

인텔리전트 초고층 빌딩의 건축환경계획

A study on the architectural planning of
intelligent tall buildings

김 일 권
I. K. Kim

(주)삼우종합건축사 사무소



- 1966년생
- 초고층 인텔리전트 건축계획 및 자연친화적 환경건축에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

필자가 재작년 초고층 건축건축을 위해 동경을 방문한 적이 있었다. 오페라 시티를 견학하던 중 갑자기 지진이 일어나 방송이 나오고 있었는데 “지금 일어난 지진의 강도가 얼마이고 빌딩이 건널 수 있는 범위 안에서 지진이 일어난 것이기 때문에 대피할 필요가 없으니 안심하라”는 내용이었다. 그리고 “엘리베이터는 운행중 지진이 일어날 때 가장 가까운 층에 이용자를 내릴 수 있도록 하며 지진이 끝날 때까지 완벽하게 통제되어 멈춰있다”고 했다. 지진이 지나간 이후 장내는 전과 다름 없이 평온하였다. 그리고 포디움 부분의 연결통로를 지날때 벽면 사이에서 나는 각종 새소리는 마치 숲속에서 거닐고 있는 것처럼 느낌이 들게 하였다. 이와 같이 완벽한 피난과 방재에 대한 시스템에서부터 보행자를 위한 어메니티 확보등 거주자의 안전에서 쾌적함에 이르기까지 세심한 배려가 건물 곳곳에 배어 있었다.

현대의 오피스는 보다 효율적인 공간계획과 첨단시스템이 조화를 이루어 새로운 공간을 형성하고 있다. 최상의 시스템은 건축물의 내외부공간이 비슷한 환경을 유지하고 결국 그것은 자연환경과 같은 오피스 환경을 갖추기 위한 것이다. 그러므

로 가장 진보된 인텔리전트화는 자연과 가장 가까운 환경을 만드는데 있다. 자연 친화적인 오피스 공간이야말로 현대와 미래의 건축이 추구하는 방향이다.

이 글에서는 이러한 측면에서 인텔리전트 초고층 건축의 설계자가 염두에 두어야 할 몇가지 요소를 추출하고, IB에 대응할 수 있는 공간배치계획과 어메니티계획의 관점에서 모듈, 리스 스펠, 코어계획, zoning 계획, 단면계획, 안전시스템, 엘리베이터 시스템을 주요 요소로 설명하고자 한다.

2. 건축환경적 측면에서 고려해야할 초고층 건축계획

초고층 건물의 인텔리전트화는 주로 기계전기 설비에 의해 이루어지는 것으로 생각되지만 사실은 설계자가 건축계획 단계에서 건축적으로 해결해야만 하는 분야이다. 예를 들면 에너지를 절약, 채광, 환기, 등은 건축계획 단계에서 건물의 방위, 자연환기의 적극적인 도입 등을 적절하게 계획함으로써 설비적인 부담을 원천적으로 줄여줄 수 있어야 하며, 이는 건물의 수명을 연장할 뿐만 아니라 건물의 운영 및 유지비용을 절감하고 거주자에게 쾌적한 환경을 제공하게 되는 것이다.

표 1 IB에서의 건축환경계획요소

IB 대응 건축 공간	공간배치계획 시스템	모듈계획 리스 스팬 (lease span) 코어계획 zoning 계획
	환경계획 시스템	시환경 계획 음환경 계획 색채 계획 인간공학에 입각한 work space
	실내계획 시스템	OA용 가구계획 내장재 이용 계획 조광 장치
	amenity 계획 시스템	광장계획 단면계획 배당계획 식재계획 security 계획
	구조 시스템	무주 공간 계획 바닥 하중 계획 수장 공법

표 2 IB에서의 설비요소

IB 대응 건축설비	전력설비 공조설비 열반송, 축열조기술 소화설비 중수도설비 쓰레기 처리설비 빌딩내 반송설비 에너지 절약설비
IB 대응 통신설비	통신 기기실 케이블 샤프트 위성 안테나 시설 통신용 예비전원이나 통신기기의 이상 대응기능
특수설비	조명설비, 채광루버 국부조명, 회신회로 가변 절수형 자도 세정방식 건축설비 수장공법 OA 기기 outlet방식 AV 기기 이용기술 ITV이용 기술 센서기술

결국 초고층 건물의 인텔리전트화는 IB에 대응할 수 있는 환경계획이 중요하고 설계자는 충실한 건축환경계획을 통하여 하나의 완성된 인텔리전트 빌딩을 만들 수 있어야 하는 것이다. 그러므로 과거의 초고층 빌딩의 사례들을 통하여 장단점을 분석하고 미래에 추구하고자 하는 방향을 설정하고자 한다. 또한 설계자는 먼저 건축환경계획에 주의를 기울여야 하며 IB공간에 적합한 건축공간 계획의 중요한 요소를 추출하고 그 목적에 적합한 건축계획을 하여야만 한다.

IB에 대응하는 건물의 계획 요소는 크게 건축 환경계획, 건축설비, 통신설비, 특수설비로 나누어지며 요소별 항목은 아래의 표 1과 표 2와 같으며 그 중 주요한 몇가지 요소를 추출하여 논하고자 한다.

2.1 모듈계획

초고층 건물의 설계시에 가장 중요한 구성요소

는 바닥구조, 기둥, 외벽이며 기계전기 시스템은 상호 연계성에 의한 검토 이전에 개별적으로 먼저 검토되어야 한다. 이러한 구성요소는 상호간의 밀접한 연계성으로 인해 한 부분이 바뀌게 되면 다른 많은 부분에 변화를 가져오게 되므로 신중히 검토되어야 한다.

계획모듈이란 사무소건축의 설계시에 일정한 치수에 의한 그리드를 사용함으로써 구조에 의한 기둥의 간격, 외벽창문의 크기, 천장부분의 전기 설비 등의 효율적인 이용과 배치를 위한 기본 계획의 단위이다. 모듈은 1.5m×1.5m 모듈과 1.2m×1.2m, 1.8m×1.8m가 많이 사용되며 이러한 모듈은 다양한 가변성을 확보할 수 있게 한다. 이러한 모듈을 이용하여 기둥간격을 정하는데 주로 사용되는 간격은 7.5m이며 최근에는 구조기술의 발달과 더불어 기둥간격이 9~15m로 넓어지는 추세에 있다. 1.5m 모듈은 천장시스템에서도 조명, 디퓨저, 스프링클러 등을 경제적으로 배치시킬 수 있다.

표 3 그리드 시스템에 의한 모듈

유형 \ 특성	특 성	모 둘(m)
사무공간단위 계획격자	적정 단위공간 개인사무실단위와 사무소단위	폭 : 2.4, 2.7, 3.0, 3.3, 3.6 깊이 : 7.5, 9.0, 12.0, 15이상
설비단위 서비스격자	스프링쿨러 범위 및 조명기구	1.5~2.5
재료 및 시공단위 시공격자	외부창호 및 커튼월 구조단위와의 관련	1.0, 1.5, 1.8, 2.1, 2.4, 2.7, 3.0
기둥위치의 구조격자	외주기둥에 따른 횡렬처리 방법관련 지하 주차배열과의 관련	6.0, 7.5, 9.0, 12.0

표 4 고층 사무소 의 계획모듈 사례

오피스 명	Bank of America, San Francisco, 1969	John Hancock, Chicago, 1970	Hartford II,150 S.Wacker Drive, Chicago, 1971	One Liberty Plaza, N.Y., 1973
층 수	52층	100층	32층	54층
연면적(m ²)	185,800	259,192	48,102	198,806
계획모듈(m)	1.5×1.5	1.5×1.5	1.8×1.8	1.2×1.2
기둥간격(m)	6.1×6.1	변화	7.9×7.9 ; 4×7.9	15.6×변화
오피스 명	Sears, Chicago, 1974	140 Broadway, N.Y., 1976	National City Center, Cleveland, 1980	Three First National Plaza, Chicago, 1981
층 수	110층	49층	35층	57층
연면적(m ²)	413,948	96,152	65,030	148,466
계획모듈(m)	1.5×1.5	1.5×1.5	1.4×1.4	1.5×1.5
기둥간격(m)	25×25	9.1×9.1	변화	변화
오피스 명	Park Avenue Plaza, N.Y., 1981	Commerzbank Tower Frankfurt,1997	Jin Mao Building Shanghai, 1998	
층 수	45층	63층	88층	
연면적(m ²)	102,885	100,000	211,370	
계획모듈(m)	변화	2.5×2.5(천장)	1.5×1.5	
기둥간격(m)	변화	-	변화	

2.2 리스 스펠(lease span)

오피스의 깊이는 건축의 시대적 발달에 따라 변화되어 왔으며 초기 오피스 건물에서는 창으로부터 밝은 빛이 도달하는 거리를 사무실 깊이로 인식하여 왔으나, 인공조명의 발달에 따라 10m전후의 공간에 통로 및 수납공간을 고려한 12~13m가 많이 채택되고 있으며 최근에는 15m정도가 많이 쓰이고 있는 추세이다. 물론 코어의 형태나 위치의 변화에 따라 리스스팬의 변화가 가능하다.

2.3 코어 계획

고층 오피스 건물의 경우에 중앙코어가 주류를 이루고 있으나 대형 건물에서는 안전성이나 대피성

을 감안하여 양측코어나 복합형 코어가 사용된다.

초고층 건축물을 형성하는 가장 중요한 3가지 요소는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 각층 바닥면 : 기능공간의 수직적 연속
- 코어 : 각 기능공간에 대한 수직적인 서비스 공간
- 외벽 : 바닥과 코어를 보호하는 외부마감

일반적으로 초고층 건축물에서, 구조를 영구적인 요소로 본다면 외벽과 코어는 반영구적인 구성 요소로 볼 수 있다. 또한 코어는 기능적인 면에서 서비스 공간으로서 초고층 건물의 효율성과 기능성을 극대화하는 요소이므로 기술개발에 따른 새로운 빌딩 시스템은 수용할 수 있는 융통성을 요구하고 있다. 또한 최근 급속히 발전하는 통신장

표 5 리스 스펠과 코어와의 관계

	폐쇄형 및 개방형 사무소	짧은 리스 스펠인 경우 A	적절한 리스 스펠인 경우 A	사 례
싱글 존		6~8m	9~13.5m	동경도청사(19.2m) 신주쿠 Park Tower(19.2m)
싱글 존		12~16m + 코어 깊이	18~27m + 코어 깊이	Citycorp Center Messetrum Petronas Tower(23.2m) Landmark Tower(9~15m) Sears Tower(22.86m)
더블 존		12~16m	18~27m	Shin Umeda City NEC Bldg.
	개방형 사무소	깊은 리스 스펠인 경우 A		
멀티 존		15m이상		Commerzbank Tower(15m)

비의 변화에 적응할 수 있는 전용 샤프트를 두어야 한다.

2.4 Zoning 계획

일반적으로 인텔리전트화된 오피스는 일반 오피스보다 15~20%의 면적이 증가되며 각공간의 구역은 다음 3가지로 구분된다.

과도한 소음이나 열을 발생하는 OA기기는 사무실내의 특정부분에 집중하여 heavy duty zone을 만들고 그 구역에 공조 및 조명을 증강시키고 흡음에 대해 고려함으로써 오피스 환경 전반적인 악화를 방지 할 수 있다.

개별 스페이스	신분, 지위에 따른 공간 : 사장실, 중역실 사무공간 : 일반사무공간, 창조를 위한 공간
중간 스페이스	오피레이션 룸 : OA기기가 집중된 공간, 기계조작 스페이스
공용 스페이스	기계실 : 사무용 기계 스페이스 수납실 : 서류, 정보 휴식실 서비스 : 화장실, 복도, 엘리베이터 홀 하부구조 : 기계실/ DS, PS, EPS

2.5 단면계획

초고층건물의 경제성은 층고의 절대적인 영향을 받는다. 낮아진 층고에 의한 외벽 면적의 감소는 횡하중의 감소와 더불어 구조의 감소, 열손실 감소로 기계시스템에 대한 효과도 기대할 수 있다. 실제로 1997년 준공된 프랑크푸르트의 Commerzbank Tower(그림 1)는 Double Skin(그림 2)을 사용

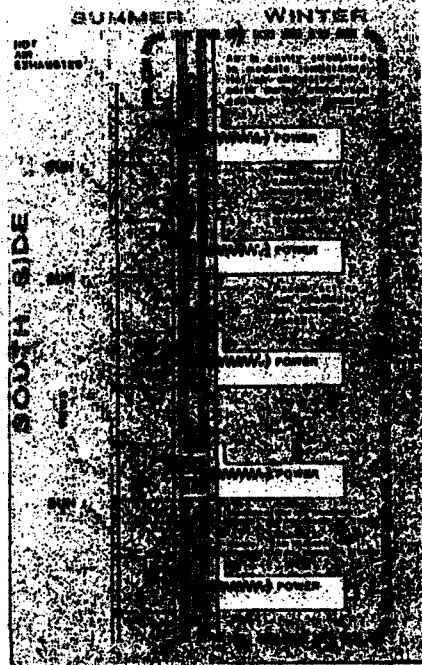


그림 2 Double skin 개념

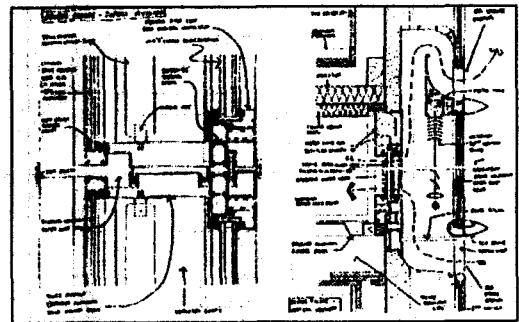


그림 3 Commerzbank의 double facade typical mullion / double facade-vertical section

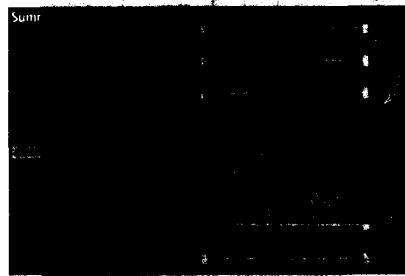
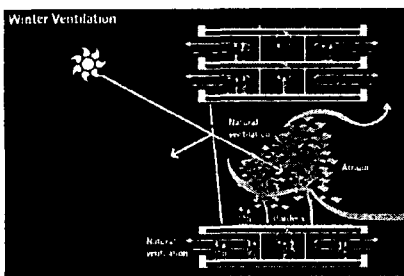


그림 1 Commerzbank tower의 자연환기 시스템

하여 두층 사이에서 자연환기가 되도록 하고 또한 몇 개층마다 아트리움을 두어 자연환기를 적극적으로 도입 할 수 있도록 하여 건물전체의 에너지를 25~30%정도를 절감할 수 있다고 한다.

건축물의 층고는 적절한 천장고 보의 깊이, 설비공간의 깊이를 고려하여야 한다. 단면계획은 기둥간격과 하중에 따라 결정하며 일반적으로 구조스팬은 10.5m~13.5m정도이다. 천장 속의 공간의 깊이는 0.9~1.2m에 이르며 설비부분의 수평분배 시스템은 두 가지 방법으로 해결된다. 설비 덕트와 파이프는 구조바닥으로부터 매달리거나 혹은 바로 직접 지지될 수 있다.(그림 4) 직접지지는 트러스, 프레임 거더, 성곽형 빔(castellated beams) 그리고 스티브 거더(stub-girders)와 같이 구조체의 사이로 설비의 수평분배가 이루어진다. 이 경우 설비 시스템은 구조체와 일체가 된다. 전기와 통신설비 시스템은 이중바닥(raised floor)방

식으로 하며 천장고는 2.55m~2.7m정도이다.

2.6 안전 시스템

초고층 건축물에 있어서 안전 시스템은 서비스 차원에서 중요하다. 모든 실내공용공간, 엘리베이터, 바닥층과 지하 현관 등은 중앙 정보센터로 신호를 보내고, 움직임을 감지하는 장치가 되어 있으며 건축물의 모든 부분은 마스터 키(master key)로 작동시킬 수 있는 복잡한 잠금 계획 시스템은 중앙정보센터에 연계된다. 이러한 것과 더불어 적외선 장치, 움직임 감지장치, 자기접촉에 의해 열리는 문, 비상버튼등에 의한 경보장치가 있으며 램프, 현관, 헬리포트, 비상구, 지하실, 외벽 등의 건축물 어느 부분에서든 전기 잠금 장치가 작동되고 통신이 가능하게 되어야 한다. 또한 주차장입구는 전동식으로 제어되고 티켓머신으로 작동되며, 물체나 사람이 들어올 경우 감지하는

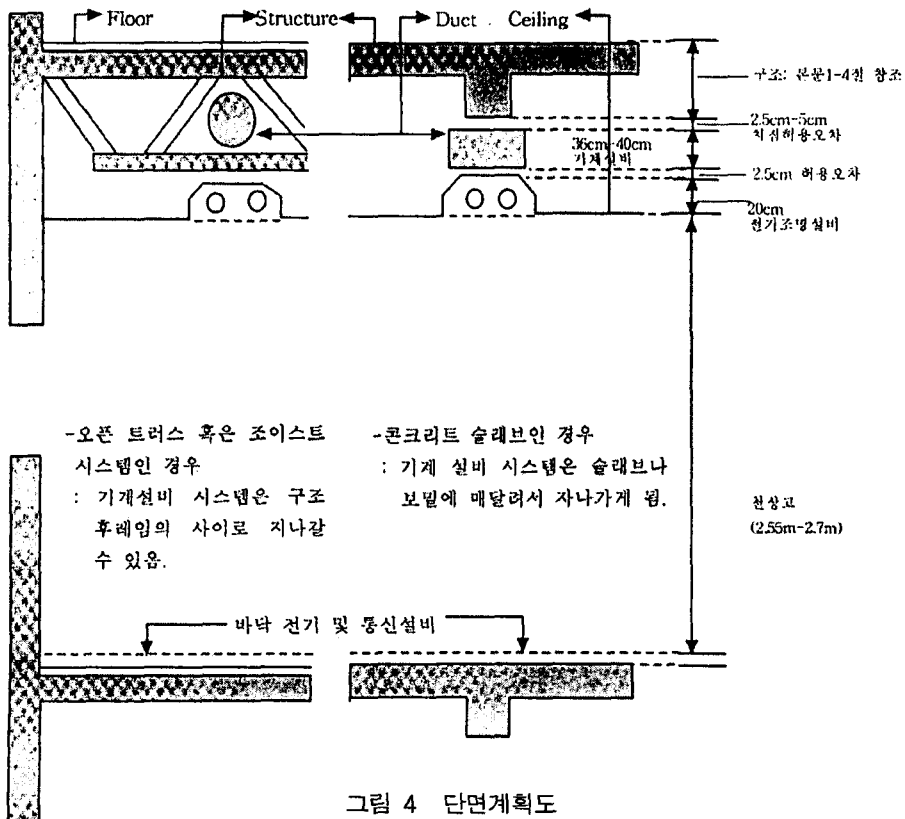


표 6 초고층 건물의 천장고 예

건 물	층수	높이	년도	층 고	건축가	구 조
John Hancock, Chicago	100	344m	1969	2.4m ~3.75m	S.O.M	Steel Trussd
World Trade Center, N.y	110	411m	1972	3.66m C: 2.62m	M.Yamasaki	Steel
Sears Tower, Chicago	110	443m	1974	4.02m	S.O.M	Steel bundled Tube
Citicorp Center, N.Y.	55	280m	1978	3.9m C: 2.62m	Hugh Stubbins	Steel
1 st Interstate World Center, L.A	75	310m	1989	4.0m C: 2.7m	Peicobb Freed	Dual Steel Frame
Bank of China, Hongkong	70	367m	1990	4.0m	LM. Pei	Steel/Con'c
Central Plaza, Hongkong	78	374m	1992	4.0m	Ng Chun Man	Steel/Con'c
Landmark Tower, Tokyo	70	296m	1993	4.0m	Stubins	Steel
Petronas Tower, KLCC	88	447m	1996	4.0m	Cesar Pelli	Highstrength Con'c & Composite
Commerzbank Tower	63	259m	1997	3.5m ~4.0m	Norman Foster	Vierendeel beam & Composite
Jin Mao Building	88	421m	1998	3.2m ~4.0m	S.O.M	Composite (Mega Column +Super Core)

적외선 방어벽을 두게 되며 각층의 안전요원은 TV 카메라를 통해 각 지역을 감시한다. 초고층 건축물로 출입하는 사람은 방문객의 신상 명세나

건물 체류시간등의 정보를 제공하는 카드 판독을 갖춘 회전문으로 통제하는 경우도 있으나 이러한 안전장치는 방문객이나 임대인에게 장애가 되어서는 안된다.(그림 5)

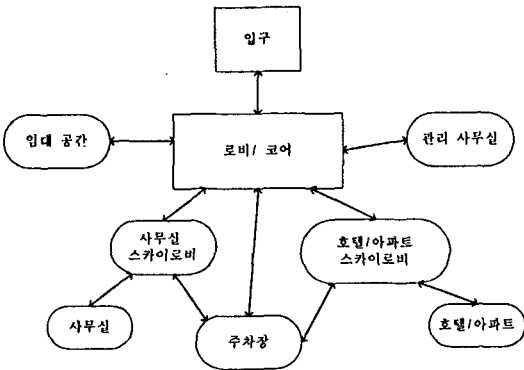


그림 5 건축적 안전시스템 다이어그램

2.7 엘리베이터 시스템

엘리베이터는 초고층 건축의 심장과 혈관에 비유될 수 있다. 그러므로 엘리베이터의 사용 및 운용방식의 결정은 신중하게 고려하고 발전시켜 나가야 한다. 초고층 건물의 성공여부는 수직동선의 효율성에 의해 좌우된다고 해도 과언이 아니다.

초고층 건물은 층수의 증가에 따라 코어의 면적 또한 늘어나게 되는데 임대면적의 비효율성이라는 문제가 대두된다. 이를 해결하기 위한 방법으로 다음과 같은 시스템이 적용되어야 한다.

표 7 엘리베이터의 system의 종류

조닝 시스템(zonning system)	50~60층 높이의 건물에 유리 급행구간 가능(셔틀 엘리베이터) 고속성능 확보 설치대수 감소 사용하지 않는 샤프트공간 활용가능
스카이로비 시스템(sky lobby system)	복합용도에 유리 단면형상이 변하는 곳에 설치 다른 시스템과 복합하여 계획
더블데크 엘리베이터시스템(그림 6) (double-deck elevator system)	1개 샤프트안에 2대의 엘리베이터가 동시운행 코어면적 감소 세심한 운영기술 필요
혼합 시스템 (single-deck+double-deck elevator system)	스카이로비와 연계한 시스템 셔틀용으로 더블데크 사용 로컬용으로 싱글데크 사용

표 8 승용 엘리베이터의 zoning 방식에 따른 사례

건물명 및 용도	층수	대수	구역	구역별 운행층수 및 대수	데크 방식
Messeturm(사무소)	65	22	5	1~10층(10개층) 11~20층(10개층) 21~29층(9개층) 30~45층(16개층) 46~60층(15개층)	싱글 데크
대한생명 63빌딩(사무소)	60	33	3	1~20층(20개층) 23~37층(15개층) 40~54층(15개층)	싱글 데크
Three First National Plaza(사무소)	57	29	6	1~10층(10개층) 11~23층(13개층) 24~33층(10개층) 34~43층(10개층) 44~53층(10개층) 53~57층(5개층)	싱글 데크
Citicorp Center(사무소)	55	20	3	10~27층(18개층) 27~41층(15개층) 41~56층(16개층)	더블 데크
新宿Park Tower (사무소, 호텔)	52	60	3	1~9층(9개층) 10~36층(27개층) 39~51층(13개층)	싱글 데크
One Shell Square (사무소)	51	22	3	1~17층(17개층) 18~33층(16개층) 34~50층(17개층)	싱글 데크
140 Broadway(사무소)	49	24	5	1~10층(10개층) 10~18층(9개층) 19~25층(7개층) 26~32층(7개층) 33~48층(16개층)	싱글 데크

건물명 및 용도	층수	대수	구역	구역별 운행층수 및 대수	데크 방식
동경도청사제1청사 (사무소)	48	33	4	B1~16층(17개층) 16~25층(10개층) 24~32층(9개층) 32~42층(11개층)	싱글 데크
1114 Avenue of The America(사무소)	47	30	4	1~11층(11개층) 12~23층(12개층) 24~36층(13개층) 37~46층(9개층)	싱글 데크
1160 Avenue of The America(사무소)	44	26	4	1~12층(12개층) 14~23층(10개층) 24~34층(11개층) 35~43층(9개층)	싱글 데크

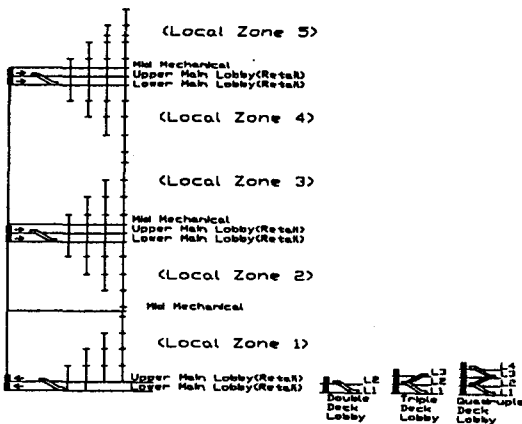


그림 6 초고층 건물에서의 더블 데크 (double-deck) 엘리베이터

3. 맺음말

초고층 건축은 첨단화된 기술집약체이긴 하지만 건축환경계획이 우선되어야 하고 동시에 적합한 설비전기시스템을 도입함으로써 완벽한 인텔리전트 빌딩이 될 수 있다. 왜냐하면 궁극적으로 우리가 추구하는 건물은 기계적인 설비로 구성된 첨단빌딩 이전에 경제적이면서 쾌적한 환경을 가지고 있는 건물이어야 하기 때문이다.

과거 높이나 층수만이 관심의 대상이었던 기존의 초고층 건축물들은 설비적인 해결을 통해 초고층 건축물의 완성도를 추구하고 왔다. 그러나 최근 초고층 건축물 중에는 초고층 건축에서 가장 취약적인 환경적인 측면에서도 만족할 만한 결과를 보

여주고 있어 자연친화적인 방향으로 나아가고 있다. 초고층 건물은 현재 우리의 건축에 관한 기술 중에서 가장 첨단적이고 고도로 집약된 결정체라 할 수 있다.

초고층 건물은 하나의 수직화된 도시이며 이 도시를 운영하고 관리하기 위한 갖가지의 인텔리전트 시스템이 요구된다. 이는 초고층 건물이 주는 상징성과 경제성 이외에도 지역사회에서 초고층 건축이 주변환경에 미치는 영향이 크기 때문이다. 그러므로 환경친화적인 초고층 건물이야말로 인텔리전트빌딩에 가장 가까운 건물이 될 수 있는 것이다.

서두에서 밝힌바와 같이 일본의 인텔리전트화는 대지 및 자연환경의 제약에 의해 구조적으로 안전한 시스템과 첨단장비에 의해 철저히 통제되는 시스템을 갖추고 있지만 실질적으로 건축공간에서의 환경친화적인 면은 약하다고 하겠다. 그러나 최근 미국과 유럽의 초고층 건축은 적극적으로 자연환경을 실내로 끌어들이려는 노력을 하고 있으며 새로운 인텔리전트 초고층 건물의 방향도 이와 같다고 하겠다.

결국 우리나라와 같이 기후의 변화가 다양한 지역에서 추구해야 할 방향은 새로운 시스템의 도입보다 건축환경계획에 보다 많은 부분을 할애해야 한다고 하겠다. 적절한 모듈(1.5×1.5배수), 충분한 리스 스펜(15m내외)과 구조계획, 단면계획, 적합한 코어계획, 자연환기가 가능한 공간계획, 에네르지를 갖춘 아트리즘, 다양한 단면계획과 외피(double skin)등은 미래에 우리가 추구해야할

초고층 건물계획에 있어서 선결해야할 과제인 것이다.

참 고 문 헌

1. 삼우설계 IB분과위원회, 1991. 2, 인텔리전트 빌딩 기술개발 연구보고서(1차년도).
2. 삼우설계 초고층 분과위원회, 1996. 4, 초고층 분과위원회 보고서(1차년도).
3. 삼우설계 초고층 분과위원회, 1997. 4, 초고층 분과위원회 보고서(2차년도).
4. 고려대학교 여영호, 삼우설계 초고층 분과위원회, 1998. 7, 초대형 고층건물의 건축계획.
5. 고려대학교 여영호, 삼우설계 초고층 분과위원회, 1999. 3, 초대형 고층 건물의 건축계획에 관한 연구보고서.
6. 대림산업 기술연구소, 서울대 공학연구소, 1995. 6, 초고층 건물 공동연구 보고서.
7. 고려대학교 윤지언, 1990. 12, 인텔리전트 오피스빌딩의 건축환경부분에 관한 연구.
8. CTBUH, 1995, Architecture of Tall Buildings.
9. CTBUH, 1998, "100 of World's Tallest Buildings", Images Publishing.
10. 빌딩문화, 1998. 2~9월호, "세계의 초고층 빌딩 순례".
11. 이상건축, 1997. 12, "생태학적 건축환경; 녹색 마천루의 설계".
12. www.boomtown-frankfurt.com/skyscrapers
13. www.worldstallest.com
14. www.fosterandpartners.com