

# 誘導彈 소개

## (6) 彈 頭

韓 洪 燮 (理學博士)

### 1. 머리 말

모든 誘導彈은 武器로서의 性能을 발휘하기 위하여서는 彈頭를 필요로 하고 있다. 그것이 高爆彈頭일 수도 있고 核彈頭일 수도 있으며, 生化學作用劑일 수도 있다.

어떠한 彈頭를 사용하느냐 하는 문제는 目標物(Target)에 따라서, 또 목표물이 어디에 있는냐에 따라서도——空中, 地上 혹은 海面——分別있게 選擇되어야 한다.

高爆彈頭에 흔히 쓰이는 TNT의 1Kg이 내어놓는 에너지는 약 1,000Kcal의 熱量에 해당되는데, 이 量은 30餘Kg의 무게를 갖고 있는 誘導彈이 500m/sec의 速力으로 비행할 경우 그 全運動에너지와 맞먹는다. 즉 飛行體 무게의 약 3%에 해당되는 무게의 TNT를 誘導彈에 貯藏함으로써 그 威力를 倍加할 수 있다는 결론을 내릴 수 있다. 彈頭의 存在理由가 바로 여기에 있다.

또한 原子爆彈의 主原料인 우라늄(Uranium, U) 1Kg이 完全 分裂해서 내어 놓는 에너지는 TNT의 2만톤의 威力(20KT)에 해당하며 水素彈의 경우에는 그 威力이 보통 TNT의 10<sup>7</sup>톤(10MT)에 해당하므로 誘導彈의 무게對效果는 더욱 커진다.

武器에 관한 것은 어느 것이나 軍事秘密로 되어 있으나 特別히 彈頭의 경우에는 彈頭의 性能이 유도탄의 射程거리 및 誘導誤差와 함께, 武器로서의 效果를 代表하는 것이므로 더욱 그 設計方法이나 威力에 관한 내용은 잘 발표되지 않고 지극히 常識의 인 것만 알려지고 있다. 이 글에서도 예외일수는 없다.

### 2. 構造 및 作動

誘導彈이 비행체, 推進기관, 誘導操縱裝置 및 彈頭로 되어 있다는 것은 이미 유도탄 소개의 개요에서 說明되었다.

彈頭는 다시 信管(Fuze), 安全장치(Safety and Arming Device, S&A Device)와 彈頭(Warhead)로 되어있다(흔히 信관과 安全장치를 포함해서도 탄두라 하고, 信관 및 安全장치를 뺀 파괴능력을 갖고 있는 部分만도 彈頭라고 같이 부르고 있다).

信管은 彈頭의 威力를 최대로 하는 最適時間을 感知하여 彈頭에 起爆信號를 보내는 장치이다. 그 最適시간이 탄두가 目標物과 接觸하는 순간일 때에는 接觸信管(Contact Fuze)이 쓰이고, 그 最適時間이 탄두와 目標物 間に 일정 거리에 도달하는 순간일 때에는 近接信管(Proximity Fuze)이 쓰인다.

물론 信管의 종류도 區分하는 方法에 따라 여러 가지 있지만 여기에서는 생략한다.

安全裝置(S&A Device)는 彈頭가 不意로 폭발하더라도 我軍에게 피해가 없도록, 유도탄이 발사장으로부터 我軍의 피해 범위 밖으로 벗어나기 전 까지에는 信管과 彈頭部分을 격리시키는 장치이다.

결국 彈頭는 유도탄이 目標物에 접근하면 信管이 목표물을 파괴하기에 가장 適切한 순간을 感知, S&A에 起爆信號를 보낸다.

S&A는 이 신호를 받아 起爆管(Detonator)을 起爆시키고, 여기에서 나오는 에너지로 彈頭 전체를 폭발시키게 된다.

### 3. 彈頭的 성능 및 효과

武器로서의 유도탄의 效果를 評價하는 것은 대단히 어려운 일이다. 왜냐하면 주어진 武器의 效果는 目標物과 파괴기준에 의하여, 運搬手段 혹은 目標物의 周圍環境에 따라서 크게 변하기 때문이다.

그렇기 때문에 武器의 위력을 評價하는 指標도 여러가지가 쓰이고 있다.

대표적인 指標로서는 平均有效面積(Mean Area of Effectiveness, MAE), 취약面積(Vulnerable Area, VA), 有效誤差거리(Effective Miss Distance, EMD) 등이 있다. 여기에서 例로 目標物이 人인 경우에 어떻게 MAE를 구하는가를 보자. 이때에 MAE는 흔히 殺傷面積(Lethal Area,  $A_L$ )으로 대치하여 쓰기도 한다.

주어진 點( $x, y$ ) 근처의 目標物의 密度를  $\sigma(x, y)$ 라 하고, 그 목표物이 주어진 彈頭에 의해 殺傷될 확률을  $P(x, y)$ 라 하면, 기대되는 殺傷人員數  $n$ 은

$$n = \iint \sigma(x, y) P(x, y) dx dy$$

로 주어진다. 만일 목표物이 골고루 分布되어 있다고 하면  $\sigma(x, y) = \sigma$ 는 常數로 積分記號 바깥으로 나와서, 殺傷面積  $A_L$ 은

$$A_L \equiv n/\sigma = \int P(x, y) dx dy$$

로 定義된다. 이 式으로부터  $A_L$ 은 面積의 次元을 갖고 있음을 알 수 있고, 이  $A_L$ 에 平均密度  $\sigma$ 를 곱하면 彈頭에 의해 기대되는 殺傷人員수가 나온다.

다시 말하면  $A_L$ 은 주어진 彈頭가 폭발하여 생긴 모든 殺傷人員의 노출된 表面積의 합으로 생각할 수도 있다. 이  $A_L$ 을 계산하기 위하여서는  $\sigma(x, y)$  외에도  $P(x, y)$ 에 관한 知識이 있어야 하고, 이는 유도탄의 유도오차, 目標物의 姿勢, 殺傷기준, 地形條件 등 여러가지 要因의 함수로 되어 있다.

어느 武器에 있어서나  $A_L$ 은 그 武器體系의 性能을 表示하는 尺度이기 때문에 유도탄에 있어서의  $A_L$ 은 모두 秘密로 되어 있다.

일반적으로 戰爭時에 兵士의 姿勢는 서 있는 경우(Standing), 엎드려 있는 경우(Prone)와 참호 속에 있는 경우(in Foxhole)로 구분하는데 주어진 조건하에서 이 각 경우의  $A_L$ 의 比는 대개 10 : 5 : 1로 나타낼 수 있다.

이로서 왜 戰爭時에는 참호 속에 들어가 피해있는지는 明白하다. 참호속에 있으면 서 있을 경우보다 살아 남을 수 있는 확률이 열배는 증가된다는 결론이다. 물론 이는 破片 중심의 高爆탄두의 이야기이고 화학작용제 彈頭같은 경우에는 해당되지 않는다.

### 4. 彈頭的 種類

彈頭는 유도탄의 目的에 따라 여러가지가 있으나 여기에서는 高爆彈頭(High Explosive Warhead, HE Warhead)와 核탄두(Nuclear Warhead)에 관해 간단히 소개하겠다. 細菌이나 化學作用劑를 이용한 탄두에 關係서는 여기에서 제외하겠다.

#### 가. 高爆彈頭

高爆彈頭는 파괴력의 에너지를 어떠한 形態로 얻는가에 따라 폭풍형탄두(Blast Warhead), 破片形탄두(Fragmentation Warhead), 成型爆藥(成爆)彈頭(Shaped Charge Warhead)와 分散形탄두(Cluster Warhead)로 大別할 수 있다.

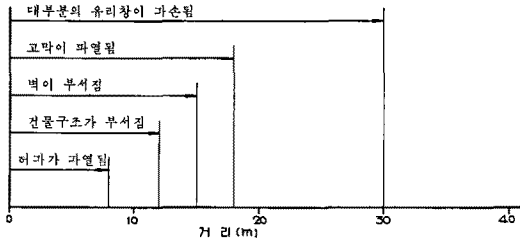
##### (1) 폭풍형 彈頭

폭풍형 탄두는 이름이 말하듯이 彈頭內의 폭약이 폭발할 때에 발생하는 高溫, 高壓, 氣體의 壓力으로(Cluster Warhead)로 목표物을 파괴시키는 彈頭이다.

TNT로 대표되고 있는 모든 高爆藥은 폭발시 약 5,000~8,000m/sec의 폭발속도를 갖고 20내지 30만 氣壓의 高壓과 5,000°C정도의 高溫에 氣體를 發生시켜 충격파(Shock Wave)를 형성하기 때문에 폭발현상은 대부분  $\mu\text{sec}(10^{-6} \text{ sec})$  現象으로 취급된다.

그렇지만 이 충격파는 密閉된 空間이 아니면 시간과 거리에 따라 急速히 그 壓力이 줄어들기 때문에 制限된 목표物에만 쓰이게 된다.

目標物을 파괴시키는 壓力은 大氣壓에 대한 超過壓力(Overpressure)으로 나타내며 이 超過壓力이 2psi(1기압=14.7psi) 이상이면 彈着點 근처의 목표物에는 相當한 피해를 줄 수도 있다. 예로써 球形의 TNT 33Kg(72lb)을 폭발시키면 거리에 따라 그림 1과 같은 파괴력을 豫測할 수 있다.

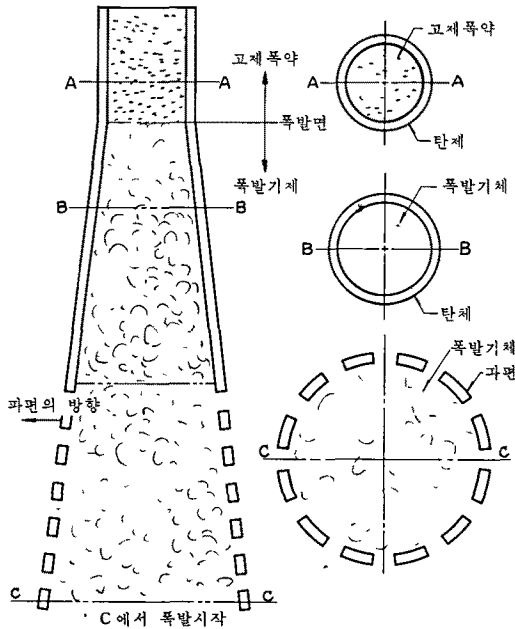


〈그림 1〉 TNT 33Kg이 폭발할 경우에 예측되는 피해범위

(2) 破片形 彈頭

破片形 탄두는 高爆藥이 폭발할 때 생기는 高壓의 氣體가 빠른 속도로 팽창하면서, 爆藥을 둘러싸고 있는 彈體를 高速度의 破片으로 만들어 (약 2,000m/sec), 이 破片들이 목표물을 파괴시키도록 되어 있다. (그림 2)

破片효과는 물론 파편이 크고 무겁고 개수가 많으며, 빠를 수록 좋지만 주어진 彈頭的 重量이나 크기의 與件아래서 이 여러 가지 條件을 同時에 만족시킬 수는 없다.



(그림 2) 破片이 형성되는 과정

이중에서 破片速度는 일반적으로 初期速度를 Gurney公式을 이용하여 計算하고, 파편의 비행 거리에 따른 減速은 파편의 形態에 따른 空氣저항을 고려하여 豫測할 수 있다.

Gurney公式을 사용할 때에 중요한 量이 폭약對

금속의 比率(Charge to Metal Ratio, C/M Ratio)인데 C/M이 클 수록 폭풍효과가 크고, 작을 수록 파편효과가 相對적으로 커진다. 人馬殺傷 및 輕裝備 파괴를 一般목적(General Purpose, GP)으로 하는 彈頭的 경우 C/M 比는 1에 가깝다.

球形 彈頭的 경우 破片의 初期速度  $V_0$ 를 나타내는 Gurney公式은

$$V_0 = \alpha \sqrt{\frac{C/M}{1 + 0.6C/M}}$$

으로 주어진다. 여기서  $\alpha$ 는 폭약 종류에 따라 일정한 常數이다. C/M比가 1이고 爆藥이 TNT인 경우, 破片의  $V_0$ 는 약 1,800m/sec로 주어진다. 물론 이 파편속도는 비행하는 중에 空氣의 抵抗으로 감소되어 거리가 멀수록 파편의 殺傷效果 역시 감소하게 된다.

그러면 어떤 破片이 殺傷能力이 있는가? 이에 대해서는 여러가지 判斷基準이 있지만 예전에 쓰이던 기준은 78.6 joule(58 ft-lb)이었다.

즉 파편의 運動에너지가 78.6joule 이상이면 그 파편은 殺傷能力이 있다고 보는 것이다. 1g짜리 파편은 결국 최소한 400m/sec의 속도로 비행하여야만 殺傷能力이 있다는 말이 된다.

最近에는 Allen과 Sperrazza가 提示한

$$P_{sk} = 1 - \exp[-a(mV^{1.5} - b)^n]$$

의 公式을 사용하는데 여기서  $P_{sk}$ 는 兵士가 破片을 맞은 경우, 주어진 任務를 遂行할 수 없게 되는 확률을 뜻하며 이는 파편의 질량  $m$  및 速度  $V$ 에 關係됨을 알수 있다.

$a, b, n$ 은 兵士의 任務와, 파편에 맞은 후 임무 수행이 不可能해질 때까지의 時間에 따른 一定常數로 數萬마리의 動物을 相對로 실험하여 얻은 數值이다. 實際의 값은 비밀이다. 흔히 시간 기준은 5분 이내에 공격능력을 상실하는 경우가 代表的으로 쓰인다.

破片의 初期速度에 못지 않게 중요한 것이 破片의 方向性(Spatial Distribution)인데 이는 탄두의 모양에 의하여 決定된다.

球形에 가까운 彈頭에서는 Shapiro 公式에 의해 破片의 方向을 豫測할 수 있어서 一般적으로 破片形 彈頭的 기초設計는 Gurney 공식과 Shapiro 公式을 써서 이루어진다. (Shapiro 公式은 여기에서 소개하지 않겠다.)

물론 실제의 탄두를 설계, 製作하면 Pit Test와

Arena Test 등을 통하여 破片의 크기, 갯수, 및 方向과 速度를 測定하여 設計値와 比較하여 修正 補完의 作業이 뒤따르게 된다.

특히 파편의 크기나 形態는 彈頭의 表皮가 내부의 폭약이 폭발할 때 破裂되어 自然히 發生하지만 (Natural Fragment) 高價의 유도탄의 탄두에는 목표물에 따라 最適의 크기, 무게, 材質 및 모양의 破片을 미리 만들어 사용한다(Preformed Fragment). Nike Hercules와 HAWK를 代置할 美國의 Patriot 地對空 유도탄은 한 좋은 例이다.

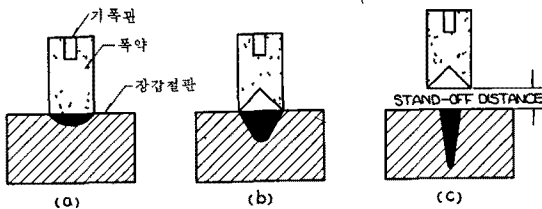
이외에도 彈頭表皮에 일정한 모양으로 홈을 파서 파편 크기를 조정하는 경우도 있는데(Controlled Fragment), 소련의 多聯裝로켓트 彈頭가 이런 方法을 쓰고 있다.

### (3) 成型爆藥(成爆)彈頭(Shaped charge Warhead)

일반적으로 高爆彈頭는 前述한 모든 方向으로 向한 폭풍효과나 破片효과로 그 파괴력을 나타내고 또한 그 파괴력도 사용된 폭약의 量에 比例하게 되는데 지금 소개하려는 成爆탄두는 폭약의 에너지를 한 쪽 方向으로 集中시킨다는 點에서 特異하다고 할 수 있다.

成爆彈頭는 흔히 말하는 Munroe효과라고 알려진 現象을 利用하고있다. 이를 다르게는 Neumann 효과, 혹은 Cavity Effect, Shaped Charge Effect, Coned Charge Effect, Hollow Charge Effect등 여러가지 이름으로 불리우기도 한다.

高爆藥을 金屬이나 콘크리트 등의 表面에 접촉



<그림 3> Shaped Charge효과를 도시한 것이다

- (a)에서는 圓柱形 폭약이 직접 목표물에 접촉되어 있고,
- (b)에서는 폭약안에 圓錐形空洞이 있어 구멍이 크게 뚫려 있다.
- (c)에서는 적정 Stand-off자리에 폭약이 놓여 더욱 깊은 구멍을 뚫은 것을 알 수 있다

시키고 폭발시키면 폭약 안에 空洞이 있을 때에 더욱 깊은 구멍을 뚫는다는 사실이 약 180여년 전 부터 알려져 왔다.(그림 3)

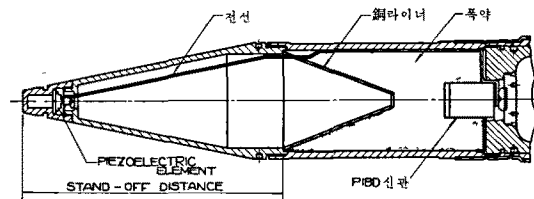
또한 이 成形成폭약에 금속라이너(보통 銅이나 Steel)를 붙이면, 이 라이너가 高速의 (약 7,000m/sec) 젯트로 형성되어 鐵板 貫통력이 더욱 增加된다.

왜 이러한, 언뜻 이해하기 어려운, 現象이 일어나는 가는 Birkhoff 등에 의해 理論적으로 究明되었다.

이러한 效果를 利用하여 여러가지 종류의 對戰車로켓트 彈이 개발되었다. 戰車는 燃料과 彈藥을 두꺼운 장갑鐵板으로 둘러싼 덩어리로 생각할 수 있고 이 두꺼운 鐵벽을 뚫는 것은 特殊한 경우를 除外하고는 (例를 들면 최근 개발된 APFSDS彈, Armor Piercing, Fin Stabilized, Discarding Sabot) 모두 成爆탄두를 써서 戰車를 파괴시킨다.

成爆彈頭의 위력은 장갑鐵板을 뚫는 구멍의 길이와 크기로 표시되고 이는 圓錐形의 각도, Liner의 材質 및 두께에 따라 다르고, 특히 彈과 목표물 사이의 거리(Stand-off Distance)에 무척 예민하다.

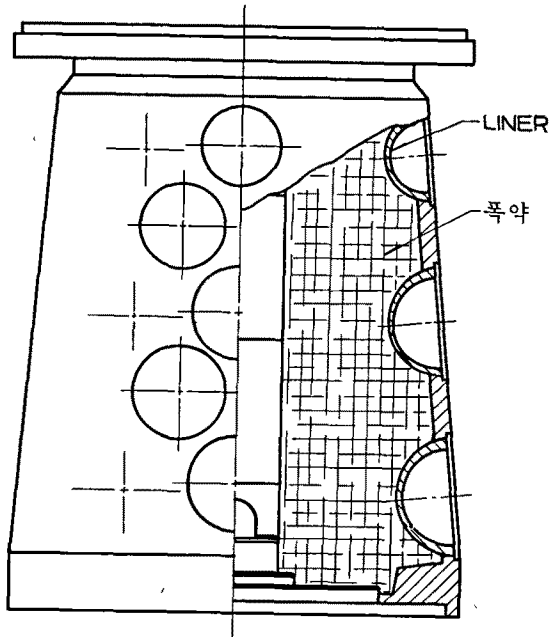
실제의 對戰車탄두에 있어서는 이 Stand-off 거리는 접촉신관을 사용하면 탄두의 앞 部分의 길이에 해당되게 된다.(그림 4)



<그림 4> 對戰車탄두의 일반적인 구조

이 對戰車用 成爆탄두 외에도 여러가지 變形이 存在하는데 하나의 彈頭에 여러개의 Shaped Charge 를 利用하거나(Multi Shaped Charge Warhead) (그림 5), 접시모양의 金屬라이너 여러개를 폭약 주위에 插入한 彈頭(Multi-P Warhead)도 있다.

Multi-P彈頭가 Multi Shaped Charge와 다른 것은 後者が 約 7,000m/sec의 高速의 여러개의 금속젯트를 형성하는 것에 比해 前者는 約 2,000m/sec 정도의 비교적 큰 金屬 덩어리를 형성하는 데에



〈그림 5〉 Multi Shaped Charge의 한예

(4) 分散形 彈頭(Cluster Warhead)

있다.

近距離 地對空 유도탄인 Roland의 彈頭는 바로 multi Shaped Charge를 利用한 것이다.

分散形 彈頭는 유도탄의 彈着點 오차가 高爆彈 頭의 有效半徑보다 클 경우, 혹은 목표물이 넓은

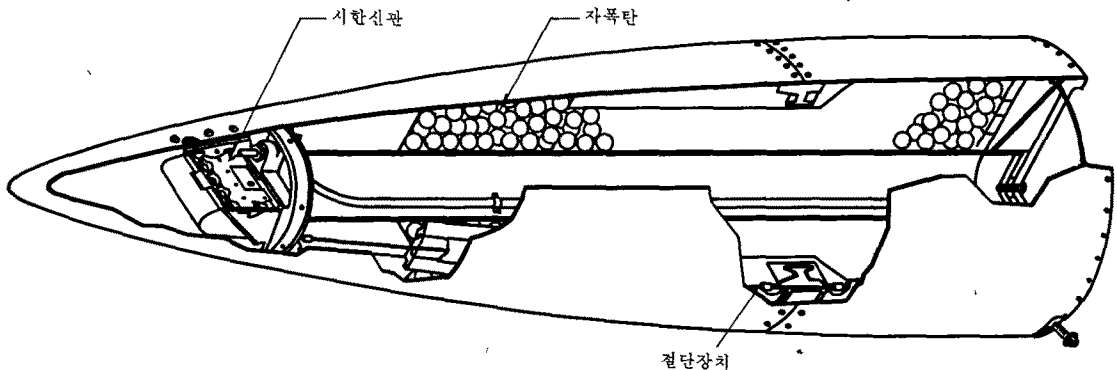
地域에 分散되어 있는 경우에 對備한 것으로 彈頭 내에 많은 개수의 작은 자폭탄(子爆彈, Submissile, Submunition)을 적재하여 이 자폭탄들로 목표물을 파괴시키도록 設計된 彈頭이다.

따라서 分散形 탄두는 자폭탄 외에도, 자폭탄을 彈體밖으로 抽出시키는 抽出장치 (Ejection Device) 또 彈體를 절단하는 切斷장치 (Skin Stripping Device)를 필요로 하고, 또 이는 목표물 상공에서 分散시켜야 하므로 近接신관을 필요로 하고 있다. (彈道를 정확히 예측할 수 있는 경우에는 時限신관을 사용할 수도 있지만).

誘導彈은 보통 最終段階에서 약 500m/sec이상의 초음속 속도로 비행하고 있고, 또 자폭탄의 分散高度(Height of Burst, HOB)를 地上 1,000m로 할 경우, 0.1초의 誤差에도 HOB에 50m(기준 HOB의 5%)씩이나 되기 때문에 信管이 適定高度를 感知하고, 信號를 보내면 이때부터 彈體 切斷, 자폭탄 抽出 등 一連의 作業이 msec( $10^{-3}$ sec)의 정확도를 갖고 이루어져야 한다.

分散形 탄두의 개발에는 이 때문에 많은 기술과 경험을 필요로 하고 있다. 일단 각 부분으로써 近接신관, 절단장치, 추출장치, 자폭탄 등으로써의 성능이 保障된다 하더라도, 실제 비행시험을 하기 전에 Sled Test를 하는 것이 常例이다.

分散形 탄두에 들어가는 子爆彈은 물론 목표물에 따라 다르지만 파편형과(例로서 Lance의 彈頭



〈그림 6〉 分散形 탄두의 하나인 Lance의 彈頭

Lance는 子爆彈을 彈體의 回轉力으로 抽出하므로 特別한 자폭탄 抽出장치는 없다

그림 6) 成爆形(例로서 英國에서 개발한 BL755라는 分散形 폭탄)이 주로 쓰이고, 特別한 경우 生化學작용제를 담은 子폭탄을 사용할 수도 있다.

(5) 연료氣體彈頭(Fuel Air Explosive, FAE, FAX)

FAE 혹은 FAX로 불리는 燃料氣體彈頭는 연료를 高壓으로 壓縮하여 液體상태로 저장하고 있다가 필요한 때에 에어로졸의 구름 형태로 分散시켜서 생기는 燃料/空氣의 혼합물을, 일정 시간(보통 100msec) 후에 起爆시켜서 이때에 생기는 폭발 압력으로 넓은 地域에 걸쳐 목표물을 파괴하는 비교적 새로운 武器이다.

1960年 美海軍研究所(Naval Weapons Center, China Lake)에서 처음 開發을 시작하여 1967年 越

南戰에서 헬리콥터 착륙장의 地雷地帶를 파괴하기 위하여 사용한 低速用 CBU 55B(500 lb)을 위치하여 요즈음에는 超音速 전폭기에도 사용할 수 있는 형태로 개발 되었다.

특히 美陸軍에서는 SLUFAE(Surface Launched Unit Fuel Air Explosive)라 하여 對戰車 지뢰지대를 無能化시키기 위하여 多聯裝로켓트의 彈頭에 FAE를 사용하여 試驗 성공하였다.

이 SLUFAE의 장점은 地雷地帶를 원거리에서 무능화 시킬 수 있으며 또한 有效面積이 比較的 크므로 砲彈처럼 命中率가 크게 문제되지 않는다는 점이다.

燃料氣體로 쓰이고 있는 것은 흔히 EO(Ethylene Oxide)나 PO(Propylene Oxide)를 쓰고 있다. 이 FAE나 高爆彈頭나 모두 폭풍 效果를 이용하고 있지만 결국 폭풍 效果는 Impulse에 比例한다고 생각할 수 있으므로 最高壓力(Peak Pressure)은 TNT의 경우 약 20만 氣壓으로 FAE에 비해서 훨씬 높지만, Impulse는 FAE가 TNT에 비해 같은 量을 쓸 경우 3내지 4배 정도 큰 것으로 알려져 있다.

그 理由는 爆發壓力이 감소되는 율이 FAE에 있어서 TNT의 경우보다 시간으로나 거리로나 훨씬 느리기 때문이다. 33Kg(72lb)의 TNT와 FAE(PO나 EO를 연료로 쓸 경우)를 폭발시켰을 때에 거리에 따른 초과압력(Overpressure)의 감소현상은 그림 7과 같다.

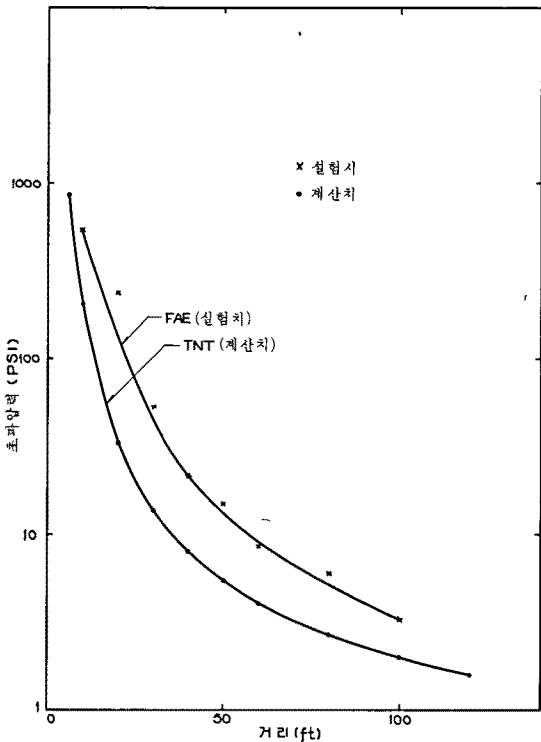
越南戰 當時에는 질식탄으로 잘못 報導되어 한 때 너무나 非人道的인 武器라고 알려졌기 때문에 이 FAE에 관한 기술정보는 美國에서 他國으로 輸出하지 않기로 되어 있다.

나. 核彈頭(Nuclear Warhead)

If the radiance of a thousand suns  
Were to burst at once into the sky,  
That would be like the splendor of the Mighty  
One.....

I am become Death,  
The shatterer of worlds.

1945년 6월 16일 오전 5시 29분 45秒, 聖父, 聖子聖神이 함께 하는 Trinity라는 暗號名으로 命名된 美國 뉴멕시코州에 있는 알라모고르도에서 世界 최초의 핵폭탄, 原子彈의 試驗爆發이 성공적으로 실시되었다. 이의 主役인 Oppenheimer의 뇌



<그림 7> TNT와 FAE 각각 33Kg(72lb)를 폭발시켰을 때 생기는 거리에 따른 超過壓力(Overpressure)으로 FAE의 경우는 실험치이고 TNT의 경우는 계산치이다. 폭발 原點에서 조금만 멀어지면 FAE의 초과압력이 TNT보다 훨씬 큰 것을 알 수 있다. 시간에 따른 變化도 비슷한 모양으로 나타나기 때문에 全體의 Impulse로서 FAE가 TNT보다 크게 된다.

리에는 이 순간 印度의 叙事詩 Bhagavad-Gita의 한 구절이 스쳐 갔다.

數千개의 太陽이

한번 天空에 그 빛을 發할 때

全能한 神의 榮光이려니.....

나는 이제 온 누리를 滅하는

죽음의 死神이 되었노라.

### (1) 原子彈(Atomic Bomb, A Bomb, Fission Bomb)

在來式 폭약의 위력은 前述한 바와 같이 폭약을 構成하는 分子들이 빠른 時間內에 分解되면서 發生되는 分子間 結合에너지(그람當 약 1Kcal)에 基인하는 반면, 原子彈의 폭발력은 우라늄(U)이나 플루토늄(Pu)이 中性子에 의해서 連鎖적으로 分裂(Fission)되면서 放出되는 剩餘核子間結合에 에너지(그람當 약  $2 \times 10^7$  Kcal)에서 由來된다.

이와같은 엄청난 에너지의 차이외에도 核폭탄은 高爆彈과는 달리, 주어진 條件아래에서 一定質量 미만이면 폭발시킬 수 없는데, 이는 質量이 너무 작으면 核分裂의 反應에서 나오는 中性子の 대부분이 表面에서 새어나가기 때문에 連鎖反應이 中斷되기 때문이다.

이 爆發이 가능한 최소질량을 臨界質量(Critical Mass)이라고 하는데, 이 臨界質量은 物質의 종류, 모양, 密度는 물론, 주위에 中性子の 反射體有無에도 크게 좌우된다.

反面에 臨界質量 이상의 核物質은 周圍에 항상 存在하는 中性子에 의해 自然的으로도 폭발이 시작되므로 原子彈은 재래식 彈과는 달리 그 위력을 너무 작게 할 수도 없고, 또 무한히 크게 할 수도 없다.

보통의 경우에 그 위력은 TNT 킬톤(1KT)에서 백만톤(1MT)의 範圍 안이고 그 위에는 나을 水素彈의 領域이다.

結局 核爆彈의 자연적인 폭발을 防止하기 위하여는 폭탄 속의 核物質은 恒常 임계질량 이하로(Subcritical) 유지시켜야 하는 反面, 起爆시키기 위하여서는 極도의 超臨界狀態로(Supercritical) 만들어 주어야 한다.

이 Subcritical의 핵물질을 Supercritical하게 變化시키는 방법으로는 두개의 Subcritical 상태의 물질을 순간적으로 結合시켜 Supercritical상태로 하

는 방법과, 하나의 Subcritical상태의 물질을 압축시켜 密度를 증가시켜서 Supercritical 한 상태로 하는 두가지 방법이 있는 것으로 알려져 있다(密度가 증가하면 臨界質量 값이 작아진다).

실제로 두 가지 방법이 다 利用되었으며 이들은 1945년 8월에 日本 히로시마와 나가사키에 각각 投下되었다.

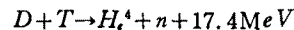
이 두가지 方法이 原理적으로는 前述한 바와 같이 알려져 있지만 실제로 어떻게 原子彈을 만들었느냐는 極秘사항으로 40년이 지난 오늘날 아직도 發表되지 않고 있다.

원자탄의 위력에 관해서는 생략하겠다.(자세한 것은 Encyclopedia Americana를 참조할 것) 다만 우리 記憶에 생생한 裡里驛의 慘事가 30톤의 폭약으로 이루어진 反面, 원자탄의 平均 위력은 2만톤의 TNT에 해당한다는 것으로 미루어 보아 짐작하는 것이 바람직하다.

### (2) 水素彈(Hydrogen Bomb, H Bomb, Thermonuclear Weapon, Fusion Bomb)

水素爆彈의 에너지源은 그 이름이 뜻하듯이 水素의 同位原素인 重水素(Deuterium, D) 혹은 三重水素(Tritium, T)를 융합(Fusion)시켜 헬륨(Helium, He)을 생성할 때에 나오는 熱量으로, 平均 單位 質量當 核分裂反應에 비해 4배의 에너지를 얻는다.

핵융합 반응 중의 한 例는 다음과 같다.



이러한 핵융합이 일어나기 위하여는 反應하는 핵들이 電氣的인 쿨롱 힘을 이기고 서로 접근할 수 있도록 충분한 運動에너지가 필요하다.

여기에 필요한 高溫을 현실적으로 얻는 방법은 原子彈 뿐이며(지금까지도 마찬가지일 것임), 따라서 모든 水素彈은 起爆劑로 原子彈을 포함한다고 생각된다.

原子彈의 위력은 設計에 따라 다르겠지만 前述한 바와 같이 臨界條件 때문에 核分裂物質量의 制限을 받아 1KT부터 1MT의 범위를 벗어날 수 없다. 反面에 융합반응은 臨界質量에 따른 제한이 없으므로 理論적으로는 수소탄 위력의 上限値는 없다고 생각할 수 있다.

1952年末 太平洋의 비키니(Bikini) 섬에서 美國은 최초의 水素彈을 폭발시켰으나 冷却裝置 때문

에 무게가 20여톤이나 되는, 武器라기 보다는 하나의 裝置였다.

武器로서의 水素彈은 1953년에 소련이 몇 개월 앞선 가운데 美·蘇가 모두 성공적으로 폭발시켰다. 이는 反應에 필요한 T를  $Li^6D$ 라는 固體로부터 쉽게 얻어질 수 있는 것이 發見되어 냉각장치 등을 不必要로 하는 小形化가 可能하게 되었다.

結局 水素彈이란 原子彈 주위에 많은 양의  $Li^6D$ 를 쌓아 놓은 것으로 생각할 수 있으나 이 역시 구체적인 구조는 물론, 形態조차도 極秘사항으로 되어 있다.

水素彈의 위력도 여기에서는 생략하겠다. 다만 20KT 위력의 원자탄이 半徑 2Km내의 모든 건물 및 生命體를 폭풍효과 만으로도 抹殺시킬 수 있는 것에 비해 10MT급의 水素彈은 화염 효과만으로도 半徑 30Km내의 “모든 것”을 파괴시킬 수 있다는 사실만 알아두면 넉넉할 것이다.

### (3) 中性子彈 (Neutron Bomb, Enhanced Radiation Bomb)

요즘 한창 말성이 되고 있는 中性子彈이란 하나의 작은 水素彈이다. 다만 보통의 水素彈에 비해 熱과 폭풍효과를 줄이고 放射能 効果を 강조하여 그 피해 범위를 제한된 작은 地域에 局限시킴으로써 쓸데없이 軍事 목적 이외의 建物이나 施設 혹은 生命體를 파괴하지 않도록 設計되었을 뿐이다.

中性子彈도 核탄두이고 사람을 죽이고 시설을 파괴한다는 데에는 다른 원자탄이나 水素彈과 다를 것이 없다.

## 5. 맺음 말

지금까지 간단히 彈頭에 關한 「一般的」인 사실을 소개하였다. 이외에도 空想的인 또는 먼 장래에 開發될 神奇한 아이디어의 武器들도 많다.

近着 Penthouse 라는 通俗雜誌에도 레이저 銃, 이온 빔 무기 (Charged Particle Beam), 로봇 軍人, 特殊바이러스 武器 등을 소개하고 있는데 이들 모든 무기가, 高爆彈頭이거나, 核爆彈이거나 生化學탄이거나, 人類의 平和를 유지하기 위해, 소위 「힘에 의한 平和」를 위해, 開發되고 생산된다는 것은 아이로니칼한 이야기일 수도 있다.

이 때문에 처음 原子彈이 폭발된 후 그 가공할 위력에 놀란 科學者들(실제로 原子彈을 개발한 과학자들까지도)이나 世界의 政治指導者들이 軍縮 및 原子力의 平和的 이용에 크게 노력하고 있는 것이다.

이 努力들이 核非擴散 條約 (Non-Proliferation Treaty, NPT)이나 戰略武器制限 會談 (Strategic Arms Limitations Talk, SALT) 등으로 나타났고 한편으로는 쟁기事業 (Project Plowshare 註)이 시작되었으나 크게 성공적인 것 같지는 않다. 어떤 기간에 戰爭의 抑制力으로서의 各國간에 武器開發 경쟁은 계속될 것 같다.

〈註〉 聖經의 「이제 칼을 두들겨 쟁기를 만들어 戰爭을 모르게 하리라」라는 句節에서 由來된 것으로 原子力을 우주탐험이나 運河건설 등에 이용(예를 들면 Nuclear Shaped Charge를 利用)하자는 운동이다

