

환경소음 영향평가 시 도로교통 소음지도의 적용성 검토 연구

A Study on Suitability of Road Traffic Noise Map for Environmental Noise Impact Assessment

김지윤* · 박상규†

Ji Yoon KIM, Sang Kyu PARK

Key Words : Road Traffic Noise Map(도로교통 소음지도), Noise Impact Assessment(소음영향평가),
Noise Prediction (소음예측), Suitability of Noise map(소음지도의 적용성)

ABSTRACT

It is needed to assess the impact of the road traffic noise for city planning. In Korea, the current noise impact assessment has not yet considered the impacts of the multiple reflection, the deflection and the ground attenuation caused by buildings and other obstacles. A noise map is useful tool to solve this problems. But before everything else, suitability of noise map must be assessed for variety of geometry conditions. In this study, we assessed suitability of road traffic noise map by compared measured noise levels with predicted noise levels from each road traffic noise map for Site A, B and C.

1. 서 론

최근의 환경부 보도자료에 따르면, 중앙 환경 분쟁 조정위원회는 서울시 ○○구 도로변 아파트 거주자들과 부산시 ○○구 고가도로변 아파트 거주자들이 제기한 손해배상 청구소송에 대해서, 도로관리 기관과 아파트 승인기관이 배상하도록 결정하고 방음벽, 방음독, 저소음 포장면, 속도제한 등 적절한 방음대책을 강구하도록 하였다. 조정위원회는 도로 관리기관이 도로의 확장 및 신설 공사가 주변 아파트에 미치는 소음영향을 감안하여 충분한 방음대책을 수립해야 하고, 소음영향평가 대상도로가 고가도로인 여건을 고려하여 소음측정 위치를 조정하는 등의 책임이 있음에도 불구하고, 이를 이행하지 않아 주민들에게 정신적 피해가 발생하였다고 판단하였다. ^{(1),(2)} 이와 유사한 민원이 발생하는 신도시 개발, 도로확장·신설 등 특정 사업 수행 시에는 소음영향의 정확한 사전 분석 및 소음저감대책 수립이 필수적이다.

현재 우리나라에서는 「환경영향평가법」⁽³⁾에서 특정 사업의 시행으로 인한 소음영향을 예측·평가하고, 이에 따른 소음저감대책을 수립하도록 규정하고 있으며, 도로교통 소음 예측 시 「간선도로 교통소음 예측식」, 「고속도로 소음예측식」을 적용하고 있다.^{(4),(5)} 그러나 현재 우리나라의 소음평가방법은 아래에 요약한 바와 같이 소음원과 수음점간 회절감쇠치 및 소음의 수직전파특성, 소음저감시설의 효과 등을 정확히 평가할 수 없다. 따라서 소음환경평가방법 개선을 위한 연구가 필요한 실정이다.

• 건물이 밀집된 형태의 도심지 소음평가의 경우 정확한 소음예측을 위하여 대상지역의 지형을 고려해야 함은 물론, 건물 및 기타 장애물에 의한 다중 반사, 회절 등의 소음감쇠와 지면효과 등을 고려해야 한다. 그러나 현행 소음평가방법은 Fig. 1 (A)와 같이 소음원과 수음점의 고도 차이로 지형을 단순화하여 전달경로상의 회절감쇠치를 산출하고 있다.

• 고층건물의 소음평가 시 대상건물의 지형 및 기타 조건에 의한 수직 소음전파특성을 고려하여 소음도를 평가해야 한다. 그러나 Fig. 1 (B)와 같이 모든 건물에 일괄적으로 층별보정치를 이용하여 소음도를 예측하고 있다.

중신회원, 연세대학교 환경공학부

† E-mail : tankpark@yonsei.ac.kr
Tel : (033) 760-2442, Fax : (033) 760-2194

* 정회원, 국립환경과학원 교통환경연구소

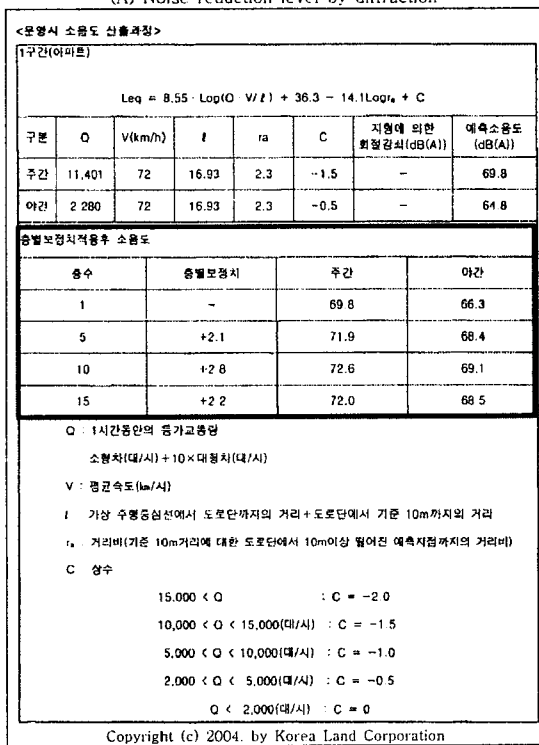
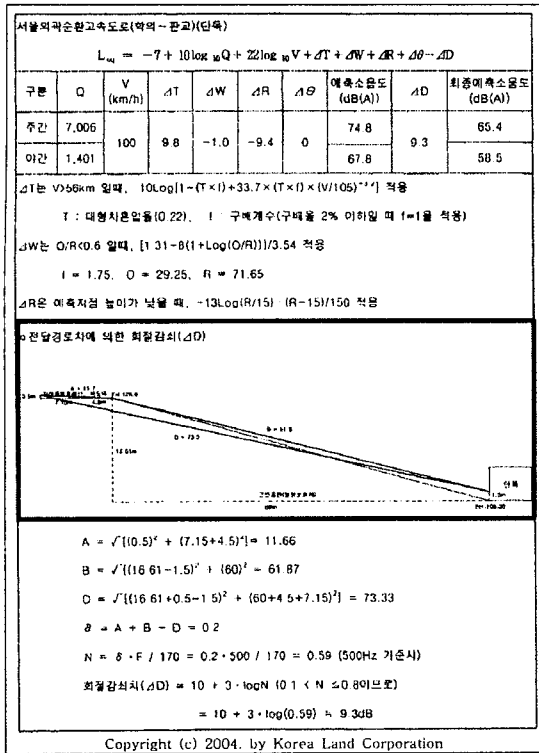


Fig. 1 Current noise impact assessment of Korea

한편 소음지도는 이론적으로 증명된 예측식 또는 실험결과를 바탕으로 한 실험식을 이용하여 특정 소음원에서 방출되는 소음도를 예측하고, 이를 지형 정보 등 공간정보와 연계하여 소음전파특성의 분석이 가능하도록 한 지도이다.⁽⁶⁾ 현재 EU Directive 2002/49/EC를 통하여 2007년까지 전략소음지도(Strategic Noise Map)를 이용한 주요도로, 철도, 공항 및 산업 시설 등 환경소음으로 인한 영향을 평가하고 저감 대책을 수립하도록 규정하고 있다.⁽⁷⁾ 소음지도를 이용하면 도로교통, 철도, 항공기, 산업시설 등 다양한 소음원에 의한 소음영향 분석과 소음저감시설의 저감 효과를 예측이 가능하며, 지형특성과 장애물에 따른 소음의 전파특성 분석이 가능하다.

그러나 신도시 개발 또는 도로확장·신설과 같은 특정 사업은 자연지형을 효율적으로 이용하기 위한 절·성토 등의 지반공사를 수반하므로 지형의 변화를 가져오게 된다. 따라서 해당지역의 소음영향평가에 소음지도를 활용하기 위해서 다양한 지형 및 조건에 대한 소음지도의 적용성을 검토해야 한다. 따라서 본 연구에서는 다양한 지형 및 기타 조건에 따른 소음지도를 제작하여 소음도를 예측하고 그 결과를 해당지역의 실측소음도와 비교하여 소음지도의 적용성을 검토하였다.

2. 연구방법

연구진행 세부절차는 다음과 같다.

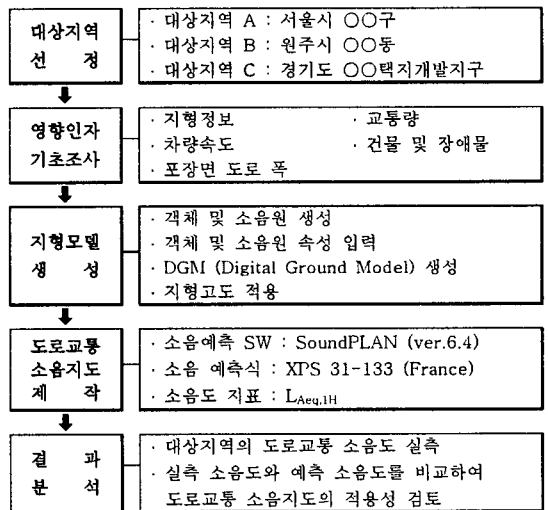


Fig. 2 Procedure for road traffic noise map

2.1 대상지역 선정

(1) 대상지역 A : 서울시 ○○구 일부

도심지역은 고층건물을 비롯한 비교적 높은 장애물로 인하여 도로교통으로 인한 소음의 전파 시 회절 및 다중반사, 흡·차음의 현상이 빈번하게 발생하며, 고층건물의 경우 소음의 수직 전파에도 영향을 미친다. 따라서 도심지역 도로교통 소음지도의 적용성 검토가 필수적이다.

대상지역 A 는 서울시 ○○구 일부를 선정하였다. 서울시 ○○구는 대규모 상업지역과 문화시설, 고속터미널 등이 위치하고 있으며, 평일 기준 교통량이 비교적 일정하여 인근에 조성된 주거단지의 도로교통으로 인한 소음도 평가가 용이한 지역이다.

(2) 대상지역 B : 강원도 원주시 ○○동 일부

앞서 고려한 대상지역 A 의 경우 토지용도에 따른 지반공사로 지면을 비교적 평탄하게 하여, 지형에 의한 효과가 관찰할 수 없었다. 따라서 지형에 의한 회절, 반사, 지면효과 등의 모델링 결과의 적용성 검토를 위하여 경사면 지역에서의 소음지도를 제작하고 결과를 분석할 필요가 있다고 판단하였다.

대상지역 B 은 강원도 원주시 ○○동 일부를 선정하였으며, 대상지역 A 와 마찬가지로 주거지역과 함께 상업지역이 고르게 분포하여 소음도 평가가 용이한 지역을 선정하였다. 또한 지형에 의한 영향을 분석하기 위하여 대상지역 내의 경사지역을 포함하였다.

(3) 대상지역 C : 경기도 ○○택지개발지구 일부

소음지도 제작을 위한 대상지역의 지형정보는 국토지리정보원의 수치지형도를 이용하고 있다. 그러나 택지·도로개발 등 개발사업 시 사업완료 후의 지형정보를 직접 획득할 수 없어 사업 전의 지형정보를 가공하여 이용해야 하는 실정이다. 가공된 지형정보를 이용하여 소음지도가 제작되는 경우, 이에 대한 적용성이 검토되어야 한다. 따라서 신도시 택지개발 대상지역을 선정하였다.

대상지역 C 는 2003년 6월 사업에 착수하여 현재 시범단지 공사가 완료되어 1단계 사업이 추진 중인 경기도 ○○택지개발지구를 선정하였으며, 택지개발지구 내의 절·성토 지반공사와 공동주택 건설이 완료된 지역을 대상으로 하였다.

2.2 지형정보

대상지역 A, B 의 지리정보는 국토지리연구원 (<http://www.ngi.go.kr>)의 1:5000축척 디지털수치지형도를 이용하였다. Fig. 3 (A) 와 같은 수치지도의 등고선(주곡선·간곡선) 레이어를 이용하여 DGM(Digital Ground Model, 디지털지면모델)을 생성하였다. Fig. 3 (B) 와 같이 소음예측 SW 내에서 연산된 DGM 에 소음원과 수음점을 포함한 객체를 위치시켜 지형의 고도를 적용하여 지형모델을 생성하였다.

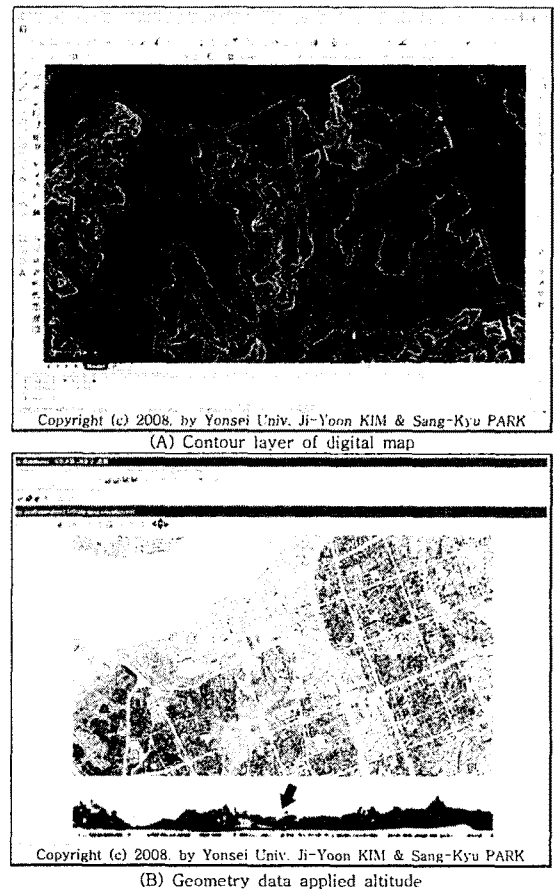


Fig. 3 Application of geometry data altitude of Site A

대상지역 C 의 경우 지형정보를 획득할 수 없는 관계로 직접 제작한 지형정보를 적용하였다. 인터넷 지도정보서비스를 통해 제공되는 지형정보를 Bitmap 형태로 저장하여, 이를 AutoCAD S/W에서 디지털타이핑하여 도로 및 건물 정보를 생성하였다. 대상지역 C 의 DGM 생성을 위한 등고선 정보는 개발사업 시행 전의

대상지역 수치지도에서 등고선 정보를 획득하여 가공하였다. 등고선 정보의 가공은 대상지역 택지 개발사업 전 수행된 환경영향평가⁽⁹⁾에 계획된 지반 공사를 참고하였으며(Fig. 4 참고), AutoCAD S/W 를 이용하였다. 개발계획 시 절토지역의 등고선을 삭제 하고, 성토지역의 등고선을 주변 등고선을 고려하여 추가하는 방법을 사용하였다. 지형정보 가공 전과 후의 지형모델은 Fig. 5 와 같다.

2.3 도로교통소음 예측식 및 S/W

차량속도는 신호등 및 교차로 등의 영향으로 교통 흐름이 일정하지 않은 지역의 소음지도 제작 시 효과적인 구간속도 측정방법을 사용하였다.⁽⁹⁾ 대상지역의 도로를 시작지점과 종료지점 선정하고, 지점을 통과 하는 차량의 구간 통과시간을 측정하여 차량 속도를 계산하였다. 차량은 소형 · 대형을 구분하여 선정하였으 며, 각 방향별 15대씩을 임의선정 하였다.

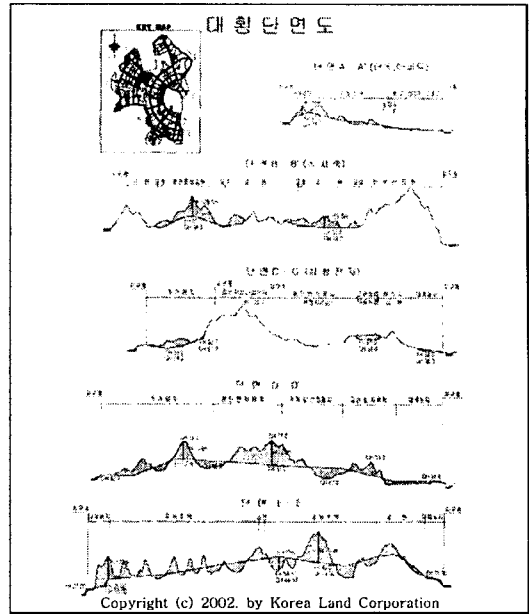


Fig. 4 Ground construction plans of Site C

Table 1 Traffic flow and speed of Site A, B, C

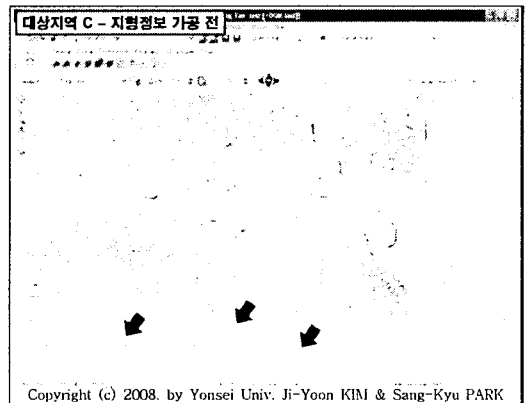
구분	대상지역 A				대상지역 B				대상지역 C			
	소형	대형	소형	대형	소형	대형	소형	대형	소형	대형	소형	대형
	교통량 (veh/h)	속도 (km/h)	교통량 (veh/h)	속도 (km/h)	교통량 (veh/h)	속도 (km/h)	교통량 (veh/h)	속도 (km/h)	교통량 (veh/h)	속도 (km/h)	교통량 (veh/h)	속도 (km/h)
1구간	1,808	42.1	126	37.5	1,761	62.9	47	59.5	684	58.3	25	46.1
2구간	2,192	46.7	120	40.9	1,356	34.6	24	33.5	701	54.0	36	47.4
3구간	2,365	39.9	100	34.0	1,010	53.8	78	52.1	1,075	49.2	91	46.7
4구간	2,221	45.9	116	41.3	760	61.7	70	57.0	954	53.1	104	36.9
5구간					881	45.7	33	58.0				
6구간					1,242	65.7	42	48.1				

2.4 기타

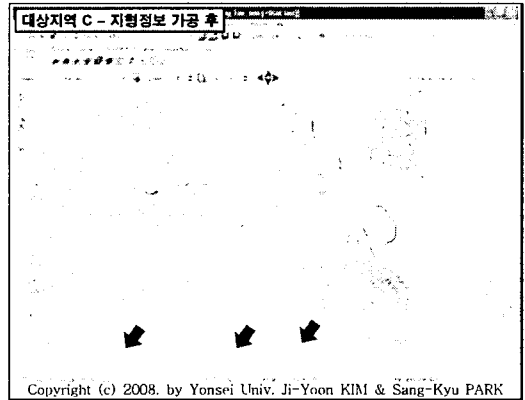
도로 포장면은 소음예측식에 의한 소음방사레벨 결정시 보정하게 되며, 대상지역 A, B, C 모두 동일 하게 아스팔트로 적용하였다. 도로의 폭, 건물 및 기타 장애물의 높이는 레이저거리측정기를 이용하여 실측하였다.

2.5 일반사항

연구를 위한 S/W 운영환경은 Table 2 와 같다. 도로교통 소음예측식은 EU Directive 2003/613/EC⁽⁸⁾에서 표준식으로 제시된 프랑스의 XPS 31-133 (舊 NMPB) 를 사용하였으며, 소음지도 제작을 위한 S/W는 상용소프트웨어인 SoundPLAN (ver. 6.4, SoundPLAN 社) 을 사용하였다.



(A) Before geometry adjustment



(B) After geometry adjustment

Fig. 5 Application of geometry data altitude of Site C

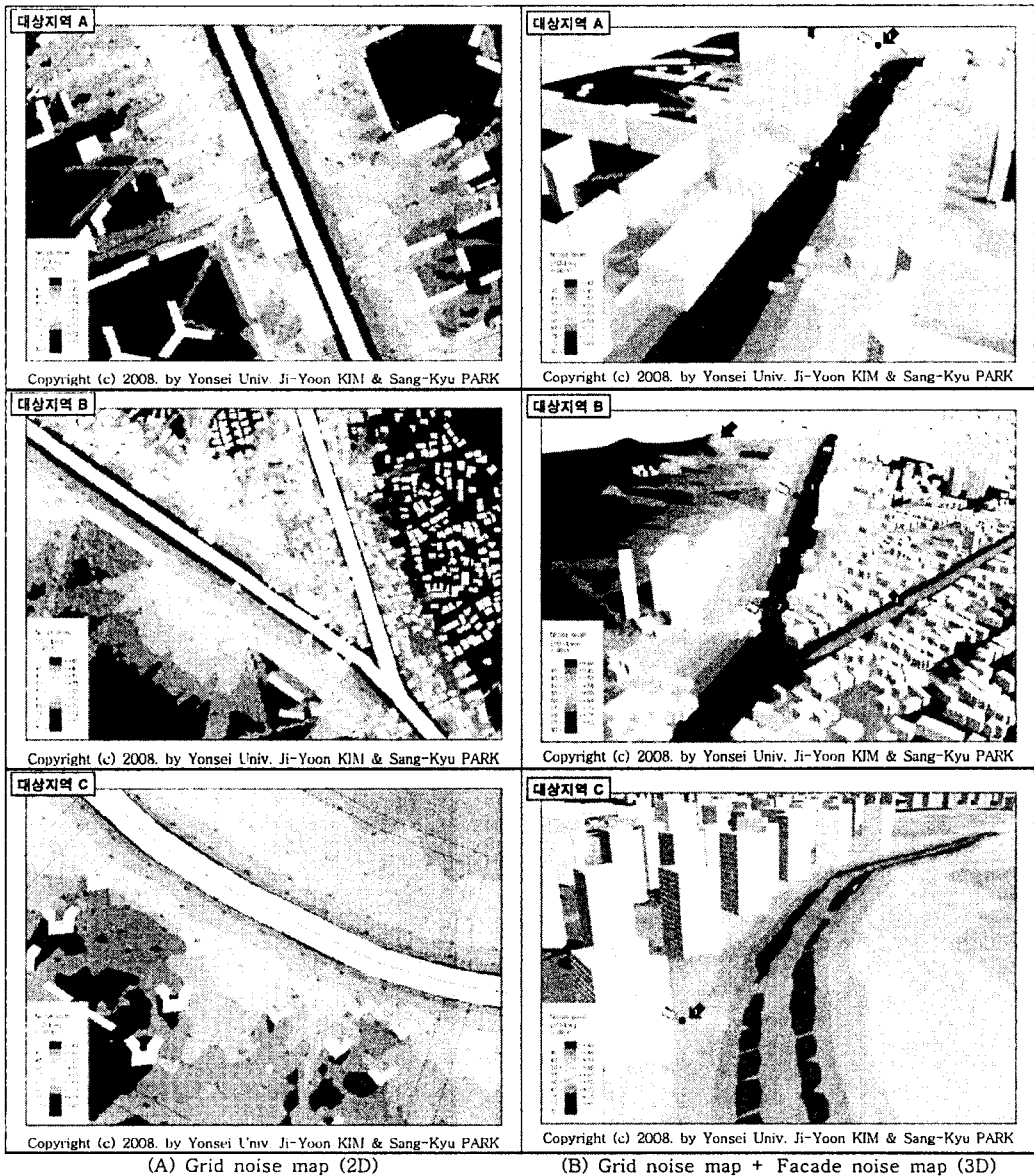
Table 2 PC operating systems for study

Noise Prediction S/W	O/S
SoundPLAN ver.6.4	Windows XP Home edition
CPU	RAM memory
Intel Quad-core Q6600, 2.40GB	PC6400, 4GB
Main Board	Graphic Card
ASUS P5K PLC	GE Force 8600GT

3. 연구결과 및 분석

3.1 소음지도 제작

대상지역 A, B, C의 소음지도는 Fig. 6 과 같다. Grid noise map (2D) 에서 소음의 수평전파 및 건물 등 장애물에 의한 회절, 다중반사 효과 등 전파특성을 관찰할 수 있었다. Grid noise map + Facade noise map (3D) 에서 층 별 소음도를 확인할 수 있었으며, Fig. 12 (B) 3D 소음지도의 경우 붉은색 화살표로 표시한 지점과 같이 지형의 기복에 따른 수평전파특성도 관찰할 수 있다. 3D 소음지도의 청색 화살표는 대상지역의 건물소음도 측정지점을 표시 하였다.



(A) Grid noise map (2D)

(B) Grid noise map + Facade noise map (3D)

Fig. 6 Road traffic noise map of Site A, B, C

3.2 실측소음도와 비교를 통한 소음지도의 적용성 검토

대상지역 내에서 지면, 건물에 소음 측정지점을 선정하고, 휴대용 소음측정계 (NL-18, RION 社)를 이용하여 주간 1시간 동안의 소음도를 실측하였다. 실측 소음도와 소음지도를 이용한 예측 소음도를 비교한 결과는 Table 3 에 나타내었다.

Table 3 Comparison of measured and predicted noise levels unit : dB(A)

구분	실측 소음도	예측 소음도	오차	비교		소음측정일시	
				특이사항	측정높이		
대상 지역 A	지면 1	70.0	70.8	+0.8	도로변	1.5 m	2006. 10. 16 13:00~16:00
	지면 2	71.3	69.9	-1.4	도로변	3.0 m	
	지면 3	72.2	69.4	-2.8	도로변	3.0 m	
	지면 4	70.1	73.1	+3.0	도로변	1.5 m	
	건물 1	64.4	66.1	+1.7	2.0m 차음벽	40.0 m	2006. 10. 17 10:00~15:00
	건물 2	66.4	65.8	-0.6	1.5m 차음벽	36.0 m	
	건물 3	70.1	69.9	-0.2	차폐물없음	1.5 m	
	건물 4	66.4	62.5	-3.9	4.0m 차음벽	36.0 m	
	지면오차			2.0			
	건물오차			1.6			
	총 오차			1.8			
대상 지역 B	지면 1	74.4	72.8	-1.6	도로변	1.5 m	2007. 01. 11 10:00~18:00
	지면 2	72.5	70.3	-2.2	도로변	1.5 m	
	지면 3	71.6	71.2	-0.4	도로변	1.5 m	
	지면 4	70.6	71.5	+0.9	도로변	1.5 m	
	지면 5	69.7	68.8	-0.9	도로변	1.5 m	2007. 01. 12 13:00~16:00
	지면 6	72.4	71.1	-1.3	도로변	1.5 m	
	지면 7	71.8	69.7	-2.1	도로변	1.5 m	
	지면 8	69.5	69.3	-0.2	도로변	1.5 m	
	지면 9	68.1	67.6	-0.5	도로변	1.5 m	
	지면 10	73.6	76.1	+2.5	도로변	1.5 m	
	지면 11	69.5	72.3	+2.8	도로변	1.5 m	
건물 1	69.7	67.1	-2.6	차폐물없음	12.0 m		
건물 2	65.0	68.1	+3.1	차폐물없음	9.0 m		
건물 3	67.6	67.9	+0.3	차폐물없음	8.0 m		
건물 4	67.2	67.0	-0.2	차폐물없음	10.0 m		
지면오차			1.4				
건물오차			1.6				
총 오차			1.4				
대상 지역 C	지면 1	70.8	67.5	-4.3	도로변	1.5 m	2008. 04. 12 10:00~17:00
	지면 2	68.7	66.5	-2.2	도로변	1.5 m	
	지면 3	65.8	68.4	+2.6	도로변	1.5 m	
	지면 4	63.3	66.7	+3.4	도로변	1.5 m	
	지면 5	66.0	70.2	+4.2	도로변	1.5 m	
	지면 6	66.3	68.7	+2.4	도로변	1.5 m	
	지면 7	67.4	69.8	+2.4	도로변	1.5 m	
	지면 8	67.0	71.5	+4.5	도로변	1.5 m	
	건물 1	61.9	64.1	+2.2	2m 방음벽	15.0 m	
	건물 2	60.9	63.2	+2.3	2m 방음벽	23.0 m	
	건물 3	61.7	63.8	+2.1	3.5m 차음벽	15.0 m	
건물 4	60.9	66.4	+5.5	2m 방음벽	23.0 m		
지면오차			3.1				
건물오차			2.9				
총 오차			3.0				

대상지역 A 의 경우 지면과 건물에서 실측한 소음도와 예측소음도의 오차 평균이 각각 2.0, 1.6 dB(A)로 나타났으며, 전체 지점의 오차 평균은 1.8 dB(A)의 결과를 보였다. 대상지역 B 의 경우 지면과 건물의 오차 평균이 각각 1.4, 1.6 dB(A)로 나타났으며, 전체 지점의 오차 평균은 1.4 dB(A)의 결과를 보였다. 대상지역 C 의 경우 지면과 건물의 오차 평균이 각각

3.1, 2.9 dB(A)로 나타났으며, 전체 지점의 오차 평균은 3.0 dB(A)의 결과를 보였다.

대상지역 B 의 오차범위가 가장 적은 것은 지형 정보가 비교적 정확하고 고층건물 등의 영향이 적은 것으로 판단되며, 대상지역 A 의 경우 지형정보는 비교적 정확하나 고층건물 및 장애물의 영향이 큰 것으로 판단된다. 대상지역 C 의 경우, 가공된 지형 정보를 사용하여 비교적 큰 오차범위를 나타낸 결과를 확인할 수 있다. 또한 대상지역 A, C 에 존재하는 차음벽, 방음벽 등 장애물에 의한 영향을 고려한 경우에, 오차의 범위는 장애물이 존재하지 않는 지점보다 큰 것으로 나타났으나, 평균 오차범위를 고려하면 약 3 dB(A) 이내인 것을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서 다양한 지형조건에서 소음지도를 이용하여 도로교통 소음을 예측하고 이를 실측치와 비교하여 적합성을 평가하였다.

실측 소음도와 예측 소음도를 비교한 결과, 지점별 차이는 있으나 0.2~5.5 dB(A)의 오차를 보였으며, 평균 오차범위를 고려하면 약 3 dB(A) 이내인 것으로 나타났다. 사람의 청력을 통해 크기를 감지할 수 있는 소음의 최소범위가 3 dB(A) 인 것을 감안하여, 계산된 소음도는 대부분 사람의 인지범위 내에서 실측소음도와 유사한 경향을 나타낸다고 할 수 있다. 따라서 대상지역 A, B, C 모두에서 소음지도를 통한 소음 영향평가가 적합하다고 판단된다.

참 고 문 헌

- (1) 환경부 보도자료, 2008.04.15
- (2) 환경부 보도자료, 2007.07.16
- (3) 법률 제9037호, 환경영향평가법, 2008. 3, 제4조
- (4) 국립환경과학원, 도로교통소음(I), 1999, p 20~21
- (5) 강 현 외 10명, 1996, 환경영향평가, 동화기술, p 195~196
- (6) 박상규 · 박인선, 2003, 정온한 도시환경을 위한 소음지도 개발 및 응용 연구, 한국소음진동공학회 2003년도 춘계학술대회 논문집 p 1182~1186
- (7) Official Journal of the European Communities, Directive 2002/49/EC, 2002.06
- (8) Official Journal of the European Communities, Directive 2003/613/EC, 2003. 8
- (9) 한국토지공사, 2002, 화성동탄지구 택지개발사업 환경영향평가서