

포병 탄약의 사거리 공산 오차 평가를 위한 시료수 연구

조관준^{1*}, 정희철², 강요한¹

¹국방기술품질원 품질기획실, ²국방기술품질원 유도탄약센터/충남대학교

A Study on the Test Standard according to Reliability and Confidence Level of the Ammunition

Kwan-Jun Jo^{1*}, Hee-Chur Jung², Yo-Han Kang¹

¹Quality Planning Department, Defense Agency for Technology and Quality

²PGM & Ammunition Center, Defense Agency for Technology and Quality/Chungnam National University

요약 본 연구는 포병 탄약의 사격시험 결과를 분석하고, 포병 탄약의 납품을 위한 사격시험을 수행하는 과정에서 시료 수를 줄이는 방안을 수립하고자 연구하였다. 포병 탄약의 경우, 국내에서 장거리 시험장 확보 및 시험 수행 계획의 문제로 실사격시험 수행이 제한된다. 포병 탄약 사격시험의 주요 평가 항목은 사거리 공산 오차이다. 사격시험에서의 측정되는 압력, 탄약의 발사 속도 등과 사거리 공산 오차의 상관관계를 분석하였으나, 상관관계는 낮은 것으로 분석된다. 따라서 사거리 공산 오차는 별도로 시험평가 되어야 하는 항목이다. 탄약의 경우 품질관리가 되는 품목이므로 본 연구에서는 사거리 공산 오차의 품질이 최대로 변화할 때의 폭을 $\pm 3\sigma$ 로 가정하여, 기존 사격시험 결과를 바탕으로 시뮬레이션하였다. 시뮬레이션 결과, 사격 환경이 미치는 영향을 제외시 10 ~ 30%의 사격시험을 수행하지 않더라도 합격할 수 있을 것으로 분석되었다. 본 연구결과는 포병 탄약의 사격시험에서 시험 횟수를 줄일 수 있는 사례 연구로 활용될 것이다.

Abstract This study examined the results of shooting tests of artillery ammunition and attempted to establish a plan to reduce the quantity of samples in firing acceptance tests for artillery ammunition. Firing tests for artillery ammunition are complex because of the problems with long-range test site setup and measurement. The range probability error (RPE) is the main acceptance item in the firing test of artillery ammunition. The firing test measures pressure, firing rate, and RPE. The results revealed a low correlation between pressure, rate of fire, and RPE. Artillery ammunition is a quality control system. Therefore, this study analyzed firing test results assuming that the maximum quality change in RPE is ± 3 sigma. Based on the firing test results, the of RPE value was simulated assuming the maximum quality change in RPE. The simulation analysis results showed that it was possible to pass the PE items without completing 10-30% of the firing test. These results will be used as a case study to reduce the number of firing tests for artillery ammunition.

Keywords : Range Error Probability(REP), Artillery Ammunition, Firing Test, Sample, Case Study

1. 서론

포병 탄약은 항공기 또는 미사일과 견주어 보았을 때, 경제적이며 조작성이 편리하고, 전천후 운용이 가능하다는 기술적인 장점이 있다. 미사일 드론 등의 첨단 무기체계

가 도입되고 있음에도 포병 탄약의 역할은 여전히 중요하다[1]. 최근 우크라이나 전쟁에서도 보듯이 000mm 곡사 포탄은 전쟁에서 매우 중요한 요소로 현재에도 사용되고 있다. 이러한 포병 탄약은 지속적인 기술발전을 통해 로켓보조 추진부, 항력 감소부 등의 개발 및 적용을

*Corresponding Author : Kwan-Jun Jo(Defense Agency for Technology Quality)

email: jkjr@dtaq.re.kr

Received March 25, 2024

Accepted June 7, 2024

Revised April 18, 2024

Published June 30, 2024

통해 최대 00km의 표적에 대한 사격이 가능해졌다. 곡사포탄의 경우, 사거리가 증가할수록 포탄의 분산도는 감소하게 되며, 분산도는 포병 탄약의 성능을 가능하는 중요한 기준이 된다.

포탄 분산도는 포탄 실효성을 의미하는 수치로 분산도 요구조건은 개발 또는 양산시 필수 확인 항목이다. 포탄 분산도는 대부분 사거리 공산 오차(REP:Range Error Probability)를 지표로 사용한다. 사거리 공산 오차를 측정하기 위해서는 실제 사격을 통하여 탄착지점을 확인하고, 포탄 탄착 거리를 차이를 측정하여 이를 평가하게 된다. 사거리 공산 오차는 탄착지의 측정값을 기준으로 오차를 표준 편차로 계산하여 정규 분포를 갖는 것으로 분석한다[1,2].

포병 탄약의 사격을 위해서는 사격하는 공간 내에 장애물이 없어야 하며, 사격 직선거리에서 일정 수준의 안전거리를 확보해야 한다. 00km의 사격을 수행하는 과정에서 이러한 사격장을 항시 확보하는 것은 매우 어려운 일이다. 사격장은 민간인의 통행(비행기, 차량, 선박 등)에서 자유로운 사격장을 확보하기 어렵다. 국내의 경우 장거리 사격장의 확보가 어려워, 해상 방향으로 사격하거나, 사람 인적이 드문 산지에서 한시적으로 사격을 수행한다. 사격장을 확보했다더라도, 사격장 주변 지역민들은 소음 피해 등을 호소하고 있으며, 사격 과정 자체가 위험한 업무이므로 최소화 방안이 필요하다.

탄약 분야에 대한 사격시험 등을 줄이기 위하여 오수훈은 소량 측정치 기반 원형 공산 오차 추정에 대한 연구를 수행하였다[2]. 김준홍은 유도무기 체계 원형 공산 오차 도출 및 신뢰수준에 따른 통계적 검정력 계산에 대한 연구를 수행하였다[3]. 박민성은 몬테카를로 시뮬레이션을 활용한 포탄 정확도와 피해율 간의 관계에 대한 연구를 수행하였다[1]. 이러한 연구에서는 대부분 원형 공산 오차의 통계적 검정 오차 개념으로 연구를 수행하였다. 조관준 등은 탄약 분야에서 신뢰도와 신뢰수준에 따른 시료 수를 연구하였다[4]. 구정서 등은 시료가 축차적으로 공급되는 상황에서의 신뢰성 샘플링 검사 계획을 연구하였다[5]. 서보길 등은 유도무기 사격에 따른 명중률 및 신뢰수준에 대하여 연구를 수행하였다[6]. 조관준 등은 유도무기의 저장신뢰성평가에서의 시료수 절감 방안을 연구하였다[7].

기존 연구들에서는 원형 공산 오차의 정확성이나 검정력에 대하여 연구를 수행하거나, 탄약 및 유도탄에 대한 시료수에 대한 연구를 수행하였다. 사거리 공산오차에 대하여 사격시험 결과와 통계적 품질 관리 수준에 대한

연구는 없었다. 본 연구에서는 사거리 공산 오차에 대하여 통계적 품질관리를 기반으로 하여 시료 수를 줄일 수 있는 방안을 연구하였다.

본 연구에서는 포병 탄약의 사거리 공산 오차를 측정하는 시험을 줄이기 위하여 탄약의 품질적인 관리 특성을 반영하여 측정 시험을 줄이고자 하였다.

각 부품간에서 성능을 측정 및 관리 하더라도 탄약의 발사시험을 통하여 완성탄의 성능 전체를 확인하는 것은 제한되나, 실제 포병 탄약의 경우 양산단계에서 대량 생산체제로 일정한 형태의 탄약을 생산하며, 생산과정에서 탄약의 중량, 재질, 화학적 특성 등을 측정하여 일정한 공정관리를 수행하기 때문에 부품 공정이나, 조립공정에서 일정한 수준의 산포를 갖도록 관리되고 있다. 그러므로 완성탄의 사거리 공산 오차를 측정할 때에도 품질적인 통계적 관리 특성을 반영하여 발사탄의 수량을 조절하는 방법을 기존 사격 시험결과를 바탕으로 분석하였다.

2. 포병 탄약 사격시험

2.1 포병 탄약의 특징

포병 탄약은 추진 장약에 의해 포구 내의 일정 압력을 발생시키고 이를 추진력으로 하여 탄체를 목표한 지점으로 날아가게 한다. 이를 보면 포구 내 압력과 속도, 거리는 일정한 상관관계가 있을 것으로 생각할 수 있다.

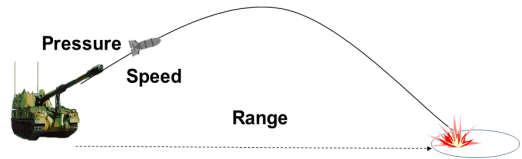


Fig. 1. The concept of firing test for Artillery ammunition

그러나 동일 탄약에 대하여 동일조건에서 사격시험 결과를 분석하여 보면 Table 1과 같이 상관관계가 낮은 것을 알 수 있다. 본 연구에서의 데이터 분석은 Excel을 이용하여 분석하였다.

Table 1. The firing test measurement item correlation analysis

	Speed	Pressure	Range
Speed	1		
Pressure	0.845005	1	
Range	0.619808	0.589086	1

포구 내 압력과 탄 속과의 관계에서 일정한 상관성을 갖지만 사거리 항목의 경우 탄속과 압력의 상관관계는 적다. 이것은 사거리가 탄속과 압력 이외 외부 환경에 영향을 많이 받기 때문이다. 특히 외부대기의 온도와 공기 밀도, 포신의 상태, 사격 시 풍향, 풍속 등이 사거리에 영향을 미치며, 탄약 로트별로 사격시점이 상이하므로 외부 환경이 로트별로 동일 할 수 없기 때문이다. 따라서, 탄약의 사거리 및 분산도를 시험할 때, 포구 내 압력 및 탄의 속도만을 기준으로 분석하는 것은 제한된다. 실제 환경에서 사격을 통해 포병 탄약에 요구되는 분산도 확인을 위해 사거리 공산 오차로 분석을 통한 평가가 필요하며, 현재 규격에는 사격 방향의 사거리 기준 공산오차에 대해서만 평가하고 있다.

2.2 사거리 공산 오차

사거리 공산 오차는 탄착 평균지점으로부터 각각의 탄착점이 퍼져 있는 정도를 표현한 것이다. 일반적으로 사용되는 원형 공산 오차는 목표지점을 놓고 목표지점에 대한 반지름으로 요구 탄착 지점에서의 탄착지점들이 50%가 포함되는 범위의 중심점을 의미한다. 사거리 공산 오차는 목표 지점이 아닌 목표 거리를 놓고 평가하게 된다. 즉 원형 공산오차는 평면상에서 지점에 따른 오차율로 계산되는 것이며, 사거리 공산 오차는 직선 거리에서의 오차율을 의미한다[1-3].

동일한 확률 분포를 가지는 독립 확률 변수 n 개의 평균의 분포는 n 이 크다면 정규 분포에 가까워지는 중심극한 정리로 표현된다. 포병 탄약에서 분산도의 범위는 사격 방향으로 사격하는 포탄의 50%가 분포하는 범위를 일정 범위에 들도록 하고 있다. 일반적으로 포병 탄약의 사거리 공산 오차는 10발을 사격을 기준으로 하여 분석된다. 포병 탄약의 사거리 공산 오차 계산은 식(1)과 같다. 이때 PE는 사거리 공산 오차(%), X 는 표본의 평균값, $x_i (i = 1, 2, \dots, 10)$ 는 탄착지의 거리를 나타낸 것이다[3].

$$PE(\%) = \frac{67.45}{X} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (X - x_i)^2}{9}} \quad (1)$$

사거리 공산 오차의 계산식을 보면 분산과 평균을 이용하여 계산되게 된다. 사거리 공산 오차의 계산식은 원형 공산 오차의 계산식과 동일하다[1-3]. 표준 정규 분포의 중심점을 기준으로 50%의 범위의 분포 값인 67.45를 상수로 사용하는 것을 알 수 있다. 즉 전체 시험사격 수

량의 분산이 사거리를 대비하여 볼 때 표준 정규 분포에서 50% 범위 이내임을 본다. 따라서 시험 발수 중에 일부 탄은 현재 요구되는 범위를 벗어날 수 있다.

3. 000 mm 탄 사격 시험결과 분석

포병 탄약의 실제 사거리 공산 오차의 범위를 분석하기 위하여 000mm 포병 탄약에 대하여 사격 시험한 결과를 분석하여 보았다. 동일한 탄약의 각기 다른 생산 로트 6개에 대하여 환경 조건(시험온도, 대기 환경 등)은 차이가 있지만 동일한 시험조건(사격 고각, 동일한 온도 처리 등)에서 사격하여 보면 Table 2와 같은 시험결과를 얻을 수 있다. 000mm 탄의 성능 값은 00km, REP 0.00%로 제시되고 있으나, 탄약의 제원 특성으로 값으로 본 논문에서는 비율로 표현하였다.

Table 2. The results of firing test of 000mm artillery ammunition

LOT.No	Average range (Acceptance standard : 1)	Deviation (m)	REP (Acceptance standard : 1)
1	1.025	217.00	0.44
2	1.020	304.30	0.62
3	1.004	381.56	0.79
4	1.011	256.60	0.53
5	1.020	376.50	0.77
6	0.975	311.10	0.67

각 로트에서의 사거리 공산 오차의 차이가 있는 것을 알 수 있다. 또한 각 로트 별로 평균 사거리와, 편차도 차이가 있는 것을 알 수 있다. 시험데이터를 그래프로 표시하면 Fig. 2과 같이 나타낼 수 있다. 로트 별로 사격에 대한 분포가 다른 것을 알 수 있다. Fig. 2의 6번 로트의 경우 다른 로트에 비하여 평균 사거리는 큰 차이를 갖으나, 산포는 좁게 나타나는 것을 알 수 있다. 또한 산포에서도 이탈 값을 갖는 것을 알 수 있다. 모든 로트의 사격 시험 결과를 취합하여 분석하면 산포가 커져서 사거리 공산 오차 기준을 벗어나게 된다.

Fig. 2에서 보는 것과 같이 사격 시험 결과는 각 로트 별로 큰 차이를 갖는 것을 알 수 있다. 각 로트에 대하여 사격 발수에 따른 사격시험 결과의 분포 변화를 그래프로 나타내면 우측의 Fig. 3과 같이 나타낼 수 있다. 평균 및 산포를 보기 위하여 3발을 사격한 시점에서부터 분석하였다.

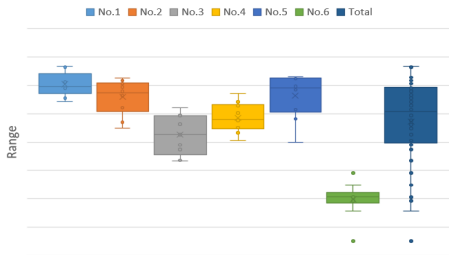


Fig. 2. Firing test distribution of 000mm artillery ammunition

각 로트의 사격시험에서 시험 발사는 정확히 되었으나 탄착군의 위치를 정확하게 측정하지 못하는 문제가 발생한 경우, 10발 시험에서 9발만 가지고 시험을 수행하였고, 시험결과는 9발로 사거리 공산 오차를 분석하였다. 각 로트별 사격시험의 분포를 살펴 면 분포는 일정한 방향으로 편향하거나 이동하는 것을 알 수 있으며, 각 산포의 범위도 일정한 범위 내에서 움직이는 것을 알 수 있다.

모든 로트의 사격시험 결과를 통합하여 분석하면 산포가 매우 크고, 이탈 값이 발생하게 된다. 모든 로트의 사격시험 데이터로 분석하면 현재 탄약은 품질관리가 되지 못하는 것으로 표현될 수 있다. 그러나 실제 각 로트별로 사격시험 데이터를 분석하여 보면 사거리 공산 오차 및 편차는 일정 수준 이내에서 관리되는 것을 알 수 있다. 또한 각 로트의 세부 사격시험 결과에서도 사격 데이터

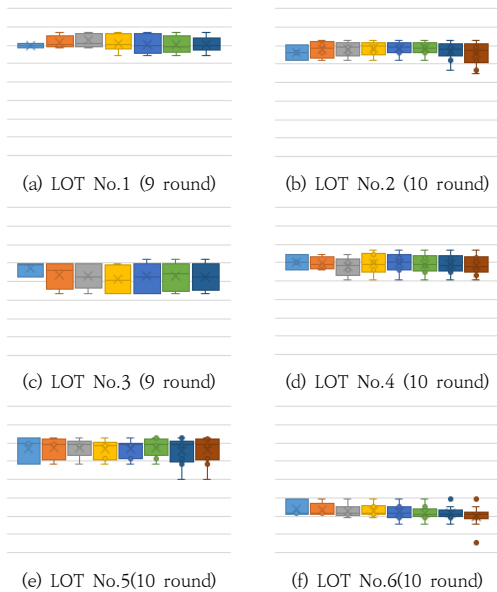


Fig. 3. The distribution changes according to the number of firing test

는 일정한 산포 범위에서 관리되는 것을 알 수 있다. 이를 통하여 사격데이터는 환경에 영향을 많이 받으나, 각 로트 별로는 통계적으로 관리되는 수치 범위에서 사거리 공산 오차를 갖는 것을 알 수 있다.

실제 시험의 합격/불합격을 판정하는 기준에서는 10 발 중 1발의 측정이 실패하였을 때 1발은 이탈값으로 처리하며 9발로 사거리 공산 오차의 계산식에서 이를 계산하여 사거리 공산오차를 산출하고 기준에 부합하는지 확인하는 절차로 수행하고 있다.

4. 000 mm 포병 탄약 사격 시뮬레이션

4.1 사격시험에 따른 판정 기준 변화

시험평가는 환경 등의 외란적 요소를 최대한 억제된 상태에서 평가되기 때문에 평가 기준은 변화하지 않는다. 그러나 000 mm 탄약의 사거리 공산 오차는 10발을 사격하여 분포에 대한 값으로 평가되며, 평가 중에 발수가 변화하더라도 분포에 대한 값으로 평가하게 된다. 평가가 사격에 의한 분포에 의하여 평가되기 때문에 사격 발수의 증감에 따라서 분포에 대한 평가기준이 변경될 것으로 판단된다.

사격 횟수에 따른 사거리 오차의 범위기준 변화를 알아보기 위하여 일정 거리를 반복적으로 사격하는 것을 가정하여 시뮬레이션 하였다. OO km에 대하여 N발을 사격하는 것으로 가정할 때, 사격시험을 N-1발을 OO km로 사격하고 난 이후, N 번째 발을 사격할 때, 일정 사거리 공산 오차 기준에 대하여 사거리공산 오차의 허용 값을 계산하면 Table 3과 같다. 수치 값은 OOkm 대비로 비율로 표현하였다.

Table 3. REP based on number of firing test

Round of ammunition	Range ratio(%)		
	Maximum	Minimum	Acceptance band
4	2.41	-2.38	4.79
5	2.69	-2.66	5.35
6	2.95	-2.92	5.87
7	3.18	-3.16	6.34
8	3.40	-3.37	6.77
9	3.60	-3.58	7.18
10	3.80	-3.77	7.57

사거리 공산 오차의 허용 범위는 사격 수행 값이 증가함에 따라 전체 범위가 넓어지는 것을 알 수 있다. 즉 다

수의 사격횟수에 따라 시험결과를 판정하는 값이 차이가 발생하게 된다.

사거리 공산 오차에 따른 사격의 합부 판정의 기준이 변화하게 되면 Fig. 4와 같은 현상이 발생할 수 있다. 4발 사격과 5발 사격에 따라서 합격 불합격의 기준이 달라지게 된다.

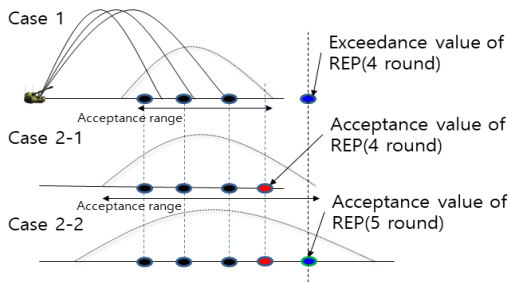


Fig. 4. The changes in CEP standards according to Firing tests

Fig. 4의 Case 1은 4발을 사격하는 경우를 나타낸 것이다. 4번째 사격 발수가 3개의 사거리 공산 오차의 기준 값을 넘어가게 되면 4발로 평가시 사거리 공산 오차를 평가하면 불합격이 된다. 그러나 Fig. 4의 Case 2-1과 2-2처럼 5발로 시험하는 것에서 4번째 사격하고 난 이후에는 분포 범위가 넓어지고, 여기서 Fig. 4의 Case 1의 4번째 발을 쏘더라도 5발로 계산하면 합격이 된다. 이것은 사격 발수가 증가함에 따라 사격 전체에 대한 평균 값이 변화하게 되고, 사격의 허용 범위가 넓어지기 때문이다. 그러므로 사격시험을 많이 하는 것이 시험에서 로트를 합격할 수 있는 결과로 이어질 수 있다.

4.2 통계적 품질관리와 사격시험

포병 탄약의 사거리 공산 오차는 완성탄의 성능을 평가하는 최종지표이다. 그러나 완성탄은 탄체, 신관등의 여러 부품으로 구성되고, 각각의 부품은 통계적인 품질관리를 받게 된다. 각 부품 및 완성탄의 중량등 비파괴 요소에 대해서는 시험 등을 통하여 품질관리를 수행하고 있다.

탄약처럼 공정관리가 되는 상황에서 생산되는 제품의 품질적 오차는 $\pm 3\sigma$ 범위를 벗어나지 않는다. 실제 부품의 품질적 오차는 $\pm 3\sigma$ 이내로 관리된다. 완성탄의 성능도 최대 $\pm 3\sigma$ 에 있다고 가정하면, 3번째 사격 이후, 사거리 공산 오차가 현재의 분포에서 품질적 오차를 갖는 최대 거리를 쏘더라도, 합격하게 된다.

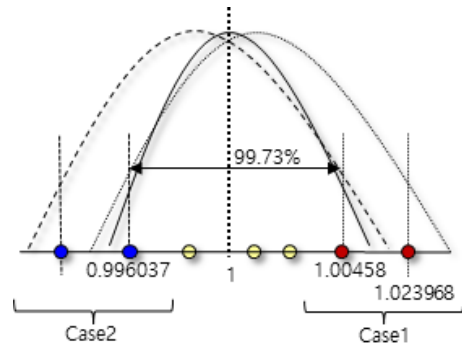


Fig. 5. The maximum quality change in REP

Fig. 5는 품질적 최대 오차 범위에 따른 합격 기준 사거리의 변경을 나타낸 것이다. 3발을 쏘고 난 이후 $+3\sigma$ 범위로 다음 발이 사격(1.00458) 되더라도 산포가 변화하면서 합격 기준(1.023968) 대비 낮은 값을 갖게 된다. 반대로 -3σ 로 사격하더라도 하위 합격 기준 (0.988206)을 만족하게 된다.

3발 사격 결과의 사거리 산포가 작기 때문에 $\pm 3\sigma$ 범위의 사거리 값이 추가되더라도 사거리 공산 오차의 사격 범위 안에 들게 된다. 즉 3발의 사격 결과 만으로 4번째 발을 사격하지 않더라도 4번째 발을 사격하였을 때에도 합격이 된다고 할 수 있다. 현재 사격 기준은 10발을 사격하여 사거리 공산 오차를 측정하는 것이다. 그러나 초기 발사 탄의 산포가 충분히 작게 되면 10발을 쏘지 않더라도 산포에 따라 사격 수량을 줄일 수 있다.

4.3 사거리 공산 오차 시뮬레이션

Fig. 4에서 언급한 각 로트별 사격시험 분포의 사격시험 결과를 바탕으로 하여 사거리 공산 오차에 대한 시뮬레이션 하였다. 시뮬레이션을 통하여 사격 결과를 바탕으로 4.2의 사거리 품질 오차가 $+3\sigma$ 가 발생한다고 가정할 때, 어느 시점에서 10발을 사격한 것과 동일한 최소 발수에 대하여 분석하였다. Fig. 4의 실사격 데이터를 이용하여 3σ 범위로 계속 사격하였을 때, 사거리 공산 오차 기준을 넘지 않는 사격시험 최소 발수와 기존의 사거리 공산 오차 비교하여 Fig. 6과 같이 나타내었다.

Fig. 6의 (a)는 9발의 사격 결과만 있지만, 8발까지만 사격하더라도 10발 사격하였을 때를 가정할 때에도 기준을 만족하는 것을 알 수 있다. 다른 로트에 대한 내용을 분석할 때 10발 사격에 대하여 7~9발의 사격만으로도 사거리 시험결과와 산포가 작기 때문에 10발 사격에 대한 사거리 공산 오차를 만족하는 것으로 분석되었다.

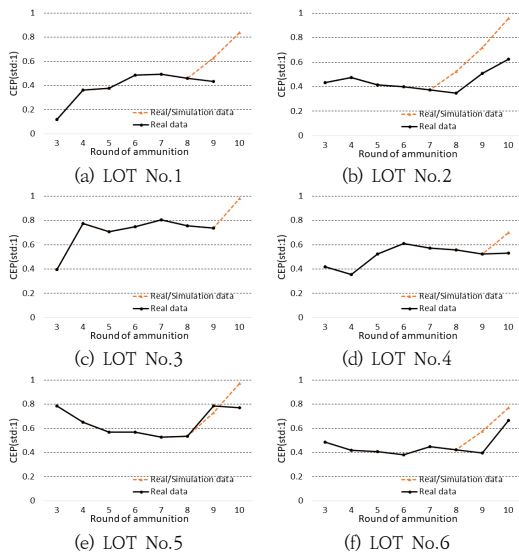


Fig. 6. The comparison of firing results and simulations

5. 결론

포병 탄약은 사격시험을 통하여 사거리 분산도를 측정하는 것이 성능의 중요한 항목이다. 사격 시험과정에서 탄착군의 형성으로 인하여 포병 탄약의 군사적 효과가 좌우된다. 이러한 탄착군의 형성을 사거리 공산오차를 기준을 10발의 사격시험 기준으로하여 평가하게 된다. 포병 탄약이 점점 장거리화 되어가고 있어 실제로 사격 시험을 수행하는 것은 사격 공역을 확보하는 측면에서 점점 어려워지고 있다. 그러므로 적은 사격 수로 포병 탄약의 품질을 확보할 수 있는 방안이 요구되었다.

본 연구에서는 포병 탄약이 품질적인 관리가 되는 상황에서 $\pm 3\sigma$ 이내의 사거리 품질을 갖는다는 것을 가정하여, 사격시험의 산포 결과를 바탕으로 사격의 결과를 예측하고자 하였다. 현재 시험기준의 10발의 사격 기준으로 판정하는 것에 대하여 시뮬레이션 해 보았을 때, 10~30%의 사격시험을 절감할 수 있을 것으로 분석하였다. 실제로 포병 탄약의 산포가 매우 작은 경우, 사격 발수를 더 적게 사격해 볼 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 사격 환경에 대한 사거리 공산 오차의 영향 등은 분석하지 못하였다. 000mm에 대한 사격 결과 분석으로는 사거리 공산오차로 평가되는 곡사 포탄 모두에 대하여 일반화하는 데에는 제한된다. 향후 연구를 통하여 사격환경 요인에 대한 영향성을 분석한다면

시료수를 더 줄일 수 있을 것 같다. 또한 000mm 탄약 이외에 다양한 포병 탄약에 대해서도 분석을 통하여 범용적으로 적용할 수 있는 기준수립이 필요하다.

References

- [1] M.S. Park, "A study on the relationship between the delivery accuracy of artillery fire and damage ratio using monte-carlo simulation", Korea national defense university, Graduate School of National Security, 2023. DOI: <http://www.riss.kr/link?id=T16684495&outLink=K>
- [2] S.H. Oh, "Estimation of circular error probability based on small samples" The society for Aerospace System Engineering 2018 spring conference, pp7-8
- [3] J.H. Kim, "Deucing the circular error probable of guided weapon systems and calculating statistical power based on the confidence level", The society for Aerospace System Engineering 2022 fall conference, pp. 1642-1643.
- [4] K.J. Jo, H. C. Jung, H.H. Hong, "A study on the test standard according to reliability and confidence level of the ammunition", Journal of the korea Academia-Industrial cooperation society, Vol. 24. No. 9, 2023, pp. 562-568 DOI: <http://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.9.562>
- [5] J.S. Koo, M. Kim, B. J. Yum, "Reliability Acceptance sampling plans with sequentially supplied samples." Journal of the korean Institute of industrial engineer, Vol. 33, No. 1, 2007.3, pp76-85,
- [6] B.G. Seo, S.J. Hong, "A study of estimating the hit probability and confience level considering the characteristic of precision guided missile", Journal of the korea Academia-Industrial cooperation society, Vol. 17. No. 12, 2016, pp193-197 DOI: <http://doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.12.193>
- [7] K.J. Jo, Y. C. Kim, S.H. Gu, "A study on the standard establishment of LOT setting for the Guided missile ASRP", Journal of the korea Academia-Industrial cooperation society, Vol. 24. No. 4, 2023, pp. 288-294 DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.4.288>

조 관 준(Kwan-Jun Jo)

[정회원]



- 2012년 8월 : 한국해양대학교 메카트로닉스공학과 기계전자공학 전공 (공학박사)
- 2012년 12월 ~ 현재 : 국방기술 품질원 품질기획실

<관심분야>

유도탄, 개발품질, 신뢰성공학

정 희 철(Hee-Chur Jung)

[정회원]



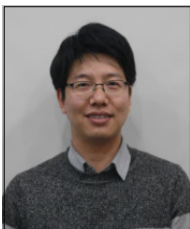
- 2010년 10월 ~ 2012년 11월 : 한국항공우주산업 사원
- 2012년 12월 ~ 현재 : 국방기술 품질원 유도탄약센터 선임연구원
- 2023년 3월 ~ 현재 : 충남대학교 국방경영공학 박사과정

<관심분야>

기계설계, 신뢰성공학

강 요 한(Yo-Han, Kang)

[정회원]



- 2009년 3월 : 한양대학교 응용화학 (학사)
- 2009년 7월 ~ 2012년 6월 : 대한민국 공군 학사장교
- 2014년 8월 ~ 현재 : 국방기술 품질원 품질기획실 선임연구원

<관심분야>

탄약, 화학, 데이터분석