


2016년도 春季學術發表大會

論文集

第16卷 第1號 (通卷 第24輯)

▶일 시 : 2016. 4. 1. (금)

▶장 소 : 청주대학교 대학원(보건의료대학) 1층
고위관리자과정 세미나실

 사단법인 대한건축학회
총 북 지 회

대한건축학회 충북지회

지회장	윤승조(한국교통대학교 교수)
부회장	김호수(청주대학교 교수)
	김옥규(충북대학교 교수)
	권용봉(계룡건설)
	김일순(태영건설)
	이재호(건양기술공사)
간 사	이건철(한국교통대학교 교수)
감 사	손태진(한국교통대학교 교수)
	전충근(선엔지니어링종합건축사사무소)
평의원	권오상(고려캐슬건설)
	김경형(충청북도청)
	김제희(충청북도교육청)
	노선화((주)바루디자인건축사사무소)
	신동안(선엔지니어링종합건축사사무소)
	신석열(한솔기업)
	신용태(충청대학교 교수)
	연규원(JW구조기술사사무소)
	이경락(영동대학교 교수)
	이명재(한국교통대학교 교수)
	이상훈(충북대학교 교수)
	이완건(세명대학교 교수)
	이용희(강동대학교 교수)
	이정미(토립건축사사무소)
	정진주(청주대학교 교수)
	조병영(한국건설생활환경시험연구원)
	조일환(대원대학교 교수)
	최성기(청우종합건축사사무소)
	한민철(청주대학교 교수)
	홍유선(충북대학교 교수)
	황태주(서원대학교 교수)
논문편집위원	심규영(충북대학교 교수)

目 次

■ 학술발표

제 1 분과 (건축계획 및 설계 & 환경 및 설비)

－ 진행위원 : 손태진(한국교통대학교 교수)·서동현(충북대학교 교수)

- 1) 현상학적 행태를 통한 추모공간 재정의 가능성에 대한 계획 연구 7
김현우(한국교통대학교 학사과정), 이진석(한국교통대학교 교수)
- 2) 건축협정을 위한 도시공간조직 구성요소 분석 9
김장래(충북대학교 석사과정), 이상훈(충북대학교 교수)
- 3) 역사적 건축물 보존 및 활용을 통한 지역공동체 활성화 방안
에 대한 연구 11
정윤미(한국교통대학교 학사), 전준화(한국교통대학교 학사과정),
이진석(한국교통대학교 교수)
- 4) 도시이미지 재구성을 위한 자생적 재생 계획 연구 13
－ 영등포구 양평로 산업시설 보존을 중심으로 -
박성경(서원대학교 학사), 황태주(서원대학교 교수)
- 5) 경골목구조 시공현장 현황분석 15
이호식(충북대학교 석사과정 수료), 이병연(충북대학교 교수)
- 6) 바닥난방구조 열성능 평가를 위한 실물대실험과 비정상상태열전달
프로그램을 통한 비교 연구 17
홍승훈(한국건설생활환경시험연구원 주임연구원),
김병구(한국건설생활환경시험연구원 주임연구원),
이강영(한국건설생활환경시험연구원 선임연구원)
- 7) 시뮬레이션을 통한 PV 블라인드의 에너지 성능 평가 19
임현석(한국교통대학교 석사과정), 정유근(한국교통대학교 교수)
- 8) 프리히터를 설치한 전열교환기의 성능 확보에 관한 연구 21
정진화(청주대학교 석사과정), 채영태(청주대학교 교수)
- 9) 현장실험을 통한 태양발전 블라인드의 최적제어조건 제시 23
문민호(한국교통대학교 석사과정), 정유근(한국교통대학교 교수)

제 2 분과 (CM 및 시공 · 재료)

– 진행위원 : 김옥규(충북대학교 교수)

- 1) 팽창성혼화재 치환율 변화에 따른 시멘트 모르타르의 기초적 특성 27
김민상(청주대학교 석사과정), 조만기(청주대학교 박사과정), 한상윤(효성건설PU 대리),
박용규(아주산업 기술연구소 선임연구원), 한민철(청주대학교 교수),
한천구(청주대학교 교수)
- 2) 초고강도 섬유 보강콘크리트의 직접인장강도 특성 29
박지웅(한국교통대학교 학·석사연계과정), 이건철(한국교통대학교 교수)
- 3) 저품질 잔·굵은 골재를 사용하는 콘크리트의 품질특성 31
문병룡(청주대학교 석사과정), 백철(청주대학교 석사과정), 박경택(삼표산업 대리),
민경철(청주대학교 박사과정), 조만기(청주대학교 박사과정), 한천구(청주대학교 교수)
- 4) pH 저감제 사용 순환골재의 시험 방법간 비교 33
고산(한국교통대학교 석사과정), 이건철(한국교통대학교 교수)
- 5) ERCO 도포가 모르타르의 수분증발 및 수축변화에 미치는 영향 35
백철(청주대학교 석사과정), 문병룡(청주대학교 석사과정), 황찬우(청주대학교 박사과정),
조만기(청주대학교 박사과정), 한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)
- 6) 중공 PC기둥 복합공법의 편익·비용 평가기준 개발 37
박병훈(한국교통대학교 석사과정), 김재엽(한국교통대학교 교수)
- 7) 정제 탈황석고 치환율 변화에 따른 고강도 BS 모르타르의 품질 특성 39
송원루(청주대학교 석사과정), 이제현(청주대학교 석사과정), 백철(청주대학교 석사과정),
이명호(청주대학교 박사과정), 이동윤(청주대학교 박사과정), 한천구(청주대학교 교수)
- 8) 조합 섬유 혼입율에 따른 HPFRCC의 기초물성 변화 41
이제현(청주대학교 석사과정), 조만기(청주대학교 박사과정),
조성준(청주대학교 박사과정), 김종(선ENG 건설기술연구소 선임연구원),
한민철(청주대학교 교수), 한천구(청주대학교 교수)

제 3 분과 (건축구조)

- 진행위원 : 강수민(충북대학교 교수)

1)	CFRP Bar로 표면 매입된 목재의 휨 거동에 관한 실험적 연구	45
	김종빈(한국교통대학교 학석사연계과정), 허승웅(한국교통대학교 친환경구조·재료연구실 연구원), 김강수(한국교통대학교 박사과정), 신석열(한국교통대학교 석사과정), 윤승조(한국교통대학교 교수)	
2)	CFRP Bar로 표면 매입된 목재의 부착강도에 관한 실험적 연구	47
	조찬하(한국교통대학교 학사과정), 허승웅(한국교통대학교 친환경구조·재료연구실 연구원), 김강수(한국교통대학교 박사과정), 윤승조(한국교통대학교 교수), 김성수(청주대학교 교수)	
3)	서로 다른 폭의 벽체로 구성된 병렬 구조벽체시스템의 구조설계	49
	유승윤(충북대학교 석사과정), 강수민(충북대학교 교수)	
4)	중양부에 집중응력을 받는 충전 HPC 기둥의 압축거동	51
	노상현(한국교통대학교 석사과정), 이지은(한국교통대학교 석사과정), 서수연(한국교통대학교 교수)	
5)	송배전용 전선의 신축조절용 스프링 연결구조체의 성능분석	53
	정희범(청주대학교 석사과정), 김진완(청주대학교 석사과정), 김호수(청주대학교 교수), 이배연(아람엔지니어링 대표이사), 오병훈(아람엔지니어링 상무)	
6)	증축한 학교 건축물의 내진성능평가 및 보강에 대한 해석	55
	이지은(한국교통대학교 석사과정), 노상현(한국교통대학교 석사과정), 서수연(한국교통대학교 교수)	

■ 학술 발표

제 1 분과

(건축계획 및 설계 & 건축환경 및 설비)

진행위원 : 손태진(한국교통대학교 교수) · 서동현(충북대학교 교수)

Abstract

The purpose of this study is to understand the causes and origins of the current culture of funeral urns culture based on Korea culture. Therefore, to study the situation and the physical and behavioral problems in the current urns facilities. Based on this, try to critically review the issue of whether justification of the current urns space. With this in mind, I suggest that borrow as a memorial space phenomenology perspective. phenomenological Memorial space is will allow people another perspective experience about body feeling and sence of touch or ear will In addition to the of biological death and the visual approach. Eventually memorial space is the space that relate more closely to the life and death. It is proposed to restore the true meaning. The proposal, The spectators will be the actively behavior. And outsiders will be actively involved.

키워드 : 납골당, 추모공간, 현상학, 경험적공간

Keywords : charnel house, space for honoring,, phenomenology

1. 서 론

1.1 연구의 목적

본 연구에서는 기존 한국의 장례문화의 변화에 따른 납골당의 발생과 그에 따른 현 실태를 통한 개선점 및 문제점등을 연구, 관찰한 결과를 토대로 향후 납골당과 추모시설이 공간적으로 지향해야할 방향에 대한 이론적 고찰로 현상학적 관점을 연구하고 그것을 바탕으로 하나의 추모공간을 제안하려고 한다. 그 제안은 납골당이란 공간은 단순히 죽은자의 공간이 아닌 죽음이란 것에 대해 생각할 수 있는 공간, 비일상적인 공간이 어떠한 건축적 방법을 통해 일상화 될 수 있는지, 또한 이에 따른 하나의 전이 공간을 통해 상호 연계성을 갖음과 동시에 그 전이 공간 자체가 죽은자를 기억할 수 있는 공간으로 새롭게 구성해 보려는 것에 목적을 두고 있다.

2. 한국의 현재 납골당·추모시설에의 행태

2.1 현재 한국납골당의 물리적, 행태적 문제

1) 락커형 납골당

천편일률적 외관과 무리한 안치기수로 적정 안치단수를 지키지 못한 채 높아진 납골당에 유효복도폭 조차 지키지 못하여 뻥뻥이 들어선 납골실의 모습은 흡사 창고를 연상케한다.

2) 형식적인 참배실

간접참배방식을 선택한 납골당의 경우 참배실의 역할이 상당히 중요하다. 그러나 우리나라 공설 납골당의 대부분의 참배실은 그 수가 작고 차가운 화장석 마감으로 참배단만을 덩그러니 놓아둔 형식이 대부분이다.

3) 폐쇄적인평면구성

삶과 죽음의 경계에 서 있는 납골당의 기능적 역할에 의해 외부공간은 산자의 공간으로 내부공간은 죽은자의 공간으로 규정하고 내·외부를 단절시키는 공간 구성이 일반적이다. 이러한 공간 구성원칙은 결국 납골당을 죽은자들만의 공간으로 각인시킨다. 진정한추모공간은 죽은자들만의 공간이 아니라 산자들과의 교감이 가능한 공존공간인 것이다.

4) 화장장의 이미지

화장장의 열악한 시설이 주는 혐오적 이미지이다. 아직도 화장장은 주민들에게 시커먼 굴뚝의 연기의 등의 인상이 강하게 남아있다. 우리나라의 납골시설은 화장장과 같은 대지에 설립되는 사례가 많으므로 납골시설역시 혐오적 이미지의 영향을 받게 된다.

그림1. 납골실1

그림2. 납골실2

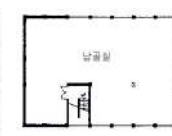
그림3. 분향실



그림4. 평면도1

그림5. 평면도2

그림5. 평면도3



3. 현상학의 이론적 고찰

3.1 현상학의 이론적배경

현상학은 인간과 세계에 대한 '사실성'에서 출발함으로써 본질에 대해 이해할 수 있다. 예컨대 지각의 본질, 의식의 본질 등과 같이 모든 문제들에 대한 본질에 정의들

* 국립한국교통대학교 학사과정 김현우

** 국립한국교통대학교 건축학과 교수 이진석

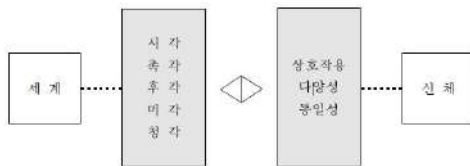
(교신저자 : archilee@ut.ac.kr)

구하는일로 귀결되고 있다. 즉 모든 선입견과 편견을 버리고 의식에 명증으로 주어지는 현상성 그 자체를 진리의 기준으로 삼는다.

3.2 Merleau Ponty 현상학의 공간적 적용

현상학의 건축적 적용에는 근본적으로 폰티의 공간성이 라는 개념의 설명이 불가피하다. 폰티는 의식되고 지각된 세계의 주체가 몸(Body)임을 주장한다. 즉 지각의 진정한 주체를 신체로 인식하며 모든 지각의 출발점을 ‘체험되고 체험하는’ 신체로 생각한 것이다. 더불어 공간성이라는 개념을 삼입하여 공간에 대한 감각 작용이 신체를 통하여 지각되는 과정을 설명한다. 신체의 감각을 통한지각은 자신의 원초적인 대상으로써 분위기나 인상 등과 깊은 연관성을 맺는다. 모든 형태가 지각 현상의 대상이고 그 대상은 지각하는 주체의 의미작용과 불가분의 관계를 맺고 있다. 때문에 형태를 지각하는 나의 몸은 이미 그 대상에 참여하고 있다. 단지 우리의 몸은 의식이나 정신을 표현하는도구가 아니라 우리의 생각과 행동의 표현 현상 자체와 같다.

표.1 메를로 폰티의 이론 다이어그램



4. 현상학적 추모공간 계획

4.1 추모행위의 재해석에 따른 기본 공간제한

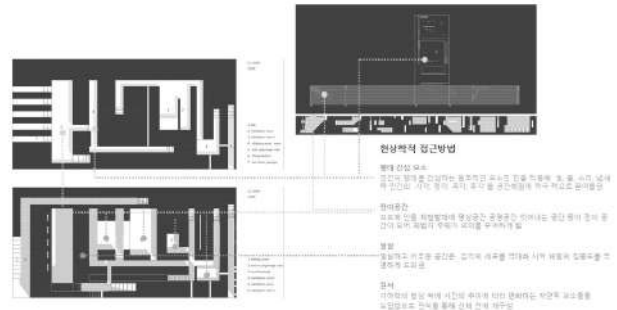
죽음을 온전히 이해할 순 없지만 이해에 가장 근접할 수 있는 하나의 공간적 제한은 살아 있는 것을 생생하게 느낄수록 감각의 부재의 의미에 더욱 근접할 수 있는 경험의 제안이다. 이 제안은 존재를 통한 부재의 증명이기도 하다. 감각이 극대화 되고 집중하게 되는 순간의 반복을 통해 그것을 경험하는 주체가 마치 세포 하나, 하나를 느끼게 되는 경험은 그 주체의 확실한 존재여부의 증명이라고 할 수 있을 것이다. 이 감각들의 경험은 확실한 존재함의 진행형이며 이 진행은 결국에 부재할 것 이라는 것을 어떤 경험 보다 더 명확하게 증명할 것이다. 그리고 이 증명된 부재가 죽음이라는 것을 인식하게 되는 순간 타인의 죽음에 대해 깊은 공감과 그에 따른 추모를 할 수 있을 가능성을 제공한다.

4.2 계획 공간에서의 현상학적 요소

4.1에 근거하여 오브제의 구조는 우선 밀실해야 하고 어둡다. 빛이 들어갈 틈은 의도된 틈 이외에는 존재하지 않는다. 또한 하루에 특정 시간에 맞게 최적화 되며 그것은 곧 주체가 감각을 통해 각각의 요소를 탐구하게 된다.

빛, 연기 수증기등과 접촉하며 어두운 상태에서 벽의 질감을 직접 만짐으로서 자신의 세포와 요소들에 더욱 집중할 수 있게 된다.

그림.5-1 추모공간의 재해석 평면안에서의 현상학적 요소들



5. 결 론

본 연구는 납골당 또는 추모공간이 죽은 자 그리고 죽음 자체를 본질적으로 깊숙이 느낄 수 있는 공간이 되려면 어때야 하는 것 인가에 대해 깊은 의문을 갖었고 기능적이고 수동적인 틀에 맞춰져 주체의 적극적 참여가 거의 불가능 했던 기존의 납골당은 삶과 죽음의 본질에 다가가는 공간이 되기에는 한계가 있다고 판단되었다. 따라서 제안된 공간은 현상학적 관점에서 출발해 공간마다 상대적이고 유연하며 가변적인 프로그램적 성격을 부여한다. 즉 그 공간을 체험하는 주체(추모자)가 느끼는 데로 그 공간은 주체만의 공간이 되어 질 것이고 공간 안에서의 다양한 체험과 그 체험으로 인한 사색을 통해 미약하지만 삶과 죽음에 생각할 수 있는 경험을 얻길 바란다. 이 연구를 통해 건축공간에 나타난 현상학적 지각 체험이 공간경험을 활성화시킴으로 인해 주체에게 새로운 경험을 부여한다는 것을 알 수 있었고 공간계획에 있어 신체의 움직임과 감각, 시간성에 의한 지각 등을 고려하여야 한다는 것을 알 수 있었다. 아울러 앞으로도 현상학적 공간에 대한 연구가 활발하게 이루어져 지각체험을 고려한 다양한 공간이 창출되기 바란다.

참고문헌

1. 김능중, 「화장문화에 대한 태도 및 장사제도에 관한 연구」 (연세대학교 행정대학원 석사학위논문, 2001)
2. 안 우환, 「화장장 관리실태 분석 및 발전방향연구」 (동국대학교 대학원 석사학위논문, 2002)
3. 김성호, 「현대 건축가의 신체 담론에 나타난 공간성 비교 연구」, 대한건축학회논문집, 20권, 4호 2004
4. 박문정, 조용수, 「메를로-폰티의 현상학적 공간지각 방법을 통한 체험된건축공간 연구」, 대한건축학회논문집, 제1권, 2 005
5. 백상우, 「메를로-폰티의 신체지각 개념을 통한 디지털공간연구」 국민대 석사논문, 2009
6. 주성호, 「M. Merleau-Ponty의 신체론에 관한 고찰」, 서울대 석사논문, 1993

건축협정을 위한 도시공간조직 구성요소 분석

Analysis on Elements of Urban Spatial Fabric for an Architectural Agreement

○김 장 래* 이 상 훈**

Kim, Jang-Lae Lee, Sang-Hoon

Abstract

건축협정 제도는 개별 필지단위에서 주민의 직접적인 주거지 정비와 관리가 가능한 반면, 맞벌건축을 통한 주택의 정비시 건축특례 및 완화 조항에 초점하고 있기 때문에 법의 악용 가능성도 배제할 수 없다. 따라서 도시재생의 관점에서 기존 주거지의 도시공간조직의 분석을 통하여 도시맥락과 장소성을 반영한 주거지 정비의 연구가 요구 된다. 대상지의 동측 가로면의 경제적 생활환경은 양호한 반면, 물리적 환경, 가구 내부의 필지 면적, 점도 문제는 건축협정을 맺음으로 건축여건을 개선하여야할 것으로 판단되며, 추후 건축협정을 통한 주민주도의 소규모 재건축에 대한 연구가 필요하다.

키워드 : 건축협정, 도시공간조직

Keywords : Architectural Agreement, Urban Spatial Fabric

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

도시 재생의 패러다임의 전환과 함께 2014년 건축협정제도가 도입 되었다. 건축협정에 의한 주거지 정비는 도시공간조직을 이루는 필지와 도로와의 관계를 개선하여 필지별로 건축행위가 자유롭게 이루어질 수 있도록 필지 주변 여건을 개선해 가는 것을 의미하며, 필지여건을 개선한다는 것은 필지별로 분산되어 있는 공지를 유효하게 활용할 수 있는 방안을 제시함으로써 토지의 효율적 활용이 가능하다는 것을 뜻한다. 또한 건축협정은 기존 토지 소유관계를 유지하면서 인접필지 간 협력에 의한 맞벌개발과 공동개발을 통해 토지의 효율적 이용을 도모하는 방식으로 토지소유권의 선택성과 자율성을 제약하지 않으면서도 상호 협력에 의한 공동 개발을 가능하게 함으로써 주민의 재산권을 존중하는 주민주도의 소규모 정비 방식이다. 따라서 본 연구에서는 도시공간조직을 구성하는 도로와 필지와 다양한 관계의 중요성을 인식하고 대상지의 가로, 필지, 건축물의 상호 관계를 분석하여 건축협정에 의한 주거지 정비의 가능성을 모색하는 예비연구로서의 목적이 있다.

1.2 연구의 대상 및 방법

대상지는 천안시 동남구 원성동으로(745번지 일원) 1980년대 토지구획정리사업에 의해 조성된 주거지역이며, 건축물은 30년 이상의 노후한 단독주택과 상가 주택이 대부분으로 주거환경개선이 요구되고 있다. 6개소 정비구역 지정, 2개소의 정비구역 해제, 5개소의 정비구역으로 지정을 추진 중이며, 2008년도에 추진위원회 승인을 받았으나 현재까지 진행되지 못하는 구역이 대부분이다. 향후에 정비구역 해제의 가능성이 있



다. 원성동 745번지는 정비구역지정에서 제외된 지역이며, 가구 내부 필지구조는 4열 구조로 점도 불리, 협소면적 등 필지별로 재건축이 불가능한 다양한 문제가 있고 저밀도의 재건축이 예상되어 사업성의 문제로 재건축이 지연되고 있다. 본 연구는 문헌 고찰을 통해 도시공간조직의 구성요소의 개념을 정리하고, 현장조사를 통한 실태분석으로 진행하며, 필지와 가로, 필지와 공지, 필지와 가로 및 건물, 필지 간 집합관계 분석으로 건축협정에 의한 주거지 정비의 기초 개념을 도출하려고 한다.



2. 도시공간조직의 정의

2.1 도시공간조직의 개념정의

영국의 부르느(Larry S. Bourne)는 도시공간조직을 도시구조의 유기체적인 관점에서 형태적 특성을 정의하였으며 도시의 “모든 것은 다른 모든 것과 관계되어 진다”고 하면서 상호 연관성 및 연계성은 도시와 도시의 공간구조의 본질이라고 하였다.

도시공간조직은 도시조직의 2차원적인 가로와 대지의 기반요소에 건물과 대지내 공지로 구성된 충전요소가 추가됨으로 3차원적인 특성을 지니며 도시의 공간구성단위에서 가로, 필지, 가구, 건축물의 구성체계로 정의할 수 있다.

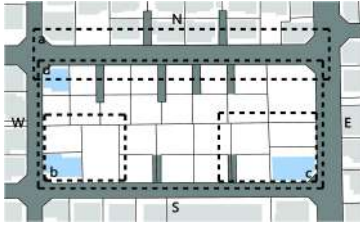
2.2 건축협정제도와 도시공간조직

건축협정제도에서 관련규제 완화규정의 주요내용은 필지내부 공지, 점도문제, 건축물의 규모, 필지의 조합 등의 문제를 개선할 수 있는 내용이며, 주민들 간에 합의가 있어야만 가능하다. 이것은 도시재생의 관점에서 도시공간조직의 구성요소의 재구성의 의미로 볼 수 있으며, 도시맥락, 지역의 역사, 장소성의 문제까지 고민하여 새로운 제도 활용에 반영되어야 할 것이다.

* 충북대 대학원 석사과정

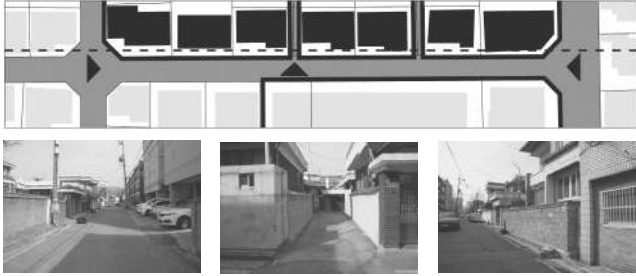
** 충북대 건축학과 교수, 공학박사

3. 대상지 분석



- a. 필지와 가로의 관계
- b. 필지와 공지의 관계
- c. 필지와 건물의 관계
- d. 필지 간 집합 관계

3.1 필지와 가로의 관계

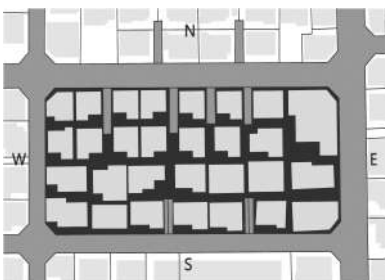


대상지 남쪽 도로는 폭이 6m로 가로 양쪽에 면하여 있는 필지의 경계부분에 담장 설치로 가로와 필지가 부드러운 경계가 아니며, 가구 내 필지로의 접도를 위한 3m의 통로가 연결 되어 있다.



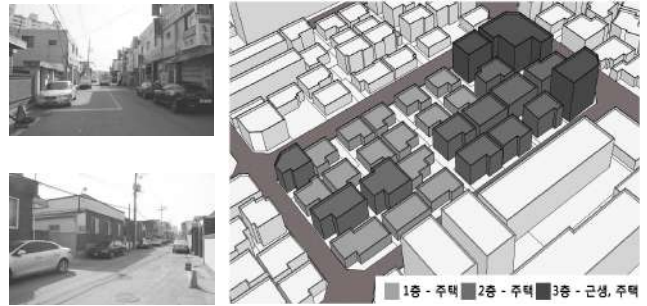
대상지 북쪽 도로 폭은 8m이며, 건물의 외벽과 담장으로 가로와 필지의 경계를 이룬다. 이런 현상은 북쪽 일조권의 적용으로 남쪽의 공지 확보를 위해서인 것으로 보인다. 주차장 부족으로 가로는 주차장으로 사용되어 보행자는 불편한 가로이며, 가구 내부 필지로의 접도를 위한 2.5m의 통로가 연결되어 있다.

3.2 필지와 공지의 관계



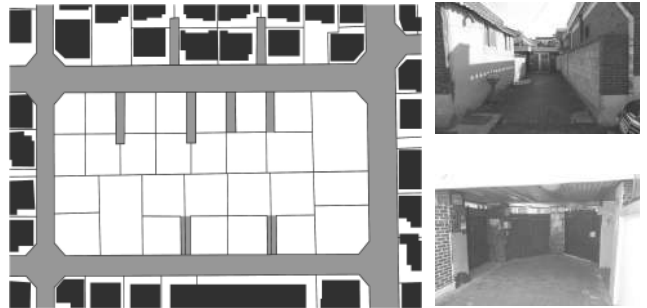
필지별 공지는 북쪽 일조권 적용으로 남쪽에 확보되어 있으며, 필지 간 법적이격 거리 50cm의 공지가 분산되어 있어 외부공간의 가능보다 법적충족의 목적으로 보인다. 가구 내부의 필지들은 협소한 대지면적으로 공지 확보가 어렵고 일조, 통풍, 대피가 불리하다.

3.3 필지와 건물의 관계



동쪽 가로에 건물들은 1층이 근린생활시설로 주거지의 커뮤니티를 형성하며, 남, 북, 서쪽은 1-2층 규모의 단독주택이 대부분이다. 가구내부 필지 면적이 협소하여 조밀한 건물 배치를 이루고 있으며, 건물 간 프라이버시가 침해받고 있다.

3.4 필지 간 집합관계



가구내부의 필지는 4열로 집합되어 있으며, 내부의 필지는 가로에서 3m의 통로로 연결 연결되어 여러 개의 필지 출입구가 있다. 3m의 통로는 사유지, 통로로 사용하는 필지 간 1/2의 소유관계로 현행 건축규제로는 재건축이 불가능하다.

4. 결론

대상지는 4열의 필지배열과 내부필지의 협소한 면적, 접도의 문제 등으로 재건축시 건축협정과 제도의 완화규정을 통하여 도시공간조직의 구성요소인 가로와 필지의 여건을 개선하고 가구내부의 건축물을 계획해야 할 것으로 보인다. 본 연구는 좀 더 넓은 범위의 가로 분석을 통하여 대상지의 건축물 저층부분을 계획함으로 가로 활성화 방안, 노후 주거지의 장소 만들기 까지도 함께 고려될 수 있도록 발전 시켜야 할 것이다.

참고문헌

1. 서수정, 성은영, 필지단위 주택정비 활성화 방안 연구. AURI-정책-2011-5
2. 성은영, 임현성. 생활환경 개선을 위한 주민주도형 건축협정 제도 연구. AURI-기본-2013-7
3. 안젤 저, (이영아 옮김) 2014, 국토연구원

역사적 건축물 보존 및 활용을 통한 지역공동체 활성화 방안에 대한 연구

A Study on the Local Community Activation Plan through Preservation and Utilization of Historic Buildings

-서울시 서촌 종로구 체부동을 중심으로-
-Heritage, Chebu-dong, Jongno-gu, Seoul-

정 윤 미* ○전 준 화** 이 진 석***
Jung, Youn-Mi Jeon, Jun-hwa Lee Jin-Seok

Abstract

Currently, urban renewal receives attention that utilizes local cultural resources and preserves cultural resources along with the local settlement of native local residents, and community which has been formed within the local regions for a long period of time. In this regard, this research thesis is going to investigate the meaning and problems of urban renewal, beginning to understand the policies of the Korean urban renewal and its system, and to present the sustainable methods of urban renewal by finding solutions through recent cases and examples overseas. The purpose of this study is to consider urban cities an important role as a 'place', namely everyday space where people live, and as 'community' where local residents' meeting and relationships can be formed, under the context of the intervention between the two realms, space and time, and to present the preservation and strategies of urban cities in order to create new community in natural environments of those given times, maintaining 'spatial concept' that urban cities have.

키워드 : 도시 재생, 지역공동체, 역사 보존

Keywords Urban Regeneration, Local Community, preservation of history

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

우리나라의 기존의 도심 재생은 소수 전문가들이 도시의 비전과 개발방향을 정하여 진행하였다. 그 결과 도시는 주변지역과의 부조화를 유발할 뿐만 아니라 원주민들의 재정착을 역시 저조하다는 비판을 받았다.

최근 도시 재생은 원주민의 오랫동안 형성되어 왔던 공동체 및 문화자원 보존과 함께 지역문화자원을 활용한 도시재생이 주목 받고 있으며, 지역문화자원을 활용한 실천 전략과 구체적인 방법론이 관심을 받기 시작하였다.

하지만 지역 도시 재생은 아직 체험·경험적 방법에 의존되어 있으며 건축적으로 자생할 수 있는 방안은 미비하다. 우리나라의 도시 재생은 지역의 문화적 특색을 고려하여 지역의 정체성을 보존하며 도시의 공간과 삶을 아우르는 전략과 구체적인 건축적 방법을 찾아야 하는 것이다. 본 연구는 이는 도시는 공간과 시간의 영역에 개입된 문제라는 맥락에서 사람들이 사는 일상의 공간인 '장소'로서, 주민들의 만남과 관계가 형성될 수 있는 '공동체'로서 중요한 역할을 이해하고, 도시 '장소성'을 유지하면서 시대에 자연 속에서 새로운 모습의 공동체를 담아내기 위한 도시 보전 및 전략을 제시하는데 목적을 갖는다.

2. 건축을 활용한 도시재생의 의의

2.1 도시 재생의 의의

도시는 인간의 총체적 삶의 모습을 담고 있으며 시간과 공간의 틀에 의해 움직이는 사회적 현상이다. 사회적 현상으로서 도시의 주체는 인간이며, 도시를 구성하는 공간이라는 물리적 틀은 시간에 따라 늘 변화한다. 결국 도시는 공간과 시간의 영역에 개입된 문제라는 맥락에서

사람들이 사는 일상의 공간인 '장소'로서 이해해야 하며, 주민들의 만남과 관계가 형성될 수 있는 '공동체'로서 이해해야 한다.

2.2 우리나라의 도시 재생의 문제 및 한계점

서울시의 문화지구조성에 대한 논의는 1990년대 '문화의 거리' 사업에서 시작되어 국민의 정부 새 문화정책(1998)에 문화지구 조성사업이 포함되면서 구체화 되었다. 이후 '문화 지구 조성 사업'은 점점 확대되어 북촌 가꾸기 사업, 인사동 지구단위계획 등에 이른다. 이런 의미에서 서울시의 '역사문화도시 서울의 한옥선언'¹⁾은 한옥 밀집지역에 대한 보존(재생)정책의 결정판이라 할 수 있지만, 여전히 도시 정책은 '장소'와 '공동성'에 대한 논의는 미미하고, 비슷한 유형의 프로그램 중심으로 접근하고 있어 지역정체성과 특성이 아쉽다. 그리고 경제논리에 종속되어 있으며, 주민들의 욕구나 참여와 유리되어 있다는 한계와 문제점을 드러내고 있다.

2.3 대지 선정 및 유사 사례

건축물과 그것이 자리하고 있는 필지와 가로를 포함한 도시 조직은 그 지역만이 갖고 있는 독특한 도시의 모습을 창출한다. 이는 그 역사가 오래 될수록 진귀하며, 다른 어느 곳과 견줄 수 없는 그 지역만의 독특한 경관적 특성을 만들어낸다. 더블린의 템플바처럼 오래된 도시 조직과 건축 문화를 간직한 곳에서 도시 재생 사례는 이러한 의미를 찾는데 매우 좋은 본보기다. 역사·문화적 모습은 보존 되어 있지만 내부 공동체의 모습이 사라진 '북촌' 한옥 마을과 같은 현상이 진행되고 있는 '서촌'을 건축적 제안함으로써 우리나라의 도시 재생에 대한 새로운 전략 대안을 만들어 보고자 한다.

3. 설계 목표 및 개념 설정

3.1 체부동과 체부동 교회의 역사적 배경

a. 흔적의 장소

* 한국교통대학교 건축학과 학사 졸업

** 한국교통대학교 건축학과 학사 과정

*** 한국교통대학교 건축학과 지도 교수

1) 조명래, 문화 도시 만들기 문제점과 특성화 전략, NGO연구 제5권제1호, 2007.6.60~61쪽 참조.

체부동 골목지도에 ‘1912년 지적원도’를 겹쳐 비교해 보면, 체부동 교회는 체부동의 모습을 보존해 온 건물 중 하나인 것을 알 수 있다. 일제 시대 때, 체부동교회는 지역사람들에게 있어 피난처이자 보호를 해주는 공간이었다. 불안했던 당시의 사회에서 사람들은 체부동 교회를 마음의 안식처로서 찾아가는 사람의 수가 증가하였다. 교회는 늘어나는 사람들을 수용하기 위해 자신들이 사용하고 있던 한옥(본채)을 친교의 공간으로 제공하였다. 체부동 교회는 과거부터 지역에 자신들의 공간을 내놓는 교회, 우리 교회가 어떻게 우리와 함께 해야 되는가를 가장 모범적으로 보여주는 교회이었던 것이다.

3.2 체부동 교회의 문제점

최근 체부동 교회는 교인이 없는 평일에 교회의 모든 문을 닫았다. 뿐만 아니라, 교회의 모든 창도 내부 인테리어로 인해 외부와 단절되고 있는 모습을 보이고 있다. 이와 같은 현상이 나타난 이유는 체부동교회의 일대가 기존에 주거 집중 지역이었지만 점차 상업적인 장소로 바뀌면서, 금천교시장(주 이용도로)에 가까이 접해있는 교회는 일시적으로 방문하는 관광객이 증가하였기 때문이다. 결국, 주민을 위해 골목으로 항상 열려있던 체부동 교회는 관광객을 피하기 위해 문과 창문을 굳게 닫게 되었고, 교인들도 점차 줄어들게 되었다.

3.3 목표 설정

체부동 내에서 체부동교회가 가지고 있는 의미 · 가치는 매우 중요한 요소이다. 때문에 이 프로젝트는 ‘역사성 있는 건물 리모델링’으로 단순하게 볼 것이 아니라, 교회의 “역사와 시간이 축적된 장소로서의 보존”과 이를 “현대 도시 공간 속에 생활에 적합도록 재구성, 재배치하는 과정”을 가장 중요하게 고려하여 진행하고자 한다. 또한 프로그램 구성에 있어 ‘교회’ 프로그램의 유지하여 ‘기존 거주민들이 삶의 기억’을 보존하고, 잃어버렸던 공동공간을 도시적 구조·문맥에 맞게 재조합함으로써 지역에 공헌할 수 있는 교회 공간으로 제안한다.

4. 계획안 제시

4.1 건축적 요소 분석

요소1. 골목길

체부동의 길은 계획되고 건물이 들어간 것이 아닌, 땅을 닦고 집을 지어가는 과정에서 자연스럽게 생긴 골목인 것을 알 수 있다. 구불구불 꺾어진 골목은 가지를 치고, 가지를 친 고리형의 골목(cul-de-sac)에는 3-4의 집들은 또 저마다의 조그마한 공공 마당을 형성하고 있다.

체부동 골목 도시 구조 형태는 체부동교회에서도 흔적처럼 찾아 볼 수 있다. 교회의 모든 면에 접해 있는 막힌 골목(cul-de-sac)은 인접 건물들과 대문을 마주하고 있다. (교회 본당과 별채와 본체가 연결된 모습은 공공 공간에서 건물 내에 사적(privat)인 골목으로 들어가는 체부동의 골목형태와 유사하다. 체부동 교회의 골목길의 요소적 차용은 최소한의 개입으로 체부동의 도시 구조적 공간에 대한 존중하는 방법으로써 중요한 역할 할 것이며, 과거의 커뮤니티의 공간으로서의 장소의 시간을 공유하는 즐거운 방법으로서 재조명 될 것이다.

요소2. 상업-주민

Stie의 주변 건물들 중에서, 건축적 보존은 되나 프로

그램 적으로 보존·지속성을 갖지 못하고 버려진 건물들이 많다. 예를 들어, 체부동교회만큼 오래된 한옥에 게스트하우스, 세탁소와 같은 상업적인 프로그램이 존재하고 있었지만, 주변 상업화로 인해 유지관리가 힘들어져 문을 닫은 건물이다. 이번 프로젝트를 진행함에 있어 사용하지 못하는 공간과 교회의 프로그램을 연결하여 교회라는 공간을 다시금 고찰하는 동시에 과거의 지역에 공헌하는 공간으로써 제안한다.

4.2 체부동과 요소 조합을 통한 프로그램 및 공간계획

현재도 흔적처럼 남아있는 골목길의 체부동 주민들(거주)의 공동체의 흔적과, 삶의 급격히 변하는 시간 안에서 새로이 형성해온 주민들(상업)의 공동체 사이에서 체부동 교회는 시간뿐 아니라, 장소, 역사적 가치의 흔적으로서 함께 사용하지 못하는 공간과 교회의 프로그램을 연결하여 헛것 - old-, 버려진 것에 대한 정의를 재조정하고 그것에 상응하는 가치를 재발견해야 하는 역할을 하고자 한다.

5. 결 론

건축물은 도시를 구성하는 주요한 요소로서, 도시의 장소 형성에 있어 기반의 역할을 하며 동시에 장소의 특성과 그 변화에 상응한다. 장소와 건축물은 그 속에서 삶을 영위하는 인간의 사회·문화적 배경과 밀접한 관계를 가짐으로써, 건축물은 장소와 불가분의 관계에 놓이게 된다. 특히 건축물 재생은 현대 도시에서 장소의 회복에 있어서 더욱 의미를 지닌다. 건축물 재생을 통한 물리적 환경의 연속성은 사람들이 역사의 흔적 안에서 장소를 이해할 수 있게 하고, 잊혀진 공동의 기억을 되살림으로써 시간의 흐름 속에서 장소를 인식하고 개인의 정체성을 회복할 수 있도록 한다. 또한 건축물 재생은 행위의 다양성을 유발시킴으로써 인간과 장소, 인간과 인간 사이의 친밀함을 증가시키며, 문화적 상징을 형성함으로써 일상의 활력과 사회적 교류를 증진시킨다. 그리고 건축물 재생은 도시의 구조와 기능에 영향을 미치며, 전체적인 도시의 연속성 안에서 장소를 이해할 수 있게 한다.

이처럼 현대 도시에서 건축물은 개별적 개체로서의 의미를 지닐 뿐만 아니라, 재생을 통해 장소적 의미를 규명하고 반영함으로써 도시 공간을 장소의 집합체로 만드는 역할을 하게 된다. 도시가 의미 있는 장소들로 채워지면서, 사람들은 도시를 부유하는 주변인이 아닌 진정으로 삶을 영위하는 참 존재로서 거듭나게 된다.

참고문헌

1. 이소영, 도시 한옥 밀집주거지역의 골목길 경관 변화에 관한 연구 :서촌 체부동 170번지 일대의 골목길 중심으로 , 서울대학교 대학원 석사학위논문, 2011
2. 김유란, 서촌의 생활 경관적 특성에 관한 연구, 서울시립대학교 대학원 석사학위논문, 2013
3. 기문당, 김철수, 도시공간의 이해, 2001
4. 최 준, 도시 근대 산업유산의 문화적 재생을 통한 커뮤니티 활성화 방안에 관한 연구: 국내 아트팩토리 조성 운동을 중심으로, 인하대학교 대학원 건축공학과 석사 논문, 2010

도시이미지 재구성을 위한 자생적 재생 계획 연구

- 영등포구 양평로 산업시설 보존을 중심으로 -

A Study on the Self-sustaining revival plan for Urban Image Reconstruction
- focused on the Preservation of Industrial Facilities at Yangpyeongno, Yeongdeungpo-gu -

○박 성 경* 황 태 주**

Park, Sung-Kyung Hwang, Tae-Joo

Abstract

This study is aimed to look for ways that can inject vitality into the space of town and assign a value of a new life and Scene and safety of the town using an aged modern industrial architecture. This study was basically written by the research report of Kevin Lynch's 'The City Image.' The project results according to this study as follows. First, the expectation effect of this project will grow strong the landmark element, because of community participation. Second, this site will change the place that can be used by passing people and can be involved in children and housewives, employee. Finally, I suggested the active reusing way of preserving the deterioration facilities and preventing the decline of topological meaning.

키워드 : 케빈 린치, 도시이미지, 리노베이션, 보존, 재생

Keywords : Kevin Lynch, Urban Image, Renovation, Preservation, Regeneration

1. 서 론

1.1 연구의 배경과 목적

시대의 흐름에 따라 도심의 요소와 인간이 필요로 하는 생활의 지속적 가치는 다양한 변화를 거쳐 왔다. 농업에서 공업, 종이에서 데이터, 주택에서 아파트로, 산업화 시대에서 서비스, 정보화시대로 거쳐 가면서 예전의 건물의 형태와 현재의 형태도 많이 달라졌다. 현대사회로 접어들면서 산업도시의 환경오염을 줄이고 환경적 차원에서 사람들의 질 향상을 위해 많은 변화를 해왔지만, 사람들의 무관심과 무차별적 재개발로 인해 우리 한국은 한국만의 identity를 갖지 못하고 항상 새로운 것과 새로운 것에 익숙해져 버렸다. 산업화로 오염된 지역을 개선하고 변화시켜 지역의 이미지변화 및 삶의 질 향상에 새로운 요소들을 만들어 넣고 시대적 변화에 맞춰 다양한 접근들이 시도되고 있다.

이러한 배경에서 본 연구는 노후화된 근대산업의 건축물을 이용하여, 마을의 안전 및 경관 조성과 새로운 삶의 가치를 부여하고 마을공간으로 활력을 불어넣을 수 있는 방안을 찾아보려는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 방법

본 연구는 Kevin Lynch의 도시이미지 연구보고서에 대한 연구를 기초로 작성하였으며, 케빈 린치의 도시이미지 5요소를 참고하고자 한다. 그 밖에 출판된 서적과 수필, 건축 잡지, 인터넷 사이트를 보조 자료로 한다. 대지 분석 범위는 반경1~3km이고, 영등포가 가지고 있는 역사적 배경과 주변의 유흥요소들을 배경으로 분석해 나간다. 그후 노후화된 산업시설을 재생하여 문화시설을 수용하는 계획을 수행한다.

한강 이남의 지역 중에서는 가장 먼저 서울시로 편입되어 시가지화한 곳이며, 공업지대와 혼재하고 있어서 주거의 질은 좋지 않았다. 여의도동과 당산동에 형성된 아파트 단지는 고급주택지를 이루고 있다. 특히 여의도동은 방치되어 있던 여의도를 개발하여 국회의사당을 비롯하여 언론기관·금융기관·사무실용 빌딩 등이 건설되어 서울의 새로운 중심지로 자리 잡았다. 영등포동은 상업지구를 형성하여 서울 최대의 부도심(副都心)을 이루었으며, 당산동, 양평동, 문래동, 도림동 등 거대한 공업지대가 둘러싸고 있다.

1930년대 일제 강점기에 방직공장이 들어섰던 문래동은 1960년대 정부주도의 경제개발계획으로 철재상이 급속도로 증가하였고, 지역주민은 자신들의 집을 임대공장으로 개조한다. 1990년대 IT산업의 강세로 철공업이 하락하자, 치솟던 임대료가 낮아졌다. 저렴한 임대료와 편리한 교통으로 예술가에게 문래동의 철재 상가는 매력적인 장소였다. 소음이 많은 공업지역 특성상 '시끄러운' 작업을 '편하게' 할 수 있다는 점도 예술가에게겐 오히려 장점이 되었다. 1층만 불이 켜진 철재상가에 2, 3층은 예술가들의 작업실이 되었다. 이러한 풍경이 자연스럽게 이어지면서 입소문을 따라 삼삼오오 예술가가 모여들면서 문래창작촌이 움트기 시작했다.(그림 1)



그림 1. 방직공장에서 철재공장으로, 다시 예술촌으로

2. 영등포 상황분석 및 산업시설 보존사례

2.1 영등포 산업역사와 영등포의 예술문화

2.2 소규모 산업시설의 보존과 리노베이션 사례

(1) Zollverein Mining Complex, Essen

줄퍼라인 탄광지대는 독일 에센에 위치하며 과거 탄광지대를 문화시설로 탈바꿈한 사례로, 석탄을 캐다가 역사의 뒤편길로 사라진 폐광에 그치는 것이 아니라, 독일의 경제발전의 역사가 투영된 상징적인 곳이다. 1986년 폐광

* 서원대학교 건축학과 건축학전공 졸업

** 서원대학교 건축학과 교수, 공학박사

(교신저자 : tjhwang@seowon.ac.kr)

이 결정되었음에도 불구하고 시설과 부지를 모두 매입하여 문화단지로 조성되었다.(그림 2)



그림 2. 쾰퍼라인 탄광지대, 에센

(2) Kolumba Museum, Köln

옛 콜롬바성당을 리노베이션하여 박물관으로 사용하고 있는 Kolumba Museum(콜롬바박물관)이다. 제2차 세계대전 때 벽체 일부만 남기고 파괴되었으며 이후 도시재생의 일환으로 피터 Zumthor에 의해 리노베이션되었다.

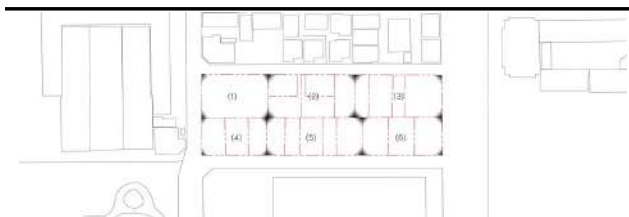
3. 영등포구 양평동 공업시설의 리노베이션 계획

3.1 대지현황과 분석

계획대지의 현황은 아래와 같으며, 대지의 위치 정보를 분석하면 <표 1>과 같다.

- 위치: 서울 영등포구 양평동일대(제2종 일반주거지역)
- 건폐율: 60% • 용적률: 150~250%
- 면적: 4,055㎡ • 높이제한: 18층 이하

표 1. 대지 위치 정보



- ① 높은 경계 벽과 좁은 골목길, 좋지 않은 view로 site안에서 최악의 조건을 가지고 있다. 그러나 층고가 높은 2층 건물이 있어 site내부를 보는 view를 활용 할 수 있다.
- ② 주거와 닿아 있는 곳으로 주민들과의 밀접한 관계가 중요하고 주민들을 끌어들이 수 있는 요소로 작용해야 한다. 공장이 아닌 주거 형태의 구조, 붉은 벽돌로 되어있어 주변과 다른 이용가치와 방법으로 활용하여야 한다.
- ③ 주거와 초등학교가 닿아 있고 피리감 없는 파사드를 가져야 할 것이다. 통로와 닿아 있어 접근성이 중요하다. 대지 안에서 주변에 void공간이 있어 적극 활용이 필요하다.
- ④ 공장의 높은 경계벽과 공원이 있고 자연의 연계성(Axis)으로 맥락에 맞춰 자연의 확장이 중요하다. 수평적 open space를 가지고 있어 시각적으로 활용을 하는 것이 좋다.
- ⑤ 높은 Office(코오롱)건물과 닿아있고 일조권에 큰 방해 받고 있어 채광에 중점을 둔다. 대지 내 가장 좁은 mass를 가지고 있어 함께 연속적으로 활용하는 것이 좋다.
- ⑥ Office, 학교가 닿아있고 인구와 차량이동이 많은 곳으로 방문자에게 시선을 끌만한 파사드가 중요하다. 가설건물로 만들어져 있어 보존 필요가 없고 위치, 접근성을 보았을 때 새로운 변화나 비우는 공간이 가장 활용성이 높다.

3.2 케빈 린치의 도시이미지 활성화 재해석)

- place: 인간의 체험을 통해 물리적으로 나타나는 물리적 환경의 인식.(장소가 지니는 의미)
- area: 각각 다른 4개의 독자적인 성격의 구역은 서로의 성질이 모호하게 변해야 한다. 대지 내에 급격한 성격 변화가 아니라 교집합의 성질을 나타내야 한다.

- edge: 개별 구역들을 다른 곳과 구별하고 대지 내에서 서로 다른 구역으로 구별한다. 양평동 공장지대는 경계가 뚜렷하고 그 경계를 끊고 재설정하여 새로운 공간으로 탈바꿈한다.
- path: 모든 환경요소는 통로에서 시작되고 다른 곳으로 변화해 간다. 이러한 통로로 인해 대지 내에 길이 만들어지고 새로운 환경이 만들어진다.
- node: 집중이 되는 결절점은 특정 활동이 집중되는 통로나 구역이 교차하는 점으로 구역의 주제가 된다.

3.3 계획의 전력적 방법과 배치대안

대지주변의 지역주민들이 참여하여 사용할수록 랜드마크적 요소가 강해진다. 어린아이들과 회사원, 주부들과 선유도공원이나 한강을 오가는 사람들까지 포함하여 주변 사람들이 지나가면서 참여할 수 있고 사용할 수 있는 공간으로 바꾸어나가야 한다.

또한 그곳 안에서 어떤 행위들이 이루어져야 구역이 활력을 가질 것인지 고민해야 하고 반듯이 이루어져야 하는 행위들이 있다면 그것을 위해 대지는 변해야 한다고 생각한다.

표 2. strategy method와 배치대안

	그림	장점	단점
Alt. 1		중정, 가설건물 자연의 Axis가 강조되고 눈에 띄게 확립적이다.	void공간이 다양하지 못하고 한곳으로 몰려있다.
Alt. 2		빛의 유입이 강조되고 sunken의 크기가 커서 접근이 회유적이지 않아 좋다.	커피샵 공간이 너무 비좁고 mass 음영이 너무 오밀조밀하다.
Alt. 3		void 공간이 다양하고 공간의 확장이 다이내믹 하다.	site가 반으로 나누어져 있어 요소들의 연결에 어려움이 있다.
Alt. 4 (결정안)		자연의 Axis를 최대한 살리고 공간 확장에 대해 다양성과 다이내믹한 공간들이 많다. 빛의 유입을 조절하여 site내에 끌어 들였다.	natural공간이 나누어져 있어 소규모 그룹만 형성되고 큰 그룹의 형성은 어렵다.

4. 결 론

본 연구는 영등포 양평구에 소재한 노후화 공업시설의 리노베이션을 통해 소규모 문화시설로 변용함으로써 마을범죄예방 및 공업시설 활성화로 과거의 장소적 의미의 쇠퇴를 방지 및 보존하여 노후시설의 적극적 재생방안을 제안하였다.

참고문헌

1. 김예슬, 범죄예방환경설계(CPTED)적용이 도시안전과 도시재생에 미치는 영향, 한국도시계획학회, 2014.
2. 진광배, 도시재생을 위한 문화시설 개발전략과 구성유형에 관한 연구, 대한건축학회, 2008.11.
3. 이정형, 근대건축 표면장식에 나타나는 모더니즘적 특성에 관한연구, 대한건축학회, 2014.4.26.

경골목구조 시공현장 현황분석

A Study on the Analysis of Light wood frame Construction Site

○이 호 식* 이 병 연**
Lee, Ho Shik Lee, Byungyun

Abstract

경골목구조 건축은 친환경 및 고효율 주택으로 가는 길목에서 꼭 필요한 시공방법중 하나로 2000년대 이후 허가 및 시공이 꾸준히 늘어 가고 있다. 이런 상황에서 시공현장을 관리하는 특별한 제도 및 기술 없이 별다른 간섭도 받지 않으며 시공되어지고 있어 문제로 지적되고 있다. 이에 경골목구조 시공현장의 현황을 분석하여 현상화에 대한 올바른 인식을 갖추며, 나아가 경골목구조 시공감리에 대한 연구로 진행하려 한다.

키워드 : 경골목구조

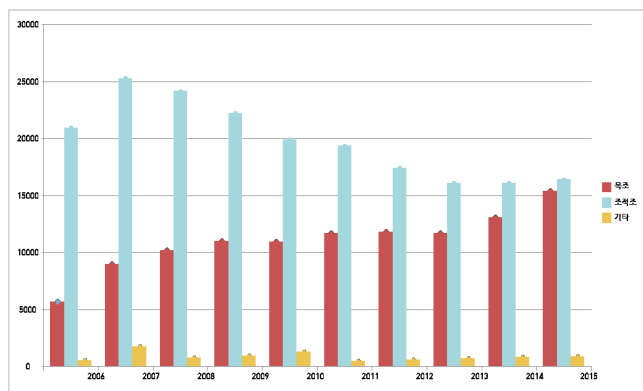
Keywords : Light Wood Frame

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

북미식 경골목구조 건축은 1990년대에 국내에 들어와 현재까지 그 수요가 꾸준히 증가하여 2008년 처음으로 허가건수가 10000세대를 넘었으며 2015년도에는 15000세대를 넘어 지속적인 증가세를 보이고 있다. 제제목을 사용하여 일정 규모 이하에서는 구조검토를 별도로 요구하지 않는 매뉴얼을 통한 시공방법이 갖는 장점으로 보급이 급속도로 확산되었지만, 재료의 관리부터 시공상세에 이르는 전 부문에 대한 지식 부족, 전문 인력 부족, 저렴한 공사비로 인해서 부실시공의 빌미를 제공하고 있다. 이에 본 연구는 경골목구조 건축시공의 현황을 살펴 앞으로 부실시공을 방지하고 완성도 높은 건축물을 시공할 수 있도록 시공감리 절차 및 방법에 대한 예비연구로서의 목적이 있다.

표 1. 년도별 건축 허가 건수



1.2 연구의 대상 및 방법

연구 방법은 경골 목구조 건축의 다수를 점하고 있는 주택의 골조 시공시 현장의 공사현황을 분석하여 하자가능여부를 판정하고, 감리의 필요성을 분석 하였다. 연구대상은 남양주, 정읍의 개인주택 공사 현장으로 하였다

2. 경골목구조 시공감리 현황

2.1 국내 주택의 감리제도

국내주택의 경우 일정규모(도시지역 100m² 이하, 도시외지역 200m² 이하 - 건축법 시행령 제11조 건축신고) 이하의 건축은 허가가 아닌 신고 사항으로 관리가 미약한 실정이다.

2.2 외국의 감리제도(캐나다)

캐나다의 경우 주택에 대해서도 공종별 감리를 통해서 각 항목별로 현장실사를 통한 품질관리를 하고 있다.

공종별 감리-현장실사(Inspections - Field Reviews)

감리 대상 항목

- 1.거푸집 감리
- 2.되메우기 이전 감리
- 3.인입감리
- 4.설비 및 가스감리
- 5.전기 감리
- 6.골조감리
- 7.단열감리
- 8.전기 설비 마감 감리
- 9.사용 승인을 위한 최종 감리

3. 대상지 시공의 문제점

3.1 남양주 주택 신축현장



그림 1. 남양주 주택 골조사진

* 충북대 대학원 석사과정 수료

** 충북대 건축학과 교수, 공학박사



그림 2. 남양주 주택 골조사진



그림 3. 남양주 주택 골조사진

그림 1.의 사진은 거실을 가로지르는 보의 과도한 사용으로 시공중에 보를 지지하는 간이 기둥을 설치한 경우로 구조계산에 의하지 않고 현장에서 작업하는 목수의 의견에 따라 보의 크기가 결정된 경우로 많은 문제점을 내포하고 있다.

그림 2.의 경우는 과도한 수평재(깔도리)를 시공한 경우로 수분에 의한 수축 및 팽창에 대비하여 수평재의 사용을 최소화 하는 것이 유리하나 현장에서의 관련기술 부족으로 과다 시공된 경우다.

그림 3.은 깔도리의 시공 불량한 상태로 토대 위 깔도리의 시공 상태가 부족하며, 수직재의 하중을 전달하는 하중전달 경로가 제대로 시공 되어 있지 않다.

3.2 정읍시 주택 신축현장



그림 4. 정읍시 주택 골조사진

그림 4.의 사진은 수평재의 과다사용 및 하부지지 불량으로 남양주 주택의 경우와 비슷하다.

토대위쪽의 깔도리는 하나만 시공해도 되는데 이중으로 시공 했으며 수직재의 하중전달경로가 끊어지는 시공으로 시공이 불량하다.



그림 5. 정읍시 주택 골조사진



그림 6. 정읍시 주택 골조사진

그림 5.의 사진은 바닥장선에 블로킹이 설치되지 않은 상황으로 장선의 경우 8피트를 초과하는 경우에 8피트마다 블로킹을 설치 하도록 되어있으나 설치하지 않아 보강이 필요하다.

그림 6.은 천정보 지지불량으로 보의 하부에 보 두께 이상의 수직재로 하중을 전달하여야 하는데 보를 지지하는 스테드를 제대로 시공하지 않은 상황으로 보강이 필요하다.

4. 결론

대상현장의 시공상황은 전체적으로 높은 수준의 품질관리가 이루어 지고 있었으나 부분적으로 구조적 안정성을 해치는 시공이 아무런 관리감독 없이 행해지고 있는 상황이다. 소형주택 중심 시공자에 대한 적절한 시공교육이 부족한 점과 이를 관리감독하고 가르칠 전문인력의 부족 및 제도의 미비점으로 인한 현상으로 파악된다. 본 연구를 통해 현재의 국내 경골목구조 시공의 문제점을 인식함으로써, 보다 안정적인 품질을 확보한 건축물을 시공하기 위해 필요한 시공감리 내용 및 절차에 대한 심도 깊은 연구가 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

1. 캐나다우드 한국사무소, 목조건축 표준 상세, 2013
2. 캐나다우드 한국사무소, 목조주택 시공 가이드, 2010
3. 김성진, 건축법 감리 제도의 문제점 및 개선방안-도시형 생활주택 중심으로, 석사학위논문, 2013

바닥난방구조 열성능 평가를 위한 실물대실험과 비정상상태열전달 프로그램을 통한 비교 연구

A Comparative Study on Mock-up Test and Unsteady State Heat Transfer Simulation Tool
for Thermal Performance Assessment of Radiant Floor Heating System

○홍 승 훈* 김 병 구* 이 강 영**
Hong, Seung-Hun Kim, Byung-Gu Lee, Kang-Young

Abstract

Typical heating system, floor heating structure is considered floor noise and energy efficiency in modern and developed by the composite heating structure of the various structures. However, Thermal and energy performance of a standard floor structure using a wet construction is not clear that the criteria for evaluating performance and should be considered when evaluating various parameters. In this study, we compare the thermal and energy performance of standard floor structure between Mock-up test and computer simulation tools, to analyze the validity of the assessment method.

키워드 : 바닥난방구조, 온돌, 피지벨, 실물대실험

Keywords : Floor Heating Systems, Physibel, Mock-up Test

1. 서 론

현재에 와서는 공동주택 층간소음 저감을 위한 바닥구조, 에너지 효율을 고려한 바닥난방구조 등 기존 표준바닥구조를 넘어 다양한 구조의 복합 바닥난방구조가 개발되고 있다. 하지만 현재 습식공법을 이용한 표준바닥구조의 열 및 에너지성능을 평가할 수 있는 기준이 명확하지 않고, 성능평가를 위한 외기온도 등 환경조건과 온수온도, 공급유량 등 다양한 변수조건이 발생하게 된다.

따라서 본 논문에서는 바닥난방구조의 열 및 에너지성능을 실물대실험과 컴퓨터 시뮬레이션 도구 간 비교를 통해, 습식공법 표준바닥구조에 대한 실물대실험의 타당성을 검토하여 시험·평가방법 확립을 위한 지표를 도출하고 분석하고자 한다.

2. 성능평가 방법 및 조건

2.1 성능평가 방법

Mock-up Test를 위해 충북 오창에 위치한 K시험연구원의 바닥난방시스템 효율성능실험실 장비를 사용하였고 주요장비 및 계측기기는 그림 1과 같다. 열 및 에너지 성능평가를 위한 바닥구조실험체는 「국토해양부 고시 제 2009-1217호 제26조」 관련 표준바닥구조로 구성하여 실제 공동주택에 적용되는 바닥난방구조를 적용하였다.

실험체 구성은 2,000(D)mm×2,000(L)mm로 제작하였고, 배관은 Ø12 XL(고밀도 폴리에틸렌관)을 사용하였으며, 배관 간격은 @180를 설치하였다. 실험체의 단면구성으로는 콘크리트(180mm), 단열재(20mm), 경량포콘크리트(40mm), 마감모르타르(40mm)로 구성하였다.



그림 1. 주요장비 및 계측기기

* 한국건설생활환경시험연구원 주임연구원

** 한국건설생활환경시험연구원 선임연구원

(교신저자 : young79@kcl.re.kr)

2.2 해석모델 조건

컴퓨터 시뮬레이션 도구로는 건축물 전용 열전달 해석 프로그램인 Physibel, Bisco&Bistra 3.0w(임의의 2차원 형상에 대한 비정상상태 열전달)를 사용하였다.

Mock-up Test와 컴퓨터시뮬레이션 입력조건으로 표 1과 같이 항온항습 조건 5℃(±0.5℃)로 외기조건을 설정하고, 온수공급온도는 60℃를 설정하였다. 또한 온수공급방식으로 대형항온수조를 이용한 유량 2L/min을 적용하였다. 온도측정을 위한 각 Layer별 온도 센서 측정위치는 몰탈 표면 온도는 배관 직상부 몰탈 표면 2Point, 배관 사이 몰탈 표면 1Point를 선정하였다.

표 1. 난방조건에서의 열성능 평가를 위한 설정조건

구 분	설정조건
공급온수온도	60℃
온수공급방식	대형항온수조, 유량 2L/min
온도측정주기	1분
측정시간	8시간(480분)
외기 온도 조건	5℃(±0.5℃)

3. 난방조건에서의 열 성능 평가 결과

Simulation Model과 Mock-up Test Model의 외부환경 조건 5℃(±0.5℃)에서 약 230분(3.8시간)가동하였을 때 두 모델 모두 바닥표면 온도가 약 45℃대 도달하였고, 이후 온도 평행곡선을 보이며 비교적 완만한 상승을 나타냈다. 또한, 온수공급 시작 후 약 100분(1.6시간)까지 전체표면 온도의 약 80%이상 상승하는 것으로 나타났다.

그림 2는 Simulation Model과 Mock-up Test Model 간 연속난방조건에서의 가동시작 후 온도 안정화구간에 진입한 420분(7시간)에서 480분(8시간)구간의 배관 직상부 평균온도를 측정한 결과로 시뮬레이션 모델 46.5℃, Mock-up Test Model 48.7℃로 차이가 2.2℃발생하는 것으로 나타났다. 따라서 두 모델 간 온도차가 ±3% 미만으로 나타나, Mock-up Test Model의 조건과 결과가 비교적 타당한 것으로 분석되었다. 표 2는 안정화구간의 측정 위치별 온도데이터를 나타낸다.

그림 3은 배관사이 중심부 표면온도 상승곡선을 나타

낸다. 연속난방조건에서 가동시작 후 온도 안정화구간에 진입한 420분(7시간)에서 480분(8시간)구간의 중심부 평균온도는 Simulation Model 39.1℃로 나타났고, Mock-up Test Model은 최고온도 39.8℃ 나타나, 두 모델 간 편차가 미미한 것으로 분석 되었다.

또한, 두 모델 간 에너지소비 열량을 산정하기 위한 적산 열량 계산식은 식 (1)과 같으며, 그림 4는 에너지소비량을 비교한 그래프이다. 초반 콘크리트 바닥구조 및 실내 온도 상승을 위한 소비열량으로 Simulation Model 최대 1,852W, Mock-up Test Model 최대 2,337W로 나타났고, 이후 온도 상승에 따른 열량소비가 점차적으로 줄어드는 것으로 나타났다. 또한, 총 소비열량 분석결과 Simulation Model 434,984W, Mock-up Test Model 550,957W로 나타났다.

$$Q = (T_a - T_{a'}) \times F \times C \quad (1)$$

여기서,

- Q : 투입된 열량 (W)
- T_a : 공급온수온도(℃)
- T_{a'} : 환수온도(℃)
- F : 순환유량(L/min)
- C : 물의 비열(J/kg·℃)

표 2. 연속난방조건 안정화구간의 온도데이터

구 분	측정위치	최대값	최소값	평균값	비고
Simulation Model	직상부1	46.9	46.6	46.7	▽ 2.2
	직상부2	46.7	46.4	46.5	▽ 2.5
	중심부	39.3	38.8	39.1	▽ 0.7
Mock-up Test Model	직상부1	50.1	48.5	49.2	△ 2.5
	직상부2	49.3	47.8	48.7	△ 2.2
	중심부	40.6	39.0	39.8	△ 0.7

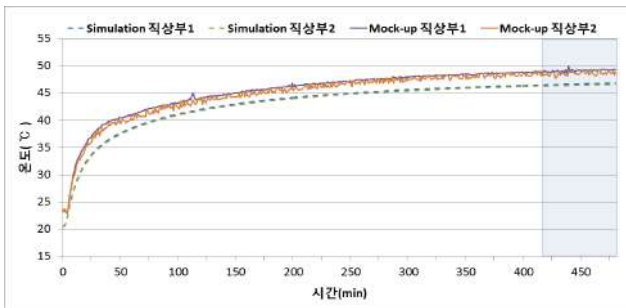


그림 2. Simulation Model과 Mock-up Test Model의 직상부 표면온도

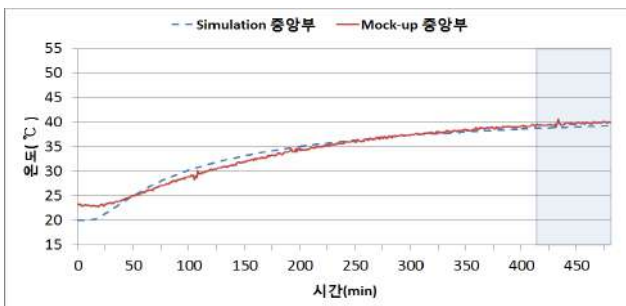


그림 3. Simulation Model과 Mock-up Test Model의 중양부 표면온도

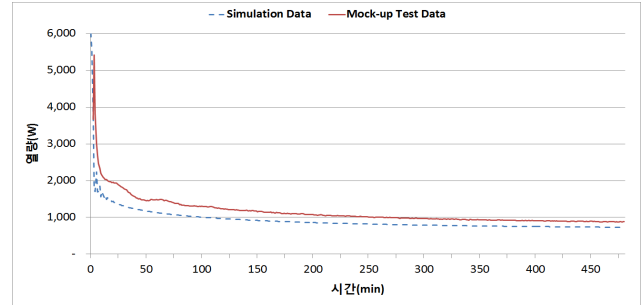


그림 4. Simulation Model과 Mock-up Test Model 간 에너지소비량 비교

그림 5는 Simulation Model의 8시간 가동 시 단면 온도 분포이며, 그림 6은 Mock-up Test Model의 초기 가동 시간에 따른 표면온도 변화를 나타낸다. 표시된 온도 범위는 5℃~65℃ 이다.

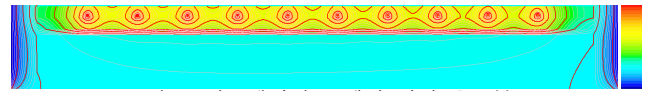
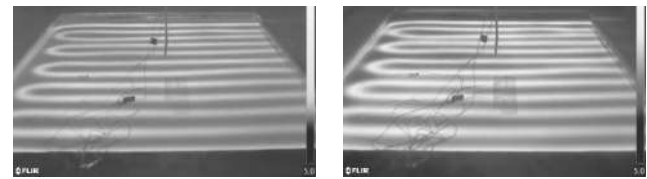


그림 5. 시뮬레이션 모델의 단면 온도분포



(가) 10분

(나) 60분

그림 6. Mock-up Test Model의 가동 10분, 60분 온도분포

4. 결 론

본 연구에서는 표준바닥구조의 열 및 에너지성능 평가를 위한 Simulation Model과 Mock-up Test Model의 해석 결과 비교를 통해 실험결과의 타당성을 확인하고 실험 데이터 지표를 도출하고자 한다.

두 모델 간 온도 상승 곡선 및 소비열량 패턴이 비교적 비슷하고, 바닥표면(직상부1,2, 중심부) 평균온도가 Simulation Model 46.7℃, Mock-up Test Model 48.7℃로 두 모델 간 2.2℃ 차이가 발생하는 것으로 나타났다. 따라서, 1시간 동안 온도차이가 ±3%미만으로 Mock-up Test의 조건과 결과가 비교적 타당한 것으로 분석되었다.

앞으로 습식공법 바닥난방구조 평가방법 확립을 위해 외기온도, 공급유량, 공급온수온도, 배관구성, 바닥조건 등 변수조건의 정립이 필요할 것으로 판단되며, 실내온열환경기준 확립을 위한 다양한 바닥재 및 바닥구조에 대한 병행연구가 이루어져 할 필요가 있다.

참고문헌

1. 국토해양부 고시 제2009-1217호 제26조, 1986
2. 최경석, 김경우, 강재식, 양관섭, 반건식 바닥구조시스템의 열 성능 및 에너지소비특성 평가, 대한설비공학회 하계학술발표대회 논문집, 2007

시뮬레이션을 통한 PV 블라인드의 에너지 성능 평가

The Energy Performance Evaluation of PV Blind Systems by Simulation

○ 임 현 석*

정 유 군**

Lim, Hyeon-Seok Chung, Yu-Gun

Abstract

A PV blind system is one of BIPV systems. It is useful to reduce energy use in buildings and to improve indoor luminous environment. This study aims to evaluate energy performance according to the control condition of PV blinds in a small office. For the study, cooling, heating and lighting loads are analyzed according to the slat angle and the control step control of PV blinds by Energy Plus simulation program. As result, the optimum control condition is suggested according to energy performance by comparing annual energy performance.

키워드 : 시뮬레이션, PV블라인드, 냉·난방에너지, 조명에너지

Keywords : Simulation, PV Blind, Heating and Cooling Energy, lighting Performance

1. 서 론

최근 건축물의 에너지절약 및 쾌적한 실내 환경 조성을 위해 실내로 유입되는 일사량의 조절방안으로 차양시스템이 선호되고 있다.¹⁾ 대표적인 차양 시스템으로는 블라인드가 있으며 현황을 감소시키고 일사량을 제어할 수 있다는 장점이 있어 건축물에 많이 적용되고 있다.

본 연구는 블라인드에 태양전지를 부착한 PV블라인드가 설치된 사무실을 대상으로 건축물의 실내 에너지 성능의 종합 평가를 실시하는데 연구 목적이 있다.

연구를 위해 건물 에너지 해석 프로그램 중 하나인 Energy Plus²⁾ 시뮬레이션을 사용하였다. 사무소의 사용시간은 09:00~17:00로 설정하였으며, PV블라인드의 설치유무에 따른 연간 종합 에너지 성능평가를 진행하였다.

2. 시뮬레이션 개요

2.1 연구대상 건물

본 연구를 위해 충주 소재의 K대학 건축관의 소규모 사무소 건물을 대상으로 설정하였다. 사무실의 크기는 4.2m×6.3m×2.7m이며, 사무실의 남측면에는 2개의 창이 설치되어있다. 각 창의 크기는 1.35m×1.45m이며 창 면적비는 35%로 설정하였다.

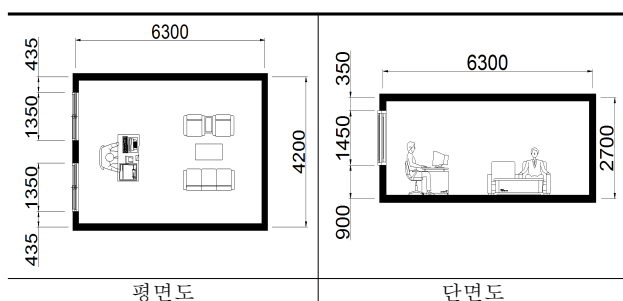


그림 1. 대상건물 평면도 및 단면도

2.2 시뮬레이션 조건

연구 대상 모델인 소규모 사무소 건물을 Energy Plus를 사용하여 분석하고자 공통의 조건을 설정하였다. 블라인드는 폴리카보네이트 소재로 폭 120mm, 슬랫 간격 120mm, 두께 20mm로 설정하였다. 시뮬레이션을 위한 조도센서는 실 깊이의 1/4과 3/4지점의 0.7m 상부에 설치하였고, 창 중앙으로부터 실 기준조도 400lx에 따른 인공조명을 자동 제어할 수 있도록 설정하였다. 시뮬레이션 입력조건은 표 2와 같다.

표 1. 시뮬레이션 입력 조건

구분	입력 조건	비고
기준조도	400(lx)	(KS A 3011 ³⁾)
침기량	시간당 0.16회	(ASHRAE 2006)
설정온도	냉방:26(°C), 난방:20(°C)	건축물에너지 효율 등급 인증제도 운영규정(2011 ⁴⁾)
기상데이터	청주(북위:36°C, 동경:127°C)	-
방위	정남향	-
내부 부하	제실	0.1(person/m ²)
	기기	10.8(W/m ²)
	조명	11.95(W/m ²)

(ASHRAE 2005⁵⁾)

PV블라인드의 슬랫 제어조건은 고정 슬랫 각도(10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°)와 태양고도에 의한 시간(5분, 10분, 20분, 30분, 40분, 60분)으로 설정하였다. 또한, 'KASI천문우주지식정보'에서 제공하는 청주시의 동지 최저 태양고도 12°와 하지 최고 태양고도 75°를 기준으로 슬랫 각도를 제어할 수 있도록 설정하였다. 이에 따라 PV블라인드는 오전 9시에 최저 12°에서 시작하여 태양이 남중하는 13시에 최고 75°로 단계적으로 증가하며 이후 같은 조건으로 감소하는 것으로 설정하였다.

표 2. PV 블라인드의 시간에 따른 제어조건

시간제어	회전각도	회전횟수
5분	1.31°	96회
10분	2.63°	48회
20분	5.25°	24회
30분	7.90°	16회
40분	10.52°	12회
60분	15.75°	8회

* 한국교통대학교 건축공학과 석사과정

** 한국교통대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : ygchung@ut.ac.kr)

3. 실내 에너지 성능 분석

3.1 냉방부하 평가

대상 사무소 건물의 연간 냉방부하는 PV블라인드 미설치 조건에서 약 932kWh로 분석되었으며, PV블라인드 설치 시 냉방부하가 11.52~14.03% 감소하는 것으로 나타났다. 특히 슬랫각도 80°에서 최대 감소율을, 슬랫각도 10°에서 최소 감소율을 보이는 것으로 분석되었다. 시간간격에 따른 슬랫각도 제어의 경우 냉방부하가 약 13% 감소하는 것으로 나타났다.

표 3. 고정/시간 제어의 연간 냉방부하 및 감소율

고정제어			시간제어		
각도	냉방부하 (kWh)	감소율 (%)	시간 간격	냉방부하 (kWh)	감소율 (%)
미설치	932.37	-	미설치	932.37	-
10°	824.95	11.52	5분	811.36	12.98
20°	819.76	12.08	10분	811.32	12.98
30°	816.27	12.45	20분	821.30	11.91
40°	812.71	12.83	30분	811.51	12.96
50°	809.39	13.19	40분	811.39	12.98
60°	806.65	13.48	60분	811.28	12.99
70°	802.90	13.89			
80°	801.55	14.03			
90°	813.06	12.80			

3.2 난방부하 평가

대상 사무소 건물의 연간 난방부하는 PV블라인드 미설치 조건에서 약 555kWh로 분석되었으며, PV블라인드 설치 시 난방부하가 10.60~17.13% 증가하는 것으로 나타났다. 특히 슬랫각도 70°에서 최대 증가율을, 슬랫 각도 90°에서 최소 증가율을 보이는 것으로 분석되었다. 시간간격에 따른 슬랫각도 제어의 경우 난방부하가 약 16% 증가하는 것으로 나타났다.

표 4. 고정/시간 제어의 연간 난방부하 및 증가율

고정제어			시간제어		
각도	난방부하 (kWh)	증가율 (%)	시간 간격	난방부하 (kWh)	증가율 (%)
미설치	555.68	-	미설치	555.68	-
10°	632.92	13.90	5분	646.21	16.29
20°	638.45	14.90	10분	646.18	16.29
30°	641.09	15.37	20분	639.41	15.07
40°	645.48	16.16	30분	645.95	16.25
50°	648.09	16.63	40분	645.89	16.23
60°	649.85	16.95	60분	644.87	16.05
70°	650.88	17.13			
80°	642.46	15.62			
90°	614.57	10.60			

3.3 종합부하 평가

대상 사무소 건물의 연간 종합부하는 PV블라인드 미설치 조건에서 약 1986kWh로 분석되었으며, PV블라인드 설치 및 제어 조건에 따른 종합부하 평가를 위한 기준 부하로 설정하였다. PV블라인드 설치에 따른 종합부하 변화율은 -2.31~14.11%로 분석되었다. 특히 슬랫 각도 70° 이하에서 증가하였으며 슬랫 각도 80° 이상에서 감소하는 것으로 분석되었다. 시간간격에 따른 슬랫각도 제어의 경우 종합부하가 약 6.5% 증가하는 것으로 나타났다.

표 5. 고정/시간 제어의 연간 종합부하 및 변화율

고정제어			시간제어		
각도	종합부하 (kWh)	변화율 (%)	시간 간격	종합부하 (kWh)	증가율 (%)
미설치	1986.44	-	미설치	1986.44	-
10°	2266.76	14.11	5분	2115.04	6.47
20°	2226.50	12.08	10분	2114.79	6.46
30°	2184.59	9.98	20분	2118.76	6.66
40°	2143.14	7.89	30분	2115.56	6.50
50°	2101.21	5.78	40분	2115.63	6.50
60°	2063.22	3.87	60분	2116.60	6.55
70°	2020.28	1.70			
80°	1977.30	-0.46			
90°	1940.48	-2.31			

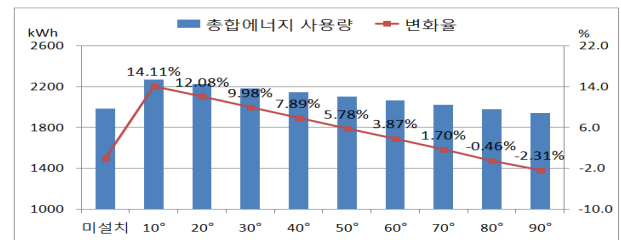


그림 2. 고정제어의 연간 종합부하 및 변화율

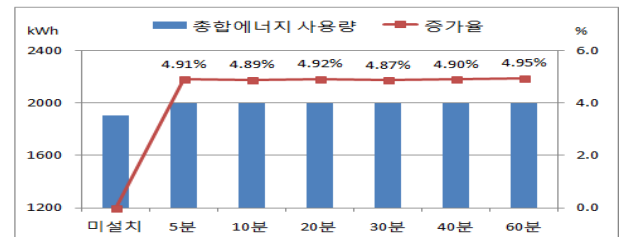


그림 3. 시간제어의 연간 종합부하 및 변화율

4. 결 론

시뮬레이션을 통해 사무실에 설치된 PV블라인드의 제어조건에 따른 에너지성능 분석 결과 미설치 대비 냉방부하에서 80°, 난방과 조명 및 종합부하에서 90°로 제어한 경우 가장 유리한 것으로 분석되었다. 또한 시간별 제어의 경우 미설치 대비 냉방 및 난방부하에서 60분 제어, 조명 및 종합부하에서 10분 제어가 가장 유리한 것으로 분석되었다.

본 연구는 부하량만을 고려하여 PV블라인드 설치에 따른 에너지 성능을 평가하였으므로 추후 블라인드의 발전 성능에 따른 건물 에너지 소비 평가가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김덕우, “실·내외 블라인드 시스템의 제어전략”, 성균관대학 석사학위논문, 2010.02
2. Energy Plus, Input-Output Reference
3. 기술표준원, 한국산업규격 조도기준 KS A 3011
4. 국토해양부, 건축물 에너지 절약 설계 기준, 2012
5. ASHRAE, ASHRAE handbook fundamentals, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, 2005

Abstract

Recent pneumatic total energy recovery installed in the apartment house is an effective system for ensuring proper ventilation, as well as the objectives of the Clean Indoor Air Quality by recovering heat that is lost through the ventilation reduce air-conditioning load in the house. But winter-summer climate of the country is clear in the case of summer can be a problem even in the room cooling load increases, the winter season can be caused dew condensation in total energy recovery.

In this study, by analyzing the energy consumption for installing a pre-heater for heating a portion of the outside air during the winter period to ensure the performance of the total energy recovery is to find ways to maintain the performance gain of the total energy recovery.

키워드 : 전열교환기, 프리히터

Keywords 12890-: Total Energy Recovery, Pre-Heater+

1. 서 론

최근 공동주택에 설치되는 공기식 전열교환기는 적정 환기량의 확보, 실내공기질의 청정 목적뿐만 아니라 환기를 통해 누설되는 열을 회수하여 주택내의 냉난방 부하를 절감하는데 효과적인 시스템이다. 특히 판형 전열교환기의 경우 구조의 단순성과 현열·잠열을 동시에 회수하는 특성으로 인해 현재 다수의 공동주택에 보급이 확산되고 있다. 하지만 동-하절기의 기후가 뚜렷한 우리나라의 기후 특성과 전열교환기의 운전패턴을 고려해보면, 하절기의 경우 고온다습한 실외공기로 인한 실내 냉방부하의 증가도 문제가 될 수 있고, 동절기 실내외 온도차(30℃ 이상) 및 수증기분압차에 의한 전열 교환기내의 결로 발생과 이에 따른 누수, 성능저하, 결빙에 따른 물의 부피팽창으로 인한 구조물의 안전성 저하를 야기할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 전열교환기의 성능확보를 위해 동절기기간에 외부공기를 일정부분 가열하는 프리히터를 설치하는 경우의 에너지 소비량을 분석하여 전열교환기의 성능 확보를 유지할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

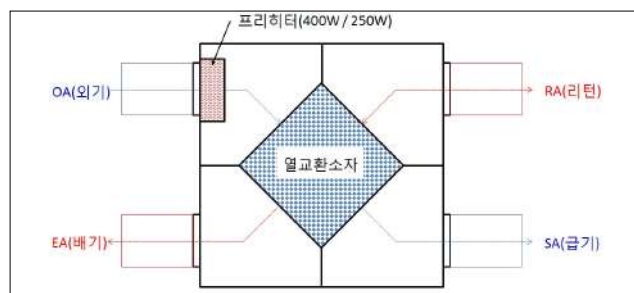
2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

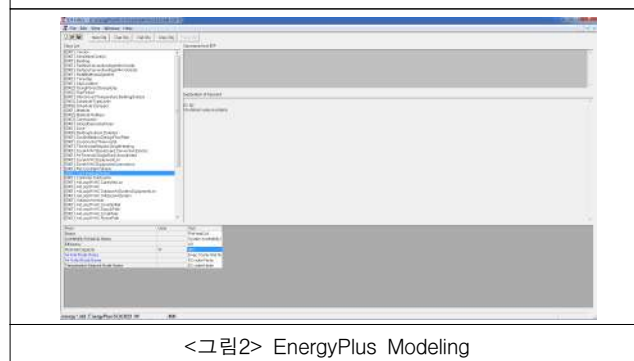
본 연구의 시스템 구성은 아래 <그림1>과 같이 판형 전열교환기의 외기도입부의 연결부위에 프리히터를 설치하는 것으로 가정한다. 정격용량(Nominal Capacity)은 두 가지로 각각 250W와 400W로 추정한다. 실제적인 검토를 위해 2015년 서울지역 동절기기간(2015년 1월 1일 ~ 동년 2월 28일, 2015년 12월 1일 ~ 동년 12월 31일)의 3개월의 시간별 외기온 데이터로 기반을 건물 및 설비의 동적해석을 정밀하게 수행할 수 있는 Energyplus(Energy

Simulation Program)를 이용하여 시간별 에너지 소비량을 산출한다. 해석시간은 상시 환기 시스템으로 가정하여 Fan의 경우 24시간 수행하는 것으로 하였으며, 작동조건의 경우 외기온이 프리히터 취출구온도의 목표 온도값인 5.9℃에 미만이면 무조건 가동하는 것을 원칙으로 한다.

해석대상 건물은 바닥면적 60㎡, 유효높이 2.3m의 공동주택을 가정하되, 필요환기량을 0.5회(ACH)로 산정했다.



<그림1> 전열교환기 프리히터 설치 개념도



<그림2> EnergyPlus Modeling

3. 실험결과 및 분석

3.1 250W급 프리히터 성능특성

<그림 3>의 경우 12월의 총 744 시간중 85.3%인 636 시간에 걸쳐 프리히터가 운전되었으며, 운전시간중 약 10%인 60시간 정도는 목표온도조건을 부합하지 못하는 것으로 나타났다. 'A' Section의 경우 외기온이 5.9℃ 이상으로 전열교환기는 정지하고 있으나 상시환기시스템의

* 청주대학교 건축공학과 석사과정

(교신저자 : wlsghk3864@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

특성상 시스템내의 온도가 검출되었다. 그리고 외기온이 -5.8℃ 이하로 떨어지는 경우 가열용량 부족으로 인해 목표설정온도에 도달하지 못하는 구간이 발생('B'Section)하였다. <그림3>은 프리히터의 12월 에너지 소비량을 시간별로 나타낸 것으로, 시간별 평균 정격 소비전력, 해당월의 프리히터의 에너지 소비량과 이를 주택용 저압을 기준으로 환산했을 경우 프리히터에 소요되는 추가비용은 <표1>과 같다. <그림4>는 1월의 경우이다.

3.2 400W급 프리히터 성능특성

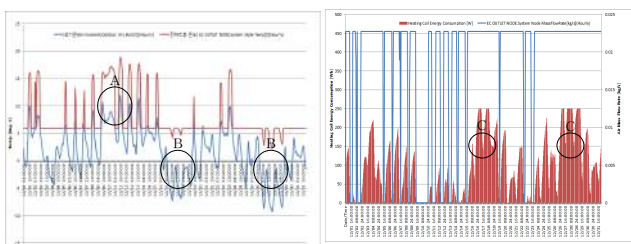
<그림5>의 경우 12월의 총 744 시간 중 85.3%인 636 시간에 걸쳐 프리히터가 운전되었으며, 1월의 경우 98%의 가동율을 보였고, 2월의 경우 96%의 가동율을 나타내고 있지만 <그림3>, 250W급과는 달리 운전시간 중 용량 부족현상은 발생하지 않았다. 그리고 12월, 1월, 2월의 각 시간대별 외기변화에 대하여 목표조건인 5.9℃ 급기가 가능한 것으로 나타났다. 해당월의 시간별 평균 정격 소비전력, 프리히터의 에너지 소비량과 이를 주택용 저압을 기준으로 환산했을 경우 프리히터에 소요되는 추가비용은 <표2>와 같다. <그림6>은 1월의 경우이다.

	12월	1월	2월
평균사용량 [kWh]	0.9218	1.3658	0.9908
월총사용량 [kWh]	68.58	101.620	66.58
월별추가비산정(원)	5,200	7,300	5,150

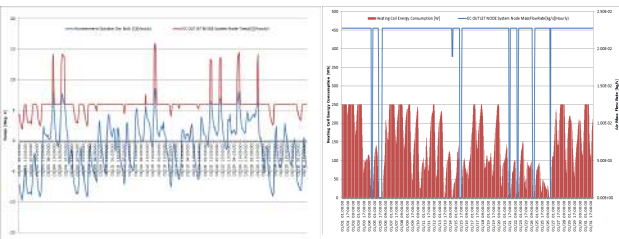
<표1> 250W급 프리히터 에너지 소비특성

	12월	1월	2월
평균사용량 [kWh]	0.947	1.4390	1.0475
월총사용량 [kWh]	70.45	107.0645	70.39
월별추가비산정(원)	5,300	7,350	5,290

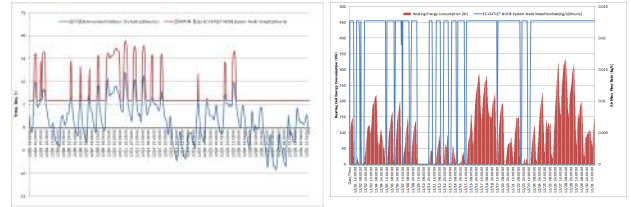
<표2> 400W급 프리히터 에너지 소비특성



<그림3>외기온 및 프리히터 출구 공기온도 추이 및프리히터처리 공기유량 및 에너지 소비량 (250W급, 12/1 ~ 12/31)



<그림4>외기온 및 프리히터 출구 공기온도 추이 및프리히터처리 공기유량 및 에너지 소비량 (250W급, 1/1 ~ 1/31)



<그림5>외기온 및 프리히터 출구 공기온도 추이 및프리히터처리 공기유량 및 에너지 소비량 (400W급, 12/1 ~ 12/31)



<그림6>외기온 및 프리히터 출구 공기온도 추이 및프리히터처리 공기유량 및 에너지 소비량 (400W급, 1/1 ~ 1/31)

4. 결 론

본 연구에서는 프리히터를 설치한 전열교환기의 성능 확보에 대해서 실험적으로 고찰하였다.

그 결과 전열교환기내의 결로발생 방지를 위한 외기도입 공기의 최저온도조건을 5.9℃로 가정하는 경우 해당도입구에 Pre-Heater설치가 하나의 방법이 될 수 있으나, 적정용량의 산정문제가 발생하고 전기식의 경우 과도한 전력소비에 따른 소비자의 불안이 있을 것으로 추정된다. 250W급의 프리히터의 경우 외기온이 영하 5.8℃이하에서는 난방용량부족으로 인하여 목표온도 설정조건에 도달하지 못하는 경우가 총 시간대별 약 10%내외이다. 1월달 운전의 경우 총 운전시간 중 50%가량이 최대출력하에서 운전하게 되므로 기기의 내구성 및 안정성을 추가적으로 고려해야하고, 400W급의 프리히터의 경우 주어진 외기온도 조건하에서 목표온도 설정조건에 부합하는 것으로 나타나지만, 용량의 증가는 곧 기기크기가 증가하게 되므로 프리히터의 형태 및 구조에 대한 사항을 점검해야 할 것이다. 또 두 조건 모두 해당기간(12월, 1월, 2월)에 대한 추가에너지 비용은 주택용 저압 기준으로 약 5,000원~7,500원으로 예상되나 해당 주택의 에너지 소비패턴과 누진제도여부에 따라 증감될 수 있다. 본 연구를 일반화하기 위해서는 다양한 기상조건 및 운전알고리즘에 대한 시스템 응답특성에 대해 추가적인 검토가 필요한 실정이다.

참고문헌

1. 배철호 외 3명, 열회수용 전열교환기의 성능특성 비교연구, 공기조화냉동공학회 추계학술대회 논문집, 2002
2. ㈜에이스랩, 에너지 회수를 위한 수직계 전열교환기 개발, 과학기술부, 2001
3. ASHRAE Standard 41.1, 1986, Standard method for temperature measurement, ASHRAE.

현장실험을 통한 태양발전 블라인드의 최적제어조건 제시

Presenting Optimal Control the over the Conditions of PV Blind Field Tests

○문 민 호* 정 유 근**

Moon, Min-Ho Chung, Yu-Gun

Abstract

The PV blinds, on the reflecting surface of which solar cells are installed, are environment-friendly daylighting systems to control indoor luminous environment and generate electricity. This study evaluates electricity generation performance according to the condition of lightweight photovoltaic blinds installed at the windows of building. For the study, the two PV modules are made and two errors between them are tested. Through field experiment, power output was comparatively evaluated according to daily optimum angle and slat angle (0°, 30°, 45°, 60°) on the basis of vertical installation (90°).

키워드 블라인드, 태양발전, 현장실험

Keywords : Photovoltaic, Blind, Field Tests

1. 서 론

블라인드는 실내로의 과도한 주광 유입을 막고 재실에게 쾌적한 빛 환경을 제공 할 수 있다. 이때 직사일광이 사입되는 반사면에 태양전지를 설치한 태양발전 블라인드는 슬랫각도 조절을 통해 실내 시 환경 조절 및 전력을 생산 할 수 있는 친환경 채광시스템이다.

본 연구에서는 건축물 창호에 설치 가능한 경량형 태양광발전 블라인드 설치조건에 따른 발전성능 평가를 실시하였다. 이를 통해 태양발전 블라인드 개발을 위한 기초자료를 제공하는데 연구목적이 있다. 연구는 사무소 건물 창호에 설치되는 경량발전 블라인드 시제품을 제작하고 K대학 옥상에서 현장성능 실험을 실시하였으며 각 조건별 발전성능을 비교평가 하였다.

2. 발전모듈의 개요

태양발전 블라인드의 설치대상은 충주 소재의 K대학 건축관 사무실로 선정하였다. 사무실 크기는 그림1과 같다. 발전 블라인드 크기는 유입되는 직사일광을 최대화 할 수 있는 크기로 높이 120mm, 길이 1060mm, 두께 20mm로 제작하였다. 모듈은 총 8개가 제작되었으며 정격 출력은 전력(11.5Wh), 전압(4.1V), 전류(2.8A)이다.

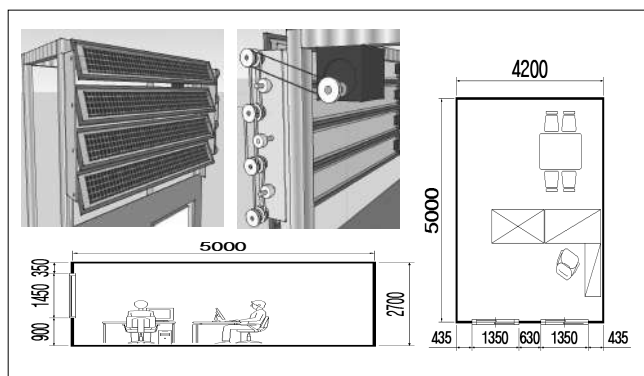


그림 1. 사무소 도면 및 설치예상도

* 한국교통대학교 건축공학과 석사과정

**한국교통대학교 건축공학과 교수, 공학박사

2.1 발전모듈 설치 및 실험방법

제작된 시제품을 K대학 건축관 옥상에 설치된 거치대를 활용하여 실제 건축물 적용 시 발전성능을 평가 할 수 있도록 계획하였다. 이 때, 가동형 거치대는 슬랫각도를 수평(90°)부터 수직(0°)까지 조절 할 수 있도록 설계하였다. 그림 2는 거치대에 시제품을 각 창에 4개씩 설치 한 모습이다.

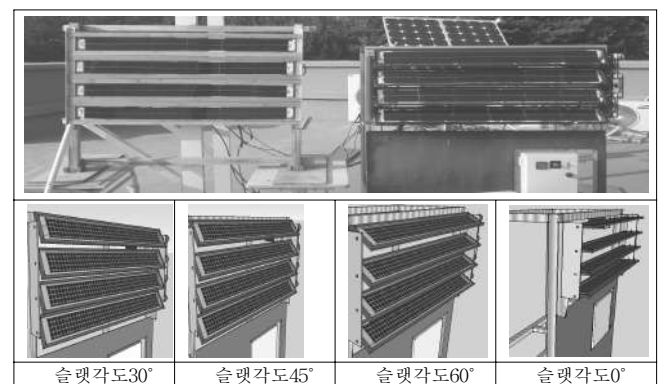


그림 2. 태양발전블라인드 설치 모습

현장실험은 정남을 기준으로 측정하였고 블라인드 수직설치(90°)를 기준으로 슬랫각도 변화(0°, 30°, 45°, 60°)에 따른 발전량을 비교분석 하였다. 또 한, 임현석의 ‘음영을 및 제어 각도에 따른 PV블라인드의 최적성능조건 분석1.’에서 제시한 날짜별 최적각도에 따른 발전량도 비교평가 하였다.

3. 유효성 평가

유효성 평가는 설치된 발전모듈 사이에 발전성능을 분석하였으며 수직설치(90°) 조건에서 동시에 실시하였다. 분석된 두 발전 블라인드 사이의 발전성능 보정율은 표 1과 같다.

표 1. 유효성 평가를 통한 보정을 산정

	평균전력(Wh)		보정율(%)
	1(기준)	2	
TEST 1	11.42	11.08	3.06
TEST 2	11.88	11.52	3.08
TEST 3	10.82	10.50	3.02
TEST 4	10.82	10.50	3.02
평균	11.02	10.69	3.06

표 2. 슬랫각도와 기준설치(90°) 설치 비교 값

		제어조건별 5일치 평균데이터 비교									
		0	기준 (90°)	30	기준 (90°)	45	기준 (90°)	60	기준 (90°)	일간 제어	기준 (90°)
발전량 (Wh)	평균	10.6	12.7	10.5	10.7	12.1	12.6	12.0	12.2	15.4	19.1
	최대	15.1	17.7	16.4	17.0	20.4	20.0	15.9	15.9	24.3	28.1
	최소	6.0	6.2	5.9	5.3	5.4	5.5	5.5	4.3	4.8	6.1
전력비 (%)	평균	21.0	25.2	20.8	21.3	24.7	23.7	23.8	24.3	30.63	37.8
	최대	30.0	35.2	32.5	33.8	39.8	40.4	31.6	31.6	48.24	68.1
	최소	11.8	12.3	11.6	10.5	10.8	10.7	10.9	8.4	9.54	6.9
성능비교 (%)	평균	83		98		96		98		81	
	최대	96		140		121		111		118	
	최소	73		85		81		77		73	
일사량 (W/m2)	평균	1003.2		774.2		968.1		1022.8		908.1	
	최대	1877.8		1252.0		1532.8		1370.0		1414.6	
	최소	306.1		234.9		364.2		231.6		331.4	

전력비: (발전량/정격출력)*100 성능비교:(변수/기준설치 발전량)*100

4. 발전성능 평가

태양발전 블라인드를 슬랫각도(0°, 30°, 45°, 60°)별로 각 5일간 측정하여 비교분석 하였다. 분석결과 30°로 설치하였을 때 평균 발전량은 10.5Wh로 분석되었으며 기준설치 발전량은 10.7Wh로 나타내었다. 60° 고정 제어하였을 때 평균 발전량은 12.0Wh의 발전량을 보였으며 기준설치 발전량은 12.2Wh로 나타내었다. 30°와 60° 모두 기준설치 대비 약 2%의 발전량 감소를 보였다. 수평(0°) 고정제어 하였을 때 평균 발전량은 10.6Wh로 분석되었으며 12.7Wh의 발전량을 나타낸 기준설치 대비 약 17%의 발전량 감소율을 나타내었다.

일간 제어 조건으로 제어하였을 기준때 설치와 5일 평균으로 분석을 진행하였으며 기준설치의 최소, 최대, 평균 발전량은 각각 6.1 Wh, 28.1 Wh, 19.1 Wh로 분석되었다. 동일한 조건으로 일간 고정각도로 제어하였을 때의 최소, 최대, 평균 발전량은 각각 4.8 Wh, 24.3 Wh, 15.4 Wh로 분석되었다. 두 태양발전 블라인드 사이의 발전성능을 비교분석한 결과, 기준설치 대비 최소 발전량에서 약 21% 감소하며 최대 발전량에서 약 14%가 감소하는 것으로 나타났다. 그리고 평균 발전량은 기준 설치 대비 약 19% 감소하는 것으로 분석되었다.

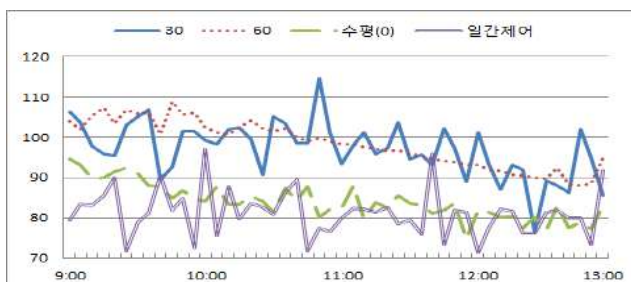


그림 3. 슬랫각도에 따른 기준설치(90°) 발전성능비

5. 결 론

태양발전 블라인드의 고정제어와 일간제어에 따른 발전성능을 평가하였다. 평가 기간은 5월부터 9월까지 진행하였으며 분석은 외부 기상조건이 쾌청한 날의 데이터를 활용하였다. 먼저 고정제어에 따른 발전량이 기준설치(90°) 대비, 슬랫 각도 30°와 60°제어에서 감소율이 약 2%로 최소 감소율을 나타내는 것으로 분석되었으며, 0°제어에서는 약 17% 감소율을 보여 발전능이 30°와 60°제어 대비 약 14% 증가하는 것으로 분석되었다.

일별 제어는 발전효율이 기준설치 대비 약 19% 감소로 인해 고정제어와 일간 제어의 차이는 약 17%의 발전성능이 감소하는 것으로 나타났다.

분석결과 수직설치(90°)시 가장 높은 발전성능을 나타내었다. 상이한 결과의 원인으로는 제어조건에 따라 이격거리로 인한 음영이 발생이 원인으로 판단된다.

참고문헌

1. 임현석, “음영을 및 제어각도에 따른 PV블라인드의 최적성능 조건 분석”, 2015년 한국교통대학교 졸업논문집
2. 정유근 외 2명 “자연채광 요소기술 도출을 위한 창호시스템과 건물요소와의 통합화에 관한 연구”, 한국생태환경건축학회논문집, Vol.2, No2, 2002.05.
3. 김소현 외 3명 “블라인드 PV제어에 따른 시내 빛환경 및 발전량 측정에 관한 연구”, 한국조명·설비학회 조명·전기설비학회 논문집
4. 홍성관 외 2명 “블라인드PV 시스템의 적용성 검증을 위한 주광 특성 및 일사량 분석 시뮬레이션”, 한국조명·전기설비학회논문집, 제25권 제2호, p1~9, 2011

■ 학술 발표

제 2 분과

(CM 및 시공·재료)

진행위원 : 김옥규(충북대학교 교수)

팽창성혼화재 치환율 변화에 따른 시멘트 모르타르의 기초적 특성

Basic Characteristics of Cement Mortar Depending on a Change in the Replacement Ratio of Expansive Admixture

○김민상*

Kim, Min-Sang

조만기**

Jo, Man-Ki

한상윤***

Han, Sang-Yoon

박용규****

Park, Yong-Kyu

한민철*****

Han, Min-Cheol

한천구*****

Han, Cheon-Goo

Abstract

The floor mortar applied at the construction sites such as domestic apartments recently has a problem of cracks due to materialistic or constructive factors. Therefore, this study aims to examine the various properties of cement mortar using the expansive admixture manufactured by mixing aluminum slag powder into desulfurized plaster. As a result, it turned out to be optimal to replace and use 1% of expandible admixture mixed with 10% of ALS considering synthetically the rate of change in fluidity, strength and dry contraction length.

키워드 : 팽창성혼화재, 모르타르

Keywords : expansion admixture, cement mortar

1. 서론

국내 아파트 등 건설현장에서 시공되는 바닥 모르타르의 경우는 단위 수량 및 단위 시멘트량과 같은 재료적 요인, 기상상태 및 양생 방법 등의 시공적 요인에 의한 균열이 쉽게 발생하고 있다. 따라서 이와 같은 경우에는 균열보수 비용 증가, 바닥마감재의 변색 및 파손 등의 문제점이 발생하고 있다. 이에 건설산업에서는 섬유와 혼화제를 사용하여 인장강도 증진 및 균열제어 등의 물리적 및 화학적 방법의 연구가 많이 진행되고 있으나, 시공성 저하, 비경제적 및 균열방지 효과도 미흡한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 탈황석고에 산업부산물인 알루미늄슬래그를 미분말로 제조하여 치환한 팽창성혼화제를 사용한 모르타르의 제반물성을 검토하고자 하였다. 즉, 팽창성혼화재의 치환율 변화에 따른 시멘트 모르타르의 휨강도, 압축강도 및 건조수축 길이변화율 등의 기초적 특성을 분석하고자 하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

먼저, 실험요인으로 W/B는 65 %의 1수준에 대하여 배합비 B : S = 1 : 3으로 계획하였다. 배합사항으로는 결합재는 단위결합재량에 대한 질량비로 고로슬래그 미분말(이하 BS)를 60 % 치환 사용한 배합을 목표 플로 210 ± 25 mm를 만족하도록 배합하였다. 탈황석고(FGD)에 알루미늄슬래그(ALS)를 0, 10 %를 치환한 팽창성혼화재의 경우 단위결합재량에 대하여 각각 0, 1, 2, 3, 4 %의 5수준으로 치환 사용한 총 9배치를 실험계획하였다.

실험사항으로는 굳지않은 모르타르에서는 플로우 경화 모르타르에서는 재령별 압축강도, 휨강도 및 건조수축 길이변화율을 측정하는 것으로 계획하였다.

본 연구의 사용재료는 시중에서 유통되는 일반적인 것을 사용하였고, 실험방법은 KS에 따랐다.

표 1. 모르타르 실험계획

실험요인		실험내용	
배합사항	W/B(%)	1	· 65
	B : S		· 1 : 3
	목표		· 210 ± 25
	플로우(mm)		· OPC : BS = 35 : 65
	결합재(%)		
	$\frac{ALS}{FGD}(\%)^{1)}$	2	· 0, 10
실험사항	치환율(%) ²⁾	5	· 0 ³⁾ , 1, 2, 3, 4
	굳지않은 모르타르	1	· 플로우
	경화 모르타르	3	· 압축강도(3, 7, 28일) · 휨강도(3, 28일) · 건조수축 길이변화율

1) 탈황석고(FGD)에 대한 AL슬래그(ALS)의 치환율

2) 결합재에 대한 치환율

3) Plain

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지않은 모르타르의 특성

그림 1은 FGD에 대한 ALS 혼입을 별 팽창성혼화재 치환율 변화에 따른 플로를 나타낸 그래프이다. 먼저 모든 배합에서 목표 플로 범위를 만족하는 결과를 나타내었다. 즉 ALS 혼입율이 0 %인 경우 팽창성혼화재를 1, 2, 3, 4 % 치환한 경우에는 플로우가 미소하게 저하하는 경향을 알 수 있었다. 또한 ALS 혼입율이 10 %인 경우도 팽창성혼화재 치환율이 증가할수록 플로우가 미소하게 저하하는 것을 알 수 있었다.

* 청주대학교 건축공학과 석사과정

(교신저자 : pado6995@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과 박사과정

*** (주)효성 건설PU, 토건기술팀, 대리

**** 아주산업(주) 기술연구소, 선임연구원

***** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

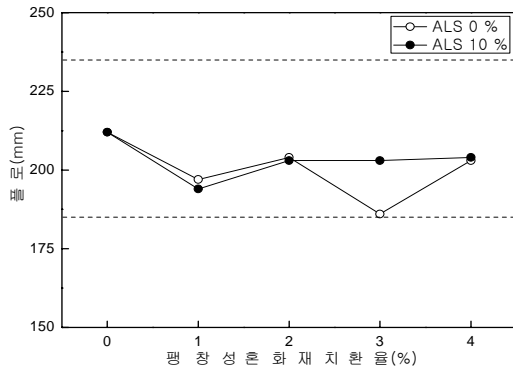


그림 1. 팽창성혼화제 치환율 변화에 따른 플로

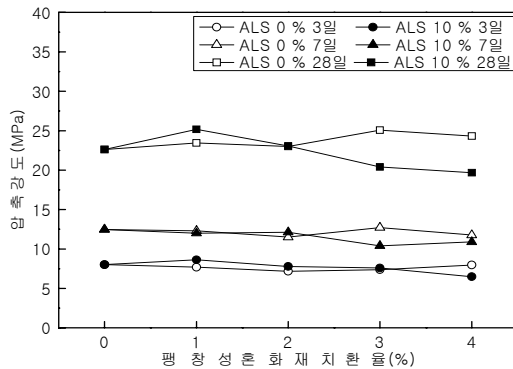


그림 2. 팽창성혼화제 치환율 변화에 따른 재령별 압축강도

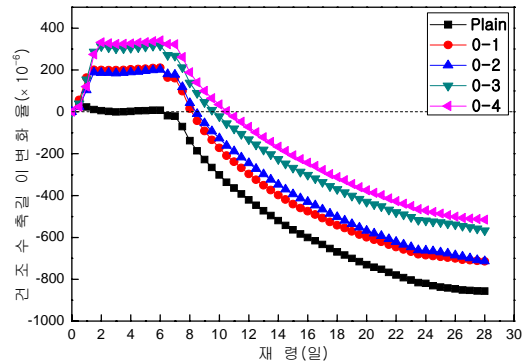


그림 3. 팽창성혼화제 치환율 변화에 따른 건조수축 길이변화율(0 %)

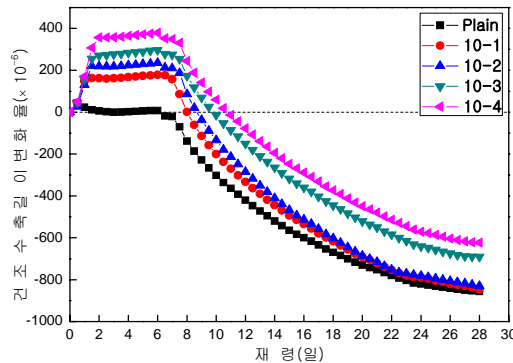


그림 4. 팽창성혼화제 치환율 변화에 따른 건조수축 길이변화율(10 %)

3.2 경화 모르타르의 특성

그림 2는 팽창성혼화제 치환율 별 재령경과에 따른 압축강도를 나타낸 그래프이다. 먼저 ALS 혼입율이 0 %인 경우에는 팽창성혼화제의 치환율이 증가할수록 압축강도도 증가하는 것으로 나타났다. 반면 ALS 혼입율이 10 %인 경우에는 팽창성혼화제의 치환율이 증가할수록 압축강도가 감소하는 것으로 나타났으나, 1 % 치환율에서는 높은 압축강도 발현율을 나타내었는데, 이는 ALS를 10 % 혼입한 팽창성혼화제의 알루미늄성분이 시멘트 모르타르 내부의 알칼리와 반응으로 수소가스가 발생하여 팽창성을 나타냄에 따라, 모르타르 내부 공극을 밀실하게 채워 강도가 증진된 것으로 판단된다.

그림 3과 4는 팽창성혼화제 치환율 변화에 따른 건조수축 길이변화율을 나타낸 그래프이다. 건조수축 길이변화율의 경우에는 팽창성혼화제 치환율이 증가할수록 팽창이 커지는 것으로 나타났다. 특히 ALS 혼입율이 10 %인 경우는 0 %인 경우보다 큰 팽창이 나타났는데, 이는 전술한 바와 같이 ALS 사용에 의한 수소가스가 생성되면서 부피가 팽창하여 이러한 결과를 나타낸 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 아파트 등 바닥 모르타르의 재료 및 시공적 요인에 의한 균열을 저감 할 수 있는 방안으로 팽창성혼화제 치환율 변화에 따른 시멘트 모르타르의 기초적 특성에 대하여 고찰하였다.

그 결과 굳지않은 모르타르 특성으로 플로는 팽창성혼화제 치환율 증가에 따라 미소하게 감소하는 경향이나 모든 배합에서 목표 플로 범위를 만족하는 결과를 나타내었다. 경화 모르타르 특성으로 압축강도는 ALS 혼입율 10 %의 팽창성혼화제 치환율 1 %가 가장 우수한 것으로 나타났으며, 건조수축 길이변화율 부분에서는 ALS 혼입율 10 %의 팽창성혼화제 치환율 3 %가 양호한 결과를 나타내었다. 따라서, 유동성, 강도 및 건조수축 길이변화율에 대한 측면까지도 고려 할 때 ALS 10 % 혼입 팽창성혼화제 1 % 치환사용이 양호할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 백병훈, 한천구, 고로슬래그 미분말과 순환잔골재를 사용하는 친환경 모르타르에 탈황석고 및 시멘트에 의한 품질향상, 한국건축시공학회지 제15권 제2호, 2015.4, pp. 193-199(7 pages)
2. 황금광 외 5명, 탈황석고와 소각장에서의 치환율 변화에 따른 고로슬래그 베이스 모르타르의 기초적 특성, 한국콘크리트학회 2014년도 봄 학술대회 논문집, 2014.5 pp. 309-310(2 pages)
3. 송원루 외 5명, 탈황석고 처리방법 변화에 의한 고로슬래그 미분말 다량 치환 모르타르의 품질향상, 한국건축시공학회 2015년도 추계 학술논문 발표대회 논문집 제15권 제2호, 2015.11, pp. 55-56

초고강도 섬유 보강콘크리트의 직접인장강도 특성

Direct Tensile Strength Properties of Ultra High Performance Fiber-Reinforced Concrete

○ 박 지 웅* 이 건 철**
Park, Ji-Woong Lee, Gun-Cheol

Abstract

The purpose of this study is to analyze the Direct tensile strength characteristics according to the conditions of the ultra high strength fiber-reinforced concrete. Through the test, it was confirmed that cracks and behavior between steel fibers and concrete. Also it is shown in a graph compared to the result of the test at the curing conditions. As a result, depending on the strength and the curing conditions (water curing, steam curing) of the test body can be seen that the difference in tensile strength occurs directly.

키워드 : 초고강도 섬유 보강콘크리트, 직접인장강도

Keywords : Ultra High Performance Fiber-Reinforced Concrete, Direct tensile strength

1. 서 론

최근 건설기술의 발달과 건물의 초고층화로 인해 압축강도 100 MPa을 초과하는 초고강도 콘크리트 사용량이 증가하고 있다. 하지만 높은 압축강도에 비해 인장강도, 휨강도, 인성 등에 취약하여 취성적 파괴의 우려가 있는데, 이러한 문제점을 보완하기 위해 취성파괴를 연성파괴로 유도하는 강섬유 보강 콘크리트에 대한 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 100 MPa 이상의 초고강도 섬유 보강 콘크리트 시험체의 인장강도 특성으로 직접인장강도 측정 결과에 대해 보고하고자 한다.

2. 실험 시 문제점 해결방안

기존의 초고강도 섬유 보강 콘크리트 직접인장강도 시험에서 시험체의 중앙부 균열을 유도해야 하지만 상·하단에서의 균열이 발생하는 변수가 있어 정확한 인장강도의 측정이 어려운 점이 있다. 이러한 문제점의 대안으로 시험체 중앙부에 홈을 파내어 중앙부 균열을 유도하는 노치를 만들어 직접인장강도를 측정하는 방식으로 시험을 진행하고자 한다. 노치를 도입하여 실험을 진행한 결과 시험체 상부·하부 부분이 먼저 균열이 생기는 빈도가 감소한 것으로 나타나 노치의 중앙부 균열유도가 효과적인 것으로 예상된다.

3. 실험 개요

3.1 실험 계획

본 연구에서는 초고강도 섬유 보강 콘크리트 시험체를 120 MPa, 150 MPa, 180 MPa 강도로 제작하였으며 시험체를 고온 증기양생 및 수중양생으로 분류하여 강도 및

양생조건에 따라 재령 7일, 28일 직접인장강도를 측정한다. 본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

표 1. 실험 계획

실험요인		실험수준
시험체 조건	목표강도(MPa)	120, 150, 180
	강섬유 혼입조건	16 mm 타입 0.5% + 20 mm 타입 1.0%
	양생조건 (℃)	· 소정의 재령까지 수중양생 (20±2 ℃) · 90 ℃로 48시간 동안 고온 증기양생 후 소정의 재령까지 수중양생
측정사항		노치 타입의 직접인장 (7, 28일)

3.2 실험 방법

시험체 중앙부의 균열을 유도하기 위해 폭 2 mm, 깊이 12.5 mm의 노치를 도입하였다. 인장시험장치 사용시 공시체의 형상 및 시험하중에 적합한 부착용 그림을 사용하고, 그림은 하중의 작용선과 시험체의 축선이 일치하도록 한다. 양단의 그림장치에서 한단은 고정, 다른 한단은 핀(힌지)조건으로 재하가 가능해야 한다. 변위측정장치는 공시체의 변위를 1/1000 mm 이상의 정도까지 측정할 수 있어야 하며, 중앙부 노치부위에 위치시킨다.

그림 1은 노치를 도입한 시험체의 모습이며 사진 1은 실험 및 공시체의 균열 모습을 나타낸 것이다.

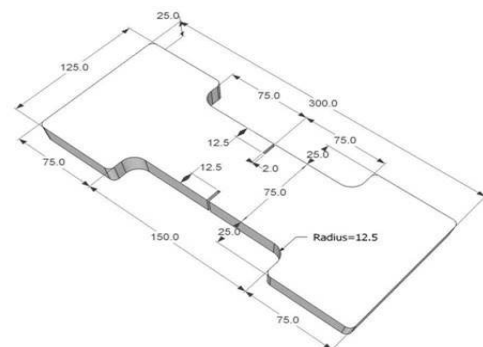


그림 1. 노치타입 직접인장강도 시험체

* 한국교통대학교 건축공학과 학석사 연계과정

** 한국교통대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : gcleee@ut.ac.kr)

이 연구는 2015년도 한국건설기술연구원의 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:14AUDP-B069625-02-000000

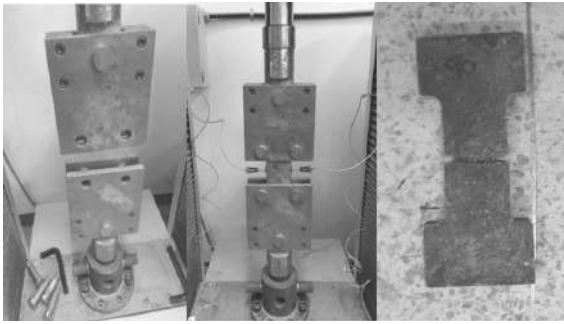


사진 1. 실험 및 공시체 균열 모습

4. 실험 결과 및 분석

그림 2는 수중양생에 의한 목표 강도별 직접인장강도와 변형률의 관계를 나타낸 것이다. 전반적으로 7일 재령의 경우 150 MPa 및 180 MPa는 유사한 응력 변형곡선을 나타내고 있다. 28일 재령은 마찬가지로 150 MPa 이상에서는 120 MPa의 시험체에 비해 현저한 강도 증가를 나타내었다.

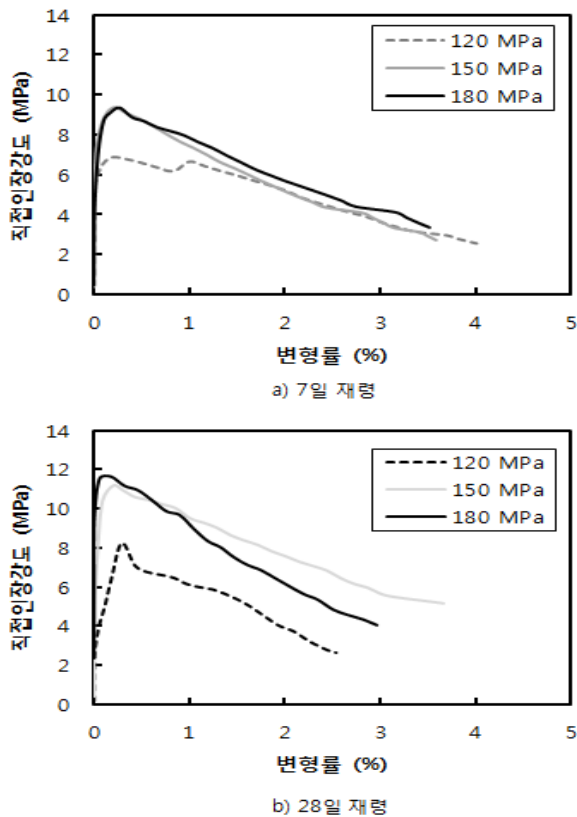


그림 2. 직접인장강도-변형률의 관계 (수중양생)

그림 3은 그림 2와 같은 방법으로 증기양생의 결과를 나타낸 것이다. 그림 2의 수중양생의 경우 7일 재령에서 목표 강도별 차이가 미비한 것에 비해 증기양생의 경우에는 확연한 차이를 나타내고 있다.

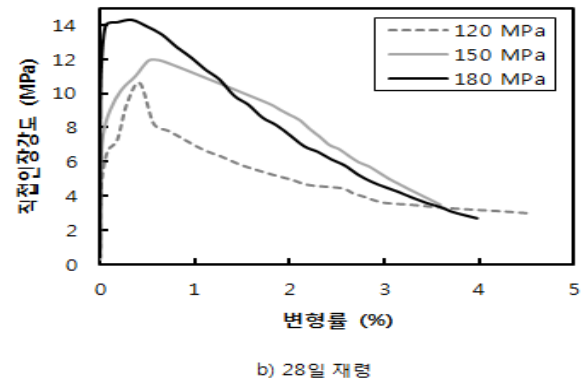
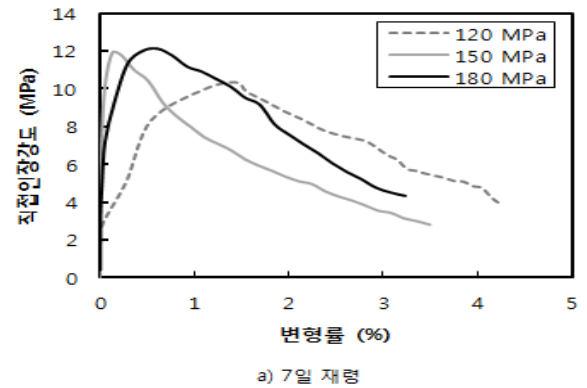


그림 3. 직접인장강도-변형률의 관계 (증기양생)

5. 결 론

본 연구에서는 강섬유 혼입조건 및 설계강도에 따른 양생조건별 직접인장강도 실험을 진행하였다. 1)목표 강도 측면으로 직접인장강도를 비교해봤을 때, 목표 강도의 증가에 따라 최대직접인장강도 또한 증가하는 것을 알 수 있다. 2)양생조건별로 증기양생의 경우는 7, 28일의 강도차이가 크지 않았고 수중양생보다 증기양생인 경우의 강도가 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 최중구, 강섬유 혼입 초고강도 콘크리트의 역학적 성질에 관한 연구, 2016

저품질 잔·굵은 골재를 사용하는 콘크리트의 품질특성

Quality Characteristics of Concrete using Fine/Coarse Aggregate of Low-Quality

○문 병 룡*

백 철*

박 경 택**

민 경 철***

조 만 기***

한 천 구****

Moon, Byeong-Yong

Baek, Cheol

Park, Gyeong-Taek

Min, Gyeong-Cheol

Jo, Man-Ki

Han, Cheon-Goo

Abstract

Recently in Korea, due to lack of resources and reduction of cost, low-quality aggregates are being distributed. However, the low-quality aggregates affect the qualities such as compressive strength and dry contraction crack of concrete, but there is no report on its degree. Therefore, this study aims to investigate experimentally how much the generally domestically distributed low-quality aggregates affect the qualitative characteristics of concrete.

As a result of experiment, whether the aggregates are of high or low quality affected the slump value more than the compressive strength.

키워드 : 저품질 골재, 품질특성

Keywords : Low-Quality Aggregate, Quality Characteristic

1. 서 론

최근 국내 일부 레미콘 생산업체에서는 지역적 골재 수급 문제와 원가 절감 등의 이유로 KS규격에 맞지 않는 저품질 골재(발파석, 마사, 해사 등)를 사용하여 콘크리트를 생산하고 있는 경우도 존재한다. 그런데 이와 같은 저품질 골재들은 입도, 조립률 등에 문제가 있기 때문에 콘크리트의 유동성, 건조수축 균열, 압축강도 저하 등 품질에 영향을 주고 있지만, 그 정도에 대하여는 거의 보고된바 없다.

그러므로 본 연구에서는 국내에서 일반적으로 유통되는 저품질 골재를 사용했을 경우 콘크리트의 품질특성에 어느 정도 영향을 미치는지를 실험적으로 고찰 하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험 계획은 표 1과 같다. 먼저, 석산 잔·굵은 골재에서 목표 슬럼프는 180 ± 15 mm, 목표 공기량은 4.5 ± 1.5 %, 결합재는 OPC : FA : BS = 65 : 15 : 20 으로 계획 하였고, 또한 단위 결합재량은 320 kg/m^3 , W/B는 석산 골재를 기준으로 목표 슬럼프와 목표 공기량을 만족하는 값으로 60%를 결정한 다음 여타의 배합에도 동일하게 적용 하였다. 이때 콘크리트의 배합사항은 표 2와 같다.

실험 변수로서 사용재료의 경우 굵은 골재는 KS 규격품인 석산과 비 KS인 발파석의 2수준, 잔골재는 KS 규격품인 석산과 비 KS인 발파석, 마사, 강사, 해사의 5 수준으로 총 10수준을 실험 계획 하였다.

* 청주대학교 건축공학과 석사과정

(교신저자 : mby4177@naver.com)

** ㈜삼표산업 대리, 공학석사

*** 청주대학교 건축공학과 박사과정

**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

2.2 사용재료 및 실험방법

본 실험에 사용한 재료는 국내에서 유통되는 일반적인 것을 사용하였다. 단, 골재는 모두 국내산 경기/수도권을 사용하였는데, 그 물리적 성질은 표3과 같다. 실험방법은 KS에 규정된 표준적인 방법에 따랐다.

표 1. 실험계획

구분	실험요인		실험수준	
배합 기준	단위결합재량 (kg/m^3)		320	
	목표 기준	슬럼프 (mm)	1	180±15
		공기량 (%)		4.5±1.5
	결합재 조성비		1	OPC : FA : BS = 65 : 15 : 20
재료 요인	굵은골재		2	석산, 발파석
	잔골재		5	석산, 발파석, 마사, 강사, 해사
실험 사항	굳지 않은 콘크리트		2	·슬럼프 ·공기량
	경화 콘크리트		1	·압축강도 (3, 7, 28 일)

표 2. 배합 사항

구 분		W/B (%)	질량(Kg/m^3)				S/a (%)	AE (%C)	AD (%C)
굵은 골재	잔골재		B	W	S	G			
석산	석산	60	317	190	919	855	53	0.08	0.63
	발파석	60	317	190	895	855	53	0.08	0.63
	마사	60	317	190	905	855	53	0.08	0.63
	강사	60	317	190	905	855	53	0.08	0.63
	해사	60	317	190	908	855	53	0.08	0.63
발파석	석산	60	317	190	919	806	53	0.08	0.63
	발파석	60	317	190	895	806	53	0.08	0.63
	마사	60	317	190	905	806	53	0.08	0.63
	강사	60	317	190	905	806	53	0.08	0.63
	해사	60	317	190	908	806	53	0.08	0.63

표 3. 골재종류별 물리적 특성

골재종류		밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	입형판정 실적율 (%)	0.08mm 통과율 (%)	조립율
굵은골재	석산	2.66	0.5	56.9	0.30	6.89
	발파석	2.61	1.5	59.5	1.30	6.80
잔골재	석산	2.62	1.1	55.0	3.81	2.92
	발파석	2.57	3.1	53.8	6.96	3.49
	마사	2.60	1.8	52.6	3.10	3.21
	강사	2.60	1.5	54.6	2.10	2.75
	해사	2.61	0.9	54.1	0.70	1.83

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

그림 1은 석산 굵은 골재 및 발파석 굵은 골재에 있어 잔골재 종류 변화에 따른 동일 배합조건일 경우의 슬럼프를 나타낸 그래프이다. 전반적으로 굵은 골재의 영향은 적게 나타났으나, 저품질 잔골재인 경우로 발파석, 마사, 해사가 사용됨에 따라 슬럼프가 크게 낮아진 것을 알 수 있다. 이는 발파석, 마사, 해사의 경우 입도의 영향이 큰데, 즉, 일반적인 잔골재의 조립률이 2.3 ~ 3.1 인 것에 비해 발파석과 마사의 경우는 3.1보다 크고, 해사는 1.83으로 매우 작기 때문에 슬럼프차가 작게 나타난 것으로 판단된다.

그림 2는 굵은 골재 종류별 잔골재 종류 변화에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 굵은 골재는 종류에 상관없이 유사한 경향을 나타낸 반면 잔골재인 경우는 해사일 때 매우 크게 나타나 목표공기량을 초과하였다. 이는 해사의 경우 조립률이 1.83으로 다른 잔골재에 비해 잔입자이며 균일입자 상태를 보임에 기인하여 공기량이 많아진 것으로 판단된다. 역으로, 발파석 잔골재와 같은 경우에는 목표 범위를 만족하였지만 값이 비교적 낮아 겨울철 동결융해가 작용될 경우에는 문제가 발생할 수 있을 것으로 판단된다.

3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 3은 굵은 골재 종류별 잔골재 종류 변화에 따른 재령별 압축강도를 나타낸 것이다. 전반적으로 석산 굵은 골재 사용시 발파석 굵은 골재 사용시 보다 압축강도가 증가하는 경향을 나타내었다. 또한, 그중에서 석산 잔골재와 강사 잔골재 배합이 비교적 높은 강도를 나타내었으나, 발파석, 마사 잔골재 배합은 석산배합에 비해 약 10%정도 낮은 압축강도를 나타내었다. 이는 해당 잔골재의 조립율이 큰 점 및 입형 판정 실적률도 낮기 때문에 강도에 악영향을 주었다고 판단된다. 또한, 해사를 사용한 배합은 다른 잔골재 배합보다 공극이 많이 생겼기 때문에 석산 잔골재 사용시 보다 약 16% 정도 압축강도가 감소한 것을 알 수 있다.

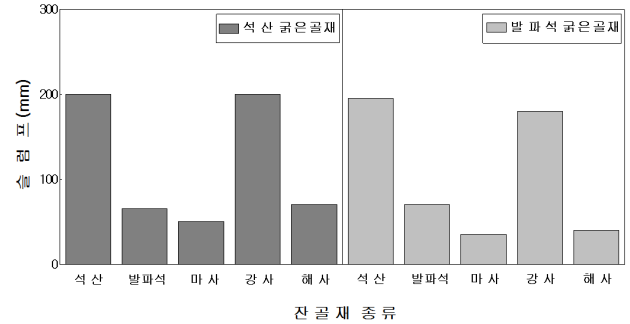


그림 1. 굵은 골재 종류별 잔골재 종류 변화에 따른 슬럼프

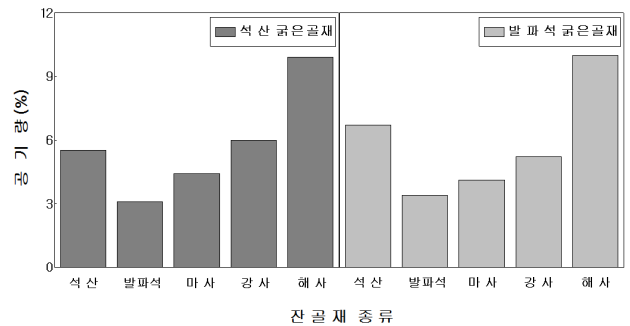


그림 2. 굵은 골재 종류별 잔골재 종류 변화에 따른 공기량

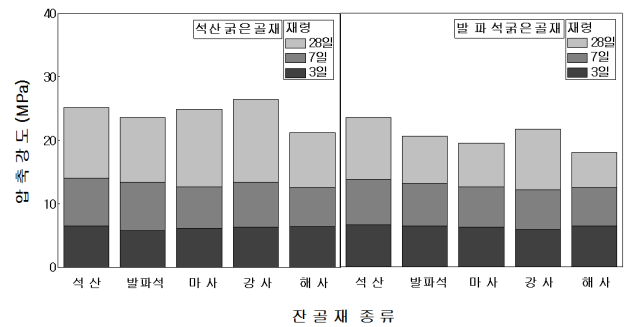


그림 3. 굵은 골재 종류별 잔골재 종류 변화에 따른 재령별 압축강도

4. 결 론

본 연구에서는 저품질 잔·굵은 골재사용이 콘크리트의 품질특성에 미치는 영향을 실험적으로 고찰하였다.

그 결과 양질의 골재를 사용 했을 경우에는 저품질 골재인 경우보다 유동성이 커서 작업성이 우수하고, 또한 압축강도의 경우도 증가 하게 됨을 알 수 있었다. 결국 양질의 골재 사용은 콘크리트의 경제적인 배합과 유동성, 강도 등 품질에도 긍정적인 기여를 할 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. 고경택 외 4명, 잔골재 종류가 콘크리트의 물성에 미치는 영향, 콘크리트학회 논문집 18(4), pp.459-467, 2006.8
2. 청주대학교 산업과학연구소, 산업부산물 및 저품질 골재를 활용한 혼합골재 콘크리트의 성능평가, 최종보고서, 2012
3. 청주대학교 산업과학연구소, KS골재와 비KS골재를 사용한 콘크리트의 공학적 특성 및 내구성 평가, 최종보고서, 2015

pH 저감제 사용 순환골재의 시험 방법간 비교

Comparison Study of pH Test Method for Recycled Aggregate Soaked in a pH Reducing Agent

고 산* 이 건 철**
Gao, Shan Lee, Gun-Cheol

Abstract

Construction waste is recycled and used for the efficient and eco-friendly disposal of construction waste increasing due to reconstruction and redevelopment project and so on. There is recycled aggregate as a typical case. And this recycled aggregate shows strong alkalinity due to calcium hydroxide, and causes many environmental problems. Therefore, this is a study on reduction in the strong alkalinity of recycled aggregate by using sodium phosphate based ammonium in order to reduce the pH of recycled aggregate. Besides, a possibility that a pH reducing agent of recycled aggregate could be applied to a site was evaluated. As a result, it was possible to verify that pH decreased as the percentage of pH reducing agent increased. Looking for a better test method pH decreases recycled aggregates.

키워드 : 제1인산나트륨, 염화암모늄, 순환골재, pH 저감제

Keywords : The first sodium phosphate, Ammonium chloride, Recycled aggregate, pH reducing agent

1. 서 론

본 연구 팀에서 순환골재 생산 공정 중 습식 분리선별 장치에 적용 가능한 pH 저감제를 개발중에 있으며, 앞서의 연구에서는 제1인산나트륨을 염화암모늄의 물과 혼합한 수용액 사용하여 순환골재의 pH저감제 가능성에 대하여 검토하였다.

본 연구에서는 순환골재 pH 저감제의 성능을 검토하기 위한 일련의 연구로서 순환골재 pH 측정 실험방법간 비교를 실시하였으며, 그 측정결과를 보고하고자 한다.

2. 시험 방법 비교

2.1 순환골재 기준(안) 시험 방법

순환골재의 pH 측정 방법은 환경부에서 고시한 폐기물 공정시험방법과 순환골재기준(안) 시험방법에서 제시하고 있으나, 시료를 미분쇄하여 측정하는 방법이 실제 순환골재의 사용조건과 다르므로 pH 결과가 다르게 나온다는 외국 연구결과에 따라 본 연구에서는 국립환경과학원에서 제안하는 pH 시험방법에 의거 실제 사용하는 순환골재 중 pH가 높게 나오는 입도 20 mm 이하의 순환골재 200 g 시료를 채취하고 비이커에 Solid : Liquid 비를 1:2.5의 비율로 하여 시험을 실시 하였다.

2.2 BS EN 1774 기준 시험방법

BS EN 1774에 의한 순환골재의 pH 시험방법을 입도 20 mm 이하의 순환골재 2000 g 시료를 채취하여 비이커에 Solid : Liquid 비를 1:2.5 하여 시험을 실시하였고, pH

의 변화량을 측정하였다.

3. 실험 개요

3.1 실험 계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 순환골재의 종류로는 국내에서 생산되는 5개사의 시료를 임의로 채취하여 사용하였고, pH 저감제로는 본 연구팀에서 자체 개발한 인산나트륨에 염화암모늄을 이용한 pH저감제를 이용하였다.

시험방법을 환경부고시의 순환골재 pH 시험방법과 BS EN 1774기준의 시험방법간 비교를 실시하였다.

표 1. 실험계획

실험요인	실험요인	
순환골재 종류	5	A사, B사, C사, D사, E사
pH 저감제	1	자체개발 pH 저감제
시료전 처리 방법	1	pH 저감제 에 30분 침지 후 24시간 자연건조 초린 시료 사용
시험방법	2	<ul style="list-style-type: none"> 환경부고시 순환골재 pH시험 기준 BS EN 1774 기준

3.2 사용 재료

본 연구의 시험재료는 표 2 표 3과 같다. pH저감제를 인산나트륨계의 염화암모늄 수용액으로 자체개발된 제품을 사용하였다.

표 2. pH 저감제의 성분

	성분	색상	pH
pH저감제	인산나트륨계 염화암모늄	백색	4.5

* 한국교통대 건축공학과 대학원 석사과정

** 한국교통대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : gcleee@ut.ac.kr)

이 연구는 2015년도 중앙기업청 연구비 지원에 의한 결과의 일부분임.

표 3. 순환골재의 물리적 성질

	밀도(g/cm^3)	조립률(F.M.)	흡수율(%)
A사	1.89	4.07	1.79
B사	1.85	3.59	1.76
C사	1.88	3.71	1.79
D사	1.82	3.96	1.73
E사	1.87	3.41	1.78

3.3 시험 방법

사진 1은 순환골재의 pH 시험방법 및 BS EN 1774 기준의 측정모습을 나타낸 것이다.



a) 환경부 고시 기준

b) BS EN 1774 기준

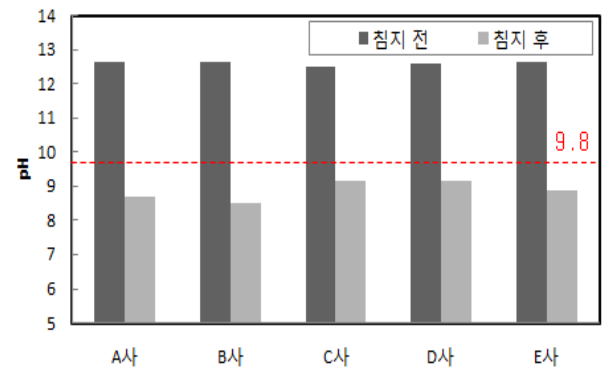
사진 1. pH 측정모습

4. 실험결과 및 분석

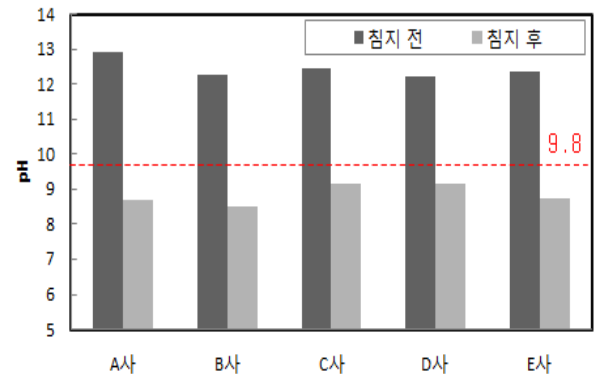
그림 1 a) 는 업체별 순환골재의 pH 기준에 시험방법별 pH 변화를 나타낸한 그래프이다. 먼저 환경부고시에 의한 시험방법의 경우, pH저감제에 침지하지 않은 순환골재의 pH는 평균치가 12.2를 나타내었다. 한편, pH저감제에 침지한 경우는 6.7~8.8의 범위로 초기 원골재 보다 약 3.6정도로 감소하는 것으로 나타났다.

그림 1 b) 은 BS EN 1774 기준 시험방법에 의한 pH 변화를 측정한 것으로 pH저감제 침지 전의 pH는 12.2~12.9를 나타내었고, pH저감제에 침지한 것의 pH는 평균 8.5~9.2의 범위로 초기 원골재 보다 약 3.0정도로 감소하는 것으로 나타났다.

이처럼 두 시험방법간의 차이가 미비한 것으로 나타나는데, 이는 시험방법에 있어서 액체와 비율에 같이 때문으로 사료된다.



a) 환경부고시 기준



b) BS EN 1774 기준 방식

그림1. 순환골재 pH 시험방법

5. 결 론

1) pH저감제를 사용한 경우 순환골재의 pH가 현저히 저하되는 것을 알 수 있었다.

2) 순환골재 pH 시험 방법은 두 시험 방법 모두 액체와 고체의 비율이 같아 시험방법간 차이는 미비한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. 환경부, 전국 폐기물 발생 및 처리현황, 2013
2. 최중구, 이진철, 이진영, 고동근, 인산나트륨계암모늄염을 이용한 순환골재의 pH저감 방안 검토, 한국건설순환자원학회 학술발표 논문집, Vol.15 No.1, pp.37-18, 2015
3. 송태협, 이종찬, 이세현, 측정방법 및 시간경과에 따른 순환골재의 pH 특성에 관한 연구, 한국건설순환자원학회 제6권 제3호 pp.61~69, 2011
4. 이종찬, 송태협, 이세현, 촉진탄산화 반응에 의한 순환골재의 특성 연구, 한국콘크리트학회 학술대회 논문집, pp.209-210, 2010
5. 한국건설기술연구원, 순환골재 활성화 방안 연구 보고서, 2014

ERCO 도포가 모르타르의 수분증발 및 수축변화에 미치는 영향

Effect of ERCO application on the water evaporation and contraction change of mortar

○백 철* 문 병 룡* 황 찬 우** 조 만 기** 한 민 철*** 한 천 구****
Baek, Cheol Moon, Byeong-Yong Hwang, Chan-Woo Jo, Man-Ki Han, Min-Cheol Han, Cheon-goo

Abstract

Recently in construction projects, after demolding, a wet condition must be maintained for a certain period. However, the most construction project sites are being left as a dry condition due to a water treatment and construction period shortening problem. Therefore, this study aims to analyze experimentally the effect of the application of edible refined cooking oil(hereinafter 'ERCO') on the water evaporation and contraction change of mortar.

키워드 : 유화처리된 정제유지류

Keywords : ERCO(Emulsified Refined Cooking Oil)

1. 서 론

콘크리트 공사에서는 거푸집 탈형 후에 일정기간 동안 습윤상태를 유지하여야 하는 것이 시방서에 규정되어 있다. 하지만 대부분의 건설공사현장에서는 물의 처리 및 공기단축등의 문제와 관련하여 거의 습윤양생이 이루어지고 있지 않는 현실이다.

그러므로 본 연구에서는 폐식용유를 정제한 후 유화처리한 것 (이하 ERCO)을 도포하였을 경우 모세관 공극중에서 시멘트수화물의 알칼리와 비누화 반응된 생성물로부터 모르타르의 수분증발 및 수축변화를 방지 할 수 있을 것으로 사료되어 이를 검증 하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구에서 계획한 모르타르의 배합계획은 표 1 과 같다.

먼저 기본배합으로는 B:S 비를 1:3으로 계획하였고 목표플로 150 ± 25로 계획하였으며 결합제는 OPC에 대하여 BS 60%(이하 BS 60), OPC에 대하여 FA 30%(이하 FA 30) 를 치환하는 3수준으로 계획하였다.

실험변수로는 탈형 후 건조, 탈형 후 ERCO도포, 7일 수중양생 후 건조, 28일 수중양생으로 양생방법을 달리하는 것으로 실험을 계획하였다.

사용재료는 국내에서 유통되는 일반적인 재료를 사용하였다.

실험사항으로는 굳지않은 모르타르에서는 플로, 단위용적질량을 경화 모르타르에서는 길이변화율, 질량변화, 사진촬영 압축강도를 측정하는 것으로 계획하였으나, 지면관계상 길이 변화 및 질량변화에 대하여 만 보고한다.

표 1 양생시기에 따른 혼화재 다량치환 모르타르의 수분증발 및 수축변화 검토

	실험요인	실험내용	
		1	· 50
기본배합	W/B (%)	1	· 1:3
	B : S	1	· 150 ± 25
	목표플로 (mm)	1	· OPC = 100
	결합제 (%)	3	· OPC : BS = 40 : 60 · OPC : FA = 70 : 30
실험변수	양생방법	4	· 탈형 후 건조 · 탈형 후 ERCO 도포 · 탈형 후 7일 수중 후 건조 · 탈형 후 28일 수중양생
	도포방법	1	· 1회 붓칠
	도포제	1	· ERCO ¹⁾
	굳지않은 모르타르	2	· 플로 · 단위용적질량
실험사항	경화 모르타르	4	· 길이 변화율 측정 ²⁾ · 질량변화 측정 ²⁾ · 사진촬영 ³⁾ · 압축강도 ³⁾

1) 유화처리 정제식용유(Emulsified Refined Cooking Oil)

2) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21, 28 60, 90, 120, 150, 180일의 재령에 대하여 해당 실험사항 측정

3) 7, 28, 91, 180일의 재령에 대하여 측정

3. 실험결과 및 고찰

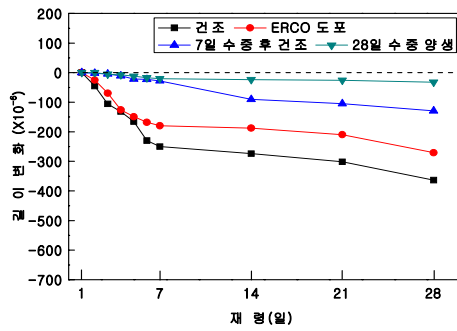
그림 1 에서는 결합제종류 및 양생방법별 따른 재령경과에 따른 길이변화율을 나타낸 것이다. 시험체에는 건조, ERCO도포, 7일 수중양생 후 건조, 28일 수중양생의 순으로 길이변화율이 크게 나타났다. 특히 OPC 100에서는 재령후 7일 후 부터 도포양생 한 것이 건조양생 한 것보다 길이변화율이 현저히 적게 나타나는 것을 확인 할 수 있었다. 단, BS 60 및 FA 30에서는 도포양생 한 것이 건조 양생 한 것보다 길이변화율이 적게 나타나기는 하나 그 차이가 미소하였다. 이러한 점은 시험체의 표면의 비누화반응으로 모세관 공극을 채워주기 때문에 수분증발을 막아주어 길이변화율이 작아진 것으로 판단된다.

* 청주대학교 건축공학과, 석사과정
(교신저자 honorjoker@)

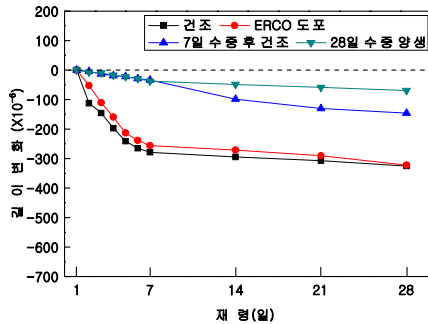
** 청주대학교 건축공학과, 박사과정

*** 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

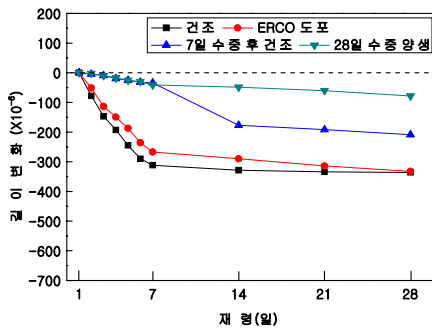
**** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사
(교신저자 cghan@cju.ac.kr)



(1) OPC 100



(2) BS 60



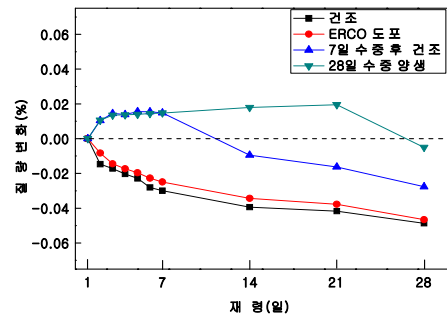
(3) FA 30

그림 1. 결합재종류 및 양생방법별 재령경과에 따른 길이변화율

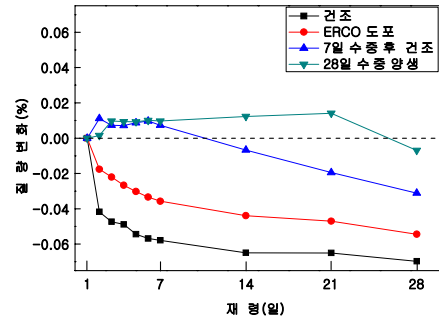
그림 2에서는 결합재종류 및 양생방법별 재령경과에 따른 질량 변화율을 나타낸 것이다. 그림 1과 같이 질량변화율은 건조, ERCO도포, 7일 수중양생 후 건조, 28일 수중양생의 순으로 증가하는 것을 확인 할 수 있었다. 결국 길이변화율은 질량변화율과 비슷한 경향으로 나타나 결국 질량변화가 건조 수축에 직접적으로 영향이 미쳐짐을 알 수 있었다.

4. 결 론

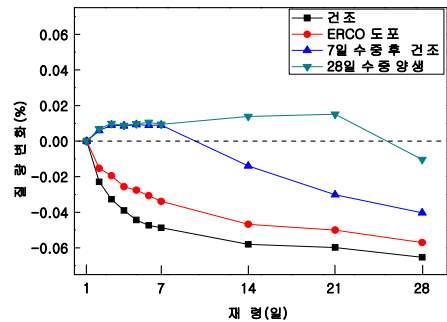
본 연구에서는 모르타르 시험체에 있어 결합재 종류 및 양생방법별 재령경과에 따른 길이변화율과 질량변화율을 분석하였다. 실험결과, 건조양생 대비 ERCO를 도포하게 되면 OPC 100에 경우엔 길이변화율, 질량변화율이 작아지는 것이 뚜렷하게 차이가 나타났다. 그러나 혼화제로 BS 60, FA30 모르타르에서는 건조양생 대비 ERCO를 도포여도 길이변화율에는 거의 차이가 미미하게 나타났다.



(1) OPC 100



(2) BS 60



(3) FA 30

그림 2. 결합재종류 및 양생방법별 재령경과에 따른 질량변화율

따라서, OPC 100에 ERCO 도포 양생시에는 수분증발을 방지하여 건조수축을 감소시켜 건축물에 균열등의 문제점을 해결 할 수 있을것으로 판단되어 최소한의 양생법이 될 수 있다고 판단된다.

참고문헌

1. 김태정, 최영두, 백병훈, 신동안, 오선교, 한천구, 정제유지류 도포가 혼화재 다량치환 한 콘크리트의 탄산화에 미치는 영향, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 제14권 1호, 2014, 5, pp.146-147
2. 김상섭, 윤정완, 김민영, 최영두, 한민철, 한천구, "ERCO 도포가 혼화재 다량치환 콘크리트의 탄산화저항성에 미치는 영향," 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집 15(1), 2015, 5, p.23-24
3. 김영훈, 송태협, 이세현, 폐석분 치환 및 양생방법에 따른 콘크리트 미세구조 특성, 대한건축학회 2011년도 춘계학술발표대회 논문집-구조계 제31권 제1호, 2011, 4, pp.91-92

○ 박 병 훈*

김 재 업**

Park, Byeong-Hun

Kim, Jae-Yeob

Abstract

Studies on PC construction method are being actively carried out, due to the aging of construction workers and the increase of labor cost. However, the actual condition is that most of studies aim at the structural analysis and development of PC members, and studies on the construction management aspect are insufficient. This is a basic research in the construction management aspect regarding 'composite method using hollow-PC column' (hereafter called 'HPC method'), and is intended to develop assessment standards for the benefit · cost analysis of HPC method. HPC method is a construction method developed by applying hollow-PC column and headed splice sleeve on the basis of half-PC slab method. Therefore, this study analyzed a difference between half-PC slab method and HPC method on the construction management aspect, and derived assessment standards on benefit and cost aspect. Assessment standards were composed of main-factors and sub-factors through interview with 4 experts. It was possible to classify main-factors into 4 major categories, i.e., structural performance, construction performance, construction duration and construction cost. Sub-factors were composed of factors which were of high importance in assessing the two methods. And factors judged to be repeated or of little importance were excluded.

키워드 : 중공 PC기둥 복합공법, 하프슬래브 공법, 편익·비용 분석

Keywords : Composite method using hollow-PC column, Half-PC slab method, Benefit · cost analysis

1. 서 론

최근 건설기술의 발전과 인구의 도시집중으로 건축물이 대형화 및 고층화되면서 프리캐스트 콘크리트 공법(이하 PC공법)과 철근콘크리트 공법(이하 RC공법)을 합성한 복합화 공법의 사용이 증가하고 있다[1]. 현재 복합화 공법의 단점을 보완하기 위해서 PC부재의 개발과 구조성능 개선[2], PC부재 간 접합부의 구조성능[3] 등에 관한 연구들이 활발하게 이루어지고 있다.

그러나 이러한 연구들은 대부분 부재의 구조적 해석을 목적으로 하고 있으며, 공사관리 측면의 연구는 많이 부족한 실정이다. 본 연구는 '중공 PC기둥 복합공법(이하 HPC공법)'에 대한 공사관리 측면의 기초연구로서, HPC공법의 편익·비용 분석을 위한 평가기준을 개발하는 것을 목적으로 하였다. 평가기준개발은 하프슬래브 공법과 HPC공법의 차이점을 분석하고, 이를 바탕으로 편익 및 비용 측면의 평가기준을 도출하였다.

2. 하프슬래브공법과 HPC공법 고찰

2.1 하프슬래브 공법과

하프슬래브 공법은 슬래브 두께보다 반 정도 얇은 슬래브를 지지부재인 보에 걸쳐 철근을 배근하고, 나머지 두께의 바닥판을 현장타설 콘크리트로 채워 일체성을 향상시킨 공법이다.

2.2 HPC공법 개발

HPC공법은 하프슬래브 공법에 중공 PC기둥과 헤드스플라이스 슬리브를 적용하여 일체성과 접합부 성능을 향상시킨 공법이다. HPC공법의 핵심기술은 다음과 같다.

중공 PC기둥은 중공 프리캐스트 콘크리트와 현장 타설 콘크리트를 합성하여 사용하는 합성 HPC 기둥이다[3]. 중공 PC기둥은 원심성형으로 인해 기둥내부에 빈 공간이 발생하며, PC부재가 거푸집으로서의 역할을 할 수 있게 된다. 빈 공간에 콘크리트를 타설함으로써 중공 PC기둥과 Half-PC보와의 일체성을 향상시킬 수 있다.

헤드 스플라이스 슬리브는 매입 철근에 헤드를 달아 부착력을 증가시킨 모르타르 충전식 이음이다[4]. 기존의 스플라이스 슬리브는 과대한 단면으로 시공성과 경제성이 떨어지지만 헤드 스플라이스 슬리브는 부착력 증가로 단면을 최적화하여 경제적이며 높은 시공성을 보인다.

3. 편익·비용 분석을 위한 평가기준 개발

3.1 편익·비용 분석의 대안 선정

편익·비용 분석을 위한 대안은 HPC공법과 하프슬래브 공법으로 하였다. 아래 표 1은 대안별 사용하는 부재의 차이를 나타낸 표이다. 하프슬래브 공법을 비교대안으로 선정한 이유는 기존에 PC 시공현장에서 많이 사용되는 공법이며, 슬래브 및 보의 종류가 동일하여 기둥골조에 대한 비교가 가능하기 때문이다.

표 1. 편익/비용 분석의 대안 선정

	하프슬래브 공법	HPC공법
슬래브	Half-PC 슬래브	
보	Half-PC 보	
기둥	All-PC기둥	중공 PC기둥
접합부	스플라이스 슬리브	헤드 스플라이스 슬리브

3.2 대안별 차이점 분석

HPC공법의 편익측면과 비용측면의 평가항목을 도출하기 위하여 대안별 차이점을 분석하였다. HPC공법은 중공 PC기둥과 헤드 스플라이스 슬리브를 사용함으로써 하프슬래브 공법과 차이가 발생하게 된다. 차이점 분석은 PC 복합화 공법의 시공절차를 기반으로 전문가 집단의 의견을 수용하여 실시하였다. 분석결과에는 다음 표 2와 같다.

* 한국교통대 대학원 석사과정

** 한국교통대 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : kimjy67@ut.ac.kr)

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

표 2. 하프슬래브 공법과 HPC공법의 차이점 분석

공정			하프슬래브 공법	HPC공법
부재제작	제작절차		- 기본적인 부재제작과정을 따라 제작과정이 단순함	- 원심성형에 대한 공정이 추가됨 - 나사시공 및 헤드부착으로 제작과정이 까다로움
	제작비용		- 기본적인 부재제작 과정으로 진행되기 때문에 제작비용이 추가적으로 발생하지 않음	- 원심성형, 나사시공, 헤드부착 등 추가적인 공정으로 PC부재 제작비용이 증가함
	슬리브 매립		- 철근의 과밀 배근으로 인해 콘크리트 충전성이 저하되고, 콘크리트 타설이 어려움	- 철근의 과밀 배근을 방지하여 콘크리트 충전성이 향상되며, 콘크리트 타설이 용이함
부재운반	운반시간		- 적재중량 대비 적재수가 적어 운반시간이 길어짐	- 적재중량 대비 적재수가 많아 운반시간이 단축됨
	운반비		- 부재의 경량화로 운반비가 증가함	- 부재의 경량화로 운반비가 절감됨
양중	양중작업		- 부재의 중량화로 양중작업이 어려움	- 부재의 경량화로 양중작업이 용이함
	부재조립	설치비	- 부재의 중량화로 부재의 설치비가 비쌈 - 모르타르의 외부주입방식으로 거푸집 및 주입관 설치가 필요함	- 부재의 경량화로 설치비가 절감됨 - 모르타르의 내부주입방식으로 작업이 간단함(시공성 향상)
부재접합	접합방식		- 접합과정이 복잡하여 많은 시간이 소요됨 - 시공성이 떨어져 접합부의 품질을 유지하기가 힘들	- 접합과정이 생략되어 시간이 단축됨 - 시공성이 향상됨에 따라 접합부의 품질유지가 용이함
			- 보, 슬래브, 기둥에 콘크리트 타설을 실시함	- 중공부에 대한 콘크리트 타설이 추가적으로 필요함
콘크리트타설	타설부위		- 복합공법을 통해서 일체성을 향상시켰으나 기둥-보 접합부의 일체성이 떨어짐	- 중공부의 일체타설로 기둥-보 접합부의 일체성이 향상됨
	구조성능	기둥 일체성	- 기둥전체가 PC로 제작되기 때문에 일체성 확보	- PC기둥과 중공부의 콘크리트 간에 시공이음으로 인해 구조적으로 불리

3.3 평가기준 개발

두 공법의 차이점을 분석한 결과, 크게 구조성능, 시공성능, 공사기간, 공사비 4가지로 분류할 수 있었다. 상위 항목에 대한 하위항목은 전문가 4인(현장 실무 전문가 2인, 연구 분야 전문가 2인)의 면담을 통해서 도출하였다. 두 공법을 평가하는데 있어 중요도가 낮거나, 중복이 된다고 판단되는 항목은 평가항목에서 제외하였다. 개발된 편익 및 비용측면의 평가기준은 아래 표 3, 4와 같다.

표 3. 편익측면의 평가기준

상위항목	하위항목	평가내용
구조성능	일체성 확보	기둥-보 접합부의 일체성 확보를 통한 구조성능 향상
	운송 및 양중	PC부재의 경량화로 공사용이성 향상
시공성능	접합부 공사	접합부 이음 공사의 단순화로 공사용이성 향상
	시공 품질	기둥-보 접합부의 몰탈 충전품질 향상
공사기간	운송 및 양중	PC부재의 경량화로 공사기간 단축
	현장 공사기간	PC부재의 조립 및 현장타설 작업기간 단축
공사비	운송비용	PC부재의 경량화로 운송비용 절감
	접합부 공사	접합부 이음 공사의 단순화로 공사비용 절감

표 4. 비용측면의 평가기준

상위항목	하위항목	평가내용
구조성능	중공부 시공이음	PC기둥과 중공부의 콘크리트 간에 시공이음으로 인한 구조적으로 불리
	접합부 시공	중공부분 콘크리트 타설의 어려움
시공성능	헤드철근 부착	슬리브에 결합될 철근에 헤드 부착 절차 필요
	접합부 시공	중공부분 콘크리트 타설시간 증가
공사기간	부재제작 기간	중공PC기둥, 헤드철근 제작기간 증가 (주공정이 아님)
	기둥부재 제작	중공PC기둥 부재를 제작하는데 발생하는 부재제작비용 증가
공사비	헤드철근 제작	슬리브에 결합될 철근에 헤드 부착비용 증가

4. 결 론

본 연구는 ‘중공 PC기둥 복합공법(이하 HPC공법)’에 대한 공사관리 측면의 기초연구로서, HPC공법의 편익·비용 분석을 위한 평가기준을 개발하는 것을 목적으로 하였다. 하프슬래브 공법과 HPC공법의 공사관리 측면의 차이점을 분석하고, 편익 및 비용 측면의 평가기준을 도출하였다. 차이점을 분석한 결과, HPC공법은 요소기술에 대한 제작과정이 추가적으로 발생하여 제작시간과 초기 투자비용이 증가한다. 하지만 부재의 경량화로 부재의 운반 및 양중 작업이 용이해지며, 운반비용을 절감할 수 있다. 또한 기둥-보 접합부를 일체타설을 통해서 구조성능이 향상된다. 평가기준은 전문가 4인의 면담을 통해 상위 항목과 하위항목으로 구성하였다. 상위항목은 크게 구조성능, 시공성능, 공사기간, 공사비 4가지로 분류할 수 있었다. 하위항목은 두 공법을 평가하는데 있어 중요도가 높은 항목으로 구성하였고, 중요도가 낮거나 중복이 된다고 판단되는 항목은 제외하였다. 앞으로의 연구에서는 개발된 평가기준을 토대로 AHP(Analytic Hierarchy Process)기법을 이용한 편익·비용을 실시하고 HPC공법의 경제성을 분석하는 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 석지원, 공동주택 지하주차장 PC복합화공법 적용효과에 관한 연구 석사학위논문, 영남대학교, 2009
2. 박진영, 중공PC 기둥의 구조성능 평가 석사학위논문, 광운대학교, 2010
3. 신덕환, 중공PC 기둥을 활용한 외부 보-기둥 접합부의 구조성능에 관한 연구 석사학위논문, 한국교통대학교, 2016
4. 남보람, 모르타르 충전식 헤드 스플라이스 슬리브의 구조성능에 관한 연구 석사학위논문, 한국교통대학교, 2016

정제 탈황석고 치환율 변화에 따른 고강도 BS 모르타르의 품질 특성

Qualitative Characteristics of High-Strength BS Mortar Depending on A Change in the Replacement Ratio of Refined Desulfurized Plaster

○ 송원루* 이제현* 백철* 이명호** 이동윤** 한천구***
Song, Yuan-Lou Lee, Jea-Hyeon Baek, Cheul Lee, Myung-Ho Lee, Dong-Yun Han, Cheon Goo

Abstract

As a result of analyzing the effect of a change in the replacement ratio of refined desulfurized plaster and binder on the technical characteristics of high-strength BS mortar in a sieve analysis method, the flow was partially increasing or a little decreasing as the replacement ratio of FGD increased. The compressive strength improved as the replacement ratio of FGD increased up to 15%, but decreased as the age became older. The rate of change in the dry contraction length decreased as the replacement ratio of FGD increased. The absorption ratio increased as the replacement ratio of FGD increased.

키워드 : 고로슬래그 미분말, 탈황석고, 체가름

Keywords : blast furnace slag , desulfurized gypsum, Sieving

1. 서 론

본 연구에서는 탈황석고(이하 FGD)에 포함되어 있는 황성탄을 제거하기 위한 방법으로 체가름방법이 가장 효과적인 것으로 보고된 바 있다. 따라서 이와 같은 체가름 탈황석고 및 탈황석고 원분에 대하여 결합재에 대한 치환율 변화가 고강도 BS 모르타르의 공학적특성에 미치는 영향에 대하여 분석하므로써 최적의 FGD 치환율을 결정하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, 모르타르 배합비는 바인더 (B)와 잔골재의 비를 1 : 2의 1수준에 대하여, FGD는 원분과 체가름의 2수준에 대하여 FGD 치환율은 단위결합재량에 대하여 0, 5, 10, 15, 20 %의 5수준을 계획하였다. FGD의 체가름은 0.3mm 체를 통과하는 것으로 실험계획 하였다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
배합사항	B : S	1	1:2
	결합재		OPC ; BS = 35 : 65
	FGD ¹⁾ 종류	2	원분, 체가름
	FGD 치환율	5	0 ²⁾ , 5, 10, 15, 20
측정사항	굳지 않은 모르타르	1	·플로
	경화 모르타르	3	·압축강도 (3, 7, 28) ·건조수축 길이변화율 ·흡수율

1) 탈황석고

2) plin

본 연구의 사용재료는 국내에서 유통되는 일반적인 rt

* 청주대학교 건축공학과 석사과정

** 청주대학교 건축공학과 박사과정

*** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 e-mail : sylkeniubila@126.com)

을 사용하였다. 또한 실험방법으로 모르타르의 제조는 KS L 5105에 의거 실시하였고의 플로는 KS F 2402, 경화 모르타르의 압축강도, 휨강도, 건조수축 길이변화율 및 흡수율은 KS L 5105, KS F 2408, KS F 2459 및 KS F 2424규정에 의거 실시하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르타르의 특성

그림 1은 원분 및 정제 탈황석고의 치환율 변화에 따른 플로값을 나타낸 것이다. 전반적으로 원분의 경우는 FDG 혼입율이 증가할수록 플로는 감소하는 경향을 나타내었고, 정제 탈황석고는 일부 증가 혹은 약간 저하하는 경향을 나타내었다. 이중 원분의 경우는 원분에 포함된 황성탄의 수분 흡착에 기인하여 유동성이 저하한 것으로 사료된다.

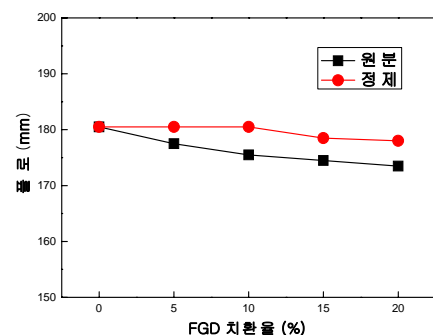


그림 1. FGD 치환율에 따른 플로

3.2 경화 모르타르의 특성

3.2.1 압축강도

그림 2는 원분 및 정제 탈황석고 치환율 변화에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 3일 같은 초기 압축강도는 FGD 혼입율 15%까지는 혼입율이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였으나, 28일 압축강도에서는 전반적으로 감소하는 경향이 나타났다. 이는 FGD의 화학성분 중에 높

은 함유량인 CaSO_4 가 액상으로 공존하면서 3일과 같은 초기재령에서는 에트링가이트 수화물이 다량 생성됨으로써 압축강도가 최대한 발현되어 졌지만, FGD의 치환율이 증가되고 후기재령으로 될수록 지나친 에트링가이트 생성은 조직 불안정을 유도하여 압축강도가 오히려 저하한 것으로 분석된다.

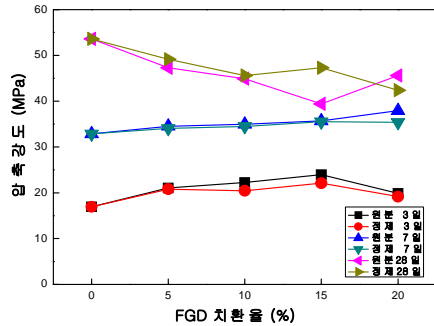


그림 2. FGD 치환율에 따른 압축강도

3.2.2 건조수축 길이변화율 특성

그림 3, 4는 원분 및 정제 탈황석고 치환율별 경시변화에 따른 모르타르의 건조수축율을 나타낸 것이다. 7일 수중양생 후 기건양생에서 측정한 건조수축 길이변화율로써 전반적으로 탈황석고 치환율 증가함에 따라 건조수축은 감소하는 것으로 나타났다. 이는 FGD의 화학성분 중에 높은 함유량인 CaSO_4 가 액상으로 공존하면서 에트링가이트 수화물이 다량 생성됨으로써 건조수축을 억제하는 것으로 분석한다. 또한 체가름법, 원분 순으로 건조수축 길이변화율이 감소하는 경향을 나타내었는데, 이는 0.03 mm체로 악영향을 주는 활성탄을 제거하므로써 원분보다 탈황석고에 팽창을 유도하는 CaSO_4 양이 더 많이 포함됨에 기인한 것으로 분석된다.

3.2.3 흡수율

그림 5는 원분 및 정제 탈황석고 치환율 변화에 따른 경화 모르타르의 흡수율을 나타낸 것이다. 전반적으로 FGD 치환율이 증가함에 따라 흡수율은 증가하는 것으로 나타났다. 이는 탈황석고를 사용하면 어느 정도 팽창으로 이완된 조직에 물의 침투가 용이하여 나타난 것으로 사료된다. 또한 원분의 경우 가장 흡수율이 크게 나타났는데, 이는 원분에 포함된 활성탄의 수분 흡착에 기인한 것으로 판단된다.

4. 결 론

1. 플로치는 원분의 경우 치환율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었고, 체가름 정제 탈황석고 일부 증가 후 약간 저하하는 경향을 나타내었다.
2. 압축강도는 초기재령에서 FGD 치환율 15%까지는 치환율이 증가함에 따라 향상되는 경향이 나타났지만, 후기 재령일수록 강도는 저하하는 경향이 나타났다.

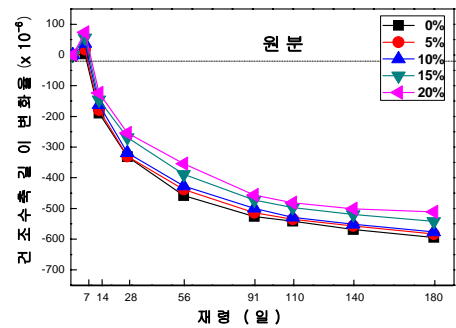


그림 3. 원분의 건조수축 길이변화율

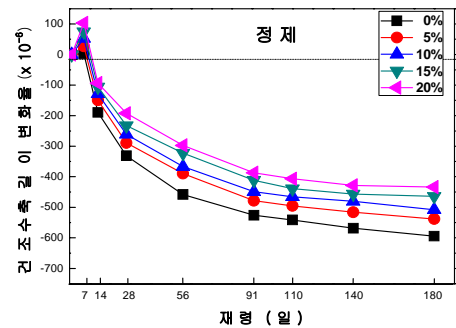


그림 4 정제 탈황석고의 건조수축 길이변화율

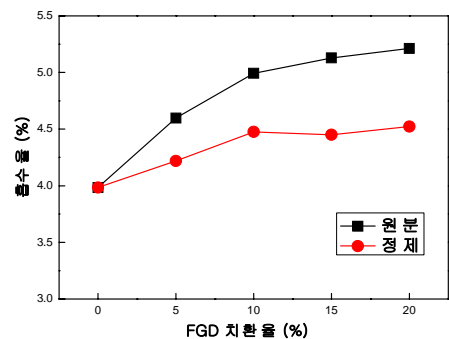


그림 5. FGD 치환율에 따른 흡수율

3. 건조수축 길이변화율은 FGD 치환율이 증가함에 따라 수축은 저감되는 것으로 나타났는데, 특히 정제 탈황석고는 건조수축 길이변화율을 원분보다 적게 나타내었다.

4. 흡수율은 FGD 치환율 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다. 이중 흡수율을 원분을 사용하였을 때 정제 탈황석고보다 높은 결과를 나타내었다.

참고문헌

1. 한천구, 레미콘 품질관리 (I), 기문당, 2012
2. 김영희, 한천구, 이향재, 고로슬래그 미분말과 천연잔 골재를 사용하는 모르타르의 강도증진에 미치는 OPC 및 순환잔 골재 치환율의 영향 대한건축학회, 대한건축학회 논문집- 구조계 29(3), 2013.3, pp. 81~88
3. 백병훈, 한천구, 고로슬래그 미분말과 순환잔골재를 사용하는 친환경 모르타르에 탈황석고 및 시멘트에 의한 품질 향상, 한국건축시공학회, 한국건축시공학회지 15(2), 2015.4, pp. 193~199

조합 섬유 혼입율에 따른 HPFRCC의 기초물성 변화

Change in the Basic Properties of HPFRCC Depending on Combined Fiber Mixing Ratios

○이 제 현* 조 만 기** 조 성 준** 김 종*** 한 민 철**** 한 천 구*****
 Lee, Jea-Hyeon Jo, Man-Ki Jo, Sung-Jun Kim, Jong Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

Recently, as the use of combustible gases and chemicals is increasing, explosion accidents are also increasing. Therefore, researches on the fiber-reinforced concrete to increase the toughness of concrete is being actively carried out. This study aims to derive an optimal fiber mixing ratio through an experiment depending on a change in the fiber mixing ratio of HPFRCC combined with strong fiber and nylon fiber.

키워드 : HPFRCC, 조합 섬유, 섬유혼입율

Keywords : HPFRCC, Fiber Replacement Ratio, Fiber Content

1. 서 론

최근 건축물에서는 가연성가스 및 화공약품 등 위험물의 취급이 증가함에 따라 제조과정 중 발생하는 폭발사고 또한 증가하고 있는 추세이다. 이러한 폭발 사고로 발생하는 비산물에 의한 피해를 최소화하기 위하여 콘크리트의 인성을 증가시키는 섬유보강 콘크리트에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, 고인성·고성능 시멘트 복합재료(이하 HPFRCC)는 우수한 인장성능 및 내구성으로 방호·방폭 등의 중요한 건축물 구조에 관심이 집중되고 있는 실정이다.

이에, 본 연구팀에서는 HPFRCC의 성능을 향상시키기 위한 일련의 실험으로, 섬유조합 변화에 따른 HPFRCC의 기초적 특성을 검토한바 있는데, HPFRCC의 경우 낮은 물결합재비의 사용으로 초고강도화 됨에 따라, 적절한 조합 섬유 혼입율의 결정도 필요한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 조합 섬유혼입율 변화에 따른 HPFRCC의 기초적 특성 및 자기수축에 대한 물성평가를 실시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표1과 같다.

배합사항으로 W/B는 25 %, 모르타르 배합비는 1:0.6, 결합재는 OPC:BS=55:45 로 하였으며, Plain의 목표 플로는 무타격시 260±20 mm, 목표공기량은 3.0±1.0 %를 만족하도록 배합설계 하였다. 섬유조합의 경우에는 길이가 짧은 강섬유 (직경 : 0.12mm, 길이 : 13mm, SS), 길이가 긴 유기섬유 (직경 : 0.487 mm, 길이 : 30mm, OL)를 1:1.5의 비율로 혼합하여 섬유혼입율을 0, 0.5, 1, 1.5, 1.75 %의 총 5수준을

실험계획 하였다. 실험사항으로는 굳지 않은 모르타르에서 플로 및 공기량을 측정하였고, 경화 모르타르에서는 압축강도, 휨강도, 탄성계수 및 자기수축 길이변화율을 측정하는 것으로 계획하였다. 단, 본보에서는 지면관계상 플로, 공기량, 압축강도 및 자기수축 길이변화율에 대하여만 보고한다.

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

표 1. 실험계획

실험요인		실험내용	
배합사항	W/B (%)	1	25
	목표 플로 (mm)		260±20
	목표 공기량 (%)		3.0±1.0
	모르타르 배합비		1 : 0.6
	결합재 치환율 (%)		OPC : BS = 55 : 45
	섬유조합		SS ¹⁾ +OL ²⁾
	섬유 혼입비		1 : 1.5
	섬유 혼입율 (%)	5	0, 0.5, 1, 1.5, 1.75
실험사항	굳지 않은 모르타르	2	· 플로 · 공기량
	경화 모르타르	4	· 압축강도 (3, 7, 28 일) · 휨강도 (3, 28 일) · 자기수축 길이변화율 · 탄성계수

1) SS : 길이가 짧은 강섬유

2) OL : 길이가 긴 유기섬유

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르타르의 특성

그림 1은 조합섬유의 섬유혼입율 변화에 따른 초기치 및 표준치의 플로를 나타낸 그래프이다. 초기치는 플로 콘을 들어 올린 후 충격 없이 측정된 값이고, 표준치는 15초 동안 25회 타격 후 측정된 값을 나타낸 것이다. 전반적으로 섬유혼입율이 증가할수록 플로치가 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 섬유혼입율이 증가할수록 결합재와 섬유간의 높은 부착력으로 인해 플로가 감소한 것으로 판단된다. 특히, 섬유혼입율 0 %의 경우에는 플로

* 청주대학교 건축공학과 대학원, 석사과정
(교신저자 : ljh63811@naver.com)

** 청주대학교 건축공학과 대학원, 박사과정

*** ㈜선ENG 건설기술연구소 선임연구원, 공학박사

**** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

이 연구는 2016년도 국토교통부 건설기술연구사업 방호·방폭 연구단의 연구지원에 의해 수행 되었습니다.(과제번호 : 13건설연구 S02)

측정값이 300 mm를 초과하여 측정이 불가 하였다.

그림 2는 섬유혼입을 변화에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 섬유혼입율이 증가할수록 공기량은 감소하는 경향을 나타내었다. 특히, 섬유혼입율 1.75 %에서는 가장 낮은 공기량을 나타내었다.

3.2 경화 모르타르의 특성

그림 3은 섬유혼입을 변화에 따른 재령 3, 7 및 28 일 압축강도를 나타낸 그래프이다. 먼저, 유동성 측면에서는 섬유혼입율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었지만, 강도측면에서는 섬유혼입율이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다. 또한, 모든 재령에서 섬유혼입율 1.75 %가 가장 높은 압축강도 발현율을 나타내었다. 이는 모르타르의 결합제와 섬유간의 높은 부착력 및 섬유간의 가교작용으로 인하여 압축강도가 크게 나타난 것으로 판단된다.

그림 4는 섬유혼입을 변화에 따른 재령 28 일까지의 자기수축 길이변화율을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 HPFRCC의 경우 자기수축 길이변화율이 매우 큰 값으로 측정되었다. 그러나, 섬유혼입율이 증가할수록 자기수축이 저감되는 경향을 나타내었다. 재령 28 일까지의 자기수축 길이변화율은 섬유혼입율 0 %의 경우는 -1659×10^{-6} 로 나타났고, 0.5 %에서는 -1625×10^{-6} , 1 %는 -1483×10^{-6} , 1.5 %는 -1341×10^{-6} , 1.75 %에서는 -1266×10^{-6} 로 나타내어 섬유혼입율과 자기수축 저감율이 비례하는 관계를 나타내었다.

4. 결 론

본 연구는 조합섬유 혼입을 변화에 따른 HPFRCC의 기초물성과 자기수축 특성에 대하여 평가를 분석한 것으로 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 굳지 않은 모르타르의 특성으로 플로는 섬유혼입율이 증가할수록 감소하는 경향을 나타내었다. 공기량도 섬유혼입율이 증가할수록 감소하는 경향이었다.
- 2) 경화 모르타르특성으로 압축강도는 섬유혼입율이 증가할수록 증가하는 경향을 나타내었다.
- 3) 자기수축 길이변화율은 섬유혼입율이 증가할수록 저감되었는데, 이는 섬유혼입에 따른 매트릭스의 변형억제 효과에 기인한 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 한동엽, 한민철, 강병희, 박용준, 섬유 조합변화가 HPFRCC의 공학적 특성에 미치는 영향, 대한건축시공학회지 제14권 제6호, 2014.12
2. 이종태, 한천구, 유·무기 섬유를 복합사용한 HPFRCC의 공학적 특성, 한국건축시공학회지 제 15권 제6호, 2012.12
3. 박용준, 강병희, 조만기, 한동엽, 한민철, 한천구, W/B 변화에 따른 HPFRCC의 기초적 특성, 대한건축학회 추계학술발표대회논문집 제 34권 제 2호, 2014.10
4. 이해진, 하정수, 백민수, 이영도, 정상진, 섬유보강 초고강도 콘크리트의 강도 및 자기수축 특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집구조계 제29권 제 2호, 2013.9

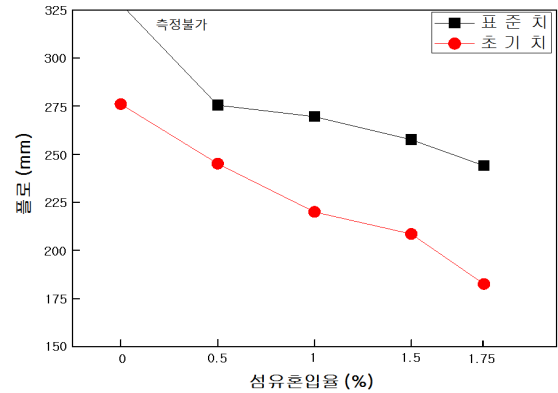


그림 1. 섬유혼입을 변화에 따른 플로

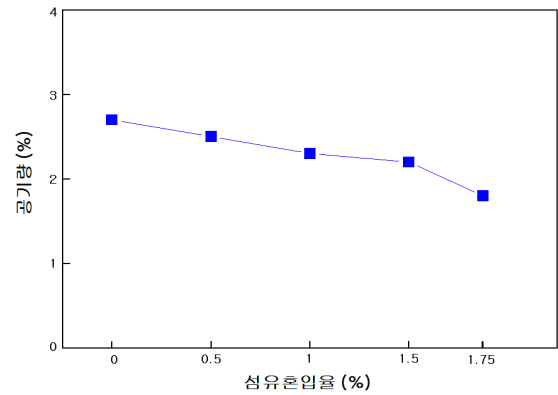


그림 2. 섬유혼입을 변화에 따른 공기량

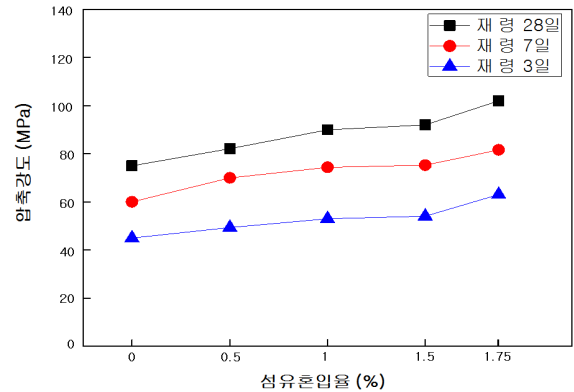


그림 3. 섬유혼입을 변화에 따른 압축강도

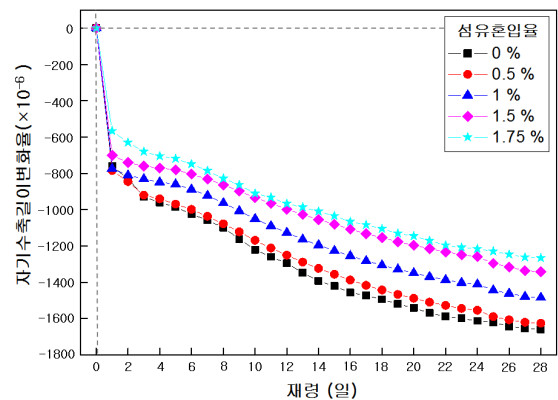


그림 4. 섬유혼입율별 재령경과에 따른 자기수축 길이변화율

■ 학술 발표

제 3 분과

(건축구조)

진행위원 : 강수민(충북대학교 교수)

CFRP Bar로 표면 매입된 목재의 휨 거동에 관한 실험적 연구

An Experimental Study about Flexural Behavior of CFRP Bar Embedded into Wood Surface

○김 종 빈* 허 승 웅** 김 강 수*** 신 석 열**** 윤 승 조*****
Kim, Jong Bin Ho, Seung Woung Kim, Kang Soo Shin, Seok Yeul Yoon, Seung-Joe

Abstract

This study judges that a method for solving such problems is the construction method inserting a CFRP Bar into the surface of wood. From the comparison of maximum internal force, the experiment specimen group reinforcing the lateral side and the bottom side of wood had the increased maximum internal force over 50% more than the non-reinforced specimen group, so it could know that if the load reduction rate, ΔP_{max} was increased, the transformation rate of CFRP Bar was increased. From this result, it could also know that the CFRP Bar enough distributed the external force being exercised from outside, and this proposed construction method was effective.

키워드 : 휨 보강, CFRP Bar

Keywords : Flexural Strengthening, Carbon Fiber Reinforced Plastics Bar

1. 서 론

1.1 연구의 목적

본 연구에서는 CFRP Bar를 이용한 표면 매입 보강공법의 유효성 검토를 최종 목적으로 한다. 목재에 표면 매입하는 공법을 적용하여 휨 압축을 받는 목재에 CFRP Bar를 보강하여 구조적 성능검토를 진행하였다. CFRP Bar 수와 보강형태에 따라 내력성능, 연성평가, 강성 등을 고찰하였다.

2. 실험 계획

2.1 실험체 계획

목재에 매입된 CFRP Bar와 목재간의 부착실험 결과를 고려하여, 휨 압축을 받는 목재에 CFRP Bar를 표면매입하여 내력성능 검토를 실시하였다.

표 1은 휨 압축강도 평가를 위한 실험체 일람표를 나타냈고, 그림 1은 실험체 형상을 나타내었다. 모든 실험체 형상은 160 × 240 × 2,200 mm이며, 피복두께는 30 mm로 동일하게 제작하였다. 목재에 CFRP Bar를 표면 매입하는 방법을 주 변수로 총 13개의 실험체를 계획하였고, 표면 매입하는 보강방법은 밑면 보강, 옆면 보강 및 밑면과 옆면을 동시에 보강하는 3가지 형태로 계획하였고, CFRP Bar의 수와 직경을 각각 다르게 제작하였다.

사용된 재료는 사용된 재료는 Table 1과 Table 2와 같은 역학적 성질을 갖는 원목, 직경 10, 12 mm의 CFRP Bar와 초산 비닐계 수지를 사용하였다. CFRP Bar를 표면매입한 후, 피복두께를 정밀시공하기 위하여 초산 비닐

계 수지 에폭시로 표면 도포작업으로 마무리하였다.

표 1. List of Specimens

Specimens	Reinforcement Type	CFRP Bar Diameter (mm)	CFRP Bar Count	CFRP Bar Ratio
NONE	-	-	-	-
I-CF10-1	I	10	1	0.00204
I-CF10-2	I	10	2	0.00409
I-CF12-1	I	12	1	0.00294
I-CF12-2	I	12	2	0.00589
S-CF10-2	S	10	2	0.00409
S-CF10-4	S	10	4	0.00818
S-CF12-2	S	12	2	0.00589
S-CF12-4	S	12	4	0.01178
U-CF10-3	I + S	10	3	0.00613
U-CF10-6	I + S	10	6	0.01227
U-CF12-3	I + S	12	3	0.00883
U-CF12-6	I + S	12	6	0.01766

Remarks) I : Bottom, S : Sides

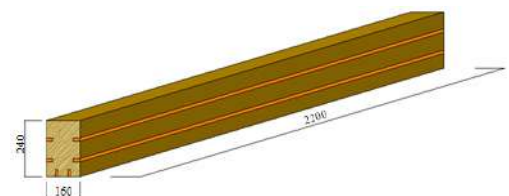


그림 1. Detail of Test Specimen (I + S Type)

2.1 실험 방법

그림 2와 같이 실험체 가력은 2,000 kN 용량의 UTM을 사용하여, 실험체 상부에 1 점 가력을 하였다.

3. 실험결과

3.1 최종파괴 양상

CFRP Bar로 보강된 모든 실험체는 최대강도 이후에 실험체 표면에서 발생된 균열이 증가하면서 급격한 하중 하락을 보였으며, 일정한 하중 감소 이후에 소성변형을 지속하는 연성적 거동을 보이며 최종 파괴되는 양상을

* 한국교통대학교 건축공학과 학부과정 4학년

** 한국교통대학교 친환경구조·재료연구실 연구원

*** 한국교통대학교 박사과정

**** 한국교통대학교 석사과정

***** 한국교통대학교 건축공학과 교수

(교신저자 : sjyoon@ut.ac.kr)

이 본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2014년도 산학협력 기술개발사업(No. 과제번호 C0237456)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.



그림 2. 휨 압축실험 상황

보였다. 그리고, 표면 매입된 CFRP Bar는 박리, 파단 및 목재표면의 피복분리 현상은 보이지 않고 모재와 일체거동을 보였고, 피복두께를 조절한 에폭시의 변화는 크게 보이지 않았다.

3.2 하중-변위 관계

실험체의 하중과 변위 곡선을 그림 3에 나타냈다. 그림 3 (a)는 밀면 보강된 실험체군, 그림 3 (b)는 옆면 보강된 실험체군을 나타냈으며, 그림 3 (c)는 밀면과 옆면을 보강한 실험체군의 하중과 변위 관계를 나타냈다.

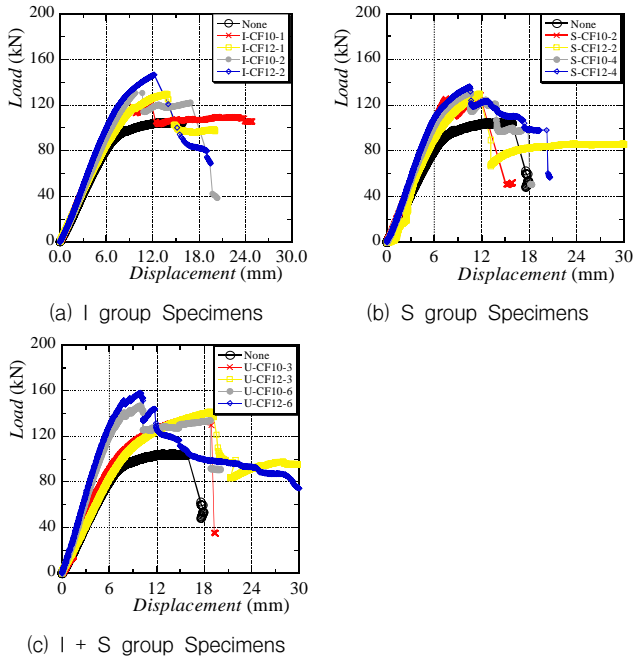


그림 3. Load and Displacement relations

3.3 연성 및 강성평가

연성능력은 최대하중의 변형과 항복점의 변형의 비로 정의하여 나타냈고, 초기강성은 항복 하중시의 하중과 변위 비로 정의하여 나타냈다. 그림 4와 5는 연성 및 강성 평가 결과를 나타냈다.

무보강 None 실험체는 2.15의 높은 연성능력을 나타냈으며, CFRP Bar로 표면 매입된 실험체의 경우 2 이하의 수치를 나타냈다. I-CF10-1, U-CF10-6 실험체의 경우 연성능력이 1.20, 1.17로 낮게 나타나고 있다. 이는 실험시 최대 하중이 안정되지 못하고 불안정한 상태가 지속되어 최대 하중의 변형이 작게 나타났기 때문이다. 하지만, 최대강도 이후, 급격한 하중이 약 20 % 감소하고 하

중이 안정 값을 유지하여 변위가 증가하는 연성적 거동을 보여줬다. 보강형태나 CFRP Bar 수에 따라 연성 및 강성의 뚜렷한 차이점은 없는 것으로 나타났다.

실험체 None, U-CF10-3과 U-CF12-3을 제외한 모든 실험체는 최대하중 이후 급격하게 하중이 감소되는 양상을 나타냈고, 하중 감소 이후 연성적 거동을 보였다.

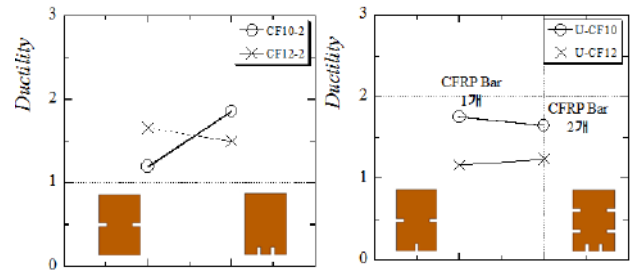


그림 4. Ductility Evaluation

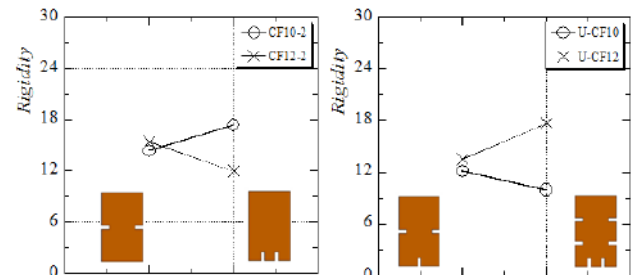


그림 5. Rigidity Evaluation

4. 결 론

본 연구에서는 목재에 CFRP Bar를 표면 매입하여 목재 부재의 휨 압축 거동에 관한 구조적 성능검토를 진행하였다.

실험결과 휨 압축을 받는 모든 실험체는 최대강도 이후 실험체 표면에서 발생된 균열이 증가하면서 급격한 하중 변화를 보였으며, 일정한 하중 감소 이후에 소성영역을 지속하는 연성적 거동을 보이며 최종 파괴되는 양상을 보였다. 이것은 모재의 파괴로 인한 내력저하가 급속히 진행되지만, CFRP Bar가 충분히 외부하중을 분배하고 있다고 판단된다.

참고문헌

1. Architectural Institute of Korea, (2008), KBC wood design manual, 111~126.
2. Cho Hyun Jung, Kim Wang Jik, (2006), A study on the Conservation of Historic Timber Architecture by Synthetic Resin in Korea, Journal of Architectural History, Vol.15 No.1., 41~60.
3. Lim Manntaek, (2005), The Scientific Methods for the Restoration and Preservation of Building Cultural Properties, Architectural Institute of Korea, Vol.49 No.12, 81~92.

CFRP Bar로 표면 매입된 목재의 부착강도에 관한 실험적 연구

An Experimental Study about Bond Strength of CFRP Bar Embedded into Wood Surface

○ 조 찬 하* 허 승 웅** 김 강 수*** 윤 승 조**** 김 성 수*****
Cho, Chan Ha Ho, Seung Woung Kim, Kang Soo Yoon, Seung-Joe Kim, Seong-Soo

Abstract

In this study, Manufacturing 20 Specimens objects for the experiment, the attaching strength between timber and each reinforcing cabon Fiber reinforced plastics bar has been reviewed with variables like the different binding effect depending on the number of primary root, type of epoxy, covering thickness, and bond length. The last destructed phase of experimented objectives and their attaching bond strengths between timber and each reinforcing cabon Fiber reinforced plastics bar have been evaluated.

키워드 : 부착강도, CFRP Bar

Keywords : Bond Strength, Cabon Fiber Reinforced Plastics Bar

1. 서 론

1.1 연구의 목적

목조 주택 시공에서 목재의 소비량을 줄이는 방법으로 목재 자체의 연성을 향상시키는 방법과 강성을 향상시키는 방법이 있는데 목재는 이미 그 자체로 우수한 연성 능력을 가지고 있기 때문에 강성능력을 향상시키는 방법이 효과적이다.¹⁾ 대표적인 공법으로 철물을 이용한 보강공법은 중량의 증가 및 부식성으로 인한 외관상의 문제점이 발생되고 있다. 하지만 20세기 후반에 개발된 CFRP Bar(Carbon Fiber Reinforced Plastics Bar: 이하 CFRP Bar)는 경량, 가공성, 비부식성, 내구성, 높은 인장강도 등 많은 장점을 가지고 있다. 단점으로 지적 되어온 경제성 측면에서도 기술향상과 수요증가에 따라 가격이 하락하고 있는 실정이다.

이에 따라 본 연구에서는 CFRP Bar를 활용한 목재 표면에 매입하는 공법을 제안하고, CFRP Bar와 목재간의 부착성능을 검토하고자 한다.

2. 연구의 고찰

2.1 목재와 CFRP Bar간의 부착파괴

그림 1에 나타난 바와 같이 목재와 철근의 부착파괴 메카니즘을 모델화하여 제안하였다.

CFRP Bar 마디에서 목재에 전달되는 방사형의 응력(Redial Stress)에 의해 가로방향으로 접착재가 쪼개지는 쪼갬 파괴(Splitting Failure), 에폭시와 목재 계면에서 발생하는 쪼갬 파괴(Splitting Failure), 두 가지의 파괴 양상이 동시에 일어난 쪼갬 파괴(Splitting Failure)와 CFRP

Bar 마디사이에서 접착재가 전단파괴 되면서 서서히 CFRP Bar가 뽑히는 뽑힘파괴(Pull-out Failure)로 구분할 수 있다. CFRP Bar와 에폭시와 목재간의 부착파괴 양상은 목재의 물성, CFRP Bar피복두께, 에폭시 물성, CFRP Bar 형상 및 면적 등 다양한 요인에 의해 영향을 구분할 수 있다.

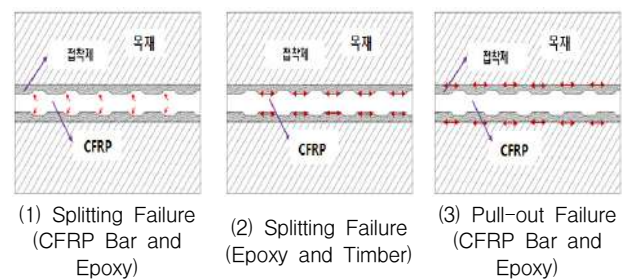
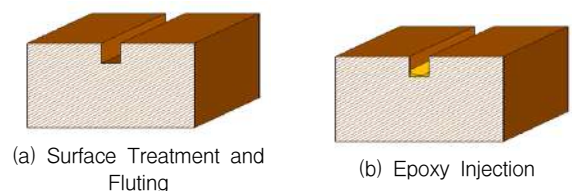


그림 1. Failure Pattern

3. 보강 공법

3.1 보강방법 및 재료 물성

그림 2는 목재에 CFRP Bar로 표면 매입하는 공법을 나타냈다. 공정과정은 「(a) 표면처리 후 홈파기→(b) 에폭시 수지도포→(c) CFRP Bar 매입→(d) 목재에 에폭시 수지를 이용한 CFRP Bar 접착」 순으로 진행되었다. 목재와 보강재의 부착력을 향상시키기 위해 목재 홈통에 에폭시를 도포 후에 CFRP Bar를 매립하고, 목표하는 피복두께를 시공하기 위하여 에폭시 접착제를 주입하는 순서로 시공하였다. 그림 3은 CFRP Bar의 형상, 표 1과 2는 사용된 재료의 역학적 성질을 나타냈다.



* 한국교통대학교 건축공학과 학부과정 4학년
** 한국교통대학교 친환경구조·재료연구실 연구원
*** 한국교통대학교 박사과정
**** 한국교통대학교 건축공학과 교수
(교신저자 : sjyoon@ut.ac.kr)

***** 청주대학교 건축공학과 교수
이 본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2014년도 산학연협력 기술개발사업(No. 과제번호 C0237456)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

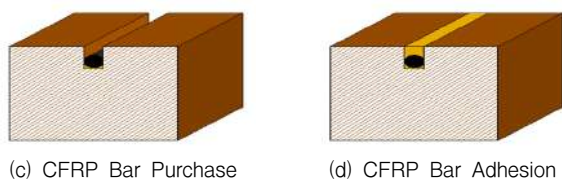


그림 2. Conduction Process Composite Reinforcement

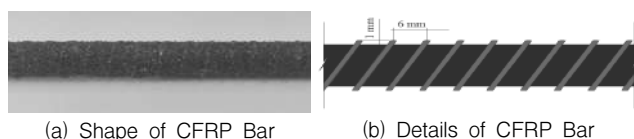


그림 3. CFRP Bar

표 1. Mechanical Properties of CFRP Bar

품명	CFRP Diameter (mm)	Tensile Strength (MPa)	Modulus of Elasticity (GPa)
CFRP	10	2,800	165
- Bar	12	2,951	169

표 2. Mechanical Properties of Timber

Type	Compressive Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Moisture Content (%)
Timber	10	-	15
Epoxy	100	30	-

4. 실험 계획 및 결과

4.1 실험 계획

표 3은 부착 실험체 일람표를 나타냈고, 그림3과같이 실험체 단면은 250 × 250 mm이며, 부착 길이는 25 d_b , CFRP Bar의 직경은 10 mm로 동일하게 제작하였다. 부착실험의 주 변수는 철근콘크리트 구조물의 피복두께 (2006년 국토교통부 건축공사 표준시방서²⁾)를 고려하여 목재에 매입된 CFRP Bar의 피복두께 10, 15, 20, 30, 40 mm로 각 4개씩 제작하였다. 실험방법은 그림 5와같이 단순 인발형태로 진행하였다.

Table 3. List of Specimens

NO	B × D (mm)	CFRP Diameter (mm)	Cover Thickness (mm)	Bond Length (25 d_b : mm)
1	250×250	10	10	250
2	250×250	10	15	250
3	250×250	10	20	250
4	250×250	10	30	250
5	250×250	10	40	250

그림 6은 목재에 매입된 CFRP Bar와 목재간의 최종 파괴 양상을 나타냈다. 목재표면에서 발생한 불필요한 균열로 최종 파괴된 실험체군과 실험체 설치 미숙으로 인한

비부착 파괴된 실험체군은 실험결과에 반영하지 않았으며, 모든 실험체는 최종 파괴양상이 CFRP Bar의 항복점 이전에 목재와의 조깅 파괴되는 양상을 보였다.

그림 7은 피복두께에 따른 부착강도 τ_b 의 관계를 나타냈다.

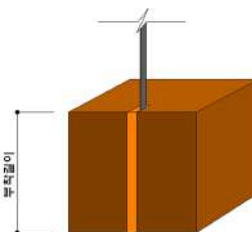


그림 4. Shape of Test Specimen

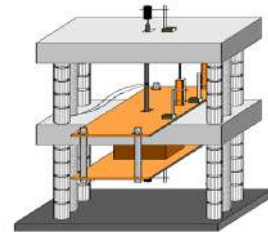


그림 5. Loading Apparatus



그림 6. Final Crack (Splitting Failure)

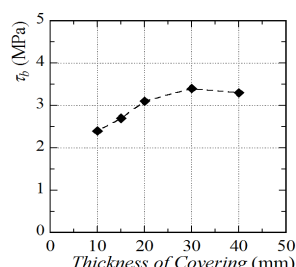


그림 7. Cover Thickness and Bond Strength relations

5. 결 론

본 연구에서는 목재에 매입된 CFRP Bar 와 목재간의 부착실험을 통하여 홈통깊이에 따른 부착강도를 파악하고자 한다. 그리고, 홈통의 깊이에 따른 부착강도의 성능평가를 활용하여 휨 부재에 매입하는 CFRP Bar의 피복두께를 제안하는 것을 목적으로 진행하였다.

실험결과 부착강도 τ_b 는 피복두께가 30 mm 까지는 증가하는 양상을 보였지만, 피복두께 40 mm 에서는 감소하는 양상을 보였다. 차후, 추가적 실험결과 분석이 필요하지만 시공성을 고려하여 목재에 매입하는 CFRP Bar의 피복두께는 30 mm로 충분한 성능을 갖는다고 판단된다.

참고문헌

1. Korea Forest Service , Statistical Year-Book of Forestry, 2013.
2. Building construction standard specification, (2006),The building structure design.
3. American Concrete Institute ACI 440. 3R-04, Fiber Reinforced Polymer Test Methods Guide.
4. Korea Industrial Standards, (2004), Method of compression test of wood, Korean standards Association, KS F 2206.

서로 다른 폭의 벽체로 구성된 병렬 구조벽체시스템의 구조설계

Structural design of coupled structural wall system with different wall lengths

○ 유 승 윤* 강 수 민**

Yu, Seung-Yoon Kang, Su-Min

Abstract

In high-rise buildings, lateral loads are frequently resisted by reinforced concrete (RC) structural walls. In the design of these RC structural walls, member forces are calculated using elastic structural analysis. In the present study, existing structural design process for coupled structural wall system with different wall lengths was analyzed. According to the analysis result the existing structural design process was unreasonable because it can not reflect the actual plastic behavior of coupled wall system with different wall lengths.

키워드 : 철근콘크리트 구조벽체, 소성 거동, 병렬 구조벽체시스템 설계

Keywords : RC structural walls, Plastic behavior, Design of coupled structural wall system

1. 서 론

1.1 연구의 목적

RC 건축물은 횡하중이 작용할 때 대부분을 RC 구조벽체로 저항한다.^{1),2)} RC 구조벽체는 횡력저항부재로서 타 부재에 비해 긴 폭으로 인한 큰 강성과 강도를 가지며, 건축물의 변형 제어와 강도확보가 효율적으로 가능하다. 이러한 구조벽체는 개구부, 연결보, 슬래브로 연결되어 병렬 구조벽체시스템 거동을 한다. 하지만 현재 실무에서의 탄성해석 및 설계는 이러한 시스템 거동을 무시하고 단일 벽체 설계로 인한 과도한 철근비를 유발하고, 시공성 저하를 야기한다. 본 연구에서는 서로 다른 폭의 벽체로 구성된 병렬 구조벽체시스템의 탄성해석 및 설계와 비선형해석의 비교를 통해 현재 탄성해석 및 설계의 문제점을 파악하였다.

2. 탄성해석 및 설계

2.1 해석모델

서로 다른 폭의 벽체로 구성된 병렬 구조벽체시스템의 탄성해석을 위해 그림 1과 같이 모델을 구성하였다. 벽체의 높이와 단면의 폭은 각각 $h_1=40m$, $l_1=7m$, $l_3=3m$ 이며, 벽체의 두께는 $0.3m$ 이다. 벽체의 층고는 $h_2=4m$ 이며, 연결보로 연결된 각 벽체 사이의 거리는 $l_2=1.2m$ 이다. 연결보의 폭 및 깊이는 각각 $b=0.3m$, $h_3=0.5m$ 이다. 각 벽체에 가해지는 축하중은 $N_1=21,000kN(0.3A_{g(w1)}f_{ck})$, $N_2=9000kN(0.3A_{g(w2)}f_{ck})$ 이며, 등변분포하중으로 가해진 횡하중의 총합은 $P=2686.2kN$ 이다. 콘크리트 압축강도와 철근 항복강도는 각각 $f_{ck}=30MPa$, $f_y=400MPa$ 이다.

2.2 설계결과

위의 조건을 가진 병렬 구조벽체시스템을 대상으로 MIDAS Gen 2015 프로그램을 사용하여 탄성해석 및 설계를 실시하였다. 설계 결과 W1벽체의 휨철근비는 0.85%, W2벽체의 휨철근비는 3.38%이며, 연결보는 설계가 불가능한 수준의 과도한 부재력이 발생한다. 현재 국·내외 구조설계기준(KBC 2009³⁾, ACI 318-11⁴⁾)에서는 RC 구조벽체가 횡보강 되어 있지 않을 경우 철근비를 1% 미만으로 제한하고 있으며 W2벽체의 경우 규정된 설계 기준을 위반한다. 이와 같이 탄성해석을 기반으로 설계를 할 경우 동일 평면 내에 상대적으로 폭이 작은 벽체(W2)에 과도한 벽체 휨철근이 소요되며, 실제로 벽체 항복 이전에 항복하는 연결보는 많은 변형을 탄성적으로 지지하며, 큰 부재력이 발생한다. 따라서 본 연구에서는 동일한 조건을 갖는 병렬 구조벽체시스템의 비선형해석을 통해

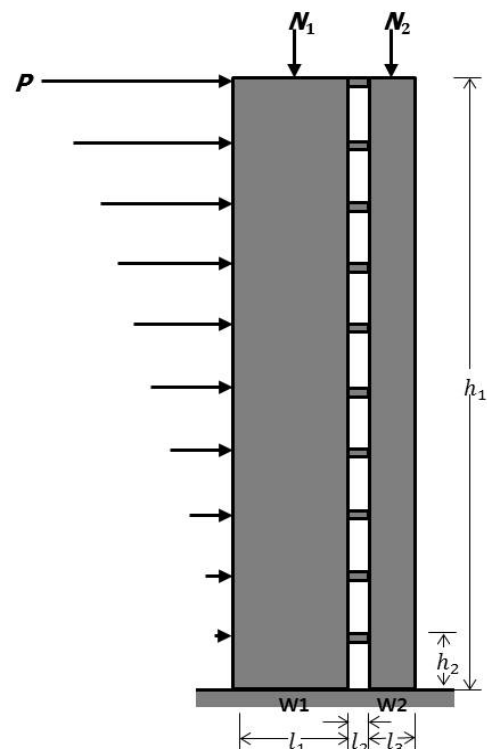


그림 1. 탄성해석 모델

* 충북대 대학원 석사과정

** 충북대 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : kangsm@cbnu.ac.kr)

실제 거동을 파악하고, 합리적이지 못한 기존 탄성해석 및 설계의 문제점을 파악하였다.

3. 비선형해석

3.1 해석모델

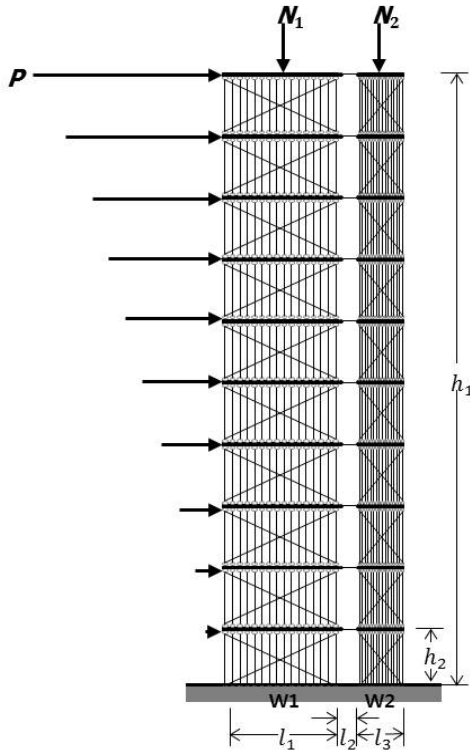


그림 2. LDLEM 비선형해석 모델

기존 탄성해석 및 설계의 문제점을 파악하기 위해 비선형해석을 진행하였다. 김동관 등⁵⁾은 철근콘크리트 벽체의 휨-압축 거동 및 전단거동의 정확한 예측을 위한 LDLEM(longitudinal and diagonal line element model)을 제안하였으며, 이를 적용하여 철근비를 제외한 모든 조건을 탄성해석 모델의 조건과 동일하게 그림 2와 같이 해석모델의 벽체를 구성하였다. 연결보의 경우 파이버 모델을 사용하여 각 층을 연결하였다. 해당 조건을 가진 모델을 Type 1모델과 Type 2모델로 나누어 Type 1모델의 철근비(W1 벽체 철근비 0.85%, W2 벽체 철근비 3.38%)는 탄성해석 및 설계 결과와 동일하게 설정하였으며, Type 2모델(W1 벽체 철근비 2.00%, W2 벽체 철근비 0.70%)은 탄성해석 및 설계 결과의 총철근량과 동일한 철근량을 가지되, 상대적으로 폭이 큰 벽체의 철근비가 크도록 각 벽체의 철근비를 설정하였다.

3.2 해석결과

위의 Type 1모델과 Type 2모델을 대상으로 Opensees 프로그램을 사용하여 비선형해석을 실시하였다. 그림 3은 비선형해석 결과를 나타낸 그림이다. 비선형해석 결과 동일한 철근량을 기준으로 상대적으로 큰 벽체에 많은 철근을 배근할 경우(Type 2) 병렬 구조벽체시스템의 강도

가 작은 벽체에 많은 철근을 배근하는 경우(Type 1)보다 큰 것을 알 수 있다. 이는 철근을 상대적으로 큰 벽체에 많이 배근하는 것이 시공성 확보에 유리할 뿐만 아니라, 병렬 구조벽체시스템의 강도 확보를 통한 합리적인 설계가 가능함을 의미한다. 따라서 기존 탄성해석을 통한 병렬 구조벽체시스템의 설계는 실제 거동과는 다른 양상을 보이며, 합리적이지 못한 설계방식이라고 할 수 있다.

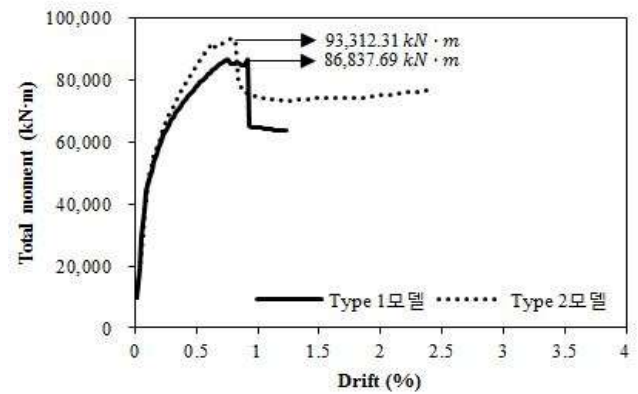


그림 3. Type 1모델 및 Type 2모델 비선형해석 결과

4. 결 론

본 연구에서는 서로 다른 폭의 벽체로 구성된 병렬 구조벽체시스템의 탄성해석 및 설계와 비선형해석의 비교를 통해 현재 탄성해석 및 설계의 문제점을 파악하였다. 앞서 제시한 해석모델을 탄성해석을 기반으로 설계한 결과 상대적으로 폭이 작은 벽체에 휨철근이 과배근되는 것을 알 수 있다. 이러한 과배근은 시공성 저하 및 불합리한 강도발현 등을 야기한다. 탄성해석모델과 동일한 조건을 가진 비선형해석 모델에 대해 Type 1모델과 Type 2모델로 나누어 철근비를 조정하여 해석하여 분석한 결과 동일한 철근량을 기준으로 상대적으로 폭이 큰 벽체에 철근을 배근하는 것이 시공성 및 강도확보에 유리한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Paulay T., Priestley M. J. N. Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, Wiley-Interscience, 1992.
2. Taranath B. S. Reinforced Concrete Design of Tall Buildings, CRC Press, 2009.
3. 대한건축학회, 건축구조기준 및 해설, KBC 2009, 2009.
4. ACI Committee 318, Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-11) and Commentary, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan, USA.
5. 김동관, 엄태성, 임영주, 이한선, 박홍근, 철근콘크리트 벽체의 비선형해석을 위한 거시모델, 대한건축학회 논문집, 23권, 5호, 2011.

중앙부에 집중응력을 받는 충전 HPC 기둥의 압축거동

Compressive Behavior of Infilled Hollow Precast Concrete Column
under Concentrated Stress in Core

○노 상 현* 이 지 은* 서 수 연**

Noh, Sang-Hyun Lee, Ji-Eun Seo, Soo-Yeon

Abstract

In this paper experimental study was performed to evaluate failure mode on the interfacial shear of the Hollow Precast Concrete (HPC) Column under concentrated unbalanced compression stress. As a result, when hollow diameter is more than certain size, the strength of column decreases due to splitting failure of HPC. It was found that the more cross tie was used the higher the first crack strength and maximum strength appeared. In addition, HPC column can be effective in earthquake-resistant design, when suitable amount of cross tie has to be used.

키워드 : 집중응력, 중공 프리캐스트 콘크리트 기둥, 합성, 연결철근

Keywords : Concentrated Compression, Hollow Precast Concrete Column, Composite, Cross tie

1. 서 론

Precast Concrete(이하 PC)공법은 Reinforced Concrete(이하 RC)공법과 달리, 부재를 공장에서 제작한 후 현장에서 양중 장비를 이용하여 조립하는 공법으로 절대공기의 단축과 현장의 외적인 요소에 영향을 받지 않는 등 RC공법의 단점을 극복할 수 있다.¹⁾

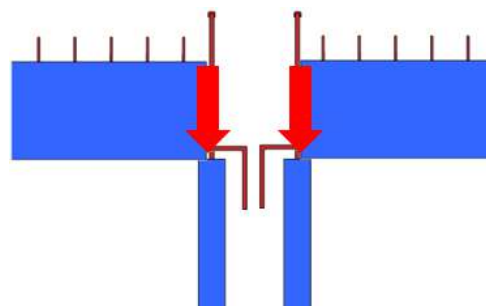
하지만 현장에서 주로 사용되고 있는 PC공법은 부재의 연결이 후 타설의 방식이기 때문에 일체성이 떨어져 이음부의 각별한 관리와 시공이 필요한 단점을 가지고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 기둥의 가운데에 속이 빈 중공부분을 둔 Hollow Precast Concrete(이하 HPC)기둥을 만들어, HPC기둥을 다른 부재와 조립 후 중공부분을 후 타설함으로써 시공성과 일체성을 높인 원심성형 한 PC기둥에 관하여 연구가 진행되고 있다.²⁾

그러나 이러한 HPC기둥은 그림 1과 같이 중공부에 콘크리트를 후 타설(Cast-In-Place : 중공부 타설, 이하 CIP)하기 때문에, 기둥을 구성하는 재료가 단일 재료가 아니며 접촉면이 존재하는 합성구조가 된다. 이에 따라 HPC기둥과 CIP콘크리트는 불균등한 압축력을 받아 두 재료의 경계면에서 계면전단파괴에 의해 압축능력이 저하될 가능성이 있다.

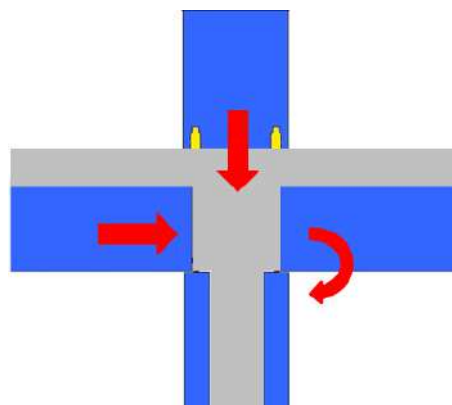
본 연구에서는 충전된 HPC기둥의 중심부에 집중응력을 주어 접촉면에 대한 계면전단 파괴실험을 통하여 불균등 응력에 의한 영향을 연구하고자 한다.

2. 실험 계획

본 연구에서의 HPC기둥 실험체는 모두 단면치수 300mm×300mm이며, 횡보강간격은 150mm, 직경 10mm, 구부림 각도는 135°, 주근 직경 19mm, 수직 철근 직경 13mm를 사용하였다. HPC기둥의 변수는 표 1과 같이 HPC기둥의 중공비율, 연결철근 비율, CIP콘크리트의 강도를 변수로 하여 총 5개의 실험체를 계획하였다.



(a) 시공단계 힘의 흐름



(b) 시공완료 후 힘의 흐름

그림 1. HPC 기둥의 시공단계별 힘의 흐름

HPC기둥과 CIP콘크리트 사이의 계면전단변형을 관찰하기 위하여, 그림 2와 같이 HPC기둥 하부를 지지하고 충전된 CIP콘크리트만 압축가력 하였으며, 압축가력 방법은 5000kN 용량의 유압 만능 시험기를 사용하여 0.0067mm/sec의 속도의 변위제어 방식으로 가력 하였다. 실험 후 실험체별 초기균열강도 및 최대강도, 최대응력을 산정하여 중공직경, CIP콘크리트강도, 연결철근 유무에 따른 차이를 분석하였다.

* 한국교통대학교 건축공학과 석사과정

**한국교통대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : syseo@ut.ac.kr)

표 1. 실험체 일람표

실험체	중공직경		f_{ck} (MPa)	연결철근	
	중공 직경 (mm)	중공 비율 (%)	CIP콘크리트	직경 (mm)	비율 (%)
H50-F21	240	50	21	-	
H59-F21	260	59			
H50-F40			40		
H50-F21-C1	240	50	21	10	0.14
H50-F21-C2					0.24

*H50:중공비율50%, H59:중공비율59%, F21:CIP콘크리트강도21MPa, F40:CIP강도40MPa, C1:연결철근비율0.14%, C2:연결철근비율0.24%

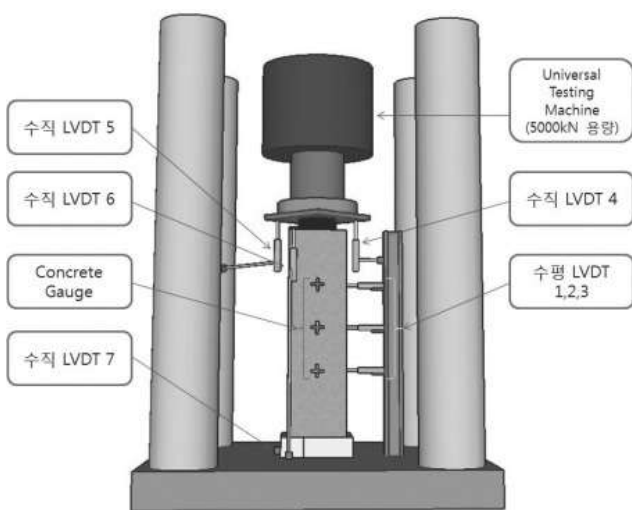


그림 2. 실험체 설치 상황

3. 실험결과

3.1 파괴양상

공통적인 실험체의 균열진행양상은 기둥의 상하단부측면에 수직방향으로 미세 균열이 발생한 뒤, 하중 증가에 따라 기둥상부계면에서 측면으로 균열이 발생하였다. 그리고 기둥 측면의 미세 균열이 점차 중앙부로 확장되어 수직균열을 형성하였고, 최종적으로 피복콘크리트의 박리와 함께 최대하중에 도달하는 파괴양상을 보였다. 또한, 기둥상부단면에서 중공부 밖으로 HPC기둥부분에 할렬파괴가 일어나는 것을 볼 수 있었다.

3.2 실험결과의 분석

실험체별 초기균열강도와 최대강도, 최대응력 및 CIP 콘크리트의 지지하중은 표 2와 같다. 기준 실험체인 H50-F21보다 중공직경이 큰 H59-F21의 최대응력이 낮게 나타났으며, CIP콘크리트의 강도가 큰 H50-F40실험체의 최대응력은 기준 실험체보다 높게 나타났으나 CIP콘크리트 강도 증가에 대비하여 내력향상정도는 미미한 것으로 나타났다. 이는 HPC의 할렬파괴에 의해 내력이 결정되기 때문으로 사료된다. 즉, CIP콘크리트의 압축변형에 의해 가로변형이 증가함으로써 HPC의 수직축에 대한 휨응력이 증가하여 할렬파괴된 것으로 판단된다. 연결철근비가 0.14%인 H50-F21-C1과 0.24%인 H50-F21-C2는

초기균열강도, 최대강도, 최대응력 모두 기준 실험체 보다 높게 나타났다. 이는 연결철근의 양이 증가함에 따라 HPC기둥의 횡구속 효과가 증가하여 할렬파괴 시기를 지연시켰기 때문으로 사료된다. 즉, HPC합성기둥의 CIP콘크리트 부분에 축력이 가해지면 횡응력이 발생하면서 할렬파괴를 유도한다는 것과 이로 인해 할렬파괴가 발생할 경우 HPC기둥이 힘을 받지 못하여 기둥이 가진 내력을 충분히 활용하지 못한다는 것을 알 수 있었다. 따라서 연결철근을 배근하고 중공비율에 따른 HPC 기둥 부분의 두께를 산정하여 할렬파괴를 방지하고, CIP콘크리트의 지지강도 이상을 견딜 수 있도록 HPC기둥을 설계하여야 한다.

표 2. 실험 결과

실험체	초기 균열 하중 (kN)	최대 하중 (kN)	최대 응력 (MPa)	CIP콘크리트 지지하중 $f_{ck} \times (\frac{\pi d^2}{4}) kN$
H50-F21	470	654	14.53	949.536
H59-F21	300	681	12.82	1114.386
H50-F40	612	680	15.11	1808.64
H50-F21-C1	580	826	18.36	949.53
H50-F21-C2	550	984	21.87	949.53

4. 결 론

본 연구에서는 HPC기둥과 중공부 안에 타설되는 CIP 콘크리트 사이의 접촉면에 대한 계면전단 파괴실험을 하였다. 이를 통하여 불균등 응력에 의한 영향을 연구하였으며, 그에 따른 결론은 다음과 같다.

(1) HPC합성기둥의 CIP콘크리트 부분에 축력이 가해지면 횡응력이 발생하면서 할렬파괴를 유도하는 것으로 나타났다. 이와 같은 할렬파괴가 발생할 경우, HPC기둥이 힘을 받지 못하여 기둥이 가진 내력을 충분히 활용하지 못할 것으로 판단된다. 따라서 HPC기둥의 중공직경을 일정크기 이하로 하여, HPC기둥 부분의 두께를 늘리거나, 연결철근을 배근하여 HPC기둥 부분을 구속함으로써 할렬파괴의 발생을 방지하여야 할 것으로 판단된다.

(2) HPC 기둥을 특수모멘트 골조에 사용할 경우, 현행 내진설계기준에서 요구하고 있는 기둥의 횡보강상세에 따라 연결철근을 산정하고, HPC의 할렬파괴를 방지하기 위한 연결철근 배근량에 대해서는 중공의 크기와 콘크리트 강도에 따른 HPC 두께에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 유대호, “프리캐스트 콘크리트 복합화공법의 경제성 분석에 관한 연구”, 동아대학교 석사학위논문, 2007.06
2. 서수연, 윤승조, 이우진 “반복 횡 하중을 받는 중공관 PC 기둥의 이력거동에 관한 실험 연구”, 콘크리트학회논문집 제20권 제3호, 2005.06, pp.335-343

송배전용 전선의 신축조절용 스프링 연결구조체의 성능분석

Capacity Evaluation of Self-Tensioning Spring Connection Structure for Electric Distribution Cable

○정 희 범*
Jeoung, Hee-Bum

김 진 완*
Kim, Jin-Wan

김 호 수**
Kim, Ho-Soo

이 배 연***
Lee, Bae-Yeon

오 병 훈****
Oh, Byoung-Hoon

Abstract

It is important to secure the structural capacity of self-tensioning spring connection structure for electric distribution cable. So, this study presents the several connection structural types and evaluates the bearing capacity of the connection structure through the experimental study.

키워드 : 송배전 전선, 신축조절, 스프링 연결구조체

Keywords : Electric Distribution Cable, Self-Tensioning, Spring Connection Structure

1. 서 론

가공 송배전선로의 경우 일반적으로 전선의 단부에 설치된 애자로는 절연역할 및 충격완화 역할만을 수행할 수 있어서 온도변화에 따른 전선의 신축현상이나 바람하중으로 인한 추가 장력을 조절하기에는 많은 문제점이 있다. 따라서 본 연구에서는 배전용 전선을 유동성있게 지지하고 온도변화에 따른 송배전용 전선의 팽창 및 수축에 대비하며 바람하중에 대한 전선의 장력을 일정하게 유지할 수 있도록 할 수 있는 송배전용 전선의 신축조절용 스프링 연결 구조체를 개발하고, 인장실험을 통한 내력성능을 평가하고자 한다.

2. 신축조절용 연결구조체 형식

신축조절용 연결구조체의 기본 구성형식은 그림 1과 같으며, 연결구조체는 신축조절을 위해서 외부 장력에 맞추어 제작한 내부 스프링과 스프링을 감싸는 외부 원형강관으로 구성되며, 완금과 애자 사이에 설치되어 배전용 전선의 장력을 조절한다. 작동원리는 온도 및 바람에 따른 전선의 움직임을 내부 스프링이 잡아주어 일정한 장력을 유지하는 역할을 수행한다.

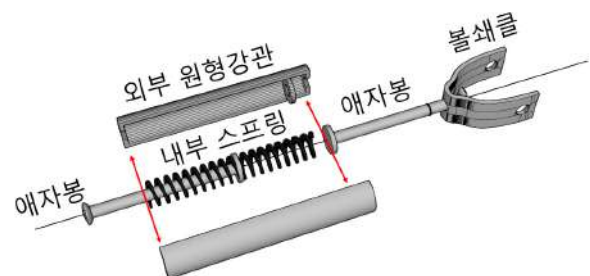


그림 1. 신축조절형 연결구조체 형식

3. 연결구조체 내력실험

연결구조체의 경우 전선의 자중, 온도로 인한 신축, 바람하중등에 견딜 수 있도록 연결구조체 부분의 안전성확보가 필요하다. 이에 따라 여러가지 설계변수를 고려한 연결구조체의 외부원형강관 및 내부 제작스프링에 따른 구조내력성능을 평가하고자 한다.

특히 연결구조체에 전선의 자중, 온도에 따른 신축, 바람에 의한 변형이나 파손이 발생할 수 있으며, 원형강관 파손이 발생할 경우 내부 스프링의 변형이 일어날 수도 있다. 따라서 신축 조절형 연결구조체를 특수제작된 고정장치에 설치후 가력을 실시하여 연결구조체의 내력성능을 평가하고자 한다.

표 1. 실험 규격

연결구조체	규 격
제작 스프링	(외경)40, 50mm, (길이)125, 150mm
외부 강관	∅6×58, ∅6×68

* 청주대학교 건축공학과 석사과정

** 청주대학교 건축공학과 교수

*** (주) 아람엔지니어링 대표이사

**** (주) 아람엔지니어링 상무

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2015년도 산학연협력기술개발 사업에 의한 결과의 일부임.

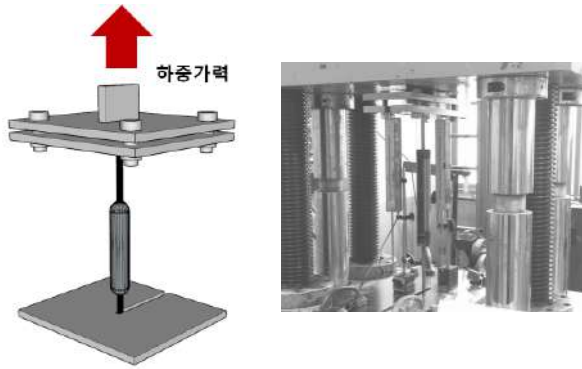


그림 2. 실험체 설치 및 가력현황

표 2. 실험 일람표

CASE	스프링 외경 (Ø)	스프링 길이 (mm)
1	40	125
2		150
3	50	125
4		150

실험 방법은 연결구조체를 고정대에 실험체를 고정한다. 가력부위가 UTM의 중심에 위치될 수 있도록 실험체의 위치를 조정하여 거치한 후 LVDT를 앞뒤로 두 지점에 설치한다. 실험체에 하중을 가력하여 신축 조절용 연결구조체의 내력성능을 평가하였다.

4. 실험 결과 및 분석

그림 3에서는 스프링 외경 Ø40의 길이에 따른 하중-변위 관계를 보여주며, 그림 4는 스프링 외경 Ø50의 길이에 따른 하중-변위 관계를 보여준다. 표 3은 설계변수에 따른 실험체의 항복하중, 최대하중 및 연성비를 보여준다.

연결구조체의 내력실험 결과 스프링의 외경과 길이가 클수록 더 큰 최대하중과 항복하중을 받은 것으로 나타났다. 연성비 또한 스프링의 외경과 길이가 커짐에 따라 큰 값을 보이는데 이는 외경 및 길이가 클수록 연성능력이 더 확보됨을 알 수 있었다.

표 3. 실험결과

CASE	항복하중 (kN)	항복하중 변위(mm)	최대하중 (kN)	최대하중 변위(mm)	연성비 (μ)
1	6.5	37.0	8.7	54.0	1.4
2	7.6	50.0	10.1	72.5	1.5
3	9.0	28.1	12.0	43.7	1.6
4	10.7	38.6	14.3	65.1	1.7

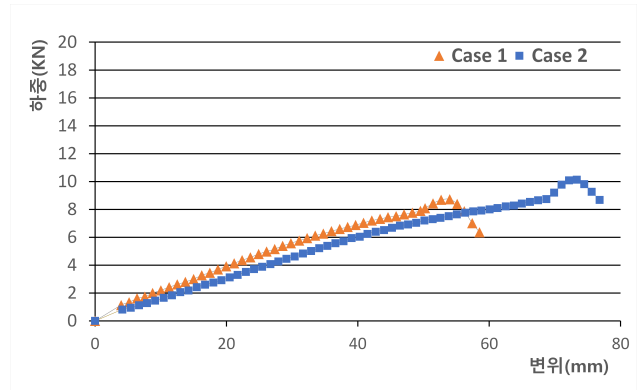


그림 3. 스프링 외경 Ø40의 길이별 결과비교

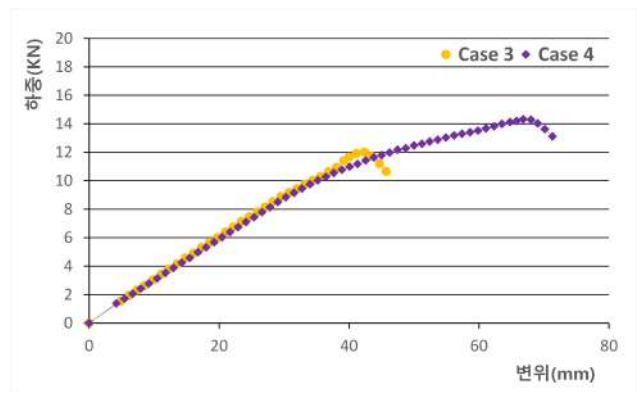


그림 4. 스프링 외경 Ø50의 길이별 결과 비교

5. 결 론

스프링 연결구조체의 내력성능평가 결과, 최대하중 및 항복하중은 스프링 외경이 증가할수록 약 4kN이 증가하였고, 길이가 증가할수록 약 2kN이 증가하는 결과를 나타내었다. 따라서 연결구조체의 내력성능개선은 스프링 길이보다는 스프링 외경의 영향이 더 큼을 알 수 있었다. 또한 스프링 외경과 길이가 커질수록 연성비 또한 커짐을 보여주었다.

추후 다양한 하중에 따른 연결구조체의 내력을 평가하여 현장여건에 맞는 최적의 연결구조체에 대한 모듈을 연구할 예정이다.

참고문헌

1. 강구조 설계, 한국강구조학회, 2014
2. 왕윤찬, "선간단락고장 예방을 위한 ACSR/AW-OC전선의 최대경간에 관한 연구", 대한전기학회 학술대회 논문집, 2005.7
3. 왕윤찬, "가공배전선로의 기준이도 적용시 상정최대장력에 관한 연구", 대한전기학회 학술대회 논문집, 2009.7

증축한 학교 건축물의 내진성능평가 및 보강에 대한 해석

An Analysis of the Seismic Performance Evaluation and Retrofit of Extension School Building

○이 지 은* 노 상 현* 서 수 연**
Lee, Ji-Eun Noh, Sang-Hyun Seo, Soo-Yeon

Abstract

This study is to evaluate the seismic performance of aged school building by a nonlinear analysis. From the analysis, it was shown that the building before extension had a sufficient seismic capacity. After extension of the building, however, the level of seismic capacity of the building was collapse prevention(CP) where the building could be collapsed during the design earthquake load acting. By performing the retrofit with infilled wall, the enough seismic capacity of the building can be achieved for life safety(LS). From the comparison of the retrofit concepts, it was shown that the more floors the building was reinforced to have, the higher strength and the less ductility the building had.

키워드 : 내진성능평가, 내진보강, 끼움벽, 비선형 정적해석, 학교, 증축, 성능점

Keywords : Seismic Performance Evaluation, Seismic Retrofit, Infilled Wall, Nonlinear Static Analysis, School, Extension, Performance Point

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 학교시설에서는 양질의 수업 환경을 제공하기 위하여 강의실 및 기타 공간을 늘리는 방법으로 증축을 하는 경우가 많다. 하지만, 기존 학교건축물은 내진설계기준이 제정되기 전에 지어진 건축물로서 대부분 노후화가 진행된 상태이다. 따라서 기본적으로 노후화된 학교건물에 대한 내진보강이 필요하며, 특히 증축할 경우에는 증축 전과 증축 후의 건축물에 대한 내진성능평가를 기반으로 내진보강을 하여야 한다.

내진성능의 평가방법으로는 역량스펙트럼법(Capacity Spectrum Method, CSM)¹⁾을 이용하였고, 이는 건축물의 횡하중에 대한 저항능력과 지진의 요구 내력을 가속도와 변위 형태로 나타내고, 하나의 그래프에 나타내어 성능점을 산정하는 방법이다.

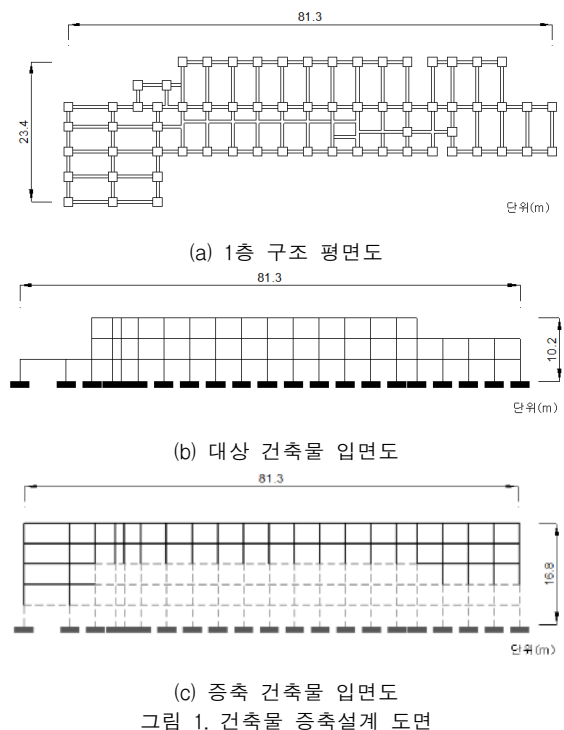
본 연구에서는 학교 건축물에 대하여 비선형 정적해석을 이용하여 내진성능을 평가하고, 3층짜리 대상 건축물을 5층으로 수직 증축하여 내진성능을 재평가하여 증축 전/후를 비교한다. 또한 수직 증축이 이루어진 학교 건축물에 끼움벽으로 내진보강을 했을 경우 성능점의 위치에 따른 내진성능의 변화를 알아보려고 한다.

2. 건축물의 내진성능평가

2.1 증축 설계 및 해석 개요

해석은 증축 전/후 건축물의 내진성능을 평가하기 위해 대상 건축물과, 3층에서 5층으로 수직증축한 증축 건축물 두 가지의 모델로 'Perform-3D' 프로그램을 이용하였고, 증축전의 건축물을 대상 건축물로 지정하였다. 대상 건축물은 1988년 지어진 학교 건축물이며, 내진성능평가를 위한 재료강도는 한국시설안전공단²⁾의 조사 자료를

근거로 건설연도별 재료의 기본값을 사용하였다. 증축된 부분의 콘크리트 설계강도는 24MPa, 주근의 항복강도는 400MPa의 재료강도를 사용하여 모델링하였다. 증축에 따른 건축물의 도면은 그림 1과 같다.



2.2 해석 결과

그림 2는 역량스펙트럼을 이용하여 기존의 대상 학교 건축물과 증축시킨 학교 건축물의 성능점을 나타낸 그래프이다. 그림 2로부터 기존 대상 학교 건축물, 대상 학교 건축물 증축 후 모델은 각각 17.3mm, 26.2mm의 변위에서 성능점을 형성하였다. 기존 대상 학교 건축물은 인면 안전(LS) 성능수준을 만족했지만, 대상 학교 건축물 증축 후의 모델은 붕괴방지(CP)의 성능수준으로 내진보강이 필요하다.

* 한국교통대 건축공학과 석사과정

** 한국교통대 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : syseo@ut.ac.kr)

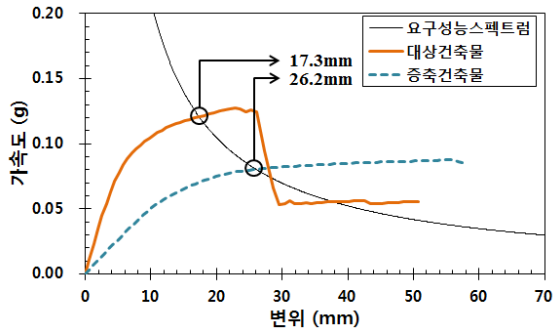


그림 2. 대상건축물의 증축 전/후 성능점

3. 건축물의 내진보강

3.1 끼움벽 보강 계획

대상 건축물의 증축 후 결과를 바탕으로 내진보강을 실시하였다. 본 연구에서 내진보강을 적용하기 전 사전 연구인 “기존 저층 대학건물의 내진보강을 위한 내진보강 기법 비교연구”³⁾와 “내진설계가 적용되지 않은 대학교건축물의 내진성능 개선”⁴⁾을 통하여 비슷한 환경과 크기의 학교 건축물 내진성능 효과를 비교했을 때, 끼움벽으로 보강하는 것이 효과적인 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서도 보강방법으로써 끼움벽 보강을 선정하였고, 보강 위치 도면은 그림 3과 같다. 보강위치의 결정은 “국내 학교건물의 내진성능평가 및 내진보강 위치선정”⁵⁾의 논문을 참조하였다.

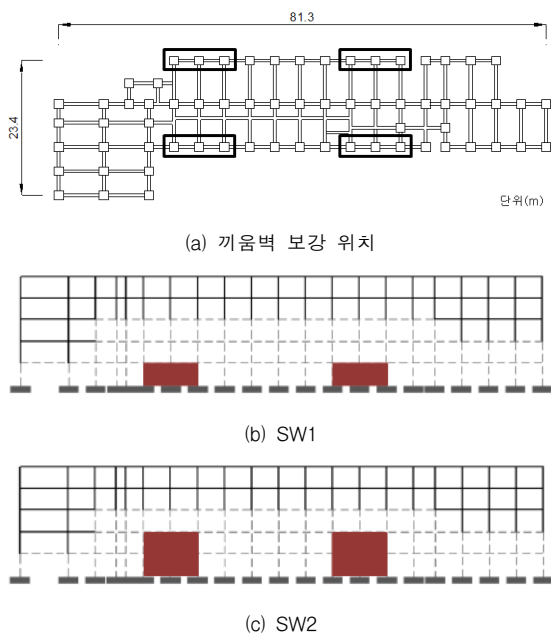


그림 3. 내진보강 위치 도면

3.2 보강 결과

그림 4는 증축 건축물과 보강에 따른 역량스펙트럼을 나타낸 그래프다. 증축 건축물과 대상 학교 건축물 보강 후 모델인 SW1, SW2는 각각 26.2mm, 19.8mm, 15.0mm의 변위에서 성능점을 형성하였다. 증축 건축물은 붕괴방지

(CP)의 성능수준을 나타내었고, 보강 후 건축물은 모두 인명안전(LS)의 성능수준을 나타내었다. 또한 보강 층수가 늘어날수록 건축물의 강도는 증가하였지만 연성능력이 저하되어 보강 계획에 대한 결정에는 구조물의 취약부위와 파괴형상을 고려해야한다. 표 1은 내진성능평가의 결과를 나타낸다.

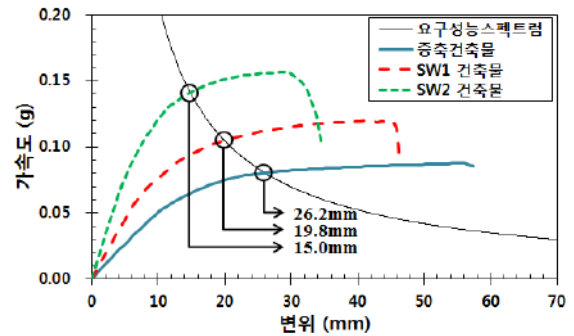


그림 4. 증축건축물의 보강 전/후 성능점

표 1. 내진성능평가 결과

구분	성능수준	한계변위	성능변위	성능결과
대상건축물	인명안전(LS)	19.4mm	17.3mm	인명안전(LS)
증축건축물	붕괴방지(CP)	23.4mm	26.2mm	붕괴방지(CP)
SW1	인명안전(LS)	36.2mm	19.8mm	인명안전(LS)
SW2	인명안전(LS)	20.6mm	15.0mm	인명안전(LS)

4. 결 론

증축한 학교 건축물의 내진성능평가 및 보강에 대한 해석 결과, 증축 전에는 내진성능이 확보된 것으로 나타났으나 증축 후에는 내진성능이 붕괴방지(CP)로 판정되었다. 또한 끼움벽을 보강한 SW1, SW2로부터, 보강 층수가 증가함에 따라 건축물의 강도는 증가하였으나 연성이 저하되는 것으로 나타났다. 따라서 지진 시 건축물의 파괴형상을 고려하여 보강에 대한 적정 층수를 선정하는 것이 바람직 한 것으로 사료된다.

참고문헌

- 대한건축학회, 건축구조설계기준(Korea Building Code 2009 KBC2009), 2009
- 한국시설안전공단, 국토해양부, 기존건축물의 내진성능평가 및 향상요령, 2011
- 송우영 외 2명, 기존 저층 대학건물의 내진보강을 위한 내진보강기법 비교연구, 대한건축학회논문집, 13(2), 2011
- 송우영, 내진설계가 적용되지 않은 대학교건축물의 내진성능 개선, 부경대학교 석사학위논문, 2011
- 이성렬, 국내 학교건물의 내진성능평가 및 내진보강 위치 선정, 창원대학교 석사학위논문, 2009

협 찬

건원엔지니어링

동일건축

바른구조엔지니어링

선엔지니어링

신화엔지니어링

ITM코퍼레이션

이공특허법률사무소

청우종합건축사사무소

토문종합건축

토펙엔지니어링

계룡건설

무영CM

삼우CM

신성건축사사무소

청우종합건축사사무소

CTS엔지니어링

유탑엔지니어링

인테크디자인

태영건설

행림종합건축

2016年度 春季學術發表大會
第16卷 第1號(通卷 第24輯)

일시 : 2016. 04. 01.

장소 : 청주대학교 대학원(보건의료대학)1층 고위관리자과정 세미나실

발행인 : 윤 승 조

편집인 : 이 건 철(한국교통대학교), 심 규 영(충북대학교)

발행 : 대한건축학회 충북지회

충청북도 충주시 대학로 50

한국교통대학교 건축공학과

전화 : 043)841-5201 FAX : 043)841-5200



社團
法人

大韓建築學會忠北支會

ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA

