

해외사례조사를 통해 본 친환경 인증 초고층 빌딩과 인센티브정책에 관한 연구

A Study on Sustainable Tall Building by Rating System and Incentive Policy through Case Study

김형일* 신성우**
Kim, Hyeong Il Shin, Sung Woo

Abstract

Current trend on sustainable tall building shows significant efforts on the integrated design approaches for the performative design to achieve efficient building for the energy, structural and materials. The design of tall buildings should take into consideration of environmental impact and economic benefits from sustainable approaches to ensure low energy consumption and CO2 emissions. Designing sustainable tall building require concerns and comprehensive understanding of sustainable building technology, sustainable rating system and supporting incentive policy. The research has been conducted on available rating system and the incentive policy for sustainable building design methodology through cases studies for this study. In the paper, author tried to emphasis the role of the incentive policy for the sustainable building and provides survey of the impact on rating, adaptable use of sustainable building technology on the current practice of tall building design.

키워드 : 초고층 빌딩, 지속가능 건축, 친환경 요소기술, 친환경 건축 인증제도 및 인센티브정책
Keywords : Tall Building, Sustainable Building, Green Building Technology, Rating System and Incentive Policy

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

초고층빌딩은 각 도시의 이미지를 대표하기 위한 Landmark로서의 기능과 높이 경쟁을 통한 우월성 입증, 도시의 경제력을 과시하기 위해 많이 건설되어왔다. 이런 부분은 도시 내의 중요한 요소로써 미국과 홍콩을 시작으로 두바이, 중국, 유럽 그리고 한국까지 유행을 가져오게 되었다. 하지만 과거와는 다르게 현재의 초고층빌딩은 도시의 상징성과 경제적인 측면만을 추구하기 보다는 지속가능한 건축을 추구하며 이에 따른 형태적 결과를 추구하면서 미래지향적이고, 에너지 측면에서도 효율적으로 변화되어왔다. 또한, 이런 시대의 흐름과 함께 친환경 건축운동이나 지속가능한 건축물, 녹색성장과 같은 새로운 이슈들을 초고층빌딩에도 적용하려는 노력이 여러 곳에서 계속해서 이루어지고 있다. 그에 따라 초고층 빌딩 분야에서도 친환경 건축 요소기술 및 인증제도를 통한 새로운 디자인 방법 또한 부각되고 있다. 이에 본 연구는

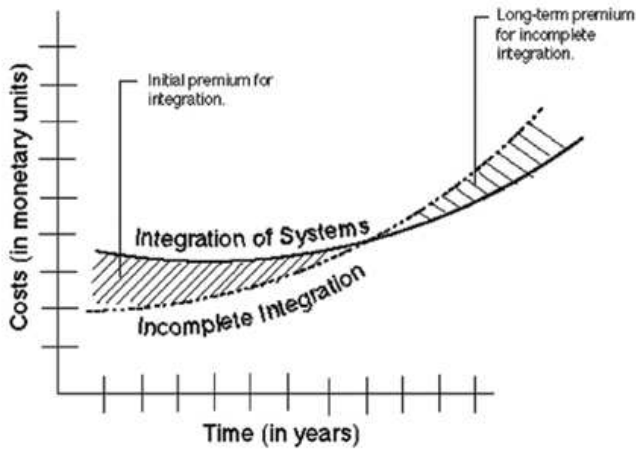
최근 가장 중요하게 다루어지는 친환경 건축 인증제도인 LEED와 BREEAM을 중심으로, 인센티브제도 및 요소기술의 초고층 빌딩 설계 적용사례를 조사하는 연구를 수행하여 향후 초고층빌딩의 친환경적 방향성을 제시하고자 한다.

2. 친환경 초고층 빌딩의 배경

환경 파괴로 인하여 지구는 한계점이 다다르고 있으며, 총 에너지의 40%를 소비하는 건축은 지속가능한 건축을 해결방안으로 내놓고 있다. 그림1, 표1 에서는 빌딩이 사용하는 에너지, 물 및 온실가스, 폐기물 배출 등을 나타내고 있다. 세계 각국은 지구환경변화에 대응하고자 친환경적인 건축을 강화하기 시작 하였으며, 이로 인해 만들어진 새로운 시장을 선점하기 위해 LEED나 BREEAM과 같은 인증제도를 내놓고 있다. 지속가능한 건축을 위하여 각국의 노력이 치열한 경쟁을 벌이는 가운데, 설계-운영-폐기의 생애주기(Life Cycle)를 갖는 기존의 건물의 지속가능한 방법론은 통상 200년 이상의 장수명을 특징으로 하며 폐기단계의 비중이 적은 초고층 건물에 직접적인 적용은 쉽지 않으리라 예상이 되며 이로서 초고층 빌딩 설계의 새로운 패러다임의 등장을 필요로 한다. 건축계

* 한양대학교 친환경건축연구소 연구교수(kimhyeo@hanyang.ac.kr)
** 교신저자, 한양대학교 건축학부 교수, 친환경건축연구소 소장 (swshin@hanyang.ac.kr)

전반에 확대된 친환경 건축의 방향은 2000년대에 들어서 초고층 빌딩 분야에도 거세게 확대되었으며 여러 건축가 및 엔지니어에 의해 제안된 다양한 요소기술들이 적용되기 시작하였다. 다만 초고층 빌딩의 높이 및 바람 등 자연적인 제약 그리고 추가적인 비용발생으로 인한 경제적인 측면에 의하여 실제 건설로 이어지기까지는 상당한 시간 및 노력을 필요로 하였다.



자료: Ali M. Energy Efficient Architecture and Building Systems, 2008
 그림 1. 친환경 건축의 장기간 예측 비용

친환경 초고층 빌딩을 실현하기 위하여 반드시 심도 있게 고려해야 하는 사항이 적용되는 요소기술 등에서 발생하는 추가비용을 최소화함과 동시에 건물의 생애주기를 고려한 장기적 건물 운용단계에 발생하는 비용까지도 철저히 파악하여 초기에 발생하는 추가비용을 상쇄시키는 통합적인 설계를 추구하여야 한다.(그림1)

3. 친환경 인증제도 비교 : LEED와 BREEAM

1990년대부터 시작한 친환경 건축 인증제도는 현재 각 지역별로 다수의 시스템들이 개발되고 활발하게 사용되어지고 있는 추세이다. 그 중에서 LEED¹⁾와 BREEAM²⁾은 각각 미국과 영국에서 개발되어 북미와 유럽에서 빠르게 확산되고 있다. 초고층빌딩의 특수성 및 인증제도 적용을 고려하여 이들 두 대표적인 인증 시스템에 대한 평가항목 및 평가기준에 대하여 알아보고 초고층 빌딩 설계시 평가에 적합한 설계가 가능하도록 하여야 한다.

3.1 LEED의 평가기준

LEED인증은 기존 건물보다 더 에너지 절약적이며, 쾌적한 환경을 만들고, 환경부하를 줄이는 것에 기본을 두고 있다.

1) LEED는 미국그린빌딩위원회(USGBC)의 환경성능평가제도로서 Leadership in Energy and Environmental Design의 약자이다.
 2) BREEAM은BRE Environmental Assessment Method의 약자이며 영국의 빌딩연구위원회(BRE)에 의해 만들어진 친환경 빌딩 인증 시스템이다.

표 1. LEED의 평가항목 및 설명

LEED 평가항목	
	Sustainable Sites 건물사이트의 선택에 관련된 항목. 기존의 환경에 영향을 주지 않는 것을 목적으로 환경뿐만 아니라, 침식이나 빗공해, 열섬현상과 같은 건축 관련 오염도 관심사항이다.
	Water Efficiency 물의 효율적 사용에 관련된 항목. 즉, 효율이 높은 제품이나 기구를 사용하도록 하는 항목
	Energy & Atmosphere 다양한 에너지전략에 관련된 항목. 즉, 단순한 절약이 아니며, 효율적 디자인과 건축, 그리고 에너지 사용량 감시, 효율 높은 기기와 시스템을 포함하며 재생에너지 또한 포함한다.
	Materials & Resources 건축 재료선택의 지속가능성 항목. 즉, 폐기물을 줄이고 재생가능한 재료를 사용하는 것을 목표로 한다.
	Indoor Environmental Quality 실내 공기 뿐만 아니라, 일조, 소음과 관련된 항목. 즉, 대부분의 시간을 실내에서 보내는 것에서 착안.
	Location & Linkages 건축예정지의 선택에 관련된 항목. 즉, 건축에 있어서 자연환경에 대한 영향은 위치선택이 좌우하므로, 환경적으로 민감한 지역을 피하며 인프라가 갖춰진 장소를 선택하며, 교통, 실외환경을 고려한다.
	Awareness & Education 거주하는 사람들과 관련 업체들을 교육하고, 현재 거주중인 건축물을 지속가능하도록 하는 도구를 제공하는 항목
	Innovation in Design 다른 LEED항목에 없는 혁신적 디자인이나 기술, 전략에 대해서 point를 추가해줄수 있는 항목. 즉 지속적 개선을 이루도록 유도하는 항목. 또한 LEED AP의 건축전반 참여를 유도한다.
	Regional Priority 지역별로 중요한 사항을 기술해 놓은 항목

자료: LEED Facts, USGBC

표1에서 보이듯이 사이트의 선택, 물 절약 및 효과적 사용, 에너지사용과 대기, 건축재료와 자원, 실내 공기의 질, 건축예정지와 그 주변과의 연결관계, 지속가능성에 대한 인식 및 교육, 지속가능성을 위한 혁신적인 디자인 등이 주요 항목이며 LEED AP (LEED 전문가)를 설계팀에 소속시켜 디자인 단계부터 적극적으로 친환경 설계를 유도하도록 하고 있다. LEED인증을 추구한 건물은 체크리스트와 포인트라는 간단한 형태를 통하여 건물 내 거주자의 건강 및 쾌적성을 높이며 생산성 향상을 추구한다. 향후에 에너지 사용량 및 CO2 배출에 대한 요구사항과 지구온실 가스에 대한 규제가 강화될 것으로 예상되며 따라서 신재생 에너지 항목과, 이를 지원하기 위한 정

부나 지방 자치단체의 인센티브가 커질 것으로 보인다. LEED의 주요 활용지역인 북미지역의 예 이지만 앞으로 LEED인증 내역이 프로젝트 초기나 부동산 거래 시에도 활용되어 이용자의 선택의 폭을 넓히게 될 것으로 예상된다.

3.2 BREEAM의 평가기준

BREEAM은 영국의 건축관련 연구소와 민간 기업이 공동으로 개발한 건축환경 평가방법이다. 신축 건물 혹은 기존 건물의 환경성능을 평가하며 건물환경에 관한 질을 측정, 가시적으로 표현하도록 하고 있다. 건축주나 설계업자, 거주자 및 유지관리업자를 대상으로 시장성과 평가 도구로 활용되도록 하고 있다. 표5에서 보면 총 10개 항목을 설정된 가중치를 바탕으로 평가하고 있다.

표 2. BREEAM의 평가항목 및 가중치 설명

BREEAM 평가항목	가중치 (%)	
	신축건물, 증축 및 주요 수선	단순 개보수
Management 건물의 생애주기에서 유지관리 및 시설 관리와 재생가능성과 토지의 재사용을 위한 항목	12	13
Health & Well Being 거주성과 편리성, 그리고 접근가능성과 주변환경과의 관계를 위한 항목	15	17
Energy 조명, 운송기구 등의 에너지 부하와 CO2배출 저감과 그 기술에 관련된 항목	19	21
Transport 건물과 그 주변의 접근가능성과 대중교통 및 대체 운송수단에 중점을 둔 항목	8	9
Water 물의 소비조절과 저감을 위하여 누출방지 및 재사용을 위한 수집과 저장 및 처리에 관련된 항목	6	7
Materials 재료의 특성과 채취 및 가공의 명확성, 건물의 입면과 구조의 재활용 및 단열에 관련된 항목	12.5	14
Waste 건설현장의 폐기물 및 재생골재 사용과 오염물의 수집과 저장 및 처리에 관련된 항목	7.5	8
Land Use & Ecology 토양의 오염과 재생, 생태학적 영향에 관련된 항목	10	N/A
Pollution 냄배와 질소산화물에 대한 규정과 누출방지 및 공해와 소음에 관련된 항목	10	11
Innovation 항목에 존재하지 않는 전략이나 디자인, 관리방법이나 기술 등을 적용했을 때 적용하는 항목	10	10

자료: BREEAM Facts, BRE

1980년대 말부터 1990년대 초에 걸쳐서 건물의 유형별로 환경과 관련되어 개발되어졌다. New office design, New suprestores and supermarkets, New homes, Existing office buildings, New industrial, warehousing and non-food retail outlets 등 총 5부분으로 나누어져 개발되었다. 현재는 BREEAM Office (사무소), BREEAM

Ecohomes (주택), BREEAM Courts (법정), BREEAM Industrial (산업용), BREEAM Prisons (교도소), BREEAM Retail (판매시설), BREEAM Schools (학교), BREEAM XB (기존주택), BREEAM Multi-residential (공동주택 및 기숙사) 등으로 더욱 세분화되어 다양한 평가를 가능하도록 하고 있다

3.3 LEED와 BREEAM의 평가등급 및 장단점

LEED와 BREEAM은 서로 다른 평가등급제를 제시하고 있는데 LEED에서는 각 항목별로 체크리스트를 통한 포인트 부여를 실시하여 취합된 총점을 바탕으로 Certified, Silver, Gold 및 Platinum등의 총 4단계의 등급을 부여한다. 이와 다르게 BREEAM에서는 항목별로 가중치를 두어 평가하며 이를 바탕으로 Pass, Good, Very Good, Excellent, Outstanding의 총 5단계의 평가등급을 제시하고 있다. (표3)

표 3. LEED와 BREEAM의 평가등급과 장단점 비교

	LEED (Points)	BREEAM (%)
평가 등급	Certified (40 - 49)	Pass (30 이상)
	Silver (50 - 59)	Good (45 이상)
	Gold (60 - 79)	Very Good (55 이상)
	Platinum (80 이상)	Excellent (70 이상) Outstanding (80 이상)
장점	시장형성이 강력 정보의 다양성	다른 건물의 벤치마킹 및 비교 허용 독립적으로 평가 영국의 문화와 법률에 적합 맞춤버전 제공
	미국 시스템에 기반 집중적인 문서요구 평가의 독립성이 떨어짐 복합기능과 형태 평가의 어려움	요구사항이 너무 자세함 복잡한 가중치 인지도 부족

4. 친환경 인증을 지원하는 인센티브제도

에너지 사용 및 환경부하 저감을 목표로 친환경 빌딩 구현을 위한 요소기술들이 개발되고 있으며 이를 적용하기 위한 국가별 지역별로 친환경 건축 인센티브제도를 통하여 다양하게 장려정책을 실시하고 있다. 표4에서는 각국의 친환경건축 지원 인센티브제도를 조사하여 인증 획득시의 지원여부, 요소기술 활용시의 지원 및 용적률 보상 등의 항목별로 분류하여 정리하였다.

4.1 미국의 친환경 인증 인센티브제도

미국의 건물 관련 에너지 관련 제도와 정책은 매우 다양하지만 DOE(미국 에너지부)와 EPA(미국 환경보호청)가 중심이 되어 시행되고 있다. 연방정부 차원의 에너지 효율화 정책이 활성화 되어 있으며 다양한 세제 및 금융혜택, 인센티브 제도가 활용되고 있다. Oregon Programs은 LEED 기준에 의해 높은 등급을 획득할수록 많은 세

표 4. 국가별 친환경 인증 건축물에 대한 인센티브 정책

인센티브 국 가	인증 획득시 자금 지급	감 세	요소기술 활용시 자금 지급	금리인하 용자	분양가 상한폭 상향조정	융적용 인센티브	지구단위 용도변경 인센티브
미국	O	O	O	O	X	X	X
캐나다	X	△	O	△	X	X	X
유럽	△	O	△	O	X	X	X
영국	△	O	O	O	X	X	X
일본	△	O	O	O	X	X	X
한국	△	O	△	O	O	O	O

O : 인센티브를 지급 △ : 일부분 지급 X : 지급하지 않음

금감면을 해주며, Silver 등급을 획득하는 건물은 ft² 당 최대 \$5.71, Platinum LEED 기준을 획득하는 건물은 ft² 당 최대 \$14.29를 지급한다. New York's Green Building Tax Credit Program은 2000년 5월 15일에 법으로 승인되었고, 그린빌딩의 디자인과 시공에 관련되어 지불해야 할 세금을 공제해 준다. 20,000 ft²이상의 상업건물과 주거건물에 적용되며, \$25,000,000까지 할당된다. 2002년 3월에 착수된Massachusetts Green Building Initiative 프로그램은 프로젝트 당 \$500,000까지 지급되는 Design And Construction Grants는 신재생 에너지기술의 비용과, 에너지 효율과 관련하여 지원이 가능하고, 전체 \$13,500,000까지 이용할 수 있다.

4.2 캐나다의 친환경 인증 인센티브제도

Canada's Commercial Building Incentive Program (CBIP)은 에너지 효율을 고려한 신축 상업적/산업적 건물에 대하여 재정적 인센티브를 제공하는 것으로 CBIP 기준보다 25% 이상의 에너지 효율 향상을 충족시키는 디자인의 건물 소유자에게 최대 \$60,000 (약\$40,000 USD)를 지급한다. Canada's Industrial Building Incentive Program은 15%이상의 에너지 효율이 향상되었을 시 \$80,000의 인센티브를 지급한다.

4.3 유럽 (EU)의 친환경 인증 인센티브제도

2006.01.10 시행된 Energy Policy for Europe 이라는 에너지 라벨(Energy Label) 제도의 의무화를 시행하고, '건물의 에너지 성과에 관한 지침을 개정하여 친환경건축물에 대한 저리용자, 소득세 및 재산세 환급, 에너지 공급자로부터의 소비자에 대한 재정지원방안 등의 재정지원을 강화하였다. 유럽지역발전기금(European Regional Development Fund)내 건물 에너지 효율개선 부문에 대한 비중을 확대하였으며 2014년까지 에너지 효율 기금(Energy Efficiency Fund)를 설치하여 건물효율개선 및 재생가능한 에너지 관련 제품과 서비스에 대한 부가세 감면을 지원한다.

4.4 영국의 친환경 인증 인센티브제도

2008.11.26에 Climate Change Act, Energy Act,

Planning Act 등을 제정하여 저탄소 중심의 경제체제 전환, 장기적 안정적인 에너지 공급 확보 및 온실가스 배출량 80% 감축을 목표로 태양광, 소형 풍력 발전기 등 에너지 절약 재료에 대해 부가가치세(VAT)율을 할인한다. 토지 소유자 에너지 절약 할당제(landlord energy saving allowance)를 도입하여 공기층이 있는 외벽, 천정면 단열 공사, 강형 벽체 단열 공사 등에 드는 비용 중 최대 £1500를 제공한다.

4.5 일본의 친환경 인증 인센티브제도

주택, 건축물 CO2 저감 추진 사업을 통하여 CO2 저감에 기여하는 선도적인 기술이 도입되어진 건축물에 해당하는 건축물에 관해서 조사/설계계획에 필요한 비용, 효과 검증에 필요한 비용 등의 1/2를 보조해주는 사업을 시행하고 있다. 솔라시스템진흥협회가 실시하는 것으로 솔라시스템 보급추진 용자를 통하여 시스템의 기기구입비, 공사 및 그 외 경비의 실제 비용을 지원하고 있으며 태양광발전을 도입하는 개인에 대해 자원에너지청에서 설비비용을 보조한다. 빗물이용설비 설치공사 할증용자제도를 통하여 빗물정수조의 규모에 따라 개인에 대해 스미다(墨田)구에서는 100만엔, 다이토(臺東)구에서는 30만엔을 상한으로 용자제도를 마련하고 있고, 타마(多摩)시는 지정한 빗물이용시스템에 대해서 반액을 용자한다.

4.6 한국의 친환경 인증 인센티브제도

주택공급에 관한 규칙 제13조 3의 '가산비용'에 '친환경 건축물 예비인증 받은 경우에 기본형 건축비의 3퍼센트에 해당하는 비용'이 포함되어 시행되던 제도가 '주택품질 향상에 따른 가산비용 기준 제8조 친환경건축물인증 가산비용 적용 특례'에 포함되어 2007년 8월 6일에 고시되었다. 서울시에서는 2007년 8월 16일 친환경건축물 인증제도 세부시행지침에 의한 우수(65점 이상)등급이상을 장려하는 서울 친환경 건축 기준을 마련하여 에너지 절약, 이용 효율화 등 친환경 설계요소를 건물에 적극 반영하도록 하여 건물로 인한 환경영향 및 온실가스 발생을 줄이도록 하고 있다. 건축물은 신축 건축물과 기존 건축물로 나누고 다시 각각을 공공 건축물과 민간 건축물로 분류하여 서울시 친환경 건축물 등급 및 인센티브 등의

내용을 포함하였다.

5. 친환경 인증 초고층 빌딩

1990년대 후반부터 새로운 개념과 기술들을 초고층 빌딩에 적용하여 한계를 극복해 보려는 노력이 시작되었다. 표5에서 보이듯이 고층 오피스 빌딩의 경우 상당량의 에너지가 냉난방 및 환기를 위한 팬, 급수를 위한 펌프 그리고 실내 조명등을 위하여 사용되어지고 있으며 이로 인하여 에너지사용을 저감 할 수 있는 친환경적인 설계 기법적용이 시급한 실정이다.

표 5. 고층 오피스 빌딩의 에너지 사용 분포 (전기)

에너지 사용	전력 사용량 (KWh/m ²)
난방 및 온수	201
냉방	41
습도조절	23
조명	60
팬, 펌프 및 조절장치	67
사무기기	32
컴퓨터실	105
탕비실	24
기타 전기장치	15

자료: Tall Buildings and Sustainability, W. Pank, F. Maunsell, 2002

에너지 사용 및 환경부하 저감을 목표로 친환경 초고층 빌딩 구현을 위한 요소기술들이 개발되고 있으며 이를 적용하기 위한 국가별 지역별로 친환경 건축 인증 인센티브제도를 통하여 다양하게 장려정책을 실시하고 있다. 본 장에서는 최근 건설된 초고층 빌딩 중 친환경 건축인증을 받은 건축물을 대상으로 사례조사를 실시하여 지역별 인증제도별 적용 실태를 파악해 보고 또한 이들 건축물의 친환경성 확대를 위하여 지원된 인센티브정책에 대하여 알아보고자 한다.

5.1 Conde Nast Building (1999)

1999년 뉴욕의 Fox & Fowle Architects에서 설계한 48층, 264m 규모의 오피스 빌딩으로서 LEED 1.0 Standard (Core & Shell)로 평가한 최초의 에너지 절약적 초고층 건축물로서 당시 뉴욕의 건축물 대비 연간 20,841,269kWh 전력량 절약하도록 계획되어졌다. 에너지 절약 방법으로는 가스를 활용한 냉난방, Occupancy Sensors, 효율적인 창유리 사용, BIPV Panel 사용, 에너지 절약형 조명 시스템, LED 조명 적극사용, 속도감응형 펌프, 모터, 팬 사용, 절수형 장비 사용, 65% 건설 폐기물 재활용, 부지 내 기존 기초 재사용, DOE-2의 시뮬레이션 실시를 통한 열흐름 개선 등의 방법이 사용 되었다. 또한 환경 개선의 방법으로 충분한 외기 도입, 100% 외기 정화 시스템, 층별 공기 조정 시스템, 친환경 재료 사용, 지속가능한 나무 수종의 식재 등을 적용 하였으며 또 입주자를 위하여 친환경 입주자 가이드라인(Green-tenant

Guidelines)을 작성하여 교육 및 활용 하도록 하였다. 설계 당시 건축물 대비 에너지 사용량 40% 감소를 목표로 하였으며 연간 에너지 절약량 20,841,269kWh, 절약 비용 \$1,760,000 또한 연간 CO2 9,190 tons을 감소시켜 ASHRAE 규정(90.1-1999)에 비추어 20~30% 이상 에너지 절약을 이루어 내었다.

5.2 20 River Terrace (2003)

2003년 Cesar Pelli & Associates에서 설계한 27층 규모의 멀티유닛주거형 빌딩으로서 LEED-NC v.2/v.2.1로 평가하여 41 Points를 획득 Gold 라벨을 이루어냈다. 설계에 이용된 친환경 전략으로는 큰 외곽 유리 사용과 높은 천장을 이용한 태양광 유입 증대, Occupancy sensors를 통한 조명제어, 세탁용수의 효율적 사용, Operable windows 사용, 고효율 온수히터 사용, 냉방부하 장치의 적절한 규모 선정, 정확한 냉방부하 시뮬레이션 사용 및 효율적 냉각탑 사용, 빌딩통합 발전판넬(BIPV)을 통한 발전, 채광 상태에 따른 자동 조절 램프, 고성능 단열 창호 사용, 틸트바람을 0.06 cfm/ft 이하로 조정, Seven-day programmable thermostats 등이 사용되었다. PV-Panel로 건물 전기사용량의 5%를 발전(최고 사용량 대비)하도록 하는 등 에너지 저감형 시스템 등으로 최대 35% 에너지 저감을 (최고 전기사용량 수치를 65%로 절감) 달성했다. 지속가능성을 높이기 위하여 폐수 재사용 시스템(냉각탑과 화장실 지원), 우수 활용 시스템(green roof gardening), 66.8%의 재료들이 반경 500mile안에서 생산되었으며 특히 19%의 재료들은 재활용 재료들로 사용 되었다. 공사시 발생한 93% 이상의 건설 폐기물은 재활용 되었다.

5.3 The Swiss Re Tower (2004)

The Swiss Re Tower는 2004년 영국의 Norman Foster에 의해 설계된 40층, 180m규모의 오피스 빌딩으로 BREEAM very good rating을 획득하였다. Gherkin (오이피클)이라는 별명을 얻으며 고안된 곡면 디자인으로 바람 저항 감소시켜 구조의 효율을 높이도록 설계되었다. 각 층별 5°씩 회전시켜 바람에 대한 저항을 줄임과 동시에 주변 낮은 건물에 대한 일조건 침해 방지하도록 하였다. 고층빌딩 임에도 자연환기 시스템을 적극 도입하여 6개의 샤프트 및 이중외피 시스템을 통한 외기 도입을 가능하도록 하였다. 5500장의 벽체 전면 유리를 사용하여 자연채광 시스템의 효율을 높였으며 삼각구조 형식의 창호 디자인을 통해 전체적으로 곡면을 갖는 구조 임에도 불구하고 곡면 유리가 사용된 곳을 최소화 하였다.

5.4 The Hearst Tower (2006)

2006년 Norman Foster에 의해 설계되었으며 46층, 182m 규모의 오피스 빌딩으로 LEED Gold등급을 획득하였다. 구조효율을 높이기 위하여 다이어그리드 시스템(Diagrid)을 활용하여 약 2000 tons의 철근 절약하였으며 이는 일반적인 건물에 비해 20% 이상의 철근 사용량을

저감 한 것이다. 건축자재의 재활용도를 높이기 위하여 건설시 사용된 철근의 80%는 재활용 철근을 사용하였다. 또한 건설시 발생된 약 85% 폐기물을 재활용시킴으로 LEED평가시 좋은 평가를 받을 수 있도록 하였다. 에너지 사용량 저감을 위하여 뉴욕시 기준의 최소 요구치보다 25% 적은 에너지를 사용하도록 디자인되었으며 이는 표준 오피스 건물 대비 22% 에너지 절약이 되도록 한 것이다. 적극적인 자연광 도입, 운동 인지 센서 및 고효율 조명설비를 통한 조명용 전기 사용 절감, 속도 조절 가능한 모터를 사용하여 전기 사용량 절감 등의 친환경 요소 기술이 사용되었다. 특히 획기적인 우수 저장 지붕(건물 요구치 수량의 50%를 충족할 것이라 기대, 14,000 gallon 저장 가능) 및 옥상 조경을 사용하여 강우시 흘러가는 하수량의 25%를 절감하도록 하는 등 물 사용의 효율 높이를 설계되었다. 재정 및 비용 측면으로 뉴욕 주로부터 녹색세금 감면 제도의 혜택 대상으로 인증되었다.

5.5 Twelve West (2009)

미국 오레곤주 포트랜드시에 지어진 23층 규모의 주상복합건물로 ZGF Architects LLP에 의해 설계되었다. 2009년 준공 시 LEED-NC v.2/v.2.1버전으로 평가하여 이 분야 최상위 등급인 Platinum 등급을 획득하였다. Passive Energy (daylighting, 자연환기, Wind turbines, 태양열 시스템 등) 이용을 적극 도입하여 일반건물대비 에너지 사용량 45% 절감하여 2030 Challenge 목표수치 이상을 이루어내었다. 건물에 설치된 엘리베이터를 운행하기 충분한 전력량인 연간 10,000kWh의 전력 생산을 4개의 빌딩통합 윈드터빈 (BIWT)을 통하여 발전되도록 하였다. 큰 창과 높은 천장을 통한 자연광 획득, 반사재질의 차양 시설을 활용하여 자연채광 성능을 높여 조명 전력의 저감을 이루었다. 1360 ft²의 태양열 시스템으로 24%의 온수 에너지 절약하였으며 우수재배 시스템 등 물 사용의 효율성을 높일도록 고안되었다.

5.6 The New York Times Building (2007)

2007년 뉴욕에 지어진 52층, 228m (안테나 제외) 규모의 오피스 빌딩으로 Renzo Piano에 의해 설계되었으며 상당히 많은 부분의 친환경적 요소기술이 적용되었으나 LEED 혹은 BREEAM 등의 인증평가는 거치지 않았다. 건물 전체의 에너지 사용에 대한 분석 이외에도 ALGOR 프로그램을 사용하여 다층의 복합 공간에 대한 3차원 열 이동 분석하여 설계에 적용되도록 하였다. 건물 내 친환경성을 높이기 위하여 4층 규모의 실내 정원을 제공하였다. 100% 투명한 유리벽(low-e glass)을 사용하여 채광량을 늘리고 특수하게 고안된 돌려싸는 세라믹 문틀을 사용하여 일조량을 조절하고 냉방부하를 줄여 약 30%의 에너지 절약을 가능 하도록 하였으며 외기 도입을 통한 실내 공기질을 개선하도록 하였다. 또한 천연 가스를 사용한 발전을 통하여 건물이 사용하는 40%의 전기를 제공하도록 하였다.

6. 분석결과정리

6.1 친환경 설계 인식의 변화

통상적인 건축 디자인에서 벗어나 친환경적인 건축 개념을 초고층 빌딩에 적용하기 위하여 기본적인 몇 가지 인식의 변화를 가져야 하는데, 대표적으로 태양 에너지, 바람에너지 등 재생에너지를 적극적으로 활용해야 함이며 기계환기에 의존하는 초고층 빌딩에 바람을 이용한 자연환기 시스템을 적용하기위한 방법 고안 그리고 빗물 활용과 사용된 물의 정화를 통한 재사용으로 물 사용량을 획기적으로 줄이는 방안 등을 초고층 빌딩에 적용하도록 인식의 전환이 필요하다. (표6)

표 6. 통상적 건축 디자인과 친환경 건축 디자인의 차이점

통상적인 건축 디자인	친환경 건축 디자인
태양 빛의 반사	태양 빛의 흡수
바람의 흐름 차단	바람을 적극적으로 유입
단열재에 의한 태양에너지 차단	태양 에너지 흡수 및 적극적 사용
빗물의 우수처리	빗물을 적극적으로 수집 저장하여 사용
우수처리 및 방류	오수를 수집 정화하여 재사용

6.2 인센티브 지원 사례

표7은 조사된 내용들을 종합한 내용으로 건축물에 적용된 친환경 요소기술, 인증시스템 을 항목별로 정리하였다. Conde Nast Building은 New York Energy \$marts New Construction Program에서 \$250,000를 지원받았다.

그리고 New York Energy \$marts Technical Assistance Services Program에서 \$18,500를 지원 받았다. 20 River Terrace의 경우 초기엔 고전적인 장기 건설대출에 의한 용자로 시작하였으나 9.11 사태(World Trade Center)에 의해 연기된 후 New York State Green Building Tax Credit에서 5년간 280\$ 신용대출을 지원받았다. 그리고 New York State Energy Research and Development Authority(NYSERDA)에서 New Construction Program 명목의 LEED 디자인 10만\$ 자금 수여받았으며 NYSEDA에서 PV-Panel 구입 비용 중 9만\$ 지원 및 EEMs에서 전기 사용량 절감에 따른 \$319,079의 인센티브 획득 그리고 U.S. Department of Energy에서 10만\$ 지원 등 비교적 많은 지원을 받고 이루어진 경우이다. The Hearst Tower는 재정 및 비용 측면으로 뉴욕 주로부터 녹색세금 감면 제도의 혜택 대상으로 인증되었다. Twelve West 빌딩은 친환경 건축 장려 정책으로 포트랜드시에서 System Development Charges(SDCs)를 지원하였다. The New York Times Building의 경우는 잘 고안된 친환경 고층건물로 건설되었으나 친환경 인증시스템을 거치지 않아 4억불의 세금 면제를 시에 요청했으나, 거절되었다고 알려지고 있다.

표 7. 친환경 요소기술의 초고층 빌딩에 대한 적용사례

요소기술 건축물	위치 / 높이	BIPV 패널	Wind 터빈	자연 채광 (Low-e)	우 수 저 장 시 설	폐 수 재 활 용	자 재 재 활 용	HVAC system	Lamp Ballasts	근 접 센 서	등급	비 고
 Conde Nast Building(1999)	New York / 48층 (264m)	O	X	△	X	X	△	O	X	X	LEED 1.0 Standard	DOE-2
 20 River Terrace(2003)	New York / 27층 (188m)	X	X	O	O	O	△	O	O	O	LEED-NC v2.1 Gold	태양열 시스템, DOE-2
 The Swiss Re Tower(2004)	London / 40층 (180m)	X	X	△	X	X	X	O	O	X	BREEAM very good rating	Diagrid , 이 중 외 피
 Hearst Magazine Building(2006)	New York / 46층 (182m)	X	X	O	O	O	O	O	X	O	LEED-CS v2.1 Gold	Diagrid
 The New York Times Building(2007)	New York / 52층 (319m, 228m)	X	X	O	X	X	X	O	X	X	None	ALGOR
 Twelve West(2009)	Portland , Oregon, US / 23층 (81m)	O	O	O	O	O	X	O	O	O	LEED-NC v2.1 Platinum	CO ₂ Sensors

O : 광범위 적용
△ : 일부분 적용
X : 적용하지 않음

Lamp Ballasts : 외부에서 유입되는 채광량에 따라 자동으로 조도를 조정하는 램프
DOE-2 : 미국 에너지성에서 발표한 건물의 설계 및 개조를 위한 에너지 분석용 컴퓨터 프로그램
ALGOR : ALGOR Design Check, 구조해석 프로그램

7. 결론

본 연구에서는 1990대 후반부터 시작된 친환경 건축 인증제도를 초고층 빌딩에 적용한 사례 및 이를 지원하는 인센티브정책을 조사하고 분석하여 향후 국내 초고층 빌딩의 친환경성 향상을 위한 자료로 활용될 수 있도록 하는 목적으로 연구를 실시하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다. 다만 아직까지 친환경 인증을 거친 국내의 초고층 빌딩의 사례가 전무한 상태이며 또 사례조사의 한계상 연구결과물을 일반화시키기에는 분명히 한계가 존재함을 알게 되었으며 이에 해당분야에 대한 심도 깊은 후속연구가 계속되어야 하겠다.

1. 체크리스트 기반의 LEED는 보다 쉽게 활용할 수 있는 점을 바탕으로 강력한 시장을 형성하여 다양한 정보를 제공하는 것이 장점이지만 평가의 독립성이 떨어지며 세세한 성능을 평가하기에는 어려움이 있는 것으로 파악되고 있다. BREEAM은 각각의 항목을 독립적으로 평가하여 객관적인 기준을 제시하며 건물 용도에 따른 맞춤형 버전을 제공하여 세심한 배려를 하고 있으며 성능평가 위주의 가중치로 평가하는 것이 장점이지만 요구사항이 복잡하며 가중치 설정이 복잡하여 전문적인 평가기관을 통하지 않으면 정확한 평가가 힘들어 쉽고 빠르게 보급되는 LEED에 비해서는 약점인 것으로 파악되었다.

2. 에너지 사용 및 환경부하 저감을 목표로 친환경 빌딩 구현을 위한 요소기술들이 개발되고 있으며 이를 보급시키기 위한 국가별 지역별로 친환경 건축 인증 인센티브제도를 통하여 다양하게 장려정책을 실시하고 있다. 캐나다를 제외한 모든 국가에서 인증 획득시 자금 지급을 지원하여 인증제도를 지원하고 있으며 각종 감세 지원, 요소기술 활용시 자금 지급, 금리인하 용자 등의 정책을 지원함을 알 수 있었다.

3. 많은 에너지를 사용하게 되는 초고층 빌딩에서 친환경성을 높이기 위하여 기존의 설계방법론에서 벗어나 획기적인 인식의 변화를 이루어내어, 태양 에너지, 바람 에너지 등 재생에너지의 적극적으로 활용, 자연환기 시스템을 적용, 빗물 활용과 물 사용 효율을 높이는 방안 등을 적극적으로 설계에 반영하고 있음을 알 수 있었다.

4. 최근 미국 및 영국에서 준공된 친환경 초고층 빌딩의 사례를 조사하여 본 바 친환경 건축 인증에서 높은 등급을 획득 할 시 각 지역 및 단체에서 상당한 수준의 직접적 혹은 감세 등의 간접적인 지원을 조달 받을 수 있었음을 알 수 있었으며 이를 토대로 친환경 인증과 관련하여 추가로 발생된 비용을 보상하여 서로 유기적으로 도움을 주며 장려하고 있음을 알 수 있었다.

5. 국내에서는 분양가 상한 폭 상향조정, 용적율 인센티브, 지구단위 용도변경 인센티브 등의 간접적인 지원대책을 마련하여 친환경 건축을 장려하고 있으나 초고층 빌딩과 같은 도시 내 영향력이 크며 에너지 사용량이 많고 건설비용이 많이 발생하는 건축물에는 보다 더 적극

적인 지원방안을 마련하여 친환경적인 건물을 유도함이 요구되어진다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부 우수연구센터육성사업인 한양대학교 친환경건축 연구센터의 지원으로 수행되었으며 이에 감사드립니다. (과제번호: R11-2005-056-01003-0)

참고문헌

1. Ali M., Energy Efficient Architecture and Building Systems to Address Global Warming Leadership and Management in Engineering, Vol.8, ACSE, 2008, 113-118
2. US Green Building Council. Green Building Facts, 2008
3. Pank W, Tall Buildings and Sustainability Report. Services in Tall Buildings, 2002; 28-37.
4. Montoya M, Green Building Fundamentals, Prentice Hall, NY, 2010, p106
5. BREEAM Office, BREEAM Fact File, Version 5, 2009, p3
6. Tae S., Shin S., Current work and future trends for sustainable buildings in South Korea, Renewable and Sustainable Energy Reviews 13 (2009) 1910 - 1921
7. Roger Frechette, Electric Sponge Engineering Design" National Interdisciplinary Technical Meeting, Building Materials & Technology; 2006
8. 기획재정부(<http://www.mosf.go.kr/index.jsp>), 영국의 건물에너지 절약제도 및 정책(김삼열), 미국의 건물에너지 절약제도 및 정책(허정호), 일본의 주택, 건축물의 에너지 절감 정책 동향(송두삼), 건물에너지 절감을 위한 제도개선 방안(안병욱), 국내의 친환경 건축물 인센티브 현황(조수)

투고(접수)일자: 2010년 6월 7일

심사일자: 2010년 6월 9일

게재확정일자: 2010년 6월 24일