

주거단지 입지특성에 따른 소음환경 실태조사

- 도로변 아파트단지를 대상으로 -

A Field Survey on the Noise Environment of Apartment according to Site Location

박 수 빈** 조 성 희 *
Park, soo bin Cho, Sung Hui

Abstract

The increase of road traffic noise in residential area has been considered to be a serious environmental problem to deteriorate a living condition. The understanding of noise environment in multiple family housing is needed for noise reduction.

This study attempts to find out the characteristics of noise environment. For this purpose, the field survey has been carried out to investigate the noise environment (sound level, quality of sound) and the residents' responses (noisiness, annoyance) for noise environment based on 173 households living in 3 apartment compounds built in Pusan according to site location.

The major findings are as follows:

1. The sound levels by road traffic noise were measured by dB(A) and dB(Lin). The sound levels were : 77.0 dB(A), 86.6 dB(Lin) in D-Apt, 73.3 dB(A), 82.6 dB(Lin) in K-Apt, and 59.1 dB(A), 74.6 dB(Lin) in M-Apt. Especially, the difference between dB(A) and dB(Lin) was very big in the case of M-Apt with a barriers for traffic noise reduction.

2. The internal sound levels were shown the sound attenuation by horizontal distance and by opening or shutting condition of windows.

I. 연구배경 및 목적

주거환경에서 소음에 대한 문제는 1970년 대 이후 주거환경에 대한 관심의 증대와 생활 수준 향상에 따른 주거환경의 질적 요구에 의해 구체화됨으로써 도시주택 유형으로 나타난 집합주택에서의 환경소음문제가 크게 부각되고 있다. 집합주택은 개발방식이 단지화, 블록화되어 주요간선도로에 면하거나 인접하여 개발됨으로써 내부소음인 세대간 생활소음보다 도로교통소음과 단지내의 소음같은 외부소음이 주 환경소음원으로 지적되고 있다(대한주

택공사, 1986). 따라서 집합주택의 소음환경은 주거단지의 위치와 도로와의 관계, 도로의 특성 및 주거단지구성 등에 따라 특징지어진다고 할 수 있다.

이 때, 주거환경은 거주자의 생활 및 심신의 건강에 대단히 중요한 것이므로 거주자에게 쾌적한 상태를 제공하기 위해서는 소음문제를 정확히 이해하고 평가하는 것이 매우 중요하다. 이러한 측면에서 소음문제를 구체화하려는 연구로는 소음의 물리량에 기초하여 건물의 배치와 향에 따른 소음방지 연구(이민섭, 1977; 이경희 외, 1983)와 소음레벨과 거주자의 주관적 소음평가간의 상관성 연구(장길수 외, 1987; 국찬, 1994) 등 많은 연구가

* 부산대학교 가정관리학과 부교수, 공박

**부산대학교 대학원 가정학과 박사과정

진행되어 왔다. 특히, 佐藤(1992)은 거주자의 반응에 영향을 미치는 소음요소로 소음레벨 외에 진동레벨을 고려하였으며, 小野 등(1994)은 교통소음의 영향을 주택의 창개폐여부에 따른 주파수대역별 소음레벨의 변화를 통하여 파악함으로써, 저주파대역에서의 소음 영향에 대한 재검토가 필요함을 지적하였다. 저주파대역의 음은 음압레벨이 낮을 경우 귀로 들리지 않는다고 하더라도 항상 존재해 있는 음으로 소리가 아닌 진동으로 느껴질 수 있으므로, 이러한 일련의 연구들은 집합주택의 환경소음연구에 있어 주 소음원이 되는 도로교통소음 문제를 파악하기 위해서는 소음레벨뿐만 아니라 주파수특성에 대한 이해가 필요함을 보여주는 것이다.

따라서, 본 연구의 목적은 아파트 단지를 대상으로 주거단지의 입지특성에 따른 소음실태를 주 소음원인 도로교통소음을 대상으로 소음도 및 주파수분석을 통해 실증적으로 파악함으로써 주거소음환경의 특성을 구체적으로 이해하려는 것이다. 이는 아파트 단지에서 주거환경의 거주성을 확보하기 위한 소음방지대책 강구를 위한 기초자료로서 활용될 수 있을 것이다.

II. 연구방법 및 범위

주거단지 입지특성에 따른 소음실태 파악을 위해 조사대상 아파트 단지는 부산시내에 위치한 단지들 중 도로의 크기 및 통과교통에 따라 선정하였다.

표 2. 조사대상 아파트 단지의 입지특성

단 지	입 지 특 성
D-APT	해변도로(6차선) 인접지역으로 콘테이너운송 차량 등 대형차량이 주소음원이다.
K-APT	고가도로 및 간선도로(8차선)면에 위치함으로써 고가도로 및 간선도로를 이용하는 출퇴근 차량 및 중·대형 차량이 주소음원이다.
M-APT	도시고속도로(8차선)에 인접하고 있으며, 단지내 순환도로를 운행하는 출퇴근 차량 및 도시고속도로를 운행하는 차량이 주소음원이다. 단, 도시고속도로는 경사지 아래에 위치하고 있으며 방음벽이 설치되어 있다.

아파트 단지별 입지특성으로서 도로교통소음은 교통소음 측정방법에 관한 ISO 기준¹⁾에 따라 <표 2>의 측정기기를 사용하여 측정하였다. 마이크로폰 및 프리앰프는 건물 또는 기타 방해물로부터 3.5m 이상의 거리를 확보하고, 지상에서 1.2m 거리에 위치시켰으며, 측정자로부터 0.5m 이상 떨어진 곳에서 측정하였다. 도로교통소음은 거주자의 주활동시간과 측정의 편의를 고려하여 08:00~20:00 사이에 2시간 간격으로 각각 3회씩 측정하였다. 지역에 따른 교통소음의 영향에 대한 일관성을 유지하기 위하여 거주자가 접근가능한 도로변을 측정기준점으로 하였다.

표 3. 소음측정기기

지시소음계 (Sound Level Meter)	소음레벨 조사	B&K Type 2236
실시간주파수 분석계 (Dual-Ch. Real Time Analyzer)	소음레벨 및 주파수분석, 청감보정회로 A를 사용한 음압레벨(dB(A))과 보정회로를 사용하지 않은 음압레벨(Lin)의 측정	B&K Type 2145
마이크로폰 (Microphone)	보조장치	B&K Type 4165
프리앰프 (Preamp)	보조장치	B&K Type 2639

단지내 외부소음의 측정은, 지시소음계를 이용하여 단지 내부의 임의의 지점에서의 실측을 통하여 단지 전체의 소음분포를 일정 구간으로 파악하였다(그림 1). 5 dB 간격의 등소음곡선을 구하고, 소음레벨에 따라, 55 dB 이하는 VL zone, 55~60 dB은 L zone, 60~65 dB은 H zone, 65 dB 이상은 VH zone으로 명명하여 구분하였다. 내부소음의 측정은 각 구간별로 한동씩을 지정하고, 높이에 따른 영향을 파악하기 위해 저층(1~2층), 중층(6~8층), 고층(14~15)에서 각각 한 집씩을 임의 선정하여 실측하였다. 측정시간은 선행연구²⁾에서 외부차량 소음이 가장 시끄럽다고 지적되는 시간대인 10시에서 14시 사이로 하였으

1) Bruel & Kjaer Korea Ltd., Acoustic Noise Measurement p.206-217.

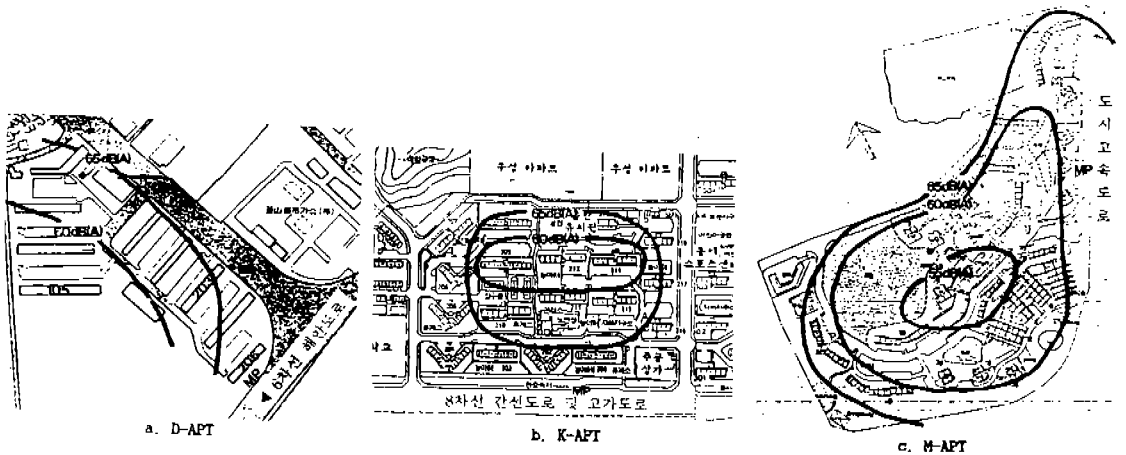


그림 1. 각 아파트 단지별 소음분포와 교통소음측정위치(MP : 도로교통소음측정 기준점)

며, 창문개폐여부에 따라 측정하였다. 내외부 소음의 실측에서 소음레벨은 등가소음레벨(L_{eq})을 이용하여 $\frac{1}{3}$ 옥타브대역별로 음압레벨(Lin)을 측정하였으며, 동시에 청감보정한 A 특성 소음레벨(dB(A))을 측정하였다.

III. 주거단지별 소음환경특성

1. 단지별 교통소음특성

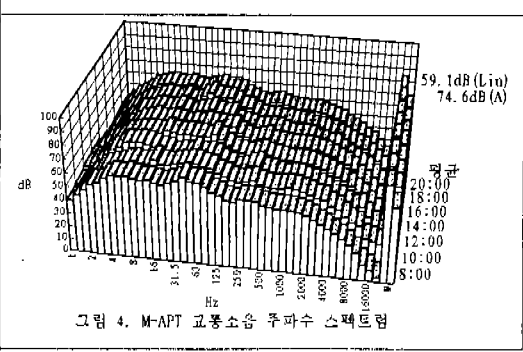
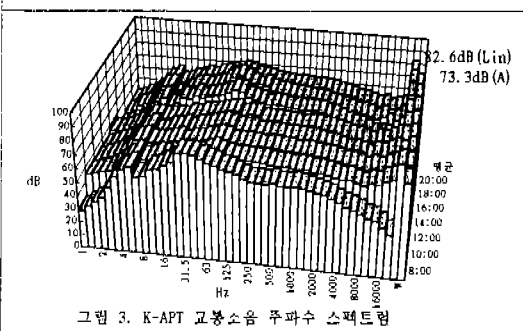
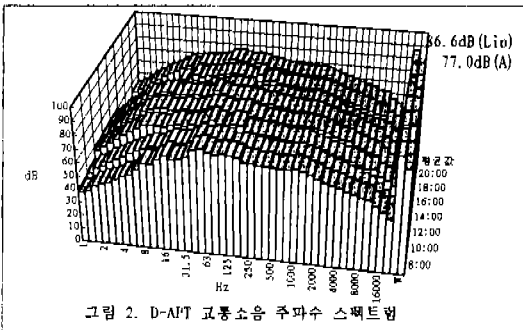
주거단지 입지특성에 따른 도로교통소음의 실태를 파악하기 위해 교통소음의 소음레벨을 dB(A)와 Lin으로 측정하고, 소리의 질을 파악하기 위한 주파수 스펙트럼은 $\frac{1}{3}$ 옥타브대역별로 조사분석되었다. 이에 따라 아파트 단지별 도로변에서 08:00~20:00까지 2시간 간격으로 측정된 도로교통소음은 다음과 같다(그림 3~그림 5). 평균 소음레벨은 D 아파트는 77.0 dB(A), 86.6 dB(Lin), K 아파트는 73.3 dB(A), 82.6 dB(Lin), M 아파트는 59.1 dB(A), 74.6 dB(Lin)로 D 아파트, K 아파트, M 아파트의 순으로 높게 나타났다. 이때 M 아파트의 입지조건은 K 아파트와 유사하나 M

아파트의 소음레벨이 현저하게 낮게 나타났다. 이는 M 아파트의 교통소음레벨의 측정이 방음벽 안쪽에서 측정함에 기인하는 것으로 방음벽에 의한 차음효과를 파악할 수 있다. 소음레벨의 측정값으로 dB(A)과 dB(Lin)의 값을 비교하면 dB(Lin) 값이 dB(A) 보다 매우 높게 나타났다. 이들 두가지 소음레벨의 측정값을 소리에너지 측면에서 비교하면 D 아파트는 9.12배, K 아파트는 8.51배, M 아파트는 35.48배의 차이가 있다는 것으로 실제 듣는 소리의 크기(dB(A))에 비해 매우 많은 소리에너지가 있음을 파악할 수 있다. 특히, M 아파트의 경우는 매우 큰 소리에너지의 차이를 보이는데 이는 도시고속도로변에 설치된 방음벽에 의한 차음효과와 영향으로 해석할 수 있다. 즉, 방음벽이 음의 크기 감각(loudness)에 민감한 500~5000 Hz의 주파수 대역의 소리를 효과적으로 차음함으로써 실제 소리에너지가 매우 큼에 비해 소리의 크기레벨은 매우 낮아져 있다는 것이다. 이에 비해 많은 소리에너지는 청감이 떨어지는 저주파대역을 중심으로 분포함으로써 주거환경이 비교적 높은 음압레벨을 가지는 암소음환경에 놓여 있음을 알 수 있다.

저주파대역의 소음레벨을 살펴보면, 높은 소음레벨을 가지는 D 아파트는 중심주파수 4~63 Hz 대역에서 60 dB을 넘었으며, 중심주

2) 장길수 외, 장길수·오영인·김선우, 공동주택 외부소음기준설정, 대한건축학회논문집, 3(5), 1987, 10, 153-161.

파수 16 Hz 대역에서는 75 dB의 범위에 분포하는 것으로 나타났다. 또, K 아파트도 4~63 Hz 대역에서 60 dB을 넘었으며, 중심주파수 16 Hz 대역에서는 70 dB을 범위에 있는 것으로 나타났으며, 비교적 소음레벨이 낮은 M 아파트에서도 4~63 Hz 대역에서 60 dB이 넘는 것으로 파악되었다. 이 때, 최소한 진동으로 느낄 수 있는 소음레벨이 중심주파수 16 Hz에서 60 dB인 것을 감안한다면, 조사대상 아파트 단지는 주거환경소음에서 소홀히 다루어지고 있는 저주파대역의 소음이 거주자가 감지할 수 있는 이상의 수준으로 높게 분포하고 있음을 알 수 있다.



2. 실내소음특성

실내에서의 소음레벨을 창문개폐 여부에 따라 각 아파트 구간별, 층수별로 살펴보았다

표 3. 아파트 구간 및 층수에 따른 창문개폐시 소음레벨의 비교

		dB(Lin)			dB(A)			
		완개	반개	완폐	완개	반개	완폐	
D	VH	하층	79.0	76.7	71.7	59.0	53.3	43.3
		중층	74.3	74.0	71.0	59.9	55.5	51.7
		상층	76.9	72.0	69.9	60.6	54.2	51.7
A	H	하층	76.3	74.1	71.8	56.6	47.3	37.7
		중층	68.9	66.5	65.9	54.5	49.3	41.2
		상층	71.6	64.3	66.9	48.9	44.7	41.8
P	T	하층	67.5	62.8	58.9	49.0	46.9	39.5
		중층	68.4	64.7	64.7	51.0	43.4	35.7
		상층	70.7	65.3	65.5	52.6	47.1	41.3
K	VH	하층	74.5	68.7	71.8	57.2	55.1	50.0
		중층	70.2	62.1	60.5	55.3	47.8	42.0
		상층	66.8	62.5	60.3	57.9	46.4	41.7
A	H	하층	67.0	62.2	62.0	55.0	53.6	48.3
		중층	66.7	63.9	62.2	60.1	58.7	57.6
		상층	67.2	63.6	61.3	55.1	47.3	44.7
P	T	하층	62.3	55.1	54.8	50.6	40.9	39.9
		중층	64.9	58.2	58.0	53.0	45.0	35.1
		상층	64.3	59.8	57.8	55.2	49.0	44.6
M	H	하층	69.3	69.4	62.8	52.3	51.5	43.0
		중층	70.6	66.8	64.4	57.8	48.8	39.0
		상층	71.6	71.4	65.5	59.0	53.5	42.5
A	P	하층	63.9	65.9	61.9	46.6	39.8	37.9
		중층	67.8	65.0	63.4	50.1	43.5	36.8
		상층	68.8	64.9	64.1	50.5	44.5	35.8
T	VL	하층	63.9	60.6	60.5	42.8	42.3	42.1
		중층	65.1	62.1	57.9	48.6	43.4	39.3
		상층	63.2	61.5	62.6	48.1	43.0	39.8

(표1). 창문개폐시 따른 등청감에 따른 소음레벨(dB(A))은 외창만 닫은 경우(반개로 표시함)는 1~9 dB(A)의 감쇠효과가 있고, 창문을 모두 닫았을 경우는 2~10 dB이 감쇠효과가 있는 것으로 나타나 교통소음에 대해 차음효과를 가지는 것으로 파악되었으며 이는 선행연구(장길수, 1986)에서 지적된 바와 같이 발코니 유리창 설치의 목적에 소음방지가 중요한 항목이 되고 있음을 알 수 있다. 창문개폐의 여부에 따른 소음레벨을 dB(Lin)과 dB(A)에 따라 비교하면 전반적으로 dB(A)보다

dB(Lin) 값이 상당히 높게 나타나고 있으며, 창문에 의한 감쇠효과에 있어서도 dB(A) 보다 dB(Lin) 값의 감쇠효과가 낮게 나타났다. 이는 도로교통소음에 의한 주거환경소음의 특성에서 소음의 주력이 저주파역에 있음에 기인하는 것으로 판단된다. 따라서, 유리창과 같은 건물구조재에 의한 차음효과는 저주파역의 음에 대한 차음보다는 청감에 민감한 주파수 대역에서의 차음효과가 큼을 알 수 있다.

아파트 단지 전체에서 외부소음을 측정된 결과는 주 소음원인 교통소음으로부터 거리에 의해 뚜렷한 감쇠가 나타나(그림1) 단지 외곽보다 내부에서의 소음레벨이 낮게 파악되었다. 이를 토대로 내부소음레벨을 구간별, 층수별로 살펴보면, 수평적(구간별)으로는 아파트 입지특성에 따른 구분없이 VH 구간에서 VL 구간으로 갈수록 소음레벨의 감소가 뚜렷하게 나타났으나, 수직적(층수별)으로는 그 변화가 적은 것으로 파악되었다. 특히 수평적 변화에서 M 아파트는 구간별로 dB(A) 값은 크게 감소한 반면 dB(Lin) 값에는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다. 이는 아파트 단지구성에서

보여지는 방음벽에 의한 영향으로 해석할 수 있다. 즉, M 아파트 단지의 환경소음은 방음벽에 의해 교통소음이 차음됨으로써 dB(A) 값에 크게 영향을 주지 않는 저주파대역(1~63 Hz)의 소음레벨이 다른 아파트 단지에 비해 상대적으로 높은 주파수 구성을 가짐을 보여주는 것이다. 이처럼 소음의 평가는 같은 dB(A) 값을 가지더라도 소음의 주파수 구성특성에 따라 달라질 수 있다. 이에 대해 소음의 주파수 구성특성을 아파트 단지별로 각각의 구간에 속하는 1개동에서 저층부를 대상으로 창문개폐 여부에 따라 분석하였다(그림 5~그림 13). 분석결과, 모든 아파트 단지 소음의 주파수 구성은 거의 같은 모양을 가지는 것으로 파악되었다. 즉, 주파수구성은 소음보다는 진동과 관계된 저주파대역(중심주파수 1~63 Hz) 중 청감의 감도가 떨어지는 저주파대역(20~31.5 Hz)과 초저주파대역(8~20Hz)에서의 음압레벨이 가장 높고, 음의 크기레벨에 크게 영향을 미치는 500~5000 Hz 범위는 완만한 곡선을 이루면서 감소하는 모양을 가진다는 것이다.

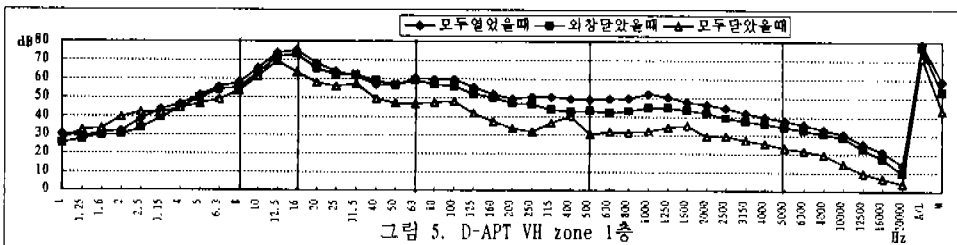


그림 5. D-APT VH zone 1층

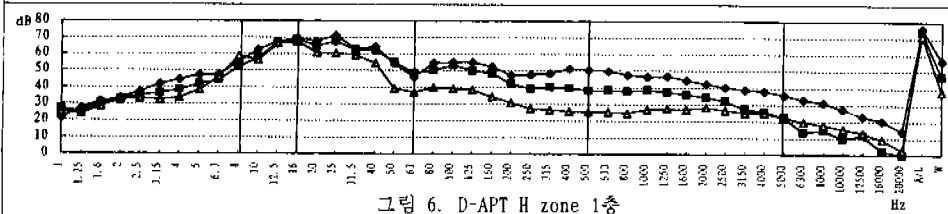


그림 6. D-APT H zone 1층

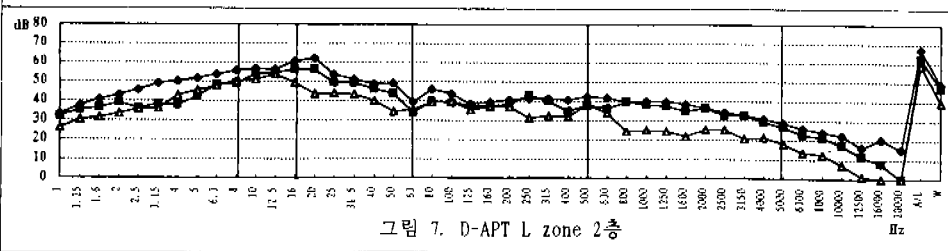


그림 7. D-APT L zone 2층

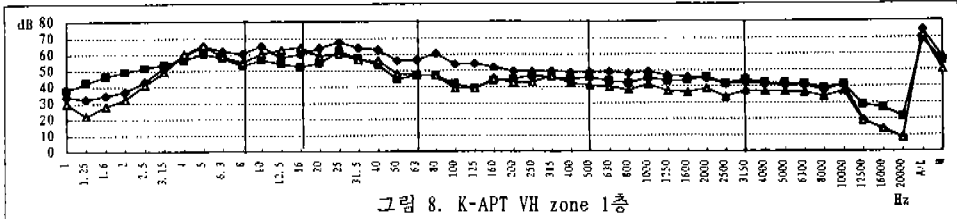


그림 8. K-APT VH zone 1층

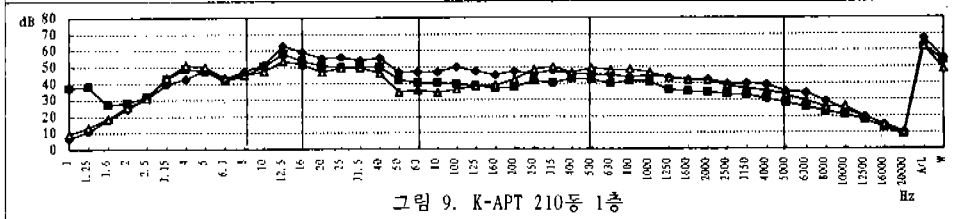


그림 9. K-APT 210동 1층

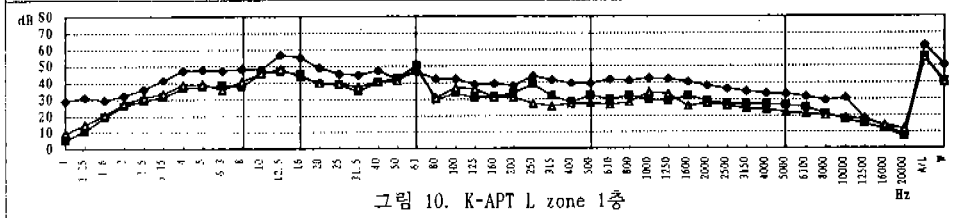


그림 10. K-APT L zone 1층

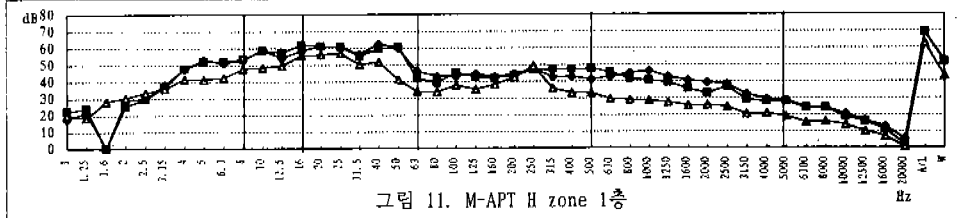


그림 11. M-APT H zone 1층

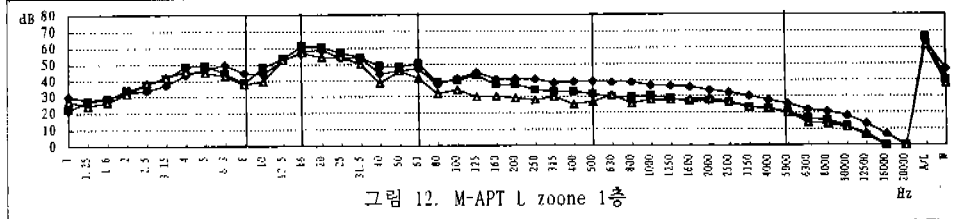


그림 12. M-APT L zone 1층

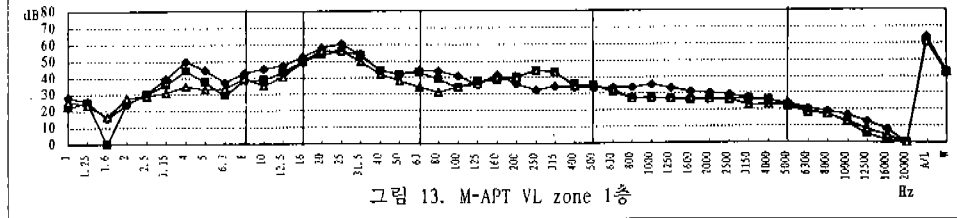


그림 13. M-APT VL zone 1층

이 때, 이들 아파트 단지의 주 환경소음원이 교통소음임을 고려하면 이러한 주파수구성이 교통소음의 질을 구체화함을 알 수 있다. 또한, 저주파대역 및 초저주파대역은 조사대상 아파트 모두에서 매우 높게 나타났으며, 다른 주파수대역에 비해 거리에 의한(구간별) 감쇠효과가 크게 나타나지 않음으로서 이 주파수대역에 대한 특별한 고려가 필요하다고 할 수 있다. 특히, 저주파대역의 음압레벨이 다른 두아파트에 비해 매우 높게 나타난 D 아파트 단지는 다른 아파트 단지에 비해 저주파대역의 소음이 크게 발생하는 교통소음을 가지는 입지특성을 보여준다. 실제 이 지역의 통과교통특성에서도 콘테이너 운송차량을 중심으로 하는 대형차량이 주 소음원으로 파악되고 있다. 따라서, 이러한 주파수 대역별 소음의 분포특성과악은 환경소음을 단순히 소음의 크기레벨로 이해하는 것으로부터 주파수 분포에 따른 고려를 추가하게 함으로써 보다 구체적인 환경소음의 실태파악이 이루어 질 수 있도록 하며, 쾌적한 주거환경조성을 위한 합리적인 소음방지대책의 수립을 가능하게 할 것이다.

V. 결론

아파트 주거단지 입지에 따른 소음실태를 구체적으로 파악하려는 본 연구의 목적에 따라 소음레벨과 주파수 특성, 그리고 거주자의 주관적 반응을 조사·분석하였다. 연구결과 는 다음과 같다.

첫째, 주거단지 입지특성에 따라 도로변 교통소음은 D 아파트는 77.0 dB(A), K 아파트는 73.3 dB(A), M 아파트는 59.1 dB(A)로 나타나 M 아파트에 비해 D 아파트와 K 아파트는 매우 높은 것으로 파악되었다. 이 때, M 아파트의 입지특성이 K 아파트와 비슷함에도 불구하고 방음벽 설치로 인한 소음레벨의 감쇠효과로 인해 낮은 소음레벨을 보임을 알 수 있다. 그러나, 각 아파트 단지별 소음특성에서 다른 두 아파트 단지에 비해 M 아파트는 dB(Lin)과 dB(A) 값이 큰 차이를 보임으로써 소음의 주력이 저주파역에 있는 것으로 파악

되어 주거환경이 비교적 높은 음압레벨을 가지는 암소음환경에 놓여 있음을 알 수 있다.

둘째, 단위 주호의 실내소음레벨은 주 소음원으로부터 거리에 따른 감쇠 효과는 뚜렷이 나타난 반면 높이에 따른 효과는 크게 파악되지 않았다. 창문개폐에 따른 소음레벨은 dB(A)에서는 뚜렷한 감소가 나타난 반면, dB(Lin) 값은 변화하지 않거나 감소폭이 매우 적은 것으로 나타났다. 이는 주파수 분석결과 저주파대역의 음압레벨이 창문개폐의 여부에 따라 큰 차이를 보이지 않음에 따른 것으로 파악되어 창문에 의한 차음효과는 저주파대역보다 청감에 민감한 주파수대역에서 이루어짐을 알 수 있다.

참고문헌

1. 국찬, 도시주거지역 도로교통소음에 대한 거주자의 반응에 관한 실험적 연구-loud-ness 와 noisiness의 비교를 중심으로, 대한건축학회논문집, 9(5), 1993. 5., pp. 79-85
2. 이광태, 소음과 주거환경, 한국음향학회지, 10(2), 1991, pp. 61-66.
3. 이경희·김정태·구재오, 주거용 건축물 소음 방지계획에 관한 연구, 대한건축학회지, 27(115), 1983. 12, pp. 17-26.
4. 장길수, 도로교통소음에 대한 주민의 반응에 대한 연구, 석사학위논문, 전남대학교 대학원, 1986.
5. 정일록, 소음·진동이론과 실무, 도서출판 낙원, 1986.
6. 대한주택공사, 공동주택의 내부소음 기준설정에 관한 연구, 1986.
7. Bruel & Kjaer Korea Ltd., Acoustic Noise Measurement.
8. Tempest, W. Ed., The Noise Handbook, Academic Press, 1985.
9. 佐藤哲身, 徒勞交通騒音のうるさきに及ぼすの振動の影響のハス解析, 日本建築學會計劃系論文報告集, 제439호, 1992. 9, pp. 13-18.
10. 小野寺化也, 木村 翔, 井上勝夫, 田中大輔, 鈴木久恵, 道路交通騒音に對する住宅のハウスフィルタ-效果の周波數特性, 日本建築學會大會學術講演便概集(東海), 1994. 9, pp. 1641-1642

