

## 항공기용 배선의 자가소화성에 관한 연구

정덕영\* · 이백준\*\* · 이종희\*\*\*

### A Study on the Self-extinguishing for Aircraft Wire

Duck-Young Jeong\* · Baeck-Jun Yi\* · Jong-Hee Lee\*\*

#### ABSTRACT

All components such as structure, engine, electrical equipment, wire etc. should have certified qualities and functions for safe flight. The wire like a blood vessel of man is connected with most components and supply a electrical signal or power to them and only certified wire through a lot of tests such as rating, flame resistance, self-extinguishing, protection of EMI etc. must be used in aircraft. In other words, the wire should observe many certification requirements because it is one of the most important components.

Key Words: Wire, Insulation, Self-extinguishing, Flame Time, Burn Length, Drip Flame Time

#### 1. 서 론

2008년 4월 미국 최대 항공사인 아메리칸 항공(American Airlines)이 항공기 배선 점검을 이유로 사흘연속 모두 2,500여 편의 운항을 취소한 사건이 있었다. 이는 미연방항공청(FAA) 지침에 따라 MD-80 기종의 배선을 급하게 점검하느라 생긴 현상으로 항공기 배선의 중요성을 한 번 더 상기시켜주는 사건이었다. 배선 문제가 제작사의 막대한 경제적 손실 및 신뢰도를 낮추는 요인으로써 작용할 수 있고, 현재 뿐만

아니라 향후에도 지속적으로 발생할 수 있다. 이와 같은 문제의 발생 빈도를 줄이기 위해서는 항공기의 안전 운항을 위해 수립된 인증 요구조건에 따라 배선 선정, 설계, 제작, 조립 및 장착이 이루어져야 하고 주기적인 검사와 관리가 병행되어야 한다. 일반적으로 사람들은 항공기의 가장 중요한 요소로 엔진, 전기전자장비, 항법기술, 구조체 등을 이야기 한다. 하지만 여기서 간과해서는 안 될 요소가 바로 배선인 것이다. 배선은 사람에게 있어서 혈관과 같은 존재로 엔진, 전기전자장비 등 대부분의 구성품에 연결이 되어 있고 전기 신호 및 전력을 공급하기 위한 매개체로서 그 역할을 한다.

특히, 민간 항공기용 배선으로 사용되기 위해서는 미연방항공청이 제시하는 내화성, 자가소

†2011년 1월28일 접수 ~ 2011년 2월18일 심사완료

\* 정회원, 한국항공우주연구원

\*\* 종신회원, 한국항공우주연구원

연락처, E-mail: dyjeong@kari.re.kr

화성 등 화염 특성과 관련된 여러 가지 요구조건들을 만족해야 한다. 본 연구에서는 이 중에서 배선의 자가소화성에 관한 감항기술기준과 이를 만족시키기 위한 기준 및 시험 결과를 제시하였다.

## 2. 자가소화성 관련 감항기술기준 요건

항공기용 배선의 자가소화성 관련 감항기술기준은 전기 시스템의 화재 보호 요건 중에 포함되어 있으며, 관련 조항은 Table 1과 같다. 항공기의 크기에 상관없이 고정익에 들어가는 배선에 대한 자가소화성 요구조건은 동일하므로 Part 23급 소형항공기에 대한 조항만을 언급하였다.

Table 1. Self-extinguishing related Req't

요건	KAS 23.1359(c)
내용	첨부 F에 따라 60도 시험을 수행하는 경우 전기 배선 및 케이블의 절연체는 자가소화성 이어야 한다.
기준	Burn Length : 3" 이하 Flame Time : 30초 이하 Drip Flame Time : 3초 이하

## 3. Flammability Test(60° test)

항공기의 개발 기간과 비용을 고려하여 일반적으로 항공기에 사용되는 배선을 선정할 때에는 MIL spec. 또는 미연방항공청의 권고 회람서(Advisory Circular)에서 기술하는 검증된 배선을 대상으로 하나, 적용 장비의 특성에 따라 특별한 배선을 사용해야 하는 경우가 발생하기도 한다. 이러한 경우 배선의 절연체에 대한 요구조건인 자가소화성을 입증해야 하고, 이를 위한 시험 방법이 바로 Table 1에서 명기한 60도 시험이다.

자가소화성이란 배선 자체 과열 또는 주위 화재로 인하여 배선에 불이 붙었을 때 더 이상 번지지 않고 소화되는 특성으로 권고 회람서 AC 23-2A에서는 Avg. burn length, Avg. flame time, Avg. drip flame time으로 정의된다고 명시하고 있다.

감항기술기준 KAS 23.1359(c)의 적합성을 입증하기 위해서는 60° 시험 절차를 알아야 하고, 이 절차에 맞게 시험을 수행해야 한다.

### 3.1 Test Article

60° 시험을 위한 시편은 최소 3개 이상을 준비하여 평균값을 산출하는데 이용된다. 또한 각 시편은 시험 전 24시간 이상 70±5°F(21±3°C)의 온도와 50%±5%의 습도 조건에서 보관되어야 한다. 시편 길이에 대한 규정은 없으나 시험 setup을 고려하여 30" 정도의 길이가 요구된다.

### 3.2 Test Setup

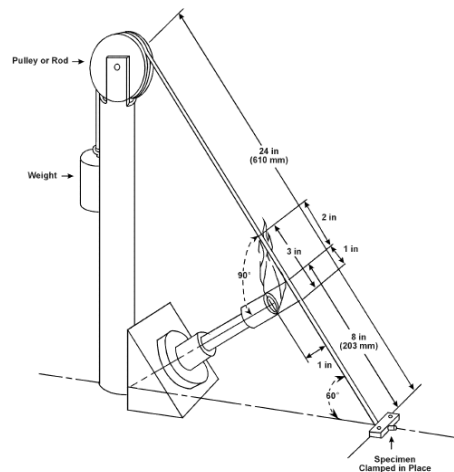


Fig. 1 60°Test Setup

배선과 케이블의 시편은 챔버 내에서 60°의 기울기로, 챔버의 앞면으로부터 약 6"의 거리를 두고 평행하게 위치시킨다.

단, 챔버는 시편의 연소에 필요한 충분한 공기의 흐름을 유지시켜 주기 위해서 수직면(앞)과 윗면이 개방되어야 하고, 24"(높이) × 12"

(가로) × 12"(세로)의 크기를 가져야 하며, 별도의 통풍장치는 사용하지 않는다.

시편의 아래쪽 끝부분을 클램프로 단단히 고정하고, 연소 시험 동안에 움직이지 않도록 시편의 위쪽 끝부분에 적당한 중량물(weight)을 달아 도르래(pulley)에 걸쳐 놓는다. 중량물은 배선 크기에 따라 달라지며 Table 2를 참조한다. 아래쪽 클램프와 위쪽 도르래 사이의 시편 길이는 24"가 되어야 하고, 화염 적용을 위한 중심점을 표시하기 위해 시편 아래 끝부분으로부터 8" 떨어진 곳에 표기한다.

Table 2. Wire size & Weight

AWG	Pounds	Kg
20	0.8	0.4
14	2.0	0.9
8	3.0	1.4
1	11.0	5.0

### 3.3 Test

시험 착수 전 분젠 버너의 조절을 통해 화염의 적정 온도 및 높이 등을 시험 조건에 맞게 설정해야 한다.

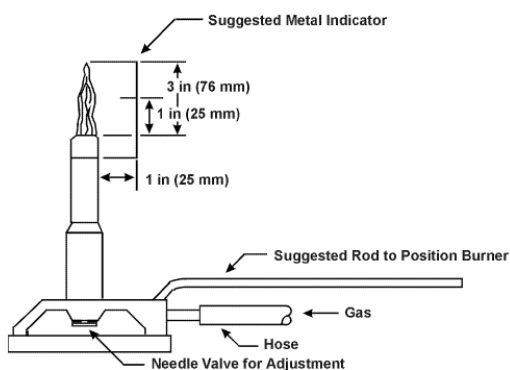


Fig. 2 Flame Height Control

분젠 버너의 불꽃 높이를 조절하기 위해서는 Fig. 2와 같이 Needle valve가 필요하고 1"의 속불꽃과 3"의 겉불꽃 높이를 맞추기 위해서는

그 만큼의 높이를 가진 Metal Indicator가 필요하다. 점화 전 Metal Indicator를 버너의 배럴(barrel)에 장착하여 불꽃의 높이를 측정한다.

버너의 화염 온도가 적합한 상태임을 확인한 후 시험을 수행한다. 가장 뜨거운 곳의 최소 화염 온도는 1750° F 이어야 한다.

버너 준비가 끝나면 시편에 표시한 8" 지점에 버너를 1" 떨어진 거리에서 시편과 수직되게 위치시킨다.

해당 시편에 화염을 30초 동안 적용하면서, 적하물이 발생한다면 그 적하물이 연소되는 시간을(drip flame time) 측정하고, 버너 제거 후 시편의 절연체가 연소되는 시간(flame time)도 측정한다. 또한 시편의 연소 길이를(burn length)를 측정한다.

각 시편 별로 동일한 절차를 반복한다.

### 3.4 Test Witness

권고 회람서 AC 23-17B System and Equipment Guide에서는 Flammability Test를 미연방항공청의 공식 인증시험으로 지정되어 있으며 미연방항공청 엔지니어 또는 위임 검사원에 의해 입회가 요구되는 시험으로 간주하고 있다.

현재 형식증명(TC) 획득을 목표로 한국항공우주산업(주)에서 개발하고 있는 소형항공기(KC-100)에 장착되는 배선들 중 2개의 배선(Table 4)에 대한 절연체 자가소화성 입증을 위해 60° 시험을 수행하였다. Fig. 3-5는 시험 중 촬영한 사진으로 Setup 및 Test 관련 모습을 보여준다.



Fig. 3 Setup Configuration

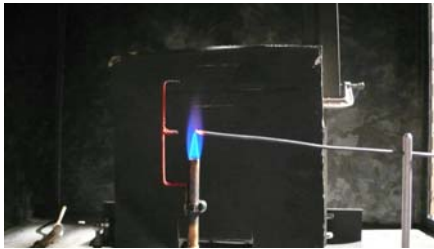


Fig. 4 Flame temp./height Measurement



Fig. 5 Test Configuration

### 3.5 Test Result

각 3개씩 2종류의 시편을 가지고 시험을 수행하였고 Burn Length, Flame Time, Drip Flame Time 을 측정하여 평균값을 산출하였다.

Table 3. Test Result for 2 articles

No	Avg B.L		Avg F.T		Avg D.F.T	
	S/B	ACT	S/B	ACT	S/B	ACT
1	3"	1.75	∠30	0.33	∠3	0
2		1.49	sec	0.16	sec	0

※ B.L : Burn Length

※ F.T : Flame Time

※ D.F.T : Drip Flame Time

Table 4. Test Articles

Manufacturer	Part No	Title
Thermax/CDT	TC746	Cable, 125 Ohm, Two Conductor Shielded & Jacked
Omega Engineering	EXFF-K -20	Twisted/Shielded Thermocouple Wire

본 60° 시험에 투입된 시편의 정보는 Table 4를 참조한다.

## 4. 결 론

본 시험으로 2개의 시편에 적용된 절연체는 자가소화(Self-extinguishing) 특성을 가지고 있으며 감항기술기준 KAS 23.1359(c) 조항을 만족하므로 항공기에 적용 가능하다.

항공기에 장착되는 배선은 항공기의 안전한 운항을 위해 필요한 해당 감항기술기준에 따라 설계, 제작, 시험 및 장착이 이루어 져야 하고, 요구조건에 적합한 배선만을 항공기에 사용해야 한다. 가급적 배선을 개발하여 적용하는 것 보다 국제 규격에 기술되어 있는 검증된 배선을 활용하여 개발 비용을 감소시켜야 하고, 항공기의 운항 조건과 환경에 맞게 배선을 장착한 후 합치성 검사(Conformity inspection)를 통해 최종적으로 적합성을 확인해야 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] FAA Advisory Circular 23-2A, Flammability Test, 2007.
- [2] FAA Advisory Circular 23-17B, System and Equipment Guide for Certification of Part 23 Airplanes and Airships, 2005.
- [3] FAA DOT/FAA/AR-00/12, Aircraft Materials Fire Test Handbook, 2000.
- [4] 정덕영, 양현덕, “항공기 전기배선의 선정 및 장착에 관한 연구”, 항공진흥지, 2009, pp. 105~126.
- [5] FAA presentation material. Electric wire insulation study : flammable properties and testing methods, 2005.