켄 양의 건축 분석 통한 환경친화적 초고층 건축 계획 요소에 관한 연구

A Study on Environment-friendly Skyscraper Planning Factors through analysis of Ken Yeang's works

김 자 경*
Kim, Ja Kyung

Abstract

Nowadays, housing density in a city is getting higher, and this trend is expected to continue in the future. Therefore, Skyscraper is considered as future alternative architecture beyond symbolic meaning in aspect of demand and supply of urban land. However, skyscrapers which were newly built in Korea have many problems such as consumption of enormous amounts of energy, destruction of natural environment, and traffic jam. And from now on, environment-friendly development of skyscraper is urgently needed. However, plans or evaluation standards, which take account of the environment-friendly aspect of skyscraper, leave much to be desired. And especially it is hard to find environment-friendly skyscrapers. Therefore, this study aims to find realistic alternative solutions of environment-friendly skyscraper through analysis of the works of Ken Yeang who has been known as bio-climatic architect and tried to apply environment-friendly plans to skyscraper.

키워드: 켄 양, 생태기후건축가, 생태기후적 초고층, 환경친화적 초고층
Keywords: Ken Yeang, bio-climatic architect, Bioclimatic Skyscraper, Environment-friendly Skyscraper

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

도시의 고밀화와 복잡화는 현재 계속 진행 중이며 미래 사회에 있어서도 지속 될 것으로 예상되고 있다. 그러므로 지표면의 한정된 면적 위에 공간의 수요와 공급적인 차원에서 초고층 건축은 상징적인 차원을 넘어서 미래의 대안 건축으로 부각되고 있으며, 국내를 포함하여 전 세계적으로 지능형 초고층 건축을 중심으로 하는 도시 계획이 쏟아져 나오고 있다. 이에 초고층 건축은 현재의 미래 도시의 주요한 경관요소이며 국가와 도시 차원의 상징적 요소가 된다. 그러나 국내에 새롭게 생겨나는 초고층 건축은 용적률만 고려한 개발로 인해 교통문제를 비롯한 도시기반 시설에 과부하를 야기시키고, 자연 환경 파괴와 대량 에너지 소비 등과 같은 환경 문제와 거주자 심리불안, 주변 건물의 피해 등 여러 가지 문제점을 드러내고 있다. 이에 도시와 건축의 지속가능성과 거주자의 건강과 쾌적성 측면에서 향후 초고층 건축에의 환경친화성은 절실히 요구된다고 할 수 있다. 그러나 국내 초고층 건축에서의 친환경적인 측면을 고려하고 거주 환경의 질 향상을 고려한 계획이나 평가 기준이 미흡하며, 특히 생태학적 특성을 고려한 초고층 건축 사례는 거의 없다.

이에 본 연구는 환경친화적 초고층 건축의 현실적 대안을 찾는 방법으로 고층건축에 생태적 개념을 적용하여 그린건축, 생태기후 건축(bio-climatic architecture)을 추구하는 건축가로 알려진 켄 양(Ken Yeang)[1]의 작품에서 현실적 실현가능성과 해결책을 찾아보고자 하였다. 이에 따라 생태적 관점에서 켄 양의 초고층 건축 분석을 통해 환경친화적 초고층 건축 계획의 아이디어를 도출하고 중심적으로 접근해야 할 건축 계획 요소의 기준을 찾아보고자 한다.

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구는 국내·외 소개된 단행본 및 정기간행물, 논문 등 문헌 분석과 켄 양과 관련된 국내·외 사이트 정

* 한양사이버대학교 공간디자인학과 전임강사(jkkim@hycu.ac.kr)

1) 켄 양(Ken Yeang)은 1948년 말레시아 페낭 출생으로 영국 Cheltenham 대학과 건축협회, 미국 펜실베니아 대학에서 건축과 조경을 공부하고, 말레시아에서 로버트 함자와 파트너로 설계 사무실을 운영하고, 이후 캠브리지 대학에서' 건조 환경의 디 자인과 계획에 있어서 생태 고려 조건을 통합하기 위한 이론적 방법틀' 이라는 논문으로 1979년 박사학위를 받은 생태건축 가로 현재에도 고층건물과 도시설계프로젝트를 중심으로 활동 하고 있는 작가이다. 김규성, 이정만, 메나라 메시니아가의 디자인 과정분석을 통한 켄 양의 형태 구상 방식에 대한 연구, 대한건축학회 논문집(계획계), v.19 n.1, 2003.1, pp. 99~100

보를 통하여 20층 이상의 초고층 건축사례 리스트를 정리하고 분석하는 것을 토대로 환경친화적 초고층 건축계획을 위한 중요한 기본 요소를 도출하려고 하였으며 다음과 같은 과정으로 연구를 진행하였다.

첫째, 켄 양 건축에 대한 기본적인 이해와 건축 사고와 디자인 개념, 기본적인 디자인 방법론 등을 살펴봄으로써 켄 양의 환경친화적 건축적 사고를 이해한다.

둘째, 켄 양의 초고층 사례를 분석하기 전 분석의 기본적인 틀을 제시하기 위하여 환경친화적 초고층 개념과 목표, 기존 저층 건축과 다르게 고려해야하는 디자인적 고려 사항에 대해 알아본다.

셋째, 켄 양의 건축사례와 계획 중 20층 이상의 초고층 건축리스트를 작성한 후 환경친화적 초고층 개념과 목표에 따른 건축 기본 계획요소와 생태건축 기술요소로 구분하여 구체적으로 어떠한 기술적 방법과 계획 아이디어가 적용되었는지 도출한다.

2. 켄 양의 환경친화적 건축 개념 및 방법론

2.1 켄 양의 건축 개념과 사고

켄 양은 고층빌딩을 비롯하여 도시 설계 프로젝트에 이르기까지 거의 모든 프로젝트를 'Green Agenda', 즉 생태학을 형태적, 기술적으로 적용시킨다. 그러므로 주요 건축적 사고 개념 또한 생태적 사고관에 바탕을 두며, 특히 지속성, 적합성, 다양성을 추구한다. 또한 건축물을 포함한 모든 건조 환경은 생물권에서 지속적으로 변화하고 순환하는 에너지와 물질사이의 사이클 내에 잠시 머무르는 파편이며, 인공 환경은 생물권에 존속되므로 설계자는 설계된 건조물을 통과하는 물질이나 에너지의 양이 환경적 교란을 초래하지 않도록 고려해야한다고 주장한다.[2] 그러므로 그의 건축적 사고의 중심은 건조 환경 전 생애에 걸친 에너지와 물질의 투입과 배출에 있고, 구체적인 디자인 전략은 재료의 선정, 서비스 시스템의 선정, 공간계획 등에 집중이 되고 있다. 이러한 건축적 사고를 기본으로 크게 두 가지의 주요 건축적 개념을 가지게 되는데 첫째, 신지역주의 건축을 추구한다. 이는 지역주의 건축과 문화적, 기술적 방향은 같이하면서 국가 간, 지역 간의 영향력과 경향에 관계된 것 보다 장소 자체의 사실성에 더 중점을 두는 지역주의 건축을 의미한다. 즉, 장소와 시간에 따른 건물배치, 미학적・조직적・기술적인 조립에 관련된 것을 통해서 건축적인 중요성을 찾으려하는 것으로 건축이 위치하는 장소성과 문화가 디자인에 포함된다. 주로 말레시아에서 활동하므로 지역 기후에 적합하도록 설계되므로 열대 지역주의 건축을 추구하였다. 이에 고층건축에서 열대 지역주의 건축을 추구하므로 그의 건축을 생태기후적 초고층(Bioclimatic Skyscraper)라고 불리 운다. 그러므로 그의 건축은 도시맥락에서 지역적으로 타당한 합의점을 찾기 위해 태양각, 바람의 경로, 재료의 온도적 속성을 분석하여 에너지 고효율의'숨 쉬는 마천루'를 만들기 위한 새로운 설계 프로세스를 정립하는 것에 초점이 맞춰진다. 둘째, Meta-modernism을 추구한다. 이는 그의 건축이 지속적인 쾌적성 연구에 중점을 두며 모더니즘이나 국제주의 스타일을 따르지 않고 지역적 현실성을 지향하는데 기인한다. 그러므로 모더니즘 고층빌딩에서 추구하는 얼마나 높은가라는 상징성은 거부하지만 건물이 삶을 위한 기계로서의 근대 믿음으로부터 파생되는 기능성은 추구하면서 거주성을 높이는 측면은 더욱 강조한다. 그러므로 그의 건축은 절충주의 스타일이나 오늘날 시장주도의 통합이미지를 가진 건축과는 다르다. 모더니스트적 해법인 밀폐된 방음, 유리커튼월 등보다는 말레시아 전통 건축이 갖는 박스형 창문, 격자창(brise soleil), 캔틸레버, 미풍벽(breeze wall)의 개념을 반투명유리, meshed metal, brushed metal, 선박 같은 금속 장식을 이용하며, 전형적인 기준 평면이 적층되는 형태가 아닌 생태계의 일부로 해석 될 수 있도록, 기후조절 개념을 반영하고, 전형적이지 않은 평면과 단면구성을 통해 건축에 유연성과 자율성을 부여하는 건축을 추구한다. 그러므로 수직으로 쌓아 올린 숲을 연상하게 하는 형태를 갖게 된다.

2.2. 켄 양의 디자인 방법론과 원리

켄 양은 생태디자인을 위한 방법론과 외부환경에 대해 상호 독립성을 지닌 고층 건축물의 생태 개념에 관심을 가진다. 그러므로 모든 건조 환경 계획의 가장 중심적인 컨셉은 생태적, 그린 설계 전략을 가지며 이러한 전략을 실천하기 위해 건축디자인, 엔지니어링 디자인, 생태과학, 자원보존, 재활용 기술과 실행, 오염통제, 에너지 절약 구현, 생태적 조경계획, 기후학 등이 포괄 되어 디자인이 된다.[3] 특히 고층 건축계획에서 디자인의 주요 원칙은 현대사회 흐름의 반응, 기후와의 상호 반응, 정형화된 외면 파괴, 평면적 개념 탈피, 사선・수직 상승적 형태 제시, 대지와의 연결성이라는 원칙하에 디자인이 이루어진다.

이에 켄 양은 통합 환경 디자인 방법을 사용한다고 볼 수 있으며, 켄 양의 고층 건축계획과 작품에서 나타나는 특징을 중심으로 디자인 프로세스적 방법론을 살펴보면 크게 5단계의 과정을 거치는 것을 알 수 있다.

1단계는 계획 개념디자인 단계로 스케치 행위를 선호하며 이때 가장 개념의 중심이 되는 것은 수직조경(vertical landscaping)에 대한 추상적 개념과 기후와 태양의 고도, 바람, 우수 등 자연환경에 대한 고려가 개념적 아이디어로 들어가며, 기본 형태적 발상은 생물체의 형태적 아웃라인과 내적순환체계를 공간형태로 변화시켜 기본 건축매스를 도출하거나 지역성을 반영하게 된다.

2단계는 기본 공간 배치 계획 단계로 1단계에서 나온 기본적인 형태 구상에 따른 전체 층 구성과 내부 공간의 기능별 요소 배치, 형태, 크기, 돌출부와 재료 등에 관련된 조건들을 검토하고 계획하는 단계이다. 이때 특히 중요한 것은 아트리움 역할로서 전이 공간역할을 할 수 있는 서비스 코어와 공중정원(skycourt) 위치의 선정과 내부공간의 기능

2) 김선옥, 켄 양의 초고층 건물에 나타나는 보이드 공간의 친환경적 특성에 관한 연구, 전남대학교 대학원 건축공학과 석사학위 논문, 2005. p.19

3) Ibid, pp15-16

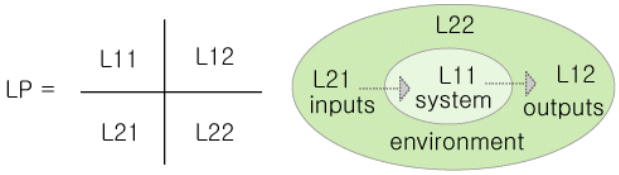
요소 배치이다. 이 과정에서 특히 고려되는 사항은 태양의 고도와 경로, 대지의 방위, 채광, 자연환기, 우수 등 기후적 요인에 대한 고려가 가장 중요한 요소가 된다. 이에 주변 자연 환경에 대응하는 기본 도면을 설정하게 된다.

3단계는 형태 구체화 단계로 1단계와 2단계를 거쳐 기본적인 외관형태와 내부 주요 공간 배치 계획이 완성된 다음 수직조경에 생태계의 다양성 및 연계성 고려와 재활용 신소재를 통한 재료에 대한 구상을 통하여 형태로 구체화하는 단계이다. 즉, 수직조경과 공중정원 공간에 대한 구체적 계획으로 생태계의 서식지 다양성, 종 다양성, 생태적 자원의 다양성 등을 고려한다. 이에 지상부의 아트리움, 공중정원, 지붕 아트리움, 발코니 등 전이 공간 위치와 레이아웃 등을 확정하고, 레이어 처럼 감싸진 건축 표피에 대한 계획과 솔리드와 보이드 공간 개념을 구체화 한다. 그리고 재활용이 가능한 건축 재료를 이용하여 각 부분의 재료를 결정하여 전체 구조형태와 기본 건축구조를 구상하게 된다.

4단계는 건축 세부 계획의 구체화 단계로 지금까지의 전체적인 형태구상과 기본계획에 대한 작업을 디테일하게 구체화하는 단계라 할 수 있다. 즉, 건축 각 부분의 디테일을 계획하게 되는데 지붕형태, 파사드 계획, 루버 도출부위, 지상 필로티 계획 중심으로 각 층의 공간 구성과 기능을 결정하고 공간별 높이, 깊이, 폭에 대한 상대적 치수설정하고 재료와 구조형태, 결구방식을 도출하는 단계이다.

5단계는 재구성 및 피드백 단계이다. 이 단계는 앞의 4단계를 거쳐 나온 디자인에 대해 전체적으로 재구성과 재검토를 통하여 디테일을 결정하는 단계라고 할 수 있다.

켄 양은 이와 같이 대부분 작품에서 5단계의 프로세스 단계를 거치며, 각 프로세스에 자신이 정한 디자인 원리를 반영한다. 켄 양은 건조 환경은 인공 환경과 생태적 환경사이에 설정된 상호작용의 틀 내에서 input과 output의 상호작용이 일어나는 시스템으로 보는데 이러한 상호작용은 세부적으로 4가지로 분류되고, 이를 Partitioned Matrix라고 하고 디자인 원리로 삼았다. 이 4가지 각각의 상호작용을 동시에 고려해주는 시스템을 생태적 설계라고 본다. 이 4가지 상호작용 디자인 원리를 살펴보면 표 1.과 같다.



LP = Partitioned Matrix
1 = built system
2 = environment
L = interdependencies
L11= internal interdependencies
L12 = system / environment exchanges
L21 = environment / system exchanges
L22 = external interdependencies

그림 1. 켄 양의 Partitioned Matrix 개념도[4]

4) Ken Yeang, Reinventing the Skyscraper, Wiley-Academy, 2002, pp182-183

표 1. 디자인 원리로서 켄 양의 Partitioned Matrix[5]

유형	주요 개념	세부 디자인 원리
L11	구축시스템 내(건물), 내부적인 상호의존성 내에 발생하는 과정과 모든 활동 지속성 원리에 의한 건물 전생애 주기	· 건물 수명 및 운영의 영향 평가 · 자연형 에너지 시스템의 최적화(건물의 형태 구성, 건축물의 방향, 일광 조절 장치, 수직적 조경, 바람 및 자연 환기 고려 등) · 파사드 설계 · 비재생 자원의 사용 최소화(광전지 사용 등) · 천연 및 인공 조명 시스템 최적화 · 과열 통제(바람과 환기를 위한 수동적 시스템 최적화) · 실내 소음 제어 · 물 관리 전략 수립
L12	환경 내에서 시스템의 내외부 교환 시스템(환경의 상호의존성), 에너지 및 물질의 내부에서 외부로의 전달	· 설계된 건축 시스템으로 부터 output(쓰레기의 배출, 건물시공과 운영상의 소비, 건물 수명이 다하였을 때 물리적 재료)의 자연환경과의 조화 · 건물해체시의 재사용과 재활용 및 처분 · 폐기물 및 폐열의 감소 또는 재이용 · 재사용, 재활용, 내구성, 폐기물의 최소화, 수선 및 보수 유지가 용이한 설계 · 재활용 재료 보관
L21	환경에서 시스템으로의 입력에너지 변화가 시공중에 투입되는 재료, 구축 시스템에 소요된 총 Input	· 설계된 시스템의 입력(Input)은 에너지 및 물질의 외부에서 내부로의 전달되는 요소 구성요소들과 재료, 관리와 진행에서 모든 에너지와 자원 포함하며 건물 완공 시 환경적 영향 평가 · 자재의 수명 주기를 고려하여 자연 자원 소모 및 재활용 자재의 평가 · 자연자원의 고갈을 고려하여 재료의 사용 계획 수립 · 가능한 기존 재료를 재사용 · 위험물질 사용기피
L22	설계된 시스템의 외부적인 상호의존성내에서 발생하는 과정과 활동의 미 설계된 시스템의 외부적 또는 환경적 관계	· 환경기준에 의한 생태적 과정의 총체성 · 건물의 환경적 요인 평가 사항(건물이 세워지는 장소의 평가, 대지의 생태적인 가치, 대지 계획 등은 생태적인 토지 이용방법에 근거, 지역의 생물군을 이용하여 대지의 생태적인 가치 증진) · 시공 시점을 기준으로 시공 영향에 대한 평가 (에너지 및 여타 자원의 효율적인 사용과 공해 방지, 가능한 재활용 자재와 요소들의 사용, 자재 운반의 최소화 등) · 시공 전후의 생태적 다양성 지수 평가(건물 구성에 의해 생성되는 국부적인 바람의 영향을 평가하고 일조 상태 등의 차단 여부를 확인하며 옥외 소음 방지를 위한 계획 필요) · 시공시점을 기준으로 외부 조경 설계에 대한 평가

3. 환경친화적 초고층 건축 개념 및 계획 목표 수립

환경친화적 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 생태 건축은 저층형 건축에서 그 개념과 사례를 찾아 볼 수 있으며 초고층 건축에서의 환경친화적 건축 사례는 찾아보기가 힘들다. 특히 초고층 건축은 규모와 크기에 있어서 기존 건물과는 비교 할 수 없을 정도로 거대하기 때문에 일

5) Ivor Richards, T.R. Hamzah & Yeang: Ecology of the sky, images publishing, 2001,pp8-9 / Ken Yeang, the Green Skyscraper, Prestel, 1999,pp.64-75 종합 재정리

반적인 생태 건축의 디자인 기준을 적용하는 것은 바람직하지 않다. 그러므로 초고층 건축에 적합한 개념 정립이 요구되며 새 로운 목표 설정이 필요하다. 이에 그 기준을 저층보다는 빌딩에 적용되는 그린 빌딩의 개념과 켄 양의 Green Sky scraper 개념에서 새로운 환경친화적 초고층 건축의 개 념과 건축계획의 목표를 찾아보고 기본적인 디자인 접근 방법을 도출해보고자 한다.

3.1 그린 빌딩 개념을 통한 환경친화적 초고층 건축 계획 목표

그린 빌딩(Green Building)은 1992년 리우 환경정상회의 이후 환경적으로 건전하고 지속가능한 개발'이라는, 환경과 개발의 상충이 아닌 공존의 경제 개발 방식이 중시 됨에 따라 등장하게 된 개념으로 현세와 후세에 걸친 인류의 생존과 지구환경 문제에 기여하기 위한 환경친화적 건축 중 특히 주거, 산업, 상업용 빌딩 말한다. 그린 빌딩은 Passive, Active Solar System 등 에너지 절약과 자원절약, 에너지 효율 향상을 목적으로 친환경적으로 설계, 시공, 운영, 유지관리, 폐기되는 형태의 빌딩을 의미한다고 할 수 있다.

그린 빌딩의 최대 목표는 에너지 절약과 환경보존이며 에너지부하 절감, 고효율 에너지 설비, 자원 재활용, 환경공해 저감기술 등을 적용하여 설계·건설하고, 유지관리한 후 건물의 수명이 끝나 해체될 때에도 환경에 대한 피해가 최소화되도록 계획하는 것이다. 이를 구체적으로 실천하기 위해서는 디자인 계획 목표는 지구자원의 보존, 라이프사이클 디자인, 인간적 설계로 축약되며 이에 이러한 목표 실현을 위한 세부 디자인 계획 목표와 실천적 디자인 접근 방법을 살펴보면 다음 표2.와 같다.

표 2. 그린 빌딩의 디자인 목표와 디자인 접근 방법[6]

계획 목표	디자인 접근 방법
(1) 지구 자원의 보존	
에너지 절약	건물에 사용되는 냉난방, 조명, 설비 운전과정에 소모하는 에너지를 줄이기 위한 방안이 주가 됨 · 기본 에너지 절약 방안 : 건물 배치 시 태양 열획득 고려(남 향, 건물 형태 동서 장방형) / 외피 재료의 축열성, 단열성 고려 / 건축 선택 시 에너지 절감 효과 재료 사용(건물 외관에 유리 사용으로 자연 채광과 난방 열 방출 조절효과, 플라스틱을 유리와 같이 개발한 스마트 랩(Smart Wrap) 사용/ 고효율의 설비 기기, 지역난방 및 급탕 이용 / 자연채광 /이중 외피 구조 · 자연에너지 이용 : 태양열, 태양광시스템 사용 / 부지 내 재생 가능한 에너지 이용 / 풍력, 지열을 이용한 냉난방 · 폐에너지 이용 :쓰레기 소각열을 이용한 난방, 열회수 시스템 · 코어(Core)와 배향(Orientation), 외피구성 조절
수자원 절약	· 물의 리사이클 : 중수와 우수의 활용(살수, 조경, 방화) · 절수형 설비기기, 녹슬지 않는 배관사용 · 하수 리사이클 :하수 처리와 최대한의 리사이클, 처리 후 비료나 바이오 가스로의 연료로 활용
자원 절약	· 자원의 재활용, 재사용 :구조물, 재료의 모듈화, 재활용 시공법 · 자원의 절감 : 건물재료의 수명과 내구성 고려, 재료의 투입량 절감 (평면의 단순화), 가변형 설계, 장래 보수를 용이하게 하는 구조
	· 자원의 보전: 기존 지형 형태 유지(자연배수), 대지 지형에 순응하는 도로 체계 구축, 기존 녹지 공간 최대한 보존 활용 · 쓰레기의 효율적 처리나 자체처리 시스템이나 리사이클 시스템
(2) 라이프 사이클 디자인(Life Cycle Design, LCD)	
전 건물 단계	Pre-Building Phase를 의미하며 대지선정, 건물설계, 건물 재료의 가공 과정과 건물 자재의 조달과정을 포함하여 이 과정에서부터 환경 영향을 최소화해야 함을 의미(건물배치 계획, 건물 평면, 개구부 계획 등)
건물 단계	실제로 건물이 물리적으로 건설되고 운영될 때 에너지 소비를 최소화 시 킬 수 있는 방법을 모색해야 함
후 건물 단계	Post - Building Phase로 이는 건물이 사용 가능성이 없어 졌을 때 시작되고 건물재료가 다시 재사용되거나 분해되어 자연으로 회귀되는 두 가지 과정을 거치는 것을 의미, 건물 의 폐기물을 줄이는 것이 목적 · 건재의 리사이클과 재이용 · 분해성 재료의 사용
(3) 인간적 설계	
자연 요소의 반영	건물 내외에 자연 요소를 도입함으로 에너지 환경측면인 단열 과 자연 냉방 효과와 생리, 심리적 측면에서 긍정적 역할 기대 · 건물주변 옥외 공간 비오톱 조성 · 옥외녹지 공간 조성 (녹도, 산책로, 옥상녹화, 벽 면녹화 등) · 실내에 자연 요소 도입(실내조경, 자연재료 사용 등)
주변 자연 조건과 조화	건물이 주변 자연 생태계와 여건에 영향을 최소화시켜야 함 · 자연환경과 조화성을 높여주는 건축 · 건물의 고밀화를 피하고 시 원하고 개방감 있는 시각적 통로 확보 · 단지 내 테마 공원 조성
거주자의 건강과 쾌적성 향상	환경오염의 최소화를 위한 건축과 실내 거주자가 쾌적함을 느낄 수 있도록 열 환경, 공기, 소음, 빛 환경의 조절이 이루어져 야 함 · 자연형 디자인 적용 :이용 가능한 자연 요소인 환경 성능 요소(열, 빛, 음, 공기)를 중심으로 자연형 태양열 난방법, 자연 냉방법, 주광 이용 방법, 실내소음 방지계획, 자연환기 등 · 자연채광, 차양 장치 (아트리움, 광정, 광선반 활용) · 공기오염방지 설계 · 실내공기 오염원이 없는 건강한 건자재 이용 · 인간 공학적 공간 레이아웃

3.2 Green Skyscraper 개념을 통한 환경친화적 초고층건축 계획 목표

Green Skyscraper는 켄 양이 추구하고자 하는 초고층 건축을 말하며, 중심 개념은 자연환경과 인공 환경을 통합하여 지상위의 라이프 사이클을 연속적으로 영위할 수 있는 초고층 건축을 의미하며, 'City-in-the-sky', 'Bioclimatic skyscraper', 'Vertical Landscaping' 이라는 3가지 디자인 계획 목표를 가진다. 이 3가지 목표를 실천하기 위한 세부 계획목표와 디자인 접근 방법을 살펴보면 다음 표3.과 같다.

표 3. Green Skyscraper의 디자인 목표와 디자인 접근 방법[7]

계획 목표	디자인 접근 방법
(1) City-in-the-sky(하늘 위의 도시)	
새로운 장소 만들기	· skycourt, 광장, 동선로의 형태 유도 · 초고층 건축에서 개방 된 공간 만들기 : 채광과 환기를 공급 · 공간의 유기적 연결 : 건조 환경과 동선로, 광장, 개방 공간의 연결 · 다양한 보이드 공간 조성 : 공공장소와 안전지대로서의 공간 조성
수직적 도시 디자인	· 초고층 건조 환경의 도시 형태 추구 : 더 이상 뻗어나가지 않는 도시 · 지상에서 이루어지는 장소 구축, 공공장소, 시민 영역, 보행로 만들기 · 혼합과 고밀도 도시지역을 가능케 하는 인위적 환경 비율 증가
경제와 기술 추구	· 새로운 개발은 재발에 초점을 둠 · 디자인에 의한 지역 레저 활동의 증가 · 인구밀도의 증가와 교통을 본 목적으로 한 장소의 고용 증대 · 건조물 내의 정보와 서비스 구축이 주 목적임

6) 강승모, 김수정, 권자인, 환경친화를 위한 그린빌딩 디자인 정보에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 25호, 2000.12 /오세영, 홍영균, 그린빌딩 계획 요소에 관한 연구, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집(계획계), v.22 n.2, 2002.10, 종합 재구성

7) 김선옥, 2005. pp.24~43 / Ken Yeang, Reinventing the Skyscraper, Wiley-Academy,2002, pp.3~55 종합 재정리

녹지 공간의 확대	· 주변 환경과의 생태적 통로가 되는 건조물 구축 · 1인당 녹지 공간의 비율확대 : 심리적 형태적으로 유익함 추구 · 에너지 절감과 쾌적성 향상을 위한 식재사용: 종 다양성 추구를 통한 수직조경, skycourt 구성
(2) Bioclimatic skyscraper	
적절한 코어의 위치 선정	· 전망, 부지 형태, 인접 건물 등의 분석과 함께 국지적 태양궤도와 바람을 고려한 코어의 배치 · 태양막이, 바람막이로서 기능하도록 서비스 코어를 배치함 –공간적 열 차단제 역할로 공기조화 측면에서의 에너지 절약 가능 · 기후대별 코어 위치 1.열대기후 :더운 동향이나 서향, 또는 양쪽에 배치하여 건물의 차양 역할 2.냉대지역 : 열의 관통을 위해 건물 중앙이 적합함 3.온대지역 :북쪽에 위치 4.건조기후: 동쪽, 서쪽 부분
지역 기후를 고려한 디자인	· 지역적 기후 특성 고려를 통한 패시브 방법과 액티브 방법 적용 · 패시브적인 방법을 통한 저에너지 건축 추구 · 건축 구성, 빌딩의 구성성분, 물질의 재료 등을 통한 에너지 절감 –지역별 기후특성고려 자연환기, 야간환기, 증발냉각, 경량 구조, · 태양열, 차광, 일광 적용 – 기후대별 칼라 조절, 옥상 녹화, 지붕 녹화 등을 통한 에너지 절약
바람과 환기를 고려한 디자인	· 자연환기와 냉방을 위한 초고층 평면과 외벽 디자인 · 창문배치 : 맞통풍이 가능한 전면 개구형이면서 전면에서 조정되거나 잠금장치 가능해야 함 → 탁한 공기, 습기 제거와 열적 쾌적성 향상 · 바람 통로 위치 : 효과적인 쾌적성을 위해서는 사용자들이 붐비는 공간을 관통하게 구성(자연환기 되는 램프, 계단, 리프트 코어 등) · 바람 조절 공간으로서 skycourt 조성 · 풍우와 강풍을 대비한 구조 : 파사드 부분의 바람소용돌이 감소를 위한 틈새 공간 조성
자연 채광 고려한 디자인	· 태양의 경로 분석을 통한 파사드 디자인 : 하루, 계절별, 위도의 위치에 따라 요구되는 파사드가 다르므로 다양한 파사드가 요구됨 · 자연광 도입을 위한 평면 계획 : 평면 형상, 깊이, 입구와 출구위치, 향, 전망 등 고려 · 태양광을 받는 공간으로서 skycourt 조성
(3) Vertical Landscaping	
종 다양성과 유기적 밀도 높이기	· 무생물과 생물의 상호 균형 추구 : 무생물과 생물의 비율을 1:1 목표로 수직 조경 시도 · 연속적인 식재 : 건물의 옥상, 공중정원, 발코니, 건물 파사드,, 주차장, 보행로로 이어지는 수직 조경 · 수직적 생태 회랑 조성 : 생물과 비생물간의 병치, 혼합, 통합 적용
Skycourt의 적극 활용	· Skycourt의 식재를 통한 미기후 조절 · 식재를 통한 심미적 안정을 주는 공간으로 공공의 휴식, 여가생활 공적 공간과 사적인 테라스 공간, 비상용 탈출 공간 등 다용도 활용
생물의 다양성 추구	· 동식물의 다양성 : 동물의 먹이가 되는 식물 식재 · 환경적 시스템 기능이 원활하기 이루어지는 공간 조성 : 물, 공기, 흙, 물질의 순화, 자연분해 능력 등 · 환경 생태 교육의 장 : 과학과 교육의 측면에서 생태 정보의 기능
생태 미학의 실천	· 생태미학이 반영된 건축 매스 구성 : 덜 인위적인 이미지 · 초고층 건축의 딱딱하고 건조한 이미지 탈피 · 도심 랜드마크 이미지 역할

그린 빌딩과 켄 양의 Green Skyscraper 개념과 디자인 계획 목표와 세부 디자인 방법을 살펴보면 많이 차이가 나타나지 않음을 알 수 있다. 단, 그린 빌딩이 좀 더 환경적인 영향을 고려하고, 에너지 절약과 물질의 재활용과 재사용, 환경 공해 저감에 중점이 맞춰져 좀 더 계획 범위가 넓다고 볼 수 있으며, Green Skyscraper는 생태기후적 접근이 중심이 되어 지역적 미기후 반응에 좀 더 중점을 두고 수직조경을 통한 직접적인 생태계의 다양성 추구를 통한 생태 미학이 반영된 건축매스를 추구한다는 점이 조금 다르다. 그러나 두 개념을 종합해 볼 때'환경친화적 초고층 건축은 생태학에 기반을 둔 생태적으로 반응성을 지닌 건축으로 건축의 계획, 건설, 사용, 폐기단계에서 물질과 에너지의 사용, 전체 건물 수명에서 환경에 대한 부작용을 감소시켜 지속가능성을 증진시킨 상대적 고층성을 지닌 건축'이라 간단하게 정의를 내려 볼 수 있다.

4. 켄 양의 건축 사례분석을 통한 환경친화적 초고층 계획 요소 도출

4.1 사례선정 및 분석 기준

앞의 3장에서 환경친화적 초고층 건축 계획에 대한 기본 계획 목표와 디자인접근 방법을 토대로 켄 양의 건축이 환경친화적 초고층 건축개념을 충분히 내포하고 있음을 알 수 있었다. 이에 실제 적용된 사례 6곳을 중심으로 건축 계획 프로세스에서부터 건축의 기본 계획 요소를 분석하고, 세부적으로 에너지 및 자원 절약 기술, 자연형 건축 환경 설계 기법, 건축재료, 녹화기법을 중심으로 한 자연친화 시스템 등 생태건축기술 요소들을 도출하여 실제 그가 제시하는 'Green skyscraper'의 개념이 구체적으로 어떻게 실현되었는지 알아보고, 계획 요소의 주요 지침으로 삼으려고 한다. 이에 작품 선정은 20층 이상의 높이를 갖는 초고층 건축을 중심으로 같은 기후조건에서의 계획과정을 비교하고 실현가능성과 그 효과를 비교하기 위해 같은 지역성과 기후조건을 갖는 말레이시아에 실제 지어진 표4.에 제시된 초고층 건축 6곳을 중심으로 분석을 시도하였다. 조사방법은 다양한 문헌 자료와 인터넷 자료를 근거로 하여 각 계획의 특성을 비교, 분석하였다.

표 4. 분석대상 건축 개요[8)]

Menara Boustead · Jalan Raha Chulan, Kuala Lumpur · 1986 · 31층 · 1,920 sq m		Plaza atrium · Jalan P Ramlee, Kuala Lumpur · 1986 · 24층 / · 2,024sq m	
MBF Tower · Jalan Sultan Ahmad Shah, Penang · 1993 · 31층 · 7.482 sq m		Central Plaza · 34 Jalan Sultan Is–mail, Kuala Lumpur · 1996년 · 27층 · 2,982 sq m	
Menra TAI · 1,Jalan Lau Yew Swee, Kuala Lumpur · 1996 · 37층 · 4,868.5 sq m		Menara Umno Tower · Jalan macalister, Penang · 1998 · 21층 · 1,920 sq m	

4.2 건축 기본 계획 분석

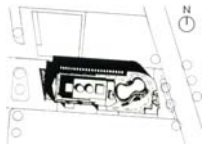
켄 양의 계획요소를 이해하기 위해서는 생태기후학적 건축 설계가 주가 되므로 말레이시아의 기후조건을 이해할 필요가 있다. 열대기후대로 연중 21~32℃의 높은 기온

8) 지면 한계상 전체 건물 개요를 간단하게 소개하였으며, 전체 배열 순서는 건축 준공 연도를 기준으로 배열하고, 표기 순서는 오른쪽 맨 위에 칸에는 건물명칭, 그 아랫 칸에는 소재지, 준공년도 ,층수, 대지면적 순으로 정리하였다.

과, 90%의 습도, 많은 강수량을 가지며, 일교차나 연교차가 거의 없어 계절적 기후변화가 적고, 토양의 습도가 높고, 땅으로 반사된 복사열이 낮다. 그러므로 쾌적한 건조환경을 위해 가장 중요한 조건은 공기흐름이 자유롭고, 태양과 비를 피하기 좋은 지붕구조와 열의 흡수가 적고 열의 방출이 용이한 구조를 취하는 것이다. 즉 일사조절, 열 방출, 환기, 습도 조절, 냉방에너지 절약을 위한 건축계획이 중심이 된다고 할 수 있다.

1) 건물 배치계획

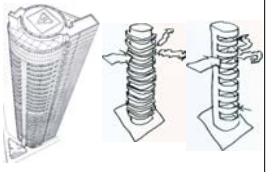
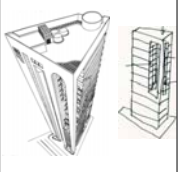
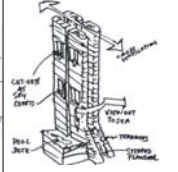
표 5. 켄 양 건축의 건물배치 비교

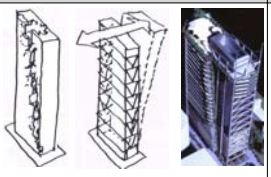
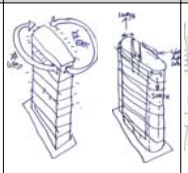
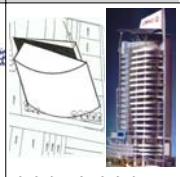
Menara Boustead	Plaza atrium	MBF Tower
남동방향	남서방향	남동방향
Central Plaza	**Menra TAI**	**Menara Umno**
 남향	남서방향	남동방향

초고층 건축에서 방향 설정은 에너지 절약차원에서 매우 중요하다. 건물이 높을수록 외부기온과 직사광선의 영향이 크고, 창문을 통해 들어오는 태양열과 직사광선은 건물 내부의 극심한 일교차의 원인이 된다. 그러므로 켄양도 이러한 점을 가장 기본으로 건물 배치를 한 것으로 보인다. 6곳의 배치에서 보여지는 공통점은 대부분 남동, 남서, 남향을 취하고 창문의 위치도 직사광선을 가장 적게 받는 남북쪽을 향하도록 하여 자연채광과 열 환경 조절이 유리하게 구성하였다. 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 전망등도 함께 고려하고, 대체적으로 동서 방향으로 긴 형태를 취하고 있다.

2) 건물 형태계획

표 6. 켄 양 건축의 건물형태 특성 비교

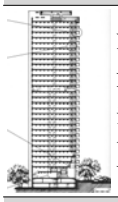
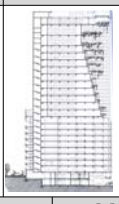
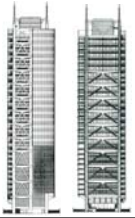
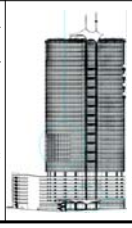
Menara Boustead	Plaza atrium	MBF Tower
 바람이 영향을 최소화하는 원기둥을 기본매스로 차양과 통풍을 고려하여 가로 분할	 삼각형에 가까운 사다리꼴 매스에 바람 이동과 채광 고려 동북방향 아트리움 공간 조성	 삼각기둥 위 사각기둥이 합쳐진 매스에 4면 분할하여 빛과 공기의 통로 조성

Central Plaza	Menra TAI	Menara Umno
 동서로 긴 직육면체 매스를 기본으로 일조와 바람을 고려한 매스 분할	 직육면체 매스에 바람과 일조를 고려한 양끝을 라운드 처리한 매스	 반원기둥과 삼각기둥 두 매스의 결합 형태 바람의 이동 고려

현재 소개되는 켄 양의 다양한 건축 계획안에서 보여지는 건축 형태적 특성은 융통적이며, 직선보다는 곡선적·비정형적이며 심미적 특성을 지닌다. 그러나 본 논문에서 분석이 이루어지는 실제 시공되어진 작품들은 기하학을 기본으로 하여 후기 작품들보다는 좀 더 정돈이 되어 보이나 최근 지어지는 국내 초고층 형태보다는 다양한 구성을 보인다. 건물 내부로의 공기와 빛의 흐름을 유도하기 위해 입면을 분할하고 skycourt와 아트리움 배치로 단순한 기하학의 매스가 다공질공간을 가진 형태를 나타낸다. 그리고 모서리 처리에서 부드러운 라운드 처리와 전체적인 매스분할을 시도하고 다시 입면에서 얕은 표면분할보다는 깊이를 가진 표면 분할을 시도하는데 이는 적극적인 자연의 도입공간을 만들고, 생태기후적 건축을 추구하므로 태양과 바람의 경로에 따라 각 입면이 받는 기후 영향이 다름을 고려하여 향별 조건을 반영하다 보면 바람 유입과 차양 장치, 녹화 공간 배려에서 다양한 공간이 요구되는 것에서 비롯된 것으로 여겨진다. 특히 아트리움과 skycourt를 건물 중간 중간에 배치시킴으로서 일반적 초고층 건축의 형태와는 다른 새로운 형태적 특성을 나타낸다고 볼 수 있다.

3) 입면계획

표 7. 켄 양 건축의 건물 입면 특성 비교

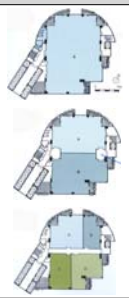
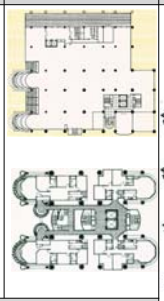
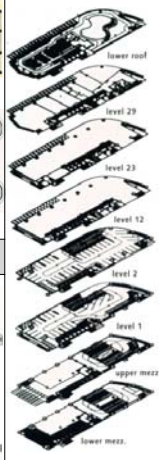
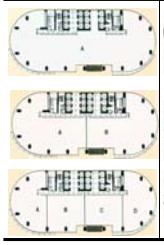
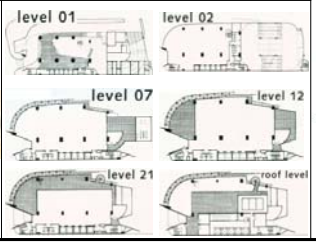
Menara Boustead	Plaza atrium	MBF Tower
 균등한 면분할을 가지나 와 깊이 변화로 다양성을 줌	 저층, 주층, 고층별로 면분할변화입면의 다양성을 줌	계단식테라스 구조와 2층 높이의 skyco-urt 배치에 의해 풍부한 입면구성
Central Plaza	**Menra TAI**	**Menara Umno**
 각 방위마다 기후적 특색을 살린 외피시스템에의한 좁은 사각형이지만 다양한 입면 구성	 저층,중층,상층부의 면분할을 차양 시스템에 의해 다르게 구성 지붕 막구조로 상징성을 줌	태양의 궤적에 따른 차양과 입면 깊이 변화,바람벽, 다양한 차양장치로 입면변화 줌

켄 양은 Wall의 개념을 환경적으로 상호작용하는 얇은 막의 개념으로 생각하고 단열과 환기, 통풍 역할을 수행하는 필터로 디자인 하므로 같은 입면에서도 다양한 면분할과 깊이나 형태의 변화가 주어진다. 그러므로 입면형태도 최근 우리나라 초고층 건축에서 보이는 커튼월 방식의

일정한 간격으로 4방향, 전면이 모두 같은 면분할이 아니라 수직과 수평 사선과 곡선, 교차선 등 다양한 면 분할을 시도하고 있다. 특히 skycourt 도입으로 수직과 수평면의 변화를 주고 있다. 초기 작품에서는 일정한 규칙에 의해 균등하게 배치하였으나 뒤로 갈수록 저층, 중층, 고층 입면에 아주 작은 skycourt에서 여러 층을 통합하는 크기(Mult-Story Transitional Space)로 다양하게 분포되면서 입면을 더욱 풍부하게 만들어 주고 있다. 그리고 대부분 1층은 외부와 자유롭게 왕래하고 자연환기를 위한 공간으로 오픈 시킨 필로티 구조를 취하고 있다.

4) 평면계획

표 8. 켄 양 건축의 평면계획 특성 비교

Menara Boustead	Plaza atrium	MBF Tower	Central Plaza
			
Menra TAI	**Menara Umno**		
			

평면 계획은 공간의 기능에 따라 달라지므로 분석 기준은 기능별 공간구성 보다는 전체적인 공간구획과 패턴의 특성, 테라스와 skycourt 등 공용공간의 배치 등을 중심으로 살펴보면 가장 큰 특징은 첫째, 공기순환과 태양광을 고려한 공간배치를 들 수 있다. 태양 궤적을 계산해서 가장 일사가 강한 쪽에 수직코어를 설치하여 열적 완충지대가 되도록 구성하는데 주로 서향에 가장 많이 배치되고 동·서향에 동시에 배치되거나 북서향 배치되었다. 코어 위치에서 벗어나 열을 많이 받는 부분은 주로 테라스나 발코니, skycourt를 위치시킨 것을 볼 수 있다. 둘째, 지속가능한 융통성과 가변성을 가진다. 기본플랜을 기초로 중앙에 기둥배치를 가급적 피하거나 최소화하여 추후 자유롭게 변경 가능한 공간 구성 기본으로 하고, 다용도 기능을 지닌 skycourt를 배치로 공간 활용을 극대화하고 있다. 켄 양의 공간 구성에서 가장 큰 특징이라 할 수 있는 skycourt는 위치를 층별로 다르게 배치시켜 건물 전체적으로 공간의 융통성을 부여해주고, 공간의 기능과 쓰임새에 따라 공공공간이나 독립된 실로 사용되기도 하고 크기나 위치의 변화를 줄 수 있게 하여 다양한 사용자에 의해 변화되는 곳으로 공간의 지속가능성을 높이는 중요한 공간이다. 셋째, 획일적이고 일률적 공간배치의 탈피라는 특징을 찾아 볼 수 있다. 층별로 다양한 레벨층을 구성하여 평면이 일률적이 않고 사용자에 따른 다양한 구성을 보여 준다. 그리고 평면의 구획도 직선은 가변적 공간일 경우 이용되나 구획자체는 획일적 직선보다는 사선과 자유곡선이 많이 보인다.

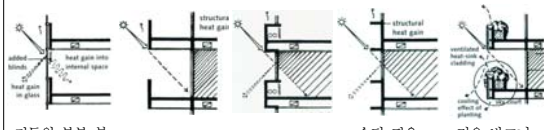
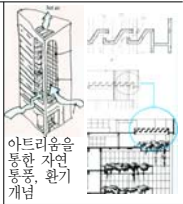
4.3 생태건축기술 요소 분석

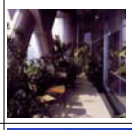
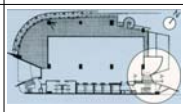
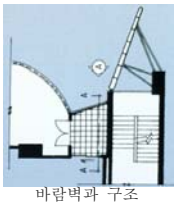
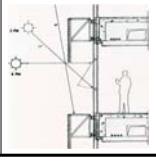
켄 양은 다양한 그의 건축계획에서 지구자원을 보존하기 위한 방안으로 그린 빌딩의 계획목표인 에너지 절약과, 수자원 절약, 자원 절약을 위해 solar window, 태양열 집열판, water-spray, 우수활용시스템 등 자연에너지의 액티브 한 이용을 많이 적용하였지만 말레시아에 현재 지어진 6곳에서는 액티브(active) 장치보다는 패시브(passive)한 자연형 조절기법을 중심으로 시공이 되었다. 이에 본 연구에서는 생태건축 기술 중 패시브 기법인 자연형 조절기법, 건축재료, 자연친화 시스템을 중심으로 계획요소를 분석해보고자 한다.

1) 자연형 조절 기법

자연형 조절 기법은 건조 환경을 쾌적하게 만들기 위하여 기계적 장치의 도움보다는 기후조건과 물리적 환경조절을 통해 건축 환경을 조절하는 기법으로 주로 기후조건에 의한 건축물의 배치, 형태, 방향, 구조, 구조체의 열적 특성, 자연 통풍 및 환기, 채광, 차양, 냉방 등의 설계 기법이 이에 해당된다. 4.2.에서 배치나 건축형태를 중심으로 살펴보았으므로 여기서는 열대기후에서 자연환경이 갖고 있는 이점을 최대한 이용하여 실내 환경을 쾌적하게 조절하는 자연 에너지 면에서 환경적 부담을 최소화할 수 있는 효율적인 건축설계 방법을 어떻게 실현시켰는지 찾아보면 표9.와 같다.

표 9. 켄 양 건축의 자연형 조절 기법 도출

건축	적용 기법	
Menara Boust-ead	· 건물 향과 건축 마감 방식에 따른 자연채광 및 차양 기법 적용  커튼월 부분 블라인트 차양 / 깊은 발코니 / 깊은 창 / 수평 핀을 통한 차양 / 깊은 발코니에 식물 식재 · 주로 깊은 발코니와 skycourt 난간 식재를 통한 공기 냉각과 차양효과 · cross ventilation : 통풍과 냉각 효과	
Plaza atrium	· open된 아트리움을 통한 자연환기 및 냉각 : 미래의 확장공간이자 광정 역할, 현재의 빛과 바람의 통로, 깊은 발코니를 통한 차양, 다양한 뷰에서 조망과 채광 가능 · 깊은 발코니 : 차양 효과 · 필로티 구조 : 열과 습기를 피하고 실내로의 자연통풍과 환기 유도	 아트리움을 통한 자연통풍, 환기 개념
MBF Tower	· skycourt 조성 : 건물 위층(하늘을 바라보는 공중정원), 건물 중간 중간 2층 높이 skycourt 조성, 다용도 데크 공간 제공, 테라스와 실내로 신	층마다 다이어지는 테라스 공간

	선한 공기 공급 · 자연채광 : 광정 도입 · 자연통풍 및 환기: 엘리베이터 로비와 아파트 구역, 사무실과 아파트 연결 브리지 공간의 공극 공간 · 중앙식 일괄 물냉각, 공조 장치 : 사무실 공간 공기량, 온도 조절 · 차양 : 깊은 발코니, 건물 전면 녹화	 중간층 사이의 자연환기와채광을 가능케하는 sky – court
Central Plaza	· 루버와 발코니 시스템: 서쪽 정면 더운 곳에 설치 열 필터 역할 · 서비스 코어를 더운 서쪽에 위치 시키고 자연환기와 자연채광 도입 : 엘리베이터 로비, 계단, 화장실, 1층 로비 등의 핵심시설, 건물 전체적 열차단과 에너지 절약 · 자연 환기와 통풍 유도하는 외부 돌출 계단 · 차양: 동쪽과 서쪽 창 깊숙이 배치 및 현휘 감소 유리, 서쪽 창은 루버, 동쪽 벽은 차양 효과를 지닌 발코니 · 건물옥상 수공간에 의한 열 차단 효과	 동쪽(왼)과 서쪽(오)차양 효과를 지닌 교차 버팀대 발코니 외부 전경  녹화를 통해 차양효과를 높인 발코니 내부
Menra TAI	· 향에 따른 차양 : 태양 일광을 최소화하기 위해 서쪽방향은 루버로 태양가리개 설치, 남측은 격자 차양시스템 · 건물 북동쪽에 코어 시설 위치 : 오전 동쪽 햇빛 차단 역할 · 자연채광과 자연환기 : 코어 시설(엘리베이터 로비, 화장실, 비상구 등), 사무실 · 사무실 내부 아트리움 공간 조성 : 열적 완충 공간 · 옥상과 1층 로비 입구 막 구조 캐노피 : 일사 차단 및 처마 역할	 건물남측 격자차양 시스템
Menara Umno	· 기계 환기와 자연환기 조합 : 모든 층에서 자연통풍과 환기가 가능하도록 개폐식 창 설치, 맞통풍이 가능한 개폐 위치 ,바람의 유입량 조절이 가능한 셔터 설치, 테라스 조성, CFD 분석에 의해 환기 위치와 양 조절 · 바람벽(wind wing–wall) 개념 시도 ; 발코니 안쪽에 개구부를 두어 자연스럽게 바람유입이 되어 환기가 가능하도록 함 · 자연채광과 자연 환기 가능: 코어시설에 모두 (엘리베이털 로비, 계단, 화장실 등), 사무실(창 부근 6m이내 책상배치 불가능하게 구성) · 태양 궤적과 고도에 맞춘 차양과 창의 배치 :서향 외부 차양 장치, 깊은 발코니 · 층별로 배치 된 skycourt : 미래 확장 가능성 공간, 빛과 바람의 통로	  바람벽과 구조 

2) 건축재료

실제 지어진 6개의 건축을 중심으로 사용된 주재료들을 살펴보면 표10.과 같다.

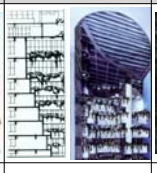
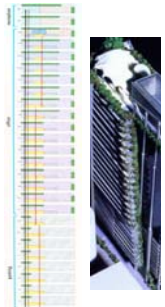
표 10. 켄 양 건축의 건축재료

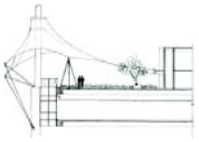
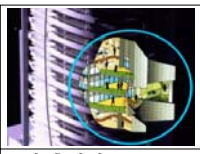
Menara Boustead	Plaza atrium	MBF Tower
· 구조: 철근 강화콘크리트, 프리스트레스트 콘크리트 보 · 외관표면: 알루미늄 프레임, 알루미늄 복합판(Alucobond) fluorocarbon paint 마감 · 내부 : 벽은 화강암, 대리석, 세라믹 타일, 스프레이 타일	· 구조: 철근 강화콘크리트, 샤프트 공간은 slip–form 콘크리트 구조, 아트리움의 루버 지붕구조는 현장타설 콘크리트 · 외관 표면: 회반죽 돌벽 위 합성수지 마감 · 아트리움: 벽면 색유리 바닥은 세라믹 타일, 화강석 · 내부 마감 : 비닐타일, 천정은 acoustical tile, 카펫, 세라믹 타일	· 구조: 리프트 샤프트는 철근 강화 콘크리트 제가 골격으로 저층은 벽돌이 내장 된 R.C. frame · 내부 마감 : 벽은 화강암, 대리석,세라믹 타일, 스프레이 타일
Central Plaza	Menra TAI	Menara Umno
· 구조: 프리스트레스트 콘크리트 보, 철근콘크리트 · 외관 표면:접합 평유리 · 지붕:지붕테라스 위 RC slab · 내부마감: 로비 바닥과 벽은 화강암, 입구 캐노피는 유리, 나머지 벽은 plaster와 페인트, 천정은 무기섬유보드, 섬유질 플라스터	· 구조: 철근 강화콘크리트, 프리스트레스트 콘크리트 보, 벽돌이 내장 된 R.C. frame · 외관 표면: 평면 강화유리, 대리석 · 지붕: R.C. slab, pvc 막구조 · 내부 마감: 바닥은 그린 화강암, 벽은 plaster와 페인트, 화장실은 세라믹 타일, 천정은 석고 보드 위 페인트 마감과 무기섬유보드	· 구조 :철근 강화 콘크리트 R.C.beam과 slab, streel frame · 외관표면:알루미늄 frame 알루미늄 복합판, Low–E 유리

주로 많이 사용한 재료는 구조에는 철근강화콘크리트, 남쪽과 북쪽의 커튼월이 이용되고, 외관에는 스틸, 알루미늄, 화강암과 대리석, 내부에는 플라스터, 화강암, 세라믹 타일, 무기섬유보드 등을 사용되었다. 이들 재료들은 대부분 재활용이 가능하며, 동시에 가벼운 하중과 고강조의 내구성 및 구조를 지닌 재료적 특성을 지니고 있다. 특히 전체적으로 콘크리트로 지어진 건축물을 찾아보기 어려운데 이는 콘크리트는 조형적 특성이 강한 장점이 있으나 스틸이나 알루미늄에 비하여 상대적으로 재활용이 어렵고, 폐기과정에서 많은 오염물질이 발생되므로 사용을 자제한 것으로 보인다. 또한 알루미늄 합성재는 효과적인 탈열재로 열의 흡수보다는 방열시키므로 이를 고려하여 외관 표면에 많이 사용되었다. 그리고 열획득을 억제해야하므로 흰색이나 밝은색, 열을 차단하는 에너지 절약형의 색유리나 로이(Low-E)유리를 주로 사용하였다.

3) 자연친화 시스템

표 11. 켄 양 건축의 지연친화 시스템

Menara Boustead	Plaza atrium	MBF Tower	Central Plaza
			
· 건물 정면과 옥상 정원 녹화 : 각 층의 발코니 난간에 수직녹화와 skycourt 공간에 다양한 식물 식재	· 중앙 아트리움에 면한 발코니 공간을 중심으로 수직 벽면 녹화	· 전물전면 계단식 테라스에 수직 녹화 시도 · 건물옥상 수공간과 하늘정원 조성	
Menra TAI	Menara Umno		
			· 북쪽면을 따라 대각선 방향으로 건물 옥상까

		지 수직정원 배치, 동·서쪽 발코니 녹화, 상층부로 갈수록 녹화 공간이 늘어남 · 옥상 수공간과 하늘정원
· skycourt 공간을 이용한 부분 벽면 녹화 · 저층 필로티 공간 녹화와 옥상 정원	· 각 층마다 skycourt 공간을 이용한 수직 조경 · 바람벽 옆 발코니 공간 녹화	

켄 양의 자연친화 시스템은 크게 3가지로 구분 할 수 있다. 첫째, 1층을 필로티 공간 구성, open 아트리움, sky-court 등을 조성하여 건물 내부로의 바람 길과 햇빛이 들어오게 구성하고 외부자연과 교감하게 구성해준다. 둘째, 건물 지층부터 옥상까지 이어지는 수직 조경(vertical landscaping)의 조성을 들 수 있다. 수직조경은 건물내부에 그늘을 제공하며, 냉방부하를 줄이며, 무엇보다 심미적이며 생태적 효과를 준다. 셋째, 옥상공간에 레크레이션을 위한 수 공간 조성을 들 수 있다.

5. 결 론

켄 양은 현대의 도시 안에서 일어나는 많은 문제를 생태건축, 생태기후건축이라는 접근을 통하여 새로운 해결책을 시도하고 있으며, 특히 고층건물에서의 이러한 시도는 미래의 환경보존, 미래 건축의 방향을 제시하며 나아가 풍요로운 보장하기 위한 필수적인 작업으로 인식된다. 지금까지 켄 양의 초고층 건축 작품 분석을 통해 환경친화적 초고층 건축이 개념만으로 끝나는 건축이 아니라 실제 적용이 가능하며 일반적인 초고층 건축보다 더욱 복잡하고 어려울 것 같지만 엄밀히 그 과정을 살펴보면 목표가 확실하므로 복합적인 디자인이 좀 더 간단하다는 것을 알 수 있다. 자연 환기와 채광 도입으로 기계적 덕트나 설비구조가 일부 생략되면서 동시에 비용도 더 낮아지고, 디자인도 간단해지는 결과를 가져 올 수 있기 때문이다.

본 연구에서 분석 대상이 된 6개의 초고층 건축은 실제 계획되고 지어진 연대가 1986~1998년 사이의 건축이므로 향후 여기에 적용된 기법보다 더욱 발전되고 인공지능화 된 자연형 조절기법과 재료, 자연친화 시스템이 적용될 수 있을 것으로 여겨진다. 켄 양의 새로운 계획에서도 기존의 방법보다 더욱 자연의 형태를 반영하여 적극적인 환경친화적 초고층 계획을 보여주고 있다. 그러나 본 연구에서는 계획 자체 분석보다는 계획이 반영되어 시공되어진 작품에서의 환경친화적 초고층 계획요소의 실현가능성을 제고하고 기본계획 요소를 도출하는 것이 목표로 연구를 진행하였다. 이에 6개의 건축을 분석한 결과 최종적으로 다음과 같이 환경친화적 계획요소를 도출할 수 있었다. 첫째, 건축 배치와 기본형태 계획에서는 남동, 남서, 남향을 취하고 동서로 긴 형태를 취하고, 동, 서쪽에는 차양 장치나 열적 완충공간을 만들어 냉방부하를 줄인다. 둘째, service core를 동·서쪽에 배치하여 열적 완충공간을 조성해주고 자연환기와 자연채광을 가능하게 구성한다. 셋째, 열을 많이 받는 곳에는 깊은 발코니나 테라스 등 함입공간을 조성하거나 skycourt와 open된 아트리움 공간 조성은 공간의 융통성을 주고, 외부 자연과의 교류와 감상을 가능하게 하며 wind-scoop와 같은 역할로 자연환기와 자연채광, 차양을 유리하게 해준다. 넷째, 1층 공간은 필로티로 조성하거나 개방되게 구성하여 자연환기와 통풍을 효과적으로 하고 보행자와 친밀한 공간을 조성해준다. 다섯째, 조절 가능한 개폐식 벽 설계로 교차환기를 가능하게 하여 실내로의 신선한 공기 유입과 더운 공기를 차단하고, 바람 벽 등을 설치하여 바람의 흐름을 조절한다. 여섯째, 수직조경을 통한 다양한 에너지 절약효과와 심미적 효과, 생태적 효과를 높인다. 이와 같이 켄 양의 생태기후적 초고층 건축은 더욱 미학적이고, 인간적이며, 쾌적하며 안전한 환경친화적 초고층 환경을 제공 할 수 있음을 알려주고 있다. 그러므로 최근 우리나라에서 이루어지는 밀폐형의 기계 환기와 냉난방이 계획이 주가 되는 초고층 건축계획에 켄 양의 환경친화적 초고층 계획요소는 새로운 건축 방향을 제시해 주며 우리 기후환경에 적합한 환경친화적 초고층 건축에 대한 연구와 개발이 요구된다고 할 수 있다.

참고문헌

1. Ken Yeang, The Skyscraper bioclimatically considered, Willey-Academy,1996
2. Ken Yeang, the Green Skyscraper, Prestel, 1999,
3. Ken Yeang, service cores ,Wiley-Academy,2002,
4. Ken Yeang, Reinventing the Skyscraper, Wiley- Academy, 2002,
5. Ivor Richards, T.R. Hamzah & Yeang: Ecology of the sky, images publishing, 2001
6. 강승모, 김수정, 권자인, 환경친화를 위한 그린빌딩 디자인 정보에 관한 연구, 한국실내디자인학회 논문집 25호, 2000.12
7. 김선옥, 켄 양의 초고층 건물에 나타나는 보이드 공간의 친환경적 특성에 관한 연구, 전남대학교 대학원 건축공학과 석사학위논문, 2005.
8. 김규성, 이정만, 메나라 메시니아가의 디자인 과정분석을 통한 켄 양의 형태 구상 방식에 대한 연구, 대한건축학회 논문(계획계), v.19 n.1, 2003.1,
9. 이은정, 박영기, 지속가능한 실내환경 디자인 요소의 체계적 분류, 한국실내디자인학회 논문집 제15권 3호, 2006.6
10. 이은정, 초고층아파트 단위주공간의 지속가능성 평가요소분석, 한국생태환경건축학회 논문집 vol.6, No.3, 2006.9
11. 이종화, 조홍정, 오피스 건축물에 대한 그린빌딩의 요소와 적용에 관한 연구,대한건축학회 추계학술발표대회 논문집(계획계), v.23 n.2, 2003.10
12. 오세영, 홍영균, 그린빌딩 계획 요소에 관한 연구,대한건축학회 추계학술발표대회 논문집(계획계), v.22 n.2, 2002.10
13. 생태적 환경과 건축의 만남-켄 양의 환경건축세계, 이상건축,1997.12
14. http://www.trhamzahyeang.com/
15. http://www.ellipsis.com
16. http://archnet.org/lobby.tcl