

환경관리 기술사문제 해설

〈대기분야 1987년도 시행〉



魯 鍾 植

〈고려환경컨선탄트 대표,
환경(수질·대기) 기술사〉

〈1987년 시행〉 (제2교시) 지난호에 이어 계속

〈문제 1〉 대기중 2차오염물은 무엇이며 이것이 환경에 미치는 영향에 대하여 설명하시오.

대기중에 배출된 오염물질간의 상호작용이나 오염물질과 대기의 정상성분과의 반응, 태양에너지에 의한 광화학적 반응 등은 반응물질의 농도 광활성의 정도 기상학적인 확산력 지역지세의 영향 등에 의해서 오염물질이 변질되고 발생원으로부터 배출되었을 때와는 상이한 물질을 형성하여 대기를 오염시키는것 즉 O₃, NO₂등의 산화물, 알데히드, peroxyacynitrate(PAN), 아크로레인, SO₃(HS₂O₄)등이다. 일반적으로 일차성 오염물질은 기상관계로 역전층등에 의해 아침과 저녁, 밤에 걸쳐서 대기중의 농도가 증가하고 낮에는 상승기류, 바람 등에 의해 확산되어 농도가 낮아지는데 반해 이차오염물질, 특히 O₃등의 산화물은 태양에너지에 의해 발생하기 때문에 낮 동안에 대기중의 농도가 증가한다.

대기오염물질로 인한 환경에의 영향은 크게나

누어 사람의 건강에의 악영향, 동식물에 대한 피해, 기타 경제적손실 등으로 볼 수있으며 각각의 오염물질에 의한것도 있으나 복수의 오염물질의 상승작용에 의한 악영향이 더욱 크다 하겠다.

2차오염물질과 관계가 있는 물질들의 영향을 다음에 소개한다.

① 오존 및 oxidants

오존은 대기중에 0.1ppm내지 0.04ppm정도 존재하며 자극성이 강한 화성가스이다. 오존은 대기중에서 태양광선의 자외선과 함께 자동차배기 등으로 나오는 매연 및 탄화수소와같은 산화성 물질에 작용하여 PAN이라는 2차성 자극성 물질을 성장하는데 이것을 광화학적 대기오염이라고 한다. 오존은 낮은 농도에서도 인체에 영향을 주는데 0.02~0.05ppm에서 뱀새를 감지할 수 있고, 0.1ppm에서 30분이상이면 두통이 일어난다. 0.1~1.0ppm 사이에서 눈에 영향을 주어 시각 장애를 일으킨다. 또한 0.1~1.0ppm사이에서 폐에 기능 변화를 일으켜서 폐포내의 공기확산 능력을 떨어뜨린다. 0.8~1.7ppm에 이르면 폐충혈이 일어나고, 9ppm이 되면 폐충혈 증세는 악화되고 폐수종을

일으키게 되며 입원가료를 요하게 된다. 회복에는 수개월이 소요된다. 한편, 오존은 만성중독을 일으키는데 기관지 천식 이외에 폐, 장 등을 악화시키고 체내효소계를 교란시켜 DNA, RNA에 작용하여 유전인자에 변화를 일으키기도 한다. 그리고 식물에의 영향으로는 우선 포도, 귤, 담배처럼 잎이 넓은 식물은 울타리 세포가 파괴되면 얼룩모양의 반점이 생기고, 심하면 해선장세포까지 침해되어 백색~황갈색으로 퇴색한다.

② 광화학 smog

시계를 불량케 하며 눈, 코, 기도, 폐 등 점막을 지속적으로 반복적으로 자극하여 일상생활에 불편감을 느끼는 것은 물론 동식물, 고무제품, 건축물에 대한 피해를 준다. 식물에는 처음에 기공주위의 해면상 조직이 침해되고 잎의 밑부분이 은색~청동색으로 되며 다음단계로 잎의 윗부분에 백색반점이 나타난다.

오존이나 oxidants의 양상과는 다르며 주원인물질은 PAN이나 Aldehyde류이다. 시금치, 상치 등의 양채류에 피해가 많다.

③ 질소산화물(NOx)

HC와 함께 광화학 smog 생성 역할을 하며 악취를 가진 자극성가스로서 눈, 코를 강하게 자극하며 폐충혈, 폐수종, 기관지염, 폐염을 일으킨다.

④ 입자상물질

자극성가스를 흡수 또는 흡착하여 aerosol 상태로서 폐심부까지 침해하는 입자는 침착한 장소에서 자극성 가스의 유해성이 나타난다. 때문에 입자상물질에 의한 호흡기의 장애와 자극성가스의 유해성과 함께 미립자의 크기에 따라 호흡기에 침착되는 정도가 다르다. 미립자가 폐에까지 도달하는 조건도 물론 입자의 밀도에 따라 다르겠지만, 그 크기와 모양 그리고 개개의 호흡기 구조나 물질적인 상태, 즉 호흡기 계통을 통하는 호흡기의 속도와 유량 등에 관계하며 실제로 폐장에 침착되는 과정은 복잡하다.

0.5~5μ크기 입자가 폐포에 침착율이 제일크다.

포집전의 여과지는 20℃ 상대습도 50%에서 함량이 될때까지 건조하여 0.01mg 이하의 감도를 갖는 저울로 0.1mg차 까지 무게를 달고 부호 또는 기호를 표시하여 기록해 놓는다. 단, 항온, 항습 장치가 없을 때까지 105℃에서 함량이 될때까지 건조하여 데시케이털 내에서 방냉한 다음무게를 단다.

포집후의 여과지는 입자포집면이 안쪽으로 향하도록 접어 포집전의 조건에서 24시간 방치후 무게를 단다.

〈문제 3〉 STACK SAMPIER에 의하여 입자상물질을 흡인포집시에 등속흡인을 하여야하는 이유를 설명하시오.

입자상물질 측정, 설비의 선단(Nozzle)에서 흡인되는 속도와 배기의 유속과 동일한 속도로 흡인하는것을 등속흡인이라고 한다. 유속보다 흡인속도의 대소에 따라 입자상물질의 포집은 반대로 진정된 농도 보다 소대로 측정된다. 이것을 방지하기 위하여 반드시 등속흡인이 되도록 등속흡인량으로 시료를 채취하여야 한다. 등속흡인유량(qm)은 다음공식에 의하여 구해진다.

$$qm = \frac{\pi}{4} d^2 v \left(1 - \frac{X_w}{100}\right) \frac{273 + \theta_m}{273 + \theta_s} \times \frac{P_a + P_s}{P_a + P_m - P_v} \times 60 \times 10^{-3}$$

- 여기서 : q_m : 등속흡인유량(l/min)
- d:포집관 Nozzle의 직경.
- v : 유속(m/scc)
- X_w:습배기중의 수분량(%)
- θ_m : 가스 meter의 배기온도(℃)
- θ_s:배기 가스 온도(℃)
- P_a : 대기압
- P_s:배기 가스 전압(mmHg)
- P_m:가스미터의 제이저 압력(mmHg)
- P_v:θ_m의 포화증 기압(mmHg)

〈문제 4〉 산성우를 정의하고 그 생성원인과 영향에 대하여 설명하라.

1. 산성비

대기환경중의 CO₂는 건조공기중 0.033Vol%가 존재하고 있기 때문에 오염되지 않은 우수는 CO₂로 포화되며, 탄산(H₂CO₃)은 우수중에서 해리하여 pH(수소 이온 농도)는 상온에서 5.5~5.6으로 알려져 있다.

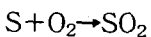
일반적으로 우수의 PH가 이보다 낮을때 산성비라고 한다. 지표에 강하하는 산성물질에는 Aerosol, 가스, 비, 눈 Fog 등 각종 형태가 있으며 이것을 총칭하여 산성강하물(Acid Precipitates 또는 Acid Deposits)이라고 한다. Aerosol형태로 직접표면에 침착하는것을 건성침착(Dry Deposition), 강수에 수반하여 침착하는 것을 습성침착(Wet Deposition)이라고 부르고 있으나 일반적으로 산성강우(Acid Precipitation)는 비, 눈, Fog 등 강수에 수반하여 강하하는 경우를 말하는것이 보통이다. 자연상태의 우수라 하더라도 토양으로 부터 H₂S화산으로부터 SO₂, HCl 등, 유기물 분해로부터의 유기산이 대기중에 방출됨으로써 인위적인 오염이 없어도 우수의 pH는 5.6이하가 될 가능성이 있다. 또한 역으로 알카리성 분진이 우수중에 포함되면 pH가 5.6이상인 되는 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 HCl등에 의해 우수의 PH가 저하되는 것이며, 대기중으로 방출되는 산성물질의 대부분이 인위적으로 배출되는 것으로 추정되고 있다.

2. 주요발생원

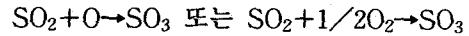
(1) 황산화물

우리가 소비하는 석탄속에는 S가 0.5~2.5% 함유되어 있는데 그중의 약 $\frac{1}{2}$ 이 유기황이고 나머지가 무기황 [FeS₂, FeSO₄, Mg(SO₄)₃, CaSO₄]이며, 석유속에는 S가 <0.1~6%만큼 함유되어 있고, 그것을 분류한 제품속의 S는 휘발유, 등유S 함량(0.01~0.5%), 경유(0.5%), 중유(0.5~3%)의 순으로 적게 들어 있다.

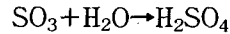
화석연료속의 S가 연소되면 다음과 같이 이산화황이 생긴다.



SO₂는 불속에서 그 일부(약 1%)가 다음과 같이 반응하여 삼산화황(SO₃)이 생긴다.



SO₃는 공기중의 수증기와 대단히 빨리 반응하여 황산(H₂SO₄)이 생긴다.



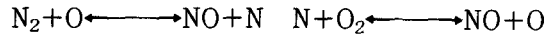
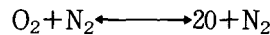
H₂SO₄는 증기압이 대단히 낮으므로 빨리 입자로 되어 황산 mist가 생긴다. 이것이 산성비나 산성안개의 한 원인이 되는 것이다.

이밖에 자연의 습지에서 유기물이 세균에 의하여 분해된 황화수소(H₂S)와 화산에서 SO₂ 및 H₂S가 방출되어 대기중에서 변환된 다음 산성비의 원인 물질이 된다.

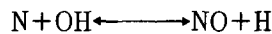
(2) 질소산화물

물질이 연소될 때 산화질소(NO)와 이산화질소(NO₂)(이들을 통털어서 NO_x라고 함)가 발생하는데, NO_x는 고온에서 N₂와 O₂가 반응하여 생기는 thermal NO_x와 본래 연료속에 함유되어 있던 CN 화물, pyridine, quinoline 등의 질소화합물이 산화되어 생기는 fuel NO_x로 구별된다.

Thermal NO_x의 발생기작은 다음과 같다.



또한 불속에서는 H+O→OH+O, O+H₂→OH+H, O+H₂O→2OH, H₂O→1/2H₂+OH의 반응에 의하여 OH가 생기고, 이것이 다음반응에 따라 NO가 생긴다.



한편 대기중에는 NO, NO₂이외에도 N₂O, NO₃, N₂O₃, N₂O₄, N₂O₅등이 존재한다.

(3) 탄화수소

자동차 엔진과 같은 내연기관에서는 냉각된 Cylinder 벽에 부착한 탄화수소가 불완전 연소를 하거나 타지않은 상태로 방출되어 배기가스속에 탄화수소가 섞여 나온다. 이렇게 하여 자동차배기가스속에는 paraffine계, olefin계, 방향족계 및 acetylene이 들어 있다.

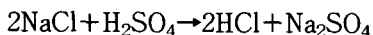
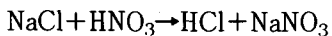
이들이 대기중에서 산화되어 개미산과 같은 유기산이 생긴다. 이밖에 습지나 광산에서는 methane이 발생하고, 침엽수림에서는 terpene이 발생한다. 이들은 대기중에서 산화됨으로써 산성

비를 생성한다.

(4) 염화물

대기중에는 염화수소(HCl)와 염소(Cl)가 들어 있다. HCl은 염산과 염소화합물을 제조하거나 사용할 때 방출된다. 또 HCl은 석탄속에 Cl이 0.07~0.2%, 석유속에 0.1~4.6%만큼 포함되어 있으므로 이들은 연소할때 발생한다. 그리고 plastic 폐물을 연소하면, poly 염화 vinyl(Cl 함량 57%), poly 염화 vinylidene(73%), neoprene(40%) 등에 포함된 Cl가 HCl로 방출된다.

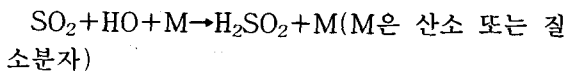
한편, 바닷물속의 소금입자가 대기중에 존재하는 질산(HNO₃)과 황산(H₂SO₄)입자와 반응하여 다음과 같이 HCl이 생겨서 빗물에 녹는다.



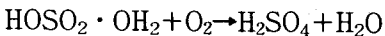
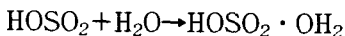
(5) 대기중에서의 산성비의 형성

대기중에서 SO₂와 NO_x는 변환하여 H₂SO₄와 HNO₃를 생성하는데 그 변환은 기체속과 액체속(구름과 빗방울)에 따라 각각 다르게 일어난다.

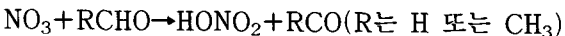
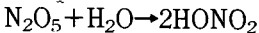
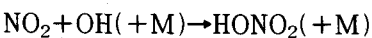
공기(기체)속에서는 SO_x가 자외선이나 O₂에 대하여 비교적 안정하다. 그러나, SO₂는 OH와 다음과 같이 반응한다.



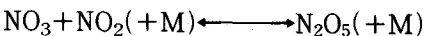
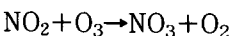
이 반응속도는 OH농도에 따라 1시간에 1~3%의 비율로 변환한다. 여기에서 생긴 HOSO₂는 다음 반응으로 H₂SO₄를 생성하여 빗물속에 녹는다.



대기중의 질소산화물은 다음 3가지 반응을 하여 생성된다.



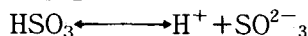
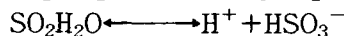
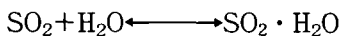
여기에서 NO₃와 N₂O₅는 다음과 같이 NO₂와 O₃가 반응함으로써 생성된 물질이다.



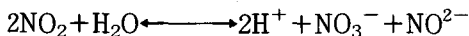
실험결과에 따르면 SO₂+OH→HOSO₂의 변환보다 NO₂+OH→HONO₂의 변환이 10배나 더 빨리 일어난다. 예를 들면 공기중의 상대습도가

50%일때 NO₂는 1시간당 10~50%가 HONO₂로 변환된다.

한편, SO₂는 구름이나 빗방울의 물분자(액상)와 다음과 같은 반응을 한다.



위의 반응에서 생성된 SO₂·H₂O, HSO₃⁻ 및 SO₃²⁻는 SO₃²⁻는 pH3.5~5.5에서 90%이상 HSO₃⁻로 된다. 여기에서 SO₂가 물에 녹아도 H나 SO₃²⁻가 생성될 뿐 SO₄²⁻는 생성되지 않음을 알 수 있다. 한편, NO₂는 물과 다음과 같이 반응하여 NO₃⁻와 NO₂⁻를 생성한다.



3. 산성비의 영향

인공산성비의 식물에 대한 실험에 의하면 pH3~4이하가 되면 잎사귀의 표면에 괴사반점이 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 chlorophyll 함량을 저하시켜 광합성이 저해되어 잎의 수축이나 외화가 관찰되고 있으며 잎이나 콩꼬투리의 건물중량의 저하가 일어난다. 또한 근채류의 수확에도 많은 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다.

수림에 대한 산성비의 영향은 직접적인 것과 간접적인 것으로 구분되며 직접적인 영향으로 공변세포의 정상기능 방해, 세포에 대한 산성물질의 유해작용, 수정이나 발아 등의 방해가 일어난다. 간접적인 영향으로 건조증 다른 환경 stress 요인에 대한 감수성이 높아진다.

이러한, 산성비의 식물에 대한 영향 이외에도 토양, 생태계에도 적지않은 영향을 미치는 것으로 나타났다.

제3교시

〈문제 1〉 다음 3문제중 2문제를 선택하여 설명하시오.

1. 현 우리나라 도시 대기오염 저감을 위하여 LNG의 역할과 공급상의 문제점을 들고 이의 해결 방안을 논하라.

① LNG 역할

LNG는 액화 천연가스(Liquified Natural Gas)로서 공해가 없는 Clean Energy라고 불리워지기도 한다.

이 LNG는 천연가스를 영하 162°C의 초저온으로 냉각하여 액화한 것으로 제조 공정상 불순물이 끼어 들 수 없는 청정한 연료이다. 이는 CO₂나 S 성분, 혹은 금속성분 등의 불순물이 제거되지 않으면 액화되기 어렵기 때문이다. 이 LNG공급이 확대되어 대도시에서 B-C유나 경유의 사용대신 된다면 연료사용으로 인한 오염물의 배출은 현격히 감소될 것이며 특히 SO_x 문제는 없어질 것으로 기대된다(B-C유보다 SO₂는 2백만분의1, 먼지는 1만분의 1)

② 공급상의 문제점 및 대책(87년 당시)

· 도입상의 문제점 : 정부가 LNG도입을 추진한 것은 지난 두차례의 석유파동을 계기로 에너지의 탈석유화와 장기 안정공급이 시급한 정책과제로 부각되던 81년 부터이다. 석유대체에너지의 하나로 LNG를 선택한 정부는 82년말 한국가스 공사법을 제정하여 LNG 도입작업을 적극화 하였다.

LNG수급은 많은 비용이 요구되는 메머드거래이다.

공급자측은 LNG수출을 위한 액화기지를 건설하여야 하며 수요자측은 인수기지를 건설하는데 막대한 비용이 들기 때문이다. 이러한 막대한 투자비 때문에 안정성이 확보되지 않으면 쉽게 거래가 이루어지지 않는 특성을 갖는 것이 LNG 수급 계약이다.

계약기간을 20년이상 장기간으로 설정한다거나 TAKE OR PAY라고 해서 LNG를 인수하지 않더라도 대금을 지급토록 한 조항은 계약파기의 위험성을 사전에 방지하자는 것이다. 뿐만 아니라 LNG는 관망에 의하여 소비자에게 도달되고 기체용 버너에 의하여 연소됨으로 관망의 설치와 적절한 버너의 구득이 또 하나의 전제가 된다.

인수기지 건설이나 관망의 설치는 사회간접자

본 투자차원으로 확충해 나가야 할 것이며 매너의 생산보급은 큰 어려움이 없을 전망이나 문제는 LNG가격이 B-C 유에 비하여 매우 비싼점이다.

이것이 합리적인 선에서 해결되지 않는한 그 보급확대는 크게 기대하기 어려울 것이다. 이것은 정부가 부처나 실수효자와 협의를하여 적정선에서 조정이 되어야 할 것이다. 그리고 제도적으로 LNG 사용을 의무화하여야 할 것이고 이에 따른 사용자의 충격을 설득력있는 홍보로 협조를 구하는 한편 기히 사용하던 유류버너를 가스버너 공급자로 하여금 유상환토록하고 시설대체비는 장기 저리로 융자혜택을 누릴수 있도록 하여야 할 것이다.

2. 삼원촉매에 관하여 아는바를 적어라.

자동차 배출가스에 의한 대도시 대기오염이 날로 심화되고 있다. 이에따라 요구되고 있는 것이 공해 자동차의 보급이다. 저공해 자동차라함은 촉매장치를 부착하여 배출가스중 오염물질인 일산화 탄소(CO), 탄화수소(HC) 및 질소산화물(NO_x)을 획기적으로 저감시켜 기존 배출가스 미대책 자동차에 비하여 오염물질을 90%이상 저감시킨 자동차를 말한다.

저공해자동차에는 엔진을 개량하여 오염물질 배출을 최소화하고 여기에 백금, 팔라듐 및 촉매로 하는 삼원촉매장치를 장착하여 CO와 HC는 탄산가스(CO₂)와 물로, NO_x는 질소(N₂)로 정화시킨다. 이와 같이 촉매에 의한 오염물질의 정화는 배출가스중에 포함된 산소(O₂)농도에 크게 의존하며 O₂농도는 엔진의 연소질내의 공기와 연료의 비 즉 공연비에 의하여 좌우된다. 삼원촉매장치에 의한 배출가스정화는 공연비가 이론공연비(공기중 O₂와 연료가 반응하여 완전연소가 일어나는 이론적인 공기와 연료의 비율) 부근에 있어야 한다. 이론공연비보다 공기가 많으면 CO 및 HC의 정화는 잘되나 NO_x는 잘 정화되지 않으며 반대로 이론 공연비보다 공기가 적으면 NO_x의 정화는 잘되나 CO 및 HC의 정화율은 현저히 떨어진다. 그러므로 저공해 자동차에서는 배기관에서 배출가스중 O₂농도를 측정하여 O₂량에 따라 기화기 또는

전자식 연료분사장치에서의 공연비를 조절하는 컴퓨터장치를 많이 사용하고 있으며 배출가스중 NOx농도를 줄이기 위하여 배출가스 재순환장치(EGR)를 사용한다. 삼원촉매장치에 의한 배출가스중 오염물질 정화능력과 내구도는 촉매량에 따라 결정된다. 일반적으로 내구도를 증진시키기 위해서는 촉매인 귀금속량을 많이 사용하여야 한다. 저공해자동차의 배출가스중 오염물질 배출량을 규정하는 배출가스허용농도는 자동차의 초기조건에서의 오염물질배출량을 평가하는 것이 아니고 자동차의 수명이 거의 다되었다고 보는 80,000km 또는 5년후의 오염물질배출량을 말한다. 즉, 80,000km를 주행하여도 배출가스 허용기준에 만족되어야 한다. 그러므로 자동차의 촉매장치 내구도는 자동차의 내구도와 거의 같게 제작되어야 한다.

3. 집진장치를 유형별로 분류하고 각각의 특징을 비교하여라.

각종 제진장치의 장단점

제진장치 종류	장 점	단 점
전기	99% 이상의 효율가능, 미립자 처리가능, 습식, 건식으로 처리가능, 다른 고율 제진장치에 비해 압력손실·소요동력이 적음, 부식성·부착성가스의 영향적고 유지비는 보통이며 고온(500~850°F) 가스처리도 가능함.	시설비가 많이 든다. 먼지 부하, 가스유동에 민감하며 고집압에 대한 안전설비가 필요하다. 제진효율이 서서히 저하함
세정	가스체적과 제진이 동시에 가능하며 고온다습가스의 냉각, 세정이 가능하다. 부식성가스와 mist의 제거, 중화가능, 먼지 폭발위험감소, 효율가변이 가능함	부식마모의 발생, 배수처리, 재생비용 증가와 용액의 비산배기처리, 외기온도에 의한 동결의 위험, 배기의 청정력과 산화산력 감소, 대기상태에 의한 수분의 백연이 발생함.
여과	건식제진 가능하고 조작불량의 조기발견, 소립자의 먼지 계층하며 제진효율이 높음.	여과속도의 영향이 크고 온도는 200~500°F까지 냉각되어야 하며, 습도영향이 큼.
원심력	설계·보수가 용이, 설치면적이 적게 소요, 먼지 연속배출이 가능, 압력손실이 낮음, 큰 입경 먼지에 적합하고 먼지부하가 높은 먼지에 적합하며 온도영향이 작음.	입구가스설이 다수 필요하며, 입경이 작은 먼지 효율이 저가했다. 먼지부하, 유량변동에 민감함.
중력	압력손실이 적고 설계·보수가 간단함	설치면적이 크고 효율이 낮다.
after burner	악취 mist의 제거가 가능, 가연가스·먼지를 동시에 제거, 열회수가 가능, 설치면적 적게 소요, 구조 간단함.	운영비가 많이 소요되고 화재위험함. 가연먼지·가스일 때 시설비가 많이 들, 촉매가 유독원이되기 쉽고 재생이 요구됨.

제4교시

(문제 1) 다음 3문제중2문제만 선택하여 설명하시오.

1. 대기오염 규제방법인 농도규제, K치규제 및 총량규제에 관하여 설명하라.

배출허용기준은 대기중에 오염물질을 어느 정도까지 배출할 수 있도록 법적으로 허용한 수준이다.

물론 환경보전적인 측면에서는 대기오염물질이 전혀 배출되지 않도록 하는 것이 좋을 것이나 그것은 이론적 경제적, 기술적으로 실현 불가능한 일이기 때문에 이러한 여러가지 내용을 고려하고 환경보전 목적을 달성할 수 있는 수준에서 배출을 허용하는 기준을 정하는 것이다. 즉 환경오염으로 인한 피해를 예방하고 자연환경 및 생활환경을 적정하게 관리 보전함으로써 현재와 장래의 모든 국민을 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 함의 환경보전법 목적을 달성하기 위한 수단이 배출허용기준인 것이다.

대기중으로 배출되는 오염물질을 규제하는 방법은 배출허용기준에 의한 방법, 배출시설의 설치를 제한하거나 특정장소에서 이동시키는 방법, 연료사용이나 대체에 의한 방법, 총량규제방법, 피해지점 허용농도에 의한 규제방법, 연돌고(K치), 등으로 구별할 수 있다.

가. 배출허용기준에 의한 규제방법.

오염물질을 규제하는 방법으로는 배출허용기준 설정에 의한 규제방법이 가장 보편적이다.

우리나라는 물론 미국, 일본 서독 등 많은 나라가 이 규제방법을 주요 규제수단으로 채택하고 있다.

배출허용기준 설정시에 고려할 사항으로는 ① 환경기준 설정항목에 대하여는 이 기준을 유지달성할 수 있도록 배출허용 기준을 설정하여야 하며 이때는 배경농도(Back ground concentration)와 대기확산, 배출원의 밀집상태 등을 고려하여야 하며 현재의 동류공장 또는 앞으로 설치될 공장을 고려하여 기준을 설정하여야 한다.

② 배출허용기준은 방지시설 설치나 기타의 방법

으로 설정된 기준을 준수할 수 있는 농도이어야 한다. 예를 들면 현행최신 집진시설의 효율과 성능으로도 배출허용기준 농도 이하로 집진이 불가능한 수준을 기준으로 설정한다면 그 기준은 기술적으로 준수하기가 어려울 것이다. 너무 엄격한 배출허용기준 설정은 기업의 공해방지비용 증가로 생산비를 상승시킬 것이다.

③ 또한 배출허용기준의 설정시에는 업종별, 배출규모별, 배출가스량별, 연료별, 지역별, 배출구 높이별, 각 오염물질별 등으로 구분하여 기준을 설정할 것인가의 여부를 검토하여야 한다.

④ 배출허용기준 설정시에는 당해 항목에 대한 분석방법, 분석조건, 농도표시방법, 과잉공기율 등도 고려하여야 한다.

농도표시는 기체성 물질일때는 ppm, 입자상물질일때는 mg/m³ 또는 μg/m³ 등으로 하는 것이 일반적이다. 가스는 ppm과 mg/m³ 단위를 병용하기도 한다.

나. 총량규제에 의한 방법.

배출허용기준에 의한 규제방법이나 연료사용제한 등에 의한 규제방법 등을 적용하여도 환경기준을 달성하거나 유지할 수 없을 때에는 그 지역의 환경용량과 농도 오염배출량 등을 고려하여 배출되는 오염물질을 총량으로 규제하는 방법이다.

총량규제방법은 규제방법중 가장 강렬한 방법이며 배출시설 설치자에게 가장 많은 방지비용부담을 요구하는 제도이다. 일본은 동경특별구, 대판, 서일시, 경도 등 오염우심지역에 실시하고 있다.

다. 연돌높이별 규제(K치 규제)

대기오염물질은 대기중에 배출되기 때문에 희석 확산만 잘 이루어 진다면 국지적인 오염은 크게 문제되지 않을 수 있다. 그러므로 배출구의 높이는 당연히 큰 영향을 주게 된다.

물론 오염물질에 따라 배출구 높이를 고려할 것인가 여부를 결정해야 한다.

배출구 높이에 따른 차등기준적용 문제는 국지적인 면에서는 가능한 규제방법 일수 있으나 국가 전체 또는 지구 전체로 생각하면 배출되는 오염물질량은 같기 때문에 이 규제방법을 반대하는 사람도 있다.

모든 오염물질에 대하여 적용되는 연돌고 규제 기준은 기본적으로 단일배출원의 확산식에 의해 결정된다. 규제기준은 배출량에 따라 실제 연돌고나 연기상승을 고려한 유효 연돌높이로서 나타낼 수 있는데, 후자의 경우에는 연기상승고를 계산할 수 있는 방법이 명시되어야 한다.

연돌 높이 규제는 황산화물과 분진에 대하여 적용하는 것이 보편적이다. 「덴마아크」나 「벨기에」, 「스웨덴」 등은 일반공정(연료연소)의 아황산가스에 대해서만 적용하며, 미국의 「조지아」와 「테네시」주 등은 분진에 대해서만 연돌고 기준을 설정하고 있다.

다음은 황산화물과 분진에 대해서 규정하고 있는 일본의 연돌높이 규제식이다.

$$q = K \cdot 10^{-3} H_p^2$$

q : 가스배출량(m³/hr) He:유효연돌고(m)
He : Hs + 0.65(Hm + Ht)

$$Hm = \frac{0.795\sqrt{QV}}{1 + (2.58/\sqrt{V})}$$

$$Ht = (2.01 \times 10^{-3})Q(T - 288)(2.30 \log J + (1/J) - 1)$$

$$J = [1/\sqrt{QV}] [1,460 - 296(V/T - 288)] + 1$$

Hs : 실제연돌고(m)

Q : 15°C의 가스배출율(m³/sec)

V:가스배출속도(m/sec)

T : 가스온도(°C)

일본의 연돌고 기준은 지역오염도에 따라 K값이 달리 주어짐으로써 같은 량의 오염물질을 배출할지라도 다른 연돌 높이가 적용된다. K값은 일반기준지역의 경우 16개 등급, 특별기준지역은 3개 등급으로 구분되어 있으며 동경 등 오염밀집지역에는 엄격한 수치가, 그리고 공해가 적은 지역에는 완화된 수치가 적용되고 있다.

위의 식에서 연기상승식은 Bosanquet식에 근거하고 있으며 일반기준지역에서 동일농도의 오염물질을 배출할 경우에 공해우심지역은 공해가 없는 지역의 2.4배까지 유효 연돌높이를 유지시켜야 한다. <다음호에 계속>