

휴대용 음향기기 소음실태 및 소음도 평가

The Survey for the Maximum Noise Level of Portable Audio Equipments and Its Assessment

이 재 원* · 구 진 회* · 박 형 규* · 이 우 석*
J. W. Lee, J. H. Gu, H. G. Park and W. S. Lee

(Received May 31, 2012 ; Revised December 4, 2012 ; Accepted December 4, 2012)

Key Words : Portable Audio Equipment(휴대용 음향기기), Maximum Noise Level(최대음량소음도)

ABSTRACT

Recently, the impact on hearing induced by using of portable audio equipment have been actively studied. In general, Because they turn the volume up with loud background noise, they may expose to louder noise. In this study, we investigated the maximum noise level of 20 the domestic potable audio equipment and estimated the impact of the hearing induced by portable audio equipment in according to exposure time. As a result, the use of portable audio equipment is assumed to be more three hours when the level of more than 50 % of volume is most likely to affect the hearing.

1. 서 론

최근 미국과 유럽의 의학계를 중심으로 휴대용 음향기기의 소음으로 인한 청각영향에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 특히 청소년들이 MP3, 스마트폰과 같은 휴대용 음향기기를 사용하는 시간이 증가하면서 청소년들의 청력손실이 증가했다는 사례가 보고되고 있다. 휴대용 음향기기의 경우 일반적으로 이어폰을 이용하여 재생된 음악을 듣게 되며, 이어폰을 이용함으로써 음향기기로부터 발생하는 음이 내이의 안까지 직접적으로 전달되고, 음악을 좀 더 선명하게 듣기위해서 혹은 배경소음의 큰 곳에서는 평상시보다 큰 소리를 발생시켜 들으려는 경향이 있다. 또한 장시간동안 반복적인 재생이 가능하기 때문에 소음에 노출되는 시간이 더욱 많아질 가능성

이 있는 것으로 조사되고 있다.

외국의 경우 2007년 미국 AMA(American Medical Association), ASHA(The American Speech-Language-Hearing Association)에서는 휴대용 음향기기에 의한 소음 노출 및 건강영향조사를 통해 미국 정부에 OSHA의 현재 청력보호기준에 따라서 기기의 출력을 제한하는 안건을 건의하였고, 유럽의 CENELEC(European Committee for Electrotechnical Standardization)에서는 휴대용 음향기기의 최대 음량 측정 및 제한기준에 대한 규격을 채택하여 제작사에서 규정을 따르도록 의무화 하고 있다^(1,2).

또한 2008년 SCENIHR(Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks)에서는 휴대용 음향기기 및 음악재생기능을 가지는 휴대폰에 의한 소음노출을 새로운 건강 위해 요인으로 규정하고 있다⁽⁴⁾. 국내에서는 환경부에서 휴대용 음

† Corresponding Author ; Member, Indoor Environment & Noise Research Division, National Institute of Environmental Research
E-mail : jlee933@korea.kr
Tel : +82-32-560-8308, Fax : +82-32-567-7097

* Indoor Environment & Noise Research Division, National Institute of Environmental Research

‡ Recommended by Editor Moon Kyu Kwak

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

향기기에 대한 최대음량을 적정 수준으로 생산되도록 하는 권고기준을 마련하기 위한 정책을 준비 중에 있으며, 이에 이번 연구에서는 국내에서 유통 중인 휴대용 음향기기에 대한 최대음량 소음현황을 조사하고 이에 대한 평가 및 적절한 최대음량 수준을 어떠한 방법으로 설정할 수 있는지에 대해 조사하였다.

2. 국외 휴대용 음향기기 소음의 관리 및 평가방법

2.1 국외 휴대용 음향기기 소음 관리

유럽의 CENELEC에서는 휴대용 음향기기의 최대 음량을 측정하고, 그에 대한 제한 기준을 명시하는 규격인 EN50332-1(이어폰과 셋트로 구성된 음향기기의 음량측정 및 기준)⁽¹⁾과 EN50332-2⁽²⁾(이어폰과 기기가 다른 제작사에 의해 공급되는 경우의 규격)를 제정하여 운영하고 있다. 위의 규격을 간략히 요약하면 모두 HATS(Head and Torso Simulator)를 이용하며 EN50332-1에서는 이어폰과 셋트로 구성된 음향기기에 대해서 테스트 시그널을 사용하여 최대 음량 20초 동안의 등가소음도로 측정하며 100 dB(A)를 넘지 않도록 제한한다. 또한 EN50332-2에서는 이어폰을 따로 측정하여 전압으로 이어폰의 음량을 제한한다. 위의 방법에서 사용하는 측정 그림을 Fig. 1에 나타내고 있다.

또한 최근에는 EN 60950-1/A12⁽³⁾에서 휴대용 음향기기의 최대 음량이 85 dB(A)를 넘지 않는 기기에 대하여 판매시 이점을 주는 등 최대 음량을 줄이기 위한 정책을 계속 적으로 추진하고 있다. 미국 및 유럽에서 제안하고 있는 휴대용 음향기기관련 청력보호기준을 살펴보면 Tables 1~4와 같다.

Tables 1~3을 살펴보면 대체로 산업현장에서의 청력보호기준과 유사한 수준의 소음도 레벨로 청력보호기준을 제정하여 권고하고 있음 알 수 있다. 미국의 경우 90 dB(A)로 8시간 이상 노출되어서는 안되는 것으로 하고 있고, 2시간 정도 노출되었을 때는 청력을 보호할 수 있도록 노출시간을 줄이고 휴식을 권고하고 있다. 유럽의 경우 좀 더 세부적으로 세단계로 구분하였고, 미국보다 다소 강한 보호기준을 운영하고 있다. Table 4를 살펴보면 85 dB에 3년간 노출되었을 경우, 노출된 인구

의 50%는 2.9 dB의 청력손실(NIHL)을 가져올 수 있고, 노출된 인구의 5%는 3.9 dB의 청력손실을 가져올 수 있음을 의미한다.

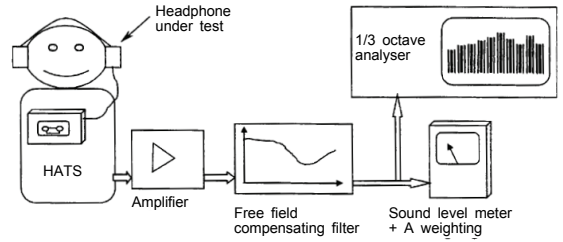


Fig. 1 Measuring arrangement⁽¹⁾

Table 1 The recommended exposure limit of noise (OSHA)⁽⁵⁾

dB(A)	85	88	91	94	100	110
Hour/day	8	4	2	1	0.5	0.25

Table 2 The mandatory exposure limit of noise (OSHA)⁽⁵⁾

dB(A)	85	90	92	95	97	100
Hour/day	16	8	6	4	3	2

Table 3 The recommended exposure limit of noise (SCENIHR), dB(A)⁽⁶⁾

Action level	LAeq, 8h	Equivalent levels for time indicated
First action level(minimum) provide protection	80	83-4 hr, 86-2 hr, 89-1 hr, 92-30 min, 95-15 min, 98-8 min, 101-4 min, 104-2 min, 107-1 min
Second action level mandatory protection	85	88-4 hr, 91-2 hr, 94-1 hr, 97-30 min, 100-15 min, 105-5 min, 111-1 min
Maximum exposure limit level	87	90-4 hr, 93-2 hr, 96-1 hr, 99-30 min, 102-15 min, 107-5 min, 113-1 min

Table 4 NIHL(dB) predicted from ISO 1999 as a function of noise level for 3 years⁽⁶⁾

NIHL at 4 kHz in dB	Daily noise level in dB(A)			
	80	85	90	95
50 %	0.7	2.9	6.5	11.6
5 %	1.0	3.8	8.4	15.0

3. 휴대용 음향기기의 최대음량 측정방법 및 측정결과

3.1 휴대용 음향기기의 최대음량 측정방법

이번 연구에서 휴대용음향기기의 최대음량 측정은 유럽 규격인 EN50332-1,2 및 ISO 11904-1,2 규격을 참조하여 측정하였다. 참고로 현재까지 국내의 규격은 제정되어 있지 않다. 이번 연구에서는 셋트로 구성된 규격 중 EN50332-1과 ISO 11904-2의 규격의 측정방법을 활용하였다. EN50332-2는 휴대용 기기와 이어폰의 제작사가 다른 경우에 적용되는 각각의 시험방법을 나타내고 있어 제외하였고, ISO 11904-1은 실제 사람의 귀안에 마이크로폰을 위치시켜 측정하는 방법으로 HATS를 사용한 이번 측정 방법에서는 제외하였다. 선정된 규격의 특징을 정리하여 Table 5에 나타내고 있다.

이번 연구에서 사용된 장비는 인체모형 소음측정 시스템(HATS)에 이어폰을 설치하여 30초간 5번 측정하여 평균값을 분석하였다. 대상제품은 국내 유통 중인 MP3, PMP, 스마트폰 등 20여 종에 대하여 조사하였다. 음원은 국내 유통 중인 온라인 MP3 음원 중 대중가요 한 곡을 선택하여 먼저 시험하고, 프랑스 등 유럽에서 사용되는 시험음원을 사용하여 일반 음악 음원과 그 결과를 비교하였다.

분석항목은 자유음장 조건에서 다양한 음량조건에서의 음압레벨(최대소음도, 증가소음도), 배경소음도에 따른 음질지표를 분석하였다. 측정 그림을 Fig. 2에 나타내고 있다.

3.2 휴대용 음향기기의 최대음량 측정결과 및 평가

(1) 실음원을 사용한 경우

실제 음악 음원을 사용하여 음량 조건에 따라 측정한 MP3 이어폰 발생 소음도는 Table 6과 같다. 측정값은 HATS에서 측정된 주파수별 레벨에 자유음장 반응 곡선을 보정하여 산출된 결과이다. 자유음장 보정곡선은 Fig. 3에 나타내었다.

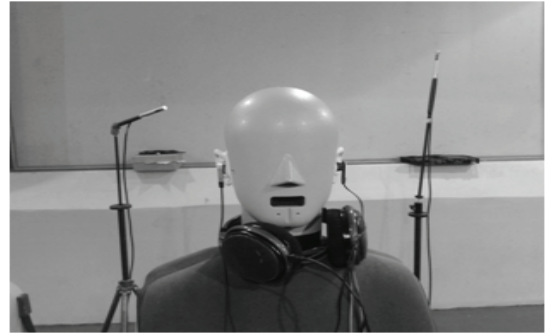


Fig. 2 Measuring arrangement

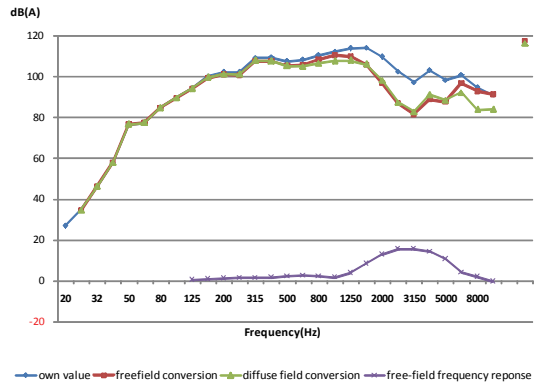


Fig. 3 Free-field frequency response curve

Table 5 Comparison of the measurement method of low-frequency noise and environmental noise

	EN50332-1	ISO11904-2
Measurement system	HATS with canal	HATS
Test signal	The designed test signal for measurement	Any test signal
Assessment	A-weighted, free-field response	A-weighted, free-field/diffuse-field response
Evaluation	Leq, 30s	Leq
Limit value	Maximum level 100 dB(A)	None

Table 6 Noise level of MP3(dB(A))

	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5	M-6	M-7
100 %	113	114.9	99.5	102	109.3	121	117.4
75 %	91.4	95.1	86.7	92	95.7	106	107.4
50 %	81.6	85.6	77.7	80.1	86.2	91.2	90.4
25 %	61.1	65.8	62.7	63.8	71.2	76.2	70.5

Table 7 Noise level of PMP/tablet PC(dB(A))

	P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
100 %	114.8	108	105.6	106.5	112.6	112.1
75 %	96	97	91.6	93.5	97.6	97.1
50 %	86.2	87	82.6	85.2	83.1	82.6
25 %	66.5	77.2	67.8	66.7	68.3	67.8

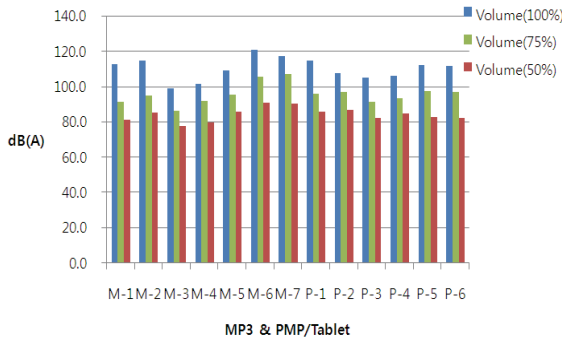


Fig. 4 Noise level of MP3 & PMP/tablet PC

Table 8 Noise level of smartphone(dB(A))

	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7
100 %	95.6	97.6	105.4	108.5	114.2	101.1	98.3
75 %	86.2	85.6	94.4	93.5	103.2	88.7	86.8
50 %	82.6	80.7	85.5	77.8	82	75	72.9
25 %	58.6	61.7	66.5	63.4	67.7	62.2	59.1

Table 6을 살펴보면 MP3의 소음도는 볼륨을 최대 했을 경우 99.5~117.4 dB(A)의 수준으로 조사되었다. 볼륨을 50%로 했을 경우도 7개 제품 중 2개 제품이 90 dB(A)를 넘는 것으로 나타났다. 이는 미국의 청력보호 권고기준과 비교하면 2시간 이상 들었을 경우 음악듣기를 멈추는 등의 청력 보호 조치를 취해야하는 수준임을 알 수 있다.

Table 7의 PMP/테블릿 기기의 경우를 살펴보면 볼륨을 최대 했을 경우 105.6~114.8 dB(A)로 조사되었다. 볼륨을 50%로 했을 경우 90 dB(A)를 넘는 제품은 없었다.

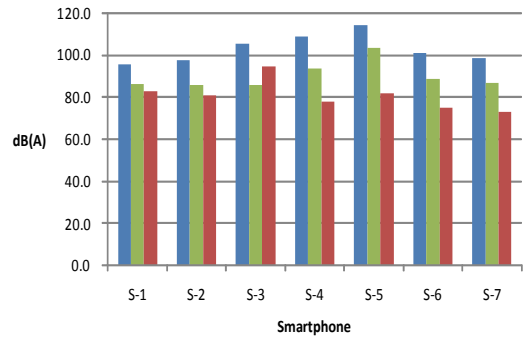


Fig. 5 Noise level of smartphone

Table 1 – results of the SPL measurements

Player	IEC	Std.Dev.	MUSIC	Std.Dev.
Napa	74.2	3.1	74.2	2.7
Ipod_jacopo	96.8	2.7	94.7	1.8
Ipod_Bonach	96.2	3.2	96.4	3.7
Zen_Furla	95.7	6.0	95.1	5.7
Ipod_Ganda	91.0	2.6	90.9	2.6
Ipod_Pater	103.9	1.4	103.4	0.8
Packard_Giovati	60.2	4.3	62.0	3.2
Usb_Schianchi	78.4	1.3	77.8	2.6
Archos_Gio	85.2	1.2	85.7	1.2
Ipod_Marianna	87.4	5.9	88.0	6.0
mp4_Tommaso	76.0	3.2	75.2	2.9
Ipod_Gabriele	81.4	3.6	80.5	4.1
Usb_Pater	85.5	1.1	85.8	1.0

Fig. 6 Example of the comparison of the noise level of test signal & actual music signal⁽⁷⁾

Table 8은 스마트폰의 측정결과를 나타내고 있다. Table 8을 살펴보면 MP3의 소음도는 볼륨을 최대 했을 경우 95.6~114.2 dB(A)의 수준으로 위의 MP3, PMP보다는 다소 낮은 수준으로 조사되었다. 볼륨을 50%로 했을 경우 대체로 약 80 dB(A)의 전후로 측정되었다.

(2) 표준시험음원을 사용한 경우

유럽에서는 휴대용 음향기기의 최대음량을 제한하는 규격에서 실제 음악 음원이 아닌 시험을 위해 디자인된 시험음원을 사용하도록 하고 있다. 따라서 이번 연구에서 사용된 음악 음원과 유럽에서 사용되는 시험음원의 특성을 비교해 보았다. Farina의 논문⁽⁷⁾에서는 Fig. 6과 같이 유럽의 시험음원과 실제 음악 음원의 레벨에 큰 차이가 없는 것으로 조사되었다.

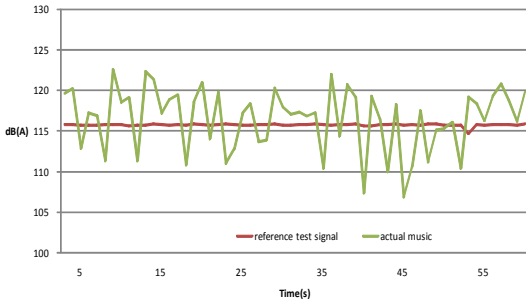


Fig. 7 Time history of test signal & actual music signal

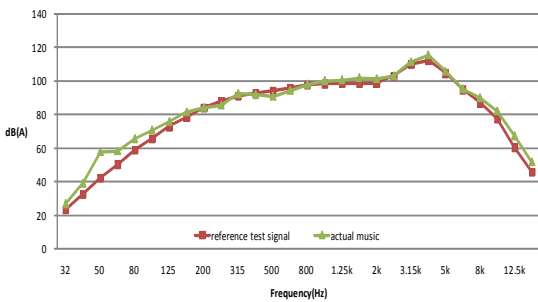


Fig. 8 Frequency of test signal & actual music signal

Table 9 Comparison of the measurement method of low-frequency noise and environmental noise

	Difference of the noise level between test signal and actual music(dB)	
	Lmax	Leq
PMP-1	8	2.7
PMP-2	8	3.1
MP3-1	7.3	3.1
MP3-2	7	3
Smartphone-1	7.2	2.8
Smartphone-2	7	2.2

이번 연구에서 조사된 시험음원과 실제 음악 음원의 시간 특성을 Fig. 7에 나타내었고 주파수별 특성을 Fig. 8에 나타내었다.

시간이력을 살펴보면 시험음원의 경우 시간변화에 관계없이 일정한 레벨을 유지하고 있는 것을 알 수 있고 실제 음악 음원의 경우 계속적으로 변화하

는 것을 알 수 있다. 그러나 주파수별 특성을 큰 차이를 보이지 않았다.

실제 음악 음원과 유럽에서 사용되는 시험음원의 수준을 비교하여 Table 9에 나타내었다. Lmax로 측정하였을 경우 시험음원이 7~8 dB 낮게 측정되었으며, Leq의 경우 시험음원이 2.7~3.1 dB 낮게 측정되는 것으로 조사되었다. 따라서 통일된 평가를 위해 시험음원을 사용할 경우 유럽의 연구 사례와는 달리 국내 실제 음악 음원의 레벨 차이에 대한 보정이 필요한 것으로 판단된다.

(3) 휴대용 음향기기의 청력 영향

휴대용 음향기기의 소음에 의한 청력 영향을 평가하기 위해서는 앞에서 측정된 소음레벨과 함께 노출시간⁽¹⁰⁾을 고려하여야 한다. 한국학교보건학회지 박은옥 논문⁽⁸⁾(초,중,고 551명 대상)에서는 휴대용 음향기기의 사용시간에 대한 조사에서 대상자의 36.1%가 30분, 29.3%가 1시간, 22.9%가 3시간, 그리고 2.0%가 8시간 이상 사용하는 것으로 조사되었다. 또한 이인숙 논문⁽⁹⁾(남,여성 1,480명 대상)에서는 40.5%가 1시간 미만, 48.7%가 1~3시간, 8.1%가 3~5시간, 그리고 2.7%가 5시간 이상 휴대용 음향기기를 사용하는 것으로 조사되었다. 따라서 일반적인 휴대용 음향기기의 사용시간을 약 1~3시간으로 가정하였을 경우 미국의 청력보호기준과 비교하면 91~94 dB이하의 볼륨으로 사용해야 하며, 이는 볼륨을 기기에 따라 Tables 6~8에서 50~75% 이하로 들어야 청력에 피해가 없는 수준으로 판단할 수 있다. 유럽의 청력 보호기준과 비교하면 86 dB 이하의 볼륨으로 사용해야 하며, 이는 Tables 6~8에서 50%이하의 볼륨으로 사용해야 청력을 보호할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

외국의 청력보호기준과 비교하였을 때 휴대용 음향기기의 사용시간을 약 1~3시간으로 가정하면 91~94 dB이하의 볼륨으로 사용해야 하며, 이는 볼륨을 기기에 따라 50~75%이하로 들어야 청력에 피해가 없는 수준으로 조사되었다. 유럽과 같이 휴대용 음향기기의 최대음량을 제한하는 규정이 도입되기 위해서는 최대음량의 사용시간과 청력보호기준과

의 관계를 고려하여야 할 것으로 판단된다. 또한 표준화된 시험을 위한 시험음원 제작시 실제 음악의 음원의 레벨과 상관성을 고려하여 제작되어야 할 것으로 판단된다. 이번 연구는 향후 휴대용 음향기기 최대음량 제한 권고기준 도입을 위한 기초자료나 휴대용 음향기기 소음에 의한 건강 유해성 사전 예방 자료로 활용이 가능할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

(1) CENELEC, 2000, EN50332-1
 (2) CENELEC, 2000, EN50332-2
 (3) CENELEC, 2011, EN60950-1/A12
 (4) ISO, 2004, ISO 11904-2
 (5) <http://www.osha.or.kr>
 (6) SCENIHR, 2008, Potential Health Risks of Exposure to Noise from Personal Music Player and Mobile Phones Including a Music Playing Function.
 (7) Farina, et al, 2007, A Study of DAP Sound Pressure Levels, AES 123rd Convention, New York, NY, USA.

(8) Park, E. O., 2009, The Relating Factors on Depression among Adolescents in South Korea, J. of Korean Soc. of School Health, Vol. 22, No. 1, pp 85~95.

(9) Lee, I. S., 2006, Academic Stress, Coping Method, and Stress Symptoms of High School Students, J. of Korean Soc. of School Health, Vol. 19, No. 2, pp 25~36.

(10) Kim, K. B., et al, 2011, Research on the Characteristics and Measures of Noise Exposure on Worker Wearing Acoustic Devices, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 21, No. 7, pp. 615~621.



Jaewon Lee received a master's degree in environmental engineering at University of Seoul in 2002. He is a senior researcher in National Institute of Environment Research.