

공동주택 마감공사 공사주체별 작업지연 요인 분석

Analysis of Delay Factors Based on Importance of Construction Subject-classified in Apartment Finishing Works

이 승 훈¹
Lee, Seung-Hoon¹

김 용 만²
Kim, Yong-Man²

김 주 형^{2*}
Kim, Ju-Hyung^{2*}

김 재 준²
Kim, Jae-Jun²

Department of Sustainable Architectural Engineering, HanYang University, Sungdong-Gu, Seoul, 133-791, Korea¹
Department of Architectural Engineering, HanYang University, Sungdong-Gu, Seoul, 133-791, Korea²

Abstract

The ultimate goal of construction is to complete the given work in the most economical and safest way within the required construction period while meeting the quality standards specified in the design drawing. There are a few characteristics of finish work. First, executed in subdivided processes, finish work involves a very diverse and complex structure. Second, there are no criteria for each segmented process with regard to the appropriate time of input. Third, it is not very necessary to set priorities for lead and lag works. This study intends to provide information on the completion of a project in accordance with the required duration by setting priorities in the delay of each detailed process of finish work to minimize delay in finish work. In this study, finish work is divided into wet work and other types of finish work, and the importance of each process is classified based on the given details of each process. In addition, the study employs a survey to analyze delay factors of a designer, a constructor, and a supplier. Using the survey results, the study sets priorities in delay of final work to provide information on the completion of an apartment project within the planned construction period.

Keywords : Process Control, Construction Ddelay, Finishing Work Duration, Work Delay Factor

1. 서 론

1.1 연구의 배경과 목적

건설 공사의 궁극적인 목적은 주어진 공사를 요구된 공사기간 내에 설계도서에 명시된 품질 기준을 만족시키면서 가장 경제적이고 안전하게 완성하는 것이다[1]. 그러나 건설공사의 불확실성 때문에 요구된 공사 기간내에 공사를 마무리하는 것은 매우 어렵다. 특히 공동주택의 마감공사는 공종이 다양하고 공종간 간섭이 구조체공사에 비해 크므로 공정관리가 매우 중요한 요소이다. 또한 시공자가 협력업체에게 하도급하여 공사를 수행하므로 하도급 업체의 간섭 요인에 대한 공사관리가 필요하다[2]. 공동주택의 마

감공사는 일반적으로 건축공사의 최종 성과물을 완성하기 위해 기초 및 구조체공사 작업후에 수행되는 일련이 후속 공사를 의미하며 조적공사, 미장공사, 창호공사, 방수공사, 타일공사, 수장공사 등의 공종을 말한다[3]. 마감공사의 작업지연은 공동주택 준공과 직결되어 있어서 공사를 정해진 시점까지 완료하지 못하거나, 다양한 변수에 의해서 돌관 작업이 이루어질 경우 다양한 하자의 발생을 초래할 수 있다.

마감공사의 작업지연 원인에 대한 연구는 공종간의 간섭 및 선행공사와 후행공사의 연관성 분석이 일반적이고[3, 4], 공기지연에 대한 대상공사의 범위는 프로젝트 전공정을 대상으로 하였기 때문에 마감공사에 대한 세부적인 작업지연 요인의 분석이 요구되며, 마감공사를 직접 관리, 통제하는 시공사의 현장관리자 입장에서 작업지연 요인의 체계적인 분석이 필요한 실정이다.

본 연구에서는 마감공사 공종별 금액의 평균치를 환산하여 중요도를 도출하였고, 설문을 통해 공사주체별 작업지연 요인을 분석하여 최종 작업지연 우선순위를 선정하여 계획 공사기간 내에 공동주택 프로젝트를 완료하기 위하여 시공자 측면에서 협력업체에 대한 공정관리 우선순위 정보를 제공하는데 목적이 있다. 마감

Received : January 19, 2011

Revision received : February 8, 2011

Accepted : February 16, 2011

* Corresponding author : Kim, Ju-Hyung

[Tel: 82-2-2220-0304, E-mail: kcr97jkh@hanyang.ac.kr]

©2011 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

공사는 수많은 공종을 관리해야 하는 공사 단계이며 공종별 금액의 비율로 중요도를 산정하였다. 공종별 금액은 1군 업체 공동주택 5개 현장을 대상으로 실행 예산을 수집하여 공종별 평균값의 비율을 구하였다. 현장관리자들이 마감공사 작업지연 원인을 인지하고 공사착공 단계에서 구조체공사 마무리 단계 이전 기간까지 작업지연 원인에 대비하여 최적 계획 수립의 정보를 제공하도록 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 마감공사 작업지연을 최소화하여 계획 공기에 맞추어 프로젝트를 완료할 수 있는 정보를 제공하는 것이 목적이다. 마감공사 작업중에 발생하는 지연 상황을 분석하여 현장관리자 및 협력업체 관리자가 인지하고 있는 마감공사의 작업지연 데이터를 체계화시키려 한다. 건축공사는 크게 건축공사와 기타 부대토목 공사로 이루어져 있다. 본 연구에서는 이들 공사중 건축공사로 범위를 한정시키고, 건축공사중 대상 건축물을 공동주택으로, 마감공사의 범위는 구조체공사가 끝난 이후의 Process로 한정하고자 한다. 또한 마감공사 투입시점의 전기설비 공사에 대한 작업지연 요소는 배제한다.

본 연구를 통해 마감공사 작업지연 요소 중요도를 제안하기 위한 연구 내용과 절차는 다음과 같다.

- 1) 공기지연 유형 및 공사주체별 지연요인에 관한 기존 연구 문헌을 고찰
- 2) 기존 연구 분석과 실무자 인터뷰를 통한 마감공사 작업지연 요인 도출
- 3) 설문을 통한 공동주택 마감공사 항목별 실행 금액을 기반으로 한 마감공사 중요도 산출
- 4) 공사주체별 작업지연 요인 분석 및 마감공정 지연에 대한 관리 항목 우선순위 도출

2. 예비적 고찰

2.1 공기지연과 공정간섭

공기지연이란, 예상치 못한 환경으로 전체 프로젝트의 일부분이 확장, 실행되지 않은 기간을 의미한다[5]. 이런 공기지연은 건설프로젝트에서 어쩔 수 없는 상황이며, 공사주체에게 금전적 손실 및 기업 신뢰도 측면에서 상당한 손실이 발생된다[6]. 또한 공정간섭은 공사의 복잡성과 단위시간에 비해 투입되는 공종의 인원 구성이 다양하여 발생한다[2]. 공정간섭은 공기지연의 원인으로 독립적인 의미이며, 본 연구에서는 공정간섭을 포함하는 공기지연 요인을 공사주체별로 구분하고자 한다.

2.2 공기지연에 대한 기존 연구문헌 고찰

문헌조사 결과 공기단축 기술에 대한 연구는 많이 수행되었고, 시공단계의 지연요인에 대한 연구도 진행이 되어 왔다. 또한 마감공사 공정간섭 관리에 대한 연구도 진행되어 왔으나 마감공사 작업지연의 요인에 대해 공사주체별 요인에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

Han et al.[7]은 공기지연 원인을 크게 ‘시공자의 책임있는 사유로 인한 공기지연’ 과 ‘시공자의 책임없는 사유로 인한 공기지연’ 으로 분류하고 설문을 통하여 시공자 입장에서 주요 공종별 공기지연 원인을 도출하였고, 공종별 주의 요소를 차별화하여 제시하였으나, 공사 참여 주체를 시공사로 한정하여 공기지연의 원인을 도출하였기 때문에 다른 공사주체의 지연 요인을 파악하기 어려워 공사 계획시 다양한 공사주체별 대응 전략을 세우기에 한계가 있다.

Ji et al.[8]은 작업지연 분석의 범위를 현장에서 작업수행 중에 직접적으로 통제가 가능한 시공단계로 한정하고, 작업지연이 발생하는 메커니즘을 분석해 작업지연을 물질요소, 도구요소, 관리요소로 구성된 작업인자와 시간속성, 수량속성, 품질속성으로 구성된 작업지연 속성으로 구분하여 실제 수행된 공종을 대상으로 작업지연 원인 분석을 실행하였다. 그러나 투입 요소별 중요도가 표현이 미흡하여 지연 요인의 경중을 파악하는데 어려움이 있다.

Jung et al.[9]은 공기단축을 저해하거나 공기단축 기술의 적용을 어렵게 하는 법, 제도, 관행 등 기술 외적인 공기단축 저해요인을 분석하고, 공기단축 저해요인을 최소화할 수 있는 방안을 제시하였다. 공사주체별(기술개발자, 발주자, 건설사, 공공기관)로 공기단축 최소화 방안을 제시하였으나, 공사주체중 설계자와 협력업체의 공기지연 원인의 파악이 미흡하여 공사 초기단계에서 마감공사 작업지연 대책 마련에는 어려움이 있다.

Lee[2]은 마감공사의 공종간 간섭 요인을 정량적 지수로 표현하여 작업간섭 관리모델을 제시하였으나, 마감공사의 일부 공종으로 한정하여 전체 마감공사 초기에지수를 적용하는데는 한계가 있다. 또한 공동주택 공사에서 자재 조달계획이 전체 공사 수행에 영향을 미치며[10], 자재의 현장반입 과정에서 규격, 수량, 품질 확인 등의 검수 절차가 있으나[11], 본 연구에서는 실제적으로 작업지연 요인과 연관되어 있는 공사주체별(설계자, 시공자, 협력업체) 작업지연 요소를 도출하고, 각 공종별 내역을 적용하여 공사주체별 작업관리 우선순위를 결정하는 것을 목적으로 한다.

2.3 작업지연 유형 구분

작업지연의 유형은 Table 1과 같이 작업 관계성과 작업간섭에 의한 지연요인, 시공자의 책임여부에 의한 지연, 기타 공법, 자금, 계약 등의 현장요인 등으로 분류된다.

Table 1. Study on type in work delay

Author	Research summary
Lee [2]	Need a construction management that involved a connection between interference about sub-contractor, Fault of work, period in finishing work
Han et al. [7]	Responsibility of contractor and Off-responsibility of contractor(Owner, Designer/Supervision, The 3rd)
Han et al. [12]	Extraction of importance by sorting work conditions(work flow, men management, off-work management)
Jung et al. [9]	Obstructing the period reduction : maaterial, men, method, money, contract, construction plan, safety, claim, sub-contractor, approval, design error, weather conditions, discussion, site conditions

기존 연구에서 작업지연에 대하여 공사주체별로 구분한 연구는 발주자, 시공자, 설계자 기인 요인이 많은 비중을 차지하였다. 공동주택 마감공사의 공사주체별로 구분한 연구는 아래와 같다.

- 1) 통계 불가능 요인으로 기상조건과 각종 공휴일이 있고, 통제가능한 요인 중에서는 발주자 기인 요인(설계변경, 행정 및 의사결정 지연), 시공자 기인 요인(기능공 수준 부족 및 인력투입 일관성 결여, 중층하도급 구조, 공사관리 능력 부족, 자금 운영계획의 불합리)으로 구분하여[12], 작업지연에 해당하는 공사주체는 발주자와 시공자로 구분하였다.
- 2) 시공자 기인 요인 및 시공자 기인이 아닌 공기지연으로 구분한 연구에서는 Table 2와 같이 시공자가 아닌 공사주체를 발주자와 설계/감리자로 구분하고[7], 작업지연에 해당하는 공사주체는 발주자, 시공자, 설계/감리자로 구분하였다.
- 3) 공기지연 원인에 대한 기초통계량을 분석한 결과 하도급의 부도, 자재 납품지연, 설계오류에 의한 처리지연, 발주자의 의사결정 지연이 중요도가 높았고 작업지연에 해당하는 공사주체는 발주자, 시공자, 설계자, 그리고 협력업체로 구분할 수 있다[9].
- 4) 공동주택 공사의 작업지연의 중요 요인을 계약적 관계자들 즉, 발주자, 현장감독자, 설계자, 시공자로 구분하여 중요도를 분석하였고[13], 또한 Origin, Compensability, Timing으로 분류하고, Origin을 발주자와 계약자와 제3자로 구분하였다[14].

Table 2. Cause of work delay

Responsibility	Item	Detail item
Responsibility of contractor	Material	Lack of practical use plan, error of material
	Men	Lack of practical use plan, inexperience
	Machine	Lack of practical use plan, damaged and defect
	Method	Optimum level, unsuitable construction process
Management	Money	Plan lack, payment and delay an encash
		Order delay, interference, bankruptcy, communication of orders
Off responsibility of contractor	Owner	Discussion/Permission, lack of communication
	Designer	Design omission, change deferrd processing, lack of supervision capability
	The 3rd	Change of policy, waether conditions

마감공사의 작업지연 요인을 도출하기 위해 기존 연구 문헌의 마감공사에 있어서 작업지연 요인을 도출하고 마감공사 작업지연 요인을 도출하기 위해 구조체공사가 완료된 공동주택 현장의 4곳의 현장소장, 공사과장, 협력업체 소장 등 15명을 대상으로 예비설문지를 배포하여 작업지연 요인을 보완한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Influential factor of work delay(Concerned part)

Group	Factor of work delay	Code
D*	1 Change deferrd processing	C
	2 Fault review of law, excessive discussion	C
	3 Delay servign a book(To construct)	C
	4 Missed drawings, worth transcription, entry error of dimension, design defect	A
	5 Inconsistency on frame work drawings	B
	6 Unsatisfactory of detail	A
	7 Interference between electricity and facilities	D
	8 complex changing process	C
	9 Design interference	D
	10 Unrealistic drawings	A
	11 Excessive design change	C
	12 Lack of communication with contractor	C
	13 Excessive discussion about design contents	C
C**	1 Interference management(other finishing work, electricity, facilities)	A
	2 Delay of advanced process(Frame/Water Work)	C
	3 Communication lack	B
	4 Accept error between construct and sub-contractor, lack of understanding	B
	5 Shop dwg absence (error owing to oral delivery)	B
	6 Omission of instruction	D
	7 Rework(Instruction error excessive discussion of contractor)	D

Group	Factor of work delay	Code
8	Purchase problem of material(Secure and delivery)	B
9	Claim	B
10	Reasonable method	B
11	Unsuitable construction processing, Inadequacy construction planning	B
12	Delay giving a payment to sub-contractor and delay encashment	B
13	Lack of field control and supervision ability	B
14	Lack systematic time control	B
.....		
1	Missed construction about advantage process	D
2	Interference other sub-contractor	D
3	Lack of recognition about follow-up process	D
4	Mistake accept to sub-contractor, lack of understanding	D
5	Shortage of shop dwg(Mistake due to oral-delivery)	D
6	Rework(Due to construction error)	D
S***	7 Skilled labor	B
8	Fault of labor attendant management	C
9	Communication of orders and education lack	C
10	Safety accident(Drinking)	C
11	Disturbance and interruption of sub-contractor problems	D
12	Bankruptcy	A
13	Order delay	A
14	Experience and technique lack	B

* D : Designer, **C : Contractor, ***S : Sub-contractor

착공전 인허가 사항, 토공사, 기초공사 및 구조체공사가 완료 시점에 가까움으로 발주자 기인으로 인한 작업 지연은 토공사, 기초공사 및 구조체공사에 비해 상대적으로 적었다.

Table 4. Influential factor of work duration-1

Main agent	Code	Influential factor
D*	A	Design omission
	B	Drawing inconsistency
	C	Change deferred processing
	D	Interference
.....		
C**	A	Other type interference
	B	Construction/Time plan
	C	Delay of advanced process
	D	Rework
.....		
S***	A	Money
	B	Skilled
	C	Labor planning
	D	Communication

* D : Designer, **C : Contractor, ***S : Sub-contractor

또한 마감공사의 작업지연 요소를 크게 설계자와 시공사, 협력업체 즉 마감공사와 직접적으로 연관되는 공사주체별로 분류하였다.

Table 5. Influential factor of work duration-2

Main agent	Factor	Details
D*	Design omission	Design omission, entry error of dimension, worth transcription
	Drawing inconsistency	Inconsistency on frame work drawings, unsatisfactory of Detail
	Change deferred processing	Change deferred processing, discussion/permission
	Interference	Design error about other type interference
.....		
C**	Other type interference	Other type interference(Time, place of work, physically interference)
	Construction/Timeplan	Wrong construction planning
	Delay of advanced process	Delay of advanced process (foundation work, frame work)
	Rework	Rework(Order error from contractor and rework based on excessive checking)
.....		
S***	Money	Bankruptcy due to money
	Skilled	Unskilled labor and inexperience
	Labor planning	Shortage of labor planning(labor needs, discontinuous use)
	Communication	Lack communication with subcontractor

* D : Designer, **C : Contractor, ***S : Sub-contractor

공동주택 현장의 4곳의 마감공사 실무자 예비설문 결과인 Table 3에서 관련성 코드를 A, B, C, D로 부여하고(Table 4) 각 코드별 공기지연 관련 요소를 재정리하여 Table 5와 같이 구분하였다.

설계자는 설계생략/누락, 도면 불일치, 변경처리 지연, 설계간섭으로 구분하고, 시공사는 타공종 간섭, 시공계획, 선행공종 지연, 재작업, 협력업체는 자본력, 숙련도, 노무계획, 의사소통으로 구분하였다. 특히 시공사 원인에서의 민원으로 인한 지연에 대한 민원사항은 구조체공사시의 민원발생의 연장으로 특별한 지연요인으로 분류하지 않고, 공정계획에 대한 항목으로 분류하였다.

3. 마감공사 작업지연 요소 우선순위

3.1 건축공종 분류체계

마감공사의 작업 지연 요인에 대한 분석을 위하여 공동주택 건축공사와 관련하여 공종별 구분이 필요하다. 한국건설기술연구원에서 2000년 1월 18일 건설교통부 공고 제2000-11호를 통해 건축, 토목, 플랜트의 분류체계가 통합된 건설정보 분류체계를 공표하였다. 하지만 건설사마다 상이한 분류체계가 있어 국가 차원에서 일반화되지는 못하고 있다. 또한 북미지역의 건설 정보 분류체계(MasterFormat 2010)는 건설 산업에 있어서 가장 중요한 공사비 관리, 시방서 체계, 프로젝트 관리, 자료 정리에 유리하다

는 장점으로 많이 이용되고 있다.

공동주택 마감공사에 있어서 마감공종을 건축공사표준시방서, 대한주택공사의 시공관리 지침서와 전문가 면담을 통하여 분류한 연구를 참조하였다[2]. 그 구분은 Table 6과 같다.

마감작업들은 상위 마감공사와는 개별적으로 선행행위를 갖고 있는 작업들이 포함되어 있다. 또한 각 작업간의 연관성이 미비하여 다른 작업에 미치는 영향 정도가 적거나 단독으로 수행되는 작업도 존재한다. 또한 마감공사는 비교적 전기 및 설비공사에 맞추어 개별적 공정이 수행된다는 것이 일반적이어서 특별한 주공정상의 공종을 선택하고 관리한다는 것은 어려운 실정이다. 공종별 세부 공정은 종속적인 연관성은 존재하나 선행작업의 완료 후 후행작업을 시작한다는 전제는 배제한다. 이는 마감공사의 다공종의 순서 정립이 어렵고 중복관계가 형성되기 때문이다.

Table 6. Work break down in finishing work(detail)

Work type	Work breakdown
Masonry	Cement masonry, glass masonry
Doors and windows	Door Wood windows, self-assembly wood doorframe, AL windows, PL windows, steel windows, extruded cement doorframe
	Glass Ordinary plate glass, pair glass, pattern glass, etching glass, glass block, tempered glass
Plaster	Cement plaster, wall-plaster, floor finishing, terrazzo tile
Interior finishing	Insulation Expanded polystyrene insulation, glass insulation, plate insulation, extruding expanded polystyrene gypsum, condensation stop material
	Wallpaper Base coat wallpaper, finish coat wallpaper
Carpet	Room carpet
Moisture Protection	Liquid waterproof, rubber Asp.emulsion walterproof, improved Asp. sheet waterproof, Asp.8 floor waterproof, urethane waterproof, POM waterproof
Paintings	Water paint(in-ex), wood paint, steel paint, graffiti prevention and rag receiver paint, pattern coat, urethane coating floor, poly urethane complex floor, elasticity caulking finishing
Wood	Inner warmth frame, gypsum board bond, plywood sheet, ceiling, etc
Roof & Drain	Roof Plate roof, slope roof, Asp.single, copperplate, roof tile joint
	Drain Drain
Metal	Balcony handrail, entrance frame, stair hanrail, putting ladder, steel circle handrail on panthouse, setting partitions, buttress used work, trench, ceiling insert in basement, PD access hole, setting mailbox
Tile	Tile Inside tile, outside tile
	Stone Entrance stair, joist of a floor

3.2 공동주택 공종별 비용

공종별 구분은 건설 업체별로 상이하나 설문 조사를 통하여 공종별 하위 공종이 유사한 성격을 가졌을 경우 상위 공종으로 통합하였다. 예를 들어 석공사의 경우 유사공종인 타일 공종에 통합하고 벽지, 내장공사는 인테리어 공사로 통합하였다. 또한 통합한 공정의 전체 총공사비의 증감 없이 산정하였고, 가중치는 설문조사한 건설사들의 공종별 공사금액의 평균값을 백분율로 환산하였다. 그 결과 아래 Table 7와 같은 기준으로 분할하여 총공사비의 실행 예산을 기준으로 공종별 보합을 도출하였다. 여기에서 총공사비에서 토공사 및 골조공사, 기타 전기설비공사를 배제하고 습식 공사 및 기타 마감공사의 총공사 금액을 1로 산정하여 그 비율을 각 마감 공종별로 배분하였다. 여기서 미장공사의 금액 보합이 각각 0.197로 나타나 구조체공사 이후의 마감에서는 미장공사의 중요도는 크다고 볼 수 있다.

Table 7. Money weight sorting by work type

Type	Weights	
Masonry	0.106	
Water using	Moisture protection	0.048
	Plaster	0.197
	Tile	0.083
	Doors and windows	0.172
Finishing	Wood	0.058
	Furnishings	0.105
	Metal, specialties	0.112
	Paintings	0.032
	Interior finishing	0.053
	etc	0.034
Sum	1	

3.3 공기지연 요인 중요도 분석

설문조사는 2010년 1월 15일부터 2월 28일까지 1.5개월동안 1군업체 공동주택 건설공사 5개 현장을 대상으로 실시하였으며, 설문조사는 총 100부를 배포하여 70부가 회수되어 70%의 회수율을 기록하였다.

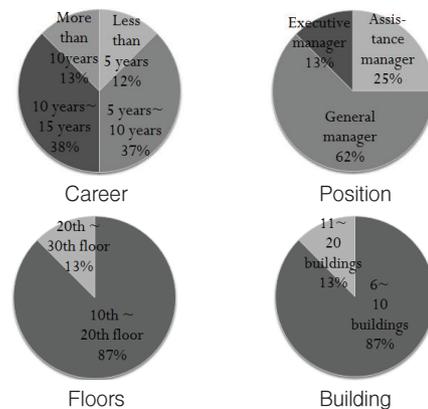


Figure 1. Characteristics of the respondents

조사결과 설문응답자 중 공동주택 경력은 10년에서 15년 사이가 38%로 가장 많았으며, 5년에서 10년 이하가 37%, 15년 이상이 13% 순으로 분석되었다. Figure 1 및 Table 8는 설문조사 분석 대상의 신뢰성을 확보하기 위해서 설문자 및 설문대상 현장의 기초 정보를 나타낸 것이다.

Table 8. Target and terms about survey

Terms	2010. 2. 1 ~ 2010. 3. 10
Type	Apartment(7), Multipurpose building(3)
Work	Frame work(3), Finish work(7)
Target	Contractor company in domestic
Method	Distribute 100 paper through e-mail(withdraw : 70 paper)
Analysis	AHP
Content	Analysis of delay factors in finishing works

본 연구에서는 공동주택 마감공사의 작업지연에 미치는 공사주체별 요소에 대한 설계자, 시공자, 협력업체의 중요도 산정을 위해서 다기준의사결정법(AHP)을 이용하여 분석하였다. AHP를 이용한 쌍별비교 Matrix를 설문의 결과가 일관성이 있음을 증명하기 위하여 일관성 평가를 수행하였다. 일관성 평가는 일관성 비율을 통하여 구하였다. 일관성 비율(Consistency Rate, CR)은 일관성 지수(Consistency Index, CI)를 경험적으로 얻어진 평균무작위지수(Random Index, RI)로 나눈 값이다. $CR < 0.1$ 일 경우 신뢰할 수 있는 결과임을 증명할 수 있다. 따라서 본 연구의 계층별 쌍별 비교 Matrix는 $CR < 0.1$ 로 유의하게 나왔으며, 본 연구를 통하여 나온 공사주체별 작업지연 요인의 중요도는 신뢰할 수 있다고 볼 수 있다.

Table 9. Analysis of importance by construction subject-classified

1 Class	Importance	Factor 2 class	Importance
D*	0.125	Design omission	0.034
		Drawing inconsistency	0.056
		Change deferrd processing	0.017
		Interference	0.018
C**	0.270	Other type interference	0.049
		Construction/Time plan	0.038
		Delay of advanced process	0.108
		Rework	0.075
S***	0.606	Money	0.151
		Skilled	0.177
		Labor planning	0.124
		Communication	0.154

* D : Designer, **C : Contractor, ***S : Sub-contractor

1계층 중요도는 설계자, 시공자, 협력업체중 공동주택 마감공사 작업지연에 미치는 영향은 협력업체(0.606)가 가장높게 나타났고, 시공자, 설계자 순으로 나타났다. 1계층 및 2계층 요인의 중요도는 Table 9과 같다. 2계층 요인을 분석한 결과 설계자의 작업지연 요인은 도면불일치(0.056), 설계생략 및 누락(0.034)의 중요도가 가장높은 것으로 나타났고, 시공자의 영향은 선행공종 지연(0.108), 재작업(0.075)순으로 중요도가 가장 높게 나타났으며, 협력업체의 영향은 숙련도(0.177), 의사소통의 부재(0.154)순으로 중요도가 나타났다.

본 연구의 공사주체별 마감공사 지연요소는 Table 7의 공종별 금액 가중치와 Table 9의 공사주체별 중요도의 곱으로 나타냈으며, 그 결과는 Table 10와 같다. 분석 결과 설계자 요인에서 미장공사 도면 불일치의 원인이 가장 높았으며(0.0110), 창호유리공사의 도면 불일치(0.0096), 미장공사의 설계생략 및 누락순(0.0067)이었다.

시공자 요인으로는 미장공사의 선행공종 지연이 가장 높았고(0.0213), 창호유리공사에서 선행공종 지연(0.0186), 미장공사에서 재작업순(0.0148)이었다. 마지막으로 협력업체 요인으로 가장 높은 요인은 미장공사의 숙련도가 가장 높았고(0.0348), 미장공사의 의사소통(0.0304) 및 창호유리공사의 숙련도(0.0304)가 동일한 결과가 나타났다. 공통적으로 마감공사에서 미장공사가 작업지연의 가장 중요한 공종으로 분석되었다. Table 10에

대하여 설계자, 시공자, 협력업체별로 순서를 정하면 Table 11과 같다. 설계자 입장에서 마감공사의 중점관리 사항은 공사 시공 전단계 및 구조체공사 단계에서의 면밀한 설계도서 검토가 필요하고 마감공사 투입시점 이전에 설계변경처리 및 도면 생성이 이루어져 마감공사에 반영이 되어야 한다. 시공자는 공정간섭이 많고 위험변수가 많은 마감공사에서 인원, 장비, 자재 등 물질/도구 요소를 통제하여 투입공정별 마감일정 관리를 철저히 하고, 현장 시공도(shop dwg) 검토 및 자재 사양 검토를 철저히 하여 재작업의 빈도를 줄여야 한다. 또한 미장공사와 창호유리공사는 업체선정 및 계약단계에서 업체의 기술보유능력, 자본력을 고려하여 본 작업에 투입될 수 있도록 고려하여야 한다.

설문조사의 마지막 항목에서 마감공사 작업지연 방지를 위한 공사주체별 관리 사항을 자유 문답형식으로 질문하여 분석한 결과는 다음과 같다.

- 1) 설계자는 마감공종별 시공 부위의 인지 및 디테일 도면작성, 정확한 설계도면작성, 마감재 선정/확정에 따른 적극적인 설계변경 등이며, 2) 시공자는 선행 작업의 일정 조율, 도로여건 및 자재조달들의 작업준비, 자본력있는 협력업체의 조기선정이며, 3) 협력업체는 체계적인 작업계획을 수립하여 공정간섭의 최소화, 다량의 숙련공 확보, 작업인원의 시공교육 실시 등으로 나타났다.

Table 10. Analysis of importance by work type

Work type	Weight		Designer		Contractor		Sub-contractor		
Masonry	0.106	0.0132	Design omission	.0036	0.0286	Other type interference	.0052	Money	.0160
			Drawing inconsistency	.0059		Construction/Time plan	.0040	Skilled	.0187
			Change deferrd processing	.0018		Delay of advanced process	.0114	Labor planning	.0131
			Interference	.0020		Rework	.0080	Communication	.0163
Moisture protection	0.048	0.0060	Design omission	.0016	0.0129	Other type interference	.0023	Money	.0073
			Drawing inconsistency	.0027		Construction/Time plan	.0018	Skilled	.0085
			Change deferrd processing	.0008		Delay of advanced process	.0052	Labor planning	.0060
			Interference	.0009		Rework	.0036	Communication	.0074
Plaster	0.197	0.0246	Design omission	.0067	0.0531	Other type interference	.0096	Money	.0298
			Drawing inconsistency	.0110		Construction/Time plan	.0075	Skilled	.0348
			Change deferrd processing	.0034		Delay of advanced process	.0213	Labor planning	.0244
			Interference	.0036		Rework	.0148	Communication	.0304
Tile	0.083	0.0104	Design omission	.0028	0.0224	Other type interference	.0040	Money	.0125
			Drawing inconsistency	.0046		Construction/Time plan	.0032	Skilled	.0147
			Change deferrd processing	.0014		Delay of advanced process	.0090	Labor planning	.0103
			Interference	.0015		Rework	.0062	Communication	.0128
Doors and windows	0.172	0.0215	Design omission	.0058	0.0464	Other type interference	.0084	Money	.0260
			Drawing inconsistency	.0096		Construction/Time plan	.0066	Skilled	.0304
			Change deferrd processing	.0029		Delay of advanced process	.0186	Labor planning	.0213
			Interference	.0032		Rework	.0129	Communication	.0265
Wood	0.058	0.0072	Design omission	.0020	0.0156	Other type interference	.0028	Money	.0088
			Drawing inconsistency	.0032		Construction/Time plan	.0022	Skilled	.0102
			Change deferrd processing	.0010		Delay of advanced process	.0063	Labor planning	.0072
			Interference	.0011		Rework	.0044	Communication	.0089
Furnishings	0.105	0.0131	Design omission	.0035	0.0283	Other type interference	.0051	Money	.0159
			Drawing inconsistency	.0058		Construction/Time plan	.0040	Skilled	.0185
			Change deferrd processing	.0018		Delay of advanced process	.0113	Labor planning	.0130
			Interference	.0019		Rework	.0079	Communication	.0162
Metal, specialties	0.112	0.0140	Design omission	.0038	0.0302	Other type interference	.0055	Money	.0169
			Drawing inconsistency	.0062		Construction/Time plan	.0043	Skilled	.0198
			Change deferrd processing	.0019		Delay of advanced process	.0121	Labor planning	.0139
			Interference	.0021		Rework	.0084	Communication	.0173
Paintings	0.032	0.0040	Design omission	.0011	0.0086	Other type interference	.0016	Money	.0048
			Drawing inconsistency	.0018		Construction/Time plan	.0012	Skilled	.0057
			Change deferrd processing	.0005		Delay of advanced process	.0035	Labor planning	.0040
			Interference	.0006		Rework	.0024	Communication	.0049
Interior finishing	0.053	0.0066	Design omission	.0018	0.0143	Other type interference	.0026	Money	.0080
			Drawing inconsistency	.0030		Construction/Time plan	.0020	Skilled	.0094
			Change deferrd processing	.0009		Delay of advanced process	.0057	Labor planning	.0066
			Interference	.0010		Rework	.0040	Communication	.0082
etc	0.034	0.0044	Design omission	.0011	0.0094	Other type interference	.0017	Money	.0051
			Drawing inconsistency	.0019		Construction/Time plan	.0013	Skilled	.0060
			Change deferrd processing	.0006		Delay of advanced process	.0037	Labor planning	.0042
			Interference	.0006		Rework	.0026	Communication	.0052

Table 11. Order of priority by construction subject-classified

Work	Designer		Work	Contractor		Work	Sub-contractor	
	Delay factor	Rank		Delay factor	Rank		Delay factor	Rank
Plaster	Drawing inconsistency	1	Plaster	Delay of advanced process	1	Plaster	Skilled	1
Doors and windows	Drawing inconsistency	2	Doors and windows	Delay of advanced process	2	Plaster	Communication	2
Plaster	Design omission	3	Plaster	Rework	3	Doors and windows	Skilled	2
Metal, specialties	Drawing inconsistency	4	Doors and windows	Rework	4	Plaster	Money	4
Masonry	Drawing inconsistency	5	Metal, specialties	Delay of advanced process	5	Doors and windows	Communication	5

4. 결 론

공동주택 공사는 공기내에 설계도서에 명시된 품질 기준을 만족시키면서 경제적이고 안전하게 완료되어야 한다. 특히 공동주택 마감공사는 공사 협력업체의 수와공종의 수가 많고, 공정간섭이 매우 크므로 작업지연요인에 대한 초기 관리가 요구되어진다. 마감공사의 작업지연 원인분석을 통하여 지연 발생 빈도와 지연 정도를 감소시킬 수 있도록 하여야 한다. 공사주체인 시공자, 현장 관리자, 협력업체 관리자들은 작업지연 요인에 대한 정량적인 데이터 분석과 관리를 통해 차기 프로젝트 수행시 지연에 대해 대비할 수 있어야 한다.

본 연구 결과 1) 현장 실무자들은 마감작업 지연이 설계자와 시공자의 책임에 비중을 두기보다는 협력업체의 책임에 큰 비중을 두는 것으로 분석됨. 2) 공사주체(설계자, 시공자, 협력업체)의 세부 주요 원인으로는 설계자의 도면불일치, 시공자의 선행공종지연, 협력업체의 영향은 숙련도가 지연 요소의 큰 비중을 차지하는 것으로 분석됨. 3) 설계자 요인에서 미장공사의 도면 불일치, 시공자 요인으로는 미장공사의 시공계획의 미흡, 협력업체 요인으로 미장공사의 숙련도가 가장 높은 것으로 분석됨을 알 수 있었다.

본 연구를 통해 마감공사 작업지연 요인을 공사주체별(시공자, 설계자, 협력업체)로 차별화하여 제시하므로 실무자들이 현장에서 느끼는 마감공사의 작업지연 요인을 정량화, 객관화 할 수 있는 자료로 판단된다. 또한 마감공사에 공정관리에 있어서 작업지연 요인이 협력업체에 비중이 크다는 것을 보여준다. 이는 작업지연 요인에 대해 시공사가 협력업체의 작업요인을 인지하여 공동주택 마감공사를 원활히 수행할 수 있도록 하였다. 본 연구의 한계점은 기후요소, 민원발생, 자재조달 등의 시공외 요인을 반영하지 못하였으며, 구조체공사 및 전기설비 공사의 작업 절차를 고려하지 않은 것이다. 향후 연구에서는 시공 외적인 요인을 반영한 구조체공사와 마감공사의 통합 관리가 가능한 공정 계획 및 통합시공 관리가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

요 약

건설 공사의 궁극적인 목표는 주어진 공사를 요구된 공사기간 내에 설계도서에 명시된 품질 기준을 만족시키면서 가장 경제적이고 안전하게 완성하는데 있다. 마감공사는 공종이 세분화되어 매우 다양하고 복잡한 구조를 가지고 있으며 적정 투입 시점에 대한 세부 공종별 기준이 없고, 선후행 작업간의 우선 순위의 정립의 필요성이 약한 것이 특징이다. 본 연구는 마감공사 작업지연을 최소화하기 위하여 마감공사 세부 공종별 작업지연 우선 순위를 선정하여 소요 공기에 맞추어 프로젝트를 완료할 수 있는 정보를

제공하는 것이 목적이다. 본 연구에서 마감공사를 습식공사와 기타 마감공사로 나누어 각 공종별 내역을 기반으로 중요도를 분류하고, 설문을 통해 설계자, 시공자, 협력업체의 작업지연 요인을 분석하여 최종 작업지연 우선 순위를 선정하여 계획 공사기간 내에 공동주택 프로젝트를 완료할 수 있는 정보를 제공하는데 목적이 있다.

키워드 : 공정관리, 마감공기, 공기지연, 작업지연요소

Acknowledgement

This research was supported by the Sustainable Building Research Center of Hanyang university which was supported by the SRC/ERC program of MOST(R11-2005-056-03001).

References

1. Kim MS, Kwon OC, Kim KH. Time Management of Construction, Ki Moon Dang Publishing;2001.
2. Lee JD. A Work Interference Management Model for Apartment Building Finish Works[MA dissertation]. Seoul: Chung-Ang University;2009.
3. Kim YJ, Han JY, Shin DW, Kim KR, Kim CD, Seo SW. A Tact Planning and Scheduling Process Model for Reduction of Finishing Work Duration in Building Construction Projects, Journal of the Architectural Institute of Korea 2003;19(1):161-7.
4. Lee WS. A Development Management and Analysis of Delay Claim Risk Factor for Finish Work Schedule in Apartment Housing Projects[MA dissertation]. Seoul: Han-Yang University;2004.
5. Bramble, B. B. and Callahan, N. T. Construction Delay Claim, 2nd, John Wiley & Sons; 1992.
6. Park CW, Yun SH. A Case Study on Reason Analysis for Schedule Delay of Apartment House, Journal of the Korea Institute of Building Construction 2009;9(1):89-6.
7. Han JK, Chin SY, Kim YS. An Analysis on Delay factors of Major Trades in Apartment Housing Projects, Journal of the Architectural Institute of Korea 2003;19(3):163-8.
8. Ji KC, Yu JH, Kim CD. The Schema of Work Delay Analysis by Input Factor in Construction, Journal of the Architectural Institute of Korea 2006;22(11):181-8.
9. Jung JH, Lee G, Hong GH, Lee CH. An Analysis on

-
- Difficulties and Delay Factor for the Development and Application of Technologies for Reduction of Construction Duration, *Journal of the Architectural Institute of Korea* 2010;26(1):121-8.
10. Kim SJ, Shin KC, Kim JJ. Analyzing Influential Factors in the Procurement Process of Finishing Materials for Building Construction Site, *Journal of the Architectural Institute of Korea* 2003;19(9):155-8.
 11. Han JG, Kwon SW, Cho MY. Development of Material Management System and Field Tests Using RFID Technology on High-Rise Building Construction, *Journal of the Architectural Institute of Korea* 2006;22(10):121-8.
 12. Han JH, Kim DY, Lee HK. A Study on Constraint Analysis Checklist of Construction Project, *Proceeding of Annual Conference of the Architectural Institute of Korea Structure & Construction* 2008;(1):437-6.
 13. Said A, Assaf, Mohammed Al-Khalil, Muhammad Al-Hazmi. Cause of Delay in Large Building Construction Projects, *ASCE, Journal of Construction Engineering and Management* 1995;11(2):45-6.
 14. Saied Kartam. Generic Methodology for Analyzing Delay Claims, *ASCE, Journal of Construction Engineering and Management* 1999;125(6):409-11