

정수 과정을 시각화한 체험학습 시설의 건축적 전환 연구

A Study on the Architectural Transformation of Experiential Learning Facilities Visualizing the Water Purification Process

○김 의 인* 김 남 미** 황 경 은***
Kim, Euiin Kim, Nammi Hwang, Kyung-Eun

Abstract

This study aims to reframe the water purification process as an architectural learning experience by linking sequential treatment stages with visitor circulation. Existing facilities, such as the Seoul Water Recycling Museum, rely on panels and videos, offering limited immersion. To address this, a design was proposed in which pipe flows are integrated with a three-story circulation system that combines ecological and technical dimensions. A comparative survey assessed perceptions of the existing and proposed facilities and indicated clear advantages of the new approach in terms of understanding, circulation, and educational suitability. The findings highlight the potential of architecture to transform hidden infrastructure into interactive educational spaces and provide strategies for future public facility design.

키워드 : 인프라 시설, 체험학습 시설, 정수 과정, 건축적 전환

Keywords : Infrastructure Facility, Experiential Learning Facility, Water Purification Process, Architectural Transformation

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

체험학습은 과학·환경 교육에서 효과적인 방법으로 자리 잡아온 학습 방식이다(권난주&권혁재, 2019). 체험학습은 학습자가 실제 환경과의 상호작용을 통해 지식을 내면화하고 이해를 확장하는 학습 방식으로, 단순한 지식 전달을 넘어 주체적 참여와 몰입을 촉진한다(Kolb, 1984; Dewey, 1938). 그러나 국내 체험학습 시설 운영 실태를 분석한 연구들에 따르면, 많은 체험학습 시설이 여전히 영상, 패널, 모형 등 간접 매체에 의존하고 있으며, 학습자가 실제 과정을 직접적으로 경험할 수 있는 기회는 제한적인 것으로 나타났다(임채진 외, 2011; 문현주&신명경, 2014). 이러한 간접적 매체 중심의 학습 방식은 정보를 단편적으로 전달하는 데에는 효과적일 수 있으나, 물의 정화 과정과 같이 연속성과 질차성이 중요한 주제를 학습자가 체계적으로 이해하도록 돕기에는 한계가 존재한다(Mugisha&Arguel, 2025; 한가빈&최익서, 2020). 따라서 물의 정화 과정을 직접적으로 관찰하고 동선을 따라 경험할 수 있는 교육 공간 모델이 요구된다.

본 연구의 목적은 정수 과정을 건축적으로 시각화하고

파이프의 흐름과 학습자의 이동 동선을 결합하여, 기존에 은폐되어 있던 설비시설을 드러내어 교육적 자원으로 재해석함으로써, 인프라 시설의 새로운 건축적 활용 가능성을 탐색하는 것이다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 중랑물재생센터 인접 부지(서울특별시 성동구 자동차시장3길 64)로 한정된다. 이 부지는 실제 정수 과정을 기반으로 한 교육형 공간의 구현 가능성을 검토하기에 적합한 입지 조건을 지니며, 기존 인프라 시설과의 연계를 통해 체험학습의 새로운 가능성을 모색할 수 있다.

시간적 범위는 2025년 3월부터 2025년 9월까지로 이 시기의 대상지를 조사하였다.

내용적 범위는 정수 과정의 주요 단계인 침사-침전-생물반응-2차 침전-총인처리-여과-고도정수 전 과정을 포함하며, 이를 학습자가 교육적으로 체험할 수 있는 건축적 전환 방안을 탐구하는 데 초점을 둔다. 다만, 정수 과정에서 발생하는 오니(sludge)를 활용한 에너지 자립 시스템은 별도의 연구 과제로 분리하여 본 논문에서는 다루지 않는다.

연구 방법은 크게 네 단계로 진행된다. 첫째, 정수 과정과 정수 시설의 단계별 기능과 공간적 특성을 분석하여 기술적 절차를 건축적 자원으로 전환할 수 있는 기초 자료를 도출한다. 둘째, 기존 체험학습 시설을 조사·분석하여 공간 구성, 전시 방식, 교육적 효과를 검토하고, 이러한 시설이 갖는 교육적 장치와 한계를 규명한다. 셋째, 앞

* 경희대 건축학과 학사과정

** 경희대 건축학과 연구교수, 공학박사

*** 경희대 건축학과 조교수, 건축학박사

(Corresponding author : Department of Architecture,
Kyunghee University, khwang@khu.ac.kr)

선 두 분석 결과를 결합하여 정수 과정을 시각화·체험화하는 건축적 공간 모델을 제안하고, 파이프의 흐름과 학습자의 동선을 결합하는 설계 전략을 도출한다. 넷째, 기존 체험학습 시설과 제안된 설계안을 비교하는 설문을 통해 검증한다.

2. 이론적 배경 및 선행연구

2.1 인프라 시설 및 체험학습 시설의 정의

선행연구에 따르면 인프라 시설은 사회와 경제 활동을 뒷받침하는 기반으로 정의되며, 도로, 철도, 항만, 상하수도 등과 같은 물리적 시설을 포함한다. 또한 단순한 물리적 시설에 국한되지 않고, 사회 제도나 복지과 같은 비물질적 요소까지 포괄하는 다층적 개념으로 확장되어 왔다. 인프라는 경제 성장과 삶의 질을 유지하기 위한 핵심적인 사회적 간접자본으로 규정되며, 핵심(core)과 외피(shell)로 구분될 수 있다(Baskakova&Malafeev, 2017).

선행연구에 따르면 체험학습 시설은 학습자가 특정 주제나 과정을 직접 경험을 통해 학습할 수 있도록 지원하는 공간으로 정의된다. 체험학습은 학습자가 실재와의 접촉을 통해 구체적이고 맥락적인 경험을 바탕으로 지식을 습득하는 활동이며, 체험학습장은 Lee et al의 연구를 바탕으로 자연생태, 문화역사, 시설기관으로 유형화될 수 있다(권난주&권혁재, 2019).

인프라 시설과 체험학습 시설은 각각 사회적 기반과 교육적 환경으로 기능하지만, 두 개념 모두 사회적 요구에 따라 공간적·교육적 의미를 확장할 수 있는 잠재성을 지닌다. 본 연구는 앞선 연구에서 도출된 조작적 정의를 바탕으로 기존에 은폐된 인프라 시설을 교육적 체험 공간으로 전환하는 가능성을 탐색한다.

2.2 인프라 시설의 건축적 재해석 연구 동향

최근 건축 분야에서는 인프라 시설을 단순한 기반 시설이 아닌 새로운 공간 자원으로 재해석하려는 시도가 활발히 이루어지고 있다. 선행연구에 따르면, 인프라 시설은 교통이나 유틸리티 제공에 국한되지 않고 공공적 장소성과 경관적 경험을 창출하는 건축적 실천의 장으로 전환될 수 있으며, 건축·조경·인프라의 경계가 해체되는 사례를 통해 그 가능성이 입증되었다(Jauslin, 2015).

인프라를 단순한 물리적 네트워크가 아니라 도시와 건축을 조직하는 운영체계(operating system)로 이해하려는 이론적 전환도 나타나고 있다. Carruthers(2021)는 Keller Easterling의 “인프라스트럭처 스페이스” 개념을 건축 실천에 적용하며, 인프라 시설이 구조적 장치를 넘어 규범과 프로토콜을 통해 작동하는 프로그램적 혼성체로 기능할 수 있음을 강조하였다(Carruthers, 2021). 이는 인프라 시설을 효율성의 도구로만 한정하지 않고, 공공성·환경성·운영성을 동시에 매개하는 새로운 건축적 가능성을 시사한다.

이는 본 연구가 정수 과정을 체험학습 공간으로 전환하여 인프라 시설의 교육적 활용 가능성을 탐색하는 데 학

술적 정당성을 제공한다.

2.3 선행연구의 한계와 본 연구의 차별성

기존 인프라 시설 관련 연구는 주로 도시 기능 유지와 효율성 제고의 측면에서 다루어져 왔으며, 최근 들어 건축적 자원으로서의 가능성을 탐색하는 논의가 진행되고 있다(Jauslin, 2015; Carruthers, 2021). 그러나 이러한 연구들은 인프라를 공공적 공간이나 경관적 자원으로 재해석하는데 초점을 두었을 뿐, 교육적 맥락에서의 활용 가능성에 대해서는 충분히 논의하지 못하였다. 즉, 인프라 시설의 건축적 전환이 사회·문화적 차원에서는 의미를 획득했지만, 학습 공간으로서의 잠재성은 상대적으로 간과되어 왔다.

체험학습 관련 선행연구는 주로 학습자의 참여 방식과 체험 장소의 유형화를 통해 교육적 효과를 분석하는 데 집중해 왔다(권난주 & 권혁재, 2019). 이러한 연구들은 체험학습의 교육학적 의미를 뒷받침하는 근거를 제공하지만, 실제 구체적 인프라 시설과 학습 공간의 결합 모델을 제시하지는 못하였다. 다시 말해, 기존 연구들은 추상적 정의와 프로그램적 분류에 머무르는 한계를 지닌다.

본 연구는 이러한 선행연구의 한계를 보완하고자, 정수 과정이라는 구체적 인프라 시설을 교육적 체험 공간으로 전환하는 설계 전략을 제안한다. 이를 통해 기존에 은폐되어 있던 설비시설을 드러내고, 파이프의 흐름과 학습자의 동선을 결합하여 학습 효과를 극대화하는 공간적 서사를 구축하는 것을 목표로 한다. 본 연구는 인프라 시설을 단순한 기반 시설이나 공공 공간 자원이 아닌, 직접 체험 가능한 교육적 매개체로 재위치시키는 점에서 차별성을 가진다.

2.4 정수 과정 및 서울물재생체험관

정수 과정은 크게 오수 정화 과정과 원수 정화 과정으로 구분된다. 오수 정화 과정은 생활하수 및 산업 활동에서 발생하는 오염수를 하천 방류 수준으로 처리하는 것을 목적으로 한다. 주요 단계는 침사지, 최초 침전지, 생물반응조, 2차 침전지, 총인처리시설로 구성된다. 원수 정화 과정은 하천이나 댐에서 취수된 원수를 음용 가능한 수질로 전환하는 것을 목적으로 하며, 착수정, 혼화지, 응집지, 침전지, 모래여과지, 고도정수시설로 구성된다.

서울물재생체험관은 서울 강서구에 위치한 하수 처리 홍보·체험 시설로, 지상 2층 규모의 전시관과 옥상정원으로 구성된다. 1층에는 홍보영상실과 어린이 체험존, 2층에는 전시·체험실과 교육실, 옥상에는 옥상정원과 전망대가 마련되어 있으며, 내부 전시는 하수의 처리 과정을 모형, 게임, 인터랙티브 장치 등을 통해 체험할 수 있도록 계획되어 있다. 서울물재생체험관의 구성은 그림1과 같다.



그림 1. 서울물재생체험관 평면 구성

서울물재생체험관의 경우, 하수 처리 과정을 주제로 한 전시와 체험 프로그램을 제공하고 있으나, 전시 구성은 주로 영상과 패널, 모형 위주로 이루어져 있다. 방문자는 물 재생의 원리를 개념적으로 이해할 수는 있지만, 실제 정화 과정의 절차성과 연속성을 직접적으로 체험하기에는 한계가 있다. 내부 동선은 전시실 간 이동에 초점이 맞추어져 있어, 정화 과정을 순차적으로 따라가는 학습 흐름을 충분히 구현하지 못한다. 본 연구는 이러한 기존 시설의 한계를 보완하기 위해 정수 과정을 공간과 동선의 건축적 장치로 전환하는 방안을 모색한다.

3. 정수 시설의 건축적 해석

3.1 정수 과정의 단계별 시각화 및 건축적 전환

각 정수 시설은 고유한 기능과 공간적 성격을 지닌다. 본 연구는 이를 단순한 처리 과정이 아닌 건축적 공간 장치로 해석하여, 학습자가 직접 경험할 수 있는 시각적·공간적 체계로 표 1과 같이 제시하였다.

표 1. 정수 과정의 건축적 전환

침사지	최초 침전지	생물반응조
2차 침전지	총인처리시설	착수정
혼화,응집,침전지	모래여과지	고도정수시설

3.2 파이프 흐름과 학습자 동선의 결합

학습자의 효과적인 체험적 학습 경험을 위해서 정수 과정을 건축적으로 시각화하고 이를 학습자의 동선과 결합하였다. 이러한 결합을 통해 학습자는 물의 정화 원리를 절차적 흐름 속에서 직관적으로 이해할 수 있다. 그림 2와 같이 파이프는 정수 시설을 직렬적으로 연결하며 학습자의 동선과 교차·병행하도록 계획되었다. 이를 통해 이동

과정의 정수 과정의 절차를 따르는 경험으로 전환된다. 이러한 구성은 단순한 전시 관람을 넘어, 물리적 흐름을 공간적 동선 속에 내재화하여 학습자가 정수 과정을 직관적으로 이해할 수 있도록 지원한다.

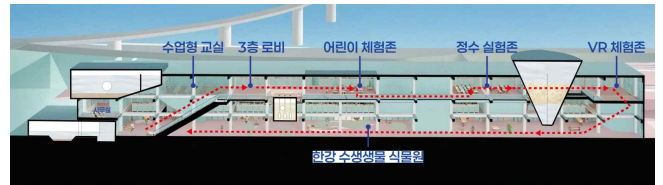


그림 2. 새로운 건물 설계안 단면도

3.3 평면 구성의 건축적 전략

본 연구의 설계안은 정수 과정을 체험적 학습의 흐름 속에 배치하기 위하여, 1층과 3층을 중심으로 한 순환 구조를 형성하였다. 1층은 한강 수생생물을 학습할 수 있는 식물원, 3층은 정수 과정을 직접 체험할 수 있는 공간으로 구성되며, 두 층은 순환 동선으로 연결되어 생태와 기술을 통합적으로 학습할 수 있도록 계획되었다.

학습자는 1층에서 수생생물과 생태적 배경을 접한 후, 상부로 이동하여 정수 과정의 기술적 단계를 체험하게 된다. 다시 순환 동선을 따라 하부로 이동하면서 경험은 반복·심화되며, 결과적으로 자연 생태와 기술적 정화 과정을 통합적으로 학습할 수 있는 구조가 완성된다. 이러한 평면적 구성은 생태적 맥락과 인프라적 맥락을 연결함으로써, 단순한 기능적 설비가 교육적 공간으로 전환될 수 있음을 보여준다. 본 연구의 설계안의 평면은 그림 3과 같다.

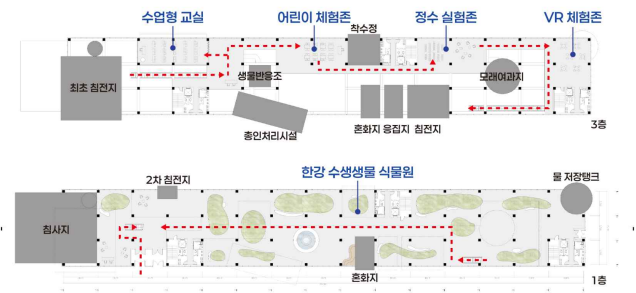


그림 3. 새로운 건물 설계안 평면도

4. 결론

본 연구는 기존 체험학습 시설이 간접 매체 중심에 치중하여 절차성과 연속성이 중요한 주제를 학습자가 체계적으로 이해하는 데 한계가 있다는 문제를 제기하는 데서 출발하였다. 이에 따라 정수 과정을 건축적으로 시각화하고 학습자의 동선과 결합하는 공간 모델을 제시함으로써, 인프라 시설의 교육적 활용 가능성을 탐색하는 것을 연구의 목적으로 설정하였다.

연구 방법으로는 정수 과정과 체험학습 시설의 특성을 분석하고, 이를 바탕으로 본 연구의 설계안을 도출하였다.

이후 155명을 대상으로 서울물재생체험관과 제안된 설계안을 비교하는 표2와 같이 설문조사를 실시하여, 교육적 적합성과 공간적 효과성에 대한 평가를 수집하였다.

설문 결과, 38%의 응답자가 새로운 설계안이 정수 과정 이해에 더 효과적이라고 응답하였으며, 32%는 동선과 체험 요소의 결합 측면에서 새로운 설계안을 더 긍정적으로 평가하였다. 40%는 새로운 설계안이 생태·기술 연계성이 더 우수하다고 응답하였으며, 33%의 응답자는 새로운 설계안이 공간의 교육적 몰입도에서 더 효과적이라고 응답하였다. 전체적 교육 적합성에서 40%의 응답자가 새로운 설계안이 더 효과적이라고 응답하였다.

이러한 결과는 인프라 시설을 단순한 기술적 기반에서 벗어나 교육적 자원으로 확장할 수 있음을 보여주며, 정수 과정을 공간적으로 체험할 수 있도록 하는 설계가 교육적 효과를 높이는 전략이 될 수 있음을 시사한다. 동시에, 본 연구는 공간 설계와 설비 시설의 결합이 학습자 중심의 체험교육 모델로 발전할 가능성을 제시한다.

본 연구의 한계는 설계안을 중심으로 평가가 이루어졌고, 법·제도적 규제가 반영되지 않았다는 점이다. 향후 연구에서는 법·제도적 관점에서의 타당성 검토와 에너지 자립 및 지속가능성 요소를 포함한 모델 제시가 필요하다.

표 2. 새로운 건물 설계안과 서울물재생체험관 비교 설문 A: 서울물재생체험관, B: 새로운 건물 설계안

부문	Q1	Q2	Q3
정수 과정의 이해도	서울물재생체험관의 공간 구성은 정수 과정을 명확하고 직관적으로 이해하도록 돕는다고 생각하십니까?(1~5)	새로운 건물 설계안의 공간 구성은 정수 과정을 명확하고 직관적으로 돕는다고 생각하십니까?(1~5)	두 건물 중 어느 공간 구성이 정수 과정을 더 명확하고 직관적으로 이해할 수 있게 한다고 생각하십니까?
	평균: 3.44	평균: 3.80	A: 33명 B: 59명 비슷하다: 63명
체험 학습 동선	서울물재생체험관의 동선은 학습자가 이동하면서 정수 과정을 단계적으로 체험하도록 유도하는데 효과적이라고 생각하십니까?(1~5)	새로운 건물 설계안의 동선은 학습자가 이동하면서 정수 과정을 단계적으로 체험하도록 유도하는데 효과적이라고 생각하십니까?(1~5)	학습자가 이동하면서 정수 과정을 단계적으로 체험하도록 유도하는 데 더 적합한 건물은 어느 쪽입니까?
	평균: 3.47	평균: 3.79	A: 38명 B: 51명 비슷하다: 66명
생태·기술 연계성	서울물재생체험관은 생태적 맥락(예: 수생식물, 자연환경)과 기술적 정화 과정을 함께 경험하도록 설계되었다고 생각하십니까?(1~5)	새로운 건물 설계안은 생태적 맥락(예: 수생식물, 자연환경)과 기술적 정화 과정을 함께 경험하도록 설계되었다고 생각하십니까?(1~5)	생태적 맥락(예: 수생식물, 자연환경)과 기술적 정화 과정을 함께 경험하도록 설계된 측면에서 더 나은 건물은 어느 쪽입니까?

	평균: 3.41	평균: 3.75	A: 27명 B: 63명 비슷하다: 65명
공간의 교육적 몰입도	서울물재생체험관의 요소와 공간 구성이 학습자의 몰입과 흥미를 높이는 데 효과적이라고 생각하십니까?(1~5)	새로운 건물 설계안의 요소와 공간 구성이 학습자의 몰입과 흥미를 높이는 데 효과적이라고 생각하십니까?(1~5)	체험 요소와 공간 구성이 학습자의 몰입과 흥미를 높이는 데 더 효과적이라고 생각되는 건물은 어느 쪽입니까?
	평균: 3.60	평균: 3.60	A: 38명 B: 52명 비슷하다: 65명
전체적 교육 적합성	서울물재생체험관은 종합적으로 보았을 때, 체험 학습 공간으로서 교육적 효과가 크다고 생각하십니까?(1~5)	새로운 건물 설계안은 종합적으로 보았을 때, 체험 학습 공간으로서 교육적 효과가 크다고 생각하십니까?(1~5)	종합적으로 보았을 때, 체험 학습 공간으로서 더 교육적 효과가 크다고 판단되는 건물은 어느 쪽입니까?
	평균: 3.52	평균: 3.80	A: 30명 B: 62명 비슷하다: 63명

참고문헌

- 권난주, & 권혁재. (2019). 과학체험학습에 관한 선행연구 및 경기도 지역 초등학교 운영실태 분석을 통한 다양한 과학체험학습장의 활용방안 모색. 초등과학교육, 38(1), 43-54.
- 문현주, & 신명경. (2014). 비형식 과학교육의 장으로서의 과학관 전시 패널에 나타난 인식론적 특징 탐색. 교사교육연구, 53(4), 789-802.
- 임채진, 추성원, 박무호. (2011). 과학계 박물관 전시공간의 흡입력과 지속력 분석. 한국실내디자인학회 논문집, 20(1), 165-172.
- 한가빈, & 최익서. (2020). 과학관 전시에 있어서 관람자 몰입경험 디자인에 관한 연구. 한국공간디자인학회, 15(7), 251-262.
- Baskakova, I.V., & Malafeev, N. (2017). The Concept of Infrastructure: Definition, Classification and Methodology for Empirical Evaluation.
- Dewey, J. (1938). Experience and Education. New York: Macmillan Company.
- Jauslin, D. (2015). Infrastructure as landscape as architecture. Research in Urbanism Series, 3, 229-251.
- Kolb, D. A. (1984). Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Luz Carruthers. (2021). Infrastructure Space: Architectural Practice and Operational Logics in the 21st Century. Cuadernos de Proyectos Arquitectónicos, 0(11), 105-108
- Mugisha, G., & Arguel, A. (2025). Procedural Learning in Mixed Reality: Assessing Cognitive Load and Performance. ducation Sciences, 15(3), 339.