

PA3) 포항공단지역 산업체 특성별 VOCs 배출 특성 분석

김종태*, 권기동¹, 김모근², 이화수³, 문승재³, 전희동⁴,
조완근

경북대학교 환경공학과, ¹국립환경과학원 실내환경과,
²경상북도보건환경연구원, ³(주)RCC, ⁴포항산업과학연구원

1. 서 론

포항공단은 2천만m²의 부지에 230여 업체가 입주해 있는 철강산업단지로서 포스코를 비롯한 5개의 단지로 이루어져 있으며, 산업폐기물은 우리나라 전체의 약 60%, 에너지는 약 3%를 배출 혹은 사용하는 거대 국가산업단지이다. 포항공단은 철강업을 중심으로 철강 생산에 필요한 원료, 부원료 및 조업 자재를 공급하거나 철강재 또는 부산물을 원료로 하여 제품을 생산하는 금속산업, 세라믹 산업, 화학산업 등 다양한 제조 업종이 주류를 이루고 있다. 이러한 산업활동은 필연적으로 오염물질, 폐기물, 폐열 등을 발생시키게 되는데, 개별 기업에서 이러한 문제점을 줄이고 해결하는 데는 한계가 있다. 특히 휘발성 유기화합물(Volatile Organic Compounds; VOCs)은 제어가 까다롭고 배출원도 다양하기 때문에 개별기업에서 다루기가 매우 힘든 오염물질들 중 하나이다. 따라서 본 연구에서는 VOCs 시료 채취 및 분석방법을 정립하고, 포항공단 내 230여 업체들 중 VOCs를 배출할 수 있는 가능성이 있는 공정이 존재하는 업체나 원료, 부원료 및 연료 등이 VOCs를 배출할 가능성이 있는 업체 및 조사 협조가 가능한 업체를 선정하여 업체의 공정을 파악하여, 업체의 각 공정에서 배출되는 VOCs의 특성을 분석하였다.

2. 본 론

본 연구에서는 포항 공단지역 산업체 특성별 VOCs 배출 특성 분석을 위해 ①VOCs 시료 채취 및 분석방법 정립, ②포항 철강공단 VOCs 발생원 업체 및 공정 조사 실시, ③포항 철강공단 VOCs 발생원 특성분석 및 ④주요 업체의 상세 VOCs 배출 특성분석의 순으로 연구를 진행하였다.

우선 Tenax 준비방법, Tenax Trap취급방법, 채취유량의 결정, Duplicates, VOCs 분석, VOCs 측정자료 질 검정 프로그램 및 고농도 VOCs 측정을 위한 TLV PANTHER 활용기법 등과 같은 방법으로 VOCs 시료 채취 및 분석방법에 대한 정립을 수행했고, 두 번째로 개별기업에 대하여 조사된 현황자료를 바탕으로 포항철강공단 33개 업체를 대상으로 VOCs 발생원 업체 및 공정조사를 실시하였으며, 세 번째로 VOCs 배출제어를 위한 방지시설 유무에 따른 기업체 구분 및 VOCs 잠재 배출업체 순위 목록작성을 통한 포항철강공단 VOCs 발생원 특성분석을 마쳤다. VOCs 발생원 특성 분석결과에 따라 VOCs 배출잠재성이 높은

업체 8곳을 선정하여 상세 VOCs 배출특성 분석을 수행했다. 분석된 자료를 바탕으로 개별 업체의 담당자와 면담을 통해 분석자료를 검토 한 뒤, 시료채취 지점 선정 및 시료채취를 수행하였다. 시료채취 업체는 VOCs 상세배출 특성을 분석한 8개 대상업체 중 조사 협조가 가능한 5개 업체에서 수행하였다. 시료채취는 SKC PUMP(224-PCXR4KDB; SKC)와 Tenax TA가 충전된 Trap(N930-7005; Perkin Elmer, 25055; Supelco)을 사용하여 유량 100ml/min으로 5분간 총 500ml의 대기 시료를 채취하였다. 한 업체에서 5개 공정에서 시료를 채취하여 총 5개의 대기시료를 얻었으며, 나머지 한 업체는 공정의 수가 4개 여서 총 4의 대기시료를 채취하였다. 시료채취 시 공정과의 거리는 약 50-100cm 정도로 유지하였는데, 이는 시료채취를 하고자하는 공정을 밀폐시킬 수 없는 관계로 외부공기의 유입을 최소화하고, 업체 공정에 방해를 주지 않기 위함이다.

채취한 시료는 외부공기 유입 및 태양열에 의한 탈착을 방지하기 위하여 잘 밀봉하고, 온도가 적절하게 유지되도록 보관하여, 실험실에서 가스크로마토그래피 질량분석기(GC; SHIMADZU 2010, GCMS; SHIMADZU QP2010)와 열탈착 장치 (thermal desorber , TDS 1000; DANI INSTRUMENT, ITALY)를 이용하여 분석을 하였다.

3. 결 론

3.1. 공정별 VOCs 배출특성

공정별 VOCs 배출은 주로 석유제품 또는 유기용제의 사용량이 많은 공정에서 주로 일어나고 있는 것으로 이번조사에서 나타났다. 일반적으로 석유제품이나 유기용제가 많이 사용되는 공정이라함은 석유제품 또는 유기용제가 포함된 원료나 부원료 또는 연료를 투입하거나 공정 가동 중 폐기물으로써 폐유기용제등이 발생할 수 있는 공정이라고 볼 수 있는데, 이번 조사에서 이러한 공정으로는 원료공정, 도장공정, 도금공정, 용접공정, 냉각공정, 성형공정, 소결공정 및 폐수처리공정 등이 있었으며, 이러한 공정으로부터 발생하는 VOCs의 농도 역시 가공공정, 선별공정 등과 같은 공정보다 높은 특성을 나타내었다. 주요 배출물질로는 Benzene, Toluene, Ethylbenzene, m,p-Xylene, Styrene(BTEXS), Chloroform, 1-ethyl-4-methylbenzene, 1,2,4-trimethylbenzene, 1,3,5-trimethylbenzene 등이 주로 높은 농도로 배출되었다. 전체 공정에서 가장 높은 농도로 검출된 물질은 Toluene으로 2435.4ppb의 농도로 검출되었으며, 개별 업체의 공정 중 가장 높은 농도로 검출된 물질로는 A사의 원료 공정으로부터 검출된 Toluene(53.7ppb), B사의 포장 및 도장공정으로부터 검출된 Toluene(1047.1ppb), C사의 성형공정으로부터 검출된 1,3,5-trimethylbenzene(129.1ppb), D사의 도장공정으로부터 배출된 Benzene(245.5ppb) 및 E사의 냉각공정으로부터 배출된 Chloroform(339ppb) 등이다.

3.2. 업체별 VOCs 배출특성

업체별 VOCs 배출특성을 살펴보면 조사 5개 업체중 2개 업체(B, D사)는 철강제품을 생산하는 철강업체이며, 나머지 3개의 업체는 철강재 또는 부산물을 원료로 하여 제품을 생산하는 금속산업, 세라믹 산업, 화학산업 등이었다. 업체별 VOCs 배출특성을 살펴보면, 철강업체의 경우 용접공정, 산세공정 및 도장공정에서 대부분의 VOCs가 배출되고 있음을 확인

할 수 있었다. 반면에 나머지 3개의 업체(A, C, E사)의 경우는 성형공정, 소결공정, 냉각공정 등에서 VOCs가 주로 배출되고 있는 것으로 나타났다. 업체의 특성에 따라 배출되는 물질의 종류나 농도가 조금씩 달랐으며, 그 내용을 다음 <Table 1>에 나타내었다.

Table 1. VOCs emission from five industrial companies.

Characteristics	Company				
	A	B	C	D	E
Number of VOCs emitted	12	10	14	15	15
Representative VOCs	Toluene	Toluene	Toluene	m,p-Xylene	Chloroform
VOCs for maximum concentration(ppb)	207.7	1434.3	255.4	305.4	393.7
VOCs for average concentration(ppb)	51.9	358.6	51.8	61.1	78.7

업체에 따른 VOCs 배출특성은 철강업체(B, D사)와 비철강업체(A, C, E사)에서 각각 고농도로 배출되는 물질들이 철강업체의 경우는 주로 BTEXS인 반면, 비철강업체인 경우는 BTEXS를 포함한 다른 물질들이 좀 더 다양하게 배출된 모습을 볼 수 있었다. BTEXS 외에 배출된 물질로는 Chloroform, 1-ethyl-4-methylbenzene, 1,2,4-trimethyl benzene, 1,3,5-trimethylbenzene 등이 있다.

4. 요약

포항공단의 VOCs 배출특성을 분석한 결과 업체에 따른 특성, 공정에 따른 특성이 매우 다양한 것으로 나타났다. 이는 사용하는 원료, 부원료 및 연료 등이 다양하고, 생산하는 제품에 따라 공정의 특성에도 차이가 있기 때문인 것으로 사료된다. 5개 업체에서 모두 발견된 물질은 BTEXS이며, 일부 업체에서는 Chloroform, 1-ethyl-4-methylbenzene, 1,2,4-trimethylbenzene, 1,3,5-trimethylbenzene 등의 물질도 함께 검출되었다.

참 고 문 헌

United States Environmental Protection Agency, 1986. Comparison of solid adsorbent sampling techniques for volatile organic compounds in ambient air, Environmental Monitoring Systems Laboratory, Research Triangle Park NC 27711.