

次のような結果を得た。64.7%は明るくなつたといひ、27.9%は生産増進に役立つた、30.9%は品質向上に役立つた、19.1%は作業者の眼や身体の疲れが減つた、14.7%は欠席者が減つたといつてゐる。結局、全体の75%の会社は色彩調節に満足し、5.9%は不満足、19.1%は意見がなかつた。

米国の公衆衛生局が官営工場について2年間調査した結果次のように報じてゐる。新しい照明器具と色彩調節とを併用したが、以前には最大と平均との輝度比が100:

1以上であつたのに対して、改善後は4.7:1になり、生産能率は5.5%向上した。5.5%という数字は95人の官吏について1年間13,229弗の節約になる。

我が国における工場色彩調節は、昨年より急に各所で実施されて、東京計器、日立、東芝、日産自動車、明電舎、キヤノンカメラ等の諸工場において実績を挙げている。初めは我流で華かな色彩を施した処もあつたが、間もなく更められて正道をふむことの良さが理解されたようである。

## 工場環境とその改善

大阪大学教授 新 津 靖

### 1. 緒 言

農作物を別として、他の生産物は殆んど屋内で作られ、文化の進展に伴つて人間は益々屋内で過す人数と時間を増さざるを得ない状態になりつゝある。従つて我々は製品の品質向上と作業者の健康保持の二点に於いて、作業環境を合目的に調整させる必要がある。製品の質のための作業環境は、必ずしも労働者の健康保持に適した環境とはいえない場合が多いが、本文に於ては、特に後者に就て、その実態と衛生学的に究明された工場内の各種環境要素の限度を述べ、衛生工学的に環境改善の指針を述べたいと思ふ。

工場内環境要素としては空気、光及び音響が重要であり、この内空気としては温、湿度、風速、塵埃、煤煙、ガス、空気イオンが問題となるが、8時間労働としてこの間、成人は1人当り約5m<sup>3</sup>の工場内空気を体内に吸入し、又周辺温度の影響を受けるのであつて、空気という言葉で環境を代表させてもよい位工場内の空気状態は光や音響に比し、特に我々の健康に影響する処が大きい。以下二、三の要素に就き、その実態を見よう。

### 2. 各種作業の至適温度と限度温度

我々が工場内で各種の作業に従事する場合、先づ肉体的に直接影響を受けるものは工場内の作業面に於ける空気温度である。各種工場内の温熱状態の実態調査報告は衛生学者に依つて多数発表されて居り、又作業の種類に依つて、どの程度の温度が至適であるかも段々解明されて來た。至適温度といふのは寒からず、暑からずといふ境界の温度範囲であるが、その決定法は各人に就て主観的な快適温度を調査して、80%以上の人が快適とする温

度を探つたり、間接的には生産量が最高を保つ温度範囲をとる場合もある。

今多数の研究者が調べた結果を引用すると第1表<sup>(1)</sup>の通りである。表中感覚温度は実効温度とも呼び、室温 $t_a$ 、湿度100%、無風の状態を基礎として、これと等温感覚を與える状態を感覚温度 $t_p$ とするのであつて、Yaglou と Houghton が創案した指標である。但し放射熱は全く入らない。

次に限度温度であるが、至適温度から多少上下に温度がづれても、身体の各種調節機能がこれに適応する様に働いて呉れるが、この限度を越えると機能失調状態に入る。この温度が限度温度であつて、これは一定不変のものではなく、作業の性質、強度、個人の環境適応能力等に依つて相違して來る。

一般工場内では低温より高温の場合の方が多いため、この場合の限度温度を示せば第2表<sup>(2)</sup>の通りである。

表中に「堪え得た記録」の欄があるが、生理学者に依る実験記録としては120°Cの室内に20分入つていて障害なしというのがある。被験者は両手に生卵を持つてこの室に入り、出た時には卵はゆでたと同様にかたまつていたという。この場合室内空気が乾燥している事が必要で、発汗に依る体表面の防熱作用の效果に依るものである。製鋼、圧延等所謂高熱作業場と呼ばれる工場内では、乾球温度32~42°C、濕球温度25~33°C程度のものが最も多く、産業労働の内最も重激な部類に属している。

### 3. 塵埃とその限度量

塵埃といふものゝ定義が明確でないし、又分類もまち

第1表 各種作業についての至適温度

作業の種類		温度	カタ率	感覚温度	著者	摘要	
軽 作 業	坐業	67—69°F	D. K. 6 W. K. 18	64—66	Vernon	米國一商館の規定を引用	
	坐業	58—66°F		56—63	〃	不平等なき温度	
	坐業				J. Hill		
	輕作業			66—71	Yaglou	快感帯	
	輕作業	65—67°F		62.5—64	Vernon	米國一商館の規定	
	機械による作業	50—61°F		49—53.5	〃	不平等なき温度	
	紡織作業			62.8—64.6	助川、勝木	快感温度	
	織布作業	70—75°F (77.5—80%)		68—72.5	Wyatt	能率最高	
	煙草包装	19.5°C		65.7	沢野	〃	
	煙草包装	23.5°C (69%)		71.0	力丸	〃 (台湾人)	
精神的身体的作業	40—60°F	40—58	Huntington	能率最高			
程作業		D. K. 8 W. K. 25	L. Hill	作業高最大			
筋 的 勞 働	錫板工場	50°F以下	D. K. 10 W. K. 30 D. K. 8 W. K. 20 D. K. 57—26 W. K. 15.2 —12.6	49以下	Vernon	災害最小 生産高最大	
	靴工場	60—65°F		58—62.5	Hambly 等		
	身体的労働	60°F		58	Huntington		
	砲彈工場	62.5—72.5°F		60—69	Osborne 等		
	砲彈工場	60—65°F		58—62.5	〃		
	固定自轉車	20—30°C		65—80	大西		
	廻轉			57	石川		
	〃	15°C					
	筋作業	15—17°C		57—60	Lehmann 等		作業能最大
	重労働	55—65°F		58.5—62.5	Vernon		米國一商館の規定
重労働	44—48°F	45—47	〃	不平等なき温度			
炭坑		50—53.5	L. Hill				
炭坑		65.779.2	Orenstein 等				
炭坑			Vernon 等	災害最小			

まぢであるが、如何なる作業でも塵埃を発生しないものなしといはれる位我々は塵埃に包まれて居るのであつて、特に工場内の塵埃は多い。

塵埃の有害性を支配する條件も、その濃度、種類、粒子の大きさ、及びその物理化学的性質等に依つて人体に及ぼす影響が異なる。これ等に関する衛生学上の論議は専門書<sup>(3)</sup>にゆづり、一般的忍限度の示標として用いられている 1cm<sup>3</sup> の空氣中の塵埃個数に就て、三浦氏等<sup>(4)</sup> が分析式塵埃計で測定した各種工場の実態を示すと第3表の通りである。

塵埃濃度の忍限量に就いては、未だ確定的の検測は明示されていないが、我國で現在使用されて居る判定基準は、石川氏<sup>(5)</sup> の第4表と Lehman<sup>(6)</sup> の第5表である。即ち石川氏は空氣 1 cm<sup>3</sup> 中の粉塵数 400 を忍限量とし、Lehman は空氣 1 m<sup>3</sup> 中 10mg を忍限度においている。

又労働省通牒に依る忍限度は一般塵に対して粒子数で 1000/cm<sup>3</sup>、重量では 15mg/m<sup>3</sup> となつている。而して塵埃の肺臓への到達沈着は大体 1μ 以下のものとされ、従つてこれ以下の埃の有害性が大きい事が実証されているが、鑛物工場の塵埃では 1μ 以下の粒子が 90% を占め、Sandblast を行う工場では 40% と測定されて居り、後者では小さい粒子が案外少い事を示している。

#### 4. 工場内の細菌とその忍限度

工場内の空氣中の細菌に就ては空氣感染の可能性及び空氣汚染度の指標、この二つ意義を持つている。即ち一般には塵埃や有害ガスと同様に工場空氣の汚染度乃至はその作業場の換氣状態を知る指標として取上げられて居り、この場合空中細菌の病原性に就ては余り問題にされず、雑菌として取扱う場合が多い。然しながら結核菌の

第2表 作業の種類と制限温度

作業の種類	制限温度	堪え得た記録	身体障害
智的作業	乾球温度 27°C	乾球温 45°C 43°C 64°C	血液変化
	湿球温度 24°C	湿球温 45°C 40°C 42°C	血量減少
	感覚温度 (E.T) 73~90	比 湿 100% 60% 30%	血压低下 脈搏数増加
		35分 40分 45分	
筋的作業	乾球温度 27.5°C	乾球温 70°C	} 45分
	湿球温度 21~25°C	湿球温 43°C	
	感覚温度 (E.T) 71~80	比 湿 15%	
筋的重作業	乾球温度 21~35°C	乾球温 49°C 51°C 47°C	} 30分 25分 36分
	湿球温度 27~30°C	湿球温 40°C 48°C 45°C	
	感覚温度 (E.T) 60~87		
坑内労働	乾球温度 36.9°C		
	湿球温度 70%		
	感覚温度 79		

第4表 粉塵数の判定

空気 1 c.c. 当り粉塵粒子数	判定
100 以下	清 淨
100-200	軽度発塵
200-400	中等度発塵
400	制限濃度
400-800	高度発塵
800 以上	危険度発塵

第5表 塵埃量の判定

塵埃重量	判定
5 mg/m <sup>3</sup>	中等度
10 "	許容度
20 "	禁忌度
30 "	危険度

第3表 各種工場鉱山の発塵

工場の種類	粉塵数/l.c.c.
蓄電池工場	810~7000
乾電池工場	1500~3600
電信局	180~1000
郵便局	400~1500
硫酸工場	330~1700
磷肥工場	1700~3000
変電所	180~400
火力発電所	310~15000
電気器具工場	600~3200
製紙工場	600~1300
水道局浄水場	300~660
水道局汚水処理場	330~1200
アルミナ工場融成作業場	720~1900
金属山坑道	320~750
〃 選鉱場	210~2100
〃 切羽	750~60000
製錬所製錬工場	750~4500
〃 塵炭場	680~12000
〃 石灰炉工場	640~3500
〃 電錬工場	520~1600
ロール鑄物工場	1100~8000
自動車工場鑄物工場	700~2300
〃 熱処理工場	1200~3200
〃 サンドブラステイング	420~45000
映画館映写室	390~1400
人絹工場	280~1200
スフ工場	590~1100

第6表 作業場の空気中の細菌数

作業場の種類	細菌数
アバート	23~270
ビルディング事務所	4~20
タバコ工場	25~700
蓄電池工場	6~11
ガス工場	8~120
アンモニア工場	7~24
硫酸工場	2~20
硫酸工場	50~11
電信局	09~17
火力発電所	70~130

第7表 空気中細菌の判定

個数	判定
30 以下	清 淨
30-50	軽度汚染
50-100	中等度汚染
100	制限度
100 以上	高度汚染

様に、換気不良に基く塵埃感染を起す場合も多いのであるから、この点も無視する事は出来ない。

今三浦氏<sup>(7)</sup>が各種作業場に就て調査した空中細菌数を第6表に示す。これは一定量の空気を濾過して捕えた細菌数ではなくて、シャーレ上への落下菌を培養して数えたものである。この空中細菌に就いての制限度も明確にされていない様であるが、乗木氏が最近労働科学(26巻、3号)に発表したものを第7表に示す。

この外に有害ガスの問題があるが、これに就ては梶原

教授がかつて本誌上に書かれたから、これを参照された  
い。

### 5. 換気に依る作業環境の改善

以上著者は工場内主要環境要素の実態と衛生学上の想  
限度を記述して、一般工場内が如何に理想的な空気状態か  
ら隔つて居るか、又その改善の必要性を知る資料とし  
た。而して作業、製品の種類に依つて、局部的に発熱、  
発塵、有害ガスの発生が著しい場合には、これ等を工場  
内に分散させずに、発生個所で除去する方法を講ずるの  
が最も望ましいし、これには色々の方法もあるが、こゝ  
では先づ一般換気に就て述べる。

理想的な改善方法としては、冷凍機、加熱器、水洗装  
置に依る工場内の空気調和であるが、一般工場に於ては  
到底採用し得べくもない。発生熱、塵埃、ガス等を最も  
簡単に除去する方法は比較的清潔、低温の外氣と工場内  
空氣の置換即ち換氣である。

労働基準法衛生規則では作業場の氣積、換氣に就て次  
の様に規定している。

- 1) 1人当り10m<sup>3</sup>以上の氣積とする。(床面4m以上  
の空間を除く)
- 2) 1人に就き毎時30m<sup>3</sup>以上の新鮮な空氣を供給し

第8表 所要換氣回数の標準

換氣容量	1時間1人当り	m <sup>3</sup>
作業場(一般)	30~50	
(特殊)	50~100	

種	類	回 数 / 時
作	業 場 (一般)	4
同	(煙、濕氣等多量に存するもの)	15-20
鑄	造 工 場	1-2
汽	罐 室	4-6
機	関 室	10-15
モ	ン プ 室	8-10
機	械 工 場	6
木	工 場	8
製	紙 工 場	15-20
紡	績 工 場 (一般工場)	4
同	(染工場)	15-20
鉄	道 工 場	4
塗	裝 工 場	4
倉	庫	6-10
自	動 車 庫	4
白	動 車 修 理 工 場	15-20
洗	濯 工 場	10-15
一	般 亭 務 室	3
厨	房	10-20
食	堂	4

て換氣する事。

- 3) 氣温10°C以下の場合には換氣に際し1m/s以上の  
氣流にさらされない事。

而して一般には作業場の換氣量及び工場種類別に依る  
換氣回数として第8表の様な標準が示されて居る。

### 6. 温度差に依る自然換氣

さて上記の標準値をどの様な方法で確保するか。最も  
廣く利用されているものは工場内外の湿度差に依る自然  
換氣であつて、屋上に monitor や ventilater を設ける  
のが普通である。ところがこれ等は從來全く習慣的とい  
うか、模索的にその形状、寸法が定められて居つて、実  
際の作業場の環境を前記の標準状態に保つ様に、確たる  
關係式で出されたものではない。出来るだけ大きい排氣  
口にしておけばよかるう位の事である。

依つて著者はこの点を明確にすべく次式を導いた。<sup>(8)</sup>  
本式は実験結果と極めてよく一致する。

自然換氣裝置設計式

$$\Delta P = 353h \left( \frac{1}{273+t_0} - \frac{1}{273+t_m} \right) \text{ kg/m}^2 \text{ 又は水柱 mm}$$

$$t_m = \frac{1}{h} \int_0^h t dh \quad \text{°C}$$

$$W_0 = \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2 \left( \frac{273+t_0}{273+t_m} \right) W_m \quad \text{m/s}$$

$$V_m = 3,600A_2 \sqrt{\frac{2gh \left( \frac{273+t_m}{273+t_0} - 1 \right)}{\left( \sum \zeta_1 + \sum \lambda \frac{l_1}{d_1} \right) \left( \frac{d_2}{d_1} \right)^4 \left( \frac{273+t_0}{273+t_m} \right) + \left( \sum \zeta_2 + \sum \lambda_2 \frac{l_2}{d_2} + 1 \right)}} \dots \text{m}^3/\text{h} \text{ (} t_m \text{°Cにて)} \dots (1)$$

上式に於て

$\Delta P$  = 通氣力 kg/m<sup>2</sup> 又は水柱 mm

$h$  = 給氣口中心から排氣口上端までの垂直距離 m

$t_0$  = 外氣温度 °C

$t_m$  = 換氣平均湿度 °C

= 排氣口直下、排氣口上端面より給氣口中心を含  
む水平面  $hm$  間の温度の平均値

$$= \frac{1}{h} \int_0^h t dh$$

= 室内三次元空間の対流による各点の温度分布は  
現在流体熱力学的に計算出来ないから、実験的  
に測定するか、從來の測定値から推定する。

$W_0$  = 給氣口からの新氣流入速度 m/s

$W_m$  = 排氣口に於ける流出速度 ( $t_m$ °Cにて) m/s

$$\left( \frac{d_2}{d_1} \right)^2 = \frac{A_2}{A_1} = \frac{\text{排氣口断面積 } \text{m}^2}{\text{給氣口断面積 } \text{m}^2}$$

$V_m$  =  $t_m$ °C に於ける排氣體積 m<sup>3</sup>/h

$\sum \zeta_1$  = 給氣口入口、出口等に於ける抵抗係数の和

$\sum \zeta_2$  = 排氣口入口等に於ける抵抗係数の和

$\lambda_1, \lambda_2$  = 給氣口、排氣口内面の液体摩擦係数

$l_1, l_2$  = 給氣口、排氣口の長さ m

$d_1, d_2$  = 給氣口、排氣口の直径 m

矩形その他の形ならば水力学的平均深さ

### 7. 温度差と風力連合の場合の換氣量

工場建築の monitor や roof-ventilator は内外温度差のみでなく風力に依つても換氣作用を行う。両者が同時に依用する場合は次式に依つて、所要の換氣量  $V_m$  m<sup>3</sup>/h を與うべき給排氣口面積  $A_1$  m<sup>2</sup>  $A_3$  m<sup>2</sup>、(即ち直径  $d_1$   $d_3$  m) が定められる<sup>(1)</sup>。

即ち室内外温度差と風力連合に依る 1 時間当り自然換氣量を與える一般式は

$$V_m = \frac{3600 A_3 \sqrt{2gh + (C_1 - C_3) v^2} \left( \frac{273 + t_m}{273 + t_0} - 1 \right) - 2gh}{\sqrt{\left( \sum \zeta_1 + \sum \lambda_1 \frac{l_1}{d_1} \right) \left( \frac{d_3}{d_1} \right)^4 \left( \frac{273 + t_0}{273 + t_m} \right) + \left( \sum \zeta_3 + \sum \lambda_3 \frac{l_3}{d_3} + 1 \right)}} \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (t_m \text{ } ^\circ\text{C} \text{ にて}) \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここに

$A_3$  は排氣口断面積 m<sup>2</sup>、 $h$  は給排氣口間の垂直距離 m、 $t_m$  は室内対流と吹込み氣流に依つて定まる  $h$  間の平均温度  $^\circ\text{C}$ 、 $t_0$  は外氣温度  $^\circ\text{C}$ 、 $\sum \zeta_1$  は給氣口に於ける形状抵抗係数の和、 $\sum \lambda_1 \frac{l_1}{d_1}$  は給氣口に管路部分がある場合の管壁摩擦に関する係数の和、 $\sum \zeta_3$ 、 $\sum \lambda_3 \frac{l_3}{d_3}$  は排氣口に関する同上値、 $d_1$ 、 $d_3$  は給排氣口直径 m、 $v$  は風速 m/s、 $C_1$ 、 $C_3$  は給排氣口の風圧係数

(2) に於て風速  $v=0$  の場合には

$$V_m = \frac{3600 A_3 \sqrt{2gh \left( \frac{273 + t_m}{273 + t_0} - 1 \right)}}{\sqrt{K_1 \left( \frac{d_3}{d_1} \right)^4 \left( \frac{273 + t_0}{273 + t_m} \right) + K_3}} \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (t_m \text{ } ^\circ\text{C} \text{ にて}) \quad \dots \dots \dots (3)$$

となつて (1) に一致する。

又  $t_0 = t_m$  の場合には風力のみによる自然換氣量を示し

$$V_0 = \frac{3600 A_3}{\sqrt{K_1 \left( \frac{d_3}{d_1} \right)^4 + K_3}} \sqrt{(C_1 - C_3) v^2}$$

$$= \frac{3600 A_3 \sqrt{C_1 - C_3}}{\sqrt{K_1 \left( \frac{A_3}{A_1} \right)^4 + K_3}} v \quad \text{m}^3/\text{h} \quad (t_0 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ にて}) \quad \dots \dots \dots (4)$$

即ち換氣量は風速に正比例する事が判る。

(2) と (3) に於て注意すべき点は室内温度  $t_m$  であつて、 $t_m$  は元來排氣口直下の温度分布に關係する事

は前述の通りであるが (2) の  $t_m$  は両者が組合わさつた場合の  $h$  m 間の平均温度であり、(3) の  $t_m$  は対流のみに依る室内温度分布状態から定まる  $h$  m 間の平均温度である。これ等の  $t_m$  は給排氣口の位置、放熱体の位置、室の形状等に依り變つて来るから各々の場合に就き実測又は從來の測定値から推定せねばならぬ。

### 8. 換氣効率

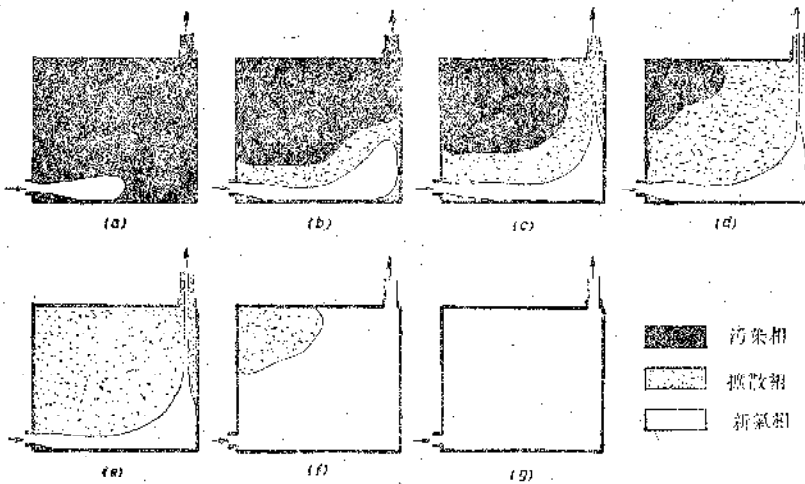
自然換氣、機械換氣更に空氣調和装置に依る換氣等、何れに依るにせよ、設計上留意すべき点は換氣効率である。即ち問題になるのは換氣量そのものではなくて、それが作業場に於て如何に有効に換氣の役目を果たすかにある。これは給排氣口の関係位置と工場内の放熱体の位置如何、換言すれば工場内空氣の流動状況に依つて、供給新鮮外氣が工場内によく行き渡つて、眞に有効な換氣が行はれるか、又は新氣が給氣口から排氣口へ短絡して徒らに換氣動力の消費が行はれるかで決つて来る。

今一例に就て述べると第 1 図の様な状態が考えられる。先づ換氣を開始せぬ前は室内に汚染

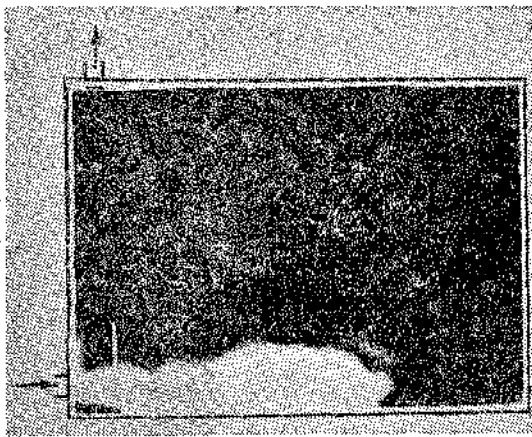
空氣が充満して居り、室内温度は発熱体の有無に依り外氣より高い場合、等しい場合、更に製氣燻房の時の様に低温の場合もある。給氣口から新氣が流入した直後には、(a) の如く新氣と汚染空氣は殆んど拡散混合を起さず、従つて流入新氣と同体積の汚染空氣は排氣口から流出する。即ちこの場合には明かに完全成層換氣状態であり新氣は 100% 室内に残る。この状態の起り得る事は著者が撮影した第 2 図の氣流写真でも判る。新氣の尖端が進行するに連れて (b) の如く一部拡散相が出来るが、排氣口からは尙汚染空氣のみが排出される。この場合新氣又は拡散相が排氣口流出端に到達する迄は汚染空氣のみが流出するのであるから、拡散相形成の有無に拘らず、流入新氣と同体積の汚染空氣が流出し、新氣の残留率は完全成層の場合と同一である。

更に時間がたつと (c) の如く拡散相が流出し始め、汚染相は新氣と拡散して次第に消滅して行く場合も考えられるし、新氣が低温の場合には床面から次第に積層状に蓄積され、先づ汚染相が流出し、次に拡散相が排氣される場合も起り得る。更に換氣が續くと (d) の如く新氣の一部が排氣口に短絡し、汚染相は次第に拡散相に吸収され、その後には (e) の如く拡散相と新氣相のみの状態も起り得る。ここで新氣の短絡の起らない場合、又扇風器等で室内空氣を攪乱してやれば室内は完全に拡散相のみとなる完全拡散換氣状態となる事もある。更に拡散相が新氣に依つて次第に薄められたり、室の形状に依つては

第 1 図



第 2 図



一局部に停滞して動かない時には (f) の如き状態も起きるのである。そして室内に汚染の原因となる発塵、ガス発生等がなければ換気量の増加に従って室内は新気で完全に置き代えられた (g) の状態に到達する。以上は室温

も刻々変化する過渡的狀態変化であるが、若し又一定換気量の下で一定量の発塵、ガス発生が續けば、上記の何れかの室内空氣狀態に止まる場合も起り、これは室温一定の定常換氣狀態である。

従来環境衛生学及び建築工学上この現象を考慮し、設計上の指針を與えた研究はなかつたから、著者は換氣効率を次の如く定義して、理論的に解析を行つた。(10)

即ち換氣効率は純度効率と残留効率よりなるとし、

$\eta_p = \text{純度効率} = \text{室氣容積中に含まれる新鮮外氣の室温に於ける体積割合}$

$$= \frac{V_f + \zeta V_d}{V_r}$$

ここに  $V_r = \text{室内容積}$   
 $V_f = \text{室内新氣相体積}$   
 $V_d = \text{室内拡散相体積}$   
 $\zeta = \text{拡散相純度、即ち拡散相内に含まれる新氣體積を } V_f \text{ とすれば}$

$$= \frac{V_f}{V_d}$$

即ち任意の方法に依つて換氣が行われる場合、換氣の衛生学的意義はそれに依つて氣容積に対する新氣の割合を大きくする事即ち室内空氣純度を表わす

$\eta_p$  を大きくする事に外ならぬ。

又  $\eta_r = \text{残留効率} = \text{供給新鮮外氣に対し室内に残留して換氣の役目を果す新氣の体積の割合(室温にて)}$

$$= \frac{V_f + \zeta V_d}{V_e}$$

ここに  $V_e = \text{室温に於ける供給新氣體積}$ 、 $V_o$  を外氣温度に於ける供給新氣體積とすれば

$$= \frac{T_r}{T_o} V_o$$

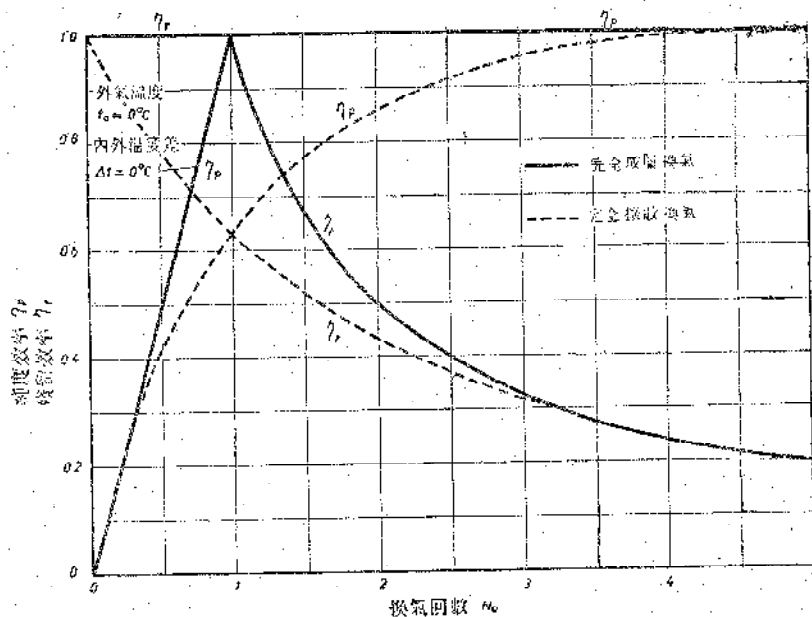
$$N_r = \text{室温に於ける換氣回数} = \frac{V_e}{V_r}$$

とすれば

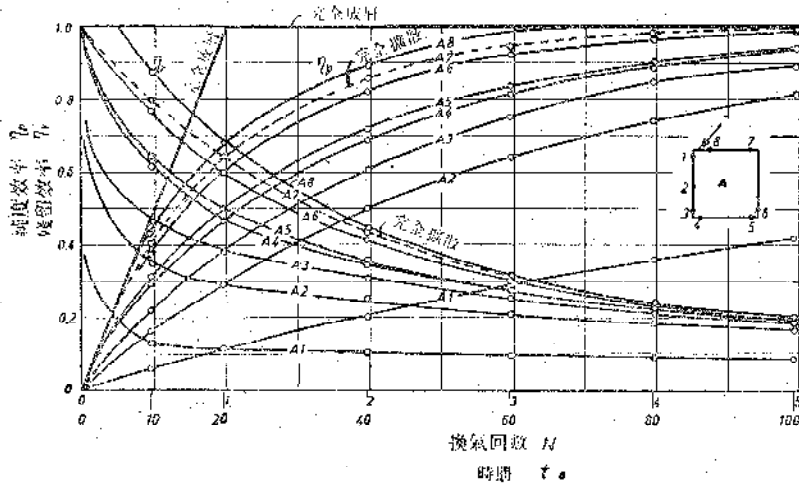
$$\eta_r = \frac{\eta_p}{N_r}$$

即ち人の屋内生活を対象としての換氣の目的は、最も有効な換氣方法に依つて、衛生学的には室内空氣の純度効率を高め、工学的には排氣口に短絡する新氣を最少に

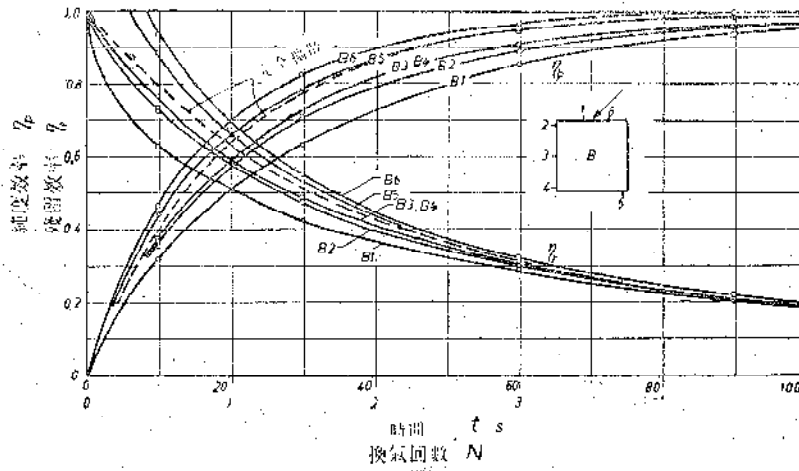
第 3 図



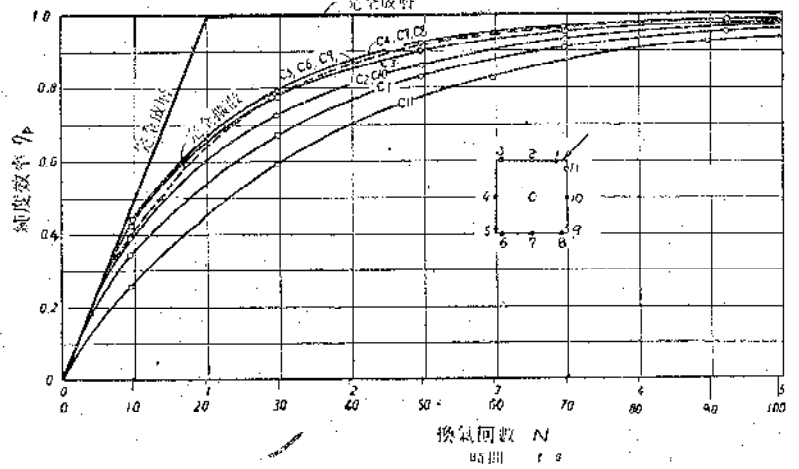
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



止めて残留効率を増進させるにある。

さて 1 例として最も理想的な換気状態即ち完全成層換気と完全拡散換気に就て、両効率と換気回数との関係を示すと第 3 図の様になり、普通の換気法では殆んど完全拡散の効率線以下となつて、この線に一致する場合は少

い。(11)

今完全拡散換気となつたととしても、本図から  $N_r=1$  に対し供給新気の内 63% が室内に残留し、又気容積の 63% のに相当する新気が衛生学上の換気の役目を果している事が判る。又これを室内浮遊塵埃個数から見れば、 $N_r=1$  に於て 100 個の内 63 個が室外に排出され、37 個が尙室内に残つて浮遊して居る事を知り、99 個を排出させるには  $N_r=6$  を必要とし、この場合には新気の 83.4% が高抜けしてしまふ事が判る。

而してこれ等の曲線は二つの換気状態に対する室内空気状態を示している。即ち上例の如く単位時間当り一定量のガス或いは塵埃の発生が連続的に起る一方、一定換気回数の定常換気が行われて完全拡散換気となる場合に、その換気回数に対する室内空気状態を表わすものであり、又換気を開始する直前に室内に或る濃度のガス或いは塵埃があつて、これ等が連続的に発生しない時、換気開始の瞬間から直ちに完全拡散換気状態となり室温不変の場合、新気の供給量の増加(即ち  $N_r$  の増大)に連れて室内空気温度上昇並びに残留量減少の軌道を示すものでもある。

室内に居る人数又は有害ガス、発塵等の多い場合、室内空気純度を一定に保つために、空気衛生の点からは所要換気回数は制限されるべきではないが、一般に換気に依る室内気流が人体に可感的となる限界値 (0.25 m/s) から  $N_r=3$  以上は不可とされて居り、本図に依れば  $N_r=3$  に於ては  $\eta_p=0.95$ ,  $\eta_r=0.32$  となり、單に換気効率の点からいへばこれ以上換気回数を大きくしてもその

効果は少く、熱損失と機械換気の場合には換気所要動力が徒に大きくなるだけであつて、気流の可感限界の  $N_r$  は換気効率の点からも妥当と言ひ得る。

## 9. 機械換気の場合の例

今送風機に依る吹込み換気の場合の実験例<sup>(1)(2)</sup>を示すと第4図、第5図、第6図の様になるものがある。即ちA、B、Cと吹込口の位置を変え、これと各排気口(1, 2, 3……)と組合せた場合の換気効率を示す。

これ等の線図から給排気口の如何なる配置が換気様式選定上有利であるかが判るが、実用上からは室内の居住、作業状態を考慮して決定すべきである。

吹込み換気では換気回数 1~3 の処で効率が低く、換気回数が4, 5と大きくなると効率は上昇して殆んど完全拡散の効率に一致して来るが、反対に吸出し換気の場合には、換気回数の少ない内は効率が比較的高く、換気回数が増しても効率が一定値以上に昇らない様な特性を持つ。従つて目的に依つて何れの形式を採用するかは注意を要する。

## 10. 結 言

以上一般工場内の環境要素の1, 2の実態と衛生学上の限度に就て述べ、これを改善する着当つての方法と

して換気法の概念を説明した。近時労働環境改善の要望が強くなり、これに就て衛生学、建築学及び機械工学三者の密接な連繫を必要とする問題が非常に多い。

局部換気も一般換気と同様重要であり、これに就ても興味ある問題が多いが、別報で述べる事とする。

(27. 2. 15)

### 参 考 文 献

- (1) 労働科学研究：第13巻、第3号
- (2) 石川知福：環境衛生学
- (3) 石川知福：塵埃衛生の理論と実際  
Gibbs：Clouds and Smokes
- (4) 三浦豊彦外：労働科学、27(10)
- (5)、(6) 文 献(3)
- (7) 三浦豊彦：労研資料、第143号
- (8) 新津靖：衛生工業協会誌、第24巻、第1~2号
- (9) 新津靖：同上、第24巻、第11~12号
- (10) 新津靖：同上、第25巻、第3号
- (11) 新津靖：同上、第24巻、第7号
- (12) 新津靖：同上、第25巻、第9号

# 工場騒音の労働者に及ぼす影響に就て

大阪労働基準局労働衛生課  
大阪大学医学部衛生学教室(主任梶原教授)

## 辻 潔

(熊谷教授紹介)

### 第一章 序 論

産業革命以來、機械生産の著しい発展に伴つて高度に機械化された便利な生活様式がもたらされたが、このことは人間の自然的性質に対して文明の名のもとに多くの刺戟と制約を與えることになつた。近代の都市は通常暗騒音と呼ばれる所謂「どよめき」と、交通機関、街頭放送、ラジオその他間接的に発生する騒音によつて、文字通り喧騒の巷と化して居る。特に今日の工場に於いては、P・ニューマチツク・ハンマーによる鉄鋸・鋸隙・ハツリ作業、大ハンマーによる鉄板の歪み取り作業或いは天井走行機(クレーン)の運轉其他諸種の動力機の運轉等によつて発生する騒音から離れて労働することは不可能である。そこでこれらの騒音の現状を科学的に調べて、それが労働者に対して心理学的に、生理学的に如何なる影響を及ぼしてゐるかを探究して適切な騒音対策の処理を行ふことは吾々労働衛生学の分野にたづさはる者の果さねばならない課題の一つである。

騒音の定義。物理学上では音を樂音と噪音の二つに區別して居る。樂音とは物理学的に測定して波形が規則正しく一定の繰り返しを行つて居る音であり、噪音とは波形が絶えず変動して居る音を云ふのである。この両者は物理学的量を以つて明確に定義されて居る以上兎に角物理学的には測定が可能なのである。併しながらこれに反し、騒音とは樂音・噪音の如何に拘らずその存在が好ましからざる音を云ふのであつて、生理学的に或ひは心理学的に考へられて始めて騒音の存在が認められるのである。それ故に騒音の程度を計量するには生理学的・心理学的影響に対して相對的に決められねばならないものである。

### 第二章 騒音の影響

前章に述べた如く、騒音とは樂音、噪音の如何を問はずその存在が好ましからざる音である故に樂音・噪音の如何を問はず、音の音々に及ぼす生理学的・心理学的影響が問題になつて來るのである。其処で音の音々に及ぼ