

대형의료기관 건축물에 대한 저탄소 녹색 친환경 설계 방안에 관한 연구

김종구* · 박종민**

Kim, Jong Gu*, Park, Jong Min**

A Study on Design Method depending upon Low Carbon Green Architecture of Big Medical Center

ABSTRACT

According to the recent research results of the Ministry of Environment, the indoor air quality of large general hospitals and university hospitals(58 hospitals) exceeded the maintenance standard. On top of such indoor air quality, it is also desperately required to have the environment-friendly building design and also low carbon green design in accordance with the increase of hospital size and enlarged hospital buildings. Especially, the increase of carbon dioxide, heat, garbage, waste energy, exhaust heat from power plants and sewage heat in each medical center brings up lots of problems to the health of hospital patients and customers. Thus this study aims to convergently develop the green environment-friendly architecture design technology concerning the organic relations between each medical building, and technical development which should be introduced to the low carbon green environment-friendly architecture design based on the characteristics of each medical center in large-scale medical complex.

Key words : Big medical center, High-rise building, Low carbon green eco technology, Green architecture design

초록

최근 환경부의 조사결과에 의하면 대규모 종합병원·대학병원(58개소)의 실내 공기질이 유지기준을 초과한 것으로 나타났다. 내부 공기질은 물론, 병원 규모의 증가와 병원 건축물 대형화에 따른 친환경 건축물 설계와 저탄소 녹색 설계의 필요성이 절실히 요구되고 있는 상황이다. 특히 각 의료기관의 건축물에서 발생하는 이산화탄소, 발열, 쓰레기, 폐에너지, 발전소 배열, 하수열 등의 증가로 인해 병원 환자를 비롯한 병원 고객의 건강에 많은 문제점을 가져다주고 있다. 따라서 본 연구는 대규모 의료 단지에 건설되는 각각의 건축물이 가지는 의료기관으로써의 특성을 고려한 저탄소 녹색 친환경 건축설계에 도입되어야 하는 기술 개발과 각 의료 건축물 간의 유기적 관계를 고려한 녹색 친환경 건축디자인 기술을 융합적으로 개발하는 것을 연구목표로 한다.

검색어 : 대형의료기관, 초고층 건축물, 저탄소 녹색 친환경 기술, 친환경 건축디자인

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

기후변화 지구온난화 및 자원고갈에 대응한 탄소저감 및 에너지 절감형 친환경 건축물의 건설을 촉진하기 위하여 친환경 설비 및 친환경 설계에 대한 대형건축물의 저탄소 녹색 계획과 설계에 대한 필요성이 사회적으로 시급히 요구되고 있는 실정이다. 그로인해

* 정회원 · 부산대학교 도시공학과 교수 (Pusan National University · jkkim45@pusan.ac.kr)

** 교신저자 · 부산대학교 도시공학과 박사과정 (Corresponding Author · Pusan National University · cruise9629@bhrdi.or.kr)

Received May 7, 2015/ revised May 19, 2015/ accepted May 28, 2015

최근 지구온난화로 인한 기온상승, 도심지 열섬현상, 환경오염 등으로 인한 생태계 환경파괴가 심각한 상황이나 이러한 기후적 변화와 환경문제 극복, 지속적 성장을 도모할 수 있는 건축물의 기반이 아주 미약한 실정이다.

최근 환경부의 조사결과에 의하면 대규모 종합병원·대학병원(58 개소)의 실내 공기질이 유지기준을 초과한 것으로 나타났다. 내부 공기질은 물론, 병원 규모의 증가와 병원 건축물 대형화에 따른 친환경 건축물 설계와 저탄소 녹색 설계의 필요성이 절실히 요구되고 있는 상황이다. 특히 각 의료기관의 건축물에서 발생하는 이산화탄소, 발열, 쓰레기, 폐에너지, 발전소 배열, 하수열 등의 증가로 인해 병원 환자를 비롯한 병원 고객의 건강에 많은 문제점을 가져다 주고 있다.

따라서 본 연구는 대규모 의료 단지에 건설되는 각각의 건축물이 가지는 의료기관으로써의 특성을 고려한 저탄소 녹색 친환경 건축 설계에 도입되어야 하는 기술 개발과 각 의료 건축물 간의 유기적 관계를 고려한 녹색 친환경 건축디자인 기술을 융합적으로 개발하는 것을 연구목표로 한다.

1.2 연구의 필요성

초고층 대형 건축물은 19세기말에 탄생하여 1930년대까지 미국을 중심으로 형태적 개념을 발전시켜왔다. 이후 엘리베이터와 건설 재료 건축기술 등의 발전과 도시 집중화 현상에 의한 택지부족 국가와 기업의 상징성 요구 등에 의해 전세계 도시를 중심으로 초고층 건축이 늘어나고 있다. 특히 홍콩을 포함한 중국, 두바이, 싱가포르, 일본, 말레이시아 등 아시아를 중심으로 무대가 옮겨지면서 초고층 건축은 하나의 국가나 도시의 상징이 되고 있으며 경향도 다양화 되고 있다. 그러나 초고층 건축의 긍정적 효과보다 교통문제나 도시기반시설 과부하 자연환경의 파괴 대량의 에너지소비라는 부정적 영향이 더욱 부각되면서 이러한 문제를 해결하기 위한 노력이 전세계적으로 green building, green skyscraper 등의 개념으로 환경 친화적 초고층 건축의 경향을 만들어 내고 있다. 향후 초고층 건축의 증가율이 지속된다고 본다면 건설과정에서부터 건설 후 사용단계에서 발생하는 부정적 영향을 최소화하고 에너지 절약과 환경부하 경감, 거주자의 건강과 쾌적성, 건축의 지속가능성을 고려하는 친환경 초고층 건축의 필요성은 필연적이라 볼 수 있다. 이에 본 연구는 지금까지 개념적으로 막연하고 체계화 되지 않은 친환경 초고층 건축의 개념을 정립하고 현실적인 실천적 대안을 찾기 위해 전세계적으로 친환경적 건축 아이디어가 돋보이는 사례의 분석을 통해 친환경 초고층 건축의 주요 건축 계획적 특징을 알아보고 구체적 친환경 초고층 건축 기술아이디어를 도출할 필요가 있다.

2. 연구방법 및 이론

건축은 하이테크 재료인 철과 알루미늄, 유리에 의한 건축으로 표현되어 외관상으로는 친환경적이거나 생태적이라 판단하기는 어려울 수 있다. 그러나 건축에 대한 철학과 디자인 접근방법은 친환경적 사고를 근본으로 하이테크 건축과 통합을 이룬 친환경 건축으로 볼 수 있다. 따라서 의료 건축물과 같이 대형 건축물에 대한 친환경 건축계획 기법에 대한 연구를 위하여 첫째, 친환경 건축의 근본인 건축철학의 배경에 대하여 기존 문헌자료를 통하여 조사하고 둘째, 건축의 특성을 초기 하이테크 건축과 중기 공공성을 위한 건축 그리고 최근 친환경 건축에 이르기까지 시기별로 고찰하여 대형 의료 건축물에 대한 친환경 건축으로 발전하는 과정을 조사한다.

셋째, 대표적인 친환경 건축물을 선정하여 친환경 건축을 위한 일반적인 계획 및 기술 기법을 살펴본다. 마지막으로 친환경 건축계획 기법에 대한 연구문헌과 보고서, 작품집 등을 통해 건축물이 친환경적으로 디자인되는 과정과 에너지 효율에 관하여 살펴본다.

이를 통해 대형 의료 건축물 등이 단순히 친환경 인증을 얻기 위한 건축계획 접근이 아니라 건축물의 에너지 부하를 낮추고 탄소배출량을 줄일 수 있는 건축물을 계획하기 위하여 건축가가 디자인 초기 단계에서부터 고려해야할 건축계획 기법을 도출하도록 한다.

2.1 이론적 고찰

2.1.1 친환경 초고층 건축의 개념

친환경 초고층 건축은 비인간성과 비자연성을 극복하려는 건축 흐름과 지구자원 보존과 에너지 문제로 에너지 절약형 건축의 확산에 따른 생태 건축적 경향 흐름에서 그 개념을 유추해 볼 수 있다. 그러나 지금까지 생태건축은 저층형 건축에서 그 개념과 사례를 찾아볼 수 있으며 초고층 건축에서의 환경 친화적 건축사례는 찾아보기가 힘들다. 특히 초고층 건축은 규모와 크기에 있어서 기존 건물과는 비교할 수 없을 정도로 거대하기 때문에 일반적인 생태건축의 디자인 기준을 적용하는 것은 바람직하지 않다.

그러므로 초고층 건축에 적합한 개념 정립이 요구되며 새로운 목표설정이 필요하다. 이에 그 기준을 저층보다는 빌딩에 적용되는 그린빌딩의 개념과 초고층 건축에서의 생태기후학을 적용시켜 환경친화적 초고층 건축을 추구한 green skyscraper 개념에서 새로운 환경 친화적 초고층 건축의 개념을 설정해 볼 수 있다. 먼저 그린빌딩(green building) 1992년 리우환경 정상회의 이후 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발이라는 환경과 개발의 상충이 아닌 공존의 경제개발 방식이 중시됨에 따라 등장하게 된 개념으로 현재와 후세에 걸친 인류의 생존과 지구환경 문제에 기여하기 위한 환경

친화적 건축을 말한다. 그린빌딩은 passive, active solar system 등 에너지 절약과 자원절약, 에너지효율 향상을 목적으로 친환경적으로 설계, 시공, 운영유지관리, 폐기되는 형태의 빌딩을 의미한다고 할 수 있다. 최대목표는 에너지절약과 환경보존이며 거기에 건축물 외형 디자인까지 고려한 고효율 에너지 설비자원 재활용, 환경공해저감기술 등을 적용하여 설계·건설하고 유지, 관리 후 건물의 수명이 끝나 해체될 때에도 환경에 대한 피해가 최소화 되도록 계획하는 것이다.

이를 실천하기 위한 디자인 계획 목표는 지구자원의 보존 에너지 절약, 수자원 절약, 자원절약, 라이프사이클 디자인, 건물 전 단계, 건물 단계, 건물 후 단계 고려, 인간적 설계(자연 요소의 반영, 주변 자연조건과 조화, 거주자의 건강과 쾌적성 향상으로 요약할 수 있다.

2.1.2 친환경 초고층 건축의 원리 및 정의

환경친화적 초고층건축을 위한 기본목표를 실천시키기 위한 계획의 기본원리를 유추해볼 수 있는데 가장 중요한 원리는 첫째, 에너지 절감을 위한 자연에너지의 적극적 활용이다. 지구와 지역환경에 부하가 없는 청정 자연에너지를 건축의 에너지원으로 이용하는 것이다. 이는 초고층건축이 다른 어느 건축보다도 규모나 에너지 사용량과 화석연료 사용에 의한 오염물질 배출이 막대하므로 태양 바람, 지열, 하천수 등 자연에너지의 활용은 가장 먼저 고려해야 할 주요원리가 된다. 둘째, 자원절감과 폐기물저감을 위한 순환시스템의 적용을 들 수 있다. 리사이클(recycle), 리유즈(reuse)를 포함하는 자원의 순환과 수자원 순환시스템을 말하는 것으로 우수와 중수의 순환활용 쓰레기처리를 통한 연료활용을 적극 반영해야 한다. 셋째, 숨 쉬는 건축 만들기, 즉 자연형 조절기법의 적용을 의미한다. 이는 건축 내부공간으로의 자연의 빛과 공기가 소통시키는 건축을 만드는 것이다. 현재 대부분 초고층건축은 에너지 절약과 단열 성능향상, 외부로의 열손실을 최소화함으로 전력사용을 감소하고자 보다 작은 규모의 밀폐된 창을 만들어 외부공기나 빛의 유입이 차단되므로 많은 문제점을 발생시켰다. 이에 건강하고 쾌적

한 공간을 위한 주요 원리로 자연환기와 자연채광을 고려한 이중외피의 활용 등이 이에 해당된다. 기존의 초고층건축은 지표면과 건축형태에 의한 중간 데크면에 조경을 하는 것이 녹화공간의 전부이지만 환경친화 초고층 건축에서는 좀 더 다양한 방식의 녹화 공간조성이 요구된다고 볼 수 있다. 이렇게 3가지 디자인원리는 초고층건축에서의 환경친화성을 높이기 위한 가장 중요한 디자인 원리로 요약된다.

이를 정리하면 Fig. 1과 같이 친환경 건축 기술의 구성요소와 원리로 설명이 가능하다. 친환경 에너지 기술은 실내 공간의 쾌적성을 제고하여 거주자의 건강과 생산성을 향상 시키고 운영단계에서 에너지 효율과 CO₂ 배출 저감을 통해 건물가치를 상승시키는 기술로 정의할 수 있다.

2.2 연구방법

본 연구의 주된 내용인 다음의 네 가지 내용을 고찰하기 위하여 국내의 대형 건축물에 적용되어 있는 건설되어 있는 건축물의 환경적 및 녹색 디자인적 문제를 도출한 후 해외 선진사례와 비교 분석 결과를 토대로 국내의 의료 건축물에 대응 가능한 저탄소 녹색 디자인 방안을 도출한다.

2.2.1 초고층 건축물이 가지는 환경적 문제 도출

공공의료 기관을 비롯하여 최근의 민영 병원의 건축물이 점점 대형화되어 가고 있는 추세에 비해 이들 대형 의료 건축물 건설에 의하여 발생하는 공기질의 악화는 물론 이산화탄소, 발열, 쓰레기, 폐에너지, 발전소 배열, 하수열 등의 증가로 인해 병원 환자를 비롯한 병원 고객의 건강에 많은 문제점을 가져다주고 있다. 따라서 병원 대형화에 따른 환경적 문제점들을 도출한다.

2.2.2 대형 건축물의 특성에 대응한 저탄소 녹색 친환경 기술의 도출

하나의 대형 의료기관(의료단지) 내에는 다양한 의료 특성을 가지는 특성이 다양한 건축물들이 건설되고 있다. 이들 건축물의 개별 의료적 특성에 적합한 맞춤형 친환경 녹색 디자인 기술이 필요하다. 따라서 본 장에서는 각 의료동이 가지는 각각의 특성을 고려한 친환경적 건축계획 및 디자인 기술을 제시하고자 한다.

2.2.3 대형 건축물 단지에 입지되어 있는 각 건축물들의 유기적 관계를 고려한 친환경 건축디자인 방안 도출

상기에서 언급한 대형 의료단지 내의 각 건축물 간의 유기적 관계, 즉 의료진의 동선, 이용자의 동선, 각 건축물 간의 오픈스페이스 및 공공시설 등에 관한 관계를 고려한 최적의 건축계획 및 단지계획을 도출하고자 한다.

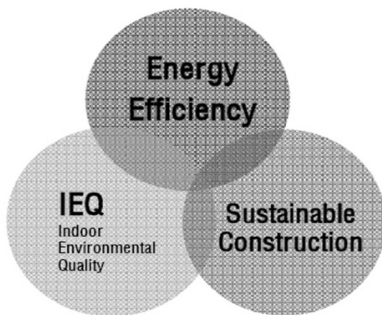


Fig. 1. Three Elements of Eco-Energy Technologies

2.2.4 저탄소 녹색 건축물 계획과 디자인을 위한 에너지 절약 계획 도출

각 의료동 건축물의 외벽, 측벽 및 창호 등 친환경 열관류율 기준을 적용하여 단열설계 의무화를 전제로 한 녹색 건축물 디자인 기법의 개발과 환경과 공존을 위한 친환경 건축계획은 자연 친화적인 건축물의 건축을 유도하기 위하여 공공건축물은 친환경건축물 인증 의무화를 전제로 한 건축계획 및 디자인 기법을 제안한다. 그리고 대형 단지 내 모든 건축물의 복도, 계단실, 엘리베이터실 등 공용공간과 외부보안등의 에너지 절약을 위한 토탈 디자인 기법 제안하고자 한다.

3. 초고층 건축물 사례 및 기법 분석

3.1 초고층 건축물이 가지는 문제점 도출

지구온난화로 인한 기온상승, 도심지 열섬현상, 환경오염 등으로 인한 생태계 환경과파괴가 심각한 상황이나 이러한 기후적 변화와 환경문제 극복, 지속적 성장을 도모할 수 있는 건축물의 기반이 아주 미약한 실정이다. 그로인해 기후변화 지구온난화 및 자원고갈에 대응한 탄소저감 및 에너지 절감형 친환경 건축물의 건설을 촉진하기 위하여 친환경 설비 및 친환경 설계에 대한 대형건축물의 저탄소 녹색 계획과 설계에 대한 필요성이 사회적으로 시급히 요구되고 있는 실정이다. 이에 최근 환경부의 조사결과를 토대로 초고층 건축물이 가지고 있는 문제점을 정리하면 다음과 같다.

대규모 종합병원·대학병원(58개소)의 실내 공기질이 유지기준을 초과한 것으로 나타났다. 내부 공기질은 물론, 병원 규모의 증가와 병원 건축물 대형화에 따른 친환경 건축물 설계와 저탄소 녹색 설계의 필요성이 절실히 요구되고 있는 상황이다.

특히 각 의료기관의 건축물에서 발생하는 이산화탄소 및 온실가스 배출량이 심각하다. Table 1에서 상업용과 공공건축물의 온실가스 배출량과 용도별 에너지 소비량을 제시하고 있다.

발열, 쓰레기, 폐에너지, 발전소 배열, 하수열 등의 증가로 인해 병원 환자를 비롯한 병원 고객의 건강에 많은 문제점을 가져다주고 있다. 주거 및 비주거용 건축물 사용과정에서 에너지 소비에 의한 온실가스 배출은 연간 약 1억2천만CO₂에 달하며 이는 국가 총 배출의 약 19.8%에 해당한다.

비주거용 건축물의 경우 국가 전체 상업 공공건축물의 이용단계에서의 에너지 소비에 의한 온실가스 배출은 연간 약 6천만CO₂에 달하며 에너지 사용 용도별로는 주택과 마찬가지로 난방에너지에 의한 온실가스 배출이 23%로 가장 높은 비중을 차지했고, 냉방에 의한 온실가스 배출비율도 약 18%로 높게 나타났다.

3.2 초고층 건축물에 대한 친환경 건축 디자인의 국내외 동향 및 사례분석

3.2.1 국내 초고층 건축물의 친환경 디자인 동향

국내에서 친환경 녹색 기술이 적용된 초고층 건축물의 사례에 대한 적용기술은 크게 10가지로 분류할 수 있다. 태양광, 열병합 발전, 지열, 중수, 바닥공조, 옥상녹화, 단열재, 이중외피, 자연채광, 고효율 전기기계 설비이다.

기후변화협약에 대응하기 위하여 우리나라는 1997년 교토의정서 채택 이후 에너지 이용효율화와 온실가스 감축을 위한 각 분야의 법령 및 제도의 준비를 시작하였다. 1997년 「신에너지 및 재생에너지 개발·이용·보급 촉진법률」을 전문 개정을 통해 에너지 이용합리화에 적극 대응하고자 하였으며, 「환경영향평가법(1999)」, 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률(2003)」, 「녹색제품구매촉진에 관한 법(2004)」 등의 법률을 제정하여 새롭게 대두된 전 지구적 위기에 대하여 장기적인 정책적 대응을 구체화하였다.

지구의 기후변화 및 UN기후변화협약에 대한 국내의 법제도적 대응은 교토의정서가 발효된 2005년을 기점으로 본격화되었다. 최근 정부는 기후변화에 대응하기 위하여, 급변하는 국제에너지시장의 여건변화에 능동적으로 대처할 수 있는 에너지 정책 기반으로

Table 1. Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in Commercial and Public Building Sector

| Category | Energy consumption | | Greenhouse gas exhaustion | | National total emissions (2006) compared | |
|---|-----------------------|------------|---------------------------|------------|--|-------|
| | TOE | Ratio | tCO ₂ .eq | Ratio | | |
| Building sector GHG emissions performance ratio of 60.6% (compared to 6.1% in national total emissions) | Heating | 4,291,564 | 29.3% | 13,992,225 | 23.2% | 2.3% |
| | For cooling | 2,424,916 | 16.6% | 10,860,381 | 18.0% | 1.8% |
| | Hot Water | 913,371 | 6.2% | 2,766,800 | 4.6% | 0.5% |
| | Features | 1,743,256 | 11.9% | 8,956,902 | 14.8% | 1.5% |
| Building activities division | Lighting / Other | 3,910,539 | 26.7% | 20,149,214 | 33.4% | 3.4% |
| Other energy sector | Cooking | 1,355,531 | 9.3% | 3,599,857 | 6.0% | 0.6% |
| | private power station | 7,034 | 0.0% | 16,514 | 0.0% | 0.0% |
| Total | | 14,646,211 | 100% | 60,341,893 | 100% | 10.1% |

Sources : Establishment of systematic basis for activation of green building(2011)

서 「에너지기본법(2006)」을 제정하고, 국가와 지방자치단체의 지속가능한 상생 발전전략 기반으로 「지속가능발전법(2007)」을 제정하였다. 이러한 기후변화에 대한 국내외의 급격한 변화 속에서 시작된 이명박 정부(2008년)는 “저탄소녹색성장”을 국정과제로 삼고 이를 뒷받침할 수 있는 정책의 추진을 위하여 대통령직속 “녹색성장위원회(2009.1)”를 설립하여 본격적인 법 및 제도의 추진 기반을 마련하였다.

현재 우리나라의 국가적 온실가스 감축목표는 2020년까지 배출전망치(BAU)대비 온실가스 30%를 감축하는 것이다. 제6차 녹색성장위원회(2009년11월)를 통해 결정된 이러한 목표를 달성하기 위하여 이후 법과 제도추진이 가속화되어 왔다. 국가 중기(2020년) 온실가스 감축목표 시나리오와 함께 발표된 녹색성장 국가전략 및 5개년 계획에 따르면, 정부는 과거 우리나라 경제성장의 획기적인 기반을 마련하였던 경제개발5개년계획처럼 압축성장의 전인차를 마련하고 기업·대학·가계 부분은 물론 공간적으로도 전국토로 확산을 유도하고 있다.

이러한 장기 전략과 정책에 대한 실행법률체계는 2010년 제정된 「저탄소 녹색성장기본법」에 근거하여 구축되었으며 이후 녹색중소기업 육성 및 종합지원 대책, 중소기업 온실가스 감축 지원 방안, 그린카 미래 전략, 신성장동력 강화전략 등 실질적인 녹색성장 관련정책 로드맵 및 지원 제도 등의 시행을 추진하고 있다.

3.3 국외 초고층 건축물의 친환경 디자인 동향

친환경 건축물 중 자연환경이 건축물의 형태와 건축물의 외피결정에 직접적으로 영향을 준 건축물은 독일의 코메즈은행 본사(Commerz bank headquarters), 영국의 스위스리 빌딩(Swiss Re)과, 런던 시청사(city hall of London), 미국의 허스트 타워(Hearst tower), 독일 국회의사당(Reichstag) 이다. 코메즈은행 본사는 세계 최초 초고층 친환경 건축물이다.

도시에 위치한 60층 가까운 고층사무소 빌딩으로 자연 채광과 조망 등의 한계를 극복하기 위하여 삼각형 형태를 취하고 세 입면에 계획된 아트리움과 중앙 아트리움을 통하여 자연환기가 가능하도록 계획하였다. 일반적으로 고층빌딩은 대부분 완전 밀폐형으로 계획되어 있어서 기계적 시스템으로 환기나 채광문제를 해결하여 에너지 소비가 많고 쾌적성도 낮다.

그러나 코메즈은행 본사는 입면에 계획된 아트리움과 중앙 아트리움을 통하여 수직적 및 수평적으로 자연채광과 자연환기를 가능하게 한 개념을 도입하여 냉난방 부하를 절감하고 있으며, 인공조명 사용을 줄여 에너지를 절약할 수 있도록 하였다.

실제적으로 가조시간동안 실내에 자연채광을 제공하고 있다. 아일랜드 공화국의 폭탄테러가 일어났던 장소에 런던의 첫 번째 친환경 초고층빌딩이며 도시의 새로운 아이콘으로 자리 잡은 스위스

리 빌딩은 런던의 금융 중심지인 뱅크(bank)에 위치한다. 주로 사용된 친환경 건축계획 기법은 효율적 자연채광과 바람에 대한 저항을 최소화 하는 형태 및 외피, 중심의 아트리움과 에코사프트를 통한 자연환기 기법이다.

런던 테입즈강 남측에 위치한 런던 시청사는 건축물의 디자인 결정과정을 공개하면서 진행되었던 친환경 공공건물 프로젝트이다. 에너지 절약형 친환경 건축물로 유명한 런던 시청사의 달걀 형태는 멋진 형태를 만들기 위한 것이 아니라 철저하게 친환경 건축을 추구한 연구의 성과물이다. 2002년에 완공된 이 건물은 에너지 효율이 높은 설비와 재생 가능한 에너지의 사용, 에너지 효율을 높일 수 있는 위치 선정과 배치 및 지역 특성 보존과 주변과의 조화 등 그린 빌딩의 조건을 보여주는 성공적인 작품으로 현재까지 평가받고 있다.

1928년 6층 건물의 신축 후 2006년 46층으로 증축된 허스트 본사사옥은 미국 뉴욕의 상업건축으로는 처음으로 USGBC의 LEED(Leadership in Energy and Environmental Design) Gold 인증을 받은 건축물이다. 기둥은 외피를 구성하고 있는 Diagonal line을 따라 위치하며 일반건축물에 비해 거의 2,000톤의 구조용 철골을 절약했다. 단지 10%만의 철골이 새로운 것이고 90%는 재사용되었다. 2차 대전 후 복원되었으나 대화재로 다시 전소되었던 독일 국회의사당을 복원시키는 프로젝트에는 국제 현상 설계를 통해 노만 포스터가 당선되었다. 당선시만 해도 돔 형태가 아닌 국회의사당 위에 확장된 거대한 투명 캐노피의 형태였지만 두 차례에 걸친 현상설계 뒤 설계권을 부여받은 후 수차례의 논의 끝에 기존 돔을 복원하는 것이 요구되었고, 결국 노만 포스터는 공공의 접근이 가능한 상징적이고 친환경적인 형태의 돔을 계획하였다.

독일 국회의사당은 독일의 친환경 정책의 상징적 의미를 보여준다. 조형 상 기존 건축물과 일부 어색한 느낌을 주지만, 맨 위층에서 나선형으로 된 경사로를 올라가면서 사방으로 도시의 전망이 가능하고, 방문객들에게 의원들의 머리 위로 올라가는 인상을 주고 아래쪽 유리면을 통하여 대화의실을 내려다 볼 수 있도록 되어 있어 국민의 힘을 상징적으로 표현한다. 전면 유리는 의정 활동의 투명성과 개방적인 이미지를 나타낸다.

일본은 1997년 12월에 개최된 “지구온난화방지쿄토회의”에 있어서 온실효과가스의 배출을 2008년부터 2012년까지 1990년 대비 6% 삭감한다는 합의를 고려하여, 원유 환산 약 5,600만kl 상당의 현행 에너지절약 대책을 세우기로 하였다. 또한 2000년부터 행해졌던 종합자원에너지조사회의에서의 에너지정책에 대하여 종합적으로 검토하여, 에너지절약부회에서 현행 에너지절약 대책의 재평가(원유 환산 약 5000만kl), 또는 에너지수요 경향이 뚜렷한 민생 운수부문을 중심으로 한 추가적 에너지절약 대책(원유환산

약 700만kl)을 도출함으로써 2001년 6월 “에너지절약 대책”을 결정하였다. 이는 현행되어지는 대책이 계속되는 것을 중시할 것, 장기에 걸쳐 계속성을 가지는 대책을 진행할 것, 국민의 에너지절약 행동의 환경을 정비할 것 등 3개의 관점을 정책의 핵심 원칙으로 하고 있다.

영국은 국제 정책에 대응하여 영국이 설정한 배출량 감소와 재생 가능 에너지 목표를 달성하기 위하여 다양한 분야에서 광범위한 정책 및 제도의 기반을 마련해 왔다. 기후변화에 적극적으로 대응하기 위하여 2008년 「기후변화법(Climat change act)」을 세계최초로 만들었으며, 이 법령에 따라 기후변화위원회(CCC: Commettee on Climate Change) 독립기구를 설립하고, 탄소 예산의 개념을 만들었다. CCC는 2003년 에너지백서(Energy white paper)에서 설정한 1990년 대비 2050년 CO₂배출량 60%감소 목표를 80%로 증가시키고 이를 법적 구속력을 목표로 정책을 추진해왔다. CCC는 목표달성의 일환으로 10년 이내 제로 탄소주택을 목표로 2010년 25%, 2013년 44%, 2016년은 0% 3단계를 설정하고 있다. 이러한 기준을 신축주택은 2016년부터, 신축 비주거용 건물은 2019년으로 차등적용토록 하고 있다.

1997년 교토의정서(Kyoto protocol)가 체결되면서 시작한 온실가스 감축은 2008년 교토의 정서 의무이행기간(2008~2012)이 시작되면서 본격화되었다. 그러나 전세계 에너지 소비량의 21%, 이산화탄소 배출량의 18%를 차지하고 있는 미국은, 교토의정서가 개도국과 선진국이 서로 다른 감축량 및 시간 목표를 정하고 있기 때문에 자국 산업에 심각한 문제를 야기할 수 있다는 우려로 2001년 교토의정서 비준을 취소하였다. 대신 미국은 2005년 7월 28일 아세안 국가들(한국, 중국, 일본, 캐나다, 호주, 인도)과 협약(APPCDC: Asia-Pacific Part-nership for Clean Development and Climate)을 맺고 21세기말까지 온실가스배출을 50%로 줄이는 것을 합의하였다. 이 합의는 선언적 의미의 문서로서 교토의정서와 달리 준수의 의무에 강제성은 없다.

그러나 오바마정부 이후 미국은 전 지구적 기후변화 대응에 적극적으로 대응함과 동시에 그린에너지 산업 육성을 통해 경제위기를 극복하고자 하는 강력한 실천의지를 표명해 왔다. 또한 최근 미국의 환경 보호청(Environmental protection agency : EPA)은 녹색건축물을 “건설이 시작되고, 점유되며, 궁극적으로 허물어질때 까지 총 건축물 생애에 걸쳐 작간접적으로 환경에 주는 영향을 저감하는 건축물”로 정의하고 녹색건축물의 조성 촉진을 독려하고 있다. 미국 상원 의회에 계류중인 「청정에너지 및 안보법안(American clean energy and security act: 왁스먼-마키법)」 법안에는 2005년 대비 2012년 3%; 2020년 17%; 2030년 42%; 2050년 83%의 온실가스감축 목표를 담고 있다. 이러한 연방정부의 노력과 함께 주정부 또는 그 연합체에 의한 노력도 계속되고 있는데, 2009

년 1월부터는 미국 동북부의 10개 주가 중심이 되어 지역별 온실가스 절약계획(RGGI: Regional Greenhouse Gas Initiative)을 실시하고 있다. 참여 주들의 발전부문 CO₂ 배출량을 2018년까지 10% 줄이는 것을 목표로 하는 이 제도는 비록 발전부문만을 대상으로 하고 있지만 미국에서 처음으로 시도된 온실가스 감축 배출권거래 제도라는 점에 그 의의가 있다.

3.4 초고층 건축물에 대한 선진 기술 및 적용 기법 분석

3.4.1 친환경 녹색 건축의 건축 기본계획 분석

친환경 녹색 건축의 분석을 위해 전 세계적으로 계획되거나 실제 지어진 30층 이상의 친환경 초고층 건축리스트 중 9가지 사례를 선택한 후 건축의 배치와 형태, 입면, 평면 계획 등 기본 계획 분석을 통해 건축의 주요 특성을 찾아보고자 한다.

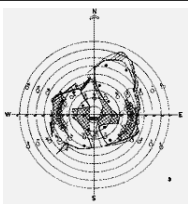

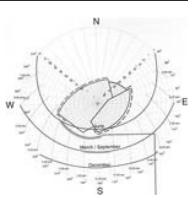






건축의 배치는 건축 전반의 설계와 시공 기능에 영향을 미치며 친환경 건축에서는 특히 에너지 절약을 위해 반드시 고려해야 할 요소이므로 건축의 배치도 사실 자연형 환경설계 기법에 속한다. 저층의 환경친화적 건축에서 배치계획의 기본은 자연지형을 활용한 배치 일조 및 일사를 고려한 배치, 풍향조절을 위한 배치가 기본이 된다.

그러나 도심의 초고층 건축에서는 지형을 활용한 배치는 적용하기 힘들기 때문에 보통 일조와 일사 풍향을 중심으로 계획을 고려해 볼 수 있다. 특히 에너지소비가 많은 초고층 건축에서 배치계획 에너지절약 차원에서 매우 중요하다. 왜냐하면 건물이 높을수록 외부기온과 직사광선의 영향이 크고 창문을 통해 들어오는 태양열과 직사광선은 건물내부의 극심한 일교차의 원인이 되기 때문이다. 그러면 분석대상의 배치계획을 건축의 전반적인 향을 중심으로 살펴보면 Table 2와 같다.

9곳의 사례분석 결과 대부분 남향을 선호하며 대상 대지의 형태에 의해 남향 남동방향으로 설정되었으며 대지가 남향을 주방향으로 하기 어려울 경우에는 원형에 가까운 답상형으로 구성하여 편중된 방향이 아닌 다양한 방향을 포함하려는 것으로 나타났다. 특히 각 건물의 대지에서 배치상태에서 하루 시간대별로 일조와 그림자에 의한 주변건물에의 영향과 채광과 차양비율을 계산하여 개구부 위치와 차양장치 기준을 설정하고 바람의 방향과 건물내 전 방향에서의 전망등 함께 고려한 것으로 나타났다. 그리고 대체적으로 대지에 접하는 평면 기본형태는 동서방향으로 긴 형태나 원형이나 원형과 유사한 형태로 전방향 조망과 자연 채광이 가능한 형태를 취하고 있다.

건축형태는 건물의 표면적과 관련하여 태양 복사열의 수용 정도와 열방출을 결정짓는 요소로 공간형태, 평면형태 체적에 따라 달라진다. 초고층 건축에서 건물형태는 열에너지 뿐만 아니라 바람에 의한 영향을 감소시키는 중요한 요소이므로 특히 더 신중히

Table 2. Comparison of Green Building Layout Plan

| A | B | C |
|---|---|---|
|  |  |  |
| D | E | F |
|  |  |  |
| G | H | I |
|  |  |  |

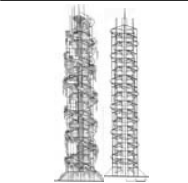


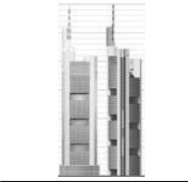




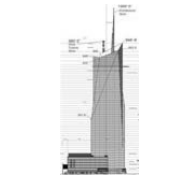
Sources : A study on the method and planning characteristics of environment-friendly skyscraper(2008)

고려해야 하는 요소가 된다.

9개의 건축형태 분석결과 전체적으로 형태적 특성은 융통적이며 직선 보다는 곡선적이며 정형적 형태보다는 비정형적이며 단순함 보다는 심미적 특성을 지닌다. 건축 매스는 전체적으로 판상형보다는 탑상형으로 다양한 향과 조망을 고려하고 있다. 그리고 전체 건축형태 유형을 분류해 보면 첫째, 바람의 영향과 일조와 관련된 법규 등의 제약으로 셋백 형태나 원주형 매스에 건물 전체 형태를 단순하게 구성하여 표면면적을 줄여 열손실과 바람의 피해를 최소화하는 형태이다. 둘째, 원기둥이나 타원형 기둥형태의 매스에 가운데 중정을 중심으로 매스를 구성하여 건물 내부 전체공간에 골고루 공기와 빛의 흐름을 유도하기 위한 형태이다. 셋째, 단순한 기하학 매스이지만 입면을 다양한 면비례로 분할하여 skycourt나 아트리움 배치로 단순한 기하학의 매스를 다공질 공간을 가진 형태로 변화시킨 형태이다. 넷째, 프랙탈 기하학의 원리를 반영하여 일정 레벨단위의 형태 생성자를 자유롭게 쌓아올려 비정형적인 탑상형의 매스를 나타내는 형태로 구분하여 볼 수 있다. 그리고 사례에서 보여 지는 대부분형태의 모서리 처리는 부드러운 라운드 처리를 하고 있다.

초고층 건축의 입면계획은 앞에 살펴 본 형태계획과도 어느 정도 관련성이 있으므로 여기서는 창호나 구조재료에 의한 면분할 과 파사드의 입면구성을 중심으로 살펴 보려고 한다. 전체적 입면구

Table 3. Comparison of Green Building Facade Plan

| A | B | C |
|--|---|---|
|  |  |  |
| D | E | F |
|  |  |  |
| G | H | I |
|  |  |  |

Sources : A study on the method and planning characteristics of environment-friendly skyscraper(2008)

성에서 보이는 공통적인 특징은 대부분 필로티 구조를 가지며 표면구성과 면분할의 다양성이다.

9개의 사례를 기준으로 보았을 때 입면구성 유형은 크게 4가지로 분류해볼 수 있다. 첫째 균등한 층별 레이아웃에 의한 수평면 분할을 기본으로 하나 깊이나 재료변화로 표면 변화를 시도하는 유형을 들 수 있다. 둘째, 층별 레이아웃 수평면을 기준으로 하나 2-3층 혹은 그 이상의 입면 중간면에 보이드 공간조성이나 표면 돌출로 변화를 주는 유형을 들 수 있다.

이때 보이드공간은 skycourt나 바람과 빛의 통로로 이용되며 녹화를 통해 더욱 풍부한 입면을 연출하는 유형이 많다. 셋째 층별 레이아웃이 보이지 않고 삼각이나 사각 비대칭 다각형 등 넓은 면적분할에 의하여 빛과 그림자의 변화를 유도하는 유형을 들 수 있다. 넷째 표면외피의 자유로운 구성으로 사선이나 나선형 불규칙 성 등 비 정형성을 강조하는 자유로운 입면분할을 들 수 있다. 단, 자유로운 입면분할 형식은 형태적으로 강하게 표현하거나 서로 다른 재료의 패턴으로 표현하거나 색채의 경계면을 모호하게 하여 처리하는 등 다양한 표현방식을 사용하고 있다.

일반적으로 평면형태의 에너지 효율은 장·단면비에 따라 효율이 달라지는데 보통 1:1인 정방형의 밀집된 형태가 가장 에너지를 절약할 수 있으며 정방형이 아닐 경우 남북으로 긴형태보다는 동서로 긴 형태가 유리하다. 일조량만 고려한다면 오히려 동서로

Table 4. Comparison of Green Building Floor Plan

| A | B | C |
|---|---|---|
| | | |
| D | E | F |
| | | |
| G | H | I |
| | | |

Sources : A study on the method and planning characteristics of environment-friendly skyscraper(2008)

긴 형태가 유리하나 겨울철 열손실을 고려하면 표면적이 늘어남으로 열손실 영향이 커지므로 추운 한랭지는 1:1 유형이 유리하며 우리나라와 같은 온대지방은 1:1.6 정도가 유리하다. 그러면 분석대상 건축입지는 대부분 상하이, 영국과 미국, 스페인, 독일, 일본 등은 온대기후로 각 평면 형태와 내부 공간구성을 비교해 보면 Table 4와 같다.

3.4.2 요소별 친환경 건축계획 기법

건축물이 위치한 곳에 따른 배치와 형태는 건축계획의 기본적 기법이지만 에너지 효율 측면에서 큰 부분을 차지하고 있다. 실제로 노만 포스터의 친환경 건축물은 위치에 따른 자연 환경의 분석과 시뮬레이션을 통해 에너지 부하를 적게 발생시키는 건축물의 형태를 계획한다. 코메즈은행 본사는 주변건물들로부터 영향을 받는 그림자의 양이 최소화되도록 건물의 형태 및 위치를 계획하였다. 채광과 조망 등의 한계를 극복하기 위하여 삼각형의 형태를 갖추고 중앙을 비우는 중정형 평면을 채택하여, 층 중간에 오픈된 인공 자연환경의 조성으로 태양열로부터의 단열기능과 동시에 도시의 열섬현상으로 인한 피해를 줄일 뿐 아니라 잠재적으로 빗물의 이용과 이산화탄소의 필터 역할을 하도록 하였다.

스위스 리 빌딩의 고갈모양의 건축물 형태는 한 번에 결정된 디자인이 아니라 도시미관 일조권, 바람에 의한 저항을 해결하기 위해 시청과 엔지니어와 건축가가 수개월 간의 협상을 통해 결정된 것이다. 직사각형의 건축물 형태에서 출발하여 바람에 대한 저항을

최소화하기 위하여 위로 갈수록 좁아지는 형태로 변형된다.

10층 규모에 높이 45m인 런던 시청사는 사실상 앞뒤 구분이 따로 없이 정형화된 면을 갖지 않는다. 굳이 구분하자면 텀스 강과 미주한 방향을 정면이라 할 수 있다. 비슷한 높이와 면적을 갖는 규모의 박스 형태 건물과 비교할 때, 건물 전체의 표면적이 약 25%가량 줄게 된다.

표면적이 줄어들었음에도 불구하고 건물의 모든 면이 쉽게 태양열을 흡수하도록 되어 있다. 이로부터 건물 유지에 필요한 에너지의 70%가량을 충당할 수 있다. 자연스럽게 건축물의 외피면적을 줄임으로서 에너지의 효율이 높고, 공사비용 및 유지관리비의 절감시키고 있다.

외피가 온통 유리로 되어 있는 건축물로 냉난방 에너지를 과다하게 사용하여 화석연료의 사용량이 커질 뿐 아니라 외부로 방출되는 폐열로 인한 대기오염 및 지구 온난화의 문제를 발생시킨다. 이를 해결하기 위하여 사무실의 모든 창은 개폐 가능한 이중외피로 계획되어 외부로부터 신선한 공기 유입과 내부의 오염된 공기의 유출이 같은 공간에서 이루어지므로 대류에 의한 효과적인 통풍이 가능하게 함으로 에너지 효율을 높이고 있다. 또한, 여름철 냉방부하를 가장 효과적으로 절감시키는 외부 루버로 계획되어 있다. 또한 철골 나선형의 Diagrid 구조는 공기역학적 형태를 만들어 바람에 대한 저항을 최소화하도록 하고 있다.

Diagrid 구조는 외부로부터 빛의 반사를 줄이고 투명성을 증가시키는 장점이 있으며, 건축물 표피 바로 뒤에 있는 사선의 반복된 모듈 구조는 내부 공간을 감싸면서 이루어져 있어 기둥을 대신하는 역할을 하고 있다. 이는 다양한 표면을 만들어 외부에서 시각적 변화를 만들어 낸다. 그리고 직사광선 조절을 위한 입면으로 북쪽면은 최대한 자연광을 받아들이는 반면, 남쪽은 자체 차양을 통해 자연 환기를 시키는 시스템을 가지고 있다. 즉, 건축물 바닥이 위로 올라가면서 약간씩 돌출되도록 하여 자연스럽게 그림자를 발생시킴으로서, 건축물 내부로 직사광선의 직접적 유입을 조절하고 있다. 이는 입면의 변화와 에너지 부하의 감소를 유도하고 있으며, 직사광선의 영향을 받지 않는 북쪽면은 투명한 삼각형 커튼월의 입면으로 계획되어 텀스 강변으로 좋은 전망을 제공하고 있다.

아트리움은 노만 포스터의 친환경 건축물 대부분에 적용되고 있는 친환경 기법이다. 아트리움을 통하여 건물내부에 자연채광과 자연환기를 효율적으로 활용하고 있다. 코메즈은행 본사 내부의 경우, 중앙 아트리움을 통해 자연채광을 건물내부로 효과적으로 유입하고 있다. 태양의 고도가 낮은 겨울철에 빛은 윈터가든의 입면을 통해 관통되고, 높은 여름철에는 아트리움 상부의 유리면을 자연광이 앞뒤로 반사하도록 하여 자연광을 확산시킨다.

스위스 리 빌딩은 건물 내부 무주공간에 연속적으로 연결된 나선형 미니아트리움이 있다. 아트리움을 이용한 공간은 최적의

공간 비율을 최대한 높이는 효율적 방법일 뿐 아니라 실내의 동선 거리를 줄이고 시각적 개방성을 이루어 쾌적한 환경을 만드는 효과를 내고 있다.

독일 국회의사당의 초기 디자인 아이디어인 아트리움 중심에 있는 콘 형태의 반사판 설치는 조명 전문가인 Claude Engle와의 협업으로 진행되었고 베를린과 같은 위도의 Chesapeake Bay에서 테스트 하였다. 옥상부 유리돔 형태의 아트리움은 자연채광을 최대한 실내로 이끌어 들이고 투과한 햇빛은 중앙에 360개의 거울로 이루어진 원추를 통해 반사되어 간접광으로 전환되어 의사당 내부를 밝혀주고 있으며, 유리돔 꼭대기는 오픈되어 자연환기가 이루어지고 있다. 허스트 본사사옥의 아트리움의 경우, 타워의 기둥과 기존 입면 사이의 12m 간격에 수평 천창 시스템이 설치되어 있어 자연채광을 극대화하고 있으며, 특히 연중 75%이상 건물전체에 자연환기가 이루어지고 있다.

친환경 건축은 자연에너지를 활용하는 일차적 계획 접근 후, 신재생 에너지인 자연 에너지를 최신 기술과 접목하여 에너지로 변환하여 사용함으로써 에너지 효율을 높이는 기술적 기법을 적용한다. 런던 시청사의 경우 태양열의 효과적 이용으로 런던의 위치상 태양열 흡수가 효과적인 건물의 북측 입면과 옥상 캐노피 부분에 태양열 전지판을 사용하였다. 또한 건물하부와 중수탱크 사이 두 개의 관을 설치하여 물을 구조 보 내부에 채우는 시스템을 적용하여 냉난방을 위한 에너지원으로 사용하고 있다. 여름철에는 찬물, 겨울철에는 보일러를 이용하여 더운 물을 순환하여 아트리움과 주요 공간에 냉난방을 공급하고 있는 것이다. 이를 통해 런던 시청사는 같은 규모의 타 건물에 비해 에너지 부하를 75% 정도 절감하고 있다.

이상으로 친환경 건축의 건축기본계획과 네 가지 요소별 친환경 녹색 건축 기법을 정리하면 Table 5와 같다.

Table 5. Green Building Technologies

| Plan technique | Feature | Green architecture | | | | |
|------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|---|--|---------------------------------------|
| | | Commerz bank | Swiss re tower | London city hall | Hearst tower | Reichstag |
| Architectural form | -Land of the natural environment analysis -Consideration of the influence of surrounding buildings | | | | | |
| Building Envelope | -Blocking sunlight -Windage resistance -Minimize energy load | | | | | |
| Artrium | -Effective natural light -Natural ventilation -Openness -Provide comfort | | | | | |
| Hanging garden | -Introduction of natural elements inside the building -Indoor air control for comfort -Provide psychological amenity of the user | Using trees | Small scale | - | Using water space | - |
| Energy efficiency | -natural ventilation -Decrease air conditioning usage than the same size building | 85% Decrease air conditioning usage | 40% Decrease air conditioning usage | 25% Decrease air conditioning usage than the same size building | 30% Decrease air conditioning usage | 95% Decrease carbon dioxide emissions |
| Using new & renewable energy | -Renewable natural energy application | - | Solar cell | -Solar cell -Recycled through the heating and cooling energy sources | Temperature control of the atrium through the rain | -Reflector -Solar cell |

Sources :A study on design methods in sustainable architecture of norman foster(2011)

4. 결론

친환경 건축은 자연의 이용, 재생 가능한 자연 에너지의 활용, 하이테크 건축 기술의 사용을 통합적으로 건축계획 기법에 적용함으로써 에너지 사용량을 줄이고 부하가 적은 건축물을 디자인하여 자연, 인간, 건축이 하나가 되는 친환경 건축을 실현하고 있다. 의료 건축물을 비롯한 대형 건축물을 대상으로 한 친환경 건축계획 기법과 하이테크건축 기술의 복합적 사용은 에너지 절약수법과 쾌적성 증대에 있어서 패시브한 수단을 최대한 활용하는 것이다.

즉 도시공간의 이해, 건물의 형태와 외피의 디자인, 발전된 구조 및 설비기술은 매우 중요한 기법으로 이들과 자연자원을 효과적으로 이용하여 친환경적이고 효과적인 건물을 계획하는 것이다.

따라서 본 연구에서는 대형 의료건축물을 비롯한 고층 건축물을 대상으로 친환경 건축물의 실현을 위한 건축의 주요 계획기법은 국내외의 친환경 건축에 적용된 기술과 건축계획 기법을 고찰한 결과 다음과 같은 네 가지 결론을 도출하였다.

첫째, 디자인 초기단계에서 자연 환경 분석과 주변 환경으로부터의 영향을 고려한 건축물의 형태 결정이다. 건물의 표면적을 줄이기 위해 직육면체보다는 달걀형의 건물형태로 디자인 되었고, 또한 주변건물로부터 바람에 의한 영향을 적게 받고 효율적 자연채광을 위하여 총알형의 건물로 계획되었고 자연채광을 위하여 유리돔을 적용하고 있다.

둘째, 효율적 에너지 사용을 위한 형태에 따른 효과적 내부공간 구조, 직사광선을 조절하는 건축물의 표면 및 재료를 사용한 건축물의 외피를 통하여 에너지 부하 감소와 에너지효율이 높은 건축물을 구현하고 있다. 건축물 형태와 내부공간에 효율적인 'Diagrid'를 사용하여 직사광선을 조절하였다. 또한, 바람의 저항을 최소화하는 입면을 적용하고 있다.

셋째, 대부분의 친환경 건축물에서 아트리움 기법을 적용하여 자연환기와 자연채광을 적극적으로 사용하고 있으며, 다양한 친환경 아트리움의 계획기법이 나타난다.

넷째, 아트리움의 확장된 개념인 공중정원은 실내공간의 미기후를 조절하고 자연요소의 실내도입으로 재실자에게 쾌적감을 제공하고 있다. 이 기법은 다수의 초고층 건축물에 친환경 녹색 기술로써 적용되고 있다.

이상, 친환경 녹색 계획 요소는 크게 네 가지로 나타나지만, 이외에도 지역과 환경에 따라 건축물이 자연과 공생한다는 유기체로써의 건축철학이 나타내듯이 다양한 건축계획 수법으로 시도되고 있다.

앞으로도 대형 의료기관의 건축물을 비롯한 대형 단지의 초고층 친환경 건축은 중요한 주제로 대두될 것이다. 따라서 국내에서도 자연환경과 연계한 에너지 절약형 건축물 계획기법 개발과 함께 효율적인 기술이 더해져 지속가능한 친환경 건축이 실현되도록 더욱 다양한 연구가 이루어져야 할 것이다.

감사의글

이 논문은 2015년도 부산광역시 지원으로 Brain Busan 21 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

References

Ali, M. and Armstrong, P. (2008). "Overview of sustainable design factors in high-rise buildings." *CTBUH 8th World Congress*, Dubai. March 3-5, pp. 282-291.

Cho, W. H. (2010). "Technology and case of environment-friendly buildings for the period of low carbon." *Korean Green Building Council*, pp. 43-70.

Faber, M. (2002). *Report of tall buildings and sustainability*, Corporation of London.

James, S. Russell (1999). *With his sleek ecological design*, Lord Norman Foster Imbues the Reichstag with Germany's New Self Image, *Architectural Record*.

Jeong, Y. J. and Chun, M. H. (1999). "A study on influences of buckminster fuller in contemporary architecture." *Korean Institute of Interior Design Journal*, Vol. 19, No. 3, pp. 45-52.

Kim, J. K. (2008). "A study on the method and planning characteristics of environment-friendly skyscraper." *Korea Institute of Ecological Architecture and Environment*, Vol. 8, No. 3, pp. 27-36.

Kim, W. et al. (2009). *Environment-friendly architectural design guide book*, Balun.

Kwon, Y. J. and Kim, J. S. (2009). "A study on characteristic of sustainable design of architectural space on Norman Foster's works." *Korean Institute of Interior Design Journal*, Vol. 18, No. 4, pp. 11-20.

Lee, B. Y. and Kim, K. H. (2009). "A study on the integrated design process for sustainable architecture." *Architectural Institute of Korea*, Vol. 25, No. 4, pp. 55-62.

Lee, J. Y. and Lee, K. S. (2010). "Study on examples of sustainable environment application in atrium space." *The Architectural Institute of Korea*, Vol. 26, No. 9, pp. 123-132.

Lee, S. Y. et al. (2001). "A study on the exterior improvement of buildings considered sustainable factors." *The Architectural Institute of Korea*, Vol. 21, No. 2, pp. 419-422.

Suh, W. D. and Choo, S. Y. (2006). "A study on design characteristics and classification techniques of environment-friendly architecture in utilization of technologic." *The Architectural Institute of Korea*, Vol. 22, No. 7, pp. 49-58.

Yang, K. S. (2011). "Case study on the composition method of environment-friendly architecture of the educational facilities." *Korean Institute of Rural Architecture*, Vol. 13, No. 1, pp. 55-62.

Yim, S. H. and Park, H. S. (2011). "A study on design methods in sustainable architecture of norman foster." *The Architectural Institute of Korea*, Vol. 27, No. 3, pp. 91-98.

Yoon, J. H. (2007). "Conception and plan methods of environment-friendly buildings." *Korean Institute of Architectural Sustainable Environment and Building Systems*, Vol. 1, No. 2, pp. 8-15.