

소음지도 시뮬레이션을 이용한 도로교통소음 개선방안 연구

A Road Traffic Noise Management Using a Noise Mapping Simulation

김형철*, 정재훈*, 권우택**

(Hyung-Chul Kim*, Jea-Hun Jeong*, Woo-Taeg Kwon**)

*경원대학교 도시계획학과, **울지대학교 보건환경과학부

(접수일자: 2007년 6월 1일; 수정일자: 2007년 7월 6일; 채택일자: 2007년 9월 12일)

급속한 도시화와 인구밀도의 증가로 도시의 주거지역은 점점 고층화, 고밀화 되어가는 추세이다. 그로 인하여 인구의 공간적 집중으로 발생하는 교통수요를 감당하기 위하여 도시내부 도로는 점차 증가하였으며, 주거지역은 도로에 바로 인접하여 개발되고 있다. 이에 따라 도로에 인접한 주거지역의 도로교통소음 문제를 해결하기 위하여 방음벽에 의존하는 실정이었으나, 경관저해, 소음차단성능저해 등 다양한 역기능이 발생하고 있다. 본 연구에서는 방음벽의 역기능을 해소하고 바람직한 개선방안을 제시하기 위하여 도로변에 위치한 주거지역의 현상측정을 통하여 시뮬레이션의 정확도를 검증한 후 방음시설별 성능평가 및 전체 지역을 분석하였다. 그리고 개선방안으로 건축물의 배치형태 변화와 도로단으로부터의 이격거리를 20m 증가시켰다. 분석 결과 도로변과 평행한 공동주택의 피해가 가장 심각하였고, 시설별 분석에서는 방음벽의 성능이 우수하였으며, 건물 배치형태는 30° 배치가 우수하며, 이격거리가 증가함에 따라 교통소음이 감소하는 것으로 나타났다.

핵심용어: 도로교통소음, 소음지도, 등가소음레벨

투고분야: 소음 및 공력음향 분야 (10.4)

Rapid urbanization and population increasing are making a high-rise residential building and high-density residential area. According to spacial concentration of population is occurred road traffic noise problem. Now we are popularly using almost only noise barrier installation, but it makes many disfunctions such as poor landscape, low noise barrier performance and crimes. The purpose of this research is to figure out which is best method one the traffic noise management. Alternative are composed to building layout type (30°, 90°, 180°), separation between road and residential building, noise barrier types (noise barrier only, noise barrier and forests and etc). The noise barrier are shown to reduce barrier and building layout angle 30° position is the best comparing with horizontal and vertical layouts. The gab distance is decreased approximately noise level 5dB (A). We figured out there are noise important method except noise barrier wall and it was analyzed how much decreased. This can be very useful before making a road planning and residential building design.

Key words: Road traffic noise, Noise map, Equivalent noise level

ASK subject classification: Noise and Aeroacoustics (10.4)

I. 서론

우리나라는 급속한 도시화와 인구의 밀집현상으로 소음을 포함한 공해문제는 이미 선진국에 도달해 있다고 해도 과언이 아니다. 특히 우리나라는 협소한 국토를 효율

적으로 이용하기 위한 초고층 건축으로 인해 인구의 공간적 밀집이 두드러지게 나타나고 있다. 이로 인해 공해와 관련된 각종 사회 문제가 대두되고 있는 가운데 최근 몇 년간 사회 전반에 걸쳐 심각한 문제가 되고 있는 것이 소음문제이다 [1].

우리 생활주변의 소음으로는 도로교통소음, 항공기소음, 철도소음, 공장소음 등의 외부소음과 바닥충격음, 급배수소음, 경계소음 등의 내부소음이 있다. 특히 도심지 주거지역의 경우 차량의 급속한 증가와 24시간 지속적인 차량의 운행으로 인한 도로교통소음이 심각하게 대두되고 있고 [2], 소음·진동 관련 민원은 차량의 운행으로 인한 도로교통소음이 심각하게 대두되고 있는 실정으로, 소음진동 관련 민원은 삶의 질 향상으로 정온한 생활환경에 대한 욕구 증가로 1996년부터 증가하고 있으며, 2004년은 2003년에 비해 13% 증가한 29,576건 발생하였으며, 지난 5년 동안 4배 증가하는 등 민원이 지속적으로 증가하고 있는 것으로 조사되었다. 그리고 소음진동민원 중 생활소음 민원이 95.5%, 공장소음 2.5%, 교통소음 1.5%순으로 나타났다 [3].

또한 도로교통소음은 현재 수동 자동 측정망을 이용한 소음도의 측정은 주간 4회 및 야간 2회에 각각 5분간의 측정을 통하여 소음도를 평가하는 것은 24시간 지속적으로 운행을 하는 지역의 도로교통소음의 평가방법으로 비현실적이라 할 수 있다 [4].

따라서 본 연구에서는 기존에 조성된 주거지역을 대상으로 실제 교통량을 이용하여 현장 측정 소음도와 예측 소음도의 비교를 통하여 예측 소음도의 정확성을 검토하고, 현장 측정 대상지에 대해 「SoundPLAN」을 활용하여 주·야간의 등가소음레벨로 소음지도를 구축한 후 분석을 한다. 그리고 「SoundPLAN」을 활용하여 주변 물리적인 소음저감 요소를 배제하고 건물의 배치형태와 도로단으로부터의 이격거리만을 변화시켜 교통소음 개선방안을 제시하고자 한다.

II. 이론적 고찰

2.1. 소음지도

소음지도는 일반적으로 지역소음지도 (Local noise map), 도로교통소음지도 (Road traffic noise map), 철도소음지도 (Rail noise map), 항공소음지도 (Aircraft noise map)가 있으며, 지역소음지도를 제외한 나머지 소

음지도는 운송수단에 따라서 제시된 지도이다. 지역소음지도는 어떤 지역의 측정된 소음을 바탕으로 현재 소음환경을 GIS를 이용하여 표현한 지도이다. 도로교통소음지도는 도로상에서 발생하는 소음도를 영향인자 (교통량, 도로현황, 주위환경)와 수학식을 통해 예측된 결과 값을 이용하여 제작한 지도이다. 철도소음지도와 항공소음지도도 도로교통소음과 마찬가지로 각각의 영향인자와 예측식을 통해 제작된 지도이다.

소음지도는 1990년대에 유럽에서 각국의 소음저감을 위하여 정책적으로 제시되었으며, 2000년 이후, 유럽의회 (EC)는 장기적인 소음정책의 발전을 위해서 EU Noise Expert Network를 신설하였으며, DIRECTIVE 2002/49/EC를 채택했다. 이로 인해 그동안 자국마다 독자적인 방법으로 제작되던 지도가 통합될 계획이며, 기존의 소음지도 외에 소음노출인구수 및 소음노출가구수를 산정하여 지도를 제작할 예정이다. 또한 미국은 공해주변의 소음도를 상시 측정하여 항공소음지도를 제작하여 일반인에게 공개하고 있으며, 우리나라도 이에 대한 연구가 이루어지고 있다 [5].

2.2. 「SoundPLAN」

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

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 RLS90/DIN18005를 이용하였다 [6].

RLS90은 점음원 예측방법을 사용하며 음의 확산, 지표감쇠, 차음, 반사 등을 고려한다. 이 기준은 음원모델과 전달모델 두 가지로 나누어져 있고, 음원 모델인 경우는 교통자료와 도로에서 25m이격된 자점의 4m 높이에서 기준 소음도를 이용하며, 전달모델은 음원의 낮과 밤의 평균 소음레벨을 입력하여 수음점에서의 낮과 밤의 소음레벨을 계산한다. 그리고 소음레벨 계산시에는 차량 (시

간당 통과차량의 수, 대형차량의 비율, 속도 (소형, 대형), 도로표면, 도로의 구배, 자중반사보정의 자료가 필요하다 [7].

2.3. 측정기준 및 평가방법

우리나라는 도로변에 주거지역이나 공동주택을 건설할 경우 「주택건설기준등에 관한 규정」에 따라 건설지점의 소음도가 65dB(A) 이상인 경우 소음발생시설로부터 수평거리 50m 이상 떨어진 곳이거나 방음시설을 설치하여 건설지점의 소음도가 65dB(A) 미만이 되면 허가를 받을 수 있다. 또한 「공동주택의 소음측정기준」은 주택건설기준 등에 관한 규칙 제3조의 규정에 의한 공동주택 단지의 소음측정기준 및 측정방법을 정의하고 있다. 특히 4층 이상인 공동주택은 1층의 실측 소음도와 5층의 예측 소음도를 합하여 평균한 소음도를 측정소음도로 한다. 이는 현재 초고층 공동주택이 주를 이루는 주거지역의 측정방법으로 적절하지 못하여 건설교통부는 2006년 11월 고층 공동주택을 고려한 측정 방법으로 6층 이상인 경우에 한하여 세대 안에 설치된 모든 창호를 닫은 상태에서 거실에서 측정한 소음도가 45dB(A) 이하인 경우 건설의 허가를 받도록 개정하여 2008년부터 시행될 예정이다 [8].

표 1. 소음환경기준(9) (단위 : Leq dB(A))
Table 1. Environmental noise standard. (unit : Leq dB(A))

지역 구분	적용대상지역	주간 (06:00~22:00)	야간 (22:00~06:00)
일반 지역	"가"지역	50	40
	"나"지역	55	45
	"다"지역	65	55
	"라"지역	70	65
도로변지역	"가", "나" 지역	65	55
	"다"지역	70	60
	"라"지역	75	70

"가"지역 : 녹지, 전용주거, 자연환경보전지역 및 학교, 병원주변 50m 이내
 "나"지역 : 일반주거, 준주거지역, 준도시지역 중 시설용지외의 지역
 "다"지역 : 상업, 준공업지역
 "라"지역 : 일반공업, 전용공업지역, 도시지역 및 준도시지역 중 시설용지 지구

그리고 측정시각과 횟수는 낮시간대 (06:00~22:00)는 측정지점에서 2시간이상 간격으로 1회 5분간 4회이상, 밤시간대 (22:00~06:00)는 2시간이상 간격으로 1회 5분간 2회 이상 측정하여 산술평균한 값을 측정소음도로 정의하고 있다. 또한 토지이용지역에 따른 교통소음은 환경정책기본법 소음환경기준에 따라 도로변지역과 일반지역으로 구분하여 적용을 하고 있다.

III. 소음지도의 작성 및 분석

3.1. 조사방법과 입력자료

평가 지역은 시흥시의 주거지역 중 다양한 형태의 방음 시설과 주거지 주변의 도로망이 체계적으로 구축되어진 정왕대로변을 선택을 하였다. 교통량은 아래의 <그림 1>과 같이 각 블록의 교차로를 조사지점으로 하여 총 25곳의 교차점에서 교통량을 조사 하였으며, 각 블록 구간별 교통량을 구하기 위하여 40개의 구간에 대한 교통량으로 환산하였다. <그림 2>는 조사지역의 Key Map으로서 정왕대로와 주변의 도로를 중심으로 16개의 블록으로 나누어 구분하였다.

「SoundPLAN」을 이용한 소음지도 중 2차원적 평면을 나타내는 Grid Noise Map의 경우 지표면으로부터 높이가 1.5m의 평면상 공간의 소음분포를 나타낸 것이다. 그리고 건물의 높이에 따른 수직적인 소음분포를 알아보기

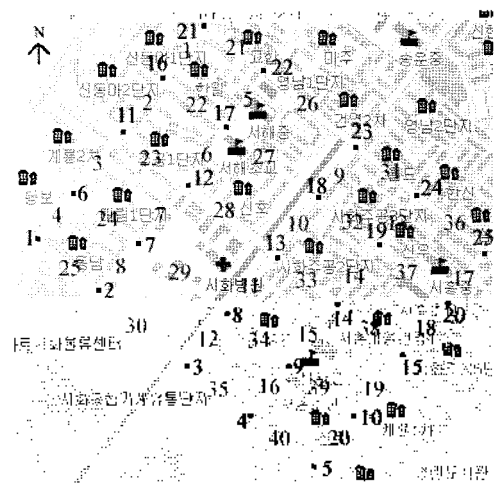


그림 1. 교통량 조사지점 (●: 교차로)
Fig. 1. Traffic volume research point (●: Intersection).



그림 2. 조사지역의 Key map
Fig. 2. Key map of research area.

위해 건물 표면의 소음도를 나타내는 3D-Facade Noise Map를 만들었고, 건물의 벽면 반사를 고려하지 않았다. 또한, 평가지역을 1m×1m의 격자로 나누었고, 건물도 동일한 격자로 나누어 계산을 하였다. 교통입력자료는 평일 일일교통량을 구한 뒤 주·야간으로 구분을 하여 시간단위로 환산을 하였다. 도로는 실제도로의 제원을 활용하였다. 그리고 건축물의 경우 현장조사에 따라 동일한 층수로 설정하였다 [10]. 소음도는 환경정책기준법의 평가방법에 따라 주야간으로 구분하였고, KS A ISO 1996-2에 의한 방법에 따라 RGB코드를 사용하여 5dB 간격으로 나누어 소음영역을 구분하였다 [11].

3.2. 실측 소음도와 예측 소음도의 비교

시흥시의 정왕대로변에 위치한 도로변 공동주택 앞 3시점에 대한 실측 소음도와 예측 소음도를 검증한 결과는 아래의 <표 2>와 같고, 각 측정지점의 해당 도로단의 소음도를 기준으로 비교하였다.

표 2. 실측 소음도와 예측 소음도의 비교
Table 2. Comparison of actual sound level and predicted sound level.
단위 : dB(A)
unit: dB(A)

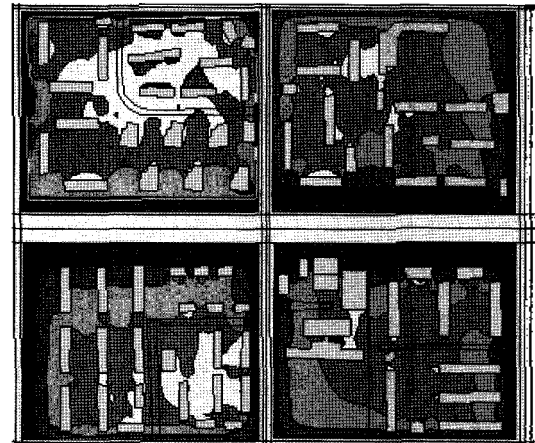
측정지점		실측 소음도	예측 소음도	차이
A 아파트	주간	73.3	75.2	-1.9
	야간	69.9	68.9	1.0
B 아파트	주간	70.0	72.8	-2.8
	야간	67.5	66.9	0.6
C 아파트	주간	69.1	71.9	-2.8
	야간	65.2	67.2	-2.0

실측 소음도와 예측 소음도를 비교한 결과, 실측 소음도에 대한 예측 소음도의 차이는 최대 2.8dB(A), 최소 0.6dB(A)의 오차를 나타내고 있다. 기존의 소음시뮬레이션 프로그램의 오차범위와 비교하였을 때, 「SoundPLAN」에 의한 예측 소음도는 실측 소음도와 근사하다는 것이 검증되었다. 또한 고준희 (2006), 오진우 (2005)는 「SoundPLAN」을 사용하여 실측결과와 예측한 결과를 비교한 결과 1~2dB(A)의 오차를 나타내어 비교적 정확하다고 검증을 하였다.

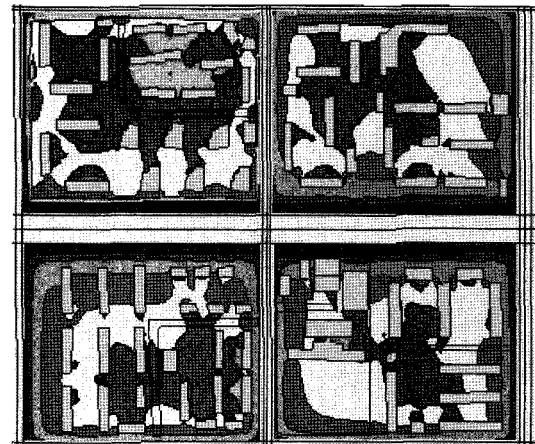
3.3. 교통소음의 평가

평면 결과는 전체 중 일부인 G, H, K, I, 블록만 (그림 3)에 나타내었다. 주·야간 모두 도로에 변한 지역 중 교통량이 많은 정왕대로와 녹지로, 정왕중앙로, 우곡천동로에 면한 주거지역이 다른 영역에 비해 다소 높은 소음레벨로 나타나며, 단지 내부는 대체로 소음환경기준을 만족하는 것으로 나타나고 있다.

주간 경우 정왕대로변의 블록 중에서 방음시설이 설치된 곳과 그렇지 못한 곳의 경우 도로변의 소음레벨이 5~10dB(A)의 차이가 나타나고 있다. 그리고 방음림으로 구성된 K블록은 방음벽과 방음림으로 구성된 G블록보

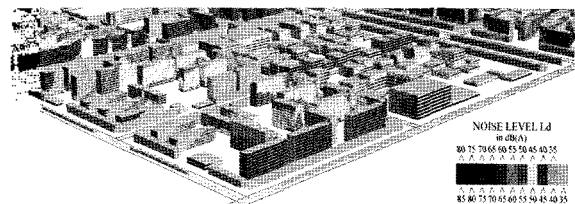


a) 주간 Daytime

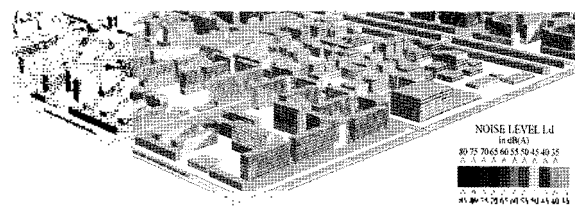


b) 야간 Nighttime

그림 3. 그리드 맵 결과
Fig. 3. Result of Grid Noise Map.



a) 주간 Daytime



b) 야간 Nighttime

그림 4. 파사드 맵 결과
Fig. 4. Result of Facade Noise Map.

표 3. 소음환경기준 초과 비율

Table 3. Environmental noise standard excess ratio.

구분	주간		야간	
	평균	수직	평균	수직
초과비율	26.15%	5.67%	33.85%	11.96%

다 도로에 면한 영역은 전체적으로 10dB(A)이상 높게 나타나고 있다. 또한 방음벽이 설치된 주거지역의 경우 다른 주거지역에 비해 방음벽 뒤쪽으로 특히 낮게 나타나고 있으며, 단지 내부의 소음도 또한 낮게 나타나고 있다. 도로교통에 의한 피해 지역은 주로 단지내부보다는 도로변에 면한 건물들임을 알 수 있다.

수직 결과는 전체 중 일부인 I, J, M, N블록만 <그림 4>에 나타내었다. 주간은 서촌마을2길, 정왕중앙로, 정왕대로에 면해 있는 건물의 전면부의 경우 대체적으로 60dB(A)이상으로 나타나며, 야간은 정왕대로에 면해 있는 건물의 전면부의 경우 대체적으로 55dB(A) 이상으로 나타나고 있다. 그리고 도로변 건물들은 후면부가 전면부에 비해 1~2단계 낮게 나타나고 있다. 특히 주간의 경우 정왕대로에 면한 J, K블록내의 직각배치 건물들도 60dB(A)이상으로 나타나고 있다. 그리고 주·야간 모두 블록내부의 건물들을 보면 저층부부터 단계적으로 소음 레벨이 증가하며, 교통소음에 의한 피해 지역은 주로 단지내부보다는 도로변에 면한 건물들임을 알 수 있다.

소음환경기준을 초과한 비율은 <표 3>과 같다. 수평, 수직 모두 주간보다는 야간의 초과비율이 높은 것으로 나타나고 있다. 그리고 수평의 비율보다 수직의 비율이 낮은 것은 면적의 차이로 인한 것으로 보여지며, 위의 3D-Facade Noise Map의 결과에서 나타났듯이 도로변에 면한 건물의 소음환경기준 초과비율이 높음을 보여준다.

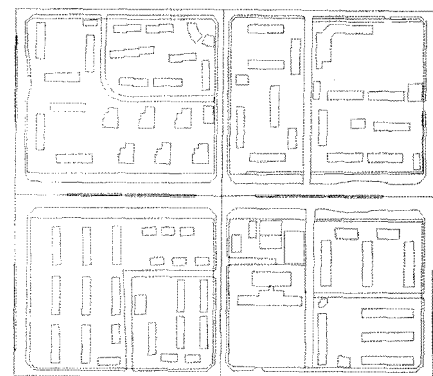
IV. 소음지도의 작성 및 분석

건물 배치와 이격거리에 따른 교통소음의 영향 및 교통소음 저감방안을 살펴보기 위해 <그림 2>의 G, H, K, L블록을 선정하고 건물의 배치형태의 변화에 따른 소음도의 변화와 도로와의 이격거리 변화에 따른 소음도의 변화를 예측하였다. <그림 5>와 같이 배치형태는 실제배치와 단지내부의 배치를 도로변에 평행하는 배치와 도로변과의 각도가 30° 를 이루게 변형시켜 배치를 하였다. 그리고 이격거리는 실제배치를 그대로 사용하고, 단지를 도로단으로부터 20m 후퇴시켰다. 그리고 도로단과 주거지역

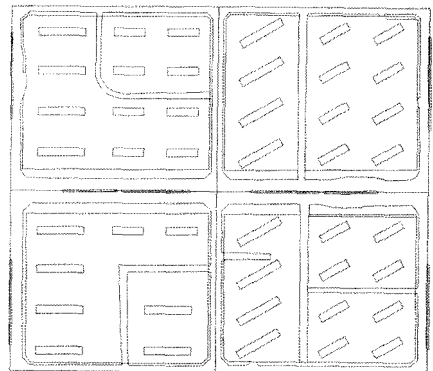
사이의 공간만 늘어난 형태로서, 도로와 단지 사이의 면적이 약 7.9% 증가 하였다. 마지막으로 도로변에 설치된 방음벽과 수림대를 전부 배제를 하였다.

4.1. 배치형태의 변화에 따른 효과분석

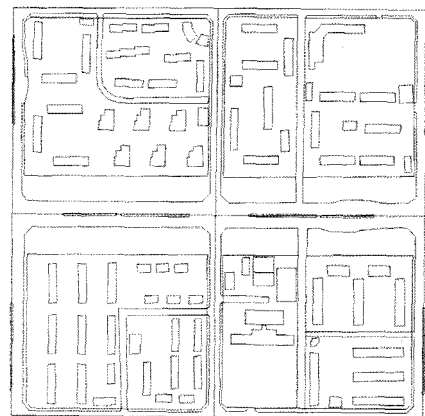
<그림 6>를 살펴보면, 평면적으로는 도로변에서 발생하는 소음을 전면에서 받아들이는 평행배치가 소음을 차단하는 방음벽의 역할을 하여 후면에 위치한 블록 내부와 주거지역은 5~10dB(A)정도 감소할 것을 알 수 있다. 도로변에 대해 직각배치 및 30° 배치의 경우보다 평행배치



a) 기본형태 Basic



b) 배치형태 변화(평행, 30°) Building layout change



c) 이격거리 변화(20m) Distance increase

그림 5. 개선방안

Fig. 5. Improvement plan.

일때의 소음차단 효과가 높게 나타나고 있으며, 블록내부로 진입하는 소음은 30° 배치(직각배치)평행배치의 순서를 보이고 있다. 특히 30° 배치의 경우 도로의 주행방향의 역방향으로 배치되어 있어서 도로교통소음이 블록내부로 진입하는 비율이 높게 나타나고, 소음 전파의 형태가 불규칙적인 것을 알 수 있다. 그리고 기존의 다양한 형태의 배치가 존재하는 변경 전의 결과가 변경 후의 결과보다는 폭넓은 레벨 폭을 나타내고 있다. 그러나 도로에 면한 부분을 제외한 부분에 대해서는 변경 전의 결과는 최소치가 45~40dB(A)까지 나타나지만, 변경 후는 한 단계 높은 50~45dB(A)으로 나타나고 있다. 수직적으로는 변경 전·후 관계없이 도로에 면한 영역의 건물들은 70~65dB(A)로 나타나고 있다. 그리고 도로에 면한 건물의 경우 도로쪽 방향과 반대쪽은 약5~10dB(A)의 차이를 보이며, 도로의 진행방향측과 그 반대측도 동일한 경향이 나타나고 있다.

야간의 소음도 예측결과인 <그림 7>를 살펴보면, 주간과 비슷한 경향으로 나타나고 있다. 도로변에서 발생하는 소음을 전면에서 받아들이는 평행배치가 소음을 차단하

는 방음벽의 역할을 하여 후면에 위치한 블록 내부와 주거지역은 최대 20dB(A) 정도 감소한 것을 알 수 있다. 블록내부로 진입하는 소음은 주간과 비슷한 경향인 30° 배치(직각배치)평행배치의 순으로 나타나고, 건물과 건물 사이의 공간이 확장되면서 음이 확장되는 것을 알 수 있다. 변경 후는 변경 전보다 일정한 경향을 나타내면서 소음레벨이 감소하는 것을 알 수 있다. 그 경향은 도로로부터 떨어질수록, 고층부로부터 저층부로 내려올수록 감소하는 경향이 두드러지게 나타나고 있다.

Grid Noise Map 상에서 소음기준을 초과하는 영역과 만족하는 영역은 <표 4>와 같다. 구분은 평행배치로 한 G, K블록과 30° 배치로 한 H, L블록으로 나누었다.

소음환경기준을 초과하는 영역의 비율을 살펴보면, 평면적으로는 배치형태의 변형에 따른 저감효과는 나타나지만, 최대 1.4%로 큰 효과는 나타나지 않았다. 그러나 수직적으로는, 수직배치는 악화되는 반면에 30° 배치는 최대 6.4%까지 개선되는 것으로 나타났다.

배치형태에 따른 영향을 살펴본 결과, 배치에 의한 교통소음 저감을 위해서는 평면적으로는 도로와 평행한 건

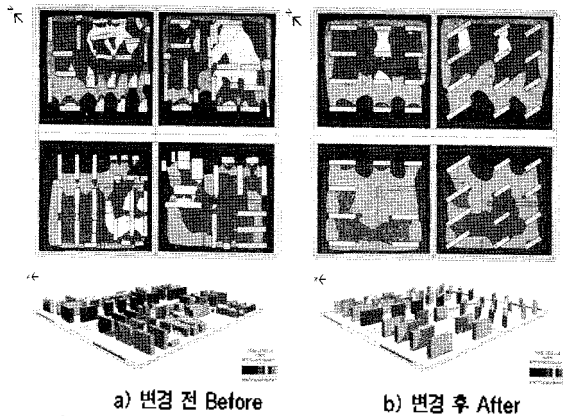


그림 6. 배치형태 변화에 따른 결과(주간)
Fig. 6. Result of building layout change(Daytime).

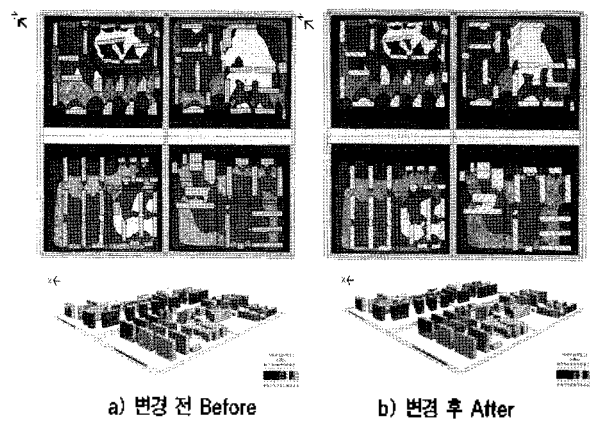


그림 8. 이격거리 증가에 따른 결과(주간)
Fig. 8. Result of distance increase(Daytime).

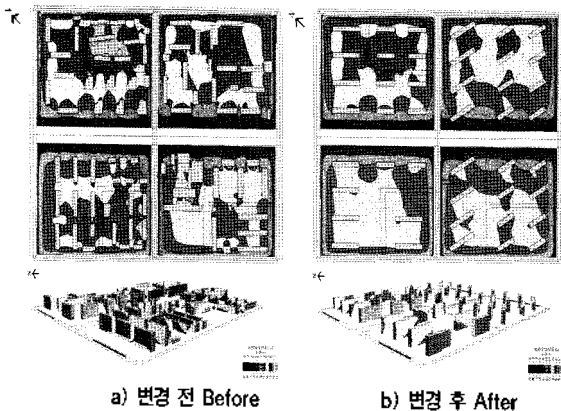


그림 7. 배치형태 변화에 따른 결과(야간)
Fig. 7. Result of building layout change(Nighttime).

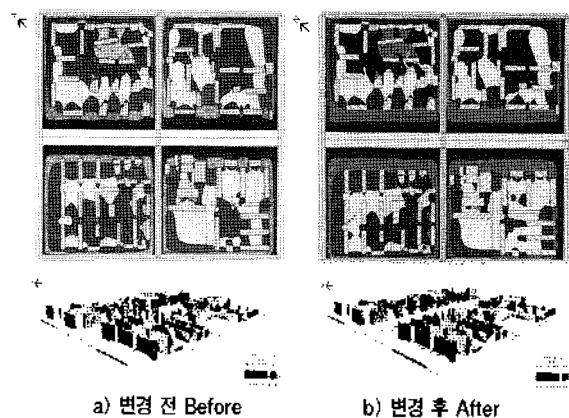


그림 9. 이격거리 증가에 따른 결과(야간)
Fig. 9. Result of distance increase(Nighttime).

표 4. 소음환경기준 초과 비율

Table 4. Environmental noise standard excess ratio.

구분	블록구분	초과 비율	
		평면	수직
주간	기준배치(G, K블록)	34.3%	9.1%
	평행배치	33.9%	12.6%
야간	기준배치(G, K블록)	39.6%	13.0%
	평행배치	38.7%	14.3%
주간	기준배치(H, L블록)	35.7%	13.0%
	30°배치	34.3%	11.6%
야간	기준배치(H, L블록)	43.5%	19.8%
	30°배치	42.3%	13.4%

표 5. 소음환경기준 초과 비율

Table 5. Environmental noise standard excess ratio.

구분	블록구분	초과 비율	
		평면	수직
주간	기준배치	13.8%	10.9%
	이격거리 증가	11.1%	7.3%
야간	기준배치	20.0%	16.1%
	이격거리 증가	18.9%	13.9%

블을 배치하는 것보다는 30° 배치와 직각배치가 약간의 개선효과가 있으며, 수직적으로는 30° 배치가 가장 효과가 있는 것을 알 수 있다.

야간의 결과 <그림 9>을 살펴보면, 변경 전의 도로에 면한 영역의 경우 소음기준을 만족하지 못하였으나, 변경 후에는 만족하는 영역이 증가하는 것을 알 수 있다. 도로에 면한 건물의 경우 최대값의 소음레벨이 1단계가 낮아진 것을 알 수 있다.

평면의 경우 소음환경기준 초과비율은 이격거리의 증가에 따라 면적이 증가한 관계로 단지의 부지 면적만 적용하여 계산한 결과는 <표 5>와 같다. 평면적으로는 주·야간 모두 개선효과가 나타나지만, 야간보다 주간 효과가 더 큰 것으로 나타났다. 그리고 수직의 경우도 동일하게 나타나며, 개선의 효과는 평면보다는 큰 것으로 나타났다. 이격거리의 증가에 따른 효과는 야간보다는 주간에서 크게 나타나고 있으나, 전체적으로 10%이상이 교통소음의 피해영역으로 남아있다.

V. 결론

도로교통소음의 특성을 고려하여 개선방안을 제시하기 위해서 시뮬레이션 프로그램인 「SoundPLAN」을 이용하여 현장측정과의 비교를 통한 유효성을 검증한 후 도로교통소음 개선방안으로 배치형태, 도로단으로부터의 이격거리의 변화 등을 고려하여 시뮬레이션을 해보았다. 그 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

「SoundPLAN」의 적용 가능성과 오차범위를 검증한 결과, 실측 소음도와 예측 소음도의 차이는 최대 2.8dB(A), 최소 0.6dB(A)의 오차를 보이고 있어 「SoundPLAN」을 활용한 예측 소음도가 실측 소음도와 근사한 소음도임을 검증하였다.

정량대로변의 소음지도를 작성한 결과, 방음벽의 종류는 다소 차이가 있으나 방음벽의 유무에 따라 5~10dB(A)의 차이가 나타났고, 방음림만으로 구성된 경우보다는 방음벽과 방음림의 조합에 의해 구성된 영역 소음레벨이 낮은 것으로 나타났다. 그리고 소음환경기준의 초과 비율은 주간보다는 야간의 초과 비율이 높게 나타났다. 이는 주간에 비하여 야간의 교통량이 크게 감소하지 않음을 의미한다.

방음시설별 성능평가를 한 결과 방음시설이 도로교통소음을 차단하는 효과는 다소 차이는 있으나, 방음벽이 방음림보다는 우수한 것을 알 수 있었고, 성능은 고층부에는 미치지 못하고 저층부에서 발휘되는 것을 알 수 있었다.

배치형태의 변화에 따른 소음지도 작성결과, 도로변에서 발생하는 소음을 전면에서 받아들이는 평행배치가 소음을 차단하는 방음벽 역할을 하여, 후면에 위치한 블록 내부의 소음레벨을 감소시키는 것으로 나타났고, 블록내부로 진입하는 소음레벨은 30° 배치 직각배치 평행배치의 순으로 나타났다. 그리고 수직적으로는 변경 전·후에 관계없이 도로에 면한 영역의 건물들은 70~65dB(A)로 나타났다. 개선방안을 분석해 본 결과 배치형태의 경우 도로에 면한 경우 소음의 영향이 적은 것은 직각배치이나 블록내부를 고려하면 평행배치가 내부의 소음레벨이 낮은 것으로 나타났다. 이격거리의 변화에 따른 결과는 도로에 면한 건물의 저층부에 소음레벨의 감소 효과가 있는 것으로 나타났지만, 고층부는 영향이 적은 것으로 나타나고 있다. 이와 같이 고층부의 소음이 문제로 나타나고 있기 때문에 소음원으로부터의 적절한 이격거리 확보나 소음원의 반사나 굴절 등을 고려한 방음시설의 설치가 필요한 것으로 판단된다.

간선도로변에 면한 고층주거건물의 소음예측 시뮬레이션 결과, 소음 환경기준을 초과하는 곳이 많이 나타났다. 따라서 고층주거용 건물이 점차 확산되고 있는 시점에서 고층건물의 교통소음관리에 방음벽이 가지는 한계를 극복하기 위하여 소음을 고려한 토지이용계획과 규제가 필요하다고 보며, 본 연구결과는 이의 방법개발과 적용에 있어서 매우 유용한 연구로 판단된다. 그리고 소음예측

모델링 후 그 결과에 따라 적절한 소음방지대책을 가상적으로 적용한 후 개선효과를 비교 검토한 후 사후계획에 반영할 수 있는 도시소음방지개선계획수립에 관한 연구가 필요하다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 시흥환경기술개발센터의 2006년 연구개발 사업과제에 의해 연구되었습니다. 이에 감사 드립니다.

참고 문헌

1. 오양기, 김하근, 이원익, "방음터널 단면형상에 따른 소음저감 예측 및 특성 평가," 대한건축학회 논문집, 20 (8) 181-188, 2004
2. 김선우, 김경모, 박현구, 김형렬, 김태완, "방음벽에 의한 아파트 단지내 소음감쇠특성에 관한 실험적 연구," 대한건축학회 논문집, 16 (8) 135-142, 2000
3. 환경부, 최근 5년간 소음·진동민원 4배 증가, (환경부 보도자료, 2005)
4. 고준희, 박수진, 장서일, 임재석, 이병찬, "소음지도를 이용한 도시 교통 소음 평가방법에 관한 연구," 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, 48-53, 2006
5. 박인선, GIS를 이용한 환경소음지도 개발 연구, (연세대 석사학위논문, 27-37, 2003)
6. 오진우, 국내외 소음지도 제작과 활용에 관한 연구, (서울시립대 석사학위논문, 8-18, 2005)
7. Braunstein+B Berndt GmbH/SoundPLAN LLC, *SoundPLAN User's Manual*, (63-230, 2005)
8. 건설교통부, "주택건설기준 등에 관한 규정 일부 개정령안 입법예고," 건설교통부 공고 제401호, 2006
9. 국가표준종합정보센터, KS A ISO 1996-2 ; 음향-환경 소음의 표시 및 측정방법-제2부 : 적절한 토지 이용을 위한 음향데이터의 수집, (2004)
10. 김형철, 시흥시 도로교통 방음시설별 성능평가 및 개선방안에 관한 연구 (시흥환경기술개발센터, 66-69, 2007)
11. 환경부, 소음·진동공감시험방법, (환경부 고시 제2003-221호, 2003)

• 정재훈 (Jea-Hun Jeong)



2002년: 밀양대학교 건축공학과 (공학사)
 2006년: 일본 오이타대학교 복지환경공학전공 (공학석사)
 2007년~현재: 경원대학교 도시계획학과 박사과정

• 권우택 (Woo-Taeg Kwon)



1984년: 연세대학교 환경과학과 (보건학사)
 1986년: 연세대학교 환경관리전공 (보건학석사)
 2000년: 경원대학교 도시계획전공 (공학박사)
 2007년 3월~현재: 을지대학교 보건환경과학부 교수

저자 약력

• 김형철 (Hyung-Chul Kim)



1980년: 연세대학교 건축공학과 (공학사)
 1982년: 연세대학교 도시계획전공 (공학석사)
 1987년: 연세대학교 도시계획전공 (공학박사)
 1985년 3월~현재: 경원대학교 도시계획학과 교수