

제로에너지 건축물 적용 요소에 대한 전문가 집단별 중요도 인식 차이 분석

Analysis of Differences in the Perceived Importance of Zero Energy Building Elements among Expert Group

○임 세 현* 윤 지 영* 현 지 연* 문진우**
○Lim, Se Hyeon* Yun, Ji Young* Hyun, Ji Yeon* Moon, Jin Woo**

Abstract

This study classified 210 building professionals into three groups – design, construction, and energy consulting – and analyzed differences in perceived importance of eight ZEB components using the Kruskal-Wallis test. The results confirmed that all three groups shared a common tendency to prioritize passive elements. Additionally, statistically significant differences were found in boiler, HVAC, and ventilation systems, with the construction group assigning notably higher importance to mechanical equipment. These findings suggest that the balanced perspectives of all three professional groups should be reflected in ZEB certification standards and collaborative processes.

키워드 : 제로에너지 건축물, 중요도 분석, 크루스칼 월리스 검정

Keywords : Zero Energy Building, Importance Analysis, Kruskal-Wallis test

1. 서 론

기후 변화에 대응하기 위한 전 세계적인 탄소중립 기조에 따라, 우리나라도 건물 부문의 온실가스 감축을 위한 다각적인 노력을 기울이고 있다. 특히 전체 에너지 소비의 상당 부분을 차지하는 건물 부문의 핵심 대안으로 제로에너지건축물(ZEB; Zero Energy Building)이 주목받고 있다. ZEB는 단열·기밀 등의 패시브(Passive) 요소와 고효율 설비 및 신재생에너지를 활용하는 액티브(Active) 요소를 결합하여 에너지 소비를 최소화하는 건축물로, 2020년 공공부문 인증 의무화를 시작으로 2030년 민간 건축물까지 전면 확대될 예정이다. 이에 따라 설계, 시공, 에너지 컨설팅 등 다양한 분야 전문가들의 유기적인 협업이 그 어느 때보다 중요해지고 있다.

그러나, 기존 ZEB 관련 연구는 개별 기술 성능 비교, 에너지 시뮬레이션 등 기술 중심으로 이루어져 왔으며, 실제 프로젝트를 주도하는 전문가 집단의 인식에 초점을 맞춘 연구는 상대적으로 부족한 실정이다. ZEB를 구성하는 핵심 요소들의 중요도에 대해 전문가 집단 간 인식이 상이할 경우, 실제 프로젝트 수행 시 설계 의도와 현장 시공 간의 불일치, 제한된 예산 내에서의 우선순위 선정 충돌 등 다양한 실무적 문제가 발생할 수 있다. 이러한 주제 간의 인식 차이가 좁혀지지 않는다면 ZEB의 본래 의도인 최적의 에너지 성능을 완벽히 구현하기 어렵다.

이에 본 연구에서는 210명의 건축 실무 전문가를 대상으로 ZEB 구성 요소의 중요도에 대한 설문조사를 실시하고, 설계, 시공, 건축환경 및 에너지 컨설팅, 총 3개 집단 간의 인식 차이를 분석하고자 한다. 이는 향후 성공적인 ZEB 프로젝트 수행 및 합리적인 협업 프로세스 구축을 위한 기초 자료를 제공하는 것을 목적으로 한다.

2. 연구 방법

2.1 설문조사 개요

본 연구는 실제 ZEB 프로젝트에 참여하는 건축 실무 전문가 210명을 대상으로 ZEB 구성 요소에 대한 중요도

인식을 파악하기 위해 약 한 달간(2025. 09. 30~10. 31.) 설문조사를 실시하였으며, 구체적인 개요는 Table 1과 같다. 수집된 210부의 설문 중, 응답자의 전문 분야 분류가 불분명한 11명의 데이터를 제외한 총 199명을 최종 유효 표본으로 선정하였다. 이후 응답자의 주 전공 및 실무 업무에 따라 집단을 세분화하여, 기계 및 건축 설계를 포함한 ‘설계 집단(87명)’, 기계 및 건축 시공을 포함한 ‘시공 집단(71명)’, 그리고 ‘건축환경 및 에너지 컨설팅 집단(41명)’의 3개 그룹으로 분류하여 분석을 진행하였다. 설문 문항은 국내 ZEB에 주로 적용되는 8가지 핵심 요소(단열, 창/문, 보일러, 냉난방기, 조명, 환기장치, 신재생에너지, BEMS)를 제시하고, 응답자가 중요하다고 판단하는 상위 5개 요소를 선택하여 우선순위(1~5순위)를 부여하는 랭킹(Ranking) 방식으로 구성되었다.

표 1. 설문조사 개요

설문 대상	건축 실무 전문가 210명(유효표본 199명)
설문 기간	2025.09.30. ~ 2025. 10. 31
ZEB 요소	단열, 창/문, 보일러, 냉난방기, 조명, 환기장치, 신재생에너지, BEMS
설문 내용	ZEB 요소 중 중요도에 따른 순위(5순위) 부여

2.2 분석 방법

설문조사 결과 중 순위가 부여되지 않은 항목은 응답자가 우선순위에선 제외한 것으로 간주하여 최하위 점수(0점)를 일괄적으로 부여하였다. 이후 세 집단 간의 ZEB 구성 요소에 대한 중요도 인식에 통계적으로 유의미한 차이가 존재하는지 검증하기 위해 비모수 검정인 Kruskal-Wallis 검정(유의수준 $\alpha=.05$)을 적용하여 분석하였다. Kruskal-Wallis 검정 결과 유의미한 차이가 확인된 요소에 대해서는, 구체적으로 어느 집단 간에 인식 차이가 존재하는지를 파악하기 위해 Mann-Whitney U 검정을 이용한 사후 검정을 실시하였다. 이때, 다중비교(설계 vs 시공, 설계 vs 컨설팅, 시공 vs 컨설팅 총 3쌍)로 인해 발생하는 오류를 방지하기 위해 Bonferroni 보정(유의수준 $\alpha=.017$)을 적용하였다. 통계분석은 python 3.12 환경을 기반으로 수행하였다.

3. 분석 결과

3.1 집단별 중요도 인식 차이

* 중앙대 대학원 박사과정

** 중앙대 건축학과 교수, 공학박사

(교신저자 : gilerbert73@cau.ac.kr)

이 연구는 2026년도 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호: RS-2023-00217322

Kruskal-Wallis 검정 결과는 그림 1과 표 2와 같다. 8개 요소 중 보일러($H=18.22$, $p<.001$), 냉난방기($H=11.57$, $p=.003$), 환기장치($H=7.64$, $p=.022$)의 3개 항목에서 집단 간 통계적으로 유의미한 차이가 확인되었다. 반면, 단열은 세 집단 모두에서 평균순위 1.43~1.63으로 1순위를 차지하였고, 신재생에너지($H=0.23$, $p=.892$), BEMS($H=0.57$, $p=.751$)는 집단 구분 없이 상대적으로 낮은 중요도로 평가되었다. 이러한 결과는 전문 분야와 무관하게 모든 실무 집단이 ZEB 구현 시 '단열 및 창호'와 같은 패시브(Active) 요소를 최우선으로 고려하는 공통된 경향이 있음을 보여준다.

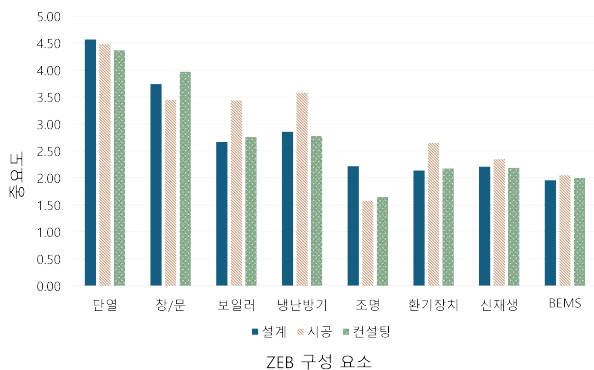


그림 1. 집단별 ZEB 요소에 대한 중요도(1순위 5점, 5순위 1점)

표 2. 중요도 인식 차이 분석 결과

요소	평균 순위			H	p	유의성
	설계	시공	컨설팅			
단열	1.43	1.52	1.63	1.29	.524	X
창/문	2.26	2.55	2.03	5.54	.063	X
보일러	3.33	2.56	3.24	18.22	.001	O
냉난방기	3.14	2.42	3.22	11.57	.003	O
조명	3.78	4.42	4.35	3.91	.141	X
환기장치	3.86	3.35	3.82	7.64	.022	O
신재생	3.79	3.65	3.81	0.23	.892	X
BEMS	4.04	3.95	4.00	0.57	.751	X

3.2 사후 검정 결과

유의미한 차이가 확인된 3개 항목에 대해 Mann-Whitney U 사후 검정 (Bonferroni 보정)을 실시한 결과는 표 3과 같다. 보일러(시공 평균 순위 2.56 vs 설계 3.33, 컨설팅 3.24)와 냉난방기(시공 2.42 vs 설계 3.14, 컨설팅 3.22)에서는 시공 집단이 나머지 두 집단과 모두 유의미한 차이를 보인 반면, 설계 집단과 컨설팅 집단 간에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다. 즉, 액티브(Active) 기계 설비 요소에 대해서는 시공 집단만이 높은 우선순위를 부여하는 뚜렷한 경향이 확인되었다. 이는 현장에서 설비 설치를 직접 담당하는 시공 전문가들이, 설비 성능이 ZEB 인증 등급 확보 및 공사 과정에 미치는 직관적인 영향을 더욱 크게 체감하기 때문으로 판단된다.

한편, 환기장치 항목의 경우 Kruskal-Wallis 본 검정에서는 유의미한 차이가 도출되었으나, 보정 기준을 적용한 사후 검정에서는 설계와 시공 집단 간의 유의확률이 $p=.022$ 로 나타나 엄격한 유의수준($\alpha=.017$)을 상회하였다. 따라서 집단 간 인식 차이의 경향성은 존재하나, 보일러 및 냉난방기와 같이 통계적으로 확정적인 수준의 차이는 아닌 것으로 판단된다.

표 3. 유의미 항목의 집단간 사후 검정 분석 결과

요소	비교 집단	U	p	유의성
보일러	설계 vs 시공	1,483.5	.000	O
	설계 vs 컨설팅	485.5	1.000	X
	시공 vs 컨설팅	264.5	.008	O
냉난방기	설계 vs 시공	2,532.5	.010	O
	설계 vs 컨설팅	1,229.0	1.000	X
	시공 vs 컨설팅	645.0	.012	O
환기장치	설계 vs 시공	525.0	.022	X
	설계 vs 컨설팅	160.5	1.000	X
	시공 vs 컨설팅	93.0	.213	X

4. 결 론

본 연구는 210명의 ZEB 관련 전문가를 설계·시공·에너지 컨설팅 3개의 집단으로 분류하고, 8개 ZEB 구성 요소에 대한 중요도 인식 차이를 Kruskal-Wallis 검정으로 분석하였다. 주요 결론은 다음과 같다.

첫째, 세 집단 모두 단열과 창/문 등 패시브 요소에 대한 중요도는 높게 부여한 반면, 신재생, BEMS는 상대적으로 낮게 평가하여, 전문 분야와 무관하게 건물의 부하 절감을 우선시하는 공통된 인식을 확인하였다.

둘째, 보일러와 냉난방기 등 액티브 설비 요소에 대해서는 시공 집단의 중요도 인식이 설계·컨설팅 집단보다 높은 것으로 나타났다. 이는 현장 경험에서 비롯된 인식 차이로, ZEB 프로젝트 협업 과정에서 한정된 예산 우선순위 배분이나 설계-시공 간 의견 불일치를 야기할 수 있는 요인으로 판단된다.

셋째, 환기장치의 경우 집단 간 인식 차이의 전반적인 경향성은 관찰되었으나, 엄격한 사후 검정 기준에서는 특정 집단 간의 확정적인 통계적 유의성은 나타나지 않았다. 다만, 수치상 컨설팅 집단이 설계와 시공의 중간적 입장을 띠고 있어 실무 조율 과정에서 완충 역할을 수행할 수 있는 잠재성이 있다.

결론적으로 ZEB 인증에 있어 단일 분야의 관점이 아닌 설계·시공·컨설팅 전문가 세 집단의 균형 잡힌 의견을 반영해야 함을 의미한다. 특히 설계 초기 단계부터 시공 집단의 설비 요소에 대한 실무적 의견을 체계적으로 수용할 수 있는 통합 협업 프로세스(Integrated Project Delivery 등)의 도입이 필요하다. 다만, 본 연구는 집단 간 표본 크기의 불균형이라는 한계점이 존재한다. 향후 이러한 인식 차이가 실제 건물의 ZEB 인증 등급 산정이나 에너지 성능에 미치는 정량적 영향에 대한 후속 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

- 기후에너지환경부, 2035 국가 온실가스 감축목표(안), 2025. 11
- 심홍석, 이성주, 한국의 제로에너지건축 정책 추진에 따른 건축물 에너지기술 성능 연구, 한국산학기술학회논문지, 22(5), 543-553, 2021
- 박정로, 최재규, 제로에너지건축물 인증에 대한 설계자와 시공자의 인지도 차이 분석, KIEAE Journal, 22(2), 55-61, 2022
- Virtanen, P., Gommers, R., Oliphant, T.E. et al., SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python, Nat Methods 17, 261 - 272, 2020