

초고층 커튼월 공정관리 최적화를 위한 건설성능 데이터 표준화

Data Standardization of Construction Performance for Optimized Process Management in High-rise Curtain-wall Operations

이 태 희* 고 용 호** 김 영 석*** 한 승 우****
 Lee, Tae-Hee Ko, Yong-Ho Kim, Young-Suk Han, Seung-Woo

Abstract

High-rise building construction has been increasing for the recent years and the construction process has become more complicated. This suggests a need for precise planning based on reliable data to prevent cost overruns and delays. However, the process planning is implemented based mainly on the experience of engineers that can result in critical damage in cost and time. Accurate productivity estimation and unit cost analysis must be considered important matter to prevent such disaster. This study estimates productivity and unit cost of curtain wall operations in high-rise building construction by simulation techniques and statistical methodologies. This study suggests a decision making methodology for the site personnel that enables to compare various combinations of productivity and unit cost based on reliable data that has been collected in actual construction sites. It is expected that this study contributes to the following research of developing an optimized construction performance assembling model for the site personnel.

키 워 드 : 초고층 건물, 커튼월, 시뮬레이션, 데이터 표준화
 Keywords : high-rise building, curtain wall, simulation, data standardization

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

초고층 외벽마감에 많이 사용되는 커튼월공사의 경우 골조공사와 마감공사 사이의 주 공정(Critical Path)상에 위치하기 때문에 효율적인 공사 진행을 위한 공정관리가 필요하다. 그러나 현장에서서의 공정관리는 관리자의 경험이나 주관적인 판단으로 이루어지며, 공정관리에 필요한 객관적인 데이터의 수집은 어려운 실정이다⁵⁾. 따라서 본 연구는 초고층 커튼월 공사의 유닛 시스템을 대상으로 현장 실측데이터에 의한 최적화된 건설성능 분석 및 비교 가능한 방법론을 제시하는 것을 그 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

- 본 연구의 방법은 다음과 같다.
- 1) 현장 방문 및 촬영을 통한 데이터를 수집
 - 2) 시뮬레이션 모델링

- 3) 생산성 및 단위비용 분석
- 4) 데이터 표준화

2. 커튼월 유닛 시스템 생산성 및 단위 비용 분석

커튼월 유닛 시스템은 가벼운 중량, 공장 생산 그리고 시공의 용이성에 의해 많은 초고층 건설 프로젝트에 적용되어왔다. 본 연구에서는 이러한 초고층 커튼월 공사의 생산성 및 단위 비용을 분석하기 위해 커튼월 유닛 시스템 공정을 분석하였다. 공장에서 제작된 유닛은 현장으로 운반되며 현장에서는 지게차를 이용하여 양중위치로 운반되며 설치 층에 양중 되고 유닛 설치가 진행된다²⁾.

본 연구에서는 커튼월 공사의 생산성 및 단위 비용 분석을 위해 커튼월 현장을 방문하여 전문가 인터뷰 및 촬영을 통해 데이터를 획득하였다. 현장에서 획득한 데이터를 기반으로 그림 1과 같이 시뮬레이션 모델을 구축하였다⁶⁾. Web-Cyclone을 이용하여 생산성을 분석하였고 식 (1)에 의해 단위 비용을 분석하였다. 획득한 생산성과 단위 비용 데이터는 표 1과 같다.

$$\text{단위 비용 (원/unit)} = \frac{\text{노무비+장비비 (원/hour)}}{\text{생산성 (unit/hour)}} + \text{재료비 (원/unit)} \quad (1)$$

* 인하대학교 건축공학과 석사과정
 ** 인하대학교 건축공학과 학사과정
 *** 인하대학교 건축공학과 정교수
 **** 인하대학교 건축공학과 부교수, 교신저자(shan@inha.ac.kr)
 본 연구는 한국연구재단 일반연구지원사업의 연구비 지원에 의한 연구의 일부임 (과제번호 : 2012-0007013).

표 1. 생산성 및 단위 비용 분석

원치	상부 작업자	하부 작업자	생산성 [unit/hour]	단위 비용 [원/unit]
1	1	1	4,182	1515898.13
2	2	2	8,664	1515347.64

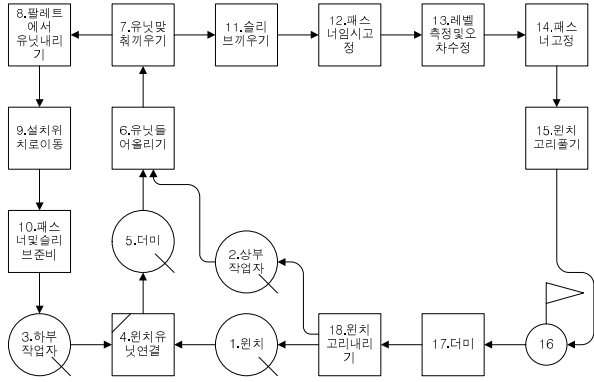


그림 1. 설치 공정 시뮬레이션 모델

3. 데이터 표준화

정규분포란 통계학에서 가장 중요하게 다루는 확률분포다. 정규분포는 풍부한 수학적 성질을 갖고 있을 뿐만 아니라 많은 물리적 또는 사회과학적 실험의 결과들이 정규분포에 근사하는 성질을 갖고 있다. 특히 건축공학 분야에서는 현장에서 생산되는 철근의 강도도 정규분포에 근사한다.

$$f(x; \mu, \sigma) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, -\infty < \mu < \infty, \sigma > 0 \quad (2)$$

식 (2)는 정규분포의 확률밀도함수를 나타낸다. 즉, 식 (2)를 따르는 확률분포를 평균 μ 와 분산 σ^2 을 갖는 정규분포라 하고 $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ 으로 나타낸다. 함수 $f(x; \mu, \sigma)$ 가 확률함수가 되기 위해 곡선 밑의 면적이 1이 되어야 한다. 이러한 정규분포에서 평균 μ , 분산 σ^2 인 확률변수 X 를 식 (3)처럼 Z 로 변환시키면 $\mu = 0, \sigma = 1$ 이 되는데 이 곡선을 표준정규분포라 하고 특별히 Z 로 표시한다[2,3,4].

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (3)$$

본 연구에서는 식 (3)을 이용하여 생산성과 단위 비용을 표준화 하였다. 분석된 생산성과 단위 비용을 표준화 한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 설치 공정 데이터 표준화

원치	상부 작업자	하부 작업자	생산성 표준화 점수	위치 [%]	단위비용 표준화 점수	위치 [%]
1	1	1	-1,0075	15~20	-0,8995	15~20
2	2	2	-0,9641	45~50	0,09683	10~15

표 2와 같이 본 논문에서는 생산성과 단위 비용 데이터를 표준화 하여 서로 비교 가능하게 하였고 분포도 상 위치를 보여줌으로써 객관적인 데이터에 의한 의사결정을 할 수 있도록 하였다. 본 현장의 경우, 장비와 작업 인원을 2배로 할 경우 유닛 당 단위 비용은 비슷한 위치에 있으나 생산성의 위치는 45~50%로 크게 옮겨졌음을 볼 수 있다. 따라서, 본 현장은 원치 두 대, 상부 작업자 두 팀, 하부 작업자 두 팀으로 작업 하는 것이 한 대와 한 팀으로 작업하는 것보다 더 비용 효과적인 것으로 분석되었다.

4. 결론

본 연구는 현장조건을 반영한 최적화된 커튼월 공정모델 제공을 위한 데이터베이스 구축의 한 단계인 데이터 표준화를 기반으로 진행되었다. 선행연구 고찰 및 커튼월 공사를 수행중인 현장을 방문하여 데이터를 수집하고 분석하였으며, 그 결과를 바탕으로 시뮬레이션 모델링, 생산성 분석 및 단위 비용 분석을 실시하였다. 분석된 데이터를 표준화함으로써 단위 및 성질이 다른 두 데이터의 비교를 가능케 하였고 현장의 실측 데이터가 반영된 최적화된 장비와 작업자의 조합을 제시하였다. 그러나 본 연구에서 제시한 장비와 작업자의 조합은 장비수와 작업 팀의 가능한 모든 조합을 제시하지 않았으므로 향후 연구에서는 가능한 모든 조합을 고려하여 현장 조건을 고려한 최적화된 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

1. 고왕경, 확률론 입문, 경문사, 1998
2. 김대건, 김복규, 고층건물 외벽 유지보수를 위한 건설로봇 시스템 개발. 한국건축시공학회 학술발표대회 논문집, 제10권 제2호, pp.7~10, 2010
3. 김해경, 윤진희, 확률과 통계, 경문사, 2004
4. 이정남, 김태수, Excel 활용 확률과 통계, 자유아카데미, 2004
5. 임진호, 커튼월 공사의 공기산정 예측모델 개발 - 유닛 시스템 공법을 중심으로, 서울시립대학교 석사학위논문, 2009
6. Shin Y, Kim T, Kim G, Han S, Partial Simulation Model (PSM) Development for Productivity Analysis on Curtain Wall Operations in High-rise buildings, Applied Mechanics and Materials, 174 : pp.1942~1945, 2012