

2C2)

휘발유 자동차의 메탄(CH₄) 배출특성에 관한 연구

A Study on Characteristics of Methane Emissions from Gasoline Passenger Cars

전민선 · 류정호 · 유영숙 · 김대욱 · 정성운 · 조석연¹⁾

국립환경과학원 교통환경연구소, ¹⁾인하대학교

1. 서 론

우리나라의 2002년 에너지 연소에 따른 CO₂ 배출량 중 수송부문은 20.1%를 차지하며, 그 중 도로이동 오염원부분은 전체의 약 13%, 수송부문의 73%를 차지하는 등 온실가스 배출기여율이 매우 높다.

자동차부문에서 배출하는 온실가스는 주로 이산화탄소, 메탄, 아산화질소가 배출되며, 메탄과 아산화질소는 이산화탄소에 비하여 배출량은 매우 적으나, 지구온난화지수로 비교하면 단위체적당 이산화탄소에 비해 메탄은 21배, 아산화질소는 310배로 지구온난화에 미치는 영향이 크다.

자동차에서 배출되는 메탄은 연료 조성비와 밀접한 관계가 있으며, 주로 자동차 연료의 불완전연소에 의해 엔진에서 생성되며, 촉매장치에서 미처리된 메탄이 대기에 배출된다. 현재 국내 휘발유 승용차는 삼원촉매(Three-Way Catalyst)시스템이 장착되어 있어 배출가스로부터 THC가 제어되면서 THC에 포함된 메탄도 제어된다. 차량의 연료별로 보면 휘발유와 경유보다 메탄이 주 연료인 CNG차량에서 많이 배출된다. 본 연구에서는 휘발유 자동차에서 배출되는 온실가스인 메탄의 차량 연식별 차종별 배출특성 조사하고 냉간 시동과 열간 시동 시험을 통해 촉매 활성화에 따른 차량의 메탄 배출특성을 분석하여 향후 자동차에서 배출되는 메탄의 배출량 산출과 저감방안 마련을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

2. 연구 방법

시험대상차량은 휘발유차량 중 800~1500cc의 소형차 13대와 1500~2000cc 이하의 중형차 8대를 대상으로 하였으며, 규제기준에 따른 연식 구분을 위해 1999년 이전과 2000년 이후로 구분하였다. 촉매의 열화에 의해 배출특성 분석을 위해 차량의 주행거리를 10만km 전후로 구분하여 시험하였다.

측정장치는 차대동력계, 보조운전장치, 시료채취장치, 희석터널, 배출가스 분석기로 구성되어 있다. 차대동력계는 자동차가 실제 도로를 주행할 때 정지, 가속, 정속, 감속 등을 반복하는 과정을 대표화한 실측 주행모드를 사용하여 주행할 수 있도록 자동차에 부하를 걸어주는 장치이다. 배출가스 측정은 시험자동차가 차대동력계의 롤러위에서 각 모드별로 주행할 때 배기관으로부터 배출되는 가스를 정용량 시료채취장치(CVS : Constant Volume Sampler)로 일정량의 공기로 희석한 후, 시료 채취백에 채취하여 배출가스를 정량분석하였다. 배출가스 분석기는 규제물질인 CO, HC, NO_x와 CO₂, CH₄에 대한 시료채취와 분석이 on-line시스템으로 되어 있어 운전직후 분석결과를 알 수 있다. 배출가스분석기는 자동차 배기관에서 배출되는 가스상물질 CO, THC, NO_x, CO₂, CH₄을 측정하는 것으로, THC와 CH₄는 불꽃염이온화검출법(H-FID : Heated flame ionization detector)을 이용하여 분석하였다. 차량시험모드는 CVS-75모드와 차속별 모드로 실행하였다. CVS-75모드는 총 3단계로 구분되어 있으며, 1단계는 저온시동단계로서 505초동안 운전되며, 2단계는 저온시동의 안정화단계로 865초동안 운전된다. 2단계가 끝나면 10분동안 엔진을 정지시킨 다음, 3단계인 고온운전조건에서 505초동안 운전된다. 또한 차속별 모드는 대표차속 4.5, 10.5, 24.5, 65.0, 95.0km/h의 5개 모드로, 각각 공회전, 저속, 서울시내 평균차속, 연비 우수 차속, 고속 차속을 대표하고 있다.

3. 결과 및 고찰

차량의 연식별로 메탄의 배출특성을 연구한 결과 1999년 이전의 배출량과 비교해서 2000년 이후의 배출량이 차속별로 평균 59% 감소하였다. 주행거리별로는 10만km 이상의 차량은 10만km 미만의 차량보

다 차속별로 평균 48% 증가한 것으로 나타났다. 이는 개선된 연소기술과 촉매기술로 HC가 많이 감소한 것으로 사료되며, 주행거리보다 연식에 따른 메탄의 영향이 더 큰 것으로 나타났다.

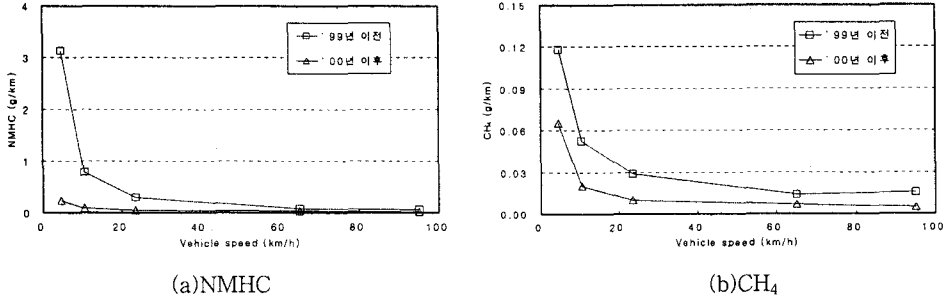


Fig. 1. Characteristics by model year.

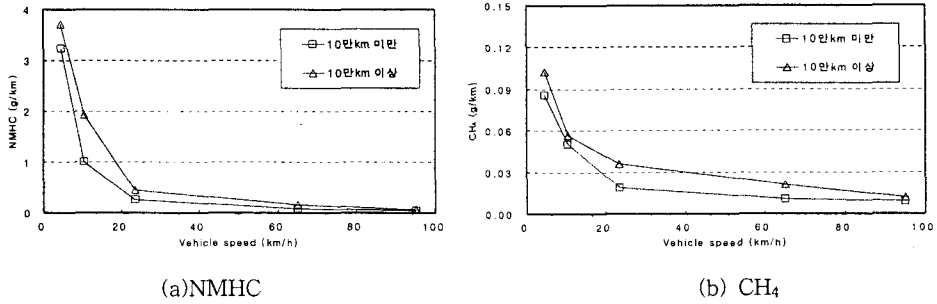


Fig. 2. Characteristics by mileage.

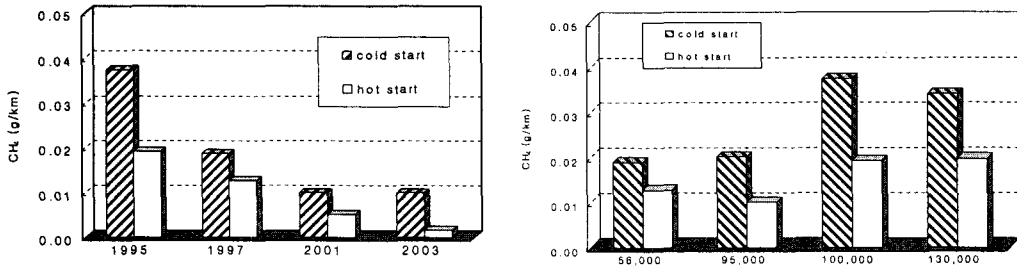


Fig. 3. Characteristics of model year and mileage by CVS-mode

냉간 시동과 열간 시동 시험을 통해 촉매온도에 따른 배출특성을 조사한 결과 연식이나 주행거리와 상관없이 냉간 시동 상태가 열간 시동보다 더 많은 메탄이 배출되는 것으로 나타났다. 이것은 촉매가 활성화되지 못한 상태에서 HC가 저감되지 못해 메탄 또한 많이 배출된 것으로 사료된다. 연식이 증가함에 따라 전체적으로 배출량이 저감된 것은 점차 개선된 제어기술에 의한 것으로 사료된다.

참고 문헌

- 국립환경연구원, (2005), 자동차 온실가스 저감대책 연구
- Coralie Cooper,, Reducing Greenhouse Gas Emissions from Light-Duty Motor Vehicles, NESCCAF, pp E1~E27 (2004)