

친환경 수류탄 품질저하 원인분석에 관한 연구

김영철*

*국방기술품질원

e-mail:baraem91@dtaq.re.kr

Study on Analysis of the Cause of Quality Degradation for eco-friendly hand grenades

Young Chul Kim*

*Defense Agency for Technology and Quality

요약

2013년부터 군에 납품되어 온 친환경 탄약인 황색 연막 연습용 수류탄(KG19)의 사용자 불만(탄약오작용)이 접수되었다. 현장방문을 통한 육안검사결과 탄약의 품질 저하는 장기저장에 따른 구성품의 자연분해로 판단되었다. 본 탄약의 주요 구성품은 흙 및 생분해성 플라스틱(PLA : Poly Latic Acid)으로 되어 있어 사용 후 퇴비화 조건에서 환경오염 없이 자연분해 된다고 알려져 있으나, 사용 전 일반적인 탄약저장환경(비 퇴비화 조건)에서의 성능저하 현상은 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 탄약저장 환경(비 퇴비화 조건)에서 품질저하 원인분석 및 오작용 현상을 재현하고자 하였다. 원인분석 시험은 탄약의 주원료인 생분해성 플라스틱(PLA) 수지의 원재를 필름 및 사출 시편으로 만들어 일정 습도하에서 가속 열화 시간(200h, 400h, 600h, 800h)과 온도(23℃, 50℃, 60℃, 70℃)에 따른 시험편의 물성평가를 통해 이루어졌다. 시험결과 PLA 시편은 60℃~70℃ 온도조건에서 시간에 따른 물성(인장강도, 신장률, 인열강도)의 변화(감소)를 나타내었으며, 시간의 경과에 따라 사용자 불만 제기 상태의 물성을 나타내었다. 따라서 생분해성 플라스틱은 비 퇴비화 조건에서도 온도, 저장 기간에 따라 품질 저하가 발생함을 확인할 수 있었다. 본 연구의 지속적인 수행을 통해 친환경 수류탄의 저장수명 예측 및 운용방안에 대한 지침의 근거로 활용될 수 있을 것으로 판단한다.

1. 서론

플라스틱 소재는 열과 압력으로 쉽게 성형할 수 있으며 저렴한 가격으로 산업 발달에 큰 공헌을 해 왔지만 쉽게 분해되지 않는 성질로 심각한 환경오염의 원인으로 대두되고 있다. 군에서도 많은 품목에 플라스틱이 사용되고 있다. 탄약에서도 플라스틱 사용으로 회수가 제한되는 사례가 있어 플라스틱의 가공성, 내구성의 성질을 유지하면서 사용 후에는 분해성의 기능을 부가하여 플라스틱의 편리성과 환경오염 문제 해결을 위한 시도가 있었다. [1] 그 중 대표적인 품목인 연습용 수류탄(KG19)이다. 본 탄약은 실제 수류탄과 같은 형상과 중량으로 폭발 시 파편에 의한 인체 손상 및 안전을 최우선으로 설계되어 훈련 효과를 높일 수 있는 연습탄으로 훈련중 손에서 폭발하여도 폭발한 파편이 흙으로 되어 있어 신체의 손상 우려가 없는 탄약이다 [그림 1.]



그림 1. 연습용 수류탄(KG19) 형상 및 안전성

또한 탄체 및 신관조립체의 주요성분이 흙 및 생분해성 플라스틱(PLA : Poly Latic Acid)으로 되어 있어 사용 후 환경오염 없이 자연분해되는 성질이 있다.[2]

2. 본론

2.1 연구 추진배경

친환경 탄약에 대한 사용자 불만(탄약오작용)이 접수되어 부대방문을 통한 현장점검이 이루어졌다.

표 1 탄약 사용자불만(탄약오작용) 현황

발생일시/장소	오작용 내용(불발률)
2023.10.19./공군 제00전투비행전대	000발 투척 간 000발 불발 (100%)
2023.12.20./육군 00사단 신병교육대	총 000발 중 개봉전 파손 00발(8.7%), 불발000발(27.7%)

점검결과 사용자 불만 발생 원인은 장기저장에 따른 구성품의 자연분해로 인한 품질 저하로 판단되었다. 본 탄약의 주요 구성품인 생분해성 수지(PLA)는 퇴비화 조건에서 58℃ 180일 이내의 기간 최종 생분해도 값이 90% 이상(KS M ISO 14855-1) 25℃ 24개월 이내의 기간에 최종 생분해도 값이 90% 이상(KS M ISO 17556) 친환경 인증기준을 가진 품목이며 연습용 수류탄에 본 수지를 적용 시 퇴비화 시험을 통하여 12주 후 99.2% 붕괴도를 가진다고 알려져 있다.[3] 여기서 퇴비화라는 것은 인위적으로 퇴적 분해하는 것을 의미하고, 유기성 폐기물 즉 하수 침전물, 도시 쓰레기와 분뇨, 축분 외의 유기물을 호기적 조건화에서 생물학적으로 분해, 안정화하는 것을 말한다. [4] 하지만 군 탄약의 일반적인 저장조건(비 퇴비화 조건)에서의 탄약의 품질 저하는 내용은 보고된 바 없다. 따라서 본 연구에서는 탄약저장환경에서의 연습용 수류탄의 품질 저하 원인을 분석하고 및 품질 저하 현상을 재현하여 그 결과를 분석하고자 하였다

2.2. 시험방법 및 시험조건

사용자 불만 원인분석 시험은 생분해성 수지 원료 기반 제품(PLA)의 신뢰성 평가를 통해, 온습도 및 에이징 시간에 따른 물리적(인장, 신장률, 인열, 굴곡) 특성의 변화를 측정하여 그 결과를 분석하는 순으로 수행되었다. 먼저 시험원재료를 필름 및 사출 형태로 제작하여 일정습도 조건에서(50 % R.H.) 가속열화 시간(200h, 400h, 600h, 800h) 및 온도(23℃, 50℃, 60℃, 70℃)에 따른 물성평가를 수행하였다. 물성평가는 관련 표준시험 시험법(인장, 신율, 인장강도 KS M 3001, 인장, 신장률 ASTM D 638, 굴곡시험 ASTM D 790)에 따라 진행하였다.

2.3. 시험결과

시편(필름)에 대한 인장강도 신장률 측정결과 23℃ 미처리 조건과 비교하여 60℃, 70℃ 노화 조건에서 시트 시험편의 인장강도가 급속히 감소함을 확인할 수 있었다. [그림 2].

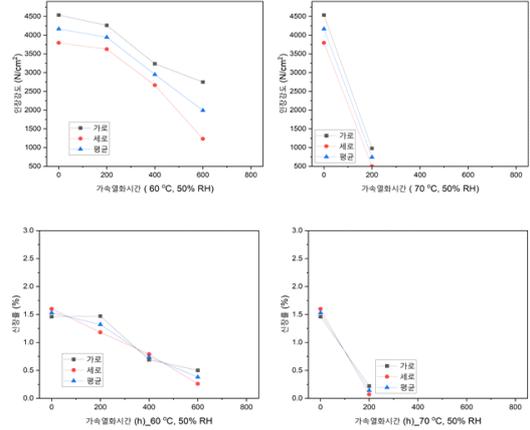


그림 2 필름시편 인장강도 및 신장률 측정결과

시험(필름)에 대한 인열강도는 숙성 온도가 높고, 장기간 숙성 시 뚜렷한 경향성으로 감소하는 것을 확인하였다. [그림 3].

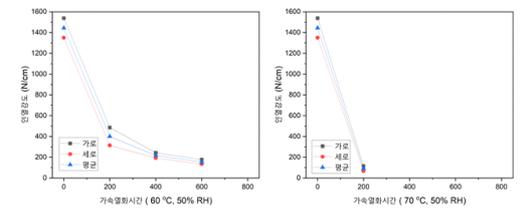


그림 3 필름시편 인열강도 측정결과

시험(사출)에 대한 신장률은 600시간까지 유사한 신장률을 나타내었으며 800시간에 이른 경우 감소 폭이 커짐을 확인하였고 시험(사출)에 대한 굴곡강도는 60℃, 70℃에서는 노화 시간 변화에 따라 강도의 감소가 확인되었으며, 70℃에서 가장 낮은 값을 나타냄을 확인하였다. [그림 4].

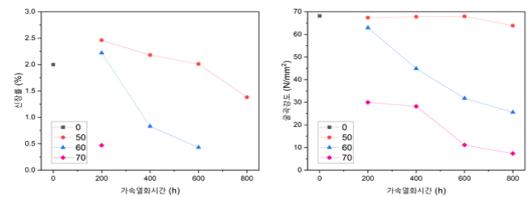


그림 4 사출시편 신장률 및 굴곡강도 측정결과

2.4 사용자불만(탄약오작용) 현상 재현

특히 가속노화 온도(60℃ ~ 70℃)에서 장기간 노화(800h)시킨 시편은 사용자불만 접수상태의 실제 시료와 유사한 물성(축감, 분해정도, 바스러짐 등)을 확인할 수 있어 비퇴비화 조건에서의 품질 저하 현상을 재현하였다고 판단되었다. [그림 5].



그림 5 사용자불만(탄약오작용) 현상 재현

3. 결론

본 연구에서는 연습용 수류탄의 주요 구성품인 생분해성 물질(PLA)이 군의 저장환경(비 퇴비화 조건)에서 장기간 저장 시 품질 저하가 발생함을 입증하고자 하였다.

연구결과 연습용 수류탄은 비 퇴비화 조건에서도 온도 습도의 영향으로도 장기간 저장 시 품질 저하가 발생함을 시험을 통하여 확인하였고 그 현상을 가속노화시험을 통하여 확인하였다.

다만 장기저장에 따른 품질 저하의 정확한 시점 및 군 운용을 위한 저장수명 및 그 평가기법 개발은 향후 추가적인 연구를 통하여 구현할 수 있을 것으로 생각한다.

참고문헌

- [1] 김도영, “친환경 탄약개발동향“, 기술로 품질로 63호,, 2023.7.13.
- [2] Eun-Jo park, Hern-Jin Park and Dong-Hak Kim, “Effects of nucleating agents and plasticizers on the crystallization and crystal structure of PLA(Polylactic acid)” Soon chunhyang University, Korea academia - Industrial cooperation society pp914-920, 2015
- [3] Jayoung Moon et. “Study on the Biodegradable ability of Biodegradable Plastics PLA(Polylactic acid) by composting” Defense Agency for Technology and Quality, Korea academia Industrial cooperation society pp596-605, 2016
- [4] Jayoung Moon “Study on the biodegradable ability of eco-friendly hand grenades“, DTaQ-16-4771-1 Defense Agency for Technology and Quality, 2016.7.13.