

Air Bursting Munition의 속도계산을 위한 탐지코일의 유도전압 해석

류권상^{1*}, 손대락²
¹한국표준과학연구원
²한남대학교

1. 서론

총구를 떠난 탄이 목표지점에 정확하게 떨어지게 하는 기술개발은 군사적 목적에서는 매우 중요하다. 탄의 추진력은 화학적 폭발에 의해 얻어짐으로 탄들이 총구를 떠날 때의 속도는 일정하지 않다. 따라서 목표지점에 탄을 정확하게 폭발시키기 위해서는 탄이 총구를 떠날 때 속도와 탄도를 정확히 측정하여야 한다. 탄속을 측정하기 위해서는 소염기 부분에 장착된 장치와 탄이 신호를 서로 주고받아야 한다. 이를 위해서는 비접촉으로 짧은 시간 안에 측정이 이루어져야 한다. 탄속을 측정하는 방법에는 탄이 자신의 속도를 측정하는 방법과 소염기에서 측정하는 방법이 있다[1,2]. 소염기에서 측정하는 경우 측정된 속도정보를 탄에 입력하여야 한다.

본 연구에서는 영구자석, 요크 및 탐지코일로 구성된 모델에서 속도변화에 따른 탐지코일의 유도전압을 전산모사한 후, 두 인자의 관계식에서 탐지코일의 유도전압을 측정하면 탄속을 구할 수 있도록 하였다.

2. 자기적 방법에 의한 탄속측정

탄속을 측정하는 두 가지 방법에 대한 개략도가 Fig. 1에 주어져 있다. Fig. 1(a)의 경우, 탄이 소염기 부분에 장착된 영구자석에 의해 생성된 자기장을 지나갈 때 탄에 장착된 탐지코일이 자신의 유도전압을 측정한다. Fig. 1(b)의 경우, 탄에 장착된 영구자석이 소염기 부분에 장착된 수신코일을 통과할 때 수신코일이 유도전압을 측정하고, 측정된 속도정보를 송신코일을 이용하여 탄에 정보를 입력하는 방법이다.

탄의 속도가 증가하면 패러데이의 전자기유도법칙에 의해 기전력이 증가하고, 표피효과에 의해 기전력이 감소한다. 따라서 최적의 결과를 얻기 위해서 자기장 전산모사를 통하여 최적조건을 구하여야 한다.

3. 탄속의 자기장 전산모사

탄에 영구자석을 장착하는 경우 강력한 자기장이 주변의 강자성체를 끌어당길 수 있고, 탄끼리 들러붙을 수 있기 때문에 본 연구에서는 Fig. 2(a)와 같이 소염기에 영구자석과 요크로 구성된 자기회로를 갖는 모델을 사용하여 자기장 전산모사를 수행하였다. Maxwell v15 3D에 의해 자기장 전산모사를 하기위해 디자인된 모델이 Fig. 2(b)에 주어져 있으며, Transient solver를 사용하였다.

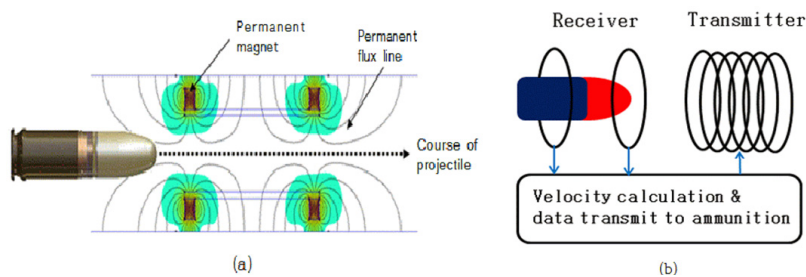


Fig. 1. Methods for measuring the velocity of a projectile; (a) The projectile measures its own velocity using the permanent magnets. (b) One pair of receive coils measures the velocity of the projectile, and the transmitter coil feeds the projectile on the information for the velocity as the projectile goes past the receive coils.

전산모사를 위한 탄의 구조는 직경이 40 mm, 두께는 5 mm이고, 탄의 앞부분은 탐지코일이 심어진 알루미늄이고, 뒷부분은 목표물을 강력하게 타격하기 위해 저탄소강으로 구성되어 있다. 저탄소강에 의한 와전류 효과를 보기 위해 탄의 재질이 모두 알루미늄으로 되어있는 경우에 대해서도 전산모사를 하였다.

FEM에 의해 전산모사된 전압 그래프가 Fig. 3에 주어져 있다. Fig. 3(a)는 두 부분이 모두 알루미늄인 경우 여러 가지 속도에 대해 전산모사한 결과이고, Fig. 3(b)는 앞부분이 알루미늄 뒷부분이 저탄소강인 경우 전산모사한 결과이다.

4. 결론

자기장 전산모사를 통하여 탄속에 대한 유도전압의 master curve가 구해졌다. 탐지코일에 유도되는 전압을 측정함으로써 총구를 떠나는 탄속을 계산할 수 있고, 이를 탄에 입력하여 목표지점을 정확하게 타격할 수 있는 기술개발이 가능하다.

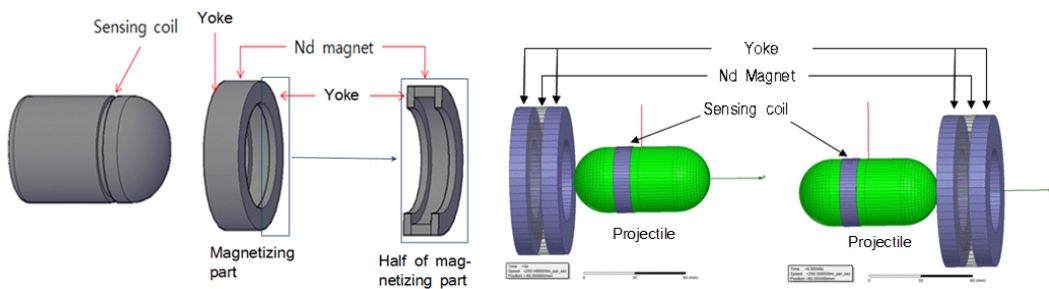


Fig. 2. Designed model for simulating the projectile's velocity; (a) Schematic diagram. (b) Maxwell model with the probe status at the projectile's velocity = 250 m/s.

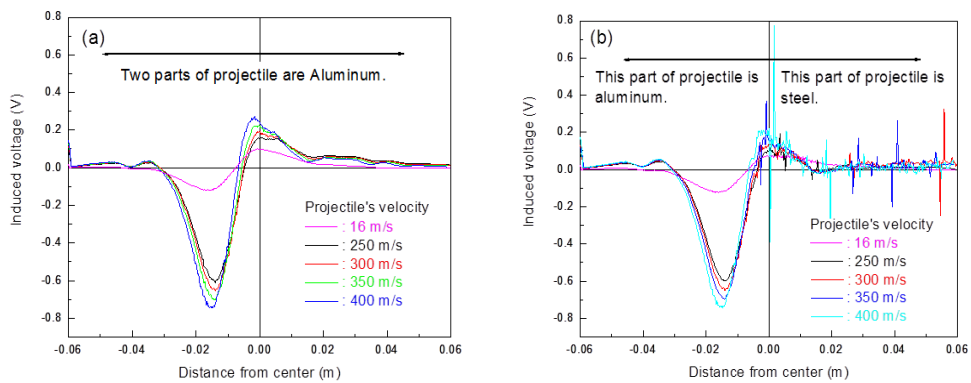


Fig. 3. Simulated voltage profiles induced at sensing coil as the projectile passes through magnetic field at various velocities; (a) The materials of two parts of projectile are all aluminum. (b) One part of projectile is aluminum and the other is steel.

5. 참고문헌

- [1] Allen Buckley, 47th AnnualFuzeConf. "Enhancing Weapon Performance", New Orleans, LA, April 8-10, 2003. (<http://www.dtic.mil/ndia/2003fuze/buckley.pdf>).
- [2] S.H. Yoon, S.W. Lee, Y.H. Lee, and J.S. Oh, Sensors, **6**, 712 (2006).