

폐기물 처리화학

-폐플라스틱 편<7>-

김오식

환경인권연구회장

10. 소각가스의 처리

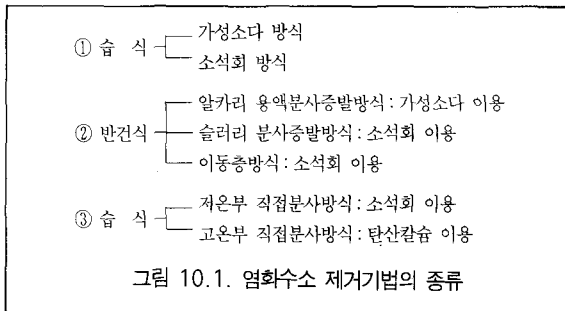
10.1. 소각가스 처리시설

폐플라스틱의 소각시설에는 소각후의 폐가스(소각가스)를 처리하는 장치나 시설이 부착되어 있지 않은 경우도 있다. 그러나 염화비닐 수지가 함유된 폐플라스틱을 소각하는 소각로는 폐가스처리 장치를 부착하지 않는다면 운용하지 못한다. 알카리액을 사용하는 습식의 소각가스 처리장치는 염화수소와 불화수소를 동시에 제거할 수 있다. 소각후의 폐가스에 함유되어 있는 질소산화물의 약 95%는 일산화질소이므로 물이나 알카리액을 이용하는 소각가스 제거장치로서는 제거하지 못한다.

염화수소의 제거장치를 대별하여 보게되면, 습식법과 반건식법 및 건식법이 있다. 습식법이란 물이나 알카리용액 등으로 소각가스중의 염화수소를 흡수제거하는 방식이다. 반건식법이란 알카리용액 또는 알카리 슬러리(slurry)를 고온의 소각가스중에 분사 또는 접촉시키고 소각가스의 열로써 수분을 증발시킨 후에 생성되는 염화물을 고체로서 회수하는 방식이다. 이에 비하여 건식법이란 분말상의 알카리를 고체 그대로 분사시켜 염화수소와 반응시키고, 이렇게 반응생성된 분말상의 염화물을 집진장치로서 회수하는 방식이다.

10.1.1. 소각가스의 습식처리장치

폐가스 처리장치는 일반적인 화학조작에 의한 가스



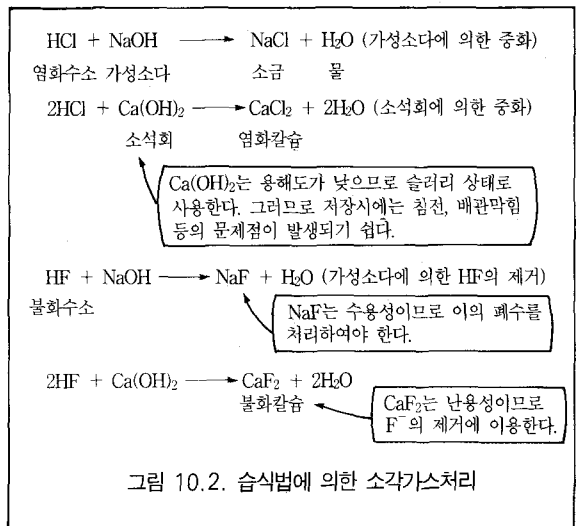
흡수장치나 기액(기체-액체) 반응장치를 응용한 경우가 많지만 염화수소가스의 제거효율을 높이기 위하여 그러한 장치를 개량하여 이용하고 있다.

제거효율이 높고 성능이 높은 폐가스 처리장치는 대부분이 공업적으로 이용되고 있는 가스흡수장치를 응용한 것이다. 이러한 폐가스 처리장치를 크게 나누어 보면, 첫째는 액체중으로 가스를 분산시키는 방식이고 둘째는 기체(즉 가스)중으로 액체를 분산시키는 방식이며, 셋째는 가스와 액체를 함께 분산시키는 방식이다.

액체중으로 폐가스를 분산시키는 방식은 압력손실이 크므로 가스를 통과시키기 위하여서는 폐가스의 압력을 높일 필요가 있으나, 처리가스량이 변동되어도 처리효율은 저하되지 않는 특징을 갖고 있다. 폐가스중으로 액체를 분산시키는 방식은 폐가스의 압력이 통상적으로 낮긴 하지만 액체의 분무시에 상당한 압력을 필요로 하고 있으며, 액막을 갱신하기 어려운 측면도 갖고 있다.

(1) 세연실 분무법

소각가스가 흘러나가는 연도의 도중에 세연실을 설



치하여 폐가스를 알카리용액으로 세정하는 간단한 형식이다. 세연실 분무법의 모식도는 그림 10.3에 나타내었다. 이 방식에서는 염화수소의 제거율을 50% 정도로 하고 있으며 세연실은 유인송풍기와 연들의 중간에 위치시키고 있다. 또한 폐가스의 온도가 아주 낮아지는 일이 없도록 살수하는 수량을 적게 함으로써, 염화수소의 제거효율을 상승시키지 못하는 특징도 갖고 있다. 그러나 유지관리가 용이하고 설치면적도 적기 때문에 설비비가 적게 드는 장점도 있고, 염화수소의 발생량이 적은 경우에는 경제적인 측면도 갖고 있다.

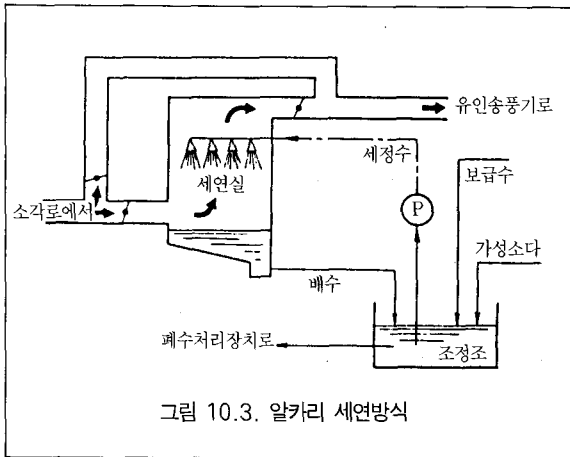


그림 10.3. 알카리 세연방식

(2) 알카리용액중으로 가스를 분산시키는 방식

소각 폐가스의 온도를 70°C 정도로 냉각시킨 후, 이를 알카리 용액속으로 통과시켜서 폐가스중의 염화수소를 흡수, 제거하는 방식이다. 폐가스중에는 다량의 수분도 함유되어 있으므로, 이러한 수분을 제거시키고자 제습장치(습기제거장치)를 설치하는 경우도 있다. 이와 같은 제습후의 폐가스에도 어느 정도의 수분은 남아 있으므로, 그대로 대기중으로 방출시키게 되면 백연(흰연기)을 발생시키는 경우가 있기 때문에 대규모의 소각가스 처리장치에서는 백연방지장치를 설치하여야 한다. 냉각, 세정, 제습의 기능을 하나의 장치로 묶어둔 소각가스 처리장치는 그림 10.4에 도시하였다. 세정에는 Sieve tray와 Baffle tray를 조합하여 이용하고 있다.

(3) 가스중으로 알카리용액을 분산시키는 방식

소각폐가스의 온도를 70°C로 낮춘 후 이러한 폐가스중으로 알카리 용액을 분사시키는 방식이다. 스프레이 탑은 여러개의 노즐을 가지고 있는 스프레이 관을 다단으로 설치한 구조를 하고 있다. 이러한 노즐로부터 스프

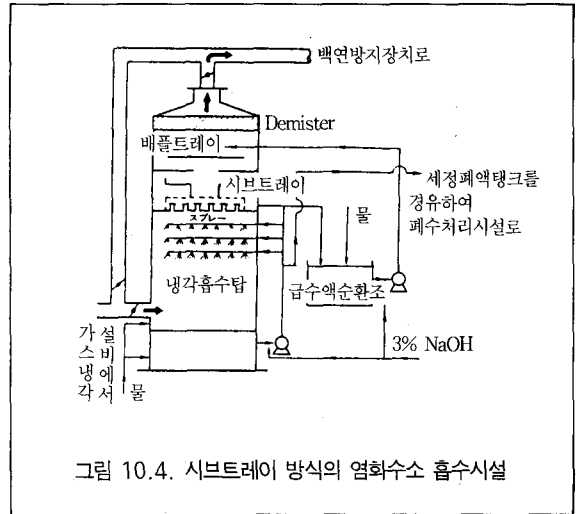


그림 10.4. 시브트레이 방식의 염화수소 흡수시설

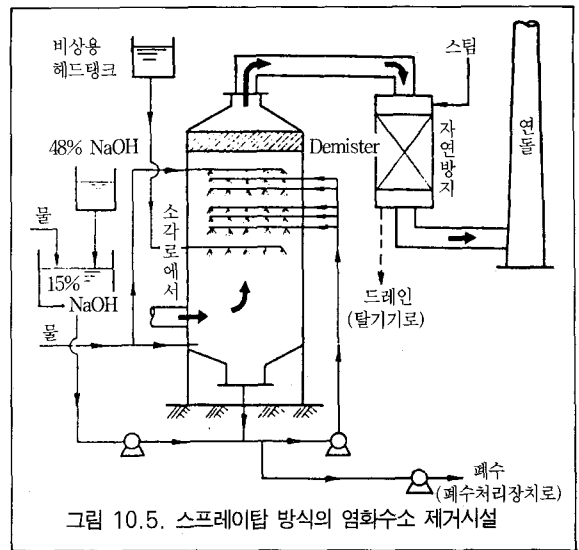


그림 10.5. 스프레이탑 방식의 염화수소 제거시설

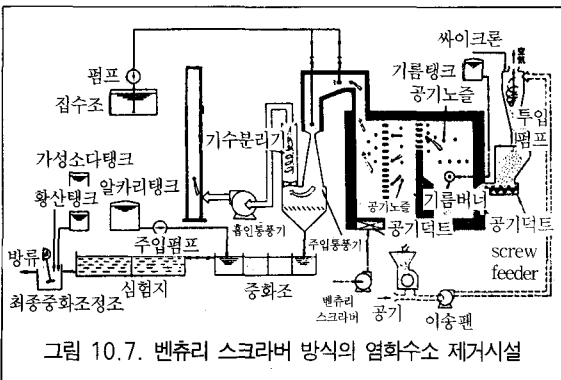
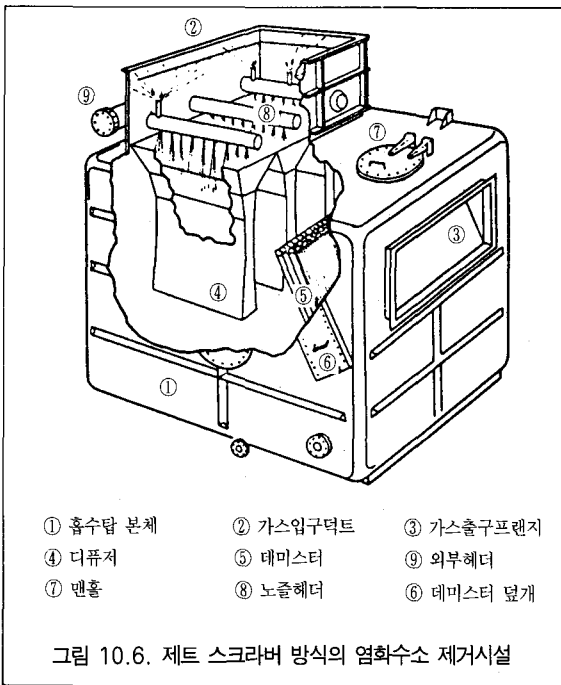
레이 탑내를 흐르고 있는 폐가스속에다 알카리 용액을 분사시키는 것이다.

그림 10.5에서는 스프레이 탑에 의한 염화수소의 제거장치를 도시하여 두었다. 이러한 설비에는 소손방지의 비상용 헤드탱크를 설치하고 예비용의 노즐도 설치하게 된다. 또한 스프레이 관은 벽면의 부식방지를 고려하여 배치하게 된다. 이러한 스프레이 탑은 냉각과 세정 및 제습의 기능을 동시에 가능하게 하는 것이다.

제트 스크라버도 가스중으로 알카리 용액을 분산시키는 방식이다. 여러개의 Diffuser를 가지고 있으며, 그 위에는 여러개의 노즐이 부착되어 있는 Nozzle header를 각 디퓨저 마다 장치한 구조로 되어 있다. 디퓨저 속

으로 폐가스가 흐르고 있을 때, 노즐로부터 알카리 용액을 분사시킴으로써 염화수소를 흡수, 제거시키는 것이다. 이러한 장치를 그림 10.6에 도시하여 두었다. 이 그림을 보아도 냉각, 세정, 제습기능이 하나의 장치로 통합되어 있다.

벤츄리 스크라버도 이러한 방식중의 하나이다. 여러 개의 벤츄리 쓰로트(Throat)를 갖고 있으며 여러개의 세정노즐도 갖고 있으므로, 벤츄리 쓰로트를 통과하는 폐가스속으로 알카리 용액을 세정노즐로부터 분사시켜 폐가스중의 염화수소를 흡수, 제거하게 된다. 그림 10.7에서는 냉각, 세정, 제습의 기능을 하나의 장치속에 설치한 벤츄리 스크라버를 도시하였다.



이러한 방식은 염화수소의 제거효율이 90% 정도로 높지만, 염화수소의 제거율을 그 이상으로 상승시키고자 하면 알카리의 소비량이 과다하게 되는 특징을 갖고 있다. 또한 염화수소가 함유된 배수의 폐수처리가 새로이 필요로 하게 되고, 중금속이 함유된 슬러지의 처리나 농후한 식염수의 처리도 추가적으로 필요로 하게 된다.

(4) 폐가스와 알카리용액을 함께 분산시키는 방식

충전탑이 이러한 방식의 대표적인 실례이다. 링과 같은 충전물로 충전된(채워진) 충전탑의 상부로부터 알카리 용액을 분무시키면, 충전물의 표면을 타고 흐르게 되는 알카리 용액과 충전물의 틈새를 흐르는 폐가스가 서로 접촉하게 되어 염화수소가 흡수되게 되는 것이다. 폐가스의 온도를 70℃ 이하로 저하시키지 않고서 흡수시키면 염화수소의 제거효율이 저하되게 된다.

10.1.2. 반건식의 소각가스 처리장치

알카리 용액을 염화수소와 반응시켜 고체상의 염화물을 포집하는 방법이다. 이러한 방식에서는 폐수처리시설이 필요로 하지는 않지만, 고체화된 염화물을 포집하는 장치는 필요하게 된다. 이러한 방식에서는 고체상의 염화물을 얻는 것이 필수조건이므로 수분을 함유한 슬러리 상태이면 이의 포집단계에서 포집장치에 심하게 부착되어 연도와 연들을 폐색시키는 문제점을 야기하게 된다.

반건식법에는 가성소다를 사용하는 알카리용액의 분사증발방식이 있고 소석회 슬러리를 분사하는 슬러리 분사증발방식이 있으며 소석회를 그대로 사용하는 이동층방식도 있다.

(1) 알카리용액 분사증발방식

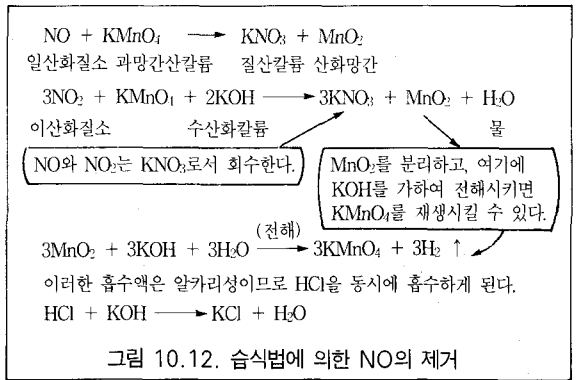
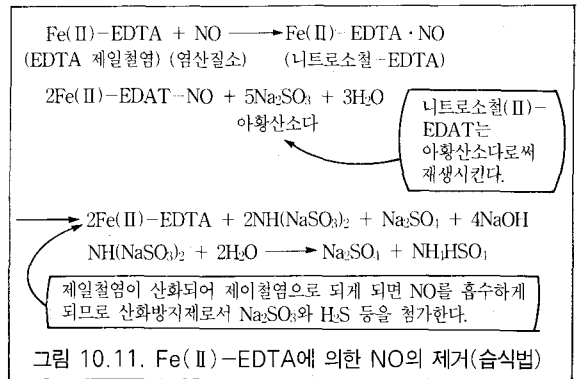
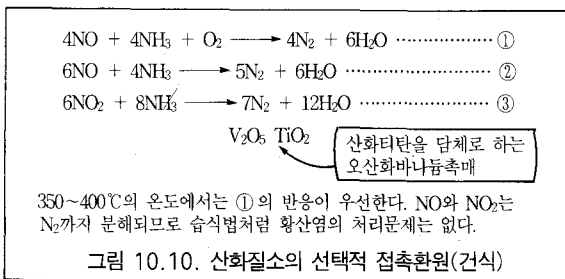
450~500℃ 정도까지 냉각시킨 소각폐가스를 반응탑내로 끌어들이면서 반응탑 상부에 설치된 분사노즐로부터 가성소다 용액을 분사시킨다. 폐가스는 반응탑내를 가성소다액과 함께 흐르면서 기액접촉이 이루어지게 되고 염화수소가 흡수되게 된다. 염화수소가 흡수된 염화물은 건조되어 분체상으로서 포집장치에 포집된다. 이러한 프로세스에서는 반응탑 출구의 폐가스 온도가 280℃ 이상으로 되지 아니하면 건조된 고형물로 되지는 아니한다. 이로 인하여 반응탑출구의 온도유지를 기하고자 폐가스의 온도를 조절할 필요성이 생기게 된다.

이러한 방식은 폐수를 발생시키지 않으며, 고온에서 반응이 이루어지므로 백연의 발생도 적고, 재가열할 필요성도 없으며, 압력손실도 적은 잇점이 있다. 그러나

성의 시안화수소가 함유된 유독성의 폐가스가 발생되게 된다. 또한 시안화수소가 발생되지 않는 고온조건 및 산소가 충분한 조건에서 소각시키면 질소산화물이 생성되게 된다. 질소산화물의 제거는 상당히 어려우므로, 소형의 폐플라스틱 소각로에서는 질소산화물의 제거장치를 부착하지 아니한 채 운전하기 일쑤이다. 소각폐가스중의 질소산화물을 제거하는 기법에는 건식법과 습식법이 있다. 습식법은 제거하기 어려운 질산염 함유의 폐수가 발생되기 때문에 폐수처리까지 고려하게 되면 건식법이 유리하다고 할 수 있다.

10.2.1. 건식기법

질소산화물의 환원제로 작용하는 가스를 소각가스속으로 불어넣어 질소산화물을 질소로 환원시키는 방식이다. 이러한 환원반응에 촉매를 사용하는 방법도 있고 무촉매로서 환원반응시키는 방법도 있다. 환원제로 이용되는 가스는 암모니아, 탄화수소, 수소, 일산화탄소 등이 있다. 암모니아는 폐가스중에 산소가 잔존하여도 선택적으로 질소산화물과 반응하게 되지만, 여타의 환원성 가스는 산소와 먼저 반응하여 버리므로 산소농도가 높은 연소 폐가스의 환원에는 사용하지 못한다. 환원 촉매로서는 산화티탄을 담체로 하는 오산화바나듐 처리법 선택성이 있는 촉매가 주로 이용되고 있다.



10.2.2. 습식기법

일산화질소는 반응성이 약하고 용해성도 약하기 때문에 염화수소처럼 알칼리로써 단순하게 세정하기만 하여서는 제거되지 아니한다. 따라서 습식기법에서는 일산화질소와 반응하는 여러가지의 약품을 용액으로 이용하여 흡수·제거하고 있다. 일산화질소의 흡수제로서 사용되는 약품들을 들여보자면 황산제일철, EDTA 제일철염, 과망간산칼륨 등이다.

본연합회 지역협의회 사무실 이전

울산협의회

주소: 경남 울산시 남구 야음1동 370-10
 삼보 B/D 401호
 전화: (0522)76-1362

경기서부협의회

주소: 경기도 부천시 원미구 중3동
 피2B/L 82L
 전화: (032)325-5630