

작업측정기법을 이용한 거푸집 공사의 생산성에 관한 연구

A Study on the Productivity of Form Work by using Work Analysis Method

정희경*
Jung, Hea-kyang

윤여완**
Yun, Yer-Wan

양극영***
Yang, Keek-young

Abstract

Lately Construction industry has been depressing by hard construction market circumstance. Construction company, especial at this time, makes more rationalize the management of inside Company and Construction field. In this study we are to present the method of calculation reasonable duration at Reinforced Concrete Work. For the study first make up a question at field workers, then sampling the Form workers based the question. Second, We are using Work Analysis Method analysing the worker's work-method and Time. And then using the result of analysis, measure the Productivity of Form work. The productivity of Form work is used the basic data of duration at Reinforced Concrete Work

키워드 : 거푸집 공사, 생산성, 작업분석.

Keywords : Form Work, Productivity, Work Analysis Method.

1. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 건설업계는 장기화된 불황으로 인한 건설 산업의 성장 둔화와 수주량의 감소는 건설회사로 하여금 경영의 합리화를 통한 비용의 절감과 효과적인 현장관리를 통한 비용절감의 필요성을 어느 때보다 절실하게 요구하고 있다.

특히 중소규모 건설현장의 경우 근래 들어 도입되고 있는 건설관리(Construction Management ; CM)와 같은 과학적인 관리시스템의 도입에 한계가 있으므로 이러한 한계를 극복하기 위한 기본적인 현장관리 체계의 과학적이고 합리적인 설정방법을 제시하여 합리적인 현장관리의 방안을 제시하여야 할 것이다. 이러한 현장관리를 위한 구체적인 내용 중 합리적인 공사기간의 설정은 공사초기에 결정되어야 할 중요한 사항으로 공사기간의 설정이 합리적이지 못할 경우 공사전반에 심각한 리스크를 가져올 수 있다.

이에 본 연구는 공사초기에 체계적인 공기산출의 근거를 제시하기 위하여 철근 콘크리트 구조체 공사를 대상으로 구조체를 축조하는 공종 중 가장 긴 공종인 거푸집 공사에 대한 생산성을 분석하는데 그 목적이 있다.

거푸집 공사에 대한 구체적인 생산성 분석의 내용은 합리적인 공정표를 건축공사의 초기에 작성할 수 있게 함으로써 이를 근거로 한 체계적인 공정관리가 가능하게 될 것이며 또한 계약 단계에서 적절한 공기로 계약을 실시함으로써 적절하지 못한 공기산출로 인한 공기지연으로 공사기간 지체상환금등과 같은 추가적인 비용의 손실을 최소화 할 수 있는 있다. 따라서 본

연구를 통하여 도출되어진 결과를 이용하여 합리적인 거푸집 공사의 공정관리가 가능할 것으로 판단된다.

1.2 연구의 방법 및 절차

거푸집 공사의 생산성 측정에 관한 연구를 실시하기 위하여 우선 생산성 측정을 위한 방법으로써 동작분석 및 작업측정에 관련된 이론적 고찰을 실시하였으며 이와 더불어 공정관리에 대한 이론적 고찰을 실시하였다. 이후 생산성 측정을 위한 예비단계로서 생산성 측정 대상자를 중심으로 생산성에 영향을 미치는 요인에 관한 사전조사를 실시하여 이들 인자로 인한 영향을 최소화 하였다.

사전조사 단계를 거쳐 선정된 작업자를 대상으로 예비측정을 실시하여 이를 분석함으로써 측정방법 및 측정과정에 대한 검토 및 수정을 실시하였다.

이후 수정되어진 측정방법을 이용하여 본 측정을 실시하여 측정된 결과값을 정리하여 작업 생산성에 대한 분석을 실시하였다.

본 연구에서 측정대상으로 선정한 거푸집 공법은 가장 일반적으로 사용하는 유로폼 공법을 대상으로 작업측정을 실시하였다.

측정은 디지털 캠코더를 이용하였으며 측정결과에 대한 판독을 위하여 기록지를 이용하여 스톱워치로 시간을 측정하였다.

* 정희원, 원광대 건축공학과 산업대학원, 석사과정

** 정희원, 원광대 건축공학과 강사, 공학박사

*** 정희원, 원광대 건축공학과 교수, 공학박사

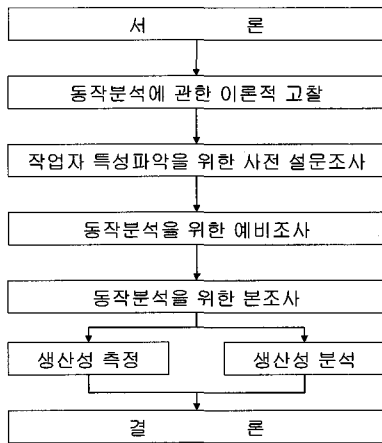


그림 1. 연구의 흐름도

2. 이론적 고찰

2.1 작업측정¹⁾

1) 작업측정의 목적

작업측정은 전체적인 작업능률을 개선하기 위하여 작업공정의 개선, 작업방법의 개선, 작업부하의 경감, 작업환경의 개선, 작업의 표준화, 공사계획 및 관리의 기초자료작성을 목표로 하여 수행되어지는 일련의 과정을 말한다.

작업측정의 목표는 건축현장에 있어서 생산성의 향상 등, 공사의 상황에 맞게 구체적으로 설정되며 개선을 목표로 하는 공사부분 및 그의 범위를 구체적으로 받아들이며 기대성과 등을 밝히게 한다. 작업측정의 구체적인 목표는 다음과 같다.

- ① 작업공정의 개선
- ② 작업방법의 개선
- ③ 작업부하의 경감, 작업환경의 개선
- ④ 작업의 표준화
- ⑤ 공사계획 및 관리의 기초 자료작성

2) 작업측정의 계획

작업측정은 이것을 의도하는 목표에 따라 그 목적이나 방법이 서로 달라진다. 따라서 측정계획을 입안하기 전에는 현실의 작업에 인식되어지는 문제점을 명확히 해야 한다. 따라서 받아들인 문제의 성격이나 구조에 대하여 검토를 실시하여 그 문제점에 관계되는 요인을 분석하고, 이로부터 적절한 측정계획을 세운다.

3) 측정계획의 결정

측정계획의 입안에 따라 관련 자료의 수집을 행하고 필요에 응하여 당해 작업에 관련하는 작업자의 참가를 구하여 토의를 행하고, 구체적임과 동시에 면밀한 측정계획을 세운다.

측정계획은 다음 사항을 포함하여 결정한다.

- ① 측정대상과 그의 범위
- ② 측정목적
- ③ 측정의 수준

- ④ 측정항목 및 측정방법
- ⑤ 대상으로 하는 작업의 실험계획(실험공사를 위한 사양서)
- ⑥ 측정결과를 집계, 정리하는 방법
- ⑦ 측정에 쓰이는 기계, 기기의 준비
- ⑧ 측정을 위한 조직
- ⑨ 측정의 기간
- ⑩ 기타 필요하다고 생각되는 사항

이상에서 언급한 내용을 고려하여 최적의 방법을 선택하도록 한다.

2.2 측정방법의 분류와 선택

1) 측정방법의 분류

작업측정의 방법을 분류하면 다음과 같다.

- ① 공사실적의 분석
- ② 공정분석
- ③ 가동분석
- ④ 시간연구
- ⑤ 동작분석
- ⑥ 작업시에 있어서 Human Factor의 측정(인간공학측정)

2) 측정방법의 선택

작업측정은 다음의 사항을 검토하여 측정의 목적에 맞게 측정방법 중 적절한 방법을 선택하도록 한다.

- ① 해결하여야할 문제점
- ② 구하는 특성치와 그의 내용
- ③ 측정의 제약으로 작용하는 작업상의 조건
- ④ 측정에 관계되는 인적, 물적 조건
- ⑤ 측정의 시간적 제약

이상의 사항을 검토하여 최적의 측정방법을 선택하여야 한다. 이와 더불어 측정시 작업측정의 담당자는 충분한 기술적 능력을 가지고 동시에 작업측정의 목적 및 의의를 바르게 이해하는 자 이어야 하면 측정의 대상으로 되는 작업자는 일정한 수준이상의 기능을 가지고 있으며 실시하는 작업이 안정적이며 동시에 담당하는 작업에 대하여 충분한 노동의 의지가 있어야 한다.

작업측정에 앞서 작업자와 같이 그 작업에 관련하는 타 부서의 협력이 이루어 질 수 있도록 적절한 분위기를 만들 필요가 있다. 또한 측정된 결과는 실제작업에 Feed Back 할 뿐 아니라 일반의 작업자에게도 그의 성과를 환원시킬 수 있도록 배려한다.

3. 작업시간 측정을 위한 예비조사

3.1 거푸집 공사의 공정흐름²⁾

거푸집 공사는 전항에서 살펴본 바와 같이 전체 공사기간 중 25% 정도의 비중을 차지하는 상당히 긴 공기를 필요로 하는 공사이다. 따라서 철근콘크리트 공사의 경우 거푸집 공사가 주 공정(critical path)이 되므로 거푸집 공사에 대한 정확한 공

1) 日本建築學會, 作業能率測定指針, 日本建築學會, 1990.

2) (주)대우기술연구원, 거푸집공사의 이해와 시공, 기문당, 1993.

기예측이 전체공기에 대한 예측이 된다. 따라서 거푸집 공사에 대한 정확한 공기예측을 위한 생산성 분석이 필요하다 하겠다. 이를 위하여 우선 기존 철근 콘크리트 공사의 공정을 살펴 보도록 한다.

3.2 거푸집 공사의 공종분류

거푸집 공사의 공정흐름을 파악하기 위하여 거푸집 공사의 공종분류를 실시하도록 한다. 일반적으로 이루어지는 기존공정을 이용하여 공종분류를 실시하였으며 이를 이용하여 공정관리를 위한 작업시간의 결정 등 공정관리를 실시하게 된다.

거푸집 공사를 위하여 우선 거푸집 재료의 반입을 실시하게 되며 현장에서 제작되어지는 일부 거푸집에 대한 현장제작이 이루어진다. 이후 떡매김을 실시하고 떡매김 후 기둥철근 및 기둥 거푸집의 조립을 실시하고 옹벽에 대한 철근조립과 형틀 설치를 실시하게 된다. 옹벽에 대한 거푸집 설치는 한쪽면의 거푸집을 먼저 설치하고 이후 철근배근, 다른쪽면에 대한 형틀을 설치하게 된다. 이후 보 철근의 설치와 보 거푸집에 대한 설치를 실시하고 슬라브 철근에 대한 조립과 거푸집 조립을 실시한 후 검사를 실시하고 콘크리트를 타설하게 된다.

이상의 과정을 통하여 거푸집 공사가 이루어지며 일반적인 기준층의 경우 이 작업이 반복적으로 이루어지게 된다.

또한 보 및 슬라브의 경우 이를 지지하기 위한 동바리 공사와 병행하게 되므로 이를 고려한 공정관리가 필요하며, 이와 더불어 철근배근을 비롯한 각종 설비공사 또한 동시에 병행되어지거나 공사완료 후 진행되어진다.

따라서 거푸집 공사는 콘크리트 공사 및 철근 공사를 고려한 공정계획이 반드시 필요하다.

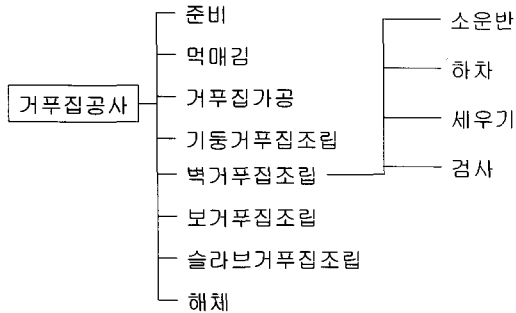


그림 2. 거푸집 공사 공종분할의 예

3.3 생산성 분석을 위한 예비조사

거푸집 공사의 생산성을 분석하기 위하여 거푸집 목공을 대상으로 하여 동작분석을 실시하도록 한다. 이를 위하여 우선 전북지역에서 근무하는 건축목공 중 거푸집 목공을 대상으로 설문조사를 실시하여 조사대상자의 일반적인 특성과 더불어 생산성에 영향을 미치는 연령, 근무경력, 출력일수 등에 대한 조사를 실시하였다.

설문조사는 2005년 4월 ~ 5월에 걸쳐 이루어졌으며 거푸집 목공 45명을 대상으로 면접조사 형태로 이루어졌다.

1) 응답자의 연령

응답자에 대한 일반사항을 조사하기 위하여 응답자에 대한

성별을 조사한 결과 건설업의 특성상 조사대상자 모두 남성으로 조사되었다.

이와 함께 응답자의 연령을 조사한 결과 응답자의 46.7%가 40대 인 것으로 조사되었으며 50대가 42.2%로 조사되어 조사대상자의 상당수가 40대 및 50대인 것으로 조사되었다. 이는 3D업종에 대한 기피현상으로 비롯한 건설현장 근로자의 고령화를 보여주는 것으로 판단된다.

2) 근무년수

응답자의 개략적인 숙련도를 파악하기 위하여 건설관련분야의 근무경력과 더불어 거푸집 목공의 경력에 대하여 조사를 실시하였다.

조사결과 건설관련분야의 근무경력의 경우 응답자의 73.3%가 10년 이상인 것으로 조사되어 조사대상자의 상당수가 많은 경력을 가진 것으로 조사되었다. 이와 더불어 거푸집 공사에 대한 근무경력을 조사한 결과 건설관련분야 근무경력과 동일한 것으로 조사되었다. 이는 건설근로자의 경우 일반적으로 직종간의 이동이 적으며 현장집장(什長)중심의 노무체제로 인하여 직능에 대한 노하우가 현장에서 직접 전수되어지는 특성을 가지고 있어 이와 같은 결과가 나타난 것으로 판단된다.

3) 현장출력일수

건설현장 근로자의 경우 대부분 한 현장에 소속되어 있지 않고 여러 현장에 출력하여 근무를 하게 되므로 근로자에 따라 현장 출력일수의 차이가 발생하게 된다. 따라서 출력일수가 많을수록 그렇지 못한 경우에 비해 좀더 숙련된 기능공임을 간접적으로 알 수 있다.

이에 응답자에게 한달동안의 평균 출력일 수에 대한 조사를 실시하였다.

조사결과 20~25일 이상 출력한다고 응답한 경우가 42.2%로 가장 높게 조사되었으며 이후 25~30일 이상 출력한다가 31.1%, 15~20일 이상 출력한다는 20%의 순으로 조사되었다. 따라서 응답자의 73% 이상이 20일 이상 출력하는 것으로 조사되어 높은 출력일수를 가지는 것으로 파악되었다.

따라서 응답자의 상당수가 숙련된 기능공이라는 것을 간접적으로 확인할 수 있어 이들을 대상으로 한 생산성 분석에 문제가 없을 것으로 판단된다.

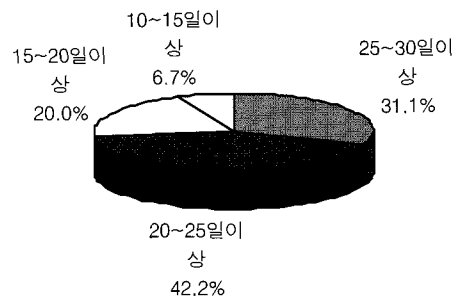


그림 3. 출력일수

4) 평균출력 현장수

출력일수와 더불어 평균출력 현장수를 조사한 결과 1개 혹

은 2개 현장에 출력한다고 응답한 경우가 57.8%로 조사되어 가장 높게 조사되었으며 이후 3개 혹은 4개 현장이라고 응답한 경우는 40%를 차지하였다. 따라서 전체 응답자의 97.8%가 평균적으로 4개 이하의 현장에 출력한다는 것을 알 수 있었다.

이외 9개에서 10개 이상의 현장에도 출력하는 경우가 있었는데 이는 현장의 규모가 적은 경우에 가능할 것으로 판단되어 중소규모 현장을 중심으로 근무를 하는 경우 현장간의 이동이 심한 것으로 생각된다.

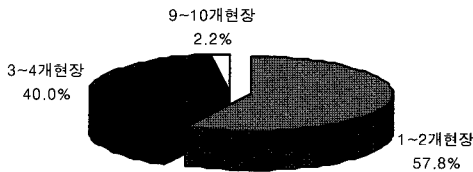


그림 4. 평균출력 현장수

5) 신체적 고통

응답자의 신체적인 건강상태를 체크하기 위하여 현장 작업 중 재해나 사고 이외의 이유로 작업이 불가능 할 정도의 신체적인 고통(통증)을 느껴보신 적이 있는가에 대한 조사를 실시하였으며 이와 더불어 고통(통증)이 있는 경우 그 주기는 어느 정도 인가에 대한 조사를 실시하였다.

조사 결과 고통(통증)을 경험한 적이 있다고 응답한 경우는 8.9%에 불과하여 작업상 특별한 고통(통증)은 느끼지 못하고 있는 것으로 조사되었다. 또한 고통이 있는 경우도 주기적이지 않다고 응답한 경우가 가장 높게 조사되어 주기적인 고통을 호소하는 경우는 해당 경우 응답자의 15%정도로 조사되어 그 빈도수가 낮은 것으로 조사되었다.

이와 더불어 현장 작업 중 발생한 재해나 사고를 포함해서 각종 이유로 인하여 병원에 입원한 경우가 있는 가를 조사한 결과 그렇다고 대답한 경우는 6.7%에 불과한 것으로 조사되어 응답자의 대부분의 경우 신체적으로 특별한 문제가 없는 것으로 판단된다.

이상의 설문 조사결과를 종합하여 숙련도가 높으며 신체적으로 건강하다고 판단되는 거푸집 목공을 대상으로 하여 거푸집 공사의 생산성 분석을 위한 동작분석을 실시하도록 한다.

동작분석은 기둥, 벽, 슬라브, 보 거푸집의 조립과정을 디지털 캠코더로 촬영하여 분석을 실시하였다.

4. 거푸집 공사의 생산성 분석

4.1 동작분석을 위한 작업측정

연구목적에 적절한 데이터를 얻기 위하여 예비측정을 실시하고 이후 문제점을 보완하여 본 측정을 실시하였다.

예비측정은 본 측정을 실시하기 이전에 측정과정에서 발생

할 수 있는 문제점을 사전에 파악하고 이를 수정·보안하기 위한 단계로서 측정방법, 측정양식, 측정조건 등에 대한 검토를 실시하였다.

본 측정은 생산성을 파악하기 위하여 단위작업 및 작업자의 작업시간을 측정하였다.

예비측정 및 본 측정의 대상자는 사전조사단계에서 설문조사의 응답자를 대상으로 측정을 실시하였다.

또한 측정결과와 신뢰도를 높이기 위하여 측정대상자는 설문조사 응답자 중 현장경력이 10년 이상인 작업자를 대상으로 하였으며 현장 출력일수의 경우 그 빈도수가 가장 높게 조사되어진 20~25일을 출력한다고 응답한 작업자를 대상으로 하였다. 이와 더불어 조사단계에서 신체적인 통증을 호소하거나 최근에 입원한 경험이 있다고 응답한 작업자는 측정대상자에서 제외하였다.

조사단계별 세부적 사항은 다음과 같다.

1) 예비측정

예비측정은 본 측정을 위한 준비과정으로 실험방법의 타당성, 측정중 고려할 사항에 대한 조사 등을 위하여 시행하였으며 측정대상자는 설문지를 응답한 응답자 중 앞서 언급한 조건에 일치되는 작업자 2인을 대상으로 하여 작업자가 출력하는 현장에 같이 참석하여 측정을 실시하였다.

측정과정의 일반적 사항은 다음과 같다.

① 측정기간 : 2005년 6월 8일 ~ 2005년 6월 15일

② 측정대상 : 작업자의 출력현장을 대상으로 전주시 서신동 근린생활시설 및 기타시설 등

③ 측정내용 : 유로폼 거푸집 공사의 부위별 작업자의 구성, 측정을 위한 측정자의 배치 등과 관련된 사항의 검증

④ 측정방법 : 측정자가 디지털 캠코더를 이용하여 작업자의 작업과정을 1:1로 기록함.

예비측정과정을 통하여 파악된 문제점은 우선 거푸집 작업자의 측정자에 대한 비협조적인 행동을 들 수 있다. 일반적으로 작업에 대한 측정이 이루어지면 작업자는 측정자를 의식하여 평소 작업속도에 비해 평균적인 작업의 속도가 감소하며 측정에 대하여 거부감을 보이기도 했다.

이를 해결하기 위하여 작업자가 측정자에 대하여 최대한 친밀감을 가질 수 있도록 유도하고 측정결과 또한 최초 측정결과를 무시하고 2일 이후의 측정결과값을 이용하여 내용을 정리하도록 하였다.

또한 거푸집 작업은 그 특성상 작업자가 거푸집에 가려지는 상황이 많이 발생하게 되어 측정에 상당한 시간과 노력이 필요하다. 따라서 작업과정을 구체적으로 기록하기 위해서는 거푸집 작업의 특성상 작업자와 측정자가 1:1로 배치되어 작업자를 따라다니며 측정을 실시해야 한다는 것이다.

이는 측정자의 수에 의하여 측정하고자 하는 작업자의 수가 한정될 수밖에 없다는 것이다.

이에 본 연구에서는 동일 작업자라 할지라도 반복적으로 이루어지는 작업을 장시간 촬영하여 이를 평균함으로써 결과값의 신뢰도를 높이도록 하였다.

이상의 내용을 바탕으로 측정방법을 수정·보안하여 본 측정을 실시하였다.

2) 본 측정

예비측정을 통하여 확정된 내용을 반영하여 본 측정을 실시하였다.

본 측정은 공정별 작업내용의 구성, 생산성, 작업자의 작업 시간에 관련된 내용을 측정하기 위하여 단위작업의 작업시간을 측정하였다. 측정대상자는 예비조사단계에서 설문조사에 응답한 응답자를 대상으로 앞서 언급한 조건에 합당한 응답자 5명을 대상으로 이들이 출력하는 현장을 중심으로 조사를 실시하였다.

측정과정에 대한 일반사항은 다음과 같다.

① 측정기간 : 2005년 6월 20일 ~ 2005년 8월 5일

② 측정대상 : 작업자의 출력현장을 중심으로 전주시 및 군산시에 소재한 근린생활시설 및 기타시설

③ 측정내용 : 거푸집 작업자의 작업활동별 작업시간 및 작업의 개시, 종료시각에 대하여 연속측정법으로 측정

④ 측정방법 : 디지털 캠코더를 이용한 연속측정법

(3) 조사내용

거푸집 공사의 생산성을 측정하기 위하여 예비설문조사를 실시하여 측정대상자를 선발하고 이들을 대상으로 예비측정을 실시하여 측정단계에서 발생할 수 있는 문제들을 보완하고 이를 바탕으로 작업시간을 측정하여 작업생산성을 산출하였다.

조사대상 건축물은 일반 근린생활 시설을 중심으로 하여 작업자를 중심으로 다양한 형태의 건축물이 측정대상이 되었으며 건축물과는 관계없이 동일한 작업자에 대하여 동일 공법의 작업속도를 측정하여 이를 통계 처리하여 작업의 생산성을 측정하였다.

측정대상 거푸집 공법은 강재 거푸집인 유로폼을 이용한 공법을 대상으로 조사를 실시하였으며 측정방법은 연속측정법을 적용하여 측정하였다.

또한 작업측정을 위하여 작업자의 작업 활동을 세분하여 이를 기호화 하였다.

작업 활동에 대한 기호화를 통하여 측정결과의 통일성을 확보하고 측정결과를 원활히 사용할 수 있도록 하였다.

거푸집 작업에 대한 단위작업 구분은 기존의 연구결과 및 예비조사 단계에서 측정된 내용을 참고하여 작성하였다.

단위작업 구분은 크게 조립을 위한 준비작업, 주작업에 해당하는 조립 및 해체작업, 운반작업 등으로 구분할 수 있으며 점심시간, 작업대기, 휴식 등의 비작업 시간 등을 설정하였다.

이들 단위작업의 내용을 정리하면 다음 <표 1>과 같다.

표 1. 거푸집 작업의 단위 작업

표시방법	작업내용
준비1	준1 편줄기, 청소, 장비설치 등의 조립준비작업
조립1	조1 소운반, 조립, 씨포트 보강, 장선 및 멍에 설치 등 조립작업
해체1	해1 편해체, 장선 및 멍에해체, 폼타이 하체, 판넬 해체 등 해체작업
수평1	운1 부재 및 자재의 수평운반작업
수직1	운2 부재 및 자재의 수직운반작업
비작업1	비1 새참, 점심식사 등으로 인한 비작업
비작업2	비2 기계고장, 공정간섭, 작업대기 등으로 인한 비작업
비작업3	비3 휴면, 잠담 등 휴식으로 인한 비작업

4.2 작업측정결과에 대한 분석

거푸집 작업은 일반적으로 준비작업, 먹줄놓기, 외벽체 거푸집 조립, 벽철근 조립, 내벽체 거푸집 조립, 슬래브 거푸집 조립, 슬래브 철근조립, 전기 및 설비재 설치, 청소 및 검사, 콘크리트 타설, 양생, 탈영의 순서로 이루어진다.

따라서 이들 전체과정에 대한 작업인원에 대한 파악과 더불어 작업자의 작업시간을 단위작업으로 측정하여 이를 정리하였다.

이와 더불어 거푸집 공사 중 인양작업 등과 같이 3인에서 5인 정도의 작업원이 동시에 작업하는 공종의 경우 조사되어진 작업면적은 작업자 혼자서 시공한 면적이라고 할 수 없다. 따라서 전체작업자가 시공한 거푸집 면적을 작업자의 수로 나누어 평균 작업량을 산출하였다.

거푸집의 작업면적은 작업자가 작업한 총 거푸집 면적을 설계도면에 근거하여 정미면적(正味面積)³⁾으로 산출하여 계산하였다.

1) 작업면적

생산성 분석을 위하여 작업자를 중심으로 시공한 거푸집 면적을 조사하였다.

표 2. 작업자별 평균작업량

(단위 : m²)

작업자	1일	2일	3일	4일	5일
A작업자	20.4	16.5	18.2	17.3	15.9
B작업자	18.9	17.6	15.4	20.8	-
C작업자	19.7	18.5	17.6	15.7	16.2
D작업자	18.5	16.8	17.1	15.4	13.2
E작업자	16.2	15.5	13.8	17.5	-

거푸집 면적은 조사 대상 작업자가 거푸집 공사를 실시한 면적을 설계도면으로부터 정미면적을 산출하여 산출하였다.

2) 작업시간

거푸집 공사과정에 대한 동작분석을 위하여 디지털 캠코더를 이용하여 연속측정법으로 거푸집 공사과정에 대한 촬영을 실시하였으며 이를 분석하여 작업시간을 측정하였다.

작업시간에 대한 측정기록은 앞에서 언급한 작업자를 대상으로 <표 1>에서 제시한 거푸집 작업에 대한 단위 작업의 요소로 구분하여 정리하였다. 작업자별 요소작업별 작업시간을 측정할 결과 중 지면상 한 작업자의 예를 중심으로 소개하도록 한다. 모든 작업자에 대한 작업시간 측정결과에 대한 정리는 결론에서 하도록 한다.

① A 작업자

A 작업자의 작업시간을 측정하기 위하여 출근시간 및 퇴근시간을 비롯하여 작업활동 시간을 단위 작업시간으로 정리하였다.

A 작업자의 경우 평균 출근시간은 오전 6시 48분 이었으며 평균 퇴근시간은 오후 7시 28분으로 조사되었다.

이와 더불어 조사기간 동안의 작업활동을 거푸집 작업에 대한 단위 작업요소로 구분하여 정리하였다.

3) 할증을 고려하지 않은 설계도서의 실제면적.

단위 작업요소별 시간은 조사기간 전체에 대하여 평균값을 구하여 그 비율로 정리하였다.

<그림 5>에서 나타난 바와 같이 준비작업, 조립작업, 해체작업, 운반작업 등의 생산작업 비율이 84.6%로 조사되었으며 비작업은 15.4%로 조사되었다.

비작업은 앞에서 정의한 바와 같이 휴식, 작업대기, 식사, 새참 등의 작업으로 비작업 시간이 줄어들수록 작업생산성은 높아질 수 있다.

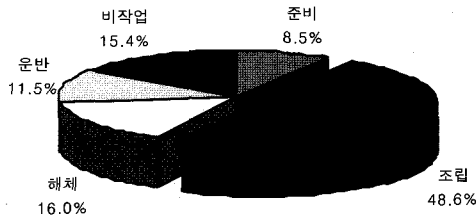


그림 5. A 작업자의 단위작업 구성비율

4.3 거푸집 공사의 생산성 분석

거푸집 공사의 생산성 분석을 위하여 작업자의 작업량을 작업시간으로 나누어 작업 생산성을 측정하도록 한다.

작업 생산성을 산정하기 위한 수식은 다음과 같다.⁴⁾

$$\text{작업생산성} = \frac{A}{V} \quad (\text{식 4-1})$$

단, A : 작업면적(m²), V : 총 작업시간

생산성을 측정하기 위한 방법은 여러 가지 방법이 존재하나 본 연구에서는 1일 작업량을 시간측정을 통하여 산출된 순 작업시간으로 나누어 거푸집 작업에 대한 1일 생산성을 측정하도록 하였다. 순 작업시간의 산출은 준비작업, 조립작업, 해체작업, 운반작업과 같은 생산작업의 시간에서 비작업 중 작업에 필요한 비작업 1(새참, 점심식사 등으로 인한 비작업)을 제외한 비작업활동의 시간을 빼어서 산출하였다.

표 3. 작업자별 생산성

(단위 : m²/인·일)

작업자	1일	2일	3일	4일	5일	평균
A작업자	18.2784	14.784	16.3072	15.5008	14.2464	15.82336
B작업자	17.388	16.192	14.168	19.136	-	16.721
C작업자	17.7497	16.6685	15.8576	14.1457	14.5962	15.80354
D작업자	16.502	14.9856	15.2532	13.7368	11.7744	14.4504
E작업자	14.2722	13.6555	12.1578	15.4175	-	13.87575

<표 3>에서 정리된 바와 같이 작업자별로 최대 18.2784m²/인·일에서 최소 12.1578m²/인·일까지 다양한 값이 도출되었다.

평균 생산성의 경우 B 작업자가 가장 높게 조사되었으며 이

후 A 작업자, C 작업자, D, E 작업자의 순으로 나타났다. 또한 조사대상자인 5명의 작업자 평균 생산성의 평균은 15.33481m²/인·일로 조사되었다.

이상의 조사내용을 바탕으로 하여 공정표 작성 및 견적과정에서 필요한 소요품을 산정하여 이를 이용할 경우 합리적인 관리가 가능할 것으로 판단된다.

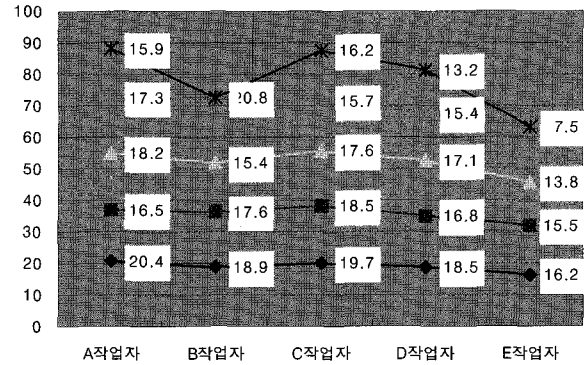


그림 6. 작업자별 생산성

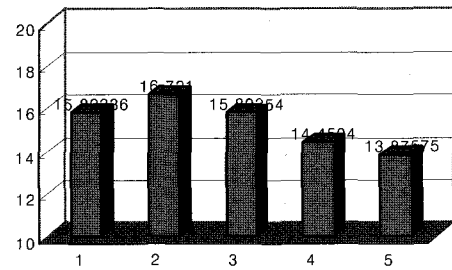


그림 7. 작업자별 평균생산성

5. 결 론

거푸집 공법의 생산성 분석에 관한 연구를 실시한 바 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 생산성 측정을 위하여 먼저 작업자가 작업한 구체적인 거푸집 면적을 산정하였는데 이는 작업자가 작업한 건축물의 설계도면을 참고하여 도면의 정미면적을 시공면적으로 사용하였다.

작업자별 시공면적을 조사한 결과 평균 17.1m²의 면적을 시공하는 것으로 조사되었으며 동일한 작업자라 하더라도 각종 이유로 인하여 매일의 생산성이 조금은 차이가 있는 것으로 조사되었다.

2) 이와 함께 작업시간에 대한 측정을 실시한바 전체 작업시간 중 준비작업 8.53%, 조립작업 47.77%, 해체작업 15.41%, 운반 12.57%, 비작업 15.71%로 조사되어 조립작업이 가장 높게 나타났으며 비작업도 상당히 높게 조사되어 개선이 필요한 것으로 조사되었다.

4) 김의식 외, 최신 건축적산, 기문당, 2000.

- 3) 이상의 조사결과를 이용하여 거푸집 공사의 생산성을 산출한 결과 조사대상자의 평균 생산성은 15.3㎡/인·일인 것으로 조사되었다. 이를 이용하여 공정표 작성 및 견적과정에서 필요한 소요품의 산출이 가능하며, 실적자료에 대한 분석을 통하여 산출되어진 소요품이므로 표준품셈의 문제점을 해결할 수 있을 것으로 판단된다.

거푸집 공사는 철근 콘크리트 구체를 만드는 과정에서 구조체 공정 중 가장 긴 공기를 가지는 공종으로 이들 공사에 대한 정확하고 합리적인 생산성의 파악은 구체공정 전체 공기에 영향을 미치는 매우 중요한 과정이다.

따라서 본 연구에서 제시한 생산성을 바탕으로 좀 더 합리적인 공정관리 및 견적이 이루어 질 것으로 판단된다. 그러나 연구의 과정에서 연속측정법이라는 동작분석방법의 한계상 많은 작업자를 대상으로 하지 못한 것은 향후 보완되어야 할 문제이며 유로폼 이외 다양한 공법에 대한 연구가 추후 지속되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. 안용선, 작업분석에 의한 철근콘크리트조 거푸집공사의 관리방법에 관한 연구, 한양대 박사 논문, 1993.
2. 양극영 외, 건설현장의 작업측정을 통한 근로자 안전대책에 관한 연구, 노동부, 1992.
3. 이재섭 외, 건설경영개론, 태림문화사, 1996.
4. (주)대우기술연구팀, 거푸집공사의 이해와 시공, 기문당, 1993.
5. 박동원 외, 공정관리 과학화 연구, 대한주택공사, 1993.
6. 日本建築學會, 作業能率測定指針, 日本建築學會, 1990.