

クリーンルームにおける塵埃制御

Contamination Control for Clean Room

安藤 文蔵* 平沢 紘介*
Bunzō Andō Kōsuke Hirasawa

要 旨

塵埃(じんあい)制御に対する理論式をクリーンルームとの関連において検討を加え、クリーンルームの塵埃制御に必要な設計要因を確立した。さらにこれを応用して完成した循環式クリーンルームの一例について考察を加え、十分に仕様を満足していることを確認した。

1. 緒 言

年々製品が微小化し、高信頼性が要求されてくるにしたがって、精密機器、電子機器などの製造、修理、組立、試験などにおいては正しい精度、歩どまりが保てるように、高度に清浄度を制御することが必要となってきた。

清浄度の対象となるおもな粒子は製品によって異なるが、カーボンブラック、砂塵、繊維、皮膚、毛髪、金属粒子などがあげられる。これら粒子はほとんどが0.1~100μの間であり、一般空調では0.5μ以上の粒子が1立方フィート当たり1千万個~1億個以上に達している場合がしばしば認められる。

これに対してアメリカでは、1950年に高性能フィルタが開発されて以来、各種の方法が研究されてきたが、1962年に現在のクリーンルームおよびクリーンベンチの考え方が確立し、高度の清浄度を有する空間が得られるようになった。これが現在の電子工業、医学などの発展の基盤となっているが、わが国においても1965年以来その需要が急速に高まってきたのである。

清浄度のレベルに対する基準としては、アメリカ空軍規格 T.O.00-25-203⁽¹⁾ を一般用書き直したアメリカ連邦規格 No. 209⁽²⁾ が最も普遍的なものとして、現在わが国においても利用されている。この基準は表1および図1に示すように清浄度レベルを3段階に分類している。

アメリカ連邦規格 No. 209 で定められた各クラスの清浄度を自然環境と比較してみると図1併記のようになり⁽⁴⁾、クリーンルームの清浄度レベルがいかに高いものであるかがわかる。

われわれも無塵、無菌装置として局部防塵に欠かすことができないクリーンベンチ、クリーンボックスを始め、クリーンルームおよびエアシャワー、ディフューザなどの付属品を開発してきたが、本文ではクリーンルームにおける塵埃制御に焦点を絞り、その検討結果について述べる。

2. 塵埃制御の理論的検討

クリーンルームは外気との交流がなく、また正常な圧力を保つた

めに、完全密閉であることが必要である。夜間空調を停止した場合でも、極力外気が流入しない考慮が建築、空調面ではらわれねばならない。この場合クリーンルームの代表的換気系統図は図2のようになる。いま

- N: クリーンルームの塵埃濃度 (個/m³)
- M: 外気塵埃濃度 (個/m³)
- V: クリーンルームの容積 (m³)

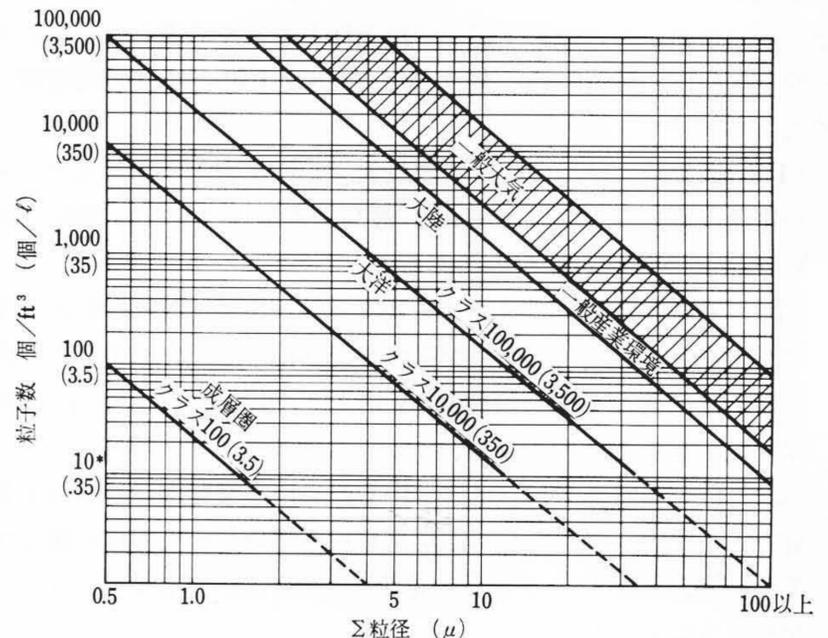


図1 粒径分布図

表1 連邦規格 No. 209 による基準条件(作業中)

クラス	粒 子		圧 力	温 度	湿 度
	粒子の大きさ (μ)	粒子濃度 (個/ft ³)			
クラス 100 クリーンルーム	0.5 以上 5 以上	100以下 0	漏えい気流が外側に向かうように周囲より圧力が高いこと。	特に指定のない場合には22.2℃とし、変動範囲は±2.8℃、特に必要な場合には±0.14℃とする。	特に指定のない場合は45%を最高とする。
クラス 10,000 クリーンルーム	0.5 以上 5 以上	10,000以下 65以下			
クラス 100,000 クリーンルーム	0.5 以上 5 以上	100,000以下 700以下			

表2 Δt 分間の部屋の流出入塵埃量

	外 気	リターン空気	無塵室流入空気	排 気	内部発塵
風 量 (m ³ /min)	$\frac{VK}{60} S$	$\frac{VK}{60} S$	$\frac{VK}{60}$	$\frac{VK}{60} S$	—
Δt 分間に室内に流入する塵埃数/m ³	$\frac{MKS}{60} (1-a) \Delta t$	$\frac{NK(1-S)(1-a)}{60} \Delta t$	$\frac{MKS}{60} (1-a) \Delta t + \frac{NK(1-S)(1-a)}{60} \Delta t$	—	* $\frac{G}{V} \Delta t$
Δt 分間に室内より流出する塵埃数/m ³	—	$\frac{NK(1-S)}{60} \Delta t$	—	$\frac{NKS}{60} \Delta t$	—

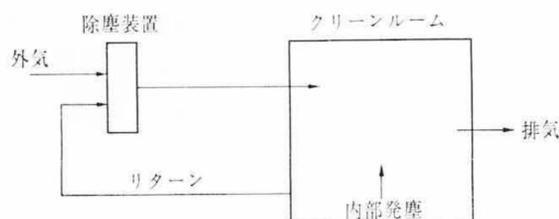


図2 クリーンルーム換気系統図

* 日立製作所亀戸工場

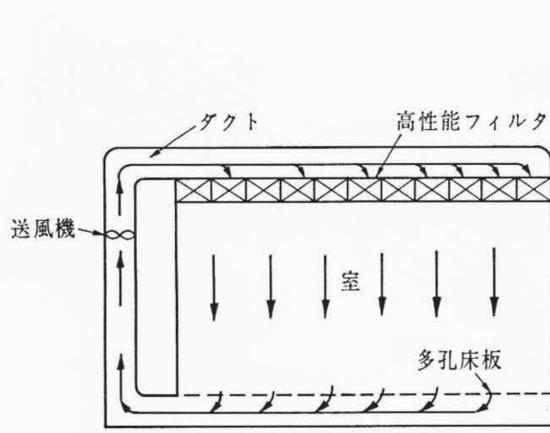


図3 ダンプロー式クリーンルーム

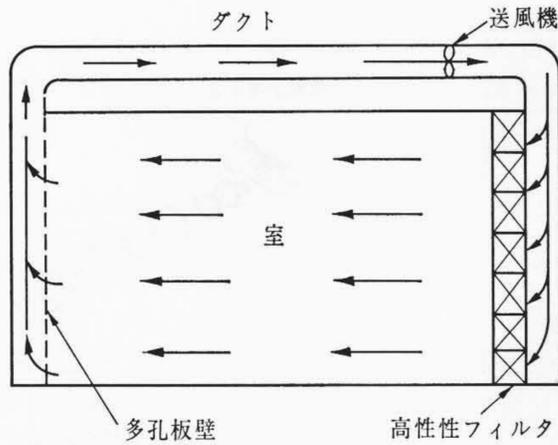


図4 サイドフロー式クリーンルーム

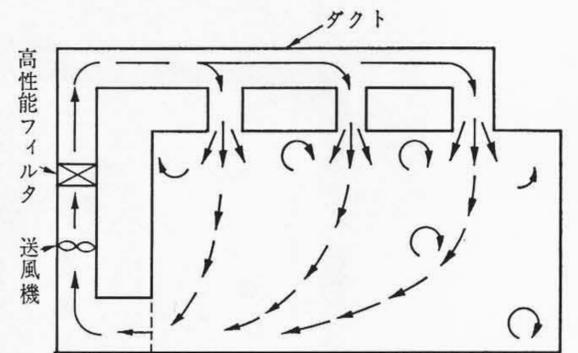


図5 循環式クリーンルーム

表3 室内清浄度検討

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$M(\times 10^6)$	50	50	50	50	50	50	500	500	500	500	500	500
K	10	10	10	20	20	20	10	10	10	20	20	20
a	0.9	0.99	0.9999	0.9	0.99	0.9999	0.9	0.99	0.9999	0.9	0.99	0.9999
$N(\times 10^6)$	1.217	0.222	0.121	1.161	0.107	0.061	11.00	1.129	0.13	10.94	1.068	0.07
ft ³ に換算	34,500	6,300	3,440	33,000	3,030	1,730	312,000	32,000	3,700	310,000	30,300	1,980

(注) 1. M : 外気塵埃濃度 (個/m³)
 2. K : 換気回数 (回/時)
 3. a : フィルタの集塵率 (1-流出側塵埃濃度/流入側塵埃濃度)

4. N : クリーンルームの塵埃濃度 (個/m³)
 5. ft³ に換算: N を個/ft³ に換算した値

表4 動作による粒子発生量⁽⁴⁾ (0.3 μ 以上粒子発生個数)

動作	発生量	
動きなし (起立または着席)	1×10 ⁵	
軽い頭, 手, 腕の動き (着席)	5×10 ⁵	
体, 腕の普通の動き, つま先で床をうつ (着席)	1×10 ⁶	
着席から起立する動作	2.5×10 ⁶	
歩 行	3.3 km/h (ゆっくり)	5×10 ⁶
	5.7 km/h (普通)	7.5×10 ⁶
	8 km/h (速い)	1×10 ⁷
階段を上がる動作	1×10 ⁷	
跳躍動作	1.5~3×10 ⁷	

K : 換気回数 (回/時)
 G : 内部発塵量 (個/分)
 a : フィルタの集塵率 (1-流出側塵埃濃度/流入側塵埃濃度)
 s : 外気量と全風量の比 (外気量/全風量)

とすると, Δt 分間の部屋の流入塵埃量は表2で示される。

表2において*印の内部発塵が室内の塵埃濃度に及ぼす影響は, クリーンルームの方式により大きく左右される。

クリーンルームの方式は大別して層流式クリーンルーム(クラス100 清浄室)と循環式クリーンルーム(クラス10,000 および100,000 清浄室)の2種類に分類される。また層流式クリーンルームには, ダンプローとサイドフロー(クロスフロー)の方法があり, これらを図3~5に示す。

層流式クリーンルームは, 内部発塵が直ちに室外へ除去され, 室内には全く拡散されないの, 実質的に内部発塵は室内より流出する塵埃とみなしてよい。逆に吹出口が小さく, 吹出風速が早い最悪の場合(一般空調相当)は完全に室内に拡散すると考えられるので, この場合は室内に流入する塵埃とみなさなければならない。循環式クリーンルームは十分に気流分布を考慮した吹出口(後述ディフューザ)を使用するが, 塵埃計算上はやはり室内に流入する塵埃とみなして検討を行なうのが無難である。

ここでは内部発塵は, 瞬時に室内に拡散するものと仮定して計算

を行なってみる。表3より Δt 分間の室内塵埃変化量を ΔN とすると(1)式が成立する。

$$\Delta N = \frac{MKS}{60}(1-a)\Delta t + \frac{NK(1-S)(1-a)}{60}\Delta t + \frac{G}{V}\Delta t - \frac{NK(1-S)}{60}\Delta t - \frac{NKS}{60}\Delta t \dots\dots\dots(1)$$

$$\therefore \frac{\Delta N}{\Delta t} = \frac{MKS}{60}(1-a) + \frac{G}{V} - \frac{K}{60}[1-(1-S)(1-a)]N \dots\dots\dots(2)$$

ここで, $\frac{MKS}{60}(1-a) + \frac{G}{V} = A$, $\frac{K}{60}[1-(1-S)(1-a)] = B$ とし積分すると(3)式となる。

$$-\frac{B}{A} \log\left(1 - \frac{B}{A}N\right) = At + C \dots\dots\dots(3)$$

$$\therefore N = \frac{A}{B} \left[1 - \exp\left(-\left(Bt + \frac{BC}{A}\right)\right) \right] \dots\dots\dots(4)$$

クリーンルームの場合は(4)式で $t = \infty$ の場合の定常値 $N = A/B$ に達するまでの時間が早いので, 計算検討に当たっては(5)式で行なえばよい。

$$N = \frac{MKS(1-a) + \frac{60}{V}G}{K[1-(1-S)(1-a)]} \dots\dots\dots(5)$$

(5)式において S, V, G は決っているものとして, M, a, K のうちどれが最も N に影響するかを標準的な例により検討してみる。いま $S = 0.2, V = 500 \text{ m}^3, G = 10^7$ 個/分 として $M = 50 \times 10^6$ 個/m³, 500×10^6 個/m³ の2例, $a = 0.9, 0.99, 0.9999$ の3例, $K = 10$ 回/時, 20 回/時の2例について, それぞれの組合せを計算してみると表3となる。ただしここでは G は表4⁽⁵⁾より 0.5μ 以上の粒子の場合1人あたりの発塵量を 10^6 個/分と仮定し, 10人在室として 10^7 個/分を計算値として使用した。

表3より次のことが明らかである。

- (1) 室内の清浄度を向上させるためには, 換気回数を増すより, フィルタの集塵率を良くするほうがはるかに効果的である。
- (2) 集塵率の低いフィルタを使用すると, 室内の清浄度は外気変動の影響をかなり受けるが, 集塵率の高いフィルタを使用すれ

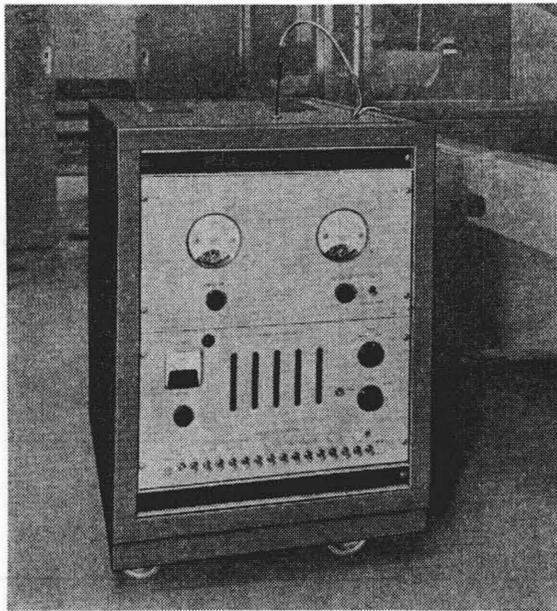


図6 ロイコ塵埃測定器

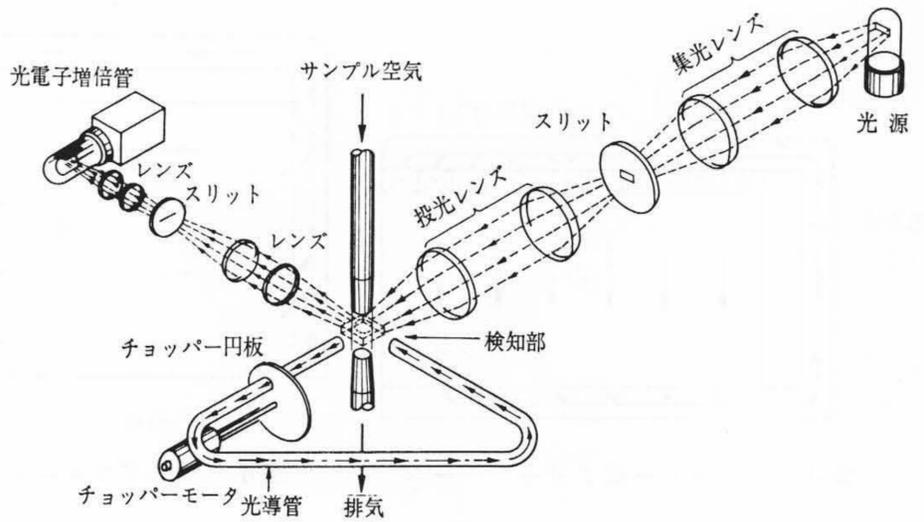


図7 ロイコ202形電子管式微粒子計測器光学系概略図

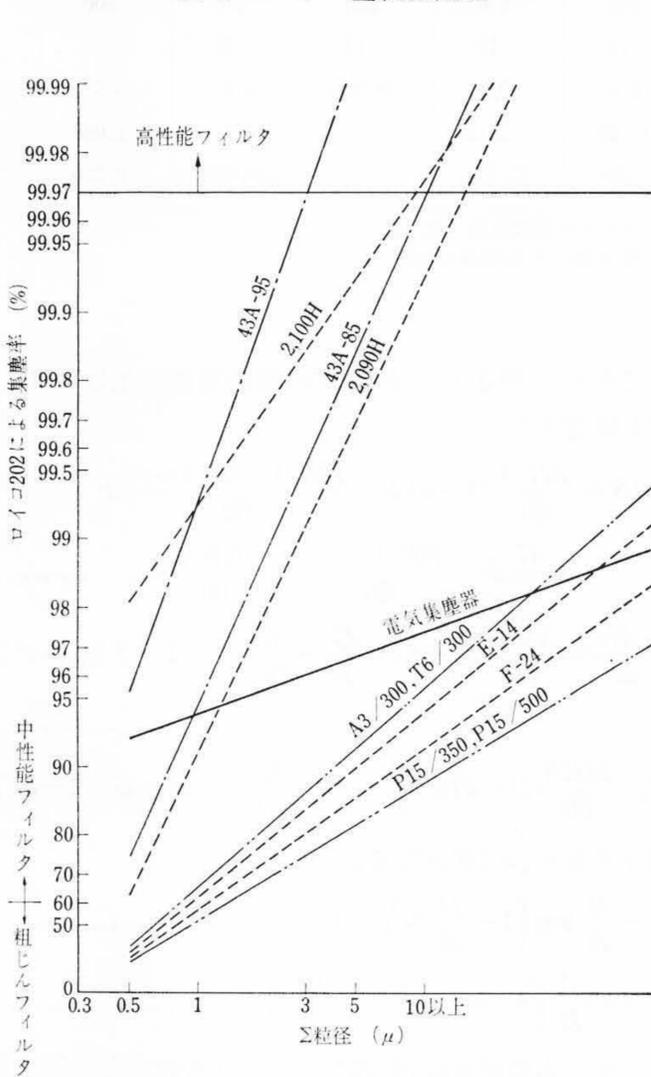


図8 各種フィルタの粒径に対する集塵率特性

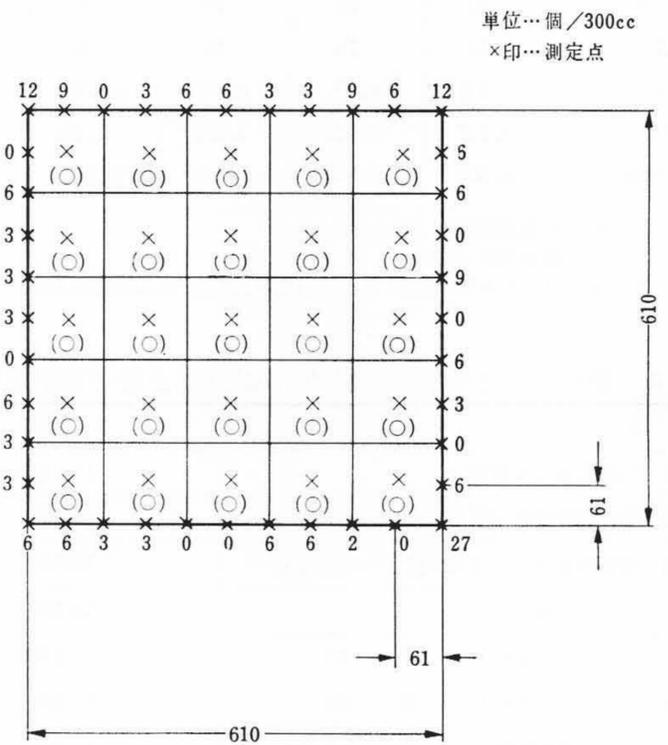


図9 高性能フィルタ測定結果

表5 各種フィルタの計数法と重量法(計算値)の比較

	個数濃度比による集塵率 (%) (0.5 μ 以上の粒子)	重量濃度比による集塵率 (%)
43A-98	95	99.94
43A-85	76	99.86
# 2100H	98	99.82
# 2090H	63	99.68
電気集塵器	92	99.2
A3/300, T6/300	38	89.1
P15/350, P15/500	28	82.9
E-14	34	90.8
F-24	30	81.8

ば、ほとんど影響されないで済む。このことはフィルタの寿命はほとんど外気により左右されることを意味しており、外気取入口に適切な除塵装置を設置して、維持費の低減を計るべきである。(3) 集塵率の高いフィルタを使用すると、室内の清浄度はほとんど内部発塵に比例して左右される。この内部発塵の影響を極力押えるために室内の気流分布は、室内レイアウトに十分マッチし

たものとすべきである。

3. 設計要因の検討

クリーンルームを設計する場合、塵埃制御の点でたいせつな要因となるのは、理論式でも明らかのように(1)フィルタの集塵率、(2)外気条件、(3)内部発塵量、(4)室気流分布、(5)室内気圧、(6)空調方式、(7)建築構造などがあげられる。

3.1 フィルタの集塵率

クリーンルームの場合は0.5 μ 以上の粒子が対象となるので、図6に示すアメリカ・ロイコ社の202形電子管式微粒子計測器(以下ロイコという)を使用して、国内外の各種フィルタにつき検討を行った。

ロイコの光学系概略図は図7のとおりであり、塵埃が通過する際に発する散乱光を光電子増倍管に集光させ、それを電気パルスに変えて増幅し、波高分析により0.3 μ 以上の粒子を粒子径別に計数できる。

ロイコにより求めた各種フィルタの初期集塵率は図8に示すとおりである。

図8より粗塵フィルタは5~10 μ の塵埃粒子に対して、初期集塵率は予想以上に高い。しかし長時間使用すると再発塵が多くなり、効果がなくなるので注意を要する。

いま粒子径が0.5~100 μ の間にあるものとして、測定結果から重量法による集塵率を計算してみると、表5のようになり、リターン

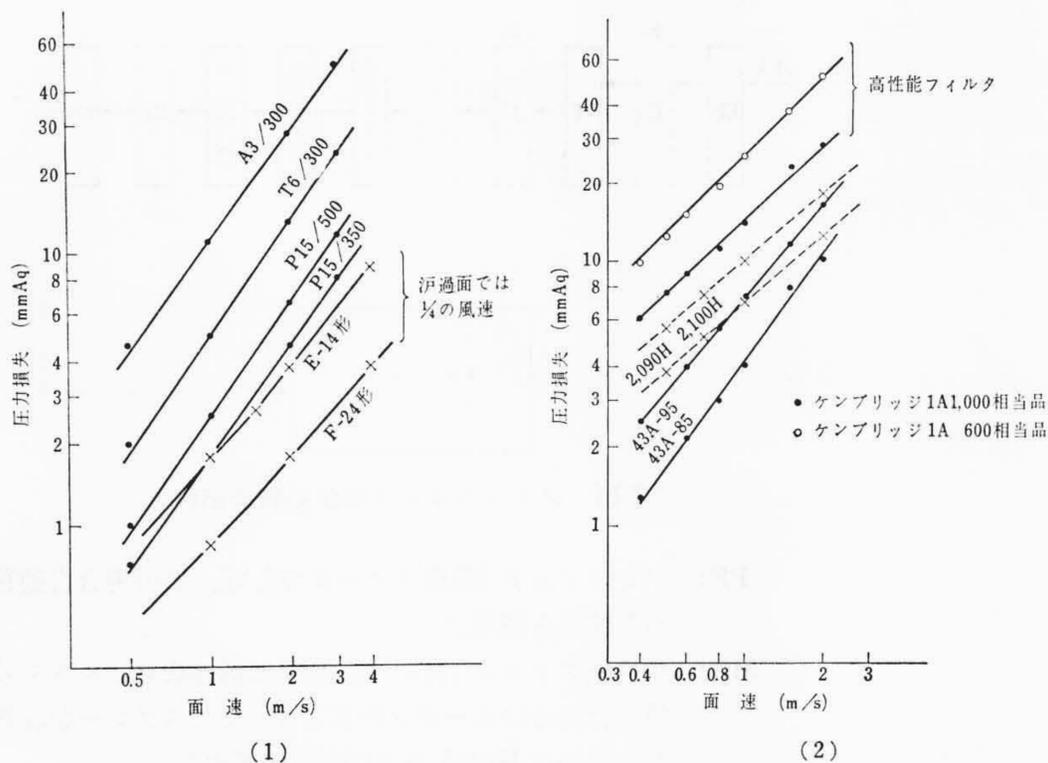


図10 各種フィルタの圧力損失測定結果

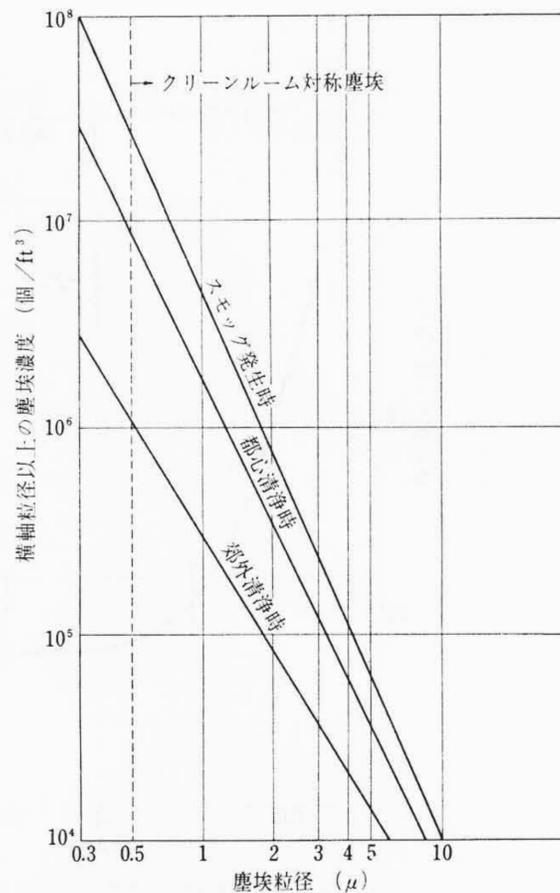


図11 外気塵埃分布

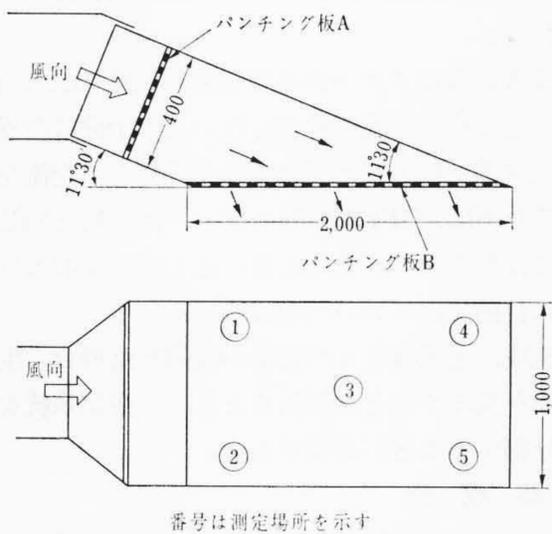


図12 ディフューザ説明図

空気を処理するプレフィルタとしては十分に有効であることがわかる。しかし大気は微粒子を多く含むので、外気処理の場合は中性能フィルタをプレフィルタとして使用すべきである。

また高性能フィルタは濾材面では、ほとんどが 0.3μ 以上の粒子に対して99.97%以上の高い集塵率を示しているが、濾材とわくの接着面の漏れは、図9のようにどのメーカーのものにも必ず見られる。

特にクリーンベンチおよび層流式クリーンルームなど完全無塵を要求される場合は、この漏れが製品に大きな影響を及ぼすので、厳密なリークテストにより漏れ量が基準値以下のものを選択して使用すべきである。

各種フィルタの圧力損失は図10に示すとおりである。ただしユニット形フィルタはユニットの面風速に対して示されている。

3.2 外気条件

一般外気の塵埃分布は図11に示すとおりであり、設計時はあらかじめ室建築場所周辺の年間塵埃濃度変化および性質を十分調査することが望ましい。外気塵埃濃度は、季節により日により大きく変動するものである。一般には最悪条件を考慮すると、 0.5μ 以上で $1,000 \times 10^6$ 個/ m^3 、非汚染地区でも 500×10^6 個/ m^3 程度の条件で設計しておくべきである。

3.3 内部発塵量

クリーンルーム内では、人からの発塵が最も大きな発塵源となる。人からの発塵量は、服装、動作により大きく異なるため、正確に求めることは困難であるが、完全清浄空気中で人が軽動作を行なった

表6 人よりの発塵量

	静止時	軽動作時
頭	36×10^4 個/分	46×10^4 個/分
身体	56×10^4 個/分	80×10^4 個/分
手, その他	0	3×10^4 個/分
合計	92×10^4 個/分	129×10^4 個/分

表7 ディフューザ風速分布 (単位 m/s)

風量	23 m ³ /min	43 m ³ /min	60 m ³ /min
測定点 ①	0.19	0.34	0.50
測定点 ②	0.14	0.33	0.60
測定点 ③	0.16	0.34	0.50
測定点 ④	0.20	0.41	0.53
測定点 ⑤	0.21	0.41	0.51

ときの発塵量測定結果例は表6に示すとおりで、ほぼ 10^6 個/分と推定され表4の結果を裏付けできる。したがって設計値としてはひとりあたりの発塵量を 10^6 個/分と考えれば大差ないと思われる。

なお室内での発塵は、人間以外に機械、床、壁、器具などからの発生も考えられるが、これらは実績から得られる具体的な数値より逆算により求め、特に多い場合は設備上、管理上の問題があるものとしてチェックが必要である。

3.4 室気流分布

層流式クリーンルームの気流は次の2点が必要条件である。

(a) できるだけ乱流がすくなく、また塵埃が室内に拡散しない風速であること。

(b) 人に不快感を与えないこと。

一般に層流空気中に遮蔽(しゃへい)物を置いた場合は、風速が遅いほど乱流の影響がないが、反面発生塵埃が室内に拡散しやすくなる。実験によると、 $0.2 \sim 0.6$ m/sの風速であれば以上に対して良好な結果が得られることが確認された。

一方性別、年齢別に各種風速の気流中における感覚を調査した結果、長時間気流中にいて不快感を感じないためには、 0.8 m/s以下の風速が必要であることがわかった。

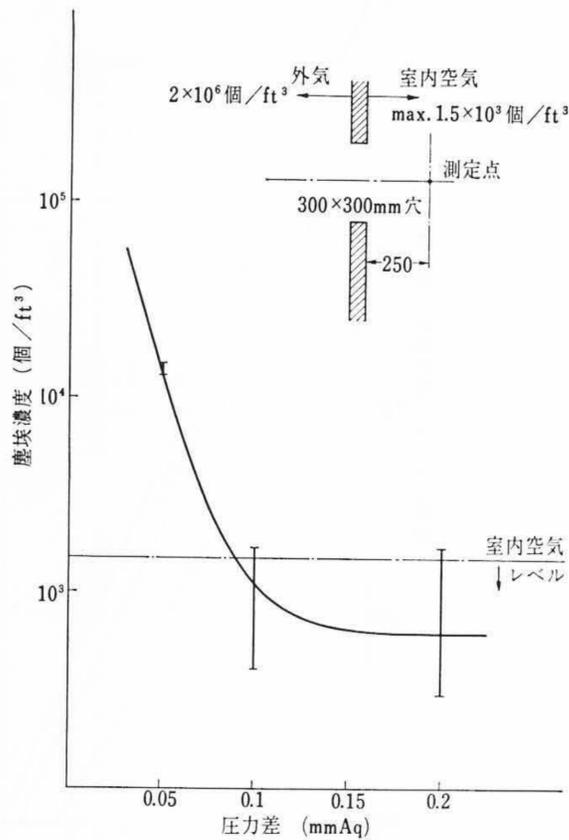


図13 圧力差による室内塵埃の変化

前記2条件を考慮し、層流風速としては0.2~0.6 m/sが適当である。

また循環式クリーンルームの場合、室の高さを2.5 m、天井面積を $A\text{m}^2$ とすると、換気回数を20回/時としても平均吹出風速0.3 m/sのディフューザを使用した場合、吹出面積は $5/108A\text{m}^2$ となり、天井面積の約5%にしかない。全体の風量が決められている場合は、できるだけ広い面積から低風速で吹き出したほうが、室内塵埃の拡散を押さえる意味で有効である。

循環式クリーンルーム用として、いかなる風速の場合も、均一な風速分布で吹き出す安価なディフューザを開発した。その構造は図12に示すとおりである。

ディフューザの材質としては酸化による発塵を考慮して、ステンレスを使用した。代表的場所の風速分布は表7に示すとおりである。

3.5 室内気圧

クリーンルームは前述のように室は完全密閉となる。しかし人の出入りなどがあるため、室内気圧は外圧より必ず高くなければならない。

この問題はクリーンルームにとっては非常にたいせつであり、室内圧力が負圧になると高濃度の外気が流入し、全くクリーンルームとしての性能を失う。特に室工事を簡易化した場合は問題となる。室内外の圧力差の影響は図13に示すとおりであり、少なくとも室内圧力は0.1 mmAq以上が必要であることがわかる。

アメリカ空軍規格では、外気とクリーンルーム間は0.25 mmAq以上、クリーンルームとクリーンルームの間では0.12 mmAq以上とされている。これは人の出入り時の乱流を考慮した値であり、図13の結果と合わせ、室内圧力としてはアメリカ空軍規格を採用すべきである。

3.6 空調方式

以上の検討結果より、クリーンルームの基本的な換気系統は図14に示すようになる。図14に記号で示してある部分が空気清浄装置であるが、その適用例を次に示す。

EP: 電気集塵器(前処理および特殊後処理フィルタ付)

C: 活性炭フィルタ(ガス、臭気除去の必要ある場合、目的により※₁あるいは※₂のいずれかに入れる。)

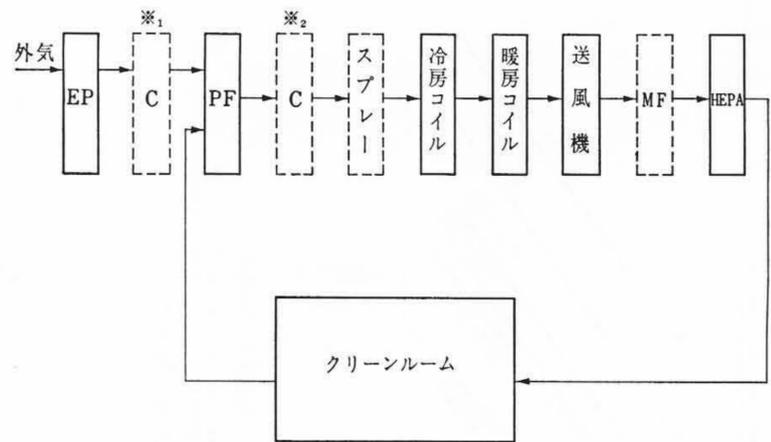


図14 クリーンルーム換気系統詳細図

PF: プレフィルタ(粗塵フィルタでも可。この場合自動巻取り装置を使用。)

MF: 中性能フィルタ(特に※₂場所に活性炭フィルタを設置した場合はカーボン粉末より、またスプレーを設置した場合はHEPAをさびから保護する。)

HEPA: 高性能フィルタ

クリーンルームの空調方式として、一般空調と特に異なる点は次のとおりである。

- (1) HEPA以降のダクトからは絶対に発塵のない材料を選定し、施工時に塵埃が付着しないよう十分に注意する。
- (2) 夜間空調を停止した場合でも、外気との交流を極力少なくするために、HEPA以降のダクトは建物と同じく気密でなくてはならない。また必要に応じて外気取入口および排気口に自動気密ダンパーを設置する。
- (3) 冷凍機、送風機などの機器が故障した場合、生産に大きな支障を及ぼすおそれがあるときは、空調系統を2系統以上に分割することが必要である。

3.7 建築構造

クリーンルームの建築特に内装材料の選択は、さまざまな特性を考慮して決定することが必要である。以下特に注意する点を述べる。

(1) 床

床は人の歩くことにより摩耗し、発塵するので、性質としては破壊強度に強く、掃除が容易で、塵埃を蓄積しにくいなめらかな表面を持った床であることが望ましい。材質としてはロンリューム(ビニールシート)を溶接するのが最も適当である。

また塵埃が蓄積しにくく、掃除しやすくするため室コーナを湾曲させることが望ましい。なおタイル類を使用する場合は、接合面を十分に密着させることが必要である。

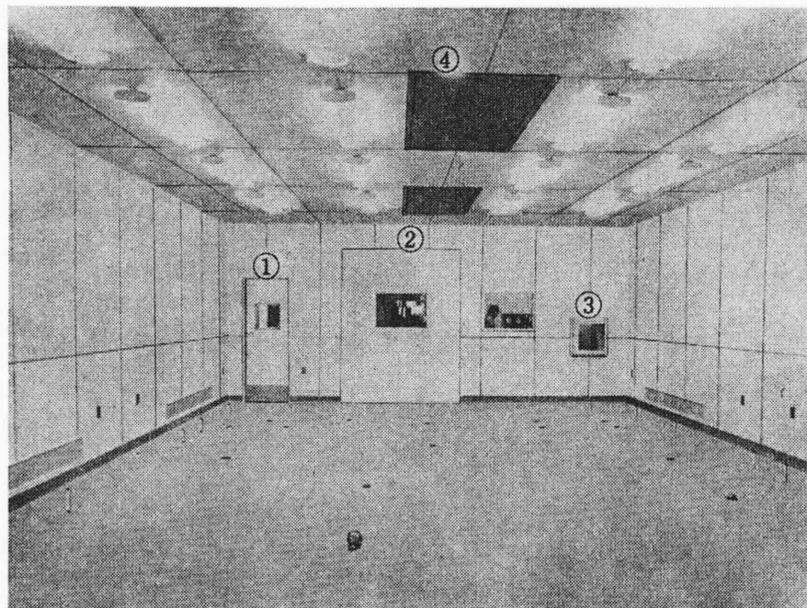
またクリーンルーム内で水を使用する場合は、床材として磁気タイル、カラクリート、モルタルなどを使用するが、セメント系の材質を使用する場合は、表面よりの発塵を防止するため、コンクリートシール(ポリエステル樹脂)を表面にコーティングすべきである。

また割れの発生した場合には、エポキシ樹脂などで充てんする必要がある。

(2) 壁面および天井

適当な壁材として、ステンレス、アルミ、ビニールシート、塩ビ鋼板、樹脂仕上げ板、エポキシペイントなどがあげられる。ステンレス、アルミ以外の材質に対しては、その表面に荷電防止剤を半年に1回塗布し、静電気の影響による塵埃付着を防止する必要がある。

シート仕上げの場合は、接着部がはがれないように十分考慮した設計、施工が必要である。また板材を使用する場合は、材料の



① エアシャワー ② 搬入口 ③ パスボックス ④ デイフューザ

図15 クリーンルーム内部

表8 循環式クリーンルーム設計値（塵埃関係項目のみ）

項目	設計値
容積 (m ³)	250
面積 (m ²)	86
外気塵埃濃度 (個/m ³)	500×10 ⁶
外気取入量および排気量 (m ³ /min)	15
室内人員 (人)	10
室内人より発塵量 (個/min)	10 ⁷
室内機械よりの発塵量 (個/min)	10 ⁵
循環空気量 (m ³ /min)	120
室内圧力	0.5 mmAq 以上
空気循環回数	約 29 回/時
クリーンルーム清浄度	クラス 10,000 以下
使用フィルタ	設計値 約 2,500 個/ft ³ 外気, 乾式電気集塵器 95% (0.5μ 以上) リターン, ファイレドン A3/300 約 30% (0.5μ 以上) 主処理, ケンブリッジアブソリュートフィルタ 99.97% 以上 (0.3μ 以上)
室構造	壁面天井, ハイボード, パッキングシール
付属装置	床, ロンリーム溶接 パスボックス, エアシャワー装置

ひずみが吸収できるシール方法としなければならない。

(3) 電気系統, 配管のシール

室内にはいる電線管, 各種配管類などの貫通部には, すべて完全なシールを施さねばならない。

4. クリーンルームの考察

以上の設計要因をもとにして, いままでに各種のクリーンルームを設計・施工してきたが, ここでは塵埃制御の点で層流式より問題の多い循環式クリーンルームの例をとりあげ考察を加えてみる。

4.1 室概要

表8にクリーンルームの設計概要を, また図15に室の概要を示す。

4.2 塵埃に対する検討

室内床から 900 mm の高さの塵埃分布および室中央の断面塵埃分布は図16のとおりであり, 最も塵埃濃度の高い所を選んでも, 非作業時の清浄度はクラス 900 相当, 作業時はクラス 2,000 相当となり, 外気塵埃および内部発塵の変動を考慮しても, 十分に仕様のクラス 10,000 清浄室の条件を満足している。

(5) 式に測定した各種の値を代入すると, 室内発塵量は作業時 6.5×10⁶ 個/分であり, 設計時に考慮した 10⁷ 個/分より本室内の発塵量は少ない。

これはエアシャワー, パスボックスの効果も考えられるが, 床, 室内装など, 設備面からの発塵がほとんどないことを示している。また図17の室断面部の塵埃分布では, 清浄気流中の部分が比較的

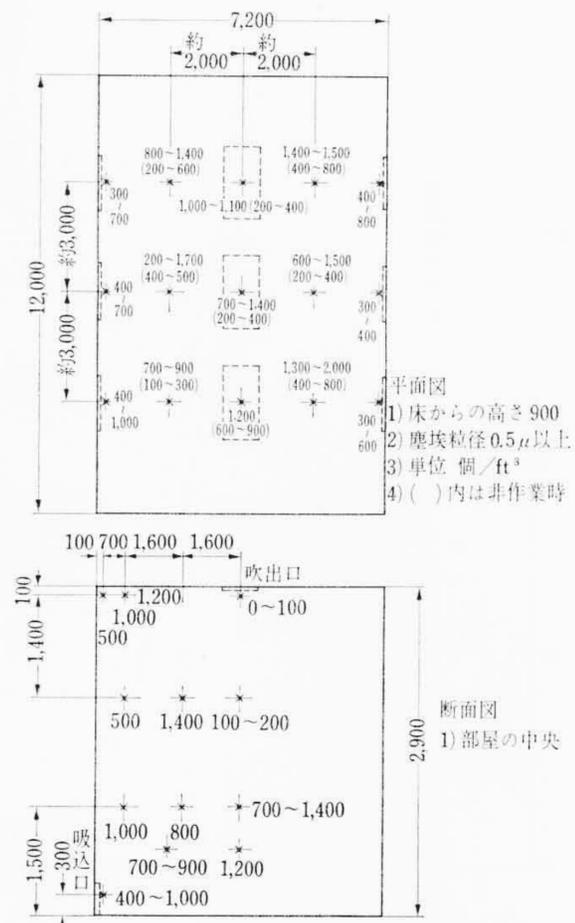


図16 クリーンルーム作業時室内塵埃分布

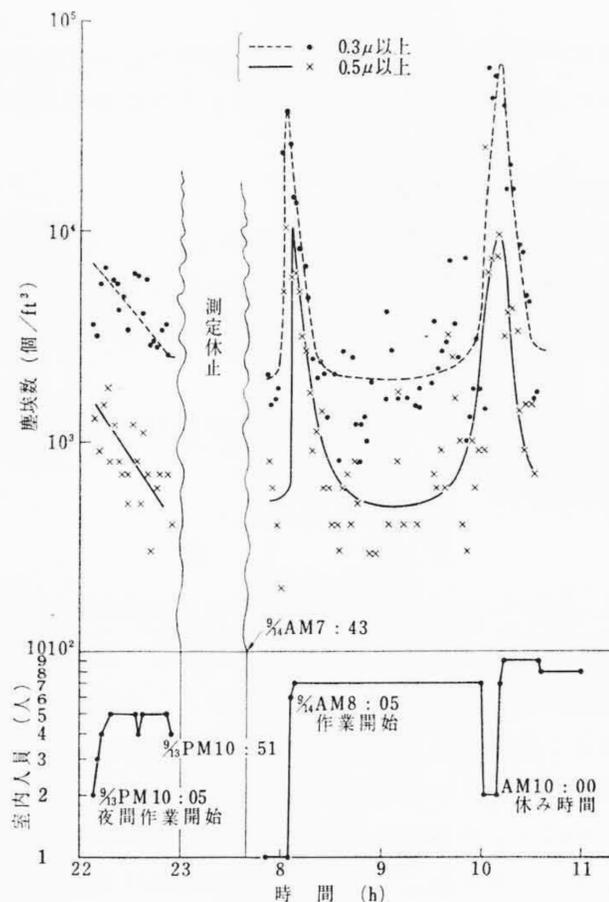


図17 リターンダクト内塵埃量の変化

清浄度が高く, 床面に近くなるほど塵埃濃度が高くなっており, 内部発塵の拡散を押えた理想的な塵埃分布となっていることがわかる。

作業時の塵埃変化は図17に示すとおりであり, 人の出入り, 動作により急激な塵埃量の変化があり, 使用時のクリーンルームの塵埃は時々刻々変化している。本図よりクリーンルームでは, 人の動きを少なく保つことがいかに大切であるかがわかる。

次にクリーンルームを運転した場合の室内塵埃の追従特性であるが, 図18に示すように作業中運転を停止すると, 約2時間でクラス 100,000 となり, クリーンルームとしての最大許容値を越える。またクリーンルーム運転開始よりクリーンルームとしての性能を得るまでの時間は, 同図より仮に初期を 3×10⁶ 個/ft³ と大目に仮定しても, 定常値まで約30分あればよいことが推定できる。したがって一

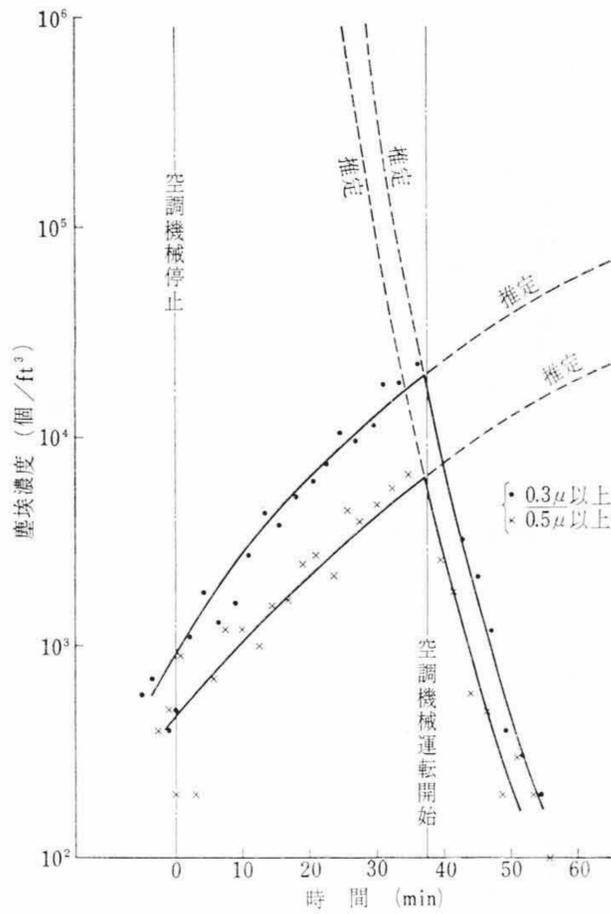


図18 クリーンルーム追従性

一般的に循環式クリーンルームでは、運転後30分たってから作業を開始し、完全に人が外に出てから運転を停止する必要のあることがわかる。

4.3 気流分布および室内気圧

室内の風速分布および風量は表9に示すとおりであり、吹出風速、吸込風速ともに0.7 m/s以下の低速となっており、この点でも内部発塵を抑制するのに有効な気流分布が形成されていることがわかる。

また室内の圧力はダンパーの開閉により表10に示す結果となり、十分仕様値を満足している。

5. 結 言

以上クリーンルームにおける塵埃制御の各種要因について検討および考察を加え、フィルタの選定および組合せ、気流分布、室内気圧などを適切に選ぶことがたいせつであることを述べた。

しかし電子工業関係などでは一般に内部負荷が多く、そのうえ厳密な温湿度制御を伴うのが普通である。したがって塵埃制御と温湿度制御をいかにマッチさせるかが、クリーンルームの性能上また経済上大きなポイントとなってくる。このためには局部防塵・排気設備を機能的に取り入れるなど、総合的な見地に立って計画を行なう

表9 吹出および吸込口風速分布測定結果

		測定結果 (m/s)	平均	備考
吹出口	I	0.51~0.6	0.53	各吹出口について7点測定
	II	0.48~0.6	0.57	
	III	0.45~0.58	0.49	
吸込口	①	0.41~0.55	0.49	各吸込口について3点測定
	②	0.39~0.5	0.43	
	③	0.56~0.65	0.62	
	④	0.42~0.7	0.60	
	⑤	0.41~0.44	0.42	
	⑥	0.37~0.42	0.40	

給気風量=120 m³/min (ダクト内にて測定)
測定器: 日吉電機製S101 形風速計 (熱線風速計)

表10 室内圧力測定結果 (排気0)

ダンパー開閉度 (%)			外気に対する室内圧力 (mmAq)	備考
外気	給気	リターン		
0	100	100	0.4	
100	100	50	1.4	
100	60 (120 m ³ /min)	60	0.93	仕様値

測定器: 上島製作所製鋭感形微圧計

べきである。

また菌に対しても塵埃制御と全く同じ考え方ができるのであって、薬品、食品工業、病院、研究所方面へ無菌室としての新しい需要が増加してきている。

今後はさらに新技術の開発、コスト低減を計り、日立無塵、無菌装置が普及形として広く使用されるよう努力していく所存である。終わりにのぞみ、クリーンルームの設計、施工にあたり種々ご指導をいただいた関係者の方々に厚くお礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) T.O. 00-25-203: Technical Order: Standards and Guidelines for the Design and Operation of Clean Rooms and Clean Work Station: 1, July, 1963
- (2) Federal Standard No. 209: Federal Specification, Clean Room and Work Station Requirements, Controlled Environment, December 16, 1963
- (3) P.R. Austin: Air Force Revised Technical Order 00-25-203: (SCR-652) Conf. on Clean Room Specification: pp. 37/52 (May, 1963)
- (4) J. B. Pate: Multidisciplinary Look at Contamination Control: A. A. C. C. 3rd. Am. Tech. Meeting Proc. (1964)
- (5) P. R. Austin: Austin Contamination Index; 4th Annate Tech. Meeting of A. A. C. C. (1965)