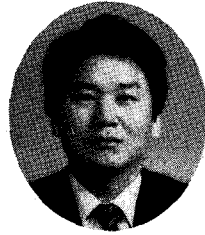


환경관리 기술사문제 해설

〈대기분야 1987, '88년시행〉



魯鍾植

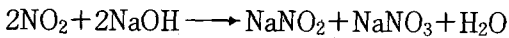
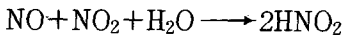
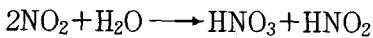
〈고려환경컨설턴트 대표
환경(수질·대기) 기술사〉

〈1987년 시행〉(제 4교시) 지난호에 이어 계속

〈문제 2〉 배출가스의 탈초(脫硝) 공정을 나열하고 각각의 장단점을 비교 고찰하라.

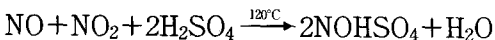
(1) 습식법

① 흡수법 : 물 또는 알칼리용액에 의한 세정 제거법이다. NO는 흡수되지 않기 때문에 우선 모두 NO $\xrightarrow{O_2}$ NO₂로 한 후 제거하는 것이 필요하다.



알칼리로서는 NH₄OH·Ca(OH)₂도 필요하다.

② 황산에 흡수시키는 방법(Mg(OH)₂도 이용)



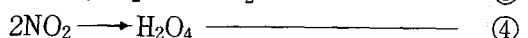
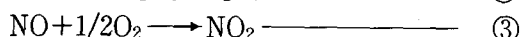
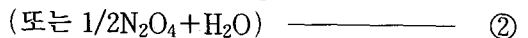
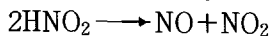
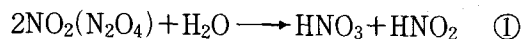
③ 환원법 : Na₂SO₃, K₂SO₃, MgSO₃ 등의 용액에 NO_x를 포함하는 배기가스를 통과하면 N₂로 환원된다.

(2) 흡착법

NO_x는 활성탄 등의 흡착제를 넣은 흡착탑에 의해 제거된다. 활성탄 사용시 활성속도와 흡착 능력도 우수하나 폭발 위험이 있고 재생 활용하기가 곤란하다. 배기중 1~1.5%의 NO가 함유된 가스는 NO₂로 산화하여 실리카겔에 흡착하여 제거하며 흡착후 가열하여 NO₂와 실리카겔을 분리하여 NO₂를 회수하여 처리한다. 단, 이 방법을 사용하는 경우에는 사전에 먼지나 습기 기타의 유해가스를 제거하여 사용하지 않으면 안된다.

(3) 수세법

질소산화물을 물로 세정하는 방법이다. 이산화질소(NO₂)와 물의 반응은 다음 반응으로 진행된다.



즉, ①의 반응에 의해서 HNO를 생성한다.

HNO₂는 불안정 상태에서 분해하여 NO+NO₂를 생성한다. 이와같이 생성한 NO₂는 ①의 반응을 반복하지만 NO는 거의 물에 용해되지 않고 산소와 반응하여 NO₂가 된 뒤에 처음으로 ①의 반응을 반복한다. 가스중에서 산화질소가 제거되는 속도는 확산저항보다도 화학반응속도에 의해서 지배된다.

①의 반응은 가스와 액체간의 계면에서 일어난다.

③의 반응은 비교적 느지만 완전히 진행된다.

①과 ②의 반응은 HNO₃의 농도가 짙을 경우에는 완전히 진행하지 않으며 순수한 물의 상태에서만 진행된다. 따라서 최초의 가스는 물에 흡수되지만 그 후는 흡수속도가 저하되어 높은 제거율은 기대되지 않게 된다. 장치로서는 포종탑, ventri scrubber 충전탑, spray탑 등이 사용된다.

(가) 포종탑에는 가스를 물 또는 HNO₃물과 향류시킨다. 화학반응에 의해서 발생하는 NO는 증기상으로 산화된다. 이때 질소는 대량으로 사용하지 않으면 산화속도를 높일 수가 없다. 질소산화물은 고농도에서는 N₂O₄의 비율이 높지만 저농도에서는 NO₂의 비율이 높다. NO₂와 물과의 반응과 H₂O₅와 물과의 반응은 투자가 높다. 따라서 고농도에서는 수세정효율이 높아진다.

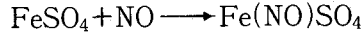
(나) ventri scrubber : 가스와 액상의 반응면적이 증대하고 또 질소의 흡수속도가 높아져서 세정효율은 높아진다.

(다) spray탑은 증기를 투입시킬 수도 있으며 증기압을 높이면 효율은 다시 높아진다. 세정후의 분진은 cyclone 기타로 제거한다. 충전탑이나 spray탑도 사용되지만 효율은 그렇게 높지 않다.

(4) 여러 시약을 함유하는 수세정

알칼리를 사용하면 ①의 반응으로 생성한 HNO₃와 HNO₂를 중화하여 분석하는 것을 억제하기 때문에 제염률이 높아진다. 또 아염소산나트륨(NaOCl)이나 사리시분(Ca(CID)₂) 등을 사용하면 ①의 반응에 의해 생성한다. HNO₃를

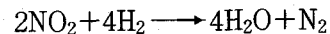
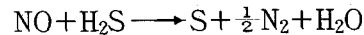
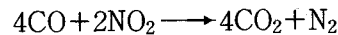
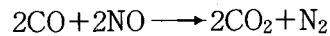
산화하여 안정된 HNO₃로 바꾸기 때문에 제염률이 높아진다. 또 NO를 다량으로 함유할 때 이 가스가 물에 용해하지 않기 때문에 제염률이 저하되어 황산제1철(FeSO₄) 등을 사용한다.



이와 같은 반응을 시켜 제염률을 높이는 것도 제안되고 있다.

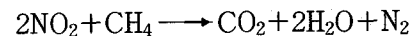
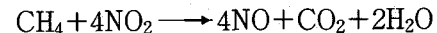
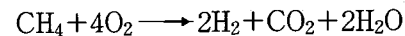
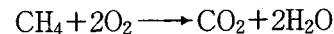
(5) 건식법

① 접촉환원법(선택적 환원제 이용) : 촉매 존재하에서 H₂S, CH₄, CO, NH₃ 등의 환원성가스에 의해서 NO_x를 N₂로 환원한다.



NH₃와 반응시 200~300°C 유지시킨다. 200°C 이하에서는 아질산암모늄을 생성하고, 300°C 이상에서는 NH₃가 분해된다.

· 비선택적 환원제 : 이 반응은 발열반응이므로 450°C 정도에서 반응시킨다.



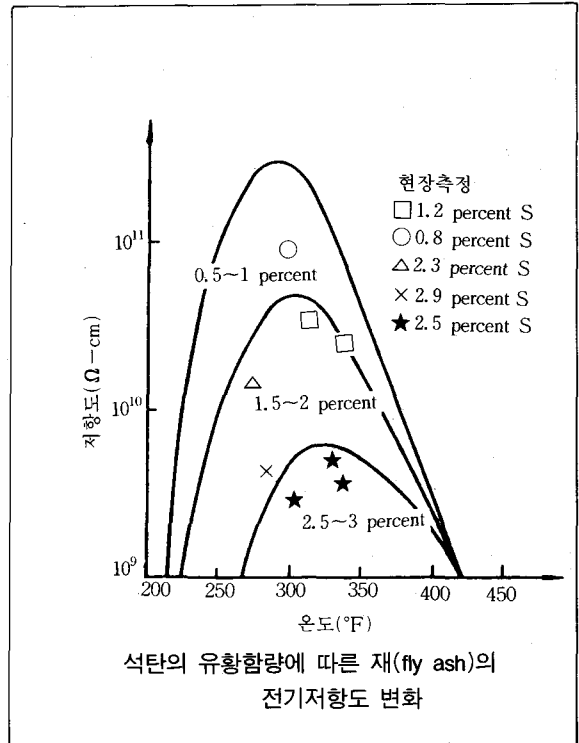
이 반응에서 촉매로는 암모니아를 담체로 하는 백금촉매, 니켈촉매, 니켈, 크롬 등이 사용되고 습도는 촉매에 의해서 틀린다. (반응온도는 100~800°C)

② 접촉분해법 : 촉매 존재하에서 700~800°C에서 분해된다. 분해속도가 느려서 이법에서는 촉매 개발이 필요하다.

〈문제 3〉 벙커C유 연소 배기 가스중 분진을 전기집진기로 처리할 때 preconditioning의 필요성의 유무와 그 방법을 설명하여라.

정전기에 의한 분진제거의 그 다음 작용기구는 충전된 입자가 집진극에 침전하여 분진층을 형성하는 것으로 이때 집진극에 침전된 분진이

가스중으로 다시 날아가는 것을 방지하기 위하여 충분한 접착력, 응집력, 그리고 전기력이 존재해야 한다. 분진층의 특성중에서 정전집진기의 작동과 관련시켜 특히 중요한 것은 분진의 전기 저항도(electrical resistivity)로서, 분진의 특성이 크게 다르므로 전기저항도는 $10^{-3} \sim 10^{14}$ ohm-cm로 크게 다르다. 분진의 전기 저항도가 10^4 ohm-cm이하이면 전하가 침전한 분진에서 집진극으로 재빨리 이동한다. 따라서 제거된 분진끼리 서로 잡아당길 수 있는 정전하가 불충분하게 된다. 그 결과 분진은 다시 가스속으로 흘러 들어가게 되므로 제진효율이 나빠진다. 공장의 제진시설에서 부산물로 생기는 carbon black이 전기 저항도가 낮은 예이다. 반면 전기 저항도가 10^{10} ohm-cm보다 크면 정전집진기의 효율이 떨어진다. 왜냐하면 첫째, 전극간의 상당한 전압강하가 전기 저항도가 높은 분진층을 가로질러 일어남으로 전기절연 효과가 생긴다. 따라서 Corona를 형성하는 전력의 일부만이 가스 분자를 ion화시키고 충전된 분진입자를 집진극으로 이동시키는데 이용된다. 높은 전기 저항도에 의한 두번째 문제는 역corona 또는 역이온화(back ionization)로서, 분진층을 통한 전압강하가 분진층의 유전강도를 능가하면 이러한 현상이 생긴다. 제거된 분진층 내에 갇힌 공기는 분진층을 통한 전압강하가 크면 이온화하며 양이온으로 형성된 것은 집진극에서 떨어져나가 집진극으로 향해오는 이온화된 입자들을 중화시킴으로써 제거되는 분진의 양을 감소시킨다. 또한 이온화는 분진층내에서 spark를 일으켜 제거된 분진을 가스흐름 속으로 튀어나가게 할 수도 있다. 이러한 효과들에 의하여 정전집진기의 제진효율이 감소된다. 정전집진기는 전기저항도가 $10^4 \sim 10^{10}$ ohm-cm 정도인 분진을 제거하는데 가장 효과적이다. 많은 공장에서 배출되는 많은 분진들의 전기 저항도가 이 범위내에 들지 않으므로 제진효율을 증가시키기 위하여 운전조건을 변경시켜야 할 때가 종종 생긴다. 분진의 전기 저항도를 알맞은 값으로 만들기 위하여 가스에다 조절제(conditioning

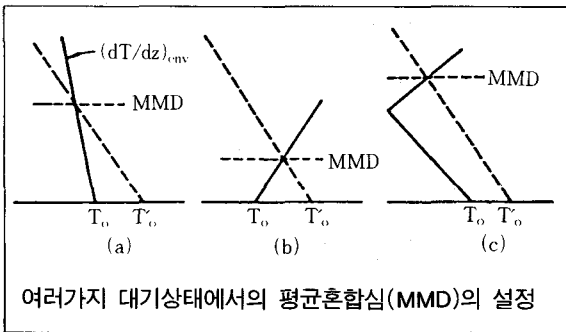


agent)를 첨가하는 방법이 있는데 표면전도를 좋게 하기 위하여 통상 낮은 온도에서 실시되며, 소량의 SO_3 나 NH_3 를 첨가하면 제거된 분진에 흡착되어 전해질로 작용함으로써 전기 저항도를 크게 감소시킨다. 이들 두 물질과 이들 두 물질에 아주 가까운 화합물들이 현재로서는 가장 경제적으로 그리고 가장 기술적으로 이용할 수 있는 조절제이다. 아래 그림은 석탄이나 석유의 유황 함유도 변화에 따른 배기내 재(fly ash)의 전기 저항도 변화를 보여 주는데 배기(排氣)가 SO_2 나 SO_3 를 함유하면 재의 전기 저항도가 감소되어 제진 효율이 좋게 되므로 화력 발전소 등에서 유황함유도가 낮은 석탄이나 석유를 연료로 사용하면 정전 집진기에 의한 분진 제거효율이 떨어지게 된다는 문제점이 생길수 있음을 알 수 있다. 이런 경우 SO_3 를 주입하더라도 처리된 가스의 SO_x 농도가 증가하지 않는데 그 이유는 주입된 SO_3 가 흡착되어 분진과 함께 제거되기 때문이다.

〈1988년 시행〉 (제 1교시)

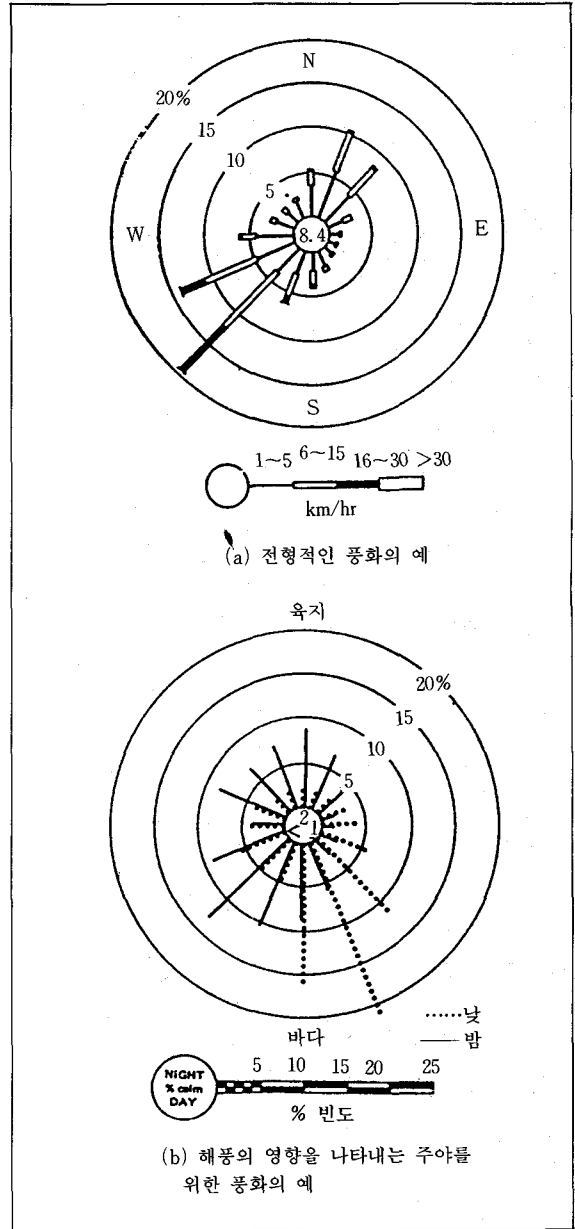
〈문제 1〉 다음 용어들이 대기오염에 미친 영향을 설명하시오.

① 혼합고(Mixing height) : 기상에서 기온역전층 하부 경계면까지의 거리를 최대 혼합깊이라고 하며 그 깊이는 여러 곳의 상층 기상측정소에서 측정한 기온치를 전산처리하여 얻을 수 있으며 그 깊이가 낮을 때는 연기의 확산모양 또는 기구(풍선)를 띄웠어도 구할 수가 있다. 한편, 이 혼합깊이 이내에서는 기류의 상하운동이 가능하나 그 이상의 확산은 어려우므로 이 깊이가 작을수록 그 깊이 이내의 공간에 오염도는 높아질 것이다. 혼합깊이를 R이라고 했을 경우 농도 $C=a \cdot R^{-m}$ 이라는 수식으로 표시할 수 있다. 여기서 a는 상수로 지역과 계절에 따라 다르다. (a : 0.3~0.5)



② 바람장미(Wind Rose)

아래 그림과 같이 어떤 지역의 풍향과 풍속에 관한 자료를 그림으로 나타내는 것을 바람장미(풍화)라고 하는데 풍화에서 vector는 관측된 풍향별 횡수를 백분율로 나타낸 값이므로, 모든 vector의 합에다 중앙의 무풍율을 더한 값은 100이 되어야 한다. 풍화에서 가장 빈번히 관측된 풍향을 주풍(prevaling wind)이라고 하며, 어떤 일정한 기간 동안에 어떤 방향의 바람이 얼마나 불었는가의 발생빈도를 지속속도(persistence)라 한다. 오염물이 일정한 율로 방출될 경우 바람은 즉각적으로 직접 그 농도를 감소시키는 역할



을 한다.

③ 유해 화학합성물질

유해화학합성물질이라 함은 원소 및 화학반응에 의하여 생성되는 물질로서 사람의 건강, 또는 환경에 위해를 미칠 독성이 있는 화학물질로서 유해화학물질 관리법 시행규칙에서 정하

고 있다. 물질에 따라 사람이나 자연환경에 여러가지 독작용을 나타낸다.

④ 산성비(Acid Rain)

a. 산성비

대기환경중의 CO₂는 건조공기중 0.033Voly가 존재하고 있기 때문에 오염되지 않은 우수는 CO₂로 포화되며, 탄산(H₂CO₃)은 우수중에서 해리하여 pH는 상온에서 5.5~5.6으로 알려져 있다. 일반적으로 우수의 pH가 이보다 낮을 때 산성비라고 한다. 지표에 강하하는 산성물질에는 Aerosol, 가스, 비, 눈, Fog 등 각종 형태가 있으며 이것들을 총칭하여 산성강하물(Acid Precipitates 또는 Acid Deposits)이라고 한다. Aerosol 형태로 직접 지표면에 침착하는 것을 건성침착(Dry Deposition), 강수에 수반하여 침착하는 것을 습성침착(Wet Deposition)이라 부르고 있으나, 일반적으로 산성강우(Acid Precipitation)는 비, 눈, Fog 등 강수에 수반하여 강하하는 경우를 말하는 것이 보통이다. 자연상태의 우수라 하더라도 토양으로부터 H₂S, 화산으로부터 SO₂, HCl 등 유기물 분해로부터의 유기산이 대기중에 방출됨으로써 인위적인 오염이 없어도 우수의 pH는 5.6이하가 될 가능성이 있다. 또한 역으로 알칼리성 분진이 우수중에 포함되면 pH가 5.6이상인 경우도 있으므로 자연에서 생성된 우수라 하더라도 환경에 따라 pH가 큰 폭으로 변화될 수도 있다. 그러나 현재 문제시되는 산성비는 이러한 자연현상에 의해 가해지는 H₂SO₄, HNO₃ 및 HCl 등에 의해 우수의 pH가 저하되는 것이며, 대기중으로 방출되는 산성물질의 대부분이 인위적으로 배출되는 것으로 추정되고 있다.

b. 산성비의 영향

인공산성비의 식물에 대한 실험에 의하면 pH3~4이하가 되면 잎사귀의 표면에 피사반점이 생긴다고 보고되고 있으며 특히 산성비에 민감한 대두는 pH4.0에서 시금치, 연초, 감자, 토마토 등은 pH3.5의 산성비에서 그 증상이 나타난다. 또한 산성비의 꽃잎에 대한 영향(탈색반응)은 나팔꽃이 가장 감수성이 높은 것으로 보고되어 있다. 산성비의 산포를 받은 잎은 chlor-

ophyll함량을 저하시켜 광합성이 저해되어 잎의 수축이나 외화가 관찰되고 있으며 잎이나 콩꼬투리의 건물중량의 저하가 일어난다. 또한 근채류의 수확에도 많은 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다. 수립에 대한 산성비의 영향은 직접적인 것과 간접적인 것으로 구분되며 직접적인 영향으로는 공변세포의 정상기능 방해, 세포에 대한 산성물질의 유해작용, 수정이나 발아 등의 방해가 일어난다. 간접적인 영향으로 건조 등 다른 환경 stress요인에 대한 감수성이 높아진다. 이러한 산성비의 식물에 대한 영향 이외에도 토양, 생태계에도 적지않은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

⑤ 황화수소(H₂S)

황화수소(H₂S)는 특수지역에 제한되는 오염물질로서 일반적으로는 큰 문제가 되지 않는다. H₂S는 연소되면 곧 SO₂로 쉽게 변하기 때문에 연소과정에서는 H₂S 형태로서는 거의 배출되지 않는다. 그러나 석유정제공장, 동물처리공장, 황화염료를 사용하는 공장 및 고무 제품 공장 등이 중요한 배출원이다. 이 특질은 계란이 부패하는 것 같은 악취를 풍기며 물건을 변색시키며 인체에 피해를 준다. 고농도의 흡입시에는 눈이나 호흡기를 자극하며 불면증이나 식욕부진을 초래한다.

〈문제 2〉 Rainout와 Washout을 설명하십시오.

① Rainout : 입자상 물질 같은 오염물질, 특히 방사성 물질 등이 대기 수증기의 응결핵이 되고 구름이 형성되어 이로인한 비나 눈에 오염물질이 섞여내리는것.

② Washout : 비나 눈에 대기중의 오염물질이 흡수나 용해 부착되어 씻겨내리는 것, 대기의 자연정화의 일면임.

〈문제 3〉. 최근 오존층의 파괴 문제가 대두되고 있다. 오존층이 파괴되었을 경우의 영향, 그리고 방지 대책을 아는대로 설명하십시오.

가. 영향

① 태양의 과량의 자외선에 의한 건강피해 (피부암, 백내장 등)

② 이상기후(지구의 온난화)

③ 식물 엽록소 감소 ④ 광합성작용의 억제

⑤ 식물의 발육부진에 따른 수확감소

⑥ 식물성 플랑크톤의 광합성 억제에 따른 수중생태계 파괴

⑦ 식물 및 해조류의 광합성 억제로 대기중 산소 농도의 감소

⑧ CO₂농도 증가로 인한 온실효과 가증나. 방지대책

① 오존층 파괴에 다른 피해는 전세계적인 문제이며 문제 해결도 어느 한 국가의 노력만으로는 해결되지 않는 특수성을 갖고 있으므로, UN기구, 유럽공동체, 아세안 등 여러국가가 가입된 기구를 통하여 범지구적 협조체제를 구축하여야 한다.

② 선진국들은 대체품 개발에 많은 노력을 경주하여야 하며, 경제적이고 효과적인 CFC 대체품 개발에 성공할 경우, 실비의 기술개발비만을 제공받고 개발도상국들에 생산기술을 제공하여야 한다.

③ 전자제품 세척용 및 냉매로 사용되는

CFC는 회수 정제하여 재이용하도록 한다.

④ 발포제로 사용되는 CFC는 회수효율을 높일 수 있는 장치를 개발하여 회수율을 높이도록 한다.

⑤ 에어로졸로 사용되는 CFC의 경우는 회수가 불가능하므로, 이의 사용을 적극적으로 억제하여야 한다.

⑥ CFC를 사용하지 않는 공정이나 제품으로 전환해야 한다.

⑦ CFC는 소비자가 사용함으로 인해 발생하는 것이므로 소비자의 인식을 바꾸어야 한다.

〈문제 4〉 선진공업국에서의 대기보전사업과 관련해서 살펴 볼 때 SO_x에 대한 보전관리는 잘 추진되고 있으나 NO_x저감대책은 부진한 상태에 있다. 그 이유는 무엇인가?

NO_x제거에서의 어려움점은 NO_x는 주로 연소과정중에서 공기중의 질소로부터 생성되는 경우가 많으므로 가스량이 많게 되고 사용원료로부터의 대책 마련이 불가하다.

상담 및 문의전화 484-1867

'91년도 경력 및 신입사원 공개채용

당사는 탈수기전문제조업체로써 '91년도 사세확장에 따라 창의적이고 유능한 영업 경력사원 및 신입사원을 다음과 같이 모집합니다.

직책	모집분야	모 집 인 원	제 출 서 류	접 수 방 법
과장	영업	○명	-이력서 1부 -자기소개서 1부	-개별접수 및 우편접수
신입	영업	○명	(경력사원에 한함) -주민등록등본 1통	-우편접수는 91년 10월31일까지 소인유효
신입	기계시운전 및 A/S	○명 (운전면허소지자우대)	-졸업증명서 1통	

(株) 裕泉 엔지니어링

문의처 : 서울 구로구 오류동 135-94 (유천B/D)
TEL : (02) 686-2576 (대) ~80