

## 도로교통소음 환경영향평가 기법 개선 연구 I

Technical Improvement of Traffic Noise Environmental Impact Assessment I

박영민† · 최진권\* · 장서일\*\*

Young Min Park, Jin Kwon Choi and Seo Il Chang

**Key Words** : Traffic Noise(도로교통소음), Environmental Impact Assessment(환경영향평가), Noise Prediction Model(소음예측 모델), Volume of Traffic(교통량)

### ABSTRACT

This study was performed to grasp of the problem and improvement in traffic noise environmental impact assessment(EIA). National institute of environmental research(NIER) traffic noise prediction model is in general use in internal EIA. In this study, NIER noise prediction model need to improve in that the predicted results lower than the measured results. The other predict model(KLC · KEI) is more accurate. Also the volume and speed of traffic is need to standardize in traffic noise prediction

### 1. 서 론

소음공해는 인체의 건강에 미치는 거시적인 영향(청력 저하) 이외에도 불쾌감, 회화 방해, 작업 능률 저하, 수면 방해 등 심리적, 정신적 상태에 영향을 미쳐 생활상의 심각한 불편을 초래하는 환경 공해이다. “중앙환경분쟁조정위원회”에 따르면 '91년부터 99년까지 환경분쟁 조정을 신청한 총 334건중 소음 진동 분야가 76%를 차지함으로써(대기 분야 12%, 수질 분야 8%) 그 심각성을 더욱 대변하고 있다고 할 수 있다. 특히 소음 환경문제의 주된 원인중 상당부분이 도로교통소음으로 조사되었으며, 이에 대한 시급한 대처가 필요한 실정이다. 도로교통소음 환경문제를 포함하여 전반적인 환경문제를 사업시행 이전에 해결하기 위한 방법으로 환경영향평가가 시행되고 있으나 소음·진동 환경 문제의 경우, 그 역할이 미미하다 할 정도로 소음환경기준을 초과하는 경우가 많다. 이에 본 연구에서는 현재 환경영향평가에 사용되는 도로소음예측기법의 고찰을 통하여 문제점을 살펴보고 개선방안을 마련하고자한다.

### 2. 본 론

국내 환경영향평가기 도로교통소음을 예측하는 방법은 국립환경연구원 도로소음예측식이 가장 빈번하게 사용되고 있다. 대부분의 국·내외 도로교통소음 예측식과 비슷하게 교통량, 차량속도, 거리를 주요인자로 사용하고 있으며, 그 외 다른 세부인자를 포함하고 있다. 정확한 소음 예측결과는 각 인자들의 정확한 산정에서부터 출발하므로 각 인자의 산정에 명확성을 기할 필요가 있다. 거리인자는 정확한 물리량으로서 산정값의 차이가 크지 않지만 교통량과 차속 인자에 대하여는 고찰할 필요가 있다. 교통량 및 차속인자 산정의 문제점 및 개선방법을 살펴보고 도로교통소음의 실측 소음도와 예측소음도의 차이를 고찰해 본다.

#### 2.1 교통량

##### (1) 도로소음 예측시 교통량 적용 현황

현재 환경영향평가기 장래 가로망별 주·야간교통량은 교통영향평가 자료와 건설교통부에서 제공하는 교통량 자료를 인용하여 소음도 예측을 실시하고 있다. 주간 경우, 대부분 주간 첨두 교통량의 약 70%를 적용하는 실정이다. 또한 야간의 경우에는 대부분 주간 첨두시 교통량 자료의 일정비율(733%)로 다양하게 적용하는 실정이며, 특히 주간 첨두 교통량의 10% 적용비율이 높다.

##### (2) 교통량 측정 및 분석

환경영향평가기 적용되는 교통량 비율의 문제점 도출 및

† 박영민, 한국환경정책·평가연구원

E-mail : ympark@kei.re.kr

Tel : (02) 380-7676 Fax : (02) 380-7744

\* 한국환경정책·평가연구원

\*\* 서울시립대 환경공학부

개선방안을 마련하기 위하여 일변동 교통량 측정을 수행하였다. 2회 48시간에 걸쳐 D시 G천변 도로에서 측정을 수행하였으며 측정결과는 <그림 2.1> 및 <그림 2.2> 와 같다.

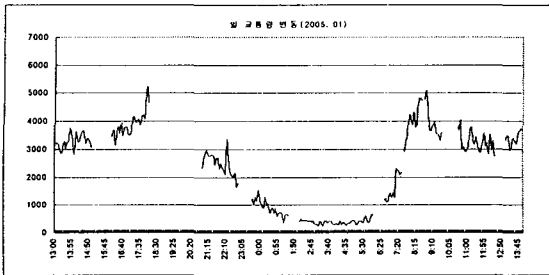


그림 2.1. 24시간 일 교통량 변동(1차 측정)

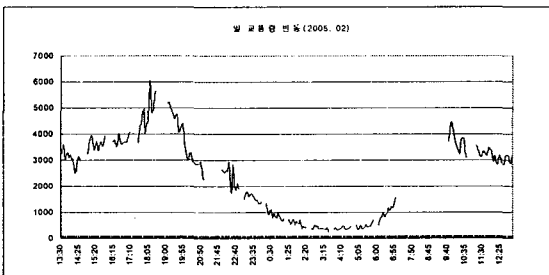


그림 2.2. 24시간 일 교통량 변동(2차 측정)

<그림 2.1> 및 <그림 2.2>에서 보듯이 일 변동 교통량 변화가 비슷한 형태를 나타내고 있다. 위의 결과를 같은 시간대 기준으로 겹치면 <그림 2.3>과 같은 결과를 얻을 수 있다.

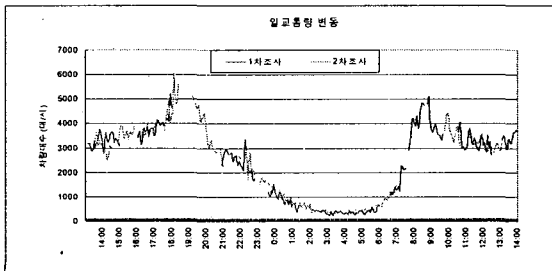


그림 2.3. 1차, 2차 일 교통량 변동측정결과 비교

위의 측정결과를 분석하면 <표 2.1>과 같은 결과를 도출할 수 있다. <표 2.1>은 침두 교통량 대비 시간별 교통량의 백분율을 나타낸다. 1,2차 조사 전체의 침두교통량은 6048대/시이며, 주간 평균 교통량은 침두 교통량의 55%, 상위 30%교통량의 평균은 침두 교통량의 70.5%를 나타내었다. 환경영향평가에서는 상위 30% 교통량의 평균을 사용하는 것이 바람직하다고 판단되며, 이것은 침두교통량의 70.5%에 해당하는 교통량이다. 같은 방법으로 야간은 침두교통량의 21.2%, 시간대별로 세분화 한다면 야간1(22:00~00:00)은 침두교통량의 42.2%, 야간2(00:00~06:00)는 침두교통량의 13.4%에 해당한다.

표 2.1. 일변동 교통량 분석 결과(1차 및 2차조사 전체)

	주간 (06:00~22:00)	야간 (22:00~06:00)	야간 1 (22:00~00:00)	야간 2 (00:00~06:00)
측정개수 (개)	256	164	38	126
측정 교통량 범위(대/시)	492~6048	228~3372	1032~3372	228~1368
침두 교통 량 대비 백분 율 (%)	전체 교통량 평균	55.0	13.8	8.6
	상위 50% 교통량 평균	65.7	21.2	11.2
	상위 30% 교통량 평균	70.5	27.9	13.4
	상위 10% 교통량 평균	80.7	39.5	17.0

※ 침두교통량은 실측결과의 침두 교통량인 6048대/시 사용  
본 측정결과는 비교적 교통량이 많은 신시가지 일부지역의 측정 결과로서 모든 지역에 확장 적용하기에는 무리가 따르다 하더라도, 현재 가장 빈번하게 사용되는 주간침두 교통량 대비 10%의 야간 교통량 적용은 개선할 필요가 있는 것으로 판단된다.

## 2.2 차량속도

### (1) 도로소음 예측시 차량속도 적용현황

환경영향평가 도로소음 예측시 가장 빈번하게 사용되는 국립환경연구원 도로소음 예측식에는 평균차량속도(km/h)를 주요인자로 사용하고 있다. 평균차량속도는 “도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 및 지침, 2000.3, 건설교통부”에서 제시한 기준에 의하여 산정하고 있으며 <표 2.2>와 같다.

표 2.2. 도로소음 예측시 적용차속

구분	설계속도(km/h)	적용속도(km/h)
도시 지역	도시고속도로	100
	주간선도로	80
	보조간선도로	60
	집산도로	50

### (2) 차량속도와 실측소음도와의 관계 분석

차량속도와 실측소음도와의 관계를 분석하기 위하여 연속된 8시간, 6시간, 5시간 3회에 걸쳐 도로교통소음도 및 5분 평균차속 측정을 수행하였다. 측정된 도로교통소음도와 5분 평균차속분포는 <그림 2.4>~<그림 2.6>과 같다.

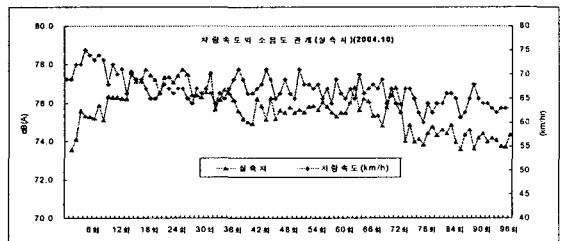


그림 2.4. 차량속도와 소음도와의 관계(1차측정, 8시간)

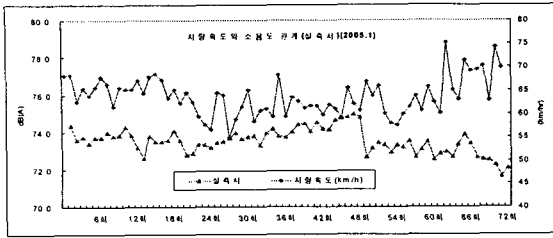


그림 2.5 차량속도와 소음도와의 관계(2차측정, 6시간)

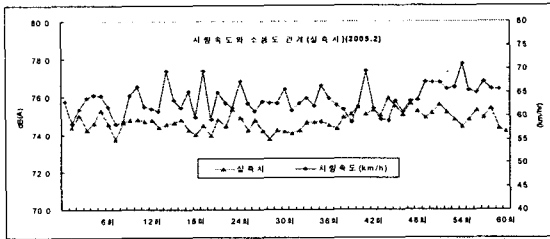


그림 2.6. 차량속도와 소음도와의 관계(3차측정, 5시간)

<그림 2.4>~<그림 2.6>에서 보는 것처럼 차량의 평균속도는 측정소음도와 큰 상관관계를 나타내지 못하였다. 차량의 평균속도가 감소하여도 오히려 측정소음도가 증가하는 경향을 나타내기도 하였으며 반대의 경우도 존재한다. 차량 속도와 측정소음도가 무관함을 의미하는 것은 아니며, 일치하는 경우와 일치 하지 않는 경우가 동시에 존재함을 의미한다. 차량 속도와 측정소음도를 비교함으로써 다음과 같은 부분적인 결론에 도달할 수 있다. 차량 각 한대(Unit pattern)가 발생하는 소음도는 차량속도에 비례하지만 평균적인 차량속도는 측정소음도와 반드시 비례하지 않는다.

한편, 환경영향평가시 사용하는 차속 인자 산정을 명확히 하고자, 실측 차속을 바탕으로 분석을 수행하였다. 5분 동안의 평균차속 실측결과 256개를 분석하였으며, 평균차속은 65.0km/h였다. 이것은 최고 제한속도인 80km/h의 81.2%에 해당하는 결과이며, “도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침(2000, 건설교통부)”의 80km/h의 도로에서 소음 예측 적용차속인 64km/h에 근접한 결과이다. 차속측정의 분석결과를 <표 2.3>과 같다.

표 2.3. 실측차속의 분석결과

항목	결과
측정 개수	256
5분평균차속의 분포(km/h)	54.9~75.2
전체평균차속(km/h)	65.0
제한최고속도 대비 평균차속 백분율	81.2 %

측정결과로부터 차량의 평균주행속도는 최고제한속도의 80%정도이므로, 환경영향평가시 등의 소음예측시 차량의 속도인자는 최고제한속도의 80%를 적용하는 것이 타당할 것이다.

## 2.3 실측소음도와 예측소음도의 비교

### (1) 도로교통소음 실측

도로교통소음 예측식의 검증에 위해 D시 G천변 H아파트 인접 도로에서 측정을 실시하였으며, 이 측정지점은 하천변에 위치하여 반사음의 영향이 없고, 교통량이 비교적 많으며, 차량속도도 비교적 높은 지역이다. 도로단이나 저층부는 근음장의 형태로서 음압변동이 심하고, 기타 주변요소의 영향을 크게 받으므로, 도로소음이 안정적으로 전달되고 기타 주변요소의 영향을 적게 받는 높이인 10층에서의 측정결과를 대상으로 분석을 수행하였다. 도로교통소음 측정은 8시간, 6시간, 5시간 연속으로 수행하였으며, 측정시 교통량은 1692대/시 ~ 6048대/시 의 분포를 나타내었고, 5분 평균차속은 54.9km/hr ~ 75.2km/hr의 분포를 나타내었다.

### (2) 도로교통소음 예측식

실측된 도로교통소음과 예측소음도의 비교를 위해서 국립환경연구원식 및 2002년 개발된 한국토지공사·KEI식으로 도로교통소음 예측을 수행하였다. 공동주택 10층에서 실측을 수행하였으므로 10층에 해당하는 층별보정계수를 동일하게 적용하였다.

### (3) 실측소음도 및 예측소음도 비교 방법

실측소음도와 예측소음도의 오차가 평균적으로 얼마나 떨어졌으며, 유사한 정도를 파악하기 위하여 AAE(Average Absolute Error) 및 RMSE(Root Mean Square Error)를 이용하여 분석을 수행 하였다. AAE 및 RMSE를 구하는 방법은 (식 2.1) 및 (식 2.2)와 같다.

$$AAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |(L_p - L_m)_i| \quad (\text{식 2.1})$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (L_p - L_m)_i^2} \quad (\text{식 2.2})$$

여기서  $L_p$ 는 예측소음도,  $L_m$ 은 실측소음도를 나타낸다.

### (4) 실측소음도와 예측소음도의 비교

실측소음도와 국립환경연구원 예측소음도 및 한국토지공사·KEI 예측소음도를 비교하였다. 비교한 결과는 (그림 2.7)~(그림 2.9)와 같다. 국립환경연구원 도로소음 예측식은 조건에 맞게 10m 이상 떨어진 지역의 1999년 식을 이용하였다.

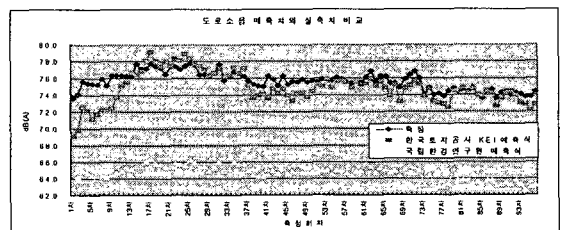


그림 2.7. 실측 및 예측소음도 비교(1차측정, 8시간)

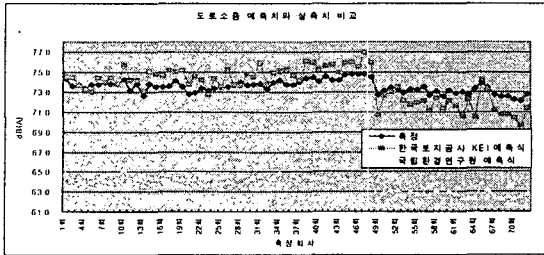


그림 2.8. 실측 및 예측소음도 비교(2차측정, 6시간)

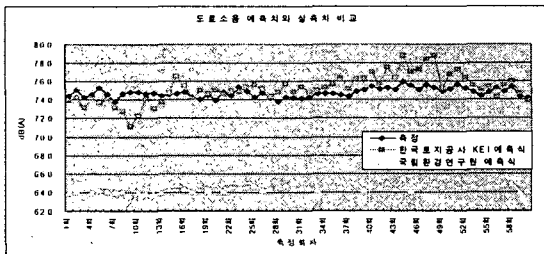


그림 2.9. 실측 및 예측소음도 비교(3차측정, 5시간)

비교의 명확성을 위하여 AAE 및 RMSE를 구하여 비교결과를 살펴보면 <표 2.4>와 같다.

표 2.4. 도로소음예측식의 AAE 및 RMSE 비교

측정회차		1회	2회	3회
측정회수		96	72	60
한국토지공사·KEI 도로소음예측식	AAE	1.06	1.06	1.10
	RMSE	1.48	1.24	1.37
국립환경연구원 도로소음예측식	AAE	10.97	9.81	10.34
	RMSE	10.98	9.83	10.36

<표 2.4>의 결과에서 보듯이 국립환경연구원의 도로소음 예측식에 의한 결과는 실측결과와 10dB(A)정도의 차이를 나타내었다. 본 측정 지역이 비교적 교통량(1692대/시 ~ 6048대/시)이 크고 차속(5분 평균 차속 54.9km/hr ~ 75.2km/hr)이 빠른 일부지역의 결과이므로, 모든 지역에 확장적용하기에는 다소 무리가 있다 하더라도 실측소음도와 예측소음도는 차이는 상당히 크다. 국립환경연구원의 도로소음 예측식의 경우, 비교적 교통량이 크고 도로교통소음의 문제가 야기될 수 있는 지역에서의 교통소음은, 위의 결과를 볼 때, 현실성있는 예측을 수행하지 못하는 것으로 판단된다. 이러한 결과들로부터 국립환경연구원 도로소음 예측식은 도로소음 환경문제가 야기될 우려가 있는 지역에서 현실성 있는 예측결과를 나타내지 못하는 것으로 판단되며, 개선되거나 새로운 식으로 대체되어야 할 필요가 있다.

### 3. 결론

환경영향평가시 도로소음예측기법의 문제점 도출 및 개선 방안에 관한 본 연구는 다음의 내용으로 결론 내어질 수 있다. 첫째 실측소음도와 예측 소음도를 비교하였을때, 국립 환경연구원식의 예측결과는 10dB 내외의 오차를 나타내었고 한국 토지공사·KEI식의 예측결과는 1dB 내외의 오차를 보였다. 교통량이 많고 차속이 빠른 일부지역의 비교결과로 모든 지역에 확장 적용하기에는 다소 무리가 따르지만, 기존에 빈번하게 사용되었던 국립환경연구원 도로소음 예측식은 도로소음 환경문제가 야기될 우려가 있는 지역에서 현실성 있는 예측결과를 나타내지 못하는 것으로 판단되며, 개선이 필요하거나 새로운 식으로 대체되어야 할 필요가 있다. 둘째 도로소음 예측시 주요인자로 사용되는 교통량은 일일 변동 형태를 분석 하였을 때, 주기적인 형태를 나타내었으며, 주·야간 교통량 적용에 대하여는 실측 결과를 바탕으로 그 기준을 정할 필요가 있고, 또한 시간대별로 세분화 할 필요가 있다. 셋째 도로소음 예측시 주요인자로 사용되는 차량속도는 실측결과를 분석하였을때, 평균차속은 최고제한 속도의 81.2%를 나타내었으며, 차량 평균속도와 측정 소음도가 반드시 정비례하지 않는 결과를 나타내었다. 이러한 문제로 도로소음 예측시 차량속도의 가감은 좀더 명확한 규명이 필요하며, 현재는 설계속도에 준한 평균 주행속도(최고제한속도의 80%)로 소음을 예측하는 것이 타당하다 판단된다.

### 후 기

본 연구는 환경부 주관아래 대한주택공사, 한국토지공사의 지원으로 수행되었습니다. 감사합니다.

### 참 고 문 헌

- (1) 국립환경연구원, 1999, 도로교통소음(1)
- (2) 이택구, 1999, 도로교통소음의 예측모형 개발에 관한 연구, 영남대학교 박사학위논문
- (3) Barry, T. M. and Reagan, J. A., 1978, FHWA Highway Traffic Noise Prediction Model, U. S. Federal Highway Administration, Report FHWA-RD-77-108
- (4) 김하근, 1995, 건물내외부에서의 도로교통소음 예측 및 평가에 관한 연구, 한양대학교 박사학위논문
- (5) 국립환경연구원, 1987,1988,1989, 도로교통소음 저감을 위한 종합대책에 관한연구(Ⅰ),(Ⅱ),(Ⅲ)
- (6) B. Berglund, T. Lindvall, D. Schwela and K. T. Goh, 2000, Guidelines for Community Noise, World Health Organization