

教室の通風

勝田 高司

夏季の通風は日常生活にかくことのできないものである。ことに中、小学校は充分の通風が必要である。外気が高温多湿である上に、児童は活潑に運動するので発汗も多く、したがって汗臭い。その上教室の不足から収容人数が多いので、それが一層ひどくなり、不快、非衛生的な状態になりがちである。通風を支配する建築技術的条件と実験の結果を紹介する。

緒言

通風の人体にたいする効果は、室内空気のもう熱及び水蒸気の排除によつて、室内気流による人体からの対流及び蒸発による熱放散を容易にし、同時に体臭を稀釈する作用のいかにあるので、主として通風量及び室内気流速の人体にたいする分布のいかによつて判定してよいであろう。

模型実験によつて気流の状態を観測する方法として、水槽及び風洞が用いられる。水槽の場合はアルミニウム粉末の流跡を写真にとる。これによつて室内気流の様子がわかるとともに、粉末の移動距離を測定して、およその速度を知ることができる。⁽¹⁾ 水槽実験は2次元的流れに制限されるが、風洞実験では3次元的流れを観測できるわけである。しかし、風洞の場合は室内の流れの形をそのまま写真にとることができない。

室内あるいは建物のきわめて近くの気流はほとんど平行な流れではなく、場所によつて方向がまちまちで、渦になつてゐることも多い。しかも、実際の場合はもちろん模型実験でも風速 1m/sec 内外あるいはそれ以下のときが多いので、全方向微風速計というような特殊な風速計が必要になつてくる。

さいごに相似則の問題がある。建物の表面に作用する風圧力は建物にたいする Reynolds 数とほとんど関係がないといえるので、室内の平均風速と外部の自由風速との比（これを仮りに平均通風率という）のような量は模型実験そのままの値をとれると考えられる。しかし、室内各点の風速分布（室内各点の風速と外部の自由風速との比、すなわち各点の通風率であらわす）は主として風上開口の形式によつて大きく変化する。また、外部の自由風の方向、建物周囲の障害物による影響が多いのである。これらの問題を一般的に論ずるにはまだ充分の資料がない。ここでは風洞実験の結果を参照して開口の配分、気流調節の例を記述する。

開口の配分と室内平均風速との関係

第1図のような場合、開口の流出係数を等しく a と仮定すると理論上の室内平均風率 u_r/V は、

$$u_r/V = Q/A_r V = a(C_i - C_o)^{1/2} (1 + M_p^2 + M_o^2)^{-1/2} (A_i/A_r) \dots \dots (1)$$

ただし、

A_i, A_o, A_p, A_r : 風上窓, 風下窓, 間仕切開口, 窓に平行な室断面などの面積 m^2

C_i, C_o : 風上, 風下壁外表面の風圧係数

M_o, M_p : $A_i/A_o, A_i/A_p$

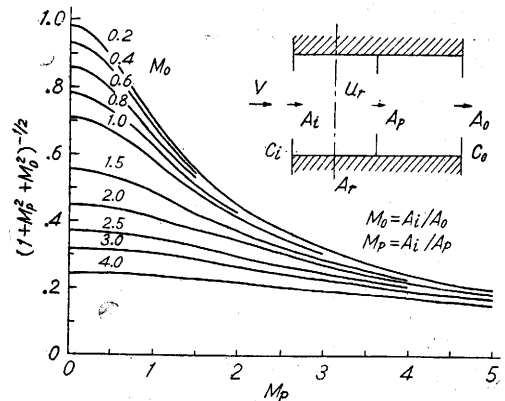
Q : 通風量 m^3/sec

u_r : 室内平均風速 m/sec

V : 外部自由風速 m/sec

a : 流出係数(無次元)

室断面積 A_r に対してなるべく大きな風上開口 A_i をきめ、開口の配分、すなわち M_p, M_o を適当にとり、 $(1 + M_p^2 + M_o^2)^{-1/2} (A_i/A_r)$ を大にすることによつて平均通風率が大になる。もちろん開口部は通風上の要求だけできめるわけにはいかないが、第1図からわかるように、風上窓(流入口)が一定のとき、間仕切開口、風下窓のどちらかがその1/3以下の開口面積になると、他のどちらかの開口をそれより大にしても効果がほとんどないということができる。



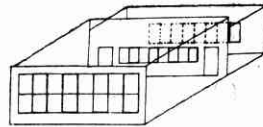
第1図

風洞実験の模型及び全方向微風速計

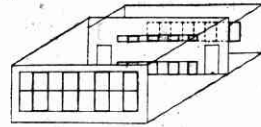
風洞実験に使用した模型及び平板を第2図及び第3図

にします。

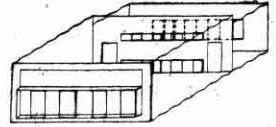
この平板上に1/20の模型をのせた。その形式は水槽実験の結果⁽³⁾から第1表及び第4図のような代表的なものを選んだ。



Type I



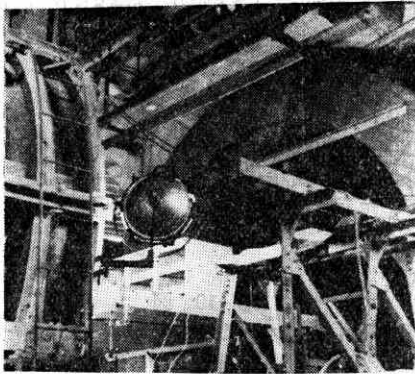
Type II



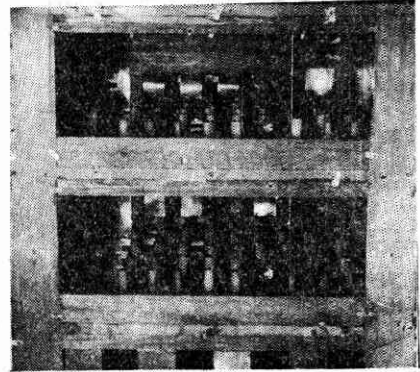
Type II

第4図

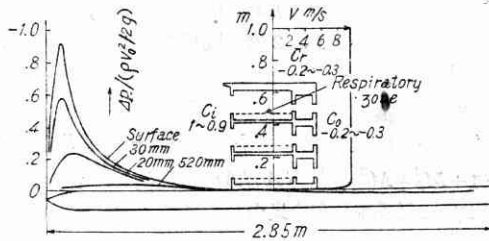
模型教室には机及び人物の模型を入れ、室内風速の水平的分布を各人物をとりはずし、呼吸位置に直径20mmの球形の全方向微風速計エレメントを位置せしめて測定した。(第5図参照)。



第2図



第5図



第3図

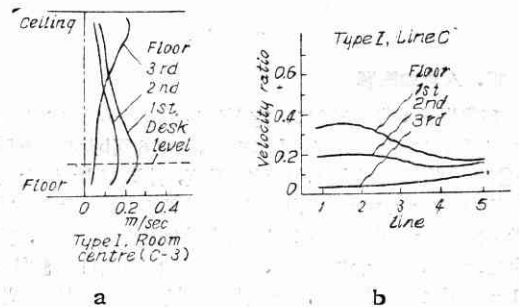
第1表

形式	窓	間仕切	廊下窓	M_p	M_o	u_s/V ⁽³⁾
I (一般型)	7.7×2.55m ² 窓台高75cm 引違建具、全開 ⁽¹⁾	5.1×0.9m ² 下端床上85cm 同 左 出入口、締切	5.9×1.2m ² 窓台高75cm 同 左	4.3	2.8	0.041
II (文部省型)	同	上5.1×0.4m ² 下5.1×0.6m ² (a)出入口、 ⁽²⁾ 締切 (b)出入口、開放	同 上	3.9	2.8	0.045
III (出窓型)	7.5×1.55m ² 窓台高40cm 窓台巾30cm 引違建具、全開	上5.1×0.4m ² 下5.1×0.8m ² 同 左 出入口、締切	同 上	1.9	1.7	0.047

註 (1) 引違建具、全開のとき開口面積の1/2開放
 (2) 0.9×1.95m²×2
 (3) a=0.65, Ci-Co=1.2と仮定

階による呼吸位置の通風率分布の相違

建物の周囲に風にたいする障害物がたいとき、風の流は建物の前方から次第に拡がり、壁面にそつて上方及び左右に流れる。したがつて、室内気流の主流は横に長い建物の上階では天井に近く、両端部の室では外側にかたよる。すなわち、3階建の場合、3階の教室では室内の主流が児童の頭上を通過して呼吸位置では1階、2階より通風率が小になるのである。実際の場合には障害物があるため1階、2階の通風率が低下するので、風洞の場合⁽⁴⁾ほど著しく差がでないがこの傾向がみとめられる。風洞実験の場合、例えば、第6図a及びbのようになる。

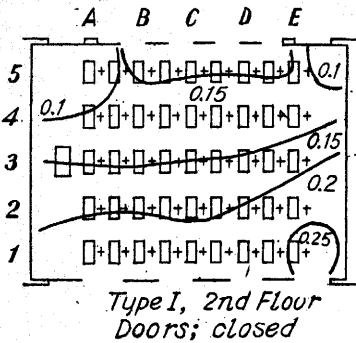


第6図

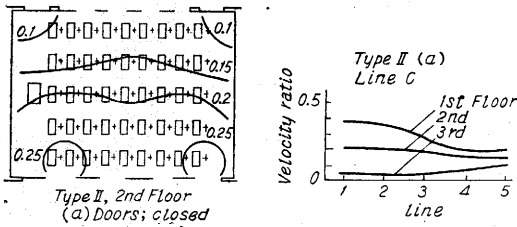
廊下側間仕切開口部の効果

I型は普通に用いられている形式で、II型は廊下側間仕切壁によつて、廊下と教室とを遮断して、児童のおち

つきをみださないように、また内側から壁面を展示板、黒板などに利用する方針のものである。Ⅱ型はⅠ型に比べて間仕切開口面積がやや大きいので、第1表に示したように、 $u_1/V=0.041$ にたいし0.045であるから通風率分布もⅡ型の方がⅠ型よりいくらか良好なことが予想される。(第7図及び第8図a参照)

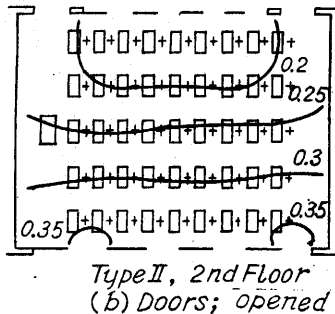


第7図



第8図

出入口を開くと $u_1/V=0.065$ になり通風率分布もずつとよくなる。(第8図a及び第9図参照)



第9図

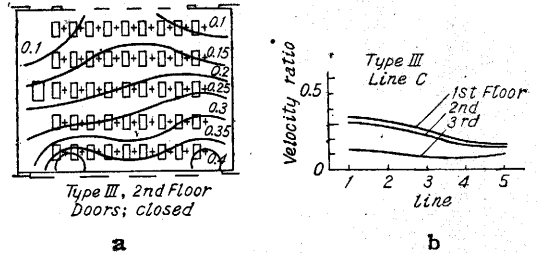
机、人物の影響

1階及び2階はとくに、窓ぎわから遠ざかるにしたがつて児童にあたる気流が小になる。(第6図b及び第8図b参照)。実際の場合、気流の温度、水蒸気量も大となるから、ますます廊下側の席の児童は不利になる可能性がある。主流がなるべく呼吸位置を通るためには、窓台をなるべく低くすること、また廊下側の開口をⅡ型のように腰にとるときは、その上端を机の高さ(児童の場合60cm)より高めにすること、などが必要である。

風上窓の気流調整

窓台を低くすれば室内の通風率分布がよくなるが、不安感をともなう。これを少くするためと窓から落ちる危険をへらす意味で出窓形式(Ⅲ型)が考えられる。さら

に、窓台のないようなときはバルコニーをもうけることになる。これらはいずれも窓から流入する風の主流を床と平行にする作用もある。Ⅲ型の $u_1/V=0.047$ 、Ⅱ型(a)のそれは0.045でⅢ型がごくわずか大である。第10図aと第8図aとを比較すれば教室の風上側半分ではⅢ型の方が通風率がかなり大である。またⅡ型(a)とⅢ型との階別の様子を見れば、Ⅲ型の方が2、3階とも通風率が大きであることがわかる。(第10図b及び第8図b参照)



第10図

Ⅲ型の場合、出窓であること、窓台が低いこと、間仕切開口がやや大きいことが重っているために出窓にしたことの効果はそれほどつきりいえない。しかしながら、水平あるいは逆傾斜の回転窓障子を最上階の窓にとりつけば流入気流が天井に向うのを防ぎ、3階の呼吸位置通風率分布を1、2階と同程度にすることができると思われる。

結論

室内中央位置で窓に平行な直線上の平均通風率が $(1+M_p^2+M_o^2)^{-1/2}(A_i/A_r)$ に比例し、また本実験において通風率分布の良否がこれによつて判定されることが明かになった。

通風計画にさいしては、まず開口面積の配分を検討し、さらに気流方向の調整法を考慮すべきである。

実測結果によると、Ⅰ型及びⅡ型について通風率の最大値が0.5程度で風洞実験に相似しているようにみえる。しかし、この点は今後の資料によつてさらに検討する必要がある。

附記

風洞は東大理工学研究所口径3m風洞を使用し、また実験は東大工学部総合試験所齋藤平蔵助教授と協力して行つた。実験実施は理工研福井四郎、総合試験所沢辺雅二、生産研後藤滋、寺沢達二の諸氏の御努力によることを記し、深く感謝する。(1953.6.1)

文献

- (1) 齋藤平蔵, 教室の窓と通風について, 建報20, 213/214, (1952)
- (2) 勝田高司, 自然換気に関する実験的研究, 生研報告1, 2, 10/11, (1950), 勝田, 橋, 江口, 後藤, 全方向微風速計の試作(1), 生産研究5, 3, 19/20, (1953)
- (3) 齋藤, 勝田, 教室の窓と通風について: 中間報告(1953)
- (4) 齋藤, 小木曾, 高田, 教室内の通風換気量の実験研究: 中間報告(1951)
- (5) 文献(2) 30/35
- (6) 文献(4)