

주거시설의 커튼월입면을 고려한 친환경 건축물 인증제도 개선방향 연구

김 철*, 모지선**, 김공숙***, 김병선****

*연세대학교 건축공학과(geine82@yonsei.ac.kr),
**연세대학교 건축공학과(mojisun@yonsei.ac.kr),
***연세대학교 건축공학과(gs6740@hanmail.net),
****연세대학교 건축공학과 교수(sean@yonsei.ac.kr)

A Study of Green Building Certification Criteria for Advanced Design in Curtainwall of Residential Buildings

Kim, Chul*, Mo, Jisun**, Kim, Kongsook***, Kim, Byungseon****

*Dept. of Architecture, Yonsei University(geine82@yonsei.ac.kr),
**Dept. of Architecture, Yonsei University(mojisun@yonsei.ac.kr),
***Dept. of Architecture, Yonsei University(gs6740@hanmail.net),
****Dept. of Architecture, Yonsei University(sean@yonsei.ac.kr)

Abstract

Recently, curtainwall is built according to expand residential-commercial complex and high-raised buildings in residential buildings. It is that curtainwall has advantage to provide for the building occupants a connection between indoor spaces and the outdoors through the introduction of daylight and views into the regularly occupied areas of the building. These buildings also make a result increasing the amount used energy in domestic residence. Therefore, Aims of this study is to suggest advanced design through analysis of daylight, energy and envelope elements in GBCC and glazing simulation depended on case studies.

Keywords : 일사부하(Daylight loads), 친환경건축물인증제도(Green Building Certification Criteria),
친환경(Environmental-Friendly), 창호시스템(Window Glazing), 커튼월(Curtainwall)

1. 서 론

건축물의 외피설계에서 가장 중요한 디자인 요소인 창호는 개방성, 조망성 등과 외장

적인 효과를 위해 그 면적이 증가하고 있는 추세이다. 특히 초고층 건축물일 경우에 외벽에 커튼월 유리구조가 많이 선호되고 있다. 하지만 이는 에너지 절약 측면에서 많은 문제점이 제기되고 있다. 그 중 하절기에 실

내에 도입되는 일사량을 증가시키고, 결과적으로 냉방에너지 소비량을 증가시키는 원인으로 작용하고 있다.(하대웅 외, 2008) 이에 따라 서울시는 2008년 6월부터 커튼월 형식의 아파트를 엄격히 제한하기 위해 벽면유리를 60%이하로 제한하는 심의기준을 마련해 시행하고 있다. 그러나 2002년부터 보급되어 온 국내의 친환경인증제도(이하 GBCC)에서는 건물 에너지 절약규정에 의한 건물의 주어진 면적당 에너지 소요량 기준이나 건물에서 외피의 성능에 대해 요구되는 기준이 명시되어 있지 않다. 이에 본 연구에서는 시뮬레이션을 통해 건물 외벽의 창호성능에 따른 건물 에너지 소비량을 분석하고, GBCC의 건축물의 입면구성 중 에너지부분의 평가항목에 대한 방향을 제시하고자 한다. 그리하여 현재 국내 초고층 주거시설이 친환경적 관점에서 문제점과 개선방향을 제시하여 향후 개발의 지침이 되고자 한다.

2. 연구목적과 방법

2.1 연구목적

본 연구는 기존의 GBCC 에너지평가항목인 EPI의 기준이 현재 신축되는 커튼월 입면구조와 같이 창호의 비율이 높은 건축물에서 이루어지는 부하에 대한 고려가 필요하다는 것과 이를 창호성능의 개선을 통해 에너지효율을 높일 수 있으며, 제도의 개선이 가능하다는 것을 입증하고자 한다. 이를위해 현재 신축중인 건축물을 대상으로 부하요인을 분석하여 건물의 부하절감 가능성과 추후 제도 개선의 필요성을 제시하는데 그 목적이 있다.

2.2 연구방법

현재 GBCC의 에너지부분 평가항목을 분석하고 이를 LEED-NC 2.2의 에너지항목과 비교하여 현재제의 문제점을 제기하였다. 또한 현재 신축중인 건축물의 커튼월 창호성능

에 대한 분석을 통해 창호성능개선시 에너지

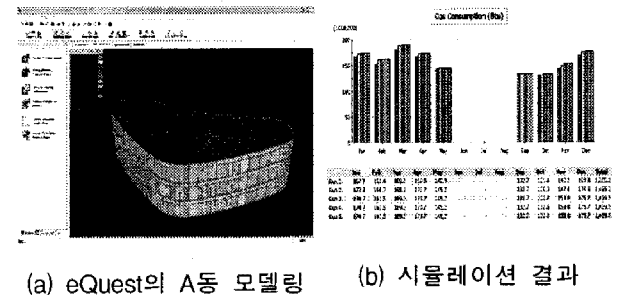


그림 1. eQuest 시뮬레이션 적용사례 성능개선 효과가 있으며, 이를 반영한 에너지 부분의 평가항목의 성능기준의 개선의 필요성을 제기하였다.

3. 건축물 성능인증제도 고찰

국내에서는 건축분야에서 환경과 에너지를 해결하기 위한 대안으로 그린빌딩의 개념이 도입되었다. 이에 따라 보급된 GBCC는 보급 이래 국내에 친환경 건축물에 대한 인식의 확산에 기여하였으나 기준이나 세부사항에 있어서는 개선사항이 꾸준히 제시되어 왔다.

표 4. GBCC and LEED-NC 2.2 에너지항목

제도	항목	주택1 ¹⁾	주택2 ²⁾
GBCC	외벽의 열관류율(W/m ² ·K)	28	25
	외단열 공법 채택	6	6
	기밀성 창호 설치(m ² /hm ²)	6	6
	자연채광용 개구부, 창의 설치	1	1
제도	항목	Credit	
LEED NC 2.2	Optimize energy performance	1-10point	
	On-Site renewable energy	1-3point	
	Commissioning	1point	
	Refrigerant management	1point	
	Measure & Verification	1point	
	Green Power	1point	

국내 친환경 건축물 인증제도의 에너지기준은 EPI의 기준에 따르고 있다. EPI의 성능

1) 난방(개별난방, 중앙집중식 난방, 지역난방)적용 공동주택
2) 주택1+중앙집중식 난방적용 공동주택

은 GBCC의 에너지 소비량 평가점수는 100 점 만점의 에너지 성능지표 검토서 (EPI, Energy Performance Index)의 평점 합계로 계산³⁾하게 되며 최소 60점 이상이어야 한다. 그 중 건축부문에서 외피관련부분은 벽체의 열관류와 단열, 기밀성, 채광 등에 중점을 두고 있다. 이는 건축물성능의 인증에 있어 전체적인 성능개선보다 국소적인 요소별 성능만을 제시하여 건물의 전반적인 성능에 대한 입증에는 다소 부족한 부분이 있다.

이는 최근 급속히 확산되는 커튼월 구조의 창호성능에 EPI의 설계변동에 따른 건축물 성능과 부하에 대한 반영이 미흡함을 보여준다. 이와 비교하여 미국의 친환경 건축물 인증제도인 LEED-NC 2.2의 에너지 기준의 경우는 건축물 전체의 에너지사용량을 비용으로 환산하여 전체적인 사용비율의 감소를 요구하고 있다. 이는 건축물 전체의 성능에 대한 요구사항으로 건축부문에서 일부성능지표만을 요구하는 EPI와 이를 사용하는 국내 친환경 건축물 인증제도와 비교할 때 커튼월 구조 등에 따라 변화하는 에너지성능에 대한 보다 개선된 기준이 필요함을 의미한다.

4. 사례건축물의 부하요소 분석

본 연구에서는 창호성능에 따른 부하변동을 검증하기 위해 신축중인 DeH 건축단지의 주거 건물을 중심으로 선정하여 사례별 시뮬레이션 분석을 진행하였고, 이를 바탕으로 창호성능개선에 따른 부하변동과 개선가능성을 분석하였다. 시뮬레이션에는 eQuest 3-6을 이용하여 부하요소별 분석을 진행하였다.

4.1 시뮬레이션 프로세스

건물의 냉난방부하를 도출하기 위한 에너지 시뮬레이션은 다음의 과정을 거쳐서 이루

어진다.

(1) 건물의 모델링

CAD도면을 바탕으로 건물의 향, 형태에 대한 정보를 입력하였다.

(2) 재료의 물성치 입력

재료데이터는 사례건물의 구성하는 재료의 물성치에 관련된 정보를 입력하였다. 재료의 열전도율, 비열, 비중 등의 물성치와 유리의 특성에 대한 재료를 입력하였다.

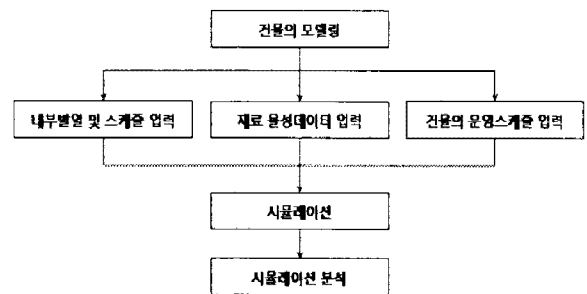


그림 1. eQuest Simulation Process

(3) 내부발열 및 스케줄 입력

건물의 내부s발열요소로서 인체발열은 현열부하 131W/person (250Btu/h-person)과 잠열부하 45W/person(155Btu/h-person)를 입력하였으며, 건물의 재실밀도는 세대당 4인으로 설정하였고, 조명발열은 주거건물 기준인 5.43W/m²(0.5W/ft²), 기기발열은 7.01W/m²(0.645W/ft²)값을 적용하였다. 이에 관련된 스케줄은 ASHRAE STANDARD 90.1을 기준에 따라 적용하였다.

(4) 건물의 운영스케줄

건물의 냉난방 기간은 냉방의 경우 6월~9월로 난방의 경우 11월~2월로 설정하였으며, 냉난방 설정온도는 냉방의 경우에는 26℃, 난방의 경우에는 23℃로 설정하였다. (환기 횟수는 0.7회/h로 고정하였다.)

(5) 시뮬레이션

건물이 건립중인 서울지역의 표준기상데이터를 이용하여 시뮬레이션을 실시한다.

(6) 시뮬레이션 분석

시뮬레이션 결과를 바탕으로 일사부하와 그 요소들을 분석하여 결론을 도출하였다.

3) 에너지 소비량 평가점수 = 12×(에너지성능지표검토서의 평점 합계-60)÷25

4.2 대상건축물 개요

시뮬레이션의 대상건축물은 서울시내에 위치한 주거, 상업, 오피스 등의 단지로서 현재 공사가 진행 중이다. 본 연구에는 주거동을 중심으로 분석을 진행하였다. 대상건축물의 건축개요는 다음과 같다.

표 1. 대상건축물 건축개요

Building	DeH
Site	SungDong, Seoul
Type	Residential, Office, Commercial Complex
Site Area	18315.00m ²
Building Area	A(residential)-330.833m ² , D(residential)-330.799m ²
Size	51storied above ground
Facing	Curtain wall, Reflectance Glazing (6TE-15 +12A + 6CL)

4.3 대상건축물의 부하요소별 분석

단지 내의 공동주택인 A동과 B동은 커튼 월 외피를 가지며 각각 한 층에 2개의 단위 세대로 구성되어 있다. 이중 부하가 더 많이 발생하는 공동주택 A동을 선택, 기준층 2세대(공조구간) 및 코어부분(비공조구간)을 중심으로 51개층의 모델링을 실시하였다. 기준층의 경우에는 설계도면을 바탕으로 각 세대 별로 존을 나누었다. 존의 경우에는 각 세대는 공조구간 그리고 건물 내의 코어 부분은 비공조구간으로 설정을 하였다.

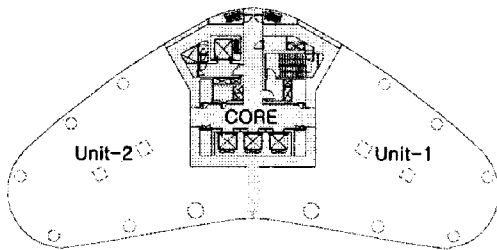


그림 2. 공동주택 A동 기준층 Zone 설정

표 2. 세대별 면적 및 체적산정

구 분	UNIT-1	UNIT-2
바닥면적 (m ²)	325 m ²	325 m ²
천장고 (m)	2.9 m	2.9 m
체적 (m ³)	942.4 m ³	942.4 m ³

4.4 대상건축물의 부하요소별 분석

연간 건물의 냉난방부하량에 대하여 분석한 결과, 냉방부하량이 1991.8kWh, 난방부하량이 -1317.1kWh로 냉방부하가 난방부하에 비해 약 1.5배가량 높은 수치를 나타내고 있다. 또한 피크부하시 부하요소를 분석하면 냉방부하에 가장 영향을 많이 미치는 요소는 창호전도와 일사이며, 난방부하에 가장 큰 영향을 미치는 요소는 침기와 창호를 통한 전도로 나타났다.

표 3. 단위세대(30세대)의 피크부하요소

구 분	Cooling Loads		Heating Loads
	현열부하 (kW)	잠열부하 (kW)	현열부하 (kW)
WALL CONDUCTION	80.15	0	-123.59
ROOF CONDUCTION	0	0	0
WINDOWGLASS +FRM COND	708.78	0	-602.54
WINDOW GLASS SOLAR	331.17	0	41.96
OCCUPANTS TO SPACE	21.95	16.676	9.66
LIGHT TO SPACE	1.26	0	5.46
EQUIPMENT TO SPACE	171.02	0	88.64
INFILTRATION	230.81	460.252	-1325.39
TOTAL	1545.14	476.929	-1905.80
TOTAL LOAD (kW)	2022.07		-1905.80
TOTAL LOAD/AREA(W/m ²)	60.98		57.48

따라서 최근 개발되는 주상복합 건축물이 건축물의 체적에 대한 높은 유리입면비(S/V ratio)를 갖고 있는 것을 볼 때, 창호에 의한 냉방부하가 크게 나타나고 있음을 확인할 수 있으며, 이는 창호성능에 대한 개선의 필요성을 나타낸다. 하지만 현재의 커튼월구조에서 단순히 창문면적만을 줄이는 것은 어려우므로 이와같은 상황에서 기존의 설계조건을 만족시키면서 창호성능의 향상을 통한 친환경적인 대안이 요구된다고 볼 수 있다.

5. 창호유형에 따른 성능분석

기존의 건축물들의 유리입면구성이 늘어나는 현 추세에서 입면에 대한 구성을 유지하면서, 한편으로는 성능을 개선하여 건축물의 일사부하에 대한 부담을 줄이고 환경적으로 개선될 수 있는 방안을 고려하였다.

5.1 대안별 창호구성

본 연구에서는 건축물의 부하에 대한 성능 개선을 위해 커튼월의 창호구성을 6가지 경우로 분석을 진행하였다. 열적성능이 고려된 Low-e유리 및 반사 Low-e유리를 적용하여 사물레이션 분석을 진행하였으며, 적용유리의 성능은 Hanglass의 창호데이터를 사용하였다.

표 5. 창호의 유리구성조건

Case	적용유리	유리구성
1	반사유리	6TE-15 +12A + 6CL
2	저반사유리	6PTS-30 +12A + 6CL
3	2복층 Low-E 유리	6GN + 12A(Air) + 5LT-85
4	저반사 2복층 Low-E 유리	6KSN70 H/S + 12A(Arg) + 6CL H/S
5	저반사 2복층 Low-E 유리	6KSN70 H/S + 12A(Arg) + 6CL H/S
6	저반사 3복층 Low-E 유리	6KSN70 + 17.5A + 5CL + 17.5A(Air) + 6LE-79

5.2 창호구성에 따른 부하량의 변동

해당 공동주택의 경우 곡선으로 이루어진 고층 건물로서 향마다 창의 면적비가 다르게 나타난다. 따라서 각 세대별에 따른 냉난방에 대한 냉난방부하 계산 및 세대별 냉난방비의 분석이 필요하다. 이를 위하여 세대별 연간 냉난방 부하계산 후 단위면적당 연간 냉난방 부하를 계산하였다. 각 대안별로 단위면적당 냉난방부하를 계산하였다. 표6을 보면, 반사유리와 저반사유리를 적용한 Case1 과 Case2 의 경우에는 단위면적당 각각 67.2kWh/m² 와 80.2kWh/m² 의 냉방부하가 발생하는 것으로 분석되었다.

표 6. 창호구성에 따른 세대별 연간 냉방부하⁴⁾

구분	냉방 부하	연간 냉방부하	단위 면적	단위면적당 연간 냉방부하	평균 부하
Case1	Unit-1	24080.2	325.0	74.1	67.2
	Unit-2	19638.3	325.1	60.4	
Case2	Unit-1	28716.6	325.0	88.4	80.2
	Unit-2	23412.5	325.1	72.0	
Case3	Unit-1	33949.0	325.0	104.4	94.7
	Unit-2	27630.2	325.1	85.0	
Case4	Unit-1	31684.4	325.0	97.5	88.4
	Unit-2	25765.0	325.1	79.3	
Case5	Unit-1	31572.5	325.0	97.1	88.0
	Unit-2	25651.0	325.1	78.9	
Case6	Unit-1	28433.9	325.0	87.5	79.1
	Unit-2	23020.4	325.1	70.8	

표 7. 창호구성에 따른 세대별 연간 난방부하

구분	난방 부하	연간 난방부하	단위 면적	단위면적당 연간 난방부하	평균 부하
Case1	Unit-1	-12118.5	325.0	-37.3	-39.5
	Unit-2	-13543.3	325.0	-41.7	
Case2	Unit-1	-12040.2	325.0	-37.0	-39.1
	Unit-2	-13400.1	325.0	-41.2	
Case3	Unit-1	-8789.4	325.0	-27.0	-28.6
	Unit-2	-9780.6	325.0	-30.1	
Case4	Unit-1	-8876.1	325.0	-27.3	-28.9
	Unit-2	-9906.9	325.0	-30.5	
Case5	Unit-1	-7891.1	325.0	-24.3	-25.7
	Unit-2	-8823.1	325.0	-27.1	
Case6	Unit-1	-6583.4	325.0	-20.3	-21.5
	Unit-2	-7393.6	325.0	-22.7	

이에 반해 2복층 투명 Low-e유리를 적용시킨 Case3의 경우 94.7kWh/m²으로 나타나 6개의 창호대안 중 가장 높은 냉방부하수치를 보여주고 있어, 설치를 피해야 하는 것으로 나타났다. 저반사Low-e유리에 공기층을 적용한 Case4 와 저반사Low-e유리에 아르곤층을 적용한 Case5 의 경우 단위면적당 각각 냉방부하량이 88.4kWh/m², 88.0kWh/m²으로 큰 효과는 기대할 수 없을 것으로 판단되었다. 외측 저반사 유리 와 내측 로이유리

4) 연간 냉난방부하의 단위는 kWh/yr, 단위면적 단위는 m², 단위면적당 연간 냉난방부하 단위는 kWh/m²-yr 이다.

를 사용하여 만든 저반사 3복층Low-e 유리의 경우, 실질적으로 적용할 수 있는 Case중 가장 낮은 냉방부하를 보여주고 있으며, 난방의 측면에서도 우수한 성능을 보여주었다.

5.3 소결

창호시스템의 경제성과 규제 등을 고려할 때, 반사율을 낮춘 저반사 2복층 Low-e 유리를 사용도 에너지성능개선에 효과를 볼 수 있을 것이라 예측된다. 여름철 냉방부하와 겨울철 실내 온열환경을 고려하여, 저반사 3복층 Low-e유리와 실외측 내표면에 Low-e 코팅된 이중유리와 같은 동일입면 구성시 일사부하에 대한 고려가 이루어진 창호의 구성이 이루어져야 할 것으로 보인다.

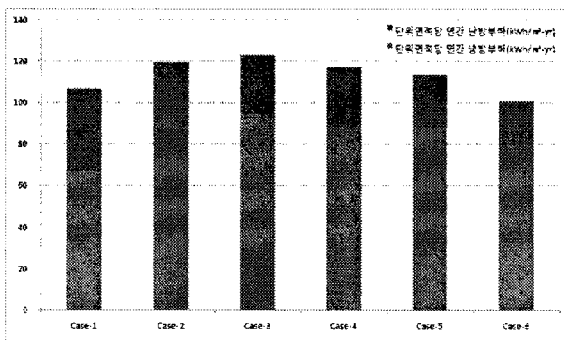


그림 3. 창호 Case에 따른 세대평균 연간 냉방부하량 (kWh/m²-yr)

이것은 현재 GBCC를 볼 때, 반드시 일사와 전도에 의한 부분이 고려되어야 될 사항이며 동시에 창호성능을 통해 개선가능한 사항임을 입증하여 준다.

6. 결론

최근 몇 년간 국내에서는 커튼월구조가 초고층 주거시설을 중심으로 급속도로 확산되어 왔다. 더욱이 유리입면에 대한 구성비가 높아지면서, 늘어난 일사로 인한 냉방에 사용하는 비용 또한 급격히 증가하였다. 이는 건물의 성능저하와 함께, 거주자의 만족도를 저하시키는 결과를 발생시킬 우려가 있다. 따라서 본 연구에서는 GBCC 상에서 건물의 창호구성에 따른 일사와 부하변동사항들을

점검하고 실제 건물에 대한 시뮬레이션을 통해, 창호구성에 따른 성능변화와 개선안에 대해 제시하고자 하였다.

(1) 현재 국내 GBCC의 에너지 성능기준인 EPI는 설계변동에 따른 건축물 성능과 부하에 대한 반영이 적절히 반영하지 못하고 있다. 이는 LEED-NC 2.2와 비교할 때, 건축물 전체의 에너지성능에 대한 요구를 통해, 일부성능지표만을 요구하는 EPI와 국내 친환경 건축물 인증제도에서 커튼월 구조 등에 따라 일어날 수 있는 건물의 성능저하를 예방할 수 있다고 보여진다.

(2) 현재 신축중인 건물을 대상으로 창호성능을 분석한 결과 창호조건에 따라 단위면적당 발생하는 평균부하에서 상당한 에너지소비량의 차이가 발생하였다. 냉난방모두를 고려할 때, 최적화된 설계를 할 경우 최고치 대비 18%의 에너지 절감이 가능한 것으로 나타났다. 이는 창호성능개선을 통해 건물의 에너지개선효과가 크다는 것을 의미하며, 친환경건축물 인증제도에서 이에 대한 제도적인 개선에 필요성을 입증하여 준다.

본 연구에서는 현재 커튼월 구조의 부하요소분석을 통해 일사와 전도에 의한 창호의 냉난방부하의 증감을 분석하고 적절한 창호의 설계시 개선효과가 있음을 입증하였다. 나아가 GBCC에서 에너지성능기준(EPI)에서 기준의 미비함에 대한 개선방향을 제시하였다. 하지만 본 연구는 실질적인 검증단계가 필요하고 인증제도 역시 추가적인 검토가 필요하다라는 점에서 후속연구의 필요성이 제기된다.

참 고 문 헌

1. 김정윤 외, 커튼월 사무소용 건물에서 실내발열이 냉난방 부하에 미치는 영향, 대한설비공학회 논문집, pp.925~930.
2. 하대응 외, 건물 외피 창호면적 변화에 따른 에너지 소비량에 관한 연구, 대한설비공학회 논문집, pp.857~862