

도로교통소음의 총별 음압레벨분포 특성에 관한 연구

최 회 권, 윤 해 동, 이 한 진, 김 재 수
원광대학교 건축음향연구소

A Study on the Vertical SPL Distribution of Traffic Noise

Hoi-Kwon Choi, Hae-Dong Yun, Han-Jin Lee, Jae-Soo Kim
Architectural Acoustics Research Lab., Wonkwang University

E-mail : choi719@hanmail.net, webmaster@archsun.net,
lhanjin@hanmail.net, soundpro@wonkwang.ac.kr

1. 서론

급격한 산업화와 도시의 급속한 성장으로 인해 도심의 과밀현상이 심각해지고 있으며, 이에 따라 도로에 인접한 곳에 많은 공동주택들이 건설되고 있는 실정이다. 이러한 산업화의 영향으로 인해 교통량 또한 날로 증가하고 있어 이로 인한 도로교통소음은 정온한 주거환경을 해치는 중요한 인자로 대두되고 있으며, 도로변 인근 주민들에게는 커다란 불만족 지적률의 대상이 되고 있다.

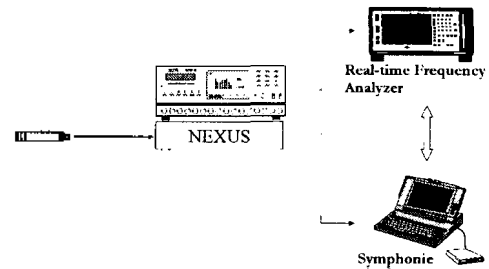
이에 따라 정부에서는 소음을 규제할 필요가 있다고 인정되는 지역을 소음규제지역으로 지정, 고시함으로써 주민의 정온한 생활과 교육환경 유지를 위하여 노력하고 있으나 이에 대한 연구의 부족 및 자료의 결핍등으로 인해 효율적인 규제 및 대책마련에 어려움을 겪고 있다. 특히 도로교통소음의 경우 하루종일 불규칙적으로 계속 발생하는 특성을 갖기 때문에 더욱 많은 피해를 유발하고 있다고 할수 있다.

따라서 본 연구에서는 도로변에 위치한 공동주택을 대상으로 공동주택 각층별로 수직음압레벨의 분포 및 특성을 파악하고자 하며, 이를 토대로 향후 구체적이고 실질적인 치음대책은 물론 합리적인 민원해결을 위한 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

II. 측정방법 및 내용

도로교통소음을 측정, 평가하기 위하여 본 연구에서는 소음진동규제법에서 정한 측정방법과 ISO(Intern-

ational Standardization Organization)/R 1996에 준하여 측정을 실시하였으며, 위한 측정기기 구성도는 (그림 1)과 같다.



- Microphone (B&K Type 4165)
- Microphone Preamplifier (B&K Type 2669)
- Nexus (B&K Type 2692)
- DAT (Sony Pc 216Ax)
- Frequency Analyzer (Symphonie 01dB)
- Real-time Frequency Analyzer(B&K Type 2144)

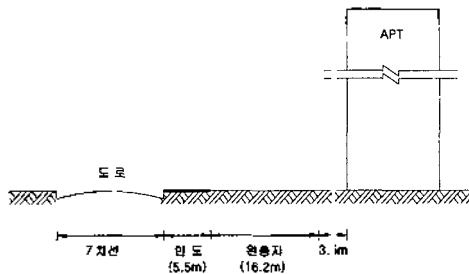
(그림 1) 도로교통소음 측정을 위한 기기 구성도

본 연구에서는 소음공정시험방법에 준하여 측정하였으며 측정시 소음계의 마이크로폰의 위치는 삼각대를 이용하여 바닥으로부터 1.2m의 높이에 고정하여 설치하였고, 반사음의 영향을 최소화하기 위해 측정자 및 주위 물체와 최소한 2m의 이격거리를 유지하였다. 소음계의 사용시 동특성은 "Fast"에 고정시켰으며, 청감보정회로는 "A특성"을 이용하였다. 측정 방법은 그림 1과 같이 마이크로폰에서 들어오는 신호를 NEXUS를 통해 DAT(Digital Audio Tape Recorder)로 현장에서 녹음하였으며, 녹음된 신호

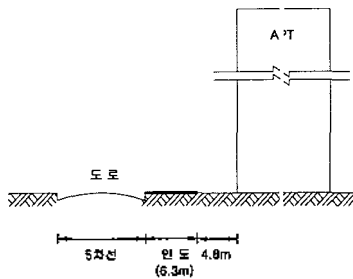
를 실험실에서 Signal Analyzer와 주파수 분석기로 분석하였다. 본 연구에서 분석에 사용된 주파수 범위는 20Hz~20kHz까지 1/3 Octave Band 중심 주파수별로 5분간 측정하였으며 동시에 전 대역 음압레벨도 dB(A)값으로 측정·분석 하였다. 또한 소음의 평가는 국내 소음·진동규제법에서 채택하고 있는 Leq dB(A)를 이용하였다.

III. 측정대상 지역의 현황

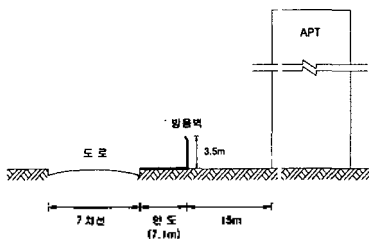
측정대상 지역은 전라북도 시의 도로변에 위치한 15층 공동주택을 대상으로 하였으며, 측정대상 지역의 현황은 (그림 2)와 같고, 측정대상별 통행량 및 차량속도, 대형차 혼입률은 (표 1)과 같다.



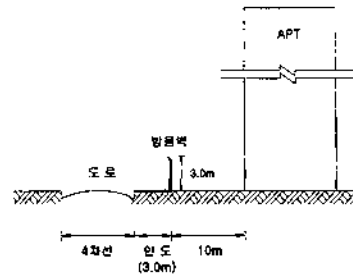
(a) J1, J2 아파트



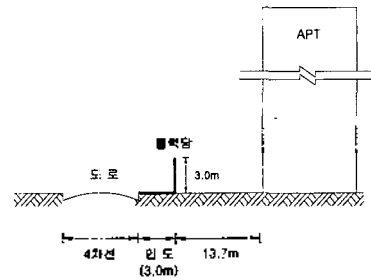
(b) J3 아파트



(c) S1 아파트



(d) JK1 아파트



(e) JK2 아파트

(그림 2) 측정대상지역 현황

(그림 2)에서 보는 바와 같이 J1, J2아파트의 경우 7차선 도로와 아파트 사이에 16.2m의 완충지가 설치되어 있으며, J3아파트의 경우에는 완충지가 없이 5차선 도로와 아파트 사이에 부지경계선이 있는 형태이다. 또한 S1아파트의 경우에는 부지경계선으로부터 15m정도 이격되어 있고, 부지경계선에 방음벽이 설치되어 있다. JK1, JK2아파트는 부지경계선으로부터 각각 10m, 13.7m이격되어 있으며, JK1 아파트의 경우에는 부지경계선에 방음벽이 설치되어 있고, JK2아파트의 경우에는 부지경계선에 불력담이 설치되어 있다.

(표 1) 측정대상별 통행량 및 차량속도

구분 대상	차선	통행량		대형차 혼입률 (%)	차량속도 (km/h)	방음벽 유무 및 형태
		소형	대형			
J1	7	1,666	138	7.7	60~70	×
J2	7	1,506	132	8.1	60~70	×
J3	5	1,278	120	8.6	55~60	×
S1	7	1,290	132	9.3	60~70	방음벽
JK1	4	792	42	5.0	35~45	방음벽
JK2	4	522	24	4.4	35~45	불력담

(표 1)에서 통행량과 차량속도, 대형차 혼입률을 살펴보면 J1, J2, J3, S1 아파트의 경우에는 도심

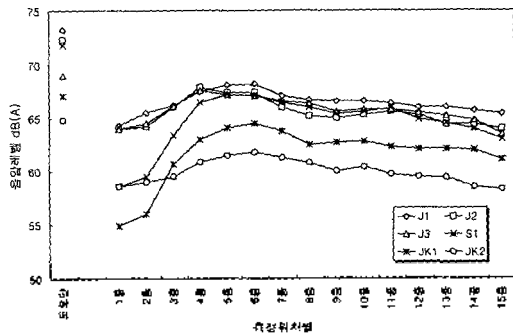
의 외곽지역으로서 통행량이 매우 많고 대형차 혼입률이 높게 나타나고 있으며, 차량의 속도 또한 높게 나타나고 있다. JK1, JK2 아파트의 경우에는 도심을 통과하는 지역으로서 통행량이 비교적 적고, 대형차 혼입률 또한 낮게 나타나고 있으며, 차량의 속도도 낮게 나타나고 있음을 알 수 있다.

IV. 분석 및 고찰

본 연구에서는 측정상의 오차를 최소화하기 위하여 각 측정 지점별로 5회 이상 측정하였으며, 이를 산술평균한 값을 사용하였다.

4.1 도로교통소음의 수직음압레벨 분포특성

도로교통소음의 층별 수직음압레벨 분포특성을 파악하여 보면 (그림 3)과 같다.

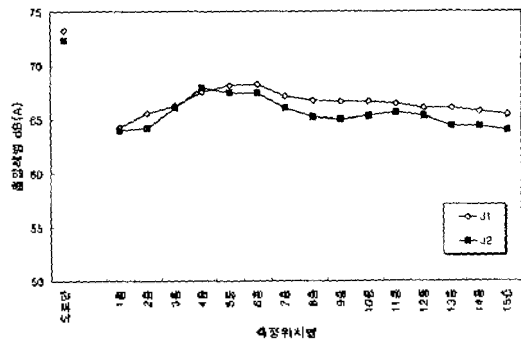


(그림 3) 수직음압레벨 분포특성

(그림 3)에서 보면 도로단의 경우 교통량과 대형차 혼입률이 많은 J1, J2, J3, S1이 가장 높게 나타나며, 교통량과 대형차 혼입률이 적은 JK1, JK2가 낮게 나타나고 있다. 또한 층별 음압분포는 1층~4층의 저층부에서는 비교적 낮은 음압레벨을 보이다가 5층~7층에서는 대체적으로 높은 음압레벨을 보이고 있으며, 그 이상의 층으로 갈수록 약간씩 감소하는 특성을 보이고 있다.

4.2 교통량의 차이에 따른 층별 음압레벨 분포특성

교통량의 변화에 따른 층별 음압레벨 분포특성을 파악하기 위해서 모든 조건은 유사하나, 교통량만 다른 J1과 J2를 대상으로 비교·분석하여 보았다.

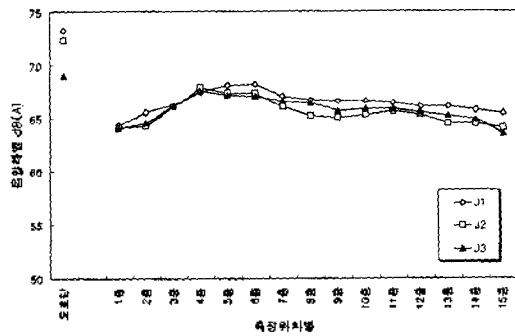


(그림 4) 교통량의 변화에 따른 층별 음압레벨 분포특성

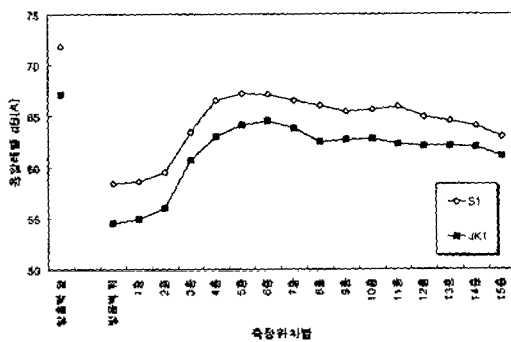
(그림 4)에서 보면 알 수 있듯이 교통량이 약 156대/h 정도 많은 J1의 경우가 J2에 비해 4층을 제외한 전 측정지점에서 약간 높은 음압레벨을 보이고 있음을 알 수 있어서, 교통량의 변화가 수직음압레벨의 분포특성에 밀접한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

4.3 방음벽 유무에 따른 수직음압레벨 분포특성

방음벽 설치 유무에 따른 층별 수직음압레벨 분포특성에 관하여 파악하여 보면 (그림 5), (그림 6)과 같다.



(그림 5) 방음벽이 없을때의 수직음압레벨 분포특성

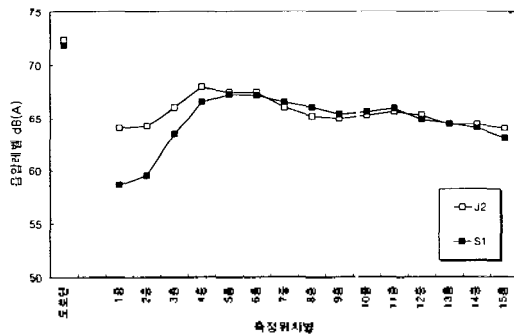


(그림 6) 방음벽이 있을때의 수직음압레벨 분포특성

(그림 5)에서 보면 방음벽이 없을때의 수직음압레벨 분포특성은 도로단에서는 매우 높은 음압레벨을 보여주고 있으며, 전층에서 1층이 가장 낮은 음압레벨을 보이고 있으며, 4층~6층까지 높아지다가 7층 이상에서는 다시 서서히 감소하는 특성을 보이고 있다.

또한 (그림 6)에서 보면 방음벽이 없을 때와는 전혀 다른 수직음압레벨 분포특성을 보이고 있음을 알 수 있다. 즉, 방음벽 전면에서는 매우 높은 음압레벨을 보이고 있으나, 방음벽 후면에서는 방음벽의 소음감쇠 효과로 인해 가장 낮은 음압레벨을 보이고 있음을 알 수 있어서 방음벽의 소음차폐 효과가 뛰어난 것을 알 수 있다. 또한 4층까지 급격한 음압레벨의 상승이 이루어지다가 5~7층에서는 가장 높은 음압레벨을 보이고 있으며, 그 이상의 층에서는 다시 서서히 감소하는 특성을 보여주고 있다. 이러한 내용을 토대로 살펴보면 방음벽 설치유무와 교통량에 따라 음압레벨의 차이는 있지만 거의 유사한 패턴을 보이고 있어서 향후 많은 실험이 이루어지면 신뢰성 있는 예측치를 제안할 수 있을 것으로 사료된다.

방음벽 유무에 따른 층별 수직음압레벨의 분포특성을 파악하기 위해 도로단에서 음압레벨이 유사한 J2아파트와 S1아파트를 대상으로 비교·분석하여 보면 (그림 7)과 같다.



(그림 7) 방음벽 유무에 따른 수직음압레벨 분포특성

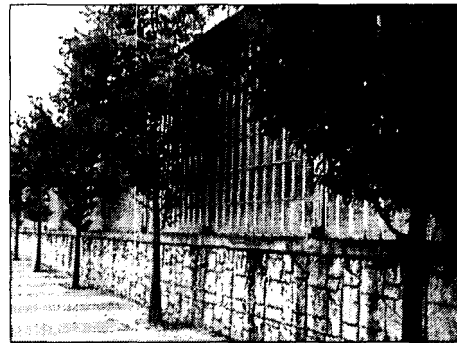
(그림 7)에서 보면 도로단의 음압레벨은 J2아파트와 S1아파트가 거의 비슷하게 나타나고 있으나, 방음벽이 설치되어 있는 S1아파트의 경우, 1층~4층까지는 J2아파트보다 훨씬 낮은 음압레벨을 보이고 있으나, 그 이상의 층에서는 거의 비슷한 음압레벨을 보이고 있다.

위의 결과를 종합하여 보면 방음벽 설치로 인한 소음차폐효과는 1~4층의 경우 상당부분 저감효과를 얻을 수 있으나, 그 이상의 층에서는 별다른 효과

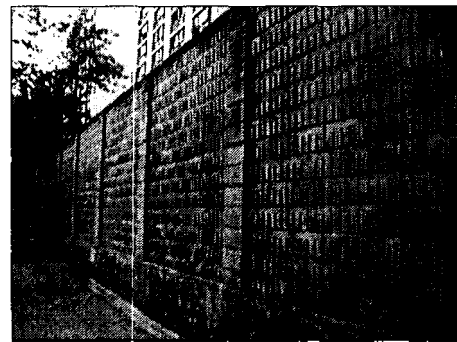
를 얻지 못함을 알 수 있어서, 소음저감을 위한 방음벽 설치시 이에 대한 고려가 반드시 필요하리라 사료된다.

4.4 방음벽의 종류에 따른 수직음압레벨 분포특성

방음벽의 종류에 따른 수직음압레벨 분포특성을 파악하기 위해서 도로조건이 유사한 JK1, JK2를 대상으로 음압레벨 분포를 파악해보면 (그림 9)와 같다.

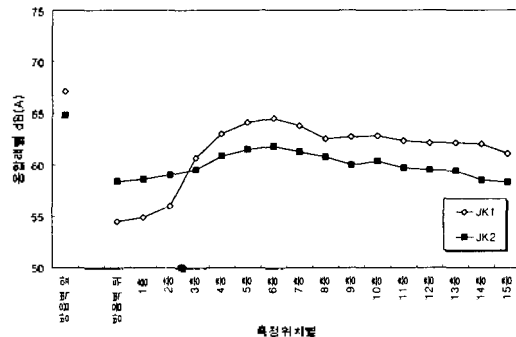


(a) 방음벽



(b) 불록담

(그림 8) 방음벽과 불록담 사진



(그림 9) 방음벽의 종류에 따른 수직음압레벨 분포특성

(그림 9)에서 보면 JK1과 JK2가 도로조건은 유사하지만 교통량에서 차이가 나 방음벽 앞에서 음압 레벨의 차이가 발생하고 있다.

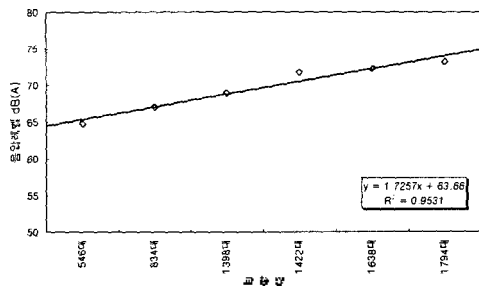
JK1아파트의 경우 일반적인 방음벽이 설치된 곳으로서 불력담에 비해 방음벽 후면~3층까지는 상당히 높은 저감효과를 보이고 있다.

JK2아파트의 경우 방음벽 대신 불력담을 설치한 곳으로서 방음벽 후면~3층까지의 저감효과가 JK1아파트에 비해 상당히 낮음을 알수 있어서 불력담을 설치함으로써 높은 소음저감효과를 기대하기는 힘들 것으로 사료된다.

4.5 교통량의 변화에 따른 음압레벨 분포특성

교통량의 변화에 따른 음압레벨의 분포특성과 예측상관식을 파악하여 보았으며 그 결과는 다음과 같다.

(1) 도로단



(그림 10) 도로단에서의 교통량에 따른 예측상관식

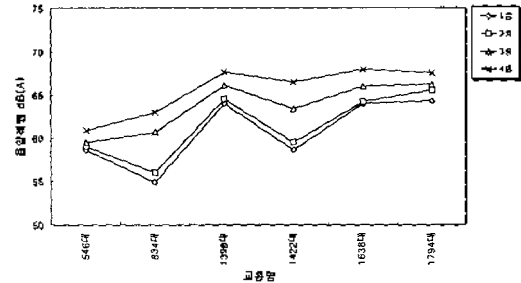
(그림 10)에서 보면 도로단의 경우 교통량이 증가함에 따라 음압레벨도 대체적으로 일정하게 증가함을 알수 있어서 교통량의 변화가 음압레벨 분포특성에 매우 밀접한 영향을 주고 있음을 알수 있다. 또한 교통량에 따른 예측상관식을 살펴보면 $y = 1.7257x + 63.66$, $R^2 = 0.9531$ 로 나타나 매우 높은 설명력을 보여주고 있다. 따라서 향후 좀더 많은 실험이 이루어진다면 보다 신뢰성있는 예측식을 제안할수 있을것으로 사료된다.

(2) 층별 수직음압레벨 분포특성

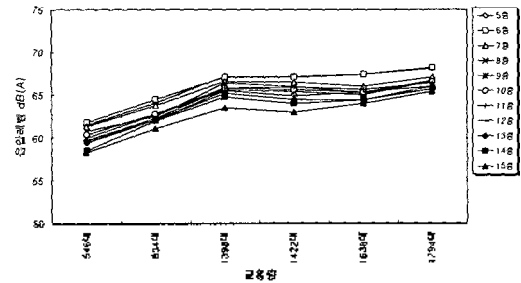
앞절에서 보면 방음벽의 유무와 관련하여 1층~4층까지의 음압레벨 변화패턴이 서로 다름을 알수 있었다. 따라서 1층~4층까지의 층별 수직음압레벨 분포특성을 살펴보면, 1층과 2층의 저층부에서는 교통량의 증가보다는 방음벽의 유무에 따라 음압레벨의 변화가 심하나 3층과 4층으로 가면 방음벽의 영

향이 다소 줄어들고 교통량의 증가에 따라 음압레벨이 증가하고 있음을 알수 있다.

따라서 방음벽의 설치유무에 따라 1층과 2층의 경우 많은 영향을 받고 있음을 알수 있다.



(그림 11) 1~4층까지의 수직음압레벨 분포특성



(그림 12) 5~15층까지의 수직음압레벨 분포특성

또한 (그림 12)에서 보면 5층~15층의 경우 층별 수직음압레벨 분포특성은 방음벽에 의한 영향은 거의 사라지고 교통량이 증가함에 따라 대체적으로 일정하게 음압레벨이 상승함을 알수 있다.

따라서 층별 수직음압레벨은 방음벽의 설치유무에 따라 1층~4층의 경우 많은 소음감쇠 효과를 나타내고 있으나, 그 이상의 층에서는 방음벽으로 인한 소음감쇠효과는 거의 없음을 알수 있다.

IV. 요약 및 제언

본 연구를 통하여 얻은 결과를 종합하여 보면 다음과 같다.

1. 도로교통소음의 수직음압레벨 분포특성은 1층~4층에서는 비교적 낮은 음압레벨을 보이다가, 5층~7층에서 가장 높게 나타나고 있으며, 그 이상의 층으로 갈수록 점차 감소하는 특성을 보이고 있다.
2. 방음벽 유무에 따른 층별 수직음압레벨 분포특성을 살펴보면 1~4층의 경우 상당부분 저감효과

- 를 얻을수 있으나, 그 이상의 층에서는 별다른 효과를 얻지 못함을 알수 있다.
3. 불력당의 경우 방음벽에 비해 저층부인 1층~3층에서 소음차폐 효과가 낮게 나타나고 있어서, 교통소음 저감을 위한 방음벽 설치시 이에 대한 고려가 반드시 필요하리라 사료된다.
 4. 교통량에 따른 층별 수직음압레벨 분포특성을 살펴보면 도로단의 경우 교통량에 증가에 따라 음압레벨이 선형으로 증가하고 있으며, 1층~4층의 경우 방음벽 설치유무에 따라 서로 다른 양상을 보이고 있으나, 5층 이상의 층에서는 방음벽 설치에 관계없이 교통량이 증가할수록 대체적으로 일정한 음압레벨의 상승이 이루어지고 있음을 알수 있다.

본 연구는 통행량의 변화와 방음벽 설치유무에 따른 도로교통소음의 층별 수직음압레벨분포 특성에 관한 결과이며, 향후 보다 다양한 조건을 대상으로 도로교통소음에 관한 연구가 지속적으로 이루어진다면 상당히 신뢰성 있는 데이터를 제시할수 있을것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 이한진: "도심지 소음규제지역에서 발생하는 교통소음의 특성에 관한 연구", 원광대학교 석사학위논문, 2000.5
2. 이한진 외 5인: "소음규제지역에서 발생하는 교통소음의 실태에 관한 연구", 한국음향학회 하계학술발표논문집 제 18권 1(s)호, 1999.7, pp 326~331
3. 이한진 외 3인: "도로교통소음 규제지역에서 창호종류에 따른 실내외 소음레벨의 변화에 관한 연구", 대한건축학회 춘계학술발표논문집 제 20권 1호, 2000.4, pp 501~504
4. 이경석: "도로변 인구밀집지역의 교통소음에 관한 연구", 조선대학교 석사학위논문, 1995.8
5. 김하근: "건물 내외부에서의 도로교통소음 예측 및 평가에 관한 연구", 한양대학교 박사학위논문, 1995.12
6. 김민웅: "도로교통소음 예측평가 및 대책방안에 관한 연구", 한양대학교 석사학위논문, 1991.6
7. 국립환경연구원: "도로교통소음 저감을 위한 종합대책에 관한 연구(II)", 1988
8. 서유덕: "도시교통 소음의 특성이 관한 연구", 보건환경 Vol.5, 1994
9. N.Olson, Statistical Study of Traffic Noise,

Report APS-476, National Research Council of Canada, Division of Physical, 1970

10. T.J.Schultz, Community Noise Rating, Applied Scie, 1982
11. U.S.EPA, Transportation Noise and Noise from Equipment Powered by Internal Combustion Engines, 1971
12. Paul. N. Chere Misinoff and Peter. P. Chere Misinoff: Industrial Noise Control Handbook, Ann Arbor Science, 1981
13. Hassall. J. R & Zaver, K; Acoustic Noise Measurement, 1982
14. Department of Transportation; "A Study of the Magnitude of Transportation Noise Generation and potential Abatement"