

가속주행하는 오토바이 흡배기계 시스템의

소음 저감에 관한 연구

^o김봉기*, 김재승*, 김상렬*, 이상문**, 이태원**, 박근태**

Study on the Intake/Exhaust Noise Reductions

of Motorcycle Pass-by Noise

Bong-Ki Kim, Jae-Seung Kim, Sang-Ryul Kim, Sang-Moon Lee, Tae-Won Lee, Geun-Tae Park

ABSTRACT

Evaluation of the contribution of each pass-by noise source to the overall pass-by noise is an important issue for reduction of pass-by noise. A lead-wrapping test for analyzing pass-by noise of motorcycle is used to identify the principal noise sources of the pass-by noise in this study. Lead-wrapping test is employed and the contribution analysis is carried out. Based on the contribution analysis of each pass by noise source from the action of the prior tests, the design modifications of intake/exhaust systems were performed for reducing the pass-by noise. Finally, the pass-by noise test based on ISO362 was carried out to verify the noise reduction.

1. 서론

차량의 가속주행소음 규제가 강화되고 있는 가운데, 가속주행소음 저감을 위한 지속적인 연구가 요구되고 있다.[1-9] 오토바이의 경우 대부분의 소음원이 외부로 노출되어 있어 소음원 저감 방법이 제한적이며, 흡배기소음의 경우 가속주행소음에 미치는 영향이 일반 승용차에 비해 크다고 할 수 있다.

본 연구에서는 오토바이 2기종을 대상으로 하여 가속주행소음 중 흡배기 소음의 기여도를 평가하였다. 이를 위해 흡배기 소음을 제외한 모든 소음원을 Lead-Wrapping 한 후, 가속주행시 흡배기 소음을 측정하였으며, 흡배기 소음 평가를 위한 소음저감 방법으로 보조 머플러 (BAM:Big Auxiliary Muffler)를 장착하였다. 전체 가속주행 소음에 대한 흡배기 소음의 기여도를 평가한 후, 경제성 및 적용 가능성을 고려하여 흡배기 소음 저감을 위한 설계변경을 제안하였으며, 실제 가속주행소음

* 한국기계연구원 음향연구그룹

** (주) 대림자동차

측정을 통해 소음 저감 가능성을 확인하였다.

2. 기여도 분석

차량의 주요 소음원 및 기여도를 분석하기 위하여 lead-wrapping 실험을 수행하였다. 그림 1은 lead-wrapping 실험을 위해 준비된 차량의 모습을 보여주고 있다. 커버 자체에 의한 방사 소음을 최소화하기 위해 모든 커버류는 제거하였고, 주요 소음원은 차음재(0.5t 납판의 양면에 흡음재 12t가 각각 붙어있음)를 이용하여 소음을 억제하였다. 머플러 표면의 경우 세라믹울과 납판(1t)을 이용하여 방사소음을 저감하였으며, 머플러 토출음 및 흡기구 소음 감소를 위해 보조 머플러를 각각 장착하였다. 그림 2는 lead-wrapping 전후의 가속주행소음 측정 결과를 나타내고 있으며, lead-wrapping 후 가속주행소음은 각각 6.2dB 및 5.2dB 저감되었다. 500Hz 이상의 고주파수 영역에서는 lead-wrapping을 통해 대부분의 주요 소음을 저감하였으며, 차음 특성상 일부 저주파수의 경우 충분한 소음 저감이 이루어지지 않았다.

그림 3은 분석된 소음원의 기여도를 보여주고 있다. 차량 1의 경우 흡기구 소음의 기여도가 큰 것을 알 수 있으며, 머플러 소음의 경우 가속주행 소음에 미치는 영향은 무시할 수준인 것으로 확인되었다. 차량 2의 경우 머플러 토출음이 가장 중요한 소음원이며, 가속주행소음 저감을 위해서는 머플러 토출음 저감이 필수적이라 할 수 있다. 측정결과로부터 차량 1의 경우 흡기소음 저감을 시도하였고, 차량 2의 경우 배기 토출음 저감 방안을 모색하였다.

3. 흡기소음 저감 대책

그림 4와 같이 BAM 부착 유무에 따라 가

속주행소음 변화를 측정한 결과, 200Hz와 630Hz, 그리고 800Hz 밴드에서 소음레벨이 변화하고 있음을 관찰할 수 있다. 정확한 흡입소음 주파수를 찾기 위하여, 협대역에 대한 주파수 분석을 수행한 결과 416 및 640Hz에서 흡입소음이 발생한 것을 알 수 있었다.

한편, 그림 5와 같이 에어클리너로 흡입되는 공기는 차량 프레임의 일부분인 원형 파이프를 통과하여 흡입되고 있으며, 유입공기는 원형 파이프의 좌우에서 유입된 후 하나로 모아져 에어클리너로 흡입되고 있다. 그러나, 실제 오른쪽에서 유입되는 양은 왼쪽에 비해 매우 작은 양이므로, 불필요한 부분으로의 유체흐름을 없애고 유입공기가 원활히 흐를 수 있도록 오른쪽 경로를 제거하고 왼쪽 공기 유입부를 완만한 곡선으로 처리한 유도파이프를 제작하였다. 또한, 흡기구로부터 방사하는 416Hz 소음을 저감할 목적으로 그림 6과 같이 side branch를 흡기구에 설치하였으며 정확한 주파수 튜닝을 위해 길이 변경이 가능하도록 제작하였다. 측정결과 side branch의 길이가 206mm일 때 가속주행소음을 최대로 저감할 수 있었으며, 그림 7은 제안된 흡기구 및 side branch를 장착한 차량의 가속주행소음 측정 결과를 보여주고 있다. 그림으로부터 개선된 흡기구에 의해 416Hz 대역을 포함한 넓은 주파수 범위에서 가속주행 소음이 감소되었음을 확인할 수 있다.

4. 배기소음 저감 대책

차량 2의 Tailpipe 끝단에 BAM을 장착하여 가속주행소음을 측정한 결과, 배기 토출음은 2000Hz 이상의 고주파 대역에서 대부분 발생하고 있음을 알 수 있다. 현재 차량 2에 사용되고 있는 머플러의 전달 손실(Transmission Loss : TL)을 해석한 결과, 1000

Hz, 2600 Hz 및 3500 Hz 에서 높은 전달손실 특성을 갖고 있으나, 상대적으로 2000~2500 Hz 주파수 대역에서 소음 저감 능력이 떨어지는 것을 알 수 있다. 이것은 가속주행 소음 측정시 그림 8 의 배기 토출음 성분과 일치하며, 따라서 토출소음 저감을 위해서는 2000~2500 Hz 대역의 소음 저감 특성을 향상시키는 것이 필요하다. 머플러 내부의 각 모듈을 분석한 결과, 문제가 되는 모듈의 설계 수정안을 제시하여 그림 9 와 같이 전달손실을 예측하였다. 결과로부터 제안된 설계변경안은 2000~2500 Hz 대역의 소음 저감 특성을 크게 향상시켰음을 확인할 수 있다. 설계변경 안을 적용한 머플러를 제작하여 가속주행소음을 측정하였으며, 그림 10 에 가속주행소음 측정 결과를 도시하였다. 결과로부터 2000~2500Hz 주파수 대역의 소음이 저감되었음을 알 수 있으며, 해석결과와는 달리 1000~2000Hz 대역의 소음감소 효과도 볼 수 있는데, 이는 저주파 영역에서 전달손실 예측만으로 실제 방사소음의 변화량을 반영하지 못한 결과이다.

5. 결론

오토바이 가속주행소음 측정시 흡배기 소음의 기여도를 평가하고, 흡배기 소음저감을 위한 설계 변경안을 제시하였다. 흡기소음 기여도가 큰 시험차량의 경우, 흡기 파이프 개선 및 side branch 적용을 통해 가속주행소음을 평균 1.5dB 저감하였다. 배기 토출음이 큰 차량의 경우 측정된 소음의 주요 주파수 대역 및 전달 손실 해석을 바탕으로 머플러 내부 변경을 시도하였으며 가속주행소음 측정 결과 평균 0.5dB 저감 하였다.

참 고 문 헌

- [1] H. Iyama, T. Owata, "An experimental study of the characteristics of noise emitted by small vehicles in accelerating motor," Mitsubishi Heavy Industries Technical Review 19, 104-110 (1982).(in Japanese)
- [2] K. Fujita, T. Abe, and Y. Hori, "Simulation of acceleration pass-by noise considering the acoustic radiation characteristics of a vehicle body," Journal of the Society of Automotive Engineers of Japan 7, 52-58 (1986).
- [3] R. J. Vargovick, "Noise source definition-Exterior passenger vehicle noise," SAE paper 720274.
- [4] R. K. Hillquist, "Factors on the variability of automotive sound level measurements," Proc. of Inter-Noise 78, 661-666(1978).
- [5] PJG van der Linden, D. Otte, and Van de Pongseele, "New developments in vehicle pass-by noise measurement and diagnosis techniques," Proc. of Inter-Noise 93, 715-720(1993).
- [6] R. Hickling, L. N. Bolen, and R. F. Schumacher, "Indoor system for efficient measurement of the sound power of light vehicles and for noise-control diagnostics," SAE paper 891145.
- [7] R. K. Hillquist and R. A. Bettis, "Measurement of automotive pass-by noise," SAE paper 720275.
- [8] Motorcycle 의 소음저감 연구, 한국기계연구원, 1995
- [9] ISO 362:1998, Acoustics-Measurement of noise emitted by accelerating road vehicles-Engineering method, (1998).

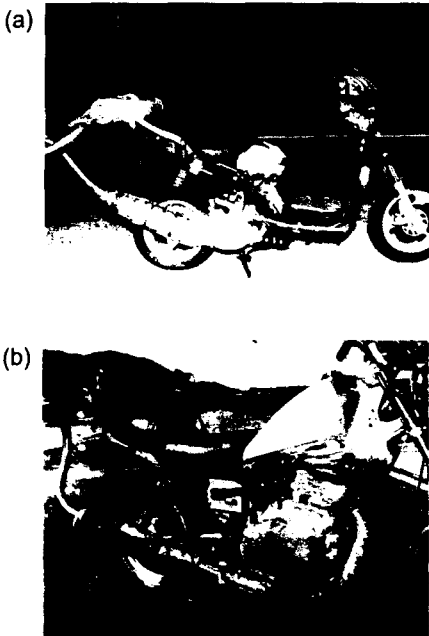


그림 1. Lead-wrapping 실험용 준비차량. (a) 차량 1, (b) 차량 2

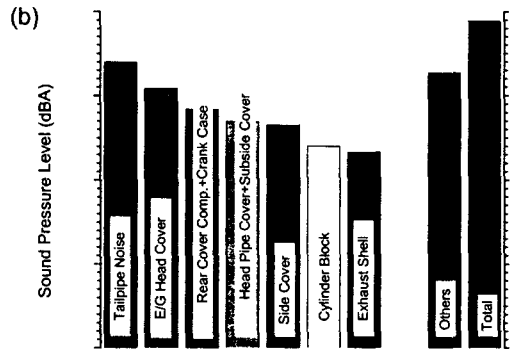
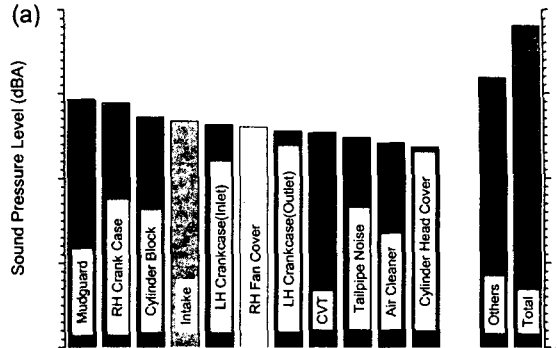


그림 3. 소음원 기여도 분석 결과. (a) 차량 1, (b) 차량 2

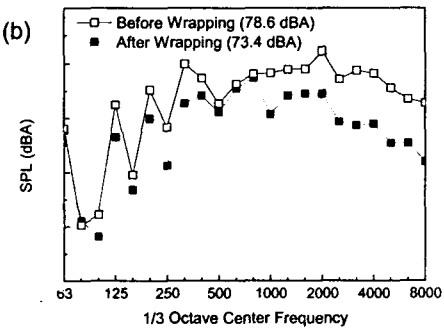
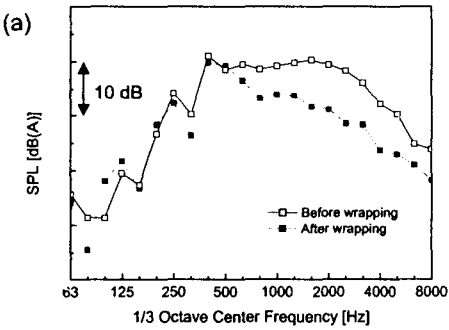


그림 2. Lead-wrapping 을 이용한 가속주행 소음의 저감. (a) 차량 1, (b) 차량 2

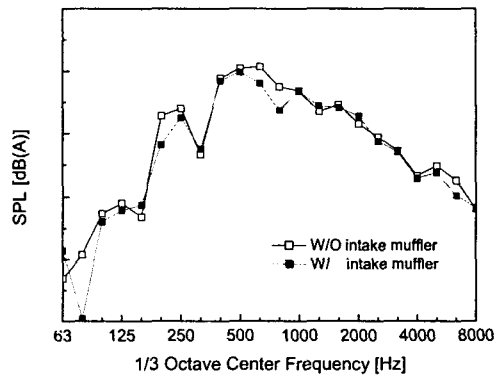


그림 4. 흡기소음의 영향.(차량 1)

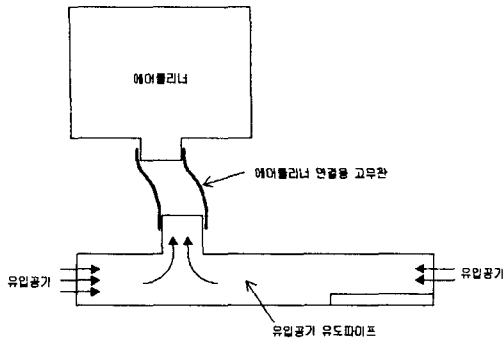


그림 5. 흡기구 개략도.

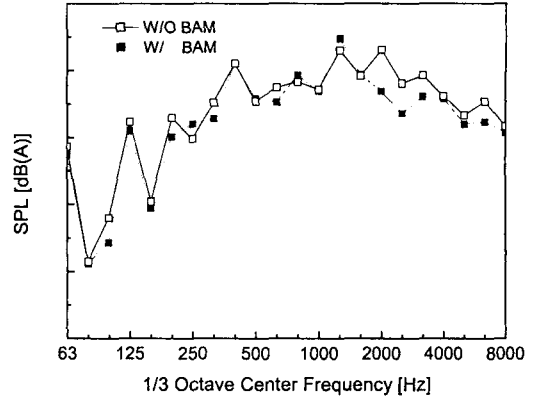


그림 8. 배기 토출음의 영향.(차량 2)

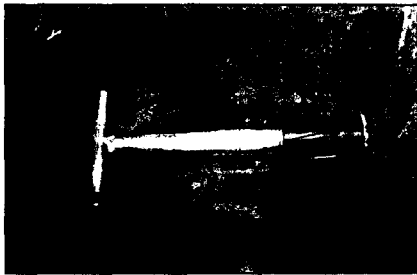


그림 6. 튜닝용 공명기.

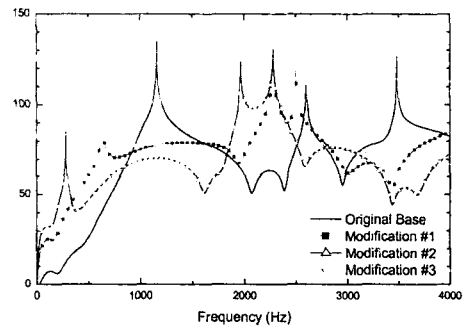


그림 9. 머플러 전달손실 비교.

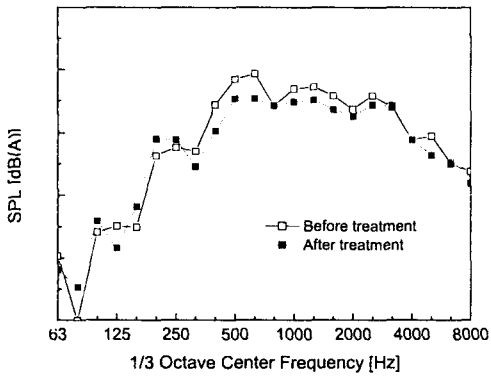


그림 7. 개선된 흡기구에 의한 가속주행소음 저감 효과.

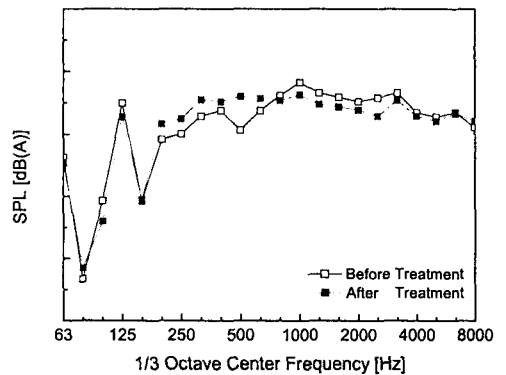


그림 10. 개선된 머플러에 의한 가속주행소음 저감 효과.