

저온 및 중량 조건에 따른 차종별 온실가스 변화 특성에 관한 연구

박진성* · 홍영진 · 임재혁 · 이민호 · 강엽석

한국석유관리원 미래기술연구소

A Study on Greenhouse Gas Emission Characteristics of Different Vehicle Types under Low Temperature and Weight Conditions

Jinsung Park · Youngjin Hong · Jaehyuk Lim, Minho Lee, Youmseok Kang

Korea Petroleum Quality & Distribution Authority, 33, Yangcheong 3-gil, Ochang-eup, Cheongwon-gu, Cheongju-si, Chungcheongbuk-do, 28115, Korea

Abstract: This study analyzed the impact of low temperature and increased vehicle weight on greenhouse gas emissions from internal combustion engine vehicles and hybrid vehicles. CO₂ was the most emitted gas across all vehicle types and was more significantly affected by temperature changes. Under low-temperature conditions, hybrid vehicles showed the highest increase in CO₂ emissions, while increased weight had a greater effect on diesel vehicles. CH₄ and N₂O emissions were mainly observed in diesel vehicles, with fuel type having a greater influence than external conditions. HWFET mode, the increase in CO₂ emissions was similar across vehicle types, and the trends of CH₄ and N₂O were comparable to those in FTP-75 mode. Overall, temperature variation had a more substantial impact on exhaust emissions.

Key words : Greenhouse gas(온실가스), Hybrid Vehicle(하이브리드자동차), Low Temperature Condition(저온조건), Weight Condition (중량조건), Chassis Dynamometer(차대동력계)

1. 서론

지구 온난화로 인해 전 세계적으로 온실가스를 저감하기 위한 노력이 진행 중인데, 주요 배출원으로 내연기관 자동차가 지적되고 있다. 이에 자동차 제작사는 신차 개발 시 순수 내연기관만 사용하는 자동차보다는 배터리와 모터를 활용한 전동화를 통해 온실가스를 줄이기 위한 노력을 하고 있다.¹⁾

자동차에서 배출되는 대표적인 온실가스는 CO₂, CH₄, N₂O가 있다. 이 중 가장 많이 배출되는 것은 CO₂로 이에 대해서는 기업 평균 온실가스 배출량이 관련 법률에 의해 규제되고 있고, CH₄ 배출량 또한 배출가스 관련 법률에 의해 규제되고 있다. N₂O는

국내에서는 아직 규제되지 않는 물질이지만 환경에 미치는 영향이 다른 두 온실가스 대비 크기 때문에 향후 규제에 대해서 논의되고 있는 물질이다.

본 논문에서는 순수 내연기관 자동차와 하이브리드 자동차에 대해서 저온 및 중량 조건 변화에 따른 온실가스 변화에 대해서 분석하였다.²⁾

2. 시험 방법 및 장치

2.1 시험방법

시험방법은 국내 에너지소비효율 및 온실가스 측정 공인 시험방법인 산업통상자원부 고시 제 2022-14호에 의거하여 실시하였다. 해당 고시에 따라 도심 모드인 FTP-75 모드와 고속 모드인 HWFET 모드를 주행하여 온실가스를 측정하였다. 시험모드의 속도 프로파일은 Fig. 1, Fig. 2에 나타내었다.

* 박진성, E-mail: dofoman@kpetro.or.kr

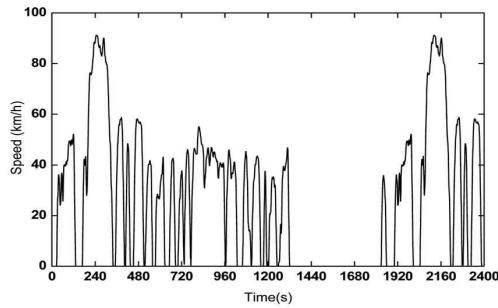


Fig. 1 FTP-75 mode

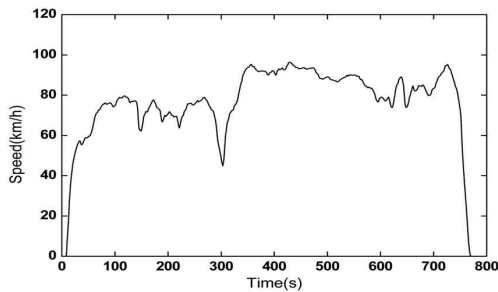


Fig. 2 HWFET mode

시험 조건은 동일한 시험모드에서 외기 온도와 중량 조건을 변경하여 시험을 진행하였다. 저온 조건은 공인 시험 조건인 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 와 다르게 $-7 \pm 2.8^\circ\text{C}$ 에서 공조를 22°C AUTO로 설정하였고, 중량 조건은 유럽의 EURO Green NCAP 문서를 근거로 실도로 부하력 계수 중 중량과 관련된 f_0 값을 식 (1) 과 같이 총중량 기준으로 증가시켜 시험을 수행하였다.

$$f_0(GVW) = f_0 \times \frac{ETW(GVW)}{ETW(\text{Curb Weight} + 136\text{kg})} \quad (1)$$

2.2. 시험장비

본 연구에서는 차량의 온실가스(CO_2 , CH_4) 측정에 사용되는 배출가스 분석장비(Horiba MEXA)와 차량을 설치하여 실도로와 유사하게 주행할 수 있도록 해주는 차대동력계(AVL Zollner), N_2O 와 같이 국내에서 규제하지 않는 물질을 측정하는 장비인 FT-IR 및 QCL을 사용하여 측정시험을 진행하였다.

2.2. 시험용 차량

본 연구에서는 총 8대에 대해서 온실가스를 측정하였으며 가솔린 3종, 디젤 3종, 하이브리드 2종을 선정하였다. 차량은 2022년 및 2023년에 연도별로

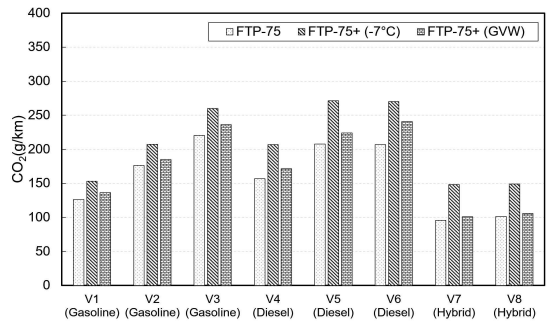


Fig. 3 Emission Test result(CO_2 , FTP-75)

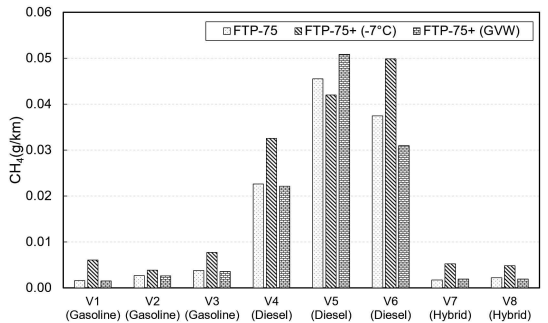


Fig. 4 Emission Test result(CH_4 , FTP-75)

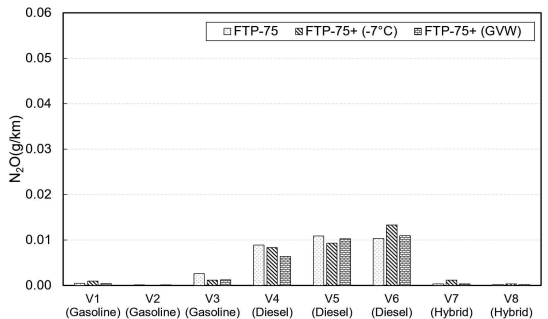


Fig. 5 Emission Test result(N_2O , FTP-75)

등록 대수가 많은 차량을 대상으로, 엔진 형식 및 차량 타입(승용, SUV, 승합, 화물 등) 등을 고려하여 다양한 차량에 대해 선정하고 시험하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 차종 및 시험모드별 온실가스 배출 특성

3.1.1 도심모드 온실가스 측정결과

가솔린 차량의 경우 저온에서 일반 조건 대비 약 20% CO_2 배출이 증가하였고, 디젤은 약 31%, 하이

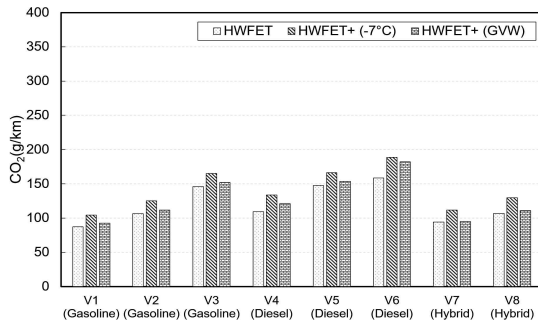


Fig. 6 Emission Test result(CO₂, HWFET)

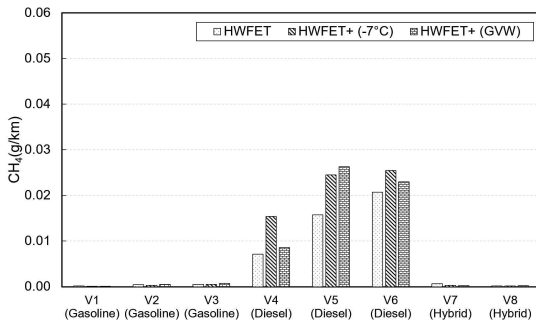


Fig. 7 Emission Test result(CH₄, HWFET)

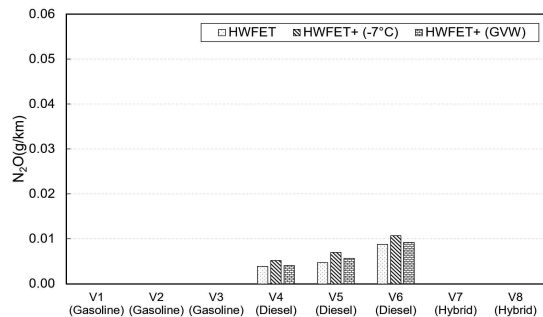


Fig. 8 Emission Test result(N₂O, HWFET)

브리드는 약 50% 증가하여 하이브리드-디젤-가솔린 순으로 저온 영향도가 높았다. 중량 조건의 경우 일반 조건 대비 가솔린은 약 7%, 디젤은 약 16%, 하이브리드는 약 5% 증가하여 디젤-가솔린-하이브리드 순으로 중량의 영향도가 높았다.

CH₄ 및 N₂O의 경우 가솔린 및 하이브리드 차량에서는 거의 배출되지 않았고, 디젤 차량에서 주로 배출이 되었다. 디젤 차량의 경우 시험차량 별로 편차는 있었지만 저온 및 중량 조건에 대한 특별한 경향성은 보이지 않았다.

3.1.2 고속모드 온실가스 측정결과

고속모드의 경우 차량별로 편차는 조금 있었으나 저온 조건에서 가솔린, 디젤, 하이브리드 차량 모두 약 20% 수준으로 CO₂ 배출이 증가하여 도심모드와는 다른 경향을 보였다. 중량 조건은 도심 조건 대비 CO₂ 증가율이 낮아졌으나 배출 경향은 도심모드와 유사한 것을 확인할 수 있었다.

CH₄ 및 N₂O의 경우 도심 모드와 마찬가지로 가솔린 및 하이브리드 차량에서는 거의 배출되지 않았고, 배출량이 상대적으로 높은 디젤 차량의 경우 시험차량 별로 편차는 있었지만 저온 및 중량 조건에 대한 특별한 경향성은 보이지 않았다.

4. 결론

본 논문에서는 차종별로 저온 및 중량 조건이 온실가스에 미치는 영향을 확인하기 위해 8개의 차종을 대상으로 온실가스를 측정 및 비교하였다.

- 1) 온실가스 중 가장 많은 배출량을 보이는 것은 CO₂ 였고, 중량 증가에 대한 영향보다는 외기 온도 변화에 대한 영향도가 컸다.
- 2) N₂O 및 CH₄의 경우 가솔린이나 하이브리드 차량보다는 디젤 차량에서 주로 배출되었고 외기 온도 변화나 중량 증가와 같은 외부 조건보다는 유종별로 배출 편차가 큰 것을 확인할 수 있었다.

후 기

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 지원으로 수행되었음. (과제번호 RS-2023-00243220)

References

- 1) Von Malmberg, Fredrik, "Explaining differences in policy learning in the EU Fit for 55 climate policy package", European Policy Analysis. Volume10, Issue3, 412-448, 2024.
- 2) Jeongho Yoo, Daewook Kim, Youngsook Yoo, Myungdo Eum, Jongchoon Kim, Sungwook Lee, Doosung Baik "Study on the characteristics of Carbon Dioxide emissions factors from passenger cars", Transaction of the Korean Society of Automotive Engineers, 17(4), 10-15, 2009.