

濕空氣線圖의 解析

閱 滿 基*

國民經濟가 膨脹하고 産業構造가 高度化됨에 따라 空調設備의 設計分野에 있어서도 設計의 業務가 輻轉하게 되고 에너지 節約을 爲하여 年間 에너지 消費量을 算定하여야 되며 空調시스템 選定에 있어서 經濟性解析을 하는 등 컴퓨터 利用을 해야 할 處地에 놓이게 된 것 같다. 工科教育에 있어서 컴퓨터 프로그래밍은 이미 必須科目이 된 大學이 많으며 各種 技術分野에 있어서 컴퓨터 活用이 활발해지고 있다.

프로그래밍의 트레이닝 자체가 問題가 아니고 重要한 問題는 어떠한 工學的인 어프로치로서, 그리고 어떤 數學的 技法으로 問題解決을 컴퓨터에 依存시키느냐에 있다. 이러한 것을 보여 주기 위한 컴퓨터 講座의 內容은 여러 가지로 多樣하게 構成되겠지만 여기서는 簡單한 例를 들어서 컴퓨터 應用의 第1步로 삼겠다.

濕空氣線圖를 使用하는 設計例와 덕트의 設計例를 들어 컴퓨터 計算의 처리작업이 어떻게 이루어지는가를 例示한다.

첫번째 濕空氣線圖의 例題에서는 定하여진 室內外條件과 熱負荷에 對하여 裝置露點溫度 및 코일表面溫度를 求한다.

먼저 손계산으로 問題를 풀고 다음에 컴퓨터에 依한 풀이를 보여 준다. 풀이에 있어서 이해를 도와 주기 위하여 流動圖를 表示하여 問題의 處理過程을 보여 주고 동시에 프로그램의 Source List를 그대로 複寫하여 실었으며 Source List 바로 다음에 이 프로그램 內에서의 計算의 手順과 論理의 展開를 번호를 달아서 상세히 說明하였다. 마지막에 Input Data 및 Output Data를 실어 놓았다.

[예제]

외기와 실내의 각 상대량은 다음과 같다.

	건구온도(°C)	절대습도x(kg/kg)
외 기	$t_o=31.7$	$x_r=0.0195$
실 내	$t_r=26.0$	$x_r=0.0105$

위의 조건하에서 어느 방의 열부하계산 결과 다음을 얻었다.

감열부하, q_s 9,600 kcal/h

잠열부하, q_L 3,000 kcal/h

외 기 량, F_A 900 m³/h

실내에 배출되는 공급공기 온도가 15°C일 때 전송풍량(Q_A m³/h), 감열비(SHF), 혼합공기의 상대량, t_m 과 x_m , 장치노점 온도(ADP°C) 및 코일표면 온도(TCS°C)를 각각 구하라.

<풀이>

먼저 전송풍량 Q_A 는

$$Q_A = q_s / 0.288(t_r - t_d) = \frac{9,600}{0.288(26-15)} = 3,030.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

여기서 전송풍량에서 신선외기량을 뺀 것이 리터언 풍량이다. 리터언 풍량, Q_R 은

$$Q_R = Q_A - F_A = 3,030.3 - 900 = 2,130.3 \text{ m}^3/\text{h}$$

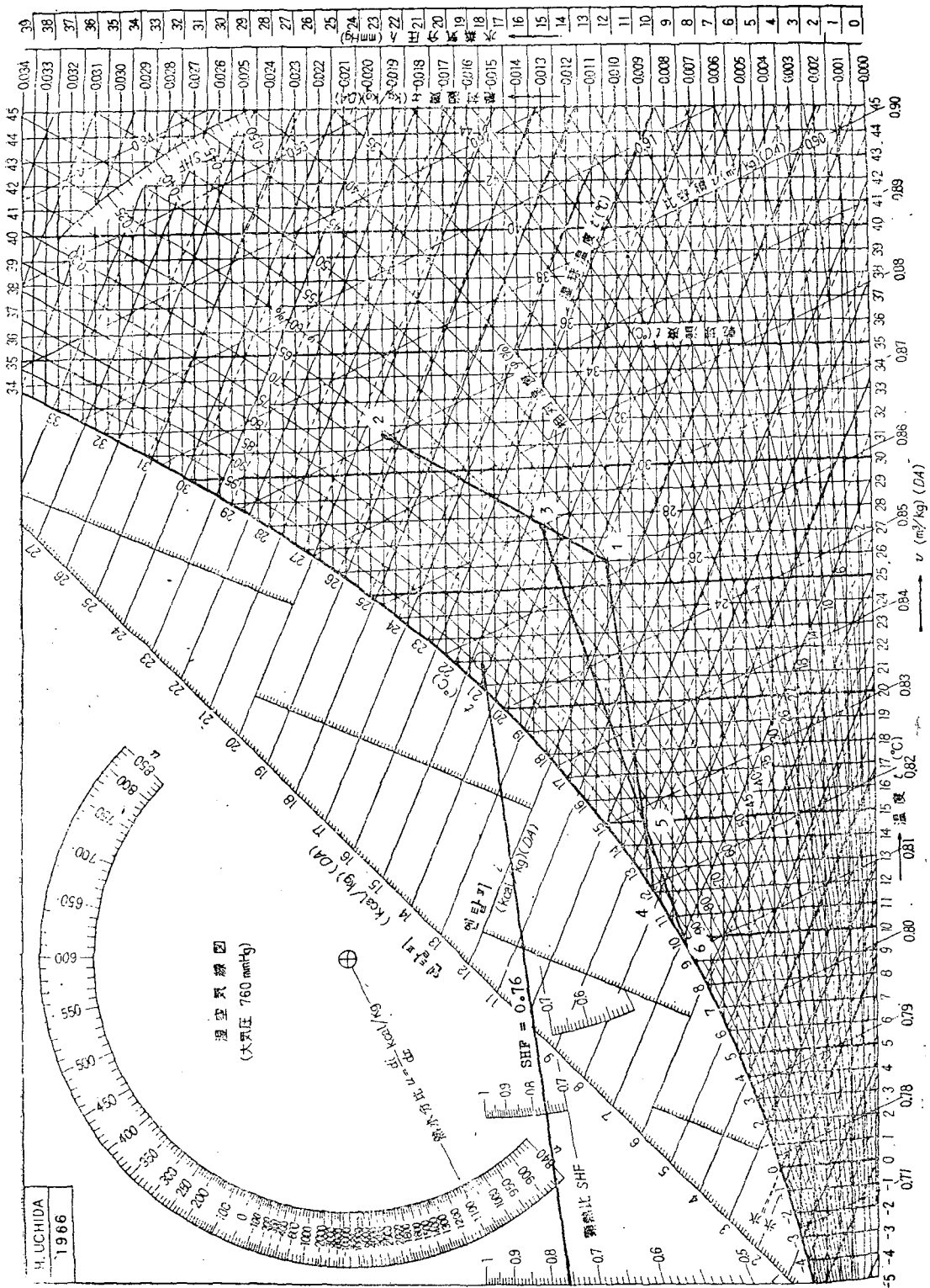
혼합상대량(t_m 및 x_m)은 실내와 외기의 상대량을 F_A : Q_R 의 비로 內分한 점이므로 계산으로 구하면

$$t_m = \frac{t_o \cdot F_A + t_r \cdot Q_R}{Q_A} = \frac{31.7 \times 900 + 26 \times 2,130.3}{3,030.3} = 27.8^\circ\text{C}$$

$$x_m = \frac{x_r \cdot Q_R + x_o \cdot F_A}{Q_A} = \frac{0.0105 \times 2,130.3 + 0.0195 \times 900}{3,030.3} = 0.0132$$

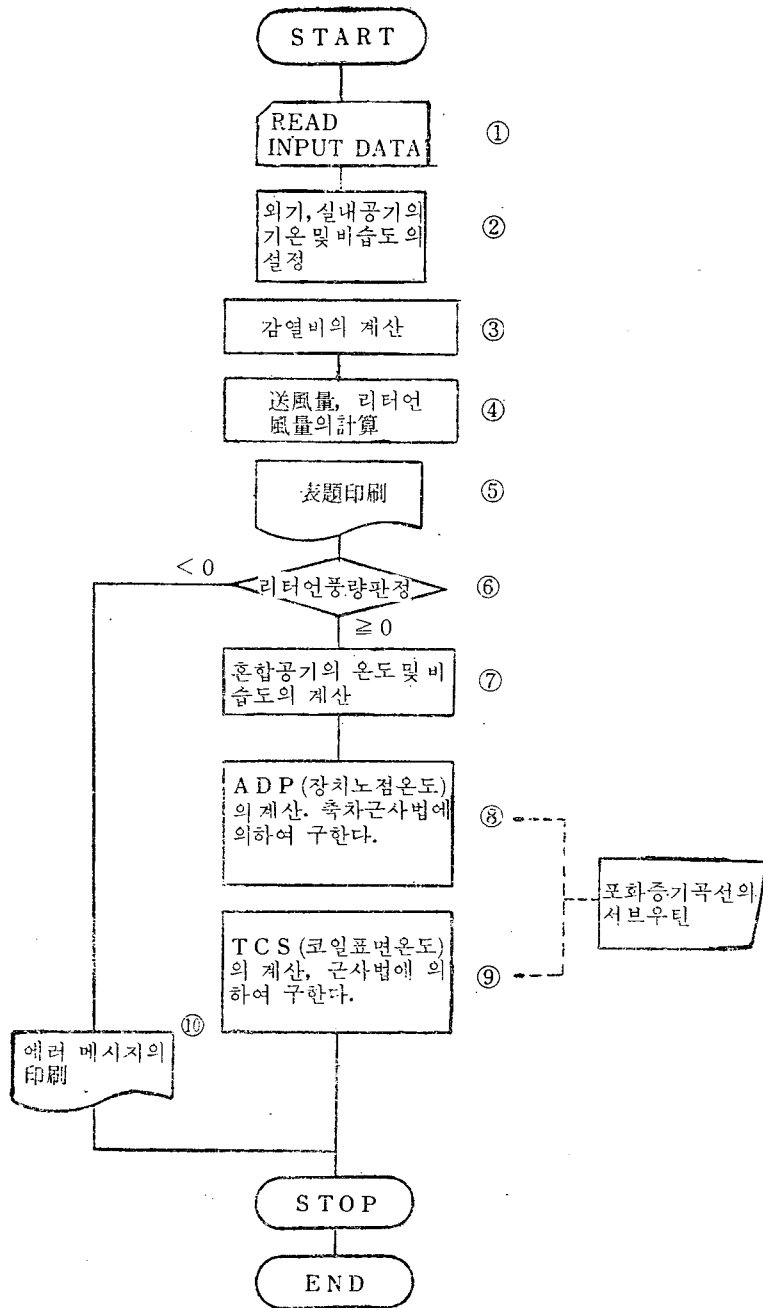
*正會員, 高麗大學校 工科大學

湿度線圖

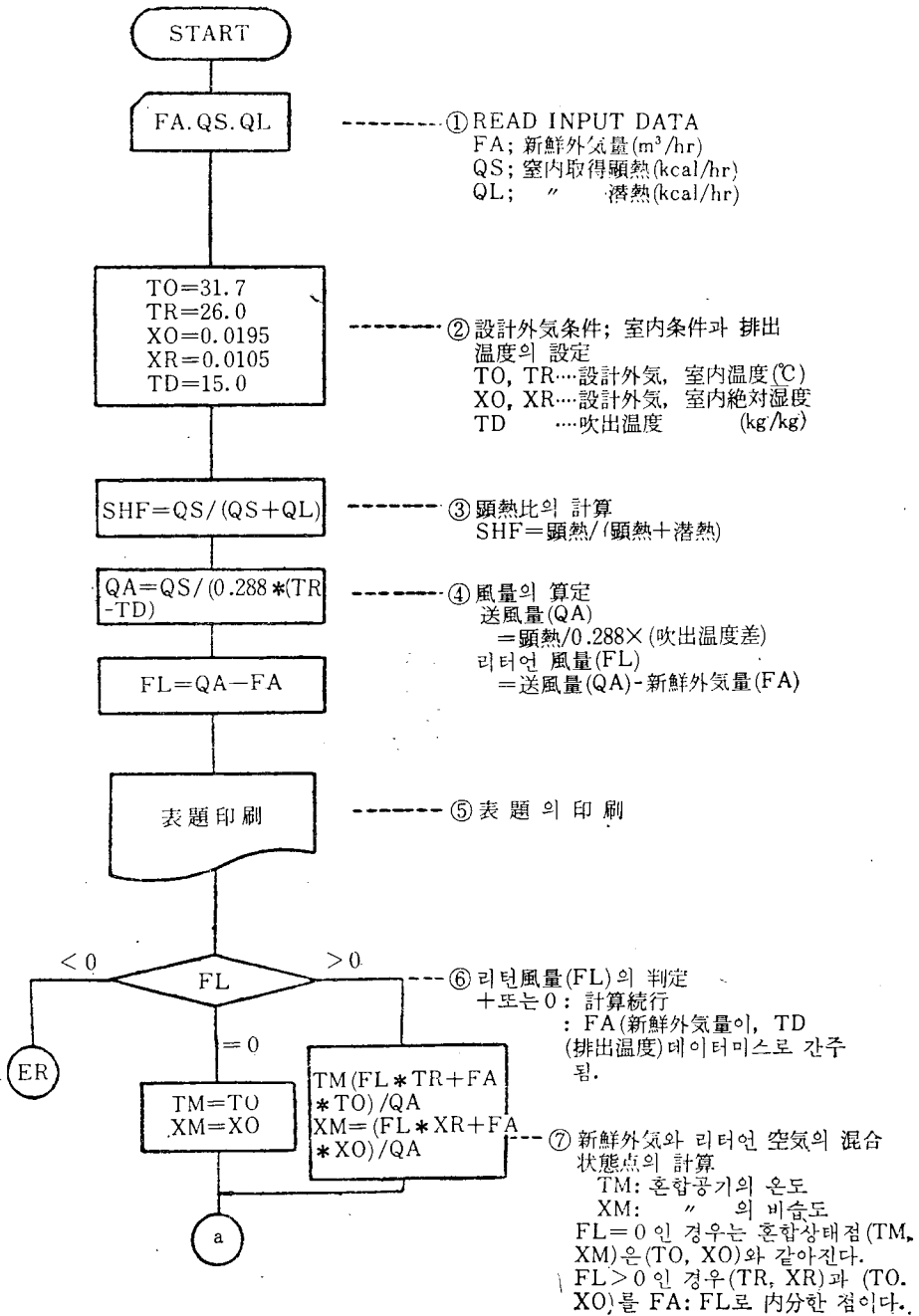


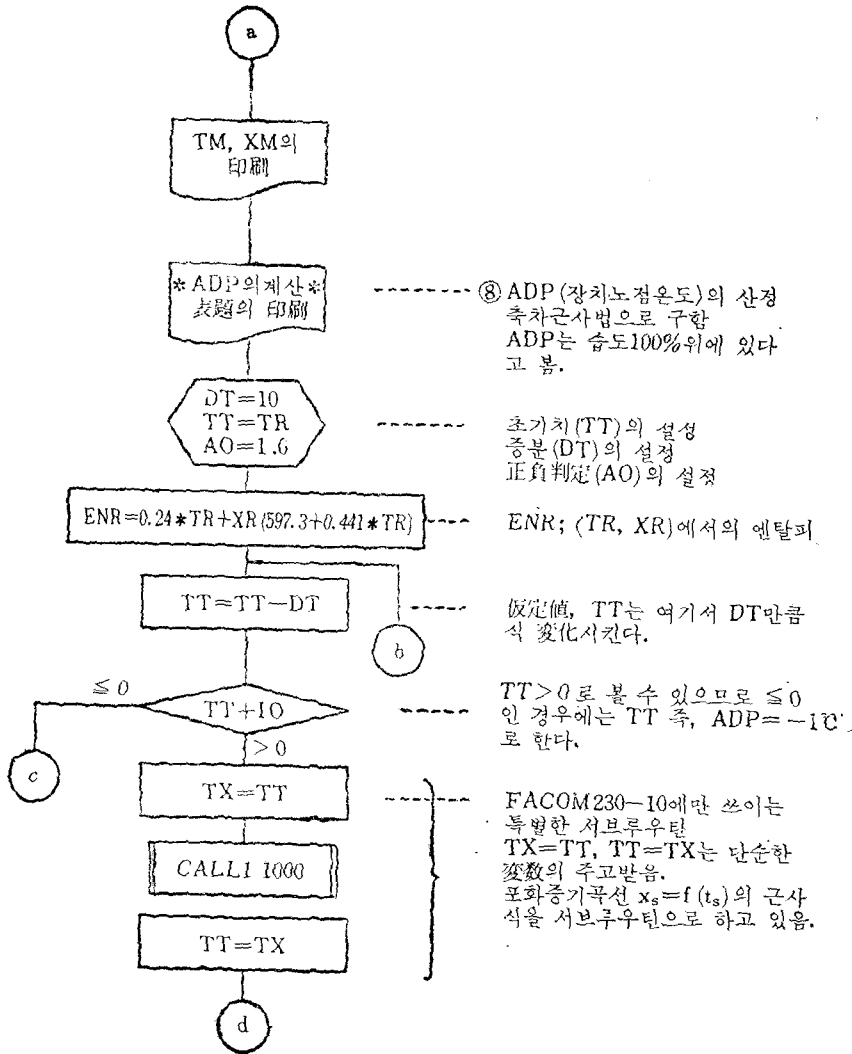
<컴퓨터에 의한 解答>

FLOW CHART



FLOW CHART IN DETAIL





이 된다. 습공기 선도상에서는 (그림 1 참조) 실내 ①과 외기 ②의 상태점을 F_A ; Q_R 의 비로 내분한 점이 혼합점 ③이다.

다음에 감열비(SHF)는

$$SHF = \frac{q_s}{q_s + q_L} = \frac{900}{9,600 + 300} = 0.76$$

습공기 선도(그림 1)를 사용해서 실내상태점 ①에서 $SHF=0.76$ 의 선을 그어 포화증기곡선과의 교점을 구한다. 이것이 장치노점 온도, ADP ④이다. 그림에서 읽으면 12.0°C 를 얻는다.

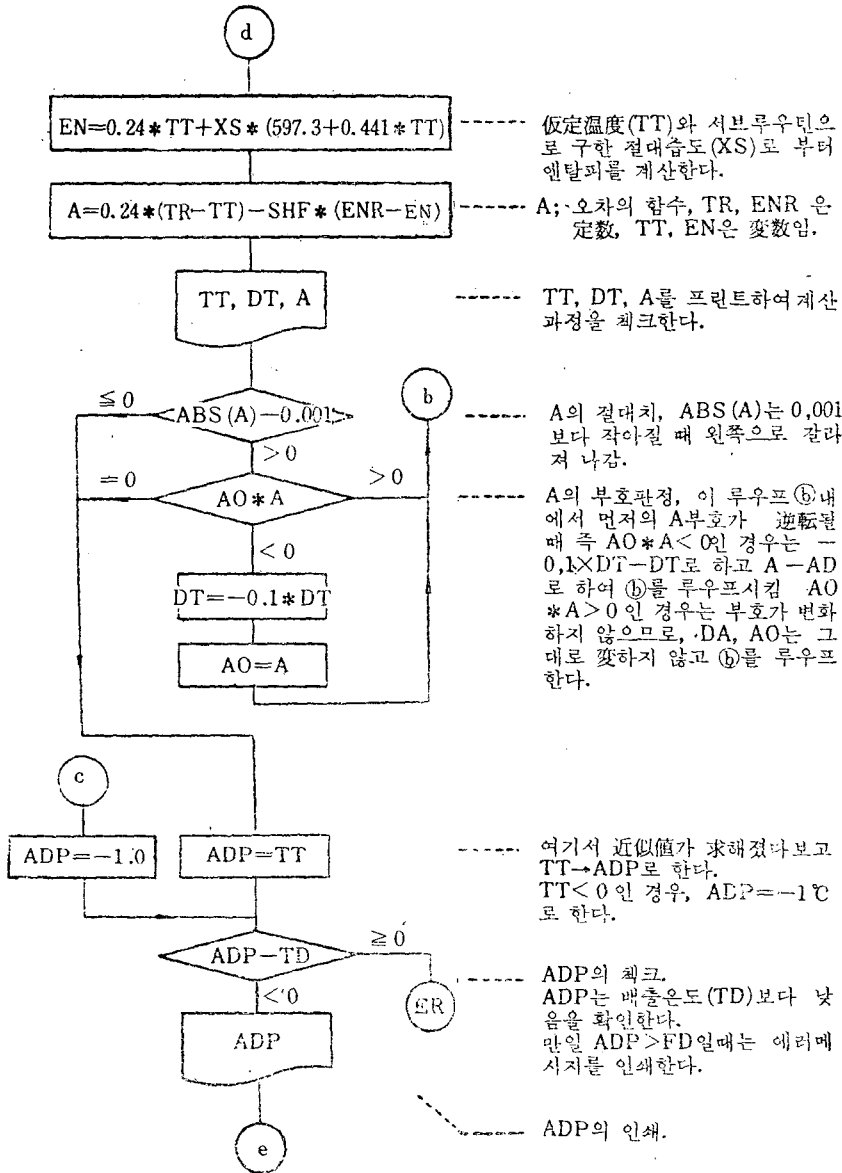
배출구 상태점과 혼합상태점을 직선으로 잇고 이 연장선과 포화증기곡선과의 교점을 코일표면 온도 ⑥이라 한다. 그림에서 읽으면 코일표면 온

도 TCS는 9.7°C 를 얻는다. 이상이 습공기선도를 사용한 계산법이며 컴퓨터에 의한 풀이를 다음에 표시한다.

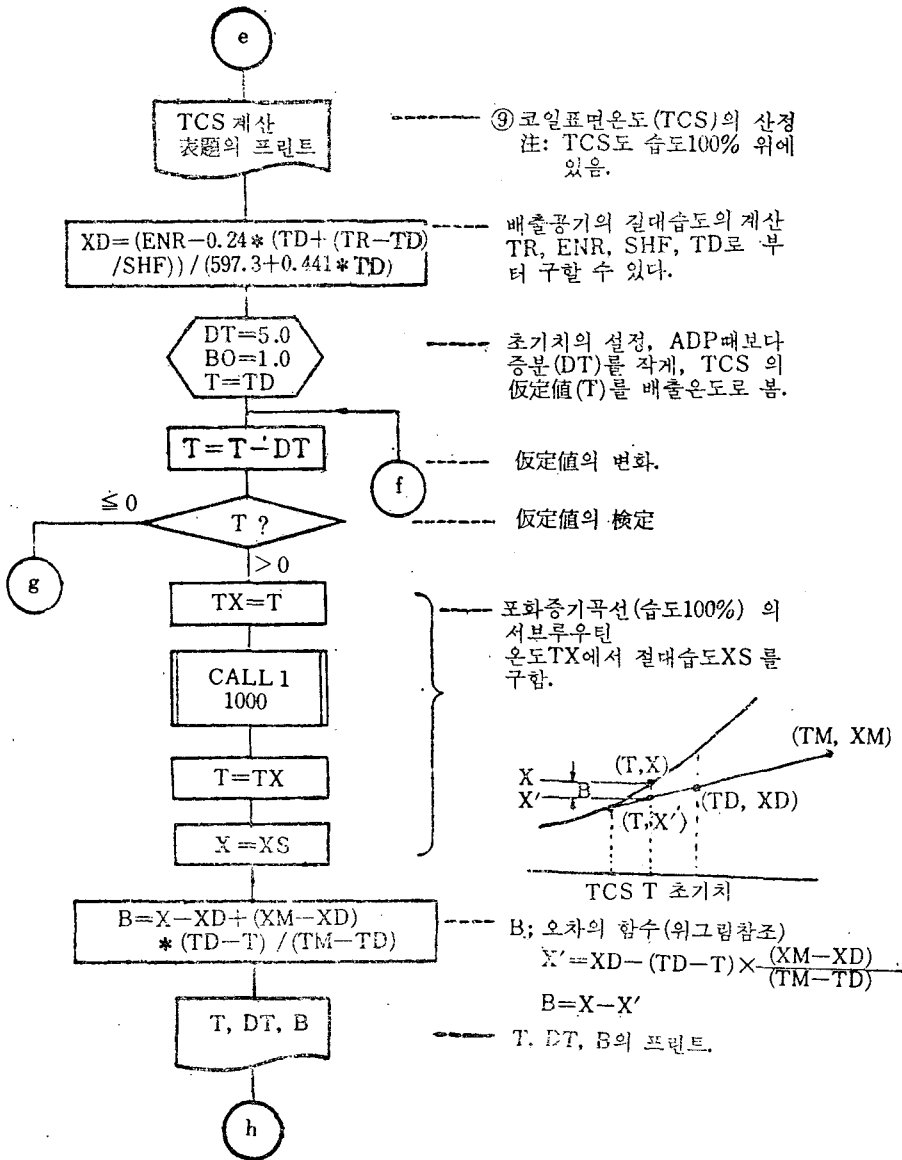
****PROGRAM****

```

*1005
C   DETERMINATION OF APPARATUS DEW POINT
    READ(40,10) FA, QS, QL
10  FORPAT(3F10.2)
    TO≈31.7
    TR≈26.0
    XO≈0.0195
    XR≈0.0105
    TD≈15.0
    
```



- | | | | |
|------------------------------------|---|------------------------------|---|
| SHF=QS/(QS+QL) | ⑩ | IF (FL)20,30,40 | ⑲ |
| QA=QS/(0.288*(TR-TD)) | ⑪ | 20 WRITE(50,50) | ⑳ |
| FL=QA-FA | ⑫ | 50 FORMAT(10X,30HDATA MISS** | ㉑ |
| WRITE(50,300) | ⑬ | (FA)**CR**(TD)**) | |
| 300 FORMAT(20X,42H** DETERMINATION | ⑭ | GO TO 500 | ㉒ |
| OF APPARATUS DEW POINT **//) | | 30 TM=TO | ㉓ |
| WRITE(50,400) QA | ⑮ | XM=XO | ㉔ |
| 400 (FORMAT(35X,19H* VOLUME OF ALL | ⑯ | GO TO 60 | ㉕ |
| AIR*,11X,F10.1,5H(CMH)) | | 40 TM=(FL*TR+FA*TO)/QA | ㉖ |
| WRITE(50,410)SHF | ⑰ | XM=(FL*XR+FA*XO)/QA | ㉗ |
| 410 FORMAT(35X,27H*SENSIBLE HEAT | ⑱ | 60 WRITE(50,420)TM | ㉘ |
| FACTOR(SHF)*,8X,F5.2//) | | | |



④ 코일표면온도(TCS)의 산정
 注: TCS도 습도100% 위에
 있음.

배출공기의 절대습도의 계산
 TR, ENR, SHF, TD로 부
 터 구할 수 있다.

초기치의 설정, ADP때보다
 증분(DT)를 작게, TCS의
 假定値(T)를 배출온도로 봄.

假定値의 변화.

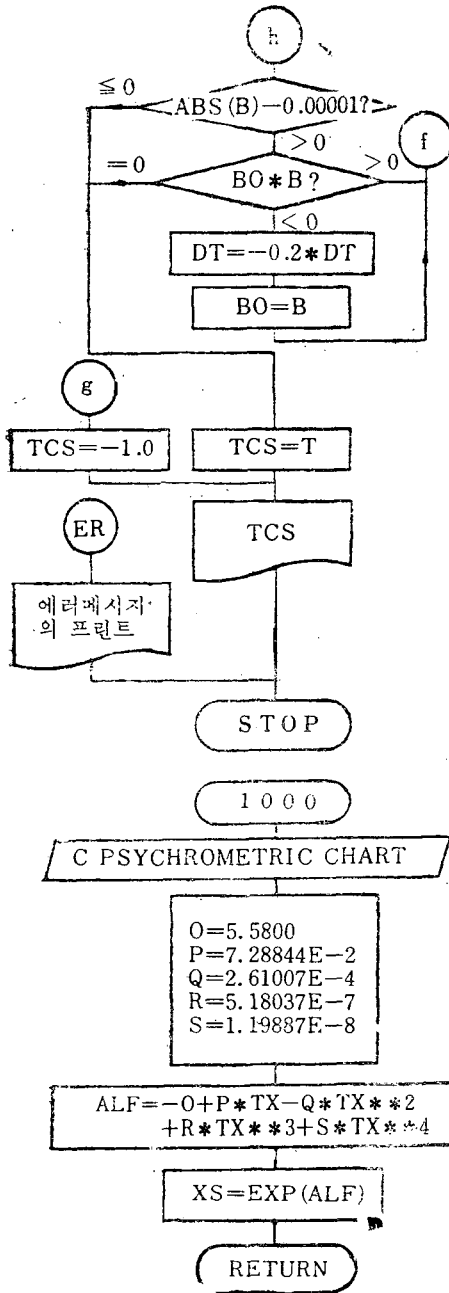
假定値의 檢定

포화증기곡선(습도100%)의
 서브루우턴
 온도TX에서 절대습도XS를
 구함.

TCS T 초기치
 B; 오차의 함수(위그림참조)
 $X' = XD - (TD - T) \times \frac{(XM - XD)}{(TM - TD)}$

$B = X - X'$
 T, DT, B의 프린트.

420	FORMAT (35X, 27H*CONDITION OF MIXING POINT*, 4H T=, 4X, F5. 2, 2H*C'	②	DT=10.	②7
	WRITE(50, 430) XM	③0	TT=TR	②8
430	FORMAT (63X. 3HX=, F9. 5, 5HKG/ KG//) WRITE(50, 440)	③1	AO=1.	②9
440	FORMAT (20X, 28H*PROCESS OF ADP-CALCULATION*).	③3	ENR=0. 24*TR+XR*(597. 3+0. 441*TR)	③0
C	DETERMINATION OF APPARATUS DEW POINT	③4	120 TT=TT-DT	③1
	WRITE(50, 520)	③5	IF(TT+10.) 70, 70, 80	③2
520	FORMAT (20X. 3HADP, 14X, 2HDT, 16X, IHA)	③6	80 TX=TT	③3
			CALL1 1000	③4
			TT=TX	③5
			EN=0. 24*TT+XS*(557. 3+0. 441*TT)	③6
			A=0. 24*(TR-TT)-SHF*(ENR-EN)	③7



오차(B)의 判定, B의 식은 절대 습도의 1차식이므로 0.00001보다 작은 값으로 한이 유다.
B의 부호判定.

코일표면온도의 결정

TCS의 프린트

⑩ 데이터에 에러가 있을 때 에러 메시지를 프린트

⑪ CALL 1000의 호출에 의하여 연산을 하고 RETURN 1으로 호출위치로 되돌아간다. 서브루틴으로서의 작용을 함.

포화증기압선의 근사식

이식은 온도(TX)에서 절대 습도(XS)를 구한다. 식의 모양은 4次的 지수함수로 표시한다.

```

WRITE(50, 450) TT, DT, A      43
450 FORMAT(15X, 3(E12.5X))    44
IF(ABS(A)-0.001)90, 90, 100  45
90 ADP=TT                      46
GO TO 130                      47
100 IF(AO*A)110, 90, 120      48
110 DT=-0.1*DT                49
    
```

```

AO=A                            50
GO TO 120                        51
70 ADP=-1.                       52
130 IF(ADP-TD)140, 20, 20       53
140 WRITE(50, 480)ADP          54
460 FORMAT(/35X, 21H*APPARATUS  55
DEW POINT*, 14X, F5.2, 2H*C//)  56
    
```


<p>C DETERMINATION OF TEMPERATURE OF COIL SURFACE WRITE(50,460)</p> <p>460 FORMAT(20X,28H*PROCESS OF TCS-CALCULATION*) WRITE(50,510)</p> <p>510 FORMAT(20X,3HTCS,14X,2HDT,16X,1HB) XD=(ENR-0.24*(TD+(TR-TD)/SHF))/(597.3+0.441*TD) DT=5.0 BO=1.0 T=TD</p> <p>200 T=T-DT IF(T)150,150,160</p> <p>160 TX=T CALL1 1000 T=TX X=XS B=X-XD+(XM-XD)*(TD-T)/(TM-TD) WRITE(50,470)T,DT,B</p> <p>470 FORMAT(15X,3(E12.5,5X)) IF(ABS(B)-0.00001)170,170,180</p> <p>170 TCS=T GO TO 210</p> <p>180 IF(BO*B)190,170,200</p> <p>190 DT=-0.2*DT BO=B GO TO 200</p> <p>150 TCS=-1.</p> <p>210 WRITE(50,490)TCS</p> <p>490 FORMAT(/,35X,29H*TEMPERATURE OF COIL SURFACE*,7X,F5.2,2H*C//)</p> <p>500 STOP</p> <p>1000 O=5.5800 P=7.28844E-2 Q=2.61007E-4 R=5.18037E-7 S=1.19887E-8 ALF=-O+P*TX-Q*TX**2+R*7X**3+S*TX** XS=EXP(ALF) RETURN1 END</p>	<p>⑥1</p> <p>⑥2</p> <p>⑥3</p> <p>⑥4</p> <p>⑥5</p> <p>⑥6</p> <p>⑥7</p> <p>⑥8</p> <p>⑥9</p> <p>⑦0</p> <p>⑦1</p> <p>⑦2</p> <p>⑦3</p> <p>⑦4</p> <p>⑦5</p> <p>⑦6</p> <p>⑦7</p> <p>⑦8</p> <p>⑦9</p> <p>⑧0</p> <p>⑧1</p> <p>⑧2</p> <p>⑧3</p> <p>⑧4</p> <p>⑧5</p> <p>⑧6</p> <p>⑧7</p> <p>⑧8</p> <p>⑧9</p> <p>⑨0</p> <p>⑨1</p> <p>⑨2</p> <p>⑨3</p> <p>⑨4</p> <p>⑨5</p> <p>⑨6</p> <p>⑨7</p> <p>⑨8</p>	<p>② 코멘트文</p> <p>③, ④ 데이터의 읽혀 들어감. FA: 신선외기량, m³/h, QS: 감열부하, kcal/h, QL: 잠열부하, kcal/h.</p> <p>⑤~⑨ 온습도조건의 설정. TO: 외기온도, °C, XO: 외기절대습도, kg/kg, TD: 배출온도, °C, TR: 실내온도, °C, XR: 실내절대습도, kg/kg</p> <p>⑩ 감열비(SHF)의 계산</p> <p>⑪ 배출풍량(QA)의 계산</p> <p>⑫ 리터언풍량(FL)의 계산</p> <p>⑬~⑰ 表題의 프린트</p> <p>⑱ FL>0 인가?</p> <p>⑳, ㉑ 에러메시지의 프린트(FL<0의 경우는 FA 나 TD의 데이터미스로 보아진다)</p> <p>㉒, ㉓ FL=0인 경우 혼합상태점(TM, XM)은 (TO, XO)와 같음.</p> <p>㉔, ㉕ FL>0인 경우 혼합상태점(TM, XM)은 (TO, XO)와 (TR, XR)을 FL: FA로 內分한 點이다.</p> <p>㉖~㉗ (TM, XM)의 프린트</p> <p>㉘, ㉙ ADP의 계산과정의 表題프린트</p> <p>㉚ 코멘트文</p> <p>㉛, ㉜ 表題의 프린트</p> <p>㉝~㉞ 初期值의 設定 증분(DT), 오차(AO), 장치노점온도(TT)의 초기치설정 실내공기의 엔탈피(ENR)의 계산</p> <p>㉟ TT-DT를 TT로 함.</p> <p>㊱ TT>-10인가?</p> <p>㊲~㊳ 서브루우틴을 사용함. TX=TT, TT=TX는 變數를 주고 받고 하고 있을 때름이다. CALL 1000에 의하여 XS(포화절대습도)를 구한다.</p> <p>㊴ TT와 XS에서 엔탈피(EN)을 구한다.</p> <p>㊵ 오차(A)의 계산</p> <p>㊶, ㊷ 계산과정(TT, DT, A)의 프린트</p> <p>㊸ A ≤0.001인가? 0.001은 오차다.</p> <p>㊹ A ≤0.001인 경우 TT를 ADP로 한다. (ADT의 결정)</p>
---	---	--

① 자릿수지정

- 53 오차(A)의 부호가 변화하였나? (앞의 오차(AO)에 대하여) ($|A| > 0.001$ 인 경우)
- 54 $-0.1DT$ 를 DT 로 함. (중분의 변화)
- 55 A를 AO로 함.
- 57 -1 을 ADP로 함. ($ADP \leq -10$ 인 경우)
- 58 $ADP < TD$ 인가? (ADP 가 배출온도 (TD)이상일 수는 없다)
- 59, 60 ADP의 프린트
- 61 코멘트文
- 62~65 계산과정(TCS)의 表題프린트
- 66 배출공기의 절대습도(XD)의 계산
- 67~69 초기치의 설정. 중분(DT), 오차(BO) TCS(T)의 초기치설정

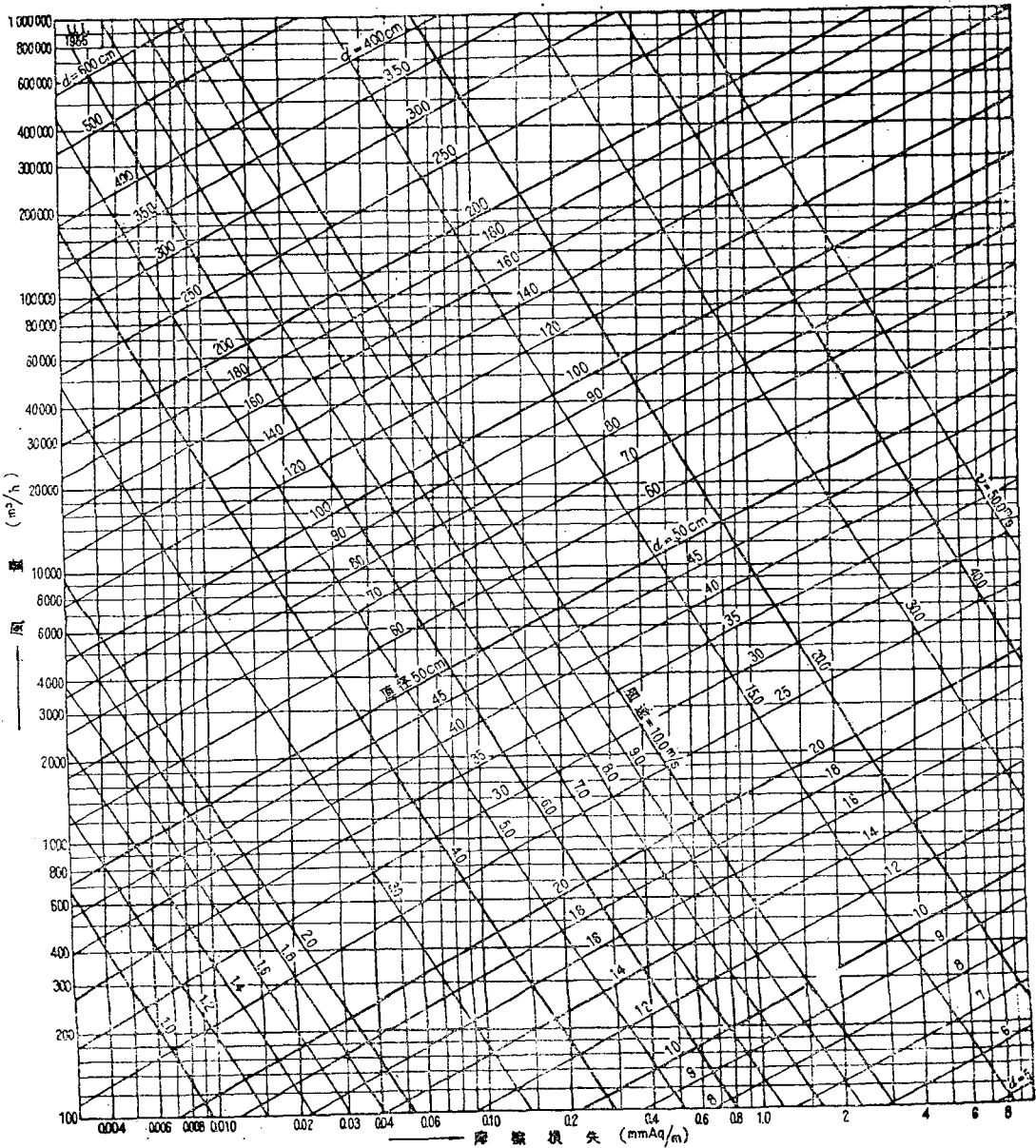


그림 2. 더트의 抵抗線圖

- 70 T-DT 를 T 로 함.
- 71 T > 0 인가?
- 72~74 서브루우틴을 사용하여 XS 를 구함.
- 75 XS 를 X 로 함.
- 76 오차(B)의 계산
- 77, 78 계산과정 (T, DT, B)의 프린트
- 79 |B| ≤ 0.00001인가?
- 80 T 를 TCS 로 함. (|B| ≤ 0.00001인 경우)
- 82 오차(B)의 부호가 변화하였나? (앞의 오차(BO)에 대하여) (|B| > 0.00001의 경우)
- 83 -0.2DT 를 DT 로 함.
- 84 B 를 BD 로 함.
- 85 -1 를 TCS 로 함.
- 87, 88 TCS 의 프린트
- 89~97 CALL 1000에 의하여 실행되는 서브루우틴 포화증기곡선을 4차의 式의 e의指數函數에 近似化하고 있음. CALLn 으로 呼出하는 서브루우틴은 같은 프로그램상의 스테이트먼트라벨 n에서 시작하고 RETURN 1으로 끝난다. 원위치로 되돌아간다.

0.13000E 02	-0.10000E 01	0.15680E 00
0.12900E 02	0.10000E 00	0.13382E 00
0.12800E 02	0.10000E 00	0.11100E 00
0.12700E 02	0.10000E 00	0.88365E-01
0.12600E 02	0.10000E 00	0.65894E-01
0.12500E 02	0.10000E 00	0.43594E-01
0.12400E 02	0.10000E 00	0.21462E-01
0.12300E 02	0.10000E 00	-0.50081E-03
APPARATUS DEW POINT		12.30*C
PROCESS OE TCS-CALCULATION		
TCS	DT	B
0.10000E 02	0.50000E 01	-0.37654E-04
0.11000E 02	-0.10000E 01	0.18413E-03
0.10800E 02	0.20000E 00	0.13717E-03
0.10600E 02	0.20000E 00	0.91532E-04
0.10400E 02	0.20000E 00	0.47188E-04
0.10200E 02	0.20000E 00	0.41306E-05
TEMPERATURE OE COIL SUREACE 10.20*C		

[예제] 덕트의 設計

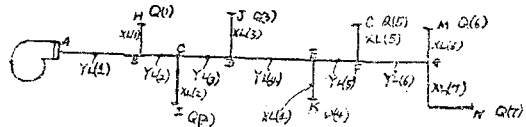


그림 3.

- A, B, ..., N: 위치를 나타내는 기호
- XL(1), ..., XL(7): 브란치덕트의 길이
- YL(1), ..., YL(6): 메인덕트의 길이
- Q(1), ..., Q(7): 배출송풍량

그림 3에서 덕트系統의 덕트지름(圓形덕트)을 改良等壓法으로 決定하라. 다만, 單位壓力降下 ΔP=0.1 mmAq/m (메인덕트部에서)

制限風速 U=10 m/sec

(브란치덕트部에서만 적용)

等價 길이에 對하여

벤드部分=5 m, 브란치部分=10 m로 함.

덕트의 길이와 風量은 다음 表와 같다.

배출풍량 (m³/h)	브란치덕트 길이 (m) XL			메인덕트 (m) YL				
	실 길이	등기 길이	합계	실 길이	등기 길이	합계		
H 4,000	BH	10	10	20	AB	20	5	25
I 6,000	CI	15	10	25	BC	10	0	10

INPUT DATA

900.00 9600.00 3000.00

OUTPUT

**DETERMINATION OF APPARATUS DEWPOINT

VOLUME OF ALL AIR 3030.3(CMH)

SENSIBLE REAT FACTOR(SHF) 0.16

CONDITION OF MIXNG PONT T=27.6°C

X=0.0131

PROCESS OF ADP-CALCULATION

ADP	DT	A
0.16000E 02	0.10000E 02	0.93160E 00
0.60000E 01	0.10000E 02	-0.10815E 01
0.70000E 01	-0.10000E 01	-0.94599E 00
0.80000E 01	-0.10000E 01	-0.79789E 00
0.90000E 01	-0.10000E 01	-0.63656E 00
0.10000E 02	-0.10000E 01	-0.46122E 00
0.11000E 02	-0.10000E 01	-0.27111E 00
0.12000E 02	-0.10000E 01	0.65389E-01

J	3,000	D J	15	10	25	CD	15	0	15
K	2,000	E K	15	10	25	DE	20	0	20
L	5,000	F L	10	10	20	EF	10	0	10
M	5,000	G M	10	10	20	FG	15	0	15
N	5,000	G N	25	15	40				

E K	6.5	0.26
F L	5.5	0.275
G M	4.0	0.20
G N	4.0	0.10

<풀이> 우선 各排出系統의 길이를 求한다.

系 統	各系統 길이(m) (메인덕트部+브란치덕트部)	
A-H	AB+BH	45
A-I	AC+CI	60
A-J	AD+DJ	75
A-K	AE+EK	95
A-L	AF+FL	100
A-M	AG+GM	115
A-N	AG+GN	135

최대의 길이는 A-N 系統의 135m이다. 單位壓力降下는 0.1mmAq/m이므로 所要靜壓은 0.1×135=13.5mmAq가 된다.

메인덕트部의 지름을 決定한다. 單位壓力降下는 0.1mmAq/m이므로 風量을 계산한 뒤에 덕트 저항線圖(그림 2)를 使用해서 덕트의 지름과 풍속을 구한다.

區間	風 量(m ³ /h)	單位壓力降下 (mmAq/m)	덕트 지름 (m)	風速 (m/sec)	壓力降下 (mmAq)
AB	H+I+J+K+L+M+N	30,000	0.1	1.0	2.5
BC	I+J+K+L+M+N	26,000	0.1	0.94	1.0
CD	J+K+L+M+N	20,000	0.1	0.86	1.5
DE	K+L+M+N	17,000	0.1	0.81	2.0
EF	L+M+N	15,000	0.1	0.78	1.0
FG	M+N	10,000	0.1	0.66	1.5

다음으로 各系統에 均衡한 壓力손실이 얻어지도록 브란치덕트部가 말아야 될 壓力損失과 單位壓力降下를 求하여야 한다.

브란치系 統	壓力降下(mmAq) 0.1×(最大길이- 메인덕트部)	單位壓力降下 (mmAq/m) 壓力降下/ 브란치덕트길이
BH	11.0	0.55
CI	10.0	0.40
DJ	8.5	0.34

單位壓力降下를 알면 덕트 抵抗線圖(그림 2)를 使用해서 덕트지름과 풍속을 구한다. 더우기 풍속이 제한풍속을 超過하는 區間에 대해서는 브란치部에서 流量調節用的 댐퍼를 使用한다. 그리고는 그 區間의 풍속을 제한풍속으로 訂제하여 풍속과 풍량으로부터 덕트지름을 決定한다.

區間	1 次 算 定			2 次 算 定			
	風量 (m ³ /h)	單位壓力降下 (mmAq/m)	덕트 지름 (m)	風速 (m/sec)	修正風速 (m/sec)	修正덕트지름 (m)	댐퍼의 要 또는 不要
BH	4,000	0.55	0.33	13.0	10.0	0.37	要
CI	6,000	0.40	0.42	13.0	10.0	0.46	要
DJ	3,000	0.34	0.33	9.8	-	-	-
EK	2,000	0.26	0.30	8.0	-	-	-
FL	5,000	0.275	0.42	10.2	10.0	0.42	要
GM	4,000	0.20	0.41	8.6	-	-	-
GN	6,000	0.10	0.55	7.5	-	-	-

以上の 計算으로부터 덕트지름, 風速, 댐퍼의 要 또는 不要 所要靜壓을 求하였다. 이 例題에 있어서는 等價 길이를 假定하였으나 本來 等價 길이는 未知數이다.

例컨데 求한 BH의 지름, 風速 및 施工法을 고려한 局部抵抗圖表로부터 全壓損失을 求하여 BN에서의 全壓損失과 큰 差가 없는지를 檢討하여 그 差가 지나치게 클 때는 다시 BH를 計算한다.

<컴퓨터에 의한 풀이>

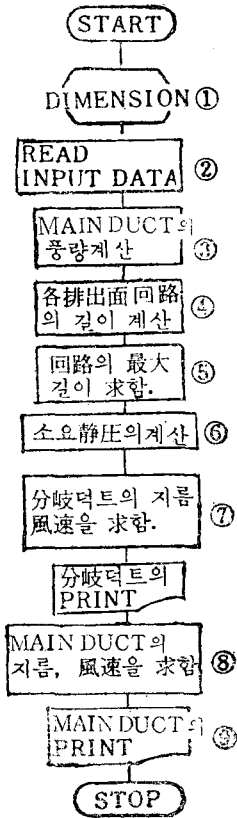
① 덕트의 抵抗線圖에 對한 解析

線圖를 간단한 式으로 表示하는 것이 문제를 푸는 키이포인트다. 마찰저항은 앞서 말한 바와 같이

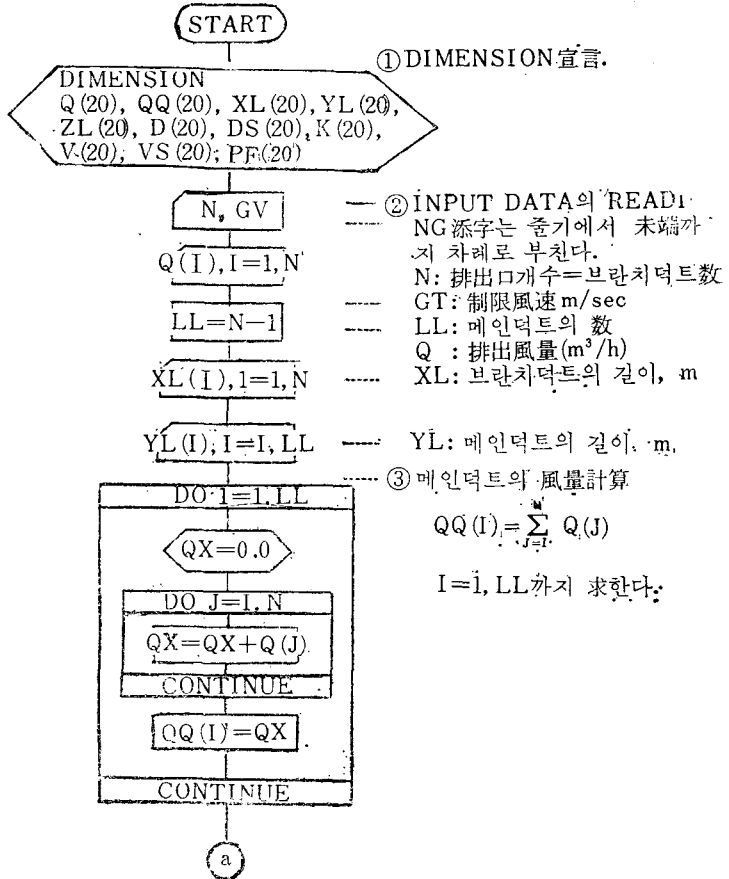
$$\Delta P_s = H_L \cdot \gamma = \lambda \frac{l}{d} \frac{V^2}{2g} \gamma$$

로 表示된다. λ은 Moody 線圖로부터 求하여야 한다. 그러나 덕트에서 갖는 레이놀즈數, 粗度の 使用범위를 감안하여 보다 더 단순한 式으로 表示하는 것이 計算速度의 點에서 有利하다고 볼 수 있다. 그래서 다음 式을 使用한다.

FLOW CHA



FLOW CHART IN DETAIL



$$H_L = 0.00131 l' V^{1.85} / d^{1.25}$$

이 式에 風量, $Q(m^3/sec)$ 를 使用한다.

$$Q = \frac{\pi}{4} d^2 V(3600), \quad d = \frac{Q^{0.25}}{53.2 V^{0.2}}$$

위의 2式에서 d 를 消去하여 H_L 을 Q 및 V 로 表示하면

$$H_L = 2.88KV^{2.46}$$

이 때 $K = l' / Q^{0.62}$ 가 된다.

또 V 를 消去하여 $\Delta P_s (= \frac{\Delta P_f}{V})$ 와 Q 로 d 를 나타내면

$$d = 0.01343Q^{0.374} / \Delta P_s^{0.202}$$

여기서

$$\Delta P_s = 0.1 \text{ mmAq/m}$$

라 하면

$$d = 0.02138Q^{0.374}$$

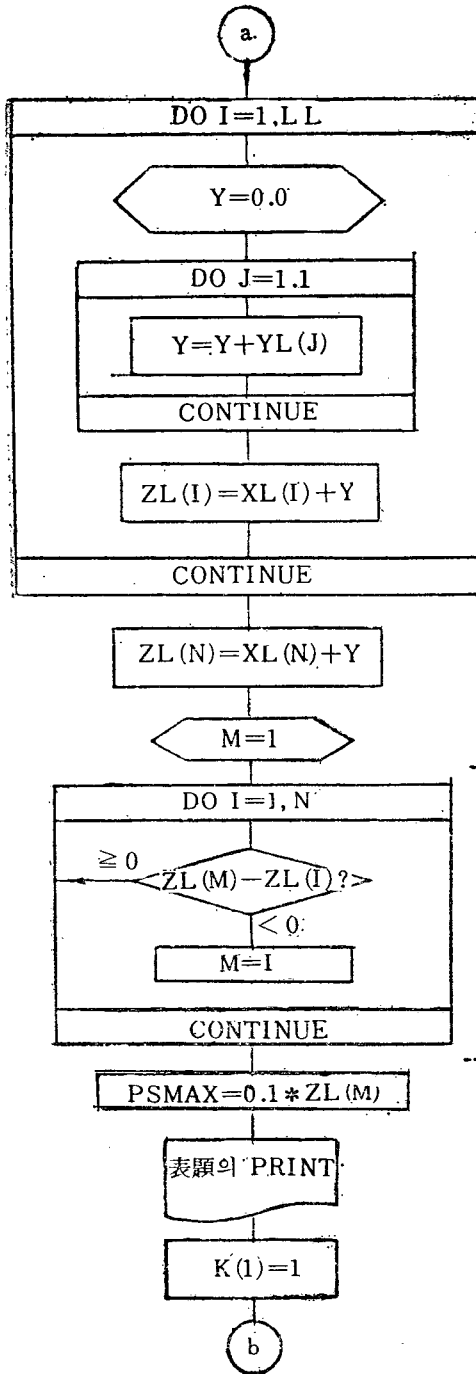
이 된다.

그림 1의 덕트抵抗線圖는 y 軸에 $Q(m^3/h)$, x 軸에 $H_L(\text{mmAq/m})$ 을 對數로 나타낸 兩對數 그래프로 $V(m/sec)$, $d(m)$ 를 助變數로 해서 表示되고 있다. 지금 求한 式은 실제에 있어서 지가 없는 범위에서 잘 近似化되고 있다.

② 局部抵抗의 假定

덕트 計算에 필요한 국소저항은 덕트의 지름과 그 前後의 速度의 函數이므로 尙前로부터 等價 길이는 未知數이다. 따라서 適當한 값으로 假定을 하여 計算을 進行하고 나온 結果를 修正해서 다시 計算하는 것이 筆算에 있어서의 一般적인 手法이다. 이 例題에 있어서는 筆算의 경우와 마찬가지로 等價 길이를 假定하여 input 하는 것으로 한다.

③ 컴퓨터 프로그램



④ 各排出回路의 길이를 求한다.

----- Y를 clear한다.

----- 始発点에서 分岐点까지의 主
덕트의 길이

$$Y = \sum_{j=1}^l YL(J)$$

----- ZL(I): 回路의 길이, m
= Y + XL(I)
(分岐덕트의 길이)

----- $ZL(N) = XL(N) + \sum_{j=1}^{N-1} YL(J)$

----- ⑤ 回路길이의 最大値를 求한다.

----- ZL(M) < ZL(I) 일 때
M=I로 함.
이렇게 해서 I=1, N의 반복
으로 最大値 ZL(M)을 求한
다.

----- ⑥

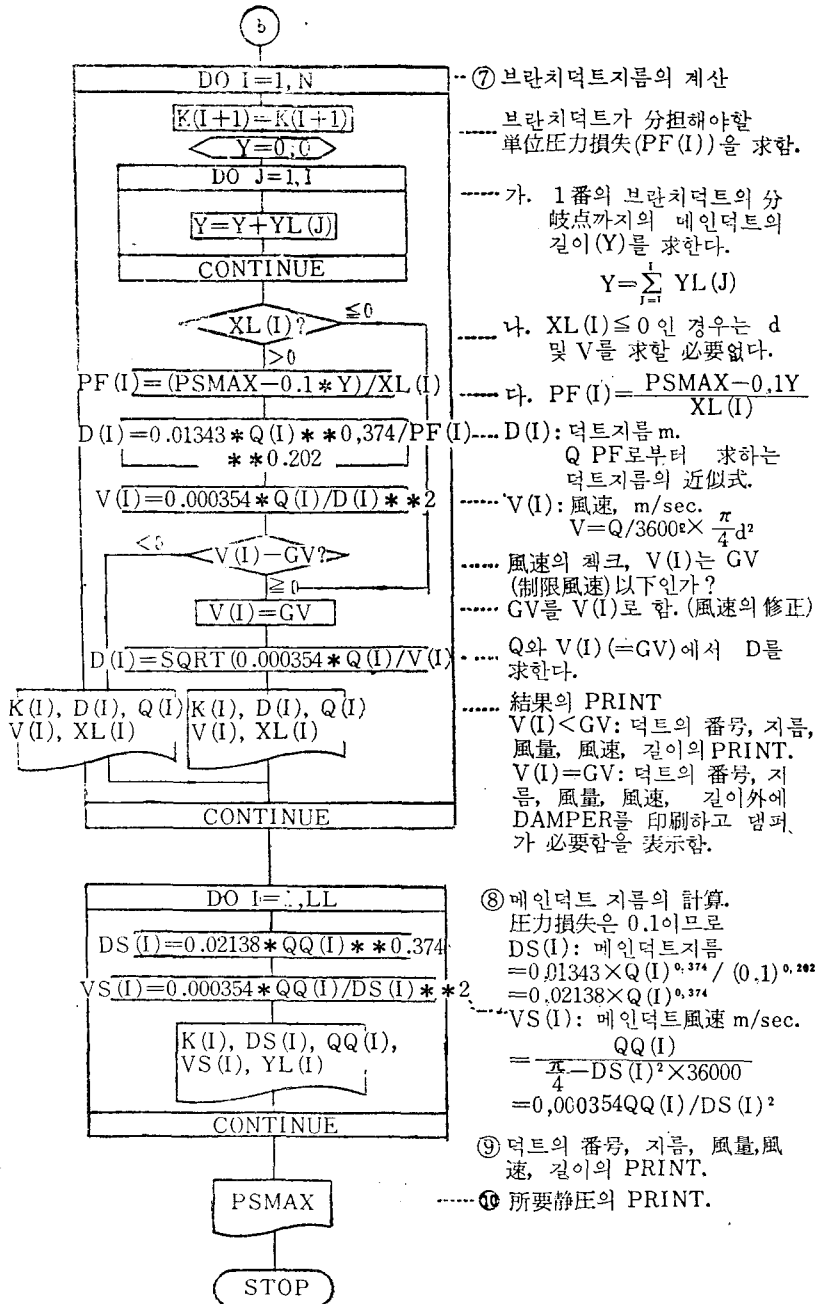
----- 單位길이 당 压力損失을 0.1
mm Aq/2로 設定하고 있으므로
로 所要靜圧(PSMAX)은 다
음과 같이 된다.
 $PSMAX = 0.1 \times ZL(M)$
(最大길이)

컴퓨터 프로그램을 作成하는 手順은 다음과 같다.

1. 局部抵抗損失은 모두 等價 길이를 表示하여 實길이에 加算하여 人力데이터로 한다.

2. 單位 길이당 마찰손실은 0.1 mm Aq/m로 한다. 이것은 메인덕트에만 적용된다.

3. 風量(Q), 메인덕트 길이(YL) 및 브랜치덕트 길이(XL)은 定하여져 있는 것으로 한다.



4. 덕트內의 風速이 制限風速을 超過하는 경우 적당한 저항을 두어서 制限風速內에 抑制하도록 한다.

以上과 같은 手順으로 프로그래밍을 하게 되며 프로그래밍을 위한 Flow Chart를 다음에 詳細히 說明하고 作成된 프로그램의 Source List와

이에 對한 說明 그리고 Input Data와 컴퓨터로 演算되어 나온 Output의 結果를 그 뒤에 나타내었다.

PROGRAM

*1005

C

CALCULATION OF DUCT SIZE BY

①

②

<p>IMPROVED EQUAL FRICTION LOSS</p> <p>DIMENSION Q(20), QQ(20), XL(20), ③ YL(20), ZL(20), D(20), DS(20)</p> <p>DIMENSION K(20), V(20), VS(20), ④ PF(20)</p> <p>READ(40,10) N,GV ⑤</p> <p>10 FORMAT(15,F5.1) ⑥</p> <p>READ(40,20) (Q(I), I=1,N) ⑦</p> <p>20 FORMAT(8E10.0) ⑧</p> <p>LL=N-1 ⑨</p> <p>READ(40,25) (XL(I), I=1,N) ⑩</p> <p>25 FORMAT(16F5.1) ⑪</p> <p>READ(40,25) (YL(I), I=1,LL) ⑬</p> <p>DO 30 I=1, LL ⑬</p> <p>QX=0.0 ⑭</p> <p>DO 40 J=I,N ⑮</p> <p>QX=QX+Q(J) ⑯</p> <p>40 CONTINUE ⑰</p> <p>QQ(I)=QX ⑱</p> <p>30 CONTINUE ⑲</p> <p>DO 50 I=1,LL ⑳</p> <p>Y=0.0 ㉑</p> <p>DO 60 J=1,I ㉒</p> <p>Y=Y+YL(J) ㉓</p> <p>60 CONTINUE ㉔</p> <p>ZL(I)=XL(I)+Y ㉕</p> <p>50 CONTINUE ㉖</p> <p>ZL(N)=XL(N)+Y ㉗</p> <p>M=1 ㉘</p> <p>DO 70 I=1,N ㉙</p> <p>IE(ZL(M)-ZL(I) 80,70,70) ㉚</p> <p>80 M=1 ㉛</p> <p>70 CONTINUE ㉜</p> <p>PSMAX=0.1*ZL(M) ㉝</p> <p>WRITE(50,100) ㉞</p> <p>100 FORMAT(6X,46H** CALCULATION ㉟ OE DUCT SIZE BY IMPROVED EQUAL)</p> <p>WRITE(50,101) ㊱</p> <p>101 FORMAT(23HFRICTION LOSS ㊲ METHOD **//11X,18HNO DUCT SIZE</p> <p>WRITE(50,102) ㊳</p> <p>102 FORMAT(41H AIR VOLUME ㊴ VELOCITY LENGTH/)</p> <p>WRITE(50,103) ㊵</p> <p>103 FORMAT(23X,3H(M),12X,5H(CMH), ㊶ 9X,5H(M/S),10X,3H(M/))</p>	<p>②</p> <p>③</p> <p>④</p> <p>⑤</p> <p>⑥</p> <p>⑦</p> <p>⑧</p> <p>⑨</p> <p>⑩</p> <p>⑪</p> <p>⑬</p> <p>⑬</p> <p>⑭</p> <p>⑮</p> <p>⑯</p> <p>⑰</p> <p>⑱</p> <p>⑲</p> <p>⑳</p> <p>㉑</p> <p>㉒</p> <p>㉓</p> <p>㉔</p> <p>㉕</p> <p>㉖</p> <p>㉗</p> <p>㉘</p> <p>㉙</p> <p>㉚</p> <p>㉛</p> <p>㉜</p> <p>㉝</p> <p>㉞</p> <p>㉟</p> <p>㊱</p> <p>㊲</p> <p>㊳</p> <p>㊴</p> <p>㊵</p> <p>㊶</p>	<p>K(I)=1 ㊷</p> <p>DO 110 I=1,N ㊸</p> <p>K(I+1)=K(I)+1 ㊹</p> <p>Y=0.0 ㊺</p> <p>DO 120 J=1,I ㊻</p> <p>Y=Y+YL(J) ㊼</p> <p>120 CONTINUE ㊽</p> <p>IF(XL(I))130,130,140 ㊾</p> <p>140 PF(I)=(PSMAX-0.1*Y)/XL(I) ㊿</p> <p>D(I)=0.01343*Q(I)**0.374/PF(I)**0.202 ①</p> <p>V(I)=0.000354*Q(I)/D(I)**2 ②</p> <p>IF(V(I)-6V)150,130,130 ③</p> <p>130 V(I)=GV ④</p> <p>D(I)=SQRT(0.000354*Q(I)/V(I)) ⑤</p> <p>WRITE(50,160)K(I),D(I),Q(I), ⑥ V(I),XL(I)</p> <p>160 FORMAT(5X,5H SUB-,I3,7X, ⑦ F6.3,7X,F6.3,7X,F10.0,5X, F10.3,6X,F6.2)</p> <p>WRITE(50,161) ⑧</p> <p>161 FORMAT(3X,6HDAMPER/) ⑨</p> <p>GO TO 110 ⑩</p> <p>150 WRITE(50,170)K(I),D(I)Q(I), ⑪ V(I),XL(I)</p> <p>170 FORMAT(5X,5H SUB-,I3,7X, ⑫ F6.3,7X,F10.0,5X,F10.3,6XF6.2/)</p> <p>110 CONTINUE ⑬</p> <p>DO 180 I=1,LL ⑭</p> <p>DS(I)=0.02136*QQ(I)**0.374 ⑮</p> <p>VS(I)=0.000354*QQ(I)/DS(I)**2 ⑯</p> <p>WRITE(50,190)K(I),DS(I), ⑰ QQ(I),VS(I),YL(I)</p> <p>160 FORMAT(5X,5HMAIN-,I3,7X, ⑱ F6.3,7X,F10.0,5X,F10.3,6X,F6.2/)</p> <p>180 CONTINUE ㉑</p> <p>WRITE(50,200) PSMAX ㉒</p> <p>200 FORMAT(1H///20X,23HPRESSURE ㉓ LOSS OF DUCT=,F7.2,7H(MMAQ)/)</p> <p>STOP ㉔</p> <p>END ㉕</p>	<p>㉖</p> <p>㉗</p> <p>㉘</p> <p>㉙</p> <p>㉚</p> <p>㉛</p> <p>㉜</p> <p>㉝</p> <p>㉞</p> <p>㉟</p> <p>㊱</p> <p>㊲</p> <p>㊳</p> <p>㊴</p> <p>㊵</p> <p>㊶</p> <p>㊷</p> <p>㊸</p> <p>㊹</p> <p>㊺</p> <p>㊻</p> <p>㊼</p> <p>㊽</p> <p>㊾</p> <p>㊿</p> <p>①</p> <p>②</p> <p>③</p> <p>④</p> <p>⑤</p> <p>⑥</p> <p>⑦</p> <p>⑧</p> <p>⑨</p> <p>⑩</p> <p>⑪</p> <p>⑫</p> <p>⑬</p> <p>⑭</p> <p>⑮</p> <p>⑯</p> <p>⑰</p> <p>⑱</p> <p>㉑</p> <p>㉒</p> <p>㉓</p> <p>㉔</p> <p>㉕</p>
--	---	--	---

① 차리수 지정
 ② 코멘트文
 ③, ④ DIMENSION 宣言
 ⑤~⑫ INPUT DATA 의 READING.
 N: 排出口의 數
 GV: 制限風速, m/sec

- Q : 各排出風量, m^3/h
 XL : 브란치덕트의 길이
 YL : 메인덕트의 길이
 ⑬~⑰ 메인덕트의 各區間의 風量($QQ(I)$, $I=1, N-1$)을 求한다.
 ⑱~⑲ $QX = \sum_{j=1}^N (QJ)$
 ⑳~㉔ 各回路 길이 ($ZL(I)$, $I=1, N-1$)을 求한다.
 ㉕~㉗ $Y = \sum_{j=1}^I YL(J)$ I 番째의 分岐點까지의 메인덕트의 거리
 ㉘ N 番째의 回路 長이의 계산
 ㉙~㉚ $ZL(I)$ 의 最大値($ZL(M)$)을 求한다.
 ㉛ $ZL(M)$ 에 $0.1(mmAq/m)$ 을 곱하여 所要靜壓($PSMAX$)을 구한다.
 ㉜~㉝ 表題($DATA$ 名)의 $PRINT$
 ㉞ 덕트番號(K)를 위한 준비
 ㉟~㊱ 分岐덕트의 지름과 風速의 計算($I=1, N$) 및 結果의 $PRINT$
 ㊲ $XL(I) > 0$ 인가?
 ㊳ 分岐區間의 單位壓力損失($PF(I)$)의 計算
 ㊴ 덕트지름($D(I)$)의 計算
 ㊵ 風速($V(I)$)의 計算
 ㊶ $Y(I) < GV$ 인가?
 ㊷ 制限風速(GV)를 $V(I)$ 로 합.
 ㊸ $Q(I)$, $V(I)$ 에서 덕트지름($D(I)$)을 計算
 ㊹~㊺ 風速을 制限風速이 억제한 경우의 結果 $PRINT$

- ㊻, ㊼ 計算結果의 프린트
 ㊽~㊾ 메인덕트의 지름과 風速의 計算($I=1, N-1$) 및 結果의 $PRINT$
 ㊿ 덕트지름($DS(I)$)의 計算
 ㋀ 風速($VS(1)$)의 計算
 ㋁, ㋂ 計算結果의 $PRINT$
 ㋃, ㋄ $PSMAX$ 의 $PRINT$

INPUT DATA

```

7 10.0
    4000. 6000. 3000. 2000. 5000. 4000. 6000.
20.0 25.0 25.0 25.0 20.0 20.0 40.0
25.0 10.0 15.0 20.0 10.0 15.0
    
```

OUTPUT

**CALCULATION OF DUCT SIZE BY
IMPROVED EQUAL FRICTION LOSS METHOD**

NO	DUCT SIZE (M)	AIR VOL- UME (CMH)	VEL- OCITY (M/S)	LENGTH (M)	
SUB-1	0.376	4000.	10.000	20.00	DAMPER
SUB-2	0.460	6000.	10.000	25.00	DAMPER
SUB-3	0.333	3000.	9.545	25.00	
SUB-4	0.302	2000.	7.733	25.00	
SUB-5	0.421	5000.	9.965	20.00	
SUB-6	0.413	4000.	8.282	20.00	
SUB-7	0.553	6000.	6.933	40.00	
MAIN-1	1.010	30000.	10.404	25.00	
MAIN-2	0.957	26000.	10.036	10.00	
MAIN-3	0.868	20000.	9.393	15.00	
MAIN-4	0.816	17000.	9.016	20.00	
MAIN-5	0.779	15000.	8.737	10.00	
MAIN-6	0.669	10000.	7.888	15.00	

PRESSURE LOSS OF DUCT=13.50(MMAQ)