

에어베리어형 페리미터레스 공조시스템

에너지 절약 및 복사환경 개선의 양면을 고려한 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템을 소개하고 시스템의 적용사례에 대하여 알아본다.

김 용 경

코오롱건설(주) 기술연구소(yongs25@kolon.com)

서론

최근, 대도시로의 집중, 토지의 효율적 이용, 국가 및 기업 경쟁력 향상 등의 배경으로 첨단 건설기술의 집약체인 대형, 초고층 건물의 건설이 활발하게 진행되고 있다. 이러한 건물의 대형화, 고층화로 인해 실내의 사무기기 발열에 의한 냉방부하의 증가 및 건물외피의 표면적 증대와 경량화로 인한 단열·축열성능의 저하가 건물 에너지 소비량을 급속히 증가시키는 원인이 되고 있다. 이로 인해 건물 에너지 소비의 주원인인 건물 내·외 열환경 차이에 기인한 냉·난방부하를 저감시키고 에너지 절약을 위해서는 건물외피 부위의 에너지계획을 효율적으로 개선할 필요성이 크다고 사료된다.

이와 같은 배경으로 에너지 절약적 건물 외피시스템의 개발을 위하여 많은 연구가 진행되고 있으나, 개발관점이 외피의 건축적 구조 자체에만 국한되는 경우가 많다. 따라서 열환경적으로 취약한 창을 포함한 효율적이고 실용적인 건물 외피시스템의 개발과 적용이 절실히 요구되고 있다.

이 부분에 주목하여 필자는 건물 외피시스템의 개발관점을 건축적 구조에만 국한시키지 않고, 열량의 경감, 온열환경, 빛환경, 건축외장 디자인과의 관련성을 복합적으로 고려하여 건물외피와 페리미터(perimeter) 공조시스템을 효율적으로 합성한 새로운 개념의 에어베리어(air-barrier)형 페리미터레스(perimeter-less) 공

조시스템에 대한 연구를 진행하였다.

본 고에서는 건물에서의 전열부하를 상당부분 저감시키고, 태양복사에 의한 실내 온열환경을 개선시켜 에너지 절약과 환경개선을 동시에 충족시키기 위해 제안된 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 적용방안 및 사례에 대하여 소개한다.

페리미터레스 공조시스템의 개요

일반적으로 외피부하(일사 및 외기에 의해 외벽, 창면에서 발생하는 전열부하)의 영향을 받는 건물 외주부를 페리미터존(perimeter zone)이라 하며, 그 부하는 외피의 형태와 건물의 방위에 의존될 뿐만 아니라 계절 및 시간에 따라 시시각각으로 변한다. 이와 같은 변동이 큰 부하특성으로 인하여 업무용 건물에서는 연간 냉방부하의 제어 특성이 강한 인테리어존(interior zone)의 공조와는 별도로 팬코일유닛(fan coil unit, 이하 FCU)을 건물 외주부에 설치하여 외피부하의 절감효과가 우수한 페리미터 공조시스템을 계획해 왔다.

그러나 에너지 절약 관점의 건축물 계획에 있어서는 유리의 일사 차폐계수와 외벽 단열성능의 향상 등 건축적 기법에 의하여 외피부하를 절감하여 페리미터 공조시스템에 대한 의존도는 감소하는 경향이 나타나고 있다. 이는 그림 1과 같이 페리미터레스화에 의해 업무공간의 일부였던 페리미터존이 줄어



들어 외기와 실내를 분리하는 완충공간이 생기고 있기 때문이다.

페리미터레스 공조시스템은 그 완충공간을 건축적 기법과 설비적 기법을 조합하여 개발된 공조방식이다. 더불어 페리미터존과 인테리어존의 공조계통을 분할하여 독립된 공조운전 제어가 가능하도록 하고, 창 주위에 열원을 갖지 않는 보다 간단한 공조를 실시하는 방식이다.

본 시스템의 원리는 기존의 FCU 공조방식 적용시 발생하는 혼합손실문제, 실내 수배관 설치에 따른 누수 및 결로 문제, 실내공기질 악화 등의 문제점을 해결하기 위하여 그림 2와 같이 기존의 외피구조를 거의 변형하지 않고 FCU 대신에 페리미터 팬유닛

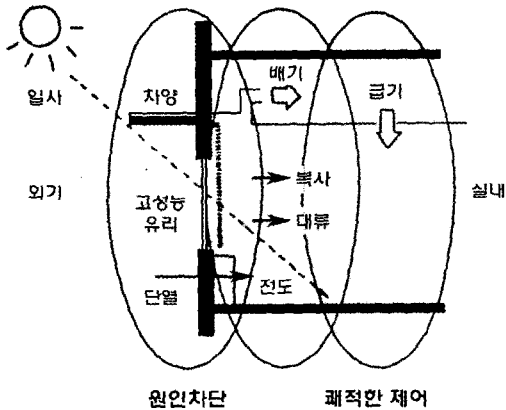
(perimeter fan unit, 이하 PFU)시스템을 사용함으로써 창으로부터 유출(또는 유입)되는 열손실(또는 열 획득)을 대부분 PFU와 상부 배기덕트를 이용하여 제거시킬 수 있는 시스템이다. 또한 페리미터레스 공조시스템은 전공기 방식의 형태로서 PFU에서 급기된 공기가 천장 및 유리면을 따라 상승하면서 에어베리어를 형성하여 배기구를 통해 외주부의 냉기(또는 온기)가 실내로 확산되기 전에 배기하는 페리미터존의 효율적 열처리 방식이다.

그림 3과 같이 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템을 공기순환형 창호시스템과 비교하면 실내 공기와의 혼합이 있을 수 있으므로 공기순환형 창호시스템에 비해 단열성능은 다소 저하될 수 있다. 그러나 기존외피시스템을 거의 변형하지 않기 때문에 경제성과 고층건물에서의 적용성이 우수한 시스템이라 할 수 있다.

에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 적용성 검토

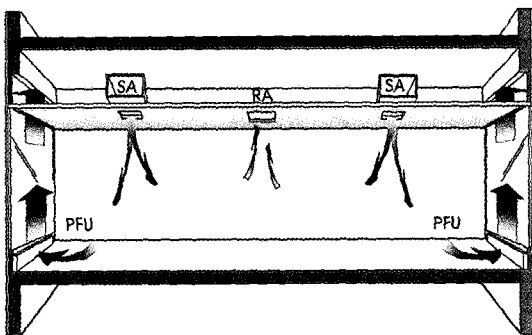
시스템의 적용성 평가

PFU를 실제 건물에 도입하였을 때의 적용성을 검토하기 위하여 관련 기술자료 분석 및 선행연구를 기초로 일반적인 공조방식인 천정 급·배기 공조를 대상으로 그림 4와 같이 인공기후챔버를 이용하여 실내 실험을 실시하였으며, 그림 5와 같이 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템을 합성한 통합외피시스템 모델하우스를 제작하여 실제 외부기상조건에서 PFU를 적용하는 실물 실험을 통해 실내 온열

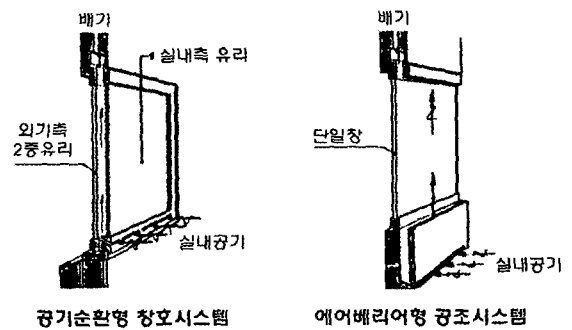


자료 : 空氣調和・衛生工學會編, 空氣調和・衛生工學會便覽 第3卷, 日本空氣調和・衛生工學會, 1995, p. 133

[그림 1] 페리미터레스화의 고려방안



[그림 2] 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템



[그림 3] 공기순환형 창호시스템과 에어베리어형 공조시스템

환경 및 외피제어효율을 평가하였다.

실대 실험을 실시한 결과 동일 급기풍량으로 PFU를 가동하는 경우 급기구의 폭을 줄여서 급기속도를 증가시키고, 블라인드를 설치하는 것이 에어베리어의 형성에 유리한 것으로 나타났다.

또한, 실물 실험을 실시한 결과 냉·난방시 PFU의 가동에 따른 에어베리어의 형성은 창면으로부터의 복사열 등의 영향을 차단시켜서 신속하게 실내온도를 안정시키며, 실내 수직 온도차를 감소시켜 온열환경이 상당부분 개선되는 것으로 나타났다.

시스템의 적용성 검토

에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 적용성을 검토하기 위하여 천정급기방식과 바닥급기방식의 적용을 위한 구성도를 그림 6에 나타냈다.

먼저 천정급기방식은 기준층을 4개의 공조존으로

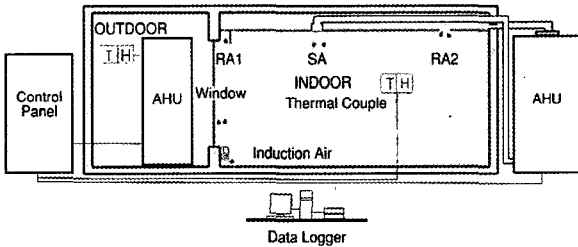
구획하고 준별 운전이 가능한 설계로 가정하면 일반적인 변풍량(VAV)공조방식에 의해 인테리어존을 제어하고, 페리미터존은 PFU의 적용이 가능하다.

또한, 바닥급기방식에 적용하는 경우도 천정급기방식과 동일하게 기준층을 4개의 공조존으로 구획하여 인테리어존에는 바닥급기공조를 적용하여 실내환경을 조절하고, 페리미터존은 PFU의 적용을 통한 부하절감이 가능하다.

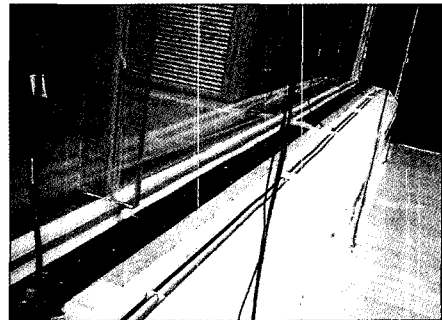
페리미터레스 공조시스템의 실제 적용 사례

이상과 같이 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 적용성 평가 및 검토를 기초로 실제 건물에 적용을 위해 제작된 PFU와 국내 업무용 건물에 적용된 사례를 소개하고자 한다.

제작된 PFU는 실내 공조시스템의 일환으로 페리

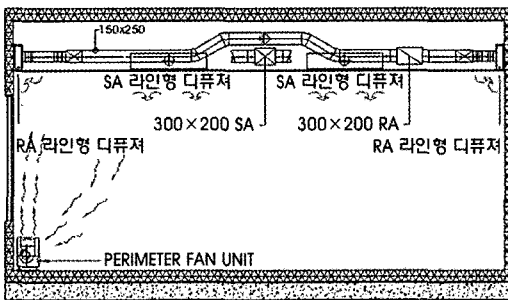


(a) 실험장치 구성

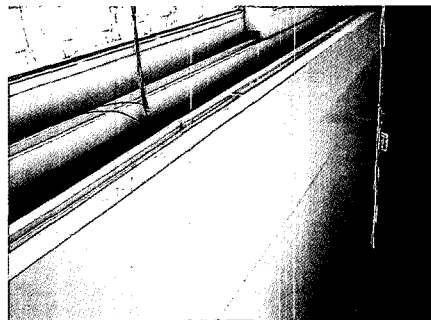


(b) PFU시스템

[그림 4] 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 실대 실험장치



(a) 실험장치 구성



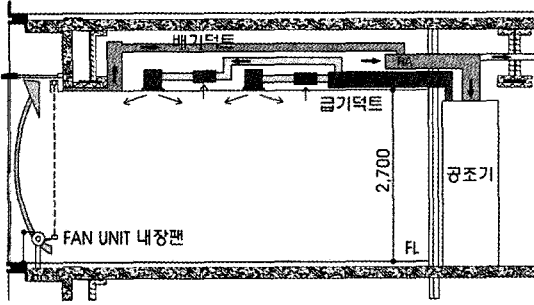
(b) PFU시스템

[그림 5] 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 실물 실험장치

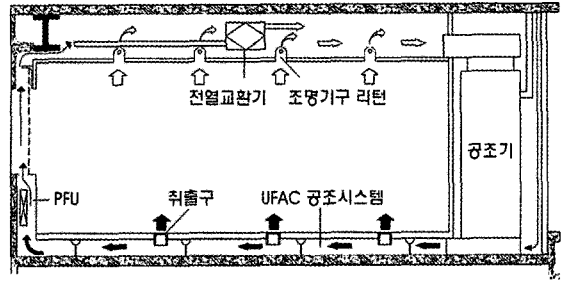


미터존의 건물 외피부하를 저감하기 위해 설치되며, 그림 7과 같이 케이스 및 프레임, 송풍기(크로스 플로우팬), 전동기, 조작스위치, 정류판, 그릴, 필터 등으로 구성된다.

국내 적용사례로는 그림 8과 2005년 6월에 대전중앙우체국 업무공간을 중심으로 70여대가 설치되었으며, 2005년 12월에 부산연제우체국 20여대, 2006년 2월에 대구달성군청 30여대, 서울 시민안전체험

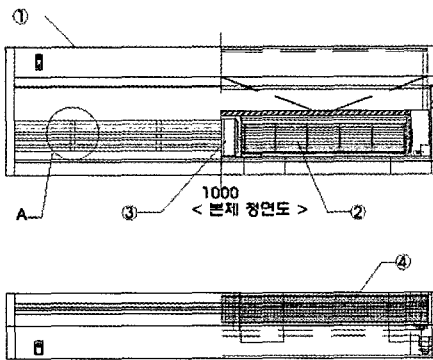


(a) 천정급기방식+PFU시스템

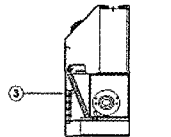


(b) 바닥급기방식+PFU시스템

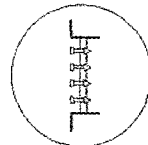
[그림 6] 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 적용을 위한 구성도



< 본체 상단부 도면 >



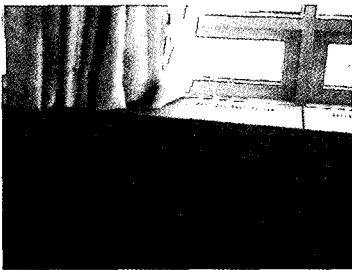
< 본체 우측 단면도 >



< A부분 단면 상세도 >

NO	품명	재질 및 사양
1	COVER	0.8THK STEEL & BAKED PAINT
2	FAN	CROSS LONG FAN (200CMH)
3	MOTOR	220V X 1SET
4	정류판	PERFORATED PLATE D5 X 7PITCH
5	FILTER	PRE-FILTER

[그림 7] PFU 상세도면 및 사양



(a) 대전중앙우체국



(b) 서울시민안전체험관



(c) 양산시청사

[그림 8] 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 설치예

관, 양산시청사 등 10여 곳에 설치되었다. 이후에도 업무용 건물을 중심으로 지속적인 설치가 이루어지고 있으며, 그 수요 또한 증가할 것으로 예상된다.

결 언

본 고에서는 페리미터존의 새로운 외피부하 제거 방식의 형태로서 에너지 절약 및 쾌적성 확보를 위한 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템에 대해서 소개하고, 시스템의 개요 및 국내 적용사례에 대해서 살펴보았다.

에어베리어형 페리미터레스 공조시스템은 공조용시의 에너지절약과 쾌적성이 크게 향상된다는 점에서 현재의 에너지 절약 시대에 적합한 공조방식이라고 할 수 있다.

본 시스템의 보급 활성화를 위해서는 시스템에 대한 효율성 검증 및 실제 건물의 외피시스템에 따른 다양한 종류의 PFU를 개발하고, 그에 따른 적용 적정성 및 Database 구축에 대한 연구가 활발히 진행되어야 한다.

구체적으로는 국내의 외기조건(온도, 일사열 등) 및 적용공간에 따른 외주부 디테일 및 천정고에 따른 적정 급기속도가 결정되어야 하며, 열관류율이나

일사차폐계수, 포집효율 등 설계에 필요한 데이터가 정립되어야 한다.

또한, 시스템 설치에 따른 초기비용(initial cost) 및 에너지 절약을 위한 동적열부하 시뮬레이션 및 운전비(running cost)에 따른 LCC(life cycle cost) 평가를 실시함으로써 기존 시스템과의 비교를 통한 경제성 검토와 더불어 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 최적 적용방안 및 설계방안이 구축되어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 산업자원부, 2003, 페리미터레스 공조시스템을 합성한 동적 건물외피시스템 개발, 산업자원부 연구보고서
2. 김용경, 이정재, 2003, 바닥급기 공조시 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 실내열환경 평가, 대한설비공학회 논문집
3. 김용경, 이정재, 2003, 실험실시험에 의한 에어베리어형 페리미터레스 공조시스템의 실내열환경 평가, 대한설비공학회 논문집
4. 이정재, 김용경, 2005, 페리미터레스 공조시스템의 종류와 변천, 대한설비공학회 설비저널 ㉔