

HEV 주행모드에 따른 연비·온실가스 특성

강은정·권석주·서영호*

자동차부품연구원

Characteristics of Fuel Economy and Greenhouse Gases according to Driving Mode Conditons of Hybrid Electric Vehicles

Eunjeong Kang · Seokjoo Kwon · Youngho Seo*

Korea Automotive Technology Institute, 303, Pungse-ro,
Pungse-myeon, Dongnam-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do 133-791, Korea
(Received 2015. 04. 20 / Accepted 2015. 05. 15)

Abstract : The purpose of present study is to analysis the Characteristics of fuel economy and Green house gases due to the driving mode conditions of The hybrid electric vehicle(HEV). HEVs are divided into mild and power types according to the their functions. mild type HEVs are inexpensive because they do not need to implement a pure electric mode. Power type HEVs are more expensive but has also better fuel efficiency. In the present paper, the test results for the gasoline vehicle using FTP-75 mode and HWFET are present.

Key words : Hybrid Electric Vehicle(하이브리드 자동차), Fuel Economy(연비), Driving Cycle(주행모드), Greenhouse gases(온실가스), Chassis Dynamometer(차대동력계)

1. 서론

세계 각국 정부의 자동차 연비 및 배기가스 규제가 갈수록 강화되고 있으며, 화석연료를 대체하는 새로운 에너지원으로서 먼저 시급하게 다룰 수 있는 방안은 바로 에너지효율을 높임으로써 보다 적게 화석연료를 사용하고 이산화탄소 배출을 줄이는 것이다.¹⁾ 장기적으로 EV(Electric Vehicle)와 HEV(Hybrid Electric Vehicle)로 발전한 후에 향후 PHEV(Plug in Hybrid Electric Vehicle)와 FCEV(Fuel Cell Electric Vehicle)로 발전할 것으로 전망되고 있으며, 그린카의 입지는 갈수록 확고해질 전망이다.²⁾ HEV는 구성된 하이브리드 시스템에 따라 직렬형 하이브리드 자동차, 병렬형 하이브리드 자동차 및 복합형(직/병렬식) 하이브리드 자동차로 구분할 수 있다. 기능상 분류로는 마일드 타입

하이브리드 및 파워 타입 하이브리드가 있으며, 마일드 타입 하이브리드는 공회전 정지, 회생제동 및 모터 어시스트 기능을 가진 하이브리드 시스템이며 전기적 비중이 적어 가격이 저렴하지만, 순수 전기 모드 구현이 불가능하여 연비/배출가스가 비교적 나쁘다는 단점을 가지고 있다. 파워 타입 하이브리드의 경우 공회전 정지, 회생제동, 모터 어시스트 기능에 EV 모드를 추가한 하이브리드이며, 2개 이상의 모터가 필요하여 마일드 타입에 비하여 고가인 단점이 있지만 회생제동 효율이 우수하며 연비가 좋은 장점을 가지고 있다.³⁾

본 연구는 국내연비 시험모드의 에어컨 작동 유무에 따른 마일드 타입 하이브리드 차량과 파워 타입 하이브리드 차량의 연비 및 온실가스 특성을 비교 분석하였다. 참고로 배기량이 비슷한 내연기관 차량의 연비 및 온실가스 특성을 분석하여 기능별 하이브리드 차량과 비교 분석 하였다.

*Corresponding author, E-mail: yhseo@katech.re.kr

2. 시험 및 해석 방법

2.1 시험 장치

본 연구의 실차 시험은 실내에서 실외와 같은 도로 조건을 모사하여 차량의 연비 및 배출가스 측정을 실시하기 위하여 자동차부품연구원의 차대동력계(AVL, 48inch Single roll 4WD)와 배기측정시스템(HORIBA, MEXA-7400LE 및 AVL, i60)을 사용하였다.

Fig.1은 시험장비의 개요도를 나타낸다.

2.2 시험 차량 제원 및 특성

기능별 하이브리드 시험 차량은 마일드 타입 하이브리드 차량 2대(A, B Vehicle) 및 파워 타입 하이브리드 차량 1대(C Vehicle)씩 선정하였으며 참고적으로 하이브리드 차량과 배기량이 비슷한 수준의 내연기관 차량(D vehicle)을 추가하여 시험을 수행하였다. 각 차량의 제원은 Table 1과 같다.

2.3 시험 방법

본 연구에서 하이브리드 차량의 연비 및 온실가스 특성을 평가하기 위하여 총 2개의 대표 모드를 사용하였다. FTP-75 모드는 국내의 차량 연비/배출가스 공인 인증시험 모드이며, HWFET 모드는 국내 공인연비 모드로 고속도로의 주행 흐름을 모사한 연비 측정 모드이다. 한편 여름철 조건을 모사하고자 에어컨을 가동시킨 조건(A/C ON)으로 배출가스 시험을 실시하여 기본조건의 연비 및 온실가스와 비교할 수 있도록 하였다. 시험모드에 대한 속도 프로파일은 Fig.2에 자세히 설명하였다.

시험은 산업통상자원부 고시 “자동차의 에너지소비효율 및 등급표시에 관한 규정” 및 환경부령 제544

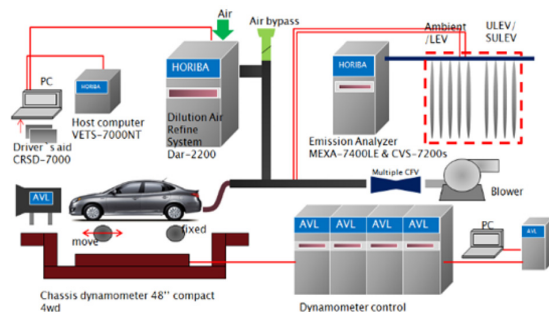
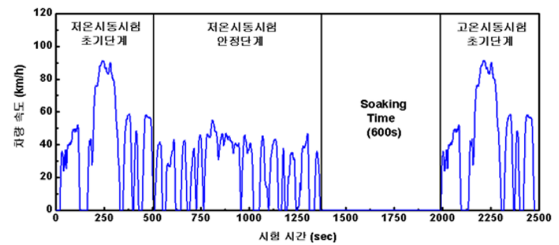


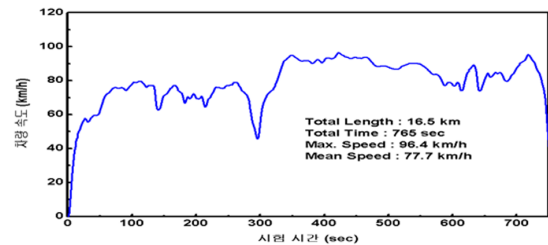
Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

Table 1 Specifications of test vehicles

	A vehicle	B vehicle	C vehicle	D vehicle
Engine type	14 1.4 Gasoline	14 1.6 LPi	14 1.8 Gasoline	14 1.6 Gasoline
Max. engine power	89ps/ 5,800rpm	113ps/ 5,800rpm	99ps/ 5,000rpm	122ps/ 6,300rpm
Max torque	12.3kg·m/ 4,500rpm	15.1kg·m/ 4,500rpm	14.5kg·m/ 4,000rpm	15.9kg·m /4,200rpm
Motor power	9kW	15kW	60kW	-



(a) FTP-75 mode



(b) HWFET mode

Fig. 2 Descriptions of vehicle driving test modes

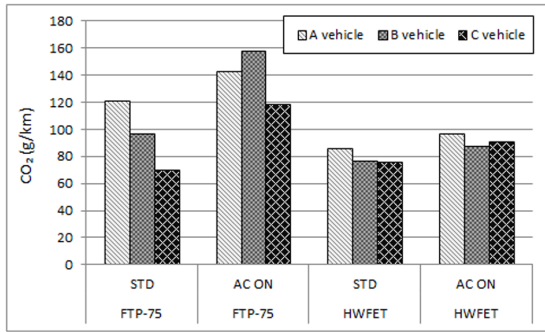
호 “대기환경보전법 시행규칙”을 기준으로 진행되었으며, 시험이 진행되는 동안 시험실의 온도 및 습도는 각각 20~30℃(68~86°F), 30~70 R.H.%를 유지하였다.

3. 시험 결과 및 고찰

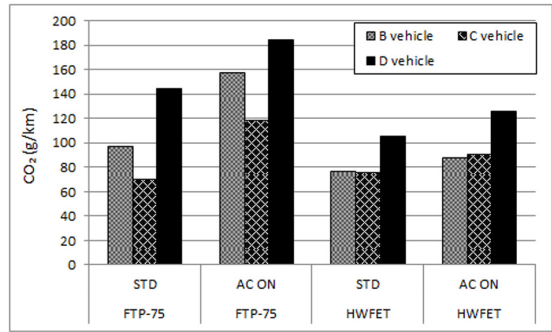
3.1 기능별 하이브리드 자동차 온실가스 및 연비 특성

Fig.3의 (a)는 마일드 타입 하이브리드 차량과 파워 타입 하이브리드 차량의 시험 모드 및 에어컨 작동 유무에 따른 온실가스 특성을 나타낸 그래프이며, (b)는 연비 특성을 나타낸 그래프이다.

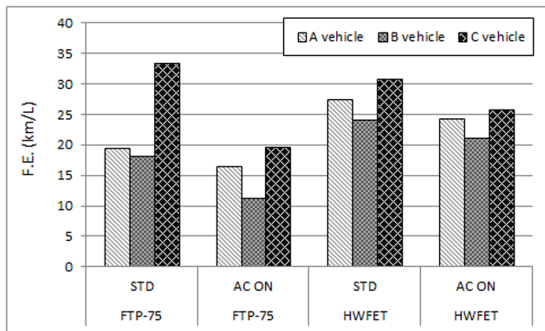
동일 모드의 에어컨 작동 유무에 따른 온실가스 증감률은 A 차량의 경우 비슷한 수준으로 증가하고 있



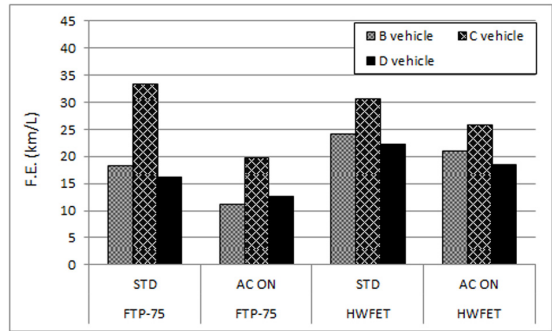
(a) Greenhouse gas(CO₂)



(a) Greenhouse gas(CO₂)



(b) F.E.(Fuel Economy)



(b) F.E.(Fuel Economy)

Fig. 3 CO₂ & F.E. on each driving test modes (HEV)

으나, B 차량 및 C 차량의 경우 FTP-75 모드에서 에어컨 작동을 최대로 작동시켜 시험한 결과 온실가스 배출량이 약 65% 수준 상승하였다. 온실가스 증감률은 C 차량이 제일 크게 나타났지만 대부분의 모드에서 온실가스 배출량은 가장 적게 배출되었다.

배기량의 차이에도 불구하고 파워 타입 특성상 모터도 엔진만큼 동력을 낼 수 있는 C 차량의 연비가 대부분의 시험모드에서 제일 좋게 나타났다. 반면 파워 타입의 경우 저속에 집중되어 있는 특성상 C 차량은 HWFET 모드의 온실가스 및 연비 수준이 FTP-75 모드 대비 약 8% 수준 불리하게 나타난다.

3.2 HEV와 내연기관 차량의 온실가스 및 연비 특성

Fig.4의 (a)는 동급 배기량 수준의 하이브리드 차량 및 내연기관 차량의 온실가스 특성을 나타낸 그래프이며 (b)는 연비 특성을 나타낸 그래프이다.

동일모드에서 내연기관 차량과 하이브리드 차량의 에어컨 작동 유무에 따른 온실가스 및 연비를 비교한

Fig. 4 CO₂ & F.E. on each driving test modes (HEV and Gasoline vehicle)

결과, 고속주행모드보다 상대적으로 저속모드인 FTP-75 모드에서 하이브리드 차량의 경우 내연기관 차량 대비 온실가스 및 연비 증감율이 약간 큰 폭의 차이를 보였으며, 고속주행모드(HWFET)에서 C 차량의 온실가스 및 연비 증감율은 내연기관의 증감율과 비슷한 수준으로 나타났다.

한편 FTP-75 모드와 HWFET 모드의 온실가스 및 연비 특성을 비교한 결과, 마일드 하이브리드 차량(B)와 내연기관 차량(D)의 경우 HWFET 모드의 연비가 30~50% 유리하게 나타나는 반면 파워 하이브리드(C) 차량의 경우 오히려 나빠지는 결과를 보임으로써 파워하이브리드로 갈수록 고속도로 연비가 불리해지는 것을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구는 LPG 및 가솔린 차량의 배출가스 인증모드 시험(FTP-75 mode) 및 국내 연비 측정모드로 고속

도로 주행 흐름을 모사한 시험모드(HWFET)를 조건별로 수행하였다. 이를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 배기량의 차이에도 불구하고 모터도 엔진만큼 동력을 낼 수 있는 C 차량의 경우 온실가스 및 연비가 모두 유리한 결과를 나타내었다.

2) 저속에 집중되어 있는 파워 타입의 C 차량은 고속주행모드의 온실가스 및 연비 수준이 저속 주행모드 대비 약 8% 수준 불리하게 나타난다.

3) 동급 배기량의 마일드 타입 하이브리드 차량과 내연기관 차량의 온실가스 및 연비 특성을 비교한 결과 전체적인 온실가스 배출량은 D 차량 대비 B 차량이 더 적게 배출하고 있으나, 시가지 주행모드 기준으로 에어컨 작동 유무에 따른 온실가스 배출량 증감율은 B 차량이 격차가 더 크게 나타난다.

4) 동일모드에서 에어컨 작동 여부에 따른 온실가스 및 연비 증감을 비교시 고속주행모드(HWFET)에서 마일드 타입 하이브리드 차량과 내연기관 차량의 온실가스 및 연비 증감을 차이는 거의 비슷한 수준으로 나타난다.

References

- 1) J. Jeong, D. Lee, C. Shin, Y. Park, S. Cha, "Development, Comparison and Analysis of Rule Based Control Logic for Heavy-duty HEV based on the Driving Cycles", Transactions of KSAE, PP.2904-2908, 2010
- 2) H. Park, Y. Seo, W. Kang, J. Chung, Y. Choi, B. Han, S. Sung, "F.E. comparison of Hybrid Electric Vehicle(HEV) with regard to the Driving Cycle Variations", Transactions of KSAE, PP.642-646, 2011
- 3) NIER, "The Environmental assessment method reseach of HEV and EV driving test", 2013