

室內空氣分布

(Ashrae Journal, January 1974)

이 형 주* 譯

室內居住域의 空氣分布는 복잡한 문제로 이의 良否로서 空氣調和설비의 성공여부를 판정할 수 있다. 空氣設備에 의한 실내공기분포의 目的은 居住者의 快感을 만족시키기 위하여 適當한 온도, 습도 및 기류조건을 형성하는데 있다.

쾌적환경을 형성하는 온도와 습도를 조정할 수 있는 충분한 장치능력을 가진 설비가 되어 있다면 쾌적환경의 유지는 실내공기 분포에 의존한다고 해도 과언이 아니다. 熱的으로는 快適환경을 만족하는 平均온도와 平均습도를 얻을수도 있고 또 室內 어디에선가 형성될 것이다. 그러나 平均値가 만족된다고 해도 室內 어느부분에는 온도의 편차가 심하고, 過대한 기류가 생길지도 모른다. 다음은 居住域全體에 最大限의 쾌적환경을 얻기 위한 설계조건 的 最適化와 이에 미치는 기류분포의 요소를 규명하기 위하여 ASRHAE가 후원하여 연구한 결과를 요약한 것이다.

快適環境基準

研究결과에 의하면 事務室의 座式근무자의 경우 “有效通風溫度”(Effective Draft Temperature)가 -3 에서 $+2^{\circ}\text{F}$ 사이이고, 室內氣流가 35 cm/sec 이하일 때 快適하다고 느끼는 率이 높음을 나타내고 있다. 有效通風溫도의 산출식은 다음과 같다.

$$\theta = (t_x - t_c) - 0.07(V_x - 30)$$

윗식의 t_x : 局部건구온도 [$^{\circ}\text{F}$]

t_c : 실내평균온도 [$^{\circ}\text{F}$]

V_x : 局部的 기류 [FPM]

사무실 居住域의 全域을 망라하여 온도와 기류 분포를 多數측정한다면, 室內의 “空氣分布성과 지표” [Air Distribution Performance Index (ADPI)]는 快適기준, 즉 有效通風溫도와 氣流가 前述한 기준에 맞는 地點의 비율로서 정의한다.

공기 분포성과 지표(ADPI)가 100에 가깝다는 것은 室內의 모든 점이 快適基準에 맞는다는 것을 의미한다. 공기분포성과 지표(ADPI)라는 것은 위의 정의에서 알 수 있는 것과 같이 실내기온의 平均値와 局部온도와 的 편차와 기류의 종합효과인 有效通풍 온도조건과 기류조건에만 근거를 두고 있으며, 실내 溫도의 絶대치와 상대습도 같은 重要요소를 고려하고 있지 않다.

따라서 쾌적환경 기준을 논할 때는 室內溫도의 絶대値, 相對溫度 및 周壁平均복사 溫度등의 요소가 ASHRAE의 권장치에 적합한가를 別도 判定해야 한다.

用語의 定義

氣流의 到達距離: 公기의 吹出口에서 분사된 기류가 弱化되어 단면 中心선상의 풍속이 “최종속도”가 되었을 때까지의 距離. 최종속도(V_T)로는 25cm/sec 를 취한다. 단 스룻트형 천정吹出口의 경우는 최종속도로 50cm/sec 를 취한다.

各種吹出口에 對한 도달거리의 수치는 自由空間에서 等溫吹出의 경우 데-타를 各吹出口의 제작자가 提供하고 있다. 도달거리는 T_V 로 表示하는데 첨자 v 는 이 도달거리를 정의하는 최종속도의 수치를 나타낸다.

室의 特性길이 (L): 吹出口에서 가장 가까운

* 성균관 대학교 대학원

水平방향主氣流가 부딪치는 對面벽까지의 길이를 말함. 吹出氣流가 直接벽면에 부딪치지 않고 이웃한 吹出口의 氣流와 부딪치게 되는 경우는 室의 特性 길이(L)로서 이웃한 吹出口간의 거리의 절반에다 혼합된 기류가 거주액에 도달되기 위해 하강한 거리를 합한 길이를 취한다.

吹出口가 모두一리에 맞게 균등히 배치되어 있을 때는 모두一리 길이를 근거로 실험특성 길이(L)를 산출해도 좋다.

空調負荷의 영향

이 권장치는 단위 면적당 냉방부하 0~200kcal/m².hr의 부하범위에 적용된다. 이 부하중 15~20 kcal/m².hr는 床面積當 均一한 냉방부하이고 조명부하가 25 kcal/m².hr이며 그외의 것은 日射를 받는 큰유리창이나 사무기기의 동력과 같은 集中된 부하이다.

부하가 200 kcal/m².hr 이상인 경우도 예상되나, 최대부하에 對한 ADPI 조건의 최대치는 완화될 수 있으며, 最適設計조건은 부하에 의해 크게 변화하지는 않는다.

設計條件

室內吹出風量은 다른 設計條件에 의해 決定한다. 부하조건이 아니고 室內공기 분포만으로 吹出풍량을 決定할 수 있는 경우는 시행착오法을 적용해서 風량을 決定해야하는데 이 方法은 복잡하지 않다. 벽면 그릴吹出口, 창선반 그릴형법出口, 스룻트형천정디퓨—저, 圓형천정디퓨—저 및

表 I

吹出口의 종류	베인의 位置	吹出方向	最終속도 [cm/sec]	T _v /L의 비추장值
벽 면 吹出口	直線(0°)	水 平	25	1.2~1.8
창 선 반 "	直線(0°)	垂直上方向	25	0.8~1.6
천정스룻트吹出口	—	水 平	50	0.5~1.0
천정 圓형 吹出口	—	水 平	25	0.6~1.2
트롭퍼 型 吹出口	—	水 平	25	1.0~4.0

트롭퍼형디퓨—저의 5가지에 대한 設計值가 판명되었다. 표 I에 베인의 位置, 吹出方向, 最終속도 및 도달거리에 對한 室특성길이의 비율범위등을 표시한다.

吹出口의 選定

ADPI의 最適值를 얻기 위해 上記五種의 吹出口中 어느 것을 선정할 것인가에 對한 기준은 없다. 表 I의 권장值에 적합한 경우라면 어느 吹出口라도 ADPI值가 만족될 수 있다 (즉 100 kcal/m².hr 이하의 부하범위에서 90% 이상의 성적을 올릴수 있음).

권장범위밖의 상태에서 선정하면 室內공기분포성과 지표는 떨어질 것이다.

設計方法

設計順序는 다음과 같다.

1. 吹出風量 [m³/hr]과 室의 크기 계산
2. 吹出口의 종류 및 位置假定
3. 室의 特性길이 "L" 산정
4. 表 I에서 T_v/L의 권장치 결정
5. T_v=(T_v/L)×(L) 계산
6. 吹出口의 카다로그에서 吹出口의 크기와 位置 선정
7. 선정된吹出口가 소음 및 靜壓등의 제약조건에 적합한가를 확인

[例題 I]

室의 크기 : 6.0m×3.6m 천정높이 2.7m

吹出口의 종류 : 벽면그릴형吹出口

3.6m 벽中心에 천정面下 22.5cm에 位置

부하 : 單位면적당 25kcal/m².hr 즉 600kcal/hr

풍량 : 1.7 m³/hr/m² 즉 400 m³/hr

室의 特性길이 L=6.0m (室의길이)

T_v/L의 권장치=1.4 (表 1)

도달거리(최종속도 25 cm/sec) T₅₀=1.4×6.0=8.4m

吹出口메이커의 카다로그에 의해 크기를 선정한다. X회사의 카다로그에 따라 吹出口의 베인 이 直角일때 400m³/hr의 풍량이 있는 吹出口의

크기로는 70cm×10cm, 50cm×12.5cm, 45cm×15cm, 30cm×20cm 및 25cm×25cm 등이 있다. 이 카다로그에 의하면 50cm×10cm, 40cm×12.5cm, 35cm×15cm 및 25cm×20cm의 吹出口의 풍량이 T_v 가 8.1m에서 390m³/hr 임을 알 수 있다. 풍량이 조금더 많은 400m³/hr의 쪽이 도달거리가 조금더 되겠지만, 이 정도의 풍량이라면 390m³/hr 쪽의 吹出口를 선정해도 가하다고 할 수 있을 것이다.

[例題 2]

室的 크기 : 25'×14' 천정높이 9'
 吹出口의 종류 : 아네모스택트형 圓형 吹出口
 2個, 측벽에서 6'-3"떨어진 中心선상에 12'
 -6"떨어져 2個설치됨
 부하 : 20 BTUH/SQ. FT 즉 실전체부하 7000
 BTUH
 풍량 : 1.6 CFM/SQ. FT 즉 560 CFM, 吹出
 口 1個當 280 CFM.
 실특성길이 $L=7$ FT. 측벽에서의 거리
 T_{50}/L 의 권장值 : 1.0 (表 I)
 $T_{50}=1.0 \times 7=7'$

메이커의 카다로그를 참조하여 吹出口를 결정함. Y社의 카다로그에 의하면 최종속도 50FPM (25cm/sec)에서 도달거리 7'이며 270 CFM의 풍량을 가진 원형디퓨저로서 공칭직경 10인치의 것을 선택하면 된다.

[例題 3]

실의 크기 : 20'×15' 천정높이 9'
 吹出口의 종류 : 트롭퍼형 吹出口 2個, 吹出口 간

격 7', 水平吹出

부하 : 10 BTUH/SQFT. 균일부하로서 실전체
 부하 3000 BTUH

풍량 : 트롭퍼當 200 CFM

실의 특성길이 $L=3'/2'$ (디퓨저 간격)+3'
 (천정에서 居住域까지의 거리)=6'/2'

$T_{50}=1.5 \times 6.5 \approx 10'$

T_{50}/L 의 권장치=1.5 (表 I)

Z社의 카다로그에 의해 200 CFM에서 도달
 거리 9'의 吹出口로서 ABC 형 길이 4' 스톱트폭
 1/2"의 트롭퍼를 선정한다.

REFERENCES

1. R.G. Nevins and E.D. Ward, Room Air Distribution with an Air Distributing Ceiling, ASHRAE TRANSACTIONS, Vol. 74, Part I, p. VI. 2.1, 1968.
2. P.L. Miller and R.G. Nevins, Room Air Distribution with an Air Distributing Ceiling-Part II, ASHRAE TRANSACTIONS, Vol. 75, Part I, p. 118, 1969.
3. P.L. Miller and R.G. Nevins, Room Air Distribution Performance of Ventilating Ceilings and Cone-Type Circular Ceiling Diffusers, ASHRAE TRANSACTIONS, Vol. 76, Part I, p.186, 1970.
4. P.L. Miller, Room Air Distribution Performance of Four Selected Outlets, ASHRAE TRANSACTIONS, Vol. 78, Part I, 1972.
5. P.L. Miller and R.T. Nash, A Further Analysis of Room Air Distribution Performance, ASHRAE TRANSACTIONS, Vol. 78, Part I, 1972.