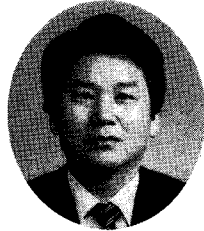


환경관리 기술사문제 해설

〈대기분야 1988년시행〉



魯 鍾 植

〈고려환경컨설턴트 대표,
환경(수질·대기) 기술사〉

〈1988년 시행〉(제2교시) 지난호에 이어 계속

〈문제 1〉 대기보전을 위한 환경영향평가에 사용되는 기초정보에 대하여 설명하시오

기본자료로서는 Emission Inventory(오염물 배출량조사) Meteorological Data(기상 및 전산 자료) 그리고 Air Quality Monitoring data(대기 오염도 조사)들이 반드시 조사되어야 한다. Emission Inventory를 위한 오염원들로서는 우선 Point source(점오염원) Area source(면 또는 지역 오염원) 그리고 Mobile Source이다. Point Source에는 발전소, 대규모 공장 및 산업시설, 대형 보일러를 갖고 있는 관공서, 아파트 단지, 학교, 호텔, 공공건물들이 손꼽힐 수 있을 것이다.

Area source들로서는 난방용 연료를 사용하는 일반주택, 산업용 소규모 보일러나 소각로, 그리고 소규모의 공장이나 산업시설들을 칭하게 된다. 이 두가지 오염원들은 실제로 고정된 위치에서 오염물을 방출하는 정지오염원들이라 말할 수 있으며 그와는 다른 이동 오염원들이 또한 조사되어야 한다. 이동오염원으로는 승용차, 트럭, 버스 등을 포함한 각종차량, 기관차, 선박, 비행

기 등이 이 범주에 속하게 된다. Meteorological data로서는 풍속, 풍향, 지상온도, 대기의 혼합층을 계산하기 위한 수직온도분포, 일조도, 일출 일몰시간 등이며, 연구자로부터의 Plume rise를 계산하기 위하여 연구 및 배출가스의 자료들이 또한 요구된다. 대기 오염도의 조사에 있어서는 실제로 조사성분을 정한 후 그 오염물들의 측정 지점을 선택하는 것이 제일 중요하다.

총 부유분진(TSP), 이산화황(SO₂), 질소산화물(NO_x), 이산화탄소(CO₂), 탄화수소(HC), Ozone이 주요 조사성분으로 널리 알려져 있다.

주요 측정 지점에서의 측정빈도는 모든 주요 조사성분에 대해 24시간, 365일 연속측정을 원칙으로 하며, 그외의 측정 지점에서는 계절별, 월별 또는 일정기간 동안 선정된 조사성분에 한해서만 측정한다.

〈문제 2〉 대도시 오염의 가장 문제되는 점인 Diesel 차량의 매연문제인 바 운행중인 디젤자동차의 정화기를 포함한 매연감소 대책을 설명하시오

(1) 소형경유자동차의 연료전환

유가정책에 따른 휘발유와 경유와의 가격차이 때문에 소비자가 경유자동차를 선호함에 따라 1톤이하 화물자동차나 15인승이하 소형승합차, 째 등이 대부분 경유자동차로 제작·판매되고 있어 경유차 비율이 외국보다 높다.

이들은 또한 과적이나 정비불량·난폭운전 등 나쁜 운전습관에 따라 매연배출이 더욱 심하기 때문에 연료를 전환하는 것이 매연을 감소시키는 확실한 방법이라고 판단, 정부에서는 1차('90-'91)로 15인승이하 승합(째포함)과 1톤이하 화물을 2차('91-'93)로는 35인승이하 승합과 3톤이하 화물을 연료전환대상으로 삼고, 휘발유나 L-PG, CNG로의 전환을 추진중이다.

이에 '90년에는 일부 소형승합자동차의 연료전환을 추진하여 휘발유용 베스트(9인승, 기아자동차)를 '90.7월 부터 시판하고 있고, 현대자동차의 그레이스와 아시아자동차의 록스타째은 '90년 생산예정으로 인증시험중이다.

(2) CNG LPG혼소장치 부착 실용화

이미 출고되어 운행되는 버스 등의 매연감소대책은 연료전환장치를 부착하거나 매연여과장치 등 후처리정화장치를 부착하는 방법 등이 있으나, 현재 실용화되어 있는 것은 LPG나 CNG(Compressed Natural Gas) 등의 청정연료와 경유를 혼소하거나 전소하는 장치가 개발되어 있어, 정부에서는 1차로 시내버스에 이러한 혼소장치를 부착하여 실용화할 계획을 추진중이다.

CNG와 혼소시 매연뿐만 아니라 NO_x, CO, HC 등도 많이 감소하는 것으로 알려졌다.

이 실용시험계획이 성공하면 서울, 부산, 대구, 대전, 인천, 광주 등 직할시급 이상 대도시 시내버스를 1차 전환대상으로 하고, 소형경유자동차중 연료전환대상인 소형승합차 또는 소형화물차 그리고 매연이 심한 청소운반차 등을 대상으로 추진할 계획이다.

현재 검토하고 있는 전환장치는 CNG 75%—100%사용할 수 있는 장치로서 이태리, 뉴질랜드, 호주 등 세계 각국에서 이미 사용하고 있고, 우리나라 버스엔진에 부착시 기술적 문제점 등을 검토할 예정이며 빠르면 '92년 부터 일부 CNG혼

소차량이 서울에서 운행될 것이다.

(3) 시내버스의 고출력화 추진

우리나라의 대중교통 수단은 서울을 비롯한 주요 대도시가 모두 시내버스에 의존하고 있다.

서울은 인구1,000만이 넘는 거대 국제도시임에도 불구하고 전체 교통인구의 50%이상을 시내버스에 의존하고 있고, 대량운송 수단인 지하철은 18%정도에 불과하다. 세계 주요 도시들의 지하철 운송분담율은 보통 70% 이상(동경 76% 런던 75%, 뉴욕 72%)인 것과 비교하면 서울의 교통문제를 이해할 수 있을 것이다.

출·퇴근시의 교통인구가 집중될 때는 시내버스 정원을 2-3배 초과하여 과승상태로 운행하게 되고, 이에 따라 시내버스는 출력부족으로 심한 매연 발생과 함께 차량의 조기 노후화를 촉진하게 되어 악순환이 계속된다.

현행 시내버스는 대부분 180마력에서 185마력 수준의 엔진을 탑재하고 있는데 승객은 150-200명(정원 80-85명)을 태우고 운행하는 것이 현실이다.

이러한 출력부족을 해결하기 위하여 시내버스와 좌석버스의 엔진출력을 225-230마력 수준으로 상향조정하여 '91.1월 부터 출고하도록 하였다.

1차 보급지역은 서울, 부산, 대구, 인천, 광주, 대전 등 6대 도시로 하고 '92년부터는 전국적으로 확대할 계획이다.

이렇게 출력을 높임으로써 차량의 노후화를 방지하고 등판성능, 속도, 발진가속성 등을 향상시켜 무리한 운행에서 발생하는 매연과 기타 배출가스 배출량을 크게 감소시킬 수 있다고 생각한다.

(4) 후처리정화장치 등 매연 감소장치 개발

경유자동차의 매연은 연료의 불완전연소에서 발생하는 유리탄소가 주성분으로서 여과장치를 통하여 제거하는 기술이 세계 각국에서 활발히 연구중이다.

현재 연구중인 여과장치로는 산화촉매 여과장치, 세라믹여과장치 등이며 이들은 수년내에 실용화 될 전망이다.

또한 공연비를 개선하기 위한 터보차저(Turbo-charger), 인터쿨러(Inter-cooler), 완전연소를 촉진시키기 위한 연료첨가제, 엔진예열장치, 배기가스를 재순환시켜 오염물질 배출량을 감소시키는 EGR(Exhaust Gas Recirculation) 장치 등 여러가지 정화장치나 오염물질 배출량을 줄일 수 있는 방법들이 연구개발되고 있다.

우리나라도 국립환경연구원 산하 자동차공해 연구소에서 이러한 정화장치나 감소방법들에 대한 연구와 실험을 계속하고 있으며, 자동차제작사 또는 각종 전문연구기관에서도 연구개발을 활성화 하도록 정책을 추진할 계획이다.

(5) 매연단속 강화

오염물질이 적게 배출되는 좋은 차를 만드는 것이 보다 중요하지만 이를 어떻게 잘 관리하느냐 하는 것도 못지않게 중요하다. 앞서도 언급한 바와 같이 우리나라는 자동차 문화가 정착단계에 있기 때문에 아직도 과적, 과속, 난폭운전 등 자동차의 운행상 또는 관리상 많은 문제점을 가지고 있다.

이러한 문제점들은 대부분 심한 매연발생 등 공해를 야기시키기 때문에 이에 대한 대책으로 매연단속을 강화하고 있다.

지금까지는 15개시·도와 6개 지방환경청에서 대부분 비상설 매연단속반을 편성하여 비정기적으로 단속을 실시하여 왔으나, '90년 추가예산편성시 40개 상설 매연단속반을 증설하는 예산을 반영하여 차량 40대, 인원 120명, 각종 정밀장치(매연측정기, CO/HC측정기, 소음측정기 등) 178조와 비디오 측정장치 23조 등을 확보하고 현재 단속을 실시중이다.

특히 이번 상설매연단속반은 정지상태에서의 무부하급가속 측정방식에 의한 매연측정반 20개반과 운행상태에서의 매연 배출을 감시 단속할 수 있는 비디오단속반 20개반을 설치한 점이 특징이다.

특히 비디오단속반은 운행중인 자동차에서 배출되는 매연정도를 비디오카메라를 사용하여 테이프에 녹화시킨 후 이를 모니터와 재생기를 사

용하여 영상으로 재현시킨 후 매연 배출농도를 매연농도 표준치와의 불투명도를 비교하여 매연도를 판독하여 배출허용기준 초과 여부를 확인함으로써 도심지나 고갯길 등 매연과다 발생지역에서의 교통혼잡이나 시민불편을 고려하여 효과적인 단속을 실시할 수 있는 장점이 있으며, 비디오 단속반 21개반 운영시 년 300만대 이상 감시할 수 있다.

또한 측정용 비디오장비는 고화질용 카메라와 재생기를 사용하여 측정정도를 높이고, 관련분야 전문가로 하여금 판정토록 함으로써 판정방법의 객관화를 꾀하였다.

상설매연단속반과 비디오단속반은 사법경찰권을 가진 매연단속 전문직원으로 편성하여 운영중이며, 15개 시·도에서도 현재의 비상설단속반을 상설화하는 방안을 추진하고 있어, '91년 말에는 전국적으로 50개 이상의 상설단속반이 활동할 수 있을 것으로 전망된다.

또한, 지금까지는 운행차 배출허용기준은 환경보전법에 설정하고 기준을 초과한 자동차에 대한 처벌은 자동차관리법 조항을 적용하므로써 법 적용이 일원화 되지 않아 불편을 초래하였으나, 대기환경보전법의 공포시행에 따라 '91.2.2부터는 기준설정과 단속 처벌이 대기환경보전법으로 일원화 되었다.

자동차관리법에서는 기준초과시 100만원 이하 벌금, 1년 이하 징역에 처하도록 되어 있었으나, 대기환경보전법에서는 200만원 이하 벌금과 6월 이하 징역에 처하도록 하여 벌금액을 배로 증액하여 실질적으로 처벌을 강화하였다.

또한 기준을 초과한 자동차에 대하여는 10일 이내의 운행정지를 병과할 수 있도록 하여 매연을 뿜으면서 운행을 못하도록 하였다.

자동차의 사용정지명령시에는 매연을 줄일 수 있는 개선조치로서 가스연료의 사용장치부착, 후처리장치부착, 연료공급장치의 부착 및 교체, 매연억제용 첨가제 사용 등의 방법을 병과할 수 있도록 하였다.

앞으로는 매연을 내뿜으면서 거리를 다닐 수

없도록 시내 뿐 아니라 고속도로, 국도, 지방도로와 차고지 등에서 집중적으로 단속을 실시할 계획이다.

다. 경유의 품질개선

경유는 매연과 관계가 깊은 10% 잔류탄소량과 황함량을 규제하고 있는데 입자상물질과 황산화물 배출량과 직접 관계가 있는 황분은 '93년부터는 0.4%에서 0.2%로, 다시 '96년부터는 0.1% 이하로 기준을 강화하였다.

앞으로 연료의 품질을 향상시키기 위하여 계속하여 기준을 강화하고 규제항목을 확대할 계획이다.

〈문제 3〉 매년 여름이면 악취공해에 대한 민원이 급격히 증가하고 있는데 악취를 발생하는 물질들의 종류들(3가지이상)을 들고 그들의 저감 대책을 논하시오

1. 주요악취물질을 발생원과 함께 보면 다음과 같다.

① 자연발생원

박테리아에 의한 단백질 분해, 약류의 대사
Robinson의 추정

H_2S 육상 6~8~ 10^7 톤/년

해상 3×10^7 톤/년

NH_3 3.7×10^9 톤/년

② 인공발생원

㉠ 정유공장

H_2S , 메틸캡탄, 페놀 화합물, 니프텐산, 유기설파이드, 유기아민알데히드, 암모니아, 기타 쇠상방향족 화합물

㉡ 화학공장(석유화학 포함)

방향족 탄화수소, 사염화탄소, 함염소탄화수소, H_2S , CS_2 , 파라핀, 치오펜, 아세트알데히드 등

㉢ 종이, 펄프공장

H_2S

㉣ 코크스로

H_2S

㉤ 동물, 물고기의 사육 및 처리

가) 소, 돼지, 닭의 사육 : NH_3 , H_2S , 유기아민 등

나) 동물, 물고기 처리 : amine류, H_2S , Skatol, 황화물, 메틸메르캡탄, 알데히드 유기산 특히 trimethylamine

㉥ 연소

나무, 석탄, 기름, 가스 등의 불완전연소에 의한 알데히드, 케톤, 유기산, 황화수소 등 또 디젤 엔진 배기에서는 포름알데히드, 아크로레인, 이산화질소 등이 발생

㉦ 폐수, 분뇨처리장

메틸메르캡탄, 염화메틸, 암모니아, 아민, 인돌, 스카톨 등

2) 악취제거 대책

악취를 제거시키는 방법은 악취의 발생원을 근절시키거나 혹은 변화시키는 방법, 희석방법, 산화방법, 흡착 및 흡수 방법, 응결시키는 방법, 위장시키는 방법 등이 사용된다.

(1) 악취의 발생원 제거 및 감소법

악취가 발생되는 곳을 적절히 밀봉시키거나, 제거시키거나 혹은 변화시킨다. 즉 온도, 압력, 배출량 및 운전을 조정하여 큰 효과를 볼 수 있다.

온도와 냄새의 관계는 단순하지 않으나 냄새나는 가스를 식히는 경우에는 냄새가 응결되어 제거 가능하다. 또한 악취가 발생되는 과정의 압력을 높히거나 혹은 낮추어서 악취가 외부로 새지않도록 할 수도 있고, 환기를 충분히 하여 악취를 희석시킬 수 있다. 환기를 하는 경우에는 냄새가 증발에 의해서 더 심하게 발생하는 경우도 있고 특히 폭발성인 경우에는 위험해진다.

(2) 희석방법

희석방법은 취기를 희석시킴으로써 감지되지 않도록 하는 방법으로서 가장 염가이다. 이 방법은 굴뚝에 희석공기를 충분히 공급하고 굴뚝으로부터의 분출속도를 증가시켜주거나 혹은 공장을 인가로부터 멀리 위치시키거나 하는 방법이 있다.

(3) 연소산화방법(combustion oxidation)

대부분의 냄새유발물질이 유기성이기 때문에 완전히 산화시키는 경우에는 냄새도 제거된다. 만약 불완전 산화가 되는 경우에는 산화를 시키기 이전보다 더 고약한 악취를 발생시키는 경우도 있으므로 주의해야 된다. 즉, 포화된 탄화수소, 알콜 및 aromatics은 냄새가 있더라도 매우 적는데 이것이 불완전 산화되어 신냄새 등을 유발시키는 formaldehydes(CH_2O), 유기산(RCOOH), aromatic aldehydes(ArCHO) 혹은 불포화된 aldehyde나 산이 형성되기 때문이다. 이러한 불완전 산화된 물질이 완전산화되면 냄새는 자동적으로 제거된다.

취기의 근본인 유기물질을 산화시키는 경우에 소요연소온도는 유기물질마다 다르다. 특히 산화가 잘 안되는 물질에 대해서는 특별히 유의하여야 한다. 대체로 온도가 약 760°C 정도가 되면 0.3분내에 거의 완전산화가 가능하다고 한다.

일반적인 연소기로부터의 냄새를 제거시키기 위해서는 냄새를 제거시키기 위한 특별한 방법을 사용한다. 즉 연소후에 발생하는 가스를 다시 태우는 afterburner를 사용한다. 충분한 온도를 유지시키기 위하여 연료를 공급하기도 한다. 또한 소요되는 온도를 낮추어 주기 위해서 촉매도 사용되어진다. 이 경우에 있어서는 소요온도가 약 290°C 로 낮아지기도 한다. 대체로 불꽃의 온도에 의존하는 경우의 소요 온도는 1370°C 이상이며 촉매를 사용하는 경우에는 약 $320\sim 480^\circ\text{C}$ 이다.

(4) 화학적 산화방법(chemical oxidation)

염소나 hypochlorite, ozone, hydrogen peroxide(H_2O_2), KMnO_4 등과 같은 산화제를 사용해서 유기물질을 산화시키는 방법이다. 하지만 이러한 산화제가 유기물질을 H_2O 와 CO_2 로 완전산화시키지 못하는 경우에는 문제가 초래된다. 대체적으로 불완전 산화시킨다.

화학적 산화방법에서 염소를 직접 가스체로 주입시키는 경우는 흔하지 않다. 왜냐하면 염소의 독성과 냄새 및 부식성 때문이다.

(5) 흡착방법(adsorption)

유기성 물질로 구성된 가스나 냄새는 흡착방법으로 제거가 가능하다. 흡착제로는 활성탄소(activated carbon)가 가장 흔히 사용되고 실리카겔(silicagel)도 사용된다. 이러한 흡착제는 온도와 습도에 영향을 받아 그 흡착능력이 저하된다. 활성탄소는 재생이 가능하나 실리카겔은 불가능하다. 특히 활성탄소가 가열되면 가스체의 산화와 불해과정의 촉매역할을 하므로 유의하여야 한다.

(6) 흡수방법(absorption)

흡수방법은 수용해성인 HCl이나 암모니아와 같은 무기가스를 제거시키기 위해서 사용되는 방법이다. 흔히 물로 세정시키는데 물만 가지고 안될 때는 약품을 주입시킨다. 그 예로써 H_2S 가스를 제거시키는 경우에 amine 용액을 가하며, 흔히 냄새를 제거시키기 위하여 과망간산카리(KMnO_4)를 가하여 제거효율을 높이기도 한다. 이와 같이 흡수방법에서는 "Wet scrubber"를 이용한다.

(7) 응결방법(condensation)

이 방법은 악취를 풍기는 가스체를 응결 혹은 냉각시켜서 응축시키는 방법이다. 응결방법에는 두 가지 방법이 있는데 접촉응결(Contact condenser)과 표면응결(surface condenser) 방법이다.

접촉응결방법은 냄새나는 가스체를 직접 냉각제, 수증기 등으로 혼합시켜서 냉각시키는 방법이며 표면응결은 냉각된 표면에 가스체를 접촉시켜서 냉각시키는 방법이다. 접촉방법의 결점은 물 오염을 유발시킬 수 없다는 점이며, 또한 이러한 물이 방류될 때 냄새를 풍길 수 있다는 점이다.

(8) 위장방법(counteracting and masking)

이 방법은 악취를 제거시키는 대신에 다른 취기를 불어 넣어 냄새를 위장시키는 방법이다. 이 방법의 결점은 그 냄새가 특이함으로 싫어하는 사람이 있는 점이다. 미국의 Kansas City의 Johnson county 하수처리장은 살수여과상인데 그 냄새 때문에 처리장 주변에 향료를 살포시키고 있다.

(9) 이온교환수지법

이 방법은 이온교환수지의 +, -극성을 이용하여 악취 성분 중의 음이온기 양이온기를 정기적으로 흡착시키는 작용을 이용하며 이 방법에 있어서 어려운 점은 수지가 비싸고(약1백만원/t) 가끔 재생을 해야 하는 점에 있으며 효율은 탈습, 제진 등을 충분히 지켜준다면 대략 80% 전후의 악취 제거율이 있다고 본다.

장치의 구조는 배관으로 포집된 악취가 송풍기를 거쳐 싸이크론으로 들어간 다음 수세탑에서 처리된다. 여기서 이온흡착과 수지표면의 약간의 다공질에 의하여 물리적 흡착에 따라 악취는 제거된다.

,수지의 이온흡착 능력이 저하되면 곧 소오다액과 염용액으로서 수지를 재생시킨다. 현재 시판되는 수지는 500회 정도의 재생이 가능하다. 재생수지는 버어너의 열통으로 건조시켜서 재이용이 된다.

(10) 전극법

원리로서는 cottrell, 전기집진장치를 습식으로 처리하는 것으로 동심원통의 전극을 사용하여 그 원통 중심에 침금(針金) 전극을 음극으로 하여 이것들의 전극간에 50~100kV의 직류 전압을 가하여 코로나 방전에 따라 대전된 악취를 반대측 전극에 포집시킨다.

악취와 함께 수증기도 외부 원통전극에 포집되어 이 전극통의 상부에서 원통내로 물이 통과함으로써 포집된 악취는 물과 함께 되어 적하하기 때문에 습식고압전극법이라고 한다.

(11) 토상여과

<문제 4> 근년에도 서울 등 대도시는 겨울철 아침 6-8시경이면 뿌옇게 스모그가 끼인 하늘을 볼 수 있는데 뿌옇게된 요인과 대책을 논하시오.

도시 대기중에는 매연이나 입자상 물질 같은

응결핵이 많아서 야간의 방사냉각과 함께 도시안개(이런 경우는 Smog가 타당)의 발생이 촉진되며(상대습도 70%이상이면 가능) 또 습기가 많은 공기가 유입되거나 저온의 공기가 이루어 오면 안개가 발생하기 쉽다. 이렇게 생성된 도시안개가 형성된 기온역전층내에 머무르고 있어 피해를 가중시킨다. 발생계절은 가을에서 겨울철에 걸쳐 특히 10월에서 다음해 1월 사이에 가장 많다. 이 smog현상은 도시기후의 현상의 일종이며 도시나 공업지역의 대기오염이 그 주요원인인 이상 여러가지 대책으로 도시나 공업단지의 대기오염을 감소시켜 나가야 할 것이다.

<문제 5> 주어진 환경용량의 대기공간일지라도 대기오염도를 심화시키는 공동환경인자가 있다. 이에 대하여 아는 바를 설명 하시오.

대기오염도가 심화되는 것은 오염물질의 분산(확산)이 잘 이루어지지 않고 축적되기 때문에 일어나는 것으로 분산이나 축적에 영향을 많이 미치는 환경인자를 설명하면 아래와 같다.

① 바람(풍향, 풍속)의 영향

배출구로부터의 유하방향의 오염물질의 농도는 배출량에 비례하고 풍속에 반비례한다. 바람이 없거나 약할 때 오염물질의 수평확산이 어렵다.

② 수직방향 온도분포(기온역전)

대류권에서는 일반적으로 고도가 높아질수록 기온이 낮아진다. 이 경우에는 오염물질이 포함된 더운 공기는 계속 상승하여 분산이 잘 이루어진다. 반대로 주변 공기 온도가 고도에 따라 상승하면(체감울-) 기온역전이라하여 더운 공기가 찬 공기를 덮고 있다. 이러한 역전상태에서는 오염물질의 확산이 되지 않아 농축이 일어난다.

상담 및 문의 전화 484-1867

내가 버린 오염물질 순환되어 내 몸속에