

이산사건 시스템 형식론 기반 OSC 공법 적용 모델 구성 및 분석

김창인*, 이재운, 장수영, 최창범

OSC Method Model Composition and Analysis using Discrete Event System Formalism based

Changin Kim, Jaiyun Lee, Suyoung Jang, Chanbeom Choi

Abstract

본 연구는 건설 산업에서 온실가스 배출을 줄이는 데 중요한 역할을 하는 이산사건 시스템 형식론 기반 Off-Site Construction(OSC) 공법 적용 모델의 구성과 분석에 초점을 맞추고 있다. 건설 산업은 전 세계 온실가스 배출의 주요 원인 중 하나이며, 이를 저감하기 위한 노력이 중요한 환경적 과제로 부각되고 있다. 이 연구에서는 OSC 공법과 전통적인 건설 방법을 비교 분석함으로써, OSC 공법이 온실가스 저감에 어떤 영향을 미치는지를 탐구한다. OSC 공법은 현장 외부에서 부재나 부품을 생산한 후 현장에 설치하는 방식으로, 공사 기간 단축, 안전사고 감소, 폐기물 배출량 감소 등 다양한 장점을 제공한다. 본 연구는 자재, 운송, 폐기물, 조립식 부품, 장비 및 기술 온실가스 배출 모델을 포함하여 OSC 공법의 다양한 온실가스 배출 모델을 구성 및 분석 하였다. 이산사건 시뮬레이션을 통해 수집된 데이터는 OSC 공법이 전통적 방법보다 환경적으로 우수함을 보여주었다. 이 연구는 건설 산업의 지속 가능한 발전을 위한 실질적인 전략 수립에 중요한 기초 자료를 제공한다.

Key Words : 이산사건 시스템 형식론, OSC 공법

1. 서론

건설 산업은 전 세계적으로 온실가스 배출에 중추적인 역할을 담당하고 있다. 이 산업 분야에서의 온실가스 저감 노력은 현대 사회의 중대한 환경적 과제로 자리 잡고 있으며, 건축 활동은 전 세계 온실가스 배출의 상당 부분을 차지하므로, 온실가스 저감을 지향하는 글로벌 노력에 있어 핵심적인 분야로 인식되고 있다[1]. 본 연구는 Off-Site Construction(OSC) 공법과 전통적인 건설 방법의 온실가스 배출량을 비교 분석하기 위해 이산사건 시스템 형식론 기반 온실가스 배출량 계산 모델들을 구성하고 시뮬레이션으로 분석하였다. 이산사건 시뮬레이션은 복잡한 건설 과정을 효과적으로 모델링하고 다양한 시나리오를 분석하여, 예상 결과를 예측하는 데 있어 강

력한 도구로 활용된다. 본 연구는 건설 과정에서 발생하는 다양한 변수들을 포괄적으로 모델링하여, OSC 공법의 온실가스 배출량이 전통적인 방법보다 우위를 점할 수 있는지를 탐구한다.

OSC 공법은 현장 외부에서 부재나 부품을 생산한 후 현장에 운반하여 설치 및 시공하는 방식으로, 공사 기간 단축, 숙련공 부족 문제해결, 품질 향상, 안전사고 감소, 폐기물 배출량 감소 등 다양한 장점을 제공한다[2]. 이러한 혁신적 공법을 이산사건 시뮬레이션을 통해 체계적으로 분석함으로써, 건설 산업의 지속 가능한 발전을 위한 구체적인 전략을 모색한다.

2. 이산사건 시스템 형식론(DEVS : Discrete Event System Specification)

이산사건 시스템 형식론이란 외부의 사건 또는 시간의 흐름에 따라 내부적 상태 천이가 가능한 수학적 형식론이다. 동작을 표현한 원자모델과 모델들의 결합으로 이루어진 결합모델로 구성되어 있으며 원자 모델은 외부의 입력 사건에 따라 모델의 상태를 변화하는 외부 상태 천이 함수, 시간의 증가와 같은 내부적 요소에 따라 모델의 상태를 변화하는 내부 상태 천이 함수, 모

* 김창인, 한밭대학교 컴퓨터공학과, 학사과정,

20217140@edu.hanbat.ac.kr

이재운, 한밭대학교 컴퓨터공학과, 석사과정,

jaiyunlee@edu.hanbat.ac.kr

장수영, 한밭대학교 컴퓨터공학과, 교수, syjang@hanbat.ac.kr

최창범, 한밭대학교 컴퓨터공학과, 교수, cbchoi@hanbat.ac.kr

델의 특정 상태에 머물고 있는 시간을 기술한 시간 전진 함수, 내부 상태 천이가 발생하는 시점에 외부로 출력 사건을 발생하는 출력함수 이렇게 4가지 함수로 구성 되어있다.

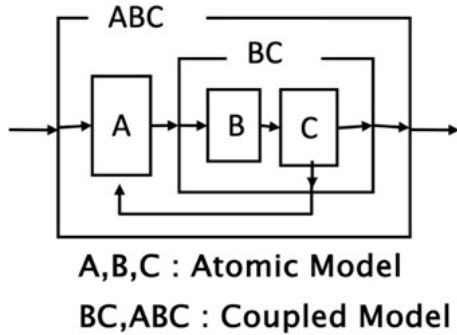


Figure 1 이산사건 시스템 형식론

3. OSC 공법 적용 모델 구성 : 온실가스 배출량

건설 단계의 온실가스 배출에 초점을 맞춘 연구는 거의 없다. 연구자들이 정의한 건설 단계 온실가스 배출 원인은 다양했다. 그래서 본 연구에서는 Chao et. al. [3]의 문헌에서 정의한 5가지 배출원인을 활용하였다.

- 자재 온실가스 배출 모델
- 운송 온실가스 배출 모델
- 폐기물 온실가스 배출 모델
- 조립식 부품 온실가스 배출 모델
- 장비 및 기술 온실가스 배출 모델

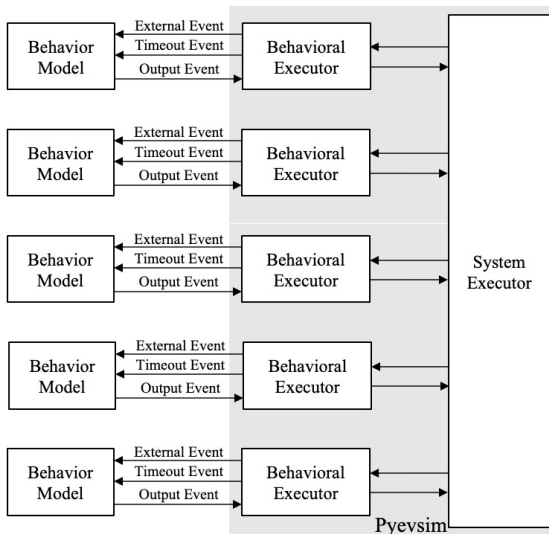


Figure 2 이산사건 시스템 형식론 기반 OSC 공법 적용 모델 구성

3.1. 자재 온실 가스 배출 모델

이 모델은 건축에 사용되는 주요 영구 자재들의 생산 과정에서 발생하는 온실가스 배출량을 계산한다. 여기에는 자재의 추출, 가공, 제조 과정에서 발생하는 온실가스가 포함된다.

3.2. 운송 온실가스 배출 모델

유통 센터에서 외부 조립식 공장이나 프로젝트 현장으로 자재를 운송하는 과정에서 연료 연소에 의해 발생하는 온실가스 배출을 평가한다. 이는 물류 및 운송 경로의 효율성을 고려한 배출량 분석에 중요하다.

3.3. 폐기물 온실가스 배출 모델

외부 조립식 공장이나 프로젝트 현장에서 매립지까지 건설 폐기물 및 토양을 운반하는 과정에서 발생하는 온실가스 배출을 측정한다. 이는 폐기물 관리 및 처리 방식의 환경적 영향을 이해하는 데 필수적이다.

3.4. 조립식 부품 온실가스 배출 모델

외부 조립식 공장이나 프로젝트 현장까지 조립식 부품을 운송하는 과정에서 발생하는 온실가스 배출을 분석한다. 이 부분은 조립식 건축 요소의 운송 효율성과 그 환경적 영향을 평가하는데 중요하다.

3.5. 장비 및 기술 온실가스 배출 모델

장비 운영 및 건설 과정에서의 자원 및 에너지 소비에 의해 발생하는 온실가스 배출을 평가한다. 여기에는 디젤, 석유, 전기, 물 사용 등이 포함되며, 이는 건설 현장의 에너지 효율성 및 환경 영향을 이해하는 데 기여한다.

4. 사례연구 : 이산사건 시뮬레이션을 통한 건설 공법 비교 분석

본 연구에서는 Off-Site Construction(OSC) 공법과 전통적인 건설 방법의 성능을 비교하기 위해 이산사건 형식론 기반 OSC 공법 적용 모델을 활용하여 이산사건 시뮬레이션에 적용하였다. OSC 공법과 전통적인 방법의 성능을 정확하게 비교 평가하는 데 초점을 맞추었고 각 공법의 성능은 이산사건 시스템 모델을 통해 생성된 데이터에 기반한 종합적인 성과 점수로 계산되며, 이는 효율적이고 환경적으로 지속 가능한 건설 방법을 결정적으로 식별하는 데 중요한 역할을 한다. 이를 위해 Shu et. al. [4]의 문헌에서 OSC 공법과 전통적인 방법 사용했을 경우 발생하는 평당 비용 데이터를 가져와 새로운 모델을 추가하였다. 그 후 건설 현장의 다양한 조건을 반영한 'UrbanLarge' 및 'SuburbanSmall'과 같

은 다양한 건설 환경을 가정한 시나리오를 설정하였다.

모델은 시물레이션 실행 중에 발생하는 각 이벤트에 따라 시간의 흐름을 추적한다. 시물레이션의 각 단계에서, 선정된 파라미터 값을 기반으로 품질 점수를 계산하고 이를 결과 데이터에 기록한다. 이후, 시물레이션은 정해진 기간 동안 실행되어 다수의 시나리오를 통해 축적된 데이터를 생성한다. 이를 CSV 파일로 저장하였다. CSV 파일로부터 추출된 데이터는 Python의 Matplotlib 라이브러리를 활용하여 시각화된다. 시각화 과정은 데이터의 이해를 돕고, 공법별 성능차이를 명확히 드러내는 데 중점을 두었다.

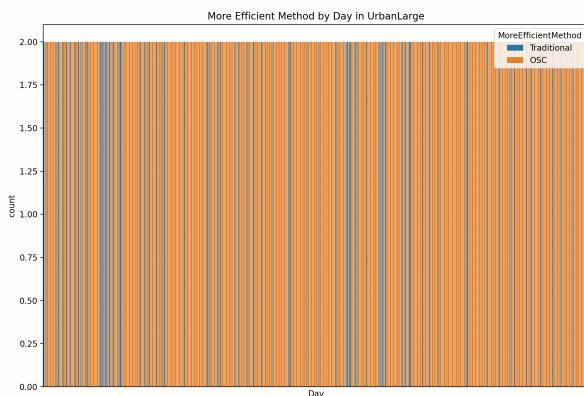


Figure 3 시각화 자료

시각 자료로 제공되는 그래프는 각 공법의 품질 점수에 대한 공법별 성능 차이를 명확하게 보여준다. 이 자료를 통해 주황색의 OSC 공법이 전통적 방법보다 우수한 성능을 보이는 경우를 직관적으로 파악할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 이산사건 시스템 형식론 기반 OSC 공법 적용 모델을 구성하고 이를 활용하여 이산사건 시물레이션에 적용하였다. 이 과정을 통해, OSC 공법이 전통적인 건설 방법에 비해 온실가스 배출을 줄이는 데 얼마나 효과적인지를 탐구하였다. 추후 연구로 기후 변화 적응 모델, 생애주기 분석 모델 등 여러 모델을 추가적으로 통합하고 분석함으로써 OSC 공법이 건설 산업의 지속 가능한 발전에 기여하는 방식을 더욱 명확히 이해하고 연구를 확장시킬 것이다.

참고문헌

[1] 전수진, 정종홍. (2022). 건설분야 탄소중립 (Net-Zero) 정책 동향과 스마트건설기술의 역할. 한국건설관리학회, 23(2), 49-54.

[2] 차희성, 이성호. (2022). Off-Site Construction(OSC) 기반 건축생산방식 성과관리 시스템 구축 방안-PC 공동주택 사례를 중심으로-. 건축시공, 22(2), 14-24.

[3] Chao Mao, & Qiping Shen, & Liyin Shen, & Liyaning Tang. (2013). Comparative study of greenhouse gas emissions between off-site prefabrication and conventional construction methods: Two case studies of residential projects. Energy and Buildings, Vol 66, 165-176

[4] Wang, Shu & Zhang, Hengchun & Wang, Chan & Wu, Yuanyuan. (2020). Cost Analysis Between Prefabricated Buildings and Traditional Buildings. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 768. 052090. 10.1088/1757-899X/768/5/052090.

[5] Pyevsim : <https://github.com/eventsim/pyevsim>