

# 일사부하를 고려한 오피스빌딩의 외피구성 방안

■ 김 병 선 / 연세대학교 건축공학과, sean@yonsei.ac.kr

국내 오피스빌딩의 리노베이션 사례를 통해 커튼월 구조의 일사부하로 인한 문제점과 구성방안에 대해서 논의하고자 한다.

본고에서는 오피스빌딩의 커튼월 구조에서 여름철에 발생하는 일사부하로 인한 문제점과 구성방안을 살펴봄으로서 향후 국내 오피스빌딩 설계에 참고가 되고자 한다.

## 개 요

2008년 6월 서울특별시 건축위원회는 공동주택 심의기준을 개선안을 발표하였다. 개정된 심의기준은 에너지, 디자인, 조명기준에 대한 강화를 주요 골자로 하고 있으며, 여기서 주목할 점은 공동주택에서 벽면율 40% 이상을 확보할 것을 명시한 점이다. 이는 최근 공동주택으로 확산된 유리입면 커튼월로 인한 과도한 냉방에너지 낭비를 규제하기 위한 것으로, 이는 여름철 복사열이 실내로 유입되어 연간 냉방비용이 난방비의 2 ~ 3배 이상으로 소요되는 실태에 대해 서울시가 규제에 나선 것으로 풀이된다. 하지만 이것은 비단 공동주택의 문제로 그치지 않는다. 현재 국내에서 시공된 오피스빌딩의 대다수는 유리입면 커튼월로 구성되고 있으며, 늘어난 창면적비와 미흡한 차양장치로 인한 여름철 일사로 각종 피해가 발생하고 있다. 일사문제를 사례 중심으로 분석하면 다음과 같다.

## 사례분석

건축물의 외피상에서 커튼월 구조가 나타내는 가장 큰 특징은 유리 창면적의 증가이다. 증가된 창면적은 건물 외피의 단열성능을 저하시키고, 여름철 일사부하 증가와 광해를 유발한다. 사례는 일사부하가 오피스빌딩에 미치는 영향을 분석하기 위

한 것으로 서울에 위치한 P빌딩과 C빌딩의 리노베이션 전후에 일사부하가 여름철 냉방부하에 미치는 영향을 시뮬레이션 분석한 것이다.

## 건축개요 및 입력조건

분석대상인 P빌딩과 C빌딩은 서울에 위치한 업무시설로서 R.C조 구조물이다. P빌딩은 지하 2층, 지상 22층 규모로 리노베이션 전 외피구성은 반사유리를 이용한 알루미늄 커튼월구조를 이루고 있었으며, 리노베이션 후 컬러복층유리를 이용한 커튼월구조로 변경되었다.

C빌딩은 지하 4층, 지상 12층 규모로 리노베이션 전후에 창호구성은 동일하지만 건물의 용도가 상업용 백화점에서 사무용으로 변경되면서 내부 재실밀도가 0.23 인/m<sup>2</sup>에서 0.09 인/m<sup>2</sup>로 낮아지고, 창면적비가 15%에서 65%로 크게 증가하는 특징이 나타났다.

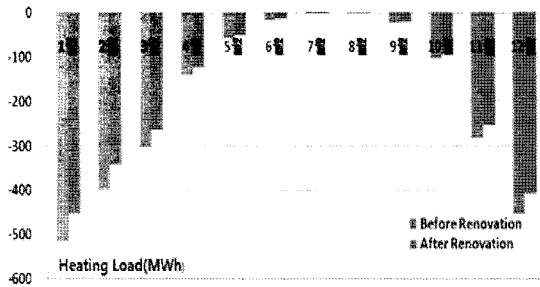
<표 1> 사례건물 개요

	P빌딩	C빌딩
site Area	2,413.5 m <sup>2</sup>	3,070.00 m <sup>2</sup>
building footprint	1,745.0 m <sup>2</sup>	1,565.21 m <sup>2</sup>
gross bldg area	33,022.89 m <sup>2</sup>	24,700.02 m <sup>2</sup>
size	지하 2층, 지상 22층	지상 12층, 지하 4층
structure	R.C	R.C
envelop finish	변경 전 : 반사유리 AL. Curtain Wall 변경 후 : 컬러복층유리, Metallic AL. Curtain Wall	THK.24 투명 복층유리 THK.30 신복석 버너구이 THK.4 AL. SHEET

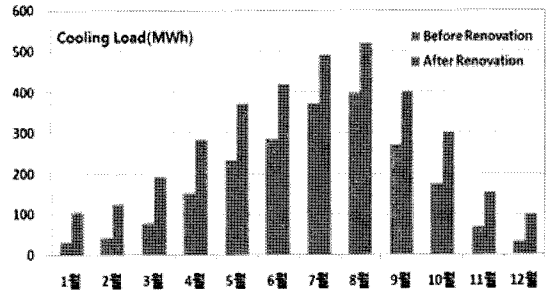
<표 2> 사례건물 분석조건

Case	P빌딩		C빌딩	
	리노베이션 전	리노베이션 후	리노베이션 전	리노베이션 후
구 분	리노베이션 전	리노베이션 후	리노베이션 전	리노베이션 후
창 면 적 비	50%	65%	15%	65%
창 호 변 경	반사 단판 유리	컬러 복층유리	투명 복층 유리	투명 복층 유리
용도	사무소 건물	사무소 건물	상업용 건물	사무소 건물
	재실밀도 : 0.09 인/m <sup>2</sup> 조명부하 : 14.6 w/m <sup>2</sup> 기기부하 : 13.1 w/m <sup>2</sup>	재실밀도 : 0.09 인/m <sup>2</sup> 조명부하 : 14.6 w/m <sup>2</sup> 기기부하 : 13.1 w/m <sup>2</sup>	재실밀도 : 0.23 인/m <sup>2</sup> 조명부하 : 17.6 w/m <sup>2</sup> 기기부하 : 11.1 w/m <sup>2</sup>	재실밀도 : 0.09 인/m <sup>2</sup> 조명부하 : 14.6 w/m <sup>2</sup> 기기부하 : 13.1 w/m <sup>2</sup>

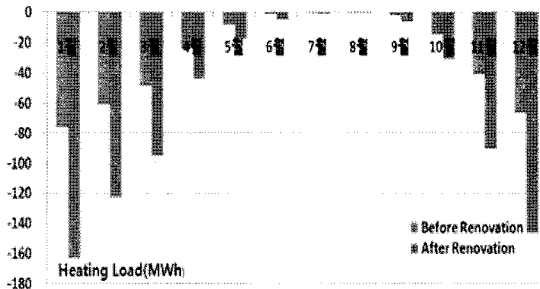
구 분	Glazing	THK	구 성	Colour	U-value	SC	태양열 취득계수	태양열 취득열량	가시광선 투과율
P빌딩 (Before Renovation.)	반사유리	6 mm	6 mm	흑갈색	5.76	0.29	0.25	224	0.11
P빌딩 (After Renovation.)	컬러 복층유리	24 mm	6 mm+12 mm +6 mm	Metalic	2.70	0.58	0.50	388	0.47
C빌딩 (Before Renovation.)	투명 복층유리	24 mm	6 mm+12 mm +6 mm	투명	2.70	0.81	0.70	533	0.79



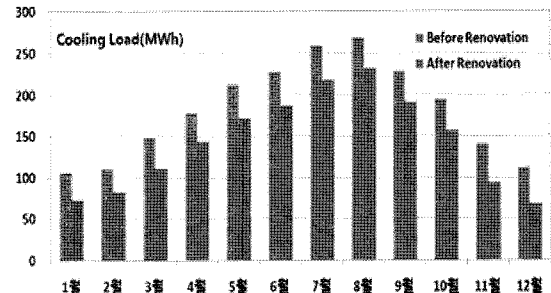
[그림 1] P빌딩 Heating Load



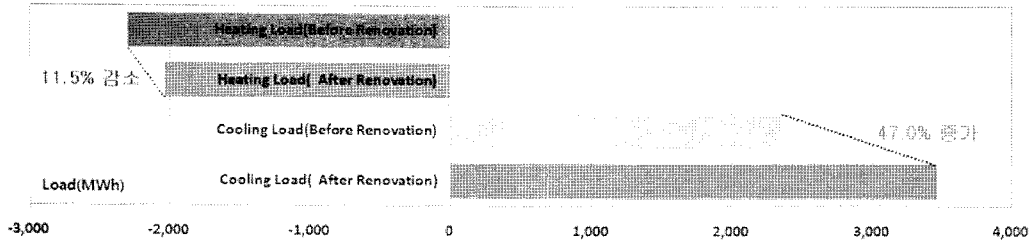
[그림 2] P빌딩 Cooling Load



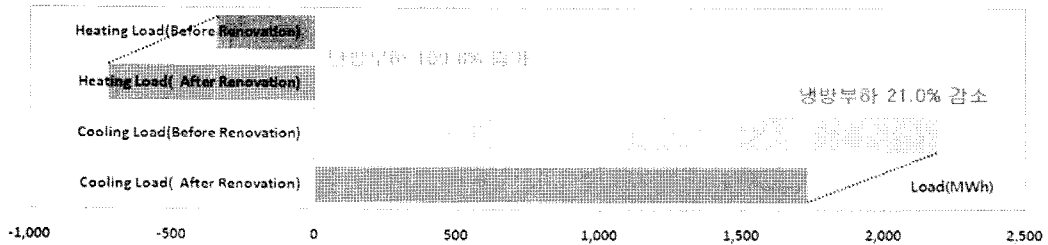
[그림 3] C빌딩 Heating Load



[그림 4] C빌딩 Cooling Load



[그림 5] P빌딩 Annual Load



[그림 6] C빌딩 Annual Load

**리노베이션 전후 부하분석**

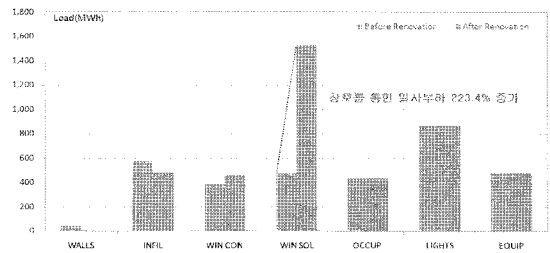
리노베이션을 전후하여 P빌딩과 C빌딩의 부하량을 월별로 분석하면 P빌딩의 경우 리노베이션전에는 반사유리의 사용으로 여름철 일사부하가 저감되었으나 리노베이션후 컬러복층유리의 사용으로 연중 냉방부하가 증가하였다. 반면 복사열손실이 줄어 겨울철 난방부하는 리노베이션 전보다 감소하는 것으로 나타났다.

C빌딩은 리노베이션 전후의 부하변동을 비교할 때, 여름철 냉방부하는 감소하고 겨울철 난방부하는 급증하고 있다. 이것은 리노베이션 후 건물의 용도가 상업용 백화점에서 오피스로 변경되면서 내부 재실자 밀도가 0.23인/m<sup>2</sup>에서 0.09인/m<sup>2</sup>로 큰 폭으로 감소하여, 부하패턴의 변화가 발생하였다.

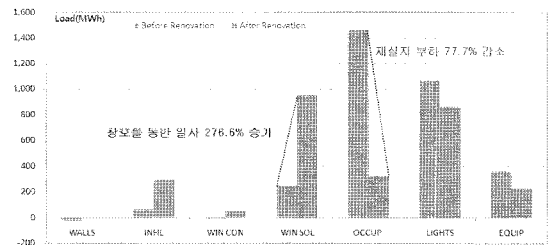
두 리노베이션 빌딩의 냉난방 부하량을 분석하면 P빌딩은 리노베이션 후 난방부하가 11.5%감소하였으며, 냉방부하는 47.0%가 증가하였다. 또한 C빌딩은 리노베이션 후 난방부하는 109.8%가 증가하였으며, 냉방부하는 21.0%가 감소하였다. 두 건물의 부하패턴은 서로 상이해보이지만 부하요소별 분석을 통한 원인을 분석하면 일사부하라는 공통점이 나타난다.

**부하요소별 분석**

부하요소별로 기여도를 분석하면 다음과 같다. P빌딩의 경우 리노베이션 전후 부하량에 가장 큰



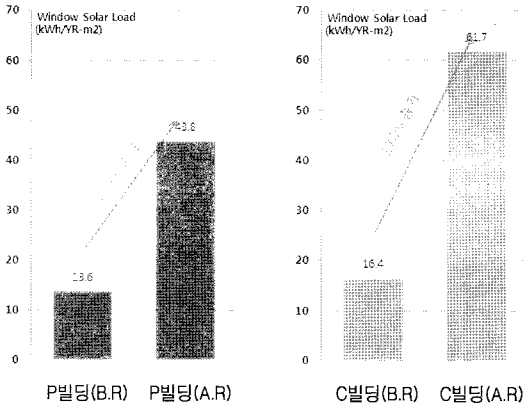
[그림 7] P빌딩 Load Components



[그림 8] C빌딩 Load Components

변동요인은 창면적비의 증가에 따른 건물외피의 열성능저하로 여름철 일사부하가 223.4% 증가하였다. 반면 C빌딩의 가장 큰 부하변동요인은 표면적으로 재실자 부하의 77.7% 감소이다. 하지만 재실자부하의 감소가 용도변경으로 인해 발생한 점

을 미루어 볼 때, 실질적인 원인은 창호를 통한 일사부하가 276.6% 증가한 것이 주원인으로 나타났다. 또한 단위면적당 일사부하를 분석한 결과 P빌딩은 13.6 kWh/yr · m<sup>2</sup>에서 43.8 kWh/yr · m<sup>2</sup>로 무려 323%의 부하가 증가가 나타났고 C빌딩은 16.4 kWh/yr · m<sup>2</sup>에서 61.7 kWh/yr · m<sup>2</sup>로 376%의 부하가 증가하였다. 이것은 여름철 일사부하가 오피스빌딩의 냉방부하와 에너지소비에 심각한 영향을 미치고 있으며, 건물의 외피구성에서 일사부하를 고려한 설계가 필수적임을 나타낸다.



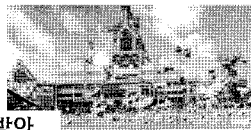
[그림 9] 건물별 단위면적당 일사부하 비교

### 외피구성 방안

오늘날 건축물의 외피는 건물의 실내환경에 대한 요구가 고도화됨에 따라 단열이나 일사차폐에 대한 기능의 요구가 증가하고 있다. 기존의 외벽체공간이 유리로 구성된 커튼월로 바뀔 경우, 단열이나 일사차폐, 방음이나 방범 등에서 문제가 발생한다. 무엇보다 단열성능의 저하와 일사문제는 앞에서 언급된 바와 같이 건물의 냉방에너지 사용량을 증

<표 3> 건물외피의 일사차폐 방안

구분	요소 기술	사진	내용	효과
외피	이중 외피		Double skin 사용, Double skin의 열선반사유리사용	냉방부하 개선, 일사차단
	자연채광 시스템		광선반, 광덕트, 광파이프 사용	조명부하 개선, 실내조도조절
차양	operable shading system		수평, 수직 louver 등에 의한 일사차폐	냉방부하 개선, 일사차단
	awning		awning, overhang 설치	냉방부하 개선, 일사차단
	blind		vertical blind, horizontal blind	일사차단
	식재		벽면녹화, 옥상녹화	냉방부하 개선, 일사차단



가시키고 나아가 설비비용의 증가와 건물의 LCC에 영향을 미치게 된다. 또한 여름철 창문을 통해 유입되는 일사열과 일사광은 실내 온열환경을 악화시키고 실내에 조도와 열적 불균형을 야기시킨다. 따라서 가장 효율적인 방법은 창면적을 적정수준으로 설계하는 것이 필요하며, 디자인상의 요구로 인해 외피의 창면적이 증가할 경우 이를 효과적으로 조절하는 방안이 중요하다 할 수 있다. 현재 건축물 외피의 일사차폐를 위한 구성방안은 크게 유리외피의 단열 및 일사차폐성능을 개선하는 방법과 차양장치를 이용하는 방안이 있으며 내용은 다음과 같다.

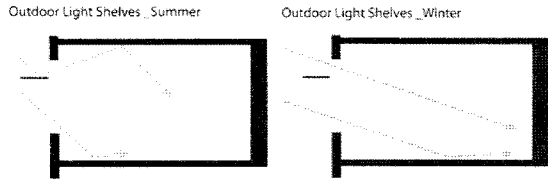
최근 고층 빌딩에서 착색유리가 적용되는 사례가 늘고 있는데 이것은 외피에서 창면적이 증가하면서 생기는 일사문제를 해결하는 하나의 방안으로 이용된 것이다. 하지만 증가된 창면적과 일사량 증가에 따른 문제는 보다 적극적인 대처가 필요하며, 이를 위해 일사를 이용하는 광선반의 설치나 건물 외부에서 차폐하는 차양장치를 설치할 필요가 요구된다. 최근에 부각되고 있는 BIPV 등을 이용한 신재생에너지 활용기술도 하나의 방법이 될 것이다.

### Double Skin

이중외피는 여름철 주간에는 내부로 유입된 일사량을 차양장치를 이용해 조절하고, 중공층의 상하부 온도차에 따른 연돌효과를 이용하여 공기를 배기·환기시켜 열적으로 취약한 건물외피의 단열성능을 향상시키는 기능을 한다. 또한 여름철 외기온이 낮은 밤에는 외측외피로 자연환기를 하여 냉방부하를 경감시킬 수 있고, 겨울철에는 중공층이 실내부의 열손실을 막아주는 완충역할과 동시에 태양복사에너지를 실내로 인입하여 난방부하를 줄일 수 있어 외피구성 방안의 하나로 고려할 수 있다.

### Natural Lighting System

자연적인 기술을 이용한 실내채광기법은 거주자의 쾌적도와 생활환경에 중요한 의미를 갖는다. 낮 시간 실내로 인입된 자연광은 시간의 리듬감을 주어 인공조명으로 인한 스트레스와 피곤함을 경감시킨다. 따라서 조명부하를 줄이는 한편 자연광이



[그림 10] 외부 광선반 개념도

요구되지만 실내로 유입할 수 없는 공간에 광덕트(light ducts)나 광선반(light shelves), 집광기, 광섬유(light optics) 등의 재료와 기술을 이용하여 채광을 할 필요가 있다. 일례로 미국 Clackamas에 위치한 North Clackamas HS는 LEED Silver 등급을 획득한 건물로 건물외부에 광선반을 설치하여 주간에 현회발생을 줄이고 실내에 조도를 효과적으로 조절하였다.

### Operable Shading System

일사조절의 중요성은 앞에서 언급한 바와 같이 유리입면구성이 높은 오피스빌딩에서 매우 중요하다. 일사조절 장치는 크게 설치위치에 따라 실내·실외장치로 구분되며, 기능적으로 작동형과 고정형으로 구분된다. 작동형 일사조절장치는 고정형에 비해 건물의 여러 부위에 적용할 수 있는 이점이 있으며 시간, 계절변화에 따른 일사각에 따른 조절이 가능하다는 점에 효과적인 일사조절방법으로 이용되고 있다. 최근에는 기술의 발달로 중앙에서 자동제어를 통한 제어기법 또한 확산되고 있는데, 이는 외부환경변화에 대한 빌딩의 능동적 환경제어방식으로 인정받고 있다.

### 기타

그 외에 저층형 오피스의 경우 awning을 이용한 고정식 일사차폐를 이용할 수 있고 나아가 녹화방식을 적절히 활용하여 일사조절에 이용하는 것도 하나의 방법이 될 수 있을 것이다. blind는 가장 손쉽게 설치하는 일사조절장치로 실내에 설치되어 일사광을 조절할 수 있으나 유입된 일사열이 실내에 남아 냉방부하를 증가시키는 요인으로 작용한다. 따라서 가능하다면 디자인을 고려하여 실외에 차양장치를 설치할 필요가 있다.

## 결 언

최근 오피스 빌딩은 외적인 미관과 사용상의 요구로 외피의 창면적이 증가하고 있다. 오피스 빌딩에서 일사부하가 고려되지 않은 커튼월 구성은 여름철 실내 일사유입을 증가시키고 냉방부하의 증가와 현회를 유발한다. 또한 과도한 일사는 재실자로 하여금 불쾌감을 유발하여 업무효율의 저하와 조명부하를 증가시키는 요인이 되며, 건물의 사용성저하의 요인이 된다. 따라서 설계단계에서부터 일사부하를 저감하기 위한 절차가 반드시 필요하다. 따라서, 외피설계를 진행할 때 일사에 대한 설계의 적합성을 검토하여야 하며, 디자인과 환경적인 기술요소를 적절히 활용하는 절차가 요구된다. 이를 통해 오피스건물의 미적 디자인 뿐 아니라 에너지성능 및 실내환경의 쾌적도를 모두 만족하는 외피구성을 되도록 노력해야 한다.

## 참고문헌

1. Byungseon Sean Kim, 'Analysis of Design Approaches to Improve the Comfort Level of a Small Glazed-Envelope Building during Summer', Solar Energy, v.81 p39-51, 2007
2. Byungseon Sean Kim, 'Predicting Potential Condensation at the Inside Surface of the Glazed Curtain Wall of High-rise Residential Buildings', Journal of Asian Architecture and Building Engineering, v.3 n.2, 2004.11
3. Byungseon Sean Kim, 'A Study on Thermal Environmental and Design Methods to Save Energy in Small Glass-Skin Commercial Buildings', Journal of Asian Architecture and Building Engineering, v.3 n.1, 2004.5