

일부 탈지세척 및 도금공정 국소배기장치의 성능점검과 개선방안

인제대학교 보건대학 산업안전보건학과

한 돈 희

— Abstract —

Performance of Local Exhaust Ventilation Systems of Degreasing and Plating Workplaces

Don-Hee Han

Department of Occupational Safety and Health, College of Health Sciences, Inje University

In order to evaluate and improve the performance of local exhaust ventilation systems for two TCE degreasing (A, B) and two electroplating (C, E) and one acid dipping & plating (D) operations located in Kimhae, the performance test was conducted with trace gases and a thermal anemometer (Kanomax 24-6111, Japan). For the inadequately designed systems, the improvement and redesigns in compliance with recommendation by ACGIH was suggested. The results of performance test for each system are as follows;

1. System of Workplace A was generally well-designed. Actual exhaust air flow rate was in excess of 68% above the recommended standard exhaust air flow rate.
2. System of Workplace B was very well-designed and completely enclosed.
3. All systems of Workplace C including hoods were poorly-designed and actual exhaust air flow rates were insufficient for open tanks. All systems should be upgraded according to ACGIH recommendations.
4. Supply and exhaust air flow rate of push-pull exhaust systems in Workplace D should be greatly increased. The width of flange of dipping tank hood should be increased with the value suggested.
5. System of Workplace E was well-designed. Actual exhaust air flow rate was in excess of 54% above the required.

Key Words : Local exhaust ventilation systems, Performance test, Exhaust air flow rate, Supply air flow rate

* 이 논문은 1997년도 "김해발전연구소"의 연구비 지원에 의하여 이루어졌습니다.

I. 서 론

작업환경 개선사업의 일반적인 원칙은 대치(substitution), 격리(isolation) 그리고 환기(ventilation)이다(조규상 등, 1991). 이 중에서도 환기는 작업장의 유해물질이나 고열을 자연적인 혹은 기계적인 방식에 의해 작업장 밖으로 제거하는 공학적인 기법으로서 대치나 격리로서는 도저히 불가능한 고농도의 유해물질을 기준치 이하의 낮은 농도로 유지시킬 수 있어 쾌적한 작업환경 유지를 위해서는 반드시 필요한 공학적 방법이다. 따라서 환기는 산업위생분야에서 작업환경측정과 더불어 가장 중요한 분야중의 하나로서 현재 산업위생기사 시험중에서 2차 실기시험을 작업환경측정과 산업환기 두 분야에서만 출제하는 것만을 보더라도 산업환기분야가 산업보건사업에서 얼마나 중요하게 다루어지고 있는지를 쉽게 알 수 있다.

그러나 산업환기분야는 이렇게 중요함에도 불구하고 각 산업장의 환기시설은 매우 낙후되어 있는 실정이다. 그 이유 중 하나는 산업환기에 대한 전문적인 교육의 부족과 인력수급에서 찾을 수 있다. 기계공학분야에서 다루는 공기조화시설(보통 공조시설이라고 함)에 대한 국내의 교육은 이미 오래전부터 대학수준에서 이루어져 왔으나 공조시설과는 달리 산업위생분야에서 다루는 산업환기에 대한 국내의 교육이 대학수준에서 이루어지기 시작한 지는 기껏 10여년에 불과하다. 그러다보니 상당부분의 기존 시설들은 산업위생을 전문으로 공부한 사람들에 의해 만들어지지 않아 공학적인 측면에서 많은 문제점을 안고 있다. 또 많은 산업위생기사들이 환기시설업체에 종사하고 있으나 현실적으로 설계 및 시설에 적극적

으로 참여할 만큼의 전문적인 지식이 부족하다는 점도 지적할 수 있다. 다시 말해 낙후된 환기시설에 대해 점검해 줄 수 있는 전문가가 부족하다는 점이 환기시설을 낙후된 상태로 방치해 두는 간접적인 원인이라고 볼 수 있다. 최근 몇 년 사이에 산업환기에 대한 연구들이 발표되어 이에 관한 연구가 관심분야로 대두하고 있지만(백남원 등, 1991; 정희경 등, 1994; 이정주 등, 1995; 최상우, 1997), 산업위생분야에서 차지하는 중요도를 감안한다면 환기장치의 점검 및 개선에 관한 연구가 턱없이 부족하다는 점도 산업환기장치에 대한 낙후성을 면치 못하게 하고 있다.

본 연구의 목적은 안동공단을 비롯하여 김해시에 소재한 영세 제조업장인 유기용제 세척작업 및 도금작업장을 대상으로 환기시설을 점검하여 그 성능을 평가하고 개선방안을 제시하여 줌으로서 이들 작업장들에 대해 쾌적한 작업환경을 만들어 궁극적으로 근로자들의 건강을 보호하고, 환기시설에 대한 올바른 이해 및 사용방법을 작업자와 사용주에게 인식시켜 주어 차후 개선시 참고자료로 사용하기 위함이다.

II. 연구대상 및 방법

1. 대상 사업장

유기용제를 다량으로 취급하는 유기용제 세척작업장과 도금작업장을 김해시 환경보호과와 인제대학교 부설 김해산업보건센타를 통하여 입수하였다. 본 조사연구에 응해준 작업장은 모두 5개소로서 탈지세척 2개소(A, B 공장), 도금작업 3개소(C, D, E공장)였다. 대상 사업장의 일반적인 사항은 Table 1과 같다.

Table 1. General information of work places surveyed

Plant No.	Type of Process	No. of Employees	No. of Workers	No. of Tanks	Type of Ventilation System
A	TCE degreasing	35	3	1	lateral slot
B	TCE degreasing	200	4	1	enclosure-not open side
C	Electroplating	250	4	3	enclosure-one open side
D	Acid dipping and plating	32	5	6	push-pull
E	Electroplating	23	2	1	lateral slot

2. 성능검사방법

유기용제(TCE)와 도금탱크에 설치되어 있는 국소 배기장치의 형태, 즉, 후드의 모양, 닥트, 송풍기 등을 점검하였는데 특히, 국소배기장치에서 가장 중요한 부분은 후드이기 때문에(McDermott, 1981) 후드의 점검을 집중적으로 실시하였다. 성능검사는 일차적으로 smoke tester를 이용하여 연기의 배출 상태를 관찰한 다음 열선풍속계(KANOMAX 24-6111, 일본)를 이용하여 제어풍속, 개구면의 속도, 슬롯속도 그리고 닥트 내에서의 속도를 측정하였다. 실제 환기량(송풍량)의 계산은 개구면의 속도나 닥트에 드릴로 구멍을 뚫고 속도를 측정한 후 정해진 공식에 의해 구하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 탈지세척탱크에 대한 국소배기시설

탈지세척을 하는 사업장은 2개업소로서 모두 TCE (trichloroethylene)을 용매로 사용하는 작업장이었다. 각 사업장의 탈지세척탱크에 대한 국소배기시설의 현황과 성능검사 실적은 Table 2와 같다.

B공장의 경우는 세척조가 작을 뿐만 아니라 전과정을 자동화 시스템으로 하여 작업을 하고 있었다. 환기시설은 자동화시스템의 내부에 설치되어 있고 완전히 밀폐되어 있어 작업자에게 TCE의 노출가능성은 거의 없었다. 따라서 B공장에 대한 환기시설의 점검은 작동여부 이외에는 달리 실시할 일이 없었다.

A공장은 제조가 완료된 금속제품에 대해 최종적으로 TCE 세척작업을 하는 작업장이다. 초음파를 이용하여 TCE 세척을 하고 있었으며 세척시 온도는 약 80℃이었고 세척시 발생하는 증기의 일부는 처리조 상부에 설치되어 있는 condenser에 의해 응축(이때의 온도는 20℃)이 일어나 다시 처리조 내부로

흘러 들어간다. 2.7×0.5×1.5m³ 크기의 처리조에 환기시설로는 한국산업안전공단 창원지도원의 검사필증을 취득한 측방형 슬롯후드가 설치되어 있었고 닥트 연결부분에는 댐퍼가 설치되어 있어서 유량을 조절할 수 있었다. ACGIH(1)(1995)에서 제시한 방법을 이용하여 위해성 등급(hazard class)을 평가한 결과 B-2로 알려졌으며 여기에 맞춰 필요 환기량을 계산하면 최소제어풍속(minimum control velocity)은 0.51m/sec이다. 처리조 단위면적당 최소환기율(minimum rate of tank area)은 처리조의 폭과 길이의 비(W/L)에 의해 결정되는데 W/L이 0.5/2.7=0.185일 때 처리조 단위 면적당 최소환기율은 38.1m³/min/m²이다. 필요 환기량은 처리조 단위면적당 최소환기율에 처리조의 면적을 곱하여 구하므로 38.1×2.7×0.5=51.4m³/min이었다. 슬롯 개구면에서의 속도를 측정하여 실제환기량을 구한 결과 86.4m³/min로 필요 환기량보다 약 68% 더 많은 환기를 시키고 있었다.

슬롯을 설치하는 주된 목적은 공기의 균일한 흐름을 유지하기 위함이다. 슬롯의 속도가 빠르다고 해서 제어풍속이 증가하는 것은 아니고 오히려 과도하게 빠른 슬롯속도는 압력손실만 증가시켜 궁극적으로 경제적인 손실만 초래하게 된다. 그러나 너무 낮은 슬롯속도는 흡인력을 약화시키므로 ACGIH에서는 슬롯의 속도를 10.2m/sec(2,000fpm)를 유지하도록 권고하고 있는데 A공장의 경우 슬롯속도는 15m/sec를 유지하고 있어서 과도한 에너지 손실을 유발하고 있었다.

처리조 끝부분에서 제어풍속을 재어 본 결과 0.4~0.5m/sec으로 필요한 제어풍속 0.51m/sec를 대체적으로 만족시키고 있었다. A공장의 경우는 댐퍼를 완전히 개방하였을 경우에는 과도하게 많은 송풍량으로 인해 TCE가 많이 유실되기 때문에 댐퍼로 조절하고 있었으며 세척작업을 하지 않을 경우에는 후드를 닫아 놓기 때문에 다른 환기시설과 연결된

Table 2. Characteristics of the existing local exhaust ventilation systems at TCE degreasing

Plant No.	Type of Ventilation	Degreasing Tank		Required				Actual		
		Size(m) L×W×H	Condenser Temp.(°C)	Min. Con. Velocity(m/sec)	Min. Rate m ³ /min/m ²	Flow Rate m ³ /min	Slot Velocity m/sec	Flow Rate m ³ /min	Control Velocity m/sec	Slot Velocity m/sec
A	lateral slot	2.7×0.5×1.5	20	0.51	38.1	51.4	10.2	86.4	0.4~0.5	15.0

송풍기에 과도한 부하를 주게 되어 최종제품의 검사 대 옆에 추가적인 슬롯후드를 설치하여 작동시키고 있었다.

따라서 A공장의 환기상태는 양호한 상태였으며 오히려 댐퍼를 완전 개방하였을 경우 과도한 송풍량으로 인해 TCE의 과량 손실이 우려되고 용량이 너무 큰 송풍기를 설치함으로써 사업주에게 과도한 전력비(전기사용료)를 지출하도록 설치되어 있었다.

2. 도금탱크에 대한 국소배기실태

도금사업장에 대한 국소배기시설의 현황과 점검결과는 Table 3과 같다.

C공장은 소형 금속제품에 니켈과 크롬을 도금하는 작업장으로 과거 물량이 많을 때에는 자동화 공정이었으나 지금은 수동으로 모든 작업을 수행하고 있다. 모두 3개의 처리조로 구성되어 있었고 도금 중

에 발생하는 유해물질로는 니켈산염 미스트, 크롬산 미스트이며 도금 후 세척 작업시에는 가성소다에 의한 알카리 미스트가 발생한다. 이들은 모두 인체에 매우 유해한 물질들로서 ACGIH(1)(1995) 유해성 등급에서 니켈황산염 미스트는 B-2, 크롬산 미스트는 A-1, 그리고 알카리 미스트는 C-2이었다. 모두 한쪽이 개방된 포위형 후드를 사용하고 있었으나 작업공정상 작업시에는 작업자가 처리조의 상단으로 몸을 내밀어야 하기 때문에 포위형 후드는 적합하지 않았다. 또 공기의 흡인가 후드의 상단에 push-pull의 변형된 형태로 설치되어 있는데 이는 유해물질이 작업자의 호흡구역(breathing zone)를 통과하도록 되어 있어서 작업자의 건강에게 매우 불리하게 작용하도록 되어 있었다. A공장과 같은 방법으로 필요 환기량을 구한 결과 모든 환기장치에서 실제 환기량과 제어풍속이 필요 환기량과 제어풍속의 기준치를 만족시키지 못하고 있었다. 특히, 중요한

Table 3. Characteristics of the existing local exhaust ventilation systems at plating tanks

Plant No.	Tank No.	Ventilation Type	Degreasing Tank		Required*				Actual		
			Type	Size(m) L×W×H	Min. Con. Velocity(m/sec)	Min. Rate m³/min/m²	Flow Rate m³/min	Slot Velocity m/sec	Flow Rate m³/min	Control Velocity m/sec	Slot Velocity m/sec
C	1	enclosing -one open	nickel plating	2.8×0.6 ×1.0	0.51	38.1	64.0	-	30.5	0.25~ 0.3	-
	2	enclosing -one open	chromium plating	2.0×0.95 ×0.95	0.76	68.6	130.3	-	68.7	0.20~ 0.4	-
	3	enclosing -one open	NaOH cleaning	1.0×0.6 ×0.95	0.51	38.1	22.9	-	18.9	0.20~ 0.4	-
D	1	push-pull	hydrochloric acid dipping	7.0×1.5 ×1.5	0.51	-	-	10.2	486	central 0.25	1.0~ 1.2
	2	push-pull	zinc chloride dipping	7.0×1.5 ×1.5	0.51	-	-	10.2	475	central 0.00	6.0~ 6.5
	3	push-pull	zinc chloride dipping	7.0×1.5 ×1.5	0.51	-	-	10.2	468	central 0.00	13.0~ 15.0
	4	push-pull	water cleaning	7.0×1.5 ×1.5	general ventilation	-	-	10.2	479	central 0.00	7.0
	5	push-pull	zinc plating	7.0×1.5 ×1.5	0.51	-	-	-	450	central 0.00	-
E	1	lateral slot	zinc plating	1.2×0.5 ×1.5	0.38	33.53	20.1	10.2	31.0	0.3~ 4.0	16.0~ 17.0

* Required values are calculated for one-side lateral slot exhaust ventilation system.

것은 이들 후드의 경우 제어풍속은 아무런 의미가 없으며 오히려 제어풍속이 낮아야만 작업자의 호흡기로 유해물질이 적게 들어가는 전형적으로 잘못된 후드의 모양을 하고 있었다. 또 닥트의 모양도 원형관이 아닌 압력손실이 약 25%나 많은 직사각형관을 사용하였다.

따라서 C공장은 발생하는 유해물질이 인체에 극히 위험할 뿐만 아니라 후드를 포함하여 전반적인 시설이 많은 오류를 범하고 있기 때문에 3개의 처리조에 대한 후드 및 국소배기시설을 완전히 새로 설계하여 설치해야 한다고 사료된다.

D공장은 호이스트를 이용하여 대형 구조물을 운반한 후 용융아연으로 도금하는 작업장으로 아연도금을 하기전 염산, 염화아연 및 염화암모늄으로 전처리하는 과정에서는 4개의 처리조가 있고 한 개의 본처리조는 전처리조와 동일한 크기를 가지고 있으면서 400~500℃의 아연이 용융된 상태로 담겨져 있다. 전처리과정에서는 염화수소가스가 배출되고 본과정에서는 다량의 아연흄 및 적은 양의 납흄이 발생한다. 전처리과정에서는 모두 push-pull 후드를 설치하였는데 처리조 위에서 push하는 방향과 pull하는 방향이 올바르게 설치되어 있었다. 처리조 1을 제외한 모든 후드에서 처리조 상당 중앙부분에서의 유속이 거의 없었기 때문에 push하는 유량이나 pull하는 유량이 부족한 것으로 나타나 송풍기의 동력이나 용량을 증가시킬 필요가 있었다. 또 슬롯속도에 있어서도 처리조 3 이외에는 기준치인 10.2m/sec보다 훨씬 느렸기 때문에 흡인력이 미약하였다. 용융도금하는 처리조 5의 후드는 변형된 push-pull의 형태를 띠고 있었으나 처리조의 단변(장변과 단변의 비 : 4.7)에 후드를 설치하여 push-pull 효과가 매우 약했으며 대형 구조물을 도금할 때는 한꺼번에 대량의 흄이 발생하기 때문에 현재의 환기량으로 완전히 배기시킨다는 것은 도저히 불가능하였다. 또 후드 좌우측 플랜지의 폭이 너무 좁고 상단에는 아예 플랜지를 부착하지 않아 역시 환기량의 부족을 초래하였다.

따라서 D공장은 우선적으로 모든 처리조에 대해 환기량을 증가시키기 위해서 송풍기의 용량이나 동력을 증가시켜야 한다. 본처리인 도금 처리조의 경우에는 작업공정상 처리조의 장변에 후드를 설치할

수 없기 때문에 현재의 후드를 좀 더 큰 것으로 교체하는 것이 바람직하며 이것도 어려우면 후드의 좌우 상단에 폭이 넓은 플랜지를 부착하는 것이 바람직하다고 판단된다.

E 공장은 소형 금속구조물에 유해성 등급이 B-3인 아연도금을 하는 작업장으로서 비교적 작은 처리조와 작업자도 2명에 불과하였다. 처리조는 전처리과정 없이 곧바로 아연도금만 하고 있었는데 상방형의 측방배기후드가 설치되어 있었다. 슬롯속도를 측정하여 실제환기량을 계산한 결과 31.0m³/min으로 필요환기량 20.1m³/min보다 54%나 더 많이 배기시키고 있었고 슬롯속도도 16.0~17.0m/sec로 기준치 10.2m/sec보다 빨라 과도한 에너지 손실을 유발하였다. 제어풍속은 0.3~0.4m/sec으로 비교적 최소제어풍속을 만족시키고 있었다. 그러나 닥트의 모양은 직사각형을 하고 있어 원형닥트보다 많은 동력손실을 유발하고 있었다.

따라서, E 공장은 불필요하게 많은 환기량으로 원료 및 동력의 과도한 소모를 초래하고 있으므로 덤퍼조절장치를 설치하든지 송풍기의 회전수나 풀리(pulley)를 조절하여 환기량을 조절할 필요가 있었다.

IV. 국소배기후드의 설계

1. C공장의 후드설계(ACGIH(1), 1995)

1) 니켈 도금조 : 도금조의 폭이 0.6m가 넘으면 push-pull 방식을 사용해야 하지만 이 처리조의 경우 0.6m이기 때문에 측방슬롯후드(lateral slot)를 사용해도 무방하다. 본 연구에서는 상방형 측방배기후드를 설계하기로 한다.

- ① 유해성 등급 : B-2
- ② 최소 제어풍속 : 0.51m/sec(30.5m/min)
- ③ W/L의 비가 0.21(0.6/2.8)일 때 처리조 면적당 최소환기율 : 38.10m³/min/m²
- ④ 필요 환기량 : 38.10×0.6×2.8=64.0m³/min
- ⑤ 후드의 설계
 - 슬롯의 속도 : 10.2m/sec(ACGIH 권장값)

$$\bullet \text{ 슬롯의 면적 : } \frac{64}{60 \times 10.2} = 0.1046\text{m}^2$$

- 슬롯의 길이 : 처리조 장변의 길이와 동일한 2.8m

• 슬롯의 폭 : $\frac{0.1046}{2.8} = 3.7\text{cm}$

- 플레넘의 깊이 : ACGIH에서는 슬롯폭의 2배를 권장, 따라서 $2 \times 3.7 = 7.4\text{cm}$

⑥ 닥트직경의 결정

- 이론적인 닥트직경 : 닥트설계최소속도를 니켈 황산염 미스트가 흡과 동일한 값을 갖는 것으로 것으로 간주하여 13m/sec를 선정하면

$$A = \frac{Q}{V} = \frac{64.0}{60 \times 13} = 0.08205\text{m}^2$$

- 시판닥트의 결정 : 면적이 0.0821m²보다 작은 0.08042m²인 직경 32cm짜리 닥트를 사용

⑦ 실제닥트의 속도 및 속도압 :

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{64.0}{0.08042 \times 60} = 13.3\text{m/sec} (10.8\text{mmH}_2\text{O})$$

⑧ 후드의 정압 :

$$\begin{aligned} SP &= 1.78VP_s + 0.25VP_d + VP_d \\ &= 1.78 \times 6.4 + 0.25 \times 10.8 + 10.8 \\ &= 24.9\text{mmH}_2\text{O} \end{aligned}$$

이상과 같이 설계한 C공장 니켈도금조의 상방향 측방배기후드의 설계도는 그림 1과 같다.

2) 크롬 도금조 : 처리조의 폭이 2ft(0.6m)가 넘으면 측방 배기후드가 적합하지 않다. 처리조의 폭

이 0.95m이므로 이때에는 push-pull 후드로 설계해야 한다.

- ① push 노즐의 모양 : 길이 2.1m, 직경 2.0cm 인 원형관(왜냐하면 플레넘의 단면적은 총 노즐 배출면적의 2.5배 이상이어야 하므로 $196 \times 2 = 392\text{cm}^2 > 12.8\text{cm}^2$)

- ② push 노즐의 각도 : 하방 0°에서 20°

③ 노즐 개구부의 설계

- 직경 0.5cm의 구멍
- 구멍수 : 65개(총 노즐의 면적 : 12.8cm²)
- 구멍 사이의 간격 : 2.5cm

- ④ 가장 밖에 있는 구멍의 위치 : 처리조 끝에서 2cm 안쪽에 위치

- ⑤ 슬롯의 속도 : 10.2m/sec를 유지하도록 설계

- ⑥ 처리액의 위치 : 배기후드 밑에서부터 20cm를 벗어나지 않는다.

- ⑦ 후드개구부는 처리조 가장자리보다 크게 한다.

- ⑧ push 공급공기의 양 Q_j의 계산

$$Q_j = 243 \sqrt{A_j}$$

여기서, Q_j : 노즐길이당 공기공급량으로 노즐 플레넘의 길이 ft당 cfm

A_j : 노즐길이당 개구면적으로 노즐 플레넘의 길이 ft당 ft²

따라서, 1.96m=6.430ft, 12.8cm²=0.01378ft² 이므로

$$A_j = 0.01378 / 6.430 = 0.002143\text{ft}^2/\text{ft}$$

$$Q_j = 243 \sqrt{A_j} = 243 \sqrt{0.002143} = 11.25\text{cfm}/\text{ft} = 1.043\text{m}^3/\text{min}/\text{m}$$

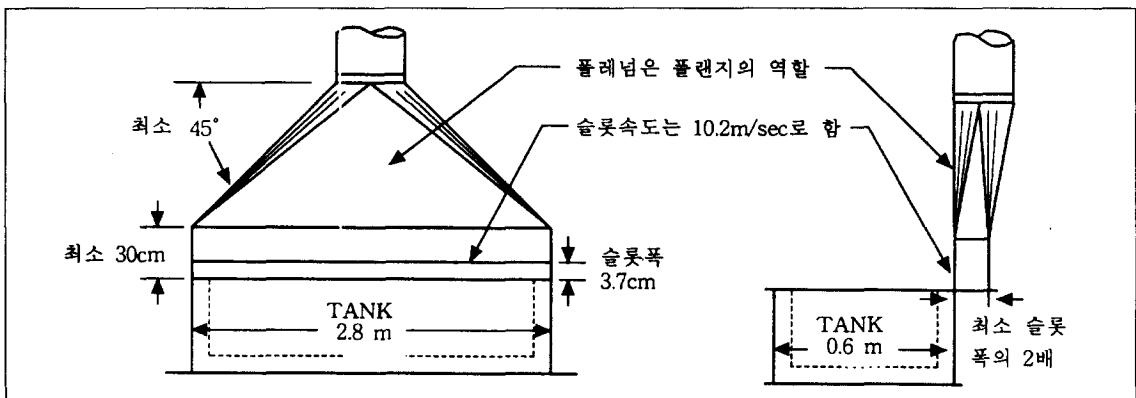


Fig. 1. Upward plenum local exhaust hood for nickel electroplating open surface tank at Plant C.

$$\therefore Q_s = 1.043 \times 1.96 = 2.04 \text{ m}^3/\text{min}$$

⑨ 필요배기량 Q_E 의 계산

$Q_E = 75 \text{ cfm}/\text{ft}^2 (22.81 \text{ m}^3/\text{min}/\text{m}^2)$ (처리액 표면의 온도가 $66^\circ\text{C} (150^\circ\text{F})$ 이하)

여기서, ft^2 혹은 m^2 : 처리조의 표면적
처리조의 표면적은 $2.0 \times 0.95 = 1.9 \text{ m}^2$ 이므로

$$\therefore Q_E = 22.81 \times 1.9 = 43.3 \text{ m}^3/\text{min}$$

⑩ 후드의 설계

• 슬롯의 속도 : $10.2 \text{ m}/\text{sec}$ (ACGIH 권장값)

• 슬롯의 면적 : $\frac{43.3}{60 \times 10.2} = 0.07075 \text{ m}^2$

• 슬롯의 길이 : 처리조 장변의 길이보다 길 2.1 m

• 슬롯의 폭 : $\frac{0.07075}{2.1} = 3.4 \text{ cm}$

• 플레넘의 깊이 : ACGIH에서는 슬롯폭의 2배를 권장, 따라서 $2 \times 3.4 = 6.8 \text{ cm}$

⑪ 닥트직경의 결정

• 이론적인 닥트직경 : 닥트설계최소속도를 크롬산 미스트가 흡과 동일할 값을 갖는 것으로 간주하여 $13 \text{ m}/\text{sec}$ 를 선정하면

$$\frac{43.3}{60 \times 13} = 0.0555 \text{ m}^2$$

• 시판닥트의 결정 : 면적이 0.0555 m^2 보다 작은 0.05309 m^2 인 직경 26 cm 짜리 닥트를 사용

⑫ 실제닥트의 속도 및 속도압 :

$$\frac{43.3}{0.05309 \times 60} = 13.6 \text{ m}/\text{sec} (11.3 \text{ mmH}_2\text{O})$$

⑬ 후드의 정압 :

$$\begin{aligned} SP &= 1.78VP_s + 0.25VP_d + VP_d \\ &= 1.78 \times 6.4 + 0.25 \times 11.3 + 11.3 \\ &= 25.5 \text{ mmH}_2\text{O} \end{aligned}$$

이상과 같이 C공장 크롬도금조의 push-pull 후드의 설계도는 그림 2와 같다.

2. D 공장의 후드설계(ACGIH(2), 1995)

D 공장의 1, 2, 3, 4 처리조의 후드는 push-pull 후드로 공급공기량 Q_s 와 필요배기량 Q_E 만 증대할 필요가 있으며 달리 설계를 변경할 필요는 없다. 그러나 마지막 5번째 본 처리조의 후드는 상단부에 플랜지를 설치하고 좌우측의 플랜지는 그 크기를 확대할 필요가 있다.

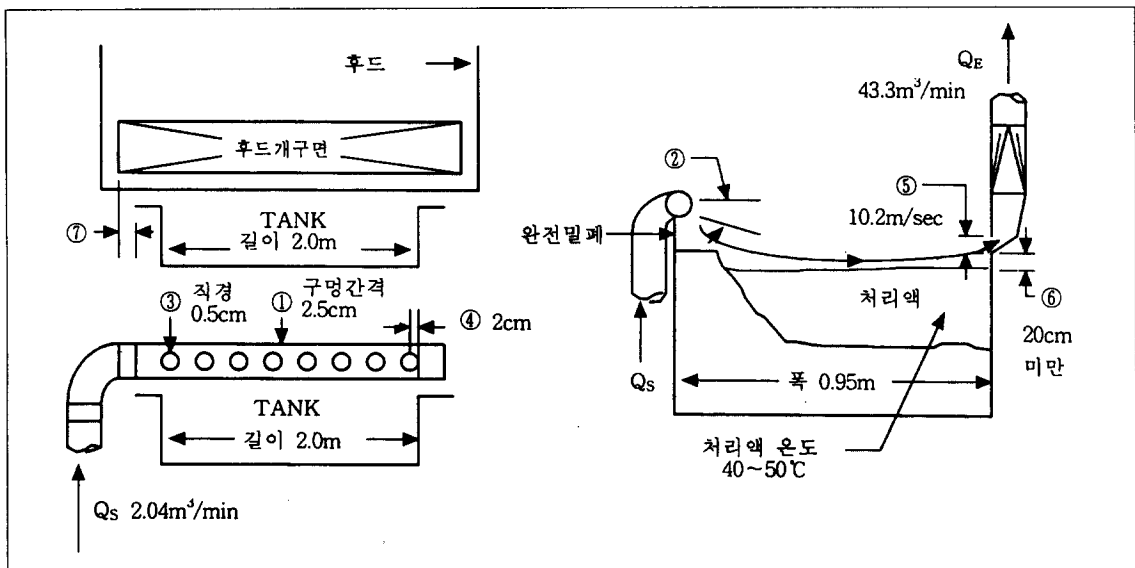


Fig. 2. Push-pull local exhaust hood for chromium electroplating open surface tank at Plant C.

① 플랜지폭의 결정

$$W \geq \sqrt{A}$$

여기서, A는 후드의 면적

$$\therefore W = \sqrt{2.25} = 1.5\text{m 이상}$$

이상과 같이 플랜지가 부착된 D공장의 후드 설계도는 그림 3과 같다.

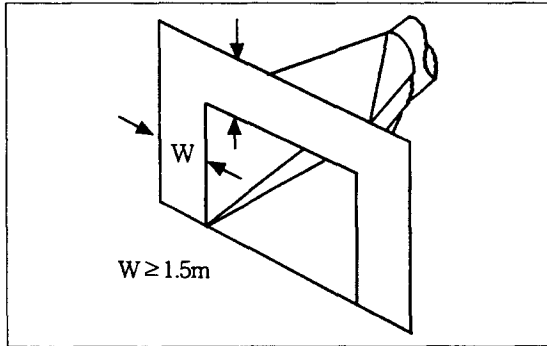


Fig. 3. Flange width of flanged hood at Plant D.

V. 결 론

본 연구는 김해시에 소재한 일부 영세 제조업장에서 근무하는 작업자들의 건강을 보호하기 위한 목적으로 TCE 세척작업장 2개소와 도금작업장 3개소의 환기시설을 점검하고 그 개선대책을 마련하였다. 연구 결과는 다음과 같다.

1. A 공장은 양호한 시설을 갖추고 있었다. 그러나 실제환기량이 필요환기량보다 68%가 많아 원료와 동력이 과도하게 소모될 가능성이 있으므로 환기량 및 동력을 조절해야 한다.
2. B 공장은 완전 밀폐 및 자동화시설을 갖추고 있어 매우 양호하였다.
3. C 공장은 후드를 비롯하여 전체 국소배기시설

에 대한 새로운 설계 및 시설이 필요하였으므로 처리조 1, 2에 대한 후드설계, 후드정압 및 닥트의 크기를 제시하였다.

4. D 공장의 각 처리조에 대한 push-pull 후드는 전체적으로 공급공기량과 배기공기량의 용량을 증가시켜야 한다. 또 본처리조 후드에 플랜지를 설치하고 폭을 확대해야 하므로 그 크기를 제시하였다.

5. E 공장은 비교적 양호한 시설을 갖추고 있었으나 A 공장과 마찬가지로 실제환기량보다 필요환기량이 54%나 많아 원료 및 동력소모가 과도하므로 송풍량을 조절해야 한다.

REFERENCES

백남원, 정문식, 이흥근, 윤충식, 정희경, 이경희, 이나루 : 우리나라 중소기업 도금공정 근로자의 크롬 및 세척제 폭로에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1993;3(1): 110~126.

이정주, 이주상, 김신도 : 환기구 위치별 실내오염물질의 환기효과 변동에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1995; 5(2):226~240.

정희경, 김지용, 정해관, 임현술 : 모 구조토 가공업체의 구조토 분진 폭로평가 및 개선방향에 관한 연구. 한국 산업위생학회지 1994;4(1):81~95.

조규상, 이승한, 이광목, 윤임중, 정치경, 맹광호, 박정일, 이세훈, 박하영 공저 : 산업보건학, 수문사, 1991, 357~374

최상우 : 실내공기질 모델을 이용한 환기 시스템의 공기정화 효율성 평가. 한국환경위생학회 1997;23(4):57~66

McDermott, JH : Handbook of Ventilation for Contaminant Control, Ann Arbor Science, Inc., Michigan, 1981:101~150

ACGIH(1) : Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice, 22nd ed., ACGIH, Inc., Cincinnati, 1995: 10-93~10-105

ACGIH(2) : Industrial Ventilation - A Manual of Recommended Practice, 22nd ed., ACGIH, Inc., Cincinnati, 1995:3-9