

# 이력 데이터를 사용한 노무생산성 모델링 및 측정

## Measuring and Modeling Labor Productivity using Historical Data

박 영 준\*      손 창 백\*\*      이 동 은\*\*\*  
Park, Young-Jun      Son, Chang-Baek      Lee, Dong-Eun

### Abstract

Estimating the productivity of labor has relied on the experience and intuition of an estimator, or productivity data, such as standard in practical estimation. However, when new technologies and new construction methods employed in the construction industry, Dependence of a quantity surveyor's intuition is increased. This is because of the lack of a systematic methodology which models, estimates, and measures the labor productivity, Due to the historical productivity data is unavailable. Even though project history data contains information that is important to predict the performance of a project, It can not provide valuable information to model, estimate, and measure the labor productivity. This is because 1) the absence of the productivity measurement system with consistency, 2) the difficulty of reusability of historical data collected. Therefore, this study suggests a methodology which build a productivity model by measuring the productivity of labor and collecting the historical data systematically. In addition, this methodology is applied to develop a productivity model of shop-drawing and manufacturing process using discrete event simulation.

키 워 드 : 생산성, 척도, 데이터 수집, 시뮬레이션, 신경망, 건설관리  
Keywords : Productivity, Measurement, Data collection, Simulation, Neural networks, Construction management

## 1. 서 론

노무생산성 정보는 견적전문가의 경험 및 직관에 의존하거나, 기 출간된 생산성 데이터(예, 표준품셈, 혹은 RSMeans Manual 등), 그리고 프로젝트 이력 데이터와 같은 정보원들에 의존한다. 때문에 정확도와 신뢰도에 있어서 개인적인 편견 및 직원의 역량에 의한 변동성을 내재하고 있다(Motwani et al, 1995). 또한 이러한 데이터는 특정 공정상황에 융통성 있게 생산성의 범위성을 반영하는 체계를 제시하지 않는다. 가장 정확하고 신뢰성 있는 견적은 일반적으로 과거 프로젝트 이력 데이터(예, 프로젝트 범위, 프로젝트 성과정보, 그리고 노무비집행 등)로부터 획득될 수 있으며, 이러한 프로젝트 이력 데이터는 향후 수행될 프로젝트를 계획하는데 유용한 생산성 예측 정보를 제공한다.

본 연구는 상세견적과 일정관리를 위해 노무생산성을 측정 및 추정하는 것을 목적으로 노동생산성을 연구대상으로 한다. 또한 연구 범위는 (1)생산성 측정, (2)이력 데이터 수집, 그리고 (3)생산

성 모델을 개발하는 것을 포함하며, 표준품셈을 효과적으로 재·개정하기 위한 종합적 생산성 모델링 기법을 개발하는 것을 목적으로 한다. 그리고 PC부재 상세설계와 공장제작의 생산성 측정, 이력 데이터 수집, 생산성 모형개발의 문제점 및 해결책을 제시함으로써 표준품셈을 효과적으로 재·개정하는 방법론을 제시한다.

## 2. 노무생산성 모델링 및 측정시스템

### 2.1 노무생산성 및 작업 출력량 측정

적절한 출력변수를 선택하고 이를 측정하는 방법을 결정하기 위하여 다음과 같은 사항들을 고려해야한다. 첫째, 출력량 측정단위(Output measurement unit)는 노무시간과 높은 상관관계를 지녀야 하고 정량화가 용이한 단위를 사용해야한다. 둘째, 출력량 측정단위는 현장조건 및 노무자의 기술수준과 같은 생산성 변동요인들에 대해 독립적이어야 한다. 셋째, 출력량 측정단위는 추적이 용이하고, 데이터 수집 비용이 저렴해야 한다.

본 연구는 PC부재 상세설계 및 공장제작 모두에 대해 단위부재 별로 PC부재의 복잡성을 측정하고 이를 사용하는 방법론으로 “설계유닛” 라는 추상적인 생산단위(Production unit)를 사용하여 PC부재의 복잡성을 정량화하고 이러한 단위분할 전략을 사용하여 생산성을 측정한다.

\* 경북대학교 건축토목공학과 석사과정  
\*\* 세명대학교 건축공학과 부교수, 공학박사  
\*\*\* 경북대학교 건축토목공학과 교수, 공학박사, 교신저자 (dolee@knu.ac.kr)  
이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 중견연구자 지원사업임. (핵심 공동 : No. 2012-047710)

### 2.2 이력 데이터를 활용한 작업출력량 측정 검증

PC부재 작업출력량 측정단위의 품질<sup>1)</sup>은 입력값(예, 노무시간)과 출력값(예, 작업출력량)의 상관관계를 분석하는 것이며, 가장 적합한 작업출력량 측정단위는 입력값(예, 노무시간)과 가장 높은 상관관계를 가져야 한다.

### 2.3 생산성 변동요인 규명

정확성이 높은 생산성 모델링을 위해서는 생산성 변동요인들이 규명되고 모형에 반영되어야 한다(표 1).

표 1. PC 부재 상세설계에 대한 생산성 변동요인

숫자	요소	설명
1	프로젝트 유형	선형 구조체/판형 구조체/양쪽
2	계약범위	공급/공급 및 시공
3	계약유형	총액/단가계약
4	부품 반복비율	전체 부품 중 반복부품의 비율
5	전반적 복잡성	1.매우높음 2.평균 3.매우낮음
6	설계자의 능력	1.매우낮음 2.평균 3.매우높음
7	작업조 규모	1-2,3-5,5+
8	매립부속 복잡성	1.매우낮음 2.평균 3.매우높음
9	엔지니어링 표준	1.매우낮음 2.평균 3.매우높음
10	접합부 복잡성	1.매우낮음 2.평균 3.매우높음
11	관리행정	총 시간 대비 행정업무시간의 백분율
12	잔업	총 시간 대비 잔업 시간의 백분율
13	하도급계약	하도급 비율
14	총 작업량	설계유닛의 양

### 2.4 생산성 데이터 수집 시스템

노무시간, 작업 출력량(생산량), 그리고 생산성 변동요인들에 관한 이력데이터를 수집한다. PC부재 상세설계 단계에서 PC부재 설계자의 노무시간 및 생산성 변동요인들의 값은 PC공장의 프로젝트 수준에서, PC부재 공장제작 단계에서 노무시간과 생산성 변동요인들은 개별 부재수준에서 수집되었다. 또한 생산성 데이터 수집 기법은 데이터의 범주, 요구되는 데이터의 상세수준, 수집 비용의 효율성 및 신뢰도, 사용자의 편의성, 그리고 데이터 수집 시스템의 실무적 사용성등을 고려하여 선택한다.

### 2.5 PC부재 공장제작 시뮬레이션 모델링

시뮬레이션 모형에는 자재조달 지연, 장비고장, 그리고 재작업과 같은 생산성 변동요인이 포함한다.

개발된 PC부재 공장제작 시뮬레이션 모형은 제품 모형과 프로세스 모형으로 구성된다. 제품 모형은 PC부재들의 물성적인 속성과 관련된 데이터를 저장하며, CAD 모형으로부터 직접 추출된다. 프로세스 모형은 프로세스, 자원, 그리고 이들의 상호관계를 정의하고 자원간의 상호작용을 모델링하는 시뮬레이션 모형으로 구현된다. 프로세스 모형에 사용된 데이터는 여러 정보원으로부터 수집되었다. 노무자 근무시간 시스템은 노무비용 데이터를 지속적

1) PC부재의 작업출력량을 측정하는 단위가 생산성을 정량화하는데 얼마나 적합한지를 나타내는 정도.

으로 추적하는데 사용되었으며, 프로젝트 정보, 이력 재작업률, 장비 유지관리 정보 등과 관련된 데이터가 기존 프로젝트 관리 시스템으로부터 획득되었다.

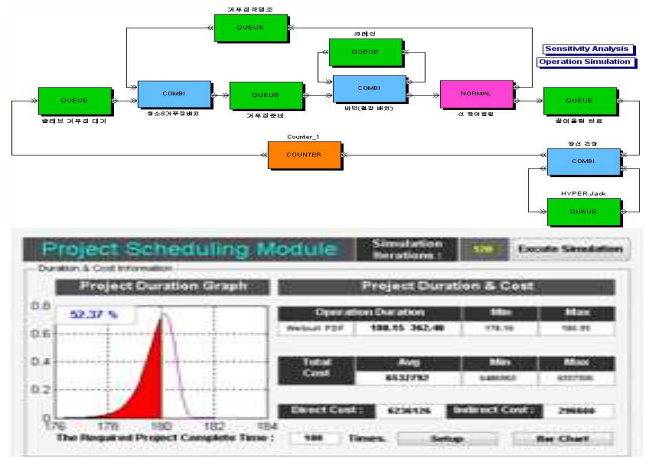


그림 1. PC생산 이벤트 시뮬레이션(COPS적용)

그래픽 환경의 시뮬레이션 모델링 도구인 COPS(Lee et al 2010)가 생산 모형을 개발하는 과정을 용이하게 하기위해 사용되었다. 그림 1은 COPS를 사용하여 모델링한 PC부재 공장제작 공정을 제시한다. 인공지능망을 융합한 시뮬레이션 모형은 어떤 PC부재의 가공 시간을 추정하여 제공한다. 이처럼 추정된 시간은 시뮬레이션 모형을 구성하는 각 요소작업들의 소요시간을 정의하고 실행시키기 위해 사용된다.

## 3. 결 론

본 연구에서 제시된 생산성 측정 방법론은 1)입력 노무시간과 출력 작업생산량의 정량적 측정 및 생산성 변동요인 규명, 2)생산성 측정과 관련된 의사결정을 토대로, 노무 입력, 작업 출력, 생산성 변동요인들을 추적할 수 있는 데이터 수집 시스템 구현, 그리고 3)생산성 모델링 기법을 선택함에 있어 주로 생산성 변동요인들의 특성, 대응관계의 복잡성, 그리고 모델링 기법이 지니는 능력 등을 고려한 인공지능 및 이산형 이벤트 시뮬레이션이 본 연구에 응용되었다. 제안된 방법론은 PC부재 상세설계 및 공장제작 프로젝트에 생산성 측정을 표준화하며, 생산성 데이터의 수집 및 사용성을 향상시키는데 기여한다.

### 참 고 문 헌

1. Lee, D. E., Yi, C. Y., Lim, T. K., David, A. Integrated Simulation System for Construction Operation and Project Scheduling Journal of Computing in Civil Engineering, Vol.24, No.6, pp.557~569, 2010
2. Motwani, J., Kumar, A., and Novakoski, M. Measuring construction productivity: A practical approach. Int. J. Prod. Perform. Manage., Vol.44, No.8, pp.18~20, 1995