

KHTN을 이용한 교통류 특성과 교통소음추이 분석

최윤혁*·김철환

Analyzing Relationship between Road Traffic Flows and
Noise Trend using Korea Highway Traffic Noise Model

Yoon Hyuk Choi* and Cheol Hwan Kim

한국도로공사 도로교통연구원(Korea Expressway Corporation Research Institute)

제출 : 2012년 5월 4일 수정 : 2012년 7월 11일 승인 : 2012년 9월 17일

국문 요약

도로교통소음은 자동차의 이동, 즉, 교통량과 통행속도 등 도로교통환경과 밀접하게 관련되나, 본 논문에서는 교통류특성과 도로교통소음과의 관계를 분석하고자 몇 가지 문제를 제기하였다. 첫째는 "최대소음이 언제 발생하는가?"라는 문제로 교통량이 많은 첨두시간대에 과연 최대소음이 발생할 것인지를 교통류 측면에서 검토하고자 하였다. KHTN 모델을 통해서 LOS를 분석한 결과, 실제 최대소음은 용량상태인 LOS E가 아닌 LOS D에서 발생하는 것으로 나타났다. 이는 실제 첨두시간대에는 교통량은 많지만 통행속도가 낮기 때문에 오히려 첨두시간을 전후하여 최대소음이 발생할 가능성이 높다는 것을 보여준다. 둘째는 교통소음예측에 이용되는 차종별 통행속도 추정에 관한 것으로, 보다 쉬우면서도 정확성을 지닌 통행속도 추정기법을 찾고자 하였다. 이를 위해 스케치 플래닝 기법으로 도로용량편람의 '고속도로 기본 구간의 속도-교통량 곡선과 서비스수준' 그래프를 이용하는 방법을 제시하였다. 각 설계속도별 추세선 모형식 산정결과, 최적의 함수유형은 2차 다항식이며, 각각 R^2 가 0.96 이상의 값을 가지고 있어 적합한 모형으로 판단된다.

주제어 | 교통소음, KHTN, 교통류 특성, 교통량, 첨두시간

Abstract

Road traffic noise is closely related to road traffic environment, including traffic volumes by type and travel speed. In this study, we stated some issues and analyzed the relationships between road traffic noise and traffic flow characteristics. First, in attempt to find the answer to the question "When does the loudest traffic noise occur?" we reviewed the issue in the terms of traffic flow. As a result of analyzing level of service through Korea Highway Traffic Noise model, the actual maximum noise occurred in level of service D rather than level of service E, on the capacity state. It shows that maximum noise would be most likely to occur right before and after the peak hours. Second, this paper was

* 교신저자: yhchoi76@ex.co.kr

looking for the method of a more easy and accurate traffic speed estimation to predict traffic noise. This paper proposed sketch planning techniques of speed-volume curve by level of service on Korea Highway Capacity Manual. As a result of trend line modeling, it was judged that quadratic form is a suitable function, and coefficient of determination (R^2) was higher than 0.96, respectively.

Keywords Traffic Noise, Korea Highway Traffic Noise Model, Road Traffic Flows, Traffic Volumes, Peak Hour

I. 서론

1. 연구의 목적 및 필요성

차량의 대형화 및 고속화와 더불어 고속도로 교통량 증가로 고속도로 교통소음이 지속적으로 증가하고 있으며, 소득 증가와 생활수준 향상에 따른 쾌적한 저소음 환경에 대한 국민의 요구 역시 증대되고 있다. 이 때문에 소음 피해에 대한 강한 불만제기 및 집단행동과 함께 소음관련 민원이 지속적으로 증가하고 있다. 고속도로 교통소음 민원은 연평균 159건(2005년~2007년) 발생하고 있으며, 판교 신도시, 동탄 신도시, 제2동탄 신도시 등 최근 대도시권 고속도로 주변 대규모 주택단지 건설로 인해 민원 증가가 예상된다. 환경부 산하 '중앙환경분쟁조정위원회'의 보도자료에 의하면, 1998년부터 2008년 3월 말까지 접수된 환경분쟁 가운데 약 87%가 소음진동에 의한 분쟁이다.

표 1 중앙환경분쟁조정위원회 분쟁처리 현황

(단위 : 건수, %)

구 분	계	소음진동	대기오염	수질오염	해양오염	기타
계 (%)	1,803 (100)	1,558 (87)	132 (7)	61 (3)	9 (1)	43 (2)
'08. 3월	53	50	1	-	-	2
'07	172	142	7	3	-	20
'06	165	150	8	3	-	4
'05	174	151	11	5	-	7
'04	223	206	8	3	1	5
'03	292	264	19	8	-	1
'02	263	229	26	4	-	4

구 분	계	소음진동	대기오염	수질오염	해양오염	기타
'01	121	103	11	7	-	-
'00	60	49	7	4	-	-
'99	79	67	8	4	-	-
'98 이전	201	147	26	20	8	-

그러나, 도로교통소음은 자동차의 이동에 직접적으로 영향을 받아 승용차, 버스, 화물차 등의 차종별 교통량과 통행속도 등 도로교통환경과 밀접하게 관련되나, 교통측면의 연구가 전무한 실정이다. 따라서 교통류 특성과 소음과의 관계, 소음예측 프로세스, 소음저감을 위한 교통관리방안 등의 소음예측과 관련된 교통측면의 연구가 필요하다.

특히 소음저감을 위한 주요 대책인 방음시설 설치 시 장래의 차종별 교통량과 통행속도가 주요 입력변수로 활용되나, 이에 대한 구체적인 프로세스가 확립되지 않았으며, 이로 인해 교통류 특성에 맞지 않는 분석이 이루어지고 있다. 도로교통소음은 다른 소음에 비해 연속적으로 발생하고 노출범위도 넓어 지속적이고 체계적인 관리체계가 필요하다.

2. 연구의 내용 및 방법

본 연구에서는 교통류특성과 도로교통소음과의 관계를 분석하고자 몇 가지 문제를 제기하였다. 첫 번째는 “최대소음이 언제 발생하는가?”라는 문제로 교통량이 많은 첨두시간대에 과연 최대소음이 발생할 것인지를 교통류 측면에서 검토하고, 소음예측 프로그램을 이용하여 이를 검증하고자 하였다. 두 번째는 소음예측에 이용되는 주요한 변수인 차종별 통행속도 추정에 관한 것이다. 현 지침 및 설계기준에는 교통량 예측 방법만 제시되고 통행속도 산출방법이 제시되어 있지 않아, 많은 분석가들이 재량에 따라 설계속도, 제한속도, 운영속도 등 다양하게 적용하고 있는바, 보다 쉬우면서도 정확성을 지닌 통행속도 추정법을 제시하고자 하였다.

II. 기존 연구 검토

김형철 등(2008)은 경기도 시흥시를 대상으로 도로교통량, 건축물의 위치와 형태를 고려한 소음 예측 결과를 제시하였다. 통과 차량의 속도 제어, 통과 차량별 교통량 제

어로 각 변수를 설정한 후 소음예측모델 SoundPLAN을 이용하여 분석하였으며, 분석 결과 적용 대안에 따라 다소 차이는 있으나 주간은 평균 0.3~4.0dB(A), 야간은 평균 0.5~2.6dB(A) 소음이 감소하는 것으로 예측되었다. 소음환경기준을 초과하는 영역은 공간적 분포보다 평면적인 분포의 비율이 높았으며, 특히 모든 대안을 적용한 Type 5는 공간적으로 소음기준을 만족하였다. 야간의 소음기준이 주간보다 엄격하기 때문에 소음환경기준 초과비율도 야간이 주간보다 높게 나타났으며, 저층부보다 고층부의 소음도가 약 2dB(A) 정도 높게 예측되었다. 이는 다양한 교통수요관리를 통해 교통소음을 감소시킬 수 있으며, 하나의 개선방안이 가지는 효과보다 여러 가지 방안을 조합할 경우 저감 효과가 상대적으로 크다는 것을 의미한다.

표 2 소음 개선대책별 주/야간 분석 결과

구분	적용항목	주간		야간		
		기준 초과 비율	Type1 대비	기준 초과 비율	Type1 대비	
Grid Noise Map	Type 1	-	28.31	-	35.99	-
	Type 2	대형차 10%만 운행	18.21	10.10	29.64	6.35
	Type 3	소형차 80%만 운행	27.48	0.83	34.63	1.36
	Type 4	속도 10km/h 감속	24.31	4.00	31.91	4.08
	Type 5	Type 2, 3, 4 적용	12.46	15.85	23.00	12.99
3D Facade Noise Map	Type 1	-	8.75	-	14.54	-
	Type 2	대형차 10%만 운행	1.95	6.80	7.43	7.11
	Type 3	소형차 80%만 운행	6.64	2.11	12.69	1.85
	Type 4	속도 10km/h 감속	4.16	5.49	10.05	4.49
	Type 5	Type 2, 3, 4 적용	-	8.75	2.78	11.79

정재훈 등(2007)은 SoundPLAN을 이용하여 소음지도를 구축하고, 건물의 배치형태 및 이격거리에 따른 교통소음 변화를 검토하였다. 분석 결과 도로변에서 발생하는 소음을 전면에서 받아들이는 평형배치가 소음을 차단하는 방음벽 역할을 수행하여 후면에 위치한 블록 내부의 소음레벨을 감소시키는 것으로 나타났으며, 이격거리가 20m 증가함에 따라 약 5dB 정도 소음레벨이 감소하는 것으로 나타났다.

일반적으로 교통량이 2배 증가하면 2dB 정도 소음이 증가하며, 속도는 차량별로 다

소 차이는 있으나 보통 10km/h 증가 시에 2~3dB 정도 소음이 증가하고, 특히 대형차의 경우 소형차보다 크게는 10dB 정도 소음이 더 발생하는 것으로 알려져 있다. 최기주 등(2001)은 이러한 소음 특성을 고려하여, 총 교통량, 평균속도, 대형차 혼입비를 독립변수로 선택하여 교통소음 예측모델을 개발하고, 예측모형을 통해 나온 결과를 기반으로 교통소음 손실비용을 산출하는 모형을 제안하였다. 분석 결과 교통량을 줄이거나, 평균속도를 낮추는 경우 소음환경기준을 초과하는 영향지역의 넓이가 감소함에 따라 교통소음으로 인해 발생하는 총 손실비용이 감소하는 것으로 나타났다.

정재훈 등(2009)은 강남구 일대를 대상으로 통행제한, 속도제한 등 교통운영 측면의 소음레벨을 검토하였다. 차량의 기본속도는 소형차 50km/h, 대형차 40km/h를 적용하였으며, 교통량은 기본 교통량을 기준으로 10% 증감하였다. 분석 결과 교통량 제어보다 속도 제어가 소음 변화의 폭이 크게 나타났으며, Grid Noise Map보다 Facade Noise Map의 변화 폭이 크게 나타났다.

Pichai Pamanikabud(2002)는 태국의 교통소음을 예측하기 위해 자유흐름 상태인 지역 간선도로에서 자료를 수집하여 차량 분류, 차량 유형에 따른 평균 지점속도, 간선도로 구간의 기하구조 등을 고려한 모형을 구축하였다. William H. K. LAM 등(1998)은 교통소음에 영향을 미치는 주요 요인을 교통류, 통행속도, 대형차 비율 등 교통량 구성으로 규정하고, 이를 기반으로 홍콩의 교통소음 예측 모델을 구축·분석하였다. 또 Kwang Sik Kim 등(2007)은 토지가격과 교통소음의 관계를 분석하여 토지가격이 1.3% 감소함에 따라 교통소음이 1% 증가한다고 주장하였다.

III. 문제 제기

현행 교통소음저감 대책 및 방음벽 설계기준의 한계점은 교통류 특성과 소음과의 관계에 대한 기초연구의 부족으로 인한 과대설계의 문제이다. 전술한 것과 같이, 교통소음은 교통량과 통행속도와 관련된 변수이다. 따라서 이러한 교통류 특성과 소음과의 관계에 대한 기초적인 연구가 수행되어야 하나 이에 대한 세부적인 관심이 부족하였다. 교통류 특성에 대한 고려 없이 첨두교통량 기반으로 교통소음을 예측할 경우 최악의 경우에는 용량상태의 최대교통량이 설계속도로 주행하는 것으로 교통소음이 예측되어, 실제 교통상황에 비해 과대소음을 예측하게 된다. 이는 최대교통량이 최고속도

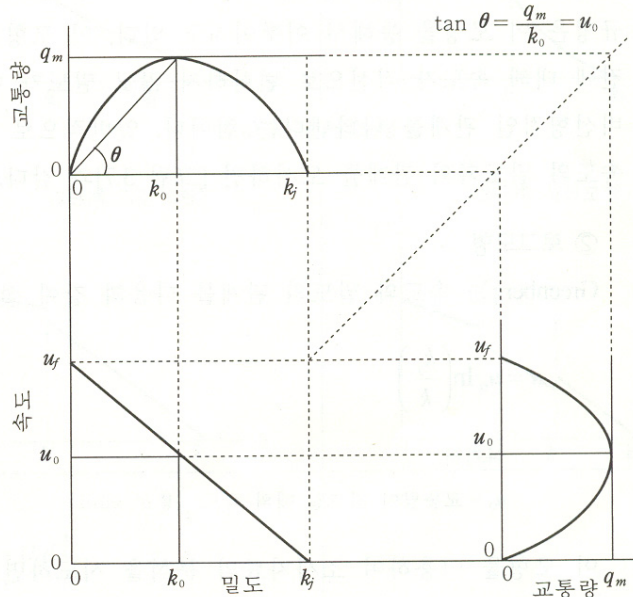
로 주행한다는 가정에 기반하고 있지만 실제 교통환경에서는 교통량이 많으면 통행속도가 줄어들기 때문에 이러한 현상은 발생하지 않는다.

1. 최대소음은 언제 발생하는가?

현재 한국도로공사에서는 방음벽 설계 시 첨두시간 교통량을 이용하고 있다. 이는 기본적으로 교통량이 가장 많은 첨두시간대에 최대소음이 발생할 것이라는 가정이 기본적으로 전제된 것이나, 교통류 특성에 의하면 첨두시간은 교통량은 많고 통행속도는 낮은 특성을 보인다.

교통량과 통행속도와의 관계를 나타내고 있는 아래 그림¹⁾을 살펴보면, 교통량(q)이 증가하면서 통행속도(u)가 감소하다가(안정류), 용량상태를 지나 혼잡상태가 되면 교통량이 증가함에 따라 통행속도가 증가하는(불안정류) 상태가 된다.

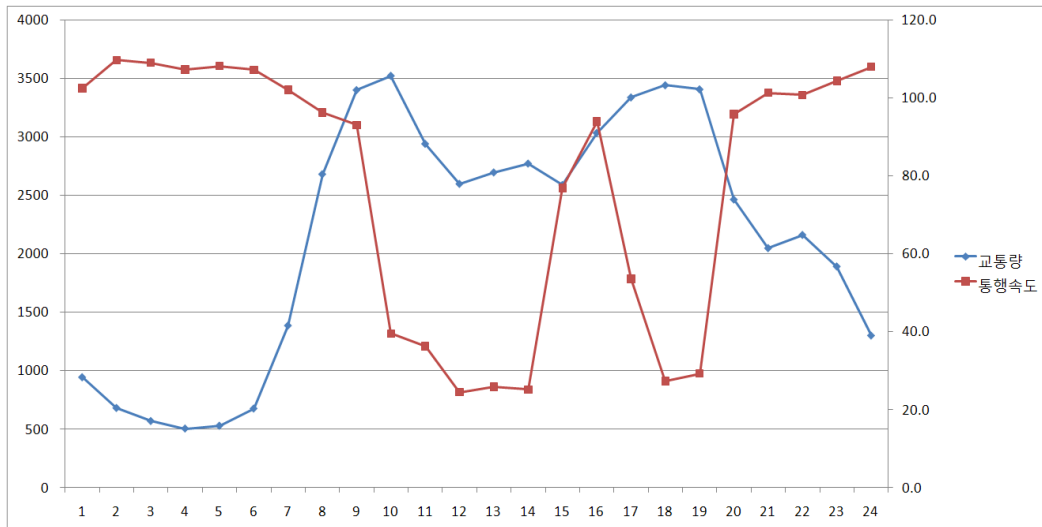
그림 1 교통량-밀도-속도 그래프



1) Traffic Flow Fundamental, chapter 10 Traffic Stream Models, p.288 figure 10.2 Importance of Location

실제 고속도로에서의 교통량-속도 변화추이를 서해안선 팔곡JC~안산JC 구간에서 살펴보면, 오전 첨두인 9~10시 사이에 교통량이 약 3,500대로 가장 많지만, 통행속도는 30km/h 이하로 떨어지게 된다. 오후 첨두시간에도 마찬가지로 현상이 발생하여 교통량이 많으면 통행속도가 떨어지고 교통혼잡(30km/h 이하)으로 이어진다.

그림 2 서해안선 팔곡JC~안산JC 교통량-속도 변화(2008.10.22)



이와 같은 교통류 특성을 교통소음과 연관시켜 고려할 경우, 교통소음특성에 의하면 교통량이 많고 통행속도가 높을 때에 최대소음이 발생하지만, 실제 첨두시간대에는 교통량은 많지만 통행속도가 낮기 때문에 오히려 첨두시간을 전후하여 최대소음이 발생할 가능성이 높다. 즉, 서해안선 팔곡JC~안산JC 구간의 경우 오전, 오후 첨두인 9시와 17시를 전후한 비첨두시간대인 8시, 15시, 16시, 20시, 21시 등에 최대소음이 발생할 수 있다는 것이다. 이를 오전/오후 첨두와 비첨두로 구분해서 살펴보면, 오전 첨두가 발생하기 바로 이전인 오전 비첨두, 오전 혼잡이 해소되고 오후 첨두가 시작되기 직전 오후 비첨두, 그리고 오후 첨두가 해소된 직후 야간 시간대가 최대소음 발생예상 시간대이다. 만약 이를 교통운영척도인 LOS를 기준으로 구분하여 설명할 경우, 최대소음은 도로의 용량상태인 LOS E가 아닌 LOS C 혹은 LOS D에서 발생할 가능성이 높다.

2. 통행속도를 어떻게 추정할 것인가?

전술한 것과 같이 장래 교통소음 추정 시 교통량, 통행속도가 주요한 입력변수이나, 현 지침 및 설계기준에는 장래 교통량 예측 방법은 제시되어 있으나, 소음예측의 입력 자료인 교통량, 통행속도에 대해 구체적으로 언급하지 않고 있다. 이 때문에 많은 분석가들이 재량에 따라 최대교통량 및 평균교통량을 이용하고 있으며, 통행속도 역시 설계속도, 제한속도, 운영속도 등 다양하게 이용되고 있다.

설계속도 혹은 제한속도를 이용하는 것은 일반적으로 비혼잡상황에서 한 지점의 통행속도는 제한속도보다는 높고 설계속도보다는 낮은 교통류 특성을 고려할 때, 적정하지 못할 가능성이 있다. 특히 최대 소음은 LOS E가 아닌 LOS C 혹은 LOS D에서 발생 가능하므로 일부 과대 설계될 가능성이 크다. 실제 고속도로의 운영속도를 측정하여 이를 소음예측에 이용하는 방법도 있으나, 이는 현재의 통행속도가 장래에도 동일하다는 비현실적인 가정에 기반한 것이므로 문제점을 내포하고 있다.

IV. 교통류 특성에 따른 교통소음 관계분석

1. Sketch Planning Technique을 이용한 통행속도 추정

장래 통행속도를 정확하게 예측하는 것은 많은 분석과 노력이 필요하므로, 본 연구에서는 어느 정도의 정확도를 보장하면서도 신속하게 통행속도를 추정할 수 있는 단기 대안을 제시하였다.²⁾

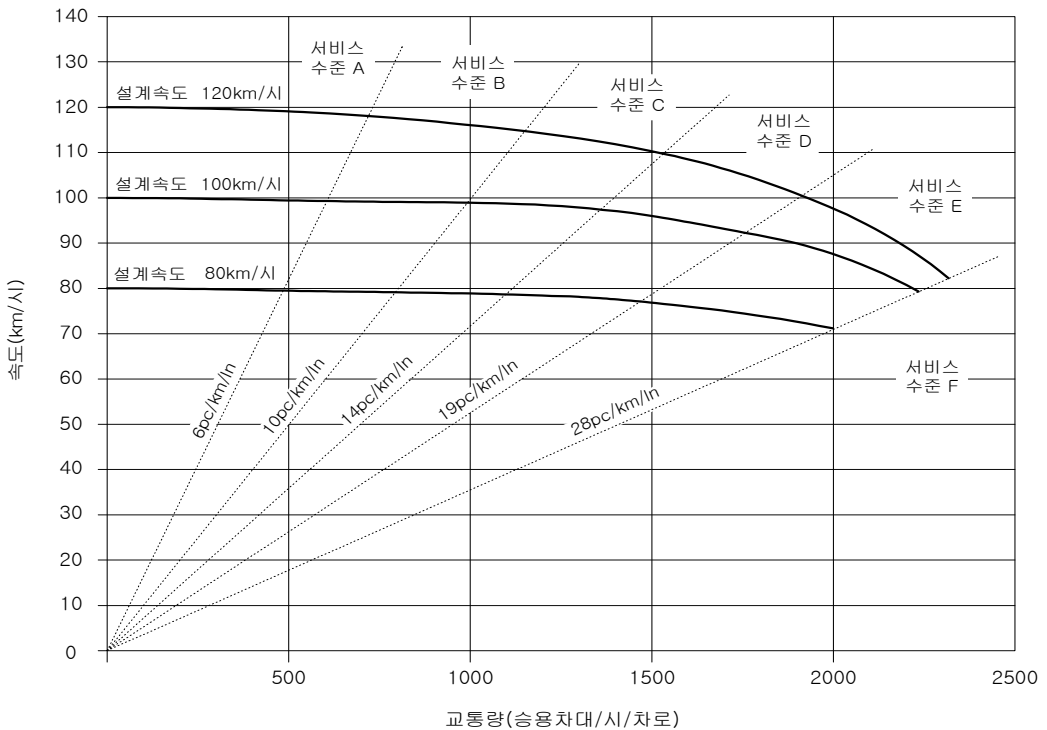
Sketch planning technique이란 개요, 개략, 초고, 초안을 뜻하는 스케치(Sketch)와 거시적 관점을 뜻하는 계획(Planning)이 결합되어, 의사결정자에게 유용한 비교정보를 제공하기 위해 개략적인 수준의 효과를 계량화하는 기법을 의미한다. 스케치 플래닝의 목적은 전통적인 방법에 비해 정확성, 정밀성은 다소 미흡하더라도 의사결정의 신속성과 종합성을 제고하기 위해 정형화된 분석기법 및 분석체계(프로세스)를 확보하는 것이다.

본 연구에서는 통행속도를 추정하기 위한 스케치 플래닝 기법으로 도로용량편람의 '고속도로 기본 구간의 속도-교통량 곡선과 서비스수준' 그래프를 이용하였다. 이는 고

2) 중장기대안으로 VISSIM 등 미시적 시뮬레이션을 이용하여, 시간대별 차종별 교통량을 입력하여 보다 정확하게 차종별 통행속도를 추정할 수 있으나, 이는 많은 시간과 노력이 소모되는 단점이 있음.

속도로 기본구간의 속도-교통량 곡선을 추세모형식으로 변환한 후, 시간대별 차로별 승용차환산 교통량(pcphpl, passenger car per hour per lane)을 계산한 후 속도를 역 추정하는 방법이다. 이를 위해 도로용량편람의 고속도로 기본 구간의 속도-교통량 곡선을 이용하여 각 설계속도별 모형식을 도출하였다. 추세선 모형식 산정결과, 최적의 함수유형은 2차 다항식이며, 각각 R^2 가 0.96 이상의 값을 가지고 있어 적합한 모형으로 판단된다.

그림 3 고속도로 기본 구간의 속도-교통량 곡선과 서비스수준



2. KHTN을 이용한 교통소음 분석

전술한 것과 같이 스케치 플래닝 기법을 이용하여 통행속도를 추정할 수 있으므로, KHTN을 이용하여 교통류 특성에 따른 교통소음변화를 분석하고자 하였다. 분석을 위해 한국도로공사 도로교통연구원에서 2007년 수정한 KHTN 교통소음예측모델³⁾을 이용하였다. KHTN 모델은 다음의 특징을 가지고 있다.

- 국내 고속도로 포장 및 주행차량 반영
- ISO 9613에 의한 전파 특성 계산방법 적용

1) 분석 개요

교통소음분석의 범위, 가정 및 전제조건은 다음과 같다.

표 3 교통소음의 분석범위

분석범위	내용
공간적 범위	설계속도 120km/h, 양방향 4차로 도로공간
시간적 범위	고려하지 않음

표 4 교통소음분석의 변수 및 전제조건

분석변수	전제조건
도로입력변수	<ul style="list-style-type: none"> · 도로폭 : 3.6m · 포장상태 : 아스팔트 포장 · 도로경사도 : 0%
환경변수	<ul style="list-style-type: none"> · 온도 : 20.0c · 습도 : 50% · 기압 : 101.5 kPa

3) 고속도로 방음벽 설치 환경 다양화에 대응하여 한국도로공사 도로교통연구원에서는 고속도로 소음예측 모델인 KHTN-2001을 개발하였고 음원의 파워레벨 수정 및 성토부와 절토부 모델을 추가하여 개선된 모델인 KHTN-2007을 현재 사용하여 교통소음 영향평가에 활용하고 있음.

표 5 통행속도 추정을 위한 추세선 모형식

<p>속도</p> <p>130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0</p> <p>0 500 1000 1500 2000 2500 교통량</p> <p>설계속도 120km/h 교통량-속도 그래프</p> <p>통행속도 예측모형식</p> <p>$y = -1E-05x^2 + 0.008x + 118.8$ $R^2 = 0.983$</p>	<p>[설계속도 120km/h] 추세모형식</p> <p>$y = -0.00001x^2 + 0.008x + 118.8$</p>
<p>속도</p> <p>130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0</p> <p>0 500 1000 1500 2000 2500 교통량</p> <p>설계속도 100km/h 교통량-속도 그래프</p> <p>통행속도 예측모형식</p> <p>$y = -7E-06x^2 + 0.007x + 99.02$ $R^2 = 0.962$</p>	<p>[설계속도 100km/h] 추세모형식</p> <p>$y = -0.000007x^2 + 0.007x + 99.02$</p>
<p>속도</p> <p>130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 30 20 10 0</p> <p>0 500 1000 1500 2000 2500 교통량</p> <p>설계속도 80km/h 교통량-속도 그래프</p> <p>통행속도 예측모형식</p> <p>$y = -4E-06x^2 + 0.003x + 79.74$ $R^2 = 0.982$</p>	<p>[설계속도 80km/h] 추세모형식</p> <p>$y = -0.000004x^2 + 0.003x + 79.74$</p>

분석의 기본이 되는 교통량 및 통행속도는 승용차, 버스, 소형화물차, 중형화물차, 대형화물차 등 5차종으로 구분하였으며, 기본 입력값은 다음과 같다.

표 6 기본 차종별 교통량, 속도 입력변수

1차로	속도 (km/h)	차량대수 (vph)	2차로	속도 (km/h)	차량대수 (vph)
대형화물차	80	50	대형화물차	80	50
중형화물차	100	100	중형화물차	100	100
소형화물차	100	200	소형화물차	100	200
버스	100	250	버스	100	250
승용차	120	400	승용차	120	400

도로와 중앙분리대, 그리고 수음점 위치를 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

그림 4 도로 및 수음점 위치

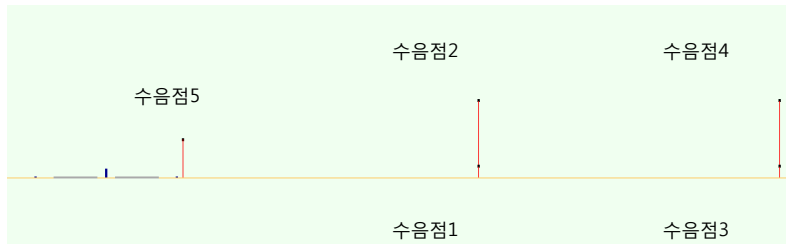


표 7 수음점의 ID 및 위치정보

ID	X(m)	Y(m)	Z(m)
수음점 1	1000	238.3	1.5
수음점 2	1000	238.3	10
수음점 3	1000	188.3	1.5
수음점 4	1000	188.3	10
수음점 5	1000	287.3	5

2) Sketch planning technique 적용

고속도로 기본 구간의 속도-교통량 곡선을 이용하여 통행속도를 예측하는 방법은 다음과 같은 프로세스에 의해 진행된다.

1. 승용차 환산계수에 의한 차량대수의 승용차 대수화
2. 속도-교통량 곡선의 추세모형식 선택
3. 승용차대수 입력에 따른 장래 통행속도 예측

먼저 승용차 환산계수에 의한 차량대수를 승용차 대수로 환산하는 결과는 다음과 같다. 승용차 환산계수는 도로용량편람(국토해양부, 2004)의 최신 자료를 이용하였다. 결과 1,000vph는 1,225pcph로 환산되었다.

표 8 승용차 환산계수에 의한 차량대수의 승용차 대수 환산결과

구분	속도 (km/h)	차량대수 (vph)	승용차 환산계수	승용차대수 (pcph)
대형화물차	80	50	2	100
중형화물차	100	100	1.5	150
소형화물차	100	200	1	200
버스	100	250	1.5	375
승용차	120	400	1	400
계	100	1,000		1,225

다음 단계는 속도-교통량 곡선의 추세모형식을 선택하는 단계로, 고속도로의 기본구간을 기준으로 하여 설계속도 120km/h 추세모형식을 선택하였다.

○ 설계속도 120km/h 추세모형식

$$y = -0.00001x^2 + 0.008x + 118.8$$

여기서, x는 교통량

y는 통행속도

마지막 단계는 선정된 추세모형식에 승용차대수를 입력하여 장래 통행속도를 추정하는 것으로, 1,225pcph를 대입한 결과, 통행속도는 114km/h로 예측되었다.

○ 통행속도 추정결과

$$- 0.00001 \times (1225)^2 + 0.008 \times (1225) + 118.8 \approx 114$$

3. LOS별 소음변화 분석

서비스 수준 변화에 따라 소음변화를 확인하고자 하였다. 분석을 위해 도로용량편람(2004)에서 제시하는 LOS별 기준교통량을 넘지 않는 수준의 차로별 교통량을 산정한 후, 교통량-속도 추세모형식을 이용하여 추정된 통행속도를 입력하여 각각의 교통소음을 예측하였다.

표 9 LOS별 기준교통량

서비스수준	A	B	C	D	E
교통량 (pcphpl)	700	1,150	1,500	1,900	2,300

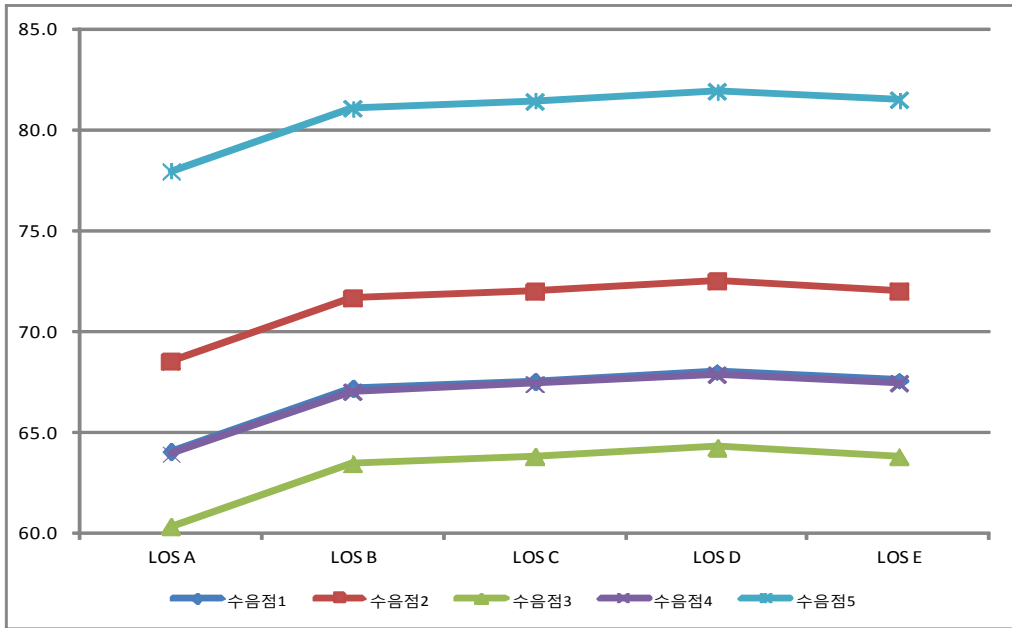
교통량 증가에 따른 교통소음변화를 살펴본 결과, 최대소음은 용량상태인 LOS E가 아닌 LOS D에서 발생하는 것으로 나타났다.

표 10 LOS별 전체 교통소음예측 결과

구분		수음점별 교통소음 [dB(A)]				
서비스 수준	교통량 (pcphpl)	수음점 1	수음점 2	수음점 3	수음점 4	수음점 5
LOS A	680	64.1	68.5	60.3	63.9	78.0
LOS B	1,105	67.2	71.6	63.4	67.0	81.1
LOS C	1,225	67.5	72.0	63.8	67.4	81.5
LOS D	1,845	68.0	72.5	64.3	67.9	81.9
LOS E	2,205	67.6	72.1	63.8	67.5	81.5

KHTN을 이용한 교통류 특성 분석결과, 최대소음은 용량상태(LOS E)가 아닌 직전의 LOS D(교통량도 많고 통행속도도 높은 상태)에서 발생하는 것으로 나타났다.

그림 5 LOS별 장래 교통소음예측 결과



V. 결론 및 향후연구과제

도로교통소음은 자동차의 이동에 직접적으로 영향을 받는데, 차종별 교통량과 통행속도 등 도로교통환경과 밀접하게 관련된다. 그러나 교통측면의 연구가 전무한 실정이며, 이에 본 연구에서는 소음분석을 위한 교통측면의 문제를 제기하였고, 교통류 특성과 소음과의 관계를 분석하고자 하였다.

본 연구에서 갖는 기초적인 질문은 최대소음은 언제 발생하는가라는 것이다. 현재 한국도로공사는 방음벽 설계 시 첨두시간 교통량을 이용하고 있다. 이는 기본적으로 교통량이 가장 많은 첨두시간대에 최대소음이 발생할 것이라는 가정이 기본적으로 전제된 것이나, 교통류 특성에 의하면 첨두시간은 교통량은 많고 통행속도는 낮은 특성

을 보인다. 본 연구에서는 KHTN 시뮬레이션을 통해서 교통운영척도인 LOS를 이용하여 분석한 결과, 실제 최대소음은 용량상태인 LOS E가 아닌 LOS D에서 발생하는 것으로 나타났다. 이는 본 연구에서 의문시하였던 “교통소음특성에 의하면 교통량이 많고 통행속도가 높을 때에 최대소음이 발생하지만, 실제 침두시간대에는 교통량은 많지만 통행속도가 낮기 때문에 오히려 침두시간을 전후하여 최대소음이 발생할 가능성이 높다”라는 가정과 일치하는 결과이다.

다만, 본 결과는 KHTN이라는 이론적 모델에 의한 결과로, 향후 실제 도로에서의 교통류 특성, 즉 차종별 통행속도, 교통량과 교통소음과의 관계를 비교하여, 실측에 의한 분석결과와 본 모형에 의한 결과를 비교할 필요가 있다. 실제 교통상황에서는 차량의 주행속도와 밀도에 따라 다양한 주행환경이 구성되고 이에 따라 소음특성이 변화할 수 있으므로 실측치와의 검증을 추가적으로 수행하여야 한다.

또한 소음예측을 위해 필요한 입력자료인 장래 교통량과 통행속도의 적정값을 산출하는 방법에 대한 구체적인 연구가 필요하다. 그리고 이를 기반으로 하여, 교통소음예측 프로세스, 교통소음저감을 위한 교통관리방안 등의 소음예측과 관련된 교통측면의 연구가 필요하다.

참고문헌

- 건설경제신문. 2010. 「중앙환경분쟁조정위원회의 국정감사자료」. <http://www.cnews.co.kr/>
[2010.10.19].
- 국토해양부. 2009. 「도로의 구조·시설에 관한 규칙 해설」.
- 김형철, 정재훈, 장승일, 김홍만. 2008. "교통운영 개선을 통한 도로교통소음 저감 대안별 효과분석".
「한국음향학회지」 27(8): 403-410.
- 정재훈, 유민환, 김형철. 2007. "소음지도를 이용한 도로교통소음의 평가와 개선방안에 관한 연구".
「대한교통학회 학술대회 논문집」, pp.259-266.
- 정재훈, 육동근, 송보경, 김형철. 2009. "교통운영에 따른 도로변 공동주택의 도로교통소음 변화에
관한 연구". 「대한교통학회지」27(3): 29-38.
- 최기주, 이옥수. 2001. "교통소음 예측모형의 개발 및 소음손실 비용의 추정". 「대한토목학회 논문집」
21(5-D): 567-583.
- 한국도로공사. 2009. 「도로설계요령, 제6권 도로 안전·부대시설 및 환경」.
- 한국도로공사 도로교통연구원. 2007. 「KHTN 2007 사용지침서」.
- Chevallier, E., A. Can, M. Nadji, and L. Leclercq. 2009. "Improving noise assessment at intersections by
modeling traffic dynamics". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 14(2):
100-110.
- Den Boer, L. C. (Eelco) and A. (Arno) Schrotten. 2007. *Traffic noise reduction in Europe*. CE Delft.
- EPA VICTORIA. 2002. *Road Traffic Noise Strategy - Background Paper*.
- Kim, Kwang Sik, Sung Joong Park, and Young Jun Lweon. 2007. "Highway traffic noise effects on land
price in an urban area". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 12(4): 275-280.
- Lam, William H. K. and M. L. Tam. 1998. "Reliability analysis of traffic noise estimates in Hong Kong".
Transportation Research Part D: Transport and Environment, 3(4): 239-248.
- Pamanikabud, Pichai and Prakob Vivitjinda. 2002. "Noise prediction for highways in Thailand". *Transportation
Research Part D: Transport and Environmen*, 7(6): 441-449.