U.D.C. 621.635-226.4

リターンガイドベーンの研究

Experiments of Return-guide-vanes of Blowers

桜 井 照 男* Teruo Sakurai

内 容 梗 概

多段遠心送風機のリターンガイドベーンについて,内部の流れおよび圧力損失を測定し,またその形状を種 々改良し,流れの一様性が良く圧力損失の少ないものを見いだした。リターンガイドベーンの入口および出口 に接続する屈曲部分についても理論的ならびに実験的検討を加え,屈曲の平均半径や幅などの間の望ましい寸 法比を定めた。

---- 55 -----

1. 緒 言

多段遠心送風機では通常前段の羽根車が加圧,吐出した空気をデ イフューザまたはガイドベーンで減速,昇圧したのち,リターンガ イドベーンを通じて次段羽根車へ送り込む(第1図)。リターンガイ ドベーンにより形成される流路は通常ゆるい減速流路となってお り,ガイドベーン(またはディフューザ)に引き続き一部の昇圧を 行なうとともに,羽根車の回転方向に傾きをもって流出してきた空 気をその内部で半径方向流に転向し,次段羽根車に流入させる役目 をもっているので,それ自体流路としてはく離や流体摩擦損失の少 ないことが必要であるのみならず,次段の羽根車の作用のうえにも 大きな影響を有している。



従来,羽根車やガイドベーンに比べてリターンガイドベーンの研 究はあと回しにされており,どのような形が性能上好ましいかがあ まり明らかにされていなかった。しかし最近送風機の性能向上が要 請されるに従い,送風機の構成部分をすべて最適な寸法,形状のも のにする必要が生じた。このため筆者はリターンガイドベーンの改 良研究に着手し種々の実験を行なった。すなわちリターンガイドベ ーンの模型を作ってその内部の流れの状態を調べ,それに基づいて 形状の改良を試み,リターンガイドベーンの全圧損失の減少と流れ の改善を図ることにした。またリターンガイドベーンの入口,出口 にはそれぞれ軸対称形の屈曲流路が付くが,これらについてもポテ ンシャル流を仮定して流線解析を行ない,適当な形状を決定するこ とができた。以下これらの結果をまとめて報告する。

2. リターンガイドベーンの実験

2.1 実験装置

リターンガイドベーンはその作用上前後段の羽根車の間にはさま れており、その内部の速度分布、圧力分布などを測定することは困 難であるので、リターンガイドベーン部分のみの実物大模型を製作 し、これに気流を通じて実験を行なうことにした(第2図)。この装 置は前後段の羽根車は設けてないが、その代りに実機の前段羽根車 からの気流の角度の実測値と一致した気流角度を与えるようにガイ ドベーンを取り付けた。他方リターンガイドベーンの出口側は別の 吸い出しブロワに接続し、前記のガイドベーン部分から流入して入 口屈曲部およびリターンガイドベーンを通過した空気をリターンガ イドベーン出口において直角に転向させるようにした。 第1図 リターンガイドベーンの作用説明図



第2図 リターンガイドベーンの実験装置



第3図 リターンガイドベーン実験装置の外観

ターンガイドベーン)および P₁₀~P₁₁(リターンガイドベーン出口 後の環状部)を設け**,これらの点で壁面圧力を測定し,また五 * 日立製作所川崎工場 ** 同一番号に対してさらに円周方向に複数個の孔をあけた所も あり,これらは P₄I, P₄II, P₄II のように示すことにした。 また模型の種類により羽根曲線の形が異なる場合にはそれぞ れの羽根曲線に沿うような位置に孔をあけた。

流路の壁面の各所に測定孔 P₁~P₃(ガイドベーン), P₄~P₉(リ

孔ピトー管をそう入して流れの方向を測定した。
模型は大部分木製であるが第3,4図に見られるように一部を透明樹脂板で作った。これにより測定用ピトー管(第5図)の操作を容易にするとともに、必要に応じ小さい毛糸の吹き流しをそう入して流れの様子を観察できるようにした。

(ガイドペーン側から見たところ)



第4図 リターンガイドベーン実験装置の外観 (リターンガイドベーン側から見たところ)









第5図 測定用五孔ピトー管

第1表 供試リターンガイドベーン模型の種類

模型番号	No.1 と の 差 異
No.1	
No.2	羽根なし
No.3	側断面形
No.4	羽根曲線の形
No.1-1	中間羽根付き
No.3-1	側断面形および中間羽根
No.5	羽根曲線の形と側断面形 (出口に中間羽根も有する)

2.2 模型の種類

実験に使用したリターンガイドベーン模型は第1表に記すとおり である。最初に実験した模型を No.1と呼び,他の模型は羽根の枚 数,羽根曲線の形,または側断面形を変えてある。また No.5 はこ れらの測定結果に基づき,羽根曲線の形および側断面形をともに変 え,さらに出口付近に中間小羽根をつけ,リターンガイドベーン間 の流路が理想的な減速流路となるようにしたものであって,後述す るように非常に良好な性能が得られた(実用新案出願中)。

2.3 実験結果

2.3.1 No.1 リターンガイドベーン

No. 1 リターンガイドベーンについての内部流れの測定結果の 一例を第6図に示す。第6図は羽根幅方向の一位置につき,五孔 ピトー管で測定した風速の大きさと方向とをベクトル的に示した ものである。同図に×印を付した箇所ははく離のため測定ができ なかった箇所を示す。これから明らかに羽根の凸面側にはく離を 生じ流れが羽根凹面側にかたよる結果,羽根凹面側の風速がかな

第7図 No.1 リターンガイドベーン内の風速および 気流角度の測定値

第2表	各リターンガイドベーンの圧力損失の比較
	(No.1 を100 として表わす)

模型番号	リターンガイドベーンの内部および出口の全圧損失合計値 (第2図の P4~P10に当る)
No.1	100
No.2	490
No.3	60
No.4	122*
No.1-1	68
No.3-1	63
No.5	31

* リターンガイドベーン内部(P4~Ps)の全圧損失を対応する
 No.1 についての値で除した

2.3.2 No.2 リターンガイドベーン

No. 2 は No. 1 の羽根をまったく取り去った両側壁のみから成 る流路である。これの測定結果によれば内部で気流を半径方向に 転向することがほとんどできず,また出口付近での圧力損失が大 きく,全圧損失値は第2表に記すように No. 1 の約5 倍ときわめ て大きい。これから羽根数の少ない,または転向作用の悪いリタ ーンガイドベーンは圧力損失においても不利であることがわか る。

2.3.3 No.3 リターンガイドベーン

---- 56 -----

No. 3 リターンガイドベーンは No.1 と羽根曲線の形は同じで

り大きくなり,出口付近の流れは一様でないことがわかる。各位 置における風速および気流角度(円周方向に対する交角)を図示 したものが第7図であり,風速,気流角度とも羽根幅方向の平均 値をとってある。

No. 1 リターンガイドベーンの内部および出口の全圧損失の合計値を100とし,他の模型の合計全圧損失を比較すると第2表のとおりである。

あるが、側断面形を変え、流路面積の広がり具合を改善したもの である。この結果第8図および第9図に見られるように、はく離 の部分がなくなり流路内の風速分布がかなり一様になった。また 全圧損失値は第2表に見られるように No.1の約2%に減少してい る。 2.3.4 No.4 リターンガイドベーン No.4 リターンガイドベーンは No.1 とは羽根曲線の形を異に



10

第8図 No. 3 リターンガイドベーン内の風速分布



第9図 No. 3 リターンガイドベーン内の風速の測定値







第10図 No. 4 リターンガイドベーン内の風速分布



第11図 No. 4 リターンガイドベーン内の風速の測定値

し、羽根のわん曲部分を短くしたものである。これの内部の流れ は第10図および第11図に見られるように、No.1とほぼ同程度 のはく離を生じており、流れの不均一さは No.1 よりも著しい。 また流路内部のみについての比較であるが、その全圧損失はNo. 1の1.2倍である。

2.3.5 No.1-1 リターンガイドベーン

第13図 No. 5 リターンガイドベーンの圧力分布



第14図 No. 5 リターンガイドベーン内の風速 および気流角度の測定値

ず No.1の約2/3である。

— 57 —

2.3.7 No.5 リターンガイドベーン

No. 5 リターンガイドベーンは以上の諸実験結果に基づいて得 た改良形であり, 羽根曲線を特殊な曲線形とし, 側断面形をも変 えて流路の広がり具合を良好なものとした(第12図)。この模型 では第13図に示すように、流路に沿っての圧力変化がきわめて 良好で,全圧損失は No.1 の1/3に減少した。また第14 図に示す ように気流角度と羽根曲線の角度との差が少ない。第13,14図 の中の記号Ⅰ, Ⅱは出口中間羽根と本羽根凸面側との間で測った 値および中間羽根と本羽根凹面側との間で測った値を示す。出口 中間羽根の両側で風速の値には多少開きがあるが、この羽根の作 用により, 出口後の気流角度の分布が良好である。

No. 1-1 リターンガイドベーンは No.1 の各羽根の間に中間羽 根を入れたものである。その結果流れの不均一さを減少させるこ とができ、全圧損失は No.1 の約3/3となった。 2.3.6 No.3-1 リターンガイドベーン No. 3-1 リターンガイドベーンは No.3 の各羽根の間に中間羽 根を入れたものであり,風速および気流角度の変化具合は良好で あるが、摩擦損失が増すため全圧損失は No.3 とほとんど変わら

3. リターンガイドベーン入口および 出口の屈曲部の実験 3.1 入口屈曲部の実験 No.1 リターンガイドベーンにつき入口屈曲部分の形を変えて損

失を測定した。屈曲の曲率半径を小さく曲りを急にしたところ、リ ターンガイドベーン前後の圧力損失は前章の場合とさほど変わらな



第15図 急な入口屈曲部を付けた場合の気流角度 測定値(No.1 リターンガイドベーン)





かったが、リターンガイドベーンにはいる流れがすでにはく離によって乱れているため流路内の流れの不均一さが増し、流路中心線に沿って測った平均気流角度は出口付近において設計値よりも著しく大きくなった(第15図比較のためゆるやかな曲りの場合の 2.3.1 の曲線も示した)。 この実験からあまり曲りの急なものは不利なことがわかる。

3.2 出口屈曲部の実験

次段羽根車へはいるためのリターンガイドベーン出口の屈曲部は 概して幅が広く,軸に近い限られたスペースで急転向をせねばなら ぬので,流れが均一ではく離を起こさぬ形状を決めるのには慎重な 考慮が必要である。そこでこの部分についてはリターンガイドベー ンと切り離して理論検討および実験を行なった。

出口屈曲部を通る流れは円周方向の速度成分をほとんど持たない ので、回転軸を含む任意の平面内で流れを取り扱うことができる。 第16回は解析を行なった流路の一例で、曲線a.bは流路の外側お よび内側壁を表わし、曲線1,2,3はaおよびbの中間に描いた 3本の中間流線を表わす。また流線に直交する曲線群は等ポテンシ ャル線を表わす。流線および等ポテンシャル線は次の流体力学的条

- θ: 境界層の運動量厚さ
- U: 境界層外の流れの速度, すなわち近似的にはポテ ンシャル流れとして解いた壁上の速度
- x: 流路壁に沿って流れの方向に測った距離
- ン: 流体の動粘性係数
- c: 初期条件により定まる定数

はく離の条件は $\Gamma \leq -0.06$ とされており、第16図の流路についてはa壁およびb壁のそれぞれ矢印で記した箇所がはく離点となった。

第17図は出口屈曲部の実験装置を示し,流路壁に沿っての圧力 分布および内部の風速分布を測れるようにした。第18図は第16図 の流路についての圧力分布を示し,点線はポテンシャル流れに基づ く計算値,実線は実測値を表わす。外側壁については流れの加・減 速が概してゆるやかであり目だったはく離は認められないが,内側 壁では加・減速が著しく,したがって圧力の上昇,下降が激しいた め下流部分で流れが乱れ実測圧力が異常な形となることがわかる。 流路の最も太い部分の幅D(第16図)を種々変えて実験を行なった ところ流れのはく離および全圧損失の両面から最も好ましい寸法を 選出することができた。この屈曲流路は前章の No.5 リターンガイ ドベーンと容易に接続して用いることができる。

4. 結 言

筆者は多段遠心送風機のリターンガイドベーンにつき,その流体 力学的損失を減じ,流路内の流れの一様性を改善し,送風機の効率 を向上するため種々の実験研究を行なった。その結果リターンガイ ドベーンおよびその前後の屈曲部分の形状と流体力学的性能との関

件, すなわち非粘性, 流量の連続および渦なし(曲線群の直交)の 条件を満たすよう作図的に求めたものである。この図から流路壁 a および b に沿っての速度分布がわかるので, これに基づき Buri⁽¹⁾の 境界層パラメータ Γ を計算し, 流れが壁からはく離する条件を求 めた。 係につき多くのデータを得,良好なリターンガイドベーンを見いだ すことができた。終りに本研究の各種実験を遂行された日立製作所 川崎工場菊地義雄君に感謝する次第である。

参考文献 (1) Schlichting: Boundary Layer Theory

----- 58 ------