

경기도 산업단지의 악취관리 및 분석 솔루션

조덕희 · 송일석

경기도보건환경연구원 악취분석팀

발 표 순 서

- 악취관리 개요
- 악취방지법
- 악취공정시험방법
- 경기도 산업단지의 악취관리
- 결 언

악취 관리 개요 (1)

- 악취는 직접 후각으로 느끼는 환경오염의 지표로서 극히 낮은 농도에서도 피해를 유발하여 대기 질 전반에 대한 불신을 초래
- 또한 많은 종류의 성분이 섞여 발생하는 복합적인 감각공해로 악취의 강도만으로 인체에 어떤 영향을 미치는지 판단하기 어려움
- 공장지역과 주거지역이 근접 또는 혼재하여 악취오염에 근본적으로 취약한 구조의 도시 형성

악취 관리 개요 (2)

- 대기배출시설 위주의 관리로는 악취 민원 발생저감 한계
- 악취는 국민의 삶의 질과 직결된 환경문제로 이를 체계적으로 다룰 별도의 규정이 필요
- 2004년 2월 악취방지법 제정
- 2005년 2월 시행령 및 시행규칙을 공포하여 악취관리를 실시
- 2005년 2월 악취공정시험방법 고시

악취 방 지 법 (1)

□ 개 요

- 악취관리는 자치단체 고유사무로 규정
- 악취관리지역의 지정을 통한 문제지역 중심의 관리
- 지역실정에 적합한 악취배출허용기준의 설정·관리
- 사업장 단위의 규제 기준 적용
- 악취배출시설에 대하여 사전규제 병용
- 측정법의 객관성을 확보하기 위해 악취검사기관 제도 신설
- 주기적인 악취실태조사에 의한 악취관리

악취 방 지 법 (2)

□ 목 적

사업활동 등으로 인하여 발생하는 악취를 방지함으로써 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있게 함

□ 용어정의

- 악취 - 황화수소, 메르캅탄류, 아민류 그 밖에 자극성이 있는 기체상태의 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새
- 지정악취물질 - 악취의 원인이 되는 물질로서 환경부령이 정하는 것

악취방지법(3)

<지정악취물질>

종 류		적용시기
1 암모니아	7 아세트알데하이드	2005년 2월 10일부터
2 메틸메틸탄	8 스타이렌	
3 황화수소	9 프로피온알데하이드	
4 다이메틸설파이드	10 뷰티르알데하이드	
5 다이메틸다이설파이드	11 n-발레르알데하이드	
6 트라이메틸아민	12 i-발레르알데하이드	
13 톨루엔	16 메틸아이스뷰티르케톤	2008년 1월 1일부터
14 저일렌	17 뷰티르아세테이트	
15 메틸에틸케톤		
18 프로피온산	21 i-발레르산	2010년 1월 1일부터
19 n-뷰티르산	22 i-뷰티르알코올	
20 n-발레르산		

악취방지법(4)

□ 악취실태조사

- 시·도지사는 환경부령이 정하는 바에 따라 악취관리지역 안의 대기 중 지정악취물질의 농도와 악취의 정도 등 악취 발생실태를 주기적으로 조사하고 그 결과를 환경부장관에게 보고
- 시·도지사는 관할구역 안에서 악취로 인하여 발생한 민원 및 그 조치 결과 등을 환경부령이 정하는 바에 따라 매년 환경부장관에게 보고

악취방지법(5)

□ 배출허용기준 및 엄격한 배출허용기준

<복합악취 >

구 분	배출허용기준 (피석배출)		엄격한 배출허용기준의 범위	
	공업지역	기타지역	공업지역	기타지역
배출구	1000 이하	500 이하	500 - 1000	300 - 500
부지경계선	20 이하	15 이하	15 - 20	10 - 15

악취방지법(6)

<지정악취물질>

구 분	배출허용기준 (ppm)		엄격한 배출허용 기준의 범위
	공업지역	기타지역	
1 암모니아	2 이하	1 이하	1 - 2
2 메틸메틸탄	0.004 이하	0.002 이하	0.002 - 0.004
3 황화수소	0.06 이하	0.02 이하	0.02 - 0.06
4 디메틸설파이드	0.05 이하	0.01 이하	0.01 - 0.05
5 디메틸디설파이드	0.03 이하	0.009 이하	0.009 - 0.03
6 트리메틸아민	0.02 이하	0.005 이하	0.005 - 0.02
7 아세트알데하이드	0.1 이하	0.05 이하	0.05 - 0.1
8 스타이렌	0.8 이하	0.4 이하	0.4 - 0.8
9 프로피온알데하이드	0.1 이하	0.05 이하	0.05 - 0.1
10 뷰티르알데하이드	0.1 이하	0.029 이하	0.029 - 0.1
11 n-발레르알데하이드	0.02 이하	0.009 이하	0.009 - 0.02
12 i-발레르알데하이드	0.06 이하	0.003 이하	0.003 - 0.06

악취방지법(7)

- 복합악취 - 두 가지 이상의 악취물질이 복합적으로 존재하면서 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 냄새
- 배출허용기준의 측정 - 복합악취 측정을 원칙으로 하며, 사업자의 악취물질 배출여부를 확인한 필요가 있는 경우에는 지정악취물질을 측정할 수 있음
- 복합악취 측정 - 공기회석관법
- 지정악취물질 - 기기분석법

악취방지법(8)

□ 악취검사기관

악취검사기관은 다음 중에서 환경부장관이 지정하는 자로 함

- 국·공립연구기관
- 고등교육법에 따른 대학
- 특별법에 따라 설립된 법인
- 환경부장관의 설립허가를 받은 환경관련 비영리법인
- 국가표준기본법 제23조의 규정에 따라 인정된 화학분야의 시험·검사기관

악취방지법 (9)

<악취검사기관의 검사시설·장비 및 기술인력 기준>

기술인력	검사시설 및 장비
대기환경기사 1인	- 공기회석관능 실험실 - 지정악취물질 실험실 - 무위공기 제조장비 1식
악취분석요원 1인	- 악취회석장비 1식
악취판정요원 5인	- 악취농축장비(필요한 측정, 분석장비별) 1식 - 지정악취물질을 악취공정시험방법에 의하여 측정, 분석할 수 있는 장비 및 실험기기 각 1식

악취공정시험방법 (1)

□ 개요

- 환경부장관은 악취측정을 정확하고 통일되게 하기 위하여 악취공정시험방법을 고시하여야 함 (악취방지법 제5조 악취공정시험방법)
- 국립환경연구원고시 제2005 - 4호(2005. 2)

악취공정시험방법 (2)

□ 필요성

- 규제악취물질 8 → 22항목 확대
신규 악취물질의 공정시험방법 수립
- 직접관능법을 폐지
공기회석관능법과 기기분석법으로 법적규제
- 최신 분석기기와 분석기술의 적용 및 검토
- 현장 연속모니터링 시험방법 도입

악취공정시험방법 (3)

□ 관능시험방법 개선

- 공기회석관능법
 - 냄새주머니 재질 테프론 → 테프론, 테플라, 폴리에스테르 확대
 - 관능법 시험결과 개선 → 최소 희석배수에 대해 2회 반복시험 도입
 - 관능요원에 대한 DB구축과 교육 실시
- 분리컬럼 팩키드 컬럼 → 캐피어리 컬럼
- 저온농축 역체질소 → 저온농축시스템의 자동화
- 분석장비 추가 UV, GC → UV, GC, HPLC, IC, DOAS 확대
- 검출기 확대 TCD, FID, FPD → FID, FPD, PFPD, ECD, NPD, MS 확대

공기회석관능법 (1)

□ 개요

- 주 시험방법
- 기계상대의 물질이 사람의 후각을 자극하여 불쾌감과 혐오감을 주는 악취물질을 측정하기 위한 방법을 규정
- 악취물질의 측정은 공기회석관능법을 원칙으로 하며
- 사업장의 배출구와 부지경계선에서 시료채취

공기회석관능법 (2)

□ 측정장치 및 기구

종류	구비조건	사전 준비사항
시료채취용기	- 휘기성분이 높고, 투과, 상호반응에 의해 변질되지 않을 것 - 테프론, 테플라, FE 재질 (3-90L)	무위로 1회 이상 세척 (냄새주머니 무위상태 확인)
시료채취관	- 정밀관, 편연교무 재질 사용 불가	사용전 이물질 제거 (무위공기로 10분 이상 세척)
판막시험트	- 흡입유량 5L/분 이상	
시료충입장치	- 시료채취 및 시료보관을 위한 장치	적사정선 차단 (차광용기나 차광막사용)
기타	무위공기제조장치, 주사기(1mL이하), 마스크, 판정요원선정용시력표 등	

공기회석관능법 (3)

□ 시료채취

- 시료채취 시 조사사항 ⇒ 악취시료 채취 기록표 작성
 - 공장의 입지여건, 배치상태, 조업상태 현장 악취분포, 기상상태
- 채취지점 선정
 - 부지경계 악취가 가장 높을 것으로 판단되는 부지경계선
 - 배 출 구 높이가 5m이상의 배출구로 악취가 가장 높을 것으로 판단되는 측정공 또는 최종배출구
- 시료채취
 - 채취자는 신체의 청결 및 채취된 샘플과 채취관을 시료로 3분간 휴식
 - 시료주머니에 시료를 1회 이상 채우고 배기 한 후 시료채취
 - 시료채취는 1-10 l/min의 유량으로 5분 이내

공기회석관능법 (4)

□ 시료의 운반 및 보관

- 시료는 상온 유지 및 직사광선을 피할 수 있도록 운반, 보관
- 시료채취 후 48시간 이내에 시험

□ 판정요원선정용 시험액

시험액	분자식	농도	제조용액	냄새의 성격
초산	CH ₃ COOH	1.0 wt%	염류수	식초 냄새
트리메틸아민	(CH ₃) ₃ NH	0.1 wt%	염류수	생선썩는 냄새
메틸시크로헥시논	C ₉ H ₁₆ O	0.32 wt%	유동파라핀	달콤한 썩당타는 냄새
B-피닐아세트알데하이드	C ₉ H ₁₀ O	1.0 wt%	유동파라핀	장미향 냄새

공기회석관능법 (5)

□ 분석절차

- 공기회석 및 관능시험은 환기장치의 설치나 통풍이 원활한 방에서
 - 부지경계 10, 30, 100배
 - 배 출 구 300, 1000, 3000배 로 3배수씩 증가시키면서 관능시험
- 관능시험 결과치 산정
 - 회석배수 최대값과 최소값을 제외한 나머지를 기하평균값
 - 결과표기 : 소수점 첫째자리까지 계산, 결과는 정수로 표기
 - 판정방법 배출허용기준에 따라 적합, 부적합으로 표기

기기 분석법 (1)

□ 개요

- 암모니아, 황화합물, 아민류, 알데하이드류, 스타이렌의 배출허용기준의 지정악취물질 시험방법
- 부지경계에서 채취
- 악취물질 배출여부를 확인할 필요가 있는 경우에 측정

기기 분석법 (2)

□ 악취물질별 시료채취

악취물질	시료채취 방법		채취기구	비고
	방법	유량		
암모니아	공산용액흡수법	유량 10 l / 분으로 5분 이내	임편저	◎
인산함염여과지	유량 10-20 l / 분, 5분 이내	여지채취		
트리메틸아민	공산용액흡수법	유량 10 l / 분으로 5분 이내	임편저	◎
황산산성여과지	유량 10 l / 분으로 5분 이내	여지채취		
황화합물	태들라, 테프론, PE	유량 1-10 l / 분, 3-20 l	흡인상자	◎
알데하이드류	DNP히카트리지	유량 1-2 l / 분, 5분 이내	카트리지	◎
	태들라때 등에	5분 이내	흡인상자	
스타이렌	태들라, 테프론, PE	유량 1-10 l / 분, 5분 이내	흡인상자	◎
	캐니스터, 휴라판	-	-	

기기 분석법 (3)

□ 항목별 시료분석

악취물질	분석방법	분석장비	결과표시	
			단위	표기값(소수점)
암모니아	흡광광도법	UV/VIS	PPM	1
트리메틸아민	HS-SPME	GC/NPD	PPM	3
황화합물	저온농축	GC/PPPD	PPM	CH ₃ SH, (CH ₃) ₂ S ₂ 3 H ₂ S, (CH ₃) ₂ S 2
알데하이드류	DNPH유도체	HPLC	PPM	아세트, 프로피온 2 부티르, n,1-발레르 3
스타이렌	저온농축	GC/FID	PPM	2

경기도산업단지 의 악취관리 (1)

□ 개 요

- 시화 및 반월산업단지 등은 공업지역과 주거지역이 근접 또는 혼재하여 악취오염에 근본적으로 취약한 구조로 도시가 형성되어 있음
- 연간 환경민원의 대부분이 악취현상과 관련된 내용으로 쾌적한 대기질을 원하는 요구가 점점 커지고 있음

경기도산업단지 의 악취관리 (2)

□ 경기도보건환경연구원 악취검사기관 지정

- 지정일시 : 2005. 3. 22
- 지정내용 : 복합악취, 지정악취 12항목
- 악취검사기관 지정 현황 (25개 기관, 2005 11 10 현재)
 - 시·도 보건환경연구원 15
 - 대학 순천제일대, 전북대, 강원대, 울산대, 수원대, 금오공대(6)
 - 기타 산업기술시험원, 서해환경연구소, 환경관리공단, 산업공해연구소 (4)

경기도산업단지 의 악취관리 (3)

□ 악취관리지역 현황

- 경기도 악취관리지역 지정 - 4개 산업단지(2005 5 16)
 - 시화국가산업단지 (업체수 3,834)
 - 반월국가산업단지 (업체수 2,115)
 - 반월도금지방산업단지 (업체수 76)
 - 아산국가산업단지 포송지구 (업체수 140)
- 울산광역시 악취관리지역 지정 - 2개 산업단지(2005 3 17)
 - 울산·미포국가산업단지
 - 온산국가산업단지

경기도산업단지 의 악취관리 (4)

□ 악취실태조사

- 목 적
 - 악취관리지역 안의 대기 중 악취물질의 농도와 악취의 정도 등을 주기적으로 조사하여 악취관리지역 지정목적에 맞게 악취가 관리되고 있는지를 파악하고,
 - 엄격한 배출허용기준 설정을 위한 기초 자료로 활용
 - 악취관리대책을 효율적으로 추진하여 도민의 쾌적한 환경조성에 기여코자 함

경기도산업단지 의 악취관리 (5)

□ 악취실태조사

- 근 거
 - 악취방지법 제4조 (악취실태조사)
 - 악취방지법시행규칙 제4조 (악취실태조사)
 - 악취관리지역 지정 (경기도 고시2005-143호, 2005 5 16)
- 조사횟수 년 4회(계절별 1회 측정 · 1, 4, 7, 10월)
단, 2005년은 8월과 10월, 2회 측정 (울산 1회, 10월)
- 기준, 풍향, 날씨 등 기상조건을 고려하여 가장 안정적인 측정시기를 악취조사기간으로 설정

경기도산업단지 의 악취관리 (6)

□ 악취실태조사

- 조사지점
 - 악취관리지역 내, 경계구역, 인근 영향(피해)지역으로 구분하여 측정

악취관리지역	계	공업지역	경계지역	영향지역
계	57	19	19	19
시화산업단지	18	6	6	6
반월산업단지	18	6	6	6
반월도금산단	10	3	4	3
아산 포송지구	11	4	3	4

경기도산업단지의 악취관리 (7)

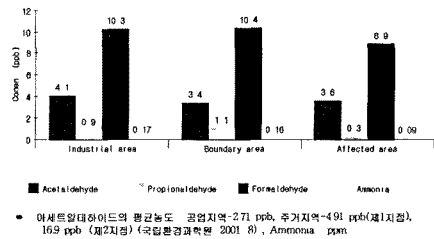
□ 악취실태조사

- 조사항목
 - 복합악취 및 지정악취물질(12종)
 - 기타 기상항목(풍향, 풍속, 습도, 기압, 일사량 등)
- 조사방법
 - 악취공정시험방법에서 정하는 방법에 따라 시료채취, 측정·분석
 - 복합악취 공기괴석관동법으로 해당 전 지역 측정
 - 지정악취물질 GC, LC-MS, UV/VIS 등으로 기기분석
 - 악취는 기상조건에 따라 인근지역에 미치는 영향이 다를 수 있으므로 기후, 풍향, 풍속 등 기상조건을 고려하여 지점 선정

경기도산업단지의 악취관리 (8)

□ 악취실태조사 결과

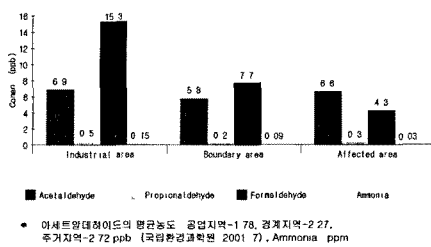
● 반월국가산업단지(10월)



경기도산업단지의 악취관리 (9)

□ 악취실태조사 결과

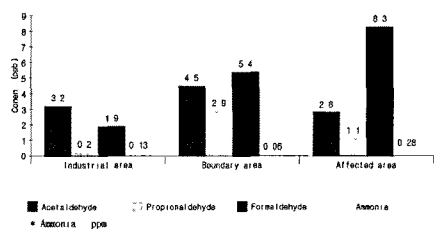
● 시화국가산업단지(10월)



경기도산업단지의 악취관리 (10)

□ 악취실태조사 결과

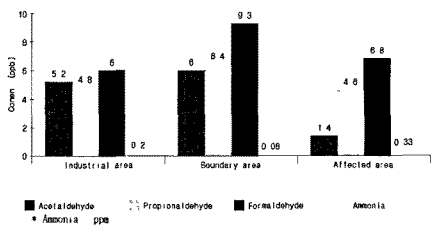
● 반월도금지방산업단지(10월)



경기도산업단지의 악취관리 (11)

□ 악취실태조사 결과

● 아산국가산업단지 포송지구(10월)



경기도산업단지의 악취관리 (12)

□ 측정망에 의한 악취관리

- 현황
 - 시화국가산업단지 1개소 (한국산업기술대학교)
 - 반월국가산업단지 1개소 (원시동)
- 측정항목 (15항목)
 - Open path: 암모니아, 트리메틸아민, 아세트알데하이드, 벤젠, 톨루엔, 스티렌, p-크실렌, 페놀, 이산화황, 포름알데하이드, 이산화질소 (11항목)
 - On-line GC: 황화수소, 황화메틸, 이황화메틸, 메틸머프탄 (4항목)

측정망에 의한 대기오염관리

□ 대기측정망 운영

- 도시대기 측정소(54) SO₂, NO₂, O₃, CO, PM-10, 풍향, 풍속, 온도, 습도 (9 항목)
- 도로변 측정소(4) SO₂, NO₂, O₃, CO, PM-10, TSP, THC, 풍향, 풍속, 온도, 습도 (11 항목)
- 대기 중금속 측정소(2) Pb, Cd, Cr, Cu, Mn, Fe, Ni (7항목)
황사기간 - Al, Ca, Mg, Si (4항목 추가)
- 산성우 측정소(4) pH, 전기전도도, 강우량 (3항목)

결 언

- 경기도 소재 산업단지는 공업지역과 주거지역이 근접 또는 혼재하여 악취오염에 근본적으로 취약한 구조로 도시가 형성되어 있어 악취관리가 어려움
- 따라서 산업단지에서의 악취실태조사를 주기적으로(4회/년) 실시하고 악취측정 2개소를 운영하여 24시간 악취관리
- 경기도는 선도적으로 악취관리를 실시하여 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있도록 최선의 노력을 다하고 있음



Global Inspiration
세계속의 경기도

감사합니다.