

工場建物の換氣, 暑氣対策에 對하여

金 昌 瑞 協和建築設計事務所

目 次

1. 머릿말
2. 換氣의 目的
3. 換氣의 種類
4. 局所換氣와 全般換氣
5. 給氣와 排氣의 Balance
6. 強制給氣에 對하여
7. 騒音問題
8. Fume의 排除
9. Hood를 使用할 수 없는 高熱作業의 換氣
10. 短絡氣流의 防止
11. 夏季熱負荷의 輕減
12. 暑氣対策의 換氣方式
13. 給氣方式의 換氣計劃
14. 換氣計劃의 順序
15. 參考文獻

1. 머릿말

工場建物에 있어서의 換氣問題란 從事員에 對한 作業環境을 改善하여 보다 愉快하고 衛生的인 環境을 調整하여 作業能率을 높이는데 있다. 따라서 換氣에 對한 認識과 그 必要性은 해마다 높아가고 있다. 그러나 많은 資金을 投入한 換氣裝置라 할지라도 當初의 換氣計劃에 不備點이 있으면 換氣의 效果를 充分히 發揮할 수가 없다. 따라서 여기에서는 工場換氣의 計劃을 세울때 留意할 問題點에 對하여 Roof Fan을 主体로 말하고저 한다.

2. 換氣의 目的

換氣의 目的은 一般의으로 汚染空氣의 除去更新을 主目的의으로하나 다음과 같은 여러가지 目的에도 使用된다.

- I) 室內空氣의 溫濕度를 改善한다.
- II) 有害 Gas를 排除한다.
(爆發性 Gas, 臭氣도 包含된다)
- III) 兇塵防止 및 粉塵排除
- IV) 熱을 遮斷한다
- V) 氣流發生에 依한 感覺溫度의 低下
- VI) 結露의 防止

以上の 目的中에서 한가지를 目的으로 할때와 두가지以上을 目的으로 할때가 있으므로 目的에 따라 計劃上에 差違가 있으며 使用 Fan도 달라진다.

3. 換氣의 種類

大別하면 自然換氣와 強制換氣로 區別되나 強制換氣는 局所換氣와 全般換氣에 使用된다.

또 排氣의 組合으로 다음과 같이 分類된다.

第1種換氣法 (強制給氣) + (強制排氣)

第2種換氣法 (強制給氣) + (自然排氣)

第3種換氣法 (自然給氣) + (強制排氣)

4. 局所換氣와 全般換氣

工場換氣를 計劃할 때에는 局所換氣와 全般換氣를 併用할때가 많다.

局所換氣와 全般換氣는 下記와 같다.

- a) 局所換氣를 할 場所
 - I) 有害성이 강한 汚染 Gas가 發生하는 곳
 - II) 무거운 Gas 또는 有害性 粉塵發生 場所
 - III) 局所的으로 高温熱源이 있는 곳 또는 有害性 Gas를 發生하는 곳
 - IV) 排出物에 對한 空氣清淨裝置를 必要로 할때
- b) 全般換氣를 할때
 - I) 넓은 面積에 發生하는 熱量
 - II) 넓은 面積에 發生하는 Gas類
 - III) 輻射에 依한 熱源부터 傳導되는 熱量.
 - IV) 局所排氣로서 排氣되지 않은 漏 Gas

V) 結露防止를 위한 지붕밑에 있는 高温空기를 排除할 때.

C. 其他

上記한 以外에 局所換氣나 全般換氣로도 좋을 때가 많다.

이때에는 兩者의 特徵을 比較하여 좋은 것을 使用할 것이다.

但 最近에는 全般換氣를 많이 使用하는 傾向이 많다.

局所換氣의 特徵

- a) 排氣할 対象을 直接 Hood 로 捕捉하고 外部에 排出시키므로 比較的 風量이 적게 든다.
- b) Duct 內에 汚染空기를 相當히 빠른 風速으로 하기 때문에 管路抵抗이 크게 되고 Fan에 比較的 높은 數10%AI부터 百數10%AO까지 이르는 靜壓이 要求될 때가 있다. 따라서 風量에 비하며 大出力의 Motor가 必要하며 消費電力도 많아진다.
- c. 局所換氣는 一般的으로 集中換氣形態가 많음으로 事故가 發生하거나, Over-Haul 할 때에는 廣範圍하게 換氣가 停止된다.
- d. 大端히 高熱인 Gas를 排氣할 때에는 Bearing, Motor belt 等の 耐熱限界를 超過하므로 採用하지 못할 때가 많다.
- e. 腐蝕性 Gas를 排氣할 때는 Fan, Motor Casing에 強한 腐蝕性을 要한다.
- f. Duct 設計가 不適當하면 場所에 따라서는 換氣效果가 大端히 減少된다.
- g. Lay-Out를 變更할 때, Duct 工事を 全面的으로 變更하여야 한다.
- h) 全般換氣에 비하여 比較的 價格이 비싸게 든다.

全般換氣의 特徵

- a. 全般換氣는 Duct, Hood를 使用하지 않음으로 作業性을 低下시키지 않는다.
- b. Duct를 使用하지 않음으로 室內上部的 配管, 配線에 關係가 없다.
- c. 室內上部空間의 Space가 必要없다.
- d. Over-Head Crane의 走行에 아무런 支障이 없다.
- e. 換氣效果를 室內에서 平均化 시키기 容易하다.
- f. 室內氣流變化, Lay-Out 變更에 對하여 局所換氣보다 互換性이 높다.
- g. 價格이 低廉하다.
- h. 局所換氣에 비하여서 Fan 定格으로 볼 때 大風量이며, 小靜壓이다.

5. 給氣와 排氣의 BALANCE

一般的으로 採用되고 있는 換氣方式은 建物面積의 大小에 關係없이 強制排氣와 自然給氣의 組合인 第3種換氣가 圧倒的으로 많이 使用된다. 이때 排氣 Fan만을 考慮하고 自然給氣를 無視할 때가 많다.

특히 冬期에 있어 自然給氣할 開口面積의 大部分이 閉塞되므로 排氣 Fan이 室內空기의 氣壓을 (-)로 하기 때문에 排氣風量을 낮추는 대가 많다. 이例로서 Roof Fan에 對하여 말하면 Roof Fan은 Disk Fan이라 불리는 靜翼없는 軸流 Fan이 많이 使用된다.

그의 風量-靜壓 曲線의 傾向은 大體的으로 그림 1와 같다.

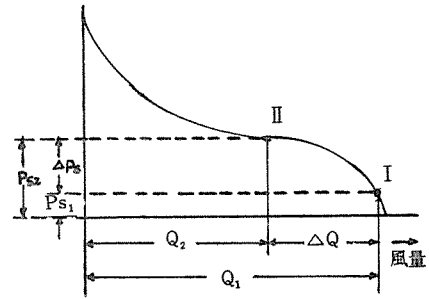


그림 1

또 Roof Fan을 使用한 換氣計劃에서는 計劃 風量을 靜壓 5%AI 程度로 使用될 때가 많다.

지금 靜壓 5%AI 일대를 P_s1라고 하면 曲線上의 負荷點은 I이 되고 風量은 Q_1이 된다.

萬一 室內에 自然給氣口가 大端히 적으면 室內空기가 外氣에 比하여 顯著하게 負壓이 된다. 이 負壓量을 4 P_s로 表示하면 Fan에 걸리는 靜壓은 P_s2가 되고 負荷點은 II로 移行한다. 따라서 風量은 Q_2가 되고 計劃風量보다 激減된다.

對策으로서는 窓 또는 出入口가 全部 閉塞되어도 自然給氣가 되게끔 專用的 自然給氣口를 考慮하거나 強制給氣를 考慮하여야 한다. 이때 自然給氣口의 總面積은 強制排氣面積을 基準으로 적어도 同量位를 必要로 한다.

冬季에는 必要換氣量이 減少할 때가 많음으로 理想的으로는 Door에 給氣 Louver를 바닥面에 가깝히 設置하는 것이 좋다.

또 給·排氣가 短絡現象을 일으키지 않게 位置를 定하고 또한 될수록 分散시켜야 한다.

以上은 比較的 面積이 적은 建物일 때이며 建物面積이 크게 되면 建物周邊의 自然給氣口부터 建物內에 流入된 給氣가 建物周邊의 排氣 Fan의 區域까지는 到達하지만 建物中央까지는 미치지 못할 때가 많다.

따라서 建物周邊에서는 第3種 換氣를 使用할 수가 있지만 中央部에서는 給氣나 排氣도 強制換氣를 하는 第1種 換氣法을 採用하여야 한다.

周邊에 第3種 換氣를 할 수 있는 範圍를 大體的으로 決定하자면 平面圖上의 幅으로서 지붕높이의 1.5倍부터 2倍程度이다.

또 中央部의 第1種 換氣區域은 給氣 Fan와 排氣 Fan의 組合으로 비로서 有效한 換氣가 되며 給氣 Fan, 排氣 Fan 雙方보다 Q라는 風量일 때 換氣量으로서 Q이며

2Q가 되지 않는다.

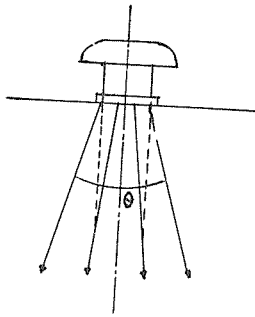
6. 強制給氣에 대하여

給氣의 氣流는 排氣氣流가 無指向性인데 比하여 그림 2와 같은 指向性을 가지고 있다.

展開角 (θ)의 값은 吐出口形態에 따라 差異가 있으나 Roof Fan 일때에는 33~40°C가 普通이다.

그림 2.

Roof Fan 부터 吐出되는 氣流는 처음에는 自由噴流이지만 氣流가 바닥面에 가까이 오면 바닥面의 空氣抵抗을 받아서 自由噴流가 되지 않으며 차츰 空氣密度가 짙게 된다. 即 吐出한 곳에서는 氣流가 가지고 있는 Ener



그림②

gy는 速度 Energy 만이지만 바닥면 附近에서 壓力 Energy로 變換하고 後에 다시 靜壓 Energy를 速度 Energy로 變換시키며 四方에 擴散하는 氣流가 된다.

工場内에는 熱負荷가 많음으로 最近에는 強制給氣를 單純한 給氣로 생각하지 않고 바닥面 附近의 氣流速度를 適當한 값으로 하고 人体에 對한 感覺溫度의 低下를 焦點으로 하는 方式이 많아졌다.

이때의 風速은 바닥面에서 1.5m의 높이인 中心風速으로 생각하며 吐出口부터의 距離를 L 吐出口 面積을 ($E \times E$) 吐出風速을 V_0 라고 하면

$$V = K_1 \frac{E}{L} V_0$$

라는 關係로 表示된다.

K_1 은 常數로서 風速 Energy의 一部가 壓力 Energy로 轉換하는 損失도 包含시킨다. 普通 이 風速值를 0.7~1.3m/s程度로 한다. 隣接하는 排氣 Fan과 短絡氣流가 發生하지 않게 하기 위하여서는 大體建物 높이와 같이 하든가 그 以上 間隔으로 하여야 한다.

給氣氣流는 屋內에 있어 屋內空氣를 誘導하며 進行함에 따라서 차츰 風量을 增加시킨다. 지금 吐出口부터 L라는 距離의 風量을 Q라 하고 吐出風量을 Q_0 라고 하면 兩者間에는 다음과 같은 關係가 있다.

$$Q = K_2 \sqrt{\frac{L}{E}} Q_0 \quad k_2: \text{定數}$$

即 誘導風量 (Q')는 다음과 같이 된다.

$$Q' = Q - Q_0 = (1 - k_2 \frac{L}{E}) Q_0$$

一般的으로 屋內空氣의 氣溫은 上部에 갈수록 自然對流 때문에 높게 되며 높이가 6m程度의 室內에서는 呼吸線(바닥面에서 1.5m 높이)의 氣溫(T_0)를 基準으로 하여 다음과 같은 關係가 된다.

$$T = T_0(1 + 0.12h) \quad h: \text{呼吸線부터의 높이 (m)}$$

이때에 對하여 誘導風量의 平均氣溫을 求하면

$$T_m = T_0(1 + 0.06h)$$

따라서 給氣氣流의 氣溫(T')는 近似的으로 次式으로 表示할 수 있다.

$$T' = \frac{T_0 Q_0 + T_m Q}{Q} \quad T_0: \text{外氣氣溫}$$

結果的으로는 誘導風에 依한 溫度上昇을 될수록 防止하자면 다음과 같은 事項을 考慮하여야 한다.

(1) 吐出口부터 呼吸線까지의 距離가 길대에는 上部의 高溫空氣를 誘導하지 않게끔 吐出 Duct를 부치면 溫度的으로나, 距離的으로 有利하다. (理想的으로는 斷熱材를 Lining 한다)

(2) 될수록 크다란 Fan을 使用할 것.

(3) 熱源上 強한 自然對流가 있는 곳에서부터 될수록 멀리 한다.

또 지붕材에 放射率이 높은 것을 使用할 때에는 太陽熱의 蓄熱量이 많음으로 지붕에서의 對流熱을 室內에 導入될 것이 念慮됨으로 Roof Fan의 設置場所를 높게 하는 것이 有利하다.

7. 騒音問題

換氣裝置에서 가끔 問題가 되는 것에 騒音問題가 있다. 室內騒音을 낮게하기 위하여서는 基本的으로 Fan의 騒音을 적게 하는 것이다. 其他 騒音의 要素로서 室內의 넓기, 壁材의 吸音率이 크게 影響한다.

計劃함에 있어 이 點에도 留意할 必要가 있다.

Fan의 騒音은 規格別로 機端부터 1.5m 距離에서의 數值를 表示하는 것으로 되어 있다. 使用狀態에서는 勿論 1.5m 以上の 距離에서 騒音을 드를 수 있는 것임으로 이 數值보다는 적은 音이 들리는 것이다.

처음에 音響反射가 全然없는 自由空間과 같을 때의 距離와 騒音值의 關係를 表示한다.

$$dB_2 = dB_1 - 20 \log \frac{r_2}{r_1}$$

여기에서 接尾數值의 1은 Fan Maker가 發表하고 있는 距離 1.5m에서의 數值 그는 實際로 音을 듣는 場所의 數值를 表示하며 dB는 騒音 r는 距離를 表示한다.

萬一 距離가 倍가 되면 約 6dB가 低下된다. 實際에는 壁體, 바닥, 지붕 등에서 騒音의 反射가 있음으로 直接音源부터 오는 音壓과 反射되어 오는 많은 音壓의 合計가 됨으로 自由空間에 比하여 距離의 增加에 對한 騒音減少量은 大端히 적게 된다.

室內의 音響反射의 大小는 室定數 (R)로 表示된 . (R의 값이 ∞ 일대가 無反響일때이며 R의 값이 減少 할수록 音響反射가 크다)

$$R = \frac{\alpha S}{1 - \alpha} \quad (\text{單位 } m^2)$$

α : 壁體材料的 吸音率

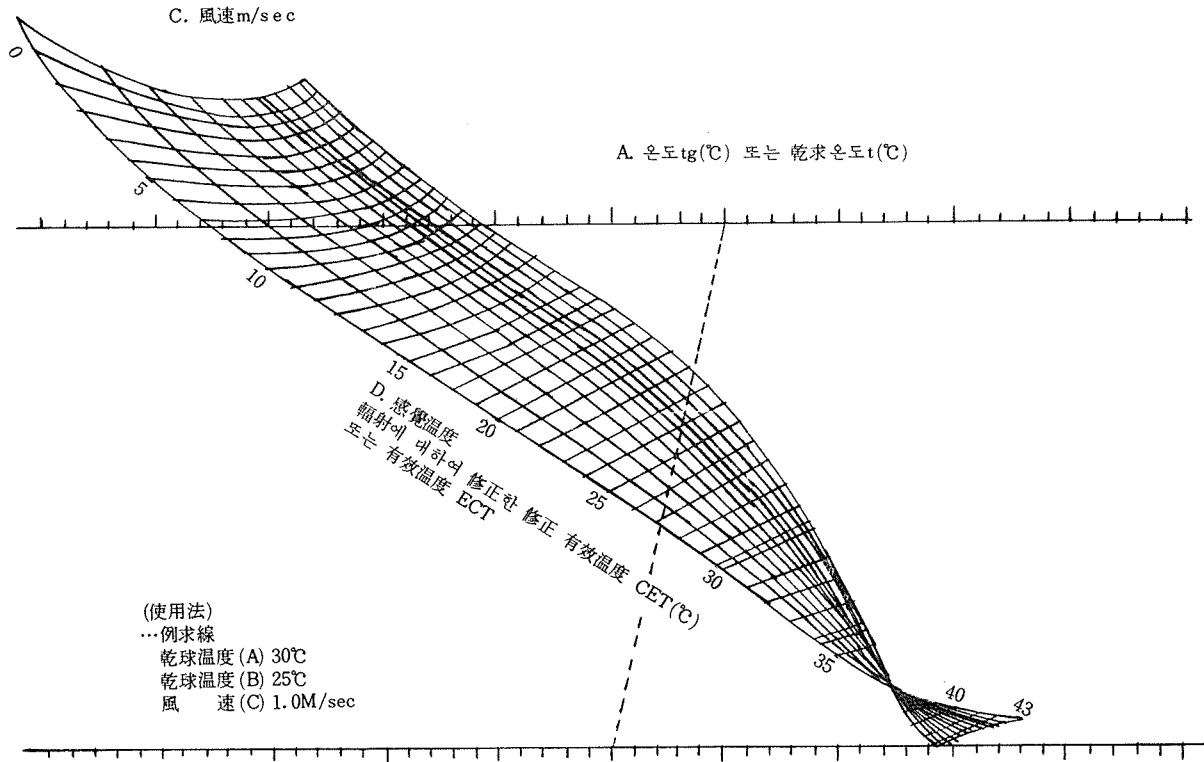
S : 壁體의 全面積 (m^2)

自由空間 일때에는 室定數 ∞ 가 特殊할때이며 一般적으로 距離와 騒音值의 關係式은 다음과 같다.

$$dB_2 = dB_1 - 10 \log \frac{\frac{1}{2\pi r^2} + \frac{4}{R}}{\frac{1}{2\pi r_2^2} + \frac{4}{R}}$$

減少量을 나타내는 第2項은 $R = \infty$ 일때 最大가 된다. 이때의 關係를 그림 3에 表示한다.

以上은 Fan 1台일때이며 台數가 複數가 되면 對象으로



(使用法)
 ...例求線
 乾球溫度 (A) 30°C
 乾球溫度 (B) 25°C
 風速 (C) 1.0M/sec

그림 3. R 와 室内音의 LEVEL

B. 溫球溫度 t(°C)

로 取扱하는 室内位置를 定하고 이 位置에서의 各 Fan 의 騒音을 求하고 난後에 次式으로 合成騒音을 求한다.

$$\Sigma dB_2 = 10 \log \left[\frac{dB_{2A}}{10} + \frac{dB_{2B}}{10} + \frac{dB_{2D}}{10} + \frac{dB_{2C}}{10} + \dots \right]$$

以上 求한 값은 騒音計의 C補正回路 (dB) 의 값에 相應하는 것이며 騒音의 周波數를 関數로서 聽覺에 比例하는 A補正回路의 값 (Phon) 에 換算한다. 換算은 그림 5의 A 特性曲線을 使用한다.

또한 Fan 騒音의 값은 dB값과 Phon 값의 差가 周波數가 낮을수록 크게 되므로 次式으로 表 示되는 Fan의 基本周波數가 낮을수록 聽覺에 對하여서는 有利하다.

$$f_0 = \frac{NZ}{60}$$

N : 回轉數 (R/M)

Z : 翼數

f_0 : 騒音의 基本周波數 (%)

Fan을 運轉하지 않은 工場 稼動時의 暗騒音을 基本으로 하고 Fan 運轉時의 綜合騒音의 增加量은 普通 2~3 Phon 程度로 하는 것이 좋다.

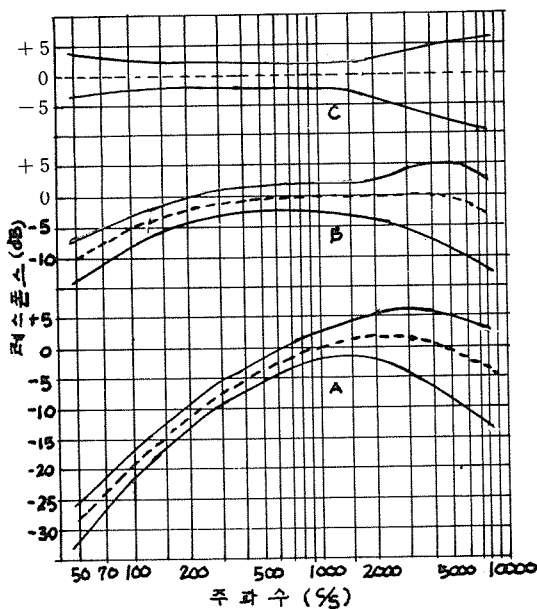


그림 4. 聽感補正의 A, B, C 特性

8. Fume의 排除

工場換氣에서 問題가 되는 것에 溶接機부터 一生하는 Fume의 問題가 있다.

一般的으로 換氣係數 또는 換氣回數를 假定하여 決定하지만 往往 Fume가 排出되지 못하고 室内에 停滯되는대가 많다.

Fume는 室内氣流가 無視될 수 있을때에는 約20~40° 程度의 展開角(下部가 적고 上部에 갈수록 크게 된다)로 넓어지면서 上昇한다. 溶接機에서 Fume가 發生하였을 때에는 溫度가 높고 周圍의 空氣의 比重에 比하여 가벼운 關係로 利當한 速度로 上昇하며 室内空氣는 上部에서 높아지며 Fume가 上昇함에 따라 차츰 熱量을 상실함과 동시에 上部에 갈수록 急速히 周圍 空氣와 比重이 가까와지며 上昇速度가 低下한다. Roof Fan은 이 上昇 Fume가 速度低下한 位置에서 有効한 吸引風速을 주어지게 하여야 한다. 萬一 이 位置에서 Fan의 吸引風速이 적으면 Fume를 吸引 排出시킬 수 없으며 室内의 上部에 Fume의 停滯가 發生한다. (지붕 높이의 2/3程度 높이에 發生할 때가 많다) 또 或은 2개의 Roof Fan의 中間部分의 지붕下部에 到達한 Fume도 兩 Fan의 吸引風速이 낮으면 그 場所에 安定 停滯된다.

Fan의 吸引風速은 近似的으로 次式으로 表示된다.

$$V = \frac{Q}{60 \times 2 \pi R^2}$$

V: 吸引風速 (m/s)
Q: 風量 (m³/min)
R: 吸込口부터의 距離 (m)

室内氣流가 無視되지 않을 때에는 Roof Fan의 有效範圍를 넓게 하기 위하여 台數를 增加시키든가 大風量의 Fan을 使用하여야 한다.

9. HOOD를 使用할 수 없는 高熱作業의 換氣

高熱作業의 換氣에는 換氣裝置의 耐熱性이 許容하는 範圍에서는 될수록 Hood를 使用 排氣하는 것이 바람직 하지만 實際적으로는 Hood를 使用할 수 없을 때가 많다.

이 때에는 高熱源부터의 上昇氣流가 周圍空氣를 誘導, 混入한 增大된 風量을 Roof Fan으로 排氣한다.

周圍空氣를 混入하므로 溫度의으로는 쉽게 解決되나 風量과 對象面積이 增大된다.

그림 5와 같이 어떠한 크기를 가지는 高熱源부터의 對象上昇氣流는 마치 熱源부터 A點下에 있다고 假想한 點熱源부터의 上昇氣流라고 생각된다.

그림 5.

上昇氣流의 斷面直徑과 A는 理論解析으로 다음과 같이 表示된다.

$$D = 0.51Z^{0.8} \text{ (ft)}$$

$$A = 2.15B \text{ (ft)}$$

實用的으로는

$$D = z/2$$

$$A = 2B$$

$$Z = X + 2B$$

上昇氣流의 風量은

$$\varphi_z = 1.95Z^{3/2} \sqrt{H}$$

H: 熱源부터의 對流傳熱量 (kcal/min) Roof Fan 일때에는 上昇氣流의 斷面直徑의 外側에서도 室内空氣

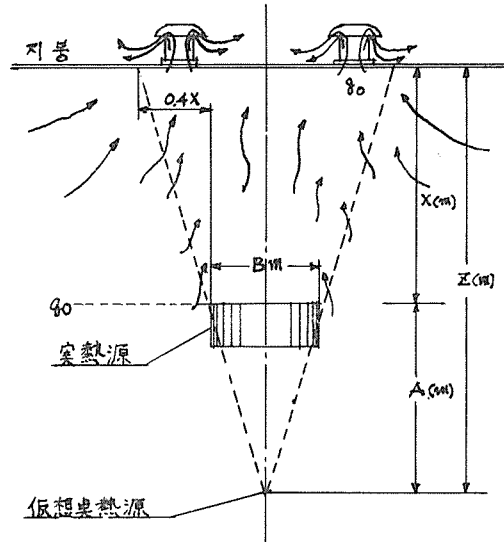


그림 5

를 排除하므로 風量으로서는

$$Q = (1.5 \sim 2.0) \varphi_z$$

지붕面에서의 排氣對象面積은 熱源面積의 外側에 0.4程度 幅의 크기를 생각한다.

10. 短絡氣流의 防止

前述한 바와 같이 排氣 Fan의 室内氣流는 無指向性이며 近似的으로 吸込口부터 R(m)라는 距離에서의 風速 (V)는 次式으로 表示된다.

$$V = \frac{Q}{60 \times 2 \pi R^2}$$

即 FAN에 가까운 位置에서는 모든 角度에서 강한 吸引風速이 存在한다.

따라서 그림 6에서 円弧以內에 開口面이 있으면 그곳부터 FAN이 直接 外氣를 吸引하므로 主要한 居住域부터 發生하는 汚染空氣의 排氣能力이 懸著하게 減少된다.

既說 Ventilator 또는 Monitor 開口面이 있어 도 短絡氣流가 發生하므로 注意를 要한다.

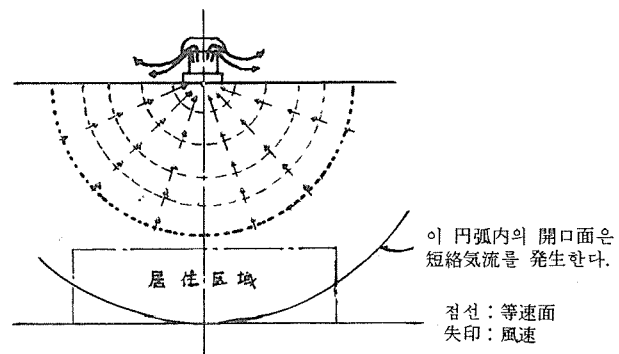


그림 6

11. 夏季熱負荷의 輕減

夏季生産工場에서는 여러 種類의 高熱源等과 相乘하여 서 予想以上 室温이 上昇되며 견디기 어려운 環境이 되기 쉽다.

이러한 工場에서는 工場全体的 換氣를 計劃하고 場内溫度(室温)를 어느 限度까지 낮추는 것이 必要하다. 그러나 外氣溫度에 對하여 室温上昇을 어느 限度以內까지 確保하자면 比較的 크다란 換氣量이 必要하게 된다. 그러므로 換氣量을 되도록 적게 하기 위하여 지붕面부터의 日射에 依한 侵入熱을 輕減하는 것을 考慮하든가, 熱源에 Hood를 設置하든가 울타리를 하든가 등으로 熱源을 隔離 시켜서 熱負荷의 輕減等을 쓰면서 換氣計劃을 進行시켜야 한다. 特히 工場建物에서는 單層大 Span 方式이 많으며 一般的으로 지붕面積이 外壁面積의 數倍以上일 때가 많다. 따라서 夏季의 暑氣對策으로서 從末부터 日射에 依한 輻射熱을 遮斷하는 것이 重要視 되며 여러가지 方法을 挾하였다. 지금 그 中要한 것 2, 3 가지를 列記하면

1. 알미늄箔等으로 斷熱하고 輻射를 防止하는 方法
이 方法은 反射材를 主体로한 斷熱部材等으로 지붕의 輻射熱을 防止하는 方法이며 一般的으로 費用이 많이 든다.
2. 지붕面에 散水 및 水噴霧하는 方法 이 方法은 물의 蒸發에 依한 日射熱의 大部分을 除外하는 方法으로 一般的으로 散水量은 1,700ℓ /m² 以上으로 하며 散水할 때는 하자 없을 때에 比하여 지붕面부터의 負荷를 50% 가까지 輕減시킬 수 있다고 한다.
3. 반자를 두고 換氣하는 方法
一般的으로 防熱을 위하여 반자(Ceiling)를 設置 하지만 지붕과 반자 사이에 換氣를 시키는 것을 等閑視 한다.
그러나 지붕은 終日 日射를 받는 關係로 그 表面溫度가 上昇하며 지붕과 반자 사이는 대단히 큰 熱量

이 蓄積된다. 따라서 이 蓄積된 熱量을 없애기 위하여 換氣하는 方法은 有效適切한 方法이며 이때 約 25% 程度 熱負荷를 輕減시킬 수 있다. 이 方法은 工法이 容易하며 費用도 적게 든다.

12. 暑氣對策의 換氣方式

換氣는 暑氣對策의 有力한 한가지 方法이며 從來와 같이 換氣라 하면 排氣를 뜻하는 排氣中心主義의인 생각만으로는 充分치 못하며 必要區域에 對하여 局所的인 冷却手段이 必要하다.

다시 말하면 給氣方式에 依한 積極的인 換氣를 考慮할 必要가 있다.

局所給氣의 計劃에 있어서는 作業位置의 高溫環境에 맞게 表-1와 같은 氣流速度 및 溫度를 採用하고 있다.

(W, W, Baturini Liftung-Sanlagen für Industriebauten 1959)

그것에 따르면 氣流速度는 2~6m/sec까지 되며 相當히 크게 된다.

局所給氣法으로는 一般的으로 Branch Duct를 利用 適當한 位置에서 定位置의 作業者에 冷風을 보내는 方式이 가끔 採用되지만 比較的 給氣用 Duct가 길고 途中에서 輻射熱等의 熱로서 給氣가 予熱되며 效果가 적어 든다. 또 그의 風量이 比較的 적고 또한 吹出하는 範圍도 좁음으로 作業의 移動性에 따라서는 給氣範圍부터 가끔 作業者가 벗어나기 쉽고 그러므로 急速한 溫度變化가 生体에 惡影響을 줄 수가 있다.

低溫부터 高溫에 또 高溫부터 低溫에 移動될 때 生体가 短期間에 받는 影響의 關係에 對하여 그림 8과 같이 報告된 例도 있으므로 留意하여야 한다.

일 의 種 類	一時的인 輻射		繼續的인 輻射		繼續的인 輻射		繼續的인 輻射	
	300Kcal/m ² ·h이하		600Kcal/m ² ·h		1200Kcal/m ² ·h		1500~1800Kcal/m ² ·h 短時間의 輻射 2400Kcal/m ² ·h	
	온도(℃)	속도(%)	온도(℃)	속도(%)	온도(℃)	속도(%)	온도(℃)	속도(%)
	冬 期							
輕 作 業	23~25	1.0~2.0	23~25	2.0~3.0	18~20	2.0~3.0	18~20	3.0~4.0
中 作 業	20~23	2.0~3.0	20~23	3.0~4.0	15~20	2.5~4.0	15~20	4.0~5.0
重 作 業	15~18	2.0~3.0	12~15	2.5~4.0	10~15	3.0~5.0	8~12	3.0~5.0
	夏 期							
輕 作 業	25~30	1.6~2.5	25~30	2.0~4.0	20~25	2.0~4.0	20~25	3.0~5.0
中 作 業	22~25	2.0~3.0	22~25	3.0~4.0	18~25	3.0~5.5	18~22	4.0~5.0
重 作 業	18~22	2.0~4.0	18~22	3.0~5.0	15~20	4.0~6.0	15~18	5.0~6.0

表-1 局所給氣에서의 氣流速度와 溫度의 設計值

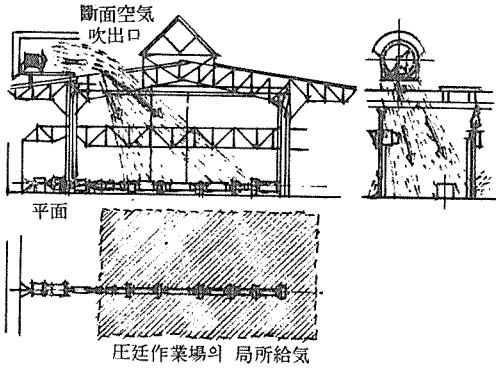
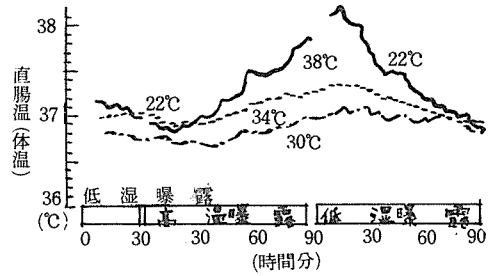


그림 7. 庄延工場の 局所 給氣



冷房室과 高温室을 이동할때의 直腸温 (体温)의 변동에

그림 8

13. 給氣方式의 換氣計劃

1. 基本的인 留意事項

다음에 基本的인 事項에 對하여 列記한다.

A. 均等한 氣流分布

對象區域에 對하여 均等한 氣流分布를 얻는데는 結論的으로 給氣源을 多數配置하는 것이 좋다.

空氣分布는 照明計劃과 같이 그의 源이 點→線→面의 順으로 均一하게 된다.

B. 作業域의 許容風速

Air-Con, 일때에는 一般的으로 風速의 上限値는 0.35m/s 下限値는 0.1m/s가 許容値로 推獎되고 있다.

이것에 反하여 換氣에 依한 給氣方式일 때는 人間感覺과 直接關連 시켜서 생각하므로 그 重要度가 높음으로 그 값의 說定도 힘들다. 그러나 우리가 感知하는 氣流의 最低風速이 室温 15~18°C에서 0.2m/s, 30°C에서 0.6m/s임으로 最低風速로서 0.8~1.0m/s가 必要하다. 따라서 一般的으로 風速은 上限値를 1.5m/s 下限値를 0.7m/s로 計劃하면 된다.

C. 局所負荷의 處理

集中的인 熱源 汚染源이 있을때에는 内部負荷가 偏在하고 있을때는 그 區域은 排氣로 하고 熱汚染物이 室内에 擴散하는 것을 防止하며 또는 局所排氣裝置를 設置한다.

D. 氣流의 變動率

氣外의 風速이 때로는 빠르고 때로는 늦게 되며 室内氣流도 얼마간의 時間的 變動이 있으므로 作業者에게 生理的 惡影響을 주기 쉽다.

氣流의 變動率에 對하여서는 一部の 研究에 따르면 變動率로서 43%이면 新鮮感이 있으며 氣流의 變動率 3%의 增加는 氣温 0.5°C의 降下에 相當하다고 한다.

또 變動率은 室内의 各測定點에서의 平均値를 M 標準偏差를 S 라고 하면

$$\text{變動率} = \frac{M-S}{M} \times 100\%$$

로 計算된다.

14. 計劃의 順序

A. 給氣風量

基本的으로는 通常의 所要換氣風量을 算定하는 方法과 別로 틀리지 않으며 熱負荷의 實態에 따라서 適當한 값으로 한다. 그러나 作業域의 氣流分布를 適當한 狀態로 하기 위하여서는 一般的인 目標로서 最低 1時間當의 給氣量이 室容積의 10倍以上 必要하다.

또한 給排의 併用方式으로 할때 그 排氣量은 一般工場에서는 負壓傾向으로 되어 있는대가 많으며 또 相當數의 櫛바람담 있으므로 計劃給氣量의 約 1/2程度로 생각하면 된다.

B. 給氣風速과 擴散範圍

Roof Fan 으로 室内에 들어온 空氣(一次空氣)는 場内の 靜止空氣(二次空氣)를 차츰 自身의 흐름에 誘導하고 風量을 增大시키며 兩者가 混合하면서 噴流를 形成하고 作業域에 到達한다. 到達距離는 普通中心速으로 定하여지며 暑氣對策으로서의 換氣에서는 그 主体가 感覺溫度를 낮춤으로 可感氣流가 크게 要求된다. 中心速度 0.7m/s에 對하여 平均速度가 約 0.3m/s 이므로 一般的으로 中心速度 0.7m/s의 到着距離로 본다. 到達距離와 中心速度의 關係를 機種別(日製)로 表示하면 表 2와 같다.

表 2 Roof Fan(日製)의 給氣風速(m/s) 또 到達距離(Hm)에서의 擴散範圍(Dφ)는 次式으로 表示된다.

型式 H(m) %	RF24H		RF30H		RF36H		RF42H	
	50	60	50	60	50	60	50	60
4.5	0.86	1.10	1.23	1.55	1.56	1.95	1.66	2.66
5.0	0.74	0.94	1.06	1.32	1.34	1.67	1.42	1.77
5.5	0.65	0.82	0.92	1.16	1.17	1.46	1.23	1.54
6.0	0.57	0.73	0.82	1.03	1.04	1.30	1.11	1.37
6.5	0.52	0.66	0.74	0.93	0.94	1.17	1.00	1.23
7.0	0.47	0.60	0.67	0.84	0.85	1.04	0.90	1.12
7.5	0.43	0.55	0.62	0.77	0.80	0.98	0.83	1.03
8.0	0.43	0.51	0.57	0.71	0.72	0.90	0.77	0.95
8.5	0.40	0.47	0.53	0.66	0.67	0.84	0.72	0.88

表 2

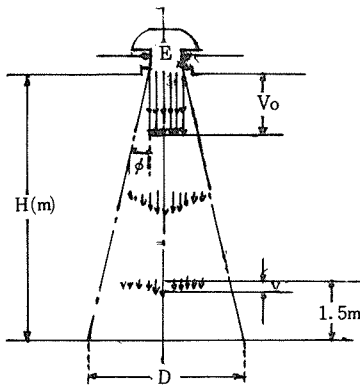
$$D\phi = E + 2H \tan\phi$$

ϕ : 展開角(約20°)

따라서 H=8.4m $\phi=20$ 일때

$D\phi + E + 6.1$ 가 되며

各機種(日製)에서의 拡散範圍는 表 3 과 같다.



機種	E(m)	Dφ (m)
RF24H	0.690	6.79
RF40H	0.855	6.95
RF36H	1.010	7.11
RF42H	1.150	7.25

表 3. 各機種의 擴散範圍

C. 機種의 選定과 台數

前述한 바와 같이 氣流의 風速을 0.7~1m/s로 하면 適當하면 作業域의 氣流速을 어느 程度로 하는가 等으로 機種의 選定에 있어서는 主로 建物の 높이에 制約되며 吹出速度와 騒音等の 諸點을 室의 用途에 依한 要求에 따라서 檢討한다.

想定條件에 가까운 機種이 選定되면 所要換氣量부터 自動的으로 台數는 定하여진다 그러나 建物の 크기에 適合한 適正室內空氣 分布를 얻기 위한 台數로서 展開角 및 重複되는 條件 即 擴散範圍의 關係에서 次式에 依하여 決定될 수도 있다.

$$n = \frac{4A}{\pi D\phi^2}$$

n : 台數

A : 対象區域 바닥面積

Dφ : 擴散範圍徑

지금 室長 ℓ 室幅d라는 工場에 n, m개의 台數를 設置 間隔이 Dφ (m)라고 하면

$$n = \frac{\ell}{D\phi} \quad m = \frac{d}{D\phi} \dots\dots\dots(1)$$

Roof Fan 의 吹出口와 作業域과의 距離를 h라고 하면 Dead Space 가 없도록 하기 위하여서는 (그림 9)

$$h \tan \frac{\phi}{2} = \frac{D\phi}{2} \dots\dots\dots(2)$$

中心速度 ≥ 中間線速度가 되자면

$$h \geq 2.75K \frac{D\phi}{2} \dots\dots\dots(3)$$

但 K : 常數로서 1.5前後

라는 式을 滿足시키면 되므로

$$0.45K \frac{\ell}{h} \leq n \leq 1.37K \frac{\ell}{h}$$

$$0.45K \frac{d}{h} \leq m \leq 1.37 \frac{d}{h}$$

따라서 台數 n×m를 上記의 範圍內에 決定 配置하면 된다.

D. 配置其他

配置에 있어서는 建物の 지붕構造보 등에 依하여 制約되며 常識的인 思考方式으로 吹込氣流 計劃風速(例로서 0.7m/s)의 擴散範圍를 그리고 그範圍內는 計劃風速(0.7m/s)以上의 氣流範圍가 되므로 吹込氣流마다 斷面圖를 圖示하여 作業域을 이範圍內에 들어가게 計劃한다. 또 短絡氣流가 發生하지 않기 위하여서 $D\phi^2 = 1.3D\phi$ 의 中心間隔을 가질 必要가 있다.

또한 外氣와 室溫과의 溫度差가 클때에는 氣流의 到達距離가 減少하므로 0.5~1.0m 程度의 吹出, Guide (짧은 Duct)等 附屬裝置에 依하여 適度의 指向性을 가지게끔 한다.

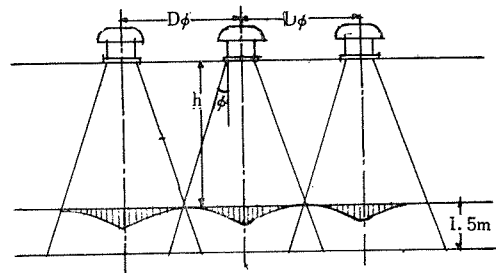


그림 9.

15. 參考文獻

1. 産業環境工学 1969. No.63. 64
2. 建築設備 핸드북 ()
3. 建築設備計画法 ()
4. 室內의 氣流分布 空氣調和衛生工学 1967. Vol. 41. No.2.
5. 室內氣候의 計画 建築設備と配管 1966. Vol. 4. No.9.
6. 工場換氣の問題點と 2.3의 實例 空氣調和と冷凍 Vol. 7. No.12.
7. 其他