

# 냉난방 시스템의 이해와 저소음 FCU 환기 개선방법

글 김영준 / 시저스코리아북합리조트 현장 부장 / 전화 032-746-9712 / E-mail ssyjkim@ssyenc.com

## 1. 머리말

건축물의 쾌적한 공기조화를 위해 최근 미세먼지제거를 위한 공기청정기 및 환기유니트의 Filter관련 성능이 큰 이슈화가 되고 있다. 그러나, 공기의 청정화에 따른 실내의 쾌적성도 중요한 요건이지만 온도환경, 습도, 조명, 소음등 그 지표로 활용되는 조건들은 여러 가지가 대상이 될 수 있어 실제로는 종합적인 고른 성능의 표준이 필요하지만 아직 국내에는 이러한 평가 지표가 세부적으로 마련되어 있지 않은 실정이다. 그러나 제품을 생산하는 제조사 입장에서는 초저소음 제품의 생산이 사용자 입장에서 필요하고 이에 따른 가격경쟁력 또한 필요한 부분으로, 시공입장에서 본다면 그에 따른 모든 문제점을 안고 보완 설치해야 하는 어려운 입장에 설 수밖에 없다.

이에 간단한 소음의 기본내용과 제품에 대한 개략적인 검토와 대책방안을 모색해 보는 것으로 각각의 특성과 이에 따른 대책에 대해 소개하고자 한다.

## 2. 냉난방의 일반적 내용

### 2.1 냉난방의 개요 및 에너지 전달

우선 건축물의 냉난방에는 어떠한 방식으로 이루어 지고 있는지 알아볼 필요가 있다.

주택의 예를 들자면 우리들이 일반적으로 알고있는 지역난방과, 개별난방으로 크게 나뉘어 진다. 주택의 냉방은 우리가 알고 있는 에어컨이 일반적인 사용 장비이므로 생략한다. 지역난방은 일정 지역을 구분하여 열원을 배관으로 이동시켜 단지별로 열원을 공급하고 이것을 단지별로 열교환시켜 각세대에 공급하는 방식이다. 개별난방은 세대별로 보일러를 가동시켜 난방을 하는 방식이니 대부분의 사람들이 쉽게 이해할수 있는 방법이다.

그러나 호텔, 오피스는 이런 방법과는 좀더 다른 복잡한 시스템으로 건축물의 냉난방을 가동한다.

우선 건물 자체적으로 이러한 냉난방 열원을 갖추어야 하는 것이다. 그래서 전기를 공급하는 전기실이 있듯이 열원을 공급하는 기계실이라는 공간이 필요한 것이다. 여기에는 열원을 공급하는 보일러, 냉방을 위한 냉동기가 있는 것이다. 이러한 냉열원을 공급하는 방식은 무엇이 있을까? 여기서 에너지의 이동에 따른 효율적인 방식을 생각해야 한다. 보일러와 냉동기에서 생산한 냉열원을 어떤 방식으로 운송해야 하는가 생각해보자. 여러가지의 설명이 필요없이 그것은 물이다. 스팀이라고 생각할 수 있지만 스팀은 고열원공급이 필요한 주방이나, 건축물의 가슴을 위한 제한적인 사용범위가 있기에 설명은 생략하도록 하겠다.

물의 비열은 1 cal/g·°C이다. 참고로 철은 얼마일까? 0.104cal/g·°C이다(참고로 공기는 0.24이다). 이 수치는 우리에게 많은 정보를 알려주고 있다. 거의 10배나 높다는 것은 적은 부피에 많은 에너지를 이동시킬 수 있다는 것이며, 또한 비압축성 유체로서 반송동력 또한 절감할 수 있다는 것은 에너지 효율적인 면에서 다른 매체를 선택하기에는 쉽지 않은 이유인 것이다. 그래서 기계실에는 펌프가 다수 존재하는 것이다.

### 2.2 냉난방의 조닝 및 시스템

그럼 이렇게 이동시킨 냉열원을 어떻게 재실자에게 전달을 할까 생각해 보자. 기계실에서 건물에 거주하는 실별, 개인에게 각각 전달하기는 불편하다. 그럼 우리가 따뜻함과 시원함을 가장 느낄수 있는 방법은 무엇인가? 바로 공기다. 우리가 현장에서 많이 봐왔던 공조실이 생겨나는 것처럼 기계실에서 보낸 냉열원을 공기와 열전달 시켜서 각실에 보내주는 장비를 우리는 AHU라고 한다. 이것은 공기를 FAN으로 송풍시켜 각 실에 전달해 주는 것으로 위에 언급한 것 처럼 부피가 커지는데 공기를 사용해야 하는지 의문이 있을수 있으나 이유는 냉난방을 하더라도 실내에 필요한 신선한 공기를 공급하고 오염된 공기를 배출시켜야 하는 또하나의 이유가 있기 때문에 필수불가결한 것이다. 그래서 대부분의 공조기는 층별로 위치하면서 각 층의 공조환기와 냉난방의 공급을 동시에 하는거라고

생각하면 이해가 쉽게 갈수 있다. 그러면, 여기서 의문점이 또 한가지 생길 수밖에 없는데, FCU라는 장비를 왜 사용해야 하는지에 대해서다.

이유를 간단하게 말하자면 효율성이다. 특히 호텔과 같은 건물에서는 공용부는 상시 사람이 상주하기 때문에 계절별 통계적인 부하량을 구할수 있다. 그러나 객실 같은 경우 공실률을 감안한다면 100%공기열원을 이용하여 냉난방을 한다면, 장비의 용량뿐만 아니라 열원을 운반하는 덕트의 용량 또한 커지기 때문에 공간활용에 상당히 비효율적 시공이 될수 밖에 없는 것이다. 그래서 앞서 이야기 한 환기량을 공급하고 나머지 냉열원에 대한 부하는 에너지 이동이 효율적인 물을 사용하여 각 실별로 열교환 시켜 부하를 전달하는 방식을 활용하는 것이며, 이것을 이용해주는 장비가 바로 FCU인 것이다. 장비는 간단하지만 시공상 인테리어와 코디네이션 하기가 어려운 장비이나, 결국 에너지의 효율적인 활용 면에서 써야만 하는 중요한 장비인 것이다. 여기에 더한다면 부하의 가장 말단에 시공하는 장비이면서 침실에 설치된다는 면에서 소음이 왜 중요한지 충분히 이해가 갈 것으로 생각된다.

### 3. 소음의 일반적 내용

#### 3.1 소음의 개요

이제 말단 부하장비인 FCU의 용도를 이해 했으니 객실에서 발생하는 소음에 대한 내용을 파악해야 시공상 어떤 문제점이 있을지 알 수 있겠다.

사전적인 소음의 정의를 소개한다면 소리는 공기중의 작은 압력 변화에 의해 발생하는 현상으로 이러한 압력변화로 소리가 전파되고, 인체의 청각기관인 귀를 통해서 소리를 인식, 소리는 물리학적으로는 음파라고 하며, 탄성체를 통하여 전달되는 밀도 변화에 의해 발생한다. 소음은 듣기 싫은 소리를 총칭하며, 불쾌감을 주고 작업상 능력을 저하시키는 소리라고 명명하고 있다. 참 어려운 이야기이다. 결국 불쾌감을 준다는 것은 상당히 개인의 주관적 성향이라고 할 수 있다. 다른 사람들은 듣지 못하는 작은 소리도 누구는 이런 소리 때문에 스트레스를 호소하는 경우도 많이 보아 왔다. 이렇게 때문에 기준이 필요한데 간단하게 어떤 것들이 있는지 살펴볼 필요가 있다.

#### 3.2 소음의 기준

인간은 20 ~ 20,000Hz까지의 주파수 영역을 지각할수 있으며, 이 중 가장 중요한 영역은 500 ~ 3,000Hz범위 이며 통상 음압레벨을 사용하고, 단위는 우리가 잘알고 있는 dB(decibel)을 사용한다.

우선, 우리 주변의 소리는 그 크기가 어느 정도인지 살펴보자.

<표 1> 소리의 크기

SPL(dB)	음악에 따른 소리와 역치와의 비	SPL(dynes/cm <sup>2</sup> )	해당 음악의 소리	위험도
0	1:1	0.0002	들을 수 있는 한계	
12	3.16:1		낙엽 스치는 소리	
20	10:1	0.002	조용한 도시의 아파트	
30	31.6:1		속삭임	
40	100:1	0.02	조용한 라디오 음악	
50	316:1		낮은 목소리와 대화	
60	1,000:1	0.2	정상적인 크기의 대화	불쾌한 자극
70	3,160:1		고급 승용차	대화 불가능
80	10,000:1	2.0	교통량이 많은 거리	위험함
90	31,600:1		큰 트럭	손상 가능함
100	100,000:1	20.0	판금공장	
110	316,000:1		착암기 전기톱	
120	1,000,000:1	200.0	프로펠러 비행기	매우 위험함
130	3,160,000:1		교통을 느끼는 한계	
140	10,000,000:1	2,000.0	제트기 엔진	

<표 1> 소리의 크기를 보면 얼마나 우리의 생활 속에서 발생 하는 소리가 작은 차이임에도 불구하고 차이가 많이 나는지 알 수 있다. 낮은 목소리의 대화가 50dB이지만 일상적인 대화는 60dB이면서 주변인에게 불쾌한 자극을 준다고 하니 말이다. 가끔 방송에서 소리지르기 대회를 본 경험이 있을 텐데 정말 귀에 대고 고막이 터지도록 소리를 질러봤자 100dB를 넘기 힘들다. 얼마나 귀가 소리에 대해 민감한지 알 수 있다.

앞서 이야기한 소음의 정의를 이야기 하며 개인적인 판단이 불가하다는 이야기를 했지만 <표 1>을 보아도 엄청난 큰소리의 환경에서도 일상업무를 하는 경우로 봐서는 소음이 아닐 수도 있다.

환경소음기준은 어떤지 <표 2>에서 살펴보자.

<표 2> 특정 환경소음에 대한 세계보건기구 권고기준

특정 환경	주요 건강 영향	LAeq [dB(A)]	Time Base [hours]	LAFmax [dB]
주거환경 - 실외	심한 불쾌감 - 낮과 저녁	55	16	-
	중등도의 불쾌감 - 낮과 저녁	50	16	-
주거환경 - 실내	어음인지 방해와 중등도의 불쾌감 - 낮과 저녁	35	16	-
침실 - 실내	수면방해 - 밤	30	8	45
침실 - 실외	수면방해 - 창문 개방시(실외값)	45	8	60
학교(교실), 유치원 - 실내	어음인지, 정보 및 의사소통 방해	35	수업중	-
유치원(수면실) - 실내	수면방해	30	수면시간	45
학교(운동장) - 실외	불쾌감(외부 오인)	55	30	40
	수면방해 - 밤	30	8	-
병원 - 병동, 병실 실내	수면방해 - 낮과 저녁	30	16	-
병원 - 치료실 실내	휴식과 회복 방해	가능한 낮게 유지	-	-
공업, 상업, 쇼핑 및 교통지역 - 실내외	청력장애	70	24	110
연회, 축제 및 오락장	청력장애(참가자는 연 5회 미만)	100	4	110
공공 장소 - 실내외	청력장애	85	1	110
헤드폰/이어폰을 통한 음악	청력장애(자유음장 음압)	85	1	110
장난감, 폭죽과 사격 등의 충격음	청력장애(성인)	-	-	140 Lpeak
	청력장애(아동)	-	-	140 Lpeak
공원과 대화 장소 - 실외	평온함의 방해	가능한 낮게 유지	-	-

얼마나 실내가 조용해야 하는지 우리는 <표 2>를 보면 쉽게 이해할 수 있다. 속삭임 수치인 30dB도 환경소음에 해당된다는 이야기는 냉난방을 위해 얼마나 조용하게 장비를 기동해야 하는지 하물며 바람소리 또한 나지 않게 시공해야 하는지, 최대한 저소음의 장비를 생산하려고 노력하는지 알수 있을 것이다.

이제 FCU의 소개와 저소음 장비의 시공개선방법에 대해서 알아본다.

## 4. Fan Coil Unit의 이해 및 시공개선

### 4.1 FCU의 종류별 특징

우선 FCU는 설치되는 부위별로 천정매입형, 천정카세트형, 바닥상치형(상부/전면 토출)등 크게 3가지로 나뉠 수가 있다. 여기서 우리가 자주보고 사용하는 두가지 타입인 천정 카세트형과 바닥상치형을 위주로 알아보기로 한다. 바닥 상치형은 주로 건축물의 외부부하에 대응하도록 창측 하단에 설치하여 Draft현상을 방지하는 목적으로 사용되며 오피스에서 자주보는 타입이므로 생략한다.

다음 천장 카세트 타입을 보자. [그림 1]과 같이 우리가 많이 보아온 천정형 에어컨과 구분이 어려울 정도로 비슷한 면이 많다.

[그림 1] 4way 카세트



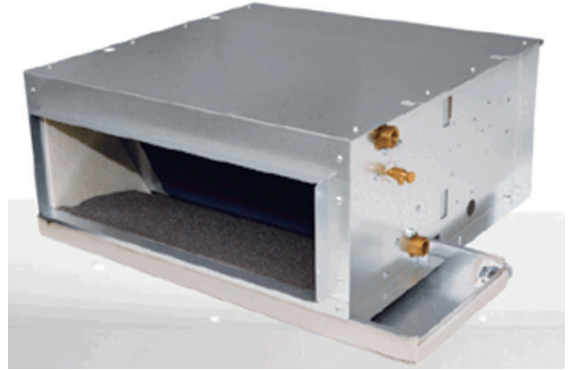
카세트 형은 용량과 방향별로 1/2/4 Way방식이 사용되고 있으며 특징은 다음과 같다.

- 1) 별도의 에어컨을 사용하지 않고 중앙냉난방을 하는 건물에서 사용할 수 있다.
- 2) 장비의 공간이 줄어, 실의 효율적인 사용이 가능하다.
- 3) 무선리모컨으로 간단한 조작이 가능하다.
- 4) 그릴판넬에 필터가 있어 관리가 용이하다.
- 5) 내장콘트롤 판넬이 있어 제어가 용이하다.
- 6) 드레인 펌프가 내장된 응축수 배수능력이 탁월하다.
- 7) 단, 높이 3m 이내의 실내에서 가능하다.

통상 EHP사용이 보편적이지만 중앙 냉난방을 하는 건물에서는 배관

연결만으로 효율적인 냉난방이 가능하기 때문에 주로사용한다. 그럼 [그림 2]와 같이 천정 매입형을 보면 천정 내부에 설치되기 때문에 모양이 생소함을 느낄수 있다.

[그림 2] 저소음 천정 매입형



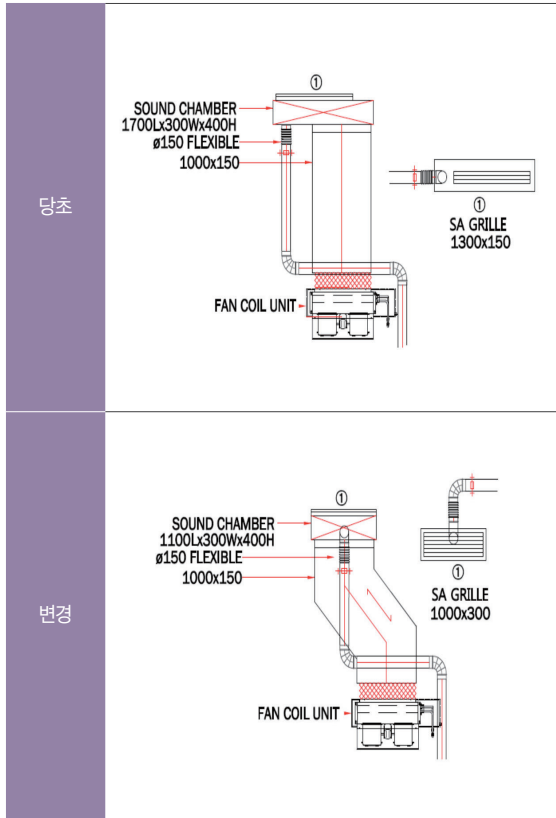
천정에 매입되는 형태로 별도의 드레인 펌프가 없어 자연구배로 시공되어야 하며, 온냉풍은 전면으로 토출되는 방식으로 특징은 다음과 같다.

- 1) 취출구를 위한 별도의 덕트, 그릴공사가 필요하다(저소음형 성능저하의 이유).
- 2) 일반적으로 호텔 객실에 많이 사용 한다.
- 3) 냉온수 별도 코일이 가능해 4-Pipe 냉난방을 구분한 시스템이 가능하다.
- 4) 객실 제어 시스템과 연동하여 냉난방 공실제어가 가능하다.
- 5) BLDC모터를 사용하여 소음을 억제 한다.
- 6) 덕트 정압이 일반형보다 0~3mmAq로 작아 취출구 덕트의 굴곡과 개구율이 큰 토출그릴을 필요로 한다.
- 7) 장비의 기동소음은 30dB 미만이다.

### 4.2 FCU의 시공개선 방법

저소음 FCU는 소음에는 유리하지만 풍량 제어에서는 무척 제어하기가 어렵다. 토출구 측에 작은 저항만 발생해도 바람이 나오지 않는다. 공기를 전방으로 불어낸다고 보다는 밀어내는 타입이기 때문이다. 전방의 닥트가 직선구조이면 어느 정도 성능을 유지할 수 있으나, 시공상 닥트를 틀어진 구조로 시공해야 하기 때문이다. 이유는 개인의 사생활 보호차원에서 입구가 틀어져 있기 때문이다. [그림 3]에서 당초 현황과 변경 현황을 보면 그 차이를 알 수 있다.

[그림 3] FCU 닥트 전후 도면



당초 도면은 직선형에 좌측면에서 원형닥트가 실내공기를 공급하며 주변 공기의 흐름을 당기면서 실내 안쪽까지 밀어 줄 수가 있다. 그럼에도 불구하고 닥트 우측의 막힘 현상으로 공기의 흐름을 방해하고 있다. 물론 인테리어 벽면과 간섭이 있기 때문에 시공상 불가능하다. 물론 그릴의 크기도 통로길이와 상이하여 해당규격으로는 시공이 불가능한 상태였다(욕실이 위치한 벽면은 천정 상부까지 벽이 시공되기 때문이다).

변경 도면은 사각닥트의 증상으로 원형닥트를 관통시키고 그릴의 규격을 조금 늘려 공기의 흐름이 원활하도록 개선하였다. 이런 방법으로 닥트 안쪽에서 공기의 흐름을 전방으로 취출하여 후방의 냉온공기가 당겨 오도록 하는 방법으로 개선한 사례이다.

실제 유체역학 난류흐름 시뮬레이션을 구현하고 확정해야 하나 TAB 검토 결과 공기흐름 개선에 효과가 있다는 의견으로 현장에 반영 시공예정이며, 관련 Sample Test후 본공사를 진행할 예정이다.

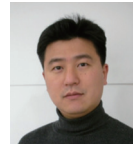
## 5. 맺음말

FCU의 취출구 개선을 위해 냉난방 시스템의 전반적인 설명과 소음에 대한 이야기를 하는 것이 이상하게 느껴질 수도 있으나 전반적인 시스템을 이해하며 문제를 해결하고 아울러 설비 시스템을 보다 잘 이해할 수 있는 계기가 되었으면 하는 바람에서 이 글을 기고하게 되었다. 난류의 특성과 토출기구의 개구율 등 좀더 자세한 내용으로 설명하였으면 하는 욕심이 있었으나 좀더 쉽게 읽고 이해하기를 바라는 심정으로 설명하였으며, 많은 호텔을 시공하는 당사의 입장에서 실무자가 관련 공정과 코디네이션 할수 있는 있는 자료로 활용 될수 있기를 기대한다.

### ※ 참고문헌

1. 보건복지부, 대한의학회 자료 참조

### WRITER INTRODUCTION



김영준 부장은 독산동 노보텔 현장, 창원엔진공장 현장, 부산사직1차/대구범어동아파트 현장 등 다수의 건축현장 및 본사 설비담당 PM으로 근무하였다. 현재 시저스 코리아북합리조트 현장에 재직 중이며 설비팀장 업무를 담당하고 있다.

