

自動車騒音 現況과 特性

°강대준*, 정일록*, 김종민**, 서충열**, 박준철**, 최용호**

Vehicle Noise Status and Characteristics

Daejoon Kang, I.R. Chung, J.M. Kim, C.Y. Seo, J.C. Park, Y.H. Choi

ABSTRACT

The road traffic noise becomes aggravated due to the rapid increase of motor vehicles. It has a great effect on the dwelling environment. Therefore we investigate the characteristics and sources of the motor vehicle noise through grasping the status of the motor vehicle noise.

Traffic noise results from the collective contribution of the noise produced by individual motor vehicles. The motor vehicle noise varies enormously depending upon its type and mode of operation.

1. 서 론

자동차 등록대수가 '85년 100만대에서 '97년 7월 1,000만대를 돌파하는 급속한 증가와 도로의 확충 등으로 도로교통소음의 영향범위가 날이 갈수록 확대되고 있으며 인구밀도가 높은 우리의 열악한 주거환경에 비추어 영향 또한 간과할 수 없는 실정이다. 이러한 차량증가 추세에 맞추어 도로망이 계속 확장되고 있어 소음피해지역이 날이 갈수록 확산되어 소음이 거의 문제시되지 않았던 도시교외는 물론 농어촌 지역까지 확산되고 있는 형편이다. 교통소음 방지대책 일환으로 정부에서는 교통소음으로부터 정온한 생활환경을 조성하기 위하여 '98년까지 전국 214개 도로구역 274.1 km를 교통소음 규제지역으로 지정하여 관리하고 있으며 이 지역의 적정한 소음관리를 위하여 학교, 주거지역 등의 정온지역 160개소 33.7 km를 포함하여 '99년까지 1,602개소에 385 km의 방음벽을 꾸준히 설치하

였으나 차량의 기하급수적 증가 및 도시의 팽창으로 도로교통소음의 개선효과는 미흡한 실정이다.

도로교통소음 저감대책은 발생원인 교통수단에 대한 저감대책과 발생된 소음의 경로를 차단하는 저감대책으로 구분될 수 있다. 발생원에 대한 저감대책이 가장 효율적이지만 기술적인 한계로 인하여 단기간에 급속히 저감시킬 수 없는 어려운 문제점이 있어, 차선책으로 소음전파 경로대책이 활용되고 있다. 전파경로 대책을 효과적으로 수립하기 위해서는 우선 무엇보다 수음점에서 정확한 소음예측이 필요하다. 도로교통소음에 대한 수음점에서의 소음예측을 위하여 소음이 수음점에 도달하기까지의 전파과정에 대한 연구와 더불어 발생원에 대한 정량적인 평가가 필수적이다.

이러한 도로교통소음의 특성은 복잡다기하여 면밀한 발생원 규명파 전파특성에 대한 체계적인 연구가 요청된다. 이에따라 자동차소음 발생원 특성을 파악하기 위하여 차종별, 주행방식별 및 속도별 소음도와 음원별 기여율을 조사하여 도로교통소음 저감대책에 활용토록 하고자 한다.

*정회원, 환경부 국립환경연구원

**환경부 국립환경연구원

2. 측정 방법

ISO 362¹⁾ 및 자동차소음 허용기준의 검사방법 및 절차에 관한 규정²⁾에 의하여 차량의 주행중심

선으로부터 7.5 m 떨어진 거리에서 마이크폰을 설치하여 측정한다. 가속주행소음은 자동차가 시가지를 주행할 때 주로 사용하는 기어의 변속단으로 가속할 때 발생하는 소음으로써 자동차의 지정 변속단에서의 최대 출력시 이론속도의 1/3속도 또는 50 km/h중 낮은 속도로 소음측정구간 진입점 직전까지 주행하다 진입점에서 탈출점까지 급가속하여 주행하는 동안 발생하는 소음크기의 최대치를 측정한다. 정상주행소음의 경우 진입속도를 탈출지점까지 일정하게 유지시켜 측정한다. 일반적으로 차량이 50, 70, 90 km/h의 속도로 가속 및 정상주행할 때의 소음도와 배기소음도를 조사하여 주파수대역별로 분석하였다. 자동차의 구분은 소음진동규제법 시행규칙 제4조에 의하여 분류하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 년도별 가속주행소음

'94년도부터 2000년까지 신규제작차 및 수입차에 대한 소음인증시험시 조사한 차종별 가속주행소음을 년도별로 분류하면 Fig. 1과 같다. Fig. 1에 의하면 중량자동차는 매년 0.4~1.6 dB씩 소음도가 감소하는 양상을 보이고, 승용차는 '97년도까지 0.5~1.4 dB씩 소음도가 감소하다가 '98년에 0.5 dB 증가, '99년 0.2dB 감소, 2000년 다시 0.5 dB 증가하는 양상을 보이고 있다. 이륜차의 경우도 '97년까지 1.3~1.6 dB씩 소음도가 감소하다가 '98년 0.7 dB, '99년 0.9 dB, 2000년 2.0 dB 증가 양상을 보이고 있으나, 자동차의 소음허용기준(이륜차의 경우 80 dBA)을 충족시키고 있으며 이와같은 현상은 배기량이 더 큰 이륜차가 상대적으로 더 늘어났기 때문으로 판단된다.

가장 높은 소음을 배출하는 중량자동차는 년차적으로 강화된 소음허용기준을 충족시키기 위해서 꾸준히 배출소음이 저감되고 있다.

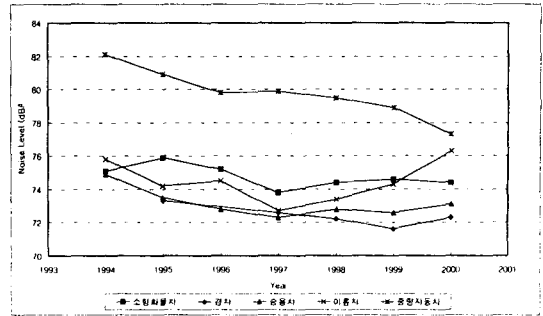


Figure 1. Acceleration noise of vehicle by year.

3.2 차량주행소음 실태

3.2.1 가속주행소음

국내 신규제작차 및 수입자동차 119대를 대상으로 조사한 차종별·속도별 가속주행소음은 Table 2와 같다. Table 1에서 보면 경자동차가 50 km/h 속도에서 70, 90 km/h의 속도로 가속주행할 때 차량주행중심선으로부터 7.5 m 떨어진 거리에서 소음도는 평균 2.5, 4.6 dB씩 증가하고, 승용자동차의 경우 2.6, 5.1 dB, 소형화물자동차의 경우 1.9, 4.5 dB 증가하는 양상을 보이고 있다. 가속주행시에 속도가 약 2배 증가함에 따라 소음도는 4~5 dB 증가함을 엿볼 수 있겠다.

3.2.2 정상주행소음

가속주행소음 시험시와 마찬가지로 국내 신규제작차 및 수입자동차를 대상으로 조사한 차종별·속도별 정상주행소음은 Table 2과 같다. Table 2에 의하면 경승용차가 50 km/h 속도에서 70, 90 km/h의 속도로 정상주행할 때 7.5 m 떨어진 거리에서 3.2, 7.1 dB 씩 증가하고, 승용차의 경우 4.3, 7.9 dB, 소형화물자동차의 경우 5.5, 7.3 dB, 중량자동차 중 버스는 1.4, 4.6 dB, 트럭은 2.1, 1.1 dB 증가하는 양상을 보이는데 중량이 작은 차량일수록 소음증가량이 크다는 것을 알 수 있다.

3.3 자동차 주행속도와 소음도의 관계^{3~5)}

3.3.1 정상주행속도와 소음도

각종 차량이 50~90 km/h의 속도로 정상주행할 때 차량주행중심선으로부터 7.5 m 떨어진 거리에서 측정된 주행속도와 소음도의 관계 및 그 관계식을 Fig. 2에 보이고 있다. 승용차의 주행속도가 2배로 증가할 때 소음도는 9.3 dB정도 증가하며, 소형화물차의 경우 8 dB정도, 중량자동차 중 버스의 경우 5.1 dB정도, 중량자동차 중 트럭의 경우 소음도는 3 dB정도 증가한다. 대체적으로 차량의 중량이 클수록 소음도의 증가량이 줄어들음을 알 수 있다.

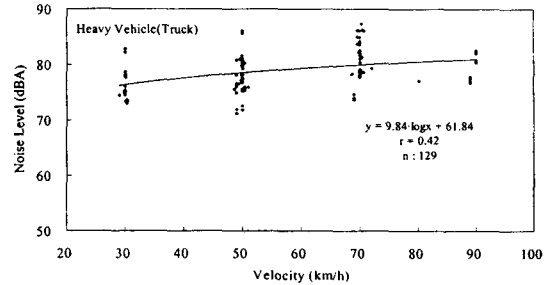
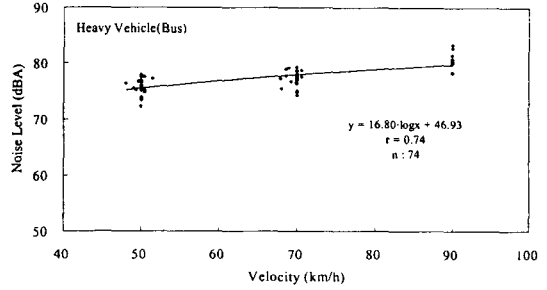
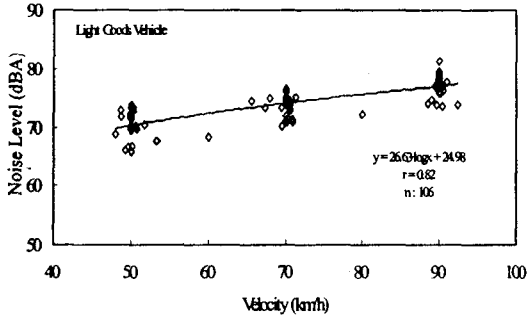
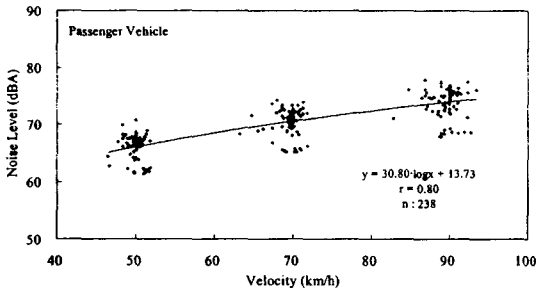
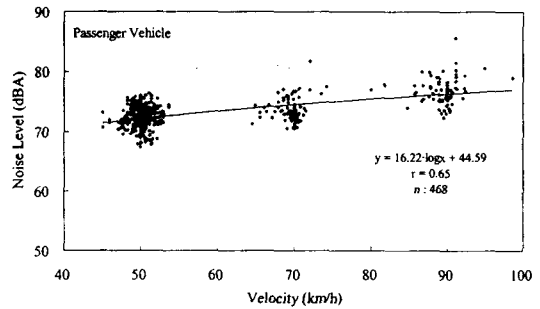


Figure 2. Relationship between steady state speed and noise level.

3.3.2 가속주행속도와 소음도

자동차가 50~90 km/h의 속도로 가속주행할 때 7.5 m 떨어진 거리에서 측정된 주행속도와 소음도 및 그 관계식을 Fig. 3에 나타내고 있다. 승용차의 주행속도가 2배 증가할 때 소음도는 4.9 dB정도, 소형화물차의 경우 4.3 dB정도 증가한다.



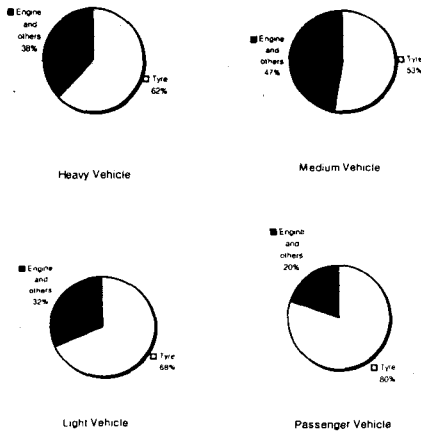


Figure 9. Contribution ratio of individual noise source at pass-by.

4. 결론

국내 신규제작차 및 수입자동차 119대를 대상으로 차종·속도별 가속·정상 주행소음도를 조사·분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- 승용차가 50 km/h의 속도로 가속주행시에 주행 중심선으로부터 7.5 m 떨어진 거리에서 67.9~75.8(평균 72.0) dBA, 소형화물자동차의 경우 68.0~75.8(평균 73.7) dBA, 중량자동차인 버스의 경우 76.9~80.1(평균 79.4) dBA, 중량자동차인 트럭의 경우 77.9~84.7(평균 81.7) dBA의 소음도를 발생하고 있다.
- 승용차가 50 km/h의 속도로 정상주행시에 주행 중심선으로부터 7.5 m 떨어진 거리에서 평균 66.3 dBA, 소형화물자동차의 경우 70.1 dBA, 중량자동차인 버스의 경우 75.9 dBA, 중량자동차인 트럭의 경우 78.3 dBA의 소음도를 배출하는데 가속주행시보다 대체적으로 3.4~3.7 dB 낮다.
- 정상주행시의 음원별 기여율은 승용차의 경우 타이어 소음 80%, 엔진소음 등 기타 20%이고, 대형차의 경우 타이어 소음 62%, 엔진소음 등 기타 38%이다.

- 가속주행시의 음원별 기여율은 승용차의 경우 엔진소음 34%, 타이어소음 23%, 배기계소음 23%, 흡기계소음 12%, 냉각계소음 2%, 기타 3%이고 대형차의 경우 엔진소음 36%, 배기계소음 23%, 구동계소음 19%, 타이어소음 8%, 흡기계소음 3%, 냉각계소음 2%, 기타 9% 이다.
- 정상주행시의 차량주행속도 v (km/h)와 소음도 L (dBA)의 관계는 승용차의 경우 $L = 30.8 \log v + 13.7$, 소형화물차의 경우 $L = 26.6 \log v + 25.0$, 중량자동차 버스의 경우 $L = 16.8 \log v + 46.9$, 중량자동차 트럭의 경우 $L = 9.8 \log v + 61.8$ 로 속도가 2배로 증가할 때 소음도는 3~9.3 dB 증가한다.

참 고 문 헌

1. ISO 362, (1998), Acoustics - Measurement of Noise Emitted by Accelerating Road Vehicles - Engineering Method.
2. 환경부, (2000), 제작자동차 배출허용기준·소음 허용기준의 검사방법 및 절차에 관한 규정(환경부 고시 제2000-65호).
3. B.H. Sharp, and P.R. Donovan, (1979), "Motor Vehicle Noise", Ch. 32 of Handbook Noise Control (2nd ed.), C.M. Harris, ed., McGraw-Hill, New York.
4. B. Buna, (1987), "Some Characteristics of Noise from Single Vehicles", Ch. 6 of Transportation Noise Reference Book, P.M. Nelson, ed., Butterworth & Co.
5. John W. Tyler, (1987), "Sources of Vehicle Noise", Ch. 7 of Transportation Noise Reference Book, P.M. Nelson, ed., Butterworth & Co.
6. 日本 環境廳 大氣保全局, (1995), 今後の自動車騒音低減対策のあり方について(自動車単体対策關係)報告の參考資料.

중량자동차 중에서 대표적으로 45인승 버스인 Gran Bird의 주행소음 주파수 특성은 Fig. 7과 같다. Gran Bird가 30 km/h의 속도로 가속주행할 때 500 Hz에서 50, 70 km/h 속도의 경우 1,000 Hz에서 각각 76.7, 74.3, 76.4 dBA의 가장 높은 소음을 배출하고 30, 70 km/h의 경우 63 Hz에서, 50 km/h의 경우 125 Hz에서 제2의 peak를 발생하고 있다. 한편 30 km/h의 속도로 정상주행할 때 2,000 Hz에서, 50, 70 km/h 속도의 경우 1,000 Hz에서 각각 71.7, 71.6, 73.9 dBA의 가장 높은 소음을 배출하고 제2의 peak치는 63 Hz에서 발생하고 있다.

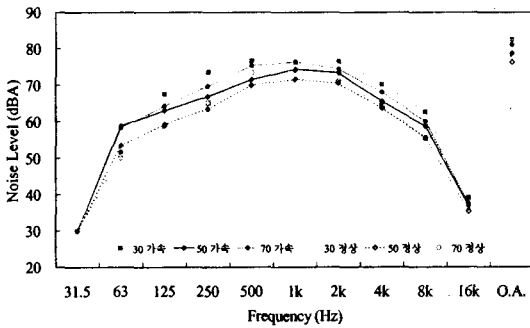


Figure 7. Pass-by noise spectra of typical heavy omnibus(Gran Bird).

차량주행중심선으로부터 7.5 m 및 15 m 떨어진 거리에서 차종별로 측정된 거리감쇠효과는 Fig. 8과 같다. 경자동차 아토스가 50~90 km/h의 속도로 가속·정상주행할 때 거리가 7.5 m에서 15 m로 2배 멀어짐에 따라 평균 4.8 dB 감소하고 32인승 버스인 코스머스의 경우 평균 5.5 dB 감소하며, 24톤 덤프트럭의 경우 평균 7.3 dB 감소하고 있어 대체로 점음원 감쇠현상을 보이고 있다.

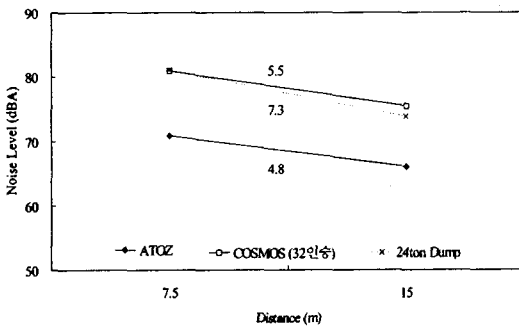


Figure 8. Attenuation due to distance.

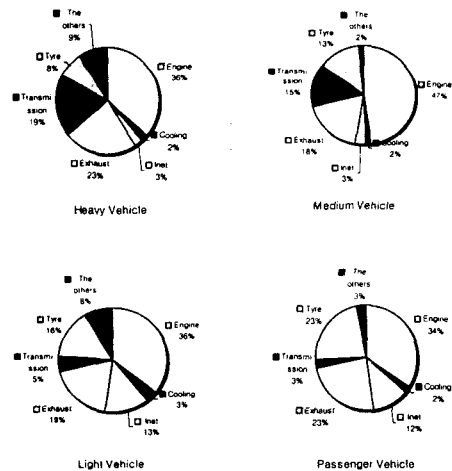
3.5 주행시의 자동차 소음원별 기여율⁶⁾

각 차종이 가속주행 할 때와 정상주행할 때의 음원별 기여도를 Fig. 9에 보여주고 있다. 가속주행시의 차량속도는 50 km/h이고, 정상주행시의 차량속도는 35 km/h이다. 또한, 정상주행소음에 대해서는 타이어소음과 엔진 등 기타소음으로 2구분하여 기여도를 보이고 있다.

여기에서 대형차는 차량 총중량이 3.5t 이상이고 원동기 최대출력이 150 kW 이상인 차량, 중형차는 차량 총중량이 3.5t 이상이면서 원동기 최대출력이 150 kW이하인 차량, 소형차는 차량 총중량이 3.5t 이하인 차량, 승용차는 승용 용도로만 이용하게 하는 정원 10인 이하인 차량을 말한다.

가속주행할 때에 대형차에 있어서 엔진소음의 기여율은 36.8%, 배기계소음은 22.6%, 구동계소음은 19.3%, 타이어소음은 8.3% 등이고, 승용차에 있어서는 엔진소음의 기여율은 34.4%, 배기계소음은 23.4%, 타이어소음은 22.9% 등으로 되어 있다. 가속주행시에 중형차의 엔진소음 기여율이 47.7%로 다른 차종의 엔진소음 기여율보다 훨씬 높다. 정상주행할 때에 대형차에 있어서 타이어소음의 기여율은 62.0%, 엔진 등 기타소음은 38%이고, 승용차에 있어서는 타이어소음의 기여율은 80.4%, 엔진 등 기타소음은 19.6%로 되어 있다.

Acceleration Noise



Steady State Noise

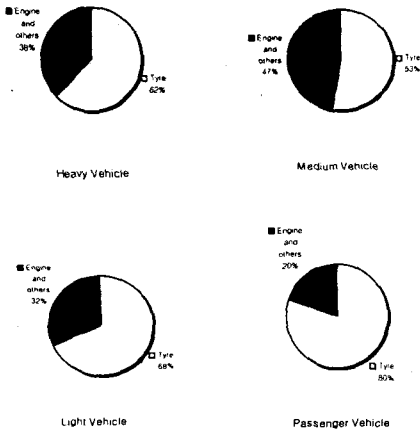


Figure 9. Contribution ratio of individual noise source at pass-by.

4. 결론

국내 신규제작차 및 수입자동차 119대를 대상으로 차종·속도별 가속·정상 주행소음도를 조사·분석하여 얻은 결론은 다음과 같다.

- 승용차가 50 km/h의 속도로 가속주행시에 주행 중심선으로부터 7.5 m 떨어진 거리에서 67.9~75.8(평균 72.0) dBA, 소형화물자동차의 경우 68.0~75.8(평균 73.7) dBA, 중량자동차인 버스의 경우 76.9~80.1(평균 79.4) dBA, 중량자동차인 트럭의 경우 77.9~84.7(평균 81.7) dBA의 소음도를 발생하고 있다.
- 승용차가 50 km/h의 속도로 정상주행시에 주행 중심선으로부터 7.5 m 떨어진 거리에서 평균 66.3 dBA, 소형화물자동차의 경우 70.1 dBA, 중량자동차인 버스의 경우 75.9 dBA, 중량자동차인 트럭의 경우 78.3 dBA의 소음도를 배출하는데 가속주행시보다 대체적으로 3.4~3.7 dB 낮다.
- 정상주행시의 음원별 기여율은 승용차의 경우 타이어 소음 80%, 엔진소음 등 기타 20%이고, 대형차의 경우 타이어 소음 62%, 엔진소음 등 기타 38%이다.

- 가속주행시의 음원별 기여율은 승용차의 경우 엔진소음 34%, 타이어소음 23%, 배기계소음 23%, 흡기계소음 12%, 냉각계소음 2%, 기타 3%이고 대형차의 경우 엔진소음 36%, 배기계소음 23%, 구동계소음 19%, 타이어소음 8%, 흡기계소음 3%, 냉각계소음 2%, 기타 9% 이다.
- 정상주행시의 차량주행속도 v (km/h)와 소음도 L (dBA)의 관계는 승용차의 경우 $L = 30.8 \log v + 13.7$, 소형화물차의 경우 $L = 26.6 \log v + 25.0$, 중량자동차 버스의 경우 $L = 16.8 \log v + 46.9$, 중량자동차 트럭의 경우 $L = 9.8 \log v + 61.8$ 로 속도가 2배로 증가할 때 소음도는 3~9.3 dB 증가한다.

참 고 문 헌

1. ISO 362, (1998), Acoustics - Measurement of Noise Emitted by Accelerating Road Vehicles - Engineering Method.
2. 환경부, (2000), 제작자동차 배출허용기준·소음 허용기준의 검사방법 및 절차에 관한 규정(환경부 고시 제2000-65호).
3. B.H. Sharp, and P.R. Donovan, (1979), "Motor Vehicle Noise", Ch. 32 of Handbook Noise Control (2nd ed.), C.M. Harris, ed., McGraw-Hill, New York.
4. B. Buna, (1987), "Some Characteristics of Noise from Single Vehicles", Ch. 6 of Transportation Noise Reference Book, P.M. Nelson, ed., Butterworth & Co.
5. John W. Tyler, (1987), "Sources of Vehicle Noise", Ch. 7 of Transportation Noise Reference Book, P.M. Nelson, ed., Butterworth & Co.
6. 日本 環境廳 大氣保全局, (1995), 今後の自動車騒音低減対策のあり方について(自動車単体対策關係)報告の參考資料.

Table 1. Acceleration Noise by Vehicle Type and Speed

Type of Vehicle	Speed (km/h)	Noise Level (dBA)		Attenuation (dBA)	No. of Sample
		7.5 m	15 m		
Light Vehicle	50	69.3	64.8	4.5	1
"	70	71.8	66.9	4.8	1
"	90	73.9	68.7	5.2	1
Passenger Vehicle	50	72.0	66.4	5.6	67
"	70	74.6	69.2	5.4	34
"	90	77.1	71.9	5.3	32
Light Goods Vehicle	50	73.7	68.4	5.3	24
"	70	75.6	70.4	5.3	15
"	90	78.2	73.2	5.0	12
Heavy Vehicle(Bus)	30	81.4	77.1	4.3	4
"	50	79.4	73.8	5.6	8
"	70	79.2	73.7	5.5	8
"	90	81.2	75.4	5.8	4
Heavy Vehicle(Truck)	30	83.1	77.9	5.2	5
"	50	81.7	75.6	6.1	13
"	70	81.8	76.4	5.4	9
"	90	81.1	75.7	5.4	4
Motorcycle	50	73.7	69.3	4.4	2

Table 2. Steady State Noise by Vehicle Type and Speed

Type of Vehicle	Speed (km/h)	Noise Level (dBA)		Attenuation (dBA)	No. of Sample
		7.5 m	15 m		
Light Vehicle	50	66.4	62.1	4.3	1
"	70	69.6	65.3	4.3	1
"	90	73.5	68.6	4.9	1
Passenger Vehicle	50	66.3	60.9	5.5	31
"	70	70.7	65.0	5.7	32
"	90	74.2	68.5	5.7	30
Light Goods Vehicle	50	70.1	65.1	5.1	16
"	70	73.8	69.0	4.7	15
"	90	77.4	72.3	5.1	12
Heavy Vehicle(Bus)	30	75.8	71.0	4.8	4
"	50	75.9	70.3	5.6	8
"	70	77.3	71.9	5.3	8
"	90	80.5	75.0	5.5	4
Heavy Vehicle(Truck)	30	76.3	70.4	5.9	8
"	50	78.3	72.2	6.1	13
"	70	80.4	74.5	5.9	12
"	90	79.4	74.1	5.3	4