

환경 친화를 위한 그린빌딩 디자인 정보에 관한 연구

A Study on Information of the Green building Design for friendly environment

강승모* / Kang, Seung-Mo
 김수정** / Kim, Su-Jung
 권자인*** / Kwon, Ja-In

Abstract

The end of the 20th century, on the ecological world-view which looks the whole things as systematic and admits the incessant change, human is considered to function with the environment mutually and to evolve in harmony with it. Because of the living style of the modern people whose most time spent inside of the buildings, eco-office elements are introduced in the interior places where many general publics are gathered. We gather up the all information about Eco-office, introduction of green building certification system, Eco-office System Technics and provide source to how to design interact with eco-office.

키워드 : Green design, Eco-office, Environment, Green building

1. 서론

1.1. 연구의 목적 및 의의

도시의 주된 문제는 일반적으로 인식하고 있는 환경오염의 축적 외에 생태계의 균형파괴, 그리고 도시 기후의 변화란 관점으로 구분할 수 있다. 20세기의 자연파괴는 그 규모 면에서도 전 지구적이고 모든 생물체와 비 생물체까지 그 존속을 위협하고 있다. 건축바닥면적에 상응하는 토양생태계의 1차원적인 파괴, 건축과정에서 수반되는 2차적인 파괴 그리고 도로 및 외부공간의 포장 등으로 극단적인 경우 도심의 토양생태계는 완전히 생명력을 잃게된다. 따라서 자연스런 생태적 순환체계 회복을 유도할 수 있는 대안기술의 개발이 도시·건축 디자인 측면에서 중요한 의미를 가지게된다. 한편, 도시의 생태적 문제들은 서로 별개의 것이 아니라 강한 연계성을 가지고 있다. 도시의 과밀개발로 인한 열섬현상¹⁾은 에너지 소비 증가를 초래하고, 이로 인해 가중되는 대기오염은 다시 열섬 현상의 원인을 제공한다. 또한 무분별한 포장과 복개로 인한 토양(녹지) 및 수계면적의 감소는 도시 열섬 현상과 도시홍수 등의 도시기후 변화를 초래하며, 이는 결국 도시 생태계의 균형과 다양성을 파괴하는 연결고리를 가지고 있다. 즉, 도시의 생태적 문제들은 서로간에 원인을 제공하며

악순환을 거듭하고 동시에 도시의 쾌적성(amenity)을 악화시키고 있다. 회색도시로 지칭되는 기존 도시의 생태적 악화는 그대로 도시민의 건강과 생산성에 영향을 미치게 된다. 따라서, 회색도시의 녹색도시화 작업은 도시와 자연이 공존하는 모습 - 다시 말해 生態的으로 재편하는 의미를 가지는 동시에 회색 사무공간에서 병들어 가고 있는 재실자들을 근원적으로 치유하는 의미를 가진다. 도시가 하나의 유기체라는 관점에서 그린빌딩의 창출은 녹색도시의 조성이라는 판짜기에서부터 출발하여야한다. 이런 관점에서 본 연구는 자연환경과 건축(도시)환경이 공간적, 기능적 그리고 생태적으로 단절되었던 기존의 계획·설계기법과 달리 이 녹색도시 조성의 기본적인 기술로 인식하여 생태적 기초지식을 두고 규모를 초월하여 자연과 인간의 유기적 연계를 가능케 하는 디자인 실철을 위한 일종의 정보제공을 제시하기 위함이다. 그린빌딩의 변화 과정을 정리함으로써 실내 디자이너에게 그린빌딩 개념에 대한 방법론 모색에 도움이 되기를 기대한다.

1) 열섬현상(heat island)

콘크리트와 아스팔트 구조물(열용량이 큰) 뒤덮여있는 도심은 인근교외 지역에(녹지가 많은지역)비해 태양열로 쉽게 달궈지며 도시 내에는 공장, 주택, 자동차등이 많아 연료를 연시킬때 많은 열이 발생하므로 주변의 다른 지역보다 2~5℃ 가량 높은 온도를 형성하게 되는데 이때 기온이 같은 지점을 등온선 으로 연결시켜보면 높아진 도시내 기온 분포도가 섬의 등고선 같은 형태를 띠고 있어 열섬이란 이름이 붙여진 것이다 (추가로 큰빌딩이나 아파트등이 바람의 통로를 막고 있는 것도 원인중의 하나라고 한다) 도시로의 인구집중과 팽창으로 인한 비교적 좁은 지역내에서 이루어지는 대표적인 기후변화 현상이다.

* 정회원, 한세대학교 실내디자인학과 전임강사

** 정회원, 호서대학교 실내디자인학과 겸임

*** 정회원, 한세대학교 실내디자인학과 강사

12. 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 그린빌딩과 환경친화성을 연계시켜 그 개념의 발전 과정을 살펴보고, 최근의 국내외 그린빌딩의 사례를 제시함으로써 그린빌딩 구축을 위한 인증제도의 범위 및 성격과 평가동향을 파악하고, 건축적 적용기술 및 기법의 특징을 정리하고자 한다.

본 연구는 그린빌딩의 확산을 위한 환경친화 개념과의 연계성과 차이성을 전제로 이루어진 기초적 연구로, 구체적 기술에 관련한 논술을 지향하고 환경친화성을 기반으로 한 그린디자인의 기본 개념 정리와 일반적 적용사례를 중심으로 서술 정리하여, 그린디자인의 초기 정보제공의 가능성을 검토하는 연구로 제한한다.

참고문헌으로는 환경친화성에 근거한 인문사회학 관련도서 및 그린디자인의 개념에 기반을 둔 그린빌딩, 에코오피스, 생태건축 등의 관련 문헌, 그리고 전술한 그린 개념에 기반을 둔 국내외 관련단체에서 제공하는 인터넷 사이트의 정보를 가공하여 사용한다.

2. 그린빌딩 개념과 방향

2.1. 그린 빌딩 개념

그린빌딩이란 “에너지 절약, 자원 절약 및 재활용, 자연환경의 보존, 쾌적한 거주환경을 목적으로 설계, 시공, 운영 및 유지관리, 폐기

<표 1> 그린빌딩 개념

기존건물	그린빌딩
<ul style="list-style-type: none"> 에너지소비에 따른 일산화탄소, 질소, 발생 유한한 자원의 소비 지구 기후의 변화 (온난화, 사막화) 실내환경의 오염 라이프사이클에서의 폐기물 발생 	<ul style="list-style-type: none"> 자연에너지의 효과적 이용 에너지 절약 시스템의 채택 건물 수명의 장기화 환경친화형 설계의 선택 건물 주변 환경부하의 절감 환경 친화형 자재의 선택 해체시 최종폐기물의 절감, 적정처리 환경친화적인 라이프사이클의 대응

<표 2> 환경친화성 건축 비교표

그린빌딩	생태건축	환경친화형건축	환경공생건축
<ul style="list-style-type: none"> 에너지 절약 환경공해 절감 기술 자연친화 	<ul style="list-style-type: none"> 자연과에너지의 생태적 이용 자연환경과의 조화 	<ul style="list-style-type: none"> 에너지와 자원의 절약 주변환경과의 유기적 연계 건강 및 쾌적성 향상 환경부하의 최소화 	<ul style="list-style-type: none"> 지구 환경의 보존 (Law Impact) 주변환경과의 친화성 (High Contact) 주거환경의 건강, 쾌적성 (Health & Amenity)

까지의 라이프사이클에서 환경에 대한 피해가 최소화 되도록 계획된 건축물”로 정의된다.

즉, 환경적으로 향상된 방법으로 설계, 건설, 운영, 철거되는 모든 형태의 주거, 산업, 상업용 빌딩으로서, 실내공기, 시공과 철거 시 발생하는 폐기물의 최소화, 자원과 에너지의 효율적 이용측면을 건물에 적용시킨 개념이라 할 수 있다.

그린 빌딩은 지속 가능한 사회를 이룩하기 위한 빌딩의 형태를 말한다. 그린빌딩을 달성하기 위해서는 빌딩의 설계, 건축, 사용, 유지, 관리, 폐기가 고려되어야 하며, 여기에는 전과정평가(LCA)²⁾가

적용된다.

(1) 대상별 그린 이슈

- ① 빌딩 및 시설: 위치(교통유발 효과, 주변 환경 파괴여부), 사용된 자재의 환경 친화성, 에너지 효율성(조명, 소요전력), 절수효과, 폐기 단계의 환경성 (건폐기물등의 재활용성)
- ② 집기 및 사무기기: 사용 자재의 친환경성, 사용 과정의 환경성, 폐기단계(재활용)등
- ③ 소모품: 고갈성 천연자원 사용 여부, 인체 유해성
- ④ 건물내 활동: 에너지 효율이 높은 빌딩은 단열이나 냉방을 위해 외부공기를 차단하므로 실내환경을 악화시킬 수 있다. 건강한 실내 환경은 질병의 방지뿐 아니라 재실자의 생산성을 높이는 데 중요한 인자이므로, 내장재는 화학물질이나 독성물질 배출하지 않는 것으로 선정한다.

(2) 그린빌딩의 경제성

전통적으로 환경개선은 추가적인 비용이 발생하는 것으로 경제성 면에서는 부정적으로 인식되고 있다. 그러나, 건물의 그린화는 대부분 에너지 및 물품의 절감을 꾀할 수 있으며, 환경 친화적 원자재 구입 및 폐기물 판매 등으로 비용절감이 가능하게 된다.

그리고 그린빌딩 조성에 따른 경제성은 전과정 원가분석(Life cycle costing: LCC)을 근거로 평가할 수 있다.

(3) 환경개선의 현실적 제약과 해결방안

<표 3> 인식의 문제

제 약 요 인	해 결 방 안
편협된 환경적 시각	
환경문제에 대한이해 부족	환경문제에 대한 개념과 필요성에 대한 교육
환경개선은 장기적인 과제	환경개선 성공사례 소개
환경개선에 많은 비용소요	환경개선과 경제성 제고를 동시에 실현한 사례 제시
폐기물에 대한 부적절한 이해	정확한 물질·에너지 수치 분석 및 개선계획 수립
관성에 따른 업무 태도	모든 조직 구성원들이 참여하는 프로그램의 수립 및 실시
법규 준수 중심의 환경관리	자체 환경기준을 수립하여 자발적 환경개선 추진

<표 4> 조직의 문제

제 약 요 인	해 결 방 안
조직내부적 갈등	환경개선에 필요한 부서별 역할 분담의 명확화
조직간의 협력부족	조직간 협력강화를 통하여 각 단계별로 환경을 개선할 수 있는 방안을 모색
	사회적 환경개선 프로그램에 동참
정부와 민간 조직의 상충 운영	정부와 민간의 신뢰회복 및 정부의 유연한 시장 경제적 제도 운영

(4) 그린빌딩 전략

① 자발적인 참여(Voluntary agreement: VA):

자발적인 참여(Voluntary agreement: VA)를 유도하고 있는 미국의 경우는 VA 프로그램들인 에너지 스타빌딩 인증제(Energy Star Buildings), 에너지 스타오피스 준비제(Energy Star Office Equipment),

획득 및 가공, 제조, 수송, 유통, 사용, 재활용, 폐기물 관리 과정 동안에 소모되고 배출되는 에너지 및 물질의 양을 정량화하여, 이들이 환경에 미치는 영향을 총체적으로 평가하고, 이를 토대로 환경개선의 방향을 모색하고자 하는 객관적이며, 적극적인 환경영향 평가방법을 말한다.

2) LCA(Life Cycle Assessment): 특정 제품(서비스 포함)의 전과정 즉, 원료

그린조명 프로그램(Green Lights Program), 실내환경친화 프로그램(Indoor Environment Program), 등의 프로그램을 적극적으로 도입하고 있고, 참여하는 조직이나 개인에게 별도의 인센티브를 제공하여 참여를 높이고 있다.

이를 위해 국제표준화기구(ISO)에서는 환경경영 분야의 국제표준규격인 ISO14000시리즈를 제정하고 있으며, 이 가운데 환경경영체제에 관한 규격인 ISO14001은 이미 시행되고 있다. (기업대상 이외 중앙정부, 및 지방자치단체, 교육기관, 병원, 사회단체 등에서도 적용가능)

② 지방의제 21(Local Agenda 21)의 실천:

1992년 라우 정상회의에서 공표된 “의제 21(Agenda 21)”의 일환으로 지방자치단체에 주로 적용되고 있는 “지방의제 21”은 건물의 그린화를 주요 프로그램의 하나로 다루고 있다. 일례로 “21세기 녹색서울을 만들기”라는 제목의 “서울의제 21”에는 그린빌딩과 관련된 다양한 실천 프로그램이 담겨져 있으며, 여타 지방자치단체도 이와 유사한 프로그램을 준비하고 있으며, “지방의제 21”의 성공을 위해서는 어떻게 실천하는가에 의미가 있다고 하겠다.

2.2. 그린빌딩의 국내외 사례

(1) 미국의 사례 (Audubon House)

미국자연보호협회(Audubon Society)의 건물은 대표적인 그린빌딩의 예이다. 이 건물은 1891년에 10년간 비어 있었고 구입가격은 부지가격과 비슷한 천만달러(백삼십억원)이다. 미국자연보호협회는 이 건물을 구입함으로써 1세기가 된 건물을 보전함과 동시에 뉴욕시의 조경을 보호할 수 있었다. 1990년부터 1992년에 걸쳐 보수가 이루어졌으며, 약 천사백만 달러(백십억원)의 비용이 소요되었다. 내부는 에너지 효율이 높으면서 환경적으로 신뢰할 수 있는 사무공간의 모델로 보수되었으며, 외부는 세기말의 웅장함을 기념하기 위하여 원형 그대로 보존하였다. 에너지 보존과 효율, 환경영향 저감(低減), 천연자원 보존과 재활용, 건강한 실내 환경 조성 등 크게 네 가지로 구성되어 있다.

① 에너지 보존과 효율

자연광이 최대한 들어올 수 있도록 하고 조명 시스템을 개선하여 조명에 사용되는 전기 에너지의 사용을 최소화하였다.

-남쪽과 서쪽으로 노출된 큰 창과 중앙 접견 장소의 채광 창을 통하여 많은 양의 자연광이 사무실 공간으로 들어올 수 있도록 함.

-엷은 색의 가구와 내장재 표면은 자연광의 반사율을 증대시킴.

-외곽에 있는 사무실의 채광창을 벽이나 복도가 가로막지 않도록 함. 대부분의 사무공간이 자연광에 의해 조명이 이루어지도록 함.

-덕트, 파이프, 내부배선을 창문근처에 배치하지 않도록 하여 창문 근처의 천장을 울리고 빛의 투과를 증가시킴.

-Task/Ambient (부분 직중조명/간접조명)조명 시스템을 도입하여 사무실을 부드러운 빛으로 감싸고, Task조명은 필요한 장소에 집중된 조명으로 제공.

-T-8 삼인광(triphosphor³⁾)형광램프는 열의 발생 없이 높은 효율과 자연적인 조명을 제공.

-남쪽에는 dimming⁴⁾센서를 설치하여 들어오는 빛에 반비례 하도록 조명 조절.

-Occupancy센서는 사람이 없는 곳의 조명을 자동으로 소등.

-CFC(S⁵⁾)가 전혀없는 Air-Krete단열재 사용(뉴욕시 빌딩법 요구의 3배 사용).

-창문에 사용된 Heat-Mirror 유리사이에 폴리머 시트가 설치된 것으로 겨울에는 내부 열을 보호하고 여름에는 외부열의 유입을 차단.

-빌딩에서 유실되는 열의 상당부분이 지붕을 통해 이루어지기 때문에 지붕에 법에서 요구하는 단열성의 세배에 해당하는 단열재 설치.

② 환경영향 저감

-가스연료를 사용하는 히터와 냉각장치를 설치하여 CFC(S가 전혀 사용되지 않았으며, 아황산가스(SO²)가 배출되지 않고, 질소산화물(NOX)은 기존 뉴욕에서 설비보다 60%정도 저감.

-냉방에 가스를 사용함으로써 여름철 최대 전력수요의 요구를 줄여 지역의 전기사업자가 새로운 수력에너지 자원을 찾기 위해 야생의 자연을 손상시키는 것을 방지.

③ 천연자원 보존과 재활용

기존 빌딩 이용으로 철 360톤, 벽돌 9,000톤, 콘크리트5 60톤을 절약, 보수과정에서 발생된 금속, 조각, 목재, 벽돌 등은 재활용.

-직원들에게 재활용을 위한 상자와 폴더가 주어짐.

-빌딩 내에 자체 재활용시스템을 가지고 있으며, 흰종이, 혼합종이, 알루미늄, 플라스틱등 네 가지로 분류.

④ 건강한 실내 환경 조성

-내장 페인트는 VOCs⁶⁾배출 저감용 사용.

-가구는 폼알데히드나, VOCs배출 저감용 사용.

-카펫트는 염색하지 않은 100% 천연의 wool 사용.

-(HVAC : Heating, Ventilation and Cooling):히터와 냉방 장치는 옥상에 위치시켜 오염원으로부터 멀어지게 함으로서 신선한 공기를 공급하고, 필터로 분진과 먼지 제거.

-신선한 공기의 비율은 1인당 26CFM(cubic feet per minute)뉴욕시 기준지침의(10 ~ 20 CFM)을 초과 공급.

-기존빌딩 경우 공기조절 장치를 전체 1개를 설치하는 반면 각층에 필터와 함께 설치, 냉각장치는 CFC(S대신 리튬 브로마이드 사용.

⑤ 주요 성과

-뉴욕시 기존의 사무실과 비교하여 62%이상으로 매년 약 100,000달

3)triphosphor: 보통 백열전구보다 수명이 60배나 길고 전극이 없는 전구. 이 제품은 수명이 6만 시간으로 일반 백열전구의 60배에 달하며 광효율은 4 배나 높다. 이 제품은 일반 전구와 달리 필라멘트를 사용하지않고 특수구일에 의해 불이 켜지기 때문에 대형 건물의 천장등 보수, 유지가 곤란한 곳에 설치하면 상당한 비용을 절감할 수 있다.

4)dimming: 전자식 조도조절안정기

5)CFC'S :chlorofluoro carbon : 지상에서 배출되는 염화불화탄소

6)VOCs: 휘발성 유기화합물

러(일억삼천만원)절약.

-보수와 설계비용은 122달러/ft² 이며, 뉴욕시의 평균 비용은120~128달러/ft² -조명에 사용되는 전기는 2.4W/ft² 로 전기사용을 0.6~0.7W/ft² 감소시켜 설계-냉각과 단열에는 CFC'S사용 안함-가스를 사용하는 냉각장치와 히터는 SO2를 배출하지 않고, NOX는기존 다른 설비보다 60% 감소.

-자체 재활용시스템이 설비되어 사무실 폐기물(주로 종이)의 80% 수집 및 재활용.

-천연 물질과 재활용된 물질이 포함된 재료를 보수에 널리 사용됨
모든 건축내장재는 오염물질의 배출이 최소화되는 것을 선정하였으며, 높은 효율의 공조와 결합되어 건강한 실내환경을 조성

-건축의 원형(元型)구조 그대로 사용.

(2) 한국의 녹색조명운동 사례

에너지관리공단을 중심으로 이루어지고 있는 녹색조명운동은 우리 나라에서 공식적으로 진행되고 있는 대표적인 그린빌딩 운동 이라할 수 있다 녹색조명운동은 우리 나라 소비전력의 18%에 해당하는 조명분야 소비량의 20%로 감축하는 것을 목표로 하고 있다. 목표가 달성될 경우 백만 kW/h급 발전소1기의 발전량 절감 효과를 볼 수 있으며, 이산화탄소 216만톤, 아황산가스 12,500톤, 질소산화물 7,600톤을 낮추는 효과를 가져온다. 절전조명기의 설치는 에너지관리공단의 기금으로 설치하며, "에너지절약전문기업"⁷⁾제도를 통하여 지원이 이루어지고 있다.

중소기업은행 본점 조명설비 개체사업

① 개요

-투자 기간: '96. 7. ~'96. 8. /투자 비: 1억 3천만원

-투자내용: 9,657개 일반형광등과 8,357개의 기계식 안전기를 절전형으로 교체

② 연간 절감액 - 최대 4천만원(전력소비절감액)

③ 상환조건 :상환기간(48개월): '96. 9. ~'2000. 8./상환액:월 280만원

④ 효과 -절전형 기기를 통해 조명용 전력사용량의 약 35%절약

-연간 73만 4,298 kW/h절감

현대전자 이천 공장

① 개요-투자내용; 96년 15W 전구형 형광등 6백개, 32W 고효율 형광등 7만 3천개 설치

② 효과 -연간879만 6천kW/h절감 / 연간3억7천 2백만원 절감

포항제철소, 광양제철소

① 개요-26cm의슬림형 전구 21만개, 전용 안전기 10만 5천개, 전구

7)에너지절약전문기업: ESCO는 에너지사용자를 대신해 에너지절약 시설에 투자하고 이에 따른 에너지 절감액으로 투자비를 회수하는 기업이다. ESCO를 이용할 경우 에너지사용자는 경제적, 기술적 위험 부담없이도 에너지를 절약할 수 있다. 지난 92년 도입됐으며 현재 삼성에버랜드, 태일정밀, 신광기업등 31개업체가 등록되어 있다. 정부는 ESCO사업 활성화를 위해 지금까지 연리 5.5%의 저리자금 564억원을 지원하고 에너지절약시설 투자에 대한 투자세액을 공제하는 등의 혜택을 주고 있다.

형 형광등 5천 6백개 설치

② 효과 -연간2천만kW/h절감/ 연간 11억원 절감

그 결과 객관적인 그린빌딩 디자인 평가가 될 수 있는 제도적 장치가 개발되었다.

(3) 독일 상업은행(Commerz Bank) 사례

인텔리전트화된(IB) 그린빌딩의 대표적인 사례로는 노만 포스터에 의해 디자인된 프랑크푸르트의 코메르츠 뱅크 본사 건물들 수 있다. 대부분의 그린빌딩 주변이 주거를 비롯한 소형 건축물에 적용되는데 비해 코메르츠 뱅크 건물은 최첨단의 IB 기술과 환경 생태적 요소인 자연친화형 디자인과의 접목을 실현한 대형 건물이라는데 큰 의미가 있으며, 인텔리전트 빌딩화된 그린빌딩의 개념을 명확하게 이해할 수 있으리라 생각된다.

이 건물은 3각형의 기둥 모양으로 구성되어 전체건물 높이 290m, 60층 규모의 대형 건물로, 적용 가능한 생태적 요소를 총망라하여 설계한 건물이다.

이 건물의 그린빌딩의 기술요소로서 자연채광, 녹지공간 확보, 물의 재활용, 재활용 가능한 재료의 사용을 채택하고 있고, 기술요소로서는 각종 감지센스, 첨단 건물관리 시스템(BMS: Building Management System), 개별 시스템을 채택하고 있다. 그 내용을 간략히 살펴보면 다음과 같으며 그린빌딩 기술요소와 IB 기술요소는 서로 분리되지 않고 상호보완적으로 적용되었다.

① 자연채광

자연채광 방식을 채택하여 8만 5천m²의 내부공간에 고루 햇빛이 들게 했고 건물의 중앙부에는 1층부터 60층까지 아트리움을 통해 자연광을 유입함으로써 밝고 친근감 있는 실내 분위기를 연출하였다. 사무실을 건물의 외부에 배치하여 건물 외부 및 중앙부에서 유입되는 자연광을 최대한 이용 할 수 있도록 함으로써 조명이 필요한 에너지를 절약할 수 있었다.

② 9개의 하늘정원

녹지확보를 위해 건물의 매 4층마다 건물의 한쪽을 정원으로 구성하여 하늘정원(sky garden)을 조성하고 수목이 자랄 수 있도록 하였다. 실내로 수용된 9개의 하늘정원은 건물의 '녹색허파(Green Lung)'로 일컬어지며, 편안한 휴식공간과 신선한 공기를 제공하여 쾌적한 사무 환경을 제공한다. 일반적으로 복잡하고 분화된 공간에서 서로간에 유대관계를 유지할 수 있는 공간의 단위는 4층으로 알려져 있다. 이에 따라 건물의 4층마다 사무실과 정원을 교차시켜 사무실 근무자 모두가 실내정원을 즐길 수 있도록 하였다. 이에 따라 건물의 사무실 근무자에게 자연과의 교감, 재실자간의 교감을 계속적으로 유지할 수 있도록 하나의 공동체 의식을 제공하는 자연 친화적, 인간 중심적 건물의 모범이 되었다.

③ 자연환기 및 통풍

일년 대부분동안 자연환기가 가능하기 위해 건물의 내부는 12층마다 중앙부의 유리 천장이 실내를 구분시켜 각각 독립된 단위를 형성하도록 하였는데 그 안은 8층의 사무실과 4개층의 실내 정원으로

구성되어 있어 각 단위별로 환기 및 통풍을 계획하였다. 여름에는 아트리움의 창문을 열면 외부 공기가 들어와 오피스공간의 통풍환기가 가능하며 날씨가 추워지면 창을 닫아서 아트리움이 완충공간으로 작용한다.

④ 외벽시스템

에너지 절감을 위하여 이중유리(이중외피)로 되어 있으며 내피쪽에 창호가 설계되어 있어 이를 통해 유입된 외부 공기가 천장의 냉각판을 통해 온도를 낮추도록 하고 이 공기를 실내로 주입하는 냉열복사 방식을 채택하였다. 외부와 연계된 모든 유리는 이중으로 하여 바깥의 유리는 외부공기를 유입하도록 열려있고 안쪽 유리를 필요에 따라 개폐함으로써 자연환기를 조절할 수 있도록 하고 외부기온이 내려가면 유리 안의 루버가 닫혀져 이중외피공간이 공기 단열 쿨션 역할을 하여 에너지를 절감하였다.

⑤ 물의 재활용

물의 재활용 기술을 도입, 냉각수를 변기 용수로 재활용하였다. 건물에서 사용하는 물의 80%가 화장실에서 사용하는 물임을 감안하면 건물의 맑은물 사용량을 80%이상 감소시켰다.

⑥ 재활용 재료의 사용

건물의 외부는 법적인 이유로 알루미늄 소재를 사용하였지만 그 외에는 모두 재생가능하고 재활용 가능한 재료를 사용하였다.

⑦ 개별 시스템

빛, 공기, 온도의 3가지 조건들을 모든 사무실 근무자들이 개별 조절할 수 있도록 하는 개별시스템을 도입하였다. 모든 사무실에서 각 재실자들은 수동방식으로 공조와 난방 시스템을 조작할 수 있고 간헐적으로 자연환기로 전환하여 창문을 개방함으로써 신선한 공기를 유입시킬 수 있도록 하였다. 따라서 각 근무자가 개인의 특성 및 실의 조건을 충분히 조절할 수 있게 되었다. 또한 외부의 기후 조건에 따라 모든 사무공간의 통제가 가능한 자동시스템이지만 에너지를 절약하고 거주자들을 위한 공간이 제공된다는 점에서 단순한 IB건물이 아닌 생태학적 건물이라고 말할 수 있다.

⑧ 건물관리 시스템

일반적인 건물에서는 냉·난방을 이유로 밀폐된 공간을 제공하는데 반하여 이 건물에서는 건물의 매 4층마다 온 습도를 감지하는 센서가 부착되어 외부기온을 항상 측정하고 냉난방을 자동 조절하고 있다. 정원이 있는 각 층에는 온도, 습도와 풍속에 대한 감지 센서가 설치되어 미세한 기후의 변화까지도 파악하면서 정원을 관리할 수 있도록 하였다. 이 건물에 적용한 건물관리 시스템은 첨단 건물의 전형적인 모습을 보여준다. 건물전체를 통제하는 시스템이지만 관리자는 3명뿐이며 단 2대의 중앙 컴퓨터로 통제가 가능하도록 계획되어 있다. 이 건물은 이상의 단순한 자연친화형 설계기법을 응용하여 에너지의 총량을 줄인 사례로 더욱 그 가치를 인정받고 있는데, 사용에너지의 30%이상을 절약하는 효과가 있었고 초기 투자비를 3~4년 안에 회수할 수 있었다고 한다.

3. 그린 빌딩 인증제도

3.1. GBRS™ 8) 그린빌딩 인증이란

GBRS™은 건물의 전과정(계획/설계/시공/운영/폐기)에 걸쳐 환경에 미치는 영향을 최소화하기 위한 111개 빌딩성능 평가기준으로서 선진 14개 국가의 2년 여 연구결과로 그 효과와 유효성이 충분히 검증된 그린빌딩의 계량적 평가 방법이다. 1990년 이래 전세계 20여 선진국가에서 실시되어 온 그린빌딩 인증에 대한 노하우를 집대성한 GBRS™은, 총 19개 국가, 36개 그린빌딩 사례를 토대로 개발된 세계 최고권위의 그린빌딩 평가기준이다.

GBRS™은 미국 USBGC의 LEED™, 영국 BRE의 BREEAM, 캐나다 BEPAC, C-2000, 노르웨이 ECO-PROFILE, 네덜란드의 ECO-QUANTUM, 일본의 Evaluation survey Table to Global Environmental Impact 위에 개발된 건물의 환경성능을 정량적으로 평가하기 위한 차세대 그린빌딩 평가 시스템이다. GBRS™은 전세계에서 지속적으로 연구개발되는 시스템이며, 국내 기업의 도입 및 심사의 편의를 제공하기 위해 GBC-KOREA가 Green Building Challenge에 한국대표부로 활동하며 한국 실정에 맞는 현황으로 개발, 보급하고 있다. GBRS™은 총 6개 부문, 111개 문항으로 4개 등급으로 구성되어 있다.

(1) 제도의 개념

- ① 그린빌딩 인증제도는 건축물의 전과정에 걸친 환경성능에 대한 평가를 수행하고 그 결과에 따른 환경성 등급을 인증하는 제도.
- ② 세부적으로는 설계단계 평가결과에 따라 예비 인증하고 이의 이행확인을 통해 본 인증을 부여함으로써 건물의 환경성능이 지속적으로 개선됨을 보장하고 그 유효성을 검증하는 단계로 구성되어 있다.

(2) 제도의 성격

- ① 그린빌딩평가제도는 기존의 경제성, 기술적 실현가능성에만 국한된 기존 건축계획 의사결정체계에 환경 친화적 건축의 개념을 적극 도입함으로써 건축물의 환경부하 절감은 물론, 쾌적한 주거환경 조성 및 건물의 경제적 가치제고를 유도하고 장려하는 제도.
- ② 건물건축 계획평가과정에서 경제성, 기술적, 환경적 요인까지 종합 심의, 평가 및 인증 함으로써 소비자의 건축물 가치기준에 변화 유도하여 궁극적으로 당해 건축물 수요를 창출하고 시장경쟁력 제고 가능.

(3) 대상건축물 선정방법, 대상유형

- ① 대상건축물 선정은 신청안내 문서 또는 공고의 절차를 거쳐 선정 하되, 건설업체가 소정의 그린빌딩 인증 설문지를 작성하여 한국 능률 협회 인증원에 제출하면 시범인증위원회에서 선정기준을 활용해 선정.
- ② 그린빌딩 인증의 본격 시행 시에는 모든 건물유형에 대해 그린빌딩 인증을 취득할 수 있으나 시범 인증에서는 공동주택부문에 한하여 20개 건축물 이내로 선정.

(4) 평가부문 및 범주

8) 한국 그린 빌딩위원회, GBRS(평가기준)-<http://www.korea.co.kr/frames.htm>

<표 5> 가중치도표

분야구분(Prefix)	분야 및 항목	가중치
R	자원소비	0.20
R1	에너지소비	0.50
R2	토지이용	0.20
R3	수자원소비	0.10
R4	자재소비	0.20
E	환경부하	0.20
E1	대기오염물 배출	0.50
E2	고형폐기물	0.10
E3	액상폐기물	0.10
E4	기타 부하	0.30
Q	실내환경	0.20
Q1	공기환경	0.25
Q2	온도환경	0.35
Q3	시각환경	0.15
Q4	음환경	0.20
Q5	시스템제어성	0.05
L	장기내구성	0.20
L1	변경적응성	0.30
L2	성능 유지관리	0.70
P	공정관리	0.10
P1	설계 및 건설	0.80
P2	운영계획	0.20
C	근린환경 적합성	0.10
C1	입지 및 교통조건	0.75
C2	근린환경부하 저감대책	0.25

(5) 세부기준별 평가점수체계

<표 6> 평가지표

부 문	중분류	세부기준	평가지표	
			점수	평가척도
R 자원소 비	R1 에너지소 비	R1.3 운영에너지 소비	-2	심사대상 건물 총건축면적 m ² 당 연간 운영 에너지가 기준 건물의 45% 이상
			-1	20% 이상
			0	기준 건물 수준
			1	25% 이하
			2	40% 이하
			3	55% 이하
			4	65% 이하
5	70% 이상			

* 기준건물: 관련법규에 규정된 기준 혹은 현재 건설, 운영되고 있는 일반적 건물

(6) 그린빌딩시범인증 등급 및 인증표시(안)

-6개평가부문중 한 부문이라도 점수가20/100미만획득건축물
-가중치를 적용한 부문별 점수의 총점이30/100미만인 건축물

① 그린빌딩 등급체계(안)

그린빌딩 인증의 등급체계는 자원소비, 환경부하, 실내환경, 장기 내구성, 공정관리 및 근린환경 요소의 6개 부문,하위 111개 기준 및 세부기준에 대한 평가결과로서 다음의 각호에 해당되는 부문에 한하여 해당 등급으로서 인증을 부여함

② 평가결과등급체계

등 급	획득점수
1 등급	70 ~ 100 / 100
2 등급	40 ~ 70 / 100
3 등급	20 ~ 40 / 100

③ 인증 표시 사례 #1 (미국 EPA 에너지스타 빌딩)



④ 인증표시사례 #2 (일본 환경공생주택(단지) 인증마크)



⑤ 그린빌딩 인증표시(안)

* 참고도안이며 최종 표시 디자인은 개발 중에 있음



(7) 심사기준구성

<표 7> 심사기준구성

SECTION	자원소비	환경부하	실내환경	건물수명	과정	주변환경요소
Criteria (항목수)	에너지(8)	대기오염물질 배출(17)	실내공기(12)	용통성(5)	설계/시공 과정(6)	위치교통(2)
	대지(3)	고형폐기물(4)	열적조건(4)	성능유지(6)	건물운영 계획(7)	인접환경 부하(7)
	수자원(3)	액상폐기물(4)	시각적조건(7)			
	건축자재(7)	기타부하(4)	소음/음향(3)			
	시스템 조정성(2)					
계 (111)	21	29	28	11	13	9

4. 그린빌딩 평가 동향

평가 속성에 근거하여 선진 각 국가들은 각자의 나라에 맞는 그린빌딩 등급(평가) 기준을 마련하여 시행하고 있는데, 주요 규격 안을 살펴보면 다음과 같다.

① BREEAM

영국에서 개발된 규격으로써, 실내의 환경성능을 향상시키면서 건물에 의한 실외의 대기오염물질 발생을 최소화하는 것을 목적으로 하며, 대략적으로 18개의 업무성과 기준이 제시되는데, 지구환경, 자원이용, 지역환경 그리고 실내환경으로 구분되어 평가되며 등급을 4 단계로 한다.

② HK-BEAM

홍콩에서 개발된 규격으로써, 영국의 BREEAM을 기본으로 하여 홍콩의 지역적 특성을 고려하였다.

③ BEPAC

캐나다 University of British Columbia에서 개발된 규격으로써

빌딩관련 30개의 성과 기준이 오존층보호, 에너지사용의 환경영향, 실내환경품질, 자원보전, 지역 및 교통으로 구분되어 평가된다.

④ Green Builder Program(Residential)

미국 텍사스 주 오스틴시에서 개발한 규격으로써 16개정도의 기준안이 활용되는데, 크게 물, 에너지, 빌딩자재, 그리고 고품폐기물로 구분하여 평가한다.

⑤ Green Building Program(Commercial)

이 역시 미국 텍사스 주 오스틴시에서 개발한 규격으로써 185개의 기준이 디자인 과정에 따라서6개 카테고리 즉, 디자인 이전 프로그램(36), 체계적 디자인(46), 디자인/개발(67), 건설관리(10), 위임관리(4), 입주 후 관리(22)로 구분되어 평가된다.

⑥ C-2000

캐나다 정부주도로 개발된 규격으로써 대략적으로 약 170개 기준들이8개 주요 카테고리 즉 에너지 효율성, 환경영향, 보건/안락성/생산성, 기능성과, 수명, 적응성, 운영관리의 용이성, 경제성으로 구분되어 평가된다. 이외에 많은 공정관련 요구사항이 추가적으로 고려된다.

⑦ Eco-Profile

노르웨이에서 개발된 규격으로써 대부분의 규격 안이 지수에 의한 등급형태를 갖는 것에 비하여 이 규격 안은 4개 분야별 즉 에너지, 실내환경, 오염, 외부 환경으로 막대 그래프를 이용한 차트로 환경영향을 표시하여 프로파일 형태로써 활용되는 특징이 있다. 이는 앞으로 환경마크제도의 보급에 따라서 그 활용도가 클 것으로 기대된다.

⑧ LEED

미국 US GBC(Green Building Council) 가 개발한 규격으로써 그린 빌딩이 되기 위한 조건으로써 석면 사용 금지, 에너지 효율, IAQ, 오존층보호, 금연, 폐기물 재활용, 열적 쾌적조건, 수자원 보존 시설, 수질확보, building commissioning을 적용할 것을 전제로 제시하면서, 총 13개 항목을 어떤 카테고리 구분 없이 평가한다.

⑨ Evaluation Survey Table to Environmental Impact

일본 BCS(Building Contractors Society)에서 개발된 규격으로써 7개 즉, 그린가스 절감, 열대립 보존, 산성비관련 가스감소, 고품폐기물, 수질보존, 오존층 파괴물질사용감소, 기타 생태계고려사항-을 중심으로 개발된 기본적인 평가항목을 활용한다.

⑩ GBC' 98

국제적인 공통규격을 마련하기 위해 세계 13개국으로 구성된 "국제 규격 안 개발 위원회" 에서 1998년 10월 발표한 규격으로써 차세대형 규격 안으로 불린다. 업무성과 평가분야로 6카테고리 즉, 자원사용, 환경부담, 실내환경, 수명, 공정, 빌딩위치 및 교통- 를 제안한다. 이 규격 안은 지수에 의한 평가와 더불어 프로필에 의한 방식도 동시에 채택하고 있다.

⑪ 우리 나라 규격 안

우리 나라에서는 아직 공식적으로 발표된 규격 안은 없다. 평가항목으로 13개가 제시되었다. 대체적으로 미국의 LEED규격과 유사한다. 한편 한국 능을 협회 인증 원에서도 규격 안을 마련하고 있는

데, 기본적으로는 국제 규격으로 그 전망이 높은 GBC 규격안과 영국의 BREEAM을 벤치마크하고 있으며, 평가등급도 지수형 및 프로파일형으로 구분되어 개발되고 있다.

5. 그린빌딩 기술 요소

5.1. 그린빌딩 적용 기술 목적 및 기법

그린빌딩의 목적을 달성하기 위해 계획 단계부터 고려되어야 하는 사항은 다음과 같다. 그린빌딩 관점에 의한 공간의 구성원리는 지역 풍토성을 반영해야 하고, 건축가의 이념보다는 사용자 요구 중심의 설계를 지향해야 한다. 그리고 설계 및 시공과정에 재실자가 참여도록 하여 스스로 업무공간을 결정할 수 있도록 해주어, 사용자 집단간의 교류 형성을 염두에 두어야 한다.

<표 8> 적용기술기법

적용 기술 목적	적용 기술 기법
재실자 중심	지역 풍토성 반영 기법
	재실자의 생애주기 및 사용 방식의 변화에 따른 기변성 고려 기법
자연 생태계 보존과 생태적 외부 환경 조성	동식물 서식지의 미련과 보호 기술
	기존 토양 및 지형의 보존과 보상 기술
재생 가능 에너지 이용 및 자원/에너지 수요의 저감	입지 선정 방법 및 미기후의 이용 기술
	건축물 및 건자재의 재활용 기술
	태양 에너지의 이용 기법
	지열 에너지의 이용기법
에너지 및 물질 순환형 공급 처리 시스템 구축	풍력 에너지의 이용 기법
	자연 순환형 공급처리 시스템 구성 기법
	수자원의 재활용 시스템 기술
	폐열 회수 시스템 기술
	유기폐기물 처리 기술
생태적 건축 소재의 개발 및 적용	건축물 및 건자재의 폐기 기술
	재생가능한 무독성 천연 재료와 건축물의 디테일 개발 및 적용 기술
	지역 특유의 전통적 천연 건축재료와 현대적 적용 기술의 개발

특히 재실자의 생애주기를 고려하여 공간의 변형이 가능하도록 계획하여야 하며, 사용자의 행태를 파악하여 계획 과정에 도입해야 하며 그 결과로 재실자들이 무리 없이 재활용 계획(종이 재활용, 쓰레기 분리수거, 사무집기 가변형으로 인한 재활용)에 동참할 수 있기 때문이다. 자연친화 디자인의 원리를 현대적으로 활용할 것이 요구된다. 장구한 시간에 걸쳐 국지기후와 지역환경에 가장 적합하게 발전된 전통적 환경조절원리와 기법들을 추출하여 현대건축 디자인에 적용하려는 시도는 지구환경과 에너지 문제를 해결하는 동시에, 같은 기능의 건물이라도 그 지역 문화에 따라 다른 양상을 나타낼 수 있는 것이므로, 설계자들은 자연친화 디자인 기법을 명확히 이해하고 설계에 응용할 수 있으며, 선인의 지혜가 담겨 있는 전통건축의 원리를 현대건축에 활용하여 자연생태계와 합일하는 환경건축의 실현에 좀더 충실해질 수 있을 것이다.

6. 결론

그린빌딩의 개별 기술이 적용된 사례를 보면 전반적인 적용이 용이 한 것은 아니지만 이러한 개념이 적극 도입됨으로써 생태적으로 충족된 건축환경과 도시환경이 구축되어 인간과 자연이 공존하며, 개별 지역의 특수성이 되살아나 살아있는 지구환경을 지속해 나갈 수 있을 것이다. 21세기의 건축은 첨단기술과 생태적 요소들이 적절하게 조화되는 그린빌딩으로 발전될 것이다.

본 연구는 그린 빌딩의 인증제도, 그린 평가 동향 및 생태 건축을 실현 하기 위한 몇 가지 적용 기술 및 기법의 특징을 정리하였다.

본 연구는 그린빌딩의 지속성을 위해 대안의 정보를 제시함에 의의를 두며, 디자인과정에서의 대안으로 도출을 이루어 막연히 인식되어 왔던 개념의 실체를 현대건축 디자인에서 연결시켜 연구가 계속 되어질 것을 기대한다.

참고문헌

1. Karl-Hermann Ernde, Achim Pollert, Checklisten fuer Natuerliches Bauen, mvg, 1998
2. John Wiley & Sons. Inc., Green Development, Rocky Mountain, Institute, 1998
3. James Steele, McGraw-Hill, Sustainable Architecture, 1997
4. John hermannsson, Green building Resource Guide, Taunton, 1997
5. Peter Brauchl, Heinz Hnies, Naturmah bauen und gesund wohnen, Orac, 1999
6. H.R.Preisig, Oekologische Baukompetenz, Werd Verlag, 1999
7. Karl-Hermann Ernde, Achim Pollert, Checklisten fuer Natuerliches Bauen, mvg, 1998
8. Neal Zimmerman, Home Office Design, Joh Wiley & Sons,INC, 1996
9. James Steele, McGraw-Hill, Sustainable Architecture, 1997
10. John hermannsson, Green building Resource Guide, Taunton, 1997
11. Thomas herzog, Sustainable Height, Nachhaltige Hoehe, Prestel, 2000
12. 월간 플러스 0007호, 플러스사, 2000
13. 사무환경개선추진위원회, 사무환경개선지침서, 21세기에이전서, 1995
14. 빅터 파파넵, 조영식, 녹색위기, 조형교육, 1998
15. 도로시 맥켄지, 이경아, 환경을 위한 그린디자인, 도서출판 국제, 1996
16. 강승모외(DCF), Source Book for Green Design, 디자인종합연구소, 1999

인터넷 참고 사이트

1. <http://myhome.shinbiro.com/~dky21/magazine/news2-3.html>
2. <http://www.gbc-korea.co.kr/frames.htm>
3. <http://www.greenbuilding.ca/>
4. <http://www.greendesign.net/>
5. <http://myhome.shinbiro.com/~dky21/resources.html>
6. <http://www.kordic.re.kr>
7. <http://cgmp.kaist.ac.kr/indx.htm>

<접수 : 2000. 10. 25>