

군 소화기 사격장 소음측정 및 소음저감 방안 평가

Measurement of Noise and Evaluation of Noise Control Methods for Military Rifle Shooting Ranges

이 상 우* 김 희 석** 정 상 조**
Sang-Woo Lee Hee-Seok Kim Sang-Jo Jeong

Abstract

Civil petitions and law suits against the military rifle shooting noise have been increased because many military shooting ranges are located near civilian residential area. In order to solve the noise problems, military have devised various methods. In this study, propagation properties of rifle shot through atmosphere were investigated. The military rifle shooting noise level at 5m from muzzle was between 114~120dB in all directions. The noise level 100m both backward and sideward away from system firing range consisting lines of 8 shooting locations were 90dB, when shots were all fired within 10 seconds.

At present some of military bases established sound barriers, muzzle enclosures, silencers, and indoor shooting ranges to reduce noises and these prevention methods can reduce noise by 5~20dB, 5~9dB, 5~13dB, 40~50dB, respectively. Even though indoor shooting range has the best performance, it requires very expensive construction cost and has short length between target and shooter. In comparison, muzzle enclosure is cheap, but because it is installed in fixed position it can only be used in one shooting position. Therefore a commander should select appropriate methods to reduce military rifle shooting noise considering distance from residential area to the range, mission of military training, budget, etc.

Keywords : Rifle Shooting Noise(소총 사격소음), Sound Barrier(방음벽), Rifle Silencer(소음기), Muzzle Enclosure(간이 소음저감 장치), Indoor Rifle Shooting Range(실내 사격장)

† 2008년 12월 11일 접수~2009년 1월 20일 게재승인

* 서울시립대학교 공간정보공학과(Department of Geoinformatics, University of Seoul)

** 육군사관학교 토목·환경학과(Department of Civil Engineering and Environmental Sciences, Korea Military Academy)

책임저자 : 정상조(sangjoj@kma.ac.kr)

1. 서론

소음(騒音)은 사전적으로 ‘듣는 사람에게 좋지 않은 느낌을 주는 소리’로 정의된다. 하지만, 소음에 대한 사전적 정의가 포괄적이고 주관적이기 때문에 소음진동규제법에서는 ‘기계·기구·시설, 그밖의 물체의 사용으로 인하여 발생하는 강한 소리’로 정의하고 규정

된 소음측정기를 사용한 측정값으로 한계를 명시하고 있다. 과거와 비교하여 산업과 문명이 발달하고, 정온한 환경에서 생활을 영위하고자 하는 국민들의 욕구가 증대되는 현대사회에서는 환경오염과 그 피해로 인한 분쟁이 매우 다양하고, 복잡한 형태로 나타나고 있다.

최근 우리나라에서 환경오염과 그 피해로 인한 분쟁 중 가장 많은 부분을 차지하는 것이 소음과 진동이다^[1]. 중앙환경분쟁조정위원회의 통계자료에 의하면 위원회가 설립된 1991년 7월부터 2008년 3월 까지 총 2,183건의 환경분쟁 사안을 접수하였다. 그 중에서 처리된 1,803건의 환경피해 원인 가운데 87%에 해당하는 1,558건이 소음과 진동으로 인한 사안이었다^[2]. 소음과 진동으로 인한 피해는 사람들의 정상적인 일상생활 영위에 지장을 초래하며, 심각할 경우 정신적·신체적 이상을 야기할 수 있다.

군(軍)은 평시에도 전사를 대비하여 다양한 교육과 훈련을 실시하게 되고, 이러한 군사적 활동들은 불가피하게 소음을 발생시키며, 이로 인하여 국민들의 피해가 발생하게 된다. 국민들이 정온한 환경에서 생활하고자 하는 환경권에 대한 요구는 기업이나 단체뿐만 아니라 국가를 상대로 소음에 관한 집단소송을 제기하고 있다. 군사적 활동으로 발생한 소음피해에 대해 국가를 상대로 집단 소송을 제기한 대표적인 예는 매향리 사격장(선고 2002다 14242), 충주 비행장(선고 2005가 합56815), 전남 장성 전차 사격훈련장(선고 2002가 합5868), 등을 들 수 있다^[3].

군 소화기 사격장 소음은 군용 항공기 소음, 전차 및 포 사격 소음 등과 비교하여 크지 않으나, 사격장이 주민들의 거주지와 인접해 있으며 사격장의 수가 많기 때문에 환경분쟁이 발생할 가능성이 매우 크다. 특히, 도시의 확장으로 군부대 주둔지 주변지역의 개발 속도가 빨라지면서 기존에 주민들과 원거리에 있었던 사격장들도 주민들의 거주지 주변에 위치하게 되었다. 이 때문에 국가안보를 위한 군사 훈련 및 교육에 필수적인 군 소화기 사격장이 오히려 주민들의 정온한 생활을 방해하기도 한다^[4].

군 소화기 사격장에서 발생하는 소음의 원인은 크게 세가지로 요약할 수 있다. 첫째, 탄자의 총구 이탈에 앞선 공기 분출로 발생하는 전조 폭발파, 둘째, 탄자 이탈로 발생하는 탄자 파열음, 셋째, 탄자 이탈 후 추진가스의 고속 분출로 인한 추진가스 폭발파이다^[5]. 이중 가장 큰 소음을 야기하는 것은 추진가스 폭발파

이다.

군 소화기 사격장 소음은 지속시간이 짧고, 최대 음압의 크기가 110dB 이상 발생하는 충격소음이 대부분을 차지한다. 충격소음은 지속시간이 1초 미만으로 짧지만 음압의 크기가 다른 소음원에 비해 상당히 클뿐만 아니라 저주파 특성이 강하기 때문에 방음 차폐물을 이용한 소음저감이 어렵고, 건물이나 창문 등을 흔드는 강한 진동을 유발하는 2차 소음원을 발생시킨다^[6]. 또한 군 소화기 사격장에서 발생하는 충격소음은 매우 짧은 지속시간과 높은 음향강도를 가지는 간헐적 소음으로 같은 에너지의 정상소음에 비해 사람들을 더욱 불쾌하게 만든다. 심지어 소음의 발생을 미리 인지한다 할지라도 음의 날카로움 등으로 인해 그 불쾌감은 더욱 증가하는 특성이 있다^[6].

군 소화기 사격소음에 대한 연구는 극히 제한적으로 이루어져 왔으며, 최근의 주요 연구 내용은 다음과 같다. 오병완 등^[7]은 M16 소총 사격 시 소총 주위 사격음의 특성과 사격자의 청력에 미치는 영향을 조사하였다. 김종욱^[5]은 총구 소음을 발생시키는 요인을 분석하고, 선형화된 음향이론을 적용하여 총구 폭발음의 최고 음압에 관한 이론식을 유도하였으며, 4종류의 소음기를 설계, 제작하여 감음 효과를 측정하여 최대 감음 효과를 나타내는 소음기의 형상을 제시하였다. 이성태 등^[8]은 현재 군이 많이 사용하고 있는 K-2 소총의 사격음을 근접 측정하여 위치별 거리별 소음의 방사 정도를 측정하였다. 위 연구에 의하면 총구 전방 1m에서 발생하는 최대 소음은 154.6dB로 측정되었다.

군은 부여된 임무를 성공적으로 완수함과 아울러 주민들의 정온한 생활을 보장하기 위하여 군사 활동으로 인한 소음에 대해 사전적인 방지활동을 강화해야 한다. 아울러 필요한 경우 군 사격장 소음 방지 시설을 설치하여 소음으로 인한 주민들의 피해를 최소화해야 한다. 본 연구에서는 현재 군에서 운용되고 있는 소화기 사격장에서 실제 사격간 발생하는 소음을 측정하여 소음원 및 소음의 전파 특성을 고찰하고, 현재 일부 군부대에서 설치 및 운용되고 있는 방음벽(sound barrier), 소음기(rifle silencer), 간소음저감 장치(muzzle enclosure), 실내 사격장(indoor rifle shooting range)을 비롯한 여러 가지 소음저감 방법들의 실제 소음의 저감 정도를 평가하였다. 군 소화기 소음저감 방법들은 성능, 비용, 기술적 활용 가능성 등에서 각각 장단점을 가지고 있다. 그러므로

지휘관이 주저지와의 거리, 가용 예산, 훈련 목적 등 부대별 여건을 고려하여 최적의 소음저감 방안을 설치 및 운용하는데 유용한 자료로 활용될 수 있을 것이다.

2. 실험 방법

가. 소음원 및 소음의 전파특성 평가

군 소화기 소음원의 특성을 알기 위해 소화기 총구로부터 5m 거리에서 방향에 따른 소음을 전방으로부터 45도 간격으로 측정하였다. 총구를 중심으로 좌측 및 우측 방향의 소음은 유사하다고 가정하여 우측 방향만 측정하였다. 일반적으로 소화기 소음은 총구 전방이 가장 강하지만 총구 전방은 유탄 등으로 인한 위험을 감소시키기 위해 산악지형 등으로 민가와 충분한 거리를 확보하고 있기 때문에 소음의 관점에서는 측방과 후방의 중요성이 증대되고 있다. 군 소화기 소음은 총구로부터 사격장의 여건을 고려하여 최대 515m까지 근거리는 20~30m, 원거리는 100~200m 간격으로 측방 및 후방으로 이동하면서 측정하였다. 소음저감 장치에 대한 평가는 위와 동일한 요령으로 소화기에 소음저감 장치(예: 소음기, 간이 소음저감 장치, 등)를 설치 한 후 소음을 측정하였으며, 그 값을 소음저감 장치 설치 전과 비교하여 소음저감 장치의 성능을 평가하였다.

[표 1] 소화기 소음 측정 일자 및 측정 내용

일자	사격장	측정 목적
4. 15	경기도 남양주소재 ○○사격장	소음원 측정
4. 17	서울시 소재 실내 사격장	실내사격장 효과 평가
4. 24	강원도 철원군소재 ○○사격장	소음전파 특성 측정
4. 28	충북 청주시소재 ○○사격장	간이 방음장치 효과 평가
5. 1	경기도 남양주소재 ○○사격장	소음기효과 평가
5. 8	경기도 여주군소재 ○○사격장	방음벽효과 평가

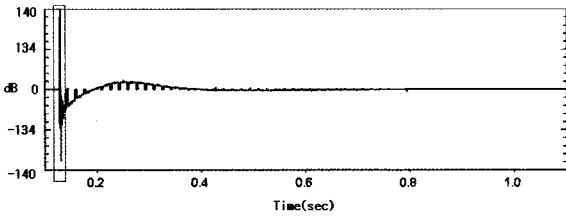
나. 측정 장비 및 일정

군 소화기 소음 측정은 Sound Level Analyzer(SLA 301, A.S.T, Germany)를 사용하여 측정하였다. 소음 측정기는 마이크 2개를 이용하여 서로 다른 음압 영역의 소음 측정이 가능하며, 일반적인 측정범위는 35~131dB이다. 군 소화기 사격 시 소음은 약 1초 간격으로 측정하였으며, 최대 LA_{max} 값을 기준으로 소음도를 평가하였다. 군 소화기 소음 측정은 2008년 4월과 5월에 6회에 걸쳐 측정하였으며, 자세한 측정 일정 및 내용은 표 1과 같다. 군 소화기 소음의 순간적인 음압 변화를 측정하기 위하여 Compact DAQ 9012 아날로그 입력장치를 사용하여 소음 신호를 전기적 신호로 변환하였으며, LabVIEW 8.0 프로그램을 사용하여 자료를 분석하였다. 소음의 순간적인 음압 변화의 측정 시간 간격은 1/10,000초였다.

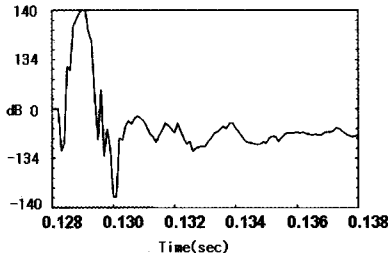
3. 결과 및 토론

가. 군 소화기 소음원 측정

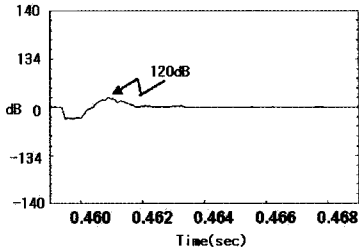
군 소화기로부터 발생하는 음압의 강도와 지속시간을 평가하기 위하여 소음측정기의 음압 신호를 1/10,000 초 간격으로 전기적 신호로 전환하여 소음을 측정하였다. 그림 1(a)는 총구로부터 우측방으로 5m 떨어진 위치에서 측정한 음압을 전기적인 신호로 변환한 그래프이다. x축은 시간으로서 총 1.2초를 나타내고 있으며, y축은 음압을 전기적인 신호로 변환한 volt 값을 dB 단위로 환산한 값이다. 그림 1(a)의 네모로 표시된 부분이 총구로부터 고압의 가스가 빠져나오면서 형성되는 순간적인 음압 피크이다. 그림 1(b)에 의하면 최대 음압이 발생하고 주변의 지형 지물, 사수의 신체, 등에서 반사되어 돌아오는 음압들이 잔향들로 영향을 미침을 알 수 있다. 총구로부터 우측방으로 5m 이격된 위치에서 최대 음압의 지속시간은 약 1/1000초 이다. 그림 1(c)는 소화기로부터 우측방으로 30m 이격된 지점에서 측정한 음압의 분포를 나타낸다. 최대음압의 크기는 5m에서 측정한 음압과 비교하여 급격히 감소함을 알 수 있고, 최대 음압의 지속시간은 다소 길어짐을 알 수 있다. 소음의 크기는 일반적으로 알려져 있는 바와 같이 거리가 증가함에 따라 거리의 제곱에 반비례하여 감소한다. 따라서 소음을 자연적으로 저감시키기 위해 가장 좋은 방법은 소음원과 충분한 거리를 확보하는 것이다.



(a)



(b)

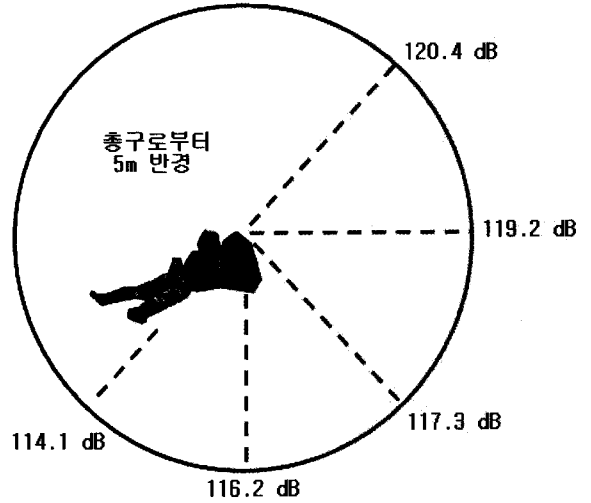


(c)

[그림 1] 소화기로부터 측방으로 이격된 지점에서 측정된 음압; (a) 우측방으로 5m 이격된 지점, (b) 우측방으로 5m 이격된 지점의 음압 피크 부분, 그리고 (c) 우측방으로 30m 이격된 지점

나. 방향에 따른 소화기 소음 측정

군 소화기(K-2) 소음의 방향에 따른 소음 변화를 고찰하기 위하여 총구로부터 5m 거리에서 전방으로부터 45도 간격으로 소음측정기를 설치하여 측정하였다(그림 2). 군 소화기의 최대 소음값은 소음측정기의 LA_{max} 값을 3회 측정하여 그 평균값을 사용하였다. 군 소화기 소음은 총구 전방 5m에서는 120.4dB, 측방 90도 방향 5m 거리에서는 117.3dB, 후방 180도 방향 5m 거리에서는 114.1dB의 값을 나타내었다. 측정결과 군 소화기 소음은 총구 전방에서 가장 크게 나타났으며 총구 후방은 총구 전방과 비교하여 소음이 약 6dB 작았다.



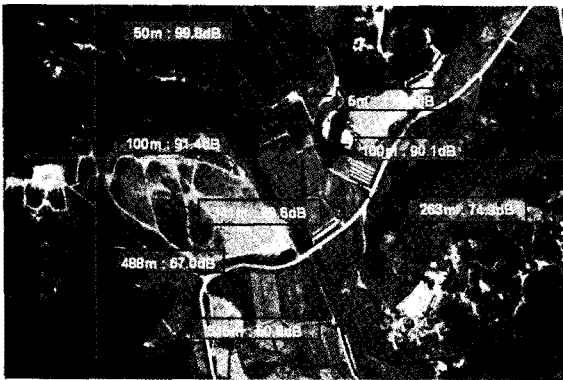
[그림 2] 방향에 따른 소화기(K-2) 소음 변화 (거리 : 5m)

다. 군 소화기 소음의 전파 특성

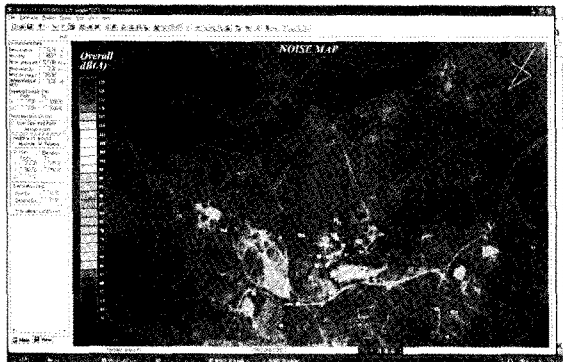
군 소화기 소음의 전파는 주변 지형, 기상요소(예: 기압, 풍속, 습도, 기온 등), 등 다양한 요인의 영향을 받는다. 보다 정확한 군 소화기 소음원의 평가, 소음의 전파특성, 소음저감 장치 및 시설의 성능 평가를 위해서는 지형 및 기상 영향을 최소화하는 조건에서 군 소화기 소음에 대한 측정이 요구된다. 그러나 우리나라 대부분의 군 소화기 사격장은 산지에 위치하여 주변 지형의 영향을 비교적 많이 받는다. 그러므로 군 소화기 사격장 중 비교적 평지가 넓게 나타난 강원도 철원군 소재 ○○사격장에서 소화기 소음원 및 전파특성을 평가하였다(그림 3). 군 소화기 소음은 8개 사로에서 10발의 자동화 사격을 실시할 때 측정된 최대 LA_{max}값으로 결정하였다. 측정 당시 날씨는 흐렸으며, 풍속은 0.9~2m/s, 습도는 30~61%, 기온은 15~18℃ 분포를 보였다.

군 소화기 사격은 그림 3 중앙 상단의 화살표 방향으로 실시하였으며, 소음은 측방 5m 거리에서 116.2 dB, 약 500m거리에서 67.0dB로 각각 측정되었으며, 후방 100m에서 90.1dB, 약 500m에서 50.6dB로 각각 측정되었다. 물론 그림 3에서 볼 수 있듯이 소총의 사격 위치에서 소음측정기 사이에 수목과 비닐하우스 등이 일부 위치하고 있지만, 다른 지역에 비해 상대적으로 고도의 변화가 적고, 장애물의 영향을 적게 받고 있는 지역이므로 사격장 소음의 전파특성을 확인하는데 적합한 지역으로 판단하였다. 이와 유사한 방법으

로 군 소화기 사격시 소음은 경기도 남양주시 ○○사격장에서 김준호에 의해 측정되었다⁹⁾. 김준호의 연구에 의한 소음은 8개 사로에서 5발 사격 시 사격지점의 측방 10m 거리에서는 111.2dB, 후방 94m에서 74.8dB, 263m에서 63.0dB의 값을 각각 나타내었다. 소음 측정 지점인 후방 94m지점은 주변이 나무숲으로 가려져 있고, 263m 지점은 사격지점에서 산을 넘어 사격지점 보다 40m고도가 낮은(사격지점 고도 : 95.6m, 측정지점 고도 : 56.6m) 지점에 위치하고 있는 지형적인 특성으로 본 연구의 측정 소음과 차이가 나는 것으로 판단된다.



[그림 3] 강원도 철원군 ○○사격장의 거리에 따른 군 소화기 소음 분포



[그림 4] 강원도 철원군 ○○사격장의 거리에 따른 소화기 소음 모델링

그림 4는 측정자료를 바탕으로 환경소음 예측/설계가 가능한 ENPro 프로그램(㈜크리에이텍)으로 철원군 소재 ○○사격장을 모델링한 결과이다¹⁰⁾. 개활지 및 근거리에서 위치한 지역에서는 관측치와 비교적 유

사한 값을 얻을 수 있었으나, 지형의 영향을 많이 받거나 원거리에서의 모델링 값은 측정값과 다소 차이가 있다. 보다 정확한 모델링을 위해서는 보다 많은 지점에서의 측정값과 정확한 지형 모델링 자료가 요구된다.

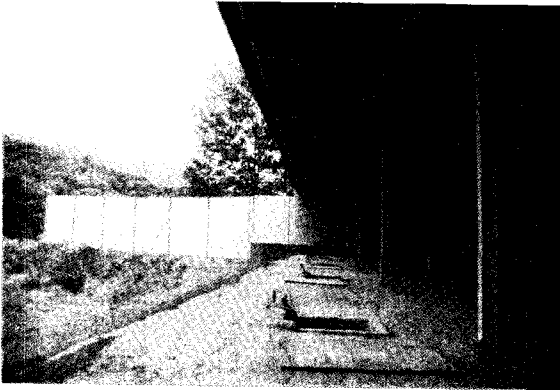
라. 소화기 소음저감방안 평가

군의 궁극적인 사격장 소음저감 방안은 부대이전 및 조정을 통하여 민가와 충분한 거리를 확보하는 것이다. 민가와 충분한 거리가 확보되면 소음은 공기 중에서 자연스럽게 저감되어 지역 주민들에 대한 환경피해도 없을 것이며, 군도 원하는 시간에 원하는 형태의 훈련을 실시할 수 있다. 그러나 이러한 군 훈련장 확보에는 많은 시간과 예산이 소요된다. 따라서 군에서 단기적으로 소음을 저감할 수 있는 방법에는 방음벽, 간이 소음저감 장치, 소음기, 실내 사격장 등이 있다. 이러한 소음저감 장치 및 시설들은 소음을 저감시키는 기술적 한계, 경제적 문제점, 전술적 제한사항 등 각각 장점 및 단점을 가지고 있다. 따라서 지휘관은 각 부대의 현실을 고려하여 부대의 특성에 가장 부합되는 소음저감 방법을 도입하여 활용하는 것이 바람직할 것이다.

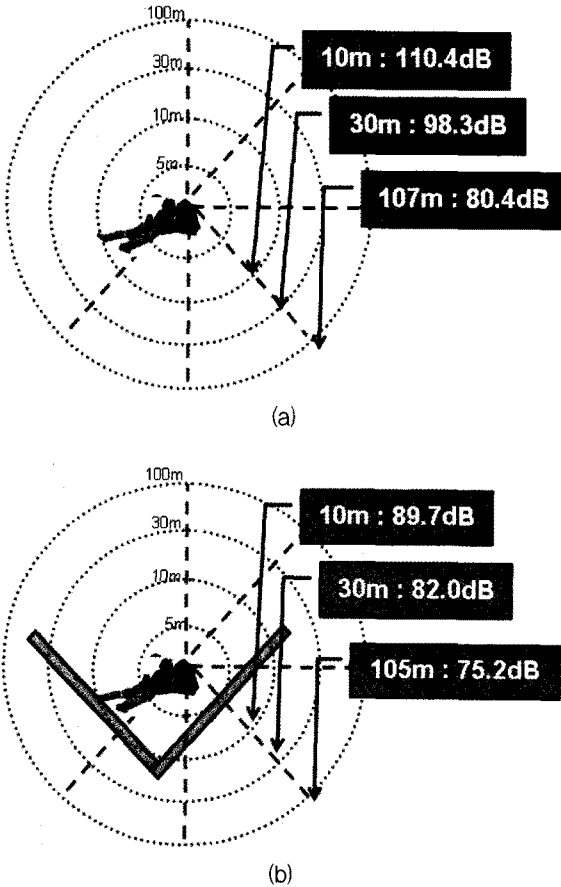
1) 방음벽(noise barrier)

방음벽은 차량통행이 많은 아파트 단지의 도로변 등 일상생활에서 소음을 저감시키는 방법으로 많이 사용되고 있다. 군에서 방음벽이 설치되어 소음을 저감시키는 대표적인 예로 경기도 여주군 소재 ○○사격장을 들 수 있다. ○○사격장은 주변에 골프장이 위치하고 있기 때문에 군 소화기 사격으로 인한 소음문제가 심각하였다. ○○사격장은 약 10여년 전부터 보강된 형태의 방음벽을 설치하여 사격장 소음을 저감시키고 있다. ○○사격장은 방음벽을 그림 5와 같이 우측방과 후방으로 설치하였고, 사로 위에 지붕을 설치하여 소음저감효과를 증대시켰다. 사격장의 전면과 좌측면은 개방되어 있으며 가까운 거리에 산지가 위치하여 자연적인 소음저감효과를 달성하고 있다.

그림 6은 방음벽이 설치되지 않은 사격장들에서 거리별로 측정된 소음과 방음벽이 설치된 ○○사격장에서 측정된 소음을 조합하여 비교한 그림이다. 방음벽이 설치되지 않은 소화기 사격장에서 소음은 단발 사격 시 소화기로부터 측방 10m에서 110.4dB, 30m에서 98.3dB, 107m에서 80.4dB이었다. 한편, 방음벽이 설치



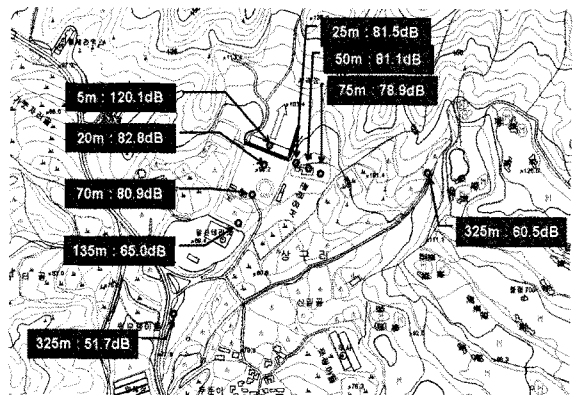
[그림 5] 보강된 형태의 방음벽을 설치한 경기도 여주군의 00사격장



[그림 6] (a) 방음벽 미설치 시 거리에 따른 소음 분포 및 (b) 경기도 여주군 00사격장의 보강된 방음벽 설치부분에서 거리에 따른 소음 분포

된 00사격장에서 측정된 소음은 단발 사격 시 소화기로부터 측방 10m에서 89.7dB, 30m에서 82.0dB, 105m에서 75.2dB로 저감되었다. 대부분 군 소화기 사격장은 완전한 평지가 아니기 때문에 소화기 사격장과 측정 위치 사이에 소음 전파를 방해하는 물질들이 존재한다. 군 소화기 소음은 자연 지형지물이나 장애물에 의한 간섭이 가장 적은 위치에 소음측정기를 위치시켜 측정 하였다. 그러므로 방음벽 설치 유무에 따라 군 소화기로부터 정확하게 동일한 거리에서 측정된 소음을 비교할 수 없었다. 보강된 방음벽에 의하여 소음은 방음벽에 근접한 경우는 약 20dB, 방음벽에서 약 100m에서는 약 5dB 소음이 저감되었다. 즉, 방음벽이 설치된 경우 방음벽에 근접한 경우 소음 저감도가 크지만, 방음벽으로부터 멀어지면 음의 회절현상에 의해 소음저감 효과가 크지 않음을 알 수 있다^[11].

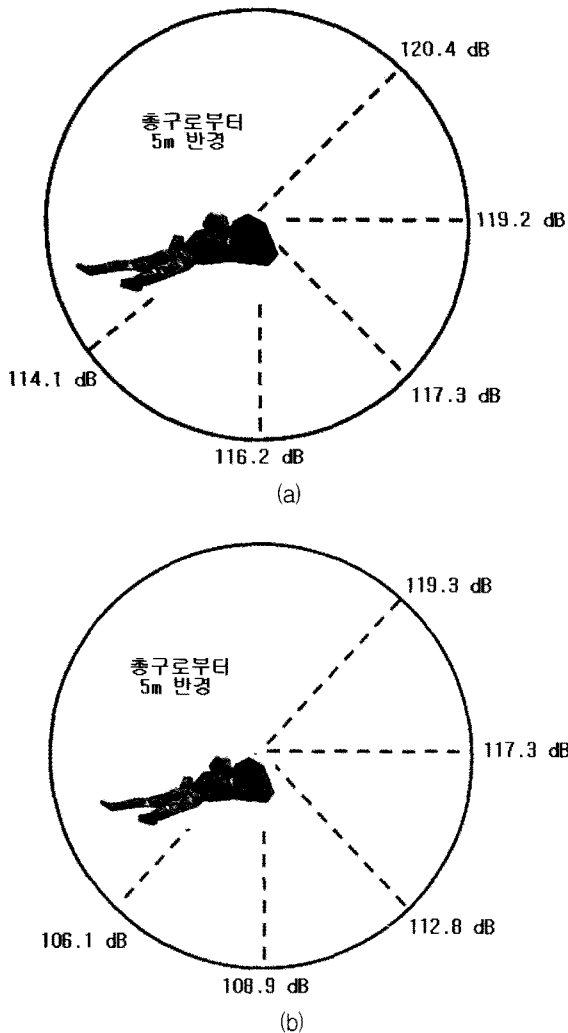
그림 7은 8개 사로에서 자동화 사격을 실시하였을 때 최대 LA_{max} 값을 측정된 자료이다. 측정 결과로부터 경기도 여주군 00사격장은 사로 위에 지붕을 설치하여 후방으로의 소음 전파를 비교적 효과적으로 차단하고 있음을 알 수 있다. 방음벽이 설치되지 않은 강원도 철원군 00사격장에서 측정된 소음과 비교하면 강원도 철원군 00사격장에서 후방 100m에서 90.1dB이었지만, 보강된 방음벽이 설치된 경기도 여주군 00사격장에서는 후방으로 70m만 이격해도 80.9dB로 저감되었다. 측방으로도 방음벽이 설치되지 않은 강원도 철원군 00사격장의 경우 50m에서 99.8dB, 341m에서 69.6dB 이었으나, 보강된 방음벽이 설치된 경기도 여주군 00사격장의 경우 50m에서 81.1dB, 325m에서 60.5dB로 저감되었다.



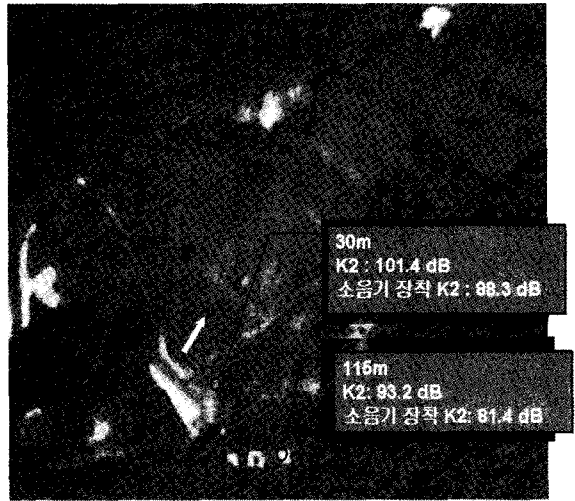
[그림 7] 경기도 여주군 00사격장에서 8개 사로 자동화 사격 시 소음 분포

2) 소음기(rifle silencer)

소음기도 군 소총기 소음을 저감시키는 중요한 도구이다. 그림 8은 군용 소음기 장착 전후의 소총기(K-2) 소음을 측정된 결과이다. 소음측정기에 의한 소음 측정결과 5m에서는 전방과 45도 방향에서는 큰 변화가 없었고, 측방과 후방에서 약 5~8dB이 저감되었다. 소음기를 장착한 군 소총기의 거리에 따른 소음저감은 측방 30m와 115m에서 측정하였다(그림 9). 군 소총기 사격장이 산지에 위치하여 후방 및 측방 원거리는 경사와 장애물 때문에 측정할 수 없었다. 소음기를 장착한 군 소총기의 소음은 측방 30m에서는 101.4



[그림 8] 경기도 남양주시 00사격장에서 소음기 장착 (a) 전, (b) 후의 소총기 소음 분포



[그림 9] 소음기 장착 후 거리에 따른 군 소총기 소음 측정

dB에서 88.3dB로, 측방 115m에서는 93.2dB에서 81.4 dB로 소음이 약 12~13dB 저하되었다.

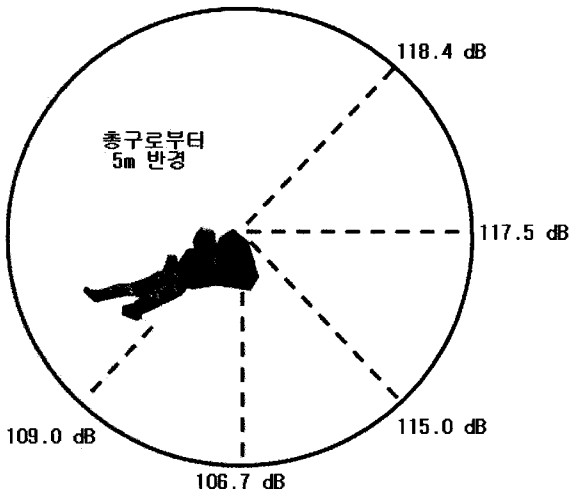
3) 간이 소음저감 장치(muzzle enclosure)

간이 소음저감 장치는 플라스틱 파이프 내부에 흡음제를 부착하여 제작한 제품이다. 간이 소음저감 장치는 주로 고정된 위치에서 사격을 실시하는 부대에서 사용을 고려 중이다. 그림 10(a)는 소음저감 장치 설치 전, 그림 10(b)는 소음저감 장치 설치 후 5m 거리에서 측정된 결과이다. 소음저감 장치 설치 전후의 소음은 총구 전방과 45도 방향에서는 큰 변화가 없었으나 측방과 후방에서는 약 6~9dB 저감되었다.

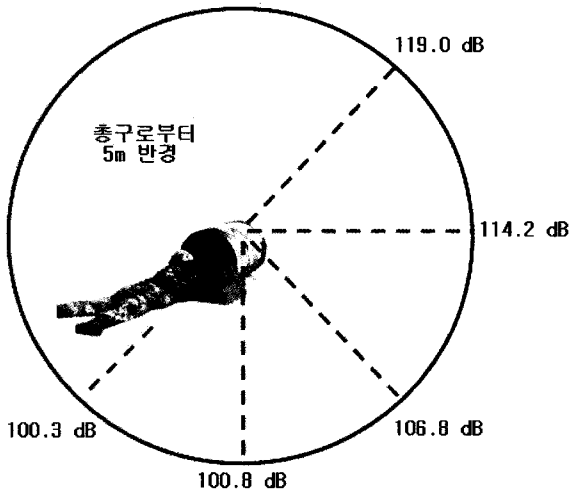
그림 11은 간이 소음저감 장치를 사용하여 충북 청주시소재 ○○사격장에서 거리에 따른 군 소총기 소음의 저감을 측정된 결과이다. 사격장이 산지에 위치하고 있기 때문에 수풀과 경사로 인하여 측방과 후방에서 충분한 거리 간격에서 소음을 측정할 수 없었다. 간이 소음저감 장치 설치 전후의 소음은 측방 107m에서는 80.4dB에서 71.8dB로, 후방 101m에서는 67.8dB에서 60.7dB로 저감되었다. 따라서 측 후방 약 100m에서는 7~8dB의 소음이 저감됨을 알 수 있다.

4) 실내 사격장(indoor rifle shooting range)

실내 사격장에 의한 외부로의 군 소총기 소음저감은 서울 소재 00사격장에서 측정하였다. 실내 사격장



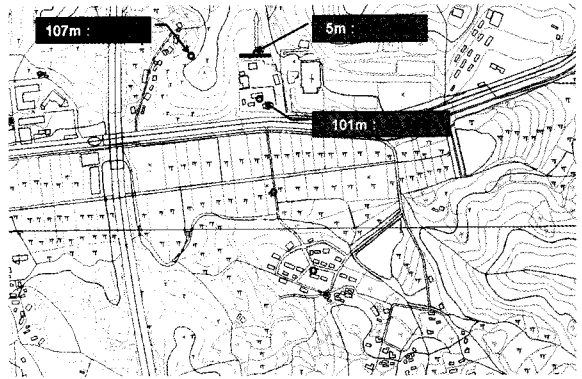
(a)



(b)

[그림 10] 간이 소음저감 장치 (a)설치 전과 (b) 설치 후의 5m 거리에서 소화기(M16) 소음 측정

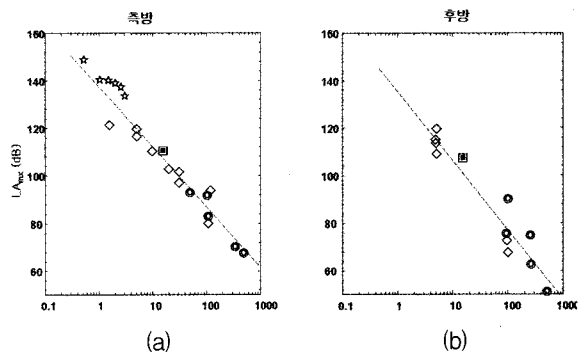
에 의한 외부로의 소음저감은 사격장 내 8개 사로에서 자동화 사격을 실시할 때 측정하였다. 실내 사격장 내에서 최대 소음은 118.0dB이었으며, 사격장 외부 벽면에서 10m에서는 약 60~66dB이었다. 강원도 철원군 00사격장에서 군 소화기로부터 5m에서 8개 사로 자동화 사격 시 측정된 소음 116.2dB과 비교하면 약 50~55dB이 저감되었다. 여러가지 소음저감 방법들과 비교 시 소음의 저감정도는 실내 사격장이 가장 크게 나타났다.



[그림 11] 충북 청주시소재 00사격장에서 간이 소음저감 장치 설치 후 거리에 따른 소음 측정

마. 거리와 방향에 따른 소음 감소 분석

그림 12는 국내에서 발표된 논문 및 보고서, 그리고 본 연구를 통해 측정된 자료를 종합하여 측방과 후방에 대한 군 소화기 소음전파 특성을 도시하였다. 그림 12(a)는 측방, 그림 12(b)는 후방을 나타낸다. 군 소화기 사격장 소음을 측정된 장소, 시간, 기상, 등 다양한 조건들이 모두 동일하지는 않아 변화가 있지만, 우리나라 군 소화기의 소음 전파 특성을 개략적으로 파악할 수 있다. 군 소화기 사격장으로부터 측방으로 1,000m 거리에서 LA_{max}값은 약 60dB값을 나타낸다. 군 소화기 사격장으로부터 후방으로 1,000m 거리에서 LA_{max}값은 약 50dB값을 나타낸다. 군 소화기 사격장 측방에서 측정된 소음도는 단발 사격과 8발 자동화 사격으로 인한 LA_{max}값의 차이가 크지 않았으나 후방



[그림 12] 군 소화기 사격장의 거리에 따른 (a) 측방 및 (b) 후방 소음 변화

에서는 단발과 8발 자동화 사격시 10dB 이상의 차이를 나타낸다.

4. 결론

현재 우리 군에서는 소화기 사격으로 인한 소음을 저감시키기 위하여 다양한 방안을 모색하고 있다. 현재 개발되어 일부 부대에서 사용되고 있는 대표적인 군 소화기 사격장 소음저감 방안은 방음벽, 간이 소음저감 장치, 소음기, 그리고 실내 사격장, 등이 있다. 보강된 방음벽은 방음벽과의 거리 및 방향에 따라 군 소화기 소음을 약 5~20dB을 저감시키고 있다. 이러한 저감효과는 핀란드 사격장에서 측정된 1~10dB보다 뛰어나다^[13]. 이것은 소음 저감도를 측정할 경기도 여주군 소재 00사격장이 방음벽을 보강하여 측방, 후방, 그리고 지붕까지 방음장치를 하였기 때문이라 판단된다. 소음기는 약 5~13dB의 소음을 저감시켰으며 핀란드 사격장 자료와 다소 상이하나, 사용된 소화기의 종류 및 소음기 종류가 다르기 때문에 발생한 결과라 판단된다. 간이 소음저감 장치는 약 6~9dB의 소음을 저감시키며 핀란드 사격장 자료와 유사한 소음저감 효과를 나타내고 있다. 실내 사격장은 10m 거리에서 약 40~50dB의 소음저감 효과를 나타내었다. 따라서 소음저감 효과는 다른 방안보다 탁월하였다. 그러나 소음을 측정할 날짜, 시간, 장소, 기상, 거리, 지형 조건 등이 상이하여 소음저감 방법들의 성능을 일률적으로 비교 및 평가하는 것은 한계가 있다.

현재 개발되어 사용되고 있는 소화기 소음저감 장치들은 소음저감의 장점뿐만 아니라 각각의 제한 사항들을 가지고 있다. 실내 사격장의 경우 소음 저감도는 매우 뛰어나지만 건설비용이 매우 많이 들고 실거리 사격이 제한된다는 단점이 있다. 간이 소음저감 장치는 제작 비용은 저렴하지만 고정된 자세 위주로 사격하여야 한다는 제한점이 있다. 소음기와 방음벽은 사수가 움직이면서 사격이 가능하지만, 시설 및 장치 제작에 다소 많은 비용이 소요된다.

따라서, 소화기 소음을 저감시키기 위한 방법은 지휘관이 주거지역과의 거리, 부대 가용 예산, 훈련 목적 등 부대별 여건을 고려하여 가장 적합한 방안을 도입하는 것이 최선의 방법일 듯하다. 앞으로 국민들의 군 소화기 사격장 소음저감에 대한 대책 및 피해 보상 요구는 지속적으로 증가할 것으로 예상되며, 이

에 따라 조속히 관련기관들이 협의하여 군 사격장 소음에 대한 환경기준을 설정하고, 소음 해결을 위한 장기적이고 근본적인 대책을 마련해야 할 필요가 있다. 또한 보강된 방음벽, 실내 사격장, 간이 소음저감 장치는 외부로 소음이 전파되는 것을 감소시키지만 사격을 하는 사수를 비롯한 사격장 관련 인원들에게는 오히려 소음을 증가시키는 역효과가 있을 수 있다. 그러므로 군 소화기 사격장 설계 및 공사 시 이들에 대한 피해를 감소시키는 방안도 고려되어야 한다.

후 기

본 논문은 육군사관학교 화랑대연구소의 2008년도 연구활동비 지원을 받아 연구되었습니다. 연구비를 지원한 육군사관학교 화랑대연구소, 소음측정을 도와주신 김항덕 선생님, 소음측정장치 일부를 지원한 육군사관학교 무기기계공학과, EnPro를 지원해 주신 ㈜크리에이티브, 그리고 논문심사 위원들에게 감사드립니다.

Reference

- [1] 채우석, 소음·진동에 관한 규제법제, 환경법연구 제27권 2호, pp. 349~371, 2005.
- [2] 중앙환경분쟁조정위원회, 2008. 3. 31 현재 환경분쟁 조정현황, <http://edc.me.go.kr>
- [3] 중앙환경분쟁조정위원회, 2007년 환경분쟁사건 관련 판례집, <http://edc.me.go.kr>
- [4] 신동환, 군사격장 사격소음 조사 연구, 조선대학교 석사학위 논문, 2005.
- [5] 김종욱, K-2 소총용 소음기의 설계 제작 및 감음 효과에 관한 실험적 연구, 군사과학대학원 석사학위 논문, 1999.
- [6] 서울대학교 환경소음진동연구센터, 소음대책기준 변경에 따른 소음영향평가 및 비용추계에 관한 연구보고서(I), 2007.
- [7] 오병완외 3인, M16소총 사격음의 음향학적 특성 분석, 육사논문집 제42호, pp. 231~250, 1992. 6.
- [8] 이성태, 이윤, 근접 측정에 의한 K2 소총 사격음의 측정, 한국소음진동공학회논문집, 제14권 제11호, pp. 1123~1128, 2004.
- [9] 김준호, 군사시설의 환경영향평가 연구(소총사격장

소음전파의 지형효과를 중심으로), 군사과학대학원 석사학위 논문, 2000.

- [10] 김진형, 조대승, 김사수, ISO 9613 방법에 의거한 환경소음 예측 프로그램 ENPro 개발, 한국소음진동공학회 1999년도 추계학술대회논문집, pp. 624~629, 1999.

[11] 이성태, 소리의 원리와 응용, 청문각, 2004.

[12] 조승환, K-2 소총의 소음 특성에 관한 실험적 연구, 육군3사관학교 연구보고서, 2004.

[13] Paakkonen, R., "Noise Control on Military Shooting Ranges for Rifles", Applied Acoustics 23, pp. 49~60, 1991.