



## 비행기나 선박은 여하(如何)히 낙뢰(落雷)를 피하는 가에 대한 고찰

### How to Develop Lightning Arresters by Aircraft and Vessel Ships in Flying and Navigation

● 통계에 따르면 전세계에 하루에 떠다니는 대형여객기의 수는 약 13,000대 정도에 이른다고 하는데 이들 비행기의 각각은 1년에 1회는 낙뢰(落雷)를 맞는다고 한다. 그렇지만 이 낙뢰로 여객기가 사고를 일으켰다는 이야기는 들은 바가 없고, 또 이들 낙뢰로 승객이나 승무원이 감전됐다는 이야기도 없다.

비행기와 하늘, 번개와 하늘은 끊을래야 끊을 수 없는 관계에 있다. 따라서, 비행기와 번개도 끊을래야 끊을 수 없는 관계에 있다. 즉, 번개는 금속으로 떨어지기 쉽다고 말하는데 비행기는 이들 금속으로 되어 있다. 또, 비행기는 비행 중에는 공기와의 마찰로 이내 정전기를 대전(帶電)하기 쉬운 상태로 된다. 비행기 뇌해(雷害)의 영향, 또 비행기를 번개로부터 방어하기 위해서 많은 연구가 일찍부터 행하여져 왔다.

본고에서는 어려운 이야기는 빼고 비행기나 선박이 여하한 장치를 구비하여 낙뢰를 피하는가를 간단하게 소개한다.



趙 圭 心\*  
Cho, Kyu Shim

\* 본 원고는 대한 전기학회지(1997년 10월호)에 게재되었던 바 있습니다.

#### Abstracts

According to some statistics, about 13,000 passenger aircrafts are daily flying over the globe and these aircrafts are struck by a lightning flash at least once a year. But so far we have never heard lightning injured any passengers and crew members got shocked by lightning. The aircraft, lightning and the sky are inseparably related to each other. Accordingly, the aircraft and lightning are also inseparably related to each other. They say lightning is easily attracted to

metals and these aircrafts are incidentally made of metal. Aircraft become statically and electrically charged when flying because of the friction with air. A lot of research and investigation to protect aircraft from the influence of lightening have been made since the early days. The following descriptions outline researches and investigations on how aircraft and ships get aways from lightning flashes during the flight or the sail.

(Research and Investigation on Aircraft and Ships Get Aways from Lightning Flash)

\*전기통신기술사, 공학박사, 기술사사무소 신우엔지니어링 이사.

## 1. 벼락(雷)

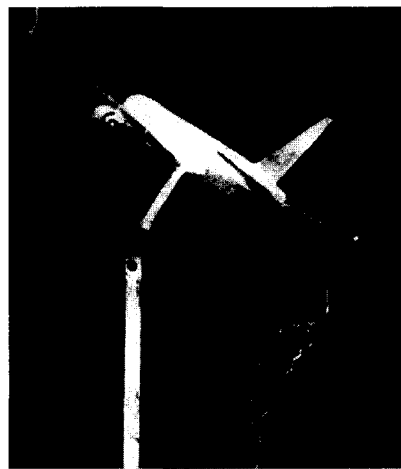
어떤 조사에 의하면 지금 이 순간에도 전세계의 약 1,800개소에서 벼락을 동반한 악천후가 발생하고 있으며, 이렇게 하여 하루에는 약 44,000개소에 이르며, 거기에는 약 9,000,000 번갯불이 발생하고 있다고 한다. 이것들은 여러 가지 원인으로 발생한 뇌운의 (+)전기를 가진 구름과 (-)전기를 가진 구름이 서로 접근하여 방전을 할 때의 거리는 약 4km 이 때 방전전압은 10억 볼트(volt)인데다 방전전류의 세기(intensity)는 약 1만 암페어(1萬 Ampere)라 하니 놀라지 않을 수 없다. 이것은 지상으로 떨어져도 마찬가지이다. 이와 같은 자연현상의 경이로움에 비하면 인간의 존재란 한낱 무(無)에 가깝다. 이와같이 벼락은 적란운의 수작에 기인한다.

번개의 발생에 관해서는 아직 불분명한 부분이 있으나 정전하(正電荷)와 부전하(負電荷)로 갈라진 구름의 내부 또는 지상과 구름의 사이에서 일어나는 방전 현상을 번개라고 우리는 말한다.

## 2. 비행기의 피해

비행기는 뇌운 속을 비행하고 있을 때 또는 그 근처를 비행하고 있을 때 벼락을 맞는 경우(즉, 落雷를 맞는 것)가 제일 많다. 드물게는 지상에 대기 중에 있는 비행기에 벼락이 떨어지는 수도 있다. 비행기 제작사는 신기종을 개발할 때, 스케일모델(scale model)을 사용해서 실험을 하고 있으며, <그림 1>은 스케일모델(scale model)을 사용하여 비행기에 대한 뇌 피해 실험을 하고 있는 사진이다. 이 실험을 통하여 기체(機體)의 어느 부분이 벼락을 맞기 쉬운가, 또 최종적으로 어느 곳으로 뇌전류가 빠져나가는가(재방전 점: 再放電點) 등을 확인한다.

이론적으로도 기체(機體)의 최전방, 저면(底面), 날개 끝(翼端, 즉, 主翼, 水平尾翼, 垂直尾翼), 엔진 최전방(engine最前方), 최후방(最後方), 다리(脚) 등은 가장 벼락을 맞기 쉬운 부분이며, 실제로도 많은 경험에서 이들 부분에 피뢰(落雷)가 심했다. 이것은 돌출부이므로 전기(電界)의 세기가 타의 부분에 비하여 높아져서 벼락(雷)을 맞기 쉬운 탓이라는 결론이다.



<그림 1> 777스케일 모델을 사용한 점보여객기의 電被害試驗(사진은 The Boeing Company)

## 3. 뇌 피해로 인한 손상

뇌 피해에 의한 손상은 여러 가지를 생각할 수 있으나 크게 분류하면 다음의 3종류로 된다.

(1) 뇌로 인해 방전이 발생한 부분이나 뇌전류가 흐른 경로에서의 금속부분 및 비금속부분의 용해.

(2) 전기 및 전자시스템의 일시적 상태불량 또는 고장

(3) 감전으로 인한 승객이나, 탑승요원의 부상  
(1), (2)에 대해서는 이것들이 원인이 되어 사고가 났다는 것은 근년의 여객기에서는 보고가



없었다. 비행 중 뇌 피해가 있었다는 보고가 있으면, 비행기 착륙 후에 정비 매뉴얼에 따라 소정의 검사를 실시하여 다음의 비행에 대비한다. 물론 필요에 의해서 수리를 하는 때도 있다.

앞에서 말한 바와 같이 벼락은 돌출부나 단말(端末)의 부분에 떨어지는 경우가 많으므로 이들의 부분을 중점적으로 검사함으로써 뇌피해 점과 재방전점을 특정 지을 수 있는 경우가 많다.

(3)에 대해서는 비행 중에 벼락을 맞아 승객이나 승무원이 감전됐다는 이야기를 들은 적이 없다. 단, 지상에서 대기 중의 비행기에 낙뢰하여 부근에서 정비 등의 작업을 하고 있던 사람이 감전된 사례는 드물기는 하나 보고가 있다.

상당히 오래된 이야기이기도 하나, 비행 중 비행기에 벼락이 떨어져 불뚱이 객실 내로 날아들었다는 이야기가 있다.

#### 4. 비행기의 뇌 피해대책

이상과 같이 비행기가 하늘을 나는 한, 벼락을 피해 가지는 못하므로 이 낙뢰의 피해에 대비해서 비행기에는 여러 가지 장치나 궁리가 되어 있다. 대표적으로 다음과 같은 것들이 있다.

##### 4.1 기상용 레이더

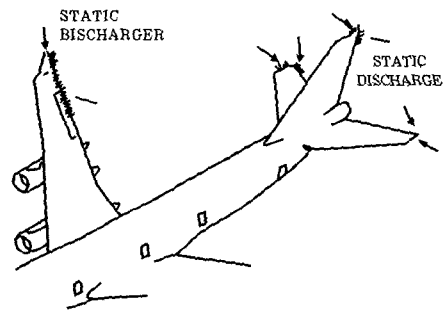
낙뢰를 맞을 가능성이 높은 적란운이 레이더에 잡히면 조종사는 이를 발견하고 그것을 피해서 간다.

##### 4.2 본딩 와이어(bonding wire)

비행기 기체 구조의 봉합부분(縫合部分: joint part) 또는 동익(動翼: 움직이는 날개)과 기체구조(機體構造)와의 사이에 본딩와이어(bonding wire)를 끌어서 뇌전류가 원활하게 흐르게 하여, 기체(機體)나 동익(動翼)의 손상을 최소한으로 한다.

4.3 스타틱 디스차저(static discharger) 정전기 기체(機體)표면에 축적된 정전기가 방전할 때의 잡음이 통신기에 영향을 줌으로 이 스타틱 디스차저(static dischargers : 靜電氣放電器)로 불려 적당히 공중으로 정전기를 방전시킨다.

이것은 <그림 2>와 같이 되어 있다. 시중에는 키 홀더(key holder)로 정전기의 쇼크(shock)를 중화 시키는 것이 시판되고 있는데 원리는 같다. 뇌 피해서 이곳으로부터 재방전 될 가능성이 높음으로 스타틱 디스차저(static discharger) 그 자체는 손상을 입으나 기체에의 손상은 최소로 된다.



<그림 2> Boeing 747 정보기에 붙인 Static Discharger

##### 4.4 쉴드(Shield)

뇌전류로 인한 전자적 잡음, 유기 전류를 방지하기 위하여 외부로 노출되어 있는 전선은 엄중하게 쉴드 되어 있다. 최근에는 중량 경감을 위해 복합 재료(이것은 비금속임)가 많이 사용되고 있으며, 이 부분에 배선되어 있는 전선도 특별한 배려가 되어 있다.

#### 5. 비행기 제작의 낙뢰에 대한 대책

비행기는 뇌 피해에 견디게 하기 위해서(耐久性을 주기 위해서) 법적으로 비행기 설계기준이

설정되어 있으며, 비행기 제작자는 이 기준을 만족하도록 비행기를 제작하지 못하면 비행기 제작의 승인을 받지 못한다. 최근에는 복합재의 사용 또는 비행기에 탑재되어 있는 디지털 기기(digital equipment)시스템에 대한 영향을 고려하여 상기의 기준이 강화되어 있다.

비행기라는 것은 벼락을 피할 수 없다. 따라서 벼락으로부터의 안전한 비행기 제작을 목표로 하여 주야로 연구가 계속되고 있다.

## 6. 선박의 뇌피뢰 설비

피뢰라는 점에서 말한다면 선박은 철로 되어 있는 경우가 많고 물 위에 떠 있기 때문에 충분히 접지되어 있다고 생각해도 좋다. 선박 중에서도 목선이나 FRP船(Fiber Glass Reinforced Plastic: 유리 화이버로 강화된 플라스틱 재료로 만든 船)은 비전도성의 재질로 되어 있으므로 낙뢰에 의해 손상 또는 화재가 발생할 수도 있기는 하나 지금까지 큰 낙뢰 사고는 없었고 큰 문제가 된 일도 없었다. 특히 피뢰설비에 대해서는 국내 법령상 기준, 의무라는 것이 없었다. 법령 이외의 규정으로서선급협회인 한국해사협회의 강선규칙의 전기편에 목재의 마스트(mast)의 피뢰설비에 관한 규정이 있으며, 또 계류선에 대한 잠정 기준에는 철근 콘크리트 구조물에 있어서는 KSISA 「건축물 등의 피뢰설비에 의한 것, 강제의 구조물에 있어서는 한국해사협회의 강선 규칙에 의한 것」 등의 규정이 있다.

FRR제 유람선(예, 수 10t, 길이 10~20m)에 낙뢰하여 화재가 발생하여 선저(船底)를 남기고, 상부는 전소(全燒)한 사고 예가 몇 년 전에 있었다.

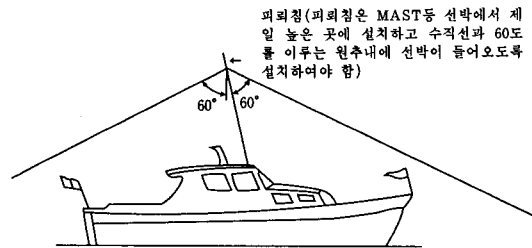
이 배는 계류 중에 있었으며 승객은 없어 인명 피해는 없었다. 이 경우는 계류할 때 금속의 강

철줄을 통해서 낙뢰하였다. 배의 마스트(mast)는 비전도성의 재료로 하며, 선박의 구조, 운항상태, 이 선박이 항행하는 수역에 있어서의 기상상의 제특성 등을 고려하여 피뢰의 필요성이 높을 때에는 그 선박에 피뢰설비를 하도록 한다.

그 내용은 국제 기준으로서 IEC(國際電氣標準會議)의 선박용의 규격에 있으므로 그 IEC규격을 준거한다. 그 내용은 다음과 같다.

### 6.1 피뢰침의 설치 장소

피뢰침은 마스트 등 선박에서 제일 높은 곳에 설치하며, 될 수 있는 대로 선체가 피뢰침을 포함하는 수직선과 60도를 이루는 원추내에 들게 설치한다. 즉 <그림 3>과 같이 설치한다.



<그림 3> 선박낙뢰에 대한 保護角

### 6.2 피뢰침의 설치장소 및 간단한 사양

피뢰침은 마스트 등 선박에서 제일 높은 위치이며 적어도 150mm 돌출시켜서 설치된 직경 12mm 이상의 적당한 동스파이크(銅 spike)와 그것에 동리베트(銅 rivet)로 설치하던가 또는 동클램프(銅 clamp)로 조여 준 단면적 75mm<sup>2</sup> 이상의 연속된 동대(銅帶) 또는 동로프(동 rope)로 구성되는 것이 아니면 안된다. 동대(銅帶)가 사용될 때는 동대의 하단(下端)은 마스터를 떠나는 개소에서 끝나게 하고 75mm<sup>2</sup> 이상의 단면을 가진 동로프(銅 rope)에 클램프로 확실히 조여 주어야 한다. 동로프는 배가 옆으로 기울어진 상태에서



도 수중(水中)에 침수되는 그런 방법으로 흡수선(吃水線)보다 충분히 밑으로 설치한 면적  $0.2\text{m}^2$  이상의 동판크래프를 써서 확실하게 조여서 부착시킨다.

### 6.3 주의할 점

강재마스트를 설치하고 있는 목선 및 FRP선에서는 각각의 마스트에 동로프(銅 rope)를 확실하게 붙여서 마스트와 양호한 전기적 접촉을 유지시켜 상기 7.2에 적합하는 동판(銅版)을 마스트와 접촉하지 않으면 안된다.

### 6.4 목재 또는 FRP마스트를 갖춘 강선(鋼船)

목재 마스트를 갖춘 강선(鋼船)에 있어서는 피뢰침은 상기(2)에 정해진 바와 같은 스파이크(spike)에 접촉한 동대 또는 동로프(銅 rope)로 구하지 않으면 안된다. 하단에 있어서, 동대 또는 동로프(銅 rope)는 선체에 가장 가까운 금속구성 부분에 크래프(clamp)로 확실하게 죄어 주어야 한다.

### 6.5 장치의 상세(詳細)

피뢰침은 될 수 있는 한 직선형으로 하고 또 급하게 구불 되면 안된다. 사용되는 모든 크래프(clamp)는 톱니형의 접촉형이고 유효하게 조여 준 동(銅) 또는 황동(黃銅)의 것이 바람직하다. 납땜으로 접속해서는 안된다.

### 6.6 저항(抵抗)

피뢰침의 저항(抵抗)은 마스트 정점과 그것이 접속되어 있는 접지판 또는 선체간에서 측정해서  $0.02\Omega$ 를 넘어서는 안된다.

## 7. 선박에 벼락이 떨어진 1 예

최근 선박에 낙뢰한 예를 들면 이태리에서였다. 이태리에서 한 탱크선에 낙뢰 하여 폭발하는 사고가 발생하였다. 이 배는 총 ton수가 약 3000ton, 적화중량은 약 5700ton, 길이 약 100m의 정제유탱크였다. 배의 손상상태는 배 앞부분의 갑판이 폭발로 길이 20m나 말려서 올라가고 측면으로는 직경 1.5m의 구멍이 뚫리는 큰 사고였다.

## 8. 맺음말

비행기나 배라는 것은 벼락에는 들어 내놓은 존재이기 때문에 이를 피할래야 피할 길이 없다. 비행 중 레이더에 적란운 등이 잡히면 조정사는 이것을 피하면서 비행기를 운행하는 등 만반의 조치를 취한다. 특히 비행기의 경우는 안전한 비행기를 만들고자 일찍부터 주야로 연구가 계속되고 있다.

(원고 접수일 1998. 5. 11)