

## 그린빌딩 구현 사례

### Cases of green building

신 기 식  
K. S. Shin

한국에너지기술연구소



- 1952년생
- 건물에너지 절약, 건물에너지 해석 및 에너지관리 등에 관심을 가지고 있다.

박 상 동  
S. D. Park

한국에너지기술연구소



- 1947년생
- 건물에너지 절약, 건물에너지 해석 및 에너지관리 등에 관심을 가지고 있다.

#### 1. 머리말

그린빌딩은 에너지절약, 환경보존, 생태보전을 목표로 하는 3E(energy, environment, ecology) 건물이다. 그린빌딩기술은 이러한 목표를 실현시키기 위한 기술들로 구성된다고 할 수 있겠다.

건물에서의 환경친화적인 건물에 관한 관심은 1972년에 개최된 '유엔 인간 환경회의'를 시발로 하여 70년대 말부터 대두되기 시작한 생물건축, 대안건축, 녹색건축 또는 기후순용형 건축 등에서 찾을 수 있으며, 1992년 브라질의 리우데자네이루에서 개최된 '지구환경회의' 이후 '지속가능한개발(sustainable development)' 개념이 건축분야에 적용됨으로서, 독일의 생태건축, 일본의 환경공생주택과 미국 등에서 시작된 그린빌딩 등에서 확실한 자리 매김을 하기 시작했다고 할 수 있으며, IEA의 ANNEX 31에서 국제적인 공동연구 대상으로 부각되기 시작했고, 그전에 1991년 영

국의 BREEAM, 1993년 캐나다의 BEPAC, 미국의 LEED Building Rating System 등의 그린빌딩 평가기준이 제정되었으며, 최근에 USGBC, GBC '98 등의 그린빌딩 관련 조직과 행사가 이에 대한 세계적인 관심을 대변하고 있다.

그린빌딩은 환경친화적인 건물이라고 정의되는 만큼 환경에 대한 부하를 최소화함으로써 환경보호와 쾌적한 실내환경을 실현하기 위한 건물이라고 할 수 있으며, 오염물질의 발생을 최소화해야 하고, 발생된 오염물질의 배출을 적정기준 이하로 조절하여야 한다.

건축산업에서의 환경부하요인은 건축자재의 생산과 수송, 건설 및 유지관리, 해체, 폐기에 이르는 건물의 전 생애기간을 통틀어서 고려해야 한다. 따라서, 환경 부하를 줄이기 위한 방안은 에너지 절약과 자원 절약으로 구분할 수 있다. 환경은 건축 부지와 주변 조경, 공기, 물, 소음환경으로 구분할 수 있다. 즉 그린빌딩은 기존의 에

너지절약형 건물에 환경보호를 위한 자원절약 및 환경오염저감기술을 결합한 건물이라고 할 수 있다. 에너지절약기술은 기존의 에너지절약기술에 생산단계의 저에너지투입 재료, 재료의 수송에너지 절약 등을 들 수 있으며, 자원절약은 재료의 절약(reduce), 재사용(reuse), 재활용(recycle)으로 구분할 수 있고, 환경오염물질을 발생시키지 않는 재료의 개발, 선택 및 사용이 중요하다고 할 수 있다.

그린빌딩의 구현을 위해서는 설계 단계에서부터 종합적인 설계 요소들, 설계와 시공팀 간의 협력 및 환경설계지침의 개발이 추가적으로 필요하게 되며 이러한 새로운 설계요소들은 건축 프로젝트의 초기단계에서부터 건물입주에 이르는 전과정을 통해 고려되어야 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 대표적 그린빌딩 사례

환경친화적 건물, 지속가능한 건물(sustainable building) 등의 이름으로 많은 건물들이 신축 및 개축되고 있으며, 그 중에서 에너지, 환경, 생태를 모두 고려한 최초의 그린빌딩으로서는 미국의 NRDC(natural resources defense council) 건물을 꼽는다. NRDC 건물을 비롯하여 Audubon House, Ridgehaven Building, Energy Resource Center, 영국 BRE의 The Environmental Building 등이 대표적인 그린빌딩들이라고 할 수 있으며, 국내에서는 한국에너지기술연구소의 그린빌딩 중앙연구동이 최초의 그린빌딩으로서 현재 설계가 완료되어, 시공을 앞두고 있다. 상기 건물들의 위치와 특기사항들은 다음 표 1과 같다.

### 2.2 그린빌딩 구현사례 및 적용 기술

#### 2.2.1 국내 그린빌딩

세계적으로 환경친화적인 건축에 관심이 고조되고 있는 실정에 맞춰 국내에서도 건물부문에 서 배출되는 오염물질을 저감하고 쾌적한 실내의 환경을 조성하기 위한 노력의 일환으로 한국 에너지기술 연구소에 신축하기로 한 중앙연구동



그림 1 최초의 그린빌딩인 NRDC 빌딩의 천창을 이용한 주광이용설계 및 실내 자전거 길이

표 1 대표적인 그린빌딩들의 위치와 특기사항

건물명	소 재	특 기 사 항
NRDC 건물	475, Fifth Avenue, New York, NY 10017, USA	최초의 그린빌딩
Audubon House	700, Broadway, New York, USA	National Audubon Society 본부 건물, 1891년 신축, 1991~1992년 그린빌딩으로 개수
Ridgehaven Building	9601, Ridgehaven Court, San Diego, CA 92123, USA	San Diego Environmental Service Department 본부건물, "Green Building Demonstration Program"에 의해 개축
Energy Resource Center	9240 E. Firestone Blvd. Downey, CA 90241-5388	1957년에 신축, 건물의 중앙 1/3을 개축, "Energy Star"빌딩, ASHRAE기술상 등 수상
The Environmental Building	BRE, Garston, Watford, Hertfordshire WD2 7JR, UK	A Model for 21st Century를 목표로 건축 3층, 연면적 2,000m <sup>2</sup>
그린빌딩 중앙연구동	대전광역시 유성구 장동 71-2, 한국에너지기술연구소	1994년부터 기획, 1997년 설계, 시공지침서 작성, 1998년 5월 설계 완료, 2000년 준공예정

건물을 그린빌딩으로 건축하기로 하였다.

1997년 초 완료된 "그린빌딩 설계, 시공지침서 작성 연구" 결과를 반영하여 5월말 설계가 끝나 건설단계에 접어들고 있는 동 건물은 현재 국내

에서 가용한 기술만으로 건축할 예정이며, 이는 선진국 수준의 그린빌딩에는 미치지 못하겠으나 우선 수준이 낮은 그린빌딩을 건설해 놓고, 계속적인 연구 개발을 통한 기술확보로 3~5년 후 더 높은 수준의 그린빌딩으로 개보수하겠다는 전략을 가지고 있으며, 미국의 대표적인 그린빌딩은 Audubon House나 San Diego의 Ridgehaven Court Building도 이러한 절차에 따라 그린빌딩을 건축한 사례이다.

(1) 건설기본개념

한국에너지기술연구소 중앙연구동은 국내 초유의 그린빌딩으로서, 또한 에너지·환경 전문연구소를 대표하는 건물로서, 장래 국내 건축 및 건설계의 모범적인 건물로 지목될 것으로 예상되어, 다음과 같은 3가지 기능을 수행하도록 기획, 설계되었다.

1) 사무소 및 연구소 기능(건물의 본래 기능)

2) 전시, 홍보, 교육 기능 : 환경문제 연구자, 건축 설계자, 시공업체, 학생 및 일반시민 및 환경문제정책 입안자들이 방문 견학하여 환경친화적인 설계, 시공기법을 견학하고 환경문제에 대한 전반적인 인식도를 증가시키는 홍보기능이 필요함. 이 기능을 수행하기 위하여는 견학자들의 이해를 돕기 위한 전시시설을 건물자체에 설치하는 것을 고려한다. 표면이 노출되지 않는 특수 설계기법 및 시설(예 : 전열교환기, 벽체내 단열재, VAV control box등)은 투명유리나 플라스틱을 부분적으로 적절한 장소에 사용하여 노출시킨다.

3) 실험기능 : 건물은 건물 연구자들의 실험대상이다. 연구소의 에너지 및 환경 관련 연구원들이 그린빌딩을 사용하여 에너지 및 환경문제를 실험하거나 performance를 측정할 수 있는 기능을 하여야 한다. 태양열 system의 효율성 측정, double skin의 효율도 측정할 수 있는 실험기구를 설치할 수 있도록 예상하여 설계 시공한다.

한국에너지기술연구소에서 신축하려고 하는 그린빌딩의 명칭은 "그린빌딩 중앙연구동"으로 행정, 기획, 연구부서들이 공동으로 사용할 계획이며, 건물의 개요는 다음 표 2와 같고 기본 설계지침은 표 3과 같다.

표 2 그린빌딩 중앙연구동 개요

구 분	내 용
건축면적	1,151.59m <sup>2</sup> (348,366평)
연 면 적	6,184.62(1,870.85평)
층 수	지하 1층, 지상 5층
구 조	철골조
외벽재료	화강석 버너 마감 20T, 칼라복층유리 24T
층 고	기준층 : 3,900mm(2,550mm), 1 층 : 4,500mm(3,000mm)
평면장단변비	1 : 1

표 3 그린빌딩 중앙연구동 기본 설계지침

설 계 요 소	기본지침	비 고
에너지	자연에너지의 적극 도입 및 고효율 설비기술 적용	태양열/광 이용 및 VAV 시스템, 빙축열 시스템, 이중외피, 전열교환기, 서측면 일사 조절 차양 설치
물	우수, 중수사용 및 물절약	우수활용 시스템
공 기	공사중 먼지, 실내 공기질 보장 및 실내 배출 오염 저감	공사현장관리 지침, VOC 무방출 재료, 고효율 필터 사용
재료 및 폐기물	재활용재료, 재활용가능재료, 재사용재료이용 및 폐기물의 분리 수거	저 내재에너지 재료 사용, 폐기물 분리수거 시스템
소 음	공사소음, 실내소음 및 실외소음 최소화	공사현장관리지침, 기계실 배치 및 차음, 도로변 차음 시설
부 지	주변 생태계 보전	주변 식생 보전

2.2.2 해외 그린빌딩

(1) Audubon House

New York에 위치하며, Audubon Society의 본부건물로서 연면적이 100,000ft<sup>2</sup>이며, 1991년부터 1992년 사이에 개보수한 건물이다. 기존 건물에 비해 60%의 에너지 절약을 목표로 하였으

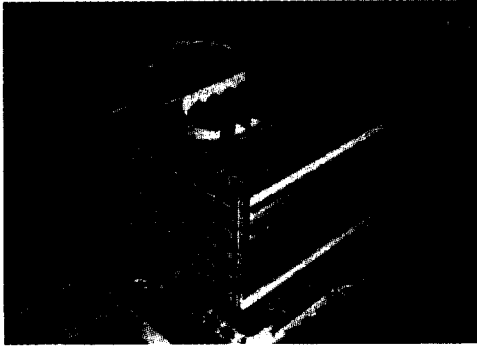


그림 2 그린빌딩 중앙연구동 투시도

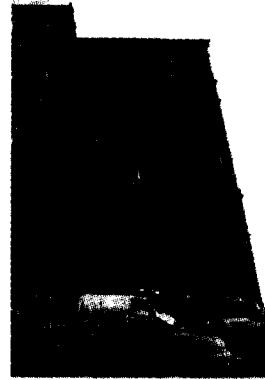


표 4 Audubon House의 분야별 적용기술

에너지	LNG를 이용하는 냉난방, 건물외피의 고단열, 열반사 유리 사용, 주광이용, Task/Ambient 조명(0.6~0.7Kwh/ft <sup>2</sup> ), 재실센서 등
재료	무독성재료, 내재에너지 비교, 재활용 가능성 고려
실내 공기질	접착제 사용 제한, VOCs 무방출 도료, 포름알데히드 최소화, 최대 외기 도입, 공기여과기 추가설치, 외기 취입구를 오염원으로부터 격리, 박테리아 성장 최소화할 수 있는 덕트 설계
자원 재활용	재사용, 철, 콘크리트의 재활용, 폐기물의 다단계 분류, 재활용용 쓰레기 슈트 설치(80% 수거), 절수장치 설치



그림 3 Audubon house 전경(위쪽) 및 천창을 통한 주광이용 설계(아래쪽)

며, 재실자에 대한 영향을 최소화하는 재료를 선택하고, 폐기물의 80%를 재활용하고, 실내공기질 및 작업환경의 쾌적성 제고에 중점을 두었다.

(2) Ridgehaven Building

샌디에고 ESD(environmental service department)의 본부건물로서 개축건물이며 연면적이 73,000ft<sup>2</sup>이다. 개축 단계에서 그린화 기술을 적용하여, 에너지효율, 실내공기질, 자원효율성, 건설 및 운용단계에서의 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위한 목표를 달성하기 위한 green building demonstration project로서 PTI(public technology inc.), EPRI(electric power

research institute), SDG&E(San Diego Gas & Electric Company)와 GTek(Gottfried Technology Inc.)의 공동 지원하에서 수행하였으며, EPRI, SDG&E, GTek이 ESD와 함께 설계, 에너지 해석 등에 참가하였다. 에너지소비량 목표는 9Kwh/ft<sup>2</sup>·yr이며, 1996년 수행된 건축 설비의 커미셔닝 후 소비량은 더 감소되었다. 샌디에고에서 가장 에너지절약적인 건물로서 평가 받고 있으며, 캘리포니아주 조례에 따른 평균 에너지소비량 17Kwh/ft<sup>2</sup>·yr의 47% 수준을 달성하고 있다. 실내공기질, 지속가능성에 있어서도 여타 자치단체 건물의 수준을 유지하는 것으로 보고되고 있다.

(3) Energy Resource Center

1957년에 지어진 Southern California Gas Company의 사무용건물을 1/3을 철거하고 가운데 부분을 새로이 개축한 것이다. 연면적 45,000ft<sup>2</sup>

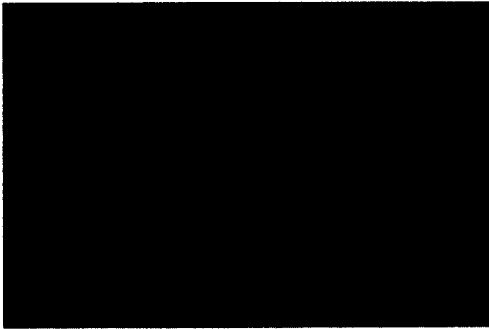


그림 4 Ridgehaven green building 전경

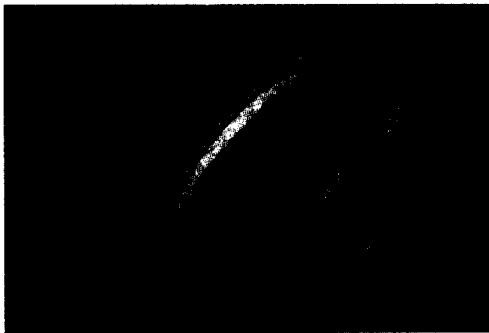


그림 5 Energy resource center 전경

이며, 최신 에너지 및 환경기술을 실현한 모델 건물로서 캘리포니아주의 에너지성능기준의 45% 수준을 소비하는 에너지 절약적 건물이다. Southern California Gas Company와 협력으로 건축, 기계, 설비, 환경전문가 등을 위한 정보센터 기능을 수행하고 있다. 환경보호협회(EPA : environmental protection agency)로부터 에너지 고효율과 환경친화적인 건물로 인정되어 "Energy Star" 빌딩으로 지정되었으며, ASHRAE의 기술상, 1996, 1997년의 WRAP(waste reduction awards program)를 수상하였으며, 남 캘리포니아의 air quality management district의 clean air상, 국제 사무기기제조업체의 ECO award 등을 수상한 대표적인 그린빌딩이다.

본 건물은 국제적으로 환경친화적인 건물 설계의 선도적인 예로서 인정되고 있으며, 미국내 관련 산업계에 정보를 제공하고 교육과 견학 등으로 시범건물로서 역할을 하고 있다. 주요 적용 기술은 표 5와 같다.

표 5 ERC의 주요 적용 기술

재활용 자 재	보도, 벽, 천장, 계단실 등에 재활용 자재 사용. 2차 대전 중 사용된 잠수함을 녹여 철골로 사용. 재생 신문지를 이용한 벽판넬. 비행기의 알루미늄을 벽판넬로 사용. 100% 재활용 나무 바닥재 사용. 페타이어를 주차장 바닥재로 재활용. 우유팩을 이용한 실의 벤치 제작, 페인트 표면을 무독성 페인트로 코팅 등 60여 자원 재활용 기술 적용
에너지	건물자동제어시스템을 이용한 온도, 조명, 유량 등을 제어. 고단열창에 조광시스템 설치(투자비 회수 10년), 새로운 조명, 공조 등 가능한 최신 기술 적용하여 유사 건물에 비해 40% 에너지 절약
정보 전시실	오존, 산화질소, 일산화탄소, 이산화탄소 등의 주요 오염물질의 효과에 대한 정보 제공을 위한 공기질 전시실, CFC 대체 공조 시스템이 전시된 기후 조정센터, 연료에 따른 매연 비교, 연소 메카니즘, 클린 에너지로서의 천연가스 등에 대한 정보를 제공하는 연소 전시실, 천연가스 자동차 전시실 등의 정보 전시실 설치

(4) BRE의 Environmental Building

21C 오피스건물의 모델을 제시하기 위하여 계획된 건물로서 에너지절약과 환경친화적인 건물을 실현하기 위하여 현재 가장 우수한 에너지절약기술보다 30% 낮은 에너지소비 기준을 달성하고, CO<sub>2</sub>의 배출을 저감하였다. BREEAM의 가능한 가장 높은 수준의 등급을 달성하였으며, 계획단계부터 성능평가를 위한 연구와 사후 성능평가를 위한 연구가 계획되었으며, 입주시부터 시작하여 장기간에 걸쳐 시행될 계획이다. 에너지절약을 위하여 가급적 공조를 없애거나 최소화하고, 냉난방부하를 경감하거나 평준화하기 위한 건물 외피 계획, 주광을 이용할 수 있을 때 인공조명을 최소화하였다.

표 6 BRE 건물의 분야별 적용 기술

에너지 절 약	공조를 낮거나 최소화, 냉난방부하를 경감하거나 평준화하기 위한 건물 외피 계획, 주광을 이용할 수 있을 때 인공조명을 최소화, 일사 조정장치의 적절한 자동 또는 사용자에게 의한 수동제어방식
혁신적인 건물설계 기법	바닥슬래브의 완곡으로 환기채널 및 파이프/케이블 선로 제공, 5개의 외 부환기 스택, 태양광 전지, 지하수를 이용한 냉방, 주광이용, 인공 및 주광의 조정, 휘광조정용 루버, 냉방부하평준화를 위한 높은 열용량의 컨크리트 바닥
재활용 재료사용	재사용 및 재활용 최대화를 시방에 명기, 가능한 재사용 재료에 대한 독립적 조사, 레미콘에 재활용 자갈 사용, 80,000개의 재활용 벽돌 사용, 바닥용 재활용목재 사용
사 후 평 가	에너지소비량, 실내 공기질 및 쾌적성, 주광 수준, 창 루버의 작동 성능, 환기량 스택과 바닥 부분의 공기유동, 태양광, 구조의 건설 및 재실 후 스트레스 등

표 7 Four Times Square Building의 주요 적용 기술

유리창 선택/ 주광이용	바닥면적의 약 25%를 주광조명 함으로서, 14개월만에 투자 회수, 유리창의 차폐계수는 0.3이며 가시광선투과율은 0.4와 0.66이었다.
중앙냉방 장치	천연가스 이용 흡수식 냉·난방기 설치
연료전지	8개의 200Kw 연료전지를 옥상에 설치, 상환기간은 10년
태양광 발전(PV)	Times Square의 광고판 전력부하를 감당, 창과 창 사이의 facade area인 spandrel에 설치. thin-film type이 crystalline type보다 상환기간이 좋기 때문에 선택
IAQ	외기는 건물의 높은 위치(80ft와 700ft)에서 취입, 외기는 바닥면적 1ft <sup>2</sup> 당 0.20cfm, 입주자 수칙 제정, VOC가 없거나 낮은 청소용제 사용, 겨울에 상대습도를 30%까지만 허용

(5) Four Times Square Building

1997년부터 맨하탄에 건설되고 있는 48층, 1,600,000ft<sup>2</sup>의 본 건물은 에너지효율, 실내환경, 지속가능한 재료와 시공, 운용, 유지관리의 책임감 등에서 등급 규모의 건물로서는 최고이다. 뉴욕시 맨하탄의 브로드웨이와 42번가의 교차지점 북동쪽 모서리에 위치한 이 건물은 뉴욕에서는 최초의 투자를 위한 48층 사무소용 그린빌딩으로서 현재 건설중이다.

2.3 기타 그린빌딩 운용 사례

그린빌딩은 준공 후 실제 입주하여 운용되는 단계에서 유지관리비를 줄이고, 에너지 사용을 최소화하며, 쾌적한 환경을 유지하고, 폐기물의 발생을 최소화하고, 배출되는 오염물질의 배출을



그림 6 BRE의 Environmental building 전경

최소화 하는 등의 유지관리 단계에서의 실행 지침을 충실히 지켜 나가야 한다. 다음은 그린빌딩의 대표적인 유지관리 사례로서 ERC에서 시행되고 있는 그린빌딩 운용에 대해서 소개한다.

2.3.1 건축 후 입주

(1) 운용 및 정비

전산유지·관리시스템(computerized mainten-

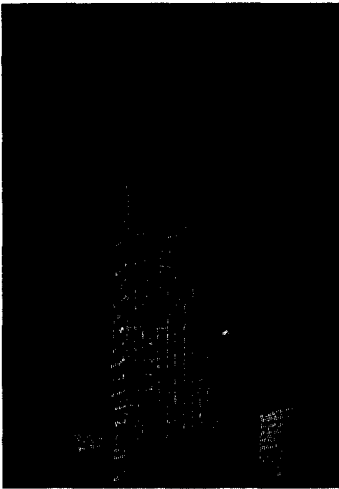


그림 7 Four times square building 전경

ance and management system)이 설치되어 있으며, 모듈라 타입의 소프트웨어로 운용에 관련한 비용을 정밀하게 산출할 수 있다. Southern California Gas Company의 주요한 건물들을 종합관리하는 시스템의 일부분으로 구성되어 있다. 정밀작동을 위하여 소수 정예의 운용요원들을 투입하여 TPM(total productivity management), TQM(total quality management)을 포함하는 건전하고 확인된 관리방식으로 운용한다.

(2) 교육

ERC의 모든 장비의 부속에 대한 상세 유지 관리 매뉴얼이 준비되어 있다. 유지관리 요원들에게 유지관리 및 예방순서에 대한 교육은 기본적인 것이다. 기기의 운전 기본 파라미터들의 기록과 유지가 되어 있으며, 운영요원이 교체되었을 경우 새로운 운영요원에 대한 전체 운용에 대한 교육의 실시도 계획되어 있다.

(3) 폐기물의 최소화 및 재활용

ERC는 폐기물 관리 컨설턴트와 함께 수립한 다음과 같은 2개의 폐기물 재활용 프로그램을 실행하고 있다.

1) 박스나 사무용폐지 등의 종이류 재활용 수거함 및 캔, 유리, 플라스틱 등을 위한 부엌용 수거함 설치 운용

2) 부엌, 복사실 및 작업 테이블에서 배출되는 사무용 폐품을 수거하기 위한 소형의 콘테이

너 수거함 설치 운용

(4) 청소 및 유지

ERC는 전체 건물 유지관리 시스템에 예방정비 기능을 포함하고 있다. 주간, 월간, 반년간, 년간 단위의 전산화된 예방정비 작업계획을 수립하고 있다. 주간 점검은 대부분 신속한 시각적인 점검이며, 월간, 반년간, 년간 점검은 필터 교환, 팬 및 코일 청소 등 좀 더 포괄적이다. 냉각탑은 계간 단위로 청소한다. 이러한 지침은 내·외부 정비 작업자들에 대하여 적용된다. 모든 화학물질 청소용제의 보관과 혼합은 적절한 관리시설이 되어 있는 관리 사무실에서 이루어지며 이러한 방은 환기시설이 잘 되어 있고, 실내가 부압(負壓)으로 유지된다. 대부분의 경우 ERC는 카페트나 가구의 주간, 월간 청소시에 자연의 식물성 세제를 사용한다. 독특하게 “green leasing” 계약에 따라 카페트는 필요에 따라 교체하기 쉬운 부분에 대해서는 제조업체가 교체해 준다. 더럽혀진 부분은 세탁하고 재사용한다. 궁극적으로 리스기간이 끝나는 시점에 모든 카페트는 교체되고 기존의 카페트는 제조업체에 의하여 재활용하기 위하여 회수된다. 교체되는 부분은 물론 재사용품도 있을 수 있다. 공기 여과 장치는 중간정도 효율의 시스템으로 필터의 수명을 연장하기 위하여 미생물 제제를 사용하기 위하여 슬레이트로 개량되었다. 새로운 시스템은 어떠한 공기 전달 미생물도 처치할 수 있다.

(5) 공공 건강 문제

IAQ는 설계, 건설 및 건물 운용에서 강조되어야 할 문제점으로 인식되고 있으며, ERC는 구조적, 포괄적으로 강조하고 있다. IAQ는 총괄적인 커미셔닝 과정에서 자연적으로 확보되며, ERC는 1) 오염원, 2) HVAC 설계 및 운용에 대한 고려, 3) 오염물질의 오염원으로부터 재실자에게 전달경로 및 4) 재실자 활동 등의 4개의 중요한 기본요소를 강조하고 있다.

생산성/결근에 대한 통계에 따르면 ERC에 근무하는 사람들은 Southern California Gas Company의 2개의 다른 비교 가능한 작업 집단보다 우수한 것으로 나타났다. 즉, 1996년 9월 1일부터 1년간 ERC 근무자들은 1인당 평균 14.57 시간의 병가를 냈고, 다른 현장 근무자의 경우는

16.27, 회사 전체로는 21.38 시간의 병가를 낸 것으로 보고됐다. Southern California Gas Company는 1991년 모든 건물에 대하여 금연을 실시하여 엄격히 시행하고 있다.

### 2.3.2 감시 및 성능 유지

ERC의 에너지관리 시스템(EMS)은 건물에 새로운 기술을 추가로 수용하여 수년 후에 업그레이드되도록 계획되어 있다. 전체 HVAC 시스템을 감시, 조정하기 쉽도록 사용자 중심의 중앙집중 시스템으로 되어 있으며, 필요에 따라 극히 일부 부분은 분리하여 수동으로 작동할 수 있도록 되어 있다. 3차원 그래픽 화면은 운용자가 다양한 컴퓨터 스크린 중 필요한 부분을 정확히 적출하여 운용할 수 있도록 해준다. 230개의 제어 관제점으로 구성되어 있다.

#### (1) 자료수집

건물이 준공되기 전에 전문적인 커미셔닝 업체와 실내공기질 감시 회사가 선정되어 준공 후 2년동안 지속적으로 모니터링을 수행하였다. 커미셔닝 컨설턴트 회사는 DOE-2.1E 컴퓨터 프로그램으로 건물 설계 단계에서 에너지 해석 작업을 수행하였고, ERC의 에너지소비량을 캘리포니아 에너지 성능기준 title 24, parts 1 및 parts 6의 기준을 따르는 유사한 건물과 비교하였다. ERC 건물은 소위 "title 24 건물"이라 불리는 건물의 에너지 소비량의 45% 수준의 에너지를 소비하는 것으로 평가되었다. 실제적인 에너지절약량은 수정된 "PowerDOE" 모델로 평가하였으며, 전체적인 설비 운용면에서 title 24보다 38에서 40% 우수한 것으로 증명되었다. 실내 공기질은 전체적으로 커미셔닝에 포함되는 절차로서 ERC는 상세하고 전체적인 IAQ 검사 프로그램을 수립하여 1년에 2회 수행하였다. ERC 컨설턴트는 이러한 프로그램이 본 건물의 설비에 설치되어 작동되는 공조시스템에 대한 지속적인 공기질 모니터링 시스템으로 충분하다고 인정하였다.

#### (2) 분석

커미셔닝 에이전트가 "기본 케이스"를 설정하여 본 건물의 운전에 따른 비교 분석을 수행하였다. 기본 케이스는 원래 건물의 HVAC 시스

템을 포함한다. 에이전트는 기본 건물의 조명, 건물외피, 기계설비 등의 주요한 시스템을 이론적으로 설정하고, 이러한 본래 시스템에 대한 표준 운전스케줄을 ERC 건물에 적용하였다. 유사한 방법으로 커미셔닝 에이전트는 새 건물에 대한 조명, 건물외피 및 HVAC에 대한 운전 프로파일을 개발하였다.

#### (3) 정밀조정

덕트나 열원설비, 공기분배 등이 ERC의 커미셔닝에 의해 조정되었다. 덕트의 엘보우 부분을 90°에서 45°로 수정하고, 2층 덕트 부분에 대한 단열을 강화하여 에너지효율을 높였다. 열원설비측의 자동밸브를 교환하여 잠금을 확실히 하고, 냉각탑 팬에 대한 새로운 제어 시스템이 설치되었다. 결과적으로 이코노마이저 사이클에서 내부 공기를 일소하기 위한 공기 유량이 증가되었다.

## 3. 맺음말

세계적으로 환경친화적인 건축에 관심이 고조되면서 미국을 비롯한 영국, 프랑스, 독일, 캐나다 및 이웃 일본에서도 건물에 의하여 야기되는 환경영향을 줄이기 위하여 적극적인 노력을 하고 있고, 그 결과로 많은 건물이 신·개축되고 있다. 본 고에서는 그 중 대표적인 그린빌딩 구현사례와 운용사례를 살펴보았다. 그린빌딩기술은 우리의 생활환경 조건을 개선하고, 주변 생태를 보호하며, 지구온난화의 요인인 CO<sub>2</sub>의 발생을 저감시켜서 우리가 살고 있는 지구를 우리의 후손들에게 물려줄 수 있는 지속가능한 개발을 위한 건축부문에서의 환경보호를 위한 대안이다. 지구온난화 방지를 위한 지구온난화 가스들의 배출기준이 엄격하게 이행되도록 WTO와 연계하여 시행하려고 하고 있는 시점에서 국내에서도 한국에너지기술 연구소에서 중앙연구동 건물을 그린빌딩으로 건축하기로 하였으며, 이를 바탕으로 우리나라에서도 그린빌딩에 대하여 더 많은 관심과 노력을 기울여야 할 필요가 절실하다.

## 참 고 문 헌

1. 박상동, 1996. 2, "그린빌딩", 건축, Vol. 40,



- No. 2, 대한건축학회.
2. 박상동, 1997. 2, “빌딩커미셔닝”, 건축, Vol. 41, No. 2, 대한건축학회.
  3. 윤용진 외, 1996. 4, “그린빌딩 기반기술 및 건설타당성 연구”, 한국에너지기술연구소.
  4. 박상동 외, 1997. 4, “그린빌딩 설계 및 시공 지침 작성 연구”, 한국에너지기술연구소.
  5. 동우건축, 한일 MEC, 서울 IB, 1998. 4, “그린빌딩 연구동 신축공사 설계진행 요약”.
  6. BRE : “A performance specification for the energy efficient office of the future”, BRE Report 30.
  7. A.H. Fanney, K.M. Whitter, “US green building conference-1994”, NIST Special Publication 863.
  8. A.H. Fanney, K.M. whitter, “SAecond international green building conference and exposition-1995”, NIST Special Publication 888.
  9. “AUDUBON HOUSE-building the environmentally responsible, energy-efficient office”, National Audubon Society.
  10. D.A. Gottfried, “The city of San Diego’s Ridgehaven green building demonstration project”, WO 3737-05, Draft Report, Oct. 2, 1996.