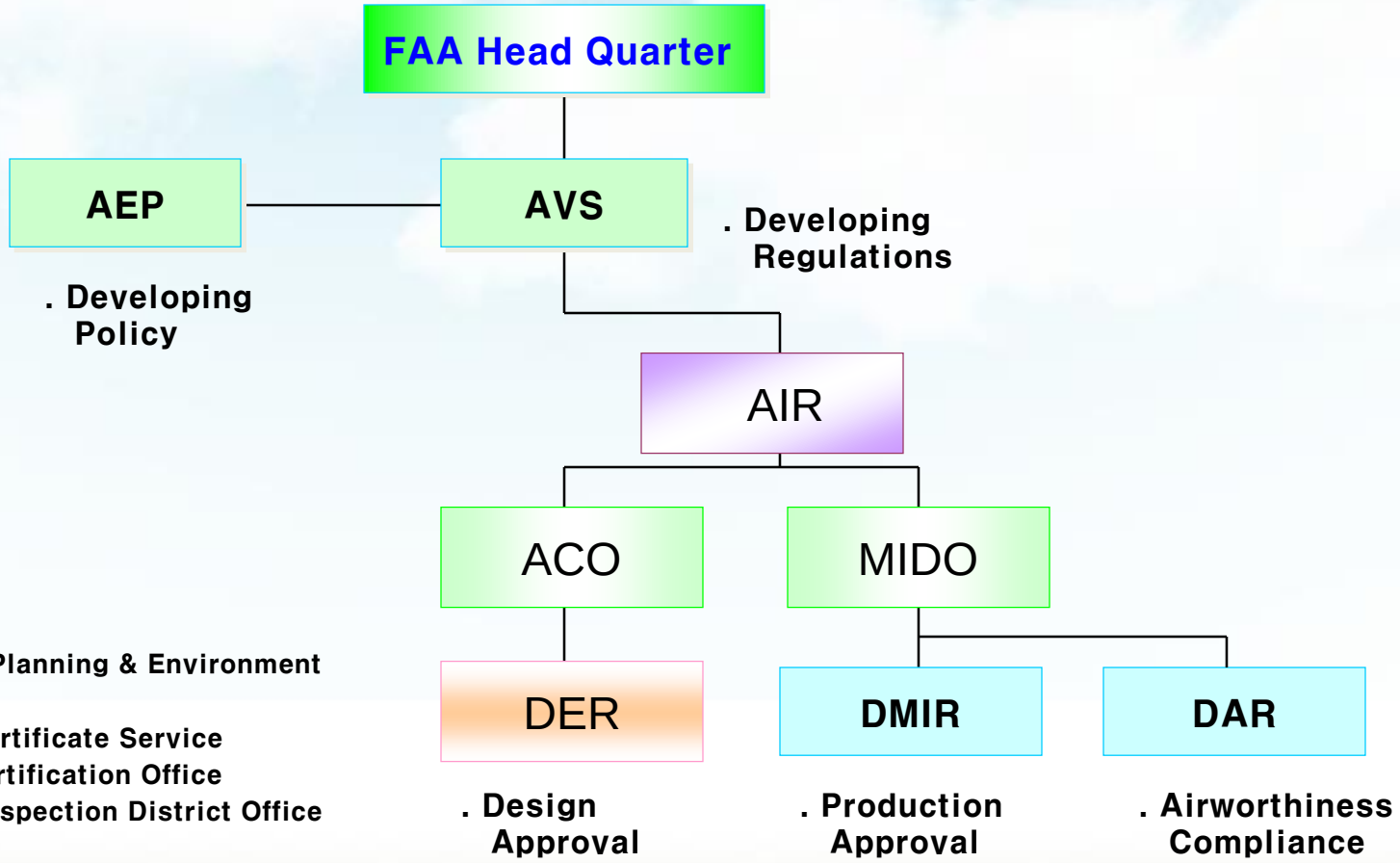
AIRWORTHINESS CERTIFICATION CRITERIA

THIS HANDBOOK IS FOR GUIDANCE ONLY.
DO NOT CITE THIS DOCUMENT AS A REQUIREMENT.

AMSC N/A AREA SESS
DISTRIBUTION STATEMENT A: Approved for public release; distribution is unlimited.

4. 감항인증체계(미국 FAA)

▪ FAA 인증 조직

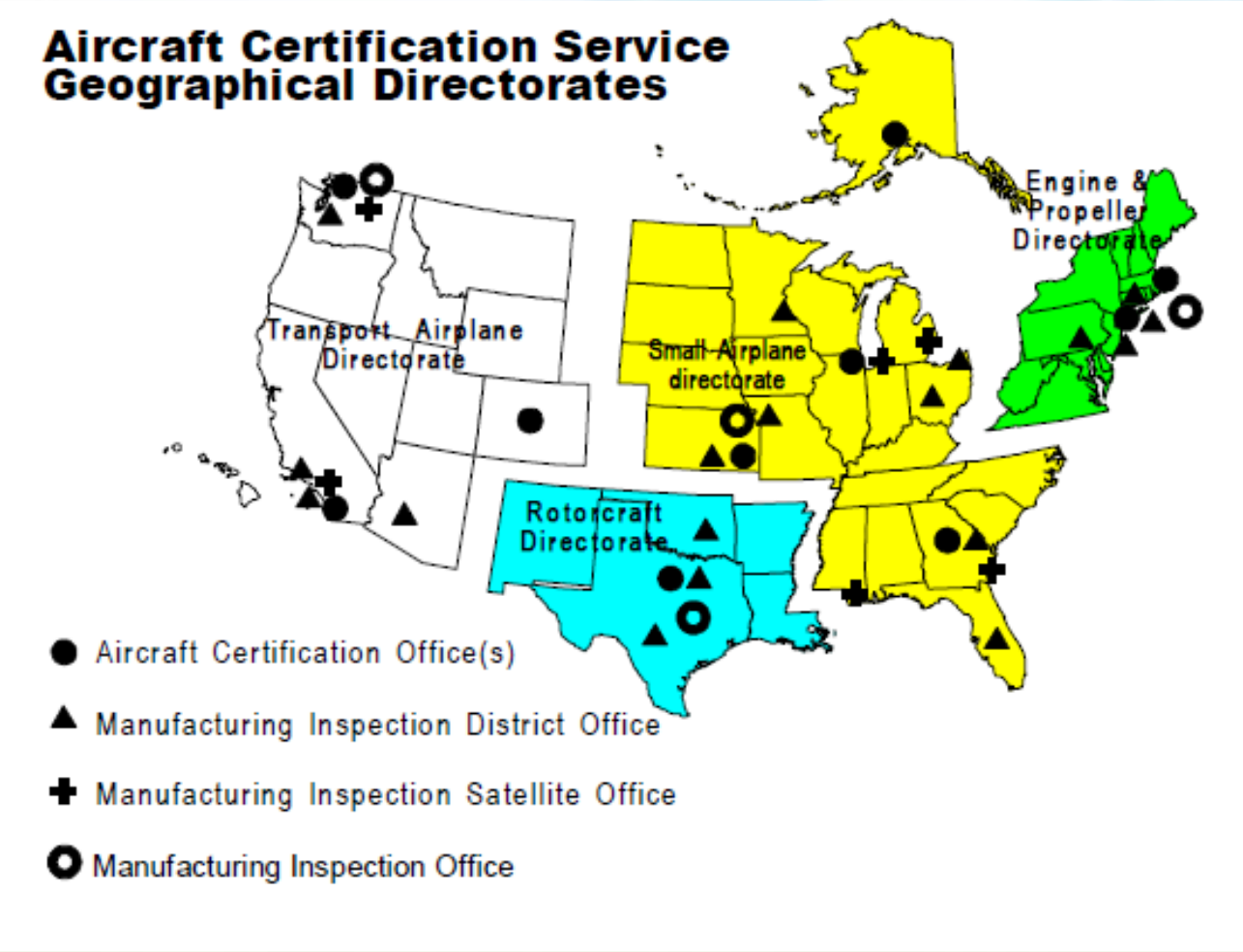


AEP : Aviation Policy, Planning & Environment
AVS : Aviation Safety
AIR : Airworthiness Certificate Service
ACO: Airworthiness Certification Office
MIDO: Manufacturing Inspection District Office

DER: Delegated Engineering Representative (기술위임지정인)
DMIR: Delegated Manufacturing Inspection Representative (제조검사위임지정인)
DAR: Delegated Airworthiness Representative (감항위임지정인)

4. 감항인증체계(미국 FAA)

- FAA 지역별 인증 조직



4. 감항인증체계(미국 FAA)

▪ FAA 인증 분류

구 분	Type Certification	Production Certification	Airworthiness Certification
목적	항공기의 Design이 FAA의 Safety 및 Environmental Standard에 부합됨을 입증	항공기생산 관련 품질보증 체계의 적합성 및 생산된 항공기가 Approved Type Design과 일치함을 입증	항공기가 Approved Type Design과 일치하고, Safe In Operation 상태에 있음을 입증
대상	항공기, 항공기 엔진 및 프로펠러의 DESIGN	항공기, 엔진, 프로펠러 및 그 부품의 생산 공장	개별적인 각 항공기
신청자격	제한없음	TC/STC 소유자 혹은 TC 사용 License 보유자 미국내 위치한 생산공장 또는 미국 항공사의 해외 공장(Extended Facility)	미국내에 등록된 항공기 소유자 또는 그 대리인
신청시기	개발 계획 수립시	TC 취득 후 단, TC와 병행 추진 가능	항공기 등록 후 최초 비행전
신청처 및 심의기구	FAA ACO TC Board 구성 운영	FAA MIDO PC Board 구성 운영	FAA MIDO 담당 Inspector 지정
Delegation	DER 활용	DMIR 활용	DAR 활용

5. S/W 감항인증

▪ S/W 감항인증 개요

- 최신예 전투기 개발 소프트웨어 점유율 :
  - 개발가격 대비 40% 이상 (F-35A) 소요
  - 설계요구도 대비 80% 이상 (F-22) 점유

항공기	언어	라인수(추정)
F-15A('70)	Ada	50,000
F-16C('80)	Ada, Jovial	300,000
F-22('90)	Ada	2,500,000
F-35('00)	C, C++	19,000,000

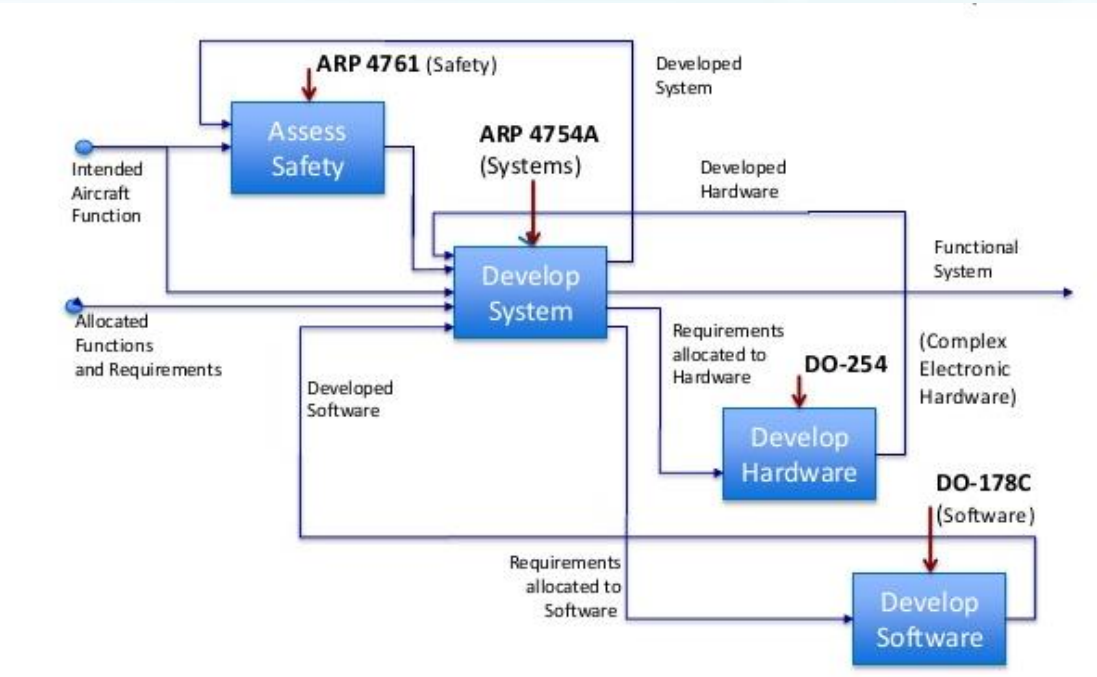
- 탑재 소프트웨어 결함 원인 :
  - 개발중 소프트웨어에 대한 신뢰도 분석 미흡
  - 소프트웨어 설계요구도를 소프트웨어 개발중에 완벽하게 반영 미흡
  - 소프트웨어에 대한 시험평가 및 인증 미흡

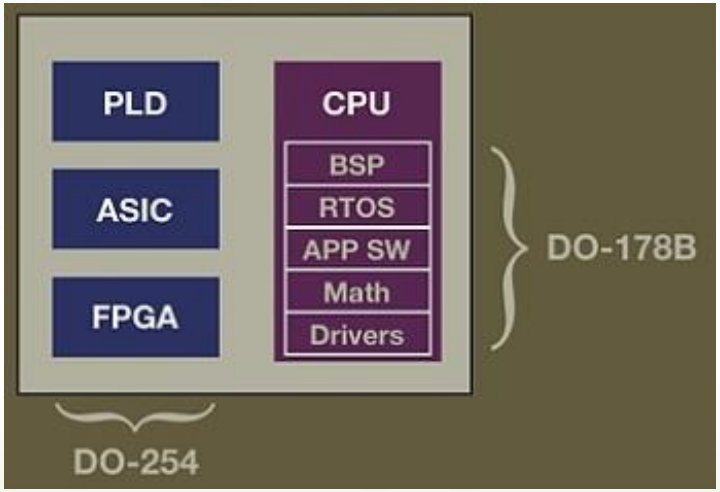
5. S/W 감항인증

- 항공기 비행안전 S/W Life Cycle 변천

DOD-STD-2167A (1988)	DOD-STD-498 (1994)	IEEE/EIA 12207 (2002)	(2012)
	RTCA DO178B(1992)		RTCA DO178C(2012)
	S/W CMM (1991)	CMMI (2001)	

- ARP 4761, ARP 4754, DO-254, DO 178C 상관관계

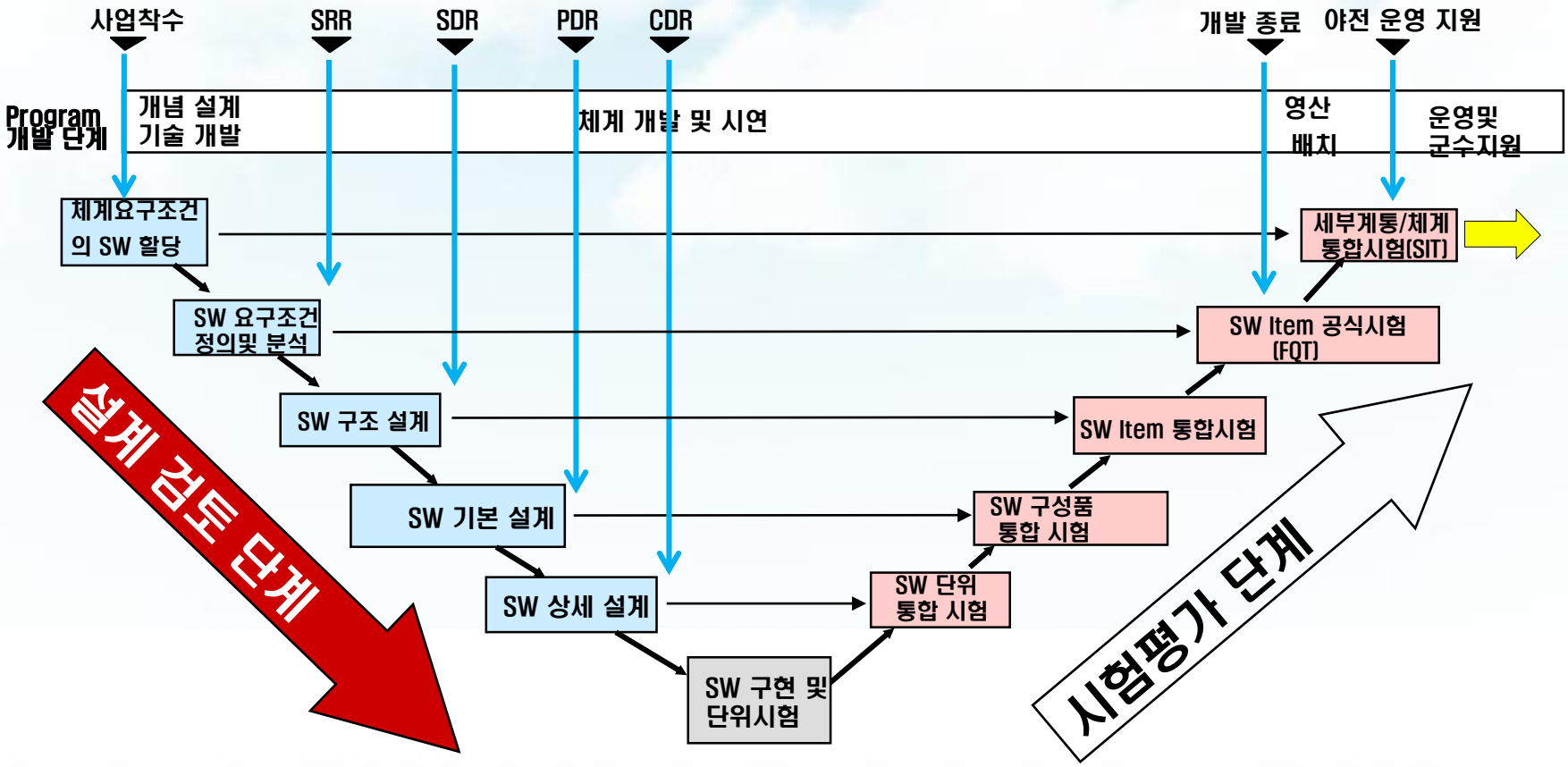




ASIC : Application Specific Integrated Circuit
BSP : Board Support Package

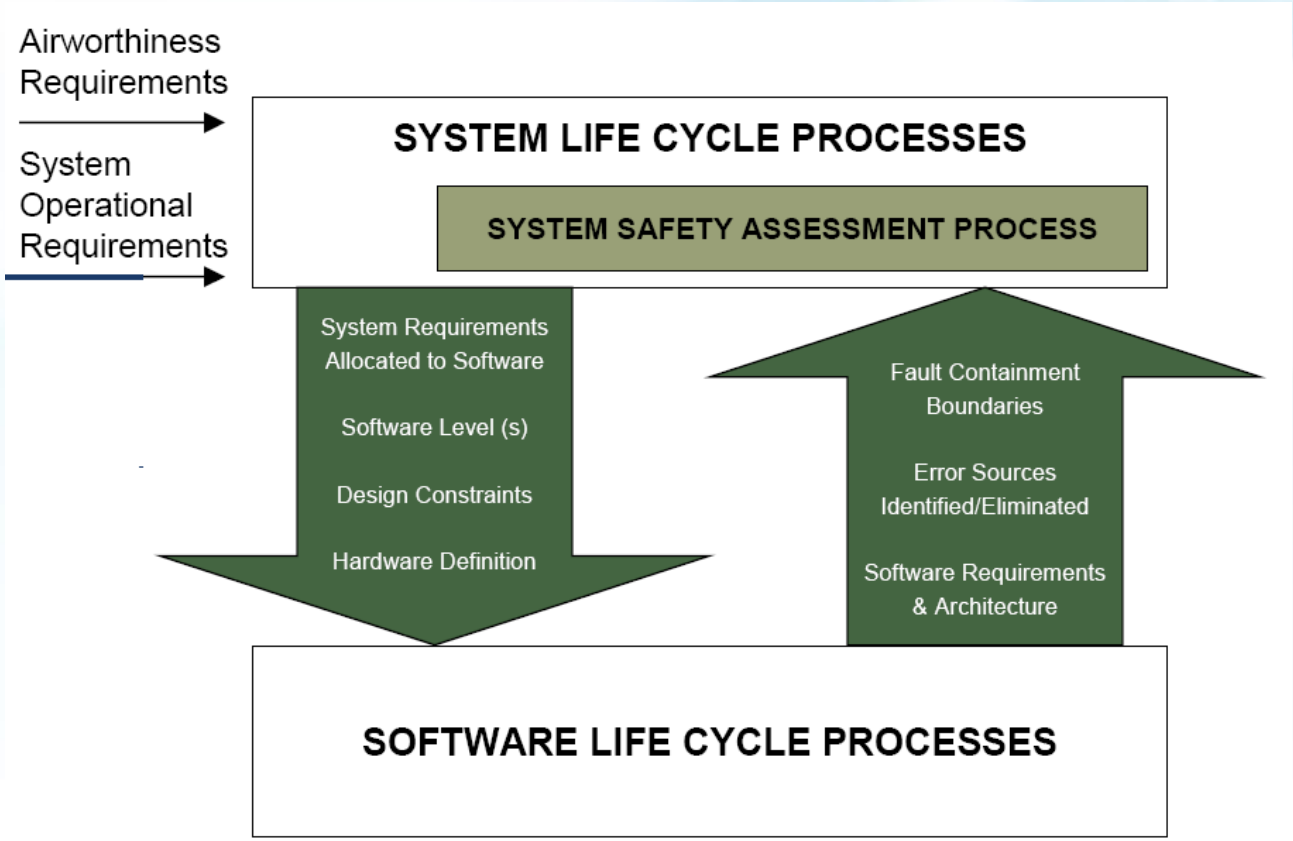
5. S/W 감항인증

▪ S/W 개발 프로세스



5. S/W 감항인증

- DO-178 Life Cycle Process



5. S/W 감항인증

▪ 항공 S/W 인증절차 흐름도(DO-178)

SOI : Stage of Involvement(FAA Order 8110.49)

5. S/W 감항인증

▪ S/W Level 대비 체계 안전(FAA)

- S/W 고장에 따른 시스템 안전성 저해 정도에 근거하여 지정

S/W DAL	안전/신뢰성 (ARP 4761)	항공기 영향성	탑승자 영향성	조종사 영향성
A(Catastrophic)	10^{-9}	일반적인 기체 손실	다수사망	치명적상해, 조종 불능
B(Hazardous)	10^{-7}	기능및 안전성 현저한 감소	심각 또는 치명적 상해	육체적고통 임무수행 어려움
C(Major)	10^{-5}	기능및 안전성 많은 감소	육체적 고통 상해가능	육체적 불편 Workload 현저한 증가
D(Minor)	10^{-3}	기능및 안전성 조금 감소	육체적 불편	Workload 증가 비상절차 사용
E(No Effect)	없음	없음	사소한 불편	없음

DAL : Design Assurance Level

5. S/W 감항인증

▪ S/W 수준별 인증 고려 사항(DO-178)

신뢰도

Level A	Primary Flight Displays, Altimeters, Fly-by-Wire
Level B	Traffic Alert and Collision Avoidance System (TCAS)
Level C	Navigation and Radio Voice Communications
Level D	Aircraft Communications Addressing and Reporting System (ACARS)
Level E	Software to operate the on board Entertainment Systems (IFE)

5. S/W 감항인증

▪ S/W Safety Critical Matrix(MIL-STD-882E)

소프트웨어 안전 치명도 평가표(SOFTWARE SAFETY CRITICAL MATRIX)				
	심각도 등급(SEVERITY CATEGORY)			
(SOFTWARE CONTROL CATEGORY)	재난적 (Catastrophic) (1)	치명적 (Critical) (2)	한계적 (Marginal) (3)	무시수준 (Negligible) (4)
1	SwCI 1	SwCI 1	SwCI 3	SwCI 4
2	SwCI 1	SwCI 2	SwCI 3	SwCI 4
3	SwCI 2	SwCI 3	SwCI 4	SwCI 4
4	SwCI 3	SwCI 4	SwCI 4	SwCI 4
5	SwCI 5	SwCI 5	SwCI 5	SwCI 5

소프트웨어 치명도 지수 (SwCI)	업무 엄격화 수준(LOR)(Level of Rigor Tasks)
소프트웨어 치명도 지수 (SwCI) 1	요구도, 구조, 설계 및 코드에 대한 해석과 깊이 있는 안전에 특화된 시험을 수행해야 함.
소프트웨어 치명도 지수 (SwCI) 2	요구도, 구조 및 설계에 대한 해석과 깊이 있는 안전에 특화된 시험을 수행해야 함.
소프트웨어 치명도 지수 (SwCI) 3	요구도 및 구조에 대한 해석과 깊이 있는 안전에 특화된 시험을 수행해야 함.
소프트웨어 치명도 지수 (SwCI) 4	안전에 특화된 시험을 수행해야 함.
소프트웨어 치명도 지수 (SwCI) 5	안전 공학에 의해 “안전 미해당” 으로 평가되면 어떤 안전에 특화된 분석이나 검증도 요구되지 않음.

5. 민 · 군 S/W 인증 비교

- MIL STD 516 vs DO 178

Task	Mil-HDBK-516B Expanded	DO-178B
SCF 식별	Yes	Partially (FHA 개략 명시)
SCF/Hazard Criticality 에 부합한 SW 구조	Yes	NO (SW 구조는 level 결정에만 필요)
Computer Resource Sizing	Partially	Partially
SDP 개발	Yes	Yes
Allocate Rqmts. to HW	Yes	Partially (Vertical traceability, not horizontal function traceability)
OFP 통합	Yes	No (Not integrate multiple CSCI)
FMEA	Yes	No (Not address FMEA)

5. 민 · 군 S/W 인증 비교

- MILSTD 516 vs DO 178

Task	Mil-HDBK-516B Expanded	DO-178B
SW FMET	Yes	Yes
System FMET	Yes	Yes
SW Architecture 완화 전략	Partially	Partially
Safety Interlocks Mechanization	Yes	No
SW Engineering Environment(SEE) Rqmts.	Yes	No (Not integrate multiple CSCI, not address OFP build Rqmts.)
CSCI interface Rqmts.	Yes	Yes
Integration of SW on target HW	Yes	Yes
Top level SW Architecture design	Yes	Yes

5. 민 · 군 S/W 인증 비교

- MILSTD 516 vs DO 178

Task		Mil-HDBK-516B Expanded	DO-178B
Test Plans/ Qualification	Structural Coverage	Partially	Yes
	CSU/CSCI	Yes	Partially (Unqualified SW release except SW tools/E3 qualification
	CSCU	Yes	No
Tool Qualification plans		Yes	Yes
SW Configuration Management, Control & Baseline Establishment		Yes	Yes
SW Test Procedures		Yes	Yes
Qualify Tools		Partially	Yes

5. 민 · 군 S/W 인증 비교

- MILSTD 516 vs DO 178

Task	Mil-HDBK-516B Expanded	DO-178B
Future Computer System Modification	Yes	No (System level, HW 관점으로 SW 범위에 미해당
SW Problem Reporting	Yes	Yes
System Problem Reporting	Yes	No (얘-178 has a SW only)
SW Coding Standards	Yes	Yes
SW Rqmts-based Testing	Yes	Yes

6. 결 론

- 항공기 성능을 담당하는 항공탑재 소프트웨어의 안전성 확보를 위하여 요구도 수립단계부터 정확한 규격과 절차 적용 필요

- 설계된 소프트웨어에 대해서는 철저한 시험평가를 통하여 결함을 최소화 하여 신뢰성 향상

- 개발초기부터 적절한 안전성인증을 위한 SW 구축으로 비용/기간 수반 시행착오를 줄이고 완벽한 항공탑재 소프트웨어 개발로 국제 경쟁력 확보

감사 합니다