볼텍스 튜브용 소음기 성능 개발

조영호 *, 김창수**, 박성영*
*공주대학교 기계자동차공학부
**공주대학교 일반대학원 기계공학과
e-mail : sungyoung@kongju.ac.kr

Performance Development of the Silencer for a Vortex Tube

Young-Ho Jo*, Chang-Su Kim**, Sung-Young Park*
*Div. of Automotive & Mechanical Engineering, Kongju National University.
**Mechanical Engineering Dept, Graduate School, Kongju National University.

요 약

볼텍스 튜브란 압축가스의 흐름을 뜨거운 공기와 차가운 공기로 전환 시켜주는 냉각 장치이다. 본 논문에서는 볼텍스 튜브에서 발생되는 소음의 특성을 파악하고자 하였다. 1/2in 소음기와 3/8in 소음기는 소음기를 장착하지 않은 경우 보다 평균8～10dB 감소되었고, 1/4in 소음기는 약15dB정도 감소하였다. 출구를 가공한 1/2in 소음기의 소음은 소음기를 장착하지 않은 경우와 비슷하고 3/8in 소음기는 소음 감소폭이 적었다. 1/4in 소음기기의 소음은 압력이 커질수록 소음이 급격히 커지는 것을 알 수 있다. 기존의 소음기와 출구를 가공한 소음기를 비교 하였을 경우 1/2in 소음기에서는 평균 9dB정도 기존 소음기의 성능이 좋고, 3/8in 소음기에서는 평균 7.5dB정도 성능이 좋은 것을 알 수 있다. 1/4in 소음기에서는 평균 9.5dB정도 기존 소음기가 소음 감소폭이 크며 압력에 따른 소음의 감소폭이 차이가 큰 것을 알 수 있다.

1. 서론

볼텍스 튜브는 관내의 고압의 기체를 분사하여 생기는 볼텍스를 이용하여, 고온 및 저온의 기체를 동시에 생산할 수 있는 장치이다. 생산된 저온 공기는 기존 냉각기들 대비 성능은 떨어지지만 고압의 가스를 사용하는 장소라면 별도의 동력원 없이 저온의 공기와 고온의 공기를 동시에 얻을 수 있다는 장점이 있다. 또한 조작이 단순하며 응답성이 빠르다는 점에서 그 효과가 기대되고 있다. 볼텍스 튜브는 강력한 와류 유동을 생성하므로 고온의 공기와 저온의 공기를 분리한 뿐만 아니라, 입자상 물질의 분리에도 적용이 가능하다[1].

볼텍스 튜브는 입구에서 압축되어 들어온 기체가 볼텍스 발생기의 접선방향 노즐부를 거치면서 강력한 와류를 생성하고, 고온 출구측으로 진행한다. 튜브내의 나선 회전 유동은 크게 강제 볼텍스와 자유 볼텍스 두 부분으로 구분될 수 있다. 튜브의 중심부는 강체 회전에 가까운 강제 볼텍스를 형성하며, 튜브의 벽면에서는 강제 볼텍스에 의한 자유 볼텍스가 생성된다. 이때 자유 볼텍스는 축방향의 유동과 벽면과의 마찰로 인하여 자유 볼텍스 내부에 2차 볼텍스를 수반하는 것으로 알려져 있다. 따라서 자유 볼텍스의 속도는 급격하게 증가하게 된다. 볼텍스 튜브는 큰 속도 성분의 와류 현상으로 인하여 고음의 유동소음이 발생하게 된다[2].

동력원이 필요 없이 저온의 공기와 고온의 공기를 얻을 수 있는 볼텍스 튜브를 좀 더 많은 산업현장에 적용하기 위해서는 강력한 와류 현상에서 발생하는 소음을 줄일 필요가 있다[3]. 본 논문에서는 시중에 판매되는 공압용 소음기를 볼텍스 튜브에 장착하여 소음 특성을 파악하고자 하였으며, 소음기에 출구를 가공하여 소음특성을 분석하고자 하였다.

2. 본론

2.1. 실험모델 및 장치

본 실험에서는 볼텍스 튜브에서 발생하는 소음을 저감하기 위하여 1/2in, 3/8in, 1/4in 공압용 소음기를 장착하고, 2bar, 3bar, 4bar 공압 공급압력에 대한 소음을 측정하였다. 그림 1은 실험에 사용된 볼텍스 튜브와 공압용 소음기를 보여주고 있다. 그림

1의 (b), (c), 및 (d)는 출구가 없는 형태의 소음기이며, 그림 1의 (e), (f), 및 (g)는 출구가 가공된 소음기이다.

(a) Vortex tube

(b) 1/2 in

(c) 3/8in

(d) 1/4in

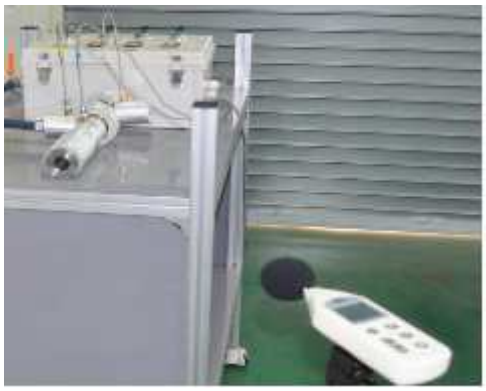
(e) 1/2 in(출구)

(f) 3/8in(출구)

(g) 1/4in(출구)

[그림 1] 볼텍스 튜브와 소음기

볼텍스 튜브의 소음 측정을 위해 그림 2와 같이 소음 측정기를 볼텍스 튜브 출구 부분에 45° 각도로 50cm 이격한 위치에서 소음을 측정하였다[4,5].

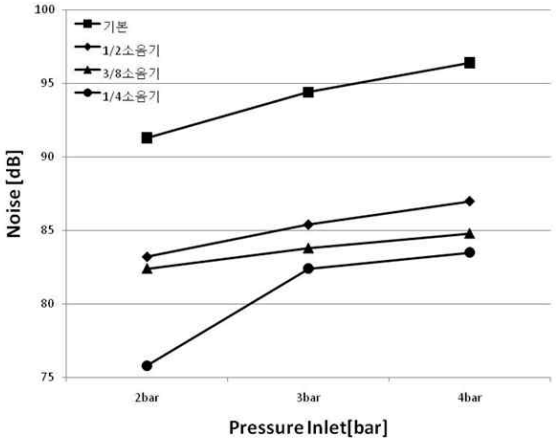


[그림 2] 실험장치 및 측정방법

2.2 실험결과

2.2.1 공압용 소음기 소음측정

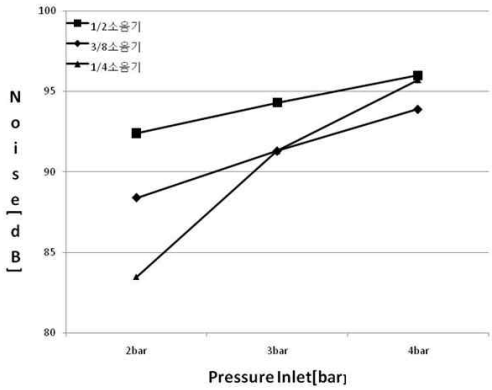
볼텍스 튜브 소음측정 실험 시 분위기 소음은 46.7 dB이다. 볼텍스 튜브에 2bar, 3bar, 4bar의 공기를 공급하였을 때의 실험결과를 그림 3에 나타내었다. 정밀한 측정을 위하여 볼텍스 튜브의 소음측정 실험은 볼텍스 튜브의 출구온도가 안정화 된 이후에 측정하였다. 그 결과로 소음기를 장착하지 않은 볼텍스 튜브의 소음이 90dB이상으로 매우 큰 것을 알 수 있다. 소음기를 장착한 볼텍스 튜브 소음측정에서 1/2in 소음기와 3/8in 소음기에서 평균 8~10dB의 감소폭을 보였다. 1/4in 소음기에서는 경우 약 15dB의 소음 감소폭을 보이며 가장 우수한 성능 나타내었다.



[그림 3] 소음측정 결과

2.2.2 구멍을 낸 소음기 소음측정

그림 4는 출구를 가공한 소음기의 소음측정 결과, 기존의 소음기보다 소음이 커지는 것을 알 수 있다. 1/2in 소음기의 소음은 소음기를 장착하지 않은 경우 비슷한 것으로 나타내었다. 3/8in 소음기는 소음 감소폭이 적었다. 1/4in 소음기의 소음은 압력이 커질수록 소음이 급격히 커진 것을 알 수 있다.



[그림 4] 출구 형태에 따른 소음기의 실험결과

2.2.3 소음기 소음 측정 비교

표 1은 기존 소음기와 출구를 가공한 소음기를 비교한 표이다. 1/2in 소음기에서는 평균 9dB정도가 기존 소음기의 성능이 좋고, 3/8in 소음기에서는 평균 7.5dB정도가 성능이 좋은 것을 알 수 있다. 1/4in 소음기에서는 평균 9.5dB정도 기존소음기가 소음 감소폭이 크며 압력에 따른 소음의 감소폭 차이가 큰 것을 알 수 있다.

[표 1] 기존소음기와 출구가 가공된 소음기 성능 비교

1/2소음기	기존소음기	출구가공된 소음기	차이
2bar	83.2	92.4	-9.2
3bar	85.4	94.3	-8.9
4bar	87	96	-9

3/8소음기	기존소음기	구멍낸소음기	차이
2bar	82.4	88.4	-6
3bar	83.8	91.3	-7.5
4bar	84.8	93.9	-9.1

1/4소음기	기존소음기	구멍낸소음기	차이
2bar	75.8	83.5	-7.7
3bar	82.4	91.3	-8.9
4bar	83.5	95.7	-12.2

3. 결론

본 실험 시중에서 판매되는 공압용 소음기의 소음을 측정하여 소음 특성을 파악하였다. 또한 소음기의 출구 형상에 따른 소음특성을 분석하고자 하였다. 실험을 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 1/2in 소음기와 3/8in 소음기는 유사한 흡음 성능을 보였으며, 평균 8~10dB 정도의 감소폭을 보였다. 공기 공급압력이 높아질수록 소음 흡음 성능이 저하되는 것을 확인하였다. 1/4in 소음기의 경우 모든 압력부분에서 15dB 정도의 소음 감소폭을 보였으며, 안정적이고 우수한 성능을 나타내었다.

2) 출구를 가공한 소음기는 기존의 소음기에 비해 소음의 감소폭이 적은 것을 알 수 있다. 1/2in 소음기와 3/8in 소음기는 기존소음기에 비해 7.5~9dB정도 감소폭이 적었다. 1/4in 소음기에서는 9.5dB정도 감소폭이 적었다.

후 기

본 연구는 산업기술연구회 협동연구사업 (B551179-11-02-00)의 지원으로 수행된 결과입니다.

참고문헌

1) C. Kim and S. Park, “Study on the Energy Separation Characteristics of the 100Nm^3/hr Level Vortex Tude”, Proceedings of KAIS Spring Conference, NO. 2, pp.996-999, 2010.

2) C. Kim, et al., “An Experimental Study on the Energy Separation of the 100Nm^3/hr Vortex Tude for CO_2 Absorption”, Journal of Clean Technology, Vol. 16, No. 3, pp.213-219, 2010.

3) C. Kim and S. Park, “Study on the Energy Separation Characteristics of the 20Nm^3/hr Level Vortex Tude”, Proceedings of KAIS Fall Conference, NO. 4, pp.687-690, 2009.

4) S. Lee, et al., "Study on the Performance Improvement of the Aftermarket Automotive Muffler", Journal of KAIS, Vol. 10, NO. 10, pp.2602-2608, 2009.

5) W. Lee, et al., "A Study on the Heat and Flow Characteristics of Small Engine Muffler", Proceedings of KASE Spring Conference, pp.42-48, 2007.