

# 초고층 빌딩에 적합한 조명 시스템의 필요조건을 도출하기 위한 문헌 연구

염정덕 <숭실대학교 전기공학부 교수>

## 서 론

초고층 빌딩은 주거용이나 사무용 공간뿐 만이 아니라 일상생활을 영위하기 위한 복합 기능을 함께 가지므로 필요한 조명 시스템의 규모가 커서 조명 시스템의 효율화가 에너지 절약에 미치는 영향이 대단히 크다. 그러므로 초고층 빌딩에 적절한 조명 시스템을 선택한다는 것은 에너지 절감에 크게 기여할 뿐 만 아니라 최대공간의 활용, 최적의 조명 환경 제공 등 다양한 의미로 매우 중요하다. 그러나 아직 초고층 빌딩에 있어서의 조명 환경에 대한 연구는 미미하고 체계적이지 않아서 초고층 빌딩에 적합한 최적의 조명 시스템을 선정하기 위한 기초 연구가 시급한 실정이다. 본 연구에서는 초고층 빌딩에 관한 문헌들을 수집하고 정리하여 초고층 빌딩에 알맞은 조명 시스템의 필요조건을 도출하고자 하였다.

## 1. 초고층 빌딩의 정의

2009년 8월 제정된 “서울특별시 초고층 건축물 가이드라인”에 따르면 초고층 빌딩은 50층 이상 또는 높이가 200m 이상인 건축물로 정의된다[1]. 고층이나 초고층 건축물의 정의는 시대적, 사회적 상황에 따

라 변화하는 상대적인 개념을 포함하고 있다. 유럽의 경우, 12층 이상의 건축물은 고층으로 간주되지만 시카고나 뉴욕등과 같은 미국의 도시에서는 최소한 70층 이상의 건축물이 초고층으로 인식된다. 우리나라의 경우는 1960년대 21층 이상의 건축물이 초고층의 개념적 범주였으며, 21세기에는 초고층의 개념이 60~70층 이상이 될 것이다. 19세기 말부터 본격적으로 시작된 고층 건축물의 역사는 21세기 초에 이르기까지 100여 년의 역사를 가지고 있다[2].

## 2. 초고층 빌딩의 현황

초고층 빌딩은 강철이나 엘리베이터의 발명, 고강도 콘크리트의 등장 등 공학분야의 공헌과, 사회적인 수요 및 욕구에 힘입어 현실화되고 또한 발전되어 왔다. 초고층 빌딩은 20세기 초 미국의 뉴욕 및 시카고에서 태동하여 1980년대까지 미국, 캐나다 등 북미 대륙이 주도하다가 1990년대 들어서는 홍콩, 싱가포르, 말레이시아, 대만, 중국 등 동남아 지역이 10년 이상 전성기를 구가해 오고 있다. 우리나라에서도 초고층 빌딩 시대가 도래하고 있다. 2001년 비행기 테러에 의한 월드트레이드 센터 붕괴 사건으로 인해 초고층 빌딩의 안전에 대해 막연한 불안감을 느끼는 사

람들 또한 적지 않을 것으로 보인다. 그러나 이러한 우려에도 불구하고 세계적인 초고층화 추세는 향후에도 계속될 수밖에 없을 것으로 전망된다. 초고층 건축물은 당대의 첨단 건설기술이 총체적으로 집약된 결정체일 뿐만 아니라, 오늘날에 이르러서는 한 국가의 상징물 또는 경제성장의 척도로 인식되는 경향이 강하기 때문이다. 최근 국내에서도 50~60층이 넘는 초고층 주거용 건축물들이 속속 지어지면서 도시의 스카이라인을 변모시켜 나가고 있다[3].

## 2.1 국내 초고층 오피스 빌딩

우리나라 초고층 빌딩의 역사는 1971년에 완공된 삼일 빌딩(31층)을 필두로 해서 1984년 63빌딩(대한생명빌딩, 249m), 1987년의 무역센터빌딩(228m) 등이 그 맥을 이어 오고 있다. 이후에도 강남 테헤란로 일대를 중심으로 30~50층 규모의 빌딩이 다수 건축되어 왔다. 국내 초고층 빌딩의 대명사 격이라 할 수 있는 63빌딩의 높이는 전세계 초고층 빌딩 중 약 60위권에 해당된다. 곧 이어 지어진 무역센터빌딩(지하2층, 지상55층)도 또 하나의 랜드마크적인 빌딩으로서 착공 후 39개월 만에 지어져 당시의 기술력이나 개념으로는 획기적인 사례였다. 이 밖에도 서울 상암동의 서울라이트(133층, 640m), 용산 드림타워(150층, 665m), 송도 인천타워(151층, 613m), 잠실 제2롯데월드(112층, 555m), 부산 제2롯데월드(117층, 511m) 등이 진행 중에 있다. 또한 똑섬의 현대자동차 사옥(110층, 550m), 청라 시티타워(110층, 450m), 부산 도시공사의 월드비즈니스센터(108층, 432m)등도 건설 계획이 추진되고 있다. 한국의 건설업체에 의해서 시공된 해외의 초고층 프로젝트 사례로는 KLCC빌딩(452m)과 대만의 Financial Center(508m)가 있어 국내 초고층 공사 관련 기술력 축적이나 발전에 큰 기여를 할 것으로 보인다[4].

## 2.2 국내 초고층 주거용 빌딩

국내 초고층 주거 빌딩의 경우 1980년대 중반에 30층 아파트가 시범으로 지어졌으며 이어 분당, 일산 등 신도시 개발시에 30층 아파트가 대규모로 지어졌다. 이후 1990년대 후반에 와서야 몇몇 선도 회사에 의해 도곡동 등을 중심으로 초고층 주거시대가 활짝 열렸다. 아크로빌(지상 46층), 타워팰리스 I(66층), II(55층), III(69층, 262m)과 목동 하이페리온(69층, 256m), 삼성동 I-Park(46층), 아카데미 스위트(51층), 센텀파크(53층)등이 있다. 초고층 주거용 빌딩의 경우는 그동안 해외 초고층 빌딩 건설 경험을 바탕으로 회사의 전략 상품화를 목표로 삼은 몇몇 선발 회사에 의해서 주도되고 있고 사실상의 국내 초고층 빌딩 시대를 주거용 빌딩들이 열어나고 있다고 해도 무방할 것이다[4].

## 2.3 국외의 초고층 빌딩

국외 초고층 빌딩들의 원조는 102층에 381m의 높이로 1931년에 세워진 엠파이어 스테이트 빌딩이다. 세계 최초로 100층을 돌파한 마천루로서 오랫동안 뉴욕을 대표하는 상징물이었다. 그 후, 약 40년이 흘러 시카고의 시어스 타워(Sears Tower 110층, 443m, 1974년)가 새로운 초고층 빌딩으로 등극하였다. 90년대 들어서는 초고층 빌딩의 바람이 아시아로 불어왔다. 선진국에 비해 상대적으로 취약한 개도국 도시의 이미지를 높이기 위한 노력의 일환으로 여겨지기 초고층 빌딩들이 생겨났으며 중국 상하이의 진마오 타워(93층, 420m), 홍콩의 파이낸스 센터(90층, 416m), 말레이시아의 페트로나스 타워(88층, 452m) 등이 건설되었고, 2010년 아랍에미리트 두바이에 완공된 부르즈 할리파(Burj Khalifa)가 높이 828미터로서 현존 최고 빌딩으로 기록되어 있다. 현재 전 세계적으로 200m이상의 초고층 빌딩은 700개이며 2014년까지 1021개의 초고층 빌딩이 완공될 전망이며 완공되어지는 건물은 매년 증가하고 있다.

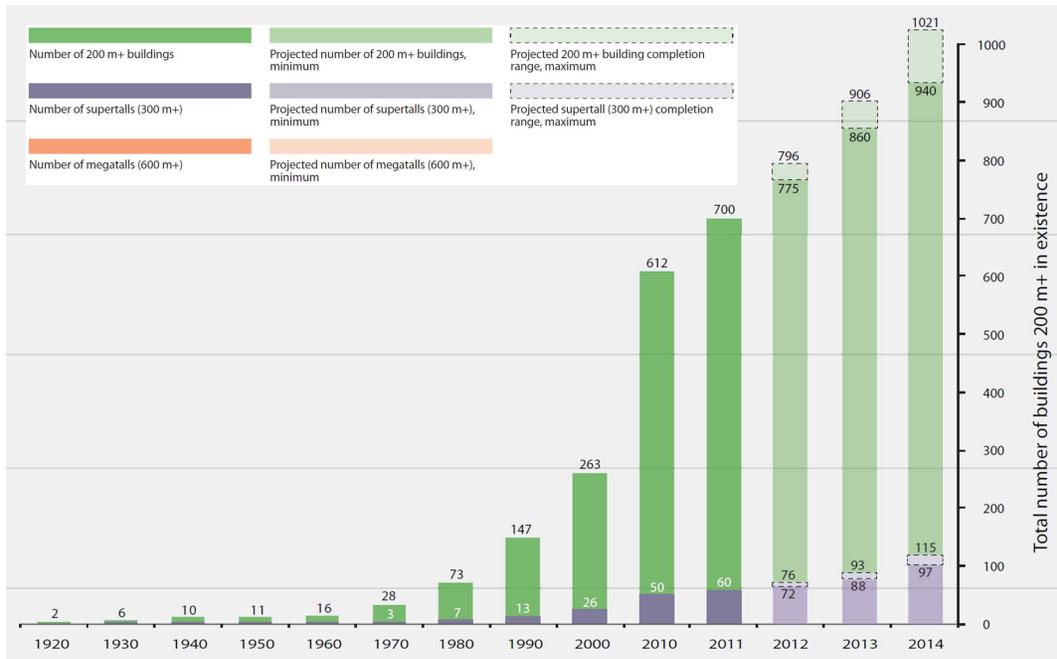


그림 1. Tall buildings 200 meters or taller completed each year from 1960 to 2012

[그림 출처] "Tall Buildings in Numbers", CTBUH Journa Issue 1, pp.37, 2012, 세계 초고층도시 건축학회 <http://www.ctbuh.org>

### Tall Buildings 200 meters or Taller Completed in 2011: by Country

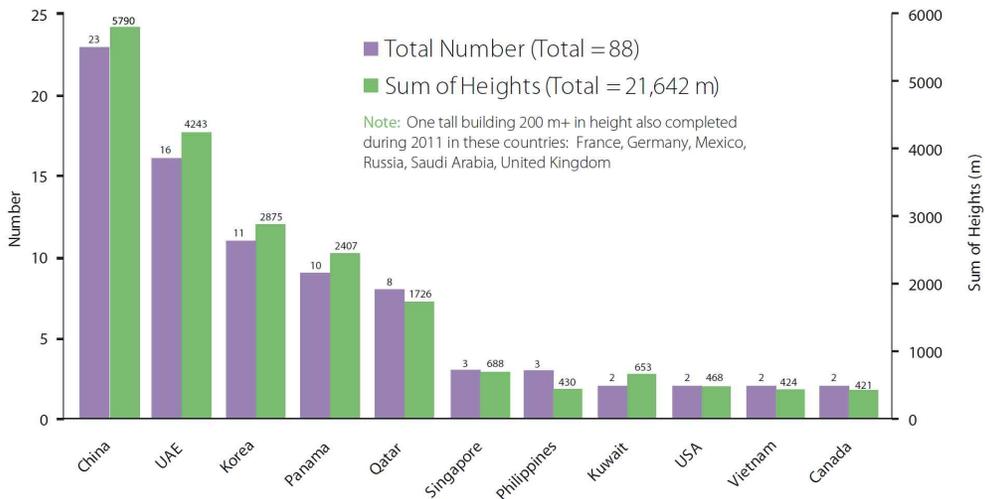


그림 2. 국가별 초고층 빌딩 현황

[그림 출처] "Tall Buildings in Numbers", CTBUH Journa Issue 1, pp.37, 2012, 세계 초고층도시 건축학회 <http://www.ctbuh.org>

### 3. 초고층 빌딩의 특징

#### 3.1 조망권

2002년 타워팰리스가 건설된 이후 부유층에서는 초고층 주거공간에 대한 관심이 급속히 커졌다. 같은 아파트 동에서도 갈수록 고층을 선호하는 현상이 뚜렷해졌고 중간층과 고층 아파트 간 시세역전 현상도 벌어지고 있다. 과거에는 최상층은 단열성이 떨어져 냉·난방 등에 적합하지 않고 상수도·엘리베이터 등도 중간층에 비해 열악하다는 생각이 우세했다. 그러나 이러한 추세는 조망권 때문에 완전히 바뀌었다. 최근 2~3년 사이 조망권이 크게 부각되면서 최상층을 선호하는 경향이 뚜렷하게 증가하고 있고 이는 초고층 아파트나 조망권이 좋은 아파트일수록 '로열층=고층'이라는 인식이 자리 잡아가고 있는 것이다. 또한 CEO들이 머무는 층은 최상층이라는 인식은 초고층을 선호하는 경향이 주거공간에 국한된 것이 아니라 사무공간에서도 동일하다고 할 수 있다[5].

#### 3.2 녹지공간의 확대

초고층 빌딩의 또 다른 특징은 더 많은 공간을 녹지로 활용할 수 있는데 있다. 전체 대지면적에서 건축면적이 차지하는 비율인 건폐율은 건축법에 의하여 주거전용지역은 50%미만, 준주거·상업지역은 70%미만 등으로 정해져 있으며, 전체 대지면적에서 건물의 지상 각층의 면적을 합한 면적인 연면적이 차지하는 비율인 용적률은 건축물의 높이가 높을수록 증가한다. 예를 들어 건축면적이 1000평인 건물에 10층과 50층의 층수로 비교할 경우 같은 용적률에 건폐율은 5배 차이가 난다. 즉, 같은 용적률의 건물을 초고층으로 지어 건폐율을 낮춘다면 녹지로 활용할 수 있는 공간은 더 넓어질 것이다[5].

#### 3.3 풍속의 증가

초고층 빌딩의 경우 바람에 대한 영향을 많이 받는다. 중력은 모든 건물에 수직으로 작용하는 힘이고 이에 대해 바람은 건물에 수평으로 작용하게 된다. 높이가 낮고 자중(自重)이 많이 나가는 건물은 바람의 영향을 크게 받지 않는다. 그러나 초고층 건축물은 고층화·경량화됨에 따라 바람의 영향은 구조물에 치명적 피해를 줄 수도 있다. 더구나 건축물의 초고층화에 따라 상층부에서는 외기 풍속이 증가한다. 보통 지상 100m에서는 지표면의 1.6배, 지상 150m에서는 1.8배 정도이다. 외기 풍속이 커지면 외벽표면의 대류 열전달율이 증가하며 창 새시 등의 틈새에서 외기 침입량을 증가시키며 이는 표면 열전달율의 증가와 함께 냉난방 부하에 큰 영향을 미친다[6-7].

#### 3.4 단열성능, 일사, 연돌효과

구조체의 경량화와 함께 외피 특히 유리창 면적이 큰 초고층 빌딩은 단열성능 및 축열성능 저하 등의 부하 특성으로 인하여 외부조건 변화가 실내에 직접적인 영향을 미치게 된다. 여름철에는 외벽에서 천공복사를 받는 양이 많아져서 부하가 증가하며, 겨울철에는 저층부에서 고층부로 연돌효과가 심하게 나타나기도 한다. 또한 초고층 빌딩은 주변 빌딩보다 높이 솟아있어 다량의 천공일사와 야간복사 냉각이 발생한다[7].

#### 3.5 조명 설계

초고층 빌딩의 조명설계에 대한 연구는 공조, 엘리베이터 등의 다른 분야에 비해 연구가 미흡한 상태이며 국내·외 초고층 빌딩의 조명설계 경향은 표 1과 같다.

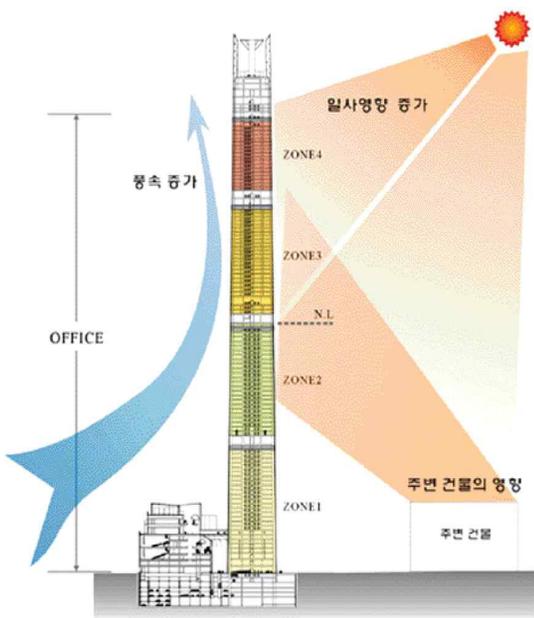


그림 3. 초고층 빌딩의 부하영향 인자

[그림 출처] 주선경 외2인, “초고층 건물의 열원 및 공조설비 계획”, 한국설비기술협회지 설비/공조·냉동·위생 pp.47, 2007년 1월호

(1) 주광

초고층 빌딩에서는 주위에 장애물이 적으므로 주간에 창으로부터 들어오는 태양광을 이용한 주광 조명이 용이하게 사용될 수 있다. 그러나 이러한 주광 조명은 태양광선 조사에 의한 사무실 내 조도대비 심하와 태양의 방향에 따른 조도 불균일성을 야기 시킨다.

(2) 빗공해

야간에 외부에서 초고층 빌딩을 볼 때는 초고층 빌딩의 유리창을 통하여 천정면을 보게 되므로 이 부분에 고휘도 광원이 존재할 경우 빗공해로 작용할 소지가 크다. 초고층 빌딩은 대부분 커튼월(curtain wall)로 이루어져 있어 유리면이 많은 구조이므로 외부로 새어나가는 빛의 양을 무시할 수 없다.

(3) 감성적 조명 환경

초고층 빌딩의 상층부에 거주하거나 근무하는 사람은 하층부에 근무하거나 거주하는 사람보다 심리적인

표 1. 국내·외 초고층 빌딩의 조명설계 경향

	조명설계 경향	
	국내	국외
천정 층고 높이	-오피스 층고 : 2.57~2.72m 가장 선호 -복도 층고 : 오피스층고와 유사	
천정 반사율	-75% 이하 일반적 -85%는 소수 적용	-85%가 일반적 -76~84%도 많이 적용
실내 파티션 높이	-1.22m가 일반적 -국외보다 약 0.15m 낮음	-1.37m가 일반적 -1.22m, 1.52m 일부 적용됨
상관색온도(CCT)	-대체로 4100K의 광원이 많이 사용	-대체로 3500K의 광원이 많이 사용
연색성(CRI)	-국내·외 마찬가지로 80's대와 90's대의 높은 연색성을 선호	
광원 종류	-국내·외 동일하게 현재는 T8광원이 많이 적용, 미래에는 T5광원 사용예상	
조명방식	-루버형 직접조명 -직접조명 선호	-직·간접조명 -간접조명 선호
조도 레벨	-500lux 이상	-400lux
조명제어시스템	-릴레이패널 On/Off제어	-타이머 On/Off제어

[표 출처] 정근영 외 3인, “국내·외 초고층 오피스건축물의 조명설계 경향 비교 분석”, 조명·전기설비학회지 Vol.22, No.2, pp.42-50, 2008.02.

영향을 더 많이 받으므로 건축물의 상층부로 갈수록 편안하고 부드러운 느낌을 줄 수 있는 색온도나 광색이 제공되어야 한다[8].

(4) 방열

모든 조명 기구는 열을 방출 하는 구조로 되어 있으며, 초고층 빌딩은 특성상 폐쇄적인 구조로 되어 있어 조명 기구가 방출 하는 열 에너지가 상당한 냉방부하로 작용할 수 있다.

## 4. 초고층 빌딩의 문제점

### 4.1 에너지 소비

초고층 빌딩의 경우 저층, 중층 및 고층 빌딩보다 에너지를 과다하게 소비하고 있으며 온실가스 배출량이 가장 높다. 2007년 서울환경연합이 저층(5층이하), 중층(25층이하), 초고층(30층 이상) 공동주택 22개 단지의 전기와 가스 사용량을 분석한 결과, 에너지 사용으로 인한 저층 주택단지 1156개 세대의 가구당 연간 평균 이산화탄소 배출량은 2.95톤, 중층 주택단지 6,588개 세대의 경우 4.78톤, 초고층 주택단지 6,752개 세대의 경우 8.20톤에 이른다. 이렇게

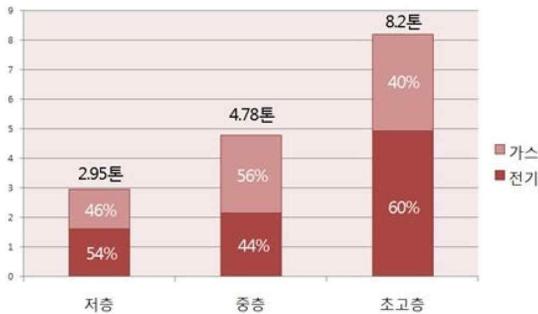


그림 4. 에너지 소비에 의한 연간 가구당 온실가스 배출량 비교(서울환경연합, 2007 기준)

[그림 출처] 개인 블로그, “초고층 탑상형 공동주택, 이대로 계속 지어져도 좋은가”, 에너지탐정의 초록 돋보기, 2009.01.05, <http://energyjustice.tistory.com/12>

과도한 에너지를 사용하는 초고층 빌딩은 빌딩자체가 거대한 발열체와 같으며, 도시의 열섬현상을 증가시키는 원인이 될 것이다[9].

국외의 에너지 소비 사례도 비슷한 양상을 보이고 있다. 2006년 호주의 The Sydney Morning Herald사의 분석에 따르면, 그림 5와 같이 초고층 주택의 가구당/1인당 이산화탄소 배출량은 10.4톤/5.4톤으로 타운하우스와 빌라보다 2배 이상 높다. 공동주택의 경우 저층으로 갈수록 온실가스 배출량이 낮아지고, 단독주택이 초고층 주택에 이어 두 번째로

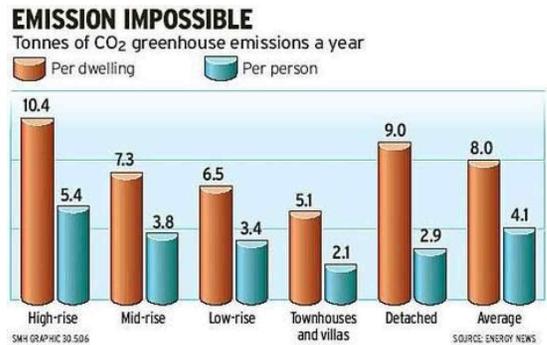


그림 5. 호주의 주택유형에 따른 이산화탄소 배출량 비교 (The Sydney Morning Herald 2006)

[그림 출처] 개인 블로그, “초고층 탑상형 공동주택, 이대로 계속 지어져도 좋은가”, 에너지탐정의 초록 돋보기, 2009.01.05, <http://energyjustice.tistory.com/12>

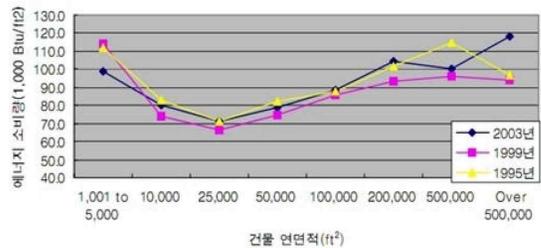


그림 6. 단위면적당 연료에너지소비 (미국 에너지정보청(EIA))

[그림 출처] 개인 블로그, “초고층 탑상형 공동주택, 이대로 계속 지어져도 좋은가”, 에너지탐정의 초록 돋보기, 2009.01.05, <http://energyjustice.tistory.com/12>

높은 것으로 나타났다[9].

미국 에너지정보청(EIA)의 건물에너지 소비통계를 통해 분석한 결과도 같은 결론에 이르고 있다. 그림 6과 같이 면적당 연료에너지 소비량은 건물의 연면적이 증가함에 따라 감소하다가 다시 가파르게 상승한다. 통계에 포함된 13개 초고층 주택의 가구당 월평균 전력사용량은 943kWh이고, 이 중 1,000 kWh 이상의 상위 6개 단지를 따로 계산하면 평균 1,140kWh에 이른다[9].

#### 4.2 에너지 소비 원인

초고층 건물의 에너지 다소비 원인으로써, 첫째 건물의 외벽 면적이 넓기 때문에 커튼월 공법이 널리 사용되는데 이는 외벽의 단열성능의 저하를 유발하여 에너지 소비를 증가시키는 원인이 된다. 이러한 이유로 서울시는 2008년 6월부터 ‘공동주택 심의기준’에 의거하여 아파트 외벽의 40%이상을 유리가 아닌 일반 벽으로 시공하도록 의무화하고 있다. 둘째, 인공 환기와 냉·난방 필수로 인한 에너지소비가 증가한다. 초고층 빌딩의 경우 외벽 자체의 넓이가 넓고 천공에 대한 형태계수가 크며, 일반적으로 유리를 많이 사용하기 때문에 직접 받는 일사의 영향이 커진다. 또한, 동절기 야간의 유리면의 열손실, 상층부의 풍속 증가에 의한 외기 침입량의 증가, 고층화에 따른 수직적 길이에 의한 송풍기와 펌프의 반송동력 증가, 업무향상을 위해 사용된 고조도 조명으로 인한 전등발열 증가 등이 초고층 빌딩의 공조설비에서 사용되는 에너지 소비를 증가 시키게 된다. 셋째, 고속 엘리베이터 및 복도 조명에 따른 전력사용량이 에너지 소비를 증가 시키는 원인이 된다. 아래의 표 2와 같이 상하이의 11층 높이의 전형적인 사무용 빌딩의 경우 단일 부하로는 조명설비의 용량이 800kW로 가장 많은 에너지를 사용하므로 조명용 부하의 절감이 절실하다[9].

표 2. Building Construction Equipment

Name	Equipment
Heat Pumps	Cooling Capacity: 349kW
	Heat Capacity: 365kW
Heat and Cold Water Pumps	15kW
Lights	800kW
Elesiters	13.5kW
Fan Coil Unit	125W, total 35.4kW
New Air Handling Units	3.3/unit, total 33kW

[표 출처] Jun Wang, “CEC: an Energy Consumption Evaluation Method for Air Conditioning Systems in Skyscrapers”, IEEE Int. Conf. on Advanced Management Science (ICAMS), pp.427 - 430, July 2010.

#### 4.3 연돌효과(Stack Effect)의 심화

일반적으로 겨울철 건물 내외부의 온도차에 의해 내외부 공기기둥의 무게차가 생기기 때문에 외벽 및 내벽의 칸막이, 바닥에 작용하는 압력차(Pressure Difference)가 발생하며 이에 따라 연돌효과가 나타난다. 특히 초고층의 경우는 건물이 높기 때문에 공기기둥의 높이가 함께 증가되고, 그에 따라 내외부의 압력차는 더욱 커지게 된다. 그리고 연돌효과가 발생함으로써 침기와 누기의 발생, 엘리베이터 도어 및 출입문 개폐의 어려움, 환기 및 배기의 불량, 화재시 유독성 연기의 전파 등의 문제점이 발생할 수 있으며 이를 방지하기 위하여 초기 계획단계에서 건축 및 기계적으로 연돌효과를 방지할 수 있는 계획의 고려가 필수적이다[7].

#### 4.4 빛공해

초고층 빌딩은 작업의 효율성을 위해 높은 조도의 조명기구들이 설치되어 있으며, 현재 조명용 광원으로는 선풍원으로 분류되는 형광등이 주로 이용되고 있다. 이렇게 조명이 집중되어 있는 초고층 빌딩은 외부에서 조명의 탑으로 비추어 지며 이는 수면저하 및



그림 7. 초고층 빌딩의 야경

[그림 출처] <http://www.ctbuh.org> (세계 초고층도시 건축학회)

교통안전 방해 등의 빛공해를 유발한다. 그 예로 2007년에 국토부에서 군과 민간조종사 및 관제사를 상대로 실시한 여론조사 결과, 제2 롯데월드 초고층 빌딩의 태양광 반사와 야간 조명이 비행기의 이착륙을 방해 할 것이라는 질문에 70%가 ‘그렇다’고 답했고 맹점 발생으로 인한 충돌 위험이 있다는 의견도 52%나 나왔다[10]. 서울시는 이러한 빛 공해를 방지하기 위해 2011년 2월 ‘빛 공해 방지 및 도시 조명 관리 조례’를 제정하였으며, 환경부는 인공조명의 부적절한 사용으로 인한 과도한 빛 또는 비추고자 하는 조명영역 밖으로 누출되는 빛이 국민의 건강하고 쾌적한 생활을 방해하거나 환경에 피해를 주는 상태를 빛공해로 규정하였고 제재에 나선다.

## 5. 초고층빌딩에 적합한 조명 시스템의 조건

### 5.1 친환경 그린빌딩의 고효율 조명기기

초고층 빌딩의 에너지 소비량을 줄이기 위해서는 조명용 에너지의 절감이 급선무이다. 국내 총 에너지

소비량 중 빌딩분야 소비에너지는 약 25%로 매년 그 비율이 증가되고 있으며, 이중 고급에너지원인 전기 에너지의 구성비는 주거빌딩의 경우 12%, 상업용 빌딩의 경우 41%를 차지하며, 조명기기 증가로 전기에너지 소비비율이 증가세를 보이고 있다. 또한, 최근 그림 8에서 보는 바와 같이 사무용 빌딩에서 차지하는 조명전기사용량이 29%로 전체 사용에너지의 1/4

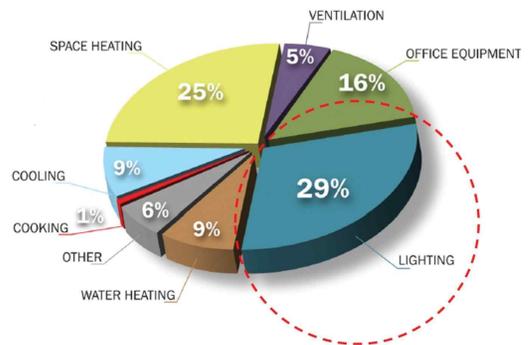


그림 8. 사무실에서 에너지 사용량

(2009년 LFI 컨퍼런스)

[그림 출처] 이의준, “고층건물용 첨단 주광 조명 설비 기술 소개”, 대한설비공학회지 Vol.41 No.08, pp.70-81, 2012-08

이상을 조명에너지로 소비하고 있는 것을 알 수 있으며 사용량 중에서 가장 큰 비율을 차지한다. 이러한 조명에너지 소비를 절감하기 위한 방안으로 국내외적으로 빌딩에 조명부하를 저감하기 위한 설계 기준을 제시하고 있다[11]. 이러한 설계 기준들과 세계적으로 추진되는 녹색 정책으로 인한 ‘그린 빌딩’의 열풍은 앞으로 완공될 초고층 빌딩의 조명이 기존의 조명에 비해 고효율이고, 장수명인 LED조명으로 대체될 가능성을 높이고 있다.

### 5.2 신재생 에너지 연계 DC배전용 조명

현재 건물을 이용한 에너지 생산은 풍력과 태양광 발전분야에서 많은 시도가 이루어지고 있다. 태양 전지(PV; Photo Voltaic) 모듈을 사용하여 발전하는 BIPV 시스템(Building Integrated Photo Voltaic System)은 유지비가 비교적 저렴하고 부가적인 건축 자재에 대한 비용 절감의 효과가 높으며 설치를 위해 별도의 대지가 필요 없으므로 뛰어난 경제성을 갖는다. 특히 초고층 빌딩은 외피 면적이 넓고, 외표면이 받는 직달일사가 많으며 주변 건물의 영향을 받지 않으므로 효율적인 태양광 발전이 가능하다.

한편, 초고층 빌딩의 경우 위층으로 갈수록 풍속이 증가하며, 그림 9와 같이 초고층 빌딩 위에서는 대체로 풍력이 일정하므로 이를 이용한 풍력발전이 활발히 연구되고 있다. 2008년 4월 바레인 세계무역센터(BWTC)의 2개동 사이에 직경 29m짜리 대형 풍력발전기 3대를 설치하였으며, 이를 완전 가동하면 건물에서 필요한 전력의 11~15%가량 자체 발전 할 수 있다고 한다[12]. 태양광 발전과 풍력발전으로부터 얻은 에너지의 효율적인 사용을 위하여 건물 내에 DC배전 시스템의 구축이 요구되며 광원 자체가 DC구동을 요하는 LED 조명은 정류 손실없이 DC구내 배전시스템에 직접 적용이 가능하므로 신재생 에너지의 사용을 극대화 할 수 있을 것이다.

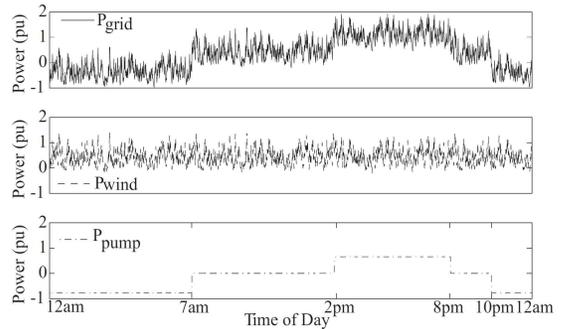


그림 9. Full Day Production Graph

[사진 출처] C. Rowe, et al., “The Windro Skyscraper: A concept”, Universities Power Engineering Conf. (AUPEC), pp.1-6, Dec. 2010

### 5.3 주광을 이용한 부분조광 시스템

초고층 빌딩은 창면적이 넓고 주변건물에 영향을 받지 않으므로 실내로 유입되는 주광의 양이 많다. 이러한 주광은 조도대비를 심화시키고 조도 균일도를 나쁘게 한다. 실내로 유입되는 주광의 양을 광센서로 감지하여 주광의 유입 정도에 따라 인공조명의 밝기를 부분적으로 조절하여 공간 전체에 균일한 조도를 유지함으로써 작업 능률을 향상시킬 수 있고 조명에 사용되는 에너지를 절약할 수 있을 것이다. 또한 건물의 상, 중 하층부로 나누어 조명의 색온도와 광색을 조절함으로써 높이에 따른 심리적 영향을 고려한 조명 환경의 연출도 고려하여야 한다. 이러한 능동부분조광을 위한 광원으로는 LED면광원이 적합하다. LED 면광원은 다수의 LED칩이 평면상에 직·병렬의 array구조로 배열하고 있어서 이러한 array의 각 부분을 점등하는 부분구동 또는 부분 구동된 각 array의 밝기를 변화시키는 조광제어에 적합한 광원이다. 그림 10과 같이 균일조도를 요하는 사무공간과 조명대상물의 이동량이 많고 상시 일정조도 이상을 유지해야하는 복도 및 주차장 조명에 LED 면광원을 부분조광 함으로써 광 이용효율을 극대화 시킬 수 있을 것이다.

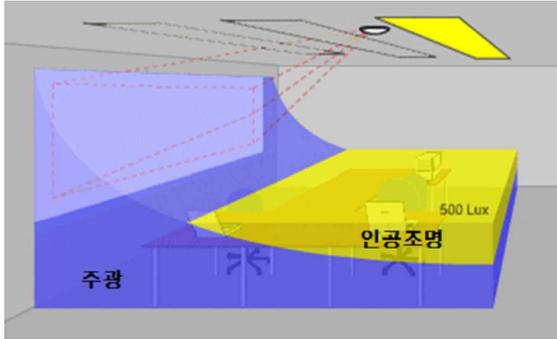


그림 10. 주광의 유입에 따른 부분조광제어

[사진 출처 홍성관, “광센서 조광제어시스템과 자동roller셰이딩 시스템의 통합 제어 소프트웨어 개발 및 조명 에너지 절감량 예측 시뮬레이션”, 세종대학교 석사학위 논문, 2008.12

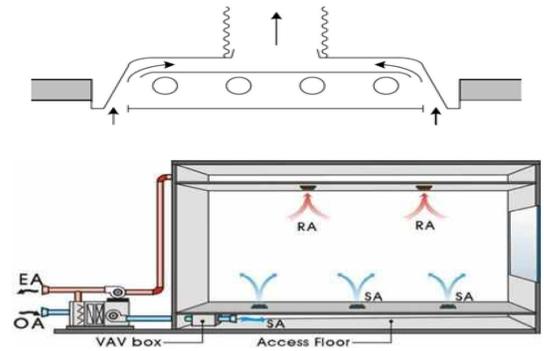


그림 11. 공조형 조명기구와 바닥 공조 시스템

[사진 출처 이범열, “초고층 건물의 에너지 절약적 공조방식에 관한 연구”, 포스코엔지니어링 기술보 제27권 1호, 2011.10

## 5.4 외기와 공조기구 연동 LED방열

초고층 빌딩에서는 열원으로부터 공조기까지 그리고 공조기에서 실내부하를 담당하는 말단 장비까지의 수직 길이가 길어진다. 초고층 빌딩의 열원설비는 중간기 냉방이나 연간공조에 의해 냉온열원의 동시 공급이 필요하다. 또한 열원장비의 배치도 건물의 높이가 높아짐에 따라 중간층 기계실 설치가 보편화 되고 있다. 초고층 빌딩은 상층부의 풍속 증가에 의한 외기 침입량의 증가한다. 또한 건물의 외표면에서 표면의 온도에 따라 정해진 장파장의 야간복사를 천공을 향해 방사하는데 겨울철 야간에 초고층 빌딩에서는 야간복사로 인한 유리면에서의 열손실이 크기 때문에 난방부하가 증가하게 된다[7]. LED조명기구는 LED칩과 방열판이 접합되어 있어 광원이 방출하는 열을 방열하기 용이한 구조이므로 이를 공조기구와 결합하여 그림 11과 같은 공조형 조명기구로 사용할 경우 난방부하의 감소가 가능 할 것이다. 또한 바닥 공조 시스템의 경우 공조기 자체가 거대한 방열판의 역할을 하므로 조명기구의 설치가 용이하다. 이러한 공조시스템에 LED조명기구를 직접 적용할 경우, LED 조명기구의 열을 이용하여 겨울철 난방부하의 감소를 실현할 수 있을 것이다.

## 5.5 빛공해 저감 등기구

초고층 빌딩에서 발생하는 빛공해를 방지하기 위하여 LED면광원이 효과적인 방법이 될 수 있다 현재 상용화 되어 있는 광원은 점광원과 선광원이 대부분이지만, 면광원은 동일한 광량의 점광원과 선광원에 비해 광속밀도가 낮고 면의 전체가 균일한 휘도를 가지므로 블래클레어가 적은 특징이 있다. 이러한 LED 면광원을 사용하여 부분 조광함으로써 창측 배광을 제어하면 외부에서 볼 때, 초고층 빌딩에서 발생하는 빛공해를 감소시킬 수 있을 것이다. 선진국뿐만 아니라 우리나라에서도 편안한 조명을 선호하는 사람의 숫자가 늘어감에 따라 조명에 대한 인식이 새로워지고 있다. 앞으로의 조명은 조명자체의 영역을 넘어서서 건강한 실내 공간을 조성하는 필수적인 요소로 자리매김하고 있다. 이제 현대인들은 눈에 피로감을 주



그림 12. 점광원, 선광원, 면광원

는 강한 조명보다는 점차 눈을 편안하게 해서 몸과 정신의 피로를 풀어주는 조명방식으로 나아갈 것이며 LED 면광원이 이에 적합한 광원인 것이다.

## 6. 결 론

초고층 빌딩은 일반적으로 50층 이상 또는 높이가 200m 이상인 건축물을 의미하지만 그 개념은 도시 규모와 개발의 정도, 시대의 사회적요구나 관점에 따라서 다르게 정의 된다. 근래의 초고층 빌딩은 높이가 높은 건물이라는 인식을 넘어서 도시의 랜드마크 역할을 한다. 조망권이 우수한 최상층을 선호하는 경향이 뚜렷해짐에 따라 매년 건설되는 초고층 빌딩의 숫자는 증가하고 있다.

초고층 빌딩은 같은 대지면적에 대해 더 많은 녹지 공간을 확보할 수 있는 장점이 있지만 높이가 증가함에 따라 외기가 증가하고 외피 면적이 넓어짐에 따라 단열성능 및 축열성능의 저하 등으로 인하여 에너지를 과다하게 소비한다. 초고층 빌딩의 에너지 절약을 위해서는 건물에서 사용되는 에너지의 1/4이상인 조명용 에너지의 절약이 가장 효과적일 것이다.

이러한 초고층 빌딩의 단점인 에너지 효율을 개선하고 쾌적한 조명 환경의 제공과 동시에 빛공해를 저감하기 위해서는 LED 면광원이 최적의 조명이 될 것으로 사료된다. LED 면광원은 기존 조명에 비하여 고효율, 장수명의 장점 이외에도 다수의 LED칩이 평면상에 배열되어있어 주광의 유입 정도에 따른 부분 조광제어가 용이하며 부분 조광으로 색온도, 광색, 배광을 변화시킬 수 있다. 또한 점·선광원에 비해 광속밀도가 낮으므로 빛공해 저감에 효과적이다.

LED 면광원의 방열을 공조기구와 연동함으로써 난방부하의 절감 효과를 얻을 수 있을 것이며, 풍력 발전 및 태양광 발전으로부터의 만들어진 DC 전력을 AC변환하지 않고 그대로 DC배전으로 사용하여 LED조명에 적용하는 것이 가능하여 전력 사용 효율

을 극대화 할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] “서울특별시 초고층 건축물 가이드라인”, 2009. 08. 제정  
<http://spp.seoul.go.kr/cms/board/Download.jsp?filed=UAIJDI5OTI&SOKJA=>
- [2] 박효균, “초고층 현대건축의 표현 특성에 관한 연구”, 경원대학교 석사학위 논문, 2011.02.
- [3] 김중훈, “초고층 건축사업에 있어서 CM의 역할”, 대한건축학회지 특집, Vol.45 No.10, pp.10-15, 2001.
- [4] 김중훈, “국내 초고층 건설기술 현황과 발전 방향”, 한국 초고층 국제 심포지엄 논문집, 2002.
- [5] “왜초고층아파트냐고?” 주간경향 특집기사, 2005.06.28 뉴스메이커 630호  
[http://weekly.khan.co.kr/art\\_print.html?artid=9990](http://weekly.khan.co.kr/art_print.html?artid=9990)
- [6] 윤명호, “초고층 건축 구조의 미래와 안전 과제”, 건설저널, 2001.10, 한국건설산업연구원
- [7] 이범열, “초고층 건물의 에너지 절약적 공조방식에 관한 연구”, 포스코엔지니어링 기술보 제27권 1호, pp.3-12, 2011.10.
- [8] 정근영, 홍성관, 최안섭, 이정호, “국내·외 초고층 오피스건축물의 조명설계 경향 비교 분석”, 조명·전기설비학회지 Vol.22, No.2, pp.42-50, February, 2008.
- [9] 개인 블로그, “초고층 탑상형 공동주택, 이대로 계속 지어도 좋은가”, 에너지탐정의 초록 돋보기, 2009.01.05, <http://energyjustice.tistory.com/12>
- [10] 신문기사, “공군조종사 86% ‘제2롯데월드 건설 반대’”, 시사인 Live, 2009.02.16.  
<http://www.sisainlive.com/news/articleView.html?idxno=3819>
- [11] 이의준, “고층건물용 첨단 주광 조명 설비 기술 소개”, 대한설비공학회지 Vol.41 No.08, pp.70-81, 2012.08.
- [12] “건물에서 에너지 자재생산...친환경 빌딩의 진화 어디까지”, 웹사이트 자료, 한국경제, 2011.09. <http://www.hankyung.com/news/app/newsview.php?aid=2011092359271>

## ◇ 저 자 소 개 ◇



염정덕(廉正德)

1960년 5월 14일생. 1987년 서울대학교 전기공학과 졸업. 1989년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992년 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1992~1995년 LG전자(주) 영상미디어(연). 1996년 일본 전기·통신대학 외국인연구자. 1997~1999년 삼성SDI(주) 기술본부. 2000~2005년 경주대학교 컴퓨터전자공학부 조교수. 2006년~현재 숭실대학교 전기공학부 부교수.