

# 페리미터레스 공조시스템의 종류 및 변천

에너지 절약 및 복사환경 개선의 양면을 고려한 페리미터레스 공조시스템을 소개하고 시스템의 종류 및 변천에 관하여 알아본다.

이 정 재 / 편집이사

동아대학교 건축학부(jjyee@dau.ac.kr)

김 용 경

한국에너지기술연구원(yongs25@kier.re.kr)

## 서 언

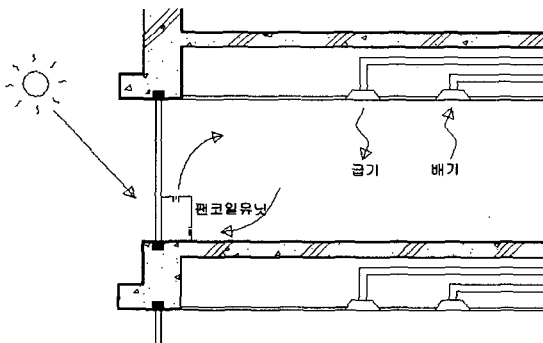
건물의 외피 중 특히 창은 열적으로 취약한 부위로 외기온에 가까운 표면 온도, 콜드 드래프트 등의 문제점이 발생한다. 일반적으로 공기조화 설비시스템의 설계시 창의 아래 부분에 팬코일유닛(fan coil unit, 이하 FCU)을 설치하여 열적으로 취약한 창면으로부터의 열손실 및 문제점을 저감하는 방안을 적용하고 있다.

그러나 그림 1과 같이 FCU방식은 인테리어존과 페리미터존 간의 혼합손실(mixing loss)등에 의한 에너지 손실문제가 발생한다. 또한 실내에 FCU를 설치하므로 냉·온수 배관이 필요함에 따른 결로,

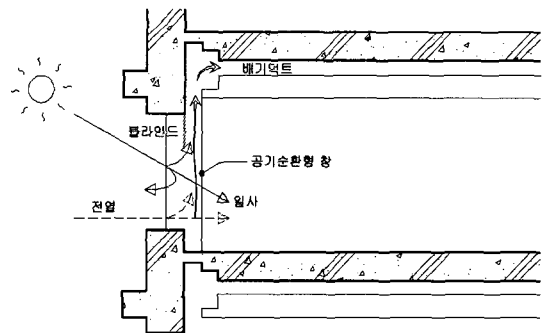
미생물 번식 등 위생상의 문제와 신선 외기를 도입하지 못함에 따른 실내공기질(indoor air quality, 이하 IAQ)의 악화 등의 문제점이 발생되고 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 일본, 유럽 등에서는 그림 2와 같이 이중유리 사이에 블라인드를 갖추고 있는 공기순환형 창호시스템(airflow window system)을 개발하였다. 공기순환형 창호시스템은 유리 사이의 블라인드에 차단된 일사열은 대부분 유리 내부를 통과하는 공기 순환에 의해 제거 또는 재이용되는 시스템이다.

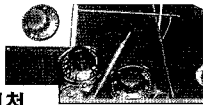
이 시스템은 실내공기와의 혼합이 없기 때문에 일반적인 창에 비해 열관류율이 1/3 정도가 되어 창호시스템으로서 높은 단열성을 가진 것이라 할 수 있다. 이로 인해 각국에서 실제 건물에 시범적으로 적



[그림 1] FCU방식



[그림 2] 공기순환형 창호시스템



용하고 있으며, 그 설계에 사용된 열관류율이나 일사차폐계수가 알려지고 있다.

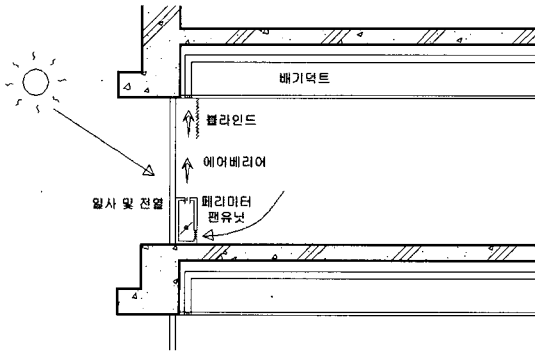
그러나 이 시스템은 회수기방법에 의한 경제성 분석결과 회수기간이 80여년 정도로 초기투자비가 막대하며, 창 부위 구조체의 중량화 및 개·보수시 시공성 저하로 실제 건물에 적용이 어려움 등의 문제점이 지적되고 있다.

그림 3은 페리미터레스 공조시스템의 구성을 나타낸 것으로 상기 방식들의 문제점을 해결하기 위하여 기존의 외피구조를 거의 변형하지 않고 FCU 대신에 저속덕트를 포함한 PFU를 사용함으로써 창으로부터 유출(또는 유입)되는 열손실(또는 열획득)을 대부분 상부 급기(supply air, 이하 SA), 배기(return air, 이하 RA)덕트 및 PFU에 있는 저속덕트를 이용하여 제거시킬 수 있다. 본 시스템은 열적으로 취약한 창면으로부터의 전열부하를 대폭적으로 절감시키고 겨울철 일사열을 유용하게 이용할 수 있으며, 창으로부터의 복사열을 완화시킴으로써 에너지 절약과 쾌적한 실내공간을 동시에 창출할 수 있다는 특성을 갖고 있다.

본 고에서는 페리미터존의 새로운 열처리 방식의 형태로서 에너지 절약 및 쾌적성 확보를 위한 페리미터레스 공조시스템에 대해서 소개하고, 시스템의 종류 및 변천에 대해서 알아보려고 한다.

### 페리미터레스 공조시스템의 개념

일반적으로 외피부하, 즉 일사 및 외벽·유리의 전



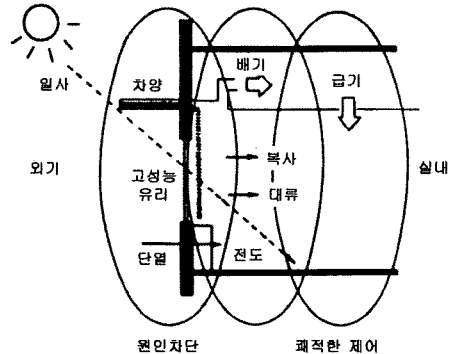
[그림 3] 페리미터레스 공조시스템

열부하의 영향을 받는 건물 외주부를 페리미터존(perimeter zone)이라 하며 그 부하는 계절 및 시간에 따라 시시각각으로 변하며 외피와 건물배치에 의존하는 것이 특징이다. 이와 같은 변동이 큰 부하특성으로 인하여 사무소건물에서는 연간 냉방경향이 있는 인테리어존(interior zone)의 공조와는 별도로 FCU나 유인유닛을 창 주위에 설치하여 단독제어가 가능한 부하절감 효과가 좋은 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 있다. 이는 그림 4와 같이 페리미터레스화에 의해 집무공간의 일부였던 페리미터존이 줄어들어 외기와 실내를 분리하는 완충공간이 생기고 있다.

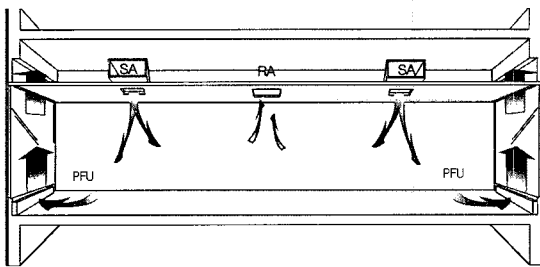
페리미터레스 공조는 그 완충공간을 건축적 기법과 설비적 기법을 조합하여 만든 공조방식이다. 더불어 페리미터존과 인테리어존의 공조계통을 분할하여 독립된 공조운전 제어가 가능하도록 하는 창주위에 열원을 갖지 않는 보다 간단한 공조를 실시하는 방식을 의미한다. 한편 기존 FCU 등과 같이 기기의 개별화에 따른 보수관리의 어려움과 사무자동화에 따른 건물안전의 확보 등 건물에 요구되는 기능도 다양화되는 경향이므로 새로운 실내환경의 제공을 위하여 계획되고 있는 것이 페리미터레스 공조시스템이다.

본 시스템의 원리를 구체적으로 기술하면 여름철



[그림 4] 페리미터레스의 고려방안

에는 창으로부터 유입되는 열획득을 막기 위해 기존의 FCU 자리에 설치된 저속덕트를 포함한 PFU시스템을 이용하여 천정으로부터 급기된 저온의 공기를 저속덕트로 흡입하여 창면으로부터 흡수된 일사열 등에 의한 고온의 공기를 제거시킨다. 또 겨울철에는 PFU 하단에 설치된 댐퍼를 개방하여 실내 공기를 유입시켜 상부로 급기하고 천정면의 배기구를 통하여 공조기로 흐르게 함으로써 창면으로부터의 냉복사 및 실 내부로부터의 열손실도 막을 수 있으며,



[그림 5] 페리미터레스 공조를 적용한 에너지 절약적 동적 건물외피시스템 개요도

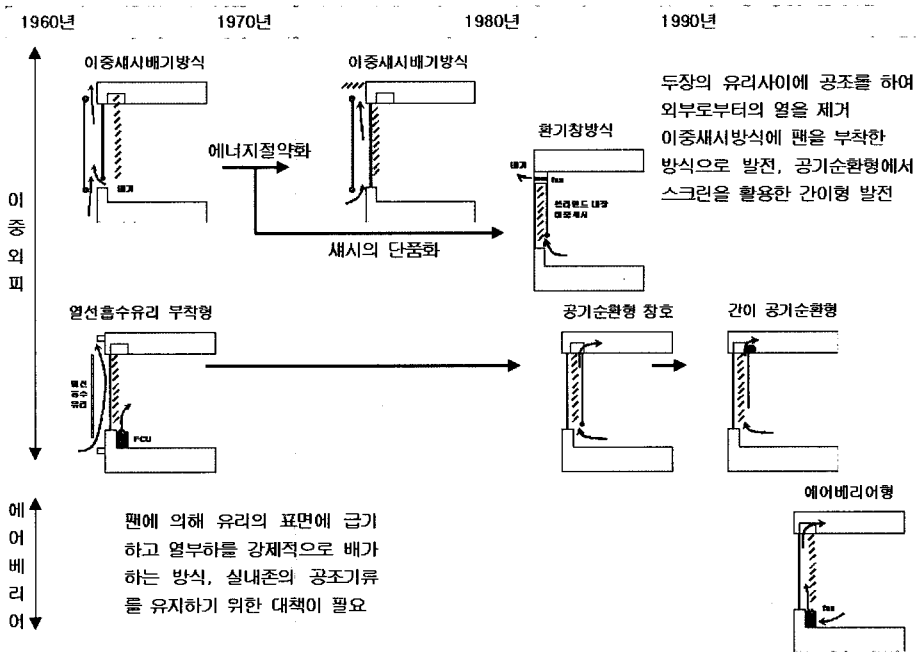
창면에서 제거한 일사열을 난방열원으로 활용할 수 있다.

그림 5와 같은 페리미터레스 공조시스템을 공기순환형 창호시스템과 비교하면 실내공기와의 혼합이 있을 수 있으므로 공기순환형 창호시스템에 비해 단열성능은 다소 저하될 수 있다. 그러나 기존의 피시스템을 거의 변형하지 않기 때문에 경제성과 고층건물에서의 적용성이 우수한 시스템이라 할 수 있다.

### 페리미터레스 공조시스템의 변천

일본에서는 고층건물이 시공되기 시작한지 25년이 경과된 1993년경부터 대규모의 공조시스템 갱신이 이루어졌다. 그 동안 2번의 오일쇼크를 경험하면서 에너지 절약이 절실하게 요구되었으며, 최근에는 지구환경문제의 대두로 재생자원과 에너지의 효율적인 활용방안이 대두되고 있다.

이와 같이 급격히 변화하는 사무실 환경과 기능에 대응하는 요구가 다양화되고, 이것에 따라 그림 6



[그림 6] 페리미터레스 공조시스템의 변천



과 같이 페리미터레스 공조방식도 다양한 형태로 변천해 왔다.

페리미터레스 공조방식은 크게 이중외피방식과 에어베리어 방식으로 구분되며, 이중외피방식은 두장의 유리사이에 공기를 공급하여 외부로부터의 열을 제거한다. 1960년도에 NCR건물에서 시작되었던 이중새시방식은 보다 에너지 절약을 도모한 형태와 창틀 안에 팬을 부착한 형태가 나왔다. 한 장으로 된 창틀 안 또는 밖에 유리를 더한 방식은 공기순환형이 주된 형태이며 안쪽의 유리를 스크린 등으로 이용한 간이형도 있다.

한편 에어베리어 방식은 팬에 의해 유리표면에 공조 기류를 급기하여 열부하를 강제 배기한다. 이 방식의 설계시 유의할 점은 기류에 의해 인테리어존의 공조상태가 흐트러지지 않기 위한 연구가 필요하다.

### 유인 유닛(induction unit)의 소멸

유인 유닛은 초기의 몇 개의 초고층 건물에 이용되었지만 바닥을 관통하는 덕트에 의한 방재상의 문제와 개별운전이 가능하지 않는 등의 문제에 의해 1980년을 기점으로 사용되지 않고 있다. 유인 유닛은 부품조달이 가능하지 않는 등의 이유로 갱신시점에서 철거되어, 히트펌프에 의한 공조방식으로 변경되고 있다.

### FCU 방식의 보급

제1차 오일쇼크를 전후로 FCU 방식이 급속도로 보급되어 85년 전후까지는 70~80%를 점유하게 되었다. 지금도 많은 건물에 이용되고 있으며 페리미터레스 공조시스템의 중심적인 시스템이라 말할 수 있다.

FCU는 창 주위에 분산 설치되어 사무실 재실자의 풍량 조절에 의해 개별제어가 가능한 것 등, 사용이 편리한 시스템으로서 현재까지 널리 사용되고 있다. 처음에는 냉·난방계절 변경이 가능한 2파이프 방식이 주를 이루었다. 하지만 인텔리전트 빌딩의 출현에 따라 건물이 고층화, 대형화되고, 단열성능이 향상되어 외기의 실내로의 영향이 줄어들었다. 또한, 사무실의 사무자동화에 따라 실내의 냉·난방이 일사부하와 실내 발열부하에 의존하는 연간 냉방경향이 나타나서 4파이프(더블 코일)방식, 또는 존 4

파이프 방식을 이용하는 사례가 증가하고 있다.

최근의 계획사례는 대류에 의한 냉·난방뿐만 아니라 창면의 냉·온 복사를 완화하는 목적에서 FCU 커버의 표면패널을 복사면으로 이용하거나 천정면과 창틀에 전기식 복사패널을 설치하는 등 페리미터존의 복사환경을 개선하려는 시도가 진행되고 있다.

### 공기처리방식의 이용

페리미터존을 공기방식으로 처리하려는 시도는 예전부터 일부의 초고층건물에 적용되어 왔지만 인텔리전트 빌딩의 건설 붐(대체로 1982년부터)을 전후로 급격히 증가하기 시작하여 현재에는 33%정도의 건물에 이용되고 있다. 이 방식을 이용할 경우 외벽과 유리의 단열성능이 향상되어 페리미터존의 부하가 감소되고, 상부에 고정된 중앙 급기덕트에 의한 송풍방식의 사용이 가능해진다. 또 수배관을 실내에서 없애므로 수해에 의한 손실을 막을 수 있고, 사무실 안전면에서 필터 세정 등 청소요원의 출입을 피할 수 있으며, 기계실의 집약화를 도모할 수 있는 장점이 있다. 공기방식은 크게 공기순환형과 에어베리어형으로 나눌 수 있으며, 급기위치에 따라 천정급기와 창문급기로 구분된다.

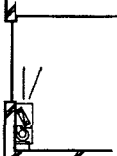
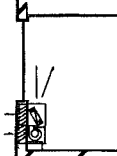
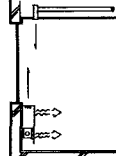
두 방식 모두 기본적으로는 외벽의 부하를 처리하는 것을 주목적으로 하며 창면에 공기 유동을 형성하는 기류에 의해 부하를 처리하여 부하의 영향을 완화하기 위한 것이다. 제어시스템은 정풍량 방식, 변풍량 방식이 모두 활용 가능하지만, 에너지 절약면에서 변풍량 방식이 널리 사용된다.

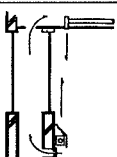
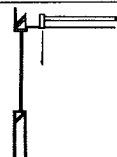
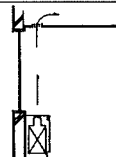
### 페리미터레스 공조시스템의 비교

표 1은 일본에서 일반적으로 적용하고 있는 페리미터레스 공조시스템의 설계사례를 조사한 결과로서 각종 시스템의 개요 및 장·단점 등의 특징을 비교하고 있다.

다양한 종류의 페리미터레스 공조시스템을 통해 여름철 및 겨울철 전열부하를 효과적으로 차단하고 있으며, 각 시스템의 특성에 따라 겨울철 콜드 드래프트의 처리 및 거주영역을 중심으로 온열환경을 평가하고 있다.

<표 1> 페리미터레스 공조시스템의 특징 비교

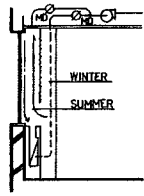
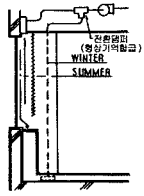
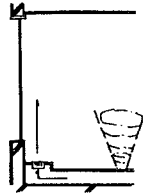
시스템 명	hot-coil 방식		wall - through 에어컨방식		VAV + 온수 방열기방식	
그림						
개요	전열부하 및 콜드드래프트 처리		전열부하 및 콜드 드래프트 처리 환기 가능		천장(VAV)에서 냉풍급기온수방열기로 콜드 드래프트 처리	
드래프트 처리	완전제거는 안됨	△	완전제거는 안됨	△	양호	○
혼합손실	큼	×	큼	×	작음	○
창의 결로	일부에 결로 발생	△	일부에 결로 발생	△	없음	○
소음	있음	△	큼	×	없음	○
거주환경	드래프트 느낌	△	드래프트 느낌	△	양호	○
누수의 위험성	큼	×	있음	△	큼	×
보수관리 편리	보통	△	어려움	×	보통	△
건물에서의 영향	외부	△	큼	×	보통	△
	내부	있음	△	큼	×	있음
페리미터 영역	1.5~3.0 m		1.5~3.0 m		0.5 m	
문제점	기계자체가 건물의 일부가 됨		형태가 정해져 있으면 건물과의 결합이 곤란		일반적으로 고온수 혹은 증기가 필요	
비용	△		×		○	
평가	△		△		△	

시스템 명	여름철 VAV + 겨울철 이중외피방식		천장 급기구 방식		페리카운터 급기구 방식	
그림						
개요	천장(VAV)에서 냉풍 급기 겨울철 이중외피 콜드 드래프트 처리		천장설치 급기구로 부하 처리 페리미터 전용계통		페리커버내 급기구에서 급기하여 여름·겨울철 전열, 콜드드래프트 처리	
드래프트 처리	양호	○	완전제거는 곤란	△	양호	○
혼합손실	작음	○	있음	△	있음	△
창의 결로	없음	○	일부에 결로 발생	△	없음	○
소음	없음	○	작음	○	작음	○
거주환경	양호	○	양호	○	양호	○
누수의 위험성	큼	×	없음	○	없음	○
보수관리 편리	보통	△	거의 필요가 없음	○	거의 필요가 없음	○
건물에서의 영향	외부	△	작음	○	보통	△
	내부	큼	×	작음	○	있음
페리미터 영역	0.5 m		1.0~1.5 m		1.5 m	
문제점	건물과의 결합이 중요		미세한 제어가 곤란 필요하면 VAV 취급		덕트를 천장에서 바닥 밑으로 끌어올 필요	
비용	×		○		○	
평가	△		○		○	



시스템 명	페리카운터 흡입구 방식		이중 혼합유닛방식		전공기 VAV방식		
그림							
개요	콜드 드래프트를 페리카버내 RA로 흡입 냉기를 인테리어 공조기로 공급, 열회수		믹싱유닛에서 냉·온기 혼합 콜드 드래프트, 전열부하, 일사열 처리		페리미터존으로 급기 전열부하 처리		
드래프트 처리	양호	○	양호	○	양호	○	
혼합손실	없음	○	큼	×	작음	○	
창의 경로	없음	○	없음	○	없음	○	
소음	작음	○	작음	○	있음	△	
거주환경	양호	○	때때로 드래프트 느낌	△	양호	○	
누수의 위험성	없음	○	없음	○	없음	○	
보수관리 편리	거의 필요가 없음	○	보통	△	거의 필요가 없음	○	
건물내의 영향	외부	보통	△	보통	△	작음	○
	내부	있음	△	있음	△	작음	○
페리미터 영역	0.5 m		3.0~5.0 m		0.5~1.0 m		
문제점	덕트를 천장에서 바닥 밑으로 끌어올 필요		덕트를 천장에서 바닥 밑으로 끌어올 필요		-		
비용	○		×		△		
평가	○		×		△		

시스템 명	유인 저속덕트 방식		이중외피 리턴 방식		에어베리어 방식		
그림							
개요	겨울철은 풍량의 70% 바닥면 급기 여름철은 100% 상부 급기		여름·겨울철 전열 부하, 겨울철 콜드 드래프트 처리		여름·겨울철 전열 부하 겨울철 콜드 드래프트 처리 열원 불필요		
드래프트 처리	양호	○	양호	○	양호	○	
혼합손실	있음	△	없음	○	없음	○	
창의 경로	없음	○	없음	○	없음	○	
소음	작음	○	작음	○	있음	△	
거주환경	드래프트 느낌	△	양호	○	양호	○	
누수의 위험성	없음	○	없음	○	없음	○	
보수관리 편리	보통	△	거의 필요가 없음	○	보통	△	
건물내의 영향	외부	작음	○	작음	○	작음	○
	내부	있음	○	있음	△	있음	△
페리미터 영역	0.5~1.5 m		0.5 m		0.5 m		
문제점	-		건축에서 의장의 제약		-		
비용	△		×		△		
평가	△		△		△		

시스템 명	에어플로어 방식 1		에어플로어 방식 2		바닥급기구 방식	
그림						
개요	콜드 드래프트를 페리커버로 제거 여름철 창내 순환공기로 제거		에어플로어방식 1과 동일 방식이나 형 상 기억합금 전환댐퍼를 이용		거주역내 공조를 위해 거주역 이외 를 공조할 필요 없음	
드래프트 처리	양호	○	양호	○	양호	○
혼합손실	없음	○	없음	○	있음	△
창의 결로	없음	○	없음	○	없음	○
소음	있음	△	있음	△	작음	○
거주환경	양호	○	양호	○	양호	○
누수의 위험성	큼	×	있음	△	큼	×
보수관리 편리	보수 필요	△	보수 필요	△	거의 필요 없음	○
건물내의 영향	외부	작음	○	작음	○	○
	내부	있음	△	있음	△	×
페리미터 영역	0.5 m		0.5 m		1.5 m	
문제점	-		-		건축의 제약의 크다	
비용	△		△		×	
평가	○		○		×	

### 결 언

본 고에서는 페리미터존의 새로운 열처리 방식의 형태로서 에너지 절약 및 쾌적성 확보를 위한 페리미터레스 공조시스템에 대해서 소개하고, 시스템의 종류 및 변천에 대해서 알아보았다.

종합적으로 볼 때 페리미터레스 공조시스템은 공조운용시의 에너지절약과 쾌적성이 크게 향상되는 점에서 현재의 에너지절약 시대에 적합한 공조방식이라고 할 수 있다. 따라서 국내 실정에 맞는 시스템을 적용하기 위해서는 페리미터레스 공조시스템에 대한 효율성 검증 및 실제 건물의 외피시스템에 따라 다양한 크기의 PFU시스템의 적용 가능성에 대하여 연구가 활발히 진행되어야 한다.

또한, 건축물의 초기비용 및 에너지절약에 의한 운

전비에 대한 총체적인 LCC(Life Cycle Cost) 평가를 실시함으로써 경제성을 검토하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

### 참고문헌

1. 空氣調和·衛生工學會編, 空氣調和·衛生工學會便覽 第3卷, 페리미터레스空氣處理方式, 日本空氣調和·衛生工學會, (1995).
2. 佐藤信孝, 페리미터레스空調方式의變遷と現狀, 建築設備と配管工事, (1995).
3. 산업자원부, 페리미터레스 공조시스템을 합성한 동적 건물외피시스템 개발, 산업자원부 연구보고서, (2003) ㉔