

2020년도 대한건축학회 대구·경북지회 학술발표대회 논문집

Proceedings of Architectural Institute of Korea, Daegu-Gyeongbuk Branch 2020

2020년 11월 03일



사단
법인

대한건축학회 대구·경북지회

ARCHITECTURAL INSTITUTE OF KOREA, DAEGU-GYEONGBUK BRANCH

■ 목차

제1분과

건축계획

I-01	초기 계획설계 도면 자동 생성을 위한 인공지능 기반 도면 요소 인식에 관한 연구 서지효 박혜진 추승연 / 경북대학교	1
I-02	캠퍼스 유지관리 최적화를 위한 유동인구 예측 방법론 개발에 관한 기초 연구 구형모 추승연 / 경북대학교	3
I-03	도시 축소화 원인에 따른 경상도 축소 도시 비교 분석 조예본 유원택 / 경북대학교	5
I-04	재난예방을 위한 일본의 방재적 도시재생에 관한 연구 최선영 윤철재 / 경북대학교	9
I-05	에너지 하베스팅 기반 차세대 에너지 자립형 건축계획 연구 윤성덕 최호순 / 계명대학교	11
I-06	유엔스튜디오 업무시설의 외피 디자인 다이어그램 분석 고성학 / 영남대학교	13
I-07	국내 공동주택관리 조례 현황 분석 장인선 박상민 / 영남대학교	15

II-01	환경 및 경제성에 대한 종합성능 평가시스템 박진영 / 경북대학교	17
II-02	노후주택 밀집지역 내 화재 확산을 고려한 주민대피 안내 방법론 오현택 배영훈 홍원화 / 경북대학교	19
II-03	하이브리드 지열 시스템 성능 예측 기술을 활용한 운영 기술 개발 신지현 조영흠 / 영남대학교	21
II-04	수학적 모델을 이용한 변풍량 터미널 유닛 풍량 센싱 기술 개발 김효준 조영흠 / 영남대학교	23
II-05	통계적 모델을 이용한 변풍량 터미널 유닛 풍량 센싱 기술 개발 김효준 조영흠 / 영남대학교	25
II-06	온라인 설문조사를 이용한 Post-코로나 시대의 비대면 교육 환경 개선 방안에 관한 연구 권경훈 김지영 박상현 양정훈 / 영남대학교	27

III-01	재료 및 단면 상세 불확실성을 고려한 철근콘크리트 구조물의 민감도 분석 김시윤 문태환 김승직 / 계명대학교	31
III-02	TRM으로 보강된 RC 벽체의 실험적 성능평가 문교영 하중훈 김승직 / 계명대학교	33
III-03	확장 주차 모듈에 의한 보 경간 증대에 관한 구조 검토 박지호 손준영 홍무원 김윤곤 / 대구대학교	35
III-04	이미지 프로세싱기법을 이용한 콘크리트 구조물의 균열탐지 장민제 최세운 / 대구가톨릭대학교	39
III-05	비정형 평면 고층구조물의 중간층 면진시스템 적용에 따른 동적응답 분석 노호성 이영락 김유성 배석홍 강주원 / 영남대학교	41
III-06	동조질량감쇠기의 질량 변화에 따른 대공간 구조물과 고층건물의 동적 특성 비교 이영락 이다혜 김유성 강주원 / 영남대학교	43
III-07	배럴 볼트형 대공간 구조물의 TMD 최적 설계에 관한 연구 배석홍 이다혜 김유성 강주원 / 영남대학교	45

IV-01	에폭시에멀션을 첨가한 황토 결합재의 성능 평가 및 자동화 담틀공법 적용 검토 신현보 김진성 최형길 / 경북대학교	47
IV-02	석탄가스화 복합발전 슬래그를 활용한 알칼리 활성 재료의 경화특성 및 미세구조 분석 조현익 김진성 이보경 최형길 / 경북대학교	51
IV-03	전기역학적 임피던스 기법(EMI기법)을 활용한 시멘트계 재료의 응결 특성 연구 조시훈 김진성 이준철 최형길 / 경북대학교	55
IV-04	황토벽 갈라짐과 부스러짐 최소화 방안 김동국 엄신조 / 경일대학교	59
IV-05	경량복합재료를 활용한 모듈러하우스 개발 최준석 엄신조 / 경일대학교	61
IV-06	포름알데히드 저감 또는 제거를 위한 친환경 건축 자재 개발 김나영 김지명 권성준 남오성 / 대구대학교	63
IV-07	일라이트를 이용한 친환경 시멘트페이스트에 관한 연구 김언표 김정유 김태현 강툴가야날 조현대 / 대구대학교	67
IV-08	증기양생 후 열처리에 따른 비소성 시멘트 모르타르의 특성 나형원 형원길 / 영남대학교	71
IV-09	CFBC Bottom Ash 치환율과 NaOH 자극제를 활용한 모르타르의 특성 강경모 형원길 / 영남대학교	75
IV-10	산업부산물을 활용한 친환경 주면고정액 개발을 위한 기초 연구 박한솔 형원길 / 영남대학교	77
IV-11	모듈러 공동주택의 환경영향 분석 박경필 박영채 박나윤 최성현 노승준 / 금오공과대학교	81
IV-12	환경성적표지인증을 취득한 콘크리트의 환경영향 특성 분석 박선우 김우현 문석준 노승준 / 금오공과대학교	83

V-01	시물레이션을 이용한 형틀목공의 인체공학적 분석과 근육긴장 시러다 팔리크 / 경북대학교	85
V-02	대학 기숙사생을 위한 재난안전교육에 대한 연구 김경수 이해경 / 경북대학교	87
V-03	이력데이터기반 장비동작 재구성에 관한 연구 박영준 / 경북대학교	89
V-04	건설로봇 메커니즘 설계를 위한 건설공정 기능분석 이창용 이동은 / 경북대학교	91
V-05	건설현장 인력운반 대체로봇의 개념설계 이형국 / 경북대학교	93
V-06	국내 소규모 수요자원거래시장에 대한 인식도 분석 정민호 윤우승 / 경북대학교	95
V-07	게임엔진을 활용한 토공현장 충돌위험구역 식별 방법론 최병윤 이동은 / 경북대학교	99
V-08	CM 도입에 따른 건설사업관리자의 업무변화에 관한 연구 권준혁 황덕휘 배준현 안성훈 / 대구대학교	101
V-09	근로시간 단축에 따른 지체상금 발생에 대한 개선방안 박민주 이현지 장은빈 안성훈 / 대구대학교	103
V-10	소규모 건축공사의 공정관리 현황과 개선 방안 육호성 손재근 이준엽 안성훈 / 대구대학교	105
V-11	공동주택 하자 분석을 통한 건축공사 시방서 개선방안 최미성 김정인 최성운 안성훈 / 대구대학교	107
V-12	혼합현실을 활용한 건설 현장 안전관리 시스템에 관한 연구 강대욱 김상용 / 영남대학교	109
V-13	건설현장 주 52시간 근무제 시행에 따른 생산성 분석 조선영 김상용 / 영남대학교	111
V-14	건설폐기물 위치추적 정보관리 시스템 구축을 위한 기초연구 고태용 김윤희 / 경북대학교	113
V-15	엣지컴퓨팅을 활용한 건설시공관리 자동화체제를 위한 기초연구 김윤희 / 경북대학교	115
V-16	가상 시공공간에서의 방수기능공 객체 재현을 위한 기초연구 이홍철 / 경북대학교	117

확장 주차 모듈에 의한 보 경간 증대에 관한 구조 검토

Structural Review on Increase in Beam Span Caused by Expanded Parking Module

○박 지 호* ○손 준 영* ○홍 무 원* ○김 윤 곤**

Park, Ji-Ho Son, Jun-Young Hong, Mu-Won Kim, Yun-Gon

Abstract

The purpose of this study was to review structural effect due to increase in beam span caused by expanded parking module. As the preference for large car such as SUV has been increased and the size of passenger car have increased, the gap between two medium-sized vehicles in general parking spaces of 2.3m has only 43.5cm, causing a number of large and small disputes among residents along with inconveniences. Recently, the code was amended to address inconveniences and conflicts among residents by expanding from the 2.5m×5.0m to 2.5m×5.0m for typical parking unit size. Structural review was carried out to check the effect due to this change. As a result, there is slightly increase in required force, and the number of re-bars was increased without changing in cross sectional area.

키워드 : 지하주차장, 확장 주차 모듈

Keywords : Underground Parking Lot, Expanded Parking Module

1. 서 론

1.1 연구의 목적

현행 주차장법에 따르면 일반형(소형차) 주차단위구획 최소기준(2.3×5.0m)은 1990년 이후 적용되어 왔으며, 승용차 차량 제원이 증가하고 대형차 구입 선호가 심화됨에 따라, 2008년부터는 확장형(중형차 이상) 주차단위구획(2.5×5.0m) 제도가 도입되어 있어 중형차 문을 30도로 열 경우 56.5센티 폭이 필요하다. 하지만 경제적 여유가 생기면서 SUV 등 대형차량을 구입하게 되고 고가의 외제차가 증가하면서 주차 폭 2.3m의 일반 주차 공간에서 중형차량이 나란히 붙어 있으면 그 사이 폭이 43.5cm에 불과하여 소위 '문콕'이 사고가 잦아지고 분쟁도 급증하고 있다. 이에 개정법안의 일반형 평행주차형식 외의 주차단위구획 최소 크기를 일반형은 기존 2.3m(전폭)×5.0m(전장)에서 2.5m(전폭)×5.0m(전장)로, 확장형은 기존 2.5m(전폭)×5.1m(전장)에서 2.6m(전폭)×5.2m(전장)로 확대하여 주차 불편 및 주민분쟁 발생을 경감하였다. 이로 인하여 지하주차장 경간의 기본 모듈이 증가하였고, 이로 인해 구조부재의 설계 및 경제성 검토가 필요하다.

이에 본 연구를 통해 모듈을 설정하여 법률 개정 전과 후에 구조부재의 안전성 및 경제적 효율성을 검토하였다.

2. 본 론

2.1 해석 개요

지하주차장의 경우 대부분 RC 보-기둥시스템으로 설

계되고 있으며, 경간에 따라 1방향 슬래브, 2방향 슬래브를 선택하여 사용하고 있다. 또한 다수의 정형 평면 모듈이 가능한 경우 PC공법을 사용하기도 한다.

본 연구에서는 작은 보를 가지는 1방향슬래브의 보-기둥 시스템을 이용한 지하 1층 주차장을 기준으로 하였다. 지하주차장 경간 기본모듈은 그림 1과 같이 주차면 폭방향으로 세 대, 길이방향으로 두 대의 주차면을 확보하고, 양방향 통행이 가능한 최소 법 규정 6m를 추가한 후 기둥 부재의 단면을 고려하여 산정해야 한다. 따라서 개정전 기준은 가로 2.3m×3+0.6(기둥두께)m+0.1m(여유폭)으로 7.6m, 세로 (5m×2+6m)/2으로 8m로 설정하였다. 또한 이러한 기준에 의해 기존 주차장 모듈 2.3m×5m 규격 3대 주차 가능한 7.8×8m 경간에서 2.5m×5m 규격 3대 8.1m×8m 경간으로 변경하여 적용하였다.

경간이 늘어남으로 인하여 생기는 구조적 고려사항은 이와 같다. 슬래브의 경우 1) 슬래브 최소 두께 변화에 따른 하중 재검토, 2) 면적 증가에 따른 철근 배근 위치 및 수량 검토 3) 서브빔 추가 배치 시 최소 두께 변화 검

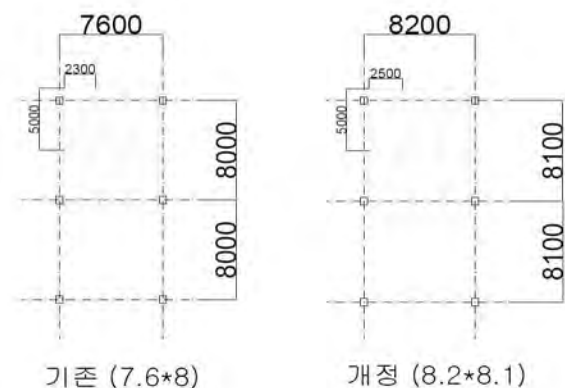


그림 1 주차모듈과 지하주차장 기둥경간

* 대구대학교 건축공학과 학사

** 대구대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : yungonkim@daegu.ac.kr)

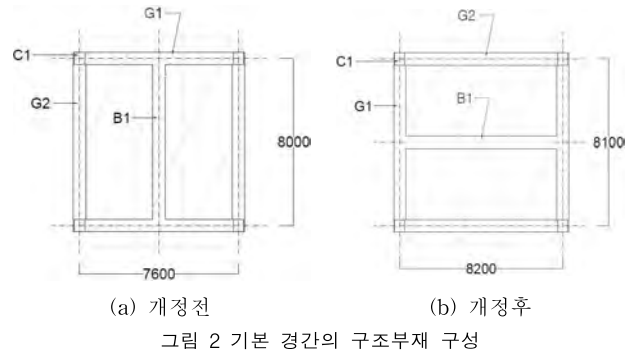
토, 기둥은 추가하중에 대한 단면 검토, 단면 증가 시 철근 배근 위치 및 수량 검토, 보(Beam)는 1) 하중에 대한 단면 검토, 2) 단부, 중간부 철근 배근 위치 및 수량 검토 3) 서브빔 배치 여부 검토 등이다.

2.2 해석기본모듈

연속경간에 대한 결과를 얻기 위해 가로, 세로 5개 경간을 해석에 포함하였다. 최외측경간은 불연속이어서 내부의 부모멘트 및 정모멘트가 연속경간에 의해 커지므로 인하여 인접한 두 번째 경간에서도 연속경간의 결과에 다소 차이가 생기기 때문에 5x5경간 중 정가운데 모듈의 해석결과만을 분석하였다. 개정 전후 큰 차이를 보이지는 않지만, 장변 방향이 바뀌어 작은 보의 방향을 변경하였으나, 이로 인한 차이는 거의 없으며, 작은 보(B1)가 정착하는 큰 보를 G1, 작은 보와 평행한 큰 보를 G2로 하였으며, 정중앙 내부경간의 기둥이므로 모두 C1으로 명명하였다. (그림 2)

2.3 설계하중

지하주차장의 하중은 고정하중(Dead Load, DL)과 활하중(Live Load, LL)의 하중조합인 1.2DL+1.6LL이 대부분 지배적이므로, 이 하중조합에 대해서만 비교하였다. 양단연속 보의 처짐을 고려하지 않는 1방향 슬래브의 최소 두께는 1/28이며, 작은 보를 포함하므로, 슬래브 경간은 4m를 넘지 않고 이로부터 슬래브는 143 mm 정도를 만족하면 처짐을 고려하지 않을 수 있으나, 실무적으로 지붕층의 슬래브의 두께는 200 mm가 다수이므로 이를 기준으로 하였다. 방수를 위한 무근콘크리트 100mm 및



설비배관을 고려한 고정하중은 7.40 kN/m^2 이며, 활하중의 경우, 시공중 중장비 하중을 고려하여 16 kN/m^2 를 적용하였으며, 이는 지붕층의 식재를 위한 토피 및 차량하중을 고려한 것보다 크기 때문에 설계하중으로도 유효하다. 이에 하중계수를 고려한 계수하중은 약 39.8 kN/m^2 ($=1.2 \times 7.4 + 1.6 \times 16$) 이다.

2.4 해석결과

그림 3과 그림 4는 MIDAS Gen 프로그램 해석결과 주차장 모듈의 개정 전/후의 기둥의 축하중과 모멘트결과를 나타낸 것이다. 또한 별도로 표기된 값은 각 부재의 설계에 필요한 축력 및 모멘트이다. 예상한 바와 같이 경간 증가로 인한 각 부재의 요구성능은 다소 증가하였다. 표 1은 주요부재의 설계를 요약한 것으로, KBC 2016에 따른 설계를 하였다. 콘크리트의 압축강도는 24 MPa, 철근은 500 MPa를 적용하였다. 대부분의 경우 D22 철근은 사용하였으나, 개정 이후 보 설계에서는 D25를 사용하여 철근 간격을 확보하였다. 배근상 개정 전후가 동일하더라도

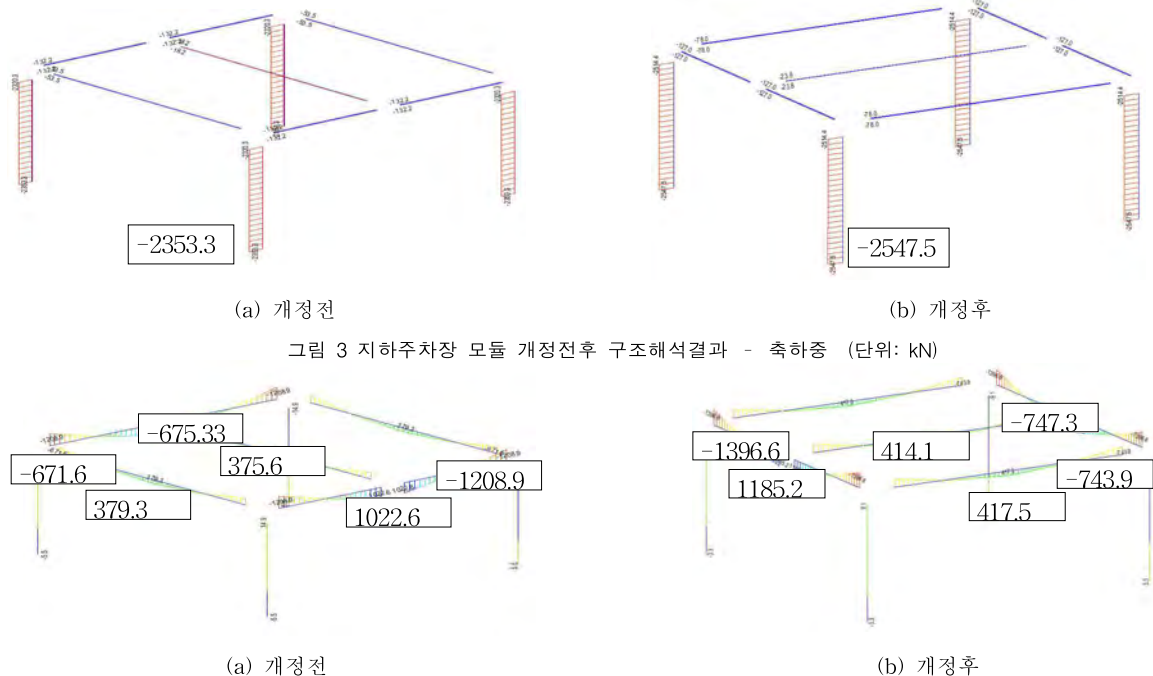
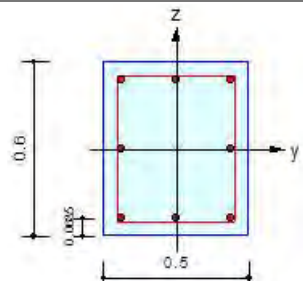
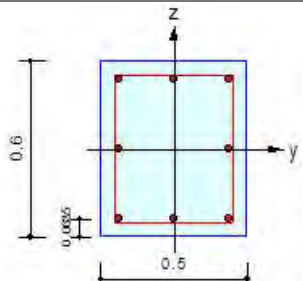
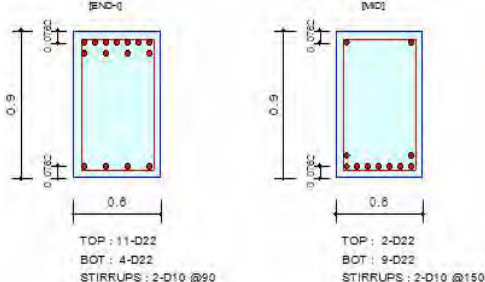
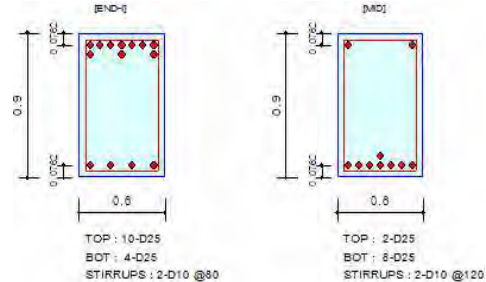
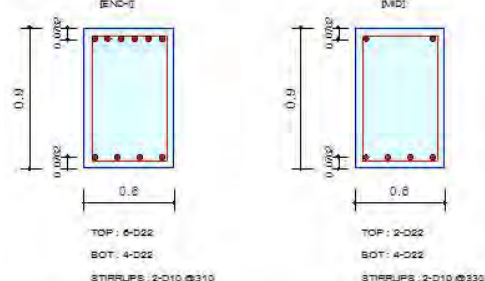
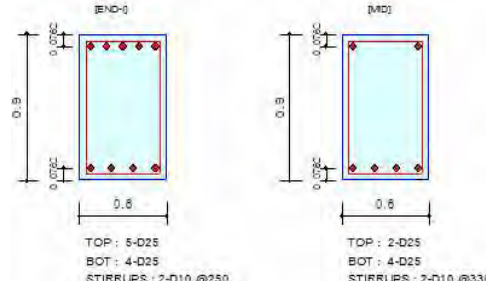
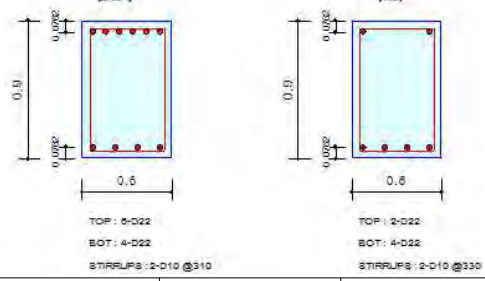
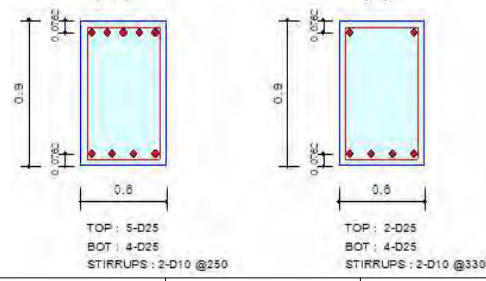


그림 4 지하주차장 모듈 개정전후 구조해석결과 - 모멘트 (단위: kNm)

표 1 구조부재 설계요약

		개정 전			개정 후			
C1 (500x600)	P_u							
		요구성능	배근	내력비	요구성능	배근	내력비	
		2353 kN	8-D22	0.60	2547 kN	8-D22	0.64	
G1 (600x900)								
		요구성능	배근	내력비	요구성능	배근	내력비	
		M_u^-	1208.9 kNm	11-D22	0.93	1396.6 kNm	10-D25	0.92
		M_u^+	1222.7 kNm	9-D22	0.93	1185.2 kNm	8-D25	0.94
G2 (600x900)								
		요구성능	배근	내력비	요구성능	배근	내력비	
		M_u^-	671.6 kNm	6-D22	0.88	743.9 kNm	5-D25	0.89
		M_u^+	379.3 kNm	4-D22	0.73	417.5 kNm	4-D25	0.62
B1 (600x900)								
		요구성능	배근	내력비	요구성능	배근	내력비	
		M_u^-	675.3 kNm	6-D22	0.88	747.3 kNm	5-D25	0.90
		M_u^+	375.6 kNm	4-D22	0.72	414.1 kNm	4-D25	0.61

내력비가 증가하였으나, 단면의 증가가 필요하지는 않았다.

2.5 경제성 검토

2.4의 부재설계를 바탕으로 기둥 경간 증가 전/후의 모듈의 정중간에 있는 대표 스패에 대한 기둥, 보, 서브빔에 대한 물량을 산출, 단가를 고려하여 경제성을 비교 분석하였다. 슬래브의 철근량은 이음과 정착을 무시하고 계산하였다. 표 2, 표 3에 기술한 것과 같이 1개 경간을 기준으로 변경 전 재료비는 약 395만원, 변경 후 공사비는 422만원으로 약 6.6% 증가하였으나, 지하층 지붕골조 공사의 재료비에 한하는 것이므로, 전체 공사비에 영향을 미치는 수준을 아니라고 판단된다.

3. 결 론

확장형 주차모듈에 따른 지하주차장 기둥 경간로 인한 구조부재의 구조검토 결과는 다음과 같다.

단일 모듈의 면적은 약 6.5% 증가하였으며, 이에 따라 기둥의 축력은 약 8%, 보는 약 11%의 모멘트의 요구성능이 증가하였으나, 단면의 변경없이 추가배근으로 가능한 수준이었으며, 이로인해 단위모듈의 구조물량에 개략적인 단가분석을 통해 검토한 결과 지하주차장 골조공사에서 약 6.6%의 비용증가 요인이 있음을 확인하였다.

참고문헌

1. 강석규, 실무측면에서 본 차량하중 적용에 의한 지하주차장 구조설계, 한진중공업, 기술정보 제 21호, p.1-11, 1998
2. 김효성, 공동주택 지하주차장의 구조형식과 설계방법에 대한 연구, 대림산업, p.94-101, 2000
3. 임남기, 송희원, 이영도 공동주택 지하주차장 상부구조 형식 분석연구, 한국건축시공학회 논문집 제2권 2호, 통권8호, 2003년6월, p.150-156
3. 김재성, 조수연, 이진아 (2016) 공동주택 지하주차장 구조시스템에 따른 경제성 검토, 건설기술/쌍용, 2016 상반기호, p.45-49
4. 김상식, (2017) 철근콘크리트 구조설계 5판, 문운당, p.58-118
5. 국토교통부, 문 록 사고 방지법... “내년 3월부터”시행된다. 주차장 폭 2.3→2.5m 확대 위한 『주차장 법 시행규칙』 시행시기 1년간 조정, (access date : 2018. 02.).

표 2 주차장 모듈 경제성 검토 (개정전 7.6m×8.0m)

공종	규격	단위	수량	재료비	
				단가 (원)	합계 (원)
레미콘	25-240-15	m³	37.35	67,000	2,502,450
	펌프카타설	m³	37.35	5,000	186,750
이형 철근	D10	ton	0.604	670,000	404,680
	D22	ton	1.284	670,000	860,280
합계				3,954,160	

표 3 주차장 모듈 경제성 검토 (개정후 8.2m×8.1m)

공종	규격	단위	수량	재료비	
				단가 (원)	합계 (원)
레미콘	25-240-15	m³	38.48	67,000	2,578,428
	펌프카타설	m³	38.48	5,000	192,420
이형 철근	D10	ton	0.556	670,000	372,520
	D13	ton	0.195	670,000	130,650
	D22	ton	0.094	670,000	62,980
	D25	ton	1.312	670,000	879,040
합계				4,216,038	

포름알데히드 저감 또는 제거를 위한 친환경 건축 자재 개발

Development of Eco-friendly Building Materials for Reducing or Removing Formaldehyde

○김나영* 김지명** 권성준*** 남오성****
Kim, Na-Yeong Kim, Ji-Myeong Gwon, Seong-Jun Nam, O-Seong

Abstract

In Korea, formaldehyde (HCHO), a first-class carcinogen harmful to human body, has been detected in household products and building materials, causing increased anxiety and confusion among people. In addition, due to the growing interest of consumers in eco-friendly housing culture, the development of eco-friendly building materials and buildings is carried out with great interest.

The deodorization performance of formaldehyde has been verified through the experiment of taking away the formaldehyde from Elite and activated carbon powder to confirm that eco-friendly building materials can be developed

키워드 : 포름알데히드, 일라이트, 활성탄, 친환경 건축 자재

Keywords : Formaldehyde, illite, activated carbon, eco-friendly materials

1. 서 론

1.1 연구의 목적

국내에서는 생활제품(침대, 가구 등) 및 건축자재 등에서 사람의 인체에 유해한 1급 발암물질인 포름알데히드(HCHO)가 검출되어 사람들의 불안감 증가 및 혼란을 야기하고 있다.

특히, 이러한 1급 발암물질 포름알데히드(HCHO)는 0.01ppm 이하의 경우 눈, 코, 목에 자극이 오고 10~20ppm의 경우 정상적인 호흡이 곤란해지며, 포름알데히드 측정기기 상한치인 50ppm 이상에 노출될 시에는 두통, 설사, 구토 등 급성 중독 및 독성 폐기종으로 사망에 이를 수 있다. 장기간 노출 시 폐암과 같은 중증 질병에 걸릴 확률이 상당히 높아진다.

따라서 본 연구에서는 포름알데히드(HCHO)로 인한 혼란을 감소시키기 위해 기존 건축물에 사용 되는 건축 재료 및 제품에서 발생하는 1급 발암물질 포름알데히드(HCHO)를 저감 또는 제거할 수 있는 친환경 건축재료 및 제품을 개발하고자 한다.

1.2 선행 연구 조사 및 분석

1) 포름알데히드(HCHO)

자극성 냄새를 가지는 가연성 무색 기체로 살균제나 방부제로 사용되고 베클라이트와 같은 석탄계, 요소계, 멜라민계, 합성수지 제조 등 공업용으로도 널리 사용된다. 특히 포름알데히드(HCHO)의 주요 발생원으로는 단열재나 섬유옷감, 실내가구인 장롱, 싱크대, 바닥재 난방 연료의 연소과정, 흡연, 생활용품, 의약품, 접착제이다.

특히, 건축자재에서 발생된 포름알데히드(HCHO)는 건축자재의 수명, 실내온도 및 습도 그리고 환기율에 따라 그 방출량이 영향을 받으며, 일반적으로 방출되는 기간은 약 4년으로 추정되고 있다.

2) 일라이트

일라이트는 점토입자크기의 미립질(보통 2-4 마이크로 이하)광물로서 일반적인 백운모와 흡사한 판상구조를 갖는 점토광물이다. 일라이트는 점토질 연결 운모광물이며 삼층 인편상 구조로서 물에 풀었을 때는 건사 현상을 나타내는 독특한 성질이 있고, 그 주성분은 SiO₂, Al₂O₃, K₂O, FeO₂ 등으로 된 황백색 합성광물이며, 물리 화학적 성질은 수중에서 다량의 용존 산소를 발산하는 효능이 있고, 또 수중에 용존하는 중금속 이온, 유기질 이온 및 부패의 원료로 사용 가능하다

표 1. 포름알데히드 수치에 따른 증상

포름알데히드 측정 값(ppm)	증상
50.0	포름알데히드 측정기의 측정 상한치(사망)
10.0	호흡곤란
3.0	눈을 찌르는 듯한 고통
1.0	한국 대부분 아파트 측정수치
0.5	목의 자극이 시작되는 최저치
0.25	장시간 방치 시 두통증세가 발생
0.16	한국 신축 공동주택 권고 기준치
0.08	WHO기준
0.05	민감한 사람은 냄새를 느끼기 시작
0.01	공기중 포름알데히드 수치

3) 활성탄 [1]

활성탄은 Micropore, Mesopore, Macropore를 모두 가지고 있어, 기공파라미터에 따른 포름알데히드의 흡착능의 상관관계를 보다 명확히 하기 위해서, Micropore 가 잘 발달된 Zeolite 13X를 대조군으로 사용하여 활성탄의

대구대학교 학사과정
(교신전자 : rlaskdud1998@naver.com)
지도교수 : 조현대, 건축공학과 교수, 공학박사

기공 파라미터에 따른 포름알데히드의 흡착량을 파파 시간을 통해 계산하였으며, 이를 조사한 결과, 포름알데히드 흡착량은 활성탄과 상관관계가 있음을 확인하였다.

또한 실생활 조건과 유사한 중국 규격 GB/T 18801에 의거하여, 포름알데히드의 CADR값과, 톨루엔의 CADR값을 측정하였으며, 활성탄의 기공 파라미터와의 상관관계를 확인한 결과, 포름알데히드의 CADR값은 Micropore Diameter와 상관관계가 있음을 확인하였다.

2. 연구 계획 및 방법

2.1 연구 계획

본 실험에서 실험계획은 <표.3>와 같고 배합사항은 <표4, 5, 6>와 같다. 먼저 물-결합재비 (W/B)는 50%로 계획한다. <표 4>에서 일라이트의 치환율은 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50%로 한다. <표 5>에서 활성탄의 치환율은 10%, 20%, 30%, 40%, 50%로 한다. <표 3>에서 실험은 총 16개의 배치를 실험계획으로 한다.

2.2 연구 방법

2.2.1 배합 및 양생 계획

1) 배합 방법

본 실험에서 시멘트, 일라이트, 활성탄의 배합조건을 달리하여 물리적·화학적 특성을 비교하기 위해 시멘트의 혼입율을 70%, 80%, 90%, 100% 까지 하였다. 일라이트, 활성탄의 혼입율은 0%, 10%, 20%, 30% 까지 하였다. W/B는 30으로 한다.

표 2 . 단계별 혼합 시간

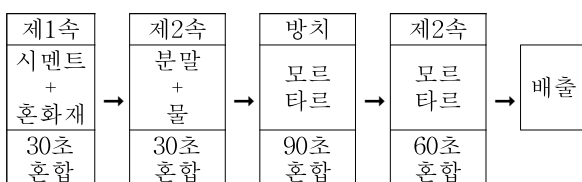


표 3 . 실험계획표

실험인자		실험수준	
배합 사항	사용재료	일라이트(Ir), 활성탄(Ac), 시멘트(C)	
	W/C(%)	50	
	F/W	2	
실험 사항	측정사항		
	측정 방법	균기 전	플로우실험
		균은 후	압축강도실험 포름알데히드 탈취시험

표 4 . 배합비율(%)

기호	W/C (%)	C (%)	Ir (%)	Ac (%)
C100	50	100	0	0
Ir10		90	10	0
Ir20		80	20	0
Ir30		70	30	0
Ir40		60	40	0
Ir50		50	50	0
AC10		50	90	0
AC20		80	0	20
AC30		70	0	30
AC40		60	0	40
AC50		50	0	50

Ir10 : Ir(일라이트) 10% (혼입률)

2) 공시체 제작

공시체 제작은 KS L ISO 679, KS L5105 규준에 따라 계량 후 저속(140+5 rpm)에서 30초간 교반 후 30초 동안 모래 전량을 서서히 혼입하고 이어서 30초간 고속(285±10 rpm)으로 교반 하였다. 90초간 혼합기를 정지하여 처음 15초 동안 스크레이퍼로 용기 벽에 부착된 모르타르를 용기의 가운데로 모아주고 다시 60초간 고속 교반하였다. 혼합이 끝난 모르타르는 50×50×50mm 황동 3연형 몰드를 사용하여 제작하였다.

3) 공시체의 양생

모든 시험체를 성형이 끝난 즉시 틀에 넣은 그대로 밑판에 얹어서 습기함이나 습기실에 20시간에서 24시간 보관한다. 함수, 습기함, 습기실 물 온도는 (23±2)℃이어야 한다. 시험실의 상대 습도는 50% 이상이어야 하며, 습기함이나 습기실은 80% 이상의 상대 습도에서 시험체가 저장되도록 제작되어야 한다.

2.2.2 사용 재료

1) 시멘트

연구에서 사용한 시멘트는 한일시멘트사 1종보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 물리·화학적 특성은 다음 <표 4>와 같다.

표 5 . 시멘트의 물리적·화학적 성질

밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	압축강도(MPa)		
		3일	7일	28일
3.15	3690	24.8	39.3	56.9

2) 일라이트

본 연구에서 치환율 및 치환방법을 도출하기 위해 사용한 일라이트는 메텍스사의 일라이트를 사용하였으며, 물리·화학적 성질은 다음의 <표 5> 과 같다.

표 6 . 일라이트 물리·화학적 특성 [2]

입자 크기 (μm)	밀도 (g/cm^3)	습분 (%)	화학적 구성(%)		K_2O (ppm)
			SiO_2	Al_2O_3	
2~4	2.80	0.37	76.35	8.17	5739

3) 활성탄

본 실험에서 사용한 활성탄은 제성화학을 사용하였으며, 물리·화학적 특성은 다음의 <표 6>과 같다.

활성탄(active carbon)은 기체 성분이나 용질을 잘 흡착하는 다공성 탄소질 물질로서 흡착성은 주로 그 내부 표면에서 일어나는 물리흡착에 기인한다. 활성탄의 흡착효율은 흡착제 및 흡착질의 물리·화학적 특성에 영향을 받는다.

표 7 . 활성탄 물리·화학적 특성 [3]

특유한 표면 지역 (m^2/g)	요오드 흡착 생산 능력 (mg/g)	수분 함유량 (%)	금연 건강 증진 협회 함유량 (%)	경도 (%)
1,100	1050	2.8	5.1	최소 90

4) 포름알데히드(HCHO) 시약

본 연구에서는 포름알데히드(HCHO) 시약을 사용하여 포름알데히드 발생 환경을 만들었다. 덕산약품사 포름알데히드(HCHO) 시약을 사용하였으며 물리·화학적 특성은 다음 <표 7>과 같다.

표 8 . 포름알데히드 물리·화학적 특성 [4]

성질	특성
분자식	HCHO
비중	0.815 (-20°C , 물=1)
끓는점	-19.5°C
증기밀도	1.067
분자량	30.03
녹는점	-92°C
증기압	1.3kPa(10mmHg)
발화온도	300°C



그림 1 . 시멘트



그림 2 . 일라이트



그림 3 . 활성탄



그림 4 . 포름알데히드

2.3.3 측정방법

1) 압축강도 시험

KS L 5105에 의하여 공시체를 제작한 후 상대습도 70%, 온도 $25\pm 2^\circ\text{C}$ 를 유지하여 기건양생을 시켰다. 3일 7일 28일 각 재령일에 압축강도를 측정하였다. 압축강도의 값은 공시체 3개의 평균값으로 정하였다.

2) 포름알데히드(HCHO) 탈취시험

50×50×50cm 크기의 아크릴 밀폐 박스에 1시간 환기 후 40×40×1cm 아크릴판에 시료 200g과 포름알데히드(HCHO) 희석 용액(2%) 50 μl 를 넣고 밀폐하여 실온에서 24시간 방치한다. 그 후 30분 측정을 하여 시료의 양에 따라 포름알데히드(HCHO)의 변화량을 측정한다.

표 9. 탈취시험 시험 방법



3. 연구 조사/실험 및 평가

3.1 압축강도 시험

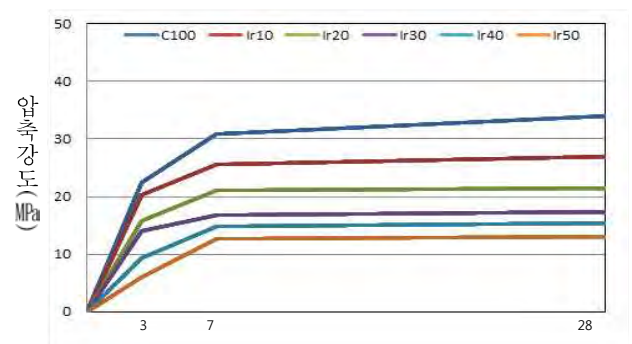


그림 5. 일라이트 치환율에 따른 압축강도 비교

그림 5.의 일라이트 치환율에 따른 압축강도는 일라이트의 치환율이 증가함에 따라 압축강도는 감소하였다.

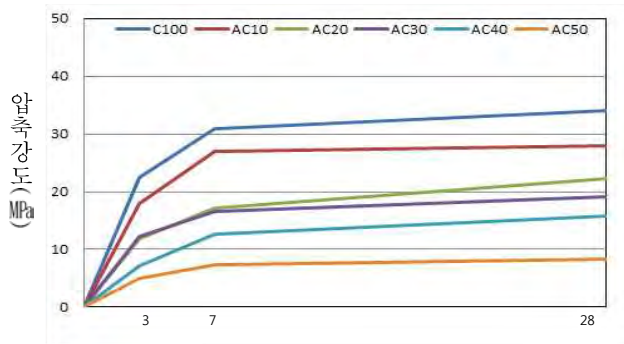


그림 6. 활성탄 치환율에 따른 압축강도 비교

그림 6.의 활성탄 치환율에 따른 압축강도는 활성탄의 치환율이 증가함에 따라 압축강도는 감소하였다.

3.2 포름알데히드 탈취시험

표 10. 24시간 방치 후 측정 값

시료	측정 값
빈 박스	측정범위초과
Ir 200g	측정범위초과
Ir 150g + Ac 50g	0.06ppm
Ir 100g + Ac 100g	0.02ppm
Ir 50g + Ac 150g	0.01ppm
Ac 200g	0.01ppm

표 11. 72시간 방치 후 측정 값

시료	측정 값
빈 박스	측정범위초과
Ir 200g	측정범위초과
Ir 150g + Ac 50g	0.04ppm
Ir 100g + Ac 100g	0.03ppm
Ir 50g + Ac 150g	0.01ppm
Ac 200g	0.01ppm

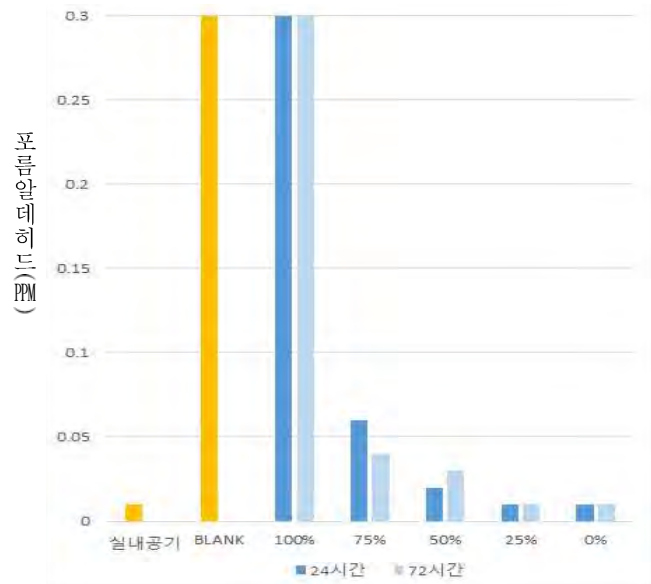


그림 13. 시료의 비율에 따른 포름알데히드 측정 값

그림 8. 그래프의 기준은 일라이트의 비율을 기준으로 모두 100%의 비율로 나머지 비율은 활성탄으로 이루어져 있다. 포름알데히드 측정기의 최소치는 0.01PPM이고 최대치는 0.30PPM이다. 실내공기는 0.01PPM으로 측정되었고 포름알데히드 용액을 넣은 아크릴 박스는 0.30PPM 이상으로 측정 최대치를 넘었다. 또한 일라이트의 비율보다는 활성탄의 비율이 높을 수록 탈취효과가 높다.

4. 결론 및 향후 과제

4.1 결과

시멘트와 일라이트, 활성탄을 이용하여 포름알데히드 저감 또는 제거에 대한 연구를 진행하였다.

각 재료 혼합 비율에 따른 물성 실험 (압축강도 실험, 포름알데히드 탈취시험)을 진행하였다.

1. 압축강도의 경우 시료의 비율이 증가 할수록 압축강도가 감소하는 결과를 얻었다.
2. 포름알데히드 실험을 진행한 결과 시간이 증가함에 따라 포름알데히드의 측정량 약 60%의 감소량을 보였다.

참고문헌

1. 양희태 (2019). 활성탄의 기공과라미티에 따른 포름알데히드 및 톨루엔 제거 효과에 연구, [석사], 아주대학교, p.32
2. 윤원근. (2018). 일라이트와 순환자원을 활용한 콘크리트 2차 제품 개발, [박사], 청주대학교, p.39, p.41
3. 안성경. (2020). 활성탄의 물리·화학적 개질이 자연유기물의 흡착성능에 미치는 영향, [석사], 건국대학교, p.18
4. 성현미. (2007). 원예식물과 숯 등에 의한 신축공동주택의 포름알데히드 농도 저감특성에 관한 연구, [석사], 대구대학교, p.26

일라이트를 이용한 친환경 시멘트페이스트에 관한 연구

Research on eco-friendly cement paste using illte

○김언표* 김정유* 김태현* 강툴가아날* 조현대**

Kim, Eon-Pyo Kim, Jeong-Yu Kim, Tae-Heon Gantulga, Anar Cho, Hyun-Dae

Abstract

The experimental results of the Elite's formaldehyde reduction effect were measured as the rate of substitution increased. In addition, comparing the physical properties of different light combinations generally reduced flow values as the result exchange rate for flow tests increased. As a result of the compressive strength test, the value of the compressive strength decreased as the exchange rate increased. However, due to its slight value, the comparison of flow values and compressive strength values of the light and plastic light is considered meaningless. Therefore, although it can be used as an eco-friendly material through the deodorization of formaldehyde, it is economical to use the light rather than the plastic light.

키워드 : 일라이트, 시멘트, 강도, 플로우, 포름알데히드, 소성

Keywords : illite, cement, strength, flow, formaldehyde, plastic

1. 서 론

1.1 연구의 목적

현대 건축에서 가장 많이 사용하는 재료 중 하나인 시멘트는 사람들에게 따뜻한 집이 되어줌과 동시에 사람들을 병들게 하고 있다[1]. 최근 건축의 방향성이 친환경 건축으로 가고 있고 그에 따라 친환경 소재 개발이 다양한 분야에서 진행되고 있다.

이를 해결하기 위한 다양한 후보 중 해결책으로 제시할 것은 일라이트이다. 일라이트는 단사정계에 속하는 운모족 광물로 현재 충북 영동군에 세계 최대 매장량인 5억 톤의 일라이트가 매장되어있다고 추정된다고 한다. 그 특징으로는 탈취 및 흡착, 항균 작용, 원적외선 방사 등의 특징이 알려져 건강, 미용, 건축 분야 등에서 많은 연구가 이루어지고 있다[2].

이러한 일라이트의 특성을 이용하여 콘크리트에서 검출되어 오던 포름알데히드와 같은 인체에 유해한 물질들을 억제 또는 감소시킬 수 있는지 실험을 통하여 일라이트가 혼화 재료로써 가능성을 확인해보는 것에 목적이 있다.

2. 문헌고찰

2.1 선행연구 조사 및 분석

일라이트의 친환경 건축자재화 연구에 따르면 일라이트의 적정 치환율 도출, 치환율에 따른 포름알데히드 저감효과 등을 시험해 보았고 그 결과 적정 치환율은 목표 강도 24MPa, 목표 슬럼프 120±25mm를 대상으로 최대 15%까지 3% 단위로 실험한 결과 이전 조건에서 만족하는 것으로 측정되어 콘크리트에 사용 가능할 것으로 판단하였다[3]. 현재 실험이 이전 조건에서 만족하는 만큼 우리는 좀 더 많은 조건에서 실험할 예정이다. 포름알데히드 저감효과에 대한 실험 결과로는 치환율이 증가함에

따라 감소율 또한 증가하는 것으로 측정되었으나, 급격한 감소는 확인되지 않았다고 결론을 내었다.

3. 입력자료 분석

3.1 연구계획

본 연구에서 실험계획은 <표1>과 같다.

압축강도와 플로우 실험은 KS L 5105에 따라 측정하며, 탈취시험은 한국건설생활환경시험연구원에 의뢰하여 시험한다.

표 2. 실험계획표

실험인자			실험수준
배합 사항	W/C (%)		30
	시멘트		0, 20, 40, 60, 80, 100
	일라이트 (%)		0, 20, 40, 60, 80, 100
	200℃ 2시간	소성 일라이트 (%)	20, 40, 60
	100℃ 1시간		5, 10, 15, 20, 40, 60
	200℃ 1시간		5, 10, 15, 20, 40, 60
	300℃ 1시간		5, 10, 15, 20, 40, 60
실험 사항	측정 방법	굳기 전	플로우실험>
		굳은 후	압축강도실험 포름알데히드 탈취시험

3.2 연구 방법

본 실험에서 일라이트, 소성일라이트의 배합조건을 달리하여 물리적 특성을 비교하기 위해 <표3>, <표4>와같이 배합하였다.

양생 방법은 재령 3일, 7일, 28일 공시체를 각 배합 비율별 재령 일당 3개를 제작하여 초기 24±2시간 동안은

* 대구대학교 건축공학과 학사과정(djsvy123@naver.com)

** 대구대학교 건축공학과 교수, 공학박사

22±2℃, 습도 80%에서 양생 후 탈형 하여 23±2℃의 수중 양생기에서 양생하는 것으로 한다.

표 3. 일라이트 치환율에 따른 배합 비율 (단위: %)

기호	W/C	C	Ir
OPC	30	100	
Ir20		80	
Ir40		60	
Ir60		40	
Ir80		20	
Ir100		0	

※ W/C(물시멘트비), C(시멘트), Ir(일라이트)

표 4. 1시간 소성일라이트 치환율에 따른 배합 비율 (단위: %)

기호	W/C	C	PI
1H1PI05	30	95	5
1H1PI10		90	10
1H1PI15		85	15
1H1PI20		80	20
1H1PI40		60	40
1H1PI60		40	60
1H2PI05		95	5
1H2PI10		90	10
1H2PI15		85	15
1H2PI20		80	20
1H2PI40		60	40
1H2PI60		40	60
1H3PI05		95	5
1H3PI10		90	10
1H3PI15		85	15
1H3PI20		80	20
1H3PI40		60	40
1H3PI60		40	60

※ 1H1PI05 : 1H(1시간), 1(100℃), PI(소성일라이트), 05(배합비)

표 5. 2시간 소성일라이트 치환율에 따른 배합 비율 (단위: %)

기호	W/C	C	PI
2H2PI20	30	80	20
2H2PI40		60	40
2H2PI60		40	60

※ 2H2PI20 : 2H(2시간), 2(200℃), PI(소성일라이트), 20(배합비)

3.3 사용재료

본 실험에서 사용된 시멘트는 1종 보통 포틀랜드 시멘트와 Y-200일라이트를 사용하였다.

표 6 시멘트의 물리적·화학적 성질

밀도 (g/cm ³)	분말도 (cm ² /g)	압축강도(MPa)			안정도 오토클레이브(%)
		3일	7일	28일	
3.15	2800	12.5	22.5	42.5	0.8
응결시간(비카)		산화마그네슘 (%)		삼산화황 (%)	감열감량 (%)
초결 (분)	종결 (시간)				
60	10	5		3.5	3

표 7 일라이트의 화학적 성질

분말도 (cm ² /g)	이산화규소(%)	산화알루미늄(%)	산화철(%)
200	57.5	23.3	6.67
산화칼슘 (%)	산화나트륨(%)	산화칼륨(%)	이산화타이타늄 (%)
0.1	1.21	6.43	0.38

3.3 측정방법

3.3.1 플로우 시험

본 시험은 KS L 5105 규정에 따라 실시하였다. 20회의 낙하를 거친 후 퍼진 시멘트페이스트의 지름을 버니어 캘리퍼스 3회 측정하여 그 값의 평균을 mm 단위로 나타내었다.

3.3.2 압축강도 시험

본 시험은 KS L 5105 규정에 따라 실시하였다. 사전에 정한 양생 조건에 맞추어 양생하던 공시체를 3일, 7일 28일 각 재령 일에 압축 강도를 측정하였다. 압축강도는 3개의 공시체의 평균값을 한다.

3.3.3 포름알데히드 탈취 시험

본 시험은 의뢰자가 제시한 40mm x 40mm (가로x세로) 크기의 시료를 5L 크기 반응기에 넣고 밀봉한 후 시험가스의 초기농도를 20μmol/mol으로 주입하고 시험가스의 농도를 초기 (0분), 30분, 60분, 90분, 120분에서 측정하고 이를 sample 농도라고 하였다.

시험가스의 농도는 가스검지관에 의해 측정하였고, 시험 중 온도는(23.0±5.0)℃ 습도는 (50±10)%R.H.를 유지하였다.

이와 별도로 시료가 없는 상태에서의 위의 2~4에 의해 시험을 진행하고 이를 blank 농도라고 하였고 각 시간대 별 시험가스의 농도 감소율을 계산하였다,

3.4 실험 결과

3.4.1 굳지 않은 시멘트 페이스트의 특성

3.4.1.1 플로우 시험

플로우 시험 결과 일라이트 치환율과 소성일라이트 치환율이 증가함에 따라 대체로 플로우 값이 감소하였다. OPC에서 플로우 값 226.1mm로 시작하여 Ir20에서는 182.6, Ir40은 161.5, Ir60은 132.1, Ir80은 120, Ir100은 126.5로 점차 감소하다가 Ir100에서는 증가하는 결과를 보여주었다. 소성일라이트와 일라이트의 치환율에 따른 플로우값을 비교하기 위해 일라이트를 2시간 200도에 구워 플로우 실험을 진행하였다.

실험결과 2H2PI20에서는 189.9, 2H2PI40은 156.5, 2H2PI60은 140.2로 나타났다. 앞서 실험한 플로우 값과 비교했을 때 치환율 20과 60에서는 소성일라이트가 플로우 값이 5~8mm 정도의 높은 값을 보여주었다. 마지막으로 소성온도에 따라 플로우 값을 비교하기 위해 1시간씩 100도, 200도, 300도로 나누어 플로우를 측정하였고, 그 결과 100도와 200도의 플로우 값은 약 3mm 정도의 차이로 비슷한 결과 값을 보여주었지만 300도에서는 100도, 200도와 치환율 5~20에서 약 10~20mm 정도의 차이를 보이다가 치환율 40, 60에서는 약 2mm 정도의 차이를 보여주었다.

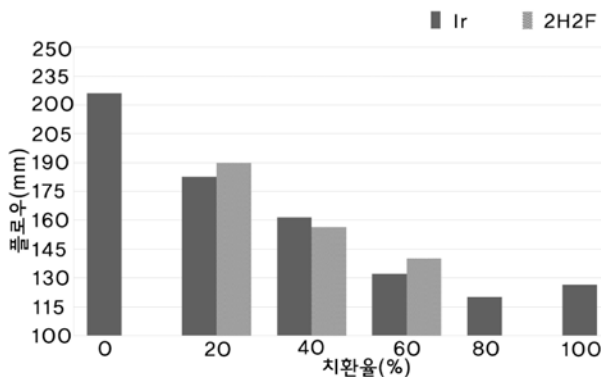


그림 1 일라이트 치환율에 따른 플로우 비교

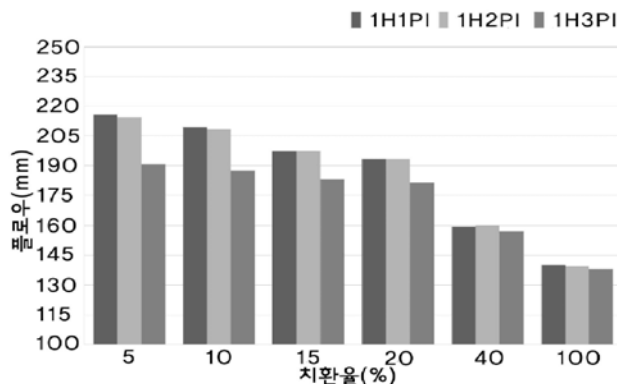


그림 2 소성 일라이트 치환율에 따른 플로우 비교

3.4.2 굳은 시멘트 페이스트의 특성

3.4.2.1 압축강도 시험

압축강도 시험 결과 일라이트 치환율과 소성일라이트 치환율이 증가함에 따라 압축강도 값이 감소하였다. OPC에서 28일 기준 압축강도 값 49.6Mpa로 시작하여 Ir20에서는 43.58, Ir40은 31.08, Ir60은 18.7, Ir80은 7.2, Ir100은 0.813로 감소하는 결과를 보여주었다.

이에 소성일라이트와의 압축강도 비교를 위해 OPC를 제외한 상위 3개의 항목인 치환율 20, 40, 60을 200도 2시간으로 구워 압축강도를 비교해보았다. 그 결과 2H2PI20에서는 44.53, 2H2PI40은 34.5, 2H2PI60은 21.45으로 각각 약 1~3Mpa정도 높게 나타나는 결과를 보였다. 마지막으로 소성온도에 따라 압축강도 값을 비교하기 위해 1시간씩 100도, 200도, 300도로 나누어 압축강도를 측정하였고, 그 결과 100도, 200도, 300도의 압축강도 값은 약 1~3Mpa 정도의 차이로 일정하게 증감하지 않는 결과를 보여주었다.

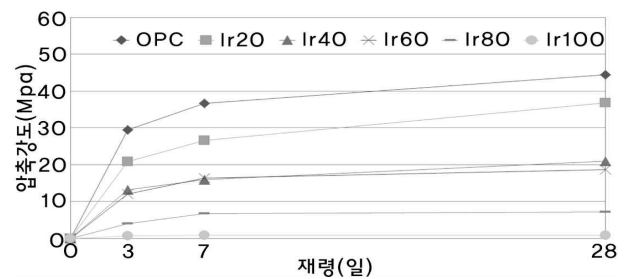


그림 3 일라이트 치환율에 따른 압축강도 비교

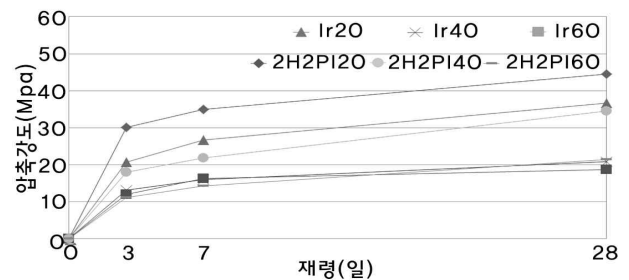


그림 4 일라이트와 소성 일라이트 압축강도 비교

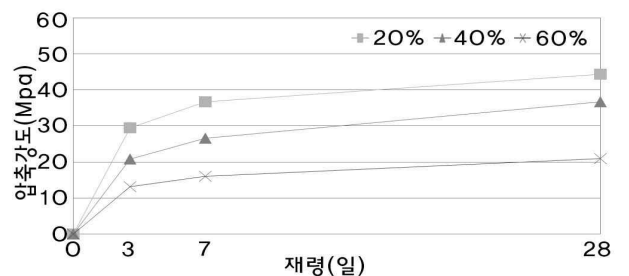


그림 5 1HIP 일라이트 압축강도 비교

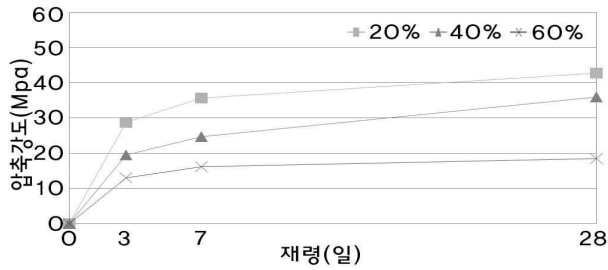


그림 6 1H2IP 일라이트 압축강도 비교

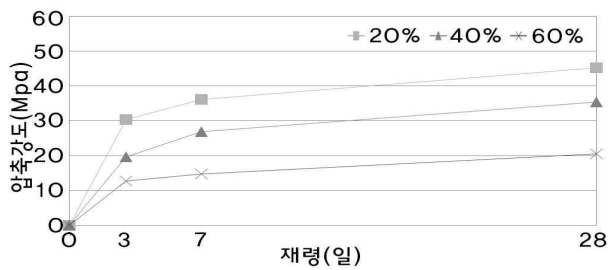


그림 7 1H3IP 일라이트 압축강도 비교

3.4.2.2 폼알데하이드 탈취시험

탈취시험 결과 시간이 경과함에 따라 농도 감소율이 증가하는 것을 보여주었다. 처음 30분 간 57.9%의 감소율을 보여주었고 60분에서는 66.7%로 이전 감소율에 비해 8.8%의 추가 감소를 보여주었다. 이후 90분에서는 60분과 같은 감소율을 보여주었으며, 마지막 120분에서는 70.6%로 이전 감소율에 비해 3.8%의 추가 감소를 보여 주었다.

표 8 시간경과에 따른 가스농도

시험항목		시험결과		
		blank 농도 ($\mu\text{mol/mol}$)	sample 농도 ($\mu\text{mol/mol}$)	농도 감소율 (%)
탈취 시험	0분	20	20	0.0
	30분	19	8	57.9
	60분	18	6	66.7
	90분	18	6	66.7
	120분	17	5	70.6

※ 검출한계 0.5 $\mu\text{mol/mol}$

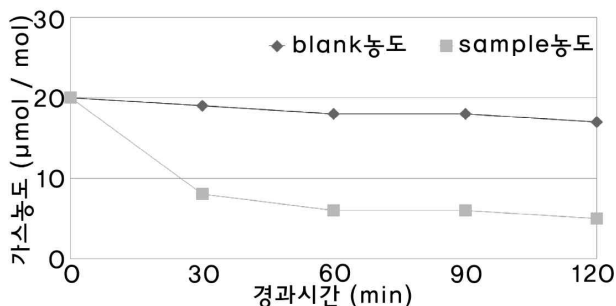


그림 8 시간경과에 따른 가스농도곡선

4. 결 론

소성일라이트와 일라이트를 시험한 결과 일라이트 치환율이 증가할수록 플로우값이 감소하는 결과를 보였고, 일라이트와 소성 일라이트에서 각 치환율에 따른 플로우값이 약 $\pm 10\text{mm}$ 정도 차이가 나는 것을 보아 그 값이 미미하여 소성일라이트와 일라이트의 플로우값의 비교는 무의미하다고 판단된다.

일라이트 치환율에 따라 만든 공시체를 3일, 7일, 28일 간격으로 압축강도를 실시한 결과 일라이트와 소성일라이트의 압축강도의 비교에서 소성일라이트 약 3MPa 정도 상승하는 값을 보여주었다. 그에 따라 소성온도에 따른 일라이트 압축 강도 변화의 추이를 보고자 100도, 200도, 300도의 온도로 소성하여 압축강도 실험을 하였고 그 결과 온도의 차이에 따른 압축강도는 유의미한 차이가 없었다.

폼알데하이드 탈취시험 결과 처음 30분간 57.9%의 농도 감소율을 보였고 이후 시간이 경과함에 따라 폼알데하이드 농도가 감소하지만, 처음 30분만큼의 감소는 보이지 않았다.

일라이트를 시멘트에 섞었을 때 폼알데하이드 탈취를 통해 친환경적인 자재로서 활용은 가능하지만 소성을 하였을 경우 압축강도 증가율에 비해 일라이트를 소성하는 것에 대한 기회 비용이 더 크다고 판단되어 경제성이 낮아져 소성 일라이트를 이용하기보다 일라이트를 이용하는 것이 경제적이라고 판단이 된다.

지금까지의 결과 값을 가지고 실생활에 직접 사용할 수 있는 벽돌, 페인트, 보드 등 일라이트를 혼입한 자재를 만들어 폼알데하이드 탈취 효과가 있는지 추가 시험을 통해 확인할 필요가 있다.

참고문헌

1. 소비자가 만드는 신문, 라돈 아파트 무서운데... 비산재 섞어 쓰는 시멘트 안전한가?, www.consumernew.co.kr/news/articleView.html?idxno=534479, (access date : 2020. 03.).
2. 쿠키뉴스, 충북 영동군, 신비의 광물 '일라이트' 개발, www.kukinews.com/news/article.html?no=766307, (access date : 2020. 03.).
3. 이충언, (2013), 일라이트의 친환경 건축자재화 연구, [박사], 동명대학교 대학원, pp. 13-14.

CM 도입에 따른 건설사업관리자의 업무변화에 관한 연구

A Study on the Change of Construction Manager's Work according to
the Introduction of Construction Management

권 준 혁* 황 덕 휘* 배 준 현* 안 성 훈**
Kwon, Junhyeok Hwang, Deokhwe Bae, Junhyun An, Sung-Hoon

Abstract

Since the introduction of the Construction Supervision System in 1994 to prevent poor construction of construction works, the CM was stipulated to be implemented from 1997 under the Framework Act on the Construction Industry. In 2014, the Construction Industry Promotion Act was enacted to lay the foundation for the expansion of the CM system and gradually promote the CM system in public construction. But the coexistence of the two similar systems is feared to cause confusion of construction engineer's work. Thus, to reduce this confusion, it was studied on the change of construction manager's work according to the introduction of CM system. Therefore, it is hoped that this study will help to find out about the changes in work caused by the introduction of the CM system felt by the construction manager.

키워드 : 건설사업관리자, CM 제도, 업무변화

Keywords : Construction Manager, Construction Management, Work Change

1. 서 론

1.1 연구의 목적

건설공사의 부실시공 방지를 위하여 건설공사 감리제도가 도입된 이후 1994년 책임감리제도가 시행되었으나 계속되는 대형공사의 부실시공 사례 등으로 국내 건설업계는 새로운 제도의 도입을 모색하게 되었다. CM 제도는 건설산업기본법에 의하여 1997년부터 시행이 명문화되었으며, 2014년에는 건설산업진흥법을 제정하여 CM 제도를 확대해서 실시할 수 있는 기틀을 마련한 후, 점차 공공 건설에서 CM 제도를 활성화하고 있다. 그러나 유사한 두 제도의 상존은 시행 과정의 혼란과 중복투자가 우려된다. 따라서 이러한 혼란을 줄이기 위해서 책임감리제도와 CM 제도의 분명한 관계 정립이 요구되며 두 제도의 차이 및 비교에 관한 연구가 진행되고 있다[1].

하지만 이러한 제도상의 문제점 외에도 건설 현장에서 근무하는 건설사업관리자는 책임감리제도와 CM 사이에서 업무 수행에 많은 혼란을 느끼고 있는 실정이다. 그러나 현재까지는 건설사업관리자의 개인 역량 및 수준에 관한 연구가 주로 진행되었다[2].

따라서 본 연구는 책임감리제도에서 CM 도입에 따른 건설사업관리자가 느끼는 업무 변화에 관해 연구하는 것이 목적이다. 이러한 연구를 통해 책임감리제도와 CM 사이에서 업무 수행에 혼란을 겪고 있는 건설사업관리자의 업무역량 향상에 도움을 줄 것으로 사료된다.

1.2 연구범위 및 방법

본 연구는 건설 현장에서 CM 도입에 따른 건설사업관리자가 느끼는 업무변화를 연구 범위로 한정하고 있다. 따라서 국내 건설 현장에서 근무하는 건설사업관리자들

중에서 책임감리제도와 CM 제도 현장 모두 경험해본 건설사업관리자를 연구대상으로 진행한다.

본 연구는 다음 순서로 진행하였다. 먼저, CM 에서 건설사업관리자의 업무를 기존 문헌을 토대로 파악한다. 또한 국내에서 CM을 도입한 현장에서 근무하는 건설사업관리자를 설문조사 및 면담을 통하여 업무 변화(업무시간, 업무량, 급여, 책임감, 만족도)를 조사한 후 이를 통계적인 방법으로 비교 분석한다. 분석 결과를 토대로 향후 건설사업관리자의 업무 향상 방안으로 제안한다.

2. 건설사업관리(CM) 개요 및 업무

CM이란 건설공사의 기획단계, 설계단계, 구매 및 입찰 단계, 시공단계, 유지관리단계 전체의 종합적 관리시스템을 의미하며 공정관리, 건적관리, 정보관리, 품질관리, 프로젝트관리 등은 CM의 일부분을 차지한다. 또한 현재 설계·시공간의 정보단절로 인한 공사의 부조화를 막기 위하여 CM 업자는 설계단계의 설계 의도대로 시공이 진행될 수 있도록 관리함으로써 공사의 품질을 향상시키는 역할을 한다. 반면 감리제도는 건설공사가 관계 법령이나 기준, 설계도서 등에 따라 적절하게 시행 될 수 있도록 관리하며 시공관리, 품질관리, 안전관리 등 기술지도를 수행한다. 다만 CM 시행을 하지 않는 경우에도 현재보다 더욱 향상된 감리서비스는 반드시 요구된다.

국내 공공건설사업에서 건설사업관리자가 수행하게 될 업무내용은 건설기술진흥법 시행령 제75조에 명시되어 있으며, 건설공사 시행단계별 건설사업관리(CM) 세부업무내용은 국토해양부 고시 건설사업관리(CM) 업무지침에 규정되어있다. 건설사업관리(CM) 업무지침 제3조 업무범위 제1항, 제2항에 따르면 발주청은 건설공사 전 단계에 걸쳐 건설공사의 전부 또는 일부에 대하여 건설사업관리(CM) 업무를 위탁·시행할 수 있으며, 해당 건설공사의 특성, 현장여건 및 발주청 인력구성 등을 고려하여 업무범위를 결정하여야 한다고 명시되어 있다[3].

* 대구대학교 건축공학과 학부과정

** 대구대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : shan@daegu.ac.kr)

이 연구는 한국연구재단 연구비 지원에 의한 결과의 일부임.
과제번호: NRF-2019R1F1A1A051680

표 1. CM 분야별 업무변화 현황

구분	공정	원가	품질	안전
업무시간	차이 있다(54명) 차이 없다(16명)	차이 있다(41명) 차이 없다(19명)	차이 있다(57명) 차이 없다(13명)	차이 있다(50명) 차이 없다(20명)
차이가 있는 경우 업무시간 변화	매우 늘었다(13명) 늘었다(15명) 줄었다(20명) 매우 줄었다(6명)	매우 늘었다(20명) 늘었다(10명) 줄었다(6명) 매우 줄었다(5명)	매우 늘었다(27명) 늘었다(12명) 줄었다(18명)	매우 늘었다(12명) 늘었다(14명) 줄었다(18명) 매우 줄었다(6명)
차이가 있는 경우 업무시간 만족도	매우 만족(28명) 만족(11명) 보통(4명)	매우만족(22명) 만족(12명) 보통(7명)	매우 만족(23명) 만족(23명) 불만족(11명)	매우 만족(24명) 만족(11명) 보통(4명)
차이가 없는 경우 업무시간 만족도	보통(6명) 불만족(9명) 매우 불만족(1명)	만족(10명) 보통(9명)	보통이다(7명) 불만족(6명)	불만족(13명) 보통(6명) 매우 불만족(1명)
업무량	차이 있다(22명) 차이 없다(48명)	차이 있다(32명) 차이 없다(38명)	차이 있다(32명) 차이 없다(38명)	차이 있다(30명) 차이 없다(40명)
차이가 있는 경우 업무량 변화	늘었다(10명) 줄었다(12명)	늘었다(22명) 줄었다(10명)	늘었다(22명) 줄었다(10명)	늘었다(12명) 줄었다(18명)
차이가 있는 경우 업무량 만족도	매우 만족(12명) 불만족(8명) 매우 불만족(2명)	매우만족(22명) 만족(10명)	매우 만족(12명) 불만족(8명) 매우 불만족(2명)	매우 만족(7명) 매우 불만족(15명) 불만족(8명)
차이가 없는 경우 업무량 만족도	만족(32명) 보통(13명) 불만족(3명)	만족(18명) 보통(15명) 불만족(5명)	만족(28명) 보통(10명)	만족(30명) 보통(8명) 불만족(2명)

3. CM 도입에 따른 건설사업관리자의 업무변화

본 연구에서는 CM 도입에 따른 건설사업관리자의 업무변화를 건설사업관리자를 대상으로 설문조사를 하였다. 설문은 CM 제도를 도입한 현장에서 근무하는 건설사업관리자 70명을 대상으로 진행하였다.

설문은 CM 업무 분야별로 업무에 변화가 있는지를 업무시간과 업무량의 차이와 만족도에 관하여 구성하였다. 표 1의 조사 결과를 보면, 업무 분야별로 업무시간의 변화가 있음을 알 수 있다. 공정과 안전 업무의 경우 업무시간이 줄었으며, 원가와 품질의 경우는 업무시간이 증가한 것으로 나타났다. 업무량은 업무 분야와 관계없이 대체로 차이가 없다는 것으로 나타났다.

표 2. CM 도입에 따른 변화

구분	문항	응답자 수
품질 확보	일괄 관리가 편하다	52명
	품질확보에 원활한 공급	13명
	기타	5명
공기 단축	전과 동일	40명
	지체 된다	9명
	기타	21명
원가 절감	원가절감	33명
	전과 동일	34명
	기타	3명
전체적인 만족도	만족	57명
	불만족	13명

CM 도입에 따른 변화에 결과는 표 2와 같이 나타났다. 품질 및 원가 측면에서는 긍정적으로 나타났으며, 공

기 측면에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 전체적인 만족도는 높은 것으로 나타났다.

4. 결 론

본 연구는 CM 도입에 따른 건설사업관리자의 업무변화를 알아보는 것에 목적이 있다. 대구 경북의 건설사업관리자 70명의 응답으로 연구 분석을 하였다. CM 도입에 따라 건설사업관리자들의 업무시간, 업무량, 급여, 책임감, 만족도가 평균적으로 상승하였음을 확인할 수 있었다. 또한 건설사업관리자는 CM 도입이 전체적으로 긍정적인 영향을 미치고 있다는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 대구, 경북의 건설사업관리자 70명을 대상으로 조사한 것으로 지역적인 한계와 표본의 수가 적다는 한계가 있다. 따라서 더 많은 표본을 토대로 한 조사가 필요하며, CM 도입에 따른 업무변화가 건설사업관리자에게 미치는 영향에 대한 연구도 필요하다.

참고문헌

1. 정녕호, 이상범, 박현정, 조형진, 건설사업관리자의 수행업무에 따른 선관주의의무 특성, 한국건설관리학회논문집, 13(1), 2012
2. 김계준, 문혁, 공공부문 건설사업관리(CM)적용 실태 및 개선에 관한 연구, 한국건설관리학회논문집, 7(1), 2006
3. 최기환, 공사 관리 제도의 전문화 방향에 관한 연구 : 감리제도와 CM의 비교 분석을 중심으로, 석사학위논문, 한양대학교 대학원, 1995

근로시간 단축에 따른 지체상금 발생에 대한 개선방안

A Study on the Improvement of Delayed Compensation Fee
by the Reduction of Working Hours

박민주* 이현지* 장은빈* 안성훈**
Park, Min-Ju Lee, Hyun-Ji Jang, Eun-Bin An, Sung-Hoon

Abstract

From 2020, Korea will implement a 52-hour workweek system for companies with more than 50 employees and fewer than 300 employees. However, in the process of implementing the contract, the delayed compensation fee is not properly implemented, which is biased to one side and overcharged. In order to improve this, it is necessary to realize the contract term calculation formula for each ordering organization, determine the suitability of the calculation method based on the estimated loss cost, and stipulate it based on the law. Through this study, it is expected that the delayed compensation system will be improved due to the reduction of working hours, which will help prevent disputes due to excessive payment of delayed compensation.

키워드 : 근로시간, 지체상금, 공기연장

Keywords : Working hours, Delayed prize money, Extension of the construction period

1. 서 론

1.1 연구의 목적

우리나라에서는 2018년 2월 28일부터 주당 법정 근로시간을 52시간으로 단축하는 내용의 ‘근로기준법 개정안’을 통과시켰다. 근로시간이 단축됨에 따라 공사기간이 늘어날 가능성이 매우 큰 상황이다. 하지만, 현재 공사기간이 늘어나는 만큼 발생하게 되는 지체보상에 관련되어서는 보완대책이 마련되고 있지 않다.

최근 국내의 공공 건설사업에서도 ‘설계변경’이나 ‘기타 계약내용의 변경’으로 인한 공사기간의 연장뿐만 아니라 이로 인한 추가비용의 발생이 증가하고 있다. 이를 해결하기 위해서 건설업에서 ‘설계변경’이나 ‘기타 계약내용의 변경’으로 인한 공기지연으로 지체상금과 관련된 연구가 수행되었다[1]. 국내 건설프로젝트의 공기지연에 의한 지체상금 산정방법 개선방안’의 선행 연구와 ‘지체상금 개선방안에 관한 기초연구’의 선행 연구를 참조하였다[2].

그러나 근로시간 단축에 따라 발생하는 공기지연은 최근 법 개정으로 시행되는 제도의 영향에 의해서 발생하는 것이므로 책임이 모호하다. 기존의 지체상금 관련 계약조건을 적용하기에는 어려움이 많다. 이러한 문제점에도 불구하고 아직까지 건설업에서 근로시간 단축에 따른 지체상금 발생에 대한 연구는 없었다.

따라서 본 연구는 건설업에서 근로시간 단축에 따른 지체상금제도를 명확하게 설정하고, 이에 대한 개선방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

2. 이론적 고찰

2.1 근로시간 단축

근로시간이란 취업자가 일하는 시간. 노동을 하더라도

취업하지 않은 사람의 실질적 노동시간은 근로시간에 포함하지 않는다.

근로시간 변화에 따른 상세한 내용은 표 1과 같이 알 수 있다. 표 1은 건축 현행 법 규정을 참조하였다.

표 1. 주 52시간에 대한 세부내용

구분	주요 내용
근로시간 (제 50조 1항)	1주 간의 근로시간은 휴게시간을 제외하고 40시간을 초과할 수 없다.
휴게 (제 54조 1항)	근로시간이 4시간인 경우에는 30분 이상, 8시간인 경우에는 1시간 이상의 휴게시간을 근로시간 도중에 주어야 한다.
휴일 (제 55조 1항)	사용자는 근로자에게 1주에 평균 1회 이상의 유급휴일을 보장하여야 한다.

2.2 지체상금의 이론적 고찰

지체상금이란 이행지체에 따라 발생하는 지연배상금을 의미한다. 이행지체는 채무에 대한 이행이 가능함에도 불구하고 채무자가 자신의 귀책사유로 인해 이행하지 않는 것을 의미한다. 지체상금의 산정방식은 계약체결 당시 당사자간 약정에 따라 정해진 일정율과 지체 날짜수를 곱해 산출한다.

그러나, 우리나라의 지체상금률은 대가지급 지연이자율에 비하여 매우 높은 수준이다. 따라서 개선방안의 실현가능성을 고려하여 현재의 지체상금률을 하향조정하는 것이 타당할 것으로 판단된다[3].

표 2. 공공 건설공사 계약의 지체상금률 규정

구분	지체상금률
공사	1,000분의 1
물품의 제조·구매	1,000분의 1.5
물품의 수리·가공·대여, 용역 및 기타	1,000분의 2.5
운송·보관 및 양곡 가공	1,000분의 5

* 대구대학교 건축공학과 학부과정

** 대구대학교 건축공학과 교수, 공학박사

(교신저자 : shan@daegu.ac.kr)

이 논문은 2020년도 한국연구재단-현장맞춤형 이공계 인재양성 지원사업의 지원으로 수행된 연구임(NRF-2019H1D8A1109865).

3. 지체상금에 대한 인식 분석

본 연구는 건설업에서 근로시간 단축에 따른 지체상금 발생에 관한 개선방안을 모색하고자 대구 경북 지역의 건설 관리자 100명의 응답으로 연구 분석을 하였다.

근로시간 단축에 따라 발생하는 가장 심각한 문제가 무엇이라고 생각하는지를 4지선다 방식으로 작성하여 응답토록 한 결과(그림 1) 건설생산성 저하가 28%, 근로자 소득 감소 12%, 공기지연으로 인한 지체상금의 발생 60%, 기타(공기지연, 분양가상승)가 1%를 차지하고 있다. 이와 같은 결과를 통해 근로시간 단축에 따라 건설생산성 저하와 공기지연으로 인한 지체상금이 발생할 우려가 염려되고 있다.

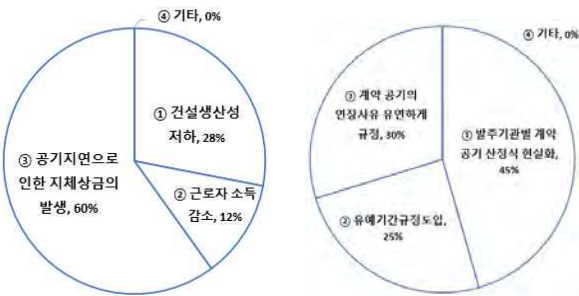


그림 1. 공기지연으로 인한 문제 그림 2. 지체상금 개선방안 인식 파악

근로시간 단축에 의한 지체상금 제도를 개선할 수 있는 방안이 무엇이라고 생각하는지를 4지선다 방식으로 작성하여 응답토록 한 결과(그림 2) ‘발주기관별 계약 공기 산정식 현실화’가 46%, ‘계약 공기의 연장사유 유연하게 규정’이 30%를 차지하였다. 설문조사에 참여한 대다수가 발주기관별 계약 공기 산정식 현실화가 가장 개선할 수 있는 방법이라고 생각하고 있다.

근로시간 단축에 의한 지체상금 제도를 제도(법)면에서 개선할 때의 방안 3가지 중 어느 것이 적당한지를 선택하게 한 결과(표 3), ‘예측 손실비용에 기반한 산정방식의 적합성을 판단하여 법에 따라 규정’이 45%로 가장 많이 차지하고 있다. 그 뒤로 ‘프로젝트 공기준수의 강제성을 부여하여 법에 따라 규정’이 29%, ‘예측 손실비용 항목의 화폐화 가능여부를 판단하여 법에 따라 규정’이 27%를 차지했다. 이에 따라 대다수가 지체상금 제도를 제도(법)적인 면에서 개선할 때 예측 손실비용에 기반하여 산정방식의 적합성을 판단해 법을 규정하는 것이 가장 적절하다고 생각함을 알 수 있다.

4. 결 론

본 연구 결과를 종합해 보면 건설업 종사자들의 대부분이 공기 단축으로 인한 공기지연에 따라 발생하는 문제로 지체상금의 발생을 심각하다고 생각하고 있었다.

결과를 분석해 볼 때, 근로시간 단축에 따른 지체상금은 발주자 측에서 책임지는 것이 적당한 것으로 보여지며 지체상금률에 따라 현 지체상금률보다 적은 적은

1/1000초과 1/2000미만으로 지급하는 것이 적당한 것으로 판단된다. 또한 정부 측에서의 책임이 어느 정도 필요한 것으로 판단되며 이를 개선하기 위한 비용이 필요하다고 생각된다. 또한 발주기관별 계약공기 산정식 현실화가 필요하며, 제도(법)면에서 예측 손실비용에 기반한 산정방식의 적합성을 판단하여 법에 따라 규정하는 것이 필요한 것으로 보인다.

이와 같이 근로시간단축에 따른 지체상금 발생의 심각성을 고려하여 건설업에 있어서는 지체상금 발생을 방지하기 위한 좀 더 실효성 있는 대책과 적극적인 추진을 기대해 본다[4].

표 3. 지체상금 지급방법

	시공자귀책	발주자귀책
지체상금률	1/500 미만 1/500 이상~1/1,000 미만 1/1,000 1/1,000초과 ~ 1/2,000미만 1/2,000미만	
	지급방법에 76%를 차지하고 있는 지체상금률에서 계약금액의 1/1000 초과~1/2000미만으로 규정하는 것이 옳다는 결과가 58%를 차지하고 있다.	지급방법에 91%를 차지하고 있는 지체상금률에서 계약금액의 1/1000 초과~1/2000미만으로 규정하는 것이 옳다는 결과가 56%를 차지하고 있다.
손해배상항목	감독비용 감독비용+지연이자 감독비용+지연이자+위약금 감독비용+지연이자+위약금+영업손실	간접노무비 간접노무비+경비 간접노무비+경비+일반관리비 전부
	지급방법에 24%를 차지하고 있는 손해배상항목 중 감독비용+지연이자+위약금+영업손실이 지급되어야 한다는 결과가 60%를 차지하고 있다.	지급방법에 9%를 차지하고 있는 손해배상항목 중 ‘간접노무비+경비’는 50%, ‘간접노무비+경비+일반관리비’는 50%를 차지하고 있다.

참고문헌

- 이제섭, 공기연장이 공사원가에 미치는 영향, 대한건축학회는 문집(구조계), 23(4), 2007
- 이상범, 이영민, 국내 건설프로젝트의 공기지연에 의한 지체상금 산정방법 개선방안, 대한건축학회논문집(구조계), 19(5), 2003
- 국동훈, 손기영, 김선국, 지체상금 개선방안에 관한 기초연구, 한국건설관리학회 학술발표대회논문집, 2006
- 정우열, 정현경, 근로시간 단축에 따른 건설기업의 대응전략, 한국건설관리학회 전국대학생학술발표대회논문집, 2007

소규모 건축공사의 공정관리 현황과 개선 방안

A Study on the Status and Improvement of Schedule Management
of Small-scale Construction Projects

육 호 성* 손 재 근* 이 준 업* 안 성 훈**
Yuk-ho-seong Son-jae-geun Lee-jun-yeop An, Sung-Hoon

Abstract

As the size of construction projects recently are larger, the schedule management is more important. Looking at previous studies, we can see that construction companies are trying to establish a systematic system to manage the process more efficiently and specifically. In addition, it can be confirmed that many studies have been conducted on the improvement of the schedule management of large-scale construction projects. However, these studies are about large-scale construction projects, and small-scale construction projects are not systemized, making it difficult to identify the schedule management status. In particular, small-scale sites do not understand how they are managed and applied. Therefore, the purpose of this study is to identify the schedule management status of small-scale construction sites that have not been researched much so far and to present improvement measures.

키워드 : 공정관리, 소규모 건축공사

Keywords : Schedule Control, Small-scale Building Construction

1. 서 론

1.1 연구의 목적 및 배경

최근 건축공사의 규모가 급격히 발전함에 따라서 건축의 모든 활동을 총괄적으로 관리하는 공사관리 중요성이 점차 커지고 있다. 그 중에서도 공정관리의 중요성을 강조하는 기업들이 증가하고 있다. 그 이유는 공정관리는 공사의 구체적인 상황을 측정가능하게 하며, 공기단축, 공사의 정보화, 능률향상 등 건설사업의 성과를 측정하는 지표 중 하나로 활용되고 있기 때문이다.

기존 연구들을 살펴보면 건설회사들은 공정관리를 하기 위해서 체계적인 시스템을 구축하여 보다 효율적이고 구체적으로 관리하기 위해 노력하고 있다는 것을 확인할 수 있다. 또한 중, 대규모 건축공사의 공정관리 현황과 개선사항에 대해서는 많은 연구가 수행되었다는 것을 확인할 수 있다.

그러나 이러한 연구는 규모가 어느 정도 되는 중, 대규모 공사에 대한 사항이고 소규모 건축공사는 공정관리 시스템이 체계적으로 잡혀 있지 않고 시스템화 되어있지 않기 때문에 공정관리 현황의 파악이 어렵다는 문제가 있다. 특히 소규모 현장은 어떤 방식으로 관리를 하고 적용하고 있는지 파악이 되지 않는 상황이다. 따라서 본 연구에서는 지금까지 연구가 많이 이루어지지 않았던 소규모 건설현장의 공정관리 현황을 파악하고 개선방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구의 목적은 소규모 건설현장의 공정관리 현황을 파악하고 개선방안을 제시하는 것이다. 따라서 소규모 건축공사를 대상으로 연구를 수행하였다. 본 연구에서는 소규모 건축공사의 기준을 시공능력액 30억 미만, 관계 기

술자 20명 이하를 보유한 시공능력평가순위 400위 이하의 업체로 선정하였다. 이들 기업들 대상으로 인터뷰를 병행한 설문조사를 실시하고 그 결과를 비교하였다.

문헌조사를 진행하여 선행연구를 파악하고 공정 관리 기법의 유형 분석을 통하여 공정 관리 세부요소와 소규모 건축공사의 기준을 설정하고 설문조사를 통하여 소규모 건축공사의 공정 관리 실태를 파악한 후 설문조사 자료를 분석하여 소규모 건축공사의 공정 관리 관련 문제점을 도출하고 개선방안을 제시하는 것을 목표로 한다.

2. 공정관리 현황 선행연구 고찰

지금까지 국내 공정관리 연구들은 대규모 또는 중규모 건축공사의 공기단축을 위한 기술향상 또는 공정분석을 위한 이론적으로 접근한 연구들이 대부분이다[1-5].

일부 연구에서 소규모 건축의 공정관리에 관한 연구가 수행되었으나[6]. 건축주-CM방식의 건축공사에서의 공정관리 활용 방안에 대한 것으로 소규모 건축공사의 공정관리 실태를 조사하여 개선점을 나타낸 연구는 존재하지 않았다.

3. 소규모 건축공사의 공정관리 현황

건설기업의 공정관리 실태를 파악하기 위해 2020년 4월부터 5월까지 설문조사를 실시하였다. 설문대상은 2019 시공능력평가 순위를 참고하여 소규모 건설회사에 속하는 시공능력평가액이 30억 미만이고 본 회사 보유기술자가 20명 미만인 400위이하 건설회사 20개를 선정하였다. 회수된 설문 응답지 25개사 중에서 신뢰성이 떨어지는 5개 회사를 제외한 20개 회사를 대상으로 응답한 설문지를 근거로 심층분석을 실시하였다.

공정관리 방법, 수준 및 체계와 관련된 현황은 표 1, 표 2, 표 3과 같다. 이외 전문가 의견으로는 인력부족으로 인한 전문인력의 배치에 어려움이 커서 소규모 현장

* 대구대학교 건축공학과 학부과정

** 대구대학교 건축공학과 교수, 공학박사
(교신저자 : shan@daegu.ac.kr)

에서 공정관리 활용이 어렵다는 의견이 많았으며 엑셀(Excel)과 같은 비전문 프로그램을 다양하게 이용하여 네트워크 공정기법을 적용은 하고 있으나 프로그램 활용이 복잡한 경우 그 형태도 복잡하기 때문에 현실적으로 많은 한계가 있는 것으로 조사되었다.

표 1. 공정관리 방법 현황

관리방법		분류	
공정관리 필요성		필요	불필요
		85%	15%
네트워크 기법	바차트	23.5% (필요 응답자 중)	33.3% (불필요 응답자 중)
	엑셀	23.5% (필요 응답자 중)	없음
네트워크 기법 활용 유무		활용함	25%
		활용하지 않음	75%

표 2. 공정관리 수준 현황

관리수준	분류		
관리 시 기준 (복수응답: 최대 2개)	공사형태	공사규모	계약에 의거
	80%	60%	20%
현장에 적용	적용	40%	
	적용하고 않음	60%	

표 3. 공정관리 체계 현황

구분		분류	
체계	절차서 유무	절차서가 있다.	60%
		절차서가 없다.	40%
	전담조직 유무	전담조직이 있다.	15%
		전담조직이 없다.	85%
인원	전담인력	배치되어 있다.	20%
		배치 되어 있지 않다.	80%
	기술교육	교육하고 있다.	0%
		교육 하고 있지 않다.	100%
	교육인원	교육인원이 있다.	0%
		교육인원이 없다.	100%

4. 소규모 건축공사의 공정관리 개선방안

최근의 공정관리 관련 기술 및 프로그램의 개발 정도를 보면 소규모 건축공사에 해당되는 단순한 사업에도 네트워크 공정표 등의 활용도는 지속적으로 증대될 것이다. 따라서 네트워크 공정 관리기법의 활성화는 반드시 필요하며, 소규모 건설기업의 경쟁력 강화를 위해서라도 네트워크 기법을 소규모 건설기업에서 사용하여야 한다.

건설현장과 같이 다양한 변수가 존재하는 사업에서는 공정관리 절차서는 필수 요소이다. 따라서 소규모 건설기업도 균일한 공정관리를 위해서라도 필수적으로 절차서를 활용하여 구비하고 사용해야 한다.

소규모 건설기업이 시공하는 현장에는 공정 관리 전담 인력이 거주하는 경우가 적은 것으로 조사되었다. 그러나

실질적인 공사의 규모나, 형태, 보유 인력에 따라 현장에 공정관리만을 전담하는 인력을 두는 것보다 현재의 형태와 같이 공정 관리 업무를 겸하는 인력을 적절하게 배치하는 것이 효율적이다. 또한 소규모 건축공사에서 공정관리를 위한 팀을 구성하여 활용한다면 경제적인 효과가 있을 것으로 기대된다. 체계적이고 정보화된 시스템을 통해 관리 부분에서도 능률이 오를 것이고 이를 통하여 공기가 단축이 된다면 소규모 건설회사의 경제적인 부분에 많은 도움이 될 것으로 기대된다.

5. 결 론

본 연구는 소규모 건설회사의 공정관리 현황을 파악하고 개선사항을 도출하는 것에 목적이 있다. 소규모 건설회사 20개를 대상으로 설문조사를 실시한 결과 공정관리의 현황은 매우 저조한 것으로 조사되었다. 대부분의 회사가 공정관리의 필요성을 인지하고 있었지만 75%의 회사가 네트워크 기법을 활용하고 있지 않았고, 60%의 회사가 공정관리를 현장에 적용하고 있지 않았다. 60%의 회사가 '절차서가 있다'라고 응답하였지만 85%의 회사가 공정관리 전담조직이 존재하지 않았고, 전담조직 내부에서 기술교육이 이루어지는 조직은 존재하지 않았다.

이러한 연구 결과를 통해 소규모 건설회사의 공정관리의 문제점을 파악할 수 있었고 건축물의 공기단축, 품질향상 등을 위한 효율적인 시공을 원하는 발주자들의 요구를 만족시키기 위해서 소규모 건축공사에서도 공정관리는 매우 필요하다는 것을 알 수 있었다.

본 연구는 소규모 건설회사 20개를 대상으로 조사한 것으로 연구대상이 소규모 건설회사로 제한되어 있었고, 표본의 수가 적었다는 한계가 있으므로 향후에는 연구대상 범위를 늘리고, 공정관리를 활성화하기 위해서 추가적으로 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 정영수, 김희아. 건설기업 공정관리 패턴의 현황 및 변화 분석, 대한건축학회논문집, 12(5), 2011
2. 허영기, 서현택, 김은주, 부산지역 중소 건설 기업의 공정관리 현황 및 개선 방향, 대한건축학회연합논문집, 17(3), 2015
3. 이영대, 송도흠, 고성석, 공동 주택공사 공정계획에 영향을 미치는 중점요인에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 17(5), 2015
4. 윤병식, 임철우, 유정호, 김창덕, 국내 건설현장의 공정관리 현황 실태조사, 한국건설관리학회논문집, 17(2), 2008
5. 심명섭, 김영현, 이태식, 국내 대형건설업체의 공정관리 현황 및 개선방안에 관한 연구, 대한토목학회논문집, 2권, 1999
6. 김선규, 김준영, 건축주-CM 방식의 소규모 건축공사에서 공정관리 성공요인, 한국건설관리학회논문집, 20(1), 2019

공동주택 하자 분석을 통한 건축공사 시방서 개선방안

Improvement of Building Construction Specification by Analysis of Defects in Apartment Housing

최 미 성* 김 정 인* 최 성 운* 안 성 훈**
Choi, Mi-Sung Kim, Jung-In Choi, Seong-Woon An, Sung-Hoon

Abstract

Though the quality of construction techniques and materials used to build apartments is continuously evolving, the issues about defect in apartment house are not decreasing. The cause of this problem is considered to be the difference between the quality of construction specifications and the quality of residents' demand. Therefore, the purpose of this study is to improve the building construction specifications, which is the root cause of the occurrence of defects based on the case study and analysis. A questionnaire was conducted targeting apartments completed within a year, and the specifications were improved based on the survey results and the literature review. It is expected that these results will help improve specifications, contributing to reducing defects and disputes, and preventing financial damages such as defect lawsuits.

키워드 : 공동주택, 하자, 건축공사시방서

Keywords : Apartment house, Defect, Construction Specification

1. 서 론

1.1 연구의 목적

우리나라는 1960년대 이후 급격한 산업화와 도시화로 인구증가와 함께 대도시로의 인구 집중현상으로 인해 주택부족이 사회적 문제로 대두되었다. 이런 주택난 해소를 위해 공급 위주의 공동주택이 대량으로 공급되어왔다[1]. 양적 증가를 우선시하던 시대에는 문제시 되지 않았지만, 품질 수준이 높아진 현시대에는 소비자에게 의해서 문제시되기 시작했다. 이러한 하자발생을 줄이기 위한 많은 연구가 진행되었다.

하자는 시공과정에서 잠재하고 있던 요인이 완공 후 입주 중에 나타나는 경우가 대다수이다. 특히, 건축공사 시방서상으로는 문제가 되지 않는 품질수준이 현재 소비자의 기대수준에는 미치지 못하여 하자발생으로 신고 접수되는 경우가 점차적으로 증가하고 있다. 따라서 공동주택의 완공 후 입주 중에 나타나는 하자를 대상으로 조사 및 분석한 후 건축공사 시방서의 측면에서 하자의 발생 요인을 제시하고 이를 예방하기 위한 건축공사 시방서 개선방안을 제시하는 것을 목적으로 한다.

이렇게 하자 요인을 조사하고 건축공사 시방서의 문제점을 인지하게 된다면, 건축공사 시방서 개선을 통한 품질기준이 향상되고 이를 통해 하자발생을 줄이는데 기여할 수 있을 것이다.

1.2 연구 범위 및 방법

본 연구는 공동주택에서 발생하는 하자를 조사 및 분석하여 건축공사 시방서 측면에서 발생할 수 있는 하자의 주요인을 파악하고 개선방안을 제시한다. 공동주택에서 발생하는 하자는 하자과 관련된 문헌과 도서를 토대로 하자발생 주요인을 조사 및 분석하여 분류하였으며, 여러 가지 공종 중에서 하자발생 빈도가 가장 높은 건축 마감공사로

연구범위를 한정하여 연구를 진행하였다.

이를 위해서 본 연구에서는 먼저 하자관련 도서를 토대로 건축 마감공사의 하자에 대해서 공종별로 조사하고, 하자발생 빈도가 높은 순으로 우선순위를 둔다. 그리고 각 공종별로 하자발생 요인을 조사 및 분석하고 사례를 토대로 건축공사 시방서와 관련하여 문제점을 도출한 후 시방서의 개선방안을 제시한다.

2. 하자 현황조사 및 분석

2.1 하자 다발 주요 공종 사례

문헌을 참고한 하자 사례들을 통하여 건축, 전기, 설비 등의 대공종별 접수 하자현황을 분석한 결과 이 중 건축공사의 하자접수 비율이 전체의 69.08%를 차지하였다[2]. 하자의 대부분을 차지하는 건축공사의 시설 공사별 접수 비율은 도배공사, 창호공사, 도장공사, 타일공사, 수장공사 등의 마감공종에서 주로 접수되는 것으로 분석되었다.

하자접수가 가장 많은 마감공사의 공종들을 우선순위로 두어 순차적으로 사례를 통해 하자내용을 분석하였을 때 표 1과 같이 나타났다[3].

표 1. 공종별 하자발생

공종	원인
도배	찢어짐, 변색, 도배지 들뜸, 초배지 불량, 수직도 불량, 곰팡이 발생
창호	하부틈새 벌어짐, 문짝의 개폐불량, 창호의 탈락, 유리 파손, 코킹시공 불량, 철물 설치 불량, 홈집 및 파손
도장	얼룩, 들뜸, 변색, 균열, 백화발생
타일	타일나누기불량, 파손, 박락, 바닥구배불량, 줄눈불량, 수직수평불량
수장	내장공사, 목공사, 마루판 공사, 금속공사, 난간대 공사 등에서 발생하는 변색, 오염, 곰팡이, 뒤틀림, 들뜸, 용접불량 등
미장	균열, 미장 두께 부족, 들뜸
방수	바닥면 처리 불량, 방수층 들뜸, 방수층 균열

* 대구대학교 건축공학과 학부과정

** 대구대학교 건축공학과 교수, 공학박사
(교신저자 : shan@daegu.ac.kr)

3. 하자 사례 조사

3.1 설문 개요

공동주택의 하자 발생 현황을 조사하기 위해 완공 1년 이내의 공동주택을 대상으로 설문을 한다. 설문은 공동주택 하자 발생 요인의 대부분을 차지하는 마감공종 중에서도 민원접수 비율이 가장 높은 도배공사, 창호공사, 도장공사, 타일공사에서 발생한 하자조사를 중심으로 한다. 또한 설문조사 결과를 바탕으로 공종별 하자 발생빈도를 집계한다. 이 내용을 기반으로 마감공종 중 중점관리대상을 파악하고 시방서 개선의 기초자료로 활용한다.

3.2 설문조사 결과

하자예방을 위한 중점관리대상 파악을 위해 하자내용별로 발생현황을 조사하였다. 하자내용은 표 1의 내용인 사례조사를 통해 분석한 공종별 하자 발생 원인을 활용하여 설정하였다. 각 공사별 설문결과는 표 2와 같다.

표 2. 설문조사 현황

구분	하자 내용	없음	적음	보통	많음	매우 많음
창호공사	하부틈새 벌어진	86	12	1	0	0
	문짝의 개폐불량	64	7	16	13	0
	문틀, 문짝 변형	78	15	7	0	0
	창호의 탈락	92	7	1	0	0
	유리파손	91	8	1	0	0
	코킹 시공불량	77	5	14	4	0
	철물 설치 불량	83	11	4	1	1
	웅이, 벌레먹음	96	3	1	0	0
도배공사	흠집, 파손	75	3	8	13	1
	찢어진, 긁힘	66	5	17	11	1
	변색, 얼룩	85	3	7	5	0
	도배지 들뜸	90	1	4	5	0
	초배지 불량	96	3	1	0	0
타일공사	수직도 불량	92	4	2	0	0
	곰팡이 발생	79	7	7	5	2
	타일 나누기불량	98	1	1	0	0
	파손	95	4	1	0	0
	박락	78	8	14	0	0
도장공사	바닥구배 불량	84	5	6	4	1
	줄눈 불량	82	3	11	3	1
	수직수평 불량	85	13	1	1	0
	얼룩	87	4	9	0	0
	들뜸	94	4	2	0	0
도장공사	변색	92	5	2	1	0
	균열	93	6	1	0	0
	백화발생	96	3	1	0	0

3.3 중요도 평가

공동주택에서 발생하는 모든 하자의 원인을 파악하고 시방서 개선을 통해 하자 예방이 이루어져야 한다. 하지만 효율적인 개선을 위해 중요도가 높은 하자를 우선시하여 개선할 필요가 있다. 그러므로 하자 발생 조사 결과에서 없음 1점, 적음 2점, 보통 3점, 많음 4점, 매우 많음 5점으로 설정하여 평가한다.

중요도가 높은 순서대로 시방서의 마감공사 공종별 개선 우선순위를 설정한다. 이와 같은 방법으로 결정된 우선

순위 10위는 창호공사의 문짝 개폐불량, 문틀, 문짝 변형, 코킹 시공 불량, 흠집 및 파손과 도배공사의 찢어진 및 긁힘, 변색 및 얼룩, 곰팡이 발생과 타일공사의 박락, 바닥구배 불량, 줄눈 불량으로 나타났다.

4. 시방서 개선 방안

문헌고찰, 책자참고 그리고 하자 다발 주요 공종 분석에서 도출된 공종 우선순위를 바탕으로 시방서 개선방안은 다음과 같다.

중점 개선부분 분석 및 다양한 문헌과 책자를 바탕으로 하여 기존 시방서 개선을 위한 우선순위를 선정하고 추후의 기술발전을 수용하기엔 어려워 시대에 뒤진 부분 및 보완 필요 부분을 선정하여 개선방향 도출 후 사용자 및 목적 중심 시방서의 개선 방향 도출, 사용자 편의를 위해 관련 기술 기준 및 타 분야 시방서와 유사, 중복, 상충 및 분할된 건축공사 시방서의 조정 및 활용 방안 도출, 기존 기준 및 시방서 분석을 통한 건축용어 일관성 확보 방안을 도출한다.

5. 결론

본 연구는 공동주택의 하자사례 분석을 바탕으로 하자 원인과 방지대책을 조사하여 하자발생으로 인한 분쟁의 근본적 원인이 되는 건축공사 시방서를 개선하는 것에 목적이 있다. 본 연구에서 제시한 하자방지대책을 시방서 개선에 참고함으로써 하자를 예방하고 공동주택의 품질을 개선하며, 나아가서는 분쟁을 줄이고 유지보수적인 면뿐만 아니라 소송 등을 포함한 모든 금전적 손해를 예방할 수 있을 것이라 기대한다.

시방서 개선을 위한 공동주택의 하자 원인 분석과 마감공사 공종별 개선 우선순위를 제안하였다. 이를 활용하여 시방서의 총칙과 내용측면의 개선을 위한 추가 연구가 필요하다. 공동주택 마감공사 뿐만 아니라 건축공사시방서의 모든 공사에 대해서도 연구의 범위를 확장하여 시방서 개선을 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

1. 국토교통부. 주택보급률, <http://molit.go.kr>, (access date : 2020.04)
2. 주재현, 방홍순, 최병주, 김옥규, 공동주택 시설공사별 하자유형 분석과 품질 혁신 방안, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 18(1), 2018
3. 강상훈, 박재우, 손성근, 박현정. 공동주택에서 하자관리 실태 조사를 통한 공동주택 하자 유형 및 원인 분석, 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 19(2), 2019