

실내 충격소음에서의 주파수별 귀마개 차음성능에 관한 연구

송기혁[○], 정성학^{*}

^{○*}국방과학연구소

e-mail: {songgh[○], shc^{*}}@add.re.kr

A study of the Impulse Noise for the Blocking Earplug Performance by Frequency Levels

Kee-Hyeok Song[○], Sung-Hak Chung^{*}

^{○*}Agency for Defense Development

● 요약 ●

본 연구의 목적은 170 dB 수준의 충격 소음원에서 주파수별 귀마개의 차음성능을 확인하고, 주파수 특성과 패턴 형상을 분석하는데 있다. 충격 소음에서의 주파수별 귀마개 차음성능을 분석하기 위하여 충격 소음원 분석을 위한 설비를 구축하였다. 차음성능을 확인하기 위해서 Ear시뮬레이터를 제작하여 차음성능을 검증하였다. 기존의 연구들은 충격 소음원이라 할지라도 대부분 140 dB 수준의 고충격 소음원이었으나, 본 연구는 그보다 더 높은 수준의 충격 소음원이라는 특징을 가지고 있다. 연구결과, 주파수별 충격소음의 차음효과는 평균 30 dB 정도임을 확인할 수 있었으나, 한정된 샘플링으로 인해 통계학적 추검정 과정을 수행하지 못한 한계점이 있다.

키워드: 충격소음(Impulsive Noise), 주파수(Frequency), 귀마개(Earplug)

I. 서론

소음은 물리적 현상에 의해 발생하는 소리 가운데 사람이 불쾌하게 느끼는 소리를 의미하며 일반소음과 달리 충격소음은 고에너지, 짧은 지속시간의 특징을 갖는다. 미사일, 로켓 등은 발사 시에 강한 충격소음이 동반되며 이로 인해 운용자는 위험한 상황에 노출될 수 있다. 따라서 충격소음에 노출되는 운용자는 청각보호를 위해 우선적으로 귀마개를 착용하여야 한다. 본 연구에서는 시중에서 쉽게 구할 수 있는 특정 귀마개를 선정하여 최대피크음압이 170 dB 이상인 로켓모터에 대하여 충격소음 차음성능을 실험으로 증명하고자 하였다.

II. 문헌연구

충격소음에서의 귀마개 성능에 대한 국내 연구보고는 찾아볼 수 없지만 해외에서는 이 문제에 대해 활발히 연구하여 왔다. 몇가지 연구사례를 들면 H. Patterson[1]은 미군에서 사용되고 있는 다양한 종류의 청각보호장구를 대상으로 각각의 차음성능을 분석하였으며 E. Ylikoski[2]는 다양한 종류의 화포에 대하여 정해진 보호장구를 가지고 각각의 소음원에 대한 감쇠특성을 연구한 바 있다. K.Buck[3]은 ANR(Active Noise Reduction)이 가능한 전기식 보호장구를 사용하여 소음을 상쇄시켰을 경우에 대해 분석하였다.

III. 실험방법

본 연구에 사용된 귀마개는 3M사에서 제공되는 폼타입과 울트라핏이다. 운용자가 귀마개를 착용하였을 경우의 귀마개 차음성능을 알아보기 위해 헤드&토르소를 이용하여 실험하였다. 헤드&토르소에서의 실험결과가 예상했던 차음성능이 나오지 않았으며 이는 밀폐조건이 완전하지 못해서임을 확인하였다. 사용된 헤드&토르소는 지속소음에 대한 성능시험에 적합하며 충격소음에 대한 실험을 하기 위해서는 충격소음용 헤드&토르소가 필요하다. 따라서 귀마개의 정확한 차음성능을 확인하기 위해 이어서시뮬레이터를 사용하기로 결정하였으며 시중에 판매되는 이어서시뮬레이터의 한계음압이 170 dB 이하 뿐이어서 직접 이어서시뮬레이터를 제작하여 실험을 실시하였다. 이어서시뮬레이터에 사용된 음압센서는 B&K 4944A이다.

III. 실험결과

헤드&토르소에서의 차음성능은 다음의 그림 1과 같다.

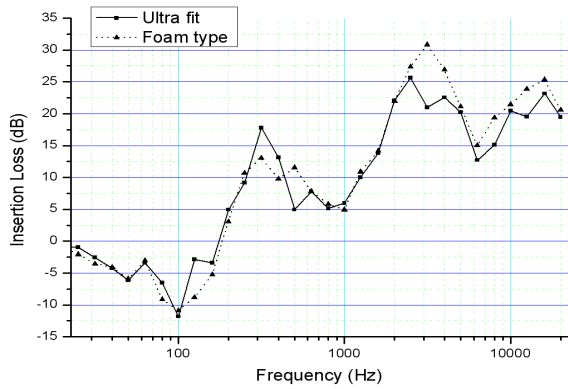


그림 1. 헤드&토르소에서의 차음성능 분석결과
Fig. 1. Insertion Loss of Head&Torso

그림 2는 측정이 제대로 된 경우와 그렇지 않았을 경우의 패턴을 보여주며 헤드&토르소를 이용하여 측정된 결과는 측정이 제대로 이뤄지지 않은 경우와 매우 유사하다. 500 Hz 이하 영역에서 음압이 증가되는 패턴도 동일함을 알 수 있다.

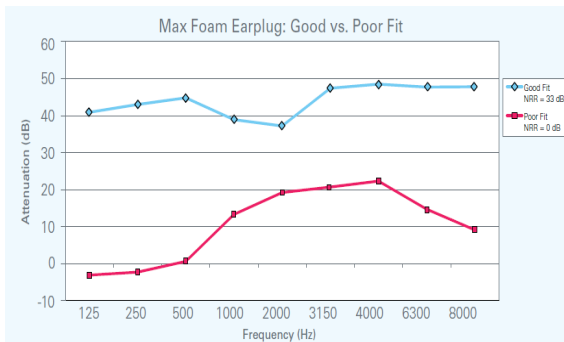


그림 2. 착용상태에 따른 음압 감쇠 결과 비교[4]
Fig. 2. Attenuation of Earplug : Good vs Poor Fit

이러한 결과에 대한 원인을 분석해 보면, 우선 현재 사용되고 있는 상용화된 머리 모형의 경우 귓구멍의 내경이 1/4"이고 내부에 1/4" 마이크로폰이 있다. 귓구멍의 내경이 작기 때문에 귀마개를 설치하는 경우 귓구멍에 귀마개가 완전히 밀착되지 못하고 틈이 생겨 이 경로를 통해 음이 투과되는 것으로 사료된다. 하지만 같은 조건일지라도 음압레벨이 낮은 무향실에서는 틈새가 크지 않기 때문에 음을 적절하게 저감시킬 수 있지만 충격소음과 같이 음압레벨이 큰 경우는 이들 틈새를 강한 충격음이 더 벌리는 효과로 인해 쉽게 투과하는 것으로 분석된다. 따라서 틈새를 줄이기 위해 실제 귀의 내부 구조와 유사하게 귓구멍의 크기를 수정해서 이어시뮬레이터를 제작하여 평가를 해 보았다. 이어시뮬레이터를 사용한 차음성능 결과는 그림 3과 같다.

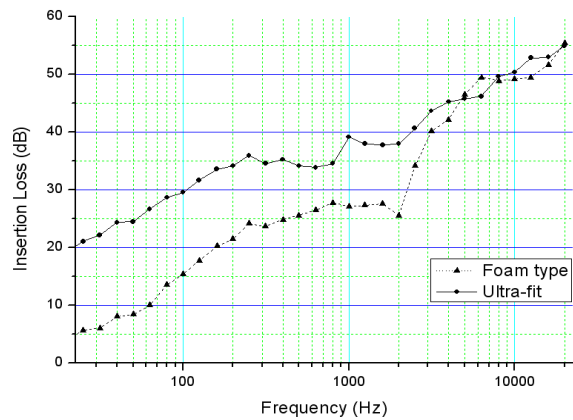


그림 3. 이어시뮬레이터에서의 차음성능 분석결과
Fig. 3. Insertion Loss of Ear Simulator

완전밀폐가 이루어진 상태에서 시험한 결과 충격소음에서의 귀마개 차음성능은 평균 30 dB 정도임을 확인하였다. 또한, 두가지 타입의 귀마개 중 울트라핏 타입이 충격소음에서 차음성능이 높게 나타났다.

IV. 결론

충격소음에 대한 귀마개 차음성능을 확인해 보았다. 사람과 비슷한 형상을 구현한 헤드&토르소를 이용하여 초기 시험하였으나 완전밀폐가 되지 않아 적절한 결과를 얻지 못하였다. 이후 완전밀폐를 구현한 이어시뮬레이터를 제작하여 귀마개의 차음성능을 확인하였다. 완전밀폐가 이루어진 상태에서 시험한 결과 충격소음에서의 귀마개 차음성능이 어느 정도인지를 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] James H. Patterson, Daniel L. Johnson, "Temporary Threshold Shifts Produced by High Intensity Freefield Impulse Noise in Humans Wearing Hearing Protection", USAARL Report No. 94-46, 1994. 8.
- [2] Matti E Ylikoski, Jussi O Pekkarinen, "Physical Characteristics of Gunfire Impulse Noise and Its Attenuation by Hearing Protectors", Scand Adiol, No. 24, pp.3-11, 1995.
- [3] K. Buck, "Performance of Hearing Protectors in Impulse Noise", RTO HFM Lecture Series, 2000, 6
- [4] "Assessing Fit Effectiveness of Earplugs", Hard Leight Acoustical Laboratory, pp. 1, 2008. 5.