

작업계획의 신뢰도 향상을 위한 작업여건분석 체계

Work Condition Analysis Process for Improving Reliability of Work Plan

송지원* 유정호** 김창덕***
 Song, Ji-Won Yu, Jung-Ho Kim, Chang-Duk

요약

건설공사 한 프로젝트의 전체공기는 개별 작업들이 수행된 날짜의 합이라 할 수 있다. 개별 작업들에서 지연이 발생할 경우 전체 공기 또한 늦어지기 마련이다. 이러한 개별 작업의 계획상에서 작업이 수행될 확률을 높인다면 프로젝트의 공기달성 확률 또한 높아지게 될 것이다. 따라서, 계획상의 작업 실행여부 확인을 위하여 건설 생산프로세스에서 각 작업의 수행을 저해하는 제약요인을 도출하여 작업여건분석의 실시를 통해 저해요인의 사전 제거와 작업간의 상호의존성을 파악으로 작성된 개별 작업계획들의 실행 가능성 확인함으로써 공사전체의 공기지연을 방지하는 체계를 구축하고자 한다.

키워드 : 제약요인, 공기지연, 작업지연원인, 작업여건분석

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

건설 프로젝트에서 건축 공정계획은 효율적인 공정진행에 있어 필수적이다. 따라서 관리자들은 건축 프로젝트 전반에 걸쳐 많은 노력을 기울인다. 이러한 공정관리의 노력에도 불구하고 과거 수많은 프로젝트들에서 공기초과 또는 마감 직전의 돌관공사와 같은 공정관리 실패사례를 찾을 수 있다(이현수, 2006). 건설공사에서 공사기간은 품질, 원가, 안전과 함께 가장 기본적이며 중요하게 관리되어야 할 요소이며, 공기 준수를 위해서 일반 시공기술의 개선과 더불어 건설 생산프로세스 관리기술이 요구되고 있다. 이러한 공기 준수 여부는 계획대비 공사의 지연정도에 따라 결정된다 할 수 있다. 건설공사의 공기지연은 특별하고 큰 사건으로부터 발생하지 않는다. 개별 작업에서 발생하는 작업지연들이 모여 여유시간을 다 소모함으로써, 결국 전체 공기의 지연을 유발하게 되는 것이다. 건설공기에 영향을 미치는 지

연들은 작업계획단계에서부터 수행 될 작업들의 여러 가지 지연 요소들을 제대로 확인하지 못하였기 때문이다. 따라서 작업지연을 막기 위해서는 작업계획에서부터 작업수행 전까지 건설 생산 프로세스에서 발생 가능한 지연요소들과 작업간의 상호의존성을 충분히 검토하여 계획된 작업(공정계획)의 실행 가능성을 높여야 한다. 그러나 작업의 수행 가능성을 검토하고 관리하는 체계는 미흡한 실정이다.

그림 1은 작업계획과 공기간의 인과관계를 나타낸 그림이다. 작업계획의 신뢰도가 높다는 의미는 계획 작업량 대비 수행 작업량의 비가 높다는 의미이며, 이는 작업 처리량의 변이 정도가 낮다는 것을 의미한다. 그리고 작업 처리량 변이가 많다는 의미

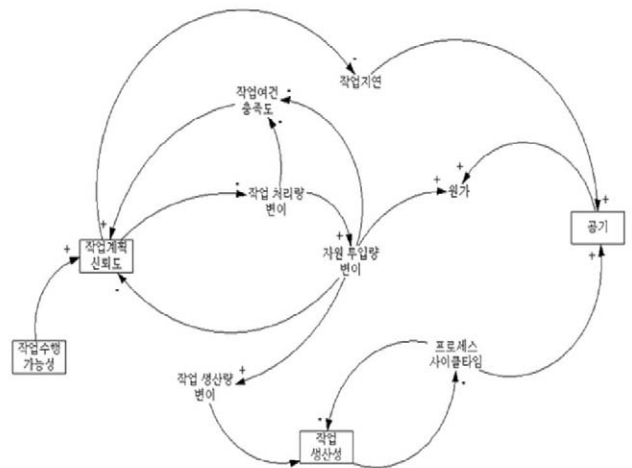


그림 1. 작업계획과 공기간의 인과관계

* 일반회원, 광운대학교 건축공학과 대학원, 석사과정(교신지자), luna@kw.ac.kr
 ** 종신회원, 광운대학교 건축공학과 조교수, 공학박사, myazure@kw.ac.kr
 *** 종신회원, 광운대학교 건축공학과 정교수, 공학박사, stpkim@kw.ac.kr

이 연구는 2007년도 건설교통부 건설기술혁신사업 연구비 지원에 의한 결과의 일부임. 과제번호:05기반구축 D05-01

는 자원 투입량 변이가 많다는 의미이며, 자원투입량의 변이가 많으면 작업생산량 변이가 증가하게 된다. 이는 결국, 작업 생산성의 저하를 가져오게 되며, 궁극적으로는 공기증가를 가져오게 된다.

따라서, 본 연구의 목적은, 건설 생산단계인 시공과정에서의 작업계획의 신뢰성 향상을 통하여 효율적인 공정진행 및 공기준수를 달성할 수 있도록 작업계획 수립 전부터 작업이 수행되기 전까지 계획된 작업의 수행가능성을 확인하고 검토하는 체계를 제시하고자 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 작업계획의 수행 가능성을 향상시키기 위해 제약요인(constraints)의 관점에서 작업수행을 저해하는 작업지연원인을 파악하고 작업 간 상호의존성을 고려하여 개별 작업의 지연을 저감하기 위한 작업여건 분석체계를 개발하고자 한다. 작업여건 분석 항목의 경우 기존에 연구된 작업지연원인 분류체계를 기초로 하며, 천재지변, 기후요소 등 통제(control) 할 수 없는 요소가 아닌, 장비, 자재, 선행작업 등 통제 가능한 요소만으로 범위를 한정하였다. 본 연구내용의 흐름 및 방법은 그림 2와 같다.

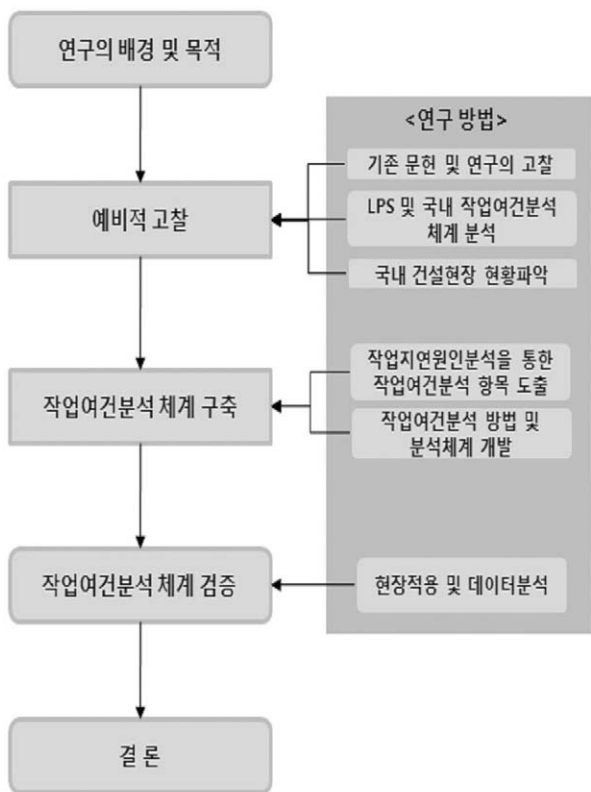


그림 2. 연구의 흐름 및 방법

2. 예비적 고찰

2.1 건설공사의 제약요인(constraints)

「제약요인」은 모든 생산과정에서 부정적인 영향을 미칠 우려가 있는 요소들(물질적 요소, 시장적 요소, 예기치 못한 무작위적 발생사항을 포함한 모든 저해요소)을 말한다. 개별 작업에서 발생하는 제약요인들은 각 작업의 완료를 저해하고 개별 작업의 미완료는 결국 전체 공기에 영향을 미쳐 공기를 지연시키게 되므로 결국 건설현장의 리스크요인으로 작용하게 된다.

제약요인은 일반적으로 생산 활동을 중단 또는 지연시키는 요소로 정의되며, 이때 투입자원과 투입장비 뿐만 아니라 기후요소, 주변 환경요소, 선행 공정등 상황에 따라 다양한 제약요인이 발생할 수 있다. 제약요인은 작업을 방해하는 불필요한 요소라 생각되기 쉬운데, 사실 제약요인은 작업을 수행하는데 반드시 필요한 요소가 충족되지 못할 때 발생하게 된다. 이러한 제약요인을 통한 작업 중단 또는 지연이 발생하는 상황에 대하여 TOC¹⁾에서는 혼란(murphy)이라 부르고 있다. 혼란은 후속공정으로 전파되면서 증폭되어 공기에 영향을 미치게 되는데 이러한 혼란이 작업 마다 발생 할 경우 전체 공기에 치명적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 개별 작업의 제약요인을 사전에 파악하고 제거하여 혼란이 증폭되는 것을 방지하는 것은 공기지연을 사전에 방지하는 것과 같다.

본 연구에서는 이러한 제약요인들 중 건설현장의 시공과정에서 통제(control) 가능한 장비, 자재, 선행작업등의 요소들을 관리함으로써 계획된 작업의 수행 가능성을 높이는 체계를 구축하고자 한다.

2.2 건설공사 공기영향 요인관련 연구 동향

건설프로젝트는 불확실성과 리스크가 많이 존재하고 있으며, 이러한 리스크는 공사기간 내에 항상 존재하여 공기에 영향을 미치기 때문에 다양한 연구들이 수행되었다. 공기영향 요인 관련 연구동향은 표1과 같다.

1) TOC(Theory of Constraints):제약이론(TOC)은 Goldratt박사가 개발한 생산 스케줄링 소프트웨어OPT (Optimized Production Technology)에서 출발한 경영과학의 체계적 이론이다. 이 이론은 생산 스케줄링 외에 성과 측정을 위한 회계이론과 정책분석·수립을 위한 사고 프로세스(Thinking Process)가 포함된다. TOC는 생산·물류분야, 재무분야, 그리고 문제해결에 의한 정책수립을 중심으로 시스템 개선에 활용된다

표 1. 공기영향요인 관련 연구동향

| 연구자(년도) | 연구내용 | 한계점 |
|--------------|--|------------------------------|
| Assaf (1995) | 사우디아라비아의 사례를 근거로 건설프로젝트의 작업지연요소를 도출하고 관련서에 따라 정리 | 대상 프로젝트의 경우에 한정됨 |
| Majid (1998) | 문헌분석을 거쳐 건설프로젝트의 주요 공기지연 원인을 시공자의 관점에 보상기준에 따라 분류 | 손실금액 산정 및 클레임 기초에 관한 연구 |
| Smith (1999) | 건설공기에 영향을 미칠 수 있는 프로젝트의 단계별 리스크 요인에 관한 연구 | 연구 대상이 프로젝트 전반에 걸쳐 있음 |
| 윤여완 (2001) | 건설 시공단계의 공법별 리스크 요인을 인지하기 위한 체크리스트 개발 | 공법별 다른 체크리스트로 인한 사용성이 어려움 |
| 정병화 (2001) | 건설관리에 의한 리스크 인자와 리스크관리에 의한 리스크 인자를 검정하여 리스크 인자로 분석하고 예측하여 원인을 분석하여 제어할 수 있도록 함 | 리스크 분석기법이 일반현장에서 사용하기 어려움 |
| 한중관 (2003) | 공기지연 원인들을 시공사 입장에서 규명하고, 각각의 공종별로 공기지연과 관련된 리스크 요인에 대한 대응방안을 제시 | 공기지연 원인분석결과에 대한 활용체계 미흡 |
| 황지선 (2003) | 건설공사의 공종별 리스크를 식별하고, 도출된 리스크 인자들을 특성별로 범주화하여 리스크 분류체계를 제시 | 리스크 관리 및 대응방법에 대한 연구 미흡 |
| 정태식 (2004) | 착공전 단계에서의 관리대상 공정의 리스크를 선정하고 설문조사 및 실무자 면담을 통한 공기지연 리스크 분류체계선정 | 분류체계의 활용성 및 적용성에 대한 고려 미흡 |
| 박민선 (2006) | 택트 공정계획을 보완하기 위해 제약이론을 적용하여 전체시스템의 제약을 파악하고 그 제약에 맞추어 문제점을 해결 함. | 기존의 택트 공정관리 방법과 동일한 공기가 나타남. |

공기영향 관련연구들은 공기지연 리스크 요인에 대한 분석 및 기존 공정계획의 개선방향을 제시하는 연구가 대부분 이었다. 기존의 연구들은 공기지연 리스크 요인을 분석하고 관리하기 위한 도구를 제안하는데 관심을 두고 있다. 하지만, 이러한 연구들은 리스크 자체를 확인하는데 중점을 두고 있으며, 전문적인 지식을 필요로 하고 있다. 또한 시공현장에서 관리자들이 손쉽게 사용할 수 있는 체계 및 도구에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 기존의 공기지연 리스크의 확인 방법들은 전문적인 지식을 필요로 하고 있으며, 현장에서 사용하기에는 복잡하고 어려움이 따른다. 따라서, 건설현장에서 관리자들이 손쉽게 작업지연요소를 확인하고 제거할 수 있도록 할 수 있는 체계에 관하여 연구가 필요하다.

2.3 LPS 및 국내 작업여건분석체계 비교

LPS(Last Planner System)는 미국 린 협회(LCI)에서 작업 흐름의 관리와 효율적인 공정 및 계획관리를 위해 관리체계로 개발한 시스템으로 본 연구에서 제시하는 작업여건분석체계와 유사한 constraints analysis tool을 가지고 있다. LPS는 Master schedule, Phase Schedule, Lookahead Plan, Weekly Work Plan의 4단계로 나누어지며(그림3), 이중 LCI가 특히 중요시 하는 단계는 Lookahead Plan과 Weekly Work

Plan 단계이며, 그 중 Lookahead Plan 단계의 경우 대표적인 도구는 바로 Constraints Analysis와 a list of workable backlog 작성이다.

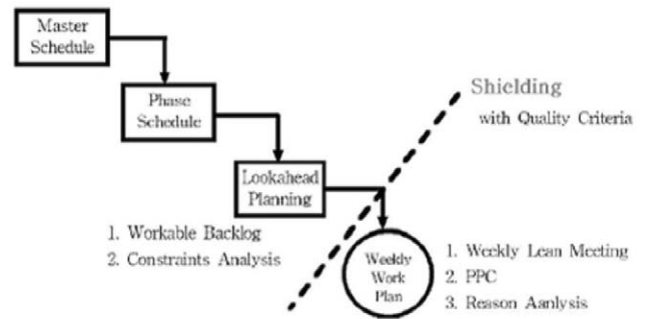


그림 3. LPS의 체계 (김대영 2002)

LPS의 Constraints Analysis는 각각의 할당된 작업을 실행하기 전에 준비가 되어야 할 것은 무엇인지를 확인하는 과정이다. LPS에서는 일반적으로 계획된 작업의 수행 4~6주전에 각각의 할당된 작업이 작성되어 지고, Lookahead Plan에서 작업들이 매주 계획되어져 있다고 가정한다면 이러한 작업들은 사전 작업예비목록표(Workable Backlog)를 만들기 위하여 공사작업 계획서(Construction Planner)에서 여러 가지 제반요소들이 충족되어졌는지를 검토하게 되며, 공사작업계획서의 답변이 어느 한가지의 제반요소에서라도 “No”라고 답변되어지면 그 작업은 작업과제로 주어지지 못하게 된다(장효원, 2007). Constraints Analysis가 모두 충족되면 작업수행을 위한 준비가 완료되었다는 것을 의미한다.

LPS의 Constraints Analysis의 제약요인(constraints)은 contract, engineering, materials, labor and equipment, prerequisite 이렇게 5개의 카테고리로 구성되어 있으며, 각각의 작업은 사전에 작성된 데이터나 필요에 따라 사용자가 입력한 데이터를 사용하여 계획된 작업의 문제점을 확인하고 해결을 통해 Constraints Analysis가 완료된 작업은 완료작업목록으로 이동하게 된다.(Choo, 1999) 그림4는 LPS의 Constraints Analysis 화면이다.

본 연구는 LPS와 국내공정관리 체계를 비교·분석을 토대로 하여 작업여건분석 활용을 위해 국내 공정관리 체계분석을 필요로 하며, 표2와 같이 임철우(2006)의 연구에서 정리한 LPS와 국내공정관리 체계의 비교를 활용하였다.

LPS의 Constraints Analysis과정은 4주전에 모든 할당된 작업에 대한 분석과정이 이루어지지만, 국내의 경우 분석시기가 규칙적이지 않고 Constraints Analysis를 위한 절차나 체크리스트가 부재인 현황이다. 따라서, 국내 실정에 맞는 분석체계가

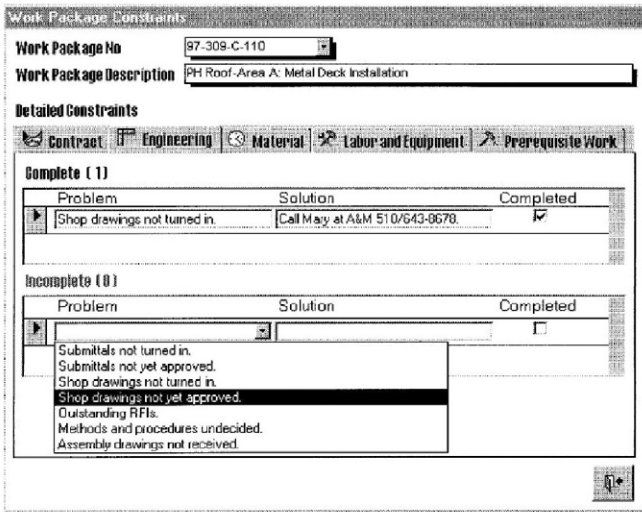


그림 4. LPS의 constraints analysis 화면

필요한 것으로 판단되었다.

LPS의 경우 별도의 기본교육과정이 필요하고, 잦은 소집회의, 과도한 문서의 생산, 컴퓨터 활용능력 및 하도급자 역량에 의존하는 등의 단점들이 있다(유충구, 2006). 이러한 단점에도 불구하고 LPS는 성공적인 성과를 거두고 있으며, 따라서 본 연구에서는 국내현실에 맞는 Constraints Analysis 체계를 구축을 통해 작업계획단계에서부터 작업 수행 전 단계까지 작업수행 가능하도록 해당요소를 확인하고 검토할 수 있는 체계를 제시하고 있다.

표 2. LPS와 국내공정 관리체계의 차이점(임철우, 2006)

| 구분 | LPS와 국내 공정 관리 체계의 차이점 |
|-----|---|
| 국내 | <ul style="list-style-type: none"> 3 Monthly Work Plan은 주로 Master Plan을 토대로 그 작업 내용이 세부화 되어지지만 LPS와 비교하여 5~6주 전에 이루어질 모든 Assignments에 대한 Constraint Analysis가 이루어지지 못함. 특정 작업에 대해서만 이루어지고 있음 (승인이나 검토가 필요한 작업에 대해서만 집중관리) Constraint Analysis를 위한 정형화된 절차 및 체크리스트의 부재 |
| LPS | <ul style="list-style-type: none"> 프로젝트의 규모와 특성에 따라 Look ahead Plan의 기간은 수정될 수 있으며 대개 2주~6주 사이의 범위로 구성되며 미리 작성되어진 모든 Assignments에 대한 제반요건 분석이 이루어짐 Constraint analysis는 크게 contract, engineering, material, labor & equipment, prerequisite work 의 5가지 항목으로 분류되어 해당 assignment에 대한 분석이 이루어짐 Constraint Analysis를 위한 정형화된 절차와 체크리스트가 존재 |

2.4 국내 건설현장 현황파악

표 3은 작업여건분석현황 및 인식을 알아보기 위해 시행한 설문문의 개요이다. 조사는 시공능력 순위 10위권 6개 업체 총 9개 현장 86명을 대상으로 시행했으며, 검증대상은 건설공사의 많은 부분을 차지하고 있는 12층이상 공동주택을 대상으로 하였다.

설문은 원도급업체의 공중 책임자와 담당자, 협력업체의 책임자 및 현장소장을 대상으로 실시하였다.

표 3. 설문조사 개요

| 조사현장 | 공동주택(6), 주상복합(3) |
|-------|---|
| 조사공종 | 골조(2), 마감(7) |
| 기간 | 2006. 2. 22 ~ 2006. 3. 2 2007. 11. 13 ~ 2007. 11. 20 |
| 대상인원 | 소장(6), 과장(24), 기사(18), 협력(38) |
| 경력(명) | 5년이하(19), 5~10년(18), 10~15년(19), 15년이상(30) |

그림 5는 작업여건에 대한 검토가 이루어지고 있는지에 대해 조사한 결과이다. 작업여건분석 수행현황 조사 결과 응답자의 63%가 작업여건에 대한 검토가 이루어지고 있다고 답하였으나, 정형화된 절차나 체크리스트의 유무에 대한 조사결과 응답자의 52%가 없다고 답변하였다. 면담을 통해 절차나 체크리스트의 존재에 대해 조사해본 결과 체계화된 문서가 아닌 임시적인 기록인 경우가 많았다. 그리고 일부 응답자들은 정형화된 절차와 체크리스트를 일과 시작 전 시행하는 조회나 정형적인 형태를 갖추지 않은 비정기적 서면제출로 오해하고 있었다.

정형화된 절차 또는 체크리스트가 있다고 답변한 응답자를 대상으로 기존형식의 편의성 및 효과성에 대해 조사를 하였다. 기존형식의 편의성 및 효과성에 대해 응답자의 55%가 '그렇다' 라고 답하였다. 하지만, 작업여건분석 수행에 임시적인 기록이나 정형화된 형태를 갖추지 않은 비정기적인 서면 제출이 많은 경우를 고려할 때, 정형화된 형식이나 절차의 활용은 이보다 더 적다고 판단되며, 작업여건분석 체계 및 절차가 있을 경우 보다 큰 효과가 있을 것으로 기대된다.

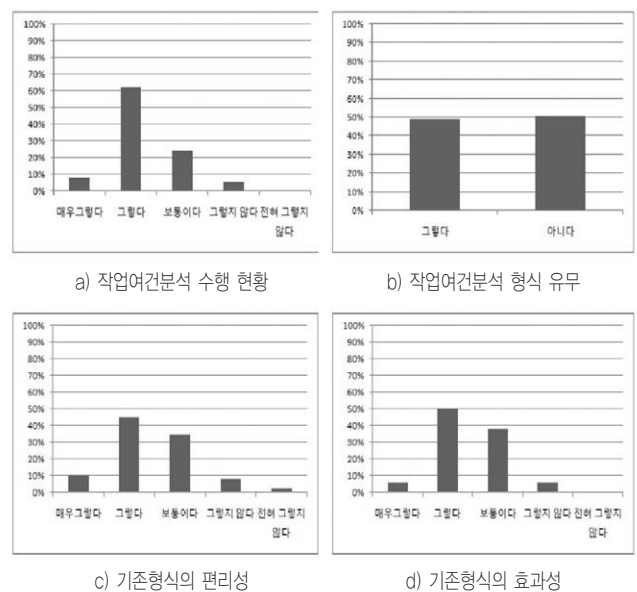


그림 5. 작업여건분석 현황

3. 작업지연원인 기반 작업여건분석 체계

3.1 작업여건분석 항목 도출

건설공사 중 작업에 영향을 미치는 다양한 요소들이 존재한다. 이러한 영향 요소들은 관점에 따라 리스크요인, 제약요인, 공기지연원인, 공기영향요인, 작업지연원인 등 다양한 명칭으로 구분될 수 있다.

작업계획단계에서 작업저해요인으로 정의되는 제약요인은 작업수행이 지연되었을 경우 작업지연원인 요소로 나타나게 된다. 이러한 작업지연원인은 작업계획 단계에서 제약요인으로 활용되어 작업을 수행하기 전에 확인하고 검토를 통해 그 대응방안을 수립할 수 있으면 작업지연으로 인한 피해를 최소화 할 수 있을 것이다.

표 4. 작업지연의 분류(지근창, 2006)

| 지연 인자 | 지연 속성 | | |
|--------|----------------|-----------|-----------|
| | 시간 (T) | 수량 (Qn) | 품질 (QI) |
| 물질 (P) | 물질요소의 시간문제(PT) | 수량문제(PQn) | 품질문제(PQI) |
| 도구 (M) | 도구요소의 시간문제(MT) | 수량문제(MQn) | 품질문제(MQI) |
| 제어 (C) | 제어요소의 시간문제(CT) | 수량문제(CQn) | 품질문제(CQI) |

표 5. 작업지연원인 분류체계

| 지연인자 | | 지연 속성 | 작업여건 항목 |
|-------|------|-------|---------|
| 물질 | 자재 | 지연 | 자재 |
| | | 없음/부족 | |
| | | 불량 | |
| | 선행작업 | 미착수 | 선행작업 |
| | | 미완료 | |
| | | 지연 | |
| 작업공간 | 간섭 | 작업공간 | |
| | 부족 | | |
| | 없음 | | |
| 도구 | 노무자 | 부족 | 노무자 |
| | | 미숙련 | |
| | | 충돌 | |
| | 장비 | 없음 | 장비 |
| | | 불량 | |
| | | 충돌 | |
| 공구 | 없음 | 공구 | |
| | 불량 | | |
| | 충돌 | | |
| 제어 | 설계도서 | 지연 | 설계도서 |
| | | 없음 | |
| | | 오류 | |
| | 작업지시 | 미지시 | 작업지시 |
| | | 지연 | |
| | | 불량 | |
| 허기/승인 | 미신청 | 허기/승인 | |
| | 지연 | | |
| | 오류 | | |

본 연구에서는 작업지연원인을 작업의 수행여부를 저해하는 제약요인 요소로 정의하고 있으며, 지근창(2006)의 연구에서 분류한 작업지연원인 분류인 표 4를 활용하여 표 5와 같이 재분류하고 있다.

3.2 작업여건 분석방법

작업여건분석은 해당 작업을 수행하기 일주일전 주간공정회의를 통한 주간작업계획의 여건분석부터 일일단위의 작업계획의 수행가능 여부를 확인하는 작업여건 확인까지의 작업여건 분석을 의미한다. 작업여건분석 중 작업여건 항목은 표5의 지연인자로 구성된 9가지의 작업지연원인 분류체계를 따른다.

주간작업 계획상의 여건분석은 9가지 작업여건항목의 세부사항을 설정함으로써, 해당 작업에 필요한 요소들을 작성하는 단계이다. 주간작업 계획상에 작성된 여건분석 세부항목들은 해당 작업 수행되기 전에 완료가 되었는지를 점검하고 확인한다.

그림6은 작업여건분석을 위한 시트를 작성한 예이다.

| 작업여건분석 Sheet | | 업체명 | 00 석조 |
|--------------|-----------------|---|---|
| 작업명 | 신발전 상부 대리석 설치 | 작성일 | 2007. 05. 25 |
| 작업시작일 | 2007. 05. 29 | 작업종료일 | 2007. 05. 31 |
| 작업여건 분석 | | | |
| 작업여건 항목 | 세부사항 | 주간 확인 | 일일 확인 |
| 자재 | 5월28일 입고 예정 | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No |
| 선행작업 | 신발전 기구 설치 | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No |
| 작업공간 | D층 402호 원관 | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No |
| 노무자 | 석공1, 작업보조1 | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No |
| 장비 | 없음 | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No |
| 공구 | 드릴, 핸드커터 | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No |
| 설계도서 | 완료 | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No |
| 작업지시 | 5월28일 자재양중 완료지시 | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No |
| 허기/승인 | 완료 | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No | <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No |

그림 6. 작업여건분석 시트 예

3.3 작업여건 분석체계

그림7은 본 연구에서 제안하는 작업여건 분석체계를 도식한 그림이다. 작업여건 분석 및 확인을 하는 목적은 계획된 작업의 수행 가능성을 확인하여 보다 신뢰성 있는 작업계획을 작성하고, 확인을 통한 점검을 하는데 있다. 작업여건분석의 활용순서 및 방법은 다음과 같다.

- (1) 마스터 스케줄로부터 월간작업 리스트 및 주간 작업 리스트를 선정한다.
- (2) 주간작업리스트 작성 후 공정회의를 통해 작업 여건 분석을 실시한다.

- (3) 여건분석을 통해 계획된 작업은 9가지 작업 여건항목을 확인을 통해 작업수행 가능성을 체크한다. 이 때, 해당작업이 현재 모든 항목에 대하여 완료되지 않았어도 작업 시작 전까지 완료될 수 있을 시 세부사항란에 예정사항을 작성하고 체크할 수 있다.
- (4) 계획된 작업의 여건분석이 완료된 경우 주간 작업계획으로 사용하고, 여건분석을 통해 작업준비가 되어 있지 않은 경우 회의를 통해 다시 작성한다.
- (5) 매일 일일작업 리스트를 작성하고 주간계획에서 작성된 작업계획에 대한 작업여건을 확인함으로써, 해당 작업이 실제 수행할 준비가 되어 있는지를 체크한다. 이때, 명일 작업이 아닐지라도 작업여건분석에서 완료예정인 작업에 대한 수시 확인을 통해 작업 수행 준비를 한다.
- (6) 작업준비가 완료된 작업은 다음날 수행을 실시하고 작업준비가 완료되지 않은 목록은 다음날 작업리스트 또는 주간작업 리스트로 넘긴다.

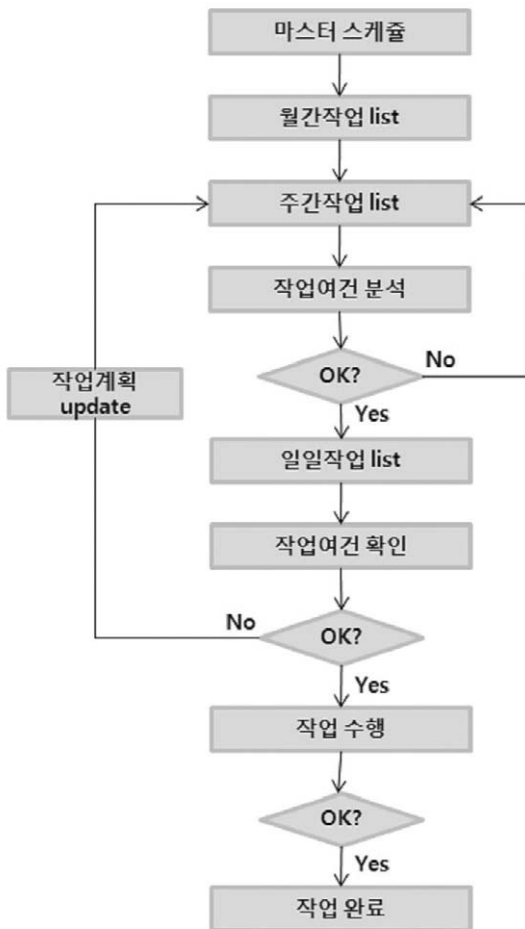


그림 7. 작업여건분석 프로세스

4. 현장 적용

4.1 현장적용 개요

현장적용에 앞서 국내 건설현장의 현황 파악 및 인식을 알아보기 위해 설문조사를 실시하였으며, 인천에 위치한 P건설 신축공사현장의 작업여건분석 체계의 현장적용을 통한 사용성 및 유용성에 대한 검증작업을 실시하였다.

4.2 작업여건분석 체계 현장적용 사례

사례현장에서는 외장공사와 마감공사를 대상으로 측정을 실시하였다. 측정현장의 모든 건물 및 공종들을 대상으로 측정을 실시하기에는 어려움이 있으므로 본 연구에서는 외장공사 중 커튼월 공사와 마감공사 중 인테리어 공사, 설비공사, 전기공사를 대상으로 측정 작업의 범위를 한정하였다.

(1) 커튼월공사 작업여건분석 사례

본 연구가 수행되는 시점의 커튼월공사는 시공공기 14개월 중 11개월 정도의 공정이 진행되는 시점이었으며, GFRC PANEL & GLASS WALL PART는 52층, GLASS WALL PART는 59층에서 작업이 수행 중이었다.

측정 기간은 2007년 11월 12일부터 2007년 12월 15일까지 총 5주간 측정하였으며, 2주간은 작업여건분석 체계를 수행하지 않은 AS-IS 프로세스를 3주간은 작업여건분석 체계를 수행하는 TO-BE 프로세스를 적용하여 측정을 하였다. 측정결과는 그림 8, 그림9와 같다.

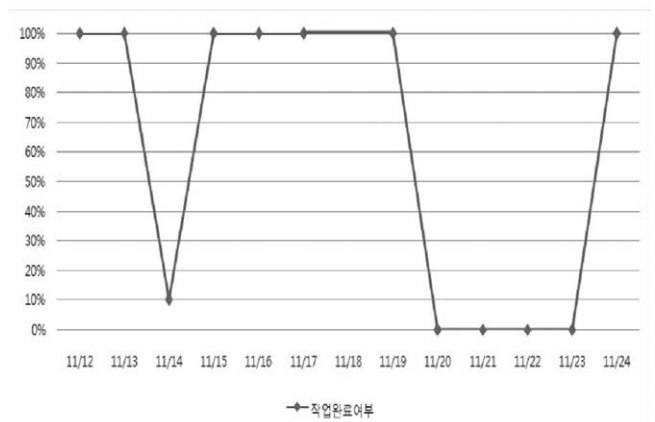


그림 8. 커튼월공사 AS-IS 프로세스 측정 결과

AS-IS 프로세스의 경우 작업완료여부는 평균 59%로 측정되었으며, TO-BE 프로세스의 경우 작업완료여부가 평균 99%로

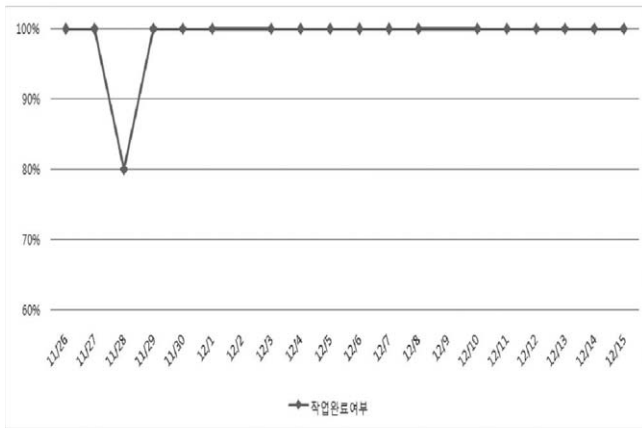


그림 9. 커튼월공사 TO-BE 프로세스 측정 결과

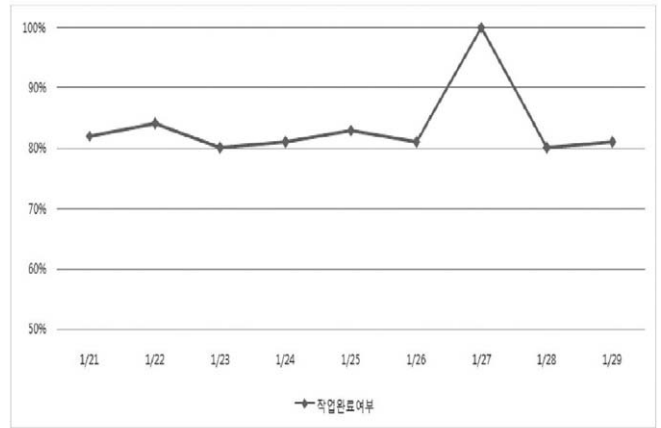


그림 11. 마감공사 TO-BE 프로세스 측정 결과

측정되었다. TO-BE 프로세스 수행 시 작업여건분석을 통해 미착수 또는 미완료가 될 수 있는 요인을 사전에 분석하여 100%작업이 완료될 수 있도록 작업을 계획하였고, 성과 또한 높게 나타났다.

(2) 마감공사 작업여건분석 사례

마감공사의 경우 총 28개월의 공기 중 11개월 미만의 잔여공사가 남은 상황이었으며, 마감공사 중 인테리어공사, 설비공사, 전기공사 등의 총 3개의 공정을 측정하였다.

측정기간은 2008년 1월 7일부터 2008년 1월 29일까지 총 4주간 측정하였으며, 2주간은 작업여건분석 체계를 수행하지 않은 AS-IS 프로세스를 2주간은 작업여건분석 체계를 수행하는 TO-BE 프로세스를 적용하여 측정을 하였다. 측정결과는 그림 10, 그림 11과 같다.

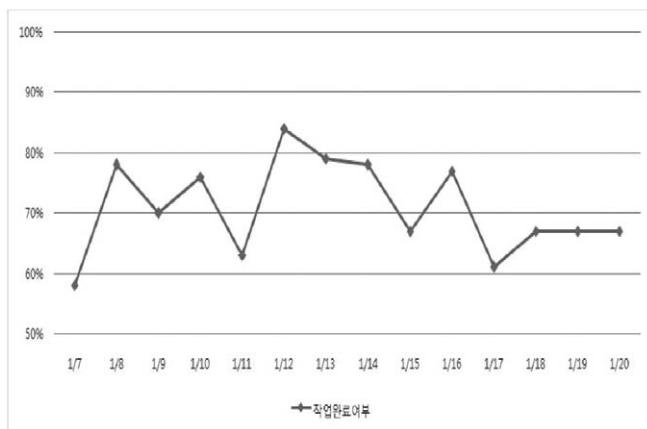


그림 10. 마감공사 AS-IS 프로세스 측정 결과

AS-IS 프로세스의 경우 작업완료여부는 평균 70%로 측정되

었으며, TO-BE 프로세스의 경우 작업완료여부가 평균 84%로 측정되었다. 마감공사의 경우 작업완료율이 14% 증가 하였으나, 작업지연 발생 빈도의 경우 작업여건분석 프로세스 적용 전 작업지연 발생빈도는 총 67건이며, 프로세스 적용 후 작업지연 발생빈도는 총 21건으로 적용 전에 비해 작업지연이 60%이상 감소하는 것으로 나타났다. 마감공사의 경우 공중간의 공간 간섭 및 작업 간 선·후행관계에 따른 여러 가지 작업지연요소들이 존재하며, 이러한 작업지연요소를 사전에 확인하고 제거하는 것만으로도 작업완료율 크게 증가 시킬 수 있었다.

(3) 작업여건분석 체계의 사용성 및 유용성

현장적용을 통한 측정 후 현장소장 및 담당기사, 협력업체 소장 및 담당기사를 대상으로 총 12명에게 작업여건 분석 체계에

표 6. 사용성 및 유용성에 관한 질문

| 평가항목 | 평가내용 |
|------|--|
| 사용성 | 1-1 작업계획 수립 시 작업여건분석 시트를 활용하기 편리한가? |
| | 1-2 개별 작업 시작 전 작업여건분석 시트를 통해 준비사항에 대한 검토가 편리한가? |
| 유용성 | 2-1 계획된 작업의 실행을 위해 작업여건분석 시트의 활용은 유용한가? |
| | 2-2 작업여건 분석을 함으로써 계획된 작업의 실패(지연, 미착수, 미완료) 방지에 유용한가? |

표 7. 커튼월공사 현장적용 사용성 및 유용성 평가 결과

| 항목 | | 원도급업체 | | 협력업체 | | 총점 | | 평균 |
|-----|-----|-------|-------|-------|-------|--------|-------|------|
| | | 현장 소장 | 담당 기사 | 현장 소장 | 담당 기사 | 원도급 업체 | 협력 업체 | |
| 사용성 | 1-1 | 8 | 9 | 9 | 9 | 17 | 18 | 8.75 |
| | 1-2 | 5 | 6 | 9 | 8 | 11 | 17 | 7 |
| 합계 | | 13 | 15 | 18 | 17 | 28 | 35 | 7.9 |
| 유용성 | 2-1 | 8 | 7 | 9 | 10 | 15 | 19 | 8.5 |
| | 2-2 | 10 | 8 | 8 | 8 | 18 | 16 | 8.5 |
| 합계 | | 18 | 15 | 17 | 18 | 33 | 35 | 8.5 |

표 8. 마감공사 현장적용 사용성 및 유용성 평가 결과

| 항목 | 원도급업체 | | 협력업체 | | 총점 | | 평균 | |
|-----|-------|-------|-------|-------|--------|-------|----|------|
| | 현장 소장 | 담당 기사 | 현장 소장 | 담당 기사 | 원도급 업체 | 협력 업체 | | |
| 사용성 | 1-1 | 8 | 9 | 8 | 9 | 17 | 17 | 8.5 |
| | 1-2 | 7 | 6 | 9 | 9 | 13 | 18 | 7.75 |
| 합계 | | 15 | 15 | 17 | 17 | 30 | 35 | 8.12 |
| 유용성 | 2-1 | 8 | 7 | 8 | 10 | 15 | 17 | 8.25 |
| | 2-2 | 10 | 8 | 8 | 9 | 18 | 17 | 8.75 |
| 합계 | | 18 | 15 | 16 | 19 | 33 | 35 | 8.5 |

대한 사용성 및 유용성에 대한 설문을 실시하였다. 질문내용은 표6과 같으며, 각 항목에 대하여 1~10점 사이의 점수를 부여하도록 하였다. 커튼월공사와 마감공사 대상 작업여건분석 체계의 사용성 및 유용성관련 설문결과는 표7, 표8와 같다.

사용성 및 유용성에 관한 설문조사 결과 사용성은 평균 8점 유용성은 평균 8.5점으로 나타났다. 사용성 및 유용성 모두 8점 이상으로 작업여건분석체계에 대한 긍정적인 평가를 받을 수 있었다. 사용성의 경우 매번 시트를 준비해서 체크해야 하는데 따른 불편함이 가장 큰 단점으로 나타났으며, 이러한 점은 엑셀 등을 사용하여 수행할 경우 좀 더 편리하게 사용할 수 있음을 확인할 수 있었다.

5. 결론

본 연구는 건설작업의 작업지연원인 분석을 통하여 작업여건 분석 항목을 도출하고 이를 통하여 작업여건을 분석하여 계획된 작업의 수행 가능성을 확인하고 점검하는 체계를 제시하였으며, 현장적용을 통하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- (1) 작업의 수행을 저해하는 작업 제약요인은 작업의 지연을 통해 작업지연요소로 정의될 수 있으며, 작업지연원인항목을 통하여 작업 제약요인을 파악 할 수 있다.
- (2) 공정계획은 작업이 잘 수행될 수 있도록 계획하는 것이다. 관리자가 작업계획단계에서 작업의 수행여부를 확인하고 점검하는 방법을 통하여 작업 계획의 실행 가능성을 높일 수 있다.
- (3) LPS의 제반요건분석과 국내공정관리 체계를 비교를 통해 국내 현실에 맞는 작업여건분석 체계를 수립 하였고, 국내 현장 설문을 통하여 작업여건분석 체계의 필요성을 확인 하였으며, 현장적용을 통해서 작업여건분석 체계의 검증 을 실시하였다. 현장적용 결과 작업여건분석 체계를 적용 하기 전에 비하여 작업완료율이 약 27% 향상되었다, 이를

통해 작업여건분석을 통해 작업계획의 신뢰성을 향상할 수 있음을 확인할 수 있었다.

- (4) 작업지연원인 기반 작업여건분석 체계를 통해 보다 능동적이고 발전적인 관리 체계를 제시하였다.

본 연구의 작업여건분석 체계를 좀 더 쉽고 용이하게 하기 위해서는 프로그램 개발을 통한 시스템화가 필요하며, 시스템을 추진할 경우 작업계획 업데이트의 알고리즘에 대한 구체적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 김대영(2002), “린건설의 도입 및 수행”, 건설관리 3권 4호(통권12호), 한국건설관리학회, pp. 58-66
2. 박민선 외 3인(2006), “계약이론을 이용한 택트공정관리 개선에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 22권 6호(통권212호), 대한건축학회, pp. 139-146
3. 유충구 외 2인(2007), “발주자 주도형 린 건설에 대한 기초 연구”, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 제7회, 한국 건설관리학회, pp. 647-651
4. 윤여안 외 1인(2001), “건축공법별 리스크 인지를 위한 체크리스트 개발에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 17권 4호(통권150호), 대한건축학회, pp. 111-117
5. 이현수 외 3인(2006), “신뢰성 있는 건축공정관리를 위한 적극적 버퍼관리”, 대한건축학회 논문집, 22권 10호(통권216호), 대한건축학회, pp. 137-146
6. 임철우 외 2인(2007), “작업성취율 활용을 위한 공정관리체계”, 한국건설관리학회 논문집, 8권 3호(통권37호), 한국건설 관리학회, pp. 57-65
7. 장효원 외 2인(2007), “건설현장 생산성 측정의 효율적 방안 제시” 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, 제7회, 한국 건설관리학회, pp. 666-669
8. 정남기(2002), “TOC 골든 룰”, 한언, 서울
9. 정병화 외 1인(2001), “건설공사의 리스크인자 분석 및 경감에 관한 연구”, 한국건설관리학회 논문집, 2권 4호(통권8호), 한국건설관리학회, pp. 62-68
10. 정태식 외 1인(2004), “착공 전 단계에서의 시공사 중심의 공기지연 리스크 분석 및 분류체계에 관한 연구”, 대한건축 학회 춘계 학술발표대회 논문집, 24권 1호, 대한건축학회, pp. 519-522

11. 지근창 외 2인(2006), “건축공사의 투입요소에 의한 작업지연 원인분류 체계”, 대한건축학회 논문집, 22권 11호(통권 217호), 대한건축학회, pp. 181-188
12. 한중관 외 2인(2003), “시공자 중심의 주요 공종별 공기지연 원인분석에 관한 연구”, 대한건축학회 논문집, 제19권 제3호(통권173호), 대한건축학회, pp. 163-170
13. 황지선 외 1인 (2003), “초기 건설공사의 리스크 분류체계에 관한 연구”, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 23권 1호, 대한건축학회, pp. 339-402
14. Ballard, G.(2000). “The Last Planner System of Production Control”, Unpublished PHP Thesis School of Civil Engineering, The University of Bringham
15. Hyun Jeong Choo(1999), “WorkPlan: Constrain-Based Database for Work Package Scheduling”, Journal of Construction Engineering and Management, v125 n3, ASCE, pp. 151-160
16. M. Z. Abd. Majid(1998), “Factors of Non-Excusable Delays That Influence Contractors’ Performance”, Journal of Management in Engineering, v14 n3, ASCE, pp. 42-49
17. Sadi A. Assaf(1995), “Causes of Delay in Large Building Construction Projects”, Journal of Management in Engineering, v11 n2, ASCE, pp. 45-50

논문제출일: 2008.03.28

심사완료일: 2008.09.05

Abstract

The sum of each work duration are entire period in construction project. Each work occurs to be late, the total period of construction project will delays. Therefore, the total period of construction project will not be delayed if probability of work progress makes higher. Finding each work constraints performs constraints analysis in process of construction for checking probability of work progress. Grasp work constraints through the constraints analysis and removes. This research will show preventing delay of construction project, through work condition analysis process.

Keywords : Constraints, Schedule Delay, Root Cause Schedule delay, Work Condition Analysis
