

EURO 6 승용디젤차량의 실도로 운전 시 질소산화물 배출특성 연구

조 재 호^{*1)} · 명 차 리¹⁾ · 박 심 수¹⁾ · 전 문 수²⁾ · 전 상 진³⁾

고려대학교 기계공학부¹⁾ · 한국교통대학교 에너지시스템공학과²⁾ · 국립환경과학원 교통환경연구소³⁾

On-road NOx emission characteristics from an EURO 6 light-duty diesel vehicle in Korea

Jaeho Cho^{*1)} · Cha-Lee Myung¹⁾ · Simsoo Park¹⁾ · Mun Soo Chon²⁾ · Sangzin Jeon³⁾

¹⁾School of Mechanical Engineering, Korea University

²⁾Department of Energy system Engineering, Korea National University of Transportation

³⁾National Institute of Environmental Research

Abstract : Global NOx emission standard has been strictly regulated due to its hazardous photochemical reaction in the air. Operating mechanism of diesel engine, lean combustion condition, is typically different from that of gasoline engine and essentially results in higher NOx emission. EURO 6 standard, especially under 80mg/km of NOx emission based on NEDC (New European Driving Cycle) mode, is in effect since september, 2014. Then, EU is planning to alter the old type approval to WLTP (Worldwide harmonized Light-duty vehicles Test Procedure) with RDE (Real Driving Emissions) from 2017, which have more severe test procedure reflecting on-road driving conditions. Currently emerging issue is to meet the new regulations using improved combustion strategies or various aftertreatment system. This study focused on the NOx emissions characteristics from an EURO 6 light-duty diesel vehicle equipped with LNT system at on-road driving condition, which satisfies RDE test procedure suggested by EC (European Commission), in Korea. The purpose of this study is to get the CF (Confirmity Factor) of NOx emissions and to establish NOx reduction strategies.

Key words : NOx (질소산화물), RDE (실도로 주행 배출가스), LNT (질소산화물 흡착촉매), PEMS (이동식 배출가스 측정 장비), CF (적합성인자)

1. 서 론

자동차에서 배출되는 질소산화물 (NOx) 배출량은 지구온난화 및 광화학스모그 유발하는 도로오염원으로 밝혀진 이래 점차 강화되는 기준으로 엄격하게 규제되고 있는 실정이다.

디젤엔진은 가솔린엔진과 달리 희박운전으로 인해 상대적으로 NOx 배출수준이 높으며, 이를 고려

하여 기존까지의 승용디젤차량 NOx 배출량 규제는 가솔린차량 대비 완화된 기준이 적용되어 왔다. 그러나 2014년 9월 이래 발효된 EURO 6 규제는 기존의 EURO 5+ 규제치인 180mg/km 대비 엄격해진, 80mg/km으로 기준이 적용되고 있다.

유럽은 기존의 형식승인 주행모드인 NEDC (New European Driving Cycle)에서 향후 2017년부터 WLTC (Worldwide harmonized Light-duty vehicles Test Cycle)로 전환함과 동시에 RDE (Real Driving Emissions) 규제를 추가적으로 도입하는 방안을 검토하고 있다. NEDC 대비 WLTC가 실제 도로주행 조건을 더욱 폭넓게 반영한 주행모드라고 한다면, RDE는 실제 도로주행을 통해서 도로오염원을 측정

* 조재호, 고려대학교 기계공학과
Email: woghdksud@korea.ac.kr
Tel: (02)3290-3869

하는 방식이므로 더욱 엄격한 규제라고 할 수 있다.

EURO 6 규제를 만족하기 위한 NO_x 저감기술의 하나로써 LNT (Lean NO_x Trap) 후처리시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, LNT 장착 차량의 차대동력계 및 실도로 시험 시 NO_x 배출수준에 대한 평가가 이루어지고 있는 실정이다. 최근 연구에 따르면 LNT 후처리시스템으로 규제를 만족하는 경우도 있으나, 규제치를 크게 상회하는 결과 또한 발표되고 있다.

본 연구에서는 국내에 판매되고 있는 EURO 6 사양의 LNT 장착 승용디젤차량에서 실도로 주행 시 배출되는 NO_x 배출특성을 파악함으로써 향후 도입될 RDE 규제에 대응하기 위한 NO_x 저감전략 수립을 목적으로 하였다.

2. 본 론

- 1) 본 시험에는 EURO 6 사양으로, LNT 및 DPF 장착 승용디젤차량이 사용되었다. 도로오염원 측정은 PEMS (Portable Emissions Measurement System)를 사용하여 규제배출가스 및 이산화탄소 배출량을 측정하였으며, 실시간으로 NO_x 배출농도를 측정할 수 있는 NGK 社의 NO_x sensor를 사용하여 LNT 촉매 전후단의 NO_x 배출량을 측정하였다.
- 2) 실도로 주행은 EC (European Commission)에서 제안하는 RDE 시험절차에 맞추어 수행하였으며, PEMS와 NO_x sensor에서 측정되는 실시간 NO_x 배출량을 비교하여 촉매 후단에서 측정된 데이터를 기준으로 유사한 경향성을 확인하였다.
- 3) 측정된 NO_x 배출량을 현행 EURO 6 규제치 (80mg/km) 대비 비율로 표현하여 CF (Confirmity Factor) 값을 구하였다. 시험 결과, 동일 주행루트 하에 에어컨 작동 시에는 미작동 시 대비 약 1.7배 더 많이 배출되는 것을 확인하였다.
- 4) NO_x sensor로부터 측정한 실시간 NO_x 배출량을 기준으로 NO_x 전환효율을 계산하였으며, 전반적으로 NO_x purge 현상이 자주 일어날수록 전환효율이 높다는 점을 확인하였다. 또한 NO_x purge 현상이 일어나는 조건과 그 양상에 주목하여 NO_x 저감전략에 대해 고찰하였다.

3. 결 론

본 연구는 실도로 주행 시 EURO 6 승용디젤차량에서 배출되는 NO_x 배출량에 대하여 분석하여 LNT 후처리시스템의 특성을 파악 및 NO_x 저감전략을 수립을 도모하였다. 본 연구의 내용을 요약하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 본 연구를 통해서 실도로 시험 시 측정된 NO_x 배출량이 EURO 6 규제치를 크게 상회하는 것을 확인할 수 있었으며, 유럽 내 자동차 제조사의 협의체인 ACEA (European Automobile Manufacturers Association)에서 제안한 CF 기준을 만족하기 어려운 실정임을 파악하였다.
- 2) 본 연구의 시험조건이 여름철 30℃ 이상의 혹독한 환경이었음을 감안하여, 실도로 주행 시 외기 온도 조건 변화에 따른 NO_x 배출특성을 추가적으로 연구할 계획이다.
- 3) 향후 2017년에 도입될 예정인 RDE 규제에서 EC는 최종적으로 CF 1 수준의 엄격한 기준을 계획하고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 본 연구 및 후속 연구를 통해 현재 EURO 6 승용디젤차량의 NO_x 배출량 저감전략을 수립할 필요가 있을 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 한국자동차산업협회, 현대자동차(주), 교육부 및 한국연구재단의 BK21 플러스 사업 (관리 번호 21A20131712520)의 지원으로 수행되었으며 관계자 여러분께 진심으로 감사드립니다.

References

- 1) Liuhanzi Yang, Vicente Franco, Alex Campestrini, John German, and Peter Mock, “NOx CONTROL TECHNOLOGIES FOR EURO 6 DIESEL PASSENGER CARS”, ICCT WHITE PAPER, 2015.
- 2) John May, Cecile Favre, Dirk Bosteels, Simon de Vries, Matthew Heaney, Matthew Keenan, and Jonathon Mansell, “On-Road and Chassis Dynamometer Evaluations of Emissions from Two Euro 6 Diesel Vehicles”, SAE Int. J. Fuels and Lubr. Vol. 7, Issue 3, 2014.
- 3) Gregory J. Thompson, Daniel K. Carder, Marc C. Besch, Arvind Thiruvengadam, and Hemanth K. Kappanna, “In-Use Emissions Testing of Light-duty Diesel Vehicles in the United States”, CAFEE Final Report, 2014.
- 4) S. C. KO, K. C. OH, C. K. SEO, and C. B. LEE, “CHARACTERISTICS ON NOx ADSORPTION AND INTERMEDIATES OF LNT CATALYST”, IJAT Vol. 14, No. 3, pp. 347-352, 2014
- 5) Joo Wung Yoon, and Simsoo Park, “Investigation of the nitrogen oxide reduction characteristics and in-cylinder controls of the regeneration mode of a lean nitrogen oxide trap catalyst in a light-duty diesel engine”, IMechE Part D Vol. 227, No. 7, pp. 1053-1071, 2013.