

低空飛行標的에 對한 防禦

金石日譯

머 리 말

防空의 주요수단에는 對空砲와 地對空미사일이 있으며 이들 武器의 효과는 標的 獲得과정과 적절 한 火力分配에 달려있다.

특히 超低空으로 비행하는 標的의 경우에는 視野에 나타나는 時間이 짧아 빠른 系統反應時間(System Reaction Time)을 요구하고 있다.

그러므로 射距離 2,000m 이하의 短距離표적에 대한 防空手段으로는 對應速度가 빠른 對空砲가 적합할 것으로 보이며 그 이상의 標的에 대해서는 地對空미사일이 효과적일 것으로 판단된다.

1. 空中威脅

高度 100m까지의 低高度 방어대상 표적으로 는,

—제트推進 항공기

- 巡航미사일
- 프로펠러 항공기
- 無人항공기
- 헬리콥터

등이 있다.

제트推進 항공기는 敵後方의 공격목표나 防空 施設들을 파괴하기 위하여 공격을 감행할 경우에 飛行高度는 地形의 상태에 따라 다르기는 하나 대개 高度 50m 전후를 유지한다.

또한 이때의 速度는 秒當 250m 정도이며, 高度와 速度는 對地上공격무기의 종류에 따라 차이가 예상될 수 있다. 이러한 제트推進 항공기를 制壓하기 위해서는 공격지점을 찾기 위하여 旋回하는 戰鬥爆擊機를 효과적으로 防禦할 수 있도록 적절한 防空對策을 강구하여야 할것이다.

巡航미사일은 事前에 기억되어 있는 飛行經路를 따라 표적까지 도달하며, 高度 50m, 秒當 200m내지 마하 2의 速度로 비행하는 飛行標的으로 간주될 수 있다. 게다가 小型胴體(레이다



〈그림 1〉 誘導미사일과 對空砲의 혼합운동 체계인 SKYGUARD 對空武器 체계



〈그림 2〉
차체 레이더와 口徑 30mm
쌍열砲가 장치된 自走對空砲
WILDCAT

탐지단면 $0.1m^2$ 이하)이며 飛行速度가 빨라서 視野에 나타나는 시간이 짧으므로 探知 및 交戰의 어려움이 예상된다.

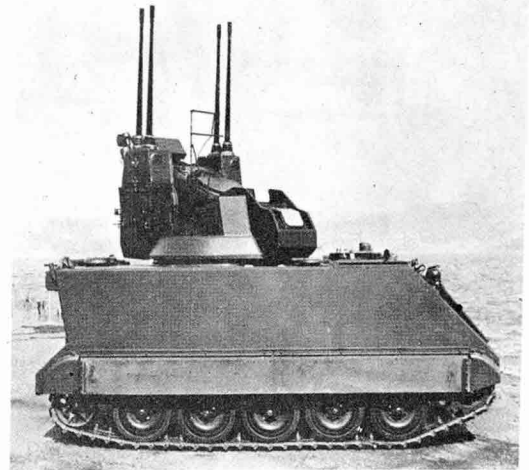
雙發 또는 單發 프로펠러 항공기는 제트推進 항공기에 비하여 速度는 떨어지나(秒當 90m내지 130m) 소음이 작고 地形地物을 이용한 飛行能力이 있으므로 경계를 요하는 對空威脅이다.

無人 航空機는 現代科學을 충분히 이용한 小型胴體와 최신 電子裝備를 탑재하여 戰場감시, 電子妨害 및 교란, 공격 등의 임무를 충분히 수행하고 있다. 특히 戰鬥爆擊機의 공격능력을 향상시키기 위하여 대규모 編隊를 구성, 敵의 對空防禦能力을 사전에 교란시키는 역할도 담당한다. 이때 無人航空機의 비행고도는 50m 정도이며, 秒當 35m내지 70m의 速度로 접근하며 목표지점에서는 高度 100m내지 1,000m까지 上昇하면서 退却한다.

헬리콥터는 水平 혹은 垂直으로의 移動이 가능한 用途성으로 인하여 秒當 0~95m의 速度로 地形地物을 충분히 이용하는 공격형태를 갖출 수 있으므로 매우 威脅의인 防禦標의이다. 또한 攻擊支援任務側面에서도 地上作戰의 상황에 따른 비행속도의 可變能力이 우수하여 固定翼 航空機에 비하여 그 임무를 效果的으로 수행할 수 있다.

이와같은 空中威脅의 다양화와 發展외에도 防空對策을 강구하는 측면에서는 對空防禦手段의 발달에 대응하는 飛行術의 발전을 예상하여야 할 것이다.

예를들면 충분히 준비된 防空網을 피하기 위해서 航空機는 더욱 낮은 高度로 비행할 것이며 이를 통하여 航空機의 生存性을 높이려 들것이



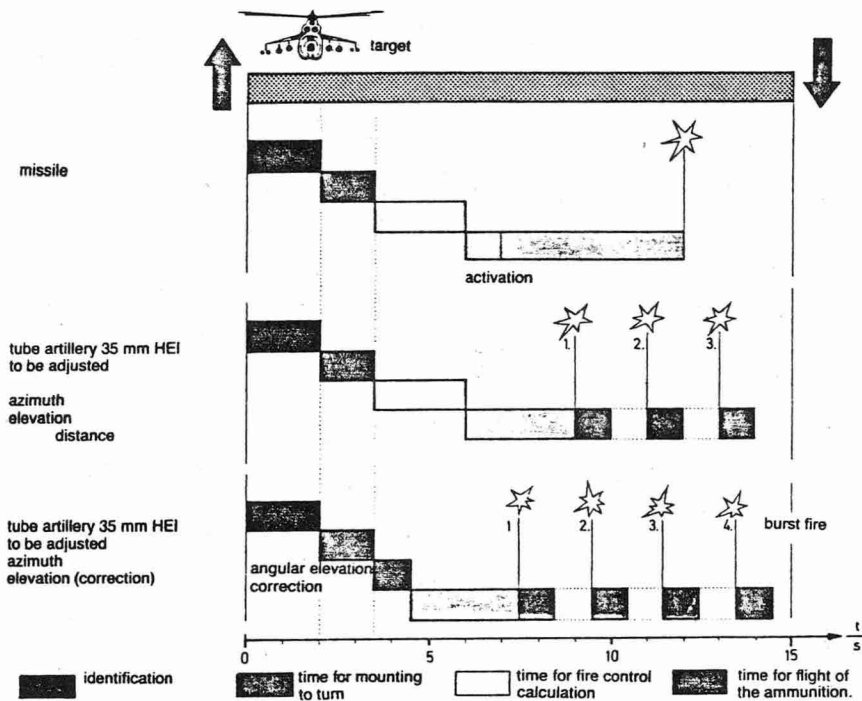
〈그림 3〉 MADIS 대공포 OTO Melara

다. 반면 低空飛行중인 항공기에서 地上目標을 식별하는 데에는 어려움이 따르게 될것이나 레이더 高度計, 장애물 경보장치, 地形追跡센서 등을 이용함으로써 해결될 것이며 다만 能動센서의 사용시 敵으로부터의 被探知 확률이 높아질 가능성이 있다.

따라서 對空武器는 敵의 低高度 공격을 충분히 분쇄하기 위하여 防空武器體系의 적절한 배치와 性能이 우수한 裝備의 획득을 통하여 防空能力을 키워나가야 할것이며, 특히 系統反應時間의 단축방안을 충분히 研究하여야 할것이다.

2. 標的探知

飛行標的에 대한 신속하고 정확한 識別은 효과적인 對空防禦를 위한 최우선 要求사항이다. 標的識別은,



〈그림 4〉 15秒전에 ...적이 나타나는 경우에 대한 對空砲와 誘導미사일의 交戰예상도

- 對空探索
- 敵機出現 및 捕捉
- 彼我識別(IFF)
- 標의 諸元 計算 및 適用의 順序로 進行된다.

對空探索 및 捕捉手段으로는 能動素子, 手動素子 등의 여러가지 센서가 사용되고 있다. 對空探索手段을 강구하기 위해서는 地形의 형태와 氣候條件 및 敵機의 窺探계획 등에 대한 면밀한 分析이 요구되며 특히 低高度 비행표적에 대해서는 地面으로부터의 電子波교란, 多重路 傳送效果 등에 대한 대비책이 마련되어야 할것이다.

가. 레이더

레이더는 傳統的으로 매우 효과적인 對空探索手段으로 사용되어 왔으며 앞으로도 이러한 役割은 계속될 것이다. 특히 레이더는 視界와 無關한 운용성 및 良好한 정확성을 이유로 거의 全分野의 對空武器系에 필수적으로 裝置되어 있다.

低高度 비행표적의 探索手段으로서 레이더는 10km 내지 30km의 探知거리로 충분히 임무를 履行할 것으로 보이는데 그것은 地球의 曲率로 인

하여 前方 30km지점의 표적을 탐지하는데 비 行표적의 高度는 적어도 50m 이상되어야 하기 때문이다.

이런 목적의 레이더는 高角探知범위가 약 3km 이며, 100 MHz 내지 10 GHz의 周波數帶域을 이용하고 있다.

또한 안테나의 형태에 따른 放射빔의 형태는 Cosec^2 혹은 Pencil 빔 형태이며 標의 捕捉體積은 빔의 형태에 의하여 결정된다. 매우 넓은 空間을 모두 探索하기 위해서는 Cosec^2 빔 안테나가 Pencil 빔 안테나에 비하여 효과적이나 다음과 같은 약점이 있다.

— 標의에서 反射된 신호의 크기를 결정짓는 輻射密度가 낮다.

— 넓은 空間上的 한 표적에서 反射되어 들어오 는 標의 信號의 크기에 비하여 地形에 의한 輻射에너지가 크므로 인하여 電波妨害 가능성이 높다.

— 高角方向의 위치탐색이 불가능하다.

이와 반대로 Pencil 빔 안테나는 Cosec^2 빔 안 테나의 약점을 모두 해결할 수 있으나 빔의 작 은 體積으로 인하여 넓은 空間을 탐색하기 위하 서는 매우 복잡한 Scanning 裝置(예를들면 위상

배열 안테나)를 필요로 하는 단점이 있다.

레이다의 種類中 펄스 도플러 레이다가 低高度 비행표적의 探知手段으로는 가장 적합하다고 알려져 있다. 펄스 도플러 레이다는 航空機 速度에 따른 도플러變位를 計算함으로써 클러터로부터 標的을 분리시킬 수 있으며 대개 -50에서 -60 dB 까지 電波妨害를 除去할 수 있는 능력 (Subclutter-Visibility)을 가지고 있다.

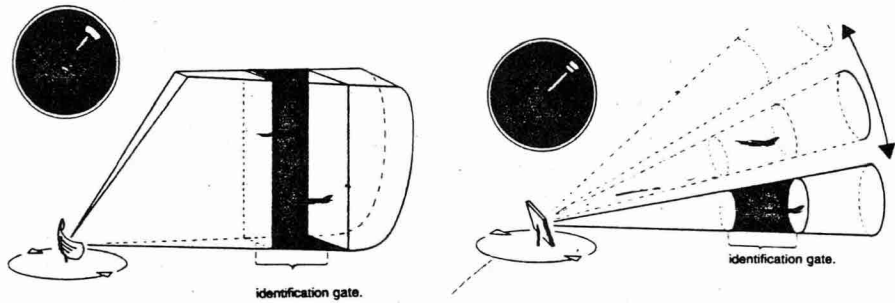
旋回中인 헬기를 탐색할 수 있는 레이다의 能力은 헬기로부터 反射되어 들어온 신호의 도플러량이 작으므로 헬기 자체의 變位보다는 主回轉 날개의 운동과 主回轉翼 및 尾翼의 미약한 反射신호를 이용할 수 있어야 할 것이다.

이에 대한 對處方案으로 高價의 디지털 信號

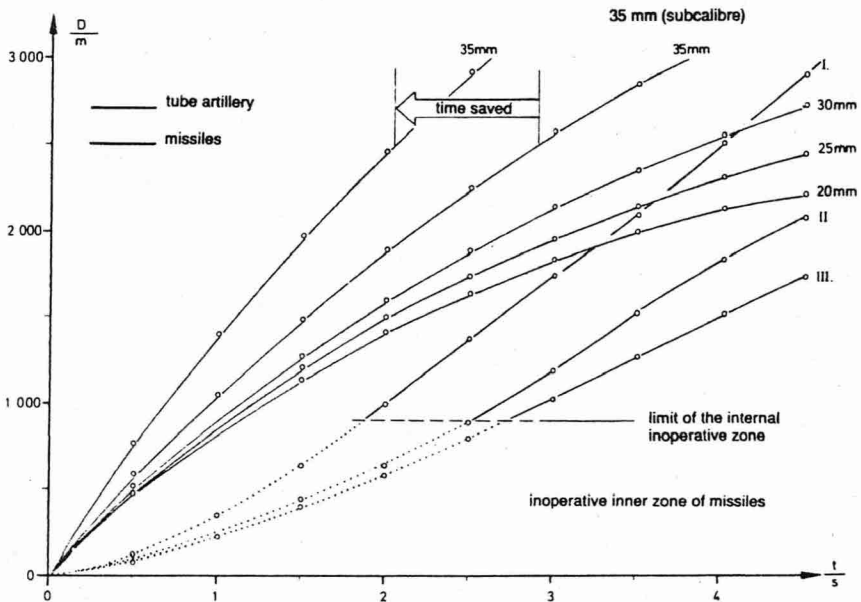
處理裝置를 이용하여, 도플러 變位量은 많으나 미약한 信號特性을 갖는 헬기의 탐지를 가능케 할 수 있을 것이다.

이 경우에도 예상되는 헬기의 형태에 의한 도플러 스펙트럼에 대한 정확한 資料가 필요할 것이며, 따라서 자동적인 信號處理가 불가능하다면 運用要員의 能力을 키워 畫面上에 고정된 標的으로 표시되는 任意의 물체가 公중선회중인 헬기로 판단되는 경우에는 안테나를 해당 防衛角에 靜止시킨 후, 도플러信號를 정취하여 헬기로 판단하거나 處理裝置가 헬기로 판단하는가를 보아야 한다. 물론 이 期間中 나머지 地域의 표적탐지는 불가능하다.

또한 探知된 표적에 대해서도 彼我識別을 위



〈그림 5〉 二次元 레이다의 Cosec^2 빔형태(왼쪽)와 三次元 Pencil 레이다 빔형태



〈그림 6〉 대공포와 誘導미사일의 彈道

하여 友軍航空機에 대해서는 反應이 나타나나 敵機에 대해서는 反應하지 않는 自動彼我識別裝置도 있다.

나. 밀리미터波(Millimeter Wave)레이다

밀리미터波 레이다(MWR)는 35~90 GHz의 周波數領域에서 大氣에 의한 감쇠가 적은 低減帶域을 이용한다. 이들 極超短波의 電波 특성은 근접거리에 대한 監視(약 3,000m까지)레이다에 특히 적합하며 안개 및 연기 등에 의한 영향이 없고 構造物의 형태가 작으므로 光電子센서, 電子光學센서(TV) 및 光學센서를 대신하여 사용될 수 있다.

본 裝置의 개발목표는 높은 集積度의 디지털 信號處理裝置를 이용하여 Narrow-beam Scanning 방법으로 표적을 映像化하는 것으로 상세한 標의 판단과 確認수단을 提供할 수 있도록 하는 것이다.

그러나 現在 이용가능한 映像을 만들어 내는데 要求되는 所要時間이 길어 일부 제한된 空間의 監視에만 적용할 수 있는 水準에 머물러 있다.

다. 레이저(Lasers)

레이저 센서들은 레이다裝備를 지원하거나 手動的인 標의 探知수단으로만 이용될 뿐이며, 특히 넓은 地域에 대해서 畫像形成時間이 길어 넓은 地域을 감시하는 監視用途로는 부적합한 것 같다.

라. 手動센서(Passive Sensors)

手動센서는 敵의 電子情報활동에 의하여 探知되어질 수 없는 장점을 가지고 있다.

手動센서는 표적으로부터 放射되는 熱, 可視輻射 또는 音響放出 같이 물체로부터 放射되는 電子波를 수신하여 높은 정확도(1~2 mrad 이내)로 표적의 方向判讀을 가능토록하나 受信된 신호에 時間情報가 포함되지 않아 距離를 식별할 수 없는 단점이 있다.

그러나 近接距離에 있는 標의 方位角의 判讀여부는 近接戰에서 가장 중요한 情報로 이용될 수 있을 것이다.

또 다른 方案으로 射距離는 레이저 距離測定器나 射距離레이다를 이용하여 요구되는 射距離 정보를 얻을 수 있다. 아래의 赤外線 手動센서는 이러한 目的으로 사용될 수 있다.

— 標의과 배경의 溫度차이를 이용한 赤外線監視 시스템은 장애물 뒤에서 旋回飛行中이거나 低速飛行중인 헬機的 上昇排氣가스 탐지가 가능하다.

— 溫度 映像시스템(Thermal Imaging System)은 水平走査를 통하여 畫像을 再生한다. 온도 차이에 의한 畫像은, 分解能이 크고 視界를 가리는 길은 안개 속에서도 2,500m의 標의 識別이 가능하고 戰鬪距離가늠이 가능하여 良質의 화면을 전시할 수 있다. 그러나 視野가 制限되기 때문에 局部的인 地域감시에만 유용하게 쓰일 수 있을 것이다.

— 밀리미터波 센서(Millimeter Wave Sensors) 밀리미터波는 장애물과 주변 地域의 航空機 레이다로부터 放射되는 電子器 에너지를 檢出할 수 있다. 이러한 탐지수단은 作戰地域에서 敵의 위협을 早期에 발견하도록 도와주며 早期 警報가 가능하도록 하여 준다. 더우기 이 信號들은 地上電波妨害裝置나 또 다른 ECM 手段을 위하여 사용될 수도 있을 것이다.

마. 光學觀測(Optical Observation)

人間의 視覺은 여러가지 大氣條件에 의하여 관측거리가 크게 制限되기는 하나 夜視能力을 가진 望遠鏡이나 TV카메라 같은 光學裝置를 이용하면 制限된 視界內에서라도 觀測距離를 증가시킬 수 있다. 威脅의 정도, 防禦比重 및 地上武器體系의 기동성 여부에 따라 光學觀測裝置에 의한 탐색과 獲得手段은 아래와 같이 운용될 수 있다.

— 對空武器에 装着

— 砲台 근처의 적절한 位置에 配置

— 通信網과 結合된 완전한 감시체계의 形成

이에 의해서 獲得된 對空監視情報는 直角座標나 極座標計로 變換되어 디지털情報나 음성으로 무기체계에 전달된다. 특히 디지털정보는 자동적으로 위치가 制御되는 對空武器로 직접 電送되어 이용될 수 있다.

遠距離 표적감시수단은 對空武器의 표적탐지 수단이 標的을 獲得하기 이전에 對空武器가 표적방향으로 位置할 수 있도록 하여 照準에 소요되는 時間을 감소시키는 효과를 얻을 수 있다.

3. 射擊統制裝置

對空武器의 전형적인 遠隔射擊統制裝置에 의한 對空武器運用方案은 標的諸元 및 放熱된 對空武器를 토대로 가장 유리한 射擊位置에 있는 對空武器에 交戰要求標的을 지정하여 주며 威脅分析과 최적의 標的分配는 컴퓨터에 의해서 가능하다.

이러한 形態의 火力分配는 과잉파괴를 防止하고 유용한 彈藥으로 보다 많은 標的과 交戰하기 위하여 필수적이며 하나의 標的에 대한 同時射擊도 용이하도록 한다.

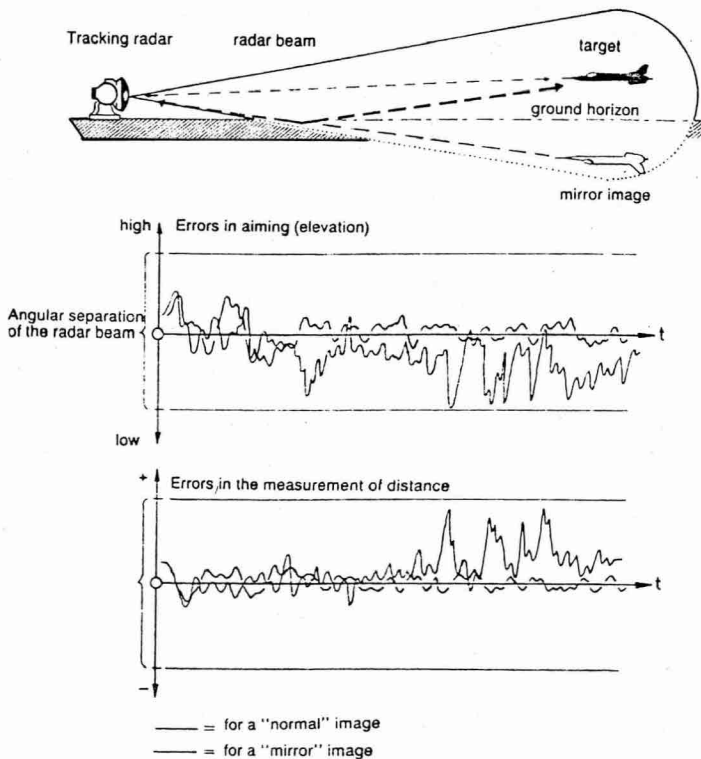
對空武器 자체내에 설치되어 있거나 近接設置된 사격통제장치는 해당 對空武器를 위한 方位角, 高角 및 射距離정보를 계속적으로 계산한다.

方位角, 高角 및 사거리의 測定을 위한 射擊統制裝置의 원리는 遠隔射擊統制裝置의 표적탐지수단과 거의 동일하나 地面가까이 비행하는 標的을 포착하는 경우 信號對雜音比가 낮아 捕捉에 어려운 문제가 있다. 뿐만아니라 낮은 高角 때문에 標的 追跡레이더 빔은 地表面에 닿아 반사하고, 이것은 電波障得의에도 표적의 거리와 위치를 誤導하게 하는 거울映像效果(Mirror Image Effect)와 多重路電波(Multi-path Propagation)를 야기한다.

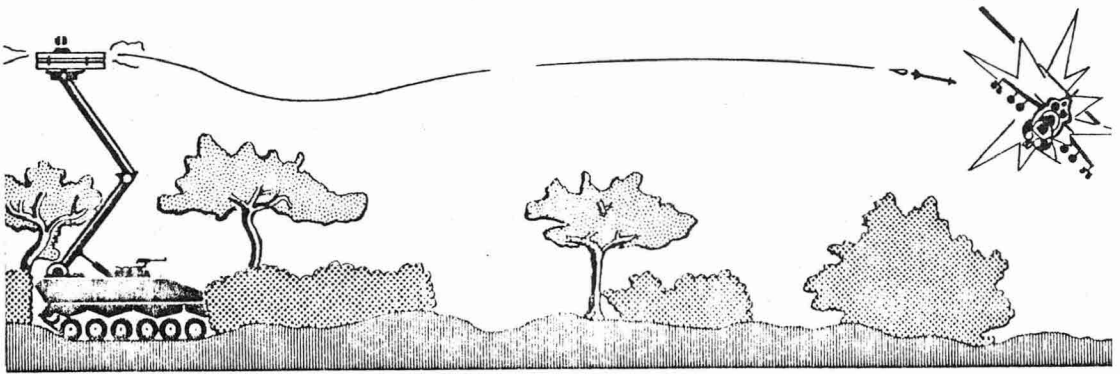
따라서 地面가까이 비행하는 표적에 對應하는 射擊統制裝置는 밀리미터波 레이더, IR, TV 혹은 光學레이저 보조장치같은 보다 높은 周波數 센서를 이용하여 정확도를 높여야 할것이다.

赤外線 誘導彈頭를 장착한 미사일에서의 標的探知는 주변의 熱 輻射元에 의해서 영향을 받는다. 특히

- 敵의 IR 對應에너지
- 戰場에서의 화염
- 加熱된 地表



〈그림 7〉 거울映像效果



〈그림 8〉 位置가변식가따(Folding Arm)를 이용한 미사일 발사대의 개념

—햇빛에 反射된 구름의 가장자리 등이 심각한 영향을 끼친다. 이런 경우 잡다한 신호로부터 유용한 신호를 選別하는 데에는 誘導彈頭에 加해지는 신호의 내용을 判讀할 수 있도록 事前訓練을 통하여 運用員의 選別能力을 향상시키거나 또는 發射時와 飛行時 別도의 신호처리方法이 적용되는 周波數 分離型 誘導彈頭(Two Colour Homing Head)를 사용하는 등의 技術的인 방법이 있다.

對空武器의 系統反應時間을 단축하는데는 자동적인 標의獲得과 함께 砲塔의 高速制御가 가능한 光學照準鏡을 사용하는 방법이 있다. 여러 가지 作業이 동시에 가능하고, 遠隔制御裝置가 접속된 헬멧照準器는 이러한 목적에 매우 적합하다.

對空武器의 砲塔은 加速회전과 정확한 位置照準이 매우 중요하며 高速應答特性을 가지는 驅動裝置를 필요로 한다. 현재의 技術로는 秒當 80° 내지 120°사이의 回轉速度를 얻을 수 있다.

무기에 비하여 破壞力이 큰 肩着式 發射미사일은 照準에서 사격에 이르는 所要時間이 매우 짧은 장점이 있다. 물론 銃砲와 自由로케트는 포적이 보이자마자 사격할 수 있는 장점이 있다.

그러나 對空砲와 對空미사일의 능력은 대부분 射擊統制裝置의 능력에 따라 系統反應速度와 그 효과가 결정된다.

현대식 對空武器의 사격통제장치는 디지털 컴퓨터를 이용하여 適應性, 處理速度의 향상과 小型化를 기하고 있다.

디지털 컴퓨터의 장점으로는 소프트웨어의 융통성을 들 수 있으며, 이는 주변여건에 따른 射

擊統制裝置의 프로그램 修正이 가능하기 때문이다.

4. 對空武器

低空飛行標的에 대응하는 對空武器에는 對空砲, 自由로케트 및 誘導미사일이 있다.

가. 對空砲(自動火器)

對空砲는 口徑 20mm 내지 40mm의 多聯裝砲列로 구성되어 分當 200발에서 9,000발의 발사율을 가지며 다양한 飛行體의 速度區間에서 높은 명중율과 파괴력을 갖는다. 특히 加速中인 飛行體에 대해 증가시키는 것은 射彈分布를 적절히 조절함으로 가능할 것이며, 35~40 mm 彈에서 유발되는 파편효과는 敵의 헬機를 無力化시키는데 효과적일 것으로 보인다.

헬機에 대해서는 40mm 근접신관이 費用對效果面에서 他口徑과 비교하여 유리할 것이라는 見解가 지배적이며, 近接信管彈이 사용되는 76mm 對空砲도 6 km 이상의 거리에 位置하는 헬機에 대한 交戰可能性도 조심스럽게 대두되고 있다.

그러나 近接距離에서의 交戰效果는 무거운 砲塔으로 인한 驅動速度의 저하로 크게 떨어질 것으로 판단된다.

나. 自由로케트

多聯裝 발사대로부터 발사되는 小口徑 로케트는 헬機의 근거리 피습을 효과적으로 防禦할 수 있는 수단이다. 그러나 固定翼飛行標的에 대해서는 그 효과가 의문시된다.

다. 誘導미사일

遠隔(統制誘導 혹은 빔誘導) 및 자체적 IR 追跡으로 誘導되는 미사일은 1,000 m 밖의 표적과 交戰하기에 적합하다. 특히 發射準備가 완료된 상태하에서 橫方向 회전력이 뛰어나, 갑자기 出現하거나 급격히 廻轉하는 표적을 요격할 수 있는 速應性이 좋다.

誘導미사일의 交戰效果를 최적화 하기 위하여 考案된 두가지 방법으로는

—정확한 誘導에 유리하도록 彈頭的 重量을 감소시켜 目標物과 미사일의 충돌로 파괴시키는 방법

—彈頭的 重量을 증가시키고 近接信管能力을 부여하여 目標物의 근처에서 폭발(誘導장치의 否正確性을 보상하는 方案)하도록 하는 방안이다.

誘導미사일이 對空防禦의 효과적인 手段임은 분명하다. 이에 反하여 여러가지 制約이 있으며 가장 크게 대두되고 있는 문제는 低高角에서의 발사시 地表面과의 충돌을 방지할 수 있는 方案을 세워야 하는 점이다. 즉 誘導미사일이 발사되면서 地表面과의 충돌을 피하도록 誘導미사일의 발사위치를 높여야 하며, 또 다른 방법으로는 發射初期의 加速力을 증가시키는 방법이다.

이러한 方法은 결국 有効射程圈의 최단거리에 制約을 줄수 밖에 없을지도 모른다. 특히 近接信管이 장착된 誘導미사일에서는 근접거리에서의 地形地物에 의하여 폭발하지 않도록 非活性距離를 周邊地形의 조건에 따라 制御할 수 있어야 할지도 모른다.

이러한 문제는 높이를 調節할 수 있는 발사대(예를들면 低高度探知레이다의 위치 可變式架台)로 해결될 수 있을 것이며 이러한 概念에 의한 誘導미사일 발사대가 개발될 수 있을 것이다.



〈그림 9〉 西獨 육군이 보유하고 있는 搜索레이다 (E 밴드) : 位置가변식가대에 장치되어 30 km의 領域을 담당한다.

맺 음 말

이상과 같이 低空對空武器에 대한 전반적인 형태 및 사용되는 裝置의 기능을 살펴보았다. 現時點에서 對空砲와 對空誘導미사일의 장단점 또는 그 특성에 대해서는 아직까지 定立된 理論이 없는듯 하다. 다만 運用側面에서 볼때 混合운용이 단독적인 作戰任務 遂行時에 비하여 그 효과를 크게 증대시킬 수 있다는 판단이 支配的이며 앞으로 재래식 對空武器의 運用概念은 이러한 판단에서 크게 벗어나지 않을 것으로 보인다.

앞으로의 研究方向도 현재의 재래식 對空武器의 성능향상의 注力할 것으로 보이며, 점진적인 構成裝置의 개량이 계속될 것임이 확실하다.

참 고 문 헌

Rudolf Wolter, Defence Against Low Fly Aircraft
Military Technology, 4. 1984)