

자동차 소음기 특성 및 배기소음 개선 방안

Characteristics of vehicle mufflers and improvement measures of vehicle exhaust noise

이재원†·강대준*·구진회*·박형규*·김태석*·권혁제*·김종춘*

Jaewon Lee, Daejoon Kang, J. H. Gu, H. K. Park,

T. S. Kim, H. J. Kweon, J. C. Kim

Key Words : Vehicle exhaust noise(자동차 배기소음), Tuning muffler(튜닝 머플러)

ABSTRACT

Vehicles are exhausting various environmental pollutions such as exhaust gas, noise, and so on. This study investigates only noise problems by vehicles, especially the vehicle exhaust noise. It is known that the exhaust noise among those is over 20% of vehicle noise when the vehicle is suddenly accelerated or normally accelerated. In this study, we mainly investigate the exhaust noise of vehicle so that we intend to show the measures to decrease the illegal tuning mufflers and reduce the exhaust noise problems. In the conclusion, we suggest the new appropriate standard to control the tuning mufflers and reduce the exhaust noise induced by vehicles.

1.

최근 환경 문제에 대한 관심이 증가하면서 자동차의 급격한 증가로 인한 환경오염에 대한 우려가 심각한 상황까지 이르게 되었다. 자동차로 인한 환경오염은 여러 가지가 있지만, 여기서는 자동차에서 배출되는 소음의 영향에 관하여 알아보려고 한다. 자동차에서 발생하는 소음은 크게 엔진소음, 흡배기계소음, 타이어소음, 구동계소음 등으로 구분된다.⁽¹⁾ 그 중에서 배기소음은 주로 급가속이나 가속주행시 자동차 소음의 20%가 넘게 차지하는 것으로 알려져 있다.⁽²⁾ 특히 최근에는 자동차의 출력 향상 및 음향을 돋보이게 하기 위하여 개조소음기를 부착하는 사례가 있는데, 이는 환경 소음의 측면으로 보면 도로교통소음을 증가시키고, 급가속 및 가속주행시 자동차의 배기소음으로 인한 피해를 가중시키고 있는 실정이다. 이에 이 연구에서는 자동차에서 발생하는 소음 중 배기소음으로 연구범위를 한정하여 특히 개조소음기의 피해를 줄일 수 있는 방안 및 배기소음 개선방안에 대하여 연구하고자 한다. 먼저 2000년부터 2006년까지

지 국립환경과학원에서 시험된 차량의 배기소음 측정결과를 이용하여 현재의 배기소음 수준을 조사하였고, 국내 배기소음 기준과 비교하여 보았다. 다음으로 소음기의 시간경과에 따른 배기소음 변화 양상을 조사하였으며 마지막으로 튜닝 머플러 5종에 대하여 배기소음 특성을 살펴보았다.

2.

2.1

자동차의 배기소음 측정을 위한 마이크로폰의 위치 및 구성도는 Fig. 1과 같다. 사용된 장비는 소음계(NA-27, RION), 마이크로폰(Type26AK, G.R.A.S.), 주파수분석장치 및 분석프로그램(Harmonie)을 연결하여 측정하였다.

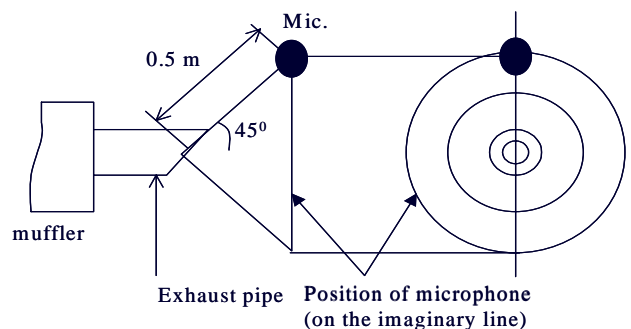


Fig. 1. Schematic diagram of exhaust noise test of vehicle⁽³⁾

이때 자동차의 운전 조건은 변속장치를 중립위치로 하고

† 국립환경과학원 교통환경연구소
E-mail : jlee@me.go.kr
Tel : (032) 560-7673, Fax : (032) 560-7678

* 국립환경과학원 교통환경연구소

정지가동상태에서 원동기 최고 출력의 75 %인 회전속도 (± 100 rpm)로 연속 10초 이상 무부하로 운전하여 최대 소음도를 측정한다.^(3,4)

2.2

측정 대상 튜닝 머플러 5종의 종류 및 외관도를 Table 1에 보여주고 있다.

Table 1. Outline of vehicle mufflers

	tuning muffler type A	tuning muffler type B	tuning muffler type C
For gasoline engine 1,600 cc			
For gasoline engine 1,600 cc original muffler			
For diesel engine 2,000 cc			-
For diesel engine 2,000 cc original muffler			

가솔린엔진용 튜닝 머플러 A형은 정품소음기의 주소음기 부분만을 교체하여 장착하는 것이고, B형은 주소음기로 들어오는 배기관부터 교체하도록 되어 있고, C형은 배기구가 두개로 구성되어 있는 것이 특징이다. 디젤엔진용 튜닝 머플러 A형은 배기관에서부터 교체하도록 되어 있는 것이고 B형은 가솔린엔진용 A형과 같은 종류이다.

3.

3.1

2001년부터 2006년까지 새로 제작된 신규 자동차의 전반적인 배기소음 수준을 알아보기 위하여 Fig. 2와 같이 6년 동안의 평균 배기소음 수준을 국내 배기소음 기준⁽⁵⁾과 비교하여 나타내고 있다. Fig.2를 살펴보면 중대형·대형 승용 자동차의 경우 현재의 배기소음 수준이 기준보다 15.0 dB 낮으며, 소형 승용 자동차의 경우 현재의 배기소음 수준이 기준보다 20.0 dB 낮은 것을 알 수 있다.

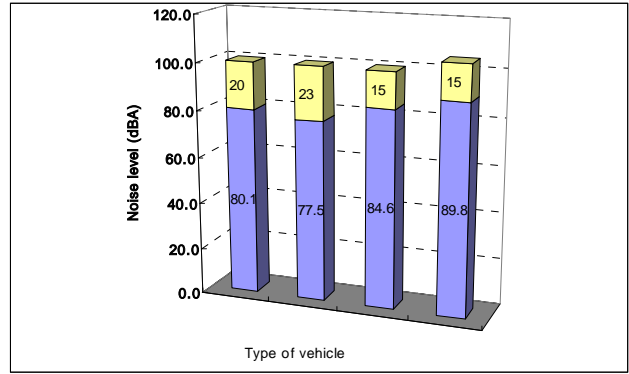


Fig. 2. Comparison of the vehicle exhaust noise with the standard of exhaust noise

3.2

(1)

소음기 후단의 주소음기 부분을 떼어내고 대신에 튜닝 머플러를 부착하여 정품 소음기와 튜닝 머플러의 배기 소음을 각각 측정하여 비교하였다. 가솔린 엔진 및 디젤엔진을 사용하는 승용 자동차에 대한 비교 측정결과를 살펴보면 Table 2와 같다.

Table 2. Exhaust noise level when attaching a tuning muffler

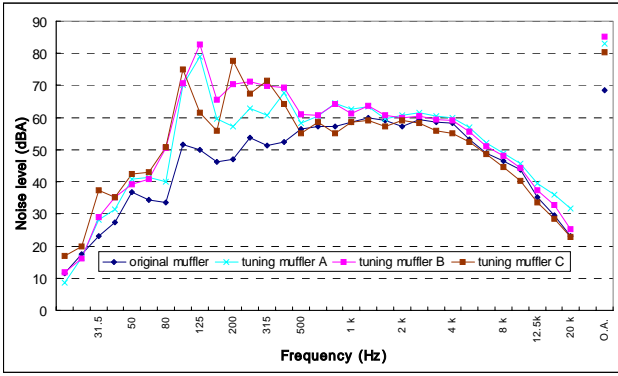
(a) gasoline engine (1,600 cc)

type of muffler	exhaust noise (dBA)	difference dB	standard dBA
original	68.5	-	100
tuning A	83.0	14.5	
tuning B	85.2	16.7	
tuning C	80.2	11.7	

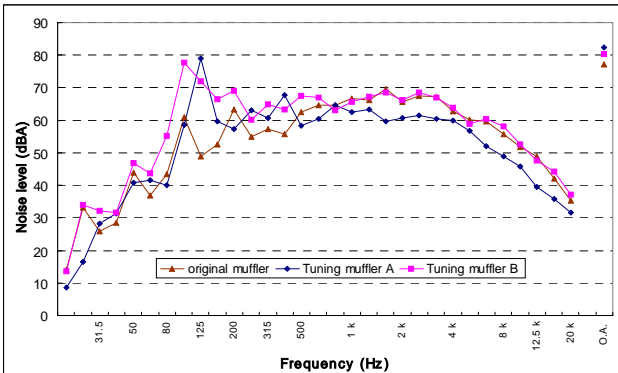
(b) diesel engine (2,000 cc)

type of muffler	exhaust noise (dBA)	difference, dB	standard dBA
original	77.3	-	100
tuning A	82.5	5.2	
tuning B	80.3	3.0	

Table 2(a)를 살펴보면 정품 소음기 대신에 튜닝 머플러를 부착할때 배기소음도의 차이가 11.7~16.7 dB로 나타나고 있다. 그러나, 가장 큰 배기소음을 발생시키는 튜닝 머플러 B의 경우 배기소음이 85.2 dBA로 배기소음 기준인 100 dBA와 비교하면 14.8 dB나 작은 수준으로 나타나고 있다. 즉, 85 dBA가 넘는 높은 배기소음을 유발시키는 튜닝 머플러를 부착할 경우에도 현재의 배기소음 기준으로는 튜닝 머플러의 부착을 막기 어려운 실정임을 알 수 있다. 위의 배기소음 측정결과를 1/3옥타브밴드로 주파수 분석하여 아래 Fig. 3에 함께 보이고 있다.



(a) gasoline engine(1,600 cc)



(b) diesel engine(2,000 cc)

Fig. 3. Exhaust noise level when attaching a tuning muffler

주파수 분석결과 가솔린엔진에서는 튜닝 머플러를 부착할 경우 정품 소음기에 비하여 배기소음 중 50~500 Hz 성분이 10~20 dB 높게 나타나고 있다. 특히 125 Hz 성분의 경우 크기는 32.6 dB까지 커지는 것을 알 수 있다.

(2)

튜닝 머플러를 부착할 경우 배기 소음의 시간 변화 양상을 급가속 주행 및 정속 주행구간으로 구분하여 Fig. 4에 나타내고 있다.

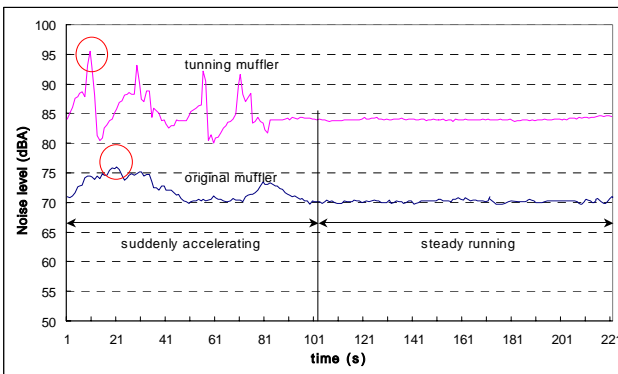


Fig. 4. Time history of the vehicle exhaust noise

튜닝 머플러를 부착하고 운행하는 자동차의 배기 소음은 급가속시 95 dBA를 초과하는 소음을 유발하여 실제적으로 훨씬 더 큰 피해를 줄 것으로 판단되지만 현재의 배기 소음의 측정방법에서는 이를 반영하지 못하고 있다.

3.3

자동차의 사용연수가 늘어나면 엔진의 성능, 구동계, 흡기계, 배기계 등의 기능이 떨어지게 되면서 자동차에서 발생하는 소음이 증가하게 된다. 사용연수가 1년, 3년, 5년, 10년 된 각각의 동일 차량에 대하여 배기소음을 측정하고 그 변화 양상을 Fig. 5에 그리고 주파수 분석결과를 Fig. 6에 나타내고 있다.

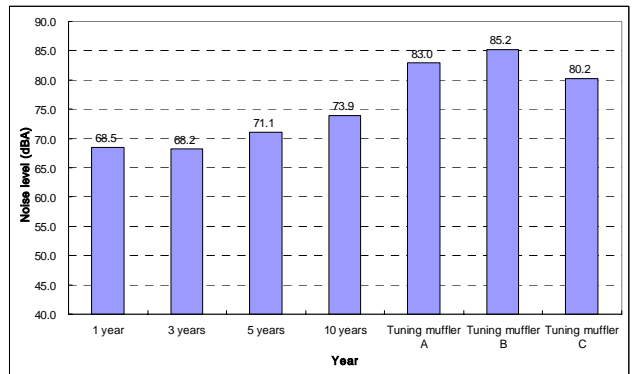


Fig. 5. Variation of exhaust noise level of used muffler according to time evolution

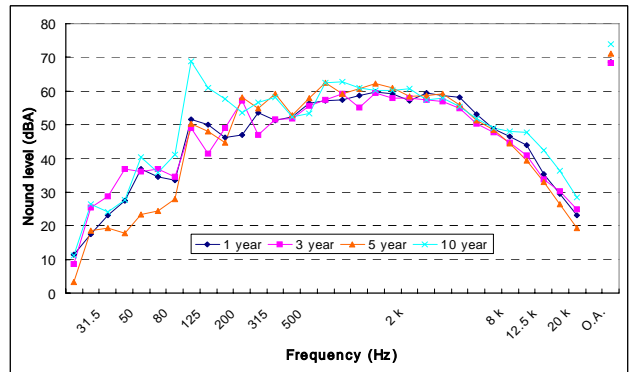


Fig. 6. Variation of exhaust noise level of used muffler according to time evolution

자동차 사용연수 3년까지는 배기소음도에 큰 변화를 보이지 않다가 5년이 지나서는 1년 사용했을 때의 배기소음에 비해 2.6~3.2 dB 증가하고, 10년일때 5.4 dB 증가하는 것을 알 수 있다. 주파수분석결과 10년이 경과하면서 주로 100 Hz 성분의 소음도가 크게 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 배기계에서 발생하는 소음 중 맥동음에 해당하는 것으로 보이며, 자동차의 사용연수가 늘어남에 따라 저주파수 대역의 맥동음을 증가시키는 것으로 판단된다.

3.4

(1)

소음진동규제법에서는 제작차 및 운행 자동차의 소음허용기준을 두어 자동차가 미치는 환경 소음에 대한 규제를 정하고 있다. Table 3은 운행 자동차의 배기소음기준이며 신규 제작 자동차도 같은 기준으로 적용된다.

Table 3. Permissible standards of the vehicle noise

자동차종류		소음항목	배기소음(dBA)
경자동차			100 이하
승용자동차	소형		100 이하
	중형		100 이하
	중대형		100 이하
	대형		105 이하
화물자동차	소형		100 이하
	중형		100 이하
	대형		105 이하

현행 배기소음 기준의 문제점 중 하나는 기준값이 현재 배기소음 수준보다 너무 높아 고소음을 발생시키는 튜닝 머플러를 부착하여도 제재를 가하기 어렵다는 점이다. 두 번째로 배기량에 따라 배기소음도가 다른데도 현행 자동차의 구분으로는 이를 반영하지 못한다는 점이다.

(2)

위의 문제점들을 고려하여 배기소음 기준을 배기량 및 엔진의 종류로 구분하여 제시하고자 한다. 첫 번째로 국내 자동차의 2001년부터 2006년까지의 배기소음 수준에 근거하여 자동차의 배기소음과 배기량과의 관계를 회귀분석하여 Fig. 7에 나타내고 있다.

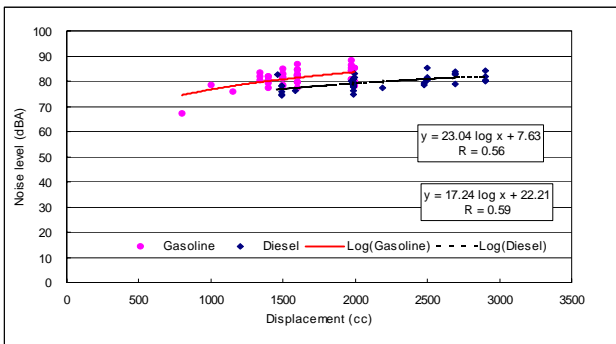


Fig. 7. Regression analysis of distributed exhaust noise

회귀분석한 결과는 아래 식 (1), (2)와 같다.

가솔린차량의 경우,

$$y = 23.04 \log x + 7.63 \dots\dots\dots(1)$$

디젤차량의 경우,

$$y = 17.24 \log x + 22.21 \dots\dots\dots(2)$$

여기에서 식 (1)과 (2)는 현재의 배기소음 수준을 나타내는 식이라고 할 수 있다. 이 식에 “3.3 소음기의 시간경과에 따른 소음도 변화”결과에서 10년 경과한 소음기는 신제품 소음기보다 5.4 dB 증가한 소음도를 보이는데, 식 (1), (2)에 5.4 dB 보다 약간 높은 수준인 7 dB를 보정하여 적정 기준으로 제시하고자 한다. 즉, 제안된 기준을 나타내는 식은 아래 (3),(4)와 같다.

가솔린차량의 경우,

$$y = 23.04 \log x + (7.63 + 7 \text{ dB}) \text{ dBA} \dots\dots\dots(3)$$

디젤차량의 경우

$$y = 17.24 \log x + (22.21 + 7 \text{ dB}) \text{ dBA} \dots\dots\dots(4)$$

이렇게 제안된 배기소음 기준은 고소음을 발생시키는 튜닝 머플러를 부착할 경우 배기소음 기준을 적용하여 규제할 수 있는 근거가 되며 단계적으로는 배기소음 제어를 위한 기술 개발을 유도할 수 있는 방안이 될 것이다.

4.

국내 자동차 배기소음의 기준을 살펴보면 현재 수준보다 높게 설정되어 있고, 튜닝 머플러를 부착할 때에도 그 기준을 초과하지 않아 튜닝 머플러 부착을 규제하기 어렵다. 그러나 튜닝 머플러를 부착할 때 가솔린차량의 경우 배기소음이 11.7~16.7 dB 증가하고, 디젤차량의 경우 2.7~5.8 dB 증가한다. 또한 급가속시 95 dBA를 초과하는 높은 소음을 발생 시킨다. 따라서, 자동차의 배기소음 기준을 현실적으로 조정하여 튜닝 머플러를 부착할 경우 제재를 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

(1) Sharp, B.H. and Donovan, P.R., (1979), “Motor Vehicle Noise”, Ch. 32 of Handbook Noise Control (2nd ed.), C.M. Harris, ed., McGraw-Hill, New York.

(2) 日本 環境廳 大氣保全局, (1995), 今後の自動車騒音低減對策のあり方について(自動車単体對策關係)報告の參考資料.

(3) 환경부, (2000), 제작자동차 배출허용기준소음허용기준의 검사방법 및 절차에 관한 규정(환경부 고시 제 2000-65호)

(4) ISO 10844, (1993), Acoustics - Specification of Test Tracks for the Purpose of Measuring Noise Emitted by Road Vehicles.

(5) 환경부, (2006), 소음진동규제법