

# 제로에너지 그린리모델링 준공 후 5년, Findings & Directions

5 Years After the Completion of Zero Energy Green Remodeling, Findings & Directions

**김 학 건** Kim, Hak-Kun  
(주)친환경계획그룹 청연 대표이사  
President, Chungyeon Corporation  
khk9127@nate.com

## 머리말

청연빌딩은 서울의 도심가 이면도로에서 가장 흔히 볼 수 있는 규모의 소규모 상업용 건축물이다. 소위 근생건물이라고도 하는 작은 건축물이다. 그런데 이 건축물은 2017년 리모델링 기획단계부터 적잖이 세간의 주목을 받았고, 준공 후에는 여러 차례 미디어에도 노출이 된 바 있다. 이유는 민간건축물 최초로 제로에너지 그린리모델링사업을 시도하였고, 준공 후에는 국내 최초로 제로에너지건축물인증을 취득하기도 했기 때문이다.

청연빌딩은 2018년 5월에 준공되었고, 직후 2018년 대한민국 녹색건축 대상, 2018년 그린리모델링 우수사례 공모전 대상, 2018년 서울시건축상 우수상, 제15회 대한민국 생태환경건축대상 최우수상 등 국내 유수의 권위있는 건축상을 다수 수상하기도 하였다.

다소 화려하게 등장한 청연빌딩도 이제 준공 후 만 5년이라는 시간이 흘렀다. 그리고 현 시점에서 적잖이 궁금하고 확인하고픈 질문사항이 몇 가지 생긴다. 가령 제로에너지 건축을 표방했고, 패시브 시공기법을 도입했으며, 삶의 쾌적성을 지향했던 청연빌딩이 과연 5년이 지난 현 시점에서도 초기 기획단계처럼 에너지 등 각종 성능 등이 꾸준히 유지되고 있고, 거주자들은 여전히 실내환경에 만족하며 생활하고 있는지 등.

지금부터 기획단계부터 준공까지의 청연빌딩 진행과정을 간단히 설명하고, 지난 5년간의 누적 데이터와 거주자들의 설문과 조사 등을 통한 정성적, 정량적 실태를 분석함으로써 제로에너지 그린리모델링사업의 부족한 점, 아쉬운 점, 향후 개선할 점 등에 대해 서술해 보고자 한다.

## 현장개요

대지위치 : 서울특별시 강남구 논현동 71길 6

대지면적 : 395.40㎡

연 면 적 : 1,348.26㎡ (중축분 110.87㎡)

규 모 : 지하1층, 지상6층

설 계 자 : (주)친환경계획그룹 청연건축사사무소

친환경/에너지컨설팅 : (주)친환경계획그룹 청연

시 공 자 : (주)이에코건설



그림 1. 청연빌딩 조감도

프로젝트 설계

기존건물\_ 문제점분석

청연건물의 최초 준공년도는 1997년으로 2017년 기준 (리모델링 착수시점)으로 약 20년이 넘는 건물이었다. 따라서 단열성능은 물론, 기밀성능이 대단히 취약한 상태였고, 외피는 열성능이 낮은 커튼월로 구성되어 있어 단열, 일사, 환기, 열교 등 에너지 및 건축환경 측면에서 기존건물은 대단히 열악한 상황이었다.



그림 2. 청연빌딩 리모델링 전 기존 모습

리모델링\_ 패시브디자인

- |              |                   |
|--------------|-------------------|
| 01 건축적 차양    | 07 수평차양           |
| 02 패시브 고단열   | 08 기밀테이프          |
| 03 로이삼중유리    | 09 평창 테이프 (창호 기밀) |
| 04 열교차단패스너   | 10 창면적비 최적화 (22%) |
| 05 기밀단열시스템도어 | 11 고단열시스템 창호      |
| 06 기밀 SHEET  | 12.외단열시스템         |



그림 3. 남측입면 건축적 차양

그림 4. 일사유입량 비교

건축적 차양, 수평차양 등을 이용해 일사조절로 냉방부하를 절감시켰고, 고단열·고기밀 단열재 및 창호 적용, 창면적비 최적화, 외단열시스템 변경, 열교차단장치 적용 등을 통해 에너지요구량을 68.3kWh/m<sup>2</sup>·yr, 기존건물 대비 52%이상의 에너지성능을 향상시켰다.

리모델링\_ 액티브시스템

- |             |                 |
|-------------|-----------------|
| 13 폐열회수환기장치 | 16 대기전력차단장치     |
| 14 외부전동블라인드 | 17 LED조명기기 100% |
| 15 일괄소등스위치  | 18 BEMS         |



그림 5. 에너지절약 설비시스템

소규모건축물이고 한정된 사업비의 한계속에서 최선의 에너지 절감방안과 실내환경 개선방안에 아이디어를 집중했다. 환기장치, 조명기기, 전동차양장치 등이 최종 적용되어 에너지소요량을 39.6kWh/m<sup>2</sup>·yr로 낮추었다.

리모델링\_ 신재생에너지

- |               |                 |
|---------------|-----------------|
| 19 옥상PV 태양광발전 | 21 벽면BIPV 태양광발전 |
| 20 태양광 블록     | 22 에너지생산량 모니터링  |



그림 6. 태양광발전 분석 및 적용

도심가라는 지역적 특성으로 태양에너지에 집중했고, 해당 건물의 일조분석을 통해 가조시간 파악 후 태양광 PV 위치를 결정했다. 옥탑 및 지붕에 14.4kWp, 입면에 2.5kWp를 적용함으로써 최종 에너지자립율 30.34%, 1차 에너지소요량 104.1kWh/m<sup>2</sup>·yr를 달성했고, 기존건물 대비 63%이상의 에너지성능을 향상시켰다.

리모델링\_스마트오피스

- 23 IoT기반회의실                      26 BEMS에너지모니터링
- 24 카운터센서 조명                    27 동작감지센서 조명
- 25 전원 타이머 스위치                28 인체감지형 EHP



그림 7. BEMS 모니터 화면

각종 인체감지센서, 카운터센서, 타이머스위치 등을 이용해 조명부하 및 냉난방에너지 손실을 감소시켰고, BEMS모니터를 공용공간에 설치함으로써 거주자의 에너지절감 의식을 고취시켰다.

리모델링\_공기질개선

- 29 친환경 페인트                      32 친환경인증 마감재
- 30 프리필터 전열교환기                33 석재, 목재 등 천연자재
- 31 윈드캐처 자연환기                    34 맞춤형 평면계획

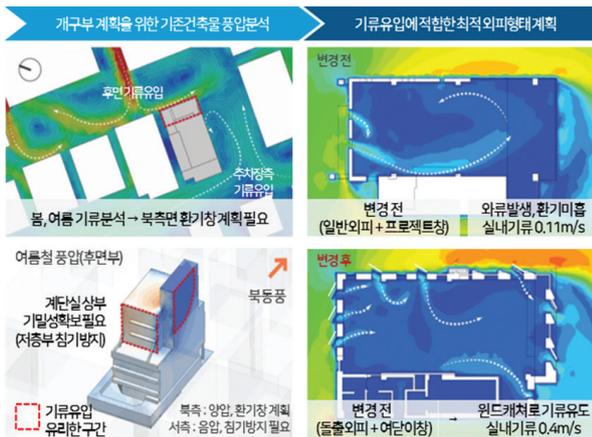


그림 8. 실내외 자연기류 흐름 분석

전열환기시스템을 통한 실내공기질을 개선하기에 앞서 부지주변 외부기류 및 실내기류 흐름을 분석하였고, 이를 입면 및 평면계획에 반영함으로써 미기후를 활용한 냉방부하 절감 및 실내공기질 개선 계획을 수립했고, 이를 통해 에너지 및 실내환경을 향상시켰다.

거주 후 5년, 데이터 및 설문 분석

태양광발전량 분석

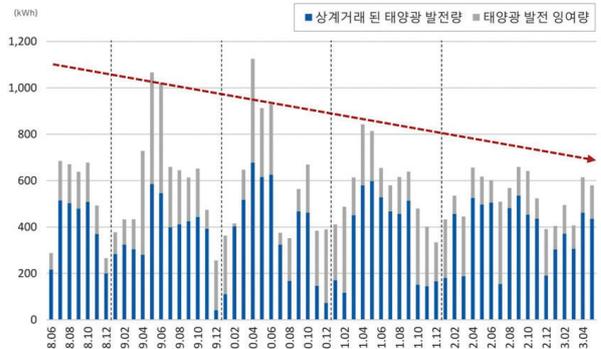


그림 9. 월별 태양광 발전량

지난 5년간의 태양광 발전량을 살펴보면, 4~6월에 발전량이 가장 많고, 7~8월은 예상보다 발전량이 많이 낮아진 것을 확인할 수 있다. 이는 7~8월에 집중된 긴 장마가 큰 이유로 파악된다. 또한 연도별 발전량으로 비교해보면 해마다 발전량이 약 7% 정도씩 감소된 것을 확인할 수 있는데, 이는 PV 효율이 해마다 조금씩 감소하는 것과 PV 패널의 청소불량이 주요 원인으로 분석되었다.

에너지사용량 분석

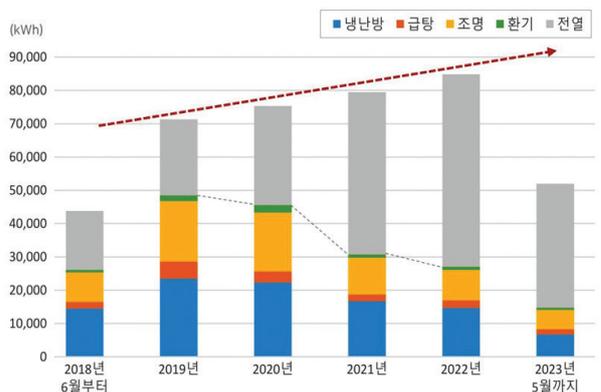


그림 10. 월별 에너지사용량

BEMS 데이터에 근간하여 연도별로 에너지원별 에너지사용량을 비교 분석한 결과, 연도별로 약 5.8%의 에너지가 증가했음을 확인할 수 있다. 이는 근무인원 증가로 인한 PC등 각종 기기부하, 냉난방 및 환기부하 증가에 따른 에너지증가가 주요 원인으로 분석됐고, 기밀성능 저하 등 건물성능 하락이 일부 영향을 주었음을 확인할 수 있었다.

거주후 만족도 분석 (1년 vs 5년)

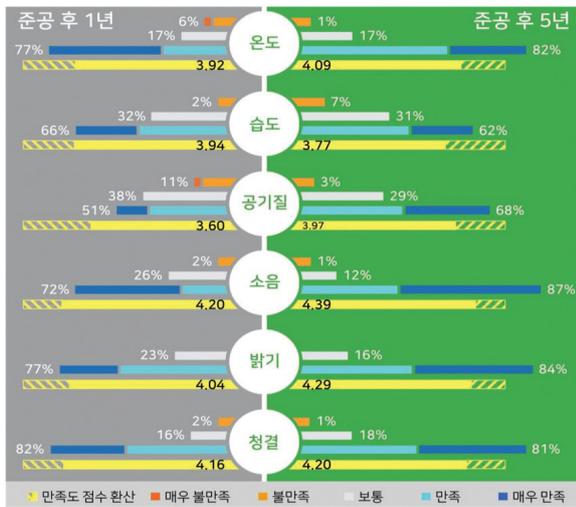


그림 11. 만족도 설문조사 비교

청연빌딩은 회사사옥으로 운영되고 있기에 준공 후 1년차에 임직원분들을 대상으로 설문을 진행한 바 있고, 이번 5년차에 다시한번 설문을 진행하였다. 온도, 소음, 조도, 청결면에서는 80%이상이 만족함을 나타냈는데, 준공 후 1년차 설문보다도 오히려 조금 높게 나타났다. 이를 통해 5년이 지났어도 각 성능은 감소되지 않았음을 확인할 수 있었고, 특히 소음부분은 87%의 가장 높은 만족도를 나타냈는데, 기밀성능이 높은 건물은 열환경 외에 음환경에서도 큰 장점이 있음을 확인할 수 있었다. 반면, 습도, 공기질은 1년차와 5년차 공통으로 60%대로 타분야보다 낮은 결과가 나타났다. 이에 습도 및 공기질 분야는 제로에너지건축물 계획시 설비적 측면을 보완하더라도 좀 더 신경써야 할 부분으로 확인되었다.

Findings & Directions

기밀성능분석



그림 12. 준공 전 기밀시공 현장사진    그림 13. 5년후 기밀시공 상태사진

얼마 전 사내 실험실 공간 확충 관계로 인테리어를 부분 변경하게되어 천정공사를 다시 진행한바 있는데, 공사중

패시브시공을 표방하며 꼼꼼하게 시공한 기밀자재의 일부에서 탈락한 부분이 확인되었다. 이런 이유로 기밀테스트를 다시한번 진행하였고, 준공시 0.6회 아래에서 1.6회 이상으로 기밀성능이 떨어진 결과를 나타냈다. 이에 기밀공사 진행시 좀 더 정밀시공이 요구됨은 물론, 기밀자재의 수준 및 성능치 개선에도 더욱 노력을 경주해야 하겠다.

전동블라인드 성능분석



그림 14. 외부전동블라인드 운영사진    그림 15. 집광채광루버 운영사진

청연빌딩에는 외부전동블라인드와 집광채광루버라는 전동블라인드 두 종류가 설치되어 운영중이다. 하지만 5년간 운영해본 결과, 이를 통한 조명부하, 냉방부하 절감은 기대만치 에너지 효과가 컸다고 평가하기 어려웠다. 이유는 다음과 같다. 각 장치에는 365일의 태양궤적 스케줄이 저장되어 있지 않아 거주자가 직접 상하조절, 슬릿각도 조절을 해야만 했다. 하지만 거주자가 수동조절하며 생활하기란 현실적으로 쉽지 않고, 특히 집광채광루버의 경우 천정면 반사로 빛을 유입시킨다해도 균질조도 확보가 어렵고, 그마저도 외부주에 자동디밍센서가 설치되어 있지 않은 이상, 에너지 절감은 사실상 이론서에서나 가능한 이야기다. 두 제품의 실질적 빛환경, 열환경 효과를 위해서는 추가적인 제동제어 기능과 장치보완이 반드시 반영되어야 할 것이며, 이를 통해 에너지 절감장치로서 인정받기 바란다.

맺음말

청연빌딩 이후 지난 5년간 국내에 수많은 건축물이 제로에너지건축물로 준공되었다. BEMS를 기반으로 한 소중한 데이터가 계속해서 누적되고 있기에, 그 간의 운영 실태와 함께 데이터 분석 작업이 구체적으로 진행된다면, 탄소중립 시대에 좀 더 수준 높은 제로에너지 건축물에 한걸음 더 나아갈 수 있을 것으로 기대된다.☞