

# 高風速型ジェットファンの開発

## Development of High Performance Jet Fan

小 田 憲 司 機械事業本部回転機械事業部風水力機械設計部  
大和田 勲 機械事業本部回転機械事業部風水力機械設計部 課長  
川久保 知 己 技術開発本部総合開発センター回転流体機械開発部  
青 柳 稔 技術開発本部総合開発センター回転流体機械開発部 課長

ジェットファンはトンネル内でのドライバの視環境の確保，自動車から排出される有害物質の希釈，火災時の避難通路の確保を目的として使用される軸流ファンである．2002年に日本道路公団によるジェットファンの機器仕様の見直しが行われ，従来型に比べ高風速（大風量）型の新しい仕様が提示された．これに合わせ，当社では高風速型ジェットファンのシリーズ化を行った．本稿では高風速型ジェットファン JF-1250 の概要について紹介する．

Axial jet fans are used in many tunnels to extract automobile emissions and improve the visibility, as well as provide refuge passages in case of fire. The Japan Highway Public Corporation reviewed the specifications for such tunnel jet fans in 2002, and required higher grade specifications than for previous tunnel jet fans. To meet these requirements, IHI has developed a new series of high performance jet fans.

### 1. 緒 言

ジェットファンはトンネル内でのドライバの視環境の確保，自動車から排出される有害物質の希釈，火災時の避難通路の確保を目的として使用される軸流ファンである．道路施設費用の縮減が求められるなか，2002年に日本道路公団によるジェットファンの機器仕様の見直しが行われ，従来型に比べ高風速（大風量）型の新しい仕様が提示された．これによって，ジェットファンの設置台数を削減することが可能となり，より経済的な換気システムの構築が可能となる．

本稿では上記仕様提示に合わせて開発した，高風速型ジェットファン JF-1250 について紹介する．

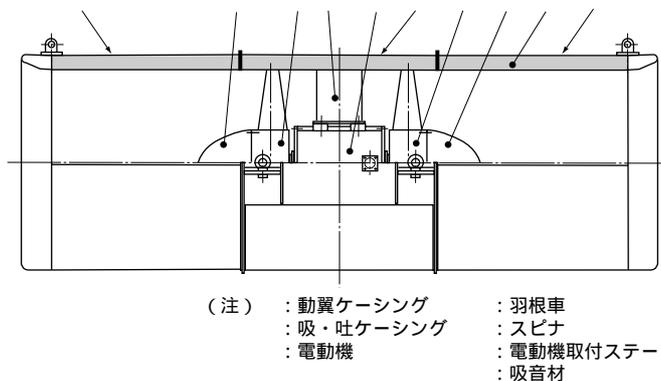
### 2. 高風速型ジェットファン JF-1250 の構造と仕様

第 1 図，第 2 図に高風速型ジェットファン JF-1250 を示す．また，第 1 表に従来型と高風速型の機器仕様の比較を示す．高風速型ジェットファン JF-1250 は電動機軸に直結する 2 段の翼が互いに同一方向に回転する機能を備え，正転／逆転の双方向の運転が同一仕様で可能である．また，従来型では吸・吐ケーシングにディフューザ型の内筒を設けていたが，高風速型ではスピナを採用し，シンプルかつ

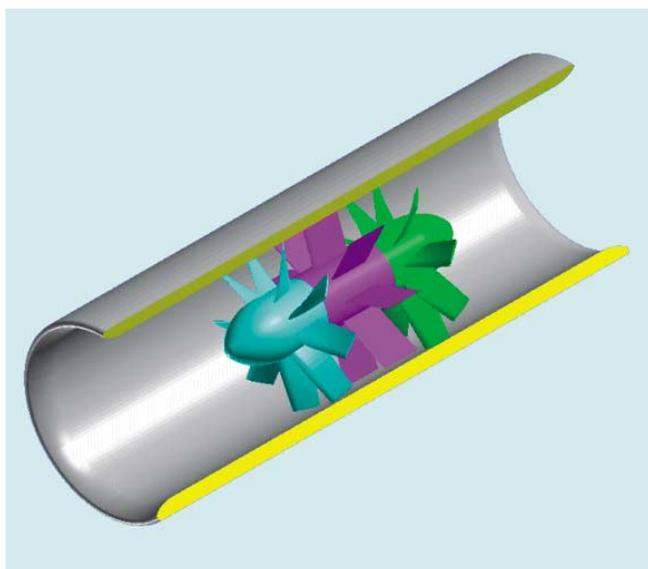
ケーシングの流れ損失を抑える構造とした．機器仕様においては，効率・騒音・ケーシング全長は現状を維持しつつ，ファンの吐出風速を 30 m/s から 35 m/s にアップした．

### 3. 動翼設計

高風速型ジェットファン JF-1250 の開発では従来型と比べて，揚程が高くなるのに加え，低騒音化実現のために周速を低く抑える手法をとった．そのため，空力負荷レベルを表す揚程係数  $\psi$  は従来型と比べ約 2 倍の値となり，また，風速が増えて周速が減るので，流量係数  $\phi$  も増加した．その結果，動翼設計は従来型よりも非常に難しいものとな



第 1 図 高風速型ジェットファン JF-1250 断面図  
Fig. 1 Cross section of high performance type jet fan JF-1250



第2図 高風速型ジェットファン JF-1250 縦断面図  
Fig. 2 Cross sectional view of high performance type jet fan JF-1250

第1表 高風速型ジェットファン JF-1250 設計仕様  
Table 1 High performance type jet fan JF-1250 design specifications

項目	単位	従来型	高風速型
吐出風速	m/s 以上	30	35
効率	%以上	75	
騒音	dB (A) 以下	95	
出力	kW 以下	30	50
全長	mm	4 250	
外径	mm	1 450	
内径	mm	1 250	

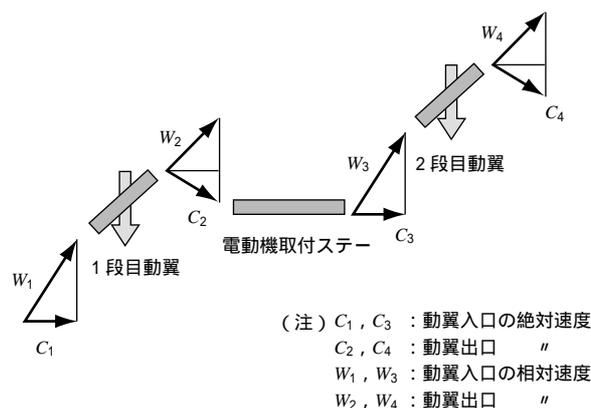
った。騒音に対する要求値は据え置きであるが、騒音は風速の5乗に比例するため、現状の構造を踏襲した場合は30 m/sから35 m/sへの風速アップで、 $10 \times \log_{10} (35/30)^5 = 3.3$  dB (A) の増加となってしまう。よって、高風速型ジェットファン JF-1250 では低騒音化実現のための翼形状の開発と流路部の各所の見直しを行った。

### 3.1 機構

高風速型ジェットファン JF-1250 は、正転/逆転の双方向の運転が同一仕様を満足するために対称翼型を採用している。また、翼列は2段翼列とし、1, 2段間に設置されるモータ取付ステーに巡回除去翼の役目をもたせ、2段目動翼にも最適なレベルの負荷を分担させる構造とした。この設計思想を模式的に第3図に示す。

### 3.2 翼型

高風速型ジェットファン JF-1250 では従来型に比べ、空力負荷レベルが高くなったことで、高迎角での作動が要求されるため、高迎角作動条件でのインシデンス特性向上に



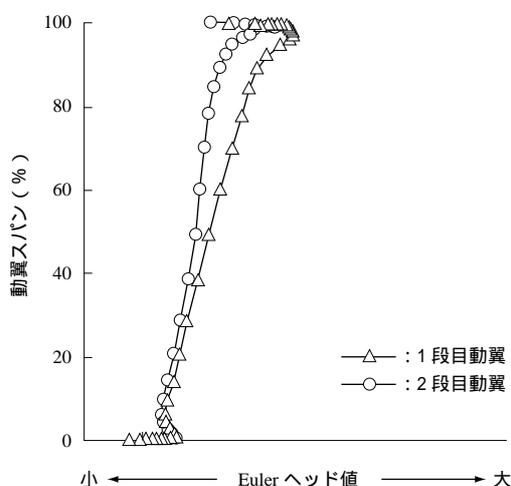
第3図 動翼の負荷形態  
Fig. 3 Load forms on blade

着目した翼型を考案した。この翼型の特長は、(1)なるべく無衝突流入に近づける形状(2)翼負荷をなるべく広い範囲で分担できる形状(3)騒音低減と性能向上を図るため、Euler ヘッド分布を周速の速い動翼先端側で大きくし、動翼根元側を小さくした形状(第4図)、としたことである。

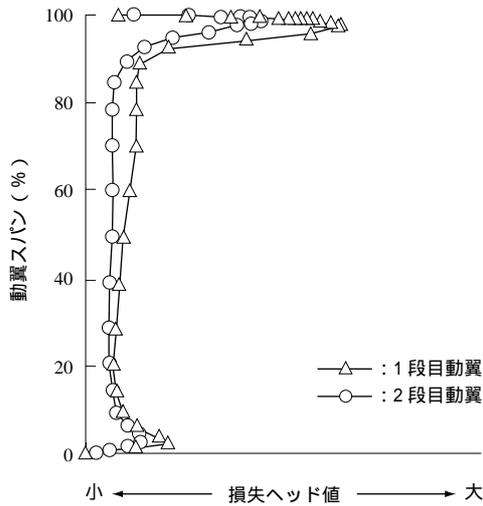
第5図に動翼損失ヘッド分布を示す。動翼根元から先端にかけてほぼ均一で良好な分布であることが分かる。また、第6図に90%スパン部での動翼相対速度分布を示す。この翼型ではリーディング・エッジでの離れは見られず、速度コンターの分布も比較的緩やかであることが分かる。

## 4. 電動機取付ステーの設計

前述のように動翼1, 2段間には電動機取付用のステーが設置されており、これを1段目動翼の巡回除去の役目を同時にもたせる構造とした。ステー形状は正転/逆転とも



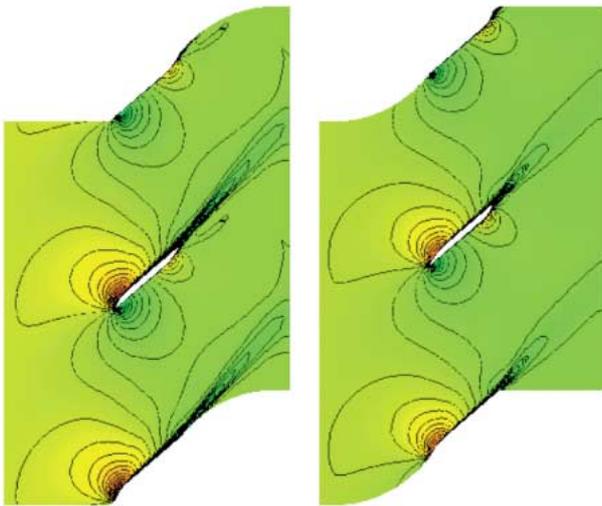
第4図 動翼 Euler ヘッド分布 CFD 解析  
Fig. 4 Euler head of blade : CFD results



第 5 図 動翼損失ヘッド分布 CFD 解析  
Fig. 5 Loss head of blade : CFD results

(a) 1 段目動翼

(b) 2 段目動翼



第 6 図 動翼相対速度分布 (90%スパン) CFD 解析  
Fig. 6 Distribution of velocity magnitude (90% span) : CFD results

第 2 表 高風速型ジェットファン JF-1250 試験結果  
Table 2 High performance type jet fan JF-1250 test results

項目	単位	要求仕様	当社試験結果
吐出風速	m/s	35 以上	35.3
効率	%	75 以上	79
騒音	dB (A)	95 以下	93
軸動力*1	kW	50 以下	45.8

(注)\*1 : -10 換算値

同性能であることが条件であるため、対称でなければならない。したがって、ステーは必然的に平板形状とせざるを得ないが、板材のままではインシデンス特性が悪く、はく離騒音源になりかねないことや、トレーディング・エッジから Karman 渦音を発生する可能性がある<sup>(1)</sup>。以上から、エッジ部分は動翼の特性を考慮した最適な形状を採用した。

## 5. 高風速型ジェットファン JF-1250 の実機性能

高風速型ジェットファン JF-1250 の性能試験は JIS をはじめとする関係法規および規格に準拠して実施した。第 2 表に試験結果を示す。風速 35 m/s 以上で効率 79%、騒音は 93dB (A) を達成し、要求仕様を十分満足する結果を得た。

## 6. 結 言

高風速型ジェットファン JF-1250 の開発を実施し、要求仕様を十分満足できる結果を得ることができた。今後、さらに効率改善を行っていく予定である。

## 参 考 文 献

- (1) 大橋秀雄編：流体機械ハンドブック 朝倉書店  
1998 年 1 月 p.546