

축소모형을 활용한 식생구조의 음향성능 예측 및 평가

Prediction and evaluation for acoustical characteristics of vegetation by using a scale model

김호준† · 장형석* · 전진용**

Ho Jun Kim, Hyung Suk Jang and Jin Yong Jeon

1. 서 론

도시의 녹화는 지속가능한 도시 설계 개념으로서 도심 기온 상승을 억제하고 공기질 개선 등 도시 환경을 개선하는 역할 한다. 뿐만 아니라 도시 녹화에 따라 소음 저감과 거주자의 음향경 인지에 긍정적인 영향을 준다. 그러나 도시 녹화에 따른 소음 저감량을 정량적 평가한 사례는 많지 않다.

본 연구는 식생의 음향적 영향을 평가하기 위하여 축소모형의 재료를 선정하였고 1:10 스케일의 도심 모형을 제작하여 식생구조 설치에 따른 소음 저감량을 예측 및 평가하였다.

2. 축소모형 제작

2.1 흡음률 측정 및 축소모형 구축

1:10 축소모형의 재료를 선정하기 위하여 실제용적 253m³에 해당하는 1:10 축소 잔향챔버에서 도심 모형 재료 및 식생 구조의 흡음률을 측정하였다. 음원은 고주파음을 발생시키기 위하여 스파크소스를 사용하였고, 수음원은 1/8"마이크로폰이 사용되었다. 음원은 2개 지점, 수음원은 6개 지점에서 반복성 검증을 위해 3회씩 측정하였다.

창문과 단단한 외벽으로 구성된 기본거리모형은 구성 요소의 흡음률을 측정하여 1:10 축소모형 재료를 선정하였다. 목표 흡음률은 실제 재료의 흡음률을 바탕으로 설정하였다. Figure 1 좌는 창문의 주파수 대역별 흡음률이며, 흡음률 측정 결과에 따라

20mm 공기층이 있는 2mm 두께의 아크릴이 창문 재료로 선정되었다. Figure 1(우)는 외벽 모형의 흡음률을 나타내었으며, 16mm 두께의 아크릴을 선정하였다.

축소도시모형은 도로의 총 길이는 60m, 건물의 높이는 3층 높이인 10m, 도로의 폭은 왕복 2차선의 10m이다. 모형의 구조체는18mm 두께의 MDF로 제작하였고, 구조체에 추가적으로 흡음률 측정 결과에 의해 선정된 창문과 외벽을 설치하였다.

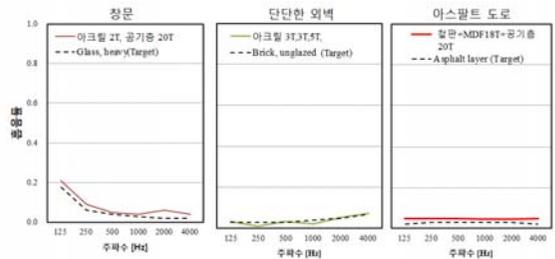


Figure 1 기본 거리 모형의 흡음률 측정 결과, 창문(좌), 단단한 외벽(중), 아스팔트 도로(우)

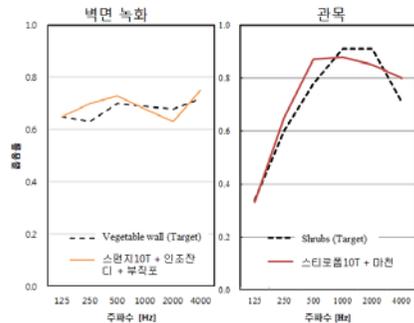


Figure 2 식생 구조의 흡음률 측정 결과, 벽면녹화(좌), 관목(우)

† 교신저자: 한양대학교 건축환경공학과
E-mail : nes217@naver.com
Tel : (02)2220-1795, Fax : (02)2220-4794
* 한양대학교 건축환경공학과
** 한양대학교 건축공학부

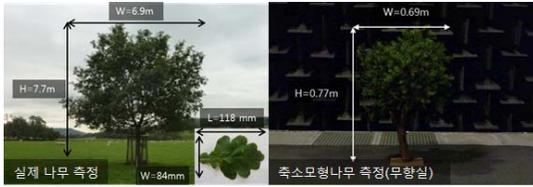


Figure 3 무향실에서 잔향시간 측정을 통한 축소모형 가로수의 선정

3. 식생 구조의 선정 및 측정 결과

3.1 식생 구조 선정

도심 거리에 설치 가능한 식생 구조인 가로수, 벽면 녹화, 관목을 평가 요소로 선정하여 축소도시모형의 외벽과 동일한 방법으로 잔향챔버에서 흡음률 측정을 진행하였다. 그 결과 벽면 녹화 및 관목의 흡음률을 Figure 2와 같이 평가하여 복합 재료로 구성된 축소모형 재료를 선정하였다.

Figure 3와 같이 가로수는 잔향챔버에서 측정할 수 없는 크기이기 때문에 Sheffield 대학 연구 결과를 바탕으로 1그루의 나무가 식재되어있는 들판에서 측정된 잔향시간 결과를 활용하였다. 나무 측정시 소스와 리시버는 나무를 사이에 두고 20m에 위치하였으며, 무향실에서 나무에 의해 반사된 반사음 거동에 의한 잔향시간 변화를 측정하여 실제 나무와 유사한 잔향시간 특성을 나타내는 나무 형상을 선정하였다. 축소모형 바닥은 풀밭의 흡음률과 유사한 특성을 보이는 10mm 두께의 폴리우레탄 폼을 사용하였다.

3.2 도시축소모형 측정

배경소음과 반사음의 영향을 최소화하기 위해 벽체와 천장에 흡음재가 설치된 반무향실에서 측정하였다. 스파크소스와 1/8" 마이크로폰 (B&K 4138)이 거리 모형 측정 장비로 사용되었다.

1지점의 음원과 18개의 수음원으로 설정하였으며, 음원은 건물 벽체로부터 3m 떨어진 지점이며, 높이는 지면으로부터 0.3m이다. Figure 5는 도심 축소모형에 설치된 건물 형태와 거리에 설치된 나무이다. 기본 거리모형과 가로수, 벽면녹화, 관목의 식생 구조는 그림 4와 같이 설치되었다.



Figure 4 기본 거리 모형과 식생 구조 설치(가로수, 벽면녹화, 관목)

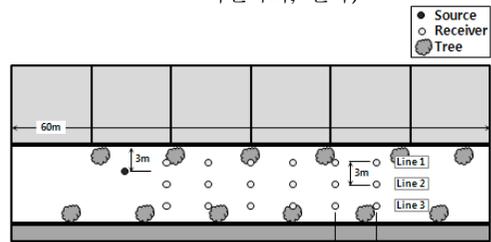
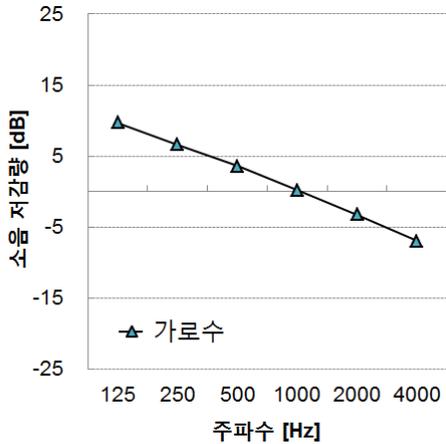


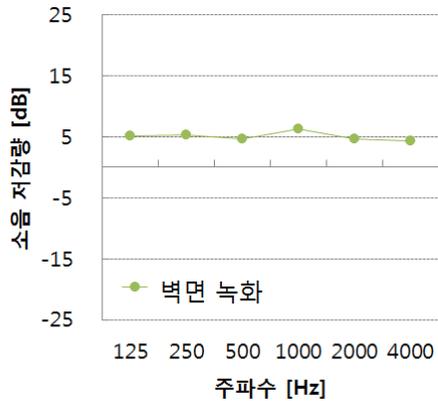
Figure 5 축소 도시 모형의 음원 및 수음원 나무의 위치

3.3 식생 구조의 영향 측정 결과

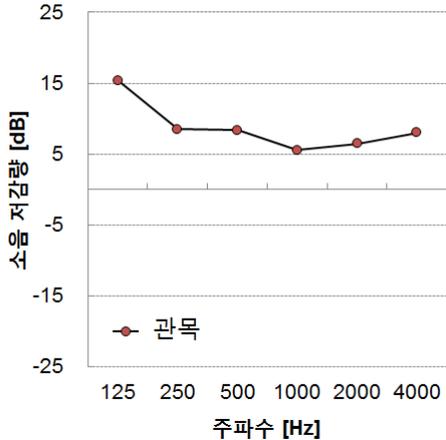
Figure 6는 축소 도시모형에서 측정된 주파수 대역별 기본 모형에서 식생 설치 후 음압레벨의 차이를 통하여 소음저감량(Insertion Loss)를 계산하였다. 가로수 설치시, 소음저감량 주파수 대역 평균값이 1.7dB 이었다. 그러나 주파수 대역별 음압 분포에서는 나무에 의해 저주파 대역은 8.2dB 감소하고 고주파 대역에서 오히려 5.1dB증가하는 경향성을 나타내었다. 이는 가로수 배치에 따라 저주파 소음이 감소하고, 일과 가지 등에서는 고주파 확산에 의한 반사음 증가가 일어나 상대적으로 고주파 음압이 증가한 것으로 사료된다. 소음저감량의 주파수 대역별 평균 값 차이는 크지 않지만 가로수에 의한 소음저감효과는 소음의 인지의 관점에서 효과적인 것으로 예상된다. 관목은 비교적 작은 면적에도 불구하고 음원과 가까운 곳에 배치되어 가장 효과적인 약 8.7 dB의 소음 저감량을 나타내었다. 또한 벽면 녹화에 의해 소음저감량은 5.1 dB로 나타났다. 식생의 종류와 흡음률에 따라 각각 저감량이 다르게 나타났다.



(a) 가로수에 의한 소음 저감량



(b) 벽면 녹화에 의한 소음 저감량



(c) 관목에 의한 소음 저감량

Figure 6 식생구조설치에 따른 소음저감량 평가

4. 결 론

본 연구에서는 1:10 축소 도시 모형을 제작하여 거리에서의 음향 특성을 평가하였다. 가로수, 벽면녹화, 관목설치에 따른 소음저감량을 평가하였을 때 음압이 각각 1.7dB, 8.7dB, 5.1dB 감소하였고 주파수 대역별로 감소 및 증가량이 다르게 나타났다. 식생의 종류와 설치 위치에 따라 소음저감을 위한 효과적인 음환경 도시 설계요소 활용될 것으로 사료된다. 향후 축소 도시 모형을 통하여 다양한 식생에 의한 도로 교통 소음의 저감량을 현실적으로 평가하기 위하여 선음원을 제작하여 소음 저감 영향을 평가할 계획이다.

참고 문헌

- [1] J. Picaut, L. Simon, "A scale model experiment for the study of sound propagation in urban areas", Applied Acoustics62, 327-340 (2001)
- [2] M. R. Ismail, D. J. Oldham, "A scale model investigation of sound reflection from building façades, Applied Acoustics, Applied Acoustics66, 123-147 (2005)
- [3] H.-S Yang, J. Kang, C. Cheal, T. V. Renterghem, D. Botteldooren, "Sound dispersion and reverberation by a single tree", Internoise2011,Osaka,Japan(2011)
- [4] C. M. Harris, "Handbook of acoustical measurements and noise control", Mcgrow-Hill(1991)

후 기

본 논문은 EU FP7의 HOSANNA Project의 파트너로서 한국연구재단(NRF)의 지원을 받아 연구되었습니다. (No. 2011-0001776)