

차량 CO2 배출량 추정 방법에 대한 비교 분석

이민구* · 박용국* · 정경권* · 유준재*

*전자부품연구원

Analysis and Comparison of Estimation methods for Vehicle CO2 Emission

Min Goo Lee* · Yong Guk Park* · Kyung Kwon Jung* · Jun Jae Yoo*

*Korea Electronics Technology Institute

E-mail : emingoo@keti.re.kr

요 약

본 논문에서는 주행중인 차량의 CO2 배출량을 추정하기 위한 방법들로, 주행거리에 따른 CO2 배출량 추정 방법, IPCC에 따른 CO2 배출량 추정 방법, MAF와 화학반응식을 이용한 CO2 배출량 추정 방법 등에 대해서 설명하고 각각의 방법들의 성능을 비교하기 위해 실차(제네시스 3.3)를 이용하여 약 5Km의 실제 도로 경로를 주행하며 각각의 CO2 추정 방법들에 대한 성능을 실증 분석하였다.

ABSTRACT

In this paper, We introduces 3 types of methods for estimation of a moving vehicle's CO2 emissions. These estimation methods include method based on distance traveled, method according to the calculation method proposed by the IPCC and method using vehicle information & chemical reaction equations. we describe the operating principle of each estimation method and we have driven down the actual road about 5km path because we compare performance of 3 types of methods for estimation of a driving vehicle's CO2 emissions.

키워드

CO2 배출량 추정, IPCC, 차량 진단 정보, 주행거리, MAF

I. 서 론

국내외적으로 자동차와 관련된 에너지와 환경 문제를 해결하기 위해서 기존 내연 기관자동차의 고효율화 및 저배기화, 현행 연료유의 주류를 차지하는 휘발유, 경유, 액화석유가스의 품질 기준 강화, 환경친화 대체연료의 적용 및 신 원동기의 개발 등을 활발히 추진하고 있다.

내연기관 자동차에서 배출되는 유해 배기가스인 일산화탄소, 탄화수소, 질소산화물, 입자상물질은 연료 품질기준의 지속적인 강화, 자동차 배출가스 규제 강화에 따른 엔진 연소개선이나 후처리장치의 적용 등에 따라서 향후 10년에 걸쳐 대폭 개선될 것으로 전망된다.

하지만 차량에 관련된 에너지와 환경 문제는 여전히 풀기 어려운 과제로 남을 가능성이 높기 때문에 급세기에는 연비개선 신기술의 도입 또는 대체연료의 적용 등이 중요한 이슈가 될 것이다.

본 논문에서는 주행중인 차량의 CO2 배출량을 추정하기 위한 방법들로, 주행거리에 따른 CO2

배출량 추정 방법, IPCC에 따른 CO2 배출량 추정 방법, MAF와 화학반응식을 이용한 CO2 배출량 추정방법 등에 대해서 소개하고, 세 가지 CO2 추정 방법들의 성능을 비교 분석하기 위해 실차(제네시스 3.3)를 이용하여 약 5Km의 실제 도로 경로를 주행하며 각각의 CO2 추정 방법들에 대한 성능을 실증 분석하였다.

II. 본 론

차량의 배기가스 배출량을 측정하기 위한 기준의 대표적인 방법으로는 미국의 EPA(Environmental Protection Agency)에서 만든 FTP-75(Federal Test Procedure)가 있다. 이것은 미국 LA 시가지를 달리는 상황을 가정하고 출발, 가속, 감속, 정지 등을 반복하는 시뮬레이션 방법이다.

즉, 그림 1과 같은 샤시다이내모미터(Chassis Dynamometer)에서 모의주행 코스(총 주행거리

17.85km, 평균 주행속도 31.2km/h, 최고 속도 91.2km/h, 정지 횟수 23회, 총 시험시간 42.3분의 조건)를 모의 주행을 하면서 배기가스를 채집, 분석하는 테스트를 하게 된다.



그림 1. 샤시다이내모미터에서의 배기가스 테스트

우리나라에서는 1975년 미국에서 만들어진 LA-4 모드를 약간 변형한 CVS-75를 연비 및 이산화탄소 배출량 측정 기준으로 사용하고 있다.

하지만 이 같은 방법은 실제 도로상에서 주행 중인 차량의 실시간의 CO₂ 배출량 정보를 다루고 있지 않는 모의주행이라는 일회성 테스트 결과이다. 따라서 개인이 운전하고 있는 실제 차량에 대한 실시간 CO₂ 배출량 정보를 제공하지는 못한다는 한계가 있다.

추가적으로 샤시다이내모미터에서의 배기가스 테스트 등은 막대한 시설비가 소요되어 일반인들이 1,2년의 주기적인 차량 정비 검사 등을 통해 접해 볼 수 있는 방법이지 실생활에서 활용하기에는 한계가 있어 보인다.

따라서 주행 중인 차량의 CO₂ 배출량을 추정할 수 있는 방법으로는 차량의 이동 거리에 따른 CO₂ 배출량 추정 방법, IPCC에서 제안하는 계산법에 따른 추정 방법, 차량 정보를 활용하여 CO₂ 배출량을 추정하는 계산 하는 방법 등이 현실적으로 실생활에서 활용 가능한 방법이라 할 수 있을 것이다.

먼저, 차량의 이동 거리에 따라 CO₂ 배출량을 추정하는 방법을 소개한다. 이 추정 방법은 차량 제조사에서 차량 판매시 재원에 명기한 해당 차량의 거리당 CO₂ 배출량을 이용하여 이동 거리에 비례하여 CO₂ 배출량을 추정하는 방법이다.

본 논문에서의 시험 차량으로 사용한 제네시스 3.3(2009년식, 자동변속기)은 차량 재원에 CO₂ 배출량이 233g/km로 명기되어 본 논문에서는 CO₂ 추정에 이 값을 활용하였다.

두 번째, 차량의 CO₂ 배출량 추정 방법으로는 IPCC 방법을 예상할 수 있다. 즉 유엔 정부 간 기후변화위원회(IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change)가 제안한 계산법을 이용하여 CO₂ 배출량을 추정할 수 있으며 식(1)과 같이 표현된다.

$$CO_2 = \text{연료사용량} * \text{석유환산계수} * \text{탄소배출계수} * \text{연소율} * 3.75 \quad (1)$$

여기서 석유환산계수는 "국내에너지이용합리화법"개정안(2006년 7월)의 지침을 토대로 하고 탄소배출 계수는 IPCC 지침내용을 활용한다.

먼저 석유환산 계수의 경우 경유를 사용하는 버스 혹은 자가용의 경우 0.837kg/l, 휘발유를 사용하는 자가용의 경우 0.783kg/l로 계상되어진다.

마지막으로 본 논문에서 소개하는 차량정보를 이용한 CO₂ 배출량 추정 방법에 대해서 설명하면, 이는 차량으로부터 수집되는 MAF 값과 연료에 포함된 옥탄의 화학반응식을 이용하여 차량의 CO₂ 배출량을 추정하고자 하는 방식이다. 즉, 연료의 질량 FM은 식(2)와 같다.

$$FM[g/s] = MAF * 14.7 \quad (2)$$

연료의 질량을 CO₂의 질량으로 변환하기 위해서 옥탄(Octane, C₈H₁₈)의 화학반응식을 이용하여 CO₂ 무게 *m*을 계산하면 식(3)과 같고,

$$m[g/s] = MAF * 0.20967 \quad (3)$$

운행 시간에 따른 CO₂ 배출량 *E_{CO₂}*는 식(4)와 같이 표현될 수 있다.

$$E_{CO_2} = \sum_{i=0}^N m_i * \Delta t \quad (4)$$

본 논문은 이 같이 소개한 세 가지 차량 CO₂ 배출량 추정 방법에 대해서 각각 실차를 이용하여 실제 도로에서의 주행 테스트를 통해 CO₂ 추정 성능을 비교 분석하고자 한다.

III. 테스트 및 분석

차량 정보 측정을 위해 차량의 OBD-II 인터페이스를 이용하였으며 차량 OBD-II 정보는 Mode와 PID(Parameter ID)를 이용하여 접근이 가능하다. 물리적인 연결은 CAN 통신을 통해 접속을 하고, ELM 기반의 OBD-II 인터페이스는 비동기식 직렬 통신 방식으로 PC와 연결된다.

차량 정보 측정프로그램은 그림 2와 같다. 통신 포트/속도를 설정하고, 0.5초마다 Query를 보내고 차량 정보를 수신한다.

프로그램의 좌측에 표시되는 데이터 값은 OBD-II 인터페이스를 통해 송/수신 되는 메시지의 가공하지 않은 요청/응답 데이터(Raw Data)를 나타내고 있으며, 우측의 변환정보 표시부분은 Raw Data가 공식에 의해 환산된 실제 값(Real Data)을 나타내고 있다.

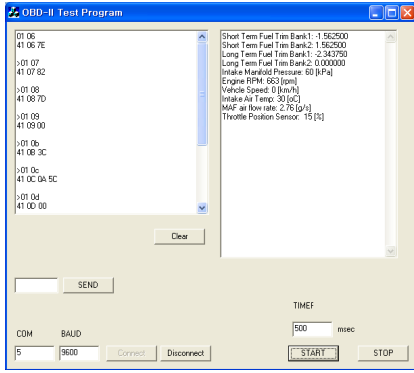


그림 2. 차량 정보 측정 프로그램

본 논문에서 시험 차량인 제네시스 3.3(2009년식, 자동변속기, 가솔린)을 이용하여 5Km 구간을 실주행 하면서 측정한 결과(속도, 이동거리, MAF)는 다음과 같다.

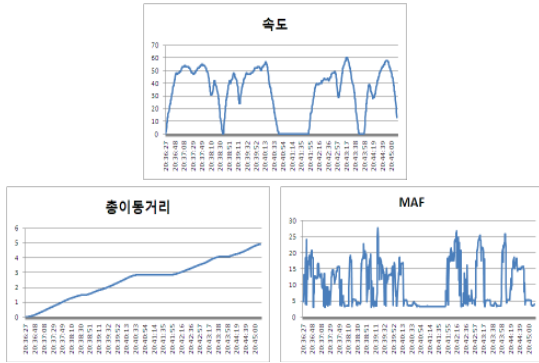


그림 3. 측정 결과

첫 번째 주행 차량의 CO2 배출량을 추정하는 실주행 테스트로, 차량 제조사에서 제공하는 차량 제원에 명시된 시험 차량(제네시스 3.3)의 CO2 배출량은 233g/km로 운행거리를 이용한 배출량을 계산하면 다음과 같다.

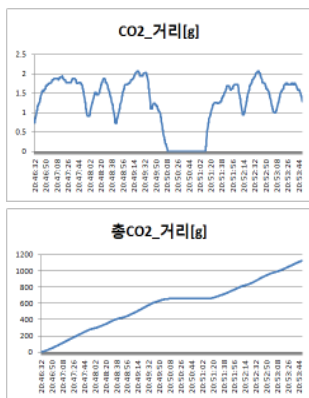


그림 4. 운행 거리를 이용한 CO2 배출량

두 번째 주행 차량의 CO2 배출량을 추정하는 실주행 테스트로, 유엔 정부 간 기후변화위원회

(IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change)가 제안한 계산법을 이용하여 CO2 배출량을 계산하면 다음과 같다.

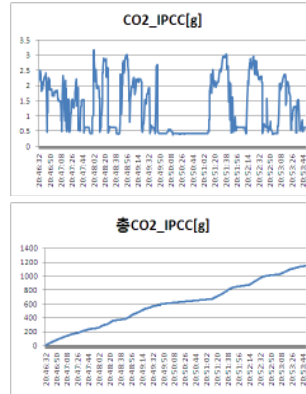


그림 5. IPCC 제안 계산법을 이용한 CO2 배출량

세 번째 주행 차량의 CO2 배출량을 추정하는 실주행 테스트로, MAF와 옥탄의 화학반응식을 이용한 CO2 배출량 추정 방법을 통해 CO2 배출량을 계산하면 다음과 같다.

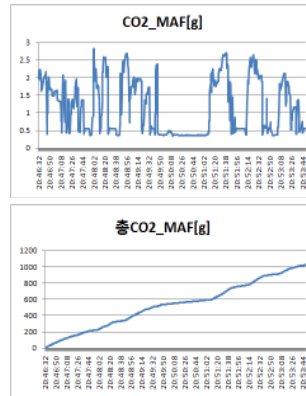


그림 6. 차량정보를 이용한 CO2 배출량 추정

본 논문에서 차량의 CO2 배출량을 추정하기 위해 언급한 세 가지 방법 즉, 이동 거리에 따른 CO2 배출량 추정, IPCC에서 제안하는 계산법을 이용한 CO2 배출량 추정, 차량 정보와 연료에 포함된 옥탄의 화학반응식을 이용한 CO2 배출량 추정을 종합적으로 비교하여 그래프로 표현하면 그림 7과 같다.

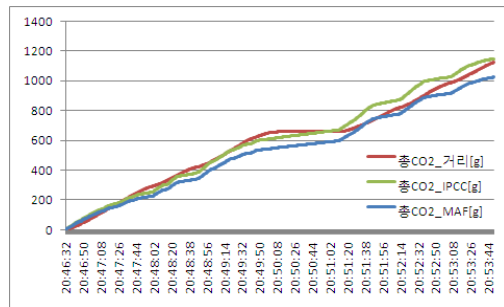


그림 7. CO2 배출량 추정 비교

그림 7의 CO2 배출량 추정 비교 그래프를 살펴보면, 속도가 0km/h인 정지 구간에서는 이동거리가 없기 때문에 이동거리를 이용한 CO2 추정방법과 IPCC 제안 계산법을 이용한 CO2 추정방법은 CO2의 배출이 없는 것으로 계산하여 그 값을 그래프에 표현하고 있다.

하지만, 속도가 0km/h로 정차하는 공회전 구간에서도 차량의 엔진은 여전히 동작하며 연료를 소모하고 있기 때문에 이를 반영하여 CO2 배출량을 추정할 수 있는 방법이 필요하다. 즉, 차량정보(MAF)와 연료내 포함되어 있는 옥탄의 화학반응식을 이용하여 CO2 배출량을 추정하고자 하는 방식은 정지 구간(0km/h)에서도 차량으로부터 제공되는 차량 정보를 이용하여 CO2 배출량 추정이 가능하므로 더욱 정확한 방법이라고 판단할 수 있다.

IV. 결론

본 논문에서는 차량의 CO2 배출량을 추정하기 위한 방법들에 대해서 살펴보았다. 즉 주행거리에 따른 차량의 CO2 배출량 추정 방법, IPCC 제안 계산법을 이용한 차량의 CO2 배출량 추정 방법, 차량 정보와 옥탄의 화학반응식을 이용한 차량의 CO2 배출량 추정 방법 등에 대해서 각각의 원리에 대해서 살펴보았고, 이 세 가지 방법들을 실제로 도로 주행 구간(5Km)에 적용하여 각각의 방법으로 실제 차량(제네시스 3.3)의 CO2 배출 추정량을 비교 분석하였으며 동시에 차량정보를 이용한 CO2 추정방법이 정차 구간(0km/h)에 대한 고려를 반영할 수 있어 더욱 유용한 방법임을 확인할 수 있었다.

본 논문에서 살펴보려고 했던 CO2 배출에 관한 측면은 어떤 차의 CO2 배출 성능이 좋거나 나쁜지에 대한 부분이 아니고, OBD-II 인터페이스를 통해 제공받을 수 있는 MAF 값을 이용하여 주행중인 CO2의 배출량의 예측이 가능함을 입증하는데 초점이 맞추어 연구가 수행되었다.

즉, 본 논문에서 제안한 차종에 대한 CO2 배출량은 실험에서 구비된 주행환경에 한해서 측정된 한정된 경우의 CO2 배출량이고 일반적인 경우의 CO2 배출량이 아님을 밝혀두고자 한다.

향후 주행 차량의 정확한 CO2 배출량을 추정하기 위해 센서를 적용한 방법들과 비교 분석하여 추정 값의 정밀도를 더욱 높이는 방안에 대한 연구를 진행하고자 한다.

참고문헌

- [1] 김용태, "주행모드에서 사용연료에 따른 자동차의 CO2 배출특성과 연료소비율의 상관관계 비교분석", 에너지공학, 제17권, 제4호, pp.227-232, 2008.
- [2] 조남건, "교통부문의 에너지위기 대응과 시사점," 에너지와 국토관리 3, pp. 33-44, 2006.
- [3] 한화진, "자동차 CO2 배출규제 동향 및 대응방향", 자동차공학회지, pp.11-13, 1999.

감사의 글

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 지식경제 기술혁신사업(국가플랫폼기술개발사업)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다.

(No. 10033847)