

最新 對空近接信管彈의 效果

金 忠 起 譯

陸·海軍力에 대한 최근의 空中威脅은 과거에 는 찾아볼 수 없을 정도로 복잡하며 固定翼機에 관한 문제에 국한되지 않고 있다. 이미 헬機가 攻擊武器로 개발되었으며 機械化部隊에게는 地上攻擊用 航空機만큼이나 위협적인 存在가 되고 있다.

따라서 헬機가 戰鬥車輛을 공격할 수 있는 거리에서 상당한 正確度를 가지고 이를 격추시킬 수 있는 對空火器가 요구되었다.

近接支援航空機 또는 공격헬機중 일부는 裝甲化되어 있으며 攻擊用 미사일 역시 浸透力 및 彈으로 부터의 保護力 증대를 위하여 前方裝甲이 되어있는것이 있다.

電子對應策은 흔히 사용되며 대부분의 경우 航空機가 低高度로 공격하는 露出時間은 매우 짧다. 미사일이나 스마트爆彈으로 遠距離 공격하는 것은 점점 일반화되고 있으며, 잘 보호된 地上目標나 艦隊일 경우는 더욱 그렇다.

Sea-Skimmer(파도위 수 미터의 高度로 비행하는 對艦미사일)는 艦隊의 主要威脅이 되고 있다. 따라서 地上 또는 艦艇搭載 對空火器는 航空機, 헬機뿐만아니라 미사일도 격추시킬 수 있어야 한다.

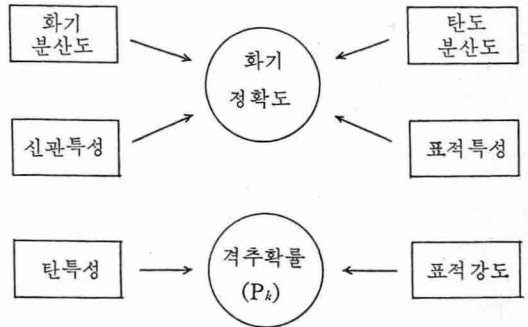
Bofors 社의 新開發品인 40mm PFHE Mark 2 (팅스텐 불을 함유하고 있는 近接信管彈)는 근대적이고 다양한 空中威脅에 대한 효과적인 對應手段이며, 本稿의 목적은 在來式 衝擊信管彈과의 비교를 통하여 이 彈의 효과에 대한 이해를 提供하기 위한 것이다. 여기서 對空效果를 나타내는 數値로는 擊墜確率(P_k)을 이용하는데 이 擊墜確率은 다음公式를 이용하여 計算한다.

$$P_k = P_b \cdot P_{k/b} \cdot P_f$$

- P_b : 彈爆發確率(b =burst)
- $P_{k/b}$: 彈爆發時 擊墜確率
- P_f : 信管 작동確率

〈彈 效果 計算요소〉

對空火器의 效果를 評價할 때에는 시스템의 모든 특성을 파악하여야 하는데 이는 대부분의 경우 이미 認知된 것이 아닌 작은 錯誤가 궁극적으로는 戰術的 적합성에 지대한 영향을 주기 때문이다. 그림 1은 擊墜確率을 결정하는 요소들을 圖式化 한것이다.



〈그림 1〉 對空彈의 擊墜確率에 영향을 주는 요소

彈效果의 상세한 分析을 위하여는 광범위한 시험을 거쳐 確定되는 컴퓨터 모델을 이용한 模擬實驗이 필요하다. 이 模擬實驗結果와 시험결과를 기초로하여 近接信管彈과 衝擊信管의 차이를 計量的으로 나타내는 데에는 간단한 통계공식이 사용된다. 이미 序述한 바와같이 두 종류의 彈의 효과는 擊墜確率로 비교하며 擊墜確率은 아래 公式를 이용하여 計算한다.

$$P_k = P_f \cdot P_b \cdot P_{k/b}$$

여기서 신관작동확률(P_f)은 近接信管이나 衝擊信管 共히 95%보다 크며 彈效果 비교에 있어서 별로 중요하지 않으므로 擊墜確率 計算에는 신관작동확률(P_f)=0.95를 이용한다. 또 爆發確率(P_b)은 標의半徑(R , 단위 : m), 사거리(r , 단위 : K_m), 그리고 火器分散度(δ , 단위 : Millirad)의 함수이며 아래와 같이 表現한다.

$$P_b = 1 - e^{-\left(\frac{R}{r\delta}\right)^2}$$

이 公式은 분산도, 표적반경, 사거리의 관계를 나타내주고 있으며 近接信管彈을 評價하는데 있어서 표적반경이 핵심요소임을 알수 있다.

彈效果란 彈이 航空機에 영향을 주는 에너지의 함수이나 現代戰術航空機 機體設計分野에서 最新開發品에 대한 고려가 없는 彈效果評價는 불충분한 것이다. 실제로 모든 공격용 航空機는 초음속으로 비행할 수 있고, 기동성도 뛰어난 데 이는 날개와 胴體表面이 큰 공기저항력을 견딜 수 있어야하며 胴體의 내부구조 또한 크고 빨리 변하는 荷重계수에 견딜 수 있도록 튼튼한 조립체로 設計된다는 것을 의미한다. 그렇기 때문에 衝擊에너지와 爆發에너지의 힘만으로는 지지구조를 전반적으로 파괴하기엔 불충분하다.

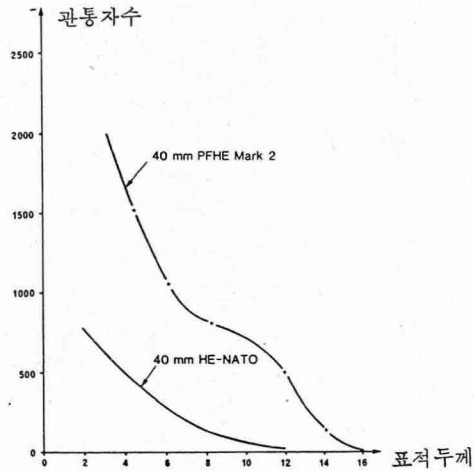
航空機에 대한 손상효과는 큰 浸透力을 가진 파편에 의한 것이 基本이 되는데 이 파편은 조종사, 전자장비, 제어체계, 유압계통, 연료공급계통등 航空機의 各種 구성품에 치명적인 손상 또는 파괴를 유발한다.

近接信管彈의 효과는 본질상 衝擊信管彈의 효과와 많은 차이가 있다. 후자의 主效果는 항공기의 제한된 部分에 구조적 충격을 주어 그 部分에 기능을 멈추게 하는데 언제나 航空機를 격추시킬 수 있는 민감한 部分을 손상시키는 것은 아니다. 한편 前者는 구조를 파괴하는 것이 아니라 航空機의 넓은 범위에 피해를 입힌다. 이것은 높은 손상확률의 파편효과를 제공하여 여러 기능을 난타하게 되며, 이로 인하여 結局 항공기가 추락하게 된다.

小口徑에 있어서 종래의 高爆彈에 의한 공중 폭발로는 항공기에 별 피해를 주지못한다. 破片의 速度는 날아가는 거리에 따라 격감하며 항공

기에 손상을 입히는 運動에너지도 줄어든다. 그 결과 원거리 폭발의 경우 침투력이 감소한다. 이 문제의 해결을 위하여 Bofors社는 40mm와 57mm 彈에 불을 삽입하였으며, 運動에너지를 최대한으로 保存하기 위하여 이 불을 텅스텐합금으로 만들었다. 이 불들은 폭발거리에 관계없이 극도로 큰 관통력을 갖고 있으며, 이때 속도감소율은 미터당 2%미만이다.

그림 2는 40mm PFHE Mark 2의 파편효과를 나타낸 것이며 이 砲彈의 무게는 880g이고 650개의 텅스텐합금 불과 120g의 옥탈(Octol : 고폭제의 일종)을 가지고 있다.



〈그림 2〉 PFHE 彈과 HE-NATO 彈과의 파편효과 비교

다음은 격추확률 계산의 대표적인 한례이며 앞에서 言及한 요소를 고려하면 아래와 같다(탄 1발당 격추확률).

$$P_k = P_f \cdot P_k/b \cdot P_j$$

이때 $P_k/b(PF) = 0.35$, $P_k/b(PD) = 0.38$ 이고

PF : 近接信管
PD : 衝擊信管

$$P_f(PF) = P_f(PD) = 0.95이다.$$

$$\text{또 } P_b = 1 - e^{-\left(\frac{R}{r\sigma}\right)^2} \text{이며}$$

$$R : PF = 6.7m, R : PD = 1.5m, \sigma = 3mrad이다.$$

따라서

$$P_k(PF) = 0.95 \times 0.35 \times \left\{1 - e^{-\left(\frac{6.7}{3 \cdot 7}\right)^2}\right\} \quad \text{--- ①}$$

$$P_k(PD) = 0.95 \times 0.38 \times \left\{1 - e^{-\left(\frac{1.5}{3 \cdot 7}\right)^2}\right\} \quad \text{--- ②}$$

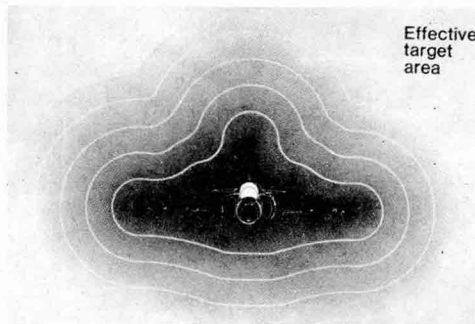
가 된다. 식①,②를 이용하여 γ (사거리, km)= 1, 2, 3, 4일때 近接신관탄과 衝擊신관탄의 擊墜確率을 비교해 보면 다음 表와 같다.

| γ (km) | A(P_k : 近接信管) | B(P_k : 衝擊信管) | A/B |
|---------------|------------------|------------------|------|
| 1 | 0.33 | 0.08 | 4.1 |
| 2 | 0.24 | 0.022 | 10.9 |
| 3 | 0.14 | 0.0099 | 14.1 |
| 4 | 0.089 | 0.0056 | 15.8 |

Bofors 社의 40mm 彈은 高度의 兪통성, 신뢰성, NATO 에서의 호환성을 고려하여 設計되었으며, 특히 PFHE 彈은 遠距離對空效果에 있어서 最적의 것이다. 정면사격의 경우 近接信管彈을 사용하므로서 標的의 상대적 크기증가폭은 커진다. Bofors 社는 近接信管彈의 사용이 만족할 만한 擊墜確率을 가져올 수 있다는 것을 알고 있다.

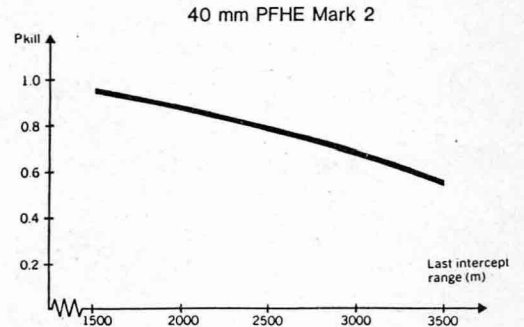
會社側 정보에 의하면 40mm L/70 BOFI체계에 PFHE 彈을 사용하여 1.000m 距離에서 對戰車 미사일을 격추했다고 한다. 신뢰중인 헬機에 대한 攻擊用으로도 效果가 있다는 것은 近接信管 使用의 또 하나의 成功的인 예이다.

그림 3은 標的의 상대적 크기의 증가를 보여주고 있으며 그림 4에는 近接信管彈의 擊墜確率을 나타내고 있는데 이는 現 技術水準에서 발사 속도의 증가로는 같은 水準의 擊墜確率을 얻을 수 없다는 것을 보여준다.

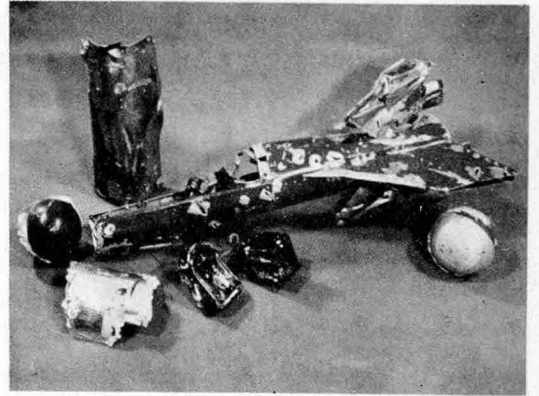


〈그림 3〉 標的의 유효범위

그림 5는 직경이 17cm 이고 全長이 185cm 인 미사일 模擬標的이며 요격당시의 速度는 200m/



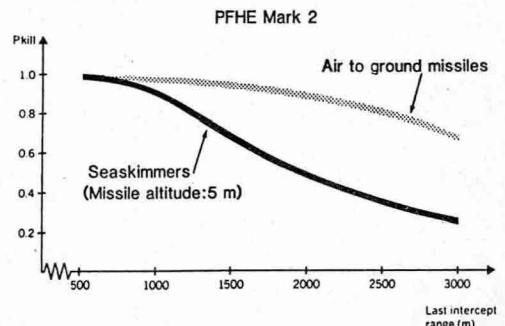
〈그림 4〉 사거리에 따른 擊墜確率곡선



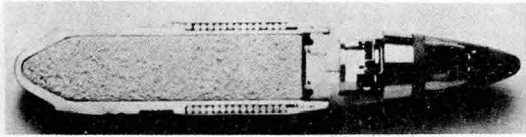
〈그림 5〉 近接信管彈의 破片效果를 보여주는 모의표적

sec 이고 射距離는 1.500m 이다.

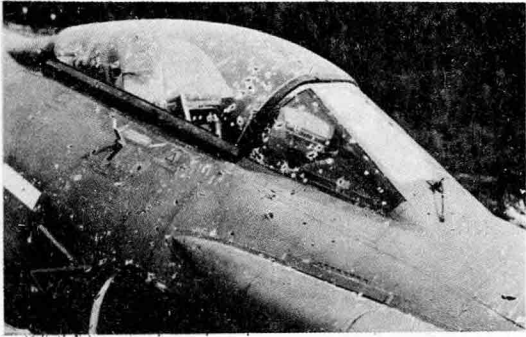
近接信管彈의 개발당시 Bofors 社는 Sea-Skimming 미사일을 요격하는 경우를 고려했는데 Sea-Skimming 미사일은 이름 그대로 파도 바로 위를 비행하기 때문에 從來의 近接信管은 파고의 차이를 標的 接近信號로 오인하여 잘못 폭발하는 위험을 안고 있다. 이 때문에 Bofors 社는 40 mm PFHE Mark 2彈에 이런 위험을 防止하는



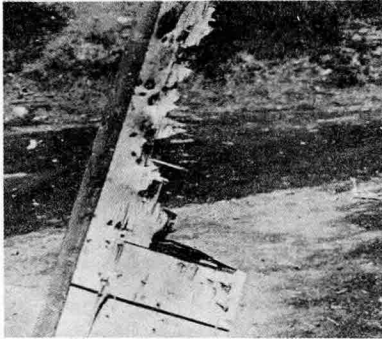
〈그림 6〉 一般標的과 Sea-Skimmer 擊墜確率 比較



〈그림 7〉 40mm PFHE彈 단면



〈그림 8〉 조종석 부근의 PFHE彈의 효과



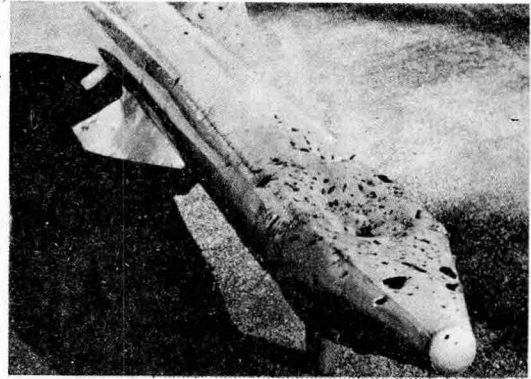
〈그림 9〉 PFHE彈에 의해 파괴된 헬기날개



〈그림 10〉 模擬標의(미사일)가까이에서 폭발하는 PFHE彈

分別回路를 부가하였다. 이 문제는 그림 6에 나타나 있다.

Bofor社의 見解에 따르면 공격헬기, 固定翼機, 미사일같은 裝甲된 표적을 遠距離에서 요격할 수 있는 對空部隊에 대한 요구가 계속 증가하고 있으며, 이 요구를 어떻게 充足시킬 것인가



〈그림 11〉 PFHE彈의 요격을 받은 對艦미사일 (시험결과)



〈그림 12〉 PFHE彈의 요격을 받은 對戰車미사일 (시험결과)

가하는 것은 現代式 對空火器가 출현한 이래로 基本的인 문제가 되어왔다. 여기에는 두가지 見解가 있는데 그중 하나는 衝擊信管彈의 發射속도를 증가시키려는 部類와 本稿에서 밝힌 近接信管彈을 이용하려는 部類가 그것이다.

두 見解는 모두 殺傷확률을 높이는 것이 목적이나 이 見解差는 전혀 다른 武器體系에 이르게 된다. 이미 다른 두 형태의 武器가 출현하였으며 各各은 실현성, 시장성, 지지파와 반대파를 가지고 있다.

Bofor社의 40mm L/70에도 衝擊信管 使用技能이 부가될 것이며 Oerlikon, Motorola, 그리고 Thomson-CSF도 35mm 彈用 近接信管을 이미 개발하였다.

참고문헌

Brig. G.Grenander, "Effects of Advanced AA Proximity-Fused Ammunition", Armada International, 1/1983, p.72~p.78