B115 遠心送風機の性能に対する舌部形状の影響

東海大学 青木 克巳* 来技術研究所 中山 泰喜

Effect of Tongue Shape for Characteristics of Centrifugal Blower

Katsumi AOKI* and Yasuki NAKAYAMA**

A study of internal flow in centrifugal blower is very interest in case problem for improve the characteristics. Also, the form of volute tongue which have an affects to characteristics centrifugal blower. This paper is described on a study of internal flow and characteristics of centrifugal blower for the effects of tongue shapes. The flow pattern near by tongue is visualized by the spark tracing method and particle tracing method (using the ashes of fired-carbon). At the same time, for the tongue shape of 4 types the pressure distribution around the casing was measured. From these experiment results, characteristics for the tongue shape is estimated totally.

Key word : Flow visualization, Centrifugal blower, Body warmer ashes, Tongue,

1. 緒論

遠心送風機の舌部形状に関する研究は、性能向上、不安定現象の改善、騒音の低減化などについて行われている。しかし、これらの問題を克服するためには、ケーシング内部の流れの把握が重要である。これまで、舌部騒音と性能との関連で種々の研究が行われてきているが、舌部形状が変化した時の性能と内部流れの状態との関連を明らかにしているものは少ない。そこで本研究では、前報⁽¹⁾にて得られた結果にもとずき、舌部と羽根車間のクリアランスの問題、舌部上面の角度の問題に着眼して4つの舌部を作製し、性能およびケーシングまわりの圧力分布を測定し比較検討を行った。さらに、舌部近傍の流れを炭素粉の火花並びに火花追跡法により可視化し明らかにした。

2. 実験装置

実験装置の概略図をFig.1に示す。装置は遠心送風機、電動機部、流量測定管路部、各測定装置により構成されている。遠心送風機本体は一般に市販されているもの（ミツヤ送風機 PFC # 2 1/2）で、可視化実験を行うために透明アクリル板で製作されている。

羽根車はFig.2に示すようなシュラウドを持つクローズド形羽根車で、外形375mm、羽根枚数12枚、羽根出口角41°、羽根曲線に2円弧法を用いたものを使用した。ケーシングには、Fig.3に示すよう背板部に圧力測定用の穴を12点設けている。駆動用電動機は出力1.5kWの三相誘導電動機を用い、インバータで電源の周波数を変えることにより500rpmから5000rpmまでの範囲で任意の回転数に変化させることができる。実験は、Fig.4に示す4つの舌部を用い、JIS B 8330に準拠して測定を行った。なお、可視化には、カイロ灰ケースに入れた市販のカイロ灰（楠灰製造株式会社製）と火花追跡法を用いた。

3. 実験方法

本実験では、回転数は2500rpm一定のもとで、オリフィス流量計により所定の流量に調節した時の、軸動力を知る

* Tokai University, 1117, Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-12

** Future Technology Research Institute, 3-56-2 Higashi-Oizumi, Nerima-ku, Tokyo 178

Fig.1 Experimental apparatus

Fig.2 Impeller

ためのひずみ形動力計の値を読み取る。以上のデータより、圧力、軸動力、効率を算出し性能曲線を描いた。次に、ケーシング背板面における圧力測定は、背板部に1~12まで30° 毎、12ヶ所に圧力測定用の静圧孔を設けスキャニバルブを介してゲッチングマンノメータで行った。可視化は、舌部近傍の流れを明らかにするために、炭素粉（カイロ灰）による火粉を釣り具用こませ網に入れ送風機入口前部で微小振動を起こさせ火粉を吸い込ませ撮影した。また火花追跡法により舌部上方部（Fig.3の測定点12の線とMiddleラインとの交差した点）よりの流れを観察するために背板面側と正面より同時撮影した。

Fig.3 Measuring points near by tongue in casing

Fig.4 Type of tongue

4. 結果及び考察

4. 1 性能特性について

舌部形状の違いによる性能特性をFig.5に示す。また、最高効率点における数値をTable.1に示す。Fig.5の性能試験の結果より、最高効率の高い順に並べると、C,A,B,Dとなった。しかし、TypeDを除き最高効率値にはほとんど差がないこともわかる。Type Cの場合他の舌部より動力係数が他の舌部形状と変わらない値ではあるが、圧力係数が他の3つの舌部より全般的に高いことが、結果的に一番効率が高くなったといえる。また、舌部 Bに関しては流量が他の舌部より大きいのに軸動力が他の舌部より大きい為と考えられる。Dに関しては効率が著しく低下しているのは、圧力係数、流量係数の値が他の舌部より小さいのに対し軸動力が他の舌部とあまり代わっていないので結果的には効率が低下することになる。

4. 2 背板面における圧力分布

次に、舌部形状の違いによる背板面の圧力分布結果をFig.6に示す。結果より全体の傾向として圧力分布は当然ではあるが流量比が小さいほど静圧分布は増大する。しかし、舌部形状がスクロール内流れに影響を及ぼすと思われる $\theta=0\sim60^\circ$ 付近までとそれ以降の θ とでは θ の変化に対する圧力勾配が異なることがわかる。 $\theta<60^\circ$ において流量比に関係なくタイプAの舌部が θ の変化に対し圧力が直線的に変化しているのに対し他の舌部では流量比が大きくなるほど $\theta=0^\circ$ の圧力と $\theta=30^\circ$ がほぼ等しくなり $\phi/\phi_0=1.0$ 以上では $\theta=0^\circ$ の時の方が圧力は増大している。このことは舌部Aを除いて $\theta=0\sim60^\circ$ の範囲で流れに剥がれが生じていることが推察される。 $\theta>60^\circ$ で圧力分布の高い順に舌部を並べるとA,D,C,Bの順となり、全体的にみて舌部Aが最も速度エネルギーを圧力エネルギー

Fig.5 Characteristic curve

Table.1 Detail of characteristic

Form of tongue	Max. efficiency η_{max}	Discharge $Q [m^3/min]$	Pressure coefficient ϕ	Power coefficient λ
A	60.0065	7.8987	0.7025	0.2418
B	59.9578	8.1987	0.7109	0.2542
C	60.7060	7.9010	0.7341	0.2498
D	58.8108	7.8993	0.6920	0.2430

Fig.6 The pressure distribution

に変換している事がわかる。しかし、 $\phi/\phi_n=1.0$ の最高効率点においては、 $\theta=0\sim60^\circ$ 付近で圧力差が生じているが、 $\theta=60^\circ$ 以降では同じ圧力分布を示した。これより舌部形状の影響は舌部近傍の圧力分布に流量比が小さい程影響を及ぼし全体的にも影響を与える。しかし最高効率点において、 $\theta>60^\circ$ で圧力分布にあまり影響を及ぼさないようである。

4.3 舌部近傍の可視化

Fig.7はType Aの舌部近傍の流れを流量比 $\phi/\phi_n=0.25\sim1.0$ を変化させたときの流れの様子を火花追跡法により、(a)背板面側からと(b)正面から同時に可視化撮影したものである。流量比が小さい場合($\phi/\phi_n=0.25, 0.5$)は正面の可視化結果から分かるように主流方向の流れも舌部方向に向き舌部入り口のスクロールに強く引き込まれるような流れ方をしていることがわかる。また背板面から見ると吸い込み側の側壁付近で逆流が生じており、吸い込み側の側壁から約80mmの羽根車中心位置付近で最大流速となるような速度分布が観察される。設計流量 $\phi/\phi_n=1.0$ またはそれ以上の流量ではタイムラインの火花は主流方向に向いて流れており、背板面から見た場合も側壁に逆流を生じていないこともわかる。

Fig.7 Flow visualization by spark tracing method (type A)

Fig.8は火粉による各舌部における流量比($\phi/\phi_n=0.25, 0.5, 0.75, 1.0$)ごとの可視化結果を示す。低流量時($\phi/\phi_n=0.25$)では、羽根車から流出された流れは舌部近傍では風路断面が大きくなるため速度は減速し、スクロール背板面寄りに乱れを生じ、舌部を境目としてスクロール側へ巻き込む強い流れが存在しているために速度ベクトルは舌部形状に関係なく舌部の先端部に衝突し、スクロールへ巻き込まれている。また、ケーシング吸い込み側の舌部上方からの流れが舌部上面にほぼ垂直に衝突している流線模様可視化から観察できる。流量比が増すにつれ羽根車からの流出角度は増大し絶対流出速度も増加する傾向を示し、スクロール背板面寄りの乱もなくなっている。また舌部上面への衝突角も小さくなり、 $\phi/\phi_n=1.0$ では上面への衝突はみられない。特に、舌部Aは舌部先端の上部(スクロー

ル背板面寄り)に乱れが生じている。他の舌部 C,Dでは、スクロール背板面に沿って流れる火粉に関し、舌部 A程の乱

Fig.8 Flow visualization by fire carbon ashes

れは生じず流れ出ている。これより、全体的な乱れの差は圧力分布の違いにも現れると考えられる。次に、舌部上面に衝突する火粉の流跡・流線に着眼すると、舌部に関してのみ上面が下がっているため出口方向に向かって火粉が跳ね上がっている。最高効率点($\phi/\phi_n=1.0$)においては、全体的にかなり乱れが少なく、低流量時に比べて流線が直線的に現れた。しかし、舌部上面部に沿った流れを見ると、舌部Dに関しては上面が上がっているため、そこで乱れを生じたと考えられる。舌部 A,Bに関して、まず出口方向の流れを比較すると、舌部 Bでは羽根車間とのクリアランスを狭くしている。そこで、背板面に沿った主流方向流れに着眼すると、スクロール巻き始めの影響をあまり受けていないため、乱れが少ないことがわかる。また、スクロール巻き始めの流れについて圧力分布と比較すると、舌部Bより舌部 Aの方が圧力が低いため、流速が早くなりその結果、舌部 Aに沿った流線が見られる。舌部 Bでは、先端付近で大きく跳ね上がる流線が見られることから、舌部 Aより流速が遅いと言える。

6. 結論

- 1) 各舌部形状の特性および性能と内部流れの影響が明らかとなった。
- 2) 舌部近傍流れの現象を連続的に知るためには、火粉(炭素粉:カイロ灰)を利用することが有益である。
- 3) 総合的な判断をすると、今回使用した中で舌部 A が最も高く評価することができる。

参考文献

- (1) 青木・宮崎, 機構論, 920-17,B(1992),164
- (2) 鈴木・金光, 機構論, 910-17,B,74
- (3) 鈴木・鵜飼, 機論, 42-361,2部(昭51),2763
- (4) 中山, 他3名, 機論, 51-461,B(1985),325