

2017年度 春季學術發表大會

論 文 集

第17卷 第1號(通卷 第25輯)

2017. 03. 31.

大 韓 建 築 學 會 忠 北 支 會

대한건축학회 충북지회

지회장	김호수(청주대학교 교수)
부회장	김옥규(충북대학교 교수)
	손태진(한국교통대학교 교수)
	권용봉(계룡건설)
	신동안(선엔지니어링종합건축사사무소)
	정현석(신성종합건축사사무소)
	최병주(두진건설)
간 사	채영태(청주대학교 교수)
감 사	이건철(한국교통대학교 교수)
	전충근(선엔지니어링종합건축사사무소)
평의원	권태호(세명대학교 교수)
	김관구(한신공영)
	김재엽(한국교통대학교 교수)
	노선화((주)바루디자인건축사사무소)
	박찬성((주)우성디엔씨)
	박찬홍(카이저구조기술사사무소)
	변혜선(충북연구원)
	연규원(JW구조기술사사무소)
	이경락(영동대학교 교수)
	이선우((주)TOP주식회사)
	이시우(충청대학교 교수)
	이용희(강동대학교 교수)
	이정미(토림건축사사무소)
	이지영(청주대학교 교수)
	이홍우(서원대학교 교수)
	조병영(KCL)
	조일환(대원대학교 교수)
	최성기(청우종합건축사사무소)
	최유종(충북대학교 교수)
	홍유선(충북대학교 교수)
논문편집위원	원세용(청주대학교 교수)
	서동현(충북대학교 교수)

目 次

■ 학술발표

제 1 분과 (건축계획 및 설계)

- 진행위원 : 이지영(청주대학교 교수)

- | | | |
|----|--|----|
| 1) | 종로세운과 장사동의 도시조직과 프로그램을 활용한 지속가능한
지역재생 방안에 대한 연구
조명수(한국교통대학교 학사졸업), 이진석(한국교통대학교 교수) | 7 |
| 2) | 건축법상 건축신고 제도의 문제점에 관한 연구
이창수(충북대학교 석사과정), 이상훈(충북대학교 교수) | 9 |
| 3) | 역사적 사건의 장소 문맥을 반영한 다층적 메모리얼 공간 계획
연구
정임주(한국교통대학교 석사과정), 이진석(한국교통대학교 교수) | 11 |
| 4) | 천안시 청수지역의 다가구주택 주차문제 현황 분석
최승길(충북대학교 석사과정), 이상훈(충북대학교 교수) | 13 |
| 5) | 관행적 수변공간 활용방식 대안 유형에 관한 연구
김현주(한국교통대학교 석사과정), 최순섭(한국교통대학교 교수) | 15 |

제 2 분과 (건축구조 & CM 및 시공·재료)

- 진행위원 : 김동관(청주대학교 교수)

- 1) Top-Down 공법이 적용된 건축물의 토압분포에 따른 구조 안전성 19
정수진(한국교통대학교 석사과정), 김설기(한국교통대학교 석사과정), 임종욱(한국교통대학교 석사과정),
김태완(한국교통대학교 석사과정), 서수연(한국교통대학교 교수)
- 2) 더블빔 PC시스템의 적용성 평가 21
김진용(충북대학교 석사과정), 김태호(대림산업 기술개발원 연구원),
나금옥(동서피씨씨㈜ 구조팀 이사), 강수민(충북대학교 교수)
- 3) 반복 횡력을 받는 중공 PC기둥-Half PC보 내부 접합부의 구조성능 23
김태완(한국교통대학교 석사과정), 김설기(한국교통대학교 석사과정), 임종욱(한국교통대학교 석사과정),
정수진(한국교통대학교 석사과정), 노상현(동서피씨씨㈜ 사원), 서수연(한국교통대학교 교수)
- 4) Hydrometer법을 이용한 플라이애시 시멘트의 분말도 신속 평가 25
가능성 분석
이재진(청주대학교 석사과정), 현승용(청주대학교 석사과정), 문병룡(청주대학교 석사과정),
조만기(청주대학교 박사수료), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 5) 섬유조합 및 혼입율 변화에 따른 HPFRCC의 방폭특성 27
이재현(청주대학교 석사과정), 문병룡(청주대학교 석사과정), 백철(청주대학교 석사과정),
조만기(청주대학교 박사수료), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 6) 보통강도 영역의 3성분계 콘크리트에서 FA 및 BS의 적정 혼합비율 29
도출에 관한 연구
김민상(청주대학교 석사과정), 김태우(청주대학교 석사과정), 문병룡(청주대학교 석사과정),
백철(청주대학교 석사과정), 박성배(청주대학교 박사과정), 한천구(청주대학교 교수)

제 3 분과 (CM 및 시공·재료)

- 진행위원 : 김옥규(충북대학교 교수)

- 1) 화력발전부산물을 골재로 사전혼합한 발파석 혼합골재 모르타르의 공학적 특성 33
현승용(청주대학교 석사과정), 백철(청주대학교 석사과정), 이제현(청주대학교 석사과정), 박병문(청주대학교 박사과정), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 2) 중공PC 복합공법의 공사절차 및 공사기간 분석 35
노주성(한국교통대학교 석사과정), 김재엽(한국교통대학교 교수)
- 3) 골재 종류 및 W/B 변화에 따른 초고강도 콘크리트의 기초적 특성 37
문병룡(청주대학교 석사과정), 김민상(청주대학교 석사과정), 이제현(청주대학교 석사과정), 이재진(청주대학교 석사과정), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 4) ERBO 혼입율 및 혼입시기 변화에 따른 HPFRCC의 기초적 특성 39
김태우(청주대학교 석사과정), 현승용(청주대학교 석사과정), 김민상(청주대학교 석사과정), 이제현(청주대학교 석사과정), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 5) 화재 시 콘크리트의 열확산 특성 41
지우람(한국교통대학교 석사과정), 이건철(한국교통대학교 교수), 허영선(한국건설기술연구원 연구원)
- 6) 유지류 도포가 보통강도 콘크리트의 탄산화 저항성에 미치는 영향 43
백철(청주대학교 석사과정), 김태우(청주대학교 석사과정), 이재진(청주대학교 석사과정), 김민상(청주대학교 석사과정), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)

제 4 분과 (환경 및 설비)

- 진행위원 : 서동현(충북대학교 교수)

- | | | |
|----|--|----|
| 1) | 반사형단열재 설계인자에 따른 단열성능 분석
홍승훈(한국건설생활환경시험연구원 주임연구원),
김병구(한국건설생활환경시험연구원 주임연구원),
지창민(한국건설생활환경시험연구원 책임연구원),
조병영(한국건설생활환경시험연구원 수석연구원) | 47 |
| 2) | 태양광발전 투명 방음벽의 발전성능 및 개방성 평가
최정빈(한국교통대학교 석사과정), 정유근(한국교통대학교 교수) | 49 |
| 3) | 통합 건물성능분석 모델 개발을 위한 재실자 행동패턴 기반 건물
정보모델 개발에 관한 연구
정운성(충북대학교 교수) | 51 |
| 4) | 시뮬레이터에 따른 창세트 열관류율 해석 결과의 변화에 관한
연구
이원균(한국교통대학교 학사과정), 노상태(한국교통대학교 교수), 장운성(원체기술연구소 대리) | 53 |
| 5) | Decision Tree 알고리즘과 IoT Data를 이용한 단위실의 재실추정에
대한 연구
김석호(충북대학교 석사과정), 서동현(충북대학교 교수) | 55 |

■ 학술발표

제 1 분과

(건축계획 및 설계)

진행위원 : 이지영(청주대학교 교수)

■ 학술발표

제 2 분과

(건축구조 & CM 및 시공·재료)

진행위원 : 김동관(청주대학교 교수)

■ 학술발표

제 3 분과

(CM 및 시공·재료)

진행위원 : 김옥규(충북대학교 교수)

■ 학술발표

제 4 분과

(환경 및 설비)

진행위원 : 서동현(충북대학교 교수)

2017年度 春季學術發表大會
第17卷 第1號(通卷 第25輯)

일시 : 2017. 03. 31.
장소 : 한국교통대학교 대학본부 2층 국제회의장

발행인 : 김 호 수
편집인 : 서 동 현(충북대학교), 원 세 용(청주대학교)
발 행 : 대한건축학회 충북지회
충청북도 청주시 청원구 대성로 298
청주대학교 건축공학과
전화 : 043)229-8475 FAX : 043)229-8475

2017年度 春季學術發表大會

論 文 集

第17卷 第1號(通卷 第25輯)

2017. 03. 31.

大 韓 建 築 學 會 忠 北 支 會

대한건축학회 충북지회

지회장	김호수(청주대학교 교수)
부회장	김옥규(충북대학교 교수)
	손태진(한국교통대학교 교수)
	권용봉(계룡건설)
	신동안(선엔지니어링종합건축사사무소)
	정현석(신성종합건축사사무소)
	최병주(두진건설)
간 사	채영태(청주대학교 교수)
감 사	이건철(한국교통대학교 교수)
	전충근(선엔지니어링종합건축사사무소)
평의원	권태호(세명대학교 교수)
	김관구(한신공영)
	김재엽(한국교통대학교 교수)
	노선화((주)바루디자인건축사사무소)
	박찬성((주)우성디엔씨)
	박찬홍(카이저구조기술사사무소)
	변혜선(충북연구원)
	연규원(JW구조기술사사무소)
	이경락(영동대학교 교수)
	이선우((주)TOP주식회사)
	이시우(충청대학교 교수)
	이용희(강동대학교 교수)
	이정미(토림건축사사무소)
	이지영(청주대학교 교수)
	이홍우(서원대학교 교수)
	조병영(KCL)
	조일환(대원대학교 교수)
	최성기(청우종합건축사사무소)
	최유종(충북대학교 교수)
	홍유선(충북대학교 교수)
논문편집위원	원세용(청주대학교 교수)
	서동현(충북대학교 교수)

目 次

■ 학술발표

제 1 분과 (건축계획 및 설계)

- 진행위원 : 이지영(청주대학교 교수)

1)	종로세운과 장사동의 도시조직과 프로그램을 활용한 지속가능한 지역재생 방안에 대한 연구 조명수(한국교통대학교 학사졸업), 이진석(한국교통대학교 교수)	7
2)	건축법상 건축신고 제도의 문제점에 관한 연구 이창수(충북대학교 석사과정), 이상훈(충북대학교 교수)	9
3)	역사적 사건의 장소 문맥을 반영한 다층적 메모리얼 공간 계획 연구 정임주(한국교통대학교 석사과정), 이진석(한국교통대학교 교수)	11
4)	천안시 청수지역의 다가구주택 주차문제 현황 분석 최승길(충북대학교 석사과정), 이상훈(충북대학교 교수)	13
5)	관행적 수변공간 활용방식 대안 유형에 관한 연구 김현주(한국교통대학교 석사과정), 최순섭(한국교통대학교 교수)	15

제 2 분과 (건축구조 & CM 및 시공·재료)

- 진행위원 : 김동관(청주대학교 교수)

- 1) Top-Down 공법이 적용된 건축물의 토압분포에 따른 구조 안전성 19
정수진(한국교통대학교 석사과정), 김설기(한국교통대학교 석사과정), 임종욱(한국교통대학교 석사과정),
김태완(한국교통대학교 석사과정), 서수연(한국교통대학교 교수)
- 2) 더블빔 PC시스템의 적용성 평가 21
김진용(충북대학교 석사과정), 김태호(대림산업 기술개발원 연구원),
나금옥(동서피씨씨㈜ 구조팀 이사), 강수민(충북대학교 교수)
- 3) 반복 횡력을 받는 중공 PC기둥-Half PC보 내부 접합부의 구조성능 23
김태완(한국교통대학교 석사과정), 김설기(한국교통대학교 석사과정), 임종욱(한국교통대학교 석사과정),
정수진(한국교통대학교 석사과정), 노상현(동서피씨씨㈜ 사원), 서수연(한국교통대학교 교수)
- 4) Hydrometer법을 이용한 플라이애시 시멘트의 분말도 신속 평가 25
가능성 분석
이재진(청주대학교 석사과정), 현승용(청주대학교 석사과정), 문병룡(청주대학교 석사과정),
조만기(청주대학교 박사수료), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 5) 섬유조합 및 혼입율 변화에 따른 HPFRCC의 방폭특성 27
이재현(청주대학교 석사과정), 문병룡(청주대학교 석사과정), 백철(청주대학교 석사과정),
조만기(청주대학교 박사수료), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 6) 보통강도 영역의 3성분계 콘크리트에서 FA 및 BS의 적정 혼합비율 29
도출에 관한 연구
김민상(청주대학교 석사과정), 김태우(청주대학교 석사과정), 문병룡(청주대학교 석사과정),
백철(청주대학교 석사과정), 박성배(청주대학교 박사과정), 한천구(청주대학교 교수)

제 3 분과 (CM 및 시공·재료)

- 진행위원 : 김옥규(충북대학교 교수)

- 1) 화력발전부산물을 골재로 사전혼합한 발파석 혼합골재 모르타르의 공학적 특성 33
현승용(청주대학교 석사과정), 백철(청주대학교 석사과정), 이제현(청주대학교 석사과정), 박병문(청주대학교 박사과정), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 2) 중공PC 복합공법의 공사절차 및 공사기간 분석 35
노주성(한국교통대학교 석사과정), 김재엽(한국교통대학교 교수)
- 3) 골재 종류 및 W/B 변화에 따른 초고강도 콘크리트의 기초적 특성 37
문병룡(청주대학교 석사과정), 김민상(청주대학교 석사과정), 이제현(청주대학교 석사과정), 이재진(청주대학교 석사과정), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 4) ERBO 혼입율 및 혼입시기 변화에 따른 HPFRCC의 기초적 특성 39
김태우(청주대학교 석사과정), 현승용(청주대학교 석사과정), 김민상(청주대학교 석사과정), 이제현(청주대학교 석사과정), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 5) 화재 시 콘크리트의 열확산 특성 41
지우람(한국교통대학교 석사과정), 이건철(한국교통대학교 교수), 허영선(한국건설기술연구원 연구원)
- 6) 유지류 도포가 보통강도 콘크리트의 탄산화 저항성에 미치는 영향 43
백철(청주대학교 석사과정), 김태우(청주대학교 석사과정), 이재진(청주대학교 석사과정), 김민상(청주대학교 석사과정), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)

제 4 분과 (환경 및 설비)

- 진행위원 : 서동현(충북대학교 교수)

- | | | |
|----|--|----|
| 1) | 반사형단열재 설계인자에 따른 단열성능 분석
홍승훈(한국건설생활환경시험연구원 주임연구원),
김병구(한국건설생활환경시험연구원 주임연구원),
지창민(한국건설생활환경시험연구원 책임연구원),
조병영(한국건설생활환경시험연구원 수석연구원) | 47 |
| 2) | 태양광발전 투명 방음벽의 발전성능 및 개방성 평가
최정빈(한국교통대학교 석사과정), 정유근(한국교통대학교 교수) | 49 |
| 3) | 통합 건물성능분석 모델 개발을 위한 재실자 행동패턴 기반 건물
정보모델 개발에 관한 연구
정운성(충북대학교 교수) | 51 |
| 4) | 시뮬레이터에 따른 창세트 열관류율 해석 결과의 변화에 관한
연구
이원균(한국교통대학교 학사과정), 노상태(한국교통대학교 교수), 장운성(원체기술연구소 대리) | 53 |
| 5) | Decision Tree 알고리즘과 IoT Data를 이용한 단위실의 재실추정에
대한 연구
김석호(충북대학교 석사과정), 서동현(충북대학교 교수) | 55 |

■ 학술 발표

제 1 분과

(건축계획 및 설계)

진행위원 : 이지영(청주대학교 교수)

■ 학술 발표

제 2 분과

(건축구조 & CM 및 시공·재료)

진행위원 : 김동관(청주대학교 교수)

■ 학술 발표

제 3 분과

(CM 및 시공·재료)

진행위원 : 김옥규(충북대학교 교수)

■ 학술 발표

제 4 분과

(환경 및 설비)

진행위원 : 서동현(충북대학교 교수)

2017年度 春季學術發表大會
第17卷 第1號(通卷 第25輯)

일시 : 2017. 03. 31.
장소 : 한국교통대학교 대학본부 2층 국제회의장

발행인 : 김 호 수
편집인 : 원 세 용(청주대학교), 서 동 현(충북대학교)
발 행 : 대한건축학회 충북지회
충청북도 청주시 청원구 대성로 298
청주대학교 건축공학과
전화 : 043)229-8475 FAX : 043)229-8475



社團
法人

大韓建築學會忠北支會
ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA

종로세운과 장사동의 도시조직과 프로그램을 활용한 지속가능한 지역재생 방안에 대한 연구

Research on sustainable local scheme utilizing urban organizations and programs of Sewoon and Jangsa-dong

○ 조 명 수* 이 진 석**

Cho, Myeong-Soo Lee, Jin-Seok

Abstract

Over time, industry will change and idle industrial sites will emerge. In Korea, there was a period when the manufacturing industry became the main industry through modernization, and the place which naturally became the center of the manufacturing gradually declined over time. These places are recognized as negative factors for people, slumming is accelerating, and it is left as a huge idle site, which is likely to be a social problem in urban space. The purpose of this study is to investigate the spatial structure and program characteristics of Jangsa-dong area in Jongno-gu, and examine the possibilities of urban organization and program composition

키워드 : 지속가능성, 도시재생, 도시조직

Keywords : Sustainability, Urban Regeneration, Urban Structure

1. 서 론

1.1 연구의 배경과 목적

도시가 고도성장함에 따라 대부분 도시계획은 도시 기반 시설의 구축, 대규모 신개발 등에 집중하였다. 그 결과 개발 이익의 사유화, 도시조직의 파괴, 용도 및 공간의 획일화, 기존 커뮤니티의 해체 등의 문제점을 일으켰고, 원주민과 지역공동체를 기반으로 구축되었던 경제, 사회, 문화적 자원과 지역 특유의 장소성이 상실되는 결과로 이어졌다.

2000년대 이후 이러한 도시개발정책의 문제를 인식하고 개선하고자 하는 노력이 가속화되었지만, 새롭게 전환된 도시재생 전략이 기존의 제도들과 정합성을 갖지 못해 이를 실천하기에는 어려움이 있었다. 여전히 '지구단위계획'이라는 틀 안에서 건폐율, 용적률, 용도, 건축선 등의 요소를 제한하여 물리적 환경만을 다루고 개발하는 것에 초점을 맞추고 있으며, 도시에서 자생적으로 형성되는 공동체들의 가치를 담아내지 못하기 때문에 도시 재생적 접근방식과 뚜렷한 연계성을 갖지 못한다.

이 때문에 실제 자생적으로 활성화 되었던 지역의 관찰을 통해 일상적 차원에서 도시가 작동하는 원리를 사례로서 살펴보고, 기존의 가치를 생각하며 새롭게 생겨날 프로그램에 대응할 수 있는 공간을 제시한다.

2. 도시조직과 지속가능한 도시재생의 의의

2.1 도시재생의 의의와 도시조직과의 관계성

도시재생 R&D 연구를 시작으로 도시재생이 도시계획의 중심과제로 떠오르게 되었고, 동시에 지역공동체의 참여를 유도하는 관련 사업들이 추진되었다.

그러나 도시 관리의 주요 쟁점이 장소 및 시민 중심의 도시재생으로 전환하였음에도 불구하고 물리적 환경만을 다루고 있으며 도시재생의 실천을 위한 가이드라인이나, 재생이 일어나는 지역을 분석할 수 있는 명확한 관점이 부재한 상태로 도시의 원리를 살펴보고, 새로운 차원의 해결책을 모색해 볼 필요가 있다.

도시조직이란, 과거부터 지금까지 이어져 온 사람들의 일상과 생활양식, 그리고 그와 관련된 다양한 흔적들이 물리적인 형태로 생성된 것이다. 즉, 지속가능한 도시재

생은 위해서는 현재 존재하는 도시의 물리적인 공간들을 자세히 관찰해야 하며, 이를 통해 도시조직의 형태를 유지하고 새로운 도시의 방향성을 제시할 수 있다.

2.3 대지 선정 및 범위 선정

연구의 대상은 도시구조에 맞추어 발달한 장소와 도시조직을 제거한 소개공지에 세워진 거대한 건축물의 관계를 볼 수 있는 서울특별시 종로구 장사동과 종로세운 및 청계천 공구상가를 이루는 다양한 블록들이고, 그중에서도 장사동과 종로세운을 대상으로 하여 도시조직과 프로그램구성의 가능성을 고찰하고 도시재생의 관점에서 바라보아야 하는 구체적인 프로그램과 공간 제안을 위한 사례로, 기존 도시 관리 계획으로는 담아낼 수 없던 물리적 질서 이면의 도시 작동 원리와 지속가능한 질서의 한 방안을 제안하고자 한다.

3. 설계 목표 및 개념 설정

3.1 장사동과 세운상가의 도시조직 및 공간

청계천 변에서 시작되었던 장사동 주변의 시장조직과 연계된 공구상은 상업화되었다. 현재 공구상가를 구성하는 각 기능과 영역들은 종류가 구분되는 '차이'보다는 도심지가 제공하는 접근성과 각종 시장 기능이 모여 있는 '중심성', 그리고 '상호보완성'을 바탕으로 긴밀하게 의존하며 연결되고 공구상가 일대에서 하루를 보내는 상인들의 일상적 다양한 '생산자 서비스' 업종들이 청계천과 장사동의 공간과 영업특성에 맞게 적응하면서 각 틈새에서 활발히 기능을 다 하고 있다.

세운상가는 자체적인 이상 도시로 설정된 이후, 시간이 흐르면서 점차 주거의 용도가 이전되고 남은 공간은 작은 오피스나 상가로 대체되기 시작했다. 장사동 내부에 존재하는 기계, 전자, 전기, 금속 등 다양한 설비상가들과 연관 지어지는 업종들이 주로 이루고 있으며 작은 규모의 상가들이 연계되어있는 상황으로 주변블록 기계공구상가의 프로그램들이 점차 삽입되는 양상을 보인다.

3.2 장사동과 세운상가의 도시조직에 따른 개발 가능성

현재 장사동과 종로세운의 공간구조는 서로 연관되어 있지 않다. 소개공지에 지어진 세운상가가 이전부터 적용되어온 장사동의 도시조직과 맞지 않기 때문에 최소한의 제스처만 취하고 있는데 그것은 내부로 이어지는 입구와

* 한국교통대 건축학과 학사 졸업

** 한국교통대 건축학과 교수

테크로의 수직 동선으로 나타난다. 종로세운과 장사동은 그 형성과 구조, 프로그램이 태생적으로 다르지만 시간이 흘러감에 따라 상호 작용을 하면서 점차 이어지려고 하는 특성을 가지게 되었다.

3.3. 목표 설정

장사동과 세운상가가 가지고 있는 도시조직 및 기존의 의미·가치는 매우 중요하다. 이 때문에 현재 낙후되어가고 있는 두 대지의 상황을 해결하기 위해서 현재 존재하는 물리적인 공간들을 서로 다른 개체로 인식해 분리해서 보는 게 아니라 어떤 방식으로 연계될 수 있는가에 대해 고민을 해야 하고 도시의 규모에서 공간을 계획할 때 ‘기존의 도시조직과 어떻게 함께할 것이냐’를 고려해야 한다. 단일 건물로 계획된 공간과, 기존에 존재하던 도시의 조직이 어떻게 커다란 제스처로 묶일 수 있는지에 대한 고민을 통하여 도시조직에 기반을 둔 프로그램을 찾고 도시재생의 방안을 제안한다.

4. 지속가능한 도시재생 계획안 제시

4.1 장사동과 종로세운의 공간과 프로그램의 고찰

장사동과 종로세운은 바뀌는 산업체계 속에서 낙후되어 있지만, 내부에는 수많은 관계와 삶이 긴밀하게 이어지고 있다. 따라서 기존의 공간구조와 삶의 방식을 유지한 채, 유희화 되어가는 공간에 새로운 프로그램과 공간을 제안한다.

장사동에 적층되어있던 공용가로 공간은 주변부의 고층건물들과 건물과 건물 사이를 막아놓아 서로 합필하여 건물의 복도로 사용되고 있는 공간을 매개공간으로 이용할 수 있다. 또한, 장사동 블록과 종로세운 사이에 존재하는 테크의 상부와 하부 공간을 연계하여 외부와 면하는 것 뿐 아니라 건물의 내부까지 연관성을 가지게 한다.

4.2 기본 공간개념 및 프로그램 제안

장사동과 종로세운의 단면적 위계를 이용한다. 서로 다른 상황들을 물리적으로 연계시키며 새로운 공간의 구조 역할을 할 수 있는 프레임들을 고려한다. 기존의 공간들은 시대적 요구에 따라 다양하게 변화하며 사라지고 새롭게 생겨난다. 이러한 사회적 요구에 부응 할 수 있는 가변성을 지닌 공간을 프레임이라는 건축적 제안 장치로 연결시키며, 세운상가부터 장사동으로 이르는 공간을 세 가지 단위로 나누어서 계획한다.

첫째, 세운상가의 테크를 활용한다. 세운상가와 고층건물에 인접한 가로공간은 양측의 프로그램(노점, 물건의 적재, 물건의 상하차 등)들을 수용하는 공간으로 이용되며, 테크의 상부와 하부를 이용하여 장사동과 세운상가의 공간/프로그램적 연계를 가능하도록 한다. 프레임들은 장사동으로 이어지는 공간계획의 일관성을 갖게 하는 것 뿐만 아니라, 종로세운의 건물에도 새롭게 삽입되고 빠져나오는 프로그램들을 수용 할 수 있는 구조체 역할도 할 수 있으며, 사람들의 행태를 반영하여 범위를 규정하는 역할을 할 수 있다.

둘째, 세운상가와 인접한 고층건물 같은 경우 현재는 저층만 사용되고 2층 이상부터는 미 임대구역으로 남겨져 있다. 건물 내부에 남아있는 복도를 확장하여 세운상가의 프레임과 장사동 내부의 프레임이 연결될 수 있도록 한다. 저층부의 상가들은 그대로 존치시키고 2층 이상부터의 미임대 공간들을 장사동과 종로세운의 사잇공간으로 저층과 보행테크로부터 유입되는 사람들의 공적인

공간이 될 수 있도록 제안한다.

셋째, 장사동 내부 저층 공간의 공용가로 공간에, 프레임 이용하여 계획되는 매스와 연결될 수 있도록 하고, 그 사이공간을 이용한다. 시간이 변화하면서 장사동 내에 다른 산업체계에 의한 공간의 욕구들을 충족시키기 위한 방안으로 저층과 중간층, 그리고 상위층으로 나누어 테크와 연계되는 공간과 그 사잇공간을 대체 가능한 공간으로 남겨둔다.



그림 1. 장사동, 세운상가 계획안 조감도

5. 결 론

본 논문은 계획대지인 종로3가 장사동과 이와 인접한 종로세운의 공용가로를 이용하여 기존의 도시조직이 가지고 있는 시간에 따라 적층된 물리적인 공간들과 도시적 문맥 속에서 마땅히 지켜져야 할 프로그램에 대해 중요성을 인식하고 관계성을 다시 형성하기 위한 방안을 도출했다.

첫째로 도시의 물리적인 공간들(도시조직)을 존치시키기 위해 공용가로를 매개로하여 수직적인 연결장치로 이용하고 시대의 변화에 따라 공간이 변화 할 수 있는 공간을 제안하였다. 이 공간은 구조적으로 이용되며 기존에 존재하던 상가들과 그 상위레벨로 이어지는 수직동선의 기능을 하며, 중간레벨의 공간에 추후 새롭게 추가되는 프로그램들을 수용할 수 있는 공간으로 제시하였다.

둘째로 프로그램과 도시조직의 지속가능성을 위한 공간과 프로세스를 제안한다. 장사동 내부의 공간들은 처음에는 주거지에서, 점차 시간이 흐르면서 상가로 변화해온 공간들이다. 이들 또한 점차 비워지거나 다른 프로그램들로 대체된다. 앞으로도 시간이 흐르면 제조업 뿐만 아니라 다른 프로그램들이 이 공간들을 채워나가게 될 것이며, 이런 변화들을 능동적으로 수용할 수 있는 공간을 제안하였다.

본 논문은 장사동과 종로세운의 한정적인 범위 내에서의 한 방안으로 연구된 것이며, 앞으로 세운상가전체와 그 주변 블록들의 도시적 스케일로 확대되어 나갈 필요가 있다.

참고문헌

1. 송도영, 청계천 공구상가의 형성과 일상적 관계망
2. 김수현, 성수동1가 특성지역 내 자생적 도시재생 특성에 관한 연구, 석사학위논문, 2015
3. 송도영, 청계천 공구상가의 공간과 사회적 성격, 한국환경사회학회, 2003

건축법상 건축신고 제도의 문제점에 관한 연구

Study on the Problems of Architectural Declaration System

○ 이 창 수* 이 상 훈**
Lee, Chang-Su Lee, Sang-Hoon

Abstract

This paper is a basic study on the architectural declaration system and aims to explore various problems that cause damage to the insolvent corporations and goodwill architects beyond the amendment of the declaration system. In 1991, the Architectural Act introduced the architectural declaration system to meet the trend of autonomy and democratization in each field of economy and society through the amendment of the Building Act, encouraging investment in architecture, streamlining the procedure, It has been able to save a wide range of protection of the national interest and time and money. According to the Supreme Court case, the architectural declaration changed from a self - complete declaration to a declaration requiring repairs, and now the declaration has changed to a form that does not conform to the intent of further revision.

키워드 : 건축신고, 소규모건축물

Keywords : Architectural Declaration System, Small buildings

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

건축법은 1962년 1월 20일 법률 제984호로 제정되었고 전문113조와 부칙으로 이루어져있다.

이 법에 따라 건축물을 건축하거나 크게 수선하려는 자는 특별자치도지사 또는 시장, 군수, 구청장의 허가를 받아야한다. 또한 건축 관계자는 건축물이 설계도서에 따라 이 법과 이 법에 따른 명령이나 처분, 그 밖의 관계 법령에 맞게 건축이 되도록 업무를 성실히 수행하여야하며, 서로 위법하거나 부당한 일을 하도록 강요하거나 이와 관련하여 어떠한 불이익도 주어서는 안된다. 따라서 필요에 의해 일정한 지역에 건축을 하고자 하는 자는 건축법에 근거하여 건축허가(건축법 제11조)를 득하거나 건축신고(건축법 제14조) 절차를 행함으로써 건축물을 축조할 수 있다. 1991년 건축법 전면개정을 통해 건축신고는 일정규모 이하의 소규모 건축물을 건축하기 위해 절차의 간소화, 규제완화, 건축활성화를 목적에 두고 입법되었으나, 다양한 문제들이 나타나게 되어 본 연구에서는 그 문제점을 찾아보고, 추후 연구에서 개선방안을 모색하고자 한다.

1.2 연구의 방법과 범위

건축신고는 행정절차법 제 40조에 근거한 신고, 즉 자기 완결적 신고로 보아야 한다. 하지만 2008두 167 대법원 판례에 의해 건축신고를 “수리를 요하는 신고”로 해석하게 하였고, 종전까지 행정청에 신고만 하면 곧바로 건축할 수 있던 것과는 달리 오히려 건축신고 후 행정청의 명확한 수리가 필요하게 되었다. 결국 건축허가와 건축신고는 크게 다르지 않으며, 같은 처리기간과 같은 의제사항을 처리한다. 따라서 건축법상 건축허가와 건축신고의 차이점에 대하여 문헌조사를 통하여 알아보고, 문제점을 모색해보고자 한다.

2. 건축신고

2.1 건축신고의 대상

건축신고의 대상은 아래의 표와 같으며, 건축신고를 제외한 나머지는 건축허가로 본다.

표 1. 건축신고 구분

대 상	규 모	행 위
	-바닥면적의 합계 85㎡ 이내	증축, 개축, 재축
관리지역, 농림지역, 자연환경보전지역	-연면적 200㎡ 미만이고 3층 미만	건축
	-연면적 200㎡ 미만이고 3층 미만	대수선
주요 구조부의 해체가 없는 것	-내력벽 면적 30㎡이상 -기둥, 보, 지붕틀을 3개 이상 -방화벽 또는 방화구획을 위한 바닥, 벽, 주계단, 피난계단 또는 특별피난계단	대수선
그밖에 대통령령으로 정하는 소규모 건축물	-연면적의 합계100㎡ 이하인 건축물 -건축물의 높이를 3m 이하의 범위에서 증축하는 건축물 -표준설계도서에 따라 건축 -공업지역: 2층 이하 연면적 500㎡ 이하인 공장 -농업, 수산업업을 위한 읍면지역의 연면적 200㎡이하의 창고 및 400㎡ 이하의 축사, 작물재배사, 종묘배양 시설, 화초 및 분재 등의 온실	-

2.2 건축신고의 연간 건축규모

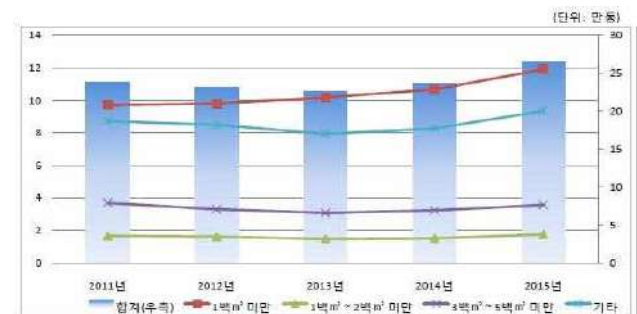


그림 1. 규모별 건축허가 추이

* 충북대 대학원 석사과정

** 충북대 건축학과 교수, 공학박사

(교신저자 : minju@cbnu.ac.kr)

		단위: 천원				
구분		2011년	2012년	2013년	2014년	2015년
전국	합계	237,806	231,952	226,448	236,606	265,651
	1백㎡ 미만	97,117	97,919	101,728	106,692	119,027
	1백㎡ ~ 2백㎡ 미만	45,465	45,357	41,698	43,530	47,803
	2백㎡ ~ 3백㎡ 미만	17,550	16,528	16,813	18,557	18,196
	3백㎡ ~ 5백㎡ 미만	36,856	32,905	30,694	32,287	35,633
	5백㎡ ~ 1천㎡ 미만	23,476	21,937	19,617	19,129	23,888
	1천㎡ ~ 3천㎡ 미만	10,184	9,596	8,973	8,697	10,333
	3천㎡ ~ 1만㎡ 미만	5,174	5,462	5,008	5,362	7,042
	1만㎡ 이상	1,984	2,248	1,917	2,352	3,729

그림 2. 총괄현황표

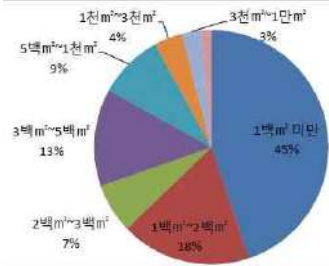


그림 3. 2015년 규모별 건축비율

2.3 건축신고와 건축허가의 차이

건축신고는 크게는 3가지 부분에서 건축허가와 차이를 보인다.

첫째로는 건축신고는 행정청에 접수하는 설계도서가 건축법 시행규칙 제12조에 따라 건축계획서, 배치도, 평면도, 입면도(2면), 단면도(종,횡)로 접수가 가능하다.

두번째로 건축신고는 건축법 시행령 제19조(공사감리) 조항에 따라 건축 감리가 없다.

세번째로 건축신고는 건설산업기본법 제41조에 의해 건설할 수 있는 시공자가 자유롭다.

3. 건축신고의 문제점

3.1 사업부지의 제한이 없는 문제점

건축법 제14조(건축신고) ①항2호에 따라 관리지역, 농림지역, 자연환경보전지역에서 연면적 200㎡ 미만의 건축도 건축신고로 본다.

대부분의 도시 외곽의 읍면지역은 관리지역이나 농림지역, 자연환경보전지역으로 지역지구가 지정되어있고, 건축법상 건축물의 면적은 동당 200㎡ 미만이라면 여러동 되더라도, 사업부지의 제한이 없다. 대규모 단지 조성이 가능하며, 난개발의 우려가 있다.

3.2 건축설계 상의 문제점

건축법 시행규칙 제12조(건축신고) ①항 1호 별표2에 따라 건축계획서, 배치도, 평면도, 입면도, 단면도로 행정청에 접수하게 되며, 설계도서의 종류와 양이 부실함에도 그 도면으로 시공까지 이루어지고 있는 실정이다.

3.3 건축감리 부재의 문제점

건축신고는 건축감리 대상이 아니므로 공사관리나 현장감독은 시공자와 건축주가 해야 하며, 공사품질을 떨어뜨리고, 안전관리에 취약하며, 설계변경의 적정 여부

등 판단이 어렵고, 문제 발생시에 건축주가 모든 책임을 떠안아야 하는 문제가 생긴다.

3.4 건축 시공 상의 문제점

건축허가는 건설산업기본법에 의하여 시공자를 제한하여 종합건설회사나 전문건설업자에게 시공을 해야 하지만 건축신고는 시공자가 정해져있지 않아, 건축주가 직접 시공하거나, 무자격자가 시공하는 일이 많아 부실공사의 주요한 원인이 되며, 하자 발생시에도 건축주의 불편을 가중시킨다.

4. 건축신고제도의 개선방안

현재의 건축신고제도의 개선을 위해선 신고건축물의 용도를 제한하여, 아무리 작은 건축물이더라도 중요한 용도의 건축물은 건축허가를 득하여 건설하도록 하여야 하며, 건축신고로 개발할 수 있는 사업부지의 면적을 제한하여 난개발을 줄여야한다. 또한 설계도서를 더 세밀하게 분류하여 설계도서가 부실공사의 기초가 되지 않도록 법개정의 필요성이 있다.

2017년 2월 4일 개정된 건축법 24조 6항에 따른 현장관리인 제도를 적극 활용하여야하며, 더욱 전문화된 인력이 현장관리를 할 수 있도록 교육확대가 필요하며, 단지 현장관리인이 건축주의 부담을 가중시키는 건 아닌지 앞으로 살펴볼 필요성이 있다. 또한 더 저렴한 설계비, 더 저렴한 공사비만을 요구하는 주민들의 의식개선도 필요하다고 본다.

5. 결 론

건축신고 제도는 이미 개정의 취지와는 맞지 않는 수리를 요하는 신고로 바뀔으로서 절차의 간소화나 규제 완화와는 거리가 멀다. 또한 앞서 살펴보았듯이 2015년 전국 전체 건축허가의 45% 이상이 건축신고로 처리되어 건축되어지고 있으므로 시급한 법 개정이 필요하다.

경제가 발달할수록 건축문화와 건축행정도 이에 발맞추어 더욱 창의적이고 발전적인 방향으로 연구가 이루어져야하며, 아무리 소규모 건축물일지라도 부실공사로 인한 피해자가 발생되지 않도록 발전방안을 모색하여 활용되어져야한다.

건축주가 자신의 대지에 법률적 테두리 내에서 건축할 권리를 헌법에 의해 보장된 재산권 조항으로 보호를 받는다면, 건축법상으로도 건축의 자유를 보장하고 건축물의 안정성 향상 및 건축문화 발전을 위해 변화해야한다.

참고문헌

1. www.moleg.go.kr
2. 국토교통부, 2015년 건축통계집.
3. 박금호, 건축법상 건축신고제도의 문제점 및 개선방안, - 건축행정 중심으로, 광운대학교 건설법무대학원 석사학위논문, 2013. 02
4. 김나현, 건축법상 건축신고제도에 관한 연구 - 법적 성질을 중심으로, 성신여자대학교 법학과 석사학위논문, 2014. 10

역사적 사건의 장소 문맥을 반영한 다층적 메모리얼 공간 계획 연구

A Study of Multi-layered Memorial Space that Reflect the Place Context of Historical Events
-Focused on the Seodaemun Prison-

○정 임 주* 이 진 석**
Jeong, Yim-Ju Lee, Jin-Seuk

Abstract

The historical sites left in modern cities are proceeded to be modified or developed by going through a change of society. According to this, this research understands the meanings and matters of historical sites with recent memorial cases, and understands limitations and potentials of historical space application system in Korea. Also, it is devised a method to build an identity of historical space as a 'space archive' by suggesting the phenomenological architectural gesture that stimulates senses and the space strategy that brings memorial behaviors.

키워드 : 역사적 장소, 메모리얼, 다층적, 감각, 경험적 공간

Keywords : Historical place, memorial, multi-layered, sense, experiential space

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리는 현장학습을 다니며 어두운 역사에 대한 반성 및 교훈 학습을 하고 있으나 역사적 재난공간상의 통제, 강압, 희생 등에 대해서 무감각으로 잊혀져가고 있다. 이는 역사 공간을 대하는 태도와 인식을 재정비하여 바라보아야 함을 시사한다.

서대문 형무소는 일제시대 40여 곳의 감옥 중 옥사 등의 원형 모습을 보존하고 있는 유일한 수감시설이다. 그러나 전시 주제와 기법이 시각적 재현이거나 시대정신에 뒤떨어져 새로운 해석이 필요한 시점이다. 끊임없이 변화하는 도시맥락의 일부로 존재하는 역사적 장소는 원형 보존 위주의 활용 계획을 통해서 정지된 과거의 것 이상의 가치를 얻기 힘들다. 따라서 본 연구는 역사적 장소가 가진 가치와 정신을 경험으로서 육화시키고, 공간을 지각하도록 하는 수단으로서 접근하여 현대인들의 감각을 자극하고, 사적에 담긴 역사의 의미와 아픔을 회복하기 위한 행위의 주체가 되는 사적 메모리얼 공간 전략을 제시하는데 목적이 있다.

2. 역사적 사건과 도시 콘텍스트에 대한 고찰

2.1 현대 도시에서 역사적 장소의 의미와 잠재성

현대 도시 속에 역사적 장소는 도시의 발전 과정을 남긴 흔적이며, 도시 구조를 이해시켜주는 단서이다. 도시가 사회 변화를 겪음에 따라 역사적 장소는 초기 건축의 형태에서 변화를 겪기도 하며, 가치를 인정받지 못한 장소의 경우 변형되거나 철거가 되는 개발 과정을 거치게 된다. 역사적 장소의 가치에만 치우쳐 박제의 형식¹⁾으로 생각하는 것이 아니라, 향후 일어날 현대 도시의 변화에 따라 지역적 맥락을 수용하는 의미로서 역사적 장소를 이해한다면 과거의 가치뿐만 아니라 현재, 미래까지 이어

질 전반적인 역사 이해의 발판이 될 잠재력을 가진다.

또한 역사적 장소는 그 자체로서 이미 시간적, 형태적으로 다른 현대적 장소들과 구분되기 때문에 장소적 특이성 가지며, 혼잡하고 일상적인 도심 내에서 비일상적인 공간으로서 잠재력을 가진다고 할 수 있다.

2.2 우리나라 역사적 장소 활용 시스템의 한계

물리적 환경 개선에 주안점을 둔 1970-80년대 '과괴 후 개발'이라는 행위가 일어났으며, 1980년대 이후 역사 문화재 및 유적에 대한 관심이 커짐에 따라 보존의 중요성을 부각시켰다.

그러나 보존의 관점 및 인식의 정립이 모호한 상태로 복원과 보존 행위를 시작함으로써 나타난 역사자원(일제강점기, 6.25전쟁, 민주화운동 등)은 특정 상황에 대하여 기념의 대상으로 삼거나 일방적인 교훈 기능을 강요하는 사례로 나타났다. 역사적 재난과 참상지를 보며 반성과 교훈을 얻는 특별목적의 관광 형태인 '다크 투어리즘'의 역사자원으로 활용되고 있으나 천편일률적인 복원, 복제와, 일방적인 교훈 전달로서만 보여져 현대인들의 공감을 얻는데 한계점 드러내고 있다.

2.3 역사적 장소의 정체성 확립 사례

도시 속 역사 건축물은 과거의 역사를 보존하는 것도 중요하지만, 현재를 살아가는 사람들의 삶의 터전인 만큼 현대 도시가 요구하는 기능 또한 적절히 수용하여야 한다. 기존 역사적 장소와 더불어 공원으로 구성중인 '서소문 공원', 역할이 다한 다른 장소에 역사적 사건을 중첩한 '윤동주 문학관', 공간 및 물성으로서 역사적 사건을 극대화시켜 표현한 '베트남 베테랑 메모리얼' 등의 사례는 위와 같은 의미를 찾는데 좋은 본보기이다.

역사적 장소를 활용한 건축은 건물 자체에 담겨있는 역사와 가치를 현재의 사람들이 재 경험하게 하며, 이것은 곧, 과거와 현재가 중첩되는 장소로서 자연스럽게 새로운 가치를 얻게 된다.

3. 다층적 속성과 공간 프로그램 도출 전략

* 한국교통대 석사과정

** 한국교통대 건축학과 교수

(교신저자 : archilee@ut.ac.kr)

3.1 메모리얼의 다층적 속성

메모리얼에서는 ‘과거의 것을 생각’하는 ‘현재의 행위’를 행하며, 이를 ‘기억’이라 칭한다. 기억을 지속함은 끊임없는 재생을 전제로 하며, 과거를 기억하는 현재에서 재구성된 새로운 기억은 미래의 기억을 위한 또 다른 과거가 되면서 축적되는 반복적인 과정이다. 메모리얼은 이를 돕기 위한 매개체로서 시간적 축적이 담긴 다층적 속성을 불러일으키는 것이다.

3.2 역사적 장소의 다층적 속성

역사적 장소는 시간의 흔적을 받아들이고 견뎌낸다. 시간의 흐름 속에서 건축의 물리적 틀은 유지되나, 포용하는 상황과 기억은 변화한다. 그렇기 때문에 역사적 장소는 기억과 은유의 매체로 동시에 작용할 수 있으며, 역사적 축적이 담긴 다층적 속성의 매체로 활용될 수 있다.

3.3 다층적 프로그램 공간 표현방법

근대건축 시대로부터 표현되기 시작한 시각중심의 경향은 시각 이외에 모든 감각의 경험을 배제하며, 건축에 있어 시간과 이미지, 표면의 물성 등이 감각적으로 구현된 건축의 실체를 아우르지 못한 실정이다. 따라서 인간의 감각을 자극할 수 있는 ‘오감(청각, 시각, 촉각, 후각, 미각)요소를 적극 활용함으로서 감각의 다층적 속성이 담긴 건축공간을 도모하고자 하였다.

4. 서대문형무소 메모리얼 계획안 제시

4.1 서대문 형무소 사적(史的)공간에 대한 분석

서대문 형무소는 우리의 근현대사를 증언하는 역사의 현장으로 민족저항사와 수난사, 민주화의 열망이 집약된 곳이다. 그러나 현대 도시가 변화함에 따라 서대문 형무소도 일부 철거되거나 변형되는 과정을 겪었다.

요소1. 담장과 망루: 외부와 물리적으로 단절시키는 요소. 그러나 일부 담장이 허물어진 부분에는 시각적으로 관통되어 형무소의 강렬한 이미지가 상실되어 보인다.

요소2. 보안과 청사: 일제시대 통제에 따르지 않던 독립투사들이 고문을 받던 장소로서 현재는 밀랍인형 재현 전시, 패널 형식의 기록전시로서 시각적인 표현만을 보여주고 있다.

요소3. 여옥사: 유관순이 갇혀있던 지하옥사를 위에서 아래를 밟고 내려다보는 형국이다.

요소4. 사형장, 시구문: 사형 선고를 받은 수감자들의 마지막 공간이다. 사형장은 사방 5m의 담벼락으로 둘러쌓여 하늘로만이 문이 열려있다.

요소5. 중앙사, 옥사: 1평 남짓의 방은 건축적 설계단위가 아닌 비인간적인 경제, 사회적 형편에 따르는 공간으로 정신적, 신체적 통제가 이루어지던 곳이다.

4.2 서대문 형무소의 공간개념 제안

a. 전체적으로 서대문 형무소의 사적이 담겨있는 이 공

간은 주변의 도시 조직(아파트 등의 고층 건물)에 의해서 대문 형무소의 강렬하고 상징적인 정체성이 결여되어 보인다. 또한 내부 동선 체계는 물리적으로 열려있는 광장 형태이다. 따라서 서대문 형무소만이 시야에 들어오도록 제안 프로그램들을 지하화 하여 공간을 규정하는 계획을 진행하였다.

b. 역사관의 단순 재현형태의 전시 및 체험의 감옥전시장 건물과 기록물들을 확인하는 일상의 공간이 아닌 역사적 재난공간으로서 형무소라는 비일상적 공간이 스토리텔링 되어 각 공간들이 성격을 부여 받는다. 위의 각 사적 공간들과 지하화 된 메모리얼이 길로서 연결되면서 공간과 경험자간의 상호 연계성을 가진다.

4.3 공간계획에 따른 다층적 프로그램 표현

a. 시각적 표현: 감시 체계를 형상화 한 반투명 글래스 박스, 사형수들의 시선과 길을 형상화한 길고 높은 벽.

b. 촉각적 표현: 수감자들의 옥사 규격을 차용한 지하화 된 메모리얼 스퀘어 돌기

c. 청각적 표현: 죽은 자들을 추모하는 진혼곡으로서 표현된 떨어지는 물줄기는 지하 메모리얼의 돌기에 부딪히며 화음을 만들어내며 공명한다.

5. 결론

오랜 시간 축적되어진 역사의 산물이라 한다면 과거의 표피적 공간만을 간직하는 ‘박제’의 모습이 아니라, 역사가 가진 가치와 정신을 현재에 대응하여 발전시키는 관점으로 역사적 공간을 다시 읽어야 한다고 판단하였다. 따라서 공간 경험자를 중심으로 공간을 육화하는 프로그램을 제안하여 역사적 공간의 재활성화를 도모하였다. 제안된 공간은 시각, 촉각, 청각 등의 성격을 부여하여 사적에 담긴 역사와 시간과 기억을 회고하고, 시대상황에 온전히 이입되며, 역사적 통찰력을 자극받는 공간이 되길 바랐다.

따라서 이 연구는 근현대 역사공간을 활용한 문화 공간 창출에 대한 시도와 관심이 증가하고 있는 시점에서 기념관, 추모공원, 추모비 등의 인위적으로 신설된 기념비적인 공간들로 표현되어 있는 현 실정에 반하여 역사와 건축물간의 상호관계 이해와 분석을 통한 적극적인 ‘공간 아카이브’를 제공하는 다크 투어리즘 공간 창출에 대한 새로운 연구가 될 것이며, 역사적 공간에 대한 건축적 재해석 및 다층적 감각이 담긴 메모리얼 건축설계에 대한 실천적 활용 가치가 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

1. 이현아, 다층적 기억: 재생의 패러다임과 메모리얼 건축의 변화 양상, 서울대 대학원 석사학위논문, 2015
2. 박미주, 도시의 역사적 콘텍스트의 재해석을 통한 장소성 재현에 관한 연구, 인하대 대학원 석사학위논문, 2015
3. 문은미, 관람자 체험을 고려한 메모리얼 공간표현특성 연구, 한국실내디자인학회 논문집, 21권 5호, 2012

천안시 청수지역의 다가구주택 주차문제 현황 분석

Analysis of Parking Problems in Multiple Dwellings House at Chungsu Area in Cheonan City

○최 승 길* 이 상 훈**
Choi, Seung-Kil Lee, Sang-Hoon

Abstract

The purpose of this study is to analyze parking situation and problems related to the use of multiple dwellings house among small - scale residential facilities focused on Chungsu area in Cheonan City. The lack of attached parking lots, which is the biggest problem among various residential environment problems, has been researched and attempted various solutions, but the improvement effect has not appeared and the seriousness of the problem is accelerated. More detailed analytical studies are needed to identify various problems related to the use of the parking lots in the standards related to the construction of buildings such as the building law and the parking lot related laws that are currently being implemented, and to provide a practical and reasonable solution to the construction planning and construction.

키워드 : 다가구주택, 주차문제

Keywords : Multiple Dwellings House, Parking problem

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

현대의 급속한 경제성장으로 인하여 도시의 인구와 차량의 수가 급속도로 팽창하게 되었고 그로 인한 심각한 소음, 대기오염 및 교통문제가 도시의 가장 큰 문제로 발생하였다. 과도한 인구와 차량증가로 발생하는 교통문제를 해결함에 있어 새로운 형태의 건축방법과 건축용도, 각종 정책 및 제도가 시대적으로 적용되고 변형되었으나 문제의 해결에는 효과를 보지 못하는 어려운 실정을 나타내고 있다. 특히 정부의 주택공급정책으로 인하여 소규모 주거시설들은 수익목적으로 이용되면서 과도하게 건축되는 현상을 보이고 있으며, 그러한 건축물이 수익형 구조에 맞게 주거생활시설의 개선효과를 배제한 채 과밀한 도시건축물의 형태를 나타내고 있다. 본 연구는 충남 천안시 동남구 소재인 청수 지구단위구역역을 중심으로 소규모 주거시설 중 다가구주택에서 이용하는 주차현황과 문제점 분석을 통하여 추후 효율적이고 합리적인 주차환경 개선방안을 모색하는데 그 목적이 있다.

1.2 연구의 대상 및 방법

청수지구는 2003년 충남 천안시 동남구 소재 청수동, 청당동, 삼룡동 일원으로서 행정복합타운 건설을 목적으로 계획되어 2009년도에 완공된 행정타운이다.

제1종 지구단위계획구역에 공공시설용지를 기반으로 업무시설용지, 상업용지, 근린생활시설용지, 단독주택용지 및 기타시설 용지로 구분되고 면적은 1,216,389㎡ 이다. 청수지구의 단독주택용지는 건폐율, 용적률을 60%와 180%로 적용하고, 최대가능 층수는 필로티를 포함하여 4층까지 건축할 수 있으며 1층에 점포주택이 가능한 용지와 가능하지 않은 용지로 지구단위결정도서의 표기로는 R1과 R2

로 구분되고 있다. 그 중 점포주택이 가능한 R1으로 삼룡동 소재 단독필지 블록번호49, 50, 51를 연구대상으로 하고자 한다. 본 연구는 대상지 건축물의 용도 및 블록별 주거형태 현황을 파악하고, 부설주차장의 형태, 구조, 계획적 유형별로 시간적으로 구분하여, 현황 조사로 주차의 과밀현상이 일어나는 시간대와 그 원인을 분석하고자 한다.



그림 1. 천안시 청수지구 위치도

2. 연구대상지역의 주차환경 실태조사

2.1 인구 및 주차요건 조사

천안시 인구등록현황은 2010년 557,673명에서 2015년 605,766명으로 5년 전에 대비하여 8.62% 늘어난 48103명으로 집계되었고 세대수는 221,744세대에서 247,695세대로 11.7%, 25,951세대 증가하였으며, 인구1명당 자동차보유대수는 0.4대에서 0.45로 12.5% 증가하였고 세대당 자동차보유대수는 1대에서 1.1대로 10%증가하는 추세를 보이고 있다

표 1. 천안시 등록 인구, 세대수 및 차량등록대수

구 분	인구 (명)	세대수 (세대)	자동차수 (대)	인구1명당 차량보유 대수	세대당 자동차보유 대수
2010	557,673	221,744	222,226	0.40	1.00
2011	571,377	227,798	232,173	0.41	1.02
2012	581,988	232,724	239,898	0.41	1.03
2013	591,089	238,677	248,257	0.42	1.04
2014	598,346	243,364	259,373	0.43	1.07
2015	605,776	247,695	271,707	0.45	1.10
전년대비 평균증감 (%)	1.016	1.024	1.039	-	-

* 충북대 대학원 석사과정

** 충북대 건축학과 교수, 공학박사
(교신저자 : minju@cbnu.ac.kr)

2.2 시설조사

필지별 건축물 및 부설주차장의 현황을 현장답사 또는 건축물의 소유자와 접견하여 실시한 조사를 근거로 그림 2. 같이 연구대상필지 43중 7%인 3개의 필지가 건축허가를 득한 후 건축

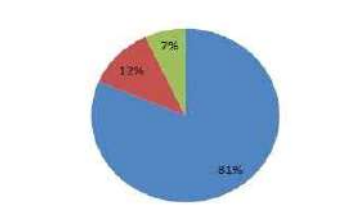


그림 2. 필지별 건축물 현황

시공 준비단계 중인 상태로 조사되었으며 12%인 5개 필지를 제외한 81% 35개 필지의 건축이 완료된 상태로 조사되었다. 건축물의 용도별 주차장의 형태를 살펴보면 표 2 같이 근린생활시설을 포함한 다가구주택이 대부분의 유형이었고, 근린생활시설의 건축은 건축물 사용승인 후 필로티 일부를 증축한 여부로 건축물을 구분할 수 있으며, 가구당 필요한 주차면수가 보유 주차대수에 비해 현저히 부족한 상태인 것을 표 3을 통해 알 수 있었다.

표 2. 블록별 건축물 용도 특성

건축물용도	필로티일부 증축	블록			비율
		단독49	단독50	단독51	
다가구주택 + 근린생활시설	×	4	2	2	22.9%
다가구주택 + 근린생활시설	○	8	6	13	77.1%
합 계		12	8	15	100%

표 3. 블록별 가구수, 주차장 및 보유차량 대수

구 분	블록			합계
	단독49	단독50	단독51	
주거시설의 가구수	64	47	75	186
건축물의 부설주차장수	64	47	75	186
보유차량 대수	82	64	108	254

또한 건축물현황 전수조사를 통해 표 4 같은 다양한 주거시설의 형태를 알 수 있었고, 이 중 다가구주택의 주거형태에서 방2+거실(3거실확장형)이 전체 중 가장 많은 형태의 주거형태를 차지하고 있다.

표 4. 블록별 주거형태 현황

구 분	블록			소계	비율
	단독49	단독50	단독51		
원룸(1거실형)	15	3	14	32	17.2%
방+거실(2거실확장형)	15	4	12	31	16.7%
방2+거실(3거실확장형)	18	53	13	84	45.1%
방3+거실(4거실확장형)	6		-	6	3.2%
방2+거실(3거실확장형)+다락	5	2	1	8	4.3%
방3+거실(4거실확장형)+다락	5	13	7	25	13.5%
합 계	64	47	75	186	100%

일정한 시간대를 선정하여 건축물 부설주차장과 인근 도로변을 주차공간으로 이용하는 조사 결과 표 5와 같은 이용 현황을 보이고 있으며, 시간에 따라 주차장 이용률이 상당히 차이가 있음을 알 수 있었다.

표 5. 시간별 주차장 이용 현황

블록	시간	주차장수	주차장 주차	미사용 주차	도로변 주차	주차장 이용률
단독 49,50,51	07:00	186	148	53	63	79.6%
	1:00	186	83	98	28	44.6%
	21:00	186	135	46	78	72%
평균		186	122	66	56	65%

3. 시설의 문제점 분석

선정된 지역의 특성을 조사한 결과 최근 다가구주택과 같은 소규모주거시설을 포함한 사업성건축물의 일부를 증축 또는 용도변경 하여 주차장산정의 기준을 피해가기 위한 편법이 성행되었고, 그로 인한 실질적 부설주차장의 주차면수 부족현상이 일어남과 동시에 과거의 다가구주택의 형태가 원룸형에서 방의 구성이 여러 개인 다가실형으로 변형되는 현상을 볼 수 있었다.

이러한 현상이 일어나는 원인의 첫 번째로는 대다수 지구단위계획지역에서 건축을 하게 되는 경우 지구단위계획지침과 부설주차장 설치기준을 동시 적용하여 가장 큰 부설주차장 설치면수를 의무화하게 되어있는데, 가구당 1대의 기준을 적용하는 지구단위계획지침을 적용할 경우 건축할 수 있는 필지의 대부분이 주차장면적으로 사용되고, 원룸형으로 건축하였을 경우 가구당 늘어나는 부설주차장의 면수확보가 어렵게 되면서 가구수는 작아지고 내실면적은 커지게 되었다. 두 번째로는 다락과 최근 적용된 확장형발코니와 같이 실질적인 재실면적에 포함되지만 면적산정기준에 적용받지 아니하는 부분을 들 수 있다. 현 주거시설의 부설주차장 설치기준은 시설면적(m²)당 주차대수만을 산정하여 적용하게 되어 있는데, 주거형태가 면적산정의 기준을 적용받지 아니하는 부분을 평면상 극대화하면서 실질적으로 늘어난 재실면적에 반해 산정되는 주차소요대수가 작아 원룸형과 같은 가구당 1대의 주차장 산정기준을 적용받고 있는 것이다. 이러한 소규모건축물의 주거형태들의 건축선호현상들은 인구당 증가하는 차량소유에 맞물려 주거시설의 주차문제는 증가하고 있는 요인으로 사료된다.

4. 결 론

최근에 소규모 주거시설에서 나타나는 건축 사업성 성향은 최대 건축한도를 추구하면서 건축물의 형태 및 이용에 관한 여러 가지 문제점을 내포하고 있음을 확인할 수 있다. 그러한 사업목적으로 인한 주차와 같은 주거환경문제 해결방안은 과거로부터 시행되었던 건축물의 건축과 관련된 법규와 관련정책, 기타 제도적인 시스템들을 단순히 포괄적으로 강화하는 방법으로 해결하기 보다는 시대성향의 변화에 맞게 보다 실질적이고 합리적이며 구체적인 개선방안을 모색할 필요가 있다.

참고문헌

1. 천안시 통계자료실(<http://www.cheonan.go.kr/stat.do>) 2016.07
2. 김정수, 단독주택용지의 특성을 고려한 주차이용 개선에 관한 연구, 공주대학교 테크노융합대학원 석사학위, 2017
3. 청주시구 지구단위계획지침, 2009

관행적 수변공간 활용방식 대안 유형에 관한 연구

A Study on Alternative Types of Conventional use of Waterfront Space

○김 현 주* 최 순 섭**

Kim, Hyeon-Ju Choi, Soon-Sub

Abstract

Recently, various interests in the activation and restoration of waterfront space to revitalize the declined are have been increasing. However, there is a lack of consideration for the characteristics of the components of waterfront space, which is very important to regenerate the under used area. Therefore, the purpose of this study is to deduct the alternative types to conventional use of waterfront space.

키워드 : 수변공간, 관행적 사용, 대안유형

Keywords : Waterfront space, Conventional use, Alternative Types

1. 서 론

1.1 연구의 배경과 목적

최근 도시의 팽창과 급속화된 발전 지역 재생을 통해 수변공간을 활용하여 그 주변지역을 활성화 또는 복원하는 등 다양한 관심이 증가하고 있는 추세이다. 그러나 수변공간에 대한 관심이 증가하는데 비해 수변공간의 특성과, 이에 요구되는 중요한 자원인 수변공간에 대한 고려가 부족하다. 따라서 본 연구의 목적은 수변공간의 대한 특성 유형화를 통해 관행적 수변공간 활용 방식의 대안을 도출하는 것이다.

1.2 연구의 대상과 방법

본 연구의 대상은 관행적 태도에 의한 수변공간의 한계점에 대해 분석하고 활용대안을 도출하는 것이다. 이를 위해 2장에서는 수변공간에 대한 의미와 가능성, 유형에 대해 살펴보고, 3장에서 수변공간을 유형화하여 분석한다. 마지막으로 관행적 수변공간 활용방식에서의 현문제를 파악하고, 유형화함으로써 활용 가능한 유형 대안을 도출하는 것이다. 즉, 본 연구의 의미는 수변공간 활용 방안 전단계에 대하여 고찰하는데 의의가 있다. 또한 수변공간의 활용 대안을 유형화함으로써, 지역 재생 내 예측불가능한 상태에 대비하여 유연하게 대처할 수 있다.

2. 지역재생 내 수변공간의 정의 및 유형

2.1 수변공간의 정의

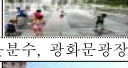
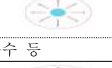





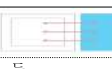

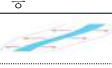
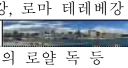
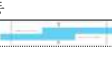

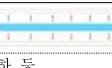



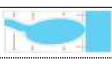
수변공간이란, 바다에 접하는 육역 및 바다에 가까운 수역은 유기적으로 결합된 일체화된 공간을 말한다. 주변에 호수나 하천 등 물이 존재하는 공간을 의미한다. 수변공간은 친수계획에서 물 관련 자연공간을 재생하고, 물과 사람의 관계를 통해 사람과 사람의 관계를 회복한다. 또한 지역의 물에 관한 역사나 문화를 계승·발전하는 것을 도모한다. 유명한 수변공간사례 우리나라의 청계천, 시카고 밀레니엄 파크의 크라운 분수, 로마 나보나 광장에 있는 피우미 분수 등이 있다.

2.2 수변공간의 가능성

원도심 공동화현상에 의해 기성시가지 쇠퇴문제 해결책을 모색하고자 도시재생사업 내 다양한 잠재성을 지닌 수변공간창출에 대한 관심이 집중되고 있다. 수변공간을 통해 오픈 스페이스 기능뿐만 아니라 레크레이션, 경관형성, 환경오염저감, 정서함양 등 복합적 기능을 수행하는 공공성이 높은 공간으로 활용 될 수 있다. 또한 도시경계기반 구축 및 지역정체성 회복 등을 창출할 수 있는 계기를 마련 할 수 있다.

2.3 수변공간의 유형¹⁾

표 1. 수변공간의 종류 및 특징

분류	사례	특징
분수	분수샘 점적인·일상의소음 상쇄·시민참여형 시카고밀레니엄공원 크라운분수, 광화문광장분수 등	 
	풀 면적인·폐쇄적· 집중유도·광장공간 로마 도심광장, 로마 나보나 광장 등	 
호수	확장·인공적·폐쇄적·집중형· 레저나 관광목적 안산호수공원, 뉴욕센트럴파크호수, 일본마슈호수공원 등	 
해안	선형구조·대양·해양· 심상이미지·압도적 대마도 리아스식 해안, 다도해, 그리스 크레타섬 에게 해 등	 
강	강 선형구조·천연적· 압도적·파노라마 뉴욕 허드슨강, 런던 템즈강, 로마 테레베강 등	 
	독 폐쇄·정박·하역 게서턴도크, 런던 도크랜드의 로얄 독 등	 
	운하 물길·강·독·인공적· 물류수송·도시 미국 파나마 운하, 독일RMD운하, 한반도대운하 등	 
기타	해안+만 항구도시·대규모 제주도 섬지코지	 
	강+만+해안 복잡·이중선형구조· 대규모 거제도 교현만, 보스턴 항구 등	 

수변공간은 위의 표1과 같이 분수, 호수, 해안, 강, 해안+만, 강+만+해안 등으로 구분지어 설명할 수 있다. 도심 속 접근성이 높은 분수, 풀이 있고, 레저나 관광 목적의 호수가 있으며, 해안은 사람들에게 압도적인 느낌을 선사한다. 천연적 또는 인공적인 형태로 사람들에게 파노라마 효과를 주는 강, 독, 운하가 있다. 대규모 도시에서나 볼 수 있는 해안+만, 강+만+해안 등이 있다.

* 한국교통대 글로벌융합대학원 석사과정

** 한국교통대 건축학부 건축학전공 조교수, 공학박사
(교신저자 : sschoi@ut.ac.kr)

1) 양도식, 수변공간 도시디자인 핸드북 p44-49, 2012, 인용 및 편집

3. 수변공간의 활용 유형

3.1 상호연계형

도심 속 내 상권 광장 중심에 이벤트행사로 소비적 연계적 프로그램을 이용하여 사람들을 집중유고 함으로써, 결국 소비적상업과 장소적인 활성화로 연결이 되는 효과의 '상호연계형' 수변공간 활용방식이 있다. 도시재생사업에서 수변공간계획을 이용할 때 쇠퇴된 도시의 활력을 불어넣어주고, 주변환경정비, 도시 경쟁력으로 홍보효과를 누릴 수 있다. 예를 들면 미국 Salt Lake City Creek Center, 일본 캐널시티, 안동시 문화의 거리 등을 사례로 들 수 있다.



그림 1. 일본 캐널시티

3.2 포켓형

일명 한평공원으로서 도심 속 빈 공간을 활용하여 도시민들에게 수변휴식공간을 제공하고, 쾌적한 환경, 도심 속 문화의 장, 우범지대감소, 도시정비 등의 효과를 누릴 수 있다. 포켓형 수변공간은 면적인 점유형태로 한 면 또는 전체 일부가 수변요소로 활용되면서 사람들의 접근성 및 체험면적이 증가함으로써 시민참여형 수변공간이다. 사례로 뉴욕의 Paley Park, 시드니의 Balfour Street pocket park 등이 있다.



그림 2. Paley Park

3.3 방사형

방사형 수변공간이란 한 장소에 집중하여 시민들이 시·청각적으로 체험할 수 있으며, 한 곳에 둘러싸여 주변상황과 연계됨으로써 집중방사형 수변공간으로 설명할 수 있다. 방사형 수변공간은 대규모 도시 속 광장 앞이나 공원 중심에서 주변 프로그램과 연계적으로 활용될 수 있는 성격을 지녔다. 대표적인 사례로 로마의 나오미 광장 앞 피우미 분수와 트레비 분수 등으로 설명할 수 있다.



그림 3. Sea Canal

3.4 이벤트형

이벤트형 수변공간이란 어느 장소에서나 프로그램에 의해 일시적으로 집중하여 그룹화 되는 점유 형태를 말한다. 시민 참여를 통해 사람들간 또는 주변 상황과 연계되며 소통한다. 종류는 각각 여러 개의 작은 그룹핑된 소규모 이벤트에서 대규모 이벤트형 수변공간 등이 있다. 사례로는 청계천, 뉴욕 센트럴파크 등이 있다.



그림 4. 서울 청계천

3.5 루트형

건물형태에 따라 건물 주변을 거닐면서 지역 주변의 상황을 직접체험 함으로서, 다른 사람들과 소통할 수 있다. 지역성 성격을 띄는 수변공간으로 건축물 외부공간을 이용하게 되는 라인형 점유형태이다. 이처럼 지역적 성격과 수변공간의 특성과 결합하여 그 지역의 랜드마크로서 활용 할 수 있다. 대표적인 사례로 노르웨이 오슬로 오페라 하우스, 일본 요코하마터미널 등이 있다.



그림 5. 오슬로 오페라 하우스

4. 관행적 수변공간 활용방식의 대안 유형

4.1 보행로형 → '복합형'

표 2. 관행적 수변공간 보행로형 대안방안

관행적 유형	사례	대안방안

보행로형은 도심 속 또는 산책로 옆에 수변공간이 조성된 곳에서는 단지 지나가는 통과와 개념이다. 현재 산책로나 자전거도로로만 사용되어지고 있다. 이처럼 소극적인 수변공간 활용 태도로 인해 앞서 이야기한 수변공간 활용 유형 중 상호연계형(3.1), 이벤트형(3.4)처럼 직접적으로 시민들이 참여하면서 수변공간을 상호연계적으로 활용하도록 다양한 이벤트들이 적용 가능하다.

4.2 단절형 → '연계형'

표 3. 관행적 수변공간 단절형 대안방안

관행적 유형	사례	대안방안

우리 주변 수변공간에 활동적 프로그램인 테니스장, 농구장, 운동코트장 등이 구성되어 있는 것을 볼 수 있다. 하지만 이러한 프로그램들은 철조망 펜스로 폐쇄적으로 구획에 위치해 있는 것을 알 수 있다. 이를 통해 수변공간과 적극적으로 활용하고자 상호연계형(3.1), 포켓형(3.2), 방사형(3.3)처럼 프로그램 주위로 수변공간을 이용하여 직·간접적으로 단절되어있던 곳을 허물어 수변공간 연계시켜 활용 가능하다.

4.3 경관형 → '정주형'

표 4. 관행적 수변공간 경관형 대안방안

관행적 유형	사례	대안방안

수변공간이 있는 산책로, 공원에는 미적인요소로 조경요소를 이용하거나 관리가 제대로 되지 않는 곳에 우범지대가 되지 않도록 벽화나 조명을 이용하여 수변공간을 조성하였다. 보다 적극적으로 활용하기 위해 사람들이 직접 참여함으로서 오래도록 정주할 수 있는 프로그램을 이용한 이벤트형(3.4)이나 루트형(3.5)처럼 수변을 적극적으로 이용하여 조성할 수 있다.

5. 결 론

수변공간의 활용 사례들 중에서 관행적 태도로 인한 소극적으로 활용하는 문제점을 갖고, 국내외 적극적으로 수변공간을 활용하고 있는 사례들을 유형별로 분석하고, 관행적 수변공간 유형에 따른 맞춤형 대안 방식을 도출하였다. 하지만 보다 적극적으로 수변공간 활용 대안연구에 있어 다양하고 세부적인 분석이 더 필요로 하다고 판단되었다. 이로 인해 본 연구는 지역 재생을 위해 관행적 수변공간의 활용 대안책을 유형화로 제시함으로서 예측 불가능한 생태환경에 따라 유연하게 대응할 수 있다.

참고문헌

- 양도식, 수변공간 도시디자인 핸드북, 2012
- 정규식 외 2명, 수변 재생을 통한 도시 재생의 사례도시 비교분석, 도시행정학보 24, 2011

Top-Down 공법이 적용된 건축물의 토압분포에 따른 구조 안전성

Structural Safety of the Building Constructed by Top-Down Method Corresponding to Earth Pressure Distribution

○ 정수진* 김설기* 임종욱* 김태완* 서수연***
Jung, Su-Jin Kim, Seol-Ki Lim, Jong-Wook Kim, Tae-Wan Seo, Soo-Yeon

Abstract

In the construction of building, it is necessary to consider the reduction of construction period and the securement of enough work space during the construction. Especially, the importance of those has been increasing during the construction of underground structure requiring the safety of sheeting by excavation work. In this manner, this paper investigates the structural safety of the building constructed by top-down method through analytical approach. Various types of earth pressure distribution were considered in the structural analysis of an example frame at each step of top-down construction. From the analysis, it was confirmed that the most high member force was found when the earth was soil type.

키워드 : 역타 공법, 토압분포, 부재력, 시공 단계

Keywords : Top-down construction method, Earth pressure distribution, Member force, Construction state

1. 서 론

최근 국내에서 널리 사용되고 있는 도심지 역타 (Top-down) 공법은 공사 기간의 단축 및 고밀도화된 도심지공사에서 작업 공간 확보 및 공사의 특성상 흙막이 안전성 확보가 용이하다. 역타공법의 효율적인 적용을 위해서는 토압의 분포와 토압지지 방식에 따른 영향을 관찰할 필요가 있다. 이에 따라 본 연구에서는 해석적 연구를 통하여, 역타 공법에 대해 시공 단계별 주변 지반의 토압분포에 따른 지하 부재를 탄성해석프로그램 (Midas IT, 2017)³⁾을 이용하여 구조 안전성을 확인하고 응력 분포의 변화를 파악하고자 한다.

2. 역타 (Top-Down) 공법의 조건에 따른 응력흐름

2.1 역타시공 절차 및 예제건물

본 연구에서 대상으로 하는 역타공법의 시공순서는 흙막이벽과 기둥 공사를 먼저하고, 지상 1층 바닥 공사를 한 후에 타워크레인을 설치하여 지하공간을 굴착해 내려가면서 층별 바닥을 타설하고 기초 및 기초 슬래브를 공사를 진행한다. 대상으로 하는 건물의 지하층은 그림 1과 같이 평면을 가지며 총 3층으로 지하 1층의 층고는 3.4m, 지하 2층과 지하 3층의 층고는 3.2m로 하였다.

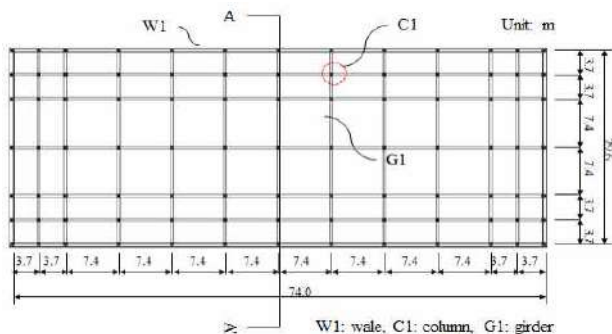


그림 1. Basement floor plan of example building

* 한국교통대 대학원 석사과정

** 한국교통대 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : syseo@ut.ac.kr)

이 연구는 2016년도 한국건설기술연구원 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호 : 16RERP-B099776-02-000000

2.2 토압 및 시공하중

흙막이 뒷면에 작용하는 토압분포에 대해서는 Terzaghi와 Tschebotarioff 등⁴⁾이 제안한 그림 2과 같은 총 6가지의 토압분포에 따른 경우를 적용하여 토압을 계산하였다. 토질조건에 따른 단위중량은 표 1에 나타난 바와 같다. 그리고 흙막이벽에 전달되는 토압은 힘의 평형조건을 이용하여 반력을 계산하고 그 값을 각 띠장에 축력으로 적용하였다. 또한 선 시공 되는 1층 바닥슬래브에 적용되는 시공하중은 1.5kN/m^2 으로 적용하였다.

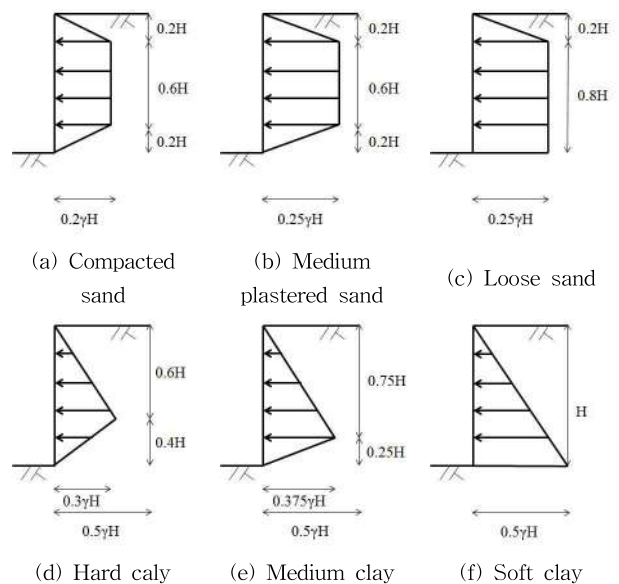


그림 2. Distribution of earth pressure corresponding to ground type

표 1. Unit weight of soil (γ)

Soil type	Unit Weight (t/m^3)
Compacted sand (A)	2.0
Medium plastered sand (B)	1.9
Loose sand (C)	1.8
Hard caly (D)	1.8
Medium clay (E)	1.7
Soft clay (F)	1.7

표 2. Acting force to elements in case of compacted soil condition

Location		After excavation of -1F					After excavation of -2F					After excavation of -3F				
		Moment (kN·m)		Shear Force (kN)		Axial Force (kN)	Moment (kN·m)		Shear Force (kN)		Axial Force (kN)	Moment (kN·m)		Shear Force (kN)		Axial Force (kN)
		M_y	M_z	V_y	V_z	N	M_y	M_z	V_y	V_z	N	M_y	M_z	V_y	V_z	N
C ₁	C1F	30.82	-	-	12.06	-24.24	-30.61	-0.57	0.33	-8.24	-26.13	-29.68	-	-	-9.83	-32.5
	-2F	-	-	-	-	-	115.03	0.38	0.15	58.45	-67.28	-83.45	-	-	46.53	-80.79
	-3F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70.41	-	-	28.88	-146.7
G ₁	G1	-8.08	-	-	3.84	-242.48	-4.4	2.1	0.02	6.54	-1036.14	-3.06	-	-	-6.82	-2308.8
	-1F	-	-	-	-	-	-26.84	-0.15	0.04	9.4	-976.94	-36.96	-	-	12.96	-2308.8
	-2F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-85.8	-	-	48.97	-788.22
W ₁	1F	-160.3	-15.33	-12.38	-129.72	-71.31	-641.39	-15.33	-12.38	-518.97	-320.3	2135.64	21.79	11.78	1154.4	-603.72
	-1F	-	-	-	-	-	-641.49	-15.33	-12.38	-518.96	-273.93	2135.64	21.79	11.78	1154.4	-599.51
	-2F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	788.54	21.79	11.78	426.24	-202.12

2.3 시공 단계별 응력 분포

표 2는 우리나라에서 가장 많이 분포된 다짐된 사질토 지반의 토압이 적용된 경우에 대하여 지하 1층부터 지하 3층까지 위치한 부재 C1, G1, W1 부재의 굴토 단계별 부재력을 나타낸다. 굴토깊이가 깊어질수록 1층 띠장에 작용하는 응력이 증가함을 알 수 있다. 또한 시공 단계별 각 지하층의 W1 부재의 응력은 굴토 단계별로 지하 1층 까지 굴토 작업이 이루어 졌을 때 가장 적은 값을 보였으며, 지하 3층까지 굴토 작업이 이루어 졌을 때 가장 큰 값을 보였다. 이는 토압분포에 따른 흙막이벽에 작용하는 토압이 굴토 깊이에 따라 비례하여 크기가 증가하기 때문이다. 그리고 지하 3층까지 굴토가 완료된 이후, 동일 굴토깊이에 대해서, 저층부로 갈수록 W1 부재의 모멘트 및 전단력이 감소하는 것은 지하층으로 갈수록 토압의 크기가 줄어들기 때문이다.

2.4 토압 분포에 따른 응력 분포

수직응력인 자중 및 시공하중보다 수평응력인 토압에 가장 큰 영향을 받는 수평부재인 W1 부재에 대해서 각 조건에 따른 토압으로 인해 작용하는 최대모멘트, 최대전단력, 최대축력에 대해서 확인하였다. A, B, C, D, E, F지반에서 1층에 위치한 띠장은 모든 지반형태에서 굴토 깊이가 깊어질수록 모멘트가 증가하는 것을 확인하였다. 전단력과 축력 또한 모멘트와 같은 양상을 확인할 수 있었다.

2.5 토압분포에 따른 안전성 검토

안전성 검토는 다짐된 사질토 지반 (A지반)의 지반조건과 부재력이 가장 크게 작용한 중간 정도의 사질토 지반 (B지반)의 지반조건에 대하여 띠장 (W1)에 대해서 $M_u / \phi M_n$ 값을 검토 하였다. 지하 1층에서 지하 3층까지 위치한 W1 부재의 사이즈는 H-414×405×18/28이며, 두 지반 모두 동일한 사이즈로 설계하여 검토를 실시하였다. 해석결과 A지반의 지하 1층부터 지하 3층까지 굴토단계별 부재의 $M_u / \phi M_n$ 값이 0.12, 0.47, 1.57으로 확인이 되었고, B지반에서는 지하 1층부터 지하 3층까지 굴토단계별 부재의 $M_u / \phi M_n$ 값이 0.14, 0.56, 1.87로 확인되었다.

3. 결 론

본 연구에서는 역타공법이 적용된 지하 3층 규모의 구조체에 대하여 각 부재의 시공 단계별 응력을 파악하였으며, 각 지반에 따른 토압분포를 적용하여 주요 구조부재에 작용하는 응력을 분석하였다. 또한 부재력이 가장 높게 나타나는 W1 부재에 대해서 구조안전성을 평가하였다.

1) 각 지반의 부재력 비교를 통하여 가장 큰 부재력을 나타내는 지반은 중간 정도의 사질토 지반으로 확인되었다. 토압분포를 비교하였을 때, 느슨한 사질토 지반이 중간 정도의 사질토 지반보다 토압이 크게 작용할 것으로 판단 할 수 있으나 분석 결과 토질의 단위중량으로 인해 중간 정도의 사질토 지반에서 가장 큰 부재력이 나타난 것으로 확인되었다.

2) 다짐된 사질토 지반과 가장 큰 부재력이 나타나는 중간 정도의 사질토 지반에 대해서 W1부재의 안전성을 검토한 결과, $M_u / \phi M_n$ 값이 다짐된 사질토 지반에서는 지하 1층부터 3층까지 0.12, 0.47, 1.57로 확인되었으며, 중간 정도의 사질토 지반에서는 지하 1층, 지하 2층, 지하 3층 0.14, 0.56, 1.87으로 확인되었다. 이로부터, 다짐된 사질토 지반과 중간 정도의 사질토 지반에서는 부재의 규격이 상대적으로 커져야 함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Lee, H. Lee, J. Lee, J., Kim, I., Park, H. (1998). Development and application of a non supporting formwork system for Top-down construction, *J. of Architectural Institute of Korea*, 14(1), 435~442 (in Korean).
2. Kim, S., Lee, J., Kim, T., Koo, J., Jung S. (2016). Construction Technology and Structural Safety Assessment for Expansion of Underground Parking lot of Apartment Complex, *Proceeding of the annual conference of Architectural Institute of Korea*, 36(2), pp.1471~1472 (in Korean)
3. Midas IT (2017). *Midas GEN*, Midas Academic.
4. Terzaghi, K., Peck, R. (1967). *Soil Mechanics in Engineering Practice*, Second Edition: John, Wiley & Sons, New York, 729.

더블빔 PC시스템의 적용성 평가

Applicability evaluation of Double beam PC System

○김진용* 김태호** 나금옥*** 강수민****
Kim, Jin-Yong Kim, Tae-Ho Na Kum-Ok Kang, Su-Min

Abstract

The logistics industry is growing rapidly due to recent change of life patterns. If it is possible to reduce the cost of the framing construction which is largest proportion of the construction cost of the logistics center, cost competitiveness can be increased. There is a Double-beam PC system that can reduce the construction cost by reducing the span of PC slab. However, there is a lack of objective data on the applicability of Double-beam PC system. In the present study, applicability(constructability, economic feasibility, structural performance) of the Double-beam PC system was verified through various experiments.

키워드 : 더블빔 PC시스템, 적용성 평가, 시공성, 경제성, 구조성능

Keywords : Double-beam PC system, Applicability evaluation, Constructability, Economic feasibility, Structural performance

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 생활패턴의 변화로 물류산업이 급성장하고 있다. 물류센터 건축비의 가장 큰 비율을 차지하는 골조공사비의 절감이 가능한 경우, 원가경쟁력을 높일 수 있으며 이에 골조 공사 관련 구조공법에 대한 관심이 증가하고 있다. 하지만 기존 PC 공법 연구 개발의 경우 PC 슬래브 상세개발에 집중이 되며 유사한 개발개념으로 인해 경쟁력 강화에 한계상태에 다다랐다. 이에 기존 공법과 다르게 PC 보 상세개선을 통한 공사비 절감을 할 수 있는 더블빔 PC 공법은 PC보를 2개로 분리하고 분리된 PC보의 간격을 넓혀서 PC 슬래브의 경간을 축소할 수 있는 경제적인 PC 시스템이라고 할 수 있다(그림 1 참조).^{1,2)} 하지만 더블빔 PC 시스템의 적용성(시공성, 경제성, 구조성능)에 대한 객관적 자료가 부족한 상황이다. 따라서 더블빔 PC 시스템에 대하여 다양한 실험을 통해 적용성을 검증하였다.

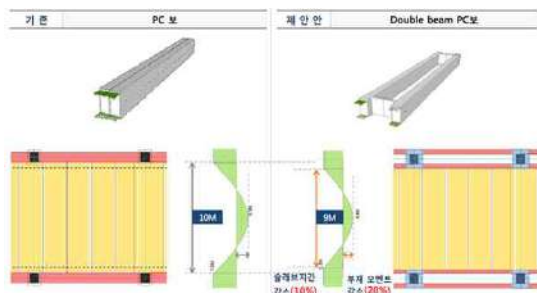


그림 1. 기존 PC 시스템과 더블빔 PC 시스템

2. 본 론

2.1 더블빔 PC 시공성 평가

더블빔 PC 시스템의 시공성을 평가하기 위하여 실물대 목업실험을 실시하였다.¹⁾



그림 2. 실물대 목업시공¹⁾

실물대 목업 실험을 위하여 거푸집 제작을 실시 하였으며 더블빔 PC 공법에 사용되는 구조부재의 실제 대량 생산 가능성을 검증하였다. 또한 현장 시험목업 시공결과 상기 더블빔 PC 공법의 실제 현장 시공성은 매우 우수한 것으로 검증되었다(그림 2 참조). 특히 PC보 부재를 2개로 나누어서 시공하기 때문에 보부재의 중량이 줄어들어서 현장 작업성과 크레인 운용이 크게 개선되었다. 또한 목업시험을 통해 시공성 및 안전성에 관한 관리지침을 제시하였다. 관리지침은 표 1과 같다.

표 1. 더블빔 PC 시스템 관리지침

안전성	A. 더블빔 사이의 구간은 작업자의 추락등의 안전문제가 발생할 수 있는 것으로 예상되기 때문에 더블빔 사이에 안전조치를 취한다.
	B. 분절보의 조립시 전도방지용 볼트가 조립오차에 의하여 체결이 잘 되지 않을 수 있으므로 이에 대한 안전성 확보방안이 필요하다.
시공성	C. 더블빔의 분절 시공시 인양작업중 분절보의 수평이 맞도록 인양고리의 위치설정 필요하다.
	D. 계획적 측면에서 기둥 브라켓의 춤을 500mm수준으로 제한할 필요가 있으며 구조설계를 반영해야 한다.
	E. 보-기둥 접합부의 배근 작업 계획을 사전에 수립한다.

2.2 더블빔 PC 경제성 평가

더블빔 PC 시스템의 경제성 평가를 위해 단위모듈 물량 검토를 실시하였다.¹⁾ 검토를 위해 물류센터에서 많이 사용되는 단위모듈(11m×11m)에 대한 세부 물량검토를 통해 경제성을 분석하였다.

* 충북대 대학원 석사과정

** 대림산업 기술개발원, 공학박사

*** 동서피씨씨(주) 구조팀, 이사

**** 충북대 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : kangsm@cbnu.ac.kr)

표 2. 단위모듈 PC공사 물량 산출

공종	위치/규격	단위	물량	
			더블빔 PC 공법	기존 PC 공법
PC공사	기둥	m^3	4.44	3.90
	보	m^3	7.41	7.60
	슬래브	m^3	14.18	17.82
	전체	m^3	26.04	29.32
TOPPING 공사	콘크리트	m^3	23.99	21.20
	철근	ton	2.25	2.20
	레미콘타설	m^3	23.99	21.20
	철근가공조립	ton	2.25	2.20

더블빔 PC 구조공법은 일방향 PC슬래브를 지지하는 보 구조물을 2개의 보로 구성하여 보 구조물 자중을 줄이고 PC 슬래브의 순경간을 줄여서 PC슬래브 공사비를 획기적으로 감소시킬 수 있는 공법이다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 제안된 더블빔 PC 구조를 도입할 경우 슬래브의 순경간이 9m 수준으로 줄어들게 되며, 경간 감소로 인한 부재력감소, 자중감소 등으로 전체시스템의 큰 물량 절감을 기대할 수 있으며 기존 PC 시스템 대비 11% 이상 물량절감을 할 수 있다(표 2 참조).

2.3 더블빔 PC 시스템의 구조성능 평가

더블빔 PC 시스템의 구조성능 평가를 위하여 그림 3과 같이 실험을 계획하였으며 그림은 가력조건, 경계조건을 보여준다.²⁾ 기둥하부는 힌지에 의해서, 보 양단부는 롤러에 의하여 지지되었다.

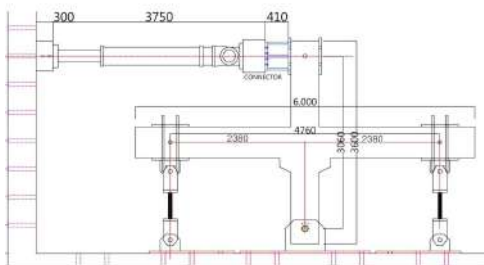


그림 3. 실험체 셋팅²⁾



그림 4. 실험체 최종과피

구조성능 평가를 위하여 그림 3과 같이 실험을 진행하였으며 주요 성능으로는 층간변위각 및 공칭휨강도를 평가하였다. 표 3의 상세설계지침을 만족하는 실험체의 경우 최종과피시 층간변위각이 0.056~0.063을 발휘하며 공

칭휨강도 비율(M_{ex}/M_n)도 1.07~1.28로 충분한 구조성능을 발휘한다. 또한 실험을 통해 더블빔 PC 시스템의 구조성능 확보를 위한 설계지침을 제시하였다. 설계지침은 표 3과 같다.

표 3. 더블빔 PC 구조성능 확보를 위한 설계지침

연번	더블빔 PC 시스템의 구조성능 확보를 위한 설계지침
1	◦ 보-기둥 접합부에서 소성힌지의 위치를 접합부 부근에서 보 내부로 이동
2	◦ 강기둥-약보 설계 수행 : $\sum M_c \geq (6/5) \sum M_g$
3	◦ PC 보의 하부 주근상세 a. 접합부에서 기둥 심부 반대면까지 연장하여 설치 b. $l_d > \max(8d_b, 150, f_y d_b / (5.4 \sqrt{f_{ck}}))$
4	◦ 접합부의 전단강도 확보를 위한 기둥의 폭(h)계획 a. $f_y \leq 400MPa$ 에 대하여, $h/d_b \geq 20$ b. $f_y > 400MPa$ 에 대하여, $h/d_b \geq 25$
5	◦ 접합부 전단과피 방지 $V_{ju} = 1.25 \sqrt{f_{ck}} A_j > V_{ju} = 1.25(C + T') - V_c$
6	◦ 기타 국부지압과피의 방지 a. 보 하부 압축영역 등, 지압과피 발생가능지역 검토 b. 하중흐름길이와 투영면적비의 비율을 2:1(안전측)로 지압면적확보검토

4. 결 론

본 연구에서는 더블빔 PC 시스템에 대하여 다양한 실험을 실시하여 시공성, 경제성 및 구조성능을 검증하였다. PC보의 상세개선을 통해 획기적으로 공사비를 줄일 수 있는 더블빔 PC 시스템은 기존 PC 시스템 대비 11%의 물량을 절감하는 경제적인 성과를 보여주고 있으며 또한 분절된 보를 통하여 시공성 및 안전성을 확보하는 시공성의 개선이 이루어짐을 검증하였다. 더블빔 PC 시스템의 구조성능 검증을 위한 횡하중 가력시험결과, 더블빔 PC 시스템은 충분한 변형성능과 휨성능을 보유하는 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김태호외, “더블빔 PC 복합화 공법 개발사례”, 대림기술정보지
2. 김진용, 강수민. “더블빔 PC 시스템의 구조성능평가”, 한국콘크리트학회 2016 가을학술대회, 한국콘크리트학회 Vol. 28 No.2(2016-11)
3. Tea-Sung Eom, Hong-Gun Park, Hyeon-Jong Hwang, Su-Min Kang. “Plastic hinge relocation method for emulative PC Beam-Column connections”, Journal of Structural Engineering, Vol. 142, No.2, Feb 2016
4. Hyeon-Jong Hwang, Hong-Gun Park, Won-Seok Choi, Lan Chung, Jin-Keun Kim. “Seismic performance of Beam-Column connections for special moment frame using 600MPa flexural reinforcement”, 한국콘크리트학회 논문집, Vol. 23, No.5, Oct 2011
5. 김우, 김진근, 오병환, 정란, 최완철, “콘크리트구조설계”, 동화기술, 2013.03.10.
6. 대한건축학회, 건축구조기준 및 해설, KBC 2009, 2009.

반복 횡력을 받는 중공 PC기둥-Half PC보 내부 접합부의 구조성능

Structural Capacity of the Hollow Precast Concrete Column - Half PC Beam Interior Joint Subjected to Cyclic Horizontal Load

○ 김 태 완* 김 설 기* 임 중 욱* 정 수 진* 노 상 현** 서 수 연***
Kim, Tae Wan Kim, Seol Ki Lim, Jong Wook Jung, Su Jin Noh Sang Hyun Seo, Soo Yeon

Abstract

In this study, a design process was established for interior beam-column joint using hollow precast concrete (HPC) column and an experimental process was prepared to verify the structural capacity of the joint subjected to cyclic horizontal load. Main experimental parameter is the anchorage detail of bottom bars of beams. From the test, it was shown that the HPCs have sufficient ductility and energy dissipation capacity which are higher than PC specimen. With this results, it is expected that HPC system can be used to get higher anchorage effect and more ductile behavior than PC.

키워드 : 중공 PC 기둥, 내부 보-기둥 접합부, 수평하중 반복가력

Keywords :Hollow Precast Concrete Column, Interior Beam-Column Joint, Cyclic Lateral Loads

1. 서 론

PC공법은 부재의 중량화로 운반비가 고가이고, 현장 작업 시 고용량의 양중부하가 요구되어 공사비 절감이 불가피하다. 또한 PC공법 접합부는 중력저항 시스템으로 설계되어 주로 지진과 같은 횡력에 취약하며, 접합부의 경우 부재 간 단절에 의한 응력 불연속 구간이 형성되어 건물의 붕괴 시 연속붕괴로 인한 막대한 피해가 일어날 수 있다. 이에 PC공법의 일체성 확보를 위한 접합부 상세 개발에 초점을 맞추어 국·내외에서 많은 연구가 진행되고 있다.

최근 서수연 등^{1,2)}은 접합부의 시공성 향상과 일체성 확보를 위해 원심력 철근콘크리트 흙관 제조 공정을 활용하여 제작한 중공이 있는 중공 프리캐스트 콘크리트(Hollow Precast Concrete, 이하 HPC)와 현장 타설 콘크리트(Cast-In-Place)를 합성하여 사용하는 합성 HPC 기둥을 개발하고 이를 실용화하기 위한 연구가 진행되었다.

이에 따라 본 연구에서는 중공 PC 기둥을 활용한 내부 보-기둥 접합부의 구조성능을 규명하고자 접합부 상세에 따른 실험체를 제작하여 횡 하중 반복 가력 실험을 실시하였다. 접합부의 시공성과 구조성능 및 거동에 대하여 분석하여 중공 PC 기둥 골조시스템의 구조설계자료를 제공하고자 한다.

2. 실험 계획

실험체는 + 형태인 내부 보-기둥 접합부 부재이며, 실험변수는 HPC 기둥의 중공부에 보 하부 주근의 정착 유무로 하여 일체타설 RC 실험체와 PC 기둥과 Half-PC 보, 기둥과 기둥 간 이음을 헤드 스플라이스 슬리브 이음으로 결합하고 보 하부 주근을 접합부내에 정착시킨 PC

실험체, 중공 PC 기둥과 Half-PC 보, 기둥과 기둥 간 이음을 헤드 스플라이스 슬리브 이음으로 결합하고 보 하부 주근을 하부 기둥의 중공부 내에 정착시킨 HPC 실험체를 계획하였다. 표 1은 실험체 일람표를 나타낸다. 실험체의 상·하부 기둥과 보의 단면은 각각 300mm × 300mm과 150mm × 250mm이며 실험체의 총 높이는 1470mm, 보의 총 길이는 2060mm이다. 모든 실험체에서의 기둥 철근은 D19-8EA의 주철근과 D10@150의 띠철근과 연결철근으로 배근하였고 보는 D13-8EA의 주철근과 D6@80의 띠철근을 배근 하였다.



그림 1 실험체 설치 상황

재하이력은 ACI 374 report³⁾에 명시되어 있는 사항에 따라서 초기 변위각은 탄성 범위 내에 있어야 하므로 초기 변위각 1/2과 2/3 사이의 값으로 하고 다음 변위각은 이전의 5/4배 이상, 3/2배 이하가 되도록 해야 한다. 기둥의 모멘트강도를 이용하여 기둥의 항복변위각을 구하고, 항복변위각과 실험체의 가력지점까지의 높이를 이용하여 기둥이 항복하였을 때의 초기 층변위를 산정하였다. 초기 층변위는 0.09%에서 시작하여 최대 10%까지 총 16Step으로 계획하였다. 각 단계별로 2번의 사이클로 반복가력을 가하였다.

* 한국교통대학교 대학원 석사과정

** (주)동서피씨씨, 사원

***한국교통대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : syseo@ut.ac.kr)

이 논문은 2015년도 교육부와 한국연구재단의 지역혁신창의인력양성 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2015H1C1A1035953)

표 1. 실험체 일람표

실험체명	기둥		중공직경 (mm)	보	
	f_{ck} (MPa)			f_{ck} (MPa)	
	HPC	CIP		PC	CIP
RC	24		-	24	
PC	40	24	200	40	24
HPC					

3. 실험결과

3.1 파괴양상

모든 실험체는 보에서 휨 균열이 발생한 후 접합부에서 전단 균열이 발생하면서 최종 파괴하였다. 탄성구간에 서 모든 실험체의 보에서 휨균열이 발생하였고, 사이클이 진전될수록 점차 보의 사선방향으로 전단균열을 형성하였다. 최종적으로 피복콘크리트의 박리와 함께 최대하중에 도달하는 파괴양상을 보였다. 또한, 층간변위비가 증가할수록 보가 압괴하는 현상이 나타났다. 이는 층간변위비가 증가할수록 기둥과 보의 간격이 줄어들면서 나타난 현상으로 판단된다.

3.2 실험결과 분석

RC 실험체가 다른 실험체에 비해 높은 구조 내력과 연성적인 거동을 보였으며, HPC 실험체와 PC 실험체의 최대하중은 유사하게 나타났다. PC 실험체의 경우 층간변위비 6.67%에서 최대내력의 75%에 도달하였으나, RC 실험체와 HPC 실험체의 경우 층간변위비 6.67%에서 최대내력의 75% 이상이었으며 변위측정의 한계로 6.67% 이상의 층간변위비와 하중을 측정하지 못하였다. 이는 PC 실험체에 비해 HPC 실험체가 접합부와 기둥 중공부의 일체 타설로 인하여 연성적인 거동을 나타낸 것으로 판단된다. 또한 모든 실험체가 유사한 변위에서 보가 항복하였다. 이는 내부 보-기둥 접합부가 외부 보-기둥 접합부와 달리 건물의 내부에 위치하고 있어 기둥에 접합된 보의 양측이 구속되어 있어 그에 대한 효과로 판단된다.

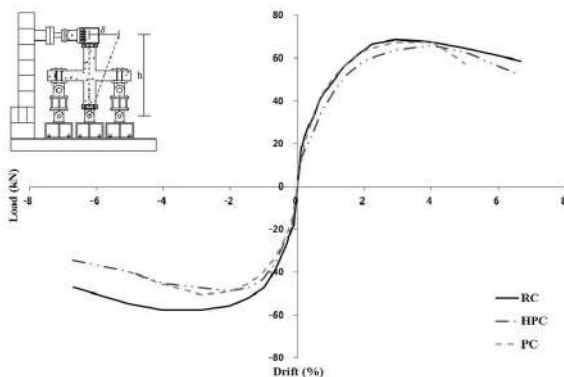


그림 2 하중-변위 포락곡선

표 2. 실험 결과

실험체명	항복 하중(kN)		최대 하중(kN)		소산에너지 (kN.mm)	
	정방향	부방향	정방향	부방향	항복시	최대 하중시
RC	48.09	43.37	68.70	57.82	957.56	3476.40
PC	50.64	37.85	67.52	50.47	552.03	2634.86
HPC	49.46	36.68	65.95	48.90	731.41	3306.63

4. 결 론

본 연구에서는 중공 PC 기둥을 활용한 내부 보-기둥 접합부의 구조성능을 규명하고자 접합부 상세에 따른 실험체를 제작하여 횡 하중 반복하력 실험을 실시하였다. 특히 접합부의 시공성과 구조성능 및 거동을 분석하여 중공 PC 기둥 골조시스템의 구조적 거동을 규명하였다. 본 연구를 통하여 얻은 결론은 다음과 같다.

(1) 연성 및 강성 평가 결과, RC 실험체가 가장 연성적으로 거동한 것으로 나타났다. HPC 실험체의 경우 초기강성은 PC 실험체에 비해 낮게 나타났으나, 사이클이 진전될수록 RC 실험체와 유사하게 거동한 것으로 나타났다. 또한, 사이클이 진전될수록 모든 실험체가 유사한 강성변화를 보였다.

(2) 기둥 내부에 정착된 보 주근의 변형률을 분석한 결과, PC 실험체에 비해 HPC 기둥의 중공 내부에 정착된 철근에서 많은 변형률이 발생한 것으로 나타났다. 이는 접합부에 HPC 기둥을 사용할 경우 HPC 기둥의 중공 내부에 보의 하부 주근을 정착함으로써 인장철근의 정착효과를 기대할 수 있다고 판단된다.

(3) RC 실험체가 다른 실험체에 비해 높은 에너지 소산능력과 에너지 감쇠 소산율을 보유하는 것으로 나타났다. PC 실험체는 HPC 실험체와 에너지 소산능력은 유사하게 나타났으나, 사이클이 진전될수록 에너지 소산능력이 감소하는 것으로 나타났다. 이와 달리 HPC 실험체는 사이클이 진전되어도 에너지 소산능력의 감소가 나타나지 않는 것으로 나타났다. 이는 기둥의 중공 내부에 보의 하부 철근이 정착되어 연성적인 능력을 보이는 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 서수연, 이승준, 연제영, 김강수, “유공 프리캐스트 콘크리트 기둥의 구조특성 및 이를 적용한 골조 건물의 거동” 대한건축학회지회연합회논문집, 제 15권 1호, pp. 75-81, 2013
2. 서수연, 이승준, 배문용, 김강수, “중공비율에 따른 중공 프리캐스트 철근콘크리트 기둥의 압축거동” 한국콘크리트학회 논문집, 제 26권 4호, pp. 441-448, 2014
3. ACI Committee 374, “Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing and Commentary,”A

Hydrometer법을 이용한 플라이애시 시멘트의 분말도 신속 평가 가능성 분석

An Analysis of the Housing Mobility Behavior with the Use of Housing and Tenure

○이 재 진* 현 승 용* 문 병 룡* 조 만 기** 한 민 철*** 한 천 구****
Lee, Jae-Jin Hyeon, Seong-Yong Moon, Byeong-Ryong Jo, Man-Ki Han, Min-Cheol Han, Cheon-Gu

Abstract

Recently in construction projects, concrete with large amounts of admixtures has been used for low cement purposes. When using large amounts of the admixture, the problem caused by the pozzolan reaction in promotion of carbonation by alkaline consumption had been brought up. In order to solve such problems, our researchers were able to confirm that the durability of concrete was improved by the soap, created as the conventional oil react with concrete, fill the capillary voids. Therefore, in this research, the experimental investigation of whether the oil applied to the concrete surface improves the resistance to carbonation takes place or not.

키워드 : 액체밀도계, 시멘트 분말도, 플라이애시

Keywords : Hydrometer, Cement Fineness, Fly Ash

1. 서 론

일반적으로 화력발전소에서 발생하는 플라이애시(이하 FA)는 모르타르와 콘크리트에 치환사용 시 낮은 수화열과 우수한 장기강도특성 등으로 인해 시멘트 대체재로서의 관심은 증대되고 있다.

그러나 아직 우리나라에는 FA 시멘트가 생산되는 공장은 없지만, FA 시멘트 전용 공장이 출현 될 수 있다는 가정 하에 FA의 분말도와 OPC의 분말도가 변화하는 경우에 FA 시멘트의 분말도 품질을 신속하게 평가하는 것이 매우 중요시 될 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 다양한 FA 시멘트의 분말도 변화 조건에서 종전에 연구되었던 Hydrometer법 품질 신속 평가법을 적용할 경우 분말도 품질의 신속한 평가가 가능할 수 있는지에 대하여 실험을 통해 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 실험에 사용된 재료는 모두 국내의 제품을 사용하였으며, 실험 시 사용된 재료의 물리적 성질은 표 2와 같다. 먼저, 선행연구를 통해 메스실린더의 용량은 1 000 cc, 결합재와 물의 비율은 100 g/L로 하였다. 실험 변수로는 시멘트(조분, 중분, 미분), FA(Reject, 원분, 정분)를 혼합한 FA 시멘트 9수준으로 FA 치환율은 7 %로 진행하였으며, 물의 온도는 20℃ 고정 사용하였다. 실험방법으로는 메스실린더 1 000 cc에 결합재량 100 g을 넣고 물 1 000 cc를 넣은 후 메스실린더의 입구를 밀봉한 뒤 1분간 15회 상하반전진동을 주어 혼합시킨다. 혼합 완료 후 바로 액체 밀도계를 띄워 매 1분마다 밀도를 측정하고, 사진촬영을 실시하였다. 사진 1은 실험모습 사진이다.

* 청주대 건축공학과 석사과정

(교신저자 : jaejin17@naver.com)

** 청주대 건축공학과 공학박사

*** 청주대 건축공학과 부교수, 공학박사

**** 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준
실험 변수	시멘트 종류	· 조분 → Cc · 중분 → Cm · 미분 → Cf
	FA 종류	· Reject → Fc · 원분 → Fm · 정분 → Ff
	FA 치환율 (%)	· 7
	메스실린더 (cc)	· 1 000
	결합재와 물의 비율	· 100 g/ 1L
	Hydrometer	· 1.000 ~ 1.060
측정 사항	밀도	· 밀도가 1이 될 때까지 측정 (매 1분 간격 측정) · 사진촬영 · 밀도측정 관련 관찰

표 2. 물리적 성질

구분	밀도	비표면적
시멘트	조분	3.10
	중분	3.10
	미분	3.10
FA	Reject	2.08
	원분	2.17
	정분	2.2



사진 1. 실험모습 사진

3. 결과 및 분석

3.1 시간경과에 따른 밀도

그림 1, 2, 3은 다양한 분말도의 OPC 및 FA를 혼합한 FA 시멘트의 분말도 별 시간경과에 따른 Hydrometer법 밀도치를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 분말도가 작을 수록(입자가 클수록) 액체밀도계의 침하속도는 빨라짐을 확인할 수 있었다. 먼저 가장 굵은 입자의 혼합인 Cc+Fc의 경우 4분 때에 밀도 1.000 g/cm^3 으로 여타의 변수 중 가장 빠르게 침하하였고, 같은 방법으로 혼합한 Fm, Ff의 경우는 5분 때에 밀도 값이 1.000 g/cm^3 이 되었다. Cm과 혼합한 FA 시멘트의 경우는 여타의 FA 혼합과 비교할 때 중간 값의 밀도 값을 나타내었다. Cf와 FA 혼합의 경우 변수들 중 가장 분말도가 큰(입자가 작은) 혼합으로 밀도 값은 가장 크게 나타내었으며, 그 중 Cf와 Ff의 혼합은 다른 변수들보다 액체비중계의 침하속도는 가장 늦게 침하하였다.

3.1 밀도와 분말도의 상관관계

그림 4는 시멘트 분말도(Cc, Cm, Cf)와 FA 분말도(Fc, Fm, Ff)가 조합된 FA 시멘트의 경우 Hydrometer법 밀도치와 분말도 상관관계(3분)를 나타낸 그래프이다. 전체적인 회귀식을 확인하였을 때 서로 다른 품질의 OPC 및 FA를 사용하므로 하나의 수렴된 상관관계는 나타나지 않아 밀도를 고려한 별도의 다중 상관 회귀식이 필요한 것으로 분석되었다.

4. 결 론

본 연구에서는 OPC와 FA의 다양한 분말도 조합 조건에서 종전에 연구되었던 Hydrometer법 품질 신속 평가법을 적용할 경우 분말도 품질의 신속한 평가가 가능할 수 있는지에 대하여 실험을 통해 분석하고자 하였다. 실험 결과 분말도가 클수록(입자가 작을수록) 침하속도는 지연됨을 확인할 수 있었으며, 분말도와 밀도의 상관관계 (3분)에 회귀식을 넣어 확인해 본 결과 서로 다른 품질의 OPC와 FA를 FA 시멘트로 사용하므로 하나의 수렴된 상관관계는 나타나지 않으므로 1차 직선 회귀식 보다는 다중 상관 회귀식이 필요한 것으로 분석되었다.

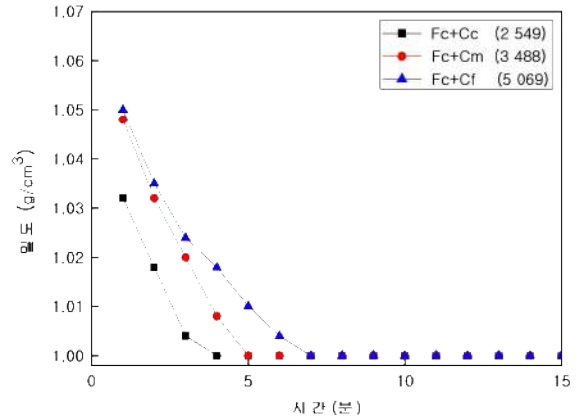


그림 1. 시간경과에 따른 FA(Reject) 밀도

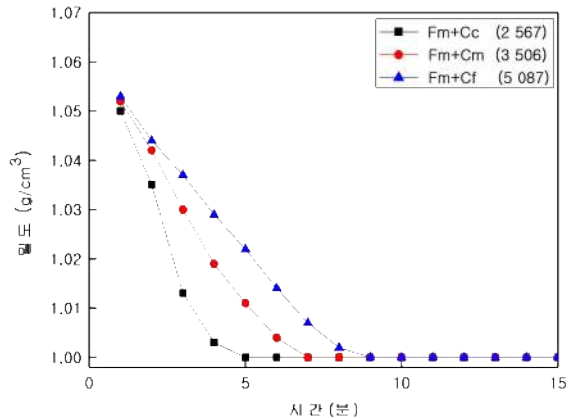


그림 2. 시간경과에 따른 FA(원분) 밀도

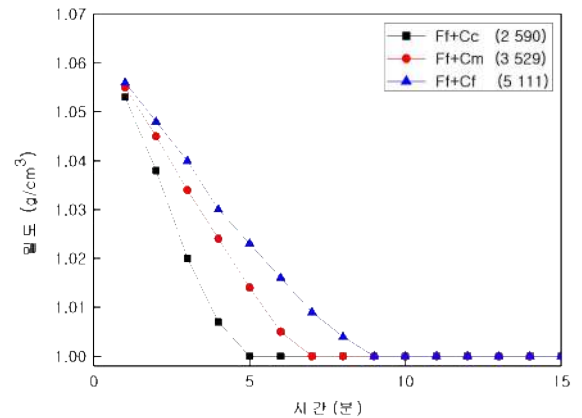


그림 3. 시간경과에 따른 FA(정분) 밀도

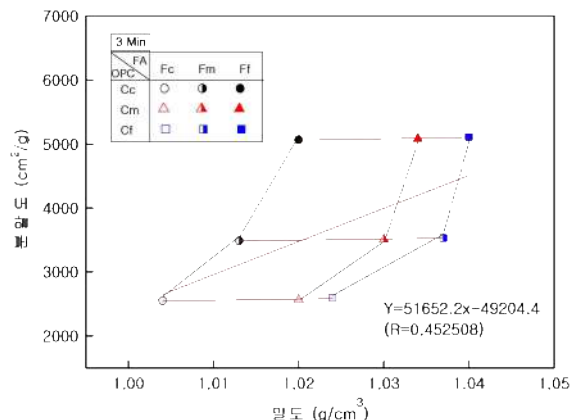


그림 4. 밀도와 분말도의 상관관계 (3분)

섬유조합 및 혼입율 변화에 따른 HPFRCC의 방폭특성

The Explosion-proof Properties of HPFRCC According to Fiber Combination and Mixing Ratio

○이 제 현* 문 병 룡* 백 철* 조 만 기** 한 민 철*** 한 천 구****
Lee, Jea-Hyeon Moon, Byeong-Yong Baek, Cheol Jo, Man-Ki Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

The Republic of Korea is the only divided nation in the world, where we face high threats of North Korea's terrorism such as the bombardment of Yeonpyeongdo Island. With this background, the research team had constructed an investigation regarding the High-Performance Fiber-Reinforced Cementitious Composites (HPFRCC). However, the number of experiments on whether HPFRCC will exhibit explosion proof performance even in actual explosion is minimal. Therefore, our research team have tried to confirm the spinnability of HPFRCC according to the combination of fibers and the mixing ratio by using TNT. As a result, it was found that when the steel fiber and the organic fiber are combined, the fluidity and strength are excellent and the explosion-proof performance was satisfactory.

키워드 : 고인성시멘트복합체, 조합섬유, 섬유혼입율 Keywords: High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composite, Fiber combinations, Fiber content

1. 서 론

우리나라는 세계 유일의 분단국가로서 연평도 포격사건과 같은 북한의 테러에 대한 위험이 높은 수준이다.

이에 국가에서는 테러 위협에 대한 대처의 일환으로 방호·방폭 콘크리트 연구단을 발족하여 우수한 인장성능과 내충격 성능을 갖춘 고성능 시멘트 복합체(High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composite, 이하 HPFRCC)에 관한 연구를 진행하고 있다.

기존의 연구에서는 HPFRCC의 섬유융침현상, 유동성저하 및 자기수축 균열의 문제를 해결하기 위해 최적의 W/B (물결합재비), 섬유혼입율, 섬유혼입비 및 ERCC 혼입율 등을 도출한바 있다. 하지만, 이렇게 시공된 HPFRCC가 실제 폭발에 어느 정도 방호·방폭 성능을 발휘할지에 대한 실험은 미비한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 실구조체를 묘사한 500×500×100 mm의 물드를 제작하여 섬유조합 및 혼입율 변화에 따른 HPFRCC의 TNT에 의한 방폭성능을 확인하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

즉, 배합사항으로 W/B는 30 %, 모르타르 배합비 1:0.6, 결합재 치환율은 OPC:FA:SF = 7:2:1로 하였으며, 목표 플로는 250 ± 20, 목표 공기량은 3.0 ± 1.0 %를 만족하도록 배합설계 하였다. 섬유조합의 경우에는 Plain인 무혼입과 길이가 긴 강섬유(이하 SL)와 길이가 긴 유기섬유(이하 OL)을 단독 사용한 경우, 이를 1:1.5의 비율로 혼합 사용한 SS+OL의 4수준으로 계획하였으며, 섬유혼입율은 Plain인

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준				
배 합 사 항	W/B (%)	1	30			
	C : S		1 : 0.6			
	결합재 치환율		OPC : FA : SF = 7 : 2 : 1			
	목표 플로 (mm)		250 ± 20			
	목표 공기량 (%)		3.0 ± 1.0			
	섬유조합	4	Plain	1종		2종
				SL ¹⁾	OL ²⁾	SL+OL
	섬유혼입율	4	0	1, 1.5, 2		
	섬유혼입비 (SL : OL)	1	1 : 1.5 ³⁾			
실 험 사 항	굳지 않은 모르타르	2	· 플로 · 공기량			
	경화 모르타르	2	· 압축강도(7, 28일) · 방폭시험			

1) SL : 길이가 긴 강섬유

2) OL : 길이가 긴 유기섬유

3) 2종 SL+OL의 혼입비율

0 %와 1, 1.5, 2 %의 4수준으로 총 10수준을 실험계획 하였다.

실험사항으로 굳지 않은 모르타르에서는 플로 및 공기량을 측정하고, 경화 모르타르에서는 압축강도(7, 28일)와 TNT를 이용한 방폭시험을 실시하는 것으로 계획하였다.

사용재료는 국내에서 시판되는 일반적인 것을 사용하였고, 실험방법은 KS의 표준적인 방법에 따랐다.

2.2 방폭시험 방법

본 실험에서의 TNT 폭파 방법은 사진 1과 같다.

즉, 500×500×100 mm의 정육면체 물드 위에 TNT 약 113 g(1/4 lb)을 너관을 연결하여 설치한 후, 5 kg의 모래주머니 2개를 TNT위에 올려 상부로의 폭압 손실을 방지하였다. 이후 보호덮개를 설치하여 폭발 비산물에 의한 안전을 고려하였다.

* 청주대 대학원 석사과정

(교신저자 : ljh63811@naver.com)

** 우미건설(주) 건축주택사업본부, 공학박사

*** 청주대 건축공학과 부교수, 공학박사

**** 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

이 연구는 2016년도 국토교통부 건설기술연구사업 방호·방폭 연구단의 연구지원에 의한 결과의 일부임.(과제번호 : 13건설연구 S02)



(a) TNT 및 모래주머니 설치 (b) 보호덮개 설치 (c) 폭파 모습

사진 1. 방폭시험 준비절차

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르타르의 특성

그림 1은 섬유종류별 섬유혼입을 변화에 따른 플로를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 섬유혼입율이 증가할수록 플로는 감소하는 경향을 나타내었다. 이 중 SL 섬유는 OL 섬유보다 유동성이 양호함을 알 수 있는데, 특히 SL+OL의 경우는 두섬유의 중간적인 경향보다는 양호한 유동성을 발휘하고 있어 복합섬유의 유효성을 알 수 있었다.

그림 2는 섬유종류별 섬유혼입을 변화에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 SL 및 SL+OL은 증가, OL은 감소하는 경향을 나타내었다. 단, SL+OL은 두 섬유의 중간경향을 나타내었다.

3.2 압축강도 특성

그림 3은 섬유혼입을 변화에 따른 재령 7일 및 28일 압축강도를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 SL 및 OL 섬유는 혼입율이 증가할수록 압축강도가 감소하는 경향을 나타내었으나, SL+OL섬유의 경우에는 압축강도가 증가하는 경향을 나타내어 복합섬유의 우수함을 알 수 있었다.

3.3 방폭시험 결과

표 2는 섬유조합 및 혼입을 변화에 따른 방폭시험 결과를 나타낸 표이다. Plain인 섬유 0 %의 경우 완전히 파괴된

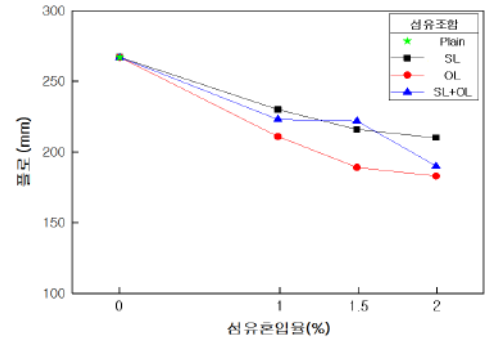


그림 1. 섬유혼입을 변화에 따른 플로

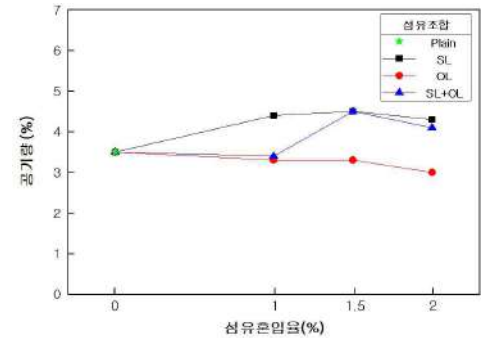


그림 2. 섬유혼입을 변화에 따른 공기량

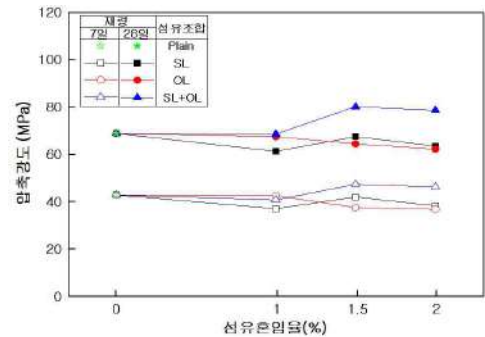


그림 3. 섬유혼입을 변화에 따른 압축강도

모습을 보였으며, 섬유혼입율이 증가할수록 파괴된 정도가 감소하였다. 특히 SL+OL의 조합섬유의 경우에는 섬유혼입율 1.5 % 이상에서는 우수한 방폭 성능을 나타내었다. 또한, SL+OL 1 %만 혼입하여도 단일섬유를 2 % 혼입한 효과를 나타내었다.

4. 결 론

본 연구는 섬유조합 및 혼입을 변화에 따른 HPFRCC의 방폭 특성에 대하여 분석하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 굳지 않은 모르타르의 특성으로 섬유혼입율이 증가할수록 플로는 감소하는 경향을, 공기량의 경우는 SL 및 SL+OL은 증가, OL은 감소하는 경향을 나타내었다.

(2) 경화 모르타르의 특성으로 압축강도는 섬유혼입율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 단, SL+OL의 경우에는 강도가 증가하였다.

(3) 방폭 특성으로 섬유혼입율이 증가할수록 파괴는 감소되었는데, 특히 SL+OL 섬유의 경우는 단일섬유에 비해 우수한 방폭성능을 나타내었다.

표 2. 방폭시험 결과

		구분		
		SL	OL	SL+OL
섬유 혼입율 (%)	0			
	1			
	1.5			
	2			

보통강도 영역의 3성분계 콘크리트에서 FA 및 BS의 적정 혼합비율 도출에 관한 연구

A Study on the Determination of the Proper Mixing Ratio of
FA and BS in Ternary Concrete with Normal Strength Region

○김민상* 김태우* 문병룡* 백철* ○박성배** 한천구***
Kim, Min-Sang Kim, Tae-Woo Moon, Byeong-Yong Baek, Cheol Park, Sung-Bae Han, Cheon-Goo

Abstract

In this study, the investigation of fundamental characteristics by changing the mixing ratio of FA and BS in the ternary concrete of the normal strength region to derive the proper mixing ratio. As a result, the properties of the fresh concrete, as the substitution ratio of admixture and the mixing ratio of FA increased, the flow increased, the air contents was reduced, and the setting time was delayed. The properties of hardened concrete, as the substitution ratio of admixture and the mixing ratio of FA increased, the overall compressive strength was lowered and the best substitution ratio of admixture in 25% showed to be FA : BS = 40 : 60, and in 45 % showed to be 60 : 40.

키워드 : 혼화제, 플라이애시, 고로슬래그 미분말, 혼합비율

Keywords : Admixture, Flyash, Blast Furnace Slag, Mixing Ratio

1. 서 론

최근 건설 산업에서는 전 세계적으로 대두되고 있는 지구온난화 등 환경문제를 해결하기 위하여 이산화탄소(CO₂) 발생량을 저감하려는 방안을 모색하고 있다.

이에 대한 해결방안 중 하나로 콘크리트 배합 시 보통 포틀랜드 시멘트(이하 OPC) 사용량을 줄이고, 버려지는 산업부산물인 플라이애시(이하 FA) 및 고로슬래그 미분말(이하 BS) 등 광물질 혼화제를 OPC에 대체하여 사용하는 방안이다.

그러나 이러한 FA 및 BS를 OPC에 대체하여 사용하게 되면 친환경성, 유동성 증가, 수화열 저감 등 많은 장점을 가지고 있는데, 실무 현장에서는 단순히 시멘트 사용량을 줄여 원가를 절감하려는 목적으로 혼화제를 효율적으로 사용하지 못하는 경우도 적지 않은 실정이다.

따라서 본 연구에서는 보통강도 영역의 3성분계 콘크리트에서 혼화제의 시멘트에 대한 치환율 및 혼화제간 혼합비율을 변화시켜 이에 따른 기초적 특성을 분석하여 적정 혼합비율을 도출하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

먼저 W/B는 50 %, 단위수량은 170 kg/m³으로 하였으며, Plain의 목표 슬럼프인 120 ± 10 mm 및 목표 공기량인 5.0 ± 1.0 %를 만족하도록 배합 설계하였다. 혼화제 치환율은 0, 25, 45 3수준으로 하였으며, 혼합비율(FA : BS)은 0 : 100부터 20씩 변화시켜 100 : 0까지 6수준으로 총 13배치를 실험계획 하였다. 실험사항으로 굳지않은 콘크리트에서는 슬럼프, 공기량 및 응결시간, 경화 콘크리트에서는 재령별 압축강도를 측정하는 것으로 계획하였다.

* 청주대 대학원 석사과정

(교신저자 : pado6995@naver.com)

** 청주대 대학원 박사과정

*** 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

본 연구의 사용재료로 FA 및 BS는 국내산 S사의 것을 사용하였으며, 그 물리·화학적 성질은 표 2 및 3과 같다. 기타 재료는 시장에서 판매되는 일반적인 것을 사용하였으며, 실험방법은 KS에 의거하여 실시하였다.

표 1. 콘크리트 실험계획

실험요인		실험내용	
배합사항	W/B(%)	50	
	단위수량(kg/m ³)	170	
	잔골재율(%)	46	
	목표 슬럼프(mm)	120 ± 10	
	목표 공기량(%)	5.0 ± 1.0	
	혼화제 치환율(%) ¹⁾	0 ²⁾ , 25, 45	
배합사항	혼합비율(%)	FA	
		BS	
		0	100
		20	80
		40	60
		60	40
실험사항	굳지않은 콘크리트	80	20
		100	0
		슬럼프	
		공기량	
		응결시간	
		압축강도(3, 7, 28일)	

1) (FA+BS)/OPC×100

2) Plain

표 2. 플라이애시의 물리·화학적 성질

밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	L.O.I.	SiO ₂ (%)	습분 (%)
2.29	3652	2.80	67.2	0.09

표 3. 고로슬래그 미분말의 물리·화학적 성질

밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	L.O.I.	화학적 구성(%)				
			CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	SO ₃
2.90	4326	0.58	41.7	34.6	13.2	6.82	1.71

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지않은 콘크리트 특성

그림 1은 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율 변화에 따른 슬럼프를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 혼화재 치환율 및 FA의 혼합비율이 증가할수록 슬럼프가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 FA의 경우 구형의 입자가 콘크리트 내부에서 볼베어링 작용, 시멘트 입자의 응집을 파괴함에 기인한 것으로 판단된다.

그림 2는 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율 변화에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 공기량은 혼화재 치환율 및 FA의 혼합비율이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 혼화재 치환율 및 FA의 혼합비율이 증가할수록 FA 중에 존재하는 미연탄소분이 콘크리트 내부에서 AE를 흡착함에 기인한 것으로 판단된다.

그림 3은 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율 변화에 따른 관입저항치로 응결시간을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 혼화재 치환율 및 FA의 혼합비율이 증가할수록 포졸란 반응 및 잠재수경성 반응으로 응결시간에 기여하는 시멘트량이 적어져 지연되는 것으로 나타났다.

3.2 경화 콘크리트 특성

그림 4는 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율 변화에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 그래프이다. 먼저 혼화재 치환율 25 %의 경우에는 재령 7일에서 Plain의 압축강도 값과 유사한 것으로 나타났으며, FA : BS = 40 : 60의 혼합비율에서 우수한 압축강도를 나타내었다. 혼화재 치환율 45 %는 재령 28일에서 FA : BS = 60 : 40의 혼합비율에서 우수한 압축강도를 나타내었다.

4. 결 론

본 연구에서는 혼화재 치환율 및 혼합비율 변화에 따른 3성분계 콘크리트의 기초적 특성을 분석하여 적정혼합비율을 도출하고자 하였는데, 그 결과는 다음과 같다.

1) 굳지않은 콘크리트의 특성으로 플로치는 혼화재 치환율 및 FA의 혼합비율이 증가할수록 증가하는 것으로 나타났으며, 공기량의 경우에는 FA의 혼합비율이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다. 응결시간의 경우에는 혼화재 치환율 및 FA의 치환율이 증가할수록 응결시간이

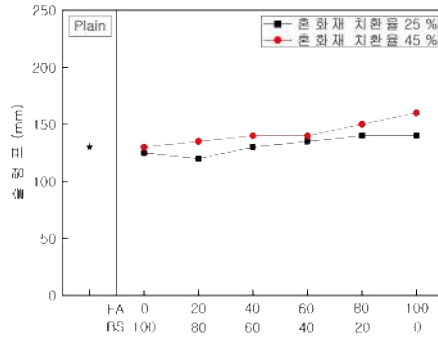


그림 1. 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율 변화에 따른 슬럼프

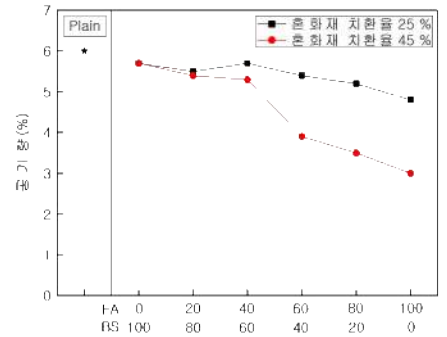


그림 2. 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율 변화에 따른 공기량

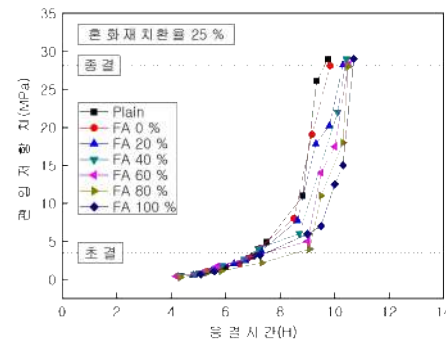


그림 3. 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율 변화에 따른 응결시간

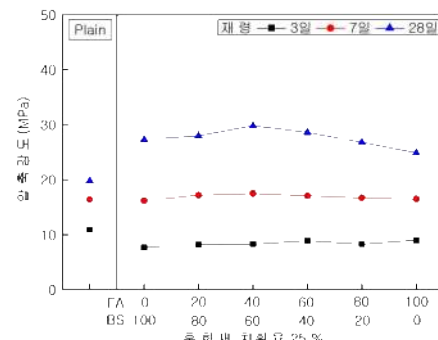
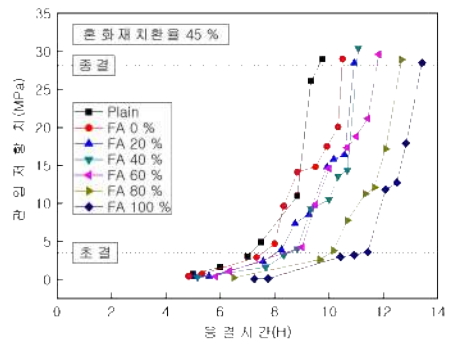
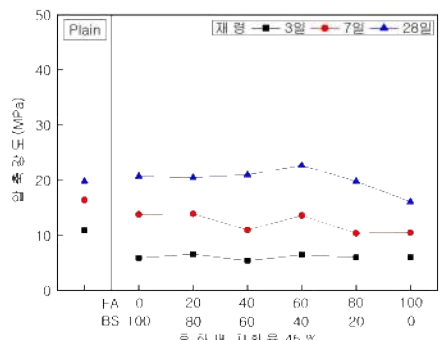


그림 4. 혼화재 치환율 별 FA 및 BS의 혼합비율 변화에 따른 재령별 압축강도



지연되는 것으로 나타났다.

2) 경화 콘크리트의 특성으로 압축강도는 혼화재 치환율이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났으며, 혼화재 치환율 25 %에서는 FA : BS = 40 : 60, 혼화재 치환율 45 %에서는 FA : BS = 60 : 40의 혼합비율에서 우수한 압축강도를 나타내었다.

참고문헌

1. 송용원, 박종호, 정용, 박경택, 이재만, 백현수, 고로슬래그 미분말과 플라이애시를 치환한 삼성분계 콘크리트의 압축강도 특성 평가, 한국 콘크리트학회 2014년 봄 학술대회 논문집, 2014. 5, pp.321-322
2. 이범식, 김성덕, 전명훈, 박성식, 박수희, 정상진, 고로슬래그 미분말과 플라이애시가 3성분계 고강도 콘크리트의 재료물성에 미치는 영향, 한국 콘크리트학회 2012년 봄 학술대회 논문집, 2012. 5, pp.343-344

화력발전부산물을 골재로 사전혼합한 발파석 혼합골재 모르타르의 공학적 특성

Engineering Properties of Mortar Mixed with Blast Stone Aggregate and Coal Ash

○현 승 용*
Hyun, Seong-Yong

백 철*
Baek, Cheol

이 제 현*
Lee, Jea-Hyeon

박 병 문**
Park, Byeong-Moon

한 민 철***
Han, Min-Cheol

한 천 구****
Han, Cheon-Goo

Abstract

In this research, in order to improve the grain size and recycle of aggregate mixed with scaffolding aggregate and sea marble with poor grain size, pre-mounted fly ash and reject ash were mixed as aggregate to analyze the basic properties of cement mortar according to the variation of fly ash and reject ash substitution ratio. When the fly ash and reject ash were replaced by 5% in the mixed aggregate, it was found that the fluidity and compressive strength were equivalent to those in the case of using the rocky aggregate.

키워드 혼합골재, 모르타르, 미정제플라이애시, 리젝트애시

Keywords :Mixed Aggregate, Mortar, Unrefined Fly Ash, Reject Ash

1. 서 론

최근 천연자원의 고갈로 인해 골재의 수급문제가 심각해지고 있으며, 이에 따라 발파석 부순골재, 해사 등 대체골재가 많이 사용되고 있다. 이 중 발파석골재는 공사현장에서 터파기 작업 중 발생하는 암석을 파쇄하여 사용하고 있는데, 출처가 모호하고, 미립분이 다량 혼입되어 있는 등 입도 및 품질이 불량한 것으로 알려져 있다. 이러한 문제점으로 인해 실무에서는 해사와 혼합하는 2종골재의 형태로 사용하고 있다.

본 연구에서는 이와 같은 불량한 2종 골재를 혼합한 혼합골재를 성능개선 및 자원재활용 차원에서 원분 상태의 플라이애시(이하 FA)와 리젝트애시(이하 RA)를 미립분 충전용으로 사전혼합하여 FA와 RA 치환율에 따른 시멘트 모르타르의 공학적 특성을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획 및 배합사항은 각각 표 1 및 2와 같다. 먼저 모르타르 배합비는 1:3, W/C는 50 %로 배합설계 하였다. 목표 플로는 180 ± 15 mm, 목표 공기량은 4.5 ± 1.5 %, 결합재는 OPC 100 %로 계획하였고, FA 및 RA 치환은 발파석과 해사를 혼합한 혼합골재에 FA 및 RA 치환율을 5수준으로 변화시키도록 계획하였다.

2.2 사용재료 및 실험 방법

본 연구에 사용한 재료는 표 3과 같이 국내에서 유통되는 일반적인 것을 사용하였으며, 실험방법은 KS규격의 표준적인 방법에 의거하여 진행하였다.

* 청주대 건축공학과, 석사과정

(교신저자 : yc0933@naver.com)

** 청주대 건축공학과, 박사과정

*** 청주대 건축공학과, 부교수, 공학박사

**** 청주대 건축공학과, 교수, 공학박사

표 1. 실험 계획

실험요인		실험수준	
배합 사항	모르타르 배합비	1	· 1:3
	W/C (%)		· 50
	목표 플로(mm)		· 180 ± 15
	목표 공기량 (%)		· 4.5 ± 1.5
재료 요인	골재의 종류	단일	· 석산 ¹⁾ · 발파석 ¹⁾ · 해사
		혼합	· 발파석 + 해사
	혼합골재에 대한 FA 및 RA 치환율 (%)		· 0, 2.5, 5, 7.5, 10
실험 사항	굳지 않은 모르타르		· 플로 · 공기량 · 단위용적질량
	경화 모르타르		· 압축강도 (3, 7, 28 일) · 휨강도 (3, 28 일)

1) 석산은 KS인증골재, 발파석은 입도불량골재

표 2. 배합표

구분			W/C (%)	단위 수량 (kg/m³)	단위 시멘트량 (kg/m³)	잔골재 (kg/m³)					AE 제 (C/ %)
골재		FA (%)				RA (%)	석산	발파석	해사	FA	
단 일	석산	-	50	254	509	1527	0	0	0	0	0.02
	발파석			250	500	0	1500	0	0	0	0.02
	해사			251	502	0	0	1506	0	0	0.02
혼 합	발파석 + 해사	0		251	501	0	902	601	0	0	0.02
		2.5		250	500	0	880	587	32	0	0.02
		5		249	499	0	860	573	63	0	0.02
		7.5		249	497	0	838	558	95	0	0.02
		10		248	496	0	817	545	127	0	0.02
		2.5		250	500	0	880	587	0	32	0.02
		5		249	499	0	859	573	0	64	0.02
		7.5		249	498	0	838	559	0	96	0.02
		10		248	497	0	817	545	0	129	0.02

표 3 골재의 물리적 성질

구분	밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	조립률	0.08mm체 통과율 (%)
석산	2.66	1.92	2.96	4.98
발파석	2.58	2.63	3.18	7.06
해사	2.60	1.13	2.06	2.89

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

그림 1은 잔골재 종류 및 혼합골재에 FA 및 RA 치환율 변화에 따른 플로 변화를 나타낸 그래프이다. 혼합골재의 경우 FA 및 RA 미치환시 플로가 석산골재보다 증가하였다. FA 치환에 따라서는 전반적으로 치환율이 증가함에 따라 플로가 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. RA 치환에 따라서는 치환율이 증가함에 따라 플로가 점차 감소하다가 7.5 %에서 급격히 감소하는 것으로 나타났다. 이는 RA가 FA에 비해 입자들이 구형으로 이루어져 있지 못하며, 과도한 미립분량 증가에 의한 점성이 증가하여 플로가 낮게 나타난 것으로 판단된다.

그림 2는 잔골재 종류 및 혼합골재에 FA 및 RA 치환율 변화에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. FA와 RA 치환율이 증가함에 따라 공기량이 감소하는 경향을 보였는데, 이는 치환율이 증가함에 따라 FA와 RA에 포함되어 있는 미연소탄분에 의한 AE제 흡착작용과 미립분 증가에 따른 공극충전효과에 기인한 것으로 분석된다.

3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 3과 4는 잔골재 종류 및 혼합골재에 FA 및 RA 치환율 변화에 따른 압축강도와 휨강도를 나타낸 그래프이다. 플레인(양질의 석산 골재)의 경우 28일에서 33 MPa정도의 압축강도가 나타났으며, 비례적으로 FA와 RA 치환율이 증가할수록 압축강도가 증가하였다. 특히 FA와 RA 치환율 5 %에서는 플레인 이상의 압축강도가 발휘되는 것을 알 수 있었다. 이는 FA와 RA 치환율 증가에 따른 공기량 감소 및 입도개선에 기인한 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구의 범위에서 입도가 불량한 발파석골재와 해사를 혼합한 혼합골재에 FA와 RA를 5 %정도 치환할 경우 골재의 입도 조정 효과 및 포졸란 반응 등에 기인하여 양질의 석산골재를 사용한 경우와 동등한 수준으로 플로 및 압축강도를 확보할 수 있을 것으로 판단된다.

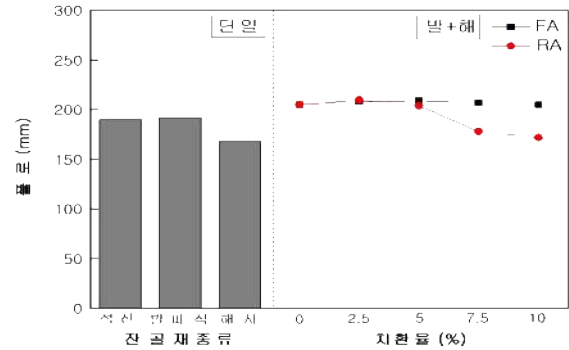


그림 1. 잔골재 종류 및 FA 치환율 변화에 따른 플로

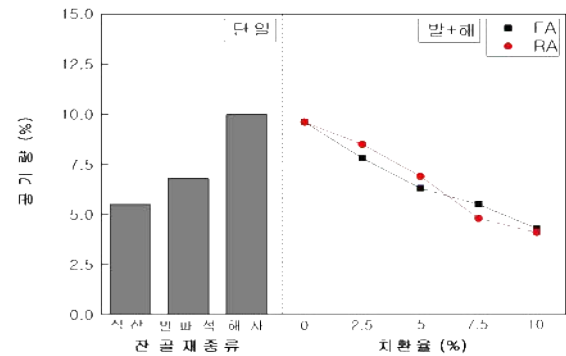


그림 2. 잔골재 종류 및 FA 치환율 변화에 따른 공기량

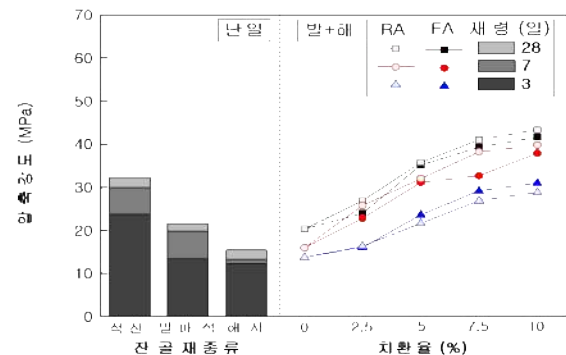


그림 3. 잔골재 종류 및 FA 치환율 변화에 따른 재령별 압축강도

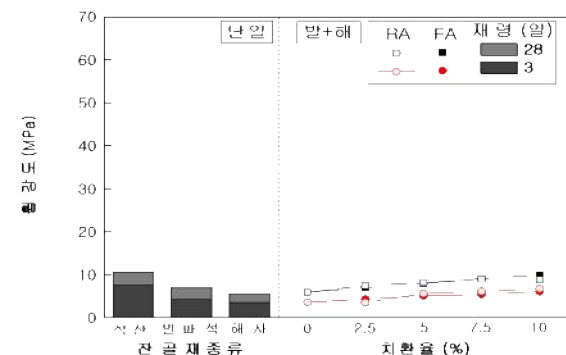


그림 4 잔골재 종류 및 FA 치환율 변화에 따른 재령별 휨강도

○노 주 성* 김 재 엽**
Noh, ju-seong Kim, jae-yeob

Abstract

This study was conducted as a basic study for field application of HPC method. The construction procedure and construction period of the HPC method were analyzed in comparison with the existing method (Half-Slab method). The research method was to analyze the construction cases constructed by the half slab method. The analysis results showed that the construction procedures differ in work such as head splice sleeve installation, hollow part of pc column concrete placing etc. For the construction period, the HPC construction method was analyzed to be more advantageous for the shortening of the construction period in construction with more divides of PC column member.

키워드 : 중공PC공법, 하프슬래브공법, 공사절차, 공사기간,

Keywords :Hollow pc construction method, Half-slab method, Construction procedures, construction period

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 고강도, 고품질의 시공 및 공사 기간 단축과 인건비 상승 및 고령화로 인한 건설인력의 부족 현상을 해결하기 위해 PC공법이 활발하게 적용 되고 있다. 하지만 기존 PC공법은 부재의 접합부 일체성이 부족하고 부재의 중량화로 인한 운반비상승, 고용량 양중장비 사용으로 인해 공사비증가와 공기단축의 문제들이 발생하고 있다¹⁾. 이러한 PC공법의 문제점을 해결하고자 많은 연구들이 있지만 공사관리 측면의 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 중공 PC기둥 복합공법(이하 HPC 복합공법)의 공사관리 측면의 연구로서 공사기간 분석을 목적으로 하였다. 공사기간 분석 방법으로는 기존 PC공법의 현장시공절차를 비교 분석하고 전문가 자문을 통하여 공사절차를 개발하고 실제 하프슬래브를 사용한 물류센터와 창고시설을 적용 범위로 하였다. HPC복합공법을 적용하였을 때의 공사기간을 비교 분석 함으로써, 향후 HPC 복합공법의 현장적용을 위한 참고자료로도 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

2. HPC복합공법 고찰

2.1 HPC 복합공법의 개요

HPC 복합공법은 중공PC 기둥과 헤드 스플라이스 슬리브를 사용한 복합공법으로 기존의 현장타설 콘크리트 공법과 PC복합화공법의 장점을 활용한 구조시스템이다. HPC 복합공법에 적용된 요소 기술은 다음과 같다.

1)중공PC 기둥

중공 PC기둥은 중공 프리캐스트 콘크리트(Hollow Precast Concrete)와 현장 타설 콘크리트(Cast-In-Place)를 합성하여 사용하는 합성 HPC 기둥이다²⁾. 빈 공간에 콘크리트를 타설함

으로서 중공 PC기둥과 Half-PC보와의 일체성을 향상시킬 수 있다.

2) 헤드 스플라이스 슬리브

헤드 스플라이스 슬리브는 부착력 증가로 단면을 최적화하여 경제적이며 높은 시공성을 보인다³⁾. 그림 1은 중공PC기둥과 헤드 스플라이스 슬리브의 단면을 나타낸 그림이다.

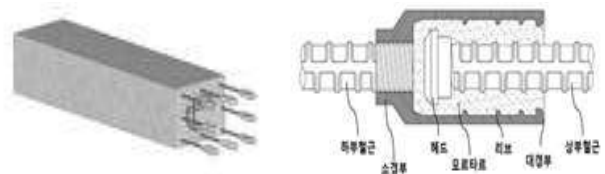


그림 1. 중공PC 기둥과 헤드 스플라이스 슬리브

3. HPC복합공법의 공사절차 및 공사기간 분석

3.1 분석방법

HPC 복합공법은 중공PC 기둥과 헤드 스플라이스 슬리브를 사용함으로써 시공 과정에서 하프슬래브 공법과는 차이가 있다. 본 연구에서는 PC공법 전문가와의 심층 면담을 통해서 두 공법의 시공절차상의 차이점을 분석하였다. 또한 도출된 차이점을 토대로, 실제 하프슬래브 공법이 적용된 사례에 HPC 복합공법을 가정하여 공사기간을 분석하고자 한다. 다음 표는 하프슬래브 공법이 적용된 사례의 개요를 나타낸 표이다.

표 1. 분석대상 공사사례 개요

구분		내용
공사명		물류센터 A
건물개요	대지위치	서울시 송파구
	용 도	창고시설
	종 류	신축공사
건물규모	연면적	404,346.81m ²
	건축면적	84,018.92m ²
	층수	지하 2층~지상7층

* 한국교통대 대학원 석사과정

** 한국교통대 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : kimjy67@ut.ac.kr)

이 논문(저서)은 2015년 교육부와 한국연구재단의 지역혁신창의인력양성사업의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2015H1C1A1035953)

3.2 HPC복합공법 공사절차 분석

HPC복합공법은 하프슬래브공법과 Half-PC 슬래브와 Half-PC보를 공통적으로 사용하여 보 설치 과정과 슬래브 설치 과정은 동일하지만 헤드스플라이스 슬리브를 사용함으로써 기초설치, 기둥설치과정이 기존의 하프슬래브공법과 상이하다. HPC복합공법은 기초설치, 기둥 간 거푸집조립, 슬리브 무수축 모르타르 충전 과정이 역순으로 실시되며 중공부 보 하부철근 정착과 중공부 콘크리트 타설 과정이 추가적으로 발생한다.

표 2. 시공절차 상세 비교

	하프슬래브 공법	HPC 복합공법
기초 설치	- 먹매김 - 앵커위치 천공 - 구멍내부 청소 - 앵커 볼트 시공 - 레벨 확인 후 심플레이트 설치	- 먹매김 - 앵커위치 천공 - 구멍내부 청소 - 헤드 스플라이스 슬리브 시공
기둥 설치	- PC기둥 세우기 - 레벨링, 수직도 조정 - 지지대 고정 - 기둥 간 거푸집 조립 - 슬리브 무수축 모르타르 충전	- 중공 PC기둥 세우기 - 레벨링, 수직도 조정 - 지지대 고정 - 헤드 스플라이스 슬리브 무수축 모르타르 충전 - 기둥 간 거푸집 조립
보 설치	- 큰 보 설치 후 서포트 지지	- 큰 보 설치 후 서포트 지지 (보 하부철근 중공부에 정착)
슬래브 설치	- 슬래브 설치 - 하단 서포트 지지	- 슬래브 설치 - 하단 서포트 지지
전기배관 및 상부배근	- 슬래브-슬래브 보강 배근 - 슬래브-보 보강 배근 - 슬래브 상부 배근	- 슬래브-슬래브 보강 배근 - 슬래브-보 보강 배근 - 보, 슬래브 상부 배근
콘크리트 타설	- Half-PC보, - Half-PC슬래브일체타설	- 중공 PC기둥 중공부 - Half-PC보 - Half-PC슬래브 일체타설

3.3 공사기간 분석

1~2층에 사용되는 분절기둥을 중공비율 50%인 중공 PC 기둥으로 변환할 경우 약320매로 감소하게되며 분절 기둥의 1일 평균 조립매수를 15매로 가정할 경우, HPC복합공법의 기둥 설치 소요기간은 22일로 나타났다. 기존 공법과 비교하였을 경우 약 10일 단축되었다. 3층의 경우 약 11일의 설치 기간이 단축되는 것으로 나타났다.

표 3. 기둥 설치기간 분석

구분	1~2F		3F	
	하프슬래브 공법	HPC 복합공법	하프슬래브 공법	HPC 복합공법
분절횟수	2회	1회	1회	없음
분절기둥 (기둥) 매	481(160)	320(160)	320(160)	160(160)
소요기간	32일	22일	22일	11일

HPC복합공법은 동일한 보 및 슬래브를 사용하여 그 기간은 일정하나, 기둥 설치에 있어서 공사기간의 차이가 발생 하였다. 2회의 분절을 실시한 1~2층 구간은 약 10일(12.35%)의 공사기간이 단축되는 것으로 나타났으며, 1회 분절을 실시한 3층 구간은 11일(16.18%)의 공사기간이 단축되는 것으로 나타났다. 다음 그림 2는 HPC복합공법을 하프슬래브에 적용하여 공사기간을 분석한 그림이다.

4. 결 론

기존 PC공법은 접합부의 일체성확보에 어려움이 있으며 부재의 중량화로 인한 운반비 상승, 고용량 양중장비 사용으로 인한 공사비절감이 어려운 실정이다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 많은 선행연구들이 있지만 공사관리 측면 연구는 부족한 상황이다. 본 연구는 공사관리 측면의 연구로서 공사기간 분석을 목적으로 하였다. 기존 하프슬래브 공법과 비교하여 기둥부재의 경량화로 인한 분절횟수, 양중작업 감소로 인해 공사기간이 단축 되었다. HPC복합공법은 다수의 기둥분절이 많은 공사일수록 공기단축은 효과가 크다. 하지만 PC공법 접합부 이외의 공종의 공사기간을 고려하지 않았기 때문에 추후 전체 공정에 대한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 안성훈, 건설업의 PC 기술 활성화 방안에 관한 연구, 2004
2. 신덕환, 중공PC기둥을 활용한 외부 보-기둥 접합부의 구조성능에 관한 연구, 2016
3. 남보람, 모르타르 충전식 헤드 스플라이스 슬리브의 구조성능에 관한 연구, 2016

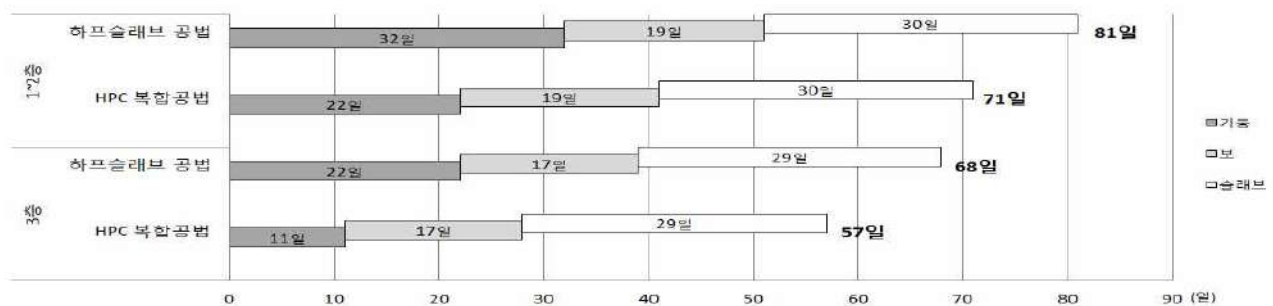


그림 2. HPC 복합공법 공사기간 분석

골재 종류 및 W/B 변화에 따른 초고강도 콘크리트의 기초적 특성

Fundamental Characteristics of Ultra High Strength Concrete According to Aggregate Type and W/B Transition

○문 병 룡* 김 민 상* 이 제 현* 이 재 진* 한 민 철** 한 천 구***
Moon, Byeong-Yong Kim, Min-Sang Lee, Jea-Hyeon Lee, Jae-Jin Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

In this research, the investigation of the engineering characteristics of ultra high strength concrete according to aggregate type and W/B transition was made. As a result, when using limestone aggregate in order to achieve the same performance level, it can be said that the deployability of economic mixing can be realized as the mixing ratio of SP is lower than that of granite aggregate.

키워드 : 골재, 초고강도 콘크리트

Keywords : Aggregate, Ultra high strength concrete,

1. 서 론

물결합재비 (W/B) 20 % 이하의 초고강도 콘크리트는 제조시 높은 시멘트량 및 고성능 감수제 사용량에 기인하여 경제성 확보에 어려움이 많다. 이와 관련하여 사용되는 골재의 양부가 워커빌리티에 많은 영향을 주기 때문에 양호한 입형의 골재를 사용할 경우 유동성 개선으로 고성능 감수제의 사용량을 감소시킴으로서 경제성 확보 가능성이 클 것으로 판단된다.

그러므로 본 연구에서는 초고강도 콘크리트의 제조에 있어 골재 및 W/B를 변화시켜 이에 따른 초고강도 콘크리트의 굳지 않은 콘크리트의 특성 및 압축강도에 미치는 영향을 실험을 통해 고찰하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획과 배합표는 각각 표 1 및 2와 같다. 먼저 실험변수인 W/B는 20, 18, 16 % 3 수준으로 계획하고, 단위수량은 160 kg/m³로 배합설계 하였고, 결합재 조성비는 OPC : FA : SF = 7 : 2 : 1로, 목표 슬럼프 플로는 600 ± 100 mm로 계획하였다. 골재 종류는 화강암, 석회암 잔·굵은골재를 사용하였으며 굵은골재의 경우는 최대치수 13 mm의 골재만을 사용하였다. 실험사항으로는 굳지않은 콘크리트에서 슬럼프 플로와 공기량, 응결시간을 측정하였고, 경화 콘크리트에서는 압축강도를 측정하였다.

2.2 사용재료 및 실험 방법

본 연구에 사용한 재료는 국내에서 유통되는 일반적인 것을 사용하였으며, 골재의 물리적 성질은 표 3과 같다. 실험방법은 KS규격의 표준적인 방법에 의거하여 진행하였다.

* 청주대 건축공학과, 석사과정

(교신저자 : mby4177@naver.com)

** 청주대 건축공학과, 부교수, 공학박사

*** 청주대 건축공학과, 교수, 공학박사

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(13건설연구A02)에 의해 수행되었습니다.

표 1. 실험 계획

구분	실험요인	실험수준
배합 사항	W/B (%)	·20 ·18 ·16
	결합재 조성비	·OPC : FA : SF = 7 : 2 : 1
	골재 종류	·화강암 잔·굵은골재 ·석회암 잔·굵은골재
	굵은골재 최대치수 (mm)	·13
실험 사항	목표 슬럼프 플로 (mm)	·600 ± 100
	굳지 않은 콘크리트	·슬럼프 플로
		·공기량
		·응결시간
실험 사항	경화 콘크리트	·압축강도 (3, 7 일)

표 2. 배합표

구분	W/C (%)	단위 수량 (kg/m³)	골재 (kg/m³)		결합재 (kg/m³)			AD (C/%)
골재			굵은골재	잔골재	OPC	FA	SF	
화강암	20	160	764	597	560	160	80	1.50
석회암	20		773	616	560	160	80	1.20
화강암	18	150	831	529	583	166	83	1.95
석회암	18		840	545	583	166	83	1.35
화강암	16		770	490	656	187	93	2.25
석회암	16		778	505	656	187	93	1.85

표 3. 골재의 물리적 성질

종류		밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	입형관정 실적율 (%)	0.08 mm 통과율 (%)	조립율 (%)
굵은 골재	화강암	2.68	0.48	57.66	2.7	6.78
	석회암	2.71	0.39	59.05	1.1	6.03
잔골재	화강암	2.56	1.83	67.02	6.14	3.53
	석회암	2.64	1.42	68.48	40.6	3.02

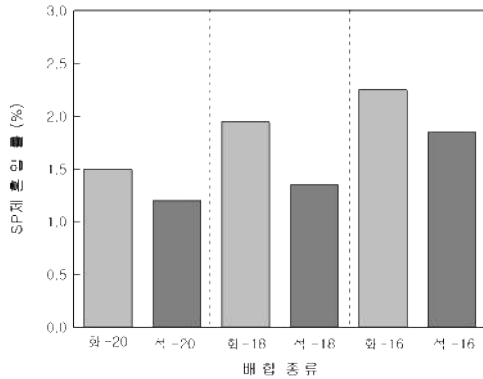


그림 1. W/B 및 골재 변화에 따른 SP제 혼입율

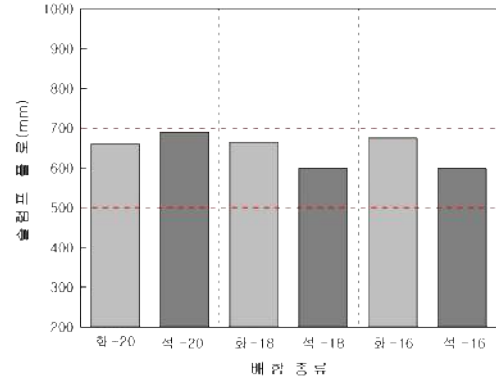


그림 2. W/B 및 골재 변화에 따른 슬럼프 플로

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

그림 1 및 2는 각각 W/B 및 골재 변화에 따른 SP제 혼입율 및 슬럼프 플로를 나타낸 그래프이다. 슬럼프 플로의 경우 모두 목표 범위에 만족하는 것을 알 수 있는데, 이는 목표 유동성을 맞추기 위해 그림 1과 같이 SP제 혼입율에 변화를 줌에 기인한 결과로 판단된다.

SP제 혼입율의 경우 W/B가 감소함에 따라 단위 시멘트량이 증가하기 때문에 SP제의 혼입율 또한 증가하는 것으로 나타났다. 또한, 화강암 골재 사용배합보다 석회암 골재를 사용한 배합에서 SP제 혼입율이 약 23 % 감소하였는데, 이는 석회암 골재의 높은 입형판정실적율에 기인한 콘크리트의 유동성 향상에 기인한 것으로 분석된다.

그림 3은 W/B 및 골재 변화에 따른 공기량을 나타낸 것이다. 전반적으로 모두 목표 범위에 만족하였으며, 화강암 골재 사용배합의 경우 석회암에 비해 약 0.3 ~ 0.6 % 공기량이 감소하는데, 이는 화강암 골재에 포함된 미립자량이 상대적으로 석회암보다 많아 이러한 결과가 나타난 것으로 판단된다.

그림 4는 W/B 및 골재 변화에 따른 응결시간을 나타낸 것이다. W/B 18% 석회암 배합의 경우 12시간 만에 가장 빨리 종결이 났으며, 반대로 W/B 16% 화강암 배합이 종결까지 18시간이 소요되어 가장 늦게 종결에 도달한 것을 알 수 있다.

3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 5는 W/B 및 골재 변화에 따른 압축강도를 나타낸 것으로, 재령 7일에 약 50 ~ 60 MPa수준의 강도를 갖고 있으며, W/B 16 % 석회암 배합에서 가장 높은 강도를 발휘하였다.

4. 결 론

본 연구에서는 초고강도 콘크리트의 제조에 있어 골재 및 W/B를 변화시켜 이에 따른 초고강도 콘크리트의 공학적 특성을 분석하였는데, 그 결과, 동일성능을 확보함에 있어 석회암 골재 사용시 화강암 골재에 비해 SP제 혼입율이 감소함에 따라 경제적인 배합의 구현이 가능할 것으로 판단된다.

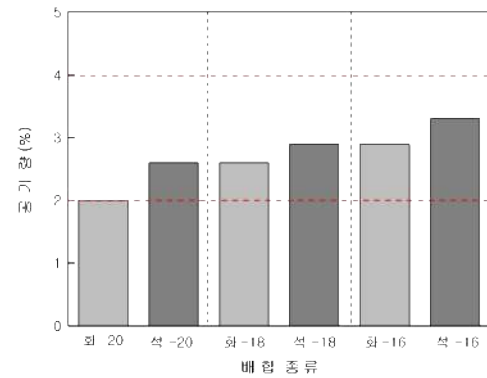


그림 3. W/B 및 골재 변화에 따른 공기량

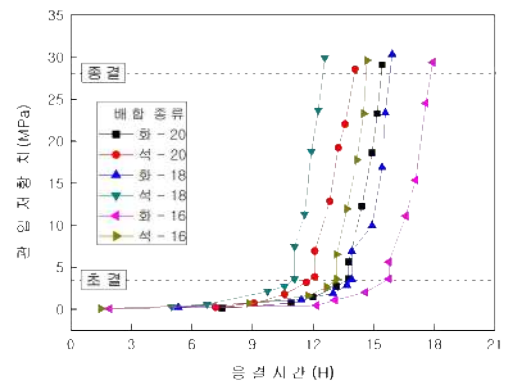


그림 4. W/B 및 골재 변화에 따른 응결시간

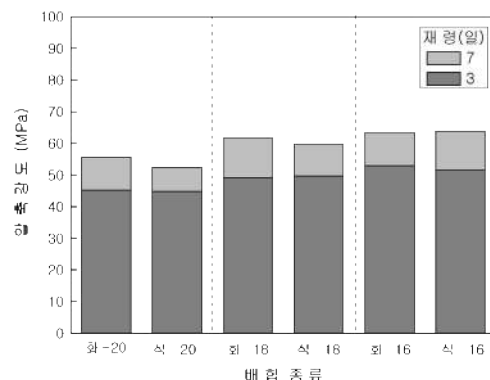


그림 5 W/B 및 골재 변화에 따른 재령별 압축강도

○김 태 우*□ 현 승 용* 김 민 상* 이 제 현* 한 민 철** 한 천 구***
Kim, Tae-Woo Hyun, Seong-Yong Kim, Min-Sang Lee, Jea-Hyeon Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

As to prevent self-shrinkage cracking due to its formulated high strength of HPFRCC, the research will investigate on the basic properties and self-shrinkage characteristics by altering the mixing time and ratio of Emulsified (ERBO). As the experimental variable, the mixing rate of ERBO was in three levels: 0, 0.5, 1 %, and adding method was to mix with water before mixing together and mixing mortar after mixing, which was in total of five levels. As a result, when ERBO is mixed together, the flow and amount of air showed the tendency to rise and the compressive strength increased when the mixing ratio of ERBO increased, but the comparison was minimal. As the rate of change of self-shrinkage length increased, it declines and the self-shrinkage length difference rate showed lesser effect in after mixing than before mixing.

키워드 : 고성능 시멘트 복합체, 유화처리된 바이오디젤, 자기수축

Keywords : HPFRCC, ERBO, Autogenous shrinkage

1. 서 론

최근 건축물에서는 가연성가스 및 화학약품 등 위험물의 취급이 증가함에 따라 폭발사고 또한 증가하고 있는 추세이다. 이러한 폭발 사고로 발생하는 비산물에 의한 피해를 최소화하기 위하여 콘크리트의 인성을 증가시키는 섬유보강 콘크리트에 대한 연구가 진행되고 있으며, 그 중 고성능 시멘트 복합재료(High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites, 이하 HPFRCC)는 우수한 인장성능 및 내구성으로 방호·방폭 등의 용도로 관심이 집중되고 있다. 그러나 HPFRCC는 고강도로 배합 설계 됨에 따라 조직이 치밀하고 초기 재령에서의 수화발현성이 커 내부 배합수의 급격한 소모 등으로 자기수축이 발생한다. 자기수축은 궁극적으로 HPFRCC의 절대용적에 영향을 주게 되는데, 경우에 따라서는 이러한 자기수축만으로도 HPFRCC에 균열이 발생하여 HPFRCC의 내구성에 악영향을 끼치게 된다.

그러므로 본 연구에서는 기존 연구에서 각종 유지류가 모르타르에 미치는 영향을 분석한바 있는데 그 중 바이오디젤이 모르타르의 팽창효과에 가장 큰 영향을 미치는 결과를 얻었음에 이를 인용하여 본 연구에서는 유화처리된 바이오디젤(이하 ERBO)의 혼입시기 및 혼입율에 변화를 주어 그에 따르는 HPFRCC의 기초물성 및 자기수축 특성을 고찰하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 Table 1과 같다. 즉, 배합사항으로 물결합재비(W/B)는 25 %, 결합재 치환율은 OPC:FA:SF=7:2:1, 모르타르 배합비는 1:0.7로 하였으며, Plan

의 목표 플로는 220 ± 20 mm, 목표공기량은 2.0 ± 1.0 %를 만족하도록 배합설계 하였다. 섬유 조합의 경우는 길이가 짧은 강섬유(SS)와 길이가 긴 유기섬유(OL)를 섬유혼입비 1:1.5(SS:OL)의 비율로 1.25 % 혼입하는 것으로 하였으며, ERBO의 혼입율은 0, 0.5, 1 %로 3수준이며, 첨가방법은 배합수와 섞어 함께 첨가하는 전 혼입과 모르타르믹싱 완료 후 혼입하는 후 혼입으로 총 5수준을 실험계획 하였다.

사용재료는 국내에서 시판되는 일반적인 것을 사용하였고, 실험방법은 모두 KS의 표준적인 방법에 따랐다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험내용	
배 합 사 항	W/B (%)	1	·25
	결합재 구성		·OPC : FA : SF = 7 : 2 : 1
	모르타르 배합비		·1 : 0.7
	목표 플로 (mm)		· 200 ± 20
	목표 공기량 (%)		· 2.0 ± 1.0
	섬유	조합	·SS ¹⁾ + OL ²⁾
		혼입비 (SS : OL)	·1 : 1.5
		혼입율 (%)	·1.25
사 항	ERBO ³⁾	혼입율 (%)	3 ·0, 0.5, 1
		첨가방법	·전 혼입(물과 함께 혼입)
			·후 혼입(비빔완료 후 혼입)
	굳지 않은 모르타르	2	·테이블 플로 ·공기량
사 항	경화 모르타르	2	·압축강도(3, 7, 28일) ·자기수축 길이변화율(28일)

1) SS : 길이가 짧은 강섬유

2) OL : 길이가 긴 유기섬유

3) ERBO : 유화처리 바이오디젤

* 청주대 건축공학과 석사과정

(교신저자 : teawoo0215@naver.com)

** 청주대 건축공학과 부교수, 공학박사

*** 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르타르의 특성

그림 1은 ERBO의 혼입율 및 혼입시기에 따른 초기치 및 표준치의 플로를 나타낸 그래프이다. 초기치는 플로콘을 들어 올린 후 충격 없이 측정된 값이고, 표준치는 15초 동안 25회 타격 후 측정된 값을 나타낸 것이다. 전반적으로 전 혼입 시보다 후 혼입 시 플로가 증가하는 경향을 나타내었다. Plain에 비해 ERBO의 혼입율이 0.5 %의 경우는 플로가 증가하였고, ERBO의 혼입율이 1 %의 경우는 감소하는 경향을 나타내었다.

그림 2는 ERBO의 혼입율 및 혼입시기에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 ERBO 혼입 시 공기량이 증가하는 경향을 나타냈다. 또한, ERBO의 혼입시기가 후 혼입일 때 공기량이 소량 증가하였다.

3.2 경화 모르타르의 특성

그림 3은 ERBO의 혼입율 및 혼입시기에 따른 3, 7 및 28일 압축강도를 나타낸 그래프이다. ERBO의 혼입율이 증가함에 따라 압축강도가 증가하였고 전 혼입 시보다 후 혼입 시 압축강도가 저하하였지만, 그 차이는 미미한 수준이었다.

그림 4는 ERBO의 혼입율 및 혼입시기에 따른 재령 28일까지의 자기수축 길이변화율을 나타낸 그래프이다. ERBO의 혼입율이 증가함에 따라 자기수축 길이변화율이 감소하는 경향을 나타냈다. 재령 28일까지의 자기수축 길이변화율은 ERBO 전 혼입 시 혼입율 0.5 %의 경우는 -459×10^{-6} , 1 %의 경우는 -439×10^{-6} , ERBO 후 혼입 시 0.5 %의 경우는 -431×10^{-6} , 1 %의 경우는 -312×10^{-6} 로 ERBO의 전 혼입 시보다 후 혼입 시 자기수축이 저감되는 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 ERBO의 혼입율 및 혼입시기 변화에 따른 HPFRCC의 기초물성 및 자기수축 특성을 분석한 것으로 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 굳지 않은 모르타르의 특성으로 ERBO를 혼입하면 혼입율 0.5 %의 경우 플로는 증가, 혼입율 1 %의 경우 감소하는 경향을 나타내었고, 공기량은 증가하는 경향이 있었다.
- 2) 경화 모르타르의 특성으로 압축강도는 ERBO의 혼입율이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었지만, 그 차이는 미미한 수준이었다.
- 3) 자기수축의 길이변화율은 ERBO의 혼입율이 증가할수록 감소하였고, ERBO를 전 혼입보다 후 혼입의 경우가 자기수축 길이변화율이 더 작은 경향을 보였다. 이는 HPFRCC에 있어 후 혼입이 전 혼입보다 효과적인 자기수축 저감제의 역할을 수행하는 것으로 분석된다.

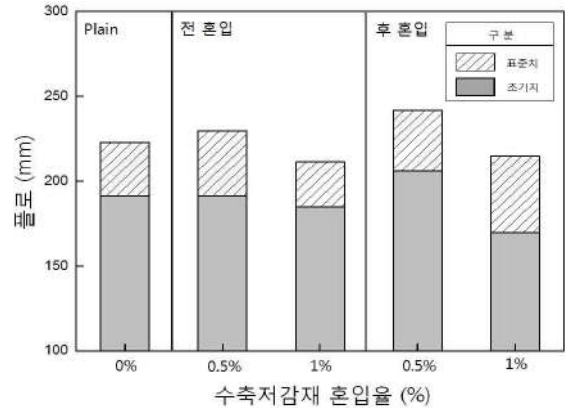


그림 1. 수축저감제 혼입을 변화에 따른 플로

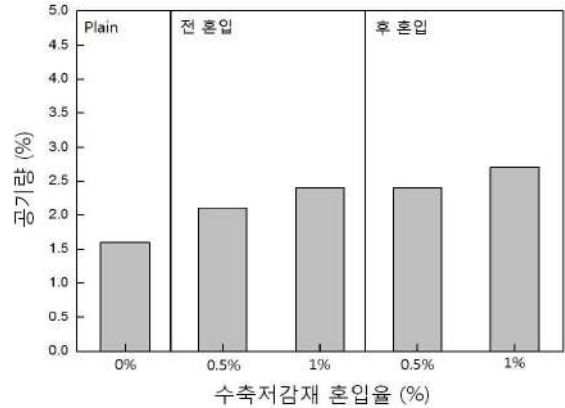


그림 2. 수축저감제 혼입을 변화에 따른 공기량

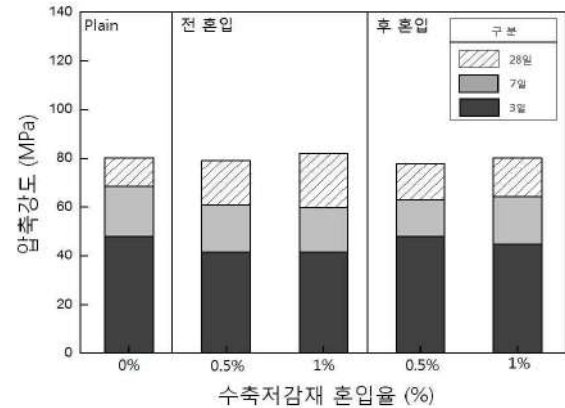


그림 3. 수축저감제 혼입을 변화에 따른 압축강도

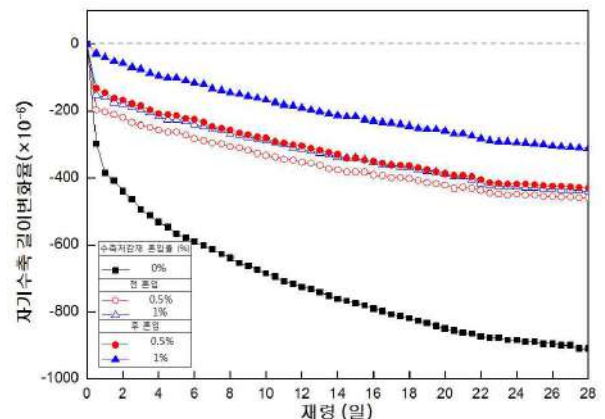


그림 4. 재령경과에 따른 자기수축 길이변화율

화재 시 콘크리트의 열확산 특성

Thermal Diffusivity of Concrete at Elevated Temperatures

○지 우 람* 이 건 철** 허 영 선***
Ji, Woo-Ram Lee, Gun-Cheol Heo, Young-Sun

Abstract

This study investigates the thermal diffusivity of concrete specimens exposed to fire. The thermal diffusivity of concrete was compared with samples of different heating conditions in the furnace. Experimental results showed that the rate of thermal diffusivity was different in the location of measuring points in each specimens. The higher the temperatures, the lower was the thermal diffusivity of concrete spreading from the bottom to the top of the specimen on the furnace.

키워드 : 콘크리트 화재피해, 열 확산

Keywords : Concrete Fire damage, Thermal diffusion

1. 서 론

현재 국내·외 콘크리트 구조물에 대한 화재피해 규모 조사의 현 기술 수준 또한 많은 문제점을 지니고 있다. 현재 육안조사, 코어압축강도, 중성화 깊이측정, 슈미트 햄머, 철근 채취, 산소소비량 측정 등의 다양한 분석 방법이 있지만 정확한 분석과 판단이 어렵다.

이러한 이유로 화재피해를 입은 콘크리트 구조물의 재 사용 여부 및 보수·보강의 결정을 위해서는 콘크리트 구조물의 성능저하를 정확히 진단한 필요가 있다.

본 연구에서는 콘크리트 화재 시 콘크리트에 피해정도를 파악할 수 있는 DB 구축을 위한 연구를 진행 중에 있다. 본 보에서는 화재피해 시 콘크리트에 열이 전달되는 열확산 특성에 대하여 검토하고자 한다. 아울러 이 실험에서 얻어진 결과는 열확산에 의한 화재 피해 온도 및 깊이별 시멘트 페이스트의 열확산 데이터 등과 연계하여 콘크리트 구조물의 화재피해 시 정확한 진단방법의 기초적인 자료로 제시하고자 한다.

2. 실험개요

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 시험체는 W/C 0.5의 콘크리트를 대상으로 하였으며, 28일간 수중양생을 실시한 $\Phi 100 \times 200$ mm의 압축강도용 시험체를 이용하여 실험을 실시하였다.

이때 시험체의 가열온도는 100, 300, 500, 800 및 1000℃로 하였다. 또한, 열확산을 측정하기 위하여 0~40mm

구간에서 10mm단위로 가열에 의한 온도 상승시간을 측정하였다.

2.2 사용재료

본 연구의 사용재료는 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 가열된 시험체의 온도확산을 파악하기 위하여 K타입의 서스 열전대를 사용하였다.

표 1. 실험계획

실험요인	실험수준	
실험체 종류	1	콘크리트
W/C (%)	1	50
가열 조건 (℃)	5	100, 300, 500, 800, 1000
위치조건 (mm)	5	0, 10, 20, 30, 40
측정 사항	1	• 열확산

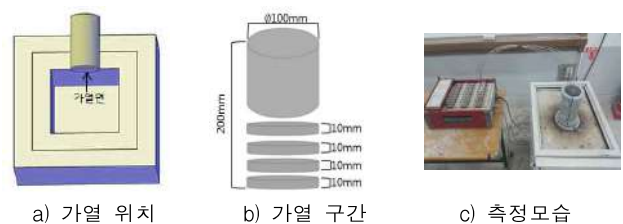


그림 1. 가열로를 이용한 시험방법

2.3 실험방법

그림 1은 본 연구의 시험방법을 나타낸 것이다.

시험체의 가열 위치는 a)의 모식도와 같이 공시체의 밑면을 1방향으로 가열한다. 측정구간을 b)와 같이 시험체 밑면에서부터 40 mm까지 도달온도를 10 mm 구간으로 구획하여 측정한다.

시험은 가열로를 통해 실험체 밑면에 열을 전달시키며 열전대를 통하여 데이터로거로 전달 받아 데이터를 측정

* 한국교통대 대학원 석사과정

** 한국교통대 건축학부 부교수, 공학박사

*** 한국건설기술연구원 화재안전연구소 수석연구원, 공학박사
이 연구는 2016년 정부(미래창조과학부)의 재원으로 국가과학기술연구회 융합연구단 사업(No.CRC-16-02-KICT)의 지원을 받아 수행된 연구임.

한다. 온도를 측정할 열전대의 위치는 0~40 mm로 5구간으로 구획하였으며 100~1000℃의 온도를 측정하기 위해 건조된 실험체를 고온 환경에 노출시켰으며 가열로의 승온속도는 100℃/h로 정하여 가열로를 사용하여 각 온도 조건 (100, 300, 500℃, 800℃ 및 1000℃)으로 상승시켰으며 온도 조건 도달 후의 열확산을 파악하기 위하여 온도 조건에 도달한 후 3시간 유지를 시켜 실험을 진행하였다.

3. 실험 결과 및 분석

그림 2은 가열온도와 시간 증가에 따른 온도상승변화를 도달시간과 유지시간으로 구분하여 나타낸 것이다.

100℃로 가열한 시험체의 경우 총유지시간인 가열 4시간에서의 온도가 0mm의 깊이에서 약 65℃, 40mm의 깊이에서 약 50℃, 0~40mm의 온도차는 약 15℃로 측정되었다. 300℃로 가열한 시험체의 경우 총 가열시간 6시간에서 0mm의 온도 약 220℃, 40mm깊이에서 약 160℃로 0~40mm의 온도차는 약 60℃로 나타났다. 500℃로 가열한 시험체의 경우 총 가열시간 8시간에서 0mm에서의 온도는 약 370℃, 40mm깊이에서 260℃로 측정되었으며 0~40mm의 온도차는 약 110℃로 나타났다.

비교적 높은 온도인 800℃, 1000℃로 가열한 시험체의 0mm~40mm에서의 깊이에서의 온도차가 각각 240℃와 300℃로 측정되었는데 저온으로 가열한 시험체보다 온도차가 비교적 높게 나타났지만 열 확산 분포가 비교적 균일한 것으로 측정 되었다.

4. 결 론

본 연구는 가열온도 별 열확산이 콘크리트의 특성에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구로 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

열 확산 분석결과, 콘크리트 시험체의 목표온도가 높을수록 온도차가 크게 나타났지만 열 확산의 분포는 비교적 균일하게 측정되었다.

참고문헌

1. 이중원, 최광호, 고온을 받은 콘크리트 슬래브에 화재 손상도 평가기법 연구, 한국콘크리트학회, 2015.11
2. 서동구 외 3명, 화재피해 콘크리트의 유지관리 및 시공성능 향상을 위한 표준화방안, 한국건축시공학회, 2013
3. 허영선, 화재손상 콘크리트 구조물의 중·장기 2차 거동 예측 및 잔존 내구성을 30일안에 평가할 수 있는 세계최초 원천기술 개발, 한국건설기술연구원, 2016
4. 강병희, 화재와 콘크리트의 재료 성능, 콘크리트 학회지, 2002

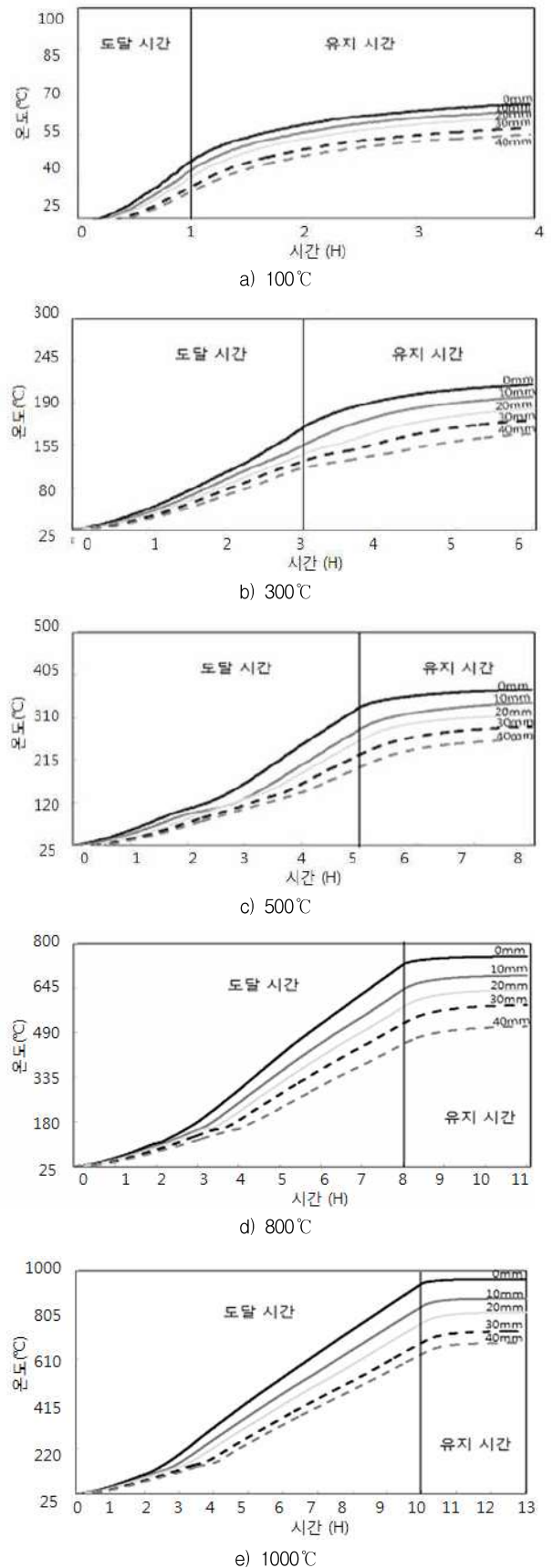


그림 2. 가열온도 별 콘크리트의 열확산 그래프

○백 철* 김 태 우* 이 재 진* 김 민 상* 한 민 철** 한 천 구***
Baek, Cheol Kim, Tae-Woo Lee, Jae-Jin Kim, Min-Sang Han, Min-Cheol Han, Cheon-goo

Abstract

In previous research, the saponification reaction of concrete and fat and oil is caused to fill capillary voids, which is effective to self-contraction reduction of concrete. In this research, the effects of various kinds of fats and oils on the carbonation resistance of ordinary strength concrete are investigated.

키워드 :유지류 도포, 보통강도 콘크리트

Keywords :Oil Application, Normal Strength Concrete

1. 서 론

본 연구의 종전 연구에서는 유지류를 콘크리트에 도포하면, 유지류의 주성분인 글리세린 에스테르와 콘크리트의 알칼리성분인 수산화칼슘이 반응하여 모세관 공극 속에 비누를 생성하므로써 외부의 물질 침투를 막아 내구성 측면에서 효과가 큰 것으로 보고한바 있다.

따라서 본 연구에서는 침투효과가 우수하도록 개량시킨 유지류와 변성규산염계 도포제를 선정하여 보통강도 콘크리트 표면에 도포함으로써 콘크리트의 내구성 항목 중 특히 탄산화 저항성에 어떠한 영향을 미치는지에 대하여 실험적으로 고찰하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

먼저 배합사항으로는 결합재 조성비로 OPC 100 %로 계획하였고, 물시멘트비(이하 W/C)는 60 %로 목표 슬럼프는 180±25, 목표공기량은 4.5±1.5로 계획하였다.

실험변수로는 유지류 종류로 무도포(이하 None), 변성규산염계 도포제(이하 DSL), 바이오디젤(이하 BD), 유화처리 정제유지류(이하 ERCO), 유화처리 바이오디젤(이하 ERBD)의 4종류로 선정하였다. 도포시기는 콘크리트를 7일간 수중양생한 후 표면에 도포하는 것으로 계획하였는데, 이 때 사용된 각종 유지류의 물리적 성질은 표 2와 같다.

실험사항으로는 먼저 기초 물성으로 콘크리트의 슬럼프는 KS F 2402, 공기량은 KS F 2421, 단위용적질량은 KS F 2409 및 압축강도는 KS F 2405의 표준규격에 의거하여 측정하였고, 내구성으로 탄산화 저항성을 KS F 2584에 따랐다.

3. 실험결과 및 고찰

* 청주대 대학원 석사과정

(교신저자 honorjoker@)

** 청주대 건축공학과 조교수, 공학박사

*** 청주대 건축공학과 교수, 공학박사

표 1. 실험계획

실험요인		실험내용	
배합 사항	결합재 조성비(%)	1	• OPC 100
	W/C(%)		• 60
	목표 슬럼프(mm)		• 180 ± 25
	목표 공기량(%)		• 4.5 ± 1.5
실험 변수	유지류 종류	5	• 무도포 (None) • 변성규산염계도포제 (DSL) • 바이오디젤 (BD) • 유화처리정제유지류 (ERCO) • 유화처리바이오디젤 (ERBD)
실험 사항	기초 물성	4	• 슬럼프 · 단위용적질량 • 공기량 · 압축강도 (3, 7, 28일)
	내구성	1	• 탄산화 저항성

표 2. 유지류의 물리적 특성

구분	색상	밀도(g/cm ³)	점도(cP)
DSL	회색	1.05	-
ERCO	황갈색	0.98	225(at 20℃)
BD	엷은 황갈색	0.884	15(at 20℃)
ERBD	황갈색	0.929	-

3.1 콘크리트의 기초 물성

본 연구의 기초물성은 표 3과 같다. 즉, 슬럼프의 경우는 155 mm, 공기량은 4.5 %로 목표 범위 안으로 나타났고, 단위용적질량 및 압축강도는 표 3과 같다.

표 3. 콘크리트의 기초적 특성

구분	슬럼프 (mm)	공기량 (%)	단위용적질량 (kg/m ³)	압축강도(MPa)		
				3일	7일	28일
OPC 100	155	4.5	2 271	7	12	21

3.2 콘크리트의 탄산화 저항성

그림 1의 경우는 유지류 도포에 따른 재령 1, 4 및 8주에서의 탄산화 저항성을 나타낸 것이다. 먼저 None 대비 유지류가 도포됨에 따라 탄산화 깊이가 감소하는 것으로 나타났다. 그 차이가 약 1.2 mm 이상 감소하는 것으로 나타났다. 또한 DSL 대비 유지류를 도포하였을 경우가 탄산화 깊이가 감소하는 것으로 나타났지만 그차이는 크지 않았다. 이는 DSL의 경우는 침투성 도포제로 모세관 공극의 침투하여 공극을 충전함으로써 탄산가스(CO_2)의 침투를 차단하여 탄산화 깊이를 감소시킨 것으로 사료되고, 유지류의 경우도 보통 강도 콘크리트 표면의 도포시 유지류의 지방산과 콘크리트의 수산화칼슘이 비누화 반응하여 모세관 공극을 비누로 충전함으로써 CO_2 의 침투를 차단하여 탄산화 침투깊이를 감소시킨 것으로 사료된다.

그림 2는 재령 8주의 유지류 도포에 따른 탄산화 깊이를 구분하여 나타낸 것이다. 탄산화 깊이는 None 대비 DSL, BD 및 ERCO의 경우는 약 38 %로 감소하는 것으로 나타났고, ERBD의 경우 약 44 %로 타유지류에 비하여 가장 크게 감소하는 것으로 나타났다. 이는 ERBD의 생성은 BD에 유화제를 넣고 5000 rpm으로 30분간 교반하면 친수성을 갖게 되는데 ERBD를 콘크리트 표면에 바르게 되면 모세관 공극의 물과 교반이 잘되어 비누화 반응으로 인한 비누의 생성이 모세관 공극을 더 밀실하게 충전함으로써 나타난 결과라고 사료된다.

그림 3은 유지류 도포에 따른 재령 28일의 압축강도를 나타낸 것이다. None 대비 BD 및 ERCO의 경우는 압축강도가 유사하게 나타났고, DSL 및 ERBD에서는 약 5 %로 감소하였지만 그 차이는 미미한 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구에서는 보통강도 콘크리트에 각종 유지류 도포시 탄산화 저항성에 미치는 영향에 대하여 분석 하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 유지류 도포에 따른 재령 1, 4 및 8주에서의 탄산화 저항성은 전반적으로 None 대비 유지류가 도포됨에 따라 탄산화 깊이가 감소하는 것으로 나타났다.
2. 재령 8주의 유지류 도포에 따른 탄산화 깊이는 None 대비 DSL, BD 및 ERCO의 경우는 약 38 % 감소하는 것으로 나타났고, ERBD의 경우는 약 44 %로 타유지류에 대비 가장 크게 감소하는 것으로 나타났다.
3. 유지류 도포에 따른 재령 28일의 압축강도는 None 대비 유지류 도포시 압축강도의 차이는 미미한 것으로 나타났다.

이상을 종합하면 보통강도 콘크리트에 ERBD를 도포시 탄산화 저항성 향상에 긍정적으로 기여함을 확인할 수 있었다.

참고문헌

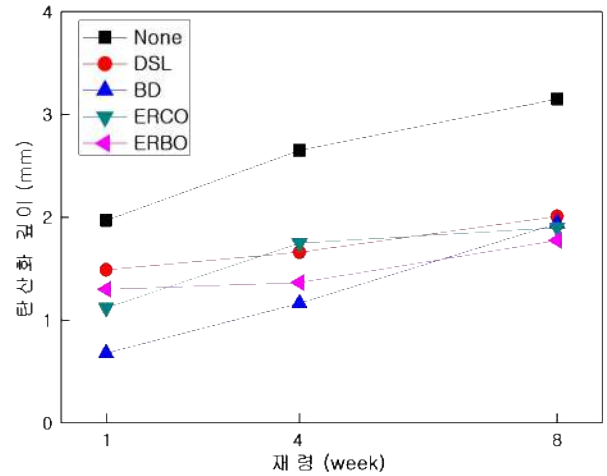


그림 1. 유지류 도포에 따른 재령별 탄산화 저항성

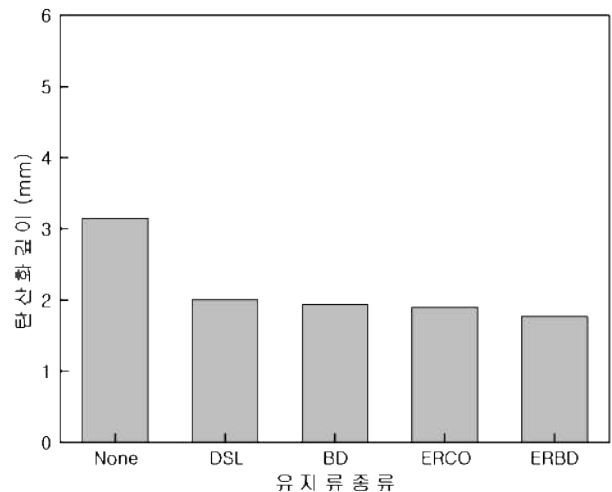


그림 2. 유지류 도포에 따른 탄산화 저항성(재령 8주)

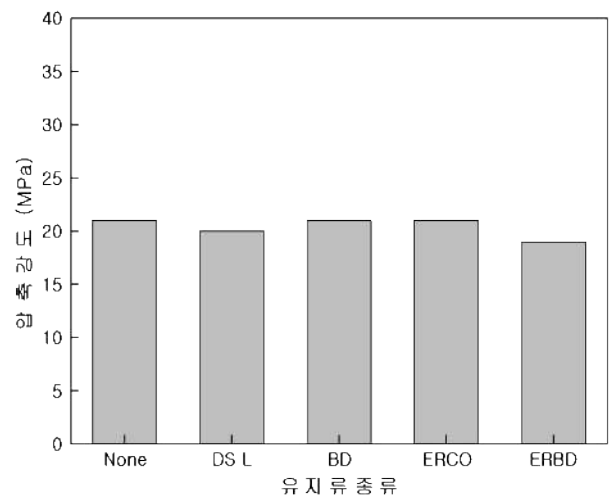


그림 3. 유지류 도포에 따른 압축강도(재령 28일)

1. 한천구 외 5인, 폐유지류 혼입에 따른 플라이애시 다량치환 콘크리트의 기초적 특성, 한국건축시공학회논문집 제12권 제2화, pp 67~69, 2012

반사형 단열재 설계인자에 따른 단열성능 분석

An Analysis of insulation performance according to design factors of reflective insulation

○ 홍 승 훈* 김 병 구* 지 창 민** 조 병 영***
Hong, Seung-Hun Kim, Byung-Gu Ji, Chang-Min Cho, Byoung-Young

Abstract

Domestic insulation standards are continuously being strengthened, and insulation product of various materials have been developed and constructed to cope with these. Among them, the reflective insulation is a insulation using the high reflection performance of the aluminum thin film and the low thermal conductivity of the polyethylene foam. However, in the case of reflective insulation, it is difficult to predict the inherent performance of the insulation, and the whole wall including the reflection insulation is constructed and tested. Therefore, in this paper, the performance change according to the design factors of the reflective insulation is predicted and analyzed through an thermal analysis program. We will use this as a basic data for the optimum design of reflective insulation.

키워드 : 반사형 단열재, 열관류율, 피지벨, 설계인자

Keywords : Reflective Insulation, Thermal Transmittance, Physibel, design factors

1. 서 론

1.1 연구의 목적

국내 시공되는 반사형 단열재의 일반적 형태로는 발포형 폴리에틸렌 폼의 타공 양면에 알루미늄 박막이 결합되어 제품화 되고 있다. 이는 알루미늄 박막의 저방사/고반사 성능과 발포형 폴리에틸렌 폼과 타공면의 낮은 열전도 성능을 이용하여 복합 단열성능을 구현하고 있다. 때문에 반사형 단열재만의 성능을 예측하기 어렵고, 실제 물리적 실험을 통해서만 그 단열성능을 판단할 수 있다.

따라서 본 논문에서는 반사형 단열재 설계인자에 따른 성능 변화를 3차원 정상상태 전열 해석 프로그램을 활용한 수치해석을 통해, 반사형 단열재의 성능을 예측·분석하여 반사형 단열재의 최적설계를 위한 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 성능평가 조건 및 방법

2.1 반사형 단열재 분석을 위한 변수 조건

본 논문에서 분석을 위해 적용한 설계인자는 반사형 단열재 두께, 중공층 간격 및 타공층 면적에 따른 단열성능 변화를 분석하고자 한다. 변수 조건은 표 1과 같다.

표 1. 설계인자에 따른 변수 조건

구분	변수조건	비고
단열재 두께	10 mm ~ 80 mm	Physibel, Trisco
	30 mm ~ 60 mm	물리적 실험
중공층 간격	2 mm ~ 20 mm	Physibel, Trisco
타공층 면적	10 mm×10 mm ~ 80 mm×80 mm	Physibel, Trisco

2.2 시뮬레이션 모델 물성조건

열전달 해석을 위한 시뮬레이션 프로그램으로 국제표준인 ISO 15099에 적합한 Physibel, Trisco 12.0w(이하

* 한국건설생활환경시험연구원, 주임연구원

** 한국건설생활환경시험연구원, 책임연구원

*** 한국건설생활환경시험연구원, 수석연구원, 센터장, 공학박사
(교신저자 : kg81@kcl.re.kr)

이 연구는 2017년도 산업통상자원부 국제상호인정시험평가능력기반 구축사업 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:1004-3685

Trisco)를 사용하였다. 표 2는 분석을 위한 물성조건으로 KS F 2277 “건축용 구성재의 단열성 시험방법”의 환경조건과 동일한 저온측 0℃, 항온측 20℃를 기반으로 환경조건을 적용하였다.

표 2. 시뮬레이션 모델 물성조건

구분	열전도율 (W/(m·K))	방사율 (-)	두께 (mm)
발포형 폴리에틸렌 폼	0.040	0.9	10
알루미늄 박막	200	0.03	0.02
압출법 보온판	0.034	0.9	-
콘크리트(1:2:4)	1.6	0.9	150
화강석	3.3	0.9	30
구분	온도(℃)	표면열전달율(W/(m²·K))	
실내	20	9.09	
실외	0	20	

3. 분석 결과

3.1 단열재 두께에 따른 성능 분석

그림 1은 반사형 단열재와 압출법 단열재의 두께에 따른 성능을 분석한 결과이다. 두께가 비교적 얇은 10 mm ~ 60 mm 구간에서는 압출법 단열재(1.321 W/(m²·K)~0.449 W/(m²·K))가 동일 두께의 반사형 단열재(0.919 W/(m²·K)~0.414 W/(m²·K))에 비해 단열성능이 낮은 것으로 나타났다. 이는 중공층과 접한 알루미늄 박막 방사성능의 영향으로 판단된다. 이후 두께가 확보된 70 mm ~ 110 mm 구간에서는 압출법 단열재와 반사형 단열재의 단열성능 차이가 작은 것(평균 0.043 W/(m²·K))으로 분석되었다. 또한 120 mm ~ 150 mm 구간에서는 압출법 단열재의 단열성능이 반사형 단열재의 단열성능보다 소폭 상승하는 것으로 나타났다.

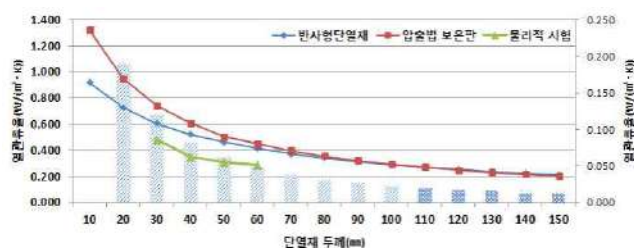


그림 1. 단열재 두께에 따른 단열성능 분석

표 3. 단열재 두께에 따른 단열성능 분석

(열관류율 : $W/(m^2 \cdot K)$)

단열재 두께	10 mm	20 mm	30 mm	40 mm	50 mm	60 mm	70 mm	80 mm	90 mm	100 mm	110 mm	120 mm	130 mm	140 mm	150 mm	비고
열관류율																
반사형단열재	0.919	0.728	0.607	0.525	0.463	0.414	0.375	0.343	0.315	0.292	0.272	0.255	0.239	0.226	0.214	Physibel, Trisco
압출법보온판	1.321	0.952	0.744	0.610	0.506	0.449	0.397	0.355	0.322	0.294	0.274	0.250	0.233	0.218	0.205	
반사형단열재			0.480	0.350	0.310	0.290										물리적 실험

표 4. 중공층 간격에 따른 단열성능 분석

(열관류율 : $W/(m^2 \cdot K)$)

중공층 간격	2 mm	4 mm	6 mm	8 mm	10 mm	12 mm	14 mm	16 mm	18 mm	20 mm	22 mm	24 mm	비고
열관류율	0.745	0.705	0.669	0.638	0.609	0.584	0.561	0.541	0.525	0.525	0.525	0.525	단열재 40 mm 기준

표 5. 타공 면적에 따른 단열성능 분석

(열관류율 : $W/(m^2 \cdot K)$)

타공면적	10×10 mm	20×20 mm	30×30 mm	40×40 mm	50×50 mm	60×60 mm	70×70 mm	80×80 mm	비고
열관류율	0.519	0.520	0.518	0.526	0.527	0.528	0.529	0.529	단열재 40 mm 기준

또한, Trisco 시뮬레이션 해석과 실제 물리적 실험 결과 비교를 통해 경향성을 분석하였다. 물리적 실험 결과는 K시험연구원의 3년간 반사형 단열재 두께별 단열성능의 평균이다. 30 mm~60 mm 까지의 물리적 시험 결과, 단열재 두께 증가에 따른 단열성능 향상 편차가 Trisco 시뮬레이션 분석과 유사한 추세로 나타났으며, Trisco 시뮬레이션 ($0.577 \sim 0.399 W/(m^2 \cdot K)$)와 물리적 실험의 열관류율 차이로 물리적 실험 ($0.480 \sim 0.290 W/(m^2 \cdot K)$) 결과가 약 30% 단열성능 차이를 보였다. 이는 반사형 단열재 소재별 성능 및 집합과정이 변수로 작용한 것으로 판단된다.

3.2 중공층 간격에 따른 성능 분석

중공층 간격에 따른 단열성능 분석 결과, 중공층이 최소 2 mm 일 때 열관류율 $0.745 W/(m^2 \cdot K)$ 로 18 mm 까지 2 mm 증가 마다 약 $0.028 W/(m^2 \cdot K)$ 씩 저감 되었으며, 20 mm 이후에는 단열성능 변화가 미미하여 수치해석상 20 mm 중공층 설정이 적절한 것으로 분석되었다. 그림 2는 중공층 두께에 따른 단열성능 분포를 나타낸다.

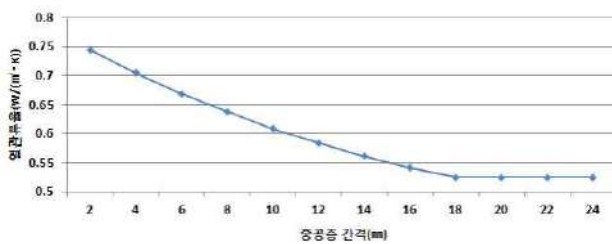


그림 2. 중공층 간격에 따른 단열성능 분석

3.3 타공 면적에 따른 단열성능 분석

반사형 단열재 내부 발포형 폴리에틸렌 폼의 공기층 확보 및 내부 반사를 위한 타공 면적에 따른 단열성능 분석 결과, 10 mm×10 mm 모델에서 최저 열관류율 $0.519 W/(m^2 \cdot K)$ 에서 80 mm×80 mm 모델에서 최대 $0.529 W/(m^2 \cdot K)$ 로 상승하는 경향을 보였으며, 이중 30 mm×30 mm 모델에서 $0.518 W/(m^2 \cdot K)$ 로 가장 낮은 수치를 나타냈다. 따라서 발포형 폴리에틸렌 폼과 타공층의 설계조건이 비교적 최적 단열성능을 만족하는 모델로 판단된다. 표 5와 그림 3은 타공 면적에 따른 단열성능 변화를 나타낸다.

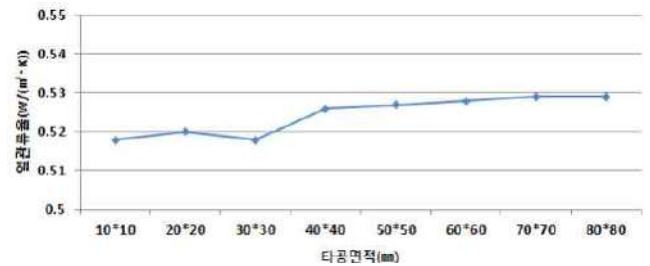


그림 3. 타공 면적에 따른 단열성능 분석

4. 결 론

본 논문에서는 반사형 단열재의 최적설계를 위한 설계인자별 단열성능 비교분석하였다.

(1) 단열재 두께 별 단열성능 분석결과, 단열재의 두께 10 mm에서 60 mm까지의 범위에서 반사형단열재의 단열성능이 기존 압출법 단열재보다 높은 것으로 분석되었다. 또한 실제 물리적 실험의 결과와 변화폭이 비교적 유사한 것으로 나타났고, 실제 물리적 실험과 시뮬레이션 해석의 차이는 약 30% 정도 발생하는 것으로 나타났다.

(2) 중공층 간격에 따른 분석결과, 최대 20 mm까지 단열성능이 향상되는 것으로 나타났으며, 이후 단열성능의 변화는 급격히 감소하는 것으로 분석되었다.

(3) 타공 면적에 따른 단열성능 분석결과, 타공 면적 30 mm×30 mm 모델에서 타공층 사이의 반사성능과 발포형 폴리에틸렌 폼의 진도성능이 적절히 발휘 되어, 전체 가장 낮은 열관류율 수치가 해석되었다.

본 논문에서는 반사형 단열재 설계인자에 따른 단열성능 변화를 분석하였다. 이후 실제 물리적 실험을 병행한 성능 평가를 통해 반사형 단열재의 최적 설계를 위한 연구를 병행할 것이다.

참고문헌

1. PHYSIBEL, TRISCO & KOBURU86 version 12.0w, 2010
2. ASTM C1224-15, Standard Specification for Reflective Insulation for Building Applications
3. ISO 6946, Building components and building elements -- Thermal resistance and thermal transmittance -- Calculation method, 2007

태양광발전 투명 방음벽의 발전성능 및 개방성 평가

Evaluation on the Power and Openness of Transparent Soundproof PV Panels.

○최 정 빈*

정 유 군**

Choi, Jeong-Bin Chung, Yu-Gun

Abstract

The soundproof panels beside the roads are useful for PV installment places. This study aims to analyze the power and openness of soundproof PV panels and to suggest the developing probability. For the study, the simulation by Solar Pro and Sketch Up are performed on the Chung ju P apartment buildings. The Sketch Up and Solar Pro programs are used to evaluate the PV panel performances. result, the rate of decrease of the PV wall relative to the power consumption of the P apartment is expressed as a maximum of 6.9% and a minimum value of 1.7%. The Openness is optimized on 50% PV installed panels.

키워드 : 방음벽, 태양광발전, 시뮬레이션, 발전성능, 개방성

Keywords : Soundproof-Wall, Photovoltaic, Simulation, Power Performance, Openness

1. 서 론

1.1 연구의 목적

도로에 설치되어 있는 방음 시스템인 방음벽은 미관과 경관 등을 고려하며 소음을 감소시키는 기능만을 가지고 있었으나 최근 해외를 중심으로 신재생에너지인 태양광을 접목시켜 태양전지를 부착한 발전 방음판을 개발하여 도로에 적용하고 있다.

본 연구에서는 도심지에 설치되는 투명 방음벽을 대상으로 태양전지 적용에 따른 개방 및 발전 성능을 평가하고자 한다. 평가는 태양광 발전 프로그램인 Solar Pro 와 3D 모델링 프로그램인 Sketch Up을 통해 진행하였다. 이때 실제 투명 발전 방음벽의 태양전지 설치율에 따라 음영을 분석하여 개방성을 제시하였고 연간 발전량 분석을 통해 실제 전력사용량 대비 절감율을 평가하고자 한다.

2. 시뮬레이션 개요

2.1 대상 건물 및 투명 발전 방음벽 설계

본 연구를 위해 충주 P아파트에 설치된 반사형 투명 방음벽을 대상 모델로 설정하였다. 한 개의 방음벽의 크기는 높이 10m이며 남서향에 걸쳐 260m 설치가 되어있다. 방음벽 한 개에는 총 10개 중 2개의 방음판은 콘크리트로 대체하고 남은 방음판에 태양전지를 설치하였다. 이때, 방음판 크기는 길이 1960mm, 높이 1000mm, 두께 60mm로 계획되었다.

설정된 투명 발전 방음판에 설치 가능한 태양전지는 최대 72개(설치면적 1900mm×950mm)로 태양전지의 설치개수는 54개(75%), 36개(50%) 그리고, 18개(25%)로 다양한 형태로 설정하여 배치 가능한 범위에서 형태를 변형하여 설계하였다. 시뮬레이션을 통해 투명 발전 방음판 8단 설치 시에 대한 발전량과 개방성을 분석하였다.



그림 1. 충주 P아파트 투명 방음벽

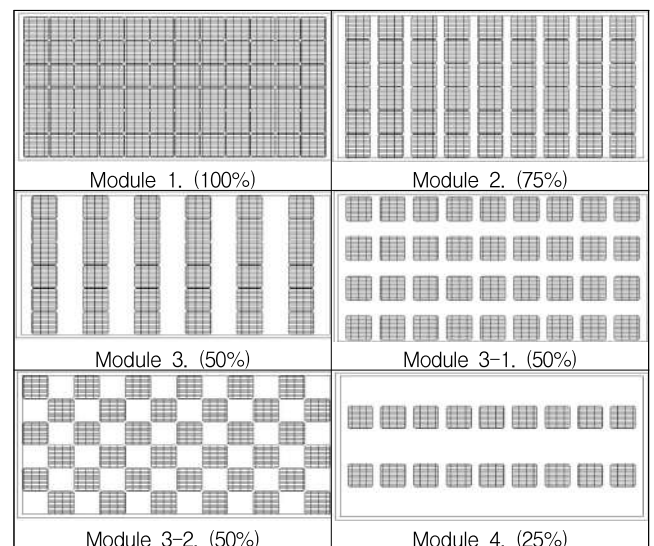


그림 2. 제안된 투명 발전 방음판 태양전지 배치도

2.2 시뮬레이션 조건

투명 발전 방음판의 개방성 분석을 위해 Sketch Up 프로그램을 사용하였고 발전량 분석은 Solra Pro 프로그램을 활용하였다. 발전량 분석 시 기후데이터는 충주 기상데이터가 존재하지 않아 충주와 근접한 청주 지역 기상데이터를 적용하였다. 측정 시간은 시뮬레이션 상에서 발전 방음벽의 발전량이 유효하게 나타나는 오전 7시부터 오후 4시까지 설정하였으며, 발전량의 측정 결과를 바탕으로 제어 조건에 따른 발전 성능을 비교하였다.

표 1. Solra Pro 분석조건

분석 기간	1년 (12개월)
분석 시간	오전 7시~오후 4시
기후 데이터	충북 충주

* 한국교통대 대학원 석사과정

** 한국교통대 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : ygchung@ut.ac.kr)

이 연구는 2016년도 한국과학재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:2015R1D1A1A02062013

3. 분석결과

3.1 개방성 평가

투명 발전 방음벽의 개방성을 평가하기 위해 3D 모델링을 통하여 음영을 분석하였으며 도로에서의 시각과 재실자의 시각을 통해 각 모듈의 시각도를 그림 3.과 같이 표현하였다. 개방성 평가는 랜더링을 통한 태양광 입사시 방음벽 뒷면에 생기는 음영율로 평가하였다. 평가결과 태양전지 설치 개수가 적어질수록 음영율이 낮아지는 것으로 평가되었다. 이때, 태양전지 50% 설치 시 배치형태에 따라 음영패턴이 상이한 걸로 분석되었다.

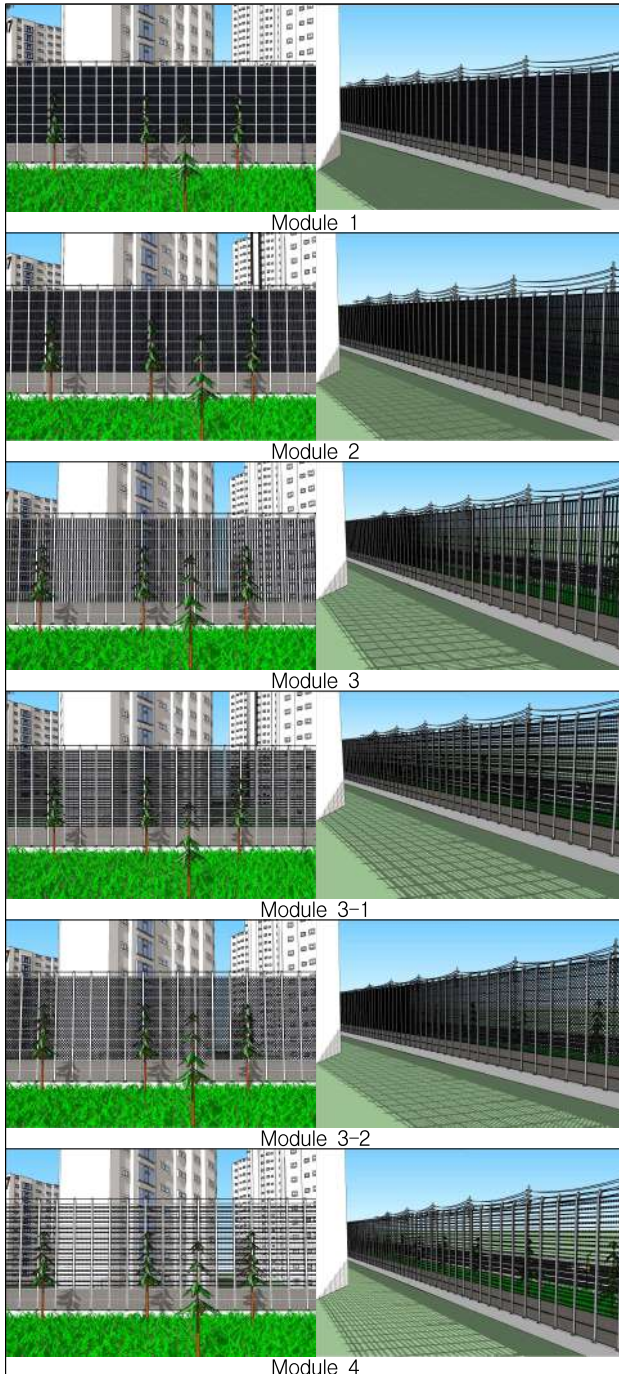


그림 3. 충주 P아파트 투명 발전 방음벽의 시각도

3.2 절감율 평가

충주 P아파트의 1월부터 12월까지의 전력사용량을 바탕으로 투명 발전 방음벽 8단 설치 시의 발전량 대비 절감율을 평가하였다. 평가결과 전력사용량에 대한 절감율은 각 모듈 당 평균으로 나타내었으며 Module 1에서는 최대 6.9%, Module 2에서는 최소 1.7% 결과 값이 나왔다.

표 2. 투명 발전 방음벽 8단 설치 시 발전량 대비 절감율 및 전력비

월별	P아파트 전력사용량 (kWh)	Module 1		Module 2		Module 3		Module 4	
		발전량 (kWh)	절감율 (%)	발전량 (kWh)	절감율 (%)	발전량 (kWh)	절감율 (%)	발전량 (kWh)	절감율 (%)
1월	249293	10901	4.4	8176	3.3	5448	2.2	2723	1.1
2월	281289	13112	4.7	9835	3.5	6554	2.3	3277	1.2
3월	243789	18095	7.4	13573	5.6	9047	3.7	4525	1.9
4월	229406	21329	9.3	16001	7.0	10666	4.6	5338	2.3
5월	211330	24195	11.4	18151	8.6	12100	5.7	6055	2.9
6월	213151	22013	10.3	16514	7.7	11009	5.2	5510	2.6
7월	222966	19900	8.9	14929	6.7	9953	4.5	4981	2.2
8월	281274	19476	6.9	14611	5.2	9740	3.5	4875	1.7
9월	225624	17370	7.7	13030	5.8	8687	3.9	4347	1.9
10월	239616	15166	6.3	11377	4.7	7583	3.2	3794	1.6
11월	247416	10606	4.3	7955	3.2	5301	2.1	2650	1.1
12월	271296	9475	3.5	7106	2.6	4735	1.7	2366	0.9
합계	2916450	201638	-	151258	-	100823	-	50441	-
평균	243038	31021	6.9	23270	5.2	15511	3.5	7760	1.7

※ 절감율: (각 설치율의 발전량/실제 P아파트 전력사용량)*100

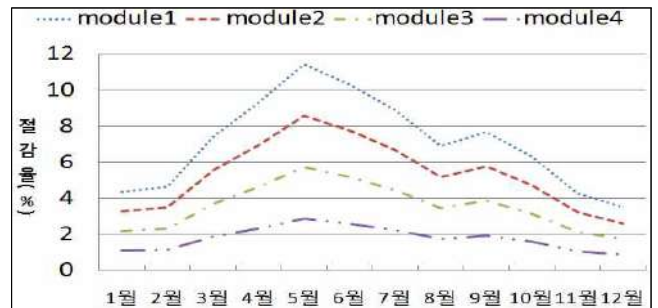


그림 4. P아파트 전력사용량 대비 절감율

4. 결론

본 연구에서는 기존의 방음벽에 태양전지를 적용한 투명 발전 방음벽을 개발하기 위한 기초연구이다. 우리나라에 있는 실제 방음벽을 발전 방음벽으로 설계 및 개발을 하였고 투명 발전 방음벽에 실시되는 태양전지의 설치율에 따른 개방성과 발전성을 평가하였다.

시뮬레이션을 통하여 평가한 결과 태양전지 설치율에 따른 개방성은 태양전지 배치의 형태에 따라 다양하게 달라지는 것을 확인할 수 있다. 또한, P아파트의 실제 1년간 전력사용량 대비 설치된 투명 발전 방음벽의 발전량에 따른 절감율은 평균 최대 6.9% 최소 1.7%로 분석되었다. 따라서 각 도시지의 상황을 바탕으로 개방성과 발전량을 고려한 투명 발전 방음벽 선택이 필요한 것으로 분석되었다.

추후 연구에서는 각 제안된 방음벽을 바탕으로 설문조사를 진행하고 선호도 조사를 통하여 효율적인 개방성 대비 발전성을 알아보고 나아가 직접 제작을 통하여 시뮬레이션 대비 실제 발전량의 비교 분석 및 유효성 평가가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- 이상진, 이웅현, 옥종호 “ 태양광발전시스템을 적용한 도시차량소음 차단벽 패널 개발에 관한 연구” 대한건축학회 논문집 제29권 제3호 2013. 03
- 김일호, 김지성, 이우미, 김광수 “ 친환경 기능성 방음벽” 한국도로학회 논문집 제 15권 제5호 2013. 10
- 한국산업규격 KS F 4770-3 방음판- 비금속재 칼라

통합 건물성능분석 모델 개발을 위한 재실자 행동패턴 기반 건물정보모델 개발에 관한 연구

BIM-based object-oriented physical model integrating with agent-based occupant behavior simulation to support dynamic building performance simulation

○정 운 성*
Jeong, WoonSeong

Abstract

This paper presents our research endeavors for adopting equation-based Object-Oriented Physical Model (OOPM) and agent-based occupant behavior simulation technique into building performance simulations with Building Information Modeling (BIM). First we describe the methodology of multiple domains building performance simulations by creating BIM-based OOPM. Also, we explore how to model of occupants and simulate the occupants' behavior using agent-based occupant behavior simulation technique with BIM. Finally, we explain how to provide the simulated results from the occupant behavior simulation with the BIM-based OOPM for multi-domain building performance simulation.

키워드 : 재실자 행동패턴, 건물정보모델, 건물성능분석

Keywords : Agent-based occupant behavior simulation, BIM, Object-Oriented Physical Model

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

전 세계적으로 건물 에너지 소비가 꾸준히 증가하고 있으며, 이로 인한 건물의 에너지 소비로 인한 온실가스 발생도 유사한 비율로 나타나고 있다. 이러한 상황에서 지속가능 건축에 관심이 나날이 고조되고 있으며 친환경 설계 및 시공을 위해 종합적 건물 성능분석 기반의 설계 방법론이 지속적으로 연구되고 있다. 본 연구에서는 지속가능한 설계 및 시공을 위해 물리적 모델링 기법과 건축 정보모델(BIM)이 통합된 건물성능분석 모델에 재실자 행동 양식 분석 결과를 실제적이며 명시적으로 반영하기 위한 통합 정보모델개발에 있다. 즉, 본 연구에서는 실제적인 건물성능분석 모델의 효율적 사용을 위해 물리적 정보가 포함된 BIM기반의 재실자 행동 패턴 모델을 개발에 있다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 그림 1에서와 같이 BIM과 재실자 행동패턴 모델 기반의 통합 건물성능분석모델(Building Energy Performance Model, BEPM) 개발에 있으며, 본 연구는 다음과 같은 세부 방법을 포함하고 있다.

- 1) 건물 설계 정보의 효율적인 정보통합이 가능하며 다분야 건물 성능분석을 지원하는 통합 건물 에너지 성능분석 모델 구현
- 2) 건물설계정보와 효율적인 정보교환을 통한 실제적인 재실자 행동패턴 모델 및 이를 통한 재실자 행동 패턴 시뮬레이션 수행
- 3) 건물설계정보 기반의 재실자 행동 패턴 모델을 통해 분석된 재실자 행동패턴 시뮬레이션 결과를 건물 에너지 성능분석 모델에 명시적으로 제공하는 통합 건물 에너지 성능분석 모델 생성

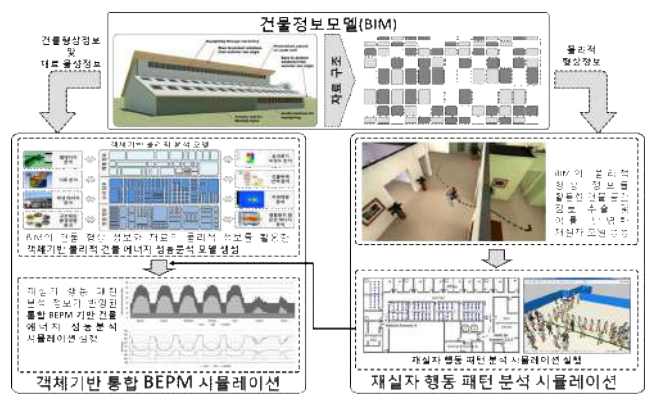


그림 1. 건물정보모델과 재실자 행동패턴 모델 기반의 통합 건물 성능분석 시뮬레이션 프레임워크

2. BIM과 BEPM에 대한 고찰

2.1 BIM기반의 건물성능분석 및 다중분야 시뮬레이션 활용

BIM 정보를 활용해 건물 성능을 분석하는 Green BIM과 관련된 연구는 현재까지 BIM 모델링 프로그램과 에너지 성능 해석 프로그램 간 호환성 연구를 중심으로 활발히 이루어지고 있으며, 친환경 설계(일조, 조망, 기류 등) 및 국내 친환경 인증과의 연계를 위한 연구도 일부 수행되고 있다. 또한 국내연구에서는 종합적 건물 성능분석을 위한 통합 성능분석 모델의 개발 및 객체 기반 성능분석 모델과의 데이터 연계를 위한 연구는 전무한 실정이며, 이를 위한 정보 추출 및 통합 기술의 개발이 요구되고 있다.

2.2 BIM기반 건물성능분석

건물 성능분석 시뮬레이션 과정에서 요구되는 데이터 일관성을 지원하고 데이터 손실을 방지하기 위해 IFC 기반의 BIM 활용을 제안하는 연구가 진행되고 있으며, 건물 형상정보와 기계·전기·설비(Mechanical, Electrical, and Plumbing; MEP) 시뮬레이션 구성 정보를 통합 모델을 통해 정보 교환을 구현하는 다분야 표현 모델이 제안되었다(O'Donnell, 2011). 하지만 이런 모델들은 건물성능

* 충북대 건축공학과 조교수, 건축학박사

(교신저자 : wsjeong@chungbuk.ac.kr)

이 성과는 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2016R1C1B2014542).

분석 도구들과 건물 모델링 도구사이의 정보 교환의 단일화가 이루어지지 않고 있으며, 이를 극복하기 위해 발생하는 비효율적 정보 교환의 프로세스를 정보교환 모델을 활용해 그 효율성을 증진시키려는 연구가 진행되고 있다(O'Donnell, 2011).

2.3 재실자 행동패턴이 고려된 건물성능분석

재실자 모델을 활용해 건물 에너지 시뮬레이션에 적용하는 연구는 현재까지 소수의 연구기관에서 행해지고 있으며, BIM을 활용한 재실자 모델 구축 및 건물 에너지 시뮬레이션 수행에 관련한 연구는 극히 부족한 상태이다. 기존 연구에서는 실제적이며 확장 가능한 재실자 행동패턴 모델에 근거한 분석결과의 반영보다는 확률적 혹은 단일 값으로 재실자의 행동패턴을 정의하여 건물 에너지 시뮬레이션에 적용하였다(김종현 외, 2011). 결과적으로 국내연구에서는 재실자 모델과 BIM과의 정보 통합을 통한 BEPM 생성 및 시뮬레이션 연구는 전무한 실정이며, 이를 위한 정보 추출 및 통합 기술의 개발의 필요성이 증대되고 있다.

2.4 다중분야 시뮬레이션 활용에 관한 동향

객체지향 물리 기반 모델링(Object-Oriented Physical Modeling, OOPM) 기법이 다중분야 시뮬레이션을 위해 구조화되고 수식 기반의 모델링 기법을 제공함으로써 새로운 연구 분야로 제시되고 있다. 최근 들어 OOPM을 위해 Modelica라는 통합 언어가 개발되어, 서로 다른 분야에서 개발된 객체들로 이루어진 복잡한 시스템 분석을 위한 모델링과 시뮬레이션의 통합사용에 활용되고 있다. 비록 Modelica 기반의 건물성능분석 라이브러리의 개발로 인해 객체 기반 성능분석 엔진의 활용이 가능하였지만, 에너지 분석 전문가의 관점에서 개발되어 비전문가들의 용이한 사용이 어려우며, BIM 모델과의 정보 교환 및 통합의 측면에서 개발이 요구되고 있다.

3. BIM 연동 재실자 행동 분석 정보를 반영한 실제적인 객체지향 건물성능분석모델 개발

연구배경에서 언급한 문제점들을 고려해볼 때, 기존 건물 성능분석 시뮬레이션 도구들을 활용하여 종합적인 건물 성능분석을 효율적으로 건물설계에 적용하는데 어려움이 있으며, 건축물 생애주기 동안 에너지 소비량에 많은 영향을 끼치는 다분야 기반의 여러 요인들을 효율적으로 설계단계에서 그 성능검토가 이루어져야 한다. 또한, 시뮬레이션 결과와 실제 에너지 사용량과의 현격한 차이를 줄이기 위해, 행위자 행동이 적극 반영된 통합 성능분석 모델의 구현 및 활용이 필요하다.

이를 위해서, 종합적 건물 성능분석을 제공하기 위해 다분야 성능분석기반의 통합된 건물 시뮬레이션 모델이 요구되며, 건축물의 설계·시공·유지관리를 통합적으로 운영할 수 있는 BIM 기술 기반의 건물 디자인 모델과 건물 성능분석 모델 사이의 충분한 정보 통합이 진행되어야 하고, 행위자 행동 패턴을 반영한 BIM 기반의 재실자 모델 구현 및 통합된 성능분석 시뮬레이션 모델과의 긴밀한 데이터 연계가 필요하다.

3.1 통합 건물 에너지 성능분석 모델 구현

종합적 건물 성능분석을 설계 단계에서 효율적으로 제공하기 위해서는 건물설계정보와 효율적인 정보통합이 가능하며 다분야 건물 성능분석을 지원하는 통합 건물 에너지 성능분석 모델 구현이 필요하며, 본 연구에서는 Modelica를 활용한 OOPM기반의 BIM 모델 구현을 위한 통합 건물 에너지 성능분석 모델 구현이 첫 번째 연구 방법론이다(그림 2의 1번 참조).

3.2 실제적인 재실자 행동패턴 모델 구현

또한, 건물설계정보와 효율적인 정보교환을 통한 실제적인 재실자 행동패턴 모델 구현이 요구되며, 이를 통한 재실자 행동 패턴 시뮬레이션 수행이 이루어져야 한다(그림 2의 2번 참조).

3.3 재실자 정보가 반영된 통합 건물 에너지 성능분석 모델 구현

끝으로, 건물설계정보 기반의 재실자 행동 패턴 모델을 통해 분석된 시뮬레이션 결과를 보다 실제적인 건물 에너지 성능분석 결과 도출을 위한 통합 건물 에너지 성능분석 모델에 효율적으로 반영시킬 수 있는 프로토타입 구현을 본 연구의 마지막 방법론으로 제시할 수 있다(그림 2의 3번 참조).

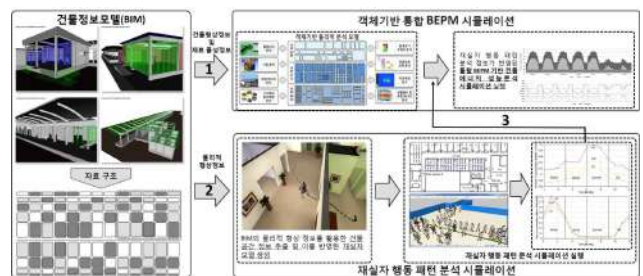


그림 2. 재실자 정보기반의 통합 건물 에너지 성능분석 모델 개발을 위한 연구 내용 도식도

4. 결 론

본 연구에서 통합 건물성능분석 모델에 실제적인 재실자 행동 패턴 분석결과를 효과적으로 반영할 수 있는 방법론에 대해 제시하였다. 제시한 방법론은 1)OOPM기반의 통합 건물성능분석 모델 개발과 2)BIM을 활용한 재실자 행동패턴 분석을 위한 프로토타입 개발 그리고 3)그 결과 값과 BIM기반 OOPM 건물성능분석 모델과의 정보 통합 모델 개발이라는 3단계의 향후 연구과제로 진행할 것이다.

참고문헌

- O'Donnell, J., SimModel: A domain data model for whole building energy simulation. SimBuild 2011, Sydney, Australia
- 김종현, 박상린, 김덕우, 박철수, 재실자 반응이 고려된 에이전트 빌딩 에너지 시뮬레이션, 대한건축학회논문집 계획계, 27(12), 2011.

○이 원 균*

Lee, Won-Gyun

노 상 태**

No, sang-tae

장 운 성***

Jang, woon-Sung

Abstract

25%~40% of energy loss in buildings occurs in window system. Precise thermal performance measurement of window system becomes very important. Currently in Korea, KS F 2278 test method is used to measure thermal performance of window system. To save human and expense resource for test, government released new regulation on computer simulation method which is combined to actual test. In this study, to compare and verify differences between simulation and test results, many THERM and WINDOW simulation were performed following the regulation. And differences of simulation results according to various simulations were also considered and analyzed.

키워드 : 열관류율, 창세트 열시험, 시뮬레이션, 시뮬레이터, 창호의 형태
Keywords : U-value, Window Thermal test, Thermal simulation, Simulator, Window Frame

1. 서 론

최근 건물 사용자의 미관 및 조망 등의 요구 증대로 인하여 커튼월 건축물과 같이 건물 외피에서 창 및 유리가 차지하는 비율은 점점 증가하고 있는 추세이다. 그러나 창호를 통해 발생하는 건물 에너지 손실은 20%~40%에 달하기 때문에¹⁾ 창호의 단열성능에 대한 검증이 반드시 필요하다고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 물리적 시험방법을 대체할 수 있는 Therm과 Window를 이용하여 그 결과값과 대상 창세트의 실제 열성능 측정값을 비교하고, 시험값과 해석값 간의 오차 및 열관류율에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 창세트 열성능 관련 규정

에너지이용 합리화법 제15조 등에 따른 ‘효율관리기재 운용규정’에 의하면, 창세트 에너지성능에 대한 물리적 시험용 시료 규격은 열관류율, 기밀 모두 2 m X 2 m를 기본으로 하고 있다. 단, 기밀시험의 경우 제조업자 또는 수입업자가 요구할 경우 1.5 m X 1.5 m 크기의 시료로 시험할 수 있으며, 만약 실제 판매되는 창 세트의 크기가 기본 시료 크기보다 작을 경우에는 실제 제품의 크기와 동일한 크기의 시료로 시험할 수 있다.

열관류율은 KS F 2278, 기밀은 KS F 2292의 시험방법으로 시험하는 것을 원칙으로 하나, 프레임 소재, 개폐방식, 단창/이중창 등이 기본모델과 동일한 경우에 대하여 유리사양, 개폐면적, 열교차단재 등이 변경되는 경우에는 시뮬레이션을 활용할 수 있다.

다만, 시뮬레이션 결과를 활용하기 위해서는 아래의 기준을 만족하여야만 한다.

가. 기본 모델에 대한 물리적 시험 결과가 있을 것.

나. 시뮬레이션으로 인한 등급 간의 변화는 불가능함.

다. 열관류율 값이 1.4 W/m²K 이하일 경우 허용오차

범위는 +0.14 W/m²K.

라. 열관류율 값이 1.4 W/m²K를 초과할 경우 인정 범위는 물리적 시험에 의한 열관류율의 ± 10 %.

3. 창세트 시뮬레이션

3.1 창세트 경계조건 및 재료 물성치

시뮬레이션을 위한 경계조건은 창세트 시뮬레이션 세부절차(한국건설생활환경시험연구원 성욱주)³⁾를 참고하여 값을 적용하였다. 내부 온도는 20°C 외부온도는 0°C로 설정하였고 내부 대류계수는 9.09(W/m²K) 외부 대류계수는 20(W/m²K)로 설정하였다.

아래 표 1은 Therm을 이용하여 시뮬레이션을 실시 할 때 창 세트 재료 물성치를 나타낸 것이다. 각 Group이 Frame, Glazing, Spacer으로 나뉘며 각 재료별 열전도율과 방사율은 다음 표와 같다.

표 1. Therm 시뮬레이션 적용 물성치

Group	Material	Thermal Conductivity (W/mK)	Emissivity
Frame	Steel-Stainless (Oxidized)	17.00	0.8
	Polycarbonate	0.2	0.9
	PVC	0.17	0.9
	Steel(Oxidized)	50.00	0.8
	Mohair	0.14	0.9
Glazing	Silicone	0.35	0.9
	Low-e Coating	1.0	0.03
	Clear Glass	1.0	0.84
	Green Glass	1.0	0.84
	Air	0.024	-
Spacer	Argon	0.017	-
	Aluminum (Oxidized, Mill Finish)	237.00	0.2
	PVC	0.17	0.9
	FiberGlass (PE Resin)	0.3	0.9

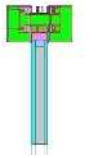
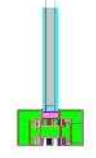
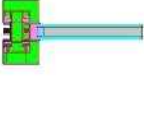
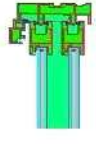
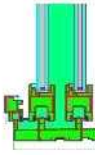
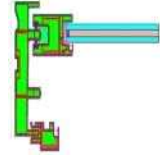
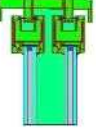
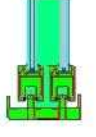
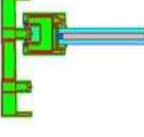
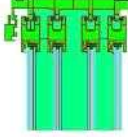
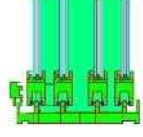
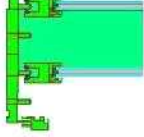
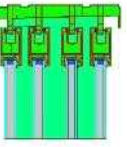
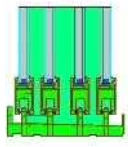
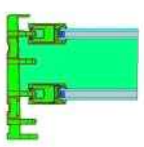
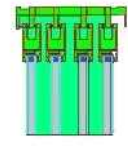
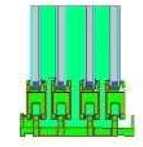
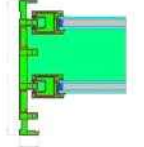
* 한국교통대 건축공학과 학사과정

** 한국교통대 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : stno@ut.ac.kr)

*** (주) 원체 기술연구소 대리

표 2. 해석대상 창세트 Therm 모델링

Case	Head	Sill	Jamb	Case	Head	Sill	Jamb
Case.1				Case.2			
Case.3				Case.4			
Case.5				Case.6			

3.2 시뮬레이션 해석대상 창세트 모델링

Case별 도면 데이터를 Therm 프로그램에서 불러오기 하여 Case1~6을 Head, Seal, Jamb로 나누어 모델링 한 것이 다음 표 2와 같다.

4. 창세트 시뮬레이션 분석

4.2 시뮬레이터 간 열관류율 결과값 비교 및 분석

다음 표 3은 세 명의 시뮬레이터가 각각 Case.1부터 Case.6까지 Therm과 Window를 사용하여 시뮬레이션 해석값을 나타낸 것이다. 시험값과 해석값의 오차의 편차가 가장 큰 대상은 Case.3이고, 각 시뮬레이터 간의 오차는 Case.4에서 가장 크게 나타났다.

표 3. 시뮬레이터간 열관류율 해석값 비교

		시험값 (W/m ² K)	해석값 (W/m ² K)	오차율 (%)
시 물 레 이 터 1	Case.1	1.541	1.152	25.24
	Case.2	2.002	1.218	39.26
	Case.3	2.518	1.343	46.66
	Case.4	0.986	1.148	16.43
	Case.5	0.761	0.765	0.52
	Case.6	0.935	1.000	6.95
시 물 레 이 터 2	Case.1	1.541	1.189	22.84
	Case.2	2.002	1.152	42.45
	Case.3	2.518	1.354	46.22
	Case.4	0.986	1.208	22.51
	Case.5	0.761	0.765	0.52
	Case.6	0.935	0.979	4.70
시 물 레 이 터 3	Case.1	1.541	1.134	26.41
	Case.2	2.002	1.120	44.05
	Case.3	2.518	1.317	47.69
	Case.4	0.986	1.095	11.05
	Case.5	0.761	0.735	3.41
	Case.6	0.935	0.927	0.85

동일한 데이터로 시뮬레이션을 진행하였음에도 불구하고, 각기 다른 결과값이 나타났다. 즉, 동일 모델에 대하여 시뮬레이터 간 모델링 기법 및 숙련도의 차이에서 다소의 오차가 발생할 수 있음을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 Therm과 Window를 이용한 창세트 해석 시뮬레이션을 수행하여 시험값과 해석값을 비교하고, 각 시뮬레이터 간의 시뮬레이션 차이를 분석하여 열관류율에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 통해 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) 시뮬레이터와는 관계없이 대부분 데이터의 열관류율의 시험값이 해석값보다 큰 특징이 있고, 모델링 대상에 따라 각기 다른 오차율을 보인다.

2) 시뮬레이터가 Therm 프로그램에서 모델링 시, 모델링 대상의 형태 표현 방식이 각각 다르고 모델링 방법에서도 개인차가 발생하는 것으로 차이가 나타났다.

현재 한국패시브건축협회에서 제공하고 있는 Window _Therm 매뉴얼과 시뮬레이션 가이드로는 결과값에 대한 재현성을 보장하기 어렵다는 한계를 보여주고 있다. 그러므로 보다 정확하고 자세한 가이드라인이 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 유호진, 오영호, 박승길 “에너지 효율로 본 상업용 건물의 적정 창호에 관한 연구” 한국태양에너지학회 논문집, Vol. 25, No. 4, pp.53-60 2005.
2. “Windw_therm 매뉴얼” (창세트 시뮬레이션 평가 사무국)
3. “창세트 시뮬레이션 프로그램” 한국건설생활환경시험연구원 성욱주 2013.

Decision Tree 알고리즘과 IoT Data를 이용한 단위실의 재실추정에
대한 연구

A Study on Predicting Occupancy of Private Room Using IoT Data and Decision Tree Algorithm

○김 석 호*

서 동 현**

Kim, Seok-Ho Seo, Dong-Hyun

Abstract

In this study, we tried to analyze the influence of input variables according to data collecting period when predicting the occupancy of private rooms using IoT data and decision tree algorithm. Input variables included indoor environmental data such as temperature, humidity, CO2 concentration and illuminance, and energy usage data such as lighting and air conditioning. Occupancy data was used as an output variable. C4.5 algorithm that is a kind of decision tree was used to create occupancy estimation model. As a result, we found the influence of input variables on occupancy estimation can be changed when the indoor and outdoor environment and the behavior of occupants are rapidly changed.

키워드 : 재실추정, 의사결정나무, 사물인터넷 데이터, 입력변수

Keywords : Occupancy Estimation, Decision Tree, IoT Data, Input Variable

1. 서 론

1.1 연구의 목적

재실정보는 건물에너지 모델의 사용량 예측결과를 결정하는 주된 요인 중 하나로, ASHRAE에서 제시하는 건물용도별 표준재실스케줄¹⁾을 사용하는 것이 일반적이다. 하지만 표준재실스케줄은 개별건물의 재실특성을 반영할 수는 없으므로 이를 이용한 개별건물에 대한 수요예측 결과는 실제 값과 상이할 수 있다.

최근에는 개별건물의 에너지사용량을 예측함에 있어 실제 건물에서 수집된 재실정보 데이터를 바탕으로 기계학습을 이용해 재실정보를 추정하고, 이를 건물에너지 모델링에 반영하는 연구²⁾가 진행되고 있다. 그러나 재실정보 데이터의 수집을 위해 사용되는 적외선 센서나 이미지 센서는 정확도 및 사생활 침해의 문제가 있을 수 있다. 이에 따라 재실정보를 간접적으로 반영하는 실내 환경 및 에너지 수요를 계속한 IoT데이터를 이용하여 재실정보를 추정하는 시도³⁾도 이루어지고 있다. 이러한 흐름의 일환으로 본 연구에서는 데이터 마이닝의 분류기법 중 하나인 Decision Tree를 바탕으로 냉난방기간 동안 수집된 IoT데이터를 이용하여 재실정보 추정성능에 기여도가 높은 개별 또는 조합된 IoT데이터의 종류와 그 정확성을 확인하고자 한다.

2. 본 론

2.1 대상 공간 및 수집 데이터의 개요

대상 공간과 수집 데이터에 대한 정보는 표 1과 표 2에서 확인할 수 있다. 수집된 데이터는 측정센서의 종류에 따라 시간간격 및 형식이 다르므로 R 소프트웨어를 이용하여 전처리를 하였고, 분석에 활용한 시간간격은 15분으로 통일하였다.

2.2 Decision Tree의 이론적 배경

Decision Tree 기법은 다양한 입력변수와 출력변수의 관계를 학습하여 새로운 입력변수의 값에 대한 출력변수

의 값을 예측하는 데이터 마이닝 분류기법의 일종이다. Decision Tree 알고리즘은 분류 후 데이터들의 출력변수의 동질성을 최대화한다는 분류 규칙에 따라, 각각의 분류 단계마다 데이터의 입력변수 및 입력변수 값을 기준으로 출력변수를 분류하는 과정을 반복하고 분류가 끝나면 최종적인 예측모델을 생성한다.

표 1. 대상 공간의 개요

항 목	내 용
위 치	충청북도 청주
면 적	22.51 m ²
용 도	개인 사무실
재실인원	1 명
조 명	LED 조명, 자동 디밍 제어, 스위치
냉난방	EHP, 보조난방기구(개별제어), 증기방열기(중앙제어)
제 어	방열기를 제외한 모든 조명, 냉난방, OA기기는 재실자가 제어함

표 2. 수집 데이터의 개요

로 거	수집항목	수집시간간격	수집기간
로 거1	실내온도 (Temp)	1분	냉방기간 2016.07.01 ~ 2016.07.21
	실내조도 (Ilu)		
	조명전력 (LP)		
	재실여부 (OI)		
로 거2	상대습도 (Humi)	15분	난방기간 2017.02.01 ~ 2017.02.21
	실내CO2농도 (CO2)		
로 거3	EHP전력 (ACP)	1초	

2.3 재실정보의 추정

재실정보의 추정에는 Decision Tree 기법의 C4.5 알고리즘을 사용하였고 R 소프트웨어를 통해 구현하였다. 수집된 데이터 중 실내 환경 데이터(온도, 습도, CO2농도, 조도)와 에너지 수요 데이터(조명전력, EHP전력)는 입력변수로, 재실여부 데이터는 출력변수로 사용하였다. 냉난방기간동안 각각 3주간 데이터를 수집하였고 그 중 초기 2주간의 데이터는 학습데이터로, 나머지 1주간의 데이터는 검증데이터로 사용하였다. 재실정보의 추정은 다음과 같이 진행하였다.

먼저 Rui Zhang et al.(2012)⁴⁾이 제시한 방법에 따라 냉난방기간의 학습데이터를 바탕으로 계산된 Gain Ratio 값이 높은 순으로 4개의 주요 입력변수를 선별하였다. 냉방기간에 대해 선별된 입력변수는 CO2농도, 실내조도, 조명전력, EHP전력이고 난방기간에 대해서도 비교를 위해

* 충북대 대학원 석사과정

** 충북대 건축공학과 교수, 공학박사

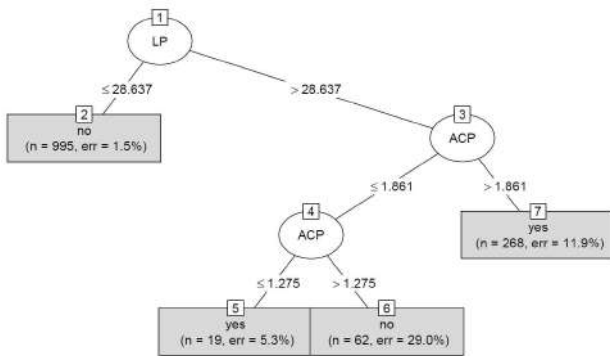
(교신저자 : seodh@cnu.ac.kr)

이 연구는 2015년도 미래창조과학부 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호: CRC-15-05-ETRI

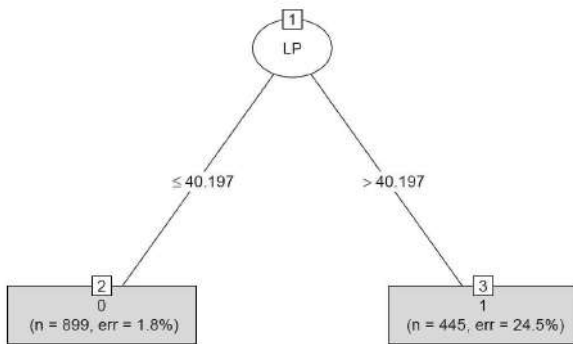
동일한 입력변수를 선별하였다. 표 3은 각 입력변수의 Gain Ratio를 나타낸다. 선별된 입력변수들의 조합을 고려하여 학습데이터를 바탕으로 C4.5알고리즘을 이용해 재실추정모델을 생성하였고 생성된 재실추정모델들 중 정확도가 가장 우수한 모델의 형태는 그림 1과 같다.

표 3. 냉난방기간의 입력변수 별 Gatio Ratio

입력변수	냉방기간	난방기간
Temp	0.1022	0.1949
Humi	0.1036	0.0000
CO2	0.2045	0.2170
Illu	0.4031	0.2931
LP	0.4565	0.5233
ACP	0.2978	0.1077



(a) 냉방기간



(b) 난방기간

그림 1. Decision Tree를 통해 생성된 재실정보 추정모델 중 냉난방기간 별 정확도가 가장 우수한 모델

마지막으로 검증데이터를 이용하여 각 추정모델의 정확도를 검증하였다. 선별된 입력변수들의 조합과 이를 통해 생성된 추정모델의 정확도는 표 4에서 확인할 수 있고 정확도가 높은 상위 3개의 결과를 어두운 색으로 표시하였다. 표 4에서 단일 입력변수를 이용해 추정한 재실여부의 정확도를 냉난방기간에 대해 비교하여 살펴보면 CO2, 조도, 조명전력을 이용해 추정한 재실정보의 정확도는 냉방기간에 비해 증가하였으나 EHP전력의 경우 감소한 것을 확인할 수 있다. 또한 대부분 재실추정의 정확도가 증가하였으나 EHP전력만을 이용하여 추정한 경우와 CO2농도와 EHP전력을 함께 이용하여 추정한 경우만 정확도가 감소한 것을 확인할 수 있다.

이와 같은 재실추정에 대한 입력변수들의 영향력 변화는 실외 환경이 실내 환경에 미치는 영향력의 급격한 변

화와 관련이 있다. 냉방기간 동안은 환기를 위해 창문을 열어둔 시간 길었으나 난방기간 동안은 실내외의 큰 온도차로 인해 창문을 통한 환기시간이 크게 줄었다. 또한 주간에는 증기방열기를 통한 중앙난방이 이루어져 중앙난방이 가동되지 않는 늦은 오후나 야간에 EHP를 통해 난방이 이루어졌다. 따라서 난방기간 동안 환기량이 줄어들어 CO2농도의 예측성능 영향력이 증가하였고 EHP는 대부분 밤에만 이용됨에 따라 재실추정에 대한 영향력이 감소한 것으로 판단된다.

표 4. 선별된 입력변수들의 조합과 냉난방기간에 따른 Decision Tree 추정모델의 추정정확도 (Fraction)

입력변수조합	냉방기간	난방기간
CO2	0.7664	0.8735
Illu	0.8482	0.9598
LP	0.8601	0.9643
ACP	0.9315	0.9048
CO2+Illu	0.8512	0.9152
CO2+LP	0.9182	0.9256
CO2+ACP	0.9315	0.8795
Illu+LP	0.8467	0.9643
Illu+ACP	0.9077	0.9583
LP+ACP	0.9449	0.9643
CO2+Illu+LP	0.8616	0.9226
CO2+Illu+ACP	0.9271	0.9420
CO2+LP+ACP	0.9033	0.9464
Illu+LP+ACP	0.9435	0.9628
CO2+Illu+LP+ACP	0.9077	0.9315

3. 결 론

본 연구에서는 실내 환경 및 에너지 수요를 계측한 IoT데이터를 바탕으로 Decision Tree를 이용하여 재실여부를 추정함에 있어, IoT데이터의 수집기간에 따른 입력변수의 영향력 변화 및 재실추정성능을 분석하였다. 데이터가 동일한 장소 및 사용자 조건에서 수집되었다고, 재실추정에 대한 입력변수의 영향력은 실내외 환경의 변화와 그에 따른 재실자의 행위에 따라 크게 달라질 수 있다는 점을 확인하였다. 한편 IoT데이터를 이용한 재실추정은 2개 내외의 입력변수의 활용만으로도 95% 이상의 시간에 대해 정확히 이루어졌다. 이는 재실판단이 상대적으로 단순한 개별실에 대한 실험 결과이며, 이를 바탕으로 다중실에 대한 실험으로 확장할 예정이다.

참고문헌

1. User's Manual for ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1-2004, Appendix G. Building Performance Rating Method, p. G39-G47
2. Simona D'Oca, Tianzhen Hong, Occupancy schedules learning process through a data mining framework, Energy and Buildings, Volume 88, pp.395-408, 2015.
3. Seung Ho Ryu, Hyeun Jun Moon, Development of an occupancy prediction model using indoor environmental data based on machine learning techniques, Building and Environment, Volume 107, pp.1-9, 2016.
4. Rui Zhang et al, Information-theoretic environment features selection for occupancy detection in open office spaces, Building Simulation, 5, pp. 179-188, 2012