

Turbocharger 용 소음기 최적설계 Optimization of turbo-charger damper

이정옥† · 황호준*

Junguk Lee, Hojun Hwang

Key Words : Turbo-charger(과급기), damper(소음기), Optimization(최적화)

ABSTRACT

This paper relates to the automotive silencers reduce noise generated from the actual vehicle for the activity is based on was worth. To do this, the noise from cars to distinguish them by category, characteristics of turbo charger was designed to reduce noise. In order for the design of acoustic modeling using line dynamics, was analyzed using In house & the commercial software programs. Silencers have about several basic elements. Expand, collapse, perforated plate, and the combination are the basic reactive or dissipative elements. Finally, DFSS(design for six sigma) method was designed. and it was verified in vehicle test. The new developed silencers showed good performance vehicle test results. also, the net cost also indicated excellent results compared with other company

1. 서 론

내연기관 자동차의 경우 기존의 자연 흡기식 엔진에 공기를 과급하여 공급함으로써 엔진의 출력을 향상시키고 연비를 향상시켜 엔진의 다운사이징을 통해 엔진의 경량화를 추구하는 추세이다. 공기를 과급하여 공급하는 방법에는 크게 슈퍼차저와 터보차저를 이용하는 방법이 있다. 엔진의 크랭크 샤프트의 동력에 의해 구동되는 슈퍼차저에 비해 고온·고압의 배기가스를 이용하여 압축기를 구동하는 터보차저 방식이 더 높은 열효율을 가지고 있다.

최초의 터보차저는 비행기를 위해서 개발된 것으로 대기권 항로에서는 기압이 떨어짐에 따라 공기가 희박하여 이에 따른 엔진 출력 감소를 방지하기 위한 수단으로 사용되었다.

자동차의 경우에는 1900년대 초에 유럽의 차에

처음 장착된 후 1960년대 이후로 북미 시보레에서 처음 양산되었으며, 국내에서는 1991년 H 자동차의 스쿠프 1.5 엔진에 처음 장착되어 일반인들에게 이름이 알려졌으며, 현대에는 보편적으로 적용되는 장치이다.

최근에는 Euro 5로 대표되는 자동차의 환경규제가 강화됨에 따라 이에 대한 대책으로 터보차저의 사용이 증가되고 있다. Table 1에 2009년부터 시행된 Euro 5와 2014년 시행 예정인 Euro 6의 Category N1-I에 해당하는 차량의 세부적인 규제 사항을 나타내었다. 성능이 향상된 터보차저와 EGR (Exhaust gas recirculation) 등의 사용으로 환경규제에 부합하는 연비 향상과 배기가스의 저감이 가능해졌다.

터보차저는 사용시에 최고 800도 이상의 고온의 배기가스가 분당 100,000~150,000 회전을 하기 때문에 고주파의 소음이 발생한다.

터보차저에 의한 소음은 터보차저의 회전 시 샤프트 휠의 비대칭으로 인해 그 속도에 비례하여 (synchronous) 발생하는 소음과 터빈 블레이드와 하우징 간극의 압력 변화로 발생하는 BPF(Blade Passing Frequency), 터보차저의 작동 구간이 Surge

† 교신저자; 정회원, 교신저자 소속

E-mail : 교신저자 E-mail

Tel : , Fax :

* 공동저자 1의 소속

** 공동저자 2의 소속

한계에 가까워 질 때 생기는 난류 및 압력의 불안정성에 의해 발생하는 광대역 기류음인 Hissing 등이 있다. 이러한 터보차저의 소음은 터보차저 하우징의 디자인 수정을 통해 개선이 가능하나 이는 터보차저의 성능에 영향을 미칠 수 있다. 이에 따라 터보차저의 소음 저감 방법으로 소음기를 장치하는 방법이 있다.

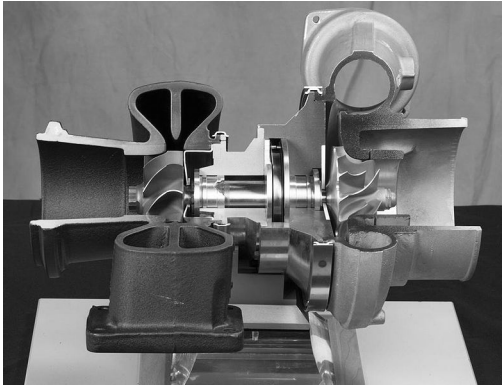


그림 1 Turbo-charger cross-section

2. 개발 내용

2.1 터보차저 소음기 최적설계

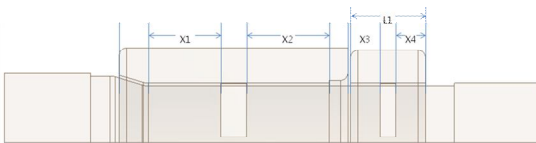


그림 2 Design variable

그림 2 의 5 개 설계 변수에 대해 최적화를 진행하였다. L_1 은 소음기 전체 길이의 반을 넘지 않는 범위로 크기를 제한 하였고 각 챔버당 슬릿의 최소 폭은 1mm, $X_1 \sim X_4$ 의 길이는 챔버 길이에 대한 비율로 입력하였다. 5 개의 변수에 대해 Full factorial 로 실험점을 선정하여 총 243 개의 실험점에서 Transmission loss 해석을 수행 하였고 수학적 모델은 인공신경망 기법을 사용하여 구성 하였다. 목표 함수로는 2000~4000Hz 에서 TL 값의 평균치의 최대화로 선정하여 최적설계를 진행 하였다.

3. 결 론

본 연구를 통해 목표 주파수 대역에서 최대 효과

를 낼 수 있는 소음기를 설계 하였다. 향후에는 목표 함수의 세분화를 통해 넓은 주파수 영역에서 강건최적설계가 가능하도록 검토할 것이다.

참 고 문 헌

- (1) Lee, Y. K., Choi, S. K., Yoon, K. C. and Lee, Y. S., 2003, NRRO Analysis of 3.5inch HDD Spindle Ball Bearings utilizing the Measured Geometric Imperfection, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 585~591.
- (2) S.Bilawchuk, K.R.Fyfe, 2003, comparison and implementation of the various numerical methods used for calculating transmission loss in silencer systems. Applied Acoustics 64, pp903~916
- (3) T.W. WU AND P.ZHANG, C. Y. R. CHENG, 1998, BOUNDARY ELEMENT ANALYSIS OF MUFFLERS WITH AN IMPROVED METHOD FOR DERIVING THE FOUR-POLE PARAMETERS. J of sound and vibration, 767~779
- (4) W. ZHOU AND J. KIM, 1998, FORMULATION OF FOUR POLES OF THREE-DIMENSIONAL ACOUSTIC SYSTEMS FROM PRESSURE RESPONSE FUNCTIONS WITH SPECIAL ATTENTION TO SOURCE MODELLING, J. of sound and vibration, pp89~103
- (5) M.L.Munjial, 1998, ANALYSIS AND DESIGN OF MUFFLERS-AN OVERVIEW OF RESEARCH AT THE INDIAN INSTITUTE OF SCIENCE, J. of sound and vibration, pp425~433
- (6) B&K, BP1039 production data