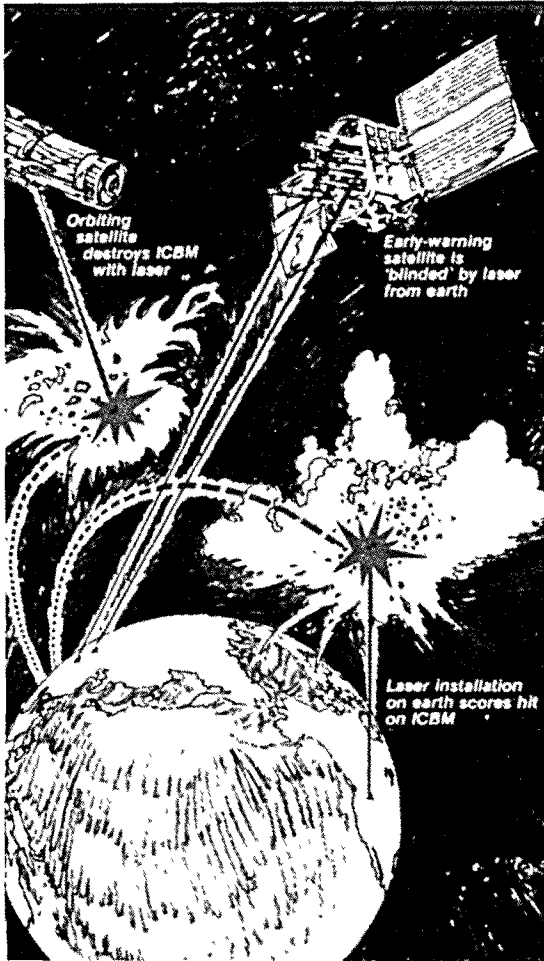


# 레이저 破壞兵器

韓 弼 淳 (理學博十)

## 머 리 말

레이저의 軍事應用 중에서 가장 可恐할 만한 위력을 潛在하고 있는 分野는 레이저 破壞兵器이다.



<그림 1> 未來戰에서의 레이저 破壞兵器 應用想像圖

레이저 破壞兵器는 공격해 오는 敵의 미사일, 航空機, 大陸間彈道彈 등에 超強力한 레이저를 發射하여 이들을 순식간에 파괴시키거나 無力化하게 하는 熱兵器로서, 이러한 性能을 가능케 하는 것은 레이저光線의 독특한 성질인 고도의 指向性和高出력에 기인한다.

레이저가 發明되자 軍事專門家들은 곧 殺人光線武器를 예견하였으나 많은 科學者들은, 이것은 科學的 공상이라고 생각하였다.

그러나 1960年代 후반에 高出력을 발생시키는 획기적인 레이저技術이 開發되므로서 레이저 破壞兵器의 可能性이 열리기 시작했으며 이의 實現을 위해 美·蘇를 비롯한 先進諸國에서는 막대한 예산의 지원하에 研究開發에 심혈을 기울이고 있다.

이러한 노력의 결과로 현재 이 分野에 많은 技術進前을 가져왔고 최근엔 高出력레이저로 高速으로 비행하는 對戰車미사일을 격추시키는데 성공하였다.

비교적 近距離用 레이저破壞兵器는 1980年代 중반에는 實用化되리라 예상되며, 나아가 21世紀에는 레이저破壞兵器와 같은 致命的 에너지兵器의 본격적인 사용으로 戰爭의 革命을 가져오리라고 軍事專門家들은 전망하고 있다.

## 1. 軍事的 重要性

레이저 破壞兵器는 새래식 兵器가 갖지 못하는 중요한 몇가지 長點을 부여한다.

첫째, 反應時間(Reaction time)이 월등히 빠르다. 레이저 破壞兵器는 超強力한 레이저 에너지가 光速(300,000km/sec)으로 전달되며 이는 音速의 數倍정도의 速度를 갖는 미사일 등 기존 兵器와

는 비교가 되지 않을 정도로 빠르다.

따라서 공격해 오는 敵의 武器를 探知하고 追跡하는 시간 및 가짜 誘引體로부터 진짜 彈頭를 구별해 내는 시간, 그리고 이를 反擊하는 시간의 여유를 갖게 된다.

둘째, 복잡한 彈道計算의 必要性이 없게 된다. 레이저 破壞兵器는 레이저 發射에서부터 標의에 命中하기까지 걸리는 시간이 불과 1/1000秒 이내로서 순간적이고 彈道가 直線이기 때문에 敵彈頭의 邀擊位置를 계산할 필요가 없다.

目標 指示/追跡 시스템이 표적을 精密追跡하면 레이저가 발사되어 直線으로 進行하여 순식간에 命中시키게 된다.

셋째, 에너지 傳達機構가 일체 필요없다. 人類는 爆竹에서 小銃彈 그리고 大陸間彈道彈에 이르기까지 爆發物을 標的에 전달하는 機構를 開發해 왔다.

미사일에서는 彈頭, 推進機關, 誘導/操縱裝置, 몸체 등의 복잡한 構成을 통하여 표적까지 傳達可能하다. 그러나 레이저破壞兵器는 이러한 것이 일체 필요없이 에너지 자체만이 표적에 전달된다.

넷째, 相對方의 攪亂問題가 없어지고 相對方으로 하여금 對應時間의 여유를 주지 않는다. 예를 들어 레이더 誘導미사일은 상대방의 電子妨害에 의한 攪亂을 받게되나 레이저 破壞兵器는 이러한 問題點을 제거하며 파괴에너지가 순간적으로 전달되기 때문에 相對方이 이에 대처할 時間的 여유가 일체 없게 된다.

## 2. 豫想되는 應用分野

### 가. 航空機 自體防禦 및 攻擊

여기에는 爆擊機와 戰鬪機의 自體防禦 및 攻擊이 포함된다. 지금까지 空對空, 地對空미사일로부터 自體爆擊機를 방어하는데 획기적인 手段이 없는데에 비해 레이저는 새로운 可能性을 제시한다.

레이저 破壞兵器가 날아오는 미사일을 정확히 격추시키게 되면 레이저 破壞兵器를 적재한 爆擊機는 敵의 레이더를 피하기 위해 最低空飛行을 할 필요 없이 高空飛行을 하여 安全하게 敵地에 침투하여 任務를 수행할 수 있게 될 것이다.

또한 戰鬪機에 적재하여 自體防禦는 물론 地上

의 主要目標物 공격에 이용될 것이다.

### 나. 地對空 任務

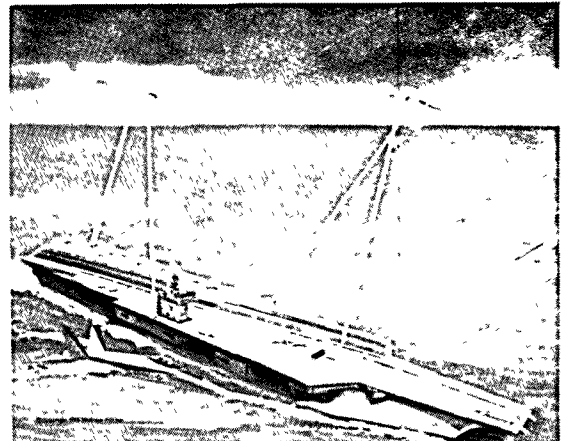
여기에는 對航空機防禦, 對미사일防禦, 對大陸間彈道彈防禦 등이 포함된다. 레이저 破壞兵器를 地上의 한 위치에 고정시키거나 戰車와 같은 地上移動車輛에 탑재하여 對空防禦 임무를 수행하게 될 것이다.

數마하정도 속도의 航空機나 미사일도 捕捉하여 격퇴시키는데 충분한 時間의 여유가 있게 된다.

한편 美國에서는 北그린랜드가 소련의 北美攻擊大陸間彈道彈의 主經路로 예상되기 때문에 美國 東部海岸 및 워싱턴 DC 防禦를 위한 레이저 破壞兵器의 主要基地의 하나로서 北그린랜드를 고려하고 있는 것으로 美軍事關係 잡지는 보고하고 있다.

### 다. 艦隊 防禦

여기에는 艦隊에 적재하여 對空防禦 임무수행 및 航空機에 적재하여 艦隊防禦 임무가 포함된다. 海軍이 보유하고 있는 艦對空미사일의 어떤것도 공격해 오는 敵의 미사일을 매우 效果的으로 防禦하지는 못한다.



<그림 2> 航空母艦에서 레이저 破壞兵器에 의한 對空防禦 想像圖

여기에 대한 對策으로 美國에서는 艦隊防禦를 위해 F-14 戰鬪機가 開發되었으며 高價의 武器시스템으로 武裝되어 있다. 이는 防禦를 위한 강력한 수단이 될지 몰라도 값이 너무 비싸고 艦艇들과의 有機的인 관계를 유지하기 어렵다.

美海軍에서는 적어도 主力艦에 대해서는 自體防禦의 강력한 艦對空能力을 갖추어야 한다는 의견이

많으며 이 문제는 레이저 破壞兵器를 사용하므로써 가능하게 될 것이다.

또한 航空母艦에서는 積載航空機의  $\frac{1}{3}$ 은 航空母艦 自體防禦를 위해 활용되는데 이러한 防禦역할을 레이저가 대신 할수 있게 될 것이며 따라서 이들 航空機는 戰術的으로 활용케 될 것이다.



<그림 3> 레이저 光線銃 想像圖

라. 地上戰任務

여기에는 레이저銃과 레이저를 탑재한 戰車 등이 포함된다. 21世紀의 步兵은 어깨에 가벼운 電源裝置를 휴대한 레이저 光線銃으로 무장하게 될 것이다.

이들은 낮은 出力의 레이저 빔으로 標的을 探知하고 그 위치를 확인한 후 레이저 出力을 증가시켜 발사하게 될 것이다. 또한 未來의 戰車들은 레이저 破壞兵器를 장착하게 될 것이다.

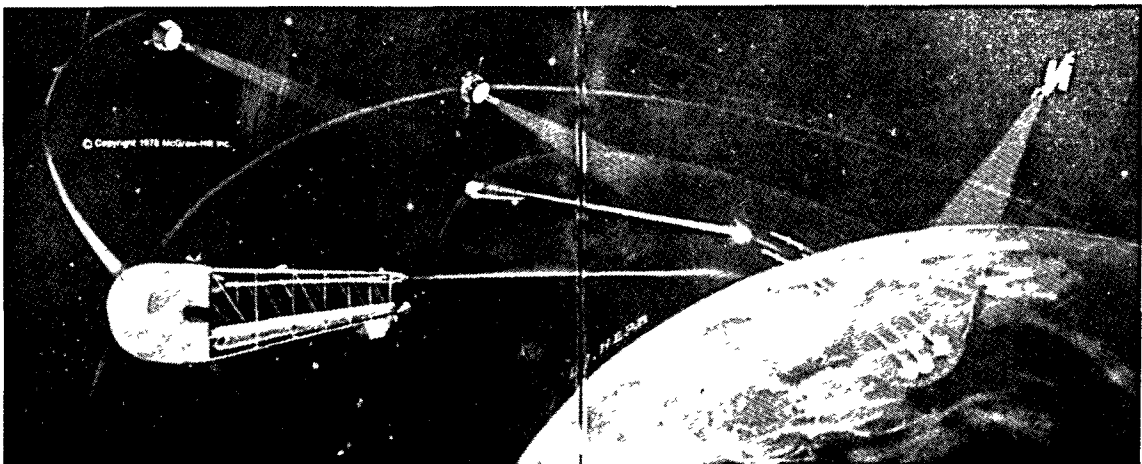
乘務員은 戰車내에 탑승하지 않고도 遠隔조정에 의해 地上에서의 攻擊任務을 수행할 수도 있게 될 것이다.

마. 宇宙에서의 應用

여기에는 人工衛星 自體防禦, 對人工衛星攻擊, 對大陸間彈道彈防禦 등이 포함된다. 거의 眞空狀態인 宇宙空間에서는 大氣속에서와는 달리 레이저 빔이 아무런 에너지 손실없이 전파하기 때문에 레이저 破壞兵器를 사용하기에 아주 적합하다.

人工衛星에 레이저 破壞兵器를 적재하여(Killer-satellite) 自體防禦는 물론, 相對方 人工衛星(早期 警報衛星, 軍事通信衛星, 偵察衛星 등)의 太陽電池板, 水平感知器, 안테나 등 神經系統의 기능을 마비시키게 될 것이다.

한편 人工衛星에서 敵의 大陸間彈道彈의 발사를 미리 探知하여 人工衛星에 적재한 레이저 破壞兵器를 발사하여 이를 파괴시키게 될 것이다.



<그림 4> 人工衛星에서 ICBM 發射探知 및 레이저에 의한 遊擊 想像圖

### 3. 可能性 試驗

#### 가. 航空機 레이저 實驗室(ALL)

航空機에서의 레이저 破壞兵器的 適用可能性을 판단하기 위해 美空軍은 1970年代 초에 Boeing KC-135 航空機를 개조하여 “航空機 레이저 實驗室”(ALL, Airborne Laser Laboratory)이라고 命名하였다.

高空에서의 레이저光의 전과와 高出力 레이저裝置 및 目標指示/追跡裝置를 航空機에 장착하는데 있어서의 問題點 등을 연구하기 위하여 美空軍은 United Technologies Corp 회사 제품의 10.6 $\mu$ m 波長의 가스다이내믹 CO<sub>2</sub> 레이저와 휴즈항공회사에서 제작한 目標指示/追跡裝置를 탑재하였다.

처음엔 비교적 低出力의 레이저裝置를 설치하여 亞音速으로 비행하는 航空機에서 實驗이 실시되었다.

航空機 機體 주위의 氣流를 통해서 레이저 빔이 큰 교란을 받거나 레이저 에너지 減衰가 크게 일어나지 않고 전파해 나감을 확인하였다.

또한 레이저장비의 光學系는 航空機의 振動이나 屈曲飛行에 전달수 있다는 것이 입증되었다.

또다른 KC-135 航空機를 이용하여 實驗이 실시되기도 하였는데 이 航空機에는 標的을 장비하고 “航空機 레이저 實驗室”에서 발사되는 레이저 빔을 받아서 그의 세기와 퍼짐상태 등을 측정하였다.

한편 최근에 United Technologies Pratt & Whitney Div.에서 제작한 새로운 高出力의 가스다이내믹 레이저는 Kirtland 飛行場의 美空軍 레이저 試驗場에서 試驗이 실시된바 要求性能이 만족하여 현재 휴즈항공회사 제품의 改良型 目標指示/追跡裝置와 結合作業을 실시하고 있다.

이 裝備에 대한 飛行試驗은 1979年度에 無人飛行機를 標的으로 하여 실시할 예정으로 있다.

#### 나. 레이저 搭載 機動車輛(MTU)

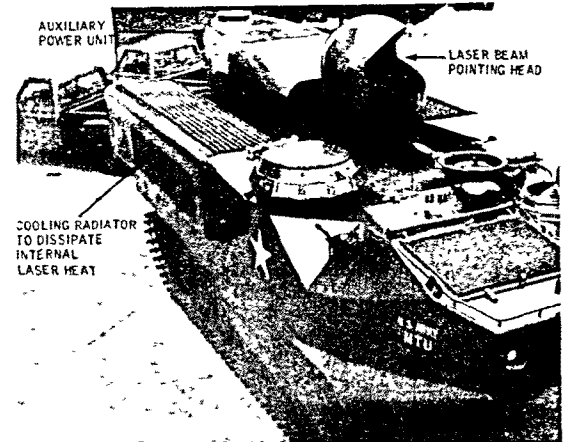
美陸軍은 수년전에 레이저 破壞兵器的 陸軍에서 的 應用可能性과 野戰에서 레이저裝置가 격더어 낼 수 있는지의 能力을 시험하였다.

이를 위하여 海兵隊의 LVTP-7 水陸兩用裝甲車를 改造하여 “레이저 搭載 機動車輛”(MTU; Mo-

bile Test Unit)이라고 命名하였다.

여기에는 Avco 회사에서 제작한 電氣放電 레이저와 Perkin Elmer에서 제작한 目標指示/追跡裝置를 탑재하여 여러가지 地上條件에서 高出力 레이저 實驗과 이들 裝備들의 堅固性 實驗이 실시되었다.

현재 이 “레이저 搭載 機動車輛”은 豫備狀態에 있으면서 使用 목적이 유사한 近距離 對空防禦 分野에서 美海軍과 밀접한 협력관계에 있다.



〈그림 5〉 레이저 搭載 機動車輛(MTU)

#### 다. 對戰車 미사일 破壞

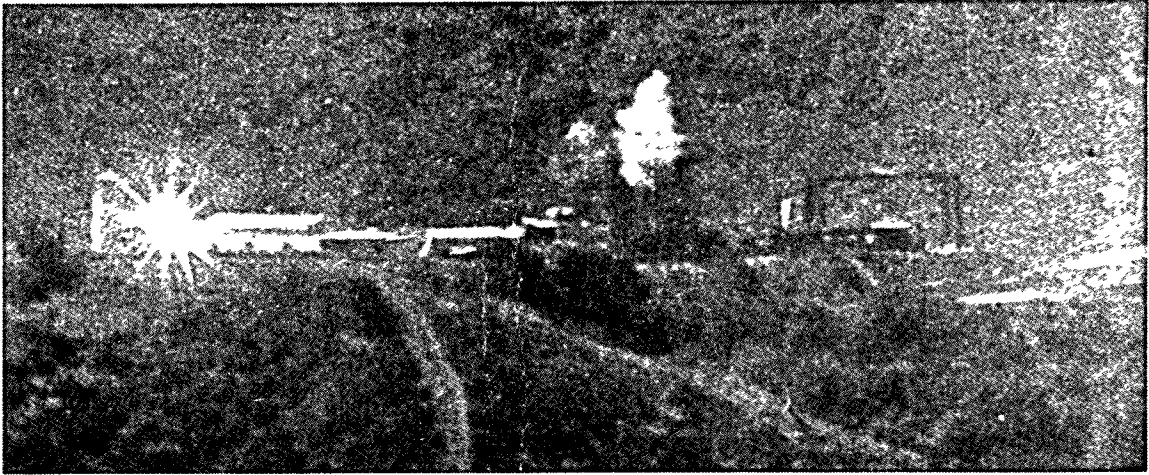
1978年 초에 美國에서 高出力 레이저 照射에 의하여 高速 飛行中의 對戰車 米사일의 파괴에 성공하였는데 이것은 美國防省의 高에너지 레이저 開發計劃中에 중요한 關門의 하나를 돌파한 것으로 여겨진다.

이 시험은 美海軍과 國防省 高等研究計劃局(DA RPA)의 財政지원을 받아 TRW 회사에서 제작한 化學레이저를 사용하여 南加州의 San Juan Capistrano에서 실시되었다. 레이저 光線의 目標指示/追跡裝置는 휴즈항공회사 제품이었다.

#### 라. 새로운 試驗場 建設

高에너지 레이저에 대한 새로운 試驗施設이 New Mexico州의 White Sand에 建設중에 있다.

建設費는 千만弗 이상이며 美陸·海·空 3軍에서 高에너지 레이저 시스템의 評價를 위한 主要試驗施設이 설치될 예정이다. 여기에는 電氣放電 레이저, 가스다이내믹 레이저, 化學레이저裝置의 試驗所와 각종 장비 및 레이더 싸이트, 化學物質貯藏所, 受



〈그림 6〉 高出力 레이저에 의한 對戰車 미사일 破壞試驗

信器 및 標的 사이트의 건설이 포함된다.

TRW의 새로운 化學레이저, Avco의 電氣放電 레이저와 移動레이저裝置가 여기에서 試驗이 실시 될 예정이다.

3軍의 試驗計劃中엔 高에너지 레이저에 대한 大氣效果 연구와 空中標的 특히 低空標的에 대한 레이저裝置의 破壞效果 등이 포함되어 있다.

#### 4. 레이저의 大氣傳播

##### 가. 大氣에 의한 減衰

레이저光線이 大氣속을 전파할 때에 大氣속에 있는 여러 종류의 分子와 浮游粒子 등에 의하여 吸收 및 散亂되고 大氣攪亂(Turbulence)에 의하여 레이저 에너지가 分散되기 때문에 그 세기가 감소하게 된다.

따라서 레이저光線의 大氣透過效果는 레이저 破壞兵器의 적용에 있어서 매우 중요한 要因이 되고 있다.

일반적으로 大氣에서의 透過率은  $T=e^{-\alpha R}$ 로 표현되는데  $\alpha$ 는 減衰係數(吸收 및 散亂係數의 合)이고  $R$ 은 거리를 나타낸다.

大氣속에 있는 질소, 산소, 물방울, 탄산가스 등의 分子에 의해서는 주로 吸收가 일어나고 여러 가지 浮游粒子, 안개, 煙霧, 구름에 의해서는 散亂을 일으켜 레이저의 세기가 감소한다.

이렇게 레이저光線의 大氣속에서의 減衰는 氣候, 氣象條件, 大氣汚染狀態 등에 크게 좌우되기

때문에 레이저 破壞兵器의 應用에 있어서 중요한 문제로 고려되고 있다.

이것은 砲와 레이더 誘導미사일 등이 氣候條件에 별 영향을 받지 않고 사용된다는 것과 좋은 對照가 되고 있다.

레이저 破壞兵器의 가장 理想的인 應用分野는 宇宙에서의 應用이다. 거의 眞空狀態인 宇宙空間에서는 大氣속에서와는 달리 레이저 빔이 아무런 에너지 損失없이 먼거리를 전파할 수 있기 때문이다.

이러한 이유로 美空軍은 현재 氣候問題에 별 영향을 주지 않는 美國 南西部 沙漠地帶에 2臺의 對人工衛星 레이저 破壞兵器를 地上에 설치하여 시험할 계획을 하고 있다.

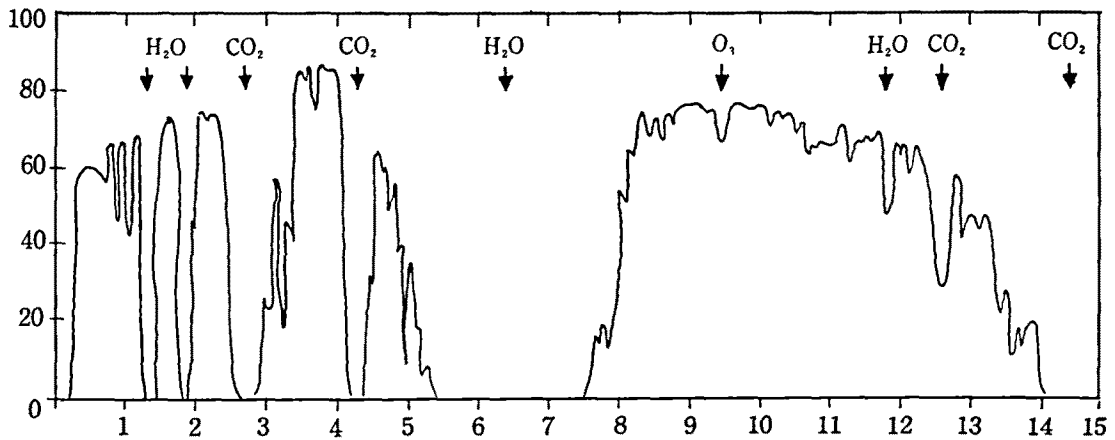
赤外線 波長의 大氣속에서의 透過特性은 그림 7과 같다. 따라서 地上설치용 레이저 破壞兵器에 적용할 레이저의 波長은 大氣透過성이 좋은 波長을 선택하여야 함은 너무나 당연하다.

##### 나. 大氣와의 강한 相互作用

또한 강력한 레이저 빔이 大氣속을 전파할때 大氣와의 강한 相互作用에 의하여 그 에너지가 심하게 감소된다.

여기에는 Thermal blooming 現象과 이온化 現象이 있으며 이들 效果는 레이저 出力의 증가에 따라 불균형하게 증가한다.

(1) Thermal blooming: 강력한 레이저 빔이 大氣속을 透過할때 空氣를 가열시킴으로서 생겨나는 現象이다. 이 결과 空氣密度를 감소시키고 레이저



〈그림 7〉 波長에 따른 大氣透過率

빔의 屈折效果(렌즈效果)를 야기시켜 레이저 빔이 분산된다.

(2) 이온화 現象: 이것은 瞬間레이저 빔의 세기의 最大值를 제한하며 높은 尖頭出力을 갖는 펄스 레이저에 대해 주로 문제가 되고 있다.

레이저 빔의 세기가 대강  $10\text{MW}/\text{cm}^2$ 일때 空氣속의 먼지나 浮游粒子들은 이온화되고 플라즈마를 형성하여 레이저 빔을 거의 완전히 차단하게 된다.

Thermal blooming 문제에 있어서는 펄스 레이저가 펄스幅이 상당히 좁고 펄스 反復率이 충분히 낮다면 同一波長の 連續出力 레이저에 비해 長點을 가지고 있다.

그러나 펄스幅과 펄스反復率이 증가하면 이 문제는 連續出力 레이저와 비슷한 상황이 된다.

Thermal blooming 문제를 해결하기 위해 레이저 빔을 歪曲(Distortion)시켜 렌즈效果와 相殺시키려는 着想과, 이온화 現象에 대해서는 先峰의 펄스를 發射하여 大氣속의 汚染物質을 태워버려 그 經路를 깨끗이 한 후에 主레이저를 發射한다는 着想도 있다.

최근엔 "bleaching" 技術이 개발되어 대기속에서  $10.6\mu\text{m}$  波長の  $\text{CO}_2$  레이저 에너지의 吸收를 크게 줄여주고 있다.  $10.6\mu\text{m}$  波長の 레이저가 地上에서 宇宙空間까지 傳入할때 大氣속의  $\text{CO}_2$ 에 의해 그 에너지의 45%가량이 흡수되었으나 bleaching 技術을 사용하면 약 3%밖에 흡수되지 않는다.

그밖에 물방울에 의한 흡수가 약 9%, 浮游粒子에 의한 散亂이 약 3%이기 때문에 總 15%가량이 減衰되어 發射에너지의 약 85%가 宇宙空間에 傳達가능하다.

이렇게 大氣속에서 레이저 에너지의 흡수를 감소시킬 수 있으면 Thermal blooming 現象을 피하는 데도 크게 도움이 될 것이다.

## 5. 破壞效果

레이저裝置는 그 出力에 있어서 펄스型和 連續出力型이 가능하다. 펄스 레이저는 連續出力 레이저가 갖는 熱效果 외에 衝擊效果를 낼뿐 아니라 그 에너지를 標的에 더욱 效果的으로 전달해 줄 수 있다.

### 가. 熱效果

連續出力 레이저가 標的의 材質에 미치는 破壞效果는 주로 熱에 기인한다. 連續型 레이저의 세기가 Thermal blooming을 일으킬 만큼 클 경우에는 標的에 전달되는 레이저 에너지는 距離의 3乘에 反比例한다.

大氣속을 傳入할때 標的에 전달되는 레이저의 세기를 보기 위해, 發射레이저 빔의 直徑이 20인치이고 連續出力  $25\text{KW}$ 일때 3km 떨어져 있는 標的을 생각하기로 한다.

탄산가스 레이저(波長  $10.6\mu\text{m}$ )의 경우 標的에 전달되는 에너지는  $100\text{W}/\text{cm}^2$ 이며 이것은 낙엽 인부의 熱과 비슷하다. 短波長の 레이저와 달리 이 레이저의 세기는 심한 大氣攪亂이나 煙霧에 큰 영향을 받지 않는다.

일산화탄소레이저(波長  $5\mu\text{m}$ )는  $200\sim 400\text{W}/\text{cm}^2$ 가 전달되며 大氣攪亂이 심한 경우에는 그 크기가 약간 감소한다.

불화중수소(DF) 化學레이저(波長  $3.8\mu\text{m}$ )는  $4\text{KW}/\text{cm}^2$ 가 전달되며 大氣攪亂이 심한 경우  $400\text{W}/\text{cm}^2$ 로 감소한다.

연속출력 15KW의 레이저 빔을 0.04인치 직경에 集束할 경우( $1.9\text{MW}/\text{cm}^2$ 에 해당) 0.5秒 이내에 알루미늄판 0.5인치 두께를 태울 수 있다. 또한 8KW 出力의 레이저( $1\text{MW}/\text{cm}^2$ )로 1인치 두께의 플라스틱판을 每秒 1인치의 속도로 절단할 수 있다.

標的에 入射하는 레이저 에너지에 대한 破壞熱로 전환되는 比率을 “熱結合係數”(Thermal Coupling Coefficient)라고 하는데 이것은 波長이 짧을수록 증가한다. 예를 들어  $3.8\mu\text{m}$  波長의 불화중수소 레이저는  $10.6\mu\text{m}$  波長의 탄산가스 레이저에 비해 약 3배의 熱效果를 낸다.

탄산가스 레이저의 경우 알루미늄에는 入射레이저 에너지의 3~4%가 흡수되고 表面이 거치른 金屬은 係數가 이보다 더 크다. 標的 金屬이 레이저

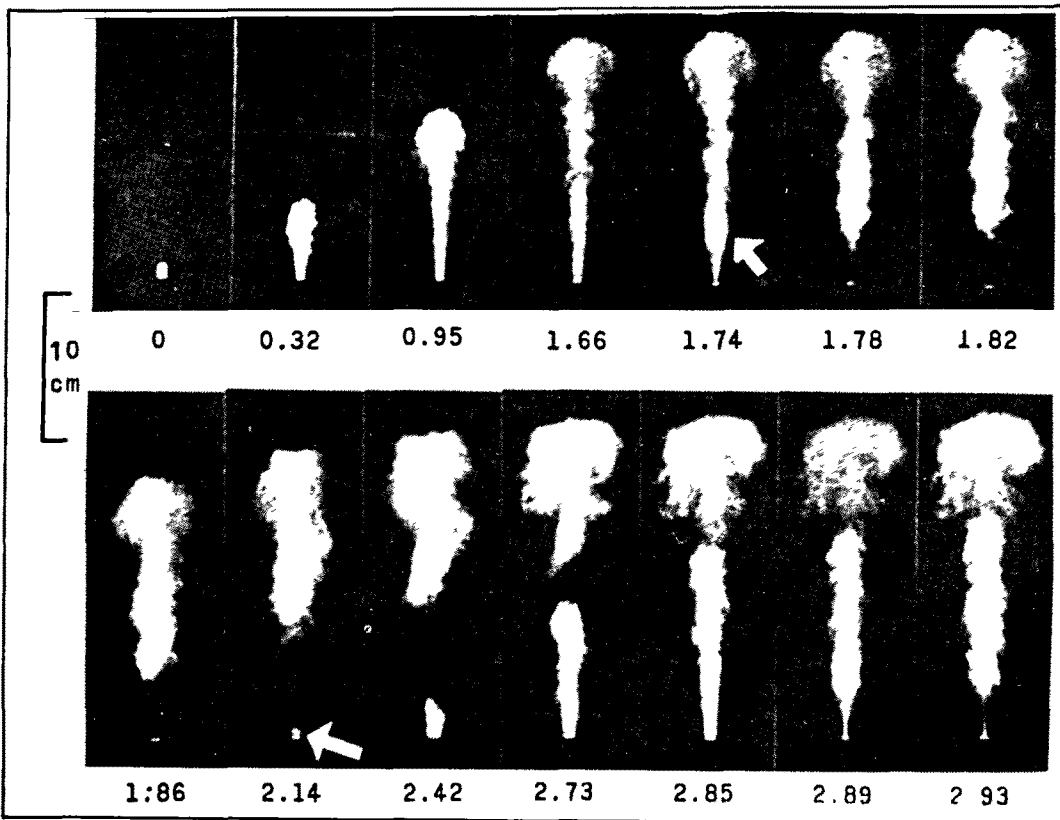
에너지를 吸收하여 加熱이 되고나면 熱結合係數는 크게 증가한다.

### 나. Laser Supported Wave

펄스 레이저의 경우 그 세기가  $1\text{MW}/\text{cm}^2$ 에서  $10\text{MW}/\text{cm}^2$ 로 증가할때 알루미늄의 熱結合係數는 2배로 증가한다. 그러나  $10\text{MW}/\text{cm}^2$  이상에서는 이 係數가 급격히 떨어지고  $100\text{MW}/\text{cm}^2$ 에서 거의 零으로 된다.

그 이유는 金屬表面에 入射하는 레이저 빔에 의해 생겨나는 熱로 蒸發된 金屬蒸氣와 이온화된 플라즈마가 레이저 빔을 차단하기 때문이다.  $10\text{MW}/\text{cm}^2$ 까지는 이 플라즈마가 亞音速으로 標面으로부터 移動하는데 이것은 照射된 처음 面積보다 더 크게 확장되며 이것이 熱結合係數의 증가를 일부 설명한다.

그러나 이 “Laser Supported Combustion Wave”는 또한 레이저 에너지를 흡수한다. 플라즈마가



〈그림 8〉 高出力 레이저 펄스가 標的 材質을 蒸發시킬때 발생하는 Laser-Supported Combustion Wave의 시간(msec)에 따른 변화

레이저 빔을 차단하기 시작하는 포인트는 波長에 反比例한다.

즉, 波長이 짧을수록 높은 에너지에 가서야 遮斷效果가 일어난다. 만일 레이저 빔의 세기가 100 MW/cm<sup>2</sup> 이상이 되면 대단히 高密度의 金屬플라즈마는 衝擊波를 발생시키며 이것이 레이저광에 대해 완전 遮斷效果를 준다.

이 "Laser supported detonation wave"는 標的으로 부터 레이저 빔을 거의 완전히 차단시켜 熱損傷效果를 주지 못하게 된다 航空機나 미사일 周邊의 空氣흐름은 어떠한 遮斷效果를 어느정도 제거해 준다.

#### 다. 衝擊效果

高에너지 펄스 레이저의 경우 熱效果의 副產物은 衝擊力인데 레이저 펄스의 標的을 대릴때 생겨나는 金屬蒸氣의 급속한 蒸發에 대한 反作用이다.

프라스틱이나 유리의 航空機 캐노피 材質은 이 衝擊으로 파괴시킬 수 있으며 操縱士나 乘務員에 치명적 피해를 야기시킨다. 10MW/cm<sup>2</sup>까지는 標的 材質의 造成이 이 衝擊效果를 결정하는데 크게 영향을 미친다. 예를 들어 쉽게 녹아 蒸發하는 프랙시그라스의 경우 알루미늄이나 티탄보다 約 100배의 衝擊力이 생긴다

세라믹이나 흑연의 경우는 約 10배이다. 그러나 100MW/cm<sup>2</sup> 이상에서는 衝擊力은 材質의 종류에 거의 무관하다.

최근 美國 과학자들은 大氣壓의 70배가 되는 레이저 펄스의 衝擊力을 측정하였으며 蘇聯 과학자들은 大氣壓의 200배까지 측정 한 것으로 알려지고 있다.

이렇게 레이저 펄스에 의해 生成된 壓力이 材質에 스트레스를 가하게 되고 연속적으로 빨리 레이저 펄스를 發射하므로써 變形을 증가시켜 金屬을 파괴하게 된다.

알루미늄관을 관통시키는데 있어서 단순히 熱效果만 내는 連續出力 레이저에 비해 펄스 레이저는 단지 그 절반의 에너지로 가능하다.

또한 강력한 레이저 에너지를 쏘일때 발생하는 金屬蒸氣 플라즈마는 X線을 발생시키게 되는데 이 결과 材質의 構造的 損傷을 야기시키며 혹은 飛行體의 電子시스템 등 主要部品을 파괴 시키게 될것이다.

#### 라. 研究事例

美國務省이 최근 支援하고 있는 高에너지 레이저의 損傷效果에 대한 研究의 대표적인 例를 열거 하던 다음과 같다.

(1) 彈道미사일 防禦에 있어서 레이저의 效果 및 취약성 研究 : Army Ballistic Missile Defense Systems Command로 부터 財政支援을 받아 Lockheed Missiles & Space Co.에서 수행.

(2) 레이저 反復펄스 效果 및 취약성 實驗 : Army Ballistic Missile Defense Systems Command로 부터 財政支援을 받아 Avco Everett Research Lab.에서 수행.

(3) 金屬과 合金에 "Laser supported detonation wave (Plasma)"에 기인한 早期加熱過程 研究 : Army Research Office의 지원하에 Battelle Columbus Lab.에서 수행.

(4) 高에너지 레이저 效果分析 研究 : Army Ballistic Missile Defense Advanced Technology Center의 지원하에 R&D Associates에서 수행.

(5) 레이저에 의한 損傷研究 : Naval Weapons Center 지원하에 McDonnell Aircraft Co.에서 수행.

(6) 彈道미사일 再突入飛行體(Reentry Vehicle)의 熱遮蔽 材質에 대한 레이저效果 研究 : Army Research Office로 부터 財政支援을 받아 General Electric에서 수행.

### 6. 高出力 레이저裝置

레이저 破壞兵器에 활용이 가능한 高出力 레이저 裝置를 表 1에 要約하였다.

<표 1> 高出力 레이저 장치

형 태	종 류	波 長
電氣放電 型	탄산가스 레이저	10.6μm
	일산화탄소 레이저	5μm
개스다이나믹 型	탄산가스 레이저	10.6μm
化學 레이저	불화중수소 레이저	3.8μm
	불화수소 레이저	2.8μm

#### 가. 電氣放電 레이저(EDL; Electric Discharge Laser)

탄산가스를 사용한 電氣放電 레이저는 1964년



美國의 Bell 연구소에서 최초로 실현되었으며 出力은 불과  $\frac{1}{1000}$  W였다. 이 레이저는 유리관에 탄산가스를 채우고 유리관에 따라 電氣放電에 의해 氣體를 勵起시켜 레이저를 발생시킨다.

1968년 봄에 그당시 까지 보고된 것으로 最大出力인 連續出力 8.8KW를 Raytheon 회사에서 실현시켰는데 이 장치는 하나의 길이가 40피트인 유리관(탄산가스 封入)을 무려 15개를 연결 사용하였다. 또한 出力이 증가함에 따라 熱的인 障壁에 부딪혔는데 탄산가스의 溫度가 600°K에 이르르면 레이저 行爲가 급속히 저하되어 유리관 외부에 液體 冷却방식을 채택하더라도 유리관 길이 1m當 100W 이상의 出力은 낼 수 없었다.

그러나 1968년 가을에 United Aircraft Research Lab 에서 3피트 길이의 탄산가스 레이저장치에서 9KW의 連續出力을 실현시키므로써 전에 비해 100배의 出力增加를 가져왔다.

이는 외부의 熱交換器를 통해 가열된 탄산가스를 循環冷却시키고 유리관의 橫方向으로 수많은 電極을 놓아 一連의 電氣放電을 시킴으로써 가능하였다. 大氣壓 정도에서 放電을 일으키는 TEA 레이저(Transversely Excited Atmospheric Pressure)의 출현은 電氣放電 레이저를 破壞兵器에 이용할 수 있는 可能性을 보여 주었다.

일산화탄소 레이저는 1960年代 중반에 실현되었다. 이 레이저의 波長은 5 $\mu$ m로서 10.6 $\mu$ m 波長의 탄산가스 레이저에 비해 大氣傳播와 標的 損傷效果에 있어서 유리하고 效率이 30% 정도인 탄산가스 레이저보다 效率이 더 좋다.

그러나 이 레이저裝置는 매우 複雜하고 低溫에서 動作해야 하는데 이것이 破壞兵器에 이용하는 데 큰 障礙要素가 되어 그 매력을 잃어가고 있다.

電氣放電 레이저는 關聯 技術이 많이 開發되어 있고 펄스 및 連續出力으로 모두 動作可能하다는 점에서 현재 유리한 입장에 있다.

그러나 이 레이저는 電源供給裝置만 하더라도 重量이 수천파운드, 體積이 수십立方피트 정도로 엄청나기 때문에 이 레이저는 航空機에서는 大型 爆擊機, 大型輸送機 크기의 航空機 외에는 사용이 불가능하다. 艦隊와 같이 큰 電力을 쉽게 供給받을 수 있는 경우에는 이러한 문제가 없어진다.

電氣放電 레이저가 발생하는 連續出力은 最大數 100KW까지 실현된 것으로 보도되고 있으나 軍

事秘密을 고려할 때 MW 정도까지 실현되지 않았을가 추측된다.

美國에서 이 레이저 분야에 참여하고 있는 주요 기관으로는 Avco, Bell, United Aircraft, Nothrop, 그밖에 여러 大學이 있다.

## 나 가스다이내믹 레이저(GDL:Gas Dynamic Laser)

레이저 破壞兵器의 가능성을 나타낸 高出力 레이저의 첫번째 技術跳躍은 1960年代 후반에 미국의 Avco Everett Research Lab.에서 가스다이내믹 레이저를 발명하면서 비롯된다.

1968年初에 Avco는 連續出力 수십 KW의 가스다이내믹 레이저를 實現시켰으며 이는 그 당시 까지만 해도 가장 유망한 高力出 레이저로 간주되던 電氣放電 탄산가스 레이저의 最大出力 보다 10배 이상 강력한 것이었다

가스다이내믹 레이저의 動作媒質은 일반적으로 탄산가스, 질소, 헬륨 氣體의 混合으로 구성되며 이들은 1,400°K 이상의 高溫으로 가열시킨다 이 熱에너지는 直接燃燒, 氣體의 壓縮, 그밖의 方法으로 공급된다. 加熱된 기체 혼합물은 超音速으로 노즐을 통과하면서 급속히 擴散되고 冷却되므로써 레이저를 발생시키게 된다.

탄산가스를 사용한 가스다이내믹 레이저의 波長은 電氣放電 탄산가스 레이저와 같이 10.6 $\mu$ m로 동일하다.

그러나 이 레이저는 電氣放電 레이저에서와 같은 대규모의 電源裝置가 요구되지 않기 때문에 裝置가 비교적 작고 간단하게 제작이 가능하다.

그러나 이 레이저의 가장 큰 短點은 전체 效率이 1% 미만으로 극히 나쁘다는 것이다. 이에 대한 主原因은 動作氣體를 초기 가열할때의 非效率性에 기인한다.

1970年代 초에 美空軍이 Boeing KC-135 航空機를 이용한 航空機 레이저 實驗을 실시할때 가스다이내믹 레이저를 채택하였다.

만일 가스다이내믹 레이저 破壞兵器가 飛行中에 總 1分 미만만 사용된다면 爆擊機 防禦용으로 經濟的 效果가 있을 것으로 예상되고 있다.

標的하나 공격에 1秒를 가정한다면 시스템의 燃料供給은 爆擊機 임무수행 동안에 60회의 防禦가

가능하다. 가스다이내믹 레이저는 1秒當 1파운드  
의 氣體燃料當 약 10,000W의 連續出力을 얻을 수  
있을 것이다.

美國에서 이 레이저 분야에 참여하고 있는 주요  
機關으로는 Avco, Boeing, United Technologies  
Corp, General Electric 등 산업체와 Cornell,  
Stanford, Purdue 등 大學이 있다.

#### 다 化學레이저(Chemical Laser)

어떠한 外部의 勵起수단 없이 化學反應을 이용  
하여 레이저를 발생시키는 化學레이저에 대한 着  
想이 1960年代 초에 대두되어 1964년 말에 캘리포  
니아대학(Berkeley)에서 처음 실현 되었다.

이것은 펄스 出力으로 尖頭出力 약 1KW, 펄스  
幅 10~20 $\mu$ sec였다. 1969년 초에 連續出力으로 동  
작하는 化學레이저가 美國의 Avco, Aerospace  
Corp, Cornell 대학에서 각각 동시에 등장 하였다.

레이저 波長은 사용된 化學反應 物質에 의존한  
다. 수소와 불소는 化學反應을 일으켜 불화수소를  
生成하고 이때 放出되는 化學結合 에너지는 불화  
수소의 反轉分布를 일으켜 2.8 $\mu$ m 波長의 레이저  
를 발생시킨다.

또한 수소 대신에 중수소를 사용하는 경우에 중  
수소와 불소는 불화중수소를 형성하고 3.8 $\mu$ m 波  
長의 레이저를 발생시킨다.

化學레이저는 앞에서 言及한 두 종류의 레이저  
보다 破壞兵器應用에 있어서 가장 유리한 입장에  
있다. 왜냐하면 레이저는 비교적 小型이고 重  
량이 크지않게 제작이 가능하기 때문이다 또한  
波長이 짧기 때문에 大氣透過와 標의 損傷效果에  
있어서 유리하다.

그러나 이 레이저는 0.01 氣壓 이하의 低壓에서  
동작하기 때문에 精巧한 眞空시스템이 요구되며,  
燃料인 불소는 腐蝕性이 심하고 毒性的 氣體이기  
때문에 취급이 어렵다.

3.8 $\mu$ m 波長의 連續出力을 내는 불화중수소 레  
이저가 空中 및 미사일 防禦분야에서 비교적 가까  
운 장래의 무기체계응용에 있어서 가장 유망한 후  
보이며 몇년전에 美國防省은 이 레이저에 重點을  
두기로 결정한바 있다.

불화중수소 레이저 분야에서는 TRW회사가 가장  
앞서고 있다. 이 회사에서 제작한 불화중수소 레

이저는 1978년 초에 San Juan Capistrano에서 高速  
飛行하는 BGM-71A 對戰車 TOW 미사일을 파괴  
시키는데 사용되었다.

TRW는 기존 불화중수소 레이저에서 사용되는  
生불소 대신에 三弗化窒素를 사용하는 개량된 化學  
레이저를 제작중에 있다.

이 새로운 레이저는 현재 美陸軍의 White Sand  
에 건설중에 있는 高出力 레이저試驗場에 설치될  
예정이다

현재 DARPA는 불화수소 레이저에도 관심을 두  
고 있는데 이 레이저의 2.8 $\mu$ m 波長은 大氣속에서  
는 심하게 減衰되기 때문에 地上의 應用에는 적합  
하지 않다

그러나 宇宙에서는 그러한 문제가 없으며 이 짧  
은 波長은 光學系의 크기와 重量을 줄이는데 있어  
서 유리하다. 化學레이저는 連續出力 혹은 펄스出  
력이 가능하며 1秒當 氣體燃料 1파운드當 100,000  
W의 出力을 얻는것이 가능할 것이다.

美國에서 이 레이저 분야에 참여하고 있는 주요  
기관으로는 TRW 외에 Rockwell's Rocketdyne  
Div, Bell Aerospace, Aerospace Corp, Avco,  
General Electric, Hughes, United Technologies  
Corp, 그밖에 Johns Hopkins, MIT, Stanford大學  
등이 있다.

### 7. 目標 指示/追跡裝置

레이저 破壞兵器에서 발사되는 레이저 빔을 標의  
에 命中시키기 위하여는 目標 指示/追跡裝置와 結  
合 運營되어야 한다.

현재 開發된 레이저 指示/追跡裝置는 受動型 赤  
外線 映像技術을 적용하고 있으며 이것은 原理의  
으로 휴즈항공회사의 空對地미사일인 Maverick  
AGM-65D의 씨커에 적용된 것과 유사하나 훨씬  
精密한 구성을 이루고 있다.

오퍼레이타가 赤外線 映像센서의 視野(FOV)내  
에 標의을 발견하면 시스템은 대략 追跡에 일단  
突入하고 계속해서 精密追跡에 옮겨진다.

追跡狀況이 충분히 精密하게 되었을때 레이저  
빔은 자동적으로 발사된다. 레이저 빔이 標의에서  
反射되어 오는 反射光을 이용한 Closed-loop 方式  
(레이저 레이더 방식)을 사용하여 目標 照準點의

精密化를 기할 수 있으며, 이보다 간단히 하기 위하여는 Passive open-loop 방식도 최근 실험에 사용되기도 한다.

휴즈에서 제작한 레이저 빔 指示/追跡裝置는 FLIR 센서를 적용하는 패시브 기술을 사용하며 手動으로 目標에 指示한후 自動적으로 追跡하게 된다. 또한 DARPA의 지원하에 매사쉴즈 공과대학부설 린컨연구소에서는 目標追跡 및 레이저 빔 指示를 위한 레이저 레이다를 研究하고 있다. Fire Pond라 불리는 이 계획은 적당한 出力의 탄산가스 레이저와 光學的 헤테로다인 기술을 結合 적용하고 있다

### 8. 投資規模 例

美國에서 레이저 破壞兵器의 실현을 위해 國防省에서 사용한 최근 몇년간의 豫算은 표 2와 같다

〈표 2〉 高에너지 레이저 分野 投資額(美國防省)

會計年度	投資額(단위: 百萬弗)	備考
1975	138	要求額
1976	171	
1977	209	
1978	148.5	要求額
1979	184.1	

1976年度 액수는 前年度에 비해 24%의 증가를 보이고 있으며 3年前에 비해서는 2배의 규모이다.

레이저 破壞兵器에 대한 美國防省의 研究지원은 해가 갈수록 증가하고 있으며 이에 부응하여 “高에너지 레이저 檢討班”(HELRG; High Energy Laser Review Group)이 생겼다. 여기에서는 陸·海·空 三軍과 DARPA의 高에너지 레이저 計劃을 주로 검토한다.

### 맺 음 말

數年前에 美國의 人工衛星이 소련에서 發射된 강력한 레이저에 의해 파괴된 사실이 紙上을 통해 발표된바 있는데 이는 앞으로 展開될 未來戰의 樣相을 예고해 주고 있다.

레이저 破壞兵器를 積載한 수많은 人工衛星이 地球上空을 飛行하면서 相對方의 人工衛星은 물론 地上의 主要目標物을 파괴시키는 可恐할 일이 現實로 등장할 때가 오리라 예상되고 있다. 그러나 이의 實現을 위하여는 앞으로 解決해야할 많은 技

術的 問題가 가로놓여 있다.

레이저가 大氣圈에서는 有效距離의 制限性과 氣象條件에 영향을 받기때문에 레이저 破壞兵器는 地上 및 海上의 비교적 短距離 應用에서부터 시작하여 高空, 宇宙에서의 應用으로 차차 擴大될 것이며, 1980年代 중반 이후부터는 實用兵器로 등장하는 것도 있게될 것이다.

레이저 破壞兵器 研究에 따른 波及效果로서 高出力 레이저裝置 研究開發을 통해 蓄積된 기술이 레이저 核融合 實驗, 레이저에 의한 同位元素分離, 레이저에 의한 金屬加工 분야 등에 활용되고 있다

레이저 파괴병기와 병행하여 粒子線무기의 개발도 미·소를 비롯한 선진국에서는 활발히 進行되고 있음을 부언한다.

### 참 고 문 헌

- 1 "Laser Weaponry Seen Advancing", Aviation Week & Space Technology, Jan 12, 1970, p 16~17
- 2 P J Klass, Special Report Laser Thermal Weapons, "Power Boost Key to Feasibility", Aviation Week & Space Technology, Aug 21, 1972, p 32~40
- 3 "Thermal Weaponry", DMS, 1974, p V3~V16
- 4 P J Klass, Special Report Laser Weapons, "Advanced Weaponry Research Intensifies", Aviation Week & Space Technology, Aug. 18, 1975, p 34~39
- 5 P J Klass, Special Report. Laser Weapons-2, "Pentagon Seeks to Channel Research", Aviation Week & Space Technology, Sep 1, 1975, p 50~56
- 6 P J. Klass, Special Report·Laser Weapons-3, "Current Systems Still More Cost-Effective", Aviation Week & Space Technology, Sep 8, 1975, p 53~56
7. P J Klass, "Laser Destroys Missile in Test" Aviation Week & Space Technology, Aug 7, 1978, p.14~16
- 8 P. J. Klass, "Chemical Laser Takes Weapons Lead," Aviation Week & Space Technology, Aug 21, 1978, p 38~47.
- 9 P J Klass, "Pulsed Laser Eyed for Extended Range", Aviation Week & Space Technology, Aug 28, 1978, p 56~60
10. C A Robinson, Jr. "U.S. Pushes Development of Beam Weapons", Aviation Week & Space Technology, Oct. 2, 1978, p.14~22.
11. C. A Robinson, Jr "Air Force Emphasizes Laser Weapons", Aviation Week & Space Techology, Oct. 30, 1978, p.51~55