

물리적 특성에 따른 공동주택에서 도로교통소음의 추정모델에 관한 연구

A study on Providing the Estimation of the road traffic noise in the apartment according to physical characteristics

장정희* · 이강희** · 김 곤**

Chang, Jung-Hee · Lee, Kang-Hee · Kim, Gon

Abstract

The ambient noise in modern society is the factor to give people serious influence. Noise barriers installation is mostly used in the apartment estate to protect countermeasure about the road traffic ambient noise. The purpose of this study is to suggest reference data for design of traffic noise reduction in apartment estate. It finds out how the traffic noise is measured about a noise barriers and physical characteristics. The 57dB was measured from the noise barriers in a 2m point. An ambient noise's of the part to belong noise attenuation is big at the sound arresting area of the noise barriers as the distance far.

키워드 : 공동주택, 도로교통소음, 물리적 요인

keywords : Apartment Estate, Road Traffic Noise, Physical factors

1. 서론

공동주택 단지 계획시 단지 내 주동간의 거리, 주변교통상황 단지 내 보행로 등 수많은 계획요소를 고려한다. 과거에는 공동주택 계획에서 소음의 영향을 크게 인식하지 못하였지만, 차량증가에 따른 소음 증가와 생활수준 향상에 따라 소음이 중요한 계획요소로써 부각되었다. 특히 도로변에 위치한 공동주택은 도로교통소음으로 인해 거주자들이 심리적·육체적으로 심각한 영향을 받고 있다. 이러한 공동주택의 소음에 대해 적절한 방지대책을 수립하기 위해서는 소음과 단지의 물리적 특성과의 관계에 대해 생각해 볼 필요가 있다. 현재 소음 방지대책으로는 방음벽 설치, 식수계획에 의한 것이 가장 일

반적이다. 방음벽을 설치함으로써 소음의 감쇠 특성에 관한 것은 실험을 통해 기존에 연구한 결과가 있다. 소음의 일반적인 특성은 소음 발생원으로부터 거리가 멀어질수록 소음치가 줄어든다. 이러한 관점에서 본 연구는 공동주택의 소음에 영향을 미칠 수 있는 대표적인 물리적 요인에 따라 소음영향이 어떠한 특성을 나타내는지 추정하고 공동주택 소음 계획시 기초적 자료를 제공하고자 한다. 소음에 영향을 미칠 수 있는 대표적 요인으로는 방음벽 여부, 층, 도로에서부터의 거리 등으로 한정하였다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 공동주택의 물리적 특성에 따른 도로교통소음의 추정모델을 작성하는 것이다. 교통소음의 감쇠현상에 영향을 미치는 요인으로는 교통량, 차량의 유형 등의 외적인 요인과 주동형태, 높

*안동대학교 건축공학과 석사과정
**안동대학교 건축공학과 교수

이 등의 단지특성 등의 내적인 요인으로 구분할 수 있다. 이들 가운데 교통소음 감소현상에 영향을 미치는 요인으로써의 물리적 특성은 방음벽과 소음 측정지점까지의 물리적인 거리를 이용하였다¹⁾. 측정소음을 이용하여 물리적 거리 혹은 방음벽의 포함여부에 따른 소음발생 현황을 분석하였다. 다른 한편으로는 공동주택의 물리적 특성과 소음발생을 예측할 수 있는 추정모델을 작성하였다. 추정모델은 SPSS/PC를 이용하였으며 소음의 측정시간은 오후 2시부터 4시 사이로 교통량이 비교적 적은 시간대이다.

2. 이론적 고찰

2.1 단지계획상의 소음환경기준

국내 소음환경 기준은 표 1과 같이 교통소음, 진동의 한도로 규정되어 있다. 주거지역 및 준도시 지역은 주간은 68dB, 야간은 58dB이 적당하다. 소음규제 기준을 계획상 반영하는 것은 거주자들의 쾌적한 주거환경을 제공하기 위한 것이다.

표1 교통소음, 진동의 한도²⁾ dB(A)

대상지역	구분	한 도	
		주간 (06:00-22:00)	야간 (22:00-06:00)
주거지역, 녹지지역, 준도시지역 중 취락지구 및 운동·휴양지구, 자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관의 부지 경계선으로부터 50m 이내 지역	소음 LeqdB(A)	68	58
	진동 dB(V)	65	60
상업지역, 공업지역, 농업지역, 준농림지역 및 준도시지역 중 취락지구 및 운동·휴양지구외의 지역, 미고시 지역	소음 LeqdB(A)	73	63
	진동 dB(V)	70	65

2.2 소음을 고려한 주동 배치 및 평면계획

단지의외부 소음을 고려한 주동계획은 건물에 가급적 소음원로부터 멀리 배치하고 주위를 타 건물이나 녹지 공간 등에 의해 차단하는 것이 좋다. 거리가 배가되면 소음의 크기는 6dB 정도 감소된다.³⁾ 단지의외부에서 소음이 흡수되지 못하도록 방음벽을 설치하여 원음의 전달이나 음에 의한 진동을 최소화시킬 수 있고 또한 저층의 주호인 경우는 방음벽을 2~3m로 설치하면 차음효과를 얻을 수 있다. 그러나 주거단지가 중층이상일 경우는 한쪽 방향으로 된 건물군이나 다층의 타 건물을 설치하여 소음을 차단하는 방음블럭을 형성하는 방법도 있다. 소음원과 관련하여 일사방향이 같을 경우는 도로에 대해 90도로 수직배치 하는 것이 유리하다. 그러나 일방향이 소음원과 반대인 경우는 도로에 대해 평행배치를 하는 것이 유리하다. 그림 1은 방음벽을 통해 건물을 배치할 수 있는 부분을 확장시킬 수 있음을 나타낸다.

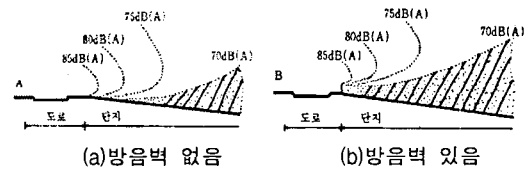


그림 1 방음벽에 의한 방음효과⁴⁾

2.3 기존연구 고찰

공동주택의 도로교통 소음에 관하여서는 기존에 여러 차례 진행이 되었다. 배치형태에 따른 소음영향, 방음벽에 의한 단지내 도로교통 소음 감소 특성, 소음의 측정치와 실제 거주자의 심리적 반응에 대한 관계 정도로 크게 구분할 수 있다. 여기서는 배치형태와 방음벽에 의한 소음 특성에 대한 연구를 고찰하였다. 먼저 '공동주택 배치형태에 따른 단지내의 도로교통소음의 영

1) 소음 측정에 변수가 될 수 있는 단지내부에서 발생하는 소음은 고려하지 않는다.
2) 소음 진동 규제법(제 37조 관련개정 2000.5.4)

3) 박전자, 주거단지 계획의 원리 및 방법론, 세진사, 1998
4) 주거단지 계획의 원리 및 방법론, 세진사, 1998, 박전자,

표 2 Y단지의 개요

단지 배치 형태	방음벽 유형		도로구조		도로변에서 단지 내 첫 번째 건물과의 거리(m)	방음벽에서 P(2)까지의 거리(m)	방음벽 반대편 구역의 건물설치 유무	도로변 방음벽의 상가 유무	측정 시간	측정위치		5분간 측정된 도로교통 소음원의 Leq dB(A)
	높이 (m)	길이 (m)	유형	차선						수평	수직	
복합	3	90	평탄	6	10	2	무	무	오후 2~4시	도로단 2M 5M 20M 40M	1층 5층 10층 15층	72

향⁵⁾에 관한 연구에서는 공동주택단지내로 전달되는 도로교통 소음의 주파수별 특성과 단지내 건물 배치형태별에 따른 거리별 소음감쇠 효과를 주파수별로 분석하고, 도로교통소음의 특성과 소음분포 실태를 파악하였다. 연구결과 도로교통소음의 주파수별 특성은 평행배치와 복합배치인 경우 차음동의 건물에 의해 회절현상이 주로 나타나는 저주파보다 고주파 대역에서 문제가 되는 것으로 나타났다. 배치형태에 따른 등가소음감쇠는 수평이격거리 30m 지점에서 평행배치와 복합배치는 직각배치에 비해 5.6dB(A), 2.4dB(A)의 감쇠효과를 보였다. 이것은 평행배치와 복합배치는 회절감쇠현상이 거리증가에 따라 감소차가 크지만 직각배치는 반사음의 증가현상으로 거리증가에 따라 감소차가 적은 것으로 분석하였다.

‘방음벽에 의한 아파트 단지내 소음감쇠특성에 관한 실험적 연구⁶⁾에서는 방음벽의 감쇠특성을 단지별 수평·수직이격거리에 따라, 동 배치형태에 따라 조사·분석하였다. 연구결과 평행배치와 복합배치의 경우 방음벽으로부터 거리가 멀수록 소음감쇠량이 증가하였고 직각배치는 방음벽으로부터의 거리와 관계없이 비슷한 소음감쇠량을 보였다. 단지별 수직이격거리에 따른 소음감쇠는 1층 위치에서 감쇠레벨은 상대적으로 높은 반면 고층으로 갈수록 감

쇠량이 줄어들었다.

3. 조사대상 선정 및 분석방법

3.1 조사대상 개요

조사 대상은 도로변에 위치한 공동주택 단지로 도로교통량이 많아 소음이 심하고 단지의 배치형태가 복합배치를 취하고 있는 안동 Y 단지를 선정하였다. 아파트의 주변 환경으로는 전면 35m 도시계획 도로에 접해있고 높이 3m의 방음벽이 설치되어있다. 총 10개 동으로 구성되어 있으나 도로변 3개 동만을 측정대상으로 한정하였다. 3개 동은 도로변에 대해 ㄷ자형으로 수직배치 2개 동과 평행배치 1개 동으로 이루어져있다. 표 2는 Y 단지의 형태 및 주변 환경, 측정에 대한 개략적인 사항을 나타낸 것이다.

3.2 조사방법 및 조건

측정 시간대는 출퇴근시간을 피하고 특정일에 대한 변동사항을 배제하기 위해 평일 오후 2시부터 4시까지로 하였다. 소음계 SV1350, LA215를 사용하였다. 소음계의 위치는 바닥으로부터 1.2m의 높이에 고정하고, 마이크는 소음원을 향해 설치하였다. 측정위치는 도로, 방음벽으로부터 2m 지점, 수직배치인 1, 3동은 방음벽으로부터의 거리별로 3지점을 측정하였고 수평배치인 2동의 3지점은 방음벽으로부터 거리가 같다. 물리적 환경이 소음감쇠에 영향을 미치는 정도

5) 대한건축학회논문집 12권 10호 통권 96호 1996. 10, 임영빈외
6) 대한건축학회논문집 v.16, n.8 2000.8, 김선우 외

에 대한 검증은 통계 프로그램 SPSS 11.0을 활용하여 더미변수 회귀분석을 하였다. 소음측정시 소음계와 소음기록기를 같이 설치하지 못했기 때문에 시간적 오차가 발생했다. 조사대상 단지배치는 가장 일반적인 배치형태로서 중정을 형성한다. 이런 배치는 중정에서 발생한 소음이 반사로 인해 플러터 에코(Flutter Echo)를 일으켜 소음을 증가시키는 원인이 되지만 분석에서 플러터 에코를 고려하지 않았다.

3.3 조사대상의 물리적 특성

그림 2와 그림 3은 Y 아파트 단지의 측정위치에 따른 단면도와 배치도를 나타낸다. Y 아파트 단지는 도로보다 1.8m 위에 배치되어 있고 도로변 단지내부에서는 높이 3m의 방음벽이 설치되어 있다. 1동과 2동의 인동간격은 12m이며 2동과 3동, 1동과 3동의 인동간격은 각각 7.5m, 60m이다. 소음측정 수평지점은 도로 끝단, 방음벽으로부터 2m 떨어진 위치와 각 동의 3곳을 측정 지점으로 하였다. 1동과 3동의 측정지점의 간격은 방음벽으로부터 각각 5m, 24.5m, 44.5m이며, 2동의 측정지점은 방음벽으로부터 45m 떨어진 위치이며 3개의 측정지점 간격은 각각 19m이다. 수직거리 측정지점은 1층, 5층, 10층, 15층으로 나누어 측정하였다. 방음벽에 의한 소음 영향권을 분석하기 위해 전면도로를 중앙선(C)과 각 운행방향에 대한 도로의 중심선을 지정하여 방음벽 끝점과 연결한다. 방음벽에 의한 차음영역은 그림 2를 참고하면 5m지점일 때 5층 이하, 24.5m일 때 7층 이하, 44.5m일 때 10층 이하이다.

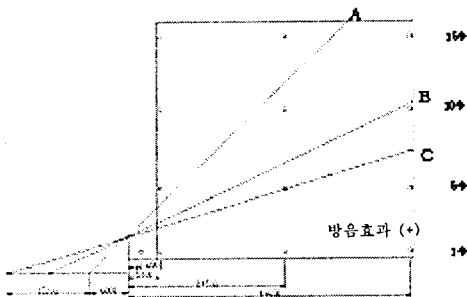


그림 2. 단지 단면도 및 측정위치(1, 3동에 해당)

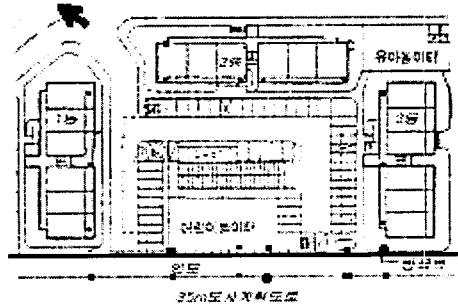


그림 3. 단지배치 및 측정위치

4. 측정결과 및 분석

4.1 물리적 요인에 따른 소음발생현황

물리적 환경은 도로에서 측정점까지의 직선거리와 방음벽 영역에 포함여부에 따라 소음감쇠에 대한 영향을 평가하였다. Y 아파트 단지의 소음 측정결과 도로끝단에서는 평균 72dB 이상으로 교통소음한도의 68dB 보다 높은 수치가 측정되었으며 측정 지점으로부터 30m 떨어진 곳에 신호등이 있어 주기적으로 측정치가 증감하는 것으로 나타났다. 방음벽으로부터 2m 지점에서는 평균 57dB로 도로교통소음이 방음벽으로 인해 약 15dB이 감소되는 것으로 나타났다. 도로에 대해 직각배치인 1동은 방음벽으로부터 2m, 1층(5m, 24.5m, 44.5m), 5층(24.5m, 44.5m)으로 6개의 측정지점이 방음벽 차음영역에 포함된다. 차음영역에 포함되면서 수직거리가 같은 측정지점을 비교해보면 방음벽에서 2m지점과 5m지점은 5m지점이 약 7dB의 감쇠효과를 보였다. 같은 조건일 때 수평거리가 증가할수록 소음감쇠가 더 크다는 것을 알 수 있다.

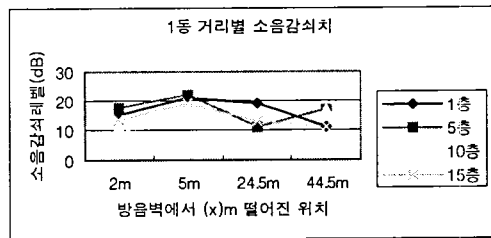


그림 4. 1동의 층별·거리별 소음감쇠

7) 24.5m과 44.5m지점은 방음효과영역포함과 같은 수직거리에 속하지만 외부조건에 영향을 받을 수 있다.

도로에 대해 평행배치인 2동은 그림 3과 같이 도로에서부터 동일한 거리에 있는 지점에서 소음을 측정하여 수직거리와 방음벽 차음영역포함에 따른 소음감쇠를 알 수 있다. 방음벽 영향을 받는 영역은 도로변에 대한 직선거리에 대해 10층 미만의 층이다. 그림 5에서 차음영역에 포함되지 않는 10층과 15층의 소음감쇠는 비슷한 양상을 보이고는 있으나 수직거리가 더 먼 15층의 소음 감쇠치가 약 6dB 더 많다. 또한 수평거리가 동일한 a, b, c 측정점의 소음감쇠가 중앙점인 b지점보다 a지점과 c지점의 소음감쇠치가 더 큰 것은 a와 c지점은 인접한 1, 3동의 영향을 받았다고 해석할 수 있겠다.

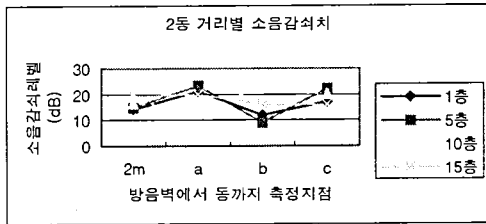


그림 5. 2동의 층별 · 거리별 소음감쇠

4.2 소음감쇠 모델작성 결과

공동주택의 물리적 특성에 따른 소음감쇠의 영향관계를 작성한 모델은 표3과 같다. 표3에 의하면 소음측정지점까지의 직선거리는 방음벽의 영향보다는 상대적으로 높은 것으로 나타난다. 표준화된 베타계수를 이용하면 3배 정도의 효과를 보이는 것을 알 수 있다.

표 3. 소음감쇠 모델 작성 결과

대분류	평가항목	모수	표준화된 베타계수	통계량
소음 감쇠	직선거리	0.202 (0.023)	0.724***	R ² =0.841 Durbin-Watson value=2.179 F-value=104.07
	Dummy variable	6.256 (1.814)	0.279***	

- 주) 1. Dummy variable 방음벽영역에 포함=1, 방음벽영역에 포함하지 않음=0
 2. ()는 표준편차
 3. *** : $\alpha < 0.01$

5. 결론

공동주택의 소음이 방음벽의 차음한계 범위, 소음원에서의 수직거리 및 수평거리 등 물리적 요인에 따라 단지내 어떠한 특성을 나타내는지 추정모델에 관한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 물리적 요인에 따른 소음발생현황은 방음벽에서 2m 떨어진 지점은 평균 소음이 15dB 감쇠효과가 나타났다. 방음벽에 의한 차음영역의 측정지점은 동일 수직거리에서 수평거리가 멀수록 감쇠효과가 크게 나타나고 수평거리가 같을 때 수직거리가 멀수록 소음감쇠치가 크게 나타났다.

둘째, 소음감쇠 모델로 분석하여 소음원과 측정지점의 직선거리와 방음벽 차음영역은 소음감쇠에 영향을 주는 것으로 나타났다. 또한 직선거리가 방음벽의 차음영역포함보다 소음감쇠 영향이 더 크다고 분석되었다.

본 연구는 소음측정시 시간에 대해 실험자들의 판단으로 측정시간에 대해 약간의 오차가 발생하였고 물리적 요인의 범위를 세 가지로 제한하여 다른 요소에 대한 소음감쇠 영향은 고려하지 않았다. 건물의 폭을 고려한 소음측정 비교 분석과 복합배치 외 평행배치와 직각배치의 배치형태에 따른 소음감쇠 추정모델에 관한 분석이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 박전자, 주거단지 계획의 원리 및 방법, 세진사, 1998
2. 유호천 외, 공동주택의 주변 교통소음에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표논문집, 2001. 4
3. 임영빈 외, 공동주택배치형태에 따른 단지내의 도로교통소음 영향, 대한건축학회논문집 12권 10호 통권 96호 1996. 10
4. 김선우 외, 방음벽에 의한 아파트 단지내 소음 감쇠 특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회는 논문집, 2000.8
5. 유호천 외, 울산시 주요 도로변 공동주택의 교통소음에 관한 연구, 대한건축학회논문집 계획 17권 11호 통권 157호 2001.11