

차량속도 측정방법이 소음지도 예측결과에 미치는 영향

Effects of measurements method for vehicle speed on the prediction results of noise map

박인선†·박상규*

In Sun Park, Sang Kyu Park

Key Words : Noise Map(소음지도), Speed factor(속도인자), Prediction(예측)

ABSTRACT

Noise map presents new alternatives of noise reduction counter measure and becomes important tool for making environmental policy. Many input factors such as road conditions, number of vehicles, speeds of vehicles are used for noise prediction of the noise map. However, results of noise prediction make difference depending on the values of the input factors. In this study, effect of measurement method for vehicle speeds on the prediction results of the noise map.

1. 서 론

최근 환경부는 전용 주거지역의 경우 조사 대상 29개 도시 중 낮 시간대는 22개 도시(76%), 밤 시간대는 26개 도시(90%)가 소음 기준치(낮 50dB, 밤 40dB)를 초과했다고 밝혔으며, 전용주거지역 등에 대한 소음 저감 대책의 일환으로 2010년까지 전국 552곳에 24시간 소음자동 측정기를 설치하고 도로와 철도 공항 등 소음 발생원별로 소음 지도를 작성할 계획을 밝혔다.

이와 같이 소음지도는 소음저감대책의 새로운 대안으로 제시되고 있으나 소음지도 작성을 위한 예측식 및 소음지도제작 프로그램에 대한 비교분석이 미흡하며, 주요 영향인자에 대한 기초연구와 검토가 부족한 상황이다. 또한 이런 상황으로 인해 소음지도 제작시 지역별·발생원별 소음의 영향을 평가하는데 많은 어려움이 있다.

본 연구에서는 소음지도 제작시 주요 영향인자인 차량속도의 결정방법에 따른 차이와 예측지역에 따른 적절한 속도인자를 제시하고자 한다.

2. 속도인자 조사

2.1 속도인자 결정방법

1) 지점속도조사

지점속도조사는 특정지점을 통과하는 차량의 순간속도를 관측하는 조사를 말한다. 조사지점은 전방주시가 좋고 평탄한 직선도로를 선정하며, 도시 내 도로의 경우에는 주요 교차점과 교차점의 중간지점 또는 신호교차점과 신호교차점의 중간지점을 조사지점으로 선정한다.

조사방법은 스피드건을 이용하며, 기기의 특성을 고려하여 주행위치가 명확하고 교통소통이 원활한 도로에서 조사한다.

2) 구간속도조사

구간속도조사는 도로의 특정구간에 소요되는 주행시간을 관측하는 조사를 말하며, 조사방법은 시험차량을 직접 주행하여 평균통행시간을 얻는 방법을 적용한다. 또한 통행시간측정은 시험차량을 운행하여 추월한 차량과 추월을 당한 차량 사이에 주행비율(약 55:45)을 유지하여 평균통행속도로 주행하여 측정한다.

3) 도로유형별 속도결정

도로유형별 속도는 도로마다 적용된 제한속도와 도로유형에 따라 차량속도를 결정한다. 본 연구

중신회원, 연세대학교 환경공학부

* E-mail : tankpark@yonsei.ac.kr
Tel: (033) 763-2442, Fax: (033) 763-5224

† 정회원, 연세대학교 환경공학부 대학원

에서는 CRTN의 도로유형별 속도결정방법을 이용하며, 내용은 Table 1과 같다.

2.2 조사지역

조사지역의 선정은 속도인자의 영향을 정확히 평가하기 위하여 다른 인자의 영향이 적은 지역을 선정하였으며, 예측지역에 따라 적절한 속도인자를 결정하기 위하여 교통신호가 없는 직선구간(Fig. 1)과 교통신호가 있는 구간(Fig. 2)으로 나누어 조사를 실시하였다.

2.3 조사결과

지점속도는 교통량 조사기간 동안 통행하는 차량의 속도를 50회 조사하여 산술평균한 값이며, 구간속도는 동일한 기간에 차량을 15회 주행하여 얻은 평균통행시간을 이용하여 얻은 속도이다. 또한 도로유형별 속도결정은 대상 도로의 차선수와 규정속도를 조사하여 결정하였다.

속도조사결과 지역에 따라 다른 결과를 보였다. 교통신호가 없는 지역에서는 지점속도방법과 도로유형 속도결정방법을 이용한 결과가 유사하고, 교통신호를 포함한 구간에서는 지점속도와 구간속도가 유사한 결과를 보였다. 결과는 Table 2와 같다.

Table 1. Traffic speed by road classification⁽⁴⁾

Road classification	Traffic speed
Roads not subject to a speed limit of less than 60 mph	
Special roads(rural)excluding slip roads	108km/h
Special roads(urban)excluding slip roads	97km/h
All-purpose dual carriageways excluding slip roads	97km/h
Single carriageways, more than 9m wide	88km/h
Single carriageways, 9m wide or less	81km/h
Roads subject to a speed limit of 50 mph	
Dual carriageways	80km/h
Single carriageways	70km/h
Roads subject to a speed limit of 50 mph but more than 30 mph	
Dual carriageways	60km/h
Single carriageways	50km/h
Roads subject to a speed limit of 30 mph or less	
All carriageways	50km/h

3. 소음예측

3.1 기초조사

교통량 조사는 일정한 시간동안 도로의 한 지점을 통과하는 차량 대수를 관측하는 조사를 의미하며, 본 연구에서는 15분 간격으로 3시간을 조사하였다. 또한, 교통량 조사결과를 이용하여 시간당 교통량(대/hr)과 대형차량비(Percentage heavy vehicles)를 구하였다.

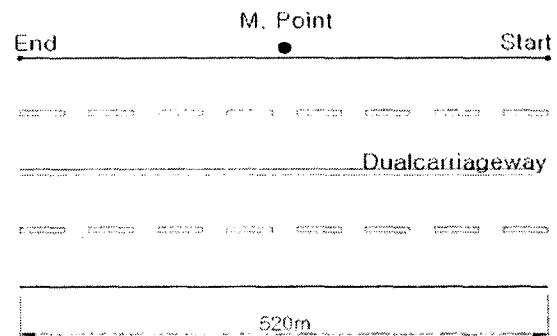


Fig. 1 Model of straight section

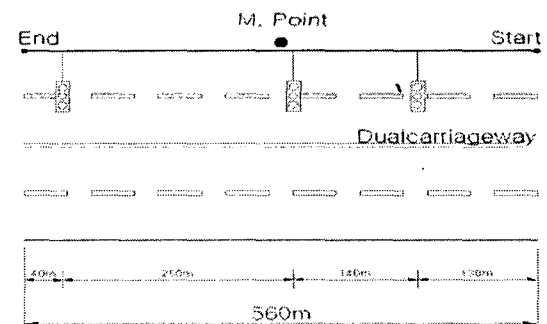


Fig. 2 Model of Traffic signal section

Table 2 Results of speed investigation

	Straight section		Traffic signal section	
	Point V	Section V	Point V	Section V
1st	60.1km/h	49.3km/h	50.0km/h	49.5km/h
2nd	65.8km/h	51.3km/h	53.7km/h	49.9km/h
3rd	60.6km/h	58.0km/h	47.9km/h	52.6km/h
4th	61.5km/h	57.3km/h	45.4km/h	51.8km/h
Road classify	Type	Limit	Type	Limit
	Dual	60km/h	Dual	60km/h
Speed	60km/h		60km/h	

3. 소음예측

3.1 기초조사

교통량 조사는 일정한 시간동안 도로의 한 지점을 통과하는 차량 대수를 관측하는 조사를 의미하며, 본 연구에서는 15분 간격으로 3시간을 조사하였다. 또한, 교통량 조사결과를 이용하여 시간당 교통량(대/hr)과 대형차량비(Percentage heavy vehicles)를 구하였다.

도로의 전장, 전폭, 도로타입, 포장상태를 조사하였으며, 결과는 Table 3에 나타내었다.

Table 3 Data of road investigation

	Straight section		Traffic signal section	
	Traffic flow	HV(%)	Traffic flow	HV(%)
1st	1698.6/hr	51.3	1266.6/hr	57.7
2nd	1496.4/hr	40.7	1059.0/hr	37.4
3rd	1487.7/hr	49.8	1100.3/hr	54.8
4th	1258.3/hr	42.9	923.0/hr	44.0
Road	Length	Width	Length	Width
	520m	20m	560m	20m
Road classify	Pavement type		Pavement type	
	Bitumen		Bitumen	

3.2 소음예측 조건

예측지역과 조사 시기에 따라 각각 3가지 속도 인자를 적용하여 예측을 실시하였다. 예측시 격자의 크기는 1m×1m이고, 예측높이는 측정값과의 비교를 위하여 1.5m로 하였다. 또한 도로 양끝의 Cut-off area는 150m 이내로 설정하였다.

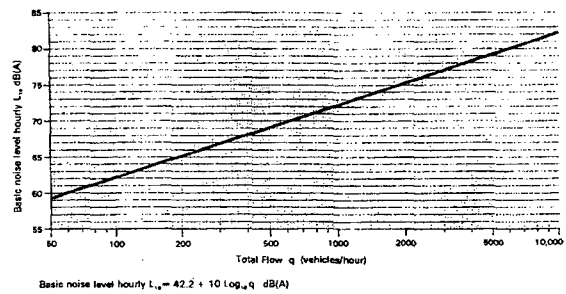


Fig. 3 Basic noise level(1hour)⁽⁴⁾

3.3 소음예측 방법

소음예측을 위하여 도로교통소음 예측식인 CRTN(Calculation of Road Traffic Noise)을 적용한 NoiseMap 2000 소프트웨어를 이용하였으며, 본 예측식의 기본적인 이론은 다음과 같다.

1) 교통량

CRTN은 1시간 교통량과 18시간 교통량에 따른 두 개의 기본소음레벨 계산방법을 제안하며, 본 연구에서는 1시간 교통량을 이용하여 예측하였다. Fig. 3은 교통량 변화에 따른 기본소음레벨을 나타낸다.

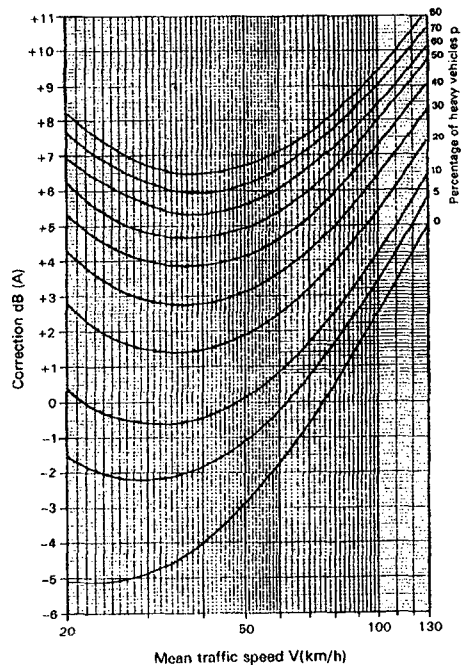
2) 대형차량비와 차량속도

대형 차량비(Percentage heavy vehicles)와 차량속도(traffic speed)의 보정은 Fig. 4와 같이 두 인자의 상관관계식을 바탕으로 결정된다.

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

f, F : 1시간 대형교통량, 18시간 동안의 대형교통량, 대/1h or 대/18hour

q, Q : 1시간, 18시간 동안의 전체교통량, 대/1h or 대/18hour



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

Fig. 4 Correction for mean traffic speed V and percentage heavy vehicles⁽⁴⁾

4. 예측결과

적절한 속도인자 결정을 위하여 교통량 조사시 도로에서 1m 떨어진 지점에서 3시간동안의 소음도를 측정하였으며, 동일 지점의 예측값과 측정값의 결과는 Table 4와 같다.

예측지역에 따른 오차율의 비교는 Fig. 5와 Fig. 6에 나타냈다.

예측결과, 측정값과 $\pm 3\text{dB}$ 의 오차를 보였으며, 오차율은 4%이내였다. 직선구간에서는 지점속도와 도로유형별 속도를 이용한 예측값이 유사한 결과를 보였으며, 교통신호구간에서는 구간속도와 지점속도를 이용한 예측값이 유사한 결과를 보였다.

특히 교통신호 구간에서 구간속도를 이용한 예측값은 측정값과 0.6%이내의 매우 근접한 결과를 얻었다.

Table 4 Comparison of measured and predicted results

Section	Speed(V)	Measured value(dB)	Predicted value(dB)	Difference (dB)	Error rate %	
Straight	1	Point	74.5	-1.2	1.64	
		Section	73.3	73.2	0.1	0.14
		Classify		74.5	-1.2	1.64
	2	Point	73.8	74.0	-0.2	0.27
		Section		71.4	2.4	3.25
		Classify		73.8	0.0	0.00
	3	Point	75.8	74.1	1.7	2.24
		Section		73.9	1.9	2.51
		Classify		74.1	1.7	2.24
	4	Point	74.2	72.0	2.2	2.96
		Section		71.4	2.8	3.77
		Classify		71.9	2.3	3.10
Signal	1	Point	72.7	-0.3	0.41	
		Section	72.4	72.0	0.4	0.55
		Classify		73.2	-0.8	1.10
	2	Point	70.6	70.9	-0.3	0.42
		Section		70.4	0.2	0.28
		Classify		71.4	-0.8	1.13
	3	Point	69.2	68.4	0.8	1.16
		Section		69.6	-0.4	0.58
		Classify		71.5	-2.3	3.32
	4	Point	69.0	68.0	1.0	1.45
		Section		68.8	0.2	0.29
		Classify		70.8	-1.8	2.61

5. 결론

본 논문에서는 속도인자 결정방법이 예측결과에 미치는 영향을 연구하였으며, 결과는 다음과 같다.

(1) 교통신호가 없는 직선구간에서 구간속도방법은 3dB 이내의 오차를 보였으며, 지점속도방법과 도로유형별 속도결정방법은 $-1.2\text{dB} \sim 2.3\text{dB}$ 의 오차를 보였다. 또한 각각의 오차율은 4%이내와 3%이내의 결과를 보였다. 이것은 직선구간에서 속도결정방법의 선택시 지점속도방법과 도로유형별 속도방법이 보다 효과적인 방법이라 판단된다.

(2) 직선구간에서 지점속도방법과 도로유형별 속도결정방법의 예측결과는 $\pm 0.2\text{dB}$ 의 매우 유사한 결과를 보였다. 이것은 직선구간이나 교통량의 유입이 적은 외곽도로의 소음지도 제작시 제한속도와 도로유형을 이용하여 속도를 결정 할 수 있다고 판단된다. 또한 속도조사가 용이하지 못한 지역과 도로건설예정지역의 소음지도 제작시 유용한 방법이라 사료된다.

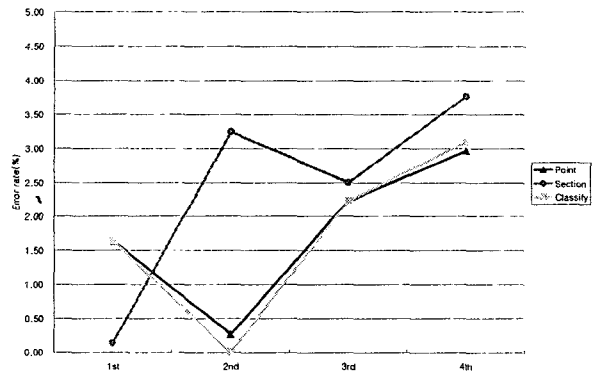


Fig. 5 Comparison of error rate at straight section

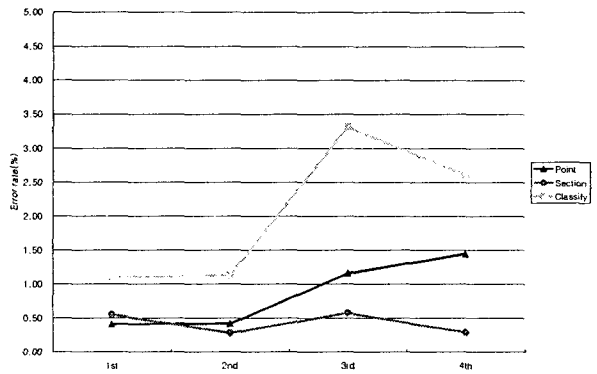


Fig. 6 Comparison of error rate at traffic signal section

(3) 교통신호구간에서 도로유형별 속도결정방법은 0.8 dB~2.3dB의 차이를 나타내어 3.5%이내의 오차율을 보였다. 지점속도방법과 구간속도방법은 0.4dB~1.0dB의 오차와 1.5%이내의 오차율을 보였다. 특히 구간속도방법은 0.6%이내의 매우 근접한 결과를 보였다. 이것은 교통신호구간에서 속도결정은 지점속도방법과 구간속도방법이 효과적이며, 후자가 보다 정확한 결과를 얻을 수 있다고 본다.

(4) 위의 결과는 교통흐름에 영향을 많이 받는 도심의 소음지도 제작시 구간속도방법이 예측결과에 보다 효과적이며, 속도조사 지점을 최소화 할 수 있다고 사료된다.

위의 연구결과 소음지도 제작시 지역에 따른 보다 효과적인 속도인자 결정방법을 제시 할 수 있었으며, 추후 연구에서는 다른 인자에 대한 연구와 보다 세분화된 지역에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- (1) 박인선, 정우홍, 박상규, 2006, "소음지도를 이용한 특정차량의 소음평가", 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집,
- (2) 김득성, 장서일, 2005, "개발 예정지역 도로교통소음 음향파워레벨 산정과 응용에 관한 연구", 한국소음진동공학회 논문집, 제 15권, 제 6호, pp. 635~644.
- (3) 건설교통부, 2003, "교통조사지침(건설교통부 지침 2003년 234호)", 건설교통부
- (4) Department of Transport Welsh Office HMSO, 1988, "Calculation of Road Traffic Noise", HMSO BOOKS.