

# 건설공사의 작업지연 원인분석 프로세스

## THE ROOT CAUSE ANALYSIS PROCESS FOR SCHEDULE DELAY IN CONSTRUCTION

지 근 창\* · 유 정 호\*\* · 김 창 덕\*\*\*

Ji, Kun-Chang · Yu, Jung-Ho · Kim, Chang-Duk

### 요 약

작업의 지연을 줄이거나 예방하기 위해서는 작업지연상황을 지속적으로 확인하여 작업지연을 야기하는 원인을 찾아내고 대책을 세워야 한다. 그래서 지금까지 작업지연기간 산정방법 또는 작업지연의 클레임 사례에 관한 연구 등이 이루어졌으나 프로젝트 종료 후 결과에 의한 분석방법이나 원인분류체계를 제시한 것이 대부분이다. 건설 프로젝트는 동일한 조건하에서도 주변 환경에 따라 결과값이 다르게 나타나는 일회성이 강한 분야 중에 하나이다. 따라서 공사 진행 중에 발생하는 작업지연에 대해 효과적으로 대처할 수 있는 분석방법과 절차가 필요하다.

본 연구는 작업지연 원인분석 범위를 프로젝트내의 현장관리 분야로 국한하고 작업지연 원인분류 체계를 투입요소를 대상으로 작업지연 원인인자와 작업지연 원인속성으로 나눴다. 작업지연 원인분류 체계는 전문가 인터뷰 및 설문조사를 통해 검증하고 작업지연 원인속성 및 원인인자의 특성을 분석하고 VSM을 응용한 작업지연 원인 분석방법 및 절차를 제시한다.

키워드: 작업지연, 원인분류, 분석방법, 분석절차

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

공기는 원가, 품질, 안전 등과 함께 건설 프로젝트의 성공을 위한 가장 중요한 요소의 하나이다. 건설 환경의 동적 특성(dynamic environment), 불확실성(uncertain), 복잡성(complex) 등을 고려해 볼 때 건설 프로젝트를 계획기간 내에 마무리 하는 것은 매우 어렵다.(Alkass 1995) 그래서 건설 프로젝트에서 클레임이 발생하는 것은 당연하다고 여겨져 왔다(Kartam 1999). 따라서 이러한 상황을 극복하고 건설 산업의 경쟁력을 향상시키기 위해서는 작업지연원인을 체계적으로 분석하여 그 근본원인을 찾아내고 제거해나가는 노력이 필요하다.

작업지연을 줄여서 공기 경쟁력을 향상시키기 위해서는 작업수행성과의 지속적 개선이 필요하고 개선을 위해서는 작업수행성과의 관리가 필요하다. 또한 작업수행성과의 관리를 위해서는

작업수행성과가 측정되어야하고 작업수행성과를 측정하기 위해서 성과를 나타내는 측정지표, 즉 작업수행성과지표가 활용되어야 한다. 그러나 작업수행성과지표는 작업수행의 결과를 보여줄 뿐, 작업수행지표값을 통해 작업수행성과가 높거나 낮은 이유를 판단하기 어렵다. 그렇기 때문에 지속적인 작업수행성과 개선을 위해서는 특히 작업수행성과지표값이 낮은 경우에 대한 원인분석이 필요하다. 원인을 파악하면 이에 대한 대책을 세울 수 있고 앞으로 발생할 가능성이 있는 작업지연에 대처할 수 있다. 그러나 모든 대처가 완벽하기 않기 때문에 지속적인 개선을 통해 완벽해지기 위해서는 동일하고 효과적인 절차와 방법이 필요하다.

기존에 작업수행성과지표값을 측정하는 연구<sup>1)</sup>들은 다수 진행되었으나 지표값이 높거나 낮은 이유를 파악할 수 있는 작업지연의 원인분석에 관한 연구는 지연원인을 주로 전문가들로부터의 설문결과를 활용한 연구가 대부분이고 정량적인 측정과 평가를 통해 작업수행성과지표값 향상을 위한 지연원인들의 적절한 평가방법과 절차에 관한 연구는 찾아보기 어렵다.

따라서 본 연구는 프로젝트 진행 중 발생하는 작업지연 원인

\* 일반회원, 광운대학교 건축공학과 석사과정, daryfum@kw.ac.kr

\*\* 중신회원, 광운대학교 건축공학과 교수(교신저자), 공학박사, myazure@kw.ac.kr

\*\*\* 중신회원, 광운대학교 건축공학과 교수, 공학박사, stpkim@kw.ac.kr

1) 작업지연에 대한 직접적인 연구는 없었으나 생산성 저하요인, 노무생산성 저하요인, 공기지연 원인 등의 연구를 유사연구로 간주하였음.

을 체계적으로 분석할 수 있는 방법과 절차를 제시하고자 한다. 본 연구에서 제시하는 작업지연 원인분석 방법과 절차는 VSM (Value Stream Mapping)과 5-Whys<sup>2)</sup>를 응용한 것으로서, 건설생산에 투입되는 요소의 가치흐름상에서 작업지연의 원인을 탐색하여 건설생산 단계에서 발생하는 작업지연의 근본원인을 체계적으로 분석할 수 있다.

### 1.2 연구방법

본 연구는 작업지연 분석을 위한 지연원인 분석방법 및 절차 제시의 총 6장으로 구성된다. 1장에서는 작업지연 원인분석 방법 및 절차의 필요성을 인지하고 2장에서는 선행 연구 및 현장 조사를 통해 작업지연과 작업지연 원인의 개념, 작업지연원인의 기존 분류체계, 분석방법 및 절차를 이해하고 문제점을 도출한다. 3장에서는 2장에서 제기된 문제점과 국내·외 건설현장의 작업지연 원인분석 현황을 파악해서 작업지연 원인분류체계와 작업지연 분석방법 및 절차를 제시한다. 4장에서는 사례연구를 통해 원인분석방법 및 절차를 검증한다. 5장에서는 결론과 의의, 그리고 본 연구의 한계점 및 향후 연구 방향에 대해 되짚어 본다. 구체적인 연구의 진행방법은 그림 1과 같다.

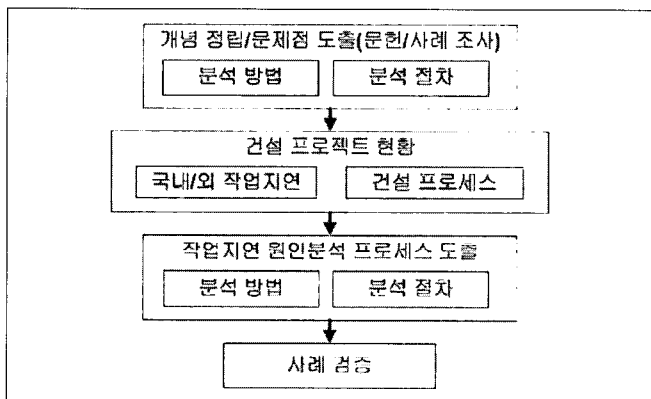


그림 1. 연구의 흐름

보편적인 작업의 지연원인을 표현할 수 있는 분류체계를 제시하기 위해 산업 프로세스의 표현에 널리 활용되는 ICOM모형을 활용하여 건설 프로젝트의 작업에 상응하는 항목을 도출하고 이를 활용하여 지연원인을 파악하기 위한 방법을 제안하고 적용을 통해 타당성을 검증한다. 작업지연 원인분석 방법을 제시하기 위해 기존에 활용하고 있는 원인분석 방법을 분석하고 건설작업의 원인분석에 필요한 요건을 파악한다. 또한 원인분석 프로세

스를 구성하는 분석방법과 절차의 현장적용 결과를 통해 연구결과를 검증한다.

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 작업지연 원인과 분석방법의 개념

일반적인 '원인분석'의 목적은 문제에는 문제를 일으킨 원인이 반드시 존재하기 때문에 "문제의 재발방지 또는 파급효과를 감소시킬 수 있는 원인을 밝혀내는 것"(U.S. Department of Energy 1992)이다. 작업지연은 '어떤 문제로 인해 계획된 작업 또는 업무를 정해진 시점까지 완료하지 못한 상황'을 의미하고 '작업지연을 유발한 계기'를 작업지연 이라고 한다. 따라서 작업지연 원인분석은 건설 프로세스의 작업지연 발생 메커니즘 분석을 통해 구조적으로 근본원인을 규명하는 것이다.

본 연구의 원인분석을 위한 작업지연의 발생은 각 작업의 투입요소의 문제로 규정한다. 투입요소는 작업지연 원인인자로서 물질요소(Physical Input), 제어요소(Control Input), 도구요소(Mechanical Input)로<sup>3)</sup> 나눌 수 있다. 그리고 각 요소의 문제는 시간의 속성(Provision Time), 수량의 속성(Quantity), 품질의 속성(Quality)으로 정의한다.

### 2.2 작업지연과 관련된 기존연구

작업지연과 관련된 선행연구들은 지금까지 다양하게 수행되어왔다. 클레임으로 인한 작업지연 문제를 해소하기 위해 기존의 다양한 공기지연 분석방법을 비교하고 그 중에서 목적과 상황에 맞는 분석방법을 활용할 수 있는 방안을 제시(Kartam 1999, Assaf 1995)하거나 제 3자가 작업지연으로 인한 생산성의 저하를 산정할 수 있도록 CPM을 활용한 손실생산일수 도출방법의 제시(류한국 2003)도 있었다.

문헌분석으로 기존의 공기지연 원인들을 재편하고 재편결과 의 설문검증을 통해 시공자의 입장에서 활용 가능한 공종별 공기지연 원인의 우선순위를 파악(한종관 2003)한 연구, FMEA(failure mode and effect analysis)를 활용하여 초고층 건축시공의 계획단계에서 공기영향요인을 평가할 수 있는 프로세스를 제안한 연구(홍영탁 2005)와 변이와 신뢰성을 높여 공기지연을 줄이기 위한 FMEA의 활용방법을 제시(Paulo 1998)한

2) '5 Whys'는 토요타자동차에 실행하고 있는 대표적인 원인분석 방법으로 문제에 대한 반복적인 질문을 통해 원인을 파악하고 개선해 나가는 방법으로써 그 절차가 매우 간단하다.

3) Activity를 모델링할 때 활용되는 ICOM 모델(input-control-output-mechanism-output)의 Input, Control, Mechanism에 해당함

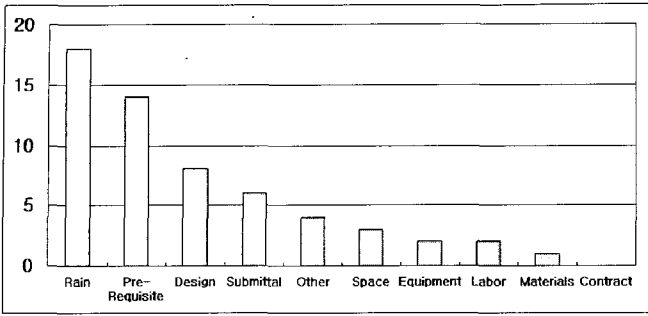


그림 2. 작업 미완료 원인의 사례 (Ballard 1992)

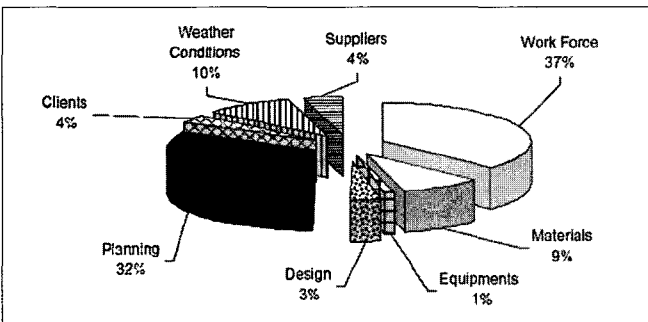


그림 3. 작업 미완료 원인의 사례 (Rodrigo 2005)

연구도 있었다.

또한 안전사고로 인한 작업지연을 예방하기 위해 안전사고의 발생 원인을 분석하거나 분석하기 위한 방법을 제시(Chris 1992, Tariq 2000, Hinze 1998)한 연구, 수행중이거나 완료된 건설 프로젝트의 참여자를 대상으로 설문을 통해 프로젝트 구성 주체별 공기지연 원인의 우선순위를 도출한 연구(Elinwa 2001) 등이 선행연구로써 수행되었다.

이들의 연구를 살펴보면 작업지연 원인의 분석방법은 주로 사례연구 또는 전문가와의 인터뷰와 설문을 통해 중요성, 영향력 등을 평가해 연구목적에 따라 각 항목별 유사성을 기준으로 대부분 분류하였다. 또한 연구결과들은 대부분 수행 결과의 판단에 의한 것이 대부분이며 프로젝트 진행 중에 발생하는 작업지연에 대한 원인분석 절차나 분석방법은 LPS(Last Planner System)를 제외하고 거의 찾아보기 어렵다.

IGLC(international group of lean construction) 등을 통해 널리 알려진 LPS는 일일작업관리를 통해 매일 지정된 시간에 작업의 수행결과를 측정(PPC, percent plan complete<sup>4)</sup>) 한다. 그리고 미완료 작업을 대상으로 Reasons for non-completion 분석을 통해 작업지연을 유발한 원인을 분석하고 있다. 그림 2, 그림 3은 LPS의 적용사례를 통해 도출된 작업지연 원인 중 일

부 사례로써 원인분류 체계는 비교적 간결하나 정형적인 분류체계를 찾기 어려워 프로젝트 특성에 따른 활용이 어렵다.

### 2.3 작업지연의 국내현황

표 1은 작업지연 원인분석의 활용현황 및 인식을 알아보기 위해 시행한 설문 의 개요이다. 조사는 시공능력 순위 10위권 5개 업체의 총 8개 현장 63명을 대상으로 시행했으며, 검증대상은 건설 프로젝트의 많은 부분을 차지하고 있는 12층 이상 공동주택을 대상으로 하였다. 설문은 골조공사가 일부 포함되었으나 주로 공중간 이해관계가 많은 마감공사를 대상으로 원도급업체의 공중 책임자와 담당자, 협력업체의 책임자로 국한하였으며 프로젝트마다 현장소장의 의견을 반드시 반영하였다.

표 1. 조사개요

조사 현장	공동 주택(6), 주상복합(2)
조사 공종	골조(2), 마감(6)
기간	2006. 2. 22 ~ 2006. 3. 2
대상인원	소장(4), 과장(20), 기사(13), 협력(26)
경력(명)	~5(8), 5~10(12), 10~15(19), 15~(24)

그림 4는 작업지연 원인분석을 위한 절차 또는 형식의 존재에 대해 조사한 결과이다. 그림 4a와 그림 4b를 살펴보면 작업지연 원인분석은 90%이상이 매일 오후 또는 오전에 실행하고 있으나 정형적인 방법이 없다고 답변한 사람이 67%로 나타나 원인분석이 비정형적인 방법으로 수행되고 있음을 알 수 있다. 그리고 작업지연 원인분석의 필요성에 대한 질문에는 76%가 작업지연 원인분석이 필요하다고 답변해 작업지연 원인분석 방법 및 절차가 있을 경우 큰 효과가 기대된다(그림 4c참조).

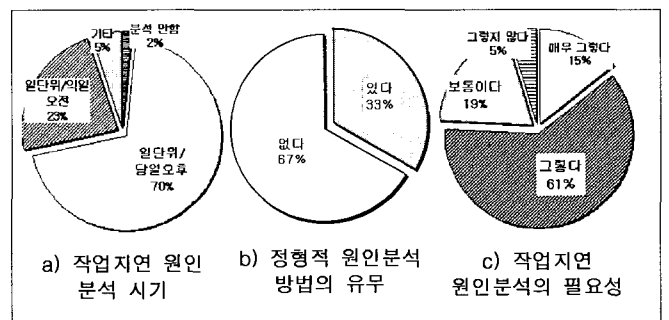


그림 4. 작업지연 원인분석 현황(국내)

또한 작업지연 원인분석을 위한 정형적 원인분석 방법이 있다고 답변한 일부 응답자(그림 4b, 33%) 중에는 일과시작 전 실행하는 건의나 애로사항에 대한 비정기적, 비정형적인 서면제출을

4) 'The last planner system of production control' (ballard 2000)를 참조하였음.

정형화된 방법으로 혼동하고 있는 경우가 있었다. 따라서 실제로 정형화된 절차 또는 형식의 활용은 이보다 더 적다고 판단된다. 게다가 이 결과는 정형적인 작업지연 원인분석 절차 및 방법이 있다고 응답한 사람들 중 전체의 33%에 해당하는 사람들의 설문결과이며 조사대상이 기술력이 뛰어난 대기업임을 감안할 때 우리나라 건설산업에서의 비중은 훨씬 낮다고 사료된다.

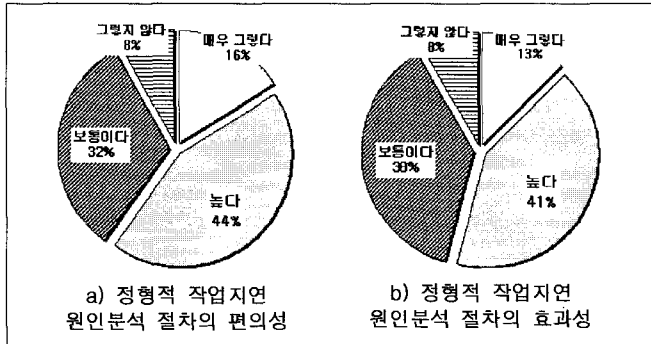


그림 5. 정형적 작업지연 원인분석 절차 현황

그림 5는 작업지연 원인분석을 위한 정형적인 원인분석 절차 및 체크리스트의 편의성과 효과에 대한 조사결과로써 편의성에 대해서는 응답자의 60%가 편리하다(그림 5a참조)고 응답하였으며 효과에 대해서는 응답자의 54%가 작업지연 원인분석 절차 및 방법이 효과가 있다(그림 5b참조)고 답하였다.

## 2.4 작업지연 원인분석방법

의학 분야에서는 오래전부터 실수(error)를 줄이기 위한 노력이 시행되고 있으며 문제발생 상황을 잠재적인 실수(Latent

Error)와 사람의 실수(Human Error)로 구분하여 원인분석을 실행하고 있다. 사람의 실수에 대해서는 훈련만이 최선의 예방책이라 간주하고 주로 잠재적인 실수의 개선을 위해 선·후행작업의 인과관계를 파악해서 원인을 분석하는 방법인ECFA(event and causal factor analysis)를 활용한 분석절차와 방법을 제시하였다(Choksi 2005, Eagle 1992).

생산조립분야에서는 VSM을 활용하여 생산 프로세스에서 발생하는 불량률을 줄이고 이를 개선하기 위한 원인분석 방법을 제시했다(Carlson 2003). 사무관리 분야에서는 문제발생시 인과관계 분석을 통해 문제에 대한 대처와 지속적인 개선을 위한 절차와 방법을 제시하였다(US, Department of Energy 1992).

건설분야에서 작업지연과 관련하여 사용되는 분석방법은 공기지연일수 산정 또는 손실생산성 산정과 같은 방법을 들 수 있다. 그러나 이와 같은 방법들은 작업수행결과를 바탕으로 지연일수 및 손실생산성을 도출하기 때문에 원인분석방법이라 판단하기 어렵고 본 연구에서 의도하는 작업 수행과정의 분석과 작업수행을 지연시키는 원인을 파악하고자 하는 목적과도 일치하지 않는다. 따라서 건설분야의 원인분석과 관련된 연구는 전무하다고 판단된다.

이처럼 다른 분야에서는 문제발생에 대한 원인분석을 통해 성과를 개선할 수 있는 여러 가지 방법은 다음의 5가지로 정리할 수 있다.

1. Events and Causal Factors Analysis(ECFA) : 가장 널리 사용하는 방법으로 각각의 프로세스 과정과 과정에 영향을 미치는 우발적 요소의 인과관계를 다이어그램으로 표현한다.
2. Change Analysis : 문제발생의 원인이 분명하지 않을 때

표 2. 5가지 분석방법의 비교

방법	사용 시기	장점	단점
Events&Causal Fact Analysis	복잡하고 다양한 요소가 관련되어 있을 때.	모든 가능성을 고려할 수 있음, 문제 발생 상황의 유발 가능인자를 파악하기 편리	• 인과관계를 파악하기 위한 프로세스 도식화에 많은 시간이 소모되며 정확한 프로세스 표현과 불필요한 정보를 가려내기 위한 지식 필요
Change Analysis	원인이 불분명할 때, 특히 장비고장의 분석에 유용.	간단한 6가지 프로세스로서 분석 가능	• 조사를 통해 도출된 원인과 발생된 문제와의 직접적인 인과관계를 파악하기 어려움 • 원인을 밝혀내기 위해 모든 가능성을 검토해야 하기 때문에 많은 시간이 필요
Barrier Analysis	제약, 장비 고장, 절차 또는 행정상의 어려움을 파악할 때	문제파악을 위한 체계적인 접근 가능	• 개선을 저해하는 요소를 파악하기 위해 개선절차 및 문제발생 프로세스에 대한 정확한 지식이 필요
MORT/Mini-MORT	문제 분석 전문가가 부족할 때 / 프로그램적 문제해결	초보자의 활용 가능, 구체적인 제어/관리 요소의 질문목록 제공	• Checklist와 같은 형식으로 인해 원인영역 외 구체적인 원인의 파악이 불가능
Value Stream Mapping	지속적인 개선이 필요한 경우	작업수행과정의 시각화와 정량적 측정/개선 가능	• 정보/물리적 흐름을 파악하기 위한 프로세스 지식 필요 • 지속적 측정과 개선효과 파악을 위해 많은 시간 필요
5-Why's	핵심 원인만을 파악하고자 할 때	절차의 간소함	• 결과에 영향을 미치는 영향요인들을 경시할 수 있음
Human Performance Evaluations (HPE)	문제원인에 사람이 포함	문제에 대한 철저한 분석 가능	• 원인분석 실행을 위해서 별도의 HPE 교육을 수료

사용하는 방법으로써 단일 문제 또는 결과에 영향을 미칠 수 있는 모든 가능성(What, When, Where, How, Who)에 대해 이전 상황과 비교해 분석하는 방법이다.

3. Barrier Analysis : 문제원인을 발견하여 재발방지조치의 실행을 방해하는 물리적, 행정적, 절차상의 저해요소 파악에 활용한다.
4. Management oversight and Risk Tree(MORT) Analysis : 작업실행과 관련된 실행요소, 관리요소, 지원요소 등을 파악하여 문제발생과 관련된 요소들을 분석하여 작업지연의 원인을 파악하는 방법이다.
5. Value Stream Mapping(VSM) : 결과에 미치는 작업 프로세스와 영향요인들을 정보/물리적 요소로 파악하여 이를 도식화하고 측정을 통해 가치흐름상의 가치작업과 제거해야 할 비가치작업을 도출한다.
6. 5-Why's : '토요타식 원인분석방법'으로 알려져 있으며 문제에 대한 반복적인 질문을 통해 문제를 유발한 원인을 찾는 방법이다.
7. Human Performance Evaluation(HPE) : 작업수행 성과에 영향을 미치는 요소들 파악하기 위해 실행능력, 작업환경, 관리요소의 분석에 중점을 두는 방법이다.

ECFA와 Change analysis는 문제 상황의 인과관계를 파악하여 근본원인을 추적하는 것과 원인분석에 필요하지 않은 정보를 가려내고 프로세스 도식화를 위한 정확한 지식이 필요하다. 또한 Change analysis의 경우 매우 정형화된 프로세스의 반복이 계속되는 경우에 유용하지만 원인분석을 위한 시간이 많이 소모되며 도출된 원인과 문제와의 인과관계를 정확히 표현하기 어렵다.

VSM은 시각화를 통한 프로세스의 개선과 가치흐름분석을 통한 정량적 측정이 가능하지만 프로세스에 대한 지식과 측정에 시간이 소모된다. 5-Whys는 결과도출 시간이 매우 짧고 간편하지만 정량적 측정이 어렵다. MORT는 체크리스트와 같은 형식으로 초보자도 쉽게 분석이 가능하나 MORT양식에 표현된 영역외의 구체적인 분석이 어렵다. HPE 분석은 철저한 분석이 가능하지만, 원인분석 수행을 위해서는 별도의 HPE 교육을 받아야 한다는 단점이 있다. 이상의 방법들의 장단점을 비교해보면 표 2와 같다.

### 3. 작업지연 원인분석 프로세스

#### 3.1 작업지연 원인 분류체계

표 3. 기존 연구의 원인분류체계

Majid(1998)	Material, Labor, Equipment, Financial, Improper planning, Lack of control, Subcontractor, Poor coordination, Inadequate supervision, Improper construction methods, Technical personnel shortages, Poor communication
Smith(1999)	Natural, Design, Logistics, Financial, Legal and Regulatory, Political, Construction, Environment
Randolph(1999)	skill of work force, time frame, length of work day, scope, complexity, weather
Kartam(1999)	Origin (owner/contractor/third party), Compensability (excusable/non-excusable), Timing (non-concurrent/concurrent)
Ballard(2000)	Labor, Material, Equipment, Engineering, Organization, Supervision, Management, Design, Weather, Pre-requisite, Contract
Nasir(2003)	Environment, Geotechnical, Labor, Owner, Design, Area condition, Political, Contractor, Contractor non-labor resources, Material
한중관(2003)	시공자의 책임-재료, 노무, 장비, 시공방법, 자금, 관리 시공자의 책임 외-발주자, 설계자/감리, 제3자
홍영택(2005)	기획요인, 계획요인, 관리요인, 프로젝트 단계, 책임소재, 예측, 통제, 발생빈도, 발생분포, 정량화 특성, 발생특성
표영민(2005)	인력, 설계 및 엔지니어링, 공사관리 및 작업계획, 건설공사 투입자원, 공사성격 관련 및 시공외적 요인
김선국(2005)	계약문서 미비, 공사범위, 지연, 상이한 현장조건, 발주자의 부당한 행위

기존의 작업지연 원인분류체계(표 3참조)는 분석방법 및 활용 목적에 따라 분류항목이 다양하고 작업수행결과를 기초하여 작성된 분류체계로서 구체적인 활용방법이 불분명하여 활용에 어려움이 있다. 그러나 본 연구에서의 분류체계는 프로젝트를 구성하는 공정, 공종, 작업의 투입요소 문제를 작업지연의 원인으로 간주하고 원인을 9가지로 간소화함으로써 프로젝트 종류와 특성에 구애받지 않고 활용할 수 있게 하였다.

작업지연 원인분류체계는 작업지연 인자와 속성으로 나누어 표현하였다. 작업지연 인자는 지연을 유발시키는 요소를 가리키고, 작업지연 속성은 지연인자가 유발하는 문제(지연발생)의 속성을 가리킨다. 지연인자와 속성은 프로세스를 구조적으로 표현하기 위해 투입요소와 투입요소에 따른 속성으로 표현하였다. 지연인자는 물질 투입요소, 도구 투입요소, 제어 투입요소로 표현하였으며 여기서 물질요소는 선형작업, 자재, 작업공간을 포함하며 도구요소는 인력, 장비, 도구를 포함하고 제어요소는 도면, 작업지시, 작업방법, 승인/허가를 포함한다. 그리고 투입요소에 어떤 문제가 있을 경우에 작업지연이 발생하게 되는데, 그 문제들의 속성을 구분해보면 투입자원의 투입시점(Provision time)의 문제, 수량(Quantity)의 문제, 품질(Quality)의 문제로 구분할 수 있다. 작업지연 인자와 속성은 상황에 따라 9가지로 구분할 수 있으며 구체적인 표현은 표 4와 같다.

표 4. 작업지연의 9가지 분류

	시간 (T)	수량 (Qn)	품질 (QI)
물질 (P)	물질요소의 시간문제	물질요소의 수량문제	물질요소의 품질문제
도구 (M)	도구요소의 시간문제	도구요소의 수량문제	도구요소의 품질문제
제어 (C)	제어요소의 시간문제	제어요소의 수량문제	제어요소의 품질문제

### 3.2 작업지연 원인방법의 선정

#### 3.2.1 작업지연 원인분석방법의 요건

건설업은 프로세스의 획일적인 수행이 어렵기 때문에 전형적인 결과를 예측하기 어려워 건설업의 특성을 반영할 수 있는 원인분석 방법을 선정해야한다.

건설업은 작업환경이 수시로 바뀌고 동일한 환경에서 작업을 수행하기 어려운 프로세스의 일회성을 가지고 있다. 또한 작업 수행에 다양한 종류의 자원이 투입되고 많은 종류의 작업 프로세스가 존재하고 작업의 수행에 많은 관련주체들로부터 영향을 받는 프로세스의 복잡성, 수행주체가 대부분 사람이어서 잠재적인 실수와 생산성에 변수가 큰 프로세스의 불확실성이 있다.

본 연구에서 제안하고자 하는 작업지연 원인분석방법은 앞서 정의한 건설작업의 특성을 고려하여 표 5와 같은 요건을 만족시켜야 한다.

표 5. 작업지연 원인분석방법의 요건

특 성	내 용
정량성	프로세스의 복잡성과 불확실성으로 인해 측정결과가 다양하게도 출되기 때문에 이를 객관적으로 판단할 수 있는 기준 필요
간편성	프로세스의 일회성으로 인해 수시로 작업환경이 바뀌기 때문에 측정과정을 간소화하여 측정이 수월해야 함
체계성	프로세스의 복잡성으로 인해 작업수행에는 매우 많은 관련주체가 복잡하게 얽혀있기 때문에 측정과정이 일정해야 함
측정기간	프로세스의 불확실성과 복잡성으로 인해 현장에서 활용할 수 있는 방법은 분석결과 도출까지의 기간이 짧아야 함
시각적 표현 가능성	프로세스의 복잡성으로 인해 분석방법은 개선을 위해 작업과정을 쉽게 파악할 수 있도록 시각적으로 표현할 수 있어야 함

#### 3.2.2 작업지연 원인분석방법의 비교

표 6은 기존의 원인분석방법을 건설작업의 지연원인 분석방법에 필요한 5가지 요건을 기준으로 비교·평가한 것이다. 각 항목은 객관적인 측정·평가를 위한 정량성, 측정 과정 및 절차의 편의를 위한 간편성, 일정한 측정과정을 통한 신뢰성 있는 결과를 위한 체계성, 측정완료까지 걸리는 소요기간, 프로세스의 시각화 등이다.

건설공사의 작업지연 원인분석방법 요건을 토대로 원인분석 방법들을 분석한 결과 모든 조건을 충족시키는 방법을 찾기 어

려왔다. 그래서 2가지 방법을 활용하여 모든 조건을 충족시켰다.

표 6. 원인분석 방법의 비교

분석방법	분석방법 특성				
	정량성	간편성	체계성	측정기간	시각화
ECFA	△	○	○	○	◎
Change Analysis	○	△	◎	○	△
Barrier Analysis	△	△	△	○	△
MORT	○	○	◎	◎	○
VSM	◎	△	◎	○	◎
5-Why's	△	◎	△	◎	△
HPE	△	△	◎	○	△

◎ : 매우 적합 ○ : 보통 △ : 일부 적합

5-Whys는 최초의 문제 발생시 주요원인을 신속하게 파악할 수 있고 원인분류체계를 활용하여 체계성과 정량성을 보완할 수 있지만 정밀분석에 한계가 있다. VSM은 측정·개선결과를 파악까지 다소 긴 시간이 소요되지만 정확한 수치와 측정 절차를 통하여 측정하기 때문에 투입요소분석으로 파악하기 어려운 원인을 파악할 수 있다.

### 3.3 작업지연 원인분석 방법

본 연구에서는 기존의 작업지연 원인분석이 대부분 선행 작업 지연 원인의 재조합이나 작업진행 중 지연원인에 대한 분석방안이 없는 것에 비해 작업지연 원인 분석을 위해 두 가지 방법을 활용하고 있다. 첫째, 하향식 원인분석 방법으로써 투입요소 분석을 활용하여 문제로부터 근본원인까지 파악하고 둘째, 투입요소 분석을 통해 명확한 근본원인을 도출하지 못했을 경우나 지속적인 분석을 통한 개선이 필요할 때, 'VSM'을 활용하여 가치 흐름을 관리할 수 있다.

#### 3.3.1 투입요소 분석

투입요소 분석은 반복되는 '왜?' 라는 질문을 통해 원인을 분석하는 하향식 방법으로 문제에 관한 반복되는 질문을 통해 재발을 방지할 수 있는 최초 원인에 가깝게 접근할 수 있다.

이 방법은 발생한 작업지연의 원인조사를 통해 작업지연의 인자 및 속성을 분석하는 것으로 분석과정에서 지연원인의 표현은 작업지연 원인분류체계에 따른다. 그림 6은 '투입요소 분석'을 실행하는 일부 프로세스를 표현한 것이며 분석과정은 다음과 같다.

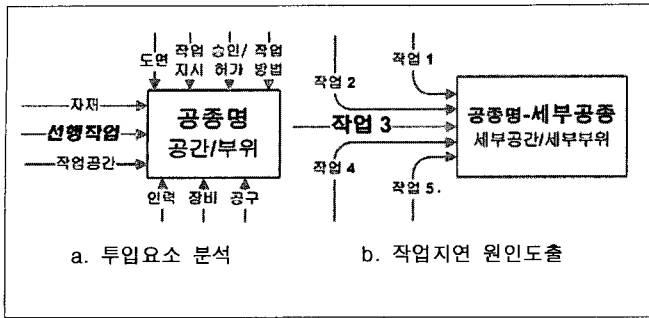


그림 6. 투입요소 분석

- 작업지연이 발생한 공중 파악
- 작업지연 공종의 수행에 필요한 투입요소(물질요소, 도구요소, 제어요소) 조사(그림 6a)
- 작업지연을 유발한 구체적인 투입요소 파악.(그림 6a-선행작업)
- 투입요소를 구성하는 세부 투입요소파악 (그림 6b-작업 1~5)
- 세부 투입요소에 따른 작업지연 공종을 구성하는 세부공종 파악
- 작업지연을 유발한 구체적 세부 투입요소파악(그림6b-작업3)

투입요소들은 공종의 수행에 필요한 많은 세부공종단계와 관련된 선행작업과 자재 및 정보, 도구들이며 필요에 따라 세부공종단위까지 조사(그림 6b)한다. 작업지연의 속성은 투입요소 분석과정의 작업지연 인자의 파악과 동시에 도출된다.

이 방법은 ECFA, 5-whys와 유사하지만 ECFA가 문제에 대한 모든 가능성에 대한 프로세스 다이어그램을 그려 검토하는데 비해 투입요소 분석은 문답을 통해 상당히 간략하고 빠른 시간에 문제에 대한 근본원인에 접근 할 수 있는 장점이 있으며 5-whys가 반복질문을 통해 빠른 시간에 원인을 파악하지만 정량적인 평가가 어려운 반면 투입요소 분석은 작업지연의 9가지 분류로써 지연발생 빈도를 평가할 수 있다.

### 3.3.2 Value Stream Mapping

VSM(Value Stream Mapping)은 “모든 제품 또는 정보의 주요 가치 창출과정의 흐름을 파악하여 후속작업(공정)이 요구하는 현재의 모든 활동들<sup>5)</sup>에 대한 흐름을 저해하는 낭비요소를 발견하는 방법”으로써 사용자에게 자원을 공급하는 생산흐름의 모든

활동을 의미한다.<sup>6)</sup> 또한 CSM(current state map)과 FSM (future state map)을 활용한 지속적인 측정을 통해 프로세스를 개선할 수 있으며 그 외 VSM의 장점은 다음의 몇 가지를 들 수 있다(문정문 2002).

1. 단일작업에 국한하지 않고 그 이상의 공정, 즉 전체 프로세스를 시각적으로 표현함으로써 작업의 흐름을 보고 가치창출작업을 파악할 수 있다.
2. 비가치창출작업으로 인한 생산성 저하요소(Lead Time<sup>7)</sup>, 이동거리, 재고량 등)를 찾아 개선방향의 설정에 도움이 된다.
3. 제품 및 정보의 흐름을 물리적인 흐름과 계약주체간의 정보들(주문, 시방서 등)의 흐름으로 이해할 수 있다.

본 연구에서 VSM은 작업지연 투입요소 분석을 실행하여 원인이 도출되지 않거나 원인이 도출되었음에도 추가 분석의 필요성이 있을 때나 프로세스를 개선할 필요가 있을 때 실행하고 지속적인 측정을 통해 개선정도를 파악할 수 있다. 즉 VSM은 원인분석 도구임과 동시에 프로세스 개선 도구의 역할을 수행한다. 그림 7과 같은 VSM의 구체적인 맵핑과정은 다음과 같다.

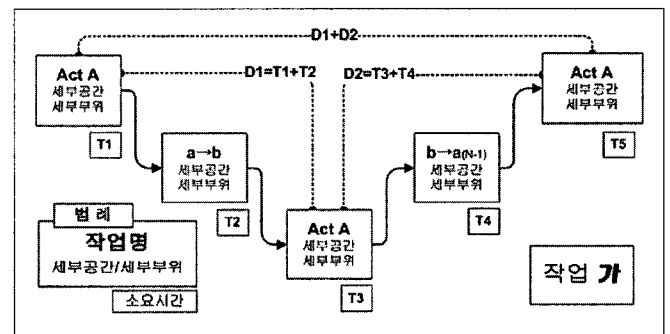


그림 7. 표준 작업시간 산출

- VSM 작성할 공종(작업 가) 선정
- 공종을 구성하는 기본 작업(Act A, a→b) 도출
- 기본 작업으로 구성된 공종의 단위 사이클(Act A, a→b, Act A, b→a) 설정
- 기본 작업의 표준 작업시간(Tn)과 기본 작업들로 구성된 단위 사이클(작업 가)의 표준 작업시간(Dn)산출
- 표준 작업시간 산출 후, 작업 수행 중 발생하는 작업지연 원인 파악을 위해 작업과정 측정(표 7)

5) 물질/정보의 흐름, 이동/대기/처리/검사, 가치창출작업(VAA, Value Adding Activity)/비가치창출작업(NVAA, Non Value Adding Activity)

6) Learning to See, Rother and Shook, 1999  
7) 자재준비에서부터 완성품에 이르기까지의 시간을 제조리드타임이라 하는데 품질, 수량, 타이밍이 중요하고 늦는 것이 나쁘다는 것은 누구나 알고 있지만 너무 이른 것도 큰 손실이 된다.

Map을 구성하는 기본 작업의 표현은 작업명과 작업위치를 파악할 수 있는 공간 또는 부위정보, 작업 level을 나타내는 번호, 측정의 기준치로 활용되는 표준 작업시간으로 구성되어 있다. 또한 표준 작업시간은 각 작업별 작업시간의 합으로 단위 사이의 표준 작업시간을 도출할 수 있다(Dn). 표준 작업시간과 실제 작업수행시간과의 차이를 파악해 작업의 지연에 영향을 미치는 원인(작업 또는 부위, 공간)을 파악할 수 있다.

표 7은 대상공종(작업 가)의 가치흐름을 측정하기 위한 표이며 실행순서는 다음과 같다.

표 7. Value Stream Map 분석

	Act A	a→b	Act B	b→a
표준 작업시간	T1	T2	T3	T4
N	N.T1	N-T2	N-T3	N-T4
(N-1)	(N-1).T1	(N-1)-T2	(N-1)-T3	(N-1)-T4
(N-2)	(N-2).T1	(N-2)-T2	(N-2)-T3	(N-2)-T4
중략				
Total	ΣT1	ΣT2	ΣT3	ΣT4
	Σ[T1-(N-T1)]	Σ[T2-(N-T2)]	Σ[T3-(N-T3)]	Σ[T4-(N-T4)]

- 대상공종의 사이클을 구성하는 기준작업(Act A부터 b→a까지)의 표준 작업시간(Tn) 파악
- 기준작업의 실제 작업시간 측정 간격 결정
- 측정 결과 값((N-n).T1)과 각 작업별 표준 작업시간과의 차이 분석
- 표준 작업시간과의 비교를 통해 작업지연이 발생하는 작업과 작업위치 파악

모든 분석을 마치면 분석결과를 바탕으로 프로세스 개선 또는 지연의 제발 방안을 위한 방안과 실행을 위한 구체적인 사항을

마련한다. 그리고 차기 작업실행 과정의 측정을 통해 개선정도를 파악하여 보완책을 마련한다.

기존의 연구들은 대부분 작업에 영향을 미치는 지연원인을 도출하는 기초연구로써 프로젝트 종료 후 설문에 의한 정성적인 측정과 지연원인의 구체적인 활용방법을 찾기 어렵다는 것에 한계를 가지고 있다. 반면 VSM을 활용한 원인분석은 표준작업시간에 따라 계획된 계획치와 실제 수행치를 비교하기 때문에 작업 진행과정의 정량적인 측정이 가능하다. 또한 프로세스 맵상의 부진부분을 파악할 수 있어 프로세스의 개선과 지속적인 측정을 통해 개선정도를 파악할 수 있다.

### 3.4 작업지연 원인분석 프로세스

그림 9는 본 연구에서 제안하는 작업지연 원인분석 프로세스를 나타낸 것이다. 작업지연 원인분석은 작업계획을 달성하지 못한 작업에 대해서 실시하는 것이다. '투입요소 분석' 단계에서는 작업지연을 작업지연 인자와 속성으로 나누어 분석한다. 작업지연의 속성과 인자는 표 4의 형식에 맞추어 표현하며 '투입요소 분석'이 끝나면 분석결과에 상관없이 VSM분석의 유무를 체크하고 필요에 따라 시행한다. 'VSM 분석' 단계에서는 프로세스 맵핑을 위한 기본정보를 파악하고 계획치와 실행치 측정결과의 비교를 통해 작업지연의 원인을 찾을 수 있다(3.3.2 VSM 참조).

투입요소 분석과 VSM 분석이 끝나면 도출된 작업지연 원인의 목록을 작성한다. 작성된 목록의 내용은 현장에서 조치의 가능성 여부에 따라 원인평가 대상에서 제외된다. 현장에서 관리가 불가능한 요인은 지연원인이 현장 밖 즉, 물품 공급업체에 있거나 불가항력적인 것을 의미한다. 주요원인은 원인분석 주체간

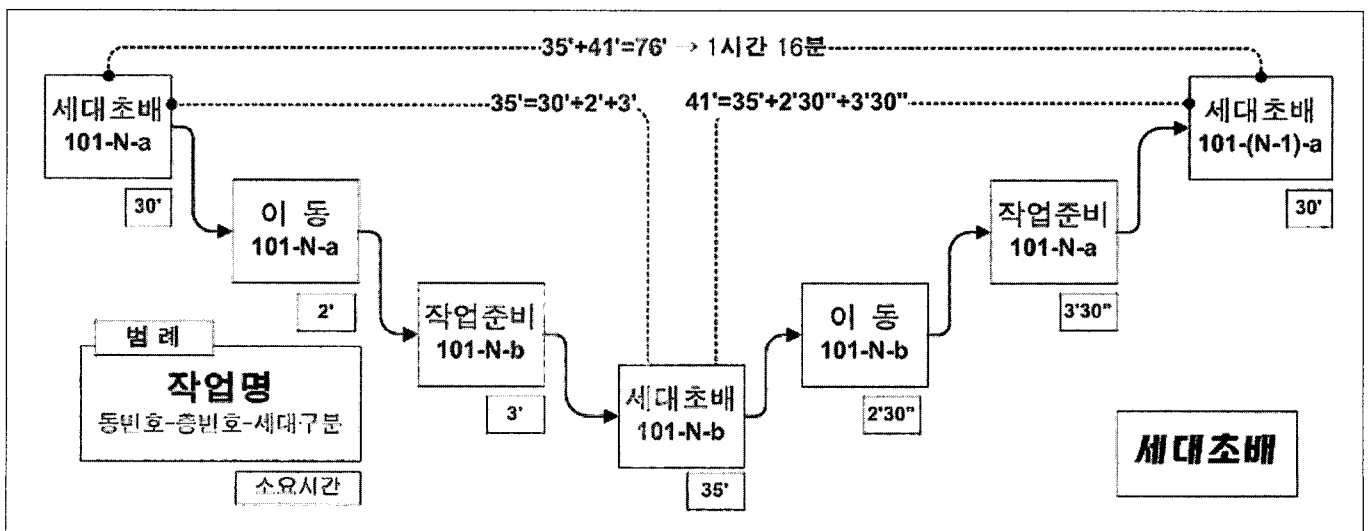


그림 8. Value Stream Mapping 사례 (도배공사)



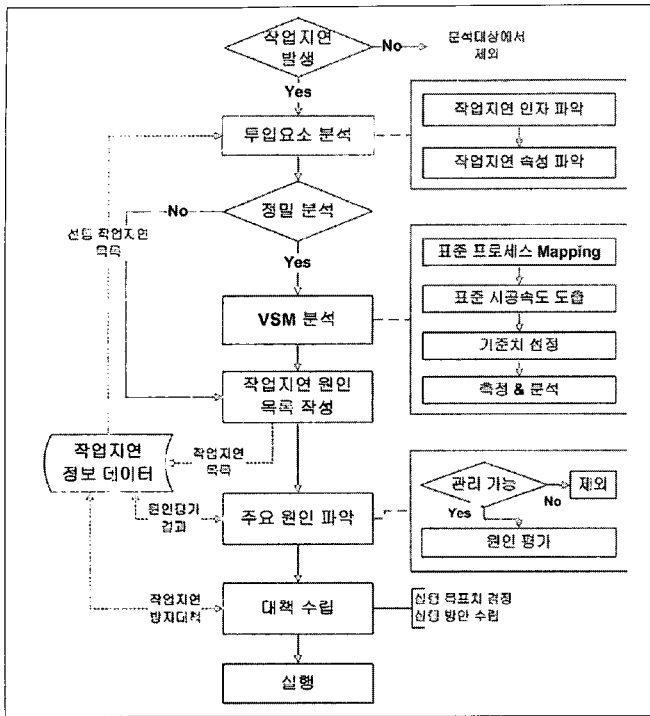


그림 9. 작업지연 원인분석 절차

협의를 통해 도출하며 도출된 주요원인에 따라 작업지연의 재발을 방지하기 위한 대책을 수립한다.

### 4. 사례 연구

지금까지 VSM과 투입요소 분석을 활용한 작업지연 원인분석 방법과 절차를 다음의 사례연구를 통해 그 효용성을 검증해본다.

조사현장은 국내 대기업 공동주택 현장으로 하였다(표 5). 조사공종은 공정표상의 크리티컬 패스인 도배공사로 진행상황이 공정계획보다 며칠정도 늦어있어 도배공사의 완료가 매우 시급한 상황이었다.

표 8. 조사개요

조사 현장	서울시 강남구 서초동 J현장
조사 공종	마감 (도배공사-1일 7개 층)
공사 규모	공동주택 4동 184세대 (최고 지상 18층)
기간	2006. 1. 16 ~ 2006. 1. 21 (6일)
작업 시간	오전 7시 30 ~ 저녁 6시 (630분)
작업지연 횟수	도배공사 5회, 외부 석공사 2회 (총 7회)

조사현장 조사기간 동안 발생한 도배공사의 작업지연에 대한 투입요소 분석결과 선행작업에 의한 원인이 2회였으며 2회 모두 미장공사의 거실 걸레받이 사춤불량으로 인해 도배공사 중 벽초배를 진행할 수 없었다(그림 10). 그러나 나머지 3회에 대한 작업지연 원인은 투입요소 분석에 의해서도 뚜렷한 원인을 파악할 수 없었기에 VSM 분석을 실시하였다.

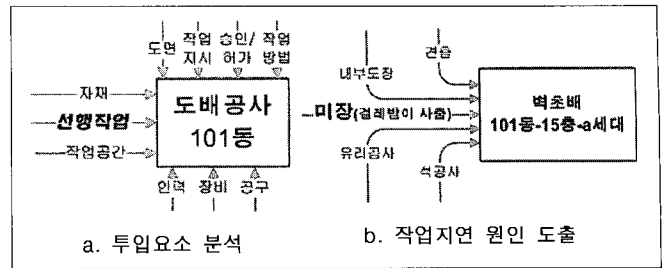


그림 10. 투입요소 분석

도배공사의 작업은 작업부위와 행위에 따라 다양하게 정의할 수 있으나 측정의 편의를 위해 세대내의 작업, 세대간 이동, 작업준비로 정의하였다. 또한 층간 이동시간을 고려하여 1층 2세대 작업을 1개 사이클로 정의하였으며 작업공간 및 부위의 표현은 그림 15의 범례와 같이 동-층-세대구분으로 했다. 표준 작업시간은 전체 공사일정과 작업자의 작업능력, 휴식시간을 고려하여 도출했으며, 세대초배 중 b타입은 평형의 차이로 작업시간의 차이가 있었다.

표 9. Value Stream Map 분석

	a세대 초배	이동	작업 준비	b세대 초배	이동	작업 준비	기타
표준 작업시간	30'	2'	3'	35'	2'30"	3'30"	76'
11층				37'	3'	4'	일과시작
10층	32'	2'30"	3'30"	42'	23'	7'	오전휴식(20')
9층	33'	2'	3'	37'	2'30"	5'30"	
8층	32'	64'	4'	38'	4'	6'	점심 (1H)
7층	35'	3'	30'5"	30'38"	3'	4'	
6층	35'	23'	7'	39'	3'30"	3'30"	오후휴식(20')
5층	34'						
	+21'	+3'	+5'	+21'	+4'	+9'	63분 소모

측정을 위한 표준 작업시간은 원도급업체의 공정관리 담당자와 협력업체 소장 및 작업자의 의견을 수렴하여 층당 1시간 16분으로 결정했다. 표 6의 표준 작업시간은 측정기간 동안의 측정 평균치로써 1일작업의 총 작업시간의 측정결과 표준 작업시간과 비교해 총 63분의 지연이 발생했으며 이는 이동 및 작업준비시간을 포함해 표의 5층 b세대까지 마무리 할 수 있는 시간이다. 공종내의 작업별 지연발생의 합계를 보면 초배가 약 42분의 지연이 발생하고 있으며 이동에서는 7분, 작업준비에서는 14분이 발생하고 있다. 따라서 도배공사 작업지연의 주원인은 세대초배로 볼 수 있다.

VSM 분석 후 세대초배 공사의 작업계획 달성율을 높이기 위해 작업방법의 변경, 작업량의 감소 등 다양한 대책을 논의하고 검토하였으나 이 방안들은 표준 작업시간 산정시 고려되었던 사항이기 때문에 제외되었다. 따라서 세대초배작업에 대해서 추가조사를 시행한 결과 작업면이 고르지 않거나 타 작업과의 마찰과 같은

작업 외 행위로 인해 작업이 지연되는 경우가 자주 발생하였다.

이와 같은 측정결과를 바탕으로 세대초배 전 작업면 바탕처리를 완벽히 처리하고 타 작업의 작업위치를 파악하여 작업의 지연이 발생하지 않도록 하였다.

## 5. 결론

본 연구는 건설 프로젝트의 작업지연 원인의 분류체계와 VSM을 활용한 작업지연의 원인분석 방법 및 절차를 제시하였다. 작업지연 원인분류체계는 작업지연 인자와 속성으로 구성하였다. 지연인자와 속성은 프로세스를 구조적으로 표현하기 위해 투입요소와 투입요소에 따른 문제의 속성으로 표현하여 지연인자는 물질요소, 도구요소, 제어요소로 표현하였다. 지연속성은 투입자원의 투입시점(Provision time)의 문제, 수량(Quantity)의 문제, 품질(Quality)의 문제로 구분할 수 있다.

작업지연의 원인분석을 위한 방법으로는 반복적인 질문을 통해 문제에 대한 근본원인을 추적하는 '투입요소 분석' 방법과 VSM을 활용하여 가치흐름 분석을 통해 작업진행과정에서 발생하는 낭비를 발견할 수 있는 방법이 제시되었다. '투입요소 분석'은 간결하면서도 쉽고 빠른 방법으로 지연원인을 분석할 수 있었다. VSM을 활용한 분석방법은 투입요소 분석을 통해 도출되지 않은 원인과 프로세스 개선을 위한 분석이 필요하다고 판단될 때 활용하는 방법으로써 작업의 프로세스 맵핑을 통한 표준 작업시간을 구하고 실제 작업시간의 측정을 통해 문제가 발생하는 원인을 도출해낼 수 있으며 개선으로 인한 효과도 예측이 가능하다. 또한 VSM 수행을 통해 도출된 맵은 지속적인 개선을 위한 관리 척도로 활용할 수 있다.

그러나 본 연구를 근간으로 향후 건설 프로젝트의 작업지연 원인분석 체계 또는 원인분석 방법 및 절차에 관한 연구는 다음과 같은 점에 주목해야 할 필요가 있다. 첫째, 본 연구에서 제시된 작업지연 인자와 속성은 프로젝트별 특성에 따른 작업지연 속성 및 인자의 도출이 어렵고 활용을 위한 충분한 검증을 거치지 않았다. 따라서 다양한 현장 환경과 프로젝트의 속성을 고려한 작업지연 인자와 속성에 대한 추가연구가 필요하다. 둘째, 도출된 작업지연의 원인들을 객관적으로 판단할 수 있는 방법이 필요하다. 작업지연 원인들은 상황에 따라 동일한 사건이라도 다르게 평가될 수 있으며 모든 조건이 동일한 상황에서도 개인의 주관에 따라 다르게 평가될 수 있기 때문에 객관적인 비교·판단이 가능한 방법이 필요하다.

## 감사의 글

본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에

서 위탁시행 한 2005년도 건설기술기반구축사업(과제번호 : 05기반구축 D05-01)의 지원으로 이루어졌습니다.

## 참고문헌

1. 김선국, 송용식, 이종국 (2006). "潛在的 클레임이 公共 아파트 工事管理에 미치는 영향요인분석" 대한건축학회 논문집 (구조계), 제22권 4호, 대한건축학회, pp. 187~195
2. 류한국, 유정호, 이현수 (2002). "손실생산을 고려한 공기 지연일수 산정방법" 건축, 제18권 10호, 대한건축학회, pp. 117~124
3. 문정문 (2002). "가치흐름분석을 통한 건설 프로세스의 낭비 제거 방법-철근공사를 중심으로" 광운대학교 대학원 건축공학과, 석사논문, 108 pp.
4. 표영민, 배수용, 유형한, 이상범 (2005). "AHP기법을 이용한 건설노동생산성 저하요인 분석에 관한 연구" 한국건축시공학회 학술.기술논문발표회 논문집, 제5권 1호, 한국건축시공학회, pp. 141~148
5. 한종관, 진상운, 김예상 (2003) "시공자 중심의 주요 공종별 공기지연 원인분석에 관한 연구-공동주택을 중심으로" 건축, 제19권 3호, 대한건축학회, pp. 163~170.
6. 홍영탁, 유정호, 임경호, 이현수 (2005). "FMEA를 이용한 초고층 건축시공의 공기영향요인 평가" 대우건설기술, 제27호, pp. 149~163
7. Alkass, S., Mazerolle, M., Tribaldos, E., and Harris, F. (1995). "Computer aided construction delay analysis and claims preparation" ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 13(4), pp. 335~352
8. Augustine U. Elinwa, Mangvwat Joshua (2001). "Time-overrun factors in nigerian construction industry" ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 127(5), pp. 419~425
9. Chris J. Eagle, Jan M. Davies, J. Reason (1992). "Accident analysis of large-scale technological disasters applied to an anaesthetic complication" Canadian journal of anaesthesia, 39(2), pp. 118~122
10. Daud Nasir, Brenda McCabe, Loesie Hartono (2003) "Evaluating Risk in Construction-Schedule Model (ERIC-S): Construction Schedule Risk Model" ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 129(5), pp. 518~527
11. Department of Energy. et. al (1992). "Root cause analysis guidance document" Washington, D.C., U.S., 69 pp.

12. Gary R. Smith, Caryn M. Bohn (1999). "Small to Medium Contractor Contingency and Assumption of Risk" ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 125(2), pp. 101~108
13. H. Glenn Ballard (2000). "The last planner system of production control" Ph.D, Univ. of Birmingham, 192 pp.
14. H. Randolph Thomas, Ahmet S. Sakarcan (1994). "Forecasting Labor Productivity Using Factor Model" ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 120(1), pp. 228~239
15. Iamara Rossi Bulhões<sup>1</sup>, Flavio Augusto Picchi<sup>2</sup> and Ariovaldo Denis Granja(2000), "Combining value stream and process levels analysis for continuous flow implementation in construction", Proceeding of the 14th annual conference of the international group for lean construction(IGLC-14), Sydney, Australia, July, pp. 99~107
16. Jimmie Hinze, Caroline Pedersen, John Fredley (1998). "Identifying root causes of construction injuries" ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 124(1), pp. 67~71
17. Johan s. carlson, Rikard S?derberg (2003). "Assembly root cause analysis: A way to reduce dimensional variation in assembled products" The international journal of flexible manufacturing systems, Netherlands, pp. 113~150
18. M.Z. Abd. Majid (1998). "Factors of Non Excusable Delays That Influence Contractors' Performance" J. of Mgmt in Engrg., 14(3), pp. 42~49
19. Office of Safety and Mission Assurance, Chief Engineers Office (2003), "Root cause analysis overview" NASA report, <<http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/rca/rootcauseppt.pdf>> (2006. 3. 25)
20. Paulo Andery, Antonio N. Carvalho Jr., and Horacio Helman (1998). "Looking for what could be wrong: an approach to lean thinking" Proceeding of the 6th annual conference of the international group for lean construction(IGLC-6), <<http://www.ce.berkeley.edu/~tommelein/IGLC-6/>> (2006. 3. 28).
21. Saied Kartam (1999). "Generic Methodology for Analyzing Delay Claims" ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 125(6), pp. 409~419
22. Said A. Assaf, Mohammed Al-Khalil, Muhammad Al-Hazmi (1995) "Cause of delay in Large Building Construction Projects" ASCE, J. of Mgmt. in Engrg., 11(2), pp. 45~50
23. Tariq S. Abdelhamid, John G. Everett (2000). "Identifying Root Causes of Construction Accidents" ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 126(1), pp. 52~60

논문제출일: 2006.07.14

심사완료일: 2006.10.11

### Abstract

In constructing projects, there exist various kinds of work interferences, which cause a delay of the outset and completion of planned schedule because of some attributions, such as variability, uncertainty and complexity, and so schedule delay has been treated as a natural phenomenon. To reduce or prevent the schedule delay, a constant confirmation of schedule delay and a preparation of counter plans for finding out the cause structure of schedule delay should have been done.

However, all this time the research has been mostly done on the calculation method or claim cases of schedule delay, and the range of analysis method of the cause structure of schedule delay has been multifarious from industrial views to views of specific work. Moreover, the classifying system and analysis method did not consider the trait, which cause the schedule delay, in constructing projects. For this reason, it is difficult to compare the cause of delay factors of the projects and to understand the effect of schedule delay by each factor.

This paper restricts the range of the cause analysis of schedule delay to the field of site management in the projects and divides the cause structure of schedule delay into the cause objects and cause attributes of schedule delay according to the input elements. The system of classifying causes of schedule delay is examined by interviews with experts and questionnaire. Additionally, this paper analyzes the attributes of cause attributes and cause subjects and presents the analysis method and procedure of schedule delay with the application of VSM.

**Keywords** : Schedule Delay, Root cause analysis method, schema of Schedule delay analysis  
 24. Vaishali R. Choksi, Charles Marn, Marcia M. Piotrowski, Yvonne Bell, Ruth Carlos (2005) "Illustrating the Root-Cause-Analysis Process: Creation of a safety Net with a Semiautomated Process for the Notification of Critical Findings in Diagnostic Imaging" American College of Radiology, 2(9), pp. 768~776