

건설기계의 실제 운용 형태의 특성 분석을 통한 배출량 평가 방법 연구

문 석 호¹⁾ · 신 달 호¹⁾ · 박 윤 서²⁾ · 유 철²⁾ · 박 수 한^{*3)}

건국대학교 대학원 기계설계학과¹⁾ · 국가미세먼지정보센터²⁾ · 건국대학교 기계항공공학부^{*3)}

Study on Evaluating Method of Construction Equipment Emission by Analyzing Real Operation Type Characteristics

Seokho Moon¹⁾ · Dalho Shin¹⁾ · Yunseo Park²⁾ · Chul Yoo²⁾ · Suhan Park^{*3)}

Department of Mechanical Design and Production Engineering, Graduate School of Konkuk University¹⁾

Korea Air Emission Inventory and Research Center²⁾

*School of Mechanical and Aerospace Engineering, Konkuk University^{*3)}*

Key words : Non-road Mobile Pollution Sources(비도로이동오염원), Construction Equipment(건설기계), Portable Emission Measurement System(이동식 배출가스 측정 장비), Real Operating Emissions(실제 운용 배출량), Operation Type(운용 형태)

* 교신저자, E-mail: suhanpark@konkuk.ac.kr

2015년 디젤게이트가 큰 사회적 문제로 떠오르며 PEMS를 활용한 실제 도로 배출량의 측정 및 평가의 필요성이 대두되었다.¹⁾ 이후 디젤 승용차를 비롯한 중대형 상용차, 가솔린 승용차 등 대부분의 도로이동오염원 배출량 인증은 실제 도로 배출량을 포함하여 계속해서 평가 기준이 강화되고 있다. 이러한 실제 도로 배출량 평가 기준 강화를 비롯한 도로이동오염원의 배출량 규제 강화에 대해 EU(European Union)에서 환경적 측면의 성과를 평가한 결과 대기오염물질의 저감에 있어서 성공적인 영향을 보이는 것으로 발표되었다.²⁾

이에 따라 도로이동오염원과 비슷한 대기오염물질 배출 특성을 보이는 비도로이동오염원에 대해 PEMS를 활용한 실제 운용 배출량 평가 적용의 필요성이 대두되고 있다. 국가 대기오염물질 배출량 통계자료에 따르면 2020년 기준 도로 및 비도로이동오염원은 CO, NOx에 대해 각 CO(21% / 26%), NOx(33% / 32%)로 전체 배출량 대비 높은 비중의 비슷한 수준을 보이며 PM-2.5, PM-10의 경우 각 PM-2.5(6% / 26%), PM-10(3% / 10%)으로 비도로이동오염원이 비교적 높은 배출 수준을 보였다.³⁾ 하지만 비도로이동오염원은 다양한 배출원으로 이루어져 있기에 실제 운용 배출량 측정을 위해서는 각 배출원에 적합한 평가 기준이 구축이 요구된다. 최근 배출 비중이 높은 몇몇 비도로이동오염원에 대한 실제 운용 배출량 측정의 선행연구가 진행되었으며,^{4),5)} 건설기계의 경우 EU에서 Stage V의 In-Service Monitoring 규정을 통해 실제 운용 배출량 측정의 시험 방법을 제시하였으나 시험 중 운용 형태에 대해서는 비작업 구간의 판단 기준 이외에 제시하는 바가 없으며 배출량의 평가 기준이 제시되지 않았다. 따라서 본 연구에서는 비도로이동오염원 중 대기오염물질의 배출 비중이 높은 건설기계의 실제 운용 배출량을 측정 한 후 적절한 평가 방법을 연구하고자 한다.

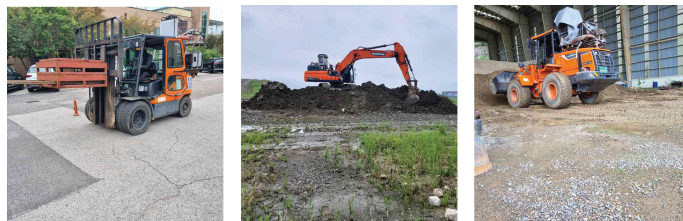


Photo. 1 Real operation of each construction equipment

건설기계는 매우 다양한 운용 형태에 따른 차종으로 구성되기에 국내 건설기계 등록대수가 높은 대표 3종(지게차, 굴착기, 로더)을 선정하였으며, 각 차량의 실제 운용 형태를 최대한 유사하게 동작할 수 있도록 시험 환경을 구성하였다. 운용 형태에 따른 배출량 데이터는 시험 차량에 PEMS를 탑재하여 취득하였으며 CAN 통신 장비를 이용하여 차량에 탑재된 엔진의 가동 정보를 취득하여 각 차량의 운용 형태에 대한 분석을 진행하였다.

각 차량의 실제 운용 형태 별 엔진 가동 데이터와 배출량을 측정 데이터의 분석을 통해 각 차종이 주로 사용하는 엔진 가동 영역대를 확인하였다. 지게차의 경우 가장 높은 주행 기어단을 사용하는 On-road 운용 시 다른 운용 형태에 비해 비교적 높은 엔진 부하를 사용하였다. 반면 다른 운용 형태인 낮은 주행 기어단을 사용한 운반 작업, 상하차 작업을 모사한 VDI 2198을 운용할 때, 부하 하중에 관계없이 유사한 엔진 부하 및 엔진 회전 속도 영역대를 보였다. 또한 이러한 운용 형태 별 엔진 출력 특성과 주요 대기오염물질인 NOx 배출량의 관계성을 확인할 수 있었다.

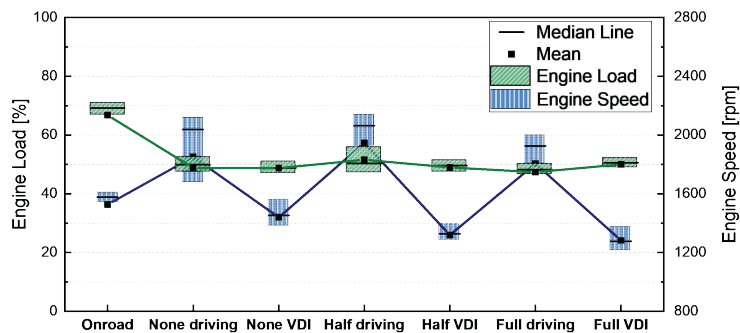


Figure. 1 Engine characteristics at each operation types of forklift

References

- 1) M. Puskar, A. Jahnatek, J. Kadarova, M. Soltesova, L. Kovanic and J. Krivosudska, "Environmental study focused on the suitability of vehicle certifications using the new European driving cycle(NEDC) with regard to the affair "dieselgate" and the risks of NOx emissions in urban destinations", Air Quality, Atmosphere & Health, 12, 2, pp.251-257, 2018.
- 2) European Commission, Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs, Euro 6/VI evaluation study, Publications Office of the European Union, 2022, <https://data.europa.eu/doi/10.2873/933978>.
- 3) 환경부 국가미세먼지정보센터, 국가 대기오염물질 배출량 통계자료, 2020.
- 4) B. M. Graver and H. C. Frey, "Highway Vehicle Emissions Avoided by Diesel Passenger Rail Service Based on Real-World Data", Urban Rail Transit, 2(3-4), pp.153-171, 2016.
- 5) D. I. Lee, J. H. Park, M. H. Shin, J. T. Lee and S. K. Park, "Characteristics of Real-World Gaseous Emissions from Construction Machinery", Energies, 15, 9543, 2022.

Acknowledgement

본 연구는 2023년 환경부 국가미세먼지정보센터의 연구용역과제 '농업기계 및 건설기계 배출량 산정방법 개선 연구(Ⅲ)'의 지원을 받아 수행되었음.