

2024-산업보건실-406



국소배기장치 성능평가 & 후드 설계 표준 가이드

2024. 8.

산업재해예방
안전보건공단



목 차

CONTENTS



국소배기장치 성능 평가 가이드 1

별첨1. 국소배기장치 성능평가 체크리스트 19



작업종류별 환기 표준가이드 23

국소배기장치 성능평가 & 후드 설계
표준 가이드

Chapter

01

국소배기장치 성능 평가 가이드

Korea Occupational Safety & Health Agency

국소배기장치 성능 평가 가이드

평가 목적

국소배기장치의 노후, 결함 등으로 인한 성능 변화를 확인하고, 즉각적인 개선조치를 통해 국소배기장치의 적정 성능을 유지시키기 위함

평가 종류

- 일반 평가 : 육안 및 연기 발생기를 이용한 평가
- 정밀 평가 : 열선풍속계 등 측정장비를 이용한 정밀 평가

평가 시기

평가 구분	대상	시기
일반평가	모든 국소배기장치	1개월 1회 이상
	국소배기장치 성능저하가 의심될 경우	즉시
정밀평가	일반 평가 결과 국소배기장치 성능이 미흡할 경우	즉시
	법정 제어풍속 충족여부를 확인할 경우	필요 시
	신규로 설치된 국소배기장치	최초 가동 전
	국소배기장치 보수 및 개조 후	재가동 전
	산업보건전문가가 정밀평가가 필요하다고 판단할 경우	필요 시
	분진작업 등 무거운 유해인자일 경우(권고)	일반평가와 병행

※ 산업안전보건법 제93조에 따른 안전검사는 고용노동부 지정 안전검사기관을 통해 2년 주기로 실시

평가자

일반평가는 국소배기장치를 운영·관리하는 실무자가 실시할 수 있으나, 정밀평가는 국소배기장치에 대한 관련 지식과 경험이 있는 적합한 자를 통하여 실시하여야 합니다.

- 산업보건(위생) 전문가 : 일반평가, 정밀평가
- 보건관리자 또는 보건관리업무 담당자 : 일반평가, 정밀평가
- 관리감독자 또는 설비운영 담당자 : 일반평가

평가 준비

❶ 평가자는 성능 평가 전에 다음의 위험성에 대하여 확인합니다.

- 안전분야 위험요인 : 국소배기장치의 설치 위치, 크기, 높이, 전기 안전조치, 주변 작업, 폭발·화재 등으로 인하여 평가 시 고려하여야 할 안전상 위험요인
- 보건분야 유해요인 : 평가 시 유해인자 노출 가능성

❷ 평가자는 위험요인을 최소화하기 위하여 평가대상공정에 대한 작업허가의 필요 유무나 재발위험 방지를 위한 필요 조치사항 등을 확인하고, 필요한 개인 보호구를 준비합니다.

- 작업허가서 발급(필요시)
- 성능평가 시 사용장비에 대한 안전성(방폭인증(필요시), 감전예방 등) 등
- 안전모, 안전화, 방독·방진마스크, 보호장갑, 보호복 등 개인보호구

❸ 평가대상 국소배기장치 및 작업공정과 관련된 자료를 준비합니다.

- 작업장 레이아웃, 설비 배치도, 유해·위험방지계획서, 시운전 보고서 등 공정 정보 자료
- 국소배기장치 설계도면, 계통도 등 설계자료 및 변경이력
- 국소배기장치에 대한 안전검사결과서 등 이전 성능평가 자료
- 국소배기장치 관련 공정의 작업환경측정 결과 등 유해물질 노출정보

※ 평가 준비를 위한 관련정보나 자료를 확보할 수 없을 경우, 관리자 또는 근로자 면담 등을 통하여 평가에 필요한 정보와 자료를 가능한 확보

평가 방법

성능평가 체크리스트(별첨)를 활용하여 다음의 절차에 따라 실시할 수 있으며, 평가의 종류와 상황 등에 따라 일부 절차만을 진행하거나 생략할 수 있습니다.

평가 구분	평가 단계
일반평가	Step1 → Step2 → Step3
정밀평가	Step1 → Step2 → Step3 → Step4 → Step5

Step 1. (일반현황) 국소배기장치 ID, 해당공정, 발생인자 등 일반현황 조사

Step 2. (육안평가) 후드, 덕트, 공기정화장치, 배풍기 등의 상태를 육안으로 평가

Step 3. (기류평가) 연기발생기를 이용하여 후드의 배기 성능 확인

Step 4. (성능평가) 열선풍속계 등을 이용한 후드의 제어풍속, 반송속도, 정압 등 측정

Step 5. (대책수립·시행) 성능저하 원인에 대한 대책을 수립하여 시행

Step 1 일반현황

평가대상 국소배기장치의 위치, 명칭 등 일반현황과 평가일, 평가자 등 평가관련 정보를 기입합니다.

- 국소배기장치 ID(위치, 명칭) : 사업장에서 사용하는 명칭 또는 위치 등을 확인
- 설치공정 : 국소배기장치 시스템의 후드가 설치되는 발산원이 위치한 공정
- 발생인자 : 발산원에서 발생하는 유해인자의 종류
- 평가정보 : 평가일, 평가자, 평가 결과

【 Tip! 】

국소배기장치 설치·사용에 대한 적합성을 확인하기 위해 해당 공정에 대한 화학물질정보와 공정특성을 확인하고, 평가개요를 기록합니다.

Step 2 육안평가

국소배기장치 성능에 영향을 줄 수 있는 구성요소별 주요 사항을 육안으로 평가합니다.

구분		주요사항
후드	외관	• 후드표면의 외관상태(파손, 변형, 찌그러짐 등)
	설치상태	• 발산원과의 거리(가능한 가까이 설치) • 후드 형태와 위치의 적정성(작업 방해, 근로자 호흡영역 위치 등) • 후드 흡인 기류 방해물(물건, 기둥, 벽 등), 방해기류
덕트·배기구	외관	• 덕트의 외관상태(파손, 변형, 찌그러짐, 꼬임 등)
	접속부	• 결합볼트, 너트, 패킹의 손상 유무 • 접속부 공기 누설유무(공기 새는 소리 확인) 등
	댐퍼	• 댐퍼 개방상태 및 손상 유무 • 개폐 표시 및 고정 장치 상태 등
	배기구	• 배출공기의 재유입 유무, 배기구의 위치 및 형태 • 빗물 유입 여부 등
공기정화장치	외관	• 외면의 상태(파손, 변형, 찌그러짐 등) • 부속장치(모터 등)의 작동 및 이상유발 발생 여부 등
	차압	• 여과재 전·후단의 압력차
	접속부	• 볼트, 너트, 패킹의 이완파손 등
배풍기	외관	• 배풍기 또는 모터의 외관상태(파손, 부식, 손상 등) • 케이싱, 임펠러, 모터의 이상유발 또는 이상진동 • 구동장치, 제어반 등
	벨트	• 벨트의 파손, 탈락 및 풀리의 손상 등 • 벨트의 심한 처짐과 떨림
	연결부	• 연결부(캔버스)의 파손, 부식, 과도한 수축·팽창 등 • 연결부 공기 유입

【 Tip! 】

국소배기장치의 설치·사용상태, 공기누설이나 막힘유무, 노후정도 등을 육안으로 확인하여 국소배기장치 성능을 개괄적으로 평가합니다.

1. 후드

① 외관

- 흡입 성능을 저하시킬 수 있는 후드표면의 마모, 부식, 찌그러짐, 변형, 파손, 도장 등 외관의 상태 등을 확인합니다.

② 설치상태

- 후드가 발산원에 가능한 가까이 위치하고 있는지 확인합니다.
- 후드 형태는 해당 작업에 지장을 주지 않고 유해 물질을 흡입하기에 적절한 형식과 크기, 위치를 갖추고 있어야 하며, 근로자의 호흡위치가 발산원과 후드 사이에 위치하지 않도록 해야 합니다.
- 후드 개구면 바로 앞에 물건이 놓여져 있거나, 기둥, 벽 등의 구조물로 인해 흡입기류가 방해받고 있는지를 확인합니다.

※ 후드가 설치되지 않은 발산원이 있을 경우 후드 추가 등 국소배기장치 구조 변경 고려



[그림 1] 후드설치 부적정 사례

- 방해기류 유발요인(창문, 선풍기, 이동용 기계류 등) 영향여부를 확인합니다.

2. 덕트 및 배기구

① 외관

- 덕트 압력손실 증가를 일으킬 수 있는 덕트의 파손, 변형 등을 확인하여야 하며, 파손부분 등에서의 공기 유입 또는 누출이 없고, 이상음 또는 이상진동이 없는지 확인하여야 합니다.
- 플렉시블(flexible) 덕트의 경우, 심한 굴곡, 꼬임 등이 있는지 확인하여야 합니다.



[그림 2] 덕트

② 접속부

- 플랜지의 결합볼트, 너트, 패킹의 손상여부를 확인합니다.
- 공기의 유입이나 누출 및 소음발생 여부를 확인합니다.
- ※ 필요시, 연기발생기(스모크테스터 등)를 이용하여 접속부로 연기 흡인 유무를 확인

③ 댐퍼

- 개방상태 및 손상 여부를 확인합니다.
- 개폐방향 및 조절 위치(최초 설치시 설정 위치 등)의 적정성을 확인합니다.



[그림 3] 댐퍼

④ 배기구(굴뚝)

- 배기구 배출 공기의 작업장 재유입 여부를 확인합니다.
- 배기구로의 빗물 유입여부 및 설치 위치, 구조를 확인합니다.

⑤ 재질

- 발생하는 유해인자에 따라 적절한 재질로 설치되었는지 확인합니다.
- ※ 많이 사용되는 재질은 주철관, 아연도금 강판 등
- 부식성 물질의 경우는 아래의 표를 참고하여 재질의 적정성을 확인합니다.

덕트재질	휘발유	광물유	강알칼리	약알칼리	강산	약산	유기용매
아크릴	-	-	-	좋음	비공인	좋음	좋음~비공인
우레아 폼알데히드	좋음	좋음	비공인	보통	나쁨	나쁨	좋음
페놀수지	보통	-	나쁨	보통	나쁨	보통	보통
실리콘	좋음	좋음	-	-	좋음	좋음	비공인
에폭시	좋음	-	좋음	좋음	좋음	좋음	좋음
폴리스티렌	비공인	보통	좋음	좋음	-	-	나쁨
비닐 클로라이드	-	-	좋음	좋음	좋음	좋음	비공인
유리	좋음	좋음	좋음	좋음	좋음	좋음	좋음
멜라민 폼알데히드	좋음	좋음	나쁨	좋음	나쁨	좋음	좋음

3. 공기정화장치

① 외관

- 처리성능에 영향을 줄 수 있는 외면의 파손, 변형, 부식 등의 유무를 확인합니다.
- 모터, 펌프 등 부속장치의 정상작동 및 이상을 발생 여부를 확인합니다.

② 차압

- 마노메타(manometer) 등을 활용하여 여과재 전·후단의 압력을 측정하여 여과재의 막힘유무 등 정상성능을 유지를 위한 차압의 적정성을 확인합니다.

※ 공기정화장치의 설계차압의 80~140% 내 유지 권고



[그림 4] 차압계(마노메타)

③ 접속부

- 접속부의 볼트, 너트, 패킹 등의 이완·파손과 공기의 유입 또는 유출 유무를 확인합니다.

④ 형식

- 유해물질 발생형태에 따라 적절한 공기정화장치가 설치되어 있는지 확인합니다.

유해물질 발생형태			유해물질 종류	비고
분진	분진 지름 (μm)	5 미만	여과방식, 전기제진방식	분진지름: 중량법으로 측정한 입경분포에서 최대빈도를 나타내는 입자지름
		5 ~ 20	습식정화방식, 여과방식, 전기제진방식	
		20 이상	습식정화방식, 여과방식, 관성방식, 원심력방식 등	
흄		여과방식, 습식정화방식, 관성방식 등		
미스트·증기·가스		습식정화방식, 흡수방식, 흡착방식, 촉매산화방식, 전기제진방식 등		



[그림 5] 공기정화장치

4. 배풍기

① 외관

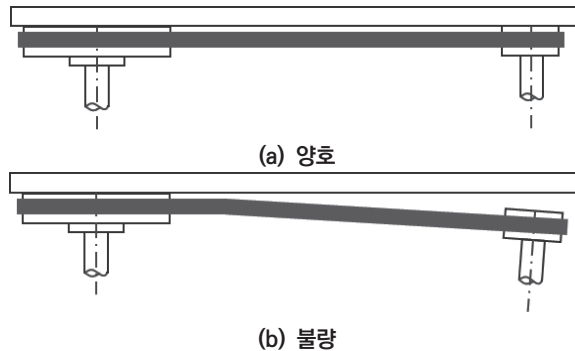
- 배풍기 또는 모터의 기능을 저하시키는 파손, 부식, 기타 손상 유무를 확인합니다.
- 배풍기 케이싱(Casing), 임펠러(Impeller), 모터 등에서의 이상음 또는 이상진동 유무를 확인합니다.
- 각종 구동장치, 제어반(Control Panel) 등의 정상작동 유무를 확인합니다.



[그림 6] 배풍기

② 벨트

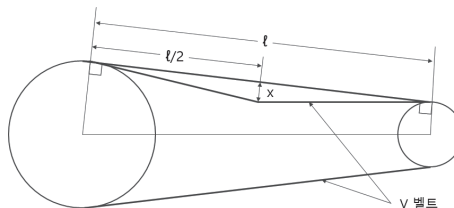
- 벨트의 파손, 탈락 및 풀리의 손상 등을 확인합니다.



[그림 7] 벨트 풀리 상태 확인

- 벨트의 심한처짐(굴곡)과 떨림 발생을 확인합니다.

※ 정상적으로는 V벨트 접촉간거리의 중심을 손으로 눌렀을 때 휘는 양 X 가 l 의 0.01~0.02배이면 양호함



[그림 8] 벨트의 처짐(굴곡) 확인방법

③ 연결부

- 연결부(캔버스)의 파손, 부식, 과도한 수축 또는 팽창 등을 확인합니다.
- 배풍기 및 덕트 연결부위 등에서 공기의 유입 또는 누출 여부를 확인합니다.

Step 3 기류평가

1. 기류평가

연기 발생기는 국소배기장치의 성능에 대한 전반적인 상태를 평가하는데 가장 쉽게 이용할 수 있는 장비입니다. 발생된 연기가 후드 내로 유입되는 상태와 속도를 통해 국소배기장치가 발생하는 유해인자를 잘 제어하고 있는지를 개략적으로 평가할 수 있습니다.



[그림 9] 연기발생기의 종류

2. 평가방법

- ① 국소배기장치를 정상 작동시키고, 후드 성능에 영향을 줄 수 있는 창문·출입문을 닫고, 선풍기 등 기류를 발생하는 장비의 작동을 중지시킵니다.
- ② 평가하고자 하는 후드의 형태에 따라 평가위치를 정하여 연기를 발생시킵니다.
 - 포위식 후드 : 후드의 개구면
 - 외부식 후드 : 해당 후드가 빨아들이고자 하는 유해인자 발생원(작업범위) 중 후드 개구면에서 가장 먼거리의 작업위치(발생원)에서 측정
- ③ 연기가 후드로 유입되는 속도와 상태를 확인하여 국소배기장치 성능을 평가합니다.

구 분	양호	미흡
흡인 속도	연기가 후드로 흡인되는 속도가 매우 빠름	연기가 후드로 흡인되는 속도가 느림
흡인 상태	연기가 퍼져나가거나 확산되지 않고 후드 안으로 모두 흡인	일부 또는 모든 연기가 후드로 유입되지 않고 후드 밖으로 확산되거나 흩어짐

【 Tip! 】

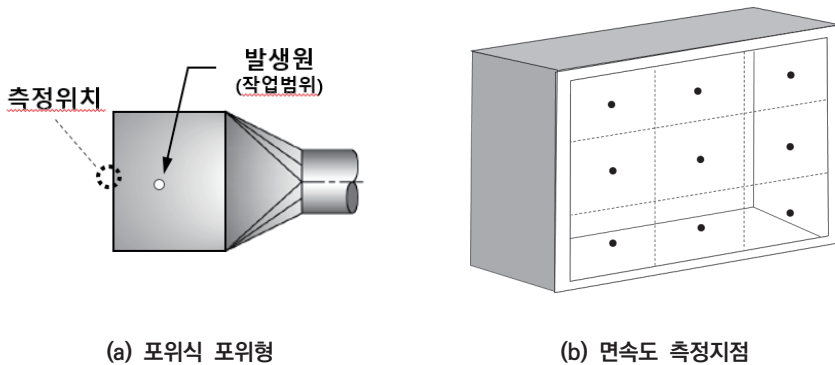
기류평가는 국소배기장치의 효율적 관리를 위한 평가방법으로 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 규정하는 국소배기장치 성능기준(제어풍속)의 충족 여부를 판단하기 위해서는 열선풍속계를 이용한 「성능평가」를 실시하여야 합니다.

Step 4 성능평가

정밀평가가 필요하다고 판단될 경우, 기류의 속도와 압력을 측정할 수 있는 장비를 이용하여 후드 제어풍속, 배풍기 정압 등을 측정하여 국소배기장치의 성능을 보다 정밀하게 평가합니다.

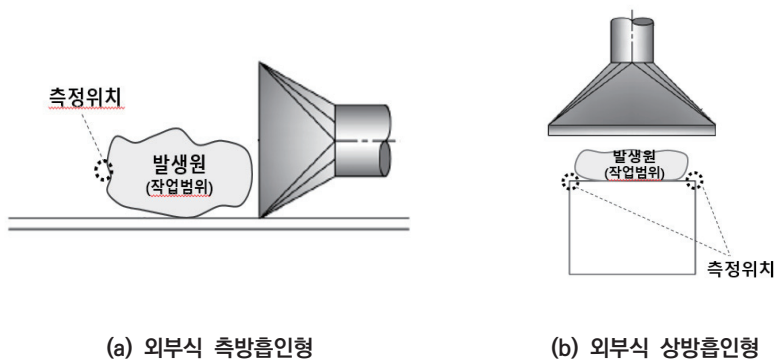
1. 배기성능 평가

- ① 국소배기장치를 정상 작동시키고, 후드 성능에 영향을 줄 수 있는 창문·출입문을 닫고, 선풍기 등 기류를 발생하는 장비의 작동을 중지시킵니다.
 - ② 발생하는 인자와 후드의 형태에 따라 정해진 위치에서 열선풍속계 등을 이용하여 후드로 흡인되는 기류의 속도를 측정하고 설계 시 제어풍속과 법정제어풍속과 비교하여 적정여부를 평가합니다.
- 포위식 후드 : 후드 개구면의 속도(면속도)를 측정하되, 개구면을 동일한 면적으로 분할(9등분이나 16등분 등)하고 분할된 면적의 중앙에서 측정하여 평균



[그림 10] 포위식 포위형 후드의 측정위치

- 외부식 후드 : 해당 후드가 빨아들이고자 하는 유해인자 발생원(작업범위) 중 후드 개구면에서 가장 먼거리의 작업 위치에서 측정



[그림 11] 외부식 후드의 측정위치

▣ 법정 제어풍속

➔ 관리대상 유해물질(안전보건규칙 별표 13, 제429조 관련)

물질의 상태	후드 형식	제어풍속 (m/sec)	비고
가스 상태	포위식 포위형	0.4	1. “가스 상태”란 관리대상 유해물질이 후드로 빨아들여질 때의 상태가 가스 또는 증기인 경우를 말한다. 2. “입자 상태”란 관리대상 유해물질이 후드로 빨아들여질 때의 상태가 흙, 분진 또는 미스트인 경우를 말한다. 3. “제어풍속”이란 국소배기장치의 모든 후드를 개방한 경우의 제어풍속으로서 다음 각 목에 따른 위치에서의 풍속을 말한다. 가. 포위식 후드에서는 후드 개구면에서의 풍속 나. 외부식 후드에서는 해당 후드에 의하여 관리대상 유해물질을 빨아들이려는 범위 내에서 해당 후드 개구면으로부터 가장 먼거리의 작업위치에서의 풍속
	외부식 측방흡인형	0.5	
	외부식 하방흡인형	0.5	
	외부식 상방흡인형	1.0	
입자 상태	포위식 포위형	0.7	가. 포위식 후드에서는 후드 개구면에서의 풍속 나. 외부식 후드에서는 해당 후드에 의하여 관리대상 유해물질을 빨아들이려는 범위 내에서 해당 후드 개구면으로부터 가장 먼거리의 작업위치에서의 풍속
	외부식 측방흡인형	1.0	
	외부식 하방흡인형	1.0	
	외부식 상방흡인형	1.2	

➔ 분진작업장소(안전보건규칙 별표17, 제609조 관련)

- 국소배기장치의 제어풍속[연삭기·드럼샌더(drum sander) 등의 회전체를 가지는 기계에 관련되어 분진작업을 행하는 장소에 설치하는 것을 제외]

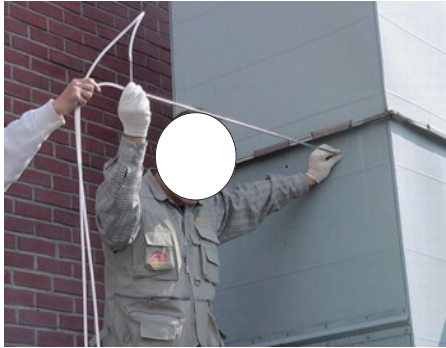
분진 작업 장소	제어풍속(m/sec)				비고
	포위식 후드	외부식 후드			
		측방 흡인형	하방 흡인형	상방 흡인형	
암석등 탄소원료 또는 알루미늄박을 체로 거르는 장소	0.7	-	-	-	1. 제어풍속이란 국소배기장치의 모든 후드를 개방한 경우의 제어풍속으로서 다음 각 목의 위치에서 측정한다. 가. 포위식 후드에서는 후드 개구면 나. 외부식 후드에서는 해당 후드에 의하여 분진을 빨아들이려는 범위에서 그 후드 개구면으로부터 가장 먼 거리의 작업위치
주물모래를 재생하는 장소	0.7	-	-	-	
주형을 부수고 모래를 터는 장소	0.7	1.3	1.3	-	
그 밖의 분진작업 장소	0.7	1.0	1.0	1.2	

- 국소배기장치 중 연삭기·드럼 샌더 등의 회전체를 가지는 기계에 관련되어 분진작업을 하는 장소에 설치된 국소배기장치의 후드의 설치방법에 따른 제어풍속

후드의 설치 방법	제어풍속(m/sec)	비고
회전체를 가지는 기계 전체를 포위하는 방법	0.5	제어풍속이란 국소배기장치의 모든 후드를 개방한 경우의 제어풍속으로서, 회전체를 정지한 상태에서 후드의 개구면에서의 최소풍속을 말한다.
회전체의 회전으로 발생하는 분진의 흩날림방향을 후드의 개구면으로 덮는 방법	5.0	
회전체만을 포위하는 방법	5.0	

2. 배풍기(FAN) 평가(필요시)

배풍량 등 성능 저하의 원인을 파악하기 위하여 필요 시 배풍기의 배풍량(Q , m^3/min)과 정압(FSP, mmH_2O)을 평가합니다. 배풍기 평가를 위해 배풍기 전·후 덕트 또는 캔버스 내로 측정장비를 넣기 위한 점검구가 필요하며 별도의 점검구가 설치되어 있지 않은 경우 덕트에 구멍을 뚫어야하므로 해당 설비 관리책임자와의 사전 협의가 필요합니다.



(a) 피토관을 이용한 동압 측정



(b) 마노미터를 이용한 정압 측정

[그림 12] 배풍기 평가 예시

• 배풍량(Q , m^3/min)

국소배기장치의 실제 배풍량은 다음 방법 중 하나로 확인합니다.

① 후드면속도 측정

- 국소배기장치에 연결된 각 후드 개구면의 면속도(V , m/sec)와 면적(A , m^2)을 측정하여 후드별 풍량(Q , m^3/min)을 산정한 후 모두 더하여 배풍기의 배풍량을 추정합니다.

$$\text{배풍량}(Q, \text{m}^3/\text{min}) = \sum (A_{\text{후드}1} \times V_{\text{후드}1}) + (A_{\text{후드}2} \times V_{\text{후드}2}) + \dots (A_{\text{후드}n} \times V_{\text{후드}n})$$

- 후드 개구면의 속도(면속도)는 개구면을 동일한 면적으로 분할(9등분이나 16등분 등)하고 분할된 각 면적의 중앙에서 측정하여 평균한 값으로 합니다.(그림 10 참조)

② 굴뚝 개구면속도 측정

- 국소배기장치의 굴뚝 개구면의 면속도(V , m/sec)와 면적(A , m^2)을 측정하여 풍량(Q , m^3/min)을 산정하여 추정합니다.

$$\text{배풍량}(Q, \text{m}^3/\text{min}) = A_{\text{굴뚝개구면}} \times V_{\text{굴뚝개구면}}$$

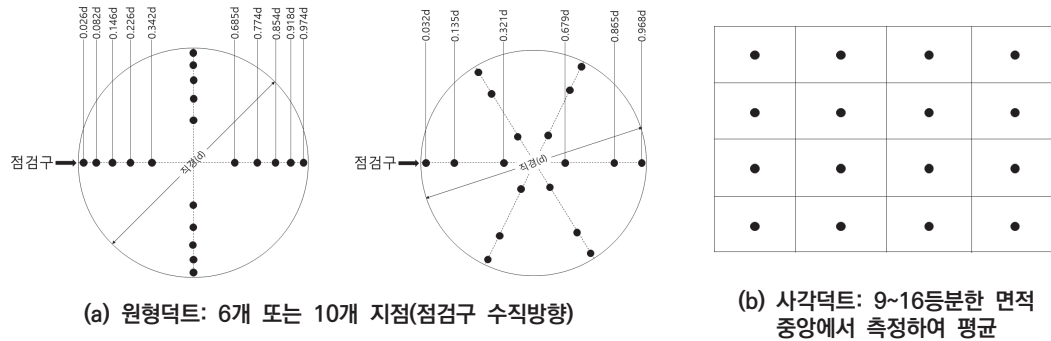
- 굴뚝 개구면 속도(면속도)는 개구면을 동일한 면적으로 분할(9등분이나 16등분 등)하고 분할된 각 면적의 중앙에서 측정하여 평균한 값으로 합니다.(그림 10 참조)

③ 주덕트 반송속도 측정

- 배풍기로 연결되는 주덕트의 점검구에서 반송속도(V , m/sec)를 측정하고, 덕트 단면적(A , m^2)을 산정하여 풍량(Q , m^3/min)을 추정합니다.

$$\text{배풍량}(Q, m^3/min) = A_{\text{덕트}} \times V_{\text{덕트}}$$

- 덕트 반송속도는 원형덕트의 경우 [그림 13]과 같이 점검부 수직방향으로 6~10개의 지점에서 측정하여 평균하고, 사각덕트의 경우 9등분이나 16등분한 각 면적 중앙에서 측정하여 평균값을 사용합니다.



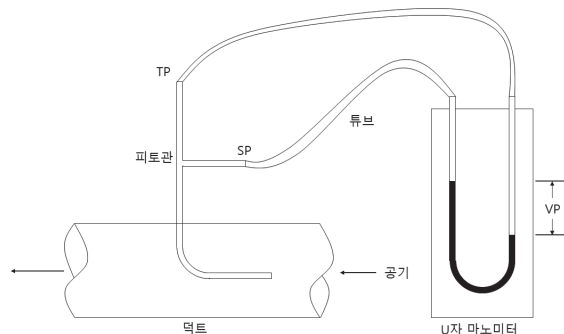
[그림 13] 점검구를 이용한 덕트 내 유속 측정 지점

④ 속도압(VP) 측정

- 덕트 속도압(VP) 측정을 통해 반송속도(V , m/sec)를 환산하고 덕트 단면적(A , m^2)을 산정하여 풍량(Q , m^3/min)을 추정합니다.

$$V_{\text{덕트}} = 4.043 \times \sqrt{VP} \quad \text{배풍량}(Q, m^3/min) = A_{\text{덕트}} \times V_{\text{덕트}}$$

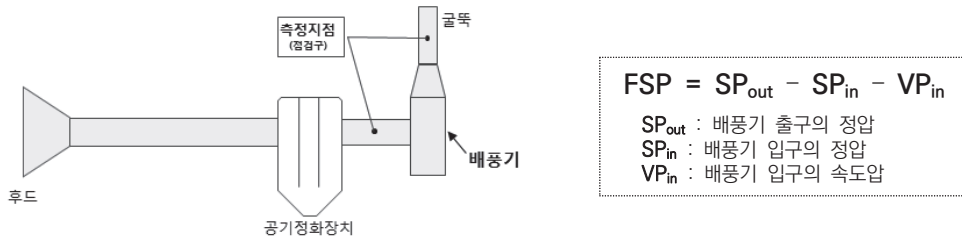
- 덕트의 속도압 측정은 피토관(pitot tube)과 마노미터(manometer)를 이용하여 산출합니다.



[그림 14] 덕트의 속도압 측정법

• 배풍기 정압(FSP, mmH₂O)

배풍기 정압(FSP)은 국소배기장치의 필요 배풍량을 만들기 위하여 배풍기에 필요한 힘으로, 배풍기의 성능곡선 또는 성능표와 비교하여 배풍기 효율 평가하기 위한 중요한 지표가 됩니다. 일반적으로 배풍기 정압은 배풍기 전·후의 덕트에서 정압(SP)과 속도압(VP)을 측정하여 산출합니다.



[그림 15] 배풍기 정압을 위한 측정지점과 산출식

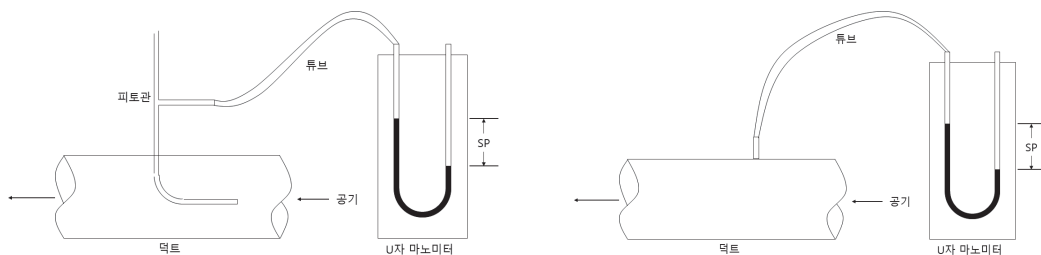
① 배풍기 입구 속도압(VP_{in}) 측정

- 배풍기 입구 전의 덕트 또는 캔버스의 점검구에서 [그림 14]와 같이 피토관(pitot tube)과 마노미터(manometer)를 이용하여 속도압을 측정하거나, 덕트의 반송속도(m/sec) 측정을 통해 속도압(mmH₂O)을 산출할 수 있습니다.

$$VP(\text{mmH}_2\text{O}) = (V_{\text{덕트}}/4.043)^2$$

② 배풍기 입·출구 정압($SP_{in/out}$) 측정

- 배풍기 전·후의 덕트 또는 캔버스의 점검구에서 정압(SP)을 측정합니다.
- 정압을 측정하는 방법은 피토관(pitot tube)과 마노미터(manometer)를 이용하거나, 덕트에 설치된 정압측정구(꼭지)와 마노미터를 이용하여 측정합니다.



(a) 피토관과 U자 마노미터를 이용

(b) 정압측정구(꼭지) U자 마노미터를 이용

[그림 16] 덕트의 정압 측정법

• 측정결과를 활용한 평가

배풍기의 배풍량(Q) 및 정압(FSP)과 실제사양을 비교하여 배풍량의 감소 등 국소배기장치의 성능저하 원인을 추정할 수 있습니다. 이를 위해서는 배풍기의 사양을 확인할 수 있는 자료(제원표 등)와 성능곡선 등 관련자료가 필요합니다. 자료를 확보하기 어려운 경우 배풍기 명판에 기재된 정보를 활용할 수 있습니다.

① 배풍량(Q) 감소-배풍기 정압(FSP) 증가(그림 17의 ①→②)

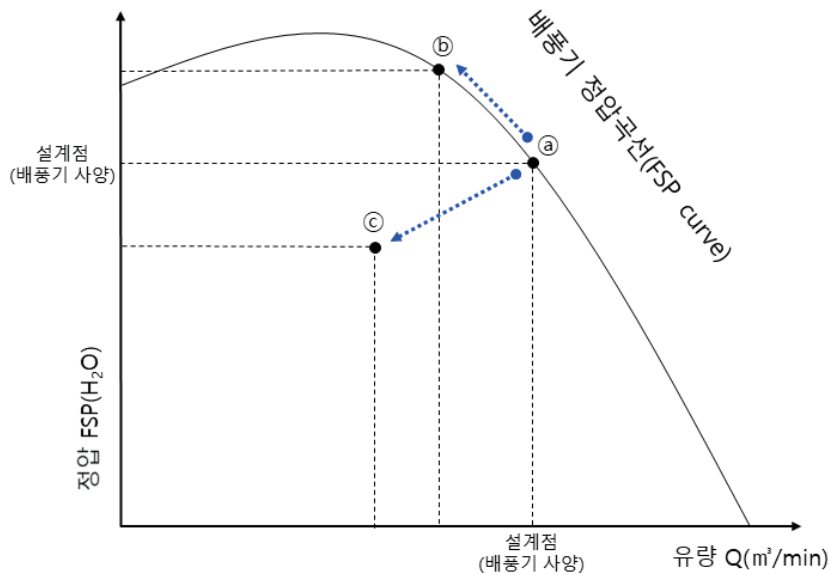
↳ 국소배기장치 시스템 압력손실 증가

- 측정 배풍량이 설계 배풍량보다 적고 측정 배풍기 정압이 설계 정압보다 높은 경우 후드, 덕트, 공기정화장치 등 국소배기장치 시스템의 압력손실 증가로 인한 성능저하로 추정할 수 있습니다.

② 배풍량(Q) 감소-배풍기 정압(FSP) 감소(그림 17의 ①→③)

↳ 배풍기 성능저하

- 측정 배풍량이 설계 배풍량보다 적고 측정 배풍기 정압이 설계 정압보다 낮은 경우 모터 기능(회전수, 출력 등), 동력 전달장치(벨트 등), 풀리상태 등 배풍기의 문제로 인한 성능저하로 추정할 수 있습니다.



[그림 17] 배풍기 성능곡선 및 성능저하 예시

Step 5 대책 수립·시행

1. 대책 수립·시행

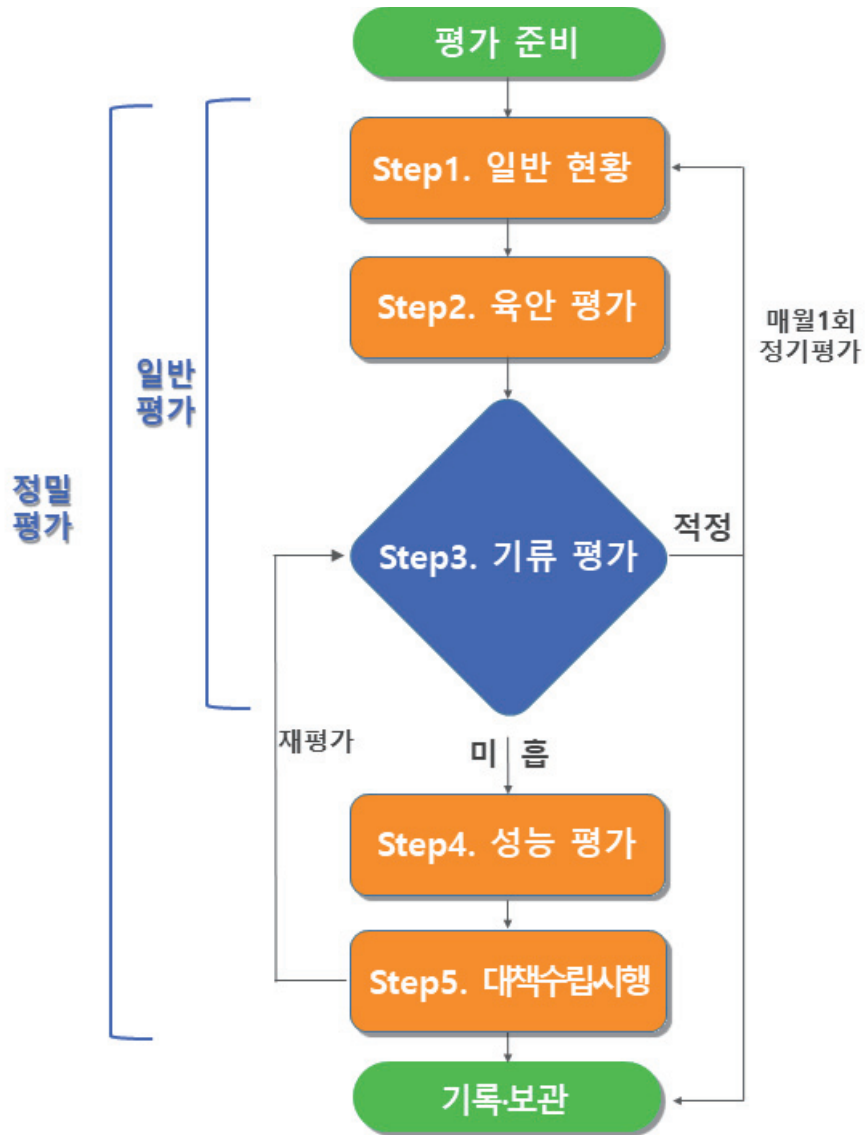
평가를 통하여 확인된 국소배기장치 성능평가 저하 원인을 해결하기 위한 대책을 수립하여 시행하여야 합니다.

구분	주요 대책 예시
후드	<ul style="list-style-type: none"> • 파손, 변형, 찌그러짐 등 외관 보수 • 발산원과의 거리 조정(가능한 가까이 설치) • 후드 흡인 기류를 방해하는 물건 등 제거 • 후드 흡인 기류 방해물(물건, 기둥, 벽 등) • 근로자 호흡영역이 발산원과 후드사이에 위치할 경우 후드 재설계
덕트·배기구	<ul style="list-style-type: none"> • 파손, 변형, 찌그러짐, 연결부 손상 등 보수 • 굴곡, 꼬임이 있는 플렉시블 덕트 조정 • 댐퍼 보수 및 재조정 • 재유입되는 배기구 배출공기 방지조치 • 빗물 유입방지 조치
공기정화장치	<ul style="list-style-type: none"> • 파손, 변형, 찌그러짐, 연결부 손상 등 보수 • 부속장치(모터 등)의 보수 • 여과재 교체 또는 보수
배풍기	<ul style="list-style-type: none"> • 파손, 부식, 손상이 있는 배풍기 케이싱, 임펠러, 캔버스 등 보수 • 구동장치, 제어반 등 보수 • 파손, 탈락, 처짐이 발생한 벨트 및 폴리의 손상 보수 • 모터 풀리 조정이나 교체, 새로운 배풍기로 교체 등

국소배기장치 성능저하 원인을 개선하기 위한 보수작업 등 조치 후 성능확인을 위한 재평가를 실시하여야 합니다. 재평가는 성능의 적정여부를 확인하기 위함으므로 「기류평가」 단계부터 시행하며, 기류평가 결과 적정할 경우는 평가를 완료합니다. 단, 기류평가 결과 미흡한 경우 성능평가를 통하여 성능저하 원인을 확인하여 추가 대책을 수립하여 시행하여야 합니다.

2. 기록·보관

국소배기장치 성능평가 결과는 기록·보관하여야 합니다. 기록·보관된 평가결과는 국소배기장치 유지·관리, 성능저하 원인 파악, 차기 평가 기초자료 등의 활용할 수 있습니다.



[그림 18] 국소배기장치 환기성능평가 절차

별첨 1

국소배기장치 성능평가 체크리스트

국소배기장치 성능 평가 체크리스트

Step 1 일반현황

국소배기장치 ID(위치, 명칭)	
설치공정	
발생인자	
평가일	평가자
평가 결과	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡(개선필요)

Step 2 육안평가

후드	외관	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	부식, 변형 등이 없이 최초 설치 상태를 유지
	설치상태	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	개구면 주변 발해물이 없이 발생원 비산방향으로 설치
덕트·배기구	외관	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	부식, 변형 등 외관상태 점검
	접속부	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	접속부 파손, 변형으로 인한 공기 유입여부 등
	댐퍼	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	댐퍼의 손상 및 정상작동 유무 등
	배기구	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	배출공기 작업장 재유입 가능 여부 등
공기정화장치	외관	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	부식, 변형 등 외관상태 점검
	차압	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	공기정화장치 정상운행 가능한 차압 유지 여부
	접속부	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	접속부 파손, 변형으로 인한 공기 유입여부 등
배풍기	외관	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	케이싱, 임펠러, 모터 파손, 부식 등
	벨트	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	벨트의 헐거움, 베어링의 마모 등
	연결부	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	송풍기 연결부(캔버스) 파손 등으로 인한 공기유입 여부

Step 3 기류평가

기류평가 (연기발생기)	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미 흡	부적정 후드 위치	
		<ul style="list-style-type: none"> • 흡인 속도: · 연기가 후드로 흡인되는 속도가 매우 빠르거나 빠름 • 흡인 상태: · 연기가 퍼져나가거나 확산되지 않고 후드로 모두 흡인 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Step 4 성능평가

■ 배기성능 평가

후드 위치	형식	제어풍속 (기준제어풍속)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)
	<input type="checkbox"/> 포위식 <input type="checkbox"/> 외부식(측방/상방/하방) <input type="checkbox"/> 기타()	(m/s m/s)

■ 배풍기(FAN) 평가(필요시)

배풍량*	정압(FSP)**
<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미흡	<input type="checkbox"/> 양 호 <input type="checkbox"/> 미흡

* 제어풍속이 저하되어 배풍기의 교체 또는 용량 증가 필요성 등을 판단하기 위하여 필요할 경우 측정

** 배풍량이 저하되어 원인규명을 위한 정압측정이 필요할 경우 측정하되 사업장의 동의하에 실시

Step 5 대책 수립·시행				
구분	대책	완료예정일	담당자	완료 여부
후드				<input type="checkbox"/> 완료
덕트· 배기구				<input type="checkbox"/> 완료
공기 정화장치				<input type="checkbox"/> 완료
배풍기				<input type="checkbox"/> 완료

국소배기장치 성능평가 & 후드 설계
표준 가이드

Chapter

02

작업종류별 환기 표준가이드

Korea Occupational Safety & Health Agency

국소배기장치(후드) 설계 표준가이드

본 가이드는 국소배기장치 구성요소 중 후드(Hood)에 대한 형태와 그 배기유량을 설계하는데 필요한 표준 설계조건을 주요 작업별로 제시한 것이다.

본 가이드에서 제시하는 후드별 표준 설계조건은 그 간 공단에서 연구용역¹⁾을 통해 도출한 결과와 미국 Industrial Ventilation(ACGIH, 30th Edition) 설계기준을 토대로 작성된 내용으로 국내 법령에서 정하는 기준과 다를 수 있으며, 현장의 작업특성이나 유해물질 발생특성 등에 따라 실제 설계조건과 달라질 수 있다.

이에, 본 가이드에서 제시하는 내용은 유사작업에 대한 최적의 후드조건을 설계하기 위한 참고자료로만 활용이 가능하다.

1) 유해화학물질 사용 중소기업 사업장 산업환기 실태조사 및 개선에 관한 연구(2006), 전체환기 및 밀폐설비 설치의 적정성 평가 도구 개발(2014)

작업

초음파 세척(중형)

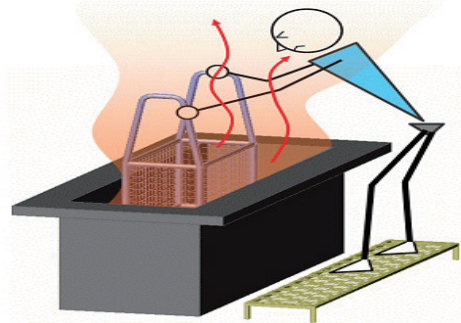
▶ 초음파세척기의 오염물질 발생

현재
상태

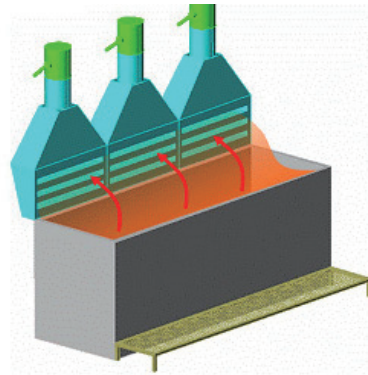
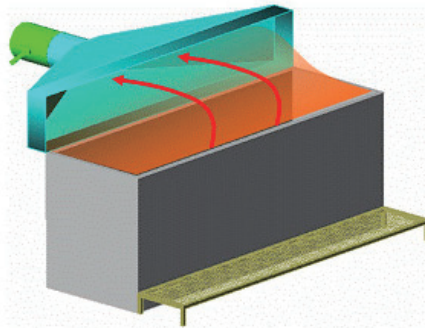
초음파 세척기의 작업 모습



초음파 세척기의 TCE 증기 발생 모습

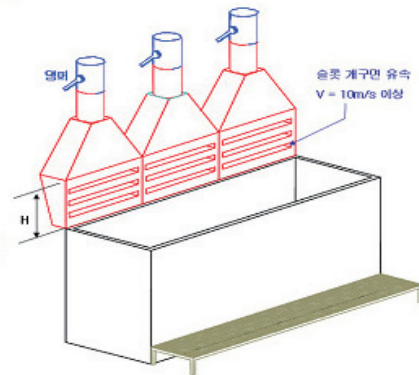
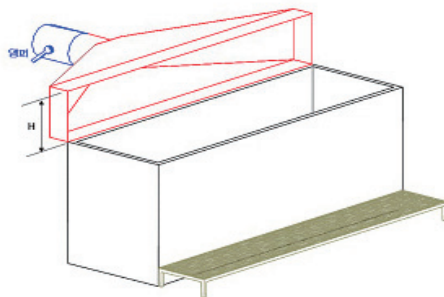


▶ 환기 개선방안



▶ 환기방안 모식도

표준
환기
방안



설계자료

- (1) 후드 형태 : 축방형 배기후드 또는 축방형 다중 슬롯형 후드
- (2) 설계 유량(Q) = (세척기 개구면적당 $0.45 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ 이상)
- (3) 슬롯 개구면 유속 = 10 m/s 이상 유지

유의사항

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 배기후드의 높이는 가능한 작업자의 호흡영역보다 낮게 설치한다.
- (3) 세척기의 덮개는 배기후드에 간섭되지 않는 구조로 설치한다.
- (4) 방해기류가 발생하는 사업장은 배플(Baffle)을 설치하는 것이 바람직하다.

작업

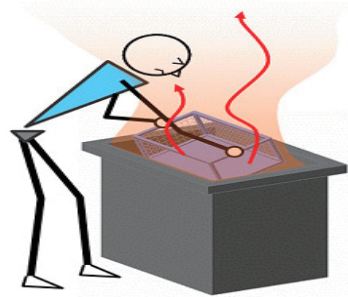
초음파 세척(소형)

▶ 초음파세척기의 오염물질 발생

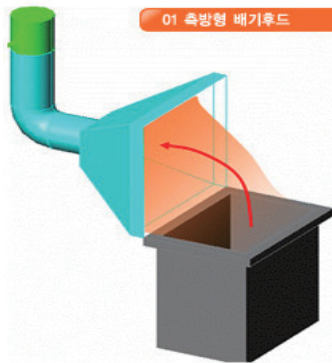
초음파 세척기의 작업 모습



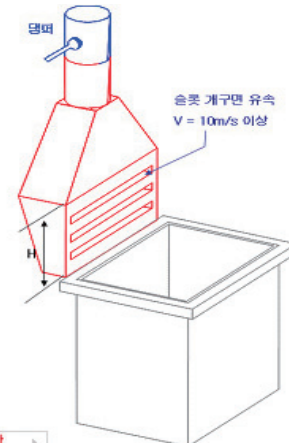
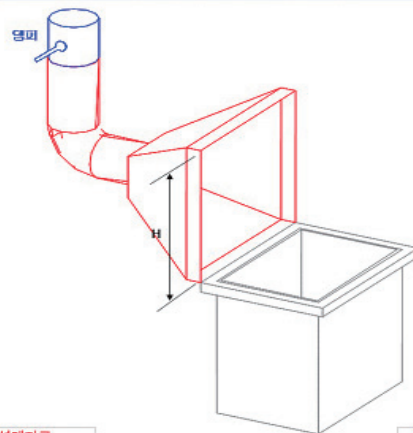
초음파 세척기의 노말 핵산 가스 발생 모습

현재
상태

▶ 환기 개선방안



▶ 노말 핵산용 초음파 세척기 환기방안 모식도



(1) 후드 형태 : 측방형 배기후드 또는 측방형 다중 슬롯형 후드

(2) 설계 유량(Q) = (후드 개구면적당 40 m³/min/m² 이상)

(3) 슬롯 후드 유속 = 10m/s 이상

(3) 후드의 높이(H)는 가능한 작업자 호흡영역보다 낮게 설계함

(1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.

(2) 세척기의 덮개는 배기후드에 간섭되지 않는 구조로 설치한다.

(3) 방해기류가 발생하는 사업장은 가능한 포위식 구조로 가능것이 바람직하다.

(4) 세척기 폭(W)이 0.9m 이상인 경우에는 가능한 Push-Pull 방식으로 설계한다.

표준
환기
방안

작업

증기세척기(중·대형)

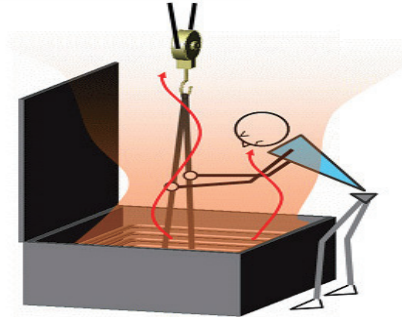
▶ 증기 세척기의 오염물질 발생

현재
상태

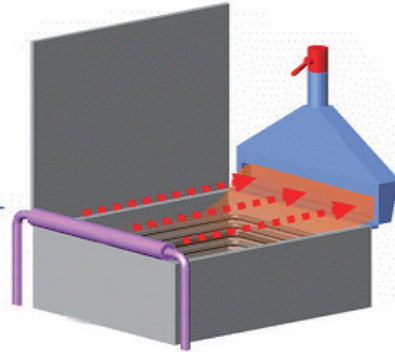
증기 세척기의 작업 모습



증기 세척기의 TCE 증기 발생 모습



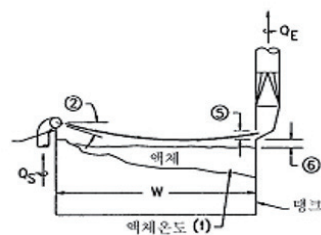
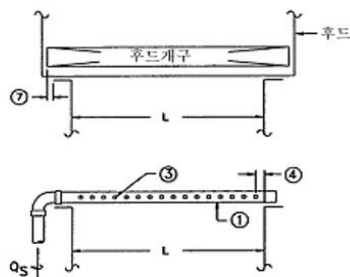
▶ 표준 환기방안



▶ 증기 세척기

표준
환기
방안

환기방안 모식도



설계자료





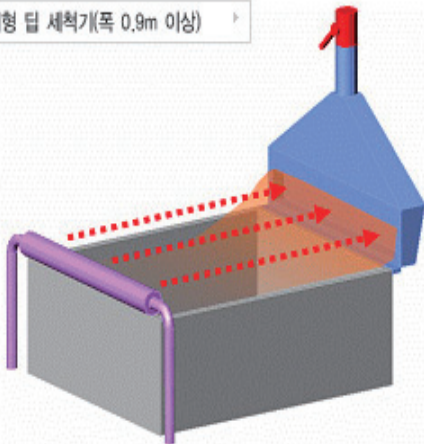
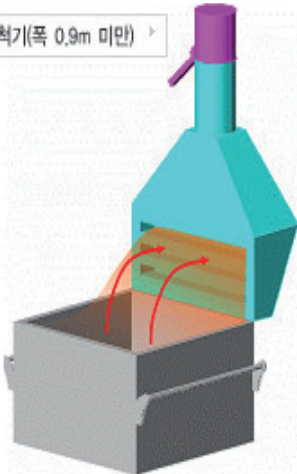
(Push측 노즐 충만실) ①충만실의 단면적은 전체 노즐 단면적의 2.5배 이상, Push 노즐 충만실 덕트와 탱크 상부는 틈이 없도록 설치한다.

(노즐각도) ② 0°~20°로 하향

(노즐직경) ③ 노즐 직경은 4~6mm, 구멍 중심간 간격 50mm ④ 조의 끝으로부터 12~25mm

(배기구) ⑤ Pull측 Slot속도 10m/s ⑦ 개구면의 끝은 탱크의 가장자리를 포함한 끝보다 더 크게 설치

(탱크 내부 수위) ⑥ 탱크 내 여유공간은 공정 운영 중에서 최소한은 유지되어야 한다.

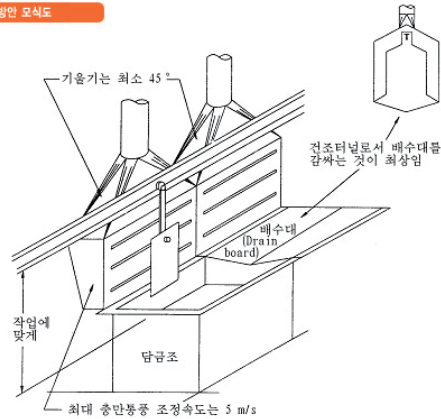
작업	디핑(Dipping) 세척기	
현재 상태	▶ 딥 세척기의 작업 모습	
	크레인을 이용한 디핑(대형) ▶	작업자에 의한 디핑(중소형) ▶
		
	▶ 딥 세척기의 TCE 가스 발생 모습	
	크레인을 이용한 디핑(대형) ▶	작업자에 의한 디핑(중소형) ▶
		
표준 환기 방안 (1)	▶ 표준 환기방안	
	대형 딥 세척기(폭 0.9m 이상) ▶	중소형 딥 세척기(폭 0.9m 미만) ▶
		

작업

디핑(Dipping) 세척기

▶ **딥 세척기 (중소형 : 폭 0.9m 미만)**

환기방안 모식도



설계자료 ▶

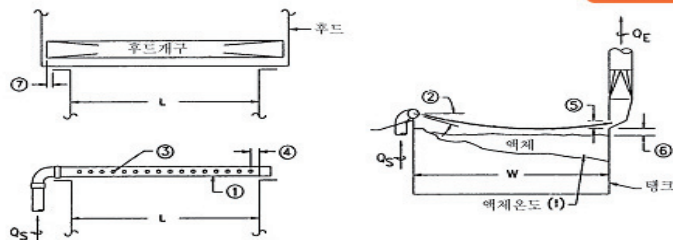
- (1) Q = 탱크 및 배수대의 면적당
38 m³/s/m² (0.64 m³/s/m²)
- (2) 슬롯속도 = 10m/s
- (3) 유입손실 = 1.78VPS + 0.25VPd
- (4) 최소덕트속도 = 10 m/s

유의사항 ▶

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 세척기의 덮개는 배기후드에 간섭되지 않는 구조로 설치한다.

▶ **딥 세척기 (대형 : 폭 0.9m 이상)**

환기방안 모식도



설계자료 ▶

(Push측 노즐 충만실) ①충만실의 단면적은 전체 노즐 단면적의 2.5배 이상, Push 노즐 충만실 덕트와 탱크 상부는 틈이 없도록 설치한다.

(노즐각도) ② $0^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 로 하향

(노즐직경) ③ 노즐 직경은 4~6mm, 구멍 중심간 간격 50mm ④ 조의 끝으로부터 12~25mm

(배기구) ⑤ Pull측 Slot속도 10m/s ⑦ 개구면의 끝은 탱크의 가장자리를 포함한 끝보다 더 크게 설치

(탱크 내부 수위) ⑥ 탱크 내 여유공간은 공정 운영 중에서 최소한은 유지되어야 한다.

* 푸쉬노즐의 유량 : 푸쉬노즐 단위길이 당 $Q_0 = \frac{KM_0}{V_0}$ m³/s/m 으로 함

여기서 Q_0 은 푸쉬노즐 1m당 분기관 유량

$$KM_0 = \text{제트의 운동 모멘텀(jet kinetic momentum)} = 3746.3W$$

$$V_0 = \text{제트 노즐의 동력학적 유속} = \sqrt{\frac{KM_0}{A_0}}$$

$$A_0 = \text{푸쉬노즐 단위길이당 노즐 개구면적}$$

* 푸쉬노즐의 총유량 : $Q_s = Q_0 \times L \text{ m}^3/\text{s}$, 여기서 L은 조의 길이

* 조의 표면적 = L(조의 길이) × W(조의 폭)

* 배기유량 : 조의 표면적 당 $Q_E = 0.38\text{m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ (냉각 코일 설치되어 있는 경우)

유의사항 ▶

- (1) 푸쉬-풀 덕트에 댄퍼를 설치하여 현장 여건에 맞게 유량 조절할 수 있도록 한다.
- (2) 방해기류가 있을 때는 푸쉬-풀 유량을 동시에 20% 범위에서 적절히 증가시키도록 한다.
- (3) 풀 후드는 가능한 플랜지(Flange) 부착이나, 다중 슬롯후드로 설치하는 것이 바람직하다.
- (4) 세척 후 피세척물의 이동시 자연건조에 의해 발생하는 TCE 가스에 대하여 전체환기 방안을 추가적으로 고려해야 한다.

작업

와이프(Wipe) 세척(일반작업대)

현재
상태

▶ 와이프 세척공정의 오염물질 발생

와이프 세척공정의 작업형태



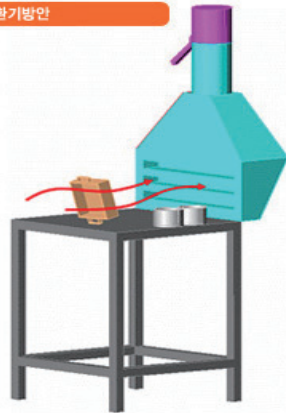
와이프 세척공정의 오염물질 발생



▶ 와이프(Wipe) 세척 환기

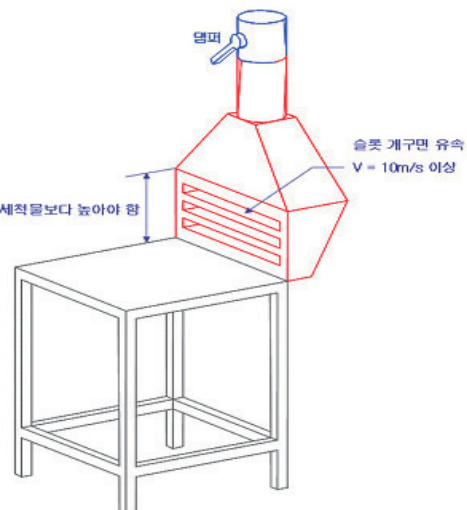
표준
환기
방안

표준 환기방안



본 연구팀이 작업형태를 관찰해본 결과 일정 크기의 작업대 위에서 항상 작업이 이루어지고, 작업자의 호흡영역을 보호하기 위해서는 그림과 같이 작업대 측면에 다중 슬롯후드를 설치하는 방법이 가장 바람직하리라 판단하여 표준 환기방안으로 제안하였다.

환기방안 모식도



설계자료

- (1) 후드 형태: 측방 다중 슬롯후드
- (2) 설계 유량(Q) = (작업대 면적당 $40 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ 이상)
- (3) 슬롯 유속: 10 m/s 이상 유지
- (4) 후드의 높이(H): 피세척물보다 높게 설계

유의사항

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 배기후드에 플랜지(Flange) 설치하는 것이 유리하다.
- (3) 방해기류가 있을 경우 배기유량의 증가나 포위식 구조로 변화시킬 필요가 있다.

작업

와이프(Wipe) 세척(컨베이어 작업_하방배기)

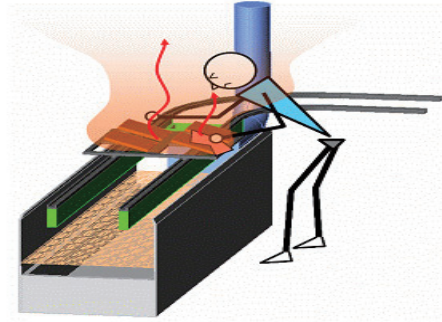
▶ 와이프 세척공정의 오염물질 발생

현재
상태

와이프 세척공정의 작업형태

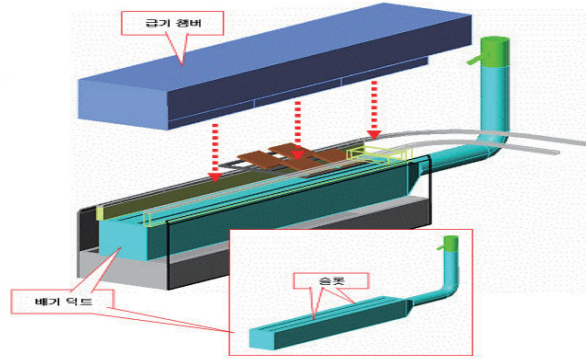


와이프 세척공정의 오염물질 발생



▶ 표준 환기방안

현재 설치되어 있는 배기덕트를 컨베이어 하부를 따라 연결시키고 작업공간 내에서 배기유량이 균일하게 유지하도록 연결된 배기덕트에 다중 슬롯후드를 설치하여 오염물질을 효과적으로 제어하도록 한다.



▶ 노말 헥산 와이프(Wipe) 세척

표준
환기
방안

환기방안 모식도

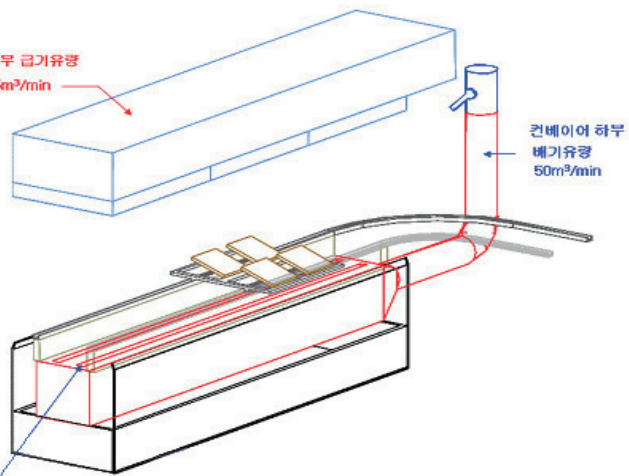
설계자료

- (1) 배기후드 형태 :
하부 다중 슬롯후드
- (2) 배기 유량(Q) =
50 m³/min
- (3) 슬롯 유속 =
10m/s 이상 유지

유의사항

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 배기덕트는 컨베이어 하부에 부착시켜 설치한다.

상부 금기유량
15m³/min

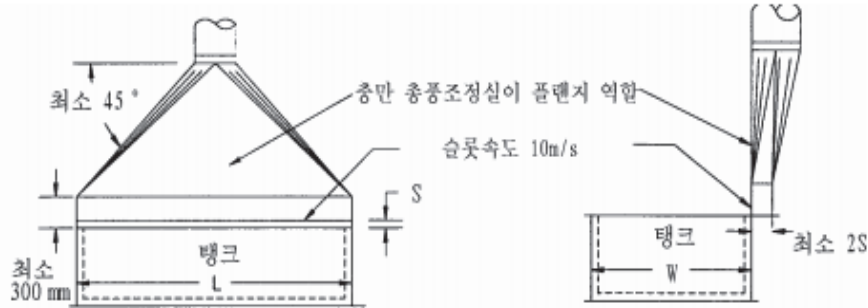


슬롯후드 : 길이 2m x 폭 0.04m x 2열

컨베이어 하부
배기유량
50m³/min

작업

도금작업(개방조_Open Surface Tank) (소형)

현재
상태

설계 인자

표준
환기
방안

설계 인자	설계 범위
배풍량(Q)	$Q(\text{m}^3/\text{min}) = 60 \cdot V \cdot (10X^2 + A)$ V:제어풍속(m/s), X:포착거리(m), A:슬롯영역 전체면적(m^2)
제어풍속(V)	유해물질 발생원에서 0.5m/s 이상 유지 (단, 허용기준이 10ppm이고 액체의 온도가 65℃ 이상일 경우에는 0.75m/sec를 권장)
포착거리(X)	슬롯 개구부에서 개방조 폭(W)과 동일
슬롯높이	개방조(탱크) 위쪽면에서 최소 300mm 이상
슬롯크기	슬롯 개구부에서 풍속이 10.0m/s 이상 유지되도록 설계
배플(Baffle) ("후드 눈썹"이라고도 함)	후드 개구면 균일류 형성을 위해 슬롯개구부 뒷부분에 설치
플레넘 크기	플레넘 속도가 슬롯개구면 속도의 0.5배 이하가 되도록 설계
후드(부스)와 덕트연결부(Tpaer) 각도	후드와 덕트연결부(Tpaer)의 외각이 45도 이상이 되도록
덕트 이송속도	5~10m/s 내외(상황에 맞게 조절)

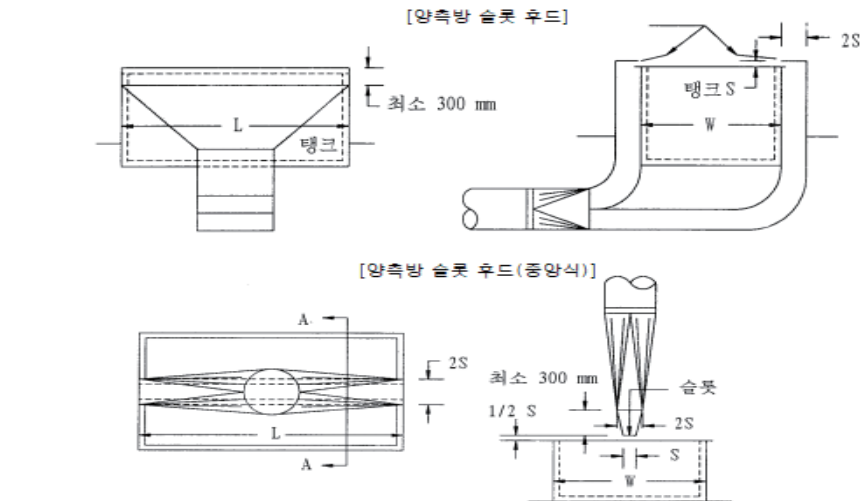
작업

도금작업(개방조_Open Surface Tank) (중형)

현재
상태


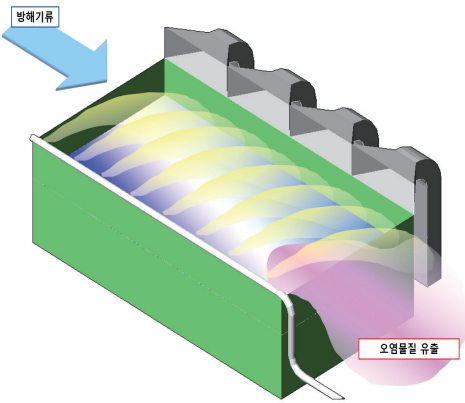
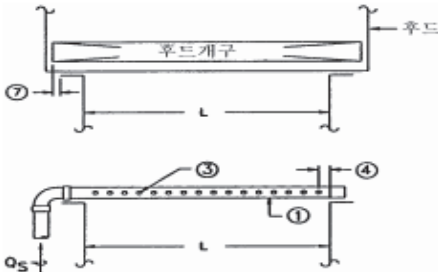
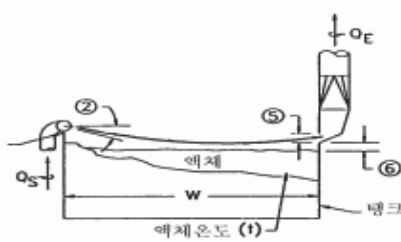


표준
환기
방안



■ 설계 인자

설계 인자	설계 범위
배풍량(Q)	$Q(m^3/min) = 60 \cdot V \cdot (10X^2 + A)$ V:제어풍속(m/s), X:포착거리(m), A:슬롯영역 전체면적(m ²)
제어풍속(V)	유해물질 발생원에서 0.5m/s 이상 유지 (단, 허용기준이 10ppm이고 액체의 온도가 65℃ 이상일 경우에는 0.75m/sec를 권장)
포착거리(X)	개방조(탱크) 폭(W)의 1/2 (중양식)개방조(탱크) 끝단까지의 거리
슬롯크기	슬롯 개구부에서 풍속이 10.0m/s 이상 유지되도록 설계
플레넘 크기	플레넘 속도가 슬롯개구면 속도의 0.5배 이하가 되도록 설계
슬롯높이	개방조(탱크) 위쪽면에서 최소 300mm 이상
덕트 이송속도	5~10m/s 내외(상황에 맞게 조절)
조 프런트와 슬롯하단면까지 거리	(중양식의 경우) 슬롯후드 하단면 폭의 1/2
배플(Baffle) "후드 눈썹"	후드 개구면 균일류 형성을 위해 슬롯개구부 윗부분에 설치

작업	도금작업(개방조_Open Surface Tank)(대형)																												
현재 상태																													
	<div data-bbox="335 727 773 999">  </div> <div data-bbox="802 727 1203 969">  </div> <div data-bbox="305 1060 446 1090"> <p>■ 설계 인자</p> </div> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="305 1110 587 1151">설계 인자</th><th colspan="2" data-bbox="587 1110 1276 1151">설계 범위</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="305 1151 587 1352" rowspan="4">Push 측</td><td data-bbox="587 1151 713 1231">배풍량(Pull 풍량)</td><td data-bbox="713 1151 1276 1231">조의 표면적당 $Q = 0.38 \sim 45 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ (단, 조의 온도가 65°C 이상이거나 방해기류가 강하고, 조내 액체의 교란이 많을 때 조의 표면적당 $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$)</td></tr> <tr> <td data-bbox="587 1231 713 1272">조의 표면적</td><td data-bbox="713 1231 1276 1272">$L(\text{조의 길이}) \times W(\text{조의 폭})$</td></tr> <tr> <td data-bbox="587 1272 713 1312">배기구(슬롯) 크기(⑤)</td><td data-bbox="713 1272 1276 1312">슬롯 개구부에서 풍속이 10.0m/s 이상 유지되도록 설계</td></tr> <tr> <td data-bbox="587 1312 713 1352">플레넘 크기</td><td data-bbox="713 1312 1276 1352">단, 배기구의 폭(⑦)은 조의 플레넘을 포함한 폭보다 조금 더 넓게 설계 플레넘 속도가 슬롯개구면 속도의 0.5배 이하가 되도록 설계</td></tr> <tr> <td data-bbox="305 1352 587 1655" rowspan="4">Pull 측</td><td data-bbox="587 1352 713 1413">급기량(Push 풍량)</td><td data-bbox="713 1352 1276 1413">$Q_s = 0.68 \sqrt{A_j} \times L \text{ m}^3/\text{s}$ (A_j는 푸쉬노즐 1 m당 개구면적(m^2), L은 조의 길이(m))</td></tr> <tr> <td data-bbox="587 1413 713 1473">Push노즐 분기관</td><td data-bbox="713 1413 1276 1473">- 원형, 직사각형, 또는 정사각형으로 함 - 분기관(manifold)의 단면적은 노즐 개구면적의 2.5배 이상</td></tr> <tr> <td data-bbox="587 1473 713 1514">Push노즐 각도</td><td data-bbox="713 1473 1276 1514">$0 \sim 20^\circ$로 하향</td></tr> <tr> <td data-bbox="587 1514 713 1655">Push노즐 크기</td><td data-bbox="713 1514 1276 1655">3-6mm 슬롯 또는 직경 4-6mm 구멍 슬롯 또는 구멍을 3-8mm 직경의 간격으로 배치 (단, 분기관 끝부분의 구멍이나 슬롯의 끝부분(④)은 조 내벽에서 13-25mm 안쪽에 위치시킴으로써 분사된 제트가 조 밖으로 빠져 나가는 것을 방지하도록 설계)</td></tr> <tr> <td data-bbox="305 1655 587 1796" rowspan="3">공통</td><td data-bbox="587 1655 713 1715">조의 액면(⑥)</td><td data-bbox="713 1655 1276 1715">조에 작업물체를 넣지 않았을 때 액면이 조의 상부에서 200mm 이상 내려가지 않게 한다.</td></tr> <tr> <td data-bbox="587 1715 713 1755">배플(Baffle)</td><td data-bbox="713 1715 1276 1755">후드 개구면 균일류 형성을 위해 슬롯개구부 윗부분에 설치</td></tr> <tr> <td data-bbox="587 1755 713 1796">덕트 이송속도</td><td data-bbox="713 1755 1276 1796">$5 \sim 10\text{m/s}$ 내외(상황에 맞게 조절)</td></tr> </tbody> </table>	설계 인자	설계 범위		Push 측	배풍량(Pull 풍량)	조의 표면적당 $Q = 0.38 \sim 45 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ (단, 조의 온도가 65°C 이상이거나 방해기류가 강하고, 조내 액체의 교란이 많을 때 조의 표면적당 $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$)	조의 표면적	$L(\text{조의 길이}) \times W(\text{조의 폭})$	배기구(슬롯) 크기(⑤)	슬롯 개구부에서 풍속이 10.0m/s 이상 유지되도록 설계	플레넘 크기	단, 배기구의 폭(⑦)은 조의 플레넘을 포함한 폭보다 조금 더 넓게 설계 플레넘 속도가 슬롯개구면 속도의 0.5배 이하가 되도록 설계	Pull 측	급기량(Push 풍량)	$Q_s = 0.68 \sqrt{A_j} \times L \text{ m}^3/\text{s}$ (A_j 는 푸쉬노즐 1 m당 개구면적(m^2), L 은 조의 길이(m))	Push노즐 분기관	- 원형, 직사각형, 또는 정사각형으로 함 - 분기관(manifold)의 단면적은 노즐 개구면적의 2.5배 이상	Push노즐 각도	$0 \sim 20^\circ$ 로 하향	Push노즐 크기	3-6mm 슬롯 또는 직경 4-6mm 구멍 슬롯 또는 구멍을 3-8mm 직경의 간격으로 배치 (단, 분기관 끝부분의 구멍이나 슬롯의 끝부분(④)은 조 내벽에서 13-25mm 안쪽에 위치시킴으로써 분사된 제트가 조 밖으로 빠져 나가는 것을 방지하도록 설계)	공통	조의 액면(⑥)	조에 작업물체를 넣지 않았을 때 액면이 조의 상부에서 200mm 이상 내려가지 않게 한다.	배플(Baffle)	후드 개구면 균일류 형성을 위해 슬롯개구부 윗부분에 설치	덕트 이송속도	$5 \sim 10\text{m/s}$ 내외(상황에 맞게 조절)
설계 인자	설계 범위																												
Push 측	배풍량(Pull 풍량)	조의 표면적당 $Q = 0.38 \sim 45 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ (단, 조의 온도가 65°C 이상이거나 방해기류가 강하고, 조내 액체의 교란이 많을 때 조의 표면적당 $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$)																											
	조의 표면적	$L(\text{조의 길이}) \times W(\text{조의 폭})$																											
	배기구(슬롯) 크기(⑤)	슬롯 개구부에서 풍속이 10.0m/s 이상 유지되도록 설계																											
	플레넘 크기	단, 배기구의 폭(⑦)은 조의 플레넘을 포함한 폭보다 조금 더 넓게 설계 플레넘 속도가 슬롯개구면 속도의 0.5배 이하가 되도록 설계																											
Pull 측	급기량(Push 풍량)	$Q_s = 0.68 \sqrt{A_j} \times L \text{ m}^3/\text{s}$ (A_j 는 푸쉬노즐 1 m당 개구면적(m^2), L 은 조의 길이(m))																											
	Push노즐 분기관	- 원형, 직사각형, 또는 정사각형으로 함 - 분기관(manifold)의 단면적은 노즐 개구면적의 2.5배 이상																											
	Push노즐 각도	$0 \sim 20^\circ$ 로 하향																											
	Push노즐 크기	3-6mm 슬롯 또는 직경 4-6mm 구멍 슬롯 또는 구멍을 3-8mm 직경의 간격으로 배치 (단, 분기관 끝부분의 구멍이나 슬롯의 끝부분(④)은 조 내벽에서 13-25mm 안쪽에 위치시킴으로써 분사된 제트가 조 밖으로 빠져 나가는 것을 방지하도록 설계)																											
공통	조의 액면(⑥)	조에 작업물체를 넣지 않았을 때 액면이 조의 상부에서 200mm 이상 내려가지 않게 한다.																											
	배플(Baffle)	후드 개구면 균일류 형성을 위해 슬롯개구부 윗부분에 설치																											
	덕트 이송속도	$5 \sim 10\text{m/s}$ 내외(상황에 맞게 조절)																											

작업

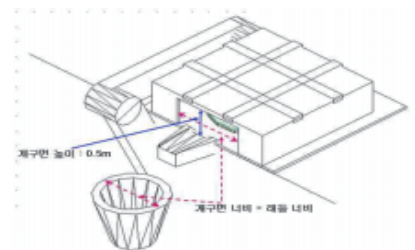
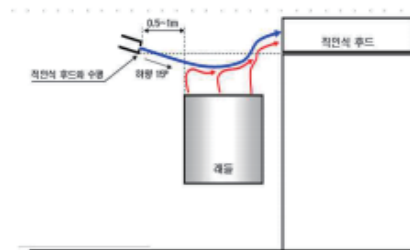
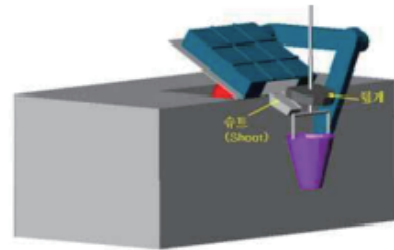
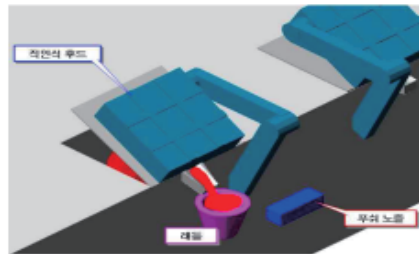
주물작업(1)

현재
상태



표준
환기
방안

직인식 후드+푸쉬 노즐



설계 인자

설계 인자		설계 범위
직인식 후드	배기 유량(1m당)	285CMM
	개구면 유속	10m/s
	직인식 후드 개구면 높이	0.5m
	직인식 후드 개구면 너비	래들 너비와 동일
급기 노즐	설비 위치	-직인식 후드 개구면 위치 -래들 전방 0.5~1m
	분사 각도	15°하향
	노즐1m당 급기 유량	36CMM
	급기 유속	20~25m/s

작업		주물작업 (2)
현재 상태		<div></div> <div></div>
표준 환기 방안		<div>외부식 푸쉬-풀 후드 및 스윙식(캐노피) 후드</div> <div></div> <div></div>
설계 인자		
스윙식 후드	배풍량	후드 1기 풍량(Q)=250㎥/min 이상
	후드직경(Ø)	Ø1.4m
	설치높이(H)	오염원으로부터 1m 이내
	방해기류	0.5m/s 이하에서 작용
풀 후드	후드 형태	다단슬롯후드
	설치위치	급기 노즐 상단과 수평인 위치
	개구면 유속	10m/s
	래들에서 떨어진 위치	최대 2.5m 이내
푸쉬 노즐	설치 위치	래들 상단과 수평인 위치
	개구면 유속	3.0~6.0m/s
	래들에서 떨어진 위치	최대 2.5m 이내

작업

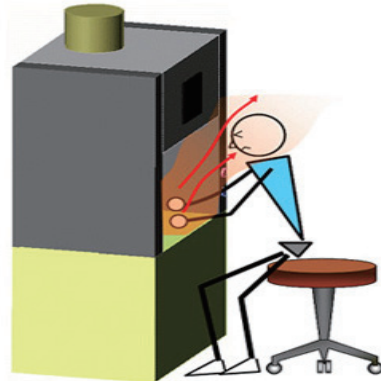
실험실 후드(흡 후드)

▶ 흡 후드에서의 오염물질 발생

흡 후드에서의 작업 모습

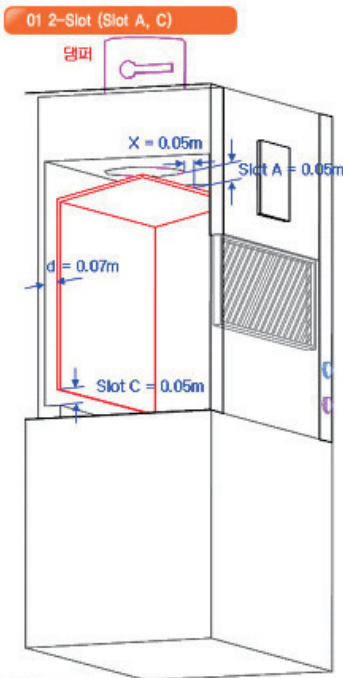


흡 후드에서의 오염물질 발생



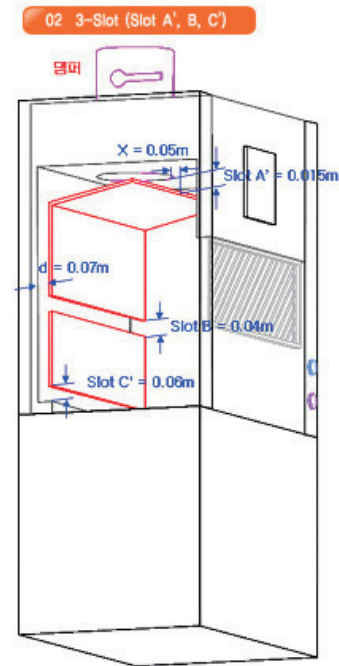
현재
상태

▶ 실험실용 흡(Fume) 후드 환기방안 모식도



설계자료

- (1) 후드 형태: 포위식 후드
- (2) 설계 유량(Q) = (완전 개방면적 당 25 m³/min/m² 이상)
- (3) 덕트 반송속도 = 5~10m/s (상황에 맞게 조절)
- (4) 후드 유입손실 = 0.5VPd (VPd: 덕트 속도압)



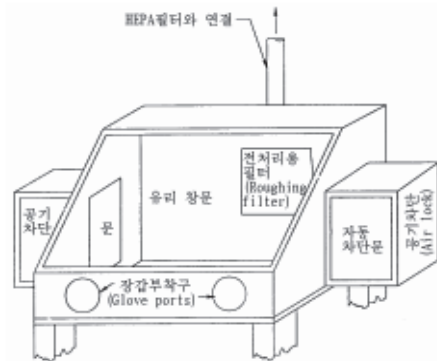
유의사항

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 덕트 반송속도는 최소화시켜 소음 발생을 억제한다.
- (3) 후드내에 화학약품이나 장치를 저장목적으로 넣어 두지 않도록 한다.
- (4) 실험 수행시 문(Door)은 가능한 많이 닫고 실험한다.

표준
환기
방안

작업

실험실 후드(Glove Box)



설계 인자

설계 인자	설계 범위
배풍량(Q)	$Q(\text{m}^3/\text{min}) = \text{문의 개방면적}(\text{m}^2) \times 0.25 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2$ 또는 부스내부 온도상승 방지를 위해 ACH를 약 15회로 하여 산출 ※ ACH : Air Change per Hour(시간당 공기교환 횟수)
정압(mmAq)	시스템을 달았을 때 6mmH ₂ O 이상의 정압 유지
HEPA Filter	- 외부공기 유입부에 설치 - 부스내부 후드에서 배기덕트 연결부에 설치
차압계	부스 내 적정 음압유지를 위해 후드 후단에 설치
덕트 이송속도	10~20m/s 유지

표준
환기
방안

작업

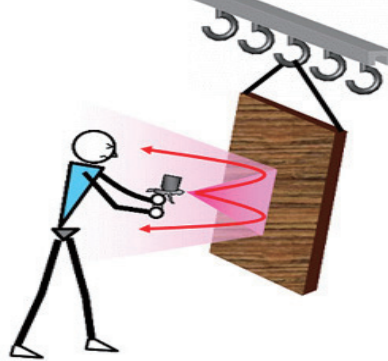
스프레이 도장(대형도장)

▶ 스프레이 도장의 오염물질 발생

스프레이 건을 이용한 도장

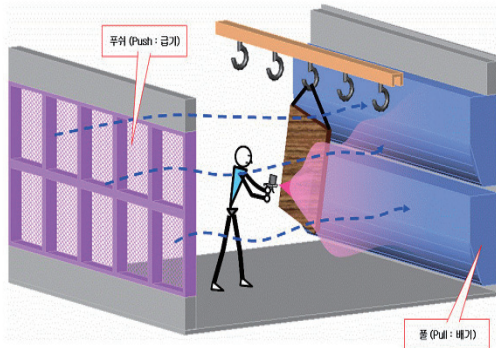


스프레이 도장 작업자의 오염물질 노출



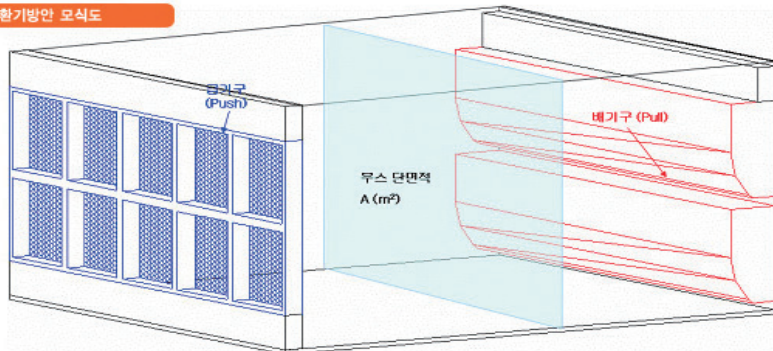
현재
상태

▶ 표준 환기방안



▶ 대형 도장 부스(공기 분무법)

환기방안 모식도



설계자료

- (1) 후드 형태 :
푸쉬-풀 환기방식 (압축치환식 환기)
- (2) 설계 배기유량(Q) =
(부스 단면적당 30 m³/min/m² 이상)
- (3) 설계 급기유량(Q') =
설계 배기유량(Q) 이하
(현장 여건에 맞게 적절히 조절)

유의사항

- (1) 급 배기덕트에 덤퍼(damper)를 설치하여 유량 관리를 실시한다.
- (2) 급기유량은 배기유량보다 크지 않게 설계하며 반드시 현장에서 적절히 조절하여야 한다.
- (3) 급기(Push)는 가능한저속으로 공급될 수 있도록 하고, 급기면적 전체에서 균일류가 형성되도록 한다.

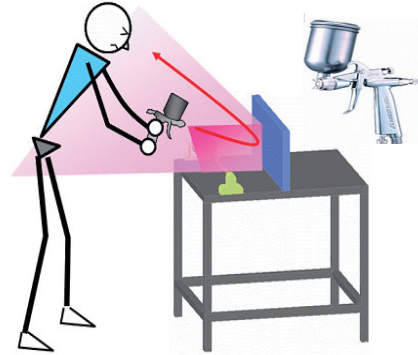
표준
환기
방안

작업

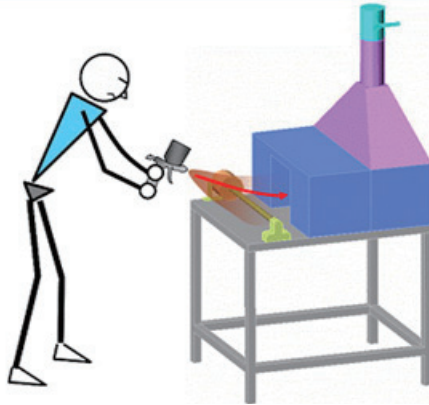
스프레이 도장(소형도장)

▶ 스프레이 도장 작업자의 오염물질 노출

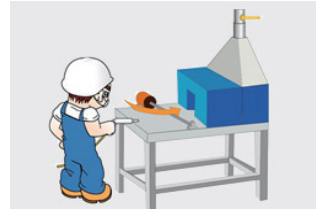
작업 모습

현재
상태

▶ 표준 환기방안

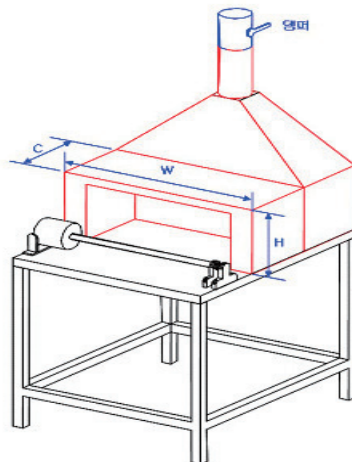


: 다음 그림과 같이 스프레이 건에서 분사된 페인트 입자를 소형 도장 부스를 이용해 배기후드로 유도시켜 작업자의 호흡영역을 보호할 뿐만 아니라 주위로 확산되지 않도록 하는 우수한 환기방안이었다.

표준
환기
방안
(1)

▶ 소형 도장 부스(공기 분무법)

환기방안 모식도



설계자료

- (1) 후드 형태 : 레시버식(Receiving) 배기후드
- (2) 설계 배기유량(Q) =
(부스 단면적당 60m³/min/m² 이상) -
입구면적 0.4m² 이하
(부스 단면적당 45m³/min/m² 이상) -
입구면적 0.4m² 이상
- (3) 도장 부스 크기 :
W=작업물체의 크기 + 0.3m
H=작업물체의 크기 + 0.3m
C=0.75×(부스의 가로, 세로 중 큰변의 길이)

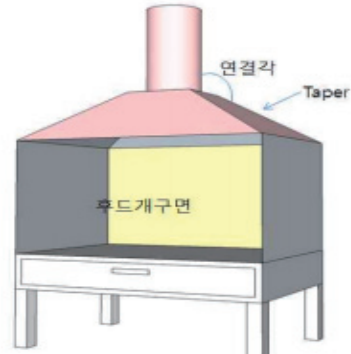
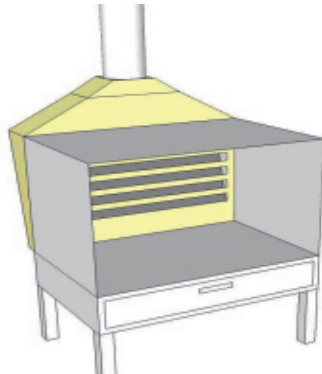
유의사항

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 유량 관리를 실시한다.
- (2) 덕트 유입구 전에 전처리 필터를 설치하여 페인트 입자가 덕트내로 유입되지 않도록 한다.
- (3) 스프레이 건(Spray gun)의 공기압은 가능한 최소 입력에서 운영한다.

작업

소형 도장부스

표준
환기
방안
(2)



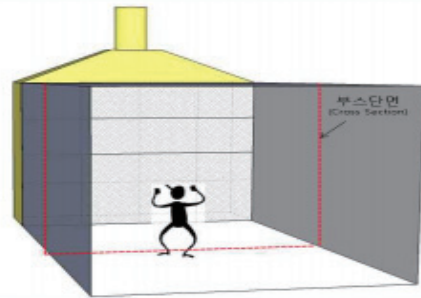
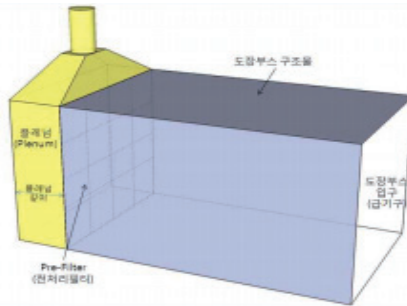
설계 인자

설계 인자	설계 범위
제어풍속	- 습식도장(분무도장) : 0.4m/s 이상 - 건식도장(분체도장) : 0.7m/s 이상
제어풍속 기준점(위치)	후드 개구면
후드개구면 너비	피도체 크기를 고려하되 최소한 작게
덕트와 후드 연결부 (갓모양, Taper)	연결각 45도 이상 유지
덕트 유입풍속	5~10m/s

작업

중형 도장부스

표준
환기
방안
(3)

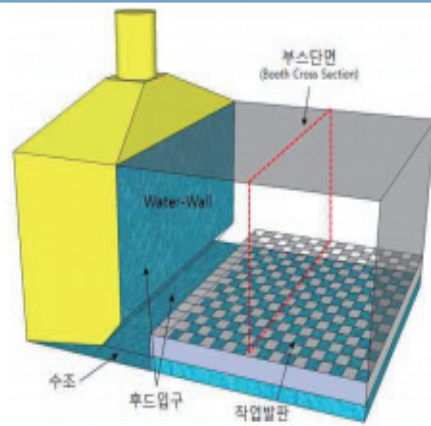
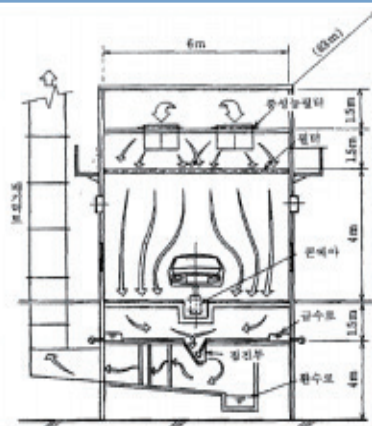


설계 인자

설계 인자	설계 범위
제어풍속	0.4m/s 이상(습식도장) 단, 도장부스 깊이가 작은 경우는 0.5m/s 이상 권장
제어풍속 기준점(위치)	작업자 위치 부스단면 (Booth Cross Section)
후드유입손실	전처리필터에 의한 압력손실을 고려하여 설계
부스 구조물크기	피도체 크기, 작업범위 등을 고려하되 최소한 작게
플레넘(Plenum) 깊이	- 압력이 배기구에 전체적으로 균일하게 작용하도록 해주는 일종의 압력충만실(부스내 균일풍속 목적) - 깊이: 플레넘에 연결된 덕트 직경의 1.75배 이상 또는 (덕트직경+0.15m)
덕트 유입풍속	5~10m/s

작업

대형 도장부스 (Water-Wall Booth_수조형 도장부스)



설계 인자

설계 인자	설계 범위
제어풍속	0.4m/s 이상 단, 수동도장인 경우는 0.5m/s 이상 권장
제어풍속 기준점(위치)	작업자 위치 부스단면 (Booth Cross Section)
후드유입손실	수벽(Water-Wall)에 의한 압력손실을 고려하여 설계
급기	- 급기량 : 배기량과 동일 - 위치 : 상부 또는 측상부 설치 권장
플레넘(Plenum) 깊이	플레넘에 연결된 덕트 직경의 1.75배 이상 또는 (덕트직경 +0.15m)
부스 구조물크기	피도체 크기, 작업범위 등을 고려하되 최소한 작게
덕트 유입풍속	5~10m/s

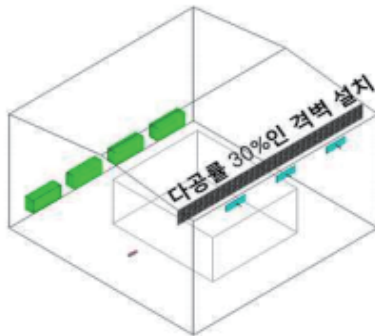
표준
환기
방안
(4)

작업

대형 도장부스(대형구조물 도장부스)



<대형 도장부스 환기방안 및 기류흐름>



표준
환기
방안
(5)

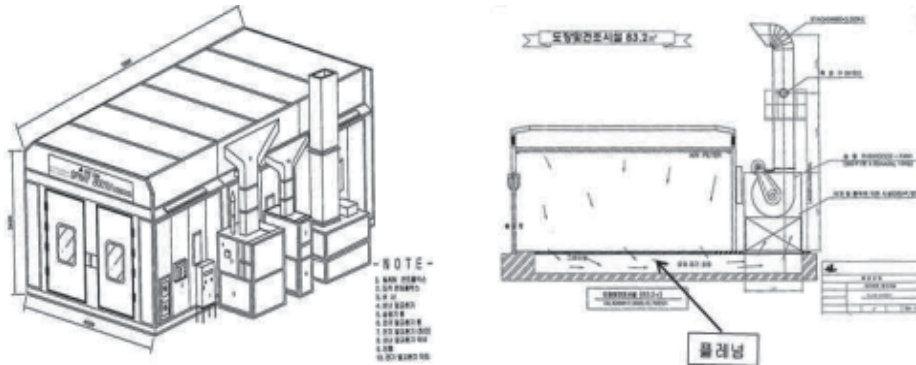
설계 인자

설계 인자		설계 범위
배기	배기량	환기횟수 15회 ※ 배기량(Q, m³/min)=체적×환기횟수×60
	배기유속	후드개구면에서 5m/s 이하
	배치구조	도장체 측면 하단부에 일렬로 배치
급기량	급기량	환기횟수 15회(강제급기 시)
	급기유속	도장체 근처 유속 1m/s 이하로 유지 ※ 급기구 개방면적 설계시 고려
	설치위치	가급적 배기후드 반대편 상부 설치

설계 인자	설계 범위
전처리 필터	배기구 입구에 Pre-Filter 설치
격 벽	균일한 급배기 기류를 형성할 수 있도록 급기구 전단에 설치
정압구	후드 후단에 정압구 설치
덕트 이송속도	10m/s 내외로 유지
공기정화방식	활성탄 흡착방식

작업

대형 도장부스(자동차 정비용 도장부스)



설계 인자

설계 인자		설계 범위
제어풍속		0.4m/s 이상
제어풍속 기준점(위치)		부스바닥으로부터 1.5m 높이+부스 횡단면 전체 ※ 횡단면 : 급기에서 배기방향으로 부스를 자른 단면
급기		- 강제급기의 경우 상부급기 방법 채택 - 자연급기의 경우 측면상부 급기 방법 채택
급기량		배기량과 동일 단, 양압으로 유지해야하는 경우 배기량의 120% 이상
플레넘 깊이	배기	배기구 입구(Grating)로부터 2m 이상 단, 균일류 목적으로 다공판 또는 Pre-Filter 설치한 경우 1m 이상
	급기	급기덕트 직경의 1.75배 이상
부스 구조물크기		피도체 크기, 작업범위 등을 고려하되 최소한 작게
전처리 필터		배기구의 그레이팅에 Pre-Filter 설치 권장
덕트 유입풍속		5~10m/s
차압계		공기정화장치 전단 및 후단연결 차압계 설치

기타 안전보건기준

- ◆ 방폭구분 : 1종 방폭지역
 - 조명장치 : 후드 내부에 조명장치 설치 시 방폭구조형 조명장치 사용
 - 스위치, 동력기계기구 등은 후드 내부에 설치금지. 부득이한 경우 방폭구조형 설치
- ◆ 공기정화방식 : 흡착방식(A/C필터, A/C 흡착탑) 적용
- ◆ 배풍기는 반드시 공기정화장치 후단에 설치. 단, 방폭형구조는 제외
- ◆ 도장부스 내부에서 근로자가 작업하는 경우 유해물질 노출 최소화를 위해 방독마스크 착용 후 작업 수행
- ◆ 도장원료 배합작업은 부스내부에 실시(작업대활용) 또는 단위작업장소에 별도 후드 설치
- ◆ 화재·폭발 등 안전작업수칙 제정·운영
- ◆ 도장부스 출입구 등에 안전보건표지판 설치 : 방독마스크 착용, 인화성물질 경고 등
- ◆ 도로에 대한 물질안전보건자료 게시, 경고표지 부착, 근로자 교육 실시
- ◆ 작업환경측정 실시(주기 6개월 1회), 배치전·특수건강진단 실시
- ◆ 기타 덕트, 공기정화장치, 배풍기(송풍기), 굴뚝 등은 「공통설계 기준」에 따름

작업

배합작업(반응조)

▶ 배합 반응조의 구조

반응조 상부



반응조 하부



현재
상태

01 밀폐식 후드



02 외부식 후드(고정식)

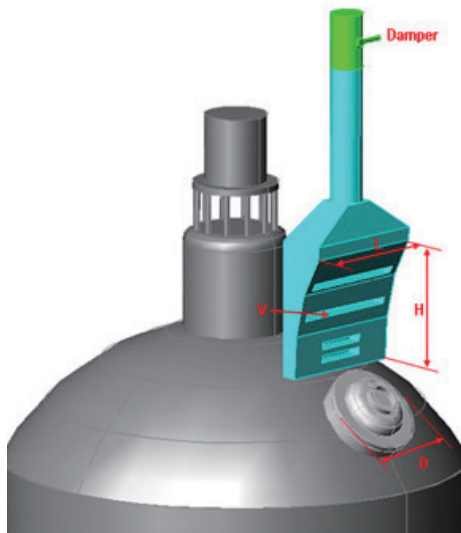


03 외부식 후드(이동식)



▶ 반응조 맨홀 환기

환기방안 모식도



설계자료

- (1) 설계 유량(Q) = (맨홀의 개구면 단위직경당 $60 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}$ 이상)
- (2) 슬롯 개구면 유속 = 10 m/s 이상 유지
- (3) 후드 폭(L) = 맨홀 외경 (플랜지 연장 설치하는 것이 유리함)
- (4) 후드 높이(H) = 후드 폭 $\times 1/2$ (후드 상부로 플랜지 연장하는 것이 유리함)

유의사항

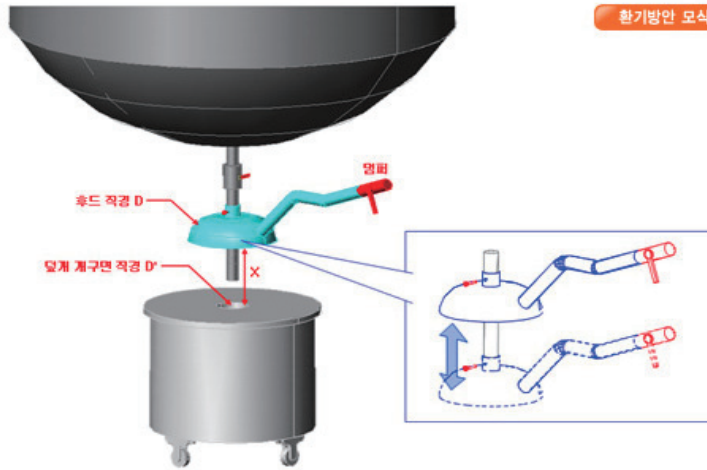
- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 배기후드는 가능한 맨홀에 근접시키는 것이 유리하다.
- (3) 방해기류가 발생할 경우 이를 최소화시킬 수 있도록 배플을 설치하거나 배기유량을 충분히 증가시켜야 한다.

표준
환기
방안
(1)

작업

배합작업(반응조)

▶ 반응조 드레인 환기 I



환기방안 모식도

설계자료

- (1) 설계 유량(Q) = 6 m³/min 이상
- (2) 배기용기 덮개의 개구면(D') = 직경 0.2m 이내
- (3) 배기용기와 후드의 거리(X) = 0.3m 이상
- (4) 방해기류 : 0.5m/s 이상에 적용

유의사항

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 후드는 배관에 부착될 때 상하 위치 이동할 수 있도록 설계하는 것이 작업성에 유리하다.
- (3) 배합 용기는 반드시 덮개로 덮어 보관하도록 한다.
- (4) 방해기류가 심하거나 후드와 배합용기의 거리가 먼 경우 적용이 어렵다.

표준
환기
방안
(2)

▶ 반응조 드레인 환기 II

환기방안 모식도



설계자료

- (1) 설계 유량(Q) = 6 m³/min 이상
- (2) 배기용기 덮개의 개구면(D') = 직경 0.2m 이내
- (3) 배기용기와 후드의 거리(X) = 0.3m 이상
- (4) 방해기류 : 0.5m/s 이상에 적용

유의사항

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 사용하지 않는 배기후드는 작업에 방해되지 않도록 별도로 위치시킨다.
- (3) 배합 용기는 반드시 덮개로 덮어 보관하도록 한다.

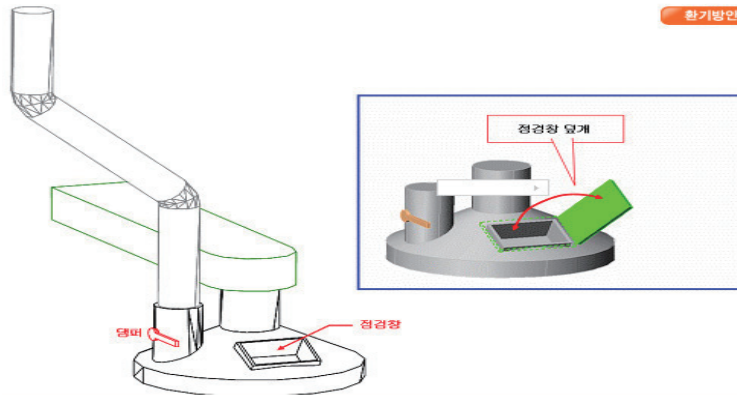
작업

배합작업(일반용기)

현재
상태



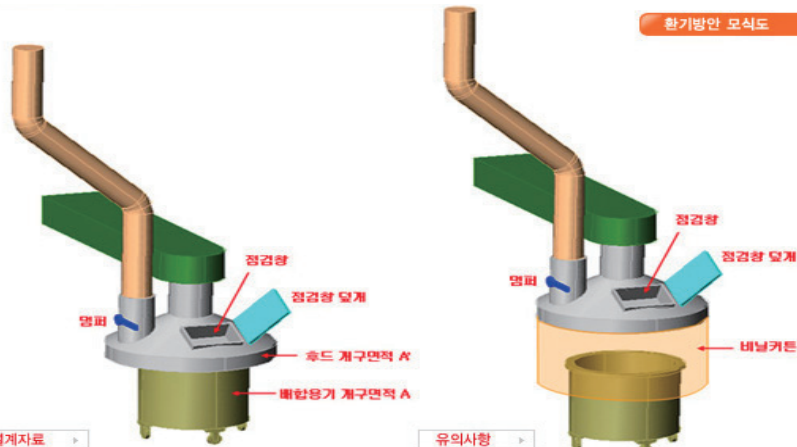
▶ 덮개식 배기후드 모습



환기방안 모식도

▶ 일반 배합기 환기

표준
환기
방안





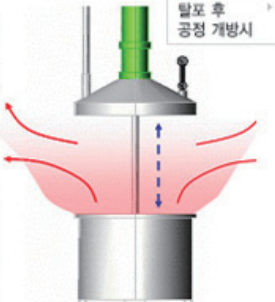
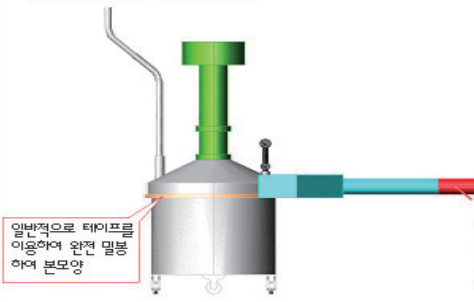
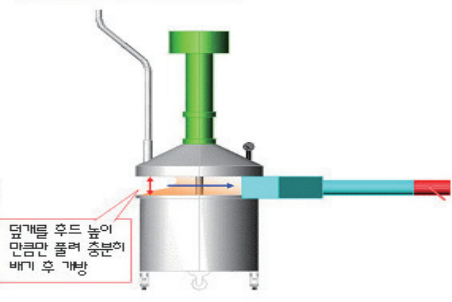
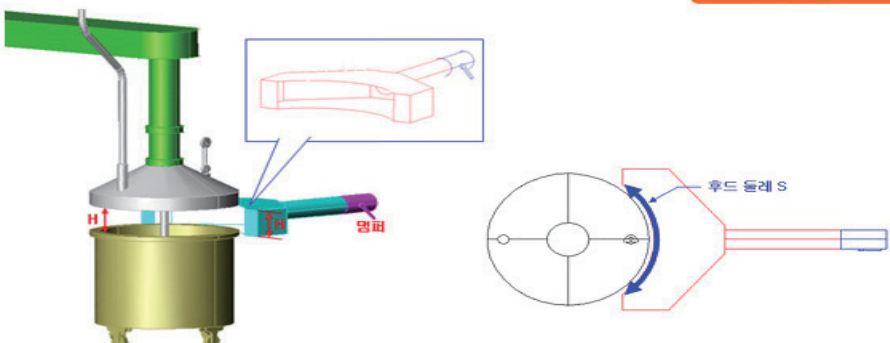
환기방안 모식도



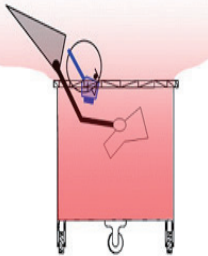
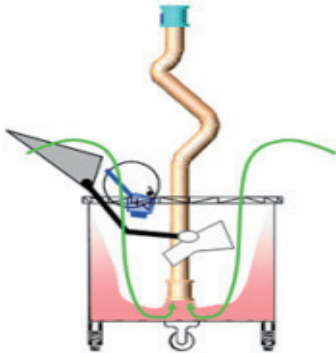

설계자료 ▶

- (1) 후드 형태: 포위식 구조
- (2) 설계 유량(Q) = (배합용기 개구면적당 $30 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ 이상)
- (3) 후드 개구면적(A') = 배합용기 개구면적(A)의 1배이상 ~ 2배 이하

유의사항 ▶

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 현장 여건상 포위식이 어려운 경우 비닐커튼을 활용하는 것이 바람직하다.
- (3) 필요에 따라 덮개에 점검창을 설치하는 것이 작업에 유리하다.
- (4) 배합 용기의 직경이 1m를 초과하는 경우 배기덕트를 2개 이상 설치하는 것이 유리하다.

작업	배합작업 (탈포기)
현재 상태	<p>▶ 탈포기 가스 발생</p> <div><div>탈포 과정</div><div>탈포 후 공정 개방시</div></div>
표준 환기 방안	<p>▶ 작업공정</p> <div><div>01 탈포과정</div><div>02 탈포 후 배기</div></div> <p>▶ 탈포기 환기</p> <div><div>환기방안 모식도</div><div>설계자료</div><div>유의사항</div><div><div>(1) 후드 형태 : 측방 편평형 배기후드</div><div>(2) 설계 유량(Q) = (배합용기 개구면적당 40 m³/min/m² 이상)</div><div>(3) 후드 둘레(S) = 배합용기 둘레의 1/3 이상</div><div>(4) 탈포기 덮개 설치 위치 : 후드 개구면 높이(H)</div></div><div><div>(1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.</div><div>(2) 탈포기 덮개를 들어 수 분간 방치해 배기시키도록 한다.</div><div>(3) 탈포기가 완전히 들려지면 가능한 빨리 덮개로 용기 개구면을 덮도록 한다.</div><div>(4) 측방 편평형 배기후드에 플랜지를 설치하는 것이 바람직하다.</div></div></div>

작업	배합작업 (배합용기세척)	
현재 상태	<p>▶ 배합 용기의 세척 모습</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;">  <p>큰 용기의 세척 모습</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>작은 용기의 세척 모습</p> </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div>	
표준 환기 방안	<p>▶ 용기 내부 배기후드 설치방안</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>01 내부 배기후드 설치</p> <p>세척공정이 옥내 위치하고 타 공정과 인접해 있음을 감안하여 좌측 그림과 같이 용기 내부에 배기후드를 위치시켜 용기 표면에서 휘발되는 용제 증기를 배기시키도록 한다.</p> </div> </div>	
	<p>▶ 용기 세척시 환기</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>환기방안 모식도</p> <p>설계자료</p> <p>(1) 설계 유량(Q) = (배합용기 개구면적당 60 m³/min/m² 이상)</p> <p>(2) 배기후드의 설치 : 가능한 용기 바닥에 근접되도록 설치</p> <p>유의사항</p> <p>(1) 배기덕트에 덤퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.</p> <p>(2) 덕트반송속도가 과도하면 플렉시블 덕트가 수축될 수 있어 주의가 필요하다.</p> <p>(3) 작업자는 반드시 보호구를 착용하고 작업을 수행해야 한다.</p> <p>(4) 배기후드는 가능한 용기 바닥에 근접시켜 배기시키도록 한다.</p> <p>(5) 배기후드는 적당히 무게를 주어 덕트가 충분히 늘어질 수 있도록 한다.</p> </div> </div>	

작업

투입/혼합작업 (1)

현재
상태

[외부식 측방형 슬롯후드]

■ 설계 인자

설계 인자		설계 범위
배풍량(Q)		$Q(\text{m}^3/\text{min}) = \text{통 상부면적 당 } 0.51 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2 \times 60$ ※ 통 상부면적= $\pi D^2/4$
슬롯	크기	통 직경+300mm
	개구부 폭	25mm 내외
	오염원과 거리	통 테두리와 슬롯 개구면 간격은 가급적 좁게
플레넘 폭		최소 10mm 이상
Taper 각도		45도 이상
덕티이송속도		18m/s 이상
후드유입손실		$1.78 VP_s + 0.25 VP_d$

표준
환기
방안
(1)

작업

투입/혼합작업 (1)

[포위형 후드]

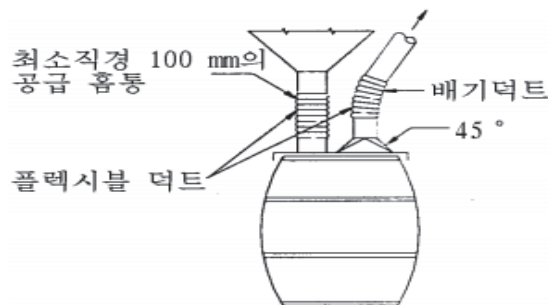


설계 인자

설계 인자	설계 범위
배풍량(Q)	$Q(\text{m}^3/\text{min}) = \text{개구면적 당 } 0.7 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2 \times 60$
Taper 각도	45도 이상
덕트이송속도	18m/s 이상
후드유입손실	0.25 VP _d (점감관)

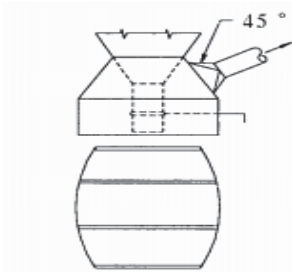
표준
환기
방안
(2)


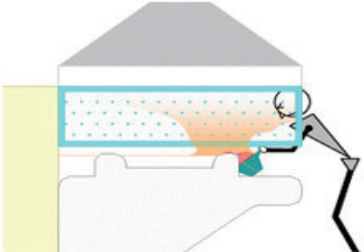
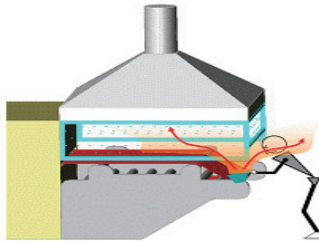
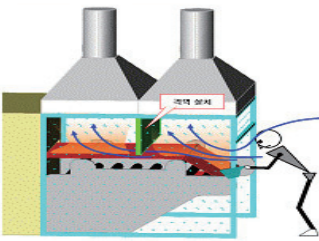
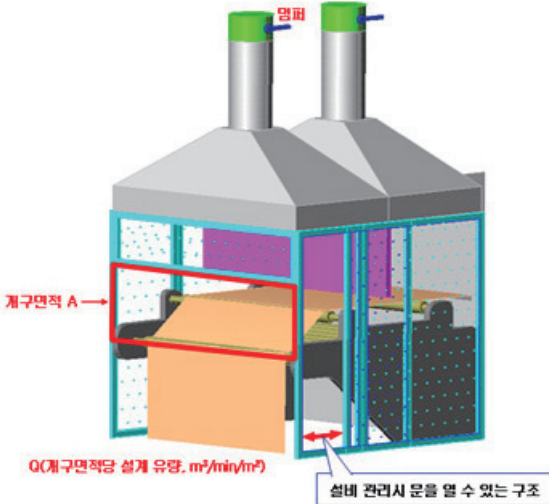
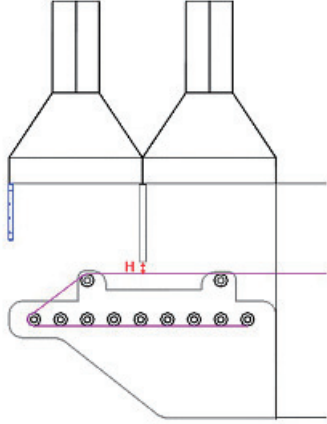
[직결식 밀폐형 후드]



설계 인자

설계 인자	설계 범위
배풍량(Q)	$Q(\text{m}^3/\text{min}) = 0.08 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m} \times \text{드럼직경(m)} \times 60$
배기덕트	플렉시블 형태(몸통 직경 100mm이상)
Taper 각도	45도 이상
덕트이송속도	18m/s 이상
후드유입손실	0.25 VP _d

작업	투입/혼합작업 (2)	
현재 상태		
		
표준 환기 방안	■ 설계 인자	
	설계 인자	설계 범위
	배풍량(Q)	$Q(\text{m}^3/\text{min}) = 0.47 \text{ m}^3/\text{s} \times 60 \text{ 이상}$
	원료유실 방지를 위한 최대 개구부 풍속	2.5m/s 이하
	Taper 각도	45도 이상
	통, 자루 상부면과 후드 개구부와의 거리	작업에 방해가 되지 않는 최소한의 거리 유지
	덕트이송속도	18m/s 이상
	후드유입손실	0.25 VP _d

작업	습식가공공정(코팅액 보충작업)	
현재 상태	▶ 원단에 코팅액 보충 모습	
	<div data-bbox="338 318 497 344">코팅액 보충 모습 ▶</div> 	<div data-bbox="828 318 1040 344">작업자의 오염물질 노출 모습 ▶</div> 
표준 환기 방안	▶ 환기 개선방안	
	<div data-bbox="375 731 609 751">01 현재 상태</div> 	<div data-bbox="842 731 1077 751">02 개선 상태</div> 
	▶ 환기방안 모식도	
	 <div data-bbox="330 1598 446 1624">설계자료 ▶</div> <ol style="list-style-type: none"> (1) 후드 형태 : 포위식 후드 (2) 설계 유량(Q) = (코팅기 개구면적당 $25 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ 이상) (3) 격벽설치 = 작업자 호흡기 아래까지 충분히 내려올 수 있도록 설치 	 <div data-bbox="783 1598 899 1624">유의사항 ▶</div> <ol style="list-style-type: none"> (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다. (2) 공정 밀폐시 틈이 발생되지 않도록 주의한다. (3) 공정 밀폐 재질은 가능한 투명재질을 사용하고, 유지관리를 위해 출입이 가능한 구조로 설치한다.

작업

습식가공과정(나이프 롤 코팅기)

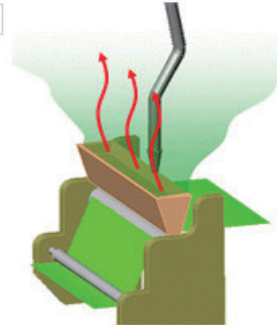
현재
상태

▶ 나이프 롤 코팅기의 오염물질 발생

코팅기 모습

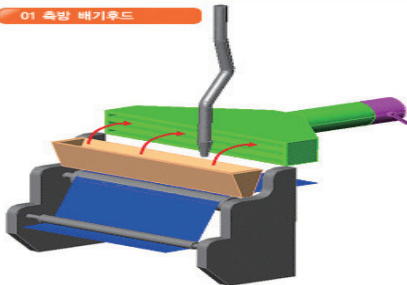


오염물질 발생

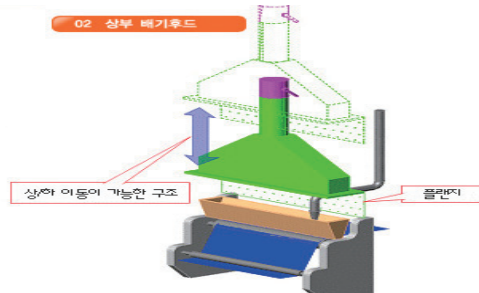


▶ 환기 개선방안

01 측방 배기후드

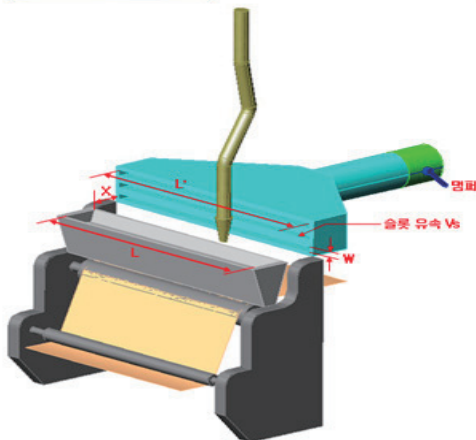


02 상부 배기후드

표준
환기
방안

▶ 습식 코팅과정 환기

01 측방 슬롯형 후드

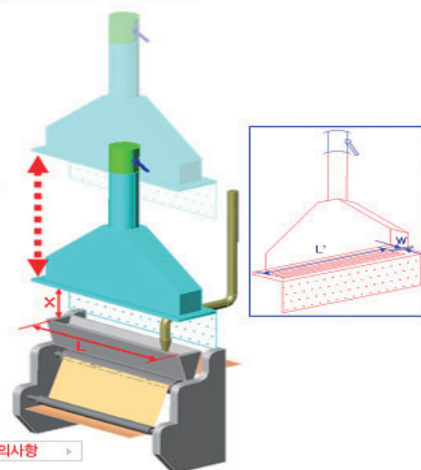


설계자료

- (1) 후드 형태 : 측방 또는 상부 슬롯형 후드
- (2) 설계 유량(Q) = (코팅조 길이당 35 m³/min/m 이상)
- (3) 슬롯 개구면 유속 = 5m/s 이상 유지
- (4) 후드 길이(L') = 코팅조 길이(L) + 0.2m 이상
- (5) 코팅조와 후드의 직선거리(X):

측방 슬롯형 후드(0.2m 이내)
상부 슬롯형 후드(0.4m 이내)

02 상부 슬롯형 후드



유의사항

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 후드에 플랜지를 설치하는 것이 유리하다.
- (3) 후드는 가능한 발생원과 가깝게 설치한다.

작업

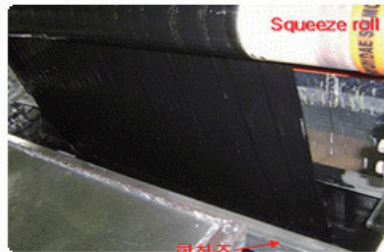
습식가공공정 (함침 코팅기)

▶ 함침 코팅기의 모습

코팅기 모습 ▶



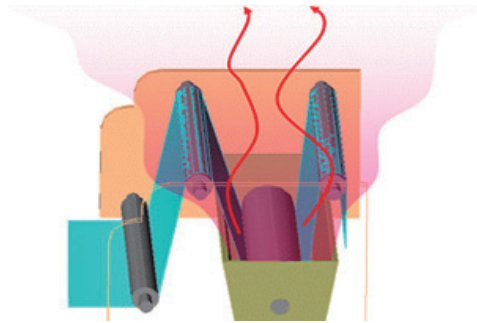
함침조 모습 ▶



현재
상태

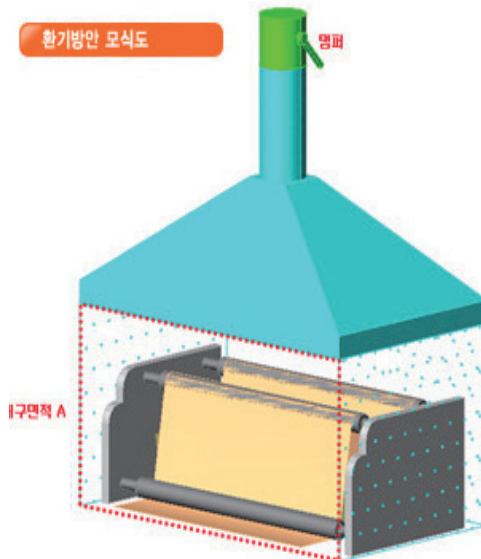
▶ 함침 코팅기 가스 발생 모습

오염물질 발생 ▶



▶ 함침 코팅공정 환기

환기방안 모식도



설계자료 ▶

- (1) 후드 형태: 포위식 후드
- (2) 설계 유량(Q) = (코팅기 개구 면적당 $20 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2$ 이상)
- (3) 플랜지 설치 = 공정 전면을 제외한 3면 밀폐시킴

유의사항 ▶

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 공정 밀폐시 틈이 발생되지 않도록 주의한다.
- (3) 공정 밀폐 재질은 가능한 투명재질을 사용하고, 유지관리를 위해 출입이 가능한 구조로 설치한다.

표준
환기
방안

작업

습식가공과정(함침조 세척과정)

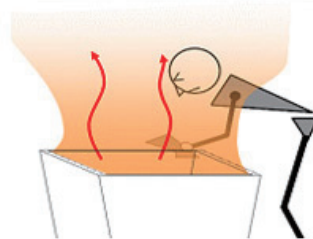
현재
상태

▶ 함침조 세척

코팅기 모습

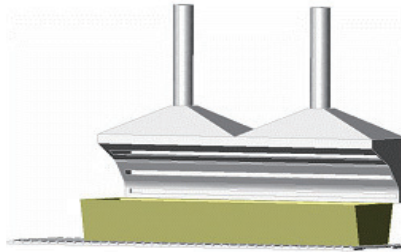


오염물질 발생



▶ 환기 개선방안

측방 다중 슬롯형 후드

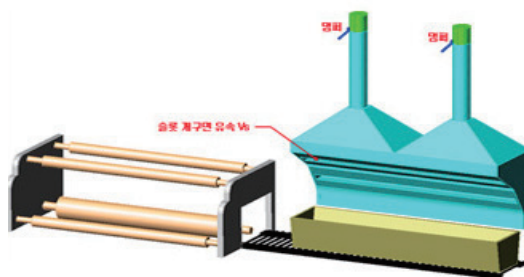


작업자 호흡영역 보호 모습

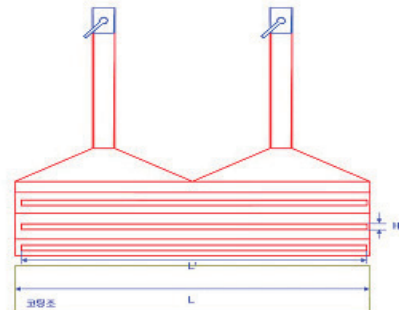
표준
환기
방안

▶ 함침조 세척과정 환기

01 측방 슬롯형 후드



02 상부 슬롯형 후드



설계자료


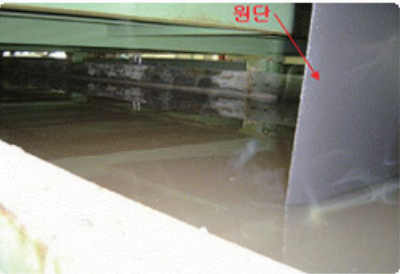
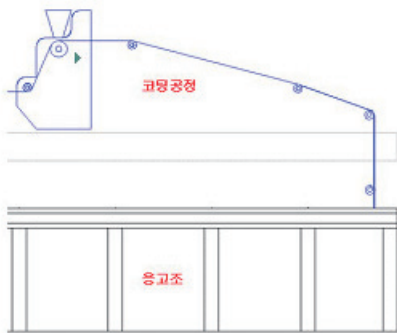
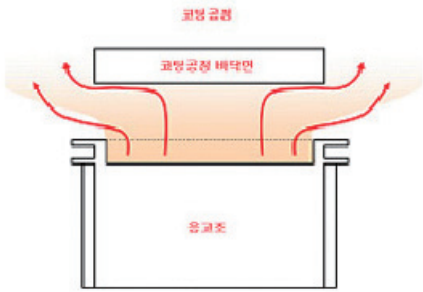
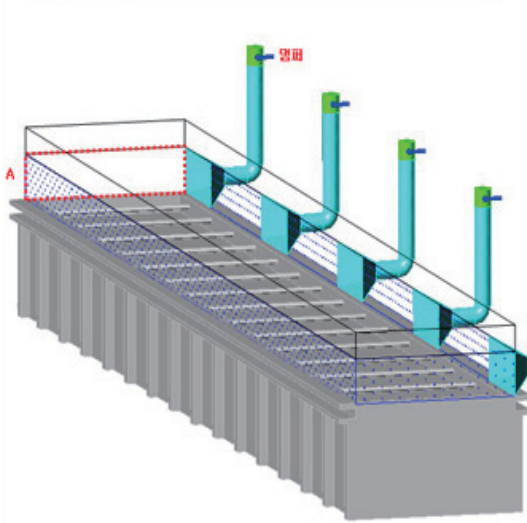
- (1) 후드 형태 : 측방 또는 상부 슬롯형 후드
- (2) 설계 유량(Q) = (코팅조 길이당 35 m³/min/m 이상)
- (3) 슬롯 개구면 유속 = 5m/s 이상 유지
- (4) 후드 길이(L') = 코팅조 길이(L) + 0.2m 이상
- (5) 코팅조와 후드의 직선거리(X):

측방 슬롯형 후드(0.2m 이내)
상부 슬롯형 후드(0.4m 이내)

유의사항

- (1) 배기덕트에 덤퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 후드에 플랜지를 설치하는 것이 유리하다.
- (3) 후드는 가능한 발생원과 가깝게 설치한다.

작업	습식가공공정 (코팅 후 이동로)	
현재 상태	▶ 코팅 후 이동 과정에서 오염물질 발생	
	<div>코팅 후 이동 모습 ▶</div> <div></div>	<div>오염물질 발생 ▶</div> <div></div>
표준 환기 방안	▶ 코팅 후 이동로 환기	
	<div></div> <div>설계자료 ▶</div> <div>(1) 후드 형태 : 포위식 후드 (2) 설계 유량(Q) = (부스 개구면적당 30 m³/min/m² 이상)</div>	<div>유의사항 ▶</div> <div>(1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다. (2) 부스 개구면적은 가능한 최소화 시킨다. (3) 부스재질은 투명재질을 사용하고, 유지관리를 위해 출입이 가능한 구조로 설치한다. (4) 작업자가 부스 내부로 출입할 경우 반드시 보호구를 착용한다.</div>

작업	습식가공과정 (응고)
현재 상태	<div data-bbox="308 264 394 290">▶ 응고조</div> <div data-bbox="365 314 476 338">응고조 입수 ▶</div> <div data-bbox="365 348 765 622"></div> <div data-bbox="825 314 973 338">응고조 출수 ▶</div> <div data-bbox="825 348 1225 622"></div> <div data-bbox="308 677 572 703">▶ 응고조의 오염물질 발생</div> <div data-bbox="350 733 747 1066"></div> <div data-bbox="795 774 1218 1066"></div>
표준 환기 방안	<div data-bbox="308 1171 451 1197">▶ 응고조 환기</div> <div data-bbox="327 1217 854 1741"></div> <div data-bbox="899 1231 1003 1255">설계자료 ▶</div> <div data-bbox="899 1278 1225 1378"><div>(1) 후드 형태 : 포위식 후드</div><div>(2) 설계 유량(Q) = (부스 개구면적당 30 m³/min/m² 이상)</div></div> <div data-bbox="899 1413 1003 1437">유의사항 ▶</div> <div data-bbox="899 1459 1233 1741"><div>(1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.</div><div>(2) 부스 개구면적은 가능한 최소화 시킨다.</div><div>(3) 부스 재질은 투명재질을 사용하고, 유지관리를 위해 출입이 가능한 구조로 설치한다.</div><div>(4) 작업자가 응고조 내부로 출입할 경우 반드시 보호구를 착용한다.</div></div>

작업

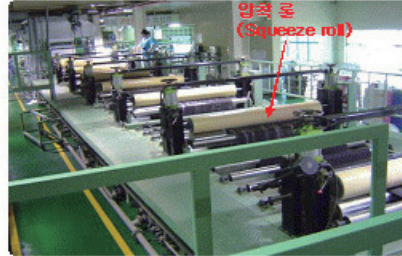
습식가공과정 (수세조)

▶ 수세조 전경

수세조 모습 1 ▶



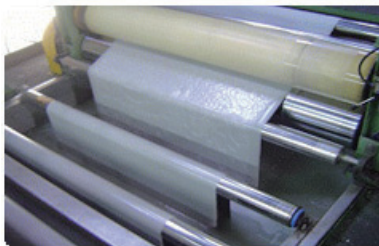
수세조 모습 2 ▶



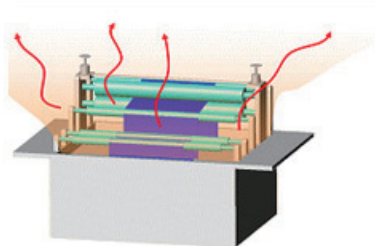
현재
상태

▶ 수세조의 오염물질 발생

수세조의 수분제거 모습 ▶

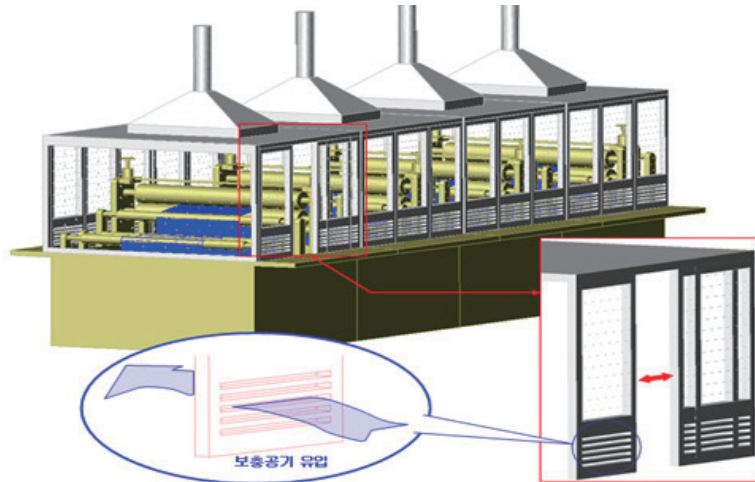


응고조에서 DMF 발생 ▶



▶ 환기방안

표준
환기
방안



설계자료 ▶

- (1) 후드 형태 : 포위식 후드
- (2) 설계 유량(Q) =
(부스 개구면적당 30 m³/min/m² 이상)

유의사항 ▶

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 부스 개구면적은 가능한 최소화 시킨다.
- (3) 부스 재질은 투명재질을 사용하고, 유지관리를 위해 출입이 가능한 구조로 설치한다.
- (4) 작업자가 수세조 내부로 출입할 경우 반드시 보호구를 착용한다.
- (5) 출입문 하부는 보충공기가 원활히 공급될 수 있도록 그릴(Grill)을 적당히 설치하는 것이 필요하다.

작업

습식가공공정 (건조로 (1)_일반)

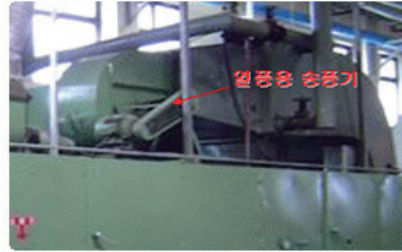
현재
상태

▶ 수평형 건조기

건조로 출입구



열풍용 송풍기

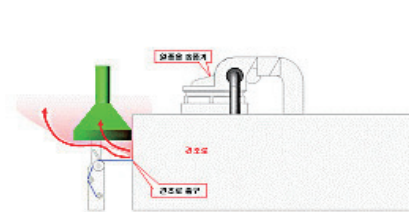


▶ 수평 건조기의 오염물질 발생

건조기 내부 배기후드

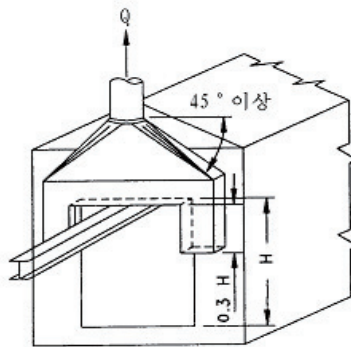


건조기 오염물질 발생

표준
환기
방안

▶ VS-75-20 : 건조실의 환기(Drying oven ventilation)

01 슬롯형 후드인 경우



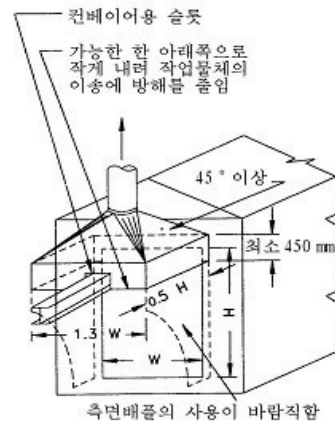
설계자료

(1) $Q = (\text{문의 면적당 } 30 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2 + \text{연소생성물의 } 50\%)$

(2) 유입손실 = $1.0VP_s + 0.25VP_d$

(3) 최소덕트속도 = 10 m/s

02 캐노피 후드인 경우



설계자료

(1) $Q = (\text{문의 면적당 } 60 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2 + \text{연소생성물의 } 50\%)$

(2) 유입손실 = $0.25VP_d$

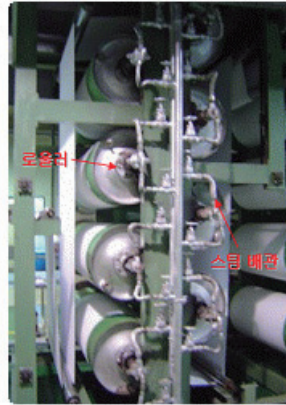
작업

습식가공공정(건조로(2)_수직형)

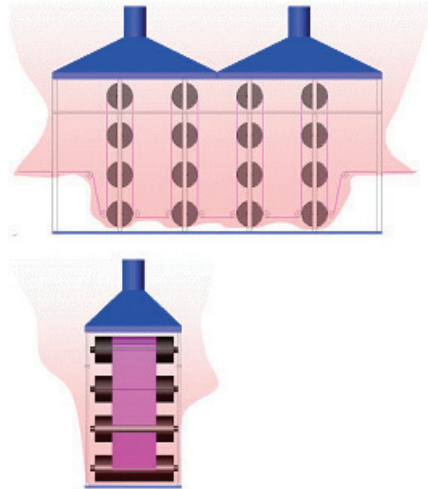
현재
상태

▶ 수직형 건조기의 오염물질 발생

로울러 구조 ▶

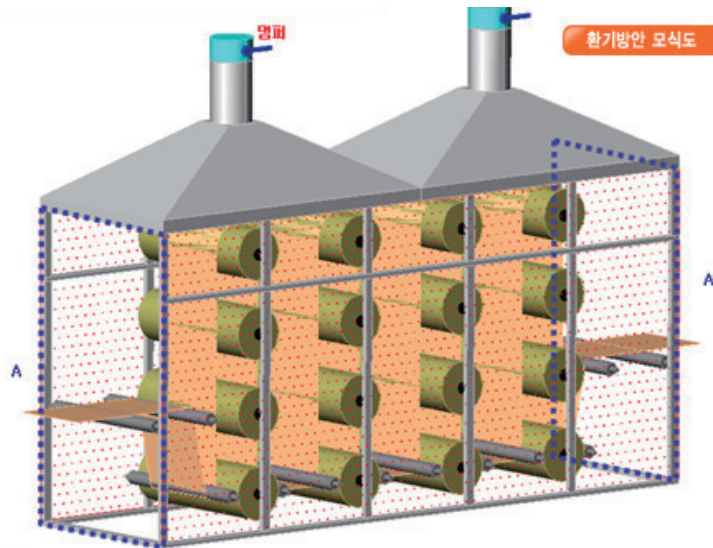


건조기 오염물질 발생 ▶



표준
환기
방안

▶ 수직형 건조기 환기



설계자료 ▶

- (1) 후드 형태 : 포위식 후드
- (2) 설계 유량(Q) = (건조기 개구면적당 25 m³/min/m² 이상)
- (3) 공정 밀폐 = 건조기 원단의 입, 출구를 제외한 공간 밀폐시킴

유의사항 ▶

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 배기유량 관리를 실시한다.
- (2) 공정 밀폐시 틈이 발생되지 않도록 주의한다.
- (3) 공정 밀폐 재질은 가능한 투명재질을 사용하고, 유지관리를 위해 출입이 가능한 구조로 설치한다.
- (4) 작업자가 유지관리를 위해 출입할 경우 반드시 보호구를 착용해야 한다.

작업

습식가공과정(그라비아 인쇄기)

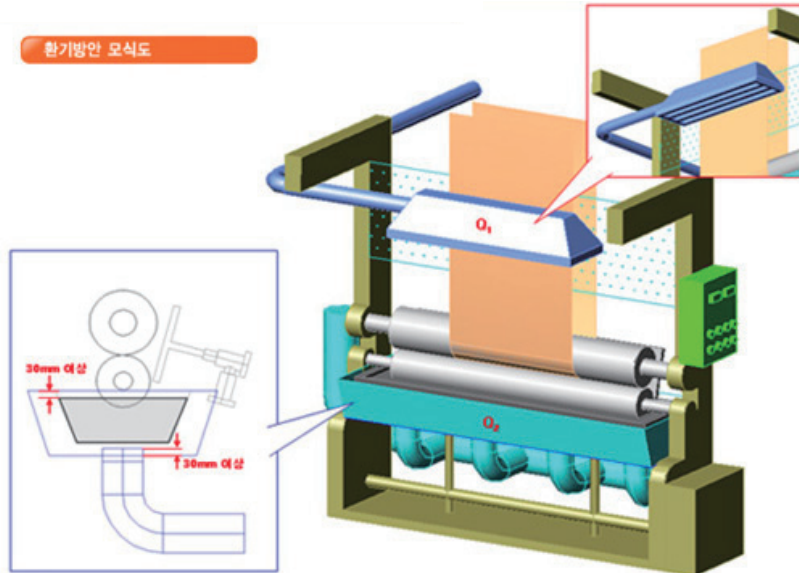
현재
상태

▶ 그라비아 인쇄공정

표준
환기
방안
(1)

▶ 그라비아 인쇄기 환기 I

환기방안 모식도



설계자료 Q1 ▶

- (1) 후드 형태 : 상부 다중 슬롯형 후드
- (2) 설계 유량(Q1)
= (인쇄조 길이당 15 m³/min/m 이상)
- (3) 슬롯 속도 = 10m/s 이상

설계자료 Q2 ▶

- (1) 후드 형태 : 외부식 하방향 후드 (호퍼식 후드)
- (2) 설계 유량(Q2)
= (인쇄조 길이당 40 m³/min/m 이상)
- (3) 개구면 속도 = 5m/s 이상

유의사항 ▶

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 현장의 생산성에 알맞게 유량을 조절할 수 있도록 한다.
- (2) 상부 다중 슬롯형 후드는 가능한 이동하는 원단에 가깝게 위치시킨다.
- (3) 호퍼식 배기후드는 인쇄기와 탈부착이 가능하도록 설치한다.
- (4) 호퍼식 배기후드에 연결되는 덕트는 인쇄조에서 흘러내린 용제가 배기후드의 내면을 따라 덕트로 직접 유입되지 않도록 30mm 이상 틀출시킨다.
- (5) 호퍼식 배기후드의 개구면이 인쇄조에 비해 30mm 이상 높게 설치한다.

작업

습식가공과정(그라비아 인쇄기)

▶ 그라비아 인쇄기 환기 II

환기방안 모식도

설계자료 Q1 ▶

- (1) 후드 형태 : 상부 다중 슬롯형 후드
- (2) 설계 유량(Q1)
= (인쇄조 길이당 15 m³/min/m 이상)
- (3) 슬롯 속도 = 10m/s 이상

설계자료 Q2 ▶

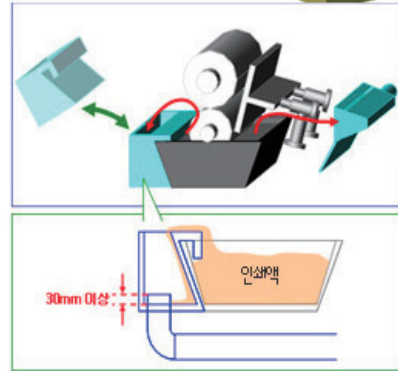
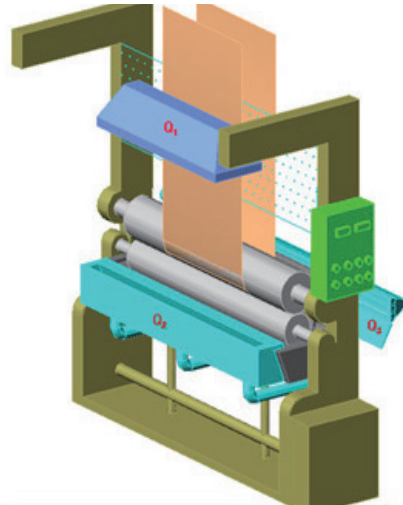
- (1) 후드 형태 : 단일 슬롯형 후드
- (2) 설계 유량(Q2)
= (인쇄조 길이당 20 m³/min/m 이상)
- (3) 개구면 속도 = 3.2m/s 이상

설계자료 Q3 ▶

- (1) 후드 형태 : 다중 슬롯형 후드
- (2) 설계 유량(Q3)
= (인쇄조 길이당 25 m³/min/m 이상)
- (3) 개구면 속도 = 5m/s 이상
- (4) 플랜지 설치

유의사항 ▶

- (1) 배기덕트에 댐퍼(damper)를 설치하여 현장의 생산성에 알맞게 유량을 조절할 수 있도록 한다.
- (2) 상부 다중 슬롯형 후드는 가능한 이동하는 원단에 가깝게 위치시킨다.
- (3) 단일 슬롯형 후드는 인쇄기와 탈부착이 가능하도록 설치한다.
- (4) 단일 슬롯형 후드에 연결되는 덕트는 인쇄조에서 흘러나온 용제가 배기후드의 내면을 따라 덕트로 직접 유입되지 않도록 30mm 이상 돌출시킨다.
- (5) 단일 슬롯형 후드의 개구면이 인쇄조에 비해 30mm 이상 높게 설치한다.



표준
환기
방안
(2)

작업

가공과정(연마, 절단 등)

현재
상태

[외부식 하방형 후드]

표준
환기
방안

▣ 설계 인자

설계 인자	설계 범위
배풍량(Q)	$Q(\text{m}^3/\text{min}) = \text{작업대 면적당 } 1.0 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2 \times 60 \text{ 이상}$
플레넘 유속	후드 제어풍속의 50%(0.5m/s) 이하가 되도록 설계
Taper 각도	45도 이상
덕트이송속도	18m/s 이상
후드유입손실	0.25 VP _d

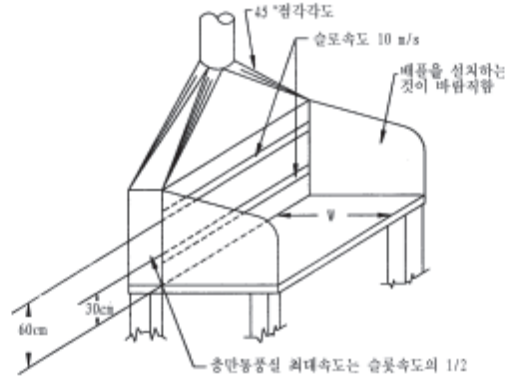
작업

용접작업

현재
상태



[작업대 위 슬롯후드]



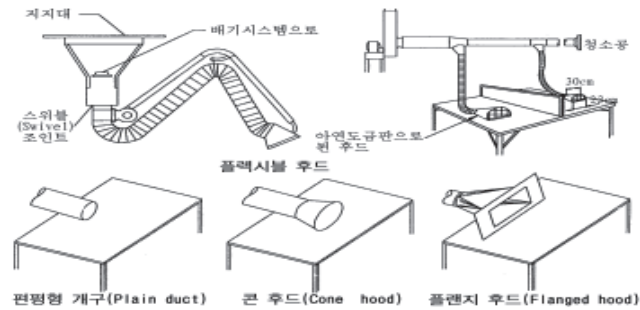
■ 설계 인자

표준
환기
방안
(1)

설계 인자		설계 범위
배풍량(Q)		$Q(\text{m}^3/\text{min}) = \text{후드의 길이당 } 0.54 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ ※ 후드의 길이는 필요한 작업공간과 같게 함. 단, 작업대의 폭이 권장치(600mm)보다 클 경우 배풍량 증가
작업대의 폭		최대 600mm 이하
슬롯	개구면속도	10m/s
	폭, 길이	슬롯기준속도가 유지될 수 있도록 폭, 길이 결정
	설치간격	작업면에서 위로 30cm, 각 슬롯간 30cm 유지
플레넘 속도		슬롯속도의 1/2 이하
Taper 각도		45도 이상
덕트이송속도		10m/s 이상
후드유입손실		$1.78 VP_s + 0.25 VP_d$

작업 용접작업

[이동식 후드]

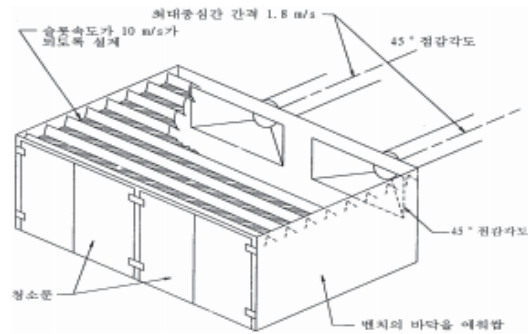


설계 인자

설계 인자	설계 범위		
배풍량(Q)	후드개구면으로부터 발생원까지의 거리(mm)	편평형 개구 (m³/s)	플랜지 또는 콘 후드 (m³/s)
	~ 150	0.16	0.12
	150 ~ 225	0.35	0.26
	225 ~ 300	0.63	0.47
후드개구면 유속	7.5m/s 이상		
Taper 각도	45도 이상		
덕트이송속도	15m/s 이상		
후드유입손실	- 편평형 개구의 유입손실 = 0.93 VP _d - 플랜지 또는 콘 후드의 유입손실 = 0.25VP _d		

표준
환기
방안
(2)

[외부식 하방형 후드]



설계 인자

설계 인자	설계 범위	
배풍량(Q)	$Q(\text{m}^3/\text{min}) = \text{총 벤지면적당 } 0.75 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}^2 \times 60$	
슬롯	개구면속도	10m/s
	폭, 길이	슬롯기준속도가 유지될 수 있도록 폭, 길이 결정
Taper 각도	45도 이상	
덕트이송속도	20m/s 이상	
후드유입손실	$1.78 \text{ VP}_s + 0.25 \text{ VP}_d$	

국소배기장치 성능평가 & 후드 설계 표준 가이드

발 행 일 2024. 8.

발 행 인 한국안전보건공단 이사장 안종주

발 행 처 한국안전보건공단 산업보건실

주 소 (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

홈 페이지 <https://www.kosha.or.kr>

※ 무단 복사 및 복제하여 사용하는 것을 금지함.