

국소환기 설계의 전산화에 관한 연구

(사) 한국환경기술연구소

윤 명 조

— Abstract —

A Study of Local Ventilation Design on PC Programm

Myong Cho Yoon

Korea Environment Research Institute

The purpose of this study is to computerize the design of single source for a duct work system which is essential for the improvement of working places. There are different types of hood, such as general hood, push pull hood and canopy hood. And out of these three types, general hood and canopy hood were used as subjects of this study. The software used here was Quattro Pro 123 programm, and the hardware was IBM PS/SX(type 5510-SK4 S/N 83-05164). And the results are tabulated in <Table 2> and <Table 3>.

All of the hazardous factors of working places, except for physical factors, such as noise, vibration, illumination and etc, are control measurement related. In order words, working places that have problems with toxic gas, mist, fume, dust, odors, biological factors or wetness can be improved by means of the local ventilation design. However, the requires very complicate processes, and in the case of canopy hood, particularly, one runs into difficulties due to frequent discrepancies generated from calculations through many processes.

Recently, progress of the computer hardware technics has been dazzling, and also the software is development rapidly. As proven in the results of this study, it is good that designs for industrial ventilation systems are readily available for easy use. It is hopeful that young scholars will develop easier and quicker methods for local ventilation designs in the future.

※ 본 연구는 대한산업보건협회의 1992년도 연구비로 수행되었음을 알리며 연구비보조에 감사드리는 바이다.

I. 서 론

환기시설은 일찍이 이집트 시대부터 시작되었다는 기록이 있다. 즉 2700년경 실내외의 온도와 풍력등의 자연력을, 즉 전체환기를 이용한 환기구가 설치되어 있었다는 기록을 위시하여 1500년경 레오날드 다빈치가 발명한 풍차를 이용한 환기용 부채는 동력을 이용한 전체환기라고 할 수 있겠다¹⁾.

국소환기가 언제부터 활용되었다는 사실은 밝혀지고 있지 않지만 송풍기의 발달에 따라 실용화 되었을 것으로 추측된다. 산업혁명이후 단일공장의 규모가 커짐에 따라 작업환경이 악화되어 직업병 발생을 예방기 위해 작업환경개선에 국소환기시설이 활용됨에 따라 많은 연구를 거쳐 발전되었다^{2),3),4),5),6),7)}. 우리나라에서도 1991년에 운동은 압인후드(압인후드, push-pull hood)에 대한 연구를 한 바 있다⁸⁾.

후드 설계는 작업장의 공정상태에 따라 복잡한 계산을 통해서 이루어 짐으로 매우 까다롭다. 때문에 설계를 위한 공학적 자료를 얻기에 어려움이 많을 뿐 아니라 복잡한 계산으로 인한 오산(오산)은 작업환경개선후 하자가 발생할 가능성이 많다. 근래 컴퓨터의 프로그램이 많이 발달하여 전산기법을 통해서 이 문제를 해결하였기에 발표하고자 한다.

II. 연구방법

국소환기는 특성에 따라 일반후드와 캐노피(canopy)후드 그리고 압인후드로 구분할 수 있다. 본 연구에서는 일반후드와 캐노피후드를 대상으로 국소환기 설계를 위한 전산화기법을 도입하였다. 활용한 프로그램은 Quattro Pro(q123, 영문과 한글)로서 전산기는 IBM PS/SX(type 5510-SK4 S/N 83-05164)를 사용하였다. 개발에 인용한 문제는 산업위생관리⁹⁾의 일반후드(페이지 294)와 캐노피(페이지 255)를 인용하였다.

전에는 소프트 웨어를 직접 프로그래밍 할 수 있는 능력이 있어야 계산에 활용할 수 있었다. 그

러나 근래 LOTUS-123, QUATTRO PRO 그리고 한글 QUATTRO PRO와 같은 스프레드 시트용 프로그램이 많이 개발되었기에 결심만 하면 필요한 공식을 쉽게 전산화할 수 있을 뿐만 아니라 어떤 설계기법도 스스로 개발하여 편리하게 활용할 수 있다. 따라서 앞에서의 연습문제를 LOTUS-123와 호환성이 있는 한글 QUATTRO PRO로 풀면 <표 2>와 같은 결과를 얻을 수 있는데 그 조작방법을 요약 설명하면 다음과 같다.

먼저 QUATTRO PRO가 수록된 내용을 컴퓨터에 복사한다. 복사되었으면 DOS(Directory Operation System의 약자) 화면을 호출(<C:\>)하여 cd QUTRO를 <[>하여 한글판 QUATTRO PRO 디렉토리를 입력시킨다. 그리고 "q123"라는 명령어를 타자하고(<C:/QUATTRO>Q123) <[>를 친다. 그러면 QUATTRO PRO(이하 QPRO라 한다)의 초기화면이 모니터에 나타난다. "/"를 치면 화면 위에 있는 메뉴(아래아 한글의 명령체계와 같은 풀다운 메뉴 방식)를 작동할 수 있게 된다. 그 화면에서 커서를 화일 메뉴로 옮기고 <[>를 친다. 그러나 그것 보다는 명령어의 첫머리 글자를 타자로서 입력하는 것이 훨씬 신속하고 편리하므로 처음부터 습관을 들이는 것이 좋다. 타자치는 방법으로 설명하면 다음과 같이 정리할 수 있다.

1. /FR(F는 file<화일>, R는 restrictive<선택>의 뜻임)를 친다.
2. 입력자료가 나온다. 그 자료중에서 필요한 자료 예컨대 이 문제인 LOCAL-VENT.WK.1에 커서를 옮겨서 <[>를 친다. 그러면 <표 2>와 같은 입력된 자료가 화면에 나타난다.

어떤 공식이든지 컴퓨터가 알아들을 수 있는 언어로 전환하면 이러한 프로그램을 전개시킬 수 있다. 예컨대 <표 2>의 D24(2. 외부식 후드의 처리배기량)의 공식을 <표 1>의 컴퓨터 언어로 바꾸면 다음과 같은 순서로 프로그램이 작성된다.

1. 「/」 친다. 메뉴를 작동할 수 있게 된다.
2. 커서를 D24의 수치란에 놓는다.
3. 「+」와 「(」를 치면 모니터 화면 상단의 입력란(INPUT LINE)에 「+(」가 나타난다.

4. 커서를 D25(D행의 25열)에 옮기고 「+」를 치면 화면에 +(D25+가 나타남과 동시에 커서는 D24로 되돌아 온다.

5. 이러한 순서대로 계속 작업하면 표의 D24와 같은 공식 $[(D25 + D26 + D27) * D17 * ((10 * D15^2) + D6)]$ 이 전산화되어 프로그램안에 나타나며 수치란에는 0.138의 값이 표시된다.

Table 1. Sign of calculation and word of computer

sign	word of computer
+	+
-	-
×	*
÷	/
X ⁿ	X ⁿ
\sqrt{x}	@SQRT

III. 연구결과와 고안

1. 일반후드의 설계

일반후드라함은 포위식, 밀폐식, 외부식(면개구형, 슬로트형, 관개구형), 레시버식을 뜻한다. 따라서 개발된 프로그램은 모든 일반후드에 적용할 수 있도록 하였으나 인용한 문제는 외부식 면개구형으로 다음과 같다.

[문제 1] 국소환기시설을 하고자 한다. 제진장치는 이미 설계되어 있으며 발생원이 하나인 단일 배관계(配管系)로서 적합한 구조와 성능의 후드, 배관 그리고 송풍기를 선택하여 설계하고자 한다. 이 작업장의 조건은 다음과 같다.

첫째 : 피용접물은 작은 기계부품이고 하향용접을 한다.

두째 : 작업대에서의 용접작업 범위는 깊이가 20cm(포착거리)이다. 그리고 폭 35cm, 기계높이는 10cm이므로 후드는 구형(矩型)으로서 가로, 세로의 길이는 각각 40cm 및 15cm로서 <그림 1> 같이 후랜지 있고 작업대부착형이다.

세째 : 제어속도를 실측한 결과 0.6m/sec였다.

네째 : 제진장치의 압력손실은 50mmH₂O이다.

다섯째 : 배관과 후드 재료는 보통 철판이다.

여섯째 : 작업 주위에 큰 난기류(亂氣流)는 없다.

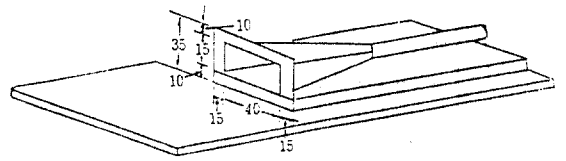


Fig. 1. Structure and type of hood (unit : mm)

위의 문제를 후드(hood), 송풍관(duct), 공기정화기(air cleaner) 그리고 송풍기(fan)의 선정을 위해 제1단계에서 제9단계에 걸쳐 공식을 프로그램하여 <표 2>와 같은 결과를 얻었다. 표에서 보는 바와 같이 자료를 입력하고 <그림 1>치면 송풍기의 용량까지 순식간에 얻어짐을 알 수 있다. 공식을 전산화 했기에 계산할 필요가 없다는 것이 장점이며 많은 시간을 절감할 수 있다. 특히 보건진단 또는 작업환경 실측후 국소환기의 적합여부를 즉석에서 검사하여 그 대책에 대한 판정을 하여 주므로써 작업환경 개선에 많은 도움을 줄 수 있다고 본다.

전산화과정을 제1단계 후드설계에서 제9단계 송풍기 용량계산까지를 순서대로 전개하면 다음과 같다.

가. 제1단계 후드설계

후드의 설계는 후드의 개구면적, 후드의 크기(단면적과 깊이)의 검정 그리고 포착거리를 정하는 단계이다.

(1) 개구면적

개구면적(開口面積 : A, m²) D5는 개구모양에 따라 산출공식이 달라진다. 따라서 개구 모양은 흔히 구형이지만 원형일수도 있으므로 개구면적 D5는 원형면적 D6과 구형의 면적 D9를 구하는 프로그램을 입력하였다. 본 문제는 구형이므로 D8의 면적을 구해야 한다.

따라서 D9(a:장변)과 D10(b:단변)에 각각 <그림 1>에서와 같이 0.40m와 0.15m를입력시키면 이미 D8에 공식(a×b)을 프로그램(D9×D10)했으므로 자료입력과 동시에 D9의 성적란에 0.06m²이 즉시 산출기재된다.

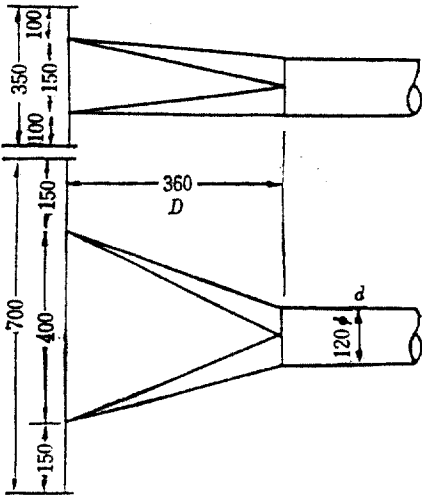


Fig. 2. Type and size of hood calculated (unit : mm)

(2) 크기의 검정과 결정

후드의 단면적 D5(A)는 송풍관의 단면적 D54 (a)와 관계가 있다. 즉 $A \geq 5a$ 와 같은 관계가 형성되어야 한다. 고로 용접에 취급하는 제품이 적어서 개구면적을 적게 선정하였다 하여도 이 조건에 맞지 않으면 재조정 되어야 한다. 즉 개구면적은 D12와 같은 조건($A \geq 5a'$)이 있다. 때문에 산출된 개구면적(開口面積 : A, m²) D5 0.06m²이 D12의 조건 0.057m²보다 크기 때문에 그대로 적용된다. 만약에 D12의 조건보다 산출된 D5 면적이 적으면 개구면적의 장변 또는 단변을 조정하여 이 조건을 만족하는 수치를 입력한 후 다시 산출해야 한다.

후드의 깊이(D, m)의 결정은 송풍관의 직경(d, m)과 상관관계가 있다. 즉 $D \geq 3d$ 와 같은 관계가 있다. 고로 $D=3d$ (공식)으로 가정하면 D13의 성적과 같이 0.36이 된다. 따라서 <그림 2>와 같은 모양의 후드가 설계된다. D14 포촉거리는 이미 문제에서 0.2m로 제시되었으므로 성적에 0.2를 입력한다.

이와 같은 보정은 제6단계의 계산이 끝난 다음에 이뤄진다.

(3) 포촉거리

이미 설계조건에서 제시한 바와 같이 상향 용접하는 제품의 최장거리가 20cm이므로 이 값을 포촉거리(捕捉距離 : X, m) D14로 설정했다.

나. 제2단계 제어속도

공장 신설시, 제어속도(制御速度 : V_c, m/sec) D17은 자료에서 이용할 수 밖에 없겠지만 현재 배출원이 설치되어 있는 곳에 후드를 설치하고자 할 때에는 반드시 후드를 설치코자 하는 장소에서 유해물질 발생속도(V_g)를 실측한후 20% 여유 있게 즉 V_g에 1.2배 곱한 수치를 제어속도로 한다. 따라서 실측된 제어속도 0.6m/sec를 성적란에 입력한다.

다. 제3단계 처리배기량

처리배기량은 후드의 종류, 후드의 설치위치, 설치위치의 기류상태 등이 영향을 준다함은 잘 알려진 사실이다. 배출원의 상태에 따라 많은 종류 즉 포위식(D22), 외부식(D24), 슬로트식(D28), 관개구구면식(管開口球面式 : D35) 그리고 관개구주면식(管開口柱面式 : D39)중에서 적절한 후드를 선정된다. 문제에서 주어진 후드는 후렌지가 있고 작업대에 부착된 외부식 후드이므로 0.5를 D27의 성적란에 입력시키면 D24의 외부식 배기량(m³/sec) 성적란에 0.138m³/sec이 출현된다. 이 수치의 산출공식은 다음과같은은 잘 알려진 사실이다.

$$Q(\text{m}^3/\text{sec}) = f V_c (10X^2 + A) \dots\dots\dots (1)$$

(1) 처리배기량

처리배기량(處理排氣量 : Q, m³/sec) D19는 다음과 같은 과정을 거쳐 구해진다. 먼저 제2단계에 제시된 5개 후드에 따라 정해지는 배기량은 <표 2>의 각종 후드의 계수를 위 공식(1)에 대입하여 프로그램 하면 <표 2>와 같이 계산된다. 실제로 계산하고자 하는 후드는 외부식 후드이므로 D24와 같이 프로그램 된다. 즉 (D25+D26+D27)*D17*((10*D15^2)+D6)으로 된다. D25, D26, D27을 표에서 보면 외부식의 각종 후드에 따른 계수(factor)임을 알 수 있다. 여기서 선정된 후드는 후렌지가 있고 작업대에 부착된 외부식 후드이므로 D27의 성적란에 계수 0.5만 입력하고 다른 D25와 D26은 영(zero)으로 처리된다. 다른 인자는 다 같은데 한개의 인자만을 취급할때 이러한 기법을 적용하면 편리하다. 역시 마찬가지로 D19 처리배기량의 경우 5개의 후드중에서 어떤 것이 선택되었느냐에 따라 달라질 때에도 편리하게

Table 2. Computer programm of general hood design

☆ : Input data

★ : Input data on problem used

No.	Items	Unit	Programm (Equation computed)	Data
D4	1ST STEP : HOOD DESIGN			
D5	1. Open surface area (A)	m ²	+D6+D8	0.060
D6	A. Circle (A)	m ²	0.785*D7 ²	0.000
D7	(1) Diameter	m	★	0
D8	B. Square (A)	m ²	+D9*D10	0.060
D9	(1) Long side (a)	m	★	0.4
D10	(2) Short side (b)	m	★	0.15
D11	2. Hood size conformed			
D12	A. Area (A>5a')	m ²	5*D54	0.057
D13	B. Depth (D=3d' above)	m	3*D53	0.360
D14	3. Length of capturing (X)	m	★	0.2
D15	-----			
D16	2ND STEP : CONTROL VELOCITY			
D17	1. Control velocity (V _c)	m/sec	★	0.6
D18	-----			
D19	3RD STEP : EXHAUST VOLUME (Q)	m ³ /sec	+D22+D24+D28+D35+D39	0.138
D20		Adjust	@IF (D19.@INT (D19*10)/10>0.05, @INT0.150 (D19*10)/10+0.1, @INT (D19*10)/10+0.05)	
D21		m ³ /min	+D20*60	9.000
D22	1. Enclosure type	m ³ /sec	+D5*D17*D23	0
D23	A. Coeffient (f)	1.000	☆	
D24	2. External type	m ³ /sec	(D25+D26+D27)*D17*((10*D15 ²)+D6)	0.138
D25	A. Space (f)	1.000	☆	
D26	B. Attached flage into space (f)	0.750	☆	
D27	C. Attached flage on the table (f)	0.500	★	0.5
D28	3. Slot type	m ³ /sec	(D30+D31+D32+D33)*D34*D14+D17	
D29	A. Coeffient (f)			
D30	(1) Full cylinder type	5.000	☆	
D31	(2) 3/4 cylinder type	4.100	☆	
D32	(3) 1/2 cylinder type	2.800	☆	
D33	(4) 1/4 cylinder type	1.600	☆	
D34	B. length of slot (L)		☆	
D35	4. Duct opened typy Coef. (f). (Ball Surface : BS)	m ³ /sec	+D14 ² *D17*(D36+D37+D38)	0.000
D36	A. Full BS type	4.000	☆	
D37	B. 1/2 BS type	2.000	☆	
D38	C. 1/4 BS type	1.000	☆	
D39	5. Duct opened typy Coef. (f), (Cylinder Surf. : CS)	m ³ /sec	+D14*D17*D40	0.000
D40	A. Coefficient (f)		+D41+D42	0.000
D41	(1) 1/2 BS type	3.100	☆	
D42	(2) 1/4 BS type	1.600	☆	
D43	B. Length of cylinder (L)	m	☆	
D44	-----			
D45	4TH STEP : DRAWING OF DUCT WORK SYSTEM			

D46

D47 5TH STEP : TRANSPORTATION VELOCITY (Vt)

D48 1. Vt m/sec ★ 15

D49

D50 6TH STEP : DUCT

D51 1. Duct area (a) m² +D20/D48 0.010
 D52 2. Duct diameter (d) m @SQRT (D51 *4/@PI) 0.113
 D53 3. Duct diameter adjusted m @INT (D52 *100)/100+0.01 0.120
 D54 4. Duct area adjusted (a') m² 0.785 *D53² 0.011

7TH STEP : CALCULATION OF PRESSURE DROP. SITE OF SUCTION (FROM HOOD TO FAN)

Items	1. Hood 0-1	2. Duct 1-2	3. Elbow 2-3	4. Duct 3-4	5. Elbow 4-5	6. Duct 5-6	7. Cleaner 6-7
1. Pressure drop (ΔP)	5.414	3.139	5.956	3.924	5.956	1.570	50.000
A. Air density (γ)	1.207						
B. Air temperature (t)	20.000						
C. Gravity accelated velocity (g)	9.810						
D. Pressure drop coef (F)	0.500						
E. Transportation velocity (Vt)	15.000	15.000		15.000		15.000	
F. Velocity pressure (Pv)	10.829	10.829	10.829	10.829	10.829	10.829	
G. Frictional coef (λ)		0.017		0.017		0.017	
H. Length of duct (l)		2.000		2.500		1.000	
I. Duct dismeter (d')		0.120		0.120		0.120	
J. Elbow pressure drop coef (τ)			0.550		0.550		
K. Duct pressure drop/m (unit ΔP)		1.570		1.570		1.570	
2. Static pressure (Ps)	-16.243	-19.383	-25.338	-29.263	-35.218	-36.788	-86.788

8TH STEP : CALCULATION OF PRESSURE DROP. SITE OF EXHAUST (FROM FAN TO WEATHER CAP)

Items	8. Duct 7-8	12. Cap 12	11. Duct 12-11	10. Elbow 11-10	9. Duct 10-9	total pressure loss
1. Pressure drop (ΔP)	1.570	4.879	2.719	1.198	0.544	74.464
A. Air density (γ)		1.207				
B. Air temperature (t)		20.000				
C. Gravity accelated velocity (g)		9.810				
D. Pressure drop coef (f)		1.100				
E. Transportation velocity (Vt)	15.000	8.493	8.493		8.493	
F. Velocity pressure (Pv)	10.829	4.436	4.436	4.436	4.436	
G. Frictional coef (λ)	0.017		0.018		0.018	
H. Length of duct (l)	1.000		5.000		1.000	
I. Duct dismeter (d')	0.120	0.150	0.150		0.150	
J. Elbow pressure drop coef (τ)				0.270		
K. Duct pressure drop/m (unit ΔP)	1.570		0.544		0.544	
2. Static pressure (Ps)	-88.358	0.444	3.163	4.360	4.904	93.262

9TH STEP : CALCULATION OF FAN CAPACITY

1. Fan air flow rate : 0.15 m³/sec (calculated above)
2. Fan static pressure = total static pressure of system (at 8th step), 93.262 mmH₂O
3. Fan power Pt (kw) = 0.229 = [+D20 *60 *M40 / (6120 *0.6)]
4. Motor power = AHPt * 1.2 (kw) = 0.274

활용된다. 결국 최종 처리배기량 D19의 성적은 $0.138\text{m}^3/\text{sec}$ 로 결정된다. 이 경우도 5종류의 후드(D22, D24, D28, D35, D39)중 D24 외부식 후드에만 자료가 입력되었기 때문에 다른것들은 영으로 처리되어 결국 $0.138\text{m}^3/\text{sec}$ 이 정해졌다.

(2) 조정배기량

설계에서는 처리배기량 $0.138\text{m}^3/\text{sec}$ 와 같은 정밀한 수자는 별 뜻이 없으므로 소수점 이하 2자리로 사사오입하면 족하겠다. 그리고 배기량을 여유를 주고 계산을 쉽게하기 위해 소숫점 이하 2번째 자리수를 5로 나누어 지는 숫자로 조정치를 정한다. 그러면 0.138은 D20의 성적과 같이 $0.15\text{m}^3/\text{sec}$ 로 절상된 값이 된다. 이것을 프로그램하면, 소숫점 둘째자리의 값을 알아야 하는데, 이 경우 QPRO의 함수 INT(INTEGER, 정수)를 이용하면 해결된다.

QPRO의 함수인 @IF(만약에, 가정)와 @INT(INTEGER, 정수)에 대하여 @IF(D19-@INT(D19*10)/10>0.05를 예로 들어 설명하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned}
 &D19 * 10 && 0.138 \times 10 = 1.38 \\
 &@INT(1.38) && 1 \text{ (정수만 남고 } 0.38 \text{은 제외된다)} \\
 &@INT(1.38)/10 && 1/10 = 0.1 \\
 &@IF(0.138-0.1) && 0.038
 \end{aligned}$$

고로 위식의 결과가 0.05보다 크다면 @INT(D19*10)/10/10+0.1에 적용되겠지만 0.05보다 작기 때문에 @INT(D19*10)/10+0.05에 적용된다. 따라서 다음과 같은 결과를 얻게 된다.

$$\begin{aligned}
 &@INT(D19 * 10) && 1 \\
 &@INT(1.38)/10 = 1/10 && 0.1 \\
 &@INT(1.38)/10 + 0.05 && 0.1 + 0.05 = 0.15
 \end{aligned}$$

고로 D20의 조정된 처리배기량과 같은 결과를

얻게 된다.

여기서 구한 소숫점 둘째자리의 수가 0.05보다 클 경우 [@IF(D19-@INT(D19*10)/10)>0.05], 원래값의 소수 첫째자리수에 0.1를 더한 값을 취하고 [@INT(D19*10)/10+0.1], 0.05보다 작을 경우는 원래 값의 소수점 첫째자리수에 0.05를 더한 값을 취하여 [@INT(D19*10)/10+0.05], 조정값을 구할 수 있다. 이 프로그램을 연결하면 D20 프로그램과 같이 된다. 즉 @IF(D19-@INT(D19*10)/10>0.05, @INT(D19*10)/10/10+0.1, @INT(D19*10)/10+0.05로 유도된다.

흔히 국소환기계에서는 분당 입방미터로 사용하므로 환산하면 D21과 같이 $9.0\text{m}^3/\text{sec}$ 를 얻을 수 있다.

라. 제4단계 배치도 작성

작업장의 상태에 따라 국소환기배치도(局所換氣配置圖)가 결정된다. 그러나 가능하면 곡관(曲管)이 적게 사용되게 배치하도록 노력해야 한다. 그 이유는 곡관이 많으면 압력손실이 많아져서 시설투자비와 유지관리비도 과다해지기 때문이다. 이 경우는 <그림 3>과 같이 후드는 작업장내에 있으며 공기정화기와 송풍기는 실외에 설치되어 있다.

마. 제5단계 반송속도

반송속도(搬送速度 V_s :m/sec) D48은 포집된 유해물질이 기체상인가 고체인가에 따라 달라진다. 고체라면 입자의 함수율, 비중 그리고 크기등에 따라 반송속도가 달라진다. 이 반송속도는 참고서에서 자료를 구하여 인용해도 된다. 그러나 현재 배출원이 현장에 있는 경우 실측치를 적용하는 것이 경제성과 효율면에서 바람직한 설계방법

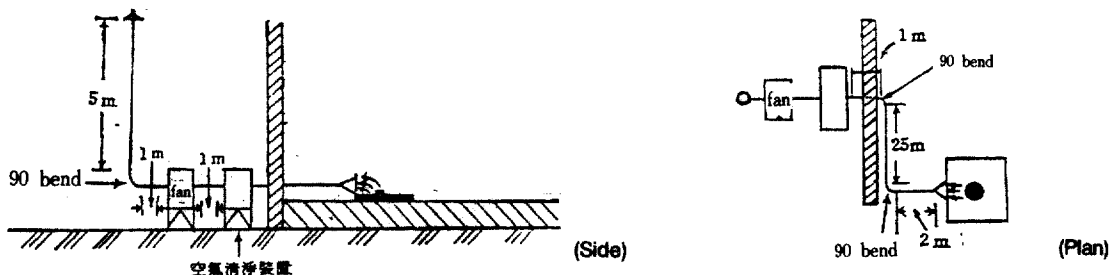


Fig. 3. Drawing of local ventilation system

으로서 시설을 설치한 후에도 하자가 없다.

바. 제6단계 송풍관

(1) 관단면적

관단면적(管斷面積 : a , m^2) D51은 D20 배기량 0.15($Q:m^3/sec$)를 D48 자료반송속도15($V:m/sec$)로 나누면 0.01 m^2 가 된다.

(2) 관경

관경(管徑 : d , m) D52는 $(a \times 4 / 3.14)^{0.5}$ 의 공식으로 계산된다. 이것을 프로그램하면 @SQRT(D51*4/@PI) 또는 $(D51 \times 4 / 3.14)^{0.5}$ 가 되어 유도하면 0.113 m 이 된다.

(3) 조정관경

조정관경(調整管徑 : d' , m) D53의 소수점 이하 3자리 수자는 무조건 버리고 소수점 2자리 수자에 1을 가산한다. 즉 0.113의 3을 버리면 0.11이 되는데 소수점 2자리인 1에 1을 가산하면 결국 0.12 m 로 된다는 뜻이 된다. 이것을 전산화 시키면 @INT라는함수를 이용하면 된다. 먼저 D52(0.113)의 값에 100을 곱하여(11.3) 이중 정수인 소수점 이상의 값(11)만을 취한 후 다시 100으로 나누고(0.11) 여기에 0.01을 더하므로써 0.12를 구할 수 있다. 즉 @INT(D52*100)/100+0.01로 프로그램하면 관경은 0.12 m 로 조정된다.

(4) 조정관단면적

조정관단면적(調整管斷面積 : a' , m^2) D54는 0.785 (d')²의 공식에 의하여 산출된다. 이것을 프로그램하면 0.785 D53²로 고칠 수 있다. 따라서 성적란을 보면 0.011 m^2 이 된다.

이상과 같은 방법으로 제8단계(壓力損失計算)에서 ●9단계(送風機選定)까지를 풀면 국소환기를 설계할 수 있는 공학자료(engineering data)를 구할 수 있다.

2. 캐노피형 후드의 설계

고열 오염원에서 배출되는 유해물질을 포집하므로써 작업환경을 개선해야 할 경우는 흔히 볼 수 있다. 다음과 같은 경우를 예를 들어 전산처리 기법 즉 프로그램을 설명코저 한다.

[문제 2] 1600℃인 직경 1 m 열처리로 2개가 있다. 1번 로의 캐노피 후드 높이 H_1 은 0.7 m 이고 다른 2번 로의 후드 높이 H_2 는 1.4 m 이다. 각각의

후드의 직경과 역상승기류량 Q_1 과 처리코저 하는 설계배기량 Q_3 을 구하고 그 특성을 비교하시오.

이 문제를 전산화하면 <표 3>과 같이 구할 수 있다.

캐노피의 설계 순서는 3 단계로 진행시켜 결국 설계배기량을 결정하는데 있다. 제1단계는 후드의 일반상황으로서 다음 계산에 기초 자료를 제공하는 것에 그 뜻이 있다. 제2단계는 열상승기류량 산출에 있고 제3단계는 최후의 목표인 설계배기량을 산출하는 과정이 되겠다. 이 문제에서 주어진 과제는 후드의 고도비가 2배가 되는 2개의 열처리로를 대상으로 했으며 설계를 마친후 이 2개 로의 특성을 비교검토하여 평가하는데 있다. 그래서 프로그램을 개발하여 계산의 결과 <표 3>에 표시하겠다. 그러나 설명은 후드의 고도비 $H_1/E \leq 0.7$ 일때 $H_2/E < 0.7$ 일때를 설명하고 <표 6>에서 평가하겠다.

가. 제1단계 후드의 일반상황

제1단계는 후드의 일반상황으로서 후드 높이 (H)와 후드직경($F3$), 배출원의 크기(E)와 형태 그리고 고도비(H/E)를 산출하여 다음에 계산되는 기초 자료 제공에 그 뜻이 있다. 따라서 전산화에 크게 어려움은 없지만 우선 설계순서에 따라 간단히 설명하기로 하겠다.

(1) 발생원 길이

발생원은 <표 3>에서와 같이 정방형, 장방형 원형 그리고 타원형등이 있겠으나 본 과제는 원형이므로 원형의 경우는 직경으로 크기를 나타내므로 D7에 1(m)를 입력하면 D8은 "0"이므로 발생원 길이 $D6 = D7 + D8 = 1 + 0$ 이 된다. 따라서 성적란에 1.000으로 표시된다. 프로그램에 의하여 계산된 값은 소수점 3자리까지 출력되도록 입력하였기 때문에 직접 입력된 자료와 구별된다.

(2) 열원의 모양

발생원인 열원(熱源)의 모양 D9는 표에서와 같이 4종류가 있는데 4중 택1 이므로 선택된 것은 1 (Yes) 이고 아닌 것은 0(No)이다. 따라서 원형 D10의 성적란에 1을 그리고 D11, D12, D13은 0을 입력시켰다. 이 항목은 누입한계유량비(KL) D65에 활용된다.

Table 3. Computer programm of canopy hood design

				☆ : Input data
				★ : Input data on problum used
No.	Items	Unit	Programm (Equation computed)	Data
D 5 1ST STEP : HEART SOURCE AND H- OOD				
D 6	1. length fo source (E)	m	+D7+D8	1,000
D 7	A. rectangular (circle)type side (diameter)	m	★	
D 8	B. Square (Ellipsoid)type, short side	m	☆	
D 9 2. Type				
D10	A. Circle		★	1
D11	B. Similar circlce		☆	0
D12	C. Rectangular		☆	0
D13	D. Square		☆	0
D14 3. Hood height (H)				
D15	A. at $H/E \leq 0.7$	m	★	0.7
D16	B. at $H/E > 0.7$	m	★	1.4
D17 4. Ratio of height(H/E)				
D18	A. at $H/E \leq 0.7$		+D15/D6	0.700
D19	B. at $H/E > 0.7$		+D15/D6	1.4000
D20 5. Width of hood (F3)				
D21	A. at $H/E \leq 0.7$		+D6+(0.8*D15)	1.560
D22	B. at $H/E > 0.7$		+D6+(0.8*D16)	2.210
D23				
D24 2ND STEP : RISING FLOW RATE BY HEAT				
D25 1. at $H/E \leq 0.7$				
D26	A. Height assumed (Z)	m	2*D6	2.000
D27	B. Difference of temp. (Δt)	°C	+D28-D29	1580
D28	(1) Source. temp.(tm)	°C	★	1600
D29	(2) Inside temp.(t)	°C	★	20
D30 C. Length of side (γ)				
D31	(1) Circle	ratio	+D31+D32+D35	1.000
D32	(2) Ellipsoid		+D34/D33	0.000
D33	(a) Long diameter (a)	m	☆	1
D34	(b) Short diameter (b)	m	☆	
D35	(3) Square		+D37/D36	0.000
D36	(a) Long side	m	☆	1
D37	(b) Short side	m	☆	
D38 D. Area of heat source (A)				
D39	(1) Circle	m ²	+D39+D40+D41	0.785
D40	(2) Ellipsiod	m ²	0.785*D7 ²	0.785
D41	(3) Squre	m ²	+D33*D34*3.14	0.000
D42	(3) Squre	m ²	+D36*D37	0.000
D42 E. Rising flow rate by heat (Q1)				
D43	2. at at $H/E > 0.7$	m ³ /min	0.57/D30(D38*D30) ^{0.33} *(D27) ^{0.45} *(D26) ^{0.15}	16.060
D43 2. at at $H/E > 0.7$				
D44	A. Height assumed (Z)	m	0.74*(2*D6+D16)	2.516
D45	B. Difference of temp(Δt)	°C	(D46-D47)*((2*D6+D16)/(2.7*D6)) ^{1.7}	1067.73
D46	(1) Source. temp (tm)	°C	★	1600
D47	(2) Inside temp. (t)	°C	★	20

D48	C. Length of side (Y)	ratio	+D49+D50+D53	1.000
D49	(1) Circle		★	1
D50	(2) Ellipsoid		+D52/D51	0.000
D51	(a) Long diameter (a)	m	☆	1
D52	(b) Short diameter (b)	m	☆	
D53	(3) Square		+D55/D54	0.000
D54	(a) Long side (a)	m	☆	1
D55	(b) Short diameter (b)	m	☆	
D56	D. Area of heat source (A)	m ²	+D57+D58+D59	0.785
D57	(1) Circle	m ²	0.785 * D36 ²	0.785
D58	(2) Ellipsoid	m ²	D51+D52 * 3.14 *	0.000
D59	(3) Square	m ²	+D54 * D55	0.000
D60	E. Rising flow rate by heat (Q1)	m ³ /min	0.57/D48 * (D566D48) ^{0.33} (D45) ^{0.45} * (D44) ^{-1.15}	13.935
D61	<hr/>			
D62	3RD STEP : FLOW RATE TO INLET CRITERIA			
D63	1. at H/E ≤ 0.7			
D64	A. Width ratio of heat source (F3/E)		+D21/D6	1.560
D65	B. Flow rate to leak criteria (KL)		+D66+D67+D68+D69	2.183
D66	(1) Circle type		((0.08 * (D81 + 1) ^{2.6} - 0.02) * ((1.05/(D64) ^{1.4} + 0.4) + 0.0012 * D27) * D10	2.183
D67	(2) Ellipsoid type		((0.8 * (D81 + 1) ^{2.6} * ((1.05/(D64) ^{1.4} + 0.4) * ((2.5 * (D30 + 0.01) ^{0.06} + 0.0012 * D27) * D11	
D68	(3) Rectangular type		((1.4 * (D18) ^{1.43} + 0.25) * ((0.82/(D64) ^{3.4} + 0.18) + 0.0012 * D27) * D12	0.000
D69	(4) Square type		((1.4 * (D18) ^{1.43} + 0.25) * ((0.82/(D64) ^{3.4} + 0.18) + 0.0012 * D27) * D13	0.000
D70	C. Leak safety factor (m)		@1F(D17) > 0.15 @IF(D71) > 0.3 @IF(D71) > 0.45, 10.000 15,10,8,5)	
D71	(1) Size of turbulent	m/sec	★	0.4
D72	D. Ratio of flow design (Kd)		+D66 * D70	21.830
D73	E. Flow rate design (Q3)	m ³ /min	(1 + D72) * D42	366.634
D74	2. at H/E > 0.7			
D75	A. Width ratio of heat source (F3/E)		+D17/D16	2.120
D76	B. Flow rate to leak		+D77+D78+D79+D80	1.645
D77	(1) Circle type		(0.21 * (((0.5 * D11) + D6)/D17 ^{1.4} + 0.21) + 0.0012 * D40) * D10	1.645
D78	(2) Ellipsoid type		(0.21 * (((0.5 * D11) + D6)/D17 ^{1.4} + 0.21) * (2.5 * (D43 + 0.01) ^{0.06} * 1.5) + 0.0012 * D45) * D11	
D79	(3) Rectangular type		0.32 * (((0.5 * D16) + D6)/D22) ^{3.4} + 0.2 + 0.0012 * D45) * D12	0.000
D80	(4) Square type		0.32 * (((0.5 * D16) + D6)/D22) ^{3.4} + 0.2 + 0.0012 * D45) * D13	10.000
D81	C. Leak safety factor (m)		@1F(D82 * > 0.15, @IF(D82) > 0.3, @IF(D82) > 0.45, 10.000 15,10,8,5)	
D82	(1) Size of turbulent	m/sec	★	0.4
D83	D. Ratio of flow design (Kd)		+D81 * D77	16.45
D84	E. Flow rate design (Q3)		(1 + D83) * D60	243.221

(3) 후드 높이

열원의 개구면에서 후드까지의 높이(H)는 0.7(m)이고 열원의 길이(E)는 1(m)이므로 고도비(H/E)가 0.7이다. 따라서 H/E 0.7인 경우이기 때문에 D15의 성적란에 0.7(m)를 입력시킨다.

(4) 고도비

위에서 약간의 설명이 있었지만 고도비(高度比 : H/E) D18은 H(후드 높이)÷E(열원의 길이)이다. 따라서 프로그램은 간단하여 +D15/D6이 된다. 따라서 답은 성적란에 0.700이 된다. 소수점 이하의 "0"은 뜻이 없지만 계산으로 얻어지는 수자는 "0"을 포함하여 소수점 이하 3자리 수자까지 표시되도록 프로그램 되어 있기에 소수점 이하 3자리가 아닌 수자는 얻어진 자료를 직접 입력한 경우라고 보아도 된다. 따라서 <표 3>의 프로그램란에 검은 색으로 채워진 별표(★)는 연습문제에서 직접 입력시킨 자료임을 알 수 있다. <표 3>에서 검은 별표가 15개 이므로 얻어진 15개의 자료를 입력하므로써 수동으로 계산했을 때의 어려운 공식을 순식간에 프로그램으로 해결하게 되었고 또한 오차도 전혀 없는 그 편리함을 확인할 수 있다.

(5) 후드 폭

후드의 폭(幅 : F3, m) D21은 발생원의 길이(E, D6)와 후드 높이(H, D15)에 의하여 설계되며 그 공식은 $F3 = E + 0.8H$ 이다. 이 것을 프로그램 하면 <표 3>과 같이 $F3 = +D6 + (0.8 * D15)$ 가 된다.

나. 제2단계 열상승기류량

제2단계는 설계배기량 계산에 기초가 되며 또한 직접적으로 관계하는 열상승기류량(Q1, m³/min)을 계산한다. Q1(D42)을 산출하기 위해서는 가상고도(Z), 온도차(Δt, ℃) 측장비(γ) 열원면적(A, m²)등을 계산해야 하므로 순서에 따라 설명하다.

(1) 가상고도

가상고도(假想高度 : Z, m) D26은 H/E ≤ 0.7일때 Z=2E이다. 따라서 발생원 길이E(D6)에 2를 곱하면 되므로 D26(Z)은 2*D6으로 프로그램 된다. 가상고도는 열상승기류량(Q1) 계산에 직접 인용된다.

(2) 온도차

열원인 배출원 배기온도와 작업장내 실온(20℃)과의 차를 온도차(溫度差 : Δt, ℃) D27라고 한다. H/E ≤ 0.7의 경우 열원최고온도(熱源最高溫度 : tm, ℃) D28과 실내온도(室內溫度 : t, ℃) D29로서 공식 $\Delta t = t_m - 20$ 에 의하여 $D27 = +D28 - D29$ 로 구해진다.

(3) 측장비

열원 모양의 측장비(側長比 : γ) D30은 단변(b)을 장변(a)으로 나눈 계수를 측장비라고 한다. 따라서 원형과 정사각형은 장변과 단변이 같으므로 1이 된다. 그리고 다른 모양의 열원 측장비는 1 보다 적은 수치가 될 것이다. 열원의 모양은 3가지가 있는데 지금 설명코져 하는 열원은 원형이므로 D31에 1을 입력한다.

D30의 프로그램란을 보면 +D31(원형)+D32(타원형)+35(방형)으로 되어 있다. 선택되지 않은 D32와 D33은 0이 되어야 하는데 D32는 D34(단변, a)/D33(장변, b)에 의하여 산출된다. 그런데 측장비는 직접 또는 가감(加減) 계산되어 입력된 자료라면 큰 문제 없다. 그러나 승제(乘除)시에는 문제가 된다. 즉 0/0과 1/0은 부정수로 ERA가 발생하여 모든 계산기능이 중단된다. 따라서 0/1은 "0"이 되니까 분모인 타원형 장변 D33과 방형의 장변 D36에 1을 입력하면 각각 D32와 D35에 0이 나타난다. 그래서 결국 측정코져하는 측장비 $D30 = 1 + 0 + 0 = 1$ 이 된다. 따라서 측정코져하는 원형배출원의 측장비만이 반영되어 목적을 달성하였다.

(4) 열원면적

원형의 열원면적(熱源面積 : A, m²) D38은 공식 $0.785D^2$ 에서 $0.785 * D7^2$ 으로 유도된다. 이제까지는 가감승제(加減乘除)의 계산을 주로 했기에 익숙해졌으리라 믿는다. 지금 자승에 대한 계산을 처음 맞이하게 되는데 D7의 2승은 먼저 D7을 타자하고 Shift상태에서 ^를 치고 2를 타자하면 D7²이 되며 이것은 공식 D39의 프로그램이 된다. 한편 타원형은 +D33*D34*3.14으로 그리고 방형은 +D36*D37으로 각각 프로그램 된다.

(5) 열상승기류량

열상승기류량(熱上昇氣流量 : Q1, m³/min) D42

는 위에서 구해진 가상고도(Z), 온도차(Δt), 축장비(γ) 그리고 열원면적(A)등의 인자에 의하여 다음 공식으로 구할 수 있다.

$$Q1 = (0.57/\gamma)(A \times \gamma)^{0.33} \Delta t^{0.45} Z^{1.5} \quad (2)$$

공식(2)를 프로그램하면 <표 3>과 같이 다음과 같이 된다.

$$Q1 = (0.57/D30) * (D38 * D30)^{0.33} * (D27)^{0.45} * (D26)^{0.15}$$

다. 제3단계 설계배기량

제3단계는 캐노피 후드의 최종 목표인 설계배기량을 산출하는 과정이다. 그러기 위해서는 열원후드폭비(F3/E), 누출한계유량비(KL), 누출안전계수(m) 그리고 설계유량비(Kd)를 사전에 구하여야 하므로 순서에 따라 설명코저 한다.

(1) 열원후드폭비

열원후드폭비(熱源후드幅比 : F3/E) D64는 후드폭 D21(F3)을 유해발생원인 열원 길이(E)로 나눈 것이다. 이 내용을 프로그램하면 +D21/D6으로 된다.

(2) 누출한계유량비

누출한계유량비(漏出限界流量比 : KL) D65는 열원의 종류에 따라 공식이 달라진다. <표 4>에서와 같이 각 열원에 따라 공식이 달라짐으로 그 공식에 대한 프로그램도 달라진다. 이제 공식을 전산화 하는 프로그램 작성방법에 대해서는 설명을 생략하겠다. 그러나 각종 열원모양에 따른 공식과 프로그램에는 이상이 없으나 4개의 프로그램 말미에 D10, D11, D12, D13이 부과되어 있는 것이 다르다.

이것은 열원의 모양 D9를 설명할 때 약간의 설명을 한 바 있다. 즉 <표 4>에서와 같이 4종류가 있는데 4중 택1이므로 선택된 원형은 1(Yes)이고 아닌 것은 0(No)이다. 따라서 누출한계유량 D65는 원형인 D66의 결과만을 택하게 된다.

(3) 누출안전계수

후드가 설치된 지역에는 강한 풍속이 있어서도 안되고 난기류의 크기(turbulanceintensity, m/sec)도 있어서는 안된다. 특히 캐노피 후드는 난기류의 크기가 문제된다. 따라서 후드를 설치하고자 하는 곳에서 난기류를 실측하여 난기류의 크기에 따라 <표 5>에서 누출안전계수(漏出安全係數 KL) D70을 구한다.

실측된 난기류의 크기(m/sec)를 D71의 성적란에 입력하면 표를 찾지 않고서도 프로그램된 D70으로 누출안전계수가 자동적으로 산출되어 성적란에 10.000이 기재된다. 이 프로그램은 @IF 기법을 통하여 만들 수 있다. 즉 다음과 같다.

$$@IF(D71 > 0.15, @IF(D71 > 0.3, @IF(D71 > 0.45, 15, 10), 10, 8), 8, 5)$$

와 같이 되지만 간소화 하면 다음과 같이 요약할 수 있다.

$$@IF(D71 > 0.15, @IF(D71 > 0.3, @IF(D71 > 0.45, 15, 10), 8), 5)$$

위의 프로그램을 보면 소괄호(小括弧)가 3쌍이 있음을 알 수 있다. 그 이유는 콤퓨타는 대괄호(大括弧, “{ }”)와 중괄호(中括弧, “[]”)의 부호를 읽을 수 없으며 소괄호가 몇 쌍이 있는가를 스스로 식별해서 처리한다. 따라서 가장 안에 있는

Table 4. Equation of KL due to each types and programm

Types	Equation of KL	Programm
1. Circle	$KL = \{0.08(H/E + 1)2.6 - 0.02\} \{1.05/(F3/E)1.4 + 0.4\} + 0.0012 \Delta t$	$((0.08 * (D18 + 1)^{2.6} - 0.02 * ((1.05/(D64)^{1.4} + 0.4) + 0.0012 * D27)) * D10$
2. Ellip soid	$KL = \{0.08(H/E + 1)2.6 - 0.02\} \{1.05/(F3/E)1.4 + 0.4\} \{2.5(\gamma + 0.01)0.06 - 1.5\} + 0.0012 \Delta t$	$((((0.08 * (D18 + 1)^{2.6} - 0.02) * ((1.05/(D64)^{1.4} + 0.4) * ((2.5 * (D30 + 0.01) * 0.06) + 0.0012 * D27)) * D11$
3. Rectan gular	$KL = \{1.4(H/E + 1)1.43 + 0.25\} \{0.82/(F3/E)3.4 + 0.18\} + 0.0012 \Delta t$	$((((1.4 * (D18)^{1.43} + 0.25) * ((0.82/(D64)^{3.4} + 0.18) + 0.0012 * D27)) * D12$
4. Square	$KL = \{1.4(H/E + 1)1.43 + 0.25\} \{0.82/(F3/E)3.4 + 0.18\} (0.53\gamma + 0.47) + 0.0012 \Delta t$	$((((1.4 * (D18)^{1.43} + 0.25) * ((0.82/(D64)^{3.4} + 0.18) + 0.0012 * D27)) * D13$

@IF의 한쌍이 소괄호이고 그 내용부터 먼저 본다.

즉 @IF(D71>0.45, 15, 10)의 뜻은 난기류의 크기 D71이 0.45(m/sec)보다 크면 계수는 15이고 그렇지 않으면 10이라는 뜻으로 해석된다. 두 번째 소괄호(중괄호에 해당)의 수식은 첫번째 소괄호의 내용을 제외한 부분 즉 @IF(D71>0.3, 10, 8)이 된다. 이 뜻은 0.3(m/sec)보다 크면 10이고 보다 적으면 8이 된다는 뜻이다. 한편 세번째 제일 바깥의 괄호(대괄호에 해당)의 수식은 소괄호와 중괄호의 내용을 제외한 나머지부분 즉 @IF(D71>0.15,8,5)는 D71이 0.15(m/sec)보다 크면 8이고 적으면 5라는 뜻이 된다.

Table 5. Size of turbulent and leak safety factor

Size of turbulent(m/sec)	Leak safety factor
0.00 - 0.15	5
0.15 - 0.30	8
0.30 - 0.45	10
0.45 - 0.60	15

(4) 설계유량비

설계유량비(設計流量比: KD) D72는 누출한계 유량비(KL) D65에 누출안전계수(m) D70을 곱한 것이 설계유량비이므로 +D65*D70이 된다.

(5) 설계배기량

설계배기량(設計排氣量: Q3, m³/min) D73은 Q3=Q1(1+Kd)의 공식에 의하여 산출된다. 열

상승기류 Q1(D42)과 설계유량비 Kd(D72)를 대입하여 D73은 (1+D72)*D42와 같이 프로그램 된다.

이 경우도 일반 후드의 프로그램에서 설명한 바와 같이 <표 1>을 참고로 하면서 유도하면 인용한 공식을 확인할 수 있다.

라. 2개 열처리로의 성능비교 평가

<표 3>에서의 프로그램으로 산출된 2개의 열처리로의 성적을 비교하면 <표 6>과 같다. 외부식 후드에서는 포촉거리가 2배 되면 배기량은 4배로 증가되는데 canopy후드는 오히려 약 1/3(66.3%)로 감소되었음은 흥미있는 사실이다. 한편 1번 로에 비해 2번 로는 열상승기류량(86.3%), 누입한계유량비(75.7%), 설계유량비(75.4%)로 각각 감소되었음을 알 수 있었다.

1번 로의 경우 2번 로에 비해 배기량이 많은 반면 배기온도도 높다는 것에 착안하여 표준상태로 환산하여 비교하였더니 1번 로의 표준상태의 배기량은 54.0m³/min였고 2번 로는 49.5m³/min로서 비슷한 것을 볼 때 온도차로 인한 것에 많은 영향을 받고 있는 것은 확실하지만 그래도 2번 로가 1번 로에 비해 91.7%, 즉 약 10%가 적은 것에 대한 연구가 흥미 있다고 본다.

IV. 결 론

본 연구는 작업 환경 개선에 가장 중요한 국소 환기계의 단일 공정을 전산화하는데 그 목적이

Table 6. Comparison of characteristics between #1 and #2 hood

Items	(A) #1 hood	(B) #2 hood	(B)/(A) ratio
1. Height of hood H(m)	0.7	1.4	2.0
2. Hood diameter F3(m)	1.56	2.12	1.34
3. H/E	0.7	1.4	2.0
4. Height assumed Z(m)	2.0	2.5	1.25
5. Difference of temp Δt(°C)	1,580.0	1,067.0	0.66
6. Length of side γ	1.0	1.0	1.0
7. Area of heat source A(m)	0.785	0.785	1.0
8. Rising flow rate by heat Q1(m ³ /min)	16.1	13.9	0.863
9. Flow rate to leak KL	2.18	1.65	0.757
10. Leak safety factor m	10.0	10.0	1.0
11. Ratio of flow design KD	21.8	16.5	0.754
12. Flow rate design Q3(m ³ /min)	366.6	243.2	0.663

있다. 후드는 일반 후드, 압인 후드 그리고 캐노피 후드로 구분된다. 그중에서 일반 후드와 캐노피 후드를 대상으로 하였다. 연구방법은 quattro pro 123 program을 인용하였고 컴퓨터는 IBM PS/SX(type 5510-SK4 S/N 83-05164)를 사용하였다. 그 결과를 <표 2>, <표 3>에 제시하였다.

환기는 약 2700년 전에 이미 시작되었다는 고증이 있다. 실제로는 그전에 활용되지 않았는가 본다. 환기는 작업환경개선에서 가장 중요시 다루어지고 있다. 그 이유는 작업장의 유해인자중 소음, 진동, 조명등 물리적인 인자를 제외하고는 모두 대책에 관련되기 때문이다. 즉 유해가스, 미스트, 흙, 분진, 악취, 생물학적인 인자, 고열, 다습등 열악한 환경개선의 근본이 된다. 그러나 설계에 임함에 있어 너무나 까다로운 과정을 거쳐야 하며 특히 캐노피 후드와 같은 경우는 많은 프로그램을 통하여 선정되기 때문에 오차가 자주 생겨서 항상 어려움에 봉착하게 된다는 것이 문제가 되고 있다.

그러나 컴퓨터의 하드웨어가 근래 눈부시게 발전되고 있으며 동시에 그에 못지않게 소프트웨어도 비약적인 발전을 하고 있다. 본 연구에 인용된 Quattro Pro는 Lotus 123에서 발전되었다. 아무리 어려운 공식도 모두 해결하므로 얻어진 결과에서도 확인 되었듯이 이제는 국소환기 설계도 쉽게 그리고 너무나 편리하게 활용할 수 있게 되었다. 그러나 이러한 새로운 기법도 스스로 노력하여야 더 좋은 결과를 얻을수 있다고 보아 앞으로 후학도들이 더욱 간편하고 신속하게 해결할 수 있는 기법들이 개발될 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

1. 沼野雄志 : やさしい、局排設計教室. 中央労働災害防止協会 : 東京, 1986.
2. Hay, PS : *Modified design do hay dust trap J of Ind Hyg 12:28, 1930.*
3. Hatch, T : *Design fo exhaust hoods for dust control*

- system. J of Ind Hyg and Toxicology 20:321, 1938.*
4. Postman, BF : *Practical application of industrial exhaust ventilation for the control of occupational exposure. Am J of Pub Health 30:149. 1940.*
5. Schulte, HF, Hyatt EC and Smith Jr FS : *Exhaust ventilation for machine tools used on materials of high toxicity. AMA Arch of Ind Hyg and Occup Med 5:21, 1952.*
6. Schuman, MM et al : *Industrial ventilation. A manual of recommended. practice. ACGIH Committee of Industrial Ventilation, 14Ed, 1976.*
7. 労働省安全衛生部労働衛生課編 : 局所排氣装置フード設計資料集成 - 應用編 -. 日本中央労働災害防止協会 : 東京, 第3版, 1981.
8. 윤명조 등 : 후드의 층만효과 활용기법에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1 : 1, 1991
9. 김광종 등 : 산업위생관리. 신광출판사 : 서울, 1984.
10. 김정범 : QUATTRO PRO, version 3.0, 정보문화사 : 서울, p455, 1993.

沼野雄志 : やさしい、局排設計教室. 中央労働災害防止協会 : 東京, 1986.

Hay, PS : *Modified design do hay dust trap J of Ind Hyg 12:28, 1930.*

Hatch, T : *Design fo exhaust hoods for dust control system. J of Ind Hyg and Toxicology 20:321, 1938.*

Postman, BF : *Practical application of industrial exhaust ventilation for the control of occupational exposure. Am J of Pub Health 30:149. 1940.*

Schulte, HF, Hyatt EC and Smith Jr FS : *Exhaust ventilation for machine tools used on materials of high toxicity. AMA Arch of Ind Hyg and Occup Med 5:21, 1952.*

Schuman, MM et al : *Industrial ventilation. A manual of recommended. practice. ACGIH Committee of Industrial Ventilation, 14Ed, 1976.*

労働省安全衛生部労働衛生課編 : 局所排氣装置フード設計資料集成 - 應用編 -. 日本中央労働災害防止協会 : 東京, 第3版, 1981.

윤명조 등 : 후드의 층만효과 활용기법에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1 : 1, 1991

김광종 등 : 산업위생관리. 신광출판사 : 서울, 1984.

김정범 : QUATTRO PRO, version 3.0, 정보문화사 : 서울, p455, 1993.