

技 術 解 說

# 航空機의 電氣裝備

金 恒 旭\*

편집위원회의 요청에 따라 항공전공이 아닌 기술자  
를 대상으로 항공기의 전기장비에 대하여 그 윤곽을 기  
술코저 한다.

目 次

1. 서 언
2. 전원계통
3. 전력소모계통
4. 제기계통
5. 경고 및 조작계통
6. 항법 및 통신계통
7. I.L.S와 G.C.A
8. 결 언

## 1. 서 언

항공기는 귀중한 생명과 재산을 타협없는 환경에서  
운반하기 때문에 비행안전의 문제가 무엇보다도 중요  
하다. 공중을 날기 때문에 간단히 수리할 수 없는 고  
장을 일으키면 자동차와 같이 도로변에 세워둘 수 없  
고 운이 좋은 형편이타야 위험하지만, 비상착륙을 강행  
하는 것이 유일한 길이다. 다시 말해서 항공기는 일반  
적으로 안전이나 파달이나의, 양극단점만을 갖는 환경  
하에서 운용되고 있는 것이다.

항공기도 일종의 산업기계인 만큼 경영의 측면에서  
보는 경제성의 문제가 도외시될 수는 없지만, 안전문제  
가 절대적으로 우선하며 안전 관리는 감독청에서 法에  
의하여 다루고 있다. 아무리 성능이 기발한 항공기가  
설계되었다 해도 안전성이 법의 허용범위 안에 있음이  
입증되지 않으면 제작 허가를 얻을 수 없으며, 또한 일  
단 제작된 비행기도 항상 안전성 점검을 받아야 하며  
그 결과에 따라 비행여부가 결정되는 것이다.

離陸하여 着陸하기까지는 완전히 독립된 생명체와  
같이 필요한 동력을 適히 자급자족할 뿐 아니라 주위  
환경이나 자체 각 부의 상태감지로부터 이의 판단및 그

에 따른 조치에 이르기까지 스스로 해 내야 한다. 중  
요한 조치는 물론 탑승원에 의하지만 사소한 부분에대  
해서는 미리 정해놓은 처방대로 기계 자신이 처리할경  
우가 많다.

작게는 어떤 부분의 온도나 압력을 일정으로 유지하  
는 일부터 크게는 방향을 찾아서 자동조작으로 목적지  
에 접근하는 장치들이 대부분 자동이다. 수시로 변화  
하는 환경조건을 정확히 감지하여 이를 판단한 다음 적  
절한 조치를 취하는 일이 자동적으로 되기 위해서는설  
비를 꼭 정밀히 해야 한다. 자급하는 動力源으로부터  
각 부에 동력을 공급하는 혈관계통, 관련되는 모든 환  
경상태를 감지하고 새로운 지시를 내리는 신경계통 등  
등 四肢, 오장육부, 육감 등을 모두 갖는 실로 복잡한  
기계이다.

작고 간단한 경비행기로부터 크고 복잡한 대형기를  
거쳐 모든 우주비행체에 이르기까지 항공기의 범주에  
속한다.

이 광범위한 항공기 전체에 대해서 그 전기설비를 소  
개하기에는 필자의 지식과 시간이 너무 부족하기 때문  
에 현용 대형여객기를 예로 그 소개대상범위를 줄여서  
윤곽적으로 기술하고자 한다.

비행기의 적절한 조작을 위하여 기내에 장치되는 모  
든 기계계통을 일괄하여 航護裝備라고 하며 항공장비  
중 신경계통에 속하는 부분은 전기가 전담하고 있는형  
편이다.

상태에 對한 Signal Pick Up은 전기적으로 직접하  
는 것도 있지만 주로 기계적으로 이루어진다. 그러나  
이의 확대·전송은 거의 전부가 전기적이다. 상황의 판  
단과 조치의 지시계통도 기계적인 것과 전기적인 것이  
혼합되어 이루어진다. 그 외의 동력의 공급에도 전기  
적인 방법이 많이 쓰인다. 그러기에 Boing 707급의 여  
객기이면 기내에 배선할 전선의 길이가 수만 ft.에 달  
한다고 한다. 기내의 전기적 작동이 무선통신계통에 간  
섭을 주지 않도록 하기 위하여 모든 전기기기는 금속

\*正會員：韓國航空大學教授

으로 둘러싸여 無線遮閉한다.

이하 비행기의 전기설비를 구분하면서 좀 더 자세히 살펴보도록 한다.

## 2. 電氣系統

비행기의 전원계통은 Main Engine에 의하여 구동되는 주 발전기, 독립으로 機上에 설치된 小型 Engine에 의하여 구동되는 보조발전기 및 기상에 탑재하고 다니는 축전지와 이들의 통제·배전계통으로 구성된다.

1950年代까지만 해도 기상(機上)전력 소모가 5마력이 하였으며 직류전원계통을 사용해 왔었다. 이것은 주 발전기가 24Volt의 전압이었으며 용량이 가장 큰 것이 720V.A 정도였다. 부분적으로 승압하여 쓸 때는 변류계를 거쳐 교류로 변환하여야 했었다. 전원전압은 機上에 탑재된 축전지의 연결상 높일 수 없었다. 이 전원계통은 單線配線이 가능하였으므로 따라서 전선의 무게를 줄일 수도 있었지만 다른 한편으로는 전선의 무게를 증대시키는 결과를 초래했었다. 전압이 낮기 때문에 전력의 송전에 있어서는 전류가 클 수 밖에 없었다. 따라서 도선이 굵어야 했다. 전력소모가 비교적 적을 때는 단색배선의 중량감소가 효과 있었지만 전력소모가 커짐에 따라서 굵은 전선으로 인한 중량의 증대가 단색배선에서 얻어지는 중량감소의 이점을 말살하기에 이르렀다. 이와같은 전원계통에서는 고압으로 인한 전기사고가 없었으며 絶緣에도 큰 신경을 쓰지 않을 수 있었다.

근래에 와서 비행기가 대형화하고 내부의 장비계통이 고압화함에 따라 전력 소모가 급격히 증대하였으며 따라서 직류 전원계통은 빛을 잃고 말았다. 오늘날의 대형 여객기는 거의 모두가 220Volt 三相교류계통이다 굵은 전선을 쓰지 않고도 전선에서의 전력소모를 제한할 수 있지만, 절연에는 신경을 써야 한다. 직류를 요하는 곳, 즉 축전지의 충전이나 Relay의 작동 및 직류계 등에는 변류계를 통하여 전력공급을 한다.

### 主발전기(Main Generator)

주 발전기는 Main Engine에 하나씩 직결되어서 구동되는 발전기이며 직류계통에서는 큰 것이 1마력 정도의 용량이고 교류계통에서는 그 용량이 10마력 정도이다. Boing 747과 같은 대형기는 위의 교류발전기가 네 개 병렬운전 되면서 전원계통을 이루고 있다.

직류전원계통에서는 병렬운전되는 수 개의 발전기가 負荷를 공평히 분담함으로써 어느 하나의 過負荷를 막기 위해서 동일한 출력전압을 유지하도록 하기만 하면 된다. 각 발전기의 출력전압을 동등하게 유지하는 일

은 Equalizer 회로에서 자동 조절하고 있다.

모든 전력의 공급처인 Main Bus에 각 발전기의 출력단자가 연결되고 이 Bus로부터 Circuit Braker를 통해서 각 부하에 전력이 공급되고 있다. 단선배선을 하며 기체 자체를 Ground Circuit로 사용하기 때문에 기체의 각 부가 전기적으로 연결되어 있어야 한다. 이와 같은 목적으로 염려되는 부분을 서로 도선으로 연결시키는 것을 Bonding한다고 한다.

교류전원계통에 있어서는 발전전력의 전압도 일정해야 하지만 주파수도 일정해야 한다. 교류를 이용한 기기에는 주파수에 따라 동작이 달라지는 기기가 태반이다. 주 Engine에 직결되어 구동되는 교류발전기의 회전자는 Engine의 회전수가 변해도 일정속도로 회전하여야 한다.

직류발전기는 병렬운전함에 있어서 출력전압간을 동등치로 유지하던 되지만 교류발전기의 병렬운전은 훨씬 복잡하다. 전압과 주파수가 동등치를 갖는 일 외에도 각 발전기의 출력주파 사이에 位相角이 없어야 한다. 그러므로 어떤 비행기에 있어서는 병렬운전을 하지 않고 부하를 공평히 나누어서 독립된 수 개의 계통으로 운전하며, 한쪽 발전기가 고장을 일으켰을 때는 Cross Tie Relay를 동작시켜 자동적으로 계통이 통합되도록 하고 있다.

병렬운전할 때는 主 교류발전기가 C.S.D(Constant Speed Drive)라는 장치를 통해서 Engine과 연결되며 이 기기가 Engine의 회전속도 여하에 관계없이 발전기 회전자의 회전속도를 일정으로 유지할 뿐 아니라 발전기 사이의 출력을 Inphase시켜 주고 있다. C.S.D는 油壓으로 작동되며 Engine의 회전속도의 변화나 출력간의 위상차를 감지하여 이를 자동적으로 수정한다.

### 機上補助발전기(A.P.U; Auxiliary Power Unit)

主 발전기의 고장이나 또는 Engine의 정지로 인하여 主 전원을 사용할 수 없을 때의 전력공급을 위하여 機上에 탑재된 소형 Engine으로 구동되는 발전기를 A.P.U라고 한다. A.P.U의 용량은 主 발전기의 용량보다는 작지만 비행을 유지하기에 꼭 필요한 기기를 가동할 때 소요되는 전력을 담당할 수 있도록 한다. 지상에서 각 계통의 동작상태를 점검할 때 지상전원이나 탑재축전지도 사용하지만 때로는 A.P.U를 잘 쓴다.

### 기상탑재축전지

모든 발전기를 사용할 수 없을 때에 대비하여 비행기에는 축전지를 탑재한다. 용량은 비행에 필요한 기기만을 작동할 때는 약 45분 정도의 전력공급을 담당할 수 있도록하며, 한 두 번쯤 Engine의 시동도 할 수

있을 정도이다.

1950年代에는 鉛蓄電池를 사용했으며, 이것은 자동차의 축전지와 전연 동일한 것이고 다만 출력전압이 24 Volt가 되도록 단위전지 여러개를 직렬연결했을 뿐이며 용량은 36 Ampere-Hour 정도로서 큰 자동차용 축전지의 72A·H보다 작은 것은 중량감소를 위해서이다. 전연 축전지는 充放電에 폭발성 Gas를 발생하는 위험이 있고, 방전함에 따라 황산전해액의 비중이 적어져 이러한 상태에 오래 두면 극판의 화학물질이 결정화하여 충·방전의 가역화학반응을 받아들이지 않으므로 항상완전 충전상태로 유지해야만 수명을 연장시킬 수 있다는 整備상의 번거로움이 있다. 또 Engine을 시동할 때와 같이 큰 전류를 흐르게 할 때는 극판의 표면이 먼저 硫化하여 절연체가 됨으로써 그 용량이 현저히 감소하기 때문에 곤란한 점이 있다. 이들 결합을 보완해 주는 축전지가 오늘날 대형기에서 거의 배타적으로 사용되는 Ni-Cd 축전지이다. 이 전지는 단위전지의 공칭전압이 전 축전지의 2Volt 보다 좀 낮은 1.3Volt 정도이지만 대전류의 방출에도 용량이 줄지 않는다는 방전에 따르는 전해액의 비중변화가 없어서 극판의 결정화가 수반되지 않는다는 점, 또는 전해액이 Sponge에 흡수되어 있는 상태여서 비행기의 격한 운동에도 새어나올 염려가 없다는 점, 또 충·방전시 폭발 Gas가 발생하지 않는다는 점 등을 갖는다.

### 지상전원((G.P.U; Ground Power Unit)

비행기가 지상에 있을 때 비행기의 외부로부터 전력을 공급하는 발전기를 G.P.U라 한다. 시동이나 지상 점검에 있어서는 될 수 있는 한 G.P.U의 전력을 공급받는다. 탑재축전지의 보유전력은 비상사가 아니면 쓰지 않고 고스란히 보관하여 꼭 필요할 때에 대비하도록 한다. 아무 시설도 없는 곳에서 시동할 때는 별수없이 機上축전지의 전력을 사용한다.

김포공항에 나가 주의해 보면 자동차같은 G.P.U가 비행기에 다가가서 External Power Receptacle에 팔뚝같은 전선끝의 Plug를 꽂고 Engine을 시동시키는 광경을 흔히 볼 수 있다. 이 회로는 Inter Locking되어 있어서 특별한 조작을 하지 않는 한 機上전원계통과 분리되며 Starter Motor에만 연결된다.

### 3. 전력소모계통

전력의 직접소모계통은 보온을 위한 열원, 여러가지 전동기 구동 및 조영계통을 말한다. 열원은 Joule 열을 발생시키는 것으로서 비행속도측정을 위한 Pitot 관의 結氷防止, 탑승원의 視界유지를 위한 Wind Shield의 결빙방지 등에 사용된다.

전동기 중에서 가장 큰 것이 Engine을 시동시키는 Starter Motor이다. 짧은 시간이기기는 하지만 Starter에는 때로 1000 Ampere의 전류가 흐르기도 한다. 그 외에 연료 Pump, Propeller의 결빙방지를 위하여 분사되는 알콜계통의 pump, 날개 前緣의 결빙을 제거하는 계통의 공기 압축기 등을 구동하는 전동기들이 있다.

군개의 비행기는 降着裝置를 내리고 올리는 일, Flap의 작동 등을 油壓이나 空壓으로 수행하지만 1950年代에는 이 작동을 전동기에 의한 Worm과 Wormgear의 조작으로 수행하는 것도 있었다.

조영은 여러 전등을 말한다. 객실등, 밤에 상공을 날으는 비행기에서 우리가 볼 수 있는 항행등, 위치등 그리고 착륙할 때의 착륙등 등 무수하다.

### 4. 계기계통

비행기 각 부나 주위환경의 상태를 지시하는 계기는 수십 개이며 처음 조정실에 들어가 보는 사람은 어리둥절하게 한다. 이들 계기가 지시하는 상황은 여러곳에서 기계적으로, 전기적으로 또는 단순한 물리적으로 감지된 다음, 거의 모두 전기적으로 변환되고 확대되어 전송되고 또다시 혹은 기계적으로, 혹은 전기적으로, 혹은 물리적으로 지시하게 된다. 계기의 눈금에는 압력이나 온도, 용량 등을 표시하는 숫자가 적혀 있지만 내부는 檢流計에 불과한 것이 많다. Engine의 회전수를 지시하는 계기는 주먹만한 三相교류발전기로 Signal을 Pick Up하여 전선으로 전송한 다음 다시 三相교류전동기를 돌려 원실력의 크기로써 계기에 지시되도록 되어있는 것이 보통이다.

### 5. 경고 및 조작계통

계기의 조용한 지시만으로는 탑승원의 주의를 환기시키기엔 불충분한 경우, 경고계통이 장치된다. 경고는 點滅燈, 적색등, 警笛 등을 통해 탑승원에게 위험한 비정상상태를 알리는 장치이다. 연료압, 油압, 객실의 기압 등이 규정치의 범위를 벗어나면 경고장치는 즉각 작동하여 장거리 비행의 피로에 지친 탑승원을 두들겨 깨운다. Engine이나 객실, 화물실 등에 화재가 발생하면 역시 경고가 요란하디 탑승원은 즉각 소화조작을 취한다.

착륙조작을 취할때 降着裝置(Landing Gear)가 안전하게 내려져 있으면 綠色燈이 켜지지만 불안정하게 내려졌으면 높은 경적소리가 고막을 자극한다.

이들 경고장치는 계기의 지시를 확대하여 동작으로 나타낸 것에 불과하며 전기의 힘을 빌리지 않는 것이

하나도 없다. 경고장치 중에서 가장 큰 것이 화재경고 장치장치경고, 그리고 與壓경고이며, 추호의 실수도 없는 경고를 하기 위하여 설계 제작된 전기 배선도는 대단히 복잡하다.

조작계통에는 주 동력으로서 油壓이나 空壓을 많이 쓰며, 기계적으로 동력을 전달한다든지 전기적으로 동력을 전달하기도 하지만 그것은 그리 많지 않다. 그러나 이 동력전달을 Control하는 것은 전적으로 전기의 임무이다. 많은 Relay가 전기적으로 작동되면서 주 동력의 통로를 개폐조절한다.

소화계통을 예로 본다면, 경고에 놀란 탑승원이 스위치를 누르면 전기가 뛰어가서 Relay를 작동하고 따라서 소화물질이 분산되도록 통로가 열리고 압력 pump로 소화물질을 밀어낸다.

자동조정장치(Auto Pilot System)같은 것은 가장 정밀한 조작계통으로서 set해 놓은 방향에서 비행기가 이탈하면 Gyro에 의하여 그 정도를 감지하고 지체없이 油壓을 조절하여 이를 수정하도록 한다. 이런 때에서 전기는 모든 심부름을 혼자 떠맡는다.

### 6. 航法 및 通信계통

깜깜한 밤하늘을 홀로 날으는 비행기의 방향, 고도, 속도 등을 감지, 조절하는 항법계통에서의 전기역할은 너무나 전문적이다. 어느 지상국에서의 발신 Signal을 수신하고 이것을 분석하여 올바른 방향을 유지하도록 하는 장치와 발신 Signal의 수신 없이 자체내에 갖고 있는 Gyro를 기준으로 하여 일정한 방향을 유지하는 것 같은 장치는 몹시 정확 치밀하다. Magnetic Compass는 어떤 환경에서는 꽤 정확한 방향지시기이다. 그러나 이 계기는 磁氣偏差를 가지며, 또 極地方에 가면서 심해지는 伏角문제 때문에 수시로 수정해야 할 뿐 아니라 극지방에서는 쓸모 없이 되어 버린다. 磁極의 상공을 날을 때 Magnetic Compass의 지침은 땅을 내려 가티키려고 하는 것이다. 그렇기 때문에 세계일주를 하는 비행기는 Gyro Compass를 갖고 “회전체의 축은 외력이 없는 한 우주에 대하여 일정 방향을 갖는다”는 원리를 이용한다. 그러나 Gyro도 機體에 장치되고 회전축에 마찰을 받을 뿐 아니라, 비행기의 방향 변환

의 영향으로 회전축이 제 3의 방향으로 바뀌려할 때가 많다.

이러한 요소의 감지, 분석, 처리, 수정이 모두 전기의 힘을 빌리는 것이다.

무르만스크에의 불시착륙 때 고장이었다는 I.N.S(Inertia Navigation System)나 A.D.F(Automatic Direction Finder) 등이 이런 종류의 계기들이다. 이와 같은 계기들은 상당수준의 전자공학이론을 바탕으로 하는 Technology의 산물이다.

통신계통은 송신기와 수신기이며 機内の 방송지시로부터 지상국과의 교신 등이 정확히 수행되는 계통이다. 고도를 측정 지시하는 계기는 공기의 밀도변화로써 고도를 감지하는 것이 초보적인 것이고, 고급화한 것은 지상에 전파를 보내고 이의 반사파를 수신 분석하도록 되어있다.

### 7. I.L.S(Instrument Landing System)와 G.C.A(Ground Control Approach)

I.L.S는 조종사가 조종석 밖을 보지 않고 순 계기의 지시만을 보고 조작하면서 착륙하는 System이고 G.C.A는 이와같은 비행기를 지상에서 유도 조정하여 정확히 활주로에 접근하도록 하는 지상시설이다. 이들 기기에 대해서는 구체적으로 언급할 수 있는 지식을 필자는 갖지 못했다.

### 8. 결 언

이상에서 대체로 언급한 바와 같이 현대과학의 종합체인 항공기에 있어서 전기는 신경역할을 全擔하다시피 하는외에 혈관의 일부나 육감의 일부를 담당한다. 현대기술의 어느곳에서나 전기가 차지하는 비중이 막대한 공지의 사실이나 특히 항공기와 같은 고급기계에서는 그 책무가 중요하고 막대하다. 전기의 힘을 빌리지 않는 항공기는 상상할 수도 없는 것이며 굳이 있다면 Glider 정도일 것이다.

항공기에 있어서의 전기전자 기술을 연구수득하는 것이 항공대학의 항공전자공학과와 항공통신공학과와 목표임을 부언하면서 끝맺는다.

(p.260의 계속)

107. 太陽熱利用 實用化의 要點 : 大田 時男 Sunshine (日本) 1 (10~17)'77

108. 太陽熱 長期貯藏의 새로운 시스템技術 : 大田 時男 議備談計(日本) 14 1(4~9)'78

109. 選擇態薄膜太陽光吸收體의 設計改良 : BOTTEN

LC. RITCHIE I. Opt Commun(네델란드) 23 3(4 21~426)'77

110. 半導體—電解質形 太陽電池에 있어서 에너지準位の 役割 : MEMMING R.J. Electrochem Society(美國) 125 1(117~123)'78