斜流多翼ファンの諸パラメータが性能に及ぼす影響*

小川 武 範^{*1}, 岡 部 幸 一^{*2}
宇 城 健 次^{*3}, 久 光 脩 文^{*1}Effects of Parameters of Mixed Flow Multiblade Fan Impeller
on PerformancesTakenori OGAWA, Kouichi OKABE,
Kenji UZIRO and Nobuyoshi HISAMITSU

In the former report, advantages of using a small duct for an air conditioning system were mentioned, and it was presented that the mixed flow multiblade fan, which was developed newly by authors, was adequate to a small duct fan. In this paper, the effects of parameters of the mixed flow multiblade fan on the fan performances were investigated experimentally. At first, the effects of a conical angle of the impeller and a vane setting angle on the performances were investigated. Then, two types of guide vanes were examined, and it was made clear that the guide vanes which overhang the impeller gave remarkable effects on the fan pressure and efficiency. At last, the experimental results regarding to effects of the inlet and outlet vane angles were presented.

Key Words: Fluid Machinery, Turbomachinery, Blower, Guide Vane, Mixed Flow Multiblade Fan, Duct Fan, Conical Angle, Pressure Coefficient, Efficiency

1. 序 論

渦巻ケーシングをもつ多翼ファンに関する研究は、渦巻ケーシングや羽根の形状に関する諸パラメータが静圧や効率に及ぼす影響を調査したものはかなり以前からあり⁽¹⁾⁽²⁾、最近では多翼送風機の内部流れの計測⁽³⁾や内部損失の予測計算⁽⁴⁾が行われ、つづいて騒音の低減化に関する研究が進められている^{(5)~(8)}。また、斜流送風機については、アスペクト比とソリディティの影響を調べた研究⁽⁹⁾があり、斜流羽根車内の流れのパターンのLDV計測⁽¹⁰⁾、羽根なしディフューザを備えた斜流送風機内の旋回失速に関する研究⁽¹¹⁾や低流量特性改善策を示した報告⁽¹²⁾がある。

しかし、本論文で取り上げたような多数の前向き羽根をもつ斜流羽根車(斜流多翼羽根車)に関する研究は、現在のところ前報⁽¹³⁾以外になく、種々のパラメータが性能に及ぼす影響の基礎的データの蓄積が必要と考え、本研究を行った。

なお、前報⁽¹³⁾においては、まず空調設備用配管とし

てφ100程度の小径ダクトを使用することの利点を述べ、次にダクト内にファン全体を組み込み、空気を軸方向に吸込み、軸方向に吐出する構造にした場合の最適な羽根車形式を求めるための実験を行った。実験には5種類の羽根車、すなわち軸流、斜流、遠心、多翼および斜流多翼羽根車を設計製作し用いた。その結果、斜流多翼羽根車が最も低回転数で静圧と流量に対する仕様を満足することを明らかにした。

したがって、本研究では斜流多翼羽根車用の2種類の後置案内羽根の影響を調査し、最適な案内羽根入口角を求めるとともに、羽根車円すい角、羽根取付角ならびに羽根入口角および出口角が圧力と効率に及ぼす影響を調べた。

2. 実験装置および実験方法

使用した実験装置(図1)は前報⁽¹³⁾で用いたものと同じで、内径100mmのダクトの軸中心上に取付けたDCモータの回転軸に羽根車を直結する構造のものである。

斜流多翼羽根車の形状、寸法およびパラメータの説明を図2に示した。羽根枚数 z は40である。羽根車の円すい角 θ は羽根スパンの中央点Bを中心に回転させた角度で、30°および45°の羽根車を製作した。

* 原稿受付 1997年8月11日。

^{*1} 正員、兵庫教育大学学校教育学部(☎673-1494 兵庫県加東郡社町下久米942-1)。^{*2} 飾磨工業高等学校(☎672-8064 姫路市飾磨区細江319)。^{*3} 兵庫教育大学大学院。

Fig. 5 Effects of θ on ψ ($\gamma=0^\circ$) Fig. 7 Effects of γ on ψ ($\beta_2=150^\circ$) Fig. 6 Effects of θ on η ($\gamma=0^\circ$) Fig. 8 Effects of γ on η ($\beta_2=150^\circ$)

3・1 羽根車円すい角 θ の影響 図5, 6に θ が圧力係数 ψ と効率 η に及ぼす影響を示した。円すい角の影響のみを調べるため, $\gamma=0^\circ$ とし, 案内羽根は設置していない。また, β_1 は円弧翼からなる多翼羽根車の羽根入口角の経験値として一般的な 80° を採用し⁽¹⁾, β_2 は $150^\circ, 135^\circ, 120^\circ$ の3種類のを製作した。 $\theta=30^\circ$ の場合のほうが β_2 に関係なく, $\theta=45^\circ$ の場合よりも ψ, η ともに大きい。 $\theta=0^\circ$ の場合は従来の多翼羽根車となり, スクロールレスの場合は性能は悪く⁽¹³⁾, $\theta=90^\circ$ の場合は羽根は回転軸に直角となり, 軸流羽根車と同じ形状となるため, 前向き羽根は適切ではなく, $\theta=45^\circ$ の場合よりもさらに性能は低下すると考えられる。

3・2 羽根取付角 γ の影響 図7, 8に $\beta_1=80^\circ$, $\beta_2=150^\circ$ の場合に γ が ψ, η に及ぼす影響を示した。図9, 10は $\beta_1=80^\circ, \beta_2=135^\circ$ の場合である。図7, 8中のg.v.は案内羽根を意味する。羽根を回転軸に平行($\theta=0^\circ$)に取付けた従来の多翼羽根車で, 渦巻ケーシング付きの場合に, 羽根をスウェイさせて実験を行った報告があり⁽⁸⁾, 流れの主板側への偏りの是正と騒音の低減に効果があるとされている。本研究では γ を「+」側に与えることにより羽根車から流出する空気に軸方向流れ成分を与え, その分だけ回転軸を中心と

Fig. 9 Effects of γ on ψ ($\beta_2=135^\circ$) Fig. 10 Effects of γ on η ($\beta_2=135^\circ$)

する旋回による損失が減少することを期待して実験を行った。 γ の ϕ に対する影響はType Aの案内羽根の場合は大きく、Type Bの案内羽根では小さいことが明らかとなった。 γ を‘+’側に与えることによって、流出流れに軸方向流れ成分を与える効果と、Type Bの案内羽根により強制的に軸方向に流れを導く効果が重複していることがその原因であると考えられる。 η についても γ の影響の傾向は ϕ に与える影響と同様であるが、 β_2 によりその効果に差が見られ、 $\beta_2=135^\circ$ の場合は γ を‘+’側に与えることにより、作動点における ϕ はType Bの案内羽根を取付けた場合のほうが大きい、最高効率もType Aの案内羽根を取付けた場合のほうが高くなる。

3.3 案内羽根入口角 α の影響 $\gamma=0^\circ$ の羽根車の性能に及ぼす案内羽根入口角 α の影響を次に示す。

図11, 12は $\beta_1=40^\circ, \beta_2=165^\circ$ の場合で、Type Aの案内羽根の α が作動点における ϕ や η に及ぼす影響は小さい。Type Bの案内羽根については、 α の影響は ϕ, η ともにType Aの案内羽根の場合よりも大きく、作動点においては $\alpha=5^\circ$ の場合に ϕ と η の値は最も大きくなる。

Fig. 11 Effects of α on ϕ ($\beta_1=40^\circ, \beta_2=165^\circ$) Fig. 12 Effects of α on η ($\beta_1=40^\circ, \beta_2=165^\circ$) Fig. 13 Effects of α on ϕ ($\beta_1=60^\circ, \beta_2=150^\circ$) Fig. 14 Effects of α on η ($\beta_1=60^\circ, \beta_2=150^\circ$) Fig. 15 Effect of α on ϕ ($\beta_1=80^\circ, \beta_2=150^\circ$) Fig. 16 Effects of α on η ($\beta_1=80^\circ, \beta_2=150^\circ$)

図 13, 14 に $\beta_1=60^\circ, \beta_2=150^\circ$ の場合の実験結果を示した。作動点においては前掲の $\beta_1=40^\circ, \beta_2=165^\circ$ の場合と同様に $\alpha=5^\circ$ の Type B の案内羽根が若干ではあるが大きな ψ, η を与える。図 15, 16 には $\beta_1=80^\circ, \beta_2=150^\circ$ の場合の実験結果を示した。この場合は作動点においては $\alpha=10^\circ$ の Type B の案内羽根がよい結果を与える。

3・4 羽根角 β_1, β_2 の影響 β_1 と β_2 の影響を調べるため、種々の組合せで実験を行った。 ψ と η に影響を及ぼすパラメータは羽根角のみでなく α も影響し、例えば図 15 に示したように、 $\beta_1=80^\circ$ の場合は β_1 が 40° または 60° の場合と異なり、Type B の案内羽根の入口角は $\alpha=10^\circ$ のほうがよい結果を与えることもあるが、ここでは $\alpha=5^\circ$ の場合に、 β_1 を 40° と 60° に固定して β_2 を 5 種類変えた実験結果、および β_2 を 165° と 150° に固定して β_1 を 3 種類変えた実験の結果を示した。図 17, 18 に β_1 を 40° として β_2 を変えた場合の結果を示した。作動点においては $\beta_2=165^\circ$ が最も大きい ψ, η を与える。

図 19, 20 には $\beta_1=60^\circ$ の場合の結果を示した。この場合の作動点における ψ, η は、 $\beta_2=150^\circ$ の場合が若干ではあるが他の β_2 の場合と比較して大きい。

Fig. 19 Effects of β_2 on ψ ($\beta_1=60^\circ$) Fig. 20 Effects of β_2 on η ($\beta_1=60^\circ$) Fig. 17 Effects of β_2 on ψ ($\beta_1=40^\circ$) Fig. 21 Effects of β_1 on ψ ($\beta_2=165^\circ$) Fig. 18 Effects of β_2 on η ($\beta_1=40^\circ$) Fig. 22 Effects of β_1 on η ($\beta_2=165^\circ$)

Fig. 23 Effects of β_1 on ϕ ($\beta_2=150^\circ$) Fig. 24 Effects of β_1 on η ($\beta_2=150^\circ$)

図 21 から図 24 に示した結果は β_2 を 165° および 150° に固定し β_1 を 40, 60, 80° の 3 種類に変えて比較したものである。作動点の ϕ については、 $\beta_2=165^\circ$ の場合(図 21, 22)は $\beta_1=40^\circ$ と 60° に対する ϕ がほとんど同じ値となるが、 η については $\beta_1=40^\circ$ のほうが $\beta_1=60^\circ$ に比べて約 10% 高くなる。 $\beta_2=150^\circ$ の場合(図 23, 24)は ϕ については $\beta_1=60^\circ$ がよく、 η については $\beta_1=40^\circ$ がよい。

4. 結 論

以上の実験結果の考察をまとめると次のようになる。

- (1) 羽根車円すい角 θ は 30° が適当である。
- (2) 羽根取付角 γ は Type A の案内羽根を用いた場合には性能に大きな影響を与えるが、Type B の案内羽根の場合にはその効果は小さい。
- (3) 案内羽根入口角 α は、Type A の案内羽根については作動点の ϕ と η に及ぼす影響は小さく、Type B の案内羽根の場合には 5° から 10° が適当である。
- (4) 羽根入口角 β_1 としては通常多翼羽根車の最適羽根入口角より小さい $40\sim60^\circ$ が、出口角 β_2 としては $150\sim165^\circ$ が適当で、このような小形の羽根車においても効率 は 40% 以上が期待できる。

なお、今後の実用化に対しては内部流れの検討と騒音の問題を含む詳細の調査が必要であると考えている。

文 献

- (1) 中里謙也・ほか 2 名, *SANYO TECH. REV.*, 3-1 (1971-2), 11-19.
- (2) 野島信之・ほか 3 名, 三菱重工業技報, 9-3 (1972), 326-334.
- (3) 山崎進・佐藤良次, 機論, 52-484, B (1986), 3987-3992.
- (4) 山崎進・ほか 2 名, 機論, 53-490, B (1987), 1730-1735.
- (5) Morinushi, K., *Trans. ASME, J. Vib. Acoust., Stress Reliab. Desi.*, 109 (1987), 227-234.
- (6) 門田茂・ほか 4 名, 機論, 60-570, B (1994), 452-457.
- (7) 川口清司・ほか 4 名, 機論, 60-570, B (1994), 458-463.
- (8) 山崎進・ほか 2 名, 機論, 62-602, B (1996), 3654-3660.
- (9) 金子賢二・ほか 3 名, 機論, 52-473, B (1986), 379-385.
- (10) 佐々木一人・ほか 3 名, ターボ機械, 22-5 (1994), 314-321.
- (11) 手塚光太郎・ほか 3 名, ターボ機械, 23-2 (1995), 57-63.
- (12) 金子賢二・瀬戸口俊明, ターボ機械, 22-5 (1994), 286-289.
- (13) 小川武範・ほか 3 名, 機論, 63-611, B (1997), 2386-2391.