

연구개발 단계에서의 탄약 폐기에 관한 연구

조관준, 김정윤, 홍희현, 이윤희
국방기술품질원 유도탄약개발품질팀
e-mail:jkj@dtq.re.kr

A study on the disposal processes of waste ammunition at the R&D phase

Kwan-Jun Jo, Jeong-Yun Kim, Hee-Hyeon Hong, Yun-hui Lee
PGM & Ammunition Systems Development Quality Team,
Defense Agency for technology and Quality

요약

현재까지 탄약 및 무기체계는 군의 요구성능을 만족하기 위하여 중점적으로 연구개발이 이루어져 왔다. 그러므로 폐기 방법 등에 관한 연구는 미진한 것이 현실이다. 본 연구에서는 탄약의 폐기 과정인 비군사화에서의 문제점을 살펴보고 민간에서의 폐기물 처리 등에 대한 기술을 조사하였다. 이를 바탕으로 연구개발 단계에서 탄약 폐기에 대한 요구 조건을 검토하였다.

1. 서론

탄약은 평상시에는 사용되지 않으며 장기간 저장되는 물품이다. 장기간 저장되기 때문에 운송 등을 하지 않더라도 성능의 변화가 발생하게 된다. 소구경 탄약의 경우, 훈련 등으로 지속적으로 사용되지만, 중형 및 유도탄의 경우에는 탄약 비용, 사격장 미확보 등의 원인으로 인하여 사용되지 못한다.

대형 탄종의 경우에 짧은 기간 동안 생산하고, 장기간 저장되기 때문에 탄약에 대한 신뢰도 관리가 어렵다. 그러므로 탄약의 성능을 평가하기 위한 저장신뢰성평가(ASRP : Ammunition stockpile reliability program)을 수행하고 있다. 저장신뢰성평가를 통하여 탄약의 성능이 저하되었다고 판단되면 탄약을 사용하지 않고 폐기하게 된다[1].

탄약은 일반적인 군수품처럼 단순하게 폐기 처리하기에는 위험 부담을 갖는다. 그러므로 폐기 탄약에 대해서 안전하게 해체, 분해 및 폐기하여 탄약의 고유성능(폭발 등)을 무력화하는 일련의 폐기처리 작업과 과정이 요구되며, 이러한 과정을 탄약의 비군사화라고 한다[2].

탄약의 비군사화는 안전상의 문제와 환경적인 문제로 고도의 기술력을 필요로 하는 분야이다. 그러나 탄약은 성능 위주의 개발로 인하여 폐기에 대한 관점이 부족한 것이 현실이다. 짧은 기간에 대량 생산하여 비축하고 있는 상황에서 저장신

뢰성평가를 통하여 탄약의 폐기를 결정하는 경우, 한 번에 많은 양의 폐기를 수행하기에는 비군사화 능력(시설 및 기술)이 부족하여 폐기하지 못하는 경우가 발생하게 된다.

군수품은 소요기획 및 개발되면서 총 수명주기 관점에서 관리되고 개발된다. 탄약의 비군사화도 소요 및 개발과정에서 검토되고 관리되어야 한다. 본 연구에서는 민간 분야에서의 대량 폐기물에 대한 접근 방식에 대하여 벤치마킹하였다. 이를 통하여 효율적인 비군사화 수행을 위한 연구 개발단계에서의 품질 관리시 필요한 사항을 검토하였다.

2. 장비와 탄약의 특성

2.1 장비/탄약 신뢰도 관리

일반적으로 군수품은 소요기획되는 과정에서 성능과 신뢰도가 정해지고, 개발과정에서 이를 구체화하거나, 현실화하면서 개발된다. 일반적으로 RAM 값을 통하여 관리하게 된다.



[그림 1] 탄약의 신뢰도 관리

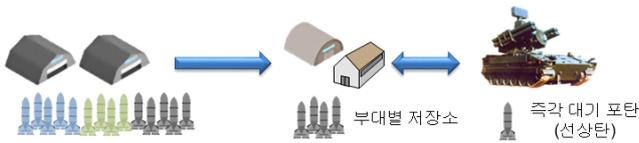
탄약의 경우에는 RAM 값에서 정비도가 매우 낮은 값을 가지므로 가용도가 신뢰도에 의하여 큰 영향을 받게 된다. 따라서 탄약은 대부분 신뢰도로 관리된다. 일반 장비의 경우 사용하면서 고장을 식별하고, 이러한 데이터를 기반으로 분석하여 장비의 부품의 신뢰도를 예측하거나 검증할 수 있다. 탄약의 경우에는 저장을 수행할 뿐 사용하지 않기 때문에 이에 대한 식별이 어렵다[1, 3].

탄약의 가동률을 높이기 위해서는 유도탄을 구성하는 전자/기계 부품은 주기적인 검사가 필요하고, 화학적 부품은 일정 주기로 샘플링 검사를 통한 파괴 시험 수행이 필요하다. 그러므로 가동률을 높이기 위해서 검사와 시험이 요구되며, 이것은 관리 비용 증가의 원인이 된다.

2.2 탄약 운용

일반적으로 제품은 운용환경에 따라서 제품의 노화가 다르게 진행되고 그에 따른 수명도 다르게 된다. 그러므로 제품의 운용환경이 매우 중요하다. 탄약은 양산되어서 각 탄약창에 저장되기도 하지만 일부 탄약의 경우 각 부대에 저장되고, 또 일부의 탄약의 경우에는 포대에 저장되어 전쟁을 대비하고 있다. 그림 2는 탄약의 운용 개념을 개략적으로 나타낸 것이다.

대형 탄약고에 저장되는 경우 비교적 안정적인 환경에 저장되기 때문에 노화가 적을 수 있다. 그러나 각 부대의 저장소나, 즉각 대기 포탄으로 포대에 설치되는 경우에는 자연환경에 직접 노출되는 경우가 많아 저장고의 탄약에 비하여 수명이 짧아지는 원인이 된다.



[그림 2] 탄약의 운용 개념

동일한 생산연도에 생산된 탄이더라도 환경에 따라 노화가 다르게 일어나기 때문에 지속적인 폐기 및 비군사화 수량이 발생하게 된다. 그러나 현재의 운용관리 개념에서는 이러한 폐기 개념은 고려되고 있지 않다.

3. 탄약 관리/폐기

3.1 탄약 비군사화 문제

탄약을 폐기 처리하는 작업은 화재와 폭발 위험이 있어서 지정된 군부대 폐탄 처리장에서 야외소각 또는 기폭으로 처리하도록 규정되어 있다. 탄약의 주요 화공물질은 TNT나 RDX로 미국 환경청이 C급 발암물질로 지정할 정도로 유해한 물질이 대부분이다. 탄약을 소각하게 되면 다량의 일산화

탄소, 질소산화물, 납, 구리, 다이옥신 등 다양한 종류의 유해 가스 및 물질이 발생하여 오염의 원인 된다[2]. 친환경적인 폐기 방법 등이 제안되고 있으나 처리 효율이 높지 않거나 경제성이 낮아서 실제 운용되기에는 어려운 현실이다.

탄약 비군사화 문제는 비군사화하는 방법에 대한 기술이 부족하여 실제로 탄약을 비군사화하는 시점에서는 단순 소각/기폭 등의 방법만 소요되는 것이다. 이것은 개발 시점에서 탄약 성능 위주의 개발을 수행하다 보니, 폐기시 유해 물질에 대한 고려 없이 개발된 것이 문제로 볼 수 있다.

3.2 민간 분야의 폐기

민간 분야에서도 폐기에 대한 문제는 다양하게 발생하고 있다. 민간 분야에서의 폐기에 대한 정책적 대응을 보면, 폐태양광의 경우, 매립하는 방법의 폐기 방법에서 알루미늄 프레임을 활용하거나, 물질 자원화 및 에너지 회수 방식 등의 방법으로 폐기에서 환경 오염을 줄이고자 노력하고 있다. 이러한 노력은 전기 전자 제품 및 자동차의 자원 순환에 관한 법률에서 유해 물질의 사용을 억제하고 재활용이 쉽도록 제조하며 재활용하도록 자원을 효율적으로 이용하는 자원 순환 체계를 구축하고 있다[4].

또한, 개발되는 시점에서 사용 후 폐기를 고려하여 기술적 용이 되는 사례를 확인할 수 있다. 그림 3은 민간 분야에서의 폐기 기술을 나타낸 것이다. 일정 사용 기간이 지나면 자연적으로 생분해되는 플라스틱이나, 재활용이 용이하게 라벨을 쉽게 제거할 수 있도록 접착력은 낮추고, 기능적 부분을 추가한 부분이다[5-6].



[그림 3] 민간 분야의 폐기
(좌 : 생분해 플라스틱, 우 : 라벨 제거)

3.3 연구개발 단계에서의 탄약 분야 폐기

군수품은 요구사항에 따라 개발되며, 개발과정에서 요구사항이 적절하게 관리되고 반영되는지를 확인한다. 탄약의 경우 요구사항의 반영 유무를 개발과정 및 양산과정에서 지속적으로 확인하고 있으며, 이를 품질관리의 일환으로 관리하고 있다. 비군사화도 군의 요구 조건으로 반영되고 있으며, 이러한 요구 조건은 총수명주기관리업무 훈령에서 수명주기 관리 계획서의 일부로 작성되고 있다. 그러나 비군사화 내용은

대부분 선언적인 수준에서 제시되고 있는 것이 현실이다.

탄약은 운용과정에서 일정 수준의 가용도(신뢰도)를 달성하기 위해서는 많은 시험/평가가 필요하며, 시험평가에 따라 탄약을 폐기하게 된다. 짧은 생산기간에 대량으로 생산한 탄약이 일시에 폐기가 되는 것은 대체전력을 확보하는 측면에서도 중요한 문제이지만, 이를 폐기해야 하는 비군사화 측면에서도 중요한 문제이다. 어느 시점에 어느 정도의 준비를 해야 하는지에 대한 총 수명주기 관점에서 탄약 관리계획이 요구된다.

탄약을 폐기하는 시점에서 비군사화 기술이 부족할 경우, 단순 소각/기폭의 방식으로 폐기하기 때문에 많은 환경 오염 물질이 발생하므로 이에 대한 처리 비용이 클 수 있다. 혼련용 수류탄 등에서 생분해 방식의 플라스틱을 적용한 예가 있듯이 이러한 비군사화에 대한 적용이 필요하다[7]. 제품을 개발하는 시점에서 분해를 쉽게 하거나, 오염물질을 적게 발생하는 재료를 사용하는 등의 다양한 방식으로 비군사화 기술을 개발할 수 있을 것이다. 또한, 정책적으로 이를 규정화하여 운영함으로써 비군사화를 넘어서 자원의 재활용이 가능하도록 하는 것이 필요하다.

탄약 비군사화를 효율적으로 수행하기 위해서는 총수명주기 관점에서 탄약에 대한 관리계획이 요구되며, 이러한 관리계획에는 탄약에 대한 순차적인 폐기, 폐기 능력의 확보 등이 수반되어야 한다. 또한, 개발되는 탄약에 대한 비군사화를 위해 개발시 요구 조건으로 분해를 쉽게 하거나, 폐기할 때 오염물질을 줄이는 방안 및 기술적용이 요구된다.

4. 결 언

탄약은 일반적인 군수품처럼 단순하게 폐기할 수 없으며 안전을 위하여 비군사화 과정을 거쳐 폐기된다. 탄약의 비군사화는 안전상의 문제와 환경적인 문제를 갖는다. 탄약을 구성하는 화약 성분은 대부분 유독성을 갖기 때문이다. 탄약은 짧은 기간에 생산되기 때문에 대량으로 폐기가 발생하고 이를 처리하지 못하는 문제를 갖는다. 또한, 동일생산 탄약이라도 운용방식에 따라 노출되는 환경의 차이가 발생하여 폐기 시점의 차이가 발생한다.

본 연구에서는 민간의 폐기물 처리를 위한 개발시 기술을 조사하였다. 탄약처럼 일회성 품목으로 사용되는 품목에 대하여 개발 시점부터 폐기를 고려하여 쉽게 분해, 분리되도록 개발되거나, 재질을 개발하여 쉽게 폐기할 수 있는 기술들이 개발된다. 또한, 개발과정에서 자원의 순환을 고려한 체계를 수립한다. 민간의 폐기물을 처리하는 기술적 접근 방식을 벤치마킹하여 탄약 분야에 비군사화에 적용할 필요가 있다. 탄약개발 시점에서 총수명주기 관점으로 접근하여 운용과 연계

한 폐기 계획의 수립 등이 필요하다. 또한, 민간에서 개발 시점부터 쉬운 분해 및 자연적인 폐기 기술을 참고하여 탄약 개발시 쉬운 분해, 소재의 안전하고 빠른 폐기 방법에 대한 기술개발이 필요하다.

향후, 탄약별 운영 관리 형태 및 폐기 현황을 조사하여 이를 바탕으로 탄약에 대한 생애주기별 관리 방안에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] 조관준, 김영철, 구승환, “유도탄 저장신뢰성평가 로트 기준 설정 연구”, 한국산학기술학회논문지 제24권 제4호, pp288-294. 2023.
- [2] 김태호, 김덕열, 김종민, “폐화약류의친환경적 폐기처리 공정의 최근 현황 및 전망”, 환경청정기술학회, 29권, 1호, pp1-9, 2023. 3.
- [2] 정준, 이기원, 차종한, 최동현, 박경덕, “개발단계에서 무기체계 운영유지비 예측을 위한 비교 분석 연구”, 한국산학기술학회논문지 제20권 제2호, pp83-94, 2019.
- [4] 산업연구원(KIET) 국내 신재생에너지 재활용 산업 현황 및 발전 과제, 2018. 4.
- [5] <http://3dpnexus.com/pla-3d-printing-filament-explained/>
- [6] <http://www.amnews.co.kr/news>
- [7] 문자영, 김명현, 이형태, 이현희, 노유한, “생분해성 플라스틱 폐기물을 통한 생분해능 검토”, 한국산학기술학회 논문지 제17권 4호, pp596-605, 2016.