

활성탄흡착탑의 운영기술

李圭星

〈환경처 기술감리위원〉

활성탄은 탄소물질이나 탄소를 함유하는 물질을 탄화 및 부활해서 얻어졌으며, 넓은 내부표면적을 갖고 있어(500~9,700m²/g) 흡착력이 강한 무정형 탄소의 한 종류이다. 통상 활성탄에는 주성분이 탄소(약 93%)이외에도 소량의 산소(5%), 수소(1.5%), 황(0.02%) 등의 원소나 회분 등의 협잡물과 수분이 함유되었다.

· 활성탄 분류

형상별-분말활성탄, 입상활성탄(파쇄형)
 제조방법별 약품부활탄(염화아연, 인산, 황산 등)
 가스부활탄(수증기, 탄소가스, 공기 등)

활성탄이 실용화되기 시작한 것은 1770년대의 설탕제조공정에서 목탄이나 골판을 탈색으로 이용하면서 부터 각종 산업장에서 대기 오염방지시설, 악취방지시설, 폐수방지시설로 각 분야에서 사용되고 있는 실정이다. 활성탄이외에도 현재 공업적으로 사용되고 있는 흡착제로서는 활성제오라이트, 실리카겔, 활성알루미나, 활성백토, 각종 수지계 흡착제 등이 있다. 이들 흡착제의 공통된 특징은 어느것도 다공질로 공극률(0.02~1.0ml/g) 및 내부표면적이 크고, 그 넓은 내부표면적에 피흡착물질을 농축하여 평형에 도달하게 하는 성질, 즉 흡착성을 갖고 있는 것이다.

폐수처리에 있어서 미생물의 활동을 이용한 생물산화분해 공정에 있어서 폐수 중의 유기물 등은 고정상의 활성층 충전부를 윗쪽에서 아랫쪽으로 향해 흐르는 사이에 활성탄에 의해서 흡착제거된다. 따라서 활성탄은 이들 유기물에 의해서 거의 포화상태에 가깝게 될때 재생을 해야하는데 호기성 미생물을 함유한 재생용수를 흡착과정과 반대방향인 상향류로 통과시켜서 순환하면 용출 환경관리인. 1992.1

한 유기물이 미생물에 의해 생물적 산화를 받아 제거되게 된다. 이 순환재생은 활성탄의 재생이 종료할 때까지 계속된다. 이 조작을 실시하면 BOD, COD의 제거율로서 80% 이상을 기대하기는 곤란하지만 특정한 폐수처리나 고도처리에서는 가장 경제적인 방법이다. 한편 생물정화작용과 활성탄흡착작용을 연관시켜서 동시처리적용하면 상승처리효과가 있음을 알 수 있었는데 기대되는 주된 효과는 다음과 같고 TOC(전유기성 탄소)의 제거율(%)을 표-1에 나타냈다.

【표 1】TOC의 제거율(%)

구분 일수	활성탄 ⁽¹⁾	활성오니 ⁽²⁾	활성오니 + 활성탄 ⁽³⁾	활성오니 + 모래 ⁽⁴⁾
2	49	94	96	94
10	43	90	97	97
16	34	78	96	90
24	14	58	90	54
38	8	19	61	35
43	7	12	55	27

① 기대되는 효과

- i) 독성물질이 유입될 경우에 완충할 수가 있다.
- ii) 생물군이 활성탄입자표에 고정흡착되어서 높은 생물농도가 얻어진다.
- iii) 활성탄에 유기물질 등의 오염성분이 농축되어서 낮은 BOD에서도 생물활동이 계속된다.
- iv) 활성탄입자를 직접 둘러싼 혐기성 생물군과 이것을 에워싼 호기성생물군의 동시 작용에 의해

광범위한 제거효과도 기대할 수 있다

v) 생물막의 응집작용에 의한 침강성이 개선된다

vi) 흡착과 생물작용의 동시 진행에 의거해 상승작용에 의한 활성탄의 유효이용율, 즉 흡착부하가 증대한다.

특히 (3)처리공법이 (2)공법보다 악취감소, 처리수색도감소 및 독성감소 효과가 기대되고 더불어 벌킹방지, 발포(foam)방지 등의 효과나 슬러지의 분해성개선, 온도변화에 의한 영향완화 등의 제반효과도 기대된다. 활성탄을 수처리에 이용할 경우 가장 경제적으로 목적을 달성하기 위해서는 적당한 전처리를 조합시켜야 한다.

생물작용으로 분해되는 유기물을 제거하는 일에 의해 활성탄흡착과정에 있어서 활성탄에 대한 유기물부하를 경감한다. 따라서 활성탄에 의해 비교적 흡착되는 성분인 수용성 알콜류, 질소함유성분(암모니아, 아질산, 질산) 당류 등의 제거에 효과적이다.

흡착시 최적 pH는 7이하일 때이고, pH가 증가하여 흡착성이 저하돼 pH9 이상에서 탈착이 시작될 경우도 있다. 또한 적정량의 질산염의 첨가나 염소를 주입하면 효과적인 전처리로 활용될 경우가 있으며, 이때 응집침전이나 응집부상법에 의해 현탁물질, 콜로이드상 물질, 리그닌, 단백질 등의 거대분자가 상당량 제거될 수 있거나 탈린효과도 기대되어서 전처리법으로 응집침전이나 부상공법이 채용될 경우가 많다.

활성탄은 목탄이나 carbon black, cokes 등과 똑같은 구조나 그것에 비슷한 성질이 흑연에 유사한 탄소계 물질군이다. 흑연은 다이아몬드와 대조적인 순수탄소결정체이고 벤젠고리와 유사한 정6각형으로 배열된 층상격자구조이다. 이때 탄소원자사이의 원자간 거리는 1.42Å이고, 층평면 사이는 3.35Å으로 평행 배열해 있다.

입상활성탄은 장시간 산화를 했어도 그 분해율은 10~15%이지만 분말수증기부활탄에서는 초기에 20~30%정도가 분해하고 분말염화아연 부활탄에서는 carbon black과 똑같이 단시간에 60~70%의 분해율을 나타낸다.

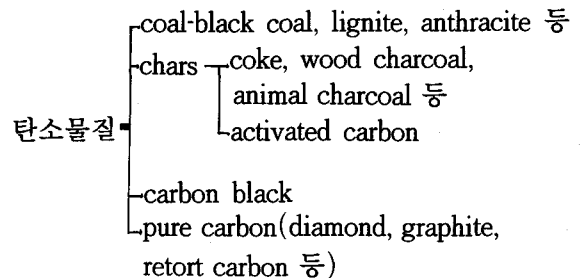
활성탄을 수처리에 이용할 경우 가장 경제적으로 목적을 달성하기 위해서는 적당한 전처리를 조합시켜야 한다.

**생물작용으로 분해되는 유기물을 제거하는 일에 의해 활성탄흡착과정에 있어서 활성탄에 대한 유기물부하를 경감한다.
따라서 활성탄에 의해 비교적 흡착되는 성분인 수용성 알콜류, 질소함유성분(암모니아, 아질산, 질산) 당류 등의 제거에 효과적이다.**

활성탄의 흡착이나 그밖의 성질에 주는 원인은 산소와 수소의 존재때문이다. 이들 원소는 화학결합에 의해 탄소원자와 결합해 있어 회분(ash)과 다른 활성탄의 유기성부분을 형성하고있다. kipling씨에 의하면 산소와 수소원자는 흡착특성을 갖는 활성탄에도 함유되어 있어 그 표면은 어느곳에나 있는 산소화합물에 의해 이루어진다고 밝혔다.

② 활성탄 분류

활성탄은 미결정구조를 가진 무정형탄소로서 탄소계물질의 분류는 다음과 같이 분류된다.



카본블랙(carbon black)은 무공성인 것과 다공성인 것이 있는데 표면적은 수십 m²/g부터 1,

000m²/g인 것까지 있다. 어느 정도의 흡착능력을 갖고 있는데 표면에는 -CHO, -OH, -COOH, -C=O 등의 표면산화물이 존재하는 것이 알려졌다. 그러므로 활성탄과 유사한 성질을 갖고 있어서 염색폐수처리 등에 이용될 수 있다.

특히 폐수처리시 입상활성탄을 사용할 경우에 대해서 알아두어야 할 몇가지를 기술하고자 한다.

첫째) 폐수 중에 SS가 존재할 때는 반드시 SS를 제거하고나서 활성탄 흡착을 실시하는 것이 원칙이다.

둘째, 폐수 중의 용해성 유기질농도가 높을 때는 바로 이 방법을 채용하는 것은 금물이며, 입상활성탄의 포화에 달한 시간이 아주 짧다. 또한 재생회수도 많아져 오히려 비경제적이다. 따라서 반드시 활성탄 전처리에 유기질농도가 높거나 SO₄²⁻를 함유할 때는 물리화학적 처리나 생물학적 처리를 해야 한다.

셋째, 활성탄표면은 보통 염기성이며, 활성탄을 전해질용액중에 놓아두면 용액의 pH는 변화하여, 금속이온이 존재할 때는 활성탄과의 접촉에 의해 불용성인 수산화물이 석출되어 입상활성탄층에 침착하여 활성탄흡착조작을 저해하는 일이 있어 전처리로서 응집침전에 의해 금속이온을 제거해 둘 필요가 있다. 한편 활성탄 표면산화물이 산화형축매의 성질도 갖고있음을 기억해두어야 한다.

넷째, 흡착방식으로 연속처리할 수 있으며, 설비면적이 적어도 좋고 접촉시간은 10~15분, 신속도는 10~20m³/m²/hr 유지하는 것이 좋다.

③ 재생법

활성탄의 재생방법에는 열재생법과 약품재생법이 있다. 수처리에 사용된 활성탄의 흡착은 불

약품재생은 진한 알카리, 강산화제가 필요하며, 3~4회의 재생후에는 열재생을 실시하지 않으면 활성의 부활이 없다.

고온에 의한 열재생은 활성탄에

흡착된 유기물이 CO₂와 H₂O로

분해하기 때문에 현재 많이 사용되고 있는

역세척시 슬러지생산량을 줄일 수

있다는 이점을 갖고 있다.

가역흡착의 요소가 아주 커서 활성탄의 표면구조가 복구할 때까지의 조건, 즉 활성탄 제조시에 비슷한 850~920°C의 온도에서 수증기 분위기중에서 재생을 갖는 것도 타당하다. 약품재생은 진한 알카리, 강산화제가 필요되며, 3~4회의 재생후에는 열재생을 실시하지 않으면 활성의 부활이 없다. 고온에 의한 열재생은 활성탄에 흡착된 유기물이 CO₂와 H₂O로 분해하기 때문에 현재 많이 사용되고 있는 역세척시 슬러지생산량을 줄일 수 있다는 이점을 갖고 있다. 그러나 재생방법의 규모가 크고 복잡하여서 경제적인 재생기술개발을 서둘러야 한다.

재생시 소모되는 활성탄량은 입상일 경우 5~10%, 분말일 경우 15~20%이며, 44μ(325mesh) 정도인데 약 7회 정도가 실시될 뿐이다. 재생활성탄 1kg당 약 1kg의 수증기가 주입되어야 하며, 재생탄 1kg당, 1,400~2,800 kcal의 열량이 필요하고 연소시 1~4%정도의 과잉산소가 공급되도록 조절해야 한다.

내가 기쁜 환경풍토 후손들이 본 받는다