KIEAE Journal, Vol. 15, No. 4, Aug. 2015, pp.61-68

KIEAE Journal

Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

74

초고층 건물의 건축계획 및 친환경요소 분석

An Analysis of Architectural Plan and Environment-friendly Elements of Skyscraper

최율* · 이현진**

Choi, Yool* · Lee, Hyunjin**

* *Dept. of Medical Space Design and Management, Konyang Univ., S. Korea (ychoi@konyang.ac.kr)*

** *Corresponding Author, Dept. of Medical Space Design and Management, Konyang Univ., S. Korea (hjlee0323@konyang.ac.kr)*

ABSTRACT

[Purpose] Recently, skyscrapers have sharply increased throughout the world, including South Korea. Although a skyscraper has its own merit such as the landmark of a city, it also has various problems like massive energy consumption. This study is aimed to establish the concept of environment-friendly skyscraper and propose a plan to realize skyscraper after analyzing the architectural, facility and environmental friendly elements of skyscrapers. **[Method]** This study lists up skyscrapers over 40 floors and 200 meters high. Upon 10 constructed buildings, it analyzes their basic plans and the green building technologies applied to them and suggests effective and environment-friendly architectural plan. **[Result]** This study examined the distinctions of the layout, shape, facade, and floor plan plane of 10 skyscrapers and found out specific techniques to be used for the use plan of natural energy, plan for saving resources and reducing wastes and a plan for environmental architecture and system.

ⓒ 2015 KIEAE Journal

KEYWORD

초고층 건물
건축계획 요소
친환경 요소

Skyscraper
Architectural plan elements
Environment-friendly elements

ACCEPTANCE INFO

Received August 3, 2015
Final revision received August 13, 2015
Accepted August 17, 2015

1. 서론

1.1. 연구 배경 및 목적

초고층 건물은 19세기 말에 탄생하여 1930년대 까지 미국을 중심으로 형태적 개념을 발전 시켜왔다. 이후 엘리베이터와 건축재료, 건축기술 등의 발전과 도시집중화 현상에 의한 택지부족, 국가와 기업의 상징성 요구 등에 의해 전 세계 도시를 중심으로 초고층 건축이 늘어나고 있으며, 우리나라 역시 급속한 경제발전과 수도권 집중화 현상에 따라 좁은 토지를 효율적으로 사용하기 위해 초고층 건축이 증가하고 있는 추세이다. 이러한 초고층 건물은 도심지의 미관형성 및 도시의 상징성 부여 등의 장점을 갖고 있지만 이러한 긍정적인 부분들 이외의 자연환경 파괴와 대량의 에너지 소비 등 다양한 문제점들이 부각되고 있다. 시대의 흐름에 따라 향후에도 초고층 건물은 건축 산업 부분에 있어 상당한 비중을 차지할 것이며 이에 따라 지속가능한 초고층 건물의 실현이 필요하다.

초고층 건물 관련된 연구는 1960년대부터 수행되기 시작하였으며, 국내에서도 2000년대에 들어 와서 활발하게 진행되었고 2008년에는 한국초고층도시건축학회가 설립되기도 하였다. 친환경건축이 활발하게 진행되는 시기에 Ken Yeang은 본인이 설계한 친환경 초고층 건축에 관련된 연구 및 서적을 발표하였으며(1999), 국내에서는 "고층 사무소건축의 건물형태 구성 및 효율에 관한 연구(조종수, 2007)", "친환경 초고층 건축 계획 특성 및 기법에 관한 연구(김자경, 2008) 등 초고층 건물 관련된 연구들이 활발하게 발표되고 있으나 실제 완공된 초고층 건물의 전반적인 배치계획, 평면계획 및 적용 친환경요소에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 지금까지 개념적으로 막연하고 체계화되지 않은 친환경 초고층 건물의 개념을 정립하고, 건축적 요소, 설비적 요소, 신재생에너지 등 각종 친환경 요소가 적용된 초고층 건물을 분석하여 효과적인 친환경 초고층 건축물의 실현방안을 도출하는데 기초자료를 제시하고자 한다.

1.2. 연구 범위 및 방법

본 연구는 국내외의 문헌분석과 기사, 사이트 정보를 통해 1980년 이후 전 세계에서 완공된 층수 40층 이상, 높이 200M 이상의 초고층 건축사례 리스트를 정리한 후, 실제 완공된 건축물을 대상으로 건축계획 및 친환경적용요소를 분석하였다. 이를 토대로 환경 친화적 초고층 건축계획을 위해 중요한 기본 요소를 도출하였으며 연구방법은 다음과 같다.

첫째, 친환경 초고층 건축계획의 개념 및 주요 원리를 정립함으로 연구 분석의 기준 틀을 확립하고, 둘째, 전 세계적으로 완공된 친환경 초고층 건축물 사례 10가지를 선정하여, 친환경 건축계획 및 친환경 기술을 분석한다. 셋째, 친환경 초고층 건축의 기본계획과 친환경 기술의 적용요소를 분석하여 효과적인 친환경 건축

pISSN 2288-968X, eISSN 2288-9698
http://dx.doi.org/10.12813/kieae.2015.15.4.061

Table 1. Construction Trends of Skyscraper

NO.	Nation	freq.(%)	NO.	Nation	freq.(%)	NO.	Nation	freq.(%)	NO.	Nation	freq.(%)
1	China	985(47.9)	8	Canada	37(1.7)	15	Malaysia	15(0.7)	22	Spain	5(0.2)
2	USA	398(19.1)	9	Singapore	34(1.7)	16	Argentia	14(0.7)	23	Qatar	5(0.2)
3	UAE	134(6.5)	10	Brazil	26(1.3)	17	Panama	13(0.6)	24	Saudi-Arabia	5(0.2)
4	Korea	76(3.7)	11	Philippine	22(1.1)	18	India	12(0.6)	25	Egypt	4(0.2)
5	Japan	75(3.6)	12	Indonesia	17(0.8)	19	England	10(0.5)	26	others	27(1.4)
6	Australia	59(2.9)	13	Rusia	16(0.8)	20	Venezuela	6(0.3)	Total		2056 (100)
7	Thailand	42(2.0)	14	Israel	16(0.8)	21	Netherlands	5(0.2)			

계획 방안을 도출한다.

친환경 초고층 건축 계획 및 친환경 기술의 주요 특성과 세부적 요소의 기법을 찾아 향후 초고층 건축의 계획 요소로의 활용가능성을 제시하고자 한다.

2. 친환경 초고층 건축 개념 및 원리

2.1. 초고층 건물의 개념

건축 기술이 발달함에 따라서 인간이 만들 수 있는 건축물의 높이가 점점 높아지고 있으며, 다양한 형태의 건물들이 지어지고 내부 시스템도 첨단화되고 있다. 과거에 넓은 영토의 확보가 국력의 상징이었다면 현대에는 초고층 건축물의 형태와 층수가 나라의 상징이 되어 가고 있다. 건물의 초고층화 현상은 토지의 효율성 측면에서는 유리하며 계속해서 새로운 창조물을 원하는 인간들의 욕망을 반영한다. 국내에서도 초고층 빌딩을 건설하고자 하는 지역들이 늘어나고 있다.

Table 1은 최근까지 40층 이상의 초고층 건축물로 전 세계에 완공되었거나 건설 또는 승인상태의 건축물 총 2,056개를 대상으로 한 통계 지수이다. 표에 나타난 경향을 살펴보면 1 ~ 10위에 절반인 5개국이 아시아 국가이고, 1위인 중국이 전체의 47.9%가 비율을 차지하고 있으며 중국내 초고층 건축물의 93.4%인 920개의 건축물이 홍콩에 위치하고 있다. 또한 집계된 순위의 10개국 이상이 아시아와 중동국가들로서 최근 아시아와 중동지역의 초고층 건설 붐을 반영하고 있다고 할 수 있다. 연도별로 건설지수를 살펴보면, 1990년 후반에 건설 건수가 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다. 1995 ~ 2004년까지의 건설 건수는 1960 ~ 1994년까지의 383개보다 2배가 넘는 797개가 건설 또는 건설 중으로 최근 초고층 건축물의 시장이 확대되고 있음을 알 수 있다(Fig. 1 참조).[1)]

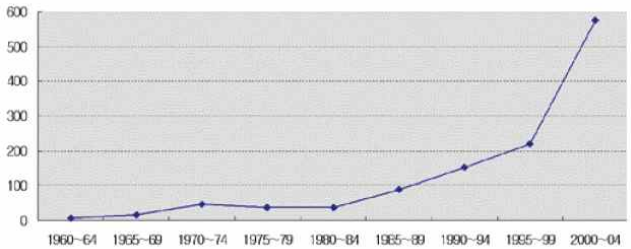


Fig 1. Construction trend of Skyscraper per year

1) 김병선, 초고층 건축물의 개요와 발전방향, 한국설비기술협회지, 2007. 1.

친환경 초고층 건축은 비인간성과 비자연성을 극복 하려는 건축 흐름과 지구자원 보존과 에너지 문제로 에너지 절약형 건축의 확산에 따른 흐름에서 개념을 유추해볼 수 있다. 초고층 건축은 규모와 크기에 있어서 기존 건물과 는 비교 할 수 없을 정도로 거대하기 때문에 일반적인 친환경 건축의 디자인 기준을 적용하는 것은 바람직하지 않다. 그러므로 초고층 건축에 적합한 개념 정립이 요구되며 새로운 목표설정이 필요하다.

2.2. 친환경 초고층건물의 원리

친환경 초고층 건축을 위한 중요한 원리는 첫째, 에너지 절감을 위한 자연에너지의 적극적인 활용이다. 지구와 지역 환경에 부하가 없는 청정 자연에너지를 건축의 에너지원으로 이용하는 것이다. 초고층 건물이 다른 어느 건축보다도 규모나 에너지 사용량과 화석연료 사용에 의한 오염 물질 배출이 막대하므로 태양, 바람, 지열, 하천수 등 자연 에너지의 활용은 가장 먼저 고려해야 할 주요 원리가 된다. 둘째, 자원 절감과 폐기물 저감을 위한 순환 시스템으로 우수와 중수의 순환 활용, 쓰레기 처리를 통한 연료 활용을 적극 반영해야 한다. 셋째, 자연형 조절 기법이 적용하여 건축 내부 공간에서 자연환기와 자연채광이 가능하도록 만드는 것이다. 넷째, 수직조경이 주가 되는 자연친화 시스템의 도입을 줄 수 있다. 기존의 초고층 건축은 지면과 건축 형태에 의한 중산 데크면에 조경을 하는 것이 녹화공간의 전부이지만 친환경 초고층 건축에서는 좀 더 다양 한 방식의 녹화 공간 조성이 요구된다. [2)]

3. 국·내외 친환경 초고층 건축물 분석을 통한 건축계획 및 특성 분석

3.1. 분석기준 및 사례선정

국내외의 문헌분석을 통하여 층수 40층 이상, 높이 160M 이상의 초고층 건축사례를 선정하였으며, 배치, 입면, 평면 등의 건축계획적 측면분석과 각종 설비시스템이 적용된 기술적 측면에 대한 분석을 실시하였다. 선정된 건물은 아시아 6개 건물(한국 2, 중국 2, 일본 1, 바레인 1), 유럽 2개건물(독일 1, 영국 1) 미국 2개 건물을 선정하였으며 개요는 Table 2와 같다.

2) 김자경, 친환경 초고층 건축 계획 특성 및 기법에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집, 2008. 6.

Table 2. Environmen-friendly Skyscraper Case

Samsungdong I-Park(Korea)		Bucheon Richensia(Korea)	
• Site : Seoul • Completion : 2004 • Floors : 46F • Heights : 172m • Area : 146,483㎡ • Residential		• Site : Bucheon • Completion : 2009 • Floors : 66F • Heights : 228m • Area : 175,411㎡ • Residential	
Shanghai Bank(Hongkong)		Commerzbank Tower(Germany)	
• Site : Hongkong • Completion : 1985 • Floors : 47F • Heights : 178m • Area : 99,000㎡ • Office		• Site : Frankfurt • Completion : 1997 • Floors : 56F • Heights : 259m • Area : 100,000㎡ • Office	
Sinmarunouchi Building(Japan)		World Trade Center(Bahrain)	
• Site : Tokyo • Completion : 2007 • Floors : 42F • Heights : 180m • Area : ㎡ • Office		• Site : Manama • Completion : 2011 • Floors : 60F • Heights : 240m • Area : 142,011㎡ • Office	
Pearl River Tower(China)		One Bryant Park Building(USA)	
• Site : Guangzhou • Completion : 2009 • Floors : 71F • Heights : 309m • Area : 212,165㎡ • Office		• Site : New York • Completion : 2007 • Floors : 55F • Heights : 336m • Area : 127,500㎡ • Office	
Hearst Tower(USA)		Gherkin Building(England)	
• Site : New York • Completion : 2006 • Floors : 46F • Heights : 240m • Area : 80,000㎡ • Office		• Site : London • Completion : 2003 • Floors : 41F • Heights : 180m • Area : 82,000㎡ • Office	

3.2. 건축계획 분석

1) 배치분석

배치는 건축 전반의 설계와 시공, 기능에 영향을 미치며, 친환경 건축에서는 특히 에너지 절약을 위해 반드시 고려해야 할 요소이므로 배치도 자연형 설계기법에 속한다. 저층의 환경 친화적 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 에너지 소비가 많은 초고층 건축에서 배치 계획은 에너지 절약차원에서 매우 중요하다. 건물이 높을수록 외부기온과 직사광선의 영향이 크고, 창문을 통해 들어오는 태양열과 직사광선은 건물 내부의 극심한 일교차의 원인이 되기 때문이다. 분석대상의 배치 계획을 건축의 전반적인 향을 중심으로 분석하면 Table 3과 같다.

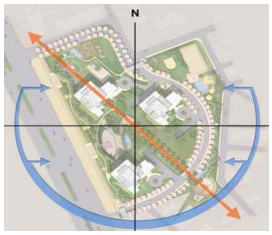
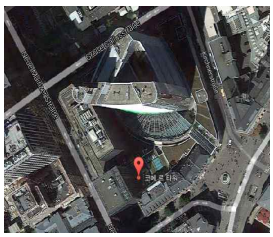
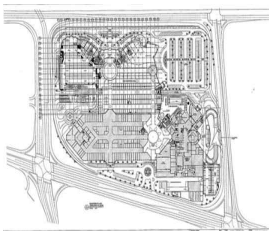
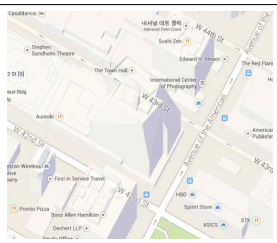
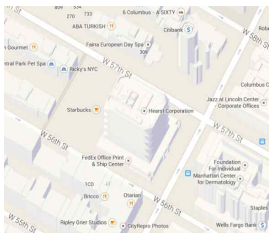
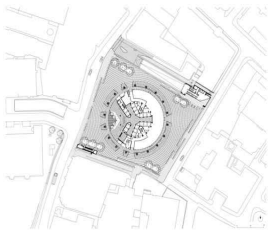
10곳의 사례 분석 결과 대부분 남향을 선호하며 대상 대지의 형태에 의해 남향, 남동방향으로 설정되었으며, 남향을 주방향으로 하기 어려울 경우에는 원형에 가까운 탑상형으로 구성하여 편중된 방향이 아닌 다양한 방위를 포함하려는 것으로 나타났다. 특히 각 건물의 대지에서의 배치 상태에서 하루 시간대별로 일조와 그림자에 의한 주변 건물에의 영향과 채광과 차양 비율을 계산하여 개구부 위치와 차양 장치 기준을 설정하고, 바람의 방향과 건물 내 전 방향에서의 전망 등도 함께 고려한 것으로 나타났다. 그리고 대체적으로 대지에 접하는 평면 기본 형태는 전 방향 조망과 자연 채광이 가능한 형태를 취하고 있다.

2) 입면 및 형태계획 분석

초고층 건축물의 입면계획은 창호, 구조 및 재료와 관련된 형태와 파사드를 중심으로 분석하였다. 대체적으로 아트리움 등을 통해 공공공간이 형성되는 저층부와 주요행위공간이 고층부로 형성되어 각각 분리되는 성격을 갖고 있었으며 고층으로 갈수록 건

ⓒCopyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

Table 3. Site Plan Analysis

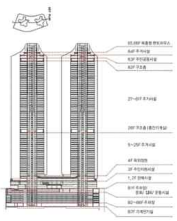
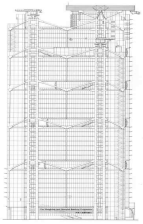
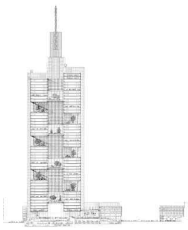
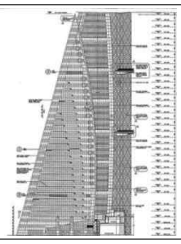
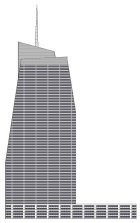
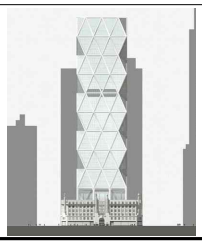
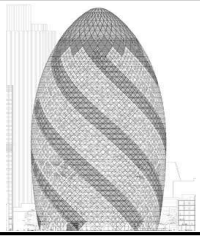
Samsungdong I-Park(Korea)		Bucheon Richensia(Korea)	
	• Southeast Placement -Secure Sunshine		• Southeast Placement -Secure Sunshine • Seperate Car / Walking Flow
Shanghai Bank(Hongkong)		**Commerzbank Tower(Germany)**	
	• Southeast Placement -Secure Sunshine		• South Placement (Triangle Tower)
Sinmarunouchi Building(Japan)		**World Trade Center(Bahrain)**	
	• Southeast Placement -Secure Sunshine • Located in Tokyo Station		• Streamlined Plan – raise up Hearstd Speed • Secure View-from Manama to Gulf Coast
Pearl River Tower(China)		**One Bryant Park Building(USA)**	
	• • South Placement -Secure Sunshine		• Southeast Placement -Secure Sunshine
Hearst Tower(USA)		**Gherkin Building(England)**	
	• Southeast Placement -Secure Sunshine		• Circle Shape - Secure Sunshine

물이 형태가 줄어드는 경우가 많이 있었다. 또한 외부의 파사드 및 형태적인 입면 계획에서는 초고층 빌딩의 랜드마크적 상징성에 따라 정형적 형태보다는 비정형적이며, 단순함보다는 심미적 특성을 지니고 있으며, 기본 사각 형태인 박스형과 곡선을 사용한 기하학적 형태로 크게 구분 할 수 있다. 자연광 유입을 적극적으로 활용하기 위해 층별 레이어에 의한 수평면의 분할과, 2~3개층 혹은 그 이상의 입면중간 면에 Void 공간 조성이나 표면의 변화를 시도한 것을 볼 수 있었다. 또한 초고층 빌딩의 구조에 많은 영향을 미치는 바람의 흐름을 고려한 곡면의 기하학 형태를 도입하여 지면의 보행자에게 쾌적성을 보장하고 더 나아가 풍력을 적극적으로 도입하였다. 재료적인 측면에서는 초고층 빌딩의 경량성과 초고층 빌딩의 평면계획에서 나타난 중앙부 코어의 형성과 외곽부로 인간의 활동영역이 형성되는 특성에 따라 자연광의 적극적 유입을 위해 커튼월을 많이 사용하였다. 단면 형태계획에서는 중앙부 아트리움의 형성과 단면상의 오픈공간을 형성한 사례를 통해 굴뚝효과를 적극적으로 도입하여 환기계획을 고려한 것을 파악할 수 있다. 입면계획에 따른 분석은 Table 4와 같다.

3) 평면분석

일반적으로 평면 형태의 에너지 효율은 장, 단면비에 따라 달라

Table 4. Elevation Analysis

Samsungdong I-Park(Korea)		Bucheon Richensia(Korea)	
	• Shape Height Differnece for securing Sunshine • Simple Elevation		• Shape Height Differnece for securing Sunshine • Tower Shape for securing Good View
Shanghai Bank(Hongkong)		Commerzbank Tower(Germany)	
	• Truss Structure / Curtain Wall		• Triangle Mass plus Circle Shape Corner • Central Atrium
Sinmarunouchi Building(Japan)		World Trade Center(Bahrain)	
	• Distinction of Lovwer and Higher Part • Simple Elevation		• Sail Shape • Wind Turbine and Environment-friendly Design
Pearl River Tower(China)		One Bryant Park Building(USA)	
	• Surface Shape for increase Wind Speed • Wind Turbine		• Tilt Shape Elevation
Hearst Tower(USA)		Gherkin Building(England)	
	• Truss Structure / Curtain Wall		• Conical Shape Elevation • Smooth Wind Flow • Reduce Envelope Reflection

지는데 보통 1:1인 정방형의 밀집된 형태가 가장 에너지를 절약할 수 있으며, 정방형이 아닐 경우 남북으로 긴 형태보다는 동서로 긴 형태가 유리하다. 일조량만 고려한다면 동서로 긴 형태가 유리하지만 겨울철 열손실을 고려하면 표면적이 늘어남으로 열손실 영향이 커지므로 추운 한랭지는 1:1 유형이 유리하며, 우리나라와 같은 온대지방 1:1.6 정도가 유리하다.

평면의 전체 형태를 비교해보면 불규칙적이며 비정형적 평면 형태를 기본으로 하는 것과 사각과 원형, 타원형, 삼각형 등 기하학을 기준으로 하고 있는 특징이 나타난다. 그리고 전체적인 공간 구획과 패턴, 공간배치를 중심으로 분석하면 가장 큰 특징은 공기 순환과 태양광을 고려한 공간배치를 들 수 있다. 태양 궤적을 계산해서 가장 일사가 강한 쪽에 수직코어를 설치하여 열적완충지대가 되도록 더운 지역은 동, 서향에 주로 배치되었다. 반면 온대기후 지역의 사례들은 중심코어가 대부분이었는데, 이는 코어를 통해 빛의 유입과 외곽 쪽으로 실을 배치하여 전망을 유도하기 위해 고려된 사항으로 분석된다. 또한 코어 위치에서 벗어나 열을 많이 받아 열부하가 생기는 위치에서 주로 테라스나 발코니, skycourt를 위치시킨 것을 볼 수 있다. 또한 공간의 지속가능성을 고려하여 융통성과 가변성을 가진 계획을 실시한 것으로 분석된다. 기본 플랜을 기초로 중앙에 기둥 배치를 가급적 피하거나 최소화하여 추후 자유롭게 변경 가능한 공간 구성을 기본으로 하고, 공간이 전체적으로 서비스 코어 부분을 제외하고는 다양한 공간 구획이 가능하게 구성되거나 다용도 기능을 지닌 skycourt 배치로 공간 활용을 극대화하고 있다. 그리고 획일적이고 일률적인 공

ⓒCopyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

Table 5. Natural Energy Use Plan Analysis

Skyscraper	Applied Technology
Bucheon Richensia(Korea)	• Cogeneration : Building energy required to meet clean energy • Stack Effect : Symptoms upper floors used as air flows in low-rise occurred due to a pressure difference in winter indoor and outdoor temperature difference
Commerzbank Tower(Germany)	• Cogeneration : Building energy required to meet clean energy, 4.6 Mwatt Cogeneratiom, 70% of building energy supplies, Ice Storge System • Pasive Solar Energy - Huge glass windows and interior wall : Effective lighting energy savings by reducing heating and constant solar light due to the influx of natural light to the interior • Wind Energy : Install a vertical axis wind turbine in a small spire attached to the building to cover the power required to light the elevator
Sinmarunouchi Building(Japan)	• Wind Energy : Supplying electricity through wind power production and transmission networks of the Tokyo Electric Power Company to windmills • Bio-energy : Power supply through an agreement with a private biotechnology company • Hydropower and Photovoltaic
World Trade Center(Bahrain)	• Wind Energy : Wind speed equal to three turbines are designed to fire. Enable the efficient production of electricity • Circulating water system : Use of gray water and cooling steam building • Shading device and gravel roof : Cooling load reduction using Thermal storage regenerative function • Using high-performance glass : Less solar radiation
Pearl River Tower(China)	• BIPV (Roof+Louver) • Building Integrated Wind Energy (Installation of wind turbines for the first time, Favorable appearance in the absorption of the wind Energy)
One Bryant Park Building(USA)	• Cogeneration (Electrical energy savings through self-generation biomass) • Groundwater use of air conditioning operation
Gherkin Building(England)	• Natural gas use

간배치는 탈피한 것으로 나타난다. 층별로 다양한 레벨 층을 구성하여 평면이 일률적이지 않고 사용자에 따른 다양한 구성을 보여준다. 평면의 구획 자체는 획일적 직선보다는 사선과 자유 곡선을 많이 사용하고 있다.

3.3. 친환경요소 분석

1) 자연에너지 이용계획

자연에너지 이용은 친환경 건축의 목표 중 가장 중요한 지구환경의 보존과 에너지 절감을 위한 실천 계획요소이면서 친환경 초고층 계획을 위한 디자인 원리 중 하나이다. 초고층 건축에서의 에너지에 대한 고려는 매우 중요하며 특히 난방에서의 자연에너지의 적극적인 활용이 필요하다. 조사 대상건물에 적용된 자연에너지 이용계획은 Table 5와 같다.

2) 자원절감과 폐기물 저감 계획

자원절감과 폐기물 저감의 방법은 크게 리사이클, 리유즈, 자원의 순환이용이 주가 된다. 건축에 많이 이용되는 시스템은 수자원 절약을 위한 우수와 중수 재이용시스템, 건축 재료의 재사용, 재이용, 효율적 쓰레기 처리 및 리사이클, 건축 재료의 사용 절감을 위한 내구성 향상, 가변형 설계, 재료 투입량이 적은 단순한 설계 등이 해당된다. 사례조사 건물 중 리첸시아, 코메르츠뱅크타워, 산마루노우치빌딩, 바레인 세계무역센터, 윈브라이언트빌딩, 허스트타워 등에서는 재료의 재순환 방식을 많이 적용한 것으로 파악되었으며 모든 건물에서 중수도 시스템을 사용하고 있는 것으로 조사되었다.

3) 자연형 건축 계획

자연형 건축 계획은 환경을 쾌적하게 만들기 위하여 기후 조건과 물리적 환경 조절을 통해 건축 환경을 조절하는 기법으로 기후조건에 의한 건물의 배치, 형태, 방향, 구조, 구조체의 열적 특성, 자연 통풍 및 환기, 채광, 차양, 냉방 등의 설계 기법이 해당되며, 초고층 건물의 내외부의 자연요소 도입과 생물서식지 제공 등이 포함된다, 건물녹화와 이러한 건물녹화와 연계를 이루는 그린네트워크 조성 기법이 주를 이룬다. 각 대상 공간의 기후에서 자연환경이 갖고 있는 이점을 최대한 이용하여 실내 환경을 쾌적하게 조절하여 환경적 부담을 최소화할 수 있도록 적용시킨 자연형 건축계획 방법은 Table 6과 같다.

4) 친환경 요소분석 비교

친환경 요소를 분석하여 비교하면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

첫째, 자연에너지 이용 계획에서는 대부분의 건물에서 수 순환 시스템을 이용하였으며, 각 지역의 조건에 맞추어 열병합 발전, 풍력 발전, 태양에너지 이용, 천연가스 이용을 통하여 에너지를 절감하고 있는 것으로 파악되었다.

둘째, 자원절감 및 폐기물 저감 계획에서는 재활용 건축자재의 사용과 중,우수 순환 시스템을 통한 수자원 절약시스템이 가장 많이 적용 되었으며, 재료 사용량을 최소화 하는 설계를 통해 자원을 절감하는 것으로 나타났다.

셋째, 자연형 건축 계획에서는 냉난방 에너지를 절감하기 위한 단열유리를 주로 사용하였으며, 옥상, 벽면, 발코니 등의 녹화를 통해 건물의 열부하를 절감하며, 자연 친화적 공간을 형성하고 있었다. 또한 LED사용, 자연광 감지센서, 햇빛 차광기, 이산화탄소 감지센서 등의 사용과, 굴뚝효과, 아트리움 설치 등 다양한 방법을 적용하고 있는 것으로 파악되었다.

각 사례건물에 적용된 친환경요소를 종합하여 비교하면 Table 7과 같다.

Table 6. Analysis of Passive Control

Skyscraper	Applied Technology
Samsungdong I-Park(Korea)	• Used certified paint, rubber and plumbing materials • Configuring a green area with 50.4% of the site area • Planning for planting perennials • Green Envelope (Green retaining wall, Green wall, Green fence) and Bio-top
Bucheon Richensia(Korea)	• Site green : Ecological park in site and comfort environment • High-performance glass : Control solar radiation
Shanghai Bank(Hongkong)	• Huge high-tech sun-scoop • 9 stories atrium : Air circulation and cooling effect • Energy saving by using seawater as cooling water • Installation of external facade sunlight shading : Block the sunlight into the building to reduce heat absorption in buildings
Commerzbank Tower(Germany)	• Insulating glass of high transparency : 100% reflect UV and visible light transmission of about 73% of the double insulating glass • LED used as an auxiliary light source : LED light to supplement daylight when this runs out • CO_2 Sensor : Automatic ventilation, air flow to detect the concentration of CO_2, Automatic air conditioning system • Under floor air control system and in-out air filtering : remove 95% of ozone, VOC, micro dust • Cooling & Heating : Ice storage system • Roof garden : 4,050㎡ area, Insulating effect and heat island reduction
Sinmarunouchi Building(Japan)	• Dry mist : Installing the Marunouchi building east street, Generating a smoke of 16 microns, Ambient outside air to cool the heat of vaporization. • CO_2 Sensor : Automatic ventilation, air flow to detect the concentration of CO_2, Automatic air conditioning system • High efficiency lighting : Building energy management system • Building greening : 6,7,34F roof, 9F~31F north balcony • Rouver and electric blind, Low-E glass
World Trade Center(Bahrain)	• Insulating glass of high transparency : 100% reflect UV and visible light transmission of about 73% of the double insulating glass • LED used as an auxiliary light source : LED light to supplement daylight when this runs out • CO_2 Sensor : Automatic ventilation, air flow to detect the concentration of CO_2, Automatic air conditioning system
Pearl River Tower(China)	• High-efficiency double glass & shading device ; Cooling and ventilatig effect, automatic control by solar angle • Under floor HVAC system & radiation cooling, heating system • Trifle glass & double envelope • Cooling water through the ceiling plate, duct space reduction
One Bryant Park Building(USA)	• High-efficiecy tempered glass ; Cooling power reduction, daylight flow • Ice storage tank : 44 cooling tank, Ice production of 229 tons per day, energy-efficient air-conditioning • Under fleer ventilation system & air filter • Automatic lighting sensor & LED • Roof greening : rainwater storage, heat island reduction
Hearst Tower(USA)	• Daylighting sensor & LED • Tempered glass
Gherkin Building(England)	• Automatic control system of blind, window • Daylighting and natural ventilation in atrium • Double insulating glass : 40% energy saving • Indoor balcony type for user comfort • Conical shape elevation

Table 7. Analysis of Environment-friendly elements comparison

Elemants \ Skyscraper		Samsung-dong I-Park (Korea)	Bucheon Richensia (Korea)	Shanghai Bank (Hongkong)	Commerzbank Tower (Germany)	Sinmarunouchi Building (Japan)	World Trade Center (Bahrain)	Pearl River Tower (China)	One Bryant Park Building(USA)	Hearst Tower (USA)	Gherkin Building (England)
Natural Energy	Cogeneration		○		○				○		
	Wind Energy						○	○			
	Solar Energy		○	○		○		○			
	Bio Energy					○					
	Water Recycle	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Natural Gas										○
Resource saving & Waste reduction	Recycle Material	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Recycling water & rainwater	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Reducing material use		○		○	○	○		○	○	
	Individual Control Heating & Cooling				○		○				
Passive Control & Environment-friendly system	Atrium			○	○					○	
	Insulated Glass	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	Shading Device	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	LED				○	○	○		○	○	
	CO_2 Sensor				○	○	○				
	Under floor HVAC				○			○	○		
	Ice storage system				○			○	○		
	Dry Mist					○					
	Roof Greening				○	○			○		
	Wall Greening	○									
	Waterfront	○									
	Balcony Greening					○					○
	Site Greening	○	○								
	Daylighting Sensor									○	○
	Stack Effect				○						○

ⓒCopyright Korea Institute of Ecological Architecture and Environment

4. 결 론

본 연구에서는 초고층 건물 사례에 나타난 건축 계획적 요소와 친환경 적용요소의 비교분석을 통하여 초고층 건물의 특성을 도출하였으며 주요 결과는 다음과 같다.

첫째, 주로 남향과 남동향으로 배치하였으며, 탑상형 배치 등을 통해 다양한 방위를 고려한 것을 알 수 있었다. 형태는 비정형적이며, 심미적 형태로 계획하였고 위로 갈수록 좁아지는 셋백이나 원추형 형태, 기본 기하학적 형태로 단순한 매스 형태이지만 다양한 입면 매스분할을 시도한 것으로 나타났다.

둘째, 입면상에서는 균등한 수평면 분할을 한 경우가 있었으며, 입면의 깊이와 재료의 선정으로 입면상에 변화를 주고자 하였고, 사선이나 나선형, 불규칙적 면 분할 시도로 비정형성을 강조하는 경우가 대부분이었다.

셋째, 평면 계획 특성은 비정형적 형태이나 대체적으로 원형, 삼각형, 타원형 등 밀집된 형태가 주를 이르고 있었다. 공기순환과 태양광을 고려한 공간 배치를 하였으며 평면상에서 공간의 가변성과 융통적 구성을 하고 있으며 획일적인 공간배치는 탈피하고 있는 것으로 나타났다.

넷째, 자연에너지 이용 계획에서는 태양에너지를 이용한 태양열, 태양광 시스템이 사용되었으며, 풍력발전과 연료전지, 천연가스, 열병합 발전 등도 사용된 것으로 조사되었다.

다섯째, 자원절감과 폐기물 저감을 위해 우수 및 중수도를 활용하고 있었으며, 저유량 설비와 소변기 등이 활용되었다. 또한 건축재료 사용 절감과 폐기물 저감을 위해서 재활용 재료나 재활용률이 높은 자재, 내구성이 높은 자재, 절연성과 단열성이 높은 자재를 사용하고, 음식물 쓰레기 재활용이나 재활용 쓰레기 분리 처리 시설을 갖추고 있었다.

여섯째, 자연채광과 환기효과를 동시에 고려하여 투명 단열 유리를 사용하였으며, 이중, 다층 외피를 구성하고, 중정형 대형 아트리움을 조성하였다. 또한 개폐 가능창을 설치하거나 외부공기 유입 통풍 슬릿을 설치하고 있었으며, 공기와 빛의 유입을 시도하는 광정이나 skycourt를 배치하였다.

일곱째, 연속적인 수직조경을 설치하여 녹화시스템을 시각적으로 강조하면서 에너지절약 효과와 심미적, 생태적 효과를 높이도록 계획하였으며 옥상조경과 실내조경을 적극적으로 이용하고 있는 것으로 나타났다.

본 연구를 통해 초고층 건물에서도 다양한 방법으로 친환경적 개념을 적용시키고 있음을 파악할 수 있었다. 사례비교를 통해 자연형 및 혼합형 환경조절방법을 적용 시키고 있음을 알 수 있었고 이러한 조절방법이 향후 대립적 요소로 선택 적용되기보다는 적절하게 조합 응용하여 반영해야 할 것으로 판단된다. 친환경 초고층건물은 더욱 미학적이고, 인간적이며, 쾌적하며 안전한 환경을 제공하고 있음을 파악 할 수 있었다. 국내 초고층 건축의 지속가능성과 환경친화성 향상을 위해서는 본 연구의 분석에서 나온 결과의 단계적 적용이 요구되며, 생태기후학적 접근 등을 적용하여 우리의 기후환경과 미기후 조건에 적합하고, 도시와 지역의 특성을 고려한 친환경 초고층 건물에 대한 연구와 개발이 요구된다.

Reference

[1] 김병선, 초고층건축물의 개요와 발전방향, 한국설비기술협회지, 2007. 1
Kim, Byung Seon, Concept and Development Direction of High-rise Building, KARSE Journal, 2007. 1.

[2] 김자경, 친환경 초고층 건축 계획 특성 및 기법에 관한 연구, 한국생태환경건축학회 논문집, 2008. 6.
Kim Ja Kyung, A Study on the Method and Planning Characterristics of Environmental-friendly Skyscraper, KIEAE Journal, 2008. 6.

[3] 오상목, 김선옥, 오세규, 켄 양의 초고층 건축 분석을 통한 보이드 공간의 친환경적 특성에 관한 연구, 대한건축학회지회연합회 논문집, 2008. 12.
Oh, Sang-Mok, Kim, Sun-OK, Oh, Se-Gyu,A Study on the Eco-friendly Characteristics Void Space through analysis of Ken Yang's Skyscraper, Journal of the Regional Association of the Architectural Institute of Korea, 2008. 12.

[4] 조종수, 초고층 사무소건축의 건물형태 구성 및 효율에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 2007. 6.
Cho, Jong-Soo, A Study of Form Composition and Efficiency in High-Rise Office Buildings, Journal of the Architectural Institute of Korea, 2007. 6.

[5] The mater architect Series Ⅱ, Norman Foster, Images Publishing, 2007.

[6] http://inde9898.blog.me/110004335162

[7] http://korealand.tistory.com/2287

[8] http://news.mk.co.kr/newsRead.php?year=2011&no=418908

[9] http://www.masanstory.com/blog/blogOpenView.html?idxno=669