

환경친화 건축의 개념과 그린빌딩 활동

Understanding the green building concepts and its activity

윤 동 원
D. W. Yoon

경원대학교 건축설비학과



- 1958년생
- 실내공기환경 (IAQ), 환기설비, 에너지절약 등에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

건축물을 설계, 시공하고 사용하는 과정에서 환경에 미치는 영향은 매우 크게 나타나며, 앞으로 지속가능한 개발이 이루어지기 위해서는 이러한 영향인자들을 적절하게 고려하여 건축물의 설계, 시공에 반영하는 노력이 필수적이라 할 수 있다. 건축설계와 기술분야에 종사하는 다양한 분야의 전문가들이 적극적으로 협력하여 건축물의 설계를 최적화하고, 건축의 시공과 생산과정을 보다 체계적이고 통합화시킴으로써 이러한 목표를 달성하는데 중심적인 역할을 담당하여야 한다. 건축기술의 발전은 건축물에 사용되는 재료와 에너지를 감소시키고, 자연형 설계기법을 도입함으로써 에너지효율 향상과 더불어 환경친화적인 건축물을 만들 수 있다. 그린빌딩(green building)이란 에너지절약과 환경보전을 목표로 환경친화적 건축물의 설계, 고효율 설비의 채택, 자원의 재활용, 환경공해의 배출량 감강 등의 기술을 적용하여 설계단계에서 부터 시공, 유지관리와 건물의 수명이 다하여 해체될 때까지의 생애주기(life cycle assessment)를 통하여 환경에 대한 피해가 최소화되도록 계획된 건축물을 의미한다.

2. 그린빌딩의 배경과 환경보호운동

최근 세계적으로 심도 있게 논의되고 있는 자연친화, 환경친화 건축을 이해하기 위해서는 우선 우리가 당면하고 있는 세계의 정치적, 환경적 상황에 대하여 주의를 기울일 필요가 있다. 범세계적인 차원에서 만일 인간의 각종 활동이 환경에 미치는 영향을 획기적으로 감소시킬 수 있는 수단을 마련하지 못한다면 우리의 삶을 지탱하고 있는 지구의 환경은 돌이킬 수 없는 수준으로 파괴될지도 모른다는 인식이 확산되고 있다. 이러한 인식은 세계 각국의 정책에도 영향을 주어 에너지사용이나 폐기물처리, 오염물질의 방출에 관한 법적 규제와 정책이 마련되고 있다. 특히, 지구환경이 위기에 처해 있다는 인식은 몇 가지 중요한 국제사회의 정치적인 측면의 움직임으로 나타나고 있다.

1987년의 몬트리올 의정서는 프레온가스의 단계적 사용금지를 위한 시한을 정하여 오존층의 파괴문제에 대처하기 위하여 채택되었다. 유럽연합에서는 1995년부터 CFC계 프레온가스의 생산을 금지하였고, 2015년까지 HCFC계의 프레온계 물질의 사용을 전면 금지하게 된다. 오존층을 파괴하는 냉매의 생산이 중지되면서 Non-

CFC계의 대체물질 개발에 대한 중요성과 함께 건물의 외피성능 향상이나 설비의 효율향상을 위한 노력이 증가할 것으로 기대된다. 건축물에서는 에너지절약을 위하여 자연통풍에 의한 외기 냉방의 요구가 증가하고, 태양열의 이용과 자연 채광의 이점을 최대한 활용하게 될 것으로 예상된다. 또한, 1992년 리우 환경회의에서 탄산가스의 방출에 따른 온실효과로부터 야기되는 지구 온난화와 그 결과로 나타나는 기상변화의 위협에 대하여 논의되었다. 리우선언의 근간이 된 의제 21(Agenda 21)은 지구환경문제를 중점적으로 취급하고 있으며, 21세기를 향한 세계인의 지구 환경보전을 위한 행동강령이라 할 수 있다. 1992년 6월 브라질의 리우데자네이로에서 환경 정상회의가 개최되어 우리나라를 비롯한 세계 115개국의 정상급과 총 183개국이 참석하여 기후변화협약(climate change convention)에 서명함으로써 탄산가스의 방출량을 제한하기 위한 노력에 동참하고 있다. 이 협약의 목표는 2000년까지 탄산가스의 방출량을 1990년 수준으로 억제하는 것이다. 국가 전체에너지 소비량 중에서 건물분야가 차지하는 부분이 25~35%로 나타나고 있다. 건물의 에너지 사용량을 경감시키는 노력은 대부분의 에너지를 수입에 의존하는 우리나라 실정에서 건물의 에너지 절약을 통하여 국가 경제시책에 부응하고 기후협약의 목표를 달성할 수 있는 방법이라 할 수 있다.

지속가능한 건축을 지향하는 것은 범세계적으로 요구되는 자연환경의 보존과 건축물 내의 생활환경, 작업환경의 개선을 위한 노력과도 연계된다고 할 수 있다. 실내환경의 질(indoor environment quality)은 건축재료의 선택과 자연채광의 이용, 음향설계 등에 의하여 큰 영향을 받는다. 건물의 에너지소비를 경감시키는 것은 유지비의 절감과 환경의 질을 향상시키게 되며, 보다 건강하고 생산적인 실내의 환경조건을 제공하게 된다. 환경디자인 개념(passive design concepts)을 소홀히 취급하여 기계설비에만 의존한 건물에서는 결과적으로 유지관리비용이 상승하고 경제적인 부담이 증가할 뿐만 아니라 경우에 따라 건물증후군(sick building syndrome)이 나

타나기도 한다. 반대로 자연환경을 최대한 활용한 건물의 설계기법을 도입함으로써 에너지 절약을 도모하고 저렴한 운전비용으로 실내환경을 더욱 쾌적하게 유지할 수 있다. 이러한 건물의 설계는 주로 자연환기와 통풍을 활용하고, 자연채광을 적절하게 이용하며, 간단한 제어기법을 통하여 실내의 거주자에 대한 쾌적성과 환경에 대한 만족감을 한층 증가시킬 수 있다. 건설산업은 막대한 양의 천연재료를 사용하며, 건축 폐자재의 재생과 재사용은 최근 세계적으로 주요 연구 테마로 등장하고 있다.

3. 그린빌딩의 이해

미국 ASTM의 그린빌딩(green building) 소위원회(ASM-E50.06)에서는 “green building”이란 모든 건물에 대하여 건축설계, 시공, 유지관리, 철거 및 해체 과정에서 환경측면을 적극적으로 고려한 건축활동이라고 규정하고 있다. 즉, 건물의 에너지효율향상, 실내공기의 질(indoor air quality), 자원의 효율적 이용, 폐기물의 최소화, 오염의 방지, 근무자의 생산성 향상 등 다양한 분야에 대하여 특별히 고려한 건물을 의미한다.

과거 20년 전부터 미국에서는 건축활동에 있어 환경적인 측면을 강조하여 왔다. 특히, 70년대의 석유파동과 더불어 건물의 에너지 효율향상에 관심이 고조되었으며, 건물의 창호와 외피구조의 초단열화, 실내의 기밀성능 향상을 위하여 노력하였고, 에너지효율을 높이기 위하여 실내로 취입하는 외기 도입량을 차단하거나 감소시켜왔다. 에너지 효율이 높은 건물에서는 그 반대의 결과로 실내공기의 질이 악화되어 재실자가 근무 환경에 대한 고통을 호소하는 증상 즉, 건물증후군(S.B.S;sick building syndrome)현상이 나타나게 되었다. 80년대에는 공공분야의 폐기물에 의한 유해성에 큰 관심을 보였으며, 이를 규제하기 위한 각종 규정을 마련하기 위하여 노력하였다. 특히 석면(asbestos)에 의한 오염, 공기오염, 수질오염, 토양오염 등에 대한 각종 규정을 마련하고, 음용수의 기준, 페인트의 납성분, PCB

(polychlorinated biphenyl)물질의 제거방안 등과 같은 오염물질의 해결방안에 초점을 맞춰 민감하게 대처하여 왔다.

80년대 후반에는 폐기물에 대한 유해성보다도 실내 환경의 질에 대한 관심이 높아졌다. 지구의 온난화, 산성비, 인구의 고밀화, 실내 공기의 오염과 고갈성 자원의 소비량 증가 뿐만 아니라 실내 공기회환과 재실자에게 미치는 직접적인 영향이나 사회적 영향에 대한 관심이 크게 부각되었다. 더욱이 지난 10년 간의 건축계획이나 설계, 유지관리 상황 등을 고려할 때, 건물은 오히려 효율성이 낮아지고 환경적 측면에서 적절치 못한 상태를 유발하기도 하였다. 이러한 관점에서 "green building"에 관한 개념이 정립되기 시작하였으며, 세계의 여러 국가와 단체에서 이를 위한 위원회가 구성되어 활발하게 활동하고 있다.

3.1 환경친화 건축의 설계안

그림 1은 미국 미시간 대학의 Brandle 교수팀이 제시하고 있는 환경디자인의 기본개념으로 지속가능한 건축물(sustainable development of urban design)의 기본 개념을 나타낸 것이며, 도시의 한 블럭에 대한 단면을 보여주고 있다. 여기에는 상업, 판매시설과 작업공간, 사무소, 아파트 등이 유기적으로 연결되었다. 기능의 복합화와 더불어 다양한 형태의 에너지를 효율적으로 이용하여 실내환경제어, 각종 서비스 시설, 식품의 생산과 운송기능 등 거주자의 요구를 지원하도록 고안되었다. 재생 가능한 자원의 활용

을 극대화시키고 지역 냉난방, 전기·전자 네트워크를 통하여 각 시스템을 상호 연결하고 있다. 수열원 히트펌프를 이용하고 건물에 설치된 태양열을 냉난방에 활용한다. 태양열 급탕설비는 급탕을 공급하고 온수를 이용하여 흡수식 냉동기의 열원으로 공급한다. 태양광전지를 통하여 건물에 전기를 공급하고 전기 자동차에 충전에너지로 활용한다. 자연채광과 자연환기 등의 자연형 설계 방식(passive design concepts)을 도입하여 이용 가능한 자연에너지를 극대화하며, 온실에서는 채소와 꽃을 재배하며, 주택과 사무소에서 배출되는 배설물은 비료로 이용되고 우수를 재활용하도록 계획되었다.

3.2 미국 AUDUBON 본부건물의 개보수 사례

지난 1993년, Newsweek지(3월)와 Time지(4월)에 미국 뉴욕시의 맨하탄에 위치한 National Audubon Society 본부 건물의 개보수 사례가 소개되면서 환경친화건축에 대한 세계적인 관심이 집중되었다. Audubon 본부건물은 100여년된 9층 높이의 소규모 사무소 건물로서 green building 개념을 도입하여 개보수한 사례를 소개하면서 미래 건축물이 지향해야할 이정표를 세계의 이목을 집중시키기 시작하였다. 여기에서 환경친화적 건축물의 이해를 돕기 위하여 Audubon 본사에서 적용한 몇 가지 사례를 소개한다.

Audubon 본부 건물의 개보수 계획에는 사무소 건물에서 발생하는 환경문제의 해결을 위한 노력이 충분히 반영되어 에너지절약은 물론 최신

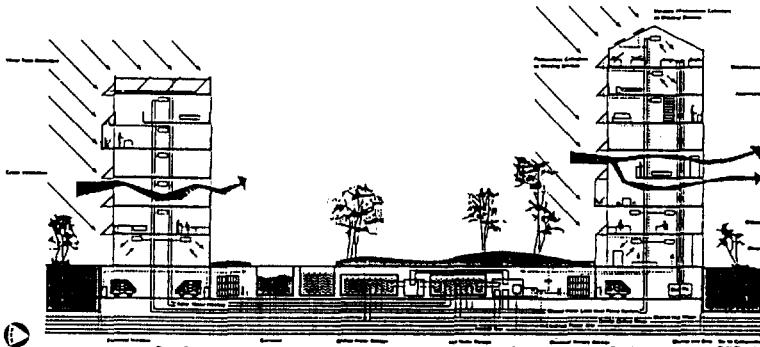


그림 1 환경친화 개념인 지속가능한 건축물의 개념(sustainable development of urban design)

의 환경제어기술이 포함되었다. 환경친화형 건축물로 개보수되면서 건물의 에너지소비량은 종전의 61~68% 정도로 감소되었다. 건물의 개보수를 위한 기본전략으로 우선 환경적인 측면이 고려되었고, 개보수 경비의 저감, 건축계획과 관련 기술분야의 보편성을 고려하여 계획을 수립하였으며, 건물의 에너지 절약, 오염물질 방출강도의 저감대책, 자원의 절약, 실내공기질(indoor air quality)의 개선과 같은 4가지 요소를 중점 관심 대상으로 선정하였다. 건물의 개보수가 완성된 후에 환경적인 측면과 경제적인 측면에서 많은 이익이 발생된 성공적인 개보수 사례로 평가되고 있다.

환경건축으로 개보수된 Audubon 건물에서 에너지 절약액은 연간 \$100,000 이상으로 나타났으며, 오존층을 파괴하는 CFC물질이나 산성비의 원인물질을 근본적으로 제거한 사례로 주목받기에 충분하였다. 에너지 절약을 통하여 지구온난화의 원인이 되는 탄산가스 방출량의 경감, 연간 45톤 정도의 종이류의 재생, 재생건축자재의 활용에 따른 자원의 절약을 도모하였다. 건축자재로부터 방출되는 오염물질을 경감시킨 무공해자재의 선정과 외기도입량을 충분히 확보하여 건물증후군(sick building syndrome)을 방지할 수 있었다.

Audubon 본부 건물에 적용된 주요기술은 다음과 같다.

(1) 에너지 절약기술

① 조명설비의 고효율화

저효율의 조명기구로 인하여 기존의 조명에너지는 약 80% 정도의 낭비를 초래하였다. 고효율의 조명설비를 채택하여 조명성능의 개선과 함께 전기에너지의 절약이 확실히 입증되었다. 자연채광을 충분히 활용하여 필요한 위치에 집중 조명방식을 활용하고, 전반조명은 비교적 낮은 조도를 유지하도록 계획하여 조명성능을 개선하였다. 주광의 이용도에 따라 조명을 자동조절하는 계등장치(dimming switch)와 고효율 기기를 채택함으로써 연간 \$40,000의 에너지 절약을 달성하여 투자비용 \$100,000을 3년 이내에 회수하는 것으로 나타났다.

② 냉난방, 공기설비

건물의 외벽구조와 지붕의 고단열화, 유리창의 단열성능, 기밀성능, 차폐성능을 개선하여 냉난방 부하를 경감시켰다. 가스 연료용 열원기기를 채택하여 전기에너지 소비를 억제하였다. 유리창은 그림 3과 같이 이중유리의 가운데 부분에 “heat-mirror sheet”이 내장되어 열성능을 향상시켰다. 투명한 “heat-mirror sheet”은 파장범위에 따라 선택적으로 태양열을 투과시키는 재료이다. 여름철에 일사의 투과를 차단하여 냉방부하를 경감시키고 반대로 겨울철에는 일사의 투과를 극대화시키도록 고안된 재료이다.

외피구조의 단열성능 향상과 조명기구의 개선

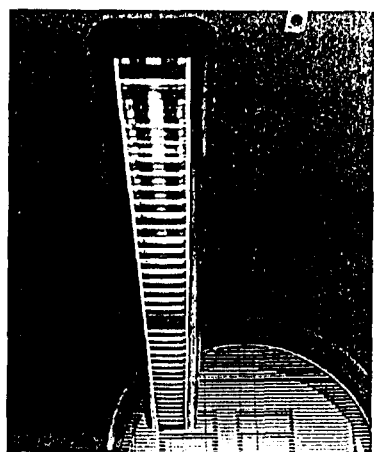
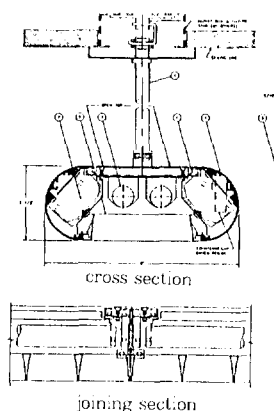
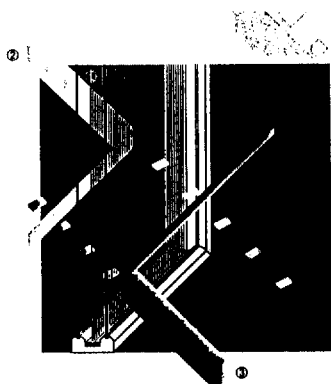


그림 2 전반조명에 사용된 고효율의 조명설비의 구조



- ① 2개의 유리사이에 "heat mirror" 재료로 처리한 "smart window"의 개념
- ② 여름철에는 자외선과 적외선을 포함한다부분의 일사열을 반사시킨다.
- ③ 겨울철에는 실내에서 적외선을 반사시켜 열의 유출을 방지한다.
- ④ 유리창의 열관류율을 향상시키기위한 이중창 구조그림

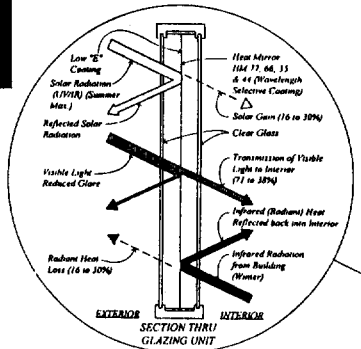


그림 3 "heat-mirror sheet" 내장된 이중유리창구조

으로 건물의 열원설비/공조설비의 용량을 절반으로 경감시켰다. 공조설비의 초기투자비는 총 \$ 150,000이었으며, 연간 \$ 40,000의 에너지 절약과 연간 CO₂ 방출량 60 ton 이하(기존의 60% 정도)의 성과를 달성하였다.

(2) 자원의 절약

Audubon 본부 건물은 재생이 가능한 건축자재를 사용하고 폐자재의 재사용이 가능한 것을 보여주는 좋은 예로 평가되고 있다. 자원절약을 위한 기본개념으로 다음의 상징적인 효과를 보여주고 있다.

- ① 건물의 재생 및 개보수
- ② 폐자재의 재활용
- ③ 폐자재의 재생시설의 설치
- ④ 재활용 자재의 채택 등

(3) 개보수를 통한 건물의 재사용

100여년된 역사적인 건물을 재사용함으로써 기존 건물의 개보수를 통한 자원절약의 사례를 보여주고 있다. 개보수 후에 재사용하게 되어 결과적으로 300ton의 철강재, 9,000ton의 벽돌, 560ton의 콘크리트 등의 직접적인 자원절약 효

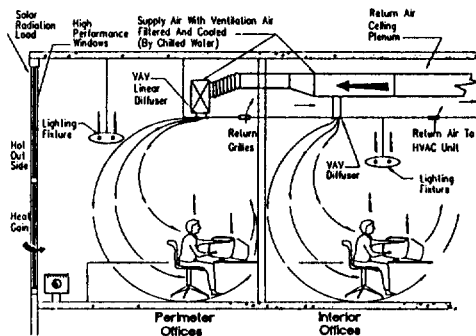


그림 4 공기조화 시스템의 기본개념 (Audubon 본부건물)

과가 나타났다. 대상 건물을 구입하여 개보수한 비용은 총 \$ 24,000,000가 소요되었으며, 같은 규모의 신축건물을 시공한다면 \$ 33,000,000의 경비가 지출되는 것으로 나타나 단순 비교에 의해서도 충분한 경제성을 확보하는 것으로 판단하고 있다.

(4) 실내 공기오염 방지

일반적으로 실내 공기의 오염도는 외부공기 보

다 100배 정도 높게 나타나고 있다.(미국 EPA; environmental protection agency 자료) Audubon 본부건물의 개보수 전략 중의 한가지는 실내공기환경을 쾌적하고 건강하게 유지하는 것이다. 공기의 순환효율을 증가시키고 환기성능을 충분히 확보하며, 건축 내장재료는 오염물질의 방출량이 낮은 것을 선정함으로써 실내공기환경을 쾌적하게 유지되도록 계획하였다. 실내 공기의 순환효율(환기율)을 시간당 6회 이상 확보하여 권장치의 2배 정도를 유지하도록 설계되었으며, 필요환기량의 권장치 보다도 높은 수준의 외기 도입량을 확보하고 필요시 유리창문을 통한 자연환기가 가능하도록 계획하였다. 또한, 건축 자재로부터 방출되는 각종 유해물질(포름알데히드, 벤젠, 크실렌, 톨루엔 등)을 경감시키기 위하여 Non-toxic 건축자재를 선정하였다. 휘발성 페인트를 대신하여 수용성 페인트와 HCHO가 없는 카펫, 합판등 목재 가공품인 내장재료는 휘발성 화학성분의 방출을 막기 위하여 표면처리한 제품을 선정하였다. 가구제품도 실험실에서 측정된 결과로부터 포름알데히드의 방출량이 최소인 제품을 선정하였다.

Audubon 본부 건물은 개보수과정에서 환경친화 건축의 개념을 도입함으로써 에너지절약과 자원의 절약은 물론 실질적인 투자비용의 절감효과를 확인하여 경제성을 확보하였으며, 실내환경 개선효과(온열환경, 빛환경, 공기환경)로부터 작업 능력의 향상과 거주자의 건강과 쾌적성을 확보할 수 있었던 성공적인 개보수 사례로 평가받고 있다.

4. 미국의 그린빌딩 운동

미국에서는 ASTM의 소위원회(subcommittee E50.06), 미국 건축가협회(american institute of architect.AIA), 미 연방정부의 Green Building Council, 미 상무성의 NIST, Rock Mountain Institute 등 여러 기관에서 이에 대한 활동을 시작하였다. 이 밖에 일반 건설회사에서도 green building 운동에 대한 독자적인 규정을 작성하고 건축생산 활동에 반영하고 있다. 이러

한 green building 운동은 건설회사나 건축가, 건물주, 사용자, 건물관리자에게 매우 중요한 사항으로 인식되기 시작하였으며, 이러한 개념의 도입이 건축활동에 큰 영향을 미치게 되었다.

4.1 Green building 활동

(1) ASTM-E50.06 소위원회

ASTM의 소위원회(E50.06)는 처음에 오염방지의 기술개발, 자원의 재활용, 환경의 효율적 관리 등을 위하여 출발하였으나 1993년 3월 부터 그 활동범위를 green building의 개념에 관한 내용으로 재정립하였다. 여기에는 기본적으로 건축 환경성능에 관한 규정(environmental building performance standard practice) 4개항과 건물의 라이프사이클 평가에 관한 규정(standard on life cycle analysis) 5개항이 포함되어 있으며, 궁극적으로는 환경측면에서 우수한 건축 생산 기술의 확립과 거주 환경성능의 향상을 기술개발의 목표로 설정하고 있다. 소위원회의 구성은 기본적으로 연방정부의 대표인 건축가와 전문기술분야의 전문가, 설비관련 전문가, 개발업자, 투자자문역, 부동산 관리자 등으로 구성되었다.

건축 환경성능에 관한 규정은 건축의 실내환경을 개선하고 에너지 효율향상을 도모하기 위한 것으로 건축계획과 설계, 건축생산, 건물의 유지 관리 분야의 관련 지침을 준비하기 위한 것으로 결과적으로 실내환경을 양호하게 유지하기 위한 제반규정을 의미한다. 즉 green building이란 건축물의 설계, 시공, 환경관리, 건물의 해체 과정에서 환경측면에 초점을 맞춘 건축활동이라 정의할 수 있다. 이 규정은 신축건물의 라이프 사이클에 관한 규정이며, 여기에서는 건물의 배치계획 및 설계는 물론 건축재료와 시스템의 선정, 건축설계, 시공, 환경관리, 철거와 해체분야에서도 환경적 측면이 고려되고 있다. 각 분야별로 폐기물의 최소화, 오염의 방지, 자원의 유효이용, 에너지원의 효율화, 실내공기의 질 향상 등이 포함되어 있다.

이러한 규정이 완성되면 green building에 관한 개념과 특별시방(specifics)은 건축생산 실무 분야에 직접 연결시킬 수 있으며, 건축재료의 사

용지침과 규정들이 환경측면에서 고려될 수 있을 것이다. 궁극적으로 이러한 내용은 미국 건축법(national building code)으로 발전되고 건물의 실내 공기환경과 환경설비 시스템의 설계 및 시공, green building의 경제성에 대한 분석과 사례연구 등으로 발전될 것으로 전망된다.

(2) 미국 연방정부의 Green Building Council

이 위원회는 비영리단체로 건축시공업체(건설회사), 건축주, 사용자, 관리자, 환경단체, 설비업자, 개발업자, 건축가, 건축관련기술자 등과 함께 연방정부 및 주정부 관계자 들로 구성된 기구이다. 이 기구는 각계의 전문가로 구성되어 건축환경분야의 첨예한 관심사항(critical concerns)에 대한 대화의 장을 마련하고 조정과 통합을 목적으로 활동하고 있다. 이 기구의 임무는 green building에 대한 정책결정과 범국가적인 기술분야의 실무규정을 발전시키고, 그 방향으로 유도하는 것이다. 즉, 에너지 효율향상, 실내공기의 질(I.A.Q), 자원의 효율적 이용, 근로자의 생산성 향상, 환경적인 적합성 등이 주된 활동내용이다. 이 기구에 의하면 그린빌딩은 기존의 건물보다 투자비용이 크게 증가하지 않더라도 기존의 건축활동과 같은 정도의 구조와 시공으로 가능하다고 판단하고 있다.

이 기구의 그린빌딩에 관한 프로그램에는 다음의 사항이 포함된다.

- ① green building의 경제성과 환경 측면의 장점을 분석, 평가한다.
- ② 미 상무성의 NIST등과 연계하여 그린빌딩에 관한 홍보프로그램을 발전시키고 실행한다.
- ③ 연방정부나 주정부의 그린빌딩에 관한 연구, 기술개발 프로그램을 계획하며 시행한다.
- ④ ASTM의 그린빌딩에 대한 규정개발과 타 기관의 규정, 시방 등을 U.S building codes에 적합하도록 조정한다.
- ⑤ 건물생애관리규정(life cost standards) 개발의 독려, 건축재료의 성능인증에 관한 사항.
- ⑥ 실내공기환경에 관한 지침개발 및 분석, 평가방법 등을 연구한다.

⑦ 건축 평가와 국가의 그린빌딩에 대한 소식지, 각종 심포지움, 학술회의 등의 발전연구 및 개최업무를 담당한다.

⑧ 그린빌딩의 개념을 일반화시키고 보급, 발전시키는 선도역할을 한다. 또한 경제성 평가에 관한 홍보프로그램을 통하여 이러한 과정을 발전시킨다.

이 기구의 임무는 ASTM에서 주도한 내용을 요약하여 건축 기술분야의 일반회원에게 공개하고 조정하는 작업을 담당하고 있다.

(3) 미국 건축가협회

(AIA:american institute of architect)

미국 건축가협회는 수년 전부터 환경위원회(COTE: committee of the environment)를 구성하여 활동하고 있다. 환경위원회의 프로그램은 건물 내부에서 생활하는 사람들의 건강,위생과 안전을 확보하고 지구 환경보전을 위한 건축기술들을 건축설계에 반영하기 위한 것이다. AIA와 환경, 에너지분야, 정부의 정책 등을 접목시키는 것을 주요 내용으로 한다. COTE는 인공환경과 자연환경에 영향을 주는 내용들을 함께 생각하는 장을 마련하고 있으며 다음의 주요 항목으로 구분하여 활동하고 있다.

- ① 건축재료, 폐기물 처리, 건물의 배치 및 대지이용, 교육, 건물생태학
- ② 실내공기의 질(I.A.Q), 에너지와 자원의 활용

COTE의 주요 활동사항으로 환경자원의 지침(ERG: environmental resource guide)을 발전시켜 왔으며, EGR에는 건축환경 디자인을 포함한 건축재료, 배치계획, 자원의 활용, 에너지, 폐기물의 처리 및 재이용, 건축생태학과 일반교육 등에 대하여 계간으로 잡지를 발간하고 있다. 여기에는 콘크리트, 알루미늄, 목재, 합판류, 직섬보드, 단열재, 실런트, 프라스터, 리노륨, 카페트, 납함유 페인트 등의 각종 재료와 이들이 미치는 환경영향을 파악하고 있으며, 미국내의 각 지역과 유럽의 건물에 대한 사례연구를 실시하여 왔다.

다 100배 정도 높게 나타나고 있다.(미국 EPA; environmental protection agency 자료) Audubon 본부건물의 개보수 전략 중의 한가지는 실내공기환경을 쾌적하고 건강하게 유지하는 것이다. 공기의 순환효율을 증가시키고 환기성능을 충분히 확보하며, 건축 내장재료는 오염물질의 방출량이 낮은 것을 선정함으로써 실내공기환경을 쾌적하게 유지되도록 계획하였다. 실내 공기의 순환효율(환기율)을 시간당 6회 이상 확보하여 권장치의 2배 정도를 유지하도록 설계되었으며, 필요환기량의 권장치 보다도 높은 수준의 외기 도입량을 확보하고 필요시 유리창문을 통한 자연환기가 가능하도록 계획하였다. 또한, 건축 자재로 부터 방출되는 각종 유해물질(포름알데히드, 벤젠, 크실렌, 톨루엔 등)을 경감시키기 위하여 Non-toxic 건축자재를 선정하였다. 휘발성 페인트를 대신하여 수용성 페인트와 HCHO가 없는 카펫트, 합판등 목재 가공품인 내장재료는 휘발성 화학성분의 방출을 막기 위하여 표면처리한 제품을 선정하였다. 가구제품도 실험실에서 측정된 결과로 부터 포름알데히드의 방출량이 최소인 제품을 선정하였다.

Audubon 본부 건물은 개보수과정에서 환경친화 건축의 개념을 도입함으로써 에너지절약과 자원의 절약은 물론 실질적인 투자비용의 절감효과를 확인하여 경제성을 확보하였으며, 실내환경 개선효과(온열환경, 빛환경, 공기환경)로부터 작업능률의 향상과 거주자의 건강과 쾌적성을 확보할 수 있었던 성공적인 개보수 사례로 평가받고 있다.

4. 미국의 그린빌딩 운동

미국에서는 ASTM의 소위원회(subcommittee E50.06), 미국 건축가협회(american institute of architect.AIA), 미 연방정부의 Green Building Council, 미 상무성의 NIST, Rock Mountain Institute 등 여러 기관에서 이에 대한 활동을 시작하였다. 이 밖에 일반 건설회사에서도 green building 운동에 대한 독자적인 규정을 작성하고 건축생산 활동에 반영하고 있다. 이러

한 green building 운동은 건설회사나 건축가, 건물주, 사용자, 건물관리자에게 매우 중요한 사항으로 인식되기 시작하였으며, 이러한 개념의 도입이 건축활동에 큰 영향을 미치게 되었다.

4.1 Green building 활동

(1) ASTM-E50.06 소위원회

ASTM의 소위원회(E50.06)는 처음에 오염방지의 기술개발, 자원의 재활용, 환경의 효율적 관리 등을 위하여 출발하였으나 1993년 3월 부터 그 활동범위를 green building의 개념에 관한 내용으로 재정립하였다. 여기에는 기본적으로 건축 환경성능에 관한 규정(environmental building performance standard practice) 4개항과 건물의 라이프사이클 평가에 관한 규정(standard on life cycle analysis) 5개항이 포함되어 있으며, 궁극적으로는 환경측면에서 우수한 건축생산 기술의 확립과 거주 환경성능의 향상을 기술개발의 목표로 설정하고 있다. 소위원회의 구성은 기본적으로 연방정부의 대표인 건축가와 전문기술분야의 전문가, 설비관련 전문가, 개발업자, 투자자문역, 부동산 관리자 등으로 구성되었다.

건축 환경성능에 관한 규정은 건축의 실내환경을 개선하고 에너지 효율향상을 도모하기 위한 것으로 건축계획과 설계, 건축생산, 건물의 유지관리 분야의 관련 지침을 준비하기 위한 것으로 결과적으로 실내환경을 양호하게 유지하기 위한 제반규정을 의미한다. 즉 green building이란 건축물의 설계, 시공, 환경관리, 건물의 해체 과정에서 환경측면에 초점을 맞춘 건축활동이라 정의할 수 있다. 이 규정은 건축건물의 라이프 사이클에 관한 규정이며, 여기에서는 건물의 배치계획 및 설계는 물론 건축재료와 시스템의 선정, 건축설계, 시공, 환경관리, 철거와 해체분야에서도 환경적 측면이 고려되고 있다. 각 분야별로 폐기물의 최소화, 오염의 방지, 자원의 유효이용, 에너지원의 효율화, 실내공기의 질 향상 등이 포함되어 있다.

이러한 규정이 완성되면 green building에 관한 개념과 특별시방(specifics)은 건축생산 실무분야에 직접 연결시킬 수 있으며, 건축재료의 사

미 연방정부의 수많은 부동산을 관리하는 기관이며, 최근 여기에서도 green building의 개념을 도입하고 있다. 여기에는 이미 미연방정부의 에너지 효율향상 정책에 의하여 부동산의 상당한 부분을 성공적으로 운용하고 있으며, 미래의 관심사항으로 실내공기의 질(I.A.Q), 자원의 재활용, 재활용 건축자재의 채택과 “그린”건축재료의 사용 등이 포함되면서 환경보호 측면에서 환경디자인의 단계로 발전 진행되고 있다.

1993년 클린턴 미국 대통령은 백악관과 부속 건물에 대하여 “그린”화를 선언하였으며, AIA와 합동으로 그린빌딩의 개념을 도입하여 역사적인 건물에 대한 관리지침을 마련하였다.

4.3 건축자재 생산업체의 그린빌딩 운동

건축자재 생산업체 들도 환경측면의 건축자재 생산을 위한 자원개발에 노력하여 왔다. 그린빌딩에 관심을 갖는 생산업체 들은 에너지효율향상, 건축자재의 재활용성, 유독가스 배출현황, 휘발성 유기화합물질(VOCs; volatile organics compounds), 실내공기환경, 폐기물, 건물의 각종설비 등을 포함한 종합대책을 마련하고 있다. 건축자재의 환경성능은 구매자의 가장 큰 욕구인 가격, 성능, 미적 감각 등을 만족하도록 고려하고 있으며, 제품의 생산과정과 제품자체에 대한 환경측면의 “그린”개념을 도입하여 많은 신제품을 개발하였다. 예를 들어 외벽보다 열저항이 우수한 유리창(super window)의 개발, 콤팩트 형광등, 고성능 전기 블라스터, 재활용 칩보드를 사용한 건식벽체, 저농도 VOC페인트, 수용성접착제, 낮은 포름알데히드 방출 전자재 등을 개발하여 보급하고 있다.

5. 그린인증제도

(green certification systems)

미국에서는 인증과정의 과학적인 평가방법과 라이프 싸이클 관점에 대한 문제점이 남아 있지만 다양한 분야에서 그린빌딩에 관한 적용방안을 검토하고 있다. 일반적인 방법이 정립되지는 않았으나 여러 업체에서 독자적인 인증제도를 마련하여 실행하고 있고, 이에 대한 여러 가지 제한

도 늘어나고 있으며, 그 방법은 ASTM과는 다른 방법으로 운영할 것을 제안하고 있다. ASTM의 그린빌딩 소위원회에서도 이 제도를 마련하기 위하여 준비하고 있다.

5.1 영국의 BRE 환경성능 평가제도 (BREEAM)

그린 빌딩에 관한 관심이 높아지면서 건축자재의 그린화와 이에 대한 인증제도가 새로이 등장하였다. 영국 BRE(building research establishment; 국립건축연구원)에서는 이미 특정지역의 신축건물에 대하여 환경성능에 기초한 평가에 의하여 건물의 인증제도가 시작되면서 각 분야별 성능에 따른 평점제도를 도입하여 건물의 수준을 평가하고 있다. 영국의 BREEAM(building research establishment environment assessment method)에 의한 인증제도는 매우 성공적이며, 일반인에게 긍정적인 평가를 받으면서 건축가나 건축주, 임차인 모두에게 영향을 주어 건설 시장에 직접 반영되고 있다. BREEAM은 건물의 환경성능을 종합적으로 평가하기 위한 조직적인 평가방법이다. 일반적으로 설계단계에서 환경영향에 대한 평가가 시행되어 건물의 운영과 유지관리에 이르기까지 광범위한 내용을 포함하고 있다. 설계 초기단계의 평가내용이 만족스럽지 않다면 2단계로 중간에 설계자와 건축주가 추가항목을 포함시켜 건물의 환경등급을 향상시킬 수 있다. 최종평가의 결과에 의하여 평가전문가가 BRE 명의로 환경등급에 대한 점수로 나타낸 증명서를 발급한다. 이는 환경적 측면이 건물 설계에 반영되었음을 증명하는 공신력 있는 서류로 인정되고 건물의 매매 등에 활용할 수 있다. 이 평가방법은 자발적으로 참여하도록 유도하고 부동산개발업자가 BRE가 지정하는 전문 평가자에게 비용을 자체부담으로 지불하는 방식으로 운영되고 있다. 표 1은 신축사무소 건물에 적용되는 BREEAM의 환경평가 요소를 정리한 것이다.

BREEAM 시스템은 단지 법적인 요구조건만을 만족시키는 수준의 설계로는 전혀 점수를 얻지 못하며, 고도의 환경성능을 만족시키기 위해 법규보다 훨씬 강화된 실행가능하고 경제적이며, 타당성이 있는 설계기법을 채택하여야 유리한 점수를 취득할 수 있도록 편성되었다.

영국에서는 그 동안 전체의 신축 사무소건물 중에서 25% 이상의 건물이 BREEAM에 의해 평가를 받아 실질적인 평가수단으로 자리잡았으며, 부동산개발업자나 설계자, 건축주 모두에게 유용한 평가방법으로 인식되고 있고 부동산업자는 건물의 환경성능의 장점을 선전할 수 있는 증명서를 갖게 되고, 설계자에게는 설계의 목표가 분명해 지며, 건축주는 BREEAM의 건물 보증서를 갖게 되는 것이라 할 수 있다.

6. 맺음말

그린빌딩은 광범위한 분야에 많은 장점을 지니며, 건축주, 재실자에게는 더욱 많은 혜택과 이익이 주어지는 개념이다. 에너지 소비를 절감하여 경제성 향상을 도모하고, CO₂가스나 오염물질의 배출량 감소 등의 직접적인 장점만이 아니라 에너지의 효율향상으로 추가적인 발전소의 건설이 불필요하기 때문에 기간산업의 투자비용이 감소되고 안전성이 확보된다.

또한, 실내환경의 질을 개선함으로써 근로자에게 의료 보건비용의 절감, 생산성 향상 등을 기대할 수 있다. 한 연구결과에 의하면 경제성 분석결과 건물의 단위면적(m²)당 연간노임은 약 \$ 1,400이며 건물의 전체에너지 비용은 단위면적당 연간 \$ 20정도로 평가하고 있다. 이를 근거로 볼때 근로자의 생산성 향상과 결근률이 감소되어 발생하는 이익도 상당한 것임을 쉽게 알 수 있다. 결과적으로 그린빌딩의 실현으로 경제적인 장점이 보장될 것이며, 그린빌딩의 개념의 도입은 기존 건물보다 그다지 많은 추가비용이 소요되지 않게 된다. 신축건물의 설계 초기단계나 기존건물의 개보수 과정에서 그린빌딩 개념을 도입한다면 초기투자비용이 다소 초과하여 발생하더라도 곧바로 회수될 수 있을 것으로 기대된다. 그린빌딩은 우리의 미래사회에서 지구환경의 보전, 건축공간의 환경개선 측면에서 기본적으로 채택되어야 할 과제라고 생각된다.

참 고 문 헌

1. Green Buildings, 1994. 1, Ideas in Practice,

표 1 설계에 적용되는 BREEAM의 환경 평가 요소(신축 사무소건물)

- 지구환경과 자원이용의 평가요소
 - 에너지사용으로 인한 CO₂ 가스의 방출량
 - 산성비에의 영향정도
 - 프레온가스(CFCs, HCFCs)와 하론가스에 의한 오존층 파괴
 - 천연자원 및 재생자재의 사용
 - 재생 가능한 자재의 사용정도
- 지역환경 평가요소
 - 냉각탑의 레지오넬라균
 - 미기후에 의한 바람의 영향
 - 소음
 - 인접 건물이나 대지에 대한 음영형성
 - 절수계획
 - 대지의 생태학적 가치
 - 차전거 이용시설
- 실내환경 평가요소
 - 급탕설비에서 발생하는 세균류
 - 환기, 습도, 간접흡연 등의 영향
 - 유해물질의 제어
 - 조명
 - 온열쾌적감 및 과일방지
 - 실내 소음

Building Services The CIBSE Journal.

2. Newsweek, 1993, Audubon Builds a Dream House.
3. Roger G. Courtney, 1995. 10, Sustainable Architecture and Building Technology, 대한건축학회 창립 50주년 기념 국제심포지엄 발표집.
4. Kurt Brandle, 1995.10, The Systems Approach to Sustainability in Building, 대한건축학회 창립 50주년 기념 국제심포지엄 발표집.
5. P.O.Fanger, 1990, New Principles for a Future Ventilation Standard, The 5th International Conference on Indoor Air and Climate, Toronto Canada.