알기쉬운 군사과학 (XX)

崔 潤 大
• 육군 제3사관학교 교수
• 육군 대령, 공학 박사

85. 열 추적 미사일과 회피 기술

미사일에서 수동 호밍(Homing) 기술은 표적에서 반사되는 전자기파나 엔진에서 방출되는 열 에너지를 미사일이 찾아가서 공격하는 기술이다.

따라서 이 기술에서는 유도탄 자신이 외부의 도움 없이 목표를 포착하여 공격하게 된다. 이를 분류하면 사용되는 전자기파의 파장에 따라 전파, 적외선, 그리고 TV 호밍으로 나눈다.

전파 호밍은 전파의 파장이 길어서 조준 정밀도에 한계가 있으며, 적외선 호밍은 표적의 고온 부분을 조준하기 때문에 표적과 거리가 가까워지면 고온부의 시야가 넓어져 정밀도가 낮지만 전파 호밍보다는 높다.

TV 호밍은 가시광선 영역의 전자파를 이용하여 목표상의 특정 점을 선정하기 때문에 조준 정확도가 3가지 방법중 가장 높다.

호밍 아이(homing eye) 또는 호밍 헤드(homing head)라 불리는 반사신호 수신장치는 표적에서 방출되거나 반사되는 전자기파 에너지를 탐지하여 추적한다.

호밍 유도는 탐지 전파의 발사 형태에 따라 능동 또는 수동 방식으로 분류된다. 능동 호밍 방식은 유도탄에서 전파를 발사하여 표적에서 반사된 전파로 탄과 표적의 상대위치를 산출, 표적을 공격하게 되는데 대함 정공격용 Harpoon, Exocet 미사일, 공대공 phoenix 미사일이 이에 속한다.

반능동 호밍은 제3의 위치에서 발사된 전파가 표적에서 반사되어 탄에 도달한 것을 이용하는 방법으로 능동방식에 비하여 탄의 구조가 간단하며 대공용인 Hawk, Patriot,

미사일 공격을 피하기 위해 flare를 발사하는 C-130 허큘레스 수송기

SA-6 등이 이러한 방식을 채택하고 있다.

수동 호밍은 표적자체에서 발사되는 열, 전파 등의 에너지를 유도탄이 감지하여 표적을 추적하는 방법으로 적이 우군의 유도탄을 탐지하기는 어려우나 에너지를 방사하지 않는 표적에 대해서는 사용할 수 없다.

수동 호밍을 이용하는 무기는 Sidewinder, Stinger, SA-7과 적외선 탐지기를 장착한 hellfire와 Maverick 등이 있다.

이상 언급한 호밍 방식 외에 최근에 개발된 방법으로 지형대조 방법(scene matching)과 지형윤곽 대조방법(TERCOM: TERrain COntour Matching) 등의 기술이 있다.

열추적 미사일은 항공기의 배기가스나 엔진부위와 같은 고온부에서 발산하는 적외선을 추적하여 유도된다. 따라서 이러한 열추적 미사일을 회피하는 기본적인 방법은 항공기 주변에 더욱 강한 열을 발생하는 물체를 인위적으로 생성시켜 미사일의 열추적을 교란하는 것이다.

위의 사진은 공군의 C-130 허큘레스 수송기가 적외선 열추적 미사일의 공격을 회피하기 위하여 불꽃 탄(flare)을 항공기 주위에 투발하고 있는 모습이다. 이러한 경우 열추적 미사일은 항공기의 배기가스나 엔진보다 더 뜨거운 거짓 표적인 flare에 유도되게 된다.

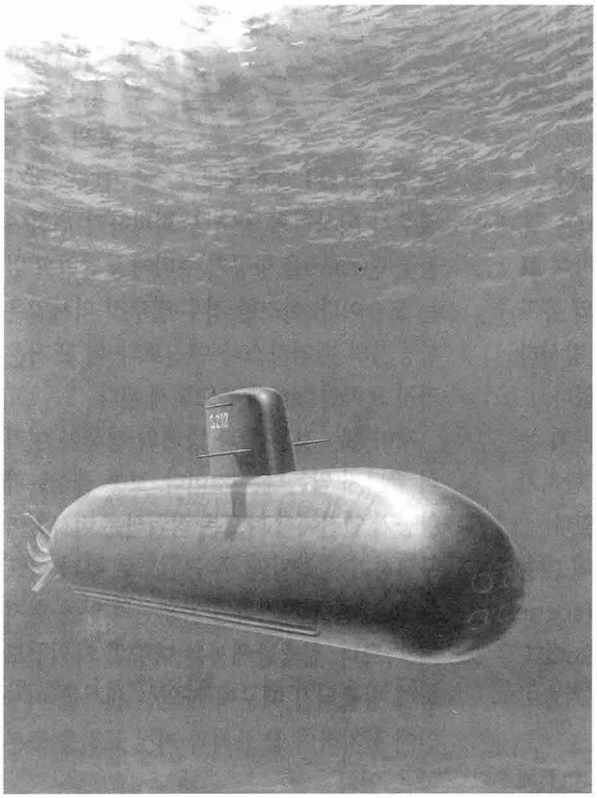
재미있는 것은 창과 방패의 경쟁이 여기서 끝나지 않는다는 것이다. 보통 불꽃탄과 항공기 엔진에서 나오는 적외선은 미사일이 구별하기 힘들지만 두 근원으로 부터 나오는 또 다른 전자기파인 자외선의 양은 현저히 다르다. 불꽃탄에서는 다량의 자외선도 함께 방출되기 때문에 자외선 센서를 미사일에 장치하여 참 표적과 거짓 표적을 구분할 수 있다.

86. 초음파와 군사분야 응용

소리나는 북이나 흔들리고 있는 고무줄에 손을 대어보면, 이들이 떨리고 있음을 알 수 있다. 1초 동안에 떨리는 수를 진동수라 하는데, 이 진동수의 많고 적음에 따라 소리의 높이가 달라진다. 진동수가 크면 높은 소리가 나고, 진동수가 적으면 낮은 소리가 난다. 소프라노 여자 성악가가 내는 소리는 진동수가 크고 바리톤인 남자 성악가가 내는 소리는 진동수가 적다. 우리가 들을 수 있는 소리의 진동수가 16에서 20,000Hz정도라는 것은 잘 알려져 있다. 이보다 진동수가 더 적거나 더 큰 경우 우리는 들을 수 없다.

진동수가 대략 16,000Hz를 넘는 소리를 초음파(Super Sonic Sound 또는 Ultra Sonic Sound)라고 한다. 우리는 초음파를 들을 수 없지만, 박쥐나 돌고래 등은 초음파를 내고 들을 수 있다. 초음파는 진동수가 높고 강도가 큰 것을 제외하면 음파와 다를 것이 없다.

바다 속을 은밀히 항해하고 있는 잠수함



초음파를 발생시키기 위해서는 전기에너지를 음향에너지로 변환시키는 장치가 필요하다. 이러한 변환장치에는 압전성 재료가 이용되는데 보통 수정(Crystal)이 사용된다.

수정 결정을 일정한 방향으로 잘라낸 판 또는 봉에 적당한 진동수의 고주파 전압을 가하면 결정내에서 초음파가 발생된다. 이것은 가해지는 전압의 진동수가 수정 결정이 가지는 고유진동수의 홀수배가 될 때 발생하는 간섭현상을 이용한 것이다.

즉 특정한 진동수를 얻어내기 위해서 진동자(수정)에 적절한 진동을 가하는 것이다. 한 가지 알아둘 것은 모든 물체는 각각 특정한 고유진동수를 가

지고 있다는 것이다.

초음파의 전파속도는 소리의 속도와 같으며, 공기 중에서는 1초에 약 340m, 물속에서는 1,500m, 강철에서는 5,000m 정도이다. 초음파는 소리처럼 반사나 굴절도 한다. 또한 초음파는 보통의 음파보다 파장이 매우 짧아서 직진하는 성질이 뚜렷하다. 보통의 음파는 보내려는 방향뿐만 아니라, 그 옆으로 전달되기도 하고 메아리가 되어 반대 방향으로도 전달된다. 그러나 초음파는 지향성(指向性)이 좋아서 보내려는 방향 이외의 방향으로는 거의 전달되지 않는다. 이와 같은 초음파의 지향성을 이용하여 병원에서 환자에게 초음파 진단과 치료를 하고 군사적으로는 잠수함 탐지에 활용한다.

초음파진단기는 환자의 환부에 초음파를 보내어 되돌아오는 파의 시간 차이를 영상으로 구성한 것이며 X-선으로 진단할 수 없는 장기의 이상유무를 진단하는데 사용되나 분해능(해상도)이 낮아, 영상이 선명하지 않은 것이 흠이다.

초음파를 사용한 치료는 담석이나 신장결석으로 환부를 직접 절개하지 않고 간접적으로 파괴하는 것인데, 마치 광학렌즈의 초점에 물체를 놓고 햇빛으로 태우는 것처럼 다중으로 발생된 초음파의 초점에 결석을 놓고 X-선 화면을 보면서 담석을 깨뜨려 배설되도록 하는 것이다.

이제 초음파가 군사분야에 응용되는 예를 들어 보자. 바다 속에서 은밀하게 움직이는 잠수함을 찾아내는 것이 그것인데, 대략 2가지 방법이 있다.

첫째는 잠수함이 내는 소음을 청취하여 위치를 알아내는 방법이고, 둘째는 레이더와 유사하게 초음파를 수중에 발사하여 이것이 목표에서 반사되어 돌아오는 반사파로 탐지하는 방법이다. 이처럼 초음파를 이용한 탐지장치를 '소나(SONAR : Sound Navigation And Ranging)' 또는 '음파탐지기'라고 한다.

첫번째 경우처럼 적 잠수함이 내는 소리를 듣고, 탐지하는 소나를 수동식(受動式) 소나라 하고, 두번째 경우처럼 초음파를 발사하여 되돌아오는 반사파를 이용하는 소나를 능동식(能動式) 소나라 한다.

물론 능동식 소나의 경우 아군의 초음파를 발사하면 적은 이것을 알아차리고 대응책을 준비할 것이므로 잠수함 탐지는 그리 쉽지 않다. 수동식의 경우도 바닷속에서 발생하는 파도, 해류, 조류에 의한 잡음이나 돌고래와 같은 동물들이 내는 잡음 때문에 잠수함에서 나오는 소리와 구별이 어려워 잠수함 탐지가 어려워지고 있는 실정이다.

더욱 더 잠수함 탐지를 어렵게 만드는 것은 피아 식별 문제인데, 적 잠수함에서 나오는 소리나 아군 잠수함에서 나오는 소리가 서로 비슷하기 때문이다. 따라서 음문(音紋)을 비교하여 피아를 식별하는데, 이 음문은 사람의 지문과 같은 것으로 함정마다 각각 고유한 소리가 있기 때문에 이것을 분석하여 식별한다.

몇 년 전 북한 해군의 '강릉 잠수함 침투사건'이 있었는데, 그때 잠수함 승조원들은 모두 군화가 아닌 운동화를 신고 있었다. 그 이유는 잠수함 내에서 군화를 신을 경우 소리(음파)가 발생, 물 속으로 전파되어 우리 해군 소나에 쉽게 탐지되기 때문이었을 것이다.

87. 미사일, 로켓, 유도폭탄의 차이점

미사일(Missile), 로켓(Rocket), 유도폭탄(Guided Bomb)의 차이점은 무엇일까? 모두 비슷한 것 같지만 약간씩 다르다. 미사일은 발사 후 탄도 수정이 가능하고, 로켓은 탄도의 수정이 불가능하다.

폭탄은 탄자가 탄도를 가지고 비행하는 것이 아니라 중력에 의하여 자유낙하한다. 따라서 유도폭탄은 중력에 의하여 자유낙하하는 탄자의 마지막 부분만 유도할 수 있다.

미사일은 아래 그림에서 보는 것처럼 목표를 명중시키기 위하여 외부의 지령이나 내장된 기계의 작동으로 목표에 접근하도록 제작된 공격무기를 총칭한다. 자체 추진력을 가지고 있다는 점은 로켓과 같지만 자체 조종되어 표적에 유도된다는 점이 다르다. 또한 유도된다는 점에서는 유도 폭탄과 같지만 자체 추진력이 있다는 점이 다르다.

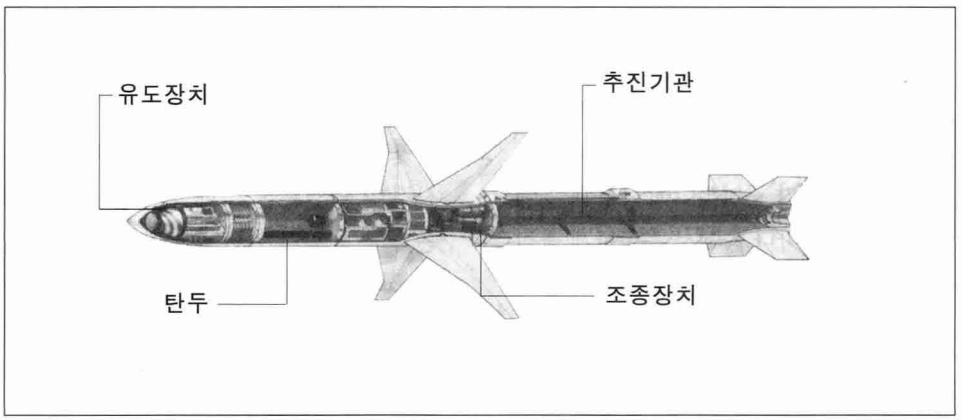
따라서 로켓은 발사하기 전에 사수가 목표를 정확하게 조준해야 하지만 미사일은 정확한 조준 과정이 필요치 않다.

미사일은 발사 후 표적의 위치가 바뀌어도 추적 공격이 가능한 반면 스마트 폭탄과 같은 유도폭탄은 자유낙하 하는 탄의 마지막 부분만 유도(수정)할 수 있어 고정표적 공격에 적합하다. P83 위의 표에 무장별 표적 공격 능력을 요약하였다.

일반적으로 미사일은 유도폭탄보다 긴 사거리를 갖으며 자유롭게 표적을 공격할 수 있다. 따라서 항공기나 헬기에 장착되어 빠르게 이동하는 표적을 공격할 때 사용된다.

美 육군에서는 종전에 TV 유도방식을 사용하던 매버릭 유도탄(Maverick)을 개선하여 레이저 탐지기를 사용하도록 하였으며, 헬기용으로 헬 파이어(Hellfire)를 개발하였다. 그러나 두 미사일의 용도가 비슷하기 때문에 탄두에 부착된 레이저 탐지기를

미사일의 구조



무장별 표적 공격 능력

구분 \ 무장	미 사 일	로 켓	유도폭탄
추 진 력	○	○	×
유 도 능 력	○	×	○
이동표적공격	○	×	△

공용으로 사용하도록 하여 비용을 줄이고 있다.

초기의 TV 유도미사일은 AGM-65A라 하고, 화면을 확대시켜서 유도 가능거리를 늘린 개량형은 AGM-65B라 한다. 이 TV 유도형 Maverick 미사일은 2차 중동전에서 이스라엘 군에 의해 처음으로 사용되어 이집트군의 전차를 파괴시키는데 큰 역할을 하였다.

Maverick 공대지 미사일

로켓은 통상 18~20개씩 한 발사통에 장전되어 사용되기 때문에 화력 집중이 용이하다. 또한 로켓 발사시에는 지구 중력에 의하여 탄도가 아래로 휘기 때문에 항공기가 수평비행을 하면서 사격하기가 곤란하다. 따라서 로켓을 발사할 때는 통상 항공기의 기수를 아래로 향하게 하는 강하 폭격 방법이 사용된다.

로켓을 다른 재래식 탄두와 비교할 때 다른 한 가지 이점은 탄두 발사시 받는 가속도가 작다는 점이다. 로켓 발사시에는 통상 30~50G(G : gravity, 중력가속도)의 가속도를 받는데 비하여 재래식 화포로 발사되는 탄두는 20,000G 이상의 가속도를 받는다.

따라서 화포로 발사되는 탄두는 상대적으로 폭발작약을 둘러싸고 있는 부분이 두꺼워져야 한다. 큰 중력 가속도에 의하여 폭발작약이 약실 내부에서 폭발할 가능성이 있기 때문에 두꺼운 껍질로 둘러싸 주어야 한다.

이러한 이유 때문에 탄두의 위력이 떨어질 수밖에 없는 것이다. 같은 이유로 동일한 구경의 화포와 비교할 때 박격포 포탄의 위력이 더 큰 것이다.

88. 전차 장갑을 경사지게 할 경우 방호효과

전차 설계시에는 ① 화력, ② 기동력, ③ 방호력(생존성)을 고려하여 이들 상호간에 균형이 이루어지도록 설계해야 한다. 또한 설계시 제한 사항도 있다.

첫째, 전차가 철도로 운송될 것에 대비해야 한다. 크기가 너무 크면 철도로 운송할 수 없다. 터널 통과 상황을 고려하여 전차가 화차 위에 실려있을 때 화차를 포함하여 폭 3.5m(11피트 8인치), 높이 4.6m(14피트 5인치)를 초과하지 않아야 한다.

둘째, 교량 통과 하중을 고려해야 한다. 전차가 너무 무거우면 교량이 파손되고 말 것이기 때문이다. 교량 설계 하중인 80톤을 넘지 않도록 설계해야 한다. 현재까지 알려진 전차중 가장 무거운 전차는 영국의 로얄 타이거(Royal Tiger) 전차로서 무게가 70톤에 육박한다.

여기서는 '전차의 장갑을 경사지게 할 경우 방호효과가 어느 정도 증대될까?'에 대하여 알아보도록 하겠다.

러시아의 T-34 전차가 1941년 전장에 나타날 때까지는 가장 진보된(두꺼운) 장갑을 가지고 있었다. 그러나 그들은 장갑면의 경사에는 관심이 없었다. 반면 독일은 러시아 전차를 모방하면서 전차의 장갑면에 경사를 주기 시작하였다.

오늘날 스웨덴의 S전차와 소련의 T-72 전차는 장갑에 경사를 두고 있는데, P.85 아래 그림에서 그 이점을 쉽게 알 수 있다. 적 포탄이 수평으로 날아온다고 가정하면 60° 경사진 장갑을 관통하기 위해서는 경사가 전혀 없는 장갑을 통과할 때 소요되는 추진력의 두 배가 필요하다. 뿐만 아니라 경사면에서의 미끄러짐 때문에 탄자가 튀어나가 전

차체에 경사를 주고 포탑을 없애 피탐지율을 줄인 스웨덴의 2인승 S전차

차에 피해를 주지 못하게 될 수도 있다.

아래 그림에서 보듯이 장갑면의 경사각이 커지면 유효두께(t′)가 커져 수직 관통력(F_2)은 감소된다. 여기서 F_1 = 충격력(F)의 수평성분 = $F \sin\theta$ 이고, F_2 = 충격력(F)의 수직성분 = 수직 관통력 = $F \cos\theta$ 이다. 이 수직성분 F_2가 충격력 F중 관통에 기여하는 성분이다.

Challenger II 전차

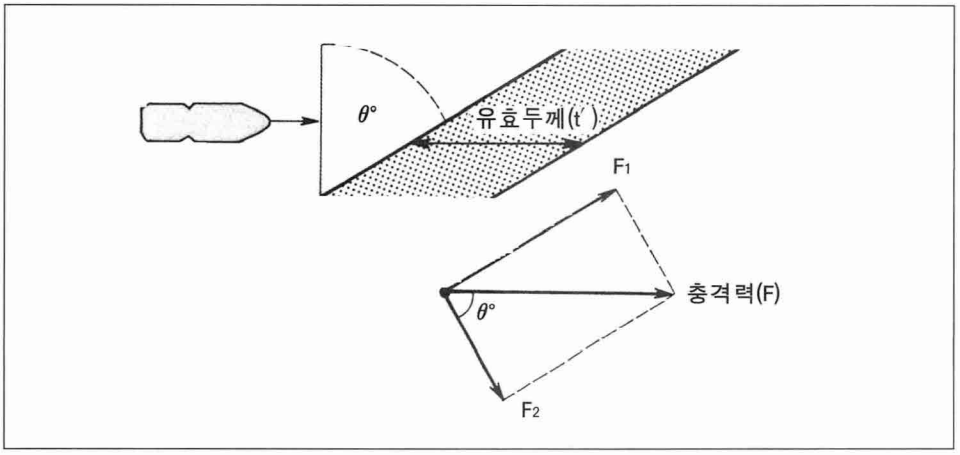
아래 그림에서 보는 것처럼 장갑의 두께를 t라 하면, 유효두께(t′)는 다음 식으로 표현된다.

$$t' = \frac{t}{\cos\theta}$$

만일 $\theta = 60°$ 이면, $F2 = (1/2)F$이고, 유효두께(t′) = 2t가 된다. 다시 말하면 포탄이 관통해야 할 장갑의 두께는 실제 장갑 두께의 2배가 된다는 것이다.

전차 설계자의 주요 관심 사항은 차체와 포탑에 가능한 한 큰 경사를 두는 것이다. T-72 전차나 S전차는 차체의 경사를 두었고, 영국의 치프테인(Chieftain)전차는 포탑에 경사를 크게 두었다. 경사진 장갑은 APDS탄(날개안정식 철갑탄)과 같은 운동에너지탄(KE : Kinetic Energy) 공격에 대한 방어의 주된 수단이었는데, 장차 이에 더하여 세라믹 재료의 사용으로 장갑의 성능이 더욱 향상될 것으로 기대된다.

영국의 초밤(Chobham) 무기연구소에서 개발한 초밤장갑은 장갑판사이에 강도가 매우 높은 세라믹 재료를 삽입하여 제작함으로써 두 가지 재료의 장점을 살렸다. 즉, 장갑재료의 연성과 세라믹재료의 높은 강도의 장점을 이용하였다고 볼 수 있다.

영국의 첼린저 Ⅱ(Challenger Ⅱ) 전차와 미국의 M1 에이브람스(Abrams) 전차는 모두 초밤 장갑을 장착하여 방호력을 한층 보강하였다.

경사진 장갑을 사용할 때 방호력 증가