

# 공동주택 공사의 작업지연요소 분석

## An Analysis on Work Delay Factors in Apartment House Construction

안상현\*      유정호\*\*      김창덕\*\*\*  
 Ahn, Sang-Hyun      Yu, Jung-ho      Kim, Chang-duk

### 요 약

작업지연은 건설사업의 확실성을 저해하는 요소이다. 따라서 작업지연 원인에 대한 분류체계를 확립하고 관리항목을 도출하는 것은 건설사업의 경쟁력을 향상시킬 수 있는 요인이다. 하지만 분류별 작업지연원인의 정량적 분석에 따른 중점관리 항목 도출에 대한 연구는 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 설문조사와 인터뷰를 통한 공동주택 공사의 작업지연요소를 공종별로 도출하였다. 그 결과, 골조공사와 마감공사에서는 작업자수 부족이 전기설비에서는 작업자 능력이 그리고 기계설비에서는 선행 작업 미완료가 중점관리 대상으로 도출되었다.

키워드 : 작업지연, 작업지연요소, 분류체계, 우선순위, 관리 정보

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

건설사업에 있어서 계획했던 공사기간 안에 프로젝트를 완료하는 것은 사업의 확실성을 나타내는 중요한 요소 중 하나이다. 계획된 공사기간에 프로젝트를 완료하기 위해서는 프로젝트에 포함되어 있는 각 작업들의 지연이나 미완료 없이 정해진 기간에 작업들을 끝내는 것이 중요하다. 프로젝트 수행 시 발생하는 작업의 지연이나 미완료는 미시적으로는 그 다음 작업의 진행 또는 작업의 달성도를 저하시키고 거시적으로는 공기증가뿐만 아니라 비용 상승과 품질저하 등의 문제를 발생시킴으로써 전체 사업의 확실성을 저해하는 원인이 된다. 따라서 프로젝트 진행 시에 발생할 수 있는 작업지연이나 작업 미완료를 관리하는 것은 공사의 품질이나 확실성을 높일 뿐만 아니라 건설 사업의 경쟁력을 갖게 하는 중요한 요인이 된다.

작업지연이나 작업 미완료를 줄이기 위해서는 프로젝트에 포함되어 있는 작업 수행에 따른 지연요소들을 공종별 성격에 맞게 분류하는 작업이 선행되어야 하고, 분류체계를 통한 지속적인 데이터 축적과 분석에 따라 작업계획 및 실행을 체계적으로 관리할 수 있고 지연요소를 정량적인 값으로 관리하기 위해서는 작업지연요소에 대한 분류체계가 필요하다. 분류체계를 통해 분류된 작업지연요소는 각 공종별로 우선순위를 선정하여 공종별 성격에 맞게 작업지연요소를 체계적으로 관리하여 작업지연 원인을 제거해 나가는 노력이 필요하다.

본 연구는 작업지연이나 작업 미완료의 원인이 되는 작업지연요소에 대한 분류체계를 고찰하고 이를 통해 공동주택 공사의 작업지연요소를 공종별로 분류하여 우선순위를 선정함으로써 공동주택 공사의 각 공종별 중점관리 요소를 도출하여 효과적인 작업관리 정보를 제공하는데 목적이 있다.

### 1.2 연구의 범위 및 방법

2006년 대한건설협회에서 발표한 건설통계연보에 따르면 주상복합건물을 포함한 공동주택 건설 계약액은 전체 103.1조원 중 37.1조원으로 약 36%를 차지하고 있으며 2005년의 30%보다 6% 증가했을 뿐만 아니라 금액도 11.4조원이 증가하는 등 높은 점유율을 보이고 있다. 2006년 건설 기성실적은 전체 112.6조원 중 39.1조원으로 약 35%의 비율을 차지하고 있다. 따라서 본 연구에서는 전체 건설산업에서 매우 큰 비중을 차지하고 있

\* 일반회원, 광운대학교 건축공학과 대학원, 석사과정(교신저자), cromono@kw.ac.kr

\*\* 종신회원, 광운대학교 건축공학과 전임강사, 공학박사, myazure@kw.ac.kr

\*\*\* 종신회원, 광운대학교 건축공학과 정교수, 공학박사, stpkim@kw.ac.kr

본 연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행한 2005년도 건설기술기반구축사업의 지원으로 이루어졌음. 과제번호 :

D05-01

는 공동주택 공사에서의 작업지연요소를 분석하고자 한다.

이에 본 연구에서는 서울에 있는 8개 공동주택 현장에 대한 설문조사를 통해 공동주택공사의 공종별 작업지연 원인을 파악하고 작업지연요소를 도출하고자 한다. 그리고 도출된 공종별 지연요소의 우선순위를 선정하여 지연원인을 효과적으로 제거하고 관리할 수 있는 공종별 중점관리 정보를 제안하고자 한다. 또한, 이렇게 제안된 작업지연정보를 사례조사를 통해 그 타당성을 검증하고자 한다. 이러한 본 연구의 흐름은 그림 1과 같다.

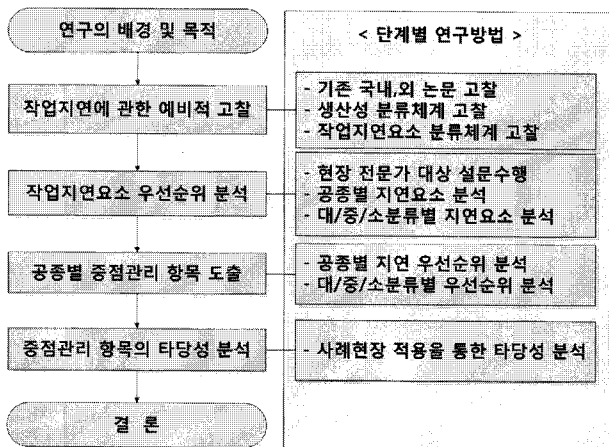


그림 1 연구의 흐름 및 방법

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 작업지연에 관한 기존연구 고찰

Ballard(2000)는 일일작업관리를 수행하며 발생하는 다양한 작업지연요소들을 정리하였고 Thomas(1991)는 대기시간을 줄여 작업효율을 증가시킬 수 있음을 워크샘플링(Work-sampling) 기법을 활용하여 직접 작업(direct work)과 노동 생산성과의 관계를 증명하였다. 또한 Thomas(1994)는 건설 프로세스를 구성하는 요소들을 작업수행정도와 노동생산성 영향요소에 따른 두 가지 방법을 통하여 노동생산성을 개선하기 위한 방법을 제시하였다.

표영민(2005)은 현장조사와 델파이 기법을 통하여 노동생산성의 손실을 초래하는 인자들에 대해 추출한 뒤 각 인자들의 중요도를 분석하였다. 이를 바탕으로 계층적 분석 과정방법(AHP)을 활용하여 노동생산성 저하요인의 중요도를 규명하는 실증적 방법을 제시하였다. 손창백(2002)은 건축공사의 생산성 저하요인에 대한 분류체계의 확립 및 주요요인을 도출하고 이 요인들의 발생 빈도 및 생산성 저하에 미치는 영향도를 분석하여 이에 대한 기초적인 실무대책을 제시하였다. 또한 손창백(2005)은 생산성 향상요인의 분류체계를 제안하고, 주요요인을 도출하여 적용의 용이성과 효과를 조사·분석하며, 생산성 향상을 위한 실천방안을 제시하였다. 한종관(2003)은 공기지연일수 산정을 위해 시공자의 책임인 경우와 시공자의 책임이 아닌 경우로 나누어 공기지연 원인을 규명하고자 하였다. 표 1에서는 기존의 작업지연에 관한 국내·외 논문의 문제점을 파악하였다.

작업지연요소 분류체계는 발생 가능한 작업의 지연원인을 파악하고 각 지연요소별 분류를 통해 사전에 작업의 지연이나 미

표 1. 작업지연 관련 국내·외 연구동향

연구자 (년도)	연구 내용	문제점
지근창 (2006)	작업지연 원인을 체계적으로 표현할 수 있는 작업지연 원인분류체계를 제시하여 건설 프로젝트의 작업 진행 중에 발생하는 지연발생의 메커니즘을 분석하여 작업지연 발생상황에 따른 원인의 체계적 표현에 목적.	활용방안에 대한 검토 미흡
손창백 (2005)	생산성 향상요인의 분류체계를 제안하고, 주요요인을 도출하여 적용의 용이성과 효과를 조사 분석하며, 생산성 향상을 위한 실천방안 제시를 목적	포괄적인 생산성 향상을 위한 요인에 초점
표영민 (2005)	현장조사와 델파이 기법을 통하여 노동생산성의 손실을 초래하는 인자들에 대해 추출한 뒤 각 인자들의 중요도를 분석. 이를 바탕으로 의사결정기법(AHP)을 활용하여 합리적인 노동생산성 저하요인의 중요도를 규명하는 실증적 방법의 제시를 목적.	노동 생산성에 국한된 연구
한종관 (2003)	공기지연으로 인한 지연일수 산정을 위해 시공자의 책임이 있는 경우와 없는 경우에 따라 공기지연 원인을 분석.	시공자의 책임 유무에 국한된 분류
손창백 (2002)	건축공사의 생산성 저하요인에 대한 분류체계의 확립 및 주요요인을 도출하고 이 요인들의 발생 빈도 및 생산성 저하에 미치는 영향도를 분석하여 이에 대한 기초적인 실무대책을 제시함을 목적.	건설생산성 저하에 영향을 미치는 주요요인의 도출 및 영향도 파악을 목표로 한 기초연구
Ballard (2000)	일일작업관리를 수행하며 발생하는 다양한 작업지연요소들을 정리.	원인분석 과정 및 절차에 관한 언급이 없음
Thomas (1994)	건설 프로세스를 구성하는 요소들을 작업수행정도와 노동생산성 영향요소에 따른 두 가지 방법을 통하여 노동생산성을 개선하기 위한 방법 제시.	작업지연 외에 생산의 효율에 관해서 다루고 있음
Thomas (1991)	대기시간을 줄여 작업효율을 증가시킬 수 있음을 Work-sampling 기법을 활용하여 direct work와 노동 생산성과의 관계를 증명	노동 생산성에 영향을 미치는 요소에 대한 기초연구

원료를 관리하고 제거해 나가기 위해 필요하다. 기존 문헌들 중 손창백(2005)이 제안한 생산성 향상요인의 분류체계는 생산성 향상을 위한 공사 전반에 걸친 포괄적인 요소들을 나열하고 있어 실제 작업수행 시에 필요한 관리 정보를 얻는 것이 불명확하고, 한종관(2003)이 제시한 분류체계는 공기지연 책임에 국한된 분류체계로 작업수행을 위한 분류체계로 보기에는 어려운 점이 있다. 기존 연구에서 제시되고 있는 이러한 분류체계들은 작업 진행과정에서 관리자에게 필요한 세세한 작업지연 관리정보를 제공하는데 체계적이지 못한 어려움이 있다.

선행연구들에서 작업지연요소로 분류할 수 있는 항목들은 자재, 발주자, 인력, 도면, 장비, 계획 등으로 다양한데 이러한 표현방식은 해석에 따라 표현이 달라질 수 있으며, 따라서 작업지연요소에 따른 분류기준이 필요하다.

### 2.2 작업지연요소 분류체계 고찰

작업지연을 관리하기 위해서는 작업수행에 투입되는 요소별로 작업지연 원인에 대해 분류하고 투입요소에 따른 작업지연원인을 항목별로 관리하는 것이 체계적이고 효율적이다. ICOM<sup>1)</sup> 모델은 업무프로세스 수행에 필요한 모든 요소를 투입(Input), 도구(Mechanism), 제어(Control)의 항목으로 구체적으로 표현할 수 있다. 여기서 산출(Output)은 작업수행의 결과물로서 투입요소가 아니므로 배제하였다. 본 연구에서는 이러한 ICOM 모델의 기본 개념을 바탕으로 작업수행에 투입되는 요소들을 물질요소(Physical Input), 도구요소(Mechanical Input), 제어요소(Control Input)로 각각의 항목들을 투입요소로 정의한 지근창(2006)의 연구결과를 토대로 지연요소를 분석하고자 한다. 그림 2는 이러한 개념을 나타내고 있다.

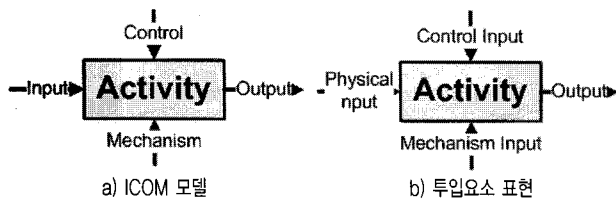


그림 2. ICOM 모델과 투입요소 표현(지근창, 2006)

표 2에서 제시하는 분류체계는 작업지연요소의 원인을 물질, 도구, 제어의 3가지 대분류별 투입요소로 나누고 그에 따른 9가지 중분류별 투입요소와 24가지 소분류별 지연요소로 나누어

작업지연요소의 분석이 원활하도록 제안한 분류체계이다. 물질요소는 작업수행을 통하여 그 형태가 변형되거나 가공에 의해 가치가 더해지는 것으로서 선행 작업, 자재, 작업공간의 중분류로 구성할 수 있다. 도구요소는 물질요소의 변형이나 가치창출에 활용되는 도구로서 인력, 장비, 도구의 중분류로 구성되며, 제어요소는 작업수행에 필요한 정보 또는 기준을 가지고 있는 것으로서 설계도서, 작업지시, 승인/허가의 중분류로 구성할 수 있다. 소분류는 이러한 투입요소에서 발생 가능한 작업지연 가능 원인의 항목들을 나열한 것이다.

표 2. 작업지연요소 분류체계(지근창, 2006)

대분류	중분류	소분류
물질 요소	자재	자재 불량
		자재 부족
	선행 작업	자재조달지연
		선행 작업물량 선행 작업 미완료
	작업 공간	작업 공간 불량
		작업 공간 부족
도구 요소	노동	작업자 능력
		작업자 수 부족
		작업자의 지각
	장비	장비 불량/고장
		장비 수/사용시간 부족
		장비 제공 시점 지연
공구	공구 불량/고장	
	공구 수/사용시간 부족	
	공구 제공 시점 지연	
제어 요소	설계도서	설계도서 결함
		설계도서 누락
	작업지시	설계도서 제공시점 지연
		잘못된 작업지시
		작업지시 누락
	허가/승인	작업지시 제공시점 지연
관공서 허가/승인 지연 감독관 허가/승인 지연		

### 3. 작업지연요소 우선순위

#### 3.1 조사 개요

제안된 작업지연요소 분류체계로 서울 지역에 있는 12층 이상 공동주택 8개 건축현장 63명을 대상으로 설문문을 시행하였다. 조사개요는 표 3과 같다.

표 3. 조사 개요

항 목	내 용
조사 현장	공동주택(6), 주상복합(2)
조사 공종	골조공사, 마감공사, 전기설비, 기계설비
기 간	2006. 2. 22 ~ 2006. 3. 2
대상 인원	소장(4), 과장(20), 기사(13), 협력(26)
경력(명)	1 ~ 5(8), 5 ~ 10(12), 10 ~ 15(19), 15 ~ (24)

1) Activity를 도식화하여 표현하는 모델링 방법으로서 input-control-output-mechanisms(ICOM)의 요소로 구성되며 정보흐름과 생산활동의 분석을 위해 1977년 미국 공군의 연구에 의해 개발된 기법.

### 3.2 우선순위 분석방법

표 2에서 제안된 작업지연요소 분류체계로 3가지 대분류와 9가지 중분류, 24가지 소분류에 대해 각 항목별로 값을 측정하였다. 소분류에 대해서는 10점을 만점으로 하는 절대값으로 영향도를 측정하였고 중분류와 대분류는 같은 단위의 항목들의 합이 10점이 되도록 하는 상대값으로 가중치를 측정하였다. 공종별로는 골조공사, 마감공사, 전기설비, 기계설비의 네 공종에 대해 조사하였다.

이렇게 조사된 데이터를 평균값으로 산출하여 우선순위 평가를 위한 수치로 활용하였다. 골조의 경우를 예를 들어 살펴보면 그림 3에서 표기한 S1, S2, S3의 값은 현장에서 설문조사를 통해 얻은 다수의 값을 각 항목별로 평균한 값을 나타낸다.



그림 3. 작업지연요소 분류 체계 측정 Sheet(예시)

- 1) S1은 골조공사의 대분류 단계에서 물질적 요소에 대한 평균 가중치
- 2) S2는 골조공사의 물질적 요소의 세 가지 중분류중 자재에 대한 평균 가중치
- 3) S3는 골조공사의 물질적 요소의 자재에 대한 세 가지 소분류중 자재 불량에 대한 평균 영향도

이러한 방법으로 대분류별 투입요소와 중분류별 요소, 소분류

별 항목에 대한 각각의 평균값을 산출하였다.

골조의 대분류, 중분류, 소분류별 측정값을 가지고 물질적 요소의 자재의 자재 불량에 대한 영향도 분석을 다음과 같은 방법으로 설명한다.

$$\begin{aligned}
 P1 &= S1 \\
 P2 &= S1 \times S2 \\
 P3 &= S1 \times S2 \times S3 \\
 P1 &= S1 : \text{대분류의 가중치} \\
 S2 &= \text{중분류의 가중치} \\
 S3 &= \text{소분류의 영향도} \\
 P2 &= \text{중분류의 영향도 가중치} \\
 P3 &= \text{소분류의 영향도 값}
 \end{aligned}$$

S1의 평균 가중치는 투입요소 중 대분류 단계의 투입요소에 대한 상대값이고 S2의 값은 중분류 단계의 상대값을 나타내고 있다. S3의 값은 소분류 단계의 절대값을 나타낸다. 위의 식에서 P1과 S1은 동일한 값을 사용하고 P2는 대분류의 S1값과 중분류의 S2값을 곱하여 상대적 영향도 값을 나타냈으며 P3는 S1과 S2를 곱한 상대적 영향도 가중치에 S3의 영향도를 곱한 값으로 소분류의 영향도 값을 나타내었다. 여기서 영향도란 해당요소가 전체 지연에 미치는 영향을 말하며 해당 요소의 영향도 값이 높을수록 전체 지연에 미치는 영향은 큰 것으로 판단한다.

이와 같은 방법으로 골조공사, 마감공사, 전기설비공사, 기계설비공사에 대해 각각의 작업지연요소별 P1, P2, P3의 값을 산출하여 각 분류별 작업지연요소의 영향도 및 가중치를 정량적으로 표현하였고 이 데이터들을 바탕으로 작업지연요소의 우선순위를 선정하여 중점관리 대상 항목을 도출함으로써 작업지연요소의 관리정보를 제시하였다.

### 3.3 작업지연요소의 우선순위 분석

#### (1) 대분류별 지연요소(P1)

작업지연 원인의 대분류 단계의 투입요소별 우선순위는 공종별로 표 4와 같은 결과를 나타내었다. 표 4에서 보듯이 마감공

표 4. 대분류별 지연요소

영향도 순위	골 조		마 감		전 기 설 비		기 계 설 비	
	대분류 투입요소	영향도 (P1)	대분류 투입요소	영향도 (P1)	대분류 투입요소	영향도 (P1)	대분류 투입요소	영향도 (P1)
1	도구적 요소	4.44	물질적 요소	3.46	도구적 요소	4.00	도구적 요소	3.75
2	물질적 요소	3.00	도구적 요소	3.36	물질적 요소	3.25	물질적 요소	3.50
3	제어적 요소	2.56	제어적 요소	3.18	제어적 요소	2.75	제어적 요소	2.75
	(합)	10	(합)	10	(합)	10	(합)	10

표 5. 중분류별 지연요소

영향도 순위	골 조		마 감		전 기 설 비		기 계 설 비	
	중분류 투입요소	영향도(P2)	중분류 투입요소	영향도(P2)	중분류 투입요소	영향도(P2)	중분류 투입요소	영향도(P2)
1	노동	26.64	노동	21.57	노동	19.00	선행 작업	15.75
2	선행 작업	16.38	설계도서	16.47	선행 작업	16.25	노동	14.70
3	설계도서	11.64	선행 작업	15.19	설계도서	11.82	자재	13.50
4	장비	11.32	자재	12.77	장비	11.00	설계도서	12.87
5	작업지시	9.33	작업지시	8.91	공구	10.00	공구	12.60
6	자재	7.08	작업공간	6.64	작업지시	9.34	작업공간	8.25
7	작업공간	6.54	허가/승인	6.42	자재	8.68	장비	7.70
8	공구	6.44	장비	6.15	작업공간	7.57	허가/승인	7.40
9	허가/승인	4.63	공구	5.88	허가/승인	6.34	작업지시	7.23
	(합)	100	(합)	100	(합)	100	(합)	100

표 6. 소분류별 지연요소

영향도 순위	골 조		마 감		전 기 설 비		기 계 설 비	
	소분류 지연요소	심각도 (P3)	소분류 지연요소	심각도 (P3)	소분류 지연요소	심각도 (P3)	소분류 지연요소	심각도 (P3)
1	작업자수 부족	212.40	작업자수 부족	183.46	작업자 능력	163.88	선행 작업 미완료	140.63
2	작업자 능력	197.02	작업자 능력	159.68	선행 작업 미완료	157.09	작업자 능력	128.10
3	선행 작업 미완료	145.42	선행 작업 미완료	145.57	작업자수 부족	131.41	선행 작업 불량	112.79
4	선행 작업 불량	116.47	설계도서 누락	125.21	선행 작업 불량	130.21	작업자수 부족	109.20
5	장비 수/사용시간 부족	95.10	선행 작업 불량	115.31	장비 수/사용시간 부족	100.38	공구 제공 시점 지연	108.9
6	설계도서 결함	92.92	설계도서 결함	115.17	설계도서 결함	96.02	자재 조달 지연	107.04
7	설계도서 누락	88.07	자재 조달 지연	113.63	작업자의 지각	80.75	자재부족	97.39
8	작업지시 누락	79.88	설계도서 제공시점 지연	93.97	작업지시 제공시점 지연	77.61	공구 수/사용시간 부족	95.40
9	작업자의 지각	74.69	자재부족	92.02	공구 불량/고장	74.91	설계도서 결함	93.81
10	장비 불량/고장	66.86	작업지시 제공시점 지연	69.04	설계도서 누락	73.61	공구 불량/고장	92.70
11	자재 조달 지연	65.17	작업지시 누락	67.18	공구 수/사용시간 부족	72.11	설계도서 누락	92.43
12	잘못된 작업지시	63.37	자재 불량	63.99	설계도서 제공시점 지연	71.65	설계도서 제공시점 지연	85.07
13	작업지시 제공시점 지연	61.99	작업자의 지각	60.35	장비 제공 시점 지연	70.24	감독관 허가/승인 지연	73.98
14	작업 공간 불량	61.18	감독관 허가/승인 지연	60.09	작업공간 불량	66.27	작업 공간 부족	71.85
15	설계도서 제공시점 지연	56.90	잘못된 작업지시	60.04	작업 공간 부족	61.92	작업 공간 불량	69.74
16	공구 수/사용시간 부족	51.31	작업 공간 불량	54.29	자재 조달 지연	64.35	자재 불량	68.79
17	장비 제공 시점 지연	49.17	작업 공간 부족	51.63	감독관 허가/승인 지연	63.46	장비 제공 시점 지연	59.03
18	자재부족	43.89	관공서 허가/승인 지연	50.70	장비 불량/고장	61.99	장비 수/사용시간 부족	56.47
19	감독관 허가/승인 지연	43.65	장비 수/사용시간 부족	49.45	작업지시 누락	61.49	잘못된 작업지시	54.80
20	공구 불량/고장	41.69	장비 불량/고장	45.57	공구 제공 시점 지연	60.41	작업지시 누락	54.64
21	공구 제공 시점 지연	37.67	공구 수/사용시간 부족	44.26	잘못된 작업지시	60.40	작업지시 제공시점 지연	52.31
22	작업 공간 부족	35.26	공구 불량/고장	42.33	자재부족	57.00	장비 불량/고장	52.19
23	자재 불량	32.24	장비 제공 시점 지연	27.60	자재 불량	51.57	관공서 허가/승인 지연	51.78
24	관공서 허가/승인 지연	26.80	공구 제공 시점 지연	26.54	관공서 허가/승인 지연	47.81	작업자의 지각	49.71

사의 경우 자재, 선행 작업의 결과, 작업공간의 중분류별 요소를 포함하는 물질적 요소의 영향도가 다른 요소의 영향도 보다 높았고 골조와 전기설비, 기계설비의 경우는 노동, 장비, 공구의 중분류별 요소를 포함하는 도구적 요소의 영향도가 가장 높았다. 특히 골조공사의 경우는 물질적 요소보다 도구적 요소가 14% 더 높게 측정되었다.

대분류별 지연요소는 네 가지 공사의 우선순위가 비슷하였지만 각 항목의 영향도 점수는 공사별로 차이를 보였다. 그리고 물질적 요소와 도구적 요소의 우선순위가 제어적 요소보다 높은

비율을 나타냈다.

이것은 제어요소 보다는 물질요소와 도구요소가 네 가지 공종에서 보편적으로 발생하는 대분류상의 지연원인이 된다는 것을 알 수 있다.

각 항목들의 합은 10점이 되도록 상대적 영향도를 측정하였기 때문에 평균들의 합은 10점이 된다.

(2) 중분류별 지연요소(P2)

대분류별 지연요소에서 측정된 우선순위를 바탕으로 P2의 값

을 산출하여 중분류별 자연요소의 우선순위를 분석하였다. 표 5에서 보듯이 중분류별 자연요소에서는 각 항목별로 노동과 선행 작업, 설계도서, 자재에 대한 상대적 영향도가 상위를 차지했다. 공종별로 살펴보면 골조공사와 마감공사, 전기설비공사의 경우 대분류 단계의 도구적 요소 중 노동에 대한 영향도가 가장 높았고 기계설비공사는 대분류 단계의 물질적 요소 중 선행 작업의 영향도가 높았다. 대분류 단계의 투입요소별 범위와 중분류 단계의 범위가 다른 결과를 나타내는데 이것은 중분류 단계로 자연원인이 세분화 될수록 자연원인이 되는 항목이 변화할 수 있음을 나타낸다.

대분류 단계의 제어요소 중에서는 모든 공종에서 설계도서에 대한 영향도가 높았는데 이것은 현장에서 작업 진행시에 설계도서에 대한 정보의 오류가 공통적으로 문제가 된다는 것으로 분석할 수 있다. P2의 값은 S1의 상대적 영향도와 S2의 상대적 영향도를 곱하였기 때문에 평균들의 합이 100이 되는 것을 알 수 있다.

(3) 소분류별 자연요소(P3)

소분류별 항목에서는 전체 작업지연 원인 항목을 비교하기 위해 절대값으로 측정된 영향도(S3)를 P3의 영향도 값에 활용하였다. 표 6에서 보듯이 각 공사별로 작업 진행시에 지연을 일으키는 항목들이 대분류 단계와 중분류 단계에서 선정한 우선순위와 범위가 조금씩 다르다는 것을 알 수 있다.

골조공사와 마감공사의 경우 작업자수의 부족이 가장 높은 순위를 나타냈고 전기설비공사는 작업자의 능력, 기계설비공사는 선행 작업 미완료가 작업지연을 일으키는 가장 큰 요소로 나타났다. 작업자수의 부족은 대분류 단계의 도구적 요소중 노동에 해당하는 소분류이고, 작업자의 능력도 대분류 단계의 도구적 요소중 노동에 해당하는 소분류이며, 선행 작업 미완료는 대분류의 물질적 요소중 선행 작업에 해당하는 소분류이다. 골조공사의 경우 우선순위의 최상위와 최하위는 약 8배 정도의 영향도의 차이를 보였고 마감공사의 경우는 약 7배의 차이를 보였으며, 전기설비공사는 약 3.5배, 기계설비공사는 약 3배 정도의 영향도 값의 차이를 보였다.

P3의 값은 S1의 상대적 영향도와 S2의 상대적 영향도를 곱한 값에 S3의 절대적 영향도의 곱으로 나타냈기 때문에 각각의 항목에 대한 평균값들의 합은 일정하지 않다.

3.4 작업지연요소의 중점관리 항목 분석

작업지연요소의 중점관리 항목의 우선순위는 표 7과 같이 간략하게 나타낼 수 있다. 대분류 단계의 거시적인 자연원인요소

의 우선순위와 중분류, 소분류 단계의 미시적인 자연원인요소의 우선순위 관계가 차이를 나타내는 것을 볼 수 있다. 마감공사를 예들들어 설명하면, 대분류 단계에서는 물질적 단계가 가장 높은 점수를 보이고 있지만 중분류, 소분류 단계에서는 대분류 단계의 도구적 요소중 노동, 작업자수 부족의 항목이 우선순위를 차지하고 있다. 이것은 공종이 가지고 있는 작업의 특성이나 환경이 조금씩 다르기 때문에 작업의 지연을 유발하는 원인도 각 분류 단계별로 다르게 측정되었다는 것을 알 수 있다. 따라서 작업지연을 유발하는 원인의 중점관리 항목을 도출하기 위해서는 단계별 레벨을 명확히 할 필요가 있다. 또한, 거시적인 관점의 관리항목 보다는 미시적인 관점의 관리항목을 도출하는 것이 더 신뢰할 수 있다는 것을 알 수 있다.

표 7. 작업지연요소의 중점관리 항목

분류	순위	골 조	마 감	전 기 설 비	기 계 설 비
대 분 류	1	도구	물질	도구	도구
	2	물질	도구	물질	물질
	3	제어	제어	제어	제어
중 분 류	1	노동	노동	노동	선행 작업
	2	선행 작업	설계도서	선행 작업	노동
	3	설계도서	선행 작업	설계도서	자재
	4	장비	자재	장비	설계도서
	5	작업지시	작업지시	공구	공구
소 분 류	1	작업자수 부족	작업자수 부족	작업자 능력	선행 작업 미 완료
	2	작업자 능력	작업자 능력	선행 작업 미완료	작업자 능력
	3	선행 작업 미완료	선행 작업 미완료	작업자수 부족	선행 작업 불량
	4	선행 작업 불량	설계도서 누락	선행 작업 불량	작업자수 부족
	5	장비 수/ 사용시간 부족	선행 작업 불량	장비 수/ 사용시간 부족	공구 제공 시점 지연

4. 주요 작업지연요소의 타당성 검증

4.1 타당성 검증방법

앞에서 분석한 작업지연요소의 중점관리 항목과 사례현장과 비교를 통해 타당성을 검증하고자 P건설의 주상복합건물 신축공사 현장 10명을 대상으로 마감공사를 선택하여 설문 및 인터뷰를 실시하였다. 조사 개요는 표 8과 같다.

표 8. 사례현장 개요

항 목	내 용
조사 현장	P건설 주상복합건물 신축공사
조사 공종	마감공사
기 간	2006. 11. 8 ~ 2006. 11. 17
대상 인원	소장(1), 과장(2), 기사(2), 협력(5)
경력(명)	1 ~ 5(2), 5 ~ 10(2), 10 ~ 15(5), 15 ~ (1)

4.2 조사결과 및 분석

사례현장의 마감공종의 측정 결과는 표 9와 같다. 표 7에서 도출한 중점관리 항목과 유사한 순위를 보이는 것을 알 수 있다. 대분류별 분류에서는 차이가 나타나지 않았지만 중분류별 분류에서는 자재에 대한 우선순위가 4순위에서 2순위로 높았다. 하지만 우선순위에 변동이 있을 뿐 표 7에서 도출된 중분류별 분류의 5가지 항목의 변경은 나타나지 않았다.

표 9. 사례현장 중점관리 항목

분류	순위	투입요소	영향도
대분류	1	물질적 요소	3.86
	2	도구적 요소	3.64
	3	제어적 요소	2.50
중분류	1	노동	21.47
	2	자재	15.45
	3	선행 작업	15.45
	4	작업지시	10.09
	5	설계도서	8.83
소분류	1	작업자수 부족	161.01
	2	선행 작업 미완료	123.64
	3	자재 조달 지연	122.09
	4	작업자 능력	111.63
	5	선행 작업 불량	91.18

소분류별 분류에서는 자재 조달지연 항목이 3순위에 선정된 것을 제외하면 다른 항목들의 변동은 크게 나타나지 않았다.

표 7에서 도출한 항목과 달리 사례현장의 중점관리 항목에서 자재에 대한 항목의 우선순위가 높았던 이유는 마감 공종에서 자재조달지연으로 인한 작업지연의 비율이 높았기 때문으로 분석됐다. 하지만 전체적인 대분류별, 중분류별, 소분류별 지연원인 분석결과에는 큰 차이점이 없음을 알 수 있다. 따라서, 표 7에서 제시한 작업지연요소의 공종별 중점관리 항목 중 마감공사에 대한 타당성은 검증되었고 이것을 토대로 일반적인 공동주택 공사의 중점관리 항목으로의 활용 가능성도 검토되었다.

5. 결론

건설 사업의 확실성을 높이고 경쟁력을 향상시키기 위한 방법으로 작업지연을 효율적으로 관리하는 것은 매우 중요하다. 효율적인 관리를 위해서는 작업지연요소를 체계적으로 분류하고, 그에 따라 공종별로 중점관리 항목을 알아내어 우선적으로 관리하는 노력이 필요하다. 기존의 연구에서는 공사 전반에 걸친 생산성 저하 요인이나 포괄적인 범위의 작업지연에 대한 원인을 분석하였지만 미시적인 관리관점에서의 연구는 미흡하였다.

본 연구에서는 작업지연요소의 분류체계를 바탕으로 공동주택 건축현장의 설문조사를 통해 네 가지 공종별로 작업지연요소를 분류하여 공종별 특성에 맞는 주요 작업지연요소를 찾고자 하였다. 그리고 공종별 작업지연요소의 우선순위를 지연요소 분류체계의 단계별로 도출하고 단계별 관점에 따른 작업지연요소의 중점관리 항목을 제안하였다. 또한, 사례현장의 작업지연요소 분석을 통해 도출된 중점관리 항목과 본 연구에서 제안한 중점관리 항목의 비교를 통해 타당성을 검증하였다.

본 연구에서 진행한 작업지연요소 도출과 공종별 작업지연요소 우선순위를 요약하면 다음과 같다.

(1) 골조공사의 작업지연요소 분석 결과는 다음과 같다. 대분류 단계의 투입요소에서는 도구적 요소의 우선순위가 높았고 중분류 단계는 노동, 선행 작업, 설계도서의 순서로 우선순위가 나타났으며 소분류 단계는 작업자수 부족, 작업자 능력, 선행 작업 미완료 등의 순서로 중점관리 요소를 도출하였다.

(2) 마감공사의 작업지연요소 분석 결과는 다음과 같다. 대분류 단계의 투입요소에서는 물질적 요소의 우선순위가 높았고 중분류 단계는 노동, 설계도서, 선행 작업의 우선순위가 나타났으며 소분류 단계는 작업자수 부족, 작업자 능력, 선행 작업 미완료 등의 순서로 중점관리 요소를 도출하였다.

(3) 전기설비공사의 작업지연요소 분석 결과는 다음과 같다. 대분류 단계의 투입요소에서는 도구적 요소의 우선순위가 높았고 중분류 단계는 노동, 선행 작업, 설계도서의 우선순위가 나타났으며 소분류 단계는 작업자 능력, 선행 작업 미완료, 작업자수 부족 등의 순서로 중점관리 요소를 도출하였다.

(4) 기계설비공사는 대분류 단계의 투입요소에서는 도구적 요소의 우선순위가 높았고 중분류 단계는 선행 작업, 노동, 자재의 우선순위가 높았으며, 소분류 단계는 선행 작업 미완료, 작업자 능력, 선행 작업 불량 등의 순서로 중점관리 요소를 도출하였다.

도출된 결과를 통한 활용방안은 다음과 같다.

(1) 공종별로 도출된 주요 지연요소는 해당 공종의 작업계획 및 통제 시 보다 집중관리해야할 관리요소에 대한 정보를 제공해 줄 수 있다.

(2) 제안된 분류체계에 따라 해당 지연요소의 발생 현황 데이터를 지속적으로 추적, 모니터링함으로써 궁극적으로는 지연원인 발생을 통제할 수 있다.

향후 타 공종 및 마감공사와 같은 다수의 공종이 포함된 공종에 대한 세부 작업지연요소의 분석 및 실제적인 사례연구를 통해 작업지연요소의 발생메카니즘 규명 및 발생빈도와 영향도를

정량화하는 지속적인 연구가 요망된다. 또한 이러한 작업지연요 소 분석을 위한 체계화된 절차 및 도구의 개발과 작업지연을 일 으키는 주된 원인이 되는 작업자 관리에 대한 측정 및 평가 모델 연구가 필요할 것이다.

**참고문헌**

1. 김예상(1994), “건설 생산성에 영향을 미치는 요인분석에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 6권 10호(통권72호), 대한건축학회, pp. 267-274
2. 손창백 외 1명(2002), “건축공사의 생산성 저하요인 분석”, 대한건축학회 논문집, 18권 12호(통권170호), 대한건축학회, pp. 125-133
3. 손창백 외 1명(2005), “공동주택 건축공사의 생산성 향상요 인 선정 및 적용성 분석”, 대한건축학회 논문집, 21권 4호 (통권198호), 대한건축학회, pp. 133-141
4. 안성훈 외 2명(2006), “공동주택 공사의 작업간 간섭 감소 방안에 관한 연구”, 한국건축시공학회 논문집, 제6권 1호 (통권19호), 한국건축시공학회, pp. 117-122
5. 이승철(2005), “건축 부지선정의 법적 타당성 검토방법”, 대한건축학회 논문집, v.21 n.7. 대한건축학회, pp. 107-114
6. 지근창 외 2명(2006), “건축공사의 투입요소에 의한 작업 지연 원인분류체계”, 대한건축학회 논문집, v.22 n.11, 대한건축학회, pp.181-188
7. 표영민 외 3명(2005), “AHP기법을 이용한 건설노동생산 성 저하요인 분석에 관한 연구”, 한국건축시공학회 학술.기 술논문발표회 논문집, v.5 n.1, 한국건축시공학회, pp.141-149
8. 한종관 외 2명(2003), “시공자 중심의 주요 공종별 공기지 연 원인분석에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 19권 3호 (통권173호), 대한건축학회, pp. 163-171

9. Andrew P. Sage(2000), Introduction to Systems Engineering, 1st ED., Wiley-Interscience Publication, Canada, pp. 134-135
10. Ballard H. Glenn(2000), “The last planner system of production control”, PhD dissertation, Birmingham Univ.
11. Thomas H. R.(1991), “Labor Productivity and Work Sampling: The Bottom Line”, Journal of construction engineering and management, ASCE, Vol. 117, No. 3, ASCE, pp. 423-444
12. Thomas H. R.(1994), “Forecasting labor productivity using factor model”, Journal of construction engineering and management, ASCE Vol. 120, No. 1, pp. 228-239

논문제출일: 2007.06.01

심사완료일: 2007.09.20

**Abstract**

Work delay is one of the facts that make the reliability of construction projects decrease. Therefore, it is important to classify and prioritize the delay factors. This research analyzed key delay factors in apartment house construction through survey. The results of analysis are as follows. (1) Insufficient work force is the key delay factor in structural and finish work. (2) Improper craft of worker is the key delay factor in electrical work. (3) Incompletion of proceeding work is the key delay factor in mechanical work.

**Keywords :** Work Delay, Work Delay Factor, Classificatory Organization, Priority Order, Management Information