

소총 사격시 총구가 위로 들리는 이유



崔潤大

- 육군 제3사관학교 기계공학과 교수
- 육군 대령, 공학 박사

사람 화기 탄약 속에 들어 있는 추진장약
이 약실에서 연소할 때에는 높은 압
력의 가스가 발생한다. 높은 압력의 연소
가스는 그것을 둘러싸고 있는 면에 균일한

힘으로 압력을 가한다.

이때 총강 내에 가해지는 압력은 총강 벽을 확장하게 하고, 탄자의 밑부분에 가해진 압력은 탄자를 총강축을 따라 총구 밖으로 이동하게 한다.

한편 탄피에 가해진 압력은 노리쇠를 통하여 총 전체에 전달되어 탄자가 움직이는 반대방향으로 총을 이동시킨다. 다시 말하면 추진장약의 연소로 발생한 팽창된 연소 가스는 소총 자체와 탄자를 각각 반대방향으로 움직이게 한다. 이때 총을 후방으로 움직이게 하는 힘을 「반동력」이라고 한다.

이렇게 발생한 반동력은 사격에 지대한 영향을 미친다. 따라서 사수는 이러한 반동력 발생 현상을 충분히 이해하여 그 본질을 잘 숙지해야 한다. 물리학의 "운동량 보존법칙"에 의하면 총의 반동력은 탄자의 운동과 동시에 시작하여 탄자가 총구를

사격시 총구가 위로 들리는 현상



떠나는 순간 최대가 된다.

소총 사격중 사수가 소총을 어깨에 받쳐 사격할 때 사수는 총의 반동으로 인한 충격을 어떻게 흡수해야 할 것인가를 생각하여야 한다. 또한 이것으로 인한 탄착점의 이동을 극소화시킬 수 있는 방안도 항상 염두에 두어야 한다.

개머리판을 통하여 반동력이 어깨에 미칠 경우에는 소총의 총구가 위로 올라가는 회전모멘트(Turning Moment)가 발생한다. 이 회전모멘트는 「우력=짜힘」이라고 불리우며, 어느 한 점을 지지점(supporting point)으로 하여 물체를 회전시키는 역할을 한다.

이 회전모멘트는 P.80 아래 그림에서 보는 것처럼 총강선과 개머리판이 같은 축선에 있지 않은 소총에서 더 크게 나타난다.

이런 경우의 회전 모멘트는 반동력 P에 반동력

이 작용하는 점(개머리판 끝)과 총강선 사이의 수직거리 h의 곱, 즉 $P \times h$ 로 구할 수 있다. h 값이 클 때에는 소총이 위로 상당히 들리며 이는 권총 사격에서 현저하게 느끼게 된다.

우수한 사수는 이러한 회전모멘트의 성질을 잘 알아서 대책을 마련할 수 있어야 하며 적어도 단발 사격에서는 이러한 오류를 되풀이 하지 말아야 하겠다.

그러나 자동사격에서 이것을 회피하기란 대단히 어려우므로 자동화기에서는 가능한 한 총강 축선에서 반동력이 작용하도록 개머리판을 총강축의 연장선에 일직선으로 만들려고 한다. 이러한 경우 사격의 편의를 위하여 필연적으로 가늠자와 가늠쇠를 총강축에서 멀리 이격시켜 높게 만들게 된다.



화포 사격시 발생하는 소음의 세기

사람이 진동하는 물체가 주위 매질을 교란시키고, 교란된 매질을 통하여 사방으로 퍼져 나가는 일종의 파동현상이다. 이때 교란된 매질을 대표하는 물리량 중 한가지로 압력을 들 수 있다.

가령 1기압의 대기중에서 소리가 없을 때는 모든 지점의 압력이 같지만, 소리가 발생하면 마치 잔잔한 수면에 물결이 생길 때 수면의 높이가 원래의 높이로부터 주기적으로 변화하면서 퍼지듯이 공기의 압력도 시간과 공간적으로 반복적인 변화를 일으킨다. 이러한 압력의 변화는 진동체가 주변의 공기분자를 주기적으로 밀어주어 밀도를 변화시키기 때문에 발생한다.

음압(Sound Pressure)이란 기준 대기압으로부터 소리에 의하여 변화된 상대적 압력의 크기를 평균한 값을 말하며, 소리의 세기(Intensity)는 소리에 의하여 전파되는 에너지의 크기와 관계 있고, 음압의 제곱에 비례한다.

소음이란 '기계 또는 기구 등에서 발생하는 강한소리'라고 정의하고 있다. 소음은 사람에게 정신적, 심리적 악영향을 미치므로 일종의 오염으로 취급하고 있다.

우리가 듣는 소리는 음압으로 $2 \times 10^{-5} \sim 60 [N/m^2]$ 범위이고, 세기로는 $10^{-12} \sim 10 [Watt/m^2]$ 이다. 이것을 상용로그

(log)를 사용하여 간단히 만든 단위가 데시벨(dB)이다. 여기서 $1 [N/m^2]$ 란 $1m^2$ 당 1N의 힘이 작용하는 경우의 압력단위이며 1Pa(파스칼, 1기압은 약 101,300Pa 임)이라고 하기도 한다.

데시벨은 전화를 발명한 Alexander Graham Bell이라는 사람이 생각해 낸 것으로 그의 이름 벨(Bell)과, log로 표시한 것의 10배에 해당한다는 뜻에서 데시(Deci=10)를 붙여 데시벨이라고 부르게 된 것이다. 즉, 데시벨(dB)은 단위라기 보다는 에너지에 관계되는 양들 사이의 크기 비율을 나타낸 것으로 다음 식으로 표현된다.

$$dB = 10 \log \frac{X}{X_0}$$

즉, X라는 양의 데시벨 값은 어떤 지정된 기준량 X_0 의 몇 배인가라는 비교의 척도이다. 소리세기의 데시벨 값을 음압도(SPL: Sound Pressure Level)라고 하는데 이는 상대음압을 $P [N/m^2]$, 기준음압을 인간의 최소 가청값인 $P_0 = 2 \times 10^{-5} [N/m^2]$ 로 하여 다음 식에 의해 구한다.

$$SPL(\text{음압도}) = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

이때 로그 앞에 20을 곱한 것은 음압도가 압력의 제곱에 비례($\log A^2 = 2 \log A$)

각종 소음에 의한 음압도

음 압 도(dB)	소 음 의 종 류
190+	폭탄, 폭발에 의한 폭음, 로켓 발사시 소음
160~180	중형포, 함포사격시 근무자 위치에서의 소음
140~170	권총 사격시 사수 위치에서의 소음
125~160	전투기 이륙시 발생하는 소음
120~140	산업공장에서 금속과 금속의 충돌시 소음
110~130	건설현장에서 항타작업시 소음
40~60	대화 방해(강의실, 사무실 최저요구 소음)

하기 때문이다.

정확한 음압도(소음도)는 기계를 이용하여 측정해야 하나 상식적인 몇 가지 수치는 알고 있어야 하겠다. 가령 인간이 들을 수 있는 가장 작은 소리는 0dB, 수업중인 교실은 50dB 이하, 복잡한 도로의 소음은 70dB, 인간이 소리로 느끼는 고통의 한계는 120dB 정도라는 수치는 이해해야 하겠다.

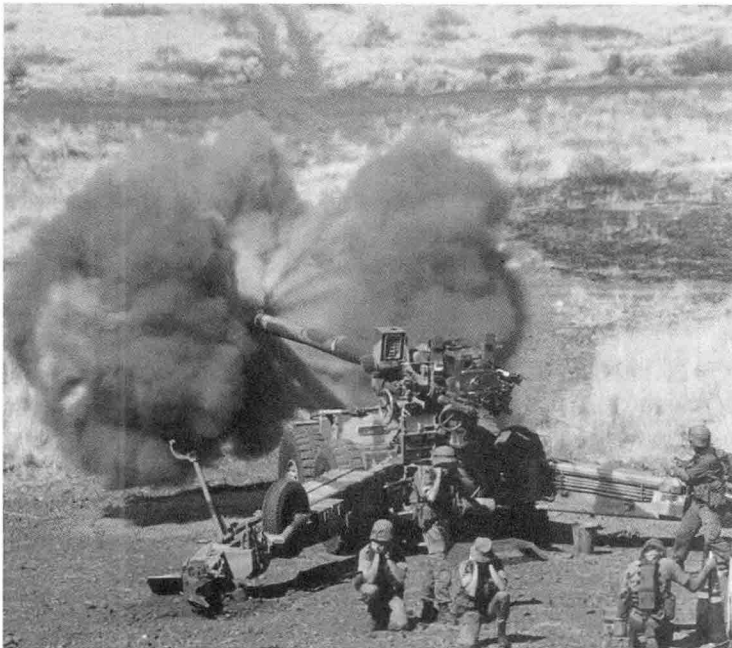
화포 사격시 발생하는 소음은 160dB 정도인데 이러한 소음에 의하여 주위에 있는

전자장비의 미세한 연결선이 단락된다거나, 레이더의 도파관 또는 전파발생장치(클라이스트론) 등에 균열이 생기는 일은 흔히 발생하는 문제중 하나다. 이러한 문제점은 찾아내기도 어려워 미세 전자부품으로 구성된 첨단 무기체계 운용시 큰 맹점이 되기도 한다.

전형적인 환경소음의 음압도는 위의 표에 제시하였다. 표를 보면서 유의해야 할 점은 10dB은 0dB의 10배에 해당되는 소리이며, 20dB은 0dB의 100배에 해당하는 소

리임을 log의 성질로부터 이해해야 하겠다.

소음을 측정할 때는 배경소음(Background noise) 혹은 주변소음(Ambient noise)에 의한 효과는 제거하고 표시해야 한다. 만일 측정 대상 소음수준이 주변소음보다 크다면 주변소음은 무시해도 된다.



인공위성의 군사적 이용

0 리는 흔히 "왜 인공위성이 땅에 떨어지지 않고 지구 상공을 계속 도는가" 하는 의문을 갖는다.

질량 m 인 인공위성이 지표면으로부터 높이 h 인 곳에서 땅에 떨어지지 않고 지구 둘레를 원운동하려면 지구 중심을 향하는 힘인 중력에 반대되는 힘이 위성에 작용해야 한다. 그 반대되는 힘이 바로 지구 밖으로 향하는 원심력이다.

다시 말하면, 위성에 작용하는 원심력과 중력의 크기가 같아야 이들 2가지 힘이 평형을 이루어 인공위성이 땅에 떨어지지 않게 된다.

지구 반지름을 R 이라 하고, 높이 h 인 곳에서의 중력을 g' 라고 하면, 이들 2가지 힘의 관계는 다음과 같이 표현할 수 있다. 여기서 $r=(R+h)$ 이다.

$$\frac{mv^2}{r} \text{ (원심력)} = mg' \text{ (중력)}$$

그러면 인공위성이 땅에 떨어지지 않고 지구 상공을 계속 돌기 위해서는 얼마만한 크기의 원심력을 가져야 하는지 알아보자. 이 말은 "인공위성의 속도가 얼마나 커야 땅에 떨어지지 않고 지구 상공을 계속 돌

수 있는가?"라는 말과 같다.

지표면은 $h=0$ 이므로, 앞의 식을 정리하면 $v=\sqrt{gR}$ 이 되니, 지구 반지름($R=6,400$ km)과, 지표면 중력가속도($g=9.8m/s^2$) 값을 대입하여 계산하면 위성의 속도(v)는 $7.9km/s$ 가 된다. 따라서 인공위성의 속도가 최소한 $7.9km/s$ 이상이 되어야 땅에 떨어지지 않고 지구 상공을 계속 돌 수 있음을 알 수 있다. 참으로 큰 속도임에 틀림 없다.

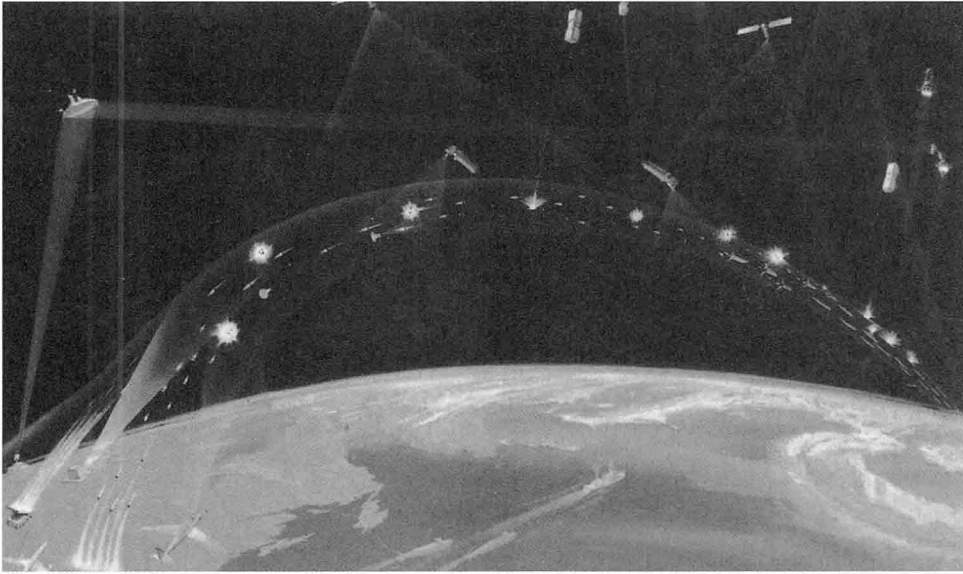
이제 골치아픈 계산은 그만 하고, 인공위성의 군사적 응용에 대하여 알아 보자. 아래 표와 같이 인공위성은 크게 2종류로 대별할 수 있다. 하나는 궤도위성이고, 다른 하나는 정지위성이다.

궤도위성은 지구의 북극과 남극을 오가면서 지구 상공을 $150\sim 1,000km$ 정도로 비교적 낮게 떠서 회전한다. 이 위성은 낮은 궤도를 돌기 때문에 군사적으로 미사일 발사 감시나 적 지역에 대한 사진촬영 임무를 수행한다.

KH-4, 7, 8, 9, 11, 12 등의 위성이 여기에 속한다. 'KH'란 Key Hole의 약어로 열쇠 구멍을 보는 것처럼 자세하게 적 지역을

궤도위성과 정지위성 비교

위 성	궤 도 위 성	정 지 위 성
회전궤도	150~1,000km 상공을 남북으로 회전	36,000km 적도상공을 서쪽에서 동쪽으로
용 도	미사일발사 감시, 사진촬영	위성통신, GPS 체계
종 류	KH-11, KH-12 위성 등	Intelsat 2, 4, 6, GPS위성 등
수 명	짧 다	길 다



관측한다는 뜻에서 붙여진 이름일 것이다. KH-11 위성의 해상도는 약 15cm 정도인 것으로 알려져 있다.

앞서 언급한 것처럼 이 위성은 낮은 궤도를 돌기 때문에 대기와의 마찰 저항이 커서 위성의 자세를 유지하는데 많은 에너지가 소모되어 위성의 수명이 짧은 단점이 있다.

궤도위성의 수명은 보통의 경우 1개월 정도, KH-11의 경우는 3-4년 정도이기 때문에 임무를 지속적으로 수행하기 위해서는 위성을 주기적으로 발사해야 하므로 비용이 많이 든다.

한편 정지위성은 적도 상공 약 36,000km의 원궤도를 돌고 있는 위성이다. 이 궤도를 따라 서쪽에서 동쪽으로 돌고 있는 위성은 주기가 지구 자전 주기와 같기 때문에 지상에서 보면 위성이 우주의 한 곳에 항상 정지하고 있는 것처럼 보이기 때문에 정지위성이라고 이름 붙였다. 사실 이 위성은 지구의 자전속도와 같은 11,000km/hr의 엄청난 속도로 지구 상공을 돌고 있다.

정지위성의 군사적 응용은 위성통신분야와 GPS분야이다. 위성통신분야는 미국

이 전 세계에 배치된 병력에 대하여 전술 통신지원 임무를 수행하기 위하여 마련한 군사위성통신체계(MIL SATCOM)가 그것이다.

이 체계의 링크 주파수는 상향링크의 경우 44GHz이고, 하향링크의 경우 20GHz를 사용한다. 또한 이 체계의 데이터 전송속도는 1.544Mbps 정도인 것으로 알려져 있다.

한편, GPS(지구좌표인식체계: Global Positioning System)는 미국 국방부가 선박, 항공기, 자동차 등의 정확한 위치를 측정하거나 순항미사일을 유도하려는 목적으로 개발하였다. 이를 위해 20,200km 상공에 24개의 위성을 쏘아 올려 지상의 어느 지점이든 항상 4개 이상의 위성으로부터 신호를 수신할 수 있도록 되어 있다.

위치측정원리는 3각 측량법과 비슷하며 오차는 수십 cm정도에 불과하다. 간편한 장비로 정확한 위치측정을 연속적으로 할 수 있고 컴퓨터와 연결해 다양한 서비스가 가능하기 때문에 최근 들어 민간차원에서 이용방법에 대한 연구가 이루어지고 있다. 현재 가장 유망한 이용분야는 자동차의 자동 항법분야이다.