

射擊統制裝置의 概要

工學博士 玄 天 鎬

머 리 말

오늘날 射擊統制裝置는 각종 小火器, 砲, 誘導彈등 거의 모든 火器에 있어서 필수적인 裝備가 되었다. 이렇게 중요한 분야에 대해서 불행하게도 우리나라에서는 아직 널리 소개된 바가 없고, 이에 대한 研究가 未備한 상태임을 깊이 인식한 나머지 이 글을 쓰게 되었다. 짧은 내용이지만 射擊統制裝置에 관심을 가지는 많은 분들에게 도움이 될수 있으리라 생각한다.

1. 概 要

射擊統制란 어떤 火器(小火器부터 誘導彈까지)로 표적을 명중시키고자 할때 반드시 고려되는 문제이다.

표적을 正照準하여 사격했을때 火器에서 발사된 彈은 여러가지 原因에 의해 照準線(發射器와 표적을 연결하는 直線)을 따라 飛行하지 못하므로 표적에 명중되지 않는다. 이동하는 표적인 경우는 火器의 飛行時間동안 표적이 이동하므로 이에 대한 補償도 필요하다.

射擊統制裝置란 火器로 사격하기 전에 미리 地球의 중력, 바람등에 의한 彈道(飛行火器의 軌道)의 변화와 비행시간 동안의 標의移動등을 계산하여 發射方向을 결정하여 줌으로써 발사된 彈이 표적에 명중될 수 있도록 發射火器를 통제하

는 장치이다.

記錄에 의하면 16世紀 초에 Galileo, Tartaglia, Newton, Bernoulli, Euler등의 數學者들이 彈道에 관해 연구를 시작하였으며 이 당시의 射擊統制란 단지 觀測에 의한 修正射擊의 형태에 지나지 않았다.

最初로 射擊統制器機*가 實戰에 사용되기는 나폴레옹戰爭때 사용된 照準器를 들수 있다. 이 照準器는 현재 小銃에 붙어 있는 가늠쇠, 가늠자와 같은 것으로서 大砲에 붙여 사용하였다.

그러나 본격적으로 射擊統制裝置**가 발달하게 된것은 1911年 최초로 航空機가 軍事目的에 이용된 후부터라고 볼수 있다.

여기서는 砲의 射擊統制에 관련되는 문제와 射擊統制裝置의 構成要素, 種類와 기능등에 관하여 간단히 敘述하였다.

2. 射擊統制問題

射擊統制問題란 “어떻게 하면 彈丸을 표적에 명중시킬 수 있을까?”란 한마디의 말로 要約할 수 있다. 물론 砲臺도 이동중일 수 있고 표적도 이동중일 수 있다는 것을 前提한다.

여기서 分明히 알아두어야할 것은 彈丸이 표적을 향해 空氣中을 비행할때 彈道에 영향을 미치는 많은 현상들이 발생하여 사격시에 크고 작은 誤差가 생긴다는 것과 이와같은 현상들을 사전에 分析하여 충분히 고려하지 않으면 표적을

註: 本稿의 專門用語는 國防科學研究所에서 發刊한 軍事, 科學技術用語集(1980年 5月 30日 發行)에 따랐다.

* 射擊統制器機는 照準器, 測距機등과 같은 간단한 器具를 말함.

** 射擊統制裝置는 여러가지 裝備들로 구성되어 射擊統制를 하는 시스템을 말함.

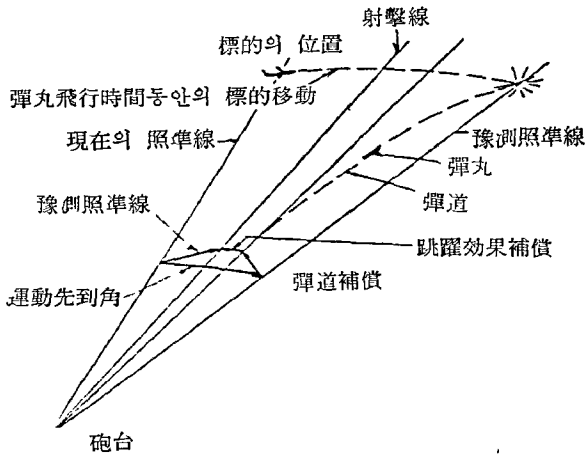
명중시키기 힘들다는 사실이다.

이것은 현재 사용되는 모든 銃砲의 사격에 공통된 현상이며 일반적으로 解析的인 방법이나 幾何學的인 방법을 사용하여 이를 補償한다. 사격 통제문제로는 크게 다음 세가지를 들수 있다.

- 彈道問題(Ballistic Problem)
- 視差問題(Parallax Problem)
- 砲의 安定化 問題(Stabilization Problem)

가. 彈道問題

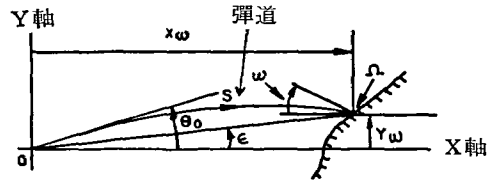
그림 1에서 보는바와 같이 彈道問題로 다음 세가지를 들수 있다. 즉 (1) 砲口를 떠난 彈丸이 표적에 도달하는데는 얼마간의 時間(彈丸飛行時間)이 걸리며 移動標的인 경우 표적은 彈丸飛行時間동안 고유한 운동을 계속함으로써 사격시의 위치와 彈丸飛行時間後의 표적의 위치간에는 많은 差異가 있다. (2) 砲의 특성과 地球의 중력, 바람, 空氣의 抵抗 등으로 인하여 彈丸은 照準線을 따라 비행하지 못한다. (3) 이동중인 砲臺에서 발사된 彈丸은 砲臺의 속도가 부가되며, 彈丸이 砲口를 떠날때 砲의 특성에 의해 出發線은 射擊線과 일정한 角을 이룬다(跳躍效果).



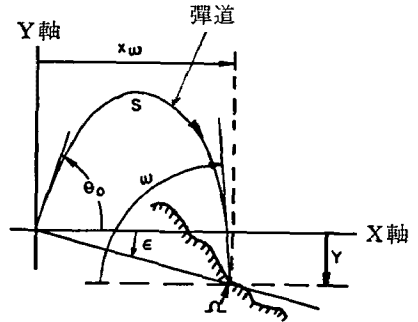
〈그림 1〉 예상위치角 계산의 필요요소

위의 誤差要因을 제거하여 정확한 射擊線(Line of Fire)을 얻기 위한것이 彈道問題의 기본으로 정확한 射擊線(豫想位置角, Prediction Angle)을 얻기 위해서는 運動先到角의 計算(Kinematic Lead Computation), 彈道補償(Curvature Correction), 跳躍效果補償(Jump Correction) 등이 필

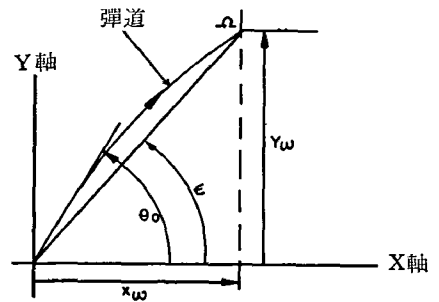
요하다. 일반적인 彈道の 형태는 그림 2와 같다.



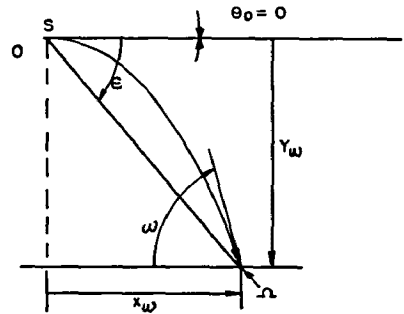
(A) 野砲의 直接射擊時 彈道



(B) 野砲의 間接射擊時 彈道



(C) 對空射擊時 彈道



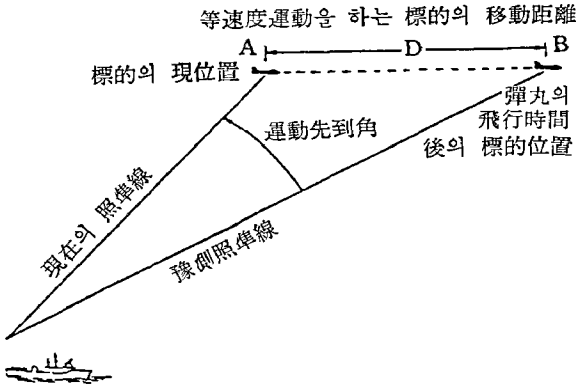
(D) 爆彈投下時 彈道

O=彈道の 起點 W=落下角 Q=彈着點 E=照準角 S=彈道の 頂點 X_w=水平射距離 O-S=彈道の 上昇部 O-Q=射距離 theta_0=射角 Y_w=標的의 높이

〈그림 2〉 彈道の 여러形態

1) 運動先到角

그림 3에서 보는바와 같이 移動標的인 경우 彈丸의 飛行時間동안 標的은 고유의 運動을 계속 하여 사격시의 位置 A와 彈丸飛行時間後의 標的 位置 B사이에는 D만큼의 距離차이가 발생한다. 따라서 A와 B를 바라보는 視線 사이의 角만큼 補償할 필요가 있다. 이 角을 運動先到角 (Kinematic Lead Angle)이라 한다.



<그림 3> 표적의 속도를 等速度로 가정한 경우의 運動先到角 예측

그림 3에서 豫測照準線이란 彈丸 비행시간후의 標的의 위치를 사격시의 砲臺의 위치에서 보는 方向을 말한다.

그리고 運動先到角은 標的의 速度 및 加速度를 사용하여 예측할 수 있다. 일반적으로 運動先到角의 계산은 標的의 속도를 일정하다고 가정하는 경우와 加速度까지 고려하는 경우 두가지 중에 어느 한가지를 사용한다.

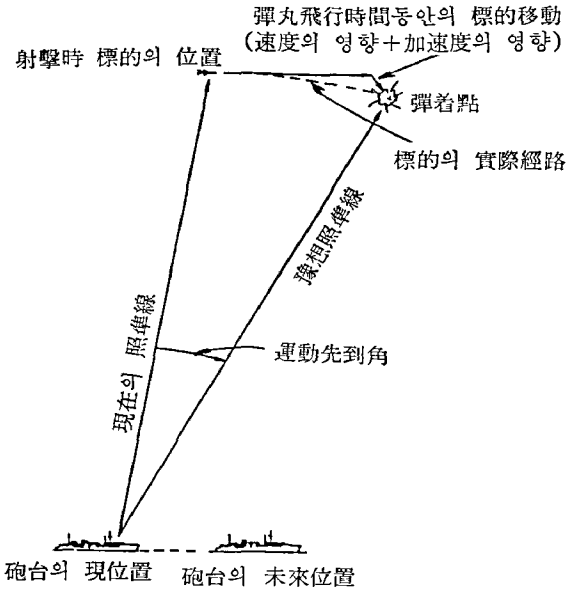
가) 標的의 速度가 일정하다고 가정한 경우

標的의 速度가 일정하다고 가정한 경우에는 그림 3에서 보는 바와같이 彈丸飛行時間에 標的의 速度를 곱한 값을 標的의 現在位置에 더해준 標的의 未來位置가 계산되므로 砲臺의 現在位置, 標的의 現在位置, 標的의 未來位置로부터 運動先到角을 손쉽게 求할 수 있다.

나) 標的의 加速度를 고려할 경우

標的의 速度가 일정하다고 가정했을 경우에는 앞에서와 같이 문제가 간단히 해결될 수 있지만 실제로는 標적이 加速度를 가지고 이동하는 경우가 대부분이므로 이 경우에는 標적의 加速度가 일정하다고 가정했을 때 그림 4와 같이 標적의

의 速度成分으로 인한 位置移動量에 加速度의 영향을 더하여 運動先到角을 계산해야 한다.



<그림 4> 加速度를 고려한 運動先到角 계산

2) 彈道補償

彈丸이 발사되어 空氣中을 비행할 때 彈丸質量 중심의 軌跡, 즉 彈道는 직선이 아니라 曲線을 이루는데 이는 여러가지 힘이 彈丸에 작용하기 때문이다.

彈道에 영향을 미치는 주요 要因은 地球重力과 空力學的 힘(Aerodynamic Force)이며, 그 이외에도 바람, 氣象條件, 地球回轉으로 인한 Coriolis 힘 등이 彈道에 영향을 미친다.

彈道가 직선이 아니라 曲線이기 때문에 砲의 사격에 있어서 照準線(Line of Sight)과 射擊線(Line of Fire)이 일치하지 않으며, 標적을 命中시키기 위해서는 射擊線을 修正해야 한다.

射擊線을 修正하기 위해서는 반드시 彈丸의 彈道特性(Characteristics of Trajectories)을 알고 있어야 하며, 이를 위해 彈道計算이 필요하다. 이러한 요인을 射擊線 修正에 고려하는 것을 彈道補償(Curvature Correction)이라 한다.

가) 重力效果

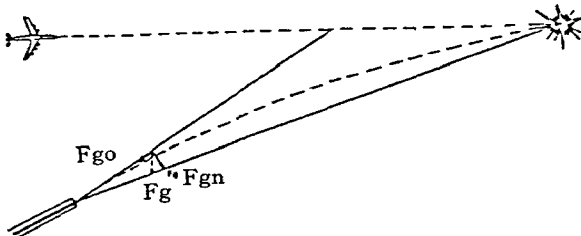
重力의 補償없이 豫測照準線上에서 對空砲로 사격을 했다고 가정했을 때를 생각해 보면 우선 彈丸이 砲口를 떠나는 순간부터 地球中心方向으로 動加速度가 彈丸에 미치게 된다.

그림 5에서 重力 F_g 는 항상 地表에 垂直인 방향으로 작용하며 砲身方向의 힘 $F_{g\alpha}$ 는 彈丸의 運動方向에 正反對가 되므로 彈丸의 前進速度를 減少시킨다.

그리고 砲身に 垂直下方으로 작용하는 힘 F_{gn} 은 彈丸의 速度를 감소시키지는 않지만 砲身の 垂直下方으로 彈丸의 방향을 유도하여 彈道를 바꾸는 役割을 한다. 이 힘은 彈丸이 飛行함에 따라 점점 증가하게 되고 상대적으로 砲身方向의 힘 $F_{g\alpha}$ 는 점차 감소한다.

彈丸이 軌跡의 頂點에 도달할 때까지는 이러한 현상이 계속되며 頂點에서는 이 힘이 彈道의 鉛直下方으로 작용하다가 그 이후부터는 앞에서와 正反對現象이 나타나게 된다. 이와같이 地球의 중력은 彈丸의 加速度를 변화시키고 이로 인하여 彈道가 변화하게 된다.

그림 5에서 F_g 는, 彈丸의 質量을 m 이라 할때, mg 와 동일하고 g 는 일정하며, 砲身方向의 初期高角은 이미 알고 있으므로 射擊線을 얻기위한 高角計算에서 이러한 요인을 補償할 수 있다.



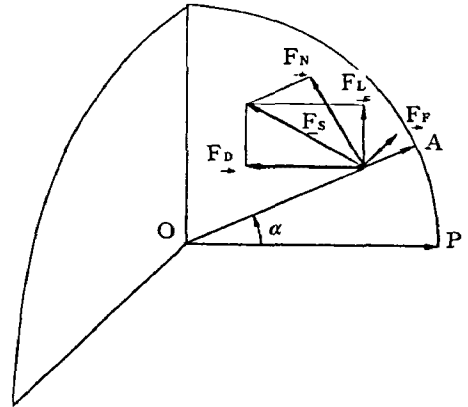
〈그림 5〉 彈丸에 미치는 重力의 影響

나) 空力學的 힘 및 모멘트

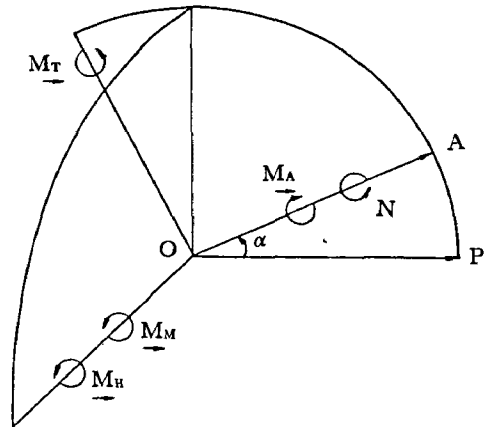
彈丸이 大氣中에서 비행하는 동안 彈道에 중요한 영향을 미치는 空力學的 힘과 모멘트를 列擧하면 다음과 같다.

- (1) Drag Force(\vec{F}_D)
- (2) Lift Force(\vec{F}_L)
- (3) Normal Force(\vec{F}_N)
- (4) Magnus Force(\vec{F}_F)
- (5) Pitching Force(\vec{F}_S)
- (6) Overturning Moment(\vec{M}_M)
- (7) Spin Damping Moment(\vec{M}_A)
- (8) Magnus Moment(\vec{M}_T)
- (9) Damping Moment(\vec{M}_H)

그림 6 및 7은 彈丸에 작용하는 여러가지 空力學的 힘과 모멘트를 나타낸다. OA, OP 는 各 彈丸이 縱軸과 運動方向을 나타내며 α 는 偏柱角 (Angle of Yaw)을 나타낸다.



〈그림 6〉 彈丸에 작용하는 空力學的 힘



〈그림 7〉 彈丸에 작용하는 空力學的 모멘트

空力學的 힘과 Overturning Moment는 彈丸의 크기, 空氣의 動壓力(Dynamic Pressure) 및 彈丸의 Yaw에 比例하며, 彈丸의 회전으로 인해 발생하는 Spin Damping Moment, Magnus Moment 및 Damping Moment는 各各의 角速度에 비례한다.

이때의 比例係數를 空力學的 係數(Aerodynamic Coefficient)라고 하며 이 係數들은 주어진 彈丸에 대해서 일정하지 않고 Mach Number, Reynolds Number, 回轉速度 및 Yaw의 函數

로 정해진다.

(1) Drag Force

抗力(Drag)은 彈丸의 運動方向과 반대로 작용하는 空氣抵抗의 힘이며, 彈頭的 抵抗, 彈丸의 직선운동과 회전운동으로 인한 表面摩擦(Skin Friction) 및 비행하는 彈丸의 彈尾에서 形成되는 소용돌이 抵抗(Wake)과 부분적인 眞空(Cavitation)에 의해 발생된다.

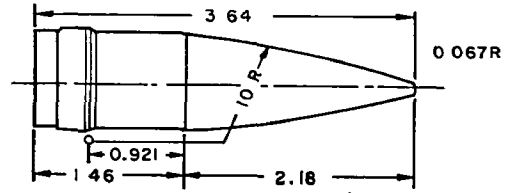
彈丸의 표면에서 空氣의 흐름으로 인해 생기는 抵抗은 彈丸의 모양 및 크기에 의해 영향을 받으므로 彈頭가 뾰족한 彈丸은 뚱뚱한 彈丸보다 抵抗을 덜 받으며, 彈尾에 勾配가 있으면 空氣抵抗이 훨씬 적어진다.

또한 彈丸의 質量이 동일하다면 直徑이 클수록 空氣에 닿는 斷面積이 크므로 空氣抵抗을 많이 받게 된다.

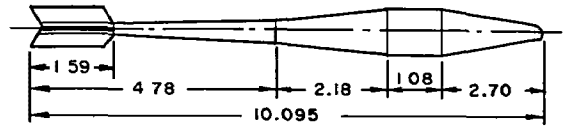
抗力の 대부분은 表面摩擦에서 생기는데, 彈丸이 고속으로 空氣中을 비행할때 空氣의 粘性으로 인해 彈丸의 표면에 剪斷應力이 생기며 이에 의해 抗力이 발생된다. 따라서 彈丸의 표면이 거칠수록 抗力の 영향을 많이 받게 된다.

抗力은 彈丸의 속도에 영향을 받는데, 그림 8에 여러가지 形態의 彈丸에 대하여 彈丸速度에 따른 抗力の 영향을 나타내었다. 音速以下에서는 抗力이 주로 表面摩擦의 영향을 받으며, 거의 彈丸速度의 제곱에 비례한다.

그러나 彈丸速度가 音速에 도달하면 彈丸表面에 흐르는 空氣의 速度가 音速을 초과하면서 발생하는 衝擊波로 인하여 抗力이 급격히 증가한다.

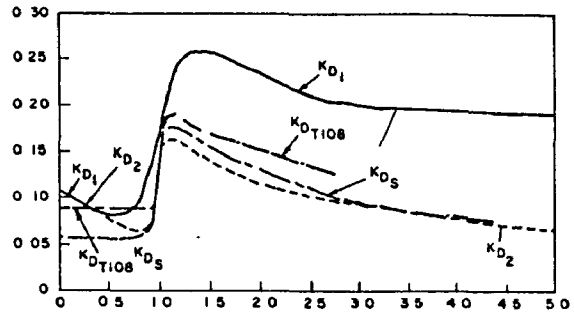


彈丸形態 8

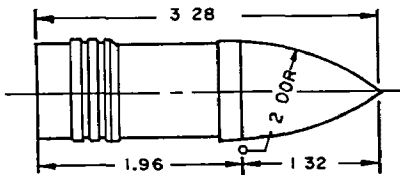


90—mm 彈丸 T108

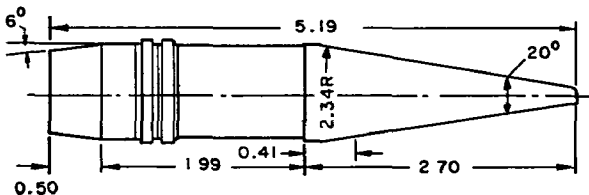
註 치수는 口徑의 倍數인
A 典型的인 彈丸의 形態



B Mach Number에 대한 抗力係數
<그림 8> 彈丸의 形態와 速度에 대한 抗力係數



彈丸形態 1



彈丸形態 2

(2) Lift Force

Lift Force는 偏柱된 彈丸의 표면에서 공기가 彈丸의 縱軸方向에 대하여 非對稱으로 흐르기 때문에 발생하며 이 힘은 偏柱平面(Plane of Yaw) 위에서 彈丸의 運動방향과 垂直이다.

(3) Normal Force

Drag Force와 Lift Force의 合成抵抗力이며 이 合成抵抗力을 彈丸의 縱軸方向에 平行한 縱軸抗力(Axial Drag Force)과 그에 垂直인 Normal Force로 分해할 수 있다. Normal Force는 Overturning Moment를 發生시키는 成分이다.

(4) Magnus Force

靜止한 流體속을 물체가 회전하면서 進行할때

생기는揚力과 같은 형태의 힘을 Magnus Force라 하는데 이 힘의 방향은彈丸의 운동방향에垂直이다.

(5) Pitching Force

Pitching Force는彈丸의縱軸方向이 변하는것을抑制하는 힘을 말한다.

(6) Overturning Moment

Normal Force의作用點은彈丸의壓力中心(Center of Pressure)으로 이 위치가彈丸의 무게중심과 일치하지 않으면彈丸을 앞에서 뒤로 회전시키려는 Moment가 발생한다. 이를 Overturning Moment라 한다.

(7) Spin Damping Moment

Spin Damping Moment는回轉彈丸의 표면과空氣의粘性摩擦로 발생되며彈丸의 회전력을 감소시킨다.

(8) Magnus Moment

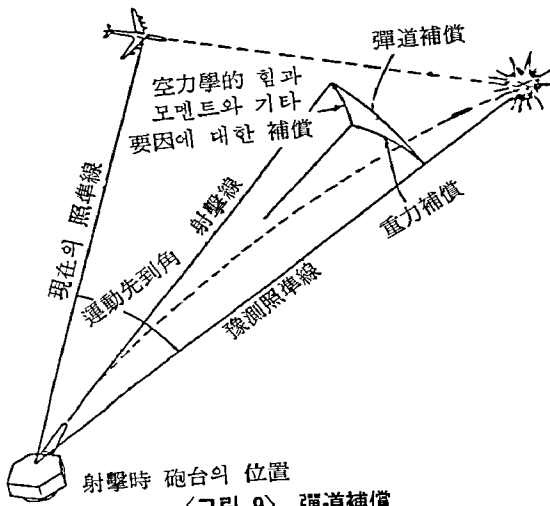
Magnus Force의作用線이質量中心을 통과하지 않을때 Magnus Moment가發生한다.

(9) Damping Moment

Damping Moment는彈丸縱軸의角運動을抑制하는 Moment이며, Pitching Force에 의해 발생한다.

(다) 바람

바람은彈丸의 공기에 대한相對速度를 변화시킴으로써 위에列舉한空力學的 힘과 Moment에 직접적인 영향을 미치며 특히風速의偏度方向性分은彈丸의偏度에 큰 영향을 미친다.



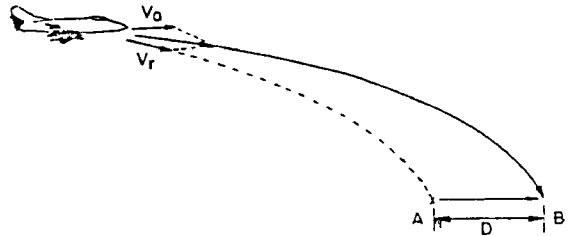
<그림 9> 彈道補償

앞에서列舉한內容 이외에도地球의自轉에 의한偏向力(Coriolis Force), 地球의曲率半徑 등이탄도에 영향을 미친다. 이와같이 정확한射擊線을 얻기 위해서는彈道에 영향을 미치는 모든 요인을 종합하여補償하여야 하는데 이를彈道補償(Curvature Correction)이라 한다. 彈道補償을 그림으로 나타내면 그림 9와 같다.

3) 跳躍效果補償(Jump Correction)

彈丸의跳躍現象은 두가지 원인으로 구분될 수 있다. 첫번째는砲臺의移動速度가彈丸速度에合成되어彈丸의 운동에 영향을 미치는 것이다.

그림 10에서航空機의速度를 V_a 라 하고, 地上의標의 A를 향해彈丸을 V_r 의速度로 사격했을때航空機가靜止해 있다면跳躍效果 이외의 모든 요인을 고려했을때彈丸은 A에 명중하겠지만航空機가 V_a 의速度로 움직이고 있다면 V_a 에 의한 영향만큼 사거리가 증가하게 되어 B에落下하게 되므로 D만큼의 오차가 발생하게 된다.

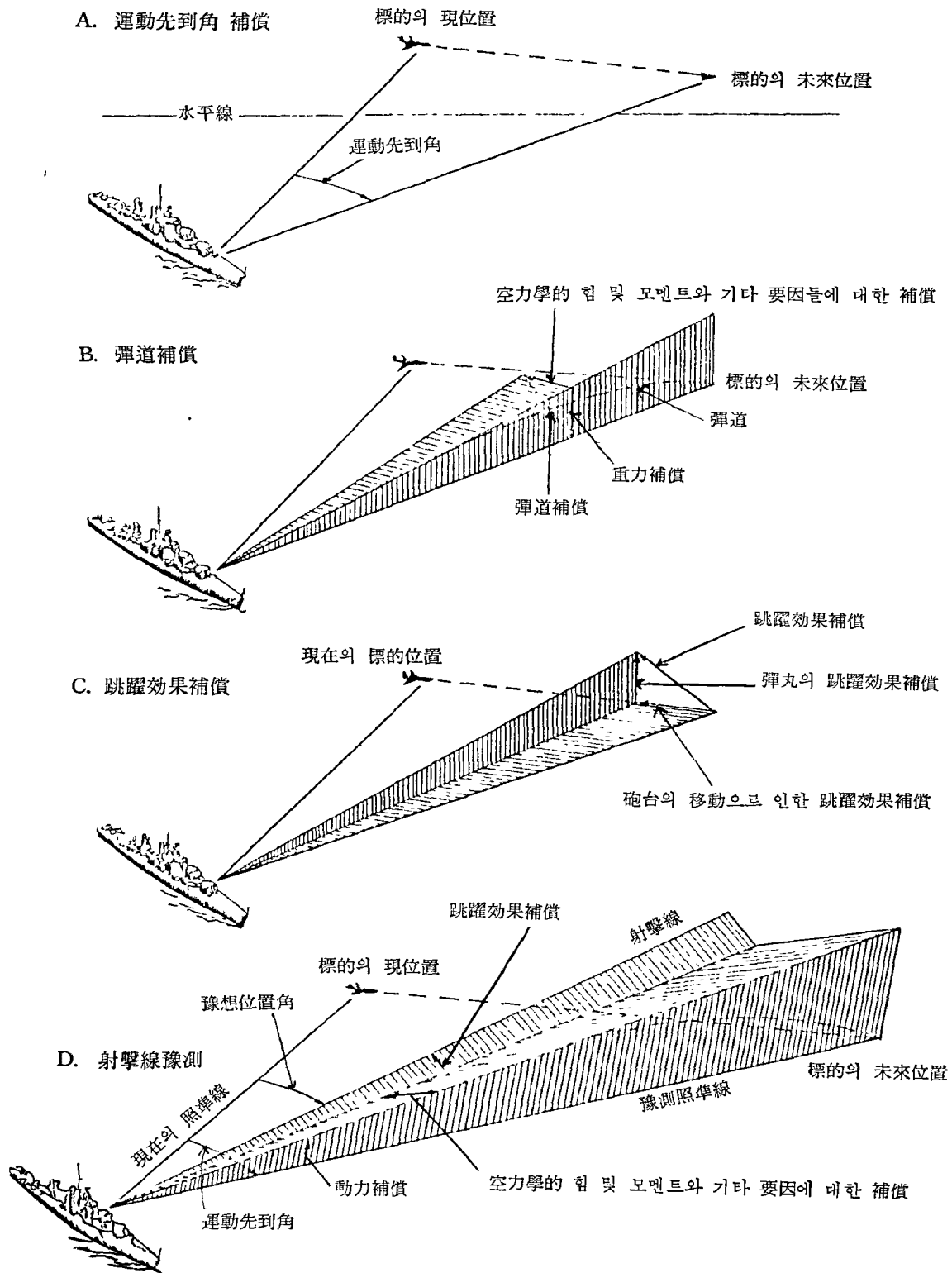


<그림 10> 砲臺의移動速度에 의한跳躍效果

두번째는砲의 특성에 의한 것인데 사격시彈丸이砲口를 떠날때砲身方向으로 발사되지 못하고發射瞬間의砲列振動狀態에 따라 일정한角을 이루며砲口를 떠나기 때문에彈丸의 방향에 영향을 미치게 되는 현상이다. 이를彈丸의도약이라 하는데 다음 세가지 종류가 있다.

1. 空力學的跳躍(Aerodynamic Jump)
2. 垂直跳躍(Vertical Jump)
3. 橫跳躍(Lateral Jump)

空力學的跳躍이란砲膛內에서 움직이는彈丸보다高압의推進가스가 먼저 새어나와彈丸이砲口를 빠져나오는瞬間에不均衡한 힘을 받아彈丸의縱軸이砲身軸과 작은角을 이루면서 발



<그림 11> 彈道를 고려한 豫想位置角 예측

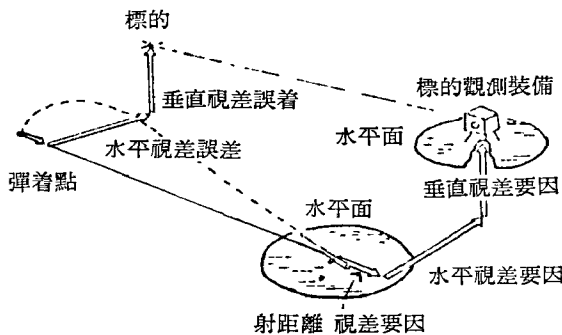
사되는 현상을 말한다.

橫跳躍은 砲架나 砲身の 不均衡에 의해 생기는 것으로 砲身を 포함하는 垂直平面과 出發線(Line of Departure)을 포함하는 垂直平面과 이루는 角을 말하며 垂直跳躍은 出發線과 高角線을 이루는 角을 말한다.

앞에서 열거한 運動先到角補償, 彈道補償, 跳躍效果補償을 射擊線 計算에 고려하여 예측사격을 計算하는 과정을 그림으로 나타내면 다음 그림 11과 같다.

나. 視 差(Parallax)

非搭載形 射擊統制裝置에서는 砲와 표적관측 장비가 따로 설치되어 있기 때문에 觀測裝備에서 측정한 標的資料와 砲에서 바라본 표적의 위치사이에는 차이가 있다. 이것을 視差(Parallax)라 한다. 예를 들어 野砲의 경우 한곳에서 觀測한 標的資料를 여러곳에 散在된 砲臺에 전달하여 사격하는 형태일 때는 視差修正이 반드시 필요하다. 함포에서의 視差를 그림으로 나타내면 그림 12와 같다.



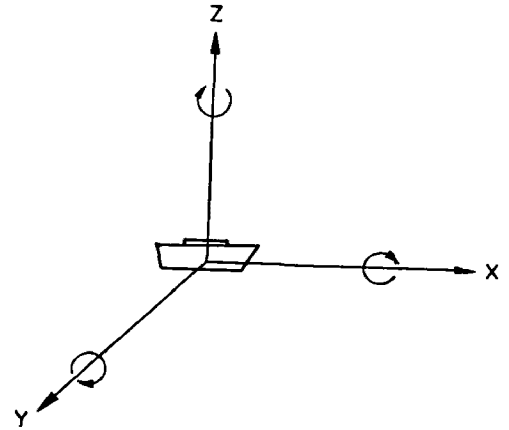
〈그림 12〉 視 差

다. 砲臺의 安定化(Stabilization)

砲臺가 운반체에 설치되어 移動하면서 사격하는 경우에는 砲臺가 水平을 유지할 수 없으므로 앞에서 言及한 諸般問題를 補償하더라도 정확한 사격을 할 수 없다.

그러므로 砲臺는 운반체가 기울어진만큼 補償을 계속하여 恒常 水平을 이루도록 해야한다. 이러한 방법으로 砲臺 전체를 水平으로 安定化하든지 그렇지 않으면 砲身を 安定化시키는 두가

지 방법이 있다.



〈그림 13〉 砲臺의 운동

前者를 直接水平法(Direct Leveling)이라 하고 後者를 間接水平法(Indirect Leveling)이라 한다. 그러나 砲臺全體를 安定化하기에는 상당한 어려움과 費用負擔을 초래하기 때문에 일반적으로 間接水平法을 많이 사용하고 있다. 운반체는 그림 13과 같이 X, Y, Z軸 各各에 대한 線形運動과 회전운동을 한다.

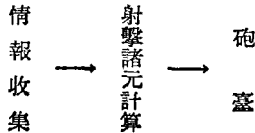
安定化問題는 各軸의 회전운동만 補償하며 이 중에서 Z軸에 대한 회전운동은 照準線의 補償으로 쉽게 해결되므로 일반적으로 X, Y軸의 회전운동, 즉 롤(Roll), 피치(Pitch)문제만 취급하며 이러한 安定裝置를 2軸 安定裝置라 부른다. 2軸 安定裝置는 운반체의 롤과 피치를 측정하여 이것을 砲臺座標系로 변환시켜서 補償한다.

砲臺는 旋回軸과 高角軸으로만 되어 있기 때문에 砲身軸의 회전, 즉 交叉角(Cross Roll)에 대한 영향은 받지 않으므로 이것은 무시된다.

運搬體의 자세를 측정하는 센서(Sensor)로는 垂直자이로(Vertical Gyro), 比率자이로(Rate Gyro), 그리고 垂直錘(Pendulum)가 많이 사용되지만 比率자이로나 垂直錘는 값이 싼 반면 정확도가 떨어지므로 여기서 발생하는 誤差를 다른 수단으로 補償해줄 수 있는 시스템에 많이 사용된다. 安定裝置는 艦砲에 있어서는 필수적이며 요즘에는 헬리콥터, 戰車등에도 사용되고 있다.

3. 射擊統制裝置의 構成要素

앞 章에서 言及된 射擊統制問題들을 해결하기 위해서 사격통제장치는 먼저 射擊諸元 計算에 필요한 情報를 이용하여 射擊諸元을 계산하며 砲臺에 전달하는 기능을 갖추고 있다.



가. 情報收集

射擊諸元 計算에 필요한 정보는 표적에 관한 情報, 彈道에 영향을 주는 氣象情報, 砲臺運動에 대한 情報, 그리고 彈丸初速情報등으로 나눌 수 있다.

1) 標의 情報

射擊諸元 計算을 하기 위해서는 표적의 위치, 速度 및 移動方向에 관한 정보가 계속적 또는 間歇的으로 필요하다. 이러한 情報를 얻기 위해서는 먼저 표적을 探知하고 계속적으로 追跡을 하여야 한다.

가) 標的探知(Target Detection)

標的의 탐지는 探知센서(Sensor)를 이용한 방법과 光學的인 방법에 의한 탐지를 들수 있다.

光學的인 방법은 探知距離와 운용상에 제한이 있어 補助探知 手段으로 사용되고 일반적으로 探知센서를 많이 사용한다. 探知센서는 표적을 探知하여 표적의 位置情報를 追跡裝備에 전달한다. 이러한 探知센서는 탐지하려는 표적의 종류와 探知方式에 따라 각각 다르며 그 種類와 용도는 다음과 같다.

(1) 레이더(Radar)

마이크로波(Microwave)를 이용하여 표적을 探知하는 裝備로서 射擊統制裝置의 標的探知裝備로 가장 많이 사용된다.

探知레이더는 용도에 따라 對艦레이더와 對空레이더로 大別되며 최근에는 螺旋形 回轉探知方法을 사용하여 對艦, 對空標的을 동시에 탐지할 수 있고 安定된 플랫폼(Platform)과 敵의 ECM(Electronic Counter Measure)에 대항할 수 있

는 ECCM(Electronic Counter Counter Measure)기능을 보유한 레이더가 開發運用되고 있다.

(2) ESM(Electronic Support Measures)

敵이 放射한 電子波를 受信하여 표적의 위치를 탐지하는 裝備로서 정확한 標의 情報를 알수는 없지만 표적의 有無를 레이더보다 遠距離에서 탐지할 수 있으므로 電子對抗策(ECM), 對電子對抗策(ECCM), 兵器割當등의 戰術的 警報用으로 많이 사용된다.

(3) 소나(Sonar)

音波를 이용하여 對潛標的을 탐지하는 裝備로서, 音波를 發射하여 표적에 반사되어 돌아오는 反射波(Echo)에 의해 표적을 탐지하는 能動소나와 潛水艦이나 水上艦艇이 발생시키는 잡음을 청취하여 표적을 探知하는 受動소나가 있다.

現代의 소나는 送信모드의 多樣化, 高性能 하이드론 使用, Signal Processing 技術의 향상등으로 표적의 정확한 位置情報를 알수 있도록 발전되고 있다.

(4) 彼我識別機(IFF, Identificaion of Friend or Foe)

彼我識別機는 약속된 코드(Cord)를 사용하여 彼我를 구별하며 射擊統制裝置에서는 표적의 식별에 사용된다.

나) 標的追跡(Target Track)

일단 標的이 포착되어 標的追跡裝備에 전달되면 標的追跡裝備는 계속해서 표적을 추적하여 標的의 位置(距離, 高角, 旋回角)와 砲臺에 대한 표적의 相對速度, 방향에 관한 情報를 발생한다. 이러한 裝備들로서는 追跡레이더(Tracking Radar)와 電子光學追跡裝備(Electrro Optical Tracking Element)가 있다.

(1) 追跡레이더(Tracking Radar)

追跡레이더는 射擊統制裝置에서 標的追跡裝備로 가장 많이 사용되고 있다.

追跡方式으로는 코니칼(Conical)方式과 모노펄스(Monopulse)方式이 사용되고 있는데 모노펄스 方式이 정확도가 좋고 ECCM 능력이 우수하므로 많이 사용되고 있다.

(2) 光學追跡裝備

光學裝備로 관측한 표적의 映像信號로서 표적을 식별하고 追跡하는 장비이다. TV카메라는

표적의晝間觀測에,赤外線카메라는夜間觀測에 사용되며 또한 레이저測距器를 함께 사용하여 표적의距離情報도 얻을 수 있다.

光學追跡裝備는氣候나 탐지거리에 制限이 있는 반면에 ECM에 강한 장점이 있다.

(3) TWS(Track While Scan)

TWS는 探知레이다를 이용한 標的追跡方法으로 표적의 初期追跡에 사용된다. 探知레이다에서 週期(안테나 回轉週期)的으로 획득되는 標的情報로서 디지털 필터(Digital Filter)를 사용하여 표적을 계속적으로 추적한다.

최근에는 여러개의 표적을 동시에 追跡할 수 있는 TWS 機能을 갖춘 探知레이다들이 開發되고 있다.

2) 氣象情報 測定

彈道計算은 일반적으로 大氣가 標準狀態일 때를 기준으로 하기 때문에 사격시의 氣象狀態에 따라 補償을 하여야 한다.

氣象條件으로서는 空氣密度, 溫度, 風向, 風速등이 있으며 이런 情報는 氣壓計, 溫度計, 風向風速計 등을 이용하여 측정한다.

3) 砲臺運動 測定

砲臺가 基準座標系에 대해서 계속적으로 운동을 할 때 이 운동을 측정하여 補償하여야 한다. 이러한 운동에는 砲臺의 速度, 加速度, 角運動등이 있으며 速度計, 자이로(Gyro)등을 이용하여 측정한다.

4) 彈丸初速 測定

彈丸이 砲口를 떠날 때 砲口의 磨耗度, 推進裝藥의 種類 및 溫度 등에 의해 彈丸의 初速이 변화한다.

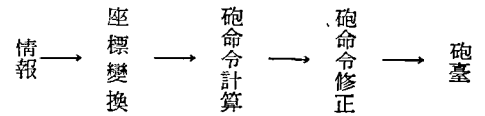
彈丸의 初速을 측정하기 위해 砲口에 센서를 달거나 統計資料를 이용하여 彈丸의 初速情報를 얻는다.

나. 射擊諸元計算

射擊諸元計算機의 기본적인 기능은 豫想位置角(Prediction Angle)을 계산하는 것이다. 計算機에 入力되는 자료로는 標的位置, 彈道資料, 氣象條件, 砲臺의 위치와 運動特性, 彈丸初速 등이 있으며 計算機는 이러한 入力를 받아서 設定된 基準座標系로 入力情報를 변환하고 변환된 정

보들로 彈道, 豫想位置角, 彈丸의 飛行時間등을 계산한다.

砲命令 計算過程에서 계산된 豫想位置角을 砲臺座標系로 변환시키고, 視差修正과 砲臺 安定化 信號를 합하여 砲命令信號를 발생하며, 처리 과정은 다음과 같다.



射擊諸元計算機는 초기의 電氣機械式에서 아날로그(Analog) 計算機로 발전되었으며, 최근에는 표적의 威脅增大에 대처하고 정확도를 향상시키기 위해 디지털 計算機(Digital Computer)를 射擊諸元計算用으로 사용하는 추세이다.

4. 射擊統制裝置의 種類와 機能

現代 兵器에 있어서 사격통제장치는 小銃에 붙어있는 가늌자, 가늌쇠와 같은 간단한 射擊統制器機에서 부터 시작하여 공격해 오는 大陸間誘道彈(ICBM)을 파괴하는 복잡한 射擊統制裝置에 이르기까지 그 종류와 형태는 다양하다.

또한 射擊統制裝置는 사용하고자 하는 兵器의 기능과 要求性能에 따라 시스템의 構成이 각각 다르다. 이러한 射擊統制裝置들을 사용되는 兵器의 目的, 用途別로 나누어 기능 및 구성등을 간단히 설명한다.

가. 射擊統制器機

20世紀 초기에 砲와 彈藥이 발달되어 砲의 사거리와 精密度가 높아짐에 따라 砲身을 조종하는 器機가 필요하게 되어 各兵器에 사용되게 되었다. 이러한 器機에는 象限儀(Quadrant), 環形照準具(Ring Sight), 計算機能을 갖춘 照準器(Gunsight)등이 있다.

象限儀(Quadrant)는 주로 野砲에 사용할 목적으로 개발되었으며 標的距離를 측정 한뒤에 미리 射表(Firing Table)에 주어진 資料를 사용, 高角을 산출하고 그 값에 따라 砲身을 조종하는 방식으로 射手象限儀(Gunner's Quadrant), 高角

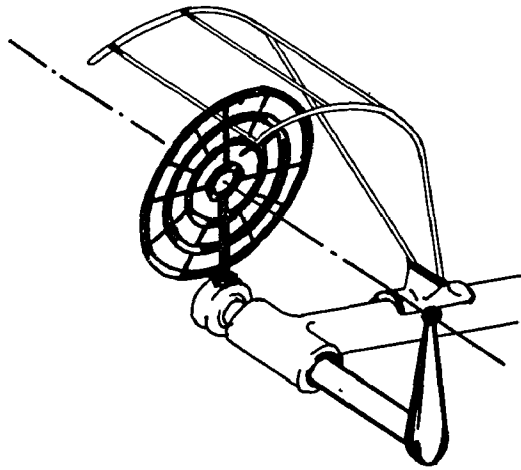
象限儀(Elevation Quadrant), 距離象限儀(Range Quadrant) 등이 있었다.

또한 對空射擊에는 그림 14와 같은 環形照準具(Ring Sight)가 많이 사용되었으며, 이것은 구멍이 뚫린 後方照準具(Rear Sight)와 여러개의 同心圓을 가진 圓形前方照準具(Circular Front Sight)로 구성되어 있다. 圓形前方照準具의 放射線들은 대략적인 비행방향을 表示하고 同心圓들은 標의速度에 해당된다.

앞에서 言及된 環形照準具는 전적으로 射手의 판단에 따라 運用되었으므로 그 성능은 射手의 능력에 左右된다.

이러한 照準具를 대체하기 위하여 개발된 것이 照準器(Gunsight)이다.

照準器는 比率자이로(Rate Gyro)를 사용하여 照準線(Line Of Sight)의 角速度를 측정하며 彈



〈그림 14〉 環形照準具

丸飛行時間(Time Of Flight)동안에 標적이 이동할 만큼의 豫想位置角(Prediction Angle)을 계산한다.

계산된 豫想位置角만큼 十字線(Reticule)을 이동시켜 射手가 十字線을 통해 標적을 조준함으로써 砲身이 豫想位置角만큼 앞지르게 된다.

이러한 照準器로는 英國 Ferranti社에서 개발된 GSA MK 3M이 있다.

나. 野砲射擊諸元計算機

野砲射擊諸元計算機는 陸軍에서 사용하는 野砲

《國防과 技術 1982. 2》

의 射擊諸元을 계산하는 장치로서 이에 대한 소개는 이미 國防과 技術(1979. 10月號)에 자세히 言及되어 있다.

다. 對空射擊統制裝置

砲로써 超音速의 戰鬥機에 대항하기에는 어딘가 未洽한 점이 있다. 그래서 일반적으로 砲는 據點防禦(Point Defense)의 '最後防策'으로 사용된다.

超音速 戰鬥機의 발달에 대응해서 對空砲의 發射率도 점점 증가하였고, 아울러 신속한 對應時間(Reaction Time)과 높은 命中率를 갖춘 對空射擊統制裝置가 개발되었다.

對空射擊統制裝置는 據點防禦에 사용되므로 標적의 탐지는 早期警報레이다에 의존하지만 標적의 추적, 射擊諸元計算 그리고 砲의 통제과정의 거의 전부 自動으로 연결되어 있다.

最近에는 레이다로 彈着點을 관측하여 誤差를 自動으로 수정하는 射擊統制裝置가 개발되고 있다. 現在 많이 사용되고 있는 代表的인 對空射擊統制裝置는 美國 General Electric社의 발칸射擊統制裝置, 스위스 Contraves社의 Super-Fleudermaus, Skyguard, 美國 General Dynamics社의 Phalanx 등이 있다.

라. 戰車射擊統制裝置

戰車가 처음 개발된 당시의 射擊統制裝備로는 對戰車 레티클(Antitank Reticule)이 고안되었는데, 이 器具는 射手가 적당한 豫想位置角(Prediction Angle)을 주고 동시에 射距離를 조정할 수 있도록 되어 있어 走行하는 敵戰車를 砲로 照準할 수 있게 되어 있다.

射手는 肉眼으로 사거리를 짐작하여 사거리에 해당하는 十字線의 눈금에 맞춰 砲를 高角쪽으로 올리고 偏度成分은 彈道레티클(Ballistic Reticule)을 사용하여 標의運動을 補償할 수 있도록 하였다.

그 以後 사거리는 肉眼으로 측정하는 대신에 光學測距器를 이용하다가 요즘에는 레이저距離測定器(Laser Range Finder)를 開發, 사용하고 있으며 計算機도 캠(Cam)을 이용하는 방식에서 디지털 計算機를 이용하는 方式으로 開發되

고 있다. 또한 走行中에도 정확한 사격을 할 수 있도록 砲身을 安定化시켜 나가고 있다.

이러한 戰車砲 射擊統制裝置의 대표적인 것으로서는 英國 Marconi Radar System社의 SFCS 600, 美國 Huges Aircraft Company社의 Integrated Tank FCS 등이 있다.

마. 艦艇用 射擊統制裝置

陸軍用 兵器는 各 單位部隊에서 따로 보유하여 독립적으로 또는 종합적으로 운용될 수 있으나 海軍에서 운용하는 艦艇은 독자적으로 여러 가지 임무를 수행해야 하므로 여러 가지 武器體系를 갖추지 않으면 안된다.

艦艇에 주로 설치되어 운용되는 兵器는 크게 砲, 誘導彈, 魚雷, 對潛로켓, 爆雷 등으로 구분될 수 있다. 초기에는 이러한 兵器를 각각 독립적으로 운용하는 體系에서 兵器와 관련된 射擊統制裝置도 각각 개발되었으나 요즘은 各 兵器를 統制하는 기능이 통합된 射擊統制裝置로 발전되어 나가고 있다.

艦艇用 射擊統制裝置를 機能別로 크게 나누어 보면 표적을 探索, 탐지하여 추적하는 센서구름과 데이터 처리, 標的選擇, 射擊諸元을 계산하고 計算結果를 전달하는 부분으로 되어있다. 이외에도 艦艇은 항상 요동하는 상태에 있으므로 이러한 自艦運動과 氣象狀態를 측정하는 장치들이 필요하게 된다.

現在 많이 사용되고 있는 대표적인 艦艇用 射擊統制裝置로는 美國 Lockheed社의 MK86 GF-CS, 네델란드 Signaal社의 WM28 등이 있다.

맺음말

以上으로 射擊統制裝置에 대한 소개를 마치고 한다. 앞에서 살펴본 바와 같이 射擊統制裝置는 그 기능 및 성능에 있어서 많은 종류가 있고 價格面에서도 싼것부터 비싼것까지 千差萬別이다.

그런데 어떤 武器體系에 있어서도 마찬가지겠지만 明白한 사실은 아무리 비싸고 精巧한 장비라 할지라도 實戰에 사용해 보지 않고는 그 裝備의 性能을 정확히 알 수가 없다는 것이다.

비록 그렇다 할지라도 裝備의 性能을 평가해 보기 위하여 戰爭을 挑發하는 일은 없어야 할 것이다.

참고 문헌

1. 金亨燮, “數值解析의 方法에 依한 回轉安定彈의 彈道計算.” 洪陵機械工業會社, 先任昇格論文, 1980. 4
2. “國防과 技術” 韓國防衛産業振興會, 1979. 10月號
3. Carl D. Corse, Jr “Introduction To Shipboard Weapons.” Naval Institute Press Annapolis, Maryland
4. “Engineering Design Handbook, Fire Control Series Section 1, Fire Control Systems-General.” U. S. Army Material Command, AMCP 706~327, January 1968
5. “Weapon System Fundamentals, Analzsis of Weapons.” Naval Ordnance System Command, NAVORD OP 3000 Vol. 2 First Revision, 15, Jan. 1971