

# Fabric 을 이용한 HVAC Duct 소음 저감 기법 연구

## Investigation to reduce HVAC Duct noise using fabric material

곽동희† · 이상구\* · 이준수\* · 구승준\* · 이호준\*\* · 이병수\*\*\*  
Dong Hee Kwak, Sang Gu Lee, Jun Su Lee, Seung Jun Koo, Ho Jun Lee and Byeong Soo Lee

### 1. 서 론

최근 인간의 안락성 및 편의성 증대에 따라 각종 상선, 특수선 및 해양공사의 거주구 소음 기준이 점점 낮아지고 있는 추세이다. 상선의 경우, MSC.337 적용에 따라 선실 및 사무실에서 기준이 각각 5dB 감소하였으며, 소음 기준이 강화된 함정의 경우, 기존 대비 최대 약 13dB 이상의 감소가 필요하다. NORSOK standard 가 적용된 해양공사의 경우, Cabin 에서의 HVAC 소음 기준이 35 dB(A)로 매우 낮은 기준치이다. 따라서 낮아진 소음 기준을 만족하기 위해서 거주구의 주요 소음원 중의 하나인 HVAC 소음을 줄이기 위한 효과적인 방법이 필요한 실정이다. 기존의 HVAC Duct 소음을 줄이기 위한 방법은 더 많은 수의 소음기를 적용하였으며 이에 따라 HVAC 시스템의 무게 증가와 설치 공간의 제약이 발생하여 HVAC 시스템 설계에 어려움을 겪고 있다.

본 논문에서는 선실과 사무실의 주요 소음원인 HVAC Duct noise 의 감소를 위해 Fabric 을 이용한 HVAC Duct 적용을 검토 하였고 실험 결과를 바탕으로 Fabric duct 의 소음 계산을 위한 간이식을 제안하였다.

### 2. Duct 시스템 목업(Mock up)

Fabric Duct 와 기존 Steel duct 의 감음량 및 Break out noise 등의 비교를 위해 HVAC Duct 의 주요 요소인 직관(Straight duct), Elbow, T-branch 에 대해서 Fig. 1 과 Fig. 2 와 같이 Mock up 을 구

성하였다.

Fabric 과 Steel Duct Mock up 은 각각 길이 5m, 단면이 500x300mm 인 동일한 형상의 단위 Duct 와 연결요소를 사용하였다. Duct 시스템을 실제 Duct 가 설치됐을 때와 동일한 조건을 구현하기 위해 FCU 를 사용하여 5400cmh 의 유량을 공급하였으며 Duct 는 바닥으로부터 약 1.5m 높이에 설치하였다. 소음 측정은 Duct 의 길이 방향 1m 단위로 Duct 내부를 측정하여 음압 레벨을 평균하였다. 또한 FCU 소음의 외부 전달을 막기 위해 차음된 FCU 를 사용하였고 5m 단위로 두꺼운 스티로폼으로 방음벽을 설치하였다.

각 Duct 시스템의 감음량은 Duct 입구의 음압레벨과 목표 지점의 음압레벨의 차로 평가하였다. 소음원은 Speaker 를 사용하였으며 Speaker 가 Duct 내부에 위치함에 따른 유동소음 발생을 막고 실험 설비를 최소화할 수 있도록 Duct 외부에 4 개의 Speaker 를 부착하였다.

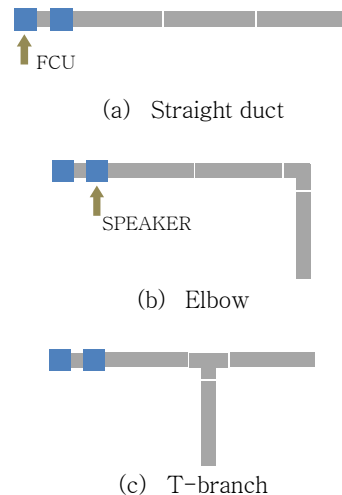


Fig. 1 Arrangement of test duct

† 교신저자; 대우조선해양(주) 중앙연구원

E-mail : donghee@dsme.co.kr

Tel : 055-735-5973, Fax : 055-735-1332

\* 대우조선해양(주) 중앙연구원/\*\* 대우조선해양(주) 공조설계

\*\*\* 세션(주)

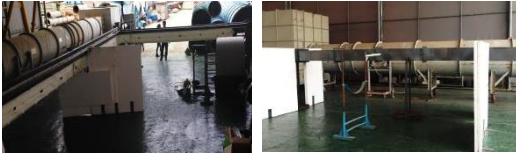


Fig. 2 Test shop & Duct system

### 3. 소음 성능 실험 결과

Fig. 3 과 Fig.4 는 각각 Fabric 과 Steel 재질의 직관에 대한 실험 결과이다. Fabric duct 의 경우, 125Hz 이후의 주파수 영역에서 Steel duct 대비 큰 소음 저감 효과를 보였다. Duct 내부에서 Duct 외부로 노출되는 소음에 대한 차음량은 Steel duct 의 경우 36dB, Fabric duct 는 22dB 이상의 차음 성능을 보였다.

Fabric elbow 및 T-branch 의 경우도 직관과 마찬가지로 Steel duct 요소 대비 전 주파수 영역에서 소음이 크게 감소함을 확인하였다. 하지만 Fabric duct 요소의 경우, Duct 의 연결부위 부근에서 저주파수 영역의 음압 레벨이 10dB 이상 증가하였다. 이는 유동 소음 및 연결부위 Fabric 의 떨림에 의해 발생하는 소음으로 판단되며 연결부위에 떨림 방지를 위해 Hard 한 재질을 함께 적용한다면 저주파수 영역의 소음 증가를 방지할 수 있을 것으로 판단된다.

유속의 경우, Steel duct 에 비하여 약 10% 정도가 감소되었다. 이는 Fabric duct 표면의 마찰 및 Fabric duct 의 유량 손실에 의한 유속 감소로 판단되며 Fabric duct 의 설계 시, 이 점을 유의해야 할 것으로 판단된다.

### 4. Fabric duct 소음 간이식

Fabric duct 의 거리에 따른 감음량 Data 을 바탕으로 Fabric duct 설계를 위한 계산식을 제안하였다. Fig. 5 는 소음원에서 목표지점까지의 거리에 따른 감음량이다. 이에 대한 추세를 추출하여 주파수와 거리에 대한 변수로 감음량을 계산할 수 있는 식을 아래와 같이 제안하였다. 이는 실험에 사용된 Duct 와 비슷한 단면적의 Fabric duct 설계에 응용 가능할 것으로 판단된다.

$$NR_f = \left( \frac{3l_m + 1}{20} \right) f_n + \frac{7}{5} l_m + 4 \quad (f_n = 3 \log_2 \frac{f_c}{25} + 1)$$

여기서,  $l_m$  은 소음원에서의 거리이며  $f_c$  는 1/3 octave band 의 중심주파수이다.

## 5. 결론

본 논문에서 Fabric duct 에 대한 소음 성능을 측정하여 이를 기존의 Steel duct 와 비교 하였다. Fabric duct 는 기존 Steel Duct 대비 전 주파수 영역에서 소음 감소가 우수하며 낮아진 소음기준을 충분히 만족함을 확인하였다. 하지만 추가적으로 Fabric duct 의 내부 유동에 의한 소음 및 유속 감소에 대한 보다 상세한 연구 및 실험이 필요하겠다.

## 참고 문헌

- (1) Kim, B. K., Kim, S. R., Kim, H. S. and Shin, M. C., 2008, Performance of test and evaluation of ship exhaust muffler, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering. Vol. 18, No. 12, pp. 1237~1242.

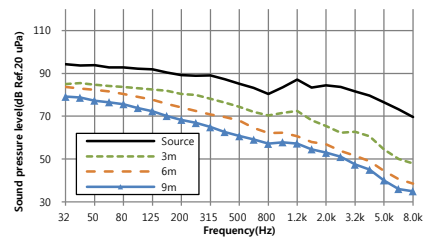


Fig. 3 Sound pressure level of fabric straight duct

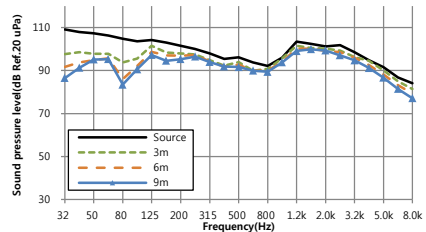


Fig. 4 Sound pressure level of steel straight duct

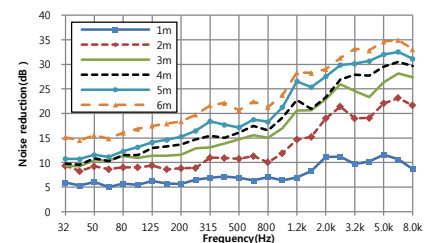


Fig. 5 Noise reduction of fabric straight duct