

신발제조업 작업환경시설 개선사례

(주)고려티티알

1. 개선 사업장 일반현황

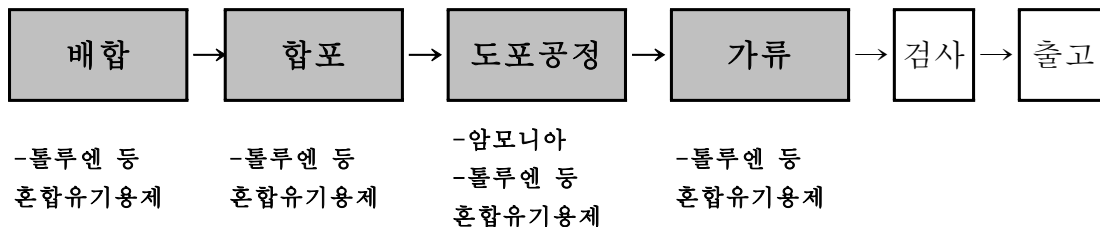
가. 사업장 개요

사업장명	(주)고려티티알	사업주명	김선남
소재지	부산 사하구 신평동 575		
전화번호	051-206-3808	근로자수	120 명
업종	고무제품제조업	주생산품	신발

나. 사업장 주요연혁

- 1) 2003년 07월 : 회사 설립(1개 제조라인) → 생산품 : CONVER 포화제품
- 2) 2004년 01월 : (주)스프리스 포화제품 전문 생산 회사로 전환
- 3) 2004년 02월 : (주)고려티티알 법인 설립
- 4) 2004년 07월 : 로루 공장 확장(로루, 테이프 카렌다, 안창발포기, 돌핑기 외 다수) → 자체 고무 부품 생산 및 공급
- 5) 2004년 10월 : 제화 2라인 증설
- 6) 2004년 10월 : (주)스프리스 우수기업 선정
- 7) 2004년 11월 : 교반실 및 합포실 증설 → 자사에서 모든 부품을 생산하여 제화 할 수 있는 체제 구축
- 8) 2007년 04월 : 기술부 증설 → 자체 시험 및 물성검사 설비 구축
- 9) 2007년 10월 : 현장 닥트 설비 개선 → 쾌적한 작업환경 조성
- 10) 2008년 01월 : 유망중소기업 선정(대구은행)

다. 작업공정 및 유해위험요인 분포



※도포공정 : 신발 갑피 겹창 부분에 라텍스 풀칠, 갑피풀칠, 선고무 호취발 닦음, 선고무부착 및 용제닦음, 테이프 호취발 닦음, 겹창 측면, 안쪽 바닥 풀칠 작업등이 포함된 공정임

2. 개선추진배경

- 신발결창 및 안창 도포공정에서 유기용제에 의한 직업병 요관찰자(C1) 16명이 발생되고, 2007년 작업환경측정결과 톨루엔이 노출기준(100ppm : 2007년도 기준)을 초과하는 등 직업병 발생 위험이 있어 근로자 건강보호를 위한 개선이 필요하였음, 국소배기장치의 노후 및 성능 미흡으로 인해 유기용제의 적정 제거가 이루어지지 아니하여 고농도의 유기용제가 작업자에게 노출되는 등 작업환경이 매우 불량한 상태로서 국소배기시설 개선이 매우 시급함에 따라 유해공정 작업환경 재정지원을 통하여 작업환경을 개선하였음.

3. 추진경과

- 2007년 5월 10일: 유해공정 작업환경개선 재정지원 신청
- 2007년 5월 25일: 유해공정 작업환경개선 재정지원 컨설팅 실시
- 2007년 7월 03일: 재정지원 신청 및 이행계획서 제출
- 2007년 7월 12일: 산재예방시설자금 지급대상자 결정 및 통보
- 2007년 11월 06일: 시설개선 완료 확인 요청
- 2007년 11월 07일: 투자완료 확인
- 2007년 11월 13일: 보조금 지급

4. 개선지도내용

가. 작업환경 개선시설 설치내용

○ 개선내용 요약

공정	문제점	개선내용
배합공정	○ 신발 압피, 깔창 등 풀칠작업을 위한 접착제를 배합하는 작업으로 국소배기장치가 미설치된 채 작업이 수행되고 있어 유기용제가 근로자에게 직접적으로 노출	○ 국소배기장치 신규 설치 - 후드의 개구면적은 배합용기의 단면적보다 1.2배 정도 크게 제작하여 배합용기의 개구면이 후드면 내로 위치 - 비닐커튼을 설치하여 개구면이 최소화되도록 포위설치하여 혼합유기용제가 작업자에게 노출되는 것을 최소화 함.
합포공정	○ 합포공정의 건조기 앞에 설치된 상방형 외부식 후드는 유기용제가 발생하는 접착제 도포지점과 멀리 떨어진 채 설치되어 있고, 발생지점에서의 제어풍속이 매우 불량하여 작업장 내로 확산, 근로자에게 노출	○ 상방 외부식 후드를 보완하고 비닐커튼을 설치하여 발생원을 포위하고 배기효율을 증대시켜 합포작업시 근로자에게 노출되는 유기용제 증기를 최소화 함.
도포공정 (라텍스 풀칠)	○ 압피면에 접착제(라텍스)를 도포하는 작업으로서 라텍스에 포함되어 있던 유해물질(암모니아)이 근로자에게 직접적으로 노출되고 있음.	○ 라텍스 압피 풀칠작업 국소배기장치 보완 및 신규 설치 - 상방 외부식 원형 후드 및 다굴절 덕트(Ø125) 교체를 통하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동 등을 조절하여 발산원에서 가장가까운 위치에 놓고 사용할 수 있도록 개선.

공정	문제점	개선내용
도포공정 (갑피 폴칠)	○ 갑피면에 접착제(본드)를 도포하는 작업으로서 접착제에 포함되어 있던 유해물질(톨루엔 등의 혼합유기용제)이 근로자에게 직접적으로 노출되고 있음.	○ 갑피 본드 폴칠작업 국소배기장치 보완 및 신규 설치 - 상방에 외부식 원형후드 및 다굴절 덕트(Ø125) 교체 설치하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동 등을 조절하여 발산원에서 가장가까운 위치에 놓고 사용할 수 있도록 개선.
도포공정 (선고무 호취발 담음)	○ 당해작업장소에 하방 흡인형 국소배기장치를 설치하였으나 흡입구 대부분이 막혀 있고 제어속도가 매우 낮은 상태로서 작업자가 혼합유기용제 증기에 직접 노출되고 있음.	○ 측방 흡인형 슬롯트(SLOT) 후드를 설치하여 선고무 호취발담음 작업시 노출되는 혼합유기용제 증기를 최소화 함.
도포공정 (선고무 부착 및 용제담음)	○ 선고무 부착 및 용제(한솔)로 표면을 닦아내는 작업으로서 유기용제가 근로자에게 직접 노출 - 유해물질의 비산방지를 위하여 국소배기용 덕트를 설치하였으나 후드가 없어 비산된 유해물질이 완전히 배출되지 못하는 상태	○ 당해작업 국소배기장치 보완 및 신규 설치 - 상방에 외부식 원형후드 및 다굴절 덕트(Ø125) 교체 설치하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동 등을 조절하여 발산원에서 가장가까운 위치에 놓고 사용할 수 있도록 개선.
도포공정 (테이프 호취발 담음)	○ 페이프를 용제(한솔)로 표면을 닦아내는 작업으로서 유기용제가 근로자에게 직접적으로 노출되고 있음 - 유해물질의 비산방지를 위하여 국소배기용 덕트를 설치하였으나 후드가 없어 비산된 유해물질이 완전히 배출되지 못하는 상태	○ 측방 흡인형 슬롯트(SLOT) 후드를 설치하여 테이프 호취발담음 작업시 근로자에게 노출되는 혼합유기용제 증기를 최소화 함.

공정	문제점	개선내용
도포공정 (겔창측면, 안쪽바닥 폴칠)	○ 겔창측면과 바닥면에 접착제를 칠하는 작업장소에 하방 흡인형 국소배기장치를 설치 하였으나 흡입구 대부분이 막혀 있고 제어속도가 매우 낮은 상태이며 우측 작업자 위치에는 배기덕트만 설치되어 있고 후드가 설치되지 아니한 상태로서 작업자는 유기용제 증기에 직접 노출 ○ 톨루엔 노출기준(100ppm) 초과 - 2007년도 기준	○ 당해작업 국소배기장치 보완 및 신규 설치 - 상방에 외부식 원형후드 및 다굴절 덕트(Ø125) 교체 설치하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동 등을 조절하여 발산원에서 가장가까운 위치에 놓고 사용할 수 있도록 개선.
가류공정	○ 가류후 문을 개방할 때 내부에 체류되어 있는 유해가스(신발접착 및 폴칠시 사용된 유기용제)가 가류기내 열기에 의해 작업장 내로 확산	○ 국소배기장치 신규설치 - 상방 흡인형 캐노피 후드를 설치하여 가류기 문을 열때 발생하는 열기와 동시에 상승하는 유해가스 등을 제거

○ 개선전 · 후 비교

배합공정	
개선전	신발 갑피, 걸창 등 풀칠작업을 위한 접착제를 배합하는 작업으로 국소배기장치가 미설치된 채 작업이 수행되고 있어 유기용제가 근로자에게 직접적으로 노출
	○ 국소배기장치가 미설치되어 배합작업시 유기용제 증기에 근로자 노출

배합공정	
개선후	상방 외부식 국소배기장치 신규 설치하고, 후드의 개구면적은 배합용기의 단면적보다 1.2배 정도 크게 제작하여 배합용기의 개구면이 후드면 내로 위치하고, 비닐커튼을 설치하여 개구면이 최소화되도록 포위설치하여 혼합유기용제가 작업자에게 노출되는 것을 최소화 함.
	○ 상방 외부식 국소배기장치 설치 및 비닐커튼을 추가 설치하여 배합시 발생하는 유기용제 증기제거 효율 증대

합포공정	
개선전	합포공정의 건조기 앞에 설치된 상방형 외부식 후드는 유기용제가 발생되는 접착제 도포지점과 멀리 떨어진 채 설치되어 있고, 발생지점에서의 제어풍속 또한 0m/s로 적정 성능이 확보되지 아니하여 작업장 내로 확산, 근로자에게 노출
 ○ 기 설치 가동중인 상방형 외부식 후드와 발생원과의 거리가 멀리 떨어져 있어 현재 발생원에서 제어풍속이 매우 불량하여 작업장 내로 유기용제 증기가 확산	

합포공정	
개선후	상방 외부식 후드를 보완하고 비닐커튼을 설치하여 발생원을 포위하고 배기효율을 증대시켜 합포작업시 근로자에게 노출되는 유기용제 증기를 최소화 함.
 ○ 캐노피형 후드를 발생원 하부까지 내려 보완설치하고, 추가로 비닐커튼을 설치하여 합포작업시 발생하는 유기용제 증기제거 효율 증대	

도포공정(라텍스 풀칠)	
개선전	갑피면에 접착제(라텍스)를 도포하는 작업시 기존에 설치된 배기덕트를 가동하고 있으나 라텍스에 포함되어 있던 유해물질(암모니아)이 근로자에게 직접적으로 다량 노출되고 있음.
 ○ 후드 미설치 ○ 배기덕트가 발생원에서 멀리 떨어져 있어 배기효율이 불량하여 개방된 라텍스 접착제 용기에서 암모니아 증기 확산	

도포공정(라텍스 풀칠)	
개선후	상방에 외부식 원형 후드 설치 및 다굴절 덕트(Ø125) 교체를 통하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동 등을 조절하여 발산원에서 가장가까운 위치에 놓고 사용할 수 있도록 개선, 동시에 적정 성능을 유지하도록 설치하여 암모니아가 작업자에게 노출되는 것을 최소화 함.
 ○ 후드 설치를 통한 제어효율 증대 ○ 다굴절 덕트(Ø125) 교체를 통하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동 가능하여 발산원 가까이에서 유해물질(암모니아)을 제거	

도포공정(갑피폴칠)	
개선전	갑피면에 접착제(본드)를 도포하는 작업시 접착제에 포함되어 있던 유해물질 (톨루엔 등의 혼합유기용제)이 근로자에게 직접적으로 노출되고 있음.
	○ 후드 미설치로 유기용제 제거 효율이 매우 불량 ○ 배기덕트가 발생원에서 멀리 떨어져 있어 배기효율이 매우 불량하여 개방된 접착제 용기에서 혼합유기용제 증기 확산

도포공정(갑피폴칠)	
개선후	상방에 외부식 원형 후드 및 다굴절 덕트(Ø125) 교체 설치하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동 등을 조절하여 발산원에서 가장가까운 위치에 놓고 사용할 수 있도록 개선, 동시에 적정 성능을 유지하도록 설치하여 혼합유기용제가 작업자에게 노출되는 것을 최소화 함.
	○ 후드 설치를 통한 제어효율 증대 ○ 다굴절 덕트(Ø125) 교체를 통하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동이 가능하여 발산원 가까이에서 유해물질(혼합유기용제)을 제거하여 효율 증대

도포공정(선고무 호취발 닦음)

개선전

하방 흡인형 국소배기장치를 설치하였으나 흡입구 대부분이 막혀 있고 제어속도가 매우 낮은 상태로서 작업자가 혼합유기용제 증기에 직접 노출되고 있음.



- 하방 흡인형 후드 대부분이 막혀 있어 접착제 사용시 혼합유기용제 증기 제거효율이 극히 불량함

도포공정(선고무 호취발 닦음)

개선후

측방 흡인형 슬롯트(SLOT) 후드를 설치하여 선고무 호취발 닦음 작업시 노출되는 혼합유기용제 증기를 최소화 함.



- 측방 흡인형 슬롯트(SLOT) 후드설치 및 측면과 상부에 플랜지를 부착하여 유기용제 증기 제거 효율 증대

도포공정(선고무 부착 및 용제 닦음)		
개선전	유해물질의 비산방지를 위하여 국소배기용 덕트를 설치하였으나 후드가 없어 비산된 유해물질이 완전히 배출되지 못하고 당해공정 근로자에게 확산되는 상태	
		○ 후드 미설치로 유기용제 증기 제거 효율 불량 ○ 배기덕트가 발생원에서 멀리 떨어져 있어 배기효율이 매우 불량하여 개방된 용제(한솔) 용기에서 혼합유기용제 증기 확산

도포공정(선고무 부착 및 용제 닦음)		
개선후	상방에 외부식 원형후드 및 다굴절 덕트(Ø125) 교체 설치하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동 등을 조절하여 발산원에서 가장가까운 위치에 놓고 사용할 수 있도록 개선, 동시에 적정 성능을 유지하도록 설치하여 혼합유기용제가 작업자에게 노출되는 것을 최소화 함.	
		○ 원형후드 설치를 통한 제어효율 증대 ○ 다굴절 덕트(Ø125) 교체를 통하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동이 가능하여 발산원 가까이에서 유해물질(혼합유기용제) 증기를 제거하여 효율 증대

도포공정(테이프 호취발 닦음)		
개선전	페이프를 용제(한솔)로 표면을 닦아내는 작업으로서 용제의 비산방지를 위하여 국소배기용 덕트를 설치하였으나 후드가 없어 비산된 유해물질이 완전히 배출되지 못하는 상태	
		○ 후드 미설치로 유기용제 증기 제거 효율 불량 ○ 배기덕트가 발생원에서 멀리 떨어져 있어 비산되는 증기 제거가 불량하여 개방된 용제(한솔) 용기에서 혼합유기용제 증기 확산

도포공정(테이프 호취발 닦음)		
개선후	측방 흡인형 슬롯트(SLOT) 후드를 설치하여 테이프 호취발 닦음 작업시 근로자에게 노출되는 혼합유기용제 증기를 최소화함.	
		○ 측방 흡인형 슬롯트(SLOT) 후드설치 및 측면과 상부에 플랜지를 부착하여 유기용제 증기 제거 효율 증대

도포공정(겉창 측면, 안쪽 바닥 풀칠)	
개선전	겉창측면과 바닥면에 접착제를 칠하는 작업장소에 하방 흡인형 국소배기장치를 설치 하였으나 흡입구 대부분이 막혀 있고 제어속도가 매우 낮은 상태이며 우측 작업자 위치에는 배기덕트만 설치되어 있고 후드가 설치되지 아니한 상태로서 작업자는 유기용제 증기에 직접 노출
	
○ 좌측에 기설치된 하방 흡인형 국소배기장치 흡입구 대부분이 막혀 있어 유기용제 증기 배기 효율이 불량 ○ 우측에는 후드가 미설치되어 있으며 배기덕트로 유기용제 증기를 제거하고 있음	

도포공정(겉창 측면, 안쪽 바닥 풀칠)	
개선후	상방에 외부식 원형후드 및 다굴절 닥트(Ø125)를 설치하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동 등을 조절하여 발산원에서 가장가까운 위치에 놓고 사용할 수 있도록 개선, 동시에 적정 성능을 유지하도록 설치하여 혼합유기용제가 작업자에게 노출되는 것을 최소화 함.
	
○ 원형후드 및 다굴절 닥트(Ø125) 설치를 통하여 작업특성에 용이하게 후드 각도 및 위치이동이 가능하여 발산원 가까이에서 유해물질(혼합유기용제) 증기를 제거하여 배기효율 증대	

가류공정	
개선전	가류후 문을 개방할 때 내부에 체류되어 있는 유해가스(신발접착 및 풀칠시 사용된 유기용제)가 가류기내 열기에 의해 작업장 내로 확산되면서 근로자에게 직접 노출
	○ 가류공정 국소배기장치 미설치

가류공정	
개선후	상방 흡인형 캐노피 후드를 설치하여 가류기 문을 열때 발생하는 열원과 동시에 상승하는 유해가스 증기등을 배기하여 근로자에게 직접 노출되는 것을 최소화 함.
	○ 상방 흡인형 캐노피형 국소배기장치 설치 및 비닐커튼을 추가 설치하여 가류기 문을 열때 열원과 동시에 상승하는 유기용제 증기 제거 효율 증대

나. 개선시설 설정근거

1) 후드 설계근거

(1) 도포공정-1

(가) 형 식: 외부식 측방형후드

(나) 규 격

- 200W * 125H * 100L, 18개소

(다) 배출량 산출방법

- 배출량(Q) : 250m³/분

- 배출가스 산출근거

$$Q = 60(10 \cdot X^2 + A) \cdot V$$

▶ HOOD 형식 : 외부식 측방형후드 (18개소)

▶ HOOD 개구면적(A) : 0.025m²

▶ 유입거리[X] : 0.2m

▶ 제어속도[V] : 0.5 m/sec

▶ 배출량[Q] = $(10 \cdot 0.2^2 + 0.025 \text{m}^2) \cdot 0.5 \text{m/sec} \cdot 60 \text{sec/min} \cdot 18 \approx 250 \text{m}^3/\text{분}$

(라) 덕트 규격 산정

- 설계풍량 : 250m³/분

- 설계유속 : 12m/s

(마) 송풍기 선정

- 형식 : LIMIT LOAD TYPE

- 용량 : 250m³/분

- 압력손실(△P) : 140mmAq

- 효율 : 65%

$$HP = (Q \cdot \Delta P) / (4500 \cdot \eta) \cdot \alpha$$

$$= (250 \text{m}^3/\text{분} \cdot 140 \text{mmAq}) / (4,500 \cdot 0.65) \cdot 1.2$$

≈ 15HP 으로 선정

(2) 도포공정-2

(가) 형 식: 외부식 측방형후드

(나) 규 격

- 200W * 125H * 100L, 14개소

(다) 배출량 산출방법

- 배출량(Q) : 200m³/분

- 배출가스 산출근거

$$Q = 60(10 \cdot X^2 + A) \cdot V$$

▶ HOOD 형식 : 외부식 측방형 후드 (14개소)

▶ HOOD 개구면적(A) : 0.025m²

▶ 유입거리[X] : 0.2m

▶ 제어속도[V] : 0.5 m/sec

▶ 배출량[Q] = $(10 \cdot 0.2^2 + 0.025 \text{m}^2) \cdot 0.5 \text{m/sec} \cdot 60 \text{sec/min} \cdot 14 \approx 200 \text{m}^3/\text{분}$

(라) 덕트 규격 선정

- 설계풍량 : 200m³/분

- 설계유속 : 12m/s

(마) 송풍기 선정

- 형식 : LIMIT LOAD TYPE

- 용량 : 200m³/분

- 압력손실(△P) : 120mmAq

- 효율 : 65%

$$HP = (Q \cdot \Delta P) / (4500 \cdot \eta) \cdot \alpha$$

$$= (200 \text{m}^3/\text{분} \cdot 120 \text{mmAq}) / (4,500 \cdot 0.65) \cdot 1.2$$

$$\approx 10 \text{HP} \text{ 으로 선정}$$

(3) 가류공정

(가) 형 식

- 슬롯트 후드(건조로) 2개소

- 포위형 후드(가류기 앞) 2개소 - 기존시설 이용

- 포위형 후드(가류기 입구) 3개소 - 기존시설 이용

(나) 규 격 :

- 건조로 : 250W*900L*300H

- 가류기 앞 : 1,500W*2,100L*900H

- 가류기 입구 : 1,500W*21,00L*900H

(다) 배출량 산출방법

- 배출량(Q1+Q2+Q3) : 21.6m³/분 + 144m³/분 + 108m³/분 $\approx 300 \text{m}^3/\text{분}$

- 배출가스 산출근거

- ▶ HOOD 형식 : 슬롯트 후드, 포위식 흡인형 후드
- ▶ HOOD 개구면적(A) : $0.36\text{m}^2 + 3.0\text{m}^2 + 1.8\text{m}^2 = 5.16\text{m}^2$
- ▶ 제어속도[V] : 0.5 m/sec
- ▶ 배출량[Q1] = $0.36\text{m}^2 * 0.5 \text{ m/sec} * 60\text{sec/min} * 2 \approx 21.6\text{m}^3/\text{분}$
- ▶ 배출량[Q2] = $3.0\text{m}^2 * 0.5 \text{ m/sec} * 60\text{sec/min} * 2 \approx 144\text{m}^3/\text{분}$
- ▶ 배출량[Q3] = $1.8\text{m}^2 * 0.5\text{m/sec} * 60\text{sec/min} * 2 \approx 108\text{m}^3/\text{분}$

(라) 공기정화장치 산정 근거

- 배출량(Q) : $300\text{m}^3/\text{분}$
- 공탑속도(V) : 0.5m/s
- 공탑소요면적(A) : $Q/V*60 = 300/0.5*60 = 10\text{m}^2 (2,100\text{W}*2,440\text{L}, 2\text{stage})$
- 충전용량(q) : $Q*t(\text{접촉시간} : 1\text{s}) = 300*1/60 = 5\text{m}^3$
- 충전탑고(H) : $q/A=(5/10)= 0.5\text{mH} \Rightarrow 500\text{H}$ 산정
- 외형규격 : $2,100\text{W}*2,440\text{L}*2,400\text{H}$
- 활성탄 사양
 - 입도 : 4~8 MESH
 - 밀도 : $500\text{kg}/\text{m}^3$
 - 충전량 : $500\text{kg}/\text{m}^3 * 2.1\text{W} * 2.44\text{L} * 0.5\text{H} * 2\text{단} * 1.1 = 2,800\text{kg}$

(마) 덕트 규격산정

- 설계풍량 : $300\text{m}^3/\text{분}$
- 설계유속 : 12m/s

(바) 송풍기 선정

- 형식 : TURBO TYPE
- 용량 : $300\text{m}^3/\text{분}$
- 압력손실(ΔP) : 240mmAq
- 효율 : 65%

$$\begin{aligned}
 \text{HP} &= (Q * \Delta P) / (4,500 * \eta) * \alpha \\
 &= (300\text{m}^3/\text{분} * 240\text{mmAq}) / (4,500 * 0.65) * 1.2 \\
 &\approx 30\text{HP} \text{ 으로 선정}
 \end{aligned}$$

(4) 배합 및 합포공정

(가) 형 식

- 이동식 배합기 : 캐노피형 후드 4개소

- 대형 배합기 : DIRECT 후드(Ø100) 3개소
- 합 포 : DIRECT 후드(Ø200) 2개소
DIRECT 후드(Ø350) 1개소
포위형 후드(□1,500W*1,500L*500H) 1개소 - 기존시설 이용

(나) 규 격 :

- 이동식 배합기 : Ø500*200H
- 대형 배합기 : Ø100 DIRECT 후드
- 합 포 : Ø200 DIRECT 후드
Ø350 DIRECT 후드
□1,500W*1,500L*500H

(다) 배출량 산출방법

- 배출량(Q1+Q2+Q3+Q4+Q5) : $52.8\text{m}^3/\text{분} + 7.8\text{m}^3/\text{분} + 32.4\text{m}^3/\text{분} + 36\text{m}^3/\text{분} + 60\text{m}^3/\text{분} \approx 200\text{m}^3/\text{분}$

- 배출가스 산출근거

▶ HOOD 형식 : 캐노피형 후드

$$Q = 1.4PVD$$

▶ 배출량[Q1] = $1.4 * 1.5 \text{ m} * 1.0\text{m/s} * 4 \approx 52.8\text{m}^3/\text{분}$

▶ HOOD 형식 : 포위형 후드

▶ HOOD 개구면적(A) : $0.11\text{m}^2 + 0.54\text{m}^2 + 1.5\text{m}^2 = 2.15\text{m}^2$

▶ 제어속도[V] : 0.5 m/sec

▶ 배출량[Q2] = $0.11\text{m}^2 * 0.5 \text{ m/sec} * 60\text{sec/min} * 3 \approx 7.8\text{m}^3/\text{분}$

▶ 배출량[Q3] = $0.54\text{m}^2 * 0.5 \text{ m/sec} * 60\text{sec/min} * 2 \approx 32.4\text{m}^3/\text{분}$

▶ 배출량[Q4] = $1.5\text{m}^2 * 0.5\text{m/sec} * 60\text{sec/min} \approx 36\text{m}^3/\text{분}$

▶ 배출량[Q5] = $60\text{m}^3/\text{분}$ (건조기배기 송풍기)

(라) 공기정화장치 산정 근거

- 배출량(Q) : $200\text{m}^3/\text{분}$
- 공탑속도(V) : 0.5m/s
- 공탑소요면적(A) : $Q/V*60 = 200/0.5*60 = 6.67\text{m}^2$ (1,400W*2,440L, 2stage)
- 충전용량(q) : $Q*t(\text{접촉시간} : 1\text{s}) = 200*1/60 = 3.33\text{m}^3$
- 충전탑고(H) : $q/A=(3.33/6.67)= 0.5\text{mH} \Rightarrow 500\text{H}$ 산정
- 외형규격 : 1,400W*2,440L*2,440H
- 활성탄 사양

- 입도 : 4~8 MESH
- 밀도 : 500kg/m³
- 충전량 : 500kg/m³*1.4W2.44L*0.5H*2단*1.1 = 1,880kg

(마) 덕트 규격산정

- 설계풍량 : 200m³/분
- 설계유속 : 12m/s

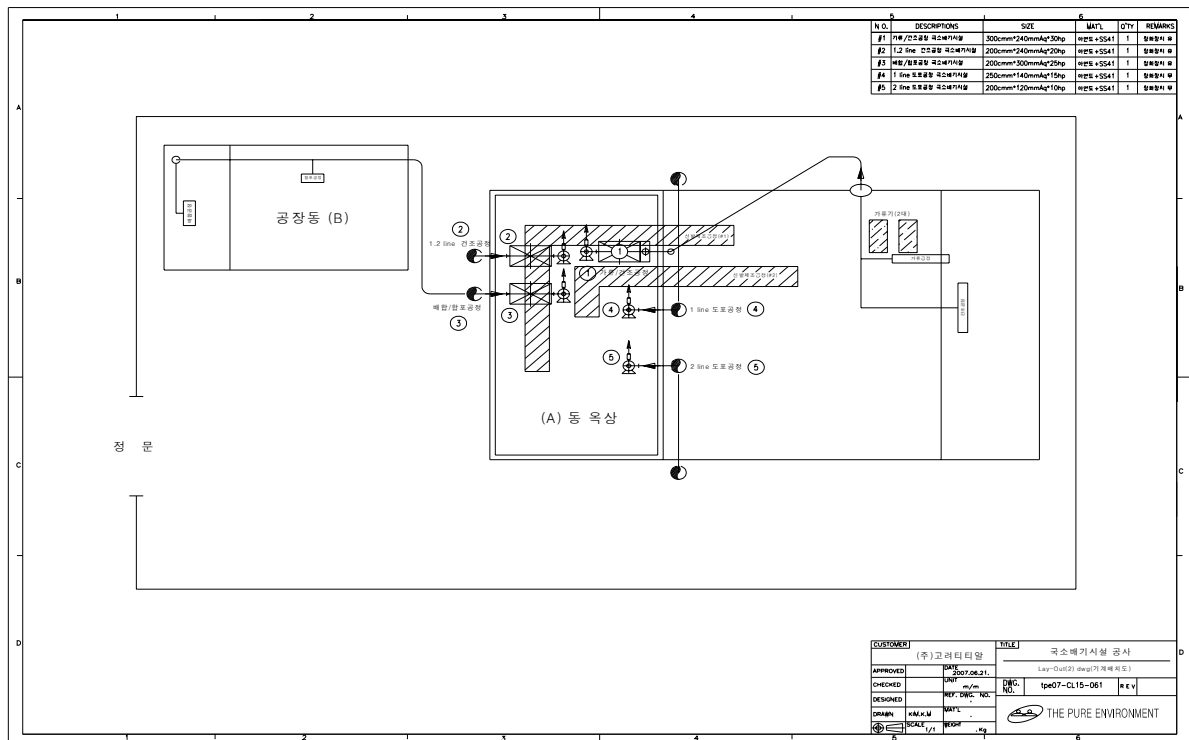
(바) 송풍기 선정

- 형식 : TURBO TYPE
- 용량 : 200m³/분
- 압력손실(ΔP) : 300mmAq
- 효율 : 65%

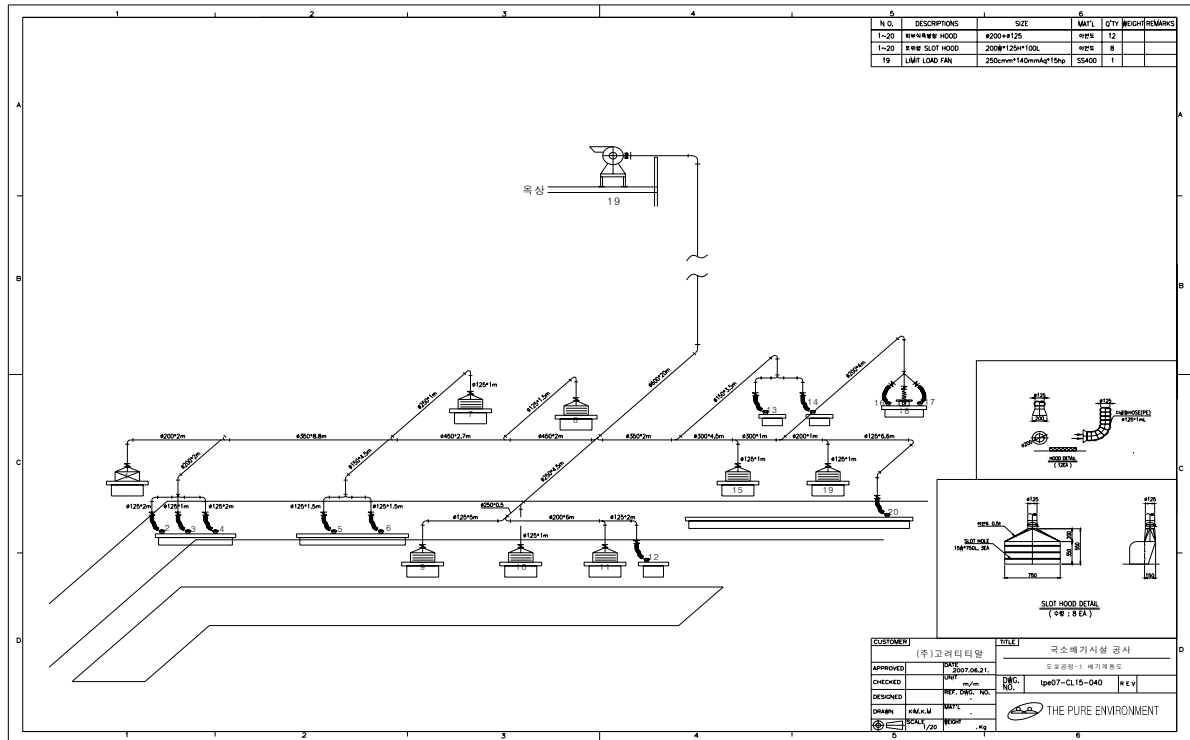
$$\begin{aligned}
 HP &= (Q * \Delta P) / (4,500 * \eta) * \alpha \\
 &= (200 \text{ m}^3/\text{분} * 300 \text{ mmAq}) / (4,500 * 0.65) * 1.2 \\
 &\approx 25 \text{ HP} \text{ 으로 선정}
 \end{aligned}$$

다. 국소배기장치 계통도 및 설계도면

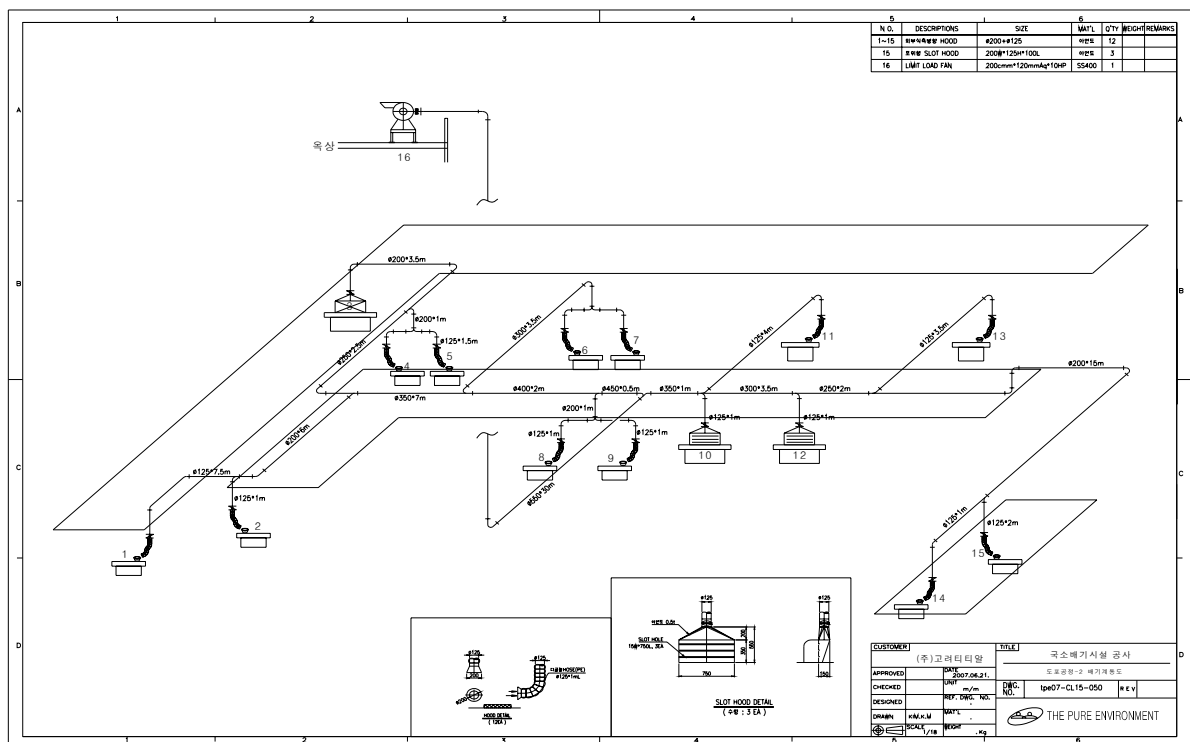
1) 계통도



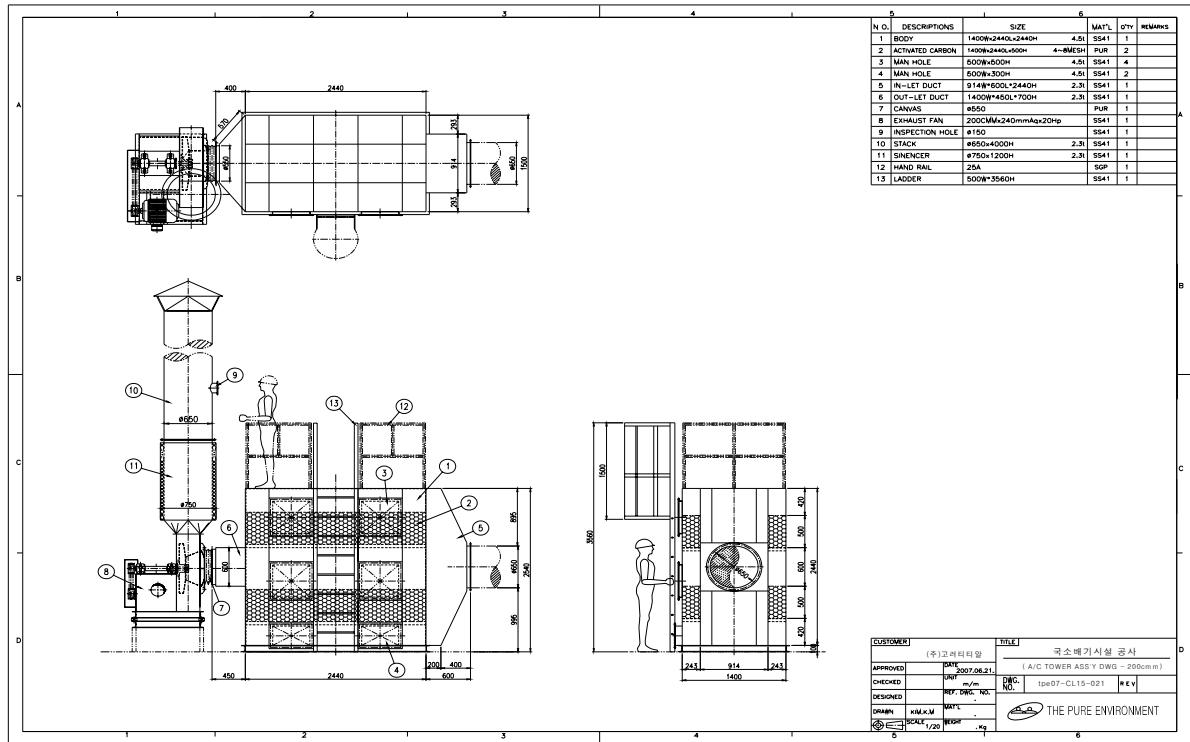
2)도포공정-1



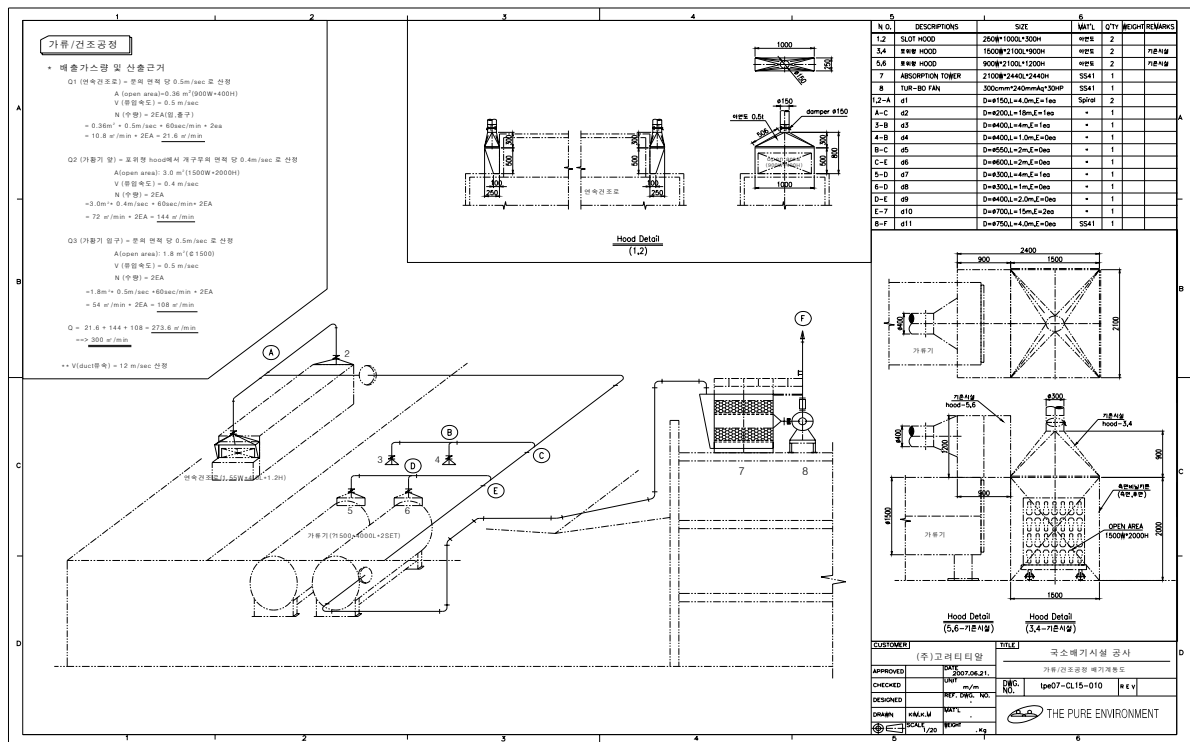
3)도포공정-2



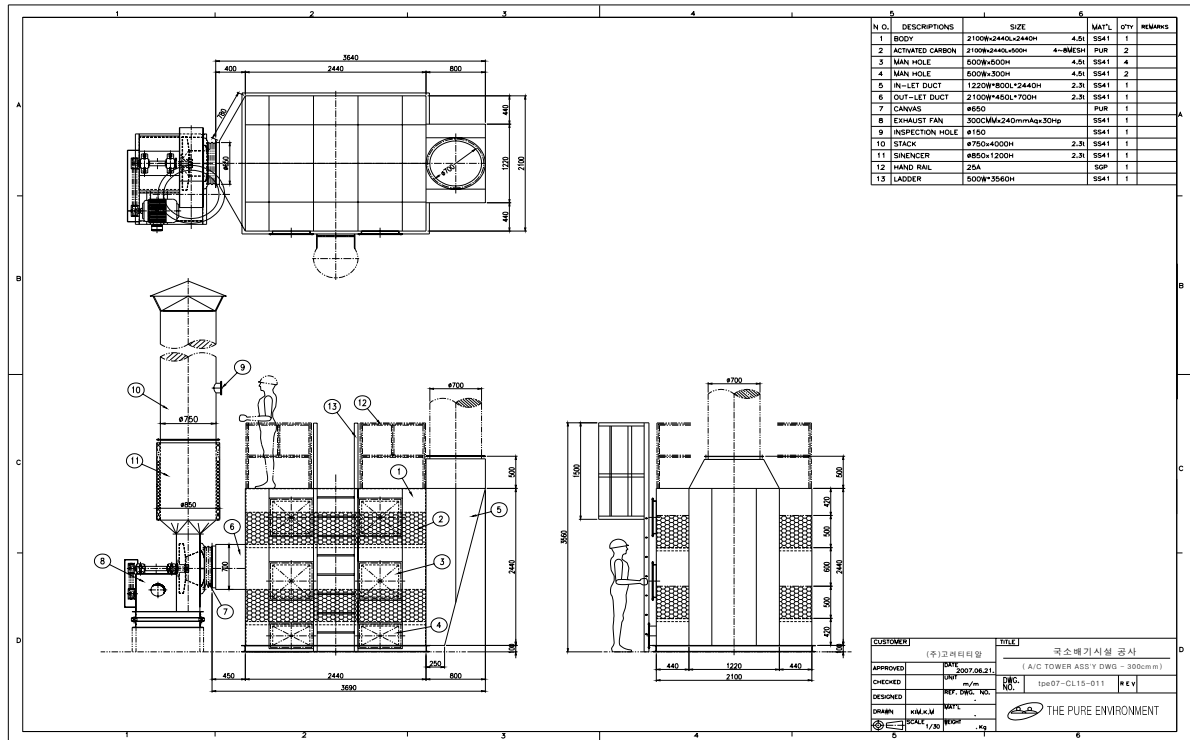
4)도포공정 집진기



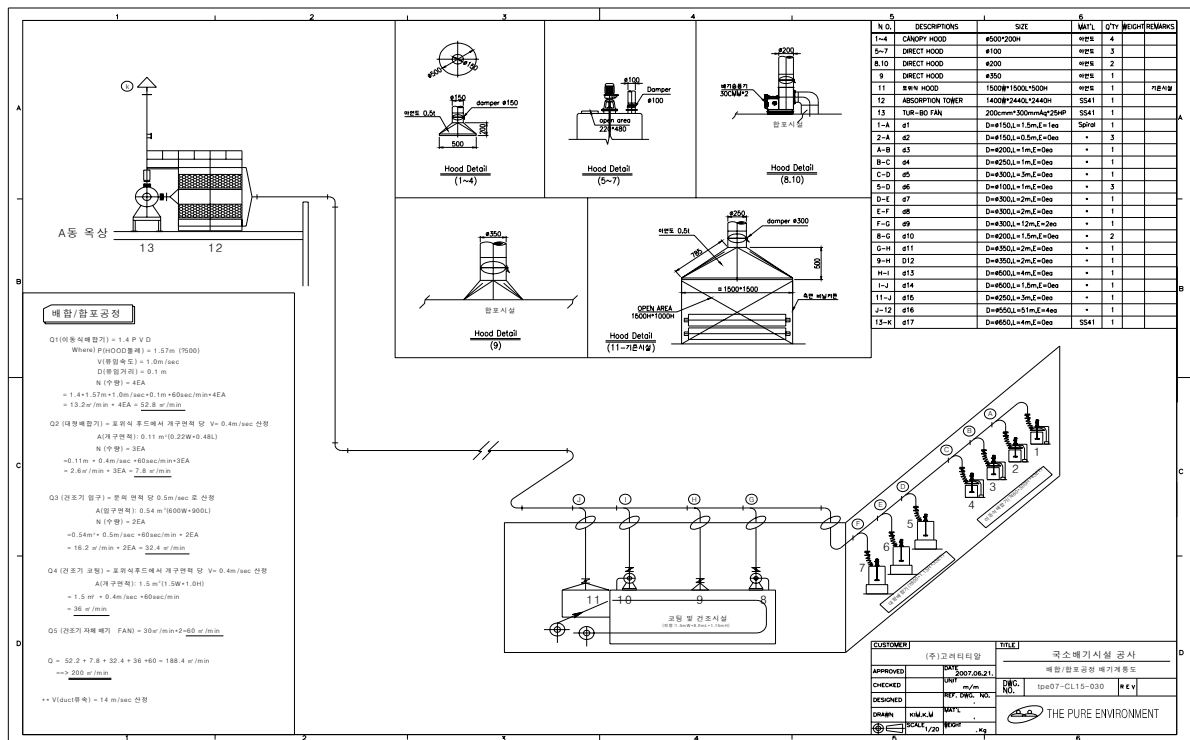
5)가류공정



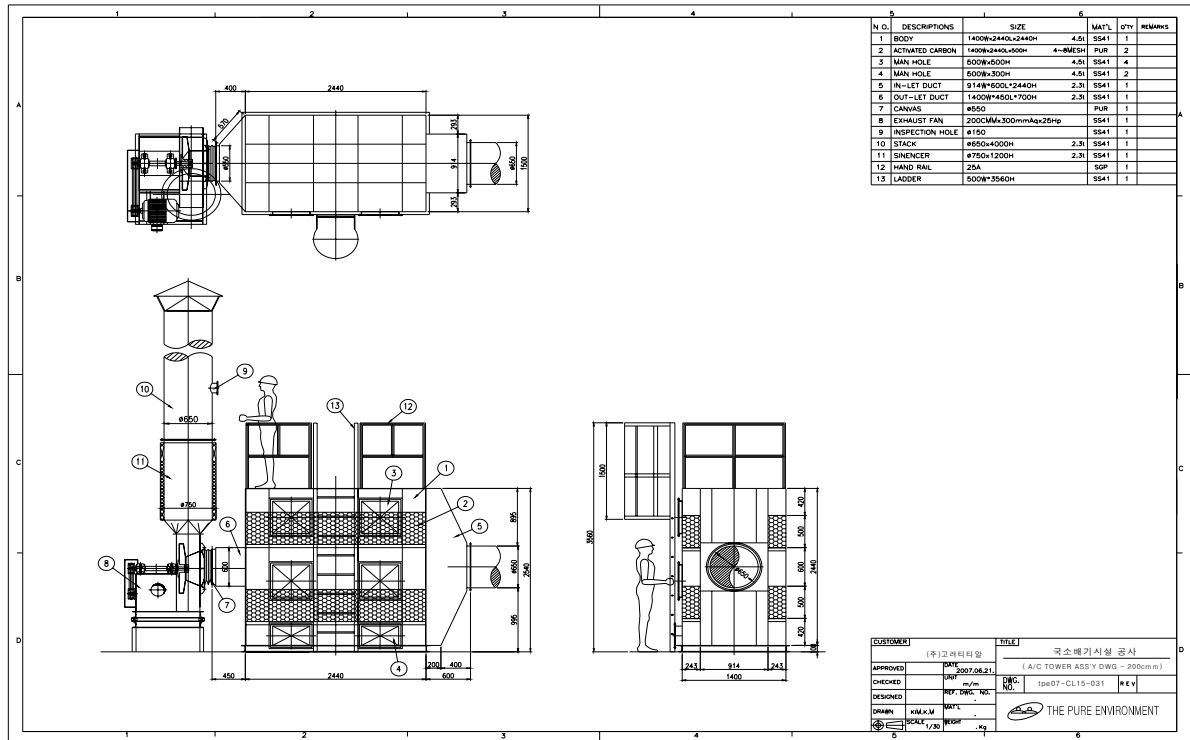
6)가류공정 집진기



7)배합 및 합포공정



8)배합 및 합포공정 집진기



6. 개선효과

가. 작업환경 개선측면

유해요인	개선 전	개선 후	감소율	비 고
톨루엔	미 실시	8.735 ppm	-	배합, 합포 공정
암모니아	0.343ppm	0.179 ppm	47.8%	라텍스폴칠
톨루엔	50.501ppm	12.835ppm	74.6%	갑피폴칠
톨루엔	64.001ppm	26.119ppm	59.2%	선고무호취발담음
톨루엔	76.690ppm	19.973ppm	74.0%	선고무부착
톨루엔	77.777ppm	33.107ppm	57.4%	테이프호취발담음
톨루엔	110.276ppm	21.806ppm	80.2%	걸창,안창바닥폴칠

※가류공정은 작업환경측정 대상제외로 측정 제외됨.

나. 생산성 향상측면

유해요인	개선 전	개선 후	증감율	비 고
생산량	100천죽/월	115천죽/월	△15%	
매출액	275,000천 원/월	316,250천 원/월	△15%	

다. 경제적 효과측면

(단위:천원)

항 목	효과금액 (개선후-개선전)	산출내역	투자비용	투자비용 회수기간
년 간 매출액	495,000/년	- 개선 전 : 3,300,000/년 - 개선 후 : 3,795,000/년	118,120	4개월

7. 결 론

- 암모니아, 톨루엔 등의 유해화학물질 취급공정의 국소배기장치 개선을 통해 화학물질노출 감소율이 47.8~80.2%로 작업환경여건이 개선됨에 따라 월간 생산 능력이 15% 이상 증가가 되었으며, 불량률도 전체적으로 감소함에 따라 생산량 증가 효과와 더불어 품질향상 효과까지 발생되었고, 만족도 및 고용창출적인 효과면에서는 시설 개선을 통한 공정별 유해 환경 노출에 대한 감소로 근로자들이 보다 쾌적한 환경에서 근무를 하고, 3D 업종으로 신규 근로자를 모집하는데 있어 많은 어려움이 있었으나 시설개선 후 필요 인원 충원시에는 보다 쉽게 인력을 채용 할 수 있게 되었음.