

석사학위논문

IPA분석을 활용한 지속가능 탄소중립 공간디자인 제안

- LEED인증을 받은
상업공간 내 공용공간을 중심으로 -

2026년

한성대학교 대학원

미디어디자인학과

인테리어디자인전공

김 서 율

석사학위논문
지도교수 한혜련

IPA분석을 활용한 지속가능 탄소중립 공간디자인 제안

- LEED인증을 받은
상업공간 내 공용공간을 중심으로 -

A proposal for sustainable carbon neutral
space design using IPA analysis
: Focused on Common Areas
in LEED-Certified Commercial Spaces

2025년 12월 일

한성대학교 대학원

미디어디자인학과

인테리어디자인전공

김 서 율

석사학위논문
지도교수 한혜련

IPA분석을 활용한 지속가능 탄소중립 공간디자인 제안

- LEED인증을 받은
상업공간 내 공용공간을 중심으로 -

A proposal for sustainable carbon neutral
space design using IPA analysis
: Focused on Common Areas
in LEED-Certified Commercial Spaces

위 논문을 미술학 석사학위논문으로 제출함

2025년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

미디어디자인학과

인테리어디자인전공

김 서 율

김서율의 미술학 석사학위논문을 인준함

2025년 12월 일

심사위원장 변대중 (인)

심사위원 이주형 (인)

심사위원 한혜련 (인)

국 문 초 록

IPA분석을 활용한 지속가능
탄소중립 공간디자인 제안
- LEED인증을 받은
상업공간 내 공용공간을 중심으로 -

한 성 대 학 교 대 학 원
미 디 어 디 자 인 학 과
인 테 리 어 디 자 인 전 공
김 서 울

오늘날 친환경, 탄소중립에 관련하여 에너지 절감, 자원, 자재 순환, 생태계 보전 등과 같은 환경적인 가치가 중요해지고 있다. 이러한 변화들은 디자인 영역에도 영향을 미쳐 '심미성 중심'에서 '환경적 기능 중심'으로 전환시키고 있다. 전반적인 흐름 속에서 우리는 공간디자인의 환경적 변화에 대해 고려해 볼 필요가 있다. LEED인증은 국제적으로 가장 많이 사용되는 친환경 건축 인증 제도이다. 이는 건축물의 지속가능성과 에너지 효율성을 객관적으로 평가할 수 있는 기준으로 자리 잡았다. LEED인증은 건물의 입지, 자재 선택, 실내 환경, 에너지 효율 등 다양한 항목들을 종합적으로 평가하여 구체적인 건축의 지침을 제안한다. 이는 대상에 대해 구체적이고 실질적으로 탄소중

립을 인증 할 수 있는 가장 정확한 잣대라고 판단한다. 국내 경우도 마찬가지로 정부와 지방자치단체를 중심으로 '2050 탄소중립' 목표를 실천할 수 있도록 여러 정책이 추진되고 있다. 하지만 이러한 제도 및 정책에도 불구하고 아직 국내에서도 탄소중립 실현의 수준은 미비한 상태이며 건축, 인테리어에서도 구체적인 설계 지침이나 평가의 기준이 사실상 부족한 상황이다.

이에 본 연구는 국제적 제도인 LEED인증을 받은 사례 중 유동 인구가 많다고 판단되는 국내 상업 공간의 공용공간을 중심으로 탄소중립 설계 요소를 분석하고, 이를 기반으로 지속가능한 공간디자인에 대한 방향을 제안하는 것에 목적으로 한다. 따라서 본 연구의 구성은 다음과 같다.

1장에서는 연구의 배경, 목적, 연구의 범위, 연구의 방법을 설정하여 연구의 전체적인 흐름과 방향성을 보여준다. 2장에서는 IPA 분석, LEED인증 제도, 탄소중립에 대한 이론적 고찰을 진행한 후 지속가능한 공간디자인에 적용할 수 있는 체크리스트를 도출한다. 3장에서는 LEED인증을 받은 국내 상업 공간의 공용공간 사례를 알아보고, 사례의 체크리스트를 대입시켜 지속가능성에 대해 분석한다. 또한 앞서 분석한 사례지의 특성을 중심으로 전문가 및 이용자를 대상으로 설문조사를 시행한다. 이후 설문지 분석 및 IPA분석을 통해 결과를 확인한다. 4장에서는 모든 내용을 종합하여 상업 공간의 공용공간에 대한 지속가능한 공간디자인을 제안하며, 앞으로 탄소중립에 이바지할 수 있는 구체적인 방향성을 제시한다. 5장에서는 이를 종합한 결론을 작성하여 마무리한다.

본 연구는 단순히 친환경성을 확인하는 것에 그치지 않고, 상업 공간의 공용공간 이용자의 만족도와 중요도를 종합적으로 분석하여 지속가능한 탄소중립 공간디자인을 종합적으로 탐구하는 데 의의가 있다.

【주요어】 IPA분석, 탄소중립, 지속가능한, 공간디자인, 공용공간, LEED인증

목 차

| | |
|-------------------------------|----|
| I. 서 론 | 1 |
| 1.1 연구의 배경과 목적 | 1 |
| 1.2 연구의 범위와 방법 | 4 |
| II. 이론적 배경 | 8 |
| 2.1 IPA분석 방법 | 8 |
| 2.1.1 IPA분석 정의 | 8 |
| 2.1.2 IPA분석 이론 | 9 |
| 2.2 LEED인증 | 11 |
| 2.2.1 LEED인증의 정의와 개념 | 11 |
| 2.2.2 LEED인증 기준 | 12 |
| 2.3 탄소중립 | 18 |
| 2.3.1 탄소중립의 개념과 정의 | 18 |
| 2.3.2 탄소순환의 개념 | 19 |
| 2.3.3 2050 탄소중립 정책과 실정 | 20 |
| 2.3.4 건축 부분의 탄소중립 | 22 |
| 2.3.5 탄소중립 공간디자인 고려 유형 | 23 |
| 2.3.6 탄소중립 건축 관련 용어 | 24 |
| 2.3.7 탄소중립 선행연구 | 26 |
| III. 연구설계 및 분석 | 29 |
| 3.1 이론적 고찰을 통한 체크리스트 도출 | 29 |
| 3.2 사례 분석 | 31 |
| 3.2.1 LEED인증 받은 사례지 선정 | 31 |
| 3.2.2 사례지의 공용공간 특성 분석 | 34 |
| 3.2.3 체크리스트를 통한 설문 방법 | 46 |
| 3.3 분석 결과 | 48 |
| 3.3.1 설문 결과 | 48 |
| 3.3.2 설문지 응답 중심 분석 | 50 |

| | |
|----------------------------|----|
| 3.3.3 IPA분석 | 55 |
| 3.3.4 IPA분석 결과 | 56 |
| IV. 소 결 | 60 |
| 4.1 채광 및 환경에 대한 소결 | 60 |
| 4.2 자재 선택과 지속가능성에 대한 소결 | 64 |
| 4.3 식물 녹화와 바이오필릭디자인에 대한 소결 | 67 |
| 4.4 공간 경험과 이용자 인식에 대한 소결 | 70 |
| 4.5 IPA분석 결과에 대한 소결 | 73 |
| V. 결 론 | 75 |
| 참 고 문 헌 | 78 |
| 부 록 | 82 |
| ABSTRACT | 90 |

표 목 차

| | |
|-----------------------------------------------|----|
| [표 1] 연구의 범위 | 4 |
| [표 2] IPA분석 선행연구 | 10 |
| [표 3] LEED인증 버전 동향 | 12 |
| [표 4] LEED인증 버전 주요 차이점 | 13 |
| [표 5] LEED v5 (ID+C) 핵심 목표 | 15 |
| [표 6] LEED v5 (ID+C) 평가 세부 항목 | 16 |
| [표 7] LEED(ID+C) 건축 및 공간 필수항목 | 17 |
| [표 8] 탄소중립 공간디자인 고려 유형 | 24 |
| [표 9] 탄소중립 선행연구 | 27 |
| [표 10] 선행연구를 통한 탄소중립 내용 | 28 |
| [표 11] 지속가능한 탄소중립 공간디자인 체크리스트 | 30 |
| [표 12] LEED인증을 받은 국내 건축물 (비교군) | 31 |
| [표 13] 최종 선정된 국내 상업 공간 사례지의 LEED인증 내용 | 34 |
| [표 14] LEED인증을 받은 국내 상업 공간 사례지의 공용공간 특성 정리 | 35 |
| [표 15] LEED인증을 받은 국내 상업 공간 사례지의 공용공간 특성 상세 | 36 |
| [표 16] 설문조사 문항 | 47 |
| [표 17] 응답자 그룹화 | 49 |
| [표 18] LEED인증을 받은 국내 상업 공간 사례지의 설문조사 결과 | 49 |
| [표 19] Q1~Q7 그룹별, 질문별로 심층 분석 | 51 |
| [표 20] IPA분석 결과 정리 | 58 |
| [표 21] 채광 및 환경에 대한 소결 | 62 |
| [표 22] 자재 선택과 지속가능성에 대한 소결 | 65 |
| [표 23] 식물 녹화와 바이오필릭디자인에 대한 소결 | 68 |
| [표 24] 공간 경험과 이용자 인식에 대한 소결 | 71 |

그림 목 차

| | |
|----------------------------------------------|----|
| [그림 1] 연구의 배경과 목적 | 3 |
| [그림 2] 연구의 흐름도 | 7 |
| [그림 3] IPA분석 사분면 | 9 |
| [그림 4] 탄소중립 이론 정리 | 19 |
| [그림 5] 탄소중립 정책 ‘달라지는 미래 모습’ | 21 |
| [그림 6] LEED인증 필수 평가 항목과 탄소중립 내용 융합 | 29 |
| [그림 7] IPA분석 : 그룹1 (탄소중립 인지 높음) | 57 |
| [그림 8] IPA분석 : 그룹2 (탄소중립 인지 낮음) | 57 |
| [그림 9] IPA분석 : 그룹3 (전문가) | 57 |
| [그림 10] 채광 및 환경에 대한 AI 생성형 이미지 | 63 |
| [그림 11] 자재 선택과 지속가능성에 대한 AI 생성형 이미지 | 66 |
| [그림 12] 식물 녹화와 바이오필릭디자인에 대한 AI 생성형 이미지 | 69 |
| [그림 13] 공간 경험과 이용자 인식에 대한 AI 생성형 이미지 | 72 |

I. 서론

1.1 연구의 배경과 목적

1.1.1 연구의 배경

최근 전 세계적으로 기후 위기에 대한 경각심이 높아지면서, 탄소중립은 산업 전반의 핵심 과제로 대두되고 있다. 특히 건축 부문은 전 세계 온실가스 배출량의 약 37%를 차지하며, 이 중에서도 상업용 건축물은 에너지 소비와 자원 사용이 집중되는 주요 공간으로 탄소중립 달성을 위한 우선 관리 대상으로 주목받고 있다.¹⁾ 이러한 흐름 속에서 공간디자인 분야 또한 단순한 심미성과 기능성을 넘어 에너지 효율, 자원 순환, 온실가스 저감 등 환경적 요소를 종합적으로 고려한 지속가능한 설계의 필요성이 강조되고 있다. 상업공간 내 공용공간은 다수의 이용자가 가장 많이 머무르는 장소이기에 쾌적한 환경을 조성하기 위한 냉난방, 조명, 환기 등 에너지 소모요인이 집중되기도 하며, 기업의 이미지와 이용자 경험을 형성할 수 있는 매개체가 되는 장소이다. 따라서 공용공간은 에너지 효율 및 이용자 경험과 만족도를 동시에 고려한 공간디자인이 요구되는데, 이는 지속가능한 공간디자인을 실현할 수 있는 잠재력을 가지고 있다고 평가할 수 있다. 또한 2022년 환경부의 '2050 탄소중립 추진전략'을 계기로, 국내 기업 및 공공기관에서는 탄소중립을 실현할 수 있는 건축 및 공간을 구현하는 것에 관심이 높아지고 있다. 이러한 변화는 앞으로의 공간디자인이 단순히 심미적 완성도를 추구하는 분야를 넘어서 탄소중립적 지속가능성과 사회적 책임을 구현해야 하는 상황인 것을 묘사하고 있다. 즉 탄소중립 사회의 전환을 위해 공간디자이너는 모든 환경적 요소를 포괄적으로 고려한 설계 접근 방식이 요구되고 있다. 이는 향후 상업공간 내 공용공간을 포함한 다양한 건축 및 공간디자인의 지속가능성을 부여할 수 있는 중요한 과제가 되고 있다.

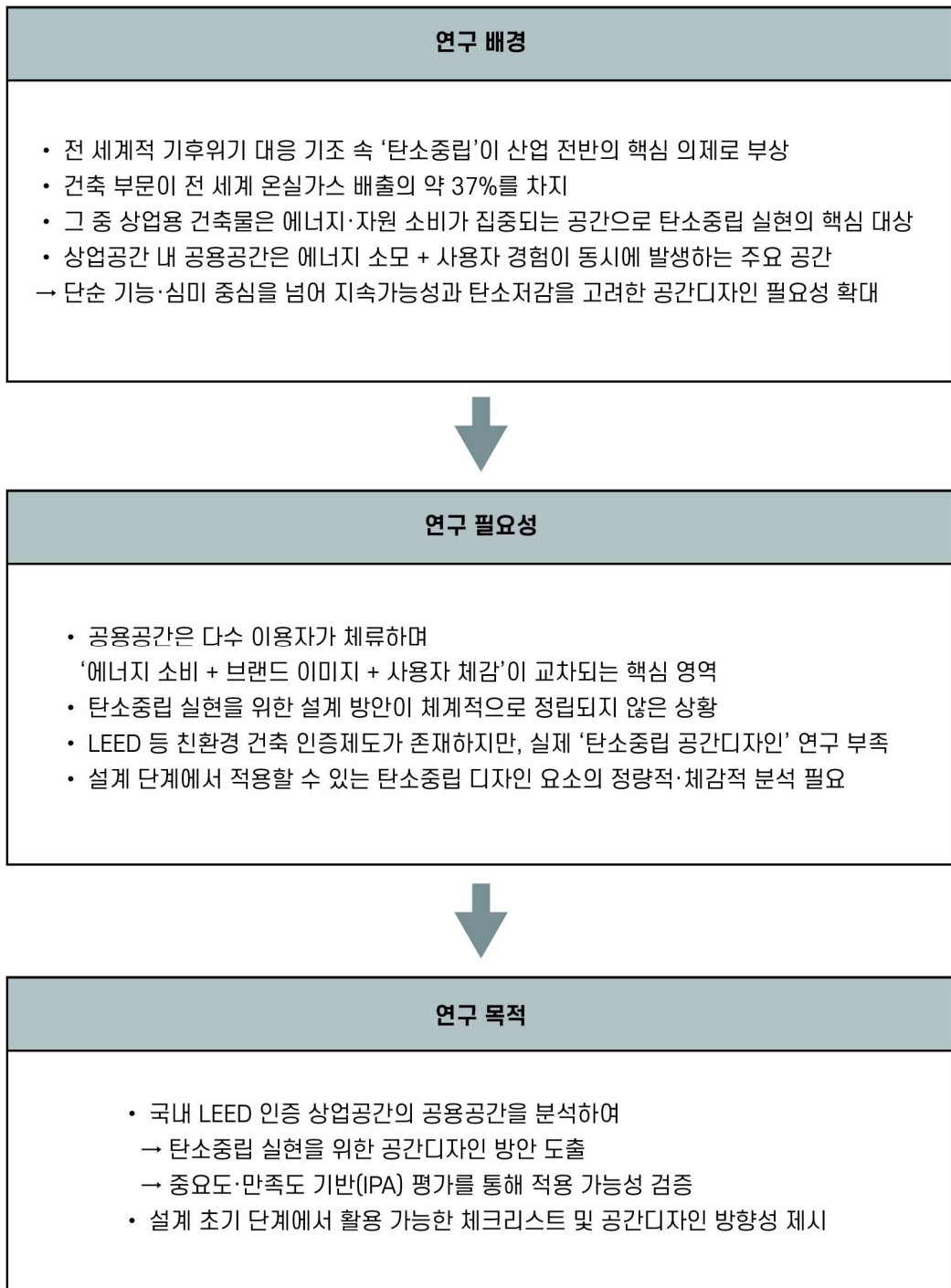
1) IEA (<https://www.iea.org/energy-system/buildings>)

1.1.2 연구의 목적

본 연구의 목적은 친환경 건축 인증 제도인 LEED인증을 받은 국내 상업 공간 내 공용공간 사례를 중심으로, 탄소중립 실현을 위한 지속가능한 공간디자인을 제안하는 것에 둔다. 상업공간의 공용공간은 다수의 이용자가 사용하는 공간으로, 설계 단계에서 할 수 있는 환경적 요소들이 건물 전체의 지속가능성과 연결되어 직접적인 영향을 미친다. 따라서 본 연구는 이러한 LEED인증을 받은 상업 공간의 공용공간을 대상으로 탄소중립적으로 어떻게 설계되었는지에 대한 특성과 기준을 분석함으로써, 그 적용 가능성과 이용자의 만족도, 중요도에 대해 구체적으로 규명하고자 한다.

이를 위해 LEED인증의 항목 중 필수항목에 초점을 두고, 탄소중립에 대한 선행연구들을 분석하여 실질적으로 파악할 수 있는 체크리스트를 도출한다. 이를 통해 지속가능성과 탄소 저감의 효과가 있는 공간디자인을 제안하고자 한다. 또한 상업공간 내 공용공간이 가지고 있는 환경적 잠재력을 극대화할 수 있는 방향을 알아보하고자 한다.

나아가 본 연구는 위의 일련의 과정을 바탕으로, 설계 초기 단계부터 적용할 수 있는 탄소중립 전략을 제시하여 공간디자인 분야에서의 탄소중립 실현 가능성을 확장하는 데 목적이 있다. 또한, 향후 친환경 인증 제도를 기반으로 한 학술적 연구 및 실무 적용에 활용할 수 있는 기초자료를 제안했다는 점에서 그 의의를 찾을 수 있다.



[그림 1] 연구의 배경과 목적

1.2 연구의 범위와 방법

1.2.1 연구의 범위

본 연구는 다소 객관적인 탄소중립의 실현을 위해 LEED인증을 받은 사례를 주요 연구 대상으로 한정한다. 유동 인구가 많아 공간 이용자가 높게 발생할 수 있는 상업시설로 지정하고, 그중에서도 체류 이용자가 많은 공용공간(라운지, 휴게 장소 등)으로 연구 범위를 설정하였다. 공용공간은 이동 및 연결공간(복도, 통로, 에스컬레이터 등)이 아닌 체류 및 휴식을 할 수 있는 공간으로 범위를 한정하였다.

따라서 연구 사례로는 LEED인증을 받은 국내 수도권 내 상업공간 5곳을 선정하였으며, 선정 기준은 유동 인구 규모, 지리적 접근성, 시설의 대표성을 종합적으로 판단하였다. 또한 분석의 초점을 단일 건축물의 기술적인 측면이 아닌 공간디자인의 관점에서 탄소중립의 실현을 초점으로 두어 공간구성, 자재, 자재 활용, 조명 및 채광, 이용자 만족도들의 요소를 중심으로 연구를 진행했다. 또한 이후 체크리스트를 기반으로 사례지 설문에 대한 사례지 이용자 및 건축, 인테리어디자인 전문가 90명을 대상으로 설문하였고, 응답자는 탄소중립에 대한 인지도와 전문성을 바탕으로 그룹화하여 분석을 실행하였다. 이러한 범위 설정은 실질적인 탄소중립 공간디자인에 적용 가능성을 검토하기 적합하다는 판단에 따른 것이다.

[표 1] 연구의 범위

| 연구 대상 | 범위 |
|-------|-----------------------------------------------------------|
| 상업공간 | LEED인증을 받은 상업 공간 중에서 수도권에 위치, 하루 평균 방문객 수가 3만 명 이상인 5개 시설 |
| 공용공간 | 체류 및 휴식 공간 : 라운지, 좌식 휴게 공간, 대기 공간 등 |

1.2.2 연구의 방법

탄소중립 실현을 위한 지속가능한 공간디자인의 방향을 도출하기 위해 이론적 고찰, 사례 분석, 설문조사, 종합 분석 및 결론 정리의 순서로 진행하였다.

첫째, 이론적 고찰 단계에서는 우선 분석단계에서 활용할 IPA분석에 대한 고찰을 통해 IPA분석에 대한 이해도를 높이고, LEED인증에 대한 정의와 현재 사용하고 있는 버전, 연구에 적용할 수 있는 범위에 대해 탐구하고 LEED인증 항목 중 필수항목에 대해 검토한다. 또한 탄소중립의 정의와 정책에 대해 알아보고 선행연구를 통해 탄소중립에 대한 이론적 내용을 고찰한다. 이후 LEED인증 중 필수항목들과 탄소중립의 선행연구에서 추출한 내용을 바탕으로 도식화 과정을 통해 상업 공간 내 공용공간 사례에 적용할 수 있는 체크리스트를 도출한다.

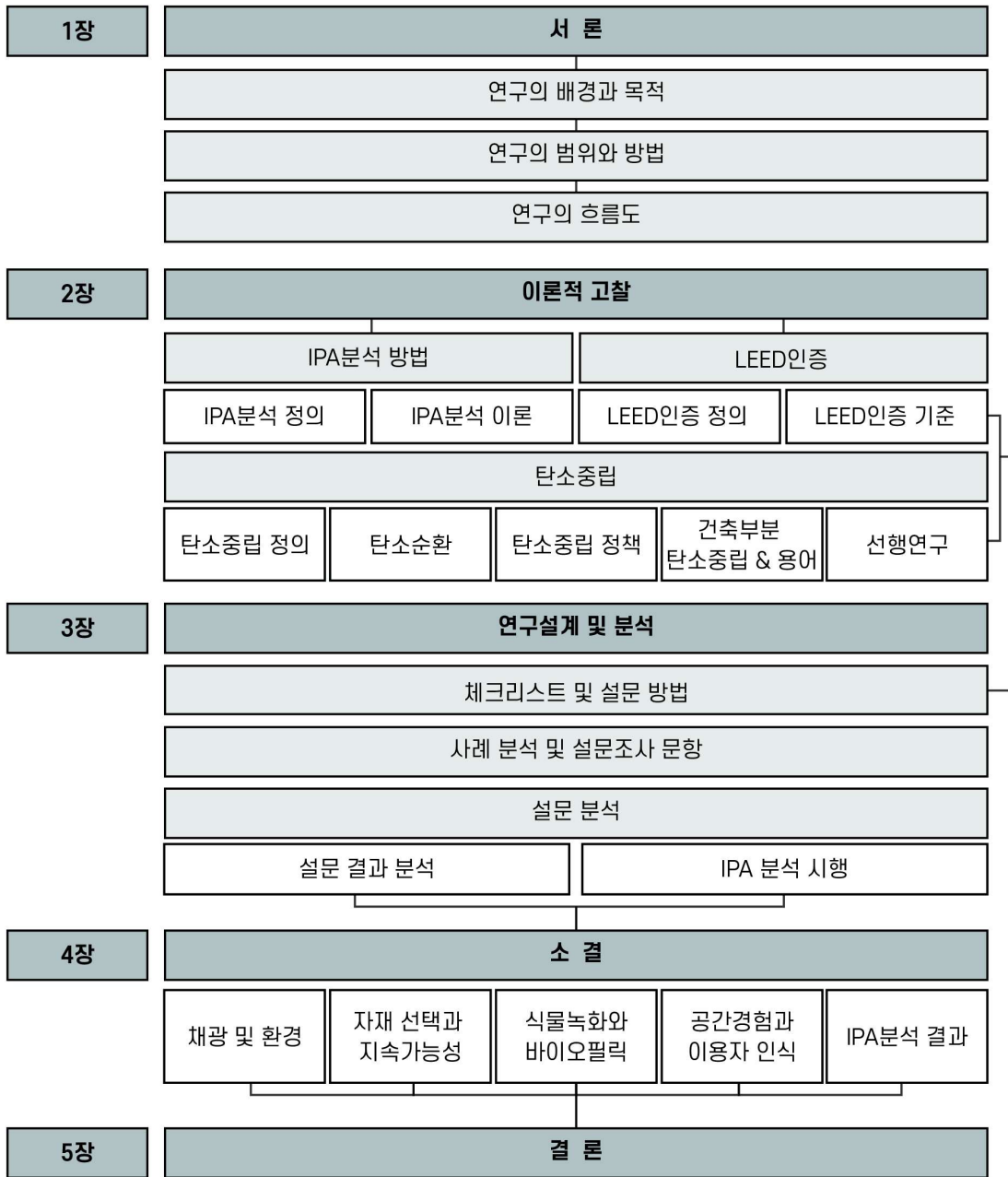
둘째, 사례 분석 단계에서는 국내 LEED인증을 받은 상업공간 5곳을 선정하여 공용공간을 분석한다. 이론적 고찰에서 도출한 체크리스트를 바탕으로 현재 탄소중립 실현에 관한 내용 및 LEED인증 항목이 적용되는 현황을 분석하고 공용공간의 특성 및 특징을 정리한다.

셋째, 설문조사 단계에서는 지정한 사례의 상업 공간을 이용한 경험이 있는 일반 이용자와 건축 및 인테리어디자인 전문가를 대상으로 설문을 진행한다. 설문 내용은 이론적 고찰을 통해 도출된 체크리스트와 사례지를 분석한 틀을 바탕으로 작성하고, 응답자는 탄소중립의 인지도와 전문성에 따라 그룹화하여 따로 분석한다. 이를 통해 지속가능한 공간디자인이 이용자에게 어떤 방식으로 적용, 인식되고 있는지 파악한다. 또한 공간디자인의 방향성과 경험적 관점에서 재검토한다.

넷째, 설문조사 결과는 IPA(Importance-Performance Analysis) 분석 방법을 활용하여 만족도와 중요도를 가시적으로 확인할 수 있다. 이를 통해 유지, 강화, 우선 개선, 낮은 우선순위, 과잉 노력으로 차트를 나눠 분석할 수 있으며 이용자의 관점에서 탄소중립 실현의 부분을 확인한다. 또한 IPA분석뿐만 아닌 설문 응답지를 바탕으로 재분석하여 교차 검증할 수 있도록 한다.

마지막으로 종합 분석을 통해 이론적 고찰, 사례 분석, 설문 결과를 통합하여 탄소중립을 실현할 수 있는 지속가능한 공간디자인을 설문지에 관한 내용으로 파트를 나누어 상세 분석 및 소결을 도출하며 지속가능한 공간디자인의 구체적인 방향을 제안하고자 한다.

본 연구는 도출된 결과를 토대로, 상업공간 내 공용공간 설계 시 실질적으로 적용할 수 있는 공간디자인을 제안하며, 향후 공간디자인 분야에서 탄소중립 실현을 위해 실무적, 학문적으로 기반을 둘 수 있도록 이바지하고자 한다.



[그림 2] 연구의 흐름도

II. 이론적 배경

2.1 IPA분석 방법

2.1.1 IPA분석 정의

본 연구에서는 IPA(Importance-Performance Analysis)분석 방법을 활용하였다. IPA분석은 특정 특성을 분석, 파악하여 이용자가 느끼는 중요도(Importance)와 현실적인 만족도(Performance)를 동시에 측정한다.²⁾ 이는 두 가지 요소의 관계를 정확하게 확인할 수 있는 분석 방법이다. 이는 특정 특성이 실제로 어느 성과를 내고 있는지와 이용자들이 해당 특성을 실제로 얼마나 필요로 하는가에 대한 비교분석으로 객관적인 평가를 할 수 있다는 것이 특징이다. 사례 분석과 설문 분석만으로는 각 공간디자인이 탄소중립을 실현하는 데에 있어 미치는 영향을 종합적으로 해석하기 어려울 수 있다. 따라서 IPA분석 방법을 활용하여 중요도와 만족도를 면밀하게 파악하는 과정이 중요하다. IPA분석 방법은 이용자의 인식, 설문한 것을 데이터로 변환하여 수치화시키는데, 총 네 가지의 사분면으로 나누어진다. 첫 번째로 유지, 강화 영역, 두 번째로 개선 우선 영역, 세 번째로 낮은 우선순위 영역, 네 번째로 과잉 노력 조정 영역이 있다. 이는 시각적으로 가시성 있게 구분할 수 있다는 점에서 실무적 활용도가 높다. 또한 IPA분석은 이용자의 주관적인 판단에만 그치지 않고, 공간디자인 관점에서 개선할 방향을 수립할 수 있는 실증적인 근거로 활용될 수 있다는 장점이 있다. 본 연구에서는 이를 활용하여 상업공간 내 공용공간에서 탄소중립적 요소가 실제 이용자에게 긍정적으로 반영되고 있는지 분석하고, 탄소중립 실현에 대한 평가를 통해 미흡한 부분을 체계적으로 보완할 수 있는 방향을 제안하고자 하고자 한다.

2) 중요도 성과분석(IPA)을 이용한 공공기관 안전관리 추진전략



[그림 3] IPA분석 사분면

2.1.2 IPA분석 이론

IPA분석은 응답자의 경험을 면밀하게 분석하기 위해 공간에 대한 중요도를 X축, 성과를 Y축으로 하여 2차원 좌표평면에 배치함으로써 사분면에 대한 영역을 명확하게 분류한다. 각 항목의 상대적 위치를 시각화하여 보여주며 각 좌표점의 차이를 극명하게 설명할 수 있다. 즉, 중요도는 높으나 성과가 낮은 항목은 즉각적인 개선이 요구되며, 반대로 성과는 높으나 중요도가 낮은 항목은 과도한 노력을 재고해야 하는 영역으로 판단할 수 있다. 이처럼 IPA 분석은 제한된 정보를 효율적으로 정리하여 전략적 의사결정을 지원하기 위한 실무형 분석 방법으로 널리 활용되고 있다.

IPA 분석의 일반적인 절차는 다음과 같다. 첫째, 평가하고자 하는 요소를 도출하고 이를 기반으로 설문 항목을 구성한다. 둘째, 각 요소에 대해 중요도와 만족도를 분리 문항으로 측정하며 보통 5점 또는 7점 Likert 척도를 사용한다. 셋째, 수집된 자료는 각 요소의 중요도와 만족도의 평균값을 산출한 후, 전체 평균이나 기준값을 중심으로 사분면 분석을 수행한다. 넷째, 결과 해석 시 사분면별 전략적 시사점과 개선 항목의 우선순위를 도출하며, 추가로 Cronbach's α 등을 활용하여 신뢰도 검증을 수행한다. 경우에 따라 중요도를 직접 평가하는 대신 회귀분석 또는 상관분석을 활용한 '파생 중요도' 기법

을 적용하기도 하며, 이는 응답자 편향을 줄이고 실제 영향도를 반영할 수 있는 장점이 있다.

이러한 IPA 분석은 건축환경, 서비스평가, 공공정책, 도시공간, 위험관리 등 사용자 경험(UX), 환경성과, 제도개선 연구를 필요로 하는 다분야에서 이론적 틀로 확장되어 활용되고 있다. 특히 공간디자인 분야에서는 IPA가 '체감 중심의 품질 분석' 도구로써 활용될 수 있으며, 정책 평가 및 개발 우선순위 설정이 필요한 맥락에서 적용성이 크다. IPA분석에 대한 이론적 바탕이 된 선행연구를 [표 2]로 정리하였다.

[표 2] IPA분석 선행연구

| 연구 연도 | 연구자 | 제목 |
|-------|----------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 2025 | 이재용 외 1인 | IPA분석을 통한 이동식 재해재난구호 모듈러 유닛의 재사용을 향상에 관한 연구 |
| 2025 | 신사임 | 기업과 지자체의 ESG 및 메세나 활동 개선방안 연구 - 문화예술인의 인식을 중심으로- |
| 2024 | 김민지 외 3인 | 목조건축산업 활성화를 위한 건축 프로세스별 개선방안 분석 - Importance-Performance Analysis (IPA)를 활용하여 - |
| 2024 | 김성은 외 1인 | IPA기법을 활용한 모듈러 시스템 건축물의 단계별 중점관리요소 분석 |
| 2023 | 강지현 외 2인 | 평가 특성별 IPA분석을 통한 건축자산 진흥구역 내 건축자산 활용의 제도적 개선방안 연구 |
| 2022 | 박경모 | 중요도 성과분석(IPA)을 이용한 공공기관 안전관리 추진전략 |
| 2022 | 평젠보 외 1인 | IPA 분석에 기초한 중국 녹색건축의 친환경 요소 연구 -남창시 용우산업원 분석을 중심으로- |
| 2022 | 정대교 외 3인 | 해외 선진국 사례와 IPA 기법을 이용한 건축공사 주요 안전관리 업무의 재해 예방효과 분석 |

2.2 LEED인증

2.2.1 LEED인증의 정의와 개념

LEED(Leadership in Energy and Environmental Design)인증은 미국의 비영리 단체인 USGBC (U.S.Green Building Council)에서 개발하여 국제적으로 가장 공신력 있다고 평가받는 친환경 건축 인증 제도이다. LEED인증은 건축물에서 발생하는 에너지의 효율성과 환경적으로 지속가능성을 객관적으로 평가하기 위해 만들어진 체계로써 전 세계적으로 친환경 건축의 평가기준으로 자리 잡고 있다.

LEED인증은 단순히 건축물이 모두 지어진 상태에서의 성능을 파악하는 것이 아닌, 기획, 설계, 시공, 유지관리, 운영 등 건물의 모든 생애주기 전반을 통틀어 환경적 영향을 최소화하도록 평가 제도가 만들어져 있다. 이를 통해 에너지 사용량 최소화, 자원 재활용, 실내 환경 개선, 친환경 자재 활용, 폐기물 관리 등 여러 환경적 측면에서 지속가능한 건축을 실현하기 위한 목적을 가진다.³⁾

LEED인증은 주거단지, 상업시설, 공공건물, 교육시설, 병원, 사무공간 등 다양한 건물 유형에 적용할 수 있는 평가 분야들이 정해져 있으며, 항목별 점수 합산 결과에 따라 Certified, Silver, Gold, Platinum의 네 가지 등급 분류된다.⁴⁾ 특히 LEED인증은 기술적 친환경 요소뿐 아니라 사회적, 경제적 파급효과까지 종합적으로 고려하는 평가 시스템이라는 데 의의가 있다. 이러한 특성으로 인해 LEED는 국내의 KOSATA 친환경 건축 인증제도를 비롯하여 여러 국가의 인증제도 개발에 참고 기준으로 사용되고 있으며, 국제적 비교 평가의 지표로도 널리 활용되고 있다.

3) 4) LEED인증 공식 홈페이지, USGC (<https://www.usgbc.org/>)

2.2.2 LEED인증 기준

2.2.2.1 LEED인증 동향 및 버전별 주요 차이점

본 연구는 현재 적용되고 있는 최신 버전인 LEED v5를 분석 기준으로 삼아 연구를 수행하였다. LEED v5가 새롭게 나오면서 가장 차별화된 부분은 범위와 목표에 있으며 이전 버전에 비해 ‘탈탄소화’에 대해 더욱 강조하였다. 이는 기후위기의 시급성을 해결하기 위함으로 LEED v5 인증 항목 중 절반이 탈탄소화에 기반을 두고 있다.⁵⁾ 이를 비교하기 위해 LEED인증 버전의 동향을 [표 3]에 작성하였고, 버전 주요 차이점을 [표 4]에 정리하였다.

[표 3] LEED인증 버전 동향⁶⁾

| 연도/ 버전 | 동향 |
|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ~1998초기 | <ul style="list-style-type: none"> • LEED인증 초기 설계 단계, 1998년 공식 첫 버전 등장. • 친환경 건축 개념 정리 및 정립 |
| 2000 (LEED 2.0) v2.x (2002~2005) | <ul style="list-style-type: none"> • 평가 항목과 구조 정비. 초기단계의 단순한 ‘체크리스트, 동일가중치’방식에서 항목들을 범주로 나누고 항목별 가중치 도입 |
| 2009 (LEED v3 / LEED 2009) | <ul style="list-style-type: none"> • LEED평가 시스템을 통합하고 구조화된 포인트 시스템을 본격 확립 • 환경 성능, 자재, 물, 자원, 실내 환경 등 다영역 평가, 지역 우선(Regional Priority) 크레딧 도입으로, 보다 종합적이고 지역 맥락까지 반영하는 평가 체계로 전환. |
| 2013 (LEED v4) | <ul style="list-style-type: none"> • 친환경 건축의 범위를 넓히고, 지속가능성의 ‘전 과정(Life-cycle)’과 건축물 운영 및 실내 환경품질을 강조하는 기준 추가 • 재료·자원(Materials & Resources), 실내 환경품질(Indoor Environmental Quality, IEQ), 에너지 및 대기, 수자원, 위치·교통(Location & Transportation) 등 세부 카테고리 구체화. |
| 2019 (LEED v4.1) | <ul style="list-style-type: none"> • v4 적용 과정에서 나타난 시장의 현실적 제약과 피드백을 반영하여 일부 기준 완화 및 점검 방식 개선. 인증 체계의 유연성 강화. • 보다 실질적 운영 데이터 기반 ‘성능 중심 평가(Performance-based)’ 확대 |
| 2025 (LEED v5) | <ul style="list-style-type: none"> • 단순 에너지 절감이 아니라 전 생애주기 탄소, 자재 내재탄소(Embodied Carbon), 운영 에너지, 물, 폐기물, 재활용, 인체 및 커뮤니티 건강, 기후 회복력까지 포괄하는 보다 넓고 깊은 지속가능성 기준을 제시. • 특히 신규 항목으로 온실가스 배출 없는 설비 운영(electrification), 고효율/친환경 냉매 사용, 용기 및 재료의 저탄소배출, 폐기물 제로화 운영 계획 (Zero-Waste Operations) 등이 포함되며, 평가 방식도 과거보다 엄격해짐. • 물 관리(Water Efficiency)에서도 단순 절수 중심을 넘어 “물 재사용, 비음용수 활용, 기후 회복성 중심 물 관리”를 유도하는 유연한 경로 제공. |

5) 한국녹색건축기술협회, LEED v5 최신동향

6) LEED인증 공식 홈페이지, USGC (<https://www.usgbc.org/>)

[표 4] LEED인증 버전 주요 차이점⁷⁾

| 측면 / 버전 | 초기 ~ LEED2009 | v4 | v4.1 | v5 |
|----------------|---------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 평가 체계 구조 | 단순 체크리스트, 동등 가중치에서 이후 포인트 및 가중치 체계 정립 | 평가 카테고리 세분화 (에너지, 물, 자재, 실내환경, 위치·교통 등) | 기존 v4 체계 유지 및 유연성 부여, 실제 운영 데이터 반영 강화 | 평가 항목 대폭 확대 전 생애주기 탄소, 건강·복지, 회복력, 자원 순환 등 포함 |
| 인증 대상 유형 | 신축 중심 | 다양한 유형 (신축, 리모델링, 인테리어, 기존건물 운영 등) 적용 확대 | 동일 체계 유지 | 동일 체계 유지 및 기존 운영 건물에 대한 저탄소/건강 성능 요구 강화 |
| 환경 성능 평가 방식 | 에너지 절감, 물 절약, 자재 재활용 등 정성/정량 혼합 방식 | 설계 & 재료 & 운영 기준 강화, 실내 환경 품질 주목 | 실질 운영 성능 중심 + 이용자 편의 고려 | 에너지, 내재탄소, 물, 폐기물, 건강, 회복력 종합 평가. 탈탄소 및 자재 탄소 저감 중심 |
| 지속가능성 범위 | 건축물 중심 '친환경 설계' | 녹색 건축 및 거주자 건강, 자재 환경성 고려 | 설계, 운영, 실효성 반영 | ESG, 탄소중립, 건강, 회복력, 형평성 포함 보다 통합적이고 포괄적 지속가능성 지향 |
| 인증 난이도 및 시장 수용 | 상대적으로 단순 초기 확산에 유리 | 기준 강화 인증 요구 증가 | 유연화, 성능 중심 실현 가능성 확보 | 기준 대폭 강화 설계·운영 모두 고성능, 인증 도전 높아짐 |

2.2.2.2 LEED v5의 개념과 특성

LEED v5는 새롭게 개정하여 2025년 4월 말에 배포되었다. LEED v5는 기후 행동(Climate Action), 삶의 질(Quality of Life), 생태 보존(Ecological Conservation)이라는 세 가지 핵심 영향 영역에 중점을 둔다. 이러한 초점은 탄소배출량 감소, 거주자의 웰빙 향상, 생태계 건강 지원 등 다양한 지속가능성 목표를 포함한다.⁸⁾ 이전 버전보다 한층 강화된 지속가능성 기준을 적용하여, 건축물이 '탄소제로(Carbon Neutral)'에 더욱 근접할 수 있도록 개발된 포괄적 친환경 기준이라는 특징이 있다. 이 체계는 단순히 에너지 절감이나 자원 효율만을 고려하는 데 그치지 않고, 환경적 성과, 사회적 가치 등 사회적 형평성을 내포하며 인간 중심의 설계를 함께 통합적으로 평가함으로써 건

7) 8) LEED인증 공식 홈페이지, USGC (<https://www.usgbc.org/>)

축물이 사회적, 환경적 책임을 동시에 수행할 수 있도록 설계되었다.

최신 버전인 친환경 건축 인증을 기준으로 활용한 위한 이유는 탈탄소화에 대한 인증 내용을 전반으로 지속가능한 공간디자인을 구체적으로 제안하고 분석을 통해 상업공간 내 공용공간의 지속가능성과 탄소중립 목표를 실현할 수 있는 실질적인 근거를 고려할 수 있기 때문이다. 또한 LEED v5의 평가기준을 중심으로 상업공간 내 공용공간에 적용하기 위해 LEED인증 항목 중 필수항목을 채택하여 파악하고자 한다. 특히 탈탄소화, 생활환경 향상, 생태보전 및 복원, 재료 자원 등 LEED v5가 강조하고 있는 핵심 목표를 확인하고 이를 토대로 실제 공간 설계와 운영 단계에서 탄소중립 실현에 가까워질 수 있는 방향을 검토한다.

2.2.2.3 LEED v5 (ID+C)의 개념과 특성

LEED v5 버전에서 LEED ID+C(Interior Design and Construction)는 실내 공간의 인테리어디자인과 시공 영역을 대상으로 하는 인증 체계를 의미한다. ID+C는 건물 전체가 아닌 개별 실내 공간을 평가 대상으로 한다. 이 인증은 공간의 기능성과 디자인, 그리고 환경적 가치를 동시에 고려할 수 있도록 다양한 선택 항목과 필수항목으로 구성된다. 특히, 일반적인 상업 공간에서는 에너지 효율, 자재 선택, 실내 환경품질, 재활용 가능성 등 다양한 지속가능성 요소를 통합적으로 적용할 수 있도록 설계되어 있다.⁹⁾

ID+C 인증은 Retail(소매), Hospitality(숙박), 관광 시설과 같은 특정 분야를 제외한 일반 상업 공간에서 활용되는 경우가 많다.¹⁰⁾ LEED (ID+C)의 중요성은 지속가능한 공간디자인 및 시공에 대한 포괄적인 접근 방식에 있다. 실내 환경에 초점을 맞춘 이 인증은 공간에서 에너지와 물을 절약할 뿐만 아니라 그 공간에 거주하는 사람들의 건강과 웰빙에도 기여하도록 보장한다.¹¹⁾ 즉, 실내 공간 설계와 시공 단계에서 탄소배출 저감, 에너지 절감, 자원 효율

9) 10) LEED인증 공식 홈페이지, USGC (<https://www.usgbc.org/>)

11) bee, (LEED ID+C 이해: 실내 지속가능성 향상)

향상 등 환경적 성과를 고려하면서도, 공간의 목적과 이용자 경험을 저해하지 않는 범위 내에서 다양한 디자인 전략을 적용할 수 있도록 하는 것이 핵심적인 특징이다. LEED v5의 ID+C 인증기에 대한 핵심 목표를 [표 5]에 정리하였다.

[표 5] LEED v5 (ID+C) 핵심 목표

| 키워드 | 핵심 목표 |
|------------|------------------------------------|
| 탈탄소화 | 운영 에너지, 내재 탄소, 냉매, 운송 시 발생하는 탄소 저감 |
| 생활환경 질 향상 | 이용자 건강, 회복 탄력성, 형평성 증진 |
| 생태 보전 및 복원 | 생태계 파괴 최소화 및 복원을 위한 설계 전략 |
| 재료 자원 | 내재 탄소 저감, 저 VOC, 재활용, 재사용 자재 활용 |
| 에너지 및 대기 | 효율적 에너지 시스템, 계측, 성능 모니터링, 냉매 관리 |
| 물 이용 효율 | 절수, 누수 감지, 적극적 수자원 관리 |
| 통합 설계 프로세스 | 초기 단계 전 분야 연계 계획 및 목표 설정 |
| 지역 우선 과제 | 지역 특성 기준의 우선 과제 수행 |

1) LEED v5의 평가 세부 항목

LEED v5 버전을 기준으로, LEED(ID+C) 인증 체계에서 적용되는 세부 평가 항목을 [표 6]으로 정리하였다. 카테고리별로 평가 항목이 나뉘는데, 이는 IP(통합 설계), LT(입지 및 교통), WE(물 이용 효율), EA(에너지, 대기), MR(자재, 자원), EQ(실내 환경품질), MPR(기본 자격 요건), PR(프로젝트 우선과제)이 있으며, 필수항목부터 최대 10점으로 평가 점수가 나뉜다.

[표 6] LEED v5 (ID+C) 평가 세부 항목

| 카테고리 | 구분 | 평가 점수 | 평가 항목 |
|-------------------|------|--------|-----------------------|
| IP (통합 설계) | IPp1 | 필수 | 기후 회복력 평가 |
| | IPp2 | 필수 | 인간 영향성 평가 |
| | IPp3 | 필수 | 탄소 평가 |
| | IPc1 | 최대 1점 | 통합 설계 프로세스 |
| LT (입지 및 교통) | LTc1 | 최대 8점 | 보행 가능성 교통 효율성 |
| | LTc2 | 최대 4점 | 교통 수요 관리 |
| | LTc3 | 최대 2점 | 전기 자동차 |
| WE (물 이용 효율) | WEp1 | 필수 | 물 최소 효율 |
| | WEc1 | 최대 2점 | 수도 계량 및 누수 감지 |
| | WEc2 | 최대 8점 | 물 효율성 강화 |
| EA (에너지, 대기) | EAp1 | 필수 | 예상 에너지 사용량 및 탄소 예측 |
| | EAp2 | 필수 | 최소 에너지 효율 |
| | EAp3 | 필수 | 시스템 설계 운영 목표 검증 |
| | EAp4 | 필수 | 에너지 측정 및 보고 |
| | EAp5 | 필수 | 기본 냉매 관리 |
| | EAc1 | 최대 5점 | 탈 탄소화 |
| | EAc2 | 최대 12점 | 향상된 에너지 효율성 |
| | EAc3 | 최대 5점 | 재생 에너지 |
| | EAc4 | 최대 4점 | 에너지 성능 유지 |
| | EAc5 | 최대 3점 | 최대 열 부하 줄임 |
| | EAc6 | 최대 2점 | 냉매 관리 |
| MR (자재, 자원) | MRp1 | 필수 | 폐기물 감소 추진 계획 |
| | MRp2 | 필수 | 탄소 정량화 및 평가 |
| | MRc1 | 최대 4점 | 인테리어 자재 사용 |
| | MRc2 | 최대 4점 | 탄소 감소 |
| | MRc3 | 최대 4점 | 저탄소 재료 |
| | MRc4 | 최대 10점 | 건축 자재 선택 및 조달 |
| | MRc5 | 최대 4점 | 건설 및 철거 폐기물 전환 |
| EQ (실내 환경 품질) | EQp1 | 필수 | 건설 관리 |
| | EQp2 | 필수 | 기본 대기질 |
| | EQp3 | 필수 | 금연 |
| | EQc1 | 최대 2점 | 향상된 공기 질 |
| | EQc2 | 최대 7점 | 이용자 경험 |
| | EQc3 | 최대 2점 | 접근성 및 포용성 |
| | EQc4 | 최대 3점 | 회복성 공간 |
| | EQc5 | 최대 4점 | 대기질 테스트 및 모니터링 |
| MPR (기본 자격 요건) | MPR1 | 필수 | 기존 토지 영구적 사용 |
| | MPR2 | 필수 | 합리적인 LEED 경계 사용 |
| | MPR3 | 필수 | 프로젝트 크기 요구 사항 준수 |
| PR(프로젝트 우선과제) | PRc1 | 최대 9점 | 프로젝트 우선순위 |
| | PRc2 | 최대 1점 | LEED AP 신청 및 프로세스 간소화 |

2) 필수 평가 항목

[표 6]의 LEED v5 (ID+C) 평가 세부 항목에서 필수항목만 추출하여 [표 7]에 정리했다.

[표 7] LEED(ID+C) 건축 및 공간 필수항목

| 구분 | 필수 평가 항목 |
|------|--------------------|
| IPp1 | 기후 회복력 평가 |
| IPp2 | 인간 영향성 평가 |
| IPp3 | 탄소 평가 |
| WEp1 | 물 최소 효율 |
| EAp1 | 예상 에너지 사용량 및 탄소 예측 |
| EAp2 | 최소 에너지 효율 |
| EAp3 | 시스템 설계 운영 목표 검증 |
| EAp4 | 에너지 측정 및 보고 |
| EAp5 | 기본 냉매 관리 |
| MRp1 | 폐기물 감소 추진 계획 |
| MRp2 | 탄소 정량화 및 평가 |
| EQp1 | 건설 관리 |
| EQp2 | 기본 대기 질 |
| EQp3 | 금연 |
| MPR1 | 기존 토지 영구적 사용 |
| MPR2 | 합리적인 LEED 경계 사용 |
| MPR3 | 프로젝트 크기 요구 사항 준수 |

2.3 탄소중립

2.3.1 탄소중립의 개념과 정의

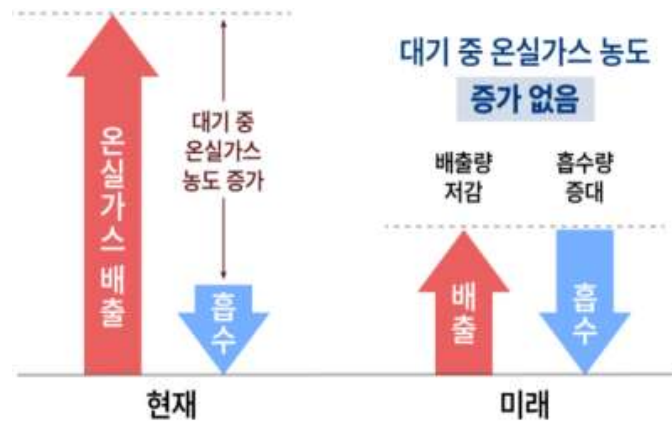
탄소중립(carbon neutral)이란 개인, 기업, 국가 등 특정 주체가 배출하는 이산화탄소를 최대한 감축하는 동시에, 산림 흡수, 탄소 포집·저장(CCS), 탄소 상쇄(offset) 등의 수단을 통해 배출된 이산화탄소를 흡수·제거함으로써 실질적인 이산화탄소 순배출량을 '0'으로 만드는 상태를 의미한다.¹²⁾ 이는 순배출 영점화(net zero emissions) 또는 탄소제로(carbon zero)로도 불린다. 엄밀한 의미에서 탄소중립은 온실가스 중 지구온난화에 가장 큰 영향을 미치는 이산화탄소의 순배출량을 기준으로 제로화하는 개념이다. 이산화탄소의 흡수량이 배출량을 초과하는 경우에는 이를 탄소네거티브(carbon negative) 상태라고 정의한다.¹³⁾

넷제로(net zero)는 이산화탄소에 국한되지 않고, 교토의정서에서 규정한 6대 온실가스 전체의 순배출량을 제로화하는 보다 포괄적이고 적극적인 개념이다. 교토의정서에서는 규제 대상 온실가스로 이산화탄소, 메탄, 아산화질소, 수소불화탄소, 과불화탄소, 육불화유황을 지정하였으며, 넷제로는 이들의 모든 온실가스의 배출량과 흡수량을 종합적으로 고려한다. 이러한 이유로 넷제로는 탄소중립보다 범위가 넓은 개념으로 이해되며, '기후중립(climate neutral)'이라는 용어로도 사용된다.

탄소중립이 중요한 이유는 이산화탄소배출 증가가 지구온난화를 유발하는 가장 핵심적인 원인이기 때문이다. 온실가스는 지표면에서 방출되는 복사열을 흡수하여 지구의 평균 기온을 적정 수준으로 유지하는 역할을 하지만, 대기 중 농도가 과도하게 증가할 경우 열이 우주로 방출되지 못하고 축적되어 지구온난화를 초래한다. 특히 산업화 이후 화석연료 사용 증가로 인한 이산화탄

12) 13) 환경부 '2050 탄소중립' P13

소 농도 상승은 기후변화의 주요 원인으로 지목되고 있다.(이홍일, 2022)¹⁴⁾ 이러한 배경에서 탄소중립은 단순한 환경 보호 차원을 넘어, 기후위기 대응을 위한 필수적인 국제적 과제로 인식되고 있다. 국가 정책, 산업 구조, 건축 및 공간디자인 분야 전반에서 탄소배출을 감축하고 흡수 체계를 강화하는 전략이 요구되며, 이는 지속가능한 사회로의 전환을 위한 핵심 목표로 자리 잡고 있다. 이러한 개념적 연관성과 실행 체계를 이해할 수 있도록, 이를 [그림 4]에 이미지화하였다.



[그림 4] 탄소중립 이론 정리

2.3.2 탄소순환의 개념

탄소중립의 개념은 기본적으로 탄소의 순환 구조를 기반으로 이해할 수 있다. 환경부의 ‘2050 탄소중립’ 자료에 따르면, 지구 생태계는 전체 물질의 총량이 일정하게 유지되는 폐쇄적 시스템이기 때문에, 탄소 또한 고정된 총량을 기준으로 하나의 시스템에서 배출되면 다른 시스템으로 흡수되며 순환하게 된다.¹⁵⁾ 그러나 대기 중으로 유입되는 탄소량이 흡수량을 초과하면, 대기

14) 이홍일, (2022) 2050 탄소중립 시나리오 : 건설산업의 도전과 과제, 건설산업의 도전과 과제

15) 환경부 ‘2050 탄소중립’

중 이산화탄소 농도가 증가하고, 이는 지구 평균기온 상승으로 이어진다. 예를 들어, 1850년부터 2018년까지 인류 활동으로 총 645GtC의 탄소가 배출되었으며, 이 중 약 68%는 화석연료 사용, 산업 공정, 교통 등 에너지 생산과 소비 과정에서 발생하였다. 나머지 32%는 건축, 벌목, 토지 개간과 같은 토지 이용 변화에서 기인한다. 배출된 탄소 가운데 약 30%는 육상 생태계에서 광합성을 통해 식생 또는 토양에 저장되며, 25%는 해양에서 용해와 광합성을 통해 흡수된다. 그러나 약 40%는 대기 중에 잔류하여 지구온난화를 가속하는 요인이 되고 있다.¹⁶⁾

2.3.3 2050 탄소중립 정책과 실정

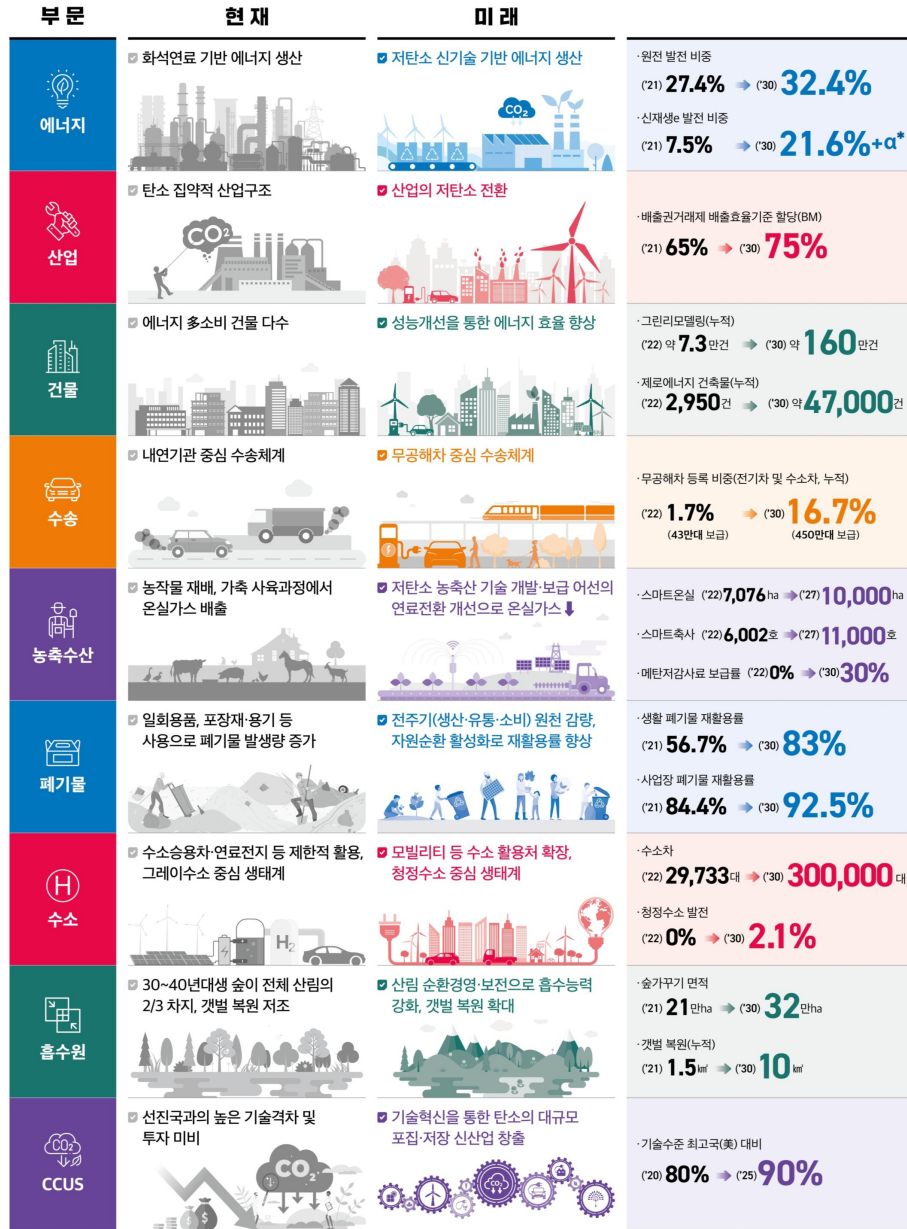
IPCC(기후변화에 관한 정부 간 협의체)는 2018년 발표한 특별보고서를 통해, 지구 평균기온 상승을 1.5°C 이내로 제한하지 못할 경우 심각한 기후 위기가 발생할 수 있다고 경고하였다.¹⁷⁾ 이를 바탕으로 국제사회는 2030년까지 2010년 대비 이산화탄소배출량을 최소 45% 이상 감축하고, 2050년까지 실질적인 탄소중립(Net-Zero)을 달성해야 한다는 목표를 설정하였다.¹⁸⁾ 이러한 국제적 목표는 2015년 체결된 파리협정(Paris Agreement)에서도 명시되어 있으며, 제4조 1항에서는 탄소중립 실현의 중요성을, 제4조 2항에서는 각 국가가 자발적으로 설정한 국가결정기여(NDC) 이행의 필요성을 강조하고 있다. 이에 따라 대한민국 정부는 2020년 12월, 관계 부처 합동으로 개최된 중앙 대책 회의를 통해 ‘2050 탄소중립 추진전략’을 발표하였다.¹⁹⁾ 이를 통해 국가 차원에서 기후변화에 대응하고, 산업 구조와 에너지 체계, 사회 전반에 걸친 탄소중립 전환을 본격적으로 추진할 계획임을 명확히 하였다. 이러한 정

16) 환경부 ‘2050 탄소중립’

17) 지구온난화 1.5°C 특별보고서 (IPCC, 2018)

18) 19) 대한민국 정책 브리핑

책적 움직임은 탄소중립 달성을 위한 법적·행정적 기반을 마련함과 동시에, 건축, 산업, 공간디자인 등 다양한 분야에서 지속가능한 전략과 설계 기준을 수립하는 근거로 활용될 수 있다. 탄소중립 정책에 대한 전체적인 내용은 [그림 5]로 확인할 수 있다.



*태양광 등 청정에너지 확대

[그림 5] 탄소중립 정책 ‘달라지는 미래 모습’²⁰⁾

20) 대한민국 정책브리핑 ‘「제1차 국가 탄소중립·녹색성장 기본계획」 수립’

2.3.4 건축 부분의 탄소중립

2.3.4.1 탄소배출 및 감축 전망

탄소중립 공간디자인을 제안하기 위해서는 건축에서 탄소중립이 어떻게 실행하고 있는지 알아보는 것은 필수적일 것이다. 건축 부분의 온실가스 배출은 우리나라 전체 배출량 중 중요한 비중을 차지한다. 2018년 기준 건물 부문은 국가 전체 온실가스 배출량의 약 7%를 차지하며, 전력 및 지역난방 사용으로 인한 간접 배출을 포함하면 그 비율은 24.6%까지 상승한다.²¹⁾ 이는 약 1억 7,920만 톤에 해당하며, 산업 부문에 이어 두 번째로 높은 배출량이다. 건물 용도별로 살펴보면, 주거용 건물이 전체의 65%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 그러나 연도별 배출 추이를 확인했을 때, 상업용 및 공업용 건물의 배출 비중이 점점 증가하는 양상을 볼 수 있다. 건축 시 온실가스 배출을 줄이는 방안으로 건물의 에너지 효율을 향상시키고 고효율 설비를 보급함으로써 에너지 수요를 감소시키는 방식으로 추진된다. 동시에 화석연료 사용을 줄이고, 전력과 신재생에너지 등 열에너지 사용 비중을 높이는 방안이 병행되고 있다. 이러한 정책의 결과로, 2018년 4,690만 TOE였던 건물 부문 에너지 소비량은 2050년에는 약 3,600만 TOE로 23%가량 감소할 것으로 전망된다. 또한 화석연료 비중은 47%에서 8%로 낮아지고, 전력 및 신재생·지역난방을 포함한 열에너지 비중은 최대 92%까지 확대될 것으로 예측된다.²²⁾

2.3.4.2 건축 단계의 탄소중립

건축 단계에서 탄소중립이 이뤄지지 않는다면 탄소중립 공간디자인의 의미는 다소 약해질 수 있다고 판단한다. 따라서 건축설계 단계는 탄소중립에 대

21) 22) 환경부 '2050 탄소중립'

한 고려는 필수적으로 행해져야 한다. 탄소중립 건축에 대한 선행연구를 통해 건축물의 탄소중립 달성을 위한 내용을 확인할 수 있었다. 건축설계 단계에서는 무엇보다도 에너지 효율 향상이 우선되어야 한다. 이를 위해서는 단열 성능 강화, 고효율 창호 적용, 내부 공간구성의 최적화를 통해 냉·난방 에너지 수요를 줄이는 전략이 수반되어야 한다.²³⁾ 이러한 접근은 신축 건물뿐만 아니라 기축 건물의 리모델링 및 보수 단계에도 단계적으로 기후중립 기준을 도입함으로써 전체 건축물의 에너지 성능을 향상시키는데 기여한다. 아울러 재생 에너지 시스템의 통합은 탄소중립 건물 설계에서 필수적인 구성 요소로 간주된다. 태양광 패널, 지열 시스템, 열병합 발전 등의 기술을 건물 설계에 포함하고, 생산된 잉여 에너지를 지역 전력망이나 인근 건물에 공유할 수 있는 공간적 연결성을 확보하는 것이 중요하다. 이러한 에너지 공유 방식은 건물 단위의 에너지 자립도를 높일 뿐 아니라, 지역 단위 차원에서의 에너지 효율성 향상에도 기여한다. 또한 친환경 자재 및 재생가능한 건축재를 사용함으로써 건물의 생애주기 동안 발생하는 탄소배출을 줄이는 동시에, 단열 성능 및 실내 환경품질을 개선할 수 있다.

2.3.5 탄소중립 공간디자인 고려 유형

탄소중립 공간디자인에 대한 개념은 아직 확립되지 않은 상태이다. 다만 건축 부분에서 탄소중립에 대해 다뤄지고 있고, 건축에서는 탄소배출을 단일 요소로 접근하기보다, 에너지 수요를 결정하는 공간 구조, 에너지를 실제로 사용하는 시스템, 이용자의 행동 패턴, 자재 및 자원 흐름이라는 네 가지 축으로 구분하여 분석하는 경향을 보인다. 이를 통해 공간디자인을 할 때의 고려할 수 있는 부분을 선행연구를 통해 유형화하였고, 이는 [표 8]로 정리하였다.

23) [국가R&D연구보고서] 2050 건축도시 탄소중립 구현을 위한 기반 구축연구

[표 8] 탄소중립 공간디자인 고려 유형²⁴⁾

| 유형 | 내용 |
|--------------|------------------------------------------------|
| 패시브디자인 | 자연 채광, 환기, 단열 자연과의 조화 |
| 액티브 디자인 | HVAC, 조명, 스마트 제어, 냉난방 시스템 첨단기술을 활용한 정밀 제어 |
| 사용자 경험기반 디자인 | 환경 단서, 동선 계획 친환경 정보 제공 사용자 행동 유도 |
| 재료, 자원 순환 | 저탄소, 재활용 자재 활용, 모듈형 가구, 분리배출 체계 구축 내재 탄소 감축 |

2.3.6 탄소중립 건축 관련 용어

2.3.6.1 전 생애주기 탄소

전 생애주기 탄소(Whole Life Carbon)는 제품이나 서비스의 전 생애주기 동안 발생하는 탄소배출량을 의미하며, 기후 변화 대응 및 탄소중립 달성에 중요한 개념으로 인식되고 있다.(이슬기, 이승일, 2022)²⁵⁾ 이에 포함되는 주요 요소는 건설 단계에서의 자재 생산·운송·시공 과정에서 발생하는 내재 탄소(Embodied Carbon), 건물 사용 중 냉·난방·조명 등 에너지 소비로 발생하는 운영 탄소(Operational Carbon), 그리고 철거 및 폐기 단계에서의 배출 등이다. 최근 연구에서는 운영 단계의 탄소배출 감소가 기술적 발전으로 크게 개선되면서, 생애주기 평가에서 내재 탄소의 상대적 비중이 점점 증가하는 추세가 보고되고 있다. 따라서 탄소중립을 위한 건축 전략에서는 운영 에너지뿐 아니라 건설 단계와 자재 선택 등 모든 과정에서의 탄소 발생을 통합적으로 고려해야 한다.

24) 이홍일, (2022) 건설산업의 성공적 탄소중립 추진 전략

25) 이슬기, 이승일 (2022) 『건축물 생애주기 내재탄소를 고려한 건물부문 온실가스 배출량 산정 개선방안 연구』. 한국기후변화학회 13권 5호 pp.557-565.

2.3.6.2 전 생애주기 평가 (LCA)

생애주기 평가(LCA)는 건축물의 환경적 영향을 정량적으로 분석하는 방법으로, 자재의 채굴, 생산, 운송, 시공, 사용, 폐기까지 전 과정에서 발생하는 탄소배출 에너지, 소비·환경부하를 평가하는 체계이다. ISO14040 및 ISO14044 국제표준화 기구에서는 LCA를 환경 성능을 평가하는 대표적인 도구로 규정하며, 녹색 건축 인증제도(LEED, BREEAM, G-SEED 등)는 LCA 기반의 자재, 환경 평가 항목을 강화하고 있다. LCA는 내재 탄소와 운영 탄소 간의 균형점을 찾고, 설계 대안별 환경 영향을 비교할 수 있어 탄소중립 설계의 의사결정 도구로써 활용된다. LEED v5(ID+C)에서도 LCA 기반 자재 평가가 강화되었으며, 이는 설계자에게 생애주기 기반 접근의 중요성을 강조하는 방향으로 제도적 전환이 이루어지고 있음을 보여준다.²⁶⁾

2.3.6.3 운영탄소와 내재탄소

건설산업에서 발생하는 탄소배출은 건설상품의 전 생애주기에 걸쳐 발생하며, 이를 분석하는 방식은 크게 생애주기 단계별 구분과 탄소배출 특성에 따른 구분으로 나눌 수 있다. 최근에는 탄소 감축 전략을 보다 효과적으로 수립하기 위해 생애주기 단계 중심의 접근에서 나아가, 탄소배출의 성격에 따라 운영탄소(operational carbon)와 내재탄소(embodied carbon)로 구분하는 방식이 활용되고 있다.²⁷⁾

운영탄소란 건설상품의 생애주기 중 운영 단계에서 발생하는 탄소배출을 의미한다. 이는 건축물이나 인프라 시설이 실제로 사용되는 과정에서 에너지 및 화석연료를 소비함으로써 직·간접적으로 배출되는 탄소를 포함한다. 특히

26) DEISO, What is Life Cycle Assessment (LCA)?
(<https://dei.so/what-is-life-cycle-assessment-lca/>)

27) 이홍일, 건설산업의 성공적 탄소중립 추진 전략

건축물의 경우 냉·난방, 조명, 급탕, 보일러 등 설비 운영을 위해 사용되는 전기, 가스, 등유 등의 에너지 소비가 운영탄소의 주요 발생 원인이다. 인프라 시설 또한 도로, 철도, 댐 등에서 부대시설 및 설비 운영을 위한 에너지 사용으로 인해 운영탄소가 발생하나, 전반적인 배출 규모는 건축물에 비해 상대적으로 낮은 편이다. 이러한 운영탄소는 건설상품의 사용 기간 동안 지속적으로 누적된다는 특징을 가진다.²⁸⁾

반면, 내재탄소는 운영 단계에서 발생하는 탄소를 제외한 전 과정에서 발생하는 탄소배출을 의미한다. 이는 건설자재의 생산 과정에서 발생하는 탄소를 포함하여, 건설 및 시공 단계, 개·보수 단계, 해체 단계에서 배출되는 모든 탄소를 포괄한다. 특히 건설상품이 준공되기 이전까지 자재 생산과 시공 과정에서 발생한 탄소를 내재탄소로 정의하며, 이는 건설상품이 완공되는 시점에서 이미 해당 공간에 ‘내재되어 있는’ 탄소라는 점에서 중요한 의미를 가진다. 즉, 내재탄소는 건설 이후 추가적인 운영 행위가 없어도 이미 배출이 완료된 탄소라는 점에서 사전적 관리와 저감 전략이 핵심이 된다.(이홍일, 2022)

2.3.7 탄소중립 선행연구

건축 및 공간디자인 분야에서 탄소중립 개념이 어떻게 구현되고 있는지를 파악하기 위해, 관련 선행연구를 체계적으로 검토하였다. 이를 통해 탄소중립의 이론적 기반뿐만 아니라, 실제 설계 및 공간구성 단계에서 적용되는 구체적인 접근 방향을 확인하고자 하였다. 선행연구에서 이루어진 주요 연구 동향 및 방법론을 파악하고 키워드를 도출하여 [표 9]에 정리하였다. 또한, 선행연구에서 공통적으로 제시된 주요 개념과 설계 요소를 통합적으로 분석하여, 탄소중립 실현에 직접적으로 이바지하는 요인들을 도출하였다. 그 결과, 도출된

28) 이홍일, 건설산업의 성공적 탄소중립 추진 전략

핵심 요소들은 공간 계획, 자원관리, 자재, 에너지, 환경, 사회, 운영 측면, 이
 용자 환경 등으로 구분할 수 있었으며, 각각의 내용은 공간디자인 단계에서의
 적용 가능성을 중심으로 구조화하였다. 이러한 분석과정을 기반으로 탄소중립
 과 연계된 주요 설계 요인을 [표 10]에 종합 정리하였다.

[표 9] 탄소중립 선행연구

| 연구 연도 | 연구자 | 제목 | 키워드 |
|-------|-------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 2025 | 윤은주 외 6인 | 한국형 탄소중립도시 실현 방안 -감축 수단 간 통합적 공간계획방안을 중심으로- | 공간 계획, 탄소중립, 한국형 |
| 2025 | 김영주 외 1인 | 탄소중립도시 실현을 위한 자연 친화적인 커뮤니티 환경 구축 방안 | 탄소중립도시, 자연 친화적, 커뮤니티 환경 구축 |
| 2024 | 신비경 외 1인 | 교차 적층 목재(CLT) 적용 건축물의 건축에너지 및 탄소중립 기여 | 목재, 목조 건축, 탄소 절감 |
| 2024 | 이병호 | 탄소중립과 순환 건축의 가능성 모색을 위한 사례연구 | 탄소중립, 순환 건축, 탄소발자국 |
| 2023 | 김가란 외 3인 | 탄소중립 목표 달성을 위한 그린리모델링 활성화 방안에 관한 연구 -광명시 사례를 중심으로- | 그린리모델링, 건축, 탄소중립 |
| 2022 | 김희수 외 2인 | 탄소중립 건축을 위한 그린빌딩의 입체녹화 디자인 방법에 관한 연구 | 녹색건축, 입체녹화, 옥상녹화 등 |
| 2022 | 김가은 외 1인 | 탄소중립을 고려한 바이오필릭 디자인의 환경적 이점 분석 | 바이오필릭 디자인, 환경적 이점, 탄소중립 설계 |
| 2021 | 정영선 외 3인 | 2050 탄소중립 달성을 위한 건물부문 온실가스 감축 시나리오 연구 | 온실가스, 탄소중립, 건물 |
| 2021 | 장지인 외 1인 | 스마트시티 전략을 통한 탄소중립 건축도시디자인 | 스마트 시티, 건축디자인, 탄소중립 |

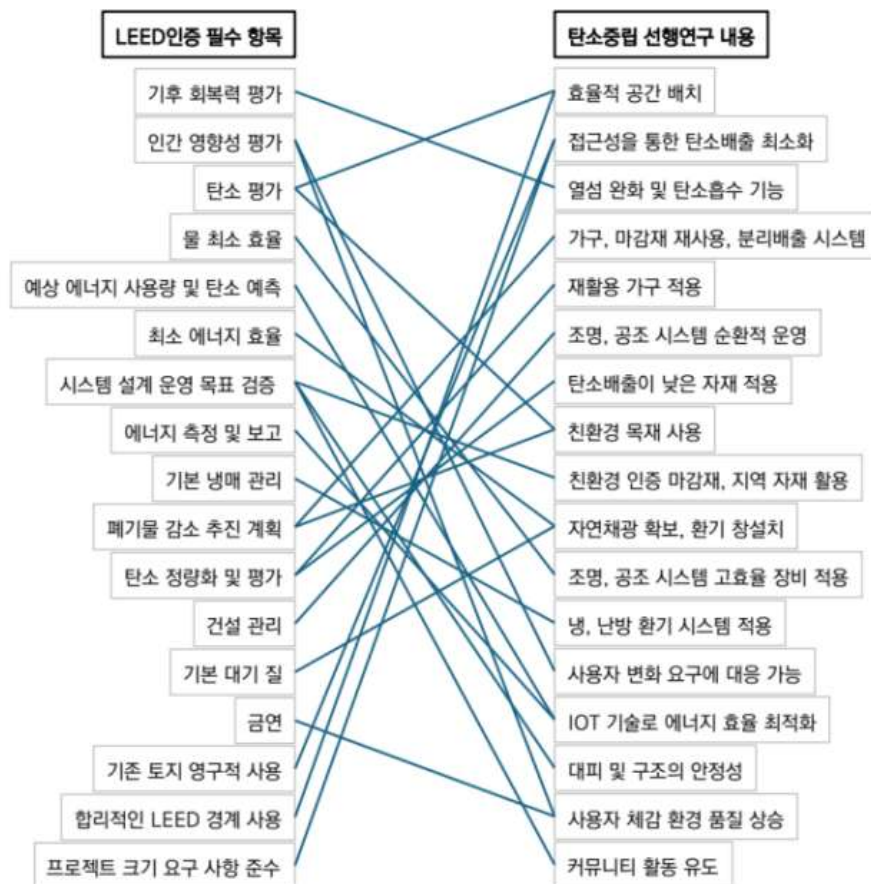
[표 10] 선행연구를 통한 탄소중립 내용

| 구분 | 내용 |
|-----------|-----------------------|
| 공간 계획 | 효율적 공간 배치 |
| | 접근성을 통한 탄소배출 최소화 |
| | 열섬 완화 및 탄소흡수 기능 |
| 자원관리 | 가구, 마감재 재사용, 분리배출 시스템 |
| | 재활용 가구 적용 |
| | 조명, 공조 시스템 순환적 운영 |
| 자재 | 탄소배출이 낮은 자재 적용 |
| | 친환경 목재 사용 |
| | 친환경 인증 마감재, 지역 자재 활용 |
| 에너지, 환경 | 자연채광 확보, 환기 창설치 |
| | 조명, 공조 시스템 고효율 장비 적용 |
| | 냉, 난방 환기 시스템 적용 |
| 사회, 운영 측면 | 이용자 변화 요구에 대응 가능 |
| | IOT 기술로 에너지 효율 최적화 |
| 사용자 환경 | 대피 및 구조의 안정성 |
| | 사용자 체감 환경 품질 상승 |
| | 커뮤니티 활동 유도 |

III. 연구설계 및 분석

3.1 이론적 고찰을 통한 체크리스트 도출

이론적 고찰을 통해 정리한 LEED인증의 필수 평가 항목 [표 7]과 선행연구를 바탕으로 도출한 탄소중립 내용[표 10]을 통합적으로 분석하였다. 이러한 내용을 상호 비교하여 공간디자인 관점에서 적용 가능성을 확인하였으며, 그 과정은 [그림 6]에 도식화하였다. [그림 6]에서 제시된 분석 결과를 기반으로, IPA 평가에 활용할 수 있는 항목을 선별하고 이를 체크리스트 형태로 재구성하였다. 완성된 체크리스트는 공간 계획, 재료 및 마감, 운영 및 관리 측면으로 세분화하여 [표 11]에 정리하였다.



[그림 6] LEED인증 필수 평가 항목과 탄소중립 내용 융합

[표 11] 지속가능한 탄소중립 공간디자인 체크리스트

| 분류 | 내용 |
|--------------|-----------------------------------|
| 공간 계획 측면 | 자연광 활용 극대화 |
| | 창 배치, 채광창 설치 등 인공조명 사용 최소화 |
| | 효율적인 공간구성 및 배치 |
| | 다목적 공간 설계로 냉, 난방 및 전력 최소화 |
| | 공기 순환 설비 등 환기 및 공기 흐름 최적화 |
| 재료 및 마감재 측면 | 저탄소, 친환경 마감재 사용 |
| | 재활용 목재, 재활용 알루미늄, 친환경 페인트, 마감재 사용 |
| | 지역 생산 자재 활용, 운송 과정 최소화 |
| | 모듈식, 조립식 가구 활용 |
| | 재사용, 재배치를 통한 폐기물 최소화 |
| | 내구성 높은 자재 사용하여 교체 주기 감소 |
| 운영 및 유지관리 측면 | LED 및 고효율 조명 시스템 |
| | 스마트 빌딩 관리 시스템 활용 |
| | 실내 식물, 녹화 공간 도입 |
| | 탄소흡수 및 공기 질 개선, 심리적 안정적 효과 |

3.2 사례 분석

3.2.1 LEED인증 받은 사례지 선정

국내 LEED인증을 받은 공간 121곳 중, 수도권에 위치하고, 하루 평균 방문객 수가 3만 명 이상인 5개 시설을 연구 대상으로 선정하였다. 객관적인 사례지 선정을 위해 121곳 중 상업공간이 포함되거나 상업공간과 연결되는 부분이 있는 30곳을 1차적으로 선별하였으며, 이 표는 [표 12]로 정리하였다. 이후 1차 선별한 항목을 토대로 건축물의 용도, 상업공간의 규모, 유동 인구 수, 공용공간의 유/무, 브랜드 인지도를 기준으로 2차 선별하였다. 이러한 과정을 통해 [표 13]과 같은 5곳의 사례지가 선정되었으며, 선정된 사례지는 국내 상업공간으로서의 대표성을 보여 줄 수 있다.

[표 12] LEED인증을 받은 국내 건축물 (비교군)

| 연번 | 프로젝트 명 | 인증 체계 | 인증 등급 | 최종 인증일 | 상업공간 유형 |
|----|-------------------|----------------|----------|------------|-----------------------|
| 1 | ING 타워 | LEED 2008 O+M | Gold | 2009-09-07 | 도심 오피스 |
| 2 | 서울 강남금융센터 | LEED 2009 O+M | Gold | 2011-04-06 | 도심 오피스 (저층 상업 연계) |
| 3 | 서울금융센터 | LEED 2009 O+M | Gold | 2011-10-07 | 도심 오피스 (저층 상업 연계) |
| 4 | 서울 국동빌딩 | LEED 2009 O+M | Gold | 2011-10-28 | 오피스(도심 공용부 운영) |
| 5 | 남산 스테이트 타워 | LEED 2009 BD+C | Gold | 2011-11-15 | 도심 오피스+상업 (저층 공용부) |
| 6 | 코엑스 컨벤션 및 전시센터 | LEED 2009 O+M | Silver | 2011-12-22 | 컨벤션·전시(상업 연계 공용공간) |
| 7 | 강남금융센터 재인증 | LEED 2009 O+M | Platinum | 2013-03-25 | 도심 오피스 (운영관리 비교) |

| 연번 | 프로젝트 명 | 인증 체계 | 인증 등급 | 최종 인증일 | 상업공간 유형 |
|----|-----------------------|----------------|-----------|------------|---------------------|
| 8 | 서울금융센터 재인증 | LEED 2009 O+M | Platinum | 2013-04-10 | 도심 오피스 (운영관리 비교) |
| 9 | 스타벅스 여의도 IFC B3 | LEED 1.0 ID+C | Certified | 2013-04-26 | 리테일 매장(소규모 상업) |
| 10 | JW 메리어트 서울 동대문 스퀘어 | LEED 2009 BD+C | Gold | 2013-07-25 | 호텔(상업·체류형 공용공간) |
| 11 | JW 메리어트 서울 동대문 스퀘어 | LEED 2009 BD+C | Gold | 2013-07-25 | 호텔(상업·체류형 공용공간) |
| 12 | 스타벅스 여의도 IFC 1층 | LEED 1.0 ID+C | Certified | 2013-10-04 | 리테일 매장(소규모 상업) |
| 13 | 국제금융센터 1단계 | LEED 2.0 BD+C | Gold | 2013-11-11 | 복합개발(업무+상업) |
| 14 | 그랜드서울 | LEED 2009 BD+C | Gold | 2014-01-17 | 도심 복합 (업무/상업 가능) |
| 15 | 페이스북 서울 | LEED 2009 ID+C | Gold | 2014-07-16 | 상업용 인테리어(CI) |
| 16 | 네이버 그린 팩토리 | LEED 2009 O+M | Platinum | 2014-09-26 | 업무시설 (운영 우수 사례) |
| 17 | 나이키 강남 | LEED 2009 ID+C | Silver | 2014-11-26 | 리테일 매장(소규모 상업) |
| 18 | D 타워 | LEED 2009 BD+C | Gold | 2014-12-02 | 도심 복합(오피스+상업) |

| 연번 | 프로젝트 명 | 인증 체계 | 인증 등급 | 최종 인증일 | 상업공간 유형 |
|----|------------------------|----------------|-----------|------------|------------------------|
| 19 | NEAT-타워 | LEED 2.0 BD+C | Silver | 2015-01-16 | 오피스(상업/공용부 비교) |
| 20 | 황금탑 | LEED 2009 O+M | Gold | 2015-04-03 | 오피스(도심 공용부 운영) |
| 21 | 현대호텔 경포대 | LEED 2009 BD+C | Certified | 2015-04-12 | 호텔 (체류형 공용공간) |
| 22 | 코엑스 나이키 | LEED 2009 ID+C | Silver | 2015-05-15 | 리테일 매장 (물 내 점포) |
| 23 | KT 청진 빌딩 | LEED 2009 BD+C | Gold | 2015-06-08 | 오피스 (저층 상업 연계) |
| 24 | 구글 KR 리모델링 및 23층 증축 | LEED 2009 ID+C | Silver | 2015-08-24 | 상업용 인테리어(CI) |
| 25 | 구글 캠퍼스 서울 | LEED 2009 ID+C | Gold | 2015-08-25 | 상업용 인테리어 (CI/공용라운지) |
| 26 | 노스케이프 빌딩 | LEED 2009 O+M | Gold | 2016-03-11 | 오피스(도심 공용부 운영) |
| 27 | 남산 광장 | LEED 2009 O+M | Gold | 2016-12-15 | 도심 복합/외부 공용공간 |
| 28 | 파르나스 타워 | LEED 2009 BD+C | Gold | 2017-05-24 | 복합권역(물/호텔 연계) |
| 29 | 서울금융센터 재인증 2018 | LEED 2009 O+M | Platinum | 2018-06-26 | 도심 오피스 (운영관리 비교) |
| 30 | 센트로폴리스 | LEED v4 O+M | Platinum | 2022-12-01 | 도심 복합(오피스+상업) |

[표 13] 최종 선정된 국내 상업 공간 사례지의 LEED인증 내용

| 연번 | 사례지 | 내용 | |
|----|---------|--------|----------------|
| | | 인증 체계 | 인증 등급 |
| 1 | 더 현대 서울 | 인증 체계 | LEED O+M / V4 |
| | | 최종 인증일 | 2025년 5월 8일 |
| | | 인증 등급 | PLATINUM |
| 2 | AK플라자 | 인증 체계 | LEED O+M / V4 |
| | | 최종 인증일 | 2025년 5월 29일 |
| | | 인증 등급 | GOLD |
| 3 | 롯데월드타워 | 인증 체계 | LEED BD+C / V3 |
| | | 최종 인증일 | 2017년 4월 4일 |
| | | 인증 등급 | GOLD |
| 4 | 코엑스 물 | 인증 체계 | LEED BD+C / V3 |
| | | 최종 인증일 | 2015년 6월 1일 |
| | | 인증 등급 | SILVER |
| 5 | IFC물 | 인증 체계 | LEED BD+C / V2 |
| | | 최종 인증일 | 2013년 11월 11일 |
| | | 인증 등급 | GOLD |







3.2.2 사례지의 공용공간 특성 분석

LEED인증을 받은 사례지 5곳의 실내 공용공간을 직접 답사하여, 각 공간에서 설계된 디자인 요소가 탄소중립 실현과 어떻게 연관될 수 있는지를 분석하였다. 이를 [표 14]로 정리하였고, 체크리스트를 대입한 상세 정리는 [표 15]로 나타내었다.

[표 14] LEED인증을 받은 국내 상업 공간 사례지의 공용공간 특성 정리







| | | A. 더 현대 서울 | B. AK플라자 | C. 롯데월드타워 | D. 코엑스 물 | E. IFC몰 | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 공용공간 이미지 |  |  |  |  |  | | | | | |
| | A1 공간 | 재활용, 목재 사용 / 실내 녹화 / 모듈형 가구 | B1 공간 | 다수인원 수용 가능 / 실내 녹화 / 나무패턴 마감 | C1 공간 | 나무패턴 마감 / 일체형 구조 / 공간 효율성 | D1 공간 | 재활용 가능 소재 사용 / 심리적 안정성 | E1 공간 | 다수인원 수용 가능 / 실내녹화 / 인공 잔디 사용 |
| |  |  |  |  |  | | | | | |
| | A2 공간 | 목재 사용 / 실내 녹화 / 조립식 가구 | B2 공간 | 실내 녹화 / 목재 가구 사용 / 인공 잔디 사용 | C2 공간 | 실내 녹화 / 목재 사용 / 다수 인원 수용 가능 | D2 공간 | 오픈형 구조 / 실내 녹화 / 커뮤니티 활동 가능 | E2 공간 | 오픈형 구조 / 커뮤니티 활동 가능 |
|  |  |  |  |  | | | | | | |
| A3 공간 | 곡선형 구조로 동선 고려 / 중앙 코어 / 바이오필릭 디자인 | B3 공간 | 곡선형 구조로 동선 고려 / 매립형 LED / 식물 중심 좌석 배치 | C3 공간 | 다수인원 수용 가능 / 실내녹화 / 인공 잔디 사용 | D3 공간 | 오픈형 구조 / 곡선형 구조로 동선 고려 / 매립형 LED | E3 공간 | 매립형 LED / 실내 녹화 / 식물 중심 좌석 배치 | |

[표 15] LEED인증을 받은 국내 상업 공간 사례지의 공용공간 특성 상세
 [사례 1] 더 현대 서울

| 사례지 | 분석 | | |
|------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. 더 현대 서울 | 구분 A1 공간 | 사진 1  | 사진 2  |
| | A2 공간 |  |  |
| | A3 공간 |  |  |







| 사례지 | 분석 | | | |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A. 더 현대 서울 | 구분 | A1공간 | A2공간 | A3공간 |
| | 공간 계획 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • 중앙 보이드 공간을 통한 자연채광 최대화 • 인공조명 사용량, 에너지 절감 • 개방형 구조로 공기 순환 촉진 • 효율적인 동선 및 조립형, 모듈형 가구 배치를 통한 이용자 만족도 향상 | <ul style="list-style-type: none"> • 중앙 보이드 공간을 통한 자연채광 최대화 • 인공조명 사용량, 에너지 절감 • 개방형 구조로 공기 순환 촉진 • 효율적인 동선 및 조립형 배치를 통한 이용자 만족도 향상 | <ul style="list-style-type: none"> • 수직적 녹화 및 수경 공간 도입으로 내부 공기 정화 및 온·습도 조절 • 자연광과 환기를 연계한 공간 흐름 설계로 에너지 효율 향상 • 상층부와 하층부를 시각적으로 연결하여 개방감 및 심리적 쾌적성 제공 • 곡선형 구조로 이용자 동선 고려 |
| | 재료 및 마감재 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • 재활용 목재 활용하여 탄소배출 저감 • 내구성 높은 마감재 사용으로 교체주기 최소화 • 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 | <ul style="list-style-type: none"> • 재활용 가능 자재 및 저탄소 생산 공법(합판, 집성목 등) 적용 • 내구성이 높은 마감재 사용으로 교체 주기 최소화 및 폐기물 발생 억제 | <ul style="list-style-type: none"> • 밝은 톤의 석재 및 금속 마감재를 사용하여 빛 반사율을 높이고 조명 에너지 절약 • 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 |
| 운영 및 유지관리 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • 심미적으로 자연친화적 실내 환경 조성 • 다수 인원 수용가능하여 이용자 만족도 향상 | <ul style="list-style-type: none"> • 심미적으로 자연친화적 실내 환경 조성 • 다수 인원 수용가능하여 이용자 만족도 향상 | <ul style="list-style-type: none"> • 심미적으로 자연친화적 실내 환경 조성 • 다수인원 수용가능하여 이용자 만족도 향상 | |

[사례 2] AK플라자

| 사례지 | 분석 | | |
|-----------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| | 구분 | 사진 1 | 사진 2 |
| B. AK 플라자 | B1 공간 |  |  |
| | B2 공간 |  |  |
| | B3 공간 |  |  |







| 사례지 | 분석 | | | |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| B. AK 플라자 | 구분 | B1공간 | B2공간 | B3공간 |
| | 공간 계획 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • 원형 구조의 공용공간으로 동선이 자연스럽게 연결되어 이용 효율성을 극대화함 • 오픈형 천장 마감 • 개방형 공간 계획을 통해 시각적 확장감 및 공간 활용도를 향상 시킴 | <ul style="list-style-type: none"> • 중앙 보이드 공간을 통한 빛의 전달력 향상으로 인공조명 사용량 및 에너지 절감 • 개방형 구조로 공기 순환 촉진 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연광과 환기를 연계한 공간 흐름 설계로 에너지 효율 향상 • 상층부와 하층부를 시각적으로 연결하여 개방감 및 심리적 쾌적성 제공 • 곡선형 구조로 이용자 동선 고려 |
| | 재료 및 마감재 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • 나무패턴 마감재로 자연 친화적 분위기 형성 • 내구성 높은 마감재 사용으로 교체 주기 최소화 • 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 | <ul style="list-style-type: none"> • 인공 잔디를 활용하여 자연 친화적 분위기 형성 • 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 | <ul style="list-style-type: none"> • 나무패턴 마감재로 자연 친화적 분위기 형성 • 내구성 높은 마감재 사용으로 교체 주기 최소화 • 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 |
| 운영 및 유지관리 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • LED 조명을 사용하여 전력 소비 및 유지비를 절감 • 시설 관리로 장기적인 유지관리 효율을 높임 • 다수 이용자를 수용할 수 있는 좌석 배치로 공간 활용성을 극대화함 | <ul style="list-style-type: none"> • 심미적으로 자연친화적 실내 환경 조성 • 다수 인원 수용가능하여 이용자 만족도 향상 | <ul style="list-style-type: none"> • LED 조명을 사용하여 전력 소비 및 유지비를 절감 • 다수 인원 수용가능하여 이용자 만족도 향상 | |

[사례 3] 롯데월드타워

| 사례지 | 분석 | | |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| C. 롯데월드 타워 | 구분 | 사진 1 | 사진 2 |
| | C1 공간 |  |  |
| | C2 공간 |  |  |
| C3 공간 |  |  | |







| 사례지 | 분석 | | | |
|--------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| C. 롯데월드 타워 | 구분 | C1공간 | C2공간 | C3공간 |
| | 공간 계획 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • 원형 구조의 공용공간으로 동선이 자연스럽게 연결되어 이용 효율성을 극대화함 • 에스컬레이터 옆 유희공간에 두어 이용 효율성을 높임 | <ul style="list-style-type: none"> • 중앙형 테이블 구조를 적용하여 이용자 간의 자연스러운 소통을 유도 • 실내에 녹지 요소를 배치하여 시각적 개방감과 심리적 안정감을 제공함 • 오픈형 천장 마감 | <ul style="list-style-type: none"> • 중앙 보이드 공간을 통한 빛의 전달력 향상으로 인공조명 사용량 및 에너지 절감 • 상층부와 하층부를 시각적으로 연결하여 개방감과 심리적 쾌적성 제공 • 곡선형 구조로 이용자 동선 고려 |
| | 재료 및 마감재 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • 나무패턴 마감재로 자연친화적 분위기 형성 • 내구성 높은 마감재 사용으로 교체주기 최소화 • 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 | <ul style="list-style-type: none"> • 나무패턴 마감재로 자연친화적 분위기 형성 • 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 • 내구성 높은 마감재 사용으로 교체주기 최소화 | <ul style="list-style-type: none"> • 내구성 높은 마감재 사용으로 교체주기 최소화 • 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 • 인공 잔디를 활용하여 자연친화적 분위기 형성 |
| 운영 및 유지관리 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • LED 조명을 사용하여 전력 소비 및 유지비를 절감 • 시설 관리로 장기적인 유지관리 효율을 높임 • 소수 인원 수용 | <ul style="list-style-type: none"> • 심미적으로 자연친화적 실내 환경 조성 • 다수 인원 수용가능하여 이용자 만족도 향상 | <ul style="list-style-type: none"> • LED 조명을 사용하여 전력 소비 및 유지비를 절감 • 상업공간과 상업공간 사이에 설치되어 공간 활용도 극대화 및 이용자 만족도 향상 | |

[사례 4] 코엑스 몰

| 사례지 | 분석 | | |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| D. 코엑스 몰 | 구분 | 사진 1 | 사진 2 |
| | D1 공간 |  |  |
| | D2 공간 |  |  |
| D3 공간 |  |  | |

| 사례지 | 분석 | | | |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| D. 코엑스 물 | 구분 | D1공간 | D2공간 | D3공간 |
| | 공간 계획 측면 | <ul style="list-style-type: none"> 원형 구조를 중심으로 한 개방형 공간 계획을 통해 이동 동선을 유연하게 확보함 휴식과 대기 기능을 동시에 수행할 수 있는 벤치형 구조를 배치하여 이용 효율성을 높임 | <ul style="list-style-type: none"> 보이드형 구조를 활용한 개방형 공간으로 인공 조명 사용을 최소화함 식재와 휴게 공간이 유기적으로 배치되어 자연과의 조화로운 공존을 실현함 | <ul style="list-style-type: none"> 원형 구조를 중심으로 한 개방형 공간 계획을 통해 이동 동선을 유연하게 확보함 이용자의 원활한 이동을 위해 좌석 대신 테이블만 배치하여 동선의 흐름을 유지하고, 개방적인 공간감을 형성함 |
| | 재료 및 마감재 측면 | <ul style="list-style-type: none"> 내구성 높은 마감재 사용으로 교체주기 최소화 내구성과 청소 용이성을 고려한 마감 선택으로 관리 효율성 높임 | <ul style="list-style-type: none"> 내구성이 높은 타일 마감을 사용해 유지보수 비용과 자재 교체 주기를 줄임 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 | <ul style="list-style-type: none"> 내구성 높은 마감재 사용으로 교체주기 최소화 내구성과 청소 용이성을 고려한 마감 선택으로 관리 효율성 높임 |
| 운영 및 유지관리 측면 | <ul style="list-style-type: none"> 간접조명을 활용해 에너지 사용량을 줄이면서도 쾌적한 조도 환경을 유지함 중앙부 기둥을 활용한 구조적 장식 요소로 불필요한 추가 설비를 최소화함 | <ul style="list-style-type: none"> 심미적으로 자연친화적 실내 환경 조성 다수 인원 수용가능하여 이용자 만족도 향상 다단형 계단 구조를 통해 다양한 이용자들이 휴식, 대기, 소통을 동시에 할 수 있는 다기능적 공간으로 계획됨 | <ul style="list-style-type: none"> 간접조명을 활용해 에너지 사용량을 줄이면서도 쾌적한 조도 환경을 유지함 중앙부 기둥을 활용한 구조적 장식 요소로 불필요한 추가 설비를 최소화함 | |

[사례 5] IFC몰

| 사례지 | 분석 | | |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| E. IFC몰 | 구분 | 사진 1 | |
| | E1 공간 |  |  |
| | E2 공간 |  |  |
| E3 공간 |  |  | |

| 사례지 | 분석 | | | |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| E. IFC몰 | 구분 | E1공간 | E2공간 | E3공간 |
| | 공간 계획 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • 원형 구조의 공용공간으로 동선이 자연스럽게 연결되어 이용 효율성을 극대화함 • 오픈형 천장 마감 • 개방형 공간 계획을 통해 시각적 확장감 및 공간 활용도를 향상 시킴 | <ul style="list-style-type: none"> • 단 차를 활용한 입체적 좌석 구성을 통해 별도의 가구 없이도 휴식 및 체류가 가능하도록 계획 • 실내 공기 청정기를 두어 공기의 흐름을 쾌적하게 됨 • 이동 동선과 휴게공간이 분리되어 효율적인 공간 흐름을 유지함 | <ul style="list-style-type: none"> • 자연광과 환기를 연계한 공간 흐름 설계로 에너지 효율 향상 • 상층부와 하층부를 시각적으로 연결하여 개방감 및 심리적 쾌적성 제공 |
| | 재료 및 마감재 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • 내구성 높은 마감재 사용으로 교체주기 최소화 • 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 • 인공 잔디를 활용하여 자연 친화적 분위기 형성 | <ul style="list-style-type: none"> • 내구성이 높은 석재 타일 마감을 사용해 유지 보수 비용과 자재 교체 주기를 줄임 • 청소 및 관리가 용이한 재료 선택으로 유지관리 비용 절감 | <ul style="list-style-type: none"> • 내구성 높은 마감재 사용으로 교체주기 최소화 • 실내 녹화를 통한 심리적 안정감 및 공기 정화 |
| 운영 및 유지관리 측면 | <ul style="list-style-type: none"> • LED 조명을 사용하여 전력 소비 및 유지비를 절감 • 시설 관리로 장기적인 유지관리 효율을 높임 • 다수 이용자를 수용할 수 있는 좌석 배치로 공간 활용성을 극대화함 | <ul style="list-style-type: none"> • 일체형 구조로 가구 교체나 재설치에 따른 자원 낭비를 줄임 • 단 차 공간을 다양한 용도로 재활용 가능하여 공간의 지속가능성을 높임 | <ul style="list-style-type: none"> • LED 조명을 사용하여 전력 소비 및 유지비를 절감 • 다수 인원 수용가능하여 이용자 만족도 향상 | |

3.2.3 체크리스트를 통한 설문 방법

본 연구는 LEED인증을 획득한 국내 상업 공간의 공용공간 사례를 중심으로, 탄소중립 실현을 위한 공간디자인 제안을 목적으로 한다. 이를 위해 [표 11]에 제시된 지속가능한 공간디자인 적용을 위한 통합적 체크리스트를 기반으로, 사례지별 공용공간을 평가할 수 있는 설문조사 문항을 구성하였다.

설문 문항은 크게 네 가지 영역으로 구성되었다. 첫째, 응답자의 기본 특성을 파악하기 위한 인구통계학적 질문 3개, 둘째, 탄소중립에 대한 인식을 조사하기 위한 인지 질문 3개, 셋째, 체크리스트 항목을 반영한 탄소중립 관련 5점 Likert척도 질문 7개(매우 그렇다~전혀 그렇지 않다), 넷째, 특정 공간 선택에 관한 질문 2개로 구성되었다. 이를 사례지 5곳에 반복 적용하여 총 45개의 질문과 모든 응답자에게 공통적으로 적용된 공통 질문 1개를 포함하였다. 설문조사는 2025년 8월 16일부터 8월 23일까지 진행되었으며, 공간을 실제로 경험한 일반 이용자와 인테리어디자인/건축설계 전문가 총 90명을 대상으로 실시하였다. 응답자 구성은 여성 57명, 남성 33명이며, 전문가 28명, 비전문가 62명으로 구성되었다. 작성된 설문조사 문항과 구체적인 내용은 [표 16]에 정리하였다.

[표 16] 설문조사 문항

| 구분 | | 문항 |
|----------------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------|
| 탄소중립인지 질문 | | 귀하는 평소 환경 문제에 관심이 있습니까? |
| | | 귀하는 평소 탄소중립에 대해 인지하고 있습니까? |
| | | 귀하는 녹색 건물 인증 제도인 LEED인증에 대해 알고 있습니까? |
| 탄소중립 체크리스트 질문 (사례지별 반복 질문) | 5점 Likert 척도 질문 | Q1 채광을 통해 인공조명 사용을 줄여 에너지 사용량을 최소화하였다. |
| | | Q2 친환경, 재활용 자재를 사용하였다. |
| | | Q3 철거 시 발생할 수 있는 폐기물의 양을 최소화하도록 설계하였다. |
| | | Q4 모듈식, 조립식 가구를 활용하였다. |
| | | Q5 내구성이 높은 재료를 사용하였다. |
| | | Q6 식물 및 녹화를 통해 공기 질을 개선하였다. |
| | | Q7 공간 이용자들은 해당 공간이 탄소중립을 실현하고 있다는 인식을 가질 수 있다. |
| | 특정 공간 선택 질문 | Q8 해당 상업 공간의 공용공간 내 친환경적인 특징 중 탄소중립이 가장 잘 적용된 공간을 고르시오. |
| | | Q9 해당 상업 공간에서 탄소중립적으로 개선이 필요하다고 생각되는 부분은 무엇입니까? |
| 공통 질문 | | 이용자의 측면에서 볼 때, 탄소중립 공간디자인이 주는 가장 큰 가치는 무엇이라고 생각합니까? |

3.3 분석 결과

3.3.1 설문 결과

본 연구에서 활용된 설문지는 인구통계학적 정보, 탄소중립에 대한 인식 수준, 체크리스트 기반 문항, 그리고 상업공간 내 공용공간 체감 요소를 묻는 항목들로 구성되었다. 응답자들은 인구통계 특성과 탄소중립 인식 응답을 기준으로 세부 그룹으로 나누었으며, 이 분류 결과는 [표 17]에 정리하였다. 탄소중립 인식 관련 문항([표 16])은 5점 Likert 척도를 적용하여 평가되었고, 각 항목별 평균 점수를 산출해 분석에 활용하였다.

응답자 구분은 전문가 여부와 탄소중립 인식 점수의 평균값(3.5점을 기준으로 상하를 구분)에 따라 이루어졌다. 이에 따라 탄소중립 인식 수준이 높은 응답자는 ‘그룹 1’, 인식이 낮은 응답자는 ‘그룹 2’, 해당 분야 전문가 응답자는 ‘그룹 3’으로 분류하였다. 이후 각 그룹별로 체크리스트 기반 문항 및 공통 문항에 대한 응답을 비교하여, 그룹 간 응답 패턴의 차이를 분석하였다.

또한 설문 문항의 신뢰도를 검증하기 위해 Cronbach's α 값을 산출한 결과, 0.82로 확인되어 내적 일관성이 확보된 것으로 판단하였다(일반적으로 $\alpha \geq 0.70$ 이상이면 신뢰 가능). 이러한 검증 결과를 바탕으로 LEED인증 상업시설 공용공간에 적용된 탄소중립 요소의 중요도와 실제 성과 간의 차이를 확인하기 위해 IPA 분석을 수행하였다. 그룹별 분석을 통해 개선 우선 항목과 유지가 필요한 강점 요소를 도출하였으며, 세부 결과는 [표 18]에 정리하였다.

[표 17] 응답자 그룹화

| 구분 | 전문성 | 환경 문제 관심도 | 탄소중립 인지도 | LEED인 증 인지도 | 평균 | 응답 인원 | 비고 | 총인원 |
|-----|------|--------------|-------------|----------------|------|----------|-----------------------|-----|
| 그룹1 | 비전문가 | 4.33 | 4.33 | 4.00 | 4.22 | 6 | 탄소중립에 대한 인지가 높은 집단 | 42 |
| | | 4.12 | 4.12 | 2.75 | 3.66 | 32 | | |
| | | 3.00 | 4.00 | 4.00 | 3.66 | 4 | | |
| 그룹2 | 비전문가 | 2.80 | 2.80 | 2.00 | 2.53 | 10 | 탄소중립에 대한 인지가 낮은 집단 | 20 |
| | | 2.75 | 3.00 | 2.25 | 2.66 | 8 | | |
| | | 2.00 | 1.00 | 2.00 | 1.66 | 2 | | |
| 그룹3 | 전문가 | - | | | | | | 28 |
| 합 계 | | | | | | | | 90 |

[표 18] LEED인증을 받은 국내 상업 공간 사례지의 설문조사 결과

| 구 분 | A. 더 현대 서울 | | | | B. AK플라자 | | | | C. 롯데월드타워 | | | | D. 코엑스 물 | | | | E. IFC물 | | | |
|--------|------------|---------|---------|-------|----------|---------|---------|-------|-----------|---------|---------|-------|----------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|-------|
| | 그룹 1 | 그룹 2 | 그룹 3 | 평균 | 그룹 1 | 그룹 2 | 그룹 3 | 평균 | 그룹 1 | 그룹 2 | 그룹 3 | 평균 | 그룹 1 | 그룹 2 | 그룹 3 | 평균 | 그룹 1 | 그룹 2 | 그룹 3 | 평균 |
| Q1 | 4.05 | 4.60 | 4.41 | 4.35 | 2.79 | 2.40 | 2.21 | 2.47 | 2.43 | 2.60 | 2.21 | 2.41 | 2.86 | 3.00 | 2.21 | 2.69 | 2.71 | 3.00 | 2.71 | 2.81 |
| Q2 | 3.07 | 3.00 | 3.64 | 3.24 | 3.00 | 2.70 | 3.07 | 2.92 | 2.71 | 2.30 | 2.57 | 2.53 | 2.64 | 3.10 | 2.79 | 2.84 | 2.93 | 2.80 | 2.64 | 2.79 |
| Q3 | 3.40 | 3.00 | 3.21 | 3.20 | 3.14 | 2.80 | 2.79 | 2.91 | 2.93 | 2.50 | 2.36 | 2.60 | 2.64 | 2.90 | 2.36 | 2.63 | 2.86 | 2.70 | 2.21 | 2.59 |
| Q4 | 3.95 | 3.00 | 3.71 | 3.55 | 3.21 | 2.90 | 2.21 | 2.77 | 2.79 | 2.40 | 2.21 | 2.47 | 2.57 | 3.00 | 2.21 | 2.59 | 2.86 | 2.80 | 3.07 | 2.91 |
| Q5 | 3.95 | 3.40 | 3.64 | 3.66 | 3.50 | 2.90 | 3.50 | 3.30 | 3.50 | 3.60 | 3.64 | 3.58 | 3.50 | 3.50 | 3.07 | 3.36 | 3.50 | 3.30 | 3.57 | 3.46 |
| Q6 | 4.25 | 4.30 | 4.43 | 4.33 | 3.57 | 3.10 | 3.50 | 3.39 | 3.14 | 3.60 | 2.71 | 3.15 | 2.86 | 2.90 | 3.07 | 2.94 | 3.14 | 3.70 | 3.36 | 3.40 |
| Q7 | 3.10 | 3.80 | 3.36 | 3.42 | 2.79 | 2.70 | 2.57 | 2.69 | 2.86 | 3.40 | 2.36 | 2.87 | 2.71 | 3.00 | 2.36 | 2.69 | 2.79 | 3.20 | 2.79 | 2.93 |
| 합 계 | 25.77 | 25.10 | 26.40 | 25.75 | 21.00 | 19.50 | 19.85 | 20.45 | 20.36 | 20.40 | 17.06 | 19.61 | 20.78 | 21.40 | 18.07 | 19.74 | 20.79 | 21.50 | 20.35 | 20.89 |

| 구분 | A. 더 현대 서울 | | | B. AK플라자 | | | C. 롯데월드타워 | | | D. 코엑스 몰 | | | E. IFC몰 | | |
|------------------|-----------------------------|---------------|---------------|----------------------------|---------------|---------------|----------------------------|-----------|-----------|----------------------------|-----------|-----------|----------------------------|-----------|---------------|
| Q8 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 |
| | A1 공간 | A1 공간 | A1 공간 | B2 공간 | B2 공간 | B2 공간 | C3 공간 | C3 공간 | C3 공간 | D2 공간 | D2 공간 | D2 공간 | E3 공간 | E3 공간 | E1 공간 |
| Q9 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 |
| | 친환 경 자재 | 폐기 물 활용 | 폐기 물 활용 | 채광, 환기 | 에너 지 효율 | 폐기 물 활용 | 녹지 및 식물 | 채광, 환기 | 채광, 환기 | 녹지 및 식물 | 채광, 환기 | 채광, 환기 | 친환 경 자재 | 채광, 환기 | 폐기 물 활용 |
| 공 통 질 문 | 그룹1 | | | 그룹2 | | | 그룹3 | | | 그룹3 | | | 그룹3 | | |
| | 기업의 친환경적 이미지, 지속가능한 미래기여 | | | 지속가능한 미래기여, 쾌적한실내 환경 제공 | | | 지속가능한 미래기여, 쾌적한 실내환경 제공 | | | 지속가능한 미래기여, 쾌적한 실내환경 제공 | | | 지속가능한 미래기여, 쾌적한 실내환경 제공 | | |

3.3.2 설문지 응답 중심 분석

설문조사는 5점 Likert척도로 진행되었으며, 분석 결과는 다음과 같다. 5개의 사례지에 대해 모든 그룹의 평균 종합 점수를 기준으로 평가한 결과, 전체적으로 가장 높은 점수를 받은 사례지는 A사례지였으며, 그 다음으로 E, B, D, C 순으로 나타났다. Q1~Q7 항목별 평균 점수 합계에서는 A사례지가 25.75점으로 가장 높았고, 가장 낮은 점수는 C사례지로 19.61점을 기록하였다. 이는 공용공간의 디자인이 탄소중립 실현에 기여한 정도를 응답자들이 종합적으로 판단한 결과로 볼 수 있다.

세부 항목별 분석에서는, 모든 그룹에서 A사례지가 대부분 질문에서 가장 높은 점수를 받았다. 반대로 Q1, Q2, Q4에서는 C사례지가, Q3, Q6, Q7에서는 D사례지가, Q5와 Q7에서는 B사례지가 상대적으로 낮은 점수를 기록

하였다. 그룹별로 살펴보면, A사례지의 그룹1과 그룹3은 Q6 ‘공기 질 개선’ 항목에서 각각 4.25점과 4.43점을 기록하였으며, 그룹2는 Q1 ‘채광을 통한 에너지 사용량 최소화’ 항목에서 4.60점을 받아 높은 평가를 나타냈다. 이러한 분석 결과는 [표 19]에 정리하였다.

[표 19] Q1~Q7 그룹별, 질문별로 심층 분석

| 구분 | 심층 분석 정리 (평균 점수 높은 순 대로 1~5위) | | | |
|----|---------------------------------------------|----------|----------------|---------------------|
| | 구분 | 가장 높은 점수 | 가장 낮은 점수 | |
| Q1 | 채광을 통해 인공조명 사용을 줄여 에너지 사용량을 최소화하였다. | 그룹1 | A 사례지(4.05) | C 사례지(2.43) |
| | | 그룹2 | A 사례지(4.60) | B 사례지(2.40) |
| | | 그룹3 | A 사례지(4.41) | B, C 사례지(2.21) |
| | 평균 점수 합계 순위 | | A<E<D<B<C | |
| Q2 | 친환경, 재활용 자재를 사용하였다. | 그룹1 | A 사례지(3.07) | D 사례지(2.64) |
| | | 그룹2 | D 사례지(3.10) | C 사례지(2.30) |
| | | 그룹3 | A 사례지(3.64) | C 사례지(2.57) |
| | 평균 점수 합계 순위 | | A<B<D<E<C | |
| Q3 | 철거 시 발생할 수 있는 폐기물의 양을 최소화하도록 설계하였다. | 그룹1 | A 사례지(3.40) | D 사례지(2.64) |
| | | 그룹2 | A 사례지(3.00) | C 사례지(2.50) |
| | | 그룹3 | A 사례지(3.21) | E 사례지(2.21) |
| | 평균 점수 합계 순위 | | A<B<D<C<E | |
| Q4 | 모듈식, 조립식 가구를 활용하였다. | 그룹1 | A 사례지(3.95) | D 사례지(2.57) |
| | | 그룹2 | A, D 사례지(3.00) | C 사례지(2.40) |
| | | 그룹3 | A 사례지(3.71) | B, C, D 사례지(2.21) |
| | 평균 점수 합계 순위 | | A<E<B<D<C | |
| Q5 | 내구성이 높은 재료를 사용하였다. | 그룹1 | A 사례지(3.95) | B, C, D,E 사례지(3.50) |
| | | 그룹2 | C 사례지(3.60) | B 사례지(2.90) |
| | | 그룹3 | A, C 사례지(3.64) | D 사례지(3.07) |
| | 평균 점수 합계 순위 | | A<C<E<D<B | |
| Q6 | 식물 및 녹화를 통해 공기 질을 개선하였다. | 그룹1 | A 사례지(4.25) | D 사례지(2.86) |
| | | 그룹2 | A 사례지(4.30) | D 사례지(2.90) |
| | | 그룹3 | A 사례지(4.43) | C 사례지(2.71) |
| | 평균 점수 합계 순위 | | A<E<B<C<D | |
| Q7 | 공간 이용자들은 해당 공간이 탄소중립을 실현하고 있다는 인식을 가질 수 있다. | 그룹1 | A 사례지(3.10) | D 사례지(2.71) |
| | | 그룹2 | A 사례지(3.80) | B 사례지(2.70) |
| | | 그룹3 | A 사례지(3.36) | C 사례지(2.36) |
| | 평균 점수 합계 순위 | | A<E<C<B=D | |

[표 19]에 대한 내용을 설명하자면, Q1(채광을 통한 에너지 절감)에서는 그룹1이 A사례지(4.05)를 가장 높게, C사례지(2.43)를 가장 낮게 평가하였다. 그룹2는 A사례지(4.60)를 최고로, B사례지(2.40)를 최저로 평가하였으며, 그룹3은 A사례지(4.41)를 가장 높게, B,C사례지(2.21)를 가장 낮게 평가하였다. 평균 점수 합계 순위는 A<E<D<B<C였다.

Q2(친환경·재활용 자재 사용)에서는 그룹1이 A사례지(3.07)를 최고로, D사례지(2.64)를 최저로 평가하였다. 그룹2는 D사례지(3.10)를 가장 높게, C사례지(2.30)를 가장 낮게 평가하였으며, 그룹3은 A사례지(3.64)를 최고로, C사례지(2.57)를 최저로 평가하였다. 평균 점수 합계 순위는 A<B<D<E<C였다.

Q3(폐기물 최소화를 고려한 설계)에서는 그룹1이 A사례지(3.40)를 가장 높게, D사례지(2.64)를 가장 낮게 평가하였다. 그룹2는 A사례지(3.00)를 최고로, C사례지(2.50)를 최저로 평가하였으며, 그룹3은 A사례지(3.21)를 최고로, E사례지(2.21)를 최저로 평가하였다. 평균 점수 합계 순위는 A<B<D<C<E였다.

Q4(모듈식·조립식 가구 활용)에서는 그룹1이 A사례지(3.95)를 최고로, D사례지(2.57)를 최저로 평가하였다. 그룹2는 A, D사례지(각각 3.00)를 가장 높게, C사례지(2.40)를 가장 낮게 평가하였으며, 그룹3은 A사례지(3.71)를 최고로, B, C, D사례지(2.21)를 최저로 평가하였다. 평균 점수 합계 순위는 A<E<B<D<C였다.

Q5(내구성이 높은 재료 사용)에서는 그룹1이 A사례지(3.95)를 가장 높게, B, C, D, E사례지(3.50)를 가장 낮게 평가하였다. 그룹2는 C사례지(3.60)를 최고로, B사례지(2.90)를 최저로 평가하였으며, 그룹3은 A·C사례지(각각 3.64)를 가장 높게, D사례지(3.07)를 가장 낮게 평가하였다. 평균 점수 합계 순위는 A<C<E<D<B였다.

Q6(식물 및 녹화를 통한 공기질 개선)에서는 그룹1이 A사례지(4.25)를

가장 높게, D사례지(2.86)를 가장 낮게 평가하였다. 그룹2는 A사례지(4.30)를 최고로, D사례지(2.90)를 최저로 평가하였으며, 그룹3은 A사례지(4.43)를 가장 높게, C사례지(2.71)를 최저로 평가하였다. 평균 점수 합계 순위는 A<E<B<C<D였다.

Q7(탄소중립적 공간 인식)에서는 그룹1이 A사례지(3.10)를 최고로, D사례지(2.71)를 최저로 평가하였다. 그룹2는 A사례지(3.80)를 가장 높게, B사례지(2.70)를 가장 낮게 평가하였으며, 그룹3은 A사례지(3.36)를 최고로, C사례지(2.36)를 최저로 평가하였다. 평균 점수 합계 순위는 A<E<C<B=D였다.

Q1 ‘채광을 통한 에너지 절감’ 항목에서는 모든 그룹이 A사례지에 높은 평가를 부여한 반면, B와 C사례지는 상대적으로 낮은 점수를 기록하였다. 이는 A사례지가 실내 천장의 일부를 유리로 설계해 자연광을 유입시키고, 보이드 공간을 활용해 빛이 하부까지 전달되도록 구성한 데에 기인한다. 반면 B, C사례지는 LED 조명을 사용했음에도 천장이 밀폐되어 있고 창문이 없어 자연채광 확보가 어려웠다.

Q2 ‘친환경·재활용 자재 사용’의 경우, 그룹1과 그룹2는 A사례지에 가장 높은 점수를 주었으며, 그룹3은 D사례지를 선호하였다. A사례지는 재활용 목재를 사용하고 제작 단계에서 탄소배출을 최소화하도록 설계되어 긍정적인 평가를 받았고, D사례지는 설치된 오브제의 추후 재활용 가능성이 있다는 점이 좋은 평가로 이어졌다. 반면 C사례지는 합판 코팅 마감재를 사용하여 폐기 시 재활용이 어려워 낮은 평가를 받았다.

Q3 ‘폐기물 최소화를 고려한 설계’에서는 A사례지가 모든 그룹에서 가장 높은 점수를 획득했으며, 반대로 D·C·E 사례지는 재활용 가능성이 낮다는 이유로 평가가 낮았다. Q4 ‘모듈식·조립식 가구 활용’ 항목에서도 A사례지가 우수하게 평가되었고, 그룹2만 D사례지에 동일한 점수를 주었다. Q5 ‘내구성이 높은 재료 사용’에서는 A사례지와 C사례지가 상대적으로 높은 점수를 받은 반면, B와 D사례지는 낮은 평가를 받았다. Q6 ‘식물 및 녹화를 통한 공기

질 개선'에서도 A사례지가 우세했고, C사례지는 실내 녹지 조성이 부족해 점수가 낮게 나타났다. 마지막으로 Q7 '탄소중립적 공간 인식'에서도 A사례지는 모든 그룹에서 긍정적으로 평가되었으며, B·C·D 사례지는 이용자들이 탄소중립 요소를 충분히 인지하지 못해 낮은 점수를 받았다.

또한 Q8에서는 A1, B2, C3, D2, E3 공간이 탄소중립 적용이 잘 이루어진 공간으로 선택되었으며, Q9에서는 개선이 필요한 요소로 '채광 및 환기', '폐기물 재활용', '친환경 자재 사용', '녹지 활용', '에너지 효율' 순으로 응답이 높게 나타났다. 공통 질문에서는 탄소중립 공간디자인의 대표적 가치로 '기업의 친환경 이미지 제고', '지속가능한 미래기여', '쾌적한 환경 제공'이 꼽혔다.

한편, 그룹2는 탄소중립에 대한 인식이 낮은 집단으로, 일부 문항에 대해서는 평가 신뢰도가 다소 떨어질 가능성이 있다. 그러나 이들의 응답은 실제 일반 이용자의 인식과 판단을 반영한다는 점에서 의미 있는 자료로 볼 수 있다. 예를 들어 Q2와 Q4에서 그룹2는 다른 그룹이 낮은 점수를 준 D사례지에 높은 점수를 부여하였는데, 이는 오브제의 재활용 가능성이나 가구의 이동성을 긍정적으로 인식한 결과로 해석된다. 다만 실제로는 해당 오브제가 구조물 마감재 역할을 하고 있어 재활용이 어렵고, 가구 역시 모듈식으로 보기 어렵다는 점에서 전문가 평가와 차이를 보인다.

따라서, 그룹2의 평가는 탄소중립 설계의 실무적 측면을 완전히 반영하지는 못하지만, 공용공간에서 이용자들이 '탄소중립으로 보인다'라고 느끼는 요소를 파악하는 데 중요한 근거가 된다. 이에 따라 본 연구에서는 전문가 평가와 비교하여, 일반 이용자 중심의 탄소중립 공간디자인 방향성을 도출하는 참고자료로 활용하였다.

3.3.3 IPA분석

설문조사 결과를 기반으로 IPA 분석을 실행하였다. 이를 위해 먼저 중요도(Importance)와 만족도(Performance)에 대한 기준 좌표를 설정하는 과정이 진행되었다. IPA 분석에서 두 축은 사례지의 상대적 위치를 판단하는 핵심 기준이 되므로, 각 값의 산출 방식과 논리적 근거를 명확히 하는 것이 필수적이다.

먼저 중요도를 나타내는 X축은 탄소중립 체크리스트 문항(Q1~Q7)에 대한 응답자의 평가 평균을 기반으로 산출하였다. 각 문항은 5점 Likert 척도로 구성되어 있으며, 이는 공간디자인이 탄소중립 실현이라는 목적에 얼마나 중요한 영향을 미치는지에 관한 인식을 측정하도록 작성되었다. 해당 문항들의 평균값을 산출한 결과, 전체 응답자의 중요도 평균은 3.04점으로 확인되었다.

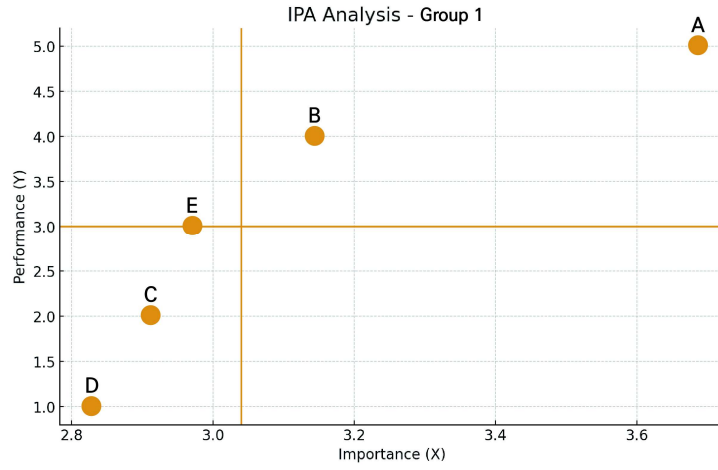
다음으로 만족도 Y축은 분포를 명확히 비교하기 위해, 단순 평균값이 아닌 순위 기반 점수화 방식을 적용하였다. 즉, 각 사례지의 종합 점수를 기준으로 1점부터 5점까지 차등 배점하여 점수 간 상대적 거리감을 확보하였다. 이러한 절차는 단순 평균값만으로는 드러나지 않는 사례지 간 만족도 격차를 정량적으로 확인할 수 있다는 장점이 있다. 이후 사례별 배점의 평균을 재계산하여 Y축 기준점을 설정하였고, 최종적으로 도출된 값은 3.00점이었다. 산출된 두 좌표(Importance=3.04 / Performance=3.00)는 분석의 사분면을 나누는 기준선 역할이다.

3.3.4 IPA분석 결과

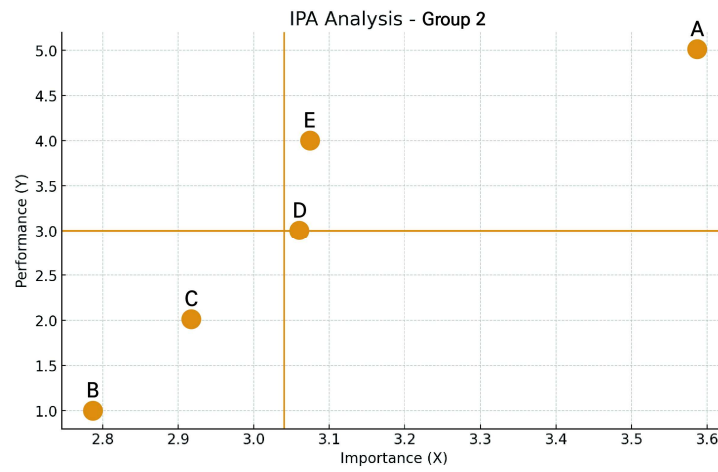
[표 18]에서 제시된 그룹별 응답 결과를 토대로 IPA 분석을 실행하였으며, 그 결과 도출된 사례지별 차트는 [그림 7], [그림 8], [그림 9]에 시각화하여 제시하였다. 각각의 도표에서 A부터 E까지의 기호는 분석 대상이 된 다

섯 개 상업공간 사례지를 의미하며, 좌표축(X축: 중요도, Y축: 만족도) 기준에 따라 네 개의 사분면으로 구분된다. 이러한 사분면 구분은 사례지의 현재 성과 수준을 단순 비교하는 데 그치지 않고, 향후 공간디자인 요소별 우선 적용·보완 방향을 결정하는 기준으로 기능한다. IPA분석 이론적 고찰에서 정리한 것을 바탕으로 사분면을 오른쪽 상단에서부터 반시계 방향으로 ① 유지·강화 영역, ② 개선 우선 영역, ③ 낮은 우선순위 영역, ④ 과잉 노력 조정 영역으로 정의하였다. 즉, 중요도와 만족도가 모두 높은 1사분면은 ‘현재 전략을 유지하고 강화해야 할 요소’, 중요도는 높으나 만족도가 낮은 2사분면은 ‘즉각적으로 개선이 요구되는 요소’로 해석된다. 반면 두 값이 모두 기준 이하에 해당하는 3사분면은 ‘상대적으로 개입 우선순위가 낮은 요소’로, 만족도는 높으나 중요도는 낮은 4사분면은 ‘과도한 자원이 투입된 상태로 조정이 필요한 요소’로 분류된다.

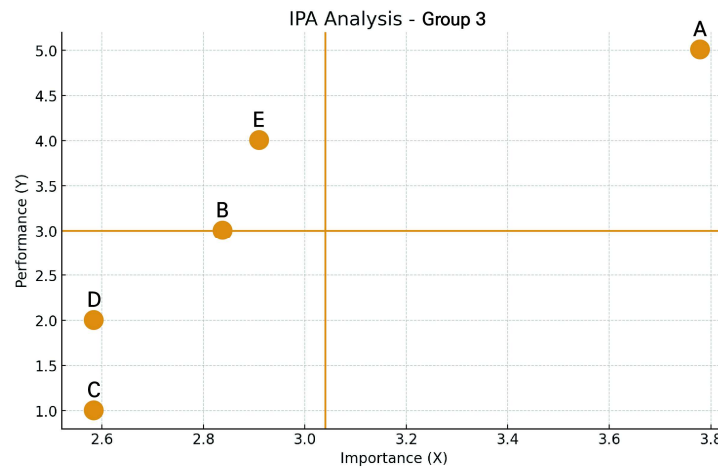
이와 같은 사분면 구조를 적용함으로써, 각 사례지가 어떤 설계 요소에서 이용자 인식을 확보하고 있으며, 반대로 어떤 영역에서 개선 필요성을 보이는지 설계 단계에서의 데이터 기반 의사결정이 가능해진다. 또한 동일한 공간 요소라 하더라도, 그룹에 따라 평가 결과가 다르게 나타나는 경우가 확인되어, 이용자 특성에 따른 맞춤형 공간디자인 전략의 필요성 역시 검증되었다. 그룹별 IPA 분석을 통해 도출된 사례지별 위치 및 세부 분석은 [표 20]에 종합적으로 정리하였다.



[그림 7] IPA분석 : 그룹1 (탄소중립 인지 높음)



[그림 8] IPA분석 : 그룹2 (탄소중립 인지 낮음)



[그림 9] IPA분석 : 그룹3 (전문가)

[표 20] IPA분석 결과 정리

| 구분 | 그룹1 | 그룹2 | 그룹3 |
|-----------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 1사분면 (유지, 강화 영역) | A사례지 (X:3.66, Y:5.00) B사례지 (X:3.14, Y:4.00) | A사례지 (X:3.58, Y:5.00) E사례지 (X:3.07, Y:4.00) D사례지 (X:3.05, Y:3.00) | A사례지 (X:3.77, Y:5.00) |
| 2사분면 (개선 우선 영역) | E사례지 (X:2.97, Y:3.00) | 없음 | B사례지 X:2.83, Y:3.00) E사례지 (X:2.90, Y:4.00) |
| 3사분면 (낮은 우선순위 영역) | C사례지 (X:2.90, Y:2.00) D사례지 (X:2.82, Y:1.00) | B사례지 (X:2.78, Y:1.00) C사례지 (X:2.91, Y:2.00) | C사례지 (X:2.58, Y:1.00) D사례지 (X:2.58, Y:2.00) |
| 4사분면 (과잉 노력 조정 영역) | 없음 | 없음 | 없음 |

[표 20]의 IPA 분석 결과를 종합해보면, 각 사례지는 동일한 설계 요소를 갖고 있음에도 불구하고, 응답 집단별 인식 차이에 따라 사분면 분포가 다르게 나타났다. 이는 탄소중립 공간디자인이 단일 기준으로 평가될 수 없으며, 이용자 경험, 인지 수준, 전문성에 따라 공간적 해석 방식이 달라질 수 있음을 의미한다. 먼저 A사례지는 모든 응답 집단(그룹1, 그룹2, 그룹3)에서 공통적으로 1사분면(유지, 강화 영역)에 위치하였다. 이는 중요도와 만족도가 모두 기준선을 초과했다는 점에서, 해당 공간이 탄소중립 요소가 ‘기능적으로 적용되었을 뿐 아니라 이용자에게 명확히 체감된 사례’임을 보여준다. 특히 자연채광(Q1), 식재·녹화(Q6), 친환경 메시지 인식(Q7) 요소가 높은 평가를 받았으며, 이는 이용자 경험 기반의 탄소중립 설계가 실질적으로 작동했음을 뒷받침한다. 반면 B사례지는 그룹별 사분면이 서로 다르게 분포하였다. 그룹1

에서는 1사분면에 위치했으나, 그룹2에서는 3사분면, 그룹3에서는 2사분면에 분포하는 등 평가가 일관되지 않았다. 이는 ‘특정 이용자에게는 긍정적 요소로 받아들여지지만, 다른 이용자에게는 설계 효과가 충분히 인식되지 않는 공간적 불균형’을 의미한다. 특히 Q4(모듈러·조립식 가구), Q5(내구성 자재) 항목의 그룹 간 격차가 가장 크게 나타났다는 점은, 자재·구조적 지속가능성이 체감형 요소보다 낮게 인식될 가능성을 보여준다. C사례지와 D사례지는 대부분의 응답 집단에서 3사분면(낮은 우선순위 영역)에 위치하였다. 이는 중요도와 만족도 모두 낮아, 현재 상태에서 즉각적인 개입의 필요성이 낮게 인식된다는 것을 의미한다. 다만 이는 이용자로부터 인식, 관심 자체를 확보하지 못한 상태로 해석할 수 있다. 특히 Q3(폐기물 저감), Q5(내구성) 항목 점수가 전반적으로 낮아, 구조적 지속가능성 설계가 이용자 경험으로 연결되지 못한 한계가 재확인되었다. E사례지는 중요도는 높으나 만족도가 상대적으로 낮은 2사분면(개선 우선 영역)에 위치하는 경향을 보였다. 특히 그룹1과 그룹3에서 공통적으로 2사분면에 해당하였으며, 이는 친환경 요소가 실제로 적용되어 있음에도 불구하고 이용자에게 그 의미가 전달되지 못하고 있음을 보여준다. 즉, 설계 성과와 이용자 인식 간의 간극이 존재하는 사례로, 환경적 성과의 체감 부족이 핵심 문제로 도출된다. 이는 기술적 설계만으로는 탄소중립 효과가 완성되지 않으며, 공간 내 커뮤니케이션, 체험, 가시화 전략이 병행되어야 한다는 것을 시사한다.

IV. 소 결

본 연구는 국내에서 LEED인증을 받은 상업 공간 중 유동 인구가 많은 대형 쇼핑몰 공간으로 5곳을 분석 대상으로 설정하였고, 지속가능한 탄소중립 공간디자인을 제안하기 위해 이론적 고찰, 체크리스트 도출, 사례 분석, 설문 조사 및 그에 대한 분석을 단계적으로 진행하였다. 이러한 과정을 통해 도출된 연구의 소결은 다음과 같다.

4.1 채광 및 환경에 대한 소결

지속가능한 탄소중립 공간디자인을 실현하기 위해 가장 중요한 요소 중 하나는 채광의 확보와 효율적인 환기 시스템의 적용이다. 상업 공간뿐만 아니라 설계 과정에서 채광과 환기를 충분히 고려하지 못할 경우, 에너지 사용량이 불필요하게 증가하며 실내 환경의 쾌적성은 저하될 수밖에 없다.

앞선 분석과정을 통해 본 연구에서 설정한 국내 상업 공간 중 ‘더 현대 서울’은 채광 확보와 환기 설계가 탄소중립 관점에서 가장 긍정적인 평가를 받은 사례지로 나타났다. 설문조사 결과에서 모든 그룹 모두 Q1(채광을 통한 에너지 절감) 항목에서 ‘더 현대 서울’이 다른 사례지보다 월등히 높은 점수를 받았다. 이는 다수의 상업공간에서 나타나는 폐쇄된 공간에서 벗어나 설계 단계에서 천장을 일부 유리로 건설하여 자연광이 내부로 유입될 수 있었다. 또한 중앙 보이드 구조를 통해 1층까지 빛이 전달될 수 있었다. 반대로, 다른 사례지인 B사례지와 C사례지는 LED 조명을 사용하였음에도 불구하고 공용 공간의 전체 천장이 막혀있어 자연광 확보가 제한적이며, 창문 설치가 부족하여 실내 공기 순환과 채광 모두에서 낮은 평가를 받았다.

채광 확보는 단순히 빛을 들어오는 기능을 넘어, 에너지 절감과 이용자 경험을 동시에 고려한 설계 전략으로 확인할 수 있다. 자연광을 적극적으로

활용할 경우, 인공조명에 대한 의존도를 줄일 수 있으며 전력 소비와 온실가스 배출량을 감소시킬 수 있다. 또한, 보이드 공간을 통해 빛이 공간 깊숙이 도달할 수 있도록 설계하면, 상업 공간 내의 이용자들의 심리적 쾌적함을 느낄 수 있으며, 공간에 대한 만족도와 체류 시간이 증가할 수 있다. 이는 곧 지속가능성과 경제적 효율성을 동시에 달성할 수 있는 설계적 이점으로 연결된다.

환기 설계 역시 탄소중립 공간디자인에서 중요한 역할을 한다. 자연 환기를 유도하는 시스템을 통해 기계식 공조 설비의 사용 빈도를 줄일 수 있어 에너지 절감과 탄소배출 최소화 효과를 기대할 수 있다. ‘더 현대 서울’ 사례지에서는 천장과 보이드 구조를 통해 공기 흐름을 원활하게 하여, 실내 공기질을 개선하고 이용자들에게 쾌적한 환경을 제공했다. 반면, 일부 사례지에서는 폐쇄적 구조와 기계 환기 중심 설계로 인해 에너지 효율이 낮고, 탄소중립 측면에서의 평가 점수가 낮게 나타났다.

이와 같은 분석을 통해, 상업 공간의 설계 단계에서 채광과 환기를 통합적으로 고려하는 것은 단순한 조명과 공조 시스템의 설계에 그치지 않고, 공간의 기능적, 환경적 가치까지 향상시키는 방향임을 알 수 있다. 특히, 상업 공간에서는 이용자의 체류 시간과 동선에 따른 조명 및 공기 흐름 패턴을 충분히 반영해야 하며, 설문 결과에서도 이용자들은 이러한 설계 요소가 실내 환경의 쾌적성을 높이는 동시에, 탄소중립 실현을 체감할 수 있는 중요한 요소라고 인식하였다.

따라서, 채광 및 환기를 고려한 공간디자인은 다음과 같은 실무적 지침으로 정리될 수 있다. 첫째, 천장 및 벽면 설계 시 자연광이 공간 깊숙이 도달하도록 보이드 구조, 유리 재료, 개방형 설계를 적극적으로 활용한다. 둘째, 내부 레이아웃과 동선을 고려하여 자연 환기가 가능하도록 통로와 개방형 공간을 배치한다. 셋째, 기계식 조명 및 공조 장치와 자연 채광·환기 시스템을 통합 운영함으로써 에너지 사용을 최소화한다.

채광 및 환경에 대한 소결 내용을 정리하여 [표 21]로 요약했으며, 시각적인 예시 자료를 보여주고자 A1생성형 이미지를 활용하여 [그림 10]으로 나타냈다.

[표 21] 채광 및 환경에 대한 소결

| 구분 | 설계 요소 | 적용 |
|----------|--------------------|------------------------|
| 자연광 확보 | 유리 천장, 보이드 구조 활용 | 천장·벽면 설계 시 자연광 유입 극대화 |
| 자연 환기 설계 | 개방형 동선·공간 배치 | 통로와 동선을 따라 자연 공기 흐름 유도 |
| 통합 운영 | 자연 채광·환기 기계식 장치 병행 | 자동제어 통한 최적 에너지 관리 |
| 사용자 경험 | 시각·체험적 요소 설계 반영 | 채광·환기 효과가 체감 가능한 공간 구성 |



[그림 10] 채광 및 환경에 대한 AI 생성형 이미지

4.2 자재 선택과 지속가능성에 대한 소결

지속가능한 탄소중립 공간디자인에서 자재 선택은 단순한 미적 요소를 넘어, 공간의 환경적 성능과 장기적 지속가능성에 직접적으로 영향을 미친다. 적절하지 않은 자재 선택은 건축 및 인테리어 과정에서 발생하는 탄소배출량이 증가할 수 있으며, 공간의 생애주기 동안 유지관리와 폐기 과정에서 추가적인 환경 부담을 유발할 수 있다. 따라서 자재의 선정, 운송, 시공, 운영, 폐기 등 전 과정에서 환경적 영향을 최소화하는 접근이 필요하다.

‘더 현대 서울’은 자재 선택 측면에서 탄소중립 설계의 우수성을 보여주었다. 설문조사 결과, 체크리스트 항목 중 Q2(친환경, 재활용 자재 사용)에서 그룹1과 그룹3은 ‘더 현대 서울’에 가장 높은 점수를 부여하였으며, 이는 공간 전반에서 재활용 목재를 활용한 것이 돋보였기 때문이다. 재활용 목재는 생산 과정에서 신선한 목재에 비해 탄소배출량이 현저히 적고, 폐기 시에도 재활용 가능성이 높아 탄소중립 목표 적합하다고 볼 수 있다. 또한, 목재 자체의 질감과 패턴은 공간에 따뜻함과 자연스러움을 부여하며, 공간의 친환경적 컨셉을 시각적으로 전달하는 역할도 수행하였다.

자재 선택은 단순히 친환경 소재 사용에 그치지 않고, 공간디자인의 컨셉과 정체성 형성에도 중요한 역할을 한다. ‘더 현대 서울’ 사례지에서는 재활용 목재를 중심으로 구성된 디자인은 공간을 경험하는 이용자에게 단순한 장식적 의미를 넘어, 친환경적 메시지를 전달하는 매개체로 작용하며, 이용자들은 공간을 통해 탄소중립을 직관적으로 체감할 수도 있다. 즉, 자재는 환경적 기능뿐 아니라 디자인 전략과 브랜드 이미지 구현에도 직결되는 중요한 요소임을 확인할 수 있다.

추가로, 자재 선택 과정에서 재활용 가능성과 폐기물 관리까지 고려해야 한다. 설문조사 결과, Q3(폐기물 최소화를 고려한 설계)에서도 ‘더 현대 서울’이 높은 평가를 받았는데, 이는 조립식 목재 가구와 모듈형 인테리어 구성

으로 인해 추후 공간의 일부를 변경하거나 폐기할 경우에도 폐기물 발생을 최소화할 수 있기 때문이다. 반대로, 일부 사례지에서는 합판 코딩 마감재나 FRP 강화 플라스틱 등 내구성은 높지만 재활용이 어려운 소재가 사용되어, 장기적 운영 측면에서 탄소중립 가치를 충분히 실현하기 어려웠다. 이러한 비교를 통해, 자재의 내구성과 재활용 가능성, 폐기 과정에서의 환경 영향까지 고려한 통합적 접근이 필수적임을 알 수 있다.

자재 운송 과정 또한 탄소배출과 직접적인 연관이 있다. 상업 공간에서 사용되는 소재가 멀리서 운송될수록 운송 과정에서 발생하는 탄소배출이 증가하므로, 지역에서 조달할 수 있는 자재를 활용하거나, 재활용 자재를 적극적으로 활용하는 것이 바람직하다.

탄소중립 공간디자인에서 자재 선택은 환경적 측면에서 탄소배출을 줄이고 재활용 가능성을 확보하는 동시에, 디자인의 컨셉과 브랜드 이미지를 강화한다. 자재 선택과 지속가능성에 대한 소결 내용을 정리하여 [표 22]로 요약했으며, 시각적인 예시 자료를 보여주고자 A1생성형 이미지를 활용하여 [그림 11]로 나타냈다.

[표 22] 자재 선택과 지속가능성에 대한 소결

| 구분 | 설계 요소 | 적용 |
|-----------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 재활용 자재 활용 | 재활용 목재(원목) 사용 조립식 가구, 모듈형 구성 | 제작/시공 단계부터 재활용 자재 중심 설계 재배치 가능한 모듈 채택 |
| 지역 자재 조달 | 국내 조달 목재 중심 사용 운송 과정 탄소 절감 | 운송 거리 최소화 설계 지역 기업/산림 자원 연계 |
| 친환경 소재 선택 | VOC 저감, 저탄소 인증 자재 사용 천연 소재, 무독성 마감재 | 친환경 인증 자재를 사전 도면 건강친화형 공간 전략 포함 |
| 생애주기 고려 | 시공·폐기 시 발생 폐기물 최소화 설계 모듈형 인테리어 / 가구 선정 | 분리/교체 쉬운 구조 설계 폐기 시 재활용 용이 자재 적용 |



[그림 11] 자재 선택과 지속가능성에 대한 AI 생성형 이미지

4.3 식물 녹화와 바이오필릭디자인 대한 소결

식물 녹화와 바이오필릭(Biophilic) 디자인은 인간이 본능적으로 자연과 연결되어 있음을 전제로 하여, 건축과 인테리어 공간에 자연 요소를 통합하는 설계 접근 방식이다. 이는 실내의 공기 질 개선, 온도 및 습도 조절, 자연 채광과 시각적 쾌적성을 높이는 등 환경적 기능과 함께, 이용자에게 심리적 안정감과 편안함을 제공함으로써 지속가능한 공간 경험을 강화한다.

다수의 사례지에서는 식물 녹화와 바이오필릭 디자인이 다양한 방식으로 적용되었다. 설문조사 결과, 체크리스트 항목 Q6(식물 및 녹화를 통한 공기 질 개선)에서 모든 그룹은 ‘더 현대 서울’에 가장 높은 점수를 부여했다. 실내 식물은 공기 중 유해 물질 흡수와 산소 발생, 습도 조절 등 물리적 기능을 수행하며, 공간 이용자에게 직관적으로 쾌적한 환경을 체감하게 한다.

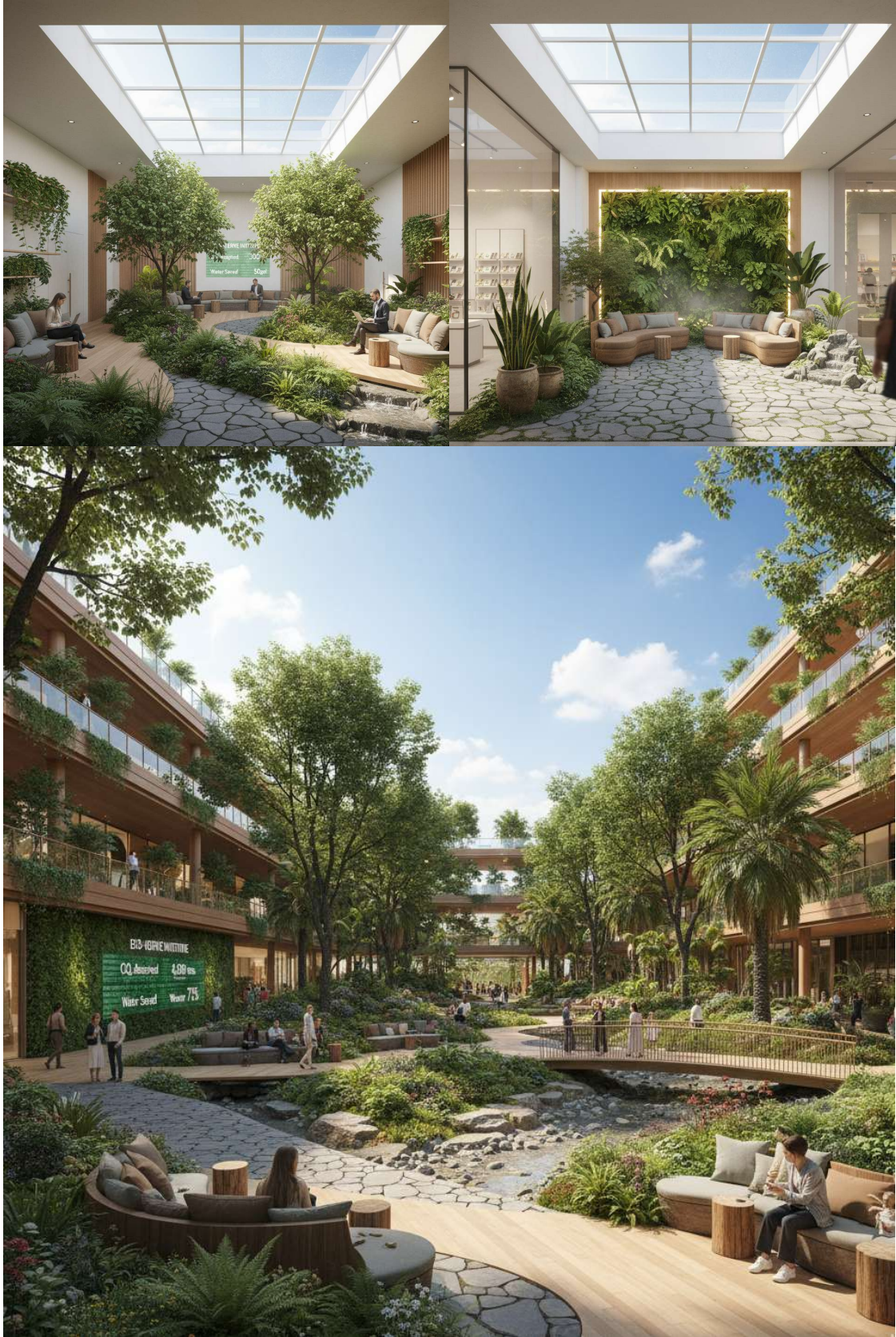
바이오필릭 디자인은 단순한 녹지 배치 이상의 전략적 의미를 지닌다. ‘더 현대 서울’ 사례지에서는 내부 보이드 공간과 채광 설계, 자연스러운 재료 질감, 식물과 조명을 연계한 디자인을 통해 탄소중립 공간의 가치를 경험으로 연결하는 매개체 역할을 한다. 설문조사 결과, 이용자들은 이러한 자연 요소가 포함된 공간에서 공기 질과 쾌적성을 더욱 높게 평가했으며, 이는 탄소중립 실현의 직관적 체감 요소로 작용하였다. 하지만 사례지별 적용 정도에는 차이가 있었다. 일부 공간에서는 식물 수가 제한적이거나 배치가 집중적이지 않아 공간 내 공기질 개선 및 시각적 쾌적성 효과가 제한적이었다. C사례지의 경우, 실내 녹화를 위한 식물 배치가 상대적으로 적어 설문조사에서 낮은 점수를 받았다. 따라서 공간 설계에서 바이오필릭 디자인을 효과적으로 적용하기 위해서는 식물 종류, 배치 위치, 면적, 유지관리 계획까지 통합적으로 고려해야 한다.

식물 녹화 및 바이오필릭 디자인은 실내 공기 질 개선, 에너지 사용 절감, 심미적 경험 제공, 이용자의 환경 인식 향상 등 다양한 효과를 통해 지속

가능한 공간 경험을 제공하며, 기업의 친환경 전략과 공간 설계 목표를 통합적으로 실현할 수 있는 전략적 수단으로 기능한다. 식물 녹화와 바이오필릭디자인에 대한 소결 내용을 정리하여 [표 23]으로 요약했으며, 시각적인 예시 자료를 보여주고자 A1생성형 이미지를 활용하여 [그림 12]로 나타냈다.

[표 23] 식물 녹화와 바이오필릭디자인에 대한 소결

| 구분 | 설계 요소 | 적용 |
|------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 환경적 기능 | 실내 식물 배치 벽면 녹화, 천장 녹화 구조 자연광 활용 공간 연계 | 공간 내 유해물질 흡수 및 산소 발생을 위한 식물 선정 층고·보이드 구조 활용하여 식물 조망성 확보 |
| 심리·정서적 효과 | 구조적 녹화(바이오필릭 공간 디자인) 자연 요소 질감 연계(목재, 천연재료) | 높이, 면적 차이를 고려한 식물 구성으로 시각적 다양성 확보 쉼터, 휴식 공간에 녹화 설계 반영해 정서적 안정감 유도 |
| 디자인·브랜드 연계 | 자연친화적 이미지 전달 가능한 디자인 모티프 | 친환경 메시지와 결합되는 비주얼 아이덴티티 구축 기업의 지속가능성 전략과 맞춤형 식재 계획 수립 |
| 운영·관리 관점 | 유지관리 용이한 식재 및 수경 시스템 적용 모듈형, 교체 가능한 녹화 요소 | 장기 운영 가능하도록 식물 생장 특성 반영 재배치·재활용 가능한 식물함, 수경재배 시스템 선택 |



[그림 12] 식물 녹화와 바이오필릭디자인에 대한 AI 생성형 이미지

4.4 공간 경험과 이용자 인식에 대한 소결

탄소중립 공간디자인은 단순히 친환경적 요소를 적용하는 것을 넘어, 공간을 이용하는 사람에게 지속가능성을 직접 경험하게 하는 것은 매우 중요한 전략적 과제이다. 설문지 결과를 통해 이용자의 경험과 인식은 공간디자인의 탄소중립 효과를 평가하는 핵심 중 하나임을 확인할 수 있다.

Q7(탄소중립 공간 인식) 항목과 Q8(탄소중립이 가장 잘 적용된 공간 선택) 결과를 통해, 이용자들은 재활용 목재 사용, 식물 녹화, 모듈형 가구 등 다양한 친환경적 디자인 요소를 직관적으로 인지할 수 있으며, 공간 자체가 탄소중립 메시지를 전달하는 매개체 역할을 할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 특히 A사례지인 ‘더 현대 서울’은 설계 단계에서부터 이러한 요소들이 통합적으로 적용되어, 설문 응답자에게 가장 높은 점수를 받았다. 이는 단순히 친환경 소재를 사용하거나 에너지 절감을 위한 기술적 요소를 적용하는 수준을 넘어, 공간 이용자가 시각적, 체험적, 감각적으로 지속가능성을 ‘경험’할 수 있는 환경이 구축되었음을 의미한다.

공간 경험은 물리적, 시각적, 심리적 요소의 복합적 상호작용을 통해 형성된다. 물리적 요소는 채광, 환기, 온습도 조절, 공기 질 개선, 가구 배치와 재료 선택 등이며, 시각적 요소는 자연광, 식물, 재활용 소재, 색채와 질감, 공간구성 등을 포함한다. 이는 이용자가 공간에 들어섰을 때 직관적으로 친환경적 메시지를 인지할 수 있게 한다. 심리적 요소는 이러한 물리적, 시각적 경험이 이용자의 인식과 감정, 행동에 미치는 영향을 뜻하며, 이는 설문조사에서 이용자가 느낀 쾌적성, 친환경성, 공간 만족도 등으로 측정가능하다.

특히, 모듈식·조립식 가구, 재활용 목재, 녹화 식물 등과 같은 설계 요소들은 이용자에게 단순한 시각적 인식을 넘어, 공간의 지속가능성 및 환경적 책임을 ‘경험’으로 연결시켰다. 또한, 공간 경험은 기업 브랜드 및 이미지와도 직결된다. 사례지 설문에서 응답자들은 공용공간에서 직관적으로 친환경적 메

시지를 체감할 수 있을 때, 기업이 실제로 지속가능성을 실천하고 있다는 신뢰와 긍정적 이미지를 형성한다고 응답하였다. 이는 탄소중립 공간디자인이 단순한 환경적 목적을 넘어, 이용자 경험을 통해 기업의 ESG 전략을 강화하고, 브랜드 가치와 사회적 신뢰도를 높이는 수단이 될 수 있음을 의미한다.

공간 경험과 이용자 인식은 단기적 체감에 그치지 않고, 장기적 행동 변화와 지속가능성 실천으로 연결될 수 있다. 이용자가 탄소중립 공간을 체험하면서 환경친화적 행동의 필요성을 인식하게 되면, 이는 개인적 생활에서의 에너지 절감, 재활용 실천, 친환경 제품 선택 등으로 이어질 가능성이 크다. 공간 경험과 이용자 인식에 대한 소결 내용을 정리하여 [표 24]로 요약했으며, 시각적인 예시 자료를 보여주고자 A1생성형 이미지를 활용하여 [그림 13]으로 나타냈다.

[표 24] 공간 경험과 이용자 인식에 대한 소결

| 구분 | 설계 요소 | 적용 |
|-------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 행동·인식 확장 | 체험을 통한 행동 변화 유도 이용자의 환경 실천 촉진 | 탄소중립 체험 공간을 통한 일상적 실천 연결 이용자 인식을 행동 변화로 확장 |
| 이용자의 심리적 요소 | 이용자의 체험 기반 인식 형성 쾌적성·친환경성·만족도 향상 | 체험형·감각적 요소로 이용자의 친환경 인식 증진 공간 경험을 통해 지속가능성 내면화 유도 |
| 브랜드·ESG 연계 | 기업 친환경 이미지 강화 공간을 통한 ESG 전략 구현 | 공간 경험을 브랜드 신뢰와 연결 친환경 디자인을 기업 지속가능성 전략과 결합 |



[그림 13] 공간 경험과 이용자 인식에 대한 AI 생성형 이미지

4.5 IPA분석 결과에 대한 소결

IPA 분석의 기본 전제는 ‘이용자가 공간을 어떻게 인식하고 경험하느냐’에 따라 설계 요소의 효용성이 달라진다는 것이다. 본 연구에서는 7개의 세부 문항(Q1~Q7)을 통해 에너지, 자재, 생태, 인식 등 네 가지 지속가능성 영역을 측정하였다. 이를 중요도(Importance)와 만족도(Performance) 축으로 도식화하여, 각 항목이 실제 설계 및 운영 단계에서 어느 위치에 있는지를 정량적으로 파악하였다. 분석 과정에서 X축은 항목별 평균 중요도(3.04), Y축은 만족도(3.00) 기준으로 설정하였으며, 이는 응답자의 평가 분포를 통계적으로 균형 있게 구분하기 위한 절단점 역할을 하였다.

A사례지의 1사분면 집중은 탄소중립 요소가 물리적 성능을 넘어 이용자 감각에 직접 작용하고 있음을 보여준다. 예를 들어, 천장 구조를 통한 자연채광 확보(Q1), 다층 녹화 및 식재 계획(Q6), 친환경 메시지를 시각화한 공간 인식 설계(Q7)는 모두 이용자의 만족도와 직결되었다. 이는 공용공간이 단순한 이동·대기 공간이 아니라, ‘탄소중립을 학습하고 경험하는 플랫폼’으로 작동할 수 있음을 보여주는 근거로 해석된다. 반면 자재 순환성과 내구성 요소는 전반적으로 인지도가 낮게 나타났으며, 일부 공간(B, C, D사례지)에서는 만족도 또한 기준 미만으로 확인되었다. 폐기물 저감, 해체 용이 구조, 자재 수명 관리(Q3~Q5)는 설계·시공·운영의 전 과정에 포함되어야 하는 핵심 항목임에도, 이용자와의 상호작용이 적을 경우 성과가 제대로 평가받지 못하는 한계가 드러났다. 이는 향후 탄소중립 공간디자인이 물리적 완성에만 그치지 않고, 이용자 인식 증진을 위한 정보 전달 전략이 반드시 동반되어야 함을 의미한다. 특히 B사례지의 경우 그룹 간 평가 편차가 컸는데, 이는 공간의 효율성과 자재 활용의 연계성이 미흡했기 때문으로 보인다. 모듈러 가구나 재활용 자재 사용(Q4, Q5)은 친환경적 시도로 평가되었으나, 실제 공간 이용 과정에서 그 효과를 체감하기 어려운 구조였다. 따라서 향후에는 자재의 순환성과

동선의 합리화를 결합해, 운영 단계에서도 지속가능성을 유지할 수 있는 설계 전환이 필요하다. 또한 응답자의 탄소중립 인식 수준 및 전문성에 따라 평가 경향이 달라지는 양상이 확인되었다. 고인지 집단과 전문가 집단은 구조적 지속가능성에 민감하게 반응한 반면, 저인지 집단은 채광·녹화 등 체감 요소 중심의 평가에 편중되는 경향을 보였다. 이는 공간디자인이 단일 방향으로 제안될 수 없으며, 이용자 특성에 따라 전달 방식과 강조 요소를 달리하는 다층적 접근이 필요함을 보여준다. 이러한 차이는 IPA 분석의 근본 취지인 ‘성과의 상대적 인식 차이’를 구체적으로 드러낸 결과이기도 하다. 탄소중립 공간디자인은 단일 기준으로 평가될 수 없으며, 기술적 완성도와 이용자 체감 간 균형적 설계가 향후 핵심 과제임을 알 수 있다. 특정 사례(E사례지)는 환경 기술 및 요소가 비교적 잘 적용되어 있음에도 일부 분류에서 중요도는 높으나 만족도가 낮게 나타났다. 이는 환경 성능에 대한 이용자 이해 부족이 성과를 약화시키고 있음을 보여주는 실증적 근거라 할 수 있다. 이 결과는 IPA분석의 2사분면(개선 우선 영역)이 단순히 ‘미흡한 항목’이 아니라, ‘효과는 있으나 인식되지 못한 항목’임을 의미한다. 따라서 향후 설계에서는 이러한 항목을 중심으로 사용자 경험 설계(UX)와 환경 커뮤니케이션을 결합한 체험형 공간 디자인 전략이 필요하다.

이와 같은 분석을 통해, 탄소중립 공간디자인은 기술적 지속가능성과 경험적 지속가능성이 균형을 이룰 때 비로소 효과적인 성과를 창출할 수 있다는 결론에 도달하였다. 상업공간 공용영역은 다수의 이용자를 접점으로 만나기 때문에, 해당 공간에서 지속가능성을 경험하고 학습할 수 있도록 계획될 경우 개인의 행동 변화를 일으키고 사회적 친환경 가치 확산에 기여할 수 있다.

V. 결 론

본 연구는 LEED인증 상업공간의 공용공간을 대상으로 탄소중립 공간디자인 요소의 적용 현황을 평가하고, 이용자 인식 기반의 실천적 공간디자인 방향을 도출하기 위해 IPA 분석을 수행하였다. 이를 통해 향후 상업공간의 탄소중립 설계가 나아가야 할 전략적 방향을 제안하고자 한다.

첫째, 채광 및 환기, 자재 선택, 식물 녹화 및 바이오필릭디자인을 고려한 기능적, 시각적 탄소중립 계획이 필요하다. 소결에서 언급된 것처럼 A사례지(더 현대 서울)는 탄소중립 체크리스트의 모든 질문에서 높은 점수를 받았다. 이는 응답자로 하여금 탄소중립 공간디자인이 잘 적용되어 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 설계 단계에서 탄소중립 체크리스트를 적용한 심층적인 계획이 필요하며 전 과정에서 탄소중립을 고려할 수 있어야 한다.

둘째, 공간 활용성과 자재의 지속가능성이 탄소중립의 순환적 구조여야 한다. B사례지가 자재 수명 주기(Q4, Q5)와 동선 효율성 측면에서 만족도가 낮게 나타난 점은, 공간의 지속가능성이 ‘사용 빈도’ 또는 ‘형태적 완성도’만으로 보장되지 않음을 시사한다. 특히 자재 순환성을 고려한 모듈식 구성, 고내구성 마감재, 재사용 가능한 가구 시스템 등 운영 단계에서의 탄소 저감 전략이 필요하다. 이는 공용공간이 일회적 시공을 넘어 ‘탄소 감축의 순환적 구조’를 가지는 공간이어야 한다는 점을 강조한다.

셋째, 탄소중립 공간디자인은 가시성을 갖춰야 한다. 특히 C사례지와 D사례지가 공통적으로 3사분면에 배치되며 자재 내구성과 폐기물 저감 측면에서 낮은 평가를 받은 점은, 설계의 기술적 탄탄함이 이용자에게 충분히 인지되지 않았음을 의미한다. 즉, 탄소 저감이 ‘숨겨진 기술’로 머무를 경우 이용자의 환경 인식 및 행동 전환은 제한적일 수밖에 없다. 따라서 성능 데이터의 시각적 표현, 재료 순환 경로의 표시, 해체 가능한 구조 등 ‘인식 가능한 공간언어’가 구축되어야 한다.

넷째, 이용자 인식 수준에 따른 경험 전략이 수반되어야 한다. 본 연구의 응답자 분류 결과에 따르면, 전문가·고인지 그룹은 기술적 지속가능성 항목에 높은 가치 부여를 보였으나, 저인지 그룹은 시각적·감각적 체험 요소에 민감하게 반응하였다. 이는 공간디자인이 하나의 메시지를 일방적으로 전달하는 것이 아니라, 개별 이용자 인식 수준에 따라 다층적 경험을 제공할 수 있도록 구성되어야 함을 의미한다. 특히 E사례지에서 나타난 인식과 성과 간 괴리는, 친환경 기술 성능이 이용자에게 충분히 ‘이해 가능한 언어’로 전달되지 않았음을 보여주는 대표적 사례이다.

고인지 그룹과 저인지 그룹(이용자 인식 수준)에 따라 보여줘야 하는 공간디자인 경험 전략을 구체적으로 제안하자면, 고인지 그룹의 경우, 친환경 및 탄소중립 개념과 기술에 대한 이해도가 높아 성능, 수치, 시스템 중심으로 공간을 인식하는 경향이 있다. 이들은 에너지 절감 시스템, 탄소 저감 기술, 사용 자재의 지속가능성 등 기술적 요소에 민감하게 반응하며, 친환경 기술의 성능과 효과를 논리적으로 제시하는 전략이 효과적인 것으로 나타났다. 이에 따라 에너지 사용량의 시각화, 성능 수치 및 데이터 기반 정보 제공, 시스템 노출과 설명 그래픽 등의 디자인 적용이 신뢰성을 강화하는 데 기여할 수 있다. 반면, 저인지 그룹은 친환경 및 탄소중립에 대한 사전 지식이 낮아 직관적이고 감각적인 요소를 통해 공간을 인식하는 특성이 있다. 이들은 시각적 이미지, 식물 녹화, 체험 중심 요소에 주로 반응하며, 시각적·공간적 경험을 통해 자연스럽게 친환경 요소를 인식하도록 유도하는 전략이 필요하다. 자연 채광, 친환경 소재 활용에 대한 이해 가능한 설명, 체험적 요소를 포함한 사용자 경험 디자인 및 스토리텔링 디자인은 친환경 및 탄소중립에 대한 인식을 강화하고 공감과 참여를 유도하는 데 효과적인 것으로 판단된다.

종합적으로, 이용자 인식 수준에 따른 차별화된 공간디자인 전략은 탄소중립 공간의 이해도와 수용성을 높이는 핵심 요소로 작용하며, 기술 중심 접근과 경험 중심 접근의 병행이 지속가능한 공간디자인 구현에 있어 중요한

시사점을 제공한다.

본 연구는 IPA 분석을 통해 탄소중립 공간디자인의 이용자 체감 기반 검증 가능성을 확인하였고, 각 요소 간의 상관관계를 기반으로 실질적인 개선 방향을 제안한 점에서 학술적, 실무적 의의가 있다. 특히 공간디자인이 이용자 인식을 전환하는 경험적 통로로 기능할 수 있다는 잠재적 역할을 실증적으로 제시하였다. 그러나 본 연구는 LEED인증을 받은 특정 상업공간 사례에 한정되었으며, 설문 기반 데이터 분석의 특성상 실제 탄소 감축량이나 사용 행위 전반을 완전하게 반영하지 못했다는 한계가 존재한다. 향후 연구에서는 탄소배출 실측 데이터, 센서 기반 환경 성능 평가, 이용자 체류 행태 분석 등 이용자 행동 데이터와 환경 성능 데이터를 통합적으로 검증할 수 있는 다층적 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 윤은주, 서민호, 안예현, 박종화, 조용혁, 홍나은. (2025). 『한국형 탄소 중립도시 실현 방안: 감축 수단 간통합적 공간계획방안을 중심으로.』 국토연구원 : 국토정책 Brief
- 이홍일. (2022). 『건설산업의 성공적 탄소중립 추진 전략』. 한국건설산업연구원 연구보고서, pp.1 - 142
- 이홍일. (2022). 『2050 탄소중립 시나리오 : 건설산업의 도전과 과제설 산업의 도전과 과제』. 한국건설산업연구원 : 건설이슈포커스. pp. 1-34
- 한국건설기술연구원. (2023). 『2050 건축도시 탄소중립 구현을 위한 기반 구축연구.』 고양: 한국건설기술연구원.
- 환경부. (2021). 『2050탄소중립 시나리오안』 탄소중립녹색성장위원회

2. 학술논문

- 강지현, 박송아, 이상홍. (2023). 「평가 특성별 IPA분석을 통한 건축 자산 진흥구역 내 건축자산 활용의 제도적 개선방안 연구.」 『대한건축학회연합논문집』 제 25권 제 1호. 대학건축학회. pp. 27-38
- 김가란, 이주현, 김경주, 김경민. (2023). 「탄소중립 목표 달성을 위한 그린리모델링 활성화 방안에 관한 연구: 광명시 사례를 중심으로

- 로.」『한국건설관리학회논문집』 제 24권 제 5호. 한국건설관리학회. pp.12-21
- 김가은, 박성준. (2022). 「탄소중립을 고려한 바이오필릭 디자인의 환경적 이점 분석.」『대한건축학회학술발표대회논문집』 제 42권 제 2호. 대한건축학회. pp.101-102
- 김민지, 이희정, 김현수, 황성주. (2024). 「목조건축산업 활성화를 위한 건축 프로세스별 개선방안 분석: Importance-Performance Analysis (IPA)를 활용하여.」『대한건축학회논문집』 제 40권 제 9호. 대한건축학회. pp. 229-238
- 김성은, 임형철. (2024). 「IPA기법을 활용한 모듈러 시스템 건축물의 단계별 중점관리요소 분석.」『대한건축학회논문집』 제 40권 제 2호. 대한건축학회. pp.285-292
- 김영주, 김미정. (2025). 「탄소중립 도시 실현을 위한 자연 친화적 커뮤니티 환경 구축 방안.」『한국실내디자인학회논문집』 제 34권 제 2호. 한국실내디자인학회. pp.55-65
- 정영선, 조수현, 문선혜, 지창윤. (2021). 「2050 탄소중립 달성을 위한 건물부문 온실가스 감축 시나리오 연구.」『대한건축학회논문집』 제 37권 제 10호. 대한건축학회. pp.189-197
- 김희수, 송석재, 김용성. (2022). 「탄소중립 건축을 위한 그린빌딩 입체녹화 디자인방법에 관한 연구.」『한국공간디자인학회논문집』 제 18권 제 8호. 한국공간디자인학회. pp. 413-428
- 박경모. (2022) 「중요도 성과분석(IPA)를 이용한 공공기관 안전관리 추진 전략.」『한국산학기술학회논문지』 제 23권 제 6호. 한국산학기술학회. pp. 398-405
- 신비경, 김수민. (2024). 「교차 적층 목재(CLT) 적용 건축물의 건축에너지 및 탄소중립 기여.」『대한설비공학회학술저널』 제 53권 제 2호. 대한설비학회. pp.28-34

- 신사임. (2025). 「기업과 지자체의 ESG 및 메세나 활동 개선방안 연구:문화예술인의 인식을 중심으로.」 『한국인간과자연학회 인간과 자연』 제 6권 제 2호. 한국인간과자연학회. pp.293-332
- 이병호. (2024). 「탄소중립과 순환 건축의 가능성 모색을 위한 사례연구.」 『한국생태환경건축학회 학술발표대회논문집』 제 24권 제 2호. 한국생태환경건축학회. pp.104-105
- 이슬기, 이승일 (2022) 「건축물 생애주기 내재탄소를 고려한 건물부문 온실가스 배출량 산정 개선방안 연구」 『한국기후변화학회 학술저널』 제 13권 제 5호 pp.557-565
- 이정훈. (2023). 「탄소중립과 목재 활용의 중요성.」 『대한건축학회 학술저널』 제 67권 제 2호. 대한건축학회 pp.21-24
- 이재용, 이정훈. (2025). 「IPA분석을 통한 이동식 재해재난구호 모듈러 유닛의 재사용율 향상에 관한 연구.」 『한국건축시학회논문집』 제 25권 제 4호. 한국건축시학회. pp. 389-400
- 장지인, 황세원. (2021). 「스마트시티 전략을 통한 탄소중립 건축도시 디자인.」 『대한건축학회학술저널』 제 66권 1호. 대한건축학회. pp. 22-25
- 정대교, 서영준, 신상욱, 김대영. (2022). 「해외 선진국 사례와 IPA 기법을 이용한 건축공사 주요 안전관리 업무의 재해 예방효과 분석.」 『한국건설관리학회지학술저널』 제 23권 제 5호. 한국건설관리학회. pp.77-86
- 핑젠보, 한태권. (2022). 「IPA 분석에 기초한 중국 녹색건축의 친환경 요소 연구: 남창시 용우산업원 분석을 중심으로.」 『한국공간디자인학회논문집』 제 17권 제 5호. 한국공간디자인학회. pp. 35-48

2. 국외문헌

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2018). 『Global Warming of 1.5° C: Special Report』. Geneva: IPCC.

3. 웹사이트

IPCC : <https://www.ipcc.ch>

한국 녹색 건축 기술 협회 : <https://www.kosata.or.kr>

USGBC : <https://www.usgbc.org>

USGBC/ LEED : <https://www.usgbc.org/leed>

한국녹색건축기술협회, LEED v5 최신동향 :

https://www.greenzine.kr/news/article.html?no=22820&utm_source=chatgpt.com

bee INCORPORATIONS LEED ID+C 이해 :

https://bee-inc.com/2024/04/09/understanding-leed-idc-elevating-interior-sustainability/?utm_source=chatgpt.com

DEISO : <https://dei.so/what-is-life-cycle-assessment-lca/>

정책 브리핑 :

<https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=1565620>

63

부 록

설 문 지

안녕하세요.

바쁘신 와중에도 이번 설문에 흔쾌히 참여해주셔서 진심으로 감사드립니다.

본 연구는 LEED인증을 획득한 국내 상업 공간의 공용공간 사례를 중심으로, 탄소중립 실현을 위한 공간디자인 제안하는 데 의의가 있습니다.

해당 설문 문항에는 정답이 없습니다. 오로지 귀하께서 생각하시는 대로 응답해 주시면 됩니다. 귀하의 세심하고 성실한 응답을 부탁드립니다.

아울러 본 설문의 응답 결과는 ‘통계법’ 제 33조에 따라 절대 비밀을 보장할 것이고, 순수한 연구 목적 이외의 다른 용도로는 사용하지 않을 것이며, 개인의 정보가 절대 노출되지 않도록 조치할 것임을 약속합니다.

2025년 8월

*지도교수 : 한 혜 련

(한성대학교 미디어디자인학과 인테리어 디자인전공 공학박사)

*연구자 : 김 서 율

(한성대학교 일반대학원 미디어디자인학과 인테리어디자인전공 석사과정)

*이 메 일 : 9153015@gmail.com

| 인구통계학적 질문 문항 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 귀하의 성별은? |
| <input type="radio"/> 남 <input type="radio"/> 여 |
| 2. 귀하의 만 나이대는? |
| <input type="radio"/> 10~19세 <input type="radio"/> 20~29세 <input type="radio"/> 30~39세 <input type="radio"/> 40~49세 <input type="radio"/> 50~59세 <input type="radio"/> 60세 이상 |
| 3. 귀하의 전공 / 직업은 어느 분야에 속합니까? 답을 적어주시길 바랍니다. 예) 인테리어디자인 |
| (단답형 답변) |

| 탄소중립 인지 문항 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 귀하는 평소 환경 문제에 대해 관심 있습니까? |
| <input type="radio"/> 매우 그렇다 <input type="radio"/> 그렇다 <input type="radio"/> 보통이다 <input type="radio"/> 그렇지 않다 <input type="radio"/> 전혀 그렇지 않다 |
| 2. 귀하는 평소 탄소중립에 대해 알고 있습니까? |
| <input type="radio"/> 매우 그렇다 <input type="radio"/> 그렇다 <input type="radio"/> 보통이다 <input type="radio"/> 그렇지 않다 <input type="radio"/> 전혀 그렇지 않다 |
| 3. 귀하는 녹색건물 인증제도 LEED인증에 대해 알고 있습니까? |
| <input type="radio"/> 매우 그렇다 <input type="radio"/> 그렇다 <input type="radio"/> 보통이다 <input type="radio"/> 그렇지 않다 <input type="radio"/> 전혀 그렇지 않다 |

A. 더 현대 서울 - 공용공간

이미지를 보고 아래의 질문에 답을 달아주시길 바랍니다.

A1 공간 : 재활용, 업사이클 목재사용 / 실내녹화 / 모듈형 가구

A2 공간 : 목재 사용/ 실내 녹화 / 조립식 가구

A3 공간 : 곡선형 구조로 동선 고려 / 중앙 코어 / 바이오필릭 디자인



1. 더 현대 서울의 공용공간의 이미지를 보고 탄소중립에 대한 체크리스트 질문에 대해 적용된 정도에 체크하여주시길 바랍니다. (1번~7번에 대한 5점 Likert척도 질문)

1. 채광을 통한 인공조명 사용을 줄여 에너지 사용량을 최소화 하였다
2. 친환경, 재활용 자재 사용하였다
3. 철거시 발생하는 폐기물의 양을 최소화 하도록 설계를 하였다
4. 모듈식, 조립식 가구를 활용하였다
5. 내구성이 높은 재료를 사용하였다
6. 식물 및 녹화를 통해 공기 질을 개선하였다
7. 공간 이용자들은 해당 공간이 탄소중립을 실현하고 있다는 인식을 가질 수 있다

2. A1, A2, A3 공간 중 친환경적인 특징 중 탄소중립이 가장 잘 적용된 공간을 고르시오.

- A1 공간 A2 공간 A3 공간

3. 더 현대 서울의 공용공간 이미지를 보고 탄소중립적으로 개선이 필요하다고 생각되는 부분은 무엇입니까? (다중 응답 가능)

- 채광 / 환기
- 에너지 효율 (조명, 냉난방)
- 친환경 자재 사용
- 녹지 및 식물 도입
- 폐기물 활용
- 내구성 강화
- 유연한 가구 배치

B. 광명 AK플라자 - 공용공간

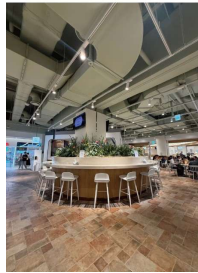
이미지를 보고 아래의 질문에 답을 달아주시길 바랍니다.

B1 공간 : 다수인원 수용가능/ 실내녹화 /나무패턴 마감

B2 공간 : 실내녹화 / 목재가구 사용 / 인공잔디사용

B3 공간 : 곡선형 구조로 동선 고려 / 매립형 LED / 식물 중심 좌석 배치

B1 공간



B2 공간



B3 공간



1. 광명 AK플라자의 공용공간의 이미지를 보고 탄소중립에 대한 체크리스트 질문에 대해 적용된 정도에 체크하여주시길 바랍니다. (1번~7번에 대한 5점 Likert척도 질문)

1. 채광을 통한 인공조명 사용을 줄여 에너지 사용량을 최소화 하였다
2. 친환경, 재활용 자재 사용하였다
3. 철거시 발생하는 폐기물의 양을 최소화 하도록 설계를 하였다
4. 모듈식, 조립식 가구를 활용하였다
5. 내구성이 높은 재료를 사용하였다
6. 식물 및 녹화를 통해 공기 질을 개선하였다
7. 공간 이용자들은 해당 공간이 탄소중립을 실현하고 있다는 인식을 가질 수 있다

2. B1, B2, B3 공간 중 친환경적인 특징 중 탄소중립이 가장 잘 적용된 공간을 고르시오.

- B1 공간 B2 공간 B3 공간

3. 광명 AK플라자의 공용공간 이미지를 보고 탄소중립적으로 개선이 필요하다고 생각되는 부분은 무엇입니까? (다중 응답 가능)

- 채광 / 환기
- 에너지 효율 (조명, 냉난방)
- 친환경 자재 사용
- 녹지 및 식물 도입
- 폐기물 활용
- 내구성 강화
- 유연한 가구 배치

C. 롯데월드 타워 - 공용공간

이미지를 보고 아래의 질문에 답을 달아주시길 바랍니다.

C1 공간 : 나무패턴 마감 / 일체형구조 /공간 효율성

C2 공간 : 실내 녹화 / 목재 사용 / 다수 인원 수용 가능

C3 공간 : 다수인원 수용가능/실내녹화 /인공잔디사용



1. 롯데월드 타워의 공용공간의 이미지를 보고 탄소중립에 대한 체크리스트 질문에 대해 적용된 정도에 체크하여주시길 바랍니다. (1번~7번에 대한 5점 Likert척도 질문)

1. 채광을 통한 인공조명 사용을 줄여 에너지 사용량을 최소화 하였다
2. 친환경, 재활용 자재 사용하였다
3. 철거시 발생하는 폐기물의 양을 최소화 하도록 설계를 하였다
4. 모듈식, 조립식 가구를 활용하였다
5. 내구성이 높은 재료를 사용하였다
6. 식물 및 녹화를 통해 공기 질을 개선하였다
7. 공간 이용자들은 해당 공간이 탄소중립을 실현하고 있다는 인식을 가질 수 있다

2. C1, C2, C3 공간 중 친환경적인 특징 중 탄소중립이 가장 잘 적용된 공간을 고르시오.

- C1 공간 C2 공간 C3 공간

3. 롯데월드 타워의 공용공간 이미지를 보고 탄소중립적으로 개선이 필요하다고 생각되는 부분은 무엇입니까? (다중 응답 가능)

- 채광 / 환기
- 에너지 효율 (조명, 냉난방)
- 친환경 자재 사용
- 녹지 및 식물 도입
- 폐기물 활용
- 내구성 강화
- 유연한 가구 배치

D. 코엑스 몰 - 공용공간

이미지를 보고 아래의 질문에 답을 달아주시길 바랍니다.

D1 공간 : 재활용가능 소재 사용 / 심리적 안정성

D2 공간 : 오픈형 구조 / 실내 녹화 / 커뮤니티 활동 가능

D3 공간 : 오픈형 구조 / 곡선형 구조로 동선 고려 / 매립형 LED

D1 공간



D2 공간



D3 공간



1. 코엑스 몰의 공용공간의 이미지를 보고 탄소중립에 대한 체크리스트 질문에 대해 적용된 정도에 체크하여주시길 바랍니다. (1번~7번에 대한 5점 Likert척도 질문)

1. 채광을 통한 인공조명 사용을 줄여 에너지 사용량을 최소화 하였다
2. 친환경, 재활용 자재 사용하였다
3. 철거시 발생하는 폐기물의 양을 최소화 하도록 설계를 하였다
4. 모듈식, 조립식 가구를 활용하였다
5. 내구성이 높은 재료를 사용하였다
6. 식물 및 녹화를 통해 공기 질을 개선하였다
7. 공간 이용자들은 해당 공간이 탄소중립을 실현하고 있다는 인식을 가질 수 있다

2. D1, D2, D3 공간 중 친환경적인 특징 중 탄소중립이 가장 잘 적용된 공간을 고르시오.

D1 공간 D2 공간 D3 공간

3. 코엑스 몰의 공용공간 이미지를 보고 탄소중립적으로 개선이 필요하다고 생각되는 부분은 무엇입니까? (다중 응답 가능)

- 채광 / 환기
- 에너지 효율 (조명, 냉난방)
- 친환경 자재 사용
- 녹지 및 식물 도입
- 폐기물 활용
- 내구성 강화
- 유연한 가구 배치

E. IFC몰 - 공용공간

이미지를 보고 아래의 질문에 답을 달아주시길 바랍니다.

E1 공간 : 다수인원 수용가능/실내녹화 /인공잔디사용

E2 공간 : 오픈형 구조 / 커뮤니티 활동 가능

E3 공간 :매립형 LED / 식물 중심 좌석 배치



1. IFC몰의 공용공간의 이미지를 보고 탄소중립에 대한 체크리스트 질문에 대해 적용된 정도에 체크하여주시길 바랍니다. (1번~7번에 대한 5점 Likert척도 질문)

1. 채광을 통한 인공조명 사용을 줄여 에너지 사용량을 최소화 하였다
 2. 친환경, 재활용 자재 사용하였다
 3. 철거시 발생하는 폐기물의 양을 최소화 하도록 설계를 하였다
 4. 모듈식, 조립식 가구를 활용하였다
 5. 내구성이 높은 재료를 사용하였다
 6. 식물 및 녹화를 통해 공기 질을 개선하였다
 7. 공간 이용자들은 해당 공간이 탄소중립을 실현하고 있다는 인식을 가질 수 있다
2. E1, E2, E3 공간 중 친환경적인 특징 중 탄소중립이 가장 잘 적용된 공간을 고르시오.

E1 공간 E2 공간 E3 공간

3. IFC몰의 공용공간 이미지를 보고 탄소중립적으로 개선이 필요하다고 생각되는 부분은 무엇입니까? (다중 응답 가능)

- 채광 / 환기
- 에너지 효율 (조명, 냉난방)
- 친환경 자재 사용
- 녹지 및 식물 도입
- 폐기물 활용
- 내구성 강화
- 유연한 가구 배치

탄소중립 관련 질문 문항

탄소중립 공간디자인이 이용자에게 줄 수 있는 가장 큰 가치는 무엇이라고 생각합니까?

- 건강과 웰빙
- 에너지 비용 절감
- 쾌적한 실내 환경 제공
- 기업의 친환경적 이미지
- 지속가능한 미래 기여
- 세대 간 책임
- 공간 사용 만족도 상승

ABSTRACT

A proposal for sustainable carbon neutral
space design using IPA analysis
: Focused on Common Areas
in LEED-Certified Commercial Spaces

Kim, Seo-Yul

Major in Interior Design

Dept. of Media Design

The Graduate School

Hansung University

Today, environmental values such as energy reduction, resource and material circulation, and ecosystem preservation have become increasingly important in relation to eco-friendliness and carbon neutrality. These shifts have also influenced space design, leading to a transition from an “aesthetics-oriented” approach to an “environmental performance-oriented” perspective. Within this broader paradigm shift, it is necessary to reconsider the environmental direction applied to spatial design beyond conventional formal or visual considerations.

LEED certification is one of the most widely used international green building rating systems and has established itself as an objective framework for evaluating the sustainability and energy efficiency of

buildings. By assessing various categories—such as site selection, material choice, indoor environmental quality, and energy performance—LEED provides structured criteria that indicate the overall direction for environmentally responsible architectural and spatial design. In this regard, LEED can be considered a reliable reference system for examining carbon-neutral practices in the built environment.

In South Korea, both central and local governments are promoting a range of policies to achieve the national goal of “Carbon Neutrality 2050.” However, despite these institutional efforts, the practical implementation of carbon-neutral concepts in architectural and interior spaces remains limited. In particular, there is still a lack of systematic criteria and analytical frameworks that can guide the direction of carbon-neutral space design in relation to actual user experience and operational performance.

Accordingly, this study aims to examine carbon-neutral design factors observed in LEED-certified commercial facilities in South Korea, with a particular focus on public areas characterized by high levels of user circulation. Rather than proposing fixed design solutions, the study seeks to identify key tendencies and directional implications for sustainable space design based on empirical analysis. To this end, Importance-Performance Analysis (IPA) is employed to evaluate both expert and user perceptions, allowing for a multidimensional understanding of carbon-neutral spatial elements.

The structure of the study is as follows. Chapter 1 presents the research background, objectives, scope, and methodology, establishing the overall direction of the study. Chapter 2 provides a theoretical review of IPA analysis, the LEED certification system, and the concept of carbon neutrality, followed by the derivation of a checklist that serves as an analytical framework for sustainable space design. Chapter 3 identifies

public-area cases within LEED-certified commercial facilities in South Korea and analyzes their characteristics based on the checklist. Chapter 4 conducts a survey targeting experts and users, and the collected data are analyzed through questionnaire analysis and IPA. Chapter 5 synthesizes the results to discuss the directional characteristics of sustainable and carbon-neutral space design in commercial public areas, and suggests implications that may inform future design directions toward carbon neutrality.

The significance of this study lies not in the presentation of specific design solutions, but in clarifying the direction of sustainable space design by comprehensively analyzing both perceived importance and satisfaction levels among users and experts. Through this approach, the study contributes to establishing an analytical foundation that can support future carbon-neutral space design in commercial public environments.

【Keywords】 LEED, IPA, Carbon Neutrality, Sustainable, Space Design, Public Space