

## 대형 디젤기관의 운전조건에 따른 DOC의 배출가스 정확특성

### Characteristics of Exhaust Emission Reduction by Diesel Oxidation Catalyst according to Operating Condition of Heavy Duty Diesel Engine

조강래, 류정호, 임철수, \* 김희강

국립환경연구원 자동차공해연구소, \* 건국대학교 환경공학과

#### I. 서론

디젤기관은 높은 출력을 얻을 수 있으며 연소효율이 좋아 연료가 적게 소비되고 유지 보수가 용이하여 버스, 트럭과 같은 대형 디젤자동차에 많이 사용한다. 디젤기관은 가솔린기관에 비하여 일산화탄소(CO), 탄화수소(HC)는 아주 적게 배출되나 질소산화물(NOx)과 입자상물질(PM : Particulate Matter)이 많이 배출되어 오늘날 우리나라에서는 대기오염의 주범이 되고 있다.

디젤기관은 기관의 개량에 의하여 오염물질을 대폭줄일 수 있으나 가솔린기관에서와 같이 기관의 개량만으로 엄격한 배출가스 규제를 만족시킬 수 없기 때문에 후처리기술을 사용하게 된다. 디젤기관의 후처리기술로는 입자상물질 여과장치, 디젤산화촉매(DOC ; Diesel Oxidation Catalyst) 및 DeNOx촉매가 있다. DOC의 기술은 디젤자동차의 입자상물질중 액상 탄화수소인 유기용매에 녹는 물질(SOF ; Soluble Organic Fraction)을 산화시키며 CO와 가스상 탄화수소는 물론 알데히드와 같은 악취물질까지도 산화시켜 오늘날 미국, 유럽등 선진국에서는 DOC가 많이 사용되고 있다.

본 연구에서는 우리나라의 대형 디젤자동차의 운전조건에 적합한 DOC를 개발하기 위하여 촉매의 조성을 달리한 두가지의 촉매와 미국에서 상용화하고 있는 촉매를 사용하여 운전조건의 변화에 따른 배출가스 정확특성을 분석하여 보았다.

#### II. 실험방법

촉매는 백금촉매를 사용하고 황산의 생성을 억제하기 위한 비금속조촉매(바나듐)를 첨가하여 산화성 및 황산생성 억제효과가 다른 2가지 촉매를 제조하였다. 지지체는 wall flow monolith로 미국 코닝사의 EX-80(400psi, wall 두께 0.165mm, 직경 229mm, 길이 152mm)를 사용하여 Ti-Si 산화물로 washcoating하고 촉매 함침후 공기중에서 건조시키고 120℃에서 9시간, 500℃에서 3시간 소성시켰다. 촉매는 캐닝후 기관동력계(630kw APA, AVL사)에서 대형 디젤기관(배기량 11ℓ, 230마력)을 사용하여 에이징 사이클(300℃ 30분, 500℃ 1시간 반복운전)로 에이징 시킨후 사용하였다. 시험용 연료는 황함유량 0.05%의 시중경유(S사 경유)를 사용하였으며 기관의 운전조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating Condition of Diesel Engine

Mode	Engine Speed (rpm)	Engine Load Rate(%)	Exhaust Temp. (℃)	O <sub>2</sub> Conc.(%)	Space Velocity (h <sup>-1</sup> )
1	750	0	87	20	17,815
2	1320	25	213	17	31,354
3	1320	50	316	16	31,354
4	1760	50	371	13	41,805
5	2200	50	401	13	52,257
6	2200	75	532	9	52,257

입자상물질은 미니회석티널(AVL 474형)을 사용하여 테프론 코팅된 유리섬유제 여지에 포집하고 SOF 추출은 이염화메탄을 용매로하여 Soxhlet추출하고 PAHs는 HPLC(Waters사), 황산기는 IC(Dionex 사제 4000i)로 분석하였다. 배출가스는 디젤 배출가스측정장치(Mexa 9100D, 호리바 사제)를 사용하였다.

### III. 결과

가스상물질인 CO 및 HC의 정화율은 촉매C(상용품)가 250°C 이상의 온도에서 99% 및 88%를 나타내었으며 촉매 A가 95% 및 48%, 촉매 B는 56% 및 33%의 낮은 정화율을 나타내었다.

촉매별 입자상물질 저감율은 산화력이 강한 촉매 C가 가장 낮게 나타났으며 산화력이 약한 촉매 B가 높게 나타났다. 이와같은 이유는 산화력이 강한 촉매 C와 촉매 A는 고온에서 황산의 생성에 의해 입자상물질이 증가하였기 때문이며 촉매 B는 황산생성 억제촉매이기 때문에 고온에서 황산 생성은 적으나 저온에서 SOF의 산화력이 약하게 나타났다.

SOF중 PAHs 분석결과 촉매와 운전조건에 따라 저감효과가 상이하나 전체적으로 저감효율이 크게 나타났다. 또한 악취물질인 포름알데히드는 촉매 A가 제일 우수한 저감효율을 나타내었으며 촉매 C 및 촉매 B 순이었다.

