

PA26) THC 측정기로서 GC/FID의 교정가스에 따른 THC 농도 변화연구

유미선 · 양성봉
울산대학교 화학과

1. 서론

2018년부터 조선소 선발블록 도장시설에서도 VOC 저감장치의 설치가 의무화됨으로써 저감효율 측정법인 FID에 의한 THC 농도가 규제기준의 준수여부판정의 주요 요인으로 되었다. 현행 대기보존법 공정시험법에 의하면 THC 농도측정은 프로판으로 교정된 FID(불꽃이온화 검출기)의 측정값에 탄소등가치수인 3을 곱한 값을 THC 농도로 규정하고 있다. 그러나 도장시설에서 사용되는 VOCs는 톨루엔 등 비점이 높은 탄화수소가 주성분인 경우가 많으며, 이러한 용제를 사용하는 도장시설에서 THC 농도를 FID 교정가스에 따라 달라질 것으로 예상된다. 따라서 이 연구에서는 현행 공정시험법에 명시된 propane 대신 toluene을 FID의 교정가스로 사용하게 될 때 수반되는 THC 농도 차이에 대해 검토하였다.

2. 자료 및 방법

THC 측정용으로 길이 0.53 mm, 30 cm의 빈 모세관 컬럼을 Gas Chromatograph(HP 5890A)에 연결하고 일정량(1.0 mL)의 시료가스를 loop를 통해 GC/FID에 주입하였다. 검량선 작성용으로 메탄(1,000 ppm), 프로판(500 ppm) 및 톨루엔(1,000 ppm)의 표준가스(RiGas, Korea)를 고순도(<99.99%) 공기와 혼합하여 적절한 농도의 작업용 표준가스를 제조한 후 분석된 농도별 FID peak area로부터 메탄, 프로판 및 톨루엔의 검량선을 얻었다. $THC = K \times THC_k$ (K : 탄소등가보정계수, 메탄=1, 프로판=3, 톨루엔=7)의 공식에 의해 각 표준가스를 교정가스로 했을 때의 THC를 산출함으로써 실제 가스농도대비 THC 농도 차이를 제시하였다.

3. 결과 및 고찰

메탄과 프로판 표준가스로부터 작성된 검량식은 $Y_{area(methane)} = 11.57 \times 10^3 X_{ppm(methane)}$, $Y_{area(propane)} = 11.57 \times 10^3 X_{ppm(propane)}$ 으로 나타나, GC/FID의 프로판에 대한 감도는 메탄에 비해 1.29-2.58배, 평균으로는 2.03배이었으며, 프로판의 보정계수인 3에 못 미침을 알 수 있었다. 이는 프로판으로 교정된 GC/FID로 기화된 유기 화합물을 측정하여 얻은 측정치에 3을 곱하여 나타낸 총탄화수소 농도는 메탄으로 교정하여 측정한 계측기가 나타내는 값보다 1.16배에서 2.38배, 평균적으로는 1.48배 높게 표현됨을 의미하였다. 이와 같은 논리로 톨루엔의 검량선은 $Y_{area(toluene)} = 11.57 \times 10^3 X_{ppm(toluene)}$ 으로 나타나 propane으로 교정한 GC/FID에 비해 약 1.19배, 메탄으로 교정한 GC/FID에 비해서는 약 1.42배 높게 THC 농도로 보고하게 되며, propane으로 교정한 GC/FID는 메탄에 비해 약 1.20배 높게 보고하게 되었다.

4. 참고문헌

- Celebi, U. B., Vardar, N., 2008, Investigation of VOC emissions from indoor and outdoor painting processes in shipyards, Atmos. Environ., 42(22), 5685-5695.
- Coffey, C., LeBouf, R., Lee, L., Martin, J., 2012, Effect of calibration and environmental condition on the performance of direct-reading organic vapor monitors, Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 9(11), 670-680.
- Kim, K. H., Pal, R., 2008, Performance test of portable analyzers for total hydrocarbons (THC) through a cross-calibration against gas chromatograph, Sens & Actuators: B. Chem., 134(2), 832-838.

감사의 글

본 연구는 2016년도 한국환경산업기술원 환경산업신진화기술개발사업(과제명: 흡착, 농축 및 플라즈마 화학공정기술을 이용한 대규모 도장공정 VOC 및 HAP 저감용 하이브리드 장치개발)의 지원으로 수행되었음.