

1A2) 유증기 회수설비 설치 후 배출되는 탄화수소 제거효율에 관한 연구

A Study on the THC Removal Efficiency of Vapor Recovery System

이정용 · 문동호 · 정을규 · 이창재 · 이광호 · 신은영
 환경관리공단 대기관리처 유증기관리팀

1. 서 론

휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds: 이하 VOCs)은 산업체에서 많이 사용되고 있는 유기용제와 화학 및 제약공장, 세탁소, 인쇄소, 주유소 등에서 배출되는 오염물로, 그 종류가 매우 다양하며 휘발유, 경유 등 우리 생활주변에서 흔하게 사용되는 탄화수소류 대부분이 해당된다.

이에 환경부는 2008년 1월부터 대기보전특별대책지역과 대기환경규제지역내의 주유소에 유증기 회수설비 설치를 단계적으로 의무화하여 주유소에서 발생하는 유증기를 관리하고 있다.

유증기 회수설비(Vapor Recovery System: 이하 VRS)란 주유소에서 자동차에 연료 주유시 배출되는 유증기를 회수하기 위하여 주유기에 부착되는 노즐, 이중호스, 회수배관 등 일련의 장치를 말하며, 본 연구는 유증기 회수설비의 설치 전·후, 휘발유 자동차의 연료 주입시 회수설비 노즐과 차량 연료 주입구 사이에서 발생하는 각각의 탄화수소 배출량을 측정하여 유증기 회수설비 설치 후 배출되는 탄화수소 제거효율 효과에 대해 살펴보았다.

2. 연구 방법

본 측정연구는 09년 1월부터 09년 7월까지 총 6종류의 유증기 회수설비에 대해 시험하였다. 검사는 증발가스 분석실 [SHED: 밀폐기능, THC분석기(MEXA-1170H FID, HORIBA, JAPAN)포함] 에서 시행하였고 주유기는 주유량, 주유 속도, 온도를 자동 조정할 수 있는 처리효율 검사용 주유시설(Fuel conditioning cart)을 이용하였다. 시험대상 연료탱크는 경차, 소형차, 중형차, 대형차 중 최근 2년 동안 가장 많이 등록된 차량(전년도말 기준)순으로 각 3종씩 총 12종의 연료탱크를 선정하였다.

검사는 연료탱크 내 연료를 모두 배출하고 시험용 연료를 완전히 다시 채운 다음 탱크용량의 약 20%의 연료만 남기고 모두 비운다음 밀폐실의 온도를 25±2℃로 조절한 후 밀폐실의 탄화수소의 배경농도를 기록, 유증기 회수기능이 작동하는 회수설비의 노즐로 휘발유를 20±1℃ 상태로 최적 유속으로 주유하여 연료탱크 용량의 80%만큼 채운 후 FID 분석농도 및 주유량을 기록하고 그 결과로부터 유증기 회수설비 설치 후 탄화수소 배경농도를 계산하였다. 일반 노즐로 같은 조건에서 측정하여 설치전의 탄화수소 배출량을 산출하였다. 12종의 연료탱크에 대하여 회수설비 설치 전·후 각 1회씩 검사를 실시하였다.

<국립환경과학원 고시 제2008-35호 [별표1] 5의 (1)항>

2.1 탄화수소 배출량 산정식

$$M_{HC} = KV_n \times 10^{-4} \left[\frac{C_{HCi}P_{Bi}}{T_i} - \frac{C_{HCf}P_{Bf}}{T_f} \right]$$

M_{HC} : 탄화수소 배출량

K : 2.98

C_{HCi} : 최초 탄화수소 배출농도(ppmC)

C_{HCf} : 최종 탄화수소 배출농도(ppmC)

V_n : 밀폐실의 전체적(ft³) : 밀폐실 체적에서 연료탱크 체적

P_B : 밀폐실의 대기압(inHg)

T : 밀폐실의 대기온도(R)

2.2 탄화수소 제거효율 산정식

$$\eta = \frac{EB - ER}{EB} \times 100$$

η : 처리효율, % EB : 회수설비 설치전 배출량, g ER : 회수설비 설치후 배출량, g
 <국립환경과학원 고시 제2008-35호 [별표1] 5의 (1)항>



Fig. 1. Shed and Fuel conditioning cart used in this study.

3. 결과 및 고찰

그림 2는 유증기 회수설비 설치 전·후 경차, 소형차, 중형차 및 대형차 각 3종씩 총 12종의 연료탱크별로 6회 시험한 평균 탄화수소 처리 효율 및 탄화수소 배출량의 특성을 나타낸 것이다.

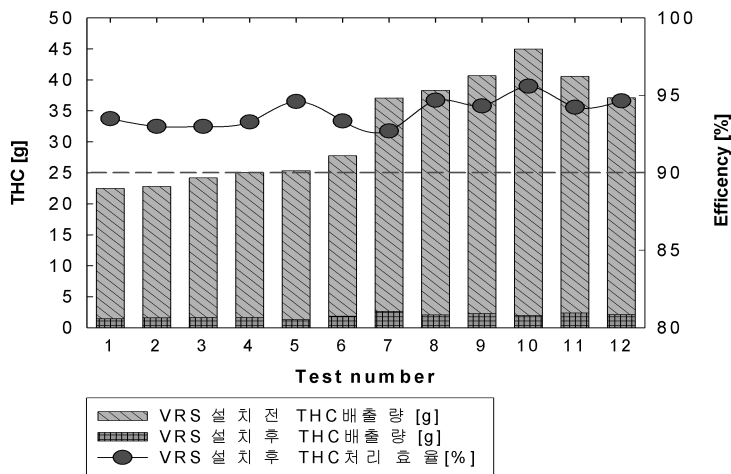


Fig. 2. Test result of THC emission and THC removal efficiency following installation of Vapor Recovery System.

유증기 회수설비 설치 전 12종의 연료탱크에서 평균 탄화수소 배출량은 32.30g(22.49g~45.0g)으로 측정되었고 유증기 회수설비를 설치한 후의 평균 탄화수소 배출량은 1.92g(1.31g~2.64g)으로 유증기 회수설비 설치 후 평균 30.28g 감소하여 평균 처리효율은 93.86%였다. 차량을 구분하면 경차 93.16%, 소형차 93.74%, 중형차 93.89% 및 대형차 94.64%로, 경차에서 대형차로 갈수록 처리효율이 증가하였다.

이는 유증기 회수설비가 설치되지 않은 일반 주유기의 경우 연료탱크의 80%까지 주입하는 시간이 길어짐에 따라 탄화수소 발생량이 크게 증가하지만, 유증기 회수설비 설치 주유기의 경우는 주입시간의 길이짐이 탄화수소 발생량에 미치는 영향이 크지 않은 것으로 조사되었다.

본 연구 결과 국내에서 제작되어 현재 주유소에 설치되는 진공흡입방식의 유증기 회수설비는 90% 이상

탄화수소 처리효율을 보였으며 주유소에서 대기 중으로 방출하는 탄화수소의 저감을 위해 유증기 회수설비의 전국적인 확대가 필요하다고 사료된다.

참 고 문 헌

국립환경과학원 (2008) 국립환경과학원 고시 제2008-35호.

이원수 (2004) 주유소에서 자동차 주유시 발생하는 VOCs 배출 특성에 관한 연구, 창원대학교.