

군 탄약의 사격시험 중 발생한 불발탄 제거의 위험성 평가

황경섭^{*}, 김동희, 정민철
국방기술품질원 국방종합시험센터
e-mail : qweasd4121@gmail.com

Assess the Risks of Removing Unexploded Ordnance During Shooting Test of Military Munitions

Gyeong-Seop Hwang^{*}, Dong-Hee Kim, Min-Cheol Jung
Defense Firing Test Center, Defense Agency for Technology and Quality

요약

본 연구에서는 군 탄약의 사격시험 중 발생한 불발탄의 제거 작업에 대한 위험성을 평가 및 분석하였다. 불발탄 제거 작업의 위험성을 파악하기 위해 155 mm 군 탄약 1개가 비정상 폭발하는 것으로 가정하였으며, 기존 연구에서 제시된 예측 상관식을 이용하여 파편, 소음 및 지반 충격에 의한 위험 거리를 계산 및 검토하였다. 본 연구의 결과로, 파편에 의한 위험 거리가 가장 긴 것으로 나타났으며 지반 충격에 의한 위험 거리가 가장 짧은 것으로 관찰되었다. 불발탄의 비정상 폭발 시 주위에 미치는 영향은 파편, 소음, 지반 충격 순으로 큰 경향이 나타났다. 본 연구를 통해 불발탄 제거 작업의 위험성 평가 및 탄약 취급 시 안전한 환경 구축에 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

1. 서론

장기 저장된 군 탄약의 신뢰성평가와 개발·양산 중인 탄약 또는 포신의 기술 및 수락시험을 위해 탄약의 사격시험은 필수적이다. 하지만, 사격시험은 탄약을 취급하는 매우 위험한 작업이며 탄약이 비정상 폭발하는 등 안전사고 발생 시 큰 피해를 유발할 수 있다. 장기 저장된 탄약의 경우 생산되어 오랜 시간이 지나 충전물의 화학적 물성이 변화할 수 있으며 이로 인해 정상적으로 작동하지 않을 수 있다. 또한, 개발 탄약은 기능에 대한 신뢰성이 충분히 확보되지 않아 사격시험 중 불발탄이 발생하거나 조기 폭발하는 등 안전사고의 위험성이 존재한다.

이러한 군 탄약의 사격시험 시 예상하지 못한 불발탄이 발생할 수 있으며, 불발탄 제거 작업은 우발 폭발의 가능성이 높기 때문에 제거 작업의 위험성 평가를 선행적으로 수행하여야 한다. 그러나, 불발탄 제거 작업의 위험성에 대한 연구는 제한적으로 수행되었으며 추가적인 연구가 필요한 상황이다. 따라서, 본 연구에서는 군 탄약의 사격시험 중 발생한 불발탄 제거 작업에 대한 위험성 평가를 수행하였으며, 불발탄의 폭발로 인한 영향을 받는 위험 거리를 예측하였다.

2. 탄약의 폭발 위험성

2.1 폭발에 의한 영향

탄약의 폭발(Detonation)은 최대 3 Mpsi의 충격압력(Shock pressure)을 생성하며 이로 인해 충격파(Shock front)를 발생 시키고 동시에 가스 팽창을 동반한다[1]. 이때, 충격파는 폭발 지점으로부터 멀어질수록 급격하게 감소하는 반면, 가스 팽창은 상대적으로 먼 거리까지 영향을 미칠 수 있다. 또한, 가스 팽창은 폭발로 인해 생성된 파편을 먼 거리까지 비행하는데 기여할 수 있다. 따라서, 일반적으로 군 탄약이 폭발할 경우 주위에 미치는 영향은 충격파, 폭발파 및 높은 속도로 비행하는 1, 2차 파편으로 크게 3가지로 구분할 수 있다[1].

폭발압력에 의한 위험 지역(Danger area)은 일시적인 정각 손실로 계산할 수 있으며, 기존 연구에 따르면 폭발과압이 24.5 kPa일 때 고막이 손상되는 것으로 보고하였다[1]. 한편, 파편에 의한 위험 지역은 폭발압력에 의한 영향에 비해 복잡한 원리로 작용하며, 실험적 결과와 Gurney equation을 기반으로 제시된 상관식을 이용하여 예측할 수 있다[1]. 하지만, 일반적으로 파편에 의한 위험 지역은 폭발압력에 의한 위험 지역보다 상대적으로 더 크기 때문에 본 연구에서는 파편에 의한 영향만 고려하여 위험 거리(Hazardous distance)를 검토하였다. 또한, 탄약의 폭발은 지반 충격과 소음을 발생시키기 때문에 이에 대한 위험 거리 또한 검토하였다.

2.2 위험 거리의 예측 상관식

군 탄약의 불발탄이 비정상 폭발에 대한 위험 거리를 예측하기 위해 GICHD(Geneva International Centre for Humanitarian Demining)의 기술보고서[1, 2]에서 제시한 상관식을 이용하였다. 먼저 파편에 의한 위험 거리는 일반인의 출입이 허용된 지역과 출입이 제한된 지역 2가지로 구분하여 계산하였으며 아래 Eq. (1)과 같다.

$$D = C_{Public\ or\ Controlled} \times (AUW)^{1/6} \quad (1)$$

where, D is distance (m), C_{Public} is constant (634), $C_{Controlled}$ is constant (444), and AUW is All UP Weight of Demolition (kg)

또한, 파편에 의한 위험 거리는 호주의 DSTO(Defense Science and Technology Organisation)[3]에서 제시한 아래의 Eq. (2)로 계산할 수 있다.

$$D = C_{DSTO} \times (AUW)^{1/5} \quad (2)$$

where, C_{DSTO} is constant (370)

지반 충격에 의한 위험 거리는 UK의 DERA(Defense Evaluation and Research Agency)의 예측 상관식 Eq. (3)을 사용하였다.

$$D = C_{DERA} \times (AUW)^{1/2} \quad (3)$$

where, C_{DERA} is constant (32)

한편, 소음에 의한 위험 거리는 아래 Eq. (4)와 같으며, 소음의 한계값은 140 dB이다.

$$D = C_{Noise} \times (M_{exp})^{1/3} \quad (4)$$

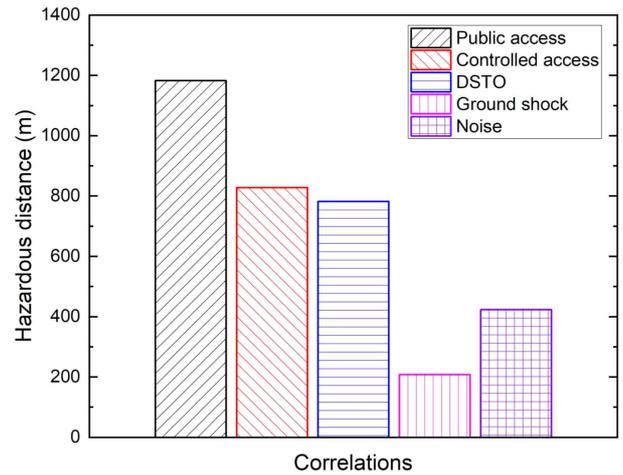
where, C_{Noise} is constant (215) and M_{exp} is mass of explosive (kg)

본 연구에서는 불발탄의 비정상 폭발에 대한 위험 거리를 예측하기 위해 155 mm 탄약을 이용하였으며, 사격시험 중 발생할 수 있는 불발탄 조건을 위해 1개의 탄약이 폭발하는 것으로 가정하였다.

2.3 예측된 위험 거리

그림 1에 불발탄의 비정상 폭발 조건에서 예측 상관식을 이용하여 계산된 위험 거리를 나타내었다. 일반인의 접근이 허용된 지역에 대한 위험 거리가 가장 긴 것으로 확인되었으며 일반인 출입의 제한, DSTO에 의해 계산된 파편에 의한 위험 거리, 소음에 의한 위험 거리, 지반 충격에 의한 위험 거리 순으로 긴 경향이 관찰되었다. 소음 및 지반 충격에 의한 위험 거리를 제외한 나머지 위험 거리는 파편에 의한 위험 거리

이며, 탄약의 폭발 시 발생하는 파편은 비교적 멀리 날아가 중요한 영향을 미치는 것으로 판단된다. 이때, GICHD에서 제시한 일반인의 출입이 제한된 지역의 위험거리는 DSTO에서 제시한 위험 거리와 유사하게 나타났다. 한편, 지반 충격으로 인한 위험 거리는 가장 짧은 것으로 관찰되었으며, 이는 지반 충격이 파편 및 소음에 비해 상대적으로 더 적은 영향을 미치는 것으로 판단된다. 일반인의 접근이 허용된 지역에 대한 위험 거리는 지반 충격의 위험 거리에 약 5.7배로 나타났다.



[그림 1] 예측된 위험 거리

3. 결론

본 연구에서는 군 탄약의 사격시험 중 발생한 불발탄의 제거 작업에 대한 위험성을 평가 및 분석하였다. 불발탄으로는 155 mm 군 탄약 1개가 비정상 폭발하는 조건을 가정하였으며, 기존 연구에서 제시된 상관식을 이용하여 파편, 소음 및 지반 충격에 의한 위험 거리를 계산 및 검토하였다. 본 연구의 결과로 파편에 의한 위험 거리가 가장 긴 것으로 나타났으며, 지반 충격에 의한 위험 거리가 가장 짧은 것으로 관찰되었다. 본 연구를 통해 불발탄 제거 작업의 위험성 파악 및 평가에 활용될 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] GICHD, "Estimation of Explosion Danger Areas", Technical Note for Mine Action 10.20/01, GICHD, 2013년.
- [2] UN SaferGuard, "Formulae for Ammunition Management", International Ammunition Technical Guidelines 01.80, UN, 2021년.
- [3] Jones, DA. and Kemister, G., "Safety Distance Calculations for Multi-Item Fragmenting Munitions", DSTO-TR-0505, Defense Science and Technology Organisation, 1997년.