

제로에너지 건축물 인증사례

(업무용 건축물을 대상으로)

글 박철용 건축기술팀 차장 전화 02-3433-7731 E-mail cypark@ssyenc.com



01. 들어가며

1970년대부터 이어져온 환경론자와 개발론자들 사이의 갈등은 1992년 리우데자네이루에서 '지속가능한 개발'에 대한 세계 각국의 논의와 선언으로 건축에도 그 영향을 미치게 되었다. 이에 각국은 '생태환경', '지속가능한 건축', '환경친화 건축' 등 다양한 친환경 건축에 대한 연구를 시도하기에 이르렀다. 초기의 친환경 건축은 건축의 활동 자체가 환경을 파괴하는 행위이므로 건축 활동을 최소화시켜야 한다는 소극적 친환경 건축과 건축의 환경에 대한 부하를 인정하되 건축활동을 수행함과 동시에 그로 인해 파괴된 환경의 복원을 함께 하는 적극적 친환경 건축의 두 가지 서로 다른 개념이 대립하는 양상이었으나 점차 지속가능한 건축이라는 통합적 개념으로 발전하게 되었다.

지속가능한 건축이란 건축물의 생산에 있어서 자재의 원료 추출과 생산, 건물의 시공과 사용 및 폐기 단계까지 전생애기간 동안 에너지와 자원을 절약하고, 수명이 다한 건물의 재사용 또는 부품의 재활용을 통하여 자원절약과 환경오염 방지를 할 수 있는 건축을 말하며, 이 과정에서 건축물을 생태계의 일부로 만들어 물, 공기, 토양 등 자연의 순환체계를 거스르지 않는 것은 물론 지역의 문화와 장소성을 보전하고 보다 쾌적한 실내환경을 유지하도록 하는 것까지 포함한다. 더 나아가 이러한 건축개념을 토대로 1990년 영국 'BREEAM'을 시작으로 1998년 미국 'LEED', 2002년 국내 '친환경건축물 인증제도(2013년 녹색건축 인증제도: G-SEED로 개정)', 2006년 싱가포르 'Green Mark' 등 건축물의 환경성능에 대한 평가 기준이 마련되어 각국의 실정에 맞게 시행되고 있다.

특히 UN IPCC 제5차 기후변화평가보고서(2014년)에 따르면 21세기 말까지 산업화 이전에 대비해 지구의 평균기온 상

승을 2°C 이내로 억제하기 위해서는 전세계 온실가스 배출량을 2050년까지 2010년 대비 최대 70%까지 감축해야 하는 것으로 나타났고, 이와 같이 기후변화로 위협받는 지구와 인류의 지속가능성을 확보하기 위해 세계 각국이 '기후변화협약'(1994년)을 비준하였으며, 각 나라마다 온실가스 배출량 감축목표를 설정하고 이를 이행하는 조치를 시행하고 있다. 이에 대한 건축물 분야의 대책으로 제로에너지 건축물이 주요 정책으로 대두되고 있다.

이에 본 원고에서는 국내 및 미국, 유럽, 싱가포르 등을 중심으로 제로에너지 건축물을 어떻게 정의하고 있는지, 그리고 정책 동향은 어떻게 되는지, 인증제도는 어떻게 운영되고 있는지, 마지막으로 당사에서 시공한 업무용 건축물을 대상으로 국내 제로에너지 건축물 인증을 받은 사례를 소개하고자 한다.

02. 제로에너지 건축물의 정의

제로에너지 건축물에 대한 정의는 다양하게 제시되어 있지만, 그 중 2006년 Torcellini et al.[1]이 발표한 다음 4가지 개념으로 구분하여 정의한 내용이 주로 이용되고 있다.

- Net Zero Site Energy: A site ZEB produces at least as much energy as it uses in a year, when accounted for at the site.
- Net Zero Source Energy: A source ZEB produces at least as much energy as it uses in a year, when accounted for at the source. Source energy refers to the primary energy used to generate and deliver the energy to the site.
- Net Zero Energy Costs: In a cost ZEB, the amount of money the utility pays the building owner for the energy the building exports to the grid is at least equal to the amount the owner pays the utility for the energy services

and energy used over the year.

- Net Zero Energy Emissions: A net-zero emissions building produces at least as much emissions-free renewable energy as it uses from emissions-producing energy sources.

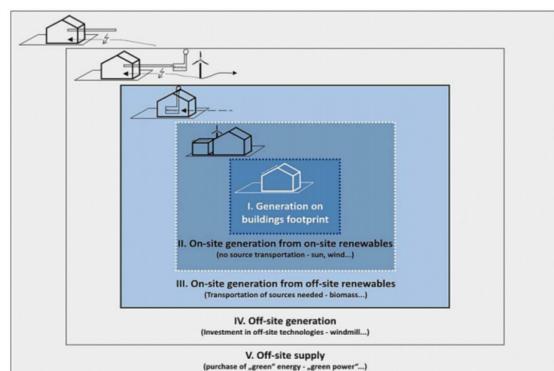
더불어 신재생에너지원의 설치위치 등에 따라 다음 표와 같은 구분하였다.

[표 1] ZEB Renewable Energy Supply Option Hierarchy

Number	ZEB Supply Side Option
0	Reduce site energy use through low energy building technologies
	Off-Site Supply Option
1	Use renewable energy sources available within the building's footprint
2	Use renewable energy sources available at the site
	Off-Site Supply Option
3	Use renewable energy sources available off site to generate energy on site
4	Purchase off-site renewable energy sources

이러한 신재생에너지 사용에 따른 구분을 Marszal et al.[2]은 신재생에너지 공급 옵션을 부지 내외를 기준으로 다음 그림과 같이 5가지로 분류하여 제시하였는데, 앞서 표1에 제시된 공급 옵션과의 차이점은 ‘IV. Off-Site Generation’이 추가되었다는 것인데, 이 방법은 부지 외부에 신재생에너지원을 설치해서 생산된 에너지를 공급망을 통해 부지 내로 공급한다는 내용이다.

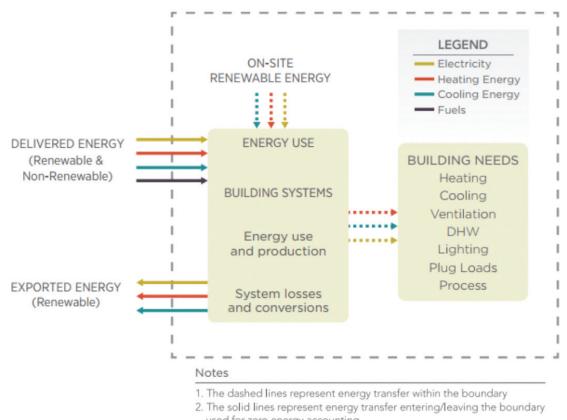
[사진 1] Overview of possible renewable supply options



이러한 학술적 의미로써 제로에너지 건축물의 정의에 대한 활발한 논의는 정부 차원으로 확대되어 정책적으로 활용하고 있는데, 미국 DOE[3]에서는 2015년, 제로에너지 건축

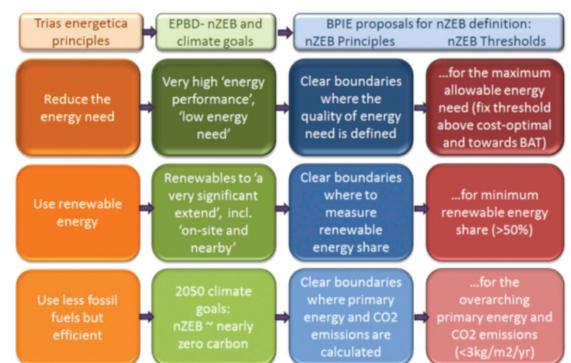
물을 공급망으로부터 에너지를 사용하는 것이 부지 내 신재생에너지원으로부터 생산되는 에너지보다 적거나 동등한 건축물, 즉 연간 사용되는 에너지가 부지 내에서 생산되는 에너지보다 적거나 동등한 건축물로 정의하였다. (An energy-efficient building where, on a source energy basis, the actual annual delivered energy is less than or equal to the on-site renewable exported energy.)

[사진 2] Site Boundary of Energy Transfer

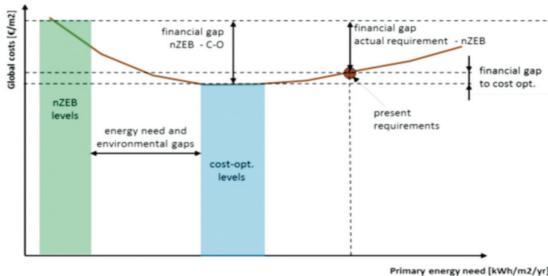


유럽연합[4]에서는 제로에너지 건축물을 난방, 냉방, 급탕, 조명, 환기 등에 대하여 건축적 및 설비적으로 매우 높은 에너지 성능 - 여기서, 에너지의 의미는 대지 내 또는 인근 지역에서 생산된 신재생에너지도 포함한다 - 을 갖는 건축물을 정의하고 있지만, 서로 다른 기후환경과 정치적, 사회적, 경제적 이해관계 등으로 회원국들이 공통된 정의를 할 수 없는 상황에서 BPIE에서 제시한 다음과 같은 다이어그램을 활용하도록 권고하고 있으며, 추가적으로 비용 최적화에 대한 검토도 필요하다고 언급하고 있다.

[사진 3] Site Boundary of Energy Transfer

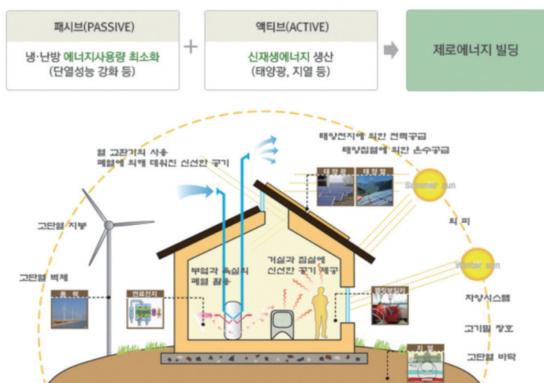


[사진 4] Example of cost-optimal analysis



국내의 경우 2016년 1월 「녹색건축물 조성 지원법」 개정을 통해 제로에너지 건축물을 법으로 정의 - 건축물에 필요한 에너지 부하를 최소화하고 신에너지 및 재생에너지를 활용하여 에너지 소요량을 최소화하는 녹색건축물 - 하였다. 즉, 제로에너지 건축물은 단열성능을 극대화하여 건축물 에너지 부하를 최소화하는 패시브 기술과 태양광, 지열 등 신재생에너지를 활용하여 건물에 필요한 에너지를 자체 공급하는 액티브 기술을 결합하여 건물의 에너지 소요량이 최소화되도록 설계 및 시공한 건축물을 의미한다고 볼 수 있다. 이에 더하여 제로에너지 건축물 인증 관련 내용을 추가하고, 2017년 1월 「건축물 에너지효율등급 인증에 관한 규칙」을 「건축물 에너지효율등급 인증 및 제로에너지 건축물 인증에 관한 규칙」으로 개정하였고, 에너지 고효율 건축물 보급 확대를 위한 제로에너지 빌딩 시범사업 운영, 제로에너지 공동주택 표준설계 가이드라인 발간 및 제로에너지 건축물 인증제 운영 등 제로에너지 건축 확대 방안을 마련하여 추진하고 있다.

[사진 5] Concept of Korea ZEB



이상과 같이 국내·외 제로에너지 건축물의 정의에 대해 학술적인 의미와 정책적인 의미를 살펴보았는데, 주로 에너지 위주로 정의가 되고 있으며, 범위와 내용에 있어서 서로 다른 의

미로 해석되고 있음에 다음과 같은 시사점이 있음을 주지하여야 할 것이다.

1) 어떤 단위를 사용할 것인가?

1차에너지, CO₂ 단위, 비용, 엑서지(Exergy) 등

2) 에너지 용도는 어떻게 고려할 것인가?

난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명, 콘센트, 내재에너지 등

3) 주요 요구조건을 어떻게 규정할 것인가?

에너지 사용량, 실내쾌적, 신재생에너지 고려방법 등

4) 일반적인 1개 정의로 가능한가?

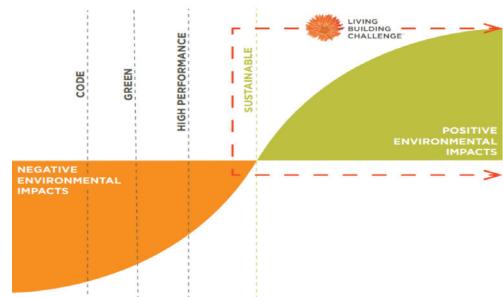
기후조건, 건축물 용도 또는 규모, 신재생에너지 설치위치 등

03. 제로에너지 건축물 인증제도의 종류

제로에너지 건축물 인증제도는 ILFI(International Living Future Institute)에서 운영하는 Zero Energy Certification과 USGBC에서 운영하고 있는 LEED Zero Program, 싱가포르의 Green Mark 인증제도에 부가된 Super Low Energy Building, 그리고 국내 제로에너지 건축물 인증제도에 대해서 살펴보았다.

먼저, ILFI의 Zero Energy Certification 인증은 다음 그림과 같은 목표를 위해 굉장히 까다로운 기준을 설정하고 있는데, 화석연료를 전혀 사용하지 않아야 하며, 건축물에서 사용하는 전체 에너지를 연간 기준으로 대지 내 설치된 신재생에너지로만 충당해야 한다. 이 외에도 Place, Water, Energy, Health+Happiness, Materials, Equity, Beauty 항목에 대하여 주어진 기준을 만족해야 한다.

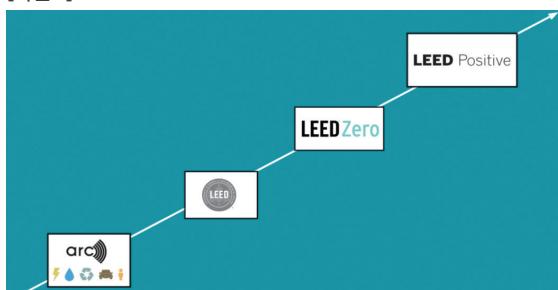
[사진 6] Goal of ILFI's LBC



다음으로 USGBC에서는 다음 그림과 같이 LEED 인증을 넘어 LEED Positive까지 목표로 제도를 개발하고 있는데, 최

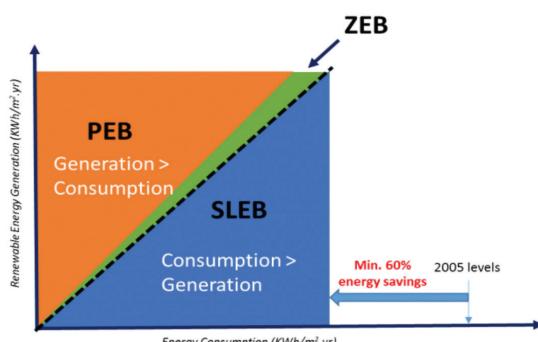
근 발표된 LEED Zero 프로그램은 LEED BD+C 또는 O+M 인증을 받은 프로젝트에 한해 LEED Zero Carbon, LEED Zero Energy, LEED Zero Water Certification, LEED Zero Waste Certification 이상 4개 프로그램으로 구성되어 있다. 이 중 LEED Zero Energy는 연간 기준으로 건축물에서 사용한 에너지와 대지 내 또는 대지 외에서 신재생에너지로 생산한 에너지가 같을 경우 인증을 받을 수 있다. 이 때 대지 외 신재생에너지의 경우 Green-e Energy 인증을 받은 인증서(EACs)를 구매하는 것도 가능하다.

[사진 7] Goal of USGBC



싱가포르 BCA에서도 다음 그림과 같이 Positive Energy Building을 목표로 Green Mark 인증제도와 연계하여 2018년 신축 비주거 용도와 기존 비주거 용도 및 학교를 대상으로 Super Low Energy Buildings 인증을 추구했는데, Green Mark 인증을 받은 프로젝트를 대상으로 연간 기준으로 최근 기준 대비 40% (2005년 에너지 기준 대비 60%)에 해당하는 에너지 사용량을 절감할 경우 Super Low Energy Building 인증을 부여하고, 플러그 부하까지 포함한 모든 에너지 사용량을 대지 내 뿐 아니라 대지 외 신재생에너지로 공급하는 경우 Zero Energy Building 인증을 부여한다.

[사진 8] Goal of BCA Green Mark



국내의 경우 국토교통부에서 2017년 제로에너지 건축물 인증제도를 시행하고 있는데, 건축물 에너지효율등급 1++등급 이상을 만족하고, 건물에너지관리시스템(BEMS) 또는 원격검침 전자식계량기 등 에너지 모니터링 시스템이 설치된 건축물에 대해 신재생에너지를 통한 에너지 자립률을 기준으로 5개 등급으로 평가하고 있다.

[표 2] ZEB Rating of Korea

등급	에너지 자립률
1	100% 이상
2	80% 이상
3	60% 이상
4	40% 이상
5	20% 이상

[사진 9] Roadmap of Korea ZEB

제로에너지건축 의무화 단계적 확산

제도적 여건변화 등을 고려한 세부로드맵에 따라 공공건축물을 시작으로 민간건축물로 점차 확산됩니다



제로에너지건축 개념도

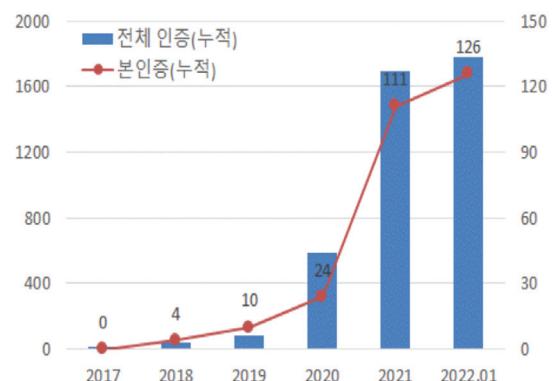


이상과 같이 제로에너지 건축물 인증제도를 정리하면 다음과 같다. LEED ZEB와 GM ZEB는 자체 인증을 받아야 하며, 국내 ZEB는 건축물 에너지효율등급 1++등급 인증과 더불어 에너지 모니터링 시스템을 의무 설치해야 하는데 반해 ILFI ZEB는 전제조건이 없다. 다른 ZEB는 모두 100%를 인증기준으로 하고 있지만 국내 ZEB만 20%부터 단계적으로 100%까지 등급제로 운영되고 있다. LEED ZEB, GM ZEB 와 국내 ZEB는 대지 내 및 대지 외 신재생에너지를 모두 인증하고 있지만 ILFI ZEB는 대지 내 신재생에너지만 인증하고 있으며, 특히 LEED ZEB는 신재생에너지 인증서를 구입하는 것도 허용하고 있다. 마지막으로 다른 ZEB는 모두 1년 사용량을 기준으로 평가하고 있는데 반해 국내 ZEB는 ECO2 프로그램에 의한 해석결과를 기준으로 평가하고 있다.

[표 3] Comparison of ZEB Certification

	USGBC	ILFI	Singapore BCA		국내
	LEED ZEB	ZE Certification	SLEB	ZEB	ZEB
전체조건	BD+C or O+M	-	Green Mark		1++등급, BEM S등
요구조건	100%	100%	60%	100%	20% ~ 100%
신재생 에너지원	On-site & off-site	On-site	On-site & off-site	On-site & off-site	
평가자료	1년 사용량	1년 사용량	1년 사용량	1년 예측량	

[사진 10] Number of ZEB Project by Year



04. 제로에너지 건축물 인증 현황

국내 제로에너지 건축물 인증은 한국에너지공단에서 수행하고 있으며 2022년 1월 기준으로 684개 프로젝트가 인증을 받은 것으로 확인되었다.[5] 이 중 약 7.1%에 해당하는 126개 프로젝트가 준공 후 본인증까지 받았으며, 등급별 프로젝트 개수는 다음 표와 같고, 완전한 제로 에너지 건축물에 해당하는 1등급은 40개 프로젝트가 있다. 건축물의 용도별 구분해 보면, 주거용이 40건이고, 주거용 이외가 1,736건이며, 주거용은 단독주택, 공동주택, 임대주택 등이고, 비주거용은 업무시설, 수련시설, 근린생활시설, 교육연구시설, 문화 및 집회시설, 공장, 운동시설 등으로 다양하다.

[표 4] Number of ZEB Project by Rating

등급	프로젝트 개수	비율
ZEB 1	40 (8)	2.25%
ZEB 2	38 (6)	2.14%
ZEB 3	131 (11)	7.38%
ZEB 4	373 (27)	21.00%
ZEB 5	1194 (74)	67.23%

※ 괄호 안은 본인증 건수임.

상기 1,776개 인증 프로젝트를 연도별로 정리하면 다음 그림과 같이 2017년 10건으로 시작해서 2018년 30건, 2019년 41건으로 거의 정체되어 있다가 2020년 연면적 1,000m² 이상의 공공건축물이 의무적으로 인증을 받기 시작하면서 507건, 2021년 1,102건으로 급증하였으며, 2022년 1월 현재 86건이 인증을 받았다.

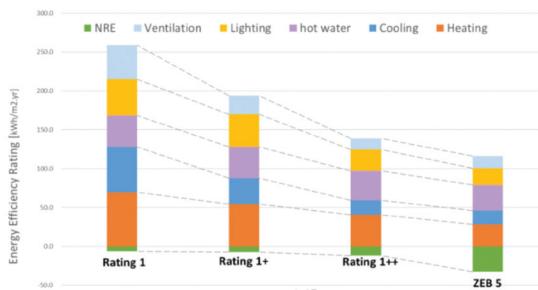
본인증 현황은 2018년 4건을 시작으로 2019년 6건, 2020년 14건, 2021년 87건, 2022년 1월 15건 등으로 상대적으로 저조한 실적을 보이고 있는데, 이것은 제도적 미비점으로 설계단계에서 예비인증을 받는 것은 의무이지만, 준공단계에서 본인증을 받는 것은 의무가 아닌 것으로 인식되고 있음을 의미한다고 볼 수 있으며, 따라서 앞 절에서 살펴본 외국 인증제도처럼 해석결과가 아닌 1년 사용량을 기준으로 인증을 부여하는 방법을 고려할 필요가 있다. 다만, 외국 인증제도가 정부정책이 아닌 부가적인 인증제도로 운영되고 있는 것과 달리 국내 인증제도는 정부 정책으로 활용되고 있으므로 예비인증과 1년 사용량을 기준으로 인증해 주는 본인증이 훈용될 수 있는 적절한 방법론이 개발되어야 할 것이다.

비주거용 건축물을 대상으로 건축물 에너지효율등급 인증을 받은 사례와 제로에너지 건축물 인증을 받은 사례를 비교하여 등급별 에너지 용도별 추세를 살펴보면, 다음 표 및 그림과 같이 급탕을 제외하고 난방, 냉방, 환기, 조명 모두에서 60% 내외의 절감률을 보이고 있으며, 신재생에너지 설치비율은 400% 이상까지 증가해야 함을 알 수 있다.[6]

[표 5] Number of ZEB Project by Rating

에너지 용도	예효 1	ZEB 5	변화율
난방	69.7	28.4	-59.2%
냉방	58.6	17.7	-69.4%
급탕	28.1	28.1	-

[사진 11] Comparison of Five Energy Elements



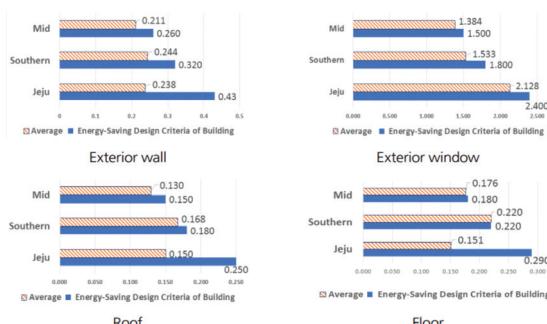
제로에너지 건축물 인증 기준이 되는 건축물에너지효율 등급 인증을 받은 업무용 건축물 69개소를 대상으로 패시브 및 액티브 적용 요소의 현황을 분석한 자료[7]에 따르면, 다음과 표와 같이 외피 부위별 열관류율과 액티브 요소의 경우 난방, 냉방, 급탕 시스템, 그리고 신재생에너지의 경우 태양열, 태양광 및 지열 시스템의 적용사례를 검토하여 제로에너지 건축물 인증기준에 따라 자립률을 산출하여 등급을 평가하였다.

[사진 12] Passive & Active Technology Elements

Category	Characteristics		
	Evaluation factors	Unit	
Passive	Exterior wall	U-Value	W/m ² ·K
	Exterior window		
	Roof		
	Floor		
Active	Heating system	Efficiency / COP	%
	Cooling system	Efficiency / COP	%
	Water heating system	Efficiency	%
	Renewable energy	Self-sufficiency rate	Rating (1~5)

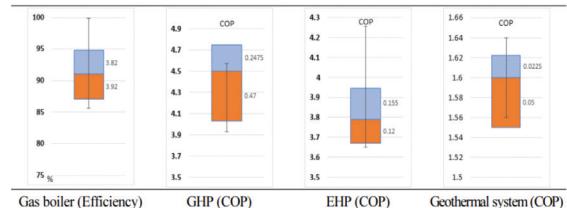
먼저, 대상 건축물의 패시브적 성능 수준을 파악하기 위하여 지역별 기후적 차이를 고려한 기준에 따라 중부, 남부, 제주도로 구분하였고, 단열 성능의 부위별 기준에 따라 외벽, 창호, 지붕 및 바닥으로 구분하여 평균 열관류율을 분석한 결과는 다음과 같다. 중부지방의 경우 외벽 0.211 W/(m²·K), 외부 창호 1.384 W/(m²·K), 지붕 0.130 W/(m²·K), 바닥 0.176 W/(m²·K)으로 나타났다.

[사진 13] U-Value of Each Components



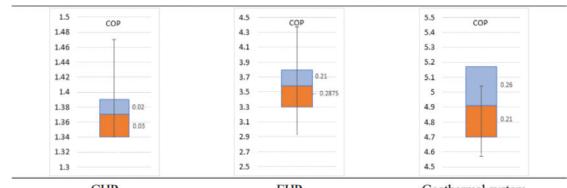
대상 건축물의 난방시스템의 통계 분석결과 GHP 32개소, 가스보일러 16개소, EHP 12개소, 지열히트펌프 10개소로 나타났으며, GHP의 경우 평균 난방 COP는 1.59, 가스보일러의 평균 효율은 90.35%, EHP의 평균 난방 COP는 3.83, 지열히트펌프의 난방 COP는 4.35로 분석되었으며, Box Plot 분석결과는 다음과 같다.

[사진 14] Efficiency and COP of Heating Systems



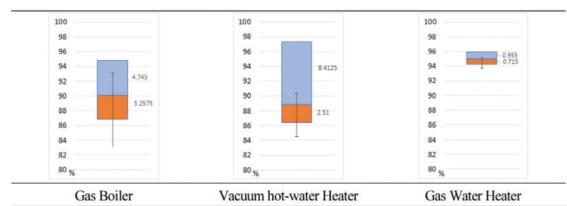
대상 건축물의 냉방시스템의 통계 분석결과 GHP 29개소, EHP 24개소, 지열히트펌프 11개소, 기타 5개소로 나타났으며, GHP의 경우 평균 냉방 COP는 1.41, EHP의 평균 냉방 COP는 3.58, 지열히트펌프의 냉방 COP는 4.92로 분석되었으며, Box Plot 분석결과는 다음과 같다.

[사진 15] COP of Cooling Systems



대상 건축물의 급탕시스템의 통계 분석결과 가스보일러 23개소, 전기온수기 21개소, 진공온수보일러 10개소, 가스온수기 6개소, 기타 9로 나타났으며, GHP의 경우 평균 냉방 COP는 1.41, EHP의 평균 냉방 COP는 3.58, 지열히트펌프의 냉방 COP는 4.92로 분석되었으며, Box Plot 분석결과는 다음과 같다.

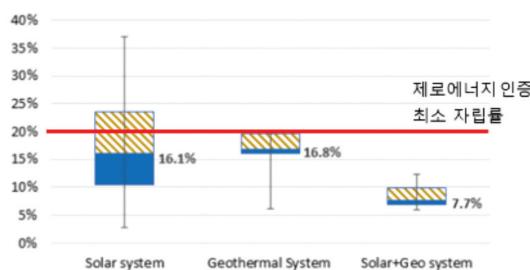
[사진 16] Efficiency of Hot Water Systems



대상 건축물의 신재생에너지 자립률의 통계 분석결과 태양광 46개소, 지열 11개소, 태양광+지열 6개소로 나타났으며, 한

국에너지공단에서 제시한 ZEB 인증제도의 자립 평가방식에 따라 분석한 결과 태양광의 경우 평균 자립률 16.1%, 최대 자립률 37.0%로 5등급을 만족하는 건축물은 17개소로 나타났지만, 지열시스템의 경우 평균 자립률 16.8%, 태양광과 지열을 함께 적용한 경우 평균 자립률 7.7%로 최소 등급 기준을 만족하는 건축물은 없는 것으로 분석되었으며, Box Plot 분석결과는 다음과 같다.

[사진 17] Self-Sufficiency Rate of NRE



05. 업무용 건축물 인증 사례

경기도 성남시에 위치한 업무용 건축물을 대상으로 제로에너지 건축물 인증을 추진한 사례를 소개하고자 한다.

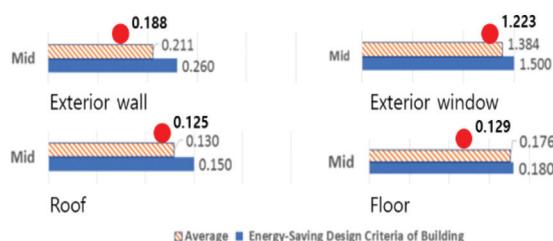
[사진 18] Building Overview

- 건물명 :
- 소재지 :
- 대지면적 : 2,280,000 m²
- 건축면적 : 1,450,799 m²
- 연면적 : 15,785,933 m²
- 수수료산정 면적 : 9,118,588 m²
- 규모 : 지하 4층, 지상 8층
- 구조 : 철골철근콘크리트조
- 주용도 : 업무시설
- 주요외장재 : 지정석재마감, 알루미늄 시트



주요 외피의 단열재는 PF보드를 사용하였으며, 창호는 28mm 로이복충유리(아르곤 주입)가 적용되어 아래 그림과 같이 전체적인 단열설계 수준은 제로에너지 인증을 받은 기준 프로젝트들과 비교할 때 매우 높은 수준으로 되어 있음을 확인할 수 있었다.

[사진 19] U-value of Building



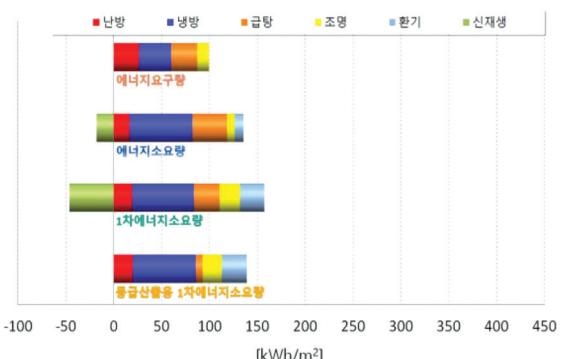
주요 열원시스템으로는 난방과 급탕은 지역난방, 냉방의 경우에도 지역냉방(흡수식 냉동기)을 이용하는 것으로 되어 있어 상기의 제로에너지 건축물 인증을 받은 프로젝트들과 직접적인 비교는 할 수 없지만 효율 100%와 냉방 COP 0.73 수준으로 개별 시스템과 비교할 때 에너지절약적인 방법임을 확인할 수 있었다.

공조시스템은 중앙공급식 AHU 방식으로 되어 있었으며, 에너지 소비가 다소 많지만 균일한 공급이 가능한 정풍량 방식(CAV)으로 되어 있으며, 일부 실의 경우 팬코일유닛(FCU)이 적용되어 있었다.

신재생에너지 적용 현황은 건물 지붕에 태양광 발전시스템이 454m² 설치되어 있고, 상층부 유리창에 BIPV 524m² 설치되어 있으며, 히트펌프 3대로 운영되는 지열시스템이 설치되어 난방 535kW, 냉방 585kW를 부담하는 것으로 되어 있었다.

이를 통해 건축물 에너지효율등급 인증용 프로그램(ECO2)으로 해석한 결과 다음 그림과 같이 1차에너지 소요량은 139.0 kWh/m²으로 나타나 1++등급(80 이상 140 미만)을 획득하였으며, 신재생에너지를 이용한 에너지 자립률은 22% 수준으로 확인되어 제로에너지 건축물 인증 5등급(에너지 자립률 20% 이상 40% 미만)을 인증받았다.

[사진 20] Primary Energy Consumption



06. 마치며

이상에서 살펴본 바와 같이 '제로에너지 건축물'은 더이상 이를 수 없는 기술적 한계가 아닌 갈 수 있는 목표이며, 무조건 가야 할 길임은 자명하다. 그럼에도 업무용 건축물을 제로에너지 건축물로 구현함에 있어 높은 건폐율과 법적인 조경면

적 확보 등으로 인하여 신재생에너지를 충분히 설치할 수 없음을 감안하더라도 실현이 쉽지 않은 것은 정의의 불명확성, 경제성 문제, 유지관리 문제 등을 들 수 있다.

제로에너지 건축물 정의의 불명확성이란 앞에서 살펴본 바와 같이 다양한 의미로 정의되고 있는데, 특히 국내의 경우 난방, 냉방, 급탕, 환기, 조명 이상 5개 용도별 1차에너지 소요량 합계를 이용하여 신재생에너지를 이용한 에너지 자립률 20% 이상일 경우로 정의된다고 볼 수 있는데, 이는 현재 선진국에서 플러그 부하 및 프로세스 에너지 등을 감안한 Net ZEB, 온실가스 배출을 제로로 한다는 Zero emission, 에너지 비용 제로까지 고려한 Cost Zero와 같은 개념까지 논의되고 있는 것과 비교하면 갈 길이 멀어 보인다.

이러한 정의와 연계하여 경제성 문제는 크게 2가지로 볼 수 있는데, 첫째는 시장에서는 Cost Zero를 생각하고 에너지 비용을 지불하지 않을 것으로 생각하고 있는데, 기술 수준이 그것에 미치지 못하는 문제와 둘째는 Cost Zero가 되지 못하는데 어느 정도까지 초기 비용을 추가로 지불할 수 있을지에 대한 문제이다.

마지막으로 유지관리 문제는 제로에너지 건축물을 구현하기 위한 요소기술들이 최근 개발되기 시작했기 때문에 장기간 사용에 따른 적정 효율의 유지가 언제까지 가능하며, 그에 따른 기술적 유지관리가 어떻게 이루어져야 하는지에 대한 부분과 기존 건축물과 달리 제로에너지 건축물이기 때문에 필요 불가결하게 실시해야 하는 유지관리 사항은 없는지 등에 대한 내용이 명확하게 규정되어 있지 않다는 것이다. 이를 해결하기 위해 단순하게 준공단계에 장비의 효율 확인에 그치는 TAB가 아니라 건축물의 기획단계부터 설계단계, 시공단계 전체 프로세스에 관여할 뿐 아니라 최소 1년 단위의 모니터링을 통한 최적화 사용 스케줄까지 고려하는 커미셔닝 개념이 중요해지고 있다.

제로에너지 건축물을 실현하고자 함에 있어 이러한 문제들에 직면해 있음에도 건축물 분야의 지속 가능성과 이를 통한 지구 살리기 운동이라는 거대한 물결에 동참하기 위해서라도 다양한 제로에너지 건축기술을 적용하려고 부단히 시도 할 뿐 아니라 향후 재실자의 활동 패턴을 분석해 시간과 상황

에 따라 에너지 손실을 최소화하는 등 최적의 재설환경을 제공하기 위한 기술까지 개발하기 위해 노력하여야 할 것이다.

※ 참고문헌

01. I. P. Torcellini, S. Pless, M. Deru, and D. Crawley (2006), Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition, ACEEE Summer Study proceedings, pp.3-275~3-286
02. A.J. Marszał, J.S. Bourrelle, E. Musall, P. Heiselberg, A. Gustavsen, K. Voss (2010), Net Zero Energy Buildings - Calculation Methodologies versus National Building Codes, in: EuroSun Conference, Graz, Austria
03. U.S. DOE (2015), A Common Definition for Zero Energy Buildings
04. ECEEE (2014), Understanding(the very European concept of)Nearly Zero-Energy Buildings
05. 제로에너지 건축물 인증시스템, <https://zeb.energy.or.kr>
06. Yeweon Kim and Ki-Hyung Yu (2020), Study on the Certification Policy of Zero Energy Buildings in Korea, Sustainability
07. 김기태, 장문기, 송일학, 김성민 (2017), 건축물에너지효율 등급 인증 현황 분석을 통한 에너지 자립률 고찰, 한국건축친환경설비학회 논문집, Vol.11 No.4, pp.331-341

