

# 그린빌딩의 기계설비설계 접근방법

(Mechanical Engineering Approach for Designing the Green Building)

홍민호\*, 이수연, 정차수(한일엠.이.씨.)

M. H. Hong\*, S. Y. Lee, C. S. Jeong(Hanil Mechanical Engineering Consultants)

## 1. 서론

건축물의 시공 및 유지관리, 철거 과정에서 유발되는 환경문제는 이를 위해 소모되는 에너지만큼이나 매우 중요한 사회문제로 대두되고 있다. 최근 선진 각국에서는 문제의 심각성을 깊이 인식하고 이의 해결을 위해 건물의 계획, 설계단계에서부터 환경친화적인 건물이 될 수 있도록 제도적 기반을 마련하거나 세부기술의 연구에 많은 노력과 투자를 기울이고 있다.

이에 따라 환경친화적 건물의 대안중 에너지절약과 환경보전을 목표로 에너지절약, 고효율설비, 자원재활용, 환경공해저감 기술 등을 적용하여 자연친화적으로 설계·건설하고 유지관리한 후, 건물의 수명이 끝나 해체될 때까지도 환경에 대한 피해가 최소가 되도록 계획된 그린빌딩(Green Building)이 제안되었으며, 현재 미국을 중심으로 활발한 연구 및 활동이 이루어지고 있다.

국내에서도 그린빌딩에 대한 관심이 점차 고조되어 관련 연구가 이루어지고 있으며, 처음으로 그린빌딩의 설계가 수행된 단계에 이르렀다.

본 고에서는 그린빌딩에 대한 이해를 돕고, 추후 그린빌딩의 설계에 도움이 될 수 있도록 국외 그린빌딩의 현황 및 설계사례와 국내에서 수행된 그린빌딩 설계사례를

제시하고, 설계시의 접근방안에 대해 제안하고자 한다.

## 2. 본론

### 2.1 국외의 그린빌딩 설계사례

현재 선진 각국에서는 그린빌딩을 장려하기 위한 여러 정책들이 행해지고 있다.

미국의 경우 ASTM의 소위원회(Subcommittee E50.06), 미국 건축가 협회(American Institute of Architect.AIA)의 환경위원회, 미 연방정부의 Green Building Council 등을 중심으로 그린빌딩의 활성화를 위해 활발한 움직임을 하고 있다.

미국에서의 그린빌딩화는 신축건물 뿐만 아니라 기존 건물의 개보수를 통해 상당부분 이루어지고 있다.

본 장에서는 미국 건축가협회 환경위원회에서 주관하는 Green Building Challenge'98행사에 추천된 우수 그린빌딩 중 사무소 건물에 관련된 설계사례를 소개하고자 한다.

#### 1) Ridgheaven Building

- 위치 : San Diego, California
- 연면적 : 약 6,800m<sup>2</sup>

1996년도에 최고수준의 그린빌딩에 수여되는 '1996 Green Building Award'를 수상하기도 했던 이 건물은 에너지 효율향상,

수자원 및 건축재료 등의 재활용, 실내 공기질 향상 등을 중점적인 목표로 개보수를 실시한 건물로서 대표적인 그린빌딩의 성공사례로 꼽히고 있다.

주요 적용기법을 살펴보면 다음과 같다.

- 일사 열취득 감소를 위한 필름이 내장된 창문의 설치
- 기존의 HVAC system을 고효율 system으로 교체
- 고효율의 수열원 히트펌프 방식 적용
- 노후된 냉각탑을 고효율의 냉각탑으로 교체함으로써 인해 동력 절감
- 회의실등에 제실센서 설치로 조명부하 감소 유도
- Task Light와 Dimming 장치, 광진지 등의 적용
- 발암성분이 낮고 세균번식을 억제하는 건축재료의 사용
- 개보수시 재활용 자재의 사용 및 기존 건축자재 재사용

Ridgehaven Building의 경우 조명설계에 의해 약 52%의 에너지 절감효과가 나타나 등 개보수로 인해 일게되는 에너지 절감효과가 기존 건물에 비해 상당한 것으로 나타났다.

## 2) Thoreau Center

- 위치 : San Francisco, California
- 연면적 : 약 7,000m<sup>2</sup>

Thoreau Center 또한 Ridgehaven Building과 같이 개보수를 통해 그린빌딩화 되었다.

이 건물은 건물자체가 지니고 있던 상징성으로 인해 창문등의 외적인 요소는 기존 상태로 보존하고 시스템의 효율화와 재활용자재 사용등에 중점을 두고 개보수가 이루어졌다.

개보수 과정에서 적용된 주요 기법을 살

펴보면 다음과 같다.

- 기계적인 시스템의 비중을 가급적 줄이고, 자연환기와 자연채광 등에 의한 자연형 기법을 적극 도입하여 에너지 절약유도
- 자연채광 효과와 각종 조명기법을 반영하여 조명부하를 11W/m<sup>2</sup>수준으로 낮춤
- 사무실, 회의실 등에 제실센서에 의한 조명제어 실시
- 광진지에 의한 부분조명을 사용함으로써 조명부하 절감
- 모든 건축재료는 Embodied Energy가 낮은 재료를 사용하고, 건축마감재는 제실자 및 식재에 미치는 영향을 고려하여 유해성분이 적은 재료로 선택
- 개보수후 남겨진 벽돌, 폐자재 등 재활용이 가능한 재료는 추후 사용을 위해 보관

이 건물의 경우 에너지사용량 및 경제성을 평가한 결과 개보수전에 비해 약 1/3의 에너지 절감효과를 기대하게 되었으며, 연간 \$22,000의 에너지 비용이 절약되는 것으로 나타났다.

## 3) US Environmental Protection Agency Facility

- 위치 : Research Triangle Park, North Carolina
- 연면적 : 약 100,000m<sup>2</sup>

이 건물은 현재 건설중에 있으며 생태계 보호, 에너지 및 수자원 보존, 오염방지, IAQ향상 등에 초점을 맞추어 설계·시공되고 있다.

이 건물의 특징은 별도로 분리된 연구시설, 사무시설, 복합시설 등을 연결하고, 외피를 감싸주는 역할을 하는 아트리움으로 인한 자연채광 효과와 외피면적 감소에 의

한 난방부하 감소요인 등을 설계에 최대한 반영한 건물이라고 할 수 있다.

주요 적용기법을 살펴보면 다음과 같다.

- 아트리움에 의한 자연채광 효과를 적극적으로 조명시스템에 반영하여 약 70%정도의 조명부하 감소
- 건물외피를 둘러싼 아트리움에 의해 발생하는 부하절감요인을 적용하여 HVAC system의 sizing 최소화
- 건물내 모든 위생기구에 절수형기구 설치
- 건축재료는 유해성분이 적은 재료 선택

이 건물은 이와 동일한 기능과 규모를 지닌 건물의 에너지사용량을 예측한 경우와 비교해 매년 약 \$1,500,000의 에너지비용을 절약할 수 있는 것으로 나타났다.

## 2.2 국내의 그린빌딩 설계사례

### 1) 그린빌딩의 개요

- 건축주 : 한국에너지기술연구소
- 건물명 : 그린빌딩 연구동
- 위치 : 대전시 유성구 장동 71-2의 14필지
- 규모 : 지하 1층, 지상 5층
- 연면적 : 약 1,900평
- 구조 : 철골조
- 용도 : 연구시설

### 2) 그린빌딩의 적용기술

에너지 절감 및 환경보존을 기본목표로 설계된 그린빌딩의 주요 적용기술을 각 설계분야별로 분류하면 다음과 같다.

#### ① 건축

- 평면의 적정 장단변비를 통한 외피면적의 최소화
- 층고의 최소화
- 부하 감소를 위한 단열 강화
- 동·서측 일사유입 감소를 위한 루버

#### 설치

- 외피부하 감소를 위한 남측면 더블스킨의 채용
- 중정을 이용한 자연환기 유도
- 더블스킨 하부의 연못 배치로 증발냉각 효과 유도
- 중정을 이용한 자연채광의 도입
- 건물 철거후의 재활용을 위해 철골구조 도입
- 파벽돌 등의 재활용자재 사용
- Embodied Energy가 적게 소모되는 마감재의 사용 등.

Table 1은 건축재료의 생산시 소요되는 에너지량에 관해 나타내고 있다.

Table 1. Energy Expenditure for Building Materials

building material	kWh/m <sup>3</sup>	kWh/kg
solid bricks	1140	
perforated bricks	590	
porous lightwewght bricks	400	
sand lime bricks	350	
cement		1
concrete	500	
precast concrete	800	
loam	5~10	
timber	600	
chipboard	1100	
mineral wool	100	5
glass wool	159	5
flat glass	15000	6
steel(plate)	6100	7.7
aluminium(sheet)	195000	72.5
PVC	12800	9.5
polystyrene foam	470	19

#### ② 기계설비

- 최대부하 산정시 건축적으로 도입된

에너지절약기법을 최대한 적용하여 부하절감 유도

- 병축열 시스템 적용
- 냉수 대온도차방식 적용
- 더블스킨을 통한 예열공기의 공조급기 이용
- 외기부하 감소를 위한 전열교환기의 사용
- 컨벡터의 존별제어
- 외기냉수냉방시스템 채택
- 가변풍량(V.A.V)방식 채택
- 태양열 급탕시스템 도입
- 최저 온도의 온수공급
- 중수이용에 의한 급수사용량 절감
- 연못용수의 중수이용으로 수자원 재활용
- 전층 수도직결방식 채용
- 질수형 위생기구 설치 등.

### ③ 전기

- 태양광 발전 전원 채용
- BA용 프로그램에 의한 조명·전력 제어
- Task & Ambient Lighting 적용 등.

이상의 적용기법중 대한 기계설비부분에 대한 내용을 중심으로 주요사항을 기술하면 다음과 같다.

첫째, 최대부하의 감소를 위하여 건축적 또는 기술적으로 도입된 모든 기법을 부하 계산에 최대한 적용하여 부하량을 산출하였다.

동·서측의 인사유입을 최소화하기 위해 설치된 루버와 강화된 단열값 등을 적용하여 외기부하의 감소를 도모하였고, 내부부하의 경우 인체 및 기기 발열량은 좌석수에 의한 정밀한 수치를 입력하였다. 또한 조명발열은 본 건물에 적용된 Task & Ambient Lighting에 의해 실제 산출된 조

명부하를 입력함으로써 상당량의 냉동기부하 감소를 유도할 수 있었다.

둘째, 건축적 적용기술인 더블스킨을 통해 동계시 외기부하를 감소시키는 동시에 더블스킨을 통해 1차로 예열된 공기를 업무시설용 공조기의 외기로 이용하고, 전열교환기를 통해 외기와 배기의 열교환을 실시함으로써 외기부하의 감소를 도모하였다.

셋째, 중간기 실내에서 발생하는 내부 부하제거 및 쾌적한 실내환경 조성과 에너지절약을 위해 냉각수를 냉수원으로 이용하는 외기 냉수냉방 시스템을 도입하였다.

넷째, 태양열을 이용한 급탕시스템을 도입함으로써 급탕부하 감소를 유도하였다.

다섯째, 수자원의 재활용 및 절약차원에서 중수시스템과 중수를 이용하여 연못용수를 공급함으로써 수자원 재활용을 도모하였다. 또한 본 건물의 규모상 원수량이 많지 않음을 고려하여 건물내 배수, 그린빌딩과 인접건물의 지붕, 선칸 등에서 발생하는 우수를 원수로 이용함으로써 최대한 주변환경을 이용하여 자원재활용이 이루어질 수 있도록 고려하였다.

여섯째, 건물 사용기간동안에 소요되는 모든 비용으로 인한 경제성을 종합적으로 평가하기 위해 Life Cycle Cost분석을 통해 경제성을 검토하였다.

## 3. 결 론

이상에서 살펴본 바와 같이 현재 직면하고 있는 지구 환경문제에 능동적으로 대처하기 위해서는 그린빌딩을 비롯한 환경친화적 건물의 보급 및 활성화가 절실한 실정이다. 국내에서도 그린빌딩의 건설을 위한 기반이 마련되어 설계 및 시공이 이루어진다는 것은 매우 바람직한 일이라 할 수 있다.

그린빌딩의 경우 기존의 에너지절약형 건물과는 달리 에너지 절약과 함께 환경친화라는 목적이 동시에 이루어져야 하므로 기계설비계획에 있어서도 이와 같은 방향으로 접근하여 설계가 이루어져야 한다.

이를 위한 기계설비 설계시의 고려사항을 정리하면 다음과 같다.

첫째, 그린빌딩의 특성상 기존의 설계방법과는 달리 건물 계획단계에서부터 설계종료시까지 건축주, 각 설계사무소, 관련부분의 전문가가 지속적인 연계를 유지하여 에너지사용량이 최소가 되고, 환경친화적인 건물이 될 수 있는 방안을 마련하여야 한다.

예를 들어 건물내 에너지 사용량중 많은 비중을 차지하는 HVAC부하의 감소를 위해서 계획 단계에서부터 건축부분과 협의하여 단열 강화, 최적의 장·단변비 구성, 직경 창면적비 등의 적용과 루버, 아트리움, 더블스킨 설치 등과 같은 자연형 기법을 건물의 상황에 따라 도입하는 것이 필수적이다.

둘째, 이상과 같은 과정을 거쳐 건축적 혹은 기술적으로 반영된 직용기술을 최대한 장비 sizing에 반영하고, 고효율기기의 사용으로 에너지사용량이 최소가 되도록 하여야 한다.

셋째, 그린빌딩에 도입되는 설계개념과 기법들을 적용함으로써 나타나는 환경적인 이득은 건물을 사용할 때 뿐만 아니라 건물의 철거후에도 지속적으로 나타나게 된다. 따라서 에너지절약과 환경보존의 차원에서 다소 초기투자비가 증가하더라도 건축주와의 협의를 통해 각종 기법의 적용범위를 설정하고 이를 감안한 경제성 평가를 통해 설계에 적용하는 것이 바람직하다.

## 참고 문헌

1. Gernot Minke, 1995, "New Technologies in Using Local and Reusable Building Materials : Examples of Modern Ecological Architecture", 대한건축학회 창립 50주년 기념 국제심포지엄 발표집, pp. 267-277.
2. 박상동, 신기식, 조 수, 홍성희, 서항석, 1997, "한국에너지기술연구소 그린빌딩 중앙연구동 설계시공 점검표 개발", 공기조화 냉동공학회 '97하계학술발표회 논문집, pp. 904-909.
3. 신기식, 박상동, 1997, "그린빌딩 기술 체계", 그린빌딩기술 세미나, pp. 13-29.
4. 박상동, 1996, "그린빌딩", 건축, Vol.40, No.2
5. 윤동원, 1997, "환경친화 건축의 개념과 그린빌딩 활동", 공기조화 냉동공학 제 26권 제 4호, pp. 241-250.