

소음지도 제작 시 차량 분류방법이 소음도 예측 결과에 미치는 영향 연구

Effects of Vehicle Classification Methods on Noise Prediction Results of Road Traffic Noise Map

김지윤* · 박인선* · 정우홍* · 박상규†

Ji Yoon Kim, In Sun Park, Woo Hong Jung, Sang Kyu Park

Key Words : Road Traffic Noise Map(도로교통 소음지도), Noise Prediction(소음예측), Vehicle Classification(차량분류)

ABSTRACT

Road traffic noise map is effective method to save cost and time for environmental noise assessment. Generally, noise is calculated by using theoretical equation of noise prediction, and the calculated result can be influenced by various input factors. Especially, domestic vehicle classification method for traffic flow and heavy vehicle percentage is different from that of foreign countries. Thus, this can cause effect on the noise prediction results. In this study, noise prediction results by using domestic vehicle classification method are compared with those by foreign methods.

1. 서론

소음지도는 이론적으로 증명된 예측식 또는 실험결과를 바탕으로 하는 실험식을 이용하여 특정 소음원의 소음도를 예측한 결과와 지리정보를 함께 분석하여 대상지역의 소음도를 공간적으로 분석한 지도이다.¹⁾

이러한 소음지도는 소음 예측을 위해서 소음 예측식의 인자에 대한 정확한 정보가 필요하나, 모든 자료를 실측하는 것은 현실적으로 불가능하므로 담당기관의 조사 결과 또는 장기간의 통계자료를 사용하는 것이 효율적이다.²⁾

그러나 국내의 교통량 분류기준이 해외 상용 소음지도에서 사용하는 차량 분류방법과 상이한

실정이며, 이는 소음예측식의 대형차량비율 산정 시 오차의 원인이 되어 소음예측 결과에 영향을 줄 수 있다. 따라서 차량 분류방법이 상이한 국내의 기준을 기존의 소음예측식에 적용하기 위해서는 그 적합성을 평가해야 한다.

본 연구에서는 소음지도 제작 시 주요인자인 차량분류방법에 대하여 국내 교통량 분류기준을 소음예측식별로 적용하여 그 차이를 비교하고자 한다.

2. 이론

2.1 도로 교통량 조사

도로 교통량이란 '도로의 한 지점, 또는 단면을 단위 시간 동안 통과하는 차량의 수'를 의미하며, 도로 교통량 조사는 도로를 이용하는 각종 통행

중신회원, 연세대학교 환경공학부
† E-mail : tankpark@yonsei.ac.kr
Tel : (033) 760-2442, Fax : (033) 763-2194

* 정회원, 연세대학교 환경공학부 대학원

차량의 통과 대수를 종류별, 방향별 및 시간대별로 조사하는 것을 의미한다. 도로 교통량 조사는 기본 교통량 자료가 필요하다고 판단되는 모든 구간에 대하여 광범위하게 실시하는 조사인 수시 조사 (coverage survey)와 특정 지점에 교통량 조사 장비 (고정식 조사 장비)를 설치하여 1년 이상의 장기간에 걸쳐 그 특정 지점을 통과하는 차량 수를 측정하는 상시조사 (continuous or permanent survey)로 구분된다.³⁾ 국내의 교통량 분류기준은 건설교통부의 『교통조사지침』⁴⁾과 『도로교통량 조사지침』이 있으며, 그 기준은 Table 1과 같다. 현재 건설교통부에서는 『도로교통량조사지침』에 따라 고속국도, 일반국도, 지방도, 국가지원 지방도에 대한 교통량 정보를 분석하여 이를 『교통 통계연보』 및 교통량 정보 제공시스템 (<http://www.road.re.kr>)를 통해 제공하고 있다.

2.2 소음예측식별 차량분류 기준

본 연구에서는 주요 소음예측식 중 가장 많은 국가에서 사용하고 있는 영국의 CRTN과 독일의 RLS90, 그리고 EU Directive⁵⁾에서 기준으로 제시한 프랑스의 XPS 31-133에 대하여 연구하였다.

(1) CRTN (UK)⁶⁾

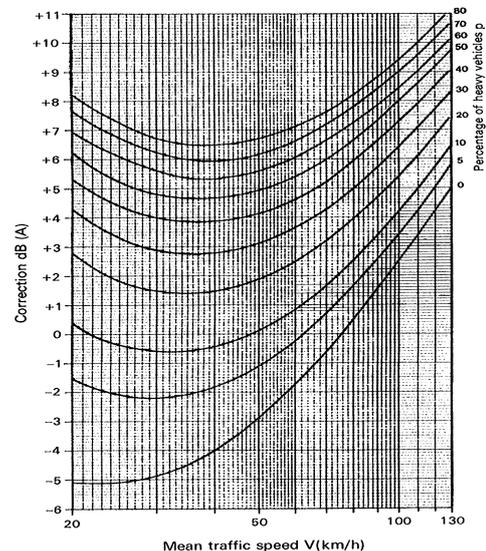
CRTN의 경우 1.5톤 이상의 차량을 대형차량으로 분류하며, 대형차량 비율은 아래의 관계식에 의해 인자 p 를 결정하고 이는 Fig. 1과 같이 소음도를 보정하게 된다. Table 2는 대형차량 비율에 의한 소음도 비교 결과이다.

$$p = \frac{100f}{q} \text{ or } \frac{100F}{Q}$$

f, F : 1시간, 18시간동안의 대형교통량
 q, Q : 1시간, 18시간동안의 전체교통량

Table 1 Vehicle classification of domestic standard

구분	교통조사지침(10종)	구분	도로교통량조사지침(11종)
승용	7인승 이하	승용	승용, 15인미만 승합
승합	8~15인승 이하	중형버스	15~25인승 이하
택시	택시	대형버스	25인승 이상
이륜	이륜	소형트럭A	2축4~6륜, 2.5톤 미만
중형버스	16~35인승 이하	소형트럭B	2축6륜, 3.5~8톤
대형버스	35인승 이상	중형트럭C	3축10륜, 15톤 이하
소형트럭	2.5톤 미만	중형트럭D	3축10륜, 컨테이너형
중형트럭	2.5~8.5톤	중형트럭E	4축12륜, 컨테이너형
대형트럭	8.5톤 초과	대형트럭F	4축14륜, 트레일러형
트레일러	트레일러	대형트럭G	5축18륜, 트레일러형
		대형트럭H	6축22륜, 트레일러형



$$\text{Correction} = 33 \text{Log}_{10}(V + 40 + \frac{500}{\sqrt{p}}) + 10 \text{Log}_{10}(1 + \frac{5p}{\sqrt{V}}) - 68.8 \text{ dB(A)}$$

Fig. 1 Correction for mean traffic speed V and percentage heavy vehicles p

Table 2 . Comparison of noise prediction result (CRTN)

구분	20%		40%		45%		50%	
	소음도	소음도	20%비교	소음도	20%비교	소음도	20%비교	
1지점	72.9	75.2	+2.3	75.6	+2.7	76.0	+3.1	
2지점	72.2	74.5	+2.3	74.9	+2.7	75.3	+3.1	
3지점	72.6	74.9	+2.3	75.3	+2.7	75.7	+3.1	
4지점	73.9	76.1	+2.2	76.5	+2.6	76.9	+3.0	
5지점	75.3	77.5	+2.2	77.9	+2.6	78.3	+3.0	
6지점	75.9	78.2	+2.3	78.6	+2.7	79.0	+3.1	
7지점	72.1	74.3	+2.2	74.7	+2.6	75.1	+3.0	
8지점	76.8	79.1	+2.3	79.5	+2.7	79.9	+3.1	
9지점	76.7	78.9	+2.2	79.4	+2.7	79.7	+3.0	
10지점	70.2	72.5	+2.3	72.9	+2.7	73.3	+3.1	
평균			+2.3		+2.7		+3.1	

(2) RLS90 (Germany)⁷⁾

RLS90의 경우 2.8톤 초과차량을 대형차량으로 분류하며, 아래의 관계식에 따라 소음도를 결정한다.

$$L_m(25, \text{basic}) = 37.3 + 10 \log(M \times (1 + 0.082 \times P))$$

$L_m(25, \text{basic})$: 직선형 아스팔트 도로에서 일정속도의 소형차(100km/h) 및 대형차(80km/h) 소음도

M : 평균교통량(veh/h) 또는 일평균교통량 (ADT)

P : 2.8톤 초과차량 비율

(3) XPS 31-133(舊 NMPB, France)⁸⁾

XPS 31-133의 경우 3.5톤 이상을 대형차량으로 분류하며, Fig. 2와 같이 소음방출량 상수를 적용하여 소음도를 보정한다.

Light vehicles				Heavy vehicles				
Slope	v	E ₂	Adjust	Slope	v	E ₂	Adjust	
Continuous flat	Flat	+44	20.4	0	Flat	+51	47.0	-13.3
	Up	+44	22.0	+1.5	or 51	+70	42.0	0
	Down	+44	22.0	+1.5	Down	+70	32.0	+16.4
Pulsed Accelerated	Flat	+43	21.0	-10.0	or 43	+70	42.0	-17
	Up	+43	+100	32.1	Up	+70	42.0	0
	Down	+43	22.0	+1.5	Down	+70	32.0	+16.4
Pulsed Accelerated	Flat	+60	20.4	0	Flat	+65	36.0	-3.3
	Up	+60	+100	32.0	Up	+65	36.0	-3.3
	Down	+60	22.0	+1.5	Down	+65	21.0	+2.0

Fig. 2 Noise emission correction coefficient by vehicle type

3. 연구방법

본 연구에서 소음예측을 위한 S/W는 상용 소프트웨어인 SoundPLAN (ver. 6.4, SoundPLAN社)을 사용하였다.

3.1 대상지역 선정

도로교통 소음예측식 비교를 위한 대상지역은 EU Directive에서 제시하고 있는 인구 및 교통량 기준⁹⁾에 따라, 주변에 주거지역과 상업지역이 위치하여 평일 교통량이 비교적 일정한 원주시 개운동, 단구동, 관설동 일대를 선정하였다. 대상도로는 교통량이 700대/h 이상인 도로를 선택하였다.



Fig. 3 Measurement area

3.2 기초조사

(1) 교통량

교통량 조사는 캠코더 (DCR SR-80, SONY社)를 이용하여 1시간 동안의 교통량을 녹화한 후, 건설교통부 교통량 분류기준에 따라 분류하였다. 『교통조사지침』은 화물차량 분류가 세분화되지 않아 소음예측식별 적용이 제한되므로, 본 연구에서는 『도로교통량 조사지침』을 이용하여 차량을 분류하였다. 각 예측식별 차량분류는 Table 3과 같으며, 차량분류결과는 Table 4와 같다.

Table 3 Classification of vehicle types

구분	국내 차량구분	소음예측식 적용		
		CRTN	RLS90	XPS
승용	승용, 15인 미만 승합	소형	소형	소형
소형트럭	2.5톤 미만	대형		
중형트럭	2.5~3.5톤			
중형버스	25인승 미만	대형	대형	
대형트럭	3.5톤 이상			
대형버스	25인승 이상			

Table 4 Separate of road traffic flow unit : dB(A)

교통량		CRTN	RLS90	XPS31-133
1구간	소형	1,537	1,728	1,761
	대형	271	80	47
2구간	소형	1,132	1,322	1,356
	대형	248	58	24
3구간	소형	873	1,000	1,010
	대형	215	88	78
4구간	소형	608	740	760
	대형	231	99	79
5구간	소형	769	864	881
	대형	145	51	33
6구간	소형	1,106	1,223	1,242
	대형	178	61	42

Table 5 Vehicle speed unit : dB(A)

구간 속도		CRTN	RLS90	XPS31-133
1구간	소형	63.6	63.9	62.9
	대형		58.8	59.5
2구간	소형	34.4	34.5	34.6
	대형		33.8	33.5
3구간	소형	54.6	55.8	53.8
	대형		49.6	52.1
4구간	소형	61.2	62.6	61.7
	대형		55.0	57.0
5구간	소형	46.2	45.6	45.7
	대형		49.5	58.0
6구간	소형	60.2	65.7	65.7
	대형		48.1	48.1

(2) 속도

속도조사는 대상지역의 도로를 소구간으로 세분화하여 구간별 시작지점과 종료지점을 통과하는 차량을 임의 지정하여 구간 통과시간을 측정하였으며, 이를 평균하여 구간 평균속도를 계산하였다.¹⁰⁾ RLS90과 XPS 31-133의 경우 예측식의 특성상 소형차량과 대형차량의 평균속도를 구분하여 적용하였다.

(3) 기타

지형정보는 국토지리정보원에서 제공하는 디지털 수치지도 (축척 1:5,000) 를 이용하였으며, 건물의 높이와 기타 도로 폭, 노면경사, 노면 포장상태 등의 정보를 조사하여 모든 예측식에 동일하게 적용하였다.

계산된 소음도 검증을 위하여 지면과 건물에 15지점의 소음측정 지점을 선정하고, 1시간동안의 소음도를 측정하였다.

4. 연구결과 및 분석

CRTN, RLS90 과 XPS 31-133의 예측소음도와 실측소음도를 비교한 결과는 Table 6와 같다. 예측결과 CRTN 의 지면 오차범위는 0.4~3.0dB, 건물 오차범위는 0.6~2.0dB, 전체 오차평균은 1.3dB 였다. RLS90 의 지면 오차범위는 0.5~2.8dB, 건물 오차범위는 0.9~2.5dB 였으며, 전체 오차평균은 1.3dB 였다. XPS 31-133 의 지면 오차범위는 0.2~2.8dB, 건물 오차범위는 0.2~3.1dB, 전체 오차평균은 1.5dB 였다. 모든 예측식의 평균 오차범위는 2dB 이내의 결과를 보였으며, 이것은 사람의 청력을 통해 소음의 크기를 감지할 수 있는 최소범위인 3 dB 이내의 결과로 사람의 인지범위 내에서 실측소음도와 유사한 경향을 나타낸다고 할 수 있다.

Table 6 Comparison of prediction and measured noise level unit : dB(A)

구분	측정 결과	CRTN		RLS90		XPS	
		소음도	오차	소음도	오차	소음도	오차
지면	1-1구간	74.4	72.6 -1.8	73.1	-1.3	72.8	-1.6
	1-2구간	72.5	69.9 -2.6	70.5	-2.0	70.3	-2.2
	2-1구간	71.6	70.8 -0.8	68.8	-2.8	71.2	-0.4
	3-1구간	70.6	70.1 -0.5	71.7	+1.1	71.5	+0.9
	3-2구간	69.7	66.7 -3.0	68.8	-0.9	68.8	-0.9
	4-1구간	72.4	71.9 -0.5	72.0	-0.4	71.1	-1.3
	4-2구간	71.8	70.4 -1.4	70.5	-1.3	69.7	-2.1
	5-1구간	69.5	69.9 +0.4	70.1	+0.6	69.3	-0.2
	5-2구간	68.1	66.4 -1.7	68.2	+0.1	67.6	-0.5
	6-1구간	73.6	74.1 +0.5	75.1	+1.5	76.1	+2.5
6-2구간	69.5	67.9 -1.6	70.5	+1.0	72.3	+2.8	
건물	1구간	69.7	68.6 -1.1	67.2	-2.5	67.1	-2.6
	2구간	65.0	67.0 +2.0	65.9	+0.9	68.1	+3.1
	4구간	67.6	68.6 +1.0	69.4	+1.8	67.9	+0.3
	5구간	67.2	67.8 +0.6	68.1	+0.9	67.0	-0.2
평균	지면오차		1.3		1.2		1.4
	건물오차		1.2		1.5		1.6
	오차평균		1.3		1.3		1.4

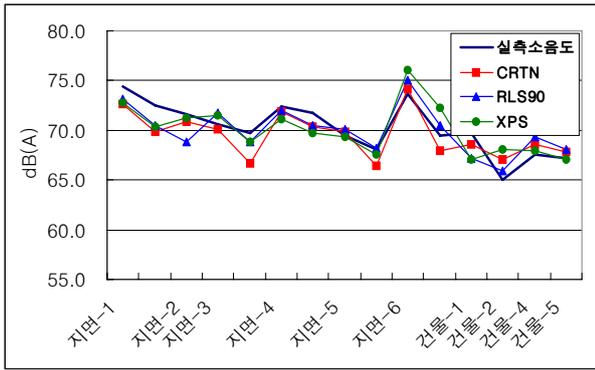


Fig. 4 Comparison of prediction and measured noise level

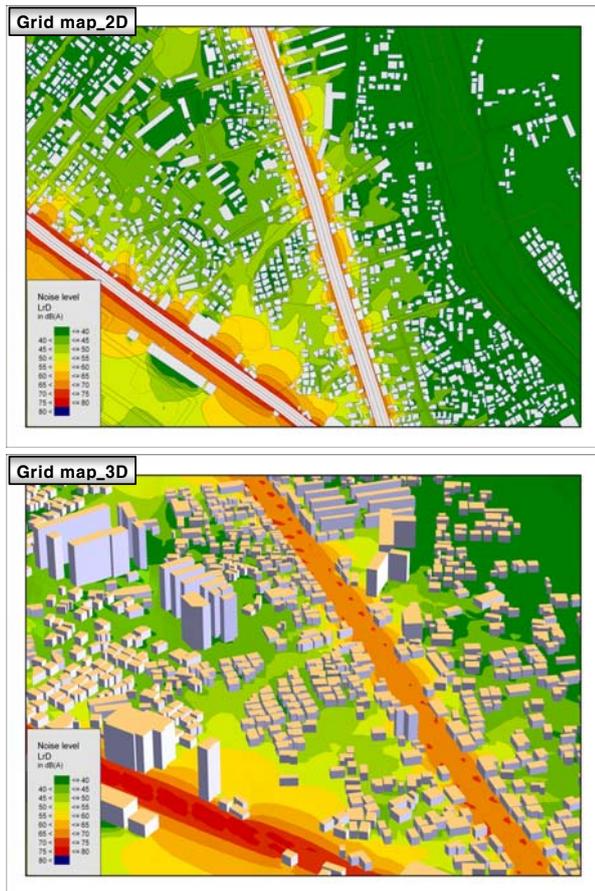


Fig. 5 Road traffic noise map of wonju city

5. 결론

본 연구에서 소음지도 제작 시 주요인자인 차량분류방법에 대하여, 세 가지 소음예측식의 예측소음도와 실측소음도를 비교하였다. 소음도 예측 결과 각 예측식의 오차범위는 CRTN 0.4~3.0dB, RLS90 0.5~2.8dB, XPS 31-133 0.2~3.1dB

였으며, 오차평균은 CRTN 1.3dB, RLS90 1.3dB, XPS 31-133 1.4dB였다.

각 예측식별 차량분류기준과 국내의 차량분류기준의 차이는 있으나, 3dB의 오차범위 내에서 적용이 가능할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 1) 박인선, 박상규, 2003, 정은한 도시환경을 위한 소음지도 개발 및 응용연구, 한국소음진동공학회 논문집
- 2) WG-AEN, 2006, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, EU Commission
- 3) 건설교통부, 2001, 행정간행물 등록번호 11-1500000 -00608-14 『도로교통량 조사지침』
- 4) 건설교통부, 2006, 건교부 고시 제2006-415호 『교통조사지침』
- 5) EU Official Journal, EU Directive 2003/613/EC
- 6) Department of Transport, 1998, Calculation of Road Traffic Noise
- 7) 오진우 외 2, 2004, 국내의 소음지도 제작과 활용에 관한 연구, 한국소음진동공학회 논문집
- 8) Labein Technological Centre, Adaptation and Revision of The Interim Noise Computation Methods for The Purpose of Strategic Noise Mapping
- 9) EU Official Journal, EU Directive 2002/49/ EC
- 10) 박인선, 박상규, 2007, 속도 측정방법에 따른 소음지도 예측결과 분석, 한국소음진동공학회 논문집