

일반탄약 개발시험평가 시료수 설정 방안 연구

김정윤, 조관준, 정희철, 김호섭
국방기술품질원 유도탄약센터
k jy1569@dtaq.re.kr

A study on setting the number of samples in development test evaluation for ammunition

Jeong-Yun Kim, Kwan-Jun Jo, Hee-Chur Jung, Ho-Sub Kim
PGM & Ammunition Center, Defense agency for Technology and Quality

요 약

탄약의 개발시험평가에서 시험평가 시료수는 평가 수행의 중요한 요소이다. 일반적으로 KS 규격의 계량형 샘플링 방법을 사용하고 있다. 그러나 시험항목에 따라 시료수가 부족하게 수행되는 시험이 발생하게 된다. 본 연구에서는 OO탄약에 대한 시료수를 조사하고, 이에 대한 신뢰도와 신뢰수준을 분석하였다. 현재의 탄약에서 사용되는 신뢰도와 신뢰수준을 기반으로하여 일반탄약에서의 적정 시료수 설정 방안을 제시하고자 한다.

1. 서론

탄약은 일회성 품목으로 생산되고 나서 단 한번 사용되면 사용할 수 없는 특성을 갖는다. 그러므로 시험평가 수행시에 반복적인 시험을 수행할 수 없으며, 시험합격품을 재사용할 수 없다. 시험평가의 내용이 독립적으로 이루어지며, 이산확률 분포의 특성을 갖는다[1-2].

일반적으로 탄약의 경우에는 KS규격에 있는 계수형 샘플링 기법을 활용하며 이 경우 OC곡선(Operation Characteristic Curve)를 이용하여 샘플수와 합격 불합격 부품 수준을 설정한다. 그러나 실제로 OC곡선을 이용한 샘플링 방법의 시험수량은 단일 시험당의 시험곡선을 산출하는 것이며, 대부분은 대량 양산과정에서 적용하기에 용이하다. OC곡선에서 표본 크기가 작고, 합격품질한계(AQL: Acceptance Quality Limit)이 낮은 경우(소비자가 지시한 불량률의 값, 100단위당 부적합수)에는 이항분포에 따라 시료수가 설정된다[1-3].

개발되는 탄약의 경우 시험시료로 제작되므로 시료수가 적은 특성을 갖는다. 또한 탄약은 일반 부품에 비해 단위 수량 당 낮은 부적합수를 갖는 특성을 갖는다. 그러므로 개발되는 탄약의 경우 이항분포에 따른 시료수의 설정이 필요하다.

탄약은 개발요구사항에서 신뢰도가 요구되고 있으나, 시험을 수행하기 위한 시료수 설정을 위한 신뢰수준은 제시되지 못하고 있다. 이항분포를 가정할 때 요구되는 신뢰도와 신뢰수준에 따라 시료수는 큰 차이를 갖게 된다.

본 연구에서는 문헌 조사와 탄약에 대한 시험항목의 시료수를 조사하고, 시료 수에 따라 요구되는 신뢰도 기준의 신뢰수준을 분석하였다. 이를 통하여 탄약에 대한 적절한 신뢰수준을 제시하고, 이에 따른 적정 시료수를 제안하였다.

2. 탄약 시험평가 시료수 설정

일회성 부품은 성공 아니면 실패 두 가지 중 하나의 결과로 나타난다. 이러한 특성을 가지는 확률 변수는 이항(Binomial) 분포 형태의 확률 분포이다. 이항분포는 독립적인 베르누이 시행(어느 시험이 오직 두가지 가능한 결과만 갖는 경우)에서 각 시행이 확률 분포 R을 가질 때의 이산확률 분포이다. 식(1)은 이항분포에서 신뢰도를 R이라고 할 때, 신뢰수준(CL)과 샘플수(n)의 관계를 나타낸 것이다[4-5].

$$R = (1 - CL)^{\frac{1}{n}} \quad (1)$$

이항분포는 모집단의 크기를 알 수 없는 경우에도 시료수를 구할 수 있다. 이때 이항분포에서 지칭하는 시료수는 단일 시험에 대한 시료수를 나타내는 것이며, 일반적으로는 시험횟수의 의미를 갖는다. 일회성 부품에서는 1회 시험으로 제품을 사용할 수 없게 되므로 시료수와 시험횟수는 동일한 형태로 판단하게 된다.

시험평가 수행에서 목표된 신뢰도가 주어졌을 때, 시험을

통하여 해당 목표가 만족하는지 알기 위해서는 시험의 수준을 결정해야 하며 이때 신뢰수준을 통하여 시료의 수를 결정하게 된다. 미군 규격 FAILURE RATE SAMPLING PLANS AND PROCEDURES(MIL-STD-690D)에서 보면 일반적인 부품의 경우에는 신뢰수준이 60%로 사용하고 중요 부품의 경우에는 신뢰수준을 90%를 적용하고 있다.

탄약의 시험평가는 완성탄과 부품단위의 검사로 구분되며, 완성탄의 검사는 완성탄 체계의 비파괴로 이루어지는 결점검사와 실제 환경처리 등을 수행한 이후 사격시험을 하는 시사장 시험으로 구분된다. 부품 단위 검사는 완성탄 부품을 분해하여 시험 평가하는 검사로 수행된다. 사례로 OO탄의 시험평가 수량을 나타낸 것이다.

[표 1] OO탄 시료수

구분	완성탄		부품검사
	결점검사	시사장시험	
시료 수	27발	고온처리(3발) 저온처리(3발) 상온처리(8발)	부품별 25발

일반 탄약 중 시료 수를 비교 분석하여 보면, 유사 탄약, 유사 부품에 대하여 시료 수의 범위가 차이 나는 것을 알 수 있다. 표 2.는 품목 및 시험 항목에 따른 시료수의 차이가 발생된 사례를 나타낸 것이다.

[표 2] 일반 탄약의 시험 시료수 차이

제품명	시험항목	시료수
OO0MM OO고폭탄	결점검사	47
OO0MM OO고폭탄	완성탄 안전도(52℃)	10
OO0MM 000 이중목적 고폭탄	완성탄 안전도(52℃)	3
신관, 00시한식(K500)	시한기능(52℃)	10
신관, 00시한식(K501)	시한기능(52℃)	15

3. 시험항목 별 신뢰수준 비교

시험평가를 수행할 때 목표 신뢰도 값이 결정되는 상황에서 신뢰수준이 결정되면 시료수를 산정할 수 있다. 일반 탄약의 신뢰도를 90%로 적용되거나 상회하는 수준의 신뢰도로 적용된다. 이를 기준으로 하여 식(1)에 따라 기존의 시료수에 다른 신뢰수준을 구하여 시험항목별로 그룹화하여 분석하면 다음과 같다.

[표 3] 일반 탄약의 시험시료수 차이(약으로 표기함)

구분	신뢰수준(%)	
	결점검사(파괴시험)	10~65
완성탄 성능	결점검사(비파괴시험)	55~99
	시사장시험(성능)	40~65
	시사장시험(안전도)	10~80
하위 구성품		65~95

시험항목에 따라서 신뢰수준의 차이가 크게 나타나는 것을 알 수 있다. 신뢰수준의 차이는 비파괴 검사와 파괴 검사에서 큰 차이를 가져오는 것을 알 수 있다. 대체로 비파괴 검사로 이루어지는 항목에서 시료수가 많게 되어 높은 신뢰수준을 갖는 것을 알 수 있다.

또한, 완성탄의 성능을 보는 시험보다 하위 구성품의 시험에서 신뢰수준이 높은 것을 알 수 있으며, 하위 구성품의 시험에서 파괴시험은 대부분 80%이상의 신뢰수준을 갖으며, OO부품 결점검사 경우에만 신뢰수준이 낮게(적은 시료 사용) 나타나는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

탄약은 일회성 품목으로 반복적인 시험을 수행하여 시험을 수행할 수 없다. 시험평가 내용이 독립적으로 이루어지게 된다. KS규격의 개량형 샘플링 방법을 이용한 시험은 동일 조건에서 시험을 수행한 항목에 대한 수행 내용이나, 실제 탄약의 시험환경에서 제한된 시료수로 인하여 일부 항목의 경우 시료수가 부족하게 된다.

본 연구에서는 현재 탄약의 시험 시료수를 조사하고 이를 개량형 샘플링에서 사용하고 있는 이항분포로 분석하였을 때의 신뢰수준을 분석하였다. 시료 평가 사항을 검토하였을 때 완성탄의 결점검사/시사장 시험 중 일부 항목에서의 낮은 신뢰수준은 타 시험항목 및 성능확인 사항에서 중복으로 기능을 확인할 수 있는 항목으로 판단된다. 그러므로 완성탄의 시사장 시험에서의 시료수를 설정할 때, 시료의 환경처리 요소(상온, 고온, 저온)가 다르더라도 기능적인 특성(사격 후 성능, 안전)을 고려하여 동일 시험으로 묶어서 통계적인 분석이 필요할 것으로 판단된다.

향후 연구를 통하여 시험방법의 기능적 중복성을 검토하여 시험항목에 소요되는 시료수를 중첩하여 통계적으로 분석하면, 시험평가에 대한 효과적인 시료수를 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

[1] HC Lee, " A study on the revision of the test procedure to improve the reliability of guided missiles-focusing on the evaluation indice & the calculation of the appropriate

- number of sample”, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation society, Vol.23. No. 10, pp.540-545, 2022.
- [2] S.H Gu, K.J. Jo, Y.C.Kim, J.H.Lee, H.C.Lee, “A study on the implementation method of the ASRP Live firing of a guided missile”, Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation society, vol.23. No. 12, pp.118-124, 2022.
- [3] 계수값 검사를 위한 샘플링 계획과 절차, 전기용품안전기준(KC 60410), 2015.09.
- [4] Y.H Lee, K.S Lee, H.J Lee, S.M Kim, K.S Moon, “A study of economical sample size for reliability test of one-shot device with bayesian techniques”, Journal of Applied Reliability, Vol. 14, No.3, pp162-168, 2014
- [5] J.H. Byun, B.C. Shin, C.W.Lee, “A study on small sample inspection plan for new product quality evaluation of finite population”, Journal of the Korea Institute of industrial engineers, Vol. 41, No. 1, pp115-120, 2015