

連載 わかりやすい！空気の流れと環境改善

第8回 ファン（送風機、排風機）

労働安全・衛生コンサルタント
金原 清之

労働安全・衛生コンサルタントの金原清之氏による連載「わかりやすい！空気の流れと環境改善」。製造現場における作業環境改善のための方策を、安全管理者の安太氏、衛生管理者の衛子氏、労働安全・衛生コンサルタントの鷺田氏による会話形式で解説していく。

第8回は、ファン（送風機、排風機）について解説していただいた。



安全管理者
安太氏



衛生管理者
衛子氏



労働安全・衛生
コンサルタント
鷺田氏

工場長から工場の環境改善に本格的に取り組むよう指示された安全管理者の安太氏と衛生管理者の衛子さんですが、2人とも新たに選任されたばかりで改善の仕方についていまいと自信がありません。そこで、労働安全・衛生コンサルタントの鷺田氏から環境改善に必要な基礎知識を教わっています。

前回までに局所排気装置のフードとダクトについて勉強しましたので、今回は、ファンについて教わります。

1 ファン

安、衛「よろしくお願いします。これで第8回になりますが、今回のテーマは何ですか？」

鷺「第4回から局所排気装置について体系的に学んできています。前回までにフードからダクトまで学びましたので、それを踏まえてファンについて学ぶことにしましょう」

安「ファンは送風機とも排風機ともいいますね」

衛「3つとも全く同じものを指すのですか？」

鷺「同じです。空気を吸い込んで吹出す装置です。吹出すほうに着目すれば送風機、吸込むほうに着目すれば排風機です」

衛「じゃあ、ファンというのは何を意味するのでしょうかね」

安「英語のFanは、もともとは扇でしょう？」

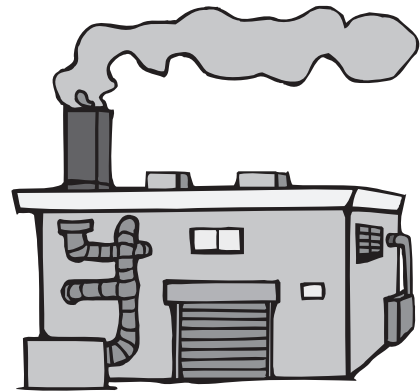
鷺「そうですね。風を起こす道具から機械つまり扇風機の意味を持つようになり、さらに装置として使われる送・排風機もファンというようになったわけですね」

衛「熱心な愛好者もファンといいますね。ついですが、私は鷺田先生のファンです」

鷺「ついですか…（ガクン）。Fanは扇ぐ、煽り立てるなどの動詞にも使われ、熱狂する意味から愛好者のことをファンというようになったのでしょうか。そもそも日本語の扇も『あおぐ』という動詞からできた言葉のようですよ」

衛「扇は日本では儀式的な使い方がされますね。古典芸能にも欠かせない重要なものです」

鷺「『扇のかなめ』といいます。ファンは局所排気装置から空気を吸込み、排気口



から排出する動力源としての重要な役割を担っています」

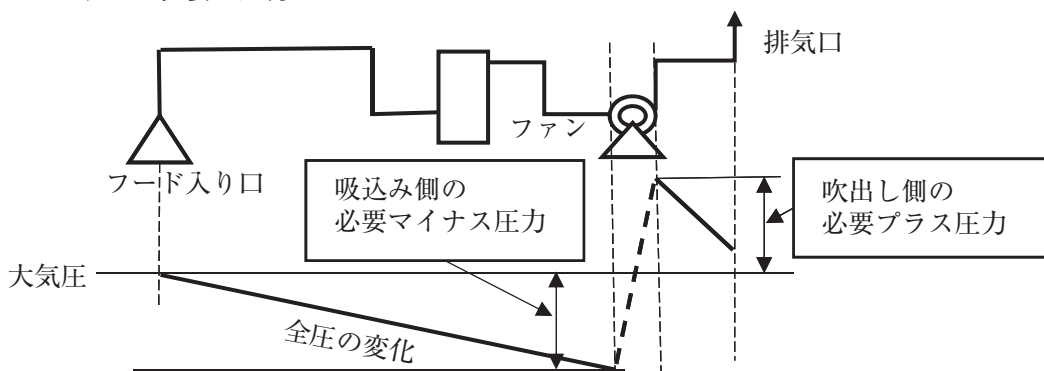
2 局所排気装置におけるファンの能力

鷺「すでにダクト内の空気流れについて学びましたね。第6回で学んだことを少し復習してみましょう。①空気がダクト系内を通過するとき、エネルギーを失うということ、②この失われるエネルギーを圧力であらわして『圧力損失』ということ、③圧力損失に見合うだけの圧力差を設けないと空気は流れないことを知りました。

図1を見てください。簡単な局所排気装置の図です。

まず、フード入り口から入った空気は

図1 ファンに必要な圧力



ダクトや装置を通過してファンに至ります。そして通過するにしたがってエネルギーを失っていきます。すなわち圧力損失です。つまりこの間に空気が流れるためにはフード入口とファンの入口との間に、圧力損失に相当する分だけの圧力差がないといけないということです。この場合、吸込み側ですから、ファンの前のダクト内圧力はマイナス圧ということになります」

驚「次に、ファン出口からあとについてみましょう。同じようにファン出口から排気口まで空気が流れる間に圧力損失が生じます。空気が流れるためには、それに見合った圧力差が排気口とファン出口との間になければなりません。そしてこの場合、ファンの後のダクト内はプラス圧ということになります」

安「要するにフードから空気が吸込まれて排気口から排出されるためには、ファンの前の圧力損失に相当する圧力差と、ファンの後の圧力損失に相当する圧力差がファンによって作りだされなければならないということですね」

驚「そういうことです。図のファンの前後の破線（点線）がその大きさを表しています」

安「それだけの能力を持つファンでなければ、局所排気装置は所定の能力が出ないということか」

驚「つまり、ファンはフードにおける必要排风量と、装置全体の圧力損失に見合う圧力が生み出せるものを設置しなければ

ならないのです」

安「それも第6回のまとめ重要事項の中にありました」

衛「ところで、この図では、全圧の変化の最後が大気圧の線まで戻っていませんが、これでいいのですか？」

驚「細かいところによく気が付きましたね。出口のところは、排気口における動圧分だけずらしているのであって、間違いではありません」

3 ファンの種類と特徴

安「ファンにもいろんな型があると思いますが・・・」

驚「ファンは大きく遠心式ファンと軸流（じくりゅう）式ファンに分けられます」

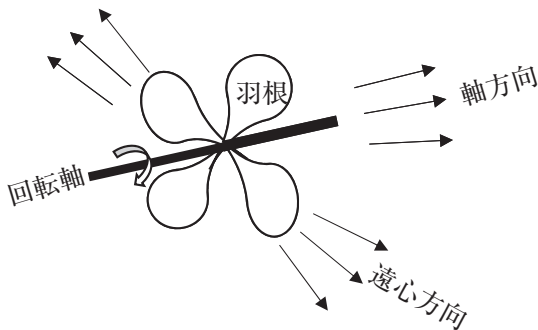
衛「なんだか難しそうですね」

驚「人間が気流を機械的に簡単に作り出す方法としては、図2のように回転軸の周りに羽根をつけて、軸を回して作る方法が一般的です。こうして作った空気の流れは大きく分けて2つあります。1つは回転する軸の方向に押し出されて流れ、もう1つは遠心力で振り飛ばされて遠心方向に流れるということになります」

安「それが軸流式と遠心式の意味だと思うのですが、具体的にはどういうことですか？」

驚「扇風機や換気扇は軸の方向に流れる気

図2 ファンが作る気流の方向



流を利用したものです」

安「工場や事務所の中の空気をかき混ぜる
サーキュレーションもそうですね」

衛「それでは、遠心方向に飛ぶ気流の使い
方はどうするのですか」

驚「ファンの羽根の周りを囲って遠心方向
に飛ぶ気流を集めて、1つの出口から吹
出す。これが遠心ファンです」

衛「あのう、最近は『羽根のない扇風機』
として売り出されているものがあります
が、あれは何ですか？」

驚「あれも実は吹き出し装置の下部にファ
ンが仕込まれているのです」

安「それではコンプレッサーはどうですか。
コンプレッサーは羽根がありません」

驚「そうですね。コンプレッサーはピスト
ンで空気を圧縮して送り出しますね。し
かしコンプレッサーにもファンと同様な
原理のものもありますよ。それから、こ
こで断っておきますが、換気装置として

使われるファンというのは、一般に吐出
圧が10kPa（10キロパスカル＝1万パ
スカル≒0.1気圧）までのものを指すと
考えてください」

安「軸流式ファンと遠心式ファンの性能は
どう違いますか？」

驚「図3に代表的なファンの分類と特徴な
どを整理しました。また、図4に多翼フ
ァン、ターボファン、軸流ファンの外観
の例を示しました」

衛「工場などでの用い方について、少し説
明していただけるとありがたいです」

驚「まず、遠心式ファンは高圧が出せるの
で、一般的に局所排気装置など圧力損失
の高い設備に使用されます。それに対し、
軸流ファンはあまり高圧が出せないので、
圧力損失の少ない例えば除じん装置や排
ガス処理装置が付設されない簡素な設備
にしか用いられません。また、軸流ファ
ンは、マンホール内の換気など全体換気
用にも利用されます」

安「図3に羽根の形状が簡単に書かれてい
ます。軸流式は外部から羽根の形が見え
ますが、遠心式ファンの羽根の構造はど
うなっているのでしょうか」

驚「図5にターボファンと多翼ファンの一
例を示しました」

衛「軸流式と遠心式以外にはないですか？」

驚「軸方向と遠心方向の中間的な流れを作
って利用する斜流（しゃりゅう）ファン

図3 環境改善に用いられる主なファンの種類と特徴

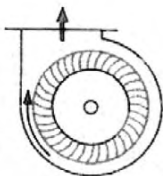
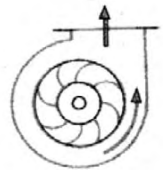
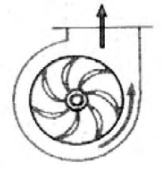
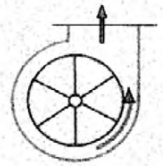
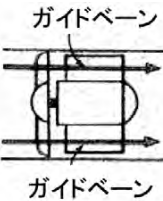
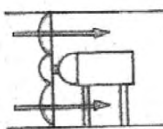
種類・型式		羽根の形状	効率 (%)	静圧範囲 (Pa)	特徴
遠心送風機	多翼送風機 (シロッコファン)		45~70	100~1200	圧力損失の変動する設備に適している。効率もよく、中・高圧を必要とする換気設備、空調設備などに多用される。 風量の増加に伴い、軸動力も大きくなるが、ある程度で増大しなくなるリミットロード性がある。
	後向き羽根送風機 (ターボファン)		60~85	500~10000	圧力損失の変動する設備に適している。効率もよく、中・高圧を必要とする換気設備、空調設備などに多用される。 風量の増加に伴い、軸動力も大きくなるが、ある程度で増大しなくなるリミットロード性がある。
	翼型送風機 (エアホイelfan)		70~90	500~5000	後向き羽根を飛行機の翼の切り口状の型にしたもの。 遠心送風機では最も効率が良いが、高価である。 省エネルギーを重視した大風量・中圧を必要とする設備に使用される。
	放射羽根送風機 (ラジアルファン)		45~75	500~5000	羽根は直線で数は少ない。 遠心送風機の中で最も簡単な構造である。 汚染空気の通過により羽根が摩耗したり腐食した場合には、その交換が容易な構造にしたものもある。
軸流送風機	軸流送風機 (ガイドベーン付き)		70~90	200~2500	効率は比較的良好、形態も小さいので、中・大風量、中・高圧を必要とする換気設備、空調設備に使用される。 軸方向に気流が流れるので、ダクト間にコンパクトに取り付けられる。 送風機出口の動圧が大きいので、コーンにより静圧に変換する（流れを拡大する）必要がある。
	軸流送風機 (ガイドベーンなし)		50~65	50~500	構造が簡単で形態も小さいので、価格も安い。中・大風量で大きな静圧を必要としない換気設備や大型の冷却塔などに多く使用されている。効率は悪い。

図4 ファンの概観

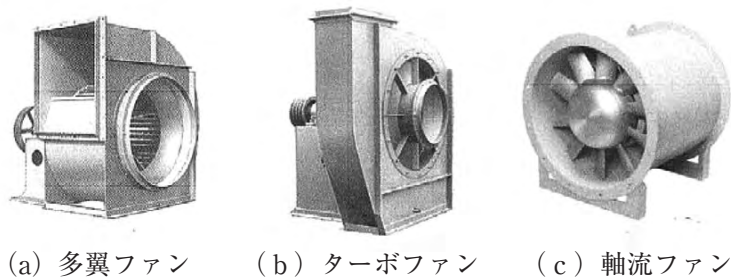
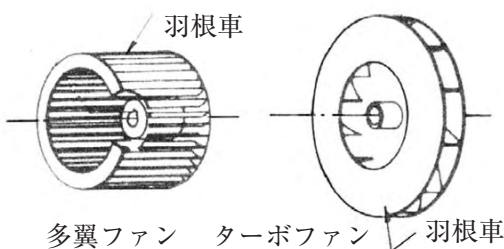


図5 ファンの羽根



すから、遠心式ですね。しかし、腕はく
るくる回転できませんが・・・」

鷺「あえて言えば、往復回転式遠心式ファ
ンですね」

安「はは～ん」

というものもあります。これは円形ダク
トの中に組み込んで使うこともできます。
場合によっては簡単な局所排気装置用と
して使うこともできます」

衛「ところで、軸流式のガイドベーンなし
というのは圧力も低いし、効率も悪いで
すね」

鷺「図7で説明しましょう。ファンの羽根
と周りの枠の間に隙間がありますね。軸

安「トイレの臭気抜きダクトの中に使われ
たりしますね」

鷺「遠心式と軸流式の区別が分ったところ
で、問題です。ファンの語源でもあるう
ちわや扇は何式ですか？」

安、衛「???」

鷺「二人とも『うち(うちわ)は知らん』か。
ヒント、図6を見てください」

衛「ああそうか。腕を回転軸として使い、
その遠心方向に流れる風を利用していま

図6 うちわは何型ファン？

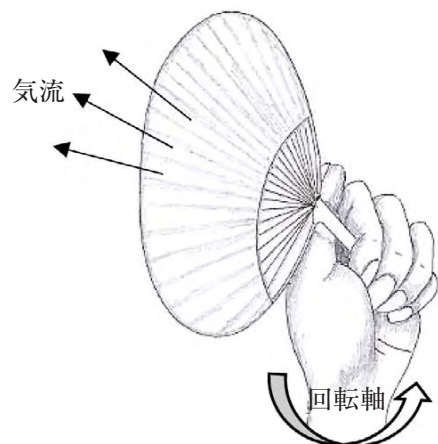
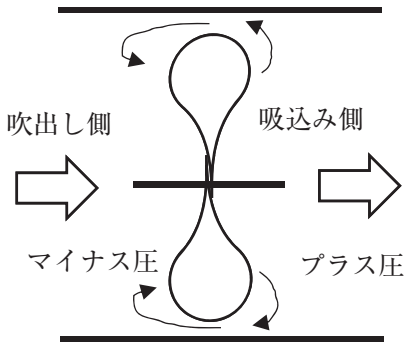


図7 換気扇の無駄な気流



流式といえども羽根が回っていますから当然遠心方向にも空気が飛びますね。その遠心方向に飛んだ空気がどうなるかというと、羽根の上流側はマイナス圧、下流側はプラス圧ですから、飛ばされた空気は結局吸込み側に逆戻りしてしまいます。そんなこともあって、効率が悪いのです」

4 ファンの選定

安「それでは、いろいろあるファンの中から適切なファンはどのようにして選べばいいのでしょうか」

驚「先ほど言ったように、局所排気装置の場合、装置の要求する最大風量と装置全体の圧力損失分だけの圧力を生み出せるファンを選べばいいのです」

衛「装置の要求する最大風量というのは、同時に稼働するフードの合計風量ということですね」

安「それから、装置全体の圧力損失というのは、1つのフードから排出口までの圧

力損失ということですね」

驚「2人ともよくわかってきていますね」

安「図3の圧力欄は『静圧範囲』となっていますが、これが装置全体の圧力損失を満たしていればいいのですね」

驚「そうです」

安「しつこいようですが、圧力は全圧があって、全圧は静圧と動圧の和でしたね。装置全体の圧力損失が全圧に相当すればいいのではないですか」

驚「全くその通りです。装置全体の圧力装置に対してファンの静圧を当てはめるのは、動圧分だけ安全側に働くからなのです。一般に遠心式ファンのカタログには全圧ではなく静圧が表示されています。これに対し、軸流式ファンの場合は、全圧が表記されるのが普通です」

衛「全体換気に用いる軸流ファンの場合は、圧力は考えなくていいですか？」

驚「圧力損失を伴う装置でなければそうです。必要な風量を満たせばよろしい」

5 ファンの性能曲線

驚「ファンにはその性能を示す性能曲線という重要な事項について知る必要があります。これは基本的に風量と圧力の関係を描いた曲線です」

衛「ファンごとに性能曲線が異なるということですか？」

鷺「そうです。図8にその一例を示します。
図の右肩下がりの曲線が性能曲線です。
ファンが稼働するときこの線上で動きます。
圧力（装置の圧力損失）と風量との
関係を示します。装置の圧力損失が少ない
場合は大きな風量が出るということです」



安「装置の圧力損失（圧力）と必要排風量
が必ずしも性能曲線の上に載らないです
よね」

鷺「はい。装置を設計した時の圧力損失と
風量を示す点を図の黒丸（●＝設計点）
で示しますと、装置運転時は性能曲線上
の白丸（○＝稼働点）のところになる
ということです。つまり、設計した風量や
圧力損失より多少多めに動くことになり
ます」

安「図の稼働点はどのようにして求めるの
ですか？」

鷺「抵抗曲線を描いて、それと性能曲線と
の交点が稼働点になります。抵抗曲線は

2次曲線つまり、 $(\text{圧力}) = a (\text{風量})^2$
の線です。 $(\text{圧力}) = 0$ の時 $(\text{風量}) = 0$ 、
 $(\text{設計圧力}) = (\text{設計風量})^2$ からaの値
が求まりますから、抵抗曲線は容易に描
けますね、衛子さん！」

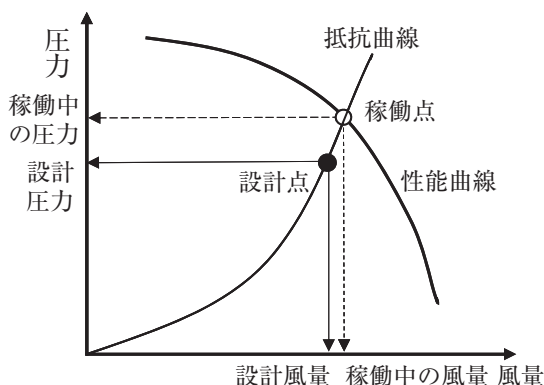
衛「え！？ちょっとそれは・・・」

鷺「設計点を起点に、風量が半分のとき圧
力が4分の1の点、風量が3分の1の
とき圧力が9分の1の点を図上にプロット
して滑らかにつなげば抵抗曲線となりま
す」

衛「なるほど、それなら簡単に求められま
すね」

6 ファンの選定、運転上の留意点

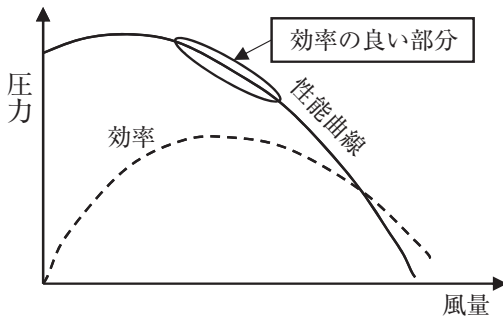
図8 ファンの性能曲線と稼働点



鷺「ファンを選定し、運転するうえで重要
なことをいくつか挙げてみましょう。

まず、1つ目は、ファンは、運転効率
の良いところで運転できるような選定を
することです。ファンは、図8に示した
ような右肩下がりの曲線を描くのが普通
ですが、この線が水平の部分や垂直に近い
部分で運転しないようにしなければなり
ません」

図9 ターボファンの効率



衛「なぜですか？」

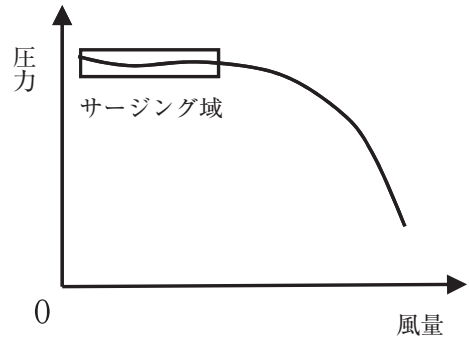
驚「それは、運転効率が悪いからです。図9は、ターボファンの性能曲線の一例ですが、このファンの効率曲線は、図中の破線（点線）のように示されています。このファンはそうに作られているのです。ファンのカタログに効率曲線または効率表が示されている場合はそれを参考にし、示されていない場合は、性能曲線が右下がりになったあたりが効率の良い部分だと判断すればいいでしょう」

安「次の留意点は？」

驚「ファン、特に多翼ファンの場合は、性能曲線に『サージング域』があります。これは図10に示すように性能曲線が横に寝る部分です。この部分は少しの圧力変化で風量が大きく変化します。このような部分でファンを運転すると、ファンは不規則な動きをし、悪くすればファンが損傷します」

衛「ファンのカタログにそのような注意事項が書かれていますか？」

図10 サージング域



驚「調べていませんが、はじめからサージング域をカットした性能曲線が示されていると思います」

7 ファンの回転数と風量、圧力損失

安「わが工場には遊休（使っていない）ファンがたくさんあります。これから作業環境の改善に取り組む場合、それらを利用できればと考えています」

驚「そのような場合もいろいろ留意しなければならない点があります。どのような利用の仕方を考えていますか」

安「まず、今ある局所排気装置に新たなフードを増設すると風量が不足しますので、遊休ファンを利用できないかと・・・」

驚「まずそのような場合、遊休ファンを使うまでもなく、現在のファンの性能を多少アップさせる方法があります」

安「どのようにするのですか？」

驚「風量が不足する分、ファンの羽根の回転数をアップさせるのです。一般に、ファンは回転数の増加に比例して風量が増加します」

衛「そんな便利な手段があるのですね」

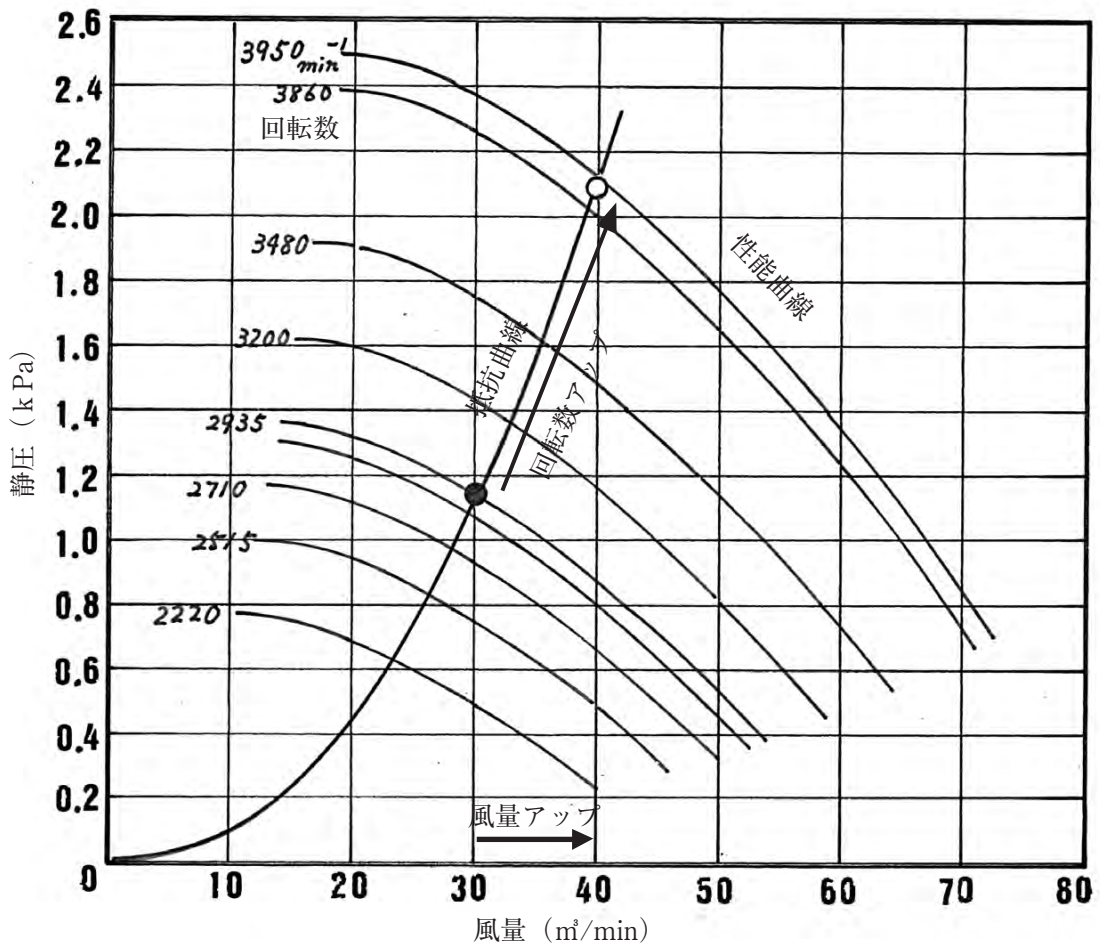
驚「ただし、手放しで喜ぶわけにはいきません。ファンは回転数の2乗に比例して

抵抗（圧力）が増加するからです。図11はファンの回転数の増加と性能曲線の関係を示した例です」

安「図で詳しく説明してください」

驚「いま、遊休ファンを圧力損失1500Paで風量が40m³/min必要な装置に付けて運転したところ、30m³/minしか出ません。このときの回転数は2935回/minで

図11 回転数の変化と風量、静圧の関係



す（図中の●）。そのような場合は、抵抗曲線と風量40m³/minの線の交点（○）を内側に含む性能曲線を得るようにファンの回転数をアップしてやればいいのです。図では3950回/minの線になります。しかしこの場合、風量アップに伴う装置の圧力損失は2100Paになってしまうことを覚悟しないとイケないということです」

安「・・・ということは、遊休ファンを無理矢理使うより、新しい装置に適合するファンを求めたほうがいいということですね」

驚「そういうことです。風量の増加より圧力損失の増加がファンの運転費に大きくひびいてきますからね。ファンの動力については、後で説明しましょう」

8 ファンの連合運転

衛「遊休ファンの利用でいま思いついたのですが、風量不足の場合、既設ファンに

遊休ファンをつないで運転してやれば風量アップができるのではないですか？」

驚「できる場合とできない場合があります」

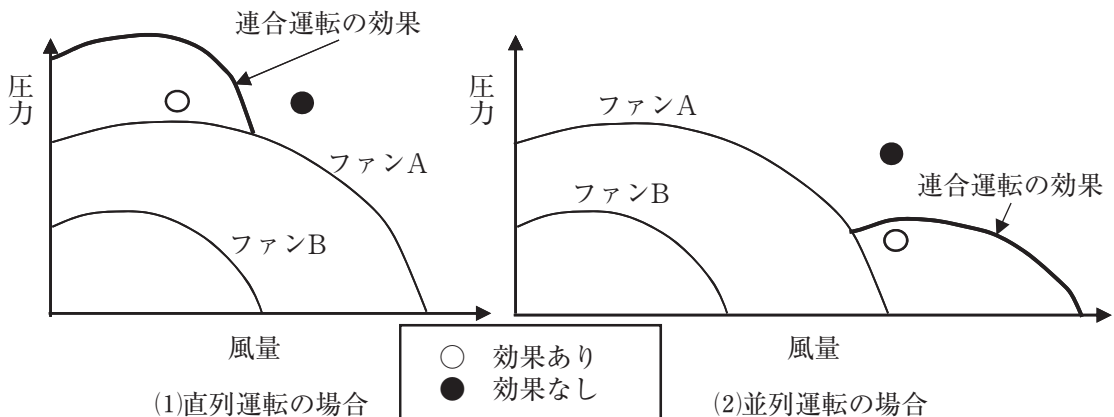
安「それはまたどういうことですか」

驚「まず、2つのファンを直列につなぐと圧力はそれらの和、風量は大きい風量のファンのままのような性能曲線となります。次に2つのファンを並列につないだ場合は、風量はそれらの和、圧力は大きいファンのままのような性能曲線です」

安、衛「？」

驚「これも図で示したほうがわかりやすいですね。複数のファンをつないで運転することを連合運転といいます。図12には性能の異なるAとBの2つのファンを連合運転した場合の性能曲線がどうなるかを示しました。図の(1)は直列、(2)は並列運転した場合の性能曲線です」

図12 ファンの連合運転



安「遊休ファンを活用できる場合とできない場合があるということとは？」

下がるのと同じですね」

安「失礼なことを！」

驚「運転したい条件のところが図の○印の点であるとして。この点での運転条件はファンAまたはファンB単独では満たすことができません。そこでA・B両ファンを連合運転した場合、○印が図中の太線つまり連合運転の効果によって性能アップされた部分の範囲内に入るようであれば、連合運転の目的は達成されます。しかし、●印のような運転条件の場合は、連合運転しても何らの効果が得られないということです」

安「機関車の二重連、三重連というわけにはいかないか」

驚「四輪駆動の自動車も前後の車輪がうまくかみ合っていないと燃費が落ちます。連合運転の場合は、下手をすると一方のファンが他方の足を引っ張ることになりかねません」

衛「安太さんがお祭りのとき、神輿にぶら

9 ファンの騒音

安「ファンの騒音が高いのが気になるときがあります」

驚「ファンについて頭の痛い問題の1つが騒音の発生です」

衛「騒音のものは何ですか？」

驚「ファンの騒音の発生源はいろいろあります。原因として、機械的騒音、羽根の周期的騒音、流体騒音などがあります。表1にその主な原因をまとめてあります」

衛「これらの対策はありますか？」

驚「対策として、音源対策、伝播対策、吸音対策などが考えられますが、表2にくつかりの対策を挙げておきます」

表1 ファンの騒音発生原因

分類	内容
機械的騒音	単純騒音（締め付け部のゆるみ、潤滑不良など） 羽根の動的不釣り合い（遠心バランスのくずれ、共振など） ダクト騒音（特に各ダクト水平部との共振）
羽根の周期的気流音	ファンの騒音の一般的な主原因で、気流が羽根によって周期的に送り出される騒音
流体騒音	気流の流れに起因するもので、気流の急激な変化、物体への衝突、渦の発生などによって起こるもの

表2 ファンの騒音防止対策

対策	内容
運転条件の緩和	ファンに余裕のあるときは、回転数を低減させる。また、風速を低減させるなど。
振動、共振の防止	設置基礎を独立させる。強化する。 接続ダクトの形状、寸法を変更させるなど。
伝播防止、吸音	材質を変更する。防音カバー、消音器を設置する。内部の吸音加工を施すなど。
周囲への拡散防止	防音壁を設ける。防音壁を高くする。 排気口の向きを変えるなど。

10 ファンの動力

安「ファンを運転するときの動力はどうでしょう」

鷲「ファンの運転に必要な軸動力は、次のように表せます。

$$\text{ファン軸動力 [kW]} = \{ \text{風量 [m}^3/\text{min}] \times \text{ファンの静圧 [hPa]} \} \div \{ 600 \times \text{ファンの静圧効率} \}$$

安「式中の風量、静圧、静圧効率はいずれも稼働中の条件に対応した値ですね」

鷲「そうです」

衛「静圧は表3のパーセントの値を代入するのですか」

鷲「表3の値は能力としての値ですから、実際運転中の効率は少し落ちることになります。式に代入する値はパーセントの値でなく、例えば50パーセントなら0.5を代入することになります」

衛「ちょっと気づいたのですが、今運転している局所排気装置のフードの吸込み能力が不足していて、20%ほどアップしてやらないといけないような場合、風量が20%アップすれば装置内の風速も20%アップ、したがって圧力損失は1.2の2乗で1.44すなわち44%アップになりますね。そうすると軸動力は風量×圧力損失（≒静圧）ですから $1.2 \times 1.44 = 1.73$ すなわち動力は73パーセントもアップすることになるのですね」

表3 モーターの耐熱クラス

耐熱クラス	温度 (℃)
Y	90
A	105
E	120
B	130
F	155
H	180
200	200
220	220
225	225

驚「まさにその通り。だから、必要排風量をいかに少なく設計することができるかということが運転経費を節約するうえで非常に重要だということですね」

11 モーター（電動機）

安「いまの式はファンの動力ですが、ファンはモーターで回すわけですね。そのモーターの動力はどうですか」

驚「ファンを動かすモーターの軸動力はファンの軸動力を0.9で割って求めるのが通常です。いずれにしても、モーターは余裕を見て、ファン動力の2割増程度の駆動力を有するものを選定します」

衛「モーターについて知っておくべきことがありますか？」

驚「モーターはファンに直結したものもありますが、ファンとモーターをベルトでつないでファンを動かす形式のものもあります。一般にファンの風量を増減する場合は、モーターとファンのプーリー比を変えることが必要です」

衛「プーリー比とは？」

安「ベルトを掛ける輪の大きさの比ですよ。輪の直径を大きくすればその分回転数は減少するということです」

驚「風量をたびたび変化させなければならぬような場合は、その都度プーリー比を変えるということはできません。そのような場合は、インバータ機能付きのモーターを使用して対応することができま

す」

衛「インバータとは？」

安「入力電流の周波数などを変化させるなどによって、回転数を変化させることができる電気回路のことです」

驚「説明ありがとうございます。さて、このように、ファンの回転数を変化させると次のような効果が表れます。

- ① 風量は回転数に比例する
- ② 圧力は回転数の2乗に比例する
- ③ 動力は回転数の3乗に比例する

衛「ほかに留意すべき点がありますか？」

驚「そうですね。モーターの過熱がないようにしなければなりません」

衛「運転中のモーターは熱くてさわれないのがありますが、あれは放置してはいけませんね」

驚「手で触れないからと言って、すべてが異常に過熱しているわけではありません。モーターの絶縁の耐久性は温度に支配されることから、JISあるいは電気学会によってモーターの耐熱基準というものが定められています。モーターを耐熱性によって区分し、温度上昇基準が定められています。手で触れられないほど熱くなっているモーターでも、その温度範囲であれば異状ではないのです」

安「その基準はどのようなものですか？」

驚「詳しい専門的なことは省き、結局どの



扇風機は、気流を与えるために用いるものであり、換気用には不向きである。

ような温度以下なら良いかという値を示すと、表3のようになります」

衛「型式はどうしてわかりますか？」

驚「モーターに貼られている銘板に書いてあります」

安「あ～、いろいろ教わって頭が過熱しそうです」

衛「じゃあ、扇風機で頭を冷やしてあげましょう」

驚「それでは、ファンについてはこれぐら

過去一覧

第1回 空気とはどういうものか

2014/10/1 №1092

第2回 空気中の有害物質

2014/11/1 №1094

第3回 有害物の対処法

2014/12/1 №1096

第4回 局所排気装置（フード）・前編

2015/1/1 №1098

第5回 局所排気装置（フード）・後編

2015/2/1 №1100

第6回 ダクト内の空気の流れ

2015/3/1 №1102

第7回 ダクトの構造

2015/4/1 №1104

いにしておきましょう」

金原安全衛生コンサルタント事務所 所長
労働安全・衛生コンサルタント 金原 清之

元奈良労働基準局長、勤務のかたわら昭和47年から工場換気を研究（プッシュプル型換気装置開発チームメンバー）し、平成14年富山大学より博士（工学）を授与、現奈良労働局安全衛生専門委員、著書に『新版工場換気』（空気調和・衛生工学会）等



今号の重要事項

1. ファンは局所排気装置から空気を吸込み、排気口から排出する動力源としての重要な役割を担っている。
2. フードから空気が吸われて排気口から排出されるためには、(ファンの前の圧力損失に相当する圧力差)と、(ファンの後の圧力損失に相当する圧力差)の合計がファンによってつくりだされなければならない。
3. ファンはフードにおける必要排風量と、装置全体の圧力損失に見合う圧力が生み出せるものを設置しなければならない。
4. ファンは大きく遠心式ファンと軸流式ファンに分けられる。軸方向と遠心方向の間隔的な流れを作って利用する斜流ファンもある。
5. 換気装置として使われるファンというのは、一般に吐出圧が10 kPa (10キロパスカル=1万パスカル $\div$ 0.1気圧)までのものを指す。
6. 遠心式ファンは高圧が出せるので、一般的に局所排気装置など圧力損失の高い設備に使用され、それに対し、軸流ファンは高圧が出せないで、圧力損失の少ない例えば除じん装置や排ガス処理装置が付設されない簡素な設備にしか用いられない。また、軸流ファンは、マンホール内の換気など全体換気用にも利用される。
7. 装置全体の圧力装置に対して動圧分だけ安全側に働くよう、ファンの静圧を当てはめる。
8. ファンには風量と圧力の関係を描いた曲線性能曲線という重要な事項について知る必要がある。
9. ファンは、運転効率の良いところで運転できるような選定をする。
10. 『サージング域』は少しの圧力変化で風量が大きく変化する部分で、このような部分でファンを運転すると、ファンは不規則な動きをし、悪くすればファンが損傷する。
11. 2つのファンを直列につなぐと圧力はそれらの和、風量は大きい風量のファンのままのような性能曲線となる。また、並列につないだ場合は、風量はそれらの和、圧力は大きいファンのままのような性能曲線となる。
12. ファンの騒音の原因として、機械的騒音、羽根の臭氣的騒音、流体騒音などがある。
13. ファンの騒音対策として、音源対策、伝播対策、吸音対策などが考えられる。
14. ファン軸動力 [kW] は、{風量 [m³/min] × ファンの静圧 [hPa]} $\div$ {600 × ファンの静圧効率} で表される。
15. 必要排風量をいかに少なく設計することができるということが運転経費を節約するうえで非常に重要である。
16. ファンの回転数を変化させると次のような効果がある。
 - ① 風量は回転数に比例する
 - ② 圧力は回転数の2乗に比例する
 - ③ 動力は回転数の3乗に比例する
17. モーターの軸動力は、通常ファンの軸動力を0.9で割って求める。
18. モーターの絶縁の耐久性は温度に支配されることから、JISや電気学会によってモーターの耐熱基準が定められている。