

# 도로교통 소음예측을 위한 모델의 개발에 관한 연구

## Traffic Noise Prediction Model

\* 조 한 인 (Cho, Han In)  
 \*\* 유 완 (Yu, Wann)  
 \*\*\* 김 양 균 (Kim, Yang Kyun)  
 \*\*\*\* 차 일 환 (Cha, Il Whan)

### 요 약

본 연구에서는 자동차에 의해 발생하는 도로교통소음을 예측할 수 있는 기본모델을 개발하고자 한다. 이를 위해 기존도로중에서 통행방법 등을 조사하고자 통행량, 속도등의 통행방법 및 측정거리가 조사되었고, 소음평가량으로서 등가소음수준  $Leq$ 와 소음수준 중앙치  $L_{50}$ 도 측정되었다. 본 연구에서는 이와같은 자료와 새로 측정된 자료를 토대로 선형회귀분석 방법을 사용한다. 이렇게 개발된 모델을 동일한 조건에서 실측된 자료에 적용한 결과 정확도가 상당히 높았다. 다른 지역에서 이미 개발된 모델로서는 수학적인 모델과 통계적인 모델들이 있다. 이미 개발된 모델들과는 실측치와 예측치와의 오차의 제곱을 합제한 값 (Sum of Error Square)으로서 비교했다.

### ABSTRACT

This paper develops highway traffic noise models using  $Leq$  and  $L_{50}$  and tests transferability of the traffic noise prediction model from other areas.

Time series observations were made at three points on Riverside Road and Kyungbu Expressway in Seoul covering noise levels, traffic volume, distance to measurement apparatus, and percentage of large vehicles and vehicle speed.

The model is compared with existing mathematical model and statistical models. The test statistic was sum of error square between observation and prediction.

Statistical model is appeared to be somewhat better when they were compared to mathematical models.

Constant modification was needed to apply traffic noise prediction models to other areas.

### 1. 서 론

도시가 발전함에 따라 면적과 인구가 증가하며 도시활동을 위한 도로는 확장되거나 새로이 건설된다. 확장되거나 신설이 되는 도로는 고속도로와 같은 자동차 전용 도로와 유사하다. 이와같이 확장되거나 신설된 도로에는 자동차 통행량이나 속도 등과 같은 통행법이 달라지게 된다. 이에 따라 자동차가 주행할 때 발생되

는 도로교통 소음수준의 변화가 심하게 된다.

본 연구의 목적은 자동차에 의한 도로교통 소음에 예측할 수 있는 모델을 개발하고 타지역 모델들의 변환성을 검토하는 것이다.

본 연구에서는 강변로의 아파트 단지와 고속도로 옆의 장애물이 없는 지역에서 필요한 자료를 측정하였다.

\* 한국화학장기 전무이사  
 \*\*\* 환경연구소 대기연구 부장

\*\*연세대학교 건축공학과 교수  
 \*\*\*\*연세대학교 전자공학과 교수

이 자료들을 토대로 해서 선형회귀 분석방법을 사용하여 도로교통 소음예측 모델을 구하고자 한다.

$$L_{50} = 23.08 + 3.32 \ln Q - 4.68 \ln D + 5.67 P + 0.39V \dots\dots\dots (3)$$

여기서  $R^2 = 0.97505$

### II. 예측모델의 개발

도로교통소음은 자동차나 기타 차량이 도로를 주행하고 있을때 도로 주변에 발산하는 소음이다. 도로교통소음은 도로의 종류에 따라서 주행방법이 달라지기 때문에, 여건에 따라 크게 변화한다.

본 연구에서 개발하고자 하는 모델은 통계적 모델이다. 자동차에 의해 발생되는 등가소음레벨  $Leq$ 는 다음과 같은 함수관계를 갖는다.

$$Leq = f(Q, V, D, P, R) \dots\dots\dots (1)$$

- 여기에서, Q: 한시간당 통과하는 차량통행량의 총대수
- V: 차량의 평균주행속도
- D: 도로중앙선으로부터 측정지점까지의 거리 (m)
- P: 대형차의 혼입율 (%)
- R: 상관계수

$R = 1$ , 도로양쪽에 주택이 즐지어 있어서 소리의 반사가 많을때

$R = 0$ , 도로변의 확트인 상태에서 소리의 반사가 없을때

상기한 변수들로서 이루어진 식을 다중선형회귀분석 모델을 위한 방정식으로 표시하면 다음과 같다.

$$Y = a + b \ln Q + c \ln V - d \ln D + eP + fR \dots\dots (2)$$

여기에서 a, b, c, d, e, f는 통계적으로 구하는 상수들이다.

본 연구에서는 이들 상수를 구하기 위해 최소자승법을 사용하였다.

측정된 자료를 일반적인 통계모델에 적용시켜 최소자승법에 의해 상수를 구하여 모델을 만든것이 다음과 같다.

$$Log = 13.42 + 3.65 \ln Q + 4.27 \ln D + 0.55 P + 0.5 V \dots\dots\dots (4)$$

여기서  $R^2 = 0.96734$

평균 자동차의 시간당 통행량은 4,192 대/시간, 평균 주행속도는 77 km/시간, 평균 대형차의 혼입율은 0.399 이었고 도로로부터 측정지점까지의 거리는 각각 29m, 52m 및 66m이었다.

상기 모델들로부터  $L_{50}$  을 설명하는 식에서는 상관계수  $R^2$  값이 0.9752,  $Leq$ 를 설명하는 식은 상관계수  $R^2$  값이 0.9673 으로서 나타나고 있다.

그리고 t 와 값은 모두 높게 나타나고 있다. 다만 (3) 식에서 P의 계수가 낮은 t 값을 보여주고 있지만 전체적인 예측 결과에는 아무 지장이 없다.

따라서 상관계수  $R^2$  값으로 평가할때  $L_{50}$  이나  $Leq$  를 설명하는 예측모델이 모두 우수함을 보여주고 있다.

### III. 모델의 예측 능력 비교

모델의 변환성 (Transferability) 을 검토하기 위하여 본 연구에서 개발한 예측 모델과 다른 지역에서 이미 개발된 예측 모델에 실제 측정된 자료를 대입시켜서 그 결과를 비교하고자 한다.

다른 지역에서 개발된 모델은 일본 음향학회에서 개발한 모델 (5), 쉬 (Shib) 가 개발한 모델 (7) 그리고 하제크 (Hajek) 가 개발한 모델 (6) 등이다.

실측된 자료들은  $L_{50}$  을 설명하는 모델들에 대입시켜 얻은 예측치와 실측치는 그림 (1)에 표시했고,  $Leq$  를 설명하는 모델들에 대입시켜 얻은 예측치와 실측치는 그림 (3)에 나타냈다.

그리고 이미 다른 지역에서 개발되었던 모델들의 예측치에 일정치의 상수를 가감해서 교정후 얻어진 값은 그림 (2)와 (4)에 나타냈다.

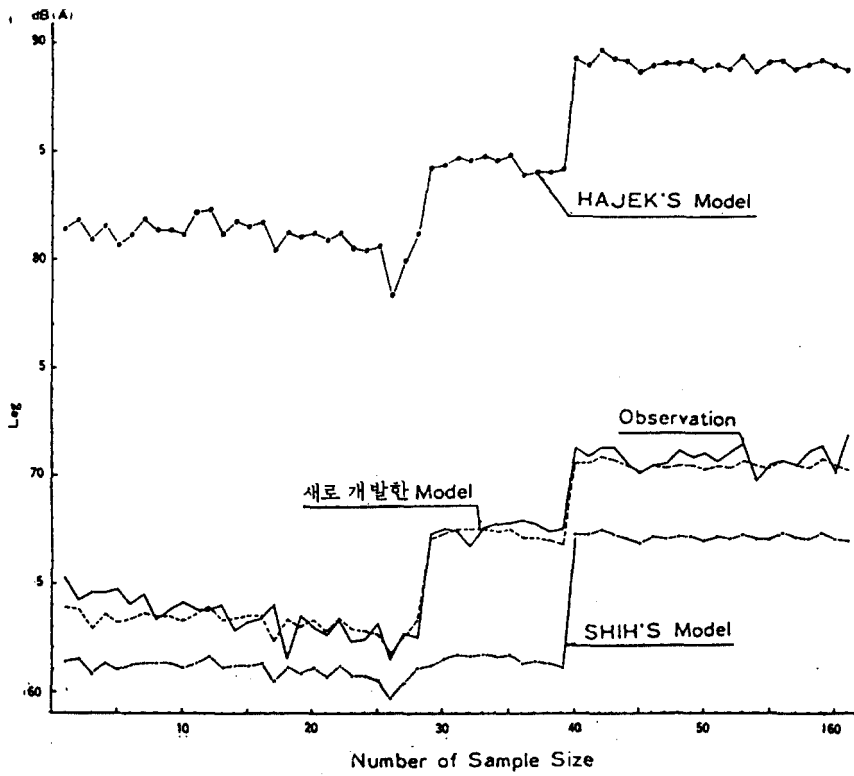


Fig. 1  $L_{11}$  Simulation Result, Unadjusted

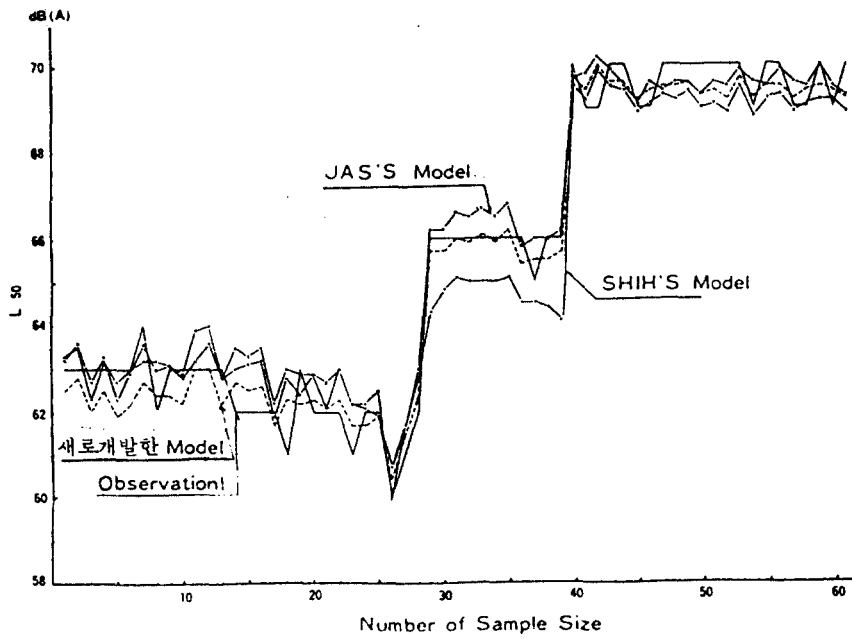


Fig. 2.  $L_{11}$  Simulation Result, Adjusted

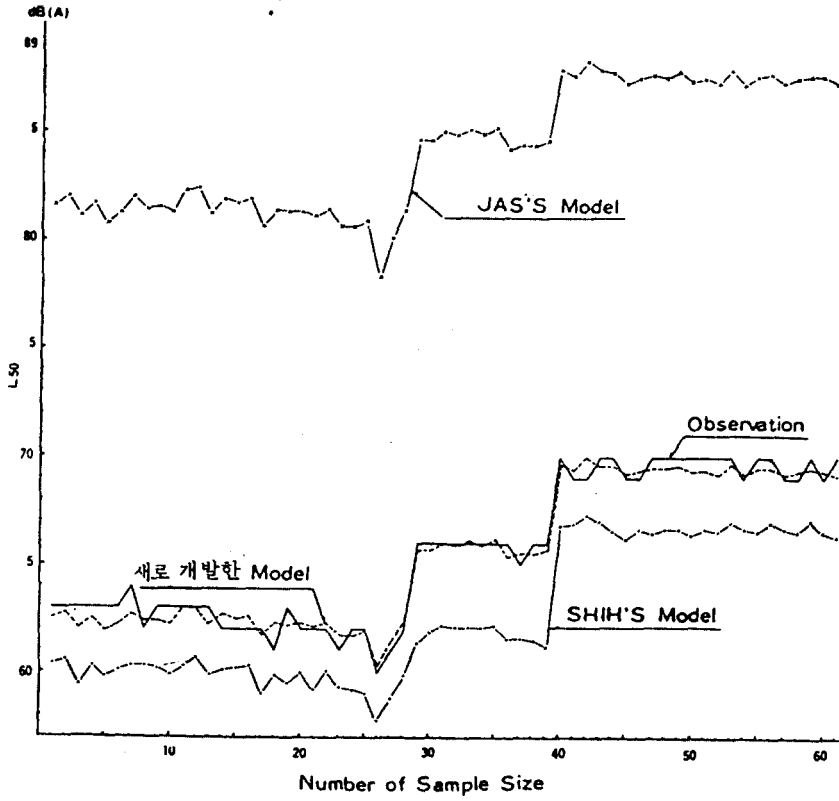


Fig. 3. Leq Simulation Result, Unadjusted

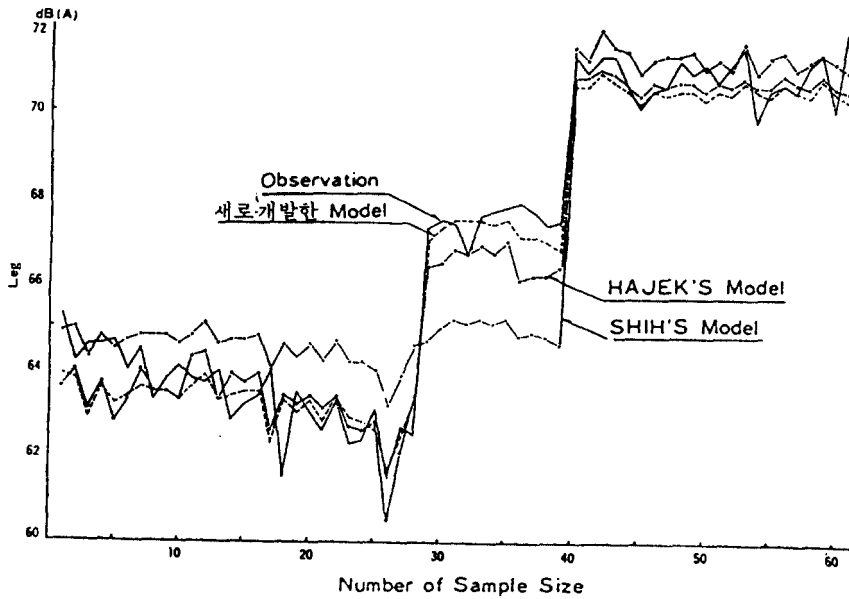


Fig. 4. Leq Simulation Result, Adjusted

그림 (1)(2)(3)과 (4)는 모두 실측치와 각각의 모델에 의한 예측치를 비교하게 하였다. 그러나 이러한 비교방법은 일반적인 예측능력을 짐작은 하나, 종합적인 결론을 내리기는 어렵다. 각각의 모델에 대하여 종합적인 결론을 내리기 위하여 실측치와 각 예측 모델의 예측치의 차이를 계산하여 오차로 정하고, 각각 예측 모델의 오차의 제곱을 합산하였다.

각각의 모델별로 오차의 제곱의 합 (Sum of Error Square) 을 계산한 결과는 표(1)과 같다.

<표 1> 각 모델별 오차의 제곱의 합계치 비교표

모델명	Leq		Leq	
	(실측치-예측치) <sup>2</sup>	(실측치-예측치) <sup>2</sup>	(실측치-예측치) <sup>2</sup>	(실측치-예측치) <sup>2</sup>
새로개발한 모델	17.52	17.52	30.15	30.15
일본음향학회 모델	21,045.40	32.6	N.A	N.A
쉬 (SHH) 모델	569.50	41.33	888.34	127.79
하제크(HAJEK) 모델	N. A	N.A	19,128.14	105.37

IV. 결 론

본 연구에서 개발된 모델에 이 모델을 개발할때 사용되었던 자료를 대입한 것은 예측 능력이 우수하였음이 입증되었다.

이와 같은 결과로 볼 때 통계모델은 특정지역에서 정확도가 좋으나, 여건이 변하면 차이가 생긴다. 이러한 통계모델을 사용할 때는, 통계모델을 개발할때 사용했던 조건과 사용하고저 하는 지역의 조건이 잘 맞는지 검토해야 한다.

그리고 이미 다른 지역에서 개발되었던 각 모델들에 적합한 상수를 가감해서 교정한 결과 매우 정확도가 좋았다. 도로교통 소음을 예측하고자 할때는 이미 개발된 모델들의 예측치를 적절히 교정해서 사용하면 실측치에 근접할 수 있다는 결과를 얻었다.

앞으로 이러한 예측모델들은 공해방지 대책수립이나 도시계획 분야에서 도로망 계획을 수립할때 참고를 하

여야 되리라고 사료된다.

본 연구는 녹십자연구소의 도움으로 수행된 것이다.

참 고 문 헌

1. 조한인 (1985), 도로교통소음 예측모델, 연세대학교 산업대학원 석사학위논문
2. 조한인 유완 (1985), 자동차 전용도로에서의 교통소음 모델, 건축학회 추계발표회
3. Han-In Cho, Wann Yu, Il-Whan Cha (1985), "A Traffic noise prediction model for Highway" paper presented at 2nd Acoustic Conference of the West Pacific Region.
4. 차일환 (1980), 소음과 진동, 세림사
5. 石井聖光 (1975), "道路交通騒音予測計算方法に関する研究" 日本音響學會誌 31 卷.
6. Hajek, J.J. (1975), "Leq Traffic Noise Prediction Method", TRR648, Transportation Research Board.
7. Shih Hung-Chin (1982), Prediction Model of Traffic Noise Level and Human Response on Urban Main Roads in Taiwan Area, paper presented at 1st Acoustic Conference of the West Pacific Region.