

자연환기 계획을 위한 국내 초고층 공동주택 커튼월의 창호유형 사례분석 및 환기창 성능분석에 관한 연구

홍민호

(주)한일엠이씨 부설기술연구소(minho.hong@himec.co.kr)

서론

연구의 목적

유럽의 선진국들을 중심으로 건물의 외피에 대한 가치와 잠재력을 이미 90년대 초반부터 인지하여 친환경 또는 에너지절약형 건물의 기본요소로 적용하고 있다. 건물의 내부와 외부를 분리하는 건물 외피는 외기의 조건을 내부에서 필요로 하는 환경으로 변환하기에 가장 적합한 위치에 있다. 특히 창호는 그 의미가 매우 큰데 이는 유리라는 소재의 특징과 함께 창 개방을 통해 건물의 내, 외부를 연계하는 가장 중요한 역할을 담당하는 데 있다. 그러나 건축물의 진화에 비해 그 변화의 속도가 늦다고 할 수 있다. 생활의 변화나 주거여건의 향상 등이 기존의 창호들로 모든 거주자에게 동일한 물리적 공간과 환경을 제공하려는 것은 더 이상 당위성을 갖지 못하기 때문에 건물외피 시스템의 합리적인 변화가 요구된다. 최근 초고층 건물을 비롯하여 주거용 건물에 이르기까지 커튼월과 같이 건물 외피에서 유리의 사용이 증가하고 있는 추세이다. 초고층화 됨에 따라 개방 가능한 창호의 면적이 줄어 자연환기보다는 기계적인 환기에 의존함으로써 공기의 질 저하와 에너지 소비가 증가하고 있는 상황이다. 초고층 공동주택이라는 주거형식에 대한 환경적 논란은 지속적으로 존재하지만, 고밀도 공간이 창출해내는 경제성과 유지관리의 효율성이 인정되면서 우리나라의 경우 신축되는 주거용 건

물의 50% 이상이 공동주택의 형식을 취하고 있다. 이와 같이 현실적으로 우리사회가 공동주택을 선호하고 지향하고 있다면 주거 밀도조절과 함께 환경친화적인 주거공간의 창출에 기초한 공동주택에 대한 과학적이고도 체계적인 외피기술의 정립이 이루어져야 한다.

연구의 방법 및 절차

본 연구는 궁극적으로 에너지 절약적으로 환경조절이 가능한 외피대안 도출을 위한 기초연구로 수행되었다. 연구의 초기단계에서 외피모델디자인을 위해 적용사례의 분석이 매우 중요하며, 외피설계의 타당성 및 근거자료로서 국내 초고층 공동주택의 외피유형 분석이 우선적으로 선행되었다. 이를 위해서 첫째, 서울, 수도권, 부산지역을 중심으로 25층 이상의 외피가 커튼월 형태로 구성된 초고층 공동주택(주거복합건축물 포함) 총 114개의 사례를 조사하여 외피형태, 차양 장치, 창호형태, 환기창의 개방방식에 대한 적용현황 분석을 수행하였다. 둘째, 창호 개방방법에 따른 메커니즘을 분석하였고 사례조사 대상건물의 평균 환기창 면적 비율과 개구율을 조사하여 자연환기의 효율성을 예측하였다. 또한 각 환기창 유형별 자연환기 효율을 분석하기 위해 유닛세대의 배치와 외부풍속을 동일하게 고정하고 single-sided 환기조건으로 CFD 시뮬레이션을 진행하였다. 마지막으로 조사된 내용을 기초로 디자인 방안 및 기술적인 검토사



항을 도출함으로써 향후 초고층 공동주택의 효율적 외피모델개발을 위한 기초요구사항을 제시하도록 하였다.

이론적 고찰

커튼월형태 분류

커튼월은 구조방식에 따라 크게 멀리언 방식과 패널 방식으로 구분된다. 멀리언 방식은 칸막이 기

<표 1> 구조 및 설치방식에 따른 커튼월 분류

	멀리언방식	패널방식	패널방식 (스팬드럴사용)
구조 방식 구분			
	Unitized System	Stick System	Punched Window
설치 방식 구분			

F:패스너, M:멀리언, S:샤시, T:트랜섬, SP:스팬드럴패널,
P:패널, CC:기동커버

둥을 바닥판에 부착하고 그 사이에 각 구성부재를 설치하는 방식으로 구성부재를 공장에서 유닛으로 조립제작하고 현장으로 반입하는 유닛월 공법과 각각의 부재를 반입하여 현장에서 조립하는 스틱월 공법 또는 녹다운월 공법이 포함된다. 패널방식은 성형, 조립한 벽체의 유닛(패널)을 바닥판에 설치하는 공법과 스팬드럴 패널을 바닥판 보, 기타의 구조체에 설치하고 이것에 새시 등의 구성부재를 붙여 일체를 유닛으로 하는 방식이 있다. 그리고 설치방식에 따라 크게 3가지로 구분된다. 첫째, unitized system은 유리를 포함한 모든 부재들을 공장에서 제작한 후 현장 설치하는 방식으로 공장 조립된 한층 단위 커튼월 유닛을 구조체에 고정시켜 설치한다. 둘째, stick system은 구성부재를 현장에서 조립하여 창틀을 만드는 공법으로 멀리언, 중간틀 등 프레임 부재를 현장에서 설치한 이후, 유리를 설치한다. 마지막으로 punched window system은 전면 커튼월이 아닌 비전파트에 독립창으로 구성하는 방식으로 비전파트와 스팬드럴 파트로 별도 구성된다.

환기창 개방 방식별 분류

환기창의 개방방식은 개방되는 방향, 중심축 위치에 따라 project-out, pull-down, casement-out, casement-in, sliding, parallel 방식 등 6가지로 구분된다. 그러나 조사된 국내의 초고층 공동주택의 경우 sliding, parallel 방식의 적용은 없는 것으

<표 2> 개방방식에 따른 환기창 분류

	Project-out	Pull-down	Casement-out	Casement-in	Parallel
개 념 도					
개 방 방 식	프레임의 상부부재를 중심축으로 하여 실외 방향으로 개방되는 방식	프레임의 하부부재를 중심축으로 하여 실내 방향으로 개방되는 방식	창호 프레임의 수직부재를 회전축으로 외부로 개방되는 방식	창호 프레임의 수직부재를 내부로 개방되는 방식	프레임의 전면을 외부로 평행하게 밀어 개방되는 방식

※ 일반 공동주택에 보편적으로 적용된 sliding 방식은 생략함

자연환기 계획을 위한 국내 초고층 공동주택 커튼월의 창호유형 사례분석 및 환기장치 성능분석에 관한 연구

로 분석되었다. 또한 project-out + casement-out 과 pull-down + casement-in 등 두 가지 기능이 복합적으로 구현되는 환기창도 다수 적용되었다. 표 2는 개방방식에 따른 환기창 분류를 보여준다.

국내 초고층 공동주택 사례 조사

사례조사 개요 및 대상

본 장에서는 국내 초고층 공동주택의 커튼월 형태 및 창호형태에 대한 현황을 파악하고, 현 국내 초고층 공동주택의 커튼월 및 창호의 문제점을 객관적으로 조사하기 위하여 25층 이상의 외피가 커튼월 형태로 구성된 초고층 공동주택(주거복합건축물 포함) 건물을 대상으로 사례조사를 실시하였다. 조사는 2008년 8월부터 9월까지 서울, 수도권, 부산지역을 중심으로 총 114개의 건물을 대상으로 실시되었으며, 현장실측에 의한 조사로 수행되었다. 현장 조사는 커튼월 형태, 창호유형, 환기창 종류 및 전체 창호면적에 환기창이 차지하는 면적비율에 대한 사항에 대하여 조사하였다. 조사 대상 지역 및 지역별 대상건물 분포는 표 3과 같다.

조사대상의 창호형태 분류

초고층 공동주택의 창호유형은 114개의 사례조사를 통해 수집된 데이터를 토대로 외피모양과 환기창의 설치위치를 기준으로 ① 측면부 개방, ②

하부 개방, ③ 전면부 개방으로 구분하였고, 세부적으로는 대표성을 갖는 총 11개의 유형으로 분류가 가능하였다. 측면부 개방방식은 측면부의 구획과 환기창 설치위치 및 수량에 따라 6개 유형으로 구분하였으며, 하부개방 방식은 상하구획 형태와 좌우 구획에 따라 3가지 유형으로 분류하였다. 전면부 개방방식은 측면부개방 방식과 유사한 형태도 있으나 창호크기 등을 고려하여 2가지로 구분하였다. 물론 이 이외의 형태가 존재할 수 있으나 본 연구에서 조사된 사례의 범주에서는 총 11개의 유형으로 국한할 수 있었다.

국내 초고층 공동주택 외피 및 창호 유형분석

커튼월 및 외피형태 적용현황 분석

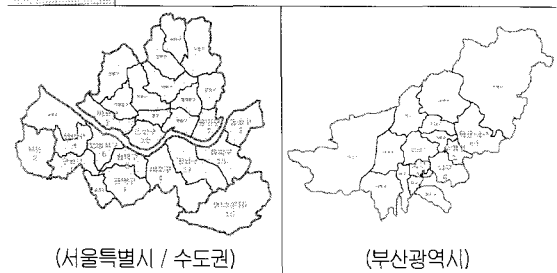
조사된 초고층 공동주택의 평균 높이는 35층이며 상당수 40층 이상인 경우에만 수직 또는 수평적으로 연속되는 커튼월 형식을 갖추고 있었다. 또한

<표 4> 사례조사 건물의 창호형태 분류

측면부 개방	Type A		Type B	
	<ul style="list-style-type: none"> • 측면 상하 3단 구획 • 중간부분이 환기창 		<ul style="list-style-type: none"> • 측면 상하 3단 구획 • 상부부분이 환기창 	
하부 개방	Type C		Type D	
	<ul style="list-style-type: none"> • 측면 상하 2단 구획 • 상부부분이 환기창 		<ul style="list-style-type: none"> • 측면 상하 2단 구획 • 상부부분이 환기창 	
전면부 개방	Type E		Type F	
	<ul style="list-style-type: none"> • 측면 상하 3단 구획 • 중간부분이 환기창 		<ul style="list-style-type: none"> • 측면 상하 3단 구획 • 두개 부분이 환기창 	
측면부 개방	Type G		Type H	
	<ul style="list-style-type: none"> • 하부 2단 구획 • 한 부분 이상이 환기창 		<ul style="list-style-type: none"> • 상하로 구획 • 하부 환기창 	
전면부 개방	Type I		Type J	
	<ul style="list-style-type: none"> • 좌우구획 / 상하구획 • 중간부 환기창 		<ul style="list-style-type: none"> • 좌우 / 상하로 구획 • 전면부 환기창 	
전면부 개방	Type K		Type L	
	<ul style="list-style-type: none"> • 좌우 / 상하로 구획 • 전면부 환기창 		<ul style="list-style-type: none"> • 좌우로 구획 • 전면부 환기창 	

<표 3> 사례조사 개요

조사대상	커튼월 형태의 공동주택 114개 (25층 이상)
조사기간	2008.08 ~ 2008.09 (2개월)
조사지역 (건물수)	서울(12개구 총 68개), 수도권(2개구 총 18개), 부산(4개구 총 28개)





멀리안 방식보다는 패널방식이 주를 이루고 있었다. 공법상으로는 전면 커튼월이 아닌 비전파트만 독립창으로 구성하는 방식인 punched window system이 전체 74%의 외피형태를 차지하는 것으로 조사되었다.

창호형태에 따른 적용현황 분석

조사대상 건물을 토대로 정의한 대표성을 갖는 11개의 창호유형을 기준으로 적용비율을 분석하였다. 환기창의 설치위치에 따라 측면부, 하단부 및 전면부로 구분이 되며 이중에서 환기창이 측면부에 설치된 사례(73%)가 과반수를 차지하는 것으로 조사되었다. 그리고 하부(18%), 전면부(9%) 순으로 환기창 위치가 반영되었다. 또한 11개의 창호유형 중에서 Type D(27.8%)와 Type C(23.5%)가 가장 많은 적용 비율을 차지하는 것으로 조사되었다.

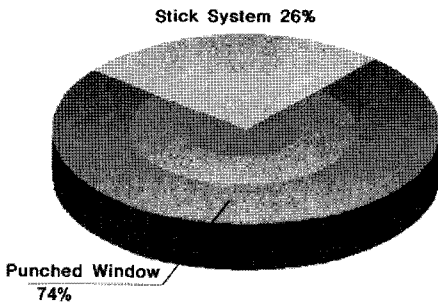
그리고 건물의 전체 창호면적(비전파트) 대비 환기창이 차지하는 면적비율을 조사하였다. 환기창 면적

비율은 환기창의 종류와는 상관없이 다양하게 적용된 창호유형별 적용면적을 분석하였다. 따라서 이 데이터는 환기창의 종류와 개방정도에 따른 실제 개구율(유량계수)은 아니다. 조사결과, 전면부에 환기창을 설치하는 Type J(24.5%)와 Type K(23.5%)가 가장 큰 면적을 차지하고 있었다. 그러나 상대적으로 환기창이 하단부에 설치되는 Type G ~ Type I는 환기창면적이 작은 것으로 조사되었다.

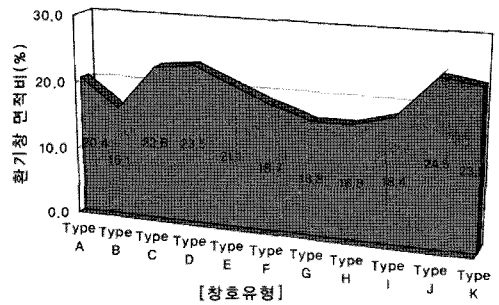
환기창 개방방식에 따른 적용현황 분석

환기창 개방방식을 기준으로 적용비율을 조사한 결과, project-out(43%)이 가장 많이 적용된 환기창 형태이며, 그 다음으로 pull-down과 casement-in가 복합 적용된 형태(23%)가 상당수 적용되었다.

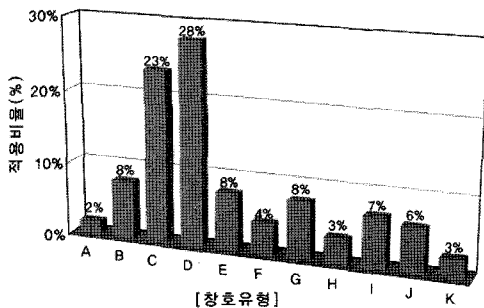
그러나 상대적으로 적게 적용된 casement-out(6%), project-out과 casement-out이 복합 적용된 형태(3%)는 고층부에서 안전상의 문제로 적용이 적은 것으로 판단되었다.



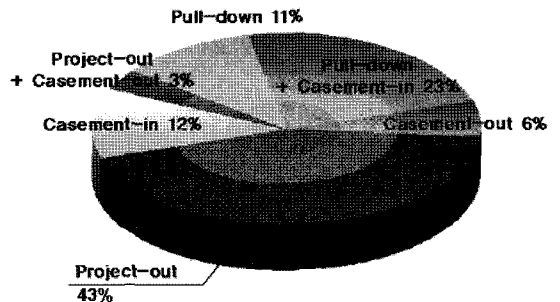
[그림 1] 외피(커튼월) 형태 적용비율 분석



[그림 3] 창호형태별 환기창 면적비율 분석



[그림 2] 창호형태 적용비율 분석



[그림 4] 환기창 개방방식 적용비율 분석

차양장치 설치현황

여름철 냉방에너지 증가의 가장 큰 요인 중 하나는 태양일사 유입에 의한 냉방부하의 증가이다. 최근의 초고층 공동주택의 경우 창호면적이 증가하는 추세이며 발코니 공간이 없거나 확장을 해서 일사의 유입량이 증가하는 것이 문제이다. 조사대상의 건물 중 외부차양이 계획된 사례는 전무한 상태이며 내부차양 장치인 블라인드나 스크린으로 대응을 하고 있는 실정이다. 극히 일부(2개소, 1.7%) 다자인적인 요인에 의해 외부차양의 형태를 형성하고 있는 사례가 있지만 일사차단의 목적으로 설치된 것은 아닌 것으로 조사되었다.

사례분석 결과

사례조사 대상 건물의 외피 및 창호, 환기창 종류와 상관없이 환기창 면적비율은 21.3%로 낮은 비율을 차지하는 것으로 분석되었다. 국내 초고층 공동주택 외피와 창호 사례조사 및 분석을 한 종합결과는 표 5와 같다. 창호유형과 위치 환기창 종류 및 개구율은 초고층 공동주택의 실내환결과 밀접한 관계가 있기 때문에 외피계획을 할 때 반드시 적절한 조합에 의해 구성되어야 한다.

환기창 종류에 따른 자연환기 효율분석

시뮬레이션 개요

환기창 형태 및 개방방식에 따른 환기성능과 기류유동을 분석하기 위하여 초고층 공동주택의 25층 위치에 있는 거실을 대상으로 하였다. 환기창의 형태는 개방방식에 의한 분류에 따라서 자연환기

<표 5> 국내 초고층 공동주택 사례조사 결과

조사 대상 건물	114개소
평균 건물높이	평균 35 층
외피(커튼월) 형태	punched window (74 %)
창호 유형	Type D (27.8%)
창호 유형별 환기창 면적비	Type J (환기창 면적비 24.5 %)
환기창 종류	project-out (43 %)
대상건물 평균 환기창 면적비	21.3 %

는 single-sided 환기 조건으로 CFD 수치해석을 진행하였다. 창문의 크기는 환기창의 종류와 상관없이 800 mm × 1,500 mm로 해석공간은 4 m × 5 m × 3.2 m으로 설정하였다. project-out, pull-down, casement-out, casement-in, parallel 등 해석한 환기창의 형태는 5가지이며, 환기창의 개방각도는 개방방식에 상관없이 모두 30°로 동일하여 시뮬레이션을 실시하였다.

시뮬레이션 경계조건

본 연구에서는 자연대류에 의한 자연환기 효과를 알아보기 위하여 열적경계조건은 입력하지 않았으며, 해석을 위한 경계조건은 다음과 같다.

외부 풍속은 기상청 데이터를 토대로 서울시 연평균 풍속 데이터를 사용하였다. 또한 속도 프로파일은 다음 식 (1)에 의하여 입력하였으며, 실의 전면에 대하여 직각 방향으로 바람이 부는 것으로 하였다.

$$v = v_m K_s Z^a \quad (1)$$

v : mean wind speed at height Z

v_m : mean wind speed at 10 m height in open country

K_s : parameter relating the wind speed to the nature of terrain

<표 6> 시뮬레이션 경계조건

Elements	Boundary Condition
Velocity-inlet	$V_m = 2.4 \text{ m/s}$
Velocity-outlet	Flow-split Outlet
Turbulent model	k-ε model

<표 7> 높이 및 환경에 따른 풍속관련 변수

Condition	K_s	a
Open, flat country	0.68	0.17
Country with scattered wind beaks	0.52	0.2
Urban	0.35	0.25
City	0.21	0.33



Z : height above ground

a : exponent relating wind speed to height above ground

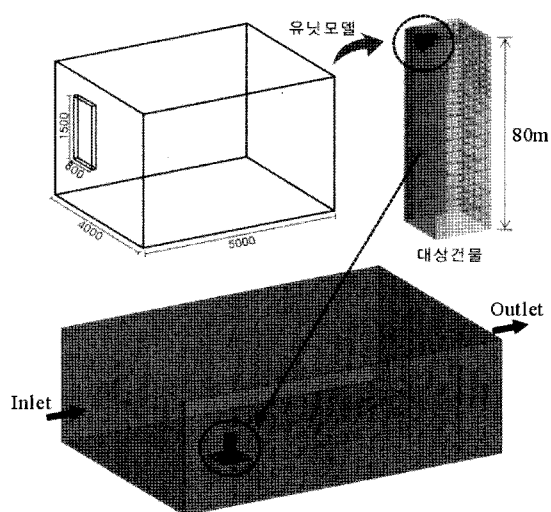
외부풍속을 고려한 자연환기 효율을 살펴보는 연구이므로 해석 도메인의 설정이 중요하다. 따라서 본 연구에서는 기존 연구를 토대로 해석 도메인을 만들었으며, 실제와 비슷하게 모사하기 위해 25층 (80 m) 높이의 공동주택 건물 중앙에 실을 위치시켰다. single-sided 환기조건으로 해석하기 위한 초고층 공동주택 모델 및 해석 도메인은 다음과 같다.

본 해석대상의 유체영역에 대하여 유체 유동을 객관적으로 파악하고자 3D모델링을 하였으며, 사용된 격자계는 해석영역의 형상을 정확하게 모사하며, 해석 영역내의 유체 유동의 물리적인 현상이 고려된 격자계로 구성하였다. 해석 결과의 정확성을 높이기 위해서 trimmer cell type을 사용하여 물리적 형상을 모델링 하였다. 각 환기창 종류에 따른 해석 모델링 및 격자계는 다음과 같으며, 격자계의 수는 약 67만개로 주변 공기층을 포함한 수이다.

시뮬레이션 해석결과

• 창호형태에 따른 실내 기류분포 분석

25층 높이의 공동주택 건물 중앙에 대상 실을 위치시켜서 자연환기해석을 수행 후 실내의 기류분

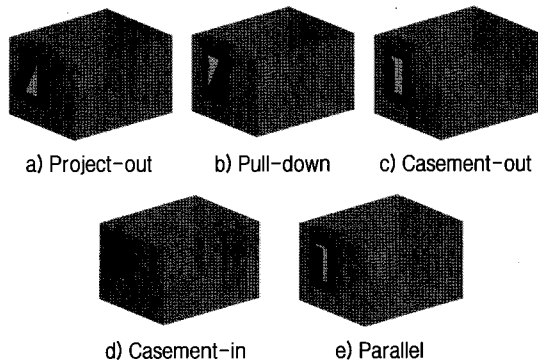


[그림 5] 대상 건물 및 해석 도메인의 개요

포를 분석하기 위해 창호 중심에서의 단면과 거주역 높이 (1.5 m)의 속도분포를 고찰하였다. 평 단면 위치에 따라 약간은 차이가 있겠지만 각각의 개방방식에 따라 창문에서의 유입속도 및 유입량이 달라 실내기류의 유동은 상이하게 나타나지만 자연환기는 모두 이루어지고 있었다. 또한 실내에서 형성되는 기류의 혼합속도는 각 방식에 따라 큰 차이가 없는 것으로 분석되었다. 해석공간(65 m³) 내에서 환기창으로부터 유입되는 외부공기는 창호 부분에서는 저항에 의해 속도가 증가되지만 실내에서는 그림 7에서와 같이 전체적으로 0.1 m/s 이하의 낮은 기류분포를 보이고 있다. Cross 환기에 비해 single-sided 환기는 상대적으로 불리한 조건 때문에 활발한 기류순환을 보이지는 않는다. 또한 하나의 개구부로부터 유입과 배출이 동시에 진행되므로 창문의 상단으로 유입되고 실내의 벽체를 따라 이동하면서 하단으로 배출되는 형상을 나타내고 있다.

• 창호형태에 따른 실내 유입풍량 분석

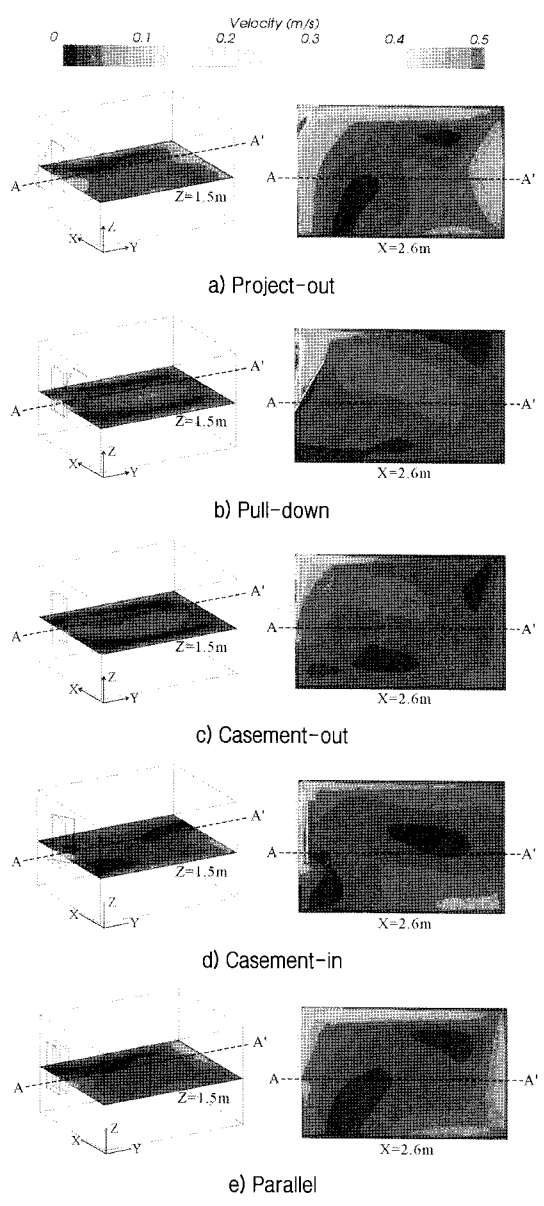
창호 개방방식에 따른 환기창의 유입풍량은 30° 개방한 상태에서 실제 창호가 차지하는 면적을 기준으로 해석하였다. 유입면적은 개방상태에서 창호 주변으로 유입될 수 있는 면적으로 창호의 장단 비율과 열리는 각도에 따라서 상이하다. 또한 실제 창문이 차지하는 면적보다 커질 수 있는데 외부공기의 유입시 개방방향에 따른 저항들을 고려하면



[그림 6] 해석 대상 환기창의 종류와 모델링

자연환기 계획을 위한 국내 초고층 공동주택 커튼월의 창호유형 사례분석 및 환기장 성능분석에 관한 연구

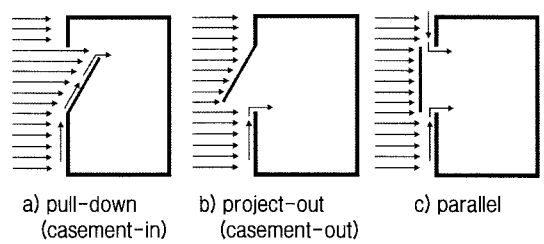
환기효율 증대에 영향을 미치는 것으로 판단된다. Single-sided 환기의 자연대류에 의한 보다 객관적인 환기효율을 분석하기 위하여 열적경계조건은 부여하지 않았기 때문에 해석된 유입풍량이 절대적인 수치가 될 수 없다. 따라서 창호 개방방식



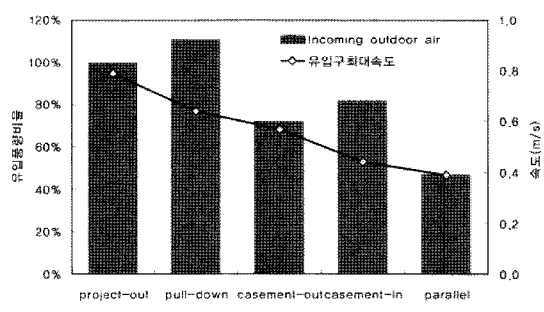
[그림 7] 창호의 중심 실내 평 단면 기류속도분포 (scalar)

에 따른 외부 유입풍량은 국내 사례조사에서 가장 많이 적용된 형식의 project-out 방식을 기준으로 하여 비율산정을 하였으며 추가적으로 통과하는 최대풍속을 산출하였다. 경계조건에서 어떠한 열적조건을 고려하지 않았기 때문에 CFD 시뮬레이션을 통하여 환기량의 절대수치를 도출할 수는 없었지만 각 환기창의 개방방식에 따른 상대적인 환기성능은 유추할 수 있었다. 자연환기 조건은 바람 방향이 창호의 직각방향에서 부는 것으로 가정하였으며 창호근처에서 나타나는 바람의 벡터는 여러 방향으로 나타날 수 있다.

그림 8에서는 창호의 직각방향과 수평방향의 벡터만 표현했지만 이 중에는 창호에 간섭되는 벡터도 있을 것이다. 따라서 pull-down과 casement-in 방식의 경우 project-out과 casement-out 방식에 비해서 외기가 실내로 유입되는데 저항을 덜 받아 실내 유입풍량이 크게 나타나는 것으로 해석되었다. 이러한 이유로 바람의 방향과 동일 방향으로 개방되는 창호에서 자연대류로 인해 효율적인 자연환기 효과를 얻을 수 있을 것으로 조사되었다.



[그림 8] 창호 종류에 따른 자연환기 유입방향



[그림 9] 창호 종류에 따른 실내 유입풍량 및 속도 비교



• 창호형태에 따른 자연환기성능 평가

시뮬레이션 결과 pull-down 방식과 casement-in 방식에서 유입풍량이 크게 나타나 실내방향으로 열린 방식이 실외 방향으로 열린 방식보다 더 큰 환기 효과를 보임을 알 수 있었다. project-out 방식과 pull-down 방식의 유입면적은 같지만 실내 유입풍량은 pull-down 방식이 더 크며, casement-out 방식과 casement-in 방식도 유입면적이 동일하지만 실내 유입풍량은 casement-in 방식이 더 크음을 알 수 있어 개방방향과 유입면적의 비교를 통하여 앞서 언급했던 내용을 다시 한 번 확인할 수 있었다. 또한 개방방향에 대해 project-out 방식과

casement-out 방식을 비교할 경우, 환기창 장단비 차이에 의해 casement-out 방식 보다는 유입면적이 더 큰 project-out 방식에서 더 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 같은 개방방향일 때는 유입면적이 더 큰 창에서 더 큰 환기효과를 확보할 수 있으며, 실내의 환기율은 창호의 개방 방향 및 유입 면적에 따라 그 차이가 있음을 알 수 있었다. 그러나 창호의 유입면적보다는 개방방향이 실내 환기에 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.

실제로 single-sided 환기기준으로 환기창의 성능을 비교하였기 때문에 유입되는 환기량은 크지 않았다. 따라서 실내의 기류 유동은 창호형태에 따라서 큰 차이를 보이지 않았고 바람의 방향을 창호면의 직각으로 설정하였기 때문에 바람이 불어오는 각도의 차이에 의해서 상호간의 유입풍량 및 속도, 기류분포에는 약간의 차이가 발생할 것으로 판단된다. 본 시뮬레이션 결과를 통해 기존에 연구된 창호방식별 유량계수와 연계하여 정의되지 않은 창호의 유량계수를 유추할 수 있는 기초 자료를 제공할 수 있었다.

• 창호형태에 따른 유량계수 도출

자연환기를 위한 적정 개구면적을 확보하기 위해서는 창호형태에 따른 각각의 유량계수를 고려하여 환기창의 면적을 반영해야한다. 기존문헌에서 기본적인 창호형태에 대한 유량계수는 제시되고 있으나 개방방향과 개방각도에 의해서 개략적으로 정의하고 있다. 따라서 본 장에서 CFD 시뮬레이션을 통해 도출된 각 창호방식별 유입면적비율을 기준으로 창호 형태별 유량계수를 제시하였다. project-out과 casement-out은 개방방향이 동일하므로 장단비만 같으면 동일한 성능을 확보할 것이며 pull-down과 casement-in도 상황은 같다. 4개의 환기창 형태는 기존문헌을 통해 도출이 가능하였다. 또한 sliding의 경우 창호 전체면적(Opening)의 50% 기준으로 적용하였다. parallel은 200 mm 개방한 상태에서 project-out과 casement-out의 유입비율을 비교한 시뮬레이션 결과를 기준으로 유추하였다. project-out과 casement-out은 동일한 유량계수를 갖는다고 가정하였기 때문에 장단비에 차이

<표 8> 창호개방방식에 따른 유량계수 도출

구분	형태	유량계수	비고		
Opening (창호크기)		0.65 - 0.70	-		
Sliding		0.33 - 0.35	일반 opening의 50%		
Parallel		0.20 - 0.30	200 mm 돌출개방		
Project-out Casement-out		θ 수직 수평	기존문헌 제시		
		15		0.25	0.18
		30		0.42	0.33
		45		0.52	0.44
		60		0.57	0.53
Pull-down Casement-in		15	0.30	0.18	
		30	0.45	0.34	
		45	0.56	0.46	
		60	0.63	0.55	
		90	0.67	0.63	
비고	방충망이 설치될 경우 각각의 유량계수에 0.62-0.70 비율 적용				

에 의해 달라지는 유입비율차를 범위로 설정하였다. 따라서 Project-out 대비 약 47%와 Casement-out 대비 약 65%로 유량계수는 0.20-0.30로 설정이 가능하였다. 본 장에서 정의된 창호방식별 유량계수는 향후 네트워크 환기 시뮬레이션을 통해 분석된 개구면적을 확보하기 위한 환기장치 면적을 산정하는데 중요한 요소가 된다.

결론 및 후속 연구 방향

본 연구는 궁극적으로 에너지 절약적으로 환경조절이 가능한 외피대안 도출을 위한 기초연구로 수행되었으며 국내 초고층 공동주택 커튼월의 창호유형 사례분석 및 환기장치 성능에 대한 관련요소를 분석하였다. 그 결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- (1) 서울, 수도권, 부산지역을 중심으로 25층 이상의 외피가 커튼월 형태로 구성된 초고층 공동주택 총 114개의 사례조사를 수행하였으며, 조사된 건물의 평균 높이는 35층이며 커튼월 형식은 멀리안 방식보다는 패널방식이 주를 이루고 있었다. 공법상으로는 전면 커튼월이 아닌 비전파트만 독립창으로 구성하는 방식인 punched window system(74%)이 주로 적용되었다.
- (2) 초고층 공동주택의 창호유형은 국내사례조사를 통해 수집된 데이터를 토대로 외피모양과 환기장치의 설치위치를 기준으로 ① 측면부 개방, ② 하부 개방, ③ 전면부 개방으로 구분하였고, 세부적으로는 대표성을 갖는 총 11개의 유형으로 분류가 가능하였다.
- (3) 조사된 데이터를 분석한 결과, 적용비율로 보면 측면부에 환기창이 위치한 Type D(27.8%)

와 C(23.5%)가 지배적이며 환기장치의 형태는 project-out(43%)이 가장 많이 적용되었다. 또한 환기장치 종류와 상관없이 환기장치면적비율은 21.3%로 낮은 비율을 차지하고 있었다.

- (4) 환기장치 형태 및 개방방식에 따른 환기성능과 기류유동을 분석하기 위하여 single-sided 환기 조건으로 CFD 수치해석을 진행한 결과, 동일 개방방향이 경우는 유입면적이 더 큰 창에서 더 큰 환기효과를 확보할 수 있으며, 실내의 환기율은 창호의 개방 방향 및 유입 면적에 따라 그 차이가 있음을 알 수 있었다. 그러나 창호의 유입면적보다는 개방방향이 실내 환기에 더 큰 영향을 주는 것으로 나타났다.
- (5) 또한 시뮬레이션 결과를 통해 기존에 연구된 창호방식별 유량계수와 연계하여 정의되지 않은 창호의 유량계수를 유추할 수 있는 기초 자료를 제공할 수 있었다.

사례조사의 내용과 환기장치 종류에 따른 유량계수 도출은 초고층 외피시스템 디자인을 위해 기초데이터로서 중요한 자료가 될 것으로 판단된다. 또한 초고층 건물에서의 창문의 개방면적의 비율에 따른 환기량의 변화를 예측하고 적정 환기회수 확보를 위한 개구면적 산정을 위해 네트워크 환기 시뮬레이션이 포함된 추가적인 후속 연구를 진행하고 있으며, 향후 분석된 데이터를 참고하여 환기효율을 증대할 수 있는 창호유형, 환기장치 형태와 위치를 복합적으로 검토하여 Prototype을 선정할 수 있을 것으로 예상된다.

※ 본 논문은 포스코건설의 “냉방에너지 절감형 초고층 주거건물 외피개발 연구용역”에 의해 수행되었습니다. 