

관 경사출구에 부착된 플랜지가 소음방사에 미치는 영향

The effect of the flange attached to the inclined exit of tube on the noise radiation

백두산† · 양윤상* · 이동훈‡ · 이영균**

Du-San Baek, Yoon-Sang Yang, Dong-Hoon Lee and Yeong-gyun Lee

Key Words : Sound radiation(음향방사), Sound directivity(지향성), Inclined exit(경사출구)

ABSTRACT

The noise reduction performance of a passive facility is dependent on the its length or volume. In other words, this means that the larger the size of passive facility is, the better the noise reduction performance is. The sound directivity control has been proposed as an alternative for the noise reduction without a passive facility. The purpose of this study is to investigate the correlation between the flange attached to inclined exit of the tube and sound directivity when the sound radiates from the tube to the outside. As a result, the sound radiated from flanged tube had weak sound directivity in the wide angle. Also as the flange was bigger, the sound pressure level was lower in the behind the flange.

기 호 설 명

- D : 플랜지 직경
- L : 측정 거리
- d : 임피던스관 직경
- θ : 플랜지 경사 각도

1. 서 론

덕트계 및 배관계 소음을 줄이기 위한 방법은 피동장치를 설치하여 소음을 저감시키는 피동제어 방식과 역위상의 음파를 발생시켜 소음을 저감시키는 능동제어 방식으로 나눌 수 있다. 하지만 능동제어 방식은 가격이 비싸고 적용범위 또한 매우 제한적이며, 피동제어방식은 피동장치를 부착 했을 때 장치가 대형화 되는 문제점이 있다.^[1~3]

피동장치의 부착 없이 소음을 저감시키기 위한 대

안으로 소음의 지향성을 제어하는 방식을 고려해 볼 수 있다. 실제의 산업현장에서는 방사소음의 전파방향을 제어하기 위하여 직관이나 곡관출구를 경사처리하거나, 관 출구에 플랜지를 부착한 사례가 있다.^[4,5] 이들 연구는 출구로 방사되는 펄스와 강도를 감소시키고자 하는 관점에서 이루어진 연구이다.

한편, 정상 불규칙 소음이 플랜지가 부착된 관 출구로 전파하는 경우와 관련해서는 일부의 연구결과만이 발표되고 있다. 따라서 본 연구에서는 관 출구 경사각과 관 출구에 부착된 플랜지 크기에 따른 지향성 측정결과와 음향해석 결과의 비교고찰을 통하여 플랜지 크기와 관 출구 경사각이 소음방사에 미치는 영향을 확인하였다.

2. 실 험

실험은 임피던스관의 출구에 경사진 관에 플랜지를 부착하여 일정 반경에서 출구 경사별 음압레벨을 측정하고 지향특성을 파악하였다. 음장해석은 FEM을 기반으로 한 상용화된 Comsol multiphysics 음향해석 모듈을 사용하였으며, 관 출구 경사각 및 플랜지의 부착 유무에 변화를 주면서 음장을 해석하였다.

† 교신저자; 정회원, 서울과학기술대학교 기계공학과
E-mail : ldh@seoultech.ac.kr

Tel : (02) 979 - 7331 , Fax : (02) 979 - 7331

‡ 발표자; 서울과학기술대학교 일반대학원 기계공학과

* 서울과학기술대학교 에너지환경대학원 에너지시스템공학과

** 서울과학기술대학교 기계공학과

Fig. 1은 지향성 측정을 위한 임피던스관과 마이크로폰의 배치도를 나타낸 것이다. 임피던스관은 직경 80mm, 길이 2,260mm, 두께 5mm의 아크릴관이며 출구 각도 변화에 따른 지향성 측정을 위해 출구로부터 측정 위치의 마이크로폰 까지의 거리는 2m, 마이크로폰의 각도는 15°간격으로 벌어지도록 하였다. 관 출구의 각도는 0~60°까지 변화시켰다.

Fig. 2는 지향성 측정실험에 대한 두 가지 방향을 나타낸 것이다.

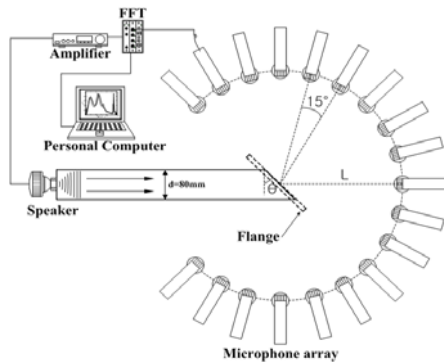


Fig. 1 Experimental setup for sound directivity measurement

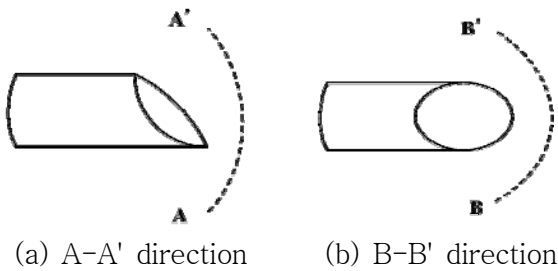


Fig. 2 Sound directivity measurement direction

3. 결과 및 고찰

Fig. 3은 관 출구의 경사각도에 따른 AA'방향에서의 지향성을 측정한 결과이다. 임피던스관 직경은 80mm이며, 관 출구의 경사는 0 ~ 60°까지 변화하였으며 측정위치는 출구로부터 반경 2m 거리로 하였다. 그 결과 출구에서 방출되는 음파는 출구의 경사면의 법선 방향으로 강한 지향성을 나타내는 것을 확인하였다.

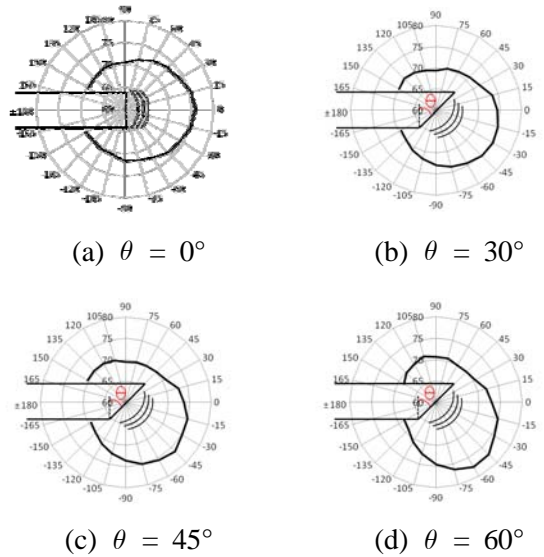
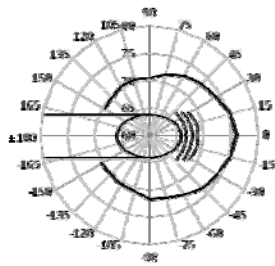


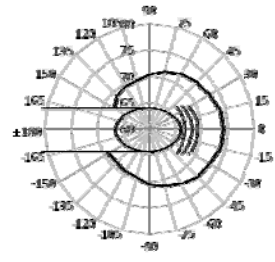
Fig. 3 The effect of inclined angle of tube exit A-A' direction on the sound directivity

Fig. 4는 관 출구의 경사각도에 따른 BB'방향에서의 지향성을 측정한 결과이다. 측정 거리는 출구로부터 2m거리에서 수행하였고 측정높이는 임피던스관의 중심축과 같은 높이에서 측정하였다. 그 결과 BB'방향에 관해서는 모든 출구 각도 조건에서 임피던스관의 축 방향으로 지향성이 강하게 나타났다. 출구 경사가 0도인 경우에서는 다른 출구 각도 조건과 비교하여 축 방향으로 상대적으로 강한 지향성을 나타내는 것을 확인하였다. 이는 출구 각도가 0°인 특성상 출구면의 방향이 임피던스 관의 축 방향과 일치하기 때문이다.

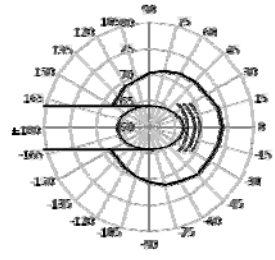
Fig. 5는 관 출구의 경사각에 따른 지향성 음향해석 결과이다. 임피던스관 직경은 80mm이며 관 출구의 경사는 30°~60°로 변화하였다. Fig. 5(a),(b)에서 알 수 있듯이 Fig. 3의 결과와 같이 방출된 음파는 출구 경사 방향으로 강한 지향성을 나타내는 것을 볼 수 있다. 또한 Fig. 5(c),(d)는 출구로부터 2m거리에서의 음압레벨을 음향 해석 결과(1kHz)와 실제 측정결과를 비교한 것이다. 대체 적으로 상당히 일치하는 것을 확인할 수 있다.



(a) $\theta = 0^\circ$

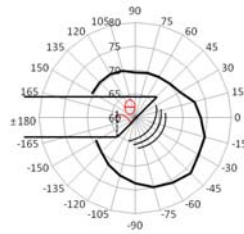


(b) $\theta = 30^\circ$

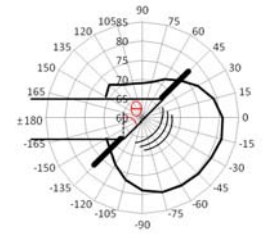


(c) $\theta = 45^\circ$

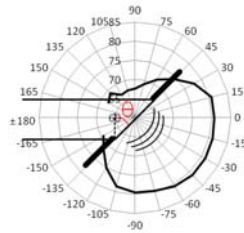
Fig. 4 The effect of inclined angle of tube exit on the B-B' direction sound directivity



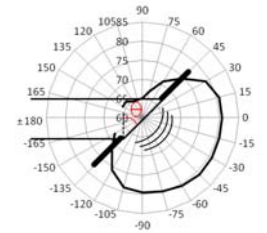
(a) $D = 0mm$



(b) $D = 400mm$



(c) $D = 800mm$



(d) $D = 1200mm$

Fig. 6 The effect of the diameter of flange on the sound directivity

Fig. 6은 플랜지를 관 출구에 부착하여 관 출구에서 방출되는 음파의 지향성을 측정된 결과이다. 임피던스관의 직경은 80mm이며 관 출구에 부착한 플랜지의 직경은 0~1200mm이다. 그 결과 플랜지의 직경이 커질수록 강한 지향성을 나타내는 각도의 범위가 넓어짐을 확인하였고, 플랜지 뒤쪽으로 음이 회절 되는 현상이 플랜지에 의해 제어되는 것을 알 수 있었다.

결론

1. 플랜지를 부착하지 않고 관 출구의 경사각을 변화시킨 경우는 관 출구에서 방사되는 음은 평면에 수직 방향으로 강한 지향성을 나타내는 것을 확인하였다.
2. 관 경사출구에 플랜지가 부착된 경우는 플랜지의 직경이 커질수록 넓은 각도범위에서 약한 지향성을 나타내었다.

후기

이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비(학과 평가지원금)의 지원으로 일부 수행되었습니다.

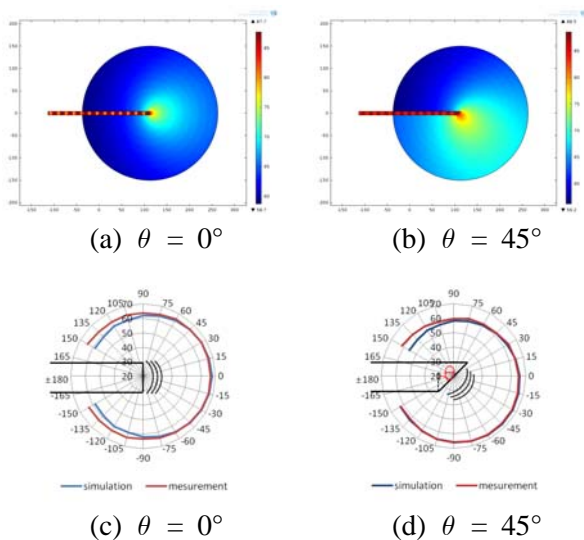


Fig. 5 Comparison between simulation and measurement

참 고 문 헌

(1) Lee D. H., Kim H. D. and T. Setoguchi, 2001, An Experimental Study on the Characteristics of the Impulsive Wave Discharged from the Open End of a Bend tube, Journal of The Korean Society for Sound and Noise Engineering, Vol. 11, No. 9, pp. 406-413.

(2) Lee D. H., Kim H. D., M. H. Lee and J. H. Park, 2002, A Study on the Characteristics of the Impulse Wave Discharged from the Exit of a tube, Journal of The Korean Society for Sound and Noise Engineering, Vol. 12, No. 11, pp. 48-56.

(3) H. D. Kim, 1994, Wave Phenomenon in High-Speed Railway Tunnel, KSME, Vol. 34, No. 10, pp. 796-807.

(4) Heuy-Dong Kim, 1997, Aerodynamic Analysis of a Train Running in a Tunnel(I) -Aerodynamics of One-Train, Vol. 21, No. 8, pp. 963-972.

(5) G. GABARD AND R. J. ASTLEY, 2006, Theoretical model for sound radiation from annular jet tubes: far- and near-field solutions, J. Fluid Mech., Vol. 549, pp.315-341