

유아용 완구 소음 실태 및 표준화

정정호^{1*}

¹ 한국화재보험협회 부설 방재시험연구원, jsquare@naver.com

Noise Emission from Toys and Standardization

Jeong-Ho Jeong^{1*}

¹ Fire Insurers Laboratories of Korea

(2017-01-29 접수; 2017-03-14 수정; 2017-03-15 채택)

요 약

유아용 완구 시장이 크게 성장하고 있으며, 완구 종류도 다양화 되고 있다. 최근에는 다양한 음원 및 소리 재생이 가능한 작동 완구 및 학습 완구가 시장에 보급되고 있다. 유아용 완구에서 발생하는 방출 음압 레벨에 대한 기준이 있으나 귀에 가까이 갖다 대는 완구나 격발 뇌관을 사용한 완구에 대한 것이었다. 다양한 작동 완구 및 학습 완구의 방출 음압 레벨 측정방법은 실제 완구 사용 조건과는 차이가 있으며, 해당 완구의 성능 기준에 대한 표준화는 부족한 실정이다. 작동 완구 및 학습 완구에 대한 방출 음압 레벨을 실제 사용 조건을 고려하여 측정된 결과, 약 27.3 %가 92 dB($L_{A_{Max}}$)를 초과하는 것으로 나타났다. 80 dB($L_{A_{Max}}$)를 초과하는 비율은 81.8 %로 나타났다. 유아 및 어린이 들이 많이 사용하는 작동 완구 및 학습 완구에서 방출 되는 음압 레벨 크기는 매우 높은 것으로 판단된다.

유아기부터 높은 소음에 노출되는 경우 소음성 난청 및 청력 손실이 발생할 수 있으며, 이는 유아의 지능발달 및 의사소통에 어려움을 유발할 수 있다. 이는 향후 심각한 사회문제로 발전할 수 있다. 향후 작동 완구 및 학습 완구 등 다양한 완구에 대한 방출 음압 레벨 측정 방법 개선 및 기준에 대한 표준화가 필요하다.

키워드: 완구, 음압 레벨, 측정방법

* Correspondence to: Jeong-Ho Jeong, Tel.: +82-10-5295-1707 E-mail: jsquare@naver.com
본 연구는 (사)표준화회의 연구결과로 수행되었음.

ABSTRACT

The infant toys market is growing significantly and the types of toys are diversifying. In recent years, toys and learning toys that can reproduce various sound sources and sounds have become popular on the market. There was a criterion for the emission sound pressure level of toy, but the criterion is on a close-to-the-ear toy and a cap firing toy. The method of measuring the emission sound pressure level of various toys and learning toys differs from that of actual toys and there is a lack of standardization of performance standards for the toys. As a result of measuring the emission sound pressure level for the toys and learning toys in consideration of the actual use conditions, it was found that about 27.3 % exceeded 92 dB($L_{A\text{Max}}$). The ratio exceeding 80 dB($L_{A\text{Max}}$) was 81.8 %. It was found that emission sound pressure level from the toys is very high.

When exposed to high noise from early childhood, noise-induced hearing loss and hearing loss may occur, which may cause difficulty in developing intelligence and communication of infants. It is necessary to improve the measurement method of emission sound pressure level for various toys including toys and learning toys, and to standardize the standards.

Key words: Toy, Sound pressure level, Measurement method

1. 서론

유아용 완구 시장은 10년 만에 두 배 이상 성장하여 약 1조 5천억 원 규모로 성장하고 있다[1]. 완구 종류도 다양화 변신 로봇, 블록, 교육용 완구 등 다양화 되고 있다. 최근 키덜트 문화의 확산으로 유아, 어린이용 완구뿐만 아니라 성인용 완구 시장도 급증하고 있다[2]. 2015년도 완구 관련 대미 수출액은 1.8억 달러였으며, 지속 성장이 기대되고 있다[3]. 유아용 교육용 완구 시장은 국내는 약 5조원, 중국은 약 100조원의 시장으로 추정되기도 한다.

최근 완구 시장의 트렌드로 드론, 로봇 및 교육용(언어, 프로그래밍 등)완구가 제시되고 있다. 성인용 완구 시장은 영화, 만화 관련 피규어와 같이 수

집 가능한 완구 시장 성장을 전망하고 있다[4].

과거 유아용 완구에서 소리가 발생하는 경우는 많지 않았다. 최근 새롭게 시판되고 있는 작동 완구 및 학습 도구 중에는 다양한 음원 및 소리 발생이 가능한 것이 증가하고 있다. 유아용 완구에서 발생하는 소음에 대한 기준이 있으나 과거 일부 완구에 한정된 것이었다. 최근 개발되고 시판되고 있는 새롭고 다양한 완구의 소음 실태 조사 및 측정방법, 기준에 대한 표준화는 부족한 실정이다.

과거 한국소비자원을 중심으로 장난감 전화기 및 폭죽 완구에 대한 소음 실태 조사가 실시되었다[5].

그러나 최근에는 소리를 발생하는 다양한 로봇 및 작동 완구가 개발, 시판되고 있어, 현 시점에서 새로운 완구에 대한 소음 실태 조사 및 표준화가 반드시 필요하다. 또한 완구 소음 실태 및 유아의 청력

에 미치는 영향 조사 결과는 매우 부족한 실정이다.

2008년 소비자원 조사 결과가 발표되었으나 현재 시판되고 있는 완구와는 차이가 있다. 완구에 대한 제품 안전 규정에 소음에 대한 측정 방법이 있지만 실제 유아들이 완구를 가지고 노는 조건이나 환경이 충분히 고려되지 못하고 있다.

완구 소음의 특성상 유아가 완구를 가지고 노는 조건을 표준화하여 완구 소음에 노출되는 조건을 충실히 재현할 수 있어야 한다. 완구 소음 측정 환경이 실제 사용 조건을 모사한 방법으로 표준화되어야 한다. 또한 완구 관련 해외 기준을 조사하여 국내 시판 완구의 소음 표시제도 등과 같은 제도적 개선 방안을 제안이 필요하다.

이를 위해 본 연구에서는 현재 시판되고 있는 완구 중에서 소리를 발생하는 완구를 대상으로 유아

들이 완구를 가지고 노는 환경을 고려하여 완구 소음 배출을 측정하고 관련 기준 만족 여부를 조사하고자 한다.

2. 완구 소음 기준 및 기존 연구

2.1 기존 완구 소음 조사

2008년 한국소비자원에서는 장난감 휴대폰의 소리가 너무 클 경우 고주파 소음에 민감한 어린이들의 청각에 좋지 않은 영향을 미칠 수 있어 해당 완구의 소음 시험을 실시하였다[6]. 소음 시험은 12종의 장난감 휴대폰을 대상으로 실시하였다.

소음 시험 결과 우리나라의 안전인증 기준 만족 비율을 25 %로 나타냈다. 유럽연합의 기준을 적용하면 83 %가 만족하지 못하는 것으로 나타났다. 우리나라 완구 소음 기준은 유럽연합 기준보다 12 dB 높게 설정되어 있어 어린이들의 청력 보호를 위해

유럽연합 기준으로 강화하는 방안을 제안하였다.

어린이 전동 승용완구의 주행 소음 측정 결과도 80 dB(A) ~ 87 dB(A)로 나타나 탑승 어린이가 주변 소음을 듣지 못할 가능성이 있으며, 주위에 피해를 줄 수 있는 것으로 보도되었다[6].

2.2 완구 소음 기준

우리나라의 완구 소음 기준은 품질경영 및 안전관리법에 따른 안전인증기준 : 부속서 36 완구에 귀에 가까이 갖다 대는 완구의 방출 음압 레벨은 92 dB 이하로 규정되어 있다. 유럽연합의 기준은 EN71-1에 80 dB 이하가 되도록 규정되어 있다.

표 1. 귀에 가까이 대는 완구 소음 기준 (7, 8)

구분	기준치	비고
한국	92 dB 이하	품질경영 및 공산품 안전관리법에 따른 안전인증기준:부속서 36 완구
유럽	80 dB 이하	EN71-1 Safety of toys Part1:Mechanical and physical properties

완구 소음 측정 방법은 자율안전확인 부속서 36 완구, 부록 B 음향 완구에 다음과 같이 규정되어 있다.

B.3 (방출 음압 레벨 측정법)에 따라 시험하였을 때 소리를 분명히 내게끔 설계된 완구는 다음 요구조건에 적합해야 한다.

- a) 귀에 가까이 갖다 대는 완구에는 측정된 A급 발생압도인 L_{PA} 는 트러진 공간에서 측정시 92 dB 이하이어야 한다. 귀에 가까이 갖다 대는 완구에서 측정된 A급 발생압도인 L_{PA} 는 귀 커플러로 측정했을 때 102 dB은 초과하지 않아야 한다.
- b) 딸랑이나 뽁뽁이 완구에서 측정된 A급 단발성 발생압도인 L_{PA1S} 는 85 dB을 초과하면 안된다.

- C) 딸랑이나 뽀뽀이 완구에서 측정된 C급 최대 발생압도인 L_{pcpeak} 는 110 dB을 초과하면 안 된다.
- d) 격발 뇌관을 사용하는 완구에서 측정된 C급 최대 발생압도인 L_{pcpeak} 140 dB을 초과하면 안 된다. 측정위치에서 140 dB은 약 2.5 cm 떨어진 거리에서의 150 dB ~ 160 dB에 해당한다.
- e) 격발 뇌관을 사용한 완구를 제외한 어떤 종류의 완구에서 측정된 C급 최대 발생 압도인 L_{pcpeak} 은 125 dB을 초과하지 않아야 한다
- f) 완구에서 측정된 C급 최대 발생압도인 L_{pcpeak} 가 110 dB을 초과할 경우 청각에 위협을 일으킬 잠재적 위험성에 대해 사용자의 주의를 요하게 하여야 한다.

위의 완구 방출 음압 레벨 측정법 및 기준은 귀에 가까이 갖다 대는 완구, 딸랑이 및 격발 뇌관을 사용하는 완구에 대한 것이다. 현재 많이 사용되고 있는 작동 완구 및 로봇 완구에 적용하기 어려운 것으로 판단된다. 작동 완구, 로봇 완구 및 교육용 완구의 경우 음악 및 말소리 등을 주로 사용하고 있어 순간적으로 음압 레벨 변화가 큰 소리를 측정하는 피크 레벨(Peak Level, L_{PA} 또는 L_{PC})로 측정하는 것이 적절한지도 검토되어야 한다. 또한 안전인증기준에서 사용하고 있는 음압 레벨 측정량의 국문 표기가 실제 음향 또는 소음 분야에서 사용하고 있는 용어와 전혀 일치하지 않고 있어 이에 대한 개정도 필요한 것으로 판단된다.

완구 방출 음압 레벨 측정을 위한 소음계 또는 마이크로폰의 위치는 완구의 사용 조건에 따라 귀에 가까이 대는 완구와 그 외의 완구로 구분하여 다음과 규정하고 있다.

- 1) **귀에 가까이 대는 완구:** 주요소리를 내는 완구의 그 표면으로부터 측정거리가 $2.5 \text{ cm} \pm 0.5 \text{ cm}$ 가 되도록 완구나 측정마이크를 움직여 귀에 가까이 대는 완구의 최대 성압도 (L_{PA})가 나오는 위치로 놓아둔다. 이 위치는 측정을 위한 마이크 위치이고 이어폰 및 헤드폰의 경우, 마이크 위치는 커플러에 의해 정해진다.
- 2) **귀에 가까이 대는 완구를 제외한 완구:** 모든 소리반사가 무시되도록 충분히 소리를 흡수할 수 있거나 충분히 큰 실내에서 소리출처로부터 0.5 m 거리이면서 바닥위 1.2 m 위치에 마이크를 설치한다.

최근 소비가 증가하고 있는 작동 및 로봇 완구 등은 귀에 가까이 대는 완구에 해당되지 않는다. 귀에 가까이 대는 완구가 아닌 경우의 측정 조건과 위치는 무향실에서 0.5 m 떨어진 1.2 m 높이에서 소음을 측정하도록 규정하고 있으나 이는 실제 작동 완구 및 로봇 완구와 같이 소리를 발생하는 완구의 사용 조건과는 거리가 있는 것으로 판단된다.

3. 작동 완구 및 교육용 완구 등 소음 측정 결과

작동 완구, 로봇 완구 및 교육용 완구에 대한 방출 음압 레벨을 실제 어린이들이 완구를 가지고 노는 조건과 공간에서 측정하였다. 측정 공간은 어린이 놀이방이었으며, 바닥은 어린이의 안전과 층간소음 등의 방지를 위해 많이 사용되고 있는 안전 매트가 설치되었으며 벽, 천장 및 가구 등에 의한 반사음이 있는 조건이었다. 방출 음압 레벨 측정 위치는 어린이가 완구를 사용하는 조건을 고려하여 완구로

부터 약 30 cm 거리의 바닥에서 약 50 cm 높이에서 측정하였다.

방출 음압 레벨 측정은 로봇 완구 3종, 작동완구(버스, 자동차 등) 3종, 교육용 완구 3종 및 기타 소리를 발생시키는 완구 2종을 대상으로 정밀 소음계로 측정하였다. 측정량은 변동 소음 측정에 일반적으로 사용되는 최대 음압 레벨(L_{MAX})로 설정하여 30 s 동안 방출 음압 레벨을 측정하였다. 그림 1은 소리를 발생시키는 로봇 완구 3종의 방출 음압 레벨 주파수 특성을 나타낸 것이다. 그림 1에서와 같이 로봇 완구에서 방출되는 음압 레벨은 500 Hz ~ 2000 Hz 대역에 집중되어 있으며, 2종의 로봇 완구의 방출 음압 레벨은 92 dB을 초과하는 것으로 나타났다.

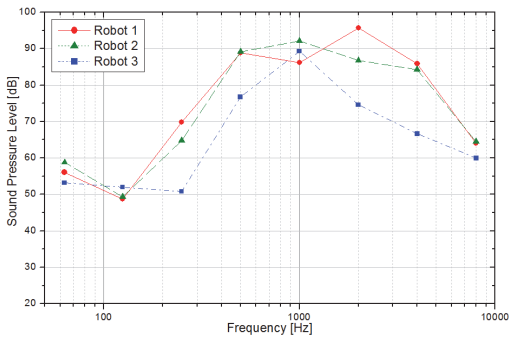


그림 1. 로봇 완구 방출 음압 레벨 주파수 특성

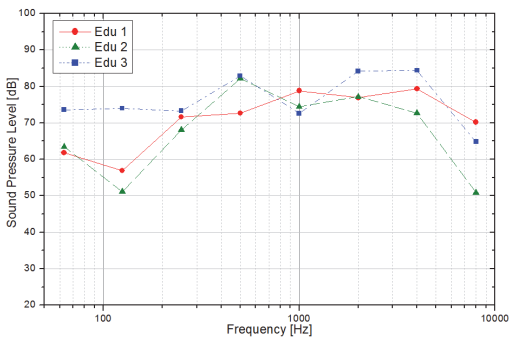


그림 2. 교육용 완구 방출 음압 레벨 주파수 특성

그림 2는 교육용 완구 3종의 방출 음압 레벨 측정 결과를 나타낸 것이다. 그림 2에서와 같이, 교육용 완구도 500 Hz ~ 2000 Hz 대역 방출 음압 레벨이 높은 것을 알 수 있다. 교육용 완구의 방출 음압 레벨이 80 dB를 초과하는 것으로 나타났다.

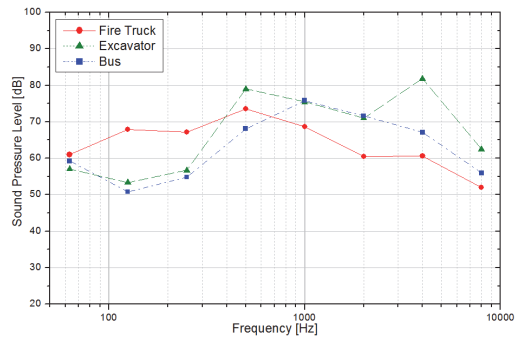


그림 3. 작동 완구 방출 음압 레벨 주파수 특성

그림 3은 작동완구(소방차, 포크레인, 버스)의 방출 음압 레벨 주파수 특성 측정 결과를 나타낸 것이다. 소방차의 경우 전체 주파수 대역에서 고른 주파수 분포를 갖으며 500 Hz 대역을 제외하고는 70 dB 이하의 크기로 나타났다. 포크레인 완구는 500 Hz와 4000 Hz 대역의 음압 레벨이 높으며, 각각 79 dB, 82 dB 수준으로 측정되었다. 버스 완구는 1000 Hz 대역의 음압 레벨이 가장 높은 것으로 나타났다.

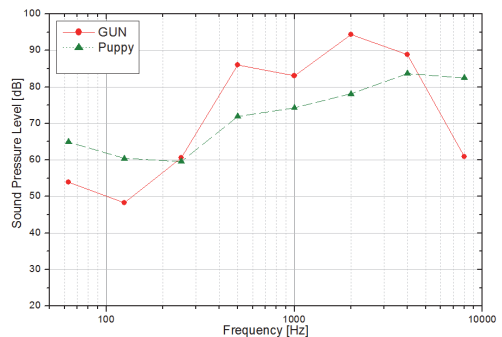


그림 4. 기타 완구 방출 음압 레벨 주파수 특성

그림 4는 기타 완구(장난감 총, 강아지)의 방출 소음 주파수 특성 측정 결과이다. 장난감 총의 경우 2000 Hz 대역의 음압 레벨이 가장 높으며 94 dB로 나타났다. 강아지 완구의 방출 음압 레벨 주파수 특성은 고주파수 대역에 집중되어 4000 Hz, 8000 Hz 대역의 음압 레벨이 각각 84 dB, 83 dB로 나타났다.

표 2. 완구 방출 음압 레벨 측정 결과

완구	방출 음압 레벨 (dB)		
	L_{AMAX}	L_{CMAX}	L_{MAX}
Robot 1	97.3	95.8	96.1
Robot 2	93.6	94.4	94.4
Robot 3	89.4	89.3	89.3
Edu 1	82.6	81.2	81.5
Edu 2	80.9	83.1	83.1
Edu 3	87.8	86.2	86.6
Fire Truck	<u>71.9</u>	74.1	75.8
Excavator	83.7	82.3	82.8
Bus	<u>77.2</u>	76.5	76.6
Gun	96.6	95.0	95.4
Puppy	87.2	85.5	86.8

표 2는 11종 완구의 방출 음압 레벨을 정리한 것이다. 완구에 대한 안전인증기준과 EN 71-1의 기준(표 1 참조)은 귀에 가까이 대는 완구에 대한 기준으로 L_{PA} 로 측정된 값을 대상으로 하지만 표 2의 L_{AMAX} 에 적용하여 판단한다면, 11종 완구 중에서 L_{AMAX} 로 80 dB 이하의 방출 음압 레벨을 갖는 완구는 2종으로 나타났다. 92 dB를 초과하는 완구는 3종으로 나타났다. 우리나라의 안전인증기준의 귀에 가까이 대는 완구의 기준을 적용할 경우 약 27.3%의 완구가 기준을 초과하는 것으로 나타났다. EN 71-1의 기준을 적용하면 81.8%의 측정 대상 완구가 기준을 초과하는 것으로 나타났다. 이 결과는 측정 환경조건, 측정 위치 및 측정량이 안전

인증기준과 EN 71-1과 달라 위의 두가지 기준으로 측정된 경우 다른 결과를 나타낼 수 있다.

안전인증기준의 귀에 가까이 갖다 대는 완구의 측정 위치는 음원에서 2.5 cm ± 0.5 cm 거리에서 측정하도록 규정하고 있어, 위의 기준을 적용하여 측정하면 표 2의 측정결과보다 음압 레벨이 더 크게 측정될 것으로 판단된다. 측정량의 경우도 L_{PA} 로 측정된 결과가 L_{AMAX} 로 측정된 값보다 더 짧은 시간 단위로 분할하여 평균하기 때문에 일반적으로 더 큰 값을 갖게 나타난다.

4. 결론

우리나라 및 전 세계 완구 시장은 지속적으로 증가하고 있으며 다양한 작동 완구 시장은 빠르게 성장하고 있다. 작동 완구는 움직임뿐만 아니라 소리 발생 및 다양한 음원이 내장되고 있다.

완구에 대한 소음 기준이 안전인증기준 부속서 36에 규정되어 있으나, 귀에 가까이 갖다 대는 완구, 딸랑이 및 격발 뇌관을 사용하는 완구에 대하여 규정되어 있다. 최근 시장에서 판매되고 있는 음원을 내장하거나 소리를 발생하는 다양한 작동 완구에 적용하기에는 부적합한 것으로 판단된다. 또한 완구의 방출 음압 레벨 측정 방법도 무향실과 유사한 조건에서 특정 완구의 사용조건만을 고려한 것으로 판단된다.

다양한 음원을 내장한 작동 완구의 방출 음압 레벨 기준 제시가 필요한 것으로 판단된다. 또한 작동 완구의 방출 음압 레벨 측정 방법으로는 실제 어린이 및 유아의 사용 조건과 유사한 방법으로 측정하도록 표준화 되어야 한다.

본 논문에서는 11종의 작동완구를 대상으로 실제 어린이가 완구를 가지고 놀이하는 조건에서 어린이

가 완구 소리를 듣는 조건을 고려하여 방출 음압 레벨을 측정하였다. 대부분의 완구가 500 Hz 이상의 주파수 대역에서 매우 높은 음압 레벨을 방출 하는 것으로 나타났다.

안전인증기준의 귀에 가까이 갖다 대는 완구의 기준으로 판단하면 약 27.3 %의 완구가 92 dB를 초과하는 것으로 나타났다. 유럽연합의 EN 71-1 기준을 적용하면 81.8 %의 완구가 기준을 초과하는 것으로 나타났다.

이상의 결과에서와 같이 다양한 작동 완구의 방출 음압도 높은 것으로 나타나 어린이 및 유아의 청력 보호를 위한 기준 강화 및 방출 음압 레벨 표시와 같은 제도적인 개선이 필요한 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] <http://m.toynews.kr/news/newsview.php?ncode=1065595349485240>
- [2] <http://m.toynews.kr/news/newsview.php?ncode=1065583006517552>
- [3] 한국무역협회(kita.net)
- [4] 한국무역협회 2016년 미국 완구시장의 키워드 - Tech, Family, STEAM - ,
- [5] 한국소비자원, 장난감 휴대폰 소음 시험결과 보고서, 2008.
- [6] <http://www.asiae.co.kr/news/view.htm?idxno=2016050211550128526>
- [7] 자율안전확인 안전기준 부속서 36 완구 (Toys)
- [8] EN 71-1:2011+A3 Safety of toys - Part 1: Mechanical and physical properties

