

飛行場 照明 方式

張 水 榮*

1. 序 論

現代의 航空機 發達로 인한 距離感의 短縮은 새삼스런 覺 得 必 要도 없으나 이들 航空機가 視程이 좋지 못할 때나 夜間에 滑走路에 安全하게 着陸하기 爲하여는 滑走路(Run way)와 誘導路(Taxi way) 및 過走路(Over run) 등에 獨特한 照明 裝置가 必要하게 된다. 여기에 現在 大部分의 飛行場에서 使用하고 있는 飛行場 照明 方式을 紹介하고자 한다.

2. 飛行場 照明 系統의 構成

- (1) Runway Light
- (2) Taxiway Light
- (3) Threshold Light System
 - ㄱ. Inboard threshold light
 - ㄴ. Winged out threshold light
 - ㄷ. Pre-threshold wing bar light
 - ㄹ. Terminating light bar
- (4) Approach Light System
 - ㄱ. Approach light
 - ㄴ. Condenser discharge light(strobeacons)
- (5) Overrun Light
- (6) Runway Distance Marker
- (7) Beacon Light
- (8) Narrow Gauge System
- (9) Center Line System
- (10) Obstruction Light

3. Runway Light 의 施設

飛行場 照明에 있어서 가장 重要한 것으로 滑走路 中心線으로부터 같은 距離에 떨어져서 平行하게 200 ft 간격으로 設置하는 照明燈으로서 여러가지가 있으나 幅이 150 ft 滑走路에서는 C-1 type, 200 W, 6.6 A 白熱電球를 使用하는데(그림 1) 色은 白色(clear)이다.

幅이 200 ft 나 300 ft 인 滑走路에서는 20 A, 500 W 電球를 使用하며 小規模 滑走路에서는 30 W 나 45 W 電球를 使用할 수도 있다.

이 滑走路燈이 設置되어 있는 部分이 着陸 可能한 곳



그림 1. C-1 Type 滑走路燈

이며 이 燈을 runway edge light 라고 부르고 滑走路 끝으로 부터 10 ft 이내에 設置한다.

케이블은 普通 닥트內에 設置하며 條件이 適當하면 直接 埋設할 수도 있다.

그리고 한 滑走路와 다른 滑走路 또는 誘導路와 交叉하는 地點에서는 light를 設置하지 않는다.

4. 回路의 構成

R/W light 回路는 直列로 連結되어 있으며 Constant Current Regulator (그림 2)에 依하여 6.6 A 또는 20 A의 電流를 흐르게 하여 모든 電球의 밝기가 다 같게 한다. 勿論 밝기를 調整하기 爲하여 電流의 值를 變化시킬

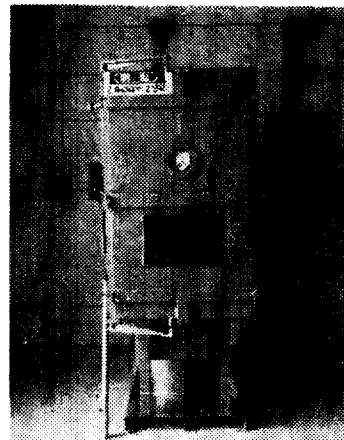


그림 2. 37.5 KW Constant Current Regulator

* 正會員

수 있으며 (普通 五段階) 管制塔에서 remote control 할 수 있게 되어 있다.

三相을 平衡시키기 爲하여 回路를 셋으로 나누는 것이 普通이나 最近에는 runway edge light 는 한 回路로 하고 兩側의 approach light threshold light를 各各 한 回路로 하기도 한다.

그리고 直列回路에서 燈 한個가 끊어질 境遇 全系統이 꺼지지 않도록 하기 爲하여 燈마다 isolating transformer 를 設置해야 하는데 이것은 20/20 A, 6.6/6.6 A, 20/6.6 A 等의 形式이 있다. 現在 一般的으로 使用하고 있는 regulator 는 37.5 KW, 入力電壓 2400 V, 二次電流 20 A 이며 一部 飛行場에서는 15 KW, 入力電壓 240 V, 二次電流 6.6 A 의 것을 使用하고 있다. Regulator 를 設置하는 建物을 vault 라고 하는데 滑走路로부터 平均 3000 ft 管制塔에서는 最小限 350 ft 떨어져 있어야 한다. 또한 regulator 는 적어도 그 定格容量의 半以上の 負荷를 걸고 있어야 한다. 萬若 케이블이 故障일 境遇에는 그 케이블을 끊어 놓고 地上에서 양쪽을 다른 케이블로 連結하여 臨時로 使用할 수 있다. R/W lighting 에 使用하는 케이블은 # 8 AWG, I/C, standard 5000(V)용이며 butyl compound 로 絶緣되어 있고 poly chloroprene sheath 로 되어 있다. 또 runway edge light 의 concrete pad (그림 1 참조)에는 黄色의 非反射性 페인팅을 하게 되어 있으며 萬若 飛行機의 바퀴 다리(landing gear)가 燈과 衝突하는 경우에는 tube adapter 가 쉽게 부러지게 되어 있어 飛行安全을 爲한 考慮도 되어 있다.

5. Threshold Light 의 設置

(1) Inboard threshold

Semiflush light 이며 빛은 양쪽으로 나가게 되어 있고 (bi-directional) 6.6 A, 200 W 電球를 使用하며 綠色 filter 를 끼우고 있다. (그림 3)



그림 3. Inboard Threshold Light

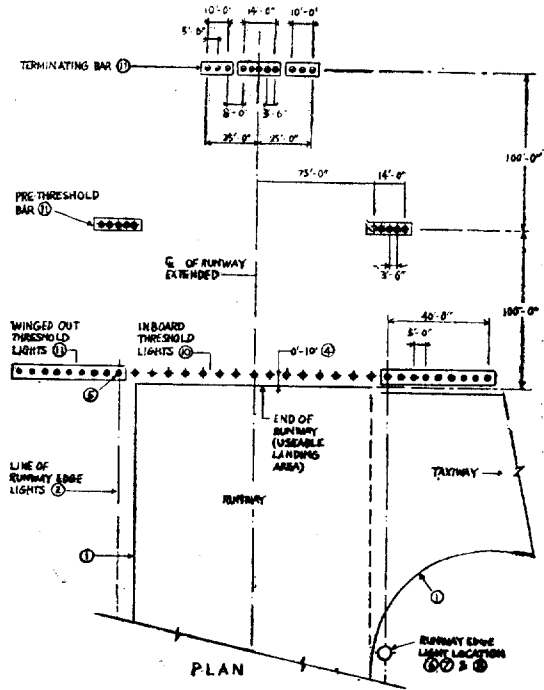


그림 4. Runway Lighting Layout

Legend

- Runway edge light, semi-flush, bi-directional, clear, 200 W
- Threshold light, semi-flush, bi-directional, with green filters, 200 W
- Indicates light bar (of various sizes) used for winged out threshold lights, pre-threshold light bars and termination light, bar
- Winged out threshold light, elevated omnidirectional, with green filters, 500w or semi-flush, bi-directional, unit with green filters 200 w
- Pre-threshold wing bar light, elevated unidirectional, with red filter 200 w, or semi-flush, unidirectional, with red filter, 200 w
- Terminating bar light, semi-flush, unidirectional, with red filter, 200 w

Notes

- ① Indicates edge of full strength paving
- ② Indicates line of runway edge lights, located 0-10 feet from edge of runway
- ③ Lines of runway edge lights are equidistant from and parallel to runway center line
- ④ Indicates line of threshold lights located 0-10 feet from end of runway (useable landing area)

- ⑤ Intersection of line of runway edge lights with line of threshold lights (reference point)
- ⑥ Longitudinal spacing between runway edge light locations are uniform, approaching but not exceeding 200 feet. Spacing is calculated on distance between reference points
- ⑦ Runway edge light locations on opposite side of runway are paired and are located on a line perpendicular through the runway centerline
- ⑧ Runway edge light located 160-0 or less from PT will be semiflush, bi-directional, clear, 200 w
- ⑨ Runway edge light location which occurs in the paving of an intersecting runway or taxiway is to be omitted. The runway edge light location opposite the omitted location will be equipped with a fixture unless it also is located in the paving of an intersecting runway or taxiway
- ⑩ Inboard threshold lights are spaced uniformly along threshold light line between its intersections with the runway edge light lines. The spacing will approach but not exceed 10 feet
- ⑪ Lights in winged-out, pre-threshold and terminating light bars are uniformly spaced within each bar. The spacing for each type of bar will be as shown on the figure

(2) Winged out Threshold Light

Elevated type이며 빛은 全方向으로 나가게 되어 있고 (omnidirectional) 20 A, 500 W 電球와 綠色 filter 를 使用한다. (그림 5)



그림 5. Winged out Threshold Light, Elevated Type

(3) Pre-threshold Wing Bars

빛은 한方向으로만 나가게 되어 있고(unidirectional) 赤色이다. Elevated type 이나 semiflush unidirectional light

를 使用할 수 있으며 어느 경우이나 6.6 A, 200 W 電球를 使用한다. (그림 6)

(4) Terminating bar

過走路에 設置하며 pre-threshold wing bar light 와 같다. (그림 6)

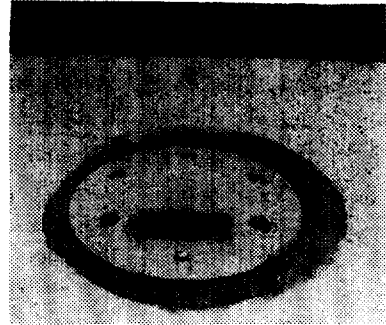


그림 6. Pre-threshold Wing Bar Light, Terminating Bar Light, Semiflush

6. Taxiway Light

Taxiway light 의 動作 原理는 R/W light 와 꼭 같으며 普通 elevated type 30 W (그림 7,8)와 semiflush type 45 W (그림 9)를 使用하고 回路는 直列이고 regulator 은 대개 4 kw, 入力電壓 240(V), 二次電流 6.6 A 의 것을 使用한다.



그림 7. Taxiway Light, Elevated, 30W, 6.6 A



그림 8. KAL Taxiway Light

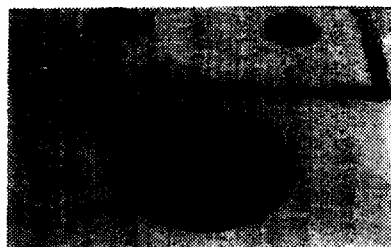


그림 9. Taxiway Light, Semiflush, 45 W, 6.6 A

7. Over Run Light

이것은 approach light 를 設置하지 않은 飛行場에서 過去에 使用하던 것으로 滑走路에 四列로 配列하여 設置하며 500 W 의 電球에 赤色 filter 를 使用한다. Regulator 는 入力電壓 2400(V)에 出力電壓은 650~4000(V)를 내는 誘導型 電壓調整器로서 負荷電流는 12.5 A 이다.

8. Approach Light

航空機의 速度가 점점 빨라짐에 따라 飛行場照明系統에는 새로운 方式의 照明裝置가 發達되었는데 그것이 即 approach light system, narrow gauge system 과 center line system 이다. Approach light system 은 滑走路의 threshold 로 부터 3,000 ft 까지 延長되어 視程이 極히 不良할 때 着陸을 쉽게 하기 爲하여 使用된다. 勿論 light bar 는 滑走路 中心線과 直角이며 각각 5個의 approach light 가 設置되어 있는데 200 W 또는 500 W 電球를 使用한다. (그림 10)

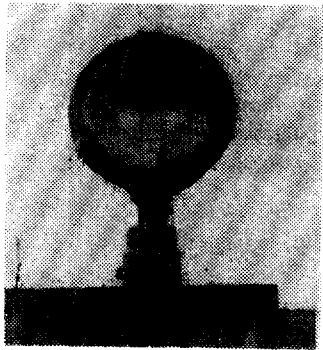


그림 10. Approach Light

이 light bar condenser discharge light (strobeacon) (그림 11)에라는 것을 하나씩 設置하는데 이것은 두個의 端子를 가지고 있는 바 하나는 接地하고 다른 하나는 240 (V) 定電壓 並列回路에 連結한다. 또한 모든 燈은 master timer (그림 12)에 連結하는 調整端子 (trigger terminal)가 있다. 即 自動적으로 調整되어 threshold 에서 멀리 있는 것으로부터 가까이 있는 것으로 4100 mph 程度의 速度로 차례로 켜진다. 各 電球가 켜져 있는 時間은 約 $\frac{1}{5000}$ 秒 이며 最高 3000 萬燭光에 까지 이른다.

Master timer 는 역시 二個의 端子를 가지고 있어 하나는 接地하며 29個의 調整端子를 가지고 있고 condenser discharge light 용 變壓器(15 KVA) 近處에 設置한다. 白熱燈式 接近燈(incandescent approach light)은 커더라도 condenser discharge light 는 光 必要가 있을 때가 있으므로 回路는 別途로 하여야 하는데 普通 三線 240/480(V)



그림 11. Condenser Discharge Light



그림 12. Timer for Condenser Discharge Lights

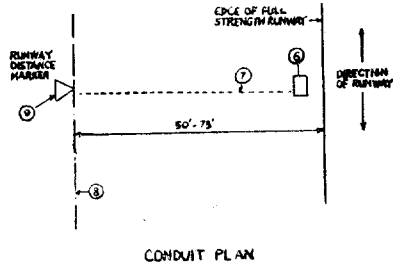
並列回路를 使用하여 discharge light 와 master timer 에 電力을 供給한다. 이 燈의 燭光은 入力電壓의 自乘에 比例하므로 電壓降下를 적게 하기 爲하여 三線式을 採擇하여 三線回路에 均等하게 負荷를 分配하도록 한다. Flashing light 는 approach light 의 밝기가 3, 4, 5 段에 있을 때에만 使用하도록 하고 있다.

白熱燈式 接近燈은 普通 滑走路燈과 같이 isolating transformer 를 하나씩 가지고 있으며 直列回路에 連絡된다.

9. Runway Distance Marker

滑走路 距離 標識板이란 滑走路 兩側에 沿하여 滑走路 中心線에 平行하며 이로부터 같은 距離에 있다. 이것은 1000 ft 간격으로 設置하여 航空機가 離着陸할 때 조종사로 하여금 滑走路의 끝이 얼마나 남아 있는가를 알도록 해주는 것이다. 即 數字는 航空機가 滑走路를 滑走할 때 他端까지의 남아 있는 距離의 千單位만 쓴다. 即 5000 ft 남아 있으면 5 字만 쓴다.

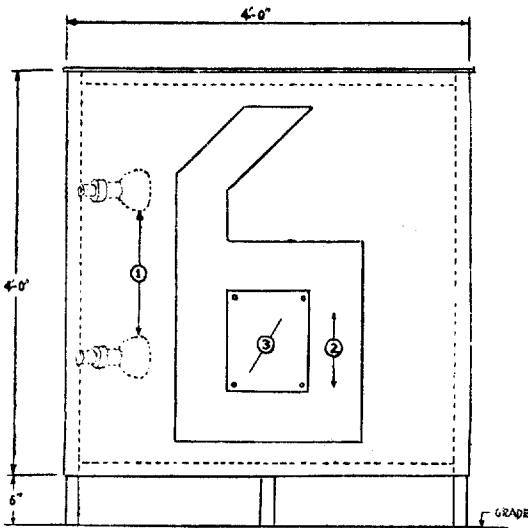
그림 13 과 같이 垂直으로 設置하는 板에 數字를 써 넣게 되어 있으며 兩面에 數字가 다 써 있어서 어느 쪽으로 부터 航空機가 離着陸하더라도 利用할 수 있게 되어 있다. 夜間이나 視程이 不良한 境遇에 對備하여 이 안에 電燈을 켜게 되어 있다. 距離標識板은 滑走路 兩端으로 부터 50 ft 以上 75 ft 以內에 設置하여야 하나 可能하면 滑走路에 가깝게 設置하는 것이 좋다. 數字를 쓰지 않은 面에 門을 달아서 内部 電燈의 維持 保守를 할 때 사람이 들어갈 수 있도록 하고 上部와 下部는 막아야 한다.



CONDUIT PLAN

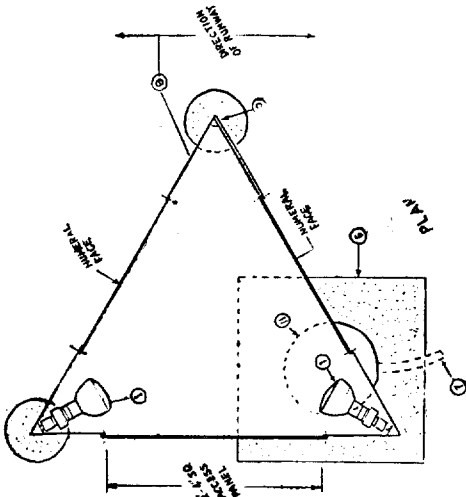
(c)

그림 13. 활주로 거리 표시판 제작 및 설치 방식



ELEVATION

(a)



(b)

Notes

- ① 45 W, 69 A mounted on socket
- ② 1/8" frosted plexi glass
- ③ Center to be bolted to plexi glass
- ④ Construction details omitted
- ⑤ Concrete pad with metal base with base plate assembly
- ⑥ Concrete handhole, may be existing light base with handhole
- ⑦ Conduit between base at sign and handhole adjacent to runway edge
- ⑧ Line of signs
- ⑨ Position sign so numerals can be seen for either direction of operation on runway
- ⑩ Pipe sleeve encased in concrete
- ⑪ Metal base with base plate assembly

電燈을 設置할 때에는 電線管을 使用하지 않고 露出로 한다. 이것은 標識板을 가볍게 만들고 또 그림자가 생기지 못하도록 하기 위한 것이다. 標識板用 regulator는 普通 4 KW, 入力電壓 240 V, 二次電流 6.6 A의 定電流型으로서 밝기의 調整裝置는 없다. 4 KW regulator면 最高 20個의 標識板에 電力을 供給할 수 있으니 이 材料는 1/4 두께의 c-c級 전나무, 푸라이 우드나 화이 바보드 혹은 20 gauge 알루미늄판을 使用한다. 그러나 글자는 透明해야 하므로 글자 쓸 部分을 잘라내고 plexi glass라는 것을 붙여야 한다. 글자 部分을 빼놓고 外部에는 광택 없는 검은 페인트를 칠해야 한다. 内部에는 글자 部分, 電燈 및 其他 電氣器具만 除外하고는 흰 페인트를 칠해야 한다. 그림 13에서와 같이 한 標識板에 4個의 電燈(6.6 A, 45 W)을 設置해야 하며 이것도 勿論 直列로 連結하고 200 W, 6.6/6.6 A isolating transformer가 하나씩 들어 있다.

標識板에 電力을 供給하는 回路는 完全히 別個의 것 이라야 하며 다른 系統에 連結해서는 안 된다. 왜냐 하면 다른 系統의 밝기는 變하지만 標識板은 恒常 一定한 밝기를 가져야 하기 때문이다. Cable은 역시 滑走路燈에 使用하는 것과 같다.

10. Beacon Light

Beacon light에는 여러가지가 있으나 飛行場에 있는 一般의 beacon light는 飛行場의 燈台이다. 그 位置 滑走路 中心線에서 1000 ft 밖에 設置해야 하며 管制塔으로 부터 700 ft 或은 그 以上 떨어져 있어야 하고 또 적어도 管制塔의 管制室床面보다 15 ft 以上 높이 設置해야 한다. 이것은 회전하면서 白色과 綠色을 交代로 보내는데 白色은 두번 flash 하는 것도 있다. 即 白色렌즈는 두 部分으로 되어 있고 綠色은 하나이다. 하나의 drum 마다 2개의 1200 W, 120 V용 電球가 있고 自動電球交換器가 있어서 한개가 끊어지면 自動적으로 다른 것이 켜지게 되어 있다. 即 beacon light에는 1200 W 電球가 4개 있는 것이다. 회전수는 1분에 6이며 motor 역시 入力電壓은 120 V 이다.



그림 14. Beacon Light

11. Narrow Gauge System

이것은 最新 滑走路에 設置하는 것으로서 R/W threshold 부터 200 ft 안쪽에서 始作하여 3000 ft 까지 延長되는 것인데 포장된 部分에 設置하는 것이므로 flush type 이라야 한다. 세계의 200 W lamp를 設置한 bar를 滑走路 中心線에서 30 ft 떠러져서 對稱으로 設置하며 간격은 200 ft 이다. 처음에는 이 위에 덮이는 눈을 녹여 버리기 爲하여 750 W heater를 fixture 마다 2개씩 設置하여 莫大한 돈(narrow gauge system 하나 設置費用 10 萬弗)이 所要 되었으나 그 後에는 이런 方式을 쓰지 않고 삼파 빗자루 그리고 truck에다 空氣壓縮機를 싣고 긴 호스를 使用해서 除雪하는 問題를 解決하였다.

12. Obstruction Lighting

障礙物燈(Obstruction light)은 飛行機가 航行할 때 障礙를 주는 自然的 또는 人工物體의 重直 및 水平限界를 表示해 주는 赤色燈이다. 그 設置方式은 障礙物에 따라 달라진다. 障礙物燈으로서는 充分하지 못할 境遇에는 障礙物 代身 危險 表示 비이컨(Hazard beacon)을 設置할 수도 있다.

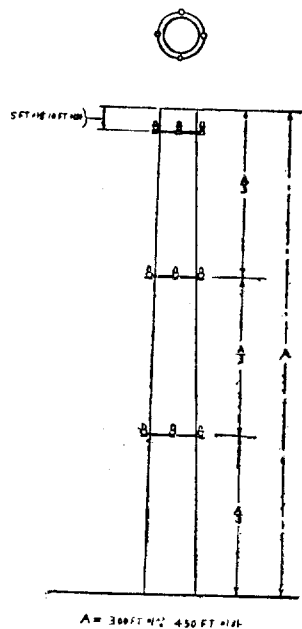


그림 15. 굴뚝이나 또는 이와 비슷한 構造物의 障礙物燈

障礙物 위에는 적어도 二個의 燈(또는 二個의 lamp를 가진 light)을 設置해야 하나 굴뚝이나 이와 비슷한 構造物에 障礙物燈을 設置할 때에는 頂上으로부터 5 ft~10ft 아래에 設置해야 한다. 二個의 燈은 同時에 켜져도 좋고 一個가 故障일 때 다른 것이 켜져도 된다. 障礙物燈은 直列 6.6 A 回路로 使用할 수도 있고 並列 115 V로 使用할 수도 있으며 socket 와 receptacle assembly 만 交換하면 直列, 並列 어느 쪽으로도 쓸 수 있게 되어 있다.

Hazard beacon은 入力電壓 120 V, 620 W 인 二個의 lamp를 使用하고 赤色 filter 二個를 가지고 있으며 閃光率은 一分當 12~40 회 이다. 電氣를 使用하기 困難하거나 또는 費用이 너무 많이 들 때에는 E-1 type의 acetylene gas light beacon을 使用하는 수도 있다.

13. 結 論

以上에서 살펴본 바와 같이 飛行場 照明 系統은 相當히 複雜하며 夜間에는 장관을 이룬다. 所要 電力은 100~150 KW에 이르며 停電時에 對備하여 非常用 發電機를 設置해야 한다. 戰時나 非常時에 電氣를 使用할 수 없을 境遇에는 flare marker 라고 부르는 diesel 燈을 使用하게 되어 있다.

參 考 文 獻

1. Visual Air Navigation Facilities May 1961
2. Air Force Civil Engineer Vol 3, No 1. Feb. 1962 "Development of Runway Lighting" by Allen C King
3. 照明的 Data Book 日本照明學會編
(1965年 10月 22日 接受)