

# U-City 건설을 위한 LiDAR 자료를 이용한 도심지 도로교통소음 영향의 시뮬레이션 분석 Noise Simulation of Road Traffic in Urban Area Using LiDAR Data for U-City Construction

조재명<sup>1)</sup> · 이동하<sup>2)</sup> · 윤홍식<sup>3)</sup> · 이승헌<sup>3)</sup>

Cho, Jae Myoung · Lee, Dong Ha · Yun, Hong Sic · Lee, Seung Huhn

## Abstract

In this study, we have intended to precisely analyze the aspect of propagation and the extent of damage due to the traffic noise as known as a main source of noise in urban area. The propagation of traffic noise has a strong relationship between distance and shape of surface. Thus, it is necessary to consider the distribution of buildings for estimating effects of noise in urban area because noise propagations will be affected by buildings. For this, we developed the DEM and DBM using the airborne LiDAR data in the study area and compared with results from the noise simulations using the each model. The extent of damage occurred by the traffic noise above 60 dB (A) from the case of DEM were shown at the 60% of a whole study area, whereas the extent from other case of DBM were shown at the 30% of a whole study area. Also, the extent of the noise levels between 45 dB (A) and 50 dB (A) will be generally recognized as calm environment was increased (the 0% to the 43%) in the case which simulated with building informations. These results indicated that the shape informations of buildings like a DBM is a essential source to simulate the propagation of traffic noise in urban area especially. With results in this study, the effect of traffic noise at a specific area will be easily and precisely estimated if we have the LiDAR data and a traffic census for Korea. Furthermore specific area's traffic noise simulation could be possible using only road traffic information once we have DBM data from LiDAR surveying. This also could be applied as a base data for noise pollution petitioning, traffic planning, construction, etc. in huge city planning projects like a U-City.

Keywords : Road Traffic Noise, Noise Propagation, Airborne LiDAR data, Shape Information of Buildings, Noise Simulation

## 초 록

본 연구에서는 주요한 소음원의 하나인 도로교통소음의 도심지에서의 전파양상과 피해정도의 명확한 분석을 위해 항공 LiDAR 자료를 이용하여 건축물이 포함되지 않은 지형자료(DEM; Digital Elevation Model) 및 건축물 정보가 포함된 지형자료(DBM; Digital Building Model)를 각각 작성하고, 각 자료별로 소음영향평가를 수행하여 그 결과를 비교하였다. 그 결과, 건축물 정보가 없는 경우 도로교통소음의 전파로 인하여 연구대상지역의 약 60%의 면적이 60dB(A) 이상의 소음에 노출되는 것으로 분석되었으나, 건축물 정보가 있는 경우는 약 30% 정도의 면적만이 노출되는 것으로 분석되었다. 또한, 정온한 환경으로 인식되는 45~50dB(A) 소음도 구간의 면적이 건축물이 없는 경우 0%에서 건축물이 있는 경우 43%로 나타나 건축물에 의해 도로교통소음의 전파양상이 크게 영향을 받는 것을 알 수 있었다. 따라서 정확한 도로교통소음의 영향을 예측하기 위해서는 건축물 형상에 대한 정보가 필수적으로 포함하여야 할 것으로 판단되었다. 이러한 연구의 결과를 토대로 향후 항공 LiDAR 측량 등을 통하여 전국적인 규모의 건축물 정보가 획득된다면, 도로교통량정보를 이용한 도로교통소음 영향평가를 효율적으로 수행할 수 있을 것으로 판단되며, 이는 U-City 등과 같은 대규모 도시건설에서 소음문제예방, 교통계획 및 시공계획 수립 등을 위한 기초자료로서 활용이 가능할 것이다.

핵심어 : 도로교통소음, 소음전파, 항공 LiDAR 자료, 건축물 정보, 소음영향평가

- 1) 정회원 · 성균관대학교 건설환경시스템공학과 Post-Doc., 공학박사(E-mail:jmcho@geo.skku.ac.kr)
- 2) 연결저자 · 정회원 · 성균관대학교 건설환경시스템공학과 연구원, 박사수료(E-mail:dhlee@geo.skku.ac.kr)
- 3) 정회원 · 성균관대학교 사회환경시스템공학과 부교수, 공학박사(E-mail:yhs@geo.skku.ac.kr)
- 4) 한진정보통신 기술연구소(E-mail:shlee4@hist.co.kr)

# 1. 서 론

인간의 가청범위(20~20,000Hz)에서 발생하는 소음은 귀에서 감지하는 감각공해로서 생리적인 장애를 일으키는 크고 불쾌한 음과 음의 청취를 방해하고 학습과 사무능률을 저하시키는 음, 휴식과 수면을 방해하는 음 등으로 정의할 수 있다(최기주 외, 2001). 이러한 소음의 영향과 피해 정도는 소음도가 크거나, 주파수가 고주파음인 경우, 또한 지속시간이 길고 충격성이 클수록 크다고 알려져 있다(정일록, 1988). 표 1은 소음의 영향을 표시한 것으로 소음은 크기에 따라 인간에게 신체적·정신적으로 심각한 악영향을 끼치는 것을 알 수 있다(박영민, 2001).

환경부 보도자료(2006)에 의하면 최근 5년간 소음·진동민원이 약 4배정도 증가하여, 정부에서 소음 감소를 위한 종합대책을 강구하고 있으며, 소음방지대책으로 다양한 소음 발생원인(소음원)에 대한 소음영향평가를 실시하고, 이를 통해 소음규제 및 저감대책을 마련하여 실시하고는 있다. 하지만 복잡한 소음의 전파 양상 및 실제적인 소음원에 대한 규제의 어려움으로 인하여 효율적인 소음 개선효과는 미흡한 실정이다(강대준 외, 1999).

보다 효율적인 소음저감을 위해서는 소음원에 대한 정량적인 분석을 통하여 실제 소음의 전파 및 이에 따른 정확한 소음피해범위 산정 등이 이루어져야 한다. 이러한 연구의 일환으로 다양한 소음원에서 소음도를 측정하고, 실제와 유사한 환경에서의 소음전파 양상을 분석하려고 하는 노력이 계속 되고 있다(김재수 외, 2004; 최기주 외, 2001; 조기호, 1997). 이와 같은 연구는 소음영향에 대한 정확한 평가지표를 수립하는 데 기여할 수 있으며, 최종적으로 소음영향도의 작성과 같은 성과를 통하여 소음저감대책의 마련 및 소음민원해결을 위한 기초자료로서 활용될 수 있다.

표 1. 소음의 영향

소음레벨	환경소음	영향
90dB(A)	공기압축기	청력손실 가능
80dB(A)	작업장 내 소음기준	지속 시 청력 손실
70dB(A)	평균 교통소음	전화통화 곤란
60dB(A)	대화	집중력 저하
50dB(A)	사무실	수면방해
40dB(A)	주거지역	
30dB(A)	속삭임	

그러나, 현재 실제 생활환경에서의 소음전파에 관한 연구 등은 소음원과 수음점에서의 직접적인 소음측정을 통하여 수행되어 특정한 지역만을 대상으로 하는 국지적인 소음의 영향평가에 그치는 경우가 대부분으로 소음저감 대책 및 민원해결을 위한 의사결정 자료로서 사용하기에는 어려움이 있었다. 또한, 소음 모델링을 통한 영향평가는 소음의 전파에 큰 영향을 미치는 건축물(조기호, 1997) 등의 정보가 입력되지 않은 지형자료만을 이용함으로써 그 결과가 과대하게 나타나 명확한 소음의 영향을 평가하기에는 부족한 실정이었다. 소음은 건축물 및 지면에 의하여 반사, 흡수, 감쇠 및 회절이 발생하므로 정확한 소음의 전파에 따른 영향을 평가하기 위해서는 이러한 사항이 모두 고려되어야 하며, 특히 도심지의 경우에는 건축물이 지역의 대부분을 차지하고, 다양한 소음원이 발생되므로 이러한 사항들이 필수적으로 고려되어야 정확한 소음영향평가를 수행할 수 있다(이원희 등, 2004). 이와 관련하여 최근에는 항공 LiDAR(Light Detection And Ranging) 기술이 보급되어 3차원 도시 건물 모델링에 필요한 정확하고 조밀한 위치정보를 제공하고 있으며(강준목 등, 2006), 이를 이용한 소음영향평가의 수행이 가능해졌다.

본 연구에서는 도심지에서 주요 소음원의 하나인 도로 교통소음의 전파양상과 피해정도를 명확하게 분석하기 위하여 항공 LiDAR 자료를 이용하여 건축물이 포함되지 않은 지형자료(DEM; Digital Elevation Model) 및 건축물 정보가 포함된 지형자료(DBM; Digital Building Model)를 각각 작성하고, 각 자료별로 소음영향평가를 수행하여 그 결과를 비교·분석하였다. 연구의 대상지역은 대전광역시 괴정동 일대의 상업지역 일부를 선정하였으며, 실제 도로의 교통량 조사를 통하여 도로교통 평균소음량을 계산하여 소음영향평가 시에 소음원으로 이용하였다. 소음영향평가를 위한 프로그램은 SoundPLAN 프로그램을 이용하였으며, 소음전파 예측을 위한 알고리즘으로 독일의 RLS90 도로교통소음 예측식(장서일 등, 2006)을 이용하였다.

## 2. 자료수집 및 제작

### 2.1 연구대상지역

본 연구의 대상지는 대전시 서구 괴정동 일원의 상업지구 지역으로서 대형마트와 백화점, 다양한 사무실 및 상가가 위치하여 일평균 교통량이 매우 높은 지역이다. 이 지역 일대의 도로교통소음 영향평가를 수행하기 위하여 32번

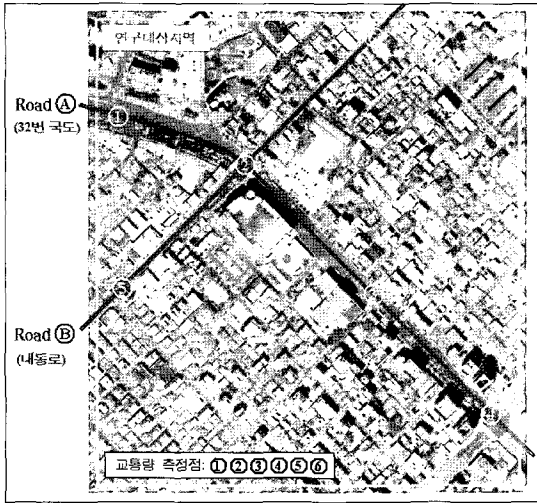


그림 1. 연구대상지역

지방국도와 간선도로(내동로)가 교차하는 탄방사거리를 중심으로 두 도로간의 실제 교통량을 측정하여 시간당 평균 소음량(dB(A)/hr)을 산출하였으며, 2005년 국토지리정보원에서 측정한 최근의 항공 LiDAR 및 수치지형도(1/1,000)자료를 이용하여 대상지역의 DEM 및 DBM을 추출하였다.

그림 1은 본 연구를 위해서 선정된 연구대상지역의 IKONOS 위성영상으로 실선은 평균소음량 산출을 통하여 선정된 도로교통소음원으로서 각 도로의 중앙선을 기준으로 하였다. 또한, 그림에 표시된 ①~⑥ 지점은 평균 소음량을 산출하기 위하여 실제 교통량을 측정할 지점을 표시한 것이다. 각 관측지점에서 측정된 교통량을 이용하여 평균소음량을 산출하였으며, 관측지점간의 소음량은 지점간 소음량을 평균하여 각 구간별로 동일하게 선정하였다.

## 2.2 항공 LiDAR 자료를 이용한 지형자료 작성

연구대상지역에 대한 소음영향평가를 수행하기 위하여 항공 LiDAR 자료를 이용하여 건축물이 포함되어 있지 않은 지형자료(DEM)와 건축물이 포함되어 있는 지형자료(DBM)를 작성하였다. 항공 LiDAR 자료를 이용한 지형자료의 작성은 엄밀하게 말하면 LiDAR 자료를 이용한 대상지의 3차원 건축물 복원방법에 관한 것이다. 세부적으로는 항공 LiDAR 측량을 통해 건축물에 대한 3차원적 공간데이터를 구현하고, 항공레이저 측량 시 동시에 취득

한 디지털 영상 및 대상 건물의 수치지도와 비교하여 3차원 건축물을 보완함으로써 실제 건축물의 형상과 같은 건축물로 복원하기 위한 방법을 뜻한다.

종래 3차원 건축물 복원방법은 스테레오 영상 기법을 적용하는 방법으로서 도화사가 직접 중첩된 스테레오 영상을 통해 도화기에서 건물의 높이 값을 추출하는 방법과 스테레오 영상기법에 의한 높이 값 추출로 x, y좌표만 존재하는 건축물 레이어에 높이 값을 추출하는 방법이었다. 하지만 이러한 방법은 전적으로 도화사의 수작업에 의존하기 때문에 작업 효율성의 저하 및 복원 자동화에 어려움이 있으며 그에 따른 작업시간 및 소요비용의 문제점이 있었다. 따라서 수치지도와 같은 대부분의 지형자료에는 건축물의 높이정보가 포함되어 있지 않은데, 이러한 지형자료의 문제점은 소음영향평가에 있어서도 정확도를 떨어뜨리는 큰 요소로 작용되었다.

본 연구에서는 최근 신속하고 주기적인 자료 획득, 작업시간의 단축 및 소요비용의 절감이 가능한 항공 LiDAR 자료를 이용하여 연구대상지역에 대한 정확한 소음영향평가를 수행하기 위하여 항공 LiDAR 자료를 통해 건축물이 포함되어 있지 않은 지형자료(DEM)와 건축물이 포함되어 있는 지형자료(DBM)를 작성하였다.

항공 LiDAR 자료를 이용한 지형자료 작성을 위해서는 우선 LiDAR 측량을 통하여 연구대상지역의 지형지물에 대한 3차원 데이터를 취득하고, 3차원 데이터로부터 지형 데이터를 분류하게 된다. 그 후 분류된 지형 데이터로부터 식생 데이터를 분류하여 건축물이 포함되지 않은 DEM을 작성하게 된다. 최종적인 DBM 작성을 위해서는 분류된 식생 데이터 중 상대적으로 높은 구간에 분포되는 건물 데이터를 추출하여야 하며, 추출된 건물 데이터를 이용하여 수치지도 상의 건물 레이어에 대한 평면위치에 3차원적 높이 값을 부여함으로써 실제와 동일한 3차원 건축물을 복원하게 된다(Lee 등, 2002; 권승준 등, 2003).

그림 2는 본 연구를 통하여 생성된 연구대상지역의 DEM과 DBM으로서 0.5m×0.5m 격자간격으로 작성된 것으로서 연구대상지역의 표고범위는 약 42m에서 54m이고, 건물의 표고는 최저 42m에서 최고 111m의 분포를 보였다.

## 2.3 교통량 조사를 통한 소음량 분석

연구대상지역의 소음량을 분석하기 위하여 그림 1에서 선정된 두개의 도로상의 관측점 ①~⑥에 대하여 교통량 조사를 수행하였다(그림 1 참조). 본 연구에서 사용한 독

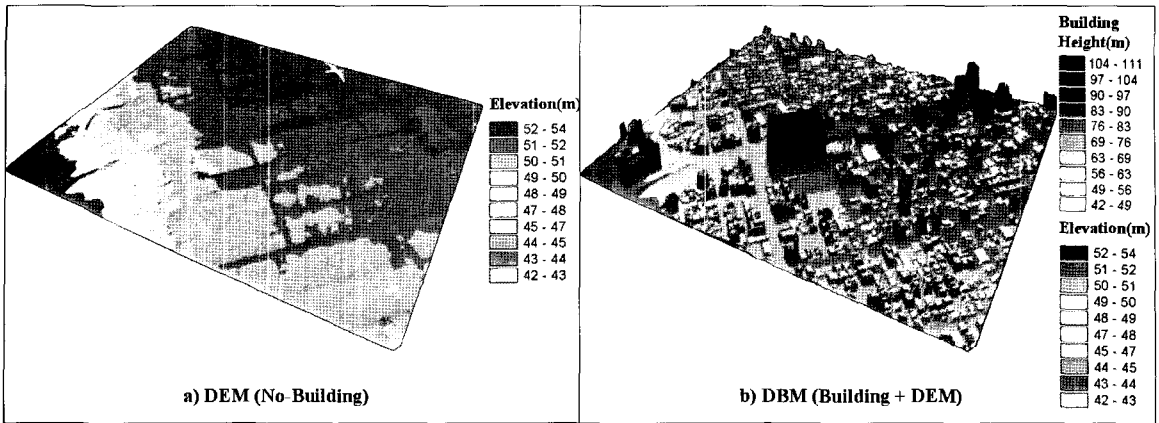


그림 2. 항공 LiDAR 자료를 통하여 생성된 지형자료

표 2. 교통량 관측점별 관측치 및 평균소음량

도로명	관측지점	시간별 통행량(대/hr) (통행속도(km/h))				평균통행량(대/hr) (평균통행속도(km/h))	대형차 구성비 (%)	평균 소음량 (dB(A))
		1회차	2회차	3회차	4회차			
32번 국도	①	2249 (69.5)	2182 (67.5)	1923 (59.5)	1990 (61.5)	2086 (64.5)	9.35	77.5
	②	3633 (57.9)	3525 (55.2)	3107 (49.7)	3215 (50.4)	3370 (52.8)	8.37	79.9
	③	2012 (56.6)	2082 (58.6)	2352 (66.2)	2282 (64.2)	2182 (61.4)	9.30	77.9
	④	2345 (62.4)	2067 (55.0)	2139 (57.0)	2417 (64.4)	2242 (59.7)	9.77	78.2
내동로	⑤	1414 (65.8)	1290 (60.0)	1457 (67.8)	1247 (58.0)	1352 (62.9)	6.80	75.2
	⑥	1468 (63.4)	1294 (55.9)	1338 (57.8)	1512 (65.3)	1403 (60.6)	7.63	75.7

일의 RLS90 도로교통소음 예측식(장서일 등, 2006)에 따르면 소음원( $i$ )에서 발생한 평균소음( $L_{mEi}$ , dB(A))은 도로구간의 시간당 평균 교통발생량( $M_i$ , veh/hr)과 화물차의 구성비( $p_i$ , %)와 속도보정치( $D_{vi}$ , dB(A))를 고려하여 아래의 식에 의하여 계산된다(오진우, 2005).

$$L_{mEi} = 37.3 + 10 \log [M_i(1+0.082p_i)] + D_{vi} \quad (1)$$

각 관측점에서 통행하는 차량의 통행량은 계수기(Counter)를 사용하여 파악하였으며, 1시간의 통행량을 대형차량(차량 총중량 8ton 이상, 24인승 버스 이상)과 소형차량으로 구분하여 조사하고, 차량의 속도는 rader형 속도측정기(Speed Gun)를 사용하여 측정하였다. 측정방법 및 측정기기 사용조작은 소음·진동공정시험방법(환경부, 1995)에 따라 수행하였다. 각 측정은 한 측정지점에서 3시간 간격으로 총 4회 실시한 것을 산술평균하여 측정치로 사용하였으며, 각 측정은 매회 10분간 측정하여 시간당 관측치로 재계산하였다.

표 2는 교통량 관측을 통하여 측정된 시간별 평균통행

량, 평균통행속도와 이를 통하여 산정된 각 관측점별 평균소음량을 나타낸 것이다. 32번 국도의 경우는 간선도로인 내동로보다 상대적으로 높은 평균통행량을 나타내고 있었으며, 차량의 평균통행속도는 전체적으로 비슷한 양상을 보이고 있었다. 각 측정점의 평균소음량은 최소 75.2 dB(A)에서 최대 79.9dB(A)로 산정되었으며, 상대적으로 평균통행량이 높은 32번 국도 상의 측정점의 평균소음량이 높게 산정되었다. 이러한 영향은 평균소음량 산출 시 소음보정치의 영향이 상대적으로 적은 것에 기인한 것으로 판단되며, 결국 도로교통소음의 크기는 통행속도보다는 통행량과 높은 상관관계가 있다고 판단된다. 이러한 점은 가장 높은 평균소음량을 나타낸 ②번 측정점이 평균통행량은 3370대로 가장 높게 나타났으나, 평균통행속도는 53.8km로 가장 낮게 나타나는 것과 가장 낮은 평균소음량을 나타낸 ⑤번 측정점이 비교적 높은 평균통행속도를 보이고 있으나, 평균통행량은 가장 작은 값을 보여주는 것에 의해 설명될 수 있다.

### 3. 소음영향평가 및 분석

기존의 소음영향평가를 위한 교통소음 예측모형은 대부분 소음 실측자료를 통하여 작성된 것으로 소음전파 양상의 분석 시에 지표면의 높이만 나와 있는 지형자료만을 입력하는 것이었다. 이러한 지형자료는 소음전파 시에 실제 건축물에 의한 소음의 감소 및 회절 등의 현상을 반영하지 못하여 정확하고 효율적인 소음피해 분석에 있어 문제점이 되어 왔다(조기호, 1997).

본 연구에서는 연구대상지역의 항공 LiDAR 자료를 통하여 작성된 지형자료(DEM 및 DBM)과 교통량 조사를 통하여 산정된 연구지역 내 32번 국도 및 내동로의 평균 소음량을 이용하여 소음영향평가를 수행하였다. 소음영향평가를 위하여 사용된 소음예측 프로그램은 미국과 캐나다의 연합기업인 SoundPLAN사의 SoundPLAN 프로그램을 이용하였다. SoundPLAN 프로그램은 도로교통 소음계산에 있어서 미국의 연방 고속도로 관리국에서 제안한 FHWA RD 77 108 식과 영국의 CRTN 식 및 독일의

RLS90식을 이용하지만 본 연구에서는 소음전파 양상의 분석을 위하여 국내에 더 적합하다고 알려져 있는 RLS90식만을 이용하여 소음영향평가를 수행하였다(오진우, 2005).

RLS90 도로교통소음 예측식의 소음의 전파(Propagation) 알고리즘에 따르면, 목적지( $j$ )에 전달되는 소음( $L_j, dB(A)$ )은 도로구간의 길이( $D_{li}, m$ )와 전달거리( $s$ )에 따른 소음감소량( $D_s, dB(A)$ )과 전달과정 중 건축장애물에 의한 소음의 증감량( $D_B, dB(A)$ ) 등을 고려하여 식 (2)에 의하여 계산된다. 특히, 건축장애물에 의한 소음의 증감량은 다른 반사효과( $D_{refl}, dB(A)$ )와 차단효과( $D_Z, dB(A)$ )의 차이에 의해 계산된다(오진우, 2005).

$$L_j = L_{mEi} + D_{li} + D_s + D_B \quad (2)$$

$$D_s = 11.2 - 20\log(s) - 0.005s \quad (3)$$

$$D_B = D_{refl} - D_Z \quad (4)$$

여러 소음원( $i$ )에서 발생된 소음은 위와 같은 소음전파 알고리즘에 따라 특정한 수음점(Receiver), 일반적으로

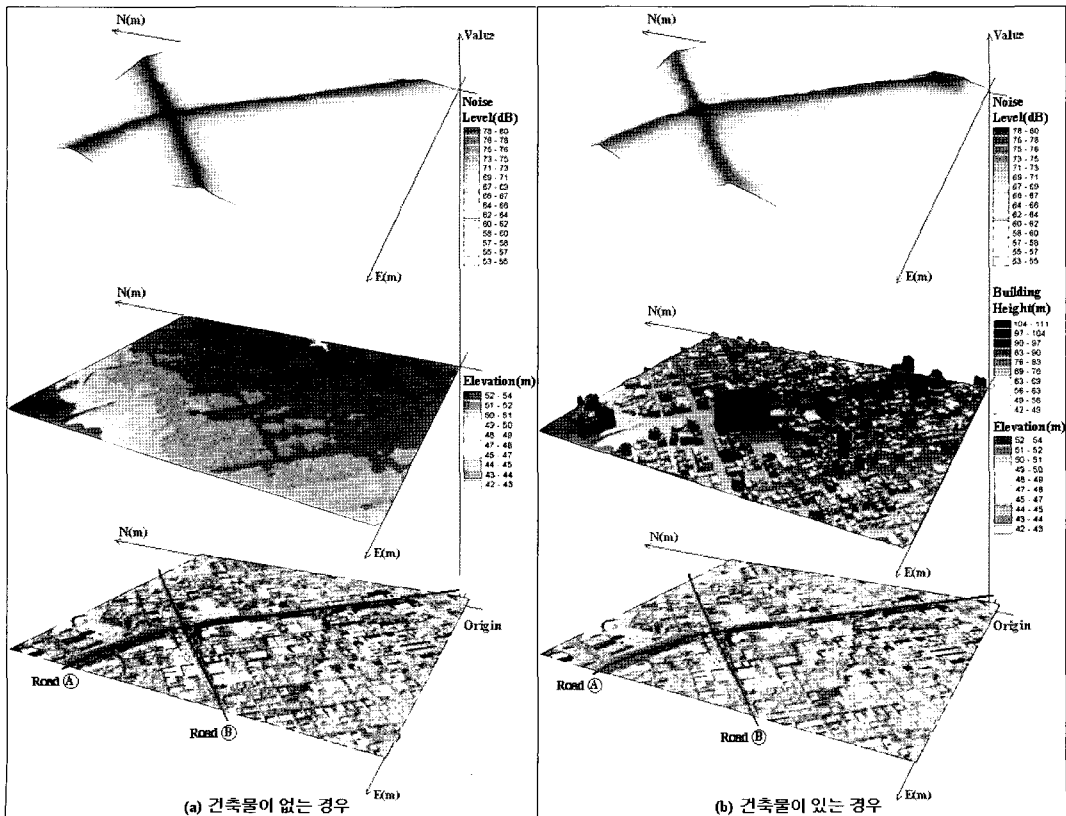


그림 3. 도로교통소음원에 대한 소음전파 양상

소음피해장소( $j$ )에 도달하는데, 이는 파동에너지의 합산법에 의하여 계산되고, 여기에 신호제어와 교차로에 대한 소음도가 추가되어 아래의 식 (5)에 의하여 최종적인 판정소음도( $L_{ij}$ ,  $dB(A)$ )를 계산하게 된다(오진우, 2005). 본 연구에서는 신호제어와 교차로에 대한 소음보정치는 고려하지 않았다.

$$L_{ij} = 10 \log \left( \sum_j 10^{\left(\frac{L_{ij}}{10}\right)} \right) \quad (5)$$

그림 3은 본 연구를 통하여 산정된 연구대상지역의 도로교통소음원에 대한 소음전파 양상을 나타낸 것으로, 그림 3(a)는 건축물이 없는 경위의 소음전파 양상이며, 그림 3(b)는 건축물이 있는 경우 소음의 전파양상을 나타낸 것이다. 그림에서 나타나는 것처럼 건물이 없는 경우(그림 3(a))에는 소음의 전파가 도로를 중심으로 멀리 확산되는 것을 알 수 있으며, 점차로 거리에 비례하여 동일한 양상을 띠며 작아지는 것을 알 수 있다. 이는 대상지역이 42~54m 사이의 표고분포를 보이는 평지지역인 점에 기인한 것으로 지형의 기복 및 구배 등에 따라 발생하는 소음보정치 및 여타의 반사효과, 차단효과 등이 고려되지 않은 것으로 판단된다. 이와 달리 건물이 있는 경우(그림 3(b))에는 소음이 밀집된 건물들에 차단되어 멀리 확산되지 못하는 양상을 보이고 있으며, 도로교통소음원 주변지역에서 집중적으로 높은 소음도를 나타내고 있음을 알 수 있다. 이 경우는 건축물에 의한 소음증감량 및 반사효과, 차단효과 등이 모두 고려된 것으로 판단되며, 결국 이러한 보정치에 의한 소음의 증가 또는 감소량이 높은 것으로 판단된다.

표 3은 건축물이 없는 경우와 있는 경우에 대하여 산정된 소음의 영향을 각 소음도별 피해면적으로 계산한 결과로서, 본 연구에 의해 평가된 도로교통소음의 피해정도를 정량적으로 나타내고 있다. 표 3의 결과에 따르면 건축물이 없는 (a)의 경우 소음도 45~50dB(A) 구간에 포함되는 연구대상지역 내 면적이 없는 것으로 나타났으나, 건축물이 있는 (b)의 경우는 총면적의 약 43% 정도가 이 구간에 포함되는 것으로 나타나 건축물에 의한 도로교통 소음의 감소현상이 상당한 것으로 판단된다. 또한, 실제로 사람에게 악영향을 끼치는 소음도인 60dB(A)으로 하여 피해면적을 분석한 결과, (a)의 경우는 60dB(A) 이상의 면적이 연구대상지역 전체 면적의 58.69%를 차지하는 반면 (b)의 경우는 29.20%로서 역시 건축물에 의한 현저한 소음감소 양상을 보이고 있었다.

하지만 생활소음 환경기준치인 70dB(A)(최기주, 2001)를 기준으로 분석한 피해면적은 (a)의 경우 14.38%, (b)의 경우는 13.40%로서 근소한 소음감소량만을 보이고 있는 것으로 나타났다. 이는 소음의 전파가 전달거리에 높은 관계성을 가지고 있기 때문으로 분석된다. 또, 지속 시 청력 손실이 가능한 80dB(A) 이상의 소음도 구간의 피해면적을 분석한 결과, (a) 경우에서는 발생하지 않았던 80dB(A) 이상의 소음의 피해면적이 (b)의 경우에 약 0.21%로 소량 발생한 것을 확인할 수 있었으며, 75~80dB(A) 구간의 피해면적도 약 1.5% 정도 발생하는 양상을 보였다. 이는 건축물에 의한 소음의 회절 및 반사의 영향으로 인하여 높은 건물이 있는 지역 및 교차로 지역에서 소음량이 증가한 것으로 판단된다.

표 3. 소음도별 피해면적 분석

소음도 (dB(A))	(a) 건축물이 없는 경우					(b) 건축물이 있는 경우				
	Cell 수 (개)	면적 (m <sup>2</sup> )	면적비 (%)	누가 면적 (m <sup>2</sup> )	누가 적비 (%)	Cell 수 (개)	면적 (m <sup>2</sup> )	면적비 (%)	누가 면적 (m <sup>2</sup> )	누가 면적비 (%)
80~85	0	0	0.00	0	0.00	3,315	829	0.21	829	0.21
75~80	91,560	22,890	5.86	22,890	5.86	117,155	29,289	7.49	30,118	7.70
70~75	133,341	33,335	8.53	56,225	14.38	89,053	22,263	5.70	52,381	13.40
65~70	226,229	56,557	14.47	112,783	28.85	113,731	28,433	7.27	80,814	20.67
60~65	466,529	116,632	29.84	229,415	58.69	133,270	33,318	8.52	114,131	29.20
55~60	500,146	125,037	31.99	354,451	90.68	156,193	39,048	9.99	153,179	39.19
50~55	145,771	36,443	9.32	390,894	100.00	283,267	70,817	18.12	223,996	57.30
45~50	0	0	0.00	390,894	100.00	667,592	166,898	42.70	390,894	100.00
합계	1,563,576	390,894	100.00	-	-	1,563,576	390,894	100.00	-	-

## 4. 결 론

본 연구에서는 주요한 소음원의 하나인 도로교통소음의 도심지에서의 전파양상과 피해정도를 명확하게 분석하기 위하여 대전시 괴정동 일부 지역을 선정하고, 대상 지역을 관통하는 32번 지방도 및 간선도로(내동로)에 대하여 시간당 차량통행량 및 통행속도를 이용한 도로교통소음량을 결정하였다. 그 후 항공 LiDAR 자료를 이용하여 건축물의 유무에 따른 도로교통소음의 전파양상을 분석하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 연구대상지의 도로교통소음 분석 결과, 도로교통소음의 전파 시 건축물에 의하여 소음의 전파양상이 크게 영향을 받는 것을 알 수 있었다.

2. 건축물이 없는 경우 도로교통소음의 전파로 인하여 연구대상지역의 약 60%의 면적이 60dB(A) 이상의 소음에 노출되는 것으로 분석되었으나, 건축물이 있는 경우는 약 30% 정도의 면적만이 노출되는 것으로 분석되어 건물에 의한 소음의 감소량이 매우 높은 것으로 나타났다.

3. 특히, 정온한 환경으로 인식되는 45~50dB(A) 소음도 구간의 면적이 건축물이 없는 경우 0%에서 건축물이 있는 경우 43%로 나타나 연구대상지역에서 실제 도로교통소음에 의한 소음피해는 높지 않을 것으로 판단된다.

4. 하지만 건축물이 있는 경우는 소음도 75dB(A) 이상의 고도소음의 경우는 피해면적이 오히려 소량 발생하는 것으로 나타났으며, 이는 높은 건축물 지역 및 교차로 지역에서 발생하는 소음의 회절 및 반사의 영향이 포함된 것으로 판단된다.

5. 이상의 결과를 통해 정확한 도로교통소음의 영향을 예측하기 위해서는 필수적으로 건축물에 대한 정보가 포함되어야 할 것으로 판단되며, 경제적이고 효율적인 건축물 정보의 구축을 위해서는 항공 LiDAR 자료가 유용하게 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

6. 향후 보다 정확한 예측을 위해서는 도로형태, 지면조건, 기상조건 및 도로포장과 같은 물리적 환경에 대한 보정 및 신호제어, 교차로, 경적 등과 같은 교통구조적 보정을 고려한 산출된 예측결과와 실제적인 소음실측자료와의 비교가 필요할 것으로 판단된다.

현재 본 연구에서는 항공 LiDAR 자료의 획득에 대한

어려움으로 작은 대상지역 만이 고려되었다. 하지만 향후 항공 LiDAR 측량을 통하여 전국적인 규모의 건축물 정보가 획득된다면, 실제 도로에 대한 간단한 교통량 측정 또는 건교부의 도로교통량정보(건교부, 2004) 등과 같은 자료를 이용하여 효율적으로 도로교통소음 영향평가를 수행할 수 있을 것으로 판단된다.

또한, 이러한 전국적인 도로교통소음 영향평가가 수행된다면 이는 U-City 등과 같은 대규모 도시건설에서 소음 민원해결, 교통계획 및 시공계획 수립 등을 위한 기초자료로서 활용이 가능할 것이다.

## 참고문헌

- 강대준, 최양일, 김종민, 이정희, 박준철 (1999), 도로교통소음 (I), 국립환경연구원보, Vol. 21, pp. 149-162.
- 강준목, 윤희천, 민관식, 위광재 (2006) LiDAR 자료에 의한 지형해석, 한국측량학회지, 제 24권, 제 5호, pp. 389-398.
- 건설교통부 (2004), 2003 도로교통량통계연보.
- 관수준, 한수희, 김용일, 유기운 (2003) LiDAR 자료를 이용한 도시지역 모델링에 관한 연구, 추계학술발표회 논문집, 한국측량학회, pp. 403-409.
- 김재수, 이한진, 서정석, 한경연, 광광수 (2004), 지형조건에 따른 도로교통소음의 변화 특성에 관한 연구, 추계학술연구발표회, 대한환경공학회, pp. 591-599.
- 박영민 (2001), 환경소음의 영향과 관리체계 개선방안, 환경기술인, 제 184호, pp. 42-47
- 오진우 (2005), 국내의 소음지도 제작과 활용에 관한 연구, 석사학위논문, 서울시립대학교.
- 이원희, 김정옥, 유기운, 김용일 (2004), 수치지도와 LiDAR 자료를 이용한 도시지역 건물 3차원 모델링에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 제 24권, 제 2-D호, pp. 311-318.
- 장서일, 전형준, 고준희 (2006), [특집]국내의 소음지도 제작현황과 활용방안, 한국소음진동공학회지, 제 16권 제 1호, pp. 3-12.
- 정일록(1988), 소음·진동이론과 실무, 녹원출판사.
- 조기호 (1997) 소음영향평가의 문제점과 개선방안 - 당진화력발전소건설을 위한 환경영향평가를 사례로 -, 한국소음진동공학회지, 제 7권, 제 2호, pp. 281-291.
- 최기주, 이옥수 (2001) 교통소음 예측모형의 개발 및 소음손실비용의 추정, 대한토목학회논문집, 제 21권, 제 5-D호, pp. 567-583.
- 환경부 (1995) 소음·진동공정시험방법.
- Lee, D. C., Yom, J. H., Kwon, J. H., and We, G. J. (2002), 3-Dimensional Building Reconstruction with Airborne LiDAR data, *Korean Journal of Geomatics*, Vol. 2, No. 2, pp. 123-130.

(접수일 2007. 4. 23, 심사일 2007. 5. 1, 심사완료일 2007. 6. 21)