

# 친환경 공정계획 수립을 위한 굴착기의 배기가스 계측 데이터 분석

## Analysis of Exhaust Gas Measurement Data in Excavators for Environment-friendly Construction Operation Planning

고 지 은\*  
Go, Jee-Eun

이 진 우\*  
Lee, Jin-Woo

채 윤 병\*  
Chae, Yoon-Byung

한 승 우\*\*  
Han, Seung-Woo

### Abstract

Environmental problems caused by air pollution have been considered as serious critical issues in global perspectives. Controlling greenhouse gases has become one of the major environmental problems in construction fields as well. However, similar studies were mainly focused on suggestion of various methodologies for measuring CO<sub>2</sub> emissions of construction equipment and calculating emissions. This study aims to analyze the correlation between the CO<sub>2</sub> emissions and RPMs of equipment by the construction process based on row data collected from construction equipment actually operated in job sites. This study allows site personnels to determine the amount of emitted CO<sub>2</sub> under particular construction equipment under specific conditions during the targeted construction operations. The research findings expect to be used as fundamental informations for establishing environment-friendly construction operation planning.

키 워 드 : 온실가스, CO<sub>2</sub>(이산화탄소) 배출, 건설장비, 데이터 분석  
Keywords : greenhouse gas, CO<sub>2</sub> emission, construction equipment, data analysis

## 1. 서 론

기존의 관련 연구들은 건설장비의 이산화탄소 배출량을 측정하는 방법<sup>1)2)</sup>과 배출계수 산정을 위한 다양한 방법론<sup>3)4)</sup>을 제시하는 데 목적을 두고 있으며, 실제 건설장비의 이산화탄소 측정값과 해당 측정값 혹은 예측모형을 공정계획 수립에 반영하고자 하는 요인변수로의 변환에 관한 연구는 극히 미흡한 실정이다. 상기의 문제점을 바탕으로 건설현장에서 사용되는 건설장비의 이산화탄소 배출량을 계측하고 이를 건설장비의 분당 회전수(RPM: Revolutions Per Minutes)와의 상관관계를 분석하고 이를 기반으로 이산화탄소 배출량 산정 초기 모형을 개발함으로써 궁극적으로는 실제 건설공정계획에 이산화탄소 배출량을 적용시킨 친환경적인 기반 건설공정계획수립 방법론을 제시하는 연구의 필요성이 증대되고 있다. 본 논문은 상기의 전체연구 초기단계로서 건설현장에서 사용되고 있는 굴착기에서 배출되는 실제 이산화탄소 배출량을 측정하고 측정된 결과값과 건설공정작업 중에 변화되는 장비의 RPM과의 상관관계를 분석하고자 한다. 본 연구의 결과값은 향후 특정 건설장비의 특정건설공정 시 배출되는 이산화탄소량을 산정하는 모델의 기본정보로 사용될 예정이다.

## 2. 기존연구의 고찰

이산화탄소 배출량 직접 측정 방식은 측정된 농도 값을 단위부피 당 이산화탄소 질량값으로 환산한 값을 사용하였다.<sup>5)</sup>

$$CO_2(g/L) = x(ppm) \times \frac{10^{-6}}{(ppm)} \times \frac{44(g)}{1(mol)} \times \frac{1(mol)}{22.4(L)} \times \left( \frac{273}{273+y} \times \frac{z(atm)}{1(atm)} \right) \quad (1)$$

x : 이산화탄소 농도(ppm), y : 연소온도 (°C), z : 대기압(atm)

실제 현장에서 휴대용 배기가스 측정장치(PEMS: Portable Emissions Measurement System)를 사용해 운행 중인 장비들의 배기구에서 배출되는 이산화탄소 농도를 측정해서 (1)에 대입하여 단위부피 당 이산화탄소 질량값으로 환산하고, 이를 (2)를 이용해서 유량과 연산하여 시간당 배출되는 이산화탄소 질량을 산정한다. 여기서 유량은 배기구 면적과 유속을 통해 구할 수 있다.

$$CO_2(g/s) = Flow\ Rate\ (m^3/s) \times CO_2(g/L) \times 10^3 \quad (2)$$

상기 방법을 통해 산정된 이산화탄소 배출량은 국토해양부의 건설장비 이산화탄소 배출량 가이드라인과 비교 할 수 있다.

\* 인하대학교 건축공학과 학석사과정

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

### 3. 연구의 범위 및 방법

본 연구의 범위는 수도권지역의 공공주택 택지조성공사 중 토공사에 사용된 굴착기 3대의 이산화탄소 배출데이터를 수집하여 RPM에 따른 이산화탄소 배출량의 경향성을 파악하고, 배출량에 영향을 주는 보정요인을 분석한다. 아래 그림 1은 본 연구에 사용된 굴착기의 RPM 측정 및 PEMS를 이용한 이산화탄소배출량 계측, 수집데이터와 RPM과의 관계성, 그리고 향후 고려되어야 할 보정 요인 등을 제시하고 있다.

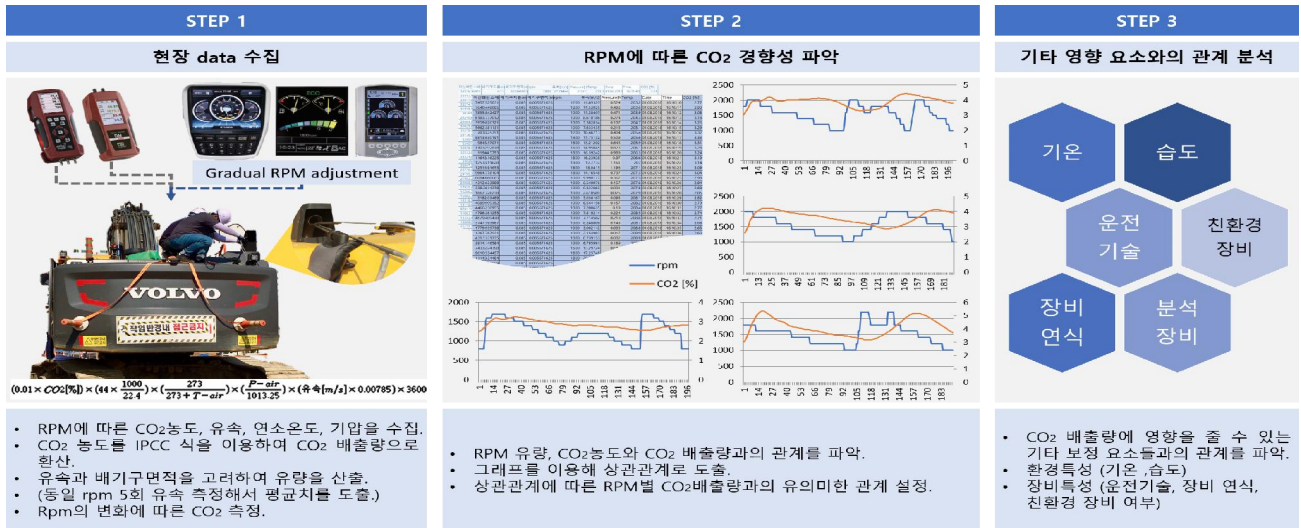


그림 1. 연구 진행 다이어그램

상기 그림 1에서 제시된 바와 같이, 해당 연구의 첫 번째 단계로서 PEMS를 이용하여 건설장비의 RPM의 변화에 따른 실시간 데이터를 수집한다. 두 번째 단계는 수집된 이산화탄소 농도와 유속 데이터를 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)에 기준한 방법으로 환산하여 이산화탄소량을 구하여 RPM의 변화와 이산화탄소 배출량의 관계를 파악한다. 세 번째 단계에서는 실제 측정에서 일어나는 변수를 조정하기 위하여 보정요인을 파악하여 수정한다.

### 4. 결 론

본 연구는 건설현장에서 직접 측정하여 보정 요인들을 파악하고, 이를 3대의 굴착기에서 측정된 배기가스 이산화탄소 농도량을 질량값으로 환산한 데이터를 RPM 사이의 상관관계를 분석하였다. 분석결과 이산화탄소 배출량과 RPM과는 시각적으로 유의미한 관계를 가지는 것으로 일차적으로 파악되었으나, 이를 통계학적 수치를 이용한 분석이 향후 필요할 것으로 예상된다. 또한 파악한 보정 요인을 바탕으로 측정 오류를 감소시킬 수 있는 측정 방법 수정과 데이터 가공 시 발생하는 오차를 줄일 수 있는 후속 연구가 필요하다.

### Acknowledgement

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

### 참 고 문 헌

- 김병수와 장원석, 건설장비 CO<sub>2</sub>배출량산출결과 비교연구, 대한토목학회논문집 제33권 제4호, 2013.7
- 김승현과 이동욱, 작업 특성을 반영한 중규모 굴삭기의 CO<sub>2</sub> 배출량산정을 위한 실험적 연구, 대한토목학회논문집 제37권 제4호, 2017.8
- 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
- 임재현, 정성은, 이태우, 김중훈, 서충열, 류정호, 황진우, 김선문, 엄동섭, 건설기계의 대기오염물질 배출계수 산정을 위한 연구, 한국대기환경학회지 제25권 제3호, 2009.5
- 김승현, 이동욱, 작업 특성을 반영한 중규모 굴삭기의 CO<sub>2</sub> 배출량산정을 위한 실험적 연구, 대한토목학회 논문집 제37권 제4호, 2017.8