



산업유해물질 제어기술 (작업환경 개선 및 설계변경 사례)

김 부 열

· 운해엔지니어링 (eunhae2328@yahoo.co.kr)

작업환경 개선 및 설계변경 사례 (목재가공 공장)

사업장 일반현황

- 사업개요
- 사업장명 : OO산업
- 소재지 : 충북 옥천군 동이면...
- 업종 : 목제품 제조업
- 생산품 : 주방 및 식탁용 목제품
- 근로자수 : 8명

개선추진 배경

- 현장조사 : 2000년 3월 20일
- 현장
- 재단기에 후드가 설치되어있지 않아 목분진

- 이 작업장에 비산되고 있음
- 먼취기 및 목재가공 기기의 후드의 포속속도는 0.2 m/s로 목분진이 후드에 전량 흡입되지 않고 일부가 실내로 비산되고 있음
- 덕트 계통도는 후드 덕트 → 배기팬 → 목분진 저장창고 → 배출로 공기정화장치 없이 배출되고 있음
- 분진 입경은 설문 조사시 10~50 μm 정도이고 실제 현장 조사시에는 재단 작업만하고 있었음
- 목분진을 전량 회수하여 난방용으로 판매하고 있음

개선내용

- 목분진 배출 기기별 후드설치
- 방지시설 설계조건 파악
- 오염물질 : 목분진 (10~30 μm)
- 후드 선단에에서의 포속속도 (Vc) : 5 m/s
- 오염원과 후드와의 이격거리 (X) : 0.1~0.2 m

<표 1> 작업환경 및 유해위험 분포

공정	근로자수	작업내용	취급설비		유해·위험물질
			설비명	운전조건	
원재입고	1	목재입고	지게차	간헐적	-
재단	2	목재를 규격별 재단	린령쇼	8시간/일	목분진 발생
접착	1	재단 전·후 합판 접착	접착기	간헐적	유기용제의 증기
면치	1	흙 및 먼 다듬질	면치기	8시간/일	목분진, 소음
압착	1	가열 히터를 사용 압착과 건조	압착기	간헐적	포름알데히드
출하	1	재단 가공된 반제품을 출하	-	-	

주) 1명은 사무실 직원

<표 2> 목분진 배출기기 및 후드 사양

오염물질 배출기기	대수	후드형태	규격	포속속도 (m/s)	반송속도 (m/s)
린령쇼	1	하방형	0.14 m(W)×0.23 m(H)	5	15
면치기	2	측방형	0.26 m(W)×0.095 m(H)	5	15
목재가공기기	3	하방형	0.26 m(W)×0.1 m(H)	5	15
상판컷타기	1	하방형	0.32 m(W)×0.1 m(H)	5	15



- 배출풍량(Q) : 120 m³/min
 - 덕트 규격산정
 - 정압손실 산정 : 340 mmAq
 - 국소배기장치 종별 선정 : 원심력집진장치 (cyclone)
 - 모터 규격 : 3φ × 380 V × 20 Hp
 - 모터 기동방식 : Y-△ 기동
- 원심력집진장치(cyclone)설계규격
 - 입구폭 : 250 mm
 - 입구높이 : 520 mm
 - 직경 : 1000 mm
 - 출구관경 : 400 mm
 - 원개구부 길이 : 1200 mm
 - 원추부 길이 : 2400 mm
 - 출입관 삽입길이 : 1000 mm
 - 집진구 직경 : 300 mm
 - 제작설치 시운전
 - 제작 : 2000년 3월 25일 ~ 2000년 4월 15일
 - 설치 : 2000년 4월 16일 ~ 2000년 4월 21일
 - 시운전 : 2000년 4월 22일 ~ 2000년 4월 25일
 - 시험, 조정(T. A. B) 상황
 - 후드에서의 목분진 흡입상태 : 양호(5 m/s)
 - 공기(air) 흐름의 균형 상태 : 양호
 - 덕트내 분진퇴적 : 없음
 - 기기소음, 진동사항 : 양호

설계변경

- 소비자 불만 신고 접수
 - 일자 : 2000년 4월 29일
 - 불만사항 : ① 인근 공장 도장품에 비산된 목분진이 부착 품질불량 발생
② 인근 파수원에 목분진이 비산 배꽃 수정이 안됨

- 현장 조사 및 불만사항 해소
 - 국소배기장치의 상부 배기방식을 하부 배기방식으로 변경
 - 모터와 배기팬의 폴리(pulley) 직경비를 조정, 배출풍량은 감소 하였으나 7일후 다시 민원발생
- 원인분석 및 설계변경
 - 설계 오류
 - ① 오염물질 성상파악 미흡(목분진의 크기)
 - ② 주변지역 특성 파악 미흡
 - ③ 국소배기장치 기종 선정ミス
 - 설계 변경
 - ① Air Pulse Type Bag Filter 추가설치
 - ② 정압손실 증가로 모터교체(3φ × 380 V × 20 Hp → 3φ × 380 V × 20 Hp)
 - ③ 배기구 위치조정
 - ④ 배기구 배출방향 변경

결론

- 목분진 비산에 대한 소비자 불만사항 Air Pulse Type Bag Filter를 추가 설치하여 가동시킨 결과 소비자 불만 사항이 접수되지 않았음
- 목분진은 미세분진이 다량 함유되어 원심력공기정화장치(cyclone) 방식으로 완벽하게 잡지 못하고 있음
- 방지시설 선정시에는 주변지역 특성을 고려해야 함방지시설 선정시에는 주변지역 특성을 고려해야 함

작업환경 개선 및 설계변경 사례 (화학실험실)

사업장 일반현황

- 사업개요



<표 3> 작업환경 및 유해위험 분포

공정	근로자수	작업내용	취급설비		비고
			기기명	근무시간	
시약제조	1	표준시약제조	일반 시험기기	8시간/일	악취, 유기용제 증기
공정시험	3	· 산알카리 중화적정 · 요오드값 측정 등	일반 시험기기	8시간/일	산, 알카리 증기
기기분석	3	정밀기기분석	GC, AA 등	8시간/일	유기용제 증기, 흡
연구개발	2	연구 프로젝트에 대한 실험	일반시험 기기 정밀시험 기기	8시간/일	유기용제 증기 악취, 산증기, 분진, 유기용제 증기

주) 3명은 사무실 직원임

- 사업장명 : OO기기
- 소재지 : 서울시 강남구 압구정동 빌딩 OO 4F, 5F
- 업종 : 분석시험 대행업 및 연구개발
- 근로자수 : 12명

개선추진 배경

- 현장조사 : 2000년 8월 20일
- 현장
 - 실험대에 후드가 미설치
 - 기기분석실의 상방향 외부포위식 후드의 포속속도는 0.15 m/s로 유기용제 증기 배출이 미흡함
 - 공기정화장치가 미설치 되어 유해가스가 정화되지 않고 대기로 배출됨
 - 냉난방기의 외기도입구 댐퍼가 밀폐되어 외기유입이 안되고 있어 실내공기가 혼탁함
 - 덕트 계통도는 후드 → 덕트 → 배기팬 → 배기
 - 배기팬의 기종은 다풍량 시로코펜을 채택, 용량이 부족함
 - 창문을 열어놓고 작업
 - 인근 덕트 시공업자에게 덕트 및 배기시스템을 시공한지 40일 경과
 - 유해가스가 부유되어 정밀 시험기기에 유입, 시험데이터 오류발생

<표 4> 유해물질 배출시설 및 후드 사양

식별구분	오염물질 배출기기 수량 및 후드설치 수량	후드형태	규격	포속속도 (m/s)	덕트내 반송속도 (m/s)
전처리실 BIO실 INORG실 (4F)	6기 5기 10기	상방향 외부포위식 후드 (원추형)	300~500φ	1.5	15
분석 ROOM (5F)	15기	상방향 외부포위식 후드 (원추형)	300~500φ	1.5	15

개선내용

- 기존 덕트 및 배기팬 철거
- 실험대 및 유해가스 배출 분석기기에 후드설치
- 공기정화장치 설계조건 파악
 - 오염물질 : 유기용제 증기 및 악취성 물질
 - 후드 선단에서의 포속속도 (Vc) : 1.5 m/s
 - 오염원과 후드와의 이격거리 (X) : 0.1~0.2 m
 - 배출풍량(Q)
 - ① 4층 : 190 m³/min (흡착탑#1)
 - ② 5층 : 150 m³/min (흡착탑#2)
- 덕트 규격 산정
- 정압산정
 - ① 흡착탑#1 : 300 mmAq
 - ② 흡착탑#2 : 280 mmAq
- 국소배기장치 종별 선정 : Active Carbon tower(4F/5F) ; 흡착탑
- 모터 규격
 - ① 흡착탑#1 : 3 × 380 V × 25 Hp
 - ② 흡착탑#2 : 3 × 380 V × 20 Hp
- 모터 기동방식 : Y-△ 기동
- 방지시설(active carbon tower)의 설계내역
 - 흡착탑의 공탑속도(V) : 0.6 m/s
 - 흡착탑에서의 체류시간(t) : 0.7 s
 - 처리가스 풍량
 - ① 흡착탑#1 : 190 m³/min



- ② 흡착탑#2 : 150 m³/min
- 가스처리면적(A)
 - ① 흡착탑#1 : 5.3 m²
 - ② 흡착탑#2 : 4.2 m²
- 흡착제(carbon) 충전고(H) : 공탑속도×체류시간 여유율을 고려하여 흡착탑#1 : 0.45 m, 흡착탑#2 : 0.45 m
- 흡착제(carbon) 충전량 : 흡착탑#1 : 2.39 m³, 흡착탑#2 : 1.9 m³

- 제작설치, 시운전
 - 제작 : 2000년 9월 1일 ~ 2000년 9월 20일
 - 설치 : 2000년 9월 21일 ~ 2000년 9월 30일
 - 시운전 : 2000년 10월 2일 ~ 2000년 10월 4일

- 시험, 조정(T. A. B.) 상황
 - 후드에서의 흡입상태 : 양호(Vc : 1.5 m/s)
 - 공기(air) 흐름의 균형 상태 : 양호
 - 기기소음, 진동사항 : 없음

설계변경 사항

- 소비자 불만 신고 접수
 - 일자 : ① 2000년 10월 7일 : 소음문제
 - ② 2000년 10월 9일 : 악취문제
 - ③ 2000년 10월 11일 : 분진유입

- 설계변경
 - 불만원인
 - ① 영업기획실의 소음 80 dB
 - ② 시약 보관장 및 시험 중간물 보관장에서 악취 발생
 - ③ 실내음압으로 분진유입
 - ④ 동절기, 하절기 냉난방 효과 저감
 - 설계변경
 - ① 영업기획실 노출 덕트(2 m) 흡음재 시공 (폴리에틸렌 발포수지(50 t))
 - ② main auct(주관)에서 가지관을 분기 시약 보관장, 시험중간물 보관장의 악취배기
 - ③ 다풍량 시로코팬 설치 및 공기유입구에 여과기(pre filter) 설치

결론

- 영업기획실의 소음을 80 dB로 산업안전보건법 규제수치(90 dB)보다 낮은 수치이나 정숙한 장소에는 소음공해를 야기시킬 수 있음
- 시약보관장 등에서는 악취가 발생되기 때문에 설계시 반영해야함
- 실내 공기(air) 흐름의 균형 상태를 유지하기 위하여 급기량과 배기량을 일치시킬 필요있음