

# Euro-6 대응 경유 차량의 규제 시험모드에 따른 배출가스 성능 비교 분석

강민경·권석주·서영호\*

자동차부품연구원

## A Research on the Emissions According to Test Modes of Diesel Vehicles for Euro-6

Minkyung Kang · Seokjoo Kwon · Youngho Seo\*

Korea Automotive Technology Institute, 303, Pungse-ro, Pungse-myeon, Dongnam-gu, Cheonan-si, Chungcheongnam-do 31214, Korea

(Received 2018.06.12 / Accepted 2018.11.08)

**Abstract** : Emissions of diesel vehicles have been regulated by NEDC mode for a long time. However, the NEDC mode has been known the control of emission reduction is not reflected properly on actual road conditions. For these reasons, diesel vehicle emissions are regulated in both NEDC mode and WLTC mode from 2017 to 2020, from 2020 onwards, the emissions of diesel vehicles will measure in WLTC mode only and will not be able to exceed 1.5 times the regulated value. The purpose of this study is to analyze the development trend of diesel vehicle after-treatment system in order to comply with the future regulations on diesel vehicle. As a result, it is essential to reduce the NOx emissions of diesel vehicles for Euro 6, the NOx emissions of the test vehicle equipped with SCR were 30% to 50% loss than the test vehicle equipped with LNT despite the higher curb weight and engine displacement.

**Key words** : After-treatment(후처리장치), Chassis Dynamometer(차대동력계), Lean NOx Trap(희박 질소산화물 트랩), Selective Catalytic Reduction(선택적 환원촉매)

### 1. 서론

최근까지 경유 자동차의 배출가스는 NEDC(New European Driving Cycle) 모드를 수행하여 배출된 배출가스 결과 값으로 규제해왔다. 그러나 NEDC 모드는 주행패턴이 단순하여 배출가스 측정값과 실주행 배출가스 결과의 격차가 매우 크게 나타났으며, 임의 설정이 쉬워 실제 시험실 조건 외의 영역에서 배출가스 저감 제어가 제대로 이루어지지 않는 사례들이 발견됐다.<sup>1)</sup>

이를 보완하고 해결하기 위한 방안으로 EU는 차기 경유 자동차의 연비 및 배출가스 인증 시험법으로 국

제 표준시험법인 WLTC(Worldwide harmonized Light vehicles Test Cycle) 모드를 도입하였다. 아울러 국내에서도 경유자동차에 대하여 유럽과 동일한 조건으로 WLTC 모드를 적용하여 시행하고 있다.

WLTC 모드는 NEDC 모드보다 실제 연비와 배출가스의 차이를 줄이기 위하여 급가·감속, 초고속과 같은 더 가혹한 조건을 수행하는 모드이며, 주행시간이 20분에서 30분으로 확대되었고 주행거리 또한 11km에서 23.25km로 연장되었다.<sup>2,3)</sup>

2017년부터 2020년까지는 NEDC 모드와 WLTC 모드를 모두 사용할 수 있으며, 2020년 이후부터는 WLTC 모드로만 경유 자동차의 배출가스를 측정하여 규제치의 1.5배를 초과할 수 없다.<sup>4)</sup>

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

Euro-6 규제에 따른 배출가스 허용 기준은 HC+NOx의 경우 0.17g/km, NOx 배출량은 0.08g/km로 경유 자동차의 배출가스 규제를 다각적으로 강화하는 한편 CO2 관리에도 적용하게 될 실정이다.<sup>5)</sup>

본 연구에서는 기존의 NEDC 모드 대비 2020년부터 적용되는 WLTC 모드에 대하여 다양한 차종에 대하여 구간별 배출가스 비교 분석하고 규제에 대응하기 위한 측정방법의 차이점을 분석하고자 한다.

## 2. 시험 및 해석 방법

### 2.1 시험 장치

본 연구의 실차 시험은 실내에서 실외와 같은 도로 조건을 모사하여 차량의 배출가스 측정을 실시하기 위하여 자동차부품연구원의 차대동력계(AVL 社, 48inch Single roll 4WD)와 배기분석시스템(AVL 社, CVS i60 LD)을 사용하였다. 실차 시험을 위한 장비는 Fig. 1과 같이 구성되었다.

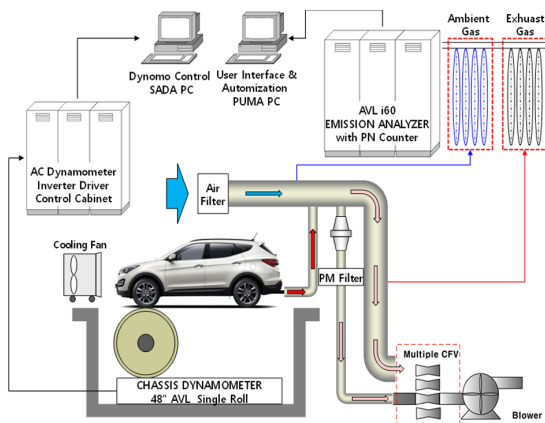


Fig. 1 Schematic diagram of experimental apparatus

### 2.2 시험 차량 제원 및 특성

WLTC 모드와 NEDC 모드의 배출가스 특성을 분석하기 위하여 국내에 출시된 Euro-6 배출가스 기준을 만족하는 2대의 경유 차량을 선정하였으며, SCR을 장착한 3L급 경유 차량은 V-3.0, LNT를 장착한 2L급 경유 차량은 V-2.0으로 표기하였다.

실제 모드 시험을 수행하는 동안 시험실 내에 시험 차량은 Fig. 2와 같이 차대동력계 위에 설치되었고 시험 차량의 제원은 Table 1에 나타내었다.



Fig. 2 Photograph of Diesel vehicles installed on chassis dynamometer

Table 1 Specifications of test vehicles

	V-3.0	V-2.0
Curb weight(kg)	2 125	1 565
Fuel	diesel	diesel
Engine Displacement(cc)	2 969	1 685
Engine type	V6 S2	1.7 e-VGT
Max. Power(PS)	260	141
Max. torque(kg-m)	57.1	34.7

### 2.3 시험 조건 및 방법

본 연구에서 Euro-6 경유 자동차의 WLTC 모드와 NEDC 모드를 수행하며 배출되는 배출가스의 특성을 분석하기 위하여 각 모드를 주행하였으며, 각 모드의 배출가스 인증시험은 차량을 소킹한 후 Cold test 조건으로 시험을 수행하는 것이 일반적이나, 본 연구에서는 일반적인 운전 조건의 배출가스 특성을 확인하기 위하여 엔진을 충분히 워밍업 한 뒤 Hot test 조건으로 2회 이상 반복 시험을 수행하였다.

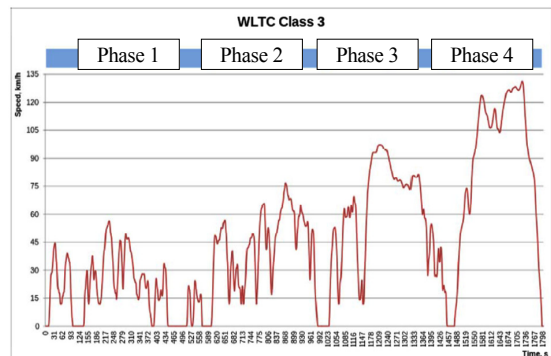


Fig. 3 Speed Profile of WLTC Cycle for Class 3

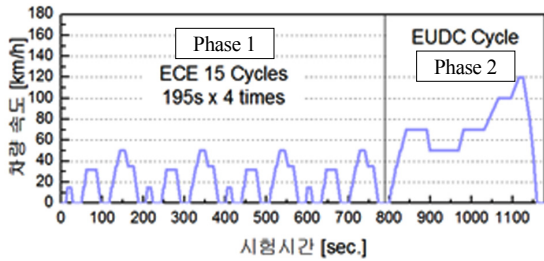


Fig. 4 Speed Profile of NEDC Cycle for Class 3

WLTC 모드는 NEDC 모드의 문제점을 개선하고자 만들어진 측정방법으로, 배출가스 기준은 동일하지만 보다 훨씬 까다로운 조건에서 배출가스를 측정하는 방법으로 급가속 및 급감속 구간 및 초고속과 같은 고부하역을 많이 사용하는 모드이며, 우리나라에서 판매되는 Euro-6 대응 경유 차량의 배출가스를 규제하는 모드이다.

WLTC 모드와 NEDC 모드의 속도 프로파일을 Fig. 3와 Fig. 4에 각각 나타냈다.

### 3. 시험 결과 및 고찰

#### 3.1 시험 모드별 배출가스 비교 분석

WLTC 모드 및 NEDC 모드를 수행하여 측정된 배출가스의 배출량을 시험차량별로 Fig. 5와 Fig. 6에 각각 나타내었다.

시험 차량 모두 THC(Total Hydro Carbon)와 CO의 배출량은 거의 미미한 차이를 보이나, NOx 배출량은 기존의 배출가스 규제 모드인 NEDC 모드에 비하여 WLTC의 NOx 배출량은 V-3.0 차량의 경우 평균 약 1.86배 증가하는 것으로 나타났으며, V-2.0 차량의 경우 2.48배 증가하는 것으로 나타났다.

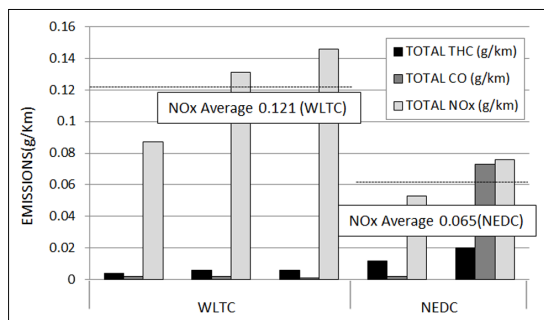


Fig. 5 Emissions result of V-3.0 vehicle

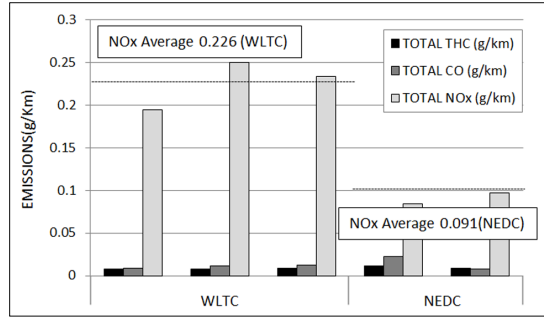


Fig. 6 Emissions result of V-2.0 vehicle

시험 차량은 모두 Euro-6 대응 경유 자동차이지만 V-3.0은 SCR을 장착한 차량으로 LNT를 장착한 V-2.0에 비하여 시험 모드에 관계없이 NOx 배출량이 30~50% 낮은 수준으로 나타났다.

#### 3.2 Phase별 NOx 배출량 비교 분석

각 시험 차량의 시험 모드의 Phase별 NOx 배출량을 Fig.7, Fig. 8에 나타냈다.

V-3.0은 모드에 관계없이 phase 1에서 NOx 배출량

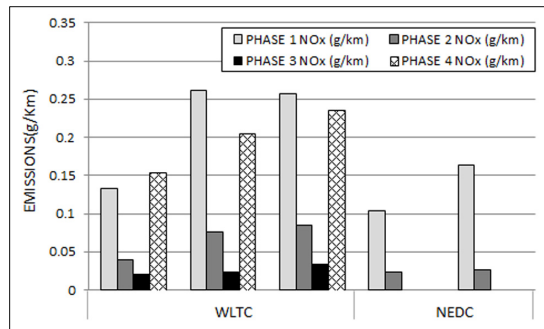


Fig. 7 NOx emissions of V-3.0 by test mode phase

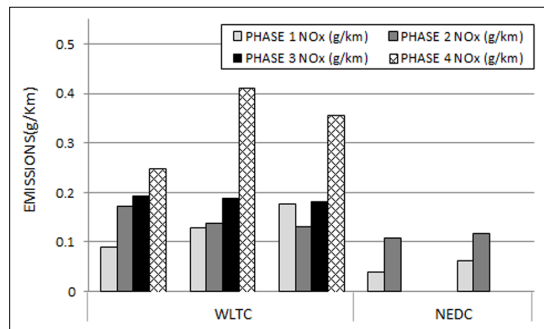


Fig. 8 NOx emissions of V-2.0 by test mode phase

이 많이 배출되었으며, 이는 시험 전 충분히 워밍업 된 엔진의 초기 엔진 온도가 높아 NOx 배출량에 영향을 미친 것으로 사료된다.

그러나 V-2.0은 V-3.0에 비하여 상대적으로 배기량이 작아 엔진의 온도 조건보다 부하의 영향을 더 받은 것으로 확인되며, 초기 구간보다 고속 구간인 WLTC 모드의 phase 4와 NEDC 모드의 phase 2는 고속구간 및 급가감속 구간으로 고부하 운전의 영향으로 인하여 NOx 배출량이 가장 많이 배출되는 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

본 연구는 WLTC 모드와 NEDC 모드를 수행하여 시험 모드에 따른 배출가스 성능을 비교분석하였고, 이를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 시험 경유 차량들은 시험모드에 관계없이 THC와 CO는 거의 미미한 차이를 보이나, NEDC 모드 대비 WLTC 모드의 평균 NOx 배출량은 약 1.8배, 2.5배 더 높게 배출되었다.

2) Euro 6 대응 경유 자동차의 NOx 배출량 저감은 필수적이며, SCR을 장착한 V-3.0의 차량은 LNT를 장착한 V-2.0의 차량보다 공차중량 및 배기량이 더 높음에도 불구하고 NOx 배출량은 30~50%의 더 적게 나타났다.

3) V-3.0은 엔진 초기 온도 등 영향으로 모드별 phase 1에서 NOx 배출량이 높게 나타나며, V-2.0은 상대적으로 V-3.0에 비하여 배기량이 작아 고속 구간에서 더 많은 부하의 영향으로 NOx 배출량이 가장 높게 나타났다.

4) 2020년부터 WLTC로 경유 자동차 배출가스 규제를 실시할 경우 실도로 NOx 배출량과의 격차를 줄이고 post Euro-6 규제에 대응하기 위하여 SCR 후처리장치를 폭 넓게 사용할 것으로 사료된다.

#### References

- 1) Wikipedia, Volkswagen emissions violations, <https://ko.wikipedia.org/wiki/>
- 2) DieselNet, Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Cycle(WLTC), <https://dieselnet.com/standards/cycles/wltp.php>
- 3) DieselNet, ECE 15 + EUDC / NEDC, [https://dieselnet.com/standards/cycles/ece\\_eudc.php](https://dieselnet.com/standards/cycles/ece_eudc.php)
- 4) “Real-Driving Emissions Test Procedure for Exhaust Gas Pollutant Emissions of Cars and Light Commercial Vehicles in Europe”, ICCT Policy update, 2017.
- 5) G. Yeo, “Automotive After Treatment Systems for the Future Emission Regulations”, Auto Journal of KSAE, Vol.39, No.4, pp.18-26, 2017.