

연구논문

도로변 공동주택의 층별 소음보정계수 산정에 관한 연구

박영민* · 이지왕** · 고정용**

한국환경정책·평가연구원*, 한국수권환경연구센터**

(2004년 12월 2일 접수, 2005년 2월 3일 승인)

A study on the Calculation of Noise Correction Coefficient on each floor for the estimation on the roadside traffic noise around the Apartment Building

Young Min Park* · Ji Wang Lee** · Jung Yong Ko**

Korea Environment Institute*

Korea Environmental Research Center for Hydrosphere Co., Ltd**

(Manuscript received 2 December 2004; accepted 3 February 2005)

Abstract

Actually, prediction formula of road traffic noise for EIA(Environmental Impact Assessment) has been used that proposed by National Institute of Environmental Research in 1999. The prediction formula, however, was calculated predicted noise level according to noise level producing on first floor, then needs to correct noise level at each floor in the case of apartment building. The investigation was carried out to calculate the correction coefficient for commonly using in EIA of large scaled apartment development areas. The noised level at each floor were measured from August 2001 to March 2002 at 31 investigation points of large scaled apartment development area in national wide. Measured data were divided and treated with 4 types as 3th floor, 5th floor, 7th floor and 10th floor and then the correction coefficients of each floor were calculated using by correlation formula according to each floor.

Key words : EIA, Correction Coefficient, Traffic Noise

I. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

1960년대 이후 우리나라는 상·공업 중심의 경제정책을 추진하여 경제성장은 이룩하였으나 개발과 보존의 조화를 소홀히 한 결과 인구의 도시 집중과 경제발전에 따른 교통량의 급격한 증대를 초래하여 각종 환경공해를 유발하였다. 특히, 급속한 경제발전에 따른 도로의 대량건설과 물류수송 및 개인생활에 필요한 자동차 대수의 증가는 자동차 소음·진동 등을 유발하여 최근 사회적 이슈로 대두되고 있으며, 교통량의 증가와 각종 도로시설 정비 및 개설 등에 따른 교통소음은 상·공업 지역은 물론 주거지역까지 영향을 미치고 있다. 그리고 서울을 포함한 전국 대도시의 교통소음 측정결과 57% 이상 환경기준을 초과하여 많은 국민이 진정·민원을 호소하고 있다.

소음공해는 인체의 건강에 미치는 장기적인 영향(청력저하) 외에도 불쾌감, 회화방해, 작업능률저하, 수면방해 등 심리적, 정신적 영향으로 인한 생활상의 불편 때문에 가장 직접적으로 감지되는 환경공해이다. 그리고 “중앙환경분쟁조정위원회”에 의하면 1991년에서 1999년까지 환경분쟁 조정을 신청한 총 334건 중 대기분야 12%, 수질분야 8%, 소음·진동분야가 76%로 대부분을 차지하는 것으로 보고하고 있다.

도로교통소음에 대한 저감방안 및 방지대책 등의 수립을 위하여 교통소음 예측모형에 관한 연구가 수행되고 있으나, 교통소음 예측모형의 신뢰성 저하로 인하여 환경영향평가시나 도시계획시 많은 문제점이 제기되었다. 그리고 도로교통소음은 이동음원으로 시간경과에 따라 속도, 차종구성, 교통량이 다양하여 소음도가 매우 불규칙하게 변하므로, 이러한 요인으로 인하여 도로교통소음 예측시 일률적으로 적용·가능한 예측모형 개발이 용이하지 않다.

현재, 연구 개발된 도로교통소음 예측모형은 경험적 모델, 음향해석적 모델, 그리고 확률론 모델로 구분할 수 있다. 경험적 모델에는 Johnson & Saunders 식과 일본의 음향학회 소음예측 모델식, 그리고 우리나라 국립환경연구원 제안식이 있으며, 음향학적 해석모델에는 1열 등간격 등파위모델, 연속선음원 모델, FWHA 모델 등이 있다. 그리고 확률론 모델에는 지수분포 모델, 시간분포 모델 등이 보고되고 있다. 그러나 우리나라는 현재까지 이 분야의 연구가 미비하고, 특히, 단지내의 도로 및 택지부지의 도로 등에서 발생하는 도로교통소음 예측시 공동주택에서 적용 가능한 층별 보정치에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 단지내 공동주택에서 실측한 각 층별 소음도를 분석·검토함으로써 향후 택지개발사업의 환경영향평가시에 보편적으로 사용할 수 있는 층별 소음보정계수를 도출함을 목적으로 한다.

II. 현장측정

1. 측정지점

전국 대단위 택지개발지구내 평촌지구(8지점), 일산지구(6지점), 둔산지구(6지점), 성서지구(5지점), 화정·능곡지구(2지점), 중동지구(2지점), 광주광역시(2지점)등 총 31개 지점을 선정하였다.

2. 측정일시

2001년 8월부터 2002년 3월까지(8개월간) 주간(06:00~22:00)과 야간(22:00~06:00)으로 구분하여 단지내 도로교통소음을 측정하였다.

- 1차조사(하계조사): 2001년 8월 27일~9월 7일
- 2차조사(추계조사): 2001년 11월 15일~12월 7일
- 3차조사(동계조사): 2002년 2월 18일~3월 8일
- 4차조사(춘계조사): 2002년 3월 11일~3월 29일

3. 측정기기

본 연구에 사용된 소음계는 Cirrus(U.K)에서 제조된 Type 2의 광대역(Broad band)에서 사용되는 보통소음계이다. 모델명은 CR:812[NESM-72호]로 1초동안에 252,000개의 data를 1초간의 짧은 등

가소음도로 저장된다. 청감보정회로는 A특성, 동특성은 fast로 측정하였다.

4. 측정방법

각 측정지점별 소음도 측정은 주간과 야간으로

표 1. 측정지점 조사현황도

측정지구	Code No.	측정장소	배치형태		방음벽(담장)		반사음		이격거리 ¹⁾	이격거리 ²⁾	도로폭	차선수	아파트층수
			평면배치	직각배치	유,무	높이	유,무	유,무					
평촌지구	N- 1	셋별한양APT 208동	○		무	-	무	14.1	22.6	17	4	15층	
	N- 2	셋별한양APT 208동					무	-	-	17	4	-	
	N- 3	코오롱 APT 709동	○		무	-	무	10.0	18.0	16	5	13층	
	N- 4	부영APT 311동		○	무	-	무	10.6	21.6	22	7	15층	
	N- 5	신라APT 401동	○		무	-	유	15.0	23.5	17	5	15층	
	N- 6	셋별한양APT 602동	○		무	-	유	16.3	24.8	17	5	20층	
	N- 7	부영APT 709동	○		무	-	무	9.6	18.1	17	5	15층	
	N- 8	경남APT 305동	○		무	-	유	13.6	24.6	22	7	15층	
일산지구	N- 9	발산중학교 앞			무	-	무	-	-	31	8	-	
	N-10	현대(후곡)APT 1803동		○	무	-	무	28.2	43.7	31	8	10층	
	N-11	백송APT 602동	○		무	-	무	19.4	30.4	22	6	12층	
	N-12	주공(후곡)APT 1210동	○		무	-	무	19.0	29.5	21	6	15층	
	N-13	우성APT 105동	○		무	-	무	13.3	21.3	16	4	10층	
	N-14	주공APT 704동	○		무	-	무	22.7	30.7	16	4	10층	
둔산지구	N-15	주공APT 103동	○		유	2.0	무	24.6	40.6	32	8	15층	
	N-16	주공APT 305동	○		유	3.5	무	29.4	44.4	30	8	15층	
	N-17	보라APT 203동		○	무	-	무	19.7	32.7	26	7	15층	
	N-18	보라APT 105동		○	무	-	무	19.2	32.2	26	7	15층	
	N-19	한가람APT 3동		○	무	-	무	12.6	23.6	22	6	15층	
	N-20	한가람APT 8동	○		무	-	무	16.1	27.1	22	6	15층	
성서지구	N-21	한마음타운APT 106동	○		유	2.3	무	15.3	27.8	25	7	19층	
	N-22	주공APT 603동	○		유	4.0	무	15.7	27.2	23	6	20층	
	N-23	주공APT 205동	○		유	1.6	무	11.8	21.8	20	6	15층	
	N-24	주공APT 305동		○	무	-	무	11.4	17.9	13	4	15층	
	N-25	주공APT 107동		○	유	3.8	무	23.7	42.7	38	10	15층	
화정능곡지구	N-26	샘터마음APT 307동	○		유	3.2	무	14.8	31.8	34	7	15층	
	N-27	달빛마을APT 215동	○		무	-	무	13.3	25.8	25	6	15층	
중동지구	N-28	주공APT 535동	○		유	3.5	무	13.0	20.0	14	4	15층	
	N-29	주공금강마을APT 412동	○		무	-	무	12.2	19.2	14	4	15층	
광주광역시	N-30	우미APT 101동	○		유	2.1	무	10.5	18.0	15	4	14층	
	N-31	현대APT 104동		○	무	-	무	8.0	16.0	16	4	14층	

1) 이격거리 (1)은 도로단으로부터 아파트까지 거리

2) 이격거리 (2)는 도로 중앙선에서부터 아파트까지 거리

구분하여 측정하였고, 차량속도는 Decatur Electronics, Inc.의 Rader 형 속도계(Speed Gun)를 사용하여 각각의 차속을 소형차, 중형차, 대형차, 오토바이로 구분한 후 소음계가 설치된 부근을 통과하는 순간의 차량속도를 측정하였으며, 측정범위는 40km/hr~120km/hr로 하였다. 교통량 조사는 5층과 10층에서 계수기(Counter)를 사용하여 계수하였고, 15층에서 측정시간동안 교통량을 비디오로 촬영한 후 재분석하여 교통량에 대한 신뢰도를 높였다. 또한 반사음에 의한 소음도 영향을 측정하기 위해 측정지점에 반사음의 영향을 줄 만한 건물이 있는 지점에서 그 영향정도를 조사하였다.

단지내 아파트 층별 소음도는 도로단, 1층, 3층, 5층, 7층, 10층, 13층, 15층에서 특별제작한 거치대에 소음계를 설치한 후 동일한 교통량에 대해 동시에 아파트 층별 소음도를 측정하였다.

- 소형차:승용차
- 중형차:승용차(경유사용(RV)차량), 승합차(24인승 미만), 화물차(8ton 미만)
- 대형차:승합차(24인승 이상), 화물차(8ton 이상)지게차, 포크레인
- 오토바이:오토바이 전 차종

5. 측정지점별 현황

1) 안양시 평촌지구 셋별한양아파트 208동

N-1 지점은 도로방향(왕복 4차선)과 수평배치로 전방 300m 이내에 반사음의 영향이 없고, 이격거리별 소음도를 측정하기에 적합한 장소이다.

2) 안양시 평촌지구 코오롱아파트 709동

N-3 지점은 도로방향(왕복 5차선)과 수평배치로 전방 300m 이내에 건물이 없어 반사음의 영향이 없다.

3) 안양시 평촌지구 부영아파트 311동

N-4 지점은 도로방향(왕복 7차선)에 직각배치로

아파트 북도측 방향으로 42m 지점에 305동이 위치해 있고, 북도 뒷편으로 63m 지점에 312동 건물이 있다. 차량속도가 빠른 지점으로 교통량도 비교적 많은 지역으로 반사음의 영향은 없는 지점이다.

4) 안양시 평촌지구 신라아파트 401동

N-5 지점은 도로방향(왕복 5차선)과 수평배치로 맞은편 48m 지점에 아파트가 위치해 있고, 북서방향으로 초등학교와 중학교가 위치해 있으며, 반사음의 영향이 예상되는 지점이다. 측정지점 도로양측에 버스정류장이 있어 버스가 정차하면서 발생하는 브레이크소음과 발차시 발생하는 엔진소음이 크며, 주행중인 다른 차량의 소음보다 큰 영향을 미친다.

5) 안양시 평촌지구 셋별한양아파트 602동

N-6 지점은 도로방향(왕복 5차선)과 수평배치로 맞은편 86m지점과 75m지점에 아파트가 위치해 있고, 우측방향으로 육교가 위치해 있으며, 반사음의 영향이 예상되는 측정지점이다. 왼쪽방향에 사거리가 있어, 이로 인한 소음영향이 발생하나 이격거리에 의해 미비할 것으로 사료된다. 도로 맞은편에 버스정류장이 있으나, 버스통행량이 많지 않고, 측정지점으로부터 100m이상 이격되어 있어 영향은 그리 크지 않다. 아파트 입구가 도로 양쪽에 있고, 신호주기에 의해 차량속도가 비교적 빠르지 않고 교통량도 많지 않은 지점이다.

6) 안양시 평촌지구 부영아파트 709동

N-7 지점은 도로방향(왕복 5차선)과 수평배치로 맞은편에 지역난방공사가 위치해 있고, 반사음의 영향은 없을 것으로 예상된다. 소각로에서 발생하는 엔진소음은 차량이 통과할 때는 마스크 효과에 의해 영향이 없지만, 차량이 통과하지 않는 시간에는 약 1~2dB(A) 증가시키는 요인으로 작용한다.

7) 안양시 평촌지구 강남아파트 305동

N-8 지점은 도로방향(왕복 7차선)과 수평배치로 맞은편 정면 65m 지점에 아파트가 위치해 있어 반사음의 영향이 예상되는 측정지점이다. 측정지점 도로 맞은편 도로변에 버스정류장이 있어 버스들의 정차 및 발차시에 큰 소음이 발생한다. 교통량이 비교적 많으며, 차량속도도 빠른 지점이다.

8) 고양시 일산지구 발산중학교 앞

N-9 지점은 수립에 의한 소음저감 효과를 측정하기 위한 측정지점으로 반사음의 영향이 없는 지점이다.

9) 고양시 일산지구 현대(후곡)아파트 1803동

N-10 지점은 도로방향과 직각배치로 측정지점 11시방향인 80m 지점에 큰 사거리가 있어, 통행하는 차량에 의한 소음 뿐만 아니라 차량이 통과하지 않는 경우, 사거리에서의 교통량에 의한 소음영향을 받는다. 교통량이 많고, 사거리에서의 신호주기만 있어 차량속도가 빠른 지점으로 반사음의 영향이 없다.

10) 고양시 일산지구 백송아파트 602동

N-11 지점은 왕복 6차선으로 도로의 폭이 약 20m이고, 도로단으로부터 아파트까지의 거리는 약 20m이다. 측정지점 정면에 공원이 있어 반사음의 영향은 없는 지점이다. 측정지점 10시방향에 삼거리가 위치해 있어 측정지점으로 차량이 통과하지 않아도 좌회전하는 대형차량(특히 버스)에 의한 엔진소음의 영향이 크게 작용한다.

11) 고양시 일산지구 주공(후곡)아파트 1210동

N-12 지점은 왕복 6차선으로 도로의 폭이 21m이고, 도로단으로부터 아파트까지의 이격거리는 약 13m이다. 측정지점 동쪽 방향에 사거리가 있는데, 이곳의 통행량으로 인한 소음 증가 요인이

발생된다. 교통량이 비교적 많고, 출·퇴근시간에 신호주기에 의해 차량이 측정지점에서 앞에서 정체하는 지점으로 발차시 엔진소음에 의한 소음증가 요인으로 작용한다.

12) 고양시 일산지구 우성아파트 105동

N-13 지점은 왕복 4차선으로 측정지점 전방에는 3층짜리 건물이 주택단지를 형성하고 있고, 반사음에 영향을 줄 만한 건물이 없다. 좌측변 120m 지점에 사거리가 있어 측정지점 정면에 통과하는 차량이 없을 시 교통소음에 많은 영향을 주고 있다. 교통량이 적으며, 신호주기와 아파트 입구에 의해 차량이 속도를 낼 수 있는 구간이 적어 차량속도가 빠르지 않다.

13) 고양시 일산지구 주공아파트 704동

N-14 지점은 왕복 4차선으로 도로의 폭이 16m이고, 도로단으로부터 아파트까지의 이격거리는 약 22m이다. 측정지점 전방 130m 지점에 주엽고등학교가 위치해 있으며, 학교 양쪽으로 3층짜리 건물이 단지를 형성하고 있다. 반사음에 영향을 줄 만한 건물이 없고, 측정지점 도로변으로 버스정류장이 있어 버스의 정차 및 발차시 발생하는 타이어소음, 엔진소음, 브레이크소음 등이 소음증가의 요인이 된다.

14) 대전광역시 둔산지구 주공아파트 103동

N-15 지점은 도로방향(왕복 8차선)에 평행배치 측정지점 500m 전방에는 반사음의 영향을 줄 만한 건물이 없고, 감천이 흐르고 있다. 비교적 교통량이 많으며, 차량이 속도를 낼 수 있는 구간이어서 차량속도가 빠른 지점이다.

15) 대전광역시 둔산지구 주공아파트 305동

N-16 지점은 왕복 8차선으로 측정지점 전방에는 3층짜리 단독주택건물이 단지를 형성하고 있고 그 뒤로는 감천이 흐르고 있어 반사음의 영향

은 없는 지점이다. 측정지점 도로 가운데에 무인 속도계가 설치되어 있어 차량이 제한속도를 넘지 않는 속도로 주행하고 있고, 차량이 비교적 많은 지점이다.

16) 대전광역시 둔산지구 보라아파트 203동

N-17 지점은 도로방향(왕복 7차선)에 직각배치로 측정지점 앞 500m까지는 반사음에 영향을 줄 만한 건물이 없고 유등천이 흐르고 있다. 조사지점 우측면 110m지점에 삼거리가 있어 통행차량(특히 버스)의 발차시에 발생하는 엔진소음이 소음증가의 원인이 된다.

17) 대전광역시 둔산지구 보라아파트 105동

N-18 지점은 도로방향(왕복 7차선)에 직각배치로 북도측 맞은편 40m지점에 아파트가 있고, 도로변 북서방향 80m 지점에 삼거리가 위치해 있다. 삼거리에서의 대형차의 정차 및 발차시에 발생하는 엔진소음, 브레이크소음이 신호주기에 따라 발생하고 있다.

18) 대전광역시 둔산지구 한가람아파트 3동

N-19 지점은 도로방향(왕복 6차선)과 직각배치로 측정지점 전방 70m 지점에 아파트가 위치해 있고 반사음의 영향은 없는 지점이다. 교통량이 비교적 적으며, 차량속도도 빠르지 않다

19) 대전광역시 둔산지구 한가람아파트 8동

N-20 지점은 왕복 6차선으로 측정지점 전방 100m 지점에 아파트가 있고, 1시방향 70m지점에도 아파트가 있어 반사음의 영향이 예상된다. 측정지점 좌측면 110m지점에 사거리가 있어 신호주기에 의해 차량이 정차와 발차를 반복하며, 차량속도도 이에 영향을 받아 빠르지 않다.

20) 대구광역시 성서지구 한마음타운아파트 106동

N-21 지점은 도로방향(왕복 7차선)과 평행배치

로 2.3m 높이의 담장이 위치해 있고 도로가 아파트 보다 1m 이상 높은 곳에 위치해 있다. 저층에서는 담장에 의한 소음저감이 예상되며, 반사음의 영향이 없는 지점이다. 이 측정지점은 신호주기에 의해 차량이 정제되어 있고, 차량들이 정차와 발차를 반복하면서 주행하면서 발생하는 차량소음과 정차와 발차를 반복하면서 발생하는 엔진소음, 브레이크소음 등이 소음에 영향을 준다.

21) 대구광역시 성서지구 주공아파트 603동

N-22 지점은 왕복 6차선으로 측정지점 전방 55m지점과 11시 방향으로 아파트 단지가 밀집해 있어 반사음의 영향이 예상된다. 교통량은 비교적 많지 않으며, 도로의 구간이 짧아 차량이 빠른 속도를 낼 수 있는 측정지점이 아니다. 아파트로부터 11m 지점에 방음벽(4.0m)이 위치해 있고, 도로에 대해 아파트가 1.5m 낮은 지점에 있어 5층까지 방음벽의 영향을 받고 있다.

22) 대구광역시 성서지구 주공아파트 205동

N-23 지점은 도로방향(왕복 6차선)과 평행배치로서 측정지점 전방에는 3층 상가가 밀집해 있고, 도로 양측에 버스정류장이 위치해 있어, 버스에 의한 정차와 발차시에 발생하는 브레이크소음, 엔진소음이 매우 크게 발생한다. 본 측정지점의 도로는 버스의 통행이 많은 지점으로 소형차나 중형차에 의한 소음영향보다 대형차에 의한 소음의 영향이 큰 지점이다.

23) 대구광역시 성서지구 주공아파트 205동

N-24 지점은 사거리에 위치한 측정지점으로 주도로방향(왕복 6차선)과 직각배치로 되어있고, 간선도로(왕복 4차선)에는 평행배치로 되어있다. 북도방향 맞은편 30m지점에 5층건물이 있어 반사음의 영향이 예상된다. 이 측정지점에서의 교통량은 사거리에서 통행하는 모든 통과차량을 대상으로 하였고, 신호주기에 의해 차량속도는 빠

르지 않다.

24) 대구광역시 성서지구 주공아파트 107동

N-25 지점은 도로방향(왕복 10차선)과 직각배치로서 측정지점 전방 60m에 아파트가 위치해 있고, 우측방향으로 초등학교가 위치해 있다. 도로변으로부터 9m지점에 높이 3.8m정도의 방음벽이 설치되어 있어 저층에서는 방음벽에 의한 소음저감 효과도 있다.

25) 고양시 화정 · 능곡지구 샘터마을아파트 307동

N-26 지점은 도로방향(왕복 7차선)과 평행배치로서 반사음에 영향은 없는 지점이고, 교통량이 많은 지점이면서 차량속도 또한 빠른 지점이어서 소음도가 높은 지점이다.

26) 고양시 화정 · 능곡지구 달빛마을아파트 215동

N-27 지점은 도로방향(왕복 6차선)과 평행배치로 측정지점 전방 57m와 그 양측변에 아파트가 위치해 있어 반사음의 영향이 예상된다. N-27 지점은 버스의 통행량(대형차)이 타 지점에 비해 많으며, 도로양쪽으로 버스정류장이 있어 버스의 정차와 발차시에 발생하는 브레이크소음, 타이어 소음, 엔진소음등이 크게 발생하여 이로 인한 소음영향이 큰 측정지점이다. 신호주기에 의해 차량속도는 빠르지 않다.

27) 부천시 중동지구 주공아파트 215동

N-28 지점은 도로방향(왕복 4차선)과 평행배치로 아파트로부터 10m 지점에 방음벽(높이:3.5m)이 설치되어 있고 차량이 속도를 낼 수 있는 구간이 없어 차량속도는 매우 느리다. 교차로에서 신호를 기다리는 정체차량에 의해 통과차량과 발차시 발생하는 소음의 영향을 받는다. 측정지점 맞은편 40m 지점에 아파트가 있어 반사음의 영향이 예상된다.

28) 부천시 중동지구 주공금강마을아파트 412동

N-29 지점은 도로방향(왕복 4차선)과 평행배치로 측정지점 전방 40m지점에 아파트 단지가 위치해 있어 반사음의 영향이 예상된다. 아파트 진입로가 도로 양측으로 있고, 방지턱 및 행단보도가 있어 차량이 속도를 낼 수 있는 구간이 아니며, 따라서 차량속도가 느린 지점이다.

29) 광주광역시 우미아파트 101동

N-30 지점은 도로방향(왕복 4차선)과 평행배치로 아파트로부터 4m 지점에 2m 높이의 담장이 있고 측정지점 정면에 작은 동산이 있으며, 2시 방향으로 아파트 단지가 위치해 있어 반사음의 영향이 없는 지점이다.

30) 광주광역시 현대아파트 104동

N-31 지점은 왕복 4차선으로 도로방향에 직각배치로, 측정시간이 퇴근시간과 겹쳐 교통량이 많았으며, 교통체증으로 인해 차량의 정체가 많았고, 따라서 차량속도는 거의 없었으며, 차량이 정차와 발차가 반복되면서 발생하는 엔진소음이 소음 증가의 원인이 되었다. 자동차 경적소리와 헬기에 의한 항공기 소음이 소음 증가의 원인이 되었다.

III. 연구결과

1. 공동주택의 층별 소음도 분석

공동주택(APT) 층별 소음도를 알아보기 위하여 각 지점별로 1층, 3층, 5층, 7층, 10층, 13층, 15층별로 동시에 1시간 연속 측정하여 최고 소음도를 보이는 층을 "0"으로 하고 이를 기준으로 상·하층의 층별 소음도 차이를 표 2와 같이 나타내었다.

분석결과 장애물에 의한 음의 회절과 공기의

표 2. 공동주택 층별 소음도 차

지 점	층별 소음도 차이(dB(A))							이격거리 (m)	도로폭 (m)	최고소음도 (dB(A))
	1층	3층	5층	7층	10층	13층	15층			
N-3	- 3.08	0	-0.55	-1.72	-3.31	-4.41	-3.78	10.0	16.0	70.7
N-8	- 2.01	0	-0.43	-1.39	-2.44	-3.01	-3.60	13.6	22.0	72.1
N-26	- 3.74	0	-0.46	-0.90	-2.28	-3.17	-3.57	14.8	34.0	75.4
N-27	- 5.26	0	-0.86	-1.28	-2.78	-3.60	-3.86	13.3	25.0	72.9
N-30	- 6.72	0	-1.02	-2.02	-3.58	-4.22	-4.34	10.5	15.0	69.1
N-31	- 2.71	0	-0.42	-0.52	-1.77	-2.29	-4.15	8.0	16.0	68.9
평 균	- 3.92	0	-0.62	-1.31	-2.69	-3.45	-3.88	-	-	-
N-1	- 4.36	-0.44	0	-0.81	-2.08	-2.78	-2.88	14.1	17.0	70.2
N-4	- 3.15	-1.35	0	-1.95	-1.85	-2.36	-2.82	10.6	22.0	69.3
N-5	- 5.02	-1.04	0	-1.13	-2.25	-3.71	-3.72	15.0	17.0	68.9
N-6	- 3.86	-1.32	0	-0.20	-0.64	-3.52	-1.97	16.3	17.0	67.0
N-7	- 2.33	-0.23	0	-2.77	-1.77	-3.61	-2.33	9.6	17.0	70.0
N-11	- 5.19	-0.60	0	-0.27	-0.88	-1.78	-2.78	19.4	22.0	72.2
N-12	- 5.54	-0.74	0	-0.13	-0.85	-1.75	-1.81	19.0	21.0	69.1
N-13	- 2.86	-0.01	0	-1.21	-2.52	-1.93	-2.05	13.3	16.0	67.9
N-14	- 5.72	-1.06	0	-0.30	-1.69	-2.65	-3.26	22.7	16.0	66.9
N-19	- 4.02	-0.38	0	-0.68	-0.70	-2.31	-1.96	12.6	22.0	65.0
N-20	- 3.83	-0.11	0	-0.96	-2.26	-3.34	-3.96	16.1	22.0	70.7
N-21	- 5.0	-0.46	0	-1.10	-1.52	-3.67	-2.15	15.3	25.0	73.8
N-22	-10.25	-6.91	0	-0.07	-0.66	-2.51	-2.32	15.7	23.0	69.9
N-23	- 7.32	-0.48	0	-0.79	-1.93	-3.61	-3.98	11.8	20.0	71.8
N-24	- 9.02	-0.78	0	-0.51	-0.61	-2.78	-1.32	11.4	13.0	68.9
N-25	-13.50	-2.31	0	-0.93	-1.13	-2.91	-0.56	23.7	38.0	71.1
N-28	- 9.78	-1.97	0	-0.79	-0.85	-3.58	-1.73	13.0	14.0	68.8
N-29	- 2.99	-0.29	0	-0.68	-1.95	-2.46	-2.68	12.2	14.0	68.1
평 균	- 5.76	-1.14	0	-0.85	-1.45	-2.85	-2.46	-	-	-
N-10	- 3.80	-1.42	-0.21	0	-0.23	-2.53	-3.58	28.2	31.0	69.5
N-15	-10.17	-1.34	-0.50	0	-0.48	-1.12	-1.94	24.6	32.0	73.0
평 균	- 6.99	-1.38	-0.36	0	-0.36	-1.83	-2.76	-	-	-
N-16	- 9.70	-2.51	-1.42	-0.47	0	-1.38	-2.11	29.4	30.0	73.3
N-17	- 6.80	-0.53	-0.10	-0.15	0	-2.31	-1.34	19.7	26.0	71.5
N-18	- 6.93	-0.69	-0.11	-0.29	0	-1.98	-1.59	19.2	26.0	71.8
평 균	- 7.81	-1.24	-0.54	-0.30	0	-1.89	-1.68	-	-	-

밀도 및 온도, 바람에 의한 굴절현상 등에 의하여 3층, 5층, 7층, 10층에서 최고 소음도를 나타내었다.

3층의 경우 최고 소음도는 6개 지점(N-3, 8, 26, 27, 30, 31)으로써 최고 소음도 분포는 68.9~75.4 dB(A), 이격거리가 8.0~14.8m, 도로폭이 15~34m 로써 이격거리가 근거리일 경우에 최고 소음도가 나타났다. 5층의 경우 최고 소음도를 나타내는 지

점으로 총 29개 지점 중에서 18개 지점(N-1, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 28, 29)으로써 최고 소음도 분포는 65.0~73.8dB(A), 이격거리가 10.6~23.7m, 도로폭이 14~38m이다. 또한, 7층과 10층에서 최고 소음도를 보이는 지점은 각각 2개와 3개 지점으로 나타났다.

따라서, 각 지점별 층별 소음도 차이를 3층(최

표 3. 현재 TIA에 사용되고 있는 공동주택에서 실측된 각 층별 소음도 예

구 분	대상지역	1층	5층	10층	15층	1층대비 5층	1층대비 10층	1층대비 15층
양산물금지구 실측자료, 1995. 3		69.3	69.9	69.5	69.4	0.6	0.2	0.1
의정부민락지구 실측자료, 1991. 10	미성아파트	79.4	81.5	79	21	-0.4		
대전가오지구 실측자료, 2001.7	하나로아파트	67.2	67.8	67.7	67.7	0.6	0.5	0.5
남양주창현지구 보완시 실측자료, 1991. 10	중계동라이프 아파트	67.9	67.2	67	67	-0.7	-0.9	-0.9
제주연동, 수원영통지구 실측자료, 1991. 10	흑석동현대 아파트	68	71	72	70	3	4	2
쌍용엔지니어링 실측자료 1991. 10	수원시 삼성아파트	72.7	71.9	72.7	71.3	-0.8	0	-1.4
교통소음우심지역의 소음도조사연구, 1992, 국립환경연구원		72.5	76.5	76.2	75.9	4	3.7	3.4
환경부자료	한신아파트	72.1	75.5	75.2	75.2	3.4	3.1	3.1
환경부자료	잠실 장미아파트	66.2	67	71.6	71.3	0.8	5.4	5.1
환경부자료	현대아파트	71.6	75.5	75.4	75.4	3.9	3.8	3.8

표 4. 공동주택에서의 1층 층별보정계수 산정결과

최고소음도 층수	1층 보정계수	결정계수(R ²)	비 고
5층	-2.7 dB(A)	0.8132	
7층	-3.3 dB(A)	0.8216	
10층	-2.5 dB(A)	0.9544	

표 5. 층별보정계수 산정결과

아파트 층	5층	7층	10층	층별보정계수(dB(A))
1층	0.0	0.0	0.0	0.0
2층	1.2	1.1	1.1	1.1
3층	1.9	1.9	1.8	1.9
4층	2.4	2.5	2.2	2.4
5층	2.5	3.0	2.3	2.6
6층	2.4	3.2	2.3	2.6
7층	2.2	3.3	2.2	2.6
8층	1.8	3.3	2.2	2.4
9층	1.4	3.1	2.2	2.2
10층	0.9	2.8	2.4	2.0
11층	0.5	2.4	1.3	1.4
12층	0.2	2.0	0.6	0.9
13층	0.0	1.5	0.3	0.6
14층	0.0	0.9	0.4	0.4
15층	0.2	0.4	1.0	0.5

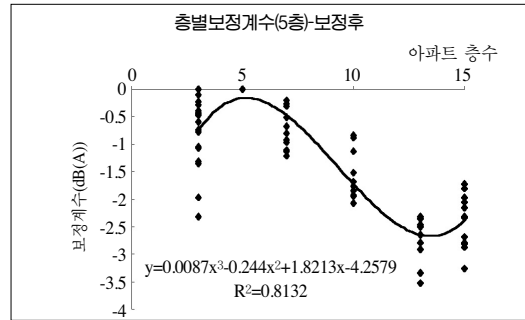
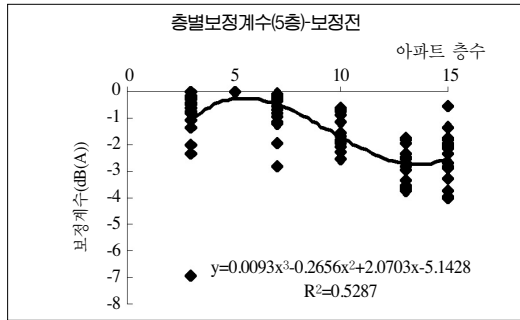
고 소음도)을 기준으로 하면, 1층의 경우 -3.92dB(A), 5층 -0.62dB(A), 7층 -1.31dB(A), 10층 -2.69dB

(A), 13층 -3.45dB(A), 15층 -3.88dB(A)로 나타났으며, 5층을 기준으로 한 층별 차이도 차이는 1층 -5.76dB(A), 3층 -1.14dB(A), 7층 -0.85dB(A), 10층 -1.45dB(A), 13층 -2.85dB(A), 15층 -2.46dB(A), 7층을 기준으로 하면 1층 -6.99dB(A), 3층 -1.38dB(A), 5층 -0.54dB(A), 10층 -0.36dB(A), 13층 -1.83dB(A), 15층 -2.76dB(A) 10층을 기준으로 하면 1층 -7.81dB(A), 3층 -1.24dB(A), 5층 -0.54dB(A), 7층 -0.30dB(A), 13층 -1.89dB(A), 15층 -1.68dB(A)로 나타났다. 특히, 1층의 경우 소음도 차이의 변화폭이 크게 나타나는데 그 이유는 방음벽 설치 지점과 미설치 지점이 혼재하여 있기 때문인 것으로 판단되며, 3층 이상의 층은 소음도 차이가 크지 않으므로 방음벽의 영향이 크게 작용하지 않음을 알 수 있었다.

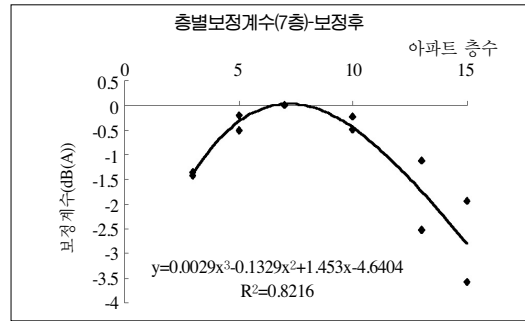
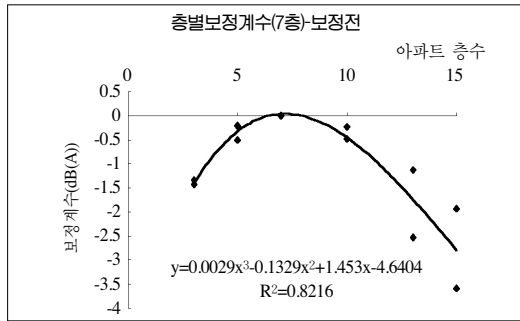
2. 공동주택의 층별 보정계수 산정

한편, 소음예측시 사용되어지고 있는 국립환경연구원 제안식 등은 1층의 소음도를 기준으로 예측소음도를 산출하는 경우로서, 수음점이 공동주택인 경우에는 각 아파트 층별로 소음도의 보정을 필요로 한다. 그러나, 표 3.과 같이 각기 많은

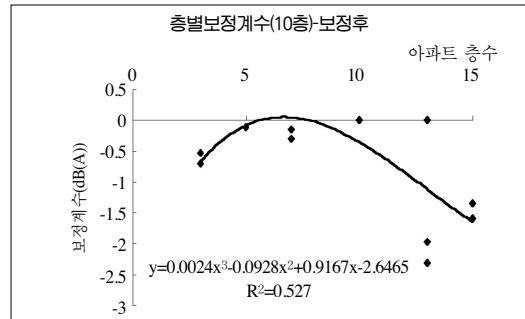
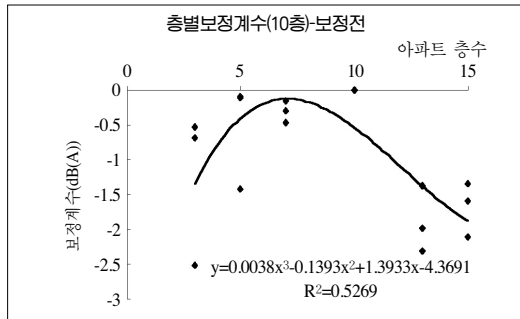
(a) 최고소음도가 5층인 경우



(b) 최고소음도가 7층인 경우



(c) 최고소음도가 10층인 경우



(d) 최고소음도가 10층인 경우(10층이상 층수 및 이하층수)

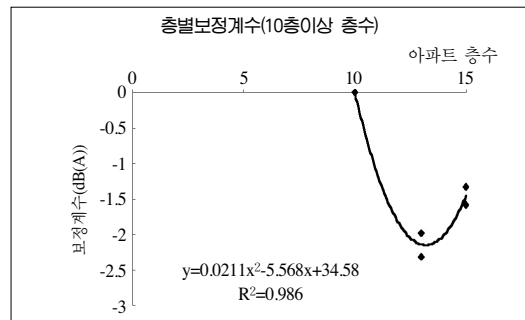
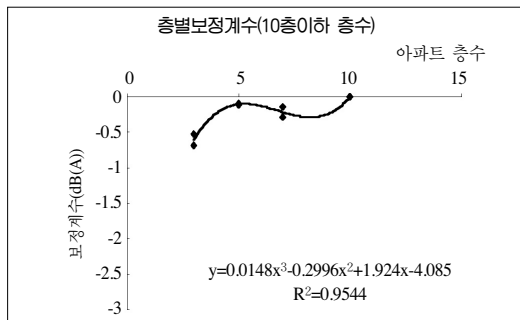


그림 1. 총별 소음도 차에 의한 총별보정계수

실측치가 각각 많은 소음도 차이를 나타내고 있어, 보편적으로 사용할 수 있는 일반적인 층별 보정계수의 도출이 절실한 실정이며, 이를 위하여 본 연구에서의 얻어진 측정결과를 바탕으로 층별 보정치에 대한 회귀식을 산출하였다. 층별보정치는 최고소음도를 나타내는 층에 따라 분류되어 있으며, 회귀식 또한 이에 따라 각각 산출하였다.

그림 1은 최고소음도를 보인 5층, 7층, 10층의 층별보정치와 회귀식을 나타낸 것이다. 보정전의 그래프는 각 측정지점의 모든 값을 이용한 것으로 회귀식의 결정계수가 비교적 낮게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이는 최고소음도가 5층인 경우, 3층의 매우 낮은 값과 같은 이상값에 의한 것으로 볼 수 있으며, 이러한 값들은 회귀식 산출에서 제외되는 것이 타당할 것으로 판단된다. 본 연구에서는 평균에 대한 표준편차 ±1단위 외의 값을 이상값으로 처리하였으며, 이를 이용하여 회귀식을 산출하여 그림 1에 도시하였다.

먼저 기존에 사용하고 있는 국립환경연구원 제안식을 이용하여 공동주택의 층별 소음도를 예측하기 위해서는 1층에서의 층별보정계수가 산정되어야 하며, 이는 그림 1에서의 각 회귀식을 이용하여 표 4와 같이 1층 층별 보정계수를 산정하였다.

5층에서 최고소음도를 보인 경우(a), 보정전 회귀식은 $y=0.0093x^3-0.2656x^2+2.0703x-5.1428$, 결정계수(Coefficient of Determination)는 0.5287, 1층에서의 층별보정계수는 -3.3 dB(A)로 산정되었고, 보정후 회귀식은 $y=0.0087x^3-0.244x^2+1.8213x-4.2579$, 결정계수는 0.8132, 1층에서의 층별보정계수는 -2.7 dB(A)로 산정되었다.

7층에서 최고소음도를 보인 경우(b), 각 data는 평균에 대한 표준편차 ±1 이내의 값으로 회귀식은 $y=0.0029x^3-0.1329x^2+1.453x-4.6404$, 결정계수는 0.8216, 1층에서의 층별보정계수는 -3.3dB(A)로 산정되었다.

10층에서 최고소음도를 보인 경우(c), 그림 1에서와 같이 회귀식 결과 10층에서 최고소음도를

표 6. 층별 소음보정계수

아파트 층	층별보정 계수(dB(A))	아파트 층	층별보정 계수(dB(A))	아파트 층	층별보정 계수(dB(A))
1층	0.0	6층	2.6	11층	1.4
2층	1.1	7층	2.6	12층	0.9
3층	1.9	8층	2.4	13층	0.6
4층	2.4	9층	2.2	14층	0.4
5층	2.6	10층	2.0	15층	0.5

보이지 않고, 7층에서 최고소음도를 보인 것으로 나타나, 10층 이하층과 10층 이상층으로 구분하여 (d), 층별보정계수를 산출하였다. 10층 이하층에서의 회귀식은 $y=0.0148x^3-0.2996x^2+1.924x-4.085$, 결정계수는 0.9544, 1층에서의 층별보정계수는 -2.5 dB(A)로 산정되었다.

따라서, 최고소음도를 보인 5층, 7층, 10층의 층별보정계수에서 산출된 회귀식을 이용하여 표 5와 같이 각 층별보정계수를 산정하였으며, 각 층별보정계수는 최소소음도를 보인 5층, 7층, 10층의 층별보정계수를 산출평균한 값을 사용하였다. 표 4에서 알 수 있듯이 3층~10층 사이에서 소음도가 가장 높은 것으로 나타났으며, 고층으로 갈수록 이격거리등에 의한 소음감쇠로 소음도가 낮아지는 것을 알 수 있다.

IV. 결론

본 연구에서는 택지개발시 공동주택 1층을 기준으로 소음예측모델을 사용하여 예측소음도를 산출하는 경우 공동주택의 각층에서 적용 가능한 층별 소음보정계수의 산정을 목적으로 수행하였으며, 환경영향평가지 보다 정확한 소음예측이 가능하도록 전국의 택지개발지구내 31개의 측정지점을 선정한 후 실측치 분석을 하였다.

공동주택에서의 층별소음도 측정결과를 보면, 중간층인 5층~10층에서 가장 높게 나타났으며 이는 도로폭 전체에서 발생하는 음원이 중간층에 가장 잘 전달되기 때문으로 판단된다.

최고소음도(5층, 7층, 10층)를 보인 층을 기준으로 1층 보정계수를 산정한 결과 각각 -2.7dB(A), -3.3 dB(A), -2.5 dB(A)로 산출되었고, 이를 기준으로 표 6과 같이 각 층별 보정계수를 산출하였다.

따라서 향후 택지개발에 따른 환경영향평가시 소음예측에 따른 층별 보정계수로 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- 건설교통부, 2002, 택지개발 예정지구 지정현황 통계자료, 건설교통부.
- 김갑수, 이택구, 1994, 대구시 환경소음의 실태분석, 영남대 환경연구, 13(2).
- 대구광역시보건환경연구원, 2001, 최신소음·진동 환경실무질의회신 사례집.
- 국립환경연구원, 1999, 도로교통소음(I)
- 박영민, 이내현, 선우영, 2001, 환경소음·진동 관리체계 개선전략에 관한 연구, 한국환경영향평가학회지, 10(4), 297-304.
- 박영민, 이내현, 선우영, 2001, 환경영향평가시 도로교통소음예측에 관한 개선방안 연구, 한국환경영향평가학회지, 10(4), 305-317.
- 박영민, 이내현, 최준규, 선우영, 2002, 단지내 도로교통소음 예측식 개발에 관한 연구, 환경영향평가학회 춘계학술발표회 자료집, 37-43.
- 서울특별시, 1994, 6, 소음방지대책 수립에 관한 연구, 서울특별시.
- 소음·진동공학회, 1997, 7, 도심지 환경소음·진동저감대책 세미나집, 소음·진동공학회.
- 이내현, 박영민, 선우영, 2001, 환경영향평가시 도로교통소음예측에 관한 개선방안 연구, 한국환경영향평가학회지, 10(4), 297-304.
- 이내현, 2004, 공동주택내 도로교통소음 예측식 개발에 관한 연구, 건국대학교대학원 박사학위청구논문.
- 이승광, 1998, 도로교통소음의 방음벽 효과에 관한 연구, 영남대학교.
- 한국도로공사 도로연구소, 1998, 방음수립대 조성 및 효과에 관한 연구, 한국도로공사 도로연구소.
- 한국환경정책평가연구원, 2002, 단지내 도로교통소음 예측 및 개선에 관한 연구, 한국토지공사.
- 환경부, 2001, 21세기 소음·진동 환경정책방향연구, 한국환경정책평가연구원.
- 一宮 豪一, 1999, わかりやすい 静音化技術, 工業調査會.
- 金安公造, 1980, 道路交通騒音豫測と防止対策の效果に關する研究.
- 金安公造, 1986, 道路の環境.
- 押野康夫 외 2人, 1995, 自動車 走行の特性, 騒音制御, 19(3).
- 山本貢平, 1995, 道路交通騒音豫測モデルとの現状, 騒音制御, 20(3).
- J.R. Hassal M.Sc and K.zaveri, M.Phil, 1988, Acoustic Noise Measurements, B&K. Ltd.
- Jung, F.W., 1982, Traffic Noise Barrer Design for Sound Transmission Report AE-81-01, Research and Development Branch, Ministry of Transportation and Communications, Ontario.
- S. A. Petruszewicz & D. K. Longmore, 1974, Noise and Vibration Control for Industrialists, Elek Science.