

건설공사의 작업지연 원인분석방법

THE ROOT CAUSE ANALYSIS METHOD FOR SCHEDULE DELAY IN CONSTRUCTION

지근창* 유정호** 김창덕***

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. 건설 프로젝트는 동일한 조건하에서도 주변 환경에 따라 결과 값이 다르게 나타나는 일회성이 강한 분야 중에 하나이다. 그래서 지금까지 이루어진 선행연구들은 작업지연기간 산정방법 또는 작업지연의 클레임 사례에 관한 연구와 프로젝트 종료 후 결과에 의한 원인을 제시한 것이 대부분이다. 따라서 공사 진행 중에 발생하는 작업지연에 대해 체계적으로 활용할 수 있는 분석방법과 절차가 필요하다.

본 연구는 작업지연 원인분석 범위를 프로젝트내의 현장관리 분야로 국한하고 작업의 투입요소에 의한 분석과 VSM을 활용한 분석으로 나뉘었다. 건설업에 적합한 원인분석 방법을 제안하기 위해 기존에 활용되고 있는 분석방법의 특징을 분석하고 건설업의 특징을 분석하여 건설업에 활용이 적합한 방법을 도출하고 절차를 제안하였다.

키워드: 작업지연, 분석방법, 분석절차

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 목적

공기는 원가, 품질, 안전 등과 함께 건설 프로젝트의 성공을 위한 가장 중요한 요소의 하나이다. 건설 환경의 동적 특성(dynamic environment), 불확실성(uncertainty), 복잡성(complexity) 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 작업의 지연원인을 체계적으로 분석하여 그 근본원인을 찾아내고 제거해 나가는 노력이 필요하다.

작업지연을 줄여서 공기 경쟁력을 향상시키기 위해서는 작업수행성과의 지속적 개선이 필요하고 개선을 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.

기존에 수행되었던 연구³⁾들은 공기지연일수 산정이나 작업수행 전·후에 파악할 수 있는 방법을 다루고 있으며 작업수행중의 원인을 파악하여 작업수행성과지표값 향상을 위한 정량적인 측정과 평가가 방법을 찾아보기 어렵다.

따라서 본 연구는 원인분석방법의 장단점과 건설업의 특성을 비교·분석하여 작업 진행 중 발생하는 지연원인을 체계적으로 분석할 수 있는 원인분석방법을 제시하고자 한다. 본 연구에서 제시하는 원인분석 방법과 절차는 5-Why's와 VSM(Value Stream Mapping)을 응용한 것으로서, 작업의 투입요소에서 발생하는 작업지연의 원인을 분석할 수 있다.

1.2 연구방법 및 범위

본 연구는 시공단계에서 직접적인 통제가 가능한 요인을 대상으로 작업지연 원인분석을 위한 기존의 원인분석 방법의 장단점과 건설업의 특성을 비교·분석하여 건설업의 특성에 적합한 작업지연 원인분석 방법을 제시하기 위한 5장

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

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

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

이 연구는 2005년도 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2005년도 건설기술기반구축사업에 의한 결과의 일부임. 과제번호 : 05 기반구축 D05-01

3) 작업지연 원인의 파악에 관한 직접적인 연구는 없었으나 공기지연 일수산정, 공기지연 원인평가 등의 연구를 유사연구로 간주.

으로 구성된다. 1장에서는 작업지연 원인분석의 필요성을 인지하고 2장에서는 원인분석 관련된 선행 연구 및 사례조사와 건설업의 특성을 분석하고 3장에서는 2장에서 제기된 원인분석방법의 비교·분석을 통해 건설업에 적합한 원인분석 방법을 도출한다. 4장에서는 결론과 의의, 그리고 본 연구의 한계점 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 원인분석방법 고찰

2.1 원인분석방법과 관련된 선행연구

원인분석과 관련된 선행연구 및 사례들은 건설업을 비롯하여 제조업, 의학계, 일반사무와 관련된 부분까지 다양하게 수행되었다. (표 1)

표 1. 공기지연과 관련된 선행연구

연구자	연구 내용
Ballard (2000)	일일작업관리를 통해 계획된 작업 중 미완료된 작업의 지연 원인을 파악
미국 에너지국 (1992)	핵에너지 관리시설에서 발생한 사고의 원인을 보고하는 방법과 조사하는 방법을 기술.
Paulo (1998)	계획단계에서 FMEA, FTA를 활용하여 공기를 지연시킬 수 있는 원인과 등급 분석
Hines (2000)	VSM을 활용하여 프로세스의 흐름을 측정하여 결과에 영향을 미치는 원인을 분석
Chris (1992)	산업재해의 발생 즉시 문제를 '언제, 무엇을, 왜'라는 질문을 통해 분석
한종관 (2003)	문헌분석으로 기존의 공기지연 원인들을 재편하고 재편결과의 설문검증을 통해 시공자의 입장에서 활용 가능한 공종별 공기지연 원인의 우선순위를 파악
홍영탁 (2005)	FMEA(failure mode and effect analysis)를 활용하여 공기영향요인평가
Doggett (2004)	지속적으로 작업수행과정을 측정하여 작업수행량의 변화를 통해 원인을 파악
Rooney (2004)	ECFA를 활용하여 결과에 영향을 미치는 요인을 파악하고 원인을 지속적으로 기록하여 동일한 문제 발생시 분석기간을 단축
Eagle(92) Choksi (2005)	ECFA를 활용하여 의료사고의 발생을 발생결과에 이르는 과정을 추적하고 결과에 영향을 미치는 요인을 파악

의학 분야에서는 실수를 줄이기 위해 문제발생 상황을 잠재적인 실수(Latent Error)와 사람의 실수(Human Error)로 구분하여 원인분석을 실행하고 있다. 사람의 실수에 대해서는 훈련만이 최선의 예방책이라 정의하고 주로 잠재적인 실수의 개선을 위해 선·후행작업의 인과관계를 파악해서 원인을 분석하는 방법인 Events & Causal factors Analysis를 활용한 분석절차와 방법을 제시하였다.(Choksi 2005, Eagle 1992).

제조업과 유통업 분야에서는 VSM을 활용한 원인분석 방법이 활용되고 있다. 생산 프로세스를 지속적으로 측정하여 기존 흐름의 평균과 실제의 변화량 분석을 통해 변화의 원인을 분석할 수 있는 방법을 제시하였다.(Hines 2000).

사무관리 분야에서는 문제에 대한 원인과 과정, 결과를 효과적으로 표현할 수 있고 이에 근거한 대처방안을 기술

할 수 있는 다양한 방법을 제시하였다. 일반적으로 활용되고 있는 ECFA와 Change analysis, MORT 등을 소개하고 있다.(US. Department of Energy 1992)

건설 분야에서는 작업수행 전에 기존의 원인이나 발생 가능한 원인의 중요도, 발생빈도, 치명도를 평가하거나 문제발생 후 결과에 영향을 미칠 수 있는 영향요인을 파악하여 원인을 분석하는 방법이 있다.(Paulo 1998, 홍영탁 2005) 또한 IGLC등을 통해 널리 알려진 LPS는 일일단위로 계획된 작업의 수행결과 측정을 통해 계획을 달성하지 못한 작업을 대상으로 작업을 완수하지 못한 원인을 질문을 통해 파악하는 방법이 사용되고 있다.(Ballard 2000)

2.2 기존의 원인분석방법

기존의 건설분야에서 공기 및 작업의 지연과 관련하여 사용되는 분석방법은 공기지연일수 산정 또는 손실생산성 산정방법이나 전문가의 설문결과를 활용한 방법을 들 수 있다. 그리고 이와 같은 분석방법들은 지연된 기간의 산정이나 지연사유를 도출하였다. 그러나 지연의 재발을 방지하기 위해서는 지연사유보다는 보다 근본적인 지연사유의 원인을 파악해 지연사유의 발생을 예방해야 한다. 그리고 기존의 분석방법은 결과의 분석에 치중하고 있어 본 연구에서 의도하는 작업 수행과정에서 발생하는 지연원인을 파악하고자 하는 것과는 일치하지 않는다. 따라서 건설분야에서 지연의 원인분석과 관련된 연구는 전무하다고 판단된다.

많은 연구들이 다양한 방법을 활용하여 원인분석을 실행하고 있으며 각각의 활용목적에 따라 분석방법과 진행절차 및 형식은 다르지만 대표적으로 원인분석에는 다음과 같은 방법이 활용되고 있다.

1. Events and Causal Factors Analysis(ECFA) : 가장 널리 사용하는 방법으로 각각의 프로세스 과정과 과정에 영향을 미치는 우발적 요소의 인과관계를 다이어그램으로 표현한다. 그러나 정량적 요소의 부재로 지속적인 개선을 위한 관리가 어렵다. 그림 1은 ECFA 수행 사례이다.

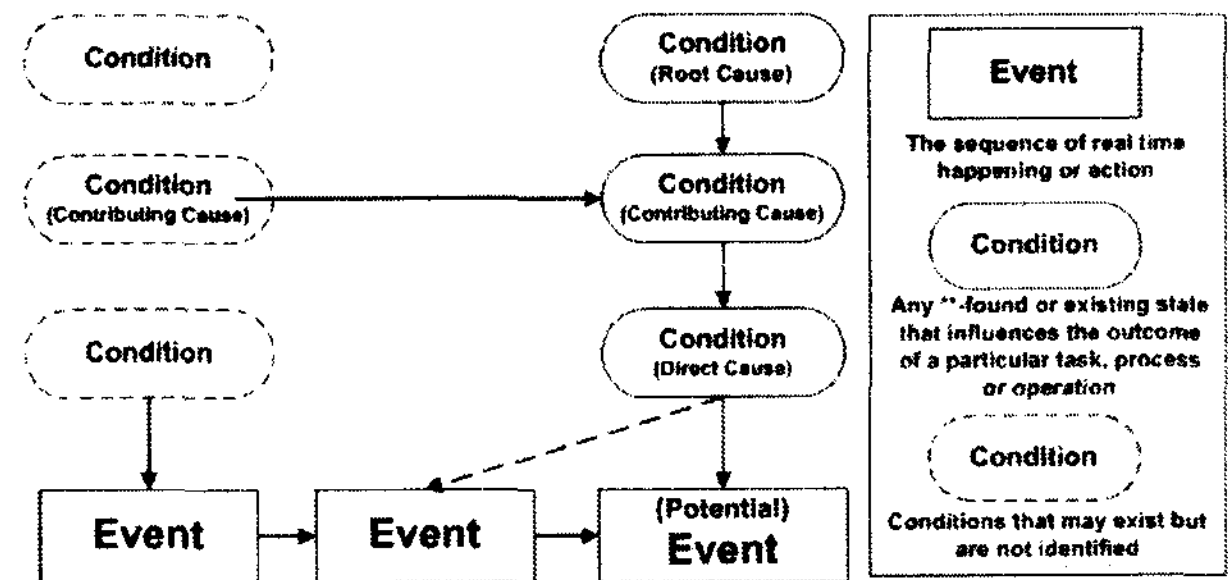


그림 1. Events & Causal factors Analysis (US. Department of Energy, 1992)

2. Change Analysis : 문제발생의 원인이 분명하지 않을 때 사용하는 방법으로 단일 문제 또는 결과에 영향을 미칠 수 있는 모든 가능성(What, When, Where, How, Who)에 대해 이전 상황과 비교해 분석하는 방법이다. 제조업과 같이 획일화된 프로세스와 결과의 오차율이 적은 대상의 분석에 적합하다. 그림 2는 Change Analysis 작성양식의 예이다.

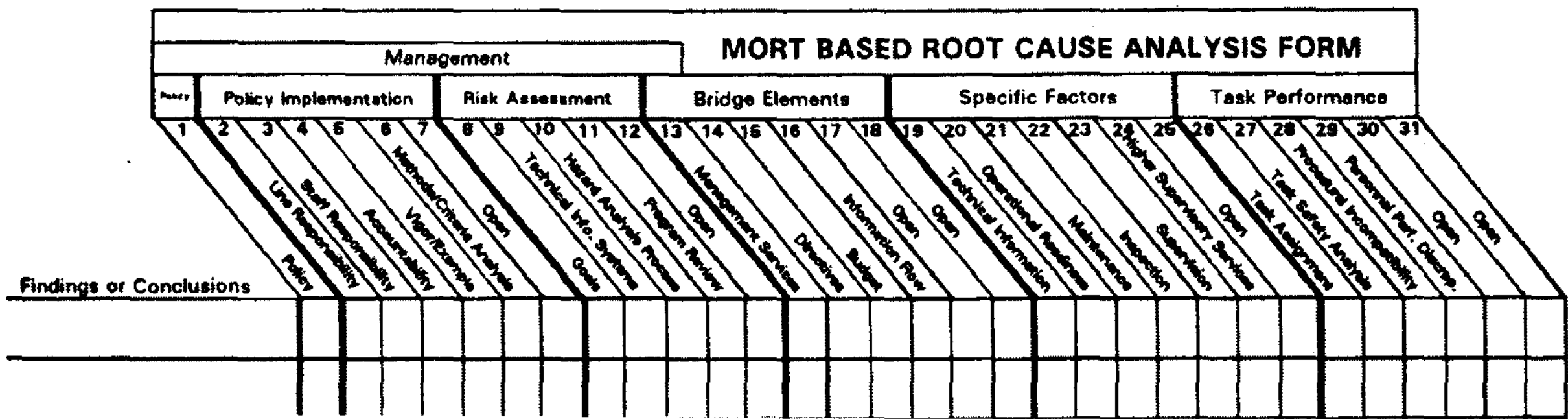


그림 2. Management oversight and Risk Tree(MORT) (US. Department of Energy 1992)

Change Factor	Difference /Change	Effect	Question to Answer
What (Conditions, occurrence, activity, equipment)			
When (Occurred, identified, plant status, schedule)			
Where (Physical location, environmental conditions)			
How (Work practice, omission, extraneous action, out of sequence procedure)			
Who (Personnel involved, training, qualification, supervision)			

그림 3. Change Analysis (US. Department of Energy, 1992)

3. Barrier Analysis : 문제원인을 발견하여 재발을 방지하기 위한 조치의 실행을 방해하는 물리적, 행정적, 절차상의 요소 파악에 활용한다. 매우 정성적인 방법이며 개선과 측정의 정량적인 측정이 어렵다. 그림 3은 Barrier Analysis 작성의 예이다.

MWR requests de-energizing two panels so relays can be cleaned. Operations will only allow one panel at a time to be tagged out. Electrical foreman told and agrees.	Tag hung on P689 - only P690 is still energized.	Electricians given MWR to work, which references a Maint. Procedure, but not told of change in scope by foreman.	Electricians go to P690 and begin procedure. Procedure has no step to verify dead power supply before starting. They open first relay and plant trips.	Electricians never trained to always check power supply prior to working on electrical equipment.
Barrier Holds	Barrier Holds	Barrier Fails	Barrier Fails	Barrier Fails

그림 4. Barrier Analysis (US. Department of Energy 1992)

4. Management oversight and Risk Tree(MORT) Analysis : 작업실행과 관련된 실행요소, 관리요소, 지원요소 등을 파악하여 문제발생과 관련된 요소들을 분석하여 작업지연의

원인을 파악하는 방법으로써 원인의 표현이 어려울 때는 ECFA와 병행해서 활용이 가능하다. 다른 방법에 비해 초보자도 분석이 가능하지만 일회성이 강한 분야에는 구체적인 사항에 대해 적용이 어려울 것으로 판단된다. 그림 4는 MORT 수행양식의 예이다.

5. Value Stream Mapping(VSM) : 결과에 미치는 작업 프로세스와 영향요소들을 정보/물리적 요소로 파악하여 이를 도식화하고 측정을 통해 가치흐름상의 가치작업과 제거해야 할 비가치작업을 도출한다. 이 방법은 CSM (current state map)과 FSM(future state map)을 활용하는 지속적인 개선과정이 필수이며 프로세스에 대한 지식이 필요한 단점이 있다. 그림 5는 VSM 양식의 하나이다.

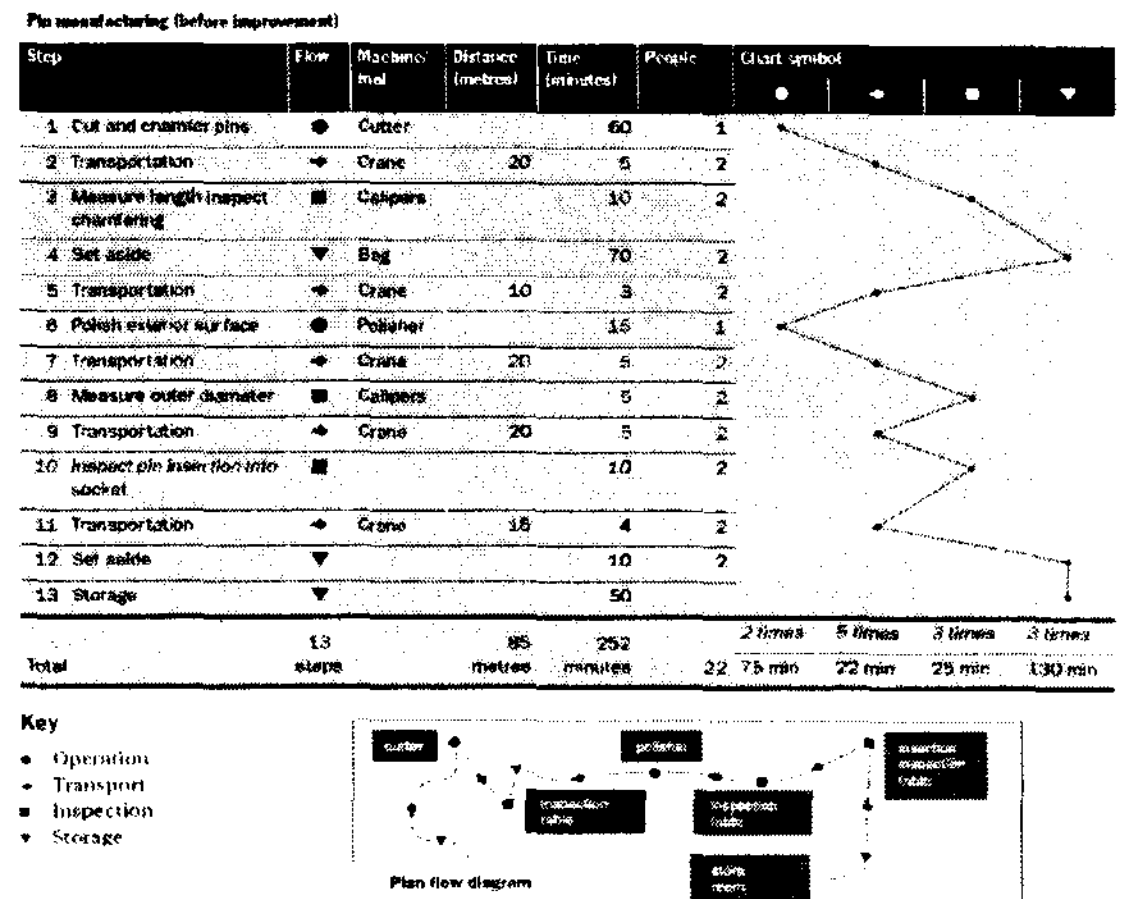


그림 5. Value Stream Mapping (going lean, 2000)

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, 문제발생 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 모든 가능성을 검토해야 하기 때문에 많은 시간이 필요
Barrier Analysis	계약, 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 / 프로그래밍적 문제해결	초보자 활용가능, 구체적 제어/관리 요소의 질문목록	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 영향요소들을 경시할 수 있음
Human Performance Evaluations (HPE)	문제원인에 사람이 포함	문제에 대한 철저한 분석 가능	원인분석 실행을 위해서 별도의 HPE 교육을 수료

- 6. 5-Why's : '토요타식 원인분석방법'으로 알려져 있으며 문제에 대한 반복적인 질문을 통해 문제를 유발한 원인을 찾는 방법이다. 간단하면서 근본원인을 효과적으로 파악할 수 있으나 정량적인 측정이 불가능하고 ECFA와 같은 유발적 요소의 파악이 어렵다.
- 7. Human Performance Evaluation : 작업수행 성과에 영향을 미치는 요소들 파악하기 위해 실행능력, 작업환경, 관리요소의 분석에 중점을 두는 방법으로써 주로 수행자의 능력 개선에 우선권을 두고 있어 프로세스 개선과는 거리가 멀다. 위의 원인분석 방법들은 프로세스의 확실적인 수행과정과 결과를 예측할 수 있는 작업이나 정성적인 요인의 측정에 적합한 방법으로써 일회성, 복잡성, 불확실성을 가지고 있는 건설 프로젝트의 작업지연 원인분석 방법으로써 적합하지 않다. 이상의 방법들의 장단점을 비교해보면 표 2와 같다.

3. 작업지연 원인분석방법의 선정

3.1 건설작업 프로세스의 특성

기존의 원인분석 방법은 다양한 분야에서 활용되고 있는 방법이다. 건설업은 프로세스의 확실적인 수행이 어렵고 이로 인해 전형적인 결과를 예측하기 어렵다. 따라서 건설업이 가진 특성을 파악하고 이에 적합한 분석방법을 찾아야 한다. 일반적으로 건설업이 가진 특성은 다음과 같이 정의할 수 있다.

- 1. 프로세스의 일회성 : 건설작업은 작업환경이 수시로 바뀌기 때문에 동일한 환경에서 작업을 수행하기 어렵고 동일한 환경에서 동일한 프로젝트를 수행하더라도 기후, 물가, 발주자에 따라 작업과정이 달라질 수 있다.
- 2. 프로세스의 복잡성 : 건설작업을 수행함에 있어 다양한 종류의 자원이 투입되고 단일 프로젝트내에 매우 많은 종류의 작업 프로세스가 존재한다. 그리고 작업의 수행에 있어 많은 관련주체들로부터 영향을 받는다.
- 3. 프로세스의 불확실성 : 건설작업은 수행주체가 대부분 사람이기 때문에 잠재적인 실수와 생산성에 변수가 크다.

3.2 건설공사 작업지연 원인분석방법의 요건

본 연구에서 제안하고자 하는 작업지연 원인분석방법은 앞서 정의한 건설작업의 특성을 고려하여 다음의 요건을 만족시켜야 한다.

- 1. 정량성 : 프로세스의 복잡성과 불확실성으로 인해 측정 결과가 다양하게 도출되기 때문에 이를 객관적으로 판단할 수 있는 기준이 필요하다.
- 2. 간편성 : 프로세스의 일회성으로 인해 수시로 작업환경이 바뀌기 때문에 측정과정을 간소화하여 측정에 어려움이 없어야 한다.
- 3. 체계성 : 프로세스의 복잡성으로 인해 작업수행에는 매

우 많은 관련주체가 복잡하게 얽혀있기 때문에 측정과정이 일정해야 한다.

- 4. 측정기간 : 프로세스의 불확실성과 복잡성으로 인해 현장에서 활용할 수 있는 방법은 분석결과 도출까지의 기간이 짧아야 한다.
- 5. 프로세스의 시각적 표현가능성 : 프로세스의 복잡성으로 인해 분석방법은 개선을 위해 작업과정을 쉽게 파악할 수 있도록 시각적으로 표현할 수 있어야 한다.

3.3 작업지연 원인분석방법 선정

표 3은 기존의 원인분석방법을 건설작업의 지연원인 분석방법에 필요한 5가지 요건을 기준으로 비교·평가한 것이다. 각 항목은 객관적인 측정·평가를 위한 정량성, 측정과정 및 절차의 편의를 위한 간편성, 일정한 측정과정을 통한 신뢰성 있는 결과를 위한 체계성, 측정완료까지 걸리는 소요기간, 프로세스의 시각화 등이다.

표 3. 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

건설공사의 작업지연 원인분석방법 요건을 토대로 원인분석 방법들을 분석한 결과 모든 조건을 충족시키는 방법을 찾기 어려웠다. 그래서 2가지 방법을 활용하여 모든 조건을 충족시켰다.

5-Whys는 최초의 문제 발생시 주요원인을 신속하게 파악할 수 있고 원인분류체계를 활용하여 체계성과 정량성을 보완할 수 있지만 정밀분석에 한계가 있다. 그리고 분석을 통하여 원인은 대부분 쉽게 파악할 수 있지만, 지연원인을 파악하기 어려운 경우 이에 대한 구체적 분석이 필요하다.

VSM은 5-Why's(투입요소분석)로 원인을 파악하기 어렵거나 지속적 개선이 필요한 것을 측정한다. VSM은 측정·개선결과를 파악까지 다소 긴 시간이 소요되지만 정확한 수치와 측정 절차를 통하여 측정하기 때문에 투입요소 분석으로 파악하기 어려운 원인을 파악할 수 있다.

4. 작업지연 원인분석사례

4.1 사례연구 개요

건설업에 적합한 작업지연 원인분석방법을 도출하기 위해 기존의 원인분석방법의 특성을 비교하여 두 가지 분석방법을 도출하였다. 첫째, 하향식 원인분석 방법으로써 건

설 프로세스의 작업 투입요소를 분석하여 지연원인을 손쉽게 빠르게 핵심원인을 도출할 수 있는 방법 둘째, 투입요소 분석을 통해 명확한 근본원인을 도출하지 못했을 경우 또는 지속적인 분석을 통한 개선이 필요할 때, VSM을 활용한 방법을 제시하였다.

VSM과 5-Whys를 활용한 작업지연 원인분석 방법과 절차를 다음의 사례연구를 통해 그 효용성을 검증해본다. 조사현장은 국내 대기업 공동주택 현장으로 하였으며 조사대상은 공정표상의 크리티컬 패스였던 도배공사로 선정하였다.

4.2 5-Why's(투입요소 분석)

이 방법은 발생한 작업지연의 원인조사를 통해 작업지연의 인자 및 속성을 분석하는 것으로 분석과정에서 지연원인의 표현은 작업지연 원인분류체계에 따른다. 그림 7은 '투입요소 분석'을 실행하는 일부 프로세스를 표현한 것이며 분석과정은 다음과 같다.

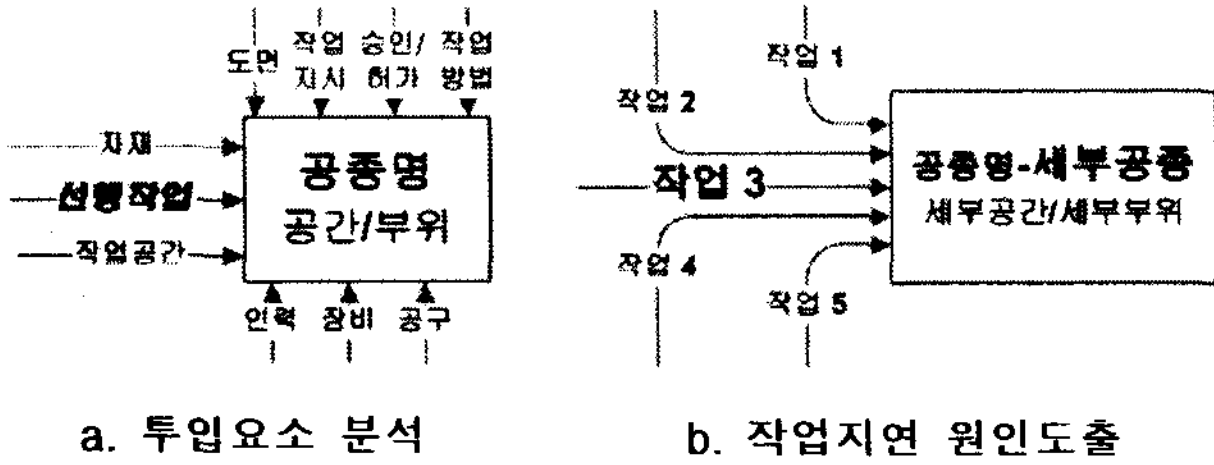


그림 6. 투입요소 분석

- 작업지연이 발생 공종 파악
- 작업지연 공종의 수행에 필요한 투입요소(물질요소, 도구요소, 제어요소) 조사(그림 7a참조)
- 작업지연을 유발한 구체적인 투입요소 파악.(그림 7a-선행작업)
- 투입요소의 근본원인 파악.(그림 7b-작업 3)

투입요소들은 공종의 수행에 필요한 많은 세부공종단계와 관련된 선행작업과 자재 및 정보, 도구들이며 필요에 따라 세부공종단위까지 조사한다.

4.3 Value Stream Mapping

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 8과 같은 VSM의 구체적인 맵핑과정은 다음과 같다.

- 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(T_n)과 기본 작업들로 구성된 단위 사이클(작업 가)의 표준 작업시간(D_n)산출
- Map을 구성하는 기본 작업의 표현은 작업명과 작업위치를

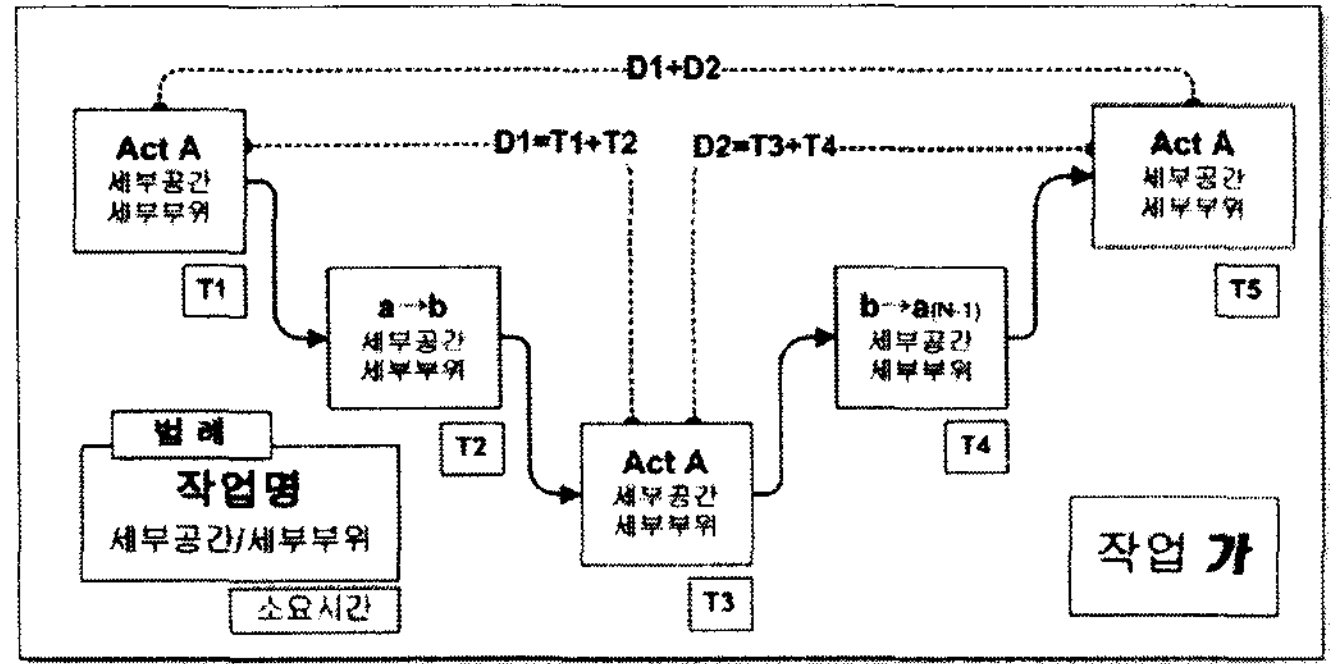


그림 7. 표준 작업시간 산출

파악할 수 있는 공간 또는 부위정보, 작업 level 번호, 측정의 기준치로 활용되는 표준 작업시간으로 구성되어 있다. 표준 작업시간은 작업별 작업시간의 합으로 단위 사이클의 표준 작업시간을 도출할 수 있다(D_n). 이에 기초하여 표준 작업시간과 실제 작업수행시간과의 차이를 파악해 작업의 지연에 영향을 미치는 원인(작업 또는 부위, 공간)을 파악할 수 있다.

표 4는 대상공종(작업 가)의 가치흐름을 측정하기 위한 표이며 실행순서는 다음과 같다.

표 4. Value Stream Map 분석

	Act A	a→b	Act B	b→a
표준 작업시간	T1	T2	T3	T4
N 층	N.T ₁	N-T ₂	N-T ₃	N-T ₄
(N-1) 층	(N-1).T ₁	(N-1)-T ₂	(N-1)-T ₃	(N-1)-T ₄
(N-2) 층	(N-2).T ₁	(N-2)-T ₂	(N-2)-T ₃	(N-2)-T ₄
총 합				
Total	$\sum T_1$	$\sum T_2$	$\sum T_3$	$\sum T_4$
	$\sum [T_1 - (N-T_1)]$	$\sum [T_2 - (N-T_2)]$	$\sum [T_3 - (N-T_3)]$	$\sum [T_4 - (N-T_4)]$

- 각 표준 작업시간(T_n) 파악
- 기본작업의 실제 작업시간 측정 간격 결정
- 측정값($(N-n).T_1$)과 작업별 표준 작업시간과의 차이 분석
- 표준 작업시간과의 비교를 통해 작업지연이 발생하는 작업과 작업위치 파악

분석을 마치면 분석결과를 바탕으로 프로세스 개선 또는 지연의 재발 방지를 위한 방안과 실행을 위한 구체적인 사항을 마련한다. 그리고 차기 작업실행 과정의 측정을 통해 개선정도를 파악하여 보완책을 마련한다.

5. 결론

본 연구는 건설 프로젝트의 작업지연 원인을 분석하기 위한 방법으로 5-Why's와 VSM을 제시하였다.

작업지연의 원인분석을 위한 방법으로는 반복적인 질문을 통해 문제에 대한 근본원인을 추적하는 '5-Whys'와 VSM을 활용하여 가치흐름 분석을 통해 작업진행과정에서 발생하는 낭비를 발견할 수 있는 방법이 제시되었다. '투입요소 분석'은 간결하면서 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 작업 시간의 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 추후 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.

참고문헌

1. 홍영탁, 유정호, 임경호, 이현수 (2005). "FMEA를 이용한 초고층 건축시공의 공기영향요인 평가" 대한건축학회 논문집(구조계), 대한건축학회, 제20호 10권, pp. 183~192
2. 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
3. Anthony Mark Doggett (2004), "A Statistical Comparison of Three Root Cause Analysis Tools" The National Association of Industrial Technology, J. of Industrial Technology, 20(2)
4. 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
5. 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
6. Department of Energy. et. al (1992). "Root cause analysis guidance document" Washington, D.C., U.S., 69 pp.
7. Herman Glenn Ballard (2000). The last planner system of production control, Birmingham, USA, pp 6-2
8. Iamara Rossi Bulhões¹, Flavio Augusto Picchi² and Arioaldo 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
9. James J. Rooney, Lee N. Vanden Heuvel (2004) "Root Cause Analysis For Beineers" Quality progress, American Society for Quality, 37(7), pp. 45-53
10. Johan s. carlson, Rikard Söderberg (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
11. Paulo Andery, Antonio N. Carvalho Jr., and Horacio Helman (1998). "Looking for what could be wrong: a n 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).
12. Peter Hines, David Taylor (2000). "Going Lean" Lean Enterprise Research Centre, UK., pp. 28
13. Saied Kartam (1999). "Generic Methodology for Analyzing Delay Claims" ASCE, J. of Constr. Engrg. and Mgmt., 125(6), pp. 409~419
14. 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
15. 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" J. of the American College of Radiology, American College of Radiology, 2(9), pp. 768-776

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. Moreover, the analysis method did not consider the trait, which cause the schedule delay, in constructing projects.

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