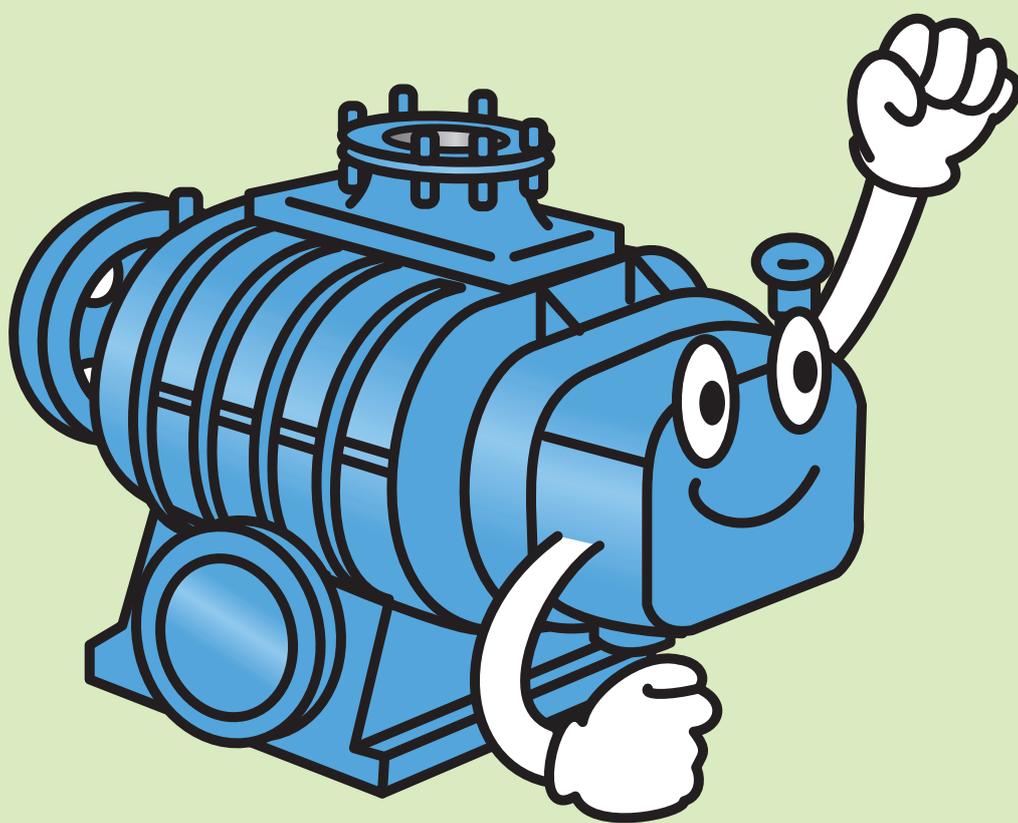


「ロータリ・ブロワ(ルーツ式)」の 手引き



一般社団法人 日本産業機械工業会
風水力機械部会 ロータリ・ブロワ委員会

1 はじめに

「ロータリ・ブロワ（ルーツ式）の手引き」は1987年7月に冊子形式で発行して以来、web形式での改訂などを経て、多くの皆様にご活用いただき参りました。しかし、初版の発行から20年以上が経過したこともあり、記載している内容が古くなってしまった部分もございました。そこで、2021年度から弊委員会で手引きの記載内容を見直し、このほど改訂版をとりまとめました。

この手引きは、初めて現場でロータリ・ブロワ（ルーツ式）を取り扱う方や、メーカーの新入社員の方などを対象として、ぜひ覚えていただきたい項目をわかりやすく解説しております。

この手引きを積極的にご活用いただければ幸いです。

2023年3月
一般社団法人 日本産業機械工業会
風水力機械部会
ロータリ・ブロワ委員会

2 ロータリ・ブロワ（ルーツ式）について

「ルーツ式」送風機・圧縮機は、LOBE（ローブ）輪郭の初期特許権者、Mr. Root の名前をとって「ルーツ式」と呼称されており、約 150 年余の歴史を経て今日に続いています（1866 年 10 月 2 日アメリカ再発行特許第 2369 号）。

ロータリ・ブロワ（ルーツ式）は、第二次世界大戦前からわが国でも製造されていましたが、本格的に普及し始めた時期は戦後です。戦後の急速な復興需要の増大に伴い、各メーカーは製品の生産台数を増加させ、市場規模は概ね、数十億円産業から、百億円産業へと拡大してきました。わが国では、正式呼称を『ロータリ・ブロワ（ルーツ式）、ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）』として販売されています。

ロータの形状は、二葉と三葉のものがあり、輪郭の曲線は各メーカーによって多少異なるものの大差はありません。当初の製品は単段式のみでしたが、圧力の上昇に対応して、多段式のものも考案されました。代表的な日本のメーカーは、本手引に記載してありますが、海外にも有名なメーカーが複数あります。

ロータリ・ブロワ（ルーツ式）は二軸で簡単な構造であること、取扱いが容易である上にオイルフリー（油を使わない）であることなどの特長から、食品、醸造、炉内送風、攪拌、セメント・小麦粉・穀物などの気力輸送用空気源として古くから使用されていました。

1948 年には、ケーシング内に適量の注水を行うことにより高い効率と真空度を得る技術が新たに開発され、製紙用抄紙機の吸引脱水用真空ポンプとして使われるようになりました。また、石炭鉱内の保安、保健、環境改善のため、坑内のメタンガスを吸引する真空ポンプが考案されて、炭鉱爆発の危険を防ぐことに貢献するなど、用途も一層広がってきました。

構成部品を見ると、製品に用いられる軸封用メカニカルシールの進歩と信頼性の向上により、各種のガスの取扱いが安全且つ容易になったため、石油化学工業での需要が大幅に拡大し、今日のガス用ブロワ、真空ポンプの基礎を築くに至りました。

環境対策としては、国が排水への環境基準を設け、自治体や事業者に必要な管理を義務付けたため、官公需要・民間需要が増加し、それに伴い汚水排水処理用としてのばっ気用ブロワと消化ガスブロワの生産台数も増加しました。

また、騒音に関しては、サイレンサ、防音ボックスなどを併用することにより、ロータリ・ブロワ（ルーツ式）は騒音が低いという評価をいただけるお客様もあり、用途はますます広がりつつあります。

現在日本で製造されている製品は、口径 20mm の小型から口径 900mm の大型、鋳鉄、ステンレス、メッキ、コーティングなどの各種材料を使って、耐酸、耐蝕仕様などの特殊なニーズにも充分応えることができます。

海外に目を向けると、世界各国向けに多種多様な製品が出荷されています。

ロータリ・ブロワ（ルーツ式）は、往復式、遠心式圧縮機の間となる圧力範囲では最適な製品ですので、今後更なる普及が期待されております。

3 分類

送風機・圧縮機は一般的に使用される圧力によって分類されています。

具体的には、30kPaG、200kPaGを境としてファン・ブロワ・コンプレッサに分類されており、ファンとブロワを総称して送風機と呼んでいます。

図1に示すように、構造的には作動原理により容積形とターボ形に大別され、容積形には回転式及び往復式が、ターボ形は軸流式及び遠心式に分類されます。

ロータリ・ブロワ（ルーツ式）は容積形の回転式ブロワに含まれ、中圧の小風量から大風量まで対応できる製品種々の用途で使用されています。さらに真空ポンプとしても利用分野は広がっています。

(注) JIS B 0132:2005（送風機・圧縮機用語）では、圧縮機のうち200kPaG以下のものをブロワとして分類していますが、ロータリ・ブロワ業界では、上記の分類が一般的ですので、本資料ではこのように記載しました。

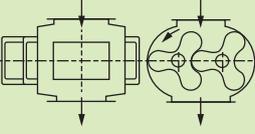
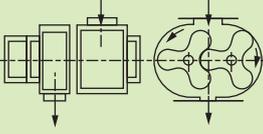
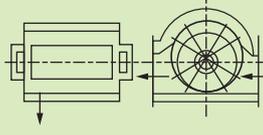
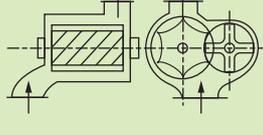
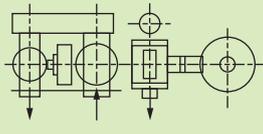
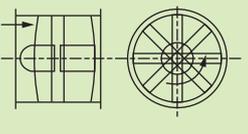
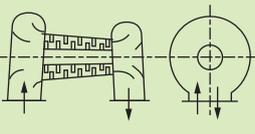
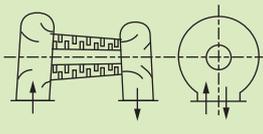
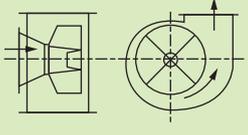
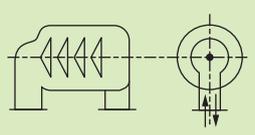
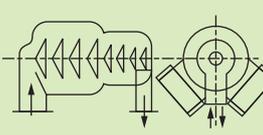
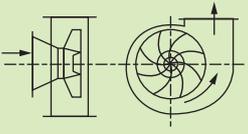
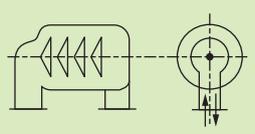
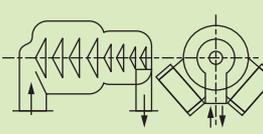
名称		ファン	ブロウ	コンプレッサ	
種別	圧力	30 kPaG 未満	200 kPaG 以下	200 kPaG 以上	
	容積形	回転式	ルーツ		
可動翼					
ねじ					
往復式		往復			
ターボ形	軸流式				
	遠心式	多翼			
		ラジアル			
		ターボ			

図1 圧力による分類

4 ロータリ・ブロワ（ルーツ式）の作動原理

ロータリ・ブロワ（ルーツ式）の内部には、互いに反対方向へ回転する2つのロータがあります。これらはケーシング内壁とロータ相互間に僅かな間隙を保って、接触しない様に回転しています。

ケーシングの外側のタイミングギヤによってロータへ回転が伝達され、ケーシングとロータとの間に閉じ込められた気体は、矢印のように吸入側から吐出側へ移送され、吐出口を通過してケーシング外部に吐出されます。

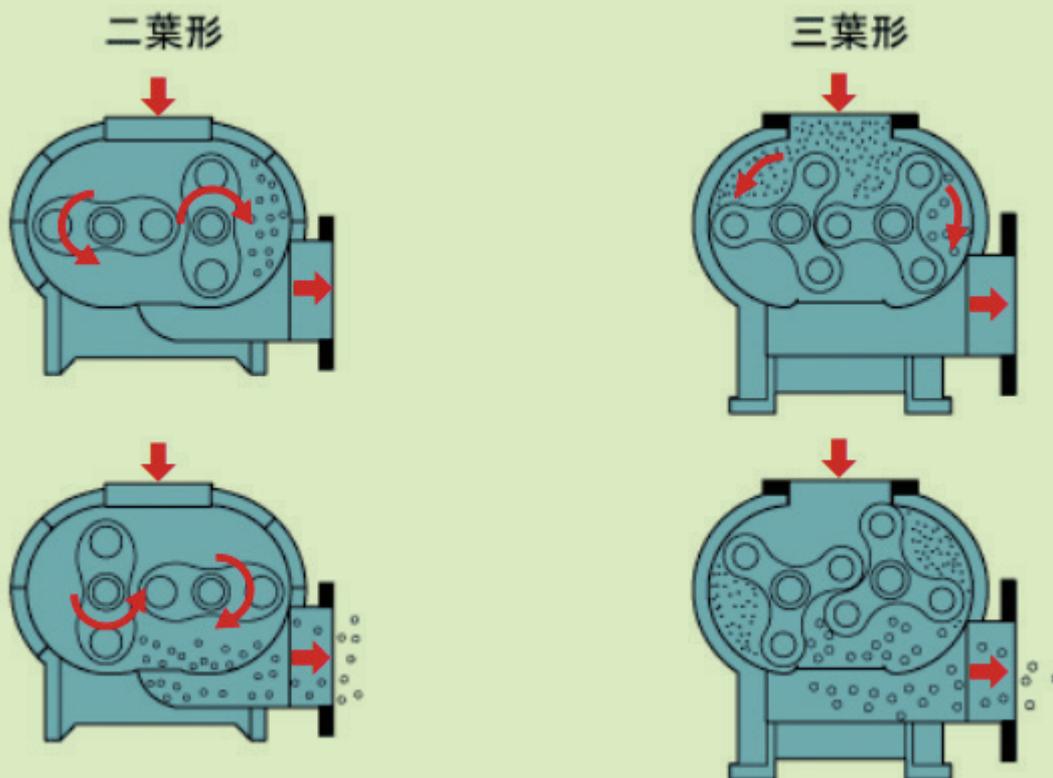


図2 作動原理

5 性能範囲

風量と圧力とによって概略の適用範囲を図示すると図3のようになりますが、各々の形式の境界線は厳密なものではなく、年々技術進歩と共に変化しています。ロータリ・ブロワ（ルーツ式）においても、多段式で圧力 200kPaG 程度まで対応可能な製品もあります。

同一の風量・圧力でも2～3種の機種が適用されていますが、それぞれの用途、使用条件、取扱ガス、その他により最適の機種を決定する必要があります。

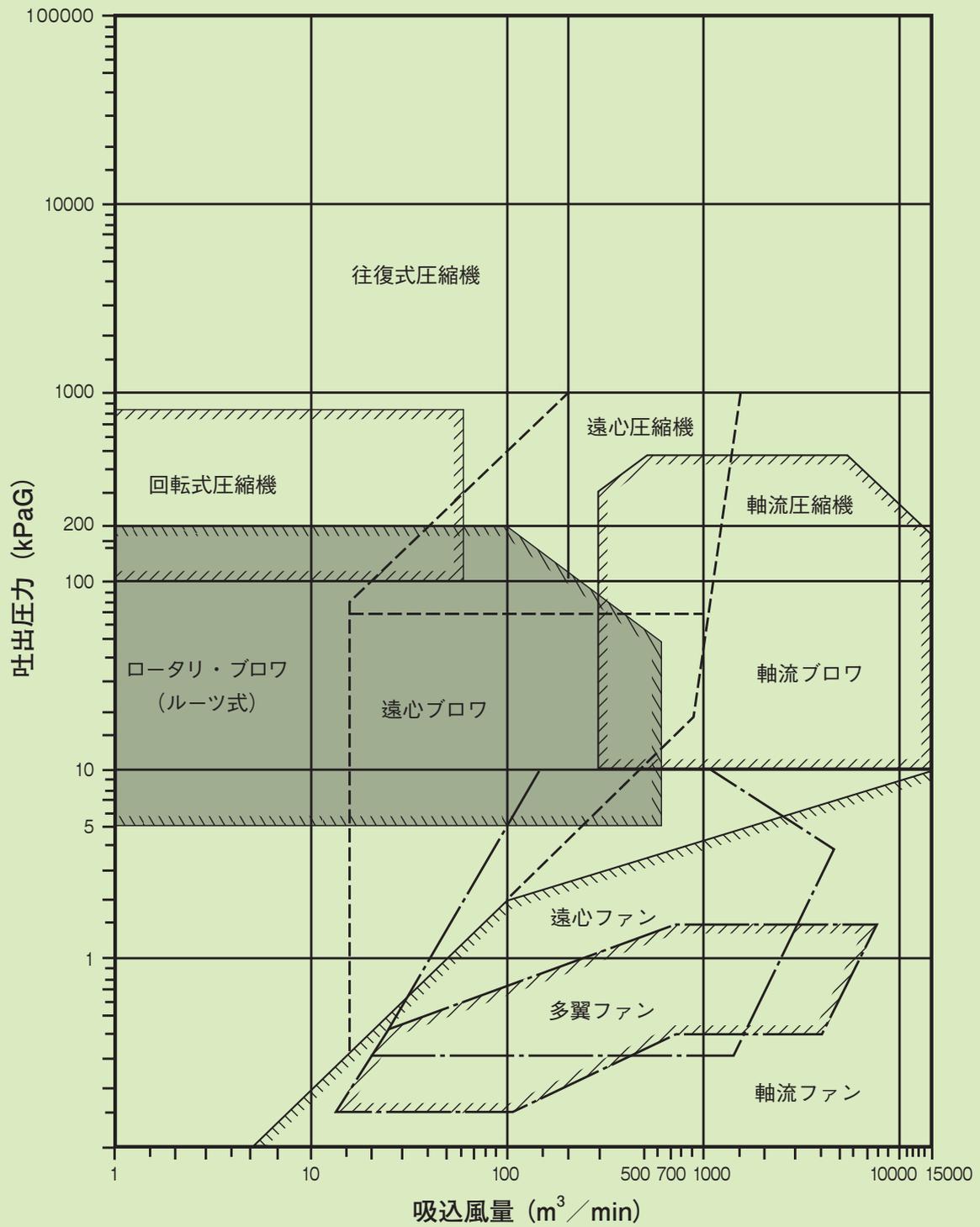
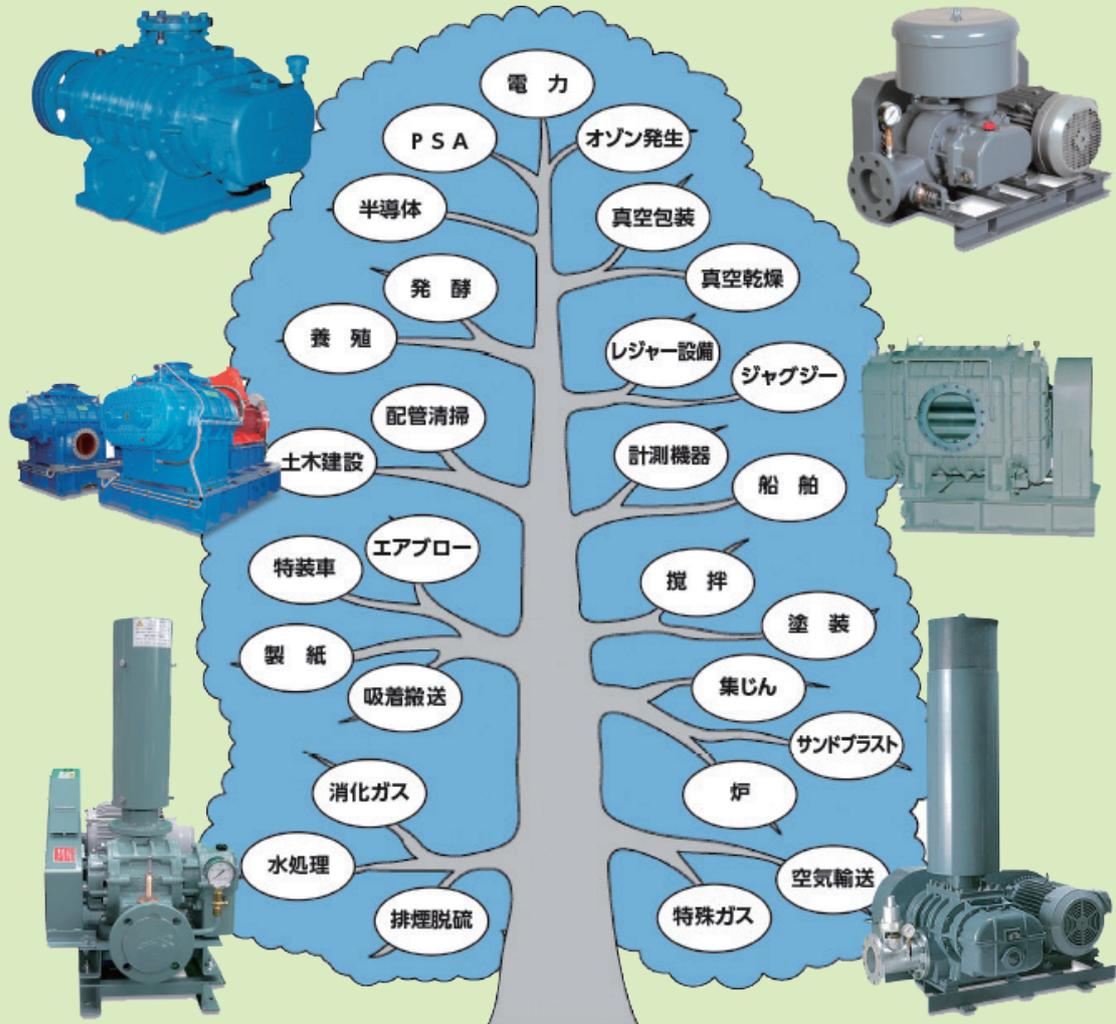


図3 送風機・圧縮機の性能範囲

6 用途

ロータリ・ブロワ（ルーツ式）、ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）は以下のような用途で使用されています。

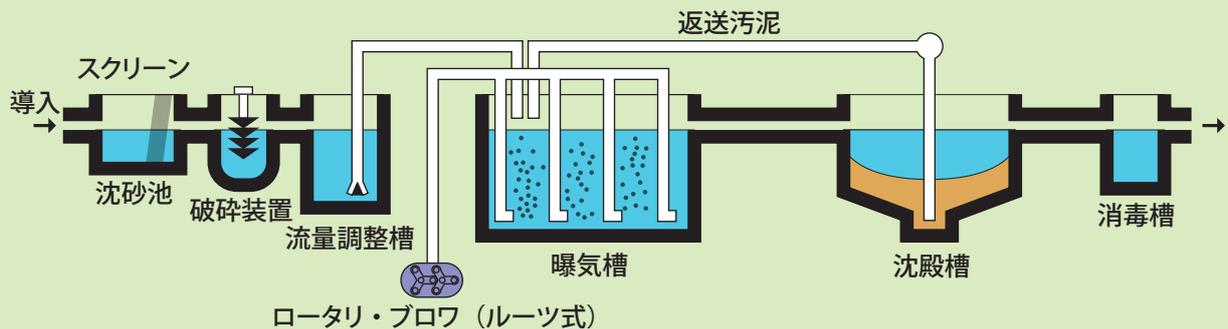


主な用途については、以下の項目で説明します。

6-1-1 水処理（陸上にブロワを設置）

耐久性にすぐれ、長時間連続運転が必要な水処理設備に最適のロータリ・ブロワ（ルーツ式）

（使用例）



概要

汚水の処理法として微生物による活性汚泥法が広く用いられています。処理槽の底部の散気装置から空気を噴出させ、槽内の微生物への酸素補給を行うことにより、汚水中の有機物を浄化させる“ばっ気”用のその空気源としてブロワが使われています。

ロータリ・ブロワ（ルーツ式）を使用するメリット

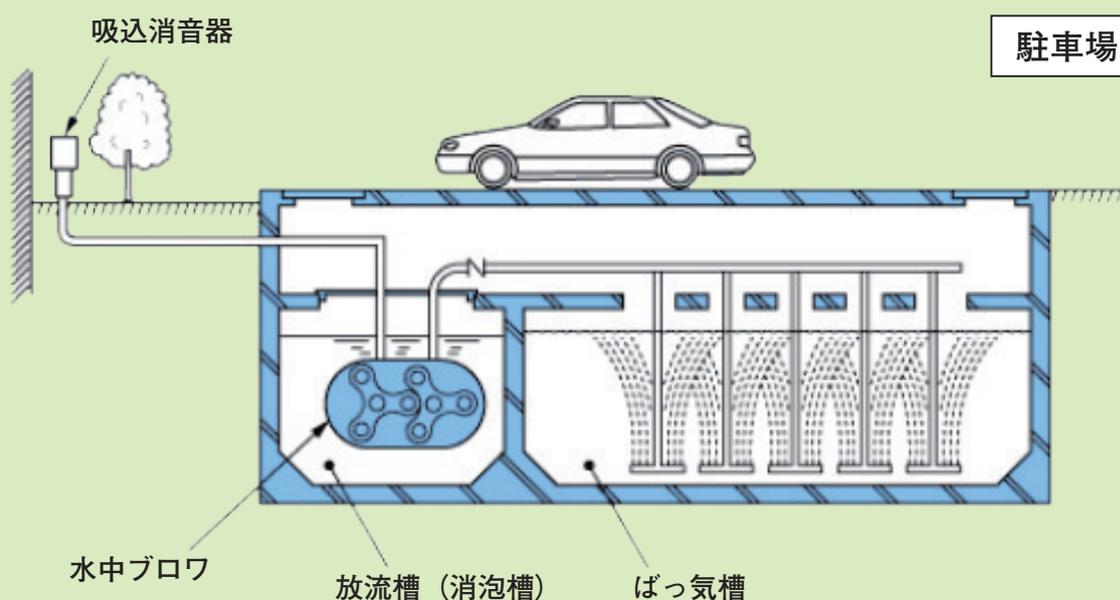
圧力変化による空気量の変化が少なく、構造が簡単で耐久性もすぐれています。

空気量もほぼ回転速度に比例した特性を示し、使いやすいのも大きな特長です。さらに内部無潤滑のため清浄な空気が送られ、また、機械効率がよく、維持管理もしやすいため、長時間の連続運転が必要な水処理設備には最適のブロワといえます。

6-1-2 水処理（水中にブロワを設置）

騒音が少なく、防音用建屋が不要の水中ロータリ・ブロワ（ルーツ式）

（使用例）



概要

下水道等が普及していない地域では、各家庭や建物から出るし尿と生活雑排水を処理するため、「合併浄化槽」が設置されており、この浄化槽の“ばっ気”用としてロータリ・ブロワ（ルーツ式）が使用されています。この「合併浄化槽」は大きな污水处理施設と違って、住宅やマンション・建物毎に設置されるため、設置面積や地上部の建屋に制約を受ける場合があります。このような制約のある土地の水処理施設では、水槽内に設置する水中ブロワが多く使用されています。

水中ロータリ・ブロワ（ルーツ式）を使用するメリット

(1) 水中に設置しているため、ブロワの稼働音が低減されます。

また、陸上に設置するブロワとは異なり、防音用建屋が不要です。

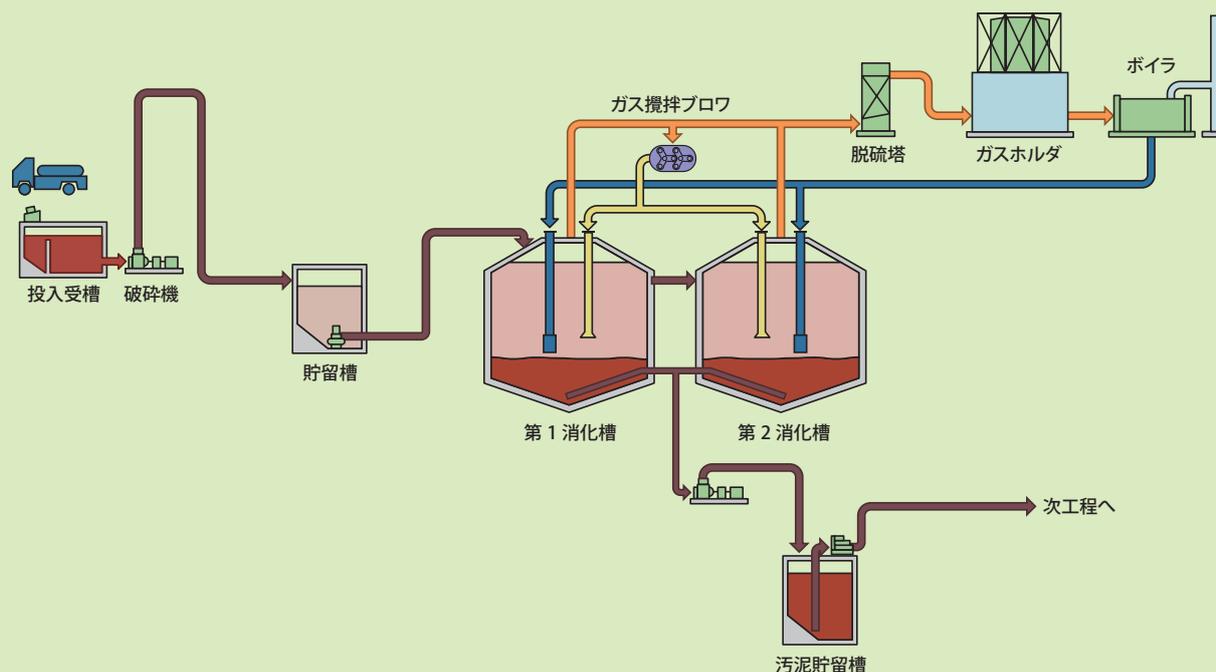
(2) 地上部には吸込サイレンサしか出ませんので、景観を損ねることもなく、また、水処理施設の上部を駐車場にするなど、有効に活用できます。

(3) モータとロータが直結されており、振動が少ないです。

6-1-3 水処理（消化ガス）

し尿及び下水処理場において力を発揮する消化ガス用ロータリ・ブロワ（ルーツ式）

（使用例）



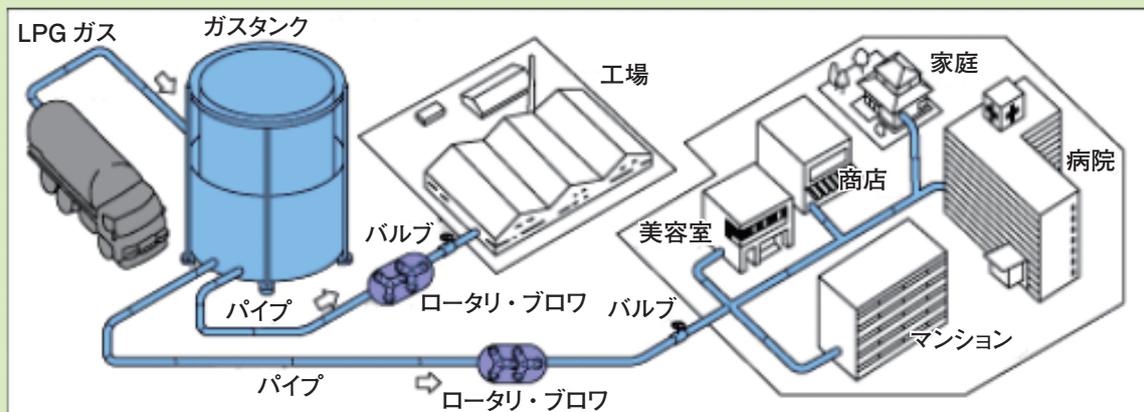
概要

主にし尿や下水処理場において、嫌気性処理設備で発生する消化ガスの吸引・圧送用として使われています。嫌気性処理設備とは、し尿や下水汚泥の有機物が無酸素環境で通常の生物活動ができる生物群（メタン生成菌）によって生物化学的分解をさせ、処理するものです。

6-2 特殊ガス

都市ガス供給用ロータリ・ブロワ（ルーツ式）

（使用例）



概要

多くのガス会社で採用されている都市ガス供給用ブロワは、圧力変動にともなう流量変動がきわめて小さいという、ロータリ・ブロワ（ルーツ式）のもつ特性がみごとに活かされています。ロータリ・ブロワ（ルーツ式）は構造がシンプルで、部品点数も少なく、その上非常に堅牢であるため、都市ガスの圧送にもその威力を発揮します。

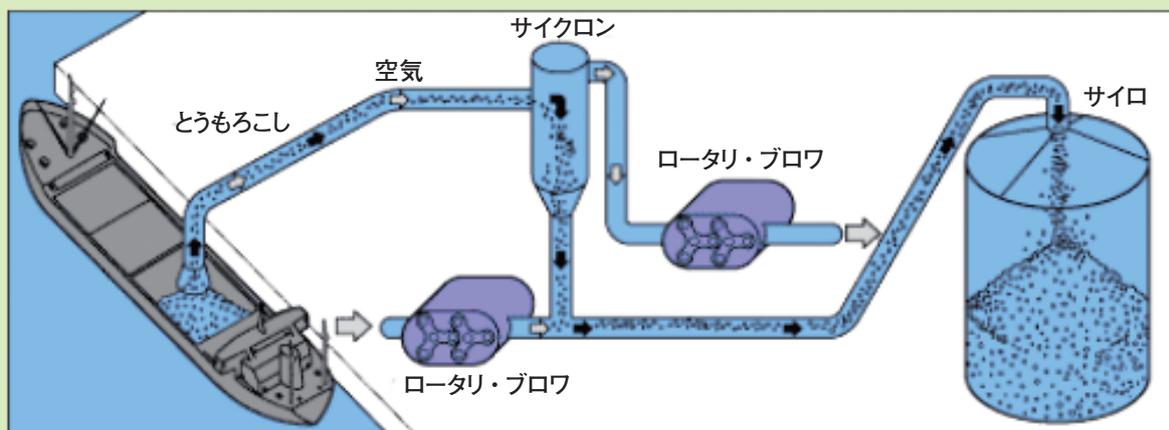
また、圧縮機に比べると、メンテナンスも容易で交換部品も少ないため、費用が安くすむのも大きな特長です。そのため、200kPaGの圧力分野においても、多段式ロータリ・ブロワ（ルーツ式）が数多く採用されています。

最近では、軸封部品やメカニカルシールの高性能化が進んでいることから、ガス用ブロワの信頼性はさらに向上し、採用範囲も一段と広がってきています。

6-3 空気輸送

油による吐出空気の汚染が少ない、空気輸送用ロータリ・ブロワ（ルーツ式）

（使用例）



概要

空気輸送装置の空気源として使用される圧縮機や送風機には多くの種類がありますが、その主なものは以下の通りです。

〔形式〕	〔圧送用〕	〔真空吸引用〕
回転式	ロータリ・ブロワ (ルーツ式)	ロータリ・真空ポンプ (ルーツ式)
往復式	往復圧縮機	往復真空ポンプ
遠心式	遠心送風機	遠心送風機

これらは、それぞれ適切に運用できる風量・風圧の範囲がありますが、一般的に往復式は高圧小風量、遠心式は低圧大風量に適しており、回転式はその中間的存在です。

ロータリ・ブロワ（ルーツ式）は往復式と異なり、内部潤滑油は不要ですので、吐出空気が油で汚染されることがありません。

風量特性は定量形で圧力変動の影響が少ないため、空気輸送用の空気源に適しています。特に、輸送圧力が50kPaGに限定されているロータリフィーダ方式と相性がよく、空気源として多く使用されています。

しかし、空気輸送の空気源としての選定にあたっては、必要とする風量・風圧の一点に関する適性ばかりでなく、その空気源となる機械のもつ風量・風圧・軸動力などの特性全般を確認する必要があります。選定に際して考慮すべき諸元は次の通りです。

風量特性：

なるべく風量特性が定量形で、圧力の変動に対して風量変化の少ないものを選定する。

軸動力特性：

広範囲の使用域について過負荷とならないように電動機を選定する。

吐出空気の清浄性：

吐出空気中にドレンや油分などを含まないこと。とくに食品や化学工業用では重要である。

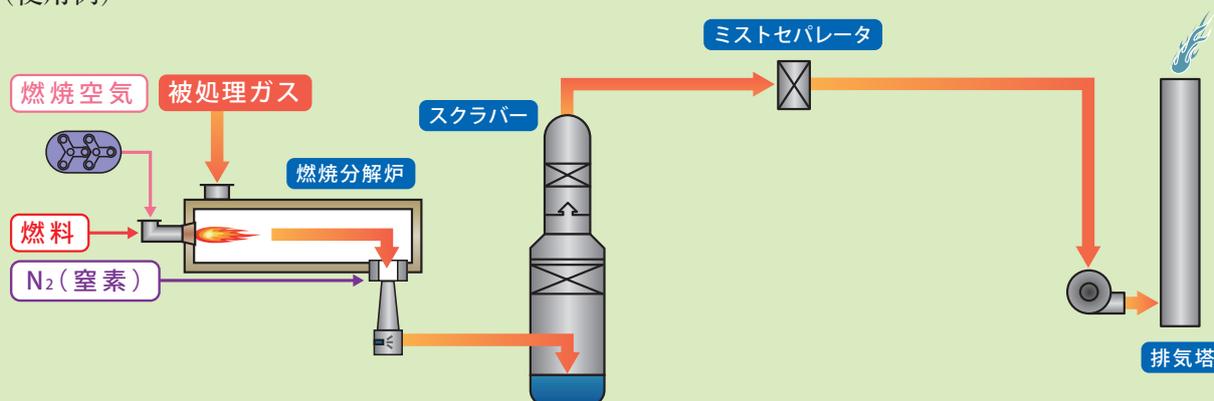
ダスト吸引の可能性：

吸引輸送の場合には、分離器を通過するダストを吸引するおそれがあるため、対策が必要である。

6-4 炉

クリーンな熱風が得られる、熱風炉の燃焼用ロータリ・ブロワ（ルーツ式）

（使用例）



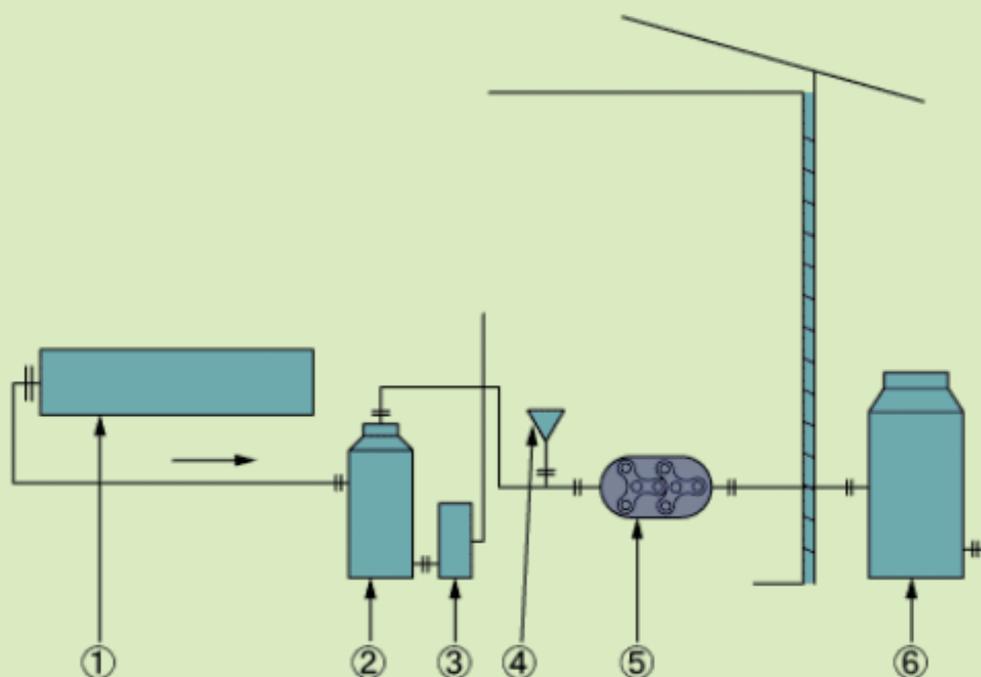
概要

熱風発生炉などの工業炉では、従来からバーナーの燃焼用空気源としてロータリ・ブロワ（ルーツ式）が広く採用されています。また近年、熱風炉の用途の多用化とともに高効率化をめざして、熱風を10～50kPaGの圧力で押し込むことが多くなり、その空気源としてロータリ・ブロワ（ルーツ式）が注目されています。ロータリ・ブロワ（ルーツ式）は容積形であるため、炉の出口側に圧力の変動があっても空気量があまり変動せず、安定した炉の運転ができます。さらに、空気に潤滑油などの不純物が入らないためクリーンな熱風が得られることから、セラミックなど高品質な製品の乾燥などに最適です。

6-5 製紙

消費動力が少なく、効率も良い抄紙機用湿式ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）

（使用例）



①抄紙機 ②吸込セパレータ ③ドレンポンプ ④バキュームブレーカ
⑤ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式） ⑥サイレンサ兼セパレータ

概要

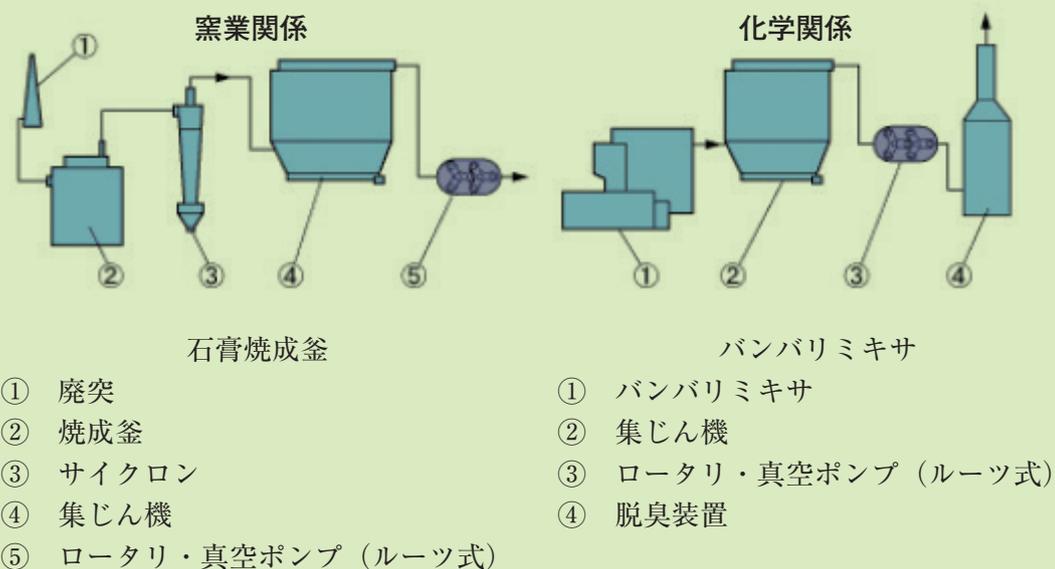
抄紙機のサクションボックス、クーチ、プレスなどの脱水に、湿式ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）やナッシュ式真空ポンプなどが用いられていますが、これらはいずれも、空気と一緒に水も吸い込みます。したがって、できるだけ吸込側にセパレータを設けて空気と水を分離し、真空ポンプでは空気だけを、渦巻ポンプは分離水を吸い出すような方式がとられています。一般的に、湿式ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）はナッシュ式真空ポンプに比べて消費動力が少なく、効率も良いため、抄紙機用の真空ポンプとして数多く採用されています。それらの性能・経済性を比較すると次のようになります。

	【湿式ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）】	【ナッシュ式真空ポンプ】
全断熱効率	70～75%	45～50%
所要動力（常用）	0.8	1.0
所要動力曲線の傾向	真空範囲で動力が少ない	真空度の変化に対し平たん
吸込空気温度の影響	ドレンを分離し、別に補給水を入れるので吸込温度の影響（小）	補給水量により吸込温度が左右される。吸込温度の影響（大）
補給水	少量の補給水とギヤケース冷却水が必要	大量の補給水が必要。水温が低いことが重要
基礎・据付・工事	据付容易、基礎も個別に分割可	大型基礎を要し、据付工事費大

6-6 集じん

微粉や雰囲気ガスなどを排出する、集じん用ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）

（使用例）



概要

微粉や雰囲気ガスなどが存在する所定の場所に強制的な換気を行い、汚染物質を排出するためにロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）が使用されます。吸引された物質はフィルタ・サイクロン・吸着剤などで濾過されます。

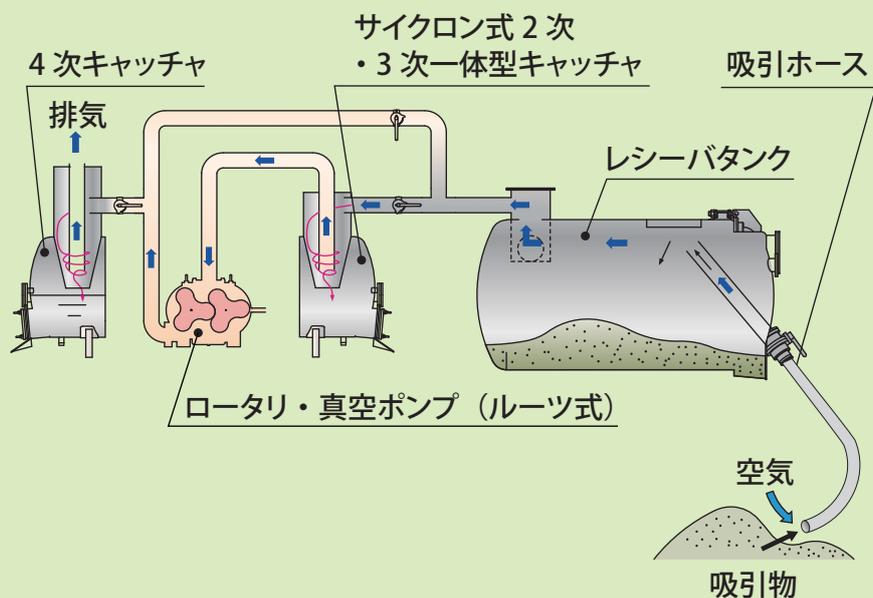
ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）を使用するメリット

ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）を使用すると、圧力変動が生じても空気量の変動が少ないため、集じん装置を安定した状態で運転することができます。また、高真空負荷や大中風量も得られ、仕様設定がしやすくなっています。ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）は耐久性にもすぐれており、長期連続運転が可能です。

6-7 吸引・回収

空気流と真空力で強力に吸い込む、土砂・泥水吸引用ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）

（使用例）



概要

空気力輸送と真空吸引の両方の機能をもち、深所の水や固体は空気流で、浅地の土砂やヘドロは真空力で、それぞれ強力に吸い込む高性能吸引作業に使用されます。

心臓部に湿式ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）を使用することによって、体積効率と高真空を考慮した高性能が発揮できるように特別設計されたものです。また、トラックに積載することによって可搬式にすることもできます。

次のような用途で使われます。

- ・ 汚泥の大量吸引
- ・ 汚泥の高揚程吸引
- ・ 浄水場の沈砂回収
- ・ 終末処理場のスカム沈砂回収
- ・ 推進管工事の土砂回収
- ・ 熱延冷延のスケール回収
- ・ 炉修時のレンガくずの回収
- ・ 分離槽、濃縮槽のスラッジ回収

6-8 その他

その他の用途	内容
電力	原子力発電所の原子炉内の放射能サンプリング用やオフガス排出用、火力発電所の灰処理系のフライアッシュ（ボイラー内で燃焼した微粉炭の浮揚灰）の補集及び搬送用に使用されている。
PSA	PSA とは Pressure Swing Adsorption（圧力スイング吸着）の略で、合成ゼオライト等の吸着剤に CO, CO ₂ , N ₂ 等のガスを吸着・分離させる装置である。そのガスの圧力変動（加圧・減圧）用にロータリ・ブロワ（ルーツ式）が使用されている。
発酵	家畜の糞尿等を発酵させ、堆肥化するために使用する。槽内に集めた糞尿等の下部から空気を送ることにより発酵を早めることができる。
半導体	クリーンな真空を必要とする半導体チップの製造工程にドライ真空ポンプとしてルーツ式の多段真空ポンプが使用されている。
養殖	各種魚介類の養殖には、新鮮な酸素供給と水質均一化のための攪拌が必要であり、その空気源として吐出空気のきれいなロータリ・ブロワ（ルーツ式）が適している。また近年、水族館や活魚槽などへの利用も進んでいる。
土木建設	トンネル工事等の空気排気用、トンネルの換気用、建築物への耐火被覆材の吹き付けの空気源として使用されている。
配管清掃	配管の取替えや点検時に生じる配管内のホコリ、鉄粉等の除去用、配管内の各種コーティング作業時のコーティング材供給用、下水道管等の洗浄用に使用されている。
吸着搬送	ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）と吸着パットを利用して真空力を発生させ、鉄板等の重量物や、ガラス等の破損しやすい物、アルミ、木材、紙等の非磁性体を吸着させ搬送する。
排煙脱硫	ボイラー等から出る排煙内の SO _x を液体又は固体の化合物に変えて排煙から除去する設備で、排煙を吸引し、吸着塔へ送気するために使用されている。
オゾン発生	高濃度のオゾンを発生させる方法に無声放電を用いる方法がある。この方法は、交流高電圧を印加した2つの電極間にロータリ・ブロワ（ルーツ式）で空気または酸素を供給することによりオゾンを発生させる。
真空包装	真空パック用の真空発生源として使用されている。
真空乾燥	乾燥させるには加熱が有効であるが、熱を加えると不都合が生じる場合がある。この場合、液体の蒸気圧特性を利用し（真空度を上げると低い温度で水分が蒸発する）乾燥させる。この真空源に使用されている。
レジャー設備	プールの波を発生させる装置（ロータリ・真空ポンプ（ルーツ式）により、真空タンク内に水を吸い込み、一気に水を開放する）に使用されている。また、ゲレンデの人工降雪機の空気源に使用されている。
ジャグジー	温浴施設や病院、ホテル等の浴槽の空気源としてロータリ・ブロワ（ルーツ式）が使用されている。
船舶	船舶内の残油の回収用及び水処理用として使用されている。
計測機器	車の排気ガスの成分を分析する際のガス吸引用として使用されている。
攪拌	タンクやメッキ槽の攪拌に使用されている。
塗装	塗装の吹き付け用空気源として使用されている。
加脱湿	紡績、たばこ、印刷工場等の加脱湿装置の空気源として使用されている。
エアブロー	鋼板、機械部品、缶、ペットボトル等の水切りや、冷却、乾燥、切粉等の吹き飛ばしの空気源としてブロワが使用されている。

7 機種選定に際して

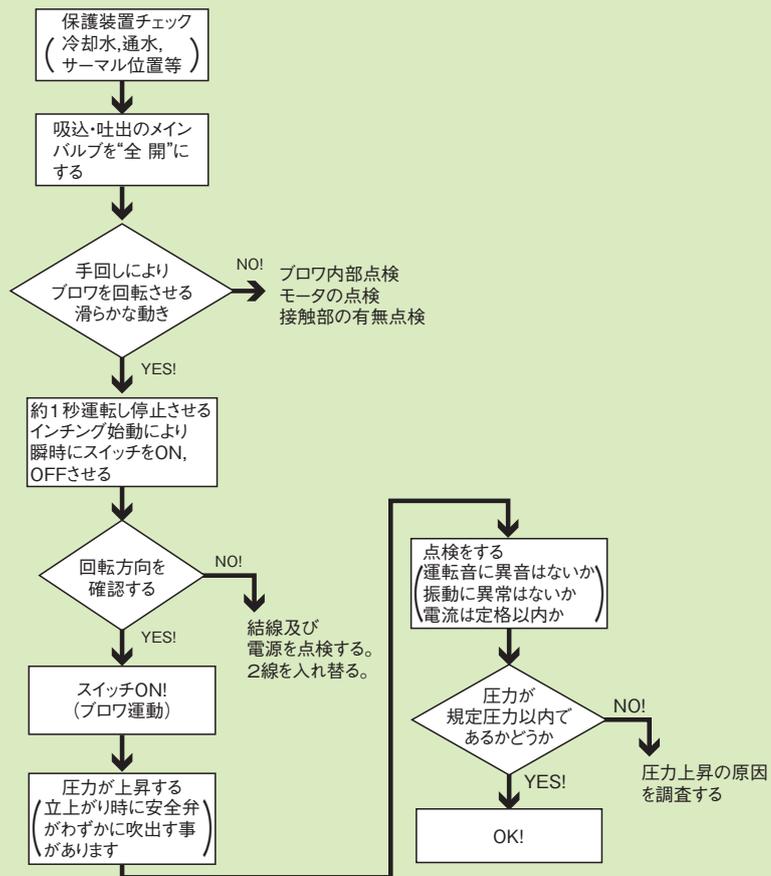
最適な機械を選定するために、以下の事項をご確認ください。

1. 用途	水処理を例に前段の用途を参照のこと
2. ガスの性質	<input type="checkbox"/> ガス名、状態、温度 <input type="checkbox"/> 腐食性、爆発性の有無 <input type="checkbox"/> 混合ガスの場合は組成比・分子量 <input type="checkbox"/> 比熱比
3. 圧力・真空度	<input type="checkbox"/> 単位 kPa, MPa, Pa 等 <input type="checkbox"/> ゲージ圧 (G)・絶対圧 (abs) の区別 <input type="checkbox"/> 背圧の有無
4. 風量	<input type="checkbox"/> 単位 m^3/min , m^3/h , ℓ/min , kg/h 等 <input type="checkbox"/> 基準状態 (N:0°C, 1気圧)・標準状態 (S:20°C, 1気圧) ・吸込状態の区別
5. 設置場所	<input type="checkbox"/> 屋内・屋外の区別 <input type="checkbox"/> 周囲温度、危険場所 (防爆エリア) の有無 <input type="checkbox"/> 防振支持の有無
6. モータ	<input type="checkbox"/> 型式、出力、電圧、極数、周波数、防爆仕様の有無
7. 駆動方式	<input type="checkbox"/> 直結、Vベルト掛け、可変速
8. その他	<input type="checkbox"/> 風量制御の有無 <input type="checkbox"/> 冷却水温度 <input type="checkbox"/> 運転時間 <input type="checkbox"/> 付属品・予備品の要否 <input type="checkbox"/> 塗装色 <input type="checkbox"/> 騒音規制の有無

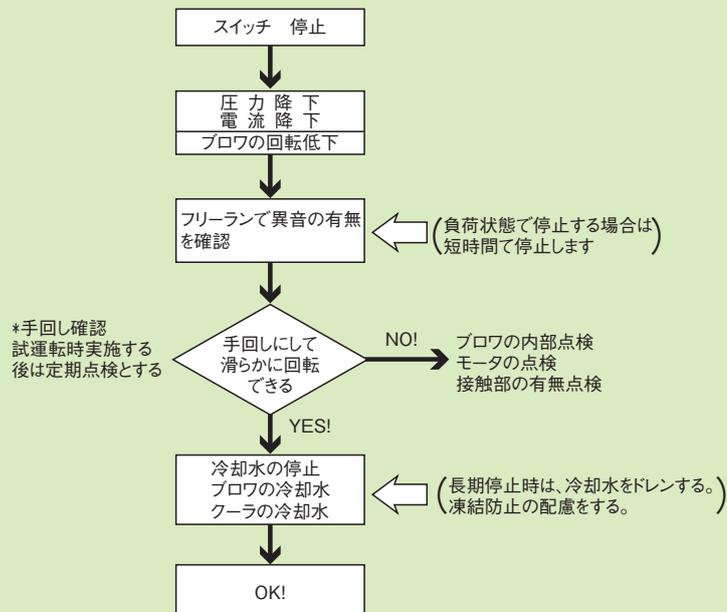
ロータリ・ブロワ (ルーツ式) の製品検査規格として、(一社) 日本産業機械工業会規格 (JIMS) 規格番号 C 4001 「ロータリ・ブロワ (ルーツ式) 製品検査基準」がございます。

8 参考資料編

ブロワ始動手順

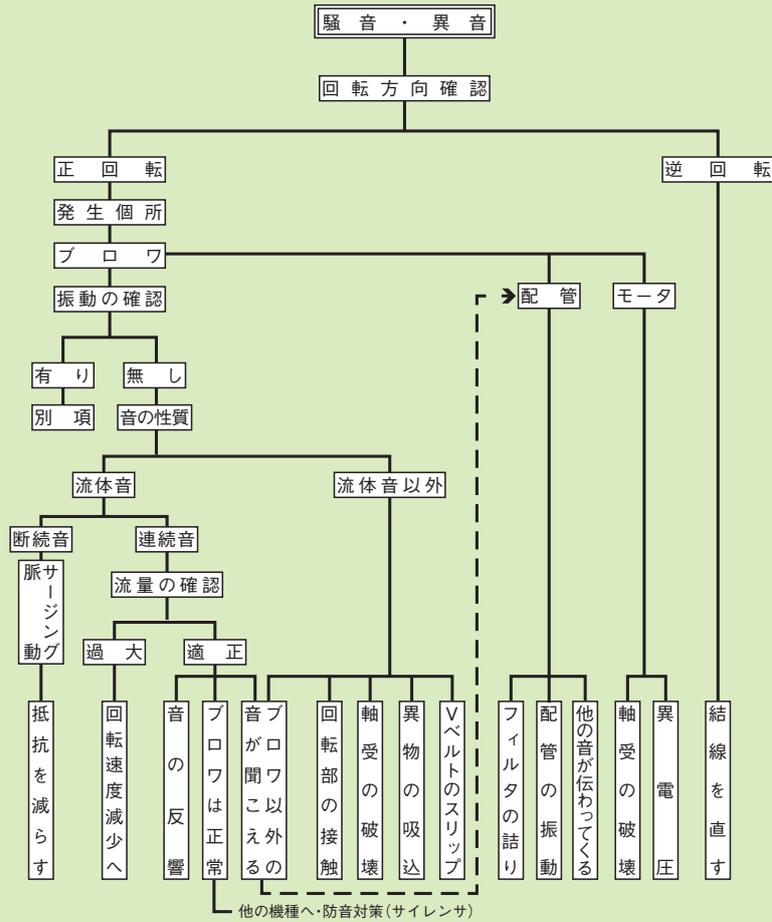


ブロワ停止手順

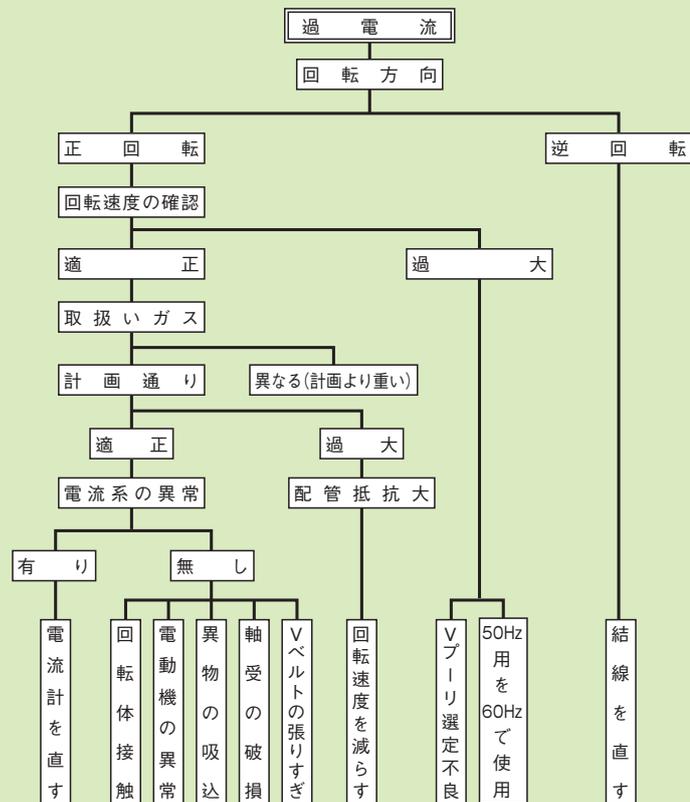


トラブルシューティング

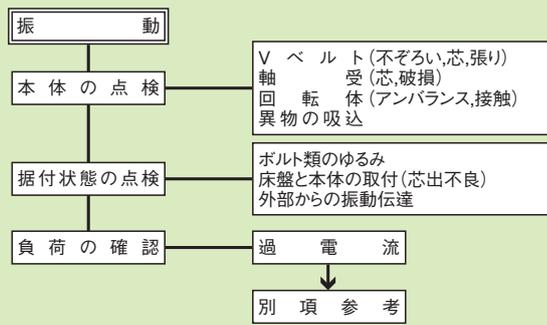
1. 騒音と異音



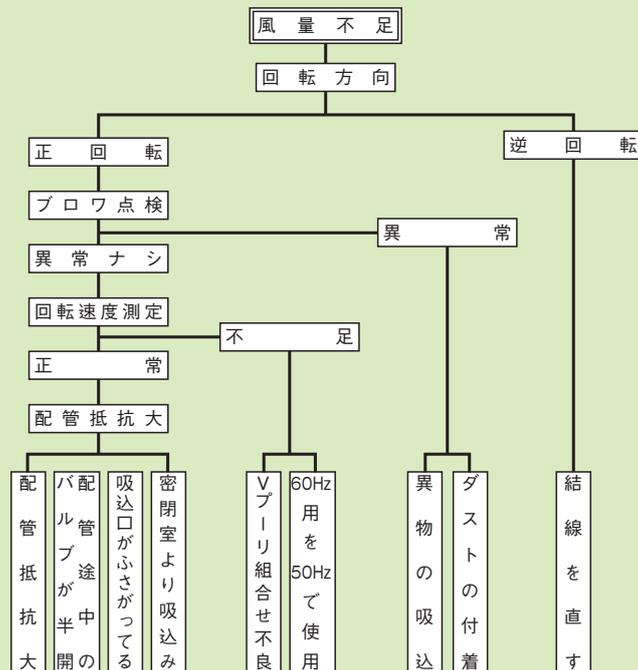
2. 過電流



3. 振動



4. 風量不足



ロータリ・ブロワ委員会 会員名簿		
会社名	所在地	電話番号
株式会社アンレット	〒 497-8531 愛知県海部郡蟹江町宝 1 丁目 25 番地	0567-95-1211
朝日機工株式会社	〒 963-7837 福島県石川郡石川町大字中野字吹上 57 番地	0247-57-8911
株式会社伊藤鐵工所	〒 424-0923 静岡県静岡市清水区幸町 2 番 12 号	054-334-2141
株式会社宇野澤組鐵工所	〒 146-0092 東京都大田区下丸子 2-36-40	03-3759-8101
新明和工業株式会社	〒 230-0003 神奈川県横浜市鶴見区尻手 3-2-43	045-575-6411
大晃機械工業株式会社	〒 101-0051 東京都千代田区神田神保町 2-38 いちご九段ビル 6 階	03-3221-8551
一般社団法人 日本産業機械工業会	〒 105-0011 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館 4 階	03-3434-3730