

초고층 건축물에 대한 건축적 고찰

Architectural Consideration for Super Tall Building

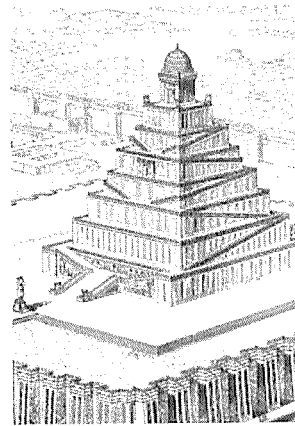
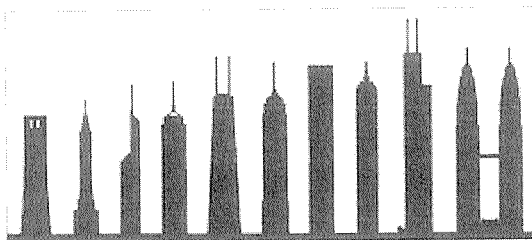
여영호 / 고려대학교 건축공학과 교수
by Yeo Young-Ho

1. 초고층 건축물의 의미

인류의 문명역사를 볼 때 어느 시대를 막론하고 그 사회의 힘과 시대정신을 나타내기 위하여 건축물을 이용하여 왔음을 알 수가 있다. 이러한 각 시대에 있어서 정치, 경제, 군사 그리고 종교적인 모든 사항들은 특별한 의미로서 한 국가의 시대적인 상징으로 자리매김을 하게 되는데, 특히 대규모 구조물과 타워 등은 사회, 문화적인 관점에서도 특별한 의미를 전달하곤 하였다. 높아진다는 것은 그 자체로서도 독특하고 강력한 힘을 발휘하는데, 예를 들어 산의 정상과 같이 높은 어떠한 곳으로 올라가는 것은 새로운 것에 대한 도전적인 긴장감을 유발시키게 되며 또한 평소에 접하지 못한 자연 경관을 대함으로써 특별한 영감을 가질 수도 있게 한다. 이처럼 높게 솟아오른 구조물은 심리적인 영향도 끼치지만 멀리서도 인지될 수 있는 물리적인 Landmark로서의 의미도 높다고 할 수가 있다. 역사적으로 볼 때 타워와 같은 건축적인 상징성의 진행과정에 있어서 Campaniles, Steeples, Spires, Cathedral Towers, Obelisks, Minarets, Ziggurats와 같은 건축물들의 위대하고 경이로운 변화가 이루어져 왔음을 알 수가 있다. Giza의 Pyramid, Tower of Babel, Eiffel Tower, St. Mark's Campanile, Ulm의 Cathedrals, 유럽의 가장 높은 교회 타워인 Strasbourg와 같은 높은 건축물들은 그저 말 한마디 혹은 그 광경을 회상만 해도 경이롭기까지 하다.

뉴욕의 Empire State 와 Chrysler Building, 시카고의 John Hancock과 Sears Tower와 같은 동시대의 고층 건축물은 산업사회의 강한 힘을 상징화시켜줄 뿐만 아니라 새로운 건축재료의 사용과 놀라운 기술공학의 도전정신을 나타내 보여 준다. 그러므로 높고 특별한 구조물을 짓는다는 것은 어떤 사회의 문화적인 차원뿐만 아니라 위대한 기술력과 조직적인 자원이 존재하고 있음을 뜻한다고 볼 수 있다. 이처럼 초고층 건축물은 사회 문화적으로도 상당히 복합적인 의미를 띠게 되는데 Eiffel Tower와 Sears Tower 같은 초고층 건축물은 하늘로 끊임없이 치솟는 구조물로서의 가능성을 보여주는 공학적인 경이로움이라면, 미국 보스턴의 John Hancock Tower 같은 건축물은 초고층 건축물이 인지되는 모습에 대한 근본적인 질문을 던져주는 하나의 예라고 할 수가 있다.

또한 뉴욕의 MetLife Tower와 Empire State Building 그리고 Chrysler Building과 같은 건축물은 세계의 최고를 자랑하는 초고층 건축물의



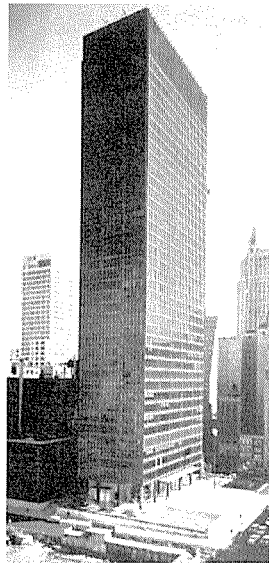
B.C. 2060년 왕의 Ziggurat



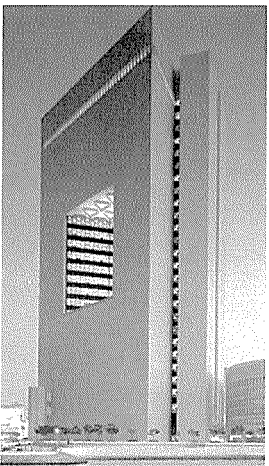
10세기 St. Mark 성당의 Campanile



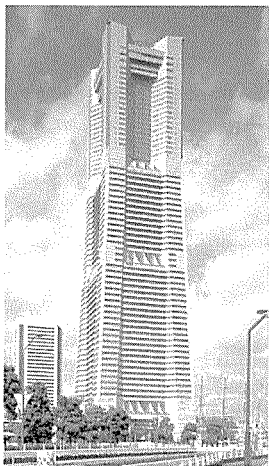
Chrysler Building, N.Y.
by William Alen



Seagram Building, N.Y.
by Mies van der Rohe



National Commercial Bank,
Jeddah by S.O.M.



Landmark Tower,
Yokohama by S.A.

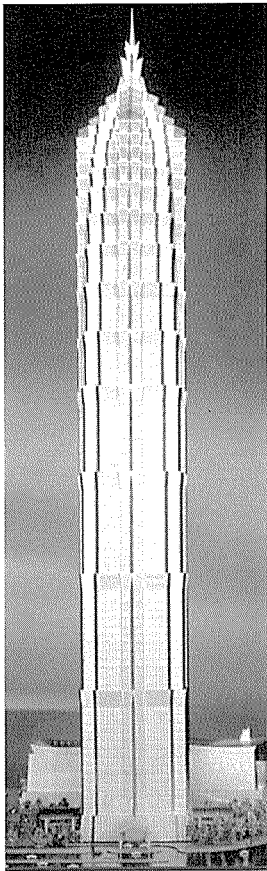
높이 경쟁의 시초였다고 할 수가 있으며, 이와 더불어 Rockefeller Center, Seagram Building 그리고 AT&T Headquarters 같은 건축물은 초고층 건축물에 있어서 스타일적인 의미를 부여하고 있다고 할 수가 있다. 이와 더불어 초고층 건축물은 일반적으로 중요시하는 구조와 미학적인 부분 뿐만 아니라 초고층 건축물의 형태와 규모를 형성하는 사회, 경제적인 면, 도시 계획적인 면, 문화적이고 지형적인 여러 요소들이 복합적으로 연계되어 있다. 뉴욕의 Barclay Veseley와 프랑크푸르트의 Messeturm같은 건축물은 외적인 건축물 형태를 결정하는 요소로서 도시계획에 관한 법이 상당한 영향을 끼쳤으며, Citicorp Center같은 여러 건축물의 형태는 도시의 부동산에 관계되는 법에 의하여 상당한 영향을 받았다. 사우디아라비아의 National Commercial Bank와 말레이시아의

Maybank Headquarters는 그 지역의 전통적인 건축과 특수한 기후적인 요소에 많은 영향을 받았으며 일본 요코하마의 Landmark Tower같은 건물은 일본의 국토계획상의 중요한 역할의 의미와 동시에 요코하마시의 경제적인 측면을 고려한 예라고 할 수가 있다.

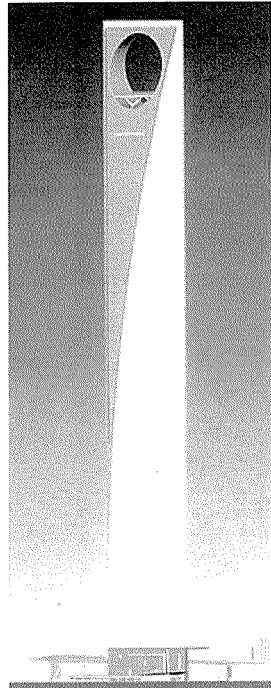
이와 같이 초고층 건축물은 사회, 정치, 경제 및 문화 등의 모든 분야의 영향을 망라한 건축적으로나 기술공학적으로 분리될 수 없는 복합적이며 첨단 구조공학의 결정체인 건축물로서 간주되어 왔다.

2. 초고층 건축물의 용도

이처럼 문화와 역사성을 가진 상징적인 의미로서도, 중요한 초고층 건축물의 실현에 있어서는 그 시대와 사회가 요구하는 현실적인 필요성이 가장 필수적이다. 특히 현대에 있어서 사회의 분업화 및 인구증가의 밀집현상에 따른 도시 지역에 있어서 대지의 수용 한계성, 지가의 상승 등과 같은 사회, 문화 및 경제적인 요인은 새로운 가능성을 충족시킬 수 있는 건축물을 요구하게 되었으며 이러한 건물 유형으로서의 고층 건축물이 필수적으로 나타나게 되었음을 부인할 수가 없다. 산업혁명 전의 수세기 동안 사회 조직체는 생활공간으로써의 단일건물 속에서 작업과 매매 및 생활이 함께 이루어지는 일체 방식의 공간을 전개해 왔으나 19세기 초 새로운 토지이용의 패턴은 고용과 주거공간의 분리에 따르는 생활기능이 구별되는 형태를 파생시켰으며 그로 인하여 각 기능별에 따른 단일 용도로써의 건축물이 생겨나게 되었다. 이처럼 단일 용도로서 발달하게 된 건축물들은 재료 및 공학 기술의 발달과 산업사회의 업무량의 증가와 그의 기능상 및 용도상의 특성에 따라 고층건물로 발전하게 되었는데 이러한 고층 건축물의 유형은 오늘날에 있어서 기능적인 특성으로 인하여 주로 사무소, 호텔, 주거시설 등으로 발전되어 왔다. 개별 기능적인 단일 용도로서 보다 발전된 고층 건축물은 미국에 있어서 1960년대 말을 전후로, 도시 생활의 질과 국가적 에너지 자원의 효율적 이용에 대한 관심과 더불어 같은 도시 영역 속에서 기능적인 행태가 이루어지는 사무소, 상업시설, 주거공간의 전반적인 분리경향에 대하여 의문을 야기시켰다. 이러한 의문점에 대한 사회 및 경제학자와 일반시민들의 관심은 도시 내의 기능에 있어서 새로운 이점을 재발견하게 하였다. 이처럼 사회적 변화에 따른 대응은 결과적으로 고층 건축물의 복합화를 이루게 하였으며 이와 함께 복합용도 프로젝트는 경제적 측면과 시장성에 있어서 개발업자들에게 점차적으로 관심도가 높아지게 되었다. 이에 따라 도시 중심부



Jin Mao Tower,
Shanghai by S.O.M.



World Financial Center,
Shanghai by K.P.F.

에 있어서는 다양한 기능의 집중으로 인해 발생된 현대 도시생활의 요구를 만족시키면서 새로운 아이디어와 해결책이 현대사회의 고밀도 특성에 보다 나은 라이프 스타일을 제공하기 위해 발전되어 왔다. 고밀화된 도시지역에서의 생활권에 대한 관심은 생활문화, 안전 그리고 자연환경의 보존의 문제에 대한 관심을 불러왔으며 이러한 관심은 편안하고 활동적이고 안전한 환경 속에서 보다 유리한 근무 및 주거생활을 영위 할 수 있는 프로젝트의 개발을 유도하게 되었다. 일반적으로 복합용도로써의 개발은 상가, 사무실, 아파트, 호텔 및 오락시설 등의 단일 기능체의 공동이익을 위한 상호 의존적인 맥락에서 이루어진다. 그러므로 복합용도로써의 건축물은 각 건물 용도의 조화된 원활한 동선 이동을 통한 기능에 있어서의 물리적 조화를 이룩하여야 하며, 사용상의 유형과 규모 및 밀도 등을 통한 함축된 플랜의 개발로 토지이용의 극대화를 꾀할 수 있어야 한다. 이와 같은 관점에서 복합용도로써의 건축물은 점점 높아 가는 인구밀도와 토지이용의 효율화를 위해 초고층 건축물으로써 계속 개발되어가고 있다.

이처럼 복합용도로 개발된 초고층 건축물의 사례로는 L.S.D.H.사에 의하여 설계된 시카고의 Water

Tower Place(62층; 사무소, 호텔, 아파트, 상가), S.O.M.사에 의하여 설계된 중국 상해의 Jin Mao Tower(88층; 사무소, 호텔, 상가), 시카고의 John Hancock Center(100층; 사무소, 아파트, 상가)와 Olympia Center(63층; 사무소, 아파트, 상가), H.O.K.사에 의한 대만의 T & C Tower(85층; 사무소, 호텔, 상가), Stubbins Associates에 의한 요코하마의 Landmark Tower(70층; 사무소, 호텔, 상가), K.P.F.사의 중국 상해의 World Financial Center(94층; 사무소, 호텔, 상가)등이 있다.

3. 초고층 건축물의 기능

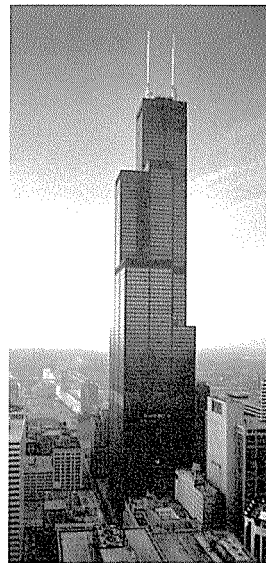
건축 기능 및 용도상에 있어서의 사회적인 요구에 의하여 나타나게 된 초고층 건축물은 특성상 구조적인 부분의 해결 없이는 실현될 수 없는 공학기술의 결정체라고 할 수 있다. 이에 따라 초고층 건축물의 진행 과정은 건축 계획적인 문제에 대한 논리적인 해결책의 필요성 및 시장 경제성의 원리와 더불어 공학 기술 발전에 의한 지식의 축적에 따라 우선적으로 구조적인 부분의 진행이 주도되어 왔음을 알 수가 있다. 다시 말하자면 초고층 건축물이 단일 기능의 용도 즉 사무소, 호텔, 아파트 등의 단일 건축물로 이루어질 때 건축 계획적인 부분보다는 주로 구조적인 실행 가능성에 대하여 중요성이 강조되어진 것이 사실이다. 이와 함께 초고층 건축물에 있어서 직접적인 요소로서 작용하는 구조적인 측면에 비하여 건축 계획적인 면에서는 체계적인 발전이 용이하게 이루어지지 않았을 뿐만 아니라 도시적인 컨텍스트에 있어서도 환경적인 측면에서 고려되기보다는 고립된 거대한 매스로만 인식되어왔다. 그러나 사회 환경의 변화와 도시 생활에서의 효율성에 따른 복합 용도로써의 초고층 건축물이 계획 발전되면서 구조적인 부분뿐만 아니라, 복합 용도건물의 건축 및 도시 계획적인 측면에 있어서 기능적으로나 환경적으로 보다 용이하게 사용되어지고 유지 관리 될 수 있는가 하는 점들이 중요한 요소로 나타나게 되었다. 초고층 건축물은 넓은 의미에서 보면 기존 도시의 스카이라인과 랜드마크 등의 도시 형태를 형성하는 도구로써 특별한 영향력을 가지고 있다고 할 수가 있으며 계속적으로 발전되는 도시속의 거주자에게 환경 및 생태학적인 영향을 미치기도 한다. 또한 좁은 의미에서는 사용자의 동선과 기능에 따르는 전반적인 시스템을 고려하여야 하며 그 시스템에 따르는 특성에 의해 사용자 혹은 거주자에 의해 특징지어지는 행동환경을 가진 유기체로써 간주될 수가 있다. 이와 더불어 최근의 초고층 건축물은 구조, 재료, 형태 그리고 스케일 등의 전반적인 특성들이 동일

건축물 내에서 이루어지는 다양한 기능을 수용하기 위한 복합 기능 체로써 발전되었으며, 이러한 여러 기능들이 함께 연결될 때 고려하여야 될 사항은 신중히 검토되어야 한다. 여기에서 복합 기능이라는 의미는 기능 그 자체가 건물의 수행하는 업무에 관계 되어질 때에 보다 넓게 건축물에 적용 될 수가 있는데, 이때 건축물은 보다 많은 업무를 수행하거나 보다 많은 기능적인 역할을 수행하게 된다. 그러므로 복합 기능 체로서 도시의 형태 및 환경에 영향을 미치는 초고층 건축물의 건축적 가능성을 살펴보면 구조적인 기능, 물리적인 기능, 심리화적인 기능 그리고 사회, 문화적인 기능으로 설명되어질 수가 있다. 이러한 관점에서 첫째, 구조적인 기능은 그 건축물 속에 내재하고 있는 여러 가지 다양한 구조 시스템의 행태가 재료와 시스템 방법에 의하여 나타날 때 실현 가능하며, 둘째, 물리적인 기능은 환경적 혹은 생태학적인 요인과 도시 시스템의 기능속에서, 건축물 자체가 목적하는 물리적인 면과의 상호 연계를 통하여 건축적으로 기능하게 된다. 셋째, 심리화적인 기능은 공간 및 형태 그리고 기능적 스케일에 따른 사용자의 지각력과 연결된 건축물의 감정적인 측면이 고려될 때 가능하며 넷째, 사회, 문화적인 기능은 특정한 시기의 사회, 문화적인 가치나 휴머니티에 대한 공간적이고 심리화적으로 통합된 가치가 서로 조화되어 구체화될 때에 가능하다고 할 수가 있다.

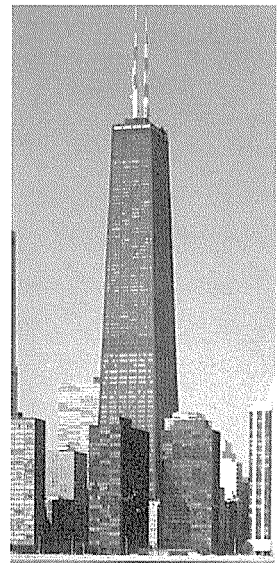
4. 초고층 건축물의 계획

구조적인 시스템에 의하여 형태 혹은 높이가 절대적 영향을 받는 초고층 건축물은 그에 따른 세장비 (Aspect Ratio: 높이/너비)를 고려하여 평면의 규모에 따른 높이가 계획되어야 한다. 초고층 건축물의 기능 및 용도상 필요한 리스 스패를 고려할 때에 평면 규모와 높이의 함수관계는 계획 시 필수적인 사항이라고 할 수가 있다. 이러한 요인으로 인하여 구조적인 세장비는 초고층 건축물의 현재 실현 가능한 기준 예로서 살펴 볼 수가 있다.

예를 들면 미국 시카고의 Sears Tower의 세장비는 6.4 이며 Standard Oil Building은 6.0 그리고 John Hancock Center는 6.6 이다. 또한 뉴욕의 World Trade Center는 6.5 이며 휴스턴의 Allied Bank Plaza는 6.2 이다. 이와 같이 초고층 건축물에 있어서 세장비는 구조물의 Serviceability에 따라 실현 가능한 이론적 조건에 경제성이 고려된 주요한 사항이다. 그러므로 초고층 건축물은 평면자체의 규모도 높이와 연계된 상태에서 고려되어야 하기 때문에 그의 계획적인 조건은 일반적인 건축물보다도 더욱 까다롭게 제약을



Sears Tower,
Chicago by S.O.M.



John Hancock Tower,
Chicago by S.O.M.

받게 된다고 할 수 있다. 특히 단일 용도로서의 초고층 건축물의 계획 시에 고려되어야 할 요소들이, 복합 용도로서 단일 건물 내에 계획되어질 때는 이러한 계획적인 조건들 상호간의 영향을 더욱 더 신중히 파악하여 설계에 반영하여야 한다. 복합용도의 초고층 건축물의 계획요소에 대하여 고려하여야 할 일반적인 사항으로는 도시계획 및 교통영향에 따르는 도시적 맥락에서의 영향과 기후조건, 대지조건, 건축물의 위치, 각 기능별 요구에 따르는 시스템 조건에 의한 평면계획요소 그리고 기능분리에 따르는 건축 시스템 전환 층과 기능별 동선계획, 구조 시스템의 적절한 이용 및 구조적인 원리에 의한 전환 층과 기둥 간격 등을 들 수가 있다. 또한 각 사용 공간의 크기 및 용도별 리스 스패의 차이 그리고 용도에 따라 달라지는 층고와 그에 따르는 구조, 기계, 전기적인 시스템의 효율적인 계획 등이 마련되어야 하며, 기능별 요구에 따른 모듈 계획과 내부 기둥간격의 고려, 모듈과 기둥간격에 따르는 외부 창문의 적절한 계획 등이 중요한 사항으로 고려되어야 한다. 이러한 고려 사항들을 세부적으로 살펴보면 다음과 같다.

가) 단지내의 교통에 있어서의 고려사항

초고층 건축물의 특성으로서 유발될 수 있는 대량 교통과 보행자 동선에 따른 해결책에 있어서, 도시 계획적인 차원에서 교통 체계 분석을 통하여 단지내의 차량 및 보행자 동선에 대한 원활한 계획을 이룩하여야 한다. 이러한 고려 사항으로는 차량 및 보행자 동선 문제, 차량 진출입, 주차 공간, Loading System, 대중 교통 및 주변 교통과의 연계 등을 들 수가 있다.

나) 평면계획에 있어서의 고려사항

바닥 면(Floor-plate)이 각 층의 필요한 층고에 따라 수직으로 쌓여진 하나의 타워로 볼 수 있는 초고층 건축물에 있어서, 이처럼 반복되는 바닥 면에 공간 및 기능적인 효율성을 최적으로 부여할 수 있는 디자인 결정 요소는 매우 중요한 1차적인 요소라고 할 수가 있으며, 이와 같이 내부공간간의 기능적인 평면 계획에 의하여 형태가 거의 결정되어지는 초고층 건축물의 성공 여부는 유용한 평면 구성단위의 계획에 있다고 할 수가 있다. 이러한 평면 구성단위에 있어서 고려할 사항으로는 플래닝 모듈, 리스 스패, 임대자 특성, 사용자 밀도, 로비 부분의 동선 및 보안, 기준 층의 적절한 높이 등을 들 수가 있다.

다) 코어 시스템의 고려사항

코어는 건축물에서 수직 교통시설, 각종 설비 요소 등을 구조체내에 집중시켜 놓은 곳으로서 건축물의 효율성과 기능을 극대화시켜 주는 수직동선 체계의 기본 요소이다. 이러한 코어 계획에 관계되는 요소로는 기준층의 형태, 규모, 층수, 구조방식, 설비방식 등으로 특히 엘리베이터와 계단실의 배치 관계는 초고층 건축물의 주요 사항이다. 특히 엘리베이터 시스템은 전문 컨설턴트에 의한 세밀한 자료분석을 토대로 계획되어야 하지만 계획 초기단계의 규모에 따른 개괄적인 시스템의 결정이 중요하다. 이에 따른 고려 사항으로는 엘리베이터 시스템에 따른 Zoning 방식, Sky Lobby의 기능 및 효율성, 화물용, 소방 및 전방용 엘리베이터, Escalator 및 계단실, 화장실 및 기타 설비 부분 등이 있다.

라) 방재, 피난 및 보안에 대한 고려사항

건물이 고층화될수록 방재 및 피난 시설에 대한 설계는 더욱 세심하게 고려되어야 한다. 일반적으로 방재와 피난에 대한 사항은 법규적인 차원과 기계, 전기적인 부분에서 많이 관계되지만, 건축 계획적인 측면에 있어서 공간 기능의 효율적인 배치와 그에 따르는 동선관계 그리고 건축 마감재료 등이 고려되어야 한다. 이러한 세부적인 고려 사항으로는 엘리베이터, 계단 및 Atrium에 있어서의 Stack Effect, 피난실 및 대피 관계, Smoke Window와 배연 설비, 옥상 부분의 대피용 Heliport, 비상 엘리베이터, 비상 피난계단 및 각 기능별 공간에 대한 보안을 위한 기술적인 사항 등이 있다.

마) 외벽 부분에 있어서의 고려사항

초고층 건축물에 있어서의 외벽은 건축물의 미적인 부분에 상당한 영향을 끼치는 중요한 사항이지만 건축물 자체의 구조적인 부분에 있어서는 풍력(Lateral Force)을 직접적으로 구조물에 전달해 주는 물리적으로도 엄밀한 고려가

뒤따라야 하는 부분이다. 특히 초고층 건축물의 외벽은 Curtain Wall 시스템으로서 그에 대한 분석을 통하여 구조 시스템과 건축 형태미에 따른 디자인에 대한 연구와 기술적인 방법 등이 고려되어야한다. 이에 대한 고려 사항으로는 Curtain Wall 시스템, 외벽 청소 시스템, 유지 보수관계, 시공 방법 등을 들 수가 있다.

바) 환경 및 미관적인 측면에서의 고려사항

도시 환경과 미관적인 측면에서의 초고층 건축물은 건물의 기능성 만큼이나 주요한 과제로써 인식되고 있다. 한 기업 뿐만 아니라 도시 및 국가의 상징물로서의 범위가 확대되고 있는 초고층 건물의 지역성은 여러 가지 고려되어야 할 건축 계획적인 사항에서 간과될 수 없는 제일의 과제로써 대두되고 있다. 거대 구조물이 위치함으로써 파생될 수 있는 환경, 미적 및 심리적인 조건을 파악하여 그에 대한 방법론을 계획 단계에서 마련함으로써 보다 환경 친화적이고 미관적인 건축물이 되도록 한다. 이에 대한 고려 사항으로는 기후조건 파악에서도 특히 초고층 건축물에 의하여 보행자공간에 야기될 수 있는 바람영향, 일조관계, Zoning 분석, 주변단지와와의 관계, 조경 및 공개공지, 스카이라인, 초고층 이미지, 사회, 심리학적 영향 등을 들 수가 있다.

사) 에너지의 효율적인 이용

거대한 구조물으로써의 초고층 건축물은 에너지의 대규모 소비원으로써 그에 대한 적절한 대처 방안이 초고층 건축물의 기술적인 차원에서 마련되어야 한다. 이와 함께 건축 계획적인 부분과 연계하여 적용 가능한 사항으로는 Double Wall 및 Photovoltaic System, Solar Chimney, Wind Turbine 등을 고려할 수 있다.

아) Marketing 측면에서의 고려사항

초고층 건축물은 도시 기능이 가지는 특성 속에서 상징성 혹은 Landmark로써의 자원활용을 기대할 수가 있다. 또한 토지이용의 효율성 및 인구 밀도에 따른 효과적인 방안을 모색함과 동시에 구조물 시공에 있어서의 경제적인 조건에 대한 장점을 파악한다. 고려 사항으로는 Feasibility 및 건설 가격에 따르는 초고층 건축물의 시장성, 전망대 및 스카이라운지 등의 관광자원으로의 이용, Telecommunication 및 방송을 위한 통신 시설의 임대 등을 들 수가 있다.