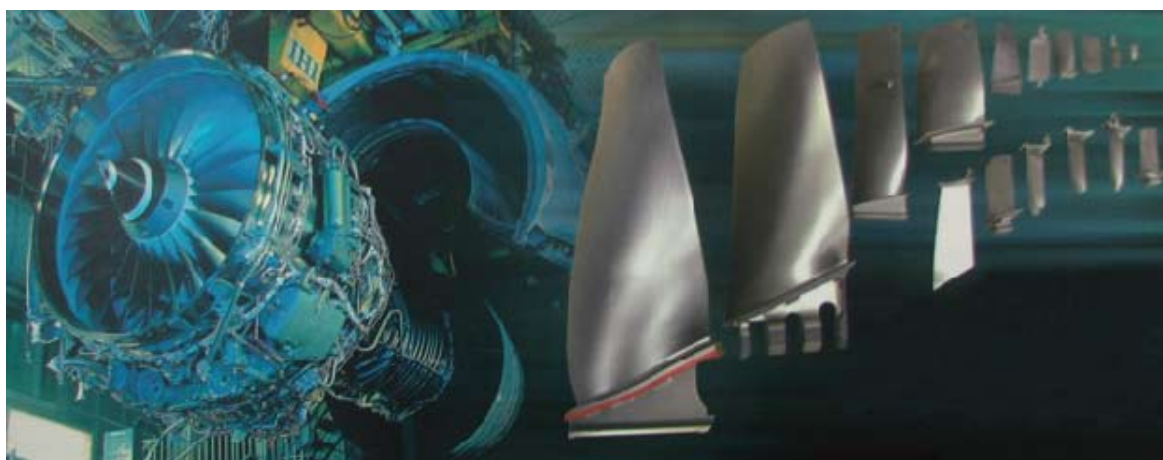


# 翼面の一発仕上げ 加工技術の実用化

## ジェットエンジン用ファンブレードの 新しい仕上げ加工技術の実用化に挑む

株式会社 IHI エアロマニュファクチャリングは、ジェットエンジンのタービン翼（ブレード）の量産化に向けて、粗加工から仕上げ加工まで繰り返して削り出す従来の方法に替わる、一発仕上げ加工技術の実用化に取り組んでいる。

株式会社 IHI エアロマニュファクチャリング  
生産技術部 杉山 成雄



ファンブレード

### 大量生産への要望

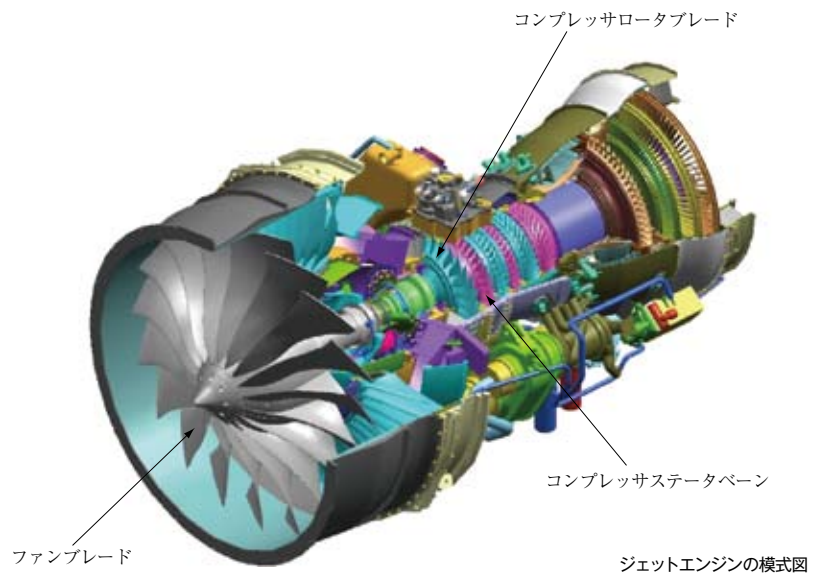
世界の航空旅客数は、2001年のアメリカ同時多発テロや2003年のイラク戦争の影響によって一時的な減少が見られたが、2008年のアメリカ経済危機による低迷からも回復傾向にあり、2010年以降は増加すると見込まれている。今後は年平均5.0%のペースで伸び続け、2029年には2009年の2.7倍の旅客規模になるといわれている。

これらを背景に、IHIのジェットエンジン製造の一部を担う株式会社 IHI エアロマニュファクチャリング (IAM) は、主力製品であるエアバス A320 型機搭載用である V2500 エンジンや 70～90 人乗りリージョナルジェット用 CF34 エンジン、防衛省向けエンジン用ファンブレード、コンプレッサブレードの量産化技術の開発に取り組んでいる。

## 製品の概要

IAM は、株式会社 IHI 回転機械 航空機事業部とその関連会社である株式会社 NAP を分離独立させ、2010 年 4 月に新体制となったばかりの会社である。

IAM の主な製品であるジェットエンジン用のファンブレード、コンプレッサロータブレード、コンプレッサステータベーンの概要を示す。まず、ジェットエンジンの模式図を示す。



### (1) ファンブレード

ファンブレードは、現在のジェットエンジンの主力であるターボファンエンジンの部品で、エンジン最前部に組み付けられる。IAM ではリージョナルジェットと呼ばれる小型機体向けのエンジン用ファンブレードなどを製作している。

全長は 150～600 mm、材質はチタン合金である。最終製品となる 1 段階手前の状態（ニアネットシェイプ）の素材に切削加工を施して、翼面およびディスクとの結合部（ダブテール部）の形状を完成させる。必要に応じ、ショットと呼ばれる鋼製小粒子を強く吹き付けて金属表面を硬化させる処理（ショットピーニング）やハードコーティングなどを施している。

本部品は 1 エンジン当たり 20～60 枚使用されており、年間製作数は 5 000 枚ほどである。

### (2) コンプレッサロータブレード

コンプレッサロータブレードは、圧縮機に組み付けられる動翼であり、大きさは 40～200 mm、材質はステンレス合金やチタン合金、ニッケル合金で機種や取付場所によって異なる。

製作方法は基本的にはファンブレードと同じだが、一部部品は翼面を精密鍛造で仕上げている。最新エンジンでは、圧縮効率を上げるためにねじりを加えた三次元翼形状が採用されている。

本部品は 1 エンジン当たり 40～100 枚と数が多く、年間製作数も 120 000 枚ほどになる。



ファンブレード



コンプレッサロータブレード



コンプレッサステータベーン

## (3) コンプレッサステータベーン

コンプレッサステータベーンは、圧縮機の静翼と呼ばれる部品であり、大きさ・材質・製作方法はコンプレッサロータブレードとほぼ同様、年間製作数は 200 000 枚ほどである。

### 従来の加工方法

厚さが非常に薄いコンプレッサブレードを機械加工によって削り出す際、切削代を大きくすると切削抵抗が増加し、ブレード自体が変形して、切削に必要な力が掛からなくなる。いわゆるびびり振動を起こして加工ができなくなるのである。このため、従来は切削代を小さくし、粗加工から仕上げ加工まで何度も加工を繰り返して製作する必要があった。

### 新しい加工方法「一発仕上げ加工」

新しい加工方法では、十分な厚さがある素材を準備し、素材の一端を支持する。刃の底面が平らなエ

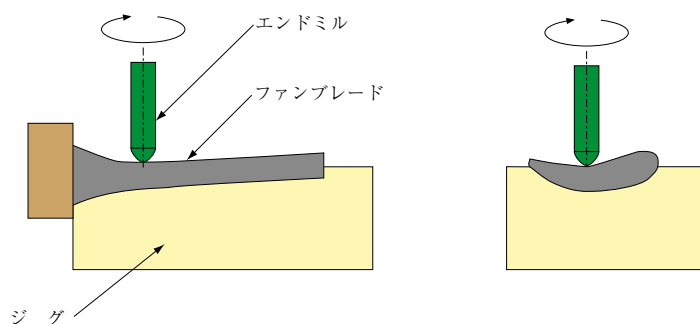
ンドミルを用いて、切削方向と回転軸の向きを制御し、回転軸をブレードの加工面に対し垂直に近い向きにした状態で、先端から支持側に向かい、素材の周囲を回りながら切削加工を行う。同時に、素材を取り付けている回転テーブルの回転角度も制御する。

この方法だと、エンドミルの切削力は素材の剛性の大きい方向に掛かり、剛性の小さい方向への切削力が小さくて済む。そのため、びびり振動が発生しにくくなり、1 回の加工で素材から製品形状に仕上げられることが特長である。

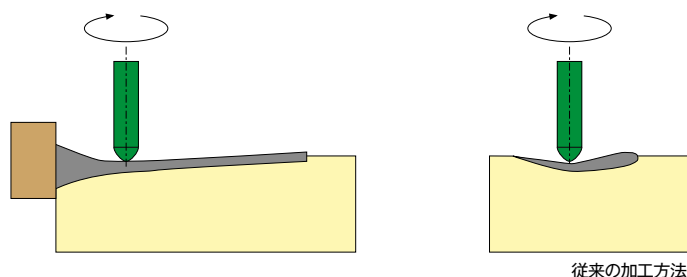
実用化に向けて、まずは両端支持の加工試験で効果を確認した。材質はチタン合金とし、翼厚さ側の切削代は 2～4 mm、軸方向の切削代は 1 回当たり 1.4 mm とした。

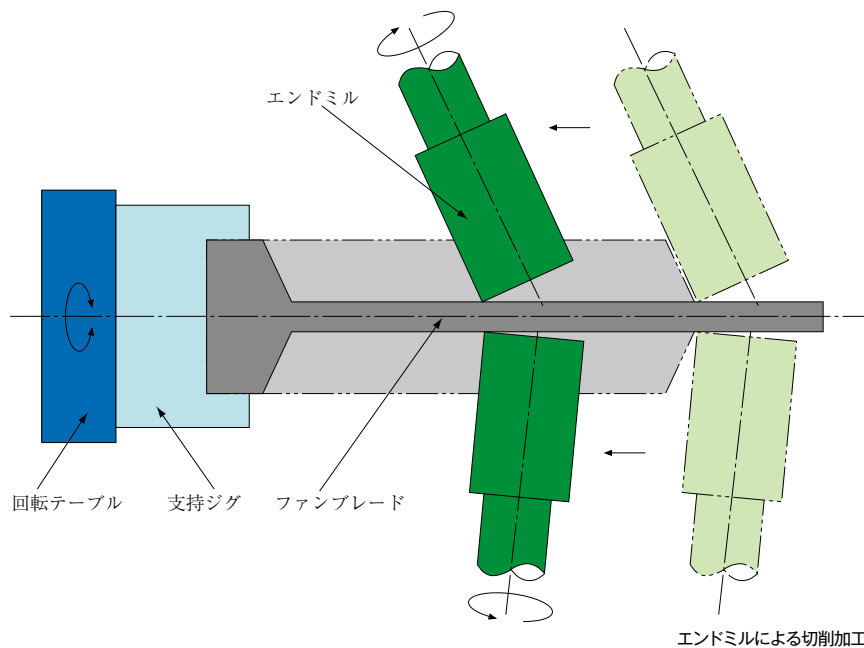
試験の結果、加工面はほぼびびりのない仕上がり面を得ることができ、ブレードの表面粗さは 0.6～1.2  $\mu\text{m}$  であった。翼面厚さについては、公差幅に対し最大でも 60% 程度、ねじれは 10% 以内に収

(1) 粗加工



(2) 仕上げ加工





まった。被削材の切削抵抗による変形の問題はまったくなく、切削力の掛かる方向を制御することの有効性が確認された。

この結果、従来は約 10 時間を要していた加工が、現時点でも 3 時間程度に短縮できる見通しを得た。また、今回の試験では工具摩耗がほとんどないことが確認できているので、より高い条件で加工することを検討していく。

IAM では切削加工技術改善のほかにも、さまざまな品質改良、コスト削減に取り組んでいる。また、今後主流になっていく新規の圧縮機翼関係部品についても、新たな切削技術確立や高付加機能が追加された最先端の生産準備ツールの導入検討など、最適な生産方法を探求している。

### ミニ解説

びびり振動とは、切削中に切削具または被削材が振動を起こす現象です。びびり振動が発生すると、加工面精度が著しく悪化したり、切削具のチッピングや破損の原因となります。

一発仕上げ加工は、株式会社 IHI の特許です。  
(特許第 4183058 号)

問い合わせ先

株式会社 IHI エアロマニュファクチャリング

総務・人事部

電話 (0266) 41-5262



加工試験後のファンブレード