

소구경 화기의 사격음 특성에 대한 비교분석 연구

A Experimental Comparison Analysis for the Characteristics of Impulse Noise Caused by Shooting of Small Arms

박 미 유[†] · 심 철 보^{*} · 홍 준 석^{*}

Mi-You Park, Cheul-Bo Shim and JunSeok Hong

(Received June 28, 2016 ; Revised September 8, 2016 ; Accepted September 13, 2016)

Key Words : Sound Pressure Level(음압수준), Small Arms(소구경 화기)

ABSTRACT

In order to provide a basis data for design of small arms and their silencer, an experimental study on firing noise of small arms was performed around the muzzle of a gun. For this experimental comparison analysis, the target small arms were included most operating small arms in our country. The sound pressure levels were measured at a certain distance which was predetermined according to US army firing test procedure, TOP 3-2-045. By this experimental study, the sound pressure levels of 5.56 mm caliber small arms are 143 dB ~ 145.4 dB and 7.62 mm caliber small arms are 144 dB ~ 145.2 dB. Between the heavy machine gun K12 and M60, the sound pressure level of K12 is slightly lower than M60. Also silencer for K14 sniper rifle was tested. Using this result, it has been found that the reduction effect of the silencer is 15.4 dB but the improvements of silencer performance in the high frequency range have to be studied later on.

1. 서 론

병사 개개인이 소지하는 소구경 화기는 전투 시 가장 기본이 되는 화기로서 일반적으로 얼굴, 특히 귀에 상당히 근접한 상태에서 사격이 이루어지므로 이때 발생하는 사격음이 병사 개개인의 청력에 악영향을 끼치고 있는 상황이다.

최근 들어 개인의 청력보호에 대한 요구가 높아지고 있는 상황에서 병사 개개인의 청력보호는 병사들의 건강상의 문제뿐만 아니라 원활한 지휘를 통한 전투력 유지에도 크게 관련이 있다 할 수 있다.

즉, 실제 전장 상황에서 전투를 수행하는 병사가

일정 이상의 소음에 노출되면 청각기능 손상으로 전투력이 저하, 원활한 전투지휘 장애 등이 발생할 수 있으므로 이를 극복하기 위한 연구의 방안으로서 소구경 화기의 소음에 대한 연구가 필요하다 할 수 있다.

하지만 현재까지 이 분야에 대한 연구와 그 연구에 대한 논문과 같은 각종 연구결과물의 발표 또한 군사보안상의 이유로 상당히 제한적으로만 이루어져 온 것이 현실이고, 우리나라에서 개발된 소총(소구경 화기)에 대해서만 제한적으로 연구가 진행되어 K2 소총이나⁽¹⁾, K7 소음총^(2,3)의 사격음에 대한 측정을 통한 연구가 진행되었을 뿐이다.

이에 이 논문에서는 소구경 화기 사격 시 병사들의 청력보호를 목적으로 귀마개(ear plug) 사용의

[†] Corresponding Author; Member, Defense Agency for Technology and Quality
E-mail : hanhim@dtqa.re.kr
^{*} Defense Agency for Technology and Quality

[‡] Recommended by Editor Jae Hung Han

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

위한 제도적 지침 마련을 위한 자료뿐만이 아니라 향후 개발될 소구경 화기 자체 및 소구경 화기용 소음기 설계를 위한 기초자료를 제공하기 위하여 우리나라에서 운용하고 있는 소구경 화기의 소음 수준을 파악하여 보았다.

현재 국내 소구경 화기의 소음수준 측정은 시험 평가절차서에 따라 시행하게 되는데, 이는 미국 육군 소구경 화기 사격시험 평가절차서⁽⁴⁾를 기본으로 하였으나 최종 결과는 계산방법을 조금 다르게 적용하게 되어 있다.

따라서 국외에서 실시된 측정값과의 직접적인 비교를 위하여 이 연구에서는 미국 육군 소구경 화기 사격시험 평가절차서에 맞게 측정을 하였으며, 그 결과 또한 이에 맞게 도출하였다.

이 연구에서 실시한 소구경 화기는 현재 국내에서 사용 및 개발하고 있는 소구경 화기 대부분을 포함하였다.

2. 측정 절차, 조건 및 대상

2.1 측정 절차 및 조건

소음 측정 시험은 미국 육군 소구경 화기 사격 시험평가절차서에 따라 진행하였다. 참고로 국내 소구경 화기의 시험평가절차서는 위의 서론에서 명기한 것처럼 미 육군 소구경 화기 사격 시험평가절차서를 참고하여 작성되었기에 그 평가 절차는 거의 유사하다. 측정은 총구 좌측 5 m, 높이 1.6 m 거리에서 소음을 측정하도록 되어 있다.

다만, 국내에서 적용하고 있는 소구경 화기의 시험평가절차서의 평가방법과 미국 육군 시험평가절차서의 평가방법이 다른데, 국내에서는 보통 10번의 소음 측정 후, 각각의 총합(over-all)소음레벨을 평균하는 반면에 미 육군에서는 순간최대음압레벨로 평가를 진행한다.

이 연구에서는 5~10번 정도의 소음 측정 후 각각의 순간최대음압레벨을 평균하여 그 결과 값을 도출하였다.

측정을 위한 마이크로폰 및 측정장비의 설치 모습은 Fig. 1과 같으며, 사격은 Fig. 2에 나와 있는 것처럼 바닥이 풀로 덮여있는 개활지에서 실시하였다. 또한 사격장은 우측이 산 경사면으로부터 약 10여 미터 떨어져 있는 상태였으나 Fig. 3에서 알 수 있

듯이 측정결과 반사음의 영향은 미미하였다.

측정은 동적응답이 164 dB까지인 B&K 4954 마이크로폰과 Pulse System을 이용하여, 시험평가절차서



Fig. 1 Experimental setup view



Fig. 2 Firing posture and firing field view

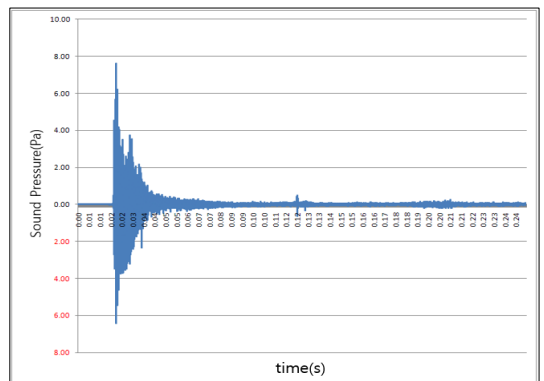


Fig. 3 Sound pressure level of firing test (time domain)

에 따라 1/1 옥타브밴드 스펙트럼으로 중심주파수 6 kHz까지의 주파수 대역별 소음을 무보정 음압으로 평가하였다. 측정은 사격시험 일정 상 겨울과 초여름으로 나눠서 하였는데, 두 번에 걸친 측정 모두 당일 날씨는 맑았고 바람은 거의 없었으며, 겨울철 측정일의 습도는 15%, 온도는 7℃, 초여름 측정일의 습도는 15%, 온도는 24℃였다. 위에 언급한 것처럼 측정 당일에 바람은 거의 없었지만 측정 시 갑자기 발생할 수 있는 바람의 영향을 제거하기 위하여 측정 마이크로폰에는 wind screen을 장착하였다.

2.2 측정 대상

이 연구는 현재 국내에서 사용하거나 개발하고 있는 9종의 소구경 화기를 대상으로 측정 및 분석

을 실시하였다. 이는 현재 국내에서 사용하는 소구경 화기의 대부분을 포함하는 것으로 대상 소구경 화기는 K1A기관단총, K2소총, K2소총(소음기부착), K3경기관총, K5권총, K7소음기관단총, K11복합형소총, K12중기관총, K14 저격용 소총, M60중기관총이다.

이를 사용 탄약을 구경으로 분류하면 Table 1에도 정리되어 있듯이 K1A, K2, K3, K11은 5.56 mm, K12, K14, M60은 7.62 mm, K5, K7은 9 mm가 된다.

2.3 측정 결과

앞 절에서 언급한 것처럼 국내에서 사용되고 있는 소구경 화기를 구경에 따라 분류하면 측정 대상 소구경 화기에 포함된 것처럼 5.56 mm, 7.62 mm, 9 mm의 세 가지로 분류할 수 있다.

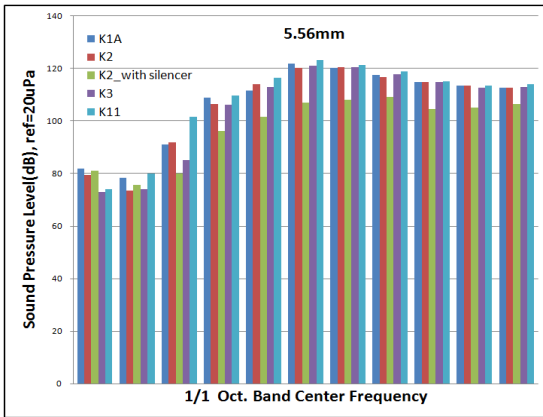


Fig. 4 Sound pressure level of K1A, K2, K3, K11 (caliber : 5.56 mm)

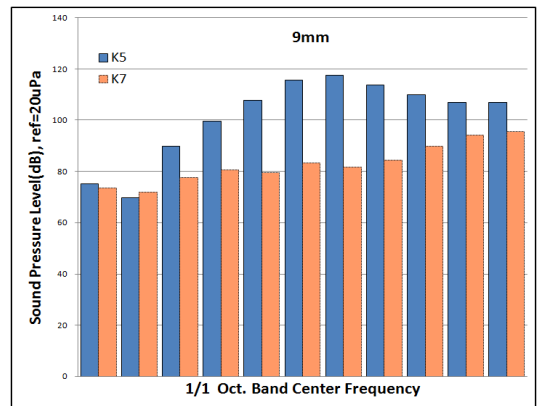


Fig. 6 Sound pressure level of K5, K7(caliber : 9 mm)

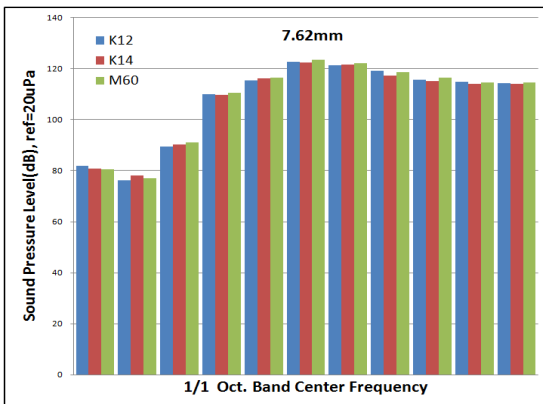


Fig. 5 Sound pressure level of K12, K14, M60(caliber : 7.62 mm)

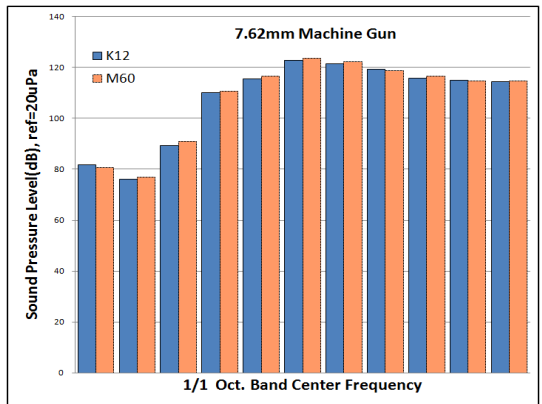


Fig. 7 Sound pressure level of K12, M60(machine gun, caliber : 7.62 mm)

이들 구경에 따른 소구경 화기 각각의 1/1 Oct. 밴드별 음압수준(sound pressure level)은 Figs. 4~6 와 같다.

Fig. 7은 7.62 mm 탄약을 사용하는 중기관총에 대하여 별도로 도시한 것이며, Fig. 8은 소구경 화기들 중 경기관총인 K3까지 포함된 기관총 계열에 대한 1/1 Oct. 밴드별 음압수준을 별도로 도시한 것이다.

Table 1은 이 모든 결과들을 소구경 화기의 종류 및 구경에 따라 정리한 것이다.

2.4 계측 결과 고찰

이번 측정 대상 소구경 화기는 앞 절에서 언급한 것처럼 구경에 따라 3가지로 구별할 수 있는데, 5.56 mm 탄약을 쓰는 K1A, K2, K3의 경우 약 143 dB 정도의 순간최대음압레벨을 갖는다는 것을 알 수 있었다. 다만 같은 5.56 mm 탄약을 사용하는 복합소총인 K11의 경우는 다른 소구경 화기보다 약 2 dB정도 더 높게 나왔다.

7.62 mm 탄약을 사용하는 중기관총인 K12, M60의 경우 비슷하게 145 dB정도의 소음레벨을 나타냄을 알 수 있었는데, K12가 M60보다 약간 더 낮게 나옴을 알 수 있었으며, 같은 탄약을 사용하는 K14 저격용 소총의 경우 중기관총보다 조금 더 낮은 144 dB의 소음레벨을 갖음을 알 수 있었다.

9 mm 탄약을 사용하는 K5 권총과 K7 소음기관 단총의 경우, K7소음기관단총은 총열에 소음기가 부착된 구조이기에 K5권총과의 소음 수준을 단순

비교하기에는 무리가 있었다.

권총의 경우 총열이 짧고 구조상 소총보다 불리하나 탄약의 길이가 짧아 작약량이 적기에 소음레벨은 낮게 나온다. K7 소음기관단총의 경우 구경이 가장 큰 9 mm 탄약을 사용함에도 다른 소구경 화기 보다 소음레벨이 크게 낮음을 알 수 있어, 사용 목적을 충족시키고 있음을 알 수 있었다.

이 계측결과에서도 알 수 있듯이 9 mm 탄약의 경우 탄자의 구경이 소총탄약보다 크지만 추진체가 상대적으로 적어서 5.56 mm, 7.62 mm 탄약을 사용하는 소구경화기에 비하여 상대적으로 낮은 소음수준이었다.

이 연구에서는 앞서 언급된 소구경 화기에 대한 단순 계측뿐만이 아니라 국내에서 개발된 K14 저격용 소총에 사용되는 소음기(silencer)의 성능을 확인 해보는 연구도 병행하여 실시하였다.

이는 측정 대상 중 하나였던 K14 저격용 소총은 본체의 경우 현재 개발이 완성된 수준이지만 장착된 소음기의 경우는 아직 개선할 여지가 많이 남은 상태이기 때문이다. 이런 이유로 이 연구에서는 추가로

Table 1 Max. sound pressure level[dB] of tested small arms

| | Max. SPL[dB] | Caliber [mm] | Remarks |
|-----|--------------|--------------|---------------------------------|
| K1A | 143.4 | 5.56 | Rifle |
| K2 | 143 | 5.56 | Assault rifle |
| | 135.7 | 5.56 | with silencer |
| K3 | 143.5 | 5.56 | Light machine gun |
| K5 | 140.4 | 9 | Pistol |
| K7 | 122.1 | 9 | Submachine gun |
| K11 | 145.4 | 5.56 | Objective individual combat gun |
| K12 | 144.7 | 7.62 | Heavy machine gun |
| K14 | 144 | 7.62 | Snifer rifle |
| M60 | 145.2 | 7.62 | Heavy machine gun |

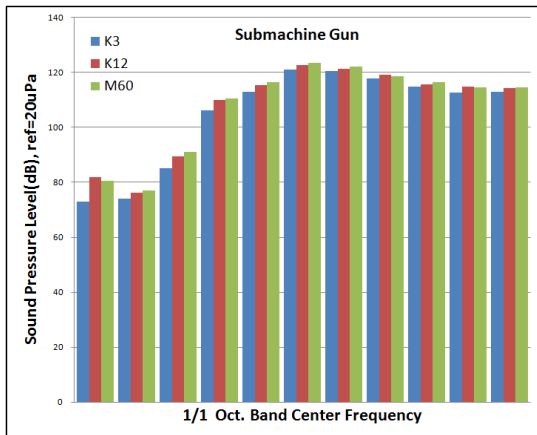


Fig. 8 Sound pressure level of K3, K12, M60(sub-machine gun)

Table 2 Sound pressure level[dB] of K14 with and without silencer

| Num. | K14 | |
|------|---------------|--------------|
| | With silencer | W/O silencer |
| 1 | 92.4 | 105.4 |
| 2 | 89.4 | 105.2 |
| 3 | 89.1 | 106.0 |
| 4 | 88.8 | 104.7 |
| 5 | 90.5 | 106.0 |
| 6 | 89.8 | 103.8 |
| 7 | 89.3 | 104.7 |
| 8 | 88.9 | 105.8 |
| 9 | 90.5 | 105.4 |
| 10 | 90.0 | 106.0 |
| Ave. | 89.9 | 105.3 |

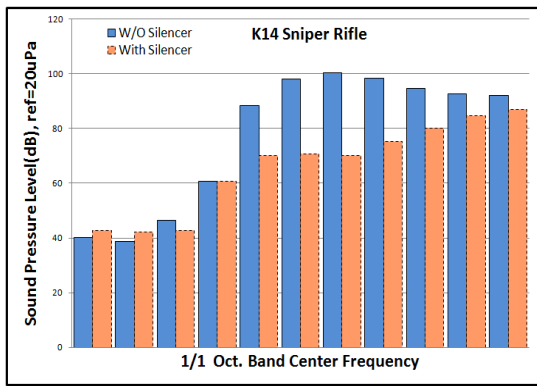


Fig. 9 Sound pressure level of #2 snifer riffle

소음기의 성능을 확인하고 개선 방향에 대하여도 분석해 보았다.

이를 위해 K14 저격용 소총은 소음기 장착 유무에 대하여 비교실험을 실시하였는데 소음측정 결과는 Table 2와 같았으며, 소음기의 장착으로 인한 소음저감 효과는 15.4 dB였다.

Fig. 9는 K14 저격용 소총의 소음기 장착/미장착에 따른 옥타브밴드별 소음레벨을 도시한 것이다. 이를 통해 소음기의 주파수대역별 저감 성능을 알 수 있는데, 중간 주파수 대역에서 소음을 크게 저감시키고 있음을 알 수 있다.

이는 사람의 민감 주파수 대역(1 k ~ 2 kHz)과도 어느 정도 일치하고 있으며, 추후 저주파수 대역에 크게 둔감한 사람의 청각특성이 들어간 A보정(A-weighted)을 고려하면 소음기의 주파수별 저감 특성은 어느 정도 적절하다고 할 수 있다.

하지만 소음기 장착후의 소음 특성은 상당한 고주파수(8 kHz 이상)에 좌우되고 있음이 Fig. 9에서 확인되었으므로 앞으로 소음기 내 흡음재 삽입 등의 조치를 통해 고주파수 대역에서의 소음레벨을 낮추는 개선을 진행해 나가야 할 것으로 판단된다.

한편 Fig. 4에서 K2 소총의 경우 소음기를 사용하면 7.3 dB정도의 소음저감 효과를 갖음을 알 수 있었는데, K14 저격용 소총에 사용되는 소음기의 저감효과가 약 15 dB정도인 것을 고려하면 K2소총용 소음기의 저감성능은 상당히 떨어진다는 것을 알 수 있었다. 따라서 향후 이 부분은 개선의 여지가 많이 남아 있음을 알 수 있다.

3. 결 론

현재 국내에서 사용 및 개발 중인 소구경 화기의 소음레벨을 미국 육군 사격시험평가절차서에 따라 측정하고 평가하였다.

그 결과 5.56 mm 탄약을 사용하는 소구경 화기의 경우 143 dB에서 143.5 dB 정도의 소음레벨을 갖고 있으나 K11 복합형 소총은 145.4 dB로 다소 높게 나오고 있음을 알 수 있었다. 7.62 mm 탄약을 사용하는 소구경 화기는 144 dB에서 145.2 dB 정도의 소음레벨이 나옴을 알 수 있었는데 중기관총인 K12와 M60을 비교하면 K12가 M60보다 소음레벨이 약간 더 낮음을 알 수 있었다. 9 mm 탄약을 사용하는 소구경 화기는 권총과 소음기관단총이라는 특수한 상황이고 다른 권총과 소음기관단총의 소음레벨 자료가 없어 직접적인 비교를 할 수가 없었으나 권총과 소음기관단총의 소음레벨이 각각 140.4 dB, 122.1 dB가 나옴을 알 수 있었다.

또한 K14 저격용 소총 소음기는 타 소음기에 비하여 소음 저감효과가 우수한 것으로 측정되었으나, 고주파수 대역에서의 음압레벨을 저감에 대한 개선의 여지가 남아 있음을 알 수 있었다.

향후에는 이 논문의 결과를 바탕으로 소구경 화기 본체 자체에 대한 개량뿐 아니라 개방형 소음기

의 사용 및 소음기의 성능개량에 대한 노력이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

References

- (1) Lee, S. T. and Lee, Y., 2004, The Measurement of Firing Noise of K2 Rifle at Close Distance, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 14, No. 11, pp. 1123~1128.
- (2) Lee, J. H., 2004, A Experimental Study of the Characteristics of Impulse Noise Caused by Shooting of K-7 Silenced Assault Rifle, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 7, No. 4, pp. 36~43.
- (3) Park, M. S., Ku, T. W. and Kang, B. S., 2003, Performance Evaluation for Noise Suppression of a Silencer in Small Arms, Journal of the Korean Society of Precision Engineering, Vol. 20, No. 9, pp. 151~158.
- (4) TOP 3-2-045, 2007, Small Arms - Hand and Shoulder Weapons and Machineguns.



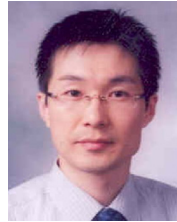
MiYou Park is received B.S. degrees in Mechanical Engineering from Inha University in 1998. He received his M.S. and Ph.D. degrees in Mechanical Engineering from KAIST in 2000 and 2006, respectively. He is currently s

senior researcher at Defense Agency for Technology and Quality.



Cheul-Bo Shim is received B.S. degrees in Mechanical Engineering from Pusan National University in 1988. He received his M.S. degrees in Mechanical Engineering from Pusan National University (Industrial Engineering) in 1991.

He is currently principal researcher at Defense Agency for Technology and Quality.



JunSeok Hong is received his B.S. and M.S. degrees in Mechanical Engineering from Pukyong University in 1990 and 1996, respectively. He is currently s senior researcher at Defense Agency for Technology and Quality.