

자동차용 터보차저 유동소음 확인 및 특성 파악

Airbone noise measurement and analysis for automobile turbocharger

이용우†·이덕주*

Lee Yong Woo, Lee Duck Joo

1. 서 론

최근들어 지구온난화, 유가 상승등의 문제로 인하여 자동차 업체의 최대 이슈는 고효율, 친환경 자동차이다. 이러한 고효율, 친환경 자동차를 제작하는 데에는 여러 가지의 방법이 있겠지만 가장 간단하면서 많이 쓰이고 있는 장치로 터보차저가 있다. 터보차저는 엔진에서 연소후 배출되는 배기가스를 이용하여 터빈을 구동시키고 그 동력을 이용하여 흡입 공기를 압축한 후 엔진 안으로 보내는 장치이다. 이러한 터보차저를 이용하게 되면 추가적인 동력을 필요로 하지 않으면서 엔진으로 유입되는 공기의 양을 증가시켜 연소효율 상승으로 인한 배기가스 감소와 성능 향상이라는 두가지의 장점을 동시에 확보할 수 있다. 하지만 터보차저는 10만에서 최대 20만에 이르는 고회전수로 회전을 하기 때문에 높은 유동소음을 발생시켜 탑승자에게 불편을 초래하게 된다. 이에 특정 모델을 정하여 발생하는 유동소음을 측정하고 지배적인 유동소음 성분 파악 및 특성을 파악하여 터보차저에서 발생하는 소음을 확인하고 원인을 분석하여 추후 터보차저에서 발생하는 유동소음을 저감할 수 있는 방법을 유추하고자 한다.

2. 본 론

2.1 터보차저 테스트벤치

터보차저는 터빈과 컴프레서의 두부분으로 구분된다. 터빈은 배기가스를 이용하여 컴프레서에서 사용될 동력을 얻는 역할을 하며 컴프레서와 샤프트로 연결되어 있다. 실제 터빈으로 들어가는 배기가스는 매우 높은 온도이며 공기와는 다

른 기체 구성을 가지고 있기 때문에 실제와 똑같은 구동 메커니즘을 구현하는 것은 쉽지 않다. 때문에 본 연구에서는 터빈을 압축공기를 이용하여 구동시켰다. 터보차저에서 발생하는 공력소음은 주로 컴프레서부에서 발생하게 되기 때문에 터빈을 압축공기를 이용하여 구동시키는 것은 유동소음 특성에 큰 영향이 없을 것으로 판단하였다. 시험에 사용한 터보차저는 2.0L 엔진용 터보차저로 계양정밀에서 제작한 제품이다. 컴프레서 휠은 4개의 블레이드와 4개의 스플리터로 구성되어 있으며 터빈 휠은 9개의 블레이드로 이루어져있다.



그림 1 터보차저 테스트벤치

컴프레서의 경우 인렛과 아웃렛을 모두 덕트로 연결하여 성능을 측정하였으며, 소음측정을 위하여 인렛과 아웃렛에 덕트를 연결하지 않은 경우와 유한한 길이를 연결한 경우도 측정하였다. 시험은 무향풍동 안에서 진행되었으며 소음은 B&K 마이크로폰을 이용하여 유동간섭을 피할 수 있도록 컴프레서 인렛으로부터 0.8m떨어진 지점에 설치하였다.

† 교신저자; KAIST 항공우주공학전공
E-mail : monkeykey@kaist.ac.kr
Tel : (042) 350-3756, Fax : (042) 350-3756

* KAIST 항공우주공학전공

3.1 시험 결과

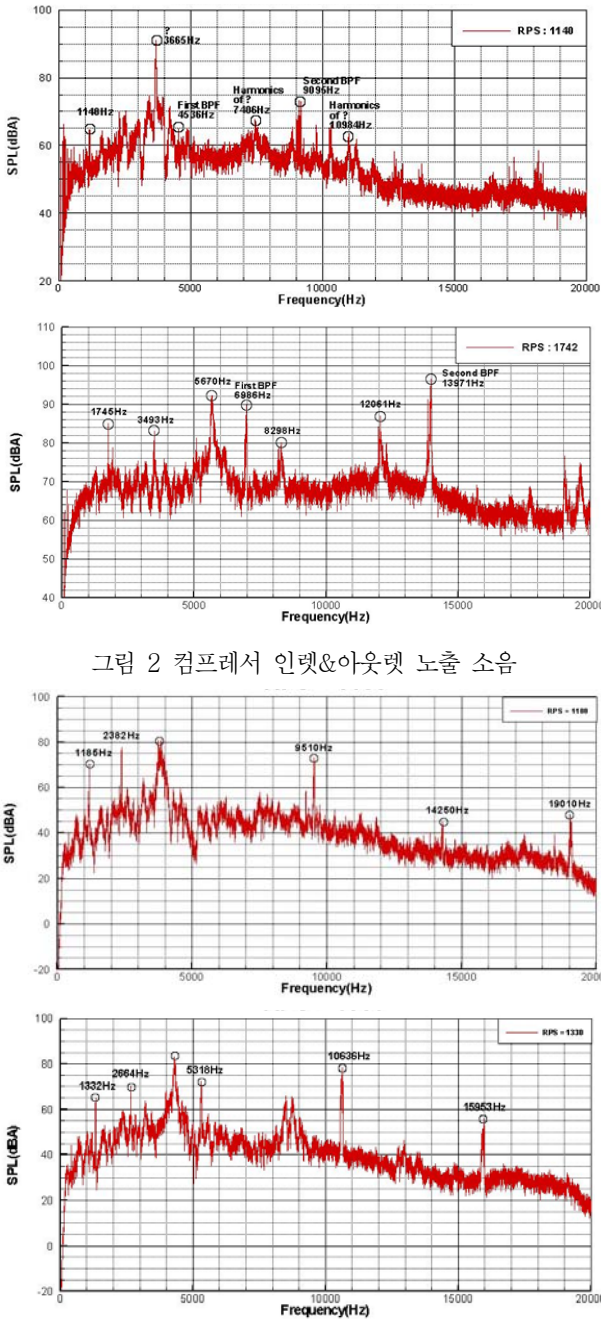


그림 2 컴프레서 인렛&아웃렛 노출 소음

그림 3 컴프레서 인렛&아웃렛 유한덕트 연결 소음

두 시험 결과 모두 분절소음이 명확하게 발생함을 확인할 수 있다. 첫 번째로 회전수와 일치하는 성분의 톤을 확인할 수 있다. 이는 한 회전이 한 주기가 되는 소음으로 블레이드 또는 샤프트의 제작상 언밸런스로 인하여 발생하는 펄레이션 성분이다. 다음으로 주파수가 RPS의 두 배가 되는 성분을 확인할 수 있으며 이는 펄레이션 소음의 조화성분으로 생각할 수 있다. 다음

으로 회전수와 블레이드수 곱의 정수배형태로 나타나는 BPF 소음이다. 컴프레서의 휠은 4개의 블레이드와 4개의 스플리터로 구성되어 있으므로 기본 BPF성분은 회전수의 4배가 되는 주파수이다. 회전수가 낮은 경우에는 기본 BPF성분이 크게 나타나지 않았지만 회전수가 올라가면 좀더 크게 발생함을 확인할 수 있었다. 또한 첫번째 조화성분이 기본 성분보다 크기가 크게 나타남을 확인할 수 있었으며 이는 스플리터로 인한 효과로 생각된다. 마지막으로 가장 지배적인 협역 소음 성분이 존재하는 것을 확인할 수 있다. 이 성분은 회전수가 증가할수록 주파수가 증가하는 것으로 볼 때 유동소음으로 생각되며, 회전수의 정수배로 나타내어지지 않는 것으로 볼 때 회전으로 인한 것이 아닌 유동의 교란으로 인해 발생하는 소음으로 생각된다. 또한 덕트의 유무에 상관없이 발생하는 것으로부터 덕트와의 간섭이 아닌 컴프레서 내부에서 유동이 하우징과 간섭하여 발생하는 소음이라는 것을 생각할 수 있다.

4. 결 론

2.0L 엔진용 터보차저를 이용하여 터보차저 컴프레서에서 발생하는 유동소음을 측정하였다. 측정결과 회전수의 정수배형태로 나타나는 펄레이션 소음과 BPF 소음 성분이 나타남을 확인할 수 있었다. 하지만 지배적인 소음은 회전수의 정수배형태로 표현되지 않으면서 협역형태로 발생하는 성분임을 확인하였다. 이는 컴프레서의 내부에서 유동의 교란이 덕트가 아닌 하우징과 간섭하여 발생하는 소음으로 생각된다. 이를 통하여 터보차저에서 발생하는 유동소음을 확인할 수 있었으며 추후 전산공력음향학을 이용한 소음원 파악 및 소음 저감에 사용될 것이다.

[1] "Performance Test Code on Compressors and Exhausters, PTC-10", American National Standard, 1997