

온실가스 규제에 대비한 건설장비 이산화탄소 배출량정보 활용방법론 개발

Methodology Developments based on CO₂ Emission Information from Construction Equipment for Greenhouse Gas Regulations

고 지 은* 이 진 우* 채 윤 병* 한 승 우**
Go, Jee-Eun Lee, Jin-Woo Chae, Yoon-Byung Han, Seungwoo

Abstract

According to the nation's greenhouse gas emission statistics, greenhouse gas emissions have been stiffly increasing. Accordingly, the importance of CO₂ reduction is more getting focused over the world. This trend makes the construction equipment be considered as a major target of reduction due to the large volume of emission. This study suggests the feasible methodology for estimating CO₂ emission from construction equipment and for being easily applied on the job sites. The methodology is based on the collection from the segmented CO₂ emission information of construction equipment. This study allows site personnels to estimate the total amount of CO₂ and to take appropriate actions for reaching the environmental regulations.

키 워 드 : 온실가스, CO₂(이산화탄소) 배출, 건설장비
keywords : greenhouse gas, CO₂ emission, construction equipment

1. 서 론

전 세계적으로 배출되는 온실가스 중 CO₂ 배출량은 65%를 차지하고, 반면에 국내의 경우에는 전체 온실가스 배출량 중 91.7%를 차지한다(IPCC 2014; 한국환경공단 2017). 건설산업에서도 CO₂ 감축의 중요성이 커졌으나 정확한 집계가지 되지 않고 있다(김병수, 2013). 기존 관련 연구에 따르면 IPCC식에 한국의 실정을 반영한 보정계수 등을 추가한 배출량 산정식을 사용하거나 실제 현장 계측을 통한 배출량을 산정하려는 노력이 있었다(김병수 2011; 진형아 외 2014; 김병수 외 2013; 김승현 외 2017). 그러나 상기의 연구들은 건설장비의 CO₂ 배출량을 측정하는 방법과 배출계수 산정을 위한 다양한 방법론을 제시하는 데 목적을 두고 있으며, 건설장비의 CO₂ 실제 측정치와 환경 규제를 위해 만든 기준산정식의 차이점을 비교한 연구는 전무한 실정이다. 본 논문은 건설현장에서 사용되는 건설장비의 CO₂ 배출량을 기존의 연구문헌에서 제시하는 다양한 식을 현장의 조건 및 사용되는 장비의 상태를 고려한 보다 실질적이고 용이한 CO₂ 배출량 산정 모델을 개발하는 연구의 초기단계를 제시한다. 본 논문의 목적은 각종 환경 규제에 대비하기 위해 문헌조사와 현장측정을 통한 건설장비의 CO₂ 배출량 정보를 활용하여 CO₂ 배출량 산정초기모형을 개발함으로써 현장관계자가 보다 용이하고 신속하게 배출량을 산정하고 조절하는데 편의를 제공하고자 한다.

2. 기존연구의 고찰

이산화탄소 배출과 관련하여 현재 국내 건설기계 CO₂배출량은 ‘온실가스에너지 목표관리 운영 등에 관한 지침(2016.12.30)’에 따라 Tier-2 산정방법을 따르고 있다.

$$E_{i,j} = Q_{i,j,k,l} \times EC_i \times EF_{i,j,k,l} \times 10^{-6} \quad \text{----- (1)}$$

여기서, $E_{i,j}$: 연료(i)의 연소에 따른 온실가스(j)의 배출량. $Q_{i,j,k,l}$: 차종(k), 제어기술(l)에 따른 연료(i)의 사용량. EC_i : 연료(i)의 열량계수. $EF_{i,j,k,l}$: 연료(i), 차종(k), 제어기술(l)에 따른 온실가스(j)의 배출계수 이다.

관련 연구는 기존 배출식을 보정하거나, 현장 실측을 기반으로 하는 연구로 크게 구분된다. 배출식 보정 방식의 CO₂ 배출량 산정은 표준품셈을

* 인하대학교 건축공학과 학사과정
** 인하대학교 건축공학과 교수, 교신저자(shan@inha.ac.kr)

이용한 장비당 연료사용량과 배출계수를 곱한 값을 사용하였다(김병수 2011). 기존 Tier-1, -2의 계수의 출력 구간을 세분화 하고 과도기운전 보정계수와 열화계수를 고려하여 식을 보정하였다(진형아 외 2014). 현장 계측을 기반한 CO₂ 배출량 산정은 차량 배기가스를 포집 후 안정화 후 CO₂ 농도를 측정하는 방법을 이용하였다(김병수 외 2013). 실제 PEMS(Portable Emission Measurement System)를 이용하여 배출량을 측정할 시 연속 측정하게 되면 측정치에 기계적 오류를 범할 수 있어, 특정된 RPM에서 평균값으로 배출량을 환산하였다.(김승현 외 2017) 그러나 이러한 연구는 CO₂ 배출량을 산정함에 있어 현장의 조건이나 사용되는 건설장비의 상태에 따른 다양한 조건들을 반영하지 못하는 한계점을 보이고 있다.

3. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 토공사의 굴착기, 로우더, 덤프트럭으로 구성 된 건설장비의 3 link system을 대상으로 현장 계측하여 수집한 데이터와 기존 관련 연구의 CO₂ 배출량 산정식을 통한 데이터를 비교하고 발생하는 차이의 원인을 분석하고, 보정계수 도출하는 것으로 한다. 본 연구는 아래 그림1에서와 같이 3단계로 진행된다.

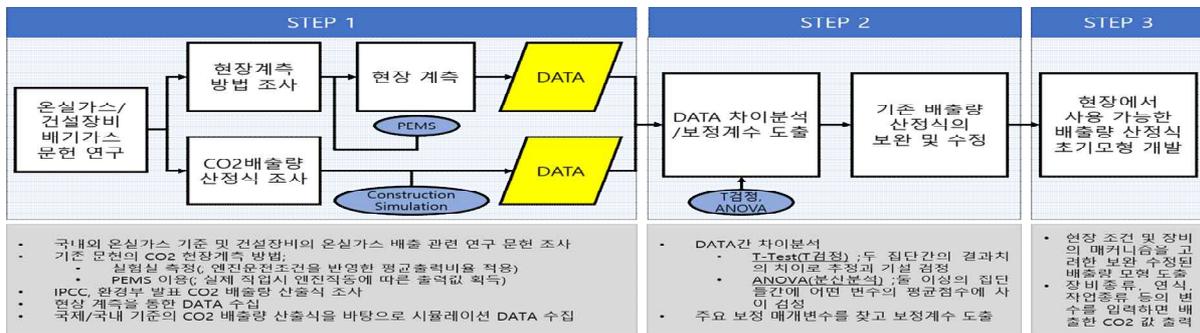


그림 1 연구 진행 다이어그램

첫 번째 단계로서 건설장비에 PEMS를 부착하고 장비의 세부활동을 구분하여 실시간으로 데이터를 수집한다. 두 번째 단계는 수집된 데이터와 IPCC 방법에 기인한 결과 값과 비교하고, 그 차이를 통계학적으로 분석한다. 세 번째 단계에서는 시뮬레이션 모델링을 통해 보정계수를 도출함으로써 기존 산정식을 수정 보완하는 것으로 한다.

4. 결 론

본 연구는 건설현장에서 실시간 측정기반 세부활동 별 건설장비의 CO₂ 배출량과 IPCC에서 제시한 CO₂ 배출량 산정식을 비교하여 수정·보완한 현장 적용 가능한 1차 모형을 개발하고자 한다. 기존 산정식과 실험실 평균값으로 유추되는 CO₂ 배출량을 건설현장에서 직접 수집하고 통계분석을 통해 보정함으로써 보다 현장조건에 적합한 CO₂ 배출량 산정 초기 모형 개발 방법론을 제시한다. 또한 현장관리자들이 현장 내에서 건설장비에 의해 배출되는 CO₂ 배출량을 고려함으로써 건설현장에서 배출되는 전체 CO₂를 통제 할 수 있게 할 것이다. 그러나 현장에서 수집한 데이터 값을 유효정보로 변환시키며 발생하는 오차를 수정하고 초기 모형을 전체 공정에 적용시킬 수 있는 빅데이터분석 방법에 기반한 CO₂ 배출량 산정 2차 모형 개발에 대한 추후 연구가 필요하다.

Acknowledgement

본 논문은 한국연구재단의 지원(과제번호: 2018R1A2B6004801)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. IPCC, Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014
2. 김병수, 토공장비조합에 따른 공사기간 및 이산화탄소 배출량의 상관성 분석, 대한토목학회지 제31권 제4호, 2011.7
3. 김병수와 장원석, 건설장비 CO₂배출량산출결과 비교연구, 대한토목학회논문집 제33권 제4호, 2013.7
4. 김승현과 이동욱, 작업 특성을 반영한 중규모 굴삭기의 CO₂ 배출량산정을 위한 실험적 연구, 대한토목학회논문집 제37권 제4호, 2017.8
5. 진형아, 이태우, 박하나, 손지환, 김상균, 홍지형, 전상진, 김정수, 최광호, 배출계수 개발 및 배출량 산정 체계 고도화를 통한 건설기계의 연식, 출력 및 기종별 대기오염물질 배출량 산정, 한국대기환경학회지 제30권 제6호, 2014.12
6. 한국환경공단, 2016년 국가 온실가스 인벤토리 보고서, 2017
7. 환경부, 국립환경과학원, 자동차 오염물질 배출계수 산정에 관한 연구(V), 2007