

新計器 着陸裝置(MLS)

Microwave Landing System

李 潤 鉉*
Lee, Yun Hyun

- 1. 序論
- 2. ILS
 - 2-1 Localizer
 - 2-2 Glide Path
 - 2-3 Marker
- 3. MLS
 - 3-1 MLS의 구성
 - 3-2 MLS의 搭載장치
 - 3-3 AZ의 接近方位誘導
 - 3-4 EL의 接近高度誘導
 - 3-5 DME/P의 距離情報
 - 3-6 BKAZ의 逆方向方位誘導
 - 3-7 FL의 信號
- 4. MLS의 Angle 시스템
 - 4-1 角度誘導시스템
 - 4-2 信號形態
 - 4-3 角度機能組織
- 5. 結 論
- 參考文獻

1. 序 論

航空機가 出現하여 人類가 이를 이용하게 됨에 따라 눈, 비, 안개 등 視界가 불분명한 상태나 夜間에도 운행해야 되므로 操縱士를 도와줄 수 있는 全天候 着陸誘導시스템이 필요하게 되었다. 이 目的으로 1940年初에 計器着陸시스템 (Instrument Landing System, ILS)이 出現하여 現在까지 40여년간 標準착륙유도시스템으로 이용되어 오고 있다.

그러나 ILS는 VHF / UHF를 사용하므로 안테나가 비교적 크고 beam을 형성하기 위해서 는 glide slope 안테나의 전면에 넓은 공간이 需要하다. 또 각 滑走路에 單一 glide path만을 提供하므로 4500ft 이상의 高角으로 접근하는 航空機에 이용이 어렵고, FM 放送의 간섭이나 湖水, 山岳 및 人工구조물의 영향을 받는등 여러 단점 을 내포하고 있다.

이러한 이유로 電子 scanning 技法과 半導體 디지털電子工學의 발달과 더불어 새로운 着陸誘導시스템인 MLS(Microwave Landing System)의 개발프로그램에 FAA(Federal Aviation Administration), DOD(Department of Defence), NASA(National Aeronautics and Space Administration) 등이 참여하였으며, 1974年 TRSB(Time Reference Scanning Beam) 技法을 제시하여 1977年 AWOP(All Weather Operation Panel)에서 채택되었고, 1978年 4月 ICAO(International Civil Aviation Organization) 회의에서 새로운 國際標準着陸方式으로 確定하여 앞으로 MLS로 교체하도록 권고하고 있다.

이 MLS는 5GHz帶의 마이크로波 C band를 사용하므로 指向性이 매우 높은 beam을 만들기가 용이하고 多重路간섭신호나 지형적인 영향을 거의 받지 않으며 全天候용으로 ICAO Category III 標準에 적합한 着陸시스템으로 설계되어 정밀접근유도가 가능하게 된다. 本稿에서는

* 通信技術士(電氣通信), 韓國航空大學 通信情報工學科 教授

ILS의 결점을 보완할 수 있는 新計器着陸시스템 (MLS)의 구성과 특성, 동작신호 등에 대하여 알아보려고 한다.

2. ILS(Instrument Landing System)

ILS는 1950년 ICAO가 채택하여 標準정밀접근 및 착륙보조시설로 사용되어 오고 있다. ILS

는 그림 1과 같이 활주로를 중심으로 방위각 통로를 형성하는 VHF의 Localizer(LZ)와 UHF를 사용하여 高度角 통로를 정해주는 Glide Path (GP), 그리고 VHF를 사용하며 활주로 끝으로부터의 거리를 나타내어 접근위치를 알려주는 Marker들로 구성된다. 이들 시설의 표준 설치위치를 그림 2에 보였다.

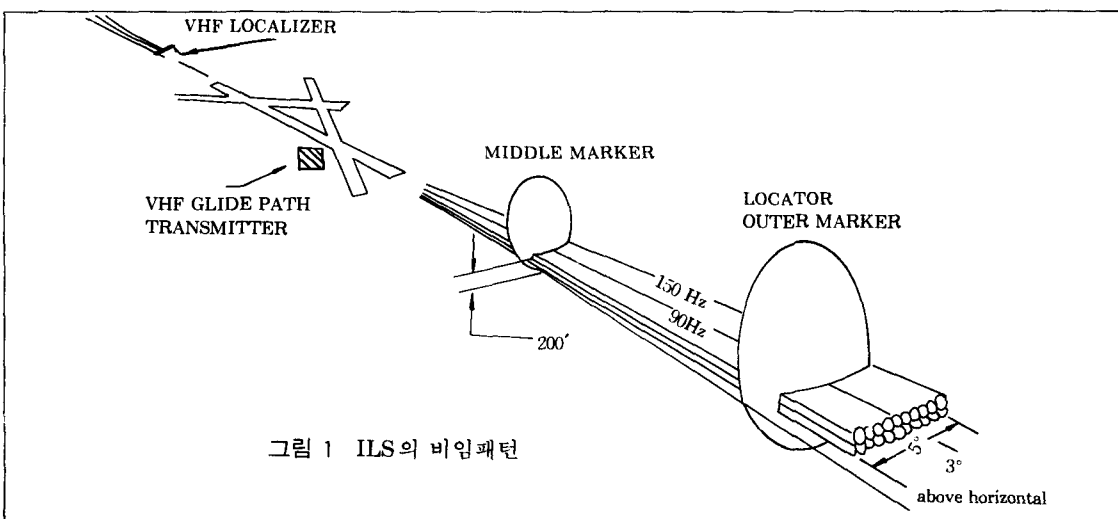


그림 1 ILS의 비임패턴

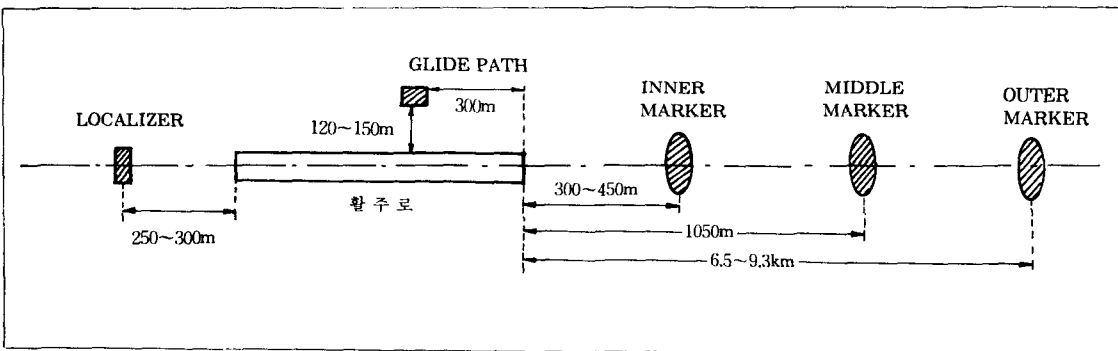


그림 2 ILS의 설치 위치

2-1 Localizer(LZ)

로컬라이저는 공항에 접근하는 항공자에게

方位角의 誘導情報를 주기위한 것으로 사용주파수는 110 MHz이다. 안테나는 50~150 ft 크기의 beam 배열안테나로 구성되어 단일 접근로에

따라 $6^{\circ} \sim 10^{\circ}$ 폭의 비임을 형성한다. 안테나패턴은 비임폭이 $\pm 10^{\circ}$ 이며 활주로 중심선 방향으로 그림 3과 같이 최대의 비임을 형성하는 예민한 지향성을 갖는 carrier 패턴과 중심선상에서는 패턴이 0으로 되고, 양쪽으로 감에 따라서 급격

히 레벨이 증가하여 $\pm 10^{\circ}$ 부근에서 最大値를 갖는 side pattern으로 구성된다. 航空機內受信機에서는 이 패턴에 포함된 90 Hz와 150 Hz의 2개 신호의 變調度差를 받아 비교하면서 code를 求해낸다.

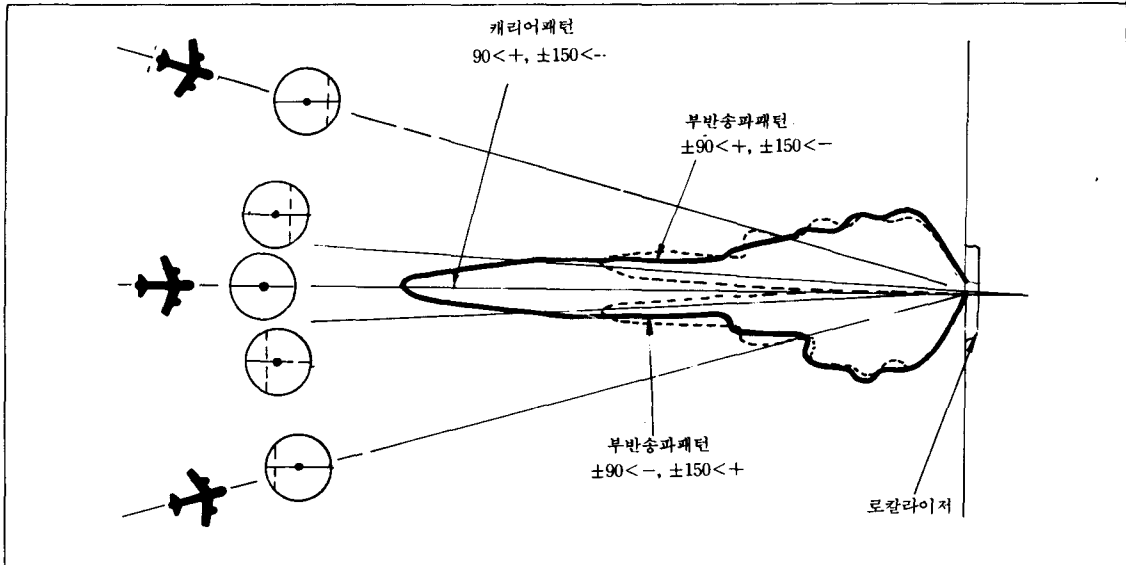


그림 3 로컬라이저 패턴

2-2 Glide Path(GP)

GP는 航空機에 대하여 着陸豫定地點으로부터 高度傾斜角 3° 에 연하는 垂直面内の glide slope을 유도한다. 복사패턴은 LZ와 같이 carrier 패턴과 side 패턴으로 되어 있다. side 패턴의 電界가 0° 의 角이 傾斜角이 되며 이보다 아래쪽 범위에서는 150 Hz의 신호가 우세하고 윗쪽범위에서는 90 Hz의 변조신호가 우세지역으로 되므로 glide path의 코오스는 이 side 패턴의 전계가 0인 slope를 찾아 구해나간다.

2-3 Marker

마아커는 航空機가 滑走路에 접근할 때 활주로 끝으로부터의 距離를 識別하도록 하는 標識施設로서 Outer 마아커, Middle 마아커, Inner 마아커를 보통 2~3개소에 설치하며 사용 주파수는

모두 75 MHz를 사용한다. 이들 局의 변조주파수는 各各 400 Hz, 1300 Hz, 3000 Hz이며 航空機는 이들 變調주파수差와 變調 code로서 이들 局을 식별하여 자기위치를 인지하게 된다. middle 마아커는 Category I의 접근한계 고도(100m)를 알리고 Inner 마아커는 Category II의 접근한계고도(30m)를 알린다.

3. MLS(Microwave Landing System)

MLS는 그림 4와 같이 ILS보다 Coverage Volume이 훨씬 커서 방위각 $\pm 40^{\circ}$, 고도각 $+30^{\circ}$ 이므로 활모양의 접근과 curved approach, glide각 선택이 가능하게 된다.

또 M/W 사용으로 指向性이 높은 beam을 만들고 格納庫, 空港빌딩, 地上의 다른 航空기에

의한 영향이 적다. 디지털 신호처리와 data 통신에 의한 multi-path 효과를 감소시켜 方位角의 벗어남, 滑走路, DME/P의 벗어남, 그리고 EL(Elevation)으로부터의 情報를 data link를 통하여 계속적으로 전송할 수 있다.

그림 5는 MLS에 의한 着陸過程을 보인 것으로 잡음감소를 위한 曲線接近, 決心高에 의한 직선접근과 착륙 및 roll out으로 된다.

3-1 MLS의 구성

MLS는 활주로 중심선에 대하여 $\pm 40^\circ$ 의 方位角정보를 제공하는 Azimuth(AZ)와 항공기에 高度slope을 제공하는 Elevation(EL) 그리고 거리정보를 제공하는 DME/P의 기본설비의 missed approach의 航空機에 誘導를 제공하는 Back Azimuth(BKAZ)와 最終접근點에서 安全

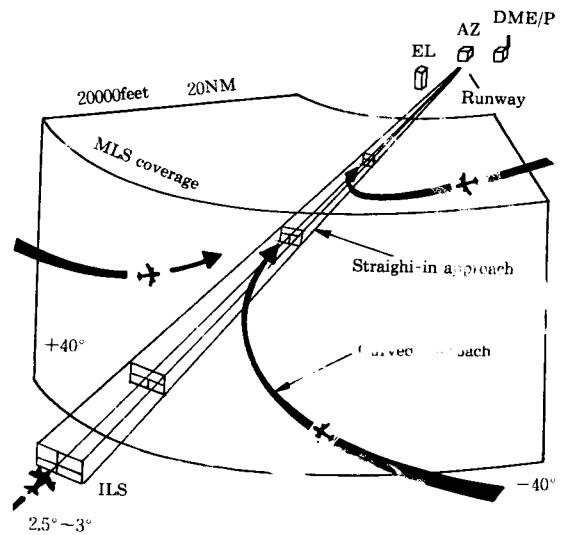


그림 4 MLS와 ILS의 접근로

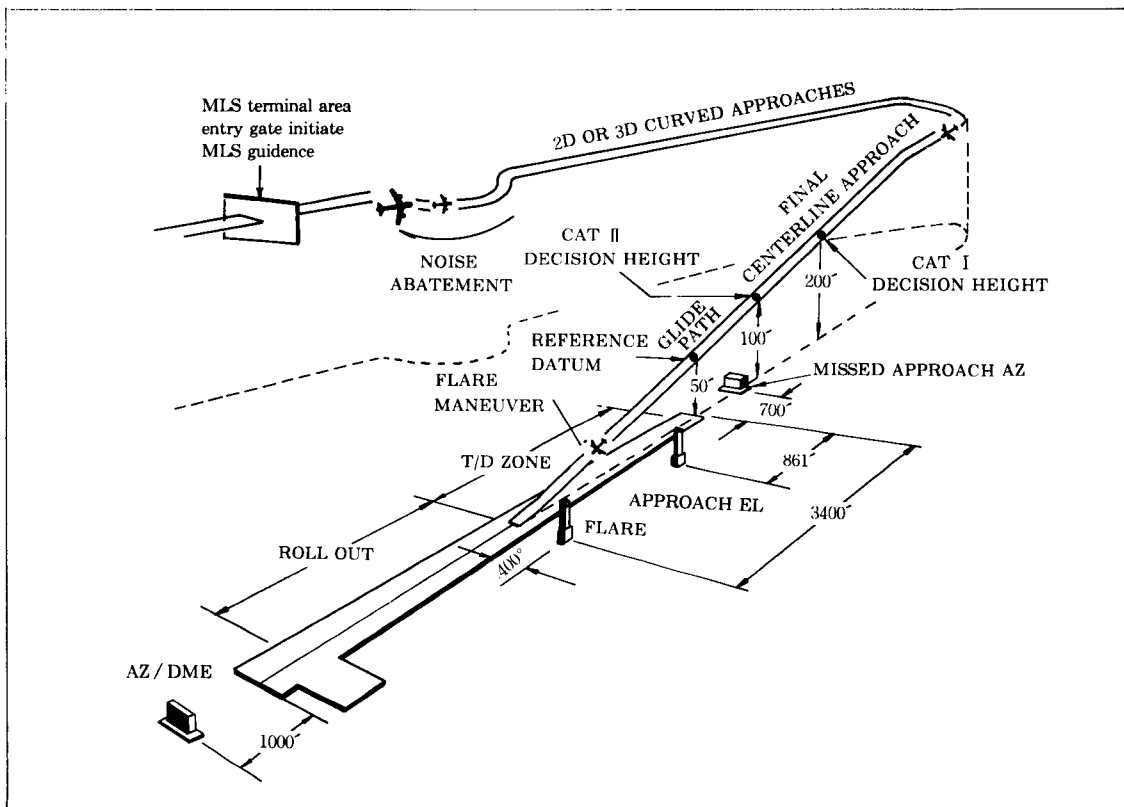


그림 5 MLS에 의한 着陸動作

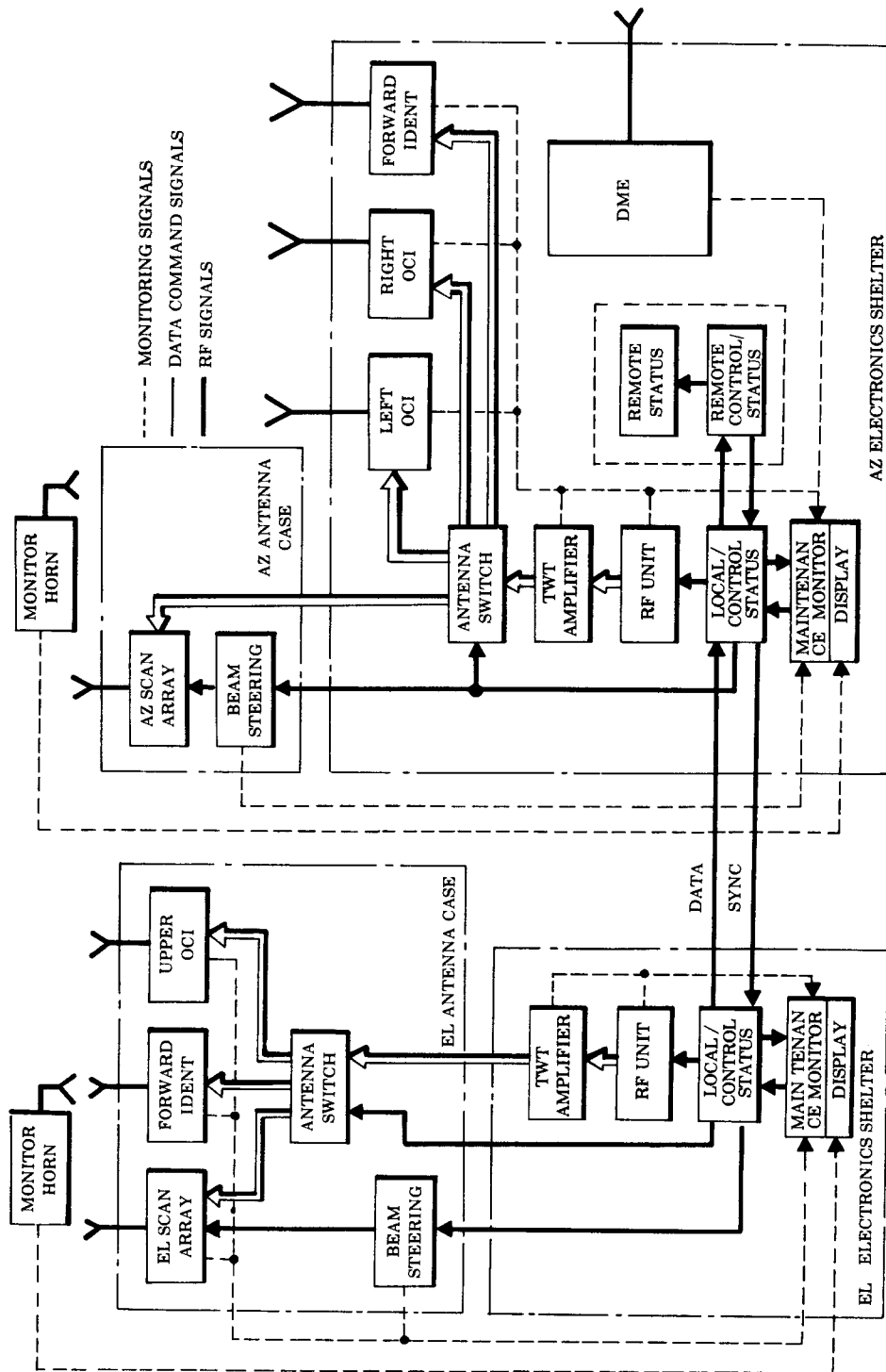


그림 6 대표적인 시스템 블록도

착륙을 유도하기 위한 Flare Elevation(FL)의 補助設備로 構成된다.

그림 6은 MLS의 대표적인 시스템블럭다이어그램이며, 그림 7은 AZ안테나, 그림 8은 EL안테나를 보였다.

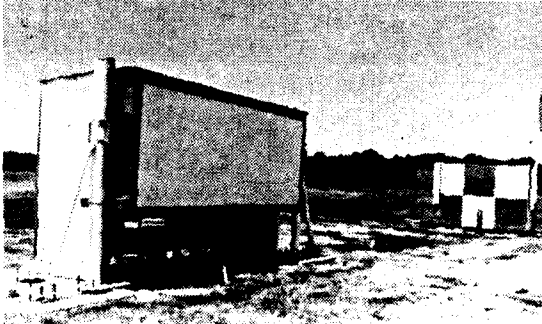


Figure 7. AZIMUTH ANTENNA

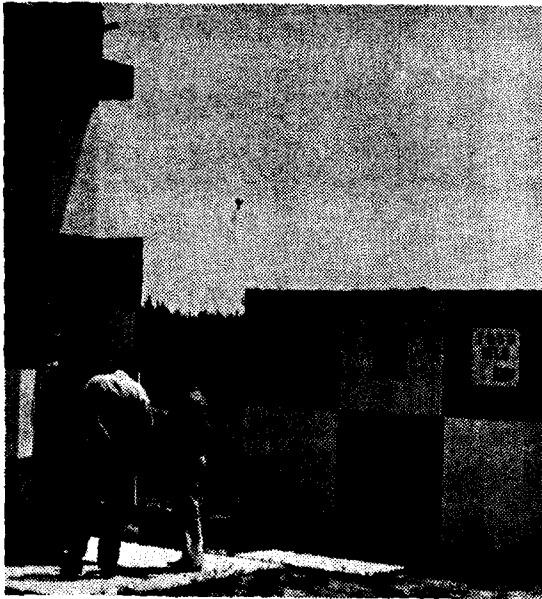


Figure 8. ELEVATION ANTENNA

3-2 MLS의 搭載(Airborne)장치

그림 9는 FAA의 도움을 받아 Bendix社의 ATAD(Air Transport Avionics Division)이

제작한 수신기로서 무게가 13pound에 불과하다. 그림 10은 대표적인 장비의 블럭도로서 매우 작은 컴퓨터인 micro-processor가 全 MLS수신기를 제어하도록 프로그램되어 있다.

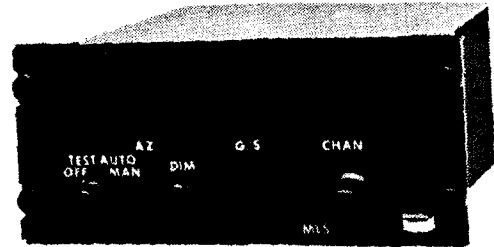
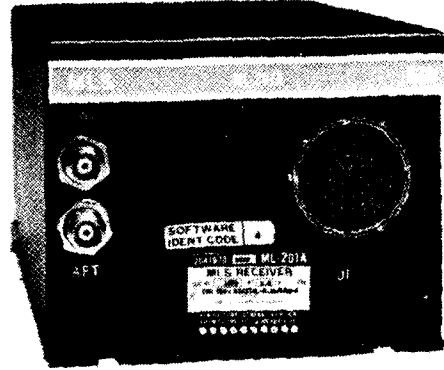


Figure 9. BENDIX ANGLE RECEIVER, MLS-20A

3-3 Azimuth(AZ)의 接近方位誘導

AZ장비는 滑走路의 中心線 stop end의 延長線上 1000~1500ft點에 설치하며 航空機를 接近시키기 위한 方位角情報를 $\pm 40^\circ$ scan한다. 또 地形에 대한 기본데이터와 날씨, 활주로조건 같은 보조데이터는 물론 地上裝備의 動作條件에 대한 데이터를 송출한다. 高度方向에 대해서는 $0.9^\circ \sim 20^\circ$ 이며 거리는 20NM이다.

그림 11은 Azimuth의 (a) 수평면과 (b) 수직면상의 coverage를 보였다. 활주로영역은 stop end에서 시작하는 활주로 中心線의 양측 45m이며 부채꼴영역인데 접근영역에 인접하기 위하

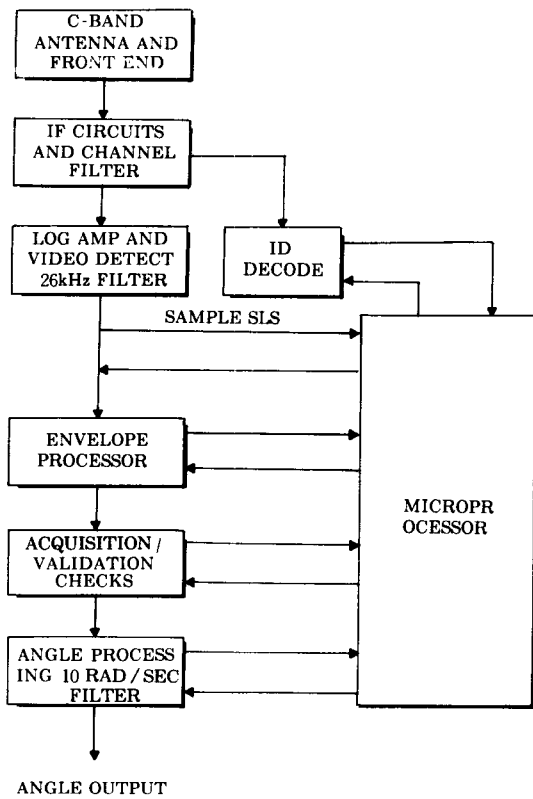


그림 10 수신기의 processing 블록도

여 接近方向에서 활주로 中心線과 平行하게 확대된다. 비례유도는 중심선에 대하여 $\pm 10^\circ$ 이내이다.

3-4 Elevation(EL)의 接近高度誘導

EL 장비는 GPIP(Glide Path Intercept Point)에서 활주로 threshold까지 보통 750~1000ft의 거리에, 활주로 중심선에서 350~600ft 떨어진 곳에 위치하여 接近하는 航空機에 高度角의 情報를 송출한다. EL 안테나는 $0.9^\circ \sim 30^\circ$ 의 scan coverage를 갖는데 EL의 수평면 및 수직면 coverage를 그림 12에 나타내었다. 수평면은 AZ 장비에 의해 마련되는 접근영역내와 滑走路를 통한 側面이며, 수직면은 MLS의 datum point로부터 75m에서 접근方向으로 20NM까지이고

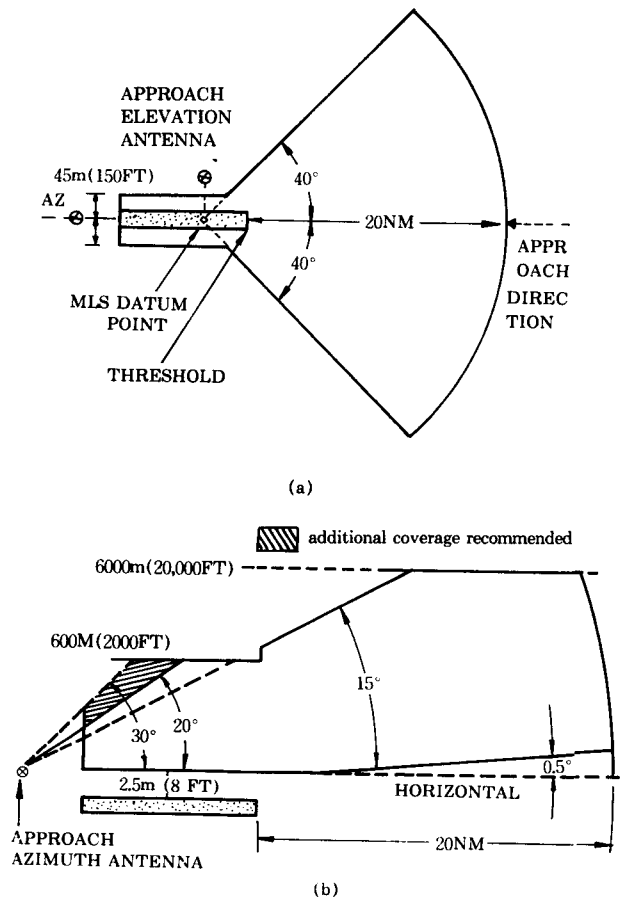


그림 11 AZ의 Coverage
(a) 수평면 (b) 수직면

MLS datum 지점에서 시작하고 수평면위 15° 기울기로 높이 6000m까지 원뿔표면의 영역으로 된다.

3-5 DME/P의 거리정보

DME/P transponder는 AZ와 병설되는데 precision 방식이 conventional 방식보다 더 정확하며 coverage는 360° 전방향성이어야 한다. 통달 거리는 모든 AZ角에 대하여 22NM까지이며, EL각은 그림 13와 같이 0.85° 에서 최소 15° 角 사이이며 높이는 최소 20000ft이다.

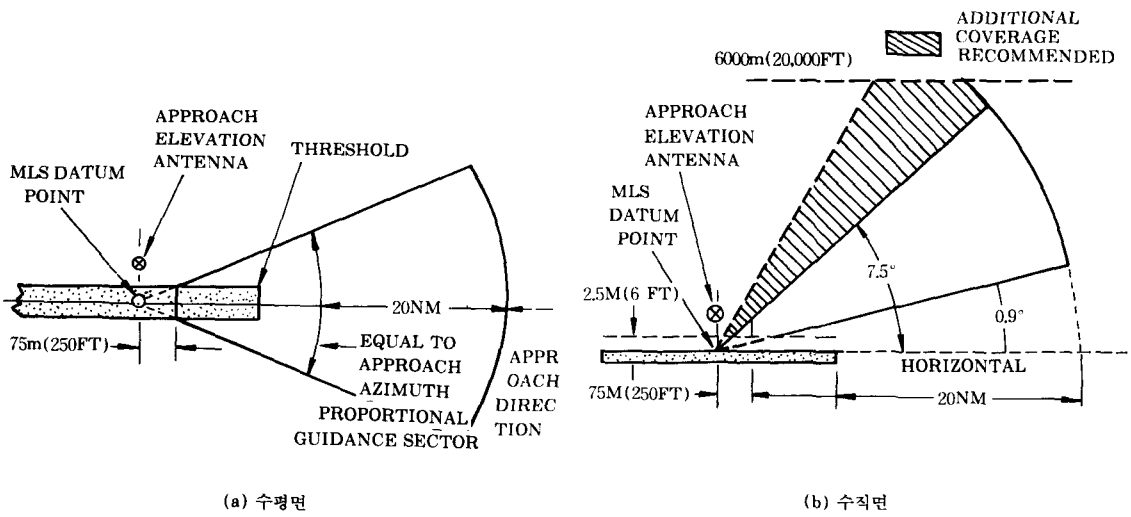


그림 12 Elevation(EL)의 Coverage

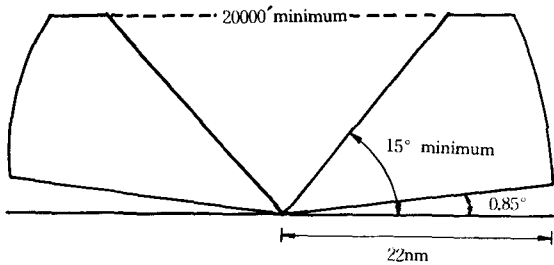


그림 13 DME/P Coverage

3-6 Back Azimuth(BKAZ)의 逆方向 方位誘導

BKAZ는 Azimuth와 同一하나 반대방향으로 신호를 전송하며 誤接近된 航空機의 出發誘導를 위한 誤接近誘導信號를 제공한다. 따라서 BKAZ의 水平面은 MLS의 datum point에서 시작하는 滑走路 中心線에 대하여 $\pm 40^\circ$ 부채꼴 영역내이며 오점근방향으로 적어도 20NM까지 확장된다. 수직면은 동일점을 꼭지점으로 하는 원뿔사

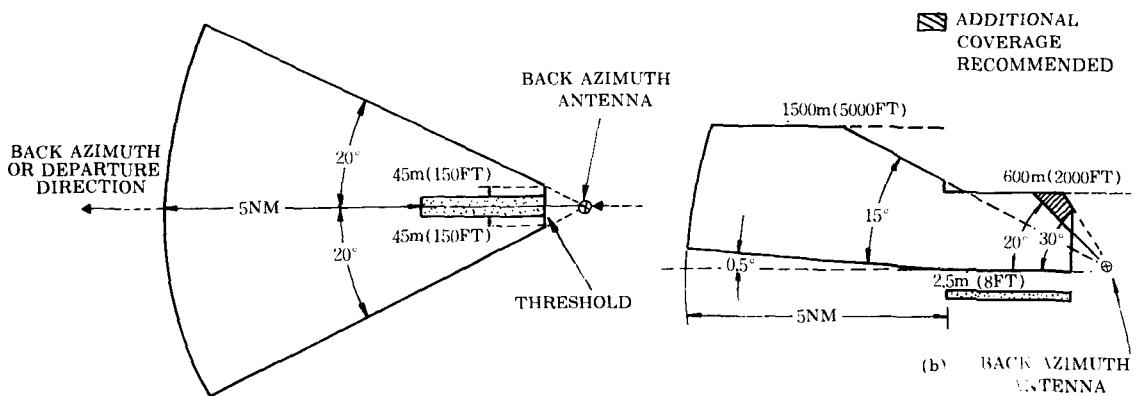


그림 14 Back Azimuth의 Coverage

(a) 수평면 (b) 수직면

이의 BKAZ이다.

활주로의 수평면상은 threshold에서 활주로 중심선에 대하여 부채꼴로 45m 영역에 확장되고 수직면상은 활주로 중심선위 2.5m에 있는 수평면과 중심선상 150m에서 600m의 높이까지 수평면에 대하여 20° 위로 기운다.

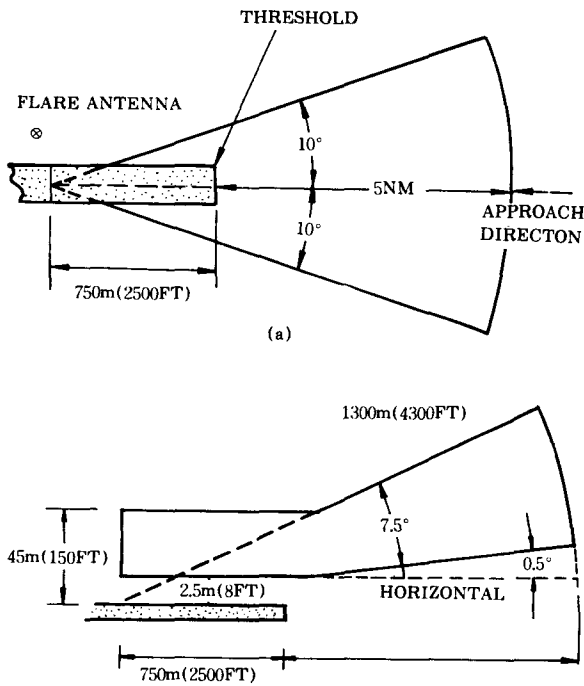


그림 15 Flare(FL)의 Coverage
(a) 수평면 (b) 수직면

3-7 Flare Elevation(FL) 신호

FL 장비는 EL 유도에 의하여 最終接近角으로 접근한 후에 접근각을 점점 감소시켜 구부러진 코오스로 安全着陸을 航空機에게 유도하는 기능을 갖는다. Flare 유도신호는 접지대에서 활주로 상공 8ft 까지 전송하며 유도한다. 그림 15는 Flare coverage 를 나타낸 것이다.

4. MLS의 Angle시스템

4-1 角度誘導시스템

각도유도시스템은 地上장비와 航空機搭載장비로 구성되며 標準 signal-in-space 포맷으로 결합되는데 이것은 각 MLS의 기능을 위한 data와 유도정보를 함유한다. 각 情報를 위한 기본원리는 TRSB 기법에 기초를 두는데 AZ 기능에 대한 TRSB 기법은 그림 16과 같다.

방위유도(AZ)기능은 폭이 좁은 바임을 coverage 內에서 시계방향(TO)으로 走査하고 잠시 멈추었다가 시계 반대방향(FRO)으로 주사한다. 이와 동시에 고도유도(EL)는 'TO' 주사하는 위로 주사되고, 'FRO' 주사하는 아래로 주사된다. 機內 變信機에서는 이 두개의 펄스의 時間差에 의해 자기 航空機의 위치를 구한다. 航空機의 방위각 및 고도각 θ 는 다음과 같다.

$$\theta = \frac{(t_o - t_f)V}{2}$$

여기서 t_o 는 TO-FRO 펄스가 0°에 해당하는 점을 통과하는 시간, t_f 는 TO-FRO 펄스간의 시간간격, V 는 스캔각속도 [$^{\circ}/\mu s$]이다. 기본데이터는 활주로 주변 시설물의 확인, 방위말단까지의 거리, coverage와 같은 情報를 전송하며 보조데이터는 氣象과 활주로 狀況 등의 情報를 전송한다.

4-2 信號形態

MLS는 5GHz帶의 마이크로웨이브 C band인 5031.0~5090.7 MHz를 300KHz의 간격으로 200개 채널이 TRSB 시스템의 신호형태로 구성되며 한채널상에 그림 17과 같이 방위신호(AZ), 高度신호(EL), 逆方位신호(BKAZ), Flare 신호(FL), 補助데이터신호(AUX DATA)를 TDM(Time-Direction Multiplex)방식으로 전송한다. 각국으로부터의 데이터들은 TDM내에 time slot 형태로 구성되며 preamble 신호에 의해

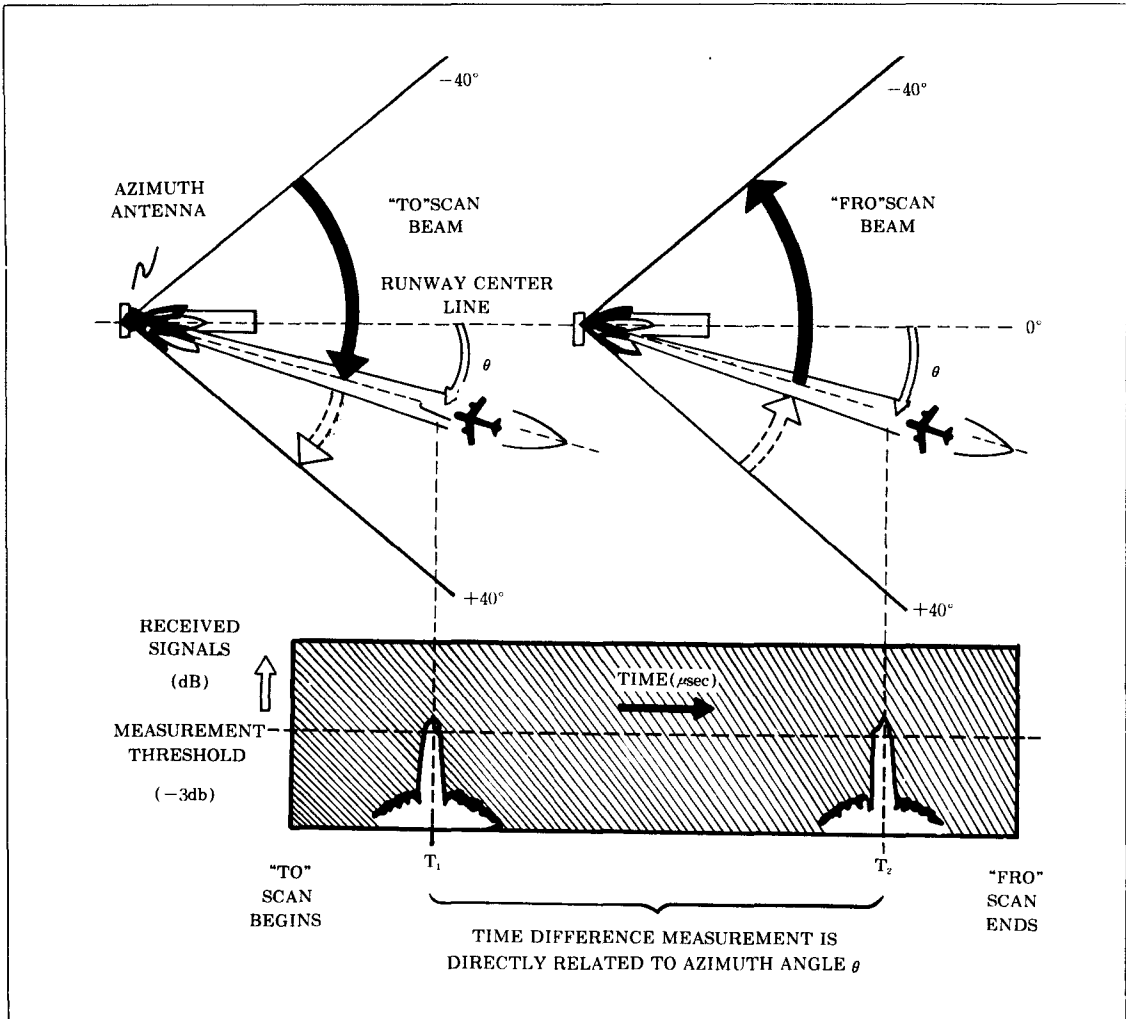


그림 16 MLS의 각도측정기법

확인된다. coverage내의 모든 항공기에 수신되어
 地上시스템과 정확하게 同期되지 않아도 순차적
 으로 유도정보를 처리할 수 있다.

4-3 角度機能組織

각각의 각도기능은 그 자체의 time slot 을 점령
 하는데 그것은 同一周波數채널내에서 다른 기능
 과 겹치지 않도록 적당하게 동기되어야 한다.
 각 기능에 대한 정보를 그림 18에 보였다. preamble
 과 sector 신호는 單一의 넓은 비임으로

전각도를 커버하는 안테나로부터 방출된다.
 preamble 은 無線周波數의 carrier 를 수신할
 때 同期符號의 檢出, 유도동작의 구분을 목적으
 로 AZ국에서 $\pm 40^\circ$ 의 coverage sector 로 방출한
 다.

5. 結 論

MLS는 기존의 ILS에 比하여 다음과 같은 利點
 이 있다.

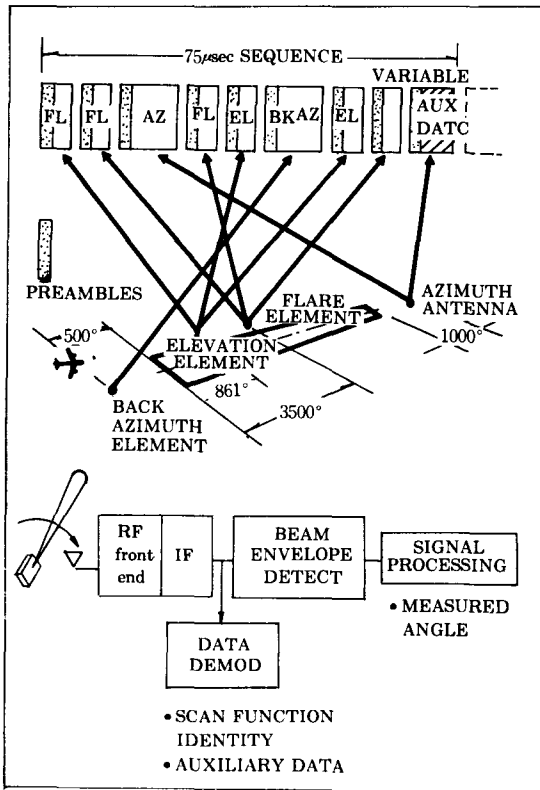


그림 17 ground 와 airborne 의 신호형태
 (a) MLS 설치 위치와 신호형태
 (b) 수신기

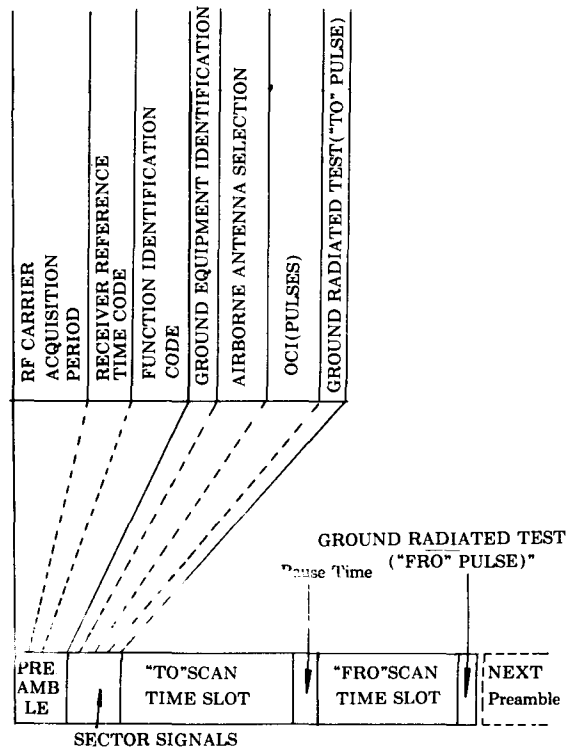


그림 18 각도 기능 조직

(가) 航空機가 滑走路에 着陸하는데 보다 더 安全性과 信賴性을 갖는다.

(나) Category II 와 III 를 提供하는 등 개선된 서비스를 제공한다.

(다) 曲線, 분할접근 등의 下降路에 대하여 安全한 유도서비스를 제공하여 ATC(Air Traffic Control)시스템의 利用效率를 증가시킨다.

(라) 위치선정에 대한 制約을 덜 받는다.

(마) FM 방송이나 무선간섭문제를 해결한다.

(바) 유도정보가 氣象條件의 영향을 거의 받지 않는다.

(사) 200 채널 사용으로 주파수 混雜地域인 공항의 제한을 안 받는다.

(아) 특수목적을 위하여 移動될 수 있으며

빨리 設置할 수 있다.

(자) ILS와 並置·設置 運用할 수 있다.

이상과 같은 여러 利點때문에 ILS의 MLS로 의 交替작업에 따른 엄청난 費用損失에도 불구하고 ICAO는 MLS를 標準計器着陸裝置로 선정하여 98년까지를 교체기간으로 定해 놓고 권장하고 있다. 이에따라 세계 各國은 박차를 가하고 있는데 예를들어 불란서의 파리 드골국제공항에는 90년 8월 Thomson社 製品의 MLS 설치현장을 本인이 踏査한바 있다.

또 航空機內의 裝着계획도 FAA는 1985년부터 시작하여 1999년까지 ILS/MLS를 병행사용하다가 2000년이후부터 MLS만을 사용하는 것으로 되어 있다. 따라서 우리나라도 지형과 대도시

부근의 안개나 교통량, 지가등을 고려하여 신중히 檢討되어야 할 것으로 보여진다.

參 考 文 獻

1. D.L. Miller, "Microwave Landing System", Signal, pp.57~65, June 1985.
2. T. Koshio, et al. "MLS Field Evaluation Method and Results," NEC Research & Development, no.73, pp.92~96, Apr. 1984.
3. H.W. Redian and R.J. Kelly, "MLS: The New International Standard", Advance in Electronic and Electron Physics, vol.57, 1981.
4. S.M. Dodington, "Civil Navigation Aids in ITT," Electrical Communication, vol.58, no.3, pp.251~255, 1984.
5. M.B. Elarini, "Analysis of the Integrity of the Microwave Landing System Data Function," IEEE Trans. on Aerospace and Electrical System, vol.AES-23, pp.473~483, July 1987.
6. F. Chiarini, et al, "A New Technique for Precision DME of Microwave Landing System," Alta Frequenza, vol.51, no.5, pp.242~256, Sep.~Oct. 1982.
7. C. Gershjohn, "Air Traffic Control using Microwave Landing System," The Human Factor Society, vol.23, no.5, p.621~629 1980.

1991 年度 技術士 補修教育案內

國家技術資格法 第 4 條의 3 및 同法施行令 第 12 條의 5 規定에 의하여 實施하는 '91 年度 技術士 補修教育計劃을 아래와 같이 案內하오니 教育施行에 차질 없으시기 바랍니다.

- 아 래 -

1. 教育對象者 : 1) 1986 年度 資格取得 登錄者(第 28 回)
 2) 1986 年度 補修教育履修者(第 1-19 回)
 3) 1985 年度 補修教育 未履修者
2. 補修教育對象種目 및 教育機關

教育對象種目	教育申請期間	教育機關	受講申請書交付 및 接受處
技術士全種目(土木施工, 建築施工, 建設機械, 測地消防設備, 地域 및 都市計劃, 造景, 가스, 産業衛生 管理技術士는 除外)	91. 4. 1 ~91. 5.31	韓國技術士會 電話 : 566-5875 557-1352	江南區 驛三洞 635-4 (科學技術會館 401 號)
土木施工 建築施工 建設機械	91. 3.12 ~91. 4.18	建設技術教育院 電話 : (032)423-4 901 435-4901~3	
消防設備	91. 5. 1 ~91. 5.31	韓國消防安全協會 電話 : 634-5081	※ 교육대상자는 해당 교육기관으로 문의하시기 바랍니다.
測地		大韓測量協會 電話 : 671-8939 671-0921	