

정기검사 시설기준 개선이 입자상물질(PM10) 배출에 미치는 영향

최성규* · 김용달* · 이재영* · 김호경* · 노기성* · 박정수*

Effects of Regular Inspection Facility Standards Improvement on Particulate Matter (PM10) Emissions

Soungkyu Choi*, Yongdal Kim*, Jaeyoung Lee*, Hogyong Kim*, Kiseong Noh*, Jungsoo Park*

Key Words : Regular inspection(정기검사), Facility standard(시설기준), Emission test(배출가스 검사), Particulate matter(입자상물질)

ABSTRACT

The particulate matter that was emitted always come up by atmospheric environmental problem. Running on the road vehicles must have regular inspection at regular period and make sure the emissions of exhaust gases exceed the legal standards. Emission test for the atmospheric environment, but it is not free from the particulate matter. Currently, emission test of vehicle inspection is divided into regular inspection and close inspection. Regular inspection and close inspection differ not only the method of emission test, but also the facility standards that must have for this inspection. According to the "Regulations on the Implementation of Comprehensive vehicle Inspection, etc.", close inspection must have trapping device that is trap particulate matter by emission test to vehicle. However, regular inspection is different. Regular inspection do not specify any criteria for trapping facilities. Therefore, this study is confirm how to prevent the emission of particulate matter to the atmosphere during the year when mandatory trapping facilities are required to trapped particulate matter in the regular inspection.

1. 서론

도로에 운행되는 자동차는 일정한 기간마다 자동차 검사를 받아야한다. 자동차검사에서 시행되는 배출가스 검사는 대기오염물질을 많이 배출하는 자동차를 규제하여 대기환경을 보전·개선하는데 목적이 있다. 하지만 배출가스검사를 시행하는 동안 시험자동차에서 발생하는 오염물질은 배출가스검사 방법에 따라 다르게 관리

되고 있다. 본 연구에서는 배출가스검사 방법에 따라 배출가스검사 중 시험자동차에서 발생하는 오염물질이 어떻게 관리되고 있는지를 비교하고, 시설기준을 개선할 경우 배출가스검사로 인하여 발생하는 오염물질을 얼마나 저감할 수 있는지를 확인하는 것이 주된 목적이다. 나아가 시설기준 개선이 대기오염물질 배출과 상당부분 연관이 있다면, 자동차검사로 인해 발생하는 오염물질을 저감할 수 있는 제도개선에 기여 할 수 있을 것으로 기대한다.

* 한국교통안전공단 검사기준처
E-mail : soungkyu15@kotsa.or.kr

2. 배출가스검사 방법 및 시설기준

자동차검사에서 시행되는 배출가스검사는 크게 정기검사와 정밀검사로 나누어진다. 또 배출가스검사 방법에 따라 자동차검사가 갖춰야 하는 시설기준과 검사방법에도 서로 다른 규정이 적용된다. 보통 정기검사보다 정밀검사를 시행하는 자동차검사의 시설기준이 더 세부적이고, 엄격하다 할 수 있다.

2.1. 정기검사 방법 및 시설기준

자동차검사에서 시행되는 정기검사의 방법은 “대기환경보전법 시행규칙 [별표 22]”에서 규정하고 있다. 정기검사에서는 무부하검사를 기준으로 검사를 수행하고, 세부적으로 저속공회전 검사모드, 고속공회전 검사모드, 무부하급가속 검사모드로 나누어진다.

정기검사를 시행할 때 갖춰야하는 자동차검사의 시설기준은 “자동차관리법 시행규칙 [별표 16]”(자동차검사대행자)과 “자동차관리법 시행규칙 [별표 18]”(지정정비사업자)에서 규정하고 있다.

Fig. 1은 정기검사를 시행하는 모습을 나타낸다.



Fig. 1 Example of regular inspection

2.2. 정밀검사 방법 및 시설기준

자동차검사에서 시행되는 정밀검사의 방법은 “대기환경보전법 시행규칙 [별표 26]”에서 규정하고 있다. 정밀검사에서는 부하검사를 기준으로 검사를 수행하고, 세부적으로 ASM2525모드, Lug-Down 3모드, KD-147모드로 나누어진다.

정밀검사를 시행하는 자동차검사에서 갖춰야하는 시설기준은 “자동차종합검사의 시행 등에 관한 규칙 [별

표 2]”⁽³⁾에서 규정하고 있다. 이 규칙에서 종합검사 시설기준과 검사장비기준을 세분화하여 규정하고 있다. 여기에서는 2.1의 정기검사 시설기준 외 매연 포집시설을 의무적으로 갖추도록 하고 있다.

Fig. 2는 정밀검사를 시행하는 모습을 나타낸다.



Fig. 2 Example of close inspection

2.3. 시설기준의 차이비교

정기검사와 정밀검사의 시설기준에서 주목해 볼 매연 포집시설은 정밀검사 중 시험자동차에서 발생하는 입자상물질이 대기 중으로 방출되는 것을 방지하기 위해 자동차의 최종배기구에 설치하는 장비를 말한다. 하지만 매연 포집시설의 경우 정밀검사를 시행하고자하는 자동차검사소에만 필수적으로 갖추도록 규정하고 있다. 즉, 정기검사만 시행하는 자동차검사에 매연 포집시설을 갖추지 않아도 문제가 되지 않고, 정기검사와 정밀검사를 모두 시행하는 자동차검사에서 시험자동차가 정기검사 대상이라면 매연 포집시설을 이용하지 않아도 무방하다 할 수 있다.

그렇다면 정기검사에서 배출되는 입자상물질의 양이 매연 포집시설을 갖추지 않아도 될 정도의 양인지 확인해 볼 필요가 있다.

3. 표본의 선정 및 분석방법

본 연구에서는 정기검사 대상이 되는 자동차가 얼마나 되는지를 확인하고, 이 자동차들이 정기검사를 시행하는 동안 배출한 입자상물질의 양이 얼마나 되는지를 분석하고자 한다.

3.1. 표본의 선정

포집시설은 입자상물질의 대기방출을 방지하기 위한 시설이며, 정기검사를 시행할 경우 포집시설을 갖추지 않아도 된다는 점을 감안하여 표본은 2017년 전국 자동차 검사소에서 정기검사로 배출가스검사를 시행한 경유자동차로 선정하였다. 선정된 표본의 분포⁽⁴⁾는 Table 1에 나타내었다.

Table 1 Distribution of sample (2017)

	Month			
	1~3	4~6	7~9	10~12
The number of vehicles (sample)	781,672	822,732	804,561	848,573
Total	3,257,538			

Table 1에서 총 3,257,538대의 경유자동차가 연구를 위한 표본으로 선정되었다.

3.2. 분석방법

3.2.1. 입자상물질의 농도, 질량 환산 수식

자동차검사서에서 시행되는 배출가스검사는 입자상물질의 농도를 기준으로 결과관정을 진행한다. 하지만 입자상물질의 농도로는 정기검사로 발생된 입자상물질의 양을 확인할 수 없다. 따라서 입자상물질의 농도를 질량기준으로 환산할 필요가 있다. 입자상물질의 농도를 질량으로 환산하기 위해 국립환경과학원의 농도-질량 환산 식을 활용하여 진행했다.

$$Soot_j = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n ER_{i,j} \right] \times \frac{EVF_j}{60} \times \frac{n}{Dist} \quad (1)$$

$$ER_{i,j} = 0.0126Smk_{i,j}^2 + 2.665Smk_{i,j} + 3.03 \quad (2)$$

$$EVF_j = 0.4229Disp_j^2 - 1.022Disp_j + 1.59 \quad (3)$$

Soot_j [mg/km] = Estimated soot emission of Vehicle;
 n [s] = Time spent under KD-147 test cycle
 i.e., 147)

ER_{i,j} [mg/m³] = Instantaneous soot concentrations

of Vehicle; at time_i Estimated using Eq. (2)

EVF_j [m³/min] = Cycle averaged exhaust volume flow rates of Vehicle; Estimated using Eq. (3)

Dist [km] = Distance driven under KD-147 test cycle (i.e., 2.16)

Smk_{i,j} [%] = Measured smoke opacity of Vehicle; at time_i

Disp_j [L] = Engine displacement of Vehicle;

3.2.2. 가정 조건

현재 입자상물질의 농도를 질량으로 환산하는 명확한 식은 찾아보기 어렵다. 본 연구에서는 국립환경과학원의 식을 활용하여 입자상물질의 농도를 질량으로 환산하였지만, 이 식은 국립환경과학원의 연구 자료로 미루어 보아 KD-147모드에 적용 가능한 식으로 보아야 한다. 다만, 무부하 검사모드를 대상으로 연구된 농도-질량 환산 식을 찾을 수 없고, 주어진 장비로 식의 연구·개발이 어려운 점을 감안하여 몇 가지 가정 조건을 규정하여 국립환경과학원의 식을 이용하였다. 식을 활용하기 위해 본 연구에서 가정한 조건은 아래와 같다.

- 가. 표본의 정기검사 방법은 무부하급가속 검사모드이다.
- 나. 무부하급가속 검사모드에서 입자상물질의 농도를 측정하기 위해 급가속 한 횟수는 6회로 가정한다. (예비: 3회, 측정: 3회)
- 다. 급가속 후 다음 급가속을 위해 공회전 2초, 정지가동 5~6초의 시간은 무시한다.
- 라. 급가속을 위해 가속페달을 밟을 때부터 놓을 때까지 시간은 “운행차 배출가스 검사 시행요령 등에 관한 규정 [별표 1]에 따라 4초로 한다.
- 마. 라목에서 가정한 4초 동안 발생된 입자상물질의 농도는 정기검사 시행으로 판정된 최종 결과 값으로 일정하게 발생되었다고 가정한다.
- 바. 마목의 가정은 나목에서 가정한 6회의 급가속에 모두 동일하게 적용한다.
- 사. 무부하급가속 검사모드는 자동차가 정지된 상태에서 시행되는 배출가스검사이지만, 1회 급가속(4초)에 시험자동차가 이동한 거리는 100m로 가정한다. 즉, 나목에 의해 무부하급가속 검사모드에서 시험자동차가 이동한 총 거리는 0.6km로 가정한다.

4. 분석결과

표본을 기준으로 2017년 전국에서 시행된 정기검사를 분석하였다.

4.1. 입자상물질 배출량

3.2의 분석방법을 이용하여 분석한 결과 입자상물질의 배출량은 Table 2에 나타내었다.

Table 2 Amount of particulate matter by regular inspection

	All vehicles	Per vehicle
Amount of particulate matter	347.6t	64.0g (average of sample)

* Standard of distance : 0.6km

Table 2는 2017년 정기검사를 시행한 3,257,538대의 경유자동차가 배출가스검사를 진행하는 동안 약 347.6t의 입자상물질을 방출하였고, 이는 1대당 평균 64g에 해당함을 나타낸다.

국립환경과학원에서 2015년 공표한 부문별 배출량 통계⁽⁶⁾에 따르면, 2015년 도로이동오염원이 배출한 입자상물질 PM₁₀의 양은 9,583t이다. 정기검사 과정에서 대기 중으로 방출된 347.6t의 입자상물질은 도로이동오염원이 배출한 입자상물질의 배출량 중 약 3.6%에 해당한다. 또한 이 수치는 2015년 폐기물처리과정에서 배출된 입자상물질 PM₁₀의 양인 246t 보다도 많은 상당한 수치이다. 따라서 정기검사 시설에 매연 포집시설을 의무적으로 갖추게 할 경우 연간 폐기물처리과정에서 발생하는 입자상물질의 배출을 예방하는 효과를 얻을 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 정밀검사를 시행하는 자동차검사소에 만 의

무적으로 갖추도록 규정된 매연 포집시설에 대해 문제점을 인지하고, 매연 포집시설 없이 정기검사를 시행하였을 때, 연간 대기 중으로 방출되는 입자상물질의 양을 확인하고자 하였다.

연구를 위해 2017년 전국에서 정기검사 방법으로 배출가스 검사를 받은 경유자동차를 표본으로 선정하였고, 표본이 정기검사에서 배출한 입자상물질의 농도를 기준으로 배출량을 분석하였다.

배출량을 분석한 결과 경유자동차 한 대가 정기검사에서 배출하는 입자상물질의 양은 평균 64g으로 확인되었고, 표본이 정기검사를 받는 과정에서 대기 중으로 방출된 입자상물질의 양은 약 347.6t으로 확인되었다.

현재 제작·판매되는 모든 경유자동차에는 입자상물질을 저감하는 배출가스저감장치(DPF)가 부착되어있다. 배출가스저감장치(DPF)는 경유자동차의 입자상물질을 저감할 수 있는 가장 확실하고, 안정적인 장치이다. 즉, 앞으로 경유자동차에서 발생하는 입자상물질의 배출량을 획기적으로 저감할 수 있는 방법이 많지 않다는 것이다. 이러한 상황에서 매연 포집시설을 통한 입자상물질 배출량 관리는 대기오염물질 저감과 대기환경 보전·개선이라는 자동차 배출가스검사의 취지에 알맞게 그 효과와 편익을 극대화 할 한 가지 방안이 될 것으로 기대한다.

참고문헌

- (1) 법제처, 자동차관리법 시행규칙 [별표 16].
- (2) 법제처, 자동차관리법 시행규칙 [별표 18].
- (3) 법제처, 자동차종합검사의 시행 등에 관한 규칙 [별표 2].
- (4) Vehicle Inspection Management System 통계 자료.
- (5) 교통환경연구소, 2013, “운행경유차 매연 농도 검사결과와 배출질량 환산 기법 연구,” pp. 14~16.
- (6) 국립환경과학원, 2015 부문별 배출량 통계.