

2C2) 디젤기관차 엔진에서 배출되는 대기오염물질의 특성 및 배출량 추정

Characterization of Particulate Matters and Estimation of Emission Rates Exhausted from Diesel Locomotive Engines

박덕신 · 정우성 · 김동술¹⁾

한국철도기술연구원 철도환경 · 재료연구팀,

¹⁾경희대학교 환경 · 응용화학대학 및 환경연구소

1. 서 론

우리나라에서의 철도는 도로교통에 비해 수송분담율이 상대적으로 낮지만, 2001년을 기준으로 1년 동안 824만 명을 수송하여 전체 여객 수송량의 약 6.2 %를 차지하고 있다. 최근 연구결과 비도로용으로 사용되고 있는 디젤엔진이 NO_x와 입자상 오염물질 배출의 주요한 오염원으로 밝혀졌다. 국내외적으로 대기오염원 중 자동차나 트럭 등 도로용 차량에서 배출되는 오염물질에 대해서는 오래 전부터 관심을 기울여 왔지만, 디젤기관차, 선박 및 경작, 건설, 벌목, 채굴 장비 등을 포함하는 비도로용 이동오염원에 의한 오염물질 배출제어에 관해서는 논의가 거의 이루어진 적이 없었다.

최근 미국 등 선진국들은 배출가스 규제대상을 기존의 도로용 차량에서 비도로용 차량까지 확대 적용하고 있으며, 우리나라에서도 이에 대한 대책마련에 노력하고 있다. 특히, 국제협약을 통해 비도로용 차량 중 선박, 항공기 등의 배출가스 규제방안이 강구되고 있고, 주요 엔진 제작사들도 국제적 배출가스 규제에 대처하기 위한 자구책을 강구하고 있으나, 우리나라의 경우 이에 대한 전문적, 기술적 검토가 미흡한 실정이다 (정일록 등, 1999).

도로용 엔진과는 달리 비도로용 엔진에 대해서는 관련 연구가 부족하고, 오염물질 배출자료도 엔진 제작사가 제공하는 일부 자료에 의존하므로, 본 연구에서는 철도 디젤차량 중 디젤기관차에서 배출되는 기초 특성자료를 제공하고자 한다. 또한 철도 디젤차량에서 배출되는 오염물질의 배출량을 산출하여 철도 디젤차량에 의한 대기오염 기여도를 파악함으로써 국내 대기환경정책과 교통정책을 수립하는데 필요한 근거자료를 제공하고자 한다.

2. 실험장치 및 방법

그림 1에는 본 실험에서 사용된 장치를 제시하였다. 배출가스 측정장치는 배출가스의 일부만을 흡입하여 측정하도록 구성하였으며, 배출구에서 방출되는 입자상 물질의 농도특성은 회석터널을 사용하여 입자크기 측정장비인 SMPS (scanning mobility particle sizer, TSI 3934)로 측정하였으며, 자체 제작한 직경 80 mm의 샘플러로 입자상 물질을 채취하였다. 가스상 물질은 굴뚝 샘플러 (stack sampler, Sensonic 5100)를 사용하여 계측하였으며, VOCs의 분석을 위해서 용융실리카 (fused silica)로 코팅된 스테인레스스틸 재질로 만들어진 캐니스터 (Entech Co.)로 배출가스를 채취하였다. 배출가스 분석결과를 이용하여 철도 디젤차량에 의한 배출량을 산출하였다. 철도 디젤차량에서 배출되는 대기오염물질의 배출량은 크게 duty-cycle 배출, throttle notch 배출 및 연료 사용량을 이용하여 구하는 방법으로 나눌 수 있다 (US EPA, 1998).

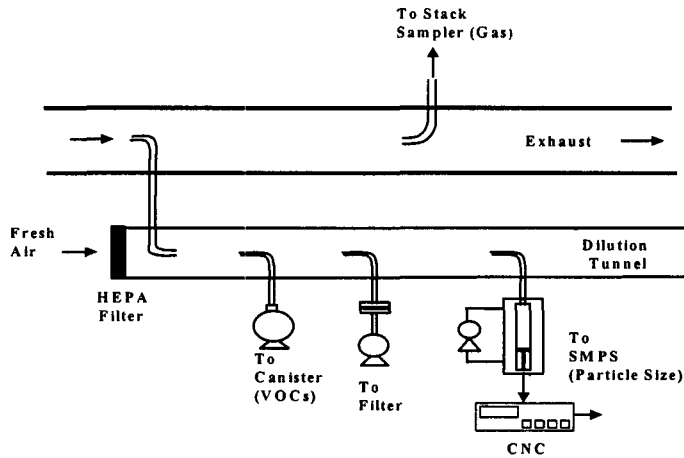


Fig. 1. The Schematic of Experimental Apparatus.

3. 실험 결과

분진의 배출특성을 파악하기 위해 SMPS를 이용해서 엔진출력의 변화에 따른 배출입자의 개수 중앙입경값, 기하평균입경, 총 개수농도 및 총 부피농도 등을 구하였다. 회석비 3.32, 13.34에서의 입자배출특성을 측정할 때, 중앙입경값은 모든 회석비에서 유사한 경향을 보였고, 21.6~93.5 nm의 범위내에 존재하였으며, Lidia *et al.* (1998)의 대형버스에서의 측정결과인 63~68 nm와 상이한 경향을 보였다. 입자개수농도는 회석비 3.32, 13.34에서 각각 $4.53 \times 10^5 \sim 5.60 \times 10^6$ particles/cm³, $7.96 \times 10^5 \sim 3.75 \times 10^6$ particles/cm³의 범위로 측정되어 회석비가 낮을 경우 입자 개수농도가 높게 나타남을 알 수 있었다. 각 회석비에서 입자의 크기분포는 비슷한 형태를 하고 있으며, 축적모드와 핵모드를 갖는 쌍극 형태를 나타내고 있었다. 엔진출력이 증가하면서 엔진출력 2.3~11.2 %에서는 개수 중앙입경값이 핵모드 범위에 있었지만, 엔진출력 33.0~100 %에서는 개수 중앙입경값이 축적모드로 이동하면서 농도분포 경향이 변화하였다. 배출가스 특성분석 뿐만 아니라 우리나라 철도노선 중 대표노선을 선정하여 철도 디젤차량의 운행패턴을 분석하였으며, 각 노치별 가중치, 테스트 엔진에서의 배출가스 분석결과, 연료 사용량 등 각종 변수들을 고려하여 철도 디젤차량에 의한 차종별, 노선별 배출량을 산출하였다. 본 연구는 철도차량에 관한 기초연구로서 추후 비도로용 엔진에 대해서는 보다 다양하고 상세한 연구가 필요하다고 사료된다.

참고 문헌

- 정일록, 엄명도, 류정호, 임철수 (1999) 비도로용 건설기계의 오염물질 배출량 산정에 관한 연구, 한국대기환경학회지 15(3), 317-325.
- US. EPA (1998) 40 CFR Parts 85, 89 and 92, Emission standards for locomotives and locomotive engines; final rule.
- Lidia M., D.B. Neville, K. Ladislav, and N. Altwell (1998) Submicrometer and supermicrometer particles from diesel vehicle emissions, *Environ. Sci. and Tech.*, 32(14), 2033-2042.