

높이별 기상변화를 고려한 초고층 건축물의 외피종류별 냉난방 부하특성 분석

최종규*, 김양수**, 송두삼***

*성균관대학교 대학원 초고층장대교량과(ccckenny@naver.com),

**삼성물산 건설부문(your.kim@samsung.com),

***성균관대학교 건축공학과 교수(dssong@skku.edu)

Effect of the building envelope on heating and cooling load in super tall building considering the meteorological changes with height

Choi, Jong-Kyu*, Kim, Yang-Soo**, Doosam Song***

*Dept. of Mega buildings and bridges, Sungkyunkwan University(ccckenny@naver.com)

**Engineering and Construction Group, Samsung C&T(your.kim@samsung.com)

***Dept. of Architectural Eng., Sungkyunkwan University(dssong@skku.edu)

Abstract

Today, the number of super tall buildings are under construction or being planed in Middle East and Asian Countries. For example the burj Khalifa, the tallest building in the world, is completed in 2008 and the height of that is about 800m. Also, Lotte World Tower is under construction in Korea. External environmental conditions such as wind speed, air temperature, humidity and solar radiation around the super tall building differs according to the building height due to the vertical micro climate change. However, the meteorological information used for AC design of building is obtained typically from standard surface meterological station data(~2m above the ground).

In this paper the effect of the building envelope on heating and cooling load in super tall building considering the meteorological changes with height was analyzed with simulation method. As results of this research, the guideline to select the building envelop alternatives for super tall building will be suggested in this paper.

Keywords : 초고층건물(Super tall building), 라디오존데(Radiosonde), 난방부하(Heating load), 냉방부하(Cooling load), 외피설계(Building envelope design), TAS simulation (Thermal Analysis Software)

1. 서 론

국토해양부에 따르면 초고층으로 분류 할 수 있는 50층 이상의 건물이 국내에만 52개에 달하며(2010년 기준), 이에 따라 초고층 건물에 의한 에너지 소비량도 급격하게 증가하고 있는 추세이다. 초고층 건물 내에서 공

용부분의 에너지 소비량은 일반건물에 비해 2~3배 증가하는 양상을 보이고 있으며⁽¹⁾, 이는 초고층 건물의 수직 동선에 의해 공기유동량이 증가하고, 그에 따라 에너지 사용효율이 낮아지기 때문인 것으로 분석된다.

(1) 초고층 빌딩 'Lotte World Tower' 녹색기술 적용사례, 롯데건설 (주)기술연구원, 2011.12

표 2.1 국내 친환경 설계기준 비교

	공공기관 에너지이용합리화추진지침 (공공건물)	건축물에너지절약설계기준, EPI (공공건물 + 민간건물)
적용건물	<ul style="list-style-type: none"> - 건물에너지효율 2등급 이상 의무 (공동주택) - 건축물에너지효율1등급 의무 (업무시설) - 창면적비 50% 미만 의무 (청사) - EPI 74점 이상 의무 - 신재생에너지설비 설치 의무 - 친환경 건축물 인증 취득 의무 (10,000㎡ 이상) 	<ul style="list-style-type: none"> - EPI 점수 60점 이상 의무 (공공기관은 74점 이상 의무) - EPI 점수산정 기준 강화 - 외피의 평균열관류율 대폭 강화 - 외피의 평균열관류율 하한선 설정 - 창호의 기밀성능 하한선 설정 - 부위별(벽체, 창호 등) 최소 열관류율 강화
관련규정	<ul style="list-style-type: none"> - 공공기관에너지이용합리화추진 지침(국무총리지시) : 2010.03.24 공포 및 시행 - 공공기관 에너지이용 합리화추진에 관한규정 (지정부고시) : 2011.07.26 공포 및 시행 - 고효율에너지 기자재보급촉진에 관한규정 (지식경제부고시 제2011-203호) ; 2010.10.17 시행 	<ul style="list-style-type: none"> - 건축법 제 66조 - 건축물의 에너지절약설계기준 (국토부 고시) : 2010.12.31 공포 및 시행 - 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 : 2010.11.05 공포 및 시행 (단, 부위별 최소열관류율 기준은 2011.02.01 시행)

초고층 건물의 냉난방부하에 영향을 미치는 많은 요소 중 냉방부하의 경우 열획득>침기>창문 순으로, 난방부하의 경우 창문>침기>외벽 순으로 그 영향이 높은 것으로 나타난다.⁽²⁾

위와 같이 초고층 건물의 냉난방부하는 외피 성능의 영향을 가장 많이 받으며, 이에 따라 초고층 건물에 가장 많이 사용되는 커튼월 외피(창호)성능에 관한 분석이 요구되는 상황이다.

본 연구에서는 초고층 건물의 높이에 따른 적절한 외피(창호)설계를 위하여 관련 기준을 분석하고, 고층 건물에 주로 사용되는 17가지의 대상 창호를 선정하여 시뮬레이션을 진행하였다. 또한 결과값을 바탕으로 높이에 따른 적절한 창호우선순위를 선정하고, 각 높이별 우선고려 기상조건(열관류율, 태양열 취득율 등)에 관해 규명하였다.

시뮬레이션 프로그램은 TAS(Thermal Analysis Software)⁽³⁾를 사용하였으며, 대상 초고층 건물에 적용될 기상데이터는 라디오존데 데이

터(경기도 오산)를 활용하였다.⁽⁴⁾

2. 건물의 외피설계 관련 기준 분석

국제적 흐름에 발맞추어 국내에도 다양한 에너지 저감 관련 기준들이 마련되어 왔으며, 적용대상에 따라 크게 공공건물, 민간건물 영역으로 분류할 수 있다. (표2.1)

공공건물뿐만 아니라 최근 계획되고 있는 대부분의 건물들은 신재생에너지 사용, 에너지 저감형 설비와 계획 등을 의무화 하고 있다. 특히 국토해양부는 에너지 절약형 건축물 보급을 확대하기 위해 '건축물 에너지 절약설계기준'을 고시하였고, 에너지성능지표를 점수화하여 민간건축물의 경우 60점, 공공건축물의 경우 74 점 이상을 의무적으로 취득하도록 하였다.

표2.2 는 각 지역별, 건축물의 부위별 열관류율을 표로 나타낸 것으로 초고층 건물의 외피

표 2.2 지역별 건축물 부위의 열관류율표 (W/m²K)

			중부지역	남부지역	제주도
창/문	민간 ⁽⁵⁾ 건물	외기에 직접 면하는 경우	공동주택 2.10 이하	2.40 이하	3.10 이하
		외기에 간접 면하는 경우	공동주택 외 2.40 이하	2.70 이하	3.40 이하
	공공 ⁽⁶⁾ 건물	외기에 직접 면하는 경우	공동주택 2.80 이하	3.10 이하	3.70 이하
		외기에 간접 면하는 경우	공동주택 외 3.20 이하	3.70 이하	4.30 이하
			모든 건물 0.8 이하		

(2) 김희서, 신재생에너지를 활용한 초고층 건축물의 에너지 절약 기술, 한국태양에너지학회, 2011

(3) TAS Simulation : 1989년 영국에서 개발된 동적해석 프로그램. 건물부하량계산, 외피 및 차양설계, 기계설비 용량결정 등에 사용 열류와 기류의 커플링 해석 가능

(4) <http://weather.uwyo.edu/>

(5) 「건축물의 설비기준 등에 관한 규칙」 국토해양부령 제 306 호, 2010.11.5 일부개정

(6) 「혁신도시 공공청사 에너지 절약 설계 가이드라인」 국토해양부, 2010.01

표 3.1 라디오존데로 측정된 2009년 수직 주요기상 측정값 (오산지역, 월별 평균)

높이	1월			2월			3월			4월			5월			6월		
	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)
800~1000m	-7.0	50.4	7.7	-1.6	47.9	7.2	0.2	52.3	8.7	3.9	56.5	7.4	11.9	58.1	7.6	17.7	62.9	4.5
600~800m	-5.7	54.3	6.7	-0.9	55.5	6.0	1.7	54.6	7.8	5.2	54.5	6.6	13.4	58.7	6.7	19.2	61.2	4.0
400~600m	-4.1	54.0	5.3	0.3	60.9	4.7	3.2	55.8	6.5	6.6	55.4	5.4	14.6	59.1	5.3	20.5	61.1	3.2
200~400m	-2.3	53.6	3.2	1.5	65.1	3.4	4.6	57.4	4.9	8.0	57.6	4.0	15.7	62.1	3.7	21.6	62.4	2.4
0~200m	-3.2	67.7	2.1	1.9	74.0	2.1	5.4	64.2	3.4	9.1	62.7	2.7	17.0	68.0	2.1	23.2	68.7	1.6

높이	7월			8월			9월			10월			11월			12월		
	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)	기온 (°C)	습도 (%)	풍속 (m/s)
800~1000m	18.9	76.0	6.4	20.8	68.2	6.2	16.3	61.7	3.9	11.2	55.7	6.5	2.1	68.4	7.8	-4.7	54.7	8.6
600~800m	20.1	75.8	5.7	20.9	68.4	5.5	17.7	61.6	3.6	12.6	56.1	5.8	3.2	67.9	7.0	-4.1	59.9	7.8
400~600m	21.3	77.5	4.7	22.3	69.4	4.7	19.3	62.5	3.0	14.0	56.8	4.8	4.7	65.7	5.9	-2.8	60.6	6.2
200~400m	22.6	80.3	3.4	23.7	72.4	3.6	20.7	65.2	2.3	15.3	58.4	3.6	6.1	63.6	4.3	-1.4	60.4	4.3
0~200m	24.0	85.7	2.0	25.1	79.0	2.5	21.7	73.1	1.6	15.3	68.9	2.3	6.5	69.6	2.8	-1.0	69.0	2.4

설계 시 참고해야 한다. 특히 공공기관의 경우 창호의 열관류율을 0.8W/m²K 이하로 제시하며, 외피 성능을 더욱 강화하고 있는 추세이다.

3. 초고층 건물의 외피설계 시뮬레이션

초고층 건물의 수직적 외부환경 변화에 대해 분석한 선행연구로는 Peter G. Ellis 등이 현재 건설 중인 뉴욕의 Freedom Tower (70층 284m)를 대상으로 에너지 사용량을 검토한 바 있다.⁽⁷⁾ 연구에서는 초고층 건축물의 높이에 따라 변화하는 외부환경과 내부 공기유동을 반영하였으며, 라디오존데의 실측데이터를 근거로 하여 더욱 정확한 시뮬레이션을 진행하였다.

3.1 초고층건물 내·외부 수직공기환경 설정

적절한 외피(창호) 설계를 위해서는 건물의 외부 수직 공기환경을 설정하는 것이 중요하다. 본 연구에서는 상층부의 기상조건을 측정하는 라디오존데 데이터를 활용하여 외부기상조건을 설정하였으며, 내부 수직공기유동을 분석하기 위해 개구부, 엘리베이터, 계단실 등을 모델링하였다.

(7) Peter G. Ellis and Paul A. Torcellini, 2005, Simulating Tall Building using Energyplus, Building Simulation 2005, pp.279-286.

국내에는 속초, 오산, 광주, 제주, 포항, 백령도 등 총 6지점에서 라디오존데를 이용한 수직 기상데이터를 측정하고 있으며, 이 중 서울에서 가장 가까운 오산지역의 값을 본 연구에서는 활용하였다.

표3.1 은 라디오존데를 통해 측정된 2009년 오산지역의 기상데이터이며, 온도, 습도, 풍속의 월 평균 값을 200m 간격으로 1,000m 높이까지 5구간으로 나누어 나타내고 있다. 자료에 의하면 지상과 1000m 상공의 월별 평균기온은 3.7~5.5°C 줄어들었으며, 상대습도는 1.2~26.1% 줄어들었다. 또한 풍속은 지표면과의 마찰력이 감소함에 따라 2.3~6.2m/s 증가하였다.

3.2 기상변화를 고려한 시뮬레이션

표 3.2 는 일반건물과 초고층건물의 시뮬레이션 방법론의 차이점을 비교하였다.

표 3.2 초고층 특성을 반영한 건물부하 시뮬레이션

	일반 건물부하 시뮬레이션	초고층 건물부하 시뮬레이션
Weather Data	기상청 제공 데이터 이용	라디오존데 등을 이용한 수직 영역별 측정값
Simulation Modeling	각 층마다 독립된 모델링	수직 개구부 및 건물누기면적 값 입력
Results	각 층, 실별 분석	건물전체에 대한 해석을 수직으로 나누어 분석

3.3 대상건물 개요

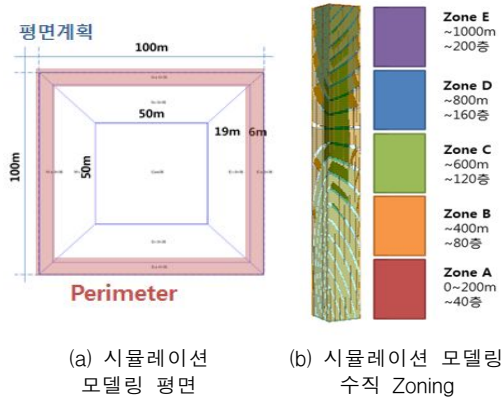


그림.1 시뮬레이션 모델링

초고층 건물의 냉난방부하 시뮬레이션을 위해 높이 1,000m, 200층 규모의 건물을 모델링하였으며, 40층 간격으로 5개의 수직 Zone을 나누어 건물전체를 대상으로 Whole Building Simulation 을 수행하였다.(그림.1)

평면은 총 3개의 Zone으로 나누었으며, Center Zone, Perimeter Zone, Interior Zone 으로 구성되어있다.

Perimeter Zone은 외부로부터 6m 이내로 설정했으며, 중앙 코어부분을 Center Zone, 그 외의 내부를 Interior Zone 으로 설정하였다. 층고는 5m, 공조공간은 층당 3.5m 로 설정하였으며, 용도는 오피스 공간으로 설정하였다. (표3.2)

표 3.3 대상 모델건물 개요

구분	내용	
높이	1,000m	
층수	200층	
기준층면적	Center Zone	2,500 m ²
	Perimeter Zone	554 m ² x 각 방위
	Interior Zone	1,308.5 m ² x 각 방위
연면적	2,000,000 m ² (오피스 면적 : 1,500,000 m ²)	
층고	5m / 공조 공간 3.5m	
용도	오피스	

(8) EDSL(Environmental Design Solution Limited) : 영국의 건물부하량 계산 전문 기업.

표 3.4 시뮬레이션 조건

조건	설정 값	
기상데이터	기상데이터(일사) + Radiosonde Data, Osan, 2009년(온도, 풍속, 습도, 풍향)	
위도	37.3	
경도	127.0	
Heating set point	22℃ , 40%	
Cooling set point	26℃ , 60%	
Heat gain	재실자	현열획득: 15[W/m ²] 잠열획득: 11[W]
	조명	Office: 12[W/m ²]
	장비	Office: 21.5[W/m ²]
침기량	0.5 ACH (외부풍속 3m/s기준)	
Cooling Schedule	9 a.m. ~ 8 p.m.	
Heating Schedule	8 a.m. ~ 8 p.m.	
냉난방 기간	01/01 ~ 12/31(Mon-Fri only)	
시뮬레이션 기간	365일, 8760시간	

3.4 시뮬레이션 입력조건

TAS 는 영국의 EDSL⁽⁸⁾社에서 개발한 동적해석 프로그램으로서 건물부하량계산, 기계설비 용량결정, 외피 및 차양설계 등에 사용되는 시뮬레이션 프로그램이다.

시뮬레이션에 이용된 조건은 표3.4, 표3.5와 같으며, 각 Zone 에 대하여 용도, 사용스케줄, 내부발열 등의 변수는 동일한 것으로 가정하였다. 기상조건은 라디오존데의 것을 기준으로 온도, 풍속, 습도, 풍향 등을 설정하되 일사에 관련된 자료는 라디오존데에 제공되지 않으므로 일사는 기상청의 서울지역 기상 데이터를 바탕으로 수정 입력하였다.

표 3.5 주요 구조체의 물성치

구성요소	재료명	두께 (mm)	열관류율 (W/m ² ℃)
Glazing	Low-E (6CL+12Air+6LE)	24	1.592 (SHGC : 0.319)
Frame	Metal/Thermal break	100	3.115
Opaque Wall	Al sheet/ Glass Wool	50	1.95
Internal Wall	Reinforced Concrete	500	2.5
Internal Floor	Reinforced Concrete/Air gap/Acoustic Tile	180	1.3

표 4.1 창호구성에 따른 냉난방부하 분석 시뮬레이션 케이스

No.	창호종류 및 특징	창호구성 (외부-내부)	가시광선(%)		태양열선(%)		차폐계수 (SC)	태양열 취득율 (SHGC)	열관류율 (W/m2K)	
			투과율	반사율	투과율	반사율				
국내 H社	1	투명 Low E(냉방)	6SKN163II+12A+6CL	59	15	26	29	0.37	0.32	1.59
	2	투명 Low E(난방)	6CL+12A+PLA113	76	12	49	22	0.7	0.61	1.74
	3	컬러 Low E(냉방)	6KNT140+12A+6CL	37	23	21	24	0.33	0.28	1.705
	4	컬러 Low E(난방)	6PLA513+12A+6CL	48	7	27	8	0.42	0.36	1.74
	5	삼중창호(냉방)	6KN165II+12A+6CL+12A+6CL	52	18	21	30	0.33	0.29	1.23
	6	삼중창호(난방)	6CL+12A+6CL+12A+6PLA113	66	17	37	21	0.61	0.53	1.32
	7	투명 LE_(냉방+Kr)	6KN165II+10Kr+6CL	58	18	32	27	0.44	0.38	0.98
	8	투명LE_(난방+Kr)	6CL+10Kr+PLA113	74	12	48	22	0.7	0.61	1.08
	9	삼중창호(냉방+Kr)	6SKN163II+10Kr+6Cl+12A+6CL	52	18	21	30	0.33	0.29	0.76
	10	삼중창호(난방+Kr)	6CL+12A+6CL+10Kr+6PLA113	66	17	39	21	0.59	0.52	0.91
	11	이중외피(냉방LE)	6SKN163II+12A+6CL	45	18	28	29	0.48	0.42	1.29
해외 V社	12	이중외피(난방LE)	6CL+12A+PLA113	58	14	43	25	0.67	0.58	1.34
	13	투명 Low E(냉방)	6VNE163+12A+6CL	62	10	24	36	0.33	0.29	1.57
	14	투명LE유리(냉방)	6VRE154+12A+6CL	47	32	37	39	0.35	0.3	1.66
	15	투명 Low E(난방)	6VE 1-85 + 12A+6CL	76	12	47	20	0.63	0.54	1.71
	16	컬러 Low E(냉방)	6VNE463+12A+6CL	37	8	14	20	0.24	0.21	1.6
	17	컬러 Low E(난방)	6VE4-85+12A+6CL0	45	10	28	22	0.64	0.56	1.73

4. 냉난방부하특성 분석 결과

4.1 대상 창호의 선정과 성능분석

표4.1은 국내외 초고층 건물에 널리 쓰이는 창호들의 특징과 구성, 성능을 비교한 것으로, 국내 H社⁽⁹⁾ 와 해외 V社⁽¹⁰⁾ 의 총 17가지 창호를 비교하였다. 각각의 창호는 앞의 표 2.2에서 언급한 열관류율 기준 중 민간부문에는 적합하지만 공공건물기준에는 한가지 창호(No.9)만 만족하는 것으로 나타났다.

대상유리는 Low-E 복층 유리 (No.1~4), Low-E 삼중유리(No.5~6), 크립톤 충전 복층유리 (No.7~8),

크립톤 충전 삼중 창호(No.9~10), 단일박스형 이중외피(No.11~12) 로 분류할 수 있다.

또한 국내 H社의 창호를 대상으로 적용사례를 조사한 결과, 초고층 건물뿐만 아니라 일반 커튼월 건물에도 널리 사용되는 것을 알 수 있다.(표4.2)

지상층 구역인 Zone A 에는 일사부하를 최소화 할 수 있는 냉방용 창호인 No.16 컬러Low-E 유리가 가장 적절한 것으로 나타났다. V社 의 컬러Low-E 창호를 사용할 경우 기준 case 인 투명Low-E 창호를 사용하는것에 비해 약 7%의 냉난방부하를 줄일 수 있는 것으로 나타났다.

중간층구역인 Zone C에는 국내H社의 삼중

표4.2 국내 H社 의 대상창호 적용사례

No.	창호종류 및 특징	적용 사례	No.	창호종류 및 특징	적용 사례
1	투명 Low E(냉방)	제주 해비치 호텔	7	투명LE_(냉방+Kr)	과천시립도서관
2	투명 Low E(난방)	타워팰리스 3차	8	투명LE_(난방+Kr)	분당 파크뷰 1
3	컬러 Low E(냉방)	대전종합정부청사	9	삼중창호(냉방+Kr)	인천국제공항
4	컬러 Low E(난방)	인천국제공항	10	삼중창호(난방+Kr)	대치동 동부센트르빌
5	삼중창호(냉방)	목동 아크로빌	11	이중외피(냉방LE)	싱가폴 역사 박물관
6	삼중창호(난방)	정동배재 주상복합	12	이중외피(난방LE)	무안공항

(9) Hanglass 社

(10) Veka 社

표 4.3 높이에 따른 Zone별 창호의 냉난방부하량 (kWh/m² year)

	창호종류 및 특징	heating			Cooling			Solar			Sum		
		A	C	E	A	C	E	A	C	E	A	C	E
1	투명 Low E(냉방)	10.3	37.6	69.1	70.5	48.7	34.3	49.6	49.6	49.6	80.9	86.3	103.4
2	투명 Low E(난방)	8.1	31.4	60.2	88.1	62.0	45.1	115.5	115.6	115.6	96.2	93.4	105.3
3	컬러 Low E(냉방)	11.0	39.3	71.6	68.3	46.9	32.7	40.0	40.0	40.0	79.3	86.3	104.3
4	컬러 Low E(난방)	8.9	34.0	64.2	81.5	56.6	40.6	85.2	85.2	85.2	90.3	90.6	104.8
5	삼중창호(냉방)	8.9	33.9	63.6	72.7	50.3	35.9	50.5	50.6	50.6	81.6	84.3	99.5
6	삼중창호(난방)	7.2	28.8	56.2	88.7	62.3	45.5	103.4	103.4	103.4	95.9	91.1	101.7
7	투명LE_(냉방+Kr)	7.3	29.6	57.3	78.5	54.6	39.6	61.9	61.9	61.9	85.7	84.1	96.8
8	투명LE_(난방+Kr)	6.0	25.0	50.5	95.8	67.7	50.0	115.5	115.5	115.5	101.9	92.7	100.5
9	삼중창호(냉방+Kr)	7.1	28.9	56.1	76.8	53.3	38.6	52.2	52.2	52.2	83.8	82.2	94.7
10	삼중창호(난방+Kr)	6.0	25.2	50.6	92.0	64.6	47.6	98.6	98.6	98.6	98.1	89.8	98.3
11	이중외피(냉방LE)	7.9	31.0	59.3	81.9	57.3	41.5	83.5	83.5	83.5	89.8	88.2	100.8
12	이중외피(난방LE)	6.9	27.8	54.7	92.2	65.1	47.8	116.4	116.4	116.4	99.2	92.9	102.5
13	V社 투명 LowE(냉방)	10.7	38.4	70.1	68.9	47.6	33.4	45.8	45.8	45.8	79.6	86.0	103.5
14	V社 투명LE유리(냉방)	10.8	38.7	70.6	69.3	47.9	33.5	48.7	48.7	48.7	80.1	86.6	104.2
15	V社 투명 Low E(난방)	8.4	33.3	61.6	85.9	58.0	43.7	108.7	96.1	108.7	94.3	91.3	105.3
16	V社 컬러 Low E(냉방)	11.6	40.6	73.3	65.7	44.9	31.0	27.1	27.1	27.1	77.2	85.5	104.3
17	V社 컬러 Low E(난방)	8.1	30.7	58.8	95.5	67.6	49.4	144.7	144.7	144.7	103.6	98.3	108.2

표 4.4 부하의 종류별 적합한 창호 우선순위

NO.	창호종류 및 특징	heating			Cooling			Solar			Sum		
		A	C	E	A	C	E	A	C	E	A	C	E
1	투명 Low E(냉방)	13	13	13	5	5	5	5	5	5	5	6	9
2	투명 Low E(난방)	8	9	9	12	12	12	14	15	15	13	16	15
3	컬러 Low E(냉방)	16	16	16	2	2	2	2	2	2	2	7	12
4	컬러 Low E(난방)	11	12	12	9	9	9	10	10	10	10	11	14
5	삼중창호(냉방)	12	11	11	6	6	6	6	6	6	6	3	4
6	삼중창호(난방)	5	4	5	13	13	13	12	13	12	12	12	7
7	투명LE_(냉방+Kr)	6	6	6	8	8	8	8	8	8	8	2	2
8	투명LE_(난방+Kr)	1	1	1	17	17	17	15	14	14	16	14	5
9	삼중창호(냉방+Kr)	4	5	4	7	7	7	7	7	7	7	1	1
10	삼중창호(난방+Kr)	2	2	2	14	14	14	11	12	11	14	10	3
11	이중외피(냉방LE)	7	8	8	10	10	10	9	9	9	9	9	6
12	이중외피(난방LE)	3	3	3	15	15	15	16	16	16	15	15	8
13	V社 투명LowE(냉방)	14	14	14	3	3	3	3	3	3	3	5	10
14	V社 투명LE유리(냉방)	15	15	15	4	4	4	4	4	4	4	8	11
15	V社 투명 LowE(난방)	10	10	10	11	11	11	13	11	13	11	13	16
16	V社 컬러 LowE(냉방)	17	17	17	1	1	1	1	1	1	1	4	13
17	V社 컬러 LowE(난방)	9	7	7	16	16	16	17	17	17	17	17	17

창호가 가장 적절한 것으로 나타났다. 이 유리는 냉방성능과 고단열 성능을 두루 갖춘 크립톤기체 충전의 Low-E 삼중창호로서, 일사부하를 줄이고 단열성능이 높은 것이 그 특징이다. 마지막으로 최상층구역인 Zone E에는 Zone C와 마찬가지로 No.9 창호가 가

장 적절한 것으로 나타났다. 난방부하의 증가로 인해 태양열 취득율(SHGC)⁽¹¹⁾ 보다는 삼중창호, 크립톤 충전 창호 등의 열관류율(U-value)⁽¹²⁾ 높은 창호들이 냉난방부하 절감성능이 좋은 것으로 나타났다. (표4.3)

표4.4는 창호구성에 따른 각 Zone별 냉난방부하 절감정도를 우선순위에 따라 정리한 것이다. No.9 창호인 국내 H社의 삼중창호

(11) SHGC(Solar Heat Gain Coefficient) : 일사유입의 척도
 (12) U-value(열관류율) : 단열효과를 측정하는 척도.

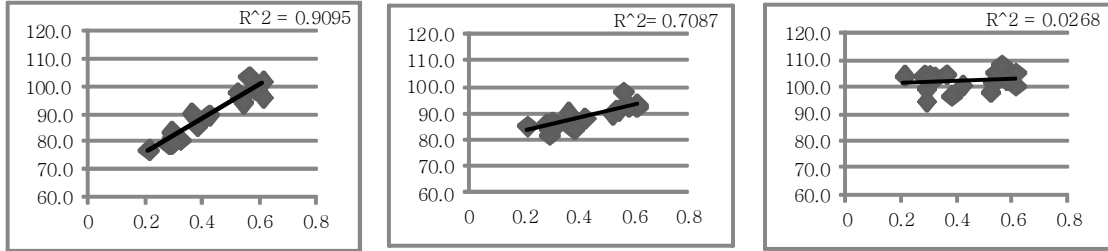


그림.2. SHGC(태양열취득률)과 창호성능지수와의 관계

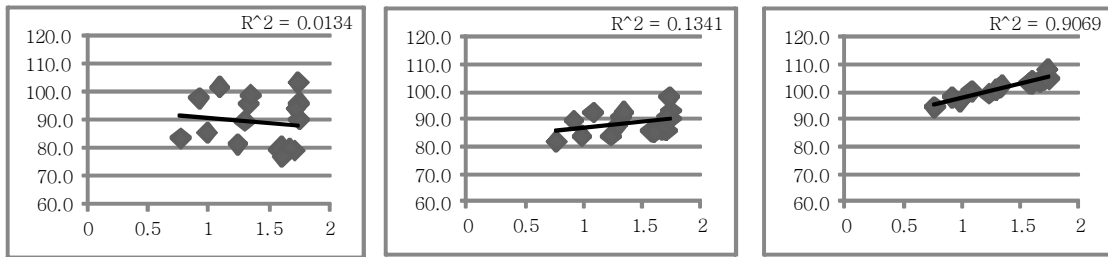


그림.3 U-value(열관류율)과 창호성능지수와의 관계

는 Zone A, C, E 모두에서 난방에 가장 적합한 것으로 나타났으며, No.16 번인 해외 V社의 컬러 Low-E 유리는 냉방과 복사의 측면에서 가장 우수한 것으로 분석되었다. 3가지 요소를 모두 고려하였을 때는 각 Zone 별로 상이한 결과를 확인할 수 있었다.

4.2 높이에 따른 영향인자 분석

그림.2 는 창호성능의 주요지표인 열관류율(U-value)과 태양열취득률(SHGC)에 대한 각 Zone 별 냉난방부하 상관관계를 나타낸 것이다.

Zone A 에서는 SHGC 와 냉난방부하의 상관관계가 높은 것으로 나타났지만 열관류율과는 그 관계 적은 것으로 도출되었다. 반대로 Zone E에서는 열관류율과는 냉난방 부하량이 깊은 관계를 가지는 것으로 나타나지만 SHGC의 영향을 많이 받지 않는 것으로 나타났다.

이를 통해 초고층 건물의 창호를 설계할 때 높이에 따라 냉난방부하에 영향을 미치는 주요 요소가 상이하다는 것을 알 수 있으며, 이

(12) 김양수, 초고층건물의 특성을 고려한 에너지절감형 외피시스템 계획 가이드라인의 작성, 2010

를 우선적으로 고려한 외피설계가 이루어져야 한다. 아래의 표 4.4는 높이에 따른 창호 설계 가이드라인⁽¹²⁾과 시뮬레이션에 의해 분석된 냉난방부하 저감효과를 정리한 것이다.

5. 결론

용산역세권 개발사업, 인천국제도시개발 등 국내에도 많은 초고층 건물이 들어설 예정에 있으며, 이에 따라 초고층 건물의 에너지 소비량 저감대책이 절실하다. 하지만 국내에 건설이 예상되는 초고층 건물의 숫자에 비해 관련 기준이나 연구는 매우 미흡하다.

표 4.5 높이에 따른 외피설계 가이드라인

구분	내용
Zone E (800~100m) (고층부)	U-value 을 우선고려(난방) 삼중창호, Argon,Krypton 기체충진창호 기대부하절감효과 : 10%내외
Zone C (400~600m) (중층부)	U-value, SHGC 모두 고려(냉난방) 삼중창호 등 사용 기대부하절감효과 : 10%내외
Zone A (0~200m) (저층부)	SHGC 우선고려(냉방) 컬러 복층 Low-E 유리 등 사용 -기대부하절감효과 : 5%내외

건축물의 외피설계는 에너지 저감을 위한 가장 기본적이고, 중요한 단계이며 본 연구에서는 이를 위한 초석을 마련하였다.

초고층 건물의 높이에 따른 적절한 외피설계는 건물의 냉난방부하를 저감시킬 뿐만 아니라 실내 공기질에도 많은 영향을 미쳐 재실자들의 쾌적성을 높일 수 있을 것이다.

향후 이와 같은 연구가 더욱 활성화 되어 국내뿐만 아니라 국제적 기준이 마련되어야 할 것이다.

후 기

본 연구는 한국연구재단을 통해 교육과학기술부의 「세계수준의 연구중심대학(WCU)육성사업」의 지원을 받아 수행되었음.(R332011000100270)

참 고 문 헌

1. 김양수, 초고층건물의 특성을 고려한 에너지절감형 외피시스템 계획 가이드라인의 작성, 성균관대학교, 2011
2. 황장승 외, 건물에너지 시뮬레이션을 활용한 사무소건물의 에너지성능평가, 한국친환경설비학회, 한국친환경설비학회 추계학술발표대회, 2009.
3. 임태섭 외, 업무용 건축물의 일사부하 저감을 통한 실내 온열환경 개선에 관한 연구, 대한건축학회, 대한건축학회 논문집 제 26권 제 10호. 2010
4. 이범열, 초고층 건물의 에너지 절약적 구조방식에 관한 연구, 포스코엔지니어링 기술보 제 27권 제 1호
5. 이종현 외, 초고층빌딩의 전력망연동을 통한 에너지 절감방법, 대한전기학회, 대한전기학회 하계학술대회 논문집, 2010.
6. 김희서, 신재생에너지를 활용한 초고층 건축물의 에너지 절약 기술-BIPV를 중심으로-, 한국태양에너지학회, 한국태양에너지학회지 제10권 제1호, 2011.

7. Narie Foster, Samuel Luff, Danielle Visco, "Green Skyscrapers-what is being built, and why?", A report for CRP 3840: Green Cities, 2008.
8. N.P.Gao, J.L.Niu, M.Perino and P.Heiselberg, The airborne transmission of infection between flats in high-rise residential buildings: Particle simulation, Building and Environment, Volume 83, Issue2, 2009.
9. ASHRAE FUNDAMENTAL, ASHRAE, 2009,
10. TAS simulation, EDSL