소음지도 격자크기가 도로교통 소음도 예측 결과에 미치는 영향

Effects of Grid Size on Noise Prediction Results of Road Traffic Noise Map

김지윤* · 박인선* · 박찬연* · 박상규† · 류봉조**
Ji Yoon Kim, In Sun Park, Chan Youn Park, Sang Kyu Park, Bong Jo Ryu

Key Words : Road Traffic Noise Map(도로교통 소음지도), Noise Prediction (소음예측), Grid Size(격자크기)

ABSTRACT

Noise map is very efficient tool to evaluate the road traffic noise. However, calculation time and accuracy of noise map heavily depend on the grid size of noise map. In this study, effects of grid size on the prediction results of road traffic noise map have been investigated in detail for urban and rural areas, respectively, and efficient grid size for the noise map has been proposed.

용어해설

* Agglomeration : part of a territory, delimited by the Member State, having a population in excess of 100,000 persons and a population density such that the Member State considers it to be an urbanized area

1. 서 론

소음지도는 특정소음원의 소음도를 이론적으로 증명된 예측식을 이용하여 계산하고 이를 지리정보와 함께 분석하여 시각적·공간적으로 보여주는 지도로서, 등음선 (Noise Contour) 또는 색깔을 이용한 시각적 표현이 가능하다.[1] EU에서는 Directive 2002/49/EC[2]를 통하여 소음평가에 대한 지침을 제공함으로써 소음지도 제작 방법 및 적용대상을 규정하고 있으며, 국내도 소음지도를 통한 소음평가 연구와 소음지도 제작의 표준안 제시를 위한 연구가 진행 중이다.

종신회원, 연세대학교 환경공학부
† E-mail : tankpark@yonsei.ac.kr
Tel : (033) 760-2442, Fax : (033) 763-2194
* 정회원, 연세대학교 환경공학부 대학원
** 종신회원, 한밭대학교 기계공학부

소음지도 제작 시 소요시간과 정확성에 영향을 주는 인자는 여러 가지가 있으며, 그 중 격자크기는 소음도 계산지점 수를 결정하게 되므로 매우 큰 영향을 주는 인자이다. 그러나 아직도 소음지도 격자크기 적용에 대한 연구가 부족한 실정이다.

일반적으로 격자 크기가 작아질수록 정확한 소음도 계산이 가능하지만, 이는 계산시간에 큰 영향을 준다. 동일면적에서 상용 소음지도제작 S/W를 이용하여 소음지도를 제작 시, Fig 1에서 보는 바와 같이 5×5 m 격자의 경우는 10×10 m보다 계산지점이 4배 증가하기 때문에 계산시간과 저장 데이터의 크기도 4배 이상 증가한다. 따라서 소음지도 격자의 크기는 S/W 가동 환경과 목적에 맞게 적용되어야 한다.

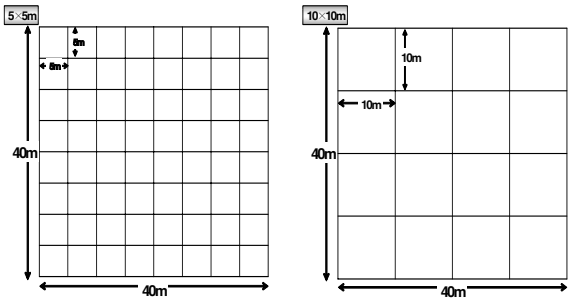

Fig. 1 comparison of grid size 5×5 m and 10×10 m

따라서 본 연구에서는 EU 에서 제시한 소음지도 격자 크기에 대한 지침을 분석하고, 도심지역과 도심외곽지역에서의 격자크기별 소음지도를 비교하여 소음지도 제작에 효율적인 격자크기를 제시하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 대상지역 선정

소음지도 격자의 크기 비교를 위한 대상지역은 도심지역과 도심외곽지역으로 구분하여 선정하였으며, 구분은 EU Directive의 인구기준을 고려하였다. 도심지역은 일반도로와 고속도로가 소음원으로 존재하고 상업 및 주거를 위한 건물이 혼재되어 있는 서울시 서초구 반포 IC 일대를 선정하였으며, 도심외곽지역은 판교 IC 인근지역을 선정하였다. 두 대상지역의 크기는 3×2km (면적 약 6km^2)이다.

2.2 일반사항

연구를 위한 S/W 운영환경은 Table 1과 같다. 대상지역의 지리정보는 국토지리연구원 (http://www.ngi.go.kr)의 1:5000축척 디지털수치지형도를 이용하였다. 대상지역 모델링을 위한 교통량, 속도 등의 소음원 정보와 건물정보 등의 지형정보는 가상 정보를 사용하였으며, 소음원 반경은 Table 2와 같은 예비연구를 통하여 소음도 계산결과에 영향을 주지 않도록 1500m로 설정하였다.

Table 1 System status for S/W operation

CPU	RAM
Intel Pentium D 3.41GHz	2.00GB
Graphic card	**운영체제**
Ge Force 7300GS, 512MB	Windows XP

Table 2 Prediction error according to receiver radius control

반경	오차	반경	오차	반경	오차	반경	오차	반경	오차
5000m		4000m	0.0dB	3000m	0.0dB	**1500m**	**0.0dB**	**1000m**	**0.1dB**
900m	0.1dB	700m	0.1dB	500m	0.2dB	300m	0.3dB	100m	1.3dB

2.3 도로교통소음 예측식 및 S/W

도로교통소음 예측식은 영국의 CRTN을 사용하였으며, S/W는 상용소프트웨어인 SoundPLAN (ver. 6.4, SoundPLAN 社) 을 사용하였다.

2.4 격자 비교 기준

EU의 소음지도 격자 크기에 대한 지침은 EU Commission WG-AEN (Working Group Assessment of Exposure of Noise) 에서 제시하였으며, 도심지역에서는 10×10 m 이하의 격자를, 도심외곽지역에서는 30×30 m 이하의 격자로 소음지도를 제작할 것을 권고하고 있다.[3] 국내·외 소음지도 연구에서 적용된 소음지도 격자의 크기는 아래와 같으며, 도심지역의 소음지도는 10×10 m 이하의 크기를 사용하였다.[4]

Table 3 Grid size application of domestic and foreign researches

구 분	런 던 (영 국)	버밍햄 (영 국)	리스본 (포르투갈)	원주시	서울시 중랑구
전체면적	1,600 km^2	330 km^2	84.6 km^2	867.76 km^2	22 km^2
격자크기	10×10 m	10×10 m	5×5 m	5×5 m	10×10 m
계산지점	16,575,000개	3,300,000개	3,384,000개	34,710,400개	220,000개

도심지역과 도심외곽지역의 격자크기 비교 기준은 Table 4와 같다. 소음지도 제작의 효율성 비교를 위하여 격자 소음지도 (Grid Noise Map) 계산 소요시간을 비교하였으며, 격자 크기에 따른 결과의 정확성 비교를 위하여 45 ~ 80 dB(A)의 구간으로 도식화 한 뒤 각 소음구간에 노출되는 면적의 비율을 계산하였다.

Table 4 separation of grid size

구 분	격 자 크 기	EU 기준
도 심	1×1m, 3×3m, 5×5m,, 10×10m, 20×20m	10×10m 이하
도심외곽	15×15m, 20×20m, 30×30m, 40×40m, 50×50m	30×30m 이하

3. 연구결과 및 분석

3.1 도심지역

도심지역의 격자크기에 따른 소음지도 비교 결과는 Table 5, Fig. 2와 같다. 면적 6km^{2}의 소음지도 제작을 위한 소요시간은 S/W의 특성이나 내부 설정에 따라 차이가 날 수 있으나, 20×20m 의 경우 1시간 8분, 5×5m 크기의 격자를 사용하였을 경우 12시간 40분, 1×1m 의 경우 122시간 49분이 소요되었다. 소음지도 제작 소요시간은 소음지도의 제작효율과 비용에 절대적인 영향을 주는 요소이며, 간단한 예로 면적 47km^{2}의 서초구를 대상으로 20×20m 격자 소음지도를 제작한 결과 11시간 18분이 소요되었다. 따라서 격자크기를 적절히 제한할 필요가 있을 것으로 판단된다.

도식화 성능을 비교한 결과, 5×5m 이하의 격자크기가 작은 소음지도에서 이동·회전·확대·축소 시 끊김현상 (Image breakdown)이 발생하였고, 1×1m 크기의 소음지도는 시스템 리소스 부족으로 3-D 구현이 되지 않는 등의 문제가 발생하였다.

격자크기가 노출면적에 미치는 영향을 비교하기 위하여, 45~80dB(A) 구간의 소음도 계산 결과를 5dB(A) 간격으로 구분하여 각 구간의 노출면적을 비교하였다(Fig. 3 및 Table 6). 1×1m ~ 10×10m 크기의 격자를 적용한 소음지도의 경우 소음에 노출되는 면적이 비교적 일정한 결과를 보이며, 격자크기 20×20m 소음지도의 경우 소음도 45~50dB(A)와 70~75dB(A)의 범위에서 오차를 보였다. 격자크기가 큰 경우 소음원에서의 전파 특정을 정확히 표현하지 못하는 경향을 나타내는 것으로 판단된다. 따라서 일반적인 도심지역의 정확한 소음도 예측을 위해서 10×10m 이하의 격자를, 보다 세밀한 소음도 표현을 위하여 5×5m 의 격자 사용을 권장한다.

Table 5 Comparison of calculation time at urban area

구 분	1×1m	3×3m	5×5m	10×10m	20×20m
계산시간	122h 49m	27h 12m	12h 38m	4h 2m	1h 8m

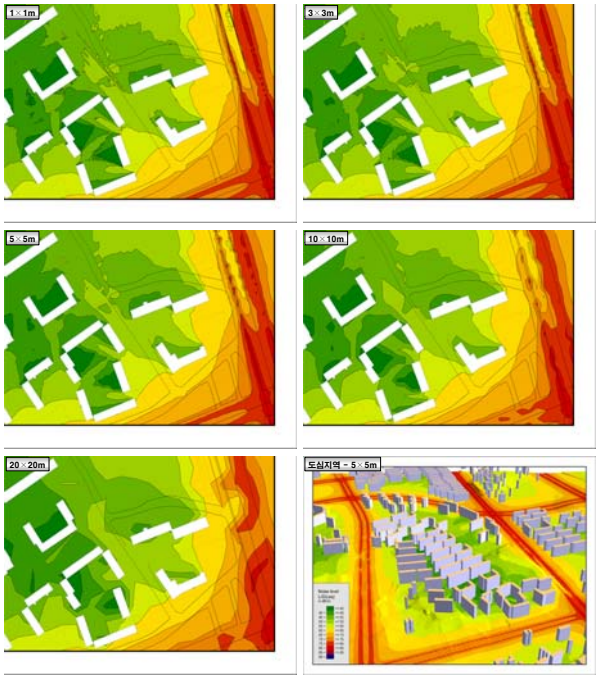

Fig. 2 Comparison of noise map at urban area

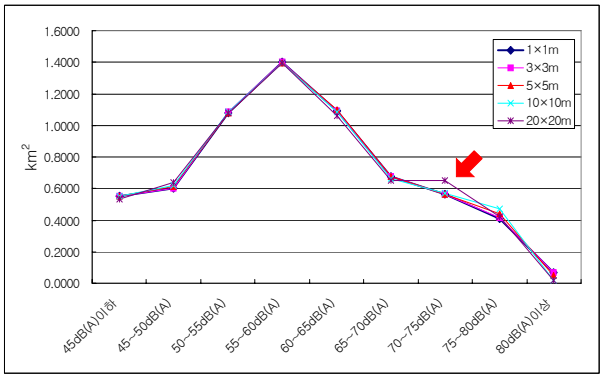

Fig. 3 Comparison of noise exposure area at urban area

Table 6 Noise exposure area at urban area unit : km^2

구 분	1×1m	3×3m	5×5m	10×10m	20×20m
45dB(A)이하	0.5497	0.5520	0.5501	0.5499	0.5361
45~50dB(A)	0.6046	0.6034	0.6144	0.6215	0.6416
50~55dB(A)	1.0779	1.0852	1.0819	1.0845	1.0760
55~60dB(A)	1.4026	1.4013	1.3982	1.3957	1.3935
60~65dB(A)	1.0916	1.0908	1.0972	1.0876	1.0590
65~70dB(A)	0.6745	0.6744	0.6744	0.6641	0.6504
70~75dB(A)	0.5637	0.5640	0.5627	0.5682	0.6522
75~80dB(A)	0.4080	0.4143	0.4404	0.4723	0.4241
80dB(A)이상	0.0694	0.0660	0.0470	0.0216	0.0172

3.2 도심외곽지역

도심외곽지역에서의 격자크기에 따른 소음지도 비교 결과는 Table 7, Fig. 4와 같다. 소음지도 제작을 위한 소요시간은 격자 크기에 따라 차이가 있으나, 도심지역의 계산결과와 비교하여 계산시간이 짧아 비교적 광범위한 지역의 소음도 계산이 가능할 것으로 판단된다.

소음도 구간별 노출면적을 비교한 결과, 격자크기 15×15m ~ 20×20m 소음지도의 경우 비교적 유사한 결과를 보였으며, 30×30m 이상의 격자크기를 적용한 경우 소음도가 큰 70~80dB(A) 구간에서 오차가 발생하였다. 이는 격자의 크기가 소음원(도로)의 폭과 비슷하거나 커짐에 따라 소음원을 정확히 묘사하지 못하였음을 의미한다. 따라서 도심외곽지역은 20×20m 의 격자크기가 적용할 경우 정확한 소음도 예측이 가능할 것으로 판단된다.

Table 7. Comparison of calculation time at rural area

구 분	15×15m	20×20m	30×30m	40×40m	50×50m
계산시간	50m	32m	16m	10m	6m

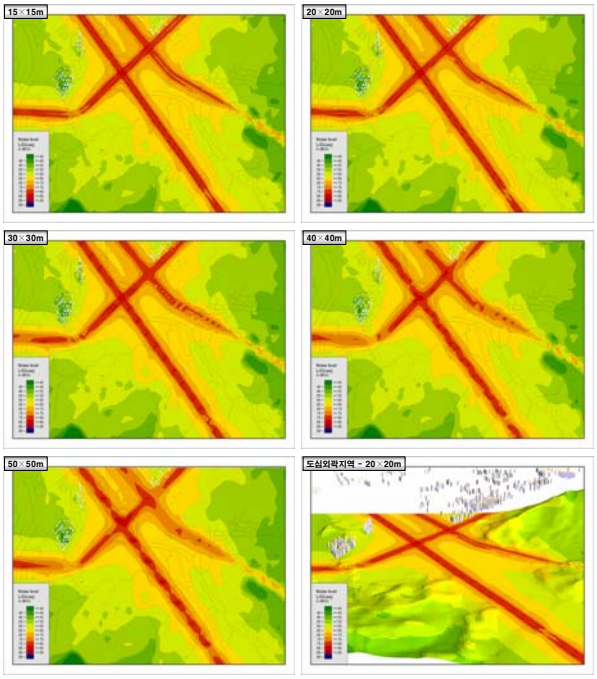

Fig. 4 Comparison of noise map at rural area

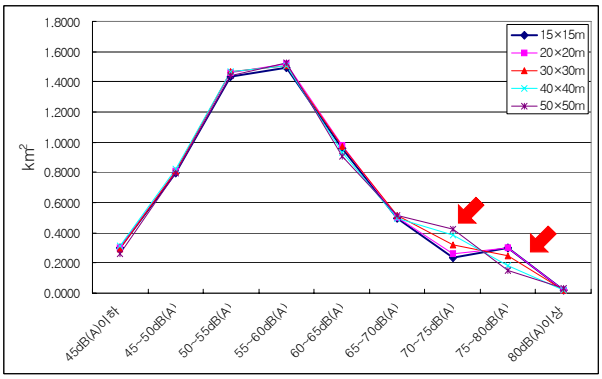

Fig. 5 Comparison of noise exposure area at rural area

Table 8 Noise exposure area at urban area unit : km^2

구 분	15×15m	20×20m	30×30m	40×40m	50×50m
45dB(A)이하	0.3027	0.2998	0.2953	0.3104	0.2600
45~50dB(A)	0.7972	0.8084	0.8061	0.8212	0.7961
50~55dB(A)	1.4370	1.4581	1.4695	1.4696	1.4394
55~60dB(A)	1.4945	1.5175	1.5033	1.5067	1.5266
60~65dB(A)	0.9563	0.9757	0.9720	0.9307	0.9096
65~70dB(A)	0.4980	0.5022	0.5138	0.4966	0.5139
70~75dB(A)	0.2355	0.2596	0.3244	0.3846	0.4229
75~80dB(A)	0.3029	0.3000	0.2477	0.1856	0.1500
80dB(A)이상	0.0207	0.0168	0.0198	0.0224	0.0325

4. 결 론

본 연구에서 EU 기준을 참고하여 도심지역과 도심외곽지역으로 나누어 소음지도 제작 시 소음지도 격자크기가 미치는 영향에 대하여 비교 검토하였다.

도심지역의 경우 세밀한 소음평가를 위하여 10×10m 크기의 격자를 적용하는 것이 적당하며, 보다 세밀한 표현이 요구되는 경우 5×5m 격자의 적용이 적당하다고 사료된다.

도심외곽지역의 경우 EU 에서 권장하는 격자인 30×30m 격자가 70~80dB(A) 구간에서 0.1421km^2 (142,100m^2)의 큰 오차가 크게 발생하는 것으로 보아, 정확한 결과를 위하여 20×20m 의 격자를 사용하는 것이 적당할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1) 박인선, 2003, 정온한 도시환경을 위한 소음지도 개발 및 응용연구, 한국소음진동공학회 논문집
2) EU Official Journal,
EU Directive 2002/49/EC
3) WG-AEN, 2006, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, EU Commission
4) 한국소음진동공학회 , 2007, 소음지도 작성을 위한 연구, 국립환경과학원