

屋外換氣用 空氣의 最適 固定 百分率을 決定하는 方法

A Method of Determining Optimum Fixed Percentage of Outdoor Ventilation Air

Carl H. Jordan

(ASHRAE Journal March, 1973)

廉 東 洙 譯

外氣의 固定百分率로 作動하도록 設計된 HVAC 장치
를 가진 建物에 대하여 筆者는 最適百分率을 計算하는
한 方法을 提示하고 있다. 이 例에서 샌프란시스코의
環境에 관한 데이터를 使用한다.

(外氣)/(還氣 economizer cycle)을 가진 裝置에 있어
서 外部換氣의 最適百分率을 自動적으로 使用하도록 設
計되지 않은 空氣調和裝置에서는 通風, 煙氣와 냄새除
去 等に 所要되는 外氣의 固定百分率을 最少로 잡는 것
이 通例이다. 그러한 外氣의 固定百分率은 보통 10~25
% 범위에 있다.

그러나 氣候, 裝置의 종류, 運轉時間 및 投資와 energy
費用을 포함한 주어진 諸 條件들에 대하여 固定外氣의
經濟的인 最適百分率이 있다. 비록 여기서는 취급하지
않지만 어떤 몇몇 경우에 있어서 固定外氣의 最適百分
率을 使用한 裝置가 (外氣)/(還氣 economizer cycle)을
使用한 裝置보다 더 經濟的이라는 것을 例示할 수도 있
을 것이다. 만약에 economizer cycle의 使用으로 생기는
年間 energy 費의 節約額이 充分히 크지 못하여 追
加된 投資와 外氣 및 還氣의 自動 damper, duct 와
control 에 聯關되는 整備費 그리고 建物空間要求까지를
正當化하지 못한다면 위의 사실은 眞實일 것이다.

그럼에도 불구하고 우리는 外氣의 固定百分率을 使用
하는 裝置를 取扱하고 있다고 假定하면서 最適百分率을
決定하는 方法을 追求해 보자. 이 方法은 中央式 에어
핸들링裝置가 一定한 溫度로 一定한 空氣의 量을 分配
해야 하는 裝置 즉 再加熱裝置에서 取扱된다. 그 方法
은 變動容積裝置(variable volume systems)에 대해서
負荷와 그에 따른 空氣量이 相當하게 一定한 경우에 또

한 相當하게 精確해야만 한다. 解釋을 進行하기 위하여
地域條件에 基礎한 어떤 데이터를 定해야 할 것이다.
이 例에서 데이터를 다음과 같이 假定한다.

1. 位置 : San Francisco
2. 運轉時間 : 24hr/day, 365day/yr
3. 外氣條件의 양상 : 表 1 參照
4. 一定給氣溫度 : 50°Fdb
5. 室內溫度 : 70°Fdb
6. 外部冬季設計溫度 : 42°Fdb
7. 外部夏季設計溫度 : 80°Fdb
8. 平均유닛冷却에너지 : 1kw/ton
9. 平均보일러效率 : 70%
10. 平均冷却에너지 : \$0.015/kwh, 需要를 포함.
11. 平均暖房에너지費 : \$0.07/therm
12. 워터힐러, 冷却塔, 펌프와 配管을 포함한 冷却裝
置에 대한 投資費 : \$300/ton
13. 보일러, 펌프와 配管을 포함한 暖房裝置에 대한
投資費 : \$25/MBh*
14. 中央式 冷房과 暖房裝置에 대한 減價償却期間 : 20
年
15. 利子率 : 6%
16. 資本回收係數(CRF) : 式, $OC(同一年間維持費) = IC(初期費用) \times CRF$ 에서 6%와 20년에 대해서
0.08717. (1)

어떤 다른 費用들은 外氣의 百分率과 關係가 없으므로
로 解釋에서 除外한다. 그러한 除外된 費用들은 (1) 위
에 기록된 中央式 冷房과 暖房裝置外的 投資費, (2) 入

* 1000Btuh

表 1. 샌프란시스코의 외기 건구온도의 모양

온도범위	Hrs/Yr
95-99	1
90-94	5
85-89	15
80-84	40
75-79	99
70-74	285
65-69	665
60-64	1264
55-59	2341
50-54	2341
45-49	1153
40-44	449
35-39	99
30-34	10

口的 混合空氣狀態로부터 一定給氣溫度까지 空氣溫度를 變化하는데 따른 費用을 除外한 에너지費, (3) 整備, (4) 稅金과 保險이다. 그러므로 다음 예에 反映된 費用들은 比較值일 뿐이며 總費用은 아니다.

解析을 進行한다면 各曲線상의 한點 即 87.5% 外氣에 相當하는 點을 使用해서 그림 1에 表示된 曲線들이 얻어진다. 曲線상의 다른 點들도 類似한 方法으로 계산된다.

維持費

中央式 冷房과 暖房裝置는 設計外氣條件으로부터 나오는 吸氣條件에 대하여 크기가 定해져야 한다. 裝置의 크기, 그리고 관련된 費用이 外氣의 百分率보다 클 것이다.

87 $\frac{1}{2}$ % 外氣의 예를 들면, 夏季設計吸氣溫度는
 $70^{\circ}\text{F} + 0.875(80^{\circ}\text{F} - 70^{\circ}\text{F}) = 79^{\circ}\text{F}$

冷却負荷는

$$\frac{1.08 \times 1\text{cfm}(79^{\circ}\text{F} - 50^{\circ}\text{F})}{12,000\text{Btu/ton}} = 0.00261\text{ton/cfm}$$

冷却裝置에 대한 投資費는

$$0.00261\text{ton/cfm} \times \$300/\text{ton} = \$0.78/\text{cfm}$$

冬季設計吸氣溫度는

$$70^{\circ}\text{F} - 0.875(70^{\circ}\text{F} - 42^{\circ}\text{F}) = 45.5^{\circ}\text{F}$$

加熱負荷는

$$\frac{1.08 \times 1\text{cfm}(50^{\circ}\text{F} - 45.5^{\circ}\text{F})}{1,000\text{Btu/MBtu}} = 0.00486\text{MBh/cfm}$$

加熱裝置에 대한 投資費는

$$0.00486\text{MBh/cfm} \times \$25/\text{MBh/cfm} = \$0.12/\text{cfm}$$

이다.

그러므로 總冷却과 加熱裝置投資費는 $\$0.78 + \$0.12 = \$0.90/\text{cfm}$ 이다. 同一한 年間維持費는

$$\$0.90/\text{cfm} \times 0.08718 = \$0.078/\text{cfm-yr}$$

이다. 이 값은 87 $\frac{1}{2}$ % 外氣에 대하여 그림 1에 포함되 있다.

年間 에너지費

表 1에서 外氣의 每 5°F 마다의 平均 에너지費를 決定해야 한다. 그렇게 하는데에는 db와 wb의 影響을 들 다 고려해야 한다. 그러나 이 예는 실질적으로 모든 年 間外氣條件이 感熱冷却(sensible cooling)만을 요구하는 San Francisco 에서의 것이므로, 이 예를 感熱冷却만을 고려하도록 하여 이와같이 간단화시킨다. 만약 混合吸 氣溫度 給氣溫度인 50°F 보다 높으면 感熱冷却이 될 것이고, 만약 吸氣溫度가 50°F 보다 낮으면 加熱이 될 것이다.

冷却에 대해서, 55~59°F 의 外氣의 平均溫度는 57°F 이다. 87 $\frac{1}{2}$ % 外氣에 대해서, 吸氣溫度는 70°F - 0.875(70°F - 57°F) = 56°F 이고, 그리고 그 冷却溫度差는 59°F - 50°F = 9°F 이다. 表 1은 555~59°F 의 外氣가 2341 hr/yr 가 있음을 表示하고 있으며 年間冷却이므로 外氣 브래킷은

$$\frac{1.08 \times 1\text{cfm} \times 9^{\circ}\text{F} \times 2341\text{hr/yr}}{12,000\text{Btu/ton-hr}} = 1.90\text{ton-hr/cfm-yr}$$

이다.

모든 5°F 마다의 外氣에 대하여 이 값들을 舍하면 6.21ton-hr/cfm-yr 의 總年間冷却負荷가 된다. 그리고 이 冷却에 대한 年間 에너지費는

$$\frac{6.21\text{ton-hr}}{\text{cfm-yr}} \times \frac{1\text{kw}}{\text{ton}} \times \$0.015/\text{kwh} = \$0.093/\text{cfm-yr}$$

이다.

加熱에 대해서, 35~39°F 의 外氣의 平均溫度는 37°F 이다. 吸氣溫度는 70°F - 0.875(70°F - 37°F) = 41°F 이 고, 그리고 加熱溫度差는 50°F - 41°F = 9°F 이다. 表 1은 35~39°F 의 外氣가 99hr/yr 가 있음을 表示하고 있으며 年間加熱이므로 外氣 브래킷은

$$\frac{1.08 \times 1\text{cfm} \times 9^{\circ}\text{F} \times 99\text{hr/yr}}{1,000\text{Btu/MBh}} = 0.96\text{MBh-hr/cfm-yr}$$

이다.

모든 5°F 마다의 外氣에 대하여 이 값들을 舍하면 3.04MBh-hr/cfm-yr 또는 MBtu/cfm-yr 의 總年間加 熱負荷가 된다. 그리고 加熱에 대한 年間 에너지費는

$$\frac{3.04\text{MBtu}}{\text{cfm-yr}} \times \frac{1\text{therm}}{100\text{MBtu}} \times \frac{1}{0.70\text{eff.}}$$

$$\times \frac{\$0.07}{\text{therm}} = \$0.003/\text{cfm-yr}$$

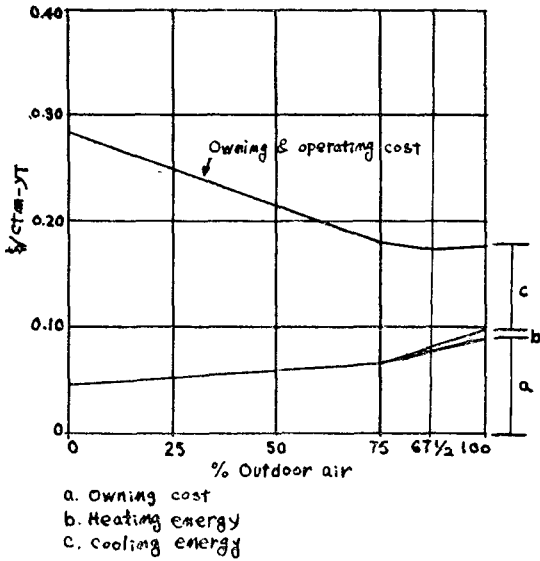


그림 1. 百分率 外氣 對 年間費用

이다.

그러므로, 年間冷却과 加熱에너지費는 $\$0.093 + \$0.003 = \$0.096/\text{cfm-yr}$ 이다. 이 값들은 $87\frac{1}{2}\%$ 外氣에 대해서 그림 1에 포함되 있다.

總年間維持費와 에너지費

앞에서 言及한 年間維持費와 年間에너지費의 合은 總年間維持費와 에너지가 된다. 즉 $\$0.078 + \$0.096 = \$0.174/\text{cfm-yr}$. 이 값은 $87\frac{1}{2}\%$ 外氣에 대해서 그림 1에서도 또한 명확하다.

要 約

그림 1에서 맨 위의 曲線 즉 總年間維持費와 運轉費

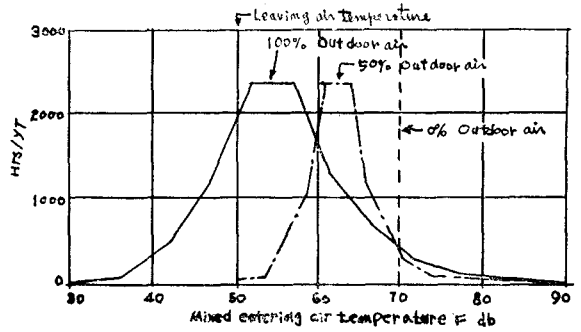


그림 2. 샌프랜시스코에서 外氣의 여러가지 百分率에 對한 混合吸氣溫度의 年間發生

의 검토는 技術者로 하여금 外氣의 經濟的인 最適百分率에 對한 裝置를 選擇하고 設計하게 한다. 이 San Francisco의 例에 있어서 주어진 데이터에서 먼저 假定한 $87\frac{1}{2}\%$ 外氣는 명확하게 經濟的인 最適條件이다. 그러나 還氣와 外氣를 둘다 취급하는 裝置에 對한 投資費는 100% 外氣裝置(解釋에서는 포함하지 않은 要素)에 대해서 보다 더 크므로 裝置는 아마 100% 外氣를 선택할 것이다.

結論을 그래프상에서 좀더 나타내 보면 그림 2에서 年間溫度發生모양이 밝혀진다. San Francisco에서 外氣의 百分率이 增加함에 따라 混合吸氣의 重心이 給氣溫度에 접근하고, 그리고 에너지消費는 이에 相應하면서 減少된다.

參 考 文 獻

1. ASHRAE Guide and Data Book, Systems Vol., 1970

製作 販賣 및 施工

極東 엔지니어링 株式會社

代 表 鄭 鎮 生

서울特別市 中區 忠武路 1街 23-10

Tel. 28-2076