

Pinnacle Prime AHU & Chilled Beam 소개

습도제어가 가능한 수동형 제습공조기(Pinnacle)와 능동형 칠드빔(Active Chilled Beam)이 조합된 PPCB(Pinnacle Prime & Chilled Beam) 시스템에 대해 소개하고자 한다.

서론

세계적으로 화석연료 고갈 및 온실가스 발생에 의한 문제로 에너지 절감이 대두되고 있다. 전체 에너지 소비량에서 건물에너지 소비량은 30%에 달하며 그 비율도 매년 상승하고 있다. 건물에너지 절감을 위한 노력이 활발하게 진행되고 있는 가운데 구체적인 건물에너지 절감을 위한 다양한 요소기술들이 개발되어 소개되고 있으며, 최근 건물에너지 절감 기술로 주목을 받고 있는 기술 중의 하나가 칠드빔이다.

칠드빔은 에너지절약 성능이 우수하고 쾌적한 실내 환경 구현이 가능하여 최근 수년간 공조분야에서 증가가 가속화되고 있다.

현재는 고온 다습한 기후환경에 적합한 칠드빔 시스템이 개발되어 국내에도 도입되고 있다. 습한 기후에서의 칠드빔 적용은 결코 문제를 해결하기 위해 냉수 공급온도 조절과 실내 습도제어가 필수적이다.

칠드빔

일반적인 디퓨저 시스템의 경우, 사람이 디퓨저 아래를 지나갈 때 머

서정남

(주)플랙트우즈코리아

대리

jung-nam.seo@flaktwoods.com

임병환

(주)플랙트우즈코리아

차장

byung-hwang.lim@flaktwoods.com

김지연

(주)플랙트우즈코리아

대리

ji-yeon.kim@flaktwoods.com

리와 피부로 전달되는 불쾌한 드래프트를 느끼게 되지만 칠드빔 시스템은 공기 토출속도가 낮아 드래프트가 없는 편안하고 쾌적한 실내환경을 구축할 수 있을 뿐만 아니라 공기의 토출이 실내공간에 수직으로 직접 향하지 않고 실내 천장면을 따라 이루어지기 때문에 코안다 효과(Coanda effect)가 발생하여 사람이 활동하는 실내공간 전체에 평탄한 유속 분포가 이루어진다.

칠드빔은 유인, 대류, 코안다 효과 등 유체가 가지고 있는 기본적인 성질을 최대한 활용한 제품으로 모터 등의 전기 및 기타 에너지를 요구하는 부속이 없고 구조가 간단하며 설치 이후에도 제품으로 접근이 용이하여 제품 운영 및 보수비용 절감이 가능하다.

또한, 팬코일 유닛과 달리 칠드빔 내부에는 송풍기가 없어 소음 발생이 현저히 줄어들어 VIP 사무실, 회의실, 도서관 등 소음에 민감한 장소에 적합하고 칠드빔에서 응축수가 생성되지 않아 쾌적한 실내 환경 구현이 가능하다.

칠드빔은 수공기 방식으로 반송동력 절감이 가능하고, 덕트 사이즈 및 충고 저감 등으로 공사비 절감이 가능하다.

칠드빔 구조는 그림 1과 같이 핀-튜브 열교환기 구조로 되어 있으며, 작동방식과 구조에 따라 수동형 칠드빔과 능동형 칠드빔으로 구별된다. 수동형 칠드빔은 그림 2와 같이 실내 상부로 상승한 실내 공기가 칠드빔을 통과하면서 냉각이 되면 밀도가 높아져 실내 하부로 하강하게 된다. 이처럼 공기 밀도 차에 의한 자연대류현상을 이용하므로 열부하가 집중적으로 발생하는 장소에 적합하며 난방용으로는 사용하기 어렵다.

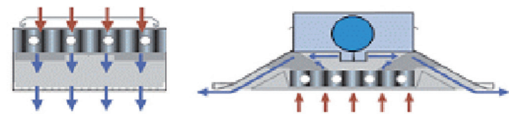
능동형 칠드빔은 그림 3과 같이 덕트 연결부가 있는 타입으로 공조기에서 급기되는 1차 공기를 노즐에 토출시켜 실내공기를 유인하여 냉각하는 방식이다. 수동형 칠드빔 대비 냉각 용량이 대폭 상승

되며 1차 공기에 의한 강제대류 효과로 난방이 가능하다.

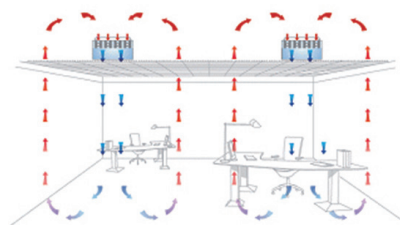
실내공기 유인비는 1차 공기 풍량, 노즐의 수량 및 크기 등에 영향을 미치나 일반적으로 1:2~1:5 정도가 칠드빔으로 유인된다. 능동형 칠드빔은 기류속도가 느리기 때문에 아트리움과 같은 높은 천장에 설치 시 기류가 도달하지 않을 수 있어 천장고 6m 이하의 존에 설치하는 것을 권장한다.

칠드빔은 종류에 따라 조명, 스피커, 스프링클러 등의 선택사항이 제공되어 설치 위치 구조에 따라 부가기능을 선택해 사용할 수 있다. 능동형 칠드빔은 사용자가 주변 환경에 맞게 풍량 및 풍향을 조정하여 기류 패턴 조절이 가능하다. 이는 칠드빔 설치가 완료된 후에도 실내 인테리어 변화 또는 가구 배치 변경에 따라 재설자가 원하는 온열환경 조정이 가능하다.

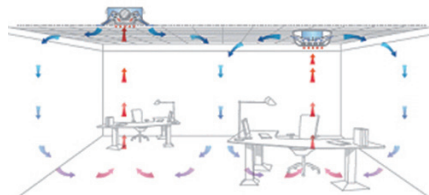
최근 들어 칠드빔에 변풍량 기능이 내장된 제품



[그림 1] 수동형 칠드빔과 능동형 칠드빔 구조



[그림 2] 수동형 칠드빔 공기 흐름도



[그림 3] 능동형 칠드빔 공기 흐름도

이 출시되고 있어 정풍량 방식과 변풍량 방식 모두 취할 수 있다.

변풍량 방식은 CO₂센서, 온도센서 등에 신호를 받아 노즐 사이클을 변경하여 풍량 조절을 한다. 칠드빔 설치 존의 용도에 따라서 공조장비가 처리해야 하는 부하는 시시각각으로 변한다. 회의실의 경우, 평소에는 사람이 없어서 적은 냉난방 부하만 처리하면 되지만 대규모 회의를 할 경우에 급격한 부하 증가가 발생하므로 신속하게 해당 공간에 적절한 냉난방이 가능하다.

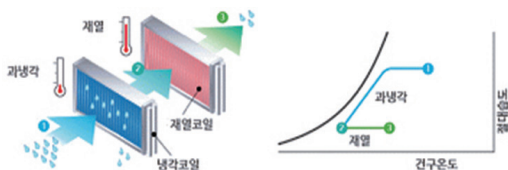
수동형 제습공조기

칠드빔 시스템은 칠드빔과 외기전담 공조기의 조합으로 잠열부하 및 환기를 담당하는 1차 측 시스템과 현열부하를 담당하는 2차 측 시스템으로 구분된다.

칠드빔에서 공조기를 통한 1차 공기 제습은 실내 습도제어를 위해 반드시 필요한 과정이므로 제습효율, 경제성 등을 고려하여 제습방식을 선정하여야 한다.

일반적인 공조기는 냉각코일을 이용한 제습 방식으로 그림 4와 같이 과냉각과 재열과정으로 인해 에너지를 비효율적으로 사용하게 된다. 특히, 국내와 같은 고온다습한 기후에는 외기 제습에 의한 에너지소비가 증가하게 된다.

수동형 제습공조기는 데시칸트 휠을 사용하여 흡착제습을 한다. 흡착식은 재생온도에 따라 능동형과 수동형으로 구분되며, 수동형 흡착제는 저온



[그림 4] 냉각제습 방식

(20~26℃)에서 재생이 가능하기 때문에 실내 배기열을 재생 열원으로 사용한다.

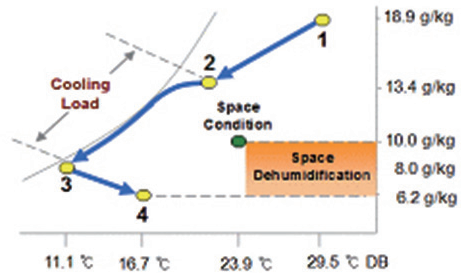
수동형 제습공조기는 별도의 열원이 필요 없이 제습휠의 구동 동력만으로 제습과 재열이 동시에 가능하게 하여 에너지 소비를 줄일 수 있다. 그림 5에 수동형 제습공조기의 공기상태를 나타내었다.

수동형 제습공조기는 경제적으로 다량의 외기를 공급하고 동시에 실내습도를 제어한다. 이는 에너지 효율적인 방식으로 매우 낮은 노점온도의 급기를 공급할 수 있으며, 부분 부하에서도 요구되는 습도를 연속적으로 제어하는 동시에 거주 공간에 지속적으로 외기를 도입할 수 있도록 한다.

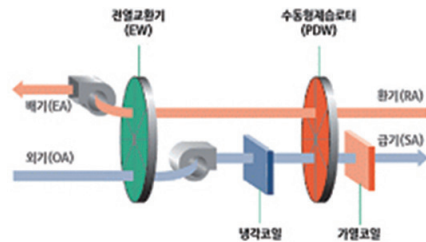
수동형 제습공조기는 급기 송풍기, 배기 송풍기, 3Å 전열교환기, 냉각코일, 수동형 제습휠, 가열코일 등으로 그림 6과 같이 구성되어있다.

전열교환기는 환기를 실행할 때, 실내의 열을 놓치지 않고 그 열을 외부로부터 급기로 옮겨 열을 회수하는 에너지 절약적인 장치이다.

당사의 3Å 전열교환기는 잠열회수를 극대화하



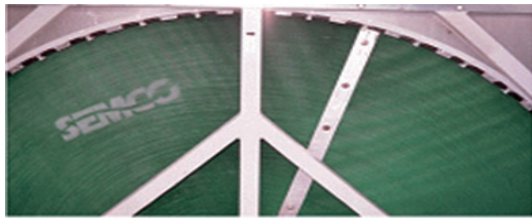
[그림 5] 수동형 제습공조기 공기상태



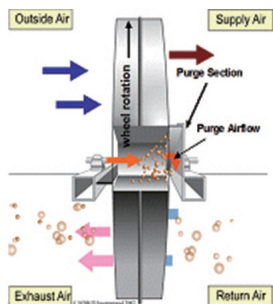
[그림 6] 수동형 제습공조기 구성

여 열교환 성능을 높이고 부식에 상당히 강하다. **그림 7**과 같이 여재는 전체 알루미늄 휠 구조에 3 Å 데시칸트 코팅 처리하여 장기간 안정적인 운전이 가능하다.

병원과 같은 청정 위생을 필요로 하는 건축물은 전열교환기의 급배기간의 교차오염 문제로 로터리식 전열교환기를 사용하지 못하는 경우가 있다. 하지만 3 Å 전열교환기는 급배기간의 교차오염을 최소화하기 위해 **그림 8**과 같이 Purging section이 구성되어 있다. Purging section은 오염된 배기 공기가 휠 내부에 정체되어 급기 측으로 혼입되는 것을 방지하기 위해 외기의 일부 공기를 Purging section을 통과시킴으로써 오염된 배기 공기의 혼입을 방지한다. 그러나 적절하지 못한 3 Å 건조제에서의 Purging section은 무의미하다. 적절치 못한 건조제를 사용하고 Purging section이 있는 경우 50%의 오염물질이 전달되며, 올바른 건조제를 사용하고 Purging section이 없는 경우 5%의 오염물질이 전달된다.



[그림 7] 3 Å 전열교환기



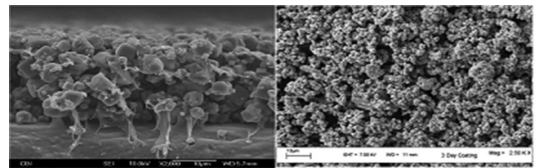
[그림 8] Purging Section 흐름도

당사의 전열교환기는 제조 공정과정에 대한 특허를 가지고 있으며 3 Å의 성능을 얻기 위해 27가지의 공정 과정을 거쳐 **그림 9**와 같이 진정한 3 Å molecular sieve crystals을 갖는다.

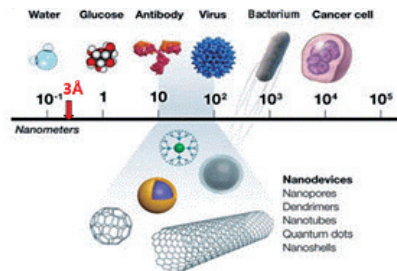
특허된 3 Å 데시칸트 코팅에는 **그림 10**과 같이 3,000 Å 이상의 크기를 갖는 바이러스, 박테리아 등은 서식 또는 전달될 수 없고 수분만 공극을 채우게 된다. 이처럼 3 Å molecular sieve 특성으로 향균 작용을 하지만, 별도의 향균 첨가제를 개발하여 매우 효과적인 방법으로 세균, 박테리아, 진드기 같은 미생물의 번식을 차단하고 억제한다.

휠은 배기와 급기가 혼합될 때 교차오염은 배기 공기 0.045% 미만의 농도가 전달된다. 이러한 성능을 바탕으로 3 Å 전열교환기는 일반 건축물뿐만 아니라 제약회사 및 병원과 같은 청정 위생을 필요로 하는 건축물에도 사용되고 있다.

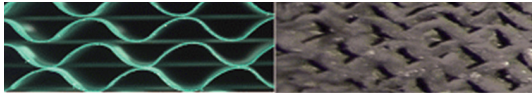
하지만 3 Å 데시칸트 코팅을 하여도 부식되고 산화된 표면에는 오염원이 전달될 수 있다. 당사는 해변가 등의 극한 상황에서의 사용과 사용기간 경과에 따른 휠 표면의 부식에 대응하기 위해 효과적인 산화방지코팅을 개발했다.



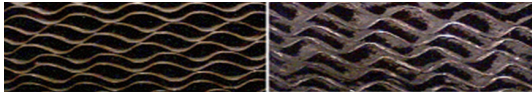
[그림 9] 3 Å Molecular Sieve Crystals



[그림 10] 각종 입자 사이즈



[그림 11] 산화방지코팅 비교 사진



[그림 12] 흡착방지코팅 비교 사진

그림 11과 같이 산화방지코팅이 되지 않은 표면은 각종 산화 부식되어 압력상승과 오염 균 Carry-over의 원인이 된다.

또한, 오염 입자가 쌓이는 것을 줄이고 필요 시 표면 세척을 위해 흡착방지코팅을 한다. 그림 12는 실제 흡연 공간에서 사용된 휠의 사진으로 흡착방지코팅 처리를 한 것과 하지 않은 것을 비교한 사진이다. 사진에서 보듯 휠 표면에 적체된 주변의 담배 연기는 공기량을 감소시키고 악취 전이를 일으킬 수 있다.

당사의 휠은 13년을 사용하여도 막힘 현상이 없고, 효율저하가 5% 미만으로 에너지 절감에 효과적이다.

그림 13에 나타난 당사의 수동형 제습휠은 알루미늄 휠에 3 Å 데시칸트 코팅한 후 4번의 특수 코팅을 하여 생산한다. 이는 실내에서 배기되는 공기만으로 재생할 수 있도록 최적화되었다. 그림 14에 재생온도에 따른 제습휠 성능을 나타내었다.

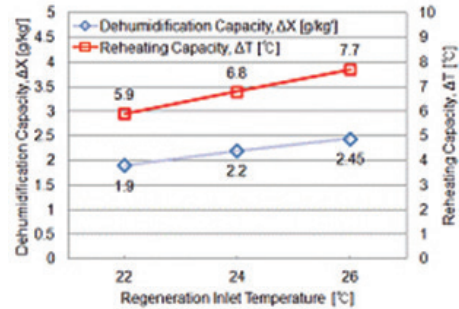
“ASHRAE Humidity Control Design Guide”에서는 수동형 제습휠이 건물의 배기를 이용한 제습 또는 가습으로 기타 장비 및 설치 등 전반적인 비용을 절감할 수 있고, COP가 최대 75 정도로 일반 에어컨에 비해 매우 유리하다고 기술되어 있다.

PPCB

PPCB 시스템은 능동형 칠드빔에서 필요한 1차



[그림 13] 수동형 제습휠



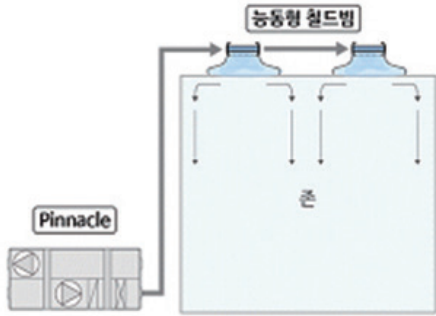
[그림 14] 수동형 제습휠 성능

공기를 수동형 제습공조기를 이용하여 환기와 잠열부하를 100% 처리하는 시스템이다. 칠드빔은 현열부하만 처리할 수 있기 때문에 매우 적절한 조합 시스템이다.

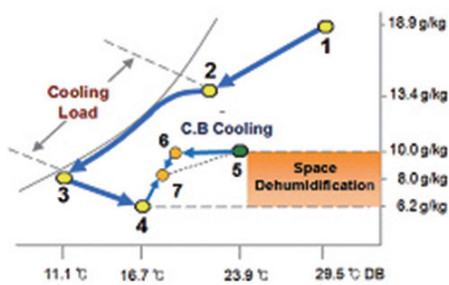
그림 15와 같이 수동형 제습공조기에서 1차 처리된 외기를 칠드빔에 공급하여 칠드빔에서 실내공기를 유인하고 냉각한다. 유인된 실내공기는 1차공기와 혼합하여 급기함으로써 실내부하를 처리하고 환기를 실행하는 시스템이다.

그림 16은 PPCB 시스템의 공기상태를 나타낸 것으로 1→2는 외기가 전열교환기에서 1차 냉각/제습되는 구간이고, 2→3은 냉각코일에서 2차 냉각/제습되는 구간이며, 3→4는 수동형 제습휠에서 3차 제습 및 가열된 구간이다. 5→6구간은 칠드빔에서 실내공기가 유인되어 냉각된 공기이며 칠드빔에서 4와 6이 혼합되어 7의 상태로 급기한다.

수동형 제습공조기는 제습 성능이 뛰어나 일반공조기 대비 두 배 이상의 풍량 감소가 가능하여 덕



[그림 15] PCCB 시스템



[그림 16] PCCB 시스템 공기상태

트 사이즈 및 소음을 줄일 수 있다. 또 수동형 제습 휠 사용으로 난방 시 배기열 회수를 극대화하였고, 난방 시에는 효율적인 제습 및 재열로 에너지 절약이 가능하다.

수동형 제습공조기와 칠드빔의 조합은 국내 환경에 최적화된 시스템으로 냉동기 및 보일러 등의 용량을 감소시키고 반송동력 절감이 가능하다.

CCBPM

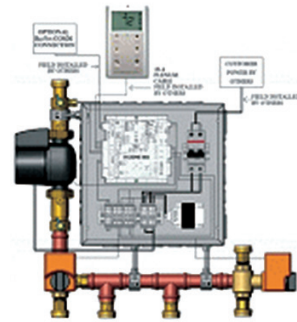
칠드빔 시스템은 칠드빔 코일의 결로 방지를 위해 저온의 냉수를 직접 공급하지 못하고 비교적 높은 온도의 냉수를 공급하게 되는데, 이는 많은 용량을 요구하게 되며 배관사이즈 및 펌프 동력이 상승할 수 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 개발된 CCBPM(Controllable Chilled Beam Pump Module)은 칠드빔과 함께 설치되어 저온의 냉수를

CCBPM에 직접 공급하고 CCBPM은 칠드빔에 공급되는 물 온도와 유량을 유동성 있게 제어하는 시스템으로 그림 17에 CCBPM 구성을 자세히 나타내었다.

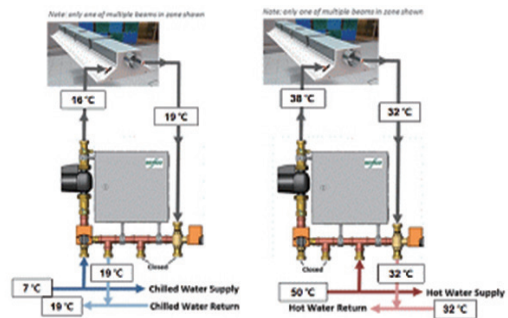
그림 18은 CCBPM의 냉난방 운전상태를 나타낸 것으로 냉방 운전 시 냉동기에서 공급되는 7°C의 냉수와 칠드빔에서 환수되는 19°C의 물을 혼합시켜 칠드빔에 16°C로 공급하고, 난방은 보일러에서 공급되는 50°C의 온수와 칠드빔 환수되는 32°C의 물을 혼합시켜 38°C의 물로 공급하게 된다.

이렇게 되면 CCBPM의 공급수와 환수의 온도차가 12°C 이상으로 기존 방식에 비해 3~4배 이상의 온도 차로 유량 및 배관 사이즈가 줄어들어 반송동력, 배관 설치 및 시공비 절감이 가능하다.

CCBPM은 실내 노점온도 변화에 맞게 급수온도를 조절하여 결로를 방지한다. 냉방 시 급격한 부하



[그림 17] CCBPM 구성



[그림 18] CCBPM 냉난방 운전상태

변동으로 실내 노점온도가 상승하면 냉수 공급온도를 높게 공급하여 결로를 방지하고 냉수 유량을 증가하여 실내부하에 부합되도록 운전된다. 실내 노점온도가 낮아진다면, 냉수공급온도를 낮게 공급하고 유량을 감소하여 펌프 동력을 절감한다. 또, 초기 운전 시 유량을 최대로 하여 실내 설정온도까지 빠르게 도달할 수 있는 장점을 가지고 있다.

CCBPM이 적용된 배관 계통도를 **그림 19**에 나타내었다. 별도의 열교환기, 혼합밸브, 2차 측 펌프 등이 필요 없고 FCU, AHU 등에 공급되는 물과 동일한 물 온도로 공급할 수 있다. 칠드빔은 2파이프 방식으로 하나의 공급배관과 하나의 환수배관으로 구성되어 냉온수 겸용 코일로 사용되게 된다.

CCBPM은 **그림 20**과 같이 4~12개 정도의 칠드빔을 묶어 2차 측 루프를 형성하는데 루프 배관의 총 압력 손실은 1.8~4.3 kPa 정도를 권장하고 있다.

CCBPM의 펌프는 변유량 펌프로 온오프 제어 방식보다 최대 90% 정도의 에너지 절감이 가능하고, 칠드빔 시스템에 CCBPM 적용 시 배관 사이즈

감소로 인해 시공비를 30% 정도 절감할 수 있다.

PPCB 통합 제어

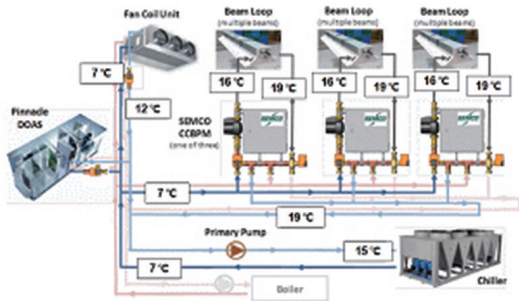
수동형 제습공조기는 기본적으로 냉방모드, 난방모드, 재순환모드 등의 운전이 가능하다. 하절기 공휴일 또는 야간에 공조 운전을 정지시킬 경우 실내 온습도 조건은 급격히 상승하여 외기와 비슷한 조건을 가진다. 초기 운전 시 칠드빔을 바로 가동하면 냉수코일에 결로가 발생할 확률이 높다. 따라서, 정상 운전 30~60분 전에 제습공조기를 **그림 21**과 같이 재순환모드로 가동하여 실내 공기를 신속하게 제습시킨 후 칠드빔을 가동한다. 또한, 비거주 시설 및 실내에 재실인원이 없을 경우 댐퍼 제어를 통해 외기를 받지 않거나 최소화하여 효율적인 운전이 가능하다.

수동형 제습공조기는 실내의 온습도를 일정하게 맞추기 위해서 냉온수 유량밸브, 전열교환기 및 수동형 제습휠의 회전수를 제어한다.

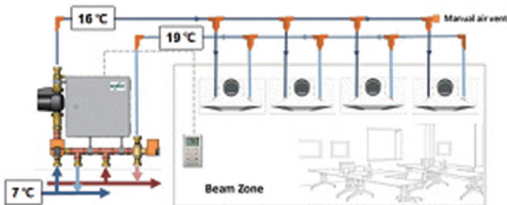
그림 22는 수동형 제습공조기의 냉방모드 운전상태이다. 냉수 유량밸브는 리턴공기의 건구온도와 노점온도 그리고 급기공기의 건구온도와 노점온도에 의해 유량 조절이 되며, **그림 23**과 같은 난방모드에서의 온수 유량밸브는 급기공기의 건구온도에 따라 유량 조절된다.

전열교환기는 외기 건구온도와 노점온도, 리턴공기의 노점온도 그리고 전열교환기 급기 건구온도를 감지하여 0.3~20 rpm으로 회전수 제어하여 최적인운전을 한다.

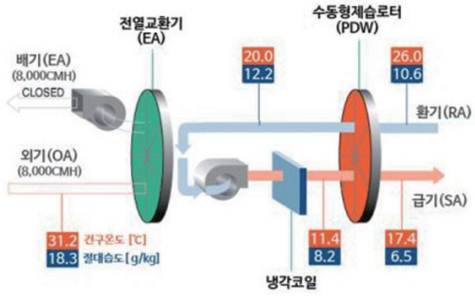
수동형 제습휠은 급기공기의 건구온도를 감지하여 0.3~6 rpm으로 회전속도를 조절함으로써 필요한 제습량과의 재열량을 부하 변화에 부합하도록 최적화할 수 있다. **그림 24**는 수동형 제습휠의 회전속도에 대한 제습량과 재열량의 관계를 보여준다. 예를 들어, 실내 습도는 적당하지만 더울 때



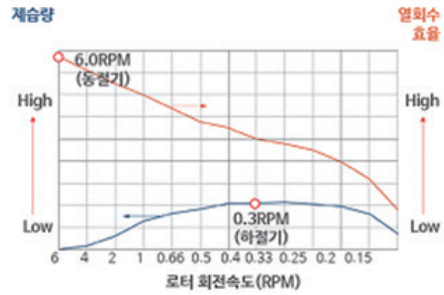
[그림 19] CCBPM 계통도



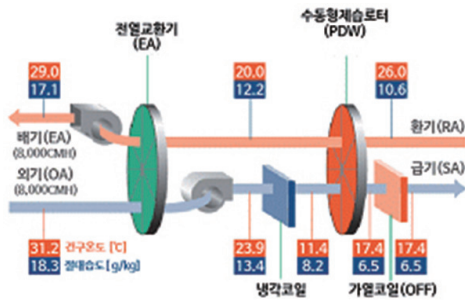
[그림 20] CCBPM 루프



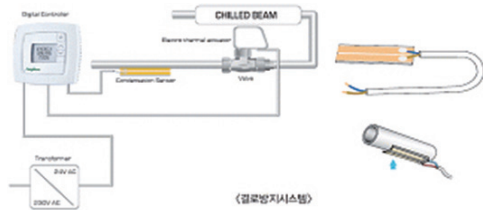
[그림 21] 재순환 모드



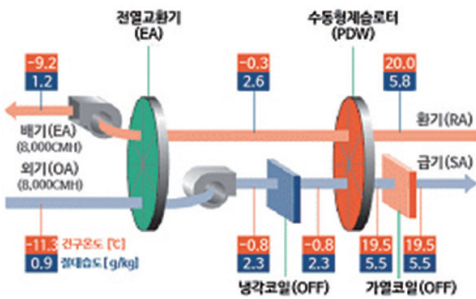
[그림 24] 회전속도에 따른 제습량과 재열량의 관계



[그림 22] 냉방모드



[그림 25] 칠드빔 결로 제어



[그림 23] 난방모드

실내 습도를 많이 낮추지 않고 수동형 제습휠에서 재열량을 줄여 냉방할 수 있다. 또한, 난방 시에는 수동형 제습휠 회전수를 증가시켜 가열/가습이 가능하다.

능동형 칠드빔의 유량밸브는 실내 건구온도에 따라 유량제어가 되어 실내온도를 조절할 수 있고, 변풍량 방식의 칠드빔의 경우 실내 CO₂센서, 온도 센서 등의 신호를 받아 칠드빔 노즐 사이즈를 변경

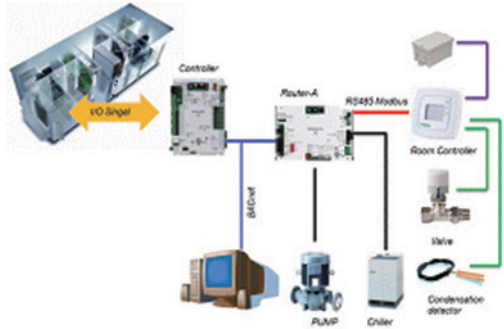
하여 풍량이 조절된다.

각 zone에 설치된 룸 컨트롤러는 그림 25와 같이 칠드빔 유량밸브와 결로센서가 연결되어 실내에서 창문을 열거나 급격한 잠열부하 증가로 인해 칠드빔의 냉수온도보다 실내 노점온도가 높게 상승하면 결로센서가 작동하여 밸브를 차단한다.

냉수공급이 중단된 상태에도 수동형 제습공조기는 지속적으로 건조한 공기를 실내에 공급하여 실내 노점온도를 떨어뜨리고 실내 공기가 설정된 노점온도 이하로 떨어지면 칠드빔 밸브는 재개된다.

PPCB 시스템은 1차 공기에 대한 운습도 제어, 칠드빔의 냉수 온도 및 유량 제어 등 모든 제어가 연동되어 작동되어야 한다. 이러한 공조기 컨트롤 패널 내부에 장착하여 제어하여, 중앙 제어판에서 PPCB 시스템을 조작하고 운전 상태를 감시할 수 있다.

그림 26은 PPCB 시스템의 통신 방법을 나타낸 것으로 각 zone에 설치된 룸 컨트롤러는 Modbus를 통해 라우터와 통신이 되며 제습공조기의 컨트롤



[그림 26] PPCB 통합 제어

패널은 BACnet 통신을 통해 중앙 제어반과 정보를 주고받아 각 칠드빔의 밸브, 펌프, 냉동기, 보일러 등 상태를 파악하고 통합 제어할 수 있다.

경제성

PPCB 시스템은 수공기 시스템으로 환기 및 잠열부하 처리를 위한 최소한의 풍량만이 공조기로 공급되기 때문에 일반적인 전공기 시스템 대비 반송동력 절감이 가능하다. 해외 문헌에 따르면 칠드빔 시스템은 VAV 시스템 대비 약 30% 이상의 연간 에너지 비용이 절감된다고 하지만, 우리나라 실정에 맞는 경제성 연구는 미흡한 상황이다.

국내 기후와 초기투자비를 고려한 PPCB 시스템과 VAV 재열 시스템의 경제성 분석을 하였다. 에너지 성능 해석 대상 건물은 그림 27과 같이 연면적 7,000평 내외의 업무시설로 실내 설정 온습도는 건축물의 에너지절약 설계기준으로 선정하고 건물 외피 열성능은 ASHRAE Standard 90.1-2013을 기준으로 열관류율 및 차폐계수, 창면적비, 인체 및 조명에 의한 부하를 선정하였다. 재실률 및 외기량은 국내 설계 조건을 고려하여 선정하였으며 공조 준은 실용도 및 사용특성을 고려하여 칠드빔의 적용 범위를 사무실로 제안하였다.

에너지 성능해석 결과 PPCB 시스템은 VAV 재열



[그림 27] 에너지 성능 해석 대상건물

시스템 대비 연간 에너지 소비량이 26% 절감되며, 연간 운전비는 30%의 비용 절감이 되었다. 요소별 에너지 소비량 절감에 대한 기여도는 난방>냉방>팬 순으로 나타났으며, 이는 수동형 제습공조기 적용에 따른 냉각 및 가열 코일의 용량 절감에 의한 것으로 분석된다. 초기투자비는 PPCB 시스템의 초기투자비가 VAV 재열 시스템 대비 약 7% 상승하였다.

LCC 분석에는 이자율과 물가상승률을 이용하여 UPV 방식으로 실질할인율을 적용하였으며 UPV 방식은 매년 같은 형태로 발생하는 미래의 비용을 현재의 가치로 환산하는 수식으로 에너지 관련 분야에서 LCC 분석 시 사용된다.

LCC 분석 결과 투자회수기간이 일반적인 HVAC 장비 내구연수(15년)보다 짧은 4년으로 분석되었다. 표 1에 PPCB 시스템과 VAV 재열 시스템에 대한 LCC를 비교분석하여 나타내었다.

<표 1> LCC 분석

구분	VAV	PPCB	비고
연간 에너지 소비량 (MWh/m ² ·year)	112.71	83.47	-26%
연간운전비(백만 원)	158	111	-30%
초기투자비(백만 원)	2,545	2,727	+7%
투자회수기간(LCC)	4년		

결론

PPCB 시스템은 기존 전공기방식의 다소 과도한 풍량을 줄여 정밀하게 제어함으로써 에너지 절약과 쾌적성을 동시에 모두 만족할 수 있으며 다양한 시스템과의 조합이 가능하여 국내 보급이 활성화될 것으로 생각된다.

능동형 칠드빔과 수동형 제습공조기의 조합은 우리나라 여름철 고온다습한 기후에서 실내 온습도를 정밀하게 제어 가능한 최적화된 조합 시스템으로 최근에 “한국고용정보원”, “CJ onlyone R&D center” 등에 적용되어 보급이 확산되고 있다.

국내 사무소 건물의 에너지 시뮬레이션 분석 결과 PPCB 시스템은 VAV 재열 시스템 대비 연간 26%의 에너지가 절감되고 30%의 연간 운전비가 절감되었다. 투자회수기간은 4년으로 나타났지만 향후 건축물 층고 높이 저감에 대한 건축 공사비 절감이 반영된다면 투자회수기간은 더욱더 단축될 것으로 판단된다.

참고문헌

1. Peter, Rumsey et al., 2007, Chilled Beams in Labs, ASHRAE Journal, January 2007.
2. Barry, M. Barnet, P.E., 2008, Chilled Beams for Labs, ASHRAE Journal, December 2008.
3. Lewis, G. Harriman et al., 2008, Humidity Control Design Guide, ASHRAE.
4. 2008, Project design guide-Chilled beams, Fläkt woods.
5. Chilled Beams & Pinnacle Application Guide, Fläkt woods.
6. Pinnacle primary ventilation system technical guide, Fläkt woods.
7. 2004, Chilled Beam Application Guidebook, Rehva.
8. 우지혜 외 5인, 2014, 수동형 제습로터를 적용한 칠드빔 시스템의 경제성 분석, 대한설비공학회 2014 하계학술발표대회 논문집, pp. 582-585. 