

반응장갑에 의한 전차의 생존성 증대



崔 潤 大

- 육군 제3사관학교 기계공학과 교수
- 육군 대령, 공학 박사

전차는 1차대전중(1916년) 영국군에 의하여 최초로 제작되었다. 당시 전차는 보일러의 물 저장 탱크 제작에 사용된 연한 강판을 리벳으로 연결하여 차체를 구성하는 정도였다.

방호력이라고 해봐야 1.8cm 정도의 「균일압연강판(RHA:Rolled Homogeneous Armor)」으로 보호하고 있는 것이 전부였다. 1.8cm 두께의 균일압연강판으로는 약 10m 거리에서 폭발하는 155밀리 곡사포 포탄의 파편을 막을 수 있었다.

현대 전장에는 여러 종류의 대전차 무기들이 등장함에 따라 그들의 장갑 관통력도 증가하게 되어, 상대적으로 전차 장갑판의 두께도 균일압연강판으로 환산할 때 약 25~30cm 정도로 두꺼워졌다.

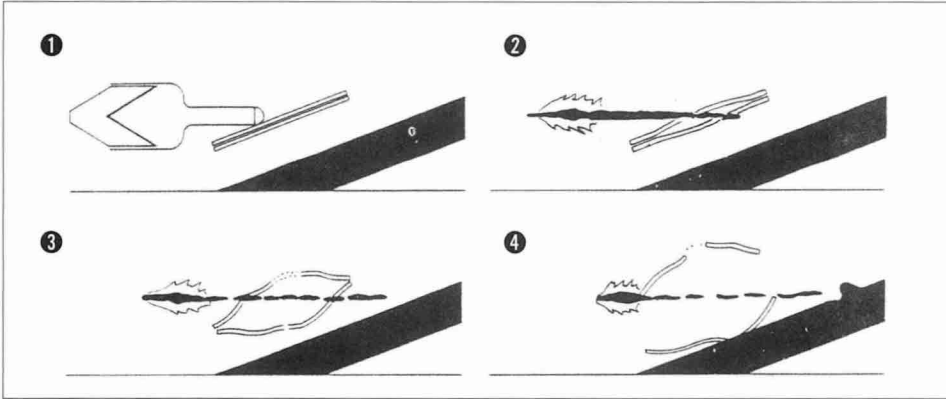
여기서 균일압연강판이란 강판의 강도(strength)를 증가시키기 위하여 무거운 롤러로 눌러 놓은(압연) 강판을 말한다. 전차의 방호력을 비교할 때는 같은 재질의 장갑 두께로 환산하여 비교해야 의미가 있기 때문에 통상 균일압연강판의 두께로 환산하여 비교한다.

전차 설계시 고려할 3요소는 화력, 기동력, 생존성이다. 지금까지 전차의 생존성은 (1) 장갑의 두께를 증가시키거나, (2) 장갑의 재질을 개선하거나, (3) 장갑을 경사지게 설계하는 등 장갑방호에 의해서만 증대되어 왔다.

최근에는 반응장갑(Explosive Reactive Armor)이라는 특수한 형태의 장갑판이 개발되어 전차의 외벽에 덧붙여짐으로써 전차의 생존성을 증대시키고 있다. p.81 위의 그림에 반응장갑에 의한 대전차고폭탄의 효과 감소 원리를 도시하였다.

그림에서 보는 것처럼 반응장갑은 샌드위치 형태로 되어 있는데, 2개의 얇은 장갑

반응장갑에 의한 대전차고폭탄 효과 감소



판 사이에 폭약이 들어 있는 구조를 하고 있다. 이것의 동작 원리는 대전차고폭탄(HEAT)이 폭발하면 고온 고압의 플라즈마 제트가 발생하여 전차의 장갑판을 관통하게 되는데, 이때 반응장갑 속에 들어 있는 폭약이 폭발하여 대전차 고폭탄 폭발시 발생한 고온 고압의 플라즈마 제트의 흐름을 막아 준다.

다시 말하면 반응장갑의 폭약 폭발이 대전차고폭탄의 플라즈마 제트의 경로를 가로질러 이동함으로써 제트의 흐름을 혼란시켜 주장갑의 관통력을 현저히 감소시키는 원리이다. 이렇게 함으로써 대전차고폭탄의 플라즈마 제트에 의한 관통력을 75%까지 감소시킬 수 있다.

BLAZER 반응장갑을 덧붙인 이스라엘의 CEHTURION MBT



일반 적으로 폭약을 감싸고 있는 샌드위치 판의 두께는 2~3밀리 정도인 것으로 알려져 있다. 샌드위치 형태의 판 속에 들어 있는 폭약은 매우 둔감하여 소총탄과 같은 약한 충격에는 반응하지 않도록 되어 있다. 따라서 장갑 설치시 부주의나, 지형이 험한 야지 횡단시에도 폭발할 염려는 없다.

이 장치는 1982년 이스라엘-레바논 전쟁에서 이스라엘 군이 처음으로 자국의 전차에 이를 장착하여 소련제 AT-3 Sagger 대전차 유도무기의 공격으로부터 자국 전차의 희생을 효과적으로 막을 수 있었다. 그 당시에는 반응장갑 폭발에 의하여 전차를 후속하는 보병도 피해를 입었으나, 이 문제는 해결되었다.

반응장갑이 효과적으로 작동하기 위해서는 주장갑으로부터 일정 거리를 두고 경사각을 유지하여 설치해야 플라즈마 제트나 운동에너지탄의 관통자에 의한 장갑판 관통도 막아 낼 수 있다. 최근에는 이 장갑을 전차뿐만 아니라 장갑차, 더 나아가서는 군용 차량에까지도 덧붙이고 있는 추세이다.

전자광학 장비의 해상도

지 구 상공에 떠 있는 군사위성이 달리고 있는 자동차의 번호판을 읽었다는 이야기가 있는데 그런 일이 가능할까?

현대 전장에는 여러 종류의 감시장비가 배치되어 있는데, 대표적인 예가 레이더, 열상장비, 광학장비 등이다. 이들 중 광학장비의 동작 원리는 우리 눈의 그것과 같다. 광학장비의 렌즈는 우리 눈의 수정체에 해당하고, 필름은 망막에 해당한다.

광학장비 선정시 가장 관심있게 고려해야 할 요소는 탐지거리와 해상도이다. 얼마나 먼 곳에 있는 표적을 발견할 수 있는가는 탐지거리에 따라 결정되고, 표적의 형상과 크기를 판단할 수 있는 것은 장비의 식별능력 즉 해상도가 결정해 준다. 전장 감시 장비의 중요한 특성 중 하나인 식별능력은 영상을 식별할 수 있는 능력을 말하는데 광학에서는 보통 「해상도」라고 한다.

빛은 파동으로 여타의 파동 현상에서 볼 수 있듯이 파동의 전파 경로상에 있는 구멍이나 물체에 의하여 회절 된다. 만일 인접한 두 점에서 나온 빛이 렌즈를 통과한 후 회절에 의하여 중첩된다면 두 점을 구별할 수 없다. 해상도는 「광학계로 식별 가능한 두 점 사이의 최단거리」로 정의되며 단일 렌즈를 이용하는 광학계에서는 아래 그림에서 보는 것처럼

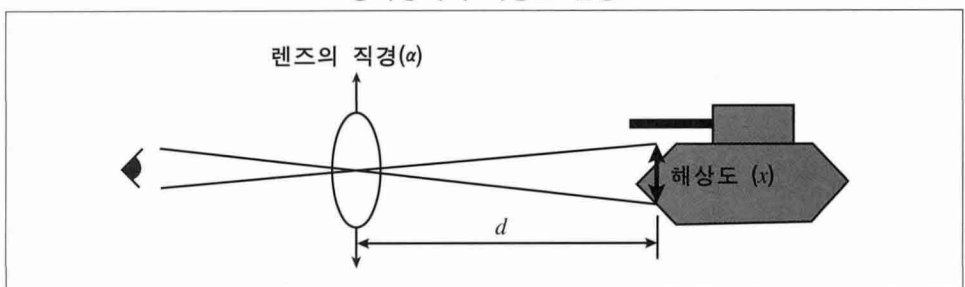
$$x = 1.22 \left(\frac{\lambda}{\alpha} \right) d$$

라는 식으로 표현할 수 있다.

여기서 x = 해상도, λ = 사용하는 전자파의 파장, α = 렌즈의 직경, d = 감시장비와 표적 사이의 거리를 각각 의미한다.

즉, x 값이 작을수록 식별능력(해상도)이 양호하다고 할 수 있다. x 값이 작기 위해서는 같은 거리라면 사용 전자파(빛도 전자파의 일종)의 파장(λ)은 짧아야 하고 렌즈의

광학장비의 해상도 결정



직경(α)은 커야함을 공식을 살펴보면 이해할 수 있다.

광학렌즈는 전자기파를 균일하게 굴절시키지 못하기 때문에 어떤 점을 관측할 때 명확한 점이 아닌 약간 확산된 흐린 점으로 나타난다. 이로 인하여 가깝게 인접한 두 점을 식별하는데 한계를 가지는 것이다.

감시장비로 미사일 발사대나 전투기를 식별하려면 최소한 1m정도의 해상도를 가져야 하고, 미사일 발사대가 적군 것인지 야군 것인지를 식별하려면 해상도가 10cm 수준으로 대폭 증가되어야 하는 것으로 알려져 있다.

간단한 예를 들어보면 지구상공 1000km에 떠 있는 인공위성에 장착된 전장 감시용 카메라 렌즈의 직경이 30cm 라고 할 때, 이 카메라가 가시광선(약 5000 Å)의 파장을 가짐)영역에서 운용된다고 한다면, 계산 결과 해상도는 약 2m가 된다.

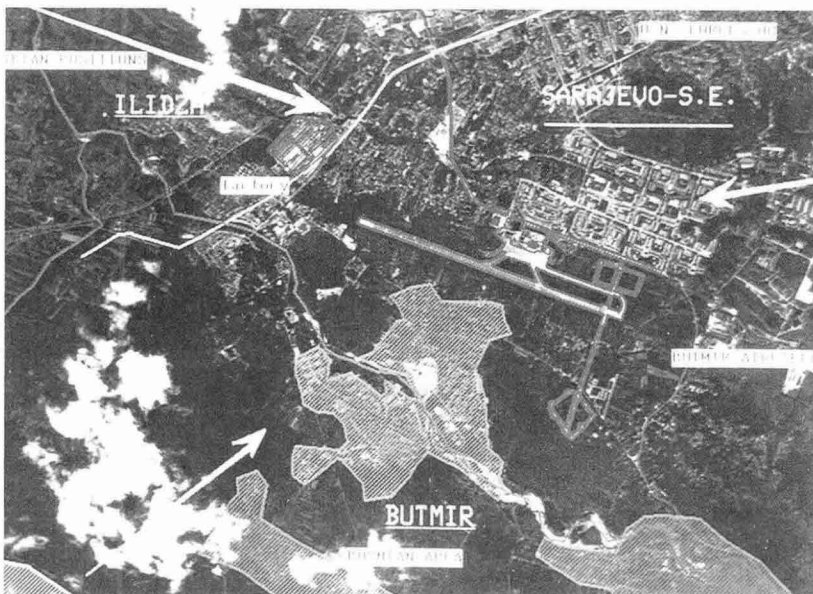
그러므로 일반적으로 말할 때 광학 카메라를 장착한 인공위성을 통하여 지상에 있는 자동차의 번호판을 직접 읽었다는 이야기는 좀 과장된 표현이라고 생각된다.

물론 「디지털 영상처리기술」이나 「simulation기법」을 이용하면 해상도는 한층 더 향상될 것이다.

현재 가장 발달된 군사 정찰위성이라고 알려진 KH-11 위성의 카메라 해상도도 약 15cm정도인 것으로 알려지고 있다.

관측용 카메라의 직경이 크면 카메라가 무거워지기 때문에 위성체의 중량에 영향을 주고 발사체 선정에도 제한이 있으므로 무작정 크게 할 수 없다. 또한 직경이 큰 광학계의 제작은 고도의 재료기술과 가공기술을 요한다.

한편 위성의 고도를 낮추어 목표와의 거리를 가깝게 할 경우 위성 궤도상의 공기저항이 더욱 커져서 궤도 및 자세 보정용 추진제를 자주 사용해야 하므로 위성의 수명이 현저히 단축된다.



인공 위성에 의해 평방미터 별로 사진촬영되어 지도로 만들어진 구 유고슬라비아. 사진에서 보는 바와 같이 이제 비밀유지는 불가능하게 되었다.

위상 배열 레이더의 작동 원리

위상배열 레이더(phase array radar)는 수백 개 또는 수천 개의 작은 레이더로 구성되어 있어서 다수의 표적을 동시에 추적할 수 있다. 레이더의 탐지거리는 안테나에서 복사된 전자기파가 얼마만큼이나 한 방향을 향하여 멀리 진행하느냐에 따라서 결정된다.

즉 60Watt의 전구보다 100Watt의 전구가 밝고 멀리 비취 주듯이, 출력이 큰 레이더일수록 그 탐지능력이 증대된다. 그러나 고출력을 내기 위해서는 고전압을 걸어 주어야 하는데 전압이 너무 높아지면 출력장치 주변 회로를 절연시키는데 어려움이 커지는 등의 기술적인 문제 때문에 한계가 있다.

그래서 저 출력의 같은 안테나를 여러 개 배열하여 전체적으로는 충분히 큰 출력의 전자기파가 복사되는 레이더를 생각하였다. 이것이 다기능 레이더인 위상배열 레이더인 것이다.

위상(phase)이란 sine, cosine 함수의 각도변수에 해당하는 것으로 가령 $y = \sin \theta$ 라는 함수에서 θ 를 말한다. 레이더에서 발산하는 전자기 펄스도 sin 파로 구성되는데 그 위상은 시간과 위치에 따라 결정되며 시간상 1주기와 공간상 1파장은 위상차 $360^\circ (2\pi$

radian)에 해당한다.

한 개의 레이더가 전파를 방출한 후 그 반사파를 수신하여 신호를 처리하는 경우에는 레이더 자체의 위상차 문제가 아예 존재하지 않지만 여러 개의 레이더가 전파의 송수신에 관여할 경우 통합된 분석을 위해서는 전체 레이더를 구성하는 개개의 레이더간의 간격 때문에 발생하는 위상차를 반드시 고려해야 한다.

특히 레이더에 사용되는 극초단파의 파장이 수십에서 수 cm이므로 이와 비슷한 거리만큼 떨어져 있는 개별 안테나간에는 위상차가 절대적인 고려요소가 되며 이 때문에 위상 배열(phase array)이라는 말이 나온 것이다.

현대는 수많은 비행물체가 하늘을 날아 다니고 있다. 레이더에도 술한 비행물체의 정보를 동시에 얻어내기 위한 다기능, 다목적의 성격이 요구된다. 미지 물체의 탐지나 이미 발견한 물체에 대한 추적이나 유도 등 그 예를 들자면 한이 없다.

기계적으로 안테나를 회전시켜 전파 빔을 주사하는 고전적인 레이더에서는 안테나가 1회전하여 본래의 방향으로 돌아왔을 때는, 그 동안에 이미 발견해 놓았던 물체마저 놓쳐 버리는 수가 없지 않을 것이다.

그래서 고정된 채로 전자기파 빔을 순간적으로 주사하는 새로운 레이더인 위상배열 레이더가 나타났다.

이것은 수백 개 또는 수천 개의 작은 안테나의 집합으로 구성된 레이더이다. 이 레이더에서는 작은 안테나 군으로부터 얻어진 전파 정보를 개별적으로 또는 일괄하여 신호 처리를 할 수 있다. 따라서 안테나가 하나밖에 없었던 고전적 레이더보다 훨씬 많은 정보를 얻을 수 있다.

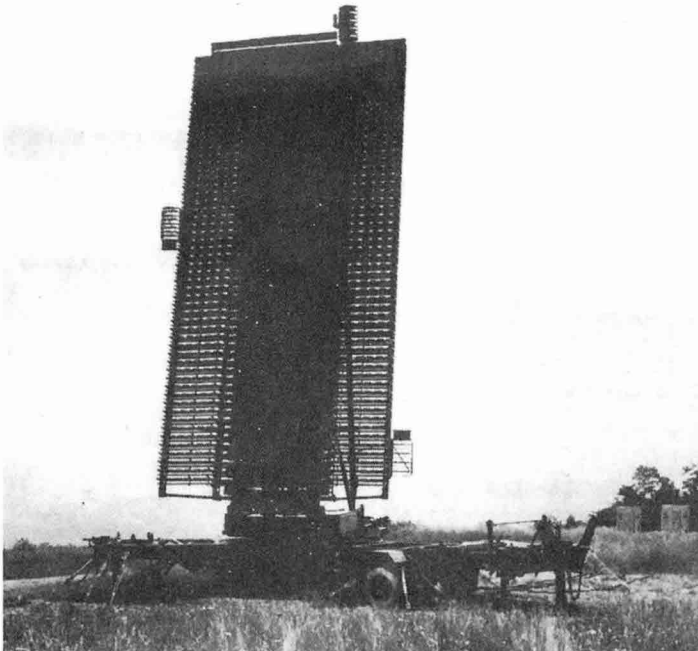
위상배열 레이더에서는 순간적으로 얻어진 미지의 비행물체에 대한 반사 전파의 정보를 컴퓨터에 입력하여 그 비행물체의 위

치, 소속, 비행목적 등 인간이 필요로 하는 정보를 즉시 변환한다.

아래 그림은 AN/TPS-59 레이더로 안테나의 크기가 가로 5m, 세로 10m에 이른다. 이 대형 안테나는 54개의 행(row)으로 이루어져 있으며, 매 행당 24개의 서로 다른 방향을 지향하고 있는 안테나로 구성되어 있다.

즉 이 대형 안테나는 1296개의 소형 안테나들이 다른 방향을 지향하고 있기 때문에 1296개의 소형 레이더로 구성되어 있다고 볼 수 있다. 이 소형 안테나들에는 28Volt의 낮은 전압만 공급하면 된다.

AN/TPS-59 위상 배열 레이더 안테나



포구 제동기의 동작 원리

추진제의 연소 에너지를 이용하여 탄자에 필요한 속도를 부여하는 데에는 여러 가지 방법들이 사용된다. 추진제의 연소에 의하여 탄자가 포구를 떠날 때에는 작용-반작용 법칙에 따라 탄자가 받는 추진력과 같은 크기의 주퇴력이 발생하여 포구를 뒤로 밀리게 한다.

이때 발생한 엄청난 주퇴력을 어떻게 잘 흡수할 것인가가 전체 무기체계 설계에 있어서 매우 중요한 요소가 된다.

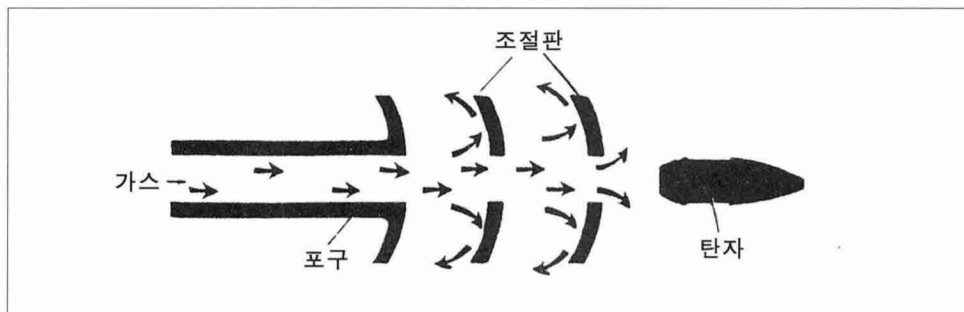
함포의 경우는 함정 전체가 주퇴력을 받는 것이고, 전차의 경우는 전차 전체가, 견인포의 경우는 포가 전체가 주퇴력을 받고 있다. 포강내에서 포구 쪽을 향해 초음속으로 밀려오는 추진제의 연소 가스를 포구에서 적절히 이용하여 각종 포의 주퇴력을 감소시키는 장치가 바로 「포구 제퇴기(制退器, Muzzle brake)」 또는 「포구 제동기」라고 부르는 장치이다. 즉 포신의 반동 퇴진(反動 退進)을 제어해 주는 기구이다.

포구 제퇴기의 원리는 아래 그림에서 보는 것처럼 포구에서 발생하는 연소 가스가 탄자의 뒤를 따라 포구밖으로 흘러 나올 때 방향전환 판(조절판)으로 차단하여 포구 방향과 정반대로 바꾸어 주퇴력을 감소시킨다. 제퇴기는 국가별로 특징적인 다양한 형상이 사용되고 있는데, 우리의 155밀리 견인 곡사포 KH179의 2단형 제퇴기는 효율 30% 내외의 우수한 제퇴성능을 갖고 있다.

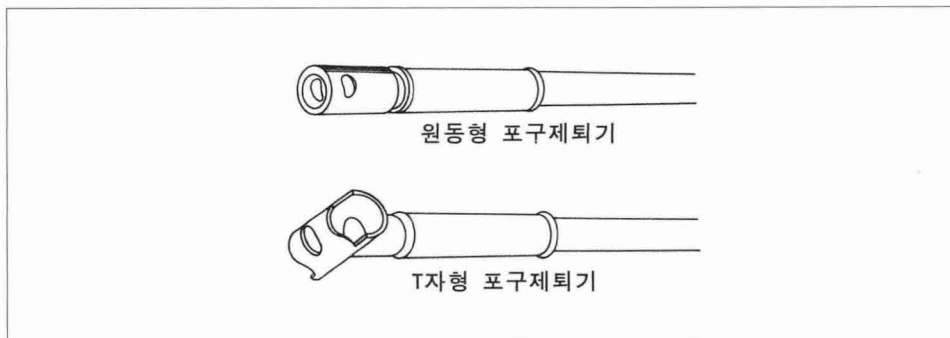
주퇴력은 포 전체를 후방으로 밀리게 한다. 포가 후방으로 밀리게 되면 연속사격시 조준을 다시 해야 하는 문제가 발생하기 때문에 아주 큰 덩치의 포구를 만들거나, 주퇴력을 시간적으로 분산시키는 주퇴 복좌

조준을 다시 해야 하는 문제가 발생하기 때문에 아주 큰 덩치의 포구를 만들거나, 주퇴력을 시간적으로 분산시키는 주퇴 복좌

포구제퇴기의 작동 원리



각종 화포의 포구 제퇴기



기의 설치가 필수적이다.

제퇴기의 장착 목적은 주퇴력을 감소시키는 주퇴복좌기나 포가의 무게를 획기적으로 줄일 수 있게 하기 위해서이다. 이러한 제퇴기는 저각 사격시 아래 쪽으로 방향이 바뀐 가스로 인하여 포 주위에 흠과 먼지를 일으키기 때문에 반드시 양 측면으로 출구를 만들어 장착해야 한다.

한편 야포나 전차포에는 분연기, 포강제연기, 폐쇄기 등이 있는데, 분연기란 소총에서 총구 부분에 부착된 소염기와 같이 화염이 생기는 것을 방지하기 위한 장치이다.

포강제연기(포구청소기 : bore evacuator)란 포탄 사격 후 포미를 개방할 때 추진가스가 전차 승무원이 거주하고 있는 실내로 새어나와 공기를 오염시키므로 이것을 방지하기 위하여 고안된 장치이다. 또한 폐쇄기란 사격시 약실 내의 고압가스가 누출되는 것을 방지하기 위하여 포미를 밀폐시키는 장치이다.

위의 그림은 105밀리 전차포의 경우 일자형 제퇴기와 T자형 제퇴기를 각각 보여 주고 있다.

영국 VSEL社의 155밀리 견인포

