

H-5

화학공장에서의 대기오염 방지시설의 효과적인 선택에 따른 오염물 배출 감소 연구

Reduction of Air Emissions and Selection of Air Pollution Control Equipment in the Chemical Plants

조성웅 · 유불관 · 이병규¹⁾

LG화학(주) 온산공장, ¹⁾울산대학교 토목환경공학부

1. 서론

사업장의 무분별한 배출을 사전에 방지하여 대기환경기준을 달성·유지하기 위한 수단으로 정부는 배출시설별 배출 허용기준을 설정하여 규제하여 오고 있다. 특히, 특별 대책지역인 울산과 여천공단은 일반 배출 허용기준보다 엄격한 배출 기준을 적용받고 있다. 지금까지 사업장 오염물질 관리는 단순히 배출물질의 농도를 기준으로 정하는 농도규제 방식을 적용받아 왔다. 현재 사업장에 대한 배출 허용기준은 강화추세에 있지만 일부 오염물질에 대해서는 지역적으로 환경기준이 초과되는 경우가 발생하여 사업장 관리와 대기질 개선과의 관계에 의문이 제기되어 왔었다. 따라서 보다 합리적으로 사업장을 규제할 수 있는 총량규제 제도의 시행을 적극 검토하고 있다. 총량규제란 특정지역의 기상·지형조건등을 이용하여 대기 환경용량을 산출하고 이를 기초로 사업장의 규모에 따라 대상오염물질의 삭감율을 정해 주거나 배출 허용총량을 할당해 주는 제도이다. 그러므로 각 사업장에서는 이런 제도의 실시에 대비하기 위한 한 방법으로 사업장에서 배출되고 있는 오염물의 절대 배출량을 줄이는 기술이 절실히 필요되어진다.

뿐만아니라 각 사업장에서 유기용제의 사용확대로 인한 휘발성 유기화합물 (Volatile Organic Compounds, 이하 VOC 칭함)의 배출이 증가되고 있는 실정이다. VOC는 대기 중의 오존 농도를 증가시키기도 하며 햇빛과 작용하여 광화학적 스모그를 유발하는 원인물질이 되기도 한다. 또한 지구 온난화와 인체의 건강에 악영향을 초래하기 때문에 VOC 감축을 대기질 관리의 주요 정책수단으로 이용하는 국가가 증가하는 추세이다. 최근 국내에서도 오존 오염도가 매년 증가하고 있어 1995년 12월 VOC 규제를 공포하였으며, 1999년 1월 1일부터 시행할 계획이다. 또한 VOC의 배출 저감을 위한 종합대책이 여천공단은 1996년 9월20일에, 온산공단은 1997년 7월1일에 고시되었다.

우리나라 각 지역에 산재하는 화학공장에서는 각종 산성가스류 및 용제류를 많이 사용하고 있다. 따라서 이러한 사업장에서는 여러 가지 화학물질의 반응 및 정제, 기타 생산 및 제조과정에서 여러 종류의 유해가스가 발생되고 있다. 지금까지는 발생된 가스상의 대기오염물질을 Vent Line 및 Hood 설비로 포집하여 스크러브 (Scrubber)와 같은 흡수시설이나 활성탄 흡착탑(Activated Carbon Tower)과 같은 흡착시설로써 주로 처리하고 있다. 그러나 우리나라의 많은 사업장에서 오염 가스의 포집 및 처리 시스템이 효율적으로 운영되고 있지 못한 관계로 이들 오염물질이 대기중으로 배출될 가능성이 크다. 따라서 본 연구는 화학공장에서 오염물 종류에 알맞는 대기오염방지 시설의 효과적인 배치와 보다 효율적인 시스템으로의 교체나 추가를 통해 오염물 배출량을 줄이고자 하는 연구이었다. 화학공장에서 발생하는 유해가스류 및 VOC의 물리화학적 특성을 검토한 후, 기존의 통합적 처리방법에서 오염물의 성상이나 특성별로 분류하여 분류된 오염물 종류에 적합한 처리방법을 모색하고자 하였다. 또한 본 연구는 대기오염방지시설의 효율성과 경제적인 측면에서의 시스템의 설계 및 시공에 대한 필요성도 아울러 검토하였다.

2. 실험방법

본 연구는 여러 화학 공장중 염료 및 농약공장에서 주로 많이 발생하는 SOx, H₂SO₄, 및 HCl과 같은 산성 가스류, Methyl Metha Amine이나 Methyl Ethanol Amine과 같은 아민류, 그리고 Dimethyl

Formamide나 Toluene과 같은 용제류의 VOC가 발생되는 곳에서 실험이 수행되었다. 우선, 물리화학적 특성별로 오염물을 분류하고 분류된 오염물들의 대기중으로의 배출 감소를 위해서 기존에 운행중인 대기오염 방지 시설을 적절히 재배치하거나 새로운 성능이나 제어 메커니즘을 가진 제어장비를 추가한 후, 이들 시설의 입구와 출구에서 채취된 오염물의 농도 변화를 측정하여 제어 시스템의 처리 효율을 종전의 것과 비교하였다. 산성가스류는 대기 오염 측정시험법에 따라 분석하였고 용제류와 아민류는 집진관법을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 산성 가스

화학공장의 생산 및 제조공정에서 산성가스 사용의 대부분은 HCl과 H₂SO₄가 수종을 이루고 있다. 특히 반응공정에서 다량의 산성가스가 발생되고 있는 실정하므로 무엇보다도 제조공정 개선 등을 통하여 산성가스의 농도를 가능한 낮은 농도로 사용함으로써 산성가스의 배출을 줄일 수 있고, 또 원료의 손실 감소와 방지 시설 투자비 및 운영비 절감효과를 가져올 수 있다. HCl, H₂SO₄는 용해도를 향상시키기 위하여 낮은 온도를 유지하여 흡수율을 높였고, HCl 가스는 우선적으로 H₂O에 의한 1차 흡수 후 2차로 NaOH 용액으로 중화하는 방법으로 흡수처리함이 효과적이었다. 흡수율을 높이기 위해 때로는 Cooler를 설치하여 순환 흡수액의 온도를 낮추었고, 충전재를 작은 크기로 하여 흡수표면적을 높게하고 기액비(5 l/m³이상)를 크게하여 기액접촉효과를 극대화하였고, 흡수탑내에서 Dead Area를 절대적으로 지양한 결과 99.9%이상의 높은 처리효과를 얻을 수 있었다.

3.2 아민 가스 및 증기

염료 제조공정중 사용되는 아민류가 고온의 반응기에서 산화과정을 거치는 동안 아민가스 및 증기가 발생된다. 따라서 증기 및 가스중에 함유되어 유출되는 아민류를 타설비와 별도로 분리 포집하여, 기존에 사용중인 전열면적이 많이 필요한 튜브 타입의 대형설비대신에 Compact하고 효율이 좋은 Plate 타입으로 고안 설계 및 시공하여 1차로 아민을 응축 (90% 이상) 시켰다. 응축된 액체 아민류는 회수하여 재사용이 가능하도록 하였으며, 미응축된 극소의 아민가스는 2차로 스크리브와 같은 흡수시설에서 묶은 황산용액으로 스프레이시키는 방식으로 흡수시켜 아주 우수한 처리 결과 (99% 이상)를 얻을 수 있었다.

3.3 각종 용제의 증기 및 가스

다양한 화학제품 제조공장에서 사용되는 여러 종류의 용제에 의한 용제의 증기 및 가스가 많이 발생되고 있다. 용제의 증기 및 가스를 재응축하여 최종적으로 활성탄 흡착방법을 적용한 결과 활성탄의 흡착효율이 향상되었고 흡착탑에 대한 투자비 및 운영비 등의 여러 장점을 함께 얻을 수 있었다.

3.4 산성 가스와 용제의 증기 및 가스가 혼합된 경우

화학제품 제조공정 조건상 반응기에서 산성가스와 각종 용제의 증기 및 가스가 동시에 유출되는 경우는 별도로 분리 및 포집 처리 할 수 없는 실정이다. 따라서 산성가스와 용제의 증기 및 가스를 함께 포집하여 1차적으로 응축기에서 오염물질울 최대한 감소시킨 다음 스크리브와 같은 흡수시설로써 먼저 산성가스를 포집하여 처리한다. 그런 다음 혼합 가스 및 증기를 또 2차 응축기를 거치게하여 재응축시킨 후 용제류를 회수한다. 이래도 미응축된 소량의 용제의 증기 및 가스는 최종적으로 활성탄 흡착탑을 거치게하여 보다 우수한 처리효과를 거둘수 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

화학 공장에서 배출되는 대기오염물을 산성가스, 아민가스 및 증기, 용제가스 및 증기, 그리고 산성가스 및 용제의 가스 및 증기가 혼합된 경우로 분류하고 분류에 알맞는 처리 시설의 고안이나 재배치를 통하여 화학공장에서 발생하는 대기오염물의 배출감소를 이룰 수 있었다.