국소배기장치 및 환기설비 관리 길잡이

취지&목적	○ 작업장에서 발생하는 물리화학적, 생물학적 유해인자를 적절하게 제어하기 위한 대책의 일환으로 국소배기 장치 및 환기설비를 설치·운영하고 있으나 전문지식 부족 및 관리방법 미숙지로 인해 적정효율을 나타내지 못하고 있음 ○ 또한, 신규 설치시 올바른 설계방법으로 현장여건을 고려한 환기시설이 설치되어야 하나 관련정보가 부족하여 설계시 오류가 반복되므로 이를 사전에 예방하고 정보공유 및 설비 인정기준 등을 적립하고자함

국소배기장치 개요

□ 후 드

작업 중 발생되는 유해물질이 공간으로 비산되는 것을 방지하기 위해 비산범위 내의 오염공기를 발생원에서 직접 포집하기 위한 국소배기장치의 입구부

□ 덕 트

덕트(duct)는 오염된 공기를 오염원으로부터 방지시설까지 또는 방지시설로부터 최종배출구까지 운반하는 도관으로 일반적으로 주관(main duct)과 분지관(branch duct)으로 구성되며, 덕트의 설계는

○ 최소 덕트속도(minimum duct velocity)를 결정

○ 최소 덕트속도를 감안하여 덕트의 크기를 결정

○ 덕트의 각 부분과 엘보류에 대한 설계 길이(design length)를 결정

○ 덕트 배기시스템에 대한 압력손실을 계산

□ 국소배기장치의 설계

〔1단계〕 후드의 선정

작업형태 및 공정에 적합한 후드를 선택(예> 도금조: Push-Pull Hood)

〔2단계〕 제어풍속 결정

발생원에서의 오염물질 발생방향, 거리 및 후드형식을 고려하여 적정한 제어풍속 결정

〔3단계〕 설계 환기량 계산

제어풍속(m/sec)와 후드의 개구면(㎡)으로 설계환기량을 계산

국소배기장치 개요

〔4단계〕 **반송속도 결정**

오염물질의 종류에 따라 덕트내 분진 등이 퇴적되지 않도록 덕트내 반송속도를 산정

〔5단계〕 **덕트 직경 산출**

설계환기량을 이송속도로 나누어 덕트 직경 이론치를 산출, 덕트직경은 이론치보다 작은 것 선택

〔6단계〕 **덕트의 배치와 설치장소 선정**

덕트 배치도를 작성하고 그에 따른 설치장소를 현장여건을 감안하여 적정 선정

〔7단계〕 **공기정화장치의 선정**

유해물질 제거효율이 양호한 공기정화장치를 선정한 후 압력손실을 계산

〔8단계〕 **총압력손실 계산**

후드 정압(SPh)과 덕트 및 공기정화장치 등의 총압력손실의 합계를 산출

〔9단계〕 **송풍기 선정**

총압력손실(mmAq)과 총배기량(㎥/min)을 기초로 소요동력(Hp) 산정후 적정 송풍기 선정

국소배기장치 설계실무

□ **후드의 설계**

후드의 명칭이나 분류 방법은 여러 가지가 있는 다음의 3종류로 크게 대별한다

o **포위식 후드(Enclosing Hood)**
포위형 후드는 발생원이 거의 감싸이게 되는 후드로 부득이 남는 개구면에 약간의 흡입 기류를 넣어 주는 것으로 포위 내부의 유해물질이 밖으로 나가지 않도록 하는 형식

o **외부식 후드(Exterior Hood)**
외부 장착형 후드는 작업을 위해 발생원을 둘러쌓을 수 없을 때 발생원에 접근해서 놓여지는 후드로 비산하는 유해물질을 포착하여 후드 개구면에 도입하는 형식

o **레시버형 후드(Receiver Hood)**
발생원에 있어서 열 혹은 관성에 의해 생기는 Dust 또는 가스의 흐름을 막는 꼴로 설치하는 형식

국소배기장치 설계실무

□ 후드설계시 고려사항

구 분	고 려 사 항
배출원을 중심으로	- 오염물질의 배출농도와 배출허용기준농도파악 - 배출원의 온도와 작업장의 온도 - 오염물질의 비산속도와 횡단기류속도(작업장내의 공기흐름속도) - 작업방법과 공간활용범위 등 주위상태 - 오염물질 mist, fume, vapor상태로 배출되어 냉각·응축되는지 등의 특성
후드를 중심으로	- 최소의 배기량으로 최대의 흡인효과를 발휘할 것. - 발생원에 가깝게, 개구부위를 적게할 것. - 작업자의 호흡영역은 보호할 것. - 후드 개구면에서의 면속도분포를 일정하게 할 것(70% 범위내) - 외형을 보기좋게, 압력손실을 적게 할 것.

□ 제어속도

배출원으로 배출되는 오염물질을 비산한계점 범위내의 어떤 점에서 포착하여 후드로 몰아넣기 위해 필요한 최소의 속도를 제어속도 또는 포착속도라 하고 그 점을 포착점이라함 포위형 또는 부스형에서는 포착점을 후드의 개구면에 놓아야 하므로 이때는 포착속도가 개구면속도임

■ 분진작업장소에서 설치하는 국소배기장치의 제어풍속(보건규칙, 별표 2)

분진작업장소	제어풍속(m/sec)			
	포위식	외부식		
		측방 흡인형	하방 흡인형	상방 흡인형
암석 등 탄소원료 또는 알루미늄박을 체질하는 장소	0.7	-	-	-
주물모래를 재생하는 장소	0.7	-	-	-
주형을 부수고 모래를 터는 장소	0.7	1.3	1.3	-
그 밖의 분진작업장소	0.7	1.0	1.0	1.2

국소배기장치 설계실무

□ 후드설계시 고려사항

구 분	고 려 사 항
배출원을 중심으로	- 오염물질의 배출농도와 배출허용기준농도파악 - 배출원의 온도와 작업장의 온도 - 오염물질의 비산속도와 횡단기류속도(작업장내의 공기흐름속도) - 작업방법과 공간활용범위 등 주위상태 - 오염물질 mist, fume, vapor상태로 배출되어 냉각·응축되는지 등의 특성
후드를 중심으로	- 최소의 배기량으로 최대의 흡인효과를 발휘할 것. - 발생원에 가깝게, 개구부위를 적게할 것. - 작업자의 호흡영역은 보호할 것. - 후드 개구면에서의 면속도분포를 일정하게 할 것(70% 범위내) - 외형을 보기좋게, 압력손실을 적게 할 것.

□ 제어속도

배출원으로 배출되는 오염물질을 비산한계점 범위내의 어떤 점에서 포착하여 후드로 몰아넣기 위해 필요한 최소의 속도를 제어속도 또는 포착속도라 하고 그 점을 포착점이라함 포위형 또는 부스형에서는 포착점을 후드의 개구면에 놓아야 하므로 이때는 포착속도가 개구면속도임

■ 분진작업장소에서 설치하는 국소배기장치의 제어풍속(보건규칙, 별표 2)

분진작업장소	제어풍속(m/sec)			
	포위식	외부식		
		측방 흡인형	하방 흡인형	상방 흡인형
암석 등 탄소원료 또는 알루미늄박을 체질하는 장소	0.7	-	-	-
주물모래를 재생하는 장소	0.7	-	-	-
주형을 부수고 모래를 터는 장소	0.7	1.3	1.3	-
그 밖의 분진작업장소	0.7	1.0	1.0	1.2

국소배기장치 설계실무

■ 연삭기, 드럼샌더 등의 회전체를 가지는 기계에 관련된 분진작업(보건규칙, 별표 2)

후드 설치방법	제어풍속(m/sec)
회전체를 가지는 기계 전체를 포위하는 방법	0.5
회전체의 회전에 의하여 발생하는 분진의 흩날림 방향을 후드의 개구면으로 덮는 방법	5.0
회전체만을 포위하는 방법	5.0

■ 관리대상유해물질관련 국소배기장치 후드의 제어풍속(보건규칙, 별표 8)

물질의 상태	후드형식	제어풍속(m/sec)
가스상	포위식 포위형	0.4
	외부식 측방흡인형	0.5
	외부식 하방흡인형	0.5
	외부식 상방흡인형	1.0
입자상	포위식 포위형	0.7
	외부식 측방흡인형	1.0
	외부식 하방흡인형	1.0
	외부식 상방흡인형	1.2

※ 입자상 : 후드로 흡인될 때의 상태가 흄, 분진 또는 미스트인 경우

■ 허가대상유해물질 국소배기장치 제어풍속(보건규칙 제202조)

물질의 상태	제어풍속(m/sec)
가스상	0.5
입자상	1.0

※ 포위식 또는 부스식 후드로 설치하는 것이 원칙이며, 곤란할 경우에만 측방 및 하방 흡인형 외부식 가능함(상방 흡인형은 불가)

※ 석면의 경우 부스식 후드만 인정

국소배기장치 설계실무

■ 연삭기, 드럼샌더 등의 회전체를 가지는 기계에 관련된 분진작업(보건규칙, 별표 2)

후드 설치방법	제어풍속(m/sec)
회전체를 가지는 기계 전체를 포위하는 방법	0.5
회전체의 회전에 의하여 발생하는 분진의 흩날림 방향을 후드의 개구면으로 덮는 방법	5.0
회전체만을 포위하는 방법	5.0

■ 관리대상유해물질관련 국소배기장치 후드의 제어풍속(보건규칙, 별표 8)

물질의 상태	후드형식	제어풍속(m/sec)
가스상	포위식 포위형	0.4
	외부식 측방흡인형	0.5
	외부식 하방흡인형	0.5
	외부식 상방흡인형	1.0
입자상	포위식 포위형	0.7
	외부식 측방흡인형	1.0
	외부식 하방흡인형	1.0
	외부식 상방흡인형	1.2

※ 입자상 : 후드로 흡인될 때의 상태가 흄, 분진 또는 미스트인 경우

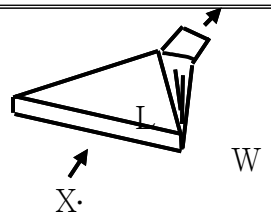
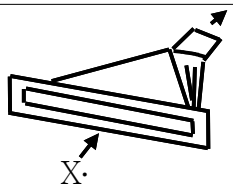
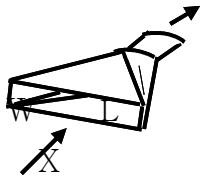
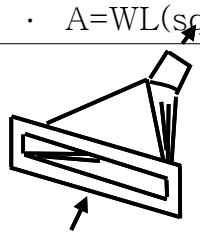
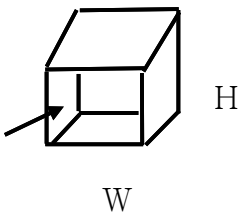
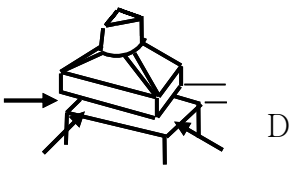
■ 허가대상유해물질 국소배기장치 제어풍속(보건규칙 제202조)

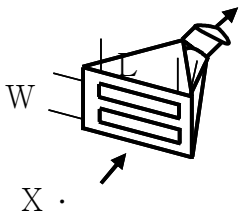
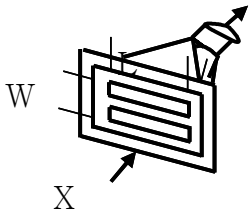
물질의 상태	제어풍속(m/sec)
가스상	0.5
입자상	1.0

※ 포위식 또는 부스식 후드로 설치하는 것이 원칙이며, 곤란할 경우에만 측방 및 하방 흡인형 외부식 가능함(상방 흡인형은 불가)

※ 석면의 경우 부스식 후드만 인정

후드의 형태별 배출가스량의 산정

후드의 형태	개 요	종횡비율 (W/L)	배출량 산정
	slot (슬롯트 형) **외부식**	0.2 or less	Q=3.7LVX
	flanged slot (프랜지 슬롯트형) **외부식**	0.2 or less	Q=2.6LVX
 · A=WL(sq.ft)	plain opening (편평개구형) **외부식**	0.2 or greater and round	$Q=V(10X^2+A)$
	flanged opening (프랜지 개구형) **외부식**	0.2 or greater and round	$Q=0.75V(10X^2+A)$
	booth (밀폐형) **포위식**	to suit work	Q=VA=VWH
	canopy (천정형) **외부식**	to suit work	Q=1.4PVD P=perimeter (오염원둘레) D=height above work(포집거리)

후드의 형태	개요	종횡비율 (W/L)	배출량 산정
	plain multiple slot opening 2 or more slots (복수스롯트형) **외부식**	0.2 or greater	$Q=V(10X^2+A)$
	flanged multiple slot opening 2 or more slots (프랜지복수개구형) **외부식**	0.2 or greater	$Q=0.75V(10X^2+A)$

국소배기장치 설계실무

□ 덕트내 이송속도의 결정

후드에서 흡인한 먼지의 대상은 입경이 0.1μ정도의 것에서부터 수 ㎜것까지 있다.
그 종류는 다양하여 이 먼지들이 덕트내에 퇴적되지 않고 방지시설까지 운반되어야 한다.
대부분의 도금공정에서 발생되는 오염물질인 mist는 액체의 분산 또는 가스상태로 부터의 응축에 의하여 형성되어지는 액체 입자상 물질이며 mist의 크기는 0.01~10.0㎛ 인데, 이와 같은 mist를 이송하는데 필요한 속도는 10m/sec~25m/sec로 결정할 수 있다.

【 먼지종류별 반송속도 】

오 염 물	예	반송속도 (m/sec)
가스, 증기, 흄 및 극히 가벼운 먼지	각종 가스, 증기, 산화아연,산화알루미늄의 흄, 목분 및 솜	10
가벼운 건조먼지	원사, 삼베부스러기, 곡분, 베이클라이트(합성수지)분	15
일반공업먼지	털, 나무부스러기, 샌드블라스트발생먼지,글라인더 작업발생먼지	20
무거운 먼지	납분, 주조탈사먼지, 선반작업발생먼지	25
무겁고 비교적 큰 젖은 먼지	젖은 납분, 젖은 주조작업발생먼지	25이상

□ 덕트 직경 계산

덕트의 직경은 배출가스량과 이송속도를 감안하여 산정한다.

$$A = \frac{Q}{V \times 60}$$

$$D = \left(\frac{A}{4} \right)^{1/2}$$

여기서, A=관의 단면적(㎡) Q=배출가스량(㎥/min)
V=덕트내 유속(m/sec) D=덕트직경(m)

□ 압력손실의 산정

압력손실은 후드에서 흡입된 배기가스가 방지시설을 통하여 외부로 방출되는 동안에 기류가 가지고 있는 기계적 에너지가 덕트 내벽면의 마찰 또는 덕트 내벽면의 상태와 관의 모양(곡관, 관수축, 관확대 등)에 의해 발생되는 손실을 총칭

방지시설에서 다루는 송풍관 내의 기류는 일반적으로 난류로서 압력손실은 속도의 제곱에 비례한다. 즉, 속도압에 비례한다. 속도압은 다음과 같이 정의된다.

$$P_V = \frac{r \cdot V^2}{2g}$$

표준공기의 유속과 속도압과의 관계는 그림과 같다.

○ **원형 직관의 압력손실(식에 의한 방법)**

$$\Delta P = 4f \cdot \frac{\ell}{D} \cdot \frac{r \cdot V^2}{2g} = 4f \cdot \frac{\ell}{D} \cdot P_V$$

f = 마찰계수

ℓ = 관의 길이(m)　　D = 관의 직경(m)

여기서, g = 중력가속도(m/sec^2)

r = 공기의 밀도(kg/㎥)

V = 유속(m/sec)

ΔP = 압력손실(mm·Aq)

P_V = 속도압

여기서, 마찰계수는 Reynold수의 함수로 나타내며, 다음과 같은 관계를 나타낸다.

참고로, Re = $\frac{V \cdot D}{}$

Re = Reynold수(-)　　υ = 동점성계수(㎡/sec)

V = 속도(㎡/sec)　　D = 직경(m)

○ **상당직경을 구하는 공식**

$$D_{eq} = 1.3 \times \sqrt[8]{\frac{(AB)^5}{(A+B)^2}} = 1.3 \times \frac{(A \times B)^{0.625}}{(A+B)^{0.25}}$$

여기서, Deq = 상당 직경(m)

A = 장방형 닥트의 가로(m)

B = 장방형 닥트의 세로(m)

참고자료1 : 속도변화에 따른 속도압

○ 속도변화에 따른 속도압 - 표준공기

$V=0.043\sqrt{VP}$ V=속도(m/sec) VP=속도압(㎜H_2O)

VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V	VP	V
0.1	1.28	5.1	9.13	11.0	13.41	61.0	31.58	111.0	42.59	161.0	51.30
0.2	1.81	5.2	9.22	12.0	14.00	62.0	31.83	112.0	42.79	162.0	51.46
0.3	2.21	5.3	9.31	13.0	14.58	63.0	32.09	113.0	42.98	163.0	51.62
0.4	2.56	5.4	9.39	14.0	15.13	64.0	32.34	114.0	43.17	164.0	51.77
0.5	2.86	5.5	9.48	15.0	15.66	65.0	32.59	115.0	43.35	165.0	51.93
0.6	3.13	5.6	9.57	16.0	16.17	66.0	32.84	116.0	43.54	166.0	52.09
0.7	3.38	5.7	9.65	17.0	16.67	67.0	33.09	117.0	43.73	167.0	52.24
0.8	3.62	5.8	9.74	18.0	17.15	68.0	33.34	118.0	43.92	168.0	52.40
0.9	3.84	5.9	9.82	19.0	17.62	69.0	33.58	119.0	44.10	169.0	52.56
1.0	4.04	6.0	9.90	20.0	18.08	70.0	33.82	120.0	44.29	170.0	52.71
1.1	4.24	6.1	9.99	21.0	18.53	71.0	34.07	121.0	44.47	171.0	52.87
1.2	4.43	6.2	10.07	22.0	18.96	72.0	34.30	122.0	44.65	172.0	53.02
1.3	4.61	6.3	10.15	23.0	19.39	73.0	34.54	123.0	44.84	173.0	53.18
1.4	4.78	6.4	10.23	24.0	19.81	74.0	34.78	124.0	45.02	174.0	53.33
1.5	4.95	6.5	10.31	25.0	20.21	75.0	35.01	125.0	45.20	175.0	53.48
1.6	5.11	6.6	10.39	26.0	20.61	76.0	35.24	126.0	45.38	176.0	53.63
1.7	5.27	6.7	10.46	27.0	21.01	77.0	35.48	127.0	45.56	177.0	53.79
1.8	5.42	6.8	10.54	28.0	21.39	78.0	35.71	128.0	45.74	178.0	53.94
1.9	5.57	6.9	10.62	29.0	21.77	79.0	35.93	129.0	45.92	179.0	54.09
2.0	5.72	7.0	10.70	30.0	22.14	80.0	36.16	130.0	46.10	180.0	54.24
2.1	5.86	7.1	10.77	31.0	22.51	81.0	36.39	131.0	46.27	181.0	54.39
2.2	6.00	7.2	10.85	32.0	22.87	82.0	36.61	132.0	46.45	182.0	54.54
2.3	6.13	7.3	10.92	33.0	23.22	83.0	36.83	133.0	46.62	183.0	54.69
2.4	6.26	7.4	11.00	34.0	23.57	84.0	37.05	134.0	46.80	184.0	54.84
2.5	6.39	7.5	11.07	35.0	23.92	85.0	37.27	135.0	46.97	185.0	54.99
2.6	6.52	7.6	11.15	36.0	24.26	86.0	37.49	136.0	47.15	186.0	55.14
2.7	6.64	7.7	11.22	37.0	24.59	87.0	37.71	137.0	47.32	187.0	55.28
2.8	6.76	7.8	11.29	38.0	24.92	88.0	37.93	138.0	47.49	188.0	55.43
2.9	6.88	7.9	11.36	39.0	25.25	89.0	38.14	139.0	47.66	189.0	55.58
3.0	7.00	8.0	11.43	40.0	25.57	90.0	38.35	140.0	47.84	190.0	55.73
3.1	7.12	8.1	11.51	41.0	25.89	91.0	38.57	141.0	48.01	200.0	57.17
3.2	7.23	8.2	11.58	42.0	26.20	92.0	38.78	142.0	48.18	210.0	58.59
3.3	7.34	8.3	11.65	43.0	26.51	93.0	38.99	143.0	48.35	220.0	59.96
3.4	7.45	8.4	11.72	44.0	26.82	94.0	39.20	144.0	48.51	230.0	61.31
3.5	7.56	8.5	11.79	45.0	27.12	95.0	39.40	145.0	48.68	240.0	62.63
3.6	7.67	8.6	11.86	46.0	27.42	96.0	39.61	146.0	48.85	250.0	63.92
3.7	7.78	8.7	11.92	47.0	27.72	97.0	39.82	147.0	49.02	260.0	65.19
3.8	7.88	8.8	11.99	48.0	28.01	98.0	40.02	148.0	49.18	270.0	66.43
3.9	7.98	8.9	12.06	49.0	28.30	99.0	40.23	149.0	49.35	280.0	67.65
4.0	8.09	9.0	12.13	50.0	28.59	100.0	40.43	150.0	49.51	290.0	68.85
4.1	8.19	9.1	12.20	51.0	28.87	101.0	40.63	151.0	49.68	300.0	70.02
4.2	8.29	9.2	12.26	52.0	29.15	102.0	40.83	152.0	49.84	310.0	71.18
4.3	8.38	9.3	12.33	53.0	29.43	103.0	41.03	153.0	50.01	320.0	72.32
4.4	8.48	9.4	12.40	54.0	29.71	104.0	41.23	154.0	50.17	330.0	73.44
4.5	8.58	9.5	12.46	55.0	29.98	105.0	41.43	155.0	50.33	340.0	74.55
4.6	8.67	9.6	12.53	56.0	30.25	106.0	41.62	156.0	50.49	350.0	75.63
4.7	8.76	9.7	12.59	57.0	30.52	107.0	41.82	157.0	50.66	360.0	76.71
4.8	8.86	9.8	12.66	58.0	30.79	108.0	42.01	158.0	50.82	370.0	77.77
4.9	8.95	9.9	12.72	59.0	31.05	109.0	42.21	159.0	50.98	380.0	78.81
5.0	9.04	10.0	12.78	60.0	31.32	110.0	42.40	160.0	51.14	390.0	79.84

참고자료2 : 상당직경 환산표

□ 장방형 직관에 대한 상당직경 환산표

a \ b	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0
3.0	3.8	4.0	4.2	4.4	4.6	4.7	4.9	5.1	5.2	5.3	5.5	5.6	5.7	5.9	6.0	6.1	6.2	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7.0
3.5	4.1	4.3	4.6	4.8	5.0	5.2	5.3	5.5	5.7	5.8	6.0	6.1	6.3	6.4	6.5	6.7	6.8	6.9	7.0	7.1	7.2	7.3	7.5	7.6	7.7
4.0	4.4	4.6	4.9	5.1	5.3	5.5	5.7	5.9	6.1	6.3	6.4	6.6	6.7	6.9	7.0	7.2	7.3	7.4	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.2	8.3
4.5	4.6	4.9	5.2	5.4	5.7	5.9	6.1	6.3	6.5	6.7	6.9	7.0	7.2	7.4	7.5	7.7	7.8	7.9	8.1	8.2	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8
5.0	4.9	5.2	5.5	5.7	6.0	6.2	6.4	6.7	6.9	7.1	7.3	7.4	7.6	7.8	8.0	8.1	8.3	8.4	8.6	8.7	8.9	9.0	9.1	9.3	9.4
5.5	5.1	5.4	5.7	6.0	6.3	6.5	6.8	7.0	7.2	7.4	7.6	7.8	8.0	8.2	8.4	8.6	8.7	8.9	9.0	9.2	9.3	9.5	9.6	9.8	9.9

a \ b	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0	20.0	22.0	24.0	26.0	28.0	30.0	32.0	34.0	36.0	38.0	40.0	42.0	44.0	46.0	48.0	50.0	54.0	58.0	62.0	66.0	70.0	74.0	78.0	82.0	86.0	94.0
6.0	6.6																																							
7.0	7.1	7.7																																						
8.0	7.6	8.2	8.7																																					
9.0	8.0	8.7	9.3	9.8																																				
10.0	8.4	9.1	9.8	10.4	10.9																																			
11.0	8.8	9.5	10.2	10.9	11.5	12.0																																		
12.0	9.1	9.9	10.7	11.3	12.0	12.6	13.1																																	
13.0	9.5	10.3	11.1	11.8	12.4	13.1	13.7	14.2																																
14.0	9.8	10.7	11.5	12.2	12.9	13.5	14.2	14.7	15.3																															
15.0	10.1	11.0	11.8	12.6	13.3	14.0	14.6	15.3	15.8	16.4																														
16.0	10.4	11.3	12.2	13.0	13.7	14.4	15.1	15.7	16.4	16.9	17.5																													
17.0	10.7	11.6	12.5	13.4	14.1	14.9	15.6	16.2	16.8	17.4	18.0	18.6																												
18.0	11.0	11.9	12.9	13.7	14.5	15.3	16.0	16.7	17.3	17.9	18.5	19.1	19.7																											
19.0	11.2	12.2	13.2	14.1	14.9	15.7	16.4	17.1	17.8	18.4	19.0	19.6	20.2	20.8																										
20.0	11.5	12.5	13.5	14.4	15.2	16.0	16.8	17.5	18.2	18.9	19.5	20.1	20.7	21.3	21.9																									
22.0	12.0	13.0	14.1	15.0	15.9	16.8	17.6	18.3	19.1	19.8	20.4	21.1	21.7	22.3	22.9	24.0																								
24.0	12.4	13.5	14.6	15.6	16.5	17.4	18.3	19.1	19.9	20.6	21.3	22.0	22.7	23.3	23.9	25.1	26.2																							
26.0	12.8	14.0	15.1	16.2	17.1	18.1	19.0	19.8	20.6	21.4	22.1	22.9	23.5	24.2	24.9	26.1	27.3	28.4																						
28.0	13.2	14.5	15.6	16.7	17.7	18.7	19.6	20.5	21.3	22.1	22.9	23.7	24.4	25.1	25.8	27.1	28.3	29.5	30.6																					
30.0	13.6	14.9	16.1	17.2	18.3	19.3	20.2	21.1	22.0	22.9	23.7	24.4	25.2	25.9	26.6	28.0	29.3	30.5	31.7	32.8																				
32.0	14.0	15.3	16.5	17.7	18.8	19.8	20.8	21.8	22.7	23.5	24.4	25.2	26.0	26.7	27.5	28.9	30.2	31.5	32.7	33.9	35.0																			
34.0	14.4	15.7	17.0	18.2	19.3	20.4	21.4	22.4	23.3	24.2	25.1	25.9	26.7	27.5	28.3	29.7	31.1	32.4	33.7	34.9	36.1	37.2																		
36.0	14.7	16.1	17.4	18.6	19.8	20.9	21.9	22.9	23.9	24.8	25.7	26.6	27.4	28.2	29.0	30.5	32.0	33.3	34.6	35.9	37.1	38.2	39.4																	
38.0	15.0	16.5	17.8	19.0	20.2	21.4	22.4	23.5	24.5	25.4	26.4	27.2	28.1	28.9	29.8	31.3	32.8	34.2	35.6	36.8	38.1	39.3	40.4	41.5																
40.0	15.3	16.8	18.2	19.5	20.7	21.8	22.9	24.0	25.0	26.0	27.0	27.9	28.8	29.6	30.5	32.1	33.8	35.1	36.4	37.8	39.0	40.3	41.5	42.6	43.7															
42.0	15.6	17.1	18.5	19.9	21.1	22.3	23.4	24.5	25.6	26.6	27.6	28.5	29.4	30.3	31.2	32.8	34.4	35.9	37.3	38.7	40.0	41.3	42.5	43.7	44.8	45.9														
44.0	15.9	17.5	18.9	20.3	21.5	22.7	23.9	25.0	26.1	27.1	28.1	29.1	30.0	30.9	31.8	33.5	35.1	36.7	38.1	39.5	40.9	42.2	43.5	44.7	45.8	47.0	48.1													
46.0	16.2	17.8	19.3	20.6	21.9	23.2	24.4	25.5	26.6	27.7	28.7	29.7	30.6	31.6	32.5	34.2	35.9	37.4	38.9	40.4	41.8	43.1	44.4	45.7	46.9	48.0	49.2	50.3												
48.0	16.5	18.1	19.6	21.0	22.3	23.6	24.8	26.0	27.1	28.2	29.2	30.2	31.2	32.2	33.1	34.9	36.6	38.2	39.7	41.2	42.6	44.0	45.3	46.6	47.9	49.1	50.2	51.4	52.5											
50.0	16.8	18.4	19.9	21.4	22.7	24.0	25.2	26.4	27.6	28.7	29.8	30.8	31.8	32.8	33.7	35.5	37.2	38.9	40.5	42.0	43.5	44.9	46.2	47.5	48.8	50.0	51.2	52.4	53.6	54.7										
54.0	17.3	19.0	20.6	22.0	23.5	24.8	26.1	27.3	28.5	29.7	30.8	31.8	32.9	33.9	34.9	36.8	38.6	40.3	41.9	43.5	45.1	46.5	48.0	49.3	50.7	52.0	53.2	54.4	55.6	56.8	58.0									
58.0	17.8	19.5	21.2	22.7	24.2	25.5	26.9	28.2	29.4	30.6	31.7	32.8	33.9	35.0	36.0	38.0	39.8	41.6	43.3	45.0	46.6	48.1	49.6	51.0	52.4	53.8	55.1	56.4	57.6	58.8	61.2	63.4								
62.0	18.3	20.1	21.7	23.3	24.8	26.0	27.6	28.9	30.2	31.5	32.6	33.8	34.9	36.0	37.1	39.1	41.0	42.9	44.7	46.4	48.0	49.6	51.2	52.7	54.1	55.5	56.9	58.2	59.5	60.8	63.2	65.5	67.8							
66.0	18.8	20.6	22.3	23.9	25.5	26.9	28.4	29.7	31.0	32.3	33.5	34.7	35.9	37.0	38.1	40.2	42.2	44.1	46.0	47.7	49.4	51.1	52.7	54.2	55.7	57.2	58.6	60.0	61.3	62.6	65.2	67.6	69.9	72.1						
70.0	19.2	21.1	22.8	24.5	26.1	27.6	29.1	30.4	31.8	33.1	34.4	35.6	36.8	37.9	39.1	41.2	43.3	45.3	47.2	49.0	50.8	52.5	54.1	55.7	57.3	58.8	60.3	61.7	63.1	64.4	67.1	69.6	72.0	74.3	76.5					
74.0	19.6	21.5	23.3	25.1	26.7	28.2	29.7	31.2	32.5	33.9	35.2	36.4	37.7	38.8	40.0	42.2	44.4	46.4	48.4	50.3	52.1	53.8	55.5	57.2	58.8	60.3	61.9	63.3	64.8	66.2	68.9	71.5	74.0	76.4	78.7	80.9				
78.0	20.0	22.0	23.8	25.6	27.3	28.8	30.4	31.8	33.3	34.6	36.0	37.2	38.5	39.7	40.9	43.2	45.4	47.5	49.5	51.4	53.3	55.1	56.9	58.6	60.2	61.8	63.4	64.9	66.4	67.9	70.6	73.3	75.9	78.4	80.7	83.0	85.3			
82.0	20.4	22.4	24.3	26.1	27.8	29.4	31.0	32.5	33.9	35.4	36.7	38.0	39.3	40.6	41.8	44.1	46.4	48.5	50.6	52.6	54.5	56.4	58.2	59.9	61.6	63.3	64.9	66.5	68.0	69.5	72.3	75.1	77.8	80.3	82.8	85.1	87.4	89.6		
86.0	20.8	22.9	24.8	26.6	28.3	30.0	31.6	33.1	34.6	36.1	37.4	38.8	40.1	41.4	42.6	45.0	47.3	49.6	51.7	53.7	55.7	57.6	59.4	61.2	63.0	64.7	66.3	67.9	69.5	71.0	74.0	76.8	79.6	82.2	84.7	87.1	89.5	91.8	94.0	
90.0	21.2	23.3	25.2	27.1	28.9	30.6	32.2	33.8	35.3	36.7	38.2	39.5	40.9	42.2	43.5	45.9	48.3	50.5	52.7	54.8	56.8	58.8	60.7	62.5	64.3	66.0	67.7	69.4	71.0	72.6	75.6	78.5	81.3	84.0	86.6	89.1	91.5	93.9	96.2	98.4

○ 곡관의 압력손실

곡관의 압력손실은 덕트의 크기, 모양, 속도, 관경과 곡률반경의 비(R/D), 그리고 곡관에 연결된 송풍관의 상태에 따라 달라지며, 원형곡관과 장방형곡관으로 나눌 수 있다.

1) 원형곡관의 압력손실

원형곡관의 압력손실은 곡관의 반경비에 따른 압력손실계수를 <표1>에서 구하여, 여기에 속도압을 곱하여 압력손실을 구하거나, 곡관에 대한 상당길이 (equvalent length)를 구하여 원형직관의 압력손실로 구한다.

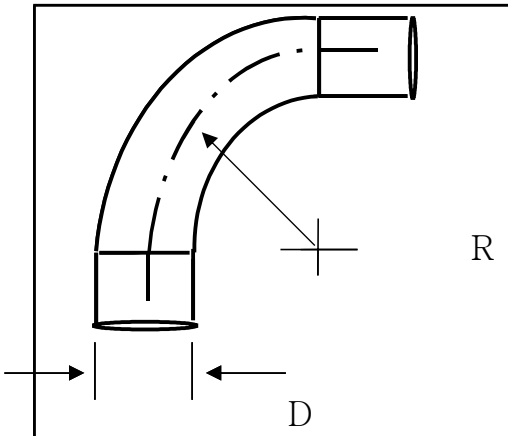
① 곡관의 반경비와 압력손실계수에 의한 압력손실 계산

압력손실 ΔP와 압력손실계수 ζ는 다음과 같은 관계가 있다. 곡관각 θ가 90° 가 아니고 45° , 60° 등일 때에는 90° 곡관의 압력손실 ΔP에 $\frac{\theta}{90}$ 를 곱하면 구할 수 있다.

$$\zeta = \frac{P}{P_V} \qquad \therefore \quad \Delta P = \zeta \times P_V$$

여기서, ζ=압력손실계수, P_V=속도압, ΔP=압력손실(mmH_2O)

<표1> 곡관의 반경비와 압력손실계수



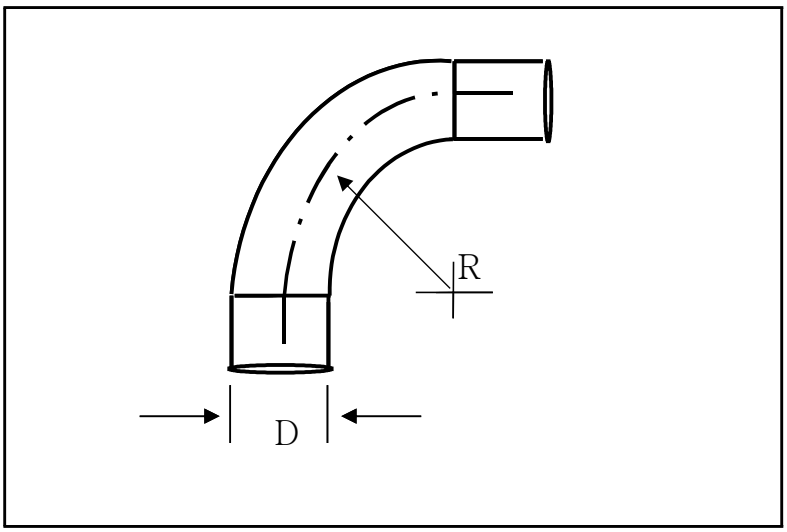
R/D	loss fraction of up
2.75	0.26
2.50	0.22
2.25	0.26
2.00	0.27
1.75	0.32
1.50	0.39
1.25	0.55

원형 elbows

② 상당 길이에 의한 압력손실

곡관에서 관경과 중심반경에 따른 상당길이(equvalent length)를 <표2>에서 구하고, 이 길이에 대한 원형직관의 압력손실을 구하여 이 값을 원형곡관의 압력손실로 한다.

<표2> 관경과 중심반경에 따른 상당길이(feet)



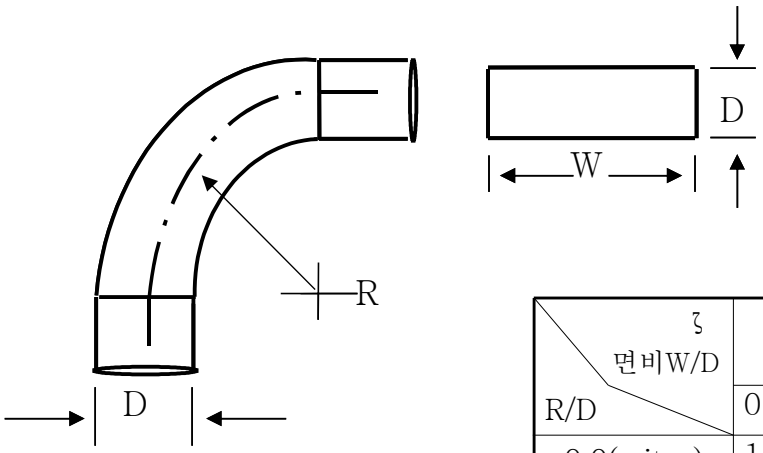
관경 D	90°elbow 중심반경(R)			60°elbow (90°elbow×0.67)			45°elbow (90°elbow×0.5)			30°elbow (90°elbow×0.33)		
	1.5D	2.0D	2.5D	1.5D	2.0D	2.5D	1.5D	2.0D	2.5D	1.5D	2.0D	2.5D
3″	5	3	3	3.35	2.0	2.0	2.5	1.5	1.5	1.67	1	1
4″	6	4	4	4	2.68	2.68	3	2	2	2	1.33	1.33
5″	9	6	5	6	4	3.33	4.5	3	2.5	3	2	1.67
6″	12	7	6	8	4.67	4	6	3.5	3	4	2.33	2
7″	13	9	7	8.67	6	4.67	6.5	4.5	3.5	4.33	3	2.33
8″	15	10	8	10	6.67	5.33	7.5	5	4	5	3.33	2.67
10″	20	14	11	13.33	9.33	7.33	10	7	5.5	6.67	4.67	3.67
12″	25	17	14	16.67	11.33	9.33	12.5	8.5	7	8.33	5.67	4.67
14″	30	21	17	20	14	11.33	15	10.5	8.5	10	7	5.67
16″	36	24	20	24	16	13.33	18	12	10	12	8	6.67
18″	41	28	23	27.33	18.67	15.33	20.5	14	11.5	13.67	9.33	7.67
20″	46	32	26	30.67	21.33	17.33	23	16	13	15.33	10.67	8.67
24″	57	40	32	38	26.67	21.33	28.5	20	16	19	13.33	10.67
30″	74	51	41	49.33	34	27.33	37	25.5	20.5	24.67	17	13.67
36″	93	64	52	62	42.67	34.67	46.5	32	26	31	21.33	17.33
40″	105	72	59	70	48	39.33	52.5	36	29.5	35	24	19.67
48″	130	89	73	86.67	59.33	48.67	65	44.5	36.5	43.33	29.67	24.33

2) 장방형 곡관의 압력손실

장방형 곡관의 압력손실은 면비(W/D)와 반경비(R/D)에 따른 압력손실계수를 <표3>에 의해 구하고 여기에 속도압을 곱하여 압력손실을 구한다.

$\Delta P = \zeta \times P_V$

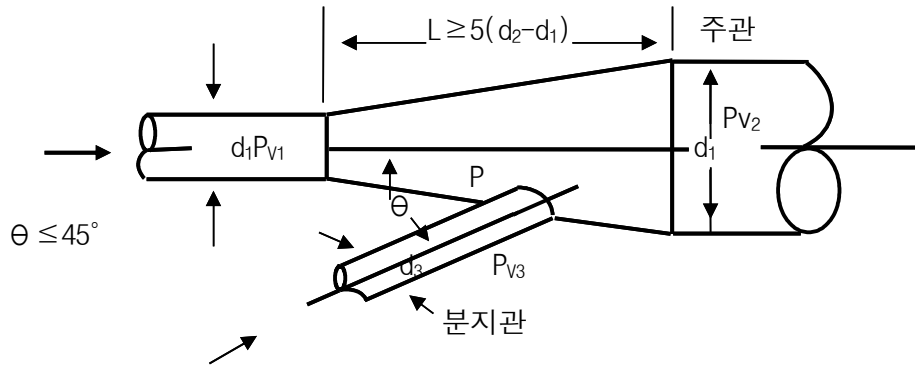
<표3> 장단면비와 반경비에 따른 압력손실 계수



ζ 면비W/D / R/D	ζ=ΔP/P_V					
	0.2	0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
0.0(mitre)	1.5	1.3	1.1	1.0	0.9	0.8
0.5	1.3	1.2	1.0	0.9	0.8	0.7
1.0	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
1.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
2.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

○ 합류관의 압력손실

합류관에서 합류점 P부분의 압력손실은 다음표 <표4>에서 주관과 자관의 압력 손실계수를 구하고 이 계수에 속도압(P_V)를 곱하여 주관과 지관의 압력 손실(ΔP)를 구해 두 값을 합산한다.



<표4> 원형합류관의 압력손실계수

Θ(각도)	지 닥 트	주 닥 트	Θ(각도)	지 닥 트	주 닥 트
	$\zeta=\Delta P/P_{V2}$	$\zeta=\Delta P/P_{V1}$		$\zeta=\Delta P/P_{V2}$	$\zeta=\Delta P/P_{V1}$
10	0.06	0.2	40	0.25	0.2
15	0.09		45	0.28	
20	0.12		50	0.32	0.2
25	0.15		60	0.44	
30	0.18		90	1.00	0.7
35	0.21				

※ 주관의 압력손실 : $\Delta P_1 = \zeta \times P_{V1}$
※ 지관의 압력손실 : $\Delta P_2 = \zeta \times P_{V2}$
※ 합류점의 압력손실 : $\Delta P = \Delta P_1 + \Delta P_2$

○ 확대·축소관의 압력손실

1) 확대관의 압력손실

아래 그림과 같은 원형확대관의 압력손실(ΔP)과 정압회복량(PS_2-PS_1)은 다음 <표5>에 의하여 구한다.

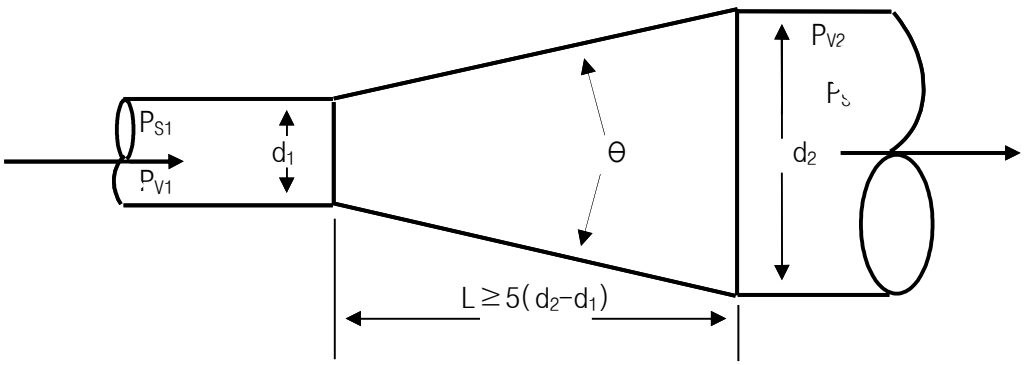
속도압차($P_{V1}-P_{V2}$)중의 일부는 압력손실이 되고 그 밖에는 정압회복량이 된다. 이를 수식화하면 다음과 같다.

$$P_{S1}-P_{S2} = (P_{V1}-P_{V2})-\zeta(P_{V1}-P_{V2})$$
$$\zeta'(P_{V1}-P_{V2})$$

$\zeta'=(1-\zeta)$

여기서, P_{S2}=확대측의 정압(mmH_2O)

P_{S1}=유입부의 정압(mmH_2O)



<표5> 원형확대관의 압력손실계수

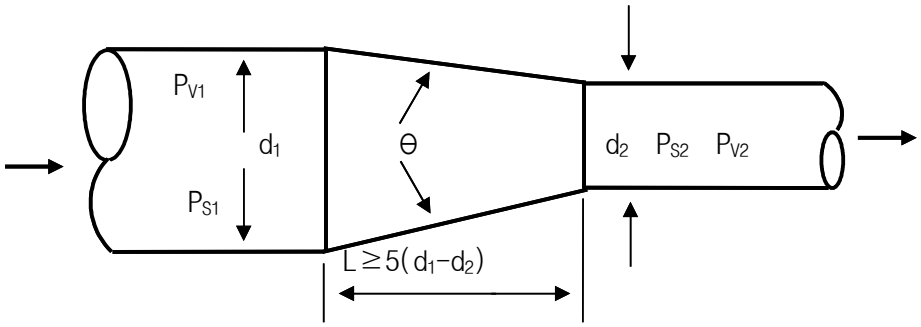
각도(A°)	$\zeta = \frac{\Delta P}{P_{V1}-P_{V2}}$	$\zeta' = \frac{P_{S1}-P_{S2}}{P_{V1}-P_{V2}}$ (정압회복계수)
5	0.17	0.83
7	0.22	0.78
10	0.28	0.72
15	0.37	0.63
20	0.44	0.56
25	0.51	0.49
30	0.58	0.42
35	0.65	0.35
40	0.72	0.28
45	0.80	0.20
50	0.87	0.13
55	0.93	0.07
60이상	1.00	0.00

2) 축소관의 압력손실

아래 그림과 같은 원형축소판의 압력손실(ΔP)은 다음 <표6>에서 구한 압력 손실 계수에 속도압(P_V)를 곱하여 구한다.

$$\Delta P = \zeta (P_{V2}-P_{V1})$$

$$P_{S2}-P_{S1} = -(P_{V2}-P_{V1}) - \zeta (P_{V2}-P_{V1})$$



<표6> 원형축소관의 압력손실계수

Θ(도)	$\zeta = \Delta P / P_{V2}-P_{V1}$
5	0.04
10	0.05
20	0.06
30	0.08
40	0.10
50	0.11
60	0.13
90	0.20
120	0.30

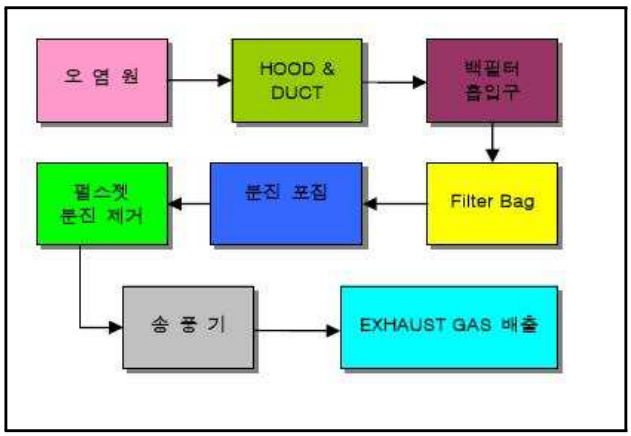
공기정화장치의 설계

□ 공기정화장치의 설계

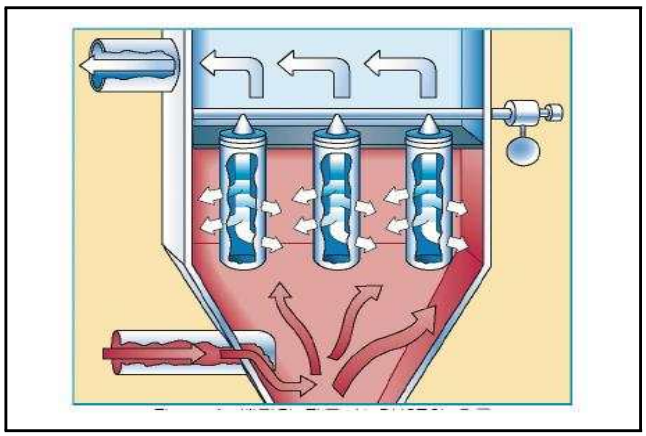
○ 여과집진장치

여과집진장치란 배기가스로부터 먼지 입자를 분리하는 방법 중 광범위하게 사용되는 방법이다. 백필터(Bag Filter)는 먼지가 함유된 배출가스를 나란히 설치된 여러 개의 여과재에 통과시키면서 여과를 진행시킨다.

- 백필터의 작동원리 및 내부구조 (예)



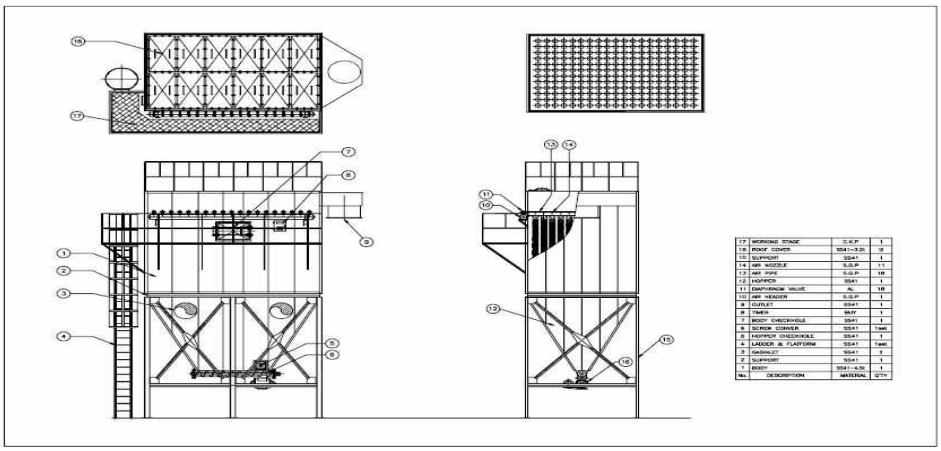
백필터 FLOW SHEET



백필터 작동시 내부 공기의 흐름

- 필터의 선택 및 설계
  - 여포의 규격 : 보통길이는 1.5m ~ 10m, 직경은 15cm ~ 45cm가 많이 사용된다.
  - 수량 : **총여과면적(풍량÷여과속도)**을 구하여 단위여과포의 면적으로 나누어 결정
  - 재질 : 배기가스의 온도 및 가스의 성상(산, 알카리 및 점도, 정전특성, 부식성가스)에 따라 결정

< 백필터 설계도 예시 >



공기정화장치의 설계

※ 필터의 선택시 고려 사항

1. 온도 2. 수분 3. 분진입경 4. 가스의 특성(종류, 분진의 물성, 화학적 저항성, 물리적 강도, 마모성) 5. 여과속도 6. 분진의 마모성 7. 탈진방법, 설치방법, 운전방법, 8.집진기의 구조 9. 여과량 등

(1) Dust의 물성 파악	(2) Fiber 선택	(3) 최종 가공선택
• Dust의 크기 및 비중 • Dust의 형태(판상형,구형, 침상형,다락형) • Dust의 화학적 성분 • Dust의 제전성및 집진성 • Dust의 흡습성	• Fiber의 산도 및 알카리도에 대한 구별 • Fiber의 물리적 특성파 (정점, 내연성, 수분율 등) • Fiber와 Dust간의 전기적 • 결합관계 • Fiber의 비중	• 발유가공 • 내산가공 • 표면평활가공 • 밀도조정

< 필터의 종류 및 재질별 특징 >

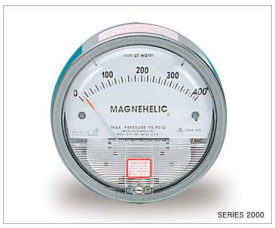
	POLYESTER					P.P	NOMEX(ARAMID)		TEFARE (TEFLON)
	일반	발수	발유	제전성	제전발수	일반	일반	내산발수	
중량(g/㎡)	500	500	500	500	500	750	500	550	710
두께(mm)	1.8	1.8	1.9	1.8	2.0	2.0	1.8	2.0	1.7
통기도 (cc/㎠sec)	20	20	18	10	10	5	20	20	20
인장 강도 (kg/25mm)	OVER 170	OVER 170	OVER 170	OVER 150	OVER 150	OVER 200	OVER 150	OVER 150	OVER 100
내열성(℃)	~130℃					~100℃	~200℃		~280℃
내약품성	산용제에 안정					산,알칼리에 안정	알칼리, 유기약품에 안정		산, 알칼리, 유기약품에안정

※ 오일미스트와 같은 수분을 함유한 공기를 처리할 경우에는 **발유, 발수 가공된 필터** 또는 흡습성이 적은 Glass fiber filter를 선택하기 바람

※ Filter의 구멍(섬유의 간격)은 직포(Woven Filter)에서는 약50~10㎛,부직포(Felt)에서는 약 5㎛정도이므로, 미세한 Dust 경우 입경이 0.1㎛~1㎛로 효과적인 여과를 위하여 **부직포 형태(Felt) 필터 사용**

공기정화장치의 설계

< 백필터 부대 설비 >

명 칭	특 징	사 진
Bag Cage Tube	직경이 ø100 ~ ø300, 길이 500mm~10,000mm와 사용 조건이 다른 재질 (SUS.SS등) 의 선택에 관계없이 다양하게 제작되며, 직선 10~24선까지 사양도 제작됨	
DIAPHRAGM VALVES	본체 상부에 장착되는 부분으로 압축 공기를 순간적으로 Air Pulse로 발생시키는 장치로써, 백필터에 정착하고 있는 분진을 Shaking하게 하여 집진 효율을 높여주는 장치	
MULTI TIMER CONTROLER	이 장치는 순차적으로 FILTER BAG 을 탈진하기 위해 전기 신호로 DIAPHRAGM VALVES의 SOLENOIDS 장치를 동작시키는 장치로써 PULSE의 순차적 작동을 제어하는 것으로써, 매 PULSE 의 동작 시간은 0.016초 ~ 1.65초까지 조정 가능하다.	
Manometer	공기정화장치의 전단과 후단의 압력차를 눈금으로 표시하여 필터의 교환/청소 주기를 판단함 (차압이 150~200mmAq 범위에서 필터 교환)	
Screw Conveyor + Rotary	운전하는 중에 Dust를 연속 배출하기 위한 장치로써 Hopper 내의 Dust를 Screw Conveyor에 의해서 Rotary Valve로 유도되어 배출	

공기정화장치의 설계

○ 활성탄 흡착탑

흡착탑(activated carbon tower)이란 각종 유기성 가스 및 악취를 물리, 화학적 방법으로 흡수, 흡착하여 제거하는 장치로써 유체(Gas)가 고체표면(Surface of solid)에 접촉하여 부착(adhere)되는 원리를 이용한 것

< 흡착제의 종류 >

흡 착 제	용 도
활성탄(Activated carbon)	용제회수, 악취제거, 가스정화(가장많이 사용)
알루미나(Alumina)	가스, 공기 및 액체의 건조
보오크사이트(Bouxite)	석유류의 유분제거, 가스 및 용액의 건조
본 차(bone char)	설탕의 탈색
탈색카본(Decoloring carbon)	기름, 색소, 유분 및 왁스분제거, 음료수 탈색
훌러스어스(Fuller's earth)	윤활유, 지방, 왁스의 정제
마그네시아(Magnecia)	휘발유, 지방 왁스의 정제
실리카겔(Silicagel)	가성소오다 용액중 불순물 제거
황산스트론티움(Strontium sulfate)	가스의 건조 및 정제, 가성소오다 용액내의 철분제거

< 활성탄의 종류와 특징 >

구 분	특 징	사 진
조립 활성탄 (constructed carbon)	고가이지만 높은 흡착율을 보여 고농도의 가스처리에 주로 이용 된다.	
입상 활성탄 (granular active carbon)	충분히 넓은 표면적을 갖고 고정상(fixed bed)에서 압력강하가 적으면서 흡착된 물질을 비교적 쉽게 회수할 수 있어 가장 널리 사용되고 있다.	
분말탄 (powdered active carbon)	값은 싸지만 입상탄보다 질이 떨어지고 충전탑에 사용할 때 압력강하가 너무 크기 때문에 사용에 많은 제한이 있다. 또한 분말탄은 거의 재생할 수 없어 사용 후 폐기하여야 한다.	

공기정화장치의 설계

< 흡착탑 설계 예시 >

1) 흡착탑 필요단면적(A)

- **공탑속도 : 0.5m/sec 이하,** A = ———————— (㎡)

2) 활성탄 흡착층 두께(H)
- **H = 공탑속도 × 체류시간(sec)**
- **체류시간 : 1 sec이상**

3) 필요 활성탄 무게(W)
- **충진체적 : 활성탄 여과면적 x 활성탄 흡착층 두께**
- **W(Kg) = 활성탄 필요 충진체적(㎥) x 활성탄 비중(kg/㎥)**

4) 활성탄 교환주기

$$T = \frac{1/4 \times 10^{7} \times Wc \times (a + b\,t_{bp})}{C^{2/3} \times M \times Q}$$

T = 활성탄 교체주기(min)
Wc = 사용된 카본의 무게(kg)
a, b = 각종 물질등급에 따른 실험계수(표 이용)
t_{bp} = 오염물질의 끓는점(℃)
C = 오염물질의 농도
M = 피흡착물질 분자량
Q =배출가스량(㎥/min)

※ 활성탄 수명계산에 필요한 상수

물질명	끓는점 범위	a	계속, b	예
acetate	50to190	-0.050	0.0038	ethyl acetate, butyl acetate
alcohols	60to160	-0.46	0.0071	methanol, isopropanol, butanol
alkanes	20to200	0.095	0.0022	pentane, hexane, cyclohexane
alkylbenzenes	80to220	0.12	0.0024	benzene, toluene
amines	-10to220	0.037	0.0033	ethylamine, dipropylamines
ketones	50to220	0.034	0.0029	acetone, diisobutylketone
monochlorides	-30to250	0.032	0.0033	etylchloride, 1-chlorobutanel
dichlorides	40to250	-0.092	0.0048	dichloromethane
trichlorides	60to200	-0.080	0.0056	chloroform, methyl chloroform
tetrachlorides	70to200	0.19	0.094	carbon tetrachloride, perchloroethylene

공기정화장치의 설계

5) 흡착탑내 압력손실

- 흡착제에 의한 압력손실

$\Delta Pa = 0.37 \times D \times (V/100)^{1.56}$ (inchAq)

* D = 흡착제 두께 (inch)

* V = 공탑속도 (0.5m/sec = 98.4ft/분)

또는 $\Delta Pa\ (mmH_2O) = 0.37 \times D \times \left(\frac{V}{30.5}\right)^{1.56}$

ΔPa : 흡착층 압력손실(mmH_2O)

D : 흡착층의 높이(mm)

V : 흡착속도(m/분)

8) 송풍기 선정

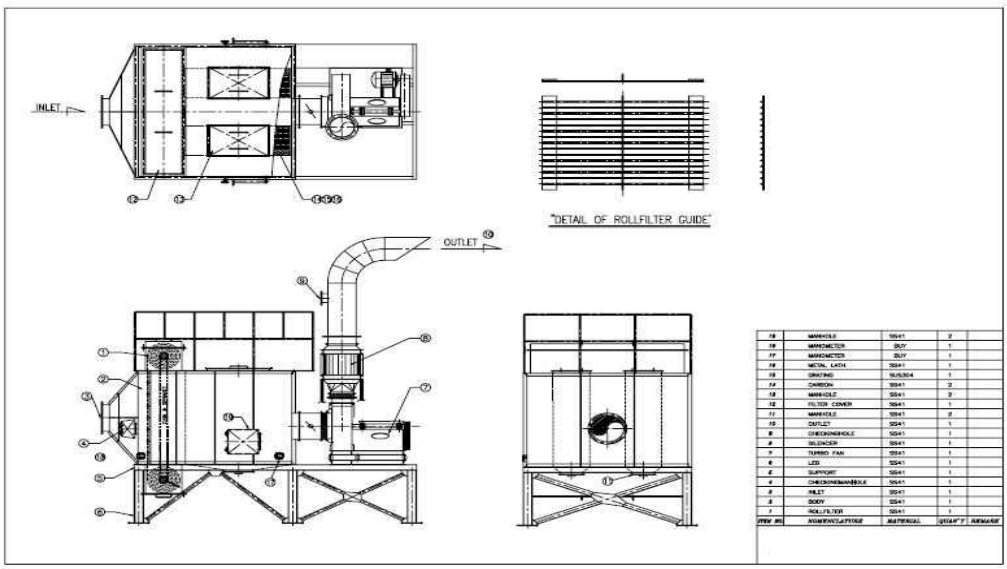
- 형식 : turbo fan 등,
- 처리풍량 : ㎥/분
- 전압 : mmAq,
- 효율 : 65%
- 여유율 : 10~20% (α)
- 필요동력

$$HP = \frac{Q \times Pt}{4,500 \times} \times 1.1 \text{or } 1.2$$

[총압력손실(ΔPt)의 계산]

ΔPt = 흡착제에 의한 압력손실(ΔPa) + 동압손실(Vp) + 후드압력손실(Hi) + 직관압력손실(Pi) + 곡관압력손실(Pc) + 합류관 및 기타 압력손실

< 흡착탑 설계도면 예시 >

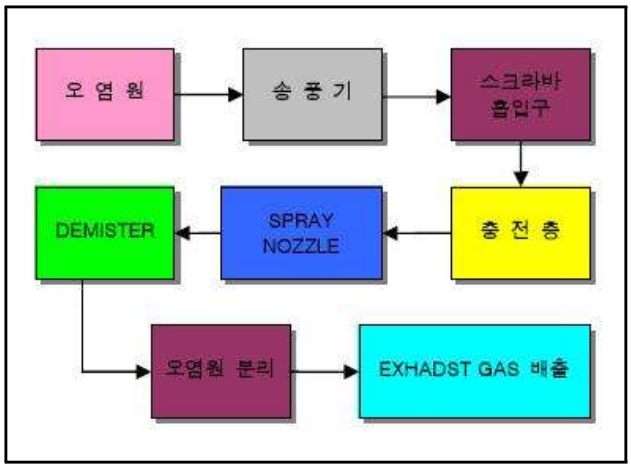


공기정화장치의 설계

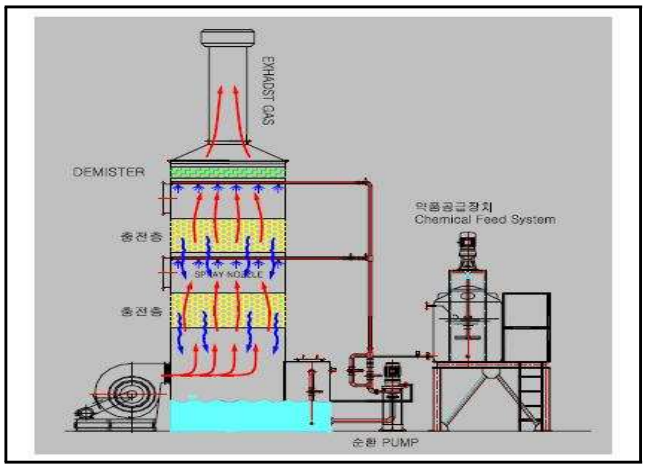
○ 스크러버(Scrubber)

스크러버(Scrubber)란 기체를 액체에 접촉시켜, 기체 중 가용성(可溶性) 성분을 액상 중에 용해시키는 일련의 공정, 즉 '가스 흡수'를 목적으로 한 장치로써 이러한 장치를 주로 "스크러버(Scrubber)" 또는 "가스 흡수탑(Gas Absorption Tower)" 이라 통칭

< 스크러버 (Scrubber)의 작동 원리 및 내부 구조 (예) >



스크러버 FLOW SHEET



스크러버 내부 공기의 흐름

< 오염 물질에 따른 대표 흡수액 >

구분	오염물질	흡수액	대표 업종
염기성	암모니아 (NH3)	H2SO4 HCL NaOCl	축산농업, 양계장, 복합비료제조업, 전분제조업, 어장골처리장, 쓰레기처리장, 분뇨처리장, 하수처리장 등
	트리메틸아민 [(CH3)3N]	H2SO7 HCL NaOCl	축산농업, 복합비료제조업, 전분제조업,어장골처리장, 쓰레기처리장, 분뇨처리장, 하수처리장 등
산 성	황화수소 (H2S)	NaOH NaOCl	축산농업, 크레프트펄프공장, 전분제조업, 셀로판제조업, 비스코스레이온제조장, 화제장, 어장골처리장, 가죽처리장,쓰레기처리장, 분뇨처리장, 하수처리장등
	메틸메르캅탄 (CH3SH)	NaOH NaOCl	크레프트펄프공장,어장골처리장,쓰레기처리장,분뇨처리장,하수처리장 등
중 성	황화메틸 [(CH3)2S]	NaOCl	크레프트펄프공장, 어장골처리장, 쓰레기처리장, 분뇨처리장, 하수처리장등
	이황화디메틸 [(CH3)2S2]	NaOCl	크레프트펄프공장, 어장골처리장, 쓰레기처리장, 분뇨처리장, 하수처리장 등
	아세트알데히드 (CH3CHO)	NaOCl	아세트알데히드제조공장,아세트산제조공장,아세트산비닐제조공장,클로로프렌제조공장,담배제조공장,복합비료제조업,어장골처리장
	스틸렌 (C6H5)	HClO	스티렌제조공장,폴리스티렌제조공장,폴리스티렌가공공장,SBR제조공장,FRP제품제조공장 등

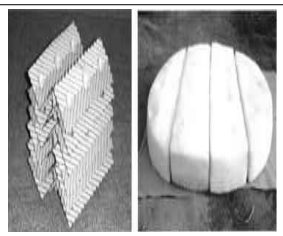
공기정화장치의 설계

< 가스 흡수장치의 특성 및 장단점 >

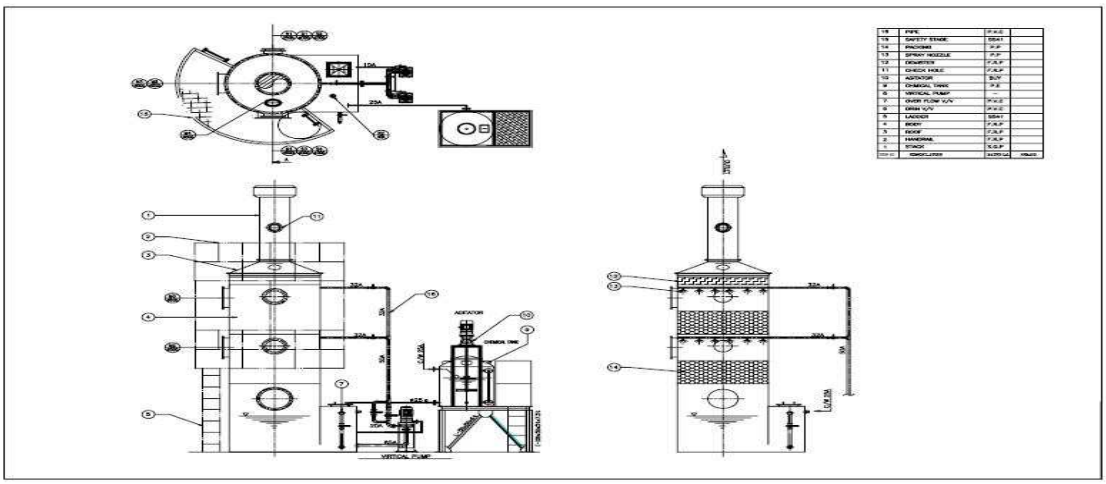
명 칭	개 요	장 치 특 성 (계획요령)	장 점	단 점
충진탑 (packed tower)	표면적이 큰 충진물의 표면에 물을 흐르게하여 가스를 저속으로 향류접촉시킨다.	o 가스겉보기속도 0.3 ~ 1m/sec o 급수량 15 ~ 20t/㎡·hr o 액기비 1 ~ 10ℓ/㎥ o 충진높이 2 ~ 5m o 압력손실 50 mmAq/탑높이m	o 급수량이 적당하면, 효과는 거의 확실하다. o 가스량변동에도, 비교적 적응성이 있다. o 압력손실이 그렇게 크지않다.	o 가스유속이 높을 때와 flooding상태로 되면 조작 불능 o 흡수액에 고형분을 함유할 경우 흡수에 의한 침전물이 생길 경우는 눈막힘까지 일으킴.
spray탑 (분무실)	공탑내에 물을 분무하여 가스를 저속도로 접촉시킴	o 가스겉보기속도 0.2 ~ 1.0m/sec o 탑높이 5m이상이 적당 o 액기비 0.1 ~ 1 ℓ/㎥ o 압력손실 2 ~ 20 mmAq	o 구조가 간단하다. o 충진탑보다 값싸다. o 압력손실이 작다. o 흡수와 동시에 가스중의 먼지를 제거했을 때와 침전물이 생긴 흡수공정에 적합.	o 분무동력이 크다 o 분무시 눈막힘까지 일으키기 쉽다. o 편류가 일어나기 쉽다. o 분무액과 가스를 접촉시키기가 어렵다 o 효과 불확실함.
cyclone scrubber	흡수탑에 가스를 tangential에 도입해 탑내에 분무시키는 액과 접촉시킨다.	o 입구가스속도 15 ~ 35m/sec o 가스겉보기속도 1 ~ 3m/sec o 액기비 0.5 ~ 5ℓ/㎥ o 압력손실 50 ~ 300mmAq	o 대용량의 가스를 처리할 수 있다. o 비말동반량이 적다. o 비교적 구조가 간단하다. o 수용성인 가스에 는 효과가 있다.	o 싸이크론지름을 크게 할수록 효율이 저하한다. o 분무노즐에 눈막힘까 지 일어나기 쉽다. o 높은 수압 필요
venturi scrubber	가스를 slot에 고속으로 흐르게 하여 소량의 물과 병류 혼합한다.	o slot부 가스속도 30 ~ 100m/sec o 액기비 0.3 ~ 1.2ℓ/㎥ o 압력손실 300 ~ 900 mmAq	o 소형이고 대용량인 가스를 처리할 수 있다. o 흡수효율을 최량으로 대부분 평균상태에 도달한다.	o 수량이 많기 때문에 동력비가 비싸다. o 가스량이 많을때는 불리하다.

공기정화장치의 설계

< 흡수장치 부대설비 >

명 칭	개 요	사 진
충전층 (Packed Bed)	충전층이란 유해가스와 흡수액이 접촉하는 곳으로서 흡수를 위하여 기・액 접촉면적을 크게 하기위해 충전물(Packing)을 사용하며, 충전탑 설계에 있어 핵심 ☞ **설계 시 고려사항** 가격, 낮은 압력손실, 내부식성, 큰 비 표면적, 구조적 강도, 무게 등.	
액분산 장치 (Spray Nozzle)	액분산에 스프레이 노즐 (Spray Nozzle)을 이용하고 있으며 가장 좋은 액분산을 이루고 있으며 또한 노즐 분사식은 충전층과 스프레이 노즐 사이에서 추가적인 흡수 현상을 기대할 수 있다	
기・액분리분장치 (DEMISTER)	충전층과 액분산 장치를 통과한 미스트를 분리하는 장치로써 상승한 미스트는 기체에 동반(ENTRAIN) 되어 DEMISTER를 통과하게 되며 충돌원리에 의해 입자가 커져 자중에 의해 자연 낙하됨으로써 청정공기를 배기	
약액 순환 펌프 (CHEMICAL PUMP)	흡수탑의 적정한 효율을 위해 일정한 양의 흡수(Absobent Liquid)이 적절히 공급되어야 하므로 흡수액을 순환시키기 위해 필요	

< 스크러버(SCRUBBER) 도면 예시 >



송풍기 선정 및 실무

□ 송풍기의 개요 및 종류

○ **송풍기의 크기** : 송풍기# (NO)

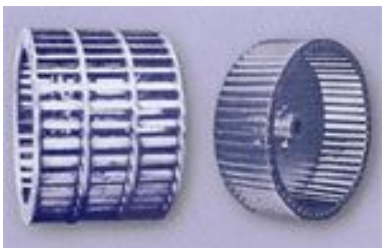
1) 표시방법 : 원심 FAN의 크기표시는 NO로 표시하며 번수라 칭한다.
(날개의 외경 150㎜(6")를 NO.1으로 한다)

2) FAN의 NO(번수)공식 $NO = \frac{(mm)}{150(mm)}$

○ **송풍기의 종류**

< SIROCCO FAN >

- 각 날개 단면은 초승달형으로 되어 있으며 반경방향으로 폭이 좁고 축방향으로 안길이가 긴 날개를 다수 임펠러의 외주에 심은 것
- 날개에서 유출되는 기류는 속도는 크지만 압력은 낮다. 저압으로 대풍량의 송풍에 적합하나 고속운전은 행할 수 없다.
- 효율은 45 ~ 55%정도로 나쁘지만 송풍기중 가장 많은 풍량을 발생시키며 , 가장 낮은 소음을 발생하여 건물의 환기에 많이 쓰인다.



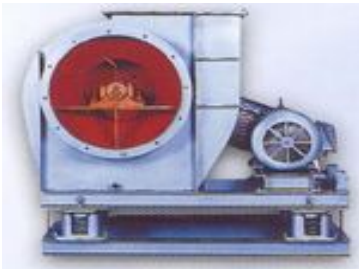
< Sirocco Fan Impeller >

< Sirocco Fan Casing >

< AIR FOIL FAN >

- 익형송풍기의 날개는 후곡형(BACK WARD CURVED)의 비행날개 단면 형상의 임펠러를갖고 있으므로 효율이 우수하며 소음이 적다.
- 효율이 높으므로 전동기 용량이 적어 운전비가 경제적이다.
- 60~300mmAq 까지의 비교적 높은 정압으로 설계되었으며 100~200mmAq 수주의범위에서 최대 기능을 발휘한다.

< Air Foil Fan Impeller >



< Air Foil Fan Casing >

송풍기 선정 및 실무

< TURBO FAN >

- 터어보 팬의 날개는 후향으로서 회전속도가 빠르며, 전동기에 직결할 수 있다.
- 임펠러의 구조가 강대하면서 유체 역학적으로도 무리가 없으므로, 고속회전에 좋다.
- 효율이 높고, 임펠러가 견고하므로 각종 기체의 배기, 송기 등의 사용범위가 크다.
- 터어보 팬의 임펠러는 주판과 보호판에 날개를 용접하여 성형하며, 회전방향에 대하여 凸형으로 만곡(활처럼 휨)하고 날개의 출구 각도는 30° ~40° , 날개수는 8~24매가 많다.
- 용도는 집진용, 배기·흡기·송기용, GAS 온도 및 밀도 조성용, 고속덕트 공조용 등에 사용

< Turbo Fan Impeller >

< Turbo Fan Casing >

< 루프팬(ROOF VENTILATOR FAN) >

- 건물 옥상 또는 지붕에 부착할 수 있도록 빗물 받이 뚜껑이 설치되어 있다.
- 대풍량 저소음으로 운전이 정숙하다.
- 기계구조가 간단하여 설치가 용이하며 관리 및 보수가 편리하다.
- 용도는 각종 공장, 사무소, 창고, 아케이트, 체육관, 식당, 축사 등의 건물 전체환기용

※ 기종, 대수, 선정방법 (계산 예)

1) 환기하는 건물의 총 용적을 계산

2) 건물의 종류, 사용조건에 따라서 표와 같이 환기계수를 결정한다.

▷ 환기계수는 건물용적에 대한 공기의 1회 환기에 필요한 시간으로 환기계수가 작게되면 건물내 공기의 순환이 빨라지게 된다.

3) 건물 용적을 환기 횟수로 나누어서 1분간 환기하고자 하는 총량을 구한다.

$$\text{필요환기량 } (m^3) = \frac{\text{실내용적}(m^3)}{\text{환기계수(도표참조)}}$$

< 환기계수 산정표 >

환기장소	계수	환기장소	계수
일반공장	5 - 10	창고	10 -50
열처리,주조,단조공장	2 - 7	축사, 양계장	1 - 10
화학 약품공장	2 - 5	강당, 회관, 체육관	3 - 10
염색 건조공장	2 - 5	섬유, 방적공장	5 - 10
제빵, 제과 식품공장	3 - 8	엔진, 보일러실	1 - 4
변전소, 변전실, 축전기실	2 - 5	극장	3 - 8
도장실	0.5 - 3	일반유흥장	3 - 5
유해가스 발생실	2이하	영업용 조리실	2 - 5

국소배기장치 설치시 고려할 사항

□ 공통 고려사항

○ 공기정화장치가 옥내에 설치될 경우 : 철판의 두께는 3.2t이상- 4.5t 이내로 한다.

○ 공기정화장치가 옥외에 설치될 경우 2.3t이상-4.5t 이내로 한다.

○ 공기정화장치의 용접은 주자재인 철판이 접하는 부분은 전체 용접을 실시하여야 하며, 부분 용접후 실리콘처리 등은 불가함.

○ 공기정화장치의 구조는 장치의 유니트의 교체가 쉬운 구조로 설계하여야 한다.

○ 공기정화장치의 최종 배기닥트는 인입닥트보다 관경을 1.5배이상 크게설계 (소음저감)

○ 공기정화장치의 최종 배기닥트에는 소음기, 측정공을 설치하여야 한다.

○ 공기정화장치와 송풍기 흡입 연결부에는 canbas 등으로 송풍기의 진동이 본체에 전달되지 않도록 시공 (석면포의 사용은 금지한다)

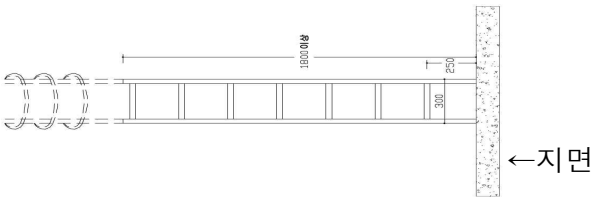
○ 모든 공기정화장치에는 폭압방산구를 설치하여야한다.

※ 폭압방산구의 설치위치는 상부로 향하거나, 작업자에 영향을 주지 않는 방향으로 설치

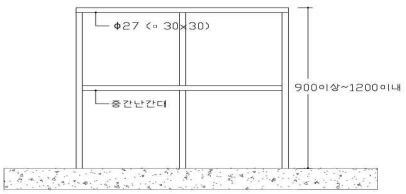
○ 공기정화장치의 외형 크기가 가로 1.5m이상, 세로1.5m 이상인 경우에는 50cm 간격으로 평철(flat bar), angle, 형강 등으로 보강하여야한다.

○ 공기정화장치와 송풍기를 일체형으로 제작할 경우 송풍기실에는 흡음재를 부착하여 마감처리를 하여야 하며, 이때 흡음재는 불연성 흡음재를 사용하여야한다.

○ 공기정화장치의 점검 등을 위하여 설치되는 통로 등은 계단식을 원칙으로 하며, 공간의 부족 등으로 인하여 수직사다리를 설치할 경우 사다리의 폭은 30cm 이상 답단의 간격은 25cm 이내로 설하여야 하며, 높이 1.8m 이상부터는 견고한 방호 울을 설치한다.

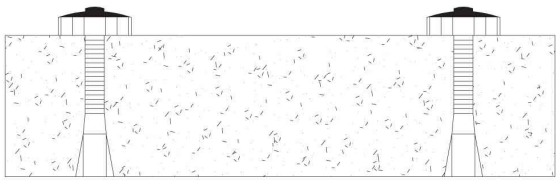


○ 공기정화 장치의 상부 등에는 점검 시 작업자의 안전을 위하여 안전난간을 설치하여야 하며, 난간대는 지름 2.7cm 이상의 금속재 파이프나 그이상의 강도를 가진 재료로 90cm 이상 120cm 이내로 설치하고 중간 난간 대를 설치하여야 한다.

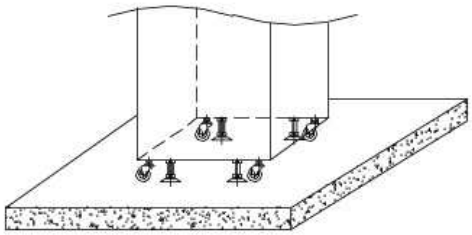


국소배기장치 설치시 고려할 사항

○ 공기정화장치의 설치 시에는 송풍기와 공기정화장치의 하부에 앙카볼트를 설치하여야 하며, 수평을 이룰 수 있도록 설치하여야 한다.



○ 공기정화장치와 송풍기의 일체형일 경우 하부에 이동용 바퀴를 부착한 경우에는 바퀴의 숫자를 4개이상으로 하고 한쪽의 2개에는 정지 기능을 부여하고, 수평조절좌 또는 별도의 고정장치를 설치하여야 한다.



○ 모든 공기정화장치에는 압력게이지(마노메터)를 부착하여야한다.

○ 모든 국소배기장치중 최종 배기구가 옥내로 배출될 경우 호흡성분진(0.5-5미크론)을 제어할 수 있는 설비를 부착하여야 하며, 동 설비는 성능이 검증된 것이라야 한다.

○ 전기장치 설치시 전기판넬의 상부에는 name plate를 부착하고 아래의 조치를 취한다.

- 모터 및 전기판넬의 전선관 연결부에는 cable gland를 설치하여 전선관 내부로 수분, 분진 등의 침투로부터 보호할 수 있는 구조로 설치
- 전기판넬의 단자대에는 회로명을 표시하고 아크릴판등의 절연덮개를 부착
- 송풍기 모터의 동력이 5.5kw이내일 경우에는 직기동이 가능하나 5.5kW이상 50Kw 이하일 경우에는 Y-△ 기동방식으로 회로를 구성하여야 한다.
- 전기판넬 및 철구조물은 제3종접지(400V 미만의 경우)를 실시
- 전기배선 시에는 반드시 전선관(스틸, 후렉시블, PVC전선관등)을 사용
- 전기판넬에는 조작스위치는 걸리는 전압은 110V 이내로 설치
- 전기판넬 등 조작반에는 시건장치를 설치
- 전기판넬의 설치 장소는 작업자가 쉽게 접근 및 조작이 가능한 위치에 설치하며, 분전반 내부의 온도 및 절연 등을 고려하여 고열 및 습윤한 장소를 피하여 설치
- 폭발위험 장소에 설치한 경우 산업안전에 관한 규칙 별표3의 5의 기준에 따라 적합한 방폭성능을 가진 설비로 설치

국소배기장치 설치시 고려할 사항

○ 송풍기는 항상 공기정화장치의 후단에 설치하여야한다. 다만 화재, 폭발의 위험성이 없는 경우 전단에 설치할 수 있다.

○ 송풍기는 풍량 및 동력 등에 적정한 형식의 송풍기를 설치하여야 한다.

○ 송풍기의 설치는 소음 및 진동을 방지하기 위하여 방진고무, 방진가대 등을 설치하여야 하며, 소음을 방지하기위하여, 적절한 조치를 취하여야한다.

<방진 고무>

<입상관방진기>

<방진 스프링>

<펌프 방진가대>

○ 송풍기는 분리형을 설치할 경우 별도의 앙카 볼트를 설치하여야 한다.

○ 도금공정등 산화, 부식성물질등에 사용되는 송풍기(PVC, FRP 송풍기)의 경우 임펠러는 모터의 회전수 에 충분한 강도를 가진 재질을 선택 (SUS316 재질 등)

○ 배기구의 설치는 15-3-15 규칙을 참조하여 설치

- 15-3-15 규칙은 배출구와 공기를 유입하는 흡입구는 서로 15m 이상 떨어져야하고

• 배출구의 높이는 지붕꼭대기나 공기유입구 보다 위로 3m 이상 높게하여야하고

• 배출되는 공기는 재유입되지 않도록 배출가스 속도를 15m/s 이상 유지

〔부록1〕

국소배기장치 및 전체환기장치 자체검사와 유지관리

가. 자체검사 실시요령

(1) 사업주는 국소배기장치에 대하여는 국소배기장치 검사원 자격을 가진자로 하여금 년 1회이상 자체검사를 실시하고 그 결과를 기록·보존하여야 한다. 이 경우 근로자 대표의 요구가 있을 때에는 자체검사에 근로자 대표를 입회시켜야 한다.
(2) 사업주는 자체적으로 검사가 어려울 때는 노동부장관이 지정하는 검사기관에 위탁하여 실시할 수 있다.

나. 자체검사원 자격

법 제36조 제1항에서 "노동부령이 정하는 자격을 가진 자"라 함은 다음 각호의 1에 해당하는 자를 말함다. (개정 94.3.29)
(1) 법 제15조의 규정에 의한 안전관리자 또는 법 제16조의 규정에 의한 보건관리자의 자격기준에 해당하는 자로서 해당 기계·설비의 취급업무에 2년이상 종사한 자
(2) 관리감독자 또는 안전담당자로서 이 규칙에서 정한 당해 자체검사분야의 기계·기구를 취급하는 작업에 3년이상 종사한 자
(3) 국가기술자격법에 의한 기능사 1급(승강기의 경우 승강기보수기능사)이상의 자격을 취득하였거나 교육법에 의한 고등학교 이상의 학교에서 이공계열학과를 졸업한 자로서 해당 기계·기구를 취급하는 작업에 3년이상 종사한 자
(4) 노동부장관이 43조의 규정에 의하여 실시하는 자체검사원 양성교육을 받고 소정의 시험에 합격한 자
(5) 안전·보건관리대행기관의 대행요원(당해대행사업장의 자체검사대상 기계·기구분야에 한하고, 크레인 및 승강기에 대하여는 유해·위험작업의 취업제한에 관한 규칙에 의한 자격 또는 면허를 가진 자에 한한다.
(6) 지정측정기관의 측정요원(당해 측정사업장의 국소배기장치에 대한 검사에 한한다.)

다. 자체검사 측정장비

국소배기장치의 자체검사시 갖추어야 할 측정기는 다음과 같다.

(1) 반드시 갖추어야 할 측정기
① 연기발생기 ② 청음기 또는 청음봉
③ 절연저항계 ④ 표면온도계 (유리온도계) ⑤ 줄자

(2) 필요에 따라 갖추어야 할 측정기

① 테스트 해머 ② 나무 막대기 (청음ㅁ용으로 약 30㎝ 정도)

③ 초음파 두께 계측기 ④ 수주마노메터(manometer)

⑤ 정압프로브(Probe)가 달린 풍속계 또는 열선풍속계

⑥ 스크래이퍼(Scraper:긁개) ⑦ 회전계(rpm측정기)

⑧ 피토관(Pitot Tube) ⑨ 공기중 유해물질을 측정하기 위한 기기

⑩ 시계 또는 스톱워치

라. 국소배기 자체검사 항목

(1) 후드의 검사

1) 후드의 외관검사
2) 흡인 기류의 상태 등의 검사
3) 수형형 후드 개구면 방향 등의 검사
4) 건식포장용 부스 등의 여과재 상태 검사
5) 수세식 도장용 부스의 세정수의 검사
6) 포위식 후드 또는 천개형 후드를 제외한 수형형 후드의 제어풍속의 검사
7) 외부식 후드 또는 천개형 후드의 제어풍속의 검사
8) 후드의 흡기능력을 검사하는 제어풍속의 측정

(2) 덕트의 검사

1) 덕트의 외관검사
2) 덕트 내면의 상태검사
3) 타격음을 통한 덕트내 오염물 퇴적검사
4) 덕트의 두께와 정압측정에 의한 덕트의 검사
5) 댐퍼의 검사
6) 덕트접속부의 검사
7) 덕트 점검구의 검사

(3) 제진장치의 검사

1) 제진장치의 외관 등 검사
2) 제진장치 내부의 상태 검사
3) 점검구의 상태 검사
4) 제어반의 상태 검사
5) 기상배곤계통의 상태 검사
6) 접속부의 느슨함의 유무 검사
7) 여과재의 상태 검사

8) 여과재의 부착 상태 검사
9) 탈락장치 등의 상태 검사
10) 압축공기의 분사기 상태 검사
11) 호퍼, 댐퍼, 로타리 밸브, 콘베이어 등의 상태 검사
12) 호퍼 내부의 상태 검사
13) 배출장치의 작동상태 검사
14) 제진성능 검사
15) 안전장치(압력방산밸브, 방화댐퍼, 인터로크, 토출밸브의 작동적정여부 등)의검사
16) 싸이크론의 분진배출부 공기유입 상태, Neck부의 상태, 압력손실 등의 검사 등

(4) 송풍기 및 전동기의 검사
1) 송풍기의 케이싱의 외관검사
2) 송풍기 내부의 검사
3) 벨트 및 풀리의 검사
4) 벨트의 장력과 늘어진 길이의 검사
5) 벨트의 슬립・진동의 검사
6) 회전수 및 회전방향의 검사
7) 축받이의 이음새, 과열 및 윤활상태의 검사
8) 전동기의 절연저항, 온도상승 및 안전덮개의 검사
9) 제어판의 상태 검사
10) 송풍기의 성능 검사

마. 전체환기장치 관리

(1) 전체환기 (General ventilation)
전체환기는 희석환기(Dilution ventilation)라고도 하며. 유해물질농도를 희석하여 낮추는 방법이다. 따라서 작업장 내의 오염된 공기를 배출하면서 반드시 청결한 공기가 공급되어야 한다.

(2) 전체환기장치의 적용조건
1) 유해물질 발생량이 적어야 한다. 만약, 발생량이 많으면 필요환기량이 증가하여 경제적으로 실용성이 없어진다.
2) 근로자의 작업위치가 유해물질 발생원으로부터 멀리 떨어져 있거나 공기중 유해물질의 농도가 낮아져 노출농도 이하여야 한다.
3) 독성이 낮은 유해물질을 사용하는 곳이어야 한다.
4) 유해물질 발생이 비교적 균일해야 한다.

바. 국소배기 자체검사 기록표

<table>
<tr><td>장 치 명 칭</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>부 서 명 칭</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>대 상 공 정</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>작 업 내 용</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>유해물질명</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>검 사 결 과
종 합</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>검 사 장 비</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>검 사 자</td><td colspan="2"></td><td colspan="2">검 사 일 자</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">확 인</td><td>공 장 장</td><td>팀 장</td><td>과 장</td><td>계 장</td><td colspan="2">검 사 자</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

(1) 국소배기장치 계통도

(2) 후드성능점검표 Ⅰ

<table>
<tr><td>후 드 번 호</td><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>형 식</td><td colspan="3"></td><td>점 검 조 건</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>작 업 내 용</td><td colspan="9"></td></tr>
<tr><td>형 태</td><td colspan="9">o 후드모양을 그리고 칫수기재</td></tr>
<tr><td>개 구 면 적</td><td colspan="9">A =</td></tr>
<tr><td>발 생 원 거 리</td><td colspan="9">X =</td></tr>
<tr><td>법정 제어 풍속</td><td colspan="9">Vc =</td></tr>
<tr><td>설 정 배 풍 량</td><td colspan="9">Q =</td></tr>
<tr><td rowspan="10">풍 속 측 정</td><td colspan="5">제 어 풍 속</td><td colspan="4">후드개구면에서의 풍속</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5"></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>최 소</td><td></td><td>최 대</td><td></td><td></td><td>최 소</td><td></td><td>최 대</td><td></td></tr>
<tr><td>평 균</td><td colspan="3"></td><td></td><td>평 균</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>측정한 풍속에 따른 배풍량</td><td colspan="5">Q =</td><td colspan="4">Q = 60AV =</td></tr>
</table>

(3) 후드성능점검표 II

<table>
<tr><td>후 드 번 호</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td>후 드 정 압</td><td colspan="6">SP =</td></tr>
<tr><td>덕 트 사 양</td><td colspan="6">내경 혹은 가로×세로 =</td></tr>
<tr><td>덕트 단면적</td><td colspan="6">A =</td></tr>
<tr><td rowspan="8">덕트 유속</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>8</td><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>평 균</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>배 풍 량</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="6">측정지점표시 (위치를 그리고 거리도 표시)</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>판 정</td><td colspan="6"></td></tr>
</table>

(4) 후 드

o 후 드 번 호 :
o 부 서 명 :
o 유해물질명 :

검 사 항 목	검 사 내 용	검 사 결 과
1. 내·외면의 마모부식 상태	마모, 부식, 찌그럼짐 등 유무	
	도장, 라이닝 등 손상 유무	
	철망, 필터의 막힘 유무	
	부착물, 퇴적물 유무	
2. 흡입기류 상태,장애물 유무	기류 방해구조물 유무	
	기류방해물건 유무	
	흡입상태	
3. 흡기능력 (후드성능 점검표 참조)	제어풍속	
	배풍량	
	노출기준	
4. 기 타	발산원과의 거리 적정여부	
	닥트와의 접속부 누설 여부	
	댐퍼의 적정여부	
	이상음, 진동의 유무	
5. 문제점 및 개선대책		

(5) 닥트

o 장 치 번 호 :　　(어디서, 어디까지 :　　)
o 부　서　명 :
o 유해물질명 :

검 사 항 목	검 사 내 용	검 사 결 과
1. 내・외면의 마모부식 상태	마모, 부식, 찌그러짐 등 유무	
	도장, 라이닝 등 손상 유무	
	부착물, 퇴적물 유무	
2. 댐　　퍼	열림, 고정상태의 적정여부	
3. 접　속　부	플랜지 등 접속부의 누설 유무	
4. 점검구　등	점검구의 개폐기능 및 누설여부	
5. 배풍량　등	유속	
	배풍량	
	정압	
6. 기　　타	주닥트의 연결상태	
	가지닥트의 연결상태	

o 문제점 및 개선대책

(6) 여과식제진장치 Ⅰ

o 장 치 번 호 :　　o 설 치 위 치 :
o 부　서　명 :　　o 여과재종류 :
o 유해물질명 :　　o 설 계 용 량 :

검 사 항 목	검 사 내 용	검 사 결 과
1. 장치내외부의 상태	마모, 부식, 찌그러짐 등 유무	
	도장, 라이닝 등 손상 유무	
	퇴적물 유무	
2. 점검구 상태 (맨홀 포함)	개폐장치의 손상, 부식유무	
	기밀성 유지 여부	
3. 제어반 상태	부착물, 퇴적물 유무	
	표시등, 명판등 파손유무	
	휴즈의 적합여부	
	계기류의 정상작동 여부	
	단자의 느슨함, 변색유무	
4. 배관상태	부식, 마모, 손상, 분진퇴적유무	
	밸브, 댐퍼의 작동상태	
5. 접속부 상태	볼트, 너트, 패킹상태, 누설여부	
6. 제진성능	장치전후의 정압	
	제진효율	
7. 안전장치	압력분출밴트 등 작동상태	
8. 배출장치 (호퍼, 배출용 댐퍼, 로타리밸브, 콘베이어 등)	마모, 부식, 파손유무	
	분진퇴적 유무	
	이상음, 이상진동유무	
	분진유출 등 누설 여부	
	로타리 밸브의 정상작동여부	
	콘베이어의 적상작동여부	

(7) 여과식제진장치 II

검 사 항 목	검 사 내 용	검 사 결 과
9. 여재상태	막힘, 파손, 열화, 그을림 등 상태	
	설치상태 적정여부	
	고정볼트, 너트, 패킹 상태	
10. 분진탈락 장치	정상작동 여부	
	마모, 파손, 부식, 변형유무	
	이상음, 이상진동 유무	
	압축공기 분사기의 공기누설여부	
	압축공기중 물, 기름 유무	
11. 공기 압축기	설치위치의 적정여부	
	계기이상 유무	
	압축공기 압력	
	탱크내부의 물드레인 여부	
	안전밸브의 작동여부	
	필터의 청소, 교체여부	
12. 기 타		
o 문제점 및 개선대책		

(8) 배풍기 및 모터

o 장 치 번 호 :　　o 관 련 장 치 :

o 부 서 명 :　　o 설 치 위 치 :

배 풍 기 설계사양	종류, 형식		정 압	
	회 전 수		풍 량	
모 터 설계사양	종류, 형식		주 파 수	
	상, 극 수		정 격 전 압	
	전 격 전 류		절 연 종 류	
	정 격 출 력		회 전 수	

검사항목	검 사 내 용	검 사 결 과
1. 케이스의 상태	마모, 부식, 찌그러짐 등 유무	
	도장, 라이닝 등의 손상유무	
	부착물, 퇴적물 유무	
2. 임펠라 및 가이드베인 상태	마모, 부식 유무	
	부착물, 퇴적물 부착유무	
3. 벨트 등의 상태	벨트의 손상, 마모 유무	
	풀리홈에 맞는 벨트여부	
	벨트의 늘어짐, 휘는양 측정	
	밸트 슬립, 미끄러짐 유무	
	풀리의 손상, 편심, 키의 이완유무	
	팬의 회전수 적정 여부	
4. 배풍기의 회전방향	회전방향의 정상여부	
5. 베어링의 상태	이상음 유무	
	온도적정여부	
	윤활상태 적정여부	
6. 모터의 상태	절연저항 적정여부	
	표면온도의 적정여부	
	이상음 유무	

검 사 항 목	검 사 내 용	검 사 결 과
7. 안전덮개 상태	탈락, 파손, 변형, 이완유무	
8. 제어판 상태	부착물, 퇴적물 유무	
	표시등, 명판등 파손유무	
	휴즈의 적합여부	
	계기류의 정상작동여부	
	단자의 느슨함, 변색유무	
9. 배풍기 성능	배풍량	
10. 기 타		

o 문제점 및 개선대책

(9) 전체환기장치 점검표 Ⅰ

장치번호						
부 서 명			공정명			
작업내용						
형 태	ㅇ 전체환기장치으 모양을 그리고 칫수 기재					
사용물질 및 사용량						
성 분 명						
함 유 율						
분 자 량						
노출기준						
비 중						
안전계수						
설계환기량	$Q(m^3/min) = \frac{24.1 \times \quad \times \quad (\ell/hr) \times K \times 1,000,000}{60 \times M.W \times TLW}$					

(9) 전체환기장치 점검표 II

환기량 측정위치	o 그림을 그리고 거리도 표시
환기량 측정결과	
판 정	

(9) 전체환기장치 점검표 III

급기량 측정위치	o 그림을 그리고 거리도 표시
급기량 측정결과	
판 정	

〔부록2〕

국소배기장치 자체검사 결과서

사업장명 (산재번호)	(　　)	기 계 형 식	후 드	□포위식 □레시버식 □외부식	제 조 사	
기계번호			제 진	□사이클론 □여과식 □스크라바 □전기식	형 식 번 호	
총배출량	m^3/min	제조년월일	. . .		검사년월일	
		설치년월일	. . .		차기검사일	

[검사결과 - ○ : 양호, △ : 조정, □ : 교환, Φ : 제작, × : 폐기, - : 비적용]

검사구분	검 사 항 목	판 정 기 준	검사결과	조치할 사항
1. 후드	가. 일반검사	○발산원마다 설치되어 있을 것 ○발산원과 가까운 위치에 설치되어 있을 것 ○흡인하기에 적합한 형식과 크기를 갖추고 있을 것		
	나. 마모, 부식, 기타의 손상상태	○흡기의 기능을 저하시키는 마모, 부식, 흠집, 기타 손상이 없을 것		
	다. 흡입기류의 상태 및 기류를 방해하는 장해물 유무	○흡입기류를 방해하는 기둥, 벽 등의 구조물이 없을 것 ○기류가 완전히 후드내측에 흡입되어 후드 밖으로 유출이 없을 것		
	라. 레시바식 후드의 개구면의 방향, 크기	○유해물이 후드밖으로 비산하지 않고 완전히 후드내로 흡입될 것		
	마. 도장용 부스 및 휠터 등	○흡기의 기능을 저하시키는 오염, 막힘, 파손 등이 없을 것 ○벽면 전체가 균일하게 수막이 형성될 것 ○정지상태에서 수면 높이는 설계치의 범위에 있거나 또는 작동시에 일정한 분수가 형성될 것		
2. 덕트 설비	가. 일반검사	○길이는 될 수 있는 한 짧아야 하고 굴곡부분의 수가 작을 것 ○돌기물이 없을 것 ○청소구가 있거나 청소하기에 용이한 구조일 것		
	나. 외면	○마모 부식, 흠집, 기타 손상이 없고 도장 등의 손상 및 변형 등이 없을 것		
	다. 내면	○마모 또는 부식이 없고, 도장 등의 손상 및 분진 등의 퇴적이 없을 것 ○분진 등의 퇴적으로 인한 이상음이 없을 것 ○전측정점에 있어서 판의 두께가 설계시 두께의 1/4이상일 것 ○닥트내의 정압이 초기정압(Ps) ±10%이내일 것		
	라. 댐퍼	○국소배기장치의 성능을 보존하도록 규정선 위치에 고정될 것 ○댐퍼가 가벼운 힘으로 작동하고 유로의 변경 또는 폐쇄가 완전할 것		
	마. 접속부	○후렌지의 결함볼트, 너트, 패킹의 손상이 없을 것 ○스모크테스터의 기류가 흡입 닥트에서는 접속부로부터 흡입되지 않고 배기 닥트에서는 접속부로부터 배출되지 말 것 ○공기의 유입이나 누출에 의한 소리가 없을 것 ○닥트내의 정압이 초기정압(Ps) ±10%이내일 것		
	바. 점검구	○개폐가 원활히 되고 또한 밀폐가 확실하게 될 것		
3. 배풍기 및 모터	가. 케이스의 마모, 부식, 변형, 분진등의 퇴적상태	○마모, 부식, 흠집, 기타 손상 또는 분진등의 퇴적이 없고, 부식의 원인이 되는 도장 등의 손상이 없을 것		
	나. 케이스의 내면, 임펠라 및 가이드변	○마모,부식, 흠집, 기타 손상 또는 분진의 부착이 없고, 부식의 원인이 되는 도장 등의 손상이 없을 것		
	다. 벨트	○벨트의 손상, 벨트와 풀리의 구성형태의 불일치, 풀리의 손상, 편심 또는 부착위치, 엇갈림, 키의 헐거움등이 없을 것 ○벨트의 휘는 양(X)는 0.01 ℓ< X < 0.02 ℓ의 조건에 만족할 것 ○벨트의 미끄러짐 및 진동이 없을 것 ○규정의 회전수는 밑돌지 않을 것		
	라. 배풍기의 회전방향	○규정의 회전방향일 것		
	마. 축수부	○이상음이 없을 것 ○손으로 만질 수 있을 것 ○축수부의 표면온도가 70℃이하이고, 축수부의 표면온도와 주위온도차가 40℃이하일 것 ○기름의 양이 규정량이고 기름의 더러움 또는 금속가루의 혼입이 없을 것		

검사구분	검 사 항 목		판 정 기 준	검사결과	조치할 사항
3. 배풍기 및 모터	바. 모터		○절연저항이 충분히 높을 것		
	사. 안전덮개 및 설치부분		○부식, 마모, 파손, 변형, 이완 등이 없을 것		
	아. 제어반		○이상이 없을 것		
	자. 배풍기의 배풍량		○판정기준에 적합한 필요 배풍량이상일 것		
4. 흡기 능력	가. 제어풍속		○국소배기장치의 성능은 특정분진, 유기용제 등에 관련된 후드의 경우 성능에 이상이 없고, 특정 화학물질에 대한 국소배기장치 성능기준은 가스상은 0.5m/s이상, 입자상은 1.0m/s 이상의 성능을 가질 것		
5. 제진 장치 (공통)	가. 장치 본체	(1) 본체부 (접속덕트 포함)의 마모, 부식, 파손, 분진등 퇴적상태	○마모, 부식, 파손이 없고, 부식의 원인이 되는 도장 등의 손상, 분진 등의 퇴적 및 지지부의 이완 등이 없을 것 ○공기, 세정액의 유입, 누출의 원인이 되는 마모, 부식, 파손이 없고, 도장 등의 손상 및 분진 등의 퇴적이 없을 것 ○분진 등의 퇴적에 의한 이상음이 없을 것 ○본체내부의 정압이 설계치의 범위내에 있을 것		
		(2) 점검구	○개폐가 원활하고 밀폐가 확실하게 될 것		
		(3) 제어반	○이상이 없을 것		
		(4) 배관계통	○마모, 부식, 파손, 도장 등의 손상 및 분진 등의 퇴적이 없으며, 댐퍼가 원활하게 작동하고 이상음이 없을 것		
		(5) 접속부의 이완유무	○접속부의 볼트, 너트, 패킹 등의 파손, 배관연결부의 고정상태 및 누출이 없을 것		
	나. 구동장치		○"3. 배풍기 및 모터" 의 검사항목, 판정기준을 준용함		
	다. 배출장치 (호퍼, 배출용댐퍼, 로타리 밸브, 콘베이어 등의 상태)		○마모, 부식, 파손, 도장 등의 손상 및 분진 등의 퇴적이 없으며 변형이 없을 것 ○분진 등의 퇴적에 의한 이상음이 없을 것 ○분진 등이 원활히 배출되고 작동불량, 이상음, 이상 진동이 없을 것		
	라. 펌프	(1) 펌프의 상태	○부식, 파손, 세정액의 누출이 없고 이상진동이 없을 것		
		(2) 펌프 축수부의 상태	○이상음이 없고 손으로 만질 수 있을 것 ○축수부의 표면온도가 70℃이하이고, 축수부의 표면 온도와 주위온도차가 40℃이하일 것		
		(3) 펌프의 압력 및 유량	○압력 및 유량이 규정치 범위내일 것		
	마. 공기압축기		○계기의 이상이 없고, 압축공기의 압력이 설계치 범위내일 것 ○배수가 많지 않을 것		
	바. 안전장치		○양호하게 작동할 것		
6. 사이크론 제진 장치	가. 흡입식 사이크론의 분진 등 배출부 공기의 유입상태		○배출부에 흡입되지 않을 것		
	나. 집진구의 마모, 부식, 파손 및 분진 등의 퇴적상태		○분진등의 퇴적에 의한 이상음이 없을 것 ○현저한 손상이 없고, 두께가 설계치를 하회하지 않을 것		
7. 스크러버 (세정) 제진 장치	가. 분리부	(1)벤츄리관의 상태	○벤츄리관의 전후의 압력차가 설계치의 범위내일 것 ○세정액의 분무상태가 양호할 것 ○막힘 또는 벤츄리관의 기능을 저하시키는 마모, 부식, 파손, 변형 등이 없을 것		
		(2)충전탑식 및 분무식 세정기의 충전물, 탑, 단 등의 상태	○막힘, 파손이 없고, 충전물의 양이 설계치 범위내일 것 ○마모, 부식, 파손, 변형 등이 없을 것		
		(3)충전탑식, 분무식 세정기의 분무노즐, 액분포기의 상태	○막힘, 마모, 부식, 변형 등이 없을 것 ○분무노즐이 있는 것은 세정액이 균일하게 분무되고, 액분포기가 있는 것은 세정액의 분포가 균일하게 될 것		

검사구분	검 사 항 목		판 정 기 준	검사결과	조치할 사항
7. 스크러버(세정) 제진장치	가. 분리부	(4)기액혼합부	ㅇ기포의 상태가 균일할 것 ㅇ기액혼합부의 전후의 압력차 및 세정액의 액면의 높이가 설계치의 범위내일 것 ㅇ막힘, 마모, 부식, 파손, 변형 등이 없을 것		
		(5)기액분리부	ㅇ막힘, 마모, 부식, 파손, 변형 등이 없을 것 ㅇ기액분리부의 전후의 압력차가 설계치의 범위내일 것		
	나. 수봉부의 작동상태		ㅇ막힘, 마모, 부식, 파손, 변형 등이 없을 것 ㅇ규정의 수면높이를 유지할 것 ㅇ공기의 유입, 누출이 없을 것		
8. 여과제진장치	가. 여재	(1)여재의 상태	ㅇ여재의 막힘, 파손, 열화, 소손, 습기 등이 없을 것 ㅇ여재 전후의 설계치의 범위내에 있을 것		
		(2)여재설치상태	ㅇ고정볼트, 너트, 패킹 등의 파손, 탈락 등이 없을 것		
	나. 탈진장치 등	(1)탈진장치의 상태	ㅇ기능을 저하시키는 마모, 부식, 파손, 변형등이 없을 것 ㅇ작동이 원활하고, 이상음, 진동이 없을 것 ㅇ규정의 회전방향일 것 ㅇ마모, 부식, 흠집 기타 손상 또는 분진의 부착이 없고 도장 등의 손상이 없을 것		
		(2)압축공기분사기의 상태	ㅇ분사음이 정상이고, 공기의 누설음이 없을 것 ㅇ물, 기름 등이 없을 것		
9. 전기제진장치	가. 방전극, 집진극판, 정류판 및 그 부속부의 상태		ㅇ마모, 부식, 파손, 변형, 분진등의 이상한 고착이 없고, 또한 볼트, 너트의 파손, 탈락, 이완 등이 없을 것 ㅇ각 극간의 간격이 설계치의 범위내일 것		
	나. 탈진장치의 상태		ㅇ마모, 부식, 파손, 변형, 분진 등의 이상한 고착이 없고, 볼트, 너트의 파손, 탈락이완 등이 없고 탈진함마 등의 설치위치의 변동이 없을 것 ㅇ각 극간의 길이가 설계치의 범위내이고, 작동이 원활하고, 이상진동 및 이상음이 없을 것 ㅇ기름이 규정량이고, 기름의오염 또는 물, 금속분 등의 혼입이 없을 것		
	다. 습식벽 또는 분무노즐의 상태		ㅇ습식벽에서는 수막의 파손이 없이 세정액이 균일하게 흐르고, 분무노즐을 세정액이 균일하게 분무될 것		
	라. 애자 및 애자실의 상태		ㅇ애자 및 애자실의 기능을 저하시키는 오손, 파손, 열화 등이 없을 것 ㅇ급전부의 기능을 저하시키는 부식, 파손, 소손 등이 없고 설치부의 이완이 없을 것		
	마. 급전부의 상태		ㅇ급전부의 기능을 저하시키는 오손, 파손, 열화 등이 없을 것 ㅇ급전부의 기능을 저하시키는 부식, 파손, 그을림 등이 없고 설치부의 이완이 없을 것		
	바. 안전장치 등의 상태		ㅇ설계서에 의해 확인하고 이상이 없을 것 ㅇ부식, 변형 및 파손이 없을 것		
	사. 전원장치의 상태 (특별사항으로 정기검사종료 후에 실시한다.)		ㅇ소정의 전압, 전류일 것		

□ 종합의견

확 인 자	소 속 : 직 책 : 성 명 : (서명)	특기사항	
검 사 자	(서명) (서명)	지정검사 기관명	