

레이저 무기의 이해와 발전 방향



석 근 봉

육군 종합군수학교
사무관

미래 전장을 선도할 레이저무기에 대한 관심은 선진국을 중심으로 날로 증가되고 있는 반면, 개발관련 각종정보는 각 국별 역점사업으로 진행되기 때문에 극히 제한적으로 공개가 되고 있어 레이저무기에 대해 체계적으로 이해할 수 있는 자료가 미흡한 실정이다. 따라서 현재까지 공개된 각종자료를 체계적으로 기술하여 관련분야 근무자는 물론 관심 있는 모든 사람에게 쉽게 이해할 수 있도록 레이저의 발전원리와 무기 체계응용분야에 대한 현재의 수준, 미래 선진국의 개발방향 등을 중점적으로 알아보고 기술적인 층속에서 벗어나기 위한 우리의 개발방향을 제시하였다. – 필자 주 –

공상과학영화나 만화에서 흔히 볼 수 있었던 레이저(LASER)¹⁾ 무기가 점점 현실로 다가오고 있다. 레이저가 갖는 여러 가지 특성 때문에 선진국을 비롯한 여러 나라가 앞 다투어 관련 핵심기술을 개발하고 있고, 상당부분 실 전장에서 다양하게 운용되고 있다.

레이저의 기원은 2,200여 년 전 그리스의 철학자 아르키메데스의 살인광선장치로 맑은 날 여러 개의 거울을 이용하여 태양광선을 한 방향으로 집중 투사함으로써 로마 함대의 함선에 화재를 발생시킨 것이 시초이며, 현대적인 레이저의 원리는 1917년 아인슈타인이 빛과 물질의 상호 작용으로 유도방출 과정이 있음을 이론적으로 보인 것이 처음이다.

그러나 그 후 30여년이 지난 1950년대 초반 미

국의 타운즈(C. Townes)가 암모니아에서 마이크로파의 유도방출이 실험적으로 가능함을 처음으로 보였으며, 곧이어 가시광 영역에도 유도방출에 의한 빛의 증폭이 가능함이 타운즈와 샬로우(A.Schawlow)의 연구에서 밝혀졌고, 실제로 1960년 휴즈(Hughes)연구소의 마이만(T.Maiman)에 의해 가시광 붉은색인 루비레이저가 최초로 발전되었다. 루비레이저의 발전 직후 레이저의 연구는 가히 폭발적이라 할 만큼 활발하여 미국의 벨연구소에서 제이번(Javan) 등이 헬륨 네온(He-Ne)기체 레이저를 만들었고 1962년에는 반도체 재료로 레이저가 만들어진다는 사실을 발견하였다.

'70년대와 '80년대에는 레이저 자체의 연구 외에도 레이저의 응용연구가 많은 비중을 차지하여 오늘날 다양한 방면에서 레이저가 필수적인 장치로

각광을 받게 되었다.

현재 레이저는 군사분야 외에도 산업분야에서 용접, 절단, 열처리, 바코드, CD재생기 등에 사용되고 있고, 의학분야에는 안과용레이저, 외과수술용레이저, 피부과 및 치과용레이저 등이 사용되며, 통신분야에는 기존의 전파 대신에 광섬유를 통해 정보를 전달하는 광통신체계에 적용되고 있다. 그 밖에도 핵융합에너지 개발, 반도체 미세가공, 신소 개발 등 다양한 분야에 광범위하게 사용되고 있다.

이 글에서는 레이저에 대한 기초원리에서부터 군사분야에 적용되고 있는 레이저무기들은 어떤 것이 있으며 현재 각국의 레이저무기 개발동향을 알아보고 향후 우리의 개발 방향을 제시해 보고자 한다.

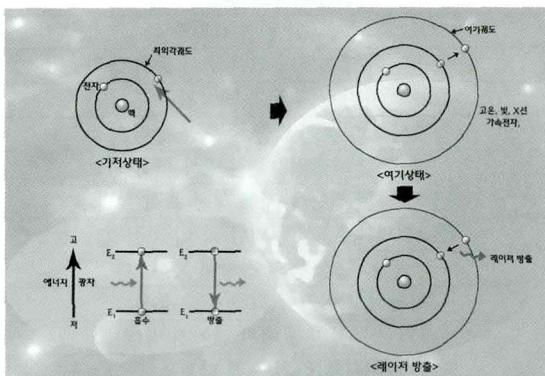
▣ 레이저 무기란

● 레이저 발진원리2)

레이저의 발진원리는 가스등의 기체분자, 루비, 반도체 등과 같은 물질에 전기 에너지를 공급시 물질 내에 존재하는 전자가 높은 에너지 준위로 여기 되며, 이때 전기에너지의 공급을 중단하면 전자가 낮은 에너지 준위로 돌아가면서 공급받았던 에너지를 빛으로 방출하게 된다. 이 빛을 밀폐된 관 속에서 거울로 반사시켜 증폭시키면 강하면서 파장과 위상이 일정한 순도 높은 빛을 만들 수 있다.

즉, 원자가 기저상태(E1)에서 여기상태(E2)로 천

레이저 원리



이 할 때 그 에너지차 $E=E2-E1$ 의 에너지를 흡수 하며, 다시 기저상태로 천이할 때는 그 에너지를 방출한다.

에너지는 두 가지의 형태로 방출이 되는데, 외부적인 원인이 없이 보다 낮은 에너지준위로 천이할 때 원자의 자발적인 에너지 방출과정을 자연방출 또는 자발방출이라 부르며, 이 자연방출에서 방출된 빛은 여러 가지 빛이 혼합되어 있기 때문에 파장이나 위상이 일치하지 않는다. 이와는 달리 외부에너지의 작용에 의해 강요된 에너지를 방출하는 것을 강제방출 또는 유도방출이라 하며, 이러한 유도방출의 경우 입사된 에너지와 방출된 에너지의 파장이나 위상은 모두 동일하며, 유도방출과정의 여기상태에서 한 개의 광자는 두 개의 광자가 나타나고, 이 두 개의 광자는 다음의 유도방출로 진행 이 계속 반복되어 레이저를 발진시키게 된다.

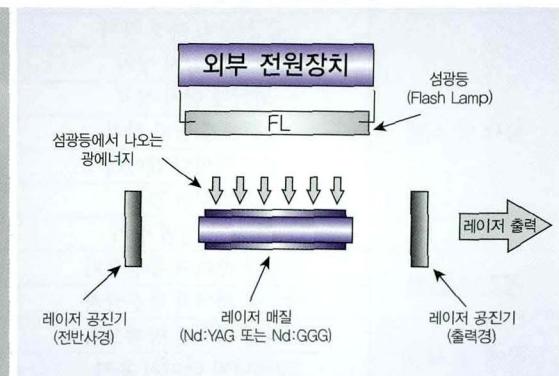
● 레이저 및 레이저 무기의 특징

* 레이저의 특징

레이저는 인간이 만들어 낸 유일한 인공광선이다. 빛(자연광)은 일종의 전자파로서 그 파장의 장단에 따라 굴절하는 정도가 다르게 나타나는데 파장이 짧을수록 그 굴절하는 정도가 크고, 파장이 길수록 그 정도가 적다.

따라서 파장이 짧은 청색이 한쪽에, 그리고 녹색, 황색, 적색 순으로 하나의 띠를 만든다. 그러나 레이저의 경우는 굴절에 따라 진로는 굽어지지만

레이저 발진장치



색상의 변화는 일어나지 않는다. 즉 시각적으로 일정한 단일 색감을 일으키는 빛으로 스펙트럼 폭이 0에 가까운 선스펙트럼을 갖으며, 다른 파장성분을 전혀 포함하지 않는 순수한 광파로 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

첫째, 지향성(Directivity)이 우수하다. 즉 지향성은 빛이 퍼지지 않고 일정한 방향으로 어느 정도 직진하는가를 나타내는 것으로서, 예를 들어 회중전 등 빛과 레이저 빛을 비교해 보면, 회중 전등빛은 앞으로 진행함에 따라 빛이 넓어지지만 레이저빛은 거의 넓어지지 않은 채 진행하는 특징이 있다.

바로 이 지향성의 우수한 성질은 무기체계에 다양하게 적용할 수 있는 중요한 요소이다. 레이저 거리측정기, 표적지시기, 유도무기 등에 지향성의 우수한 성질이 적용되었다.

둘째, 간섭성(Coherence)이 우수하다. 간섭성이란 위상의 차이에 따라 명암의 무늬가 나타나는 현상으로서 레이저는 위상이 균일하기 때문에 약간의 장애물에 부딪히면 곧 간섭을 일으킨다. 그러나 햇빛과 같은 일반적인 빛은 주파수, 위상 모두가 가지각색이므로 간섭이 일어나기 어렵다.

셋째, 에너지 집중도가 우수하다. 레이저빛은 에너지 밀도가 높기 때문에 철판까지도 태우지만, 태

양빛은 렌즈에 집중시키면 종이나 나무 정도만을 태울 수 있다. 에너지의 집중도는 피고용 무기체계로의 적용을 가능할 수 있는 또 다른 중요한 요소이다.

발사된 적의 장거리 미사일을 부스트단계에서 요격을 한다거나, 항공기에 장착하여 목표물을 파괴하거나, 지상에 고정된 위치에서 목표물을 파괴할 수 있는 무기를 개발하고 있는데 바로 에너지 집중도의 특징을 활용한 무기체계이다.

▣ 레이저의 군사적 응용

현재 군사용 레이저는 소화기 조준용에서부터 미사일 요격에 이르기까지 그 용도가 다양하다.

레이저에 대한 군사적 관심은 크게 레이저 거리측정기 및 표적지시기, 탐지식별 장치, 레이저 통신에 집중되고 있으며 최근에는 로켓, 미사일 등을 요격하기 위한 고에너지 레이저 분야가 많은 관심을 불러일으키고 있다.

그 밖에도 레이저 모의 전투훈련 체계를 비롯하여 광범위한 레이저 응용 분야들이 연구되고 있으며, 아래 표는 레이저의 주요 군사 응용 기술을 나타낸 것이다.

레이저의 군사응용

분류	응용 장비	활용
거리 측정	거리측정기	전차용 거리측정용으로 활용
표적 지시	표적지시기	유도탄용 레이저 조사기로 활용
추적 유도	광섬유 사격통제 장치	지대지 유도탄용 광섬유 사격통제장치
전자 향법	레이저 사이로	항법 장치로 활용
탐지 및 식별	풍향/풍속 측정 장치	난기류의 원격 감지
	장애물 탐지 장치	눈에 안전한 레이저에 의한 전선 등의 탐지
	화학제 탐지 장치	사린 등의 독가스 탐지
	수중 물체 탐지 장치	청록색 레이저에 의한 수중 물체 탐지
	영상 레이저 레이더	표적 및 지형의 3차원 영상 획득
	표적 식별 장치	항공기 등의 진동 감지에 의한 표적 식별
	적/아군 식별 장치	레이저의 송/수신에 의한 적/아군 식별
공간 광통신	합대합 레이저 통신장치	음성, 팩스 등의 전망내 통신
	잠수함 레이저 통신장치	청록색 레이저에 의한 수중 통신
방해 및 파괴	지향성 적외선 방해장치	적외선 미사일에 대한 레이저 방해
	고에너지 레이저 무기	미사일 등의 표적 파괴

● 레이저를 이용한 측정기기

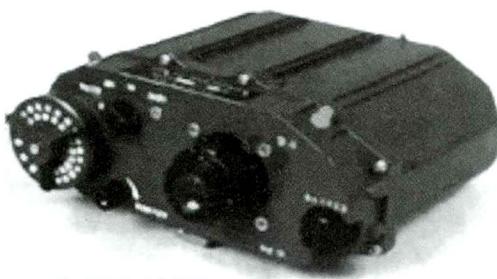
* 거리측정기(Laser Range Finder)

레이저가 군사용으로 가장 초기에 활용된 분야가 레이저 거리측정기이다. 레이저 거리측정기의 원리는 약 5~20ns 정도의 짧은 레이저 펄스를 표적을 향해 발사한 후 반사신호가 되돌아오는데 걸리는 시간과 빛의 속도를 곱하여 표적까지의 거리를 계산하는 방식이다.

측정 거리는 보통 10~20km이고 측정 오차는 최대 10m로서 정확도가 매우 높다. 초기의 레이저 거리측정기에는 출력파장이 0.69 μm 인 루비레이저를 사용하였으나, 파장이 가시광선 영역으로 적의 관측에 의해 노출될 가능성이 크기 때문에 군사적 운용에 취약하다는 문제점이 있었다. 이에 따라 출력파장이 눈에 보이지 않는 근적외선 영역인 1.06 μm 의 Nd-YAG³⁾ 레이저를 70년대 후반부터 사용하기 시작하였다.

Nd-YAG레이저 거리 측정기는 비교적 소형으로 제작될 수 있고 고출력을 얻을 수 있다는 장점 때문에 선진 각국에서 가장 보편적으로 사용하고 있다. Nd-YAG 레이저 거리측정기의 단점으로는 출력파장이 사람의 눈을 손상시킬 만큼 영향을 주는 파장범위에 있기 때문에 훈련 및 장비관리에 안전대책이 요망된다는 점이다.

따라서 미국, 프랑스 등 주요국가에서는 80년대부터 눈에 안전한 여러 가지 형태의 거리측정기를 개발하기 시작하였으며 눈에 안전한 파장범위에 있는 10.6 μm 파장의 CO_2 레이저 거리측정기가 그 대표적인 예이다.



휴대용거리측정기

그 밖에 1.54 μm 파장의 라만(Raman shifted Nd-YAG) 레이저 거리 측정기와 역시 같은 파장의 어비움(Erbium) 레이저 거리측정기가 무기체계 특성에 맞게 개발되어 있다.

* 장애물 탐지 장치

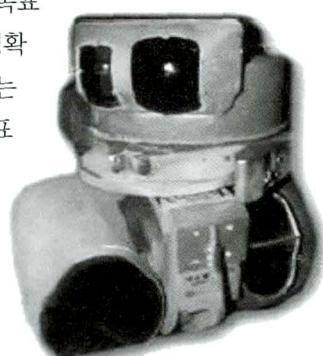
유인 또는 무인 항공기 그리고 고정익 또는 회전의 항공기 등의 군사용 항공기들은 자신들의 임무를 지원하기 위해 일상적으로 1,000피트 이하의 고도로 비행을 한다. 이렇게 저고도에서 비행할 경우, 비행경로 상에서 장애물의 출현으로 항공기 및 승무원들의 안전에 위협이 될 수 있다.

조종사는 장애물을 피하기 위해 육안에 의존해야만 하며 경우에 따라서는 지형인식 경보장치(TAWS: Terrain-Awareness Warning Systems) 및 지상 근접 경보시스템(GPWS: Ground-Proximity Warning Systems)을 사용해야 한다.

이러한 장비들이 불충분한 성능을 가지고 있을 경우, 충돌을 회피하는데 필요한 충분한 반응 시간을 제공하기 매우 어렵거나 불가능할 수도 있다. 이러한 문제들은 야간이나 악천후에서의 비행시에 더욱 심각해진다. 그러나 레이저를 이용하여 진행하고자 하는 비행로상에 레이저를 빈틈없이 조사하여 전선 등의 방해물로부터의 반사된 신호를 수신하여 처리함으로써 운행에 장해가 되는 물체를 탐지한다.

* 레이저 표적지시기(Laser Target Designator)

레이저 표적지시기는 미사일이나 전투기 등에 장착하여 파괴하고자 하는 목표물에 레이저를 조사하여 정확하고 빠른 임무 수행을 하는 데 기여하는 장비이다. 목표물을 향해 레이저를 조사한 후 적외선 광 필터를 이용하여 관측하면 레이저가 조사하는 부분만이 밝은 점으로 보인다. 이 점을 이용하여 목표물을 공격하



레이저 표적 지시기

게 되는 것이다.

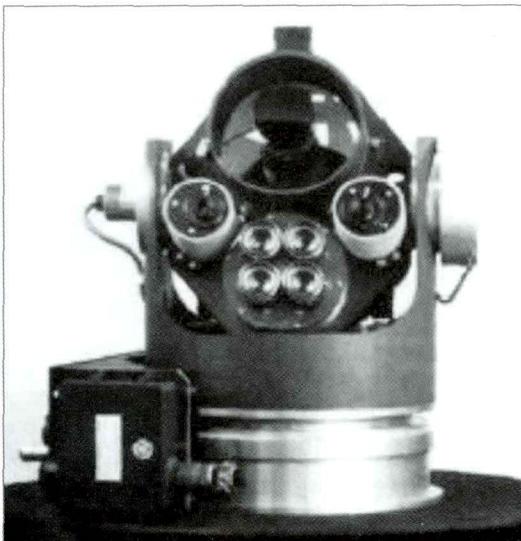
레이저 표적지시기에 사용되는 레이저는 주로 Nd-YAG 레이저가 이용된다. Nd-YAG 레이저는 다른 레이저들에 비해 상대적으로 낮은 에너지로서 높은 증폭률을 얻을 수가 있어서 연속발진의 고출력 레이저로 사용이 된다.

● 레이저를 이용한 통신기기

레이저 빔은 빔의 세기를 변조시켜 정보를 전달하는 장거리 레이저 통신용으로 사용된다. 레이저 통신의 군사적 응용분야는 위성통신 분야가 있는데 위성통신에 레이저를 사용하면 여러 가지 이점이 있다. 레이저는 비교적 발산 각이 적기 때문에 기존의 송신기보다 전력소모가 적어지고 또한 소형으로 제작할 수 있으며 재밍되기가 어렵다. 또한 구름과 해수를 투과할 수 있는 능력 때문에 잠수함 레이저 통신(SLC : Submarine Laser Communication)에 응용될 수 있다.

이와 같은 장점을 이용하여 레이저를 이용한 최초의 장거리 통신은 1962년 미국 휴즈사가 헬륨-네온 레이저의 출력을 고주파로 변조시켜 30km 거리에서 성공적인 음성 통신을 실시하였다. 이후 우주용으로 이산화탄소 레이저, Nd-

레이저 송수신기



YAG 레이저 등을 이용하여 전송 정보량을 증가시키는 레이저 통신 연구가 수행되었지만 섬광등 여기 레이저의 짧은 수명으로 인해 성능 향상은 한계에 부딪쳤다.

이를 해결하기 위해 1980년대에 다이오드 여기 기술을 개발하게 되었고 1980년에는 다이오드 레이저를 직접 송신용 레이저로 사용하게 되었다. 다이오드 레이저는 매우 소형이며 효율이 우수하기 때문에 통신용으로 가장 중요하게 사용되고 있다. 오늘날 전장에서는 무선 및 유선 체계에 대한 전자기 재밍 위협이 증가되고 있는 추세이기 때문에 레이저 통신은 유일한 안전 수단이 될 수 있다.

● 레이저를 이용한 파괴무기

*레이저 파괴무기의 특징

레이저 파괴무기는 레이저 유도무기, 고에너지 레이저 무기로 구분이 되며, 기존의 무기체계와 비교할 때 다음과 같은 탁월한 특징을 갖고 있다.

첫째는 광속의 반응시간을 들 수 있다. 레이저 빔은 빛의 속도 즉, 중력 및 공기 저항의 영향을 받지 않고 1000분의 1초보다 짧은 시간에 200마일의 거리를 비행한다. 따라서 목표물 파괴에 필요한 충분한 에너지를 조사하기 위해 수초 정도의 시간이 필요하나 비행시간은 거의 제로에 가깝다. 요격 미사일과 비교해보면 요격미사일은 명중과 동시에 목표물에 치명적인 피해를 미치나 일정한 비행시간을 필요로 하기 때문에 부스트⁴⁾ 단계에서의 요격 가능성이 희박한 반면 레이저 무기로는 요격이 가능하다.

둘째는 뛰어난 대응 기동력이다. 목표물이 빠르게 기동을 한다면 포나 요격 미사일을 이용하여 요격하는 것은 더욱 어려워질 것이다. 그러나 고기동 순항 미사일조차도 빛의 속도로 발진이 되는 레이저 무기로서 충분히 대응 가능하며, 특히 횡으로 기동하는 미사일의 경우는 미사일의 측면이 노출되기 때문에 유도장치나 추진연료의 파괴로 요격의 가능성성이 높아질 것이다.

셋째는 충분한 재교전력이다. 레이저 무기의 연료는 화학연료, 고체 및 자유전자 레이저의 경우 발전기에 의해 생산되는 전력이다. 따라서 레이저는 연료가 있는 한 지속적으로 발진이 가능하여 발사 후 재교전 능력이 우수하다고 할 수 있다.

넷째는 부수적 피해 최소화이다. 대공 방어의 경우 요격미사일이 만약에 목표물에 명중되지 못 하였을 경우, 자폭기능이 있어 자폭을 하지만 미사일 잔해로 인해 도심지에 피해를 줄 수 있다. 이와는 다르게 레이저무기는 한 번의 공격으로 목표물을 요격하며, 요격에 실패하더라도 도시에 부수적으로 미치는 위협은 크지 않다.

마지막으로 다양한 수준의 표적 파괴력이다. 레이저 무기는 저출력으로 목표물의 센서만을 무력화시키는 것으로부터 최대 출력으로 목표물을 완전히 파괴하는 것까지 다양한 수준의 표적 파괴 능력을 보유하고 있다.

*레이저 유도무기

레이저 유도무기란 레이저광을 표적에 비추고, 표적에서 반사되어 나오는 빛을 미사일에 장착된 수신장치가 받아 미사일에 부착된 날개를 움직여 방향을 조절하여 표적에 접근하는 무기를 말한다.

1991년 미국은 걸프전쟁에서 인공위성으로 벙커를 찾아내어 레이저로 그 벙커의 입구를 조사하여 전투기에 장착된 벙커버스터(GBU-28)를 이용, 곳곳에 숨겨져 있는 벙커들을 파괴한 사례가 있다.

유도 미사일(스마트 폭탄)



만일 미사일의 방향이 표적을 향하지 않을 시에는 4분할 광검출기를 이용하여 유도한다. 4개의 광검출기는 각각에 들어오는 광신호의 크기를 계산하여 수평과 수직 방향을 수정한다. 레이저 유도 미사일은 비교적 값이 싸고 재래식 폭탄을 간단히 개조해서 쓸 수 있기 때문에 현재도 많이 사용되고 있다.

*고에너지 레이저무기

레이저는 빛의 속도로 에너지를 표적까지 도달 시킬 수 있다는 것이 가장 큰 장점이며 이 특징을 응용하여 미사일을 비롯하여 로켓, 항공기, 심지어 위성을 공격하는 고에너지 레이저 무기의 개발이 미국에서 활발하게 추진되고 있다.

그러나 이와 같은 체계 구축에는 미사일, 로켓 등의 작은 목표를 원거리에서 탐지하는 기술, 정밀 추적기술, 고출력 고품질 레이저 발생기술, 대기전파에 따른 조준 집속기술, 조사효과 분석기술 등 고도의 체계 통합 기술이 필요하다.

미국은 1970년대부터 시작된 고에너지 레이저 연구를 바탕으로 1983년에 시작됐던 별들의 전쟁(Star Wars) 등을 거쳐 레이저 무기를 꾸준히 개발해 왔다. 특히 2000년에는 이스라엘과 공동으로 지상방어를 목적으로 하는 지상배치형 레이저 무기인 전술 고에너지 레이저 무기(THEL : Tactical High Energy Laser)를 개발하여 비행중인 소형 로켓을 격추시키는 실험을 성공시켰으며, 정찰 위성의 영상센서 등을 파괴시킬 목적으로 GBL ASAT⁵⁾도 개발중인 것으로 알려져 있다.

미국은 이 외에도 탄도탄을 발사단계에서 격추시킬 수 있는 항공기 탑재형 레이저무기(Air Borne Laser)와 우주에 배치하여 탄도탄 및 위성을 요격할 수 있는 우주배치형 레이저(Space Borne Laser)도 개발중이다.

- 전술 고에너지 레이저무기

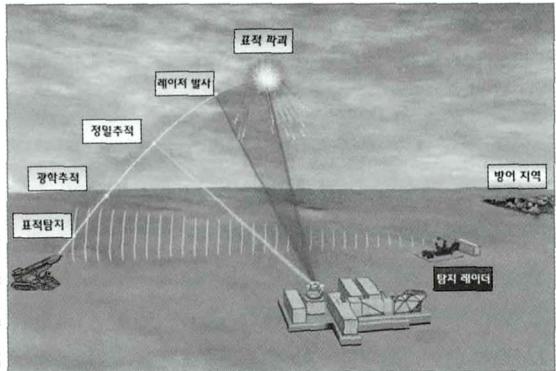
(THEL : Tactical High Energy Laser)

THEL은 지상에 배치되는 레이저 방어 무기로써 적의 미사일과 같이 빠른 속도로 움직이는 물

THEL



THEL의 운영도



체를 요격하기 위한 무기이다. 2000년 6월에 미국과 이스라엘은 공동으로 카튜샤(Katyusha) 미사일을 파괴하는 실험을 하였으며, 그 결과는 성공적이었다.

THEL 외에 MTHEL(Mobile THEL)이 있으며 기동성을 향상시키기 위해 차량에 탑재한 THEL을 말하는 것으로서, 지상에 고정시킨 THEL에 비해 레이저의 출력이 낮고, 재충전 시간이 상당히 긴 것이 단점이며, 레이저 발사장치와 표적 지시기 가 포함된 본체와 레이더로 구성이 된다.

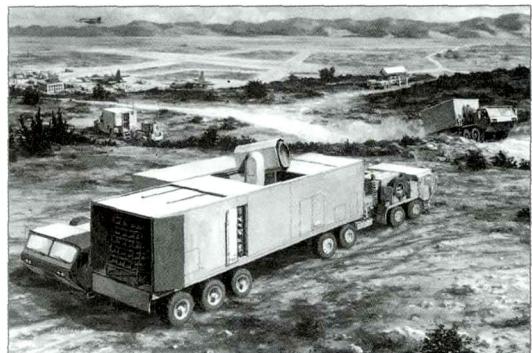
THEL의 작동원리는 위의 오른쪽 그림에 도시된 바와 같이 발사된 적 미사일을 레이더가 감지하면 표적지시기는 레이더에서 분석해 낸 정보를 토대로 표적을 찾아내는 역할을 하게 되며, 표적지시기가 가리키는 목표물의 속도와 거리 등을 계산하여 레이저광을 발사하게 된다.

THEL을 설계하는데 있어서는 시스템 내부의 높은 열을 냉각시켜 줄 냉각 장치와 펌핑작용을 해 줄 전원 공급장치 그리고 레이저 발사부의 직경 등을 핵심적으로 고려해야 한다. 이때 주로 사용하는 레이저는 불화 중수소(DF) 레이저이다. 그러나 THEL의 성공적인 시험결과에도 불구하고, 체계가 너무 커서 한 장소에 설치되어 다른 장소로 이동할 수 없는 고정형 무기라는 단점 때문에 크기를 대폭적으로 축소시킨 이동형 구조의 MTHEL체계 개발이 진행되고 있다.

MTHEL은 THEL과 마찬가지로 불화 중수소

(DF)레이저를 사용하지만 크기를 5배 이상 축소시켜 아래 그림과 같이 3대의 트레일러 차량으로 운반하는 형태로 대상표적으로는 야포탄 및 박격포 뿐만 아니라 다양한 종류의 로켓 그리고 순항미사일 등의 요격도 검토되고 있다. MTHEL의 최종목표는 Humvee 차량 한 대에 탑재될 수 있도록 크기를 소형화 하는 것이며 이 경우에는 DF화학레이저가 아닌 100kW급 출력의 고체 레이저가 사용될 예정이다.

MTHEL



- 항공기 탑재 레이저무기

• 공중레이저무기(ABL : AirBorne LASER)

ABL은 탄도미사일을 부스트 단계에서 요격하거나, 항공기에 다가오는 미사일을 레이저를 이용하여 파괴시키는 시스템을 말한다. 현재는 보잉 747-400 시리즈 등 민간 항공기에 장착되어 있으나 2009년까지 전투기 등에도 장착이 될 계획으로 진행중이다.

ABL(1)



ABL(2)



ABL의 구성은 미사일의 출현감시 및 방향과 속도 탐지 등을 위한 레이더 장치와 레이저광 컨트롤 시스템, 레이저 발생을 위한 연료탱크 등으로 구성되어 있다. 연료탱크는 미사일 20~40개를 격추시킬 만큼의 연료를 공급하며, 발사범위는 수백 km 까지이다.

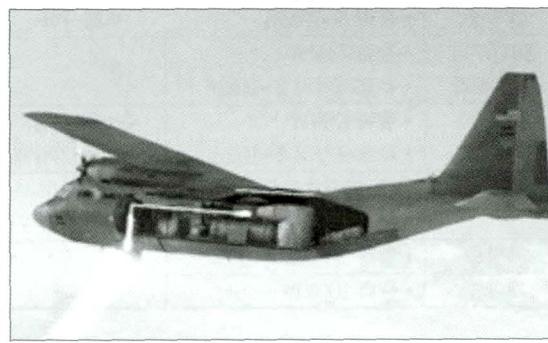
사용하는 레이저는 화학산소 요오드레이저(COIL)⁶⁾이라는 화학 레이저를 사용한다. COIL은 1978년에 미 공군 무기 연구소에서 처음으로 소개된 레이저로써 이것은 불화 중수소(DF) 레이저보다 더 짧고, 대기중의 수증기에 의한 흡수가 덜하므로 ABL시스템에 사용이 용이하다.

• 항공기용 전술레이저무기

(ATL : AirBorne Tactical LASER)

ATL은 전술 수송기 내에 고에너지 레이저건을 설치·운용한다는 것으로 플랫폼을 전술 수송기로 정한 것은 특유의 고속력으로 높은 기동성을 얻을 수 있으며 아직은 덩치가 클 수밖에 없는 레이저 장치들을 무리 없이 장착할 정도의 크기를 갖추고

ATL(1)



있다. ATL에 쓰이는 레이저는 산소와 요오드의 화학반응에 의해 레이저를 발진시키는 화학 산소-요오드 레이저이다.

염소가스와 과산화수소를 혼합하면 몇 분의 1초 사이에 화학반응을 일으켜 강력한 에너지를 내재한 산소 분자가 만들어지는데 압축질소를 이용해 이 산소 분자를 요오드 기체 속으로 밀어 넣으면 산소의 에너지가 요오드 분자로 전이되면서 강력한 빛이 형성되고, 광학 공명기는 이 빛을 여러 반사경에 반사시켜 더 많은 요오드 분자가 광자를 내놓게 함으로서 빔의 강도를 높인다. 이후 충분히 증폭된 레이저 빔은 밀봉된 파이프를 거쳐 광학대라고 불리는 방안으로 유도가 된다. 여기서 기계적으로 제어되는 반사경이 전술 수송기의 움직임과 진동·대기조건 등의 환경에 맞춰 빔을 안정화시키면서 센서들은 빔의 품질을 강화하고 강도를 유지한다.

미 공군과 특수전사령부는 2002년부터 보잉사 계열의 로켓다인사와 계약을 맺고 ATL을 개발해

ATL(2)



오고 있으며, 최종목표는 5초간의 사격으로 표적을 완파하는 것인데 ATL의 기술고도화를 추진해 무게를 5~7톤으로 줄이고 유효사거리를 20km까지 늘리는 데 역량을 집중할 계획으로 있으며 향후 미 공군이 요구하는 모든 성능을 충족할 경우 향후 5년 내 실전배치가 가능할 것으로 전망된다. 특히 기술 발전에 의해 레이저 장치의 소형화가 이루어 질 경우 F-35와 같은 전투기에는 물론 트럭·장갑차·전차 등에도 레이저 무기를 탑재할 수 있을 것으로 보고 있다.

• 우주레이저무기(SBL : Space Based Laser)

기본 구상은 앞으로 다가올 우주 전쟁의 주도권을 잡겠다는 의미에서 만들어졌으나, 실질적으로는 위협적인 미사일 공격으로부터 지상에서의 방어가 힘들 때 사용하기 위해 개발되고 있다. SBL의 구성은 높은 출력을 낼 수 있는 고에너지 레이저 발생부, 레이저광 컨트롤러, 커다란 크기의 거울과 표적을 탐지 조준하는 부분으로 나뉜다.

▣ 선진국의 레이저무기 개발 추세

● 미국

미국은 2000년 로켓격추시험에 성공한 이후, 2002년 11월에는 비행중인 곡사포탄을 격추하는 시험에 성공하는 등 이미 무기체계화가 가능한 수준까지 기술이 성숙된 것으로 알려지고 있다. 이동식 전술 고에너지 레이저의 경우 실전배치가 임박하였으며, 공중레이저, 항공기 전술레이저 등도 요구되는 성능을 충족하였으나 항공기에 탑재할 수 있는 크기로 소형화하는 문제가 남아 있어 전력화가 지연되고 있다. 또한 미 해군은 대함 순항 미사일과 무인전투항공기(UCAV⁷)를 방어하기 위한 주요 수단으로써 고에너지 레이저 무기를 함정 및 잠수함에 탑재하는 새로운 운용 개념을 연구 개발하고 있다.

향후 전망으로 미 국방부는 전술적으로 상당한 출력을 가진 전혀 새로운 종류의 소형 레이저 무기

세계의 레이저 개발 현황⁹⁾

구 분	사 업 명	형 태	개 발 목 적	개 발 시 기	성 능 / 제 원	비 고
미 국	육 군	THEL ACTD	DF	로켓요격	'01년 • 출력 400kW • 60톤급 기동형 시제개발	
		FEL	전자	ICBM	개발중 • 출력 수백 GW • 파장가변	평균출력 1.7kW 성공
		SSL	고체	대공표적 요격	시범기 제작중 • 출력 100kW • 유효사거리 10km	협비차량, C130 탑재용
	해 군	MIRACL	DF	대함/대공	'70년대 중반 • 출력 2.2MW	요격시험 수행
	공 군	ABL	COIL	탄도미사일 요격	개발중 • 출력 수MW • 무게 약 300톤	항공기 탑재 시작
		ATL	ses-COIL	비살상 초정밀타격	개발중 • 50~75kw	항공기 탑재 시작
		SBL	HF	ICBM 요격	개발중 • 출력 5~10MW	비행시험
프랑스	육 군	LATEX	CO ₂	대공표적요격	'86년부터 개발 시작 • 출력 10MW • 유효사거리 3~10km	
독 일	국방부	HELEX	CO ₂	대공표적 요격	개발중 • 출력 수MW • 유효사거리 3~10km	축소형 시험, Leopard 2탑재
중 국	육 군	전술방공 레이저 무기	*대기중 레이저 빔의 전파특성 분석 및 표적 타격효과분석에 대한 기초조사 완료			
러시아	육 군	St.PetesBurg	CO ₂	대공표적 요격	개발중 • 출력 200kW	
	해 군	해상배치레이저	화학	대함/대공	개발중 • 출력 100kW	

를 2020년 이전까지 개발할 수 있도록 기초 레이저 연구에 막대한 예산을 투자할 계획에 있으며, 이 계획에 따르면 권총이나 소형 개인병기 수준의 레이저 범 무기가 출현할 수도 있게 될 전망이다. 또한 효과적인 국가 탄도 미사일 방어 체계를 위한 초경량의 고에너지 액체 레이저 지역 방위 시스템 (HELLADS⁸⁾)을 연구하고 있다.

● 기타 국가

독일은 대공표적요격용으로 지상전술레이저를 개발해 레오파드전차에 탑재하여 축소형으로 시험을 실시한 바 있다.

프랑스는 LATEX라는 사업명으로 이산화탄소 레이저를 개발하여 역시 대공표적용으로 '86년부터 레이저 무기체계 개발을 시작하여 현재 상당한 수준의 기술을 확보하고 있다.

러시아, 중국, 일본 등 주변국들은 화학레이저 관련 핵심기술을 집중 개발중인 것으로 알려진 가운데, 미국이 보유한 기술 수준의 약 50% 수준, 무기체계화를 위한 기술은 약 30% 수준에 머물러 있으며, '25년경이면 실전배치가 가능한 수준에 도달할 것으로 예측되고 있다.

▣ 우리 나라의 레이저무기 개발방향

● 주요 고려 요소

* 대공방호체계 보완

북한의 미사일위협에 대비한 한국군의 대응능력을 분석하면 대응시간 차원에서 북한의 미사일 발사시점부터 도달시점까지의 소요시간에 대응할 수 있는 대공방호체계가 구축되어야 한다.

현재 북한이 보유하고 있는 미사일의 도달시간을 분석해 보면 미사일의 평균속도를 약 마하 8 이상임을 감안할 때 북한의 안주에서 대포동 미사일을 발사할 경우 비행시간 3분이면 서울 상공에 나타나게 될 것이며, 발사지점을 휴전선 근방으로 추진 배치할 경우는 대응가능시간이 더욱

단축될 것이다.

따라서 한국군은 북한군의 미사일 위협에 대응하기 위해서는 2~6분 이내에 요격할 수 있는 대공방어 무기체계를 확보해야 한다.

두 번째로 동시에 다수의 미사일로 수도권 지역에 위협을 가할 수 있기 때문에 이에 대응할 수 있는 대공방어무기체계를 구비하여야 한다. 북한은 군사전략상 기습을 달성하기 위해 아군의 지휘시설 및 주요 군사거점, 수도권 지역, 주요 산업시설, 보안목표 등에 대하여 다량의 탄도미사일을 발사할 수도 있다.

따라서 짧은 대응시간에 효과적으로 다수의 북한 미사일을 대공방어 하기 위해서는 현존하는 기존의 대공방어체계로는 한계가 있다. 즉 빛의 속도로 발사가 가능한 고에너지 레이저무기체계에 의한 대공방어체계의 구축이 반드시 필요하다는 것을 말해 주고 있다.

* 국방과학 기술능력 확보

미국을 비롯한 선진국에서 레이저 무기체계를 경쟁적으로 집중 투자하여 개발하고 있다는 것은 미래 전장의 형태가 획기적으로 변화함으로써 기존의 전쟁방식과 재래식 무기로는 미래전장을 주도하는 강대국이 될 수 없다는 인식 때문이다.

미래전장에서 가장 획기적인 변화는 바로 고에너지 레이저를 활용한 무기체계의 등장이라고 할 수 있는데, 개인화기인 소총에서부터 인공위성을 비롯하여 탄도미사일을 요격하는 무기, 지상전투에 활용되는 각종무기들이 기존의 운동에너지 방식에서 레이저발진 무기로 전환이 되는 것이다.

아직까지 레이저의 우수한 성능에도 불구하고 전력화하는 데는 여러 가지 제한 사항이 있다. 그러나 언젠가는 우리가 상상하는 전장의 형태가 현실화 될 것이 자명할 것이다. 따라서 우리 나라도 선진국과 어깨를 나란히 하기 위해서는 범국가적 차원에서 집중투자하여 레이저의 개발을 서둘러야 할 것이다.

선진국이 우리 나라보다 기술적으로 앞서 있다

우리 나라의 레이저 개발동향¹⁰⁾

구 分	레이저 파장(μm)	출 力	연 구 기 관	비 고
불화중수소(DF) 화학레이저	3.8	'02년 10kW *'10년 400kW 목표	국 과 연	응용연구
화학산소 요오드 (COIL) 레이저	1.315	'00년 6.6kW	원자력 연구소	민군 겸용 (폐원자로 해체, 무기체계)
자유전자레이저 (FEL)	1.0~1.2	'00년 1kW	원자력 연구소	학술 연구용 (분광학, 의료, 재료)
고체레이저	1.064	'03년 700W '99년 2.2kW	원자력 연구소	산업용 (용접, 절단 등 레이저가공)

는 것은 사실이나 선택과 집중의 원리에 의해서 국 가적인 관심을 기울이고 개발을 한다면 선진국과 기술수준을 나란히 할 수 있을 것이다.

● 개발방향

*현재 개발 주제

현재 우리 나라의 레이저개발은 '90년대 후반부 터 본격적으로 개발이 되고 있으며, 출력수준은 10kw내외로서 산업용과 학술연구용으로 개발되며 무기체계로는 제한적으로 개발되고 있다. 특히 자유전자 레이저는 파장 가변으로 많은 장점을 가지고 있으나 기술수준은 실험실 연구수준에 불과한 반면 고체레이저는 산업용 용접 및 절단 등 고 정밀 가공용으로 수요가 많아 여러 연구기관에서 활발하게 연구 개발중에 있다.

무기체계용으로는 고출력의 레이저가 요구되고 있어 국방과학연구소와 원자력연구소에서 중점적 으로 개발하고 있으며, 불화 중수소레이저(DF)를 국방과학연구소에서 핵심기술로 선정하여 '03년부 터 '10년도까지 개발하는 것으로 레이저 출력을 선 진국 수준인 400kw급으로 하는 것을 목표로 하고 있다. 원자력연구소에서는 화학산소요오드레이저 (COIL)를 중점개발하고 있는데 현재는 6kw급을 개발 완료한 상태이며 향후 '15년까지 100kw급을 개발하는 것을 목표로 하고 개발중이다.

*레이저 개발방향

레이저무기의 개발은 소형화 및 경량화, 장거 리 전파능력, 군수지원 용이성 등에 기반을 두고

개발 되어야 하며, 내용을 구체적으로 제시하면 다음과 같다.

첫째는 소형화 및 경량화 측면이다. 레이저의 특 성상 레이저를 발진시키기 위해서는 필요한 여러 가지 부대장비 및 매질이 사용되므로 소형화 및 경 량화를 하기 위해서는 고도의 기술이 필요하다. 특 히 무기체계에 필요한 레이저는 고출력을 요구하 고 있기 때문에 더욱 소형화 및 경량화가 어렵다 할 수 있으나 무기체계로서의 성능을 확보하기 위 해서는 소형화 및 경량화가 반드시 필요하다.

둘째는 장거리 전파능력의 확보이다. 앞에서 제 시한 바와 같이 우리는 북한미사일의 위협에 노출 이 되어 있으며, 이에 대비하여 북한에서 발사된 미사일을 수도권까지 접근하기 전에 요격을 할 수 있는 적절한 대공방어능력을 확보해야 한다. 즉 빛의 속도로 장거리에서 날아오는 탄도미사일을 제 압할 수 있는 즉 장거리 전파능력을 갖춘 고에너지 레이저 무기체계 개발이 요구된다.

셋째는 군수지원의 용이성 측면이다. 레이저를 발진시키기 위한 매질을 구분하면 화학레이저, 기 체레이저, 고체레이저로 구분을 할 수 있는데 군수 지원 측면에서 보면 고체 및 자유전자레이저는 전 원공급을 위한 발전기 및 전지만 있으면 발진 가능하고, 화학레이저는 위험한 화학물질을 보급해야 하는 단점이 있다.

따라서 고출력 발생면에서는 화학 및 자유전자 레이저가 유리하나, 소형 · 경량화, 장거리 전파능력, 운영유지 및 군수보급 관련 사항 등에 있어서

는 고체레이저가 많은 장점을 보유하고 있어 고체레이저 개발에 역점을 두고 개발해야 할 것이다.

▣ 맷 는 말

향후 10~20년 사이에 고에너지 레이저무기가 빛의 속도로 진행하면서 날아오는 미사일을 수백 MW급의 에너지로 요격하거나, 지상의 모든 무기체계가 현재의 운동에너지 원리에서 레이저 발진 무기체계로 획기적인 변화가 필연적일 것으로 판단된다.

전술한 바와 같이 레이저 무기는 광속의 교전이 가능하며, 초정밀도를 가지고 정밀하게 조정이 가능하고, 재충전 없이 반영구적으로 사용이 가능한 탁월한 장점뿐만 아니라 비용면에서 발사비용이 기존의 무기체계보다 저렴한 장점이 있어 현재 미국을 비롯한 군사 강대국에서는 미래 군사력의 우위를 점할 수 있는 가장 핵심 분야로 규정하고 경쟁적으로 극도의 보안을 유지하면서 개발에 열을 올리고 있는 실정이다. 특히 미국을 비롯한 몇몇 군사 강대국의 고에너지 레이저에 대한 기술수준이 상당한 수준이며 부분적으로 전력화되어 전장에서 활용이 되고 있다.

그러나 선진국에서도 레이저무기로서 요구되는 성능을 획득하기 위해서는 여러 가지 기술적인 제한사항이 있으며, 또한 진행중인 연구에도 충분한 예산과 관심을 얻는 것이 불확실하여 아직까지는 만족할 만큼의 성능을 확보하지 못하고 있는 실정이다.

이러한 현재 선진국의 상황은 한국군의 입장에서 보면 선진국과의 기술격차를 줄이거나 선도할 수 있는 절호의 기회로 볼 수 있다. 또한 북한의 미사일 위협, 휴전선에 근접하여 수도 서울을 목표로 집중 배치되어 공격하는 무기에 대해 효과적으로 대응하기 위해서 절대적으로 필요한 무기체계가 바로 고에너지 레이저 무기체계일 것이다. 따라서 군사적 우위를 점하고 선진국과 레이저 기

술에 한해서만은 기술적인 종속에서 벗어나 독자적인 무기체계를 갖추기 위해서 범국가적 차원에서 민군 협동으로 체계적인 개발이 이루어져야 할 것이다. **D&T**

주

- 1) LASER : Light Amplification by the Simulated Emission of Radiation
- 2) 조규표, 박현민 “레이저 기술을 활용한 미사일 위협 대응방안 개념연구”, 학참 19호
- 3) Nd(Neodymium, 네오디뮴) : 레이저 발진을 일으키는 원자 YAG : Yttrium Aluminum Garnet의 약자(crystal 일종)
- 4) 탄도미사일이 발사대에서 발사되고 난 후부터 연료가 소모되고 추진력이 종료되는 시점까지 단계
- 5) GBL ASAT : Ground Based Laser, Anti-Satellite
- 6) COIL : Chemical Oxygen-Iodine Laser
- 7) UCAV : Unmanned Combat Air Vehicle
- 8) HELADS : High Energy Liquid Laser Area Defense System
- 9) 구 전력개발단, 고체레이저 기술 및 개발 추세, 2005
- 10) 구 전력개발단, 고체레이저 기술 및 개발추세, 2005

참고자료

- ▲ 신승기, 이무성 “미국의 고에너지 레이저 개발 추진 현황과 시사”, 한국국방연구원, 2004. 12
- ▲ 조규표, 박현민 “레이저 기술을 활용한 미사일 위협 대응방안 개념연구”, 학참 19호
- ▲ 이종철, “비실상무기 어디까지 왔나?”, 국방과학기술플러스, 2007
- ▲ 이재실, “거리측정기의 레이저에 대하여”, 군수보, 2003
- ▲ 구 전력개발단, “고에너지 레이저 개발동향” 보고자료, 2004
- ▲ 구 전력개발단 기술관리과, “고체 레이저 기술 및 개발추세”, 2005
- ▲ 인터넷검색 공개자료, “레이저의 역사”
- ▲ 인터넷검색 공개자료, “자유전자 레이저 발생기술”
- ▲ 차병현, “고체레이저 기술” PPT자료, 2002.
- ▲ 김경민, “미국의 레이저 요격 시스템 개발”