

가변요인을 고려한 철골세우기 작업의 탄소배출 인과지도 개발

Development of Carbon Emission Casual Map Considering Variable Factors in Steel Erection Work

남철우* 이동윤** 조훈희*** 강경인****
 Nam, Chulu Lee, Dongyoun Cho, Hunhee Kang, Kyung-In

Abstract

Because of variable factors in construction phase, measurement of carbon emission in construction industry is more difficult than in other industries. To enhance accuracy of the measurement, the impact of variable factors must be considered. In this paper, to understand the influence of variable factors in steel erection work, a carbon emission casual map was developed. The map demonstrates that the considerations of variable factors in measurement of carbon emission improves the accuracy. The results of this paper are expected to contribute to development of carbon emission casual map and carbon emission measurement model for the entire construction phase.

키 워 드 : 가변요인, 탄소배출, 인과지도, 철골세우기 작업

Keywords : variable factors, carbon emission, casual map, steel erection work

1. 서 론

건설 산업은 타 산업과 달리 생산과정에서 나타나는 기후변화, 장비고장과 같은 변동성을 가지는 요인들로 인해 정확한 탄소배출량 측정이 어려운 실정이다. 기존 탄소배출량 산정연구는 주요 자재 및 장비를 중심으로 탄소배출계수 기반의 단순합 기법을 활용하여 탄소배출량을 파악하였다. 그러나 시공작업 중 발생 가능한 변동성 및 불확실성의 배제는 탄소배출량 측정에 큰 오차의 원인이 될 수 있다. 따라서 정확한 탄소배출량을 측정을 위해서는 가변요인과 시공작업 간의 영향을 고려한 탄소배출측정 방법이 필요하다. 이에 본 연구는 건축시공단계 탄소배출 기여도가 높은 철골세우기 작업을 대상으로 가변요인과의 탄소배출 관계를 파악하고자 한다. 가변요인과 철골세우기 작업의 관계 구축은 다양한 요인 간의 상호 관계 파악 및 시뮬레이션 모델 구축이 용이한 시스템 다이내믹스의 인과지도도를 활용한다.

2. 철골세우기 작업 가변요인 도출

탄소배출 인과지도 개발을 위해 철골세우기 작업에 영향을 주는 가변요인을 도출하였다. 본 연구에서 정의한 가변요인은 건설현장 최초계획의 수정을 불가피하게 만드는 요인들로서 계획단계에서 예측하기 곤란한, 돌발적인 특성을 지니는 요인을 의미한다. 가변요인은 철골공사 경험이 있는 현장관리자 3명을 대상으로 수행한 FGI(Focus Group Interview) 결과를 통해 도출하였다. 철골세우기 작업의 주요 가변요인은 아래의 표 1과 같다.

표 1. 철골세우기 작업의 주요 가변요인

| 가변요인 | 영향 |
|----------|---|
| 안전사고 | 산업재해로 인한 작업자 작업효율 저하 및 작업불능 발생 |
| 작업자 부재 | 협력회사 부도 및 파업, 작업자 무단결근으로 인한 작업자 작업효율 저하 및 작업불능 발생 |
| 기후요소 | 기온, 강우, 강설, 풍속 등의 기후악화로 인한 영향 타워크레인 효율 저하 및 작업불능 발생 |
| 타워크레인 고장 | 타워크레인의 수리, 파손, 성능결함으로 인한 장비 효율 저하 및 작업불능 발생 |

* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정

** 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정

*** 고려대학교 건축사회환경공학과 교수, 공학박사, 교신저자(hhcho@korea.ac.kr)

**** 고려대학교 건축사회환경공학과 교수, 공학박사

3. 탄소배출 인과지도 개발

가변요인을 고려한 철골세우기 작업의 탄소배출 인과지도는 그림 1과 같다. 우선, 가변요인의 영향을 제외한 철골세우기 작업의 인과관계를 살펴보면, 철골세우기 작업은 타워크레인(이하 T/C)과 작업자가 동시에 투입되는 작업으로 각각의 작업효율은 상호 간에 영향을 미친다. 작업자 작업효율이 감소할 경우 T/C 작업효율 또한 감소하고, T/C 작업효율이 감소하게 되면 동일물량 시공을 위한 T/C의 작업시간은 증가한다. T/C의 작업시간이 늘어날 경우, T/C 기동을 위한 전기에너지 소모량은 증가한다. 또한 철골공사에 있어 T/C는 핵심적인 장비로써, T/C 작업시간의 증가는 철골공사 기간의 연장으로 이어진다. 이는 현장운영을 위한 에너지소모량 또한 상승하게 되는 연쇄적인 효과를 낳는다. 이러한 일련의 과정은 궁극적으로 건설현장에서의 총 에너지 소모량을 증가시켜 탄소배출량의 증가를 야기한다.

위와 같은 인과관계를 바탕으로 가변요인 중 하나인 T/C 고장을 중심으로 인과지도를 살펴본다. T/C의 고장이 증가하게 될 경우 고장의 정도에 따라 T/C 작업효율이 감소하거나 작업불능이 늘어난다. T/C 작업효율의 감소는 가변요인을 고려하지 않은 철골세우기 작업의 인과지도에서 살펴본 바와 같이 연쇄적으로 작용하여 탄소배출량의 증가를 야기한다. 또한 작업불능의 증가는 철골공사 기간을 연장하여 최종적으로는 탄소배출량을 증가시킨다. 이처럼 가변요인에 의한 변동성을 고려할 경우, 보다 정확한 탄소배출량 측정이 가능할 것으로 판단된다.

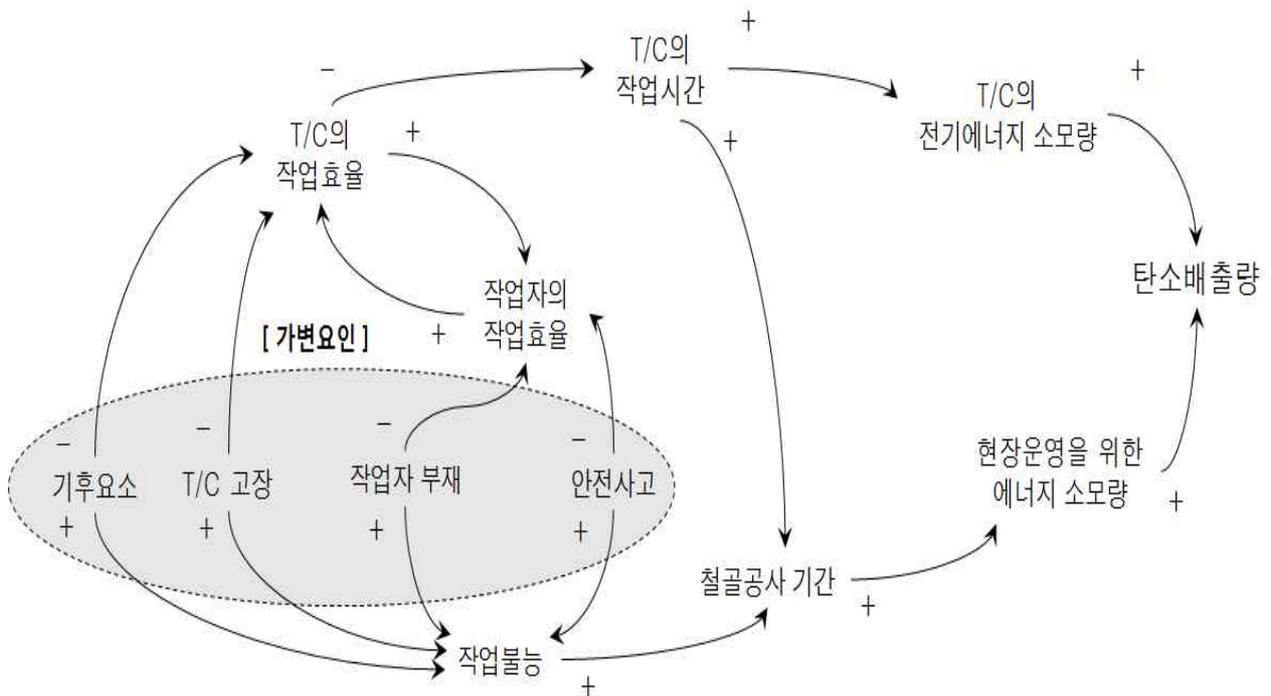


그림 1. 가변요인을 고려한 철골세우기 작업의 탄소배출 인과지도

4. 결 론

본 연구는 철골세우기 작업과 가변요인의 관계를 고려한 탄소배출 인과지도를 개발하였다. 연구결과는 향후 건축시공단계의 전체적인 탄소배출 인과지도 개발에 기여할 것으로 사료된다. 또한 이를 바탕으로 각 요인들의 수치화 및 작업별 탄소배출 데이터베이스 구축이 이뤄진다면 시스템 다이내믹스 기반의 높은 정확도를 가지는 건축시공단계 탄소배출 모델 개발이 가능할 것으로 예상된다.

감사의 글

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2016R1A2B3015348).

참 고 문 헌

1. G. Kang, T. Kim, YW. Kim, H. Cho, KI. Kang, Statistical analysis of embodied carbon emission for building construction, Energy and Buildings, 105, pp.326~333, 2015,10
2. Forest. W. Jay, Productivity Press, Industrial Dynamics, 1961