

저주파 소음과 불평자 반응의 현장 동시 측정 및 평가

On-site measurement and assessment of low frequency noise and complainant's response

류 종관† · 사토 히로시* · 쿠라카타 켄지* · 이누카이 유키오*
 RYU Jongkwan, SATO Hiroshi, KURAKATA Kenji, and INUKAI Yukio

1. 서 론

일반적으로 100 Hz 정도 이하의 주파수 음을 저주파음이라고 하며 그 중에서도 20 Hz 이하(1~20 Hz)의 음을 특히 초저주파음(infrasound)이라 일컫는다. 20 Hz 이하의 초저주파음의 평가특성(주파수보정 특성)으로서 국제 규격 G 특성(ISO7196)이 정해져 있으며 가정용의 저주파음의 평가 기준은 90년대 후반에 유럽 국가에서 잇따라 제정되었다¹⁾. 한편, 일본에서는 '저주파음의 측정법에 관한 매뉴얼(2000)'을 작성하여 이것에 의해 실시된 저주파음의 실태 조사 결과를 '저주파음 방지 대책 사례집(2002)'을 통해 보고한 바 있다²⁾. 그 결과에 의하면 최근의 경향으로서 공장, 점포, 병원, 목욕탕 등에 설치되어 있는 보일러, 공조 실외기 등의 설비 기기에서 발생하는 저주파음에 관한 항의가 약간 증가 경향에 있다. 그러나 실제 소음 측정 결과, 피해의 유무를 판정할 수 없는 정도의 작은 레벨의 저주파음에 관한 피해가 많으며 그 대부분은 암소음이 작은 조용한 주택 지구 내에서 발생하고 있다고 보고 되었다. 따라서 저주파음 피해와 관련하여 명확한 대응 방안을 찾기 위해 물적피해와 심신계 피해의 판단이 되는 각각의 참조치(평가기준)를 포함하는 "저주파음 문제 대응의 안내서(2004)"²⁾을 공표하였다. 참조치는 1/3 옥타브 밴드 레벨 값으로써 제시되었고 물적피해는 5-50 Hz 범위에서, 심신계 피해는 10-80 Hz 범위에서 그 값을 제시하고 있다. 그러나 단시간에 이루어지는 실제 현장에서의 일반적인 소음 측정 및 조사로는 주관적 반응과 저주파음과의 대응 관계를 밝히는 것이 매우 어렵고 이명 현상 등의 불평자의 청각질환과 청각특성에 의해 저주파가 아닌 음을 불평의 원인으로 오인하는 사례도 많은 것으로 나타났다.

본문에서는 실제 현장에서 소음 불평의 원인을 신속하게 추정할 수 있는 저주파 소음 및 주관적 반응의 장시간 측정, 평가 시스템에 관한 연구를 소개하고자 한다. 본 연구는 다음과 같은 세부 내용으로 구성되어 있다. 1) 소음 및 주관적 반응의 장시간 측정, 평가 시스템 개발, 2) 불평자 청각특성의 현장간이측정, 3) 현장에서의 불평 원인 평가 4) 실험실에서의 복합음을 포함한 저주파음의 청각특성 평가.

2. 소음 및 주관적 반응의 측정, 평가 시스템

그림 1은 현장에서의 소음과 주관적 반응의 장시간 동시 측정 시스템을 보여주고 있다. 본 연구에서는 10여 곳의 현장에서 개발된 시스템을 이용하여 측정을 실시하였다. 측정 장소는 대부분 주택 실내였으며 의심되는 소음원으로는 이웃 건물공간의 난방기와 공조기의 실외기 등이었다. 저주파음이 가장 크게 들리는 불평자에 의해 선택된 한 지점, 다른 네 지점에서의 실내 측정과 옥외 한 지점에서의 소음 측정이 동시에 실시되었다³⁾. 주관적 반응의 측정은 불평자가 의심되는 저주파음을 들었을 때 무선반응기의 반응 버튼을 누르도록 지시하였으며 반응한 무선신호는 웨이브 신호로 저장되었다. 측정 결과, 주요 불평원인으로 저주파음이 아닌 경우도 있었으며 대부분 일본 환경성 평가기준에 근접하거나 못 미치는 비교적 작은 음압레벨의 저주파음이었다.

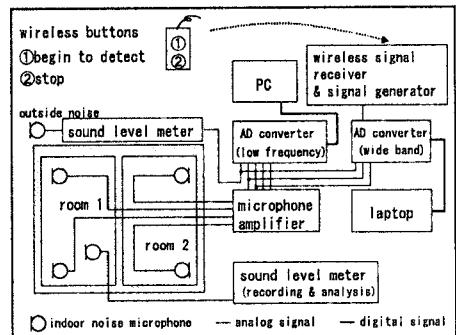


Fig. 1 On-site measurement system of low frequency noise and complainant's response

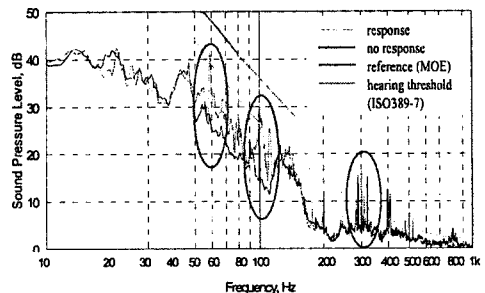


Fig. 2 Comparison of low frequency noise with and without response

† 교신저자; 산업기술총합연구소(일본, AIST)

E-mail : mrlryu@hanmail.net

jongkwan-ryu@aist.go.jp

Tel : 81-29-861-6725, Fax : 81-29-861-6727

. 산업기술총합연구소(일본, AIST)

그림 2는 현장 측정결과와 예를 보여주고 있으며 50-80 Hz 과 100-120 Hz 에서 주관적 반응에 따라 음압레벨의 차이가 명확한 것으로 나타났다. 그러나 음압레벨은 청각 역치 보다는 큰 값인 반면, 환경성 평가 기준 보다는 작은 것으로 나타났다.

3. 현장 측정 결과를 이용한 불평 원인 평가

현장에서 측정된 소음과 주관적 반응 결과를 이용하여 불평 원인이 되는 소음 성분을 추정하는 평가 시스템이 개발되었다. 이 평가 시스템은 매 10 초 단위로 측정되는 1/3 옥타브 밴드 레벨 값과 주관적 반응(on/off= '1'/'0')을 기준으로 작성되었으며 평가 절차는 다음과 같다. 1) 소음과 주관적 반응의 측정 2) 각 옥타브 밴드 별로 평가 기준을 초과하는 데이터 조사 3) 불평자 반응과 무반응 데이터의 분류, 이후 불평 소음원의 주파수 특성을 추정하기 위한 절차로는 4) 소음 데이터의 분류(주파수특성 기준), 5) 분류된 소음원 종류별 주관적 반응 비율 조사이며, 불평 소음원의 주요 주파수 성분을 도출하기 위한 절차로는, 6) 소음원의 각 주파수 대역별과 주관적 반응과 일치(평가 기준을 초과하는 소음 데이터와 불평자의 반응과의 일치여부)비율 조사, 7) 주관적 반응이 변할 시 소음원의 각 주파수 대역별 음압레벨 차이 조사 8) 소음원의 각 주파수 대역별 음압레벨 및 주관적 반응 값의(on/off)의 점이면 상관계수 조사 등이다.

4. 저주파음의 청각특성 평가

저주파 소음 및 복합음에 대하여 청각역치 등이 조사되었다. 청각역치 실험은 그림 3 과 같이 저주파음 청감실험 전용 챔버 에서 실시되었다. 저주파챔버에는 3.5(W)x 2.5(D)x2.6(H) m 의 규모로 총 16 개 (4x4:가로 x 세로)의 저주파용 스피커가 설치되어 있다. 그림 4 는 고령자(60 세 이상)와 청년자(19-25 세)를 대상으로 한 10-160 Hz 사이의 저주파소음에 대한

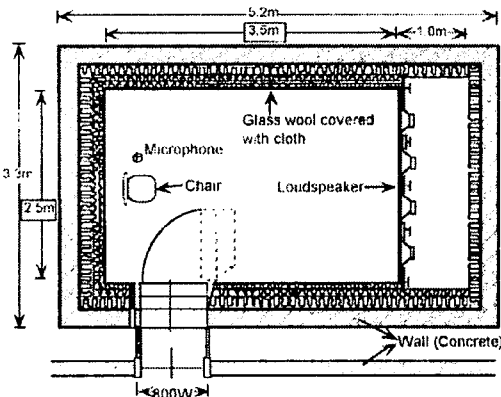


Fig 3. Low frequency chamber for auditory experiment

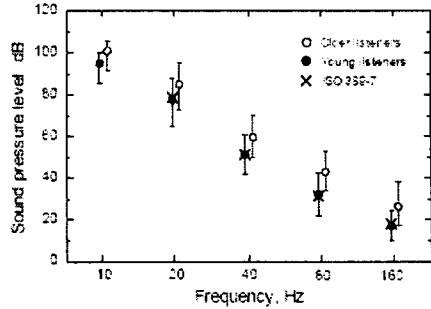


Fig. 4 Median threshold levels of young and older listeners

청각역치를 보여주고 있다. 그림 4 에서와 같이 고령자의 저주파소음에 대한 청각역치는 중앙값 기준으로 청년자 보다 높은 것으로 나타났다. 그러나, 두 피험자 집단간 저주파 소음의 청각 역치의 중앙값의 차이는 5-10 dB 정도였으며 이 수치는 2 kHz 이상의 고주파에서 측정된 차이 값 보다 훨씬 작은 것으로 나타났다. 다시 말해, 고령자의 저주파음에 대한 청력저하는 고주파음보다 비교적 작다고 할 수 있다. 저주파 복합음의 청각역치는 순음 일 때의 경우 보다 작은레벨인 것으로 나타났으며 시험된 순음의 주파수와 개수에 따라 그 결과가 다르게 나타났다⁴⁾.

5. 맺음말

저주파음에 의한 피해는 건물의 흔들림에 의한 물적 피해와 불쾌감, 압박감 등의 심신적 피해로 크게 나뉘지며 저주파음에 오랫동안 노출될 시 순환계, 호흡계, 신경내분비계 등의 생리적 피해에 대한 영향도 보고 되고 있다. 유럽 및 일본에서와 같이 국내에서도 주거지, 사업장 등 생활환경에서의 저주파 소음의 발생 및 피해 현황 조사를 시작으로 저주파 소음 문제를 합리적으로 평가할 수 있는 국내에 적합한 평가 절차 및 기준 확립이 절실히 요구된다.

후 기

본 연구는 일본 환경성 “Environmental Research in Japan” 프로그램에 의해 지원받았음.

참고문헌

- (1) G. Leventhall, "A review of published research on low frequency noise and vibration," Department for Environment, Food and Rural Affairs, London, UK, 2003.
- (2) Ministry of Environment, Government of Japan, <http://www.env.go.jp/air/teishuha/index.html>
- (3) H. Sato, et al., "Comparison of sound pressure levels of low frequency range between measuring positions for measurements of noise in dwellings," Proc. of Internoise 2008, Shanghai, China..
- (4) J. K. Ryu, et al., "Hearing threshold of low frequency complex tones with a center frequency of 60 Hz," Proc. of Low Frequency Noise 2008, Tokyo.