

温湿度調整装置をつけた室内の気圧上昇について*

草野和夫**・安藤 清**

要 旨

自動温湿度調整装置による部屋の気圧上昇量の測定を行った結果、同装置のシャッター開閉度によって室内外の気圧差は変り最高 0.44mb になることがわかった。

この気圧上昇の機構は

$$\Delta V = \frac{\alpha S_i - \gamma}{\beta} (1 - e^{-\beta t})$$

で表すことができ、次の常数を決定した。

$$\alpha = 0.84, \beta = 0.60 \text{sec}^{-1}, \gamma = 0.24 \text{m}^3/\text{sec}$$

この室内気圧上昇によって塵が、細隙より風と共に入るのを防ぐこと、細隙より外に出て行くこと、人の出入の時入るのを防ぐなど防塵に有効なことがわかった。

1. はしがり

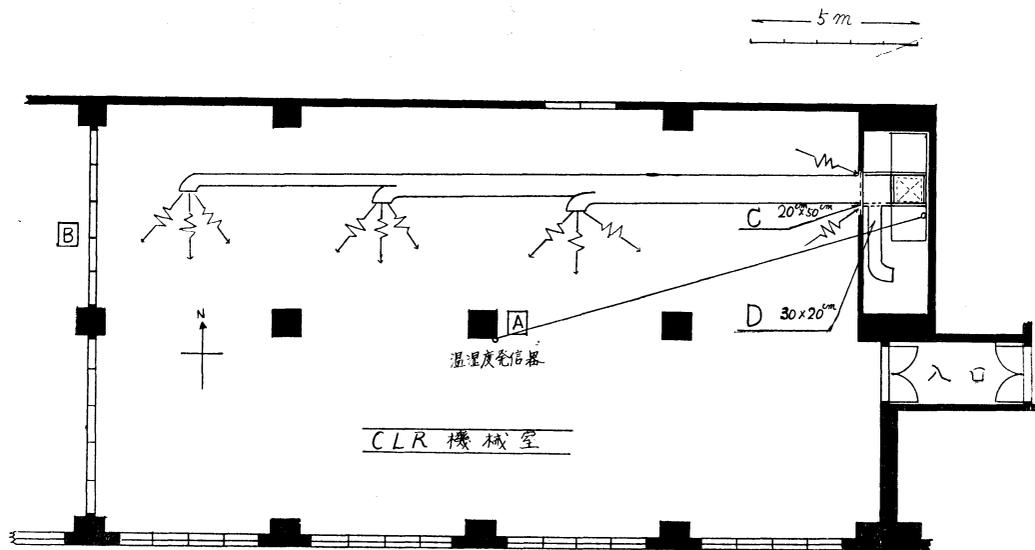
仙台電話局では精密な電子機器を使用する CLR 自動交換器機室を細塵から防護するため、自動温湿度調整装置を利用して、温度および湿度を一定に保つとともに、

室内の気圧を外部より若干高めること、によって防塵効果をあげている。筆者らは同局の依頼をうけ1959年10月6日器械室の気圧上昇について測定を行いその機構と防塵効果について若干の考察を行った。

2. 測定方法

CLR 機械室は第1図に示すような平面図をしており、床面積 302m²、高さ 6m であるが、機械類の容積は約 5% を占めているので、正味 1,720m³ と推定される、窓およびドアはゴムパッキングがあり気密にすることができる。自動温湿度調整装置は第1図のCより室内空気を、Dより外気を吸込み塵を除き所要の温湿度にして再びこれを天床の吐出口より室内に吐出する。Cの吸込口には左右2ヶのシャッターがあり、これを加減して吸込量を変化させることができる。そのとき部屋を密閉しておけば室内気圧も変化する。

我々はシャッターの開閉度を色々変えてその都度吸入



第1図 機械室平面

* Variation of Pressure in Air-Conditioned Room

** 仙台管区气象台
—1961年1月26日受理—

の風速と気圧の測定を2~5回づつ行った。測定点は図中 A, B, C, D の4ヶ所で高さはいずれも約 80cm である測定要素および測器は次のとおりである。

A: 気圧 (P_1) ……精密アネロイド指示気圧計スタ

トスコープ。

B: 気圧 (P_0) ……精密アネロイド指示気圧計

C: 風速 (v_s) ……ピラム風速計。室内空気吸込口
シャッター前面の中央に接着。

D: 風速 (v_i) ……熱線風速計。外気取入口末端、
なお空気吐出口の鹿速を測定したかったが装置の都合
でできなかった。

3. 測定の結果

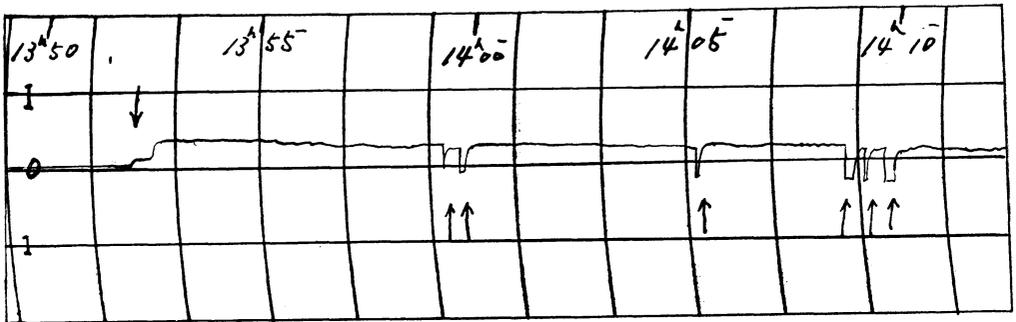
機械室内外の気圧差 (ΔP_0) は $P_1 - P_0$ で表わされる。
この測定の平均値を第1表に示す。

A 点のスタトスコープの記録の一部を第2図に示し
た。図にはシャッターを全部閉にして一定の気圧差がで
たとき、およびその状態の部屋に人の出入りがあり一時外
気圧まで下ったときの状況が記録に表れている。

第1表 シャッター開閉度と気圧上昇量 (ΔP)、
C 点の風速 (v_f) および D 点の風速 (v_i)

シャッター 開閉度	実 測 ΔP_0 mb	スタトス コープ ΔP_s mb	風 速 v_f m/s	風 速 v_i m/s
全 開	-0.04	×	3.8	3.4
全 閉	0.33	0.36	0.7	12.0
密 閉	0.40	0.42	0	13.1
完全密閉	0.44	0.47	0	13.5
1/4 開	0.20	0.23	1.9	9.0
1/2 開	0.05	×	×	6.0
左全閉*	×	0.10	×	×
左1/4開*	×	0.03	×	×

註 * 右全開, × 測定値なし

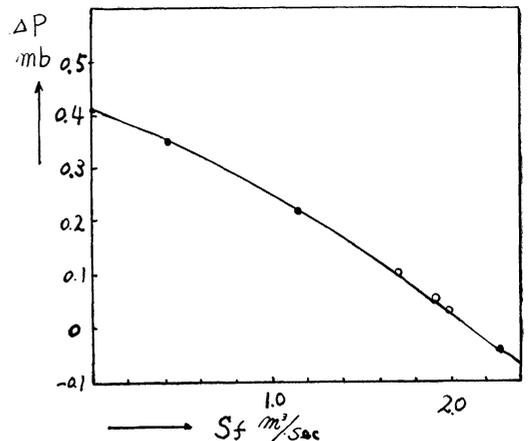


第2図 スタトスコープの記録例

第1表にはスタトスコープの気圧変化量を ΔR_s とし
て示した。 ΔP_s と ΔP_0 とはほとんど等しいので気圧上
昇量は ΔP_0 と ΔP_s との平均値で与えられると考えられ
る。また表中全閉はシャッターを全部閉じたものである
が、なおいくらか吸込が残る。密閉はシャッターを全閉
し更に吸込口全体をビニールの布で覆つたものであり、
完全密閉は吸込口を密閉した上、部屋のドアその他リー
クのあると思われる隙間を目張りした場合である。いづ
れも吸込量は0になる。* 印の付したものは左右2枚に
わかれていたC点のシャッターのうち、右半分は全開の
ままとし、左半分のみを操作した場合であるが、これは
第2図のスタトスコープ記録中下向き矢印で示したよう
な2段階き、たまたまこのような操作によって得られ
たので、これから読取ったものである。

シャッターの開閉度をシャッターを通る空気の流量
(S_f) で表わし、これと気圧上昇量との関係を第3図に
示した。

左全閉*, 左1/4開*, の場合には v_f の測定値がない



第3図 シャッターを通る流量と気圧上昇量との関係

ので、図の線上に白丸で示した。なお全開の場合 ΔP_0 が
負になって居るのは測定誤差の範囲内とも思われるが一
応そのまま示しておいた、

第3図で示されたように室内からC点におけるシャッターをとって循環する空気の流量を制限することによって機械室の気圧は上昇している。この気圧上昇に寄与しているのはシャッターから吸込まれる空気ではなくてD点をとって取入れられる新鮮外気が機械室に強制的に押込まれるためである。このことは第1表でシャッターをとぎすほどその取入風速が増大していることでも証拠だてられる。

4. 気圧上昇の機構

気体の状態方程式を

$$P = \rho \cdot R \cdot T \quad \text{とし}$$

室容積 V_0 , 室内空気質量 m , 室内空気の平均密度を $\bar{\rho}$, とすれば

$$\bar{\rho} = m/V_0 \quad \text{であるから}$$

$$P = m/V_0 \cdot R \cdot T$$

$$T = \text{Const} \quad \text{として}$$

$$\frac{dP}{P} = \frac{dm}{m}$$

dm を気圧変化を与えるために注入すべき空気量とすれば、その容積 dV は $\bar{\rho} = \text{Const}$ として

$$dV = \frac{dm}{\bar{\rho}} \cdot V_0$$

従って $dP/P = dV/V_0$ これを微差形式にして

$$\Delta P/P = \Delta V/V_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

この式の意味は、閉された室内の気圧上昇は室内の空気の正味蓄積量に比例することを示している。

室内に外部から単位時間に供給される空気量は

$v_i \times$ (管の断面積) すなわち (S_i) に比例するとしてこれを $\alpha \cdot S_i$

調整装置内における単位時間当りのロスを γ

室壁面などの細隙から単位時間にリークする空気量はそのときの蓄積量 (ΔV) に比例するとして

これを $\beta \cdot \Delta V$

と表し、C点における空気の流出はそのまま循環するので蓄積とは無関係と考えれば蓄積量の時間的変化は

$$\frac{d\Delta V}{dt} = \alpha S_i - \gamma - \beta \cdot \Delta V \quad \dots\dots\dots (2)$$

となる。これを初期条件

$$t=0 \quad \text{において} \quad \Delta V=0$$

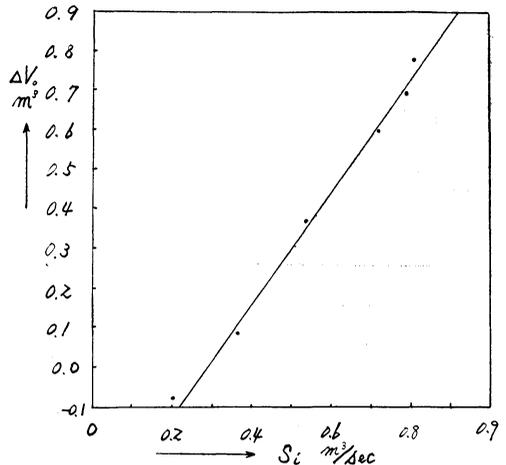
を用いて解くと次式が得られる。

$$\Delta V = \frac{\alpha S_i - \gamma}{\beta} (1 - e^{-\beta t}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

i) $t = \infty$ において $\Delta V = \Delta V_0$ とすると

$$\Delta V_0 = \frac{\alpha S_i - \gamma}{\beta} \quad \dots\dots\dots (4)$$

われわれが測定した気圧上昇量は、それが落付いたときの $t = \infty$ におけるものとみなすことができる。D点の流量 S_i と、 P を 1010mb として換算した ΔV_0 との関係は第4図に示したが、ほぼ直線関係があり、これより(4)式の常数を求めて見ると次のとおりである。



第4図 外気取入口流量と室内空気蓄積量との関係

$$\alpha/\beta = 1.4 \text{ sec}$$

$$\gamma/\beta = 0.4 \text{ m}^3$$

ii) 第2図上向矢印のようなドアの開閉による気圧変7回の平均を見るとドアを閉じた後5秒たつと全気圧上昇量の95%が達成されている。すなわち

$t=5 \text{ sec}$ において

$$\Delta V = 0.95 \cdot \Delta V_0$$

$$\Delta V_5 = \frac{\alpha S_i - \gamma}{\beta} (1 - e^{-5\beta})$$

$$= \frac{\alpha S_i - \gamma}{\beta} \times \frac{95}{100} \quad \dots\dots\dots (5)$$

(5)式より $\beta = 0.60$ が得られる。従つて3個の常数は $\alpha = 0.84$, $\beta = 0.60 \text{ sec}^{-1}$, $\gamma = 0.24 \text{ m}^3/\text{sec}$

と決定される。

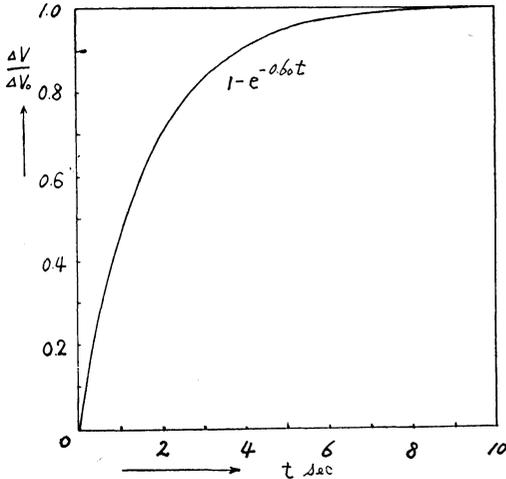
完全密閉は窓および出入口の細隙を目張りしているのでリーク量も少く第4図に示すように気圧上昇量も少し飛び離れて大きい。このときのリーク係数 β を α , γ は同じと見て(4)式から求めると

$$\beta' = 0.56 \text{ sec}^{-1} \quad \text{となる。}$$

第5図に $\beta = 0.60$ における $\Delta V_0 = 1.0$ としたときの蓄積係数 $(1 - e^{-\beta t})$ を図示した。

5. 気圧上昇と細塵との関係

ここに得られた程度の気圧差によって果してどの程度の防塵効果を期待できるであろうか、この点を考えて見



第5図 蓄積量の時間的变化

第2表 気圧上昇量とそれに対応する最大風速 (U_0)、隙間風の風速 (U') およびドアを開けたときに受ける瞬間風速 (U'')

シャッター開閉度	実測 ΔP mb	スタトスコープ U_0 m/s	風速 U' m/s	風速 U'' m/s
全開	-0.04	-2.6	-0.4	-0.4
全閉	0.35	7.6	3.0	3.5
密閉	0.41	8.3	3.5	4.1
完全密閉	0.46	8.8	3.9	4.6
1/4開	0.22	6.1	1.9	2.2
1/2開	0.05	2.9	0.5	0.5
左全開*	0.10	4.1	0.9	1.0
左1/4開*	0.03	2.2	0.3	0.3

註 * 右全開

る。室内を細塵から防ぐには

- i) 壁面の細隙から室内に侵入するものを防ぐこと。
- ii) 室内に浮遊する細塵を細隙から外に運び出す気流があること。

iii) 人の出入りのとき、出入口から侵入するものを防ぐこと。
が必要である。

第1点については内壁には ΔP の圧力があるので外壁に直角にあたる風速 U が、次の式を満足するかぎり細隙から侵入することはない。

$$\Delta P \geq \frac{1}{2} \rho U^2$$

このような U の ΔP に対する最大値 U_0 を第2表にかかげる。

第2に室内の気圧が高いと(2)式で示したように $\beta \Delta V$ すなわち $\beta \cdot V_0 \frac{\Delta P}{P}$ で表わされるような外むきの気流がある。しかしこのときの風速は細隙の総面積 R の測定が事実上困難なので求めることはできなかった。大体のオーダーは R を $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ とすると第2表 U' の欄に示すような風速が得られる。

第3点については、気圧が高くなっている機械室の出入口をあけると隣室外に浮遊している細塵が吹きとばされる。そのときの時間 t は非常に短い、これを $1/10$ 秒とし、細塵の質量を $m=10^{-3}\text{gr}$ 、断面積 $r=10^{-2}\text{cm}^2$ とすると

$$mU'' - mU_0'' = \Delta P \cdot r \cdot t$$

から $U_0'' = 0$ ($t=0$ における静止) だから

$$U'' = \Delta P \times 10\text{m/sec}$$

となる。第2表 U'' にはこれを表示しておいた。

以上のようにシャッターを全閉あるいは密閉すれば防塵効果は相当期待できるが温湿度調整装置はもともと気圧を高める目的のものではなく、シャッターを全閉することは好ましくない。然しシャッター1/4開式は1/2開としても防塵効果は期待できるものと思われる。

この観測には筆者等のほか仙台管区気象台角野技官、氏上技官に担当していたとき、また仙台電話局遠藤芳造村には種々便宜を計っていたが、これらの方々へ感謝の意を表します。

気象の英語 (38)

41. to be absorbed

たとえば、天気図の上で、"台風は衰えて寒冷前線に吸収された" というような文を考える。寒冷前線の中に入ってしまうのであるから、The typhoon became weak and was absorbed into a cold front. と書きたくなるが、能動文で書けば、"寒冷前線が吸収する" のである

から、受身では was absorbed by a cold front としなければならない。

42. bias と prejudice

両方とも "偏見" であるが、違いはつぎの通り。bias は好ましいこと、好ましくないことのいずれの場合にも使われるが、prejudice は人種偏見=prejudice against a race などのように、好ましくない偏見、bias よりも条理の通らぬ偏見に対して使われる。(有住直介)