



Received: 2026/08/27
Revised: 2026/09/07
Accepted: 2026/09/13
Published: 2026/09/30

***Corresponding Author:**

Seokjong Lee

416 Main Building, 76 Hanggongdaehak-ro, Goyang-si,
Gyeonggi-do 10540, Republic of Korea

Tel: +82-2-300-0082

E-mail: afleesjgo@kau.ac.kr

Abstract

항공용 내장재의 자소성 시험결과를 감항성 입증에 활용하려면 장착구역과 구성품 특성에 적합한 시험방법, 시편의 대표성, 시험조건 및 결과판정이 적용 감항기준과 동등한지를 확인해야 한다. 이를 위해 시험방법의 선정근거, 실제 장착품에 대한 시편의 대표성 및 세부 시험조건을 종합적으로 검토하는 절차가 요구된다. 본 연구는 여러 기준과 지침에 분산된 장착부위·구역별 시험방법과 세부조건을 통합 분석하여 시험 적용성, 시험대상물과 시편의 대표성, 시험조건 및 결과판정의 네 영역으로 구성된 최소입증자료 체크리스트를 제안하였다. 국내 감항인증 사례에 적용한 결과, 시험성적서에서 누락되기 쉬운 시편정보, 시험조건 및 결과 산출근거를 식별하고 체크리스트의 판단항목을 보완하였다. 전문가 검토를 거쳐 완성한 체크리스트는 개발업체와 시험기관이 감항인증에 필요한 자료를 준비하고, 감항성 심사에서 시험동등성을 일관되게 검토할 수 있는 실무기준을 제공한다.

The use of self-extinguishing test results for airworthiness substantiation requires verification that the selected method, representativeness of the specimens, test conditions, and determination of the results are equivalent to the applicable requirements. This assessment requires a comprehensive review of the basis for selecting the test-methods, how representative the specimens are to the installed article, and detailed test conditions. This study integrated installation- and compartment-specific test requirements set out in relevant standards and guidance. Based on the findings, a minimum evidence checklist was developed covering test applicability, representativeness of test articles and specimens, test conditions, and results and determination. Application to domestic certification cases identified evidence frequently omitted from test reports and supported refinement of the checklist. Expert review further refined the checklist as a practical reference for test planning, evidence preparation, and equivalency assessment.

Keywords

감항인증(Airworthiness Certification),
자소성(Self-Extinguishing Test Results),
항공기 내장재(Aircraft Interior Materials),
3D프린트 항공부품(3D Printed Aircraft Materials),
감항인증기준(MIL-HDBK-516D)

국내 개발 항공기 내장재의 감항인증을 위한 자소성 시험의 동등성 입증 방안

An Approach to Demonstrating the Equivalency of Self-Extinguishing Tests for Airworthiness Certification of Domestically Developed Aircraft Interior Materials

장영현¹, 이석종^{2*}

¹해군 전력분석시험평가단 감항인증실 전문군무경력관

²한국항공대학교 항공운항학과 부교수

YeongHyeon Jang¹, Seokjong Lee^{2*}

¹Senior manager, Office of Airworthiness, Force Analysis Test & Evaluation
Group, ROK Navy

²Associate professor, Department of Aeronautical Science and Flight Operation,
Korea Aerospace University

1. 서론

국산 군용항공기의 신규 개발과 노후 항공기 성능개량 및 부품 국산화가 확대되면서 조종실·객실·화물구획에 적용되는 복합재 패널, 적층제조(3D 프린팅) 부품, 탄성재, 좌석 및 바닥재의 국내 개발과 수요가 증가하고 있다. 항공기 내장재는 화재 발생 시 화염의 지속과 확산에 영향을 미치므로 자소성 및 연소특성을 입증해야 하는 주요 감항 대상 품목이다.

군용항공기 감항기준은 항공기의 임무·형상·운용환경 및 위험도를 반영하여 인증기준과 적합성입증방법을 조정한다. MIL-HDBK-516D 9.2.5는 내부 마감재, 구성품 및 장비의 자소성과 낮은 연기 발생을 요구하고, 이를 민간항공기 감항 기준인 14 CFR Part 25 Appendix F Part I-II 및 Part V 또는 승인된 시험요건에 따라 입증하도록 제시한다[1].

14 CFR Part 25 Appendix F에는 고정익 항공기 내장재의 화재 안전성을 평가하기 위한 시험방법과 판정기준이 규정되어 있으며, 14 CFR §29.853은 회전익 항공기 내장재의 자소성 또는 연소율을 Part 25 Appendix F의 해당 시험이나 승인된 동등방법(other approved equivalent methods)으로 입증하도록 규정한다[2]. 이에 따라 항공

기 내장재는 적용 감항기준과 내장재의 설치구역, 기능 및 형상에 따라 선정해야 한다.

현행 국내 시험성적서에는 “Appendix F Part I 충족”이라는 최종 판정만 제시되는 사례가 있으며, 이 경우 감항성 심사에서는 시편 형상, 화염조건, 노출 시간, 반복시험 수 및 개별 측정값 등 시험의 동등성을 확인해야 한다. 따라서 국내 시험결과를 감항자료로 활용하려면 적용시험의 적절성과 시험조건, 측정 결과 및 원자료의 추적성을 통해 Appendix F 시험과의 동등성을 입증하는 체계가 필요하다.

본 연구는 14 CFR §29.853과 Appendix F 및 Aircraft materials fire test handbook을 분석하여 국내 개발 항공기 내장재의 자소성 시험동등성 입증 방안을 제시한다[2,3]. 이를 위해 항공기 구역과 내장재 유형에 따른 시험을 선정하고, 확인항목을 시험 적용성, 시험대상물과 시편, 시험조건 및 결과판정의 네 단계로 구성하였다.

제안한 확인 항목들은 항공기 개발업체 참여자 8명과 감항인증 담당자 6명을 대상으로 한 전문가 설문 을 통해 적합성을 확인하였다. 또한 국내 군용항공기 내장재 시험자료 3건에 적용하여 실무 활용성을 검토 하고, 시험계획부터 시험성적서 제출까지 활용할 수 있는 최소 입증 자료 체크리스트로 제시하였다.

2. 내장재 시험의 분류 및 선정

항공용 내장재 시험은 재료가 설치되는 구역, 구성 품의 기능과 형상 및 재료 특성에 따라 선정한다. 14 CFR Part 25 Appendix F는 시험대상과 평가목적에 따라 Part I부터 Part VII까지 시험방법을 구분하며, 주요 적용대상은 Table 1과 같다[2].

Part I은 일반 내장재의 자소성과 연소확산 특성을 평가한다. 60초 및 12초 수직시험에서는 연소길이, 잔염시간 및 불꽃 낙하물의 지속시간을 측정하고, 수평시험에서는 평균 연소속도를 측정한다. 45° 시험은 화염관통 여부와 잔염·잔광시간을 평가하며, 전선·케이블 절연재에는 60° 시험을 적용한다. Part II는 비행승무원석을 제외한 승객석과 객실승무원석의 좌석 하부 및 등받이 쿠션을 조립체 상태로 평가한다[2,4].

항공기 내장재에서 라이너(liner)는 항공기 내부의 천장·측벽에 설치되어 기골, 단열재, 배선 및 내부

Table 1. Classification of Appendix F[2].

Part	Primary application
I	Flammability of general interior and cargo-compartment materials
II	Flammability of seat cushions
III	Flame-penetration resistance of cargo-compartment liners
IV	Heat-release characteristics of specified large interior components
V	Smoke-emission characteristics of specified large interior components
VI	Flame-propagation characteristics of thermal/acoustic insulation
VII	Burnthrough resistance of thermal/acoustic insulation

계통을 덮는 패널을 의미한다. 객실 라이너는 내부 마감재로 사용되며, 화물구획 라이너는 화재차단벽 기능을 수행할 수 있다. Part III는 화물구획 천장·측벽 라이너의 화염관통 저항을 평가한다. 따라서 Part I은 재료의 연소 지속과 확산을 평가하고, Part III는 라이너 패널의 화재차단 성능을 평가한다[2,4].

Part IV는 복사열에 노출된 객실 내장 구성품의 열 방출률과 총열방출량을 평가한다. Part V는 연기가 빛의 투과를 감소시키는 정도를 나타내는 비광학밀도(specific optical density, D_s)를 측정하여 연기발생 특성을 평가한다. Part VI는 동체 단열·방음재 표면의 화염전파 특성을 평가하며, Part VII는 외부 화재에 대한 동체 하부 단열·방음재의 화염관통 저항을 평가한다[2].

화물 및 수하물 구획은 승무원의 접근성, 화재감지, 소화방식 및 연기 차단능력에 따라 §25.857의 class A부터 F로 구분되며, 구획 등급별 화재방호 개념과 주요 시험 적용관계는 Table 2와 같다[2].

Class A는 승무원이 화재를 즉시 감지하고 직접 접근하여 진압할 수 있는 기본 구획이다. Class B는 화재감지기에 의한 감지와 함께 승무원이 수동 소화장비로 진압하는 구획이며, class C는 화재 감지와 자동 소화설비가 함께 갖추어진 구획이다.

Class E는 화물 전용 구획으로 화재 감지와 함께 연기 차단을 통해 화재 확산을 억제하는 구조이며, class F는 승무원이 직접 진입하지 않고도 화재를 제어할 수 있도록 설계된 구획이다.

이 중 class B와 class E 구획의 라이너와 class B,

Table 2. Cargo-compartment classes and applicable fire tests

Class	Fire-protection and test concept
A	Crew detection and access; applicable Part I test
B	Manual extinguishing and detection; Part I and 45° tests for liners and floors
C	Detection and built-in suppression; Part III for liners and Part I/45° tests for floor
D	Reserved
E	Cargo-only compartment with detection and ventilation shutoff; Part I and 45° tests for liners and floors
F	Main-deck compartment with remote fire control; Part III for applicable liners and Part I/45° tests for floors

C, E, F 구획의 바닥 패널에는 공통적으로 12초 수직 시험과 45° 시험이 적용된다[2].

승무원·승객 구획 및 기타 항공기 내장재에 대한 시험선정 기준은 Table 3와 같다. **Material or installation group**은 구성품의 설치 형태와 재료 특성을 나타내며, **applicable test**는 해당 구성품에 적용되는 시험방법을 의미한다[2,4].

객실의 연속된 천장·벽면 패널, 칸막이, 대형 캐비닛 벽면 및 구조 바닥재에는 60초 수직시험을 적용한다. 반면 바닥 덮개, 직물, 가죽, 패딩, 덕트 및 독립된 성형·열성형 트림부품에는 12초 수직시험을 적용한다.

투명 플라스틱 창·표지, 탄성재, 안전벨트 및 화물 스트랩 등을 수평시험 대상으로 분류한다[4].

Part IV와 Part V는 승객 좌석 수와 구성품 종류를 기준으로 적용한다. 승객 좌석 수가 20석 이상인 항공기의 객실 천장·벽면 패널, 칸막이, 깔리 구조 및 대형 캐비닛·수납구조에는 Part I 시험과 Part IV·V를 함께 적용한다. 비행승무원석을 제외한 좌석쿠션에는 재료 유형에 따른 Part I 시험과 조립체 상태의 Part II 시험을 적용한다[2].

3. 내장재 시험조건 및 판정기준

제2장에서 선정한 내장재 시험은 Appendix F에서 규정한 시편 구성, 시험 전 보관환경, 시험장비, 화염 노출 및 판정조건에 따라 수행한다. 시험별 주요 조건과 판정기준은 Table 4와 같다[2,3].

시험 전 시편은 규정된 온도와 상대습도(relative humidity, RH)에서 보관하고 시험 직전까지 동일한

Table 3. Test applicability by interior material and installation[2,4].

Material or installation group	Applicable test
Continuous ceiling, wall, partition, cabinet wall, or structural floor	Part I, 60-s vertical
Floor covering, textile, leather, padding, duct, or discrete molded, thermoformed, and additively manufactured trim	Part I, 12-s vertical
Transparent, elastomeric, restraint, or other miscellaneous non-small component	Part I, horizontal
Wire or cable insulation	Part I, 60°
Seat cushion other than a flight-crewmember seat	Applicable Part I and Part II
Large interior surface in an airplane with 20 or more passenger seats	Applicable Part I, Part IV, and Part V
Class B/E liner or Class B/C/E/F floor panel	Part I, 12-s vertical and 45°
Class C or applicable Class F ceiling/sidewall liner	Part III
Fuselage thermal/acoustic insulation	Part VI and where applicable, Part VII

환경을 유지한다.

Part I 시편은 $21\pm3^{\circ}\text{C}$, $50\pm5\%$ RH에서 수분평형에 도달할 때까지 또는 24시간 동안 보관한다. Part II와 Part III 시편은 모두 $21\pm2^{\circ}\text{C}$, 55% RH에서 최소 24시간 동안 보관하되, 상대습도 허용범위는 Part II가 $\pm 10\%$, Part III가 $\pm 5\%$ 이다[2].

Part I 시험은 무풍시험함(draft-free cabinet)에서 분젠 버너(Bunsen burner) 또는 티릴 버너(Tirrill burner)를 사용한다.

연료는 순도 99% 이상의 메탄(methane)을 사용할 수 있으며, 천연가스(natural gas) 또는 프로판(propane)을 사용하는 경우에도 화염 중심부의 최소 온도가 843°C 이상인지 확인해야 한다.

메탄을 사용하는 경우 버너 입구압력은 $17\pm 2\text{ kPa}$ 로 설정한다[3]. Part II와 Part III의 오일 버너(oil burner)에는 제2등급 등유(No. 2 grade kerosene) 또는 ASTM D2 제2등급 연료유(No. 2 grade fuel oil)를 사용하며, 동등한 연료를 사용하는 경우에는 규정된 열유속과 화염온도를 만족해야 한다[2,3].

시험시편은 실제 장차품을 대표하도록 제작하되, 규정된 시편 치수 및 두께 제한을 준수하고 표면마

Table 4. Key parameters for test equivalency substantiation[2,3]

Test	Essential test parameters	Acceptance criteria
Part I, 60-s vertical	≥3 specimens; specimen ≥76×305 mm; exposed area ≥51×305 mm; burner I.D. 9.5 mm; flame height 38 mm; temperature ≥843°C; specimen gap 19 mm; exposure 60 s	Avg. burn length ≤152 mm; avg. flame time ≤15 s; avg. flaming-drip time ≤3 s
Part I, 12-s vertical	≥3 specimens; specimen ≥76×305 mm; exposed area ≥51×305 mm; burner I.D. 9.5 mm; flame height 38 mm; temperature ≥843°C; specimen gap 19 mm; exposure 12 s	Avg. burn length ≤203 mm; avg. flame time ≤15 s; avg. flaming-drip time ≤5 s
Part I, horizontal	≥3 specimens; specimen ≥76×305 mm; installed surface facing downward; timing length 254 mm; burner I.D. 9.5 mm; flame height 38 mm; temperature ≥843°C; burner centerline aligned with specimen edge; exposure 15 s	Avg. burn rate ≤63.5 mm/min for elastomeric, transparent and restraint items; ≤101.6 mm/min for other applicable items
Part I, 45°	≥3 specimens; exposed area ≥203×203 mm; installed surface facing downward at 45°; burner I.D. 9.5 mm; flame height 38 mm; temperature ≥843°C; one-third flame contact; exposure 30 s	No flame penetration; avg. after flame time ≤15 s; avg. after glow time ≤10 s
Part II, oil burner	≥3 bottom-and-back cushion sets; bottom 457×508×102 mm; back 457×635×51 mm; No. 2 diesel, Jet A or equivalent; flow 2.0±0.1 GPH; heat flux ≥11.36 W/cm²; any 2 TCs ≥954°C, remaining TCs and avg. ≥982°C; burner distance 102±3 mm; exposure 120 s	In ≥2/3 of specimen sets, burn length ≤432 mm and does not reach the opposite side; average weight loss ≤10%; weight loss ≤10% in ≥2/3 of specimen sets
Part III, oil burner	≥3 panels; specimen 406±3×610±3 mm; No. 2 diesel, Jet A or equivalent; flow 2.0±0.1 GPH; heat flux ≥8.6 W/cm²; each TC ≥871°C; burner distance 203±3 mm for ceiling or 51±3 mm for sidewall; exposure 300 s	No flame penetration within 300 s; ceiling-panel peak temperature ≤204°C at 102±3 mm above upper surface

감, 접촉층, 적층구조 및 실제 화염노출면을 반영하여 구성한다.

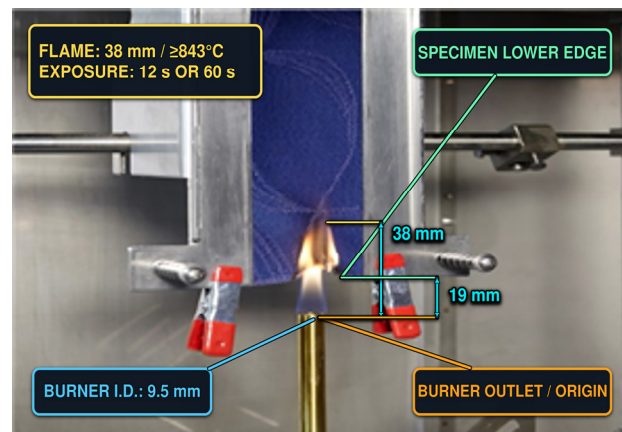
직물은 경사방향(warp)과 위사방향(fill)을 각각 시험하여 더 불리한 방향을 확인하며, 각 방향은 별도의 시험군으로 구성하므로 방향별로 최소 3개의 시편이 필요하다

적층제조(additive manufacturing) 부품 역시 실제 장착품의 제작방향, 층두께, 내부 채움(infill) 구조 및 후처리 조건을 반영하여 시편을 제작해야 한다. 이와 같이 직물 및 적층제조 부품은 방향성과 재료 특성을 시험 계획단계에서 반드시 반영해야 한다.

60초 및 12초 수직시험은 동일한 시험장비와 시편 배치를 사용하지만 화염노출시간과 판정기준이 다르다. 화염은 시편 하단 중앙에 적용하며, 화염 제거 후 시편별 잔염시간(afterflame time), 연소길이(burn length) 및 불꽃 낙하물의 지속시간(flaming-drip time)을 측정하고 각각의 평균값을 산출한다.

연소길이는 화염이 적용된 최초 끝단에서 탄화된 길이를 측정하되 그을음, 얼룩 또는 열원 반대 방향으로 수축·용융된 부분은 연소길이에 포함하지 않는다[2,3]. 수직시험의 시편 및 버너 배치와 주요 치수는 Fig. 1과 같다.

수평시험은 시편에 15초 동안 화염을 적용한 후 버

**Fig. 1.** Vertical Bunsen burner test setup[5]

너를 제거하고, 화염선단이 38 mm 기준선에서 292 mm 기준선까지 이동하는 데 걸린 시간을 측정하여 254 mm 구간의 연소속도를 산출한다[2,3].

45° 시험은 실제 노출면을 아래로 향하게 하여 시편을 수평면에 대해 45°로 설치한다. 화염의 약 3분의 1이 시편 중앙에 접촉하도록 30초 동안 적용한 후 화염관통(flame penetration) 여부, 잔염시간 및 잔광시간(afterglow time)을 기록한다. 화염관통 여부는 모든 시편을 개별적으로 판정하며, 잔염시간과 잔광시간은 시편별 측정값의 평균으로 판정한다[2,3]. 시편 설치각도와 화염 접촉위치는 Fig. 2와 같다.

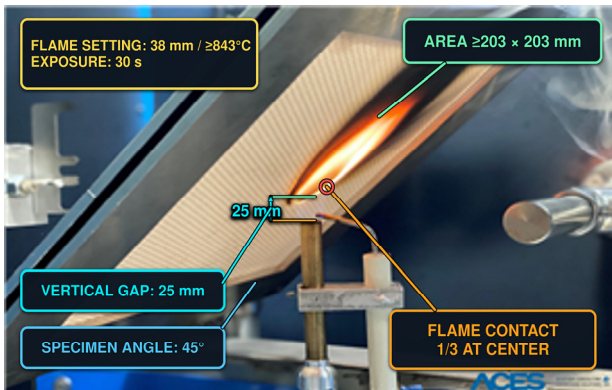


Fig. 2. 45° Bunsen burner test setup[6]

Part II 시험은 좌석 하부와 등받이 쿠션을 하나의 시험세트로 구성하여 조립체의 연소거동을 평가한다. 따라서 시편에는 폼 코어(foam core), 방화차단재(fire-blocking material), 외피(dress covering), 이음부 및 잠금부 등 양산품의 주요 재료와 조립공정을 반영해야 한다. 방화차단재를 사용하는 경우에는 폼 코어를 완전히 감싸도록 구성한다[2,3].

각 시험세트의 초기 중량을 측정하고 후 오일 버너를 2분 동안 예열하고 좌석 하부시편에 120초 동안 화염을 적용한다. 시험은 화염노출 개시 후 7분에 종료하며, 낙하물을 제외한 잔존물의 중량으로 중량감소를 산출한다. 또한 각 시험세트의 연소길이를 측정하고 시편별 결과와 평균값을 기록한다[2,3]. 좌석쿠션 조립체와 오일 버너의 배치는 Fig. 3과 같다.

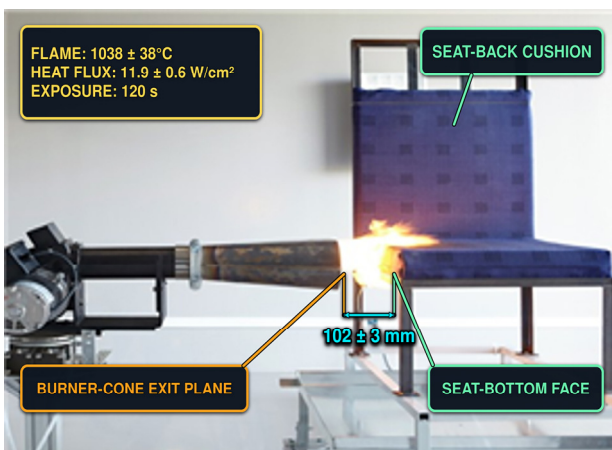


Fig. 3. Seat cushions test setup[7]

Part III 시험은 화물구획 천장 또는 측벽 라이너의 화염관통 저항을 평가한다. 따라서 시편은 라이너 재료와 두께뿐 아니라 이음부, 모서리, 체결부 및 조명

장치 등 화재차단 성능에 영향을 미칠 수 있는 설계특성을 포함해야 한다[2,3].

버너는 시험 전 2분 동안 예열하고 천장 또는 측벽 라이너에 최대 300초 동안 화염을 적용한다. 모든 시편에서 화염관통 여부와 발생시간을 기록하며, 화염관통이 발생하면 시험을 종료할 수 있다. 또한 천장 라이너 시험에서는 시편 상부 102 mm 위치에서 측정된 최고온도를 기록한다[2,3]. 천장·측벽 라이너와 오일 버너의 배치는 Fig. 4와 같다.

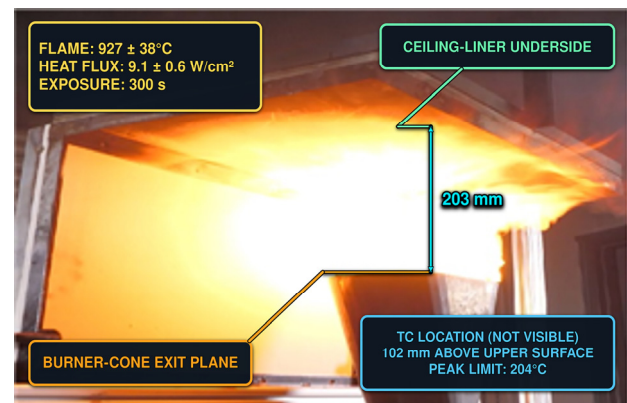


Fig. 4. Cargo-compartment liners test setup[8]

4. 시험동등성 입증 및 적용

4.1 최소입증자료 및 판단절차

미국 연방항공국(Federal Aviation Administration, FAA) Order 8110.113에 따른 주요 수리·개조용 내장재 자소성 시험자료 승인절차는 시험계획, 시험대상물의 적합성 확인, 시험 입회 및 결과자료 승인 등 개별 시험의 관리과정을 중심으로 운영된다. FAA 담당자 또는 해당 권한을 가진 위임기술심사관(designated engineering representative, DER)은 적용 감항기준과 시험계획을 검토하고, 시험대상물·시편·시험구성의 적합성을 확인한 후 시험을 입회하며, 시험결과와 관련 기술자료를 검토·승인한다[9].

국내에는 항공기 내장재의 시험방법 선정과 세부 시험절차를 감항인증 관점에서 승인할 수 있는 DER 제도가 적용되지 않으므로, 일반 산업용 방염 시험성적서의 적합 판정만으로는 감항요구 충족을 입증하기 어렵다. 따라서 개발업체는 시험계획서를 작성하여 감항당국과 적용 시험방법 및 입증범위를 사전에

Table 5. Minimum evidence checklist for test equivalency

Check area	Minimum evidence checklist
Test applicability	☐ Certification basis; installation zone; component function ☐ Installation form; article dimensions W×L×T, mm; material or component class ☐ Appendix F Part; test method; selection basis
Test article and specimen	☐ Material composition; layer sequence; thickness, mm ☐ Surface finish; adhesive; joints, seams and fasteners ☐ Material or build direction; layer or infill; post-treatment ☐ Specimen source or lot; quantity; dimensions W×L×T, mm ☐ Exposed area W×L, mm; exposed face; orientation and flame-applied edge
Test conditions	☐ Conditioning temperature, °C or °F; relative humidity, %; duration, h ☐ Test enclosure; airflow, ft/min; burner type and I.D., mm ☐ Fuel type or grade; supply pressure, kPa; flow, GPH ☐ Flame height, mm; flame temperature, °C or °F, or heat flux, W/cm ² ☐ Burner distance or flame contact; preheat time, s; exposure time, s ☐ Heat-source calibration; measurement-equipment calibration; validity ☐ Test deviation; technical basis; disposition
Results and determination	☐ Individual specimen values; required observations; raw-data reference ☐ Average or individual assessment; measurement or calculation method ☐ Acceptance limits; result comparison; final determination

협의를 해야 한다. 감항성 심사에서는 적용 시험방법의 장착품 적합성, 시편의 대표성, 시험조건 및 결과 산출방법의 Appendix F 부합성을 확인한다. 이에 시험 계획서 작성과 동등성 판단에 직접 필요한 최소입증 자료를 Table 5와 같이 제시하였다. 최소입증자료는 시험 적용성, 시험대상물과 시편의 대표성, 시험조건 및 결과판정의 네 단계로 구성하였다.

첫 번째 test applicability에서는 장착구역, 구성품의 기능·형태·크기 및 재료분류를 기준으로 해당 장착품에 적용된 Appendix F Part와 시험방법 선정의 적절성을 확인한다. 이 단계에서 시험선정 근거와 판정기준을 확인하여 이후 동등성 검토의 기준으로 활용한다.

두 번째 test article and specimen에서는 시험대상물과 시편이 실제 장착품의 재료와 형상을 대표하는지를 확인한다. 재료구성, 두께, 적층순서, 표면마감과 접착조건 및 연소특성에 영향을 미치는 제작조건을 검토하고, 실제 화염노출면과 시편방향 및 이음부 등의 주요 설계특성이 시험시편에 반영되었는지를 확인한다.

세 번째 test conditions에서는 시험 전 보관환경, 시험장비와 연료, 화염 또는 열적 노출조건, 시편과 열원의 배치 및 노출시간을 확인한다. Appendix F와 다른 시험방법이나 조건이 적용된 경우에는 그 차이와 기술적 근거를 함께 검토하여 직접적인 시험동등

성 판단, 추가 기술검토 또는 재시험의 적용방향을 결정한다.

마지막 results and determination에서는 시편별 측정값, 평균 또는 개별 판정방식, 측정·계산방법, 허용기준 및 최종 적합 판정의 연결성을 확인한다. 시험 성적서의 판정결과는 시편별 결과와 계산근거를 통해 검증한다. 또한 제출자료의 보완필요 시 시험기록, 시험장비 자료, 사진 또는 영상 등을 활용한다. 감항인증기관은 핵심자료의 확보수준과 Appendix F 요구사항과의 일치성을 기준으로 보완자료 제출, 추가 기술검토 또는 재시험의 후속조치를 결정한다.

4.2 실무적용 및 전문가 검토결과

제안한 체크리스트의 실무 적용성을 검토하기 위해 장착형태, 재료특성 및 적용 시험방법이 서로 다른 국내 항공기 내장재 시험자료 세 건을 선정하였다. 제2장과 제3장의 분석결과를 바탕으로 작성한 체크리스트 초안을 각 사례에 적용하여 결손항목과 판단이 불명확한 부분을 식별하고, 이를 반영하여 체크리스트를 보완한 후 동일 사례에 재적용하였다. 주요 결과는 Table 6와 같다.

사례 A에서는 12초 수직시험의 시편크기, 노출면, 사용연료, 화염조건 및 버너 거리가 누락된 것을 확인하였다. 이에 test article and specimen에 시편치수·

Table 6. Case-based checklist refinements and determinations

Case	Checklist finding and refinement	Review result
A	Missing evidence → specimen and exposure conditions	Supplemental review; equivalency confirmed
B	Test-applicability mismatch → installation and selection basis	60-s test; retest passed
C	Nonstandard condition → deviation and calculation method	Technical review; limited use

방향·노출면을, **test conditions**에 연료·화염조건·버너 배치를 보완하였다. 원시 시험자료와 보완자료를 통해 해당 항목을 확인한 결과 시험동등성을 판단할 수 있었다.

사례 B에서는 연속 벽면 패널에 12초 수직시험이 적용된 문제를 확인하였다. 이에 **test applicability**에 장착구역, 구성품 기능, 설치형태, 실물크기 및 시험선정 근거를 포함하였다. 감항성 심사결과 적용시험을 60초 수직시험으로 변경하여 재시험한 결과 판정기준을 만족하였다.

사례 C는 객실 바닥에 설치되는 소형 탄성재 구성품으로, 300초의 화염노출조건을 적용한 수평시험이 수행되었다. 표준보다 긴 노출시간만으로 시험동등성을 인정할 수 없으므로, 시편방향과 노출면, 버너 배치, 연료와 화염조건, 측정구간 및 연소속도 산출방법을 추가로 검토하였다. 검토 결과, 다른 핵심 시험조건인 완화 없이 수평시험의 평가목적과 결과 산출방식이 유지된 것으로 확인되었다. 해당 시험자료는 직접적인 시험동등성 자료로 인정할 수 없으나, 설치구역의 특성과 화재확산 기여도를 포함한 추가 기술검토를 거쳐 해당 적용범위에서 보수적인 보조 입증자료로 제한적으로 활용할 수 있다고 판단하였다. 이를 반영하여 표준과 다른 조건을 적용한 경우 시험배치, 측정항목, 계산방법, 판정기준 및 기술적 근거를 함께 확인하도록 체크리스트를 보완하였다.

사례 적용을 통해 체크리스트는 시험방법의 적용성, 실제 장착품에 대한 시편의 대표성, 표준과 다른 시험조건인 기술적 타당성 및 결과판정의 추적성을 순차적으로 검토하도록 보완되었다. 또한 사례 적용을 통해 체크리스트는 시험 적용성, 실제 장착품에 대한 시편의 대표성, 시험조건 및 결과판정의 근거를 순차적으로 확인하도록 구체화하였다.

보완된 체크리스트는 항공기 개발자 8명과 감항인증 담당자 6명을 대상으로 전문가 검토 및 의견수렴을 실시하였다. 검토 항목은 기술적 충분성, 판단 절차의 타당성, 자료 확인의 실무 적용성, 재료·장착 형태별 적용 범위의 적절성 및 시험계획·성적서 검토에서의 활용성으로 구성하였다. 전문가 검토에서는 체크리스트의 항목 충분성, 판단 명확성 및 실무 활용성을 확인하였다. 대부분의 검토자는 체크리스트가 시험계획 단계의 필요자료 식별과 시험 후 누락 항목 및 후속 조치 판단에 활용될 수 있다고 평가하였다. 다만 감항인증 담당자 1명은 연속 표면의 판단기준과 표준과 다른 시험조건인 인정 범위를 명확히 할 필요가 있다는 의견을 제시하였다. 이를 반영하여 사례 적용에서 도출한 항목을 장착품의 실물 크기·설치 형태·시험 선정 근거와 시험 배치·측정 항목·계산 방법·판정 기준으로 구체화하였다.

본 연구는 Part I 시험자료 세 건을 대상으로 한 탐색적 사례분석이므로 결과의 통계적 일반화에는 한계가 있다. 그러나 제안한 체크리스트는 시험 전에는 적용 시험과 최소 입증 자료를 선제적으로 확인하고, 시험 후에는 결손유형에 따라 자료 보완, 추가 기술 검토 또는 재시험을 일괄되게 결정할 수 있도록 한다. 따라서 국내 개발 내장재의 시험계획 수립과 감항성 심사에 즉시 활용할 수 있다는 실무적 가치가 있으며, 향후 Part II와 Part III 사례에 대한 추가 적용을 통해 적용 범위와 세부 판정기준을 지속적으로 보완할 필요가 있다.

5. 결론

본 연구는 국내 개발 항공기 내장재의 자소성 시험 자료를 감항인증에 활용하기 위해 관련 감항기준과 시험방법을 체계적으로 분석하였다. 여러 규정과 지침에 분산된 요구사항을 장착구역과 구성품 특성에 따른 시험선정체계로 정리하고, 시편의 대표성, 시험조건 및 결과 산출방법을 포함한 시험동등성 판단요소를 도출하였다.

이러한 분석을 바탕으로 시험 적용성, 시험대상물과 시편, 시험조건 및 결과판정으로 구성된 최소입증자료 체크리스트를 제시하였다. 국내 시험자료에 적용하고 전문가 검토의견을 반영한 결과, 체크리스트가 시험계획과 성적서에 포함해야 할 자료를 사전에

확인하고 감항성 심사에서 시험동등성의 근거를 일관되게 검토하는 데 활용될 수 있음을 확인하였다. 이는 항공기 내장재의 감항요건에 익숙하지 않은 개발업체와 시험기관이 필요한 입증자료를 준비하고, 감항인증기관이 이를 검토할 수 있도록 공통기준을 제공한다.

향후 Appendix F Part II와 Part III를 포함한 다양한 내장재 시험사례를 통해 체크리스트를 보완한다면, 국내 개발 항공기뿐 아니라 내장재와 좌석 등 KTSO 승인 대상 항공용품의 시험계획 수립과 입증자료 표준화에도 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] U.S. Department of Defense, Airworthiness Certification Criteria, MIL-HDBK-516D, Washington, D.C., 2026.
- [2] Office of the Federal Register and U.S. Government Publishing Office, Electronic Code of Federal Regulations, Title 14, Parts 23, 25, 27, and 29, Washington, D.C., 2026.

- [3] T. R. Marker, Aircraft Materials Fire Test Handbook, Revision 3, DOT/FAA/TC-17/55, Federal Aviation Administration, Atlantic City, NJ, 2019.
- [4] Federal Aviation Administration, Flammability Testing of Interior Materials, Policy Statement PS-ANM-25.853-01-R2, Washington, D.C., 2013.
- [5] Aeroblaze Laboratory Inc., Vertical Burn.
<https://www.aeroblazelab.com/tests/vertical-burn> (accessed 2026.08.09.)
- [6] Aviation Consulting & Engineering Solutions, Inc., Bunsen Burner Testing.
<https://www.aces.aero/bunsen-burner-testing> (accessed 2026.08.09.)
- [7] Aeroblaze Laboratory Inc., Oil Burn for Seat Cushion.
<https://www.aeroblazelab.com/tests/oil-burn-for-seat-cushion> (accessed 2026.08.09.)
- [8] Aeroblaze Laboratory Inc., Oil Burn for Cargo Liner.
<https://www.aeroblazelab.com/tests/oil-burn-for-cargo-liner> (accessed 2026.08.09.)
- [9] Federal Aviation Administration, Approval of Flammability Test Data in Support of Major Repairs or Major Alterations, FAA Order 8110.113, Washington, D.C., 2010.