Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society
Vol. 24, No. 10 pp. 286-290, 2023

https://doi.org/10.5762/KAIS.2023.24.10.286
ISSN 1975-4701 / eISSN 2288-4688

소구경화기 분산도 향상방안에 관한 연구

신재원*, 고동현
국방기술품질원

A Study on Improvement Method of Small Arm Dispersion

Jae-Won Shin*, Dong-Hyeon Ko
Defence Agency for Technology and Quality

요 약 본 연구는 소구경 화기의 분산도 향상을 위한 목적으로 수행 되었다. 소구경 화기는 개인 보병이 휴대하는 화기로서, 세계적 표준으로 정해진 바는 없지만 대한민국에서는 통상 20mm 이하의 구경을 가진 화기를 말한다. 분산도란 목표 지점에서 탄이 얼마나 분산되어 탄착점을 형성 하는가에 대한 것으로, 실제 전투에서 적군에 대한 명중률과 직결되는 소구경 화기의 가장 중요한 제원 중 하나이다. 분산도에는 다양한 인자들이 영향을 주는데, 이번 연구에서는 사격시 총기의 진동이나 충격에 의해 발생되는 편차를 최소화 하는 방안에 대해 고찰하였다. 그 방법으로는 총열 조립체의 유격을 최소화 시키고 총열의 두께를 증대시켜 사격 진동 및 충격의 영향을 최소화 하는 방안을 고안하였다. 그 결과 총열 조립체의 조립 유격과 총열 두께가 정량적으로 분산도 향상에 어떻게 기여하는지 알 수 있었다. 연구 결과 총열두께와 조립 유격 조정만으로 최대 64%의 분산도 향상 효과를 확인 할 수 있었다. 본 연구를 통해 총열 조립체의 조립 유격과 총열 두께의 분산도에 대한 정량적인 영향도를 파악하여 타 화력 무기에 확대 적용할 수 있을 것으로 기대한다.

Abstract This proposes an improvement method of small arm dispersion. A small arm is a firearm carried by an individual infantryman. Although it has not been set as a global standard, it usually refers to a firearm with a caliber of 20 mm or less in Korea. The dispersion is about how much dispersed the bullet is at the target point to form a bullet attack group and is one of the most important parameters of small arms, which is related directly to the hit rate against the enemy in actual combat. Various factors affect the degree of dispersion. This study considered ways to minimize the deviations caused by gun vibration or impact during shooting. As a result, the space between the parts and the barrel thickness of the assembly affect the improvement of dispersion. The dispersion was improved by up to 64% only by adjusting the barrel thickness and space of the parts. Through this study, it is expected that the quantitative impact on the dispersion of space of parts and barrel thickness can be identified and applied to other weapons.

Keywords : Dispersion, Barrel, Thickness, Small Arm, Space, Parts

1. 서론

소구경화기는 보병들이 휴대하는 화기로, 명확하게 정의된 바는 없지만 대한민국에서는 개인이 휴대하며 구경은 20mm 이하를 말한다. 소구경화기의 성능 중 가장 중요한 것은 유효사거리라 할 수 있다. 유효사거리는 원거리에 있는 적에 얼마나 피해를 입힐 수 있는가에 대한 척도인데, 유효사거리와 관련된 인자는 총구속도와 분산 및 정확도이다[1]. 즉, 분산도는 개인화기의 가장 중요한 성능 중 하나로서, 개인화기 연구 및 생산시 지속적인 개

*Corresponding Author : Jae-Won Shin(DTAQ)
email: 11367@dtaq.re.kr
Received August 2, 2023 Revised August 31, 2023
Accepted October 6, 2023 Published October 31, 2023

선을 위해 노력 중이다.

본 연구에서는 분산도의 정의에 대해 정확히 파악하고 분산도의 측정방법을 정한 후 분산도 개선에 대한 효과를 측정하였다. 총기의 분산도는 여러 가지 요인에 의해 영향을 받는데 본 연구에서는 조립간 유격과 격발 충격에 의한 진동을 최소화 함으로써 분산도를 개선하는 방법에 대해 연구하였다.

OO총기 (군사 보안상 기재 불가)의 분산도를 향상시킬 수 있는 방안을 제시하고 그에 대한 결과를 도출하였다.

2. 이론적 배경

2.1 분산도 정의

분산도(Dispersion)는 탄이 개별적으로 편차가 있어 탄착 평균점으로부터 흩어진 정도를 의미한다.

Fig. 1은 분산도에 대한 설명이다. 아래 그림에서 Target A,D와 같이 탄착군이 모여있을 때 분산도가 작은 것을 의미한다[2].

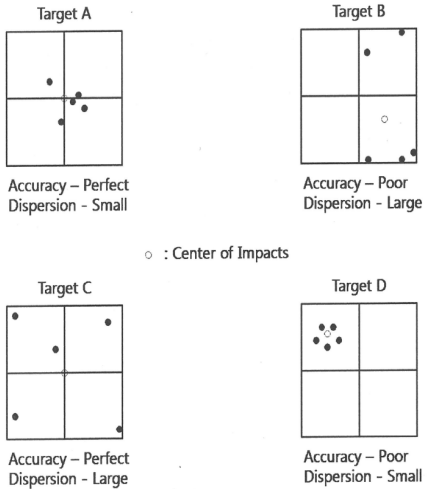

Fig. 1. Dispersion and Accuracy

2.2 분산도 측정방법

분산도는 정해진 발수의 탄을 사격한 후 가장 먼 탄착점 2개 사이의 거리를 측정하여 분산도를 나타내는데 이를 최대분산직경이라 한다. 총구전방 00m에 표적지를 놓고 총기를 고정마운트에 설치한 후 탄알띠로 연결된 보통탄 10발을 장전한 후 연발로 사격하여 가장 불리한 1발을 제외한 9발 탄착군의 최대분산직경을 측정한다.

3. 분산도 향상방안

3.1 분산도에 영향을 미치는 요소

사격이 이루어 질 때 탄착점의 좌/우 편차는 사수의 직접 사격 또는 마운트 고정 사격에 따라 발생되며, 상/하 편차는 탄의 총구속도에 따라 발생한다. 여기서 좌/우 편차는 사수에 의해 영향을 받게 될 경우 총기의 고유한 분산도를 측정하지 못하고 인적요소가 개입되는 문제가 발생한다. 따라서 분산도를 측정할 때는 총기를 고정마운트에 거치한 후 사격을 해야 된다. 또한 분산도는 총기 고유의 특성과 탄 고유의 특성 2가지에 의해 영향을 받게된다.

3.1.1 총기 고유의 특성

총기를 고정마운트에 고정하여 사격할 때 총기가 분산도에 미치는 영향은 총기 그 자체가 갖고 있는 공차이다. 총기는 각각의 부품들이 조립되어 이루어지는 정밀한 무기이며, 조립이 되기 위해 각 부품들은 공차를 갖고 있다[3]. 이러한 공차들로 인하여 완성된 조립체에서 미세한 유격이 있어 사격시 흔들림이 발생 할 수 있다. 이러한 조립공차를 제외하고 분산도에 가장 큰 영향을 미치는 것은 총열이라고 할 수 있다. 사격 시 총열에 약간의 진동만 발생하여도 탄착점에 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 총열의 강성 증가를 통하여 진동을 줄이면 분산도가 개선될 수 있다[4].

3.1.2 탄 고유의 특성

총기를 개발할 때 탄은 고정변수로 취급하여 진행하게 된다. 그러나 탄에서도 편차가 존재하므로, 이를 완전히 무시할 수는 없다. 또한 사격 시 나타나는 상/하 편차는 탄압이 크고 낮음에 따라 큰 영향을 받으므로, 분산도에는 탄의 편차가 영향이 크다. 그러나 정상적인 탄이라면 탄압이 분산도에 크게 영향을 줄 정도로 크게 차이가 나지 않으므로, 본 보고서에서는 탄은 고정변수로 취급하도록 한다.

3.2 분산도 향상방안

탄은 고정변수로 두고 분산도를 향상시키기 위해서는 총기의 유격감소, 총열의 강성증가 2가지 측면 방안이 마련되어야 한다.

3.2.1 총기의 유격감소

총기의 유격감소를 위해 총열 연결쇠와 총몸의 조립구간 증가, 조립공차 감소 설계를 진행하였다. 총열 조립구간 상세도는 Fig. 2와 같다.

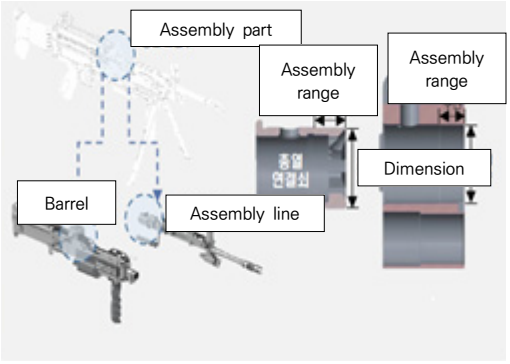

Fig. 2. Detail of Assembly Part

이러한 조립구조에 따라 총열은 Fig. 3과 같이 공차와 조립구간에 따라 총열의 처짐이 발생할 수 있다.

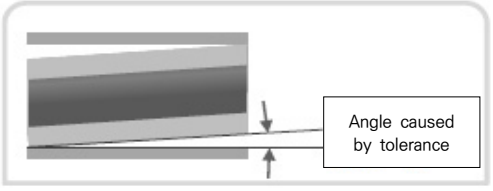

Fig. 3. Slack of barrel due to tolerance of assembly

기존에는 총열의 조립구간이 12.5mm인 것을 15mm 이상으로 증가시켰다. 또한 조립공차의 최대치를 감소시켰다. 기존에는 조립 공차가 0.10~0.18mm 범위였으나 이것을 0.10~0.14mm로 조립 공차의 최대치를 0.04mm만큼 감소시켰다. 이를 통해 총열이 더 견고하게 지지될 수 있도록 함으로써 총열의 처짐을 감소시켰다. 총열 및 총열연결쇠의 조립구간과 조립공차 개선 내용에 대해 정리하면 Table 1과 같다.

Table 1. Summary of Assembly Length and Tolerance (mm)

Sort	Assembly section	Maximum assembly tolerance	Minimum assembly tolerance
Original	12.5	0.18	0.10
Improved	15	0.14	0.10

3.2.2 총열의 강성증가

연발사격을 하는 총기의 특성상 사격 간 총열의 진동에 따라 분산도가 크게 영향을 받는다[5]. 따라서 개선 총기에서는 Modelling & Simulation 분석을 통해 총열의 두께별 진동 최대변위를 해석하고 이 변위에 의하여 1,000m 거리에서 분산도에 얼마나 영향을 미치는지 분석하였다. Fig. 4와 같이 총열과 총열두께를 기존, 0.5mm, 1.0mm 증가시켰을 때 각각 3가지 경우에 대하여 해석을 실시하였다.

또한 사격시 발생하는 진동을 측정하기 위하여 총열 내 압력은 5.56mm 보통탄의 것을 반영하였다.

M&S(ANSYS) 분석결과를 정리하면 Table 2와 같다. 여기서 X는 아랫방향, Y는 전방방향, Z는 윗방향 이다.

Table 2. Result of Modeling and Simulation

Sort	Maximum variation of the gun in each direction due to vibration
Original	X direction : 1.6537 × 10-5mm Y direction : 6.2419 × 10-4mm Z direction : 1.1425 × 10-7mm
0.5mm Thickness increased	X direction : 6.9151 × 10-6mm Y direction : 6.1336 × 10-4mm Z direction : 1.9533 × 10-8mm
1.0mm Thickness increased	X direction : 6.0226 × 10-6mm Y direction : 5.7470 × 10-4mm Z direction : 8.6077 × 10-8mm

총구의 변위방향 중 전방방향인 Y 방향으로의 변위는 분산도에 영향을 주지 않으므로 해석에서 제외한다. 분산도에 영향을 미치는 방향은 총열의 직교방향의 변위인 X, Z 방향이다. 총구 최대변위는 X방향, Z방향 변위의 벡터합이다.

Eq. (1) 총구 최대변위 = X방향 최대변위 + Z방향 최대변위

확인결과 Z방향의 최대변위가 X방향의 최대변위보다 매우 적어 총열 전체의 총구 최대변위 계산에 큰 영향을 미치지 못한다. 따라서 Z방향 변위는 제외가 가능하다. 총열 총구 최대 변위로 1,000m에서의 분산도 영향에 대해 계산해 볼 수 있다. 총열의 길이가 465mm이므로 다음의 비례식을 이용하면 총구의 변위가 1,000m에서 분산도에 얼마나 영향을 미치는지 알 수 있다.

총열길이 : 총구 최대변위 = 1,000m : 분산도

위 식을 이용하여 총열 두께에 따른 1,000m에서 분산도 영향을 계산하면 다음과 같다.

Table 3을 보면 기존 총열에 비해 두께를 0.5, 1.0mm 증가시킨 총열이 진동에 의한 1,000m 분산도 영향이 기존 대비 각각 58%, 64% 향상된 결과를 나타내었다. 따라서 무게 증가 대비 효과를 고려해 0.5mm 두께 향상을 적용 하였다.

Table 3. Dispersion for Thickness of Barrel

Sort	Dispersion
Original	0.03556mm
0.5mm Thickness increased	0.01487mm
1.0mm Thickness increased	0.01295mm

4. 분산도 향상방안 적용결과

OO총기의 분산도 사격시험은 총기 제조업체의 통상적인 사격시험때의 환경과 동일하게 하여 실시하였다. 총열의 조립구간을 12.5mm에서 15mm로 늘리고 조립공차를 0.4mm만큼 개선하였다. 또한 총열 두께를 기존 대비 0.5mm 증대시킨 총열을 적용하였다. 총기는 000m에서 사격하였을 때 10발 중 9발은 최대 분산직경이 000mm이내에 있어야 한다. 개선된 2정의 총기로 각 10발씩 시험을 실시했고 9발의 분산도 측정 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Result of shooting test

Sort	Dispersion average(Mil)
Original barrel test result	0.000 (Claasified)
Improved barrel test result	0.000 (Claasified)
Gap	63% improved

* 1Mil(Milliradian) : Dispersion of 10cm per 100m

5. 결론

본 연구는 OO총기의 분산도 향상방안에 대한 연구로 본문에서는 OO총기의 분산도를 향상시키기 위하여 2가지 방안을 제시하였고 각 방안에 대한 분석을 진행하였다. 그리고 해당 방안들을 적용하여 기존 OO총기와 비교한 결과를 제시하였다.

첫 번째 방안으로 총기의 유격감소를 통하여 사격 시 흔들림을 줄이는 방안이 제시되었다. 두 번째 방안으로 총열의 두께를 향상시키는 방안이 제시되었다. 해당 방안을 적용할 경우 사격 간 총구의 진동이 감소하여 분산도가 향상될 것이라 기대하였다. 또한 총열의 두께향상이 분산도에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 이론적인 분석을 진행하였다. 0.5mm, 1.0mm 두께를 증가시킨 총열의 경우 기존 총열보다 총구의 최대변위가 58%에서 64% 감소한다고 나타났으며, 진동에 의한 1,000m에서의 분산도에 미치는 영향이 기존 총열대비 58%, 64% 향상된 결과를 보임을 알 수 있다. 이러한 두가지 방안을 모두 적용한 결과 기존 OO총기에 비해 실제 분산도 사격결과 약 63% 향상되는 결과가 나타났다. 총기에서 분산도는 그 수치가 좋을수록(분산도가 적을수록) 화기의 성능이 뛰어나게 된다.

본 연구는 OO총기의 분산도 향상을 위한 방안에 대하여 제시하였으며, 해당 방안을 실제 적용한 결과 분산도가 향상되었음이 확인되었다. 이러한 결과를 바탕으로 해당 연구결과를 타 화기에도 적용하여 분산도 향상을 도모할 수 있을 것이라 기대된다.

References

[1] J. W. Shin 2017. "Report on improvement of the first mass production for OO machine gun". Technical Report, DTaQ, Korea.

[2] T. S. Shin. 2019. “Light machine gun development test and evauation result" Technical Report, DTaQ, Korea.

[3] J. W. Shin. 2018. "Study for nitriding effect to prevent chomating loss on small arms". Technical Report, DTaQ, Korea.

[4] J. W. Shin. 2017. “Reprot on shooting method of machine gun" Technical Report, DTaQ, Korea.

[5] J. W. Shin. 2021. "A quality assurance activity report for the initial product of OO machine gun". Technical Report, DTaQ, Korea.

신 재 원(Jae-Won Shin) [정회원]

- 2011년 2월 : 경북대학교 재료공학과 (학사)
- 2015년 9월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

〈관심분야〉
품질경영, 재료공학, 기계공학

고 동 현(Dong-Hyeon Ko) [정회원]

- 2018년 8월 : 부산대학교 항공우주공학과 (학사)
- 2019년 8월 ~ 현재 : 국방기술품질원 연구원

〈관심분야〉
품질경영, 기계공학, 항공우주공학