

건설장비의 탄소배출량 산정에 미치는 유휴시간의 영향 분석

Analysis of the Impact of Idle Time on the Estimation of Carbon Emissions of Construction Equipment

오 상 민*
Oh, Sangmin

이 동 윤**
Lee, Dongyoun

강 고 윤**
Kang, Goune

조 훈 희***
Cho, Hunhee

강 경 인****
Kang, Kyung-In

Abstract

Effect of variable factors on carbon emissions in construction industry is hard to analysis. Therefore this study analyzies effect of variable factors on carbon emissions. This study shows importance of variable factors and emphasizes need of estimation of carbon emissions considering variable factors.

키 워 드 : 유휴시간, 건설장비, 탄소배출량

Keywords : idle time, construction equipment, carbon emissions

1. 서 론

국내 건설업은 온실가스 목표관리제의 적용을 받는 산업중 하나이며, 온실가스의 효율적인 관리 및 저감을 위하여는 과학적인 배출량 산정이 중요하다. 시공단계 탄소배출량 산정 관련 기존 연구들에서는 건설장비의 배출량 산정 시 품셈 등에 기재된 규격 정보를 고정적으로 사용하고 있으나, 이는 실제 배출량과의 큰 차이를 유발할 수 있다. 이에 본 연구는 사례현장의 골조공사에 소요되는 콘크리트 펌프카를 대상으로 유휴시간을 고려한 탄소배출량을 산정하여 비교분석함으로써 건설현장 가변요인이 시공단계 탄소배출량에 미치는 영향을 분석한다.

2. 탄소배출량 산정을 위한 공사 현장 정보 수집

본 연구 진행을 위하여 'A' 사의 'B'현장의 공동주택에서 발생한 물량을 바탕으로 콘크리트 타설 공사를 가정하였다. 콘크리트 펌프카의 최대 토출 시 연비는 건설기계의 기계경비 산출표를 참고하였다(대한전문건설협회, 2017). 공회전 시 연비는 기존 연구의 탄소배출량 산출 방법을 통해 산정하였다(장원석 외 1인, 2013).

표 1. 콘크리트 공사 정보 및 콘크리트 펌프카 제원

콘크리트 공사 정보		콘크리트 펌프카의 제원	
층수	40 층	펌프카 대수	1대
연면적	15231.2 m ³	최대 토출량	90 m ³ /hr
공사기간	34 개월	최대 토출시 연비	17.7 l/hr
총 콘크리트 물량	11894.2 m ³	공회전 시 연비	9.71 l/hr
총당 콘크리트 타설 소요시간	8 시간		
총당 콘크리트 물량	297.4 m ³		

3. 탄소배출량 결과 비교 분석

해당 콘크리트 공사는 철근과 콘크리트의 자재투입에 의한 탄소배출량과, 주요 건설장비인 콘크리트 펌프카 작업에 소비되는 유류량에 의한 배출량으로 산정하였다. 본 연구의 범위는 가변요인의 영향 분석을 위해 건설장비로 한정되나, 해당 콘크리트 공사의 전체 탄소배출량 대비 변화값을 비교하기 위해 자재에 의한 배출량도 함께 고려하였다. 펌프카에 의한 배출량 산정은 아래 식과 같이 수행하려 한다. 유류량

* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정

** 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정

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

**** 고려대학교 건축사회환경공학과 교수, 공학박사

($L_{(B, C, idle)}$)은 콘크리트 타설 시 사용된 콘크리트 펌프카의 유류 사용량을 의미한다. 단순 유류량(L_B)은 최대 토출 상태의 콘크리트 펌프카가 콘크리트를 모두 처리할 때 사용한 유류량이다. 복합 유류량(L_C)은 콘크리트 펌프카의 작업이 최대 토출 상태와 공회전 상태, 즉 작업시간과 유희시간이 공존한다는 것을 의미한다. 실제 시간 당 처리한 콘크리트의 물량이 최대 토출량(R_{max})보다 적기 때문에 공사 중 유희시간이 발생했다고 판단된다. 해당 연구에서는 콘크리트 타설 소요 시간($T_{con'c}$)에서 콘크리트 펌프카의 최대 토출량 작업시간을 뺀 시간을 유희시간으로 가정하였다. 유희시간에 사용한 유류량(L_{idle})은 유희시간의 연비를 사용하였으며, 유희시간의 연비는 최대 작업시간의 연비(FE_{oper})를 사용하였다.

유류량의 계산은 콘크리트 타설 공사에서 처리한 콘크리트의 물량(Q)과 콘크리트 타설 소요 시간, 그리고 유희시간의 연비(FE_{idle})와 콘크리트 펌프카의 최대 토출량을 사용하여 진행하였다. 사용된 유류량으로 인해 발생한 탄소배출량(C)은 다음의 식과 경유의 탄소배출계수(E_{disel})를 이용하여 산정하였다.

$$L_B = (Q \div R_{max}) \times FE_{oper} \quad \text{-----} \quad (1) \quad L_C = L_B + L_{idle} \quad \text{-----} \quad (2)$$

$$L_{idle} = [T_{con'c} - (Q \div R_{max})] \times FE_{idle} \quad \text{----} \quad (3) \quad C_{(B, C, idle)} = L_{(B, C, idle)} \times E_{disel} \quad \text{-----} \quad (4)$$

분석 결과를 통해 건설장비의 유희시간을 고려한 배출량이 최대 토출량 작업시간만을 고려한 탄소배출량(C_C)보다 4.73 tCO_2 , 콘크리트 펌프카를 고려하지 않은 탄소배출량보다 10.81 tCO_2 증가한 것으로 나타났다. 기존연구(국토교통부, 2016)에서 제시하였던 공동주택 연면적당 시공단계 탄소배출량 원단위는 약 $0.7 \text{ tCO}_2/\text{m}^2$ 이며, 이를 적용하였을 때 사례 건축물의 전체 시공단계 배출량 중 펌프카의 유희시간 고려에 의한 추가적인 배출량은 약 0.04%에 해당하는 것으로 분석된다. 단일의 장비에 의한 변동량을 고려할 때 이는 상당한 비중이며, 장비 운용의 유희시간이 시공단계 탄소배출량에 큰 영향을 미칠 수 있음을 보여준다.

표 2. 골조 공사의 탄소배출량

구분	A (철근 + con' c)	B (철근 + con' c + L_B)	C (철근 + con' c + L_C)
철근 (ton)	1945.83	1945.83	1945.83
con' c (m3)	11894.20	11894.20	11894.20
작업시간 (hr)	8	3.30	3.30
유희시간 (hr)	-	-	4.70
유류량[경유] (l)	-	2339.19	4159.31
탄소배출량 (tCO ₂)	5698.93	5705.01	5709.74
A와의 탄소배출량 차이 (tCO ₂)	-	6.08	10.81

※ 경유의 탄소배출 산정식 : 유류사용량 × 탄소배출계수 × 산화율 × 전환계수

※ 탄소배출계수 : 철근($0.3548 \text{ tCO}_2/\text{ton}$), con' c($0.4211 \text{ tCO}_2/\text{m}^3$), 경유($0.0026 \text{ tCO}_2/\text{l}$)

4. 결 론

본 사례연구 대상인 콘크리트 펌프카는 타 건설장비 대비 작업 시 한 장소에 고정되어 사용하기 때문에 가변요인이 적은 편임에도 불구하고 유희시간에 의한 배출량 증가값이 상당한 비중을 차지하는 것으로 분석되었다. 현장 내 이동이 잦은 타 장비의 경우 이러한 가변요인에 의한 배출량 증가 영향이 더욱 클 것이며, 따라서 향후 건설업의 탄소배출량 산정시 가변요인을 고려한 예측 방법의 적용이 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

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

참 고 문 헌

- 장원석, 김병수, 건설장비의 CO₂배출량 실시간 측정방법 개발을 위한 CO₂ 및 유속센서의 활용, 한국건설관리학회 논문집, 제14권 제2호, pp.78~86, 2013.3
- 2017년도 건설기계 경비산출표, 대한건설협회(CAK), 2017
- 건설분야 탄소 배출량 산정 DB등 구축 결과, 국토교통부, 2013.7