

誘導彈 소개

(2) 誘導方法

姜麟求 (工學博士)

1. 誘導方法

現代戰의 主力武器로서의 誘導彈의 戰術 戰略의 가치에 대해서는 再論할 필요가 없을 것이다. 誘導彈의 生命은 正確度에 있으며 이 정확도는 機體, 推進機關 等의 성능에 따라서도 어느 정도 左右되겠지만 核心은 誘導操縱裝置에 있다.

誘導操縱裝置는 標的의 性格, 發射場所, 用兵의 經濟性 및 効率性, 要求되는 信賴性 등을 고려해서 선택하게 되는데 비록 크기나 複雜度가 다양하더라도 誘導操縱裝置中 誘導裝置의 作動原理는 몇 가지의 類型으로 구분할 수 있다. 이 作動原理를 誘導方法이라 하는데 誘導方法의 基本機能을 나누어 보면,

1) 標的과 弾의 情報獲得

裝置에 따라 標的과 弾의 相對位置 또는 방향이 필요할 수도 있고 弾의 位置만 필요할 수도 있다. 이러한 情報의 獲得方法에 따라 여러가지 誘導方法가 있을 수 있다.

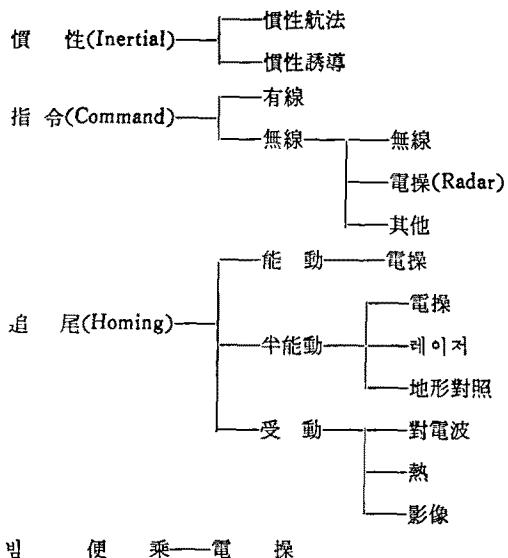
2) 情報의 處理(誘導計算方式)

情報處理를 사람이 할 수도 있고, 電算機가 할 수도 있고 또 電算機를 쓰더라도 어디에 電算機가 있는 가에 따라 方式이 달라질 수 있다. 또한 誘導計算方式도 여러가지가 있다.

3) 指令의 傳達

誘導計算의 결과인 指令은 操縱裝置에 보내져 弾을 원하는 方向으로 움직이게 하는데 弾內에서 指令이 발생되는 경우에는 간단하지만 弹外에서 발생한 경우 이를 전달하는 方法도 여러가지가 있다.

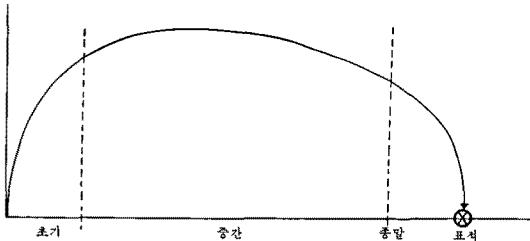
基本機能을 어떻게 運行하느냐에 따라 여러가지 区分方法이 있겠지만 흔히 사용되는 분류에 의하면 아래 표와 같다.



어떤 誘導彈은 用途에 따라 2個이상의 誘導方法을 飛行區間別로 또는相互補完을 위해 사용하는 경우가 있는데 이를 複合方法이라고 할수 있다.

그림 1에서 보는 바와 같이 弾道의 初期飛行區間에 사용하는 誘導方法을 初期誘導, 中間(mid-course) 飛行區間에 사용되는 誘導方法을 中間誘導, 終末(Terminal) 飛行區間에 사용되는 誘導方法을 終末誘導라고 구분하여 複合方法에서 각區間別 誘導方法을 설명하겠다.

예를 들면 艦對艦誘導彈인 Harpoon은 初期 및 中間誘導는 慣性航法方法이고 終末誘導는 追尾方法中 能動電操誘導를 사용하고 있다. 終末誘導에는 거의가 追尾方法을 쓰고 있기 때문에 두 用語을 혼용해서 쓰는 경우도 흔히 있다.



〈그림 1〉 飛行區間

이 글은 여러가지 誘導方法의 原理와 用途를 간단히 설명하고자 하는 것이다.

2. 慣性方法

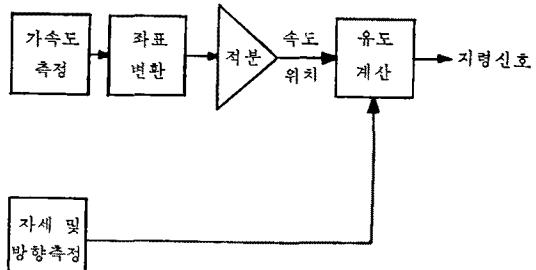
慣性方法은 誘導彈 自體에서 自身의 位置와 速度를 测定해서 目標에 도달하는데 位置와 速度를 측정하는 장치로서 自身의 加速度를 측정하는 加速度計와 方向 및 弹의 자세를 측정하는 GYRO가 있어야 하며, 이러한 剷定裝置의 出力を 받아 誘導信號를 계산하는 계산기가 있다. 加速度計는 한 軸에 대한 加速度만을 측정할 수 있기 때문에 空間에서의 위치를 알려면 3個의 加速度計가 필요하다.

그러나 2個 또는 1個의 加速度計를 쓰는 慣性方法도 있다. 加速度計와 GYRO가 弹體에 固定된 경우를 STRAP DOWN 시스템이라고 하며 弹體와 獨立된 空間의 座標系에 대해서 측정할 수 있도록 加速度計가 장치된 것을 PLATFORM형 시스템이라고 한다.

慣性方法은 다시 나누면 惯性航法 方法과 惯性誘導方法이 있는데 惯性航法 方法은 巡航誘導彈이나 複合方法의 中間誘導에 혼히 쓰인다. 이 方法은 標的 또는 終末誘導가 시작되는 點까지 계속해서 유도하게 되며 그 原理는 그림 2에 圖示한 바와 같이 加速度計에서 얻은 测定加速度에 重力의 영향을 가산한 후 GYRO에서 측정한 方向 및 자세를 기준으로 채택된 座標로 變換하여 積分器를 거치게 되면 速度와 位置情報を 얻게 되며 이 정보와 發射前 裝入된 目標點의 情報 및 弹姿勢情報 to 대로 弹이 目標點에 도달할 수 있도록 誘導信號를 계산하게 된다.

現代體系에서는 座標變換부터 誘導計算까지의 일은 電算機가 하는것이 통상이나 그 일부를 다른

電氣的 機械的, 方法으로 수행하는 수도 있다. 또한 高度는 高度計를 사용하여 조종하고 다른 2次元(距離 및 左右)에 대해서만 惯性航法을 쓰는 수도 있다. 이 方法은 TOMAHAWK 巡航誘導彈의 主方法으로, EXOCET 艦對艦誘導彈 및 KORMORAN 空對地誘導彈의 中間誘導에 쓰이고 있다. 이 方法의 長短點은 이미 개요에서 거론된 바 있다.⁸⁾



〈그림 2〉 惯性航法 方法

慣性誘導方法은 弹道彈에 쓰이는 方法으로 원하는 弹道에 進入할 수 있도록 推進力이 있는 동안 유도해 주는데 사용된다. 推進力이 없어지는 時點에서의 姿勢와 速度가 나머지 弹道를 결정하기 때문에 推進力を 조종해야 하는 점에서 계산방식이 惯性航法과 차이가 있다.

독일의 V-2는 惯性誘導를 처음으로 쓴 弹道彈으로 弹軸과 일치시켜 裝着된 1個의 加速度計로 速度를 측정하여 원하는 속도에 도달하면 推進機關을 꺼버리도록 설계되어 있다. 현대 弹道彈은 3軸全部를 측정하여 誘導하는 것이 통상이다.

3. 指令方法

指令方法이란 弹外에서 모든 情報를 획득하여 誘導信號를 산출, 弹에 指令으로 전달하면 弹은 이 指令에 따라 움직이는 것을 말한다. 간단히 말하면 弹에는 頭腦가 없다고 말할 수 있다.

指令方法은 情報의 獲得方法, 誘導信號의 計算方法, 指令의 傳達方法이 다양하므로 이에 따라 시스템의 複雜性, 價格 및 用途가 差別하다. 指令方法의 가장 간단한 形態는 사람이 照準器를 통해 標的과 弹을 보면서 操縱桿(JOY STICK)을 움직이면 그 信號가 電氣信號로 變換, 發射台와 弹을 연결한 가느다란 電線을 통하여 전달되어 弹을 조종하게 된다. 즉 情報의 획득과 誘導計算은 사람

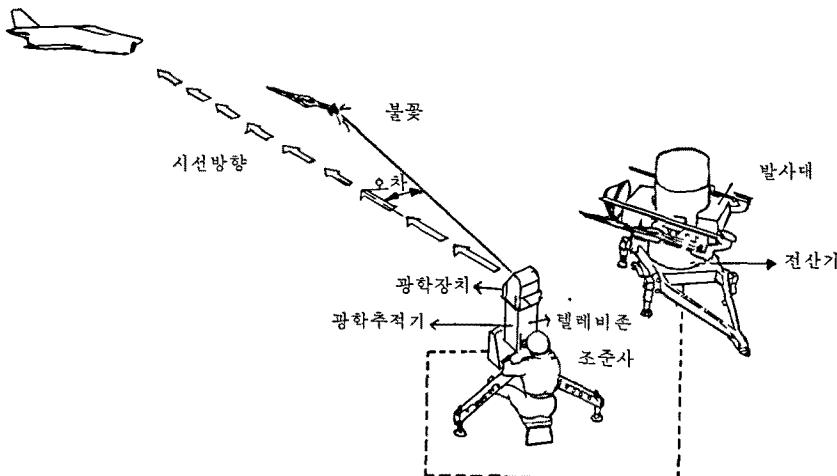
이고 전달은 有線이다.

1 世代의 對戰車誘導彈과(예 : SWINGFIRE(英)) ASI 2 空對地誘導彈이 이 方式을 쓰고 있다. 이보다 더 發展된 方式은 사람이 照準器로 標的을 照準하고 추적만 하면 照準器와 같이 붙은 彈追跡裝置에서 나온 情報와 비교하여 照準線에서 벗어난 差를 계산하여 自動的으로 誘導信號를 산출하는 방법이다.

그림 3 은 이 方法을 사용한 對空誘導彈 RAPIER의 誘導方法을 圖示한 것으로 照準士가 標的을 操縱桿을 사용하여 照準器의 中心에 있도록 조준하고 彈을 發射하면 照準線 부근까지 自動的으로 접근한다.

照準器와 同軸上에 있는 TV彈追跡裝置가 彈의 불꽃을 탐지하여 役과 照準線의 角差를 測定하고 이 測定值로 計算機에서는 이에 比例한 誘導信號를 計算하여 無線을 通해 役에 전달하면 役은 操縱線上에 있도록 유도된다.

이 方式은 情報의 獲得中 一部만을 사람이 담당



〈그림 3〉 半自動, 光學追跡 無線指令 誘導方法

하기 때문에 光學追跡이고 전달은 無線으로 해서 半自動 光學追跡 無線指令方式이라고 말할 수 있다. 여기서의 計算方法은 役이 계속해서 照準線上에 있도록 役과 照準線의 角差와 推定된 役과 標的의 距離의 函數로서 指令를 계산하게 된다.

따라서 照準線이 橫軸(左右上下)으로 빨리 움직일 경우에는 標的附近에서 役의 機動이 많이 요구되는 短點이 있으나 誘導裝置는 비교적 간단하다.

彈追跡裝置를 TV대신 赤外線追跡을 쓴 例로는 對空誘導彈 ROLAND가 있다. 照準線을 役이 따

라가는 點에서는 RAPIER와 같다. 이 計算方式을 照準線 導誘方式이라고 한다.

情報傳達을 無線대신 有線을 쓰기 때문에 有線指令으로 區分되는 第2世代 對戰車 誘導彈인 HOT나 TOW도 計算方式이나 정보의 獲得方法은 ROLAND나 RAPIER와 유사하다.

情報傳達을 無電대신 赤外線 送信機를 사용한 例로는 SHLELAGH 誘導跑彈이 있다.

指令方法에서 가장 복잡한 形態로는 標的과 役을 레이다로 추적하여 얻은 役과 標的位置로 電算機가 誘導計算을 하여 役追跡 레이다 또는 별도의 無電을 通해서 指令를 전달하는 것이다.

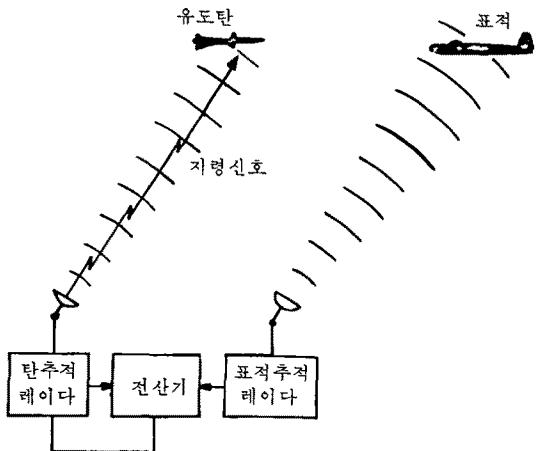
그림 4는 電保指令을 圖示한 것이다. 이 방법은 정교한 誘導計算方式을 쓸 수 있는 長點이 있으나 시스템이 복잡하므로 高價이고 信賴性이 문제될 수 있고 電子妨害를 받을 可能성이 가장 큰 短點이다.

對空誘導彈 NIKE HERCULES는 이 方法을 쓴 대표적인 例이다. NIKE HERCULES에서는 標的과 役의 相對速度를 計算하여 役着點이 標의에 일치하도록 하는 比例航法方式을 쓰고 있는데 加速度까지도 고려하는 복잡한 計算方式을 쓰고 있다. 근래에는 電操의 發展으로 役과 標的을 하나의 電操로 동시에 追跡하는 경우도 있으나 이 경우 計算方式은 比較的 간단하게 된다.

對空誘導彈 CROTALE에서는 하나의 電操로 役과 標의를 追跡하고 別途의 無電으로 指令를 전달하고 있다.

그러나 計算方式은 照準線誘導方式을 쓰고 있다. ROLAND나 RAPIER의 新型도 電操가 追跡하게 되어 있다.

指令方法을 固定目標用 地對地誘導彈이나 中間誘導에 쓰는 경우에는 標的追跡 레이다라는 필요 없고 電算機에 標的情報를 직접 장입하여 계산하도록 할 수 있다.



〈그림 4〉 電操指令方法

4. 追尾方法

앞에서 설명한 慣性方法이나 指令方法은 標的까지의 距離가 멀어질수록 그 정확성이 저하되는 경향이 있다. 이와는 反對로 追尾方法은 標的에서 反射 또는 放出하는 에너지를 이용해서 情報를 획득하기 때문에 標的에 가까워짐에 따라 그正確度가 더向上되는 경향을 갖고 있다.

追尾方法은 主에너지源이 어디에 있느냐에 따라能動, 半能動 및 受動으로 다시 구분한다. 能動이란 弹에서 에너지를 發射하여 標的에서 反射된 에너지로 弹과 標的의 相對位置를 알며, 半能動은 弹外의 場所에서 發射된 에너지가 標的에서 反射되어 弹에 도달한 것을 利用하는 方法이며, 受動은 標的의 自體가 에너지 source인 경우이다.

그림 5는 能動追尾方法을 圖示한 것이며 弹內에 있는 電操에서 放射된 電波는 航空機에서 反射되어 이를 受信하여 標的의 方向과 距離 또는 速度를 알게된다. 이 情報는 電算機에 처리되어 指令이 되어 弹의 方向을 조종하게 된다.

彈의 方向이 변경되면 電操의 指向方向도 같이 變動하므로 電操의 指向方向이 항상 標的을 보도록 補正하는 裝置가 필요한데 이런 장치는 어느 追尾方法에서나 필요한 것이다.

彈內에 있는 이러한 標的 跟踪裝置를 SEEKER라고 부른다. 跟踪方法에서 사용되는 計算方式에는 弹에서 본 標的의 照準線에 弹飛行軸을 일치시키도록 하는 方法과 照準線의 變화 또는 相對速度에서 弹着點과 標的의 일치되도록 하는 方法이 있

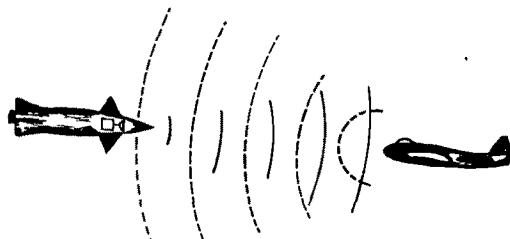
다. 前者は 照準線 誘導方式의 一種이라 볼 수 있으나 그 弹道의 形태에서 PURSUIT COURSE라고도 한다. 後者は 比例航法方式이다.

能動方法에 쓰는 SEEKER는 理論的으로 생각하면 어떤 에너지도 쓸 수 있겠지만 現存 誘導彈에서는 거의 레이다를 SEEKER로 사용한다.

레이다 送信機에서 發射된 電波는 標的에 反射되어 오면 受信機에서 受信된다. 受發信間의 時間差로 距離를 계산하고 方向은 안테나의 指向方向에서 얻어진다. 그러나 受信時에는 標的으로 부터의 反射波뿐 아니라 周邊의 다른 物體로 부터의 反射波도 많이 들어오므로 이를 제거하는 여러 가지 方法을 쓰게된다.

간단한 方法은 標的附近의 信號만 받는 方法이 있으며 근래 MICRO PROCESSOR의 발전에 따라 電算方式으로 여과하는 方法도 많이 쓰여지고 있다.

能動方法은 電波로 標的이 주변과 확연히 구분되는 경우에만 사용할 수 있고 反射電波의 強度는 距離의 4乗에 反比例하므로 重量面에서 상당한 제한을 받는 弹內裝置로는 短距離에서만 유효하므로 空對空, 艦對艦, 地對空, 空對艦, 誘導彈의 終末誘導에 사용된다.



〈그림 5〉 能動追尾 誘導方法

價格도 레이다 때문에 다른 追尾方法에 비하면 高價의 弹이 된다. 反面에 정확도가 좋고 發射한 배나 비행기는 완전히 자유로운 行動을 할 수 있다. 空對空誘導彈 PHOENIX, 艦對艦誘導彈 EX-OCET, HARPOON, 空對艦 KORMORAN의 終末誘導가 이 方式이다.

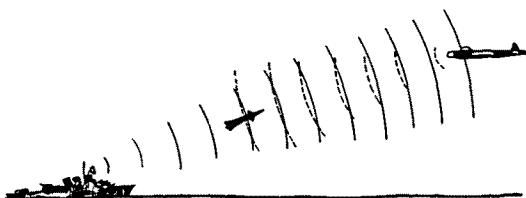
대부분의 경우 中間誘導가 끝나는 時點에서 標的의 位置가 정확할 수 없으므로 레이다 追跡裝置는 추적뿐 아니라 탐색의 機能도 있어야 한다.

半能動方法은 사용하는 에너지 source이 電操가 대종을 이루고 있다. 그림 6은 電操를 사용한 경우를 圖示한 것이다.

彈內에는 레이다 受信機가 있어서 反射된 信號

를 받고 또 艦上에 있는 照射레이다로부터 送信信號를 받아 이 두 信號의 差로 距離, 또는 速度를 측정할 수 있으며 레이다의 共通問題인 反射波의 잡음을 제거하는 方法은 能動方法의 경우와 비슷하다.

半能動레이다誘導의 경우에는 彈外에서 標的을 照射하게 되므로 能動의 경우와 비교해 볼 때 레이다 出力を 훨씬 크게 할 수 있으므로 그 만큼 먼 거리를 照射할 수 있을 뿐 아니라 彈이 標的에 接近할수록 受信의 強度가 커지는 利點이 있다



〈그림 6〉 半能動 誘導方法를 이용한 地對空誘導彈

半能動方式은 彈이 標的에 도달할 때까지 照射레이다가 계속해서 標的을 照射해야 할 뿐 아니라 彈과의 相對空間에도 役이 照射波를 받아야 하기 때문에 照射레이다가 移動物上에 있는 경우 그 移動物의 機動性에 제한을 받게 된다. 이런 제한은 空對空의 경우에 특히 문제가 된다.

따라서 近距離 空對空誘導彈에는 별로 사용하지 않고 SPARROW와 같이 中距離用에서 사용된다. 地對空誘導彈에서는 이 方法이 많이 사용되고 있는데 照射距離, 照射와 追跡을 같이 할 수 있는 長點이 있고 계속 照射해야 하는 문제는 별로 상관이 없다. 한편 指令方式과 比較할 때 地上 또는 艦上에서 指令을 보낼 필요가 없으므로同一 標的에 대해서 2個以上의 役을 同時 誘導할 수 있는 長點이 있다. 이 方式을 사용한 地對空誘導彈의 代表의例로는 HAWK를 들 수 있다.

空對艦이나 艦對艦으로 이 方法을 사용할 경우에는 反射波의 雜音除去方法이 복잡하다. 空對艦 SEA SKUA가 이 方法을 쓰고 있다.

레이다 대신에 근래에 脚光을 받고 있는 半能動追跡裝置로 레이저線을 이용한 것이 있다. 레이저의 原理에 對해서는 이미 本誌에 소개된 바 있으므로⁹⁾ 생략하고 레이저의 좋은 指向性과 밝은 輝度를 이용하면 標的을 정확하게 照射할 수 있으므로 反射波의 雜音問題는 무시할 수 있으며 조그마

한 點標的도 正確히 照準할 수 있다.

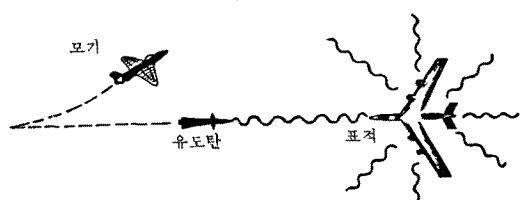
시스템의 原理는 레이다의 경우와 유사하게 레이저 照射器로 標的을 비추면 標的에서 散亂된 反射光線을 彈內의 追跡裝置가 탐지하여 役을 反射光線이 들어오는 방향으로 돌려 쫓아 들어가게 한다. 距離의 概念이 정확히 고려할 수 없으므로 아래에 설명하는 受動方法과 유사한 計算方式을 사용한다. 이 方法을 사용한 誘導彈에는 開發中인 空對地 HELLFIRE나 MAVERICK(레이저型) 등이 있다.

HELLFIRE는 地對地로 사용하는 型도 개발하고 있으며 이 경우에는 發射後 一定高度에 도달하면 反射光을 찾는 探索機能이 追跡裝置에 있어야 한다.

受動方法은 標的에서 발산되는 電波, 热 또는 光線을 役內의 追跡裝置가 탐지하여 그 에너지源 방향으로 追跡裝置의 축을 돌리게 한다. 役軸과 追跡裝置의 軸과의 angle 또는 angle의 變化率의函數로 指令를 계산해서 役의 方向을 標的 쪽으로 향하게 한다.

그림 7은 受動方法을 쓴 空對空誘導彈을 圖示한 것으로 標的을 母機에서 다른 方法으로 탐지한 후에 役의 追跡裝置를 標的에 맞춘 후에 발사하면 役이 標的을 쫓아 가게 된다. 空對空에서는 標의 속도가 빠르므로 angle의 變化率에 比例하는 比例航法 計算方式를 사용한다.

熱(赤外線) 追跡을 하는 空對空誘導彈에는 유명한 SIDEWINDER가 있으며 電波를 追跡하는 空對地 또는 艦對艦用으로 STANDARD ARM을 例로 들수 있다. 热追跡과는 달리 電波는 標的에서 마음대로 내보내지 않을 수도 있어서 그런 경우에는命中率이 급격히 저하될 것이다.



〈그림 7〉 受動誘導方法를 이용한 空對空誘導彈

그러나 對空網은 레이다에 의뢰할 수 밖에 없으므로 對電波誘導彈의 保有는 敵對空網의 能力低下에 積極的(破壞) 消極的(使用妨害)面에 기여할 수 있다. 對電波方法은 또한 電波의 周波數帶와 같은 特性을 미리 알아야 사용할 수 있는 短點이 있다.

受動方法 중에서 光線을 이용한 것으로는 標의의

映像을 TV로 잡아 映像의 中心에 TV카메라 軸이 향하도록 하고 이 TV카메라 軸의 角度 또는 角度變化率에서 指令을 계산하는 것은 다른 受動方式과 같다.

映像이 周邊과 구분지어져야 하고 氣候光量에 따라 성능이 많이 변하는 단점을 지닌 반면 가장 혼한 에너지源이기 때문에 다양한 標的에도 두루 쓸 수 있다. 이 方式을 曳誘導彈의 代表的 例로는 MAVERICK를 들 수 있다.

TV는 낮에만 사용 가능하므로 星光程度에서도 映像을 볼 수 있는 低光度 TV(LLLT)나 標的의 热映像을 보는 카메라를 사용 한것이 개발중에 있는 것으로 알려져 있다. 追尾方法의 一種으로 생각되는 方法에는 PERSHING II에서 사용되고 있는 地形對照方式과 巡航誘導彈의 補助誘導인 TER-COM(地形輪廓對照)이 있다.

PERSHING II에서 쓰는 方式은 彈內의 레이다로 얻은 地形寫眞과 미리 정찰하여 얻은 同種의 写眞을 상관시켜 목표를 찾는 방법으로 그 正確度가 매우 높은 것으로 알려져 있다.

TERCOM은 氣壓高度計와 無電高度計로 彈의 高度를 측정하여 그 差로 地形의 높이를 알게 되는데 이 높이를 연속적으로 측정하면 地形輪廓을 알 수 있으며 이렇게 얻은 윤곽과 彈의 通過豫想地點附近의 地形輪廓을 대조해서 彈이 얼마나豫想地點에서 벗어났는가를 알면 慣性航法裝置의 位置情報を 정정해 준다. 이 方式은 능율적으로 윤곽을 비교하는 패턴 認識의 技法이 核心이라고 생각한다.

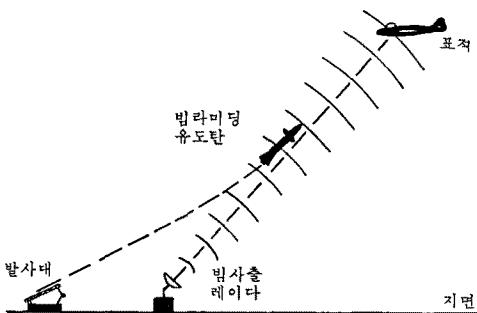
5. 빔 便乘方法

地對空이나 艦對艦에서 사용되는 이 方法은 그림 8에 圖示한 바와 같이 彈外에 있는 照射레이더로 標的을 비추어 照準 빔을 형성해 주면 이 빔의 中心에 役이 위치하여 빔을 타고 가도록 하는 방법이다.

彈內의 裝置는 電波를 받는 안테나와 受信한 信號를 분석하여 指令을 계산하는 電算機로 구성되므로 半能動레이더追尾方法에 비하면 役이 덜 복잡하고 簡便할 수 있다.

빔이 距離에 따라 퍼지고, 誘導計算方式이 제한

되어 있어서 正確度는 떨어지는 경향이 있다. 또한 照射레이더는 役에 빔의 座標情報 to 알 수 있도록 빔을 형성해야 하기 때문에 半能動에서의 照射레이더보다 더 복잡한 구조를 갖게 된다. 빔 便乘方法을 사용한 誘導彈으로는 艦對艦用의 SEA KILLER가 있다.



〈그림 8〉 빔 라이딩 誘導方法

이 외에도 指令方法의 變種으로서 TV카메라는 役내에 있고 役外에서 이 映像을 보고 사람이 유도하는 방법도 있다. 上述과 같이 다양한 誘導方法을 살펴보면 각기 長短點이 있음을 알 수 있으며 따라서 用途에 따라 적절하고 經濟的인 方法을 택하는 것이 얼마나 중요한 것인가를 새삼 느낄 수 있다. 使用者の 입장에서 보면 좀 더 沢用의 誘導彈이 바람직하지만 그런 方法이 개발될 날은 아직도 먼 것 같다.

참 고 문 헌

- 1 Locke, A S, "Guidance", Nostrand 1955 16章
- 2 "Jane's Weapon Systems", 1978, 1章
- 3 Garnet & East, "Guided Weapon Control Systems", Pergamon Press, 1977. 7章 및 9章
- 4 Pitman, G R., "Inertial Guidance" John Wiley, 1962, 1章 및 10章
- 5 MDAC, "Guidance Training Course", 1968, (DAG 61628) 2 7
- 6 Agard, "Guidance and Control of Tactical Missiles", 1972, (NTIS-AD 743818), 4章 (6)
- 7 Vermishev, "Fundamentals of Mis Sile Guidance", 1968, (NTIS-AD 693004), 1章
- 8 李景瑞, "誘導彈 概論(I) 概要", 國防과 技術, 1979 2月號
- 9 韓炳淳, "레이저 應用兵器", 國防과 技術, 1979. 1月號