


2023년도 秋季學術發表大會

# 論文集

第23卷 第1號 (通卷 第31輯)

▶ 일 시 : 2023년 11월 24일(금)

▶ 장 소 : 충북대학교

 사단법인 대한건축학회  
충북지회

**2023年度 秋季學術發表大會**

# **論 文 集**

**第23券 第1號(通卷 第31輯)**

**大韓建築學會忠北支會**



## 대한건축학회 충북지회

지 회 장	정유근	한국교통대학교 건축공학전공 교수
감 사	강혁진	한국교통대학교 건축학전공 교수
	최성기	청우종합건축사사무소 상무
총무이사	원종성	한국교통대학교 건축공학전공 교수
부 회 장	한민철	청주대학교 건축공학과 교수
	이상훈	충북대학교 건축학과 교수
	항태주	서원대학교 건축학과 교수
	이명재	한국교통대학교 건축학전공 교수
	이용희	강동대학교 건축공학과
	권용봉	계룡건설 전무
	신동안	선엔지니어링 종합건축사사무소 대표
	정현석	신성종합건축사사무소(주) 대표
	이일규	극동건설 부사장
	연동익	청우종합건축사사무소 대표
이 사	윤성훈	청주대학교 건축학과 교수
	이창우	청주대학교 건축학과 교수
	심규영	충북대학교 건축학과 교수
	이창준	충북대학교 건축공학과 교수
	이건철	한국교통대학교 건축공학전공 교수
	이진석	한국교통대학교 건축학전공 교수
	이홍우	서원대학교 건축학과 교수
	신안준	충청대학교 건축공학과 교수
	하성진	한국교통대학교 건축공학과 교수
	은민균	우석대학교 건축과 교수
이 사	손창백	세명대학교 건축공학과 교수
	조일환	대원대학교 건축인테리어과 교수
	이경락	유원대학교 건축공학과 교수
	원세용	청주대학교 건축공학과 교수



	지광제	지공건축사사무소
	김병익	신성종합건축사사무소(주) 부사장
	김미경	(주)아키원건축사사무소 대표
	이근복	청주시청 공동주택과 과장
	민병전	청주시청 공공시설과 과장
	안진석	충청북도 건축문화과
	김 종	청주대학교 건축공학과 교수
	조성운	이디원건축사사무소
	이경기	충북연구원 수석연구위원
	김관식	충북개발공사 차장
	양현모	한국토지주택공사 충북본부 차장
	연규원	JW 구조기술사사무소 대표
	박찬성	우성디엔씨(주) 대표
	권혁용	남광토건 부장
	배석모	롯데건설 소장
	백창호	신동아건설 부장
	노명록	극동건설 상무
	김택진	(주)삼우씨엠건축사사무소 상무
	정창모	태영건설 상무
논문편집위원	서동현	충북대학교 건축공학과
	이홍우	서원대학교 건축학과 교수
	최순섭	한국교통대학교 건축학전공 교수
여성분과위원	박상희	충북대학교 건축학과
	홍유선	충북대학교 건축학과

## 2023 대한건축학회 충북지회 추계학술발표대회 세션별 발표 논문

㉟ 발표일자 : 2023.11.24 (금) 14:10~15:50

㉟ 발표장소 : 충북대학교 공과대학(E8)

### ① 구두 발표 - 계획 및 설계 세션 (1) (E8-3동 437호)

No.	논문 제목	이름	소속	페이지
1	대학 캠퍼스 광장 이용행태분석을 통한 광장 활성화 방안	강성욱 전명하 한태원 Ariunzul Zuchi 손동화	충북대학교	2
2	가로환경 불쾌감 유발 요인과 보행행태 특성의 상관성에 대한 연구	이주나 서정원 심동재 김지연 진환규 손동화	충북대학교	6
3	유희 공간 적용을 통한 골목 커뮤니티 공간계획에 관한 연구	박상화 손태진	한국교통대학교	10
4	서울광장의 사용자 행태특징과 개선방안	신명현 변상혁 유제한 임정은 손동화	충북대학교	14
5	충북대학교 원룸촌 보행환경의 불안 요소와 개선방안	박지호 박종현 윤은지 이준범 손동화	충북대학교	18
6	도심 속 유희산업시설의 재활용을 통한 문화생산체계 구축 방안 연구 -서한모방 (구 청주방직) 사례를 중심으로	이민혜 이명재	한국교통대학교	22
7	랜드스케이프 개념을 통한 일상 속 정치공간에 관한 연구	김나경 성기문	한국교통대학교	26
8	바이오필릭을 적용한 성수동 복합주거공간에 관한 연구	권희원 손태진	한국교통대학교	30
9	청주 중앙공원 이용자 행태 분석을 통한 공원 환경 개선방안 연구	이지우 김소연 김정은 김아라 손동화	충북대학교	34
10	거점공간을 통한 생활밀착형 마을 돌봄시설에 관한 연구	허서윤 이명재	한국교통대학교	38

② 구두 발표 - 계획 및 설계 세션 (2) (E8-3동 411호)

No.	논문 제목	이름	소속	페이지
11	젠트리피케이션으로 인한 지역의 정체성 회복에 관한 연구 - 대학로 공연문화 복합공간을 중심으로 -	박원철 이명재	한국교통대학교	43
12	대학 캠퍼스 산책로 보행친화성 향상에 대한 연구_충북대 행복담길을 중심으로	유수빈 나현선 이의주 한승주 손동화	충북대학교	47
13	접경지역 발전을 위한 제대군인 복합 커뮤니티 시설에 관한 연구	박성훈 이명재	한국교통대학교	51
14	저층주거지의 지역정체성을 통한 주거공간의 목화복합화에 대한 연구(서대문구 영천시장 일대 저층주거지 중심으로)	안민재 이명재	한국교통대학교	55
15	도시공원의 이용행태 진단을 통한 공간 활용방안 연구	서지예 이진아 박수린 최화유 손동화	충북대학교	59
16	PM 이용 행태에 따른 충북대학교 공과대학의 공간 환경 개선에 관한 연구	김영훈 강원희 우희권 허재영 손동화	충북대학교	63
17	메타버스 플랫폼에서 나타나는 '외부공간 구성요소'에 대한 연구_제페토를 중심으로	박유빈 이주안 안대환	충북대학교	67
18	대학 캠퍼스 메타버스 가상공간 분석 - 공간 유형과 정보 교류 유형 분류를 중심으로 -	권영우 이다니엘 안대환	충북대학교	71
19	대학 캠퍼스 내 개인형 이동수단(PM) 이용실태 및 개선 방안	오진범 고병찬 김나경 마현근 손동화	충북대학교	75

③ 구두 발표 - 시공, 구조, 환경, 설비 세션 (S1-3동 301호)

No.	논문 제목	이름	소속	페이지
20	CBS-dust 및 탈황석고 혼입이 고로슬래그 다량치환 모르타르의 강도발현에 미치는 영향	이혁 이현직 정준택 임군수 김중 한민철	청주대학교	80
21	초지연 콘크리트 타설 범위에 따른 시공줄눈부의 일체화 성능	정준택 박재웅 임군수 정영진 김중 한민철	청주대학교	82
22	황토벽돌 외피의 흡방습성능에 대한 고찰	유희화 이학성	충북대학교	84
23	고온조건이 고성능 조강형 시멘트를 사용한 고강도 콘크리트의 강도발현에 미치는 영향	신현섭 임군수 김중 한민철	청주대학교	86
24	국내 건설기술인의 수급 현황 분석 및 전망	이대형 이재덕 이민혁 손창백	세명대학교	88
25	온도변화에 따른 석재용 에폭시 접착성능 평가	김영민 임건우 임창민 이건철	한국교통대학교	92
26	건물 길이 측정에 대한 3D Laser Scanner와 모바일 스캐너의 정확성 비교	백재호	충북대학교	94

④ 포스터 발표 (E8-2동 101호)

No.	논문 제목	이름	소속	페이지
27	결합재 다량치환 자기감지 그라우트재의 성능평가	김도균 김진섭	한국교통대학교	101
28	증평의 표준공동주택모델의 정의 및 실제 에너지소비량과의 비교분석	이하은 서동현	충북대학교	107
29	모르타르 상대습도에 따른 건조수축과 예측 모델 비교	정시현	충북대학교	111
30	증평의 표준공동주택모델 정의와 실제 에너지 소비량과의 비교분석	이세현 서동현	충북대학교	113
31	충청권 어린이집의 표준모델 생성 및 신뢰성 검증	진영재	충북대학교	117
32	이산화탄소 나노버블 에이징을 적용한 제강슬래그의 기초적 특성	이정민 윤민식	한국교통대학교	119
33	습윤양생 기간과 모르타르의 건조수축에 관한 연구	김창섭	충북대학교	125
34	건물 사용 설비 특성에 따른 c대학 에너지 분석	강민 서동현	충북대학교	127
35	실면적 에너지 소비량에 따른 충북대학교 건물에너지 소비특성 분석	고명석	충북대학교	129
36	콘크리트 내부 온·습도 측정 및 모니터링을 위한 유선 장치 개발	최정욱	충북대학교	133
37	Hololens 2를 통한 scan to BIM 모델 생성의 적합성 검토	황병후 김민구	충북대학교	135
38	시공 검측 도구로서 HoloLens2의 사용 가능성 분석	김범진 김민구	충북대학교	140
39	자연어처리를 이용한 건축법규 자동 검토 모델 개발	이연재 박선아	충북대학교	144
40	건축 법규 자동 검토 모델을 위한 건축 법규 데이터 전처리	박선아 이연재	충북대학교	146
41	w어린이집그린리모델링	김수진 정유근	한국교통대학교	148
42	청주지역 초등학교의 설립 시기별 CPTED 적용 수준 비교 연구	노하은 정운성	충북대학교	150

⑤ 회원전시전

No.	제목	-	소속	페이지
1	서울대문화관	이명재	한국교통대학교	154
2	Movement Sequence	성기문	한국교통대학교	154
3	A Cultural Complex		+ , 대학교	154
4	Beyond Books Creating a Modern Library Space	) *	한국교통대학교	154
5	Methaphor of the Scape	! " #	&! 대학교	155
6	잠원동 국제패션디자인스쿨	강혁진	한국교통대학교	155
7	! "	' ( )	한국교통대학교	155

⑥ 우수졸업작품전

No.	논문 제목	이름	소속	페이지
1	LINK 도시의 틈을 연결하다	홍유리	한국교통대학교	157
2	old and new indust:re	이민혜	한국교통대학교	157
3	Complex in Terrace	서경은	충북대학교	157
4	co-exist 공존하다 마당을 통한 이음	안민재	한국교통대학교	158
5	LINKSCAPE ; PLUG - IN SPACE	고관현	한국교통대학교	158
6	ANOTHER SPACE IN LIBRARY	서성륜	한국교통대학교	158
7	느슨한 연대	민경우	한국교통대학교	159
8	Hyper cycle complex	김규진	충북대학교	159
9	갯마을 이야기	신주연	한국교통대학교	159

## ① 구두 발표 - 계획 및 설계 세션



# 대학 캠퍼스 광장 이용행태분석을 통한 광장 활성화 방안

- 충북대학교 중앙광장을 중심으로 -

## Activation Strategies for University Campus Square through Usage Behavior Analysis

- Focusing on the Chungbuk National University Cental Square -

○ 전 명 하\*      강 성 욱\*      한 태 원\*      Ariunzul Zuchi\*      손 동 화\*\*  
Jeon, Myoung-ha      Kang, Sungwook      Han, Taewon      Ariunzul Zuchi      Shon, Donghwa

### Abstract

Chungbuk University's central square is emerging as a central hub not only for students and faculty but also for community activities in Cheongju, Chungcheongbuk-do. The research, conducted through observational studies and surveys measuring user satisfaction and importance, revealed that the central square primarily functions as a pedestrian pathway. However, users expressed dissatisfaction with the existing facilities for relaxation and shading. As a result, this study recommends enhancing the square's pedestrian-friendly features and activating it further by installing additional rest areas. It underscores the importance of ongoing attention and research to provide an improved square environment for both the local community and the university's students and faculty.

키워드 : 중앙광장, 오픈스페이스, 행태

Keywords : Central Square, Open Space, Behavior

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

대학교 내 광장은 학교 내에서 학생들과 교직원뿐만 아니라 지역사회 활동의 중심지로 나아가며 학교생활의 다양한 커뮤니티를 형성하는 중요한 공간이다. 광장은 학술적인 활동, 문화적인 이벤트, 사회적 상호작용, 레저 및 휴식의 장소로 다양한 용도로 사용된다. 이러한 광장은 대학의 생동감을 증진하고 학교 커뮤니티의 중심으로 작용한다.

본 연구는 대학 내 광장의 사용 행태에 대한 이해를 도출하고, 해당 공간의 개선 및 학교 광장의 이용 활성화 향상을 위한 목적을 둔다. 더 나아가 대학 광장을 학교 커뮤니티의 중심이자 학교생활의 핵심 요소로서 중요성을 인식하고 대학 내 광장을 효과적으로 관리하고 활용하는 방안을 모색함으로써 학교의 발전과 학교 내 커뮤니티를 활성화하는 방안을 모색하고자 한다.

#### 1.2 연구의 방법 및 범위

연구의 범위는 충북 청주시 소재의 충북대학교 중앙광장을

중심으로 진행하였다.

충북대학교 광장의 이용행태분석에 앞서 우선으로 광장의 물리적인 특성을 파악하기 위해 주변 건물과의 배치 관계와 광장 내 설치된 시설물의 현황을 파악하였다. 그

본 연구의 행태분석 방법은 10월 23일부터 11월7일까지 약 2주일간의 관찰 조사를 통해 광장의 이용행태에 대해 분석하였고 이와 함께 만족도 및 중요도 설문 조사를 진행하였으며 설문 조사 결과는 IPA 기법을 통하여 분석하였다.

표1. 조사 일반 표

관찰 시기	2023.10.23.~2023.11.07	
대상	대학생, 대학원생, 교직원, 외부 방문객	
대상지 형태	장방형 광장	
대상지 범위	충북대학교 도서관(신관) 앞 ~ 충북대학교 학생회관 일대	
조사 방법	관찰 조사, 설문지 조사	
촬영 및 설문 조사 시기	촬영 시기	설문 조사 시기
	2023.10.24~11.01	2023.11.01.~11.07

설문 조사 대상의 범위는 인문대학교, 공과대학교, 전자정보대학 교내 3개의 단과대학 소속 대학생과 대학원생에게 설문 조사를 진행하였고 그 밖의 광장을 이용하는 교직원과 외부 방문객 포함하여 100명을 상대로 설문 조사를 진행하였다.

\* 충북대학교 건축학과 학사과정

\*\* 충북대학교 건축학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture, Chungbuk National University, dhshon@cbnu.ac.kr)



그림1. 대상지 위치도

## 2. 행태분석

### 2.1 대상지 개요

충북대학교는 중앙부와 정문과 후문을 연결하는 두 중심 도로를 따라 주요 축을 형성한다. 두 주요 축이 만나는 공간에는 보행 우선적인 중앙광장이 있고, 중앙광장 인근에 중앙도서관, 개신문화관, 학생회관 단과대학 등 다양한 시설이 위치한다. 중앙광장은 각각의 공간들을 연결하는 동선들이 겹치는 점점에 위치하여 공공공간으로서 중요한 역할을 하고 있다.

### 2.2 광장 내 시설물 현황 및 주변 건물과의 관계

광장의 이용행태분석에 앞서 광장 내 물리적인 특성에 대해 살펴보았다. 먼저 광장 내 시설물 현황으로 충북대학교 도서관(신관) 앞에 원형 벤치 3개와 개신문화관 앞 벤치 두 개가 있었고 광장을 기준으로 남동 방향으로 제1 학생회관과 북서 방향으로는 충북대학교 중앙도서관(신관) 사이에 있어 학교 내 공공 시설물과 인접한 위치에 있다.



그림2. 시설물 현황 및 주변 건물

### 2.3 대상지 내 이용자행태 분석

광장 이용행태분석은 대상지 관찰 조사를 통해 이루어졌으며 유동인구가 가장 많은 11:00 시부터 13:00 시까지 약 일주일간 조사를 진행하였다.

#### 1) 이용자의 특성

광장을 이용하는 이용자는 대부분 학생이 주를 이루고 있으며 학생 이외에는 학내 교직원과 외부 방문객이 광장을 이용하고 있었다.

#### 2) 행위

대상지를 이용하는 행태 대부분은 보행이 주를 이루고 있었으며 이외에도 원형 벤치에서 잠시 앉아 휴식하거나 대화의 행태도 보이지만, 그 빈도수는 상대적으로 현저하게 낮은 모습을 보였다. <표2>에서 보행자의 동선을 보면 도서관 서 측 방향에서 제1 학생회관 동 측 방향으로 통과하는 동선이 가장 활발한 것을 볼 수 있다.

#### 3) 이용 시간

광장을 이용하는 사람들은 대부분 보행을 통해 관통하는 동선을 보이며 광장에 머무르는 시간은 평균적으로 적은 수치를 나타내고 있으며 장시간 머무르는 사람들의 특성을 살펴보면 대부분 광장을 주로 이용하는 학생이나 교직원이 아닌 인근 주거 지역의 주민인 것을 알 수 있었다.

#### 4) 군집 규모

광장 내의 이용자들의 군집 규모는 머무르는 대부분 1인에서 2인으로 작은 인원의 그룹으로 구성되어 있었다.

표2. 시간대별 사진 및 이용자 특성

관찰 조사 모식도			
① 이용자 특성	② 이용자 행위	③ 이용시간	④ 군집 규모
대부분 학생으로 이루어짐	주로 보행이 이루어짐.	평균 10분 내외.	1명~2명으로 이루어져 있음.

표3. 시간당 평균 개인형 이동수단 통행량

구분	내용
자전거	15대
전동 킥보드	26대
이륜형 자동차	7대
총 합	48대

## 5) 조사 결과

광장의 물리적 특성과 관찰 조사 결과 현재 충북대학교 광장은 단순 보행으로서 역할이 주를 이루고 있다는 것을 알 수 있었고 광장을 이용하는 보행자 동선과 개인형 이동 수단과의 동선이 심히 겹쳐 보행자들에게 안 좋은 환경을 제공하고 있었다. 또한, 휴게시설이 특정 장소에만 밀집되어 자리 잡고 있어 광장에 머무를 수 있는 공간이 한정돼 있다는 것을 알 수 있다.

### 2.3 이용자 만족도·중요도 분석

설문 조사는 광장이용자의 대부분을 차지하는 학생들 위주로 진행되었으며 보다 정밀한 분석을 위해 충북대학교 내 3개 단과대학(공과대학, 전자정보대학, 인문대학)을 위주로 학생 및 교직원 90명과 외부 이용객 10명을 통해 이루어졌으며 설문 조사 결과는 IPA 기법을 사용하여 분석하였다.

표4. 설문 기본 항목구성

설문 조사 구성	세부 항목
광장 이용 만족도 및 중요도 분석	· 충북대학교 광장의 휴게시설에 대한 만족도 및 광장에서의 휴게시설의 중요성 등 6개 문항 (1=매우 불만족, 2=불만족, 3=보통, 4=만족, 5=매우 만족 / 1=전혀 중요하지 않다 ~ 5=매우 중요하다)
광장에 대해 전반적인 만족도	· (1=매우 불만족, 2=불만족, 3=보통, 4=만족, 5=매우 만족)



그림3. 충북대학교 광장 전반적 만족도



그림4. 이용자 만족도, 중요도 IPA 분석

<그림3>을 보면 설문 조사자 100명 중 약 80%가 광장에 대해 만족한 모습을 보였다. 하지만 광장의 세부적인 요소를 IPA 분석을 통해 살펴봤을 때 광장의 휴게시설과 차양에 대한 중요도는 높은 수치가 나왔지만, 이용자들의 만족도는 전반적으로 낮은 수치를 보였고 그 밖의 빛, 보행, 통로로서의 광장에 관한 질문에서는 중요도와 만족도 모두 높은 수치를 보였다. 마지막으로 주변 건물과의 인접성에 관한 만족도는 높은 편이었지만 중요도는 비교적 낮은 편에 속했다.

## 3. 개선방안

### 3.1 방향성

앞선 관찰 조사와 이용자 만족도·중요도 조사를 통해 현재 충북대학교 중앙광장은 이용자들에게 주로 보행통로로써 활용되고 있었고 머무르는 행위는 적었으며 광장의 휴게시설과 차양의 만족도는 전반적으로 낮은 수치가 나왔다.

본 연구에서는 관찰 조사와 IPA 분석을 통해 개선 방향의 방향성을 보행을 위주로 이용되고 있는 현재 광장의 성격을 유지하며 보행 동선 개편과 휴게시설 및 차양 시설 추가 설치를 통해 광장의 환경을 더욱 개선하는 방향으로 광장을 활성화하는 것을 제안한다.

### 3.2 활성화 방안

그림5와 같이 본연구에서는 현재 충북대학교 중앙광장 앞 2개의 잔디밭 중 유동인구가 가장 많은 위치의 잔디밭을 3개의 영역으로 분할 하여 기존 십자형 광장에서 한정적인 동선을 더 다양하게 해줌으로써 광장의 보행 성격을 더욱 강화했다. 또한, 나누어진 3개의 영역의 중앙과 인접한 잔디밭 가장자리와 인접 건물 인근 영역에 차양 시설을 포함하고 있는 휴게시설을 설치하여 이용자들에게 기존보다 확보된 휴식 공간을 제공한다.



그림5. 광장 활성화 방안 투시도 이미지

표5. 중앙광장 활성화 방안

충북대학교 중앙광장 배치도  
전



후



#### 4. 결론

본 연구는 학교 커뮤니티의 중심으로 작용하며, 학교생활의 질을 향상하는 데 핵심적인 역할을 하는 대학 캠퍼스 내 중앙광장의 중요성에 대해 이해하고 ‘충북대학교 중앙광장’을 중심으로 중앙광장의 다양한 형태와 그곳에서 일어나는 행태에 대해 분석하고 이용자들의 만족도와 중요도를 조사함으로써 더 좋은 중앙광장으로 제안하고자 했다.

충북대 중앙광장의 행태 현황 파악을 위한 조사 결과는 다음과 같았다.

첫째, 대상지 관찰 조사 결과 대다수의 중앙광장 이용행태는 보행을 통한 동선으로서의 이용이었고 일부 체류하는 인원들은 광장의 주 이용자가 아닌 지역사회 주민으로 나타났다. 보행자는 개인형 이동장치인 자전거, 전동 킥보드, 이륜 자동차와 동선이 겹쳐 불안한 모습을 보이며 잔디밭 위로 가로질러 가는 모습들을 다수 관찰할 수 있었다.

둘째, 만족도 및 중요도 설문 조사를 통해 IPA 분석을 진행하였고 해당 분석을 통해 이용자 대다수가 현재 광장의 모습에 만족하고 있지만 휴게 및 차양 시설의 중요성과 필요성을 호소하는 현황을 파악할 수 있었다.

중앙광장은 대학 내의 오픈스페이스로써 중심이 되는 공

간이지만 충북대학교 중앙광장은 통로로서의 광장의 성격이 강해 이용자들이 머무르는 행위보다는 단순 보행으로써 광장을 활용하고 있었고 이용자들이 머무르지 않은 이유로는 휴게시설과 차양 시설의 부족이 원인이었다.

본 연구는 대학 내 중앙광장을 효과적으로 관리하고 활용하는 방안을 모색함으로써 학교의 발전과 학교 내 커뮤니티를 활성화할 수 있는 개선안을 찾고자 한다. 이용자 만족도 및 중요도 조사와 관찰 조사를 통해 광장의 보행환경을 더욱 강화하고 휴게시설과 차양 시설을 추가 설치하는 것을 해결방안으로 제안하고자 한다.

충북대학교 광장은 재학생뿐만 아니라 지역주민도 이용하는 공공공간으로서 본 연구는 대학 내 중앙광장을 효과적으로 활용하는 방안을 모색하여 이용자들에게 더욱 좋은 환경을 제공하고자 한다. 이것 이외에도 지속적인 관심을 기울여 보다 좋은 환경을 학생과 지역주민에게 제공할 필요가 있다.

#### 참고문헌

1. 박진희, 김재범, 김종덕. (2010). 상호작용의 관점에서 본 미디어 파사드에 대한 연구. Archives of Design Research, 23(4), 41-52.
2. 안혜신. (2016). 하동군 조명시설물과 휴게시설물 디자인 개발에 관한 연구. 조형디자인연구, 19(2), 187-204.
3. 김민수, 이현희, 양승정. (2019). 대학 캠퍼스 광장의 이용 행태 분석에 관한 연구. 한국문화공간건축학회논문집, (68), 53-62.
4. 김주영, 안대환. (2021). 코로나-19 유행 전후 충북대학교 내 주요건물과 광장 이용실태조사. 대한건축학회논문집, 37(4), 57-66.

## 가로환경 불쾌감 유발 요인과 보행행태 특성의 상관성에 대한 연구

### A Study on the Correlation between Discomfort Factors in Street Environment and the Characteristics of Walking Behavior

1. ○이 주 나\* 서 정 원\* 심 동 재\* 김 지 연\* 진 환 규\* 손 동 화\*\*  
Lee, Juna Seo, Jeongwon Sim, Dongjae Kim, Jeeyeon Jin, Hwangyu Shon, Donghwa

#### Abstract

Although the number of pedestrianized roads is increasing due to the importance of walking in urban spaces, unmanaged pedestrian environments in terms of the environment can hinder people's walking. Therefore, this study examined the correlation between behavioral aspects and walking environment. For this purpose, items and evaluation tables for factors that harm the walking environment were created, and pedestrian behavior was tracked on the street, and the correlation between the two was analyzed to find ways to improve the street environment. It was observed that pedestrians did not walk on the pedestrian-only road due to the unpleasantness of the pedestrian-road'Baruge Sal Road' in Jungmun, Chungbuk University, and walked bypassing it, and drew improvement measures by dividing them into items.

키워드 : 가로환경, 보행, 불쾌감, 행태, 상관성, 개선방향

Keywords : Street Environment, Pedestrian, Discomfort, Behavior, Improvement

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 목적

보행은 인간이 가진 가장 기본적인 이동 수단으로 개인의 건강증진 및 도시에서의 활동에 생동감을 주는 수단이다. 더구나 보행환경의 조성을 통해 보행자들이 더 안전하고 쾌적한 환경에서 걷는 연구와 방법은 지속적으로 진행되고 있다. 하지만 이렇게 조성된 보행환경이 오히려 보행자에게 양호한 보행환경을 제공하지 못하거나 초기의 목적과는 다르게 이용되는 문제점들이 나타나고 있어, 이에 대한 행태 기반 적인 분석이 필요하다.

충북대학교 중문은 학내구성원들이 주로 이용하는 중심 상업시설들과 주거시설이 자리 잡고 있다. 사창동 일대에 이르는 거리이며 다양한 식당과 주점이 있어 젊은이들의 모임 장소로 쓰인다. 인근의 사창사거리라는 교통의 요충지가 있어 자연스레 유동 인구가 유입되며, 중문 쪽으로 들어서면 각종 상업시설이 밀집해 있다. 하지만, 길거리에 불쾌적인 환경을 만들어 내는 요인으로 인해서 미관상의 문제와 함께 악취가 발생하고 있다. 이러한 거리의 불쾌적인 환경을 유발하는 요인들로 인해 보행자들은 길을 우회하고, 회피하여 차도로 보행한다.

청주시 관할 부처에서도 이러한 문제를 인식하고, 해당 지역을 환경취약지역이라 명하고, 분리수거함을 설치하거나, 보행환경 개선을 위해 도로와 보도 사이에 레벨 차를 두고 완충녹지를 심어 보차분리와 미관을 위한 사업을 진행했지만, 보행 도로의 슬럼화는 지속해서 방치되고 있다. 이는 보행환경을 개선하기 위해서는 현재 보행환경의 모습 개선뿐 아니라 그 안에서 사람들의 행태 사이의 상관성을 바탕으로 이해하는 것이 필요하며, 해당 연구 자료를 통해 보행 도로의 계획과 개선을 수립하는 과정에 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

##### 1.2 연구 범위 및 방법

본 연구의 공간적 범위는 충북대학교의 대표적 상업지역인 중문에 위치한 보행가로를 대상으로 하였다. 불쾌적인 환경을 유발하는 요인들에 대한 평가표를 기준으로 분석을 진행했다. 주요 내용으로는 이론적 고찰, 현황분석, 종합분석 및 시사점, 보행환경 개선 방향으로 구성된다.

본 연구의 방법은 이론적 고찰과 직접관찰법을 통한 현장 조사, 사례분석을 통한 개선 방안 제시로 구성된다. 이론적 고찰에서는 상업가로 보행환경의 안정성 및 쾌적성의 차원에서 분석 기준표를 제시한다. 현장 조사를 통해서 분석표에 따라 현장 조사를 실시한다. 이를 통해서 현장에서 일어나는 보행자의 행동 특성을 파악하며, 현장에서 인식되는 각종 불쾌감 유발 요인에 대한 특징과 실태에 대해 사진 촬영 및 분석을 진행한다.

\* 충북대학교 건축학과 학사과정

\*\* 충북대학교 건축학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture, Chungbuk National University, dshon@cbnu.ac.kr)



## 2. 대상지 보행가로에서의 이용 행태 분석

### 2.1 대상지 및 조사범위 설정

대상지는 충청북도 청주시 서원구 사창동에 위치한 충북대학교 중문 일대이며, 일명 ‘바르게 살 길’ 라고 불리는 상업시설이 밀집해 있는 주요 블록의 뒷길이자 보행자 전용도로를 선정하였다. 또한 본 연구는 객관적인 평가 및 분석을 위해 대상지를 총 세 구역으로 나누어 진행하였다.

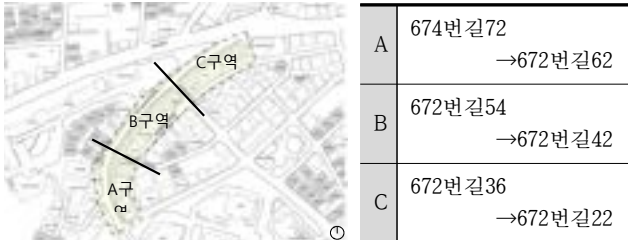


그림1. 대상지 현황 및 구역

### 2.2 길거리 보행 불편 요인 및 물리적 현황



그림2. 길거리 보행 불편 요인 및 현황

표 1. 중문 보행자전용도로 평가 틀

구분	평가항목	평가기준
정면성	건축물 설비 설치로 인한 경관 저해요소	구역별 저해요소 개수
	벽면(옹벽)	입면 길이의 합
	공실률	구역별 개수
편의성	조도(가로등, 간접등)	가로등 및 간접등 개수
	포장 상태	양호 / 불량
	보도의 장애물	모빌리티 주차 대수
	보행자 편의 및 휴게시설	25m당 시설 개수
연속성	보행 네트워크	교차점 개수
	완충녹지 보존도	구간별 지름길 개수
안전성	보차분리	적용 / 미적용
	불법주차	25m당 불법주차 수
	보행공간의 폭	①2~3m ②3.1~4m ③4.1~5m ④5.1~6m ⑤6.1m이상
쾌적성	분리수거함	분리수거함 개수
	음식물쓰레기통	음식물쓰레기통 영역수
	무단투기	구역별 오염도(%)

그림2는 대상지의 물리적 시설 현황을 사진으로 나타낸 것으로 건축물 설비(A-1), 무단투기 쓰레기(A-2), 관리가 미흡한 분리수거함(A-3), 불법주차(A-4), 조명 부재(A-5), 모빌리티 등 보행 장애물(A-6)이 관찰되었다.

### 2.3 보행자전용도로 평가 및 분석




보행자전용도로에서의 보행 행태에 영향을 미치는 물리적 환경과 요인에 대한 보다 객관적인 분석을 위해 표1과 같이 보행환경 평가 틀을 구성하고 평가를 수행하였다. 평가 항목은 직접 관찰 조사 및 보행 관련 선행연구 결과를 활용해 다음과 같이 설정하였다.

### 2.4 평가 및 분석 결과

#### 2.4.1 정면성

건축물 설비 설치로 인한 경관 저해 요소가 5개씩 관찰되었다. 또한, 가로로 늘어선 벽체는 보행 시 답답함을 준다고 판단되며, 대부분 보행로에서 건물을 바라보았을 때 정면성을 띠고 있지 않았다.

표 2. 구역별 정면성 분석 및 평가 항목

A 구역		B 구역		C 구역	
					
평가항목		A	B	C	
건축물 설비로 인한 경관 저해요소		5	5	5	
벽면(옹벽)		63.3m	63.9m	100.4m	
공실률		1/6	0/6	2/5	

#### 2.4.2 편의성

A, C구역은 25m, B 구역은 50m 간격으로 가로등이 위치한다. 보도의 장애물은 C 구역에서 가장 높으며 보행자 편의 및 휴게시설은 25m를 기준으로 1~3개가 위치하였다. B 구역은 어두운 보행길과 가장 적은 편의시설 개수로 보행 통행이 가장 적게 나타났다.

표 3. 구역별 편의성 분석 및 평가 항목




A 구역	B 구역	C 구역	
			
평가항목	A	B	C
조도 (가로등, 상가 간접등)	3	1	3
보도의 장애물	2	4	7
보행자 편의 및 휴게시설	1~2	0~2	3

#### 2.4.3 연속성

보행자전용도로와 연결되는 길과 교차점에 평균 25m당 1~2개가 위치하며, 완충녹지 보존도는 보행자가 만든 지름

길 개수로 대기오염 및 소음 차단, 자연재해 방지목적으로 설치된 본래 목적과 달리 사용되고 있어 보존에 미흡하다.

표 4. 구역별 연속성 분석 및 평가 항목

A 구역		B 구역		C 구역	
					
평가항목		A	B	C	
보행 네트워크		13	13	12	
완충녹지 보존도		2	1	2	

#### 2.4.4 안전성

전체 구역이 보차 분리되며, 일방통행인 A, B 구역에서 불법주차가 관찰되었다. 또한, 충북대 중문부터 사창사거리 쪽으로 보행 공간의 폭이 넓어지는 구조이다.

표 5. 구역별 안전성 분석 및 평가 항목

A 구역	B 구역	C 구역	
			
평가항목	A	B	C
보차분리	적용	적용	적용
불법주차	5	6	0
보행공간의 폭	①②③	④	⑤⑥

#### 2.4.5 쾌적성

A C 구역에 분리수거함, A와 B구역은 음식물 쓰레기통이 위치하고 있다. 쓰레기 무단 투기는 B 구역이 가장 높으며, 악취와 함께 미관상 문제가 가장 큰 구역이었다.

표 6. 구역별 쾌적성 분석 및 평가 항목

A 구역		B 구역		C 구역	
					
평가항목		A	B	C	
분리수거함		1	0	1	
음식물쓰레기통		4	5	0	
무단투기		6	12	3	

### 2.5 행태 분석

#### 2.5.1 A구역

A구역의 현황 분석 결과, 충북대학교 중문과 인접해 유동 인구가 많고 가로등의 조도가 밝다는 점을 알 수 있다. 또한, 보행자전용도로 방향으로 전면성을 가진 카페의 주변은 잠시 앉아 휴식 및 담소로 행위로 이용되고 있다. 또한 중문으로 많은 사람이 지나다니며, 멈춰서 기다리는 행태가 관찰되었다. 주변 환경의 관리로 인해 흡연을 하거나, 쓰레기를 무단 투기하는 행태는 관찰되지 않았다.







#### 2.5.2 B구역

B구역의 현황 분석 결과, 공개공지 틈을 따라 쓰레기가 길에 쌓여 있었다. 도로와 보행로를 연결해주는 통로지만, 쓰레기가 쌓여 보행하지 않고 있었다. 사람들은 도로로 건너 샛길을 내는 등 기존의 환경대로 이용하지 않는 행태를 보여줬다. 무단 투기는 악순환되어 쓰레기를 버리는 행태가 계속 관찰되며, 흡연을 하거나 음주 후 모여 있는 등 거리를 불쾌하게 만드는 특정 행태가 나타나고 있었다.

#### 2.5.3 C구역

C구역의 현황 분석 결과, 사창사거리의 교통 흐름이 이어지며 유일하게 도로의 양방 통행이 적용된 교통량이 많은 구역이다. 이 C구역의 특이점은 도로에는 사람들이 보행하고, 보행자전용도로는 전동 킥보드 및 오토바이 운전자가 다니며 곳곳에 주차한다. 이에 불편함을 느낀 보행자들은 우회하여 도로를 걷는 악순환의 행태가 나타난다.

표 7. 구역별 평가 항목에 따른 행태 분석

A 구역	B 구역	C 구역
		
		

### 3. 개선방안

보행환경의 현황분석 및 평가를 통해 물리적 환경과 이용자의 행태를 살펴보았다. 대부분의 이용자가 보행가로를 우회하여 도로로 이동하고 있는 현상이 관찰되었다. 이는 보행환경에 해결이 필요하며, 가로환경을 개선하기 위해서는 길거리에 내놓은 각종 적치물과 무단 투기 및 음식물 쓰레기에 대한 정비와 보행가로의 가로등이 식재에 의해 가려져 어두운 조도를 만들어 내고 있어 가로의 미관을 개선하기 위해서는 앞선 문제들에 대한 분류와 개선에 대한 연구가 필요하다고 판단했다.

#### 3.1 정면성 확보

건축물의 정면성은 가로공간구성에 중요한 요소이다. 선행연구에서는 건축물의 정면성을 강화하기 위해 건축물의 설비나 벽면 등이 보행환경을 저해하지 않도록 설치되어야 하지만 대상지 영역권 상가의 정면은 현재 672번 길에 집중되어 있어 건축물의 정면성 강화를 위해 여타 연구와는 다른 전략이 필요하다. 상가 주민에게 배면의 관리를 맡기는 등의 이벤트를 유발하는 방안을 고려해야 한다.

### 3.2 조도 개선

보행가로 전반에 조도가 부족한 상황으로 가로 활성화  
를 위해서 수목의 분포를 고려한 조도 개선이 필요하다.  
따라서 정면성이 부족한 건물 주변으로 가로등을 배치하  
거나 식생의 높이와 배치를 고려해 수목 아래에서 수목을  
향해 비추는 수목 조명을 통해 조도를 높이고 식생으로  
가려지지 않도록 계획하며, 간접조명을 통해 보행 바닥  
면 을 비추는 데크 조명을 고려해야 한다.

### 3.3 음식물 쓰레기 배출 과정, 제도 개선 및 관리

용기식 음식물쓰레기 수거함은 악취 발생과 해충 번식  
을 유도하므로 보행환경에 부정적인 영향을 미치고 있다.  
IoT 기술 활용과 도로 개선을 생각할 수 있다. 음식물 쓰  
레기의 악취를 막고, 쓰레기의 양과 상태를 실시간으로 감  
지해 수거를 요청하며, 도로 개선을 통해 음식물 쓰레기  
용기가 주요 지점에 위치하는 것을 방지하고 지속해서 관  
리하고 유지하는 시스템이 필요하다 관리 할 수 있다.

표 8. 조도 및 음식물 쓰레기 배출 개선 사례

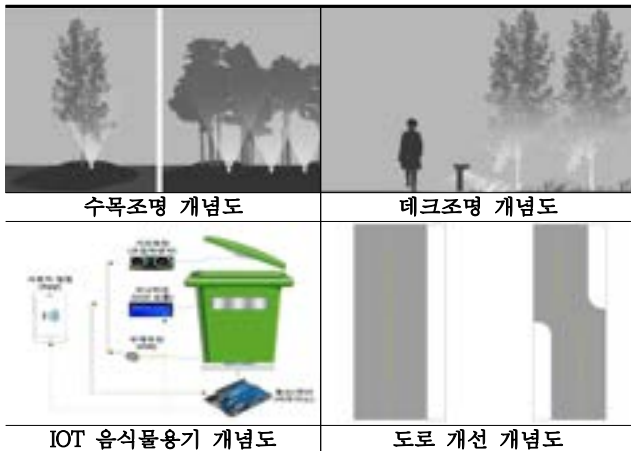


표 9. 바르게 살 길 보행구간 구성요소 적용을 통한 개선방안



### 3.4 ‘바르게 살 길’의 연속성 확보

보행의 연속성 확보를 통해 보행자가 특정 거리를 보행  
할 때 차도, 불법 시설 적치물, 쓰레기, 장애물 등과 같은  
보행을 단절 및 방해하는 요소에 영향받지 않고 쾌적하고

안전한 보행이 이루어지도록 계획해야 한다.

## 4. 결론

본 연구는 충북대학교 중문에 조성된 보행자전용도로  
‘바르게 살 길’의 물리적 환경과 이용행태 분석을 통해  
문제점 및 개선 방향을 도출하는 것을 목적으로 한다. 본  
연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

첫째, 이벤트를 불러일으키고 발길을 유도하는 건물의  
정면은 대부분 672번길을 향하고 있다. 지속적인 가로환경  
의 이벤트를 위해서는 상가 주민에게 보상과 함께 배면의  
관리를 맡기거나, 이벤트를 유발하는 프로그램을 도입하도  
록 한다.

둘째, 대상지 이용행태의 가장 큰 문제는 보행자 전용  
도로에 놓인 불쾌감 유발 요인으로 인해 이용자가 보행  
도로를 우회하고 차도로 걷는다는 것이다. 이 문제는 깨진  
유리창 이론처럼 사람들에게 쓰레기를 버리는 행위에 대  
해 도덕적 불감증을 유발시킨다. 상업시설 뒷문으로 배출  
한 음식물 쓰레기 용기를 오염과 악취가 양호한 RFID 계  
량기로 교체하는 것과 도로를 개선하는 것을 고려해 볼  
수 있다.

셋째, 보행 도로를 비추는 가로등은 대부분 완충녹지에  
심어진 식재에 의해 가려져 어두운 환경을 만들어 낸다.  
이는 사각지대를 만들어 내어 사람들에게 불안감을 유발  
하며 식생 높이보다 낮은 가로등, 조명을 통해서 야간 보  
행환경의 조도를 개선해야 한다.

넷째, 가로에는 인근 상가에서 나온 각종 적치물, 에어  
컨 실외기, 불법 시설물들에 대한 관리가 미흡하다. 지속  
적인 유지관리 시스템을 만들어야 한다.

본 논문에서 제시한 보행 가로환경의 행태 분석 및 평  
가 방법은 보행 가로의 환경 개선 시에 행태와의 인과관  
계를 파악하고자 함에 있어 계획 방향 설정 및 기본 자료  
로 활용이 가능할 것이다. 다만, 연구 결과와 시사점을 일  
반화하기에는 한계가 있어 이러한 부분은 향후 연구에서  
보완하여 가로환경 개선 방향을 제시하고자 한다.

## 참고문헌

1. 최하늘, 조항만, 상업가로에서 흡연이 일어나는 공간의  
특성 연구, 서울대학교 건축학과대학원, 2020
2. 장세린, 홍성조, 행정주심복합도시 상업지역 보행자전  
용도로의 이용행태 문제점 분석 및 개선방향, 충북대대  
학원 도시공학과, 2023
3. 최강림, 도시상업가로 보행환경의 현황분석과 개선방향  
연구, 대한건축학회논문집 계획계 24(12), 2008
4. 안다운, 이경환, 대학 캠퍼스 내 물리적환경이 학생들  
의 보행행태와 외부활동에 미치는 영향, 한국도시설계  
학회지 21(2), 2020
5. 한울, 윤희정, 직접관찰법을 이용한 도심 선형 여가공  
간의 보행자 행태분석, 한국조경학회지, 통권 42호,  
2020



# 유희 공간 적용을 통한 골목 커뮤니티 공간계획에 관한 연구

## - 망리단길 이면의 주민 골목을 중심으로

### A Study on the Space Planning of Alley Community through the Application of Play Space

#### - In Around the alley behind Mangridan-gil

○박 상 화\*

Park, Sang-Hwa

손 태 진\*\*

Sohn, Tae-jin

#### Abstract

This study pays attention to the importance of the resident community, and deals with the problem of disconnection of the resident community by external visitors to Ridan-gil, which was created due to artificial formation. It is emphasized that the alley is a space of various social subjects formed according to the urban social culture. Alleys that are currently filled with strangers and visitors have been excluded from local residents. Therefore, community activities that promote the distinctive identity of alleys and communities among residents are needed. Research on how to create a community alley in Mangridan-gil as a community base and use it as a play space.

키워드 : 유희 공간, 골목길, 커뮤니티, 호모루덴스

Keywords : play space, Alleys, Community, Homo Ludens

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 배경 및 목적

지역주민 간 소통이 이루어지는 골목은 매력적인 상업 시설로 가득한 인위적인 조성으로 특정 골목길(리단길)이 유명세를 얻고 있다. 이방인과 방문객의 유입을 가지고 왔고, 실제로 골목길을 매일 마주하는 주민들의 생활공간으로서의 중요성이 배제되어 왔다. 주민 생활 골목들은 방문객들의 인파에 지역주민 간 커뮤니티가 단절되었고 지역의 정체성을 잃고 있다. 골목길은 정해지지 않은 주어진 공간이 아닌 도시 사회문화적 맥락에 따라 커뮤니티 내 사회적 주체가 만들어 가야 한다.

망원동 망리단길은 리단길 중 저층 주거지 내 골목길이 형성되어 있지만 커뮤니티 환경이 조성되어 있지 못해 지역주민에게 적절한 프로그램과 공간계획이 필요하다. 이는 과거의 지역 공동체적 공간으로 돌아갈 수 있는 단서이고 가능성이 충분한 지역이므로 개선할 필요성이 있다.

골목이 쇠퇴하고 있는 현 상황 속에서 골목길의 주체는 이방인들과 방문객들이 아니라 바로 지역주민이다. 지역주민이 주체가 되어 공동체 활동을 담는 주민 생활 골목에 특색있는 정체성을 만들고 지역주민 간의 커뮤니티를 증진시킬 공동체적 활동이 필요할 것이다.

유희 공간 적용을 통한 공간계획을 연구하고자 한다. 골목길 커뮤니티 공간에 유희 공간 특성을 적용함으로써 다양한 유희적 경험과 일상생활 속의 만남, 그리고 공간적인 기억의 결합으로 개인과 커뮤니티 간의 상호작용을 촉진시킨다.

##### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서 망원동 망리단길 이면의 주민 골목을 대상으로 설정한다. 망리단길 이면의 주민 골목을 대상으로 주민 커뮤니티 거점으로서 역할을 하고 공동체적 활동(놀이)이 이루어지는 유희 공간을 적용하여 골목 커뮤니티 공간을 계획하고자 한다. 과거 골목길 공간의 유희 유형을 분석하여 유희 공간에 대한 건축적 아이디어와 방향성을 제시한다.

연구 방법은 첫째, 망리단길 이면의 주민 생활 골목이 변화해 온 과정을 조사하고 주민 생활을 분석한다. 둘째, 대지 분석을 통한 골목길 커뮤니티 접근 방법과 입체적 분석을 위해 골목길 평면, 입면 체계를 분석한다. 셋째, 유희 유형분석과 유희 공간 적용을 통한 골목 커뮤니티 공간계획안을 제시한다. 넷째, 이론적 고찰을 통해 유희 공간과 골목길 커뮤니티에 대한 문헌적 고찰 및 사례 분석과. 망원동 지역의 특성 및 역사적 배경 등 현장 조사를 한다. 망원동 일대에 유희 공간이 적용된 골목길 커뮤니티 건축 계획안을 제시하기 위해, 지역 특성과 주민 요구사항을 고려한 공간 배치를 제시한다.

\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 5학년 학사과정

\*\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 교수

(Corresponding author : tjsohn@ut.ac.kr)

## 2. 유희 공간과 골목길 커뮤니티 분석

### 2.1 유희 공간의 개념과 특성

#### 2.1.1 유희 공간의 개념

유희(遊戱)\*는 일반적으로 특별한 목적의식 없이도 그것 자체로서 흥미를 느끼게 되는 활동을 총칭한다. 요한 하위징아(Johan Huizinga)\*\*에 의하면 인간은 호모루덴스(Homo Ludens), 유희의 인간이라 정의한다. 또한 목적은 행위 자체에 있고 단순히 노는 것을 지칭하는 것이 아닌 정신적 창조 활동이라 말한다.\*\*\*

호모루덴스에서 요한 하위징아는 유희의 일반적 특징을 자발적 행위, 비밀상적 행위, 시간의 제약, 공간의 제약, 긴장감과 즐거움, 특정한 규칙으로 정의한다. 요한 하위징아가 정리한 6가지 유희 개념을 토대로 유희는 장소에서 놀이라는 활동 자체를 통하여 창조적으로 재생산되는 공간적인 접근이라고 할 수 있다. 공간과 관련되어있는 유희의 특징으로서 자발적 행위와 공간의 제약을 중점을 두고 분석해보면 유희는 행위를 주체적으로 조절할 수 있고 의무가 아닌 행동으로서 이루어진다.

표 1. 공간적 유희의 특성과 유희 공간의 관계

유희 공간	유희공간 특성
자발적 공간	언제든지 행위를 그만둘 수 있음, 비 의무적인 수행, 스스로 생활을 영위해 나갈 수 있음.
비밀상 공간(사건)	일상적 삶에서 벗어난 사건(이벤트), 나름의 성향을 가진 일시적 행위의 영역.
일상 공간	일상생활의 세계 속에 자리하는 공간.

유희 공간은 건축적 공간과 연결해서 자생적 공간, 비밀상 공간, 일상 공간으로 접근한다. 이에 일상적 공간과 비밀상 공간(사건)을 포함한 지역에서 자생할 수 있는 행위를 담는 공간, 목적 없이 스스로 삶을 즐겁게 영위할 수 있는 활동을 포함하는 공간이라 정의하고자 한다.

#### 2.1.2 유희 공간의 특성

공간에 나타나는 유희적인 특성\*\*\*\*을 형태, 공간, 시나리오로 분석하여 골목길이 가지고 있는 시간적 맥락과 공간간의 관계를 파악한다. 형태는 공간구성의 측면에서 비움, 채움, 변형, 확대, 단순화 등으로 접근할 수 있다. 공간은 크기, 높이, 색채 및 재료 등과 관련되는 공간구성과 특성들을 다룬다. 시나리오는 점진적, 은유적인 공간 흐름과 단락을 통해 체험할 수 있는 공간을 다양한 구성들로 살피볼 수 있다.

\* 유희(遊戱), 즐겁게 놀며 장난함. 또는 그런 행위. 유치원이나 초등학교에서 어린이들의 육체적 단련과 정서 교육을 위하여 일정한 방법에 따라 재미있게 하는 운동, 네이버 국어사전

\*\* 요한 하위징아, 호모루덴스의 저자이자 네덜란드 역사가, 네이버 지식백과

\*\*\* 요한 하위징아, 호모루덴스, 2020

\*\*\*\* 任美蘭, 공공공간의 유희적 영역 형성을 위한 공간구성 방법에 관한 연구, 조선대학교 대학원 박사학위논문, 2013. p55

표 2. 공간에서 나타나는 유희적 특성

요소		형태 표현	공간 특성
형태		비움, 채움, 변형(축의 변화, 비틀기), 확대, 단순화	새로운 공간을 인식할 자발적 공간(전이 공간), 갑작스러운 출현을 통한 비밀상 공간
공간	크기, 높이	변형(정방향, 곡선), D/H	공간의 위계, 경험의 확장과 일상 공간
	색채, 재료	벽돌, 자연광, 인공광	일상 공간의 감각과 새로운 감각의 자극
시나리오		점진적 공간구성, 은유적	발단-전개-위기-절정-결말의 공간 경험 확장을 통한 자유로운 공간조화

### 2.2 골목길 커뮤니티 및 유희 공간 적용

#### 2.2.1 골목길 커뮤니티

골목길\*\*\*\*\*의 사전적 정의는 큰길에서 들어가 동네 안을 이리저리 통하는 좁은 길이다.

골목길은 각 생활공간 사이에 형성되는 공간으로 서로 다른 생활공간 사이를 마주하고 있고 하늘로 열린 상태에서 4m 이하의 작은 공간에서 삶을 공유할 수 있는 공간을 골목길이라 정의하고자 한다.

골목길 커뮤니티는 주민들의 일상을 공유할 수 있는 공간적 네트워크이다. 공간적 정의에서 일상이 바깥으로 나오면서 지역 사람들이 같은 행위가 이루어지는 생활의 영역을 같이하는 사람뿐 아니라 골목길 공간을 같이 사용할 수 있는 면적인 범위를 골목길 커뮤니티라 한다.

#### 2.2.2 골목길 커뮤니티 공간에 유희 공간 특성 적용

골목길 커뮤니티 공간에 유희 공간 특성을 적용하면 유희 공간인 자발적 공간, 비밀상 공간, 일상 공간으로 접근하여 커뮤니티 공간인 자생 공간, 사회적 공간, 일상 공간으로 적용하여 다양한 유희적 경험과 일상생활 속 만남, 공간적인 기억을 유지할 수 있다. 이를 정리하면 표 3과 같다. (그림 3, 그림 5 참조)

표 3. 골목길 커뮤니티 공간에 적용된 유희 공간 특성

유희 공간	커뮤니티 공간	특징
자발적 공간	자생 공간	골목이라는 공간을 유희적인 측면에서 커뮤니티 내의 사람들이 연령별 자신의 활동들을 이루어지는 장소.
비밀상 공간	사회적 공간	지역주민들은 다양한 연령층과 구성원들로 존재하며 유아, 아동, 청소년, 청년, 중년, 노인의 공동체들이 자기 역할을 하며 서로의 활동을 공유하는 커뮤니티 공간.
일상 공간	일상 공간	주거지 근거리 골목길 공간에 형성되며 일상적인 공간에서 체험하며 골목길의 연속선상에 있게 함.

## 3. 대상지 분석

### 3.1 대상지 일대의 역사적 맥락

대상은 서울특별시 마포구 망원동 망리단길 일대의 주민 골목으로 한다. 망원동은 조선시대부터 농지를 중심으로

\*\*\*\*\* 골목길, 네이버 국어사전

로 주거지로서 자리를 잡았다. 70년대 홍제천의 옛 물길을 따라 연립주택들이 들어서면서 저층 주거지단지로 자리 잡고 있다. 서울의 아파트 개발과 노후화 주택 재개발을 겪지 않고 있다. (표 4. 참조)

망원동은 저층 주거지로 이루어진 주민 중심의 커뮤니티를 형성하고 있던 동네이다. 그러나 최근 망리단길이 유명세를 얻으면서 몰려드는 인파로 쓰레기와 소음, 사생활 침해 문제까지 주민들의 삶을 침범하고 있다. 이로 인해 주거 환경문제와 경제적인 문제가 발생해 해당 지역에 오래 살아온 주민이 이주해야 하는 투어리스티피케이션 현상이 나타나고 있다.

표 4. 망원동 도시조직 변화 및 발전

1919	1940	1960	1970	1980	2010
홍제천과 농지	토지정비 진행	직선가로 등장	망원유수지 신설	저층 주거지 형성	청년의 유입, 주민의 이주
					

### 3.2 대상지 분석

대상지는 옛 홍제천의 물길을 따라 주거지가 형성되고 물길의 흔적은 현재까지 유지되고 있으며 과거-현재-미래의 장소성을 가진다. 과거의 골목은 생활 구역(망원시장, 세탁소, 이발소 등), 현대의 골목은 상업 구역(망리단길, 프렌차이즈 등), 주거 구역으로 구분된다. 과거의 물길을 따라 형성되었던 주거 구역과 주거지 주변으로 자리 잡았던 생활 구역을 상업 구역이 단절시키고 있다.

우리의 골목인 대상지에 주민과 방문객, 모두를 위한 커뮤니티 공간을 제공하기 위해서는 과거와 현재의 축을 연결하는 새로운 축이 필요하다. 과거의 골목 축을 따라오며 망원시장과 망리단길로 향하는 골목을 변별력 있는 커뮤니티 공간으로 구성해야 한다.

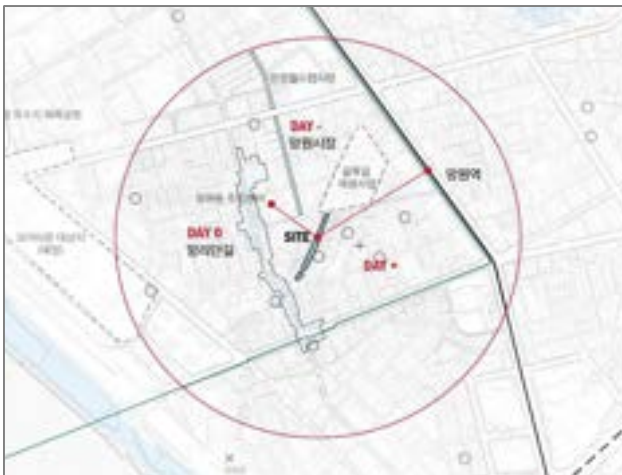


그림 1. 망원동 사이트의 과거-현재-미래의 축

### 3.3 골목길 및 건물 세부 분석

망원동 주변 가장 많이 분포해있는 1980년~1990년대 건물은 주로 연립주택이며 조형 파라펫, 돌출된 공간과 창, 외부 계단, 반지하, 옥탑 등 입면에서 보이는 요소를 유희 공간에 반영해야 할 것이다.



그림 2. 대상지 주변 1980년~1990년대 건물

또한 대지를 중심으로 남쪽 입면과 북쪽 입면의 D/H 분석(건물 사이의 리듬), 사이트 주변 평면의 노후화된 공간, 사이트의 빈 공간, 녹색 공공공간 등 면적 분석을 통한 유희 요소를 비움, 채움, 변형 등으로 유희 공간으로 재해석해야 한다.

대상지 주변 가로비율은 건물 사이 틈 2~7m, 건물의 높이 8~16m 정도로 구성되어 D/H비<1의 수치를 보이고 있다. H에 비해 D가 좁을수록 폐쇄감을 느끼게 된다. 틈을 대상으로 확장하여 공간의 폐쇄성을 완화하거나 폐쇄성을 강조해 공간의 위계를 주어 새로운 공간적 경험이 가능하

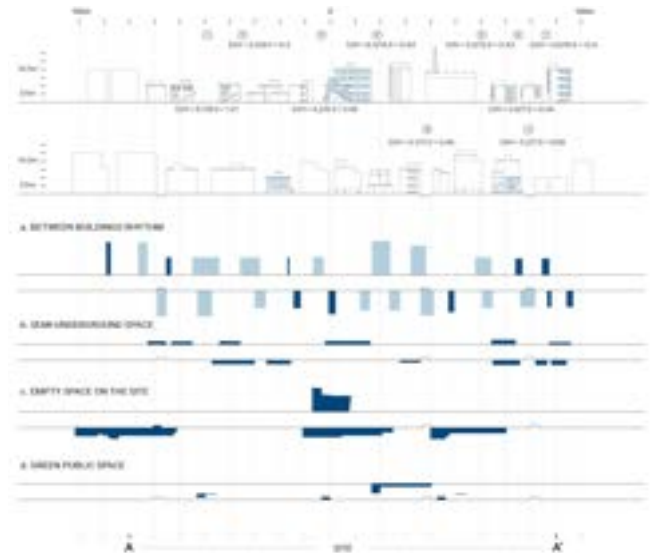


그림 3. 대상지 입면, 평면 맥락 분석

## 4. 계획안의 기본구상 및 계획

### 4.1 프로그램

지역 외부에서 지역주민 연령별 활동공간을 수용하고 있다. 이에 지역주민 연령별 공동체 활동공간을 사이트 내로 끌어들이므로써 지역주민을 위한 생활문화 프로그램을 제공한다. 어린이집과 놀이터, 공방과 전시/팝업, 노인복지센터와 경로당 등 연령별 행위에 따른 활동공간과 기타 녹지로서 소공원 프로그램화 등 망원동 주민의 생활에 따라 프로그램을 구성하고자 한다.



그림 4. 골목길 커뮤니티 프로그램

#### 4.2 프로젝트 아이디어 구성

대상지 공간구성 분석을 통해 높이, 틈 등의 영향에 따라 노드점을 중심으로 3가지의 시나리오를 형성한다. (그림3 참고) 지역주민의 연령별 활동 프로그램을 네트워크화해서 연결공간과 활동의 요소를 지역주민에게 제공하는 공간구성을 다음 그림5와 같이 살펴볼 수 있다.

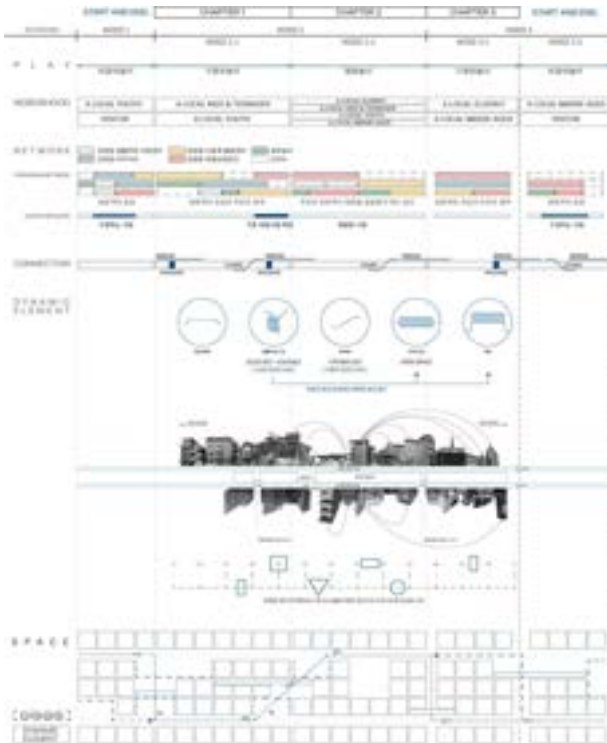


그림 5. 대상지 입면, 평면 맥락 분석을 통한 공간구성

#### 4.3 건축 계획

##### 4.3.1 배치 및 평면 계획

주변 건물 사이의 리듬에 따라 비움-비움, 비움-채움, 채움-채움으로 공간의 위계를 설정한다. B, C, E, F, G 구역은 비움-비움으로 주변 건물 사이의 틈을 확장하고, A, D, H, I 구역은 비움-채움으로 폐쇄적인 공간에서 개방된 공간으로의 연결로 공간의 위계 둔다. 채움-채움은 다양한 활동이 이루어지는 공간을 배치한다.



그림 6. 1F FLOOR PLAN

##### 4.3.2 단면 계획

외부 계단을 통해 상층부로의 접근을 강화하며 브릿지와 테라스를 통해 내부 동선을 외부 동선으로 확장하여

나뉘진 필지의 연결성을 준다.



그림 7. A Series of Gaps

##### 4.3.3 최종 구성안



그림 8. 조감도

#### 5. 결론

본 연구는 망원동 망리단길 이면의 주민 골목을 대상으로 지역주민 간의 소통과 커뮤니티 활동을 촉진하기 위하여 유희 공간 적용을 통한 커뮤니티 공간계획을 제안하고자 한다.

첫째, 골목길 커뮤니티 공간에 유희 공간 특성을 적용함으로써 다양한 유희적 경험과 일상생활 속의 만남, 그리고 공간적인 기억의 결합은 개인과 커뮤니티 간의 상호작용을 촉진한다. 따라서 골목길 커뮤니티 공간을 유희 공간으로 조성하는 것은 지역사회의 지속 가능한 공동체 형성에 기여할 수 있을 것이다.

둘째, 망원동은 과거의 생활 구역, 현대의 상업 구역으로 이루어져 있다. 이를 고려하여 과거와 현재를 연결하고 주민들과 방문객을 위한 새로운 커뮤니티 공간을 제공할 것이다. 또한, D/H비<1의 수치에 따른 폐쇄성을 분석하여 틈을 대상지로 확장하여 공간의 위계를 주어 새로운 공간적 경험이 가능하도록 할 것이다.

셋째, 프로그램과 아이디어에 기반하여 건축 계획은 다양한 연령대의 지역주민을 위한 활동공간을 조성하고자 프로그램을 네트워크화하고 계획안을 제시하였다. 망원동 지역주민들은 연령에 따라 다양한 활동을 즐길 수 있을 뿐만 아니라 지역사회의 발전과 함께 지속 가능한 공동체를 형성하는 데 기여할 것이다.

#### 참고문헌

1. 이준해, 호모루덴스의 유희적 특성을 적용한 공동업무 공간 계획에 관한 연구 석사학위논문, 홍익대학교 실내설계학과, 2014
2. 남예진, 창의성 증진을 위한 공간의 유희적 경험 요소 연구 박사학위논문, 국민대학교 테크노디자인전문대학원 공간문화디자인학과, 2023

# 서울광장의 사용자 행태특징과 개선방안

## Characteristics of User Behavior in Seoul Square and Improvement Suggestions

○신 명 현\*      변 상 혁\*      유 제 환\*      임 정 은\*      손 동 화\*\*  
Sin, Myeonghyeon      Byun, Sanghyuk      Yoo, Jehwan      Im, Jeongeun      Shon, Donghwa

### Abstract

The meaning of a plaza in the city is a space where citizens can freely gather. In the case of Seoul Plaza, it is only utilized during events, remaining largely unused as an open space for pedestrian traffic at other times. Through case studies, analysis, and investigation, the goal is to propose an ideal vision for the plaza. In the absence of events, movement is limited to the vicinity of traffic signals in the late afternoon, with few people staying in the plaza. Even during events, only a small number of visitors utilize the space. In conclusion, it has become a space where free gatherings are not possible, resembling more of a large thoroughfare than a communal area. Drawing insights from examples like Roemer Square, suggestions for improvement involve addressing issues, harmonizing with local businesses and cultural public facilities, and proposing organic connections. Additionally, with the opening of the underground space of Seoul Plaza, a method for conducting a competition to utilize this space is suggested, considering elements such as continuity, centrality, walkability, boundaries, and accessibility to propose a space where people can linger.

키워드 : 서울광장, 행태, 서울시, 광장, 사용자 행태, 개선방안, 행태 특징

Keywords : Seoul square, Behavior, Römerberg, Front of Tokyo C,ity Hall Plaza, Pyeongtaek Side Square,

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경

도심 속 광장은 시민들이 누구나 자유롭게 이용할 수 있는 공공공간이다. 서울광장은 서울특별시청 앞에 위치하고 있다. 이 광장은 삼일운동을 비롯하여 한국 현대사의 중요한 무대 역할을 해왔다. 현재는 잔디광장으로 조성되어 주변 상업시설, 미술관, 박물관 등 문화시설을 찾는 시민들이 오가는 곳이다. 일정 기간 프로그램이 들어오는 기간에 쓰임이 발생하며 그 이외의 경우 허허벌판으로 그저 보행로로써 쓰임이 옳은 방식인가에 대해 많은 사람이 의문점을 제기하고 있다. 이러한 비슷한 크기의 광장 또한, 방향성을 제시하며 도심 속 공공공간인 광장의 인식을 바꾸고자 하지만, 연계성이 결여된 광장에 관한 실증 연구는 미흡한 편이다. 대부분의 연구는 사용자 행태를 고려한 서울 소재 도시광장에 대한 이용자 만족도 분석(이정아 외, 2012)과 같은 연구가 주를 이루고 있으며 이것을 다른 관점에서 연계성이 뛰어난 몇 가지의 사례를 통한 개선안 도출 또한 필요하다.

이에 본 연구에서 사례를 7가지의 관점에서 조사, 분석하여 서울광장과 차이점을 살피며 개선 방안을 제안하며 더욱 나아가 도심 속 광장의 개선점을 찾는다. (그림1)



그림1. 서울광장  
(출처 : 서울시 홈페이지)

#### 1.2 연구의 목적

이러한 차원에서 본 연구에서 연계성이 결여된 광장의 행태 개선이 된 광장의 사례들을 살펴보고 서울광장에 적용하기 위한 행태, 프로그램 등을 살펴보고자 한다.

이를 위해 첫째, 사례 조사에서 퇴머광장의 사례를 통해 서울광장과 비교를 통해 개선 방향 제안 둘째, 만족도 조사자료를 통해 프로그램 및 시설물 제안을 통해 이상적인 광장의 모습을 제시하였다.

\* 충북대학교 건축학과 학사과정

\*\* 충북대학교 건축학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture,  
Chungbuk National University, [dhshon@cbnu.ac.kr](mailto:dhshon@cbnu.ac.kr))



## 2. 이론적 고찰

### 2.1 사례 분석

뢰머광장, 동경도청사, 평택역 앞 광장 3가지의 사례와 대상지, 서울광장의 형태 구성을 비교·분석하여 활성화 방향에 대한 기준을 찾는다.

#### 2.1.1 서울광장

서울광장, 이하 대상지는 서울시 중구 태평로1가에 있는 총면적 13,207m<sup>2</sup>의 광장이다. 대상지는 대한민국의 제1호 광장으로 역사적인 사건인 3·1운동과 같은 일이 일어난 곳이기도 하지만 대상지의 경우 시민들이 들어갈 수 있게 된 것은 불과 20여 년 전 일이다. 대상지는 도시·군 계획 시설의 결정·구조 및 설치 기준에 관한 규칙 제50조, 광장의 결정 기준에 나온 것 중에 일반 광장에 해당하며 첫째 많은 사람들이 모이는 집회·행사·사교 등을 위하여 필요한 경우에 설치할 것, 둘째 전체 주민이 쉽게 이용할 수 있도록 교통중심지에 설치할 것, 셋째 일시에 다수가 모였다 흩어지는 경우의 교통량을 고려할 것, 이렇게 세 가지를 결정 기준으로 삼고 있다. 중심 대광장의 사례로는 광화문광장을 예로 들 수 있다.

#### 2.1.2 뢰머광장

독일의 경제를 담당하는 주요 도시 중 프랑크푸르트의 구시가지 중심지에 위치하여 있으며 15세기부터 사용된 구 시청사였던 ‘쥔 뢰머 하우스’에서 유래되어 이름이

지어진 광장이다. 뢰머광장의 큰 특징 주변 광장 및 거리, 가로 체계와 연결 및 작용한다는 것이다. 또한 상업시설을 이용하는 인원, 유동 인구, 거주민, 관광객 등의 다양한 방문객이 형성되며 프로그램에만 의존하지 않고 다양한 형태가 나타났다.





#### 2.1.3 동경 도청사

동경 도청사는 1990년대 준공된 공공청사 건축물로 ‘단계 겐조(丹下健三)’의 구조주의적 건축과 고딕건축에 대한 시도가 보인다. 상징적인 형태, 반원형의 포디움을 가지고 있고 랜드마크로서 수직적이면서 다양한 입면을 보여주고 있다. 청사 건물이 광장을 둘러싸면서 위요감을 형성하고 있고 연장된 공간을 통해서 외부 필지 및 공원 과도 연결이 되고 있다. 지하로는 지하철역에서 광장으로 바로 올라갈 수 있도록 연결되어 있으며 옥상에는 전망대를 설치하여 사람들을 위까지 끌어올리고 있다.

#### 2.1.4 평택역 앞 광장

평택역 앞 광장은 2025년 완공될 예정인 마스터플랜으로 해외 사례인 애플 리버티 광장과 유사하여 가지고 왔다. 기차역과 미디어 유리 벽을 사이에 두고 광장을 형성하고 있다. 서울광장과 같이 3면이 도로로 둘러싸여 있지만 유리 벽, 시설물, 공중 가로를 통해 보행을 연결하고 보조하고 있었다. 또한 광장과 맞닿는 부분에는 건축물, 바닥 패턴 등 여러 층을 두어 전이된 공간을 갖도록 하였다.

표1. 두 사례의 보행에 영향을 주는 요소

항목 시설		뢰머광장	동경 도청사 광장	평택역 앞 광장
형태 구성	광장 구성 요소 및 특징			
연계성	주변 시설과의 연계성	<ul style="list-style-type: none"> <li>주변에 인접한 역사적인 장소와 거리들을 동선 상으로 연결하여 구시가지 전체의 역사적인 분위기를 형성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시청 및 인프라 시설로 둘러싸여 있음</li> <li>지하철역과 연결되어 있음</li> <li>옥상에는 전망공간으로 열려있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>지하로 이어지는 계단 형식의 광장을 통해 차 없는 거리로 연결</li> <li>광장 양쪽 끝에 시설물과 공중 가로를 통해 옆에 블록과 보행으로 연결</li> </ul>
접근성	광장으로의 접근 용이	<ul style="list-style-type: none"> <li>구시가지 중심지에 위치하여 있음</li> <li>광장 양쪽으로 차량 동선과 트램 노선이 존재, 광장 및 구시가지 전역이 보행 동선 위주로 광장으로의 접근성 및 유동성 확보에 유리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대중교통으로 접근이 용이, 공중 가로 및 메스 통해 블록 보행으로 연결</li> <li>횡단보도가 적절한 간격으로 배치되어 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기차역, 버스 환승 구역, 차량의 접근이 용이</li> <li>지하, 공중 가로를 통해 보행 접근이 다양함</li> </ul>
영역성	경관상 장소의 특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>프랑크푸르트의 역사적 장소인 구시가지의 중심에 위치한 광장</li> <li>과거 시청사였던 쥔 뢰머 하우스와 지금 상권들이 들어선 상인의 집, 예술의 거리에 둘러싸여 있는 광장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>단계 겐조가 구의 포스트모더니즘에 맞춰 랜드마크로 설계한 건축물</li> <li>건물의 저층부와 호흡하도록 지하부터 지상 3층까지 입체적인 동선으로 연결</li> <li>눈에 띄는 콜로네이드와 입면</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>계단식 광장, 기차역, 양옆의 시설물이 광장을 둘러싸고 있어 위요감을 조성</li> <li>계단식 광장에 미디어 파사드를 설치하여 기차역, 광장과 관련된 재미있는 이벤트 요소로 활용</li> </ul>
경계성	광장 공간의 완충공간	<ul style="list-style-type: none"> <li>광장의 곳곳에 상징성의 동상들과 대형 나무를 배치하여 광장 내에서 다양한 행태를 형성하도록 구성</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>바닥 패턴과 수목 조성을 통해서 도로에서의 전이 공간이 형성되어 있음</li> </ul>
보행성	시설물과 보행 간 연결	<ul style="list-style-type: none"> <li>구시가지의 대성당 및 주변 시설과 광장 동선을 보행전용 예술거리로 조성해 유입 및 유동성을 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도청 및 인프라 시설 메스가 광장을 둘러싸고 있어 43m 안에서 보행으로 많은 활동들이 해결됨</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>광장 양 끝과 중앙에 시설물이 위치하여 50m 내에서 다양한 보행 활동이 일어난다.</li> </ul>
정주성	광장에 머무를 수 있는 요소	<ul style="list-style-type: none"> <li>상가가 광장을 입구로 두고 있으며 테이블과 벤치가 조성되어 있어 광장과 상가 이용자들이 머물다 감</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>저층부 완충공간에 벤치 및 수목 공간이 조성되어 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수목 공간 및 빗 활용 조형물과 함께 휴식 공간 조성되어 있음</li> </ul>

## 2.2 거시적인 요소

앞서 소개한 퇴머광장의 지리적, 배경적 특징은 서울광장과 흡사한 면이 있는데, 서울광장의 경우 퇴머광장의 주변 광장과 같이 광화문광장을 접하고 있다. 하지만 사람들의 다양한 행태가 이루어지는 퇴머광장과는 다르게 서울광장에는 단순한 행태만 이루어지는 차이가 있는데 이는 여건이 비슷하나 활용하는 방법에 차이가 있다. 퇴머광장은 주변 환경을 이용하고 지리적 요소를 드러내는 조형물과 건축물의 배치로 머무르는 동선을 다양하게 조성했지만, 서울광장의 경우, 단순히 서울 구 시청사의 앞 공터의 모습으로 구성되어 다양한 체험활동을 강제하는 프로그램들을 제외한다면 그저 가로지르는 보행로로 이용되는 행태가 나타난다. 서울광장은 퇴머광장과 규모는 다르지만, 유사한 조건으로, 행태를 가져오기 위해서는 서울광장 주변과의 연계성을 챙길 필요가 있다. 특히 주변의 광화문광장과 연계가 부족하여 동떨어진 섬의 형태가 되어버렸는데, 이 연계성을 활용한다면 역사적 방향성을 제시하여 계획된 서울광장도 계획 의도와 관련된 행태들을 만들어내는 광장으로 탈바꿈할 수 있다고 판단된다.

## 2.3 미시적인 요소

앞서 분석한 서울광장은 프로그램의 요소로만 사용되고 있었으며 그 외에 사용자들의 다양한 활동을 담지는 못하고 있었다. 그중 주변과의 관계 단절을 가장 큰 요인으로 보고 있다. 보행에 영향을 미치는 요소들을 분류하여 보행 연결, 공공성이 잘 구현된 건축물과 계획안을 살펴보고자 한다. 보행에 영향을 주는 7가지의 요소를 뒤에 나오는 사례에 대입한 것은 <표 1>과 같다.

## 3. 서울광장의 행태

### 3.1 서울광장의 행태의 장

최우석, 김기호(2013)의 “행태의 장 개념으로 본 도심 내 광장의 이용 및 기능에 대한 연구”에서 나온 행태의 장을 구성하는 행동 패턴, 공간환경 패턴, 시간 요소로 나와 있다. 행태란 행동하는 양상을 뜻하며 광장 내에서 사람들이 반복적으로 보이는 행동 패턴으로 인해 사람들의 행동 양상을 파악할 수 있다. 또한 광장 주변의 물리적 공간이나 환경, 시설물 등을 통해 공간환경 패턴을 파악할 수 있으며 광장을 주로 이용하는 시간 혹은 발생하는 이벤트에 대한 개인적인 견해 등으로 시간을 구분하여 볼 수 있다.

### 3.2 서울광장 행동 패턴

서울광장의 주된 쓰임이 머물기보단 지나치는 곳으로 시민들에게 여겨지고 있다는 한계점을 직면하고 있다. 서울특별시에서 제공하는 ‘라이브 서울’을 통해 어떠한 이벤트가 이루어지지 않는 주말 오후 시간대 시민들의 동선을 한 시간의 단위로 측정해 본 결과 가장 분포도가 높은 장소로 나타나는 곳은 광장의 중앙이 아니었으며 신호 등으로 인해 발길이 멈추는 곳에서만 이동과 머무름이 존

재하였다. 이를 통해 현재 광장은 특별한 이벤트가 발생하지 않는 이상 시민들을 머물게 할 수 있는 성격이 드러나지 않는다는 점을 알 수 있었다. (그림2)



그림2. 주말 오후 서울광장의 행태

이벤트가 발생하였다고 해도 그 결과는 다르지 않게 나왔는데 이벤트가 발생하는 장소에는 약간의 행사를 즐기고 휴식을 취하는 사람들만 있었을 뿐 머무르는 공간보단 통행하는 공간으로 사용하는 사람들의 동향이 더 많이 나타난 것으로 파악된다.

### 3.3 서울광장 공간환경 패턴

서울광장은 인근에 녹지와 문화시설 및 문화재가 자리 잡고 있다. 또한 도로 가운데 위치하며 1호선과 2호선 및 버스정류장을 통해 입지적으로 유리한 위치에 있다. 주변의 시설들은 문화·집회시설 혹은 호텔과 같은 숙박시설이 있으며 업무 및 공공시설이 많이 위치한다.

서울광장은 차양 시설 등이 하나도 없는 상태의 넓은 잔디로 존재한다. 이러한 서울광장은 서울시청의 스케일 감에 비해 지나치게 크다는 생각이 들 수 있다는 문제점이 드러나고 있다.

### 3.4 서울광장의 이용 시간

서울시정개발연구원 “서울광장에 대한 시민 만족도 및 이미지 조사”에 따르면 서울광장에는 각종 편의시설의 부족, 광장의 위생관리 및 안전 부분에 관한 문제가 지적되었다고 기술되어 있다. 서울시정개발연구원이 일주일간 이용객을 대상으로 한 설문조사를 통해 <표 2>와 같은 결과가 도출되었다.

표2. 서울광장에 대한 시민 만족도 조사

	비율
이용 현황	거의 사용하지 않는다. - 43% / 가끔 사용한다. - 41% / 자주 사용한다. - 8%
계절	겨울 - 51% / 6-8월 - 22% / 9-11월 - 17% / 기타 - 10%
주중/ 주말	주말 - 66% / 주중 - 29% / 공휴일 - 5%
이벤트 참여	참여하지 않는다. - 59% / 댄스공연 - 13% / 시민·청소년 축제 - 13% / 기타 - 5%
편의 시설	충분하지 않다. - 56.8% / 충분하다. - 10.8% / 기타 - 32.4%

(출처 : 서울시정개발연구원)

이러한 자료를 토대로 현재 서울광장은 사용성에 대한 의미가 많이 퇴색되었다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 차양 시설과 같은 기초적인 편의시설이 존재하지 않아 여름이 아닌 겨울에 이용하는 사람들이 많고 편의시설이 부족하다고 느끼는 비율이 월등하게 높은 것으로 판단된다.

### 3.5 서울광장 행태에 대한 결론

현재 서울광장은 시민이 한 데 어울리는 친근한 마당이 되자는 의미를 잃은 채 하나의 커다란 통행로가 되었다. 이를 해결하기 위해선 서울광장의 행태를 개선하며 시민들이 편하게 휴식을 취하며 머물고 싶은 서울광장이 될 수 있도록 변화를 주어야 한다.

## 4. 개선방안

### 4.1 개선방안

광장의 형태 구성에 있어서 기존 서울광장은 북쪽의 한 면만 서울시청과 호흡하고 있으며 나머지 3면에서 잡아주는 요소가 없어 지나가는 보행자에게 위요감을 느끼지 못하고 있다. 게다가 3면이 도로와 접하고 있어서 소음, 위험에 노출되어 있으며 광장을 이용함에 있어서 수많은 차를 보는 경관을 제공하고 있다. 현재 시청과 시설물과의 행태가 일어나지 않고 있는 남쪽 면을 중심으로 관련 건축물, 시설물 및 조경을 통해 광장 이용자에게 위요감, 안정감을 주어야 한다. 조경을 설치하고 보행로와 정주할 수 있는 공간을 제공한다면 기존의 광장 이용자들이 가지고 있던 불편함을 해결해 줄 수 있다. 또한 도로와 바로 맞닿지 않아 완충의 역할도 기대할 수 있다.

최근 서울시청 하부 공간 활용에 관한 논의가 이어지고 있다. 지하철역, 시청, 멀리는 DDP까지 연결될 수 있는 지하 통로를 연계하는 방안도 고려할 수 있다. 광장과 수직적, 수평적으로 연계된다면 광장을 더 넓고 입체적으로 활용할 수 있다.

## 5. 결론

앞서 사례들과 비교해 본다면 현 서울광장의 현주소는 그저 지나다니는 보행로에 그쳤다. 인근 광화문광장이 존재하지만, 서울광장과 연계가 없어 지리적 이점을 활용하지 못하였으며, 그저 보행용 광장으로, 행사용 광장으로, 서울광장 본연의 역할을 다하지 못하고 있다.

<그림 2>에 따르면 서울광장에서는 주변의 시설과 건물 간의 이동 등 거쳐 가는 이동의 행태가 주를 이룬다. 서울광장은 주변 시청과 지하철역(시청역 1, 2호선), 을지로 역(2호선), 다양한 상업 지구가 형성되어 있는 만큼 유동 인구의 분포가 대다수를 이룬다.

이러한 여건으로 인하여 서울광장은 주변의 각 시설로 이동하는 동선이 주를 이루게 되며, <표 2>와 같이 이후 행사 및 프로그램에 의한 행태를 제외하고는 특징 없는 행태가 주를 이루게 되었다.

해외 사례인 퇴머광장, 동경 도청사와 평택역 앞 광장의 사례를 통해 주변에서부터 보행을 유도하고 광장을 활성화하는 요소들을 정리 및 분석하여 서울광장에 적용해 보았다. 광장은 보행이 연결되고 모이는 곳에 사람들의 휴식 공간과 공간 사이를 연결해 주며 다양한 행태를 받아주는 도시의 마당으로 작동해야 한다. 서울의 역사적인 축과 맞닿는 중요 노드로 작동할 수 있는 가능성이 충분한 공간임에도 앞선 분석 요소들이 적용되지 않아 사람들이 찾지 않고 있다. 이 마당이 작동하기 위해서 개선 방안으로 제시한 요소들을 적용되어야 한다. 거시적으로는 광화문광장과 서울광장 사이에 도심 내 작은 마당 공간을 더 제공하여 연속적인 흐름이 생기도록 하여 거대한 역사적 공간을 만들어 서울광장의 방향성과 영향력을 확립하며, 미시적으로는 영역성, 연계성, 접근성, 경계성, 보행성, 정주성 등의 요소를 고려하여 광장 내 전이 공간, 시청 맞은편 조경, 시설물 등의 제공이 필요하다. 자연스러운 동선 연결과 머무를 수 있는 공간을 제공함으로써 사람들이 쉽게 찾고 이용할 수 있게 되어 기존의 서울광장이 추구하였던 방향성에 걸맞은 광장으로 탈바꿈된다.

## 참고문헌

1. 이정아 외 3명, 서울 소재 도시광장에 대한 이용자 만족도 분석, 한국조경학과지, 고려대학교 대학원, 2012.6
2. 최우석·김기호 2013, “행태의 장 개념을 통해 본 도심 내 광장의 이용 및 기능에 대한 연구”, 『한국도시설계학회지』, 제14권, 제1호, pp.109-120
3. 성동규 2005, “서울광장에 대한 시민 만족도 및 이미지 조사”, 『서울시정개발연구원』 pp.11-22



## 충북대학교 원룸촌 보행환경의 불안 요소와 개선방안

### Anxiety Factors and Improvement of Pedestrian Environment in Chunbuk National University One-room Village

○박 지 호\*      박 종 현\*      윤 은 지\*      이 준 범\*      손 동 화\*\*  
Park, Jiho      Park, Jonghyeon      Yoon, Eunji      Lee, Joonbeom      Shon, Donghwa

#### Abstract

This study examines the conditions of the pedestrian environment around a one-room village located near Chungbuk National University. With the increase of students living on their own, and the uncertainty of safeness around their residence, appropriate improvements were a urgent matter. The main purpose of this research, is to understand the current state of the pedestrian environment around the one-room village, and to propose appropriate improvements in the form of a visual CPTED guideline. The study is executed with concept establishment with preceding cases and studies, followed by surveying and on-site analyzing. As a results, brightness levels, systems, and walkability were critical for environmental design, leading to a visual guideline. The contents emphasize the participation of citizens, therefore suggesting proper incentive policies. These guidelines also need the cooperation of the local government, or related organizations. This study aims to act as the first step towards better CPTED measures.

키워드 : 원룸촌, 셉테드, 셉테드 디자인, 범죄예방디자인, 주거환경, 행태

Keywords : One-room Village, CPTED, Crime Prevention Through Environmental Design, Housing Environment, Housing Environment, Human Behavior

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 배경 및 필요성

대학가의 주위에 형성되어 있는 원룸 주거는 대부분 대학생인 20대 연령층의 거주자가 밀집되어 거주하고 있다. 다수의 청년층 거주자가 밀집되어 있음에도, 그에 따르는 안전이나 주거환경에 관한 연구 또는 조치가 미흡하게 이루어지고 있다. 골목길, 미비한 가로등, 거점(노드)의 부재와 같은 외부의 요소들이 거주자의 행태에 영향을 끼치기까지 한다. 거주자가 위험해 보이는 길인 직선 경로를 피한다거나, 안전을 고려하여 어쩔 수 없이 이사를 감행한다거나, 여럿이 모여 같이 귀가하는 모습도 비일비재하게 볼 수 있다.

본 연구에서는 범죄예방디자인의 실태와 개선방안에 관한 연구의 기초 단계로서, 충북 청주 소재지의 충북대학교의 원룸촌을 대상으로 한다. 해당 장소의 현장 조사를 통해, 존재하고 있는 범죄예방디자인을 파악하고, 문제점과 한계를 발견하고, 개선방안을 제시하고자 한다.

##### 1.2 연구의 목적

본 연구의 목적은 충북대학교 원룸촌을 대상으로 하여 외부공간의 보행환경을 분석한다. 이러한 실태를 바탕으로 문제점을 발견하고 이 과정에서 범죄예방디자인을 적용하여, 적절한 개선방안을 위한 기초 발판을 제안

하는 것이다. 관련 개념 및 적용사례의 조사 및 참고를 거쳐, 현황 분석을 통해 충북대학교 대학가 인근의 원룸 주거에서 이루어질 수 있는 범죄예방디자인에 대한 개선방안을 가이드라인 형식으로 제시하고자 한다.

##### 1.3 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 청주에 소재한 충북대학교 인근의 원룸촌 외부공간을 공간적 대상으로 하고 있다. 범죄 예방에 따른 범죄예방디자인이 이루어지고 있는 외부공간을 연구 대상으로 설정하여, 범죄예방디자인의 현황분석을 중심으로 하고 있다.

본 연구에서 적용한 연구의 방법은 충북대학교 원룸촌 통계분석과 범죄예방디자인의 현황조사가 중심이다. 이와 더불어, 범죄예방디자인에 대한 선행연구를 수행하여 개선방안 제안을 도출하게 된다. 최종적으로는 이러한 과정을 통해 충북대학교 원룸촌, 그리고 타 공간의 범죄예방디자인 조성에 관한 개선방향을 제시하고자 한다.

#### 2. 개요

\* 충북대학교 건축학과 학사과정

\*\* 충북대학교 건축학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture, Chungbuk National University, dhshon@cbnu.ac.kr)

## 2.1 개념 수립

### 2.1.1 범죄예방디자인(CPTED)

범죄예방디자인, Crime Prevention Through Environmental Design이라는 개념은 미국 플로리다 대학의 범죄학 교수인 C. Ray Jeffery가 Crime Prevention Through Environmental Design이라는 저서를 출판하면서 사용되기 시작했다(Jeffery, 1978). 미국의 NIJ(National Institute of Justice)의 Dan Fleissner은 범죄예방디자인을 “건축환경의 적절한 설계와 효과적인 사용을 통해 범죄 불안감과 발생 범위를 줄이고 삶의 질을 증대시키는 기법”으로 정의한다(Fleissner et al, 1996).

기존의 각종 범죄예방 대책과 현장에서 적용되고 있는 다양한 건축 또는 도시계획과 디자인 개념 중에서 범죄예방에 효과가 있다고 판단하는 것들을 체계적으로 정리하여 하나의 개념과 실천 전략으로서 정리한 이론으로 범죄예방이라는 목적 달성에 필요한 다양한 수단들이 종합되어 있기 때문에 기본적으로 범죄로부터 안전한 인프라 구축이라는 측면에서 사회 전반에 걸쳐 적용 가능하다.

### 2.1.2 가이드 라인

기본 개념을 실천하기 위해 윤관영 등에 의해 감시강화, 접근통제, 영역성 강화, 활용성 증대, 명료성 강화, 유지관리의 디자인 가이드가 개발되었다(윤관영 외, 2017). 감시강화는 자연적 감시와 기계적 감시를 통해 감시를 강화하는 것으로 CCTV 등이 이에 해당한다. 접근통제는 범죄자의 접근을 통제하기 위해 인적 경비나 기계적 경비를 사용하는 행위를 말한다. 영역성 강화는 특정 대상에 권리를 주장하거나 책임 의식을 유발할 수 있는 심리적, 물리적 범위 또는 경계를 말한다. 활용성 증대는 자연적 감시와 밀접한 관계를 맺으며, 공간과 시설의 활발한 이용을 통해 자연적 감시를 증대시킨다. 명료성 강화는 공간과 시설을 쉽게 인식하고 이용할 수 있도록 하는 것을 말하며, 주민들의 불안감을 감소시키는 효과가 있다. 유지관리는 범죄예방 기능을 꾸준히 유지하며 노후화된 이미지를 조성하지 않도록 지속해서 관리하는 것을 말한다. 기존 물리적인 환경 개선만 추구하던 1세대 패러다임에서 지역주민의 관심과 참여가 강조되는 2세대 패러다임의 변화에 따라 주민참여를 통한 환경 개선 제안이 요구되는 상황이다.

## 2.2 대상지 현황 분석(충북대학교 후문)

충청북도 청주시에 위치한 충북대학교의 재학생 수는 총 11,000명이며, 매년 신입생 3,000명 중 충청북도 이외 지역에서 2,200명이 입학해 재학생의 대부분이 기숙사와 인근 원룸촌에 거주하고 있다. 그중 학생들이 가장 많이 거주하는 충북대학교 후문 원룸촌 일대를 대상지로 선정하였다. 충북대학교 후문 원룸촌에 거주하는 재학생을 대상으로 설문조사를 실시하였고 설문응답 학생들의 거주지를 기준으로 와 같이 A, B 2개 구간으로 나누었다.

표 1 대상지 범위



Subject Location	Residence Section
	



그림 1 A 구역 현황

A구간은 Fig. 1과 같이 대로변에서 1블럭 안쪽에 위치하고 있으며, 7m폭의 보차혼용도로를 중심으로 건물이 배치되어 있다. 원룸과 원룸 사이에 공지를 형성하여 분리수거장 혹은 주차장으로 이용하고 있으나 야간에는 원룸 사이 공지가 사각지대로 작용하여 범죄의 위험이 있다.



그림 2 B 구역 현황

B구간은 Fig. 2과 같이 A구간과 건물의 배치나 인접 환경은 동일하나 원룸의 형태에서 차이를 보이고 있다. 필로티구조를 이용하여 원룸의 1층을 주차장으로 이용하고 있고 건물하부에 센서등과 CCTV 등을 이용하여 범죄예방을 하고 있다. 하지만 설비의 부족과 노후화로 인해 범죄가 우려된다.

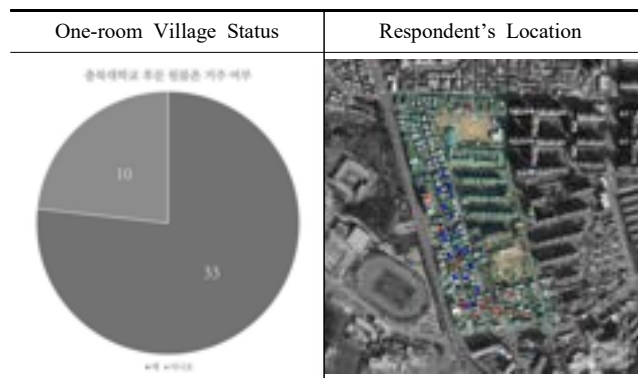
### 2.2.2 거주자 의식조사

충북대학교 원룸촌의 야간 가로 환경이 불량하여 불안함을 느껴 블록의 안쪽이 아닌 대로변에 거주하는 학우들이 존재할 만큼 야간에 시야확보가 어렵고, 우범지역으로 인식되고 있다. 그러나 실제 거주자들이 이와 같이 느끼는지는 알 수 없다. 따라서 본 연구에서는 충북대학교 원룸촌에 거주중인 학우들을 대상으로 의식조사를 진행하여, 실제 거주자들이 충북대학교 원룸촌을 어떻게 느끼고 있는지 확인하고자 한다.

본 연구에서는 충북대학교 건축학과 4학년 재학생 43명을 대상으로 거주지의 위치와 해당 거주지의 범죄예방디자인의 만족여부를 설문조사 형식으로 파악하였다. 의식조사 내용은 충북대학교 원룸촌의 거주여부, 거주지의 위치,

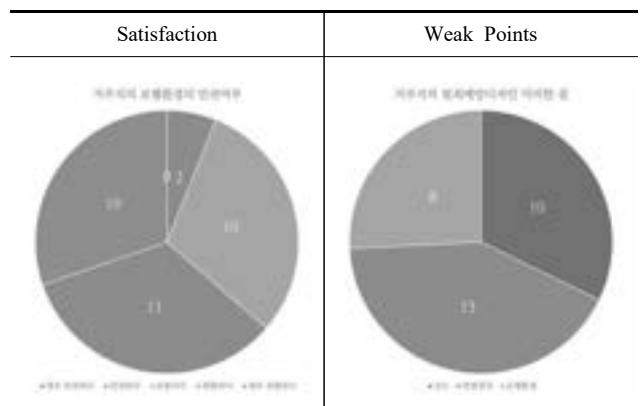
해당 거주지의 범죄예방디자인 만족여부, 불만족 시 미비점에 대한 내용을 담고 있다. 의식조사에 대한 결과는 표 2, 표 3과 같다.

표 2 원룸촌 거주여부 및 거주지 파악



충북대학교 건축학과 재학생 43명 중 33명이 충북대학교 원룸촌에 거주하고 있었으며, 10명은 원룸촌 외에 다른 곳에 거주하고 있었다. 원룸촌에 거주 중인 33명의 거주지는 표 2과 같다.

표 3 거주지의 보행환경 만족여부 및 미비한 점



충북대학교 원룸촌에 거주 중인 33명을 대상으로 해당 거주지의 보행환경의 안전성 만족여부는 표 3과 같다. 그 중 만족하지 않다고 대답한 31명 중 10명은 조도, 13명은 방법장치, 8명은 보행환경이 미비하다고 답했다.

결과적으로 충북대학교 원룸촌의 거주자들은 야간에도 가로등이 잘 정비된 도로변이나 편의점 근처 등에 거주하고 있었다. 또한, 현재 거주지에서 조도, 방법장치, 보행환경 등 범죄예방디자인이 미비하다고 밝혀졌다.

### 2.2.3 대상지 분석

대상지 분석은 각 구간의 물리적 환경에 대한 분석 이후에 거주학생의 인식평가를 실시함으로써 물리적 환경과 보행자의 인식간의 상관 관계를 파악하고자 하였다. 물리적 환경 분석의 경우, 범죄예방디자인의 개념원리와 앞선 거주학생 의식조사를 통해, 공통으로 나타나는 현상 또는 특성을 파악하여, 손동필 등, 그리고 서울특별시가 정의한 위험 및 불안 요소를 바탕으로 정리하였다(손동필 외, 2021; 서울특별시, 2022). 물리적 분석 결과 A구간은 상대적으로 가로등 간의 간격이 좁아 야간에 조도가 높고 사

각지대의 빈도가 낮은 것으로 나타났다. B구간은 사각지대의 빈도가 높고 야간 조도가 낮지만 CCTV, 센서등과 같은 방법장치가 잘 마련되어 있는 상황이다.

표 4 대상지 물리적 환경 분석

Category	Variable	Section A	Section B
Brightness	Street Light	30m	35m
	Blind Spot Frequency	4 spots (20m interval)	6 spots (17m interval)
Detection System	Crime Prevention Measures	X	CCTV, Sensor Lights
	Barriers	X	X
Walkability	Street System	Mixed	Mixed
	Width	7m	7m

표 5 대상지 인식평가

Category	Variable	Section A	Section B
Safeness	Morning (06:00~12:00)	4.2	3.9
	Daytime (12:00~18:00)	4.7	4.4
	Evening (18:00~24:00)	1.2	1.9
	Nighttime (00:00~06:00)	1.5	1.3
Improvement Importance	Brightness	3.8	4.1
	Detection System	4.3	4.5
	Walkability	3.0	2.8
CPTED	Importance	3.8	4.2
	Participation	4.0	4.1

대상지 인식평가는 “1. 전혀 아니다, 2. 조금 아니다, 3. 보통이다, 4. 조금 그렇다, 5. 매우 그렇다”의 5점 척도로 진행되었으며, 설문 결과의 평균값으로 측정하였다. A구간보다 B구간이 저녁시간을 제외한 모든 시간에서 안전지수가 낮게 나타났다. 환경 개선의 필요성과 범죄예방디자인의 중요도 및 참여의사 역시 B구간이 높게 나타났다. 이는 CCTV와 같은 방법장치의 부재보다 조도나 사각지대와 같은 직관적 요소가 보행자에게 더 강한 불안요소로 다가온다는 사실을 알 수 있었다.

### 3. 개선방안 제안

#### 3.1 계획수립

분석 결과 가장 두드러지는 문제점은 주거지의 영역 안

밖으로 나타나는 사각지대로써, 조도 환경이 좋지 못하거나, 방법 장치가 적절하게 이루어져 있지 않은 주요 공간으로써, 보행환경에까지 영향을 미치는 모습들을 볼 수 있었다. 이에 따라 이러한 사각지대를 보완하는 것이 먼저 이루어져야 한다고 생각했다. 1) 필로티 하부 공간을 밝게 만들어 자연적 감시를 통한 감시강화를 한다. 2) 원룸 사이의 사각지대를 빛이나(감시강화) 접근통제 시설(접근통제)을 둔다. 3) CCTV와 같은 방법 장치를 설치하여 기계적 감시를 통한 감시강화를 한다. 4) 보행환경의 개선을 통해 영역성을 강화한다. 1), 2), 3)과 같은 경우에는 주민들의 적극적 참여를 통해 마련하는 것이 중요하다. 3), 4)의 경우에는 지자체 또는 관련 단체의 적극적 개입을 통해 유의미한 결과를 가져올 수 있을 것으로 예상한다.

### 3.2 전략실행



Fig. 3 Section A Strategy Execution



Fig. 4 Section B Strategy Execution

1), 2), 3), 4)의 내용들을 바탕으로 각각 A 구간과 B 구간의 공간에 범죄예방디자인을 적용한 모습을 각각 Fig. 3와 Fig. 4에서 볼 수 있다. A 구역의 경우, 보행환경을 개선하고 기존에 미비했던 방법장치를 설치하여 야간 보행

환경을 개선한다. B 구역은 앞선 개선사항에 추가로 사각지대인 필로티 하부환경을 개선하고 사각지대로의 접근통제를 실시하여 야간 보행환경을 개선한다. 더불어, 1), 2), 3)의 개선방안은 주민들의 적극적 참여를 필요로 하기 때문에, 그에 따른 합당한 인센티브 제도를 도입할 것을 제안한다. 이러한 인센티브 제도는 조영진 등에 따르면, 인근 주민들의 자발적 참여를 유도하는 수단으로서, 강제적 규제 위주의 개입 방식이 아닌, 참여 유도를 위한 보상 또는 혜택을 의미한다(조영진 외, 2016).

### 4. 결론

본 연구는 충북대학교 원룸촌에 적용된 범죄예방디자인을 개선하기 위해, 선행연구와 현황분석을 바탕으로 개념을 도출하고, 분석 요소별로 개선방안을 제시하였다. 기본개념을 실천하기 위해 ‘감시강화, 접근통제, 영역성 강화, 활용성 증대, 명료성 강화, 유지관리’의 디자인 가이드를 참고하여 대상지 현황 분석을 진행하였다. 거주자의 식조사를 통해 현재 조도, 방법장치, 보행환경 등 범죄예방디자인이 미비한 것을 발견하였다. 개선방안을 제시하는 과정에서, 각 구역에 알맞는 가이드라인을 제시하였다. 현 상황을 바탕으로 새로운 가이드라인을 제시하는 데 집중하였지만, 후속 연구에서는 더욱 다양한 분석 요소를 바탕으로 다각적 접근이 필요할 것이다. 또한, 유지관리 측면에서의 인센티브 제도는, 관련 주체들의 적극적인 참여가 뒤따라야 할 것이다. 이 연구는 실제 주거 공간과 거주자 행태의 분석을 통해 범죄예방디자인의 개선방안과 가이드라인을 제안한 점과, 추후 연구의 발판을 마련하였다는 점에서 의미가 있다고 볼 수 있다.

### 참고문헌

1. C. Ray. Jeffery, Crime Prevention Through Environmental Design, Sage Publications, 1978
2. Dan Fleissner, Fred Heinzmann, Crime Prevention Through Environmental Design and Community Policing, National Institute of Justice, 1996
3. 윤관영, 김성은, 이세선, 문화재 보존 및 활용을 위한 CPTED 적용 방안에 관한 연구, 연세대학교 공학대학원, 2017
4. 손동필, 현대환, 박유나, 범죄두려움 저감을 위한 도로 조명 조도 기준 연구, 건축공간연구원, 2021
5. 서울특별시, 생활안심디자인 가이드라인, 2022
6. 조영진, 김용국, 건축물 범죄 안전 디자인 성능에 관한 연구 - 다세대·다가구 주택의 범죄안전 평가방법을 중심으로, 건축도시공간연구소, 2016

# 도심 속 유휴산업시설의 재활용을 통한 문화생산체계 구축 방안 연구 - 서한모방(구 청주방직) 사례를 중심으로 -

## A Study on the Establishment of Cultural Production System through Recycling of Idle Industrial Facilities in the City - A Case of Seohan Textile(Former Cheongju Textile plant) -

○이 민 혜\*      이 명 재\*\*  
Lee, Min-Hye      Lee, Myung-Jae

### Abstract

When converting idle industrial facilities, it is necessary to consider a shared space that is based on the characteristics of the local community and corresponds to the urban context, rather than simply reusing physical structures. Therefore, the purpose is to set the target site as Seohan Textile, an neglected textile factory in Cheongju-si, and to propose a next-generation cultural production structure and preservation of physical space through remodeling. The regeneration value is derived by grasping the significance of the preservation of idle industrial facilities and the connection with regional regeneration. It also proposes a renovation plan to establish a cultural production system through the Knowledge Industry Center as a prototype for new regional regeneration using idle industrial facilities.

키워드 : 유휴산업시설, 서한모방, 지역 재생, 복합문화, 문화생산

Keywords : Idle Industrial Facilities, Seohan Textile, Knowledge Industrial Center, Regional Regeneration, Cheongju

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

본 연구는 청주시의 방치되고 있는 방직공장인 ‘서한모방’의 리모델링을 통해 도심 속 유휴산업시설의 재활용을 통한 물리적 공간의 보존과 이를 통한 차세대 문화생산구조를 제안한다. 따라서 지역 커뮤니티와 연결되어 커뮤니티 문화 공간으로써 새롭게 작동하는 지속가능한 공간의 가능성을 시사한다. 청주산업단지 형성과 도시 팽창과정에서 함께 성장한 서한모방은 산업과 주거의 도시적 경계에 위치해있다. 대상지 주변으로는 기성 시가지 노후 산업 재생사업의 일환으로 인근에 고층아파트 건설을 추진하고 있다. 기존의 도시조직을 고려하지 않는 아파트의 공급으로 인해 저층 노후 주택, 상가는 소외되고 산업단지와 주거단지는 단절되고 있다. 따라서 산업과 주거지를 잇고 상호작용할 수 있는 공간이 필요하며, 양면성이 나타나는 두 공간을 연결하는 대상지의 역할에 주목한다.

이에 본 연구는 쇠퇴한 과거 산업공간의 가치 연장과 더불어 지역 재생을 건축계획의 기본방향으로 한다. 산업단지와 주거·문화·교육이 혼재한 대상지의 특수성을 고려하고, 주변의 프로그램 및 상황을 연결할 수 있는 중심공간으로 계획하여 대상지와 도시맥락을 연결하는 방안을 새로운 문화를 생산하는 것으로 도출하는데 그 목적이 있다.

#### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 충청북도 청주시 일반산업단지 제1산단에 위치한 유휴방직공장인 서한모방의 건축물을 대상으로 한다.

본 연구의 방법은 다음과 같다. 첫째, 유휴산업시설을 이론적으로 고찰하여 재활용의 의의와 지역 재생과의 연계성을 파악한다. 문헌 및 선행연구를 바탕으로 복합화된 유휴산업시설이 커뮤니티 공간으로서의 재생가치를 지니는지 살펴본다. 둘째, 유휴산업시설을 재활용할 때 형성되는 문화생산체계와의 연결 관계를 분석한다. 셋째, 분석결과를 토대로 재활용 가치 파악, 건축계획 요소와 방향에 대한 물리적 공간 및 프로그램 구성을 도출한다.

\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 5학년

\*\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 교수

(Corresponding author : Major of Architecture, Korea National University of Transportation, meisterlmj@ut.ac.kr)



## 2. 유희산업시설에 대한 이론적 고찰

### 2.1 유희산업시설의 개념과 범위

유희산업시설의 ‘유희(遊休)’는 사전적 정의로 ‘쓰지 아니하고 놀림’이라는 의미이다. 따라서 유희산업시설은 현대 사회의 산업구조가 탈산업화, 정보화 사회로 변화하면서 과거에 생산, 저장, 기반시설 등의 중요한 역할이었던 시설이 본래 기능을 상실하고 방치된 산업시설 등을 의미한다.<sup>1)</sup> 과거 경제발전의 중추적인 역할을 하였던 산업시설들이 시대의 변화에 적응하지 못한 채 기능을 상실하여 노후화되고 도시 내에 물리적 형태로만 방치되었다.

이처럼 산업화 시대에 실질적 역할을 하였으나 시대의 변화에 도태되어 활용되지 않아 도시경관을 저하하고, 도시 활성화에 장애물로 여겨지는 혐오시설을 유희공간이라 할 수 있다.<sup>2)</sup>

### 2.2 유희산업시설 재활용의 의의

도시발전의 패러다임이 개발에서 재생으로 변화함에 따라 유희공간은 사회적·문화적·경제적 측면에서 지속 가능한 도시재생을 위한 잠재력을 갖춘 자원으로 새롭게 평가받고 있다. 특히 유희산업시설은 산업화 시대 경제발전의 바탕을 이룬 중요한 시대적 의미가 있는 공간으로써 대체로 도심에서의 접근성이 높으며, 유희공간 중 상대적으로 큰 규모인 경우가 많다. 또한, 역사적 시대를 기록하는 중요한 산물로써 지역의 역사적 가치와 정체성을 내포하고 있는 지역을 대표하는 문화·예술 공간으로 재활용되는 사례가 증가하고 있다.<sup>3)</sup> 지역사회와 주민들의 기억이 축적된 산업문화적 공간이기에 지역 활성화를 목적으로 지역의 정체성을 반영하고 복합화하여 도시의 이벤트 시설로서의 가능성이 있다.

### 2.3 국내 유희산업시설 재생 사례 연구

본 장에서 성수연방, 조양방직, 문화비축기지를 유희산업시설 재생 사례로 선정하여 기능적 변화와 재활용계획요소를 분석하고자 한다. 표1과 같이 공간 변화계획을 신축, 증축, 보존으로 분류하고, 운영 중인 프로그램을 전시, 교육, 체험, 상업, 휴게로 구분하여 사례의 최초 용도로부터의 기능적 변화를 분석한다. 또한, 선행연구의 유희산업시설 재생현황 및 구분을 참고하여 복합화된 유희산업시설의 재생가치 요소를 장소성, 기능성, 경제성, 지속성으로 구분하고, 각 요소의 강도를 4개의 척도(매우 강, 강, 약, 매우 약)로 판단하였다.

표1. 유희산업시설 재생 사례분석

재생가치 강도 : 매우 강 ● / 강◎ / 약 ○ / 매우 약 ○

		성수연방 <sup>4)</sup>	조양방직 <sup>5)</sup>	문화비축기지 <sup>6)</sup>
건물이미지				
용도	이전	화학공장	방직공장	석유비축기지
	현재	복합문화공간	카페	복합문화공간
공간변화 계획	신축	-	-	○
	증축	○	○	-
	보존	○	○	○
프로그램	전시	○	○	○
	교육	-	-	-
	체험	-	-	○
	상업	○	○	○
	휴게	○	○	○
재생가치 요소	장소성	◎	◎	●
	기능성	◎	◎	◎
	경제성	◎	◎	◎
	지속성	◎	◎	◎

### 2.4 사례분석의 종합 및 시사점

유희산업시설의 재활용계획은 산업시설의 건축적 요소뿐만이 아니라 비(非)물리적 요소까지도 ‘보존’의 자원으로 인식해야 하며, 건축물 단위의 선별적 개념의 계획을 넘어서 지역에 새로운 활력을 부여할 수 있는 지역 자산으로서 가치를 부여하는 것이 중요하다.<sup>7)</sup> 따라서 물리적 환경개선을 통해 도시경관을 쾌적하게 형성하는 것뿐만이 아니라 기존의 물리적 형태를 보존, 증축, 신축하여 새로운 용도로 공간을 창출한다. 용도전환 및 공간변화계획과 프로그램의 도입을 통해 형성된 재생가치는 지역과의 조화와 지역 문화형성을 위한 방식을 취하고 커뮤니티를 고려한 공공적 역할을 수행할 수 있는 공간을 제공하고 있으며 경제적 관점에서 지역 활성화를 촉진시키는 특징을 가진다.<sup>8)</sup>

이처럼 지역산업을 담당했던 유희산업시설의 재활용을 통해 지역과 결합된 프로그램 콘텐츠를 기획하고, 가치 창출을 통해 자체적으로 지역주민의 수요를 충족시키며 유희산업시설의 재생가치를 높이는 사례가 있음을 볼 수 있다. 문화적 요소의 복합화를 통한 유희산업시설의 재생은 지역 커뮤니티 공간의 요소로 작용할 수 있으며 새로운 문화생산체계를 만들어 내는 것으로 보인다.

4) 그림출처 : [https://www.ohmynews.com/NWS\\_Web/View/at\\_pg.aspx?CNTN\\_CD=A0002839472](https://www.ohmynews.com/NWS_Web/View/at_pg.aspx?CNTN_CD=A0002839472)

5) 그림출처 : <https://www.c3korea.net/seongsu-federation-fhhh-fr-iends/>

6) 그림출처 : <https://parks.seoul.go.kr/template/sub/culturetank.do>

7) 천준호, 밀라노 디자인 지구 내 유희산업시설의 재활용 사례연구, 2020

8) 정영호, 이상윤, 도심 중·소규모 폐산업시설 재생 건축 계획 특성 조사연구, 2019

1) 이상균, 이금진, 유희산업시설을 활용한 복합문화공간의 지속 운영 가능한 재생 방향 연구, 2019

2) 정영호, 이상윤, 도심 중·소규모 폐산업시설 재생 건축 계획 특성 조사연구, 2019

3) 천준호, 밀라노 디자인 지구 내 유희산업시설의 재활용 사례연구, 2020

### 3. 유희산업시설의 문화생산체계

유희산업시설이 갖고 있는 건축적 특징에 주목할 경우 매력적인 공간으로 탈바꿈할 수 있지만, 장소가 갖고 있는 주요한 특성 중 하나로서 장소와 이를 점유하는 인간 사이의 상호 작용 사이에서 발생하는 의미라는 측면에서는 미학적인 부분에만 주목하게 된다. 따라서 프로그램 요소에 있어서 공간환경과 인간의 점유 사이의 상호 관계라는 관점을 활용해 공간환경이 갖고 있는 광역적 맥락 요소들의 상호 작용을 적극 활용하는 것이 중요하다.<sup>9)</sup> 본 연구에서는 이러한 부분을 고려하여 유희산업시설을 재활용하였을 경우 생성된 문화와 이를 활용하여 형성하는 지역 네트워크의 과정을 문화생산체계라 정의한다.

산업혁명 이후 직주 분리가 보편적이었으나, 사회구조가 디지털화되면서 생산방식은 시간과 공간에 대한 경계가 모호해졌다. 특히 문화의 생산이 더욱 그러하다. 때문에 건축공간구조 또한 이와 같은 모호성에 대응할 수 있는 형식으로 전환되어야 함을 의미하게 된다.<sup>10)</sup> 따라서 일상적 삶의 행태를 자연스럽게 수용할 수 있는 열린 구조의 공간이 오히려 필요해지는 것이다. 이를 통해 거주와 문화가 동시에 존재하게 될 때 새로운 문화의 생산이 이루어질 수 있다고 해석할 수 있다. 더 나아가 유희산업시설이 기존에 가지고 있었던 산업적 요소를 더해 장기적이고 지속가능한 생산구조를 구축할 수 있다.

문화생산체계는 주거, 상업, 산업, 전시 등의 여러 기능이 한 공간 속에 자리하며 복합문화로 기능함으로써 발생하는 공공 네트워크의 특성을 보인다.

### 4. 서한모방의 보존과 활용 방안

앞에서 정리한 유희산업시설의 이론적 고찰과 문화생산체계를 바탕으로 계획 대상지인 서한모방을 분석하고 계획 및 설계를 진행한다.

#### 4.1 서한모방의 건축적 가치

서한모방의 공장건물은 7개의 장방형 박공지붕 건물이 나란히 배치되어 하나의 정방형 건물로 이루어진 건축물이다. 철근콘크리트와 연와조로 구성된 구조이며, 70년대 경량철골 트러스 위에 슬레이트가 사용된 박공지붕 근대건축물이다. 본 건물은 직포공장과 창고로 쓰였으며, 부수적인 기타 공간은 공장건물의 주위에 부속건물(자재창고, 공작실, 기관실, 샤워실, 발전실, 보일러실, 고가수조)과 여성 노동자들의 근속을 장려하기 위해 조성했던 기숙시설(여기숙사, 학교, 생활관, 수위실)이 산재되어 있다. 나머지 공간은 하역을 위한 주차공간과 완충녹지 규정을 위한 목적의 폐쇄적인 조경이 형성되어 있다.

거대한 덩어리의 박공지붕 공장은 사이트에서 강한 건축적 언어로 자리하고 있으며, 담장으로 둘러싸여 있지만 도로변과 마주하고 있기 때문에 지역주민들에게 많이 노출되어 있다.

인근에 산업단지와 대학교로 이어지는 도로로 인해 통행량이 활발하며 접근성 측면에서 도로와 연결성이 높은 위치이다. 근대건축물이자 산업화 시대의 건축자산을 복합화한 공간과 우수한 접근성을 활용하여 방대한 외부공간을 개방적으로 조성한다면 다양한 행위가 일어날 가능성이 있는 공공성을 지닌 공간으로 구성될 잠재력이 있다.



그림1. 조감도

#### 4.2 서한모방의 도시맥락적 가치

서한모방이 위치한 청주 일반산업단지는 청주시에 산재한 공장을 이전하고 지방의 공업수요에 대처하기 위하여 적성 공업을 유치함으로써 청주시를 소비도시에서 생산도시로 전환한 중부권 최대 규모의 산업단지이다. 70년대부터 50여년 동안 형성되어 도시 팽창과 함께 성장하였기 때문에 산업단지가 도심 한복판에 위치한 모습을 띠게 되었다. 제1산단으로 시작하여 현재는 제4산단까지 조성되었는데, 산업화 시대에 형성된 제1·2산단이 노후화되어 재생사업의 필요성이 제기되고 있다. 이에 청주시는 4차산업혁명 시대에 대응하고자 노후산단을 디지털·친환경 산업단지로 변모시키는 스마트화 촉진사업을 추진하고 있다.

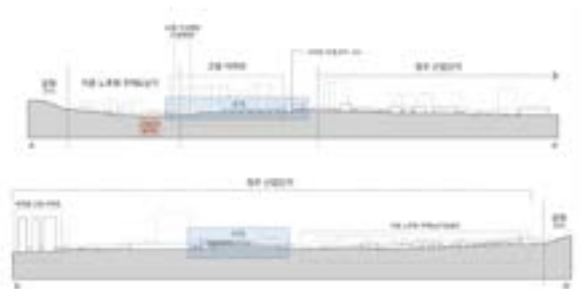


그림2. 용도구역에 따른 도시적 경계 분석

산업단지가 성장하며 증가한 지역인구를 수용하기 위해 형성된 주거단지로 인해 형성된 용도구역에 따른 도시적 경계를 기준으로 주거지에 고층아파트 재개발이 진행되고 있다. 그러나 무분별한 고층주거의 공급은 경계선을 기준으로 서로 상반된 모습을 띠며 마주하고 있는 ‘공장’과 ‘주거’의 공존보단 경제적 이윤을 고려한 것으로 도시재생의 근본적인 역할을 수행하지 못한다. 따라서 산단과 주거지를 이어주며 상호작용할 수 있는 중심공간이 요구되는 모습을 발견할 수 있다. 이러한 현상 가운데에 위치한 서한모방은 산업·문화·주거·교육이 혼재한 곳에서 지역거점공간으로서의 가능성을 지닌다.

9) 채창우, 서동연, 장소형성요소로 본 인천광역시 유희공장 재생방안 사례 연구, 2019

10) 우경국, 건축과 문화생산의 관계, 2007

#### 4.3 기본 구상 및 프로그램

앞에서 정리한 건축적·도시맥락적 가치를 종합하여 건축계획의 기본 구상과 프로그램을 설정한다. 과거 지역주민의 생산구조 및 생활양식과 깊은 연관이 있었던 방직공장의 옛 장소성을 보존하면서 기존 구조 활용을 통한 리모델링을 진행하되, 지자체가 추구하는 도시재생의 목적을 반영하여 새로운 장소성을 형성해 연속적 가치를 지니도록 계획한다. 산단과 주거지의 도시적 경계에서 중심역할을 수행하기 위해 각각의 영역 특성을 반영한 산업시설과 주거공간이 공존할 수 있는 건축용도인 지식산업센터를 제안한다.

대상지가 기억하는 과거 산업을 4차산업화한 섬유패션산업과 예술로 현대화하여 프로그램적 측면에서도 장소성을 연장한다. 또한, 산업단지 입주기업과 산단근로자를 위한 산업지원시설과 청주시 청년인구를 고려한 창업지원 및 평생교육원을 제안한다. 주거프로그램으로는 레지던스를 통해 높은 주거 편의성과 유동적 운영이 가능한 정주 환경을 조성한다. 분양보다 임대를 위주로 공급하는 방식을 채택하여 주변의 경제적이윤만을 추구하는 고층아파트로 인한 지역단절 현상을 완화한다. 다른 산단에 비해 턱없이 부족한 공공녹지는 보완하기 위한 공원을 조성하고, 근린시설을 통해 지역주민들이 커뮤니티, 여가 공간으로 활용할 수 있는 공공공간도 조성한다. 즉, 본 연구는 도시의 유희산업시설을 활용한 새로운 지역 재생의 프로토타입으로서 지식산업센터를 통해 문화생산체계를 구축하는 리노베이션 방안에 대해 제안한다.

#### 4.4 건축계획

기존 건축물의 기둥을 기준으로 공간을 분할 또는 철거하였다. 도로변과 마주한 주출입구 위치의 공간을 들어내고 내부 중정과 연결되도록 하여 분절된 각 건물 동으로의 접근이 용이하고 다양한 사용자들과의 커뮤니티가 가능하게 한다. 각각 산재되어 있던 부속 건물들을 증축을 통해 연결하여 제조라인으로 조성하고 하역전용도로와 공간적으로 분리한다.



그림3. 1층 평면도

박공 아웃라인의 질서 속에서 새로이 배치된 여러 프로그램들과의 공간적 연계성과 동선을 고려한 위치에 레지던스 타워를 배치한다. 수평적 질서만 자리했던 장소에 수

직적 공간을 배치하여 서로 다른 동선의 역임이 발생하도록 한다. 이를 통해 주거와 산업 프로그램의 공간 네트워크가 형성될 수 있다.



그림4. 건축 설계안 단면 투시도

#### 5. 결론

본 연구는 급격한 산업구조의 변화로 도태된 과거의 산업공간을 물리적 공간보존과 과거 산업을 연장한 문화생산구조를 제안하여 가치를 연장한 지속가능한 산업공간을 제시한다. 청주산업단지에서 방치된 유희산업시설인 서한모방의 재생가치를 발굴하고, 지식산업센터로 리노베이션하는 설계 계획안을 통해 구체화한다. 과거와 현재가 혼재되어있고 스케일이 부조화된 건물로 인한 다면적인 도시 풍경과 단절된 맥락에서 취해야 할 건축적 자세를 논할 때, 기존 도시경관의 문법을 따르며 재활용을 통한 가치 연장으로 지역 활성화를 방안을 제안한다. 지역 정체성을 회복시키기 위해서는 무분별하게 경제적 이윤만을 추구한 재개발이 아닌 유희시설 활용에 대한 인식 개선과 지속가능한 운영 프로그램(문화생산체계)의 구축을 위한 연구가 진행되어야 할 것으로 보인다.

#### 참고문헌

1. 채창우, 서동연, 장소형성요소로 본 인천광역시 유희공장 재생 방안 사례 연구, 한국공간디자인학회논문집, 282-291, 2019
2. 박정현, 재래식 공장의 현대화를 통한 유희산업시설 보존과 활용방법 제안 : 동일방직 인천공장 사례를 중심으로, 한국건축역사학회 학술발표대회논문집, 125-130, 2022
3. 고대은, 건축계획의 관점에서 바라본 지식산업센터에 관한 연구, 한국문화공간건축학회논문집, 29-38, 2021
4. 정영호, 이상윤, 도심 중·소규모 폐산업시설 재생 건축 계획 특성 조사연구, 대한건축학회 춘계학술발표대회논문집, 25-28, 2019
5. 윤정란, 이현주, 공공아파트형 공장 건립방안에 관한 연구, 한국토지주택공사 토지주택연구원, 207-215, 2016
6. 천준호, 밀라노 디자인 지구 내 유희산업시설의 재활용 사례연구, 한국공간디자인학회논문집, 228-239, 2020
7. 이상균, 이금진, 유희산업시설을 활용한 복합문화공간의 지속운영 가능한 재생 방향 연구, 한국디자인학회논문집, 87-98, 2019
8. 홍병근, 이정혜, “문화제조창”(청주시 구 연초제조창 리모델링) - 담배공장에서 문화를 담은 휴식처로, 한국리모델링협회, p.17-21, 2019
9. 우경국, 건축과 문화생산의 관계, 건축문화anc, p.40-42, 2007



# 랜즈케이프 개념을 통한 일상 속 정치공간에 관한 연구

## - 세종로공원 담론 클라우드 계획안 -

### A Study on Political Space in Daily Life through the Concept of Landscape

#### - Focused on Discourse Cloud Plan in Sejong-ro Park -

○김 나 경\*                      성 기 문\*\*  
Kim, Na-Kyung                  Seong, Gi-Mun

#### Abstract

In a rapidly changing modern society, politics greatly influences our daily lives, but people do not regard politics as part of their daily lives. As a representative-centered political system that has been around for a long time, the politics we commonly see seem to be trapped in a camp logic that is completely different from our daily lives. Political space also became the exclusive domain of representatives, leading to a decline in citizen participation and civil society.

This study aims to explore the possibility of developing politics into a public action that can be naturally encountered in daily life, rather than a temporary collective action in modern society, by overlapping the space of daily life with the currently disconnected politics of the Republic of Korea. By analyzing the case of and applying the landscape concept, we aim to derive an architectural plan for political space in daily life.

키워드 : 랜즈케이프, 도시, 광장, 민주주의, 정치, 일상, 복합공간, 담론, 공원

Keywords : Landscape, City, Plaza, Democracy, Politics, Daily Life, Complex, Discourse, Park

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

빠르게 변화하는 현대사회에서 정치는 우리의 일상을 크게 좌우하지만, 사람들은 정치를 자신의 일상으로 여기지 않는다. 오랫동안 이어져 온 대표 중심의 정치 체제로 흔히 접하는 정치의 모습은 우리의 일상과는 전혀 다른 진영 논리에 갇힌 것처럼 보인다. 정치 공간 역시 대표의 전유물이 되어 시민들의 참여의식과 시민사회의 위축으로 이어졌다. 본 연구는 정치가 현대사회의 한시적인 집단적 행위가 아닌 일상 속에서 자연스럽게 마주할 수 있는 공공 행위로의 발전가능성을 모색하기 위한 연구로서, 국내 및 국외의 사례를 분석하고, 랜즈케이프 개념을 적용하여 일상 속 정치공간 계획안을 도출해내고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

랜즈케이프 개념을 통한 일상 속 정치공간에 관한 연구는 다양한 근현대사를 겪으며 민주주의의 상징이자 화합의 성격이 부가된 장소인 광화문광장 인근의 세종로공원 담론장 계획을 중심으로 다음과 같은 방법으로 구성된다.

\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 5학년

\*\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 교수

(Corresponding author : Major of Architecture, Korea National University of Transportation, gmseong@ut.ac.kr)

첫째, 정치와 일상 공간에 대한 일반적 고찰로서 개념과 역할을 연구하며 일상 속 정치공간에 대해 논의한다.

둘째, 랜즈케이프 개념에 대한 이론적 정의와 이를 적용한 국내외 설계사례를 분석한다.

셋째, 랜즈케이프 개념을 적용한 일상 속 정치공간 건축계획의 방향을 제시한다.

## 2. 정치의 공간과 일상의 공간에 대한 일반적 고찰

### 2.1 정치의 공간과 일상의 공간

#### 2.1.1 정치의 공간

정치의 공간은 공적 공간의 가장 대표적인 사례에 속하는 곳으로, ‘국민의 삶에 직접적으로 영향을 미치는 중요한 정치적 의사결정이 이루어지는 공간’이다. 나아가 정치공간에서 활동하는 정치리더가 누구이며 어떤 정치리더십을 발휘하는가에 따라 정치적 의사결정의 방향과 내용이 달라질 수 있다.<sup>1)</sup> 정치공간은 오프라인(국회의사당, 담론장 등) 뿐만 아니라 온라인에도 다양하게 존재한다.

디지털 기술의 발전으로 사람들의 커뮤니티 형성영역이 가상공간으로 확대되어 시공간의 제약을 받지 않고 언제 어디서나 커뮤니티를 형성할 수 있게 되었다.

1) 안숙영, “정치공간에서의 리더십에 대한 여성주의적 접근” 아시아여성연구 55.1, 2016, P79

### 2.1.2 일상의 공간

일상(日常)이란 ‘날마다 반복되는 생활’로 우리가 활동하는 모든 영역을 일상의 공간이라 할 수 있다. 이는 주체의 경험이나 지각에 따라 상이한 개별적 영역을 지닌다. 일상생활을 공유하는 주체들이 일정한 범위를 상호구축하면서 일상의 공간이 되기 때문에, 생활자들의 고유한 삶의 방식과 관계를 담고 있다. 일상의 공간은 주체의 의지대로 생산되기도 하지만 도시 발전 속에서 공간의 변형, 제어, 배치에 의해 구축되기도 한다. 일상의 공간은 거주자와 거시적 체계의 상호작용에서 생성되는 것이다.<sup>2)</sup>

## 2.2 일상 속 정치공간

### 2.2.1 일상 속 정치공간의 필요성

민주주의 공간의 시초라고 할 수 있는 아고라는 고대 그리스 도시 국가에서 시민들의 일상생활이 이루어지던 공공의 광장이다. 아고라에 모인 사람들은 자연스럽게 정치적 견해를 서로 나누었다. 아고라와 마찬가지로 각 도시의 시민정치는 광장을 중심으로 이어지고 있다.

우리나라는 특히 근현대사에 있어 광장이 지니는 의미가 크다. 일제 강점기의 독립운동, 민주화 운동, 촛불 혁명까지 한국의 정치 굴곡은 광장으로부터 비롯되었다. 하지만 우리나라의 광장 정치는 한시적인 집단적 행위로 느껴진다. 자유로운 토론을 통해 다양한 담론을 형성하기보다는 특정 집단의 수적 대결로 변질되어 버리기도 한다.



그림1. 좌) 3.1 운동, 우) 5.18 민주화운동



그림2. 촛불 혁명

우리나라의 민주주의가 한 층 더 성숙해지기 위해선 정치가 현대사회의 한시적인 집단적 행위가 아닌 일상 속에서 마주할 수 있는 공공 행위로 발전되어야 한다. 이를 위하여 시민들이 어우러져 다양한 관점을 공유하고 풍부한 담론을 형성할 수 있는 ‘일상 속 정치공간’이 필요하다.

2) 김태란, 일상생활공간의 차별적 생성과 유형, 2014, P13

### 2.2.2 일상 속 정치공간의 사례

Perkins는 1970년대 도시 내 인권 운동가로서 활동한 Milk를 기념하기 위해 개방된 샌프란시스코의 Harvey Milk Plaza를 대중과 정치를 통합한 공간을 설계하였다. 도시를 바라보고 도시에서 볼 수 있는 영구적인 공간을 만들고 계단식 광장을 가로지르는 촛불 조명을 통하여 주변과 시각적으로 연결한다.

본 사례는 사이트가 가지는 역사적인 가치를 함축하여 현대의 정치 공간으로 설계하였다. 대지의 조작(랜드스케이프 관점)으로 도시와 대중 그리고 정치가 소통하는 공간을 만들어 일상 속에서 자연스럽게 접근이 가능하다.



그림3. Perkins Eastman, Harvey Milk Plaza 다이어그램



그림4. Perkins Eastman, Harvey Milk Plaza

## 3. 랜드스케이프 개념에 대한 일반적 고찰

### 3.1 랜드스케이프 개념에 대한 이론적 정의

전통적인 개념으로 풍경, 조경을 건축적으로 끌어들이 인위적으로 의도되어 만들어진 형상을 현대 건축에서는 ‘건축적 랜드스케이프’라 개념적으로 불리고 있다.<sup>3)</sup>



그림5. MVRDV, Villa VPRO, 랜드스케이프 다이어그램

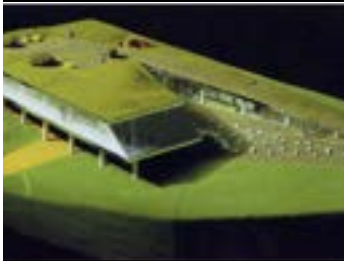
건축에서 바닥은 건축공간 내에서 분리될 수 없는 건축 요소로써 작용하여 사람들의 행위를 수용하는 측면으로서 다른 구성 요소보다 중요하게 인식되어진다.

3) 전진한, 건축적 랜드스케이프를 적용한 디지털 커뮤니티로서의 Urban Lifestyle Center 계획, 2005, P37


과거의 건축은 단순히 건축과 조경의 오브제와 외부의 이분화된 관계로써 진행되어왔다. 이러한 관계를 탈피하고, 인간의 다양한 활동을 수용하기 위해 건축에서는 랜드스케이프 도입을 모색하게 되었다.<sup>4)</sup>

### 3.2 랜드스케이프 개념을 적용한 사례

#### 3.2.1 딸기 테마파크

	위치	대한민국 파주
	준공년도	2004
	건축가	조민석, 최문규, 제임스 슬레이트
	규모	2층
	연면적	1,995.8㎡
개요	상상(캐릭터)과 현실(방문자)이 실제 물리적 공간에서 만날 수 있도록 계획된 공간	
공간 구성	다른 몇 개의 레벨에서 출발해 다양한 수직적,수평적 공간의 연결	
특징	지형을 이용한 건축적 랜드스케이프 형성, 방문자가 자유롭게 프로그램들을 체험	

#### 3.2.2 현대고등학교 별관(현정관)

	위치	대한민국 서울
	준공년도	2002
	건축가	(주)건축사사무소 힘마(서혜림), 문훈
	규모	2층, 옥상정원
	연면적	1,837.4㎡
개요	학교와 도시 경계를 뚫고 학생들에게 열린 외부공간을 제공하려 계획된 공간	
공간 구성	‘L’ 자형 내리막길로 교문과 본관 연결, 자연 채광 구조(예배실)	
특징	지형을 이용한 건축적 랜드스케이프 형성, 본관과 도로를 경계 지으면서도 도시와 연결	

#### 3.2.3 델프트 공대 도서관

	위치	네덜란드 델프트
	준공년도	1998
	건축가	메카누 아키텍텐
	규모	4층, 옥상정원
	연면적	15,000㎡
개요	책을 보관하는 곳이 아닌 책을 통해 학생과 연구자들이 만나고 교류하는 공간 계획	
공간 구성	4개층의 열람실과 경사형 녹화지붕, 수직연결의 원뿔형 공간	
특징	친환경 건축의 선두, 랜드스케이프를 통해 건축이 아닌 경관이 되고자 함	

4) 전진한, 건축적 랜드스케이프를 적용한 디지털 커뮤니티로서의 Urban Lifestyle Center 계획, 2005, P6

#### 3.2.4 요코하마 국제 여객 터미널

	위치	일본 요코하마
	준공년도	2002
	건축가	FOA
	규모	2층, 옥상정원
	연면적	15,000㎡
개요	책을 보관하는 곳이 아닌 책을 통해 학생과 연구자들이 만나고 교류하는 공간 계획	
공간 구성	집입층(1층) 주차장, 메인층(2층) 크루즈 이용 편의공간(출입국, 로비 등), 지붕 옥상공원	
특징	크루즈 이용과 관계없이 열려있는 해상공원, 구룡같은 지붕층 표면, 종이접기식 바닥구조	

사례의 종합 : 랜드스케이프 개념을 적용한 건축물은 경사면을 이용하여 사람이 건물 안으로 자연스럽게 흘러들어갈 수 있도록 한다. 또 판의 중첩을 통해 공간의 연속성을 부여하여 프로그램이 연결되는 것이 특징이다. 이러한 디자인은 기존의 건축과는 달리 열린 구성을 취해 예측할 수 없는 행위와 이벤트를 유연하게 담아내며 그것이 새로운 행위와 이벤트의 촉진제 역할을 할 수 있게 한다.

### 4. 랜드스케이프 개념을 통한 일상 속 정치공간 계획

#### 4.1 랜드스케이프 개념의 적용

정치가 현대사회의 한시적인 집단적 행위가 아닌 일상 속에서 자연스럽게 마주할 수 있는 공공 행위로 발전시키기 위해, 담론(정치)의 기능을 공원(일상)과 결합하여 기존의 정치장이 아닌 도시적 구보에 조성된 새로운 형태의 일상 속 정치 담론장을 제안한다.



그림6. 일상 속 정치공간기본 구성

새로운 일상 속 정치공간은 다양한 방향으로 정의되며 도시의 변화와 시민들의 산발적인 활동을 담은 공공공간을 구성한다. 특히 단절되어있던 정치공간으로의 자연스러운 접근과 자유로운 담론의 장을 형성하기 위해 랜드스케이프 개념을 적용하고자 한다.

#### 4.2 계획 대상지 선정 및 분석

광화문광장은 다양한 근, 현대사를 겪으며 시민이 주체가 되어 의사를 표현하고 민주주의를 구현하는 민주주의의 상징이자 화합의 성격이 부가된 장소이다. 대상지인 세종로공원은 대지면적 약 8,868m<sup>2</sup>로, 우리나라의 중심인 세종로 가로에 조성된 녹지공간이다. 광화문광장과 연계하여 시민 소통의 공간으로 마련되었지만 그 역할이 제대로 이루어지지 못하고 있다.





그림7. 대상지 분석

### 4.3 기본구상

#### 4.2.1 주제 및 컨셉

작은 말 하나 하나가 모여 담론 구름을 만들고, 이러한 다양한 담론 구름이 모여 사회를 움직이는 여론으로 진화한다는 “담론 클라우드”라는 주제를 통해, 점점 사라져 가는 off 라인의 잠재력과 on 라인의 가능성을 결합하는 입체적 차원의 공간이다.



그림8. 랜드스케이프 개념 적용 다이어그램

#### 4.2.2 일상 속 정치공간 프로그램

일상 속 정치공간으로서 프로그램 관계의 변화와 온라인-오프라인을 연동할 수 있는 건축적 프로그램을 재정의한다.

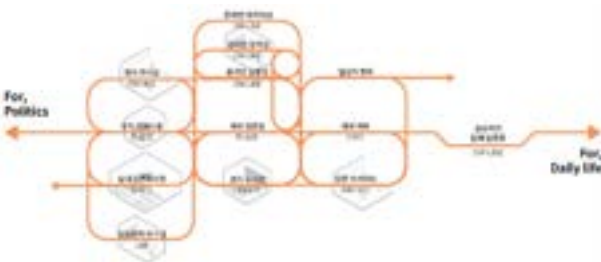


그림9. 정치와 일상의 프로그램 복합화

### 4.3 건축계획

평지였던 기존 공원의 대지에 인위적으로 언덕을 조성하여, 언덕과 언덕 사이로 자연스럽게 사람들이 모이는 담론장을 형성한다. 또 지나치는 길에 불과했던 세종로공원의 문제점과 정치-일상 프로그램의 고립을 고려하여 “대지의 음각과 양각”이라는 랜드스케이프 개념을 적용한다. site가 지니는 2차원적 한계를 3차원적 다양성으로 확장하여 주변 문맥에 도시 공간적, 도시경관적 입체성을 강화하며, 기존 지하철차량의 모듈을 지상으로 확장함과 동시에 담론 클라우드의 모듈로 진화 시킴으로서 기존의 숨겨진 건축공간적 질서를 드러나게 한다.

#### 4.3.1 배치 및 평면계획



그림10. 1층 배치도



그림11. 3층 평면도

### 5. 결론

21세기에 담론장은 일상과 정치가 분리된 사회를 발전시키기 위하여 시민들이 어우러져 다양한 관점을 공유할 수 있는 공공 복합공간의 역할을 해야 한다. 자유로운 담론의 공간을 구축하기 위해서는 담론장 자체도 하나의 건축형식에서 확장되어 유사한 도시구조의 시스템 내에서 공공 기능을 통합해야 한다. 자연의 연장선으로서의 랜드스케이프, 주변을 둘러싼 도시의 광장과 도로의 연속, 다양한 담론을 수용하는 가변 큐브로서의 담론공간이 고르게 결합되어 도시문화와 자연 복합체를 이룬다.

이를 통해 정치가 일상 속에서 자연스럽게 마주할 수 있는 공공 행위로 발전하고 우리나라의 민주주의가 한 층 더 성숙해지기를 희망한다.

### 참고문헌

1. 박정선, 도시 랜드스케이프(Urban Landscape)에서 건축의 공공성 구현에 관한 연구, 2004
2. 전진한, 건축적 랜드스케이프를 적용한 디지털 커뮤니티로서의 Urban Lifestyle Center 계획, 2005
3. 정다이, 현대 공공공간에 나타난 랜드스케이프 디자인 특성 및 방법에 관한 연구, 2012
4. 김태란, 일상생활공간의 차별적 생성과 유형, 2014
5. 안숙영, “정치공간에서의 리더십에 대한 여성주의적 접근” 아시아여성연구 55.1, 2016

## 바이오필릭을 적용한 성수동 복합주거공간에 관한 연구

### An Analysis of Seongsu-dong Complex Residential Space with Biophilic

○권 희 원\*      손 태 진\*\*  
Kwon, Hee-Won      Sohn, Tae-Jin

#### Abstract

The purpose of this study provides specialized residential and work spaces to workshop designers based on Seongsu-dong, and aims to develop Seongsu-dong's unique workshop infrastructure into a space that can be produced in connection with the region. Through the concept of biophilic, I would like to present a plan to connect work and life and create a sustainable Seongsu-dong. Through theoretical consideration of biophilic, we will examine the expression characteristics in residential and business facilities and establish the direction of life+work;ation by applying the concept of biophilic in building their work and life.

키워드 : 바이오필릭, 성수동, 워크에이션, 복합주거, 공유오피스

Keywords :Biophilic, Seongsu-dong, Workation, Shared Housing, Shaed Office

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 배경 및 목적

과거 성수동은 단순한 소비 중심 상권이 아닌 적극적으로 제품의 제조와 생산이 이루어져 왔다. 최근 기존의 공장들과 그것을 개조한 카페와 문화 공간으로 새 감각을 입힌 공간들이 자리 잡고있다. 지속가능한 성수동이 되기 위해서는, 성수를 만들어왔던 사람들과 만들어갈 사람들에게 주목해야 한다. 성수동의 공방이라는 공간 안에서는 디자이너, 소비자, 제조업 등 사람들의 네트워크가 이뤄지고 있다. 도시 구조에 자리 잡은 성수동만의 고유한 공방 인프라라는 지역과 연계된 생산이 가능한 공간으로 개발되어야 한다.

성수동 기반의 디자이너들을 대상으로 주거와 업무가 바이오필릭에 의해 균형을 이루는 복합주거를 제안하고자 한다. 일과 삶을 구축하는 데에 있어 단순한 워라벨 개념을 넘어 워크에이션을 제안하여 건조한 도심 환경 속 자연을 직접적으로 느낄 수 있는 공간을 만들고자 한다. 그 과정에서 집과 업무 공간을 연결하고 분리해주는 매개체로서 바이오필릭을 공간에 적용하고자 한다.

##### 1.2 연구의 범위 및 방법

연구의 시간적 범위는 성수동을 중심으로 과거-현재-미래의 역사적 변천을 통해서 성수동이 가지고 있는 도시적 구조와 앞으로의 방향성을 살펴본다. 공간적 범위로는 성수동 연무장 89길 일대의 전통산업과 연관된 공방 인프라와 기존 공장과의 관계를 통해 네트워크가 어떻게 형성되는지 살펴보고 성수동 기반 공방 디자이너들의 라이프 스타일을 분석하여 일과 삶의 관계를 살펴본다. 내용적 범위는 바이오필릭의 이론적 고찰을 통해 주거와 업무시설의 표현 특성을 살펴보고 일과 삶을 구축하는 바이오필릭의 개념을 적용하여 life+work;ation의 방향을 살펴본다.

연구의 연구방법은 다음과 같다. 첫째, 성수동의 과거와 현재, 역사적 변천과 관련된 문헌 자료의 조사와 분석을 통해 공방 디자이너들에게 특화된 복합주거의 특성을 파악한다. 둘째, 디자이너들의 작업 과정 분석을 통해 라이프 사이클을 파악하여 일과 삶에서 필요한 공간을 제시한다. 셋째, 바이오필릭 디자인 표현특성을 복합주거공간에 적용한다.

#### 2. 바이오필릭에 대한 고찰

##### 2.1 바이오필릭 디자인

바이오필릭 디자인(Biophilic design)은 생물학자 에드워드 윌슨의 저서 ‘바이오필리아(Biophilia)’에서 확산된 개념이다. 바이오필리아는 생명을 뜻하는 영어 ‘bio’와 사랑을 의미하는 그리스어 ‘philia’의 합성어로, 자연과의 공존을 추구하는 라이프스타일의 한 갈래를 말한다. 윌

\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 5학년

\*\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 교수

(Corresponding author : Major of Architecture, Korea National University of Transportation, tjsohn@ut.ac.kr)

슨은 바이오필리아를 ‘살아있는 유기체에 대한 인간의 본래 타고난 정서적 친화성’으로 정의하고 있다.<sup>1)</sup> 바이오필릭 디자인은 공간 안에서 자연과 사람이 함께 공존하기 위해 유기적인 감각 체험들을 건축에 접목시켜 지속가능한 환경을 만드는 것으로 정의할 수 있다.

## 2.2 바이오필릭 디자인 표현 특성

바이오필릭 디자인의 속성은 직·간접적 체험을 포함한다. 자연에 대한 직접 체험은 실제 자연을 보는 것이고, 간접적 체험은 실제 자연과 직접적 접촉을 하지 않으나 이미지, 형태 등을 통해 체험하는 것이다. 직접적 체험 뿐만 아니라 간접적으로 체험하는 것 또한 치유에 긍정적인 반응을 한다는 것이 일반적인 견해이다. 자연을 직접 경험한다는 것은 자연광, 공기, 물, 식물, 동물, 경관, 및 기타 기술된 것들을 포함하여 건축 환경에서의 실제 환경과의 접촉을 의미한다. 간접적인 자연 체험이란 자연의 표현 또는 이미지, 자연의 원래 상태로부터의 변형 또는 자연계의 특징인 특정 패턴 및 프로세스에의 노출이다. <표 1>은 스티븐 켈러트가 제시한 바이오필릭 디자인 아이디어를 표로 제작성한 것이다.

표 1. 바이오필릭 디자인의 속성 <sup>2)</sup>

바이오필릭 디자인 요소	
자연 직접 체험	빛, 바람, 식물, 생태, 경관, 장소성
자연 간접 체험	색채, 재료, 형태, 연상, 시간(변화)
공간과 장소 체험	전이적 공간, 장소의 문화적 생태적 애착 관계

## 2.3 바이오필릭 디자인 사례 분석

### 2.3.1 주거공간에서의 표현특성

도시의 인구집중과 고층, 고밀도 등으로 자연 녹지의 필요성은 점점 더 확대되고 있다. 주거공간에서 쾌적한 환경과 더불어 안정감과 온전한 휴식을 누리기 위해서는 주거공간 내에서 자연요소의 도입이 필요하다. 이를 위한 방안으로 거주공간을 조성함에 있어 화분을 통한 자연경관 형성, 중정을 통한 채광 확보 등 바이오필릭 디자인 요소들을 적용하여 자연과 공존하는 공간을 구축하고 있다.

표 2. 주거시설 사례분석

스테킹 그린 하우스	
개요	위치: 호치민시, 베트남 건축가: Vo Trong Nghia, Daisuke Sanuki, Shunri Nishizawa 면적: 250m <sup>2</sup> (4층)
이미지	

1) 티모시 비틀리, 바이오필릭 시티, 차밍시티, 2020, p.33


2) Kellert, S. & Calabrese, E., The Practice of Biophilic Design, biophilic-design.com, 2015, p.10.

직접	빛	중앙 천장을 통한 채광 확보
	식물	각 층의 캔틸레버식 콘크리트 화분
	생태조성	화분들의 높이를 다양하게 하여 자연경관 형성
간접	장소성	인구밀도가 높은 사이공 거리에 아름다운 녹색 거리를 만들
	색채	녹색 파사드와 옥상정원을 통한 푸르른 색채
	형태	반복적인 리듬의 입면과 중정형 주거 형태

### 2.3.2 업무공간에서의 표현특성

업무 공간에서는 인간을 생산의 도구가 아닌 자연과 공존하도록 자연 요소를 도입하여 창의성과 복지에 집중하고자 한다. 오피스 내 바이오필릭 디자인은 인간의 집중력과 인지능력을 향상시키고 공기의 질을 향상시키기 위하여 생태 환경을 조성하고 있다. 자연에 둘러싸인 듯한 생동감 넘치는 환경을 돌려주자는 게 이 디자인에 담긴 핵심 철학이다.

표 3. 업무시설 사례분석

Offices of Pons + Huot		
개요	위치: 파리, 프랑스 건축가: Christian Pottgiesser 면적: 540m <sup>2</sup>	
이미지		
직접	빛	유리 지붕 설치를 통한 자연광 유입
	식물	사무공간 사이사이 나무로 채워짐
간접	색채	자연색 추출 외벽색, 가구 색상
	재료	참나무 목재 사용
	형태	각 개인은 투명한 돔 형태를 사무공간으로 사용

## 3. 성수동 도심산업 분석

### 3.1 역사적 변천과정

성수동은 서울 중앙을 차지하고 있는 준공업단지이다. 1960년 경제개발과 함께 본격적인 공장과 주거지가 형성되었고 급격한 공단의 성장과 함께 준공업지역으로 지정되었다. 1980년 서울의 산업구조 변화와 함께 공장의 공동화 현상이 일어났고 공단 주변의 주택건설로 인해 주거 기능이 확대되었다. 그 후 주거와 공업 기능이 혼재되었고 현재 공장은 카페와 스튜디오로 변해가고 힙플레이스로 젊은 사람들이 많이 찾고 있다.



그림 1. 성수동 타임라인

연무장 89길 일대의 변화를 살펴보면 1980년대부터 주거기능이 확대되어 그에 따라 학교, 근린생활시설 등이 생겨나고 2000년대부터 수제화 거리를 통한 활성화가 일어

났음을 알 수 있다. 2010년대부터 공장을 리모델링한 문화공간이 생겨나 다양한 공간으로 입혀지고 있는 성수동을 볼 수 있다.

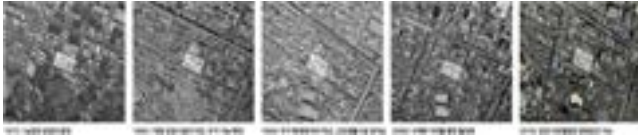


그림 2. 대상지 변화

### 3.2 성수동 대지분석

#### 3.2.1 주변 분석

사이트는 현재까지 공업지대로서 기능이 유지되고 있다. 남쪽으로는 주거지, 경수초등학교가 분포되어 있는 주민 생활권 반경이며 북쪽으로는 다양한 기업의 오피스가 밀집되어 있다.



그림 3. 성수동 도시적 분석

#### 3.2.2 공장, 공방 네트워크 분석

성수동 일대는 가죽, 섬유, 인쇄, 목공, 도예 등 지역 전통산업과 관련이 깊은 공장과 공방이 많이 분포되어 있다. 그 중 가장 분포가 많은 가죽, 도자, 목공 세 가지 공방 디자이너를 유저로 설정하였다.



그림 4. 공방 분포



그림 5. 공장 분포

### 3.3 성수동 공방 디자이너들의 생활패턴 분석

가죽, 도자, 목공 세 성격의 유저의 작업 패턴은 기획, 제작, 마케팅으로 나뉜다. 그 중 도자 디자이너는 제작 과정에서 시간이 가장 많이 소요되며 목공 디자이너는 기획 과정이 제일 길다. 가죽 디자이너는 기획 과정에서 R&D에서 시간을 많이 소요하는 것을 알 수 있다.



그림 6. 라이프 사이클 분석

## 4. 계획안의 기본 구상 및 계획

### 4.1 기본구상

휴먼 스케일에 맞는 테라리움<sup>1)</sup>에 바이오필릭을 도입하여 일과 삶을 연결해주는 매개체로서 작용하도록 계획하고자 한다. 작품을 만들어내는 프로세스는 같지만, 과정 안에서의 다양한 작업 요소들을 분석하고 그들에게 필요한 공간을 제공한다. 일과 삶의 관계에서 바이오필릭을 적용한 공간을 매개체로, public과 private의 관계를 재정의 하였다.

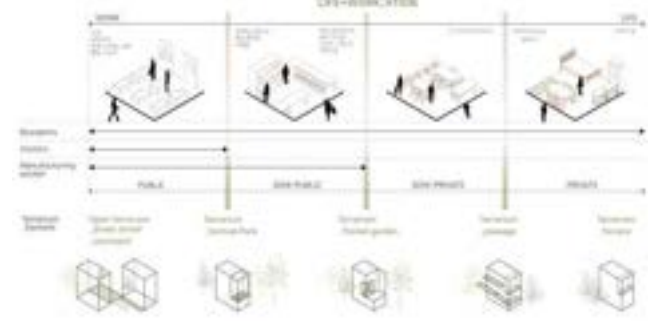


그림 7. 프로그램

### 4.2 건축계획

#### 4.2.1 배치계획

도시 가로에 따라 주민 주출입구, 근로자와 방문객 출입구, 차량 출입구를 나누고 각 유저의 진입공간에 따라 길을 내부로 끌어들이고 그에 따라 특성화된 중정의 영역을 설정한다. 거주성 확보를 위해 남향 배치와 스카이라인을 고려한 배치를 계획한다. 각 유저동이 저층부 조닝에 따라 배치되고 주거공간과 업무공간은 바이오필릭으로 연결하여 복합적으로 구성한다.



그림 8. 배치도

#### 4.2.2 평면계획

저층부의 주안점은 각각의 마당을 중심으로 공방들과 방문객과 성수동의 기존 장인들과 교류할 수 있는 체험 프로그램을 구성한다. 3층부터는 각 주거동이 배치되고 스튜디오는 외부로 통해 이어지며 테라스와 데크를 활용하여 집-외부-스튜디오 관계를 구축한다. 또한 스튜디오에서 이어지는 위케이션 마당, 포켓처럼 삼입된 테라리움 등 주거공간과 업무공간이 바이오필릭이 적용된 공간을 매개체로 자유롭게 퍼져 나가는 생태계를 만들고자 한다.

1) 위키백과, 테라리움; 일반적으로 토양 및 식물을 포함하는 밀봉 가능한 유리 용기





그림 9. 엑소노 공간구성

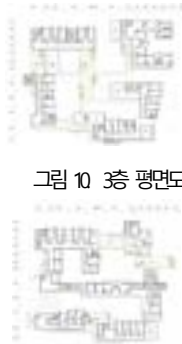


그림 10 3층 평면도



그림 11 11층 평면도

#### 4.2.3 주거유닛

성수동 공방 디자이너의 라이프 스타일을 고려한 단위 세대 유형을 제안한다. typeA에서는 가변형 작업공간과 개인 작업실이 따로 제공되고, typeB에서는 유닛 사이 작품과 아이디어를 공유하는 데크를 통해 연결된다. typeC에서는 스튜디오 특화형으로 바이오필릭을 적용한 주거공간과 외부로 향해 열리는 스튜디오로 나뉜다.

TYPE A		TYPE B		TYPE C	
가죽 디자이너	도자 디자이너	목공 디자이너	공동창작	자연친화 스튜디오	열림형 스튜디오

그림 12. UNIT PLAN

#### 4.2.4 단면계획

단면계획은 바이오필릭 디자인을 통한 주거와 업무공간 계획이다. 각 주거는 특화된 테라스를 통해 빛을 받게 되며 마당을 통해 바람길을 형성한다. 주거공간은 업무공간과 다양한 형태의 테라리움으로 연결된다.

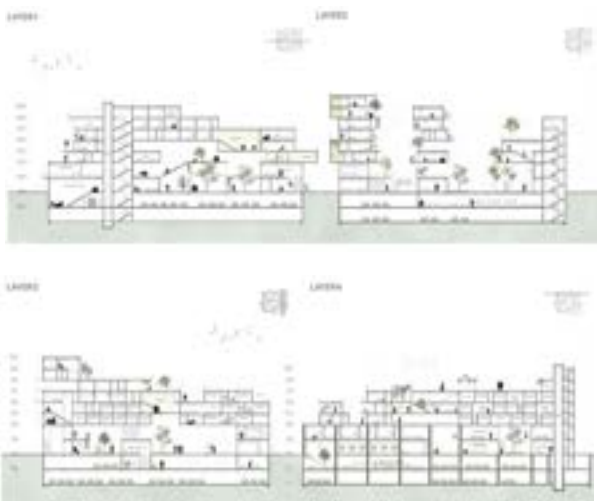


그림 13. 단면도

#### 4.2.6 입면계획

커튼월, 벽면녹화, 목재루버 등을 사용하여 복합적인 입면계획을 유도한다. 공방 디자이너들의 다양한 삶을 투영하는 입체적인 발코니를 계획하고 주변환경과의 연속성을 가지는 도시 스카이라인을 형성한다.



그림 14. 입면도

#### 4.2.7 조감도 및 내외부 투시도

그림 15를 보면 길과 마당을 중심으로 일상의 모습이 활성화되는 경관을 볼 수 있다. 또한 옥상을 자유롭게 사용하여 녹지를 통한 다양한 경관 변화요소를 볼 수 있다.



그림 15. 조감도 및 투시도

### 5. 결론

본 연구는 바이오필릭 디자인을 공방 디자이너들의 일과 삶을 연결해주는 매개체로서 적용하는 계획안을 제시한다. 첫째, 바이오필릭 이론적 고찰을 통해 바이오필릭 디자인은 공간 안에서 자연과 사람이 함께 공존하기 위해 유기적인 감각 체험들을 건축에 접목시켜 지속가능한 환경을 만드는 것으로 정의하였다. 둘째, 사례를 통해 주거공간과 업무공간에서의 표현특성을 분석하며 바이오필릭 디자인 요소를 계획안에 적용하였다. 셋째, 성수동 대지분석을 통해 현재까지 공업지대로서 유지되며 공방, 공장의 네트워크를 분석하였고 그들의 라이프 사이클을 분석하여 프로그램에 적용한다. 넷째, 이를 기반으로 그들의 일과 삶의 관계에서 바이오필릭 디자인 요소를 매개체로서 도입하여 건축 계획안에 적용하였다.

계획안을 통해 도심 속 집과 업무 공간 안에서도 자연을 직접적으로 느낄 수 있도록 조성하여 삶-일-자연이 다시 하나가 되는 Life+Work:ation을 만들어 간다.

#### 참고문헌

1. 홍경희, 현대건축에 보여지는 바이오필릭 디자인요소의 표현특성에 관한연구, 2018
2. 최충호, 성수동 예술가를 위한 공방형 주거 계획, 2016
3. 티모시 비틀리, 바이오필릭 시티, 차밍시티, 2020



# 청주 중앙공원 이용자 행태 분석을 통한 공원 환경 개선방안 연구

## The Improvement of the Park Environment through the Analysis of the User Behavior of Cheongju Central Park

○ 이 지 우\* 김 소 연\* 김 정 은\* 김 아 라\* 손 동 화\*\*  
Lee, Jiwoo Kim, Soyeon Kim, Jungeun Kim, Ara Shon, Donghwa

### Abstract

Urban parks are spaces that anyone can access and should be used as equal open spaces. However, due to the recent aging population, parks are occupied by certain classes, causing inconvenience to the use of other classes. This study aims to prevent the park from being deformed in the form of a disconnected hierarchy and improve it so that it can accommodate various classes without inconvenience. To this end, Cheongju Central Park is the target site to identify and improve user behavior characteristics and space problems through analysis of usage patterns. As a result of user behavior analysis through behavior mapping, elderly people mainly play yut game in Cheongju Central Park. It was viewed as a problem by focusing not on the form of play itself, but on the form of these forms occurring in one area in a large group. To solve this problem, we propose fountain squares and corridors to open closed spaces by opening up eyes and spaces in the park. In addition, we propose new play spaces such as Sunken zone and Box zone for the dispersion of large groups.

키워드 : 청주, 공원, 행태, 환경, 개선방안

Keywords : Cheongju, Park, Behavior, Environment, Improvement

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경

도시 내 근린공원은 근린생활권 내의 지역주민의 여가 활용 공간으로서 작용하는 공원으로 보건·휴양 및 정서 생활의 향상에 기여함을 목적으로 한다. 또한 누구나 접근 가능하고 평등한 개방공간으로 활용되어야 하는 공간이다.

접근성, 개방성이 유지되는 근린공원은 여러 이용자들이 사용하는 공간이기 때문에 모두가 누릴 수 있도록 활성화 되어야 한다. 이용자의 행태가 이러한 근린공원의 각 공간 특성과 밀접한 상호작용이 있기 때문에, 공원 내부의 공간 개선 또한 이용자들의 행태를 통해 이루어져야 한다. 따라서 공원에서 부가적으로 즐길 수 있는 프로그램 및 공간 성격을 수반한 분석과 이용자들의 행태 파악을 통해 지역 시민들이 자유롭게 이용할 수 있는 근린공원 공간에 대한 변화가 필요하다.

#### 1.2 연구목적

본 연구는 청주 상당구 중앙공원을 중점적으로 이용자의 행태 조사를 통해 고령화된 근린공원 환경 개선을 진

행하고자 한다.

현재 중앙공원은 다양한 계층이 점유하여 이용하고 있으나 계층 단절형 공원으로 불릴 만큼 연령과 행위가 점점 영역화 되어가고 있음을 알 수 있다. 따라서 시간별, 구역별 이용자 행태 분석을 통해 공원 환경을 개선하고 모든 지역 시민이 함께 활용하는 공간으로 변화할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

중앙공원의 위치적 특징과 공간의 성격에 따른 이용자 행태 분석을 통해 중앙공원에서 나타나는 행태의 문제점을 파악하고 분석을 기반으로 특정 계층의 행태가 제한될 수 있는 공간과 다양한 계층의 행태가 제한될 수 있는 공간을 계획하여 모두 함께 이용하는 공원으로의 개선 방안을 제시하고자 한다.

### 2. 본론

#### 2.1 연구 방법

연구 방법은 대상지 현황 분석, 이용 행태 분석으로 진행하였다. 이용 행태 분석의 경우 행태 맵핑을 통해서 구역별, 연령대별, 행태별로 구분하여 조사하였다. 현장 답사에서 중앙 공원에서 일어나는 행태 조사를 통해 각 구역에서 일어나는 주요 행태의 특징과 각 구역의 문제점에 대해서 분석하였다.

중앙 공원의 이용자 행태를 조사한 방법은 다음과 같

\* 충북대학교 건축학과 학사과정

\*\* 충북대학교 건축학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture, Chungbuk National University, dhshon@cbnu.ac.kr)

다.

조사 기간은 2023년 10월 8일~15일, 10월 22일~10월 29일 2주의 기간 동안 격주로 평일과 주말 하루씩 방문하여 총 4일간 현장 조사를 진행하였다.

조사 시간은 무료급식과 같은 사람들이 기하급수적으로 늘어나는 이벤트 이후의 시간대를 설정하여 공원에서 발생하는 일상적 행태를 조사하였으며, 사람이 본격적으로 공원에 모이기 시작하는 오후 2시부터 점차 줄어들기 시작하는 오후 8시 사이로 설정하였다.

조사 방법은 총 4명의 관찰자가 공원의 구역을 나누어 동일한 시간대에 위 관찰 시간 동안 1시간 간격으로 30분씩 관찰, 기록하였다. 관찰 구역은 1차적으로 공원의 남측과 북측의 주출입구를 연결하는 중앙을 가로지르고 있는 축을 따라 동, 서로 분할하였다. 2차적으로 행태 분석의 오류를 줄이기 위하여 성안길, 웨딩 테마 거리에서 진입하는 공원의 세부적인 출입구 현황에 따라 동, 서 구역을 각 3개의 구역으로 추가 분할하여 조사의 범위를 세분화하였다. 4명의 관찰자는 각각 웨딩 테마 거리와 면하는 공원 서측의 경로당을 포함하는 구역과 대한 노인회를 포함하는 구역, 공원 중앙부의 두 구역, 성안길 거리와 면하는 공원 동측의 두 구역에 나뉘어 배치되어 관찰, 기록하였다.

## 2.2 대상지 현황

본 연구의 분석 대상지로 선정된 청주 중앙공원은 1937년 조성되었다. 중앙 공원에는 은행나무 압각수(충북기념물 제5호), 병마절도사영문(충북유형문화재 제15호), 조현전장 기적비(충북유형문화재 제136호), 척화비(충북기념물 23) 등의 유적이 위치해 있는 만큼 역사적인 의미가 있는 공원이지만 고령화 등의 문제로 인해 현재 노인 공원으로 변모한 상황이다.

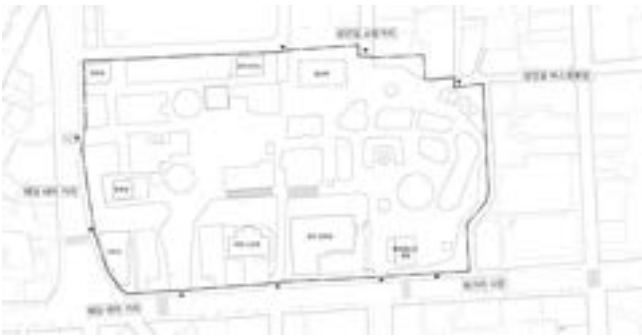


그림1. 청주 중앙공원

## 2.3 이용자 행태 분석

행위와 같은 경우 크게 산책, 대화 및 휴식, 바둑, 윷놀이, 간식과 같은 10분 이상 일정 동안 공원에 머무는 성격을 가진 행태로 설정하였고 공원을 통과하는 행태는 포함하지 않았다. 연령층과 같은 경우 유·청년층(0~29세), 중장년층(30~59세), 노년층(60세 이상)으로 구분하였다.

먼저 시간대별 이용자 행태 분석에 대한 내용은 다음 표1과 같다.

표1. 평일 및 주말 시간대별, 행태별 이용자 수 및 행태별 연령대

시간 행태	2시		4시		6시		8시		행위별 이용 연령층					
									유·청년층		중장년층		노년층	
	평일	주말	평일	주말	평일	주말	평일	주말	평일	주말	평일	주말	평일	주말
산책	5명	8명	8명	8명	6명	6명	4명	5명	9%	37%	74%	26%	12%	37%
대화 및 휴식	20명	28명	22명	37명	14명	12명	2명	3명	10%	28%	24%	25%	66%	47%
바둑	4명	8명	4명	4명	0명	0명	0명	0명	0%	30%	0%	20%	100%	50%
윷놀이	25명	32명	32명	42명	4명	8명	0명	0명	0%	0%	0%	0%	100%	100%
간식	8명	15명	8명	18명	3명	6명	2명	2명	52%	68%	38%	32%	10%	0%

중앙공원에서 발생하는 행태의 경우 표1을 통해 알 수 있듯이, 윷놀이, 대화 및 휴식과 같은 놀이와 휴게가 주로 차지하고 있었다. 먼저 산책의 경우 가족 단위 혹은 노년층인 경우가 많았으며 대화 및 휴식은 노년층이 평일 66%, 주말 47%로 가장 많은 비율을 차지하는 것으로 나타났다. 노년층의 휴식 행태에는 휴면과 음주와 같은 불법행위도 함께 일어나는 것으로 나타났다. 또한 윷놀이의 경우 놀이를 진행하는 인원보다 구경하는 인원들로 인해 윷놀이 집단이 형성됨을 알 수 있었다. 반면 간식을 먹는 행위의 경우 성안길의 상권에 방문한 유·청년층, 중장년층 위주로 일어나고 있었다.

중앙 공원의 사용 시간대는 평일, 주말과 관계없이 주로 오후 4시에 가장 많이 이용되는 것으로 나타났다. 저녁 시간인 오후 6시를 기점으로 노인 이용자들이 감소하면서 이용자 수가 줄어드는 것을 확인하였다.

그림 2를 통해 구역별 행태를 확인해보면 주로 A구역에서는 노인의 휴식, 운동 행위가 일어나고 B구역에서는 노인의 윷놀이 집단이 형성되어 일어나는 것을 알 수 있었다. 광장이 위치한 C구역에서는 중장년층, 노년층의 휴식 행위가 일어나며 주로 나무 그늘 아래서 휴식하는 것으로 나타났다. E구역은 성안길과 맞닿은 공간으로 주로 간식 섭취의 행태가 일어난다. 입구 주변에서는 유·청년층, 중장년층의 간식 섭취 행위가 일어났다. 그 옆에서 노년층의 휴식 행태가 일어나며 F구역의 경우 책상이 배치되어 있어 주로 바둑의 행위가 일어나는 곳으로 나타났다.

## 2.4 이용자 행태 분석을 통한 문제점

중앙 공원은 평일에 비해 주말 이용자의 약 1.7배 많은 것으로 나타났고 조사한 시간대 노인 이용자가 전체 이용자의 70%~80%를 차지하는 형태로 나타났다. 노인 이용자들의 행태로는 윷놀이, 휴식, 대화로 나타나며 평균 머무는 시간이 5시간으로 비노년층이 머무는 평균 시간에 비해 긴 것으로 나타났다. 이러한 노인 이용자가 윷놀이를 B구역 통로에서 집단적으로 진행하게 되면서 이용자들의 통행을 방해하여 돌아가는 행태가 나타나고 있었다. 이렇게 노년층이 B구역에 집단적으로 모이는 행태의 원인으로 다른 구역에 비해 A 와 B 구역의 폐쇄적인 공간 성격과 노후화된 시설로 분석했다. 수목이 집중적으로 배치되어

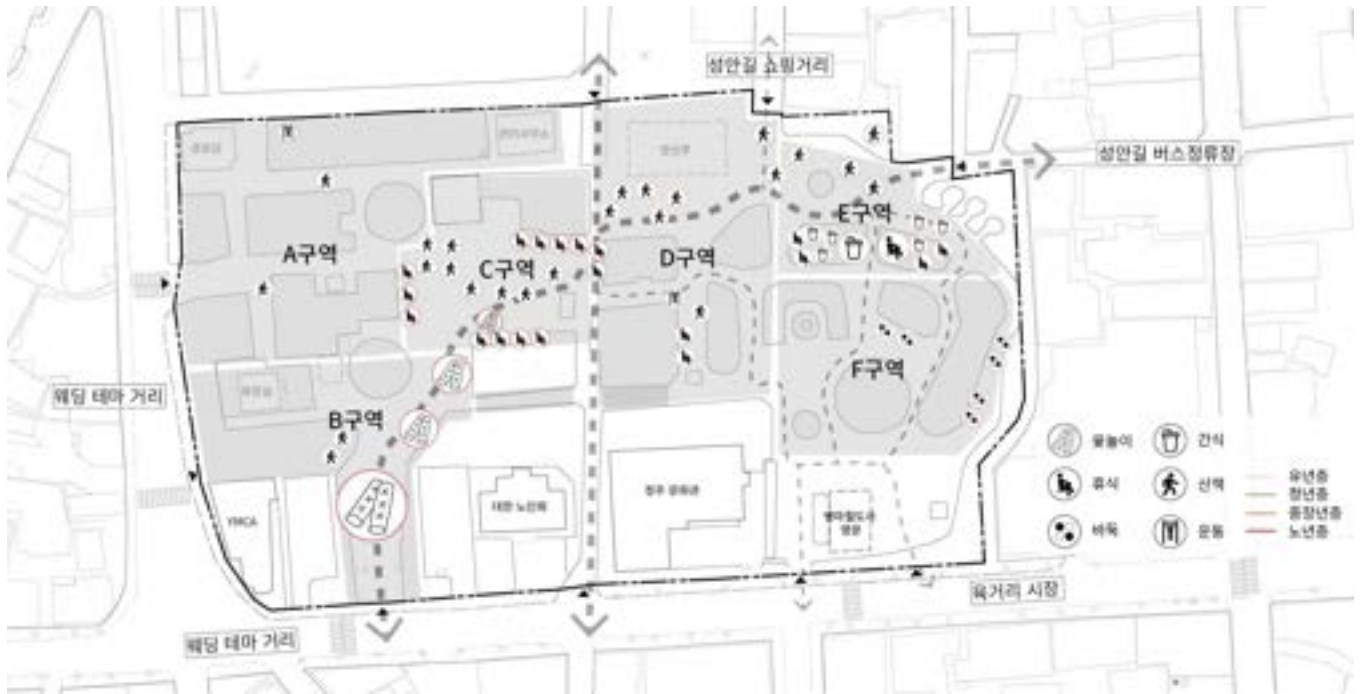


그림2. 청주 중앙공원 행태 지도



그림3. 청주 중앙 공원 행태 개선 지도

그들이 생기고 위요감이 형성되는 것을 알 수 있었다.  
또한 현재 사용하지 않는 경로당과 오래된 화장실이 위치하여 다른 이용자들의 접근이 줄어들 것이 영향을 미쳤다. 휴식의 행태는 주로 나무 그들이 위치한 곳에서 이루어지고 광장을 기점으로 비노년층의 이용이 적어 공원 구

역별 계층 단절이 일어나는 것으로 나타났다.  
중앙공원의 시간대별 이용자의 경우 4시에 이용자가 가장 많으며 저녁 6시를 기점으로 이용자 수가 급격하게 줄어들었다. 8시에는 이용자가 거의 없는 원인으로서는 공원 내의 수목으로 공원에 위치한 조형들이 가려지며 어두운

분위기가 형성되는 것이 영향이 있는 것으로 나타났다.

## 2.5 개선 방안

앞서 분석한 구역별 행태와 문제점을 통해 공원 내에 주를 이루던 노년층과 다른 연령층들이 함께 공원을 더욱 편리하게 이용할 수 있도록 계층이 단절된 청주 중앙 공원 환경 개선 방안을 제시하고자 한다.

중앙공원의 중앙의 비워진 공간 구조가 전체적으로 시선을 통해 상호관계를 형성할 수 있도록 대안을 모색하였다. 그 대안으로 중앙공원 배치를 이용자의 행태를 기반으로 보행 시선과 함께 연결하여 공간들의 불편하지 않은 환경으로 다시 계획하고자 한다.

그 방법으로 폐쇄적 공간 개방 및 대규모 모임방지, 노후화된 시설 개선 등을 제안하고자 한다.

폐쇄적 공간 개방을 위해 그림3의 A위치에 분수광장의 요소를 활용하여 유청년층과 중장년층을 공원 중심으로 끌어들이며 대상지 서쪽과의 흐름을 유도한다. 또한 사용자들을 증대시킬 수 있도록 특정 시간 수공간으로 두어 물안개를 형성하며 사색의 장소로서 발걸음을 유도하여 중앙공원의 중앙부를 기준으로 단절된 동, 서의 맥락을 연결시켜 공원 이용자들을 대상지까지 유인하고자 하였다.

이후 분수 공간이었던 영역을 중앙공원의 중앙 광장을 다양한 계층이 활용할 수 있는 공간으로 개선하고자 한다.

분수광장의 동선 맥락을 고려하여 공원 내 보행자가 다른 공간에서 보행과 시선을 연결하여 회랑을 배치하여 자연적인 시선 유도의 수단으로서 지상층으로 구성된 중앙공원에 '올라가 내려다 볼 수 있는' 가능성을 제안한다.

회랑 배치 과정은 보행과 시선으로부터 범위 설정을 시작한다. 서측 주출입구에서 점차 높아지는 보행을 따라 주목되는 시선 끝점으로부터 주변 영역 시선까지 확대되기 위한 영역을 설정한다. 중앙공원의 주 보이드 공간은 영역에서 제외하고 형태와 같은 경우 중앙공원의 요소들이 모여 다른 공간과 연계될 수 있게 고립된 이미지를 탈피하고자 하였고 통행이 자유로운 분수광장과 연계하여 중정형으로 구성으로 계획하였다.

부가적으로 회랑 위 동선으로부터 지상층으로의 시선이 적극적으로 연결될 수 있도록 화단을 설치하여 보행자의 발걸음이 이를 돌아가는 형태로 구성하고자 한다. 또한 회랑 레벨에 조명을 두어 지상층의 가로등 배치를 보조하도록 한다.

폐쇄적 공간을 개방하는 방안으로 그림3과 같이 가로등과 가로등 빛이 덮여 무성하게 심어져 있던 나무들을 재배치함으로써 각 공간을 밝혀 개방감을 주고자 한다.

또한 중앙공원 보행 구간에서의 대규모 모임 방지하여 통행의 편의성을 확보하는 대안을 마련하고자 하였다. 노년층 집단 분산 형식의 장치를 모색하여 기존 정해지지 않은 면적을 선크과 돌출 의자를 형성하여 영역을 설정하도록 한다. 800\*800\*800의 박스 배치를 통해 공간의 전체적인 행태의 규모를 제한한다. 더불어 선크 소규모 광장을 활용하고자 하였고, 깊이 1m의 선크 배치를 통해 작은 놀이터를 형성하고 이는 놀이 행태의 규모를 제한하고자 하

였다.

마지막으로 노후화된 시설을 개선하는 데 있어 낙후된 운동시설을 재배치하고자 한다. 현재 중앙공원의 운동기구 는 도로와 면해 있으며 주차장을 바라보도록 설치되어 있다. 이에 따라 시민들의 접근이 용이한 위치에 배치하여 안전성을 확보하고 기구 이용을 활성화하고자 한다.

## 3. 결론

청주 중앙공원을 대상으로 현장 조사를 바탕으로 주요 이용자의 행태, 구역별 행태의 특성에 따른 구역 특성, 시간별 이용자의 행태를 통해 중앙공원에서의 이용자의 행태를 분석하였다. 주로 노년층은 옷놀이, 휴식, 대화 행위를 위주로 하며 머무는 시간이 평균 5시간으로 긴 것으로 나타났다. 비노년층의 경우 평균 머무는 시간은 30분으로 노년층에 비해 매우 짧았다. 또한 B구역에서 노년층의 집단적인 옷놀이 행위로 인해 통행을 방해하는 경향이 있고 광장을 기점으로 노년층과 유·청년층, 중장년층 사이에 단절이 생기는 것을 알 수 있었다. 단절을 일으키는 요인은 '수목, 단차 등으로 인한 폐쇄적인 공간'과 '다양한 세대가 이용할 수 있는 시설 부족' 두 가지로 나타난다.

단절을 일으키는 두 가지 요인들에 대한 원인 분석과 공원계획을 고려한 청주 중앙공원에 대한 개선방안은 다음과 같다. 첫째, 음침한 분위기를 조성하고 있는 폐쇄적인 공간 개방, 둘째, 공원 내 통행을 방해하는 대규모 모임 방지, 셋째, 공원 내 노후화된 시설 개선이다.

본 연구는 2주라는 단기간 답사와 연구를 통해 이루어졌기 때문에 이번 연구를 통해 얻은 결론은 일반화할 수 없는 한계를 가진다. 따라서 후속 연구에서는 장기간 체계적인 답사와 연구를 통해 청주 중앙공원과 같은 노인 공원의 이용자 행태 분석을 통해 이용 실태를 파악하고 공원이 계층단절형태로 변형되는 것이 아닌 다양한 계층을 수용할 수 있는 공원으로 개선될 수 있는 방향으로 나아가야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 국토교통부, 훈령 제306호, 도시공원 녹지의 유형별 세부기준 등에 관한 지침, 2020
2. 박미량, 범죄예방을 위한 환경설계의 제도화 방안 (IV): 공원 및 문화재 관련시설 범죄예방을 중심으로, 2011
3. 서정영, 성현찬, 의식조사를 통한 이용자 중심의 도시공원 조성방안 연구, 2009
4. 양재준, 고흥자의 여가공간으로서 공원이용 실태와 평가에 관한연구-용두산 공원을 사례로, 한국관광학회, 2007
5. 전창미, 울산시 도시근린공원의 실태와 이용행태에 관한 연구, 2003

# 거점공간을 통한 생활밀착형 마을 돌봄시설에 관한 연구

## - 상도초등학교의 주변지역을 중심으로 -

A Study on the Living-Close Village Care Facilities through the Village Base Space  
- Focusing on the surrounding area of Sangdo Elementary School -

○허 서 윤\* 이 명 재\*\*  
Heo, Seo-Yoon Lee, Myung-Jae

### Abstract

The purpose of this study was to analyze the sustainable village communities that can coexist with the region by dispersing theme of care into villages. It is necessary to go out of school and raise them at home, not subordination in the rigid space of school. For the village to become a home and be safe, we would like to provide children with a space for learning in their daily lives outside of the free school so that their neighbors can be a family. Therefore, in this study, we conduct a study on village schools that have established a system of infrastructure that can resolve conflicts in modern society where complexity is mixed.

키워드 : 마을, 돌봄시설, 거점공간, 생활밀착형, 분산

Keywords : Village, Child care facility, Close-to-living type, Dispersion

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

핵가족화 심화, 여성경제활동 인구 증가 등 양육환경이 변화함에 따라 돌봄에 대한 사회적 요구가 점차 증가하였다. 영유아 보육 지원에 비해 초등학생 대상 돌봄 지원은 상대적으로 부족하여 방과 후, 방학 중 돌봄 사각지대가 발생한다. 2010년 이후로 정부의 정책으로 돌봄교실이 급증하였으나, 수요에 못 미치는 공급, 학교의 태도, 물리적 공간의 확보 어려움, 양질의 돌봄 우려의 문제가 크게 발생한다. 이러한 현상에 대한 방안으로 단순히 물리적으로 증가된 돌봄 서비스를 제공하는 것은 일차원적인 방식이며, 제대로 구축되지 않은 시스템 속에서 운영시간의 확대는 오히려 아이들을 고립시키게 된다. 학교라는 경직된 공간에서의 종속이 아닌, 학교 밖으로 나가 가정에서의 양육이 필요하다. 마을이 집이 되어 안전하도록, 이웃이 가족이 되어 함께하도록, 아이들에게 자유로운 학교 ‘밖’ 일상 속에서의 배움의 공간을 제공하고자 한다. 따라서 본

연구에서는 복잡함이 혼재한 현대사회 속 갈등을 해소시킬 수 있는 사회기반시설의 시스템을 구축한 마을 학교에 대한 연구를 진행해 본다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서는 서울시 동작구 상도 4동의 상도초등학교를 중심으로 마을을 거시적으로 분석한다. 상도 4동에서 공원, 텃밭, 학교 등 돌봄 교육으로 활용할 수 있는 기존의 프로그램과 도서관, 미술관 등 교육과 주민 생활을 위한 프로그램을 연계할 거점을 설정하고 루트를 만든다. 아이들의 방과 후 잉여 시간을 한 시간마다 쪼갠 후 각 프로그램 거점에 매칭한다. 이때 거점에는 관련 전문성을 가진 노인이 거점 상층부에 거주하게 되며 마을 강사의 역할을 한다. 아이들은 한 시간씩 거점에서 활동을 한 후 다음 정해진 거점으로 루트를 따라 로테이션 되는 시스템이다. 이렇게 한 가지로 일대일 대응으로 특정되는 프로그램이 아닌, 돌봄이라는 주제를 마을로 분산시켜 지역과 공존할 수 있는 지속 가능한 마을 공동체에 대한 연구이다.

\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 5학년

\*\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 교수

(Corresponding author : Major of Architecture, Korea National University of Transportation, meisterlmj@ut.ac.kr)

## 2. 방과후 돌봄에 대한 일반적 고찰

### 2.1 방과후 돌봄교실의 이해

맞벌이 가정의 증가로 방과 후 아동들이 집으로 귀가하지 못하는 실정이다. 따라서 정부에서는 방과 후 초등 돌봄 교실을 개설하여 맞벌이, 저소득층, 한 부모 가정 등의 학생 중 돌봄이 필요한 학생들을 대상으로 정규 수업 이외에 별도의 공간에서 이루어지는 돌봄 서비스를 제공하고 있다. 돌봄 서비스는 돌봄의 대상 및 형태에 따라 돌봄 기관이 세분화되어 있다.

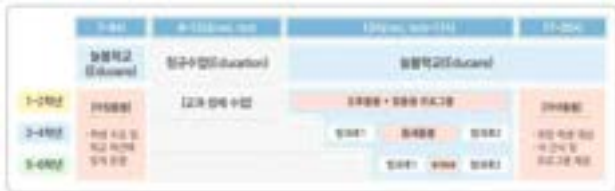
표 1 돌봄서비스 종류 ( 출처 : 방과후학교포털시스템 )

종류	대상	운영시간	비용부담	비고
초등돌봄교실	초 1 ~ 6 학년	방과후 ~ 17시	무상	
학교돌봄터	초 1 ~ 6 학년	방과후 ~ 17시	무상	학교 공간 활용
다함께돌봄센터	만 6 ~ 12세 미만	14 ~ 19시	이용자 부담	
지역아동센터	만 18세 미만	14 ~ 19시	무상	
청소년방과후 아카데미	초4 ~ 중 3학년	방과후 ~ 21시	무상	

### 2.2 방과후 돌봄교실의 확대

2023년 1월 교육부는 돌봄교실을 확대한 늘봄 학교 계획을 발표하였다. 모든 초등학교생이 방과 후 교육, 돌봄을 원할 때 이용할 수 있으며 2023년 시범운영을 거친 후 2024년 단계적 확산 이후 2025년 전국적으로 확대될 예정이다.

그림 1 늘봄교실 운영계획 ( 출처 : 방과후학교포털시스템 )



늘봄 학교와 기존 돌봄교실과의 차이점은 저학년에게만 제공되던 서비스가 전 학년으로 확대되고, 운영시간도 최대 20시까지 확대된다는 점이다. 늘봄 학교에서 희망하는 모든 학생들에게 양질의 교육 및 돌봄 서비스를 제공하여 국가적 책임을 강화하며, 조기 학교로 인한 돌봄 공백을 해소하고자 하는 목적이다.

### 2.3 돌봄교실 확대의 한계점

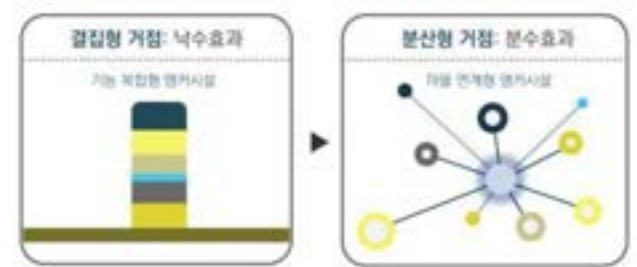
돌봄의 공백을 메꾸기 위해 다시 위탁되는 아이들에게 실질적인 해결책이 제시되는 것이 아니라 대책이 모순적으로 되풀이되고 있다. 아이들에게 필요한 것은 학교라는 고정된 물리적 공간에서의 지속적인 돌봄이 아닌, 방과 후 따뜻한 가정으로의 귀가, 이웃 주민과의 양방향적 소통이다. 따라서 본 연구에서는 마을이 곧 집이 되어 주민들이 함께 아이들을 케어하고 커뮤니티가 지속되는 마을을 제안한다.

## 3. 거점형 분산 방식에 대한 고찰

### 3.1 결집형 거점과 분산형 거점

여러 기능이 복합된 앵커시설을 통해 서비스를 제공하고 영향력이 퍼지기를 기대하는 낙수효과(Trickle down) 모델의 거점공간과는 다르게, 기능과 면적을 최소화하는 대신 지역 내 기존 시설과 서비스의 연계를 강화하고 서비스의 질을 끌어올리는 것을 마을 연계형 분수효과(Trickle up)모델이라고 한다. 운영방안에 대한 고려 없는 공공시설은 공간의 재 유희화를 불러온다. 인구와 수요가 감소하여 기존 시설들이 유희 된 채 방치되어 있는 지역에서는 서비스의 수요가 많지 않아 복합형 앵커시설을 둘 경우 기존 시설들의 유희화가 가속될 것이 예상된다.

그림 2 마을연계형 거점공간과 기능복합 결집형 거점의 개념 차이 (출처 : 중소도시 마을연계형 거점공간의 지속가능한 운영방안)



### 3.2 민간시설의 공공활용, 마을연계형 거점

마을연계형 거점공간은 민관이 보유한 시설 중 지역 전체의 복지과 문화수준 향상에 도움을 주는 서비스를 제공하는 준공공적 민간주체에게 지원금을 지급하고, 공간의 위치와 특성을 공공이 지속적으로 파악하여 주민들과 연결시켜줌으로서 세금 투입 없이 공공서비스를 유지하는 방식이다. 마을 연계형 거점은 대규모 건축물 시공 없이, 혹은 대규모 건축물 신축을 최소화하거나 기존 건물의 리노베이션을 통해 필요 공간을 확보하고 마을 내에서 이루어지는 준공공서비스를 연결해주는 방안으로, 짓지 않는 재생을 목표로 한다.

### 3.3 커뮤니티 호텔 사례

커뮤니티 호텔은 수평적 호텔로 단일 건물에 기능을 복합화하는 결집형 거점인 일반 호텔과 상반되게 기능을 숙박만으로 최소화하고 마을 전체의 기존 기능들을 연결해 주는 형태의 호텔이다. 식당을 지역 맛집과 연결해 주고, 사우나를 지역 목욕탕으로 연결하는 등 거점공간만의 성장이 아닌 지역 전체가 동반성장할 수 있는 선순환 생태계를 구축한다. 지역 내 주민과 외지인의 끊임없는 교류와 자극을 촉진하여 도시재생의 원동력을 만들 수 있다. 주민들에게는 마을이라는 공간이 단순히 이웃 간의 활동 범위를 넘어서 집단의 의미를 공유하는 과정으로 소속감을 나누고 연대의식을 일깨우는 과정을 통해 고유의 지역 정체성을 유지하며 커뮤니티를 지속하게 한다.



그림 3 커뮤니티 호텔 시스템 ( 출처 : 호텔 하나레 )



### 3.4 육아 공동체 성미산 마을 사례

성미산 마을은 1994년 공동육아를 해결하기 위해 20가구가 ‘우리 어린이집’ 을 만들어 운영하며 시작되었고, 대안학교, 두레생협, 마을카페, 성미산 극장 등 다양한 공동체 운동이 일어나고 있는 마을이다. 이후 성미산 보존운동을 전개하면서 지역 주민의 유대가 깊어지고 지역사회가 발전하게 된다. 성미산 마을에서는 다양한 마을공동체가 자발적으로 형성되고 유지되었고, 약 20년 동안 진행되었기 때문에 지역사회의 가치가 예상되며, 다양한 사업의 마을 만들기가 진행되어 지역 효과를 다방면에서 예측할 수 있다.

그림 4 성미산 마을 지도 (출처 : 공동육아우리어린이집 카페)



### 3.5 거점형 분산 방식의 적합성

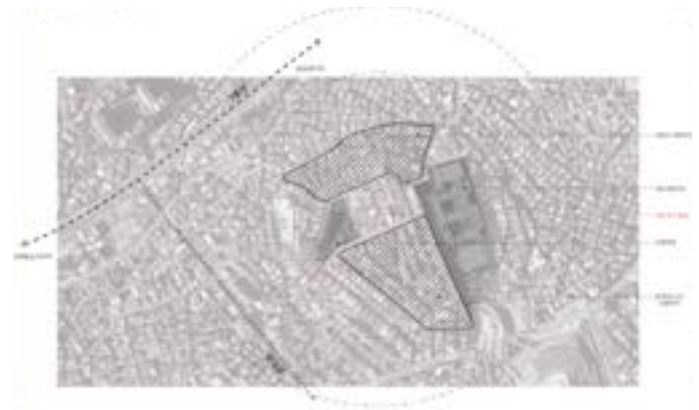
위 사례와 같이 마을연계형 거점의 분산방식을 통해 기존의 경제적, 문화적, 역사적 생태계를 지속하면서도 기존 상권, 문화공간, 역사 공간, 자연자원이 끊임없이 커뮤니케이션 하는 지역사회를 만들 수 있다. 더 나아가 거점형 분산을 통해 각각의 마을에서 형성된 네트워크가 나름의 개성을 가진 또 하나의 거점이 되어 네트워크간의 거시적인 커뮤니케이션을 기대할 수도 있겠다.

## 4. 거점형 계획안 구상 및 계획

### 4.1 대상지 선정 및 분석

서울시 동작구 상도 4동 일대를 대상지로 선정하고 분석하였다. 상도 4동은 주거지 면적 기준 14세 이하 어린이 인구가 서울시 평균보다 약 1.7배 많고, 4세 이하 영유아의 경우에는 거의 2배 많은 것으로 나타났다. 영유아와 어린이가 다수 거주한다는 것은 지속 가능한 공동체 형성의 토대이자, 건강한 주거지의 핵심자원으로서 큰 잠재력이 될 수 있다. 또한, 상도 4동은 동작구에서 사회학적 쇠퇴 지수가 가장 높은 지역이다. 특히 한 부모가족, 결식아동 지원, 노령연금의 지수가 높게 나타나 어린이와 어르신에 대한 지원이 시급한 것으로 예측할 수 있다.

그림 5 상도초등학교 인근 어린이 및 노인 쇠퇴지역



### 4.2 컨셉 및 프로그램

그림 6 기본 컨셉 다이어그램



하나의 바운더리를 형성하는 거대한 메스가 아닌 마을 곳곳의 거점과 루트를 설정한다. 루트를 통해 이동하는 것 또한 배움의 유형으로 보행친화적인 마을을 만든다. 선정된 거점에 돌봄 프로그램을 재배치한 후 생활 SOC를 결합시켜 마을 주민들과 함께 운영하는 시스템을 구축한다. 각 돌봄 거점에 전문성을 가진 지역 노인을 마을 강사로 설정하여 세대 간 단절된 경계를 해체하며 지속 가능한 마을의 커뮤니티를 만든다.

상도초등학교의 주변 지역을 거시적으로 분석하며 마을의 기존 요소 중 돌봄 교육으로 활용할 수 있는 공원, 텃밭의 요소를 찾아냈다. 마을의 요소에서 공원-원예공방, 공원-스포츠센터, 텃밭-생활 농장의 프로그램이 파생되었다. 나머지 프로그램은 초등교육에서의 교과목을 연계하면서도 마을에 부채한 주민 이용시설이 될 수 있는 미술관, 마을 도서관, 소극장, 플리마켓의 프로그램을 부여하였다.

그림 7 거점별 프로그램

Location	A	B	C	D	E	F	G
Location							
Urban Context							
Accessibility							
Urban Program	학교	마을	마을	마을	마을	마을	마을
Program							

이렇게 서로 다른 프로그램을 가진 7개의 거점을 따라 루트가 형성되고, 아이들이 방과 후 한 시간씩 분배된 시간에 각 프로그램 거점에 매칭된다. 이때 거점에는 관련 전문성을 가진 노인이 거점 상층부에 거주하게 되며 마을 강사의 역할을 한다. 아이들은 한 시간씩 거점에서 활동을 한 후 다음 정해진 거점으로 루트를 따라 로테이션 되는 시스템이다.

#### 4.3 건축 계획

그림 8 프로그램 조닝 전략

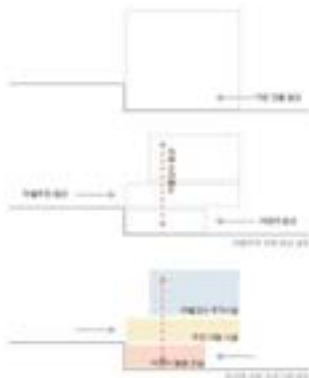
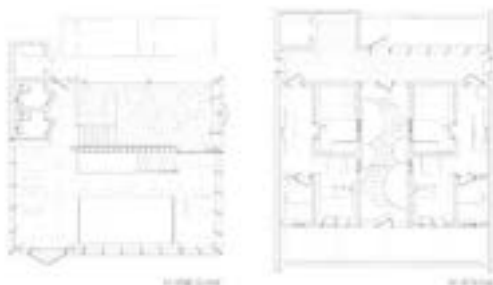


그림 9 B거점(도서관) 평면도



선정한 거점들은 구릉지인 대상지에서 한 층 이상의 레벨 차이가 난다. 이러한 점을 이용하여 생활 SOC를 이용하는 마을 주민과 돌봄 교실을 이용하는 어린이의 동선을 분리하고 동선에 따라 프로그램을 계획한다. 그림 9에서는 저층부에는 돌봄 및 주민 이용시설로 활용되는 도서관 및 카페가 있으며, 상층부는 노인의 주거시설로 수직적으로 이동하며 마을 강사로서의 역할을 할 수 있도록 하였다.

#### 5. 결론

그림 10 상도4동 아동친화마을 마스터플랜



건축물이 단순히 거대한 도시의 점유물이 아닌 인간의 삶의 터전으로 실질적인 기능성과 지속성을 추구하는 관점에서 도시 안에서의 미시적 커뮤니케이션에 주목하였다. 본 연구에서는 상도 4동의 분석을 통해 아동과 노인의 사회적 쇠퇴지수가 높은 지역적 특징을 파악하고 돌봄 교실의 사회적 문제에 결합시켜 도시 구성 방식의 개편을 통해 해결 방안을 찾으려 하였다. 그 결과 ‘돌봄’의 특성을 가진 거점들이 분산된 ‘생활활발착형 마을’에 이르는 결론에 도달하였다. ‘관계 형성’에 가장 큰 주안점을 두고 아동과 노인의 관계, 이용자와 거점의 관계, 거점과 거점의 관계를 고려하며 각 요소간의 관계성이 확장된 거대한 네트워크 조직의 구축을 지향하는 바이다. 이는 다양한 요소가 복잡화되는 현대사회에서의 적합한 건축방식으로 제시하는 모델이자, 지역사회에 능동적이고 지속 가능한 시스템을 가동시키는 원동력이다.

#### 참고문헌

1. 상도4동 도시재생 활성화계획 보고서
2. 중소도시 마을연계형 거점공간의 지속가능한 운영방안
3. 동작구청 홈페이지
4. 방과후학교포털시스템
5. 커뮤니티의 관점에서 본 마을만들기
6. 마을만들기가 지역정체성과 사회적 가치에 미치는 영향
7. 공동육아우리어린이집 카페

## ② 구두 발표 - 계획 및 설계 세션

# 젠트리피케이션으로 인한 지역의 정체성 회복에 관한 연구

- 대학로 공연문화 복합공간을 중심으로 -

## A Study on the Restoration of Regional Identity caused by Gentrification

- Focusing on Daehak-ro Performing Culture Complex -

○박 원 철\*

Park, Won-Cheol

이 명 재\*\*

Lee, Myung-jea

### Abstract

The purpose of this study is to solve the gentrification problem of Daehangno and find its identity. Daehangno is experiencing gentrification due to rapid industrialization and small theaters are being marginalized. They sought ways to regain their identity by finding related cases. There was a need for a way for any individual that constitutes Daehak-ro to coexist and express their identity without being alienated. In order to express identity, volume and material properties were used, and solutions were found in the use of architectural programs for social coexistence.

키워드 : 대학로, 연극 클러스터, 정체성, 장소성, 젠트리피케이션, 지역 상생

Keywords : DeaHak-ro, theater cluster, identity, place, small theater, gentrification, regional co-prosperity

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

현대사회에서 산업의 발전으로 인한 젠트리피케이션 문제는 예전부터 제기되어왔다. 모든 사람이 빠른 시대변화에 적응하기 힘들기에 지역의 새로운 유입에 대응이 되지 않는 것이다. 이미 한국에 젠트리피케이션으로 인해 특색을 가진 거리가 색이 빠져버린 경우가 더러 있다. 명동, 홍대, 신촌, 경리단길 등 유명한 지역은 이미 겪은 일이기도 하며 대학로도 젠트리피케이션 문제를 직면하고 있다.

대학로는 문화예술과 관련된 공연장이나 기관 등이 발달해 있어서 대표적인 문화예술의 거리로 손꼽힌다. 우리나라에서 유일하게 중·소 공연장이 밀집되어 있는 공연예술의 메카이기도 하며 세계적인 연극 클러스터로서의 가능성과 역할이 기대되는 곳이다. 넓게 분포되어 있는 공연시설에서는 연극이나 뮤지컬, 음악 등 여러 가지 종류의 공연이 이루어지고 있다.

하지만 문화지구 지정 이후 거리의 인기가 높아짐에 따라 지역의 상업화가 가속되고 지가 및 임대료가 지속적으로 상승하고 있다. 기존에 있던 상권은 높아진 임대료를 감당하지 못하고 떠나게 되었고 기업과 상업시설들의 대

거 유입되며 소극장들은 밖으로 내몰리는 상황에 놓여있다. 즉, 대학로마저 젠트리피케이션에 의해 원래 있던 정체성이 사라지고 있는 것이다.

젠트리피케이션으로 인해 밀려난 대학로의 정체성을 찾는 방안을 모색하며 한 집단만 성장해 나가는 현 상황에서 대학로를 구성하는 어느 한 집단도 밀려나지 않고 수용하는 장소를 만들어 일시적이고 일방적인 해결이 아닌 지속가능한 방안을 모색하여야 한다. 그러기 위해 대중을 위한 구심점이 되어줄 수 있는 복합문화공간을 제공하고 그 안에서 지역민 모두가 공존해야 하며 지역의 정체성을 표출할 수 있어야 한다.

#### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구에서 ‘대학로’는 2004년 문화지구로 선정된 서울특별시 종로구 종로5가 사거리에서부터 혜화동 로터리까지의 거리를 뜻한다. 1.5km에 달하는 문화지구 내에서 공연문화가 가장 활발하게 이루어지고 있는 혜화역 부근으로 집중하여 분석한다.

우선 되살리고자 하는 대학로의 정체성에 대해 정의를 내려 연구의 방향성을 잡는다. 현재 대학로의 문제점과 사회 전반적으로 일어나고 있는 젠트리피케이션에 대해 다른 지역은 문제 극복을 어떠한 방식으로 풀어나갔는지 분석하여본다. 연구의 주체인 대학로에 대해 현재의 문제를 풀어나갈 방법을 계획안을 도출하여 문제 해결 방안을 제시하고자 한다.

\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 5학년

\*\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 교수

(Corresponding author : Major of Architecture, Korea National University of Transportation, meisterlmj@ut.ac.kr)

## 2. 젠트리피케이션의 이론적 고찰

### 2.1 젠트리피케이션의 문제점

젠트리피케이션은 다양한 시설의 도입과 주위 인프라의 성장의 촉진제 역할을 해주고 상권의 발전과 경제 활성화에 기여하는 긍정적인 효과도 있지만 기존 거주민과 자영업자들의 이탈을 불러오는 문제를 발생시킨다. 이 문제가 이번 연구를 관통하는 점이다. 기존 거주민의 이탈로 그 지역이 가지고 있던 정체성도 함께 사라지는 것이다.

신촌은 연세대학교와 이화여자대학교를 중심으로 자리한 서울의 대표적인 대학가이다. 1980년대 이후 대형건물들이 들어서면서 전성기를 맞이한 신촌 상권은 문화예술의 중심지로서 역할을 했다. 하지만 정부와 대학에서 락카페를 규제하고 신촌문화의 퇴폐성에 대한 이야기가 나오면서 신촌 상권에 큰 타격을 주었고, 열악한 보행 환경과 차량 정체, 상권 침체 등의 문제로 2000년대 이후 거리는 점점 활기를 잃어갔다. 이러한 문제를 직면한 신촌은 임대료 상승에 소규모 가게가 이탈하고 특색있는 가게 대신 대형 프랜차이즈가 대부분인 유흥가로 변해버렸다. 결국 신촌에서만 느낄 수 있던 분위기는 사라지고 사람들은 평범한 유흥가로 변한 신촌을 찾을 이유가 사라져 발길은 뚝 끊겨버렸다.

### 2.2 젠트리피케이션의 극복

신촌이 1980년대에 번성할 수 있었던 이유는 자유분방함 때문이었다. 하지만 그 자유를 억압하니 다른 지역으로 흩어졌다고 할 수 있다. 신촌만의 매력을 잃어버리면서 사람도 잃은 것이다.

신촌 사람들은 다시 거리를 되살리기 위해 변화에 빠르게 반응하려고 했다. 2018년 제 1회 신촌거리예술축제를 개최했다. 축제 외에도 2017년에 한적한 주택가 위에 소극장이 문을 열었다. 그 때 당시 기존의 소극장들은 이미 모두 문을 닫고 없는 상태였다. 2017년 이후 지금은 소극장이 5개 까지 늘었다. 원래 가지고 있던 신촌의 특색을 천천히 되찾고 있는 것이다. 지역의 가장 큰 자산은 ‘사람’이다. 자세히 말하면 특색을 지켜줄 그 지역을 사랑하는 사람인 것이다. 그렇기에 지역을 되살리기 원한다면 사람들이 서있을 수 있는 자리를 지켜주는 것이라 할 수 있다.

## 3. 대학로 정체성에 대한 일반적 고찰

### 3.1 대학로 정체성의 의미

‘대학로’는 대학교 앞 변화가, 진입로 등에 붙는 거리의 이름이며 국내에 많은 대학로가 있다. 하지만 흔히 서울시 혜화동에 있는 대학로를 떠올린다. 수많은 대학로 중 혜화동에 있는 대학로가 바로 떠오르는지 생각할 필요가 있다. 그 이유로 ‘대학로’가 가지는 정체성과 장소성, 역사성 등을 살펴볼 수 있다.

대학로의 정체성이라고 함은 많은 의미를 포함한다. 이름 그대로의 사전적 정체성, 그동안의 역사를 품은 역사적 정체성, 대학로의 행태를 통한 활동적 정체성 등 이 말고도 대학로를 누가 어디서 무엇을 하며 느끼는지에 따라 정체성의 본질은 여러 개가 될 수 있다. 사람들이 떠올리

는 모습이 모여 하나로 굳어 군집을 이루면 그 자체로 대학로의 정체성이라 할 수 있다.



그림 1. 대학로 문화지구 선정 이후 소극장의 성장 및 분포

### 3.2 대학로 정체성의 성격

사람들이 대학로의 이미지를 떠올릴 때 대표적인 이미지가 있다. 바로 소극장이다. 대학로는 주로 연극을 보기 위해 방문하는 사람들이 많이 찾는다. 여기서 우린 대학로의 정체성을 알기 위해 언제부터 왜 연극거리가 되었는지 그 역사성을 찾을 필요가 있다.

첫 번째로 대학로의 유래에서 이어져 온 정체성이 있다. 1924년 현 대학로에 자리를 잡은 경성제국대학은 그 시대 최고의 고등교육기관으로써 식민 통치의 장치 역할을 하였다. 해방 이후 바로, 1945년 국립서울대학교에 경성제국대학이 흡수가 되면서 식민의 역사를 덧씌우게 되고 입지를 굳히게 되었다. 젊은 층의 사람이 많이 유입되고 정착하며 1960년대부터 4.19혁명, 현알회담 반대운동, 유신철폐운동 등 시위와 농성의 장소로서 사용이 되었던 적도 있다. 1975년 서울대학교가 지금의 관악구로 이전하면서 비워진 자리에 마로니에 공원과 함께 경성제국대학에서부터 서울대학교를 거쳐 이어져 오던 건물은 문화예술 기관과 공연시설이 들어오게 되었다. 지금의 대학로는 이름 그대로 대한민국의 교육적 역사와 식민지의 역사를 그대로 품어 투영하며 사람들에게 보여주고 있는 셈이다.

두 번째로는 연극거리로서의 정체성이다. 건물의 모습이 역사성을 띄며 정체성을 보여준다면 그 안에 담긴 프로그램은 또 다른 정체성을 보여준다. 서울대학교 이전에 따라 건물의 용도가 문화예술을 담은 공연시설로 변하였다. 그와 함께 차 없는 거리로 지정되는 등 정부의 적극적인 지원에 힘입어 공연예술활동이 더 활발해졌다. 신촌, 홍대 등의 지역의 많은 연극단체가 유입이 되면서 대학로 한 곳으로 뭉치게 되었다. 100여개가 넘는 소극장들은 그들만의 문화를 만들어 연극클러스터가 형성되었다. 2004년 대학로는 문화지구로 선정되어 더 많은 지원을 받고 있으며 매년 많은 사람들이 연극을 보기 위해 모인다. 역사성과는 별개인 문화예술의 정체성 또한, 가지고 있는 셈이다.



### 3.3 대학로 정체성의 현주소

대학로는 발전과정과 시작은 좋았지만 현재는 그렇지 않다. 서울시와 종로구청은 문화지구를 지정할 때 민간 소극장을 운영하는 사람들이 혜택을 볼 수 있는 최소한의 장치를 마련해주지 않았기 때문에 결국 건물주에게만 혜택이 돌아가고 대학로의 정체성의 맥을 이어주고 있는 연극인들의 설 자리는 없어지고 있다.

10년간 임대료와 인건비 등 각종 고정 지출은 증가하는 것에 비해 민간 소극장의 연간평균수입은 많이 늘지 않은 상황이다. 결국 문화지구 지정 이후 2004년 57개에 불과했던 소극장은 200여개로 급증했던 적이 있었지만 꾸준한 임대료 상승과 소극장 유료관객 점유율도 낮아져 현재 90여개의 민간 소극장만이 남아있다.\* 현재의 소극장은 공연시설로써 기본으로 갖춰야할 시설도 보유하지 않은 곳도 준비해 연극인들과 관람하는 사람들에게도 편의성도 떨어져 사람들의 발길이 끊기고 있다.

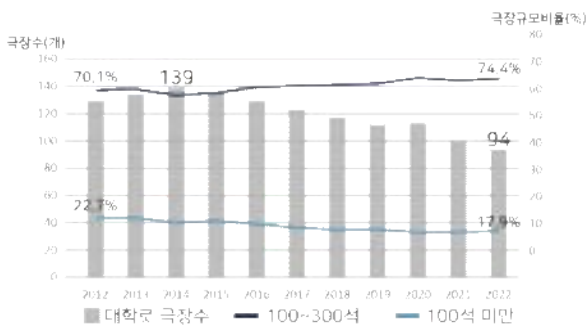


그림 2. 대학로 극장의 규모별 증감 현황

## 4. 계획안의 기본 구상 및 계획

### 4.1 계획 대상지 선정 및 분석

쇠폐해진 대학로는 이미 문을 닫아 자리가 비워진 상가가 많았습니다. 비워진 상가는 이런 배면을 맞닿고 있는 골목에 많았으며 지금 대학로는 전체를 사용하지 않고 블록하나를 사이에 두고 두 골목의 분위기가 극심할 정도로 일부 거리만 활성화되고 있었습니다.

마로니에 공원과 4차선 도로 앞 1열로 배치되어 있는 건물로 대학로 안쪽은 길에서는 잘 보이지 않는 감춰져있는 곳이다. 주진입로와 가장 가까운 블록은 가장 낙후되어 있는 블록으로 방문하는 사람이 적을 뿐더러 대학로에 어울리지 않는 건물이 존재한다. 약한 정체성을 방문하는 사람들에게 바로 보여줄 수 있도록 주진입로와 가까운 대상지를 선정했으며 낙후지역도 이에 포함되어 있다.

대상지는 대학로 10길, 대학로 8가길 일대로 3블럭으로 이루어져 있으며 대지 면적은 블록사이의 도로를 포함해 12923.8m<sup>2</sup>이다.

### 4.2 역사성과 정체성 표현에 대한 고려

앞서 말한 역사적 정체성과, 공연예술의 정체성을 다시



그림 3. 계획 대상지 및 주변 현황  
들어 내주는 것이 이 프로젝트의 핵심이다. 두 정체성을 모두 표현해주고자 하여 기존의 소극장들이 어떠한 형태로 존재해 있는지 파악하였다. 이미 상권에 밀려 지하로 쫓겨난 소극장들이 더러 존재했다. 공연예술의 정체성을 표현하기 위해서는 지하의 소극장을 밖으로 꺼내주는 방법을 택하였다. 성큰을 만들어 넓은 외부공간을 만들어 지하의 소극장을 외부와 접하게 해주면서 그 위치는 지켜 소극장의 역사성의 맥을 이어주는 것이다. 지하뿐만 아니라 다른 위치에 있는 소극장도 그 자리는 지키며 명맥을 이어주고 사람들의 기억에 남아 있는 소극장 그대로를 남겨주었다.

현재의 대학로의 숨겨져 있는 소극장과는 달리 소극장 주위의 매스를 뒤로 밀어버린다. 이 방법으로 소극장을 비교적 돌출되어 보이게 하여 소극장의 모습을 방문객들에게 직접적으로 노출시켜 보다 효과적인 정체성 표출을 야기한다. 밖에 돌출된 만큼 시각적, 청각적으로 방문객에게 더 많은 콘텐츠를 제공해 줄 수 있는 가능성 또한 생긴다.

### 4.3 젠트리피케이션의 극복

대학로의 정체성을 살려주기 위해 소극장만을 위한다면 상권은 죽으면서 현재의 문제가 반복되어 그 의미를 잃어버릴 수 있다. 정체성은 다시 되살리되 방문객들의 편의와 연극외의 활동을 지켜주기 위해 상권의 피해는 최소화 해야한다. 오히려 연극과 상권이 조화를 이루며 공생하여야 하며 서로의 행태와 이해관계가 순환하는 구조를 가져야 다시 젠트리피케이션 문제를 격지 않고 지속가능한 대학로가 될 것이다.

### 4.4 기본 구상 및 프로그램

소극장들을 밖으로 꺼내주었다면 그 꺼내진 소극장을 마무리하는 방식도 중요하다. 대학로 전체가 무대이자 객석이 되어 소극장의 정체성을 전체적으로 표현해주고자 했다. 방문객들이 대학로에 진입했을 때, 연극을 보기위해 기다릴 때, 다른 상업공간을 이용할 때, 밖에서 쉴 때도 모두 연극과 함께 할 수 있도록 할 수 있는 방법을 구상하였다.

\* 출처 : 공연예술실태조사, 문화체육관광부



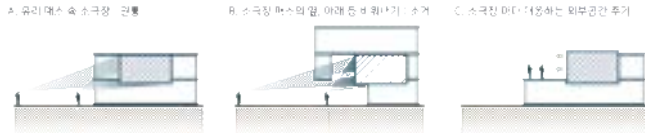


그림 4. 소극장에 대한 접근 방식에 관한 다이어그램

매스와 매스 사이에 광장을 두어 연극 전후로 휴식할 수 있는 공간을 제공하고, 광장에 연극에 사용하던 소품, 무대장치 등을 배치한다. 다채로운 분위기가 형성되고 버스킹의 장소로 이용될 수 있으며 평상시에는 휴식의 장소가 객석으로 변하는 모습을 볼 수 있습니다.

매스는 어긋나게 쌓아 사용할 수 있는 공간을 만들고 그 공간을 외부계단을 통해 올라 갈 수 있도록 만듭니다. 이 계단을 앉을 수 있도록 하여 객석이 될 수 있는 환경을 조성합니다. 계단 방향은 최대한 광장을 바라볼 수 있도록 하여 광장이 무대가 되는 순간 주위의 계단들이 모두 객석이 되어 사람들이 광장을 둘러싸아 마치 빈야드 극장이 된 것처럼 연출 할 수 있습니다.

돌출된 소극장은 그 안에서만 연극이 이뤄지는 것이 아니라 개구부, 혹은 가변형 극장의 형태가 되어 현대시대의 공연예술의 변화 트렌드에 맞추어 다양성을 제공한다. 가변형 극장은 외부의 계단, 광장 등 공용공간에서 소통이 되도록 방향성을 가지며 배치된다.

#### 4.5 건축 계획

신축을 위해 세 블록을 모두 철거 하되 신축할 때에 기존에 있던 소극장의 위치에 그대로 소극장을 배치시킨다. 또한 소극장 매스의 재료는 차별화를 위해 눈에 띄는 메탈 소재를 사용한다. 소극장의 주변과의 차별화를 위해 주변 매스는 코어를 제외하고 유리 매스를 사용한다. 소극장이 돌출되지 않더라도 외부에서 유리매스에 투과되어 보일 수 있도록 하여 차별화의 효과를 더욱 증가시킨다.



그림 5. 배치도

계단과 광장, 옥외 공간에서 공연을 할 수 있는 공간은 적벽돌을 사용한다. 적벽돌은 프로젝트 내에서 기존 서울대학교에서부터 이어져 오는 역사성의 맥을 잇기 위함이며, 공연예술의 장소로 그 의미를 부여한다.

모든 매스와 프로그램은 최대한 배면이 없도록 한다. 기존

의 문제였던 배면과 그로부터 연쇄되는 골목마다의 활기의 차이를 최소화하기 위함이다. 또한 주진입로는 있지만 대학로를 순환하는 동선을 가지고 있기 때문에 적용시킨 까닭도 있다.



그림 6. 조감도

#### 5. 결론

젠트리피케이션으로 인한 거리의 퇴색은 이미 많은 지역에서 일어나고 있다. 정체성은 소실되고 거리는 아무도 찾지 않아 쇠퇴된다. 이러한 문제는 대학로도 피해가지 못하였다. 빠른 산업화로 상업시설이 대거 유입되었고 대학로의 정체성이라고 할 수 있는 소극장이 외각으로 밀려나고 있는 상황이다. 현 상황이 지속된다면 거리는 특색 없이 진부한 상업거리로 변할 것이다. 그렇게 된다면 우리는 대학로의 역사를 잃을 것이며 다양한 연극 또한 볼 수 없게 될 수 있다.

젠트리피케이션 문제의 해결을 위해 상업시설을 밀어내고 소극장만을 위한 다면 그 또한 다른 사회적 폭력이라고 볼 수 있다. 그렇기에 지속가능할 수 있도록 이미 대학로 내에 공존하고 있는 상권들과 조화를 이룰 수 있는 수단이 필요하였다.

이 연구는 대학로의 정체성이라고 할 수 있는 기존의 대학 건물과 공연예술의 집합체라고 할 수 있는 소극장들을 되살려준다. 또한 그들이 함께 어우를 수 있는 구심점이 되어줄 장소를 마련해주어 지역의 정체성을 지킴과 동시에 지역 내에 속하는 다른 그룹들이 소외받지 않고 앞으로 더 발전할 수 있는 방법을 제공해준다. 연극인, 지역상권, 방문객 모두에게 선한 영향을 줄 수 있는 선순환의 방안이라고 할 수 있다.

#### 참고문헌

1. 문화체육관광부, 공연예술실태조사, 2005-23
2. 황두영, 이정형, 정영도, 문화지구 관리특성 및 개선방안에 관한 연구- 인사동, 대학로, 인천개항장 문화지구를 중심으로, 중앙대학교 건축학과, 2018
3. 양은아, 대학로의 문화·예술 공간으로의 구축에 관한 연구, 서울대학교 대학원, 2017
4. 김미영, 고진수, 대학로 젠트리피케이션의 전개와 특성, 부산연구원, 광운 대학교, 2020
5. 하정희, 사람들은 왜 신촌을 떠났을까, 2019

# 대학 캠퍼스 산책로 보행친화성 향상에 대한 연구

- 충북대 행복담길을 중심으로 -

## A Study on the Improvement of Walking Friendliness

### on University Campus Walkways

- Focused on HaengbokDamgil in CBNU -

○유수빈\* 나현선\* 이의주\* 한승주\* 손동화\*\*  
Yu, Subin Na, Hyeonsun Lee, Euiju Han, Seungju Shon, Donghwa

#### Abstract

Chungbuk National University is used as a space for students to take classes and a quality walking space provided near residential areas for residents. Chungbuk National University is the first campus in Korea to own the 'HaengbokDamgil', a barrier-free sharing road. However, the HaengbokDamgil does not show active walking behavior, contrary to its initial purpose.

Through the direct observation methodology, we would like to analyze the reasons for the low walking affinity of HaengbokDamgil and to find out the current status of walking behavior accordingly. It is intended to find out problems in the analysis of the place and the behavior occurring there and to suggest improvement measures for the shortcomings.

When surveying the target site, there were two walking behaviors on HaengbokDamgil: practical walking and leisure walking. As for the walking environment, there was a large walking square in the university near the HaengbokDamgil, so the usage of the HaengbokDamgil was low, and it was relatively hidden and could not be reached by people. In addition, it was judged that the walking friendliness of HaengbokDamgil was low because it was not a convenient walking path because it was a space for leisure walking rather than a space for practical walking.

As a result of the analysis, it was found that walking behavior appeared less due to the low walking affinity of HaengbokDamgil. Referring to the case, several improvement measures are proposed to enhance walking friendliness of HaengbokDamgil and to make it a place with active walking behavior.

키워드 : 캠퍼스, 걷기, 보행공간, 보행행태, 산책로, 보행친화

Keywords : Campus, Walking, Pedestrian space, Walking space, Walking behavior, Walking trails, Walking Friendly

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

캠퍼스는 일반적으로 단과대학이나 대학 및 관련 기관 건물들이 위치한 부지를 가리킨다. 하지만 오늘날의 캠퍼스는 단순히 교육의 목적을 넘어 캠퍼스를 사용하는 학생과 교직원뿐만 아니라 인근 주민까지도 이용할 수 있는 시설들을 포함함으로써 공적인 기능까지도 담당하고 있다. 또한, 도시를 보행 친화적 관점으로 볼 때 캠퍼스는 질 좋은 보행환경을 제공하는 공간이며 풍부한 녹지와 더불어 휴식 및 산책 공간을 제공하고 있는 것을 볼 수 있었다. 이때 충북대학교 캠퍼스는 넓은 평지로 이루어져 있어 타 국립대학교보다 더욱 우수한 보행 쾌적성을 갖추고 있다. 또한, 다양한 광장과 보행로 정비 및 공원 등을 통하여

보행 친화성을 향상하고 있었으며 국내 최초로 무장애 나눔길인 ‘행복담길’을 조성하는 등 지속해서 보행환경을 개선하기 위해 노력하고 있는 것을 볼 수 있었다. 하지만 이러한 상황에도 이 장소를 이용하는 사람은 매우 드문 것으로 파악되었고 따라서 행복담길을 중심으로 충북대학교의 보행환경의 행태를 살펴보고 이를 정량화하여 공간이 취지에 맞게 사용되는지 살펴보고 이를 바탕으로 앞으로 바람직한 개선방향까지 제안하고자 한다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

연구의 장소적 범위를 충북대 행복담길과 그 인근 보행로 한정하여 연구를 진행하고자 하였다. 행복담길은 충북대학교의 학술림 내에 조성된 산책로로 기존의 오솔길로 불리던 산길을 보행약자가 더욱 접근하기 쉽도록 조성된 무장애 나눔길로 산림복지진흥원의 녹색자금 공모사업에 선정되어 조성되게 되었다.

\* 충북대학교 건축학과 학사과정

\*\* 충북대학교 건축학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture,  
Chungbuk National University, dhshon@cbnu.ac.kr)

본 연구는 직접관찰법을 통하여 행복담길과 인근 보행로에서의 보행자의 행태분석을 진행하고자 하였다. 직접관찰법과 물리적 흔적 관찰조사는 가장 기본적인 행태추적 방법이다. 물리적 흔적 관찰조사는 반복적 관찰이 가능하지만, 흔적이 남지 않는 행태조사에서는 사용할 수 없는 단점이 있다. 반면에 직접관찰법은 인간행태를 직접 관찰하고 이용자들의 실제 행위를 분석하여 이용자 및 공간과의 관계를 파악하기에 적합하다. 특히 조사자가 현장에서 진행할 수 있으므로 사진 또는 위치정보 자료보다 신뢰도가 높다. 그러나 물리적 흔적 관찰조사는 시간과 비용이 많이 소요되며 관찰과정에서 윤리적 문제가 발생할 수 있다.

따라서 이번 연구에서는 행태에 영향을 주지 않기 위해 현장에 출연하되 관찰자임을 밝히지 않는 방식과 직접 행위자가 되어보는 방식으로 진행하였으며 기록을 위해 행위자와 일정 거리를 유지하여 관찰하며 보행자의 인원, 이동유형, 이동 방향 등을 파악해 보았다. 이후 간단히 인터뷰를 통하여 그들의 소속과 연령대 사용 빈도를 알아보고 이를 통해 보행자의 특성을 도출해 보고자 하였다.

## 2. 대상지 개요 및 분석

### 2.1 보행친화성과 보행행태

#### 2.1.1 보행친화성의 정의

보행친화성은 도시가 보행자 중심으로 디자인되어 안전한 보행환경과 편안한 도시공간을 제공하는 개념이다. 보행자 편의성과 교류를 강조하며, 도로와 공공공간을 보다 친숙하고 활기차게 조성함으로써 도시 생활의 질을 높이고 사회적 상호작용을 촉진한다. 이는 지속가능한 도시 개발과 환경 친화적 디자인을 통해 도시를 더 삶과 문화로 가득한 장소로 만드는 목표를 담고 있다.

#### 2.1.2 보행자 전용도로의 정의

보행자 전용도로에 대한 정의는 도로교통법에 따르면 ‘보행자 전용도로’란 보행자만 다닐 수 있도록 안전표지나 그와 비슷한 인공구조물로 표시한 도로를 말한다. 또한 설치 기준에 따르면 보행자 전용도로는 폭 1.5미터 이상의 도로로서 보행자의 안전하고 편리한 통행을 위하여 설치하는 도로를 말한다. 이는 보행자 전용도로에 대한 전반적인 내용을 다루고 있으며 또한 이 도로교통법에서는 보행자 전용도로를 ‘보도, 길 가장자리 구역, 횡단보도, 지하보도, 도시공원 보행자 통행로 등’ 보행자 통행을 위한 장소로 정의하고 있다. 하지만 보행권과 쾌적한 보행환경에서 안전하고 쾌적하게 보행할 권리인 보행권에 대한 인식이 점점 커짐에 따라 보행자 길에 대한 정의를 확대하여 ‘통학로, 탐방로, 산책로, 등산로, 숲 체험코스, 보행자 전용도로 등’을 포함하는 ‘보행안전 및 편의 증진에 관한 법률’을 통하여 정의를 확장하였다.

충북대 내 행복담길은 보행안전 및 편의 증진에 관한 법률에 정의에 따르면 산책로, 탐방로로 정의된다. 또한 시민들과 학생들이 안전하고 편리하게 걸을 수 있는 쾌

보행환경을 제공하고 있는 것을 볼 수 있으며, 여타 다른 보도와 길 가장자리 구역들과 같은 보행자 전용도로와는 다른 성격을 가지고 있는 것을 알 수 있다.

#### 2.1.3 보행자 이용행태 분류

산책로는 산책을 할 수 있도록 만들어진 길을 뜻하며 주로 하천, 공원, 산 등에 만들어져 있으며 운동 시설, 정자와 같은 휴식시설과 같이 구성되어 있다. 그중, 대학 내에 존재하는 산책로는 휴식공간뿐만 아니라 학생들의 등하교, 수업을 들으러 가기 위한 장소로도 많이 이용된다. 이처럼 대학 내 산책로는 다양한 용도로 이용되고 그에 따라 여러 성격을 가지고 있으며 공간을 이용하는 행태도 다양하다.

본 연구에서는 대상지 내 보행자와 행복담길의 연관성을 관찰하기 위해 보행자를 실용보행(utilitarian walking)과 여가보행(recreational walking)의 특성으로 분류하였다. 실용보행은 직장, 학교 등으로의 이동으로 일정한 시간과 동선으로 이루어지는 반복적 통행이다. 시간 계획이 가능하고 자신이 이용하는 기존의 경로를 크게 벗어나지 않는다. 반면 여가보행은 시간에 구애받지 않고 다양한 동선을 통하여 친교, 휴양, 휴식 등의 목적을 가진 보행을 의미한다. 계획하지 않은 공원 산책과 같은 즐거움을 위한 보행은 비정기적이고, 유연하게 시간을 사용하는 비일상적 성격을 띠고 있다.

### 2.2 조사대상 행복담길의 현황 및 가로 특성 조사

행복담길이 있는 숲은 충북대학교 농업생명환경대학의 교내 학술림으로 원래는 숲의 중심을 가로지르는 오솔길 하나가 길의 전부였다. 행복담길은 4m 또는 12m 너비이며, 지상으로부터 1m 가량 띄워져 있다. 산책길을 따라 쉼터와 주차장, 학교 건물들이 연결되어 있다. 대상지의 보행 행태에 영향을 주는 환경을 파악하기 위하여 보행공간 환경에 주목하여 [표 1]과 같이 행복담길의 보행공간 환경과 특징을 정리하였다.

### 2.3 참고사례

추가로 충북대 외 다른 캠퍼스의 산책로를 참고사례로 조사해보았다. 각 사례의 특징은 [표 2]과 같다.

## 3 대상지 보행행태 분석

### 3.1 조사대상 행복담길의 보행자 이용행태 분석


조사 방법과 시기는 일정 기간을 설정한 뒤 기간 내에 사용한 사람 연령과 소속을 파악하고 행태와 동선 이용 시간대를 간단한 인터뷰를 통해 파악해 보았다. 관찰 및 인터뷰 시기는 2023년 10월 23일부터 10월 30일까지 매일 오후 12시~1시와 오후 5시~6시로 시간대를 설정하고 직접 현장에 방문하여 실시하였다. 질문 내용은 연령과 소속 그리고 방문 목적, 사용빈도, 개선방향을 질문하였다. 7일간 29명의 행복담길 이용자가 관찰되었고 이중 20명 정도가 인터뷰에 응하였고 질문에 대한 응답을 다음의 [표 3]과

표 1. 보행공간 환경과 특징

	① 흙길	② 나무데크
사진		
특징	기존 오솔길 형태 ③ 평지	새로운 산책로 형태 ④ 경사로
사진		
특징	대부분 행복담길의 형태 ⑤ 계단	완만한 경사를 위한 'Z' 자 형태 ⑥ 겹터
사진		
특징	기존 오솔길과 산책로를 연결하는 계단	나무데크 산책로 폭이 확장된 형태로 벤치가 존재 또한 휠체어 이용자가 방향을 돌릴 수 있는 장소

[표 4]로 정리하였다.

표 2. 캠퍼스 산책로 사례

	전북대 들레길	카이스트 산책로	충남대 산책로
배치도			
구성 방식	전북대 내외부를 전부 둘러싼 산책로	동산에서 출발해 학교 여러 건물을 지나는 산책로 전체가	숲 속에 휴식 및 문화공간과 산책로 조성
특징	전북대 주변 여러 자연환경과 연계	완만 차도와 겹치는 구간 일부 존재	3개의 숲으로 조성되어 있고 숲길의 느낌이 더 강함
거리	9.1km 풀코스 6.2km 하프코스	2km	1.75km
학생 이용도	높음	높음	낮음
주민 이용도	높음	보통	보통

### 3.2 문제점 도출

향후 지역주민과 충남대 구성원 모두가 함께할 수 있는 스토리텔링 프로그램, 대학 비교과 프로그램의 장으로 활용되었으면 하는 행복담길의 본래 취지와는 달리 행복담길 내 보행패턴은 '걷기'에 한정되어있었다. 이와 더불어

표 3. 인터뷰 조사 정리 도표

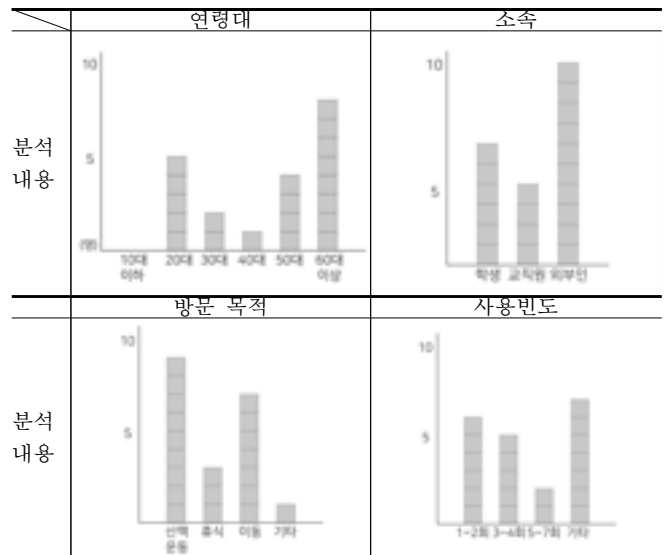


표 4. 보행자의 시간대별 보행 행태

	학생	교직원	외부인
주간	주간에 기숙사에서 각 단과대로의 이동이 나타남	점심시간대에 순환하는 이동이 나타남	일부 자연을 즐기며 산책하는 보행이 나타남
야간	야간에 각 단과대에서 기숙사로의 이동이 나타남	관찰되지 않음	밝은 조명이 있는 장소 위주로 보행이 나타남

어 전체를 걷는데 통과, 동선의 목적 이용자들은 체류시간이 20분 정도로 짧은 편이며, 산책, 운동, 휴식이 목적이 되는 이용자들은 속도의 조절로만 행복담길을 체험하게 된다. 캠퍼스 내 다른 공간과 비교해 보았을 때, 행복담길은 머무르는 이용자가 적어 이용자가 없다는 인식을 준다. 이러한 인식을 바꾸기 위해서는 이용자들의 체류시간을 늘리고 행복담길의 보행친화성을 강화해 이용자들의 보행 행태에 변화를 주어 보행친화성이 높고, 걷는 것 뿐만 아니라 체류할 수 있는 다양한 보행행태가 나타나도록 해야 한다. 현재 조성된 겹터는 보행공간과 붙어있어 휴식을 취하면서도 이용자를 불편하게 한다. 적정규모의 정주공간을 제공함과 동시에 보행과 정주의 적정 이격거리를 두어 보행과 정주, 두 공간의 공존이 필요하다.

### 4. 결론



#### 4.1 개선방안

학술림에 조성된 행복담길은 대학교의 연구목적, 학생의 보행목적, 외부인의 보행목적에 충족한다. 이다음 단계로 조성 취지에 맞게 다양한 주체와 프로그램들이 펼쳐질 수 있도록 정주여건에 대한 개선방안이 제시되어야 한다. 또한 충북대학교의 ‘보행친화성’이라는 지역적 정체성은 지역사회와 협력할 수 있는 지표로 작용할 수 있기 때문에 캠퍼스의 다양한 보행공간과 행태의 변화를 지속적으로 관찰하고 연계성을 높일 수 있는 방안을 모색하는 것은 중요하다.

##### 4.1.1 공간의 다양성 부여

행복담길을 이용하는 보행자 관점에서 물리적 환경의 변화를 주어 통과와 실용보행과 산책과 운동 등의 여가보행 목적을 충족할 수 있는 다양한 선택지와 신체적 경험을 제공할 수 있어야 한다. 이를 행복담길에 구체적으로 적용할 수 있는 예시로서 [그림 1]의 내용은 다음과 같다.



그림 1. 행복담길 개선방안

행복담길의 보행자가 각자의 보행 패턴을 용이하게 선택할 수 있고, 행복담길 자체의 접근성을 높이기 위해 기존 경사로 외에 데크계단을 설치하여 출입구의 개수를 확장한다. 순환형의 동선으로 쓰이는 데크공간 내부로 안전한 숲길을 형성하여 동선의 선택지를 증가시킨다. 순환지점과 박물관 후면공간을 활용하여 정자와 운동기구가 배치된 휴게공간을 통해 정주여건을 마련한다. 또한 숲을 체험할 수 있는 이벤트 영역을 행복담길 외부와 시각적 공유가 활발한 행복다리와 숲을 누릴 수 있는 내부공간을 지정한다. 이는 생태체험, 비교과프로그램 운영 등을 기획할 수 있어 행복담길의 활용도를 높인다.

이와 같은 구체적인 디자인을 통해 행복담길은 통과 성격의 실용보행과 더불어 다양한 신체적 경험을 유도하는 여가보행이 공존하게 된다. 또한 이용자별로 ‘행복담길’에 대한 장소성이 형성되고 다양한 기능을 수용하는 산책로를 주체적으로 경험하기를 기대한다.

##### 4.1.2 캠퍼스 보행지도 만들기

본론에서 조사한 사례를 적용하여 충북대학교 캠퍼스 내 조성된 보행공간들을 보여주는 지도 배포를 제안한다. 이는 무장에 나눔길이라는 초기 조성 취지가 실질적으로 구현될 수 있는지 캠퍼스 마스터플랜과 함께 검토할 수 있는 지표가 된다. 충북대학교의 보행공간이 표시된 구체적인 지리적 데이터의 축적은 평지로 이루어진 지형적 특징과 어우러진 ‘보행친화성’이라는 지역적 정체성을 보다 강하게 드러내면서 보행약자 및 시민에게 쾌적한 힐링공간과 정서적 혜택을 제공할 수 있는 객관적인 정보가 될 수 있다.

#### 4.2 연구 내용 요약 및 한계

충북대학교 캠퍼스는 지역사회에서 다양한 이용자를 수용하는 보행친화적 공간인 ‘행복담길’을 조성하였다. 하지만 이 공간의 보행행태는 실용보행으로 한정되고 있어 본 연구를 통해 좀 더 나은 개선방향을 제안하고자 하였다. 본 연구의 분석에 따르면 캠퍼스 내 부족한 인지성과 연결성은 이 장소를 폐쇄적으로 인식하게 하고, 결국 다양한 공간이나 프로그램과 연계되지 못한 채 통과와 보행만을 유도하고 있는 문제점이 두드러졌다. 따라서 참고사례와 직접 관찰법 및 인터뷰를 통해 캠퍼스 내 산책길의 개선방향을 도출해 내고자 하였다. 하지만 캠퍼스 마스터플랜 상의 형태 차이로 인해 참고사례를 적용하는 데 한계가 있어 행복담길 위주의 개선방향을 제안할 수 있었다. 본 논문에서는 조사 기간을 1주일의 시간을 가지고 진행하여 충분한 표본을 모으지 못한 한계가 있었으며 표본을 분류하는 기준에서도 더욱 세밀하게 나누어 분석하여 이에 따라 추가로 개선방향을 세분화할 수 있을 것으로 보인다.

#### 참고문헌

1. 이현희·김민수(2021), 직접관찰 방법론을 이용한 여의도 보차혼용도로의 보행자 행태분석, 가천대학교, 한국문화공간건축학회논문집 통권 76호
2. 안다운·이경환(2020), 대학 캠퍼스 내 물리적환경이 학생들의 보행행태와 외부활동에 미치는 영향(공주대학교 천안캠퍼스 사례를 중심으로), 공주대학교, 한국도시설계학회지 제21권 제2호
3. 문지원·하재명(2002), 캠퍼스 보행자동선 개선을 위한 보행행태 분석에 관한 연구(K대학 캠퍼스 사례를 중심으로), 경북대학교, 대한건축학회 논문집 18권 10호(통권168호)

# 접경지역 발전을 위한 제대군인 복합 커뮤니티 시설에 관한 연구

## - 강원도 철원군 공동주택 프로젝트를 중심으로 -

### An Analysis of Veteran's Community Center for the Border Area

#### - In Case of Cheorwon-gun, Gangwon-do -

○박 성 훈\* 이 명 재\*\*

Park, Seong-Hun Lee, Myung-Jae

#### Abstract

According to Defense Reform 2.0, announced on July 27, 2018, as military units located in the border area were disbanded, local people lost their main source of income, and the area is on the path of extinction.

If the population of the border area gradually decreases and consequently leads to regional extinction, this could pose a major threat to national security. Therefore, we would like to find a way to overcome or alleviate population decline by preventing further population movement and re-establishing a virtuous cycle structure in the region by introducing supersaturated populations into the border area.

키워드 : 집합주거, 접경지역, 제대군인 커뮤니티

Keywords : Co-Housing, Border Area, Community for Veterans

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 배경 및 목적

1953년 7월 27일, 한반도의 가운데를 가로지르는 ‘휴전선’이라는 이름의 군사 분계선이 형성되면서 DMZ에 잇닿아 있는 지역들은 이내 접경지역으로 지정되었다. 휴전선을 중심으로 국방력이 집중됨에 따라 접경지역 또한 군사적 긴장감이 고조되었고, 이는 접경지역의 경제적 발전을 막는 주요 원인으로 자리 잡았다.

이 때문에 접경지역의 경제는 온전히 군부대에 의존하고 있는 실정이다. 이러한 상황 속에서 2018년 7월 27일에 발표된 국방개혁 2.0에 따라 접경지역에 위치한 군부대가 점차 해체 절차를 밟고 있고, 지역민들은 주 수입원을 잃었으며 지역은 소멸의 길을 걷고 있다.

접경지역의 인구가 점차 줄어들어 이내 지역소멸에 이르게 된다면, 이는 국가안보에 큰 위협으로 다가올 수 있다. 따라서 더 이상의 인구감소를 극복 내지는 완화하는 방안을 찾아보고자 한다. 이 연구에서는 인구 유입의 대상으로 장기복무 제대군인을 주목하고자 하는데 그 이유는 다음과 같다.

2023년 국방부가 발표한 자료에 따르면 최근 10년 동안 장기 복무하는 군 간부들의 전역 신청이 지속적으로 증가하는 추세를 알 수 있다. 이는 민간에서의 복지수요 다양화 추세 속에서 군인에 대한 복지는 사각지대에 방치되어 왔고 순환보직이라는 특성으로 인해 늘 격오지를 전전하며 빈번한 이사에 시달려야만 했다.

본 연구의 궁극적인 목적은 오랜 기간 나라에 헌신한 퇴역군인들에게 사회에 융화되는 과정에서 어려움을 겪지 않도록 하는 커뮤니티 시설을 제공하고, 결과적으로 소멸 위기에 놓인 접경지역의 경제 활성화와 안보체계 확립이라는 두 가지 목적을 동시에 달성하는 것이라 할 수 있다.

##### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 제대군인들의 재사회화 과정과 그 과정에서 민간인들과의 관계형성에 도움을 줄 수 있는 복합 커뮤니티 시설에 대해 주목하고 있다.

연구의 공간적 범위는 휴전선의 영향으로 재정 자립도가 낮은 강원 북부지역 중, 2011년에 장기복무제대군인 정착 지원 조례를 제정한 강원도 철원군을 선정하였다.

연구의 방법은 제대군인에 대한 문헌과 접경지역에 대한 문헌을 각각 검토하고, 검토한 문헌을 토대로 대지 분석과 이용객 분석, 프로그램 선정 등을 통해 연구에 적용시킨다. 마지막으로 결론단계에서 프로젝트가 갖는 의의를 제시하고자 한다.

\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 5학년

\*\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 교수

(Corresponding author : Major of Architecture, Korea National University of Transportation, meisterlmj@ut.ac.kr)



## 2. 장기복무 제대군인에 대한 고찰과 사례 연구

### 2.1 장기복무 제대군인의 현황과 문제점

“장기복무 제대군인”이란 10년 이상 현역으로 복무하고, 장교 또는 부사관으로 전역한 사람을 말한다. 이들은 단기, 의무복무 제대군인들과 달리 평균 40세에 제대하여 소득이 많이 필요한 생애주기에 소득원을 구하기 어려운 상황에 처한다는 특징이 있다. 장기복무 제대군인의 취업률을 살펴보면 전체 취업률은 55.4%에 불과하여 10명 중 4명 이상이 제대 이후 새로운 직업을 구하지 못하는 것으로 나타났다. 즉 10명 중 4명은 연금을 통해 생활을 이어가게 되는 것으로 해석할 수 있다.

뿐만 아니라, 오랜 기간 동안 ‘군대’라는 폐쇄적인 사회 안에서 활동해 온 장기복무 제대군인들은 전역 후 사회에 적응하기까지 많은 어려움을 겪게 된다. 군대라는 사회를 떠나 일반 사회로 복귀하는 것은 탈사회화와 동시에 재사회화를 하는 것과 마찬가지로 때문이다. 재취업에 필요한 지식, 기술 등 사회에서 필요로 하는 능력을 구비하기 위한 직업훈련과정은 일반인이 겪는 전직의 어려움보다 훨씬 힘들고 고통스러울 수밖에 없다.

앞서 서술한 사회적 시스템과 더불어 제대군인들과 민간인의 관계 정립도 문제가 되고 있다. 모병제 국가인 대한민국에서는 수많은 제대군인들을 주변에서 찾아볼 수 있다. 단기복무 후 제대하는 기간병의 경우만 하더라도, 2년간 사회와 격리된 특수한 환경에서 생활하다보니 사회로 돌아왔을 때 주변인들과의 관계를 정립하는데 어려움을 겪거나 사회적응이 곤란한 경우가 있다. 더욱이 기간병들에 비해 더 오랜 기간을 군에 몸 담았던 장기복무 제대군인들은 이러한 문제에 더 크게 노출되고 있다.

사회적 시스템 적응과 인간관계 정립이라는 문제가 제대군인들의 어려움을 거시적 관점에서 설명하고 있다면, 그들의 집값 문제는 훨씬 더 미시적이고 현실적인 관점으로 다가온다. 서울 아파트값의 평균 매매가격은 112억 원으로 재취업을 하지 않고 연금으로 생활하는 제대군인들에게는 매우 큰 부담이 된다. 하지만 제대군인들에 대한 복지는 주거 문제를 해결하는데 큰 도움이 되지 않기 때문에 재취업에 어려움을 겪는 40~50대 장기복무 제대군인들은 집을 구하는데 더욱 곤란한 상황에 처하게 된다.

이렇듯 장기복무 제대군인들이 처한 여러 가지 문제점을 해결하기 위해서는 일반사회와 군대 사이에 위치하며 민간인들은 그들의 숭고한 삶을 체험하면서 존경심을 갖게 되고, 제대군인들은 민간인들과의 새로운 관계 정립을 통해 재사회화에 긍정적 영향을 끼칠 수 있는 일련의 중립지대의 필요성이 대두되고 있다.

### 2.2 장기복무 제대군인 집합주택 사례 연구

V/A(Veteran Affairs Nursing House)라는 이름의 재향군인 요양 커뮤니티 시설은 국내에서는 매우 생소하지만 미국에는 전국에 100여개가 위치해있는 보편적인 시설이다. 미국에서는

법적으로 각 주마다 최소 한 개 이상의 V/A가 위치해 있어야 하며, 이곳에서는 일반적으로 후유장애 치료와 거주 공간, 커뮤니티 공간 등이 제공된다.

구분		Akaka Veteran Nursing Home	Gaffeny Veteran Nursing Home
연면적		12,000㎡	13,500㎡
수용인원		상주인원 120명, 외부인원 100명	상주인원 104명, 외부인원 80명
공간 구성	공적	요양 시설, 기념관, 재활치료 공간	회의공간, 예배당, 식당, 미용실, 이발소
	사적	120개의 중급 요양 침실	각 26개의 주거유닛과 안뜰

<표 1> 미국에 위치한 V/A 사례 비교

2두 시설은 각각 섬과 시골에 위치하여 대도시와는 멀리 떨어져있는 공통점을 가지고 있다. 때문에 수도권과 떨어져있는 강원 북부 접경지역에 적용이 가능할 것으로 사료된다. 각 사례들에서 나타나듯이 공적 공간은 구성원들의 편의와 여가를 위해 존재하고 있는 커뮤니티 공간이 된다. 특히 Akaka V/A에는 기념관이 존재하고 있는데 이 기념관은 외부 인원이 건학을 다니면서 제대군인들에 대한 존경심을 표할 수 있는 공간이다. 즉 내부인과 외부인이 자연스럽게 융화되는 중립지대의 표본이라고 할 수 있다.

## 3. 접경지역에 대한 이론적 고찰

### 3.1 접경지역의 개념

비무장지대 또는 해상의 북방한계선과 잇닿아 있는 시·군과 「군사기지 및 군사시설 보호법」에 따른 민간인통제선 이남지역 중에서 민간인통제선과의 거리 및 지리적 여건 등을 기준으로 하여 정하는 시·군을 말한다. 다만, 비무장지대는 제외하되, 비무장지대 내 집단취락지역은 접경지역으로 본다.

접경지역은 비무장지대를 사이에 두고 상시 군사적 긴장이 유지되는 지역이기 때문에 대한민국 군부대 대부분이 이곳에 집결해 있다.

국방부 장관령에 따라 지정된 군사보호구역은 군부대 근처에 지정되어 외부인의 출입 및 활동이 금지되는 구역이다. 이는 곧 군부대가 곳곳에 배치되어 있는 접경지역의 경우, 많은 토지가 군사시설 보호법에 의해 통제되고 있음을 의미한다.

실제로 강원도는 행정구역 면적의 171.2%가 군사 목적 및 산지보호 목적으로 이중, 삼중 규제로 적용받고 있으며, 주민의 기본적인 재산권 행사조차 자유롭지 못하다.

접경지역의 인구 구성 또한 문제가 크다. 화천군의 경우 군인 수가 주민 수보다 많으며 강원도 접경지역 전체로 볼 때 주민의 60.1%에 해당하는 군인이 거주하고 있다. 이 때문에 접경지역의 생활환경은 매우 낙후되어 있는 상황이다.

1) 한국경제, 2023.06.23. 기준 평균 매매가

2) 각각 하와이 주, 가프니 주에 위치해있다

### 3.2 접경지역의 현황과 문제점

서론에서 서술한 바와 같이 접경지역의 경제구조는 매우 기형적이라 할 수 있다. 그럼에도 지금까지 지역이 유지될 수 있었던 이유는 군부대가 위치한 이상 꾸준한 수입원이 존재했기 때문이다. 하지만 국방개혁 2.0으로 군부대가 해체됨에 따라 접경지역의 경제기반이 서서히 무너져 내리고 있으며 이는 인구 감소에 주요 원인으로 지목된다.

그 외에도 생활 기반 시설 부족, 대중교통 복지수준 낙후, 의료 사각지대와 같은 문제도 접경지역의 지역소멸 위기를 가속화시키고 있다. 접경지역에 거주하는 주민들의 존재는 해당 지역에 대한 영토주권을 행사하고 있음을 북한에게 주장함과 동시에 대남도발을 억제하고 공비(共匪)침투 방지 기능까지 겸하고 있다. 때문에 접경지역 인구가 감소하는 것은 국가 안보에 구멍이 뚫린다는 결과로 직결된다.

최근에는 이러한 문제를 의식한 정부가 여러 방면에서 접경지역에 대한 지원에 열을 올리고 있다. 철원~포천 고속도로 건설부터 시작하여 특별교부세 지원, 국가균형발전특별회계, 접경지역발전특별회계 등이 그 일환이다.

정부의 지원으로 교통과 경제 부분에서의 문제가 하나둘씩 해결된다면 접경지역은 그 동안 단점에 가려져있던 장점들이 드러나기 시작할 것이다. 우선 DMZ와 인접하여 세계적인 청정 생태지역이라는 환경적 우수성이다. 이는 오랜 기간 동안 전방 생활에 익숙해져, 노후에도 전원생활을 꿈꾸고 있던 장기복무 제대군인들의 니즈를 충족시켜줄 수 있는 부분이다. 두 번째는 저렴한 토지가격이다. 정부가 주도하여 토지이용규제를 점차 완화하고 있는 현황 속에서 여전히 수요가 부족한 접경지역의 토지거래는 그 가격이 낮게 형성되어있다. 이는 곧 보존처와 국방부가 협력하여 장기복무 제대군인에 대한 커뮤니티 시설을 저렴한 가격에 제공할 수 있다는 것을 의미한다. 위와 같은 이유들을 토대로 본 연구에서는 철원군 공동주택 프로젝트를 진행했다.

## 4. 계획안의 기본 구상 및 계획

### 4.1 계획 대상지 기본 구상 및 계획

프로젝트를 진행하기에 앞서 다음과 같은 기준을 두고 사이트를 선정했다.

첫 번째, 장기복무 제대군인에 대한 지원이 가능한 지자체를 선정할 것. 이는 지자체 차원에서의 지원 여부가 곧 프로젝트 실행의 주춧돌이 될 것이기 때문이라 할 수 있다. 비단 저렴한 토지 거래 가격만으로는 수많은 장기복무 제대군인들에게 커뮤니티 시설을 제공할 수 없으며 이 문제의 해결방안은 여러 기관의 협력적인 태도에 달려있다.

두 번째, 지역 내에 위치한 유희부지 또는 개발 가능성이 낮은 장소를 지정할 것. 지역 내 개발낙후지역을 활용한다면 경제적으로 유효할 뿐만 아니라 지역의 균형발전에도 큰 도움이 될 것이라 판단했다.

세 번째, “민, 관, 군”을 잇는 교두보가 될 수 있는 장소에 위치할 것. 앞서 이야기했듯 장기복무 제대군인들은 전역 이후 재사회화에 있어 어려움을 겪고 있다. 이에 민, 관, 군을 잇는 프로그램을 추가하여 재사회화에 도움이 될 수 있도록

한다.

위와 같은 기준을 두고 접경지역 중 적합한 장소를 찾은 결과, “철원군 갈말읍 신철원리 489 일대”가 가장 적합한 것으로 나타났다. 그 이유로는 철원군에서 제정한 철원군 장기복무제대군인 정착 지원조례가 첫 번째 기준을 충족하고 있으며, 해당 지역은 노후 주거지로써 오랜 기간 재건축에서 외면받고 있는 상황인 점이 두 번째 기준을 충족했다. 마지막으로 해당 위치는 철원군청과 신철원시장에 접해있으면서도 아래로는 301 전차대대가 위치해있다는 점이 세 번째 기준을 충족하고 있었다. 이에 해당 지역을 프로젝트의 대상지로 선정했다.

[그림 1] 강원도 철원군 갈말읍 신철원리 489 일대의 지도



[그림 2] 도시적 관점에서의 사이트 분석 사례



[그림2]의 첫 번째 사례는 대상지의 형태를 분석한 그림이다. 퇴역군인들이 사회의 일원으로 섞이지 못하는 것처럼, 대상지 역시 신철원리 동쪽 끝에 위치하여 떨어져나간 조각의 형태를 취하고 있다.

[그림2]의 두 번째 사례는 대상지와 대상지 우측의 농경지 간 관계를 분석한 그림이다. 철원지역 경제생산의 대부분을 차지하는 농민들 간의 관계를 견고히 하기 위해 그들의 삶의 터전인 농지를 대상지와 연결시키며 하나의 축을 형성할 수 있다.

[그림2]의 세 번째 사례는 외부에서 신철원리로 들어오는 도로와 대상지의 역할을 나타낸 그림이다. 대상지는 현재 외부에서 신철원리로 들어오는 도로들이 만나는 노드 역할을 하고 있으며 신철원리의 새로운 시작점으로 재구축 될 가능성이 높다.

### 4.2 기본 구상 및 프로그램

앞서 서술한 내용들이 경제성, 효율성에 주목했다면 프로그램 분석 단계에서는 이용자 중심의 연구가 진행되었다. 본 연구에서는 장기복무 제대군인들을 위한 커뮤니티 시설이 일반적인 커뮤니티 시설과는 다른 프로그램이 필요하다고 판단했다.

이들은 삶의 절반, 혹은 그 이상을 국가수호에 헌신해왔다. 따라서 본 프로젝트에서는 이들의 숭고한 삶을 기록하고 민간인들에게 공개적으로 전시할 수 있는 시설, 즉 전시시설을 프

로그로옴으로 설정하였다.

두 번째로, 편안한 삶을 영위하고 오랜 세월동안 습관처럼 굳어버린 생활과의 간극을 줄임으로써 재사회화에 도움을 줄 수 있는 주거시설을 선정했다.

마지막으로, 제 2의 삶을 살아갈 수 있도록 하는 생산시설을 배치했다. 기본적인 농업활동을 위한 텃밭부터 민간인들을 대상으로 하는 병영 체험관과 안보 교육실을 두어 군 생활의 경험을 지혜롭게 나누어줄 수 있도록 프로그램을 형성했다.

<표 2> 프로그램 배치

분류	내용
전시시설	영상 상영관, 사진 전시관, 유튜브 스튜디오
주거시설	주거 유닛, 태극 광장, 구보 산책로, 유스 호스텔, 후유장해 회복시설
생산시설	공유 오피스, 정훈 서재, 안보 교육실, 공공 텃밭, 병영 체험관

#### 4.3 모듈러 건축과 유닛의 결합

[그림 3] 유닛의 결합과 매스의 형성



본 프로젝트를 진행함에 있어서 모듈러 건축은 연구의 목적에 상당부분 부합하는 경향이 있었다. 모듈러 건축의 경제성과 효율성은 물론, 이후 필요에 따라 유닛을 추가하거나 제거하는 것이 가능하다는 점에 있어서 본 프로젝트에 적합하다고 판단했다. 기본적인 유닛의 형태는 주거유닛과 안뜰의 개념을 갖는

유닛으로 구성되어있다. 각각의 유닛은 기능별, 인원별로 조합되어 새로운 형태의 매스를 만들어내고 있다. 이때 주거 유닛은 솔리드 공간을, 안뜰 유닛은 보이드 공간의 역할을 하며 전체적인 매스의 형태에서 나타나는 곳곳의 보이드 공간이 주변 환경과 조화를 이루게 된다.

#### 4.4 건축 계획

[그림 4] 3층평면



[그림 5] 매스 내부 중정



[그림 3]에서는 각 유닛들을 조합해 하나의 매스가 형성되는

과정을 알 수 있다. 매스의 중앙에는 자연을 만끽할 수 있는 중정이 존재하는데 내부에서 중정을 감싸는 벽을 제거한 후 유리 매스를 씌워 [그림 5]와 같은 형태가 나타나게 된다.

내외부의 경계를 허물어 자유로운 산책이 가능하게 된 이 중정에서는 수평적으로는 공간적 연결을, 수직적으로는 시각적 연결을 이루어낸다.

[그림 6] 배치계획



[그림 7] 조감도



최종적으로는 두 개의 주거시설과 각각 하나의 전시, 생산 시설을 통해 전체적인 형태가 완성된다. 전시, 생산 시설이 사이트 서쪽과 남쪽에 각각 배치되는 이유는 외부로부터 접근하는 인원들로부터 거주하는 제대군인들의 사생활을 지키기 위함이다. 배치된 네 개의 매스 중앙으로는 자연스럽게 광장이 형성되며 이 광장은 전시, 생산시설을 견학 온 외부인들과 거주자인 제대군인들이 서로를 마주하는 만남의 광장이 된다. 결과적으로 제대군인들은 광장과 주거시설, 내부와 외부, 사회와 군대 사이에서 자연스럽게 재사회와 과정을 거치게 된다. 이러한 과정은 제대군인들이 사회로 나오는 과정에서 더 이상 어려움을 겪지 않아도 된다는 것을 의미한다.

## 5. 결론

### 5.1 장기복무제대군인 커뮤니티 시설의 의의

현재까지 군이나 정부에서 퇴역군인을 대상으로 한 주거복지시설은 존재하지 않았다. 하지만 장기복무제대군인들에 대한 지원의 일환으로 이러한 주거복지시설을 공급하는 것은 국가 안보적 관점에서 군의 사기 진작과 중추 유지에 큰 도움을 줄 수 있으며 또한 경제적 관점에서는 지역소멸을 막고 국토균형발전의 일환으로 기능할 가능성이 크다. 무엇보다 이러한 국가 및 지자체 차원에서의 노력은 국민들이 군을 바라보는 시선에 선한 영향력을 미칠 수 있고, 비단 군인뿐만 아니라 모든 국민의 국가에 대한 충성심 발현 원동력이 되어 줄 것이다

### 참고문헌

1. e-나라지표, “제대군인 현황”, 2023
2. KBS 뉴스, “장기복무자도 떠난다. 5년차 전역 최근 5년 새 최대”, 2023
3. 김재엽·곽주연, “장기복무 제대군인의 경제적 스트레스와 삶의 만족도의 관계에서 가족 간 긍정적 의사소통의 조절효과”, 2020
4. 양상욱 외, 리즘의 특성을 이용한 남북 접경지역 일대 복합문화공간 디자인, 2019
5. 강한구, 접경지역 관련 군사시설보호법의 이해와 토지 이용 방안, 2017

# 저층 주거지의 지역정체성을 통한 주거공간의 문화복합화에 대한 연구

## - 서대문구 영천시장 일대 저층 주거지 중심으로 -

### A study on cultural complexity of residential space through local identity of low-rise residential areas

- Focusing on low-rise residential areas around Yeongcheon Market in Seodaemun-gu -

○안 민 재\* 이 명 재\*\*  
An, Min-Jae Lee, Myung-Jae

#### Abstract

It analyzes the formation process of low-rise residential areas in Seoul. Set one target site, find problems in the residential environment, and seek solutions to problems in regional integration. In addition, this study proposes how to connect the local identity shown in Yeongcheon Market in Seodaemun-gu with the residential environment, change the surrounding low-rise residential areas, and combine them with culture.

키워드 : 지역 정체성, 저층주거지, 주거환경 개선, 복합문화주거시설

Keywords : Regional identity, Low-rise residential areas, residential environment improvement, complex cultural residential facilities

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 배경 및 목적

서울시는 광복 이후 1960년까지가 혼란과 전란으로 인한 파괴에 시달린 시기였다면 1960년대부터는 그것을 딛고 일어서 서울이 현대도시로 부상해 나아가는 시기라 볼 수 있다. 현대적 도시건설의 초기라 할 수 있는 1960년대는 제1, 2차 경제개발 5개년 계획의 추진으로 급속한 산업화와 도시화를 겪게 된 때였다. 특히 서울로의 인구 집중은 이 기간 동안 급속히 심화되어 1963년 8월과 9월, 두 차례에 걸쳐 서울의 도시계획구역이 동북부와 강남으로 확장되었다. 인구 집중은 주택 부족 현상과 무허가 판자촌의 형성을 가져오게 되었다. 주택 수요를 단기간에 해결하고, 노후 불량 주거지의 정비를 위해 선택되었던 대규모 철거를 통한 아파트 위주의 정비 방식의 1960년 이후 현재까지 주택 부족, 토지의 아파트 중심의 획일적인 주거지 관리로 인해 마을 단위 공동체가 멸실되면서 지역정체성이 상실되었다.<sup>2)</sup>

지역 정체성 회복을 위해 대규모 재개발이 어려운 노후 저층 주거지는 블록 단위로 모아 단지화를 이루어 체계적으로 관리할 수 있도록 한다. 따라서 본 연구는 1960년 이후에 생겨난 불량, 노후 주거지를 탐색하고, 주거지의

특성과 주변 환경에 어울리는 주거 공간을 재구성하고, 지역 특성이 반영된 문화복합시설과 주거시설의 수직적 결합을 제안한다.

##### 1.2 연구의 방법 및 범위

본 연구에서는 서울의 저층주거지를 탐색하고, 특정 대상지에 대한 문제점을 분석하여 대상지가 가지는 특징 및 특색을 살려 마을 공동체 지속가능성을 도모할 수 있도록 한다. 또한 마을 주변 시설과 문화 복합화하여 마을의 지속가능한 정주여건을 마련해준다. 또한 마을 환경 개선과 주거 공간 개선을 목적으로 마을 환경 개선의 선례를 정하고 주거 환경의 편의성을 위한 기준들을 정하여 마을 공간에 설정한다.

#### 2. 저층 주거지에 대한 일반적 고찰

##### 2.1 저층 주거지의 정의

저층 주거지는 5개 층 이상의 저층 주택을 의미하는 아파트를 제외한 단독 주택, 다중 주택, 다가구주택, 연립주택, 다세대 주택 등 주거용 건축물이 밀집한 주거지이다.<sup>3)</sup>

##### 2.2 서울시 노후 저층 주거지의 주거환경 실태

서울시의 노후 저층 주거지는 전체 주거지역의 38.2%를 차지하고 있다. 서울시 저층 주거지에는 약 33만 7천 종의 저층주택이 있다. 주택유형별로는 단독주택 46%, 다가구주

\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 5학년

\*\* 한국교통대학교 건축학부 건축학전공 교수

(Corresponding author : Major of Architecture, Korea National University of Transportation, meisterlmj@ut.ac.kr)

1) 2025 서울특별시 도시 주거환경정비 기본계획, 2015

2) 도시활성화를 위한 전통시장재생방안에 관한 연구(부산 국제 시장을 중심으로), 왕흔요



택 31%, 다세대 주택 19%, 연립주택 4%를 차지하고 있다.<sup>1)</sup>

### 2.3 서울시 저층 주거지의 문제점

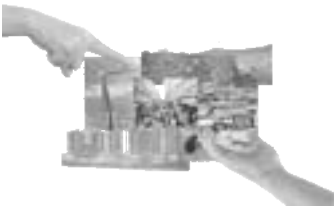


그림 1 서울 저층주거지 형성콜라주

서울시 저층 주거지의 첫 번째 문제점은 도로, 공원, 주차장 등 기반 시설에 큰 변화 없이 주택의 밀도가 지속적으로 증가하고 있다는 것이다. 고도 성장기를 거치는 동안 주택 공급 촉진 정책으로 서울의 저층 주거지에서는

신축활동이 지속하였고 연면적, 용적률, 세대수가 증가하였다. 1960 ~ 1980년대에 주거지 조성사업이 추진될 때 도로와 기반 시설들이 그 당시 현황에 맞추어 계획되었고, 기반시설의 추가적인 설치를 하지 않는 상태에서 주택의 규모와 밀도가 지속적으로 증가하여 기반시설 부족 문제가 발생하고 있다.

서울시 저층 주거지의 두 번째 문제점은 30년이 넘는 노후 주택이 31.6%로 주택이 늙어가고 있다는 것이다. 도로와의 접도 조건, 대지의 형상 및 규모 등 개발조건이 좋지 않은 필지의 주택은 방치된 채 노후화되고 있다.

세 번째 문제점은 획일적 형태의 다세대 주택이 주로 공급되고 있다는 점이다. 주택 공급정책을 활성화하기 위해 건축제한이 완화되었으며 정부의 지원을 받을 수 있었다. 이러한 정책에 따라 사업성을 높일 수 있는 다가구 다세대 주택이 개발되었다. 이때 다세대주택은 아파트와는 달리 관리 주체가 명확하지 않아 주민이 스스로 주택과 주거지를 정비 및 관리하지 않는다면, 앞으로 주택 노후화가 심화하고 주거지가 슬럼화될 우려가 크다.

### 2.4 서울시 저층주거지의 현황



그림 2 서울시 시장과 달동네 분포

못한 채 서울 이곳 저곳에 분포하고 있다. 서울은 그것을 인지하고 장위 전통시장, 사가정 시장, 동진시장 일대 등 전통시장과 마을을 연계한 도시재생을 진행하고 있다.

서울시에는 많은 저층 주거지가 있다. 우리는 과거부터 시장을 중심으로 주거지가 발달하였다. 하지만 대형마트와 편의점의 형성으로 주거지의 분포는 달라지게 됐다. 따라서 기존 시장 주변의 주거지는 관리되지

## 3. 문화복합주거시설에 대한 일반적인 고찰

### 3.1 문화복합주거시설의 개념 및 이해

도시 생활자의 생활 패턴과 양식이 점차 다양해지고

바뀌어 감에 따라 기존의 필지단위의 주상복합이나 단지형의 아파트처럼 공급되던 도시주거로는 변화하는 도시를 감당하기 어려운 부분이 있다. 이에 대한 대안으로 도심 주거 복합타운이 출현하게 된다.

문화 복합주거시설은 공공적인 성격을 갖는 문화시설을 주거단지와 결합하여 커뮤니티 시설과 연계하는 것에 목적을 둔다.

### 3.2 문화복합주거시설의 지역활성화

기존의 주거복합시설에서 상업시설이 차지하던 공간을 문화시설이 차지하면서 용도와 목적에 따라 다양한 커뮤니티 시설이 발생하게 되며, 문화적 욕구와 삶의 질을 충족하고 차별성을 갖는 주거단지를 형성한다.

주거단지 내의 문화 공간은 미술관, 교육시설, 도서관과 같은 공공성을 갖는 프로그램으로 구성되어 주변의 주거지역과 공유하며 지역 활성화를 이루고 사회적 요구를 반영하게 된다. 주거-커뮤니티-문화시설 간의 공간의 공유를 통한 연결을 유도하여 ‘공’과 ‘사’ 공간의 변화를 준다.

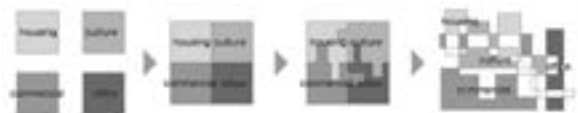


그림 3 복합문화주거시설의 프로그램 연결성

### 3.3 문화복합주거시설의 사례

마크홀 로테르담(네덜란드)는 네덜란드 최초의 지붕이 덮인 시장을 실현하였다. 거대한 아치 형태의 지붕 아래 아파트, 식료품시장, 레스토랑 등이 모여 있는 신개념 주상 복합 건물이다. 1층에 위치한 오픈 마켓은 많은 관광객들이 찾고 있으며, 건축물을 로체르담의 성공적인 도시 재생 사례이자 랜드마크이다.



그림 4 마크홀 로테르담 시장 내부와 단면도

## 4. 서대문구 영천시장 일대 주거지에 대한 분석

### 4.1 서대문구 영천시장 일대의 가치

서대문구 영천시장이 위치하는 장소는 서울시 천연충현 지역으로 돈의문 밖에 위치하여, 조선시대부터 국가의 주요한 시설들이 위치하고 많은 사람들이 거주했던 곳이다. 조선시대에는 군사 기관이 위치하고, 일제강점기때는 서대문경찰서가 자리 잡았다. 돈의문 밖으로는 항상 사람들이 붐비며 자연스레 주거지가 형성되었다. 또한 무악에서 내려오는 냇물이 지나가는 지역이라 더욱 많은 사람들이 모여들었던 장소이기도 하다.

이 냇물은 무악재에서 수원이 시작되어 무악천이라고 불리기도 했고, 만초천이라고 불리기도 했다. 만초천은 무악에서 내려와 석교를 지나 남쪽으로 흐르는 천이다.

3) 서울시 저층주거지 실태와 개선방향, 맵다미 장남종 백세나



만초천을 따라 석교(돌다리), 군관련시설, 주거시설, 장마당이 있었다는 기록을 보면 천을 따라 자연스럽게 형성되었을 것이다. 이때 생겨난 장마당은 떡전시장으로 불렸다. 영천시장은 무등록시장이었지만, 2011년 법적으로 전통시장으로 인정되어 아케이드 설치, 이벤트 행사 등이 가능해지면서 지금의 모습을 가지게 되었다.<sup>4)</sup>

이처럼 서대문구 영천시장은 조선시대부터 상업과 주거지의 역할을 동시에 해왔다. 영천시장 일대는 주요한 역사적 요충지이자 상업적 요충지, 그리고 거주지로서의 지역성을 지니고 있다.

## 4.2 서대문구 영천시장의 발전 가능성

### 4.2.1 상업공간으로의 영천시장



그림 5 영천시장 인근 도로

사이트 북쪽에는 현저 고가차도와 성산로가 지나가고 있다. 또한 은평구와 바로 이어주는 통일로가 북서쪽에서 남동쪽으로 길게 지나고 있어서 두 개의 주요 도로가 교차하는 지점에 영천시장이 위치하고 있어 교통이 편리하고 접근성이 뛰어나 상업공간으로써 역할을 수행하기에 적합한 지리적 위치를 지니고 있다.

### 4.2.2 문화공간으로의 영천시장



그림 6 영천시장 인근 주요시설

영천시장 주변에는 각종 의료시설과 마을 살리기 센터와 같은 복지 시설과 노인 복지 시설이 위치하고 있으며 초등학교부터 대학교까지 다양한 교육시설들이 다수 존재하고 있다. 따라서 영천시장은 남녀노소를 아우를 수 있는 하나의 무대와 같은 문화공간으로써 수행할 수 있을 것이라고 판단한다.

### 4.2.3 주거공간으로의 영천시장



그림 7 영천시장 주변 주거생활권

과거부터 영천시장 일대는 시장과 주거지가 공존하는 공간이었다. 자연스럽게 생겨난 주요 거점으로 많은 가능성을 가진 지역이다. 현재 시장의 역할을 주변 주거생활권과 복지시설 간 연계하고 문화시설의 복합화를 통해 유년층, 청년층 그리고 노년층까지 함께 어울릴 수 있는 주거공간으로 거듭날 수 있을 것이다.

## 5. 계획안의 기본 구상 및 계획

### 5.1 계획 대상지 선정 및 분석

대상지는 저층 주거지의 노후도와 주거환경 개선이 필요한 정도를 기준으로 한다. 그리고 주변 문화시설 연계 가능성, 지역성이 충분히 잠재되어있는지 확인하고, 주거 공간과 커뮤니티, 문화시설이 복합화될 수 있는 대상지로 고른다. 결과적으로 대상지는 서대문구 영천시장 일대의 노후 저층주거지로 선정하였다.



그림 8 조여오는 아파트도시조직



그림 9 영천시장 주변 확장 가능성

사이트는 4장에서 언급하였듯 충분한 역사성과 지역성 그리고 발전가능성을 지니고 있다. 하지만 주변 지역은 점차 현대화되면서 지역성을 고려하지 않고 서서히 지역성을 멸시하듯 고층 고밀화된 아파트가 과거 도시조직을 조여오고 있다.

### 5.2 기본구상 및 프로그램

대상지의 주변은 급격한 도시화로 인한 고밀화된 아파트들이 조여오고 있는 상황이다. 그리고 인근에는 기존 과거 도시조직이 분포하고 있기 때문에 대상지에는 새로운 도시의 형태가 제안되어야 한다.

첫 번째로 대상지 주변의 도시적 맥락을 연결해 보았을 때 교육과 복지시설들의 연결의 흐름과 지역 상권과 문화시설들의 연결의 흐름이 동시에 지나가고 있다. 이러한 이점을 이용하여 지역 사외의 NEEDS에 따른 생활 SOC시설을 형성하고 도시 네트워크를 형성한다.



그림 10 SOC시설의 복합화를 통한 마을 공동체 강화

두 번째는 영천시장과 연결되는 골목형태의 기존 시설들을 프로그램 가능성을 고려하여 내부 시설들을 복합화하고 복합화한 프로그램들을 마당을 통해 서로 커뮤니티할 수 있도록 하여 마을 공동체를 강화한다.

마지막 세 번째는 지역 사회와 공존할 수 있는 마을 공간 네트워크를 형성하는 것이다. 거주민의 연령대별로 제공할 수 있는 것과 배울 수 있는 점을 고려해 서로 교류할 수 있는 프로그램을 만들어서 공간을 배치하는 것이다.

4) 서대문구 지속가능성 발전 보고서, 2021

### 5.3 건축계획



그림 11 배치도 및 주변 현황

사이트에 위치하던 시장의 기존 방향으로 매스를 배치하고 기존 골목길을 바탕으로 주민들의 주 이동동선에 맞이 마당을 배치하였다. 그리고 시장 반대편으로 지하주차장 입구를 두 개를 배치하여 사람동선과 차량동선을 분리하려고 하였다.

1층 평면을 보면 맞이 마당을 지나 건물 안으로 들어올 수 있다. 건물 안쪽으로 어울림 마당과 휴식마당이 위치하는데 이 장소는 거주민들과 인근 주민들 그리고 방문자들이 영위할 수 있는 공공의 마당이다. 1층은 거주민 뿐만 아니라 인근 주민들까지 사용할 수 있는 상업시설과 문화시설이 분포하고 있으며, 2층은 주변 SOC 시설과 연계된 복지 프로그램이 배치되어 있다.



그림 12 상업시설(1층 평면도)과 중정마당

3, 4층은 문화시설을 중점으로 한 프로그램들이 배치되어 있고, 거주민들의 커뮤니티를 증진하기 위한 실들을 주로 배치하고 있다. 실들 사이사이에는 공용 마당이 위치하여 실 안에서의 커뮤니티만큼 실 외부에서의 커뮤니티를 많이 구성하도록 하였다.



그림 13 문화시설(4층 평면도)과 공용마당

5층부터는 주거 시설이 위치하며, 주거유닛의 이용자의 성향에 따라 공용시설의 프로그램을 다르게 구성하고 있다. 7층 외부에는 주민들만 이용가능한 옥상 정원을 배치하였다.



그림 14 단면 투시와 중정 마당의 모습

단면을 보면 지하에 2개 층은 주차장으로 사용되어 노상주차를 없애 보행환경을 안전하고 쾌적하게 만들었다. 저층부는 기존 영천시장의 기능을 유지하면서 선형적인 시장길이 아닌 광장과 같은 시장의 모습으로 계획하였다. 3개의 크고 작은 광장을 조성하여 거주민뿐만 아니라 시장 방문자 그리고 지역 주민들의 휴식처와 같은 공간으로 만들어주었다.

### 6. 결론

현재 영천시장 일대의 저층 주거지는 영천시장이라는 전통시장과 함께 존치되면서 재개발이 어렵고, 현재 법규에 맞게 신축하기 어려운 상황에 놓여있다. 따라서 주변 지역은 아파트라는 획일화된 주거 형태로 재개발되면서 기존 지역성과 장소성이 지워지고 있다.

본 연구는 사이트의 지역정체성을 고려하여 사이트 내부에 있던 복지시설을 보전하고, 앵커 역할을 부여하여 단절될 수 있었던 영천시장 영역과 주변 거주시설 영역을 연결하였다. 그리고 그 앵커시설에서 사이트를 지나 시장까지 확장시키는 요소로 중정마당을 마련하고 사이트 양쪽의 인프라의 흐름을 이어주었다. 지역의 상업적인 성격을 보전하고 주변 주민들에게 접근성을 높여 발전할 수 있도록 하였다.

영천시장이라는 상업 공간과 주변 지역주민들이 함께 영위할 수 있는 문화시설이 복합화된 새로운 주거유형으로 제안함으로써 침체된 전통시장의 경기를 회복한다. 또한 현대사회의 개인주의화로 소외된 1인 노인 주거와 청년들이 문화공간과 복지공간에서 함께 영위하며 사회적 보살핌을 받을 수 있다. 이처럼 열악하던 저층 주거지의 주거환경을 개선하여 경제적, 사회적 그리고 도시적 문제점을 해소할 수 있다.

### 참고문헌

1. 서대문구 지속가능성 발전 보고서. 2021
2. 2025 서울특별시 도시 주거환경정비 기본계획, 2015
3. 지역 공동체에서의 고령자 커뮤니티 공간계획과 운영에 관한 연구, 박혜선 은난순
4. 노인을 위한 주거공간 디자인
5. 도시활성화를 위한 전통시장재생방안에 관한 연구(부산 국제시장을 중심으로), 왕흔요
6. 미래형 주거단지 사례 연구, 2015
7. 서울시 저층주거지 실태와 개선방향, 맵다미 장남중 백세나

# 도시공원의 이용행태 진단을 통한 공간 활용방안 연구

- 오창 호수공원을 중심으로 -

## Research on space utilization through diagnosis of urban park usage patterns

- In Case of Ochang Lake Park -

○ 이진아\* 서지예\* 박수린\* 최화유\* 손동화\*\*  
Lee, Jina Seo, Jiye Park, Soorin Choi, Hwayu Shon, Donghwa

### Abstract

The purpose of this study is to analyze the behavior of users of Ochang Lake Park through the time sampling method and to present improvement measures to activate areas that are not used in terms of usage behavior. As a result, accessibility was relatively low in places with steps and inclined land facing them, and in linear spaces, the behavior of movement with short residence time was mainly observed, and the behavior of staying in area space appeared. Therefore, a trail was placed at the top of the E area and a rest deck was installed at the bottom of the E area to reconsider the possibility of space occupancy. In addition, the position of the bench and the screen located between the D and E areas were changed to overcome the gaze disconnection. In addition, after removing the structure in area D, a floor fountain was proposed, and spatial connection as a water space was intended.

키워드 : 도시공원, 이용자 행태, 공간활용, 시간표집법

Keywords : City Park, Behavior, Behavior Pattern, Space utilization, Time Sampling

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

청주시 오창읍에 위치한 오창호수공원은 157,765㎡의 규모로 청주에서 비교적 큰 공원이다. 2020년 12월, 오창 인구가 7만 명을 돌파하고 대읍(大邑)으로 승격됨에 따라 앞으로 호수공원의 이용자 수 증가가 예상된다. 이러한 흐름에 맞추어 청주시는 생태공원 조성사업 등 호수공원을 개선하는 움직임을 보이고 있으나, 호수공원 내 영역별로 이용되는 영역과 잘 이용되지 않는 영역이 구분되는 등 공간이용상 차이를 보이고 있다.

이에 본 연구는 오창호수공원 이용자의 행태분석을 실시하였으며, 호수공원 내 공간이용 효율을 높이기 위한 개선방안을 마련하고자 하였다.

#### 1.2 연구방법

먼저, 사전답사를 통해 대상지에 대한 조사구역을 선정하고 행태유형 기록표를 작성하여 분석기준을 수립하였다. 다음으로 구역별 환경을 분석하고 현장조사 단계에서는 공원이용자 행태를 관찰하여 기록 후, 행태 특징을 시각화하고 분석하였다. 마지막으로 분석 결과를 통해 문제점을

파악하고 이에 대한 개선방안을 제시하였다.

### 2. 조사 준비와 방법

#### 2.1 기초자료

##### 1) 행태 유형화

행태는 단순한 동작이나 행위 자체가 아닌 일정한 경향을 띠는 현상이라 할 수 있다(임승빈, 2001). 따라서 사전답사를 통해 공원에서 일어나는 다양한 행태 중에서 일정한 경향을 띠는 행태를 골라 객관적인 행태 유형 기록표를 작성하였다. 행태 유형은 크게 동적, 정적으로 구분하고 동적 행태는 다시 걷기, 뛰기, 이동수단 3가지 하위 유형으로 나뉘며, 정적 행태는 돛자리와 벤치 2가지 하위 유형으로 나뉜다.

##### 2) 구역 구분

사전답사를 통해 나뉘어진 구역은 아래 그림1과 같다. 같은 잔디밭임에도 A구역은 잘 이용되고 있지만, E구역은 잘 이용되지 않고 있다. 이에 대한 원인을 분석하기 위해 A구역과 E구역을 직접적으로 연결하는 동선 상에 위치한 영역을 B, C, D구역으로 나누어 총 5구역에서 조사가 진행되었다.

선은 그 자체로 이동행로를 나타내고 시각적인 방향을 표시하며 평면의 표면을 분절하는 역할을 한다. 면은 형상을 만드는 기초를 제공하거나 우리가 머물 수 있는 공간을

\* 충북대학교 건축학과 학사과정

\*\* 충북대학교 건축학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture,  
Chungbuk National University, dhshon@cbnu.ac.kr)

표면을 에워싸는 바닥을 구성한다 (황희준 외, 2016). 이러한 형태학적 분석을 토대로 공원의 구역별 특징을 구분하였다.



그림 1. 오창호수공원 구역 구분

표 1. 구역별 특징

구역	대지 형태	특징
A		면적 공간. 접근 가능성 높음. 동쪽 호암저수지로 시선 연결
B		선적 공간의 메인스트리트.
C		저수지와 면하는 관찰데크. 선적 공간과 면적 공간의 반복.
D		조형물이 배치된 면적공간. 저수지와 면함. 광장 내 단차 有
E		D구역 남측에 위치. 경사진 땅. 수목으로 둘러싸임. 산책로 조성.

A구역은 호수를 향해 경사져있어 전망이 가능하며, 구역 내에 가로지르는 선들로 영역이 분절되어있다. E구역은 A구역과 달리 가로지르는 선이 하나뿐이며, 넓은 면적을 가진다. B구역은 직선의 메인스트리트로, 모든 구역을 이어준다. C구역은 선과 면이 반복되는 형태이며, B구역을 따라 이동하면 도달하는 D구역은 원형 평면을 가진다.

## 2.2 조사방법

본 연구의 조사는 시간표집법(Time Sampling)으로 관찰하고 대상지 공원의 연령대별 행태, 머무름의 정도를 정리한다. 시간표집법은 관찰하고자 하는 사람의 행동 시간을 표집해서 관찰하는 방법으로 기록단위는 대표적인 표집을 위해 보통 1분~10분동안 관찰된다. 본 조사 이전에 대상지의 물리적 시설물 및 면적, 선적 공간의 분포 현황은 대상지의 배치도 및 인공위성사진을 통해 기본적인 조사를 하였고 2023년 10월 6일에 사전답사를 진행하여 본 조사의 오류를 줄이고자 하였다. 본 조사 방식은 표2와 같다.

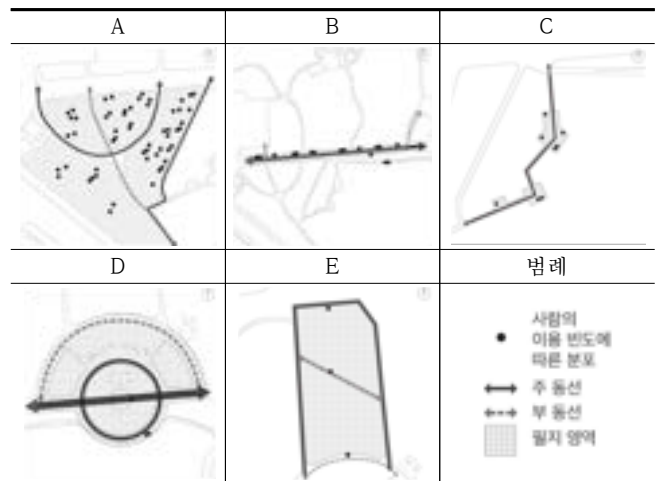
표 2. 본조사 방식

구분	내용
조사일시(본조사)	2023년 10월 8일(일), 10일(화)
조사장소	오창호수공원
조사방법	공원 이용률이 높은 시간대를 고려하여 낮 1시와 2시, 밤 7시와 8시에 총 4명의 관찰자가 실시하였다. 각 구역당 현장 조사원이 한 명씩 배치되어 10분간 사람들의 행태를 관찰하였으며, 시간표집법의 한계를 보완하고자 이틀에 걸쳐 총 8회 동안 조사하였다.

## 3. 이용자 행태 분석

### 3.1 밀도

표 3. 구역별 인구 밀도



조사에 의해 관찰된 오창 호수공원의 구역별 면적당 이용자 밀도는 표3과 같다. 가장 높은 밀도를 보인 구역은 A구역이며 가장 낮은 밀도를 가진 구역은 E구역으로 공원에서 가장 큰 면적을 가지지만 가장 적은 이용자 수를 가지고 있다. 단위 면적당 인구수로 비교하면 A구역은 E구역에 9배이다. 나머지 3구역은 B, D, C 순으로 밀도가 낮으며 B구역과 D구역은 상대적으로 동적인 밀도가 높다.

### 3.2 체류시간

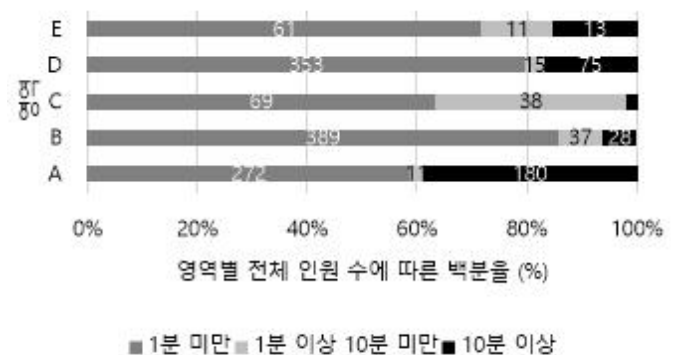


그림 2. 구역별 체류시간



체류시간은 현장조사 시간인 10분을 기준으로 한 구역을 1분 미만으로 멈춤이 없이 지나간 사람들, 1분이상 10분 미만으로 잠시 머물렀던 사람들, 10분 이상 머물렀던 사람들, 3가지로 분류하여 조사했다. A구역이 10분 이상 체류자가 38%로 체류시간이 가장 길었다. 반면에 B구역은 1분 이하 체류자가 85%로 체류시간이 가장 짧았다. 추가적으로 면적 공간인 A, D, E 구역을 비교했을 때 A구역에 비해 D, E구역의 10분 이상 체류자가 각각 17%, 15%로 현저히 낮았다.

### 3.3 행태

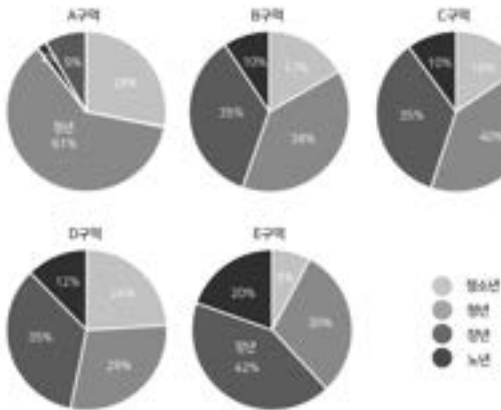


그림 3. 구역별 연령대 비율

이용자 행태를 구역과 연령별로 나누어 특성을 살펴보면 그림 3과 같다. 구역별 이용자 연령대의 경우, A구역 전체 이용자 중 청소년이 61%(272명)으로 비율이 가장 높았고, B구역은 청년과 장년이 각각 38%(174명), 35%(161명)으로 청소년과 노년에 비해 월등히 높은 비율을 가진다. C구역은 청소년과 장년이 각각 39%(43명), 35%(38명)으로 가장 많았고, D구역과 E구역은 각각 35%(153명), 42%(37명)으로 장년 이용자가 가장 많았다.

표 4. 구역별 이용행태

구역	정적		동적			
	벤치	돛자리	걷기	뛰기	이동수단	기타
A	0	188	244	3	5	3
B	54	1	356	11	27	10
C	0	0	100	2	2	5
D	65	0	350	11	8	10
E	14	7	52	12	0	2

단위: 명

구역별 이용자의 행태는 표 4와 같이 정적행태는 A구역에서 ‘돛자리’가 100%로 가장 많았으며 B구역은 ‘벤치’가 98%로 가장 높았다, D구역에서 정적행태는 ‘벤치’가 100%로 높은 비율을 차지한다. E구역의 정적행태는 ‘벤치’가 16%로 가장 큰 비율을 차지한다.

연령별 행태 조사결과는 아래 그림4와 같다. 전 연령대에서 ‘걷기’가 가장 많고, 청소년은 ‘이동수단’, 청년은 ‘돛자리 앉기’, 장년과 노년은 ‘벤치 앉기’를 가장 선호하는 것으로 나타났다.

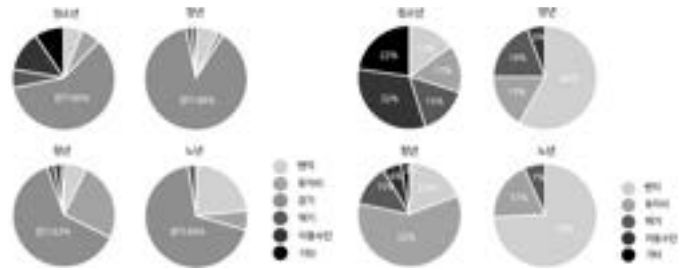


그림 4. 연령대별 선호 행태 (걷기 포함/걷기 미포함)

현장조사 결과를 종합해보면 다음과 같다. A구역의 밀도가 가장 높고, E구역의 밀도가 가장 낮다. A 구역은 청년 이용자가 많고 D, E 구역은 장년 이용자가 많다. 청소년과 청년은 정적행태 중 ‘돛자리 앉기’를 가장 선호하고, 장년과 노년은 ‘벤치 앉기’를 가장 선호하는 것을 알 수 있다. 동적 행태에서는 청·장·노년 모두 ‘걷기’를 선호하며, 이동수단의 행위는 청소년의 비중이 높은 것을 확인할 수 있다.

### 3.4 문제점 파악과 요인 분석

앞선 연구 결과에 따라 D, E구역의 문제점을 발견할 수 있었으며 문제점에 대한 원인을 분석해보았다.

#### 1) D, E구역의 낮은 체류시간

A, D, E구역의 전체 이용자 수 대비 10분 이상 머무는 이용자 수의 비율이 각각 40%, 15%, 17% 정도로 A구역에 비해 D, E구역의 비율이 약 2.5배 낮았다.

#### 2) D구역의 높은 ‘걷기’ 행태 비율

A구역과 D구역의 전체 방문자 수는 유사하지만, ‘걷기’가 D구역에서 106명 더 많았다. D구역을 거쳐야만 E구역에 갈 수 있지만 D구역에 머물며 다양한 활동이 일어나기보다 지나가는 사람이 더 많음을 알 수 있었다.

위 두 문제의 원인을 ‘공간의 정체성을 흐리는 여러 구조물’이라고 보았다. A구역은 호암저수지를 바라보며 머무를 수 있는 잔디밭이 오픈 스페이스로 작동되고 있지만, D구역은 대지 중앙에 위치한 무대, 상징조형물, 분수대 등의 구조물로 구심점에 사람이 머무를 수 있는 공간으로 작동되지 않는다. 또한 D구역의 구조물들로 E구역에서 저수지로의 시각적 단절 및 폐쇄된 경관을 갖게 된다. 따라서 D구역에 머무를 수 있는 공간을 제공하고, E구역의 시야 개방을 위해 구조물에 대한 조치가 필요하다.

#### 3) 현저히 낮은 E구역의 방문자 수

A구역과 E구역의 밀도를 비교했을 때, A구역이 E구역에 비해 방문자 수가 약 5.4배 높았다. 현재 E구역은 공원내 사용률이 현저히 낮은 공간으로 자리하고 있다.

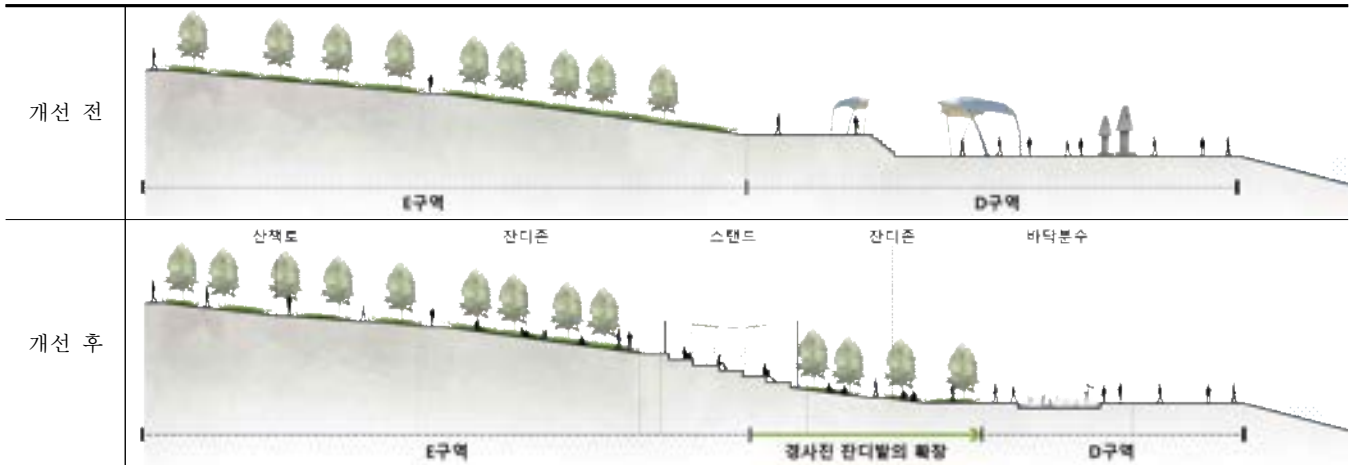
위 문제의 원인을 ‘지형적 조건의 차이’로 보았다. A구역은 오창호수공원의 주 동선인 B구역과 단차없이 동선이 자연스럽게 연결되지만, E구역은 D구역과의 단차로 인해 영역과 동선이 단절되어 있다.

따라서 E구역을 활성화하기 위해 주요 행태와 연령대를 고려한 방안과 동선과 시선을 방해하는 D구역의 개선방안을 모색하고자 하였다.



### 3.5 개선방안

표 5. 개선 전후 비교 단면 다이어그램



단위 면적당 이용자 수, 방문자 체류시간, 방문자 행태 분석을 통해 도출된 D, E구역의 개선방안을 제안해보고자 한다. 개선방안은 다음 표5, 표6과 같다.

표 6. 개선방안 제안

제안 배치도	① 스탠드 설치
	② 바닥분수 설치
	③ 산책로 조성

#### 1) E구역과 수변의 시선적 연결

E구역에서 수변으로 시선을 단절하는 파고라 벤치를 없애고, 경사를 활용해 앉을 수 있는 단을 조성하여 앉아서 쉴 수 있는 여건을 마련하고자 한다.

#### 2) D구역을 통한 수변공원 정체성 확립

D구역은 E구역과 수변 사이에서 두 영역을 연결하는 중요한 공간으로, 광장에 위치한 구조물을 없애고 수변공원의 성격을 강조하기 위해 바닥분수를 제안한다. 시간에 따라 물이 채워지고 비워지면서, 다양한 이벤트가 일어나기도 하며, 물을 밟거나 주변 환경이 물에 비치면서 새로운 경관을 형성하기도 한다. 바닥분수를 통해 시각적 연결을 넘어 머물다 갈 수 있는 공간을 제안하고자 한다.

#### 3) D, E구역의 경계 완화

E구역 하단은 청소년과 청년이 더 선호하는 D구역과 인접하여, 이들이 선호하는 ‘돛자리 앉기’ 나 자유롭게 머물고 뛰어노는 행태에 따라 경사지형이 적합하다고 보았다. D, E구역을 단절하는 급격한 단을 없애고 완만한 경사를 확장해 이어준다. E구역 상단은 장년층의 ‘걷기’와 ‘벤치 앉기’가 가장 많이 나타남으로, 산책로와 벤치를 추가 조성하여 장년을 위한 영역으로 조성하고자 한다.

### 4. 결론

본 연구는 오창 호수공원을 대상으로 시간표집법을 이용한 현장 조사를 통해 이용자의 행태와 환경과의 관계를 분석하여 공원의 전반적인 활성화를 위한 일부 구역의 개선방안을 제시하는 데에 의의가 있다. 본문의 내용을 요약하면, 1. 구역별 행태분석결과, 면적 공간에서 A구역에 비해 E구역이 현저하게 낮은 밀도를 보였으며 D, E구역에서 체류시간이 매우 짧은 것으로 나타난다. 2. E구역에서 장년층이 걷기와 벤치 앉기를 선호하며, 공원의 전반적인 선호 행태는 걷기와 돛자리 앉기로 나타난다. 3. 따라서 D구역에 바닥분수 설치, D구역과 E구역 경사로로 연결, E구역에 스탠드 및 산책로 조성과 같은 개선방안을 제안해 사람들의 다양한 행태가 활성화될 것을 기대한다.

#### 참고문헌

- 황희준, 남수현, 김주원, 「건축의 형태공간·규범」, SPACETIME, 2016, 8-19
- 김효경, 정성원, 도시공원 내 오픈스페이스 이용자 행태 분석, 대한건축학회논문집 계획계, 2010
- 홍다혜, 양시현, 김호영, 도시공원에서 피크닉을 즐기는 사람들의 목적에 따른 행태 유형, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 2022
- 정승희, 도시 오픈스페이스에서의 영역성 디자인 표현과 행태 반응 연구, 이화여자대학교 박사학위, 2011
- 임승빈, 환경심리행태론, 보성문화사, 2001

# PM 이용 행태에 따른 충북대학교 공과대학 공간환경 개선에 관한 연구

## A Study on improvement environment of space based on behavioral characteristics of shared mobility users

- In Case of Subtitle -

○강 원 희\*      김 영 훈\*      우 희 권\*      허 재 영\*      손 동 화\*\*  
Kang, Wonhee      Kim, Younghoon      Woo, Heekuen      Hue, Jaeyoung      Shon, Donghwa

### Abstract

The purpose of this study is to create a basis for improving the space environment due to the increasing number of PM users on campus. Since mobility has a close relationship with space, campus building is unable to accept new mobility system and respond insufficiently. This study proposes improvements based on the space environment analysis of the college of engineering and the behavior of PM users. Study progress with spatial comparison Analysis between similar buildings and survey. The results of the research and analysis suggest the following improvements; multidimensional improvements are required, including the physical environment and the PM management system.

키워드 : 개인형 이동장치, 공간 환경, 캠퍼스, 보행환경, 가로경관, 보행 안전

Keywords : Personal Mobility, Environment of Space, Campus, Walking-Environment, Streetscape, Pedestrian Safety

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 목적

모빌리티는 공간 구조를 조직하는 데 큰 역할을 한다. 배터리와 모터를 장착한 개인형 이동장치(이하 P.M)는 대학가를 중심으로 이용률이 지속해서 늘고 있다. 공유 모빌리티 시장이 지속해서 성장하고 있는 가운데 접근성이 좋고, 대중교통 이용 후 최종 목적지까지 이동할 (first/last-mile mobility) 수 있어 이용률이 늘어나고 있다.

하지만 이에 비해 개인형 이동장치에 대한 제도적 장치나 인프라가 새로운 이동 수단의 등장을 수용할 준비가 되지 않아 많은 문제점을 일으키고 있다. 특히, 차량과 PM, 보행 등 각각의 이동 환경과 건물 외부 공간 및 출입 환경에 많은 악영향을 미치고 있다. 충북대학교 개신 캠퍼스의 경우 캠퍼스 면적이 넓고 재학생이 많아 이러한 문제가 더욱 대두된다. 따라서 본 연구에서는 PM의 안전한 이용과 다양한 이동 및 공간 환경을 개선하기 위해 대학 캠퍼스 내 위 문제점이 두드러지는 단과대학의 공간적 특성과 PM 현황 분석을 통해 개선방안을 제안한다.

#### 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 PM 이용률이 높은 대학 캠퍼스를 대상으로 주변 도로 현황, 공간 구조, 내부 통행 환경 및 주차 현황 파악 후 이용자 설문 조사를 통해 행태 및 문제점을 분석하고 개선 방안을 제안하고자 한다. 연구 범위는 충북대학교 개신 캠퍼스 내 공과대학과 그 주변 도로를 기준으로 그림1.과 같은 범위를 설정하였다.



그림 1 충북대학교 공과대학 및 인접 도로

\* 충북대 건축학과 학사과정

\*\* 충북대 건축학과 조교수

(Corresponding author : Department of Architecture, Chungbuk National University, dhshon@cbnu.ac.kr)

### 1.3 범위 선정 이유

충북대학교는 증가하는 공유 모빌리티 수요에 대응하고 무분별한 주차를 방지하기 위해 캠퍼스 내 주요 거점과 대학 주변에 약 50개소의 PM 전용 주차구역을 설정했다. 충북대학교 캠퍼스 내 공간 구조와 PM 전용 주차구역을 살펴보면 다음 그림과 같다.



그림 2 충북대학교 공간 구조와 PM 전용 주차구역

이 중 공과대학은 캠퍼스의 중심로, 단과대학 건물 사이 도로, 보차혼용 도로 등 다양한 형태의 접근로와 맞닿아 있으며 차량 이동, PM 이동, 보행이 겹치는 구간이 많아 보행환경의 질이 상대적으로 낮은 장소이다. 또한 건물의 출입구와 PM 전용 주차구역이 겹쳐있어 사람의 출입과 무장에 기능에 영향을 미치는 경우가 다수 발생한다.

## 2. 대상지 조사 및 분석

### 2.1 조사 개요

#### 2.1.1 공간 구조 비교 분석

공과대학의 공간 구조와 PM 이용 현황의 관계성을 분석하기 위해 그림3과 같이 유사한 공간 구조를 가진 인문사회대학과 비교 분석을 실시하였다. 조사 주안점은 공과대학의 중정형 구조와 인접 도로의 관계, 출입구 현황을 조사하고, 보행로, 주차장, PM 전용 주차구역과 PM 이용자들의 동선을 분석하였다.

#### 2.1.2 설문 조사

PM 이용자의 행태를 분석하기 위해 교내 학생들을 대상으로 설문 조사가 수행되었다. 설문 조사는 공과대학 재학생 60여 명을 대상으로 2023년 11월 04일~06일에 조사하였다. 설문 조사 항목은 PM을 이용하는 목적, 이유, 불편한 점으로 구성하였다.

### 2.2 현황조사 결과

#### 2.2.1 공간 구조 비교 분석

공과대학은 건물이 같은 대지레벨에 있는 중정형의 구조이며, 사방으로 캠퍼스 중심로, 단과대학 건물 사이 도

로, 보차혼용 도로 등의 다양한 유형의 도로와 전부 면하고 있다. 각 도로에서 유입되는 차량, PM, 보행은 중정 내부까지 보차혼용 도로를 통해 진입 및 주정차가 가능하다. 그림 3.과 같이 건물의 출입구는 각 모서리마다 다수 존재하며 PM 전용 주차구역이 출입구와 같은 위치에 겹쳐있는 것을 확인할 수 있다.

반면 인문사회대학의 경우 공과대학과 같은 중정형 구조이나 건물의 대지레벨이 다르다. 또한 캠퍼스 중심로와 보차 분리형의 상대적으로 작은 폭 도로만을 면하고 있으며 중정 내부로 들어오면 보도 및 녹지로 구성되어 차량과 PM의 진입이 불가능하다. 그림 3.과 같이 대지레벨 차이로 인해 출입구가 같은 남서향으로만 존재하며 출입구 앞까지 PM 진입 불가로 출입구와 떨어진 곳에 PM 전용 주차구역이 존재한다.

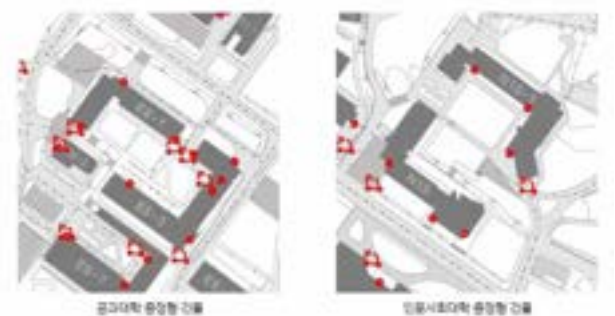


그림 3 중정형 대학 공간 구조

실질적 PM 이용 현황을 살펴보면 그림 4.와 같이 공과대학의 경우 중정 내부까지 PM이 접근하며 출입구 부근에서 많은 이용이 발생하는 것을 확인하였으며 차량과 보행로와 동선이 겹치는 상황이 다수 발생해 혼잡도가 증가한다. 또한 출입구와 겹친 PM 전용 주차구역은 설치 기준이 명확하지 않아 장애인 경사로와 겹치고 있거나 출입구와 너무 가까워 통행을 방해하고 있다.

반면 인문사회대학의 경우 PM 동선이 대체로 통일되어 있으며 보행로 구성 및 출입구에서 떨어진 PM 전용 주차구역으로 인해 자연스럽게 중정 내부로 접근하지 않는다.

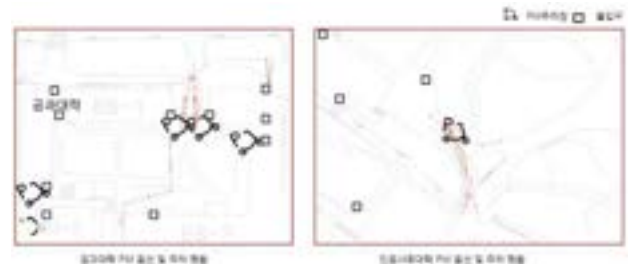


그림 4 중정형 대학 내 PM 동선 및 주차 현황

#### 2.2.2 설문조사 분석 결과

PM을 이용하는 목적은 등하교(42%), 교내 이동(27%), 외식, 여가(22%), 대중교통으로 접근(8%), 기타(1%) 순으로 나타났다.

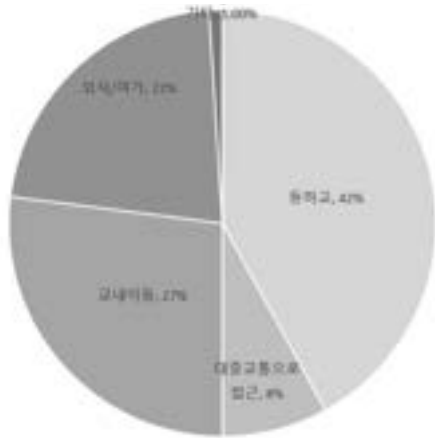


Fig.1 PM을 이용하는 목적

PM을 이용하는 이유는 어디서나 대여/반납 가능(33%), 도착지 근처까지 이동 가능(30%), 빠르게 이동하기 위해(25%), 걷기 싫어서(11%), 기타(1%) 순으로 나타났다.

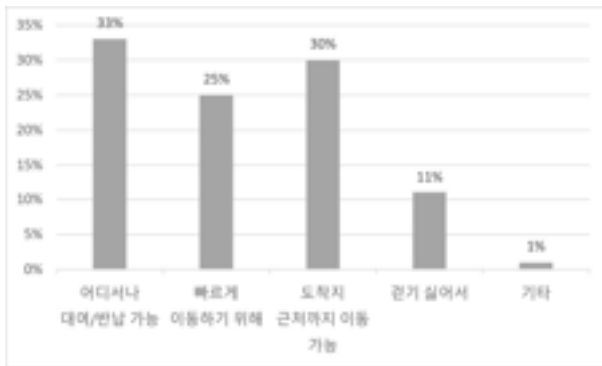


Fig.2 PM을 이용하는 이유

PM이용시 불편한 점은 자동차, 이륜차 충돌위험(28%), 주행 공간 부족(25%), 도로상태 불량(23%), 보행자 충돌위험(17%), 날씨(3%), 주차공간 부족(2%), 대여/반납 불편(2%) 순으로 나타났다.

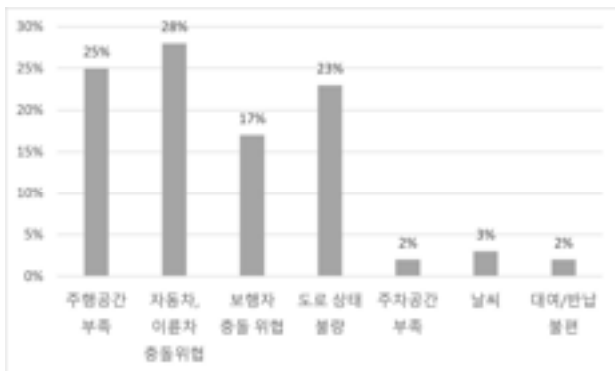


Fig.3 PM 이용시 불편한점

### 3. 개선 방향과 대안 제시

#### 3.1 개선 방향성

설문 조사 결과 PM 이용자는 주로 등하교 및 교내 이동 등 차량, 보행과 같은 이동량이 많은 시간대에 주로 사용되며 공과대학과 접한 도로에서 높은 혼잡도를 경험한다. 때문에 PM 이용자의 안전과 보행자의 안전 또한 위험을 받는 상황이며, 공과대학의 중정과 주변 도로는 차량, PM, 보행 등의 이동 환경 개선을 통한 양질의 공간 확보가 필요하다.

또한 설문 조사 결과, door to door의 행태와 이동과정에서 최단 거리를 이용하는 강한 목적 이동의 행태가 발생함을 알 수 있었다. 이로 인해 PM 전용 주차구역은 편의를 위하여 건물 출입구에 인접하여 설치되어 있으며 그로 인하여 주차 불량, 주차 공간 부족 등의 상황 발생 시 출입구를 비롯하여 인접 장애인 경사로를 막게 되어 문제점이 발생하고 있다. 따라서 전용 주차장의 위치를 변경하는 것과 동시에 출입구 인접부를 반납 불가 구역으로 설정하여 보행자의 통행과 장애인 경사로의 실질적 기능에 대한 환경 개선이 필요하다.

##### 3.1.1 인접 도로 환경 개선

도로교통법에서 PM은 원동기 이상 면허 소지자만 운행 가능하다고 명시되어 있으며 자전거 도로로 통행이 가능하며, 자전거 도로가 없는 경우에는 차도의 우측 가장자리에 붙어서 통행하여야 한다. 그러나 공과대학의 불명확한 도로 구분과 공간 구성 환경으로 인해 겹치는 동선이 다수 발생한다. 설문 조사에 따르면 PM 이용자들은 이로 인해 자동차, 이륜차와 충돌 위험이 가장 불편한 점으로 밝혀졌으며, 주행 공간 부족, 도로 상태 불량, 보행자 충돌 위험 등이 차례로 불편한 점으로 집계되었다. 따라서 인접 도로를 유형별로 분리하여 도로 환경 개선 방안을 제시한다.

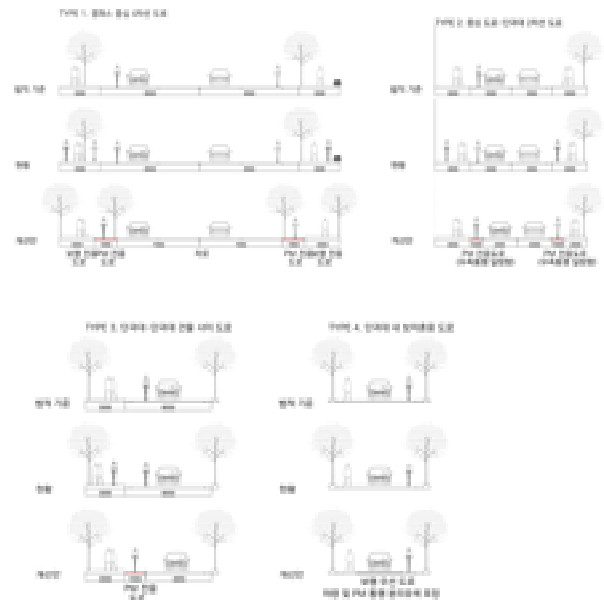


그림 5 인접 도로 환경 개선 방안

보차 분리도로는 차량과 보행자의 통행량이 많은 만큼 PM 통행량 또한 증가하였기 때문에 각각의 관계를 고려



하여 PM전용도로의 폭을 다르게 적용하였다. 그림 5와 같이 Type 1. 캠퍼스 중심 4차선 도로는 교내에서 가장 넓은 도로로서 정문과 후문의 진입 구간으로 차량과 보행자의 이동이 가장 많은 구역이다. 17m 폭의 4차선을 중심으로 각 3.5m의 보행 전용도로가 위치한다. PM 사용량이 보행자 도로에 집중되고 있기에 차도와 보행 전용도로 사이에 1.95m 폭으로 PM 전용 도로를 확보하였다. Type 2. 중심도로-단과대 2차선 도로는 상대적인 교통량이 줄어들고 도로 폭을 고려하여 1.0m 폭으로 PM 전용 도로 폭을 줄이며 우측 통행 일방향의 형태로 도로를 확보하였다. Type 3. 단과대- 단과대 건물 사이 도로는 6.55m의 차량 도로를 분할하여 1.5m의 PM 전용 도로로 지정하였다. Type 4. 단과대 내 보차혼용 도로는 차량 통행이 낮은 도로이지만 보행자와 PM 동선 충돌이 예상되는 지역으로서 차량 및 PM 통행을 분리하고 이를 위한 유색 포장을 제안한다. 추가적으로 IoT기술을 이용하여 PM의 속도를 제한하는 방식을 제안하고자 한다. PM에 IoT 장비 설치를 통해 도로 폭이 좁은 구간에서는 최대속도를 낮추고 도로 폭이 넓어지는 구간부터 최대속도를 증가시키는 방식을 통해 PM으로 인한 교통사고가 감소 될 것으로 예상된다.

### 3.1.2 주차구역 집중화 및 반납 불가 구역 설정

PM 전용 주차구역은 건물의 출입구 주변으로 여러 개소에 분포되어 있으며 중정형 구조를 포함하여 표면적이 넓은 건물에는 더 많은 출입구가 위치하기에 주차장의 개소 또한 증가하는 것을 보였다. 이용 빈도가 높은 출입구 근처에 설치된 주차장에는 더 많은 PM이 주차되어 주차면적이 부족하고 불법 주차가 일어나는 반면 이용 빈도가 낮은 출입구 근처의 주차장은 사용도가 매우 낮은 모습을 보였다. 건물의 출입구별 이용 빈도를 조사한 뒤 결과를 바탕으로 그림 6과 같이 불필요한 주차구역은 없애고 빈도가 높은 곳에 주차 구역을 집중하는 방식으로의 개선방안을 제안한다.



그림 6 주차구역 집중화 및 반납 불가 구역 제안

또한 현재 주차금지구역, 반납 불가 구역 설정 기능이 존재하나 법적으로 정해진 제한이 아닌 PM 운영하는 사업자의 재량으로 결정되며 교내의 전 구역이 주차 가능 구역으로 지정된 상황이다. 따라서 그림 6과 같이 반납 불가 구역을 건물로부터 일정 거리 이상 유지해 보행 동선으로부터 분리하고 출입구 및 장애인 경사로 간섭을 방지하는 것 방안을 제안한다.

## 4. 결론

본 연구는 새로운 모빌리티의 등장 이후 변화하는 캠퍼스 공간 구조를 효율적으로 개선하기 위한 연구이다. PM으로 인해 이동성과 편의성이 확대되며, 특히, 새로운 기술 사용에 민감하게 반응하는 대학생을 중심으로 그 사용이 늘어나고 있다. 따라서 대학가를 중심으로 PM 시장이 확대되고 있으나, 동시에 PM을 수용하는 공간 환경에 대한 문제가 발생하고 있다.

연구 대상지인 충북대학교 캠퍼스 공과대학을 중심으로 기존 공간 구조와 PM 이용자의 행태를 종합적으로 분석한 결과 도출된 문제점들을 통해 물리적, 시스템적 개선방안을 제안한다. 공과대학 내 제한적인 목적 이동이나 보행자를 보호하기 위한 물리적인 구별을 통해 개선하거나, 주차와 반납 방식을 변경하여 기존 시스템을 보완한다.

나아가 PM의 등장이 다른 이동 유형과 더불어 우리 삶에 편리함을 주는 이동 수단으로 자리 잡을 수 있도록 하기 위해 보행 안전성과 공간 환경을 지키면서 유연하게 변화를 수용하는 공간 구조에 대한 고찰과 개선을 지속해나가야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 한국소비자원, 개인형 이동수단 안전실태조사, 2018
2. 이주형, 이규일. (2021). 개인형 이동수단의 이용에 따른 교통약자의 보행환경 개선에 관한 연구. 한국융합학회 논문지, 12(2), 201-213.
3. Myungjun Jang. (2022). A Study on the Usage Behavior of Personal Mobility of College Students . The Journal of Next-generation Convergence Technology Association, 6(9), 1685-1695.



# 메타버스 플랫폼에서 나타나는 ‘외부공간 구성요소’에 대한 연구

## - 제페토를 중심으로 -

### A study on the ‘External Space Components’ displayed in Metaverse Platforms

#### - Focusing on ZEPETO -

○박 유 빈\*

Park, Yu Bin

○이 주 안\*\*

Lee, Ju-An

○안 대 환\*\*\*

An, Dai-Whan

#### Abstract

The purpose of this study is to find the unique characteristics of the components that make up the external space of the virtual space implemented in the Metaverse platform by type, which are different from the components of the real space. We aim to confirm the main concepts of the spatial characteristics of the metaverse and present the perspective on new spatial elements that constitute a platform for the implementation of the metaverse. This study targeted the ‘Alice in Wonderland’ map among the maps that make up ‘ZEPETO’, the most active metaverse platform in Korea. As a result, the external space components of the metaverse are divided into types for the purpose of suggesting or limiting the movement of the avatar depending on the experience of space to be provided. Second, there is a type that exists as an aesthetic element to fill the empty screen on the monitor.

키워드 : 메타버스, 가상공간, 외부공간 구성요소, 목적성, 경계, 행위, 배경, 정보제공

Keywords : Metaverse, Virtual Space, External Space Components, Purpose, Boundary, Action, Background, Information Delivery

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 배경 및 목적

메타버스는 현실 세계의 차원과 유사하게 구성된 가상 공간을 아바타라는 사용자의 대행자를 통해 ‘초월적 공간(Meta + Universe)’을 체험하는 것이 주요 개념이다. 메타버스 플랫폼은 메타버스의 개념을 담아내어 현실 세계와 디지털 세계가 연결되는 복합적이고 다차원적인 가상 공간으로서 현실 세계와 양립하여 사용자를 대행하는 아바타의 행위가 사용자의 목적을 달성하게 만든다.

그렇기에 이러한 개념을 가진 메타버스 플랫폼이 구현 중인 가상공간만의 특징이 만들어질 수밖에 없다. 아바타가 메타버스 플랫폼과 사용자가 원하는 목적을 달성하기 위해 움직이기 위한 공간이자 현실 공간과 유사한 공간으로 구성되어야 하는 이중적인 목적이 있다. 특히 외부공간을 구성하는 구성요소는 현실 세계와는 공통점과 더불어 차이점이 있어 메타버스 플랫폼 가상공간 고유의 특징이 있을 것으로 본 것이다. 이에 따라 메타버스에 대한 공간적 연구가 필요한 시점이라고 할 수 있다.

\* 충북대학교 건축학과 학부과정

\*\* 충북대학교 건축학과 석사과정

\*\*\* 충북대학교 건축학과 정교수, 건축학박사

(Corresponding author : Department of Architecture, Chungbuk National University, [an4229@cbnu.ac.kr](mailto:an4229@cbnu.ac.kr))

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022H1D8A3038042).

그러나 현재 메타버스를 담아내는 플랫폼의 공간구성에 관한 연구는 기존 현실 공간의 개념과 연구방식을 그대로 적용하거나 단순히 물리적 제약으로부터의 해방에만 집중하여 연구를 진행해 온 측면이 있다.

이 연구는 메타버스 플랫폼이 구현 중인 가상공간(맵)의 외부공간을 구성하는 요소를 화면(공간) 구성과 아바타의 행위에 영향을 미치는 여부의 관점에서 유형을 구분하여 그 특징을 찾아보고자 한다.

연구를 통해 현실 공간과 다른 플랫폼만의 고유의 가상 공간 구축 방식을 이해할 수 있을 것으로 보았으며, 메타버스 가상공간 구축의 원리와 개념을 보다 명확하게 확인할 수 있는 기초자료로 사용할 수 있을 것으로 보았다.

##### 1.2 연구의 대상 및 방법

이 연구는 메타버스 플랫폼 중에서 가장 많이 사용되며 외부공간의 구성이 보다 잘 되어 있다고 알려진 제페토의 외부공간을 대상으로 하고자 한다.

제페토에서는 맵이라고 하는 스토리가 담긴 다양한 공간을 구축하여 사용자가 그중 하나의 공간을 선택하면 아바타를 맵 속에 포함해 활동하게 하는 특징을 가진다. 이에 따라 널리 알려진 스토리에 맞춘 각각의 맵에는 스토리에 맞춘 외부공간이 구축되어 있다. 사용자(아바타 조작자)가 아바타가 활동할 맵을 선택하면 아바타는 스토리에 맞춰 제작자가 설정해 놓은 외부공간부터 활동을 시작하게 된다.

여기에서 외부공간은 현실 세계와 마찬가지로 건물의

바깥 공간처럼 구성된 공간이라고 할 수 있다. 그러나 컴퓨터 화면 속에 구축된 가상의 공간으로서 현실 공간의 외부공간을 기반으로 하지만 ‘필요에 따라 선택된 요소’ 들만으로 구현되어 있다는 점에서 현실의 공간과는 다른 특징을 가지게 된다. 특히 메타버스의 화면 구성은 현실 세계와는 달리 제공하고자 하는 공간의 경험에 따라 만들어진 제한된 공간 안에서 목적 지향적으로 빈틈없이 이미지와 오브제 등의 요소로 채워져 있을 수밖에 없다. 이렇게 요소들을 아바타가 목적에 맞는 경험하기에 적절한 공간을 제공하게 된다. 이때 각각의 요소들은 아바타의 ‘행위에 영향을 주는 요소’와 영향을 주지 않고 ‘화면을 채우기만 하는 요소’로 구분된다.

이 연구에서는 제페토의 맵 중에서 ‘이상한 나라의 앨리스’라는 맵에 구현된 외부공간을 대상으로 공간구성 요소들을 메타버스의 화면 구성과 아바타의 행위에 어떻게 영향을 미치는지, 그리고 그 여부의 관점에서 특징을 찾아보고자 한다.

표1. 제페토에 존재하는 외부공간 구성요소

구분	제작자 의도	‘이상한 나라의 앨리스’ 맵 사례
3D의 외부공간 구성요소	경계를 위한 외부공간 구성요소	나무, 돌, 언덕, 떨어지는 굴, 바위, 절벽, 문, 울타리
(아바타에 물리적으로 영향을 미치는 요소)	행위 촉발을 위한 외부공간 구성요소	토끼, 토끼굴, 의자, 굴뚝, 지도, 창문, 선반과 그 위의 도자기, 거울, 화분, 접시, 벽난로, 새, 먹을 것이 든 보물상자, 옷 파는 여자에, 옷 파는 남자에, 앉을 수 있는 의자
2D의 외부공간 구성요소	배경을 위한 외부공간 구성요소	햇빛, 밤하늘, 길, 나무 밑으로 떨어지는 반짝이 이미지, 땅에서 올라오는 동그라미 반짝이 이미지, 토끼굴 앞에 비눗방울 느낌의 투명 문 이미지, 벽(벽돌 이미지), 벽에 비치는 무지개 조명 빛, 아궁이 속 이글거리는 불 이미지, 책, 종이, 버섯, 보라색 물, 덩불, 잡초, 돌맹이, 바닥에 초록색으로 표현된 잔디, 보라색 밤하늘, 조개, 소라, 불가사리, 장미, 가시, 넝쿨, 물 위에 있는 거품, 나무의 알록달록한 색상(톤 다운된 빨·파·갈·노랑), 주전자에서 나오는 일렁이는 김 이미지, 주전자, 컵, 접시, 그림자, 집
(아바타에 시각적으로 영향을 미치는 요소)	정보제공을 위한 외부공간 구성요소	토끼굴 앞에 비눗방울 느낌의 투명 문, 타이머, 액티브를 위한 손가락 이미지(토끼랑 나무 밑, 의자 위), 길(흙길, 돌길), 울타리, 나무에 박힌 표지판, 화면 상단에 뜨는 안내 문구

## 2. 제페토의 기본맵 중 ‘이상한 나라의 앨리스’

제페토의 기본맵은 제페토에서 공식적으로 제작해 놓은 맵들을 지칭한다. 본 연구에서 탐구한 제페토의 ‘이상한

나라의 앨리스’ 맵은 토끼를 따라가면 이루어지는 스토리의 전개를 표현한 맵으로, 토끼굴에서 시작하여 토끼의 발자취를 따라 이상한 나라까지 도달하도록 제작된 맵이다.

### 2.1 제페토 기본맵을 구성하고 있는 외부공간 구성요소 (1) 3D로 표현된 외부공간 구성요소



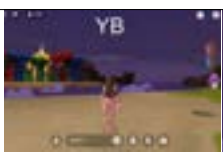



외부공간을 구성하고 있는 요소 중 3D(3D처럼 보이는 2D)의 요소는 ‘경계를 위한 요소’와 ‘행위를 위한 요소’로 나뉜다. 본 연구에서 언급하는 3D 요소들은 아바타의 활동에 물리적으로 영향을 주는 요소를 지칭한다.

#### ① 경계를 지정하기 위한 외부공간 구성요소

경계를 위한 요소는 플랫폼 내에서 제공하고자 하는 공간의 경험을 위하여 아바타가 활동할 수 있는 외부공간의 범위를 제한하기 위해 존재하는 요소로 아바타의 동선을 제한하거나 움직임의 방향을 지정하는 역할을 한다. 메타버스는 가상공간이기에 아바타가 절대로 넘어갈 수 없는 경계가 필요할 수밖에 없고 그에 따라 경계를 표현하고자 구성한 요소가 존재할 수밖에 없다.

경계를 지정하기 위한 외부공간 구성요소에서 나타나는 특징과 이 사례 이미지는 표2와 같다.

표2. 경계를 위한 외부공간 구성요소

경계를 위한 외부공간 구성요소		
특징	이미지	
특징 1. 현실 공간에서의 물리적 교란의 원리를 차용하고 있다.		
특징 2. 무한해 보이는 이미지로 구성되어 있다.		
특징 3. 동선을 제한하거나 유도한다.		

경계를 지정하기 위한 외부공간 구성요소의 특징으로 첫 번째로는 맵의 가장 가장자리를 보여주는 외부공간의 경계는 대체로 무한해 보이는 이미지로 구성하였다. 예를 들면 지평선 또는 하늘과 같이 현실 세계에서도 끝이 없어 보이는 요소를 보여줌으로써 맵의 최외곽 경계를 한정하여 아바타가 넘어갈 수 없도록 하였다.

둘째, 현실 세계에서도 물리적으로 동선을 방해하거나 방향을 지정하는 물체로 아바타의 동선을 한정하고 유도하였다. 가시적으로 공간의 경계가 명확하지 않은 메타버스의 가상공간의 특성상 물리적으로 부딪혀 보지 않는 이상 그 경계를 알 수 없기에 나무나 절벽 등 경계로서 인 지될 만한 요소들의 이미지로 구현하여 아바타의 동선을 유도하였다. 또는 바닥의 길 패턴 주위로 나무를 심어 놓

아 길 이외의 공간으로 벗어나지 못하도록 만들어 놓는 방법이 동선을 방향을 제시하거나 역할로 쓰이기도 한다.

다른 요소들을 보면 돌, 언덕, 떨어지는 굴, 바위, 문과 울타리의 요소가 이에 해당한다.

## ② 행위를 위한 외부공간 구성요소

행위를 위한 요소는 플랫폼 내에서 제작자가 제공하고 자 하는 경험을 위해 특정 행위가 일어나도록 지정해 놓은 요소를 지칭한다. 외부공간을 이동하다가 제작자가 설정해 놓은 이 특정 요소(행위를 위한 요소)에 가까워지면 손가락 이미지가 그 요소 위에 나타나며, 손가락 이미지를 클릭 시 제작자가 설정해 놓은 활동을 아바타가 하게 된다.

표3. 행위를 위한 외부공간 구성요소

행위를 위한 외부공간 구성요소	
특징	이미지
특징 1. 접근 시 손가락의 이미지가 해당 요소 위에 나타난다.	 
특징 2. 손가락 이미지를 클릭 시 제작자가 설정해 놓은 행위를 아바타가 수행한다.	 
특징 3. 특정 캐릭터 형태의 구성요소는 아바타가 이야기의 경험에 맞는 요소를 타고 입을 수 있는 창을 표시하도록 지정되어 있다.	 

표3과 같이 행위를 위한 외부공간의 구성요소의 특징으로는 첫째, 플랫폼에서 제공하고자 하는 행위의 경험을 위하여 외부공간 곳곳에 이 요소들을 배치하였다. 2D인 화면을 최대한 활용하여 3D처럼 작동하도록 하였다.

둘째, 요소 위로 뜨는 손가락 형태의 이미지를 누르면, 제작자가 그 요소에 설정해 놓은 특정 행위를 아바타가 수행한다. 대체로는 나무 밑에서 낮잠을 자거나 의자에 앉는 등의 간단하고 반복적인 행위가 이루어진다.

셋째, 특정 캐릭터 형태의 외부공간 구성요소에는 아바타가 스토리의 경험에 맞는 요소를 타거나 입을 수 있도록 하는 창이 뜨도록 설정되어 있다.

‘이상한 나라의 앨리스’ 맵에서는 토끼, 토끼굴, 의자, 굴뚝, 지도, 창문, 선반과 그 위의 도자기, 거울, 화분, 접시, 벽난로, 새, 먹을 것이 든 보물상자, 옷 파는 여자에, 옷 파는 남자에, 앉을 수 있는 의자가 이에 해당한다.

## (2) 2D로 표현된 외부공간 구성요소

외부공간을 구성하고 있는 요소 중 2D의 요소는 ‘배경(분위기)을 위한 요소’와 ‘정보제공을 위한 요소’로 나뉜다. 이때 본 연구에서 언급하는 2D 요소는 시각적인 영향을 주는 요소로 아바타가 투과할 수 있는 등의 아바타 활동에 물리적으로 영향을 주지 않는 요소를 지칭한다.

### ① 배경(분위기)을 위한 외부공간 구성요소

제품도 플랫폼의 가상공간은 2차원의 화면에 만들어지며 현실과는 다르게 모든 영역이 제작자에 의해 지정된 요소로 빈틈없이 채워진다. 때문에 화면을 채우는 배경을 위한 요소로가 플랫폼 내에서 제공하고자 하는 테마(공간의 경험)의 분위기를 만드는 구성요소로써 필요하다. 해당 요소들은 아바타의 활동에 영향을 주지 않는다.

배경을 위한 외부공간 구성요소에서 나타나는 특징과 이 사례 이미지는 표4와 같다.

표4. 배경을 위한 외부공간 구성요소

배경을 위한 외부공간 구성요소	
특징	이미지
특징 1. 제공하고자 하는 공간의 경험을 현실 세계와 가깝게 하는 조력의 역할을 한다.	 
특징 2. 아바타에게 물리적인 영향을 끼치지 않는다.	 
특징 3. 빈 화면을 채우며 덜 이질적인 외부공간을 구성한다.	  

배경을 위한 외부공간 구성요소의 특징으로는 첫째, 제공하고자 하는 공간의 분위기를 현실 세계와 가깝게 만들기 위한 조력의 역할을 한다. 둘째, 아바타가 투과할 수 있는 요소로 아바타에게 물리적으로 영향을 미치지 않는다. 셋째, 화면의 빈 공간을 채우면서도 현실 세계와 유사하게 함으로써 외부공간을 이질적으로 느끼지 않도록 하는 역할을 한다.

이상한 나라의 앨리스’ 맵에서는 햇빛, 밤하늘, 길, 나무 밑으로 떨어지는 반짝이 이미지, 땅에서 올라오는 동그라미 반짝이 이미지, 토끼굴 앞에 비눗방울 느낌의 투명 문 이미지, 벽(벽돌 이미지), 벽에 비치는 무지개 조명 빛, 아궁이 속 이글거리는 불 이미지, 책, 종이, 버섯, 보라색 물, 덩불, 잡초, 돌맹이, 바닥에 초록색으로 표현된 잔디, 보라색 밤하늘, 조개, 소라, 불가사리, 장미, 가시, 넝쿨, 물 위에 있는 거품, 나무의 알록달록한 색상(빨, 파, 갈, 노의 톤 다운된 진한 색감), 주전자에서 나오는 일렁이는 김 이미지, 주전자, 컵, 접시, 그림자가 이에 해당한다.






## ② 정보제공을 위한 외부공간 구성요소

정보제공을 위한 요소는 플랫폼 내에서 제공하고자 하는 공간의 정보를 사용자(아바타 조작자)에게 전달하기 위해 존재하는 요소를 지칭한다. 현실 세계에서 인간이 정보를 얻는 방식과 물체들을 이미지로 구현해 놓은 것이 대체적이다. 맵 중간중간에 존재하는 안내판이나 바닥의 길 패턴 등의 동선을 위한 정보를 제공하고자 하는 이미지가 대표적이다. 행위를 위한 요소와는 다르게 시각적으로 정보만을 제공한다는 차이점을 가진다.

정보제공을 위한 외부공간 구성요소에서 나타나는 특징과 이 사례 이미지는 표5와 같다.

표5. 정보제공을 위한 외부공간 구성요소

정보제공을 위한 외부공간 구성요소	
특징	이미지
특징 1. 대체로 인간이 현실 세계에서 정보를 얻는 방식을 빌려 이미지화한 것이다.	
특징 2. 도로 패턴과 같은 이미지 요소로 존재하여 동선을 제안하기도 한다.	
특징 3. 때로는 직접적인 언어의 이미지가 사용된다.	

정보제공을 위한 외부공간의 구성요소의 특징으로는 첫째, 대체로 현실 세계에서 인간이 정보를 얻는 방식을 차용하여 그를 이미지화해 놓은 형태를 띤다.

둘째, 길 패턴 등의 이미지 요소로 존재하여 동선을 제안하는 역할을 하기도 한다.

셋째, 직접적인 언어의 이미지가 사용되기도 한다. 나무에 붙은 표지판이나 화면 위에 뜨는 안내 문구의 요소와 같이 정확한 정보제공을 위해 직접적인 언어를 사용한 이미지의 요소가 존재하기도 한다.

‘이상한 나라의 앨리스’ 맵에서는 토끼굴 앞에 비눗방울 느낌의 투명 문 이미지, 타이머 이미지, 행위를 위한 손가락 이미지 (토끼랑 나무 밑, 의자 위), 길 이미지( 흙길, 돌길), 울타리 이미지, 나무에 박힌 표지판, 화면 상단에 뜨는 안내 문구가 이에 해당한다.

## 3. 결론

이 연구는 메타버스의 외부공간을 구성하는 요소들의 특성을 살펴봄으로써 가상공간의 공간적 특성을 확인해

보고자 하였다.

첫째, 메타버스 플랫폼에서 구현 중인 맵에서 나타나는 외부공간 구성요소는 제작자나 사용자가 아바타를 통해 이루고자 하는 목적을 원활하게 달성하기 위한 노력의 역할을 담당한다.

둘째, 외부공간은 아바타의 활동에 물리적으로 영향을 주는 3D 구성요소와 맵의 분위기를 만들거나 사용자에게 정보를 알려주어 아바타의 행동에 간접적으로 영향을 주는 2D 구성요소로 구성된다.

셋째, 한정된 메타버스의 공간에 경계를 구축하여 아바타가 일정 범위 이외로 벗어나지 못하게 하는 요소와 아바타의 행위를 제한하거나 유도하기 위한 요소로서 3D로 표현되어 아바타의 행위에 영향을 주는 요소가 존재한다.

넷째, 화면을 채우는 배경(분위기)로만 사용되는 구성요소와 정보제공을 위한 구성요소가 2D로 표현된 요소로서 존재한다.

메타버스의 외부공간은 현실 세계와 유사하게 만들려는 의도를 명확하게 보이고 있지만 다음과 같은 차이를 가지고 있다. 첫 번째로는 경계를 만들고 있다는 점이다. 두 번째로는 2D의 이미지로만 구성되어 화면을 채우는 요소와 정보만을 제공하는 요소가 별도로 있다는 점이다.

현실 세계와 메타버스를 비교한다면 현실 세계의 외부공간은 목적과 의도에 의하여 목적에 따라서 형성되었다기보다는 목적 없이 자연적으로 형성된 것이다. 그래서 인간은 자연의 여러 요소 중에서 인간 중심의 관점에서 그 중요도나 목적에 의해 필요한 것을 선택하는 과정을 거치게 된다.

반면 메타버스 플랫폼의 가상공간은 아바타가 어떠한 목적을 달성하게 하도록 만들어진 인공적 산물이다. 그래서 2D의 화면 속에서 3D와 유사하게 필요한 요소만 성격을 규정하여 제작자가 선택적으로 미리 구축한 것이다. 그리고 아바타는 각 유형에 의해 정의된 행위만을 할 수 있고 사용자는 그러한 한계 속에서 아바타와 동기화되는 것이다.

추후 메타버스의 공간은 메타버스 고유의 특성을 가지면서도 현실 세계와 점점 더 유사하게 만들어져야 사용자와 아바타를 보다 많이 동기화할 수 있으며 현실 세계와의 교류를 보다 많이 만들어 갈 수 있을 것으로 보인다.

## 참고문헌

1. 이지현, 차승현, 사례연구를 통한 메타버스 건축디자인에 대한 고찰, 대한건축학회 논문집, 2019, pp69-80
2. 한혜원, 메타버스내 가상세계의 유형 및 발전방향연구, 디지털 콘텐츠학회, 2008, p317-323
3. 고선영, 정한균, 김종인, 신용태, 메타버스의 개념과 발전 방향, 정보처리학회지, 제 28권 제 1호 (2021). p7-16
4. Shin, Y. J., A basic study for The sense of real improvement in Virtual Reality, 대한건축학회 논문집 (2005). p 11-18
5. 이주안, 강민경, 안대환, 목적성에 기반한 메타버스 공간구조 비교분석\_제페토, 이프랜드, 게더타운을 중심으로, 대한건축학회 충북지회 학술발표대회, 2022, p 95-98

# 대학 캠퍼스 메타버스 가상공간 분석

## - 공간 유형과 정보 교류 유형 분류를 중심으로 -

### University Campus Meta-verse Space Analysis

#### - Focusing on the classification of spatial types and data interchanges -

○권 영 우\*

Kwon, Youngwoo

○이 다 니 엘\*\*

Lee, Daniel

○안 대 환\*\*\*

An, Dai-Whan

#### Abstract

The purpose of this study is to analyze the spatial areas within the “metaverse” on screens and propose a design concept for efficient data construction and accumulation within university campus. Since various forms of data interchange occur in both physical and virtual university campus spaces, this study focuses on classifying the spatial types within the “metaverse” within university campus spaces. The research method involves categorizing the types of data interchange observed in real university campus spaces and then identifying the relationship between the spatial types of data interchange within the university campus “metaverse,” resulting in the division into four spatial areas. Additionally, to create a more cohesive metaverse, this research proposed fundamental concepts for constructing the metaverse.

키워드 : 메타버스, 가상공간, 대학 캠퍼스, 공간유형, 정보교류 유형

Keywords : Metaverse, Virtual Space, University Campus, Spatial types, Data interchanges

#### 1. 서론

##### 1.1 연구 배경 및 목적

가상공간은 인터넷 등의 통신망을 통해 정보의 교류가 일어나는 공간이다. 가상공간을 통한 정보의 교류는 경제, 사회, 문화 등 다양한 분야에서 이루어지며 교류 형태가 다양해짐에 따라 현실 공간의 형태도 이에 대응하여 변화하고 발전하고 있다. 반대로 가상공간도 현실 공간을 기반으로 만들어지면서 현실 공간과 유사하게 구축되어 사람들이 사용하기에 편리한 방향으로 나아가고 있다.

다양한 방식으로 구축되는 가상공간 중에서 현실 공간과 유사하게 만들려고 노력하면서 현실 공간과 가상공간의 상호 영향을 주고자 만들어진 것이 ‘메타버스 가상공간’이다. 오늘날, 메타버스 가상공간을 구현한 사례가 다양한 분야에서 나타나고 있으며, 화면 속에 투영된 가상공간은 이용자를 대행해주는 아바타의 활동 영역이 되며, 이 영역에서 활동이 현실 공간의 이용자와 현실 공간에도 영향을 주려는 노력을 하고 있어 메타버스 가상공간이 다양한 목적으로 활용되고 있다.

그래서 ‘메타버스 가상공간’은 모니터상의 2D 공간이지만 현실 공간과 유사하도록 3D로 인식되도록 구축되어 있다. 그리고 이용자는 모니터보다 넓은 확장된 공간을 인지할 수 있도록 만들어져 있는 특징을 가진다.

그 중 메타버시티(Metaversity : Meta와 University를 합성한 단어)는 가장 많이 구현된 메타버스 가상공간 사례 중 하나이다. 즉, 대학 캠퍼스를 구현한 메타버스 가상공간이다. 대학 캠퍼스라는 장소는 정보의 교류가 최우선이라는 장소성을 가지고 있어 정보교류를 목적으로 한 공간 구조를 이루고 있다. 이에 더해 메타버스 가상공간을 보면 많은 양의 정보의 빠른 교류와 함께 현실 공간에서의 환경적, 물리적인 제약을 받지 않는 성격을 가지고 있기에 대학 캠퍼스 공간을 메타버스 가상공간에 구현하고 사용하기에 용이하기 때문이었다.

즉, 메타버스 가상공간은 현실 공간의 대학에서 이루어지는 다양한 유형의 정보교류와 축적을 도와주는 용도로 사용되고 있는 것이다. 그러나 대학 캠퍼스를 메타버스의 가상공간으로 구축하고 운영하고자 하는 공간적 개념과 그 관계에 관한 연구는 부족한 편이다.

이에 따라서 대학 캠퍼스를 대상으로 구축된 1) 메타버스 가상공간에서의 정보교류로 인한 정보의 구축 및 축적의 유형과 2) 메타버스 가상공간의 인지적 공간특성에 따른 유형 사이의 관계를 보다 명확하게 분류하여 그 특성을 알아볼 필요가 있다. 그렇게 한다면 대학 캠퍼스의 현실 공간과 메타버스 가상공간의 관계를 보다 명확하게 이해할 수 있으며 대학의 주요 기능인 정보의 축적과 교류

\* 충북대학교 건축학과 학부과정

\*\* 충북대학교 건축학과 석사과정

\*\*\* 충북대학교 건축학과 정교수, 건축학박사

(Corresponding author : Department of Architecture, Chungbuk National University, [an4229@cbnu.ac.kr](mailto:an4229@cbnu.ac.kr))

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2022H1D8A3038042).



를 보다 효율적으로 만들어낼 수 있는 메타버스 공간 계획의 기초적 개념을 제시할 수 있을 것으로 보았다.

나아가 현실 공간에 중요한 영향력을 미칠 수 있는 메타버스 가상공간 계획에 도움이 될 것으로 보았다.

## 1.2 연구 내용 및 방법

본 연구는 현실 공간인 캠퍼스에서 사용자가 인지할 수 있는 공간의 유형과 그 속에서의 정보교류를 확인한 후에 화면을 통해 사용자가 인지할 수 있는 메타버스의 공간 유형과 그 속에서의 정보교류의 유형에 대해서 분석하여 상관관계의 정의를 내리는 것을 목적으로 한다.

이 연구에서 분류하는 공간 유형은 화면 안에 보이는 시각적인 공간이라기보다는 사용자가 인지할 수 있는 공간의 규모와 형식에 따른 분류를 의미한다. 표1과 같은 정보교류의 유형은 이러한 인지적 공간 규모 및 형식과 많은 관계가 있다고 보았기 때문이다. 그러기 위해 먼저 현실 공간인 대학 캠퍼스의 공간 유형과 정보교류의 유형을 찾고 관계를 알아본다. 두 번째로는 대학 캠퍼스를 기반으로 만들어진 메타버스 가상공간에서 나타나는 고유의 공간 유형과 정보교류의 유형을 찾아 관계를 알아본다. 세 번째로는 현실 공간인 대학 캠퍼스에서 이루어지는 정보교류와 축적의 방식에서 메타버스 가상공간의 구축방식에 대한 개념과 그 상관관계를 제시하고자 한다.

## 2. 이론적 배경 - 메타버스 가상공간의 개념과 기능

### 2.1 메타버스 가상공간의 개념

메타버스 가상공간이란, 현실 세계가 가상의 공간에 반영되어 그 분야의 기반이 되는 활동이 가능하도록 설계된 공간이다. 메타버스로 구현된 가상 세계는 현실과 연결되어 있으며, 그 장점 덕분에 정보교류에 있어 더 좋은 환경을 가진다. Song(2021)은 메타버스를 사람과 사람, 사람과 사물, 그리고 사물과 사물을 연결하는 초연결 시대에 등장한 현상으로 정의하며 인간의 세계를 현실뿐만 아니라 가상 세계로 확장되고 있음을 말한다. 또한 Cho(2021)은 메타버스를 가상현실보다 진보된 개념으로써 가상과 현실이 상호작용하여 그 속에서 사회, 경제, 문화 활동이 이루어지면서 가치를 창출하는 또 다른 세상으로 정의한다.

### 2.2 메타버스 가상공간의 기능

메타버스 가상공간에서는 아바타를 통해 현실 공간의 주체인 이용자와 가상공간의 주체인 아바타 사이에서 정보교류가 이루어진다. 아바타는 현실의 본인을 대변하는 요소이자 중간 역할로서 현실과 가상, 가상공간 안에서 형성되는 관계성의 매개체가 되기 때문에 메타버스를 규정하는 중요한 요소이다.

메타버스는 아바타라는 중계자가 있어 표1에서 보여지는 다양한 유형의 정보가 생성되고 교류될 수 있어 정보시장에서 다양성을 확보할 수 있다는 장점을 가진다. 마지막으로 메타버스 가상공간에서는 정보가 축적됨으로써 정보의 활용이 용이하다. 메타버스는 정보가 그 공간에 직접

적으로 저장되면서 이용자가 보다 편리하고 다양한 환경 및 조건에서 정보를 선택할 수 있는 환경이 만들어진다.

## 3. 대학 캠퍼스 메타버스 가상공간 내 정보교류

### 3.1 현실 공간 대학 캠퍼스 공간 내 정보교류 유형

현실 공간 대학 캠퍼스 공간에서의 정보교류는 크게 세 가지 유형으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 각 유형을 ①사적인 정보교류, ②공식적인 정보교류, ③선택적인 정보교류로 정의하였다.

표1. 대학 캠퍼스 내 정보 교류 유형

종류	특징	정보의 규모	정보교류의 주체 범위, 전달되는 정보의 다양성	정보 전달의 속도	예시
①사적인 정보교류	친밀감 속에 만들어진 정보	작음	좁은 범위에서의 다양함	빠름	동아리방, 복도 등 일반적인 대화
②공식적인 정보교류	소속된 체계의 목적 달성을 위한 정보	큼	넓은 범위에서의 단조로움	느림	강의, 대학 행정업무
③선택적인 정보교류	자유 의지에 의해 대학의 정보체계에서 자유로운 선택을 할 수 있는 정보	작거나 큼	제한된 범위 내에서 다양함	빠름	도서관 서재 이용

① 사적인 정보교류 : 대학교 내 사적인 상황에서 발생되는 정보교류 유형이다. 친밀한 사람들 사이에서 만들어내는 개인적인 정보이다. 이러한 정보는 대학교의 교육체계와는 관련이 없거나 있을 수도 있는 정보의 유형이라고 할 수 있다. 사적인 정보의 교류는 친밀감을 형성하기 위해서 거나 이를 유지, 증폭시키기 위해 이루어진다. 친밀감 속에 만들어진 사적 정보는 작은 규모와 빠른 전달 속도가 특징이다. 사적인 정보교류는 정보 주체의 범위는 좁지만, 그 속에서의 정보의 다양성의 폭이 넓다. 개인 간 또는 소수의 인원 사이에서 동아리방, 복도, 식당, 강의실 등에서 이루어지는 정보의 교류와 축적이다.

② 공식적인 정보교류 : 대학교 내 공식적인 상황에서 발생되는 정보교류 유형이다. 정보교류 요소는 이미 공식적인 소속이 만들어진 상태에서 소속된 체계의 목적에 적합한 정보를 교류하는 것이다. 학과 또는 단과대학 등 소속된 체계의 목적을 이루기 위한 정보들은 그 규모가 크기 때문에 정보 전달의 속도가 느린 것이 특징이다.

공식적인 정보교류는 정보를 주고받는 주체의 범위가 넓지만, 그 속에서의 정보의 다양성의 폭이 좁다. 예를 들면 소속된 체계의 목적에 맞게 대학 내 강의, 세미나, 공식행사 등 같은 1 대 다수 간의 정보교류가 있다. 대학 내에서 이루어지는 공식적인 정보의 전파 등 다수와 다수 사이에서 이루어지는 경우도 있다. 1:1의 정보교류에서도 소속된 체계의 목적을 위한 정보의 생성과 교류는 공식적인 정보교류라고 할 수 있는 것이다. 예를 들면 2명이 강

의에서 제시된 과제를 위해 대화하는 것 등을 의미한다. 즉 정보교류 주체의 범위가 넓고 대학교의 목적에 맞는 정보들이 교류되기에 다양성은 적게 될 수밖에 없다.

③ 선택적인 정보교류 : 대학교 안에서 개인이나 집단의 선택을 통해 발생하는 정보교류의 유형이다. 정보의 교류 요소는 자유로운 선택에 의한 정보이다. 선택에 의한 정보이기에 얻고자 하는 정보에 따라 정보의 규모와 속도가 다른 것이 특징이다. 대학교에서의 선택적인 정보교류는 정보를 주고받는 주체의 범위가 매우 제한적이지만 정보의 다양성의 폭이 넓은 것이 특징이다. 정보를 이용하고자 하는 주체가 대학 구성원이라는 조건 속에서 선택적으로 정보가 교류되기 때문이다.

### 3.2 정보 구축과 축적을 통한 메타버시티 내 정보교류 유형

메타버시티 내 모든 교류는 아바타(avatar)를 중심으로 이루어진다. 그래서 메타버스의 아바타는 현실 공간과 가상공간을 정보를 통해 연결하며 현실에서 형성된 친밀감, 소속감까지 반영하는 것이다. 따라서 현실의 공간뿐만 아니라 사람 간의 관계에 대한 정보까지 그대로 재현이 가능해진다.

사적인 정보교류는 현실 세계에서도 친밀감을 만들면서 또는 유지, 축적하면서 이루어진다. 예를 들면 일상적인 생활 대화 등과 같은 대학의 목적과는 다른 다양한 주제와 내용의 정보들이 교류되는 것이다.

메타버스 공간에서도 마찬가지로 아바타라는 대행자가 있기 때문에 사적인 정보교류를 통하여 친밀감을 만들고 유지하고 축적할 수 있게 된다. 그러므로 1:1 등의 정보교류로 대표되거나 소수의 인원으로 정보교류가 이루어진다.

메타버시티 가상공간 내 공식적인 정보교류는 현실 공간과의 정보의 구축(generate)으로 인해 이루어진다. 메타버시티 속 자체적인 정보의 구축은 현실에서의 정보 구축과 함께 더욱 다양한 정보의 구축이 가능해지기 때문이다. 현실 공간과 동일하게 소속된 체계인 학과나 단과대에서 학교의 목적에 맞는 강의나 세미나 등의 정보를 교류하는 것이다. 1대1, 1 대 다수, 다수 대 다수 등 다양한 인원의 구성으로 정보교류가 이루어진다.

현실과 가상공간에서 개별적인 정보교류가 합쳐져 공식적인 정보의 구축이 이루어지며 더 큰 정보 시장이 만들어진다. 예를 들면 대학 강의와 같은 공식적인 정보교류는 메타버스 가상공간에서 현실과 동일한 정보 및 환경 조건에서 더 빠른 속도로 전달될 수 있는 장점이 있다.

선택적인 정보교류는 정보의 축적(save)과 선택을 토대로 이루어진다. 그래서 메타버시티에서는 현실과 동일한 정보의 환경을 바탕으로 과거의 축적된 정보가 함께 제공되어 현실보다 정보 선택의 폭이 넓어진다. 메타버시티 가상공간은 시간적 물리적 한계를 넘을 수 있기 때문에 현실세계보다 더 자유로운 선택환경이 만들어지 때문이다.

결과적으로 메타버시티 가상공간은 현실 공간에서 이루어지는 정보의 유형과 공간에 대응하여 유사하면서도 편리한 정보의 축적과 교류가 가능하다고 볼 수 있다. 그래서 현실세계 대학교의 공간 유형과 정보 유형에 따른 교

류와 축적에 다양한 측면으로 효율적인 운영에 도움을 줄 수 있을 것으로 본 것이다.

### 3.3 대학 캠퍼스 공간 내 메타버스 가상공간 공간영역

메타버스 가상공간의 공간영역을 분류하는 것은 가상공간을 계획하는 데 도움이 된다. 이를 통해 각 공간영역에서 강하게 나타나는 정보교류 유형을 찾을 수 있으며 교류되는 정보를 통해 현실의 대학교 공간 구조에 도움이 되는 메타버시티의 가상공간을 계획할 수 있다.

본 연구에서는 메타버스 가상공간을 나타내는 화면과 인지적 규모의 크기를 통해 제1영역부터 제4영역까지 나누어 유형을 분류하고 그 특성을 찾아보았다[그림1].

먼저, 제1영역은 현실공간의 사용자와 가상공간 속 아바타가 서로 교류 활동을 만드는 최소 영역이다. 그래서 제1영역으로 인해 아바타의 메타버스 가상공간이 사용자의 현실 공간을 보조해준다는 가치가 성립된다.

제1영역에서의 교류되는 정보는 상황에 따라 규모와 다양성이 다르다. 제1영역에서는 가상공간 속 이루어지는 다양한 정보교류가 모여 아바타를 통해 현실의 사용자에게 연결되기 때문이다. 반대로 현실의 사용자 의도나 상황에 따라 가상공간의 아바타를 통해 각 영역의 정보들은 가상공간에서 교류되거나 축적된다.

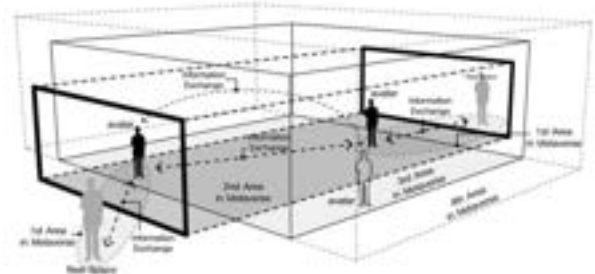


그림1. 대학 메타버스 정보 교류 유형

제2영역은 화면상에 보이는 영역으로 대표된다. 화면상 보이는 영역을 조금 넘어 주변 공간을 포함할 수도 있다. 제2영역은 가상공간 속 아바타들이 다른 아바타 또는 다수의 아바타와 직접적인 교류가 가능한 영역이다. 그래서 제2영역에서 교류되는 정보의 크기와 폭이 다양한 것이 특징이다. 친밀감을 기반으로 한 사적 교류가 이루어지기도 하며, 대학 내 강의를 통해 교수와 학생 사이에서 공식적인 정보의 교류가 발생한다. 그리고 이 과정에서 선택적 정보의 획득도 가능해진다. 현실공간에서도 사용자가 직접적으로 보거나 체험할 수 있는 공간이 화면에 구성되는 영역이라고 볼 수 있다.

제3영역은 가상공간 속 개인이 가상공간을 나타내는 화면을 넘어 인지적으로 확장된 영역이다. 화면에 다 담기지 않지만 넓게 확장된 영역으로서 인지되는 학과의 영역이나 단과대학 건물, 대학 도서관이 이에 해당한다. 제3영역은 실시간으로 이뤄지는 정보의 교류와 축적 중심의 공간이 되며, 아바타와 집단의 축적된 정보 간에 이루어지는 교류가 일어난다. 그래서 주로 공식적인 정보교류도 이루

어지며, 선택적인 정보교류가 이루어지기도 한다.

제4영역은 메타버스 속 형성되는 장소의 가장 큰 경계로, 가상공간의 주체가 화면을 통해 간접적으로 대학이라는 장소와 분위기를 느끼기 시작하는 영역이다. 제4영역은 대학 캠퍼스 전체 영역인 것이다. 따라서, 대학 캠퍼스의 메타버시티의 경계는 아바타가 넘어갈 수 없는 명확한 경계가 구성된다. 메타버시티 공간의 경계 안에 진입한 사용자는 아바타를 만들고 운영함에 따라 소속감과 장소감을 느낄 수 있게 된다. 제4영역에서는 공식적인 정보의 교류가 강하게 이루어지며, 4영역의 경계는 공식적 정보교류의 최대 범위가 되면서도 정보들을 관리할 수 있게 된다.

#### 4. 정보교류 유형에 따른 메타버스 가상공간 구축 개념

본 연구는 메타버스로 구현된 대학 캠퍼스에서 정보의 교류를 통해 발생하는 정보의 축적 및 구축의 유형과 사용자의 인지적 공간 특성의 유형 간 관계성을 성립하였다. 이를 통해, 현실의 대학 캠퍼스를 메타버스의 장단점을 바탕으로 가상공간으로 설계하면서 보다 효율적인 정보의 축적과 구축을 만들어 낼 수 있도록 제안한다.

메타버시티 안에서 정보의 교류를 통해 기획자의 입장에서 고려해야 할 기초적 개념은 다음과 같다.

메타버스의 4영역은 가장 큰 영역으로서 사용자의 소속에 따라 경계가 명확한 공간으로 한정된다. 메타버시티는 정보의 교류와 축적을 목적으로 하여 아바타가 넘을 수 없는 경계가 명확한 한정된 공간을 구축할 수밖에 없다. 반면 현실 공간은 대학의 외부공간도 있고 경계를 구성하는 체계가 있어 메타버스와는 다르다. 그러므로 메타버시티는 대학의 목적에 맞게 만들어졌으며 정보들이 교류하고 축적하며 관리할 수 있다는 점이 다르다.

다음으로, 제4영역 속에서 개별 공간을 구성하기 위한 제3영역이 설정되어야 한다. 이를 위해서는 화면에는 들어오지 않지만, 선택적으로 정보를 얻을 수 있는 시설이 구축되어야 한다. 사용자나 아바타가 소속된 체계인 학과나 단과대학 등의 영역과 도서관 등의 영역이다. 이 영역에서는 첫 번째로 사용자가 소속된 체계 속의 정밀한 정보의 교류와 축적이 이루어질 수 있다. 두 번째로는 아바타는 선택적 정보에 접근할 수 있는 영역으로 이동하여 정보를 교류하고 축적할 수 있다. 그리고 3영역 안에서는 정보가 사용자와의 실시간 교류가 일어날 수 있어야 한다.

제3영역 속에서 화면 속에 시각적으로 명확히 인지 가능한 제2영역이 구성되어야 한다. 현실세계의 사용자가 쉽게 보고 인지할 수 있는 공간으로 화면의 아바타와 비슷한 공간에 있다는 느낌이 들게 하는 공간이 제2영역이라 할 수 있다. 이렇게 함으로써 아바타를 통해 친밀감을 기반으로 한 사적인 정보, 개별적인 공적 정보, 선택적인 정보의 교류와 축적이 모두 가능해진다. 이를 통해 제2영역 속에서 메타버스의 장점인 아바타의 존재와 다양한 유형의 정보교류 및 축적 시스템을 구축할 수 있게 된다.

마지막으로, 현실 공간과 가상공간 사이에서 정보가 연결되는 제1영역은 인터페이스(interface)가 되어야 한다. 그

래서 현실세계와 가상공간의 정보의 교류가 이루어지기 위한 사용자와 아바타가 존재해야 한다. 메타버스가 현실을 보조해주는 역할로서 기본적으로 갖춰야 할 조건이다.

#### 5. 결론

대학 캠퍼스의 구축은 정보의 교류와 축적이 중요한 목적 중의 하나이다. 그래서 메타버시티 가상공간은 대학의 현실 공간에서 이루어지는 정보교류의 단점을 보완할 수 있는 중요한 도구로 사용된다. 본 연구는 메타버스 가상공간의 목적은 현실에서 구현된 대학교의 공간을 보조하여 정보 축적과 교류를 효율적으로 만들어낼 수 있는 가상공간 구현의 기초적 개념을 제시하고자 하였다.

먼저, 현실의 대학 캠퍼스에서 발생하는 다양한 정보교류의 유형을 바탕으로 대학교 메타버스 가상공간을 총 4개의 영역으로 나누었다. 이를 통해, 현실과 연결되는 최초의 영역인 1영역과 가상공간 속에서 사적, 공식적, 선택적 정보의 교류가 일어나는 2, 3, 4영역을 구성하였다.

다음으로, 제4영역과 제3영역에서 사용자가 인지할 수 있는 확장된 공간으로 구분하여 정보교류와 축적이 가능할 수 있게 하였다. 그리고 제3영역과 제2영역에서 사용자가 확인 가능한 화면 범위 내외에서 정보교류와 축적이 이루어져야 한다. 마지막으로 제1영역에서는 가상공간 속 정보의 구축과 축적을 통한 정보교류의 결과가 현실 공간과 연결이 되도록 하여 현실을 보조해 줄 수 있는 공간으로서 구성되도록 한다.

메타버스 가상공간은 대학 캠퍼스뿐만 아니라 다른 장소로 확장하여 적용할 수 있다. 대학 캠퍼스는 정보의 교류로 장소가 이루어지는 거대한 정보 시장으로서 대학 캠퍼스 계획에 관한 영역 정의를 통해, 나아가 다른 장소의 메타버스 또한 효과적으로 구현할 수 있을 것이다.

#### 참고문헌

1. Cho, Hee Kyung.(2021).A Study on the Analysis of Affordance Design Elements in the Metaverse Environments. JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY DESIGN CULTURE, 27(3), 441-453.
2. Song, S. W., & Chung, D.-H. (2021). Explication and Rational Conceptualization of Metaverse. Informatization Policy, 28(3), 3-22.

# 대학 캠퍼스 내 개인형 이동수단(PM) 이용실태 및 개선 방안

- 충북대학교 캠퍼스를 대상으로 -

## Personal Mobility (PM) use behavior and improvement measures on university campuses

- In Case of Chungbuk National University -

○ 고 병 찬\*      김 나 경\*      마 현 근\*      오 진 범\*      손 동 화\*\*  
Go, Byeongchan   Kim, Nagyeong   Ma, Hyeongeon   Oh, Jinbeom   Donghwa Shon

### Abstract

The purpose of this analysis is to identify the problems and causes caused by Personal Mobility at Chungbuk National University, and to solve the resulting problems, our team propose improvement alternatives for the pedestrian rights and driving environment of Personal Mobility within this site after considering site selection. Our research team observed and recorded the central square to identify existing problems caused by Personal Mobility, analyzed them, and worked to solve them. If the plan is presented to improve pedestrian rights and the PM driving environment at Chungbuk National University's Gaesin Campus and apply it, problems such as illegal parking, issues between pedestrians and Personal Mobility users, and safety accidents can be prevented.

키워드 : 퍼스널모빌리티, 중앙광장, 주행 환경, 표지판, PM 도로

Keywords : Personal Mobility, Central Plaza, Driving Environment, Signs, Personal Mobility Road

### 1. 서론

라스트 마일(Last Mile)은 목적지에 당도하기까지의 마지막 거리를 일컫는다. 출발지에서 목적지까지 이동 과정에서 대중교통을 이용한 경로가 퍼스트마일(First Mile)이라면 대중교통을 이용한 후 최종 목적지까지의 거리를 라스트 마일이라고 할 수 있다. 전기자전거, 전동스쿠터 등 최근 다양한 개인형 이동수단(PM)이 등장하면서 라스트 마일 모빌리티(Last Mile Mobility)의 개념이 새롭게 주목받고 있다(현대자동차, 2021).

대학가는 대중교통 이용층인 학생인구가 많으며, 대중교통 정거장과 캠퍼스 내 강의실과의 거리가 있어 PM 수요가 높은 지역에 꼽힌다(한재원, 2022). 최근 대학 캠퍼스 내 PM 이용률이 높아진 한편, 교내 보행권 침해, 주차 문제, 교통 혼란 등 다양한 문제가 나타나기 시작하였으며, PM의 사용을 금지하는 대학교도 나타나고 있다.

PM을 고려하지 않은 기존 캠퍼스 계획과 새로운 이동수단에 따른 행태가 서로 상충하고 있는 시점에서 이용행태를 기반으로 한 개선 방안 마련이 필요하다.

### 1.2 연구 목적 및 방법

분석 대상지는 충북대학교 개신캠퍼스 내 중앙광장 및 주변을 대상으로 하여 PM의 이용 실태 및 보행·주행 환경을 파악하였다. 중앙광장 일대는 캠퍼스 중심에 위치하며 도서관에 면해 있어 유동인구가 가장 많으며, 4면이 각각 다른 유형의 도로와 접해 있어 이용자 행태를 용이하게 관찰할 수 있는 이점이 있는 중앙광장을 대상으로 하였다. 특히, 중앙광장 일대는 PM 이용자들이 눈에 띄게 증가하고 있어 사고 위험성이 제기되고 있는 장소이기도 하다.

중앙광장 일대 이용행태 조사시간은 2023년 10월 9일(월)부터 13일(금)까지 5일간에 걸쳐 이루어졌으며, 조사시간은 오전 8시~9시 1시간과 오후 6시~7시 사이 1시간을 대상으로 하였다. 오전 시간은 출근 시간과 1교시 수업 시작 시간인 오전 8~9시, 오후 시간은 퇴근 시간 및 마지막 수업 시간을 고려하여 오후 6시~7시로 상정하였다.

오전, 오후 시간대에 중앙광장 일대 전체를 식별할 수 있는 위치에서 PM 이용자 행태를 눈으로 관찰하였으며 이용행태 특징을 기록하였다. 행태 조사 결과를 바탕으로 PM의 문제점 파악하고 이를 개선할 수 있는 방안을 제시하였다.

\* 충북대학교 건축학과 학사과정

\*\* 충북대학교 건축학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture,  
Chungbuk National University, dhshon@cbnu.ac.kr)

## 2. 대상지 및 이용행태



그림 1 충북대학교 캠퍼스 현황

충북대학교 개신캠퍼스의 정문에서 후문까지의 거리는 약 1.5km에 이른다. 공과대학의 E8-1을 기준으로, 후문과 정문의 거리는 약 650m와 1km로, 이는 도보로 9분, 14분의 거리이다. 이런 특징에 의해 차량을 보유하지 않은 학생들의 라스트마일은 매우 길어 PM의 사용이 활발한 상황이다.

충북대학교는 PM의 주차 구역만을 규정하고, PM의 주행 환경에 대한 고려가 되지 않고 있다. PM의 열악한 주행 환경 때문에 도로와 인도를 혼용하는 이용자들이 증가하였으며, 차량과 사람, PM의 분리가 되고 있지 않아 보행권 침해, 주차 문제 등의 많은 문제와 안전사고가 발생하고 있다.

### 2.1 PM의 주행환경

국토교통부의 2016년 자전거이용시설 설치 및 관리 지침에 따르면, 자전거 전용 도로의 폭은 최소 1.2m를 확보해야 한다. 전술했던 PM 관련 지침에 따르면 PM은 자전거 도로에서 주행해야 하며, 자전거 도로에서 주행했을 때 가장 안전하다(국토교통부외, 2016).

도로교통법 제13조의2에 따르면 PM은 자전거도로가 없을 시 도로 우측 가장자리에서 주행해야 한다(국토교통부, 2020). 충북대학교의 경우 자전거도로의 부재로, PM은 도로 우측 가장자리에서 통행해야 한다. 이로 인해, PM과 차량의 분리가 되지 않아 PM은 위험한 주행 환경에 노출되어 있다.

<그림 2>에서 나타난 중앙광장과 접한 도로를 <그림 3>에서 도로구역경계선과 중앙선 사이의 폭을 유형별로 분류하였다.

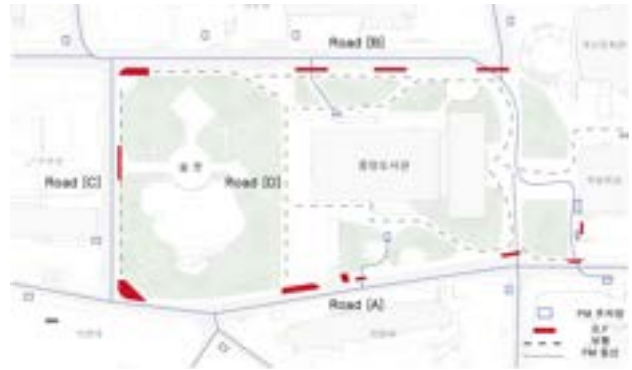


그림 2 중앙광장 주변 도로, PM 주차장, BF slope 현황

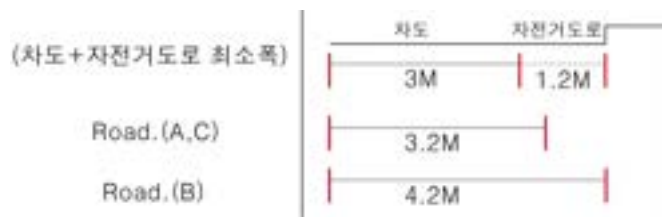


그림 3 중앙광장 주변 도로 유형 분류

도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 제10조제3항에 따르면 일반도로에서의 최소 차로 폭은 3m로 규정하고 있다(법제처, 2016). 차량의 주행 환경을 보장할 수 있는 최소 폭은 3m이며 PM의 주행 환경을 보장할 수 있는 최소 폭은 1.2m이다. 중앙광장에 접해있는 모든 도로는 자전거도로의 부재로 인해 PM 이용자와 차량의 분리가 되지 않아 도로주행 시 위험한 환경에 놓여 있다. 또한 차량과 PM이 한 차로 내에서 같이 주행할 경우 <그림 3>에서 보이는 바와 같이 차량과 PM의 주행 환경을 모두 보장할 수 있는 도로의 최소 폭과 자전거도로의 최소 폭의 합인 4.2m 이상이 되어야 한다. 또한 중앙광장에 접해있는 도로 중 Road [A]와 Road [C]는 이를 만족하지 못해, 매우 위험한 주행 환경에 노출되어 있음을 알 수 있다.

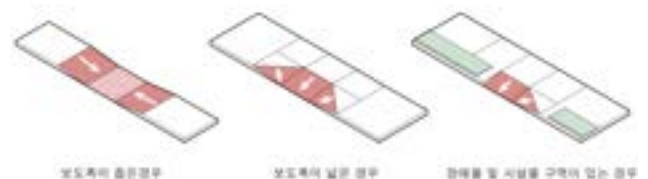


그림 4 Barrier Free slope

충북대학교는 무장애 설계(Barrier Free, 이하 BF)의 이행을 위해 도로와 인도에 연석이 아닌 slope가 설치되어 있다. 주행 환경의 위험을 인식한 PM 이용자들은 <그림 4>에 보이는 바와 같이 BF에 의해 형성된 slope를 이용하여 상대적으로 안전한 인도로 접근해 주행한다. 이러한 행위는 PM의 위험성을 보행자에게 전가하는 행위이며, 실제로 다양한 안전사고와 혼란이 발생한다.

<그림 2>에서 보이는 바와 같이 PM 주차장은 인도 내에 위치해 있다. PM은 원칙적으로 인도에서 주행이 불가능하지만, 역설적으로 인도에 주차장을 구비하였기 때문에



PM 이용자들은 주차를 하기 위해서 인도에서 주행해 보행권을 침해할 수밖에 없는 상황에 놓여 있다.

이러한 현상의 근본적인 원인은 현재 PM 사용자들의 열악한 주행 환경에 있으므로, 본 연구 팀은 PM의 주행 환경을 개선해 앞서 언급된 문제를 해결하고자 한다.

## 2.2 중앙광장 이용자 실태

충북대학교의 중앙광장은 캠퍼스 내에서 보행자가 가장 많은 공간 중 하나이며, 보행 환경이 가장 잘 조성되어 있는 보행 친화형 광장이다. PM 조사 대상은 상대적으로 이용자가 많은 킥보드(Kick Scooter, 이하 KS)를 대상으로 한다.

표 1. 충북대학교 광장 이동 방식별 일 평균 인원 수

Unit: Number

Daily average	10/09(月) ~ 10/13(金)		
	Pedestrians (Danger)	KS Users	Total number of square users
A.M.	576 (192)	210	726
P.M.	432 (144)	84	516

규정상 충북대학교 중앙광장은 PM의 접근이 불가하지만, <표 1>에서 나타난 바와 같이 총 광장 이용자 수에 대한 킥보드 사용자 비율은 오전시간에는 약 28.9%, 저녁시간에는 약 16.2%으로, 많은 수의 PM이용자들이 개신 광장을 이용하는 것을 알 수 있다.

표 2. 보행자 위험 횡수의 기준

	보행자 위험 횡수의 기준
1	보행자가 뒤에 있는 KS를 인식하지 못한 경우
2	KS가 이동 불가의 이유로 경적을 울린 경우
3	보행자의 경로와 KS의 경로가 잠시 겹친 경우

<표 2>에서 나타내는 바와 같이 중앙광장에서 PM 이용자들이 보행권을 침해하는 모습도 많이 관찰할 수 있었다. 이는 PM의 주행 환경을 고려하지 않은 채 PM이 도입됨으로 인한 현상이며, 현재 중앙광장의 보행 환경은 PM에 의해 침해받게 되었다.

## 3. 개선 방안

기존 PM의 주 동선은 후문과 정문을 잇는 도로인 <그림 2>에서 명시된 Road [A], Road [C]를 따라 이어지고 파생된다. 실제 PM의 통행이 불가한 중앙광장이 두 도로의 연결점으로 작용하고 있어, 많은 PM 이용자들이 중앙광장을 통과하여 보행자와의 동선이 겹치는 상황이 발생한다.

이러한 문제의 근본적인 해결책은 광장이 아닌 PM을 위한 새로운 경로를 형성하고, 중앙광장 경로 사용을 제한하여 제안한 경로로 동선을 유도하는 것이다.



그림 5 Road [D] 개선 방안 상세도

중앙광장 개선 방안은 다음과 같다. 첫째, <그림 5>와 같이 중앙 도서관과 솔뫼 사이에 존재하는 보행로(‘Road [D]’)를 PM 전용 도로로 전환한다. PM 전용 도로는 보행자 또한 통행이 가능한 길이나, PM의 통행이 우선인 도로이다. PM의 접근성을 높이기 위해 이 도로의 양 끝인 급격한 각도로 꺾이는 구간(‘Road [D]’와 ‘Road [A]’의 접점 등)의 각도를 완화시켰다. 이를 통해 부드러운 동선을 유도하여 PM 이용자들의 진출입 시 생겨나는 불편함을 없애고, 제안 동선에 의해 만들어진 남은 공간에 PM 주차 공간 및 브레이크 존을 설치하여 남겨진 공간에 PM 관련 시설을 확충한다. 더불어 PM 주차장을 인도가 아닌 주행 경로 주변에 배치해 주차를 하기 위해 인도를 침입하는 것을 방지한다. 또한 주차장에 <표 4>에서 제안한 ‘① PM 주차 구역’ 표지판을 설치하여 PM 사용자들이 주차 구역을 쉽게 인식할 수 있도록 한다.

둘째, PM 표지판을 제안해 보행자, PM 이용자, 차량 이용자의 안전성을 확보한다. PM의 광장 접근로인 BF Slope 구간에 ‘③ PM 통행 불가’ 표지판을 설치해 PM 이용자들에게 통행이 불가함을 인식시킨다. 보행자와 PM이 교차하는 지점에는 ‘⑤ PM 위험 구역’ 경고 표지판을 설치해 차량과 보행자에게 PM의 위험성을 고지한다. 또한, 차량 주차 공간 주변 등, 차량의 통행이 잦은 곳에는 PM 사용자를 위한 ‘④ 자동차 위험 구역’ 표지판을 설치해 사고 위험을 낮춘다. 이외에도 PM 주행 시 위험도가 높은 구간은 표지판을 통해 사용자에게 위험을 인식시키도록 한다.

셋째, 현재 충북대학교에 설치된 BF slope는 모든 사용자가 도로를 횡단할 때 불편함을 최소화하기 위해 설계되었다. 반면, 학생회관과 공과대학 사이에 존재하고 있는 slope는 이러한 기능을 수행하지 않고, PM의 주된 진출입구로 사용되고 있다. BF의 기능을 하지 못하는 중앙광장 내의 slope를 제거해, 이를 통해 PM의 유입을 막으며 PM 도로의 사용을 유도한다.

넷째, Road [B]의 폭은 자동차와 자전거 도로의 최소 폭의 합인 4.2m를 충족하기 때문에 PM 전용도로(폭1.2m)를 구획해도 자동차의 주행 환경을 침해하지 않는다. 이곳에 PM 전용도로를 제안해 자동차와 PM의 주행 환경을 동



그림 6 중앙광장 개선 방안 종합도

시에 확보한다. 또한, 자동차와 자전거 도로의 최소 폭의 합인 4.2m를 충족하지 못했던 Road [A]와 Road [C]의 도로는 차량의 주행 환경을 위해 기존의 폭을 유지하되, 양 옆 인도에 PM 전용 도로를 설치하여 PM의 주행 환경을 개선하고, 보행자의 안전을 도모한다.

표 3 PM 표지판 제안

	형태	내용
① PM Parking Space		PM 주차장을 주행 경로 주변에 배치해, 주차를 하기 위해 인도를 침입하는 것을 방지함. 주차장에 표지판을 설치하여 PM 사용자들이 주차 구역을 쉽게 인식할 수 있도록 함.
② PM Road		PM 전용도로란 보행자의 통행이 가능한 길이나, PM의 통행이 우선인 도로.
③ PM not allowed		PM 통행 불가능한 보행자의 보행권을 보장하기 위해 PM 통행이 제한된 공간이며 PM이 인도로 진입할 수 있는 Barrier Free slope에 배치.
④ Vehicle danger		차량 주차 공간 주변과 같이 차량의 통행이 많은 곳에 배치해 PM 사용자들에게 차량의 위험을 인식할 수 있도록 함.
⑤ PM danger		보행자와 PM이 교차하는 지점에 보행자를 위한 PM 경고 표지판을 설치해 보행자에게 PM의 위험성을 인식시킴.

#### 4. 결론

본 연구 팀은 중앙광장 현황 조사를 통해 현재 충북대학교의 PM으로 인한 안전사고 가능성 사례 수 및 다양한 안전 문제를 파악했다. 이를 해결하기 위하여 충북대학교에 보행로와 도로 외의 PM을 위한 도로를 제안하고, 표지판을 배치하여 보행자의 보행권을 보장함으로써 상호 간 공생하며 안전한 캠퍼스 생활을 도모한다. 또한, 기존의 불필요한 BF Slope의 삭제, PM 주차 공간 삭제 및 추가, Brake Zone 제안으로 모든 PM 사용자와 보행자의 안전을 위해 PM 사용자의 인도 사용에 대한 제약을 걸어 보행권은 침해받지 않는 선에서 PM 사용자들의 PM 전용 도로 사용을 촉진하여 캠퍼스 내의 안전사고의 예방을 기대한다.

#### 참고문헌

1. 국토교통부, 도로교통법, 도로교통법 개인형 이동장치 관련 개정, 2020
2. 김승현, 나예진, 개인형 이동수단(PM)의 활용 및 갈등 완화 방안 마련, 2019
3. 지우석, 개인형 이동수단 이용 증가에 따른 자전거도로 개선 방안, 2018
4. 행정자치부·국토교통부, 자전거 이용시설 설치 및 관리 지침, 2016
5. 현대자동차, [모빌리티 트렌드 1편] 목적지를 향한 마지막 한 걸음, 라스트마일, 2022, website, retrieved from <https://www.hyundai.co.kr/story/CONT0000000000001994>

③ 구두 발표 - 시공, 구조, 환경, 설비 세션

# CBS-dust 및 탈황석고 혼입이 고로슬래그 다량치환 모르타르의 강도발현에 미치는 영향

## Effects of CBS-dust and Desulfurization Gypsum on the Strength Development of High Volume Blast Furnance Slag Cement Mortar

○이 혁\*  
Lee, Hyeok

이 현 직\*  
Lee, Hyeon-Jik

정 준 택\*  
Jeong, Jun-taek

임 군 수\*\*  
Lim, Gun-Su

김 종\*\*\*  
Kim, Jong

한 민 철\*\*\*\*  
Han, Min-Cheol

### Abstract

Low compressive The objective of this study is to investigate the effect of the combinations of blast furnace slag incorporating CBS-dust and desulfurized gypsum on strength development of cement mortar. Test results indicate that the combination of CBS-Dust and Desulfurized gypsum resulted in an increase of strength development at early age of high volume blast furnace slag mortar. This is due to the combinations as a promoted reaction of latent hydraulic reaction of CBS-dust and desulfurized gypsum.

키워드 : 탈황석고, 무수석고, 고로슬래그 미분말, CBS-dust

Keywords : Flue Gas Desulfurization, Anhydrous gypsum, Blast furnace slag, CBS-dust

### 1. 서론

지구의 온난화로 인해 이산화탄소 배출 저감을 위한 다양한 정책과 기술들이 개발되고 있다.

특히, 건설분야의 경우 이산화탄소 배출 저감 대책으로 이산화탄소가 다량 발생하는 시멘트를 대상으로 일부를 다양한 산업에서 발생하는 부산물로 대체하여 온실가스 배출을 저감시키는 효과를 얻는다.

이와 관련하여, 블록, 흙관등 콘크리트 2차 제품 생산 시 플라이애시 및 고로슬래그 미분말(이하 BS)과 같은 산업부산물을 시멘트 대체재로서 활용하게 되는데 고온의 증기양생 과 무수석고와 황산알루미늄 등을 혼합하여 강도발현을 촉진시키기도 한다.

따라서, 본 연구에서는 BS와 무수석고를 혼합한 모르타르에 초기강도 증진 효과를 갖는 CBS-dust 및 탈황석고를 치환한 모르타르를 대상으로 강도발현 특성을 분석하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

\* 청주대 대학원 석사과정

\*\* 청주대 대학원 박사과정

\*\*\* 청주대 건축공학과 조교수, 공학박사

\*\*\*\* 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Cheongju University, trent0907@naver.com)

실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 모르타르 배합비 B:S는 1:3으로 하였으며, W/B는 50%로 진행하였다. 결합재로서 시멘트의 경우 OPC는 30%로 고정하였고, BS:CBS-dust는 54:0, 49:5 44:10로 하였으며, 무수석고:탈황석고는 0:16, 2:14, 4:12로 총 9개의 변수로 계획하였다. 측정사항으로는 경화 모르타르에서는 3일, 7일, 28일 압축강도를 측정하였다.

표 1 실험계획

실험요인		실험수준			
배 합 사 항	B <sup>1)</sup> : S	1	1 : 3		
	W/B <sup>1)</sup> (%)		50		
	OPC(%)	1	30		
	BS:CBS-dust(%)	3	54:0	49:5	44:10
	무수석고 : 탈황석고(%)	3	0 : 16	2 : 14	4 : 12
실 험 사 항	경화 모르타르	1	압축강도(3, 7, 28일)		

1) B:Binder

### 3. 실험결과 및 분석

그림 1은 BS:CBS-dust비가 54:0일 때, 무수석고와 탈황석고 치환율에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다. 먼저, 탈황석고 치환율이 높아짐에 따라 모든 재령에서의 압축강도가 상승하는 것으로 나타났다. 4% 이상의 무수석고가 혼입된 경우 재령 7일 압축강도가 크게 저하되는 것을 확인하였으나, 재령 28일 압축강도는 탈황석고만 치환한 경우와 거의 동등한 강도를 나타냈다. 이는 높은 초기 압축강도를 가지는 탈황석고의 치환율 차이로 판단된다[1].

그림 2는 BS:CBS-dust비가 49:5일 때, 무수석고와 탈황석고 치환율에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다. CBS-dust를 5% 치환한 경우, 탈황석고만을 혼입한 경우보다 재령 7일의 압축강도가 상승하는 것으로 나타났다. 이는 CBS-dust가 일정량 혼입됨으로 인해 초기 압축강도가 상승한 것으로 판단된다[2].

그림 3은 BS:CBS-dust비가 44:10일 때, 무수석고와 탈황석고 치환율에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다. CBS-dust의 치환율이 상승됨에 따라 모든 재령에서의 압축강도가 저하하였고, 탈황석고 치환율이 높을수록 큰 강도저하를 나타냈다. 이는 일정량 이상의 CBS-dust가 혼입됨에 따라 발생하는 강도 저하로 판단된다.

무수석고 대신 탈황석고의 치환율을 높일수록 높은 초기 압축강도를 나타냈으며, 장기강도는 비슷한 것으로 나타났다. CBS-dust의 경우, 5% 치환시 일정 배합에서 초기 강도가 큰 폭 상승하는 것으로 나타났으나, 치환율이 증가할수록 강도가 저하하는 것으로 나타났다.

### 4. 결론

본 연구에서는 이산화탄소 배출을 저감의 일환으로 BS와 무수석고를 혼입한 모르타르에 산업부산물인 CBS-dust와 탈황석고의 치환이 압축강도 발현에 미치는 영향을 고찰하였는데 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 무수석고에 탈황석고의 치환율이 높아질수록 압축강도가 상승하는 것을 확인하였다. 특히, 초기재령 7일 압축강도가 큰 폭으로 상승하였으며, 무수석고 치환율이 높아질수록 재령 7일 압축강도간의 차이가 증가하는 것으로 나타났다.

이는 탈황석고의 경우 석고 종류 중에서도 초기 압축강도가 높게 형성되는 편이므로 발생하는 강도차로 판단된다.

(2) 고로슬래그 미분말에 CBS-dust 5% 치환 시 강도가 상승되는 것으로 나타났다. 이는 CBS-dust에 함유된 산화칼륨 등의 알칼리금속 산화물과 물이 반응하여 수산화칼륨 등 알칼리를 생성하여 BS의 잠재수경성을 촉진하는 자극제로 활용되어 얻어진 것으로 판단된다.

따라서, 고로슬래그 미분말 다량 치환 및 무수석고를 활용한 모르타르에 CBS-dust 및 탈황석고를 혼입할 경우, CBS-dust 및 탈황석고의 조합에 따른 개선된 잠재수경성 반응으로 일부 배합에서 초기 압축강도가 크게 증가하는 것을 확인 할 수 있었다.

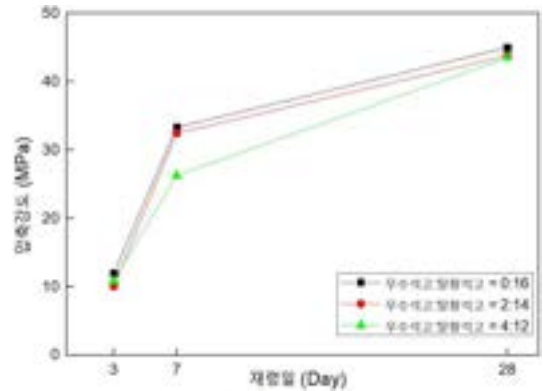


그림 1. 석고 치환률별 재령일에 따른 압축강도  
(BS : CBS-dust = 54 : 0)

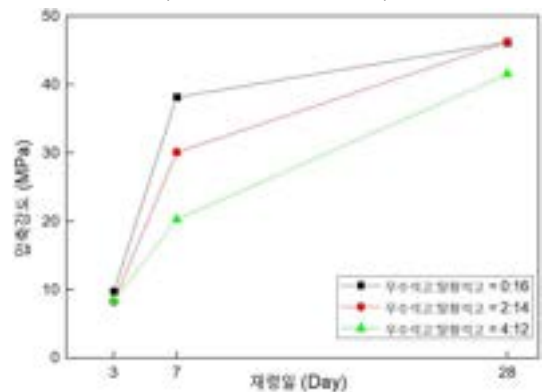


그림 2 석고 치환률별 재령일에 따른 압축강도  
(BS : CBS-dust = 49 : 5)

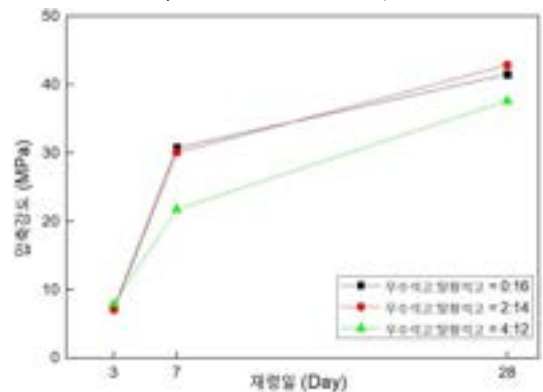


그림 3 석고 치환률별 재령일에 따른 압축강도  
(BS : CBS-dust = 44 : 10)

### 참고문헌

1. 정용, 고로슬래그 미분말의 초기강도 향상을 위한 석고 종류 및 첨가량 검토, 2010
2. 신세준, CBS-dust 치환율 변화에 따른 고로슬래그 함유 고강도 콘크리트의 기초적 특성, 2020
3. 문규돈, 무수석고 함량이 고로슬래그 미분말을 대량 활용한 콘크리트 특성에 미치는 영향, 2014



## 초지연 콘크리트 타설 범위에 따른 시공줄눈부의 일체화 성능

## Integration performance of construction joints according to Super-Retarding concrete pouring range

○정 준 택\* 박 재 웅\* 임 군 수\*\* 정 영 진\*\* 김 종\*\*\* 한 민 철\*\*\*\*

Jeong, Jun-Taek Park, Jae-Woong Lim, Gun-Su Jeong, Yeong-Jin Kim, Jong Han, Min-Cheol

## Abstract

This study attempted to derive an appropriate application range by reviewing the integration performance of joints according to the application range of SRA concrete. As a result, it was confirmed that the integration performance was improved even if SRA concrete was placed only by 75mm, which is 0.5 times the thickness of the member.

키워드 : 초지연제, 시공줄눈, 일체화, 쪼갬인장강도

Keywords : super retarding agent, Construction Joints, integration, Tensile splitting strength

## 1. 서론

최근 국내 건설현장에서는 “레미콘 8·5제”의 제도 변화에 따라 1일 콘크리트 타설량이 제한되고 있어, 콘크리트 공사시 끊어치기에 따른 시공줄눈이 다수 발생할 수 밖에 없는 실정이다. 이러한 시공줄눈은 적절히 관리되지 않을시 구조체 내 결함을 유발시킬 수 있어 구조체의 내구성 및 구조적 안정성 확보를 위해 적절한 대책이 반드시 필요하다.

한편, 본 연구팀에서는 콘크리트의 응결을 첨가량에 따라 수시간에서 수일간 자유롭게 조절이 가능한 혼화제인 초지연제가 개발한 바 있는데, 초지연제를 활용하여 시공줄눈부의 응결시간을 적절히 지연시킨다면 콘크리트 이음부의 일체화 성능이 향상될 수 있다고 예상하였다.

따라서, 본 연구는 콘크리트의 응결시간을 조절하기 위해 초지연제를 이용한 이음부 일체화 공법을 개발하기 위한 연구의 일환으로써, 초지연 콘크리트의 타설 범위에 따른 이음부의 일체화 성능을 검토하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

## 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저 선행연구를에서 도출된 목표 지연성능 확보에 따른 초지연제의 혼입률은 0.3%로 계획하였다. 초지연 콘크리트의 타설 범위는 부재 두께의 0.5, 1, 2배에 해당하는 75, 150, 300 mm를 타설하는 것으로 계획하였다. 측정사항으로는 시공줄눈에서의 일체화 성능을 확인하기 위해 코어링한 시료의 쪼갬인장강도를 측정하는 것으로 계획하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	W/C (%)	1	45
	결합제 조성비 (%)		OPC 100
	초지연제 혼입률 (%)		0.3 %
실험 변수	시험체 두께 (mm)	1	150
	타설 지연시간		15 시간
	초지연 콘크리트 타설범위	4	0 <sup>1)</sup> , 75, 150, 300
측정 사항	경화 콘크리트	1	쪼갬인장강도 (14, 28일)

1) 초지연제 미적용

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정 (jeaim0202@gmail.com)

\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정

\*\*\* 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

## 2.2 실험방법

본 연구에서 실시한 실험은 KS 기준에 의거하여 실시하였다. 먼저 시험체의 제작은 그림 1에서와 같이 1차 일반콘크리트, 2차 초지연콘크리트 및 3차 일반콘크리트 순으로 타설하여 제작하였으며, “4” 위치에 시공줄눈을 형성시키기 위해, 15시간의 간격을 두어 타설하였다. 그리고 14, 28일 재령에 코어링을 실시한 후 그림 2와 같이 1~5까지 각각 정해진 위치에서 코어를 채취한 후 쪼갬인장강도를 측정하였다.

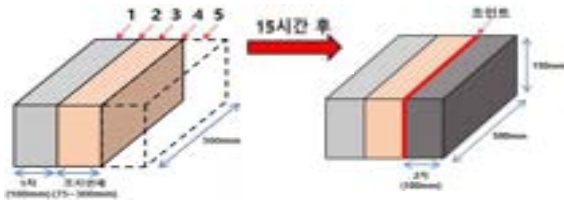


그림 1. 시험체 제작방법

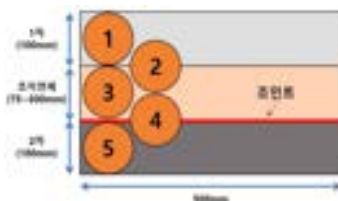


그림 2. 코어채취 위치

## 3. 실험결과 및 분석

그림 3은 초지연 콘크리트의 타설범위별 쪼갬인장강도를 나타낸 것이다. 먼저 14일 재령의 코어링 쪼갬인장강도는 초지연 콘크리트를 적용하지 않은 시험체의 경우 시공줄눈을 모사한 “4” 번 구간의 코어채취중 코어가 쪼개지는 현상이 발생하여 강도를 측정할 수 없었지만, 초지연 콘크리트를 적용한 시험체의 “4” 번 구간의 쪼갬인장강도는 일체타설한 시험체의 쪼갬인장강도와 유사하였다. 초지연 콘크리트를 타설한 범위별로 분석하면 부재두께의 1배를 적용한 시험체의 강도는 일체타설한 시험체의 강도보다 약 5% 높게 측정되었으며 부재두께의 0.5배, 2배를 적용한 시험체의 강도는 각각 약 13, 0.5% 낮게 측정되었다.

28일 재령의 코어링 쪼갬인장강도의 경우 위와 같은 방법으로 분석한 결과 부재두께의 0.5배를 적용한 시험체의 강도는 일체타설한 시험체의 강도보다 약 0.5% 높게 측정되었으며 부재두께의 1배, 2배 적용한 시험체의 강도는 각각 약 0.5, 15% 낮게 측정되었다.

쪼갬인장강도만으로 일체화 성능을 판단한다면 초지연 콘크리트를 부재두께의 1배 적용한 경우가 14, 28일 재령에서의 일체화 성능이 가장 준수한 것으로 판단된다.

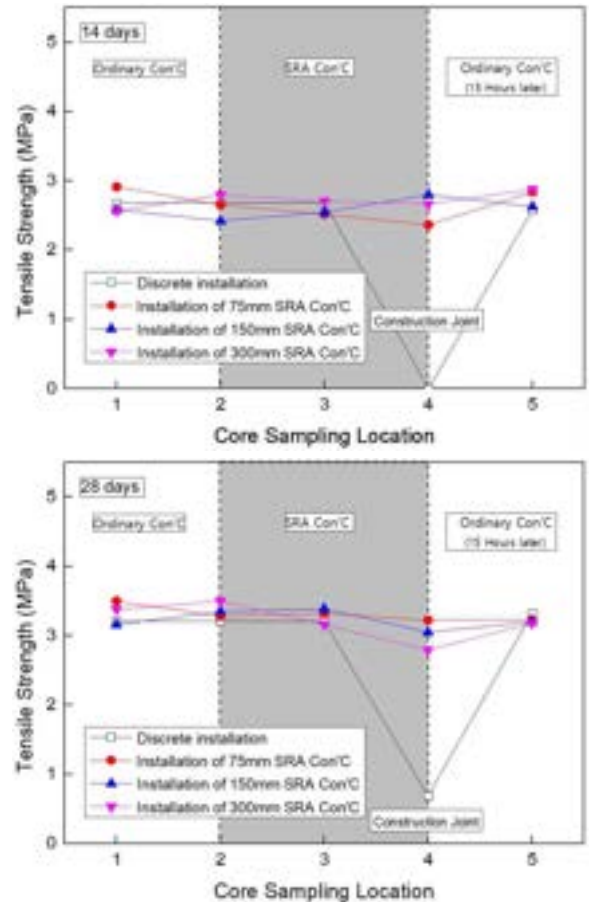


그림 3. 초지연 콘크리트 타설범위별 쪼갬인장강도

## 4. 결론

본 연구는 초지연 콘크리트의 타설 범위에 따른 이음부의 일체화 성능을 검토하고자 하였다. 그 결과, 초지연 콘크리트를 타설함으로써 콘크리트 이음부의 쪼갬인장강도를 향상시키기 위해서는 부재두께의 0.5배 이상 초지연 콘크리트를 타설하는 것이 시공줄눈에서의 쪼갬인장강도 향상에 효과적일 것으로 검토되었다.

## 참고문헌

1. 정영진. “초지연제 종류에 따른 시멘트 페이스트의 응결 및 강도 발현 특성.” 국내석사학위논문 청주대학교 융합신기술대학원, 2022. 충청북도
2. 현승용. “적산온도 및 세티메타를 이용한 초지연 콘크리트의 응결시간 추정.” 국내박사학위논문 청주대학교 대학원, 2022. 충청북도

## 감사의글

본 논문은 2021년 한국연구재단 개인기초연구사업 중견연구(과제번호: NRF-2021R1A2C2011273)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

## 황토벽돌 외피의 흡방습성능에 대한 고찰

### A study on the moisture adsorption and desorption performance of the loess brick envelop

○유 회 화\*

Liu, Huihua

이 학 성\*\*

Lee, Haksung

#### Abstract

The purpose of this study is to analyze the influence of loess brick envelop material on indoor humidity. Through the indoor temperature and humidity results measured for loess brick houses and simulations, changes in the indoor temperature and humidity environment that occur when changing the outdoor bricks to concrete or changing the thickness of the indoor bricks were analyzed. As a results, there is no significant difference in indoor humidity even if the outdoor material is replaced or the thickness of the indoor material is changed.

키워드 : 황토벽돌, 습도조절, 흡방습

Keywords : loess brick, Humidity Control, Moisture Adsorption and Desorption

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 배경 및 목적

건축업은 세계에서 많은 에너지 소비와 온실가스 배출이 발생하는 산업 중 하나이다. 매년 건축과 관련된 산업에서 소모되는 에너지는 전 세계 에너지의 40%를 차지하며, 전 세계 온실가스 배출의 약 40-50%가 건축 관련 산업에서 발생하고 있다[1]. 지속가능한 개발의 목표를 달성하고 에너지 소비를 줄이기 위해 최근 몇 년 동안 건축 에너지 절약 기술이 빠르게 발전하고 있다. 건축자재의 선택 또한 건축물의 에너지절약을 위해 중요한 부분이다. 흙은 고대부터 건축재료로 널리 사용되어 왔으며, 천연재료로서 건축물의 건설 및 사용 과정에서 에너지 소모가 적을 뿐만 아니라 재활용할 수 있는 친환경 자연재료이다[2]. 또한 흙 건축은 큰 열용량과 흡습성의 특징을 가지고 있어, 건축물의 실내 온열환경 및 에너지 소비를 조절할 수 있다[3].

실내습도는 거주자의 쾌적과 건강에 큰 영향을 미칠 수 있다. 저습한 환경에서는 건조한 공기가 인체의 눈, 코, 기도 등을 더 쉽게 자극하여 호흡기 질환을 일으키게 되

며 고습의 환경은 곰팡이의 성장을 유발시키고, 이는 재채기, 콧물, 눈의 충혈, 피부발진 등과 같은 질환의 발생을 촉진시킬 수 있다[4]. 따라서 실내습도 조절은 거주자의 건강을 위해 매우 중요한 요소이다. 황토벽돌은 다공성 재료이기 때문에 흡방습 능력 및 투습 능력이 우수하여 안정적인 실내상대습도를 유지할 수 있는 장점이 있어 건강한 주거환경을 조성하는데 활용 될 수 있다.

하지만 최근 에너지절약설계기준의 강화로 황토벽돌의 단열성능만으로는 열관류율 기준을 만족시킬 수 없어 단열재의 설치가 필수적이며, 단열기준은 계속해서 강화되고 있다. 국내에서 널리 사용되고 있는 EPS, XPS와 같은 발포플라스틱 단열재는 낮은 흡방습성과 투습성을 특징을 갖기 때문에 이와같은 단열재와 황토벽돌의 조합으로 건물의 외피를 구성할 경우, 황토벽돌의 습도조절 효과를 현격하게 감소시킬 수 있다.

##### 1.2 연구의 목적

본 연구에서는 황토벽돌 벽체의 개선방안을 검토하기 위해 황토벽돌주택을 대상으로 실내 온열환경 실측과 시뮬레이션을 수행하여 황토벽돌벽체의 구성에 따른 실내 온열환경 변화를 분석하였다. 이를 통해 황토의 특성을 보다 효과적으로 활용하여 에너지 절약 및 쾌적하고 건강한 주거환경을 조성할 수 있는 방안에 대하여 고찰하는 것을 목적으로 한다.

\* 충북대학교 건축학과 석사과정

\*\* 충북대학교 건축학과 조교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architecture, Chungbuk University, leehaksung@chungbuk.ac.kr)

## 2. 실측실험 및 시뮬레이션을 통한 분석

### 2.1 실험정보

충청남도 금산군에 위치한 황토벽돌주택을 대상으로 온도와 습도를 실측하였다. 본 주택의 벽체는 이중쌓기로 된 황토벽돌의 사이에 EPS단열재가 설치되어 있는 구성으로 되어있다.

### 2.2 정밀도 검증

그림 1에 실측결과와 수치시뮬레이션으로 재현한 결과를 나타낸다. 시뮬레이션은 건물 전체 열부하 해석 소프트웨어인 THERB for HAM을 사용하였다. 외기 데이터는 기상청 금산군 데이터, 일사량은 대전광역시 기상청 데이터를 사용하였다. 실측치와 시뮬레이션 결과를 비교하여 시뮬레이션의 정밀도를 확인하였다.

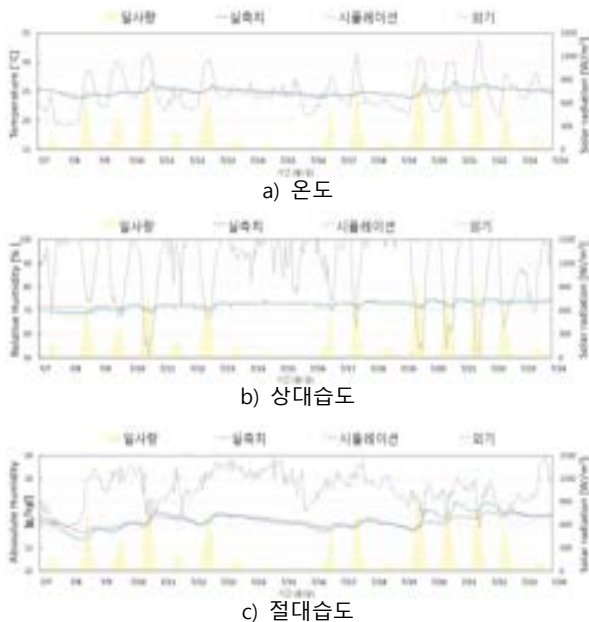


그림1. 실측치와 시뮬레이션 결과 비교

### 3. 시뮬레이션 결과 분석

시뮬레이션을 통해 단열재를 기준으로 실외측 황토벽돌을 콘크리트로 변경한 경우를 그림 2에, 실내 측 황토벽돌의 두께를 변경한 경우를 그림 3에 각각 나타낸다. 실내외 습기가 실내, 실외 측 황토벽돌에 흡착 후 투습저항이 높은 단열재에 의해 투습 수분량이 매우 적기 때문에 실외측 황토벽돌을 콘크리트로 변경하여도 실내 습도변화는 매우 미비한 것을 확인 할 수 있다. 또한 흡방습 현상은 재료의 표면에서 주로 발생하기 때문에 황토벽돌의 두께를 감소시켜도 실내습도의 변동이 매우 미비한 것을 확인 할 수 있다.

### 4. 결론

황토벽체구성 변경에 따른 실내 온습도 변화를 분석한 결과, 내구성 및 실내공간 면적 등의 측면에서 개선방안을 고려할 수 있다. 황토의 특징을 살리는 외피설계 방안에 대해서는 지속적인 연구가 필요하다.

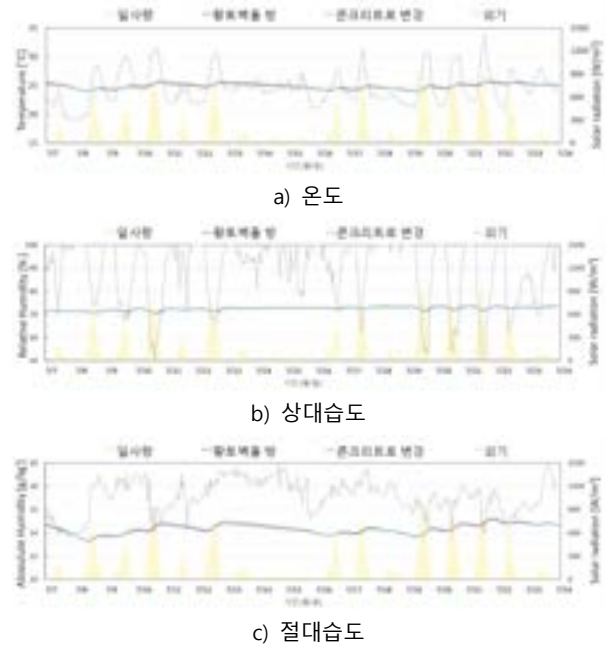


그림2. 실외측 황토벽돌을 콘크리트로 변경한 경우의 실내 온습도 경시변화

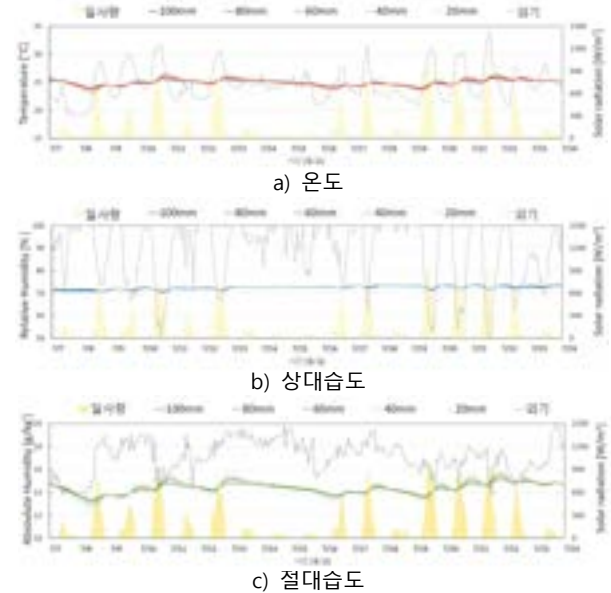


그림3. 실내측 황토벽돌의 두께를 변경한 경우의 실내 온습도 경시변화

### 참고문헌

- Asif, M. Muneer, T. Kelley, R. (2007) Life cycle assessment: A case study of a dwelling home in Scotland, Building and environment, 42(3), 1391.
- Cagnon, H. Aubert, J.E. Coutand, M. Magniont, C. (2014) Hygrothermal properties of earth bricks, Energy and Buildings, 80, 208.
- Zhang, L. Guochen, S. Weixiao, H. (2020) Effect of hygrothermal behaviour of earth brick on indoor environment in a desert climatet, Sustainable Cities and Society, 55, 102070.
- Kramer, A. Wichelhaus, T. Kempf, V. Hogardt, M. Zacharowski, K. (2021) Building-related illness (BRI) in all family members caused by mold infestation after dampness damage of the building, GMS Hygiene and Infection Control, 16, Doc32.

# 고온조건이 고성능 조강형 시멘트를 사용한 고강도 콘크리트의 강도발현에 미치는 영향

## Effect of High Curing Temperatures on the Strength Development of the High Strength Concrete Using High Performance Type Early Strength Portland Cement

○신현섭\* 임군수\* 김 종\*\* 한민철\*\*\*  
Shin, Hyun-Sup Lim, Gun-su Kim Jong Han, Min-Cheol

### Abstract

This study is to investigate the strength development of the concrete using type 1 early strength Portland cement(HESC) under high curing temperature. For curing temperature variables, 40, 60 and 80°C are chosen. Three different types of cement including OPC and ESC are also used. In the case of ESC and HESC, it was confirmed that the dosage of chemical admixture to secure a target slump slightly increased due to the high blaine. The 1 day strength of ESC and HESC showed 120-130% strength compared to OPC in both the 2 hour and 4 hour conditions of steam curing 40°C. This result confirmed the possibility of reducing the time required to secure the initial strength for lifting the product. Even in the case of steam curing 60°C and 80°C, the compressive strength of HESC was found to be the best, but the difference according to the type of cement was not significant.

키워드 : 고성능 조강형 시멘트, 건축구조용 콘크리트

Keywords : High Performance Type Early Strength Cement, Building Structure Concrete

### 1. 서 론<sup>1)</sup>

최근 국내 건설공사는 레미콘 85제 및 주 5일 근무제 도입에 따른 공사일수 부족 현상으로 이로 인해 과거에 비해 콘크리트를 타설기간이 대폭 증가하고 있다. 특히 최근들어 사회적인 이슈로 인한 우천시 공사중단, 콘크리트 품질강화로 요구로 인한 타설시간의 증가 등 많은 원인으로 공기단축에 어려움을 겪고 있다. 따라서 이를 해소하기 위한 방안으로 지하공사나 주차장 공사에서는 공장생산 방식의 프리캐스트 콘크리트의 적용이 늘어나고 있는 상황이다.

콘크리트 2차 제품은 제품의 몰드의 회전율에 따라 생산 효율이 결정되는데 주 52시간제의 도입으로 인해 콘크리트 2차 제품 공장에서의 생산 공정을 더욱 단축시켜야 하는 문제에 직면해 있다. 대부분의 콘크리트 2차 제품 공정은 전날 타설된 콘크리트의 해체 및 청소작업에서 시작이 되며, 철근 배근 후 콘크리트 타설과 그 이후 전치 및 증기양생을 실시하는 과정을 반복한다. 이때 전치양생 및 증기양생을 단축시켜야만 주 52시간이내에서 생산 공정을 효율적으로 관리할 수 있다.

따라서, 본 연구에서는 선행연구를 통해 개발된 고성능 1종 조강형 시멘트(이하 HESC)를 적용하여 일반 OPC와 기존에 사용중인 1종 조강형 시멘트(이하 ESC)의 양생온도에 따른 특성을 비교 분석하고자 한다.

\* 청주대학교 건축공학과 대학원 박사과정

\*\* 청주대학교 건축공학과, 조교수, 공학박사

\*\*\* 청주대학교 건축공학과, 교수, 공학박사

(교신저자 : gksehxhf@naver.com)

### 2. 실험계획 및 방법

#### 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같으며, 콘크리트 배합사항은 표 2와 같다. 즉, 건축부재용 콘크리트 2차 제품 공장에서 사용되는 40 MPa의 고강도 콘크리트 배합에 시멘트 종류 3 수준, 증기양생 최고온도 3 수준 및 유지시간 2 수준의 총 18 수준의 실험을 계획하였다. 실험방법으로 콘크리트의 배합, 슬럼프 시험은 KS에 의거 실시하였으며, 콘크리트 양생온도의 변화는 프로그램 증기양생기를 사용하였다.

표 1. 실험 계획

실험요인			실험수준			
배합 사항	설계강도(MPa)	1	· 40			
	시멘트 종류	3	· OPC · 기존 조강형 시멘트(ESC) · 고성능 조강형 시멘트(HESC)			
	목표 슬럼프(mm)	1	· 150 ± 25			
	목표 공기량 (%)	1	· 3.0 ± 1.5			
	양생 조건	최고온도 (℃)	3	· 40	· 60	· 80
실험 사항	유지시간 (hr)	2	· 2			· 4
	굳지않은 콘크리트	2	· 슬럼프			
	경화 콘크리트	1	· 압축강도			

표 2. 콘크리트 배합표

규격		W/B (%)	S/a (%)	Unit Weight(kg/m³)					
				B	W	C	S	CS	G
25-40-150	OPC	39.1	49.0	430	168	430	419	414	863
	ESC								
	HESC								

### 3. 실험결과 및 분석



### 3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

그림 1은 각 시멘트의 종류에 따른 콘크리트의 슬럼프와 화학혼화제의 사용량을 나타낸 것이다. OPC를 사용한 경우 낮은 분말도(OPC:3 800, ESC:4 450, HESC:4 500)로 인해 목표 슬럼프를 확보하기 위한 화학 혼화제량이 다른 수준에 비해 낮은 것으로 확인되었으며, ESC 및 HESC의 경우에는 높은 분말도의 영향으로 소폭 증가되는 것으로 확인되었다. 또한 분말도의 영향으로 ESC 및 HESC는 점성이 증가되는 것으로 확인되었다.

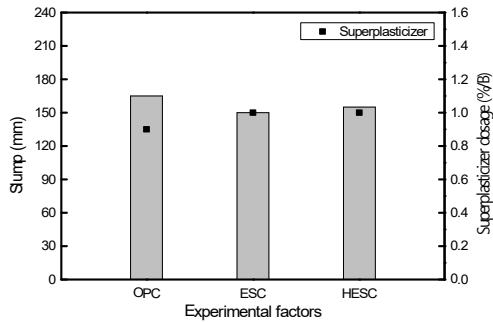


그림 1. 콘크리트 슬럼프 및 화학혼화제 사용량

### 3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 2~4는 각 시멘트의 종류별 양생온도 및 유지시간에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 압축강도 측정 결과 전반적으로 모든 배합에서 OPC 배합에 비해 ESC 및 HESC 사용 배합의 강도 발현이 우수한 것으로 나타났다.

증기양생 40℃의 유지시간 2시간 재령 1일 압축강도는 HESC 배합이 32.9 MPa인 반면 OPC 배합의 경우 25.8 MPa로 약 7.1 MPa로 비교적 큰 차이를 보였으나 재령 7일 및 재령 28일에서는 HESC 배합이 42.1 MPa 및 47.3 MPa, OPC 배합이 39.7 MPa 및 46.5 MPa로 약 0.8~2.4 MPa의 차이로 강도 폭이 감소하는 경향을 나타내었다.

이는 분말도가 높은 ESC 및 HESC의 특성상 응결이 빠르고 증기양생 조건에서 초기 수화가 더욱 빠르게 진행됨에 따라 결과가 두드러지게 나타난 것으로 사료된다. 특히 1일 강도의 경우 OPC 대비 120~130%의 강도를 나타내어 제품의 인양을 위한 초기 강도확보 시간을 단축시킬 수 있는 것으로 판단된다.

양생온도 60℃ 및 80℃ 유지시간 2시간의 재령 1일 압축강도는 HESC 배합에서 각각 35.1 MPa 및 33.5 MPa를, OPC 배합에서 32.6 MPa 및 31.1 MPa로 양생온도 상승에 따른 변화는 크지 않았다. 이러한 경향은 재령 7일 및 28일에서도 유사한 것으로 나타났는데, 이는 증기양생 온도에 관계없이 실무 조건에 비하여 비교적 짧은 유지시간을 증기양생 조건으로 설정함에 따라 증기 양생에 대한 효과가 미흡했던 것으로 판단되며 이러한 분석은 유지시간 변화에 따라 큰 차이를 보이지 않는 압축강도 결과를 통하여 예상 할 수 있을 것으로 사료된다.

양생시간의 유지시간에서는 2시간에 비해 4시간 유지한 수준에서 소폭 증가하지만 큰 차이를 보이지는 않았는데, 이는 시멘트 단독 사용한 배합의 특성으로 판단이 되며 추후 고로슬래그 등의 혼화제와의 혼합사용에 대한

검토가 필요할 것으로 판단된다.

## 4. 결론

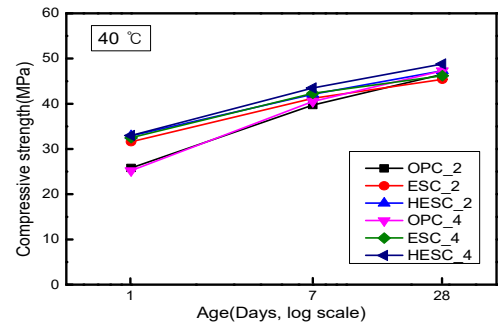


그림 2. 양생온도 및 유지시간에 따른 압축강도(40℃)

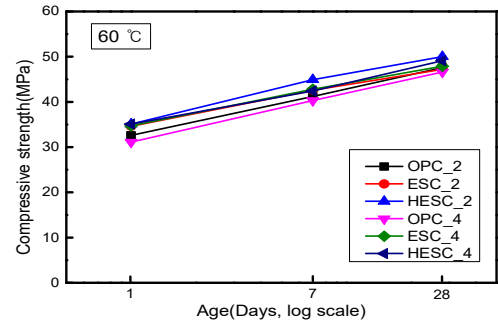


그림 3. 양생온도 및 유지시간에 따른 압축강도(60℃)

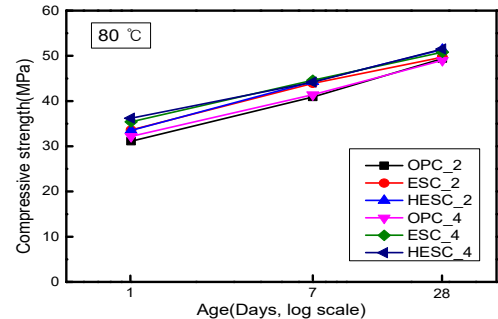


그림 4. 양생온도 및 유지시간에 따른 압축강도(80℃)

본 연구에서는 OPC, ESC 및 HESC의 고온양생 특성을 검토하였는데 그 결과는 다음과 같다.

- 1) ESC 및 HESC의 경우 높은 분말도의 영향으로 사용량이 소폭 증가하는 것으로 확인되었다.
- 2) 증기양생 40℃의 경우 유지시간 2시간과 4시간 모두 1일 강도의 경우 OPC 대비 120~130%의 강도를 나타내어 제품의 인양을 위한 초기 강도확보 시간을 단축시킬 수 있는 것으로 판단된다.
- 3) 증기양생 60℃ 및 80℃의 경우에는 시멘트의 종류에 따른 차이가 크지는 않지만 HESC의 압축강도가 가장 양호한 것으로 확인되었다.

## 참고문헌

1. Park Kyu Yeon, , Engineering Properties of Concrete with Early Strength Improvement Type Ordinary Portland Cement, Chungnam National University, 2015. 02.

## 국내 건설기술인의 수급 현황 분석 및 전망

## An Analysis and Prospects of Supply and Demand for Domestic Construction Engineers

○이 대 형\* 이 재 덕\*\* 이 민 혁\*\* 손 창 백\*\*\*  
 Lee, Dae-Hyeong Lee, Jae-Deok Lee, Min-Hyuk Son, Chang-Baek

## Abstract

Human resources are one of the important factors with productivity, and social problems have recently emerged due to youth unemployment and population aging caused by the sluggish economy. Therefore, the purpose of this study is to analyze the current supply and demand status of domestic construction engineers, analyze and predict demand-supply of construction engineers in chronological order based on this, and present countermeasures. When looking at demand-supply trends from 1975 to 2022, both supply and demand were expected to increase, but the number of employed people has decreased over the past five years since 2018, while the number of graduates is still increasing. As a result, it is expected that there will be job shortages from 2023 to 2026 and job shortages from 2027, so policy improvements such as adjusting supply manpower and improving the system to resolve supply-demand imbalances are needed.

키워드 : 기술인력, 수요, 공급

Keywords : Engineer, Demand, Supply

## 1. 서론

## 1.1 연구의 배경 및 목적

인력은 기업의 성장 및 운영의 효율을 측정하는 중요한 지표 중 하나인 생산성을 가진 요소이지만, 최근 경기 부진으로 인한 청년 실업과 인구고령화 현상으로 인한 사회문제가 대두되고 있는 실정이다. 통계청에서 발표한 자료에 따르면, 2022년 4분기의 우리나라 청년 실업률은 약 5.5%인 것으로 집계되었으나, 2023년 1분기 실업률은 전분기 대비 1.2% 높은 약 6.7%로 나타났다. 또한 출생아 인구 수는 1970년 1,006,645명에서 2022년 260,562명으로 현재까지 감소하는 추세를 보이고 있다. 이러한 상황 속에서 건설업 또한 열악한 근무환경, 3D 산업 이미지, 대학교 입학 및 졸업 정원의 감소에 따른 신규 인력 공급이 적어지고 있는 상황이 발생하고 있다.

이에 본 연구에서는 현재 국내 건설기술인의 수급 현황을 분석하고, 이를 기초로 건설기술인의 수요-공급을 시계열 분석하여 전망한 후, 이에 대한 대응방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

\*세명대학교 건설공학과 대학원 석사과정

\*\*세명대학교 건축공학과 학사과정

\*\*\*세명대학교 건축학과 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Semyung University, cbson@semyung.ac.kr)

본 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2021R1A2C2C2006065).

## 1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 국내 건설업 신규 취업자 수 및 전문대, 일반대 졸업생 수를 교육통계서비스와 통계청에서 발표한 자료를 활용하여 수집하고, SPSS 프로그램을 통해 일변량 시계열 분석을 실시한 후 미래를 전망하였으며, 이에 대한 대응방안을 제시하였다.

표 1. 분석 개요

구 분	분석 개요
수집 자료	- 국내 건설업 신규 취업자 수 - 전문대, 일반대 졸업생 수
수집 방법	교육통계서비스, 통계청에서 발표한 자료 활용
분석 방법	SPSS 프로그램 활용을 통한 일변량 시계열 분석
조사내용	- 현재 인구 현황 - 건설기술인의 취업 현황 - 건설 관련 학과 졸업생 현황 - 건설 관련 학과 수

## 2. 건설기술인 수급 현황

## 2.1 인구 동향 통계

통계청 KOSIS에서 발표한 「인구동향조사」 중 ‘출생아 인구 수’를 살펴보면, 1980년대부터 현재까지 출생아 인구 수는 감소하는 추세이며, 현재 2022년을 기준으로 약 10년동안 출생아 인구 수가 연속으로 감소하였다. 이

는 젊은 인력들의 수가 줄고 있음과 더불어 인구 고령화 현상이 발생하고 있음을 알 수 있다.

표 2. 인구 동향 통계

(단위 : 명)

연도	출생아 수	연도	출생아 수	연도	출생아 수
1980년	862,835	1995년	715,020	2010년	470,171
1981년	867,409	1996년	691,226	2011년	471,265
1982년	848,312	1997년	675,394	2012년	484,550
1983년	849,155	1998년	641,594	2013년	436,455
1984년	674,793	1999년	620,668	2014년	435,435
1985년	655,489	2000년	640,089	2015년	438,420
1986년	636,019	2001년	559,934	2016년	406,243
1987년	623,831	2002년	496,911	2017년	357,771
1988년	633,092	2003년	495,036	2018년	326,822
1989년	639,431	2004년	476,958	2019년	302,676
1990년	649,738	2005년	438,707	2020년	272,337
1991년	709,275	2006년	451,759	2021년	260,562
1992년	730,678	2007년	496,822	2022년	249,186
1993년	715,826	2008년	465,892		
1994년	721,185	2009년	444,849		

## 2.2 건설 관련 학과 추이

교육통계서비스에서 발표한 「교육통계연보」를 살펴본 결과, 전문대와 일반대의 학과 수는 1990년대 중반부터 급격히 증가하였다. 전문대 학과 수의 경우, 2010년대 감소하다 2020년대 다시 증가하고 있는 추세이며, 일반대 학과 수는 꾸준히 증가하는 추세임을 알 수 있다. 이를 통해 신규 건설기술인이 많이 필요하기 때문에 학과 수를 늘려 건설기술인력을 늘리기 위한 것으로 사료된다.

표 3. 전문대 학과 수

(단위 : 개)

연도	학과 수	연도	학과 수	연도	학과 수
1980년	56	1995년	48	2010년	206
1981년	51	1996년	52	2011년	206
1982년	50	1997년	56	2012년	203
1983년	54	1998년	103	2013년	192
1984년	55	1999년	108	2014년	177
1985년	35	2000년	101	2015년	170
1986년	31	2001년	87	2016년	160
1987년	31	2002년	89	2017년	151
1988년	31	2003년	212	2018년	151
1989년	31	2004년	221	2019년	143
1990년	31	2005년	216	2020년	139
1991년	33	2006년	233	2021년	141
1992년	36	2007년	215	2022년	144
1993년	39	2008년	210		
1994년	41	2009년	227		

표 4. 일반대 학과 수

(단위 : 개)

연도	학과 수	연도	학과 수	연도	학과 수
1980년	55	1995년	76	2010년	322
1981년	49	1996년	70	2011년	321
1982년	56	1997년	78	2012년	338
1983년	42	1998년	105	2013년	331
1984년	52	1999년	130	2014년	325
1985년	50	2000년	132	2015년	336
1986년	51	2001년	142	2016년	339
1987년	52	2002년	161	2017년	353
1988년	54	2003년	253	2018년	351
1989년	58	2004년	269	2019년	360
1990년	60	2005년	292	2020년	357
1991년	61	2006년	332	2021년	358
1992년	62	2007년	331	2022년	356
1993년	62	2008년	317		
1994년	68	2009년	317		

## 3. 건설기술인력 수요-공급 분석

### 3.1 건설기술인 수요 분석

건설기술인 수요란, 건설업에 취업한 신규 인력을 의미하며, 수요는 신규 취업자를 활용하여 추정하였다.

1975년부터 2009년까지는 교육통계서비스에서 발표한 자료를 활용하였고, 2010년부터 2022년까지는 통계청에서 발표한 자료를 활용하여 분석한 결과는 다음 표 5와 같이 나타났다. 신규 취업자 수는 1975년부터 2017년까지 꾸준히 지속적으로 증가하다가 2018년부터 최근 5년간 다소 감소하는 추세를 보이고 있다.

표 5. 연도별 신규 취업자 수

(단위 : 명)

연도	신규 취업자 수	연도	신규 취업자 수	연도	신규 취업자 수
1975년	433	1991년	10,178	2007년	19,410
1976년	686	1992년	11,442	2008년	16,712
1977년	911	1993년	11,175	2009년	15,522
1978년	1,643	1994년	11,856	2010년	13,781
1979년	1,773	1995년	14,915	2011년	15,937
1980년	1,425	1996년	16,281	2012년	14,276
1981년	3,294	1997년	16,942	2013년	13,379
1982년	5,290	1998년	14,063	2014년	15,590
1983년	5,334	1999년	15,140	2015년	20,295
1984년	5,528	2000년	16,011	2016년	21,200
1985년	6,092	2001년	16,916	2017년	19,066
1986년	5,313	2002년	19,392	2018년	25,050
1987년	4,693	2003년	20,613	2019년	22,133
1988년	5,606	2004년	20,248	2020년	21,102
1989년	5,709	2005년	21,326	2021년	17,024
1990년	7,424	2006년	20,632	2022년	16,293

연도별 신규 건설기술인 취업자 수를 그래프로 나타낸 것은 그림 1과 같이 나타난다. 이는 비정상 시계열 모양을 가지고 있으므로 차분을 실시하여야 하며, 안정적 시계열 모양을 만들어 이를 통해 향후 전망이 가능하도록 하여야 한다.

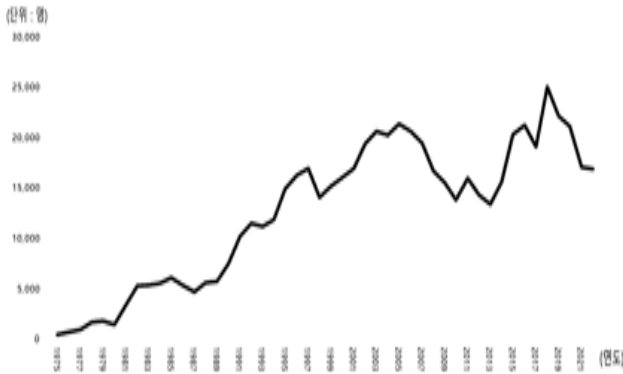


그림 1. 연도별 신규 취업자 수 원시계열 그래프

3.2 건설기술인 공급 분석  
건설기술인 공급이란 전문대 및 일반대의 건설 관련 학과 졸업생을 의미하며, 공급은 전문대 및 일반대 졸업생 수의 합계를 활용하여 추정하였다.  
교육통계서비스에서 발표한 졸업자 수 자료를 활용하여 분석한 결과는 다음 표 6과 같이 나타났다. 1975년부터 2006년까지 꾸준히 증가하다가 2007년부터 증감을 반복하며 증가하는 추세를 보이고 있다.

표 6. 연도별 졸업자 수  
(단위 : 명)

연도	졸업자 수	연도	졸업자 수	연도	졸업자 수
1975년	839	1991년	6,743	2007년	12,756
1976년	715	1992년	7,142	2008년	12,238
1977년	729	1993년	7,570	2009년	11,423
1978년	876	1994년	5,219	2010년	10,340
1979년	1,034	1995년	7,670	2011년	10,839
1980년	1,076	1996년	7,286	2012년	10,167
1981년	4,854	1997년	8,443	2013년	10,133
1982년	4,844	1998년	9,225	2014년	10,538
1983년	6,246	1999년	9,911	2015년	10,981
1984년	6,250	2000년	10,436	2016년	11,284
1985년	6,638	2001년	10,335	2017년	11,190
1986년	6,578	2002년	8,879	2018년	10,613
1987년	6,652	2003년	12,959	2019년	11,271
1988년	6,797	2004년	14,351	2020년	11,391
1989년	6,670	2005년	14,923	2021년	11,275
1990년	6,421	2006년	14,128	2022년	11,785

연도별 졸업자 수를 그래프로 나타낸 것은 다음 그림 2와 같이 나타났다. 취업자 수 그래프와 더불어 졸업자

수 그래프도 비정상 시계열 모양을 가지고 있으므로 정상 시계열을 만들기 위해 차분을 실시하여야 하며, 이를 통해 향후 전망이 가능하도록 하여야 한다.

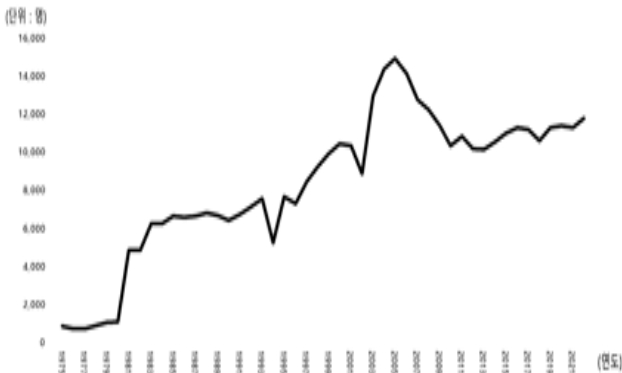


그림 2. 연도별 졸업자 수 원시계열 그래프

#### 4. 건설기술인 수요-공급 전망 및 대응방안

1975년부터 2022년까지의 수급 상황을 기초로 향후 수요와 공급을 예측한 결과를 표 7에 나타내었다. 수요와 공급을 비교하였을 때, 2023년 이후 수요와 공급 모두 증가할 것으로 전망되었으며, 약 5,000명 이상의 차이가 나고 있으므로 향후 심각한 구인난이 발생할 것으로 사료된다.

표 7. 수요-공급 전망  
(단위 : 명)

연도	수요자 전망	공급자 전망	수요-공급 차
2023년	17,243	12,328	4,915
2024년	17,593	12,265	5,328
2025년	17,944	12,807	5,137
2026년	18,294	12,745	5,549
2027년	18,644	13,286	5,358
2028년	18,994	13,224	5,770
2029년	19,344	13,765	5,579
2030년	19,695	13,704	5,991

그러나, 2018년부터 2022년까지 최근 5년간의 수급 현황을 살펴보았을 때, 대학교 졸업자 수는 증가하고 있는 반면 신규 취업자 수는 오히려 계속 감소하고 있어, 향후 건설기술인의 수요-공급 상황에 변화가 있을 것으로 판단된다. 따라서, 최근 2018년부터 2022년까지 5년간의 동향을 기초로 수요와 공급을 재예측한 결과를 표 8에 나타냈다.

표 8. 최근 5년간 자료의 수요-공급 전망  
(단위 : 명)

연도	수요자 전망	공급자 전망	수요-공급 차
2023년	15,562	12,215	3,347
2024년	14,831	12,099	2,732
2025년	14,100	12,529	1,571
2026년	13,369	12,413	956
2027년	12,638	12,843	-205
2028년	11,907	12,727	-820
2029년	11,176	13,157	-1,981
2030년	10,445	13,041	-2,596

표 8을 살펴보았을 때, 향후 2026년까지는 현재와 같이 구인난(수요자>공급자)이 발생할 것으로 전망되지만, 2027년부터는 구직난(수요자<공급자)이 발생할 것으로 전망된다. 이에 향후 수요변화에 대비한 공급인력의 조정 및 수급 불균형 해소를 위한 제도 개선 등의 정책적 개선이 필요할 것으로 사료된다.

## 5. 결론

본 연구는 현재 국내 건설기술인의 수급 현황을 분석하고, 건설기술인의 수요-공급을 시계열 분석하여 전망한 후, 이에 대한 대응방안을 제시하였다.

본 연구를 수행하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1) 1975년부터 2022년까지 수요-공급 동향을 살펴보았을 때, 건설기술인력의 신규 취업자 수는 향후 꾸준히 증가할 것으로 전망되었고, 대학교 졸업자 수 역시 향후에도 증감을 반복하며 증가하는 추세로 전망되는 것을 알았다.

2) 2018년을 기점으로 최근 5년간의 취업자 수는 계속 감소하는 반면 대학교 졸업자 수는 여전히 증가하고 있는 것으로 나타나고 있으며, 향후 건설기술인의 수요-공급 여건은 수요보다 공급이 많은 상황으로 변화될 것으로 예측되는 것을 알았다.

3) 최근 5년간의 동향을 기초로 향후 건설기술인의 인력수급 전망을 예측한 결과, 향후 2023년부터 2026년까지는 구인난, 2027년부터는 구직난이 발생할 것으로 전망되었으며, 따라서 수요변화에 대비한 공급인력의 조정 및 수급 불균형 해소를 위한 제도 개선 등의 정책적 개선이 필요하다.

본 연구는 건설기술인 수요-공급을 파악하고 분석함에 있어 건설기술인 수요를 취업자 수로 범위를 한정하고 건설기술인 공급은 졸업자 수로 범위를 한정하여 수요와 공급의 정량적인 수를 파악하기 어렵다는 한계점을 가지고 있다. 따라서, 향후 연구에서는 구체적인 수요-공급에 대한 정량적인 수를 파악하고 구체적인 대응방안에 대한 연구도 함께 수행할 예정이다.

## 참고문헌

1. Tzeng et al. (2005), "The simulation and forecast model for human resources of semiconductor wafer fab operation", J. IEMS, 4(1), 47-53.
2. 오치돈. (2006), "건설경기 전망에 따른 인력수요예측에 관한 연구", 세명대학교 석사학위논문
3. 교육통계서비스, "교육통계연보", <https://kess.kedi.re.kr>
4. 통계청, "경제활동인구조사", <https://kosis.kr>
5. 통계청, "인구동향조사", <https://kosis.kr>
6. 한광중, SPSS 활용 미래예측과 시계열분석, 2015. 1.



# 온도변화에 따른 석재용 에폭시 접착성능 평가

## Evaluation of epoxy adhesive performance for stone according to temperature changes

○ 김영민\*      임건우\*\*      임창민\*\*      이건철\*\*\*  
Kim, Young-Min   Im Geon Woo   Lim Chang-Min   Lee, Geon-Cheol

### Abstract

This study was designed to evaluate the adhesion performance of epoxy for stone adhesion in external stone finishing work according to temperature changes. To evaluate adhesive performance, a relative comparison was made between test specimens cured under standard conditions, test specimens exposed to repeated freeze-thaw actions, and test specimens exposed to high and low temperatures, and the strain rate of the epoxy was also measured. As a result of the experiment, the volume of the epoxy expanded when frozen, and the epoxy exposed to high temperature was found to shrink, and a 0.2% volume change occurred depending on the temperature change. In terms of adhesive strength, both the test specimens subjected to repeated freeze-thaw actions and those exposed to high temperatures showed a significant decrease in strength compared to the standard cured test specimens.

키워드 : 건식석재공사, 에폭시, 온도변화, 접착성능, 변형

Keywords : Dry stone construction, Epoxy, Adhesive performance, Strain

### 1. 서론

최근 건축물의 고급화를 위한 방법의 일환으로 석재를 이용한 마감공법을 채택하고 있다. 석재마감은 연결철물과 고정핀 등으로 구조체와 체결하는 건식방법을 이용하고 있고, 이는 건축공사표준시방서(KCS 41 35 06, 건식 석재공사)에 명시되어있다. 특히 연결철물용 앵커와 석재는 그림 1-a와 같이 핀으로 고정시키고 접착용 에폭시는 사용하지 않는 것을 규정하고 있지만, 현장에서는 시공의 편리성, 공기단축 등의 이유로 그림 1-b과 같이 에폭시를 이용해 석재와 연결철물을 접착시키고 있다.

하지만 에폭시를 이용한 접착은 고정핀과 연결철물을 이용한 체결방식보다 접착성능이 떨어지며(Eom et al., 2023), 에폭시는 경화과정에서 체적수축이 발생되고 온도변화에 따른 팽창과 수축에 의한 변형이 나타나 석재면과 에폭시면간의 접착성능이 저하하게 된다. 특히 우리나라는 여름과 겨울동안에 극단적인 온도변화가 나타나게 되고 이로 인하여 석재에 접착된 에폭시 수축팽창에 의한 접착성능 저하가 우려되고 있다.

최근 석공사에서 발생하는 하자의 70%가 부착성능과 관련되어 있으며, 이중 석재의 파손, 탈락, 균열에 의한

하자는 59%에 이르고 있어(Choi 2022), 건축물의 마감재로서 석재의 부착성능의 중요도는 매우 높다.

따라서 본 연구에서는 온도변화가 에폭시의 접착성능에 미치는 영향을 평가하고자 하였다. 평가방법으로서 국내 여름과 겨울의 극한 온도조건에서 에폭시로 접착된 석재의 접착강도를 측정하고, 온도변화에 따른 에폭시의 수축팽창에 의한 변형률을 평가하였다.



a) 고정핀에 의한 석재 체결



b) 에폭시를 이용한 석재 접착  
그림 1. 석재 마감



그림 2. 에폭시로 접착된 석재 탈락사례

\* 한국교통대학교 대학원 건축공학과 박사수료

\*\* 한국교통대학교 대학원 건축공학과 석사과정

\*\*\* 한국교통대학교 건축공학전공, 교수, 공학박사

(Corresponding author : Dept. of Architectural Eng., Korea National University of Transportation, gcleee@ut.ac.kr)

## 2. 실험계획 및 방법

온도변화에 따른 석재용 에폭시의 접착성능을 평가하기 위한 실험은 표 1과 같이 실시하였다.

실험에 사용된 에폭시는 국내 S사의 석재부착용 2액형이며, 석재에 에폭시를 도포한 후 각 측정항목에 따라 양생을 표 2와 같이 실시하였다.

접착강도 측정용 시험체의 표준양생 조건은  $(23 \pm 3)^\circ\text{C}$ ,  $(50 \pm 10)\%$ 의 습도가 유지되는 챔버에서 168시간(7일) 실시하였으며, 고온과 저온이 반복되는 열충격 조건은 표준양생을 168시간(7일) 실시한 시험체를 기건고온  $60^\circ\text{C}$ 에서 20시간 존치 후 수중저온  $23^\circ\text{C}$ 에서 4시간 침지를 1사이클로 하여 총 4회 반복하였다. 동결융해조건은 표준양생을 168시간(7일) 실시한 시험체를 기건동결온도  $-15^\circ\text{C}$ , 2시간 존치후 수중융해온도  $15^\circ\text{C}$ , 2시간 침지를 1사이클로하여 총 300회 반복하였다.

에폭시 변형률 측정용 시험체는 주재 경화제를 1:1 비율로 혼합한 후 즉시  $(100 \times 100 \times 5)$  mm의 규격으로 제작한 후 에폭시 표면에 응력변형게이지(30mm)를 부착한 후 4시간 동안 표준양생조건에서 경화시킨 후 각 온도조건별로 0.5시간동안 동결과 고온 조건에 각각 노출 시키고 이후 0.5시간동안 표준양생온도에 존치를 1사이클로 하여 총 6회 반복하면서 변형률을 데이터로거를 이용하여 측정하였다.

표1. 실험계획

항목		수준	
실험 요인	접착강도	2	- 전단접착강도 - 인장접착강도
	에폭시	1	- S사 2액형(주재, 경화제)
	석재규격	2	- $40(\text{W}) \times 50(\text{L})$ : 전단접착용 - $70(\text{W}) \times 70(\text{L})$ : 인장접착용
실험 사항	접착강도 측정환경	3	- 표준양생 후 접착강도, 변형 - 열충격 반복 후 접착강도, 변형 - 동결융해 후 접착강도, 변형

표2. 양생방법

항목	양생
표준 양생	양생기간:석재 접착후 168시간 양생
	양생환경: $(23 \pm 3)^\circ\text{C}$ , 상대습도 : $(50 \pm 10)\%$
열충격	양생기간:표준양생 168시간 후 열충격 4회
	양생환경:기건고온 $60^\circ\text{C}$ (20시간) 수중저온 $23^\circ\text{C}$ (4시간)
동결 융해	양생기간:표준양생 168시간 후 동결융해 300회
	양생환경 : 기건동결 $-15^\circ\text{C}$ (2시간) 수중융해 $15^\circ\text{C}$ (2시간)



a) 전단접착강도 b)인장접착강도

그림 3. 접착강도 측정

## 3. 결론

온도변화에 따른 석재용 에폭시의 변형률 결과는 그림 4와 같고 석재의 접착강도는 그림 5와 같다.

먼저 온도변화에 따른 에폭시의 변형률에서 표준양생을 실시한 에폭시는 약  $-0.02\%$ 의 변형이 발생하였다. 이는 에폭시가 경화되는 과정에서 가교결합을 통해 열경화성 고분자구조가 되어 수축이 발생하는 것으로 판단된다. 하지만 동결시에는 약  $0.15\%$ 의 정도 변형이 증가하였고, 융해과정에서 수축하는 것으로 나타났으며, 고온에 노출시  $0.05\%$  수축이 발생하였고 표준온도에 노출되면 팽창하는 것으로 나타났다. 고온에 노출시 에폭시 내에 경화제 내부에 열응력이 발생하여 수축하는 것으로 Yoo(2008)의 결과와 유사하게 나타났다. 이 실험의 결과로 에폭시는 온도변화에 따라 약  $0.2\%$ 의 변형률을 갖는 것으로 나타났으며, 이러한 현상에 의해서 그림 5와 같이 접착강도에서 열충격에 노출된 시험체는 표준양생 시험체 보다 약 70~80% 강도저하가 발생하였고, 동결융해에 노출된 시험체는 85~90% 강도저하가 나타났다.

위 실험의 결과로 반복적인 온도변화에 노출된 에폭시는 수축팽창작용에 의해 접착면의 강도가 저하되는 것으로 나타나 극한적으로 온도변화가 발생하는 국내에서 석재를 에폭시로 이용해 접착하는 시공방식은 적합하지 않은 것으로 판단된다.

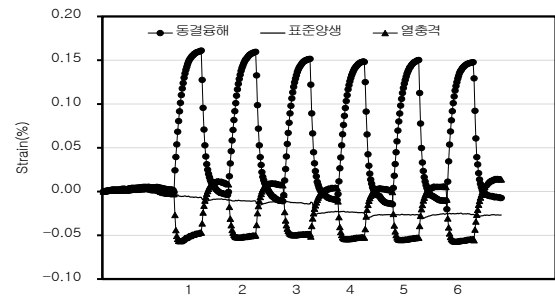


그림 4. 양생조건별 에폭시 변형률 결과

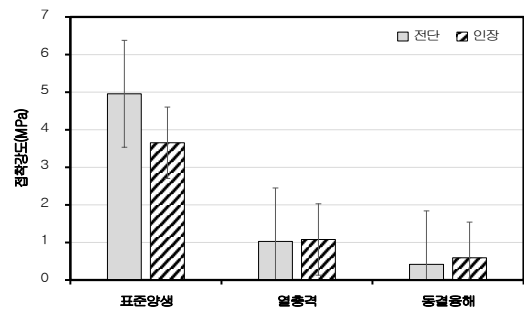


그림 5. 양생조건별 접착강도 결과

## 참고문헌

1. 엄현일, 김희도, 백장운, 강수민, 외부치장석재의 에폭시 접착 접합부 구조성능, 2023, 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집

# 건물 길이 측정에 대한 3D Laser Scanner와 모바일 스캐너의 정확성 비교

백재호

충북대학교 건축공학과 학생

## Accuracy Comparison of 3D Laser SCANNER and Mobile Scanner for Building Lenth Measurement.

Baek jaeho

<sup>1</sup>Student, Department of Architectural Engineering, Korea University

**Abstract** : Comparison of differences in scanning and accuracy between iPhone rider sensors and Faro Focus S40 for space area differences

**Keywords** : 3D Model 3D Laser Scanner iPhone Lidar Scanner , Polycam

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경

LIDAR 센서는 레이저 광을 이용하여 표적 표면까지의 거리를 측정하는 매핑 기술로, 3차원 지상 레이저 스캐너를 통해서 짧은 시간에 대상물의 고정도의 3차원 좌표를 얻을 수 있다.

이러한 레이저 스캐닝 기술은 건축에서도 유용하게 사용되는데, 스캔을 통해 데이터(Point Cloud)를 추출하여 3D 모델, AS-BUILT 모델 생성 및 증강 현실화가 가능하다.

2014년, 구글은 탱고 프로젝트를 통해 이러한 3D 스캐닝 기술을 스마트폰에 내장하여 3D MAPPING을 시도했으나, 현재는 개발이 중단되었다.

그러던 중, 2020년 애플은 아이폰 12 PRO, 아이폰 12PRO MAX, IPAD PRO등에 LIDAR 센서를 탑재하였다. 이러한 아이폰 라이다 센서는 POLYCAM, 3D SCANNER APP 등을 통해 3D 모델을 만들고 공간을 현실화한다. 이렇게 만들어진 3D 공간은 AS-BUILT 모델 생성 및 공간 측정이 가능하다.

그렇다면, 같은 건물의 3D 공간을 기존의 비교적 고가의 3D LASER SCANNER와 IPHONE LIDAR SENSOR로 스캔했을 때, 어느 정도의 정확도 차이를 보이고, 그 공간이 커짐에 따라 정확도 차이가 커질까?

본 논문에서는 면적의 차이에 따른 정확도를 비교하기 위한 3가지 공간에 대해 IPHONE LIDAR SCANNER와 3D LASER SCANNER에 대한 스캔값을 비교한다.

### 1.2 연구의 원리

#### 1.2.1 SPECIFICATION

Table 1. Scanner Detail Performance

Faro Focus S70						
무게	크기	파장	측정방식	측정영역	오차범위	스캔각도
4.2kg	230x183x103mm	905NM	PS방식	0.6m~70m	+/-1mm, +/-3mm	전방위 360도
iPhone 12 PRO						
무게	크기	파장	측정방식	측정영역	오차범위	스캔각도
187g	146.7x71.5x7.4mm	8XXNM/9XXNM	TOF방식	0~5m	+/-1cm	-

#### 1.2.2 LIDAR 스캐너 원리

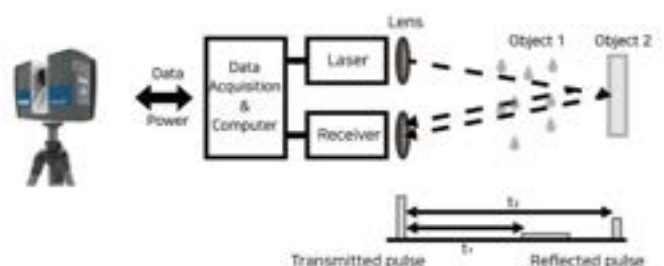


Fig. 1. Phase Shift Principle

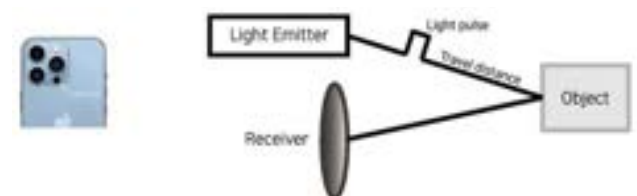


Fig. 2. Time of Flight Principle

## 2. 선행 연구

### 1. Scan to Bim method in Construction (Izabela Skrzpczak)

위 논문에서는 벽면, 바닥을 섹션으로 나누어 각 공간을 Total Station과 지상 라이더 스캐너의 데이터 값을 비교하였다.

### 2. Evaluation of the Apple iphone 12 PRO (Gregor Luetzenburg)

위 논문에서는 아이폰 LIDAR 센서의 정확성과 정밀도를 테스트하기 위해 치수가 작은 여러 물체를 스캔하여 포인트 클라우드를 추출하였다. 그 후, 여러 포인트 클라우드 알고리즘을 통하여 정밀도를 비교하고 테스트한다.

### 3. Evaluation of the IPAD PRO 2020 LIDAR FOR ESTIMATING TREE DIAMETERS I URBAN FOREST (X. WANG)

위 논문에서는 IPAD PRO 2020에 3D SCANNER APP을 이용하여 스캔한다. 원 피팅 알고리즘을 이용하여 DBH를 추정한 후, 측정된 직경과 알고리즘의 직경 사이의 차이를 계산하여 편차의 평균을 계산한다.

### 4. Suitability Comparison between Terrestrial Laser Scanner and Mobile Scanner for Scan Model Generation (Tak Woo Young, Kim Min Koo)

위 논문에서는 같은 공간에 대한 FARO S40과 IPHONE LIDAR SCANNER의 스캔값을 비교하고 소요시간, 소요비용, 정확도를 분석하고 토의한다.

### 5. Benefits of Terrestrial Laser Scanning for Construcion QA/QC : A Time and Cost Analysis

위 논문에서는 TLS의 모델에 대한 비교와 서로 다른 정점 방식에 대한 QA/QC의 시간, 비용을 여러 측면에서 비교하고 분석한다.

## 3. 데이터 수집

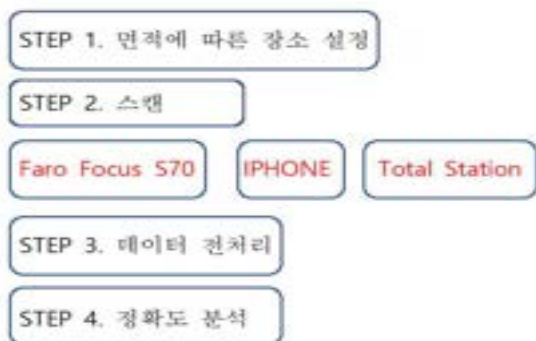


Fig. 3. The order of study

## 3.1 면적에 따른 장소 설정

장소는 면적이 큰 순서대로 충북대학교 N-14 105호실, E8-437호실, E8-조교실에서 측정한다. 연구의 목적이 면적이 커짐에 따라 커지는 스캔값의 오차가 각 스캐너에서 어떻게 나타나는지 보기 위해 설정하였다. 각 면적은 326m<sup>2</sup>, 85m<sup>2</sup>, 16m<sup>2</sup>이다.



N14-105호실

E8-437호실

E8-조교실

Fig. 4. Scan Place

## 3.2 스캔 실시

같은 세 가지 공간에서 각각 다른 스캐너로 측정을 실시한다. 먼저, Faro Focus S70의 해상도, 화질을 설정한다. Faro Focus S70의 해상도는 1/4, 화질은 4X로 설정하였다.

IPHONE RIDAR SENSOR는 POLYCAM을 이용하여 아이폰을 들고 다니면서 공간을 스캔한다. 벽면으로부터 3~4M 거리를 두고 카메라에 담기는 벽면을 1~2초 정도 비추면 공간 스캔이 완료된다. 마지막으로 Total Station으로 측정을 실시한다.



Faro Focus S70

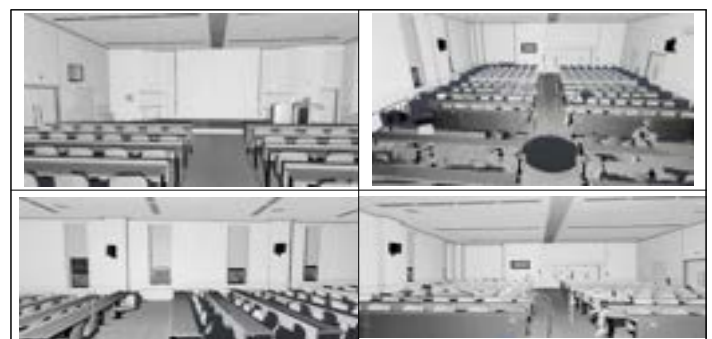
TOTAL STATION

IPHONE

Fig. 5. Faro(Left), Total Station(Middle).IPhone(Right)

## 3.3 데이터 전처리

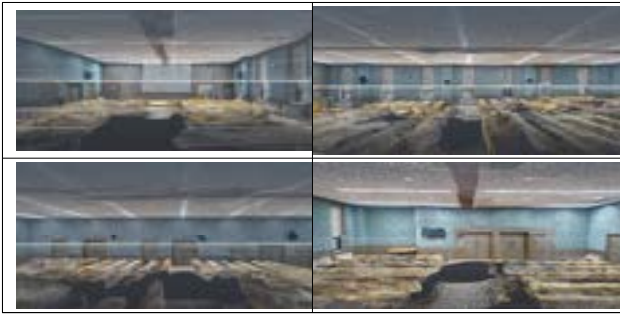
### 3.3.1 포인트 클라우드 추출



<Faro Focus S70>

Fig. 6. Data cloud of Faro Focus S70





### <IPHONE LIDAR>

Fig. 7. Data cloud of Faro Focus S70

스캔 후 추출된 포인트 클라운드를 Revit Recap에서 열어본 후, 스캔 결과를 3D 모델로 확인한다. 아이폰의 포인트 클라운드는 스캔이 제대로 되지 않거나 제대로 되지 않은 공간들이 존재했다. 빛이나 그림자가 진 공간들에서 더 심하게 그런 현상들이 나타났다. 그에 비해, Faro Focus는 비교적 오류나 공간의 일그러짐이 발생하지 않았다.

N-14-105호실을 스캔했을 때, Faro Focus S70에서 발생한 포인트 클라운드의 포인트 수는 702,935,968개로 확인되었다.

IPHONE LIDAR SENSOR에서 발생한 포인트 클라운드의 포인트 수는 41,375,160개로 확인됐다.

Faro Focus S70의 포인트 클라운드의 포인트 수가 약 16.98배정도 많았다.

포인트 클라운드의 수가 증가한다해서 항상 정확도가 높아진다고 말할 수는 없지만, 포인트 클라운드의 수가 많을수록 고밀도 데이터를 얻고 데이터 정확성을 향상시킬 수 있다.

### 3.3.2 길이 측정 3.3.2.1 알고리즘

Fig. 8. Point cloud in Matlab(E8-437)

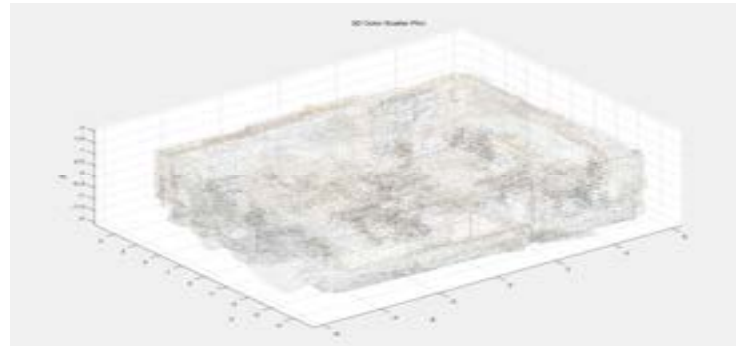


Fig. 9. 3D Color Scatter Plot(Left) / Y Histogram (Right)

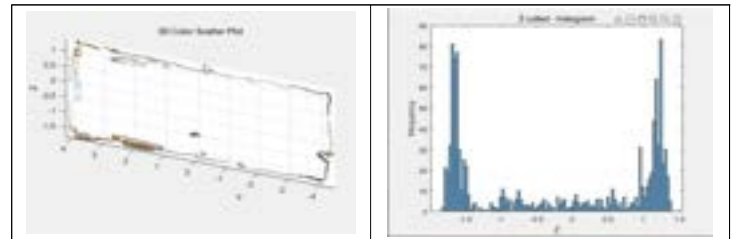
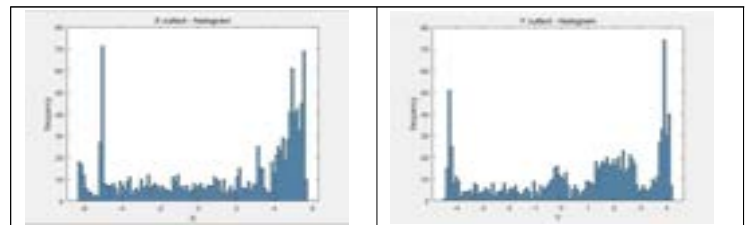


Fig. 10. X Histogram (Left) / Y Histogram (Right)



스캔된 포인트 클라운드의 6면을 한면씩 나눠서 정사영시켰을 때, 가장 많은 점들이 양 끝에 생긴다. 가장 많은 점들이 양 끝에 생기는 이유는 그 부분이 벽이기 때문이다. 따라서, 면을 방향에 따라 잘라서 구했을 때, 가장 많은 점들이 생기는 명령어 MAX를 입력하여 벽 부분의 좌표를 구한다.

이와 같은 알고리즘으로 입력했을 때,  
max 값이 -1.6851, 1.2451로 나오기 때문에.  
Z 방향 길이 = 1.6851 + 1.2451 = 2.9302m 이다.

MAX값 - Y축 : -4.2630, 3.8962 이므로  
길이 = 4.2630 + 3.8962 = 8.1592m  
MAX값 - X축 : -1.6851, 1.2451  
길이 = 5.0400 + 5.5200 = 10.5600m

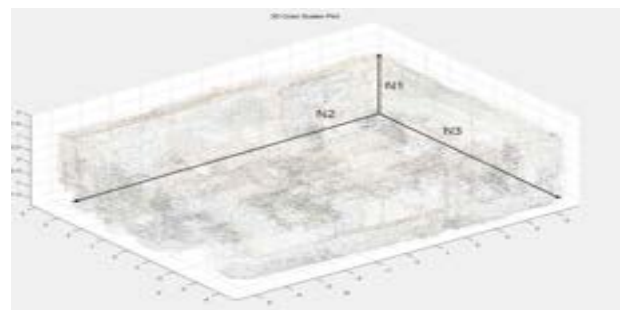


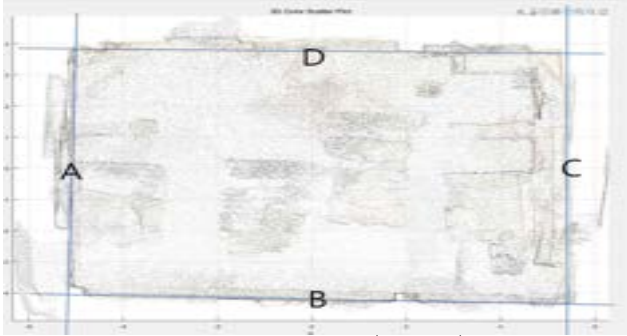


Fig. 11. 3D Color Scatter Plot (N1,N2,N3)

N1 = 2.93 m  
N2 = 10.56 m  
N3 = 8.15 m

이러한 알고리즘을 Faro Focus S70, IPHONE으로 스캔한 데이터에 적용하여, 길이를 비교한다.

### 3.3.2.2 창호 좌우 길이 측정

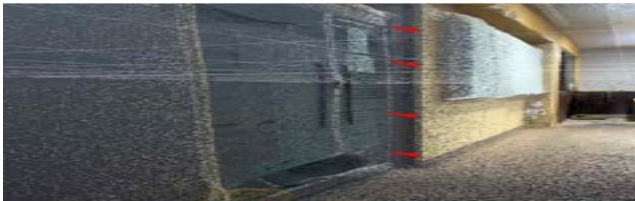


E8-437 IPHONE (Matlab)

Fig. 12. E8-437 By IPHONE (MatLab)

창호의 길이는 길이 측정 알고리즘에서 찾아낸 벽 A,B,C,D에서 변하는 RGB값과 벽면에서 폭의 변화를 통해 측정한다. 일직선의 D의 벽면에서 0.1 이상의 폭 변화가 일어나는 곳을 창호의 길이로 설정하고, 일반 벽과 창호 간의 색깔 차이가 발생하는 곳을 찾아내기 위해 RGB 변화가 일어나는 곳이 중복되는 곳을 찾아내는 것이다.

이와 같은 알고리즘을 IPHONE LIDAR SCANNER로 측정한 E8-437 포인트 클라운드에 적용하여 측정하면, 문의 위치의 범위는 (-4.031, -2.540) , 길이 1.491로 표시된다.



E8-437 문 - IPHONE (Recap)

Fig. 13. Door E8-437By IPhone (Recap)

### 3.3.2.3. 정확도

이렇게 스캔된 데이터는, Total Station의 측정 데이터를 기준으로 정확도 오차율을 판단한다.

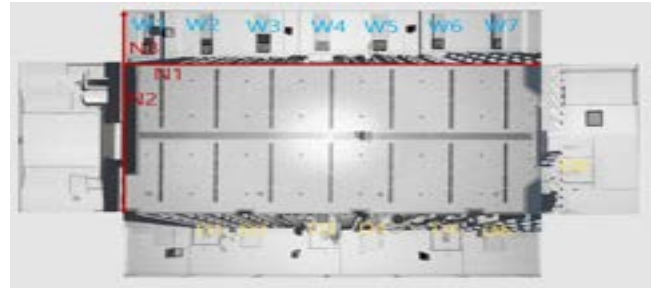
정확도 오차율(%) :  $1 - \frac{\text{Faro, Iphone Data}}{\text{Total Station Data}}$

또한, 건물의 층고가 일정하고 바닥이 직사각형 형태이기 때문에 N1,N2,N3 세 가지 방향으로 나누어서 측정하고, 각 실에 위치한 창호를 창문은 W1,W2,,WN, 문은 D1,D2,,DN으로 표기하여 실의 창호의 위치를 알 수 있게 측정한다.

## 4. 데이터 추출 결과 및 분석

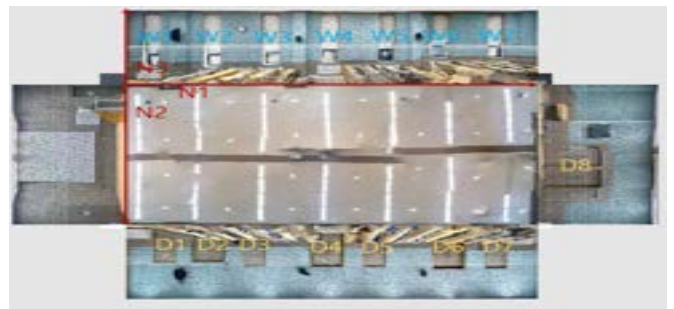
### 4.1 길이 및 항고 좌우 길이 측정 결과

#### 4.1.1 N14-105 길이 및 창호 좌우 길이측정



<Faro Focus S40>

Fig. 14. N14-105 By Faro Focus S40



<IPhone>

Fig. 14. N14-105 By IPhone Lidar Scanner

N14-105						
SCAN TYPE	Farobit	iPhone/iOS	YUM	Faro / iOS Accuracy (mm)	iPhone / iOS Accuracy (mm)	
N1	22.19	21.80	21.89	0.075	0.084	
N2	12.88	18.16	12.23	0.053	0.108	
N3	8.15	6.25	4.03	0.025	0.080	
SCAN TYPE	Farobit	iPhone/iOS	YUM	Faro Measurement (mm)	iPhone Measurement (mm)	
D1	1.62	1.68	1.65	0.006	0.007	
D2	1.15	1.44	1.1	0.006	0.140	
D3	1.25	1.13	1.2	0.003	0.067	
D4	1.67	1.59	1.64	0.007	0.001	
D5	1.66	1.07	1.04	0.005	0.015	
D6	1.62	1.65	1.61	0.008	0.005	
D7	1.07	1.08	1.06	0.0075	0.018	
D8	1.12	1.13	1.41	0.015	0.217	
SCAN TYPE	Farobit	iPhone/iOS	YUM	Faro Measurement (mm)	iPhone Measurement (mm)	
W1	0.96	1.05	0.96	0.014	0.064	
W2	0.87	1.07	0.85	0.007	0.119	
W3	0.82	0.80	0.80	0.005	0.000	
W4	0.96	0.95	0.95	0.008	0.016	
W5	0.96	0.98	0.94	0.007	0.011	
W6	0.96	0.98	0.95	0.013	0.011	
W7	0.96	0.98	0.95	0.011	0.008	

Table 2. N14-105 Measurement

#### 4.1.2 E8-437 길이 및 창호 좌우 길이 측정



<Faro Focus S40>

Fig. 15. E8-437 By Faro Focus S40



<iPhone>

Fig. 16. E8-437 By iPhone Lidar Scanner

E8-437						
SCAN TOOL	FaroM	IPHONE M	TUM	Faro / TI Accuracy (DPM)	IPHONE / TI Accuracy (DPM)	
N1	8.75	8.75	8.75	8.75	8.75	0.77
N2	8.26	8.52	8.61	8.26	8.52	0.71
N3	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	0.91
SCAN TOOL	FaroM	IPHONE M	TUM	Faro Measurement (DPM)	IPhone Measurement (DPM)	
D1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	0.74
SCAN TOOL	FaroM	IPHONE M	TUM	Faro Measurement (DPM)	IPhone Measurement (DPM)	
W1	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77	0.91
W2	2.74	2.64	2.75	2.74	2.64	0.96
W3	2.79	2.79	2.79	2.79	2.79	0.92

Table 3. E8-437 Measurement

#### 4.1.3 회의실 길이 및 창호 좌우 길이 측정



<Faro Focus S40>

Fig. 17 회의실 By Faro Focus S40



<iPhone>

Fig. 18 회의실 By Faro Focus S40

회의실						
SCAN TOOL	FaroM	IPHONE M	TUM	Faro / TI Accuracy (DPM)	IPHONE / TI Accuracy (DPM)	
N1	4.83	4.92	4.83	4.83	4.92	0.01
N2	3.32	3.01	3.32	3.32	3.01	0.06
N3	2.17	2.17	2.17	2.17	2.17	0.04
SCAN TOOL	FaroM	IPHONE M	TUM	Faro Measurement (DPM)	IPhone Measurement (DPM)	
D1	0.95	0.94	0.95	0.95	0.94	0.01
SCAN TOOL	FaroM	IPHONE M	TUM	Faro Measurement (DPM)	IPhone Measurement (DPM)	
W1	2.64	2.68	2.64	2.64	2.68	0.02

Table 4. 회의실 Measurement

## 4.2 데이터 분석

### 4.2.1 길이 측정

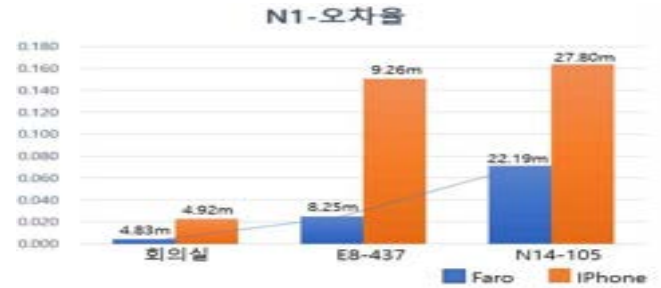


Table 5. 오차율 N1

N1을 스캔한 데이터로 분석했을 때, 실의 크기가 커짐에 따라서 Faro Focus S40과 iPhone Lidar Scanner 모두 N1의 오차율이 증가함을 보였다.

Faro Focus S40은 세 실의 N1 오차율이 모두 0.1 이하로 나왔으며, iPhone Lidar Scanner의 경우에는 N1의 길이가 커짐에 따라 비교적 급격히 오차율이 증가하였다.



Table 6. 오차율 N2

N2의 경우, 전체적인 길이가 N1에 비해서 짧기 때문에 오차율이 작게 나타났다.

N1의 경우와 같이, Faro의 오차율이 iPhone보다 적게 나타났으며, iPhone으로 스캔한 N2의 길이가 13.24m일 때보다 9.58m일 때 오히려 오차가 더 크게 나타났다. iPhone Lidar Scanner의 경우 포인트 클라우드의 일그러짐이나 빈 공간이 발생하는 경우가

있어, 길이에 비례하여 오차율이 커지는 경우가 일반적이지만 스캔할 당시 작업자의 역량에 따라 오차율이 결정될 수 있다.



Table 7. 오차율 N1

N3의 경우, 실의 높이를 측정 한 것이기 때문에 N1,, N2에 비해 길이가 짧아 정확도가 높게 나타났다.

세 실을 측정했을 때, Faro Focus S40의 정확도가 iPhone Lidar Scanner에 비해서 모든 실의 길이에서 높게 나타났으며, 실의 크기가 커짐에 따라 오차율의 차이는 급격히 증가하는 것으로 나타났다.

또한, iPhone Lidar Sensor의 경우, 포인트 클라우드에 오류가 생기거나 구멍이 나는 등 여러 오류가 발생할 수 있다는 것을 발견했다.

#### 4.2.2 창호 길이 분석

세 실 모두 창호의 길이가 0.95m~2.5m였는데, 이러한 짧은 대상에 대한 스캔의 경우 두 스캐너 모두 큰 차이 없이 정확도 오차율이 0.04%이하로 나타났다.

따라서, 2.5m 이하의 창호 길이를 측정하는 경우, 정확도가 95% 이상이라고 유추할 수 있다.

### 5. 토의

이러한 길이에 대한 분석을 봤을 때, 좁은 공간의 IPHONE Lidar Sensor도 비교적 높은 정확도를 보일 수 있지만, iPhone Lidar Sensor는 포인트 클라우드를 통한 3D 공간에서의 오류 및 일그러짐이 많은 것 또한 확인할 수 있었다. 그림자나 빛에 의해 같은 사물이 2번 인식되거나 공간이 일그러졌던 것이다.

반면, Faro Focus S40의 경우, 3D 공간에서 이러한 현상이 발생하지 않았다. 정확도의 차이뿐만 아니라, 정확한 3D 공간 구현 및 인식에 있어서 Faro Focus S40이 훨씬 유리하다는 것을 알 수 있다.

하지만 iPhone Lidar Sensor는 휴대폰에서 설치하여 iPhone 사용자라면 누구나 편하게 사용할 수 있고, 비용이 많이 발생하거나 전문적인 지식이 필요하지 않다는 장점이 있다.

애플이 2023년 가을 출시하는 아이폰 15 Pro와 아이폰 15 Pro Max에 향상된 라이더 스캐너를 탑재하듯이, 이러한 휴대폰을 이용한 라이더 스캐너 기능이 발전하면서 더욱 활성화될 것으로 보인다.

### References.

- Izabela Skrzypczak (2022) Scan-to-BIM method in Construction : Assessment of the 3D building accuracy in terms inventory measurements.
- Xiaoying Tang(2022) Benefits of Terrestrial Laser Scanning for construction QA/QC : A Time and Cost Analysis
- Gregor Luetzenburg (2021) Evaluation of the Apple iPhone 12 Pro Lidar for and Application in Geosciences
- 탁우영, 김민구 (2023) 스캔 모델 생성을 위한 광대역 스캐너와 모바일 적합성 비교
- Samuel Adeniyi Adekunle (2022) Scan To Bim : a systematic Literature Review Network Analysis

#### ④ 포스터 발표

## 결합재 다량치환 자기감지 그라우트재의 성능평가

### Performance Evaluation of Self-Sensing Grout to High Volume of Binders

김 도 균\*                      김 진 섭\*  
Kim, Do-Kyun                Kim, Jin-Seop

\* 한국교통대학교 건축학부 건축공학전공  
Bachelor's course, Dept. of Architectural Engineering, Korea National University of Transportation, Korea

#### Abstract

In this study, the effect of high-powder fly ash on the mechanical and electrical properties of self-sensing grout materials was examined. As a result of the experiment, UFFA showed the best fluidity in the unfired grout. In the cured grout, UFFA having a high degree of powder in terms of strength showed a decrease in initial strength due to the charging effect and improved reactivity. The microscopic characteristic experimental measurement confirmed calcium hydroxide consumption and pore filling according to the age, and the electrical characteristics aim to confirm that the self-sensing grout applicable to structures under constant stress can be utilized by decreasing the rate of change in electrical resistance as the load increases.

키워드 : 고분말 플라이애시, 자기 감지, 그라우트, 탄소나노튜브  
Keywords : Ultra Fine Fly Ash, Self-Sensing, Grout, Carbon-Nanotube

#### 1. 서      론

최근 국내 신축 중인 건축물의 잇따른 붕괴사고로 인한 안전에 관련된 사회적 관심이 증가하고 있다. 건축물의 붕괴는 재료, 시공, 구조적 문제가 다양하게 연계되어 발생한다. 또한 이러한 사고들로 인해 기존 건축물에 대한 안전도의 검토가 이루어지고 있다. 건축물의 안전평가를 위해 구조물에 자기감지 성능부여에 관한 연구가 활발히 진행(Lee et al., 2020, Yoon et al., 2020)되고 있지만, 내력이 보강된 구조부재의 감지기술에 관한 연구는 미비한 실정이다.

자기감지를 위해 사용되는 대표적 재료인 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube, 이하 CNT)는 그 성능이 다수 연구를 통해 검증되었지만, 시멘트복합체 내에서 균질한 분산이 어려워 역학적 성능이 저하되는 문제가 있다(Oh et al., 2020). 따라서 이를 개선하기 위해 CNT를 분산제와 초음파를 이용해 CNT Solution을 제안하는 연구(Jang et al., 2022)가 있지만, 대량 활용성이 떨어지며, 내력보강용 건조 시멘트 모르타르에 적용하기에는 큰 어려움이 있다. 이에 Lee et al.(2023)과 Seo and Jung(2022)는 다공성 소재에 함침시킨 Solid CNT(이하 S-CNT)를 내력보강용 보수모르타르에 적용하면 균질한 분산성이 확보되어 CNT

가 혼합되지 않은 일반 보수 모르타르 보다 역학적 성능이 향상된다는 결과를 보고하였다.

또한, 최근 건설산업에서는 2050 탄소배출 저감 목표를 달성하기 위하여 많은 연구를 진행하고 있으며, 그중 시멘트 대체재를 적극 활용하여, 시멘트 단위 사용량을 줄여 탄소배출을 억제(Lim et al., 2023)하고자 노력하고 있다. 현재 대표적인 시멘트 대체재로서는 고로슬래그 미분말(Blast Furnace Slag, 이하 BFS)와 플라이애시(Fly ash, 이하 FA)가 있다. 이 두 재료는 철강산업과 발전산업의 부산물로서 시멘트 복합체의 장기강도 증진이라는 장점이 있지만, 치환된 양만큼 시멘트가 감소되기 때문에 초기강도 저하 문제로 인해 총 분체의 10~20 % 정도만 사용되고 있어 시멘트 산업에서 탄소배출 저감을 위한 결합재 다량 활용 기술이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 S-CNT 사용 시 역학적 성능이 향상된다는 기존의 연구를 기반으로 하여 결합재 적용에 따른 강도저하 문제를 보완할 수 있을 것으로 판단하였다. 이에 대표적인 결합재인 BFS와 FA, 그리고 석탄가스화복합발전 부산물인 UFFA를 그라우트의 결합재로 적용하고자 하였으며, 혼입된 결합재 종류에 따른 자기감지형 그라우트의 역학적·미시적 특성과 하중재하 시 전기적 특성을 분석하여 응력을 받는 구조체에 적용 가능한 자기감지형 그라우트의 활용 가능성에 대해 검토하고자 한다.



## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

자기감지형 그라우트의 성능을 평가하기 위한 실험계획은 Table 1과 같고, 배합사항은 Table 2와 같다. 먼저 W/B는 34 %로 하였고, 총 분체(B) : 규사(S)의 비는 질량비로 1:1로 하였다. 저시멘트를 위해 사용된 결합재는 BFS, FA 및 UFFA 3종류를 사용하였고 총 분체의 질량대비 40% 치환하였다.

실험사항으로 굳지않은 그라우트의 유동특성 평가를 위해 플로우와 유하시간, 레올로지 성질을 측정하였고, 경화 그라우트에서는 휨·압축강도를 재령 3, 7, 28일에서 측정하였다. 미시적 특성으로 TG/DSC분석을 재령 3, 7, 28일에서 측정하였고 XRD, SEM분석을 3, 28일에서 분석하였다. 전기저항 특성으로 압축파괴시까지의 전기저항과 변형을 측정하였다.

Table 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
W/B (%)	1	34	
B : S	1	1 : 1	
결합재 종류	3	BFS, FA, UFFA	
결합재 혼입률 (%)	2	0, 40	
실험사항	굳지않은 상태	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>유하시간(sec)</li> <li>플로우 실험(mm)</li> <li>레올로지 실험</li> </ul>
	경화상태	3	역학적특성
			·휨 및 압축강도 (3, 7, 28일)
			·열중량 분석 (3, 7, 28일) ·X선 회절 분석 (3, 28일) ·주사 전자 현미경 (3, 28일)
			전기적특성
			·압축하중 재하 시 (28일)

Table 2. 배합사항

Spec	W/B (%)	Binder (%)				Sand (%)		Ad (%)
		OPC	BFS	FA	UFFA	Silica Sand	S-CNT	
OPC	34	100	0	0	0	100	0	1.2
C-OPC		100	0	0	0	97	3	
C-BFS		60	40	0	0	97	3	
C-FA		60	0	40	0	97	3	
C-UFFA		60	0	0	40	97	3	

\* S-CNT : Solid-Carbon Nanotube / FA : Fly Ash

UFFA : Ultra Fine Fly Ash / BFS : Blast Furnace Slag

### 2.2 사용재료

#### 2.2.1 시멘트 및 결합재

실험에 사용된 시멘트는 KS L 5201(포틀랜드 시멘트)에 적합한 국내 H사의 보통 포틀랜드 시멘트 1종을 사용하였다.

실험에 사용된 고로슬래그 미분말은 KS F 2563(콘크리트 고로슬래그 미분말)에 적합한 국내 H사의 고로슬래그 미분말 3종을 사용하였으며, 플라이애시는 KS L 5405(플라이애시)에 적합한 국내 S사의 플라이애시 2종을 사용하였다. 또한 고미분말 플라이애시는 국내 S발전사의 석탄 가스화복합발전에서 발생된 것을 사용하였으며 결합재의 물리적·화학적 특성은 Table 3과 같다.

Table 3. 결합재의 물리·화학적 특성

Spec	Physical properties		Chemical properties			
	Median particle size (μm)	Blain (cm <sup>2</sup> /g)	SiO <sub>2</sub> (%)	CaO (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)
BFS	12.3	4,144	30.9	41.4	14.0	0.4
FA	14.5	3,361	50.0	4.2	19.0	4.6
UFFA	3.0	15,365	55.1	7.8	16.7	4.9

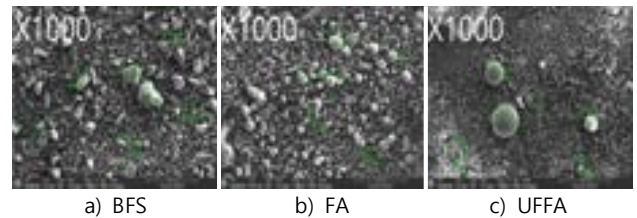


Figure 1. 결합재의 입형

#### 2.2.2 규사 및 S-CNT

골재로서 실험에 사용된 규사는 국내 K사의 규사로 입도는 Table 4와 같으며 자기감지 성능 부여를 위해 실험에 사용된 CNT는 러시아 O사의 Multi-Walled CNT(MWCNT)를 사용하였다. 보수 모르타르 내에서 CNT의 균질한 분산성 확보를 위하여 분산액을 활용하여 다공성 분체에 CNT가 함침되도록 하였다.

Table 4. 규사 및 S-CNT 입도

Silica sand (%)			S-CNT (%)
1.8 mm	0.9 mm	0.15 mm	0.15 mm
50	40	7	3

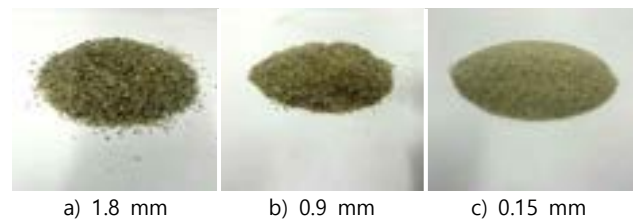


Figure 2. 규사 및 S-CNT

## 2.3 실험방법

### 2.3.1 굳지 않은 그라우트

자기감지형 그라우트의 유하시간은 KS F 4044(수경성 시멘트 무수축 그라우트)에 의거하여 Figure 3-a)과 같이 깔대기 형상의 시험기에 굳지 않은 그라우트를 채우고 배출구에서 배출된 시점부터 유하하고 있는 그라우트가 처음 끊어질 때까지의 시간을 측정하였다.

플로 시험은 KS F 2476(폴리머 시멘트 모르타르의 시험방법)에 의거하여 Figure 3-b)와 같이 플로우콘을 사용하여 다짐 및 낙하운동 없이 플로우콘을 수직으로 들어 올린 후 그라우트가 퍼진 지름을 최대 방향과 이것과 직각 방향에서 측정하였다. 레올로지 시험은 Figure 3-c)와 같이 Brookfield사의 R/S solids 타입의 레오미터를 사용해 레올로지 정수를 측정하였다.



a) 유하시간 b) 플로우 c) 레올로지 시험

Figure 3. 굳지않은 그라우트

### 2.3.2 경화 그라우트

자기감지형 그라우트의 역학적 특성을 평가하기 위한 휨·압축 강도 측정은 KS F 2476(폴리머 시멘트 모르타르의 시험방법)에 의거하여 Figure 4-a)와 같이 (40×40×160) mm의 규격으로 제작하였다. 탈형 후 (20±2) °C가 유지되는 수조에서 수중양생을 실시하고 소정의 재령에서 휨 강도를 측정하고 쪼개진 시편을 이용해 압축강도를 측정하였다.

압축하중 재하조건에서 전기저항과 변형과의 관계를 분석하기 위한 실험은 Figure 4-b)와 같이 (Φ50±100) mm 원형 공시체를 제작한 후 탈형하여 (20±2) °C가 유지되는 수조에서 28일간 수중양생을 실시하고, 이후 (50±2) °C의 온도에서 24시간 건조 후 시험체에 전극과 스트레인게이지를 부착한 후 전기저항과 변형을 측정하였다. 이때 전기저항 변화율은 아래와 같은 식에 의거하여 계산하였다.

$$\Delta R = \frac{R_1 - R_0}{R_0} \times 100 \quad (1)$$

여기서  $\Delta R$  : 전기저항변화율(FCR(%))

$R_1$  : 하중재하 시 측정된 저항( $\Omega$ )

$R_0$  : 하중재하 전 저항( $\Omega$ )



a) 압축 및 휨 강도 b) 전기적 특성

Figure 4. 경화 그라우트

### 2.3.3 미시분석

자기감지형 그라우트의 미시분석은 W/B 34%의 페이스 트를 (20×20) mm의 규격으로 제작하고 소정의 재령에서 파쇄한 후 0.15 mm 체에 통과한 분말을 (50±2) °C의 온도에서 24시간 건조 후 XRD, TG/DSC, SEM분석을 진행하였다. TG/DSC 분석은 분쇄된 시료를 알루미늄 팬에 넣고 승온속도 5 °C/min, 1000 °C까지 가열한 후 수화물 함량을 분석하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 굳지 않은 그라우트 특성

Figure 5.는 유하시간과 플로우 측정결과이다. 유하시간 측정결과 OPC 23.5초, C-OPC 22.2초, C-BFS 33.5초 C-FA 38.1초, C-UFFA 10.7초로 측정되었다. 이는 UFFA의 15,000 cm<sup>2</sup>/g 이상의 높은 분말도와 구형의 입형으로 인해 유동성이 증가한 것으로 판단된다. 플로우 300 mm 도달 시간은 유하시간과 유사한 경향으로 UFFA가 1.6초로 가장 빠르게 나타났으며 FA가 9.8초로 가장 늦게 나타났다. Figure 6.은 전단응력과 전단응력 속도 관계를 나타낸 것으로, 빙엄모델(Bingham model)을 이용하여 항복값과 소성점도를 나타낸 것이다. OPC 및 C-OPC는 20 Pa 이상의 큰 항복응력을 나타낸 반면, 결합재 혼입에 따라 BFS는 2.0 Pa, FA는 1.2Pa,를 나타내었고, UFFA는 항복응력값이 0에 수렴하였다. 또한 소성점도는 7~8 Pa·s의 값을 나타내었으나 UFFA는 4.8의 Pa·s 값을 나타내었다. 이는 분말도로 인해 같은 양의 Ad제 첨가에도 유동성이 우수하게 나타난 것으로 판단된다.

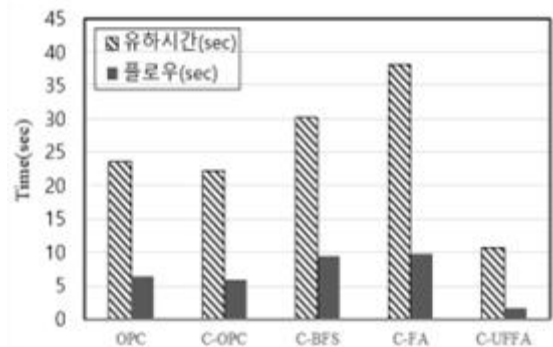


Figure 5. 유하시간, 플로우

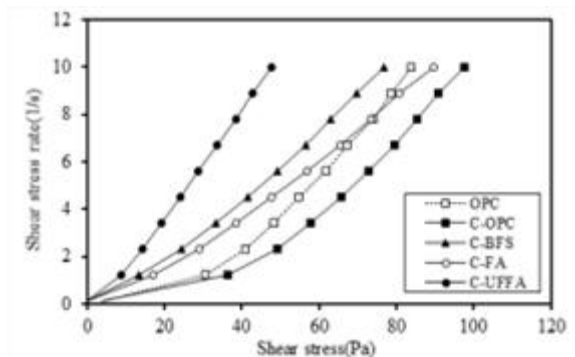


Figure 6. 컨시스턴시 곡선

### 3.2 경화 그라우트 특성

#### 3.2.1 강도 특성

자기감지형 그라우트의 강도 특성은 Figure 7. 및 8.과 같다. 먼저 S-CNT가 혼입된 시험체는 기존의 연구결과 Seo and Jung(2022)와 유사하게 전 재령에 걸쳐 OPC보다 압축강도가 다소 높게 나타났다. 재령 3일에서 BFS는 31.1 MPa, FA는 20.7 MPa, UFFA는 29.7 MPa로 측정되어 OPC 34.8 MPa보다 강도가 낮게 나타났다. 하지만 C-BFS와 C-UFFA는 재령 7일부터 강도가 OPC보다 높게 측정되었고, 특히 UFFA는 53.5 MPa로 OPC보다 52% 증가하였다. 한편, 휨강도 결과는 압축강도와 다른 경향으로 나타났다. 재령 3일에 C-OPC가 아닌 C-UFFA가 6.5 MPa로 가장 높은 강도로 나타났다. 또한, 재령 7일에서는 OPC의 7.9 MPa로 강도가 가장 높게 나타났고, 재령 28일에서는 C-UFFA 10.2 MPa로 UFFA가 혼입된 배합에서의 강도가 크게 나타났다. 이는 고분말인 UFFA의 충전효과와 반응성 향상(Lee et al., 2022)에 기인하여 UFFA로 인해 시험체의 공극이 충전되어 강도가 증가한 것으로 기존 결합재의 초기강도 저하 문제를 해결 할 수 있을 것으로 판단된다.

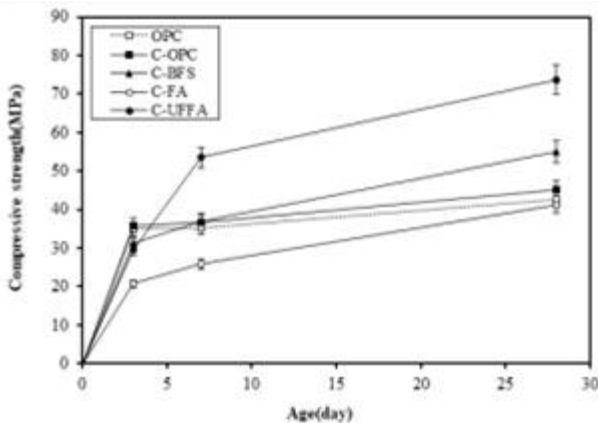


Figure 7. 압축강도

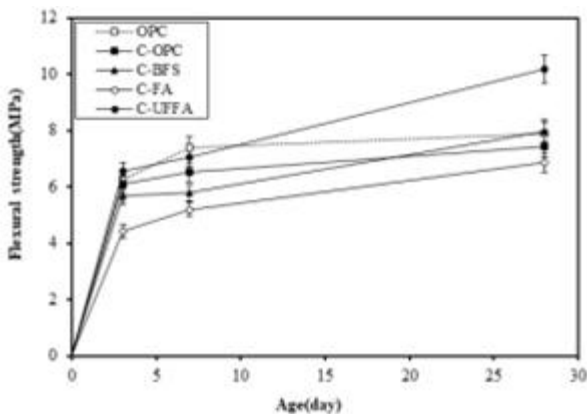


Figure 8. 휨강도

#### 3.2.2 주사 전자 현미경(SEM)

Figure 9.는 재령 3, 28일의 SEM 관측결과이다. 재령 3일의 경우 Figure 9-a)와 Figure 9-c) 같이 BFS와 FA를 혼입한 시험체의 경우 시멘트 경화체 상부에 결합재가 다량 존재하는 모습이 관측되었으나, Figure 9-e) UFFA의

경우 수화생성물이 주변에 다량 관측되었다. 재령 28일의 경우 Figure 9-d)와 같이 FA를 혼입한 시험체의 경우 공극이 다량 관측되었으나, Figure 9-f)의 경우 UFFA의 높은 분말도로 인해 공극을 충전한 모습과 시멘트 층에 균질하게 분산되어 있는 모습이 관측 되었다.

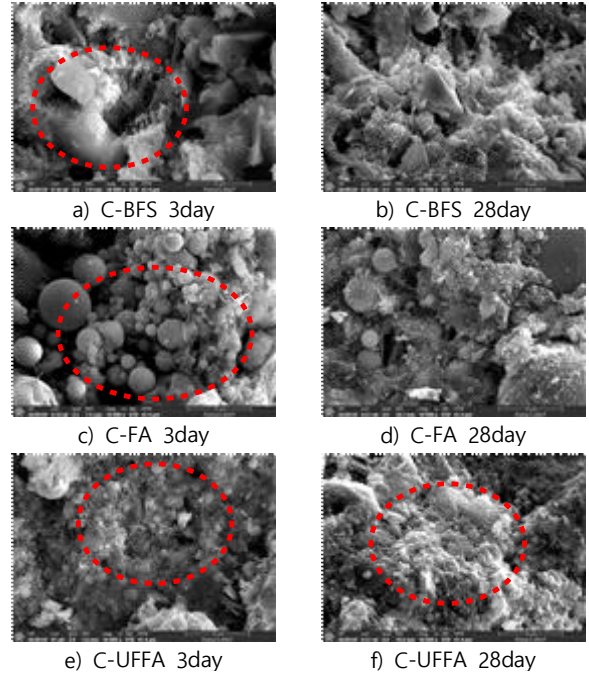


Figure 9. SEM

#### 3.2.3 열중량 분석(TG/DSC)

Figure 10.은 TG/DSC 분석을 통한 전체 질량대비 수산화칼슘 질량 감소율을 나타낸 것이다. 재령 7일의 경우 C-UFFA와 C-BFS는 재령 3일 대비 수산화칼슘이 감소하는 것으로 확인되었으며, 이는 BFS의 잠재수경성과 UFFA의 포졸란 반응으로 인한 현상으로 판단된다. FA는 UFFA와 비교하여 포졸란 반응이 늦게 나타나 재령 7일 이후부터 수산화칼슘이 감소하는 것을 확인할 수 있으며, 이는 고분말인 UFFA에 의해 포졸란 반응이 촉진되어 FA 대비 수산화칼슘 소모가 빨리 진행된 것을 확인할 수 있다.

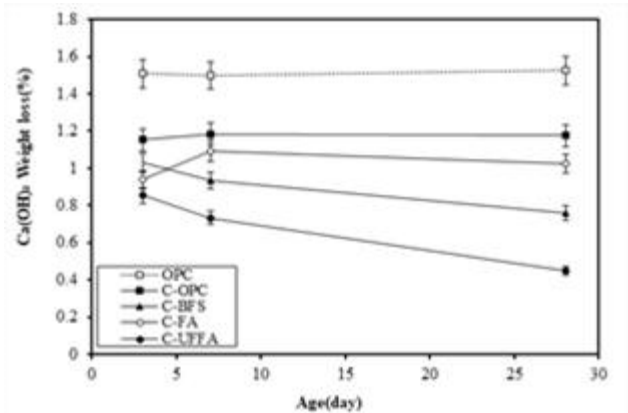
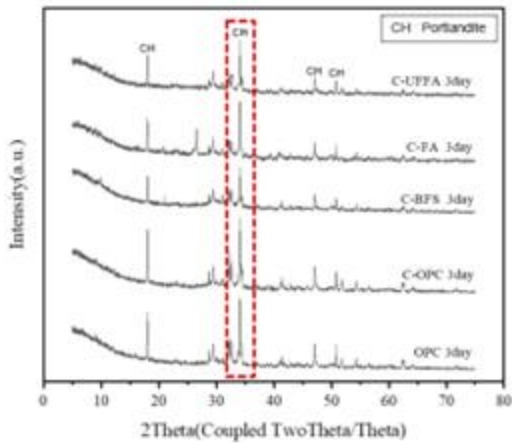


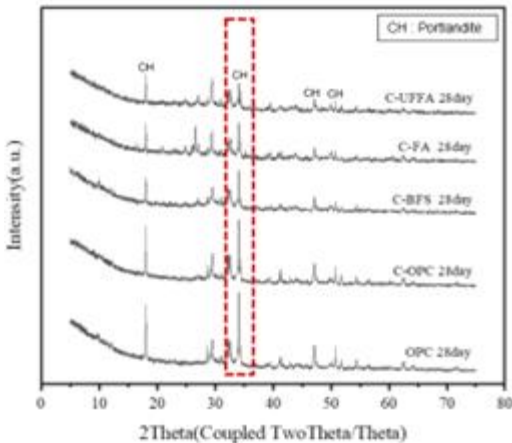
Figure 10. 열중량 분석

### 3.2.4 X선 회절 분석(XRD)

Figure 11.은 페이스트 수준으로 제작된 시험체의 재령 3, 28일 XRD분석 결과이다. 수화생성물인 portlandite(CH)가 검출되었고, C-BFS, C-FA, C-UFFA의 경우 재령 28일에서 portlandite가 감소하는 것을 관찰할 수 있었다. C-BFS의 경우 잠재수경성으로 인한 portlandite의 감소로 판단되고 FA와 UFFA의 경우 포졸란 반응으로 인한 portlandite의 감소로 판단된다. C-UFFA의 경우 C-FA보다 portlandite 더 많이 감소하는 것으로 확인되었으며, 이는 UFFA가 FA보다 높은 분말도로 인해 재령 3일에서 포졸란 반응이 촉진된 것으로 판단된다.



a) XRD 3일

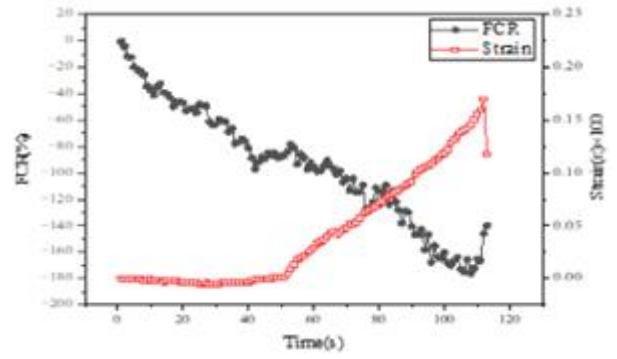


b) XRD 28일

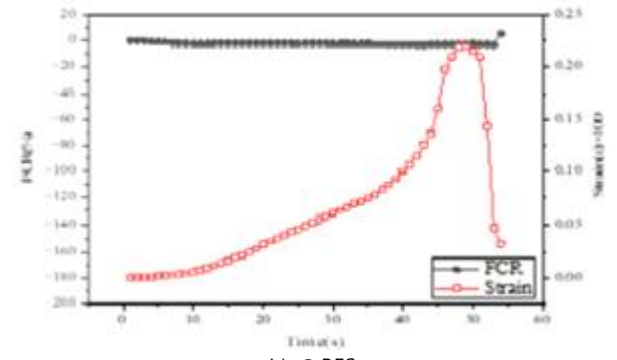
Figure 11. X선 회절 분석

### 3.2.5 전기적 특성

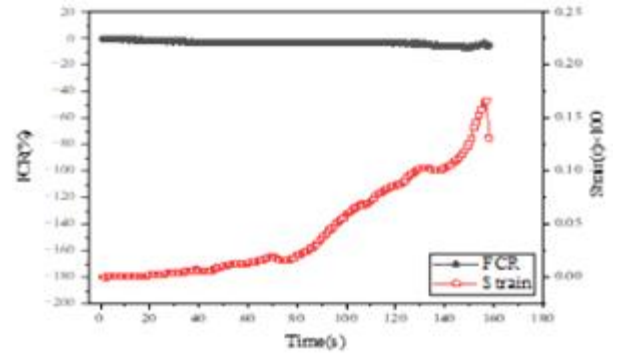
Figure 12.은 자기감지형 그라우트의 압축하중 재하에 따른 전기저항변화율을 나타낸 것이다. C-OPC의 경우 압축하중 재하에 따라 변형은 증가하였고 전기저항변화율은 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 압축하중에 따른 시험체 내부의 CNT-Network간 거리가 좁아지므로 전기전도가 활발하게 일어나 전기저항이 변화하는 것으로 판단된다. 반면, 결합재가 치환된 시험체의 경우 낮은 전기저항을 나타내었는데 시험체 표면 상태의 불량으로 오류의 값이 측정됐을 가능성이 높아보인다.



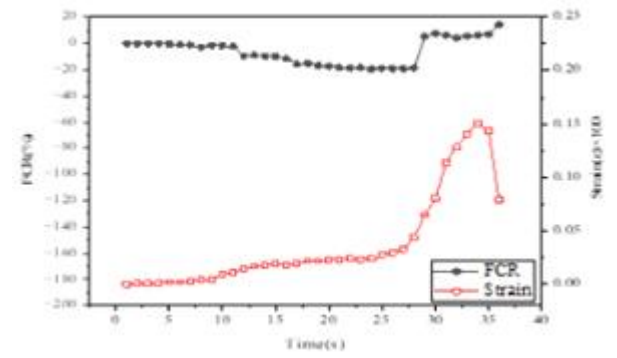
a) C-OPC



b) C-BFS



c) C-FA



d) C-UFFA

Figure 12. 압축하중시 전기저항

## 4. 결론

고분말 플라이애시를 이용한 자기감지형 그라우트의 성능평가에 대해 요약하자면 다음과 같다.



1. 굳지 않은 그라우트 시험 측정 결과 플로우 테스트와 유하시간 경향이 유사하게 나타났으며, UFFA가 혼입된 시험체가 가장 낮게 측정되었다. 또한, 레올로지 시험 측정 결과 소성점도와 항복값 역시 낮게 측정되어 높은 분말도와 구형의 입자로 인한 유동성이 증가되었다고 판단된다.
2. 강도특성의 경우 C-UFFA는 재령 7일부터 압축강도가 OPC보다 강도가 52% 증가하였고, 휨강도의 경우 압축강도와 다르게 3일 재령에서 6.5 MPa로 가장 높게 나타났다. 재령 28일에서는 C-UFFA 10.2 MPa로 UFFA가 혼입된 배합에서의 강도가 크게 나타났다. 이는 고분말인 UFFA의 충전효과와 반응성 향상에 기인하여 기존 결합재의 초기강도 저하 문제를 해결 할 수 있을 것으로 판단되었다.
3. XRD 실험결과 UFFA의 경우 다른 시험체보다 재령이 경과함에 따라 portlandite가 크게 감소하는 것으로 확인되었고, SEM 관측 결과 UFFA가 높은 분말도로 인해 공극을 충전한 모습과 시멘트 층에 균질하게 분산되어 있는 모습이 관측되었다.
4. TG/DSC 실험 결과 결합재를 혼입한 시험체가 OPC대비 수산화칼슘 질량이 전체적으로 적은 것으로 나타났으며, UFFA의 경우 28일에 있어 수산화칼슘 감소량이 가장 많은 것으로 확인되었다. 이는 UFFA의 높은 분말도로 인해 포졸란 반응이 촉진되어 다른 결합재 대비 수산화칼슘 소모량이 가장 많은 것으로 판단된다.
5. 전기적 특성으로는 C-OPC의 경우 압축조건 하에서 하중이 증가함에 따라 전기저항변화율이 감소하였다. 하지만 결합재가 치환된 시험체의 경우 C-OPC와 같은 경향을 보여야 하지만 시험체 표면 상태 불량으로 인한 오류값이 측정된 것으로 추측된다. 따라서 이후 추가 시험을 진행할 경우 시험체 내에 구리선을 삽입하는 방안이 필요할 것이라고 판단된다.

본 연구에서는 S-CNT 사용 시 역학적 성능이 향상된다는 선행연구를 기반으로 대표적인 결합재인 BFS와 FA, 그리고 석탄가스화복합발전 부산물인 UFFA를 사용하였다. 시험 결과 UFFA를 시멘트를 대체하여 다량 치환한 시험체의 경우 우수한 유동성과 강도발현을 나타내지만, 전기적 특성의 경우 시험체 표면 상태 불량으로 인한 오류값이 측정되어 추후 자기감지 성능의 대해서는 시험체 내 구리선을 삽입하는 방법의 실험이 추가적으로 요구된다.

## REFERENCES

1. Chae-Ik Lim, Se-Ho Park, Won-Woo Kim, Jae-Heum Moon, & Seung-Tae Lee (2022). Evaluation on the Mechanical Performance and Microstructure of Cement Pastes Using

- Carbon Nanotube. Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute, 10(4), 489-497.
2. Choi, Sung, Kim, Hyung Suk, Kim, Jeong Hoi, Park, YOUNG-Shik, Gwang Myung, Lee, & Kang, Hyun Jin (2015). Experimental Study on the Workability and Compressive Strength of Industrial By-products as Aggregate for Concrete. Journal of Korean Concrete Institute, 27(1), 543-544.
3. Gyeong-Ryul Kim, Heong-Won Suh, Seong-Min Cho, Baek-II Bae, & Sung-Chul Bae (2023). Effect of the Mixing Ratio of Graphene Oxide, Functionalized Carbon Nanotube, and Nano-Silica on the Mechanical Performance of Cement Paste. Journal of the Korea Concrete Institute, 35(1), 101-109, 10.4334/JKCI.2023.35.1.101
4. Hwang Yin-Seong, Han Min-Cheol, & Han Cheon-Goo (2004). Properties of Drying Shrinkage of Concrete with Unit Water and Contents of Shrinkage Reducing Admixtures. Journal of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction, 20(6), 75-82.
5. Jang, Ah Yeon, Youn, Da Ae, Lim, Seong Hoon, Lee, Sang Kyu, Son, Min Jae, & Youn, Hyeon Do (2019). Electrical Properties Of Cement Composites According To The Amount Of Carbon Nanotubes (CNT). Journal of Korean Concrete Institute, 31(1), 583-584.
6. Lim, Chang Min, Kwon, Hyun woo, Kim, Young Min, & Lee, Gun Chul, "Drying Shrinkage and Porosity Change Properties of Mortar Mixed IGCC Ultra-Fine Fly Ash According to Age," in Journal of the Architectural Institute of Korea, 2022, pp. 533-534.
7. Lee, Gun-Cheol, Yoon, Seung Joe, & Kwon, Hyun-Woo, "Fundamental Properties of Cement Mortar Using IGCC Ultra Fine Fly Ash," in Journal of the Architectural Institute of Korea, 2021, pp. 722-722.
8. Seon Yeol Lee, & Dong Joo Kim (2022). Prediction of Percolation Threshold for Electrical Conductivity of CNT-Reinforced Cement Paste. Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute, 10(3), 235-242.
9. Son, Bae Geun, Jeon, Jong woon, Lee, Hyang sun, & Han, Dong yeop (2018). Evaluation of Rheological Behaviors for Cement Paste Incorporated SCMs by Using Low-Viscosity Type Superplasticizer. Journal of Korean Concrete Institute, 30(2), 609-610.
10. Soon-Jo Ga, Sung-Won Yoo, & Young Cheol Choi (2021). Heating and Mechanical Properties of MWCNT Reinforced Cement Composites. Journal of the Korea Concrete Institute, 33(1), 49-56, 10.4334/JKCI.2021.33.1.049



# 중평의 표준공동주택모델의 정의 및 실제 에너지소비량과의 비교분석

## Definition of Prototypical Apartment Model in Jeungpyeong and Comparative Analysis of Actual Energy Consumption

○이 하 은\*

서 동 현\*\*

Lee, Ha-Eun

Seo, Dong-Hyeon

### Abstract

Korea's energy consumption and greenhouse gas emissions are at the top of the OECD countries and the world, and apartment houses have the highest energy consumption ratio by building use. Therefore, in this study, Jeungpyeong-gun's standard apartment housing model is created after selecting Jeungpyeong, which consumes a lot of energy in apartment houses in Chungbuk, as the target area and selecting items and reference values that affect the building. This is compared and analyzed between building energy consumption derived by modeling in eQUEST, a building energy analysis program, and actual apartment energy consumption.

키워드 : 공동주택, 표준공동주택모델, 용도별 프로파일

Keywords : apartment house, Standard Apartment Housing Model, Profile by using

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

국토교통부가 발표한 2022년 건물 에너지 총사용량은 3636만 2000TOE로, 2021년보다 201만 8000TOE(5.9%)증가하였으며, 건물 용도별로는 공동주택의 에너지 사용량이 1년 사이 68만 2000TOE 늘어 증가량이 가장 많았다. 단위면적당 건물 에너지 총사용량은 전년보다 2.7% 증가한 122kWh/m<sup>2</sup>였다.

또한, 한국에너지공단에서 밝힌 2022년도 에너지사용량 통계 '업종(용도)별 에너지사용량 신고현황'에서도 건물부문에서 아파트가 20.2%로 사용량이 가장 많았다. 이를 통해 국내 공동주택에서의 에너지 절약이 필수적인 실정임을 확인하였다.

본 연구에서는 충북 내에서 대상 지역을 선정하여 관내 공동주택 에너지 소비량을 비교분석한다. 충북 시군별 인구증가율은 중평군 0.58%, 청주시 0.34% 순으로 나타나며 중평군의 경우, 충북 내에서 대지면적이 가장 작지만 전년 대비 인구증가율이 도내 가장 높았다. 또한 최대 인구 수용 목적으로 지역 개발 및 공동주택 건설 비율 증가 추세를 보이고 있다. 또한 그린투게더 통계지표 '2021년 충청북도 건물에너지 사용량 현황'에서 건물에너지 소비 순위 2위를 기록하였다.

건물에너지 소비량 통계, 공동주택의 비율 증감 추이

등을 종합적으로 분석한 결과, 중평군을 대상으로 하여 관내 공동주택 큰 영향을 미치는 항목을 분류하고 기준값을 선정해 가상 건물인 중평군만의 표준공동주택모델을 정의한다. 정의한 표준공동주택모델을 건물에너지해석프로그램인 eQUEST를 통해 건물에너지를 분석하고, 실제 소비량(전기, 가스)과 비교하여 건물의 에너지 시뮬레이션의 정확성 확인 및 추후 적절한 기술 선정, 적용 후 에너지효율 등급 향상에 기여하는 것이 본 연구의 목적이다.

#### 1.2 연구의 범위 및 방법

우선적으로 중평군 관내 표준공동주택모델 정의가 이루어져야 하고 연구의 흐름에서 건물 에너지 모델링이 주된 중요 항목이기에 이에 필요한 입력값을 결정하고자 한다. 이를 위해 관련 선행 연구 및 정식 건축물 통계 자료, 관련 논문 등을 통해 다양한 자료를 수집하였다. 중평군 내 공동주택 실제 조사, 데이터 분석을 통해 중평군 표준공동주택모델 항목별 기준값을 선정 및 정의하고, 이 과정에서 충북대학교 건축환경 연구실에서 정의한 표준공동주택모델을 활용하였다. 종합적으로 중평군 관내 표준공동주택모델을 이용한 시뮬레이션 에너지 소비량과 수집한 실제소비량 데이터를 비교분석한다.

### 2. 본론

#### 2.1 표준공동주택모델 정의 항목

중평군의 17개의 아파트를 임의추출 후 실태조사를 진행하였으며 주거전용면적(m<sup>2</sup>)을 주요소로 3개의 시설군으

\* 충북대학교 건축공학과 학부과정

\*\* 충북대학교 건축공학과 교수, 공학박사

로 분류 후 데이터를 정리하였다. 주거전용면적은 소형(35~80㎡), 중형(80~125㎡), 대형(125㎡~)으로 분류하였고, 이 중 소형아파트(11개소)를 분석한다. eQUEST에 접속시켜 건물 에너지 모델링을 하기 위해 건물에너지 성능 및 사용량에 영향을 주는 주요 항목을 표1과 같이 구성 및 선정하였다.

표1. 표준공동주택모델 정의 항목

1. 준공년도	9. 부위별 열관류율
2. 구조방식	10. 침기&환기율
3. 층고	11. 냉난방 장비 및 연료
4. 층수	12. 냉난방 설정온도 및 기간
5. 세대별 면적	13. 조명밀도 및 스케줄
6. 세대별 장단면비	14. 기기사용밀도 및 스케줄
7. 주향	15. 재실자밀도 및 재실스케줄
8. 창면적비 및 일사확득계수	16. 급탕량 및 스케줄

#### 2.1.1 준공년도 및 구조방식

공동주택 구조체에 최소한의 열성능이 보장됐는지 여부는 준공연도로 우선 확인할 수 있다. 건축법에 따른 인허가를 받아야 준공승인을 받을 수 있기 때문이며, 건축법상 최소한의 열관류율 확보 의무를 명시하고 있기 때문이다. 증평균 대상 공동주택 건축물대장 조회 후, 평균을 낸 데이터를 준공연도로 하여 2005년으로 결정하였다.

증평균 내 공동주택의 구조방식은 계단식 비율이 더 높아 계단식을 표준 구조방식으로 결정하였다.

#### 2.1.2 부위별 열관류율 및 창 일사확득계수

부위별 열관류율은 ‘건축물의 에너지절약설계기준’의 [별표1] ‘지역별 건축물 부위의 열관류율표’에 따라 증평균이 속한 중부지역의 단열 기준을 참고하여 외벽(0.47W/㎡·K), 바닥(0.35W/㎡·K), 지붕(0.29W/㎡·K), 측벽(0.35W/㎡·K), 창(3.84W/㎡·K)로 결정하였다.

창의 일사확득계수의 경우 국내 설계기준에 미포함된 경우가 다수이지만, 공동주택은 시공 시 대개 투명복층유리를 사용하기 때문에 일반적인 성능은 0.76을 표준 성능으로 결정하였다.

#### 2.1.3 층고 및 층수

건축물대장 상 건물 전체높이와 ‘주택건설기준 등에 관한 규칙’ 제3조(치수 및 기준척도)에 따라 층고를 산정하였으며 평균 층고는 2.92m, 천장고는 2.47m로 결정하였다.

증평균 내 소형 아파트의 동별 층수 분포를 확인한 결과 그림1과 같이 지상 15층이 가장 많은 것을 확인하였다.

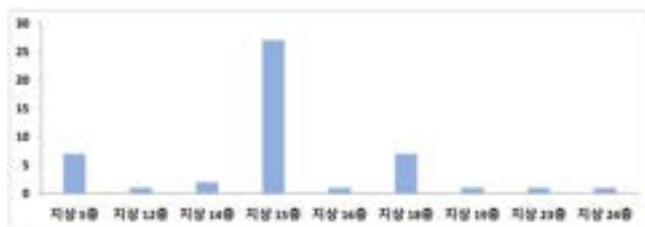


그림1. 층수 분포도

#### 2.1.4 세대별 주거전용면적과 장단면비

세대별 주거전용면적(㎡) 개수를 세어보았을 때 78㎡가 1000세대에 육박하여 평균 주거전용면적(㎡)은 78㎡로 결정하였다. 장단면비는 공동주택의 도면을 바탕으로 장단면비의 평균을 조사한 결과 1:1.468이라는 결과를 얻어내었다.

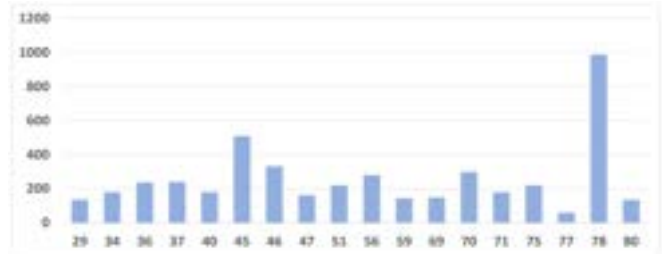


그림2. 세대별 주거전용면적(㎡) 분포도

#### 2.1.5 주향 및 창면적비

건물 주향 조사 결과 남, 남동, 남서가 데이터 상 우세하게 분포되어있음을 확인하였고, 남향이 대다수 포함되어 있으므로 평균 주향을 남향으로 결정하였다.

창면적비에 관한 조사가 수록되어있는 자료인 한국에너지기술연구원(2001)에서의 6개 단지 실측조사에 의하면 공동주택의 전면(남향) 평균 57.8%, 후면(북향) 37.9%, 측면 5.1%, 전체 평균 창면적비는 47.3%로 조사되었다.

이를 참고하여 증평균의 창면적비를 전면 57%, 후면 37%, 전체평균(측면 제외) 47%로 결정하였다.

#### 2.1.6. 환기 및 침기량

2005년 당시 ‘건축물의 설비기준 등에 관한 규칙’ 제11조(공동주택 및 다중이용시설의 환기설비기준 등)에 의하면 신축공동주택은 시간당 0.7회 이상의 환기가 이루어질 수 있도록 법적 규제를 하고 있으며, 건축물에너지효율등급 인증제도 운영규정(2011)에 의하면 비난방공간의 환기율을 0.2로 규정하고 있다. 이에 따라 난방공간(거실 등)은 0.7ACH, 비난방공간(복도, 계단실 등)은 0.2ACH로 결정하였다.

#### 2.1.7 가구원수 및 냉난방 설정온도

증평균 통계연보(2014)를 기반으로 작성된 ‘2030 증평균기본계획 최종 승인본’ 세대당 인구 현황을 참고하였을 때, 세대당 인구는 2.7명으로 통계된 바가 있어 가구원수는 평균 2.7명으로 정의하였다.

냉방 설정온도(기간)는 국토교통부의 건축물 에너지절약 설계기준(2014)에서 권장하고 있는 냉방 26~28℃에서 설정 기준의 상한온도인 28℃(6~9월)로 결정하였다. 난방 설정온도(기간)는 조준행, 최윤정(2013)의 청주시 아파트 현장 측정조사에서의 각 단위주거의 평균 실내온도 21.5℃로 나타난 것을 바탕으로 21.5℃(11~4월)로 결정하였다.

#### 2.1.8 기계설비

기계설비의 종류 및 효율에 관한 결과는 국토교통부 공동주택주거환경통계(2012) 및 실제 부동산 정보를 취합하여 분석하였다. 그 결과 난방방식은 개별난방방식인 도시

가스보일러를 우세하게 많이 사용하는 것을 확인하였다. 또한 효율은 에너지관리공단의 건축물에너지효율등급 인증제도 운영규정(2011) [별표3]의 공동주택 보일러의 정격 효율인 80%로 결정하였다.

냉방설비는 평균적으로 에어컨을 다수 사용하고 있다고 봐도 무방하다고 판단하였고, 기초전력연구원의 보고서(2008)를 참고하여 에어컨의 효율기준인 COP 2.9를 에어컨의 효율로 선정하였다.

#### 2.1.9 조명기기 발열밀도 및 스케줄

조명기기 발열밀도와 관련하여 공동주택의 전용면적에 따른 전력사용 밀도를 제시하는 한국에너지기술연구원의 연구보고서(2001)를 분석하였다. 이 보고서는 회귀식을 활용해 전용면적이 85㎡일 경우 전기사용밀도는 3.63W/㎡라는 내용을 제시하였고, 이를 기반으로 Building America Benchmark의 보고서(2007)의 조명프로파일을 분석하였다. 한국건설기술연구원의 보고서(2007)에서 분석한 전력통계자료에 의하면 실사용조명만을 이용한 공동주택의 세대당 조명 전력소비량은 697.6kWh(58.1kWh/월)이며 이 보고서에서 산출한 소비량이 실제사용량과 가장 근사값이라고 판단하였다. 이를 토대로 조명밀도를 구하여 최종적으로 조명 밀도는 3.63W/㎡로 결정하였다.

#### 2.1.10 가전기기 발열밀도 및 스케줄

가전기기 기기밀도에 관한 연구를 살펴본 후, 종합적으로는 평균 20.7W/㎡로 정의내린 것을 볼 수 있다. 가전기기 프로파일에 관하여는 Building America Benchmark 보고서(2007)에 내용을 참고하였다. 미국 주거용 가전기기 전력사용량 실측연구를 기반으로 가전기기 프로파일을 정의하였는데 이 정의가 중평균의 표준공동주택모델의 가전기기의 시간별 프로파일로 적합하다고 판단되어 가전기기 프로파일로 선정하였다.

일평균 기기전력사용량 데이터는 서윤규(2011)의 연구에서는 7~8월에 측정한 30세대의 일평균 전력사용량이 11.96kWh 이었으며, 이 값을 역산하여 월평균 236.9kWh를 사용하는 것으로 계산되었다.

#### 2.1.11 재실 발열밀도 및 스케줄

재실 발열밀도는 인체발열 산정 표준값이 수록된 설비공학편람 제2권(2011)의 표 4.1을 참고하여 표준공동주택모델의 표준값으로 선정하였다. 공동주택의 재실율은 통계청에서 2009년 발표한 생활시간조사 보고서에서 의무생활시간의 데이터를 조사하여 성인의 성별·요일별 평균 일할 시간, 행위자 비율 및 행위자 평균시간을 분석한 값을 기반으로 선정하였다. 준공년도와 가까운 2004년 기준으로 남성, 여성 통틀어 평일은 평균 6시간 59분, 토요일 평균 6시간, 일요일 평균 5시간 24분으로 나타났고, 종합적으로 분석한 결과 6시간 47분이 재실하지 않는 시간임을 확인하였으므로 이 값을 표준공동주택모델의 재실 프로파일로 선정하였다.

#### 2.1.12 급탕사용량 및 스케줄

공동주택 급탕사용량과 관련하여 상대적으로 대상 및 기간이 넓은 연구를 기반으로 결정하였다. 장병호(2006)는 2005년 일산지역의 공동주택에 실제 유량계를 설치한 후 급탕사용량을 측정하였는데, 전용면적 85㎡를 기준으로 272세대의 경우 최대 63.8liter/day·인, (4인가구 가정), 최소 31.5liter/day·인으로 보고하였다. 이를 바탕으로 표준공동주택모델의 급탕량을 결정하였다.

공동주택의 시간별 급탕 프로파일은 시간 최대급탕량을 기준으로 제시되어야 한다. 설비공학편람(2011)은 시간 최대급탕량 45.5liter/세대를 제시하였는데, 이 값을 이용하여 일별 급탕량을 계산하면 장병호(2006)의 프로파일이 210 liter/day·세대로 연간 평균값과 유사하여 시간별 급탕 사용 프로파일로 장병호(2006)의 프로파일을 택했다.

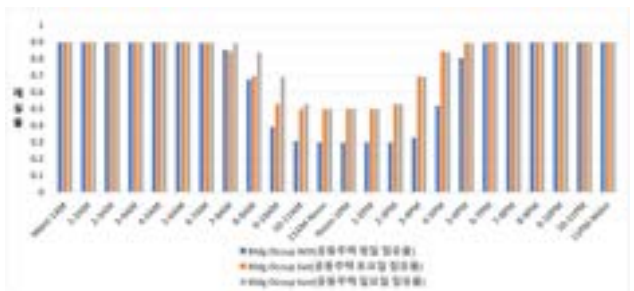


그림3. 재실율 및 재실 스케줄

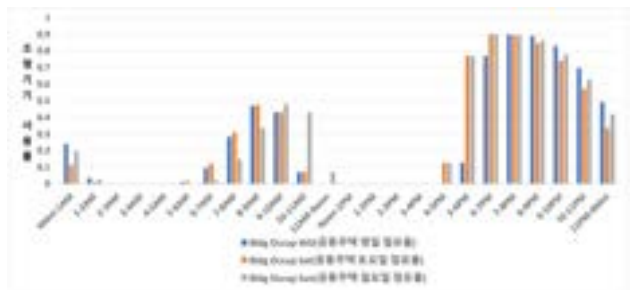


그림4. 조명기기 사용률 및 스케줄

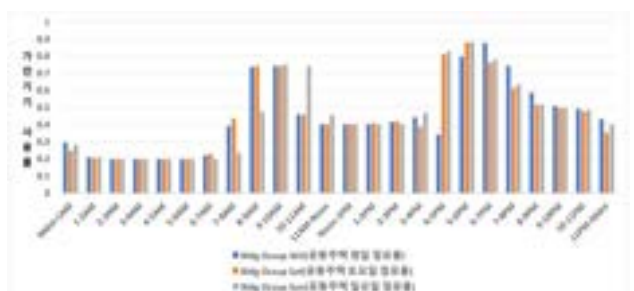


그림5. 가전기기 사용률 및 스케줄

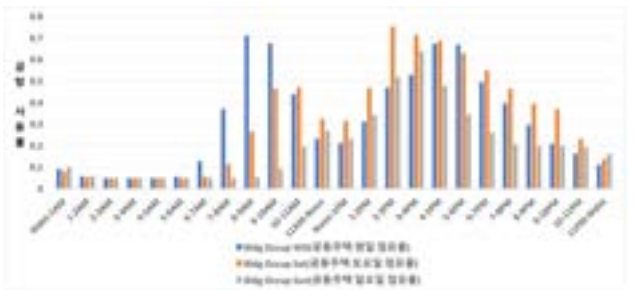


그림6. 급탕 사용률 및 스케줄

### 3. 결론

#### 3.1 표준공동주택모델 시뮬레이션 및 실제소비량 분석

중평균 표준공동주택모델을 활용해 에너지소비량을 분석하기 위해 앞서 항목 및 기준값을 선정된 것을 표2와 같이 정리하였다. 이를 동적 에너지 시뮬레이션 프로그램인 eQUEST를 활용하여 에너지 소비량을 확인하였다.

실제 에너지 소비량은 K아파트 공동주택관리시스템에서 단지별 월별 에너지 사용 추이(2022) 현황을 조회해 분석하였다. 총 11개의 공동주택을 대상으로 조사하였지만, 5개소는 에너지사용량(Kwh)을 공개하지 않아 제외하였으며, 시뮬레이션 결과값과 실제소비량을 표3과 같이 비교분석하였다.

표2. 중평균 표준공동주택모델의 정의

표준항목	중평균 공동주택
구조방식	계단식
준공년도	2005년
열관류율	2001년 열관류율 적용 창의 일사획득계수 : 0.76
층고, 천장고	2.92m, 2.47m
층수	지상 15층
세대별 주거전용면적	78㎡
장단변비	1:1.468
주향	남향
창면적비	전면: 57.8%, 후면: 37.9%, 전체평균: 47.3%
침기 & 환기율	난방공간: 0.7ACH, 비난방공간: 0.2ACH
가구원수	2.7인
냉난방 설정온도 및 기간	난방: 11~4월(21.5℃) 냉방: 6~9월(28℃)
기계설비종류 및 효율	개별가스보일러(도시가스), 효율: 80%
조명밀도	에어컨, COP: 2.9
및 프로파일	세대평균: 3.83W/㎡
가전기기사용밀도	스케줄: 그림4 참조
및 프로파일	세대평균: 6.4W/㎡
인체발열량	스케줄: 그림5 참조
및 제실 프로파일	인체발열량: 설비공학편람
급탕량 및 시간별	제실율: 그림3 참조
급탕 프로파일	시간 최대급탕량 45.5liter/세대 급탕 스케줄: 그림6 참조

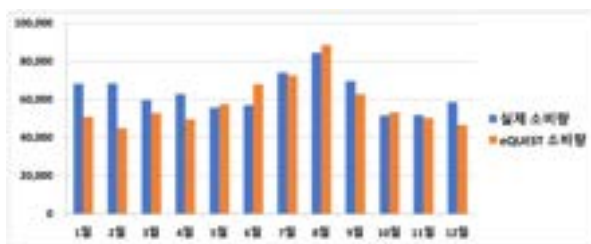


그림7. 전기 소비량 비교

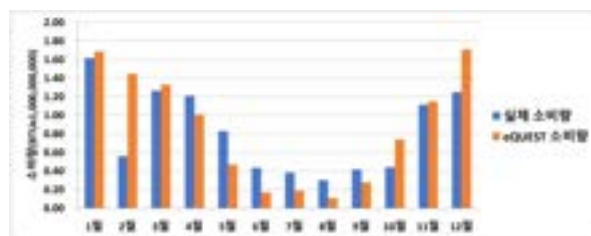


그림8. 가스 소비량 비교

표3. 중평균 표준공동주택모델 에너지소비량과 실제소비량 분석

2022년	eQUEST	실제	오차 율 (%)	eQUEST	실제	오차 율 (%)
	전기 평균 소비량 (kWh)			가스 평균 소비량 (BTUx1,000,000,000)		
1월	50,900	68,234	25.40	1.69	1.62	-4.51
2월	44,940	68,387	34.29	1.45	0.56	-158.35
3월	52,870	59,682	11.41	1.33	1.27	-5.11
4월	49,560	62,876	21.18	1.01	1.21	16.66
5월	57,610	55,657	-3.51	0.47	0.83	43.50
6월	67,980	56,987	-19.29	0.17	0.44	60.98
7월	72,580	74,192	2.17	0.19	0.39	50.66
8월	88,590	84,493	-4.85	0.11	0.30	63.74
9월	62,850	69,667	9.79	0.28	0.42	32.97
10월	53,230	51,604	-3.15	0.74	0.44	-67.73
11월	50,280	51,818	2.97	1.15	1.12	-3.08
12월	46,690	58,652	20.40	1.71	1.25	-36.87

#### 3.2 연구의 한계 및 결론

중평균의 표준공동주택모델의 정의 항목을 공공기관의 통계자료 및 보고서, 관련 연구논문 등을 참고하여 선정하였고 에너지소비량을 분석하고자 하였다. 건물에너지 사용량 및 사용 프로파일과 관련하여 검증 및 실제소비량과의 분석까지 끝마쳤지만, 중평균 공동주택의 데이터를 기반으로 선정하여야 했지만 관련 데이터 부족 및 비공개 처리된 자료들로 인하여 체계적이고 일관된 기준을 세우지 못한 점이 앞으로 더 많은 연구를 해야 한다는 바를 시사한다. 또한, 오차율이 전기 소비량은 최대 34.29%차이를 보였지만, 가스 소비량은 최대 158.35% 차이를 보였다. 이 점은 중평균만의 데이터를 수집하여 한 지역특성을 지니는 표준공동주택모델을 만들었다고 하기에는 부족한 면이 있다.

#### 참고문헌

1. '2030 중평 군기본계획 최종 승인본' <자료 : 중평균 통계연보 2014>
2. 국가법령정보센터 '주택건설기준 등에 관한 규칙' 제3조(치수 및 기준척도)
3. 국토교통부, 한국부동산원 '공동주택 에너지평가서'
4. 국가법령정보센터 '건축물의 에너지절약설계기준' [별표 1] '지역별 건축물 부위의 열관류율표'
5. 건축물 에너지효율등급 인증제도 운영규정(2020.8.4.)
6. 서동현, 노병일, 임병찬(2014). 상세 건물에너지 시뮬레이션을 위한 표준공동주택모델 정의에 관한 연구. 대한건축학회연합논문집
7. 한국에너지기술연구원, 에너지절약형건물의 성능인증기준·제도 및 보급촉진방안 연구, 2001
8. 국가법령정보센터 '건축물에너지효율등급인증 및 제로에너지건축물인증에 관한 규칙'
9. 송승영 외, 건물에너지효율등급인증제도 개선방향에 관한연구, 2007. 10, 대한건축학회 학술발표대회 논문집
10. 조준행, 최윤정(2013), 청주시 아파트 일반가정의 겨울철 실내열 공기환경 현장측정조사

## 모르타르 상대습도에 따른 건조수축과 예측 모델 비교

## Comparison of Drying Shrinkage and Prediction Models According to Mortar Relative Humidity

정 시 현\*

Jeong, Si-Heon

## Abstract

This study measured the changes in drying shrinkage based on relative humidity using mortar excluding coarse aggregates. One side of the specimen was exposed to induce one-dimensional moisture diffusion, and humidity and drying shrinkage changes were measured using an SHT-85 humidity sensor and a buried strain gauge. As a result, the material constant of the mortar was 37.9, and the changes in drying shrinkage according to variations in relative humidity exhibited a linear relationship. This was verified to be in good agreement with the dynamical drying shrinkage model.

키워드 : 모르타르, 상대습도, 수분확산, 건조수축

Keywords : Mortar, Humidity, Moisture Diffusion, Drying Shrinkage

## 1. 서론

콘크리트는 타설 후 초기 재령 상태에서 외기에 노출되면 콘크리트 내 수분이 확산하여 건조수축이 발생한다. 일반적으로 내외부 습도 차이로 인해 콘크리트 내부는 위치에 따라서 다른 건조 수축양상을 보인다. 이러한 현상은 수분확산으로 인해 콘크리트 표면에서 더 많은 변형이 발생하는 건조수축이 일어난다. 이는 표면에서의 인장응력이 증가하게 되고, 이러한 응력장은 균열 형성을 가속화 할 수 있다. 균열 자체가 구조적 강도를 저하시키고, 내구성에 큰 영향을 미친다.(Lee, 2011) 콘크리트 체적의 대부분은 골재가 차지하는데 수분의 확산 경로에 굵은 골재가 있으면 이를 우회한다. 이러한 변수를 차단하기 위해 굵은 골재를 뺀 모르타르를 연구에 사용하고자 한다.

건조수축 모형 중 가장 대표적인 모형은 ACI209 위원회 모형, CEB-FIP 모형 및 BP모형이 있다. 이는 모두 경험적 건조수축 모형으로 통계적 분석을 통해 제안되었다. 건조수축 예측에 고려할 변수와 영향인자가 많아 본 연구에서는 비교적 간단한 역학적 건조수축 모형을 사용하며, 모델식은 식1과 같다.

$$\Delta \varepsilon_{ds} = \alpha_H \Delta H \quad (1)$$

상대습도와 변형률 사이의 관계를 선형으로 나타내었으며,

$\varepsilon_{ds}$ 는 건조수축량,  $\alpha_H$ 는 재료 상수,  $H$ 는 상대습도이다.

따라서 본 연구에서는 모르타르 상대습도에 따른 건조수축량의 관계를 알아본 뒤, 역학적 건조수축 모형과 비교하여 적용성을 검증하고자 한다.

## 2. 모르타르의 건조수축 실험

## 2.1 실험개요

실험에 사용한 시멘트는 S사의 1종 포틀랜드 시멘트이고, 잔골재(비중 2.63)는 표준 포화상태로 사용하였다. 시험체는 그림1과 같이 음영으로 표시된 양면을 노출하였으며, 크기는 KS F 2424에 따라 100x100x400이다. 10mm, 30mm, 50mm 깊이별 상대습도를 측정하였다.

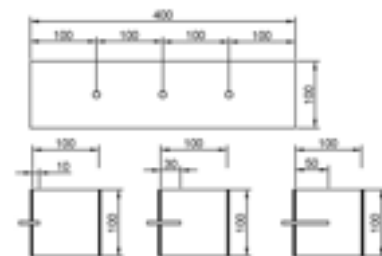


그림 1. 모르타르 시험체 모식도

데이터 측정을 위한 아두이노와 습도측정을 위한 상대습도 프로브를 제작하였다. 프로브는 디지털 상대습도 센서

\* 충북대 건축공학과 학사과정



SHT-85, PVC관 및 고어텍스 캡으로 구성되어 PVC관 안에 캡 설치하였다. 변형률 계이지는 매립형계이지로 Tokyo Sokki 사의 PMFL-60-SLT 모델을 사용하였다. 시험체 중앙에 매립 계이지를 고정시켜놓고 타설하였으며, 건조수축은 1분 간격으로 데이터로거에 의해 수집하였다.

## 2.2 양생조건 및 배합설계

모르타르 시험체는 1일 후 탈형 하였으며, 알루미늄 테이프 로 밀봉하여 상온에서 습윤양생 하였다. 측정은 7일 후 온도 20°C, 상대습도 50%인 항온항습기에서 약 2주간 진행하였다.

모르타르 실험에 대한 정확한 배합기준이 없어 ASTM C270 모르타르용 규격사양과 ASTM C157 모르타르 수축 팽창 특성 평가를 참고하여 표1과 같은 배합을 설계하였다.

표1. 모르타르 배합표

	Water	Cement	Sand	W/C(%)
Unit Weight (kgf/m <sup>3</sup> )	236	563	1549	0.42

## 3. 실험 결과

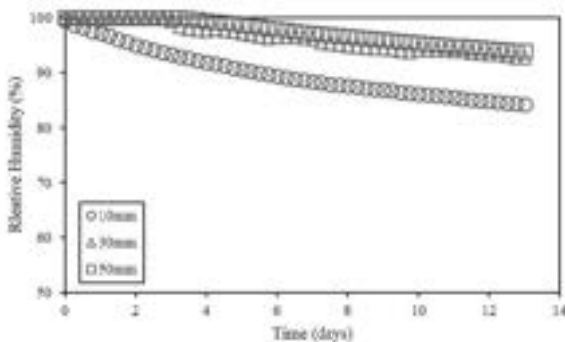


그림 2. 깊이에 따른 상대습도 변화의 실험계측결과

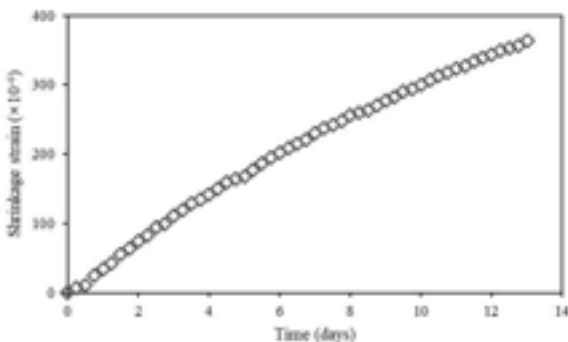


그림 3. 모르타르 수축 변형률 실험계측결과

모르타르 시험체의 깊이별 상대습도는 그림 2와 같으며, 시험체 표면에 가까울수록 상대습도 변화가 컸다. 7일 양생된 시험체의 변형률은 그림 3과 같으며, 초기 재령부터 꾸준히 증가하여 재령 13일에  $363.28 \times 10^{-6}$  수축변화량을 보였다.

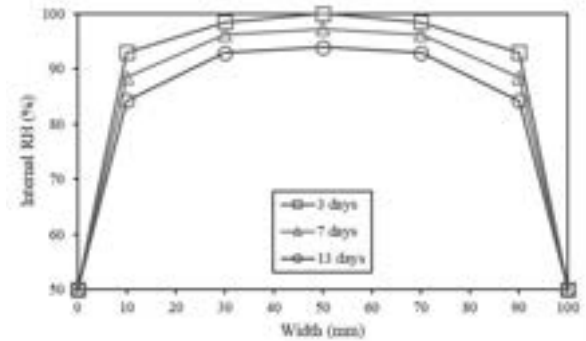


그림 4. 모르타르의 내부 상대습도 비교

그림 4는 시험체의 양면이 건조될 때 내부의 상대습도 측정값이며, 노출 표면에서 상대습도는 항온항습기의 대기 조건인 50%와 평형을 이루는 것으로 가정하였다. 수분이 연속적으로 분포한다 가정하여 시험체의 평균 상대습도를 구하였다.

## 4. 결론

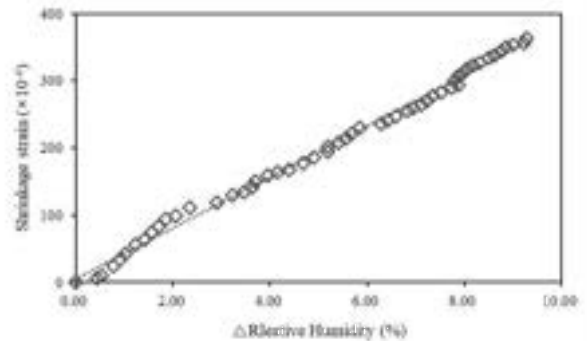


그림 5. 상대습도 변화량과 수축 변형률 관계

재령 경과에 따라 수축변형률은 크게 나타났으며, 측정 재령이 같을 때 건조 표면에 가까울수록 상대습도 변화가 커짐을 확인하였다.

양면을 균등하게 건조시켜 수분확산이 1차원적으로 일어나게 만든 결과 그림 5와 같이 평균 상대습도 변화량과 건조수축변형률이 선형의 관계가 있음을 확인하였다.

본 연구에 사용된 모르타르의 재료상수는 37.9이며, 역학적 건조수축모형과 잘 일치하는 것으로 나타났다.

## 참고문헌

1. Lee, C. J., Lange, D. A., & Liu, Y. S. (2011). Prediction of moisture curling of concrete slab. *Materials and structures*, 44, 787-803.
2. 강수태, 콘크리트의 수분확산에 대한 실험적 연구, 석사학위논문, 한국과학기술원, 2003.
3. 양은익, 김일순, 이성태, & 이광명. 콘크리트 건조수축 측정 방법 및 예측 모델에 대한 비교. *콘크리트학회 논문집*, 2010, 22.1: 85-91.

# 중평의 표준공동주택모델 정의와 실제 에너지 소비량과의 비교분석

## Definition of Prototypical Apartment House in Jeungpyeong and Comparative Analysis of Actual Energy Consumption

○이 세 현\*      서 동 현\*\*  
Lee, Se-Hyeon      Seo, Dong-Hyeon

### Abstract

Prototypical building energy model is a tool in building energy modeling, simulation and research. In this study, reference values such as construction year, number of floors, unit aspect ratio, direction, HVAC type, and schedule are selected to define a prototype apartment model in Jeungpyeong with a high energy consumption ratio. Using various public area data and research results from individual researchers, the model is defined through eQUEST, focusing on the overall building energy modeling of apartment houses. By comparing it with actual energy consumption, demonstrate it's the validity.

키워드 : 공동주택, 표준공동주택모델, 중평

Keywords : Apartment House, Benchmark Residential Building Model, Jeungpyeong

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 배경 및 목적

현재 우리나라의 온실가스 배출량은 세계 7위, 배출 증가는 OECD 국가 중 1위의 에너지 과소비 국가이다. 국내 용도별 에너지 소비 현황 중 공동주택은 43.3%, 단독주택은 16.3% 등으로 주거용 건물이 전체의 약 60%를 차지하고 있는 것으로 나타났으며 국내 주택 유형은 공동주택이 71%로 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 충청북도에서 가장 대지면적이 작은 중평의 경우에도 많은 인구를 수용하기 위해 주된 주거 형태가 공동주택으로 자리 잡았으며, 연면적 대비 에너지 사용량 비율이 제천시 다음으로 높다. 이에 따라 중평의 공동주택에서의 에너지 절약이 필요하다.

표준건물모델은 건물의 건축적 특성과 에너지 성능 측면에서 다양한 항목을 분류하고 각 항목별로 해당 건물의 에너지 이용성능을 나타낼 수 있는 기준값을 선정하여 만든 가상의 건물이다. 이는 국가 및 지역 단위에서 건물군 및 특정 용도 건축물의 평균적인 에너지 성능을 규정하는데 활용 가능하며, 신축 건물의 에너지 성능을 사전 평가하여 에너지 효율적인 설계를 돕거나 기존 건물의 리모델링 시 기준 모델로 활용하여 설계안의 최적화에 활용할 수 있다.

\* 충북대학교 건축공학과 학부과정

\*\* 충북대학교 건축공학과 교수, 공학박사

이에 본 연구에서는 중평의 표준공동주택모델의 정의와 실제 에너지 소비량과의 비교분석을 통해 타당성을 입증한다. 이때 ‘eQUEST’ 라는 동적 에너지 프로그램을 사용하여 중평 공동주택의 특성의 기준값을 입력하여 표준공동주택모델을 생성하고 소비량을 산출한다.

#### 1.2 연구의 범위 및 방법

대상 건물은 중평에 있는 공동주택 중 접근할 수 있는 데이터가 존재하는 중형 크기 전용면적, 17~37평의 전용면적을 가진 공동주택 44개의 동으로 선정하였다.

### 2. 본론

#### 2.1 중평 표준공동주택모델 정의의 목적

2030년 국가 온실가스 감축목표는 2018년 온실가스 총배출량 대비 40% 감축을, 건물 부문에서 32.8% 감축을 목표로 한다. ‘충북 11개 지역의 온실가스 현황’에 따르면 2005~2017년 동안의 배출량 추이를 통해 분석한 결과 중평의 온실가스 배출량이 충북 전체 온실가스 배출량보다 빠르게 증가하였다. 건물 부문의 배출량은 그린리모델링 확산, 제로에너지빌딩 인증 대상 확대, 재생에너지와 지역난방 등을 활용함으로써 건물 에너지 효율 제고 및 수요 관리하여 도시가스 사용을 줄여 온실가스를 감축할 수 있다. 중평 공동주택의 평균적인 에너지 성능을 규정하고, 온실가스 감축을 위한 그린 리모델링, 제로에너지빌딩 인증 확대 등을 실현하기 위한 기존 모델로 활용하여 효율적인 설계를 돕는다.

## 2.2 표준모델 정의 항목

다양한 선행 연구와 수많은 문헌을 활용하여 신뢰성을 높이고 상세한 세부 항목을 모두 정의한 서동현(2014)의 정의 항목을 참고하여 건물 에너지 성능 및 사용량과 건물 모델링에서 에너지 성능에 영향이 큰 주요 항목을 선정하여 표 1과 같이 정리하였다.

표 1. 표준공동주택모델 정의 항목

표준공동주택모델 정의 항목	
1. 준공연도	9. 부위별 열관류율
2. 구조방식	10. 환기율
3. 층고 및 천장고	11. 냉난방 장비 및 연료
4. 층수	12. 냉난방 설정 온도 및 기간
5. 세대별 전용면적	13. 조명밀도 및 스케줄
6. 세대별 장단변비	14. 기기사용 밀도 및 스케줄
7. 주향	15. 재실자밀도 및 스케줄
8. 창면적비	16. 급탕량 및 스케줄

### 2.2.1 준공연도 및 부위별 열관류율과 구조방식

준공연도는 준공 당시 최소 열관류율을 추정하기 위해 필요하며, 1992년부터 2019년까지 다양한 준공연도 중 평균값인 2008년으로 정의하였다. 공동주택의 시대별 및 부위별 열관류율은 건축물 에너지 절약설계기준의 별표 1에 따라 알 수 있는데, 2008년 중부지역의 경우 외벽의 열관류율( $W/m^2 \cdot K$ )은 0.47, 최하층 바닥은 0.35, 지붕 0.29, 측벽 0.35, 창 3.00으로 정의할 수 있다.

구조방식은 계단식 구조가 97%를 차지하고 있어 계단식을 표준 구조방식으로 결정하였다.

### 2.2.2 층고 및 층수

주택건설기준 등에 관한 규칙 제 3조에서는 거실 및 침실의 반자높이를 2.2m 이상으로 하고 층높이는 2.4m 이상으로 규정하고 있다. 한국건설기술연구원 김수암 연구위원에 의하면 현재 리모델링 및 재건축 대상 아파트들의 층고는 15층까지는 2.6m, 16층 이상층은 2.7m가 일반적이다.

대상 건물의 층수는 15층 43%, 18층 31%로 분포되어 있다. 따라서 표준공동주택모델의 층수는 15층, 층고는 2600mm로 결정하였다.

### 2.2.3 전용면적 및 장단변비

세대별 전용면적의 경우 59~60㎡가 30%, 69~78㎡가 20%, 84~85㎡가 48%로 다양한 분포도를 이루고 있어 본 연구에서는 평균값인 75.5㎡으로 정의하였다.

단위 세대당 장단변비는 평면도를 통해 조사한 결과 1:1.01~1:1.625의 분포를 보였으며 표준공동주택모델의 장단변비는 그 평균값인 1:1.20으로 결정하였다.

### 2.2.4 주향 및 창면적비

주향은 정남향이 70%로 가장 많은 분포를 나타내고 있어 남향으로 결정하였다.

창면적비는 선행 연구를 바탕으로 결정하였다. 장철용 등(2010)에서는 중부지역에 위치한 5개 공동주택 단지에서

전면 창면적비를 조사하였는데, 50~60%가 45%로 가장 많았다. 한국에너지기술연구원(2001)에서 6개의 단지를 실측 조사한 결과 전면(남향)은 평균 57.8%, 후면(북향)은 37.9%이며 전체 평균 창면적비는 47.3%로 조사되었다. 본 연구에서는 전면 57%, 후면 37%, 전체 평균은 47%로 정의하였다.

### 2.2.5 환기량

국토교통부(2021)에서는 국내 주택 환기 관련 기준은 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙에 따라 시간당 환기횟수를 사용하여 30세대 이상의 공동주택은 0.5회 이상의 횟수를 확보해야 함을 규정하고 있다. 에너지관리공단의 건축물에너지효율등급 인증제도 운영규정(2011)에서는 환기율을 난방공간의 경우 0.7ACH로 정의하였다. 따라서 표준공동주택의 환기율은 0.7ACH로 정의하였다.

### 2.2.6 가구원수 및 냉난방 설정온도

지방의 가구원수는 꾸준히 줄어드는 경향이 있으며, 통계청(2022)에서 진행한 인구총조사에 따르면 1인 가구 33%, 2인 가구 30%, 3인 가구가 18%로 적은 가구 수에 많은 분포를 보이고 있다. 이의 평균은 2.26명이며, 주택의 종류 및 주거면적별 가구 조사에서는 읍부의 아파트의 경우 1,071,068의 가구 중 가구원수는 2,705,660명으로 2.52명이다. 따라서 표준공동주택모델의 가구원수는 2.5명으로 정의하였다.

국토교통부의 건축물 에너지절약설계기준(2013)에서는 난방 시 20~22℃, 냉방 시 26~28℃에 상대습도는 50~60%를 권장한다. 또한, 난방 및 냉방설비의 용량계산을 위한 설계기준 실내온도는 난방의 경우 20℃, 냉방의 경우 28℃로 하되 설비의 용량이 과다해지지 않도록 함을 규정하고 있기 때문에 이를 표준 냉난방 설정온도로 선정하였다.

### 2.2.7 기계설비

난방의 경우 모든 세대가 도시가스를 사용하는 개별난방이었으며, 에너지관리공단(2011) 중 별표 3 표준주택 선정 기준에서 보일러의 정격효율은 80%로 정의했다. 전력거래소의 주택용 가전기기 보급현황조사(2019)에서는 에어컨 보급률이 97%로 나타났다. 기초전력연구원의 보고서(2008)에서는 에어컨의 효율을 COP 2.9를 표준으로 정의하였기 때문에 표준공동주택의 난방은 정격효율 80%의 가스 보일러, 냉방은 COP 2.9의 에어컨을 선정하였다.

### 2.2.8 조명기기 발열밀도 및 스케줄

한국에너지기술연구원(2001)은 회귀식을 활용하여 조명밀도를 정의하였는데, 전용면적이 85㎡일 때 밀도를 3.63W/㎡로 제시하였다. 에너지효율등급인증제도 운영규정(2011)에도 이 연구결과가 사용되었다.

조명 스케줄은 Building America Benchmark의 보고서(2007), 서윤규(2011), DOE-2(2004) 등을 정리하여 Building America Benchmark 빌딩 정의를 선택한 서동현(2014)의 조명 프로파일<sup>1)</sup>을 표준모델의 조명 스케줄로 선정한다.

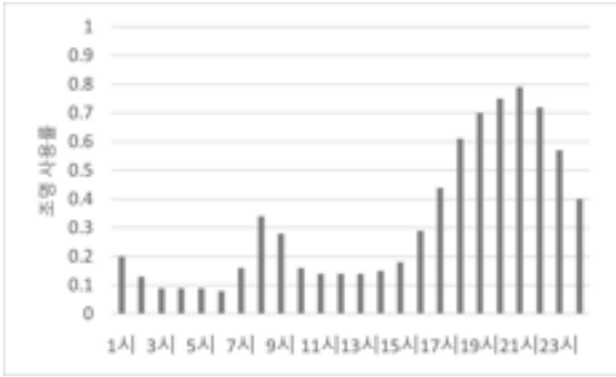


그림 1. 조명기기의 시간별 사용 스케줄

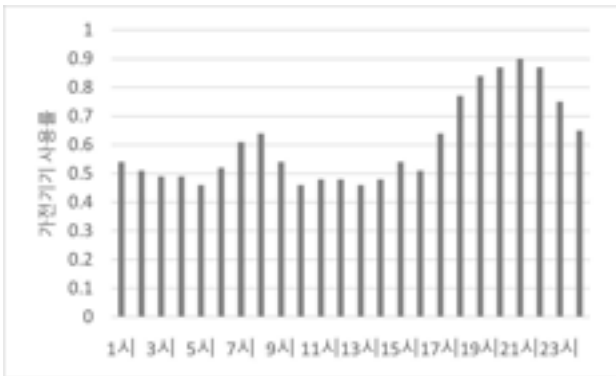


그림 2. 가전기기의 시간별 사용 스케줄

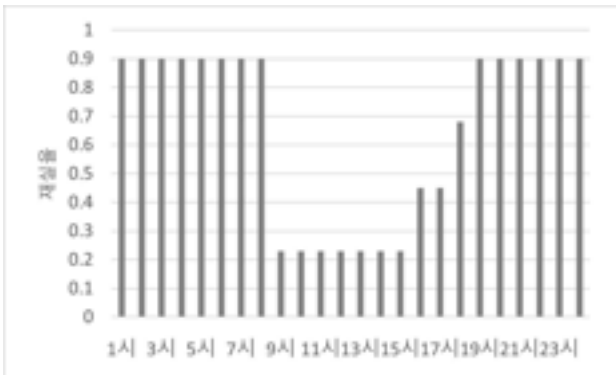


그림 3. 시간별 재실 스케줄

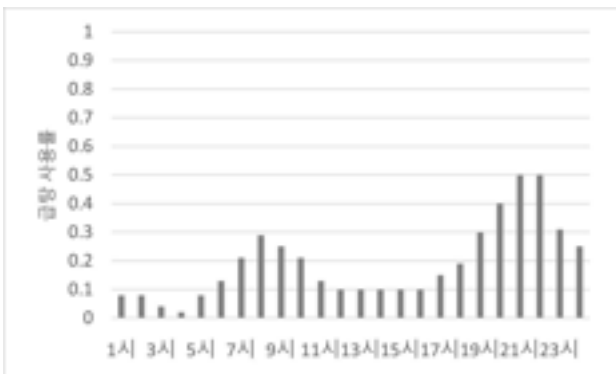


그림 4. 시간별 급탕 사용 스케줄

## 2.2.9 가전기기 발열밀도 및 스케줄

서동현(2014)에 따르면 실제 가전기기의 시간별 사용은 년 중 또는 사용 시간이 긴 냉장고, 전기밥솥 등의 영향으로 기기의 사용률이 최저일 때와 최고일 때의 차이가 크지 않기 때문에 기저부하를 고려한 스케줄을 선정하는 것이 적합하다. 따라서 실측연구를 기반으로 정의한 Building America (2007)의 프로파일을 사용하여 본 연구에서도 이를 적용한다.

서동현(2014)은 서윤규(2011)과 에너지총조사(2008)의 데이터를 분석하여 기기 밀도를 역산해 기기 밀도가 6.4W/㎡일 경우 7.9kWh의 전력을 사용하며 월평균 236.9kWh를 사용한다고 계산하였다. 일평균 기기전력사용량을 사용해 계산된 이 값을 표준공동주택의 값으로 선정하였다.

## 2.2.10 재실 발열밀도 및 스케줄

설비공학편람 제2권(2011)의 표 4.1을 인체발열 산정 표준값으로 선정하고, 시간별 재실 프로파일을 통계청(2009)의 필수생활시간 조사의 결과를 바탕으로 정의한 서동현(2014)의 값을 표준공동주택모델의 값으로 결정하였다.

## 2.2.11 급탕사용량 및 스케줄

장병호(2006)은 2005년 일산지역의 공동주택 719세대에 유량계를 설치해 전용면적 85㎡, 272세대에 최대 63.8liter/day\*인, 최소 31.5liter/day\*인으로 보고하였다. 스케줄 또한 실측 조사를 통하여 제시하였으며, 설비공학편람(2011)에서 제시하는 시간 최대 급탕량 45.5liter/세대를 사용하여 계산한 결과 장병호(2006)의 프로파일이 가장 적합했기 때문에 장병호(2006)의 스케줄을 사용한다.

표 2. 증평 표준공동주택모델의 정의

준공연도	2008년
구조방식	계단식
층수	15층
층고	2600mm
천장고	2400mm
세대별 전용면적	75.5㎡
장단변비	1:1.20
주향	정남향
창면적비	전면 57%, 후면 37%, 전체평균 47%
부위별 열관류율	2008년 단열기준 적용
환기율	0.7ACH
기계설비 종류 및 효율	가스보일러(도시가스), 효율 : 80% 에어컨, COP : 2.9
냉난방 설정온도 및 기간	난방 : 11~3월 (20℃) 냉방 : 6~9월 (28℃)
조명밀도 및 스케줄	세대평균 : 3.83W/㎡ 스케줄 : 그림 1 참조
가전기기사용밀도 및 스케줄	세대평균 : 6.4W/㎡ 스케줄 : 그림 2 참조
인체발열량 및 재실 스케줄	인체발열량 : 설비공학편람 재실율 : 그림 3 참조
급탕량 및 시간별 스케줄	최대급탕량 : 45.5liter/세대 시간별 스케줄 : 그림 4 참조

1) 기기 사용밀도, 급탕 이용률은 건물의 에너지 사용량 및 시간별, 월별 사용 특성을 결정하는 주요 요인으로 정의되어야 한다.

### 2.3 표준공동주택모델 정의

2.2에서 정리한 표준공동주택모델의 표준값을 최종적으로 정리한 모델은 표 2와 같다.

### 2.4 실제 소비량과 비교

#### 2.4.1 전기사용량

eQUEST를 통해 생성한 표준공동주택모델의 에너지 사용량과 실제 에너지 사용량을 비교하여 표준모델의 타당성을 입증한다. 표 3은 kapt 공동주택관리시스템의 단지별 월별 에너지 사용 추이(2022)에서 대상 건물의 실제 에너지 사용량을 추출하여 평균을 낸 값이다. 이와 표준모델의 사용량과 차이를 그림 5와 같이 나타내었다. 난방 기간의 오차율은 7% 이내로 상당히 유사하게 나타났고, 냉방 기간의 경우 오차율이 최대 21%로, 표준모델에서의 사용량이 더 크게 표현된 것을 확인할 수 있는데, 이는 에어컨의 작동이 실제보다 과하게 설정됐기 때문이라고 예상한다.

표 3. 대상 건물의 월별 전기 소비량

구분	A	B	C	D	E	F	G	평균
1월	-	25455	27369	26580	26043	-	32473	27584
2월	-	25347	24554	23636	26329	-	28906	25754
3월	-	22238	25812	25628	23101	-	30681	25492
4월	-	23116	23439	22910	23709	-	27092	24053
5월	-	20858	23561	23089	20980	-	27307	23159
6월	-	20759	26411	28084	21336	-	33297	25977
7월	-	26709	36645	36930	27937	-	43214	34287
8월	-	30857	35096	32785	33744	-	38860	34269
9월	-	25498	24761	23959	26867	-	28370	25891
10월	-	21457	23605	23461	21826	-	27859	23642
11월	-	21925	25024	23693	22145	-	29016	24361
12월	-	22528	-	25922	22933	-	32233	25904

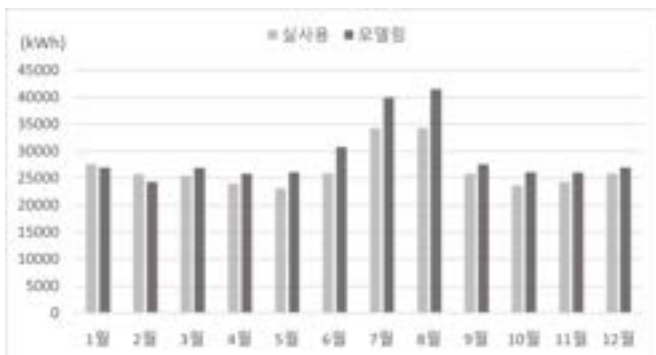


그림 5. 표준모델과 실제의 전기사용량 월별 비교

#### 2.4.2 가스사용량

표준모델의 월별 가스 사용량을 그림 6과 같이 나타냈다. 실제 월별 가스 소비량의 데이터는 공동주택 각 세대의 개별 부과로 데이터를 구하는 데에 어려움이 있어 비교대상이 없다. 선행 연구들의 공동주택의 가스 소비량 연구와 비교해본 결과 표준모델의 값이 크게 나온 것으로 예상된다.

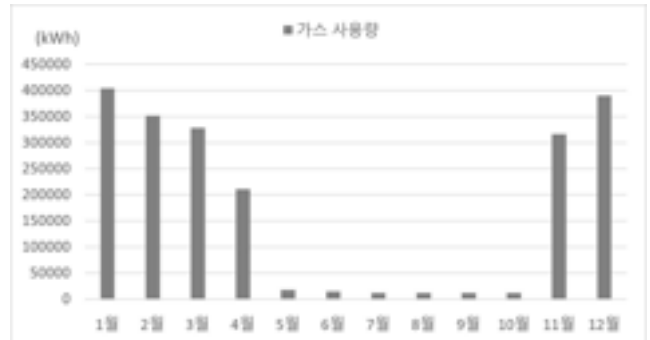


그림 6. 표준모델의 월별 가스 사용량

### 3. 한계 및 결론

본 연구에서는 다양한 공공기관의 데이터와 관련 연구 논문 및 보고서 등을 참고하여 증평의 표준공동주택모델을 정의하였다. 정의의 타당성을 입증하기 위해서는 더욱 체계적이고 다양한 데이터가 필요하나, 이에 대한 연구 데이터가 부족하다는 한계가 있다. 전기사용량은 대상의 실제 에너지 사용량과 상당히 유사하게 나타났지만 이만으로 표준모델이 타당하다고 밝히기엔 부족함이 있다고 생각한다.

#### 참고문헌

1. 서동현, 노병일, 임병찬. 상세 건물에너지 시뮬레이션을 위한 표준공동주택모델 정의에 관한 연구. 대한건축학회연합논문집, 16(6), 285-296, 2014
2. 장철용, 한혜심, 이진숙. (2010). 중부지역 공동주택의 창면적비에 따른 건물에너지효율등급 평가. 한국건축친환경설비학회 학술발표대회 논문집
3. 한국에너지기술 연구원, 에너지 절약형 건물의 성능인증기준 제도 및 보급 촉진방안 연구, 2001
4. 통계청, 인구총조사, 2022, <https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301020200&bid=203>
5. 건축물의에너지절약설계기준, 국가법령정보센터, 2013
6. 에너지관리공단, 건축물에너지효율등급 인증제도 운영규정, 2011
7. 국토교통부, 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙, 2021
8. 한국에너지기술연구원, 에너지 절약형건물의 성능인증기준·제도 및 보급촉진방안 연구, 2001
9. 전력거래소, 주택용 가전기기 보급현황 조사, 2019



## 충청권 어린이집의 표준모델 생성 및 신뢰성 검증

Creating a standard model and validating reliability for  
kindergartens in the Chungcheong region

○진 영 재

Jin, Young-Jae

## Abstract

The purpose of this study is to develop a standard model for estimating the energy consumption of buildings approximately. To achieve this, 25 kindergarten datasets were classified based on various factors. Subsequently, item values for the standard model were determined, and modeling was conducted using eQUEST. The results were then compared with actual data. The electricity consumption exhibited an error rate of approximately 14%, while gas energy showed an error rate of about 19%. Considering the overall error rate, the reliability of the standard building modeling is considered somewhat insufficient.

키워드 : 표준모델, eQUEST, 오차율, 신뢰성

Keywords : Standard model, eQUEST, error rate, reliability

## 1. 서론

## 1.1 연구의 배경 및 목적

건축물의 에너지 소비량을 측정하기 위해서는 건물의 특성을 고려해야 하며 특성에는 건물의 면적, 운영시간, 외피 정보, 기기 정보 등 다양한 정보가 필요하다. 하지만 건물 에너지 특성 정보를 모든 건축물에 대해 수집하는 것은 불가능하다. 따라서 건축물의 에너지 소비량을 대략적으로 파악하기 위해 표준모델을 개발하고 이를 통해 건물 에너지와 관련된 기술 개발 및 연구 분야에서 활용할 수 있도록 하는 것에 목적이 있다.

## 2. 본론

## 2.1. 충청권 어린이집 정보 수집 및 분류

충청권 어린이집의 표준모델 작성을 위해 ‘2021년 공공 건축물 그린 리모델링 사업’에 선정된 충청권 25개소의 어린이집 데이터를 표 1과 같은 요소에 기반하여 분류하는 작업을 수행했다.

표1. 충청권 어린이집 데이터 분류를 위한 요소

1. 건물 주향	2. 건물 형상	3. 장 단변비	4. 연 면적
5. 사용 인원	6. 층수	7. 운영시간	8. 층고
9. 외피	10. 난방	11. 냉방	12. 급탕
13. 조명	14. 공조	15. 기기	16. 신재생

\* 충북대 건축공학과 학사과정

## 2.2. 데이터의 통계적 처리

16개의 요소를 기반으로 데이터를 분류하며 이 데이터를 특징에 따라 연속 데이터와 범주 데이터로 구분했다. 연속 데이터란 연속적인 값을 가지는 데이터를 나타내며 소수점 이하의 정밀한 실수로 표현된다. 연 면적, 층고, 장 단변비 등과 같은 연속적인 변화를 나타내는 요소들에 해당하며 표준모델의 항목 값을 결정하기 위해 평균값을 적용했다. 범주 데이터란 카테고리 분류되는 데이터로 범주 간의 순서나 수치적 의미가 없다. 주향, 난방방식, 냉방방식, 조명방식 등과 같은 여러 가지 카테고리 중 하나의 값을 가진 요소들에 해당하며 표준모델의 항목 값을 결정하기 위해 최빈값을 적용했다.

## 2.3. 표준모델 항목 값 산정

2.2절에서 통계적 처리 방법을 사용해 항목 값을 산정했으며 표 2에 기재했다. 항목 값을 도출하는 과정에서 연 면적의 데이터 값을 하나의 평균값으로 특정하기에 신뢰성이 부족하다고 판단해 데이터 분류 요소 중 하나인 층수에 따라 표준모델을 A(1층), B(2층)으로 구분했다.

표2. 표준모델 A, B 항목 값

구분	항목	항목 값	
		표준모델 A	표준모델 B
건물 일반 정보	건물 주향	남향	남향
	건물 형상	직사각형	직사각형
	장 단변비	1.6	1.6
	연 면적	351㎡	477㎡
	사용 인원	56명	76명
	층수	지상 1층 지하 0층	지상 2층 지하 0층
	조닝 형태	Core, Perimeter	Core, Perimeter
	운영시간	평일 12시간 휴일 7시간	평일 12시간 휴일 7시간
	층고, 천정고	층고 : 3.5m 천정고 : 2.6m	층고 : 3.6m 천정고 : 2.6m
	침기량	0.5ACH	0.5ACH
건물 외피 정보	외벽 열관류율	0.48W/㎡K	0.5W/㎡K
	지붕 열관류율	0.36W/㎡K	0.37W/㎡K
	유리 열관류율	3.41W/㎡K	3.2W/㎡K
	문 종류 및 방향	유리문 남쪽 1개	유리문 북쪽 1개 남쪽 1개
건물 기기 정보	난방 설비 시스템	Gas Boiler Radiant Slab	Gas Boiler Radiant Slab
	보일러 종류	Hot Water Boiler	Hot Water Boiler
	보일러 사이즈	Auto Size (<300kBtuh)	Auto Size (<300kBtuh)
	냉방 설비 시스템	Split System Single Zone DX	Split System Single Zone DX
	시스템 사이즈	Auto Size (<65kBtuh)	Auto Size (<65kBtuh)
	압축기의 종류	Air-Cooled	Air-Cooled
	급탕 설비 시스템	Electric	Electric
	효율성	93%	93%
	전압	4.4kW	5.9kW
	조명 기기	LED	LED
	조명 밀도	5.9W/㎡	5.6W/㎡
	기기 밀도	7.5W/㎡	7.5W/㎡
	신재생	-	-

#### 2.4. 표준건물 모델링

건축물 에너지 시뮬레이션 도구인 eQUEST를 활용해 건물 에너지 모델을 작성하는 과정에서 표 2의 일부 항목 값을 그대로 적용하기에 부적절해 해당 항목을 재구성한 값을 적용해 건물 모델링을 수행했다.

#### 2.5. 시뮬레이션, 실제 에너지 소비량 비교

‘건축데이터 민간 개방시스템’을 통해 Gas Boiler, Split System Single Zone DX를 사용하는 건물 중 비약적으로 높거나 낮은 값들을 제외한 6개 건물의 단위면적 당 실 소비량을

산출했으며 이를 통해 그림 1, 그림 2와 같이 시뮬레이션 결과값과 비교했다.

그림1. 표준모델 A의 에너지 소비량 비교

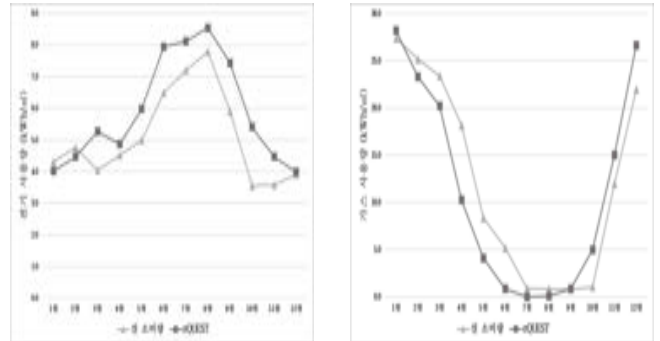
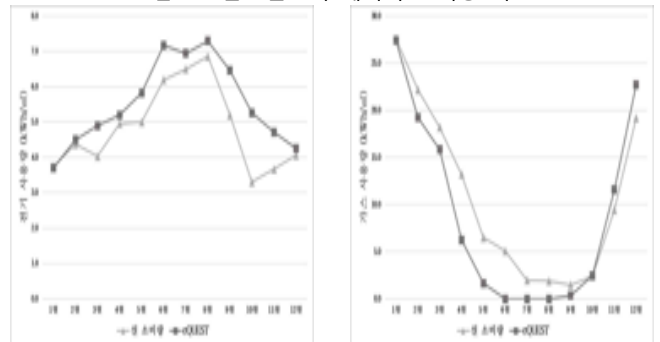


그림2. 표준모델 B의 에너지 소비량 비교



### 3. 결론

건축물의 실제 에너지 소비량과 시뮬레이션 결과를 비교한 결과 단위면적 당 전기 사용량은 전반적으로 모델링 결과값이 높으며 표준모델 A는 약 14%, B는 약 13%의 오차를 보이고 있다. 이러한 오차의 주된 원인은 실제 데이터의 표본 부족과 기기 밀도, 냉방 시스템 사이즈 등 가정 값의 부적절함이 주된 원인으로 사료된다. 단위면적 당 가스 사용량은 전반적으로 실 소비량의 결과값이 높으며 표준모델 A는 약 19% 표준모델 B는 약 21%의 오차를 보이고 있다. 이러한 오차의 주된 원인은 실제 데이터의 표본 부족과 보일러 용량의 자동 설계로 인한 구체적인 값 미 반영, 사용 설계온도의 미 반영으로 인한 여름철 가스 에너지 소비량 결여가 주된 원인으로 사료된다. 따라서 전기 에너지 소비량이 가스 에너지 소비량에 비해 신뢰성이 더 높다고 판단되지만 전체적인 오차율을 고려할 때 표준 건물 모델링의 신뢰성은 다소 부족하다고 사료된다.

### 4. 참고문헌

1. 김해진, 국가 에너지 소비 상설표본조사 기반 표준비주거용 건물모델 개발, 충북대학교 대학원 석사학위 논문, 2017
2. 서동현 외 2명, 상세 건물에너지 시뮬레이션을 위한 표준공동주택모델 정의에 관한 연구, 대학건축학회연합논문집, 2022
3. 국토교통부, 2021년 그린 리모델링 에너지 성능 보고서, 2022

# 이산화탄소 나노버블 에이징을 적용한 제강슬래그의 기초적 특성

## Fundamental Characteristics of Steel Slag with CO<sub>2</sub> Nano Bubbles Aging

이 정 민\*      윤 민 식\*  
Lee, Jeong-Min      Yun, Min-Sic

\* 한국교통대학교 건축공학과 학사과정

### Abstract

In this study, The effect of CO<sub>2</sub> Nabubbles on the acceleration aging of steelmaking slag was examined The experimental materials were carried out by immersing electric furnace reduction slag, electric furnace oxidized slag, and converter slag in CO<sub>2</sub> nanobubbles for 48 hours. The measurements were hydrogen ion concentration (pH), carbon dioxide concentration (ppm), FE-SEM, XRD analysis, and mass change rate. Experiment result electric furnace reduction slag and converter slag immediately reacted with CO<sub>2</sub> nanobubbles to reduce alkalinity and consume CO<sub>2</sub> nanobubbles. The surface with FE-SEM, Vaterite, the crystalline phase of CaCO<sub>3</sub> was confirmed. XRD measurement, it was confirmed to generate Calcite with CO<sub>2</sub> nanobubble. However, in the case of electric furnace oxidized slag, reactivity similar to that of general aggregate was confirmed. Therefore, Electric furnace reduction slag and converter slag showed effective aging when CO<sub>2</sub> nanobubbles aging was performed, and their usability was confirmed as weight mortar fine aggregates.

키워드 : 제강슬래그, 유리석회, 이산화탄소 나노버블, 촉진 에이징  
Keywords : Steel Slag, Free-CaO, CO<sub>2</sub> NanoBubble, Accelerated Aging

### 1. 서 론

#### 1.1 연구배경 및 필요성

철강슬래그는 철강산업 중 생성되는 산업부산물로 철강 제조공정에 따라 고로슬래그와 제강슬래그로 분류된다. 고로슬래그의 85% 가량은 콘크리트 제조에 잠재수경성을 띠는 미분말 혼화제로 사용되고 있으며 콘크리트의 강도 발현 및 내구성 향상이 우수한 것으로 나타나 시멘트 대체 재료로 사용되어 시멘트 사용 대비 경제성과 탄소중립에 효과적으로 사용되고 있다. 반면 제강슬래그의 경우 5% 정도만이 시멘트 원료로 사용되고 있으며, 고부가가치 재활용 용도로써 제한이 되고 있는 실정이다.(KISA, 2023) 이는 제강슬래그 내부에 포함된 Free-CaO가 H<sub>2</sub>O와 반응하여 Ca(OH)<sub>2</sub>가 생성되며, 이때 생성된 Ca(OH)<sub>2</sub>는 콘크리트용 골재로 사용시 체적이 2 ~ 3배 증가하게 되며 내부 압력을 증가, Pop-Out을 유발시키며 안정성 문제에 큰 결함을 유발시킬 수 있는 문제점을 가지고 있기 때문이다.(Kim et al, 2007) 따라서 현재는 주로 저부가가치를 나타내는 도로 포장재 및 매립재 등 활용의 제한적인 모습을 띄고 있다.

제강슬래그를 건설자원으로 사용하기 위해서는 내부의 포함된 Free-CaO를 반응시키고 안정화하는 과정이 필연적이다. 현재 대부분의 철강제조업체는 제철소 내부의 넓은 야적지를 이용해 제강슬래그를 야적하여 3 ~ 6개월 에이징을 진행하는데, 이는 넓은 야적지를 동반한 적재 장소 사용으로 인한 경제적 손해를 발생시키게 되며, 우천이나

폭설로 인한 다량의 침출수 발생 시 처리를 위한 추가적인 비용이 요구된다는 단점이 있다. 이에 제강슬래그를 단기간 에이징하는 방안이 제안되었는데, 온수에이징 및 오토클레이브 에이징을 사용하여 야적하는 기간을 단축하는 방법이 개발된 바 있다. 이러한 에이징 방법은 야적기간을 효과적으로 저감시킬 수 있다는 장점이 있지만, 추가 설비 요구 및 대량 적용에 불리하다는 단점이 있다.

#### 1.2 연구목적

나노버블의 특성을 이용하여 나노버블화된 CO<sub>2</sub>를 제강슬래그와 반응하여, Free-CaO와 CO<sub>2</sub>를 CaCO<sub>3</sub>로 생성하며 안정화하는 연구를 검토한 바 있다.(Lee et al, 2023) 나노버블의 경우 대량 적용이 가능한 장비가 개발되어 있으며 나노버블이 수중에서 장시간 존재하며 미세 진동을 통해 흡수력과 침투력 향상에 도움을 주며, 나노버블을 통한 밀실한 반응을 통해 에이징의 효과를 기대할 수 있다고 예상된다. 또한 이후 탄소포집기술(Carbon Capture and Utilization, CCU)과 연계할 경우 포집된 CO<sub>2</sub>를 사용하여 탄소중립에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

한편, 최근 인구 밀집도 증가로 인해 층간 소음 문제가 사회적 문제로 부상하고 있으며, 이를 저감하기 위한 연구가 진행중에 있다. 층간소음에 대한 연구 중 층 사이의 보에 중량골재를 사용 할 경우 층간 소음 민원의 주 발생원인 경량충격음의 고유 진동수가 감소하며 층간소음 방지용으로 중량골재를 사용하는 연구가 효과가 있다고 보고되었다.(H et al, 2021) 천연 잔골재의 밀도는 2.0 ~

2.6 ton/m<sup>3</sup> 이나 이를 3.2 ~ 3.8 ton/m<sup>3</sup> 의 밀도를 갖고 있는 제강슬래그 잔골재로 치환 할 경우 시멘트량의 증가 없이 중량 증가 효과를 얻을 수 있다. 이에 CO<sub>2</sub> 나노버블로 에이징된 제강슬래그를 중량 모르타르용 잔골재로 사용시 저부가가치를 지닌 제강슬래그의 고부가가치화가 가능할 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 이산화탄소 나노버블을 이용하여 제강슬래그를 촉진 에이징 및 중량모르타르용 잔골재로써 사용성을 검토하고자 하며, 본 논문에서는 이산화탄소 나노버블로 인해 촉진 에이징된 제강슬래그의 기초적인 특성을 검토하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

표 1은 본 연구의 실험계획을 나타낸 것이다. 실험에 사용된 슬래그는 전기로 환원슬래그, 전기로 산화슬래그, 전로슬래그이다. CO<sub>2</sub> 나노버블 침지시간은 산화철이 생성되지 않는 48시간까지로 하였다. 측정사항은 슬래그를 CO<sub>2</sub> 나노버블에 침지하였을 때 수소이온농도와 이산화탄소농도를 3시간 간격으로 측정하였으며, CO<sub>2</sub> 나노버블 침지 후 건조하여 질량변화율, FE-SEM, XRD, 페놀프탈레인법을 이용한 표면 중성화를 관찰하였다.

### 2.2 사용재료

실험에 사용된 재료는 H제철에서 발생 된 전기로 환원슬래그와 전기로 산화슬래그 및 전로 슬래그이며, 물리적, 화학적 조성은 표 2와 같다. 본 연구에서는 제철소에서 2개월 야적 에이징된 시료를 사용하여 체가름을 진행하였으며, 중량 모르타르용 잔골재 사용을 고려해 그림 2와 같이 1.7 mm ~ 2.3 mm의 입도로 조정 후 사용하였다.

CO<sub>2</sub> 나노버블은 국내 H사의 ANT-80 모델을 사용하였다. CO<sub>2</sub> 나노버블은 표면마찰 방식을 이용해 나노버블을 생성하였다. 나노버블 생성 과정에서 기체를 관 표면에 마찰로 인한 인장 후 분할을 반복하여 마이크로 사이즈, 나노버블 사이즈가 될 때까지 반복하는 메커니즘을 진행하게 된다. 이렇게 생성된 나노버블은 약 150 nm ~ 200 nm의 크기를 가지게 되며, 매우 작은 크기로 인해 부력을 받지 않는 상태가 된다. 본 연구에서는 20L 수조에서 나노버블 생성장치와 연결된 관에 CO<sub>2</sub> 탱크를 연결하고, CO<sub>2</sub>를 주입하여 CO<sub>2</sub> 나노버블 포화상태인 실험수를 사용하였다.

### 2.3 실험방법

#### 2.3.1 페놀프탈레인법

CO<sub>2</sub> 나노버블수에 침지 전, 후의 표면 알칼리성을 확인하기위해 화학처리를 하여 관측하였다. 화학처리를 위해 페놀프탈레인 1% 지시용액을 사용하여 CO<sub>2</sub> 나노버블에 에이징 전, 후의 슬래그의 분무하였으며, 이후의 변화를 비교하였다.

#### 2.3.2 수소이온농도 및 이산화탄소 측정

슬래그를 CO<sub>2</sub> 나노버블에 침지함에 따라 침출수의 알칼리성을 평가하기 위해 수소이온농도를 측정하였다. 수소이온농도 측정기는 유리전극법을 사용하는 T사의

DM-32P를 사용하여 1분동안 침지하여 안정화시킨 후 값을 측정하였다. 슬래그와 CO<sub>2</sub> 나노버블의 반응으로 인한 CO<sub>2</sub>의 변화를 확인하기 위해 T사의 유리전극법을 사용하는 CGP-31 장비를 사용하였으며, 5분동안 침지하여 안정화시킨 후 값을 측정하였다.

#### 2.3.3 질량변화율 측정

슬래그에 함유되어 있는 Free-CaO 및 Ca(OH)<sub>2</sub> 와 CO<sub>2</sub> 나노버블의 반응으로 인한 생성물 유무를 판단하기 위해 질량변화율을 측정하였다. 각 시료를 10g 채취하여 세척 후 건조하여 초기 질량을 측정한 후, CO<sub>2</sub> 나노버블에 48 시간 침지하였다. 이후 세척과 건조를 하여 CO<sub>2</sub> 나노버블 에이징 전, 후의 질량을 비교하였다.

#### 2.3.4 전계방출형 주사 전자 현미경 (FE-SEM)

슬래그 표면에 Free CaO와 나노버블로 인한 CO<sub>2</sub> 에 반

표 1. 실험 계획

실험요인	실험수준
샘플 종류	3 전기로 환원슬래그 전기로 산화슬래그 전로슬래그
CO <sub>2</sub> 나노버블 침지시간 (hr)	1 48
측정사항	6 페놀프탈레인법 수소이온농도 (pH) 이산화탄소농도 (ppm) 질량변화율 FE-SEM XRD

표 2. 슬래그의 물리적 · 화학적 성질

슬래그 종류	밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	흡수율 (%)	CaO (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	MgO (%)	MnO (%)
전기로 환원슬래그	3.51	0.23	16.9	11.7	22.9	14.6	3.4	5.7
전기로 산화슬래그	3.2	1.10	38.6	12.2	3.8	14.0	5.7	0.7
전로슬래그	3.43	0.18	40.3	9.0	13.2	7.3	2.6	1.1



그림 1. 이산화탄소 나노버블수 생성과정



a) 전기로 환원슬래그 b) 전기로 산화슬래그 c) 전로 슬래그  
그림 2. 슬래그 입형

응하여 생성된  $\text{CaCO}_3$ 의 결정상인 Calcite와 Vaterite을 확인하기 위해 시료의 표면을 약 5,000배까지 확대하여 관찰하였다.

### 2.3.5 X선 회절 분석 (XRD)

$\text{CO}_2$  나노버블 에이징으로 인한 시료 내부의 화학적 성분 변화를 확인하기 위해  $\text{CO}_2$  나노버블 에이징 전, 후의 슬래그를 0.6 mm 이하로 분쇄한 후 Calcite와 같은 생성물의 변화를 확인하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 페놀프탈레인법

그림 5는 각 시료를  $\text{CO}_2$  나노버블수에 침지하기 전, 후의 시료 표면에 페놀프탈레인 1% 용액을 분무한 사진이다. 전기로 환원슬래그와 전로슬래그는 모두 페놀프탈레인과의 강한 염기성 반응을 나타낸 반면,  $\text{CO}_2$  나노버블수 침지 후에는 표면의 알칼리성이 대부분 제거되어 반응하지 않는 것을 확인할 수 있다. 전기로 산화슬래그는 페놀프탈레인 분무 전, 후 큰 차이를 나타내지 않았다.

### 3.2 수소이온농도 및 이산화탄소 농도

그림 6은 각 시료의  $\text{CO}_2$  나노버블수 침지에 따른 수소이온농도 그래프를 나타낸 것이며, 그림 7은 각 시료의  $\text{CO}_2$  나노버블수 침지에 따른  $\text{CO}_2$  농도를 그래프로 나타낸 것이다. 전기로 환원슬래그와 전로슬래그는 상온수에 침지 시 13 pH 이상의 높은 수소이온농도를 나타내었으며,  $\text{CO}_2$  나노버블수에 침지시에도 6 pH 정도에서 최대 12 pH까지 상승하였다.  $\text{CO}_2$  농도는  $\text{CO}_2$  나노버블수 침지시 약 18시간 안에 내부의  $\text{CO}_2$  가 소모되어 0 ppm에 수렴하는 것으로 나타났으며, 24시간 순환생성한 시료도 42시간 후 모두 소모가 되었다. 이는 전기로 환원슬래그와 전로슬래그 표면의 Free-CaO 와  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  가 물과 반응하여 강알칼리성을 나타낸 것으로 판단되며,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  와  $\text{CaCO}_3$  를 생성하며 내부의  $\text{CO}_2$  를 소모한 것으로 판단된다. 전기로 산화슬래그는  $\text{CO}_2$  나노버블을 소모하지 않고 일반 상온수와 유사한 경향을 나타내었는데, 이는 전기로 산화슬래그의 표면 유리질상으로 인해  $\text{CO}_2$  나노버블과 반응하지 않았기 때문이라고 판단된다.

### 3.3 질량변화율

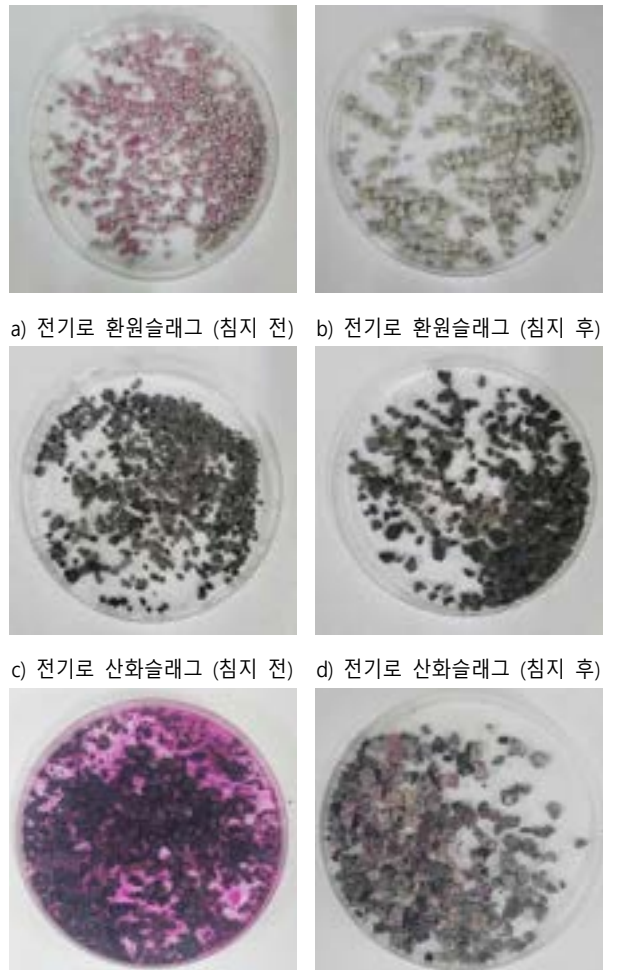
그림 8은 각 시료를  $\text{CO}_2$  나노버블수에 침지하기 전, 후의 질량을 백분율로 나누어 나타낸 그래프이다. 전기로 환원슬래그는 10%의 질량이 증가하였고, 전로슬래그는 2%, 그리고 전기로 산화슬래그는 약 0.5%의 질량이 증가하였다. 이는 전기로 환원슬래그와 전로슬래그의 경우,  $\text{CO}_2$  나노버블이 내부의 Free-CaO와 반응하여 Calcite의 생성으로 질량이 증가한 것으로 확인되며 전기로 환원슬래그는 표면의 침상형 반응물들로 인해 질량이 추가적으로 증가한 것으로 추측된다. 전기로 산화슬래그는 수소이온농도 그래프와 이산화탄소 농도 그래프에서 결과와 유사하게 큰 반응이 관측되지 않았으며, 전기로 산화슬래그의 표면의 유리질상으로 인한 것으로 판단된다.



a) 침지수에 따른 샘플 시료 b) ppm 및 pH 측정기기  
그림 3. 수소이온농도 및 이산화탄소 농도 측정장비

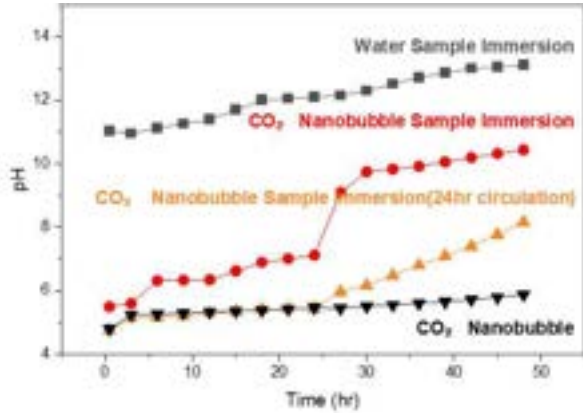


a) 전계방출형 주사 전자 현미경 b) X선 회절 분석  
그림 4. 미시 분석장비

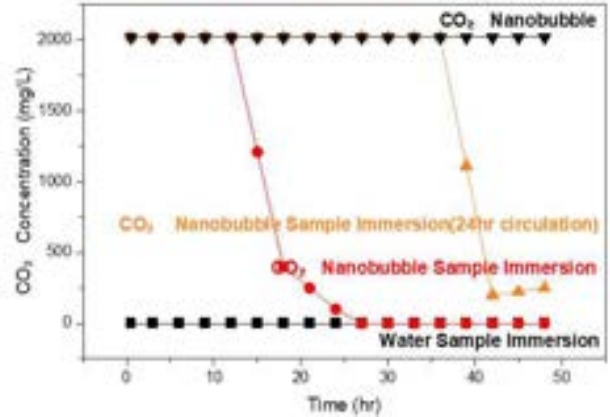


e) 전로슬래그 (침지 전) f) 전로슬래그 (침지 후)  
그림 5.  $\text{CO}_2$  나노버블수 침지 전,후 표면 페놀프탈레인 반응

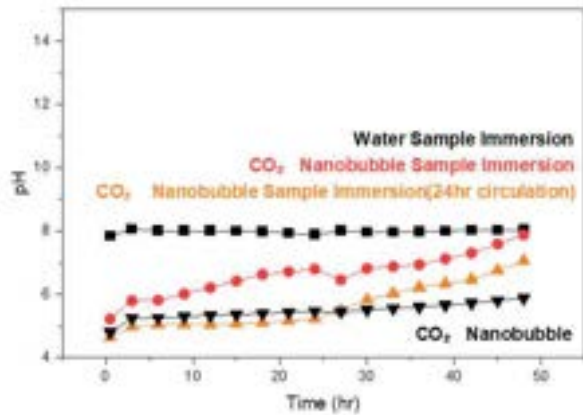




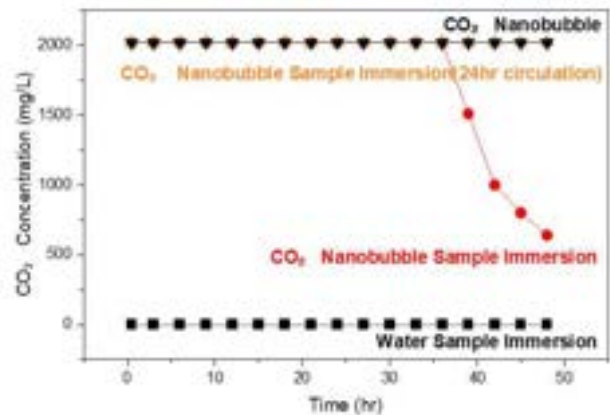
a) 전기로 환원슬래그



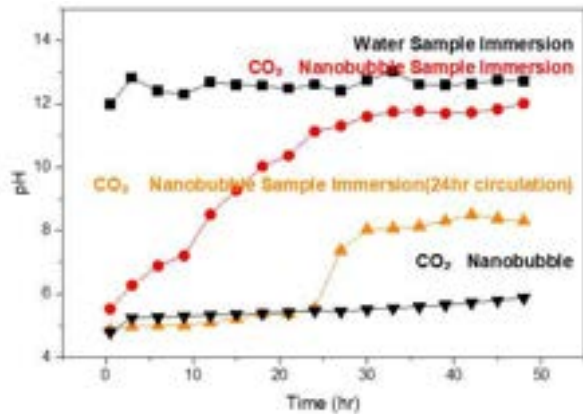
a) 전기로 환원슬래그



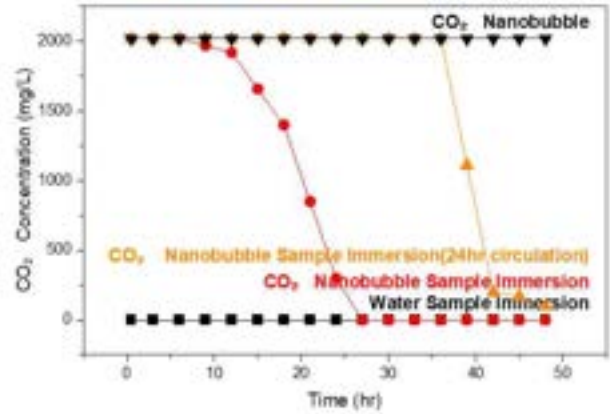
b) 전기로 산화슬래그



b) 전기로 산화슬래그



c) 전로슬래그



c) 전로슬래그

그림 6. CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지에 따른 수소이온농도 변화

그림 7. CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지에 따른 이산화탄소농도 변화

### 3.4 전계방출형 주사 전자 현미경 (FE-SEM)

그림 9는 각 시료의 CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 전, 후로 표면의 결정상을 SEM을 이용해 관찰한 모습이다. 전기로 환원슬래그와 전로슬래그는 CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 전으로 막대상의 결정상이 관측되었으며, 이는 Ca(OH)<sub>2</sub> 및 미수화된 수화물의 군집이라고 판단된다. 이후 CO<sub>2</sub> 나노버블수에 48시간 침지한 후 SEM을 촬영한 결과, 표면에 육각형 또는 오각형의 결정상이 생성된 것을 확인할 수 있었는데, 이는 CaCO<sub>3</sub>의 결정상인 Vaterite와 매우 유사한 형태를 나타낸다. 따라서 전기로 환원슬래그와 전로슬래그

는 CO<sub>2</sub> 나노버블과 반응하여 표면에 CaCO<sub>3</sub>를 생성한 것으로 판단된다. 전기로 산화슬래그는 CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 전과 후 모두 매끈한 유리질상이 관측되었다.

### 3.5 X선 회절 분석 (XRD)

그림 10은 각 시료의 CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 전, 후의 시료를 XRD 분석을 진행하여 peak를 나타낸 것이다. 전기로 환원슬래그는 Calcio-Olivine, Calcite, Spinel, Larnite, Magnetite와 같은 광물이 주요 peak로 나타났으며, 전기로 산화슬래그는 Calcite, Gehlenite, Spinel이 주요 광물로 나타났으며, 전로슬래그는 Fluormayenite, Portlandite, C3S,

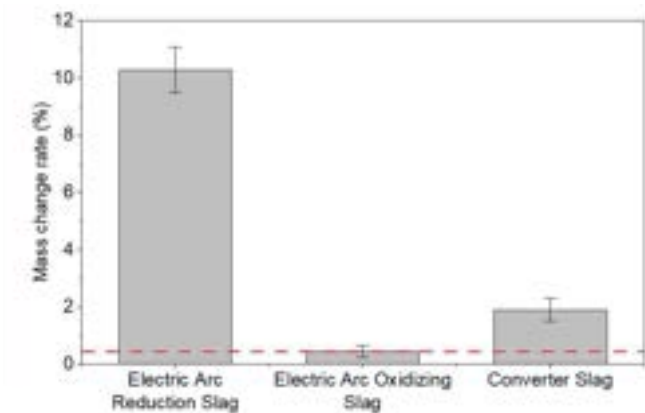
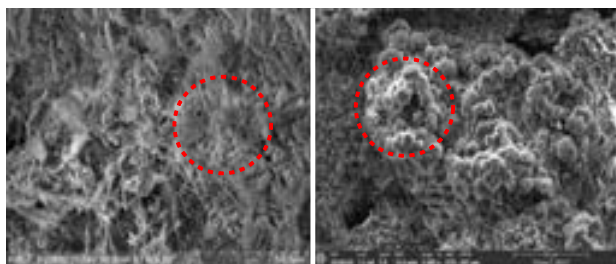
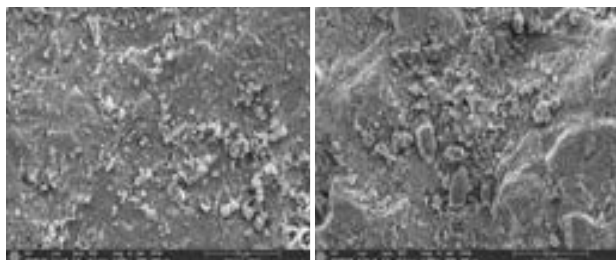


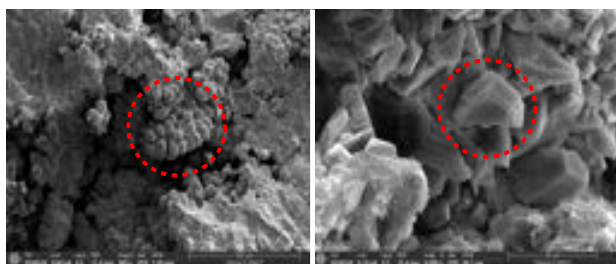
그림 8. CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 전, 후 질량 변화율 그래프



a) 전기로 환원슬래그 에이징 전 b) 전기로 환원슬래그 에이징 후



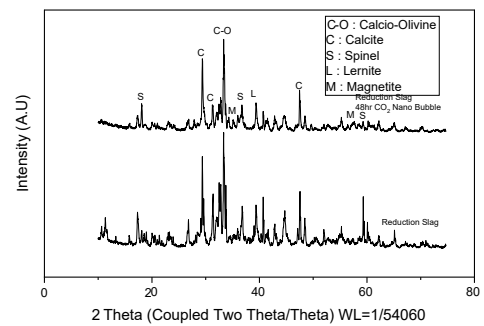
c) 전기로 산화슬래그 에이징 전 d) 전기로 산화슬래그 에이징 후



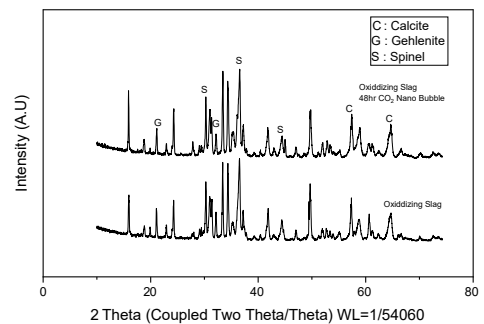
e) 전로 슬래그 에이징 전 f) 전로 슬래그 에이징 후

그림 9. 실험시료의 CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 에이징 전, 후 SEM

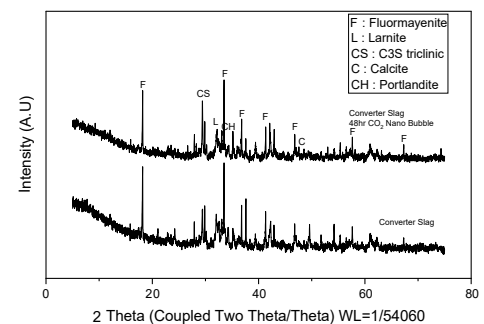
triclinic, Calcite, Lamite 가 나타났다. 그림 11은 각 수화물의 나노버블수 침지 전, 후의 Calcite 양을 비교하기 위해 XRD 분석에 의한 결과를 리트벨트법으로 나타낸 것이다. 전기로 환원슬래그와 전로슬래그는 CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 후에 Calcite가 약 2배 증가하는 것으로 나타났다. 이는 CO<sub>2</sub> 나노버블이 전기로 환원슬래그와 전로슬래그에 반응하여 CaCO<sub>3</sub> 를 생성한 결과라고 판단된다. 그러나 전기로 산화슬래그는 나노버블수 침지 전, 후로 Calcite의 변화가 미미한 것으로 나타났다.



a) 전기로 환원슬래그



b) 전기로 산화슬래그



c) 전로슬래그

그림 10. CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 전, 후 XRD 분석

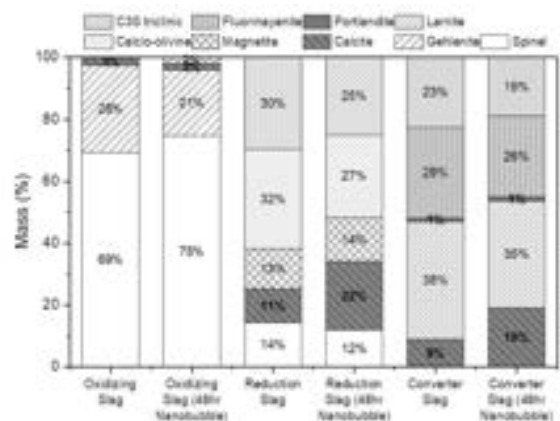


그림 11. CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 전, 후 시료의 XRD-Rietvelt

#### 4. 결론

본 연구에서는 CO<sub>2</sub> 나노버블이 제강슬래그 잔골재의 촉진 에이징에 미치는 영향을 검토하였으며, 결론은 다음과 같다.

1) CO<sub>2</sub> 나노버블수에 침지한 전기로 환원슬래그와 전로슬래그는 표면의 알칼리성이 대부분 제거되었으며, 표면에 Calcite를 생성하며 질량이 증가한 것으로 판단되었으나, 전기로 산화슬래그는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

2) 전기로 환원슬래그와 전로슬래그는 CO<sub>2</sub> 나노버블수에 침지시 즉각적으로 CO<sub>2</sub> 나노버블을 소모하였으며, 상온수 침지 대비 2 ~ 4 pH 저감 효과를 나타내었으나, 전기로 산화슬래그 침지시 상온수와 비슷한 반응을 나타냈다.

3) SEM 분석결과 전기로 환원슬래그와 전로슬래그 표면에서 CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 후에 다면체의 결정상이 관측되었으며, 이는 나노버블과 반응하여 생성된 CaCO<sub>3</sub>의 결정상인 Vaterite로 판단된다.

4) XRD 분석결과 전기로 환원슬래그와 전로슬래그 내의 Calcite 양이 CO<sub>2</sub> 나노버블수 침지 후에 약 2배 증가한 것으로 나타났으나, 전기로 산화슬래그의 Calcite 양의 변화는 미미하였다.

본 연구에서는 CO<sub>2</sub> 나노버블이 제강슬래그 잔골재의 촉진 에이징에 미치는 영향을 검토하였으며 전기로 환원슬래그와 전로슬래그가 CO<sub>2</sub> 나노버블에 의해 촉진 에이징이 진행된 것으로 판단되었고, 중량 모르타르 잔골재로써 사용이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 전기로 산화슬래그는 표면의 유리질상 형태로 인해 CO<sub>2</sub> 나노버블로 인한 촉진 에이징에 적합하지 않다고 판단된다.

#### REFERENCE

1. Beom-Soo Kim, Sun-Mi Choi, Sang-Chul Shin, Sun-Gyu Park, & Jin-Man Kim (2023). Physical and Chemical Properties of Atomizing EFOS as Fine Aggregate for Concrete. *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, 11(1), 70-78.
2. Carlo Pellegrino, Vittorio Gaddo, (2009) ,Mechanical and durability characteristics of concrete containing EAF slag as aggregate, *Cement and Concrete Composites*, 31(9), 663-671
3. Choi, Yun-Wang, Choi, Byung-Keol, Oh, Se-Wang, & Cho, Bong-Suk (2015). A Study on Fundamental Properties of Rapid Cooling Slag to Utilize as Fine Aggregate for Concrete. *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, 3(2), 171-179.
4. Hanseung Lee, & LIM HEE SEOB (2017). Experimental Study on Evaluation on Volume Stability of the Electric Arc Furnace Oxidizing Slag Aggregate. *Journal of Korea Institue for Structural Maintenance and Inspecton*, 21(2), 78-86.
5. Han-Young Moon, & Jung-Hoon Yoo (2002). Utilization of Electric Arc Furnace Slag and Converter Slag after Aging for Concrete Aggregate. *Journal of the Korea Concrete Institute*, 14(4), 597-607.
6. Hisham Qasrawi, Faisal Shalabi, Ibrahim Asi, (2009), Use of low CaO unprocessed steel slag in concrete as fine aggregate, *Construction and Building Materials*, 23(2), 1118-1125
7. Hong, Seong-Hyun, Kim, Hyung-Suk, Choi, Seul-Woo, Lee, Kwang-Myong, & Choi, Se-Jin (2015). Compressive Strength Properties of Steam-cured High Volume GGBFS Cement Concrete. *Journal of the Korean Recycled Construction Resources Institute*, 3(1), 1-6.
8. Jin-Man Kim, & Hun-Il Park (2012). Properties of Steel Slag Aggregate for Concrete. *Magazine of the Korea Concrete Institute*, 24(6), 35-38.
9. Jin-Man Kim, Ung-hyun Cho, Sang-Yoon Oh, & Eun-Gu Kwak (2007). Properties of Rapidly-Cooled Steel Slag by Atomizing Process. *Magazine of the Korea Concrete Institute*, 19(6), 39-45.
10. Kim Il Sun, Choi Yun Seok, Eunik Yang, & Choi SoYeong (2019). A study on the applicability of heavyweight waste glass and steel slag as aggregate in heavyweight concrete. *Journal of Korea Institue for Structural Maintenance and Inspecton*, 23(2), 107-115.
11. Kim, Jin-Man, Kwak, Eun-Gu, Choi, Sun-Mi, Kim, Ji-Ho, Lee, Won-Young, & Oh, Sang-Youn (2011). Properties of Mortar according to Gradation change of Electric Arc Furnace Oxidizing Slag Fine Aggregate made by Rapidly Cooled Method. *Korean Society of Construction Circulation Resources(formerly)*,(16), 112-118.
12. Kim Sang Myoung, Park Ju Won, Lee Hoon Ha, & Kim Ki Ho (2008). Study on Utilization of Electric Arc Furnace Oxidizing Slag as Fine Aggregates for Cement Concrete. *JOURNAL OF THE KOREAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS A*, 28(3A), 407-415.
13. Korea Iron & Steel Association (2023). Annual Recycling Plan for Steel Slag
14. Kwack, Kee Ju, Son, Soon Jong, & Kim, Ki Sung (1994). A study on the Characteristics of Concrete mixed with the Converter furnace Slag. *Journal of the Korea Concrete Institute*, 6(4), 113-122.
15. Lee, Jaesung, & Na, Okpin (2015). Experimental Study on the Properties of Recycled Concrete using Recycled Coarse Aggregates and Steel Slag Fine Aggregates. *Resource recycling* , 24(5), 63-71.
16. ung-Hyun Cho, Jin-Man Kim, Ki-Suk Han, & Moon-Han Kim (2005). The Properties of Flow and Compressive Strength of Mortar According to Replacement Ratio of Rapidly-Chilled Steel Slag Fine Aggregate. *Journal of the Korea Concrete Institute*, 17(1), 77-84.

# 습윤양생 기간과 모르타르의 건조수축에 관한 연구

## Drying Shrinkage of Mortar with Wet Curing Period

김 창 섭\*

Kim, Chang-Seop

### Abstract

In this study, an experiment was conducted to find out the correlation between wet curing period and drying shrinkage of mortar. Moisture escapes from the pores inside the concrete, causing capillary pressure and drying shrinkage. It is expected that there will be a significant change in drying shrinkage depending on the wet curing period, and the characteristics of the change in strain of the specimen with different ages are analyzed. Mortar, a relatively homogeneous material, is used and the mixing ratio is designed by applying ASTM C270 Type N standard and ASTM C157 standard. The specimen is constructed from a cube and a strain gauge is placed in the center. The three specimens with different wet curing periods are stored in a thermo-hygrostat with a temperature of 20°C and a relative humidity of 50%, and the strain of the specimen is continuously measured. After 310 hours of the experiment, the 1-day specimen of wet curing period showed a greater strain by  $18.012 \times 10^{-6}$  than the 7-day specimen.

키워드 : 건조수축, 습윤양생, 모르타르, 수분확산, Strain Gauge

Keywords : Drying Shrinkage, Wer curing, Mortar, Moisture Diffusion, Strain Gauge

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 목적

콘크리트는 지속적으로 변형이 일어난다. 콘크리트는 외기와 접촉하며 지속적으로 수분을 잃는다. 내부의 수분이 건조된 표면을 다시 채우고 다시 외기와 수분 교환이 일어나며 지속적으로 건조된다. 이 때 수분을 빼앗긴 공극에서 모세관압력이 작용하며 부재가 건조수축된다. 콘크리트 부재 내부의 수분이 불균등하게 분포하여 각 부분의 수축 정도에 차이가 생기면 부등건조수축이 발생하고 수축균열이 발생할 수 있다. 또 부재가 수축하면 연결된 부재에 추가적인 응력을 가할 수 있다. 따라서 구조물의 안전과 외관을 위해 건조수축에 대한 연구가 필요하다.

콘크리트는 내부의 수분과 수화반응을 통해 경화되며 내부 공극이 줄어든다. 습윤양생은 콘크리트 내부의 수분을 유지하여 수화반응이 잘 발생하도록 한다. 적절한 습윤양생은 콘크리트 내부의 공극을 줄여 내부수분분포와 건조수축에 영향을 미친다. 따라서 습윤양생 기간에 차이를 둔 시험체의 건조수축 변형률을 측정하여 습윤양생 기간이 건조수축에 미치는 영향에 대해 연구하고자 한다.

### 2. 실험 방법 및 사용 재료

#### 2.1 모르타르 배합 및 시험체 제작

실험에 사용된 시멘트는 1종 포틀랜드 시멘트이고 배합비는 ASTM C270 Type N 기준과 ASTM C157 기준을 참고하여 설계했다. 구체적인 모르타르 배합비는 표1과 같다.

표1. 모르타르 배합비와 단위중량

	시멘트	모래	물
비중	3.15	2.65	1
단위중량( $kgf/m^3$ )	563.3	1549.1	236.6

100×100×400mm 크기의 입방체로 제작한다. 모르타르 내부의 건조수축 변형률을 측정하기 위해 매립형 Strain gauge 모델인 tokyo sokki pmfl-60-5lt를 사용했다. 모르타르 시험체 중앙에 Strain gauge가 배치되도록 Strain gauge 양 끝에 실을 묶어 그림1과 같이 거푸집에 고정한다. 모르타르를 타설하는 과정에서 Strain gauge의 위치가 변하지 않도록 주의한다.

\* 충북대학교 건축공학과 학부과정

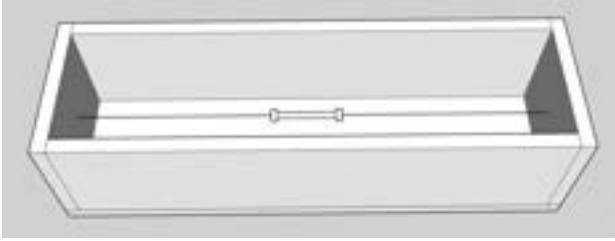


그림1. Strain Gauge 배치

## 2.2 양생 및 변형률 측정

시험체는 모르타르 타설 후 1일 뒤 거푸집을 제거한다. 양생기간 1일 시험체를 내부 수분의 확산이 한 방향으로 일어나도록 덕트테이프를 이용해 그림2처럼 밀봉한다. 양생기간 3일 7일 시험체는 모든 면을 밀봉 후 상온에서 습윤양생한다. 양생 3일, 7일 뒤 그림2와 같이 다시 밀봉하고 시험체는 밀봉 후 온도 20°C 상대습도 50%의 항온항습기에 보관하며 이후 건조수축 변형률을 지속적으로 측정한다.

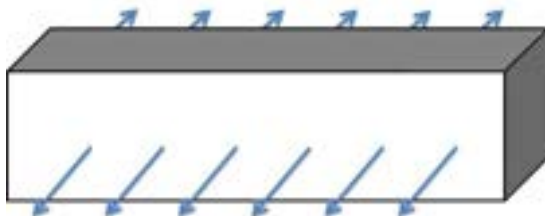
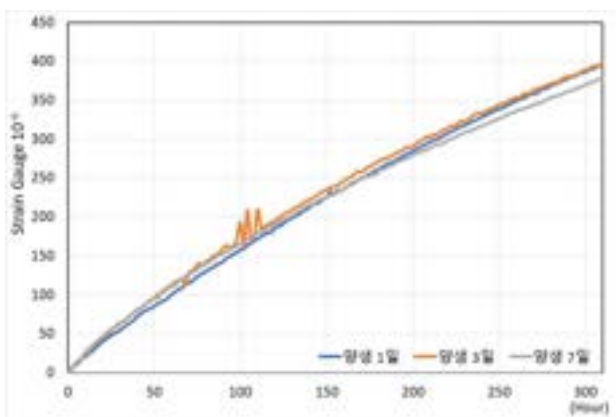


그림2. 시험체의 밀봉

## 3. 실험 결과

### 3.1 건조수축 그래프



건조 후 200시간까지 모든 시험체가 비슷한 속도로 수축했다. 실험 310시간째 양생기간 1일, 3일, 7일 시험체는 각각  $396.364 \times 10^{-6}$ ,  $397.212 \times 10^{-6}$ ,  $378.252 \times 10^{-6}$ 만큼 수축했다. 양생기간 3일 시험체가 양생기간 1일 시험체보다 더 많이 수축했으며 이는 실험 초기 양생기간 1일 시험체가 느리게 수축한 것이 원인으로 판단된다.

### 3.2 변형률 그래프의 기울기 변화

표2. 변형률 그래프의 기울기 비교

단위 ( $10^{-6}/h$ )	양생 1일	양생 3일	양생 7일
실험 초기 48시간	1.718	1.926	1.965
실험 후기 48시간	0.899	0.81	0.81

시간에 따라 증가하는 변형률의 그래프 기울기는 건조수축이 진행되는 속도를 나타낸다. 초기 48시간동안 변형률 그래프의 기울기는 양생기간 1일 시험체가  $1.718 \times 10^{-6}/h$ 로 가장 낮았고 이는 건조수축이 느리게 진행됨을 나타낸다. 양생기간 7일 시험체의 변형률 기울기는  $1.965 \times 10^{-6}/h$ 로 비교적 빠르게 수축함을 알 수 있다. 후기 48시간동안 양생기간 1일 시험체와 7일 시험체는 각각  $0.899 \times 10^{-6}/h$ 와  $0.81 \times 10^{-6}/h$ 로 두 시험체 모두 수축 속도가 감소한다. 양생기간 1일 시험체의 변형률 기울기가 양생기간 7일 시험체보다 빠르게 수축함을 알 수 있다.

## 4. 결론

본 연구는 습윤양생 기간을 다르게 만든 세 시험체의 건조수축 변형률을 측정하고 그 특성을 분석하였다. 실험 310시간 이후 양생기간 7일 시험체보다 양생기간 1일 시험체가 더 많이 수축했고 습윤양생 기간이 길어질수록 건조수축이 천천히 진행된다고 추정할 수 있었다. 변형률 그래프의 기울기를 비교하여 수축이 진행되는 속도를 비교하여 실험 후기 48시간동안 양생기간 1일 시험체의 수축 속도가 다른 시험체에 비해 빠르다는 것을 알았다. 이러한 수축 속도의 차이로 미루어보아 310시간 이후 양생기간 1일 시험체의 수축이 가장 클 것이라고 판단된다.

습윤양생 기간이 길수록 건조수축이 천천히 진행됨을 확인했다. 따라서 건조수축에 의한 균열 발생 위험성이 높은 건축물은 콘크리트 내부의 습도를 잘 유지할 수 있는 방안을 고려해야 할 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 이창수, 박종혁. (2009). 콘크리트 수분관련 수축에 관한 다중물리모델. 한국방재학회논문집, 9(2), 1-9.
2. 조선두, 송은석, 김진근, 권승희. (2019). 콘크리트 크리프 및 건조수축 실험변수 결정 방법에 관한 연구. 콘크리트학회 논문집, 31(6), 619-628, 10.4334/JKCI.2019.31.6.619
3. 임진선. "초기 재령 콘크리트의 수분관련 노화 점탄성 및 열 팽창 특성 실험 및 해석." 국내박사학위논문 인하대학교 대학원, 2011. 인천
4. ASTM C270 Type N, C157 Standard Test Method for Length Change Of Hardened Cement Mortar And Concrete



# 건물 사용 설비 특성에 따른 C대학 에너지 분석

## Energy analysis of C University based on building utility system characteristics

강 민\*  
Kang, Min

서동현\*\*  
Seo, Dong-Hyeon

### Abstract

In response to the rising demand for efficient heating and cooling due to climate and environmental changes, we studied the energy usage in university buildings. Educational facilities rank fourth in building sector energy consumption, with HVAC systems in university buildings representing over half of this usage. We classified various facilities into electricity, gas, and district heating, comparing per-area and overall energy consumption. Our research aims to understand energy consumption in university buildings and explore efficient energy management strategies. The results are expected to contribute to sustainable energy policies and operational efficiency.

키워드 : 대학건물, 냉·난방시스템, 사용패턴, 면적당 총 에너지 사용량

Keywords : Heating and cooling system, University Building, Usage Pattern, Energy Use Intensity

### 1. 서론

최근 세계적으로 화석연료의 사용량이 증가됨에 따른 대기오염, 지구온난화, 오존층 파괴 등 환경재해가 심화되고 있다. 우리나라도 급격한 산업화와 소득수준 상승으로 인해 에너지 수요가 크게 늘어나고 있다. 특히 건물분야에서의 연간 에너지 소비량은 상당한 부분을 차지하고 있으며, 2022년 기준으로 건물분야의 연간 에너지 소비량은 36백만 TOE로 나타난다.(한국부동산원 건물에너지 사용량 통계) 주거건물 58%, 비주거 건물 42%를 차지하며 비주거 건물 중 교육연구시설이 11.6%로 소비량이 많은 편에 속해 4번째로 소비량이 많은 용도이다.

이와 관련하여 환경친화적인 에너지원과 에너지 기기의 중요성이 크게 부각되고 있다. 대학 건물의 경우 특히 다른 교육기관에 비해 건물 수가 많고 에너지 사용량이 크게 나타나는데, 이를 효과적으로 관리하고 최적화하기 위해 사용설비 최적화를 위한 설비별 에너지 소비량 분석을 진행하고자 한다.

#### 1.1 연구내용 및 범위

본 연구는 충북 청주시에 위치한 15개의 단과대학 및 학부(과) 등으로 구성된 종합대학 C대학의 시설 현황과 기존 건물의 냉·난방 시스템에 대한 조사를 통해 에너지

분석을 진행하였다. 사용설비별 분류를 통해 총 에너지 소비량, 에너지원별 사용량, 건물별 에너지 사용 패턴을 비교 분석하여 대학 건물에 적합한 설비 형태를 제시하였다. 설비별 분류 기준은 표 1과 같다.

표 1. 연구대상 건물 열원설비

	열원설비		건물 수
	냉방설비	난방설비	
Type 1	흡수식냉동기	지역난방	14
Type 2	개별냉방	지역난방	9
Type 3	EHP	지역난방	6
Type 4	개별냉방	보일러증기난방	11
Type 5	GHP	EHP(히트펌프)난방	5
Type 6	EHP	EHP(히트펌프)난방	11

### 2. 조사내용 분석

#### 2.1 총 에너지 사용량 분석

본 연구에서 C대학 설비 분류를 통해 에너지 사용량을 분석했으며, C대학 에너지 사용량은 표 2와 같다. 총 에너지 사용량의 경우 Type 1의 설비를 사용하는 건물이 평균 1,106,052 kWh로 가장 높게 나타났으며, Type 6의 설비를 사용하는 건물이 평균 265,032 kWh로 가장 낮게 나타났다. 이와 관련하여 면적당 총 에너지 사용량의 비교 결과 또한 Type 1 설비 사용 건물이 가장 크게 나타났으며, 건물의 연면적과 관계없이 Type 1의 설비를 사용하는 건물

\* 충북대 건축공학과 학사과정

\*\* 충북대 건축공학과 교수, 공학박사

이 에너지 사용량이 높은 것으로 나타났다.

## 2.2 에너지원별 사용량 분석

설비 분류 결과, 에너지원으로 지역난방과 전기를 사용하는 건물은 면적당 총 에너지 사용량 평균 125 kWh/m<sup>2</sup>로 나타났으며, 가스와 전기를 사용하는 건물은 127 kWh/m<sup>2</sup>로 나타났다. 에너지원으로 전기 단독 사용하는 건물은 86 kWh/m<sup>2</sup>로 가장 낮은 면적당 총 에너지 사용량으로 나타났다.

표 2. 연구대상 건물 에너지사용량

	총 에너지 사용량 (kWh)	면적당 총 에너지 사용량 (kWh/m <sup>2</sup> )
Type 1	1,106,052	160
Type 2	337,394	125
Type 3	326,332	91
Type 4	678,927	107
Type 5	649,763	147
Type 6	265,032	86

## 2.3 건물의 에너지 소비 패턴 분석

월별 에너지 사용량의 경우 설비에 따라 에너지원의 사용이 집중되는 기간이 달랐으며, 냉·난방기와 설비 사용이 없는 기간과의 에너지 사용량 차이에 의해 설비에 사용하는 에너지양을 확인하였다.

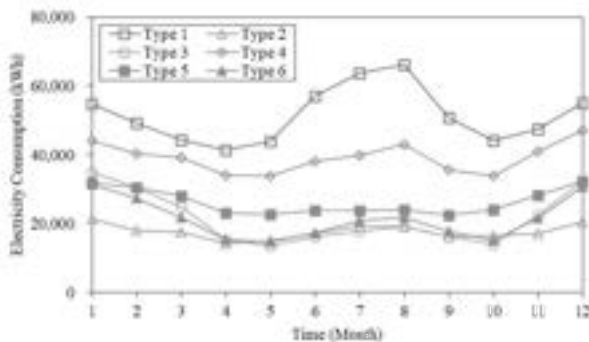


그림 1. 연구대상건물 월별 전력 사용량

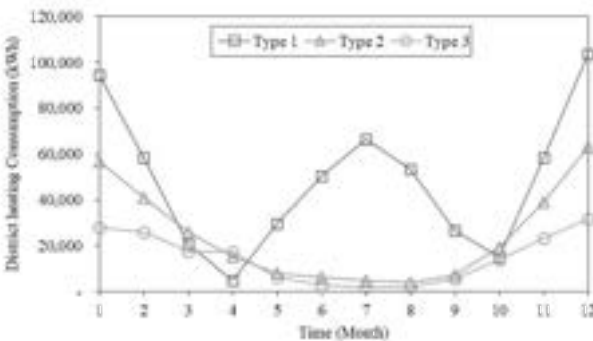


그림 2. 연구대상건물 월별 지역난방 사용량

설비 분류별 월별 평균 전력 사용량을 그림 1에 나타냈

다. Type 1 설비를 사용하는 건물의 경우 냉·난방에 필요한 전력 사용량이 상대적으로 높은 것으로 나타났으며, 냉방기에 전력 사용량이 집중된다. 이어서 월별 평균 지역난방 사용량을 그림 2에 나타냈다. 지역난방의 경우 난방기에 집중되는 형태를 보인다. 이와 동시에 Type 1 설비를 사용하는 경우 냉·난방기 모두 지역난방을 사용한다. 또한 설비 사용이 없는 기간과의 차이가 가장 크게 나타났다.

월별 평균 가스 사용량을 그림 3에 나타냈다. 가스 사용량 또한 난방기에 집중되는 형태를 보이며, Type 5의 경우 냉방기 또한 가스 사용량이 존재하는 것을 확인했다.

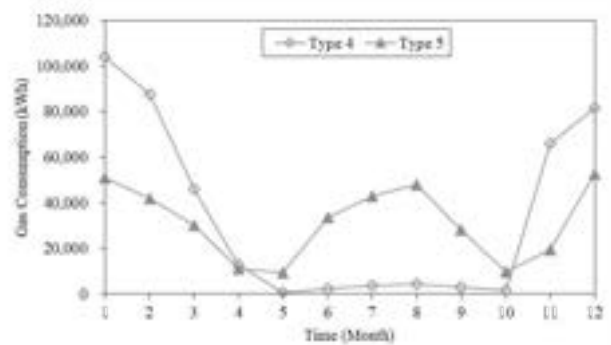


그림 3. 연구대상건물 월별 가스 사용량

## 3. 결론

C대학 건물에서 Type 1 설비가 가장 많이 사용되며, 면적당 총 에너지 사용량의 경우 또한 Type 1의 사용량이 가장 높았다. 이와 동시에 면적당 총 에너지 사용량이 가장 적은 Type 6과의 차이가 86.3% 나는 것을 확인하였다.

건물에서 설비에 사용되는 에너지원으로는 지역난방과 전기를 사용하는 형태가 가장 많았으며, 이는 전기를 단독으로 사용하는 형태보다 더 많은 에너지를 사용하는 것을 확인했다. 이를 보아 단일 형태의 에너지원을 사용하는 설비 형태가 대학 건물에 적합하다는 것을 확인하였다.

## 참고문헌

1. 박소연, 박효순, 이상혁, 김지연, 홍성희. (2010). 대학 캠퍼스 냉·난방시스템 최적화 방안 연구. KIEAE Journal, 10(6), 139-144
2. 정혜진, 김진아. (2018). 전력 소비 지표 분석을 통한 대학 건물의 에너지 특성에 관한 연구- S대학의 용도별 부하프로필(Load Profiling) 분석을 중심으로 -.에너지기후변화교육, 8(2), 99-111
3. 김석현, 신지현, 이진현, 권종욱, 조영흠. (2020). 노후대학건물의 에너지 성능 향상을 위한 리모델링 우선순위 도출 방안 연구. 한국친환경설비학회 논문집, 14(6), 626-638

# 실면적 에너지 소비량에 따른 충북대학교 건물에너지 소비특성 분석

## Analysis of Building Energy Consumption Characteristics in Chungbuk National University Based on Floor Area Energy Consumption

○고 명 석  
Go, Myeong-Suk

### Abstract

Utilizing the five-year energy consumption data at Chungbuk National University, we classified building purposes based on the actual floor area, taking into account factors such as occupancy, semi-public use, and other considerations, to determine the standard energy consumption characteristics for the university. As a result, buildings with a high proportion of research laboratories were identified to have a relatively higher energy consumption ratio compared to other structures. The findings suggest that buildings with a significant presence of research laboratories exhibit a higher energy consumption ratio when compared to other types of buildings.

키워드 : 대학교, 에너지 소비 특성

Keywords : University, Energy consumption characteristics

### 1. 서론

#### 1.1 연구의 목적

에너지 공단 ‘2021년도 에너지사용량 통계’에서 학교는 건물부문에서 아파트(20.3%), 병원(12.0%)를 이어 3번째로 많은 에너지를 사용하는 기관으로 나타났다. 대학은 초, 중, 고등학교에 비해 건물 수가 많고 에너지사용량이 크게 높아, 학교 부문의 에너지사용량에 미치는 영향이 큰데, 대학 건물은 다양한 공간용도로 구성되어 있어서 대학 건물 소비 패턴과 분류 방식에 대한 기준이 명확하지 않다. 이에 효과적인 건물군 분류 방식 제시하기 위해 충북대학교의 5개년 에너지 소비량을 토대로 실면적에 따른 건물 용도 분류, 건물별 설비 에너지, 사용인원과 준공용도 등을 고려하여 충북대학교의 표준적인 에너지 소비 특성 산출하려 한다. 또한 충북대학교 건물 데이터를 바탕으로 건물의 공간별 면적으로 충북대학교의 건물군을 분류, 건물별 강의실, 연구실, 실험실의 비율에 따라 강의동, 연구실험동, 복합동으로 건물군을 분류한 뒤 재학생 1인당 강의실 면적, 연구실험실 면적을 기준으로 건물별 인원 설정하여 이에 따른 에너지 소비현황 분석을 연구의 목적으로 두었다.

#### 1.2 선행연구 고찰

연구에서 관련된 선행연구는 대학건물의 에너지 사용을 주제로 한 연구가 주류인데, 보통 대학건물을 대상으로 한 연구는 대학에 적용할 수 에너지 절감 기술을 설정했다. 앞선 설정에서 에너지 소비 데이터 수집은 항상 필요한 수순이었고 분석 방식은 논문마다 상이했지만 공통된 분석 방식이 많았다. 정혜진 등(2018)은 용도별로 건물을 분류했으며 논문은 EUI는 모든 지표에 영향을 주는 기초 분석, 기저부하율과 냉난방 민감도는 건물의 독립적 특성을 나타내는 분석으로서 활용했다. 조진균 등(2021)은 논문 내 에너지 흐름 네트워크로 건물의 용도, 설비를 분석, 표준화한 후, EUI와 설비를 건물별 에너지 분석 자료로 활용했다. 윤진하 등(2017)은 연구 대상을 이공계 건물로 한정된 연구로, 연구, 실험실 면적 비율로 건물을 그룹핑하여 비율이 큰 그룹과 낮은 그룹의 EUI, 기저에너지, 냉난방기울기를 비교함. 결과적으로 EUI, 기저에너지, 냉방기울기가 그룹별 특성이 나타나는 것을 확인했다. 정혜진 등은 동일한 용도의 건물이라도 특정 용도의 공간이 많고 적음에 따라 건물의 에너지 소비량이 달랐음. 회귀 분석 등의 방법을 통해 건물 공간의 용도별 구성비에 따른 에너지 소비 모형을 구축하고, 이를 에너지 소비 분석 기준으로

사용했다. 앞선 문헌들을 고찰한 결과 기존 문헌 내 에너지 소비 분석 기준은 에너지 집약도(EUI), 건물별 분류 방식, 설비 시스템, 기저부하율, 냉난방민감도, 사용자 수, 준공연도 등이 있었다. 이를 바탕으로 충북대학교 건물에 에너지 소비특성을 분석하기 위해선 EUI와 건물별 분류 방식(공간별, 단과대학별)을 기준으로 설비방식의 분류, 공간 비율별 분류, 단위면적 및 사용인원의 비교의 산출 및 분석이 필요할 것으로 보인다.

## 2. 본론

### 2.1 실면적에 따른 건물군 분류

충북대학교 건물에서 공용면적을 제외한 실면적을 데이터로 사용했다. 실 비율로 분류 시 강의실 40% 미만, 연구실험실 60% 미만인 건물들은 강의실과 연구실험실의 비율차가 크지 않고 실 비율 차이가 20% 이내인 경우가 많았다. 위와 같이 연구실험실, 강의실의 실 비율 차이가 20% 이내 건물일 시 복합동으로 분류한 뒤, 복합동에 해당하지 않는 건물을 연구실험동과 강의동으로 나눠 분류했으며, 분류 결과 대체로 평균 EUI(면적당 에너지사용량) 값이 연구실험실, 복합동, 강의동 순으로 나타났다. 몇몇 건물들을 제외하고 연구실험실 면적이 넓을수록 EUI(면적당 에너지 소비량) 값이 증가하는 것을 알 수 있었다.

총계						
동명 기준	건물명	연구실	강의실	실비	연구실비	연구실험실
연구실험실, 강의실 실 비율 20% 이하	001	181.27	11.74	0.05	1.29	0.1
	011-1	34.24	279.11	0.05	0.1	
	002	21.86	12.01	0.08	0.1	
	003	21.22	481.09	0.08	0.08	
	012	0.00	481.01	0.027	0.0	
	014	34.81	381.04	0.08	0.04	
강의실 40%~60%	005	0.00	481.06	0.027	0.1	
	006	112.12	11.81	0.05	0.05	강의대도 건물 사용
	007	0.00	108.00	0.00	0.0	강의대도 건물 사용, 연구실험
	008	0.00	481.42	0.00	0.07	
연구실험실						
동명 기준	건물명	연구실	강의실	실비	연구실비	연구실험실
연구실험실 60%~80%	009	208.01	118.19	0.08	0.08	
	010-1	208.11	118.11	0.08	0.08	
	010-2	118.08	11.19	0.079	0.01	
	010-3	118.08	205.29	0.08	0.08	
	010	118.08	1.06	0.08	0.08	
	010-4	118.02	205.76	0.08	0.08	
	010-5	205.76	11.88	0.08	0.08	
	010-6	21.18	11.88	0.02	0.08	
	010-7	481.01	0.00	0.08	0.08	강의대도 건물 사용, 실비가 없음
	011-2	01.08	11.81	0.08	0.08	
	014-4	208.01	205.41	0.08	0.08	
	015	118.08	11.81	0.08	0.08	
	017	208.08	11.71	0.08	0.08	
	018	208.01	0.00	0.08	0.08	
연구실험실 80%~	019	34.81	1.02	0.08	0.08	
	020	481.07	0.02	0.08	0.08	
	021	0.00	0.00	0.08	0.08	다수 연구실로 사용되지 않음
	04-1	208.04	0.00	0.08	0.08	
	04-2	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-3	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-4	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-5	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-6	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-7	0.00	0.00	0.08	0.08	

그림1. 실면적에 따른 건물군 분류

건물 특이사항을 고려하여 몇몇 건물들을 배제한 뒤 고려한 결과 연구실험실 비율이 80% 이상인 건물이 연구실험실 비율이 60% 이상인 건물보다 평균 EUI가 높은 것이 확인 가능했다. 강의실과 연구실험실 비율이 일정 이상 되는 건물을 분류한 결과 건물의 공간(실면적)과 EUI의 연관성을 확인할 수 있었다.

### 2.2 단과대학별 건물군 분류

단과대학별 건물의 총 에너지사용량을 보면 농업환경생명대학, 자연대학, 공과대학이 에너지사용량 상위에 있는 것을 볼 수 있다. 이는 단과대에 포함된 건물이 많고 연구실험실 비율이 높은 건물들이 많아 에너지사용량이 많은 것으로 보인다. 단과대학별 EUI를 보면 농업환경생명대학, 의과대학, 수의과 대학의 EUI가 상위에 있는 걸 알 수 있는데, 이는 연구실험실 비율이 높은 건물이 많으며, 동실물 실험이 있는 농업환경생명대학의 특성과 실의 온도조절 및 실습이 많은 의대, 수의대의 특성상 이러한 결과가 나온 것으로 추측된다. 단과대학별 총 에너지사용량과 EUI(연면적 기준)를 비교한 결과 농업환경생명대학은 둘다 제일 높게 나왔으며 자연대학과 공과대학, 의대와 수의대의 순서가 바뀌었다. 이러한 결과를 보아 총 에너지사용량이 높은 농업환경생명대학, 자연대학, 공과대학에서 효율적인 설비 변경, 효율적 공간 활용, 시간 단위 에너지 분석 등 에너지 감축 방안을 사용하면 대학 내 비용감축이 크게 될 것으로 보이며, EUI가 높게 나오는 의대와 수의대는 적은 건물에서 EUI가 높게 나오는 것을 보아, 일부 건물의 설비 통일 등으로 에너지 감소 효과를 볼 수 있을 것으로 보인다.

구분	대학명	건물명	연구실	강의실	실비	연구실비	연구실험실
자연대학	001	자연대학	181.27	11.74	0.05	1.29	0.1
	011-1	자연대학	34.24	279.11	0.05	0.1	
	002	자연대학	21.86	12.01	0.08	0.1	
	003	자연대학	21.22	481.09	0.08	0.08	
	012	자연대학	0.00	481.01	0.027	0.0	
	014	자연대학	34.81	381.04	0.08	0.04	
	005	자연대학	0.00	481.06	0.027	0.1	
	006	자연대학	112.12	11.81	0.05	0.05	강의대도 건물 사용
	007	자연대학	0.00	108.00	0.00	0.0	강의대도 건물 사용, 연구실험
	008	자연대학	0.00	481.42	0.00	0.07	
공과대학	009	공과대학	208.01	118.19	0.08	0.08	
	010-1	공과대학	208.11	118.11	0.08	0.08	
	010-2	공과대학	118.08	11.19	0.079	0.01	
	010-3	공과대학	118.08	205.29	0.08	0.08	
	010	공과대학	118.08	1.06	0.08	0.08	
	010-4	공과대학	118.02	205.76	0.08	0.08	
	010-5	공과대학	205.76	11.88	0.08	0.08	
	010-6	공과대학	21.18	11.88	0.02	0.08	
	010-7	공과대학	481.01	0.00	0.08	0.08	강의대도 건물 사용, 실비가 없음
	011-2	공과대학	01.08	11.81	0.08	0.08	
의과대학	014-4	의과대학	208.01	205.41	0.08	0.08	
	015	의과대학	118.08	11.81	0.08	0.08	
	017	의과대학	208.08	11.71	0.08	0.08	
	018	의과대학	208.01	0.00	0.08	0.08	
	019	의과대학	34.81	1.02	0.08	0.08	
	020	의과대학	481.07	0.02	0.08	0.08	
	021	의과대학	0.00	0.00	0.08	0.08	다수 연구실로 사용되지 않음
	04-1	의과대학	208.04	0.00	0.08	0.08	
	04-2	의과대학	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-3	의과대학	0.00	0.00	0.08	0.08	
농업환경생명대학	04-4	농업환경생명대학	208.01	0.00	0.08	0.08	
	04-5	농업환경생명대학	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-6	농업환경생명대학	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-7	농업환경생명대학	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-8	농업환경생명대학	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-9	농업환경생명대학	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-10	농업환경생명대학	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-11	농업환경생명대학	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-12	농업환경생명대학	0.00	0.00	0.08	0.08	
	04-13	농업환경생명대학	0.00	0.00	0.08	0.08	

[illegible]

그림2. 단과대학별 에너지사용량

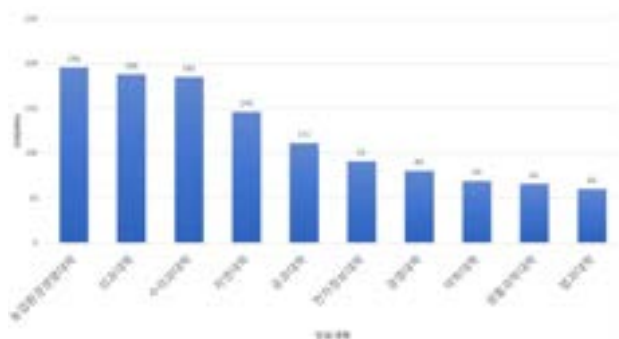


그림3. 단과대학별 EUI(면적당 에너지사용량)

### 2.3 준공연도와 EUJ(면적당 에너지 소비량) 연관성 분석

준공연도와 대학 건물의 에너지 소비량이 밀접한 관련이 있는 기존 문헌이 있었다. 따라 충북대학교 건물의 준공연도와 EUI의 연관성을 분석해 보았으나, EUI(면적당 에너지 소비량)가 크고 작은 건물이 준공연도와 무관하게 분포된 것을 보면 결론적으로 충북대학교 건물에서 준공연도와 EUI가 별다른 연관성이 없다는 것을 확인 가능했다. 이는 건물의 준공연도보다 건물의 공간 사용에 따라 에너지 소비량이 좌우된다는 결론에 신빙성을 주었다.

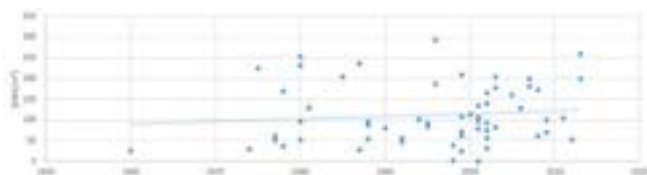


그림4. 준공연도에 따른 EUI

## 2.4 1인당 에너지 소비량과 EUI 연관성 분석

먼저 1인당 에너지 소비량 산정 기준으로는 건물의 연면적 기준으로 강의실, 연구실험실 면적을 구하고, 아래와 같은 식을 사용하여 강의실 면적에 따른 학생 수와 연구실험실 면적에 따른 학생 수 둘 중 더 많은 인원이 나오는 값을 사용하여 충북대학교 건물별 학생 수를 추정했다.

연출 내용	기준값
계획상 1인당 할리일 만점(m)	1.2m

3. 실험 - 실습실 확보 현황 【첨가 44-3】

연구 내용	기간
제학을 1인당 30원씩 지급한 결과	2.5년

출처 : 한국대학평가원 『대학기관평가연표』

그림5. 재학생 1인당 강의실, 연구실험실 면적 기준

면적 기준으로 계산한 결과 학생 수와 EUI(에너지사용량 / 학생 수)는 다음과 같다.

연도별 예산	연도별	주요사업별 예산	2015년(지.국.도.시.군.구) 예산	2015년(지.국.도.시.군.구) 예산
2015-1	지방행정기구인건비	1,133	1,017	1,041
2015-2	지방경찰	1,620	852	236
2015-3	지방자치조직인건비	3,620	883	265
2015-4	지방자치기구	371	331	254
2015-5	지방경찰청	887	247	247
2015-6	지방자치예산	1,055	659	538
2015-7	지방자치예산	899	650	200
2015-8	공공행정예산	1,886	649	187
2015-9	지방자치예산	2,197	641	152
2015-10	지방자치예산	2,256	457	209
2015-11	지방자치예산	1,871	626	578
2015-12	지방자치예산	1,131	593	203
2015-13	지방자치예산	1,593	584	526
2015-14	지방자치예산	1,844	562	129
2015-15	지방자치예산	2,861	536	181
2015-16	지방자치예산	592	489	196
2015-17	지방자치예산	1,864	429	130
2015-18	지방자치예산	867	393	87
2015-19	지방자치예산	532	367	93
2015-20	지방자치예산	1,127	358	96
2015-21	지방자치예산	1,881	357	96
2015-22	지방자치예산	1,039	352	88
2015-23	지방자치예산	1,759	350	161
2015-24	지방자치예산	2,069	325	114
2015-25	지방자치예산	2,879	296	93
2015-26	지방자치예산	1,459	287	81
2015-27	지방자치예산	1,052	254	78
2015-28	지방자치예산	2,677	246	53
2015-29	지방자치예산	482	237	47
2015-30	지방자치예산	1,841	228	79
2015-31	지방자치예산	2,687	196	56
2015-32	지방자치예산	2,686	196	107
2015-33	지방자치예산	1,252	191	69
2015-34	지방자치예산	499	187	75
2015-35	지방자치예산	4,887	181	105
2015-36	지방자치예산	475	167	32
2015-37	지방자치예산	2,638	162	56
2015-38	지방자치예산	1,715	145	56
2015-39	지방자치예산	467	118	52
2015-40	지방자치예산	716	108	29
2015-41	지방자치예산	835	80	

그림6. 건물별 EUI(에너지사용량 / 학생 수)

EUI(에너지사용량 / 학생 수)를 내림차순으로 정렬했을 시 대체로 연구실험실 면적이 높은 건물들이 상위에 위치하는 것을 알 수 있었다. 또한 EUI(에너지사용량 / 학생 수)와 EUI(에너지사용량 / 연면적)의 값은 대체로 유사한 순서로 도출되었다. 이로 학생 수와 건물의 공간 EUI(면적당 에너지사용량)이 연관 있는 것을 알 수 있었다.



### 2.5 건물의 공간과 기저에너지에 대한 분석

기저에너지 산출 기준은 월별 에너지 사용량 중 최저 에너지 사용량으로 정의하였으며, 최저 에너지 사용량이 비정상적으로 낮은 경우, 최저값을 제외하고 차순으로 낮은 값을 기저에너지로 가정했다. 데이터가 많은 전력의 경우 3, 4, 9월달 에너지 사용량이 기저에너지 사용량이 되는 건물들이 다수였으며, 혼재동과 강의동도 대부분의 건물들이 4, 9월달 설비 전력 에너지 사용량이 가장 적었다. 이에 연구실험동이 비율이 높아질수록 냉난방 설비 사용이 계절의 영향을 덜 받는 것을 알 수 있었으며, 이로 건물 공간의 용도가 설비와 별개로 에너지 사용에 크게 영향을 미침을 확인할 수 있었다.

### 2.6 건물의 공간과 설비에 대한 분석

충북대학교 건물들의 냉방설비로는 전력 에너지를 소비하는 설비들 개별냉방, 지열 히트펌프(GHP), 전기 히트펌프(EHP)가 다수였으며 난방의 경우 가스, 전력, 지역난방이 다양하게 사용되는 것을 알 수 있었다. 이 중 지역난방을 사용하는 건물은 냉난방 모두 지역난방을 사용하는 건물이 다수였다. 하지만 실의 면적에 따른 분류와 설비의 종류가 연관성이 있는 것은 알 수 없었다. 이로 단순히 설비의 차이로 EUI 차순이 정해지는 것이 아니라 공간의 용도에도 EUI가 영향을 받음을 확인할 수 있었다.

### 3. 결론

본론에서는 크게 실면적과 단과대학별 건물군을 분류하고 건물별로 준공연도, 사용하는 재학생의 인원과 EUI의 연관성을 분석하였다. 이러한 분석 내용에서 EUI는 타 데이터 분석에 영향을 주는 기초 데이터로 사용됐으며, 건물 내 실 면적과 설비에너지 사용량 및 특성은 건물의 독립적 특성을 나타내는 데이터로 활용 가능했다. 기저에너지 분석 결과 연구실, 실험실 비율이 큰 경우가 작은 경우에 비해 높은 기저에너지 소비량이 결정됐으며, 복합동과 강의동의 경우 4월과 9월의 설비에너지 소모량이 적었으며 복합동이 강의동보다 월 간 설비에너지 소모량의 편차가 적은 것을 보아, 연구실험동이 비율이 높아질수록 냉난방 설비 사용이 계절의 영향을 덜 받는 것을 알 수 있었다. 이는 실험실 특성상 계절에 상관없이 냉난방이 필요한 경우가 있어 그런 것으로 추측된다. 별개로 기숙사의 경우 학생들이 없는 방학 기간동안 냉난방 에너지소모량이 적은 것과 도서관의 경우 여름에 냉방을 위해 전력에너지를 특히 사용한 것을 알 수 있었다. 단과대학별 건물군을 분류한 경우 총 에너지사용량이 높은 농업환경생명대학, 자연대학, 공과대학에서 효율적인 설비 변경, 효율적 공간 활용, 시간 단위 에너지 분석 등 에너지 감축 방안을 사용하면 대학 내 비용감축이 크게 될 것으로 보이며, EUI가 높게 나오는 의대와 수의대는 적은 건물에서 EUI가 높게 나오는 것을 보아, 일부 건물의 설비 통일 등으로 에너지 감소 효과를 볼 수 있을 것으로 보였다. 준공연도와 EUI는 별 연관성이 없어 준공연도가 충북대학교 건물의 에너

지사용량에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 보였다. 논문의 주된 내용인 건물의 공간 구성비와 에너지사용량에 대한 결론은 다음과 같다. 대체로 평균 EUI(면적당 에너지사용량) 값이 연구실험실, 복합동, 강의동 순으로 나타났으며, 몇몇 건물들을 제외하고 연구실험실 면적이 넓을수록 EUI(면적당 에너지 소비량) 값이 증가하는 것을 알 수 있었으며, 연구실험실 비율이 높을수록 1인당 에너지 소비량이 높은 것을 보아 내부 인원이 사용하는 냉난방 설비 이외에도 연구실험실에 사용되는 실험 도구, 기기, 생물 등에 건물의 에너지 사용량이 두드러지게 영향을 받음을 추측할 수 있었다. 1인당 에너지 소비량과 EUI의 연관성을 분석한 결과 EUI(에너지사용량 / 학생 수)와 EUI(에너지사용량 / 면적)가 대체로 비슷한 차순으로 도출되었으며 연구실험실 비율이 높은 건물은 비교적 타 건물보다 에너지 소비 비율이 높은 것을 확인할 수 있었다. 이와 같은 내용으로 에너지 소비량이 높은 공간이 건물 내에 많이 분포할수록 대학 에너지 소비 증가에 영향을 끼침을 유추할 수 있었으며, 이로 건물의 공간 구성비가 EUI에 크게 영향을 미치는 것을 알 수 있었다.

### 참고문헌

1. 정혜진, 김진아(2018). 전력 소비 지표 분석을 통한 대학 건물의 에너지 소비 특성에 관한 연구.에너지기후변화교육 8(2), 99-111.
2. 조진균, 이영재(2021).용도별 에너지 요구량에 따른 대학 캠퍼스 에너지소비 구조 분석.대한건축학회논문집,37(6), 179-190.
3. 윤진하, 이병희, 여명석, 김광우(2017). 대학건물의 사용 행태 및 건축계획 관련 인자에 따른 에너지 소비패턴 분석. 대한건축학회 학술발표대회 논문집, 37(1), 527-530.
4. 정혜진, 이성동, 이장호(2023).대학 건물의 공간 단위 에너지 소비량 분석에 관한 연구.한국기후변화학회지,14(1), 41-52.
5. 정민희, 이언구(2014).대학 캠퍼스 기존 건물의 에너지 절약 가능성: 국내 현장 조사 .Energy and Building Volume 78, 176-182.
6. Ying Han, Xuejie Zhou, Ruijiang Luo(2015) Analysis on Campus Energy Consumption and Energy Saving Measures in Cold Region of China (China)
7. Paula Bastida-Molina, Juan Torres-Navarro, Andrés Honrubia-Escribano, Inmaculada Gallego-Giner, Emilio Gómez-Lázaro(2023) A detailed analysis of electricity consumption at the University of Castilla-La Mancha (Spain)

## 콘크리트 내부 온·습도 측정 및 모니터링을 위한 유선 장치 개발

Development of Wired Devices for Concrete Temperature/Humidity  
Measuring and Monitoring최 정 욱\*  
Choi, Jeong-Uk

## Abstract

본 연구에서는 콘크리트 내부의 온도 및 습도를 연속적으로 계측 가능한 장치를 개발하였다. SHT-85 온·습도 센서를 각 핀의 특성에 맞게 PCB에 납땜하고 PCB와 아두이노를 연결하였다. 최대 16개의 센서를 콘크리트 내부의 온도 및 습도 측정에 사용할 수 있도록 회로를 구성하였다. 유선 온·습도 측정 장치 성능을 시험하기 위해, 모르타르 100×100×400 크기의 공시체를 대상으로 10mm, 30mm, 50mm 깊이별 온·습도를 1분 간격으로 13일간 측정하였다. 개발된 유선 장치로 항온항습 장치의 내부를 측정한 온·습도 데이터와 항온항습 장치가 디지털로 나타내는 온·습도를 실시간으로 비교해본 결과, 측정 기간 동안 온도 최대  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ , 상대습도 최대  $\pm 1.5\%$ 의 오차를 가진다.

키워드 : 콘크리트, 온도, 상대습도, SHT-85, 아두이노

Keywords : Concrete, Temperature, Humidity, SHT-85, Arduino

## 1. 연구 배경 및 목적

콘크리트는 타설 후 재령 경과에 따라 수분손실 및 수분 분포의 변화로 인해 체적의 변화를 일으켜 콘크리트 성질의 변화에 영향을 미친다. 콘크리트가 외기에 노출되었을 때, 건조하는 과정에서 콘크리트 표면부의 수분이 증발하여 습도가 먼저 감소하기 시작하며, 콘크리트의 중심부로 갈수록 수분이 밖으로 빠져나가 외부 습도와 평형을 이루기까지 더 많은 시간이 필요하다. 수분분포의 불균형은 체적 변화를 발생시키고 콘크리트 표면의 수축균열을 야기한다. 이처럼 콘크리트 타설 후, 콘크리트 내부의 직접적이고 세부적인 온·습도 계측은 콘크리트 양생 거동 분석에 중요한 데이터를 제공할 수 있다. 현재 콘크리트 온습도 측정 장치는 비교적 고가이고 사용가능한 채널이 한정적이기 때문에, 측정기를 이용한 몇몇 부분에 대한 제한적인 측정 방식이 대부분이었다. 본 연구는 사용가능한 채널을 확장시키고 동시에 연속적으로 온·습도 데이터를 계측 가능한 장치를 개발하고자 한다.

## 2. 측정 장치 개발 방법

본 연구는 SHT-85으로 콘크리트 내부 온·습도를 측정하기 위해, 아래와 같이 아두이노와 PCB 회로를 설계한다.

표 1의 SHT-85 제원을 통해 SCK, VCC, GND, DATA 각 핀에 맞게 그림 1과 같이 PCB와 아두이노를 통한 유선 온·습도 측정 장치의 회로를 설계 후, 그림 2 (a)와 같이 납땜하였다. 보다 안정적인 통신을 위해 터미널 블록을 PCB와 SHT-85 사이의 연결 매개체로 사용하였다. 이후, PCB와 아두이노를 그림 2 (b)와 같이 결합하여 통신 회로를 구성하였다.

표1. SHT-85 각 핀의 특성

Pin	Name	Comments
1	SCL	Serial clock: input only
2	VDD	Supply voltage: input
3	VSS	Ground
4	SDA	Serial data: input/output

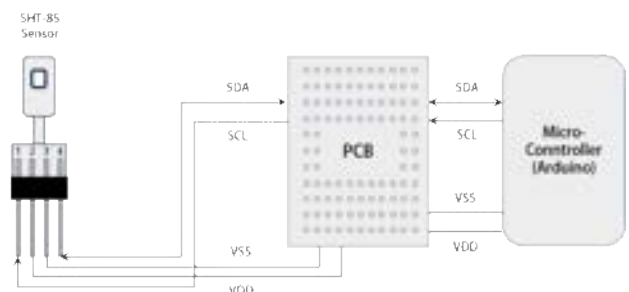
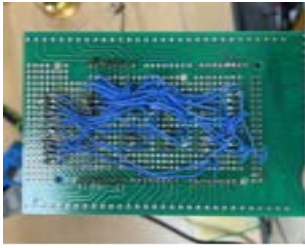


그림 1. 유선 온·습도 측정 장치의 회로도

\* 충북대학교 건축공학과 학부과정



(a) 납땀한 PCB 형상(후면)



(b) 납땀한 PCB 형상(전면)  
및 PCB-아두이노 결합

그림 2. 아두이노-PCB 구성

측정 장치의 콘크리트 계측 개념도는 그림 3과 같다. 콘크리트에 매립된 PVC관으로 그림 4과 같이 온·습도 센서 SHT-85를 삽입한 후, 아두이노(마이크로 컨트롤러)를 통해 데이터를 측정하고 PC로 모니터링을 진행한다.



그림 3. 콘크리트 온·습도 계측 개념도

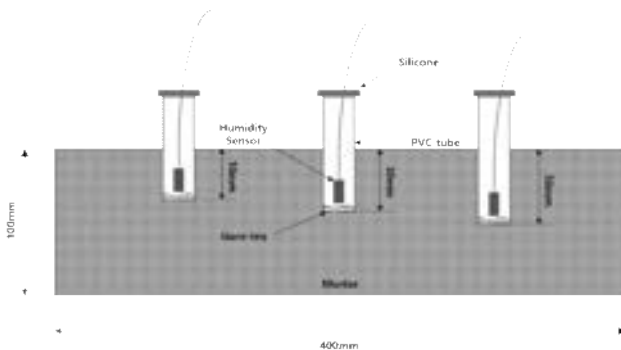


그림 4. 콘크리트 온·습도 계측 모식도

### 3. 연구 결과

본 연구에서는 콘크리트 내부의 온도 및 상대습도를 연속적으로 계측 및 실시간 모니터링 가능한 장치를 개발하였다. 개발한 유선 온·습도 측정 장치 성능을 시험하기 위해, 모르타르 100×100×400 크기의 공시체 3개를 대상으로 10mm, 30mm, 50mm 깊이별 온·습도를 Arduino-IDE 프로그램 코딩을 통해 1분 간격으로 시간과 센서 종류별 온도 및 상대습도 데이터를 13일간 측정하였다. 측정된 총 9개의 온·습도 데이터는 그림 5와 같이 PC에 실시간으로 저장되어 모니터링이 가능하다.

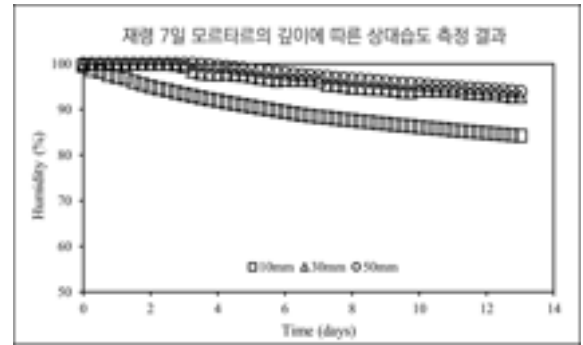


(a) 실시간 PC 모니터링



Time: 0:01:00	SHT85: RH: 48.13 T: 26.42
Time: 0:02:00	SHT85: RH: 48.13 T: 26.42
Time: 0:03:00	SHT85: RH: 48.26 T: 26.42
Time: 0:04:00	SHT85: RH: 48.89 T: 26.45
Time: 0:05:00	SHT85: RH: 48.53 T: 26.43
Time: 0:06:00	SHT85: RH: 48.53 T: 26.43
Time: 0:07:00	SHT85: RH: 48.49 T: 26.43
Time: 0:08:00	SHT85: RH: 48.54 T: 26.44
Time: 0:09:00	SHT85: RH: 48.53 T: 26.39
Time: 0:10:00	SHT85: RH: 48.58 T: 26.44
Time: 0:11:00	SHT85: RH: 48.58 T: 26.45
Time: 0:12:00	SHT85: RH: 48.53 T: 26.42
Time: 0:13:00	SHT85: RH: 48.54 T: 26.42
Time: 0:14:00	SHT85: RH: 48.54 T: 26.43
Time: 0:15:00	SHT85: RH: 48.83 T: 26.44
Time: 0:16:00	SHT85: RH: 48.95 T: 26.42
Time: 0:17:00	SHT85: RH: 58.49 T: 26.39

(b) 측정 데이터 결과



(C) 재령 7일 모르타르의 깊이에 따른 상대습도 측정 결과

그림 5. 실시간 온·습도 측정 데이터 모니터링 및 측정 결과

### 4. 결 론

본 연구에서는 아두이노와 SHT-85를 통해, 사용가능한 채널을 확장시키고 콘크리트 내부의 온·습도 거동을 연속적으로 측정하여 모니터링 할 수 있는 장치를 개발하였다.

개발된 유선 장치로 항온항습 장치의 내부를 측정한 온·습도와 항온항습 장치가 디지털로 나타내는 온·습도를 실시간으로 비교해본 결과, 측정 기간 동안 온도 최대  $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ , 상대습도 최대  $\pm 1.5\%$ 의 오차를 가진다. 해당 장치는 시공 현장이나 연구 과정에서 콘크리트 내부 수분 분포를 파악하고, 확장된 채널만큼 다수의 시험체에 사용하여 필요한 데이터를 얻을 수 있을 것으로 판단된다. 향후 기술 및 시스템의 개발과 연구를 통해 보다 안정적이고 정밀한 콘크리트 내부 온·습도 거동을 측정하는 연구가 진행되어야 한다고 판단된다.

### 5. 참고문헌

1. 강수태, 콘크리트의 수분확산에 대한 실험적 연구, 한국과학기술연구원 국내석사학위논문, 2002
2. 김상신, 콘크리트 온습도 모니터링을 위한 근거리 무선 측정 장치 개발, 한국콘크리트학회 가을 학술대회 논문집, 2016, pp.591-592
3. 홍성기 외 4명, 내부 온습도 측정을 통한 초기재령의 콘크리트 내부 습도 및 수화열 변화 특성 분석, 한국콘크리트학회 가을 학술대회 논문집, 2008, pp.741-744

## Hololens 2를 통한 scan to BIM 모델 생성의 적합성 검토

## Assessment of Suitability for Scan to BIM Model Generation Using Hololens 2

○황 병 후\*

Hwang, Byung-Hu

김 민 구\*\*

Kim, Min-Koo

## Abstract

Hololens, a mixed reality Head-Mounted Display (HMD), utilizes SLAM to real-time map spaces and augment virtual models. In the construction industry, it is employed to preview virtual construction completion. However, Hololens faces challenges in directly applying to Scan to BIM due to low scan quality. In this study, RANSAC is employed to remove outliers in Hololens mapping data, and the accuracy of corner point measurements is compared with benchmark data from a laser scanner commonly used in reverse engineering. The research reveals that while Hololens offers efficient scanning for broad areas, it exhibits higher errors in plane extraction compared to traditional methods, emphasizing the need for future research to enhance accuracy.

키워드 : 홀로렌즈, 레이저 스캐너, 공간 스캔, RANSAC, 역설계

Keywords : Hololens, laser scanner, spatial scanning, RANSAC, reverse engineering

## 1. 서론

## 1.1. 연구의 배경

As-Built 모델의 생성 또는 리모델링 건물의 역설계 진행을 위해서는 건물 구조와 공간을 정확하게 파악하는 것이 매우 중요하다. 기존에는 레이저 스캐너를 사용하여 건물을 스캔하고, 해당 데이터를 기반으로 역설계를 수행하는 것이 일반적이었다. 그러나 이 방식은 건물이 복잡할수록 시간이 오래 걸리고, 측정점이 부족할 때는 폐색 영역이 발생하는 등의 제약이 있었다.

Microsoft의 Hololens는 혼합현실 HMD(Head Mounted Display) 기기로서, 가속도계, 자이로 스코프, 자력계, 카메라, 그리고 깊이센서를 활용하여 주위 환경을 스캔하여 사용자의 위치를 실시간으로 추정하는 SLAM(Simultaneous Localization and Mapping)을 통해 공간 매핑을 진행하고 그 데이터를 토대로 가상 데이터를 증강시켜 사용자에게 보여준다. Hololens는 현재 건설 산업에서 가상의 시공 완료 모습을 실제 공간에 증강시키는 용도로 활용되고 있다. 그러나 Hololens는 낮은 스캔 품질로 인해 3D 도면 제작에 직접 적용하는 연구가 활발하지 않았다.

Hololens는 자율주행 로봇과 달리 가속도 센서와 시각적 주행기록계에 의존하여 공간을 매핑한다. 이를 실시간으로 가능하게 하기 위해 맵 갱신을 주요 키프레임에만 적용하여 빠른 공간 매핑이 가능하지만 매핑 데이터에 이상치가 자주 발생한다.

RANSAC(RANdom SAMple Consensus)은 데이터셋에서 노이즈와 이상치를 제거하고 모델을 예측하는 알고리즘으로, 낮은 반복 횟수로도 강건한 모델을 추정할 수 있는 특징을 가지고 있다. 여기서 이상치란 데이터에 자연히 발생하는 노이즈 외에 특수한 성격을 띄는 값으로 모델 추정에서 제외해야 하는 데이터를 말한다.

## 1.2 연구 목적

본 연구의 목적은 Hololens 2를 이용하여 실내 공간에서의 특징점인 모서리점의 계측 정확도를 분석하는 것이다.

이를 위해 기준이 되는 벤치마크 데이터로써 광파기를 사용하며, 실제 산업에서 역설계에 가장 많이 활용되고 있는 레이저 스캐너와 비교하여 Hololens의 성능을 따진다. 본 연구에서는 이 과정에서 RANSAC을 통해 이상치를 제거하는 과정을 거쳐 Hololens의 매핑 데이터로부터 추출한 평면의 정확도를

\* 충북대 건축공학과 학사과정

\*\* 충북대 건축공학과 교수

높았다.

## 2. 선행 연구

표 1. 선행연구

Rottensteiner (2003)	Point Cloud Data로부터 경계조건을 세우고 임의의 점에서의 관측을 가정해 건물 모델 추출
Yang (2010)	RANSAC을 통한 평면 추출 및 모델의 기하학적 조건 결정
Loporcaro G (2000)	Hololens를 이용한 시공검측 검토
Ryutarou Ohbuchi (2005)	3D 모델의 형태 유사성을 기반으로 표면 기반 3D 형상을 검출
P.H.S. Torr (2000)	점들의 경향성을 최대화하는 방식으로 RANSAC의 변형 제안
전진석 (2018)	RANSAC에서 정확성과 계산속도를 각각 발전시킨 MSAC, PROSAC의 융합 알고리즘 연구

## 3. 연구의 범위 및 방법

광파기는 입사광과 반사광의 신호가 가지는 레이저광 신호의 위상 차이를 검출하는 방식으로 작동하며, 1mm이하의 분해능을 구사할 수 있는 성능을 인정받아 측량 분야에서 가장 많이 사용되고있는 장비이다. 따라서 본 연구에서는 광파기를 비교 대상이 되는 벤치마크 데이터로써 선정하였다. 광파기(GM-50)를 통해 직육면체 형태의 실내 8개의 꼭짓점을 측정하여, 이를 기준으로 레이저 스캐너(FARO S70)와 홀로렌즈로부터 얻은 점군 데이터로부터 각각 추출한 꼭짓점과의 거리를 구해 오차율을 판단한다. 실험은 다음과 같은 방식으로 진행하였으며, 교내 임의의 한 강의실을 스캔 대상으로 삼았다.



그림 1. 연구 진행 순서도

### 3.1 데이터 수집

먼저 광파기를 사용해 실 내 8개의 꼭짓점 좌표를 측정하였다. 실험에는 Topcon 사의 GM-50 광파기를 사용하여 진행하였다. 레이저스캐너는 FARO S70을 이용하였으며,

0.072°의 각해상도로 실내 전체 영역을 스캔하였으며, 스캔시간은 1분 36초가 소요되었다. Hololens 2는 Microsoft사에서 제시한 가이드라인에 따라 안정적이고 충분한 품질의 공간 매핑을 할 수 있도록 스캔을 진행하였다. 장비를 착용한 실험자가 실내를 돌아다니며 약 2m마다 멈추고 주변을 둘러보며 스캔을 진행하였고, 시간은 약 1분 40초가 소요 되었다.

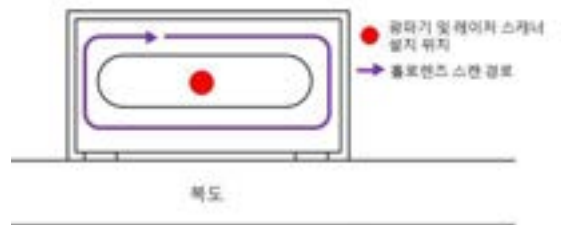


그림 2. 스캔 진행 모식도



그림 3. 광파기를 사용한 측정 모습



그림 4. 레이저 스캐너를 사용한 측정모습

표 2. 광파기(GM-50)로 측정한 실내 좌표

	X	Y	Z
A	4.1500	-4.5160	2.5730
B	-6.2670	0.1570	2.5710
C	-4.2860	4.5640	2.5590
D	6.1320	-0.0980	2.5550
E	4.1460	-4.5170	-0.3160
F	-6.2490	0.1760	-0.3210
G	-4.2820	4.5740	-0.3300
H	6.1320	-0.0980	-0.3310



그림 5. 광파기(GM-50)로 측정한 점들의 위치

### 3.2 평면 추출

#### 3.2.1.1. ICP 알고리즘을 통한 좌표 정렬

레이저 스캐너와 홀로렌즈는 각각 다른 로컬 좌표계를 가진다. 따라서 두 스캔 데이터의 비교를 위해서는 좌표계를 하나의 글로벌 좌표계에 대해 정렬해줘야 한다. 본 논문에서는 이러한 데이터의 서로 다른 위치와 방향을 통일시킨 후 비교를 진행하기 위해 ICP (Iterative Closest Point) 알고리즘을 활용하였다. ICP 알고리즘은 두 개의 point cloud data 간의 대응점 사이의 거리를 계산하여, 이 거리를 최소화하는 변환 행렬을 찾는 알고리즘이다. 본 연구에서는 이를 통해 레이저 스캐너로 스캔한 데이터와 홀로렌즈 스캔 데이터 간의 최적의 변환 행렬을 찾아 동일한 좌표계로 정렬해 주었다. 그림 7.은 FARO S70을 이용한 스캔 결과 데이터이며, 그림 8.은 Hololens 2의 메쉬 형식 공간 매핑 데이터를 FARO와 같은 점 밀도로



포인트 클라우드 형식으로 변환한 모습이다.

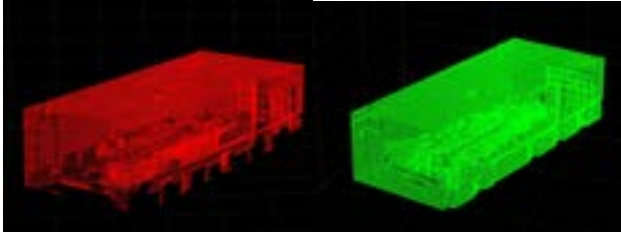


그림 7. 레이저 스캐너 스캔 데이터

그림 8. Hololens 2 스캔 데이터

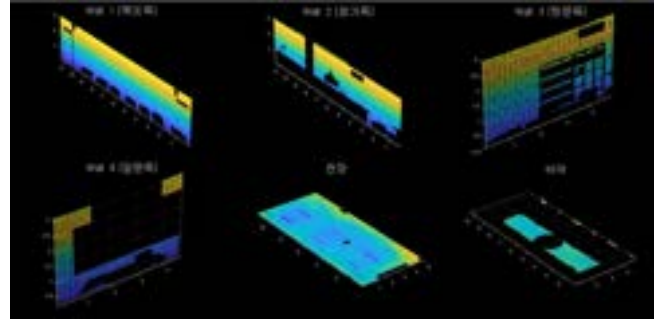


그림 10. FARO S70 데이터에서 추출한 평면

### 3.2.1.2. 스캔 데이터에 맞춰 광파기 데이터의 좌표 정렬

동일한 좌표계내에서 비교를 진행하기 위해 광파기의 데이터도 나머지 두 데이터의 좌표계에 일치시켜 주었다.

### 3.2.2. RANSAC을 통한 평면 추출

다음으로 스캔된 데이터에서 관심 영역을 설정하고, RANSAC 알고리즘을 활용하여 평면을 추출한다. 본 연구에서는 기존 RANSAC보다 정확성이 높은 MSAC 알고리즘을 사용하여 더욱 정확한 평면 추출을 목표로 하였다. MSAC은 데이터를 두 그룹으로 분리하여 이상치를 제외하고 정상 데이터만을 분리해가며 작동하며, 모든 정상 데이터가 속한 집단에 대한 손실을 계산하여 정확도를 높인다. 손실의 계산에는 다음과 같은 Huber loss 함수를 사용한다.

$$\rho(e^2) = \begin{cases} 0.5 * e^2, & e^2 < T^2 \\ 0.5 * T^2, & e^2 \geq T^2 \end{cases} \quad (1)$$

$e = error, T = threshold$

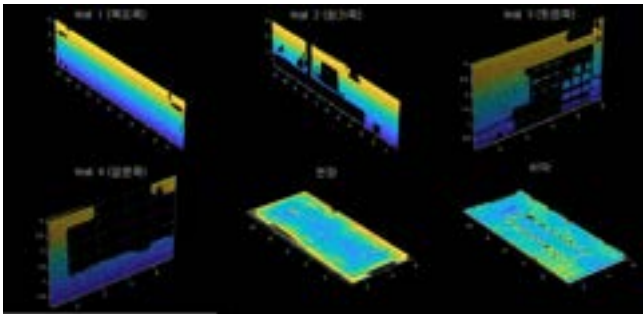


그림 9. Hololens 2 데이터에서 추출한 평면

### 3.2.3. 추출 평면의 법선 벡터, 도심 산출 및 평면 정의

이후 실제 BIM 모델 제작을 위해 추출된 각 평면의 법선 벡터와 도심을 계산하여 평면의 방정식을 정의하고, 각 방정식끼리의 해를 구하여 꼭짓점을 구한다. 법선벡터는 데이터에서 직접 공분산 행렬을 구한 뒤 그 고유벡터를 통해 산출하였다. 공분산은 정방 행렬의 각 값을 변수의 분산과 공분산으로 채운 것을 말하는데, 고유 벡터가 데이터가 어떤 방향으로 분산이 가장 큰지 보여주기 때문에 Point Cloud Data로부터 법선벡터를 구할 때 쓰인다.

$$C = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (p_i - \bar{p})(p_i - \bar{p})^T \quad (2)$$

$$C \cdot \bar{v}_j = \lambda_j \cdot \bar{v}_j$$

$p_i$  : 점,  $C$ : 공분산,  $\bar{p}$ : 가까운 점들의 3차원 도심,

$\lambda_j$  : 공분산 행렬의 고유값,  $\bar{v}_j$  : 공분산 행렬의 고유벡터

위와 같은 방법으로 구한 데이터 별 평면의 방정식을  $ax + by + cz + d = 0$  형태로 나타냈을때의 각 요소는 다음과 같다.

표 3. 레이저 스캐너 데이터에서 추출한 평면의 방정식

	a	b	c	d
천장	-0.0034	0.0003	1	-3.0778
바닥	-0.0048	0.0007	1	-0.1885
벽 1	1	-0.0007	-0.0002	-0.1367
벽 2	1	-0.0008	0.0025	-5.0025
벽 3	-0.0042	-1	0.0056	11.4764
벽 4	0.0012	1	-0.0011	-0.0560

표 4. 홀로렌즈 데이터에서 추출한 평면의 방정식

	a	b	c	d
천장	0.0006	0.0005	1	-3.1029
바닥	-0.0007	0.0002	1	-0.2061
벽 1	1	-0.0007	-0.0051	-1.2471
벽 2	1	0.0006	-0.0078	-6.1290
벽 3	0.0015	1	-0.0038	-11.6571
벽 4	0.0015	-1	-0.0026	0.1827

#### 4. 결과

표 5. 부터 표 7. 까지는 앞서 구한 평면의 방정식끼리 연립하여 얻은 꼭짓점의 좌표를 중심점을 원점(0,0,0)으로 이동시킨 좌표를 나타낸 것이다.

표 5. 광파기로 측정한 꼭짓점 좌표

	X	Y	Z
GM80_A	2.4265	-5.7085	1.4510
GM80_B	2.4187	5.7087	1.4530
GM80_C	-2.4235	5.7054	1.4350
GM80_D	-2.4052	-5.7081	1.4390
GM80_E	2.4018	-5.6998	-1.4410
GM80_F	2.4212	5.7054	-1.4360
GM80_G	-2.4235	5.7054	-1.4510
GM80_H	-2.4160	-5.7085	-1.4500

표 6. 광파기로 측정한 꼭짓점 좌표

	X	Y	Z
FARO_A	2.4227	-5.7114	1.4540
FARO_B	2.4319	5.7080	1.4506
FARO_C	-2.4267	5.7283	1.4341
FARO_D	-2.4347	-5.7056	1.4375
FARO_E	2.4300	-5.7145	-1.4283
FARO_F	2.4391	5.6918	-1.4363
FARO_G	-2.4273	5.7121	-1.4596
FARO_H	-2.4353	-5.7087	-1.4517

표 7. 광파기로 측정한 꼭짓점 좌표

	X	Y	Z
Hololens_A	2.4541	-5.7370	1.4465
Hololens_B	2.4471	5.7387	1.4407
Hololens_C	-2.4279	5.7461	1.4437
Hololens_D	-2.436	-5.7443	1.4494
Hololens_E	2.4315	-5.7295	-1.4422
Hololens_F	2.4246	5.7278	-1.4445
Hololens_G	-2.4427	5.7351	-1.4479
Hololens_H	-2.4507	-5.7368	-1.4457

표 8. 광파기 데이터와 비교한 각 점 사이의 거리

	FARO S70 - GM 80	Hololens 2 - GM 80
A	0.0056	0.0399
B	0.0134	0.0431
C	0.0231	0.0419
D	0.0297	0.0487
E	0.0342	0.0420
F	0.0225	0.0242
G	0.0115	0.0355
H	0.0194	0.0450
평균	0.0199	0.0400
표준편차	0.00891	0.00696

(단위:m)

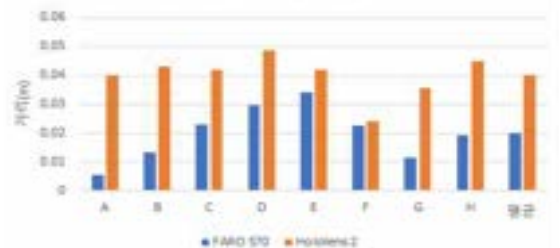


그림 11. 광파기 데이터와 비교한 각 점 사이의 거리

#### 5. 결론

홀로렌즈는 단기간에 넓고 많은 표면적의 영역에 대한 스캔을 실행할 수 있어 원본 데이터에서 장애물로 인해 가려지는 영역이 매우 적지만 실제로 평면을 추출하고 광파기와 비교한 결과 레이저 스캐너를 통한 기존 방법보다 오차가 2배이상 나타날 것으로 예상되었다. 이는 불균일한 메쉬형식의 Hololens 의 공간 매핑 데이터가 평면의 법선 벡터를 구하는 과정과 평면위의 한 점을 구해 평면을 정의하는 모든 과정에서 영향을 미쳤기 때문으로 보인다. GSA BIM Guide에서 제시하는 공간 스캐닝을 통한 역설계시의 오차 허용률 기준에 따르면 이와 같은 오차율을 기준으로로는 홀로렌즈를 통해서는 LOD Level 1의 설계 까지만 가능하다. SLAM을 통한 공간 매핑을 진행하며 정확도는 알고리즘의 영향을 크게 받는다. 홀로렌즈의 경우는 정확도 보다 빠른 매핑속도를 위해 일반적인 SLAM보다 적은 양의 키프레임을 사용하는 PTAM(Parallel Tracking and Mapping)을 기반으로 공간을 매핑한다고 알려져 있다. 그러므로 향후 홀로렌즈를 통해 더 높은 LOD의 도면 획득을 위해서는,

- 1) 홀로렌즈의 SLAM 정확도를 상승시키는 연구나 대체 알고리즘의 개발
- 2) 스캔 거리, 스캔 속도, 실내 조도, 실내 형상 등 여러 조건이 공간 매핑에 미치는 영향 분석 등의 연구가 필요할 것으로 보인다.

#### 참고문헌

1. Rottensteiner, Franz. "Automatic generation of high-quality building models from lidar data." IEEE Computer Graphics and Applications 23.6 (2003): 42-50.

2. Yang, Michael Ying, and Wolfgang Forstner. "Plane detection in point cloud data." Proceedings of the 2nd int conf on machine control guidance, Bonn. Vol. 1. 2010.
3. LOPORCARO, G., et al. Evaluation of Microsoft HoloLens augmented reality technology as a construction checking tool. 2019.
4. OHBUCHI, Ryutarou; MINAMITANI, Takahiro; TAKEI, Tsuyoshi. Shape-similarity search of 3D models by using enhanced shape functions. International Journal of Computer Applications in Technology, 2005
5. P.H.S. Torr, A. Zisserman, MLESAC: A New Robust Estimator with Application to Estimating Image Geometry, Computer Vision and Image Understanding, Volume 78, Issue 1, 2000
6. 전진석, 김효중, 심덕선.(2018).영상 SLAM의 SURF 성능 향상을 위한 MSAC/PROSAC 융합 알고리즘.정보 및 제어 논문집,0,276-277.

# 시공 검측 도구로서 HoloLens2의 사용 가능성 분석

## Analysis of the Feasibility of HoloLens 2 as a Construction Surveying Tool

김 범 진\*      김 민 구\*\*  
Kim, Beom-jin      Kim, Min-Koo

### Abstract

This study assesses the viability of HoloLens2 as a construction surveying tool, focusing on augmented reality (AR) technology. Through a pre-test and analysis using cubic models of different scales, it is found that HoloLens 2 exhibits improved accuracy with larger-scale objects. While limitations exist for small-scale scenarios, the research suggests potential applications for HoloLens 2 in construction surveying, especially for larger structures. Advancements in hardware and software could enhance precision in the future, making it a valuable tool in specific contexts within the construction industry.

키워드 : 홀로렌즈2, 증강현실, HMD, 시공검측

Keywords : HoloLens2, AR, Augmented Reality, HMD, Head Mounted Display, Construction Surveying

### 1. 서론

#### 1.1 연구 배경

증강현실(Augmented Reality/AR)이란 현실에 3차원 가상의 객체를 겹쳐서 나타내는 기술이다(Azuma, 1997). 증강현실의 최초 개발은 과거 1990년대이지만(Milgram et al., 1995), 스마트폰과 같은 휴대용 기기가 대중화 되며 AR기술은 급격한 성장을 이루었고, 의료·교육·마케팅·게임 등 다양한 산업 분야에 보편화되고 있으며, 건축, 공학 및 건설 산업에서도 사용할 수 있는 잠재력을 갖고있다(Lee et al., 2014). 시공 검측에 AR기술을 도입한다면 기존의 검측 방식보다 더 빠르고 효율적인 검측이 가능할 것으로 예상된다. 그렇다면, AR기기이면서, HMD(Head Mounted Display)기기라 양손이 자유로운 Microsoft사의 HoloLens2를 시공 검측에 사용하는 것이 가능할지 알아보기로 했다.

#### 1.2 연구 목적

본 연구의 목적은 시공 검측 도구로서 HoloLens2의 사용가능성을 분석하는 것이다.

##### 1.2.1 시공 검측 List 분류

시공 검측에서 가장 중요한 것은 빠른 시간에 정확한 검측을 하는 것이다. 예를 들어 철근공사는 철근콘크리트 공

사비의 약 30%를 차지할 정도로 비용면에서 매우 중요하다(Jung et al., 2009). 때문에, 우선적으로 철근공사 기준에 관련된 검측 기준을 확인하고 실험을 진행한다. 이후, 정확성을 판단하고, 스캔 데이터가 적합하지 않다면 기준 모델을 만들어서 정확도를 분석한다.

##### 1.2.2 HoloLens2의 정확도 분석

HoloLens2를 이용하여 1.2.1에서 분류한 검측 리스트의 오차 범위 안에 들어가는지 실험을 진행하여 HoloLens2의 정확도를 분석하여, 시공 검측 도구로서 사용 가능한지 분석한다.

### 2. 선행 연구 고찰

다음은 건축 분야에 AR기술이 적용된 사례

표1. 선행연구

Yabuki et al. (2007)	철근 바를 검측을 위한 AR기술 개발에 관한 연구로 시간과 비용을 줄일 수 있다고 예상했다.
Park.(2013)	BIM과 AR의 연결로 건축 프로젝트의 효율성과 품질을 향상시키는 것을 목표로 연구하였다.
Kim et al. (2013)	AR 기술의 현장 적용으로, 검측 소요 시간이 1.8배 ~ 2.4배 적게 소요되는 것을 확인했다.
Riley H et al. (2019)	HoloLens를 통해 실을 스캔하고, 모델링하여 실측 데이터를 기반으로 만든 실과 비교한 연구

\* 충북대 건축공학과 학사과정

\*\* 충북대 건축공학과 교수

### 3. 연구 방법

본 연구는 시공 검측 도구로서 HoloLens2의 사용 가능성을 분석하기 위해 총 3개의 단계로 연구를 진행하고자 한다. 또한 그 전에, HoloLens2의 스캔 성능을 일정부분 확인하고자 Pre-Test를 진행한다. 그림1은 3가지의 단계를 순서도로 보여준다. 이때, 단계 1과 단계 2는 각각 2가지와 3가지 세부 단계로 나뉜다.



그림1. 연구 절차

#### 3.1 Pre-Test

##### 3.1.1 철근공사 시공 검측 리스트

철근공사는 철근콘크리트 공사비의 약 30%를 차지할 정도로 비용면에서 매우 중요하다(Jung et al., 2009). 때문에, 시공 검측 도구로서 활용되기 위해서는, 철근 검측에 사용할 수 있어야 한다. 철근 검측은 직경이 작은(D10~30) 철근을 검측할 수 있는 스캔 성능이 발휘되어야 하기에 연구에 앞서 Pre-Test로 철근공사 검측에 사용될 수 있을지를 확인하였다.

KCS에 등재되어 있는 철근공사 기준인 ‘표 3.4-1 철근 가공 및 조립에 대한 품질 검사’에 따르면 그 기준은 다음과 같다.

표2. KCS 기준, 철근 가공 및 조립에 대한 품질검사

항목	시험·검사 방법	시기·횟수	판정기준
조립된 철근의 배치	이음 및 정착	스케일 등에 의한 측정 및 육안 관찰	철근가공조립도와 일치할 것
	최소 피복 두께		
	유효 길이		
		조립 후 및 조립 후 장기간 경과한 경우	
			$d \leq 200\text{mm}$ 인 경우 $-10\text{mm}$ , $d > 200\text{mm}$ 인 경우 $-13\text{mm}$
			$d \leq 200\text{mm}$ 인 경우 $\pm 10\text{mm}$ , $d > 200\text{mm}$ 인 경우 $\pm 13\text{mm}$

##### 3.1.2 Pre-Test

조립된 철근을 배근한 후 HoloLens2로 피복두께와 유효 길이를 검측하기 위해서는 복잡한 구조로 배근되어 있는 철근과, 거꾸집을 구분하고, 그 사이의 공간을 스캔할 수 있어야 한다. 하지만 주로 현장에서 쓰이는 철근은 직경이 D10~D30 이하의 철근이 쓰이기 때문에 HoloLens2의 스캔

성능이 잘 검측할 수 있을지 미지수이다. 때문에 Pre-Test를 통해 HoloLens2의 대략적인 스캔 성능을 확인해보았다.

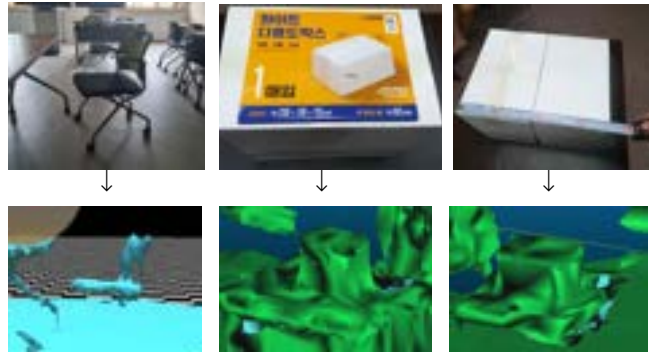


그림2. Pre-Test

각각 의자,  $28 \times 18 \times 15\text{cm}$  상자 하나, 상자 두 개를 HoloLens2를 이용하여 스캔한 결과이다. 우려했던 대로, 스캔의 결과가 좋지 못했다. 책상과 의자의 다리가 원형이고, 이것의 스캔이 잘 된다면 철근의 스캔도 가능성이 있다고 판단했지만, 아예 스캔이 되지 않은 모습을 볼 수 있다. 일정한 규격인 상자의 경우 상자 하나일 때는 거의 형체를 알아보기 힘들었지만, 상자 두 개를 겹붙인 모델의 경우 조금 나은 스캔 결과를 얻을 수 있었다.

이를 통해, 철근이나 원형의 의자·책상 다리의 경우 스캔 데이터를 얻기 힘들지만, 상자의 스캔 데이터를 통해 스케일이 커질수록 저 나은 스캔 데이터를 얻는다는 것을 확인할 수 있었다.

#### 3.2 데이터 획득

##### 3.2.1 일정한 크기의 모형 제작

Pre-Test를 통해 스케일이 커질수록 스캔 데이터가 정밀해진다는 것을 알 수 있었고, 이 가정이 맞는지 확인하고, 그 경향을 파악하기 위해 60cm, 80cm, 100cm 크기의 정육면체 모형을 제작하고, 그 모델을 HoloLens2를 이용하여 스캔하고 분석해보았다.

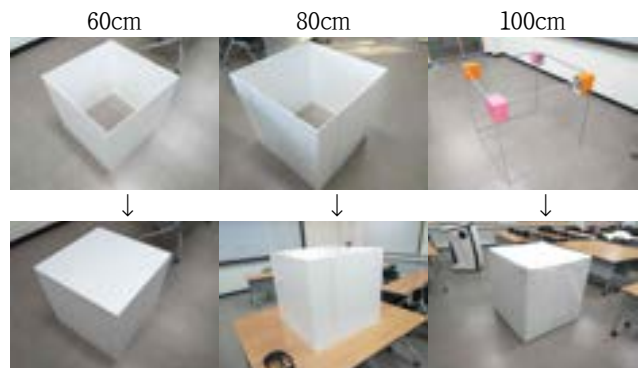


그림3. 정육면체 모형 제작

##### 3.2.2 HoloLens2를 이용한 스캔 데이터 획득

HoloLens2의 스캔은 한번 스캔을 진행하고 나면, 이미 그



장소는 스캔이 끝났다고 판단하고 더 이상 추가 갱신이 이루어지지 않는다. 때문에, 스캔 과정에서 여러 인자들을 추가하며 스캔을 진행할 필요성은 없다고 판단되어, 60cm, 80cm, 100cm 크기로 만든 각 정육면체 모형을 HoloLens2를 이용하여 동일한 장소에서 동일한 조건 하에 스캔을 진행하여 데이터를 획득한다.

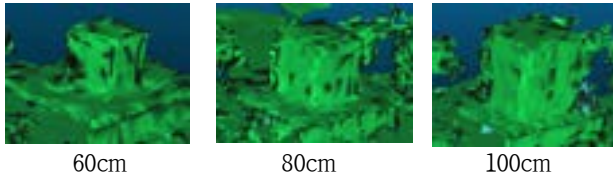


그림4. HoloLens2를 이용한 스캔 데이터

HoloLens2를 이용해 스캔한 각각 60cm, 80cm 100cm 크기의 정육면체 모델의 스캔 데이터(이후 이 데이터를 매쉬 데이터라고 칭함). 단순 스캔으로 얻은 매쉬 데이터로는 실제 모델과의 오차를 판별하고 스캔 성능을 알아보기에 적합하지 않기 때문에 이후 데이터를 분석하는 처리 공정이 필요하다.

### 3.3 데이터 분석

#### 3.3.1 스캔 데이터를 PCD 데이터로 변환



그림5. 각 모형의 크기별 PCD 데이터

HoloLens2를 이용해 얻은 매쉬 데이터를 CloudCompare 프로그램을 이용하여 PCD(Point Cloud Data)로 변환한다. 이후, 필요 없는 더미 데이터를 제거한 뒤 실험 결과 정의에 필요한 정육면체 모델의 데이터만 남겨준다.

#### 3.3.2 평면분리 및 좌표기반 길이 측정

더미 데이터를 제거한 PCD 파일을 MATLAB을 이용하여 데이터를 가공하여 평균값에 수렴하도록 평면 하나를 피팅하여 길이 측정을 진행하였다.



그림6. PCD데이터를 평면 피팅한 모습

#### 3.3.3 HoloLens2의 오차율 경향 판단

아래의 표는 60cm, 80cm, 100cm 크기의 정육면체 모형의 데이터를 가공하여 얻은 PCD데이터를 기반으로, 좌표를 측정하여 각 면의 좌측과 우측의 Y축의 좌표값을 비교하

여 HoloLens2로 측정한 정육면체 모델의 크기를 정리한 표이다.

표3. HoloLens2로 검측한 각 모델의 길이

모델 사이즈	좌측 좌표(m)	우측 좌표(m)	측정 길이(m)
60cm	-0.004596	+0.569870	0.574466
80cm	+0.010640	+0.771307	0.781947
100cm	-0.011340	+0.974226	0.985566

각 모델별 측정 길이를 보면, 측정 모델의 스케일이 커질수록, 실제 모델의 길이와 비슷해지는 것을 알 수 있다.

### 3.4 결론 도출

#### 3.4.1 HoloLens2의 오차율에 적합한 검측 리스트

Pre-Test를 통해, 철근과 같이 작은 스케일을 대상으로 한 HoloLens2의 스캔 데이터는 정확하지 않다고 판단하고, 측정하는 모델의 스케일이 커질수록 스캔 데이터가 정확해진다는 가정을 세우고 이를 확인하기 위해 실험을 진행하였다. 그 결과, 실제로 60cm, 80cm, 100cm 크기의 정육면체 모델의 경우 크기가 커질수록 정확도가 증가한다는 것을 확인할 수 있었다. 이를 토대로, 시공 검측에서 HoloLens2를 이용할 수 있을 검측은 철골과 같이 작은 크기의 대상이 아닌, 보·벽체와 같은 큰 스케일의 검측 혹은 역설계와 같이 공간 전체를 스캔하는 곳에 쓰이면 좋을 것 같다.

#### 3.4.2 시공 검측 도구로서 HoloLens2의 사용 가능성 판단

HoloLens2로 얻은 데이터를 가공하여 길이를 측정한 결과 60cm 크기의 정육면체 모형은 57.45cm로 2.55cm의 오차가 발생했고, 80cm 크기의 정육면체 모형은 78.19cm로 1.81cm의 오차가 발생, 100cm 크기의 정육면체 모형은 98.56cm로 1.44cm의 오차가 발생한 것을 확인했다. 이는, Pre-Test에서 가정한 스캔을 진행하는 대상의 스케일이 클수록 정확도가 올라간다는 것이 맞았다는 것을 확인할 수 있다. 때문에, 당장 HoloLens2를 정밀한 검측을 진행하는 분야의 시공 검측 도구로서 활용하기는 어렵겠지만, 보·벽체와 같은 스케일이 큰 대상의 검측에는 활용할 수 있다고 판단된다.

## 4. 연구결과

### 4.1 실험 개요

본 연구는 시공 검측 도구로서 HoloLens2의 사용 가능성을 분석하기 위해 진행되었다. 때문에, 이 실험 Pre-Test를 통해 가정한 스캔하는 모델의 스케일이 클수록 정확도가 올라간다는 가정을 확인하기 위해 60cm, 80cm, 100cm 크기의 정육면체 모델을 만든 후, HoloLens2를 이용하여 스캔 데이터를 획득, 분석한 후, 이를 통해 HoloLens2의 스캔 성능을 측정하여 시공 검측 도구로서 사용할 수 있는지 가능성을 분석하였다.

#### 4.2 실험 분석

각 모델의 크기에 따른 스캔 데이터를 분석한 결과 Pre-Test에서 가정한 것처럼 스캔을 진행하는 측정 모델의 크기가 커질수록 매쉬 데이터가 좋아지고, 분석한 데이터의 값이 실제 모델의 크기와 비슷해져 오차율이 줄어든다는 것을 확인할 수 있었다.

HoloLens2로 얻은 매쉬 데이터를 PCD로 변환한 후 평면을 분리하고, 가공하여 길이를 측정한 결과 60cm 크기의 정육면체 모형은 57.45cm로 2.55cm의 오차가 발생했고, 80cm 크기의 정육면체 모형은 78.19cm로 1.81cm의 오차가 발생, 100cm 크기의 정육면체 모형은 98.56cm로 1.44cm의 오차가 발생한 것을 확인할 수 있었다.

#### 4.3 실험 결과

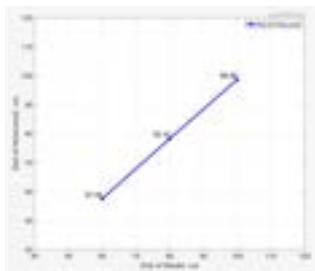


그림7. Dist of HoloLens2

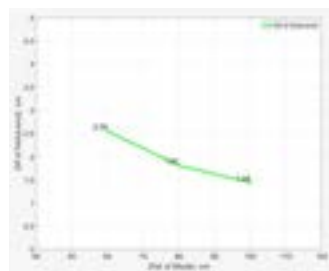


그림8. Dif of HoloLens2

HoloLens2로 측정한 모든 정육각형 모형의 길이는 실제 정육각형의 길이보다 작게 나왔다. 하지만 정육각형 모형의 실제 길이와 비교했을 때의 오차를 나타낸 그래프를 보면, 직선의 형태가 아닌, 곡선 형태의 그래프라는 것을 알 수 있다. 이를 통해서 HoloLens2로 측정할 때 측정하는 모델의 크기가 클수록 오차율이 감소한다는 것을 확인하였다.

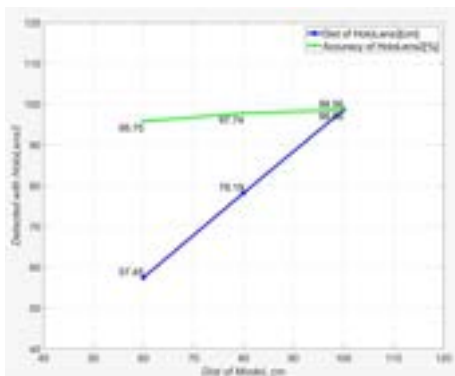


그림9. Detected with HoloLens2

실제로 60cm의 정육각형 모형은 약 2.55cm의 오차가 있었지만, 100cm의 정육각형 모형은 약 1.44cm로 확연히 줄어든 것을 확인할 수 있다. 그러나, 모델의 크기가 커질수록, 실제 모델의 크기와 비교한 HoloLens2의 오차의 변화를 보면 그 감소 폭이 점점 줄어드는 것을 알 수 있다. 이는, 측정하는 모델의 크기가 2배 커지더라도, 오차를 또한 2배 줄어드는 것이 아닌, 일정 부분에 수렴한다는 것을 유추할 수 있다.

표4. HoloLens2의 검측 결과

모델 사이즈	측정 길이(cm)	계측오차(cm)	정확도(%)
60cm	57.4466	2.55	95.75
80cm	78.1947	1.81	97.74
100cm	98.5566	1.44	98.56

아래는 KCS 기준, 보 검측에 관한 항목을 가져온 것이다.

표5. KCS 기준, 콘크리트 부재의 위치 및 단면치수 허용오차

항목	허용오차mm
설계도에 표시된 위치에 대한 각 부분의 위치	±20
기둥, 보, 벽의 단면치수	-5, +15
바닥슬래브, 지붕슬래브의 두께	+15
기초의 단면 치수	+5

이처럼 보 검측의 경우 +5mm에서 크게는 20mm까지의 허용 오차가 있고, 이는 시방서 기준에 따라 달라지기 때문에 HoloLens2를 적용한 시공 검측이 가능할 것으로 판단된다. 그러나, 20mm의 허용오차를 가진 검측을 진행하려면, 검측기기는 약 4mm정도의 오차를 지닌 계측 기기여야 하기 때문에, HoloLens2는 대부분의 검측에서 사용하기 힘들 것으로 예상된다.

#### 5. 결론

이번 실험의 결과를 보면, HoloLens2의 성능은 정밀함을 요구하는 세세한 시공 검측 도구로서는 사용하기 어렵지만, 큰 크기의 모델로 갈수록, 측정을 진행할 때 높은 정확성을 제공하는 것을 확인할 수 있다. 이는 건설 및 시공 분야에서 응용할 수 있을 것으로 예상된다. 물론 이는 100cm 크기의 모델까지만 스캔을 진행한 것이기 때문에 이후 크기에 대한 스캔 성능은 더 알아볼 필요가 있다. 당장은 HoloLens2를 시공 검측 도구로서 사용하기에는 부족함이 있으나, 일부 큰 모델의 검측에는 충분히 사용할 수 있다고 기대되며, 정밀한 검측의 경우도 향후에는 HMD기기의 소프트웨어와 하드웨어의 개발이 계속 진행될 것이기 때문에 가능할 것으로 예상된다. 그리고 최근 도면이 손실되거나 했을 경우 역설계를 통해 도면을 복구하는 작업을 레이저 스캐너를 활용해 진행하는데, 그런 큰 모델의 검측 및 스캔에는 HoloLens2를 충분히 도입할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 참고문헌

1. Ronald Azuma, Recent Advances in Augmented Reality, 2001
2. 김선영 등, 2013, 마커방식 증강현실기법의 건설현장 적용성 연구(철근배근 검측업무 사례적용)
3. Riley H. et al, EVALUATION OF MICROSOFT HOLOLENS AUGMENTED REALITY TECHNOLOGY AS A CONSTRUCTION CHECKING TOOL, 2019
4. Alexander Htet Kyaw, Augmented Reality for high precision fabrication of Glued Laminated Timber beams, 2023

## 자연어처리를 이용한 건축법규 자동 검토 모델 개발

## Development of Automatic Building Code Review Model using NLP

○이 연 재\*  
Lee, Yeon-jae박 선 아\*\*  
Park, Sun-A

## Abstract

In this study, we conducted research on an automatic review model for architectural regulations using BERT, leveraging the Korean language machine reading comprehension data-set KorQuAD 1.0. We created a question-answer data-set using installation standards for preschools and fine-tuned the BERT-base Multilingual Cased model. The performance of the review model showed an Exact Match (EM) score of 0.68, effectively extracting content from architectural regulations. The limitations of the model are believed to stem from the chosen BERT model. Through this model, we anticipate reducing the regulatory review time in construction-related documents, thereby aiding in more efficient tasks.

키워드 : 자연어처리, 건축법규, 기계독해

Keywords : Natural Language Processing, Building law, MRC

## 1. 서론

건축 프로젝트는 복잡한 행정절차를 거치며 재설계 및 재검토 과정을 반복하여 인력과 시간, 비용이 낭비되고 있다. McGraw Hill Construction에서 발표한 Jeffrey Wix에 따르면 건축가는 법규 검토를 위해 한 프로젝트에 평균 약 49시간을 소비하고 있으며, 엔지니어는 평균 약 51시간을 소비하고 있다는 것을 알 수 있다(Jeffrey Wix, 2007). 이처럼 건축 프로젝트 진행 중 상당 시간이 법규 검토에 소요되므로 건축법규 검토를 자동화하여 건축 분야 전문가들의 업무 효율을 향상할 필요가 있다.

이에 본 연구에서는 인공지능이 내용을 이해하고 질문에 맞는 답의 위치를 찾아내는 자연어처리 기술인 기계독해(MRC)를 이용하여 건설 법규 자동 검토에 대한 인공지능 모델을 개발하고자 한다. 이는 건설 분야의 전문가들이 법규 검토 작업을 더 빠르고 효율적으로 수행하여, 프로젝트의 인력과 시간, 비용 등의 자원을 절감하도록 도울 것으로 기대한다.

\* 충북대학교 건축공학과 4학년

\*\* 충북대학교 건축공학과 4학년

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, Chungbuk National University, rita2001@chungbuk.ac.kr)

## 2. 자연어처리 및 기계독해에 관한 고찰

## 2.1 자연어처리 기술 및 Transformer

자연어처리(NLP)는 컴퓨터가 인간의 언어를 이해하고 해석하는 인공지능의 한 분야이다. 자연어처리 모델 중 Transformer는 기존의 자연어처리에 사용하던 인코더-디코더 구조를 유지하며 단어 사이의 유사도를 측정하는 어텐션 기법을 사용한 모델로, 문장의 모든 단어를 각각 연결해 단어가 문장에서 갖는 의미를 이해하여 문맥을 파악할 수 있다.

## 2.2 BERT와 GPT의 비교

Transformer 기반 자연어처리 모델 중 대표적인 BERT와 GPT를 다음과 같이 비교하였다.

표1. BERT와 GPT의 비교

	BERT	GPT
인코더-디코더	Transformer의 인코더 부분 활용	Transformer의 디코더 부분 활용
Attention 방향	참조 방향이 양방향 (앞뒤 문맥 파악 가능)	참조 방향이 순방향 (다음 단어 예측 가능)
총평	자연어를 해석하여 정량화, 분류하는 것에 효과적	자연어를 해석하여 새로운 문장을 생성하는 것에 효과적

본 연구는 건축법규 검토 모델에 관한 연구이므로 정량화, 분류에 유리한 BERT를 사용하는 것이 적합하다고 판단하였다.

### 2.3 기계독해

기계독해란 인공지능(AI) 알고리즘이 스스로 내용을 이해하고 질문에 맞는 답의 위치를 찾아내는 기술이다. 기계독해는 질문-답변 쌍으로 구성된 데이터셋으로 학습되며 학습 시 사용하는 데이터셋에 따라 특정 분야의 질문에 대해 높은 정확도를 보인다.

## 3. 건축법규 기계독해 모델

### 3.1 건축법규 데이터셋

건축법규는 방대한 내용을 담고 있으므로 본 연구에서는 건축법규 중 어린이집의 설치 기준만으로 한정하여 진행하였다. 어린이집의 설치 기준을 본문으로 사용하여 질문-답변 쌍을 생성하였으며, 데이터셋은 한국어 기계독해 데이터셋인 KorQuAD 1.0의 구성을 참고하여 다음과 같이 구성하였다.

표2. 데이터셋 예시

Title	Context	Question	Answer_Text	Answer_Start
구조 및 설비 기준	어린이집의 구조 및 설비는 ..(중략).. 시설면적은 영유아 1명당 4.28제곱미터 이상으로 한다.	어린이집의 시설면적은 몇 제곱미터인가?	영유아 1명당 4.28제곱미터 이상	203

### 3.2 BERT 기반 기계독해 모델

본 연구는 Colab의 GPU 환경에서 학습을 진행하였으며, 언어 모델은 BERT-base Multilingual Cased 모델을 base로 사용한다. 제작한 어린이집 건축법규 데이터셋을 이용하여 fine tuning 하였으며, 학습은 총 20 epoch 수행하였다. 중심 단어를 정해두고 위치를 이동시키며 학습하는 슬라이딩 윈도우 기법을 사용하여 성능을 향상하고자 했으며, 데이터셋의 본문 중 정답을 중심 단어로 설정하고 주변 문장으로 위치를 조정하여 학습하는 방식으로 학습을 진행하였다. 본문과 질문을 작성하여 답변을 출력하는 형식으로 테스트 모델을 구성하여 테스트한 결과는 다음과 같다.

표3. 테스트 모델 결과

Context	보육 정원 50명 이상인 어린이집은 영유아 1명당 ..(중략).. 설치하여야 한다.	화장실 바닥은 ..(중략).. 보육실과 같은 층의 인접한 공간에 설치하여야 한다.
Question	옥외 놀이터를 설치해야 하는 조건이 있어?	어린이집의 화장실은 어디에 위치해야 하는가?
예상 답변	보육 정원 50명 이상	보육실과 같은 층의 인접한 공간
출력 답변	보육 정원 50명 이상	보육실과 같은 층의 인접

EM = 0.68

테스트 결과 본문 및 질문에 대한 예상 답변과 유사한 답변을 출력하는 것을 확인하였으며, EM은 0.68인 것을 확인하였다. EM 인공지능의 성능지표 중 하나로 예측한

답과 출력한 답변이 정확히 일치하는 샘플의 비율을 의미하며, 연구 진행 과정에서 일정 값 이상을 넘을 수 없었는데 선행 연구를 확인한 결과 이는 모델에 사용된 base 모델인 BERT-base Multilingual Cased 모델이 가장 기초적인 언어 모델인 것이 이유로 보인다.

## 4. 결론

본 연구에서는 건축법규를 대상으로 한국어 기계독해 데이터셋인 KorQuAD 1.0을 참고해 데이터셋을 구성하여 BERT를 활용한 건축법규 자동 검토 모델에 관해 연구하였다. 건축법규 중 어린이집의 설치 기준을 본문으로 사용하여 질문-답변 쌍 데이터셋을 생성하였으며, 기존 BERT 모델 중 BERT-base Multilingual Cased 모델을 fine tuning 하였다. 검토 모델을 평가한 결과 학습된 모델의 EM은 0.68로 예측한 답과 출력한 답변이 일치하는 샘플의 비율이 68%인 것을 확인하였다. 연구 진행 과정에서 모델의 성능이 일정 값 이상을 넘을 수 없었는데 이는 검토 모델에 사용된 BERT-base Multilingual Cased 모델의 한계로 보인다. 학습된 모델을 테스트 모델을 이용해 질의응답을 진행하여 본 결과 원하는 건축법규 내용만 추출되는 것을 확인할 수 있었다. 이처럼 건축법규 기계독해 모델을 통해 건설 관련 문서의 법규 적합도를 검토한다면, 건축 프로젝트에서 사용되고 있는 법규 검토 시간을 절감하여 건설 분야 전문가들의 효율적인 작업을 도울 것으로 기대한다. 또한 건설 계약서에도 유사한 전문용어가 사용되므로 이를 활용하여 표준 하도급 계약서에 적합한지 검토할 수 있도록 데이터를 확장한다면 자연어처리 기술을 활용하여 건설업계의 불공정 계약의 예방에 도움이 될 것으로 기대한다.

## 참고문헌

1. 김인한 외. (2018). 건축인허가 법규 자동 검토를 위한 BIM 정보 관리 방안 연구, 한국 CDE 학회 논문집
2. 김동욱 외. (2021). 건축법규 자동 검토를 위한 데이터 베이스 구축 방안
3. 민재욱 외. (2020). BERT를 이용한 한국어 특허 상담 기계독해
4. 전창욱 외. (2020). 텐서플로 2와 머신러닝으로 시작하는 자연어처리, 위키북스
5. 최준호 외. (2014). 개방형 BIM 기반의 건축인허가 적법성 검토 체계 구축을 위한 사전프로세스 적용 방안에 관한 연구
6. KorQuAD 1.0, <https://korquad.github.io/KorQuAD%201.0/>
7. McGraw Hill CONSTRUCTION. (2007). Interoperability in the Construction Industry SmartMarket Report
8. Talebi et al. (2020). Deep Learning-based Automatic Structural Analysis: A Review
9. Vaswani et al. (2017). Attention Is All You Need

# 건축 법규 자동 검토 모델을 위한 건축 법규 데이터 전처리

## Preprocessing of Architectural Regulations Data for Automated Review Model of Building Regulations

○박 선 아\*

Park, Seon-A

이 연 재\*\*

Lee, Yeon-Jea

### Abstract

In this study, we propose a data preprocessing process within the context of automated review of South Korea's building regulations. Drawing inspiration from the format of the KorQuAD dataset, we establish a framework assigning index numbers to Title, Content, Question, and Answer. By removing unnecessary symbols and utilizing the sliding window technique, we improved the quality of the data, thereby enhancing the model's performance. Consequently, we were able to produce answers similar to the expected responses, achieving a final match score of 0.62.

키워드 : 건축법규, 자연어처리, 임베딩, 데이터 전처리

Keywords : Natural language, Embedding, Data Refinement

### 1. 서론

최근 Open AI사에서 개발한 GPT가 이슈를 불러오며 인공지능에 대한 관심 및 적용 사례가 증가하고 있다. 하지만 기존에 상용화 되어 있는 GPT와 BERT의 경우, 질문에 대한 답변을 생성하기는 하나 구체적이지 못하거나 한국 법규와 다른 내용을 서술하여 실무에 활용이 불가능하다. Jeffrey Wix의 연구에 따르면 평균적으로 건축가들은 프로젝트당 법규 검토를 위해 50시간 정도를 소비하고, 11% 정도는 100시간 이상을 소비하고 있다(Jeffrey Wix, 2008). 이를 위해 가장 많이 사용하고 있는 법규검토 자동화 프로그램인 Solibri의 SMC(Solibri Model Checker)는 디자인 검토를 위한 것이기 때문에 국내의 법규를 적용하기 위해서는 새로운 검토 항목을 추가해야만 한다. 이렇듯 아직까지 한국의 건축 법규에 적합한 모델 개발이 미미하여 실무자들은 직접 해당 내용을 검토하고 적용해야하는 상황이다. 이러한 과정에서 오류 발생의 가능성을 배제할 수 없기 때문에 한국 법규 검토 모델의 개발이 필요할 것으로 보인다.

Gil Press에 의하면, 데이터 과학자는 시간의 60%를 데이터를 정리하고 구성하는데 사용하며 데이터 세트 수집은 19%를 사용한다. 데이터 과학자가 분석을 위해 데이터를 준비하고 관리하는 데에 시간의 약 80%가

량을 사용하는 것을 의미하는 것이다(Gil Press, 2016). 이는 데이터 전처리의 중요도를 의미하며 이 과정에서 결정된 데이터의 품질이 모델의 성능에 큰 영향을 미치게 된다.

### 2. 자연어 처리의 이론적 고찰

#### 2.1 Transformer

문장의 길이가 길어지면 정보가 손실되는 현상을 해결하기 위해 seq2seq의 인코더-디코더 구조를 유지하며 어텐션 기법만을 사용한 Transformer가 제안되었다. 인코더와 디코더를 N번 만큼 중첩하여 어텐션을 여러 레이어를 거쳐서 반복하도록 이루어진 구조이다. Transformer에서는 단어들 사이의 유사도 측정을 이용하여 문맥을 파악하는 셀프어텐션(Self-Attention) 기법이 사용된다.

셀프어텐션은 문장을 이루는 각 단어의 임베딩을 추출하고 임베딩 행렬에 각각의 가중치를 곱하여 query(Q), key(K), value(V) 행렬을 만든다. 이 행렬을 이용하여 유사도 값을 산출하고, 정규화 작업을 거쳐 계산된 행렬을 사용하여 단어와 문장 내 모든 단어를 연결한다.

#### 2.2 임베딩

자연어 처리에서 사람이 쓰는 자연어를 기계가 이해할 수 있도록 숫자형태인 Vector 값으로 변환하는 과정 혹은 일련의 전체 과정을 말한다. 크게 단어 수준 임베딩, 문장 수준 임베딩으로 분류하며 전통적으로 사용해 오던 원핫인코딩, TF-IDF

\* 충북대학교 건축공학과 학사전공

\*\* 충북대학교 건축공학과 학사전공



방법이 해당한다. 단어 수준 임베딩은 각각 벡터에 해당 단어의 문맥적 의미를 함축하지만, 동음이의어를 구분할 수 없다. 하지만 문장 수준 임베딩은 개별적 단어가 아닌 Sequence 전체의 문맥적 의미를 함축하기 때문에 단어 임베딩 기법보다 러닝 효과가 좋다. 이러한 임베딩을 사용하는 모델로 BERT, GTP가 있다.

### 2.3 BERT

BERT는 Google사에서 제작한 모델로 Transformer에서 인코더 부분을 활용한다. Attention의 참조 방향이 양방향으로 되어 있어 앞뒤의 문맥 파악이 가능하므로 자연어를 해석하여 정량화, 분류하는 것에 효과적인 성능을 보인다.

해당 모델에 데이터를 입력하기 전 Token Embeddings, Segment Embeddings, Position Embeddings 총 세가지 임베딩 레이어를 기반으로 입력 데이터를 임베딩으로 변환해야 한다. 이 과정을 통하여 생성된 임베딩의 토큰을 더하여 BERT의 입력 벡터로 사용한다.

## 3. 데이터 정제 과정

### 3.1 데이터 정제

건축물의 용도 별로 법규의 항목을 최초 구분하고, KorQuAD의 데이터 예시를 참고하여 Title, Context, Question을 생성하였다. 최종 600개의 질문-답변 쌍을 제작하여 각 쌍마다 질문에 대한 답과 답이 시작하는 Index 번호를 부여하는 과정을 거쳤다. 이때, 법규에 포함되어 있는 한자, 대괄호 등의 불필요한 기호를 모두 제거하여 표1과 같은 데이터 셋을 생성하였다.

표1. 어린이집 건축 법규 데이터 셋

Title	Context	Question	Answer_t ext	Answer _start
구조 및 설비기준	어린이집의 구조 및 설비는 그 시설을 이용하는 영유아의 특성에 ... (중략)	어린이집을 지을 건데 시설면적 최소조건은?	영유아 1명당 4.29 제곱미터 이상	203
구조 및 설비기준	어린이집의 구조 및 설비는 그 시설을 이용하는 영유아의 특성에 ... (중략)	어린이집 시설면적은 얼마여야 해?	영유아 1명당 4.29 제곱미터 이상	203

학습의 효율을 높이기 위하여 슬라이딩 윈도우 기법을 적용하여 데이터 셋을 재정제하였다. 슬라이딩 윈도우는 이미지 처리에서 주로 쓰이는데, 고정 사이즈의 윈도우가 이동하며 윈도우 내에 있는 데이터를 이용해 문제를 풀어내는 알고리즘이다. 코딩에서 처리할 수 있는 부분이나 본 논문에서는 데이터의 품질을 높이기 위해 표2와 같이 사용하였다.

표2. 슬라이딩 윈도우 기법 적용 데이터

Title	Context
입지조건	어린이집은 보육수요, 보건, 위생, 급수, 안전, 교통, 환경 및 교통편의 등을 충분히 고려하여 쾌적한 환경을 갖춘 부지를 선정하여야 한다. 어린이집은 위험시설로부터 50m 이상 떨어진 곳에 위치하여야 한다.
입지조건	어린이집은 위험시설로부터 50m 이상 떨어진 곳에 위치하여야 한다.
입지조건	어린이집은 위험시설로부터 50m 이상 떨어진 곳에 위치하여야 한다. 이 경우 위험시설이란 주택건설기준 등에 관한 규정 제9조의2제1항 각 호의 시설을 말한다.

### 3.2 학습 모델 및 테스트

모델 구축은 Google에서 제공하고 있는 Colab이라는 가상환경에서 진행하였다. 기존 생성하였던 데이터 쌍을 train 데이터와 eval 데이터로 구분하여 Json파일로 변환한 것에 대한 전처리 과정을 진행한다. Epochs는 학습 데이터를 전체적으로 몇 번이나 반복했는지를 의미하며, 최대 100까지 입력하였다. MAX\_LEN 450, VERBOSE 2, BATCH\_SIZE 5로 정제된 데이터를 이용하여 최종 모델 결과를 확인하였다. Loss 값은 전체적으로 감소하는 경향을 보이며 match score는 최종 0.62를 달성하였다.

## 4. 결론

본 논문에서는 한국의 건축 법규 데이터를 전처리하고 이를 검증하기 위하여 모델을 통한 검증을 진행하였다. 최종적으로 예상 답변과 비슷한 값을 출력하여 건축물 용도에 대한 질의 응답이 가능함을 확인하였다. 또한 한자, 대괄호 등의 불필요한 기호를 제거하고 슬라이딩 윈도우 기법을 활용하여 모델 자체를 수정, 향상 시키지 않아도 고품질의 데이터를 이용하여 모델 학습이 가능하였다.

### 참고문헌

1. 전창욱 외, 『텐서플로2와 머신러닝으로 시작하는 자연어 처리』, 위키북스
2. Kang J., & Jeong, S. (2019). 한국어 기계 독해. In 한국어 컴퓨터종합학술대회 논문집
3. Attention is All You Need (Vaswani et al., 2017)
4. Attention Deep Learning-Based Automatic Structural Analysis: A Review“ (Talebi et al., 2020)
5. Jeffrey Wix. BIM Automated Code Checking Based onSMARTcodes, BuildingSMART Forum 발표자료 2008
6. Cleaning Big Data: Most Time – Consuming, Least Enjoyable Data Science Task, Survey Says

# W어린이집 그린 리모델링 과정에 관한 연구

## A Study of W Daycare Center Green Remodeling Process

김 수 진\*

정 유 근\*\*

Kim, Su-Jin

, Chung, Yu-gun

### Abstract

This study aims to evaluate the green remodeling process of W-daycare center by literally analysis, field measurement and ECO2-OD simulation. For green remodeling, exterior insulation, high air-tight windows and doors, high-efficiency equipment for heating and cooling, waste heat recovery ventilation facilities and photovoltaic panels are suggested as essential items. As results, it was analyzed that energy consumption was reduced by 63.5% through green remodeling. However, improvements in convenience-related facilities were found to be insufficient in user interviews. It was analyzed that this is caused by budget execution that is biased towards the energy sector, and that in order to improve this, it is necessary to develop a budget execution plan that sufficiently reflects the construction sector.

키워드 : 그린 리모델링, 전 과정 평가, 1차 에너지 소요량, 인터뷰 평가

Keywords : Green remodeling, Process evaluation, 1st Energy Consumption, Interview evaluation

### 1. 서론

2013년부터 진행된 그린 리모델링 사업은 10년 이상 노후된 공공건축물을 대상으로 외벽의 단열 성능개선, 창과 문 등의 개구부 교체, 고효율의 냉난방기기 교체 및 신재생에너지 적용 등 다양한 건축요소를 제공하여 에너지성능을 향상시키는 사업이다(1). 충청지역의 경우 국토교통부의 ‘2023년 공공건축물 그린 리모델링 사업’에 총 41개소가 선정되어 사업이 수행되었다(2).


연구는 충청지역 사업대상 공공건축물 중 W 어린이집을 대상으로 리모델링 전 과정을 검토하여 문제점을 분석하고 이를 해결하기 위한 대안을 제시하는 데 목적이 있다. 이를 위하여 대상건물의 예비타당성 검토, 설계도면 분석, 현장조사, 실시설계 및 각 시공단계 분석 그리고 수요자 인터뷰 등 사업전반에 관한 모든 과정을 검토하였고 ECO2-OD 시뮬레이션 프로그램을 통하여 건축물 1차 에너지 소요량 평가를 실시하였다. 연구결과를 앞으로 수행될 그린 리모델링 사업을 위한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

### 2. 평가대상 건축물

W 어린이집은 2009년에 준공되었으며 현재 어린이집 원생 37명 그리고 직원 11명이 근무하는 1층 규모의 공공어린이집이다. 연면적 366.8m<sup>2</sup>의 철근콘크리트 구조로 높은 냉난방 에너지사용량과 관련기기의 교체필요성 그리고 누수 및 원생들을 위한 편의시설

부족 등을 리모델링 사유로 제시되었다. 특히, 어린이집 원장님의 경우에 강풍으로 파손된 출입구의 개선과 교사휴게실 설치 그리고 현재 불법으로 증축된 차고지의 합법화 등의 필요성이 제시되었다.

Table 1. W 어린이집 개요

준공/사용 년	2009년 / 14년
규모/면적	지상 1층 철근콘크리트 / 366.8 m <sup>2</sup>
지역/용도	계곡관리지역 / 노유자시설
요구사항	냉난방비 절감, 편의시설 확보, 누수방지, 출입구 개선, 일부 불법시설 합법화 등
외관	

### 3. W 어린이집 그린 리모델링

#### 3.1 예비타당성 분석 및 에너지성능 개선방안

예비타당성 분석을 위하여 수요자의 요구분석 및 현장실사를 실시하였다. 분석결과 외단열 시공, 창호 및 문 교체, 냉난방용 고효율 기기 교체 및 전기증설, 폐열회수형 환기장치의 도입 및 신재생에너지 도입이 필수반영 항목으로 선정되었다. 수요자의 요구 중 편의 공간 개선 등 건축부분은 기타공사로 분류되었다.

\* 한국교통대학교 건축학부 건축공학전공 4학년

\*\* 한국교통대학교 건축학부 건축공학전공 교수, 공학박사

그린 리모델링 후 W 어린이집의 외피 열전달률은 외벽  $0.226 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ , 외부창호 및 문  $1.500 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ 로 계획하였고 난방기기를 고효율 히트펌프 보일러 및 EHP 33.1 kW (3.6 COP)로 그리고 냉방기기를 EHP 36 kW (3.90 COP)로 계획하였다. 급탕은 난방기기와 연계하며 고효율 폐열회수형 환기장치(350 CMH) 2대를 설치하고 12 kW급 태양광 발전 설비를 도입하는 것으로 계획하였다. 또한 에너지성능을 시뮬레이션 결과 1차 에너지소비량 66.21%를 절감할 수 있을 것으로 예측되었다.

Table 2. 리모델링 전/후 1차 에너지 소요량과 감소율

	그린 리모델링 전	그린 리모델링 후
에너지 요구량	120.6(kwh/m <sup>2</sup> ·y)	83.4(kwh/m <sup>2</sup> ·y)
에너지 소요량	123.7(kwh/m <sup>2</sup> ·y)	46.5(kwh/m <sup>2</sup> ·y)
1차 에너지 소요량	366(kwh/m <sup>2</sup> ·y)	122.8(kwh/m <sup>2</sup> ·y)

### 3.2 그린 리모델링 시공 및 최종 에너지 성능분석

2022년 예비타당성 분석을 기반으로 2023년 4월 현장실측을 통한 기존도면 검토, 냉난방 기기 등 각종 설비기기 종류 및 용량의 점검을 실시하였다. 또한 수요자와의 심층면담을 통해 제안된 그린 리모델링 계획안을 확정하였고 실시 설계를 진행하였다.

계획안 대비 실시 설계안의 주요 변경사항은 외단열의 내단열 교체, 실내 천장교체 제외, 난방용 고효율 보일러를 히트펌프로 교체 그리고 외벽 발수처리 제외와 BEM 설치 제외 등으로 구성된다. W 어린이집 그린 리모델링 공사는 2023년 8월에서 10월에 걸쳐 3개월간 진행되었다.



Figure 1. 그린 리모델링 공사

그린 리모델링 공사로 W 어린이집의 1차 에너지 소비량은  $133.6(\text{kwh/m}^2 \cdot \text{y})$ 로 분석되어 63.5%의 에너지 감소율을 보이고 최초 계획안  $122.8(\text{kwh/m}^2 \cdot \text{y})$ 에 비해 약 3%의 1차 에너지소비량이 증가하는 것으로 분석되었다. 그러나 이는 그린 리모델링의 에너지 소비등급 목표인 1++를 만족시키는 것으로 분석되었다.

W 어린이집 그린 리모델링에 사용된 예산의 경우에 546,656천원의 전체 예산에서 최초 계획안은 에너지 323,876천원(59.3%) 그리고 간접공사비 222,780천원(40.7%)에서 최종 실행안은 에너지 295,955천원

54.1%) 그리고 간접공사비 250,701천원(45.9%)로 변경되었다. 이는 수요자 요구에 따른 건축부문 리모델링 확대와 에너지 관련 BEM시설의 제외에 주요 원인이 있는 것으로 분석되었다.

### 3.3 수요자 인터뷰를 통한 만족도 분석

수요자 인터뷰를 통하여 냉난방기기의 교체와 단열 성능 향상 그리고 열회수장치 및 태양발전 장치의 설치로 인한 비용절감에 크게 기대하고 있는 것으로 분석되었다. 그러나 필수공사가 아닌 이유로 옥상누수 공사가 제외되었고 어린이집의 특수성을 고려한 실내 인테리어의 부재 그리고 변경된 창호와 낮은 천장고로 인한 실내 공간의 축소는 불만사항으로 제기되었다.

또한 최초 외벽의 외단열 계획에서 최종 내단열로의 변경 시공으로 인해 발생한 임시 교육시설 확충 및 이동비용 등 추가예산 지원의 결여, 기존 불법시설로 합법화되기를 희망하였던 출입구 캐노피의 철거 그리고 주차장 개선공사와 교사 휴게실 공사결여 등 편의시설의 개선이 없어 아쉬운 것으로 분석되었다.

마지막으로 시공업체와 지자체 주무관 그리고 수요자 사이의 의사소통이 원활하지 못한 문제가 제기되었다. 한 예로 공사일정 변경에 대한 사전 통보가 없어 임시보육시설 운영에 어려움을 겪었고 변경된 창호와 각 실의 보일러 분배기 설치로 인한 내부마감 변경 등에 대한 사전고지가 미흡한 점들이 지적되었다.

## 4. 결론

그린 리모델링 사업은 노후화된 공공건축물의 편의성을 개선하고 에너지성능을 향상시킬 목적으로 진행되고 있다. 연구는 W 어린이집을 대상으로 최초 선정 단계에서 준공단계까지 모든 진행과정을 검토하고 단계별 성과와 문제점을 검토하였다. 연구결과 그린 리모델링의 에너지 부문의 목표는 충실히 수행되었는데 반하여 수요자의 요구를 반영한 건축부문의 만족도는 부족한 것으로 분석되었다. 이는 예비타당성 분석단계에서부터 각 수요자의 요구를 반영한 예산계획이 필요하며 일정 범위에서 제시된 예산의 증/감이 가능할 수 있도록 다양성이 부여될 필요가 있는 것으로 판단된다. 연구는 그린 리모델링 사업을 수행에 있어 효과적인 방안 선정에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

사서 :: 본 연구의 결과는 2023년 한국교통대학교 지원을 받아 수행하였음.

This was supported by Korea National University of Transportation in 2023.

### 참고문헌

1. Green Remodeling Center(2023). Plan to support research on green remodeling based on a regional platform.
2. Bae, M.S, Chungbuk Provincial Government Secures 11.1 Billion State Fund for Green Remodeling Public Buildings News.

## 청주지역 초등학교의 설립 시기별 CPTED 적용 수준 비교 연구

### A Comparative Study on the Application Level of CPTED Techniques in Elementary School in Cheongju

○노 하 은\*

Roh, Ha-Eun

정 운 성\*\*

Jeong, Woon-Seong

#### Abstract

This study conducted a literature review on the applicability and effects of Crime Prevention Through Environmental Design (CPTED) in elementary school environments. In contemporary society, a safe school environment is considered a crucial element supporting the core values of education. CPTED is a concept designed to prevent crime by shaping the environment, and its application in elementary schools is anticipated to enhance the safety of students and the overall security of the school community.

키워드 : 범죄예방환경설계, 초등학교

Keywords : CPTED, Crime Prevention Through Environmental Design, elementary school

#### 1. 서론

##### 1.1 연구의 배경 및 목적

초등학교는 생활에 필요한 가장 초보적인 일반교육을 실시하는 곳으로 우리나라의 경우 만 6세가 되면 의무적으로 입학하여야 한다. 주 이용자의 연령층이 낮은 만큼 안전이 더욱 보장되어야 하지만 최근 학교 관련 각종 범죄로 인한 사회적 불안감이 늘어나면서 안전에 관한 관심이 높아지고 있다. 특히 초등학교 주변은 아동을 대상으로 한 범죄에 취약한 곳이고, 외부인에 의한 범죄는 물론 학교 내부에서도 절도 및 학교폭력등의 범죄가 발생한다. 이를 예방하기 위해 가장 효율적인 대책으로 CPTED(Crime Prevention Through Environmental Design, 범죄예방환경설계)가 자주 언급되고 있지만 실질적으로 CPTED가 학교 건축에 적용되고 있는 것은 비교적 최근이다. 따라서 설립이 오래된 초등학교와 최근 설립된 학교의 CPTED기법 적용 수준을 비교해 보았다.

##### 1.2 연구방법

CPTED의 개념과 원리를 파악하고 관련 논문 및 연구센터를 참고하여 각 시설의 CPTED기법을 검토할 수 있는 항목을 작성한다. 설립시기에 따라 정한 대상지를 작성한 항목으로 평가해 CPTED적용 수준을 비교 분석하였다.

#### 2. 이론적 고찰

##### 2.1 CPTED의 개념

CPTED란 Crime Prevention Through Environmental Design의 약어로 우리말로는 범죄예방환경설계라고 한다. CPTED는 주요 선진국을 중심으로 보편화되고 있는 기법으로 도시 및 건축공간 설계 시 범죄 발생과 불안감을 유발시킬 수 있는 물리적 환경을 제거하여 범죄 기회를 제거하거나 최소화해 이용자를 보호하고 범죄에 대한 두려움을 저감시키는 종합적인 범죄예방 대책이다.

##### 2.2 CPTED의 적용원리

CPTED는 공간배치와 시설디자인을 통해 잠재적 범죄자와 피해자의 행위가 시선연결 범위에 놓을 수 있도록 유도하는 자연적 감시, 디자인을 통해 자연스럽게 사람들의 행위를 통제하거나 인적경비와 보안설비를 통해 통제하는 자연적 접근 통제, 공적인 공간과 사적인 공간을 명확히 구분하여 범죄자의 심리적 부담을 가중시키고 범죄행위의 발각 확률을 증가시키는 영역성장화라는 세 가지 기본원리와 이용자가 공간과 시설을 활발하게 이용할 수 있도록 환경을 디자인해 감시 기회를 증대시키는 활용성 증대, 성능이 꾸준히 유지되는 시설을 사용하거나 환경이 지저분해지지 않도록 지속적으로 관리하는 유지관리라는 두 가지 부가원리를 바탕으로 이뤄진다.

#### 3. 연구대상지 설정 및 Check-list 작성

\* 충북대 학사과정

\*\* 충북대 건축공학과 교수

### 3.1 연구대상지 설정

청주시 소재의 비슷한 학군인 초등학교 중 40년대, 00년대, 10년대에 설립한 초등학교 세 곳을 연구 대상으로 설정하였다.

표1. 연구대상지 개요

학교명	설립년도	소재지	학생 수
각리초등학교	1942년	청원구 오창읍	1326명
비봉초등학교(청주)	2006년	청원구 오창읍	705명
창리초등학교	2015년	청원구 오창읍	1499명

### 3.2 CPTED 평가 Check-list 작성

초등학교의 건축적 특성과 CPTED의 기본원리를 분석하고 범죄예방디자인 연구센터의 범죄예방 가이드라인을 참고하여 Check-list 작성하였다.

표2. CPTED 평가 Check-list

분류	분석항목	평가
대지 경계 (9)	투시형 구조로 되어있는가?	
	뚝거나 기어올라 넘어가기 어려운 구조인가?	
	CCTV, 비상벨이 설치되어 있는가?	
	등하교 시간 외에 출입구가 폐쇄되는가?	
	차도, 인도, 출입구가 각각 명확히 구분되는가?	
	학교방문 절차 및 유의사항 안내표지판이 설치되어있는가?	
	학생보행로에 안전펜스가 설치되어 있는가?	
	출입구 주변에 경비실이 있는가?	
	CCTV, 비상벨이 설치되어 있는가?	
	주변에게 개방되는 경우 이용안내 표지판이 설치되어 있는가?	
외부 공간 (9)	CCTV, 비상벨이 설치되어 있는가?	
	조경수목이 건물내부와 외부의 시선연결을 방해하지 않는가?	
	조경수목을 기어올라서 건물 출입이 불가능한가?	
	자전거보관소에 잠금장치가 있는가?	
	주차장은 교직원, 방문객용이 구분되어 있는가?	
	CCTV, 비상벨이 설치되어 있는가?	
	조명이 사각지대를 형성하지 않는가?	
	CCTV, 비상벨이 설치되어 있는가?	
	행정실이 인접해 있는가?	
	모든 출입문이 투시형으로 되어 있는가?	
내부 공간 (13)	모든 출입구에 CCTV가 설치되어 있는가?	
	교사실이 층별로 분산되어 있는가?	
	출입문과 복도 측 창문이 투시형 구조인가?	

교실	출입문과 복도 측 창문이 투시형 구조인가?	
화장실	화재 및 흡연 탐지 장치가 설치되어 있는가?	
체육관	이용하지 않을 경우 폐쇄되어 있는가?	
	CCTV, 비상벨이 설치되어 있는가?	
복도, 계단, 엘리베 이터	이동하면서 감시가 가능한 구조인가?	
	엘리베이터 문에 창이 있는가?	
	CCTV, 비상벨이 설치되어 있는가?	
기타	CCTV를 모니터링 할 수 있는 공간이 있는가?	

## 4. CPTED 적용 수준 비교

### 4.1 Check-list 결과 비교

표3. 평가 결과 요약

	대지경계 (9)	외부공간 (9)	내부공간 (13)
각리초등학교	7 / 9	5 / 9	7 / 13
비봉초등학교(청주)	8 / 9	6 / 9	9 / 13
창리초등학교	8 / 9	8 / 9	9 / 13

각 항목을 O, X로 평가하였으며 영역별로 O의 개수를 합산하여 요약하였다. 40년대에 설립된 각리초등학교는 나머지 두 학교에 비해 모든 영역에서 부족함을 보였으며, 2000년대, 2010년대에 설립된 나머지 두 학교는 근소한 차이는 있으나 비슷한 결과를 보여주었다. 대체적으로 세 학교 모두 대지경계, 외부공간, 내부공간 순으로 점수가 높았다.

## 5. 결론

본 연구를 통하여 CPTED의 개념과 원리를 알아보고 현재 보완 중에 있는 청주시 학교건축의 부족한 점을 파악해보았으며 Check-list 통하여 실제 청주시 소재 초등학교에서 어떤 공간이 CPTED 적용을 필요로 하는지 알아보았다. 또한 CPTED가 도입되고 제도들이 생겨나기 시작한 2000년대 이후에 설립된 학교는 그 이전에 설립된 학교에 비해 CPTED기법이 많이 적용된 편이다. 하지만 설립시기와 무관하게 설립 이후에도 리모델링, 재건축, 방범용 CCTV설치 등이 간헐적으로 있어 전체평가를 연도별로 구분짓기는 모호할 수 있다. 앞으로 새로 지어질 학교들은 건축계획 시기부터 CPTED기법을 적용하여 건축된다면 후에 보수, 보완을 하지 않고 범죄예방을 할 수 있어 유지보수비용을 줄일 수 있을 것이라 판단된다.

## 참고

### 1. 청주시 학교시설 범죄예방디자인 가이드라인



2. 김희수, 소규모근린공원의 입지유형별CPTED 비교연구,  
창원대 대학원 건축학과, 2022
3. 경찰청, 환경설계를 통한 범죄예방(CPTED) 방안, 2005

## ⑤ 회원전시전



## 서울대문화관

한국교통대학교 이명재



## A Cultural Complex

청주대학교 이창우



## Movement Sequence

한국교통대학교 성기문



## Beyond Books Creating a Modern Library Space

한국교통대학교 이진석



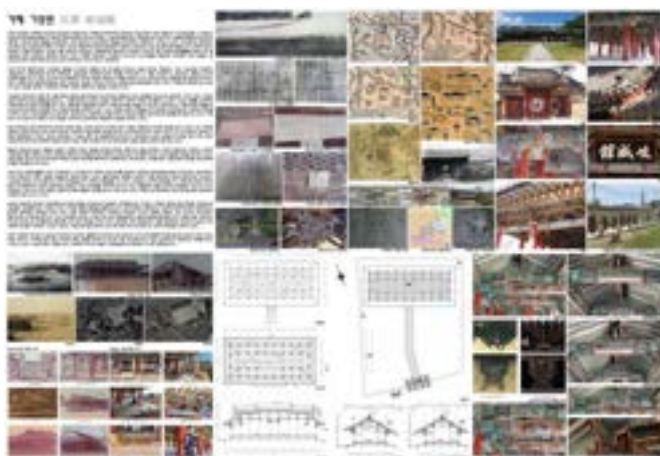
## Methaphor of the Scape

서원대학교 원호성



## 잠원동 국제패션디자인스쿨

한국교통대학교 강혁진



## 거제 기성관

한국교통대학교 손태진

## ⑥ 우수졸업작품전



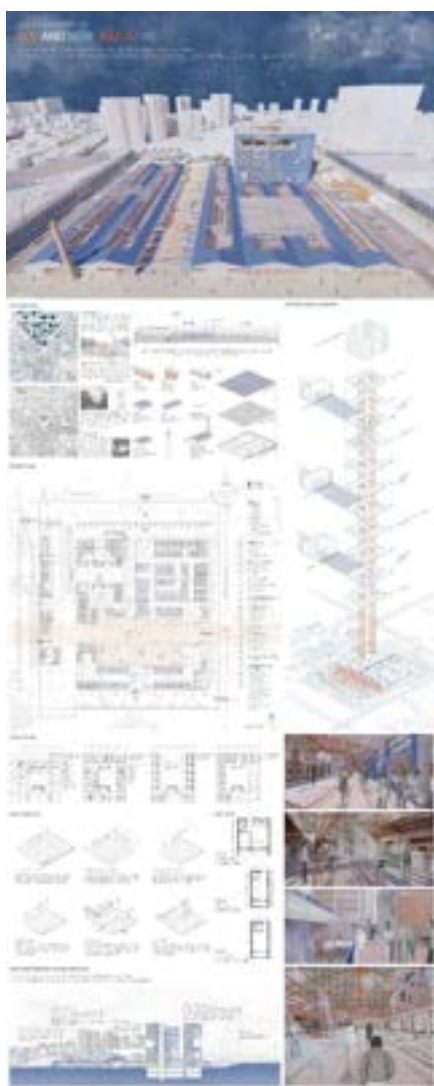
# 2023

대한건축학회 충북지회  
추계학술발표대회 우수졸업작품



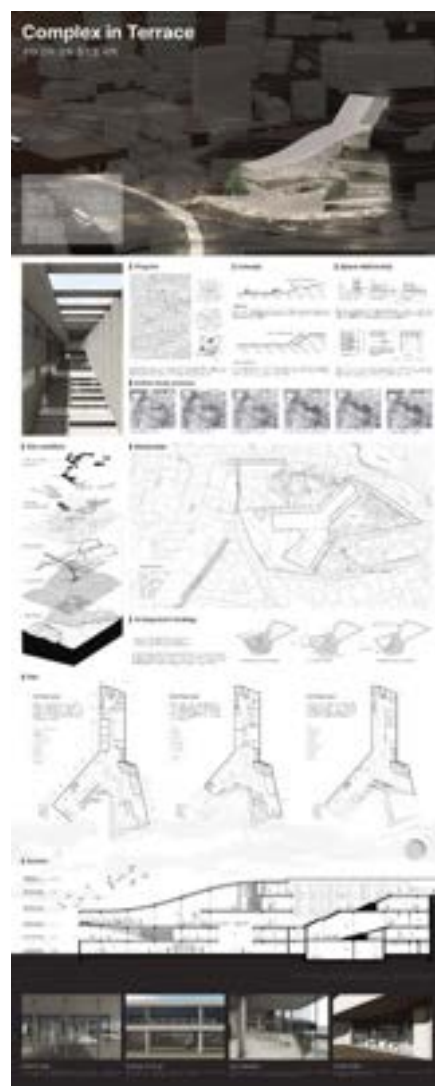
## LINK 도시의 틈을 연결하다

한국교통대학교 홍유리



## old and new industr:re

한국교통대학교 이민혜



## Complex in Terrace

충북대학교 서경은



**co-exist 공존하다 마당을 통한 이음**  
한국교통대학교 안민재



**LINKSCAPE ; PLUG-IN SPACE**  
한국교통대학교 고관현

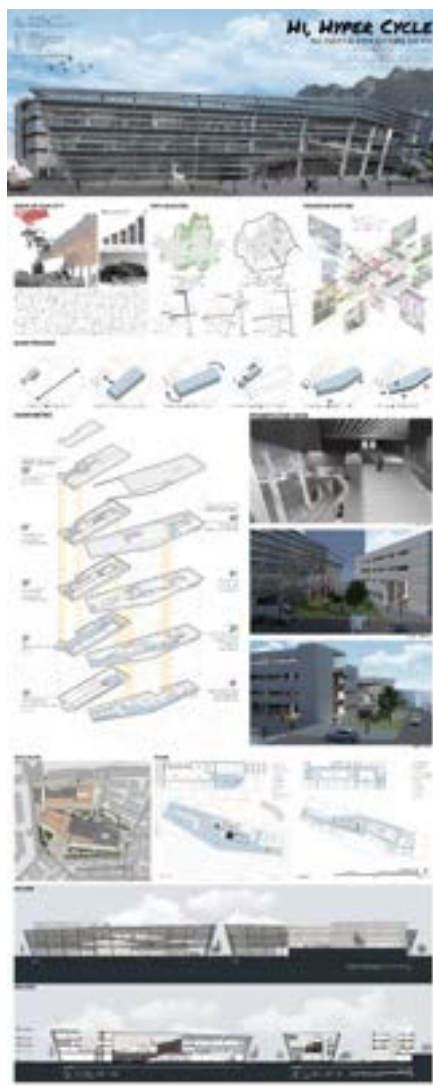


**ANOTHER SPACE IN LIBRARY**  
한국교통대학교 서성륜



## 느슨한 연대

한국교통대학교 민경우



## Hyper cycle complex

충북대학교 김규진



## 갯마을 이야기

한국교통대학교 신주연