

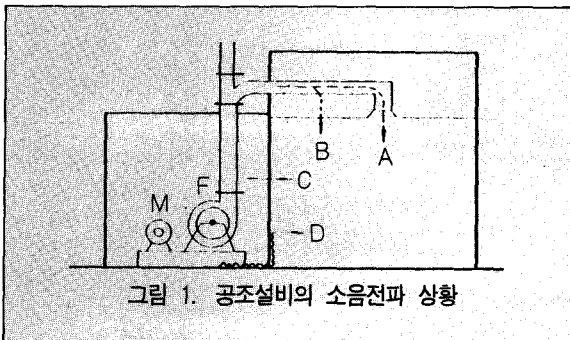
# 공조 설비계 (空調 設備系) 의 소음 대책

글/조 정 식 <한국건설기술연구원 설비연구실 연구원>

## 1. 서 언

최근 건축물의 공조시스템은 각종 설비기기의 총괄적인 제어가 가능해지고 또한, 실내환경의 제조건에 대한 요구가 다양화하면서 그 시스템의 실내 소음에 대한 대책이 피할 수 없게 되고 있다. 공조설비계획 그 자체가 건축계획의 여러요소와 어울려 진행되는 것이 현실이며, 음향조건을 위주로 한다는 것은 어려운 실정이다. 그러므로, 소음이나 진동을 차단한다는 일은 간단히 해결될 문제는 아니기 때문에 소음 방지대책에 대해서 공조계획에서 뿐만 아니라 건축설계상의 대책도 철저히 요구된다.

본고에서는 공조설비의 덕트계에 대한 소음발생과 그 대책에 대해서 기술하고자 한다.



## 2. 공조설비의 소음전파 경로

공조설비에서 대표적 소음의 전파상황을 그림 1에 표시하였다.

우선, 소음원으로 송풍기, 펌프, 냉동기 및 이러한

기기들과 연결되는 덕트, 배관류 등이 있으며, 이러한 소음은 여러 경로를 통하여 실내에 침입한다.

그림 1에서 경로 A는 환기덕트를 통한 경로이고, 경로 B는 덕트외벽이나 실내의 벽과 천장을 통한 경로이며, 경로 C는 설비기계실 또는 덕트샤프트로부터의 경로이다. 이상의 경로에 의한 소리의 전파를 공기 전파라고 한다.

또 하나 잊어서는 안되는 것이 경로 D의 고체전파이다. 이것은 기계의 진동에 의해서 구조체가 진동하여 그 진동이 각실의 벽과 천장을 진동시켜서 소리를 방사하는 형식이며, 지하층의 기계실 바닥의 진동이 상층에 전달되는 예도 적지 않다.

소음대책에 있어서는 이상과 같은 모든 경로로부터의 소음·진동을 생각할 필요가 있으며 각 경우에 따라 적절한 대책이 달리 강구되어야 한다.

## 3. 소음발생 및 흡음

### 3.1 송풍기의 소음

송풍기를 운전할 때 발생하는 소음은 다음 세가지로 대별할 수 있다.

첫째로 회전자가 공기를 교란함으로써 생기는 유체적 소음이다. 송풍기의 케이싱 안에서 발생하는 이 유체적 소음은 송풍기에 접속한 덕트내로 전파되어 흡입구나 송출구에서 방사된다.

두번째는 덕트내의 기류에 의해 덕트 중간부의 구부러진 부분이나 덕트말단의 흡입구나 송출구의 루버 또는 갤러리부분에서 발생하는 소음은 흡입구나 송출구가 생활공간에 개구되어 있기 때문에 건물사용자에게 직접 영향을 미친다.

세번째는 고체전파음으로 송풍기의 진동이 그대로 설치바닥면이나 덕트의 지지물을 통하여 바다, 벽, 천정 등에 전파되어 생활공간의 벽, 바다, 천정, 또는 덕트가 진동되어 방사되는 소음이다. 건축구조체안의 진동은 통상 감쇠가 미미하여 일부에 가해진 진동은 구조체의 구석구석까지 전파되기 때문에 장해의 범위는 일반적으로 유체적 소음보다 넓다고 말할 수 있다.

### 3.2 덕트내의 소음

송풍기로부터 발생한 소음은 덕트에 전해진다. 덕트의 직관부, 곡부, 분기부 등에서 소리의 투과·흡수·반사에 의해 어느 정도의 감음이 되나, 덕트내의 와류 혹은 난류에 의하여 국소적으로 덕트의 철타관을 진동시켜 소음이 재발생된다.

이 소음은 풍속에 따라 크게 좌우되며, 직관부에 있어서는 큰 문제가 되지 않으나 곡부, 분기부, 댐퍼 등 와류를 일으키기 쉬운 곳에서 많이 발생한다.

따라서, 덕트의 설계나 시공상 유의하여야 할 사항은 아래와 같다.

(1) 주덕트의 꺾인 부분(특히, 샤프트에서 출구부분 또는 기계실의 부근)은 풍속이 빠르기 때문에 덕트내에 가이드베인을 설치하는 등의 충분한 공간을 확보한다.

(2) 주덕트의 꺾인 부분에서 가까운 곳은 기류가 충분히 정류되어 있지 않기 때문에 송출구의 설치에 상당한 주의를 요한다.

(3) 주덕트의 꺾이는 부분을 낮은 천정내에 설치하는 것은 가능한 피하고 부득이한 경우에는 아래와 같은 방법을 강구한다.

① 덕트 철타관을 두껍게 하고 보강하여 철타관의 진동을 억제시킨다.

② 덕트와 천정면과의 사이에 차음판을 마련하여 덕트의 진동에 의한 음의 방사를 저지시킨다.

③ 흡음 엘보장치를 설치하여 와류를 없애고 흡음효과를 크게 한다.

### 3.3 덕트내의 흡음

덕트내를 전하는 소음 또는 덕트내에서 재발생하는 소음은 덕트의 철타관을 진동시켜 흡수되면서 점차로 감음되어 간다.

직관부에서는 철타관을 투과하여 감음된 철타관의 진동과 보온재 등에 의해 흡수되어진다. 표 1과 같이 감음량은 대체로 저주파수에서 많고, 송풍기에서부터 발생하는 소음의 대부분은 저주파수부인 덕트의 직관부에서 감음되고 있다.

표 1. 직관덕트(구형덕트)의 감음량(dB/m)<sup>(3)</sup>

덕트	중심주파수 (Hz) 치수(㎜)	감음량(dB/m)			
		53~ 63	106~ 125	212~ 250	425~ 500
대	152×152	0.7	0.7	0.5	0.3
중	610×610	0.7	0.7	0.3	0.16
소	1830×1830	0.3	0.3	0.16	0.03

또, 원형 덕트의 감음량은 구형 덕트와 비교해서 적은데, 보통 1,000Hz에서 20~30dB 정도의 감음량이 기대된다.

분기부에서는 음의 에너지가 양분되어 음파와 음압레벨이 감소한다. 그 감음량은 형상구조 등에 의해 다르나 대개 분기한 덕트의 단면적에 반비례한다.

분기에 의한 감음량은 표 2와 같다.

표 2. 분기에 의한 감음량<sup>(3)</sup>

송풍기 풍량에 대한	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50
송출구의 풍량비(%)								
PWL의 감음량(dB)	27	23	20	17	13	10	7	3

(PWL: 음원으로로부터 방사되는 음압레벨)

### 3.4 실내의 흡음

실내에 전해지는 소음은 덕트계의 흡음에 의해 어느 정도의 허용치 이하로 내려가나 덕트내에서 재발생한 소음을 막기 위해서는 특히 대형 덕트의 판 두께와 보강재에 대한 충분한 고려가 있어야 한다. 꺾이는 부분 및 분기 부분에는 와류가 생기지 않도록 건축적인 면을 고려하여 무리한 변형은 피한다. 또한, 송출구, 흡입구 등도 풍속에 따라 소음발생의 문제가 있으므로 이 부분에 대한 주의가 요구된다.

송출구의 형상으로는 노출형, 아네모스탯형과 유

니버설형 등이 있다. 이중에서 노출형이 발생음이 가장 적은 반면, 아네모스텝형과 유니버설형은 소음발생이 비교적 많으며, 특히 정류판샷터 등이 소음발생의 요인으로 지적되고 있다.

설계의 시점에서 송출구 등은 대체로 각 송출구 제작사의 자료를 참고로 평균 풍속에 의해 그 크기를 선정하고 있으나 실제적으로는 균일한 평균 풍속을 얻는다는 것이 쉬운 일은 아니다. 이것은 제작사의 자료 작성시 시험장치의 설계 시공상에서 건축적이나 설비적인 제약조건으로 상위되는 일이 있기 때문이다.

그러므로 송출구에 접속한 분기 덕트에는 기류가 정류될 수 있는 정도의 공간을 확보하고 또 흡입구에서는 그릴의 장치용 챔버를 크게 하여 접속덕트의 위치에 충분한 주의를 요한다. 송출구나 흡입구에 내장한 챔버 등의 소음장치를 정확히 설치하지 않으면 소정의 감음량은 기대할 수 없다.

#### 4. 소음방지 대책

소음방지대책은 장소에 따라

- (1) 음원측에서의 대책
- (2) 전파경로에서의 대책
- (3) 수음측에서의 대책

등이며, 기능별의 분류로서는 음원대책, 차음, 흡음, 방진, 제진의 5가지로 들 수 있다. 공조소음을 대상으로 한 구체적인 대책을 표 3에 표시하였다.

이 가운데에서도 가장 효과적인 대책은 음원에 대한 대책이다. 이 음원대책은 건축 및 설비의 계획단계에서부터 강구해야 하는 대책이며, 그 단계에서부터의 고려가 없는 한 설계 및 시공 단계에서는 실시하기가 곤란하다. 구체적인 사항에 대해 아래에 기술하기로 한다.

##### 4.1 건축계획의 고려사항

###### (1) 설비기계실의 위치와 공간

보일러실, 개별공조기기실등 설비기계실의 위치선정은 소음 및 진동이 큰 점을 고려하여 생활공간과 일정한 거리를 두는 것이 바람직하다.

부득이하게 생활공간과 인접할 경우에는 차음벽의 설치나 실내의 흡음처리 등 기본적 대책을 건축계획시에 반영시켜야 한다.

또한, 공조기계실에서 중요한 것은 기기의 공간이 외에 흡음덕트 설치를 위한 공간을 확보해둘 필요가 있다.

###### (2) 기계의 기초

설비기계는 방진장치의 설치가 원칙인데, 일반적인

방진설계는 슬래브의 강성이 작으면 방진지지에 의해 반대로 슬래브의 진동이 커질 가능성이 있다. 호텔 등 특별히 소음이 요구되는 장소인 설비기계실의 슬래브 두께는 최소한 180mm 이상이 좋다.

표 3. 공조설비 소음방지 대책의 종류와 내용

	음원측에서의 대책	전파경로에서의 대책	수음측에서의 대책
음원 대책	· 저소음 기기 시스템의 선정 · 저풍속시스템의 채용 · 풍량의 불균형이 없는 시스템의 채용		
차음	· 기기의 차음 카바	· 기계실, 벽, 천정, 바닥 등의 차음 · 방음문 · 덕트 벽면의 차음	· 벽, 천정, 바닥 등의 차음 · 방음문, 방음 샷시
흡음	· 차음카바내의 흡음처리	· 흡음덕트, 흡음챔버의 설치 · 기계실, 덕트, 배관공간의 흡음	· 실내 흡음 처리
방진	· 기기의 방진 지지	· 덕트의 방진 행거, 관통부의 방진	· 부구조
제진	· 기기케이스의 태핑처리	· 덕트의 태핑 처리	

###### (3) 흡음처리와 차음구조의 채택

설비기계실, 덕트, 배관 공간등, 소음이 큰 환경에 대해서는 모두 흡음처리를 원칙으로 한다. 흡음용 목편시멘트판, 암면흡음판을 설치하는 등의 처리를 한다. 출입문도 방음문으로 한다.

##### 4.2 공조계획의 고려사항

소음방지의 입장에서 바람직한 여러 조건들은 일반적으로 공조계획이나 설계의 상식과 서로 모순되는 점이 있다. 그러나 공조계획은 흡음덕트를 설치하는 것만으로는 처리할 수 없다는 점을 인식해야 한다.

기본적으로 고려하여야 할 사항은 다음과 같다.

**(1) 저소음·저진동의 기계시스템을 선정한다.**

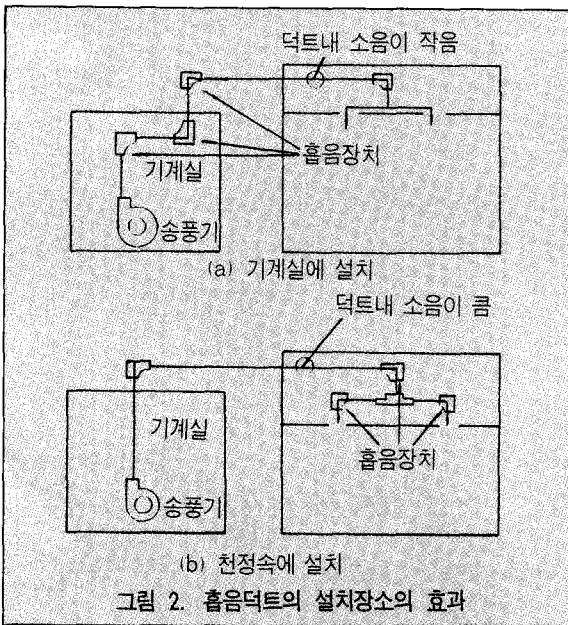
발생소음은 또 어떤 시스템을 채택하는가에 따라 서로 다르다. 스튜디오나 시청각실, 침실등을 예로 들면, 원도우형을 분리형으로 하거나 난방용 바닥난방으로 함으로써 냉난방용 유니트를 천장속의 챔버내에 수용할 수 있는 등 여러가지 방법을 고려할 수 있다. 대형 유니트 1대보다도 소형 유니트 2대를 사용하는 것이 발생소음을 작게 할 수 있는 경우도 있다.

소음조건만으로 기기나 시스템의 선정을 해야 되는 것은 아니지만 소음조건이 엄격하게 요구되는 설비의 경우 가능한 한 정숙한 설비를 선정하도록 고려하여야 한다.

**(2) 소음·진동은 가능한 한 음원에 가까운 장소에서 방지한다.**

소음방지의 대원칙으로, 일단 전파된 소리나 진동을 차단하는 것은 대규모의 시설을 필요로 하게 된다. 그 좋은 예가 그림 2에 표시된 흡음덕트의 설치장소이다. 그림 2 (a)는 기계실 안에 흡음덕트를 설치하여, 기계실에서 나온 덕트가 정숙하게 운전되는 경우이고, (b)는 천장속에 흡음덕트를 설치한 것으로 천장속에서 소음이 누출되어 그 효과가 반감된다.

진동에 대해서도 마찬가지로 기기와 구조체와의 사이에 방진대책을 고려해야 한다.

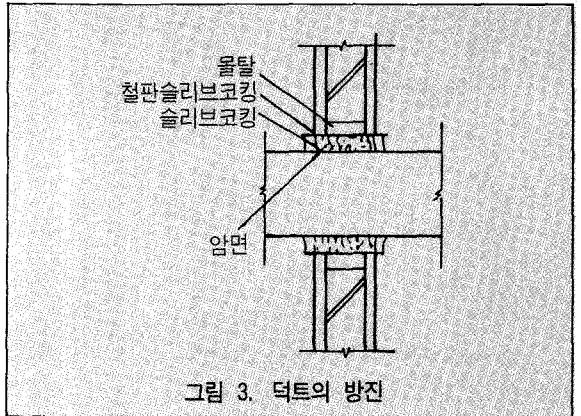


**(3) 설비기계실에 대해서는 차음, 흡음, 기계의 방진 대책을 세운다.**

우선 차음구조인데, 원칙적으로 철근콘크리트 150mm 두께 이상의 중량벽을 사용하고 안쪽은 암면판 등

으로 흡음처리를 한다. 인접한 공간이 특히 정숙을 요구할 경우에는 중량블록의 차음구조를 추가한다.

기기의 방진에 대해서는 앞에서 거론한 바와 같이 가장 중요한 것은 기초의 강성이며, 콘크리트 두께 180mm 이상의 구조가 좋다. 물론 덕트, 배관 등에 대해서도 방진지지를 설치하며 벽 관통부의 방진에도 주의 를 요한다.



**(4) 덕트내의 풍속설정**

덕트내에서 발생하는 음에너지는 풍속의 4~6승에 비례하므로 고속이 될수록 흡음덕트나 챔버내에서 극부적인 풍속의 상승이 생기기 쉽고 와류음을 발생하게 된다. 소음조건을 중시한다면 덕트내의 풍속은 7~8m/s 이하로 억제해야 한다. 특히 풍량의 불균형이 생기는 덕트배치는 피해야 하며, 흡음덕트와 챔버내의 풍속은 가능한 작게 한다. 10m/s를 넘으면 흡음효과보다 소음발생효과가 클 경우가 발생한다.

**(5) 흡음덕트의 설치장소**

흡음덕트의 설치장소도 검토할 필요가 있다. 흡음덕트의 설치는 송풍기와 환기구와의 사이뿐만 아니라 다음과 같은 곳에도 필요하다.

- ① 덕트를 통해서 실과 실사이에 소음전달이 있는 경우 각 환기구의 사이
- ② 소음이 큰 환경에 노출되어 있는 경우 덕트와 환기구와의 사이
- ③ 와류음이 발생하는 댐퍼와 환기구와의 사이
- ④ 외부소음의 침입을 방지할 목적으로 배연구와 환기구와의 사이

**(6) 흡음덕트의 구조**

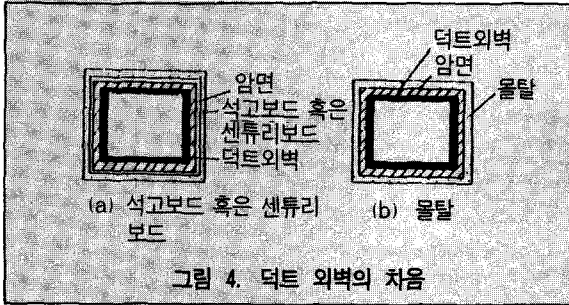
흡음덕트로서 널리 사용되고 있는 것은 흡음엘보와 흡음챔버이다. 흡음덕트에서 주의를 요하는 것은 흡음재료의 두께이다. 최소한 50mm, 가능하면 100mm 두께의 암면이나 유리면보드를 내장할 필요가 있다.

# 직장인의 명절

상황에 맞는 인사는  
직장생활의 윤활류

## (7) 덕트의 차음

흡음처리가 불충분한 덕트가 정숙을 필요로 하는 공간의 천장속이나 내장재 뒤쪽 등을 통과하는 경우 덕트외벽의 차음이 필요하게 된다. 차음방법을 그림 4에 표시하고 있다.



## 5. 결 언

공조 덕트계에서 발생하는 소음과 그 대책에 대해 거론하였으나, 공조설비의 소음대책은 설비설계 시점의 소음 대책기술이 건축과 설비와의 기술적, 경제적인 접점에 의해 기인되는 것이 많이 있기 때문에 공조설비뿐만 아니라 건축설계상에서도 충분한 고려가 수반되어야 하겠다.

따라서, 건물의 설계, 시공상 종합적인 설계에서 소음대책에 대한 인식이 중요하다고 사료된다.

### 참 고 문 헌

1. 공조설비의 소음재 선정과 특징 및 용도, 냉동공조기술, Vol. 6. No. 9, p. 86~91, 1989. 9.
2. 공기조화위생공학 편람(II): 방음·방진설계, 공기조화·위생공학회, p. II-388~II-412, 1987.
3. 덕트 송풍계의 방음·방진설계에 대하여, 냉동공조기술, Vol. 6, No. 9, p. 81~85, 1989. 9.
4. HVAC System and Applications: Sound and Vibration Control (Chap. 52), ASHRAE Handbook, p. 52. 1~52. 40, 1987.

