

# スーパークリティカル翼の遷音速空力特性実験における TA学生の意識の検証

○山本 浩治<sup>※1</sup> 小澤 啓伺<sup>※2</sup>

名古屋大学全学技術センター(工)<sup>※1</sup> 名古屋大学工学研究科<sup>※2</sup>

## 1. はじめに

名古屋大学工学研究科・機械・航空工学科3年学生実験では、航空機の翼の模型を使用した風洞実験を行っている。この実験体制の特徴は、教員の指示により院生(TA)である大学院生が実験装置の立案・計画および実施を行うTA主体の実験となっていることである。実験で得られたデータは担当したTAの論文作成時の貴重なデータとなる。このような体制は、TAに責任感を持たせるとともに、データ収集のために1~2年で新しい実験模型製作に打ち込む活力となっている。実験装置である翼の製作は、以前は外注で行っていたが、全学技術センター工学系技術支援室装置開発技術系でCAD/CAM・マシニングセンタの設置にともない学内での製作が可能になり、目的に沿った難易度の高い翼の模型を製作している。技術職員は設計の段階からTAにアドバイスをを行い、TAと技術職員が共同で翼の設計・製作に取り組んでいる。

今回、実験を担当したTAを対象としてアンケート調査を実施し、技術職員との共同作業がTAに与える影響、担当して何を感じ得たかについて検証した。

## 2. 実験概要

遷音速と呼ばれるマッハ数は、0.8付近の速度を指し、多くの航空機がこの速度で飛行している。遷音速で飛行する際に最も問題となるのは、翼面上に発生する衝撃波である。翼に沿う流れは翼面上で加速され、そのため、一様流の速度が亜音速であっても、翼面上では流れの速度が音速を超える場合がある。このように、遷音速領域では流れ場に超音速領域と亜音速領域が混在している。本実験は遷音速風洞(図1)を使用して行っている。図2は遷音速風洞の仕組みを図にしたものである。速度の速い翼模型右側の流れの圧力は、翼模型左側の流れより低いため圧力差が生じる。通常、流れは圧力の高い方から低い方へ流れるため、翼模型左側の流れは、右側へ引き寄せられることになる。尚、速度の速い流れを逃がし穴から放出することで、左側の圧力は大気圧になっている。この風洞に装置開発技術系で製作したスーパークリティカル(SC)翼(図3)を取り付けて実験を行う。図4に示すように圧力孔( $\phi 1\text{mm}$ )の圧力を水銀マンノメータで計測する。計測した翼表面に沿う圧力分布からマッハ数分布や翼に働く揚力、抗力を求める。



図1 遷音速風洞

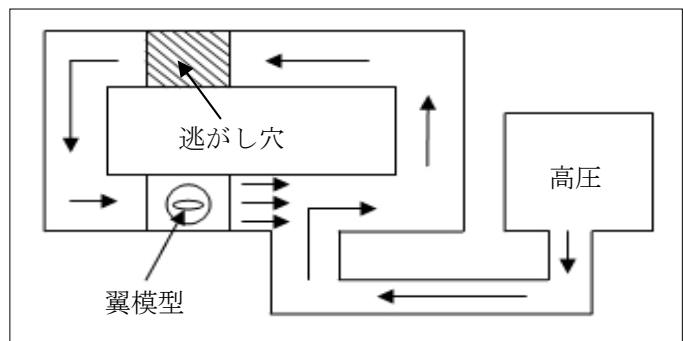


図2 遷音速風洞の仕組み

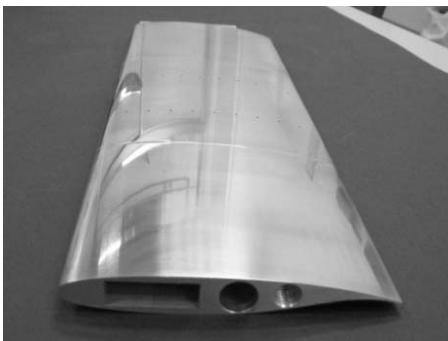


図3 スーパークリティカル(SC)翼

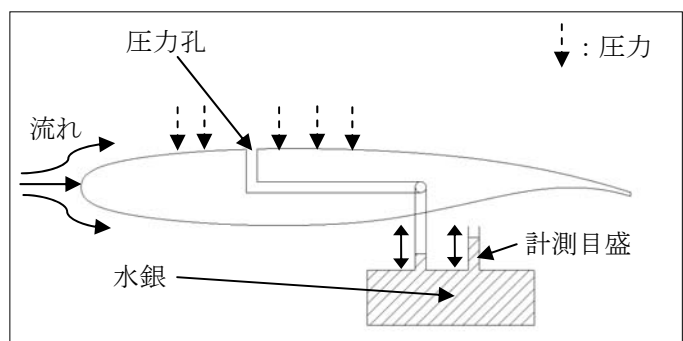


図4 圧力孔と水銀マンノメータ

### 3. 実験体制

本実験を実施するためのシステムは、教員、TA、技術職員で構成されており、信頼関係のもとに成り立っている。以下にそれぞれの役割を示す。

#### 3-1. 教員の役割：

- (1) TA との複数回の議論により、学生実験内容を決定する。
- (2) 実験当日は安全確認などのため、現場責任者として学生実験に立ち会う。(主に講師または助教)

#### 3-2. TA の役割：

- (1) 実験内容を考案し、教員との議論により実験内容を決定する。決定後、実験手引きを作成する。
- (2) 実験模型の設計製作(技術職員との打合せ)
- (3) 実験の事前準備(テスト通風)を行い、空力データを取得し、結果を考察する。
- (4) 学生実験の準備(模型セッティング、センサー応答確認、コンプレッサー起動など)
- (5) 出席を取り、安全確認、実験の内容・手順などの説明をする。(学生からの質疑応答を含む)

#### 3-3. 技術職員の役割：

- (1) 実験の内容を理解するとともに、TA と設計に関する打ち合わせを行い、アドバイスを行う。
- (2) 加工方法についての説明(伝授)を行う。

### 4. 実験装置

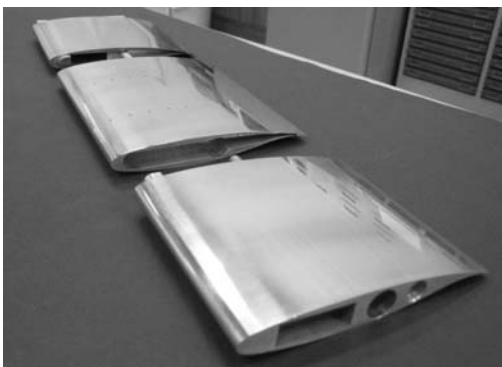


図5 分割式に設計された翼

図5に示すように製作したスーパークリティカル(SC)翼の寸法は $296 \times 100 \times 14$ (材質はA2017材)で3パーツから構成されている。これは、図6に示すように圧力孔(19個)から水銀マンオメータをつなぐパイプを通すために分割式にして設計されている。翼形状のデータはTAが算出し、そのデータに基づいてCAD/CAMマシニングセンタで加工をしている。(図7)この場合、翼の表加工、裏加工、パイプ取り出し用の穴加工、固定用治具の必要性、削り出す方向を流れに合わせるなど加工の段取りが重要となる。技術職員は設計の段階からTAにアドバイスをを行い、加工においては、目的にあった加工方法を説明し、それを理解させている。尚、圧力パイプの取り付けは、TAが行っている。



図6 圧力孔

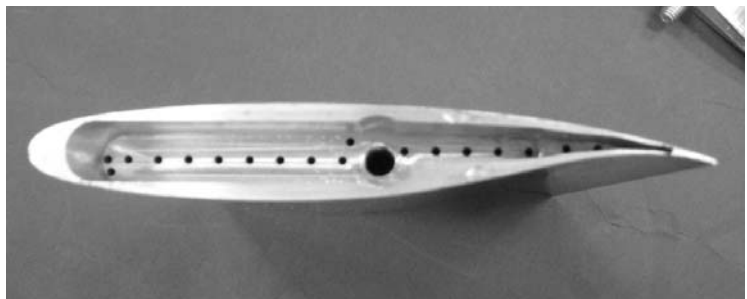


図7 翼断面

### 5. アンケート結果

TAを対象としたアンケートで次の結果を得た。

#### 5.1 技術職員との共同作業が院生に与える影響

- 装置製作にかかる時間・コストを理解し、効率の良い切削工程が可能となる図面を作成するようになる。
- 高度な切削技術を学ぶことで、エンジニアとして社会に出たときに役立つ技術、情報を吸収できる。

#### 5.2 実験を担当して何を感じ得たか

- 自分が持っている知識を学生に伝えること、それに対する学生の反応や返答を聞くのが楽しかった。
- すべての過程において教員と議論を通して責任を持つて行うことは、自身のレベルアップにつながる。

### 6. まとめ

アンケート結果より、TAと技術職員が共同で翼の設計・製作に取り組むことは、TAにとって授業以外での実践的な場となり、極めて有意義なことであると思われる。また、この実験システムは、TAの責任感の向上につながるるとともに、知識を伝える楽しみ、難しさを体感することで得る教育的効果は大きいものと思われる。