환경영향평가 제17권 제4호(2008) pp.213~224

연구논문

소음지도를 활용한 방음시설별 도로교통소음 개선효과에 관한 연구

정재훈* · 박진호* · 권우택 · 김형철***

경원대학교 도시계획학과* · 을지대학교 보건환경과학부**

(2008년 5월 26일 접수, 2008년 8월 13일 승인)

A Study on The Improvement Effects of Road Traffic Noise by The Noise Barrier Facilities Using a Noise Map Simulation

Jea-Hun Jeong* · Jin-Ho Park* · Woo-Taeg Kwon · Hyung-Chul Kim*****

Ph.D Candidate, Dept. of Urban Planning, Kyungwon University*
Professor, The Faculty of Health & Environmental Science , Eulji University**
Professor, Dept. of Urban Planning, Kyungwon University***

(Manuscript received 26 May 2008; accepted 13 August 2008)

Abstract

Since 1970's rapid urbanization and economic growth, the population was highly increased and residential type was changed from single detached house to high density and high-rise apartment. Recently more high-rise residential building generates more traffic volumes and it makes spatial concentration. The highly traffic volumed road and high residential building was constructed nearby, it occurs noise problem.

The purpose of this study is comparing the performance of three type noise barrier between noise source and receiver using a noise map simulation. Three types were composed as road side planting trees, building side planting trees and noise barrier wall.

Planting trees is less effective than noise barrier wall as a noise barrier. And they are all effective under 3 stories than over 5 stories, especially noise barrier function can't work over 5 stories.

Keywords : Road traffic noise, Noise map, Noise Barrier

Corresponding Author: Woo-Taeg Kwon, Tel : 82-31-740-7145 Fax : 82-31-740-7348 Cellular P. : 82-18-337-7145
E-mail : awtkw@eulji.ac.kr

www.kci.go.kr

I. 서 론

1970년대 이후 빠른 도시화와 경제개발로 인하여 도시 인구가 급속히 증가하고 단독주택에서 공동주택형식으로의 주거형태 변화가 매우 급격하게 이루어졌다. 도시의 공동주택의 증가는 다른 인프라 시설과 마찬가지로 양적 증가는 빠르게 진행되었으나, 반면 질적 수준의 향상은 매우 더디게 이루어져 왔다. 더구나 공동주택 중 초고층 주거형태가 급증하고, 이로 인한 인구의 공간적 밀집이 두드러지게 나타나고 있으며, 이와 같은 폐해로 인하여 발생하는 공해 및 각종 사회 문제가 대두되고 있는 가운데 최근 사회 전반에 걸쳐 심각한 문제가 되고 있는 것이 소음문제이다(오양기 등, 2004).

특히 도심지 주거지역의 경우 차량의 급속한 증가와 24시간 지속적인 차량의 운행으로 인한 도로교통소음이 심각하게 대두되고 있다(김선우 등, 2000).

환경부 조사자료에 의하면 전 국민의 53%인 약 2,400만명이 도로변 교통소음에 노출되어 있으며, 그 심각성은 날로 증가하여 쾌적한 환경에서 거주해야하는 국민의 기본권을 침해하는 양상으로 악화되고 있는 상황이다(환경부, 2005). 그리고 전국 29개도시 1,386개 지점의 환경소음측정망 조사결과를 살펴보면, 도로변 지역내 주거지역의 경우 낮시간대(소음환경기준 65dB(A))는 서울 등 14개 도시에서 소음환경기준보다 1~6dB(A) 상회하며, 밤시간대(소음환경기준 55dB(A))는 서울 등 18개 도시에서 소음환경기준을 1~11dB(A) 상회하는 것으로 파악되어 도로교통소음으로 인한 영향이 심각한 실정임을 알 수 있다(환경부, 2006).

공동주택의 건설양상이 저층주거에서 고층주거의 형태로 급속히 변화되고 있음에도 불구하고, 우리나라는 1980년대에 제정된 공동주택 소음측정기준을 아직까지 준용하고 있는 실정이다(건설교통부, 1986). 이러한 이유로 실제 고층 주거지역에서의 소음은 환경정책기본법상의 소음환경기준을 초과하는 것으로 나타나고 있다. 이에 대한 개선방안으로 주로 방음벽을 설치하지만 그 성능은 전체가 아닌 일부 한정된 공간에만 효과가 있는 것으로 나타났다.

본 연구는 새로운 신도시나 단지 등에 조성될 주거지역과 기존 주거지역에 적용이 가능한 방음시설의 효과를 알아보고 이를 개선하고자 하는데 목적이 있다. 그에 따라 본 연구에서는 기본현황으로 실제 교통량과 건축물을 데이터로 입력하고, 방음시설의 종류와 유무에 따른 효과를 시뮬레이션을 통해 알아보았다. 이때 사용한 프로그램은 「SoundPLAN」을 이용하였으며, 방음시설로서 적용한 방음벽과 수림대의 개선효과와 방음시설의 한계에 대해 함께 고찰하였다.

II. 이론적 고찰

1. 소음지도

소음지도란 어떤 대상지역의 소음도를 한눈에 알아볼 수 있도록 시각화하여 소음의 영향을 쉽게 파악할 수 있도록 해주는 것이다. 소음환경개선은 장기적이고 체계적인 거시적 관점에서의 계획이 필요하다. 이러한 계획단계에서 유용한 도구로 사용될 수 있는 것이 소음지도이다. 이를 통해서 건물의 소음 차폐효과나 저감대책의 효과도 파악이 가능하며, 심각한 소음노출지역의 파악 및 노출지역의 대책, 소음저감대책의 효율성 평가 등에 활용이 가능하다(오진우, 2005).

최근 국내 및 해외에서 도시소음에 대한 민원이 많이 제기되고 있는 실정이며, 이를 개선하기 위한 대책 수립에 지대한 관심을 기울이고 있다. 그 방안의 하나로 지리정보시스템(GIS)을 이용한 소음지도를 제작하여 도로, 철도, 공항, 공장지역의 소음을 평가하여 그 심각성을 시민들에게 홍보하고, 이를 토대로 소음저감을 위한 정책을 수립하고 있다. 또한 유럽공동체에서는 각 국가별로 소음노출인구산정 및 소음지도 작성을 요구하고 있으며, 장기간의 연구사업으로 추진하고 있다. 그러나 우리나라의 소음정책은 소음 상시측정망을 통해 얻어진 소음도를 발표하는 수준이며, 이러한 자료 또한 효과적으로 활용하지 못하는 실정이다(박인선, 2003). 이에

www.kci.go.kr

해외에서 사용되고 있는 소음지도를 이용하여 도로교통소음의 개선대책을 적용하여 분석 및 평가 하고자 한다.

2. 선행 연구고찰

국내의 도로교통소음 관련 연구 중 전달경로상의 방음시설에 관한 것을 정리하면 다음과 같다. 1990년대에는 주로 방음시설의 성능 및 효과에 관한 연구로서 진행되었다. 김흥식(1996) 등은 방음벽 종류별 반사음 저감효과 및 회절효과에 관한 연구로서 흡음형과 반사형 방음벽의 성능에 동일함을 증명하였고, 김동완(1996) 등은 공동주택 방음벽의 차음효과에 관한 연구와 임영빈(1996) 등은 현장측정을 통한 공동주택단지 인접도로변 방음벽의 차음성능에 관한 연구로서 방음벽의 종류별 성능을 평가를 하였다. 이처럼 방음벽 위주의 성능평가와 저감효과에 관한 연구가 이루어졌다.

2000년대 들어서는 방음시설 중 방음벽의 경우 조대승(2003)는 지정된 차음 성능을 갖는 방음벽의 최적 설계, 김병희(2003) 등은 Simulated Annealing 알고리즘을 이용한 방음벽의 최적 설계 등 예측을 통한 방음벽의 최적 설계에 관한 연구로서 방음벽의 설치시 그 성능을 최대한 이용할 수 있는 설계방안에 대하여 연구를 하였다. 그리고 김경우(2001) 등은 현재 식생방음벽의 외국 사례를 살펴보고 국내 적용 가능한 식생방음벽의 기본 모델과 외국 사례의 적용시 국내 자연환경을 고려한 유의사항에 대해 연구를 하였다. 정성수(2004)는 방음벽 보강방안으로서 수림효과를 알아보기 위해 1/10모형실험을 실시하였고, 김성균(2005)는 도로변 방음 수림대 유형별 시뮬레이션 모형개발 및 평가 등 수림대의 차음성능평가에 관한 연구를 진행되었다. 그리고 최정순(2000)은 도로의 교통량과 속도를 통해 소음도를 예측할 수 있는 수학적 모델을 제시하였다. 박인선(2003)은 GIS를 이용하여 도로교통 소음지도를 구축하는 방법론을 제시하고 있다. 또한, 이시원(2005) 등은 「SoundPLAN」을 이용하여 소음지도를 구축하고 환경영향평가시 활용하는 방안에 대해서 연구와 고준희(2006) 등은 소음지도를 이용한 도시 교통 소음 평가방법에 관한 연구를 하였다. 우리나라의 경우 소음지도의 활용방안이나 방법론에 관한 연구와 소음지도의 작성 및 구축에 관한 연구가 주류를 이루고 있다.

본 연구에서 적용한 방음시설의 성능평가는 예측식을 이용한 기초평가와 유사하다. 그러나 소음지도를 이용한 방음시설인 방음벽과 수림대의 특성에 따라 어떤 한 지역에 전체를 대상으로 수평적 공간과 건물의 벽면인 수직적 공간을 평가한 것이 차이라 할 수 있다.

3. 연구의 방법론

본 연구의 대상지역은 시흥시로 한정하였다. 시흥시는 인구 및 자동차의 꾸준한 증가로 인해 도로교통소음에 의한 영향이 지속적으로 증가하는 추세에 있다. 연구의 수행과정은 먼저 시흥시의 도시현황 및 기본계획 등을 살펴보고, 토지이용현황과 인구 및 자동차 현황, 도로변 주거지역 교통소음 등의 현황조사를 실시하였다. 그 다음으로 소음지도 및 토지이용계획도를 중첩하여 사용하였는데 이때 시흥시 2020년 도시기본계획과 시흥시 전체를 대상으로 실시된 소음모델링 결과를 Arc View 9.0을 이용, 중첩(Over lay)하여 4차선 이상의 도로에 연접한 주거지역의 분포현황을 파악하였다. 또한, 4차선 이상의 도로에 연접한 주거지역 중 공동주택이 고밀도로 위치하고 있어 도로교통소음 영향이 클 것으로 예상되는 시흥시 정왕대로 일부구간을 소음대책지역으로 결정하였다. 결정된 소음대책지역에 대한 교통량 및 소음도 현황조사를 통해 소음지도 중첩분석 결과를 검증하고 해당 지역의 지형, 건물의 배치, 소음원 및 소음의 전파 특성 등을 파악하였다. 한편, 결정된 소음대책지역의 특성을 고려하여 적용 가능한 전달경로대책의 항목 등을 결정하고 세부적인 소음모델링을 실시하였다.

Figure 1은 소음모델링을 시행하여 소음지도 및 토지이용계획도의 GIS 중첩결과를 표현한 것이다.

그리고 본 연구에서 적용하는 소음 예측모델인

www.kci.go.kr

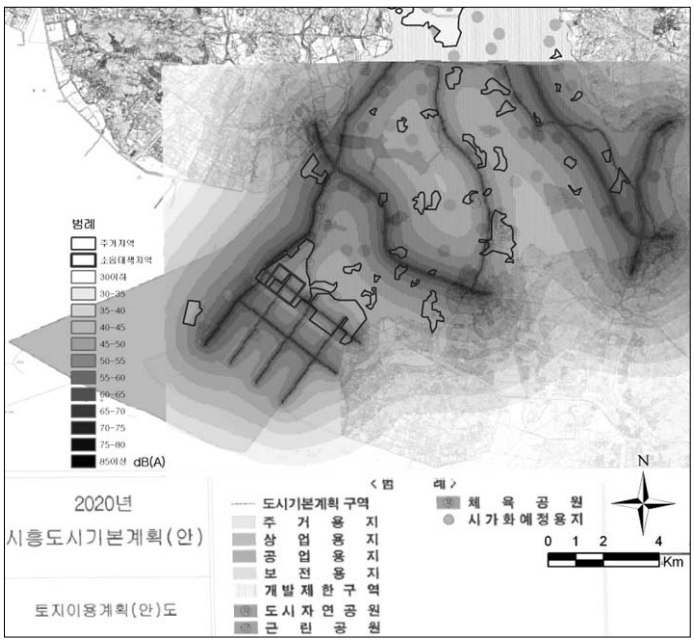

Figure 1. Overlapping result

「SoundPLAN」의 기 적용결과를 살펴보면 실측결과와 예측결과를 비교하면, 1~2dB(A)의 오차를 나타내어 비교적 정확한 것으로 검증되었다(오진우, 2005; 고준희, 2006). 해외의 경우는 일본의 小野測器(2002)에서는 건설공사소음 예측결과 ±1dB 이내의 정밀한 음향파워레벨을 나타내어 현실의 재현성이 높다고 하였다. Morris, Noel은 「SoundPLAN」의 정확성을 Queensland의 철도소음을 예측한 결과 ±2dB(A) 이내로서 교통수단의 소음이 잘 고려된 프로그램이라 하였다(Morris, Noel A., 2007). 그리고 대상지의 도로변 아파트를 선택하여 도로단에서 도로교통소음을 측정한 결과 및 동일한 지점을 예측한 결과는 Table 1과 같다.

Table 1. Comparison of field sound level and prediction sound level

unit: dB(A)

측정지점		실측소음도	예측소음도	차 이
A 아파트	주간	72.8/73.8	75.2	−2.4/−1.4
	야간	69.6/70.2	68.9	0.7/1.3
B 아파트	주간	70.1/69.9	72.8	−2.7/−2.9
	야간	67.5/67.6	66.9	0.6/0.7
C 아파트	주간	69.0/69.2	71.9	−2.9/−2.7
	야간	65.4/65.1	67.2	−1.8/−2.1

실측소음도와 예측소음도를 비교한 결과, 실측소음도에 대한 예측소음도의 차이는 최대 2.9dB(A), 최소 0.7dB(A)의 오차로 나타나 비교적 정확하다고 할 수 있다.

4. SoundPLAN의 개요

예측모델로 사용된 계산식은 매우 유사하다. 기본적으로 참고소음레벨은 일정한 거리의 표준 상태 아래에서 한 대의 차량이 주행하여 발생되는 소음이며, 실험적으로 얻어진다. 그리고 일정한 식으로 구체화되어진다.

「SoundPLAN」의 보정요소는 차량의 유형, 교통량, 평균속도, 거리, 도로포장타입, 지면흡수, 교차로, 장애물의 스크린 효과 등의 영향을 고려하여 사용한다. 이러한 요소는 모델마다 적용되어지는 값과 요소의 개수가 다양하다. 이런 예측모델들 중에서 소음 분포도는 소음지도 제작 프로그램인 「SoundPLAN 6.4」을 사용하여 분포도를 만들었다. 대상지역은 시흥시의 교통량에 관한 자료가 있는 도로를 대상으로 하였다. 도로교통소음의 계산식은 독일에서 사용되고 있는 RLS90을 이용하였다. 이 식은 음의

www.kci.go.kr

확산, 지표감쇠, 차음, 반사 등을 고려한다. 또한 소음레벨 계산 시에는 차량(시간당 통과차량의 수, 대형차량의 비율), 속도(소형, 대형), 도로표면, 도로의 구배, 자중반사보정의 자료가 필요하다.

III. 대상지 개요 및 설정

1. 대상지의 개요

대상지로 결정된 시흥시 정왕동의 정왕대로를 중심으로 16개의 블록을 실제 현황과 동일하게 구성하기 위해 교통량은 아래의 Figure 2와 같이 각 블록의 교차로를 조사지점으로 하여 총 25곳의 교차점에서 교통량[1]을 조사를 하였다. 또한 각 블록의 구간별 교통량을 산출하기 위해 40개의 구간에 대한 교통량으로 환산하였다.

그리고 Figure 2는 조사지역의 Key map과 소음예측 지점으로서 정왕대로와 주변의 도로를 중심으로 16개의 블록으로 나누어 구분하였다. 그리고 도로단과 층별 소음도를 예측한 N-1~N-4지점도 같이 나타내었다.

2. 교통소음 개선방안

도로교통소음의 개선방안 중 방음시설은 소음을 발생시키는 차량의 음원의 제어가 아닌 소음의 전파 과정에서의 제어로서 도로변 및 단지내 수림대 조성, 방음벽 설치 등 3가지 항목을 적용하였다. 현장 여건상 방음둑 설치는 제외하였다. 적용사항은 Table 2와 같으며, 방음벽의 주파수별 특성은 Table 3과 같다.

Table 2. Modeling application item and type

구분	적용항목	적 용 내 용
Type 1	–	–
Type 2	도로변 수림대	– 도로녹지 :높이 7m, 폭 5m – 소음감소율 0.1dB(A)
Type 3	단지내 수림대	– 단지녹지 :높이 7m, 폭 5m – 소음감소율 0.1dB(A)
Type 4	방음벽 설치	– 높이 4m, HDPE 흡음형 컬러방음벽
Type 5	Type 2,3,4 적용	– 도로녹지, 시설녹지, 방음벽 적용

Table 3. Sound absorbing coefficient of Noise panel (1/3 Oct. Band)

Hz	100	125	160	200	250	315
흡음계수	0.66	0.75	1.12	1.25	0.97	0.91
Hz	400	500	630	800	1k	1.25k
흡음계수	0.9	1.01	1.06	1.22	1.03	0.97
Hz	1.6k	2.0k	2.5k	3.15k	4k	5k
흡음계수	1.08	1.15	0.96	0.86	0.85	0.46

자료 : (주)이엔피, http://www.juenp.co.kr/

1) 소형:승용차 및 2.5ton이하의 차량, 대형:소형을 제외한 전체 차량

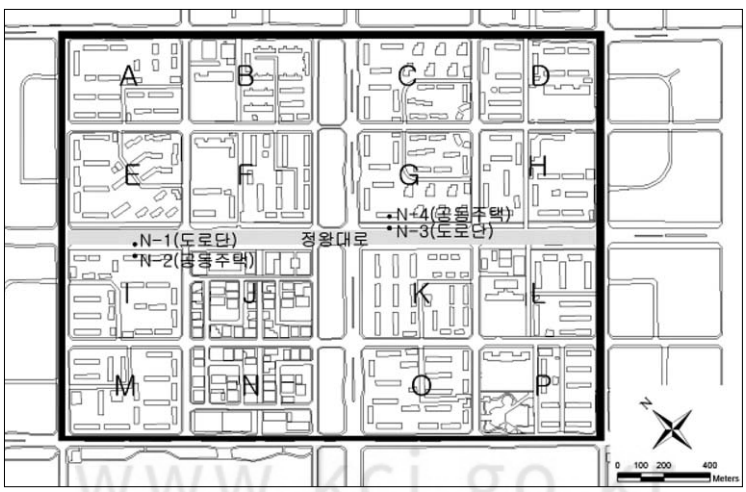

Figure 2. Key map of research area and noise prediction points

www.kci.go.kr

본 연구에서 적용하고자 하는 도로교통소음의 방음시설은 도로변 녹지조성방안(수림대 효과측면), 단지내 녹지조성방안(수림대 효과측면), 방음벽 설치방안(회절감쇠 효과 측면) 이다. 이를 주 · 야간으로 구분하여 예측하였다. 그리고 주변의 시설물에 의한 소음감소의 영향을 배제하기 위해 단지내부 녹지와 방음시설은 제외하였다. 소음저감 방안별 저감효과를 구체적으로 분석하기 위해 도로단 및 공동주택 2개동을 대상지점으로 선정하였다. 2개동 선정시 공동주택은 도로와 평형배치를 이루고 공동주택 중 대표성을 띠는 동을 고려하여 선정하였다.

3. 소음지도의 계산

시흥시의 소음지도 구축은 「SoundPLAN」을 이용하여 2차원적 평면을 나타내는 Grid Noise Map의 경우 지표면으로부터 높이가 1.5m의 평면으로 1m×1m의 격자로 나누어 소음 분포를 나타낸 것이다. 그리고 건물의 높이에 따른 수직적인 소음분포를 알아보기 위해 건물 표면의 소음도를 나타내는 3D-Facade Noise Map를 이용하여 건물 벽면 1m 앞의 소음레벨을 1m×1m의 격자로 계산을 하였다.

소음모델링시 Grid Noise Map의 소음도별 면적비율의 샘플링 개수는 41,203개, 3D-Facade Noise Map의 소음도별 면적비율의 샘플링 개수는 240,914개를 취하였다. 소음도는 환경정책기준법의 평가방법에 따라 주 · 야간으로 구분하였고, 소음지도의 표시 방법은 KS A ISO 1996-2에 의한 방법에 따라 RGB코드를 사용하여 35dB(A)~85dB(A)을 5dB(A)간격으로 11단계로 나누어 표시하였다.

Ⅳ. 방음시설별 결과

1. Grid Noise Map 결과

소음모델링을 이용한 Grid Noise Map의 주 · 야간 결과는 Figure 3, 주간 분석결과는 Table 4에서 보는 바와 같다.

주간 소음환경기준(65dB(A)) 대비 Type 1은 28.31% 초과하고 있는 것으로 나타났다. 개선방안 적용후 주간 소음환경기준 초과비율은 Type 2는 27.86%, Type 3은 27.88%, Type 4는 24.75%를 초과할 것으로 예측되어 개선방안 중 Type 4의 소음저감효과가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, Type5는 소음환경기준 초과비율은 24.68%로서 저감효과는 Type 4와 유사한 수준으로 예측되었다.

Table 4. Result of daytime(standard : 65dB(A)) unit : %

레벨 dB(A)	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
~35	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
35~40	0.62	0.63	0.63	0.62	0.94
40~45	2.79	2.91	2.87	3.77	4.17
45~50	13.03	13.26	13.24	15.53	16.21
50~55	21.18	21.60	21.59	22.55	23.33
55~60	17.42	17.08	17.10	16.88	15.73
60~65	15.68	15.67	15.70	14.92	14.26
65~70	13.64	13.82	13.52	10.82	10.81
70~75	10.88	10.28	10.60	10.10	10.10
75~80	2.82	2.81	2.81	2.85	2.82
80~85	0.96	0.95	0.95	0.98	0.96
초과비율	28.31	27.86	27.88	24.75	24.68
감소비율	-	0.45	0.43	3.56	3.63

야간 소음모델링의 분석결과 Table 5에서 보는 바와 같이 야간 소음환경기준(55dB(A)) 대비 Type 1은 35.99% 초과하고 있는 것으로 나타나 주간에

Table 5. Result of night(standard : 55dB(A)) unit : %

레벨 dB(A)	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
~35	2.19	2.20	2.19	2.38	2.44
35~40	7.15	7.37	7.34	9.21	9.87
40~45	18.24	18.78	18.74	21.20	21.81
45~50	20.58	20.28	23.31	19.83	19.64
50~55	15.86	15.72	15.73	15.43	14.49
55~60	14.54	14.83	14.79	12.57	12.40
60~65	14.35	13.78	13.85	12.00	12.28
65~70	5.74	5.70	5.71	6.02	5.72
70~75	1.36	1.34	1.34	1.37	1.35
75~80	-	-	-	-	-
80~85	-	-	-	-	-
초과비율	35.99	35.65	35.68	31.95	31.75
감소비율	-	0.34	0.31	4.04	4.24

www.kci.go.kr

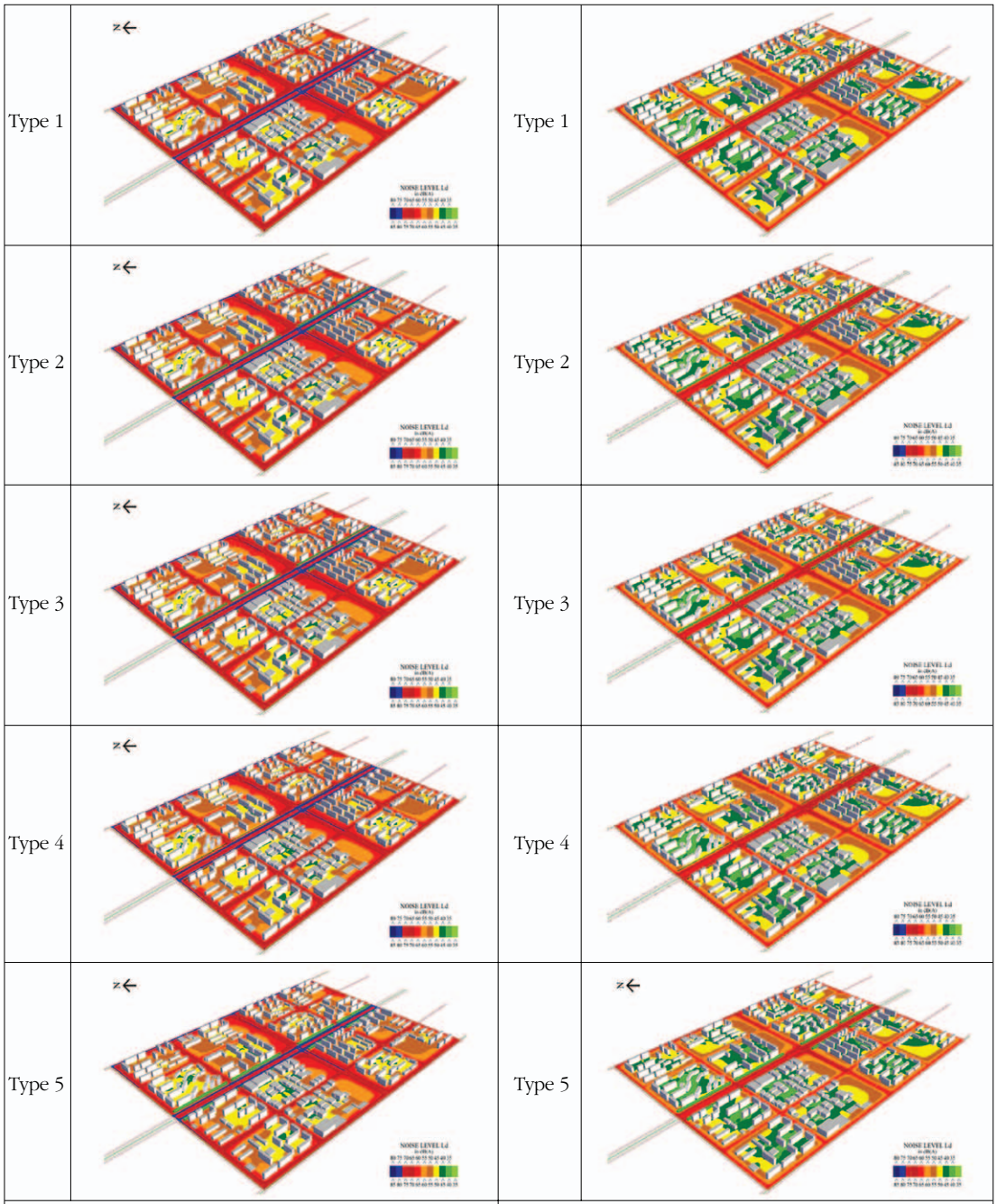

Figure 3. Result of Grid Noise Map

www.kci.go.kr

비해 야간 시간대에 기준을 초과하는 영역이 상대적으로 넓게 분포하는 것으로 나타났다. 야간 소음환경기준 초과비율은 Type 2는 35.65%, Type 3은 35.68%, Type 4는 31.95%를 나타낼 것으로 예측되어 개선방안 중 Type 4의 소음저감 효과가 가장 큰 것으로 나타났다. 그리고 Type 5는 소음환경기준 초과비율은 31.75%로서 저감효과는 Type 4와 비교하면 크지 않은 것으로 예측되었다. 결론적으로 주·야간 모두 Type 4의 소음저감 성능이 우수한 것으로 나타났으며, Type 2, 3에 의한 저감효과는 크지 않은 것으로 나타났다.

2. 3D-Facade Noise Map 결과

3D-Facade Noise Map의 주·야간 결과는 Figure 4와 같으며, Table 6는 주간의 분석결과이다. 소음환경기준 대비 Type 1은 약 8.75% 초과하고 있는 것으로 나타났다. 개선방안을 적용한 후 주간 소음환경기준 초과비율은 Type 2는 8.22%, Type 3은 8.36%, Type 4는 7.56%으로 예측되어 Type 4에 의한 개선방안이 도로교통소음 저감효과가 가장 높은 것으로 나타났다. Type 3보다는 Type 2가 우위에 있는 것을 알 수 있다. 한편, Type 5의 소음환경기준 초과비율은 6.92%로서 1.83%의 저감효과가 있는 것으로 나타났다.

Table 6. Result of day(standard : 65dB(A)) unit : %

레벨 dB(A)	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
~35	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
35~40	0.70	0.72	0.71	0.72	0.75
40~45	4.45	4.62	4.58	5.39	5.81
45~50	19.02	19.43	19.39	21.02	21.69
50~55	27.60	27.72	27.72	27.69	27.67
55~60	22.38	22.17	22.19	21.55	21.13
60~65	17.01	17.04	16.97	15.99	15.96
65~70	8.73	8.20	8.34	7.55	6.92
70~75	0.02	0.01	0.02	0.01	-
75~80	-	-	-	-	-
80~85	-	-	-	-	-
초과비율	8.75	8.22	8.36	7.56	6.92
감소비율	-	0.53	0.39	1.19	1.83

Table 7. Result of night(standard : 55dB(A)) unit : %

레벨 dB(A)	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
~35	1.92	1.97	1.95	2.15	2.27
35~40	11.28	11.57	11.52	12.94	13.63
40~45	25.53	26.01	25.97	27.07	27.58
45~50	25.41	25.14	25.15	24.42	24.04
50~55	21.33	21.28	21.25	20.52	20.18
55~60	12.10	11.99	11.98	10.96	10.60
60~65	2.43	2.04	2.17	1.93	1.72
65~70	-	-	-	-	-
70~75	-	-	-	-	-
75~80	-	-	-	-	-
80~85	-	-	-	-	-
초과비율	14.54	14.03	14.15	12.90	12.31
감소비율	-	0.51	0.39	1.64	2.23

야간의 분석결과는 Table 7을 살펴보면, 야간 소음환경기준을 Type 1은 약 14.54% 초과하고 있는 것으로 나타나 주간에 비해 야간 시간대에 기준을 초과하는 지역이 상대적으로 약 1.7배 높은 것으로 나타났다. 야간 소음환경기준 초과비율은 Type 2는 14.03%, Type 3은 14.15%, Type 4는 12.90%로 예측되어 주간과 동일하게 Type 4에 의한 저감효과가 가장 높은 것으로 나타났다. 한편, Type 5의 소음환경기준 초과비율은 12.31%로서 Type 1 대비 2.23%의 소음환경기준을 초과하는 지역의 면적이 감소하는 것으로 나타났다. Grid Noise Map과 동일하게 Type 4에 의한 소음저감 성능이 가장 우수한 것으로 나타났다. 그리고 주간보다는 야간의 초과 비율이 높게 나타난 것이 특이점으로 24시간 지속적인 차량의 운행과 시간에 따른 교통량의 변화가 적은 것에 기인한 것으로 생각된다.

3. 도로단, 층별 소음도의 결과

개선방안별 저감효과를 구체적으로 비교·분석하기 위하여 도로단 및 공동주택의 층별 소음도를 모델링한 주간 결과는 Table 8과 같다.

Type 1의 소음도는 N-1지점 73.0dB(A), N-2지점 64.2~66.7dB(A), N-3지점 77.1dB(A), N-4지점 67.0~69.5dB(A)이다. 소음 저감도는 Type 2의

www.kci.go.kr

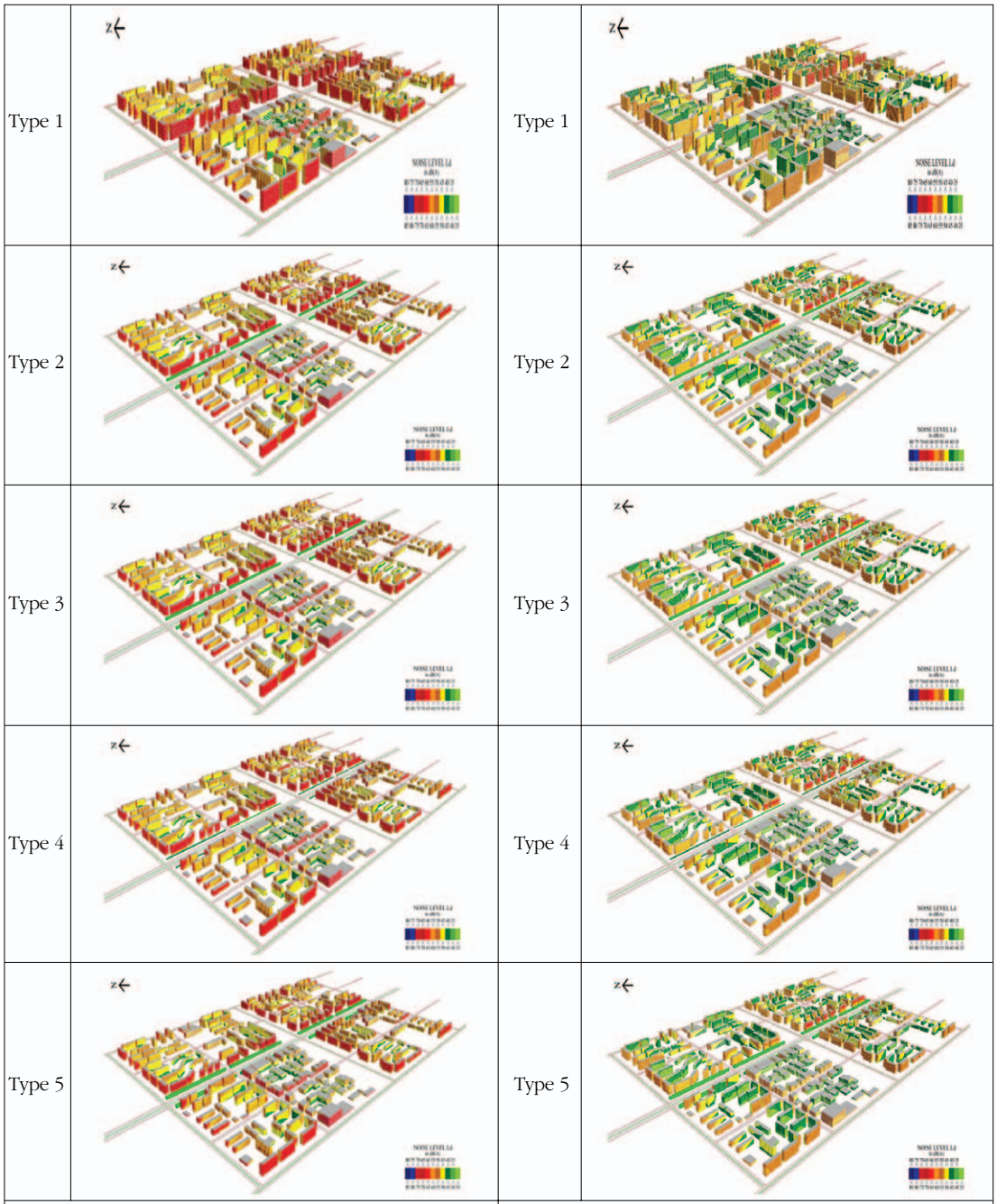

Figure 4. Result of Facade Noise Map

www.kci.go.kr

N-2지점 0.0~0.9dB(A), N-4지점 0.0~0.8dB(A)로 나타났다. Type 3의 N-2지점 0.0~1.0dB(A), N-4지점 0.0~0.9dB(A)이다. Type 4의 소음저감도는 N-2지점 -0.1~7.8dB(A), N-4지점 -0.2~8.2dB(A)로 예측되어 개별시설물 중에서는 Type 4의 소음저감 효율이 가장 높은 것으로 나타났으나, 소음 저감효과는 5층 이하에 한정되어 소음저감 효과 한계를 알 수 있다. Type 4에 의한 저감된 소음도 중 N-2지점 4층 및, N-4지점 4, 6, 7층에서 (-)값을 보이고 있는데, 이는 음의 반사효과 등에 의한 중첩효과 때문으로 판단된다. Type 5의 N-2지점에서 53.3~66.5dB(A), N-4지점 56.4~69.3dB(A)로 예측되었다. 주거지역 중 도로변지역 소음환경기준을 4층 이상에서는 기준에 근접하거나 초과하는 것으로 예측되었다. 그리고 Type 2가 Type 3보다 중층부에 약간은 유리한 것으로 나타났으며, 1층에 한하여 Type 3이 약간 유리한 것을 알 수 있다(Table 8의 음영부분).

야간시간대의 결과는 Table 9과 같다. Type 1의 N-1지점 64.9dB(A), N-2지점 56.1~58.6dB(A), N-3지점 69.0dB(A), N-4지점 58.9~61.4dB(A)이다. 개선방안 중 Type 2의 소음 저감은 N-2지점 0.0~0.9dB(A), N-4지점 0.0~0.9dB(A)로 나타났다. Type 3은 N-2지점 0.0~0.9dB(A), N-4지점 0.0~1.0dB(A)이다. 그리고 Type 4의 N-2지점 -0.1~7.8dB(A), N-4지점 -0.2~8.2dB(A)로 예측되어 개별시설물 중에서는 Type 4의 소음 저감효율이 가장 큰 것으로 나타났다 하지만 주간과 마찬가지로 소음 저감효과는 5층 이하에 한정되어 소음저감 효과 한계를 알 수 있다. Type 4에에 의한 소음 저감이 주간시간대와 마찬가지로 N-2지점 4층 및, N-4지점 4, 6, 7층에서 (-)값을 보이고 있는데, 이는 음의 반사효과 등에 의한 중첩효과 때문으로 판단된다. 한편, Type 5의 소음 저감은 N-2

Table 8. Comparison of noise prediction point(Day)

unit : dB(A)

레벨dB(A)		Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
N-1	도로단	73.0	-	-	-	-
N-2	1층	64.2	63.3	63.2	56.4	53.3
	2층	65.7	64.8	64.8	60.7	58.4
	3층	66.3	65.4	65.4	63.9	62.1
	4층	66.5	65.8	65.9	66.6	65.4
	5층	66.7	66.0	66.5	66.6	65.9
	6층	66.7	66.3	66.6	66.7	66.3
	7층	66.7	66.5	66.6	66.6	66.4
	8층	66.6	66.6	66.6	66.6	66.5
	9층	66.5	66.5	66.5	66.2	66.2
	10층	66.4	66.4	66.4	66.1	66.1
N-3	도로단	77.1	-	-	-	-
N-4	1층	67.0	66.2	66.1	58.8	56.4
	2층	68.6	67.8	67.8	63.2	61.1
	3층	69.1	68.3	68.3	66.5	64.8
	4층	69.3	68.7	68.7	69.5	68.3
	5층	69.5	68.9	69.3	69.5	68.8
	6층	69.5	69.0	69.5	69.6	69.1
	7층	69.4	69.2	69.4	69.5	69.2
	8층	69.4	69.3	69.3	69.4	69.3
	9층	69.2	69.2	69.2	69.1	69.1
	10층	69.1	69.1	69.1	58.9	68.9

Table 9. Comparison of noise prediction point(Night)

unit : dB(A)

레벨dB(A)		Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
N-1	도로단	64.9	-	-	-	-
N-2	1층	56.1	55.2	55.2	48.3	45.2
	2층	57.6	56.7	56.7	52.7	50.3
	3층	58.2	57.3	57.3	55.8	54.0
	4층	58.4	57.7	57.8	58.5	57.3
	5층	58.6	57.9	58.4	58.5	57.8
	6층	58.6	58.2	58.5	58.6	58.2
	7층	58.6	58.4	58.5	58.6	58.3
	8층	58.5	58.5	58.5	58.5	58.4
	9층	58.4	58.4	58.4	58.1	58.1
	10층	58.3	58.3	58.3	58.0	58.0
N-3	도로단	69.0	-	-	-	-
N-4	1층	58.9	58.1	58.0	50.7	48.3
	2층	60.5	59.7	59.7	55.1	53.1
	3층	61.0	60.2	60.2	58.4	56.7
	4층	61.2	60.6	60.6	61.4	60.2
	5층	61.4	60.8	61.2	61.4	60.7
	6층	61.4	60.9	61.4	61.5	61.0
	7층	61.3	61.1	61.3	61.4	61.1
	8층	61.3	61.2	61.2	61.3	61.2
	9층	61.1	61.1	61.1	61.0	61.0
	10층	61.0	61.0	61.0	60.8	60.8

www.kci.go.kr

지점에서 45.2~58.4dB(A), N-4지점에서 48.3~61.2dB(A)로 예측되었으며, 주거지역 중 도로변지역 소음환경기준을 3층 이상에서는 기준에 근접하거나 초과하는 것으로 예측되었다. 그리고 녹지를 적용한 Type 2, 3은 주간과 동일하게 Type 2가 중층부에 약간 유리하며, Type 3은 1층에 유리한 것으로 나타났다(Table 9의 음영부분).

개선효과의 경우 공동주택 5~6층 정도까지 소음저감효율이 높은 것으로 나타났다. 그러나 이와 같은 방음시설도 중층부 이상의 고층부에서는 소음저감효과가 거의 없는 것으로 예측되어 고층 주거지역에서의 저감효과에 한계가 있음을 알 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 도시지역 도로교통소음에 의한 주거지역에서의 영향을 최소화하기 위하여 방음시설별 개선효과와 관련하여 시설별 성능과 개선효과의 모색과 방음시설의 한계를 SoundPLAN이라는 시뮬레이션을 활용하여 소음지도를 구축하여 알아보았다. 그리고 실제 수음자측에서 소음 저감효과를 소음지도에서 예측한 결과를 활용하여 도로교통소음의 영향을 살펴보았다.

그 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 개별 시설별 적용 결과 각 Type별 평균 저감효과는 Type 2는 주간 0.46dB(A), 야간 0.45dB(A), Type 3은 주간 0.36dB(A), 야간 0.36dB(A), Type 4는 주간 2.10dB(A), 야간 1.59dB(A) 감소하는 것으로 예측되어 개별 시설물 중 Type 4의 소음 저감효과가 가장 우수한 것으로 나타났다.

둘째, 소음환경기준을 초과하는 영역은 건축물의 수직적인 분포보다 지면의 1.5m 높이의 평면적 분포의 비율이 높았고, 특히 Type 5를 적용할 때 평면적 분포가 약 1.91% 더 감소한 것으로 나타났다.

셋째, Type 4의 소음 저감효과는 개별 시설물 중 가장 우수한 것으로 나타났다. 그리고 방음시설의 경우 중층부 이상의 고층부에서는 소음 저감효과가 거의 없는 것으로 예측되어 고층 주거지역에서의 저감효과에 한계가 있음을 알 수 있다.

넷째, Type 5는 주 · 야간 평균 약 2.54dB(A)이 감소하였고, Grid Noise Map은 주 · 야간 평균 3.9%, Facade Noise Map은 2.0% 감소하여 하나의 시설이 가지는 효율보다는 여러 시설을 조합한 경우의 소음 저감효과가 큰 것으로 나타났으나, 고층부는 큰 효과가 미치지 않는 것으로 알 수 있었다.

이상의 결과로부터 방음시설 중 수림대는 소음저감시설로서 기능이 방음벽과 비교하면 현저하게 떨어지는 것을 알 수 있었다. 또한 Type 5와 같이 시설을 조합한 경우가 각 시설별 저감량의 합보다 3층 이하에서는 우수한 것으로 나타났다. 그리고 방음시설의 설치 높이에 따른 한계가 있기 때문에 고층부에 대한 방안이 마련되어야 될 것이다. 그리고 수림대의 경우 그 설정은 거리에 따른 저감 성능만을 고려한 것이어서 계절에 따른 수림대의 효과 및 수종에 관한 연구가 향후 필요할 것으로 생각된다.

본 연구 결과의 소음지도는 공간적, 입체적으로 표현이 가능하기 때문에 소음이 문제가 되는 영역을 쉽게 파악할 수 있고, 이에 대한 적절한 대책을 수립하는데 활용이 가능하다. 또한 토지이용계획 시 교통량의 증가, 지형의 다양성 등을 반영한 유동적인 소음지도의 구축을 통한 최적의 토지이용계획 수립에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

고준희 외1, 2006, 소음지도를 이용한 도시 교통 소음 평가방법에 관한 연구, 한국소음진동공학회, 추계학술대회 논문집, 48-53.

국립환경연구원, 1994, 환경영향평가 과정에서 GIS 활용기법에 관한 연구, 35-48.

김경우 외3, 2001, 식생 방음벽의 개발현황 및 적용방안에 관한 고찰, 한국소음진동공학회, 추계학술대회 논문집, 133-138.

김동완 외1, 1996, 공동주택 방음벽의 차음효과에 관한 연구, 동아대학교 공과대학건설기술연구소 논문집, 17-26.

www.kci.go.kr

김명용, 2004, 도로교통소음 관련법제의 개선방안, 한국법제연구원, 11-12.

김선우 외4, 2000, 방음벽에 의한 아파트 단지내 소음감쇠특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 16(8), 135-142.

김병희 외3, 2003, Simulated Annealing 알고리즘을 이용한 방음벽의 최적 설계, 한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집, 1020-1025.

김성균 외1, 2005, 도로변 방음 수림대 유형별 시뮬레이션 모형개발 및 평가, 국농촌계획학회지, 11(2), 통권27호, 59-69.

김형철, 2007, 시흥시 도로교통 방음시설별 성능평가 및 개선방안에 관한 연구, 시흥환경기술개발센터, 66-69.

김형철 외2, 2007, 소음지도 시뮬레이션을 이용한 도로교통소음 개선방안 연구, 한국음향학회지, 26(7), 353-360.

김환길, 1995, 도로 교통 소음에 관한 실태 및 저감방안 연구, 경기대학교.

김홍식 외2, 1995, 방음벽 종류별 반사음 저감효과에 관한 실험적 연구, 건축음향 소음진동(대한건축학회 국제세미나).

박인선, 2003, GIS를 이용한 환경소음지도 개발 연구, 연세대 석사학위논문, 27-37.

오양기 외2, 2004, 방음터널 단면형상에 따른 소음저감 예측 및 특성 평가, 대한건축학회 논문집, 20(8), 181-188.

오진우, 2005, 국내의 소음지도 제작과 활용에 관한 연구, 서울시립대 석사학위논문, 8-18.

이시원, 2006, 소음영향평가 개선을 위한 소음지도의 적용 방안, 서울시립대.

임영빈 외1, 1996, 현장측정을 통한 공동주택단지 인접도로변 방음벽의 차음성능, 대한건축학회 논문집, 12(8), 185-193.

정성수 외3, 2003, 축척모형실험에 의한 방음벽 보강용 수림 효과 연구, 한국소음진동공학회 춘계학술대회 논문집, 1193-1196.

조대승, 2006, GPS 연동 소음계측 결과와 GIS 정보를 이용한 소음지도 작성 시스템, 한국소음진동공학회 학회지, 16(1), 통권 제79호, 18-22.

최정순, 2000, 도로교통소음의 수학적 예측과 소음공간의 오염도분석, 울산대학교.

최형일, 1995, 도로변 인구밀집지역의 교통소음에 관한 연구, 환경공해연구 학술 논문집, 1-32.

한국표준원, 2002, KS A ISO 1996-2 ; 음향-환경소음의 표시 및 측정방법-제2부 : 적절한 토지 이용을 위한 음향데이터의 수집.

Braunstein+Berndt GmbH/SoundPLAN LLC, 2005, "SoundPLAN User's Manual", 63-230.

Morris, Noel A., 2007, "Queensland Rail An example in effective noise mapping and noise control implementation for existing rail operations", Environmental Expert.

小野測器, 2002, SoundPLANによる予測結果と騒音測定結果の対応-建設工事騒音予測手法『ASJ CN-Model 2002』-.

최종원고채택 08. 08. 16

www.kci.go.kr