

비행기(飛行機)나 선박(船舶)은 여하(如何)히 낙뢰(落雷)를 피(避)하는가에 대한 궁리(窮理)

조 규 심*

(*東亞엔지니어링株式會社 技術顧問, 工學博士, 技術士)

1. 서 론

통계에 따르면 전세계 중(全世界中)에는 13,000대 정도의 대형 여객기(大形旅客機)가 떠다니는데 이들 비행기(飛行機)의 각각은 1년에 1회는 낙뢰(落雷)를 맞는다고 한다. 그렇지만 이 낙뢰로 여객기(旅客機)가 사고(事故)를 일으켰다는 이야기는 들은 바가 없다. 또 이들 낙뢰(落雷)로 승객(乘客)이나 승무원(乘務員)이 감전(感電)됐다는 이야기도 없다.

비행기(飛行機)와 하늘, 또 번개(雷)와 하늘은 끊을래야 끊을 수 없는 관계(關係)에 있다. 따라서, 비행기(飛行機)와 번개(雷)도 끊을래야 끊을 수 없는 관계에 있다. 즉, 번개(雷)는 금속(金屬)에 떨어지기 쉽다고 말하는데 비행기(飛行機)는 그 금속(金屬)으로 되어 있다. 또, 비행기(飛行機)는 비행 중(飛行中)에는 공기(空氣)와의 마찰로 인해 정전기(靜電氣)를 대전(帶電)하기 쉬운 상태(狀態)로 된다. 비행기(飛行機)의 뇌해(雷害)의 영향(影響), 또는 비행기(飛行機)를 번개(雷)로부터 지키기 위해서 많은 연구(研究)가 옛적부터 행하여져 왔다.

본고(本稿)에서는 어려운 이야기는 빼고 비행기(飛行機)와 번락(雷)에 대해서 간단하게 소개한다.

2. 번락(雷)

어떤 조사(調査)에 의하면 지금 이 순간(瞬間)에도 전세계 중(全世界中)의 1,800개소(個所)에서 번락을 동반한 악천후(惡天候)가 발생(發生)하고 있으며, 이렇게 하여 하루에는 44,000개소에 이르며, 거기에는 9,000,000회(回)나 번개불(雷光)이 발생하고 있다고 한다. 이것들은 여러 가지 원인(原因)으로 발생한 뇌운(雷雲) 적란운(積亂雲)의 수작에 기인(起因)한다.

번개(雷)의 발생(發生)에 관(關)해서는 아직 불분명(不分明)한 부분이 있으나 정전하(正電荷)와 부전하(負電荷)로 갈라진 구름(雲)의 내부(內部) 또는 지상(地上)과 구름(雲)의

사이에서 일어나는 방전 현상(放電現象)을 번개(雷)이라고 말한다.

3. 비행기(飛行機)의 피해(被害)

비행기(飛行機)는 뇌운(雷雲)의 속(中)을 비행하고 있을 때 또는 그 근처(近處)를 비행하고 있을 때 번락(雷)을 맞는 경우(즉, 落雷)가 제일 많으나, 드물게는 지상에 대기(待機)중에 번락(雷)을 맞는 수도 있다. 비행기 제작사(飛行機製作社)는 신기종(新機種)을 개발할 때, 스케일(모델)(scale model)을 사용해서 실험(實驗)을 하고 있으며, 그림-1은 스케일(모델)(scale model)을 사용하여 뇌 피해 실험(雷被害實驗)을 하는 사진이다. 이 실험을 통하여 기체(機體)의 어느 부분(部分)이 번락(雷)을 맞기 쉬운가, 또 최종적(最終的)으로 어느 곳으로 뇌진류(雷電流)가 빠져 나가는가(재방전점, 再放電點)등을 확인한다.



그림 1. 777스케일 모델을 사용한 점보여객기의 電被害시험 (寫眞은 The Boeing Company 자료)

기체(機體)의 최전방(最前方), 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 벼락(雷)을 맞기 쉬운 부분(部分)이며, 실제로 많은 경험에서도 이것들 부분에 피뢰(被雷)가 심하다. 이것은 돌출부(突出部)임으로 전기(電界)가 타의 부분(他部分)에 비하여 높아져서 벼락(雷)을 맞기 쉬운 탓이라 한다.

4. 뇌피해(雷被害)로 인한 손상(損傷)

뇌 피해(雷被害)에 의한 손상(損傷)은 여러 가지를 생각할 수 있으나 크게 분류(分類)하면 다음의 3종류(種類)로 된다.

- (1) 방전(放電)이 발생한 부분(部分)이나 뇌전류(雷電流)가 흐른 경로(經路)에서의 금속부분(金屬部分)(비금속부분(非金屬部分)의 용해.
- (2) 전기(전자(電氣(電子)시스템의 일시적 상태 불량(狀態不良) 또는 고장(故障)
- (3) 감전(感電)에 인한 승객(乘客)이나, 탑승요원(搭乗要員)의 부상(負傷).

(1), (2)에 대해서는 이것들이 원인(原因)이 되어 사고(事故)가 났다는 것은 근년(近年)의 여객기(旅客機)에서는 보고가 없었다. 뇌피해(雷被害)가 있었다는 보고가 있으면, 비행기 착륙 후(飛行機 着陸後)에 정비 매뉴얼에 따라 소정의 검사(檢査)를 실시하여 다음의 비행에 대비(對備)한다. 물론 필요에 의해서 수리(修理)를 하는 때도 있다.

앞에서 말한 바와 같이 벼락(雷)은 돌출부분(突出部分)이나 단말(端末)의 부분에 떨어지는 경우가 많으므로 이들의 부분(部分)을 중점적으로 검사(檢査)함으로써 뇌피해점(雷被害點)과 재방전점(再放電點)을 특정(特定)할 수 있는 경우가 많이 있다.

(3)에 대해서는 비행 중(飛行中)에 벼락(雷)을 맞아 승객(乘客)이나 승무원(乘務員)이 감전(感電)됐다는 이야기를 들은 적이 없다. 단, 지상(地上)에서 대기중(待機中)의 비행기에 낙뢰(落雷)하여 부근에서 정비 등의 작업을 하고 있던 사람이 감전(感電)된 사례(事例)는 드물기는 하나 보고가 있다.

상당히 오래된 이야기기는 하나 비행 중(飛行中) 비행기(飛行機)에 벼락(雷)이 떨어져 불뿜이 객실 내(客室內)로 날아 들었다는 이야기가 있다.

5. 뇌 피해 대책(雷被害對策)

이상과 같이 비행기(飛行機)가 날으는 한 벼락(雷)을 피(避)해 가지는 못하므로 이 뇌해(雷害:벼락 피해)에 대비(對備)해서 비행기(飛行機)에는 여러 가지 장치(裝置)나 궁리(窮理)가 되어 있다. 대표적(代表的)인 것을 이하에 설명한다.

5.1 기상용(氣象用) 레이더

낙뢰(落雷)를 맞을 가능성(可能性)이 높은 적란운(積亂雲)을 발견(發見)하고 그것을 피해(回避)서 간다.

5.2 본딩 와이어(bonding wire)

비행기 기체 구조(飛行機機體構造)의 봉합 부분(縫合部分, joint part) 또는 동익(動翼:움직이는 날개)과 기체 구조(機體構造)와의 사이에 본딩와이어(bonding wire)를 끌어서 뇌전류(雷電流)가 원활하게 흐르게 하여, 기체(機體)나 동익(動翼)의 손상을 최소화(最小限)으로 한다.

5.3 스태틱 디스차저(static discharger)

기체(機體)표면에 축적(蓄積)된 정전기(靜電氣)가 방전(放電)할 때의 잡음(雜音)이 통신기(通信機)에 영향(影響)을 줌으로 이 스태틱 디스차저(staic dischrger)로 부쳐 적당히 공중(空中)으로 정전기(靜電氣)를 방전(放電)시킨다.

이것은 그림-2와 같이 되어 있다. 시중(市中)에는 키 홀더(key holder)로 정전기의 쇼크(shock)를 중화(中和)시키는 것이 시판(市販)되고 있는데 원리(原理)는 같다. 뇌 피해시(雷被害時) 이곳으로부터 재방전(再放電)될 가능성이 높음으로써, 스태틱 디스차저(static discharger) 그 자체는 손상(損傷)을 입으나 기체(機體)에의 손상은 최소화(最小限)으로 된다.

5.4 쉴드(shield)

뇌전류(雷電流)로 인한 전자적 잡음(電子的 雜音), 유기전류(誘起電流)를 방지하기 위하여 외부(外部)로 노출되어 있는 전선(電線)은 엄중하게 쉴드 되어 있다. 최근(最近)에는 중량 경감(重量輕減)을 위해 복합 재료(複合材料: 이것은 비금속임)가 많이 사용되고 있으며, 이 부분에 배선(配線)되어 있는 전선(電線)도 특별한 배려(配慮)가 되어 있다.

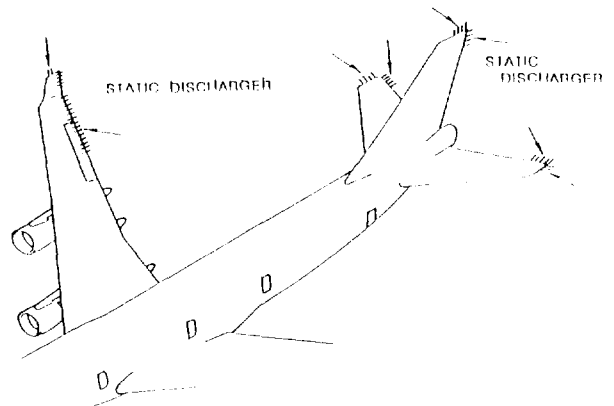


그림 2. Boeing 747 점보기에 붙인 Static Discharger

6. 비행기 제작(飛行機製作)의 낙뢰(落雷)에 대한 대책(對策)

뇌 피해(雷被害)에 견디게 하기 위해서 (耐久성을 주기 위해서), 법적(法的)으로 비행기 설계 기준(飛行機設計基準)이 설정되어 있으며, 비행기 제작자(飛行機製作者)는 이 기준을 만족하도록 비행기를 만들지 못하면 승인을 받지 못한다. 최근(最近)에는 복합재(複合材)의 사용 또는 비행기(飛行機)에 탑재(搭載)되어 있는 디지털기기(digital equipment) 시스템에 대한 영향을 고려하여 기준이 강화(強化)되어 있다.

비행기(飛行機)라는 것은 벼락(雷)을 피(避)할 수 없다. 안전(安全)한 비행기(飛行機)를 목표로 하여 주야로 연구가 계속되고 있다.

7. 선박(船舶)의 뇌피뢰 설비(雷避雷設備)

피뢰(避雷)라는 점에서 말 한다면 선박(船舶)은 철(鐵)로 되어있는 경우가 많고 물(水) 위에 떠 있기 때문에 충분히 접지(接地)되어 있다고 생각 해도 좋다. 단, 목선(木船), FRP선은 비전도성(非電導性)의 재질(材質)로 되어 있으므로 낙뢰(落雷)에 의해 손상(損傷)또는 화재(火災)가 발생할 수도 있으나 지금까지 큰 낙뢰 사고(落雷事故)는 없었고 큰 문제(問題)가 된 일은 없었다. 특히 피뢰설비(避雷設備)에 대해서는 국내법령상(國內法令上), 기준(基準), 의무(義務)라는 것이 없었다. 법령 이외(法令以外)의 규정(規定)으로서 는 선급 협회(船級協會)인 한국해사협회(韓國海事協會)의

강선 규칙(鋼船規則)의 전기편(電氣編)에는 목재(木製)의 마스트(mast)의 피뢰설(避雷設備)에 관한 규정(規定)이 있으며, 또 계류선(係留船)에 대한 잠정 기준(暫定基準)에는 철근콘크리트구조물(構造物)에 있어서는 KSISA 「건축물 등의 피뢰 설비(避雷設備)에 의한 것, 강제(強制)의 구조물(構造物)에 있어서는 한국해사협회(韓國海事協會)의 강선 규칙(鋼船規則)」에 의한 것 등의 규정(規定)이 있다.

FRR제 유람선(遊覽船)(예, 수10t, 길이 10~20m)에 낙뢰(落雷)하여 화재(火災)가 발생하여 선저(船底)를 남기고, 상부(上部)는 전소(全燒)한 사고 예가 우리나라에서 몇년 전에 있었다.

이 배(船)는 계류 중에 있었으며 승객은 없어 인명피해는 없었다. 이 경우는 계류할 때 금속의 강철줄을 통해서 낙뢰(落雷)하였다. 배(船)의 마스트(mast)는 비전도성(非電導性)의 재료로 하며, 선박(船舶)의 구조, 운항 실태(運航實態), 이 선박이 항행(航行)하는 수역(水域)에 있어서의 기상상(氣象上)의 제특성(諸特性)등을 고려하여 피뢰(避雷)의 필요성이 높은 때에는 그 선박(船舶)에 피뢰 설비(避雷設備)를 하도록 한다.

그 내용은 국제기준(國際基準)으로서 IEC(國際電氣標準會議)의 선박용의 규격에 있으므로 그 IEC규격을 준거(準據)한다. 그 내용(內容)은 다음과 같다.

7.1 피뢰침(避雷針)의 설치장소(設置場所)

피뢰침은 마스트(mast)등 선박(船舶)에서 제일 높은 곳에 설치하며, 될 수 있는 한 선체(船體)가 피뢰침(避雷針)을 포함하는 수직선(垂直線)과 60도(度)를 이루는 원추(圓錐)내에 들게 설치한다. 즉 그림-3과 같이 설치한다.

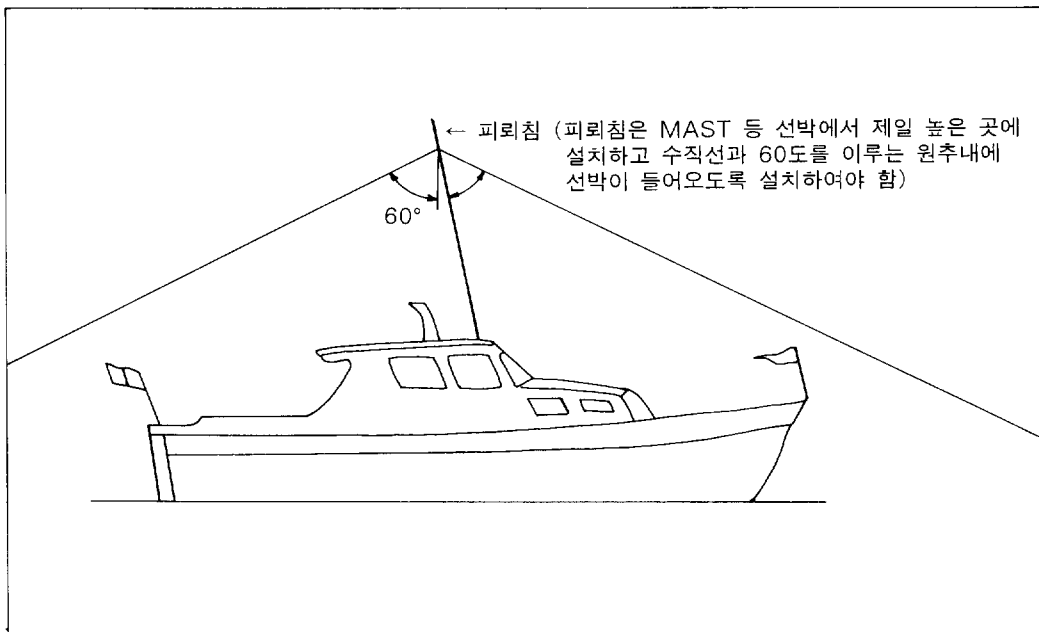


그림 3. 선박낙뢰(船舶落雷)에 대한 保護角

7.2 피뢰침(避雷針)의 설치 장소 및 간단한 사양(仕様)

피뢰침은 마스트(mast)등 선박에서 제일 높은 위치이며 적어도 150mm 돌출(突出)시켜서 설치된 직경 12mm이상의 적당한 동스파이크(銅spike)와 그것에 동리베트(銅 rivet)로 설치하든가 또는 동크램프(銅clamp)로 조여 준 단면적(斷面積) 75mm² 이상의 연속된 동대(銅帶) 또는 동로프(銅 rope)로 구성되는 것이 아니면 안된다. 동대(銅帶)가 사용될 때는 동대의 하단(下端)은 마스터를 떠나는 개소에서 끝나게 하고 75mm² 이상의 단면(斷面)을 가진 동로프(銅rope)에 크램프로 확실하게 조여 주어야 한다. 동로프는 배(船)가 옆으로 기울어진 상태에서도 수중(水中)에 침수(浸水)되는 그런 방법으로 흡수선(吸水線) 보다 충분히 밑으로 설치한 면적 0.2m²이상의 동판(銅版)크램프를 써서 확실하게 조여서 부착시킨다.

7.3 주의할 점

강제(鋼製)마스트를 설치하고 있는 목선(木船)및 FRP선에서는 각각의 마스트에 동로프(銅 rope)를 확실하게 부쳐서 마스트와 양호한 전기적 접촉(電氣的接觸)을 유지시켜 상기 7.2에 적합하는 동판(銅板)을 마스트와 접촉하지 않으면 안된다.

7.4 목제(木製) 또는 FRP마스트를 갖춘 강선(鋼船)

목제 매스트를 갖춘 강선(鋼船)에서 있어서는 피뢰침은 상기(2)에 정해진 바와 같은 스파이크(spike)에 접촉한 동대(銅帶) 또는 동로프(銅 rope)로 구하지 않으면 안된다. 하단(下端) 있어서, 동대(銅帶) 또는 동로프(銅rope), 선체(船體)에 가장 가까운 금속구성부분(金屬構成部分)을 크램프(clamp)로 확실하게 죄어 주어야 한다.

7.5 장치(裝置)의 상세(詳細)

피뢰침(避雷針)은 될 수 있는 한 직선형(直線形)으로 하고 또 급하게 구불되면 안된다. 사용되는 모든 크램프는 톱니형의 접촉형이고 유효하게 조여 준 동(銅)또는 황동(黃銅)의 것이 바람직하다. 납땜으로 접속해서는 안된다.

7.6 저항(抵抗)

피뢰침(避雷針)의 저항(抵抗)은 마스트 정점(mast頂点)과 그것이 접속되어 있는 접지판(接地板) 또는 선체간에서 측정해서 0.02Ω를 넘어서는 안된다.

8. 맺음말

최근(最近)에 선박에 낙뢰한 예를 들면 이태리에서 한 탱크선(tanker)에 벵락(雷)이 낙뢰하여 폭발(爆發)하는 사고가 발생하였다. 이 배는 총 ton 수 약 3000ton, 적화 중량(積貨重量)은 약 5700ton, 길이 약 100m의 정제유(精製油) 탱커(tanker)였다. 배(船)의 손상 상태는 배 앞부분의 탱커의 갑판이 폭발로 길이 20m이나 말려서 올라가고 측면으로는 직경 1.5m의 구멍이 뚫어져 있다.



조규심(曹圭心)

1928년 12월 23일생. 서울대 공대 전자공학과 졸업. 공학박사. 기술사(전기통신). 체신부 근무(통신기좌). 미국 Bell Laboratory의 연구소 Telephone Switching Department (미국 New Jersey주 소재)-전기통신기술

연구/프랑스 CNET 통신연구소(Centre Nationale Recherche & Etude des Telecommunications, 프랑스 Paris 소재)-전송 및 교환공학 연구/독일 우정성 통신연구소(Bundespost Nachricht Technische Forschung Institute für Telecommunications 독일 Darmstadt시 소재)-전송 및 교환 기술 연구. 한국전자통신연구소 전송방식연구실(실장). 고려통신기술용역 주식회사 근무(대표이사). 동아엔지니어링 주식회사 기술고문. 한국기술사회(이사). 대한전기공학회(이사). 미국 전기전자공학회 IEEE(정회원).